# 열사용기자재의 검사 및 검사면제에 관한 기준

## 제1편 총칙

### 제1장 총칙

#### 1.1 목적

이 고시는 에너지이용합리화법(이하 “법”이라 한다) 및 동법 시행규칙(이하 “시행규칙”이라 한다)에서 열사용기자재의 관리에 관하여 기후에너지환경부장관 또는 고시로 정하도록 위임된 사항과 그 시행에 관하여 필요한 사항을 정하여 고시하는 것을 목적으로 한다.

#### 1.2 적용범위

##### 1.2.1 일반사항

(1) 이 기준은 법 제39조와 시행규칙 31조의9 규정에 의한 검사대상기기와 관련한 검사기준에 대하여 규정한다.
 (a) 강철제보일러, 압력용기의 제조(용접 및 구조)검사기준에 대하여 규정한다.
 (b) 강철제보일러, 주철제보일러, 가스용온수보일러 및 캐스케이드 보일러(이하 “보일러”라 한다)의 설치・시공기준, 설치검사기준, 계속사용검사기준, 계속사용검사중 운전성능부문의 검사(이하 “성능검사”라 한다)기준, 개조검사기준 및 설치장소변경검사기준에 대하여 규정한다.
 (c) 압력용기의 설치・시공기준, 설치검사기준, 계속사용검사기준, 개조검사기준 및 설치장소변경 검사기준에 대하여 규정한다.
 (d) 철금속가열로의 설치・시공기준, 설치검사기준, 개조검사기준 및 성능검사기준에 대하여 적용한다.
(2) 이 기준은 법 제39조 제6항 및 시행규칙 제31조의13제8항의 규정에 의하여 검사대상기기의 제조검사, 설치검사, 계속사용검사, 설치장소변경검사 및 개조검사를 면제 및 취소하는 범위, 절차 등 세부사항을 규정한다.

##### 1.2.2 보일러의 적용범위

(1) 제2편 보일러 제조(용접 및 구조)검사기준에서 보일러로 보는 범위는 증기공급용 스톱밸브, 급수밸브(절탄기와의 사이에 있는 것은 그 밸브, 이것이 없는 경우는 절탄기 입구의 것) 및 여기에 관련되는 첵크밸브와 분출밸브(2개가 있는 경우에는 보일러 본체에서 먼 것)를 포함하며 그들 사이에 있는 보일러 본체, 과열기, 절탄기, 관류 등을 포함한다.
(2) 제3편 보일러 설치검사기준등에서 보일러로 보는 범위는 보일러 본체 및 접속한 배관중 최초의 밸브까지로 한다. 다만, 안전장치가 본체에 부착되지 않는 보일러는 당해 안전장치까지를 포함한다.

### 1.2.3 압력용기의 적용범위

(1) 제4편 압력용기 제조(용접 및 구조)검사기준에서 압력용기로 보는 범위는 압력용기 본체(동체, 경판, 이에 직결되는 노즐 등) 및 이를 압력용기 이외의 장치와 연결하는 관에서의 압력용기에 가장 가까운 용접이음, 플랜지 이음 또는 나사 이음까지의 부분으로 한다.
(2) 제5편 압력용기 설치검사기준등에서 압력용기로 보는 범위는 압력용기 본체 및 접속한 배관중 최초의 밸브까지로 한다. 다만, 안전장치가 본체에 부착되지 않는 압력용기는 당해 안전장치까지를 포함한다.

### 1.2.4 철금속가열로의 적용범위

제6편 철금속가열로 설치검사등 기준에서 노의 범위는 예열대, 냉각대를 포함한 노의 본체와 연소장치, 통풍장치, 배열회수장치, 냉각장치 및 이와 관련한 배관까지로 한다.

비 고 : 이 기준중 {  }안의 단위 및 수치는 종래 단위계에 따른 것으로 참고로 병기한 것이다.

### 1.2.5 안전검사 유효기간 연장의 적용범위

제8편 안전검사 유효기간 연장 부문은 법 및 시행규칙에서 정하는 검사대상기기의 유효기간중 시행규칙 별표3의5 비고 4 단서에 따라 「고압가스 안전관리법」 제13조의2제1항에 따른 안전성향상계획과 「산업안전보건법」제49조의2제1항에 따른 공정안전보고서를 작성하여야 하는 자의 검사대상기기에 대한 계속사용검사중 안전검사의 유효기간을 8년의 범위에서 연장하고자 할 경우에 적용한다. 다만, 「고압가스 안전관리법」제13조의2제1항에 따른 안전성향상계획 또는 「산업안전보건법」제49조의2제1항에 따른 공정안전보고서를 작성하여야 하는 자의 검사대상기기의 경우에는 계속사용검사중 안전검사의 유효기간을 6년의 범위에서 연장할 수 있다.

### 1.2.6 동일 제품 반복 생산에 따른 제조검사 면제 적용범위

동일한 유형의 제품을 동일한 절차로 반복 생산하며, 시간적·공간적 이유 등으로 개별 제품단위의 제조검사가 곤란하고, 자체검사로도 제품의 안전을 확보할 수 있다고 한국에너지공단이 판단하는 경우에 적용한다.

## 1.3 용어의 정의

### 1.3.1 보일러 부문

이 기준의 용어는 KS B 6753(동력 보일러) 3장 및 다음에 따른다. 다만, 캐스케이드 보일러와 관련된 용어는 (10)을 따른다.

(1) 보일러

화염, 연소가스, 그 밖의 고온가스(이하 연소가스 등이라 한다)에 의하여 증기, 온수 또는 고온의 열매를 발생시키는 장치

(a) 소용량강철제보일러

강철제보일러중 전열면적이 5 ㎡ 이하이고 최고사용압력이 0.35 MPa{3.5 kgf/㎠} 이하인 것

(b) 1종 관류보일러

강철제보일러중 헤더의 안지름이 150 ㎜ 이하이고 전열면적이 5 ㎡ 초과 10 ㎡ 이하이며 최고사용압력이 1 MPa{10 kgf/㎠} 이하인 관류보일러. 다만, 그 중 기수분리기를 장치한 것은 기수분리기의 안지름이 300 ㎜ 이하이고 그 내용적이 0.07 ㎥ 이하인 것에 한한다.

(c) 소용량주철제보일러

주철제보일러중 전열면적이 5 ㎡ 이하이고 최고사용압력이 0.1 MPa{1 kgf/㎠} 이하인 것

(2) 압 력

대기압 이상의 압력. 즉, 압력계에 지시되는 압력.

(3) 설계압력

보일러 및 그 부속품 등의 강도계산에 사용되는 압력으로서 사용압력 및 사용온도와 관련하여 가장 가혹한 조건에서 결정한 압력.

(4) 사용압력

보일러를 실제로 사용할 때의 압력으로서 보통의 상태에 있어서는 보일러의 동체(관류보일러에서는 출구)에서의 압력.

(5) 설계온도(최고사용온도)

설계압력을 정할 때 설계압력에 대응하여 사용조건으로부터 정해지는 온도

비 고 : 설계온도는 재료의 두께방향으로 계산한 평균온도 이상의 온도로 한다. 다만, 어떠한 경우에도 재료의 표면온도는 그 재료에 대한 사용제한온도 또는 허용응력표에 정해진 온도 범위를 초과해서는 안된다.

(6) 계산두께

이 기준의 계산식에 의하여 산정되는 두께로 부식여유를 포함하지 않은 두께

(7) 최소두께

이 기준의 계산식에 의하여 산정되는 두께이며, 부대여유(부식, 마모에 대한 여유를 말한다)를 포함한다.

(8) 실제두께

실제로 측정한 두께. 다만, 상거래상 이용되는 공칭두께로부터 한국산업표준에 정해진 두께에 대한 음(-쪽)의 허용차 및 가공여유를 뺀 두께로 대체할 수 있다.

(9) 전열면적

한쪽면이 연소가스 등에 접촉하고 다른 면이 물(기수 혼합물을 포함한다)에 접촉하는 부분의 면을 연소가스 등의 쪽에서 측정한 면적. 특별히 지정하지 않을 때는 과열기 및 절탄기의 전열면을 제외한다.

또한, 수관 보일러 본체의 전열면적 계산은 다음에 따른다.

(a) 동체, 수관 또는 헤더에서 그 일부 또는 전부가 연소가스 등에 접촉하고 다른 면이 물(기수 혼합물을 포함한다)에 접촉하는 부분의 면을 연소가스 등의 쪽에서 측정한 면적[그림 1.1] (a)~(e)

(b) 핀붙이 수관에서 길이 방향으로 핀이 부착되어 있고, 양쪽면이 연소가스 등에 접촉하는 것은

전열의 종류에 따라 각각 <표 1.1>에 규정하는 계수를 핀의 한쪽면 면적에 곱하여 얻은 면적을 관 바깥둘레의 면적에 더한 면적[그림 1.l] (f)

**<표 1.1> 계수 α**

| 전열의 종류 | 계수α |
|---|---|
| 양쪽면에 방사열을 받는 경우 | 1.0 |
| 한쪽면에 방사열, 다른 면에 접촉열을 받는 경우 | 0.7 |
| 양쪽면에 접촉열을 받는 경우 | 0.4 |

(c) 핀붙이 수관에서 길이방향으로 핀이 부착되어 있고, 한쪽면이 연소가스 등에 접촉하는 것은 전열의 종류에 따라 각각 <표 1.2>에 규정하는 계수를 핀의 한쪽면 면적에 곱하여 얻은 면적에 관 바깥둘레 중 연소가스 등에 접촉하는 부분의 면적을 더한 면적[그림 1.l] (g)

**<표 1.2> 계수 α**

| 전열의 종류 | 계수α |
|---|---|
| 방사열을 받는 경우 | 0.5 |
| 접촉열을 받는 경우 | 0.2 |

(d) 핀붙이 수관에서 원둘레 방향 또는 스파이럴 모양으로 핀이 부착되어 있는 것은 핀의 한쪽면 면적(핀이 스파이럴 모양으로 부착되어 있을 때는 핀의 감긴수를 매수로 하여 원둘레 방향으로 핀이 부착되어 있는 것으로 간주하여 계산한 면적)의 20 % 면적을 관 바깥둘레의 면적에 더한 면적[그림 1.l] (h), (i)

(e) 내화물(내화벽돌을 포함한다)로 피복된 수관에서 한쪽면이 연소가스 등에 접촉하는 것은 내화물의 두께(관표면과 내화물 표면 사이의 최소두께)가 10 ㎜ 이하인 경우는 관의 반둘레 면적. 내화물의 두께가 10 ㎜를 초과하고, 30 ㎜ 이하인 경우는 관의 반둘레 면적에 0.65를 곱한 면적. 양쪽면 또는 전체둘레가 접촉하는 것에서는 각각 앞에 적은 2배의 면적. 또한, 어느 경우에서도 내화물의 두께가 30 ㎜를 초과하는 경우는 두께 (t ㎜)에 비례해서 감소하여 각각 앞에 적은 면적에 30/t을 곱한 면적[그림 1.1] (j)

(f) 베일리식 수랭 노벽은 연소가스 등에 접촉하는 면의 전개면적[그림 1.1] (k)

(g) 스터드 튜브에서 내화물로 피복되고 한쪽면이 연소가스 등에 접촉하는 것에서는 관의 반둘레 면적, 전체 둘레가 접촉하는 것에서는 관의 바깥둘레 면적. 다만, 어느 경우에서도 내화물의 두께가 30 ㎜를 초과할 경우는 두께 (t ㎜)에 비례하여 감소하는 것으로서 각각 앞에 적은 면적에 30/t를 곱한 면적[그림 1.1] (l), (m)

(h) 스터드 튜브에서 연소가스 등에 접촉하는 것은 스터드의 옆면 면적 합의 15 %의 면적을 관의 바깥둘레 면적에 더한 면적[그림 1.1] (n)

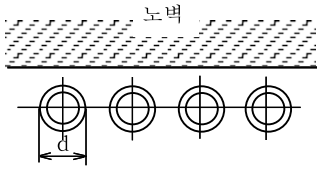
(i) 동체 또는 헤더에서 연소가스 등에 접촉하는 면을 내화물로 피복하고 있는 것은 내화물의 두께가 10 ㎜이하인 경우는 그 면의 표면적. 내화물의 두께가 10 ㎜를 초과하고 30 ㎜이하인 경우에는 그 면의 표면적에 0.65를 곱한 면적. 내화물의 두께가 30 ㎜를 초과할 경우는 그 면의 표면적에

0.65×30/t를 곱한 면적[그림 1.1] (o)

(10) 캐스케이드 보일러와 관련된 용어

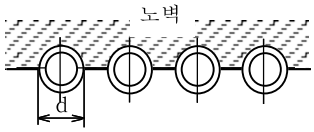
이 기준에서 사용되는 캐스케이드 보일러와 관련된 용어는 액화석유가스의 안전관리 및 사업법 제45조 및 도시가스사업법 제17조의5의 규정에 의하여 가스기술기준위원회가 정하여 기후에너지환경부장관이 승인한 상세기준인 “상업·산업용 가스보일러 설치·검사기준(이하 ”KGS GC209“라 한다)에서 규정한 것을 준용한다.

(a)



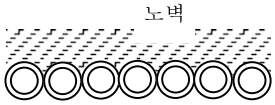

$$A = \pi dln$$

(b)



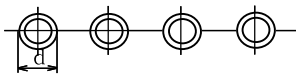

$$A = \frac{\pi}{2} dln$$

(c)



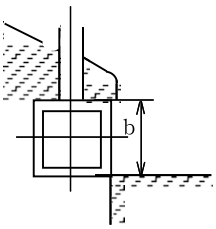

$$A = \frac{\pi}{2} dln$$

(d)



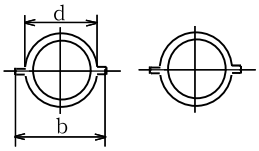

$$A = \pi dln$$

(e)



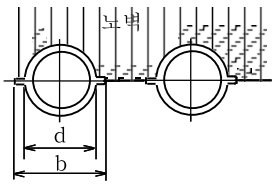

$$A = bl$$

(f)



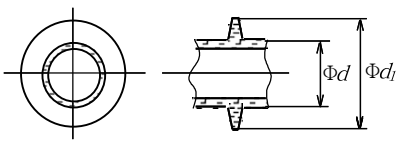

$$A = (\pi d + W\alpha) ln$$

(g)




$$A = \left(\frac{\pi}{2} d + W\alpha\right) ln$$

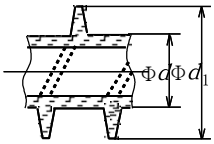
(h)




$$A = \left[\pi dl + \frac{\pi}{4}(d_1^2 - d^2) n_1 \beta\right] n$$

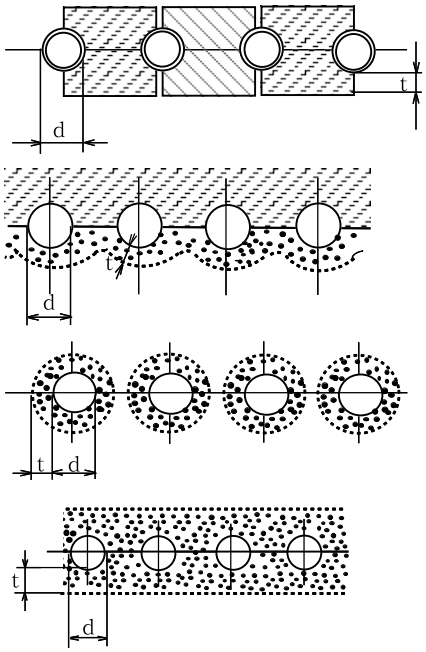
[그림 1.1] 전열면적(계속)

(i)




$$A = \left[\pi dl + \frac{\pi}{4}(d_1{}^2 - d^2)\, n_1 \beta\right] n$$

(j)




한쪽면이 가스에 접촉하는 경우

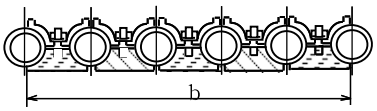
$$A = \frac{\pi}{2} dln \quad (t \le 10\ \text{㎜})$$

$$A = \frac{\pi}{2} dln \times 0.65 \quad (10\ \text{㎜} < t \le 30\ \text{㎜})$$

$$A = \frac{\pi}{2} dln \times 0.65 \times \frac{30}{t} \quad (t > 30\ \text{㎜})$$

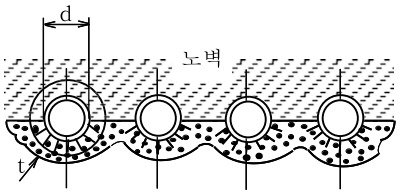
또한, 양쪽면이 가스에 접촉하는 경우는 상기의 2배의 면적

(k)




$$A = bl$$

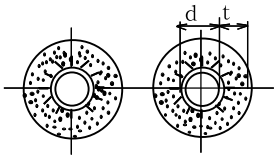
(l)




$$A = \frac{\pi}{2} dln \quad (t \le 30\ \text{㎜})$$

$$A = \frac{\pi}{2} dln \times \frac{30}{t} \quad (t > 30\ \text{㎜})$$

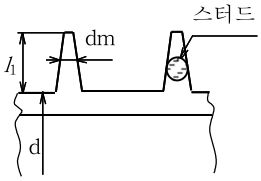
(m)




$$A = \pi dln \quad (t \le 30\ \text{㎜})$$

$$A = \pi dln \times \frac{30}{t} \quad (t > 30\ \text{㎜})$$

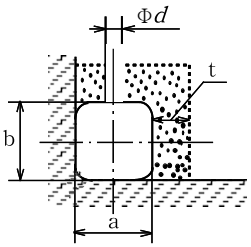
(n)




$$A = (\pi dln + 0.15\pi\, d_m\, l_1\, n_2)\, n$$

[그림 1.1] 전열면적(계속)

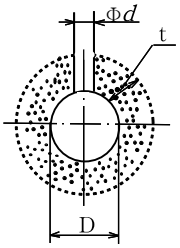
(o)




$$A = (a+b)l - \frac{\pi}{4} d^2 n \quad (t \le 10\ \text{㎜})$$

$$A = \left[(a+b)l - \frac{\pi}{4} d^2 n\right] \times 0.65 \quad (10\text{㎜} < t \le 30\text{㎜})$$

$$A = \left[(a+b)l - \frac{\pi}{4} d^2 n\right] \times 0.65 \times \frac{30}{t} \quad (t > 30\text{㎜})$$




$$A = \pi Dl - \frac{\pi}{4} d^2 n \quad (t \le 10\ \text{㎜})$$

$$A = \left(\pi Dl - \frac{\pi}{4} d^2 n\right) \times 0.65 \quad (10\text{㎜} < t \le 30\text{㎜})$$

$$A = \left(\pi Dl - \frac{\pi}{4} d^2 n\right) \times 0.65 \times \frac{30}{t} \quad (t > 30\text{㎜})$$

위 그림에서 $A$ : 전열면적(㎡)
$d$ : 수관의 바깥지름(m)
$l$ : 수관 또는 헤더의 길이(m)
$n$ : 수관의 수
$a, b$ : 너비(m)
$W$ : 1개 수관 핀 너비의 합(m) [그림 1.1](f), (g)에서 W=b-d
$a$ : 열전달의 종류에 따른 계수
$d_1$ : 핀의 바깥지름(m)
$n_1$ : 수관 1개당 핀의 수
$\beta$ : 정수로서 0.2
$d_m$ : 스터드의 평균지름(m)
$d_2$ : 수관 1개당 스터드 수
$D$ : 헤더의 바깥지름(m)
$t$ : 내화물의 두께(㎜)

**[그림 1.1] 전열면적**

### 1.3.2 압력용기 부문

(1) 압 력

별도로 명시하고 있지 않은 경우에는 게이지 압력

(2) 설계압력

압력용기의 설계에 있어서 용기 각 부에 대하여 계산두께 또는 기계적 강도(노즐의 모양 및 치수, 플랜지의 종류 등)를 결정할 때 사용되는 압력

비 고 : 1. 설계 압력은 사용압력. 사용온도와 관련하여 가장 가혹한 조건에 대하여 결정하여야 한다 (29.1항 참조).

2. 상기의 조건에 있어서는 압력용기의 안팎 또는 2개 이상의 부분으로 이루어진 압력용기에 대해서는 상호간에 있어서 최대의 압력차를 고려하여야 한다.

3. 액두압은 설계를 할 때 필요에 따라 고려하여야 하지만, 이 설계 압력에는 포함되지 않는다 (29.1항 참조).

4. 진공의 경우에는 음의 압력(외압)을 받는 것으로 취급한다.

(3) 최고허용압력(최고사용압력)

지정된 온도에 있어서 압력용기를 설치한 후의 용기의 최상부에서 허용될 수 있는 최고의 압력

비 고 : 1. 최고허용압력은 압력용기의 각 부에서 압력 이외의 하중에 대해 요구되는 두께 및 부식여유를 제외한 후 계산하여야 한다.

2. 최고허용압력은 안전장치의 분출 압력의 기준이 되는 압력이다.

3. 설계압력에 맞도록 제작된 압력용기라는 것이 확인된 것은, 최고허용압력을 별도로 계산(판 두께로부터의 역산 등)할 필요 없이 설계압력으로서 최고허용압력으로 할 수 있다.

4. 압력용기가 2개 이상의 부분으로 되어 있고, 각각의 부분에 작용하는 압력이 다른 경우에는, 그 압력용기의 최고허용압력은 각각의 부분에 대해서 정할 수 있다.

5. 압력용기의 사용 조건에 따라 설계 온도를 다르게 할 경우에는, 각각의 설계온도에 대응해서 최고허용압력을 정하여야 한다.

(4) 사용압력

압력용기를 실제로 사용할 때의 압력으로서, 보통의 사용 상태에 있어서는 압력용기 최상부에서의 최고의 압력

비 고 : 사용압력에서 안전장치가 작동하지 않도록 하기 위하여는, 안전장치의 분출압력은 사용압력에 대해 여유를 갖도록 할 필요가 있다.

(5) 설계온도(최고사용온도 또는 최저사용온도)

설계압력을 정할 때 설계압력에 대응해서 사용조건으로부터 정해지는 온도

비 고 : 1. 설계온도는 재료의 두께 방향으로 계산한 평균온도 이상(설계온도가 273 K{0 ℃} 이하의 경우에는 이하)의 온도로 한다. 다만, 어떠한 경우에도 재료의 표면 온도는, 그 재료에 대한 사용제한 온도 또는 허용응력표에 정해진 온도 범위를 초과해서는 안된다.

2. 압력용기의 각 부에 관해서 각각 다른 온도가 설정된 경우에는 각각의 부분에 관해서 설계온도를 정할 수 있다.

3. 재료의 온도는 필요에 따라 공식으로서 인정된 전열 계산식으로부터 구하거나 또는 이미 설치된 같은 종류의 압력 기에 같은 사용조건에서 온도계(열전대, 써미스터)를 붙여 재료의 온도 및 내용물의 온도를 측정해서 구한다.

4. 하루 최저온도의 월 평균치가 263 K{-10 ℃} 이상의 경우에는, 바깥 기온에 대하여 고려할 필요가 없다.

(6) 계산두께

이 기준의 계산식에 따라 산정되는 두께로, 부식여유를 포함하지 않는 두께

(7) 최소두께

계산두께에 부식여유를 더한 두께

(8) 실제두께

실제로 측정한 두께. 다만, 상거래상 사용되는 공칭두께로부터 한국산업표준에 정해진 두께에 대한 음쪽의 허용차 및 가공 여유를 뺀 두께로 대체할 수 있다.

(9) 1종 압력용기

시행규칙 별표1의 열사용기자재 중, 1종 압력용기 적용범위에서 “액체를 가열하는 기기(용기)”란 해당 액체를 보유하는 부분의 설계온도가 대기압에서의 비점을 초과하는 용기를 말한다.

### 1.3.3 철금속가열로 부문

(1) “철금속가열로”란 압연 또는 단조가 가능하도록 철금속을 가열하는 것을 주목적으로 하는 노로써 정격용량 0.5815 ㎿{500,000 ㎉/h}을 초과하는 것(이하 “노”라 한다)을 말한다. 다만, 주철을 가열하는 것을 주목적으로 하는 주철가열로와 전기가열로는 포함하지 아니한다.

(2) “개조검사”란 시행규칙 제31조의7 규정에 의해 기후에너지환경부장관이 정하는 수리로서 다음 각 호를 말한다.

(a) 노의 본체, 단열재를 전체면적의 1/3 이상 수리한 경우

(b) 버너의 종류 및 용량을 변경하는 경우

(c) 연료 또는 연소방법을 변경하는 경우

(3) “정격용량”이란 설계최고용량(㎿){㎉/h}을 말한다. 설계최고용량이 불분명할 경우에는 버너의 최대용량으로 한다. 이때 연료의 환산기준은 시행규칙 제2조의 규정을 적용한다.

(4) “정상운전상태”란 소재가 압연이나 단조에 충분한 가소성을 지니고 노에서 추출되는 상태를 말한다.

### 1.3.4 검사면제 부문

(1) 검사대상기기의 품질수준

시행규칙 제31조의9 규정에 의한 검사기준이 요구하는 품질이상의 수준을 말한다.

(2) 자체검사

제조업체가 검사대상기기의 품질수준을 확보하기 위하여 자체적으로 실시하는 검사를 말한다.

(3) 용접검사 면제공장

이 기준에 의하여 심사를 실시하여 인정을 받은 제조업자가 제조하는 검사대상기기에 대하여는 시행규칙 제31조의7 용접검사를 면제하는 것을 말한다.

### 1.3.5 안전검사 유효기간 연장 부문

(1) 안전검사 유효기간 연장 인증

“제8편 안전검사 유효기간 연장”에서 정하는 절차에 따른 인증을 말한다.

(2) 인증

사업장내 공장 또는 공정 단위로 검사대상기기와 관련된 안전관리시스템의 구축·운영의 적정성 여부 등을 판단하여 안전검사 유효기간을 연장하는 것을 말한다.

(3) 안전관리 운영보고서

안전검사 유효기간을 연장하기 위해 인증을 신청한 자가 작성하여 제출하여야 하는 인증 심사기준에 따른 보고서를 말한다.

(4) 사업장

인증을 신청한 사업자의 동일 주소지내 사업장 전체를 말한다.

(5) 인증공정

사업장에 속한 단위공장 또는 단위공정 중 인증을 신청하거나 인증을 받은 단위공장 또는 단위공정을 말한다.

(6) 인증설비

사업장에 속한 단위공장 또는 단위공정 중 인증을 신청하거나 인증을 받은 단위공장 또는 단위공정내의 검사대상기기를 말한다.

(7) 단위공장

사업장 경계내에서 각각의 생산, 저장, 지원 등의 단위공정을 포함하는 공장을 말한다.

(8) 단위공정

단위공장 내에서 원료처리, 반응, 증류추출 등 분리, 회수, 제품저장·출하 등 각 각의 공정을 말한다.

(9) 사고

사업장 내에서 화재, 폭발, 누출 등을 원인으로 발생한 근로자에게 즉시 피해를 주거나 사업장 인근지역에 피해를 줄 수 있는 사고로 사망자가 1명 이상 발생한 재해, 3개월 이상의 요양이 필요한 부상자가 동시에 2명 이상 발생한 재해, 부상자 또는 직업성질병자가 10명 이상 발생한 재해를 말한다.

### 1.3.6 동일 제품 반복 생산에 따른 제조검사 면제 부문

(1) 동일 제품 반복 생산에 따른 제조검사 면제

에너지이용합리화법 시행규칙 제31조의13제1항에 근거하여 “제54장 동일 제품 반복 생산에 따른 제조검사 면제”에서 정하는 절차에 따른 면제의 적용

(2) 제품

에너지이용합리화법 시행규칙 제31조의6(검사대상기기)에 규정된 검사대상기기

(3) 제품 유형

구조, 목적 및 특성에 있어서 일관된 반복을 갖는 제품의 집합. 동일한 유형에 속하는 제품은 동일한 도면에 의해 제조되어야 한다.

(4) 검사기준

제품의 안전한 설계 및 사용을 보장하기 위한 최소한의 기술적 요구사항으로써 에너지이용합리화법 시행규칙 제31조의9(검사기준)에 따라 한국산업표준

(5) 문서심사

신청자의 조직 및 품질 관리 시스템에 대한 설명자료와 제품 유형에 대한 기술문서에 대해 서면으로 진행하는 심사

(6) 현장심사

심사팀이 신청자의 제조 현장을 방문하여 진행하는 심사. 품질 관리 시스템의 수립, 이행 및 신청 제품유형에 대한 제조과정 심사로 이루어지며, 제품유형에 대한 심사에는 표본에 대한 확인이 포함된다.

### 1.3.7 개조검사 부문

(1) 대수리

시행규칙 별표3의4 개조검사의 적용대상 3호에서의 기후에너지환경부장관이 고시하는 대수리란 KS B 6755 (압력용기-사용중검사) 3장에 따른 수리와 주요수리를 말한다.

# 제2편 보일러 제조(용접 및 구조) 검사기준

## 제2장 재 료

보일러 및 그 부속품의 압력을 받는 부분에 사용하는 재료는 용접검사의 I단계검사 또는 구조검사의 I단계검사에서 합격된 재료 및 두께 이상이어야 한다.

### 2.1 재료일반

이 기준에 근거하는 보일러 및 부속설비의 주요 재료는 용도에 따라 다음과 같다.

(1) 규격재료

이 기준에서 정하는 규격재료는 <표 2.1>의 규격번호 및 기호의 난에 따른다.

(2) 이 기준에서 정하는 규격 이외의 규격에 의한 재료

(1)에 정하는 규격재료 이외의 재료이어도 보일러의 품질 면에서 해당재료와 화학성분 및 기계적성질(인장시험)이 동등 이상으로 인정될 경우 그 재료는 사용해도 좋다.

(3) 허용차

재료의 치수 허용차 및 무게 허용차는 각 재료의 한국산업표준에 따르지만, 실제의 두께는 최소두께보다 작아져서는 안된다. 다만, 강판인 경우 실제두께가 최소두께에 미치지 않는 것이어도 실제두께와 최소두께의 차가 0.25 ㎜ 이내에 있는 것은 지장이 없다.

# <표 2.1> 재료의 각 온도에서의 허용인장응력(종래단위)

| 규격번호 및 명칭 | 종 류 | | 기 호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도(℃)에서의 허용인장응력(kgf/㎟) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 040 | 75 | 100 | 150 | 200 | 225 | 250 |
| KS D 3560 | 2종 | | SB 235 | | | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| 보일러 및 압력용기용 | 3종 | | SB 295 | | | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 |
| 탄소강 및 몰리브데넘강 | 4종 | | SB 315 | | | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 |
| 강판 | 5종 | | SB 295 M | | (1) | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 |
| | 6종 | | SM 315 M | | (1) | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 |
| KS D 3515 | 11종 | A | SM 275 A | | (2) | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| 용접 | | | | | | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 |
| 구조용 압연 강재 | | B | SM 275 B | | (2) | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | | | | | | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 |
| | | C | SM 275 C | | (2) | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | | | | | | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 |
| | 1종 | A | SM 355 A | | (2) | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | | | | | | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| | | B | SM 355 B | | (2) | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | | | | | | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| | | C | SM 355 C | | (2) | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | | | | | | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| KS D 3521 | | | SPPV 235 | | | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 |
| 압력용기용 강관 | | | SPPV 315 | | | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| | | | SPPV 355 | | | 13.3 | 13.3 | 13.3 | 13.3 | 13.3 | 13.3 | 13.3 |
| KS D 3540 | 1종 | | SGV 235 | | | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| 중 . 상온 압력용기용 | 2종 | | SGV 295 | | | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 |
| 탄소 강관 | 3종 | | SGV 355 | | | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 |
| KS D 3538 | 1종 | | SBV 1 A | | | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 |
| 보일러 및 압력용기용 망가니즈 몰리브데넘강 및 망가니즈 몰리브데넘 니켈강 강판 | 2종 | | SBV 1 B | | | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| | 3종 | | SBV 2 | | | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| | 4종 | | SBV 3 | | | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| KS D 3710 | | | SF 340 A | | (3) | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 |
| 탄소강 단강품 | | | SF 390 A | | (3) | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| | | | SF 440 A | | (3) | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 |
| | | | SF 490 A | | (3) | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| KS D 4122 | | | SFVC 1 | | | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| 압력용기용 탄소강 단강품 | | | SFVC 2 A | | | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| | | | SFVC 2 B | | | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| KS D 4123 | | | SFVAF 1 | | | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 123 | 12.3 | 12.3 | 12.3 |
| 압력용기용 합금강 단강품 | | | SFVAF 2 | | | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 |
| | | | SFVAF 12 | | | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 |
| | | | SFVAF 11 A | | | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 |
| | | | SFVAF 22 A | | | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | SFVAF 22 B | | | 13.2 | 13.2 | 13.1 | 12.9 | 12.7 | 12.6 | 12.6 |
| | | | SFVAF 21 A | | | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | SFVAF 21 B | | | 13.3 | 13.3 | 13.2 | 12.9 | 12.7 | 12.6 | 12.6 |
| | | | SFVAF 5 A | | | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 10.1 | 10.1 | 10.1 |
| | | | SFVAF 5 B | | | 12.3 | 12.3 | 12.2 | 11.9 | 11.8 | 11.8 | 11.8 |
| | | | SFVAF 5 C | | | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 13.6 | 13.5 | 13.5 | 13.5 |
| | | | SFVAF 5 D | | | 15.7 | 15.7 | 15.7 | 15.3 | 15.2 | 15.2 | 15.2 |
| | | | SFVAF 9 | | | 15.0 | 14.9 | 14.8 | 14.5 | 14.3 | 14.3 | 14.3 |
| KS D 4123 | | | SFVQ 1 A | | | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| 압력용기용 합금강 단강품 | | | SFVQ 1 B | | | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 |
| | | | SFVQ 2 A | | | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| | | | SFVQ 2 B | | | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 |
| KS D 3507 | - | | SPP | E | | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 |
| 배관용 탄소 강관 | | | | B | | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.9 |
| KS D 3562 | | | SPPS 250 | S | | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| 압력 배관용 탄소 강관 | | | | E | | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 |
| KS D 3564 | | | SPPH 250 | S | | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| 고압 배관용 탄소 강관 | | | SPPH 315 | S | | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 |
| KOSA0013-D3570-5078 | | | SPHT 380 | S | | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 |
| 고온 배관용 탄소 강관 | | | | E | | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 |
| | | | SPHT 420 | S | | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | | E | | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 |
| | | | SPHT 490 | S | | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 |
| KOSA0015-D3573-5080 | | | SPA 12 | S | (1) | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| 배관용 합금강 강관 | | | SPA 20 | S | (4) | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | SPA 22 | S | | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | SPA 23 | S | | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | SPA 24 | S | | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | SPA 25 | S | | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.3 |
| | | | SPA 26 | S | | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.3 |

| 각 온도(℃)에서의 허용인장응력(kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 9.9 | 9.0 | 7.7 | 5.8 | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 10.8 | 9.7 | 8.2 | 5.9 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 11.5 | 10.3 | 8.6 | 5.9 | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.0 | 10.3 | 9.1 | (7.7) | (4.5) | | | | | | | | | | | |
| 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 11.7 | 10.3 | 9.3 | (7.7) | (4.5) | | | | | | | | | | | |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5V | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13.3 | 13.3 | 13.3 | 13.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.3v | 12.3 | 12.3 | 12.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 11.4 | 9.6 | 7.7 | 5.6 | | | | | | | | | | | |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 13.8 | 13.3 | 12.0 | 9.9 | 7.2 | 4.5 | | | | | | | | | | | |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 13.8 | 13.3 | 12.0 | 9.9 | 7.2 | 4.5 | | | | | | | | | | | |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 13.8 | 13.3 | 12.0 | 9.9 | 7.2 | 4.5 | | | | | | | | | | | |
| 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.1 | 7.6 | 6.5 | 5.2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 9.5 | 8.6 | 7.4 | 5.7 | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 10.6 | 9.6 | 8.3 | 5.8 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 11.7 | 10.4 | 8.6 | 5.9 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.0 | 9.1 | 7.7 | 6.4 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.2 | 11.5 | 10.3 | 8.6 | 6.8 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.2 | 11.5 | 10.3 | 8.6 | 6.8 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.1 | 10.9 | 7.9 | 5.2 | | | | | | | | | | | |
| 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.1 | 11.4 | 9.0 | 6.1 | 3.9 | 2.6 | 1.6 | 0.9 | 0.7 | | | | | | |
| 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.1 | 11.4 | 9.0 | 6.2 | 4.1 | 2.8 | 1.9 | 1.4 | 0.8 | | | | | | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 9.4 | 8.3 | 6.5 | 4.9 | 3.7 | 2.8 | 2.0 | 1.1 | | | | | | |
| 12.6 | 12.5 | 12.5 | 12.4 | 12.3 | 12.1 | 11.9 | 11.6 | 11.2 | 8.9 | 6.4 | 4.8 | 3.7 | 2.8 | 1.6 | 0.9 | | | | | | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.2 | 9.8 | 9.4 | 8.7 | 7.1 | 5.6 | 4.5 | 3.5 | 2.6 | 1.8 | 1.0 | | | | | | |
| 12.6 | 12.5 | 12.5 | 12.4 | 12.3 | 12.1 | 11.9 | 11.6 | 9.8 | 7.6 | 5.7 | 4.2 | 3.0 | 2.1 | 1.3 | 0.9 | | | | | | |
| 10.1 | 10.0 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.3 | 9.0 | 8.6 | 7.9 | 6.4 | 4.8 | 3.6 | 2.6 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | | | | | | |
| 11.7 | 11.7 | 11.5 | 11.4 | 11.2 | 10.8 | 10.5 | 10.0 | 8.2 | 6.3 | 4.8 | 3.6 | 2.6 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | | | | | | |
| 13.4 | 13.3 | 13.2 | 13.0 | 12.7 | 12.4 | 12.0 | 10.4 | 8.3 | 6.4 | 4.8 | 3.6 | 2.6 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | | | | | | |
| 15.1 | 15.0 | 14.9 | 14.7 | 14.3 | 13.9 | 13.5 | 10.6 | 8.3 | 6.3 | 4.8 | 3.6 | 2.6 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | | | | | | |
| 14.3 | 14.2 | 14.1 | 13.9 | 13.6 | 13.1 | 12.7 | 12.1 | 11.5 | 9.0 | 6.4 | 4.5 | 3.1 | 2.1 | 1.5 | 1.0 | | | | | | |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 13.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 14.7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 13.5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 14.7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.1 | 8.2 | 7.1 | 5.7 | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 7.7 | 7.0 | 6.0 | 4.8 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 9.9 | 9.0 | 7.7 | 5.8 | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.1 | 7.6 | 6.5 | 4.9 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 11.5 | 10.3 | 8.6 | 5.9 | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.6 | 9.3 | 8.9 | (6.9) | | | | | | | | | | | | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.1 | 9.7 | 9.0 | 7.7 | 5.6 | 4.4 | | | | | | | | | | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.3 | 10.0 | 9.4 | 8.3 | 6.0 | 3.8 | | | | | | | | | | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 9.4 | 8.3 | 6.0 | 3.8 | 2.6 | | | | | | | | | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 9.4 | 8.3 | 6.5 | 4.9 | 3.7 | 2.8 | | | | | | | | |
| 10.1 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.4 | 9.2 | 9.0 | 8.5 | 7.6 | 6.0 | 4.6 | 3.5 | 2.6 | 1.9 | | | | | | | | |
| 10.1 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.4 | 9.2 | 9.0 | 8.8 | 8.5 | 7.9 | 6.7 | 5.0 | 3.3 | 2.1 | 1.5 | 1.0 | | | | | | |

# <표 2.1> 재료의 각 온도에서의 허용인장응력(계속)

| 규격번호 및 명칭 | 종류 | 기 호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도(℃)에서의 허용인장응력(kgf/㎟) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0~40 | 75 | 100 | 150 | 200 | 225 | 250 |
| KS D 3576 배관용 스테인리스 강관 | | STS 304 TP | S | (5)(7) | 13.1 | 11.9 | 11.1 | 9.6 | 8.7 | 8.4 | 8.1 |
| | | | | (5)(6)(7) | 13.1 | 12.1 | 11.6 | 10.9 | 10.5 | 10.4 | 10.3 |
| | | STS 304 HTP | S | | 13.1 | 11.9 | 11.1 | 9.6 | 8.7 | 8.4 | 8.1 |
| | | | | (6) | 13.1 | 12.1 | 11.6 | 10.9 | 10.5 | 10.4 | 10.3 |
| | | STS 304 LTP | S | | 11.3 | 11.3 | 10.0 | 9.2 | 7.8 | 7.4 | 7.0 |
| | | | | (6) | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.2 | 10.6 | 10.3 | 10.0 |
| | | STS 309 STP | S | (5)(7) | 13.1 | 12.3 | 11.8 | 11.1 | 10.5 | 10.3 | 10.0 |
| | | | | (5)(6)(7) | 13.1 | 12.5 | 12.0 | 11.5 | 11.2 | 11.1 | 10.9 |
| | | STS 310 STP | S | (5)(7)(8) | 13.1 | 12.3 | 11.8 | 11.1 | 10.5 | 10.3 | 10.0 |
| | | | | (5)(6)(7)(8) | 13.1 | 12.5 | 12.0 | 11.5 | 11.2 | 11.1 | 10.9 |
| | | | | (5)(7) | 13.1 | 12.3 | 11.8 | 11.1 | 10.5 | 10.3 | 10.0 |
| | | | | (5)(6)(7) | 13.1 | 12.5 | 12.0 | 11.5 | 11.2 | 11.1 | 10.9 |
| | | STS 316 TP | S | (5)(7) | 13.1 | 11.9 | 11.2 | 10.2 | 9.6 | 9.3 | 9.0 |
| | | | | (5)(6)(7) | 13.1 | 12.6 | 12.3 | 11.9 | 11.5 | 11.4 | 11.3 |
| | | STS 316 HTP | S | (6) | 13.1 | 11.9 | 11.2 | 10.2 | 9.6 | 9.3 | 9.0 |
| | | | | | 13.1 | 12.6 | 12.3 | 11.9 | 11.5 | 11.4 | 11.3 |
| | | STS 316 LTP | S | (6) | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 10.0 | 8.6 | 8.2 | 7.9 |
| | | | | | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.1 | 10.4 | 10.2 | 9.9 |
| | | STS 321 TP | S | (5)(7) | 13.1 | 12.1 | 11.5 | 10.7 | 10.2 | 9.9 | 9.6 |
| | | | | (5)(6)(7) | 13.1 | 12.3 | 11.7 | 11.1 | 10.9 | 10.8 | 10.7 |
| | | STS 321 HTP | S | (7)(9) | 13.1 | 12.1 | 11.5 | 10.7 | 10.2 | 9.9 | 9.6 |
| | | | | (6)(9) | 13.1 | 12.3 | 11.7 | 11.1 | 10.9 | 10.8 | 10.7 |
| | | STS 347 TP | S | (5)(7) | 13.1 | 12.1 | 11.5 | 10.7 | 10.2 | 9.9 | 9.6 |
| | | | | (5)(6)(7) | 13.1 | 12.3 | 11.7 | 11.1 | 10.9 | 10.8 | 10.7 |
| | | STS 347 HTP | S | | 13.1 | 12.1 | 11.5 | 10.7 | 10.2 | 9.9 | 9.6 |
| | | | | (6) | 13.1 | 12.3 | 11.7 | 11.1 | 10.9 | 10.8 | 10.7 |
| KS D 3563 보일러 및 열 교환기용 탄소 강관 | | STBH 235 | SE | (9)(10) | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 |
| | | | E | (9) | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 |
| | | STBH 275 | SE | (9)(10) | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | E | (9) | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 |
| | | STBH 355 | SE | (9)(10) | 13.0 | 13.0 | 13.0 | 13.0 | 13.0 | 13.0 | 13.0 |
| | | | E | (9) | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 |
| KS D 3572 보일러, 열교관기용 합금 강관 | | STHA 12 | SE | (1)(10) | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | | | E | (1) | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 |
| | | STHA 13 | SE | (1)(10) | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | E | (1) | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 |
| | | STHA 20 | SE | (10) | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | E | - | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 |
| | | STHA 22 | SE | (10) | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | E | - | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 |
| | | STHA 23 | S | | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | STHA 24 | S | | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | STHA 25 | S | | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.3 |
| | | STHA 26 | S | | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.3 |
| KS D 3577 보일러, 열 교환기용 스테인리스 강관 | | STS 304 TB | S | (5)(7) | 13.1 | 11.9 | 11.1 | 9.6 | 8.7 | 8.4 | 8.1 |
| | | | | (5)(6)(7) | 13.1 | 12.1 | 11.6 | 10.9 | 10.5 | 10.4 | 10.3 |
| | | STS 304 HTB | S | (6) | 13.1 | 11.9 | 11.1 | 9.6 | 8.7 | 8.4 | 8.1 |
| | | | | | 13.1 | 12.1 | 11.6 | 10.9 | 10.5 | 10.4 | 10.3 |
| | | STS 304 LTB | S | (6) | 11.3 | 11.3 | 10.6 | 9.2 | 7.8 | 7.4 | 7.0 |
| | | | | | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.2 | 10.6 | 10.3 | 10.0 |
| | | STS 309 STB | S | (5)(7) | 13.1 | 12.3 | 11.8 | 11.1 | 10.5 | 10.3 | 10.0 |
| | | | | (5)(6)(7) | 13.1 | 12.5 | 12.0 | 11.5 | 11.2 | 11.1 | 10.9 |
| | | STS 310 STB | S | (5)(7)(8) | 13.1 | 12.3 | 11.8 | 11.1 | 10.5 | 10.3 | 10.0 |
| | | | | (5)(6)(7)(8) | 13.1 | 12.5 | 12.0 | 11.5 | 11.2 | 11.1 | 10.9 |
| | | | | (5)(7)(11) | 13.1 | 12.3 | 11.8 | 11.1 | 10.5 | 10.3 | 10.0 |
| | | | | (5)(6)(7)(11) | 13.1 | 12.5 | 12.0 | 11.5 | 11.2 | 11.1 | 10.9 |
| | | STS 316 TB | S | (5)(7) | 13.1 | 11.9 | 11.2 | 10.2 | 9.6 | 9.3 | 9.0 |
| | | | | (5)(6)(7) | 13.1 | 12.6 | 12.3 | 11.9 | 11.5 | 11.4 | 11.3 |
| | | STS 316 HTB | S | | 13.1 | 11.9 | 11.2 | 10.2 | 9.6 | 9.3 | 9.0 |
| | | | | (6) | 13.1 | 12.6 | 12.3 | 11.9 | 11.5 | 11.4 | 11.3 |
| | | STS 316 LTB | S | | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 10.0 | 8.6 | 8.2 | 7.9 |
| | | | | (6) | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.1 | 10.4 | 10.2 | 9.9 |
| | | STS 321 TB | S | (5)(7) | 13.1 | 12.1 | 11.5 | 10.7 | 10.2 | 9.9 | 9.6 |
| | | | | (5)(6)(7) | 13.1 | 12.3 | 11.7 | 11.1 | 10.9 | 10.8 | 10.7 |
| | | STS 321 HTB | S | (7) | 13.1 | 12.1 | 11.5 | 10.7 | 10.2 | 9.9 | 9.6 |
| | | | | (6)(7) | 13.1 | 12.3 | 11.7 | 11.1 | 10.9 | 10.8 | 10.7 |
| | | STS 347 TB | S | (5)(7) | 13.1 | 12.1 | 11.5 | 10.7 | 10.2 | 9.9 | 9.6 |
| | | | | (5)(6)(7) | 13.1 | 12.3 | 11.7 | 11.1 | 10.9 | 10.8 | 10.7 |
| | | STS 347 HTB | S | | 13.1 | 12.1 | 11.5 | 10.7 | 10.2 | 9.9 | 9.6 |
| | | | | (6) | 13.1 | 12.3 | 11.7 | 11.1 | 10.9 | 10.8 | 10.7 |
| | | STS 410 TB | S | | 10.5 | 10.2 | 10.0 | 9.7 | 9.4 | 9.2 | 9.1 |
| | | STS 430 TB | S | (12) | 10.5 | 10.2 | 10.0 | 9.7 | 9.4 | 9.2 | 9.1 |

| 각 온도(℃)에서의 허용인장응력(kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 |
| 7.9 | 7.7 | 7.6 | 7.5 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.7 | 6.5 | 6.1 | 5.6 | 4.7 | 3.8 | 3.1 | 2.5 | 2.0 | 1.6 | 1.3 | 1.0 |
| 10.2 | 10.1 | 10.1 | 10.0 | 10.0 | 9.9 | 9.8 | 9.7 | 9.6 | 9.5 | 9.1 | 8.4 | 7.2 | 5.8 | 4.7 | 3.8 | 3.1 | 2.5 | 2.0 | 1.6 | 1.3 | 1.0 |
| 7.9 | 7.7 | 7.6 | 7.5 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.7 | 6.5 | 6.1 | 5.6 | 4.7 | 3.8 | 3.1 | 2.5 | 2.0 | 1.6 | 1.3 | 1.0 |
| 10.2 | 10.1 | 10.1 | 10.0 | 10.0 | 9.9 | 9.8 | 9.7 | 9.6 | 9.5 | 9.1 | 8.4 | 7.2 | 5.8 | 4.7 | 3.8 | 3.1 | 2.5 | 2.0 | 1.6 | 1.3 | 1.0 |
| 6.7 | 6.4 | 6.3 | 6.1 | 6.0 | 5.8 | 5.7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.7 | 9.3 | 9.0 | 8.7 | 8.4 | 8.1 | 7.8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.8 | 9.5 | 9.3 | 9.1 | 8.9 | 8.8 | 8.6 | 8.4 | 8.2 | 8.0 | 7.5 | 6.6 | 5.5 | 4.3 | 3.4 | 2.6 | 2.1 | 1.7 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 |
| 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.7 | 10.6 | 10.5 | 10.5 | 10.3 | 9.9 | 9.1 | 8.0 | 6.8 | 5.5 | 4.3 | 3.4 | 2.6 | 2.1 | 1.7 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 |
| 9.8 | 9.5 | 9.3 | 9.1 | 8.9 | 8.8 | 8.6 | 8.4 | 8.2 | 8.1 | 7.8 | 7.3 | 6.6 | 5.8 | 5.0 | 4.2 | 3.4 | 2.6 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | 0.7 |
| 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.7 | 10.6 | 10.5 | 10.5 | 10.3 | 9.9 | 9.1 | 8.2 | 7.3 | 6.6 | 5.8 | 5.0 | 4.2 | 3.4 | 2.6 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | 0.7 |
| 9.8 | 9.5 | 9.3 | 9.1 | 8.9 | 8.8 | 8.6 | 8.4 | 8.2 | 7.9 | 7.3 | 6.1 | 4.5 | 3.3 | 2.4 | 1.7 | 1.1 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.7 | 10.6 | 10.5 | 10.5 | 10.3 | 9.9 | 9.1 | 8.2 | 6.5 | 4.5 | 3.3 | 2.4 | 1.7 | 1.1 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| 8.7 | 8.5 | 8.3 | 8.1 | 7.9 | 7.7 | 7.6 | 7.5 | 7.3 | 7.2 | 7.0 | 6.8 | 6.7 | 6.5 | 5.9 | 4.8 | 3.8 | 3.0 | 2.1 | 1.6 | 1.2 | 0.9 |
| 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.9 | 10.8 | 10.5 | 10.3 | 10.0 | 9.6 | 9.0 | 8.0 | 6.4 | 4.8 | 3.8 | 3.0 | 2.1 | 1.6 | 1.2 | 0.9 |
| 8.7 | 8.5 | 8.3 | 8.1 | 7.9 | 7.7 | 7.6 | 7.5 | 7.3 | 7.2 | 7.0 | 6.8 | 6.7 | 6.5 | 5.9 | 4.8 | 3.8 | 3.0 | 3.0 | 1.6 | 1.2 | 0.9 |
| 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.9 | 10.8 | 10.5 | 10.3 | 10.0 | 9.6 | 9.0 | 8.0 | 6.4 | 4.8 | 3.8 | | | 1.6 | 1.2 | 0.9 |
| 7.5 | 7.3 | 7.0 | 6.8 | 6.6 | 6.4 | 6.2 | 6.0 | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.8 | 9.6 | 9.5 | 9.4 | 9.3 | 9.1 | 8.9 | 8.7 | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.4 | 9.1 | 8.9 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.6 | 7.1 | 5.9 | 4.1 | 3.1 | 2.4 | 1.7 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 |
| 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.5 | 10.4 | 10.1 | 9.3 | 7.8 | 5.9 | 4.1 | 3.1 | 2.4 | 1.7 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 |
| 9.4 | 9.1 | 8.9 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.4 | 6.6 | 5.2 | 3.9 | 2.9 | 2.2 | 1.7 | 1.3 | 0.9 | 0.7 |
| 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.5 | 10.4 | 10.3 | 9.9 | 8.9 | 6.9 | 5.2 | 3.9 | 2.9 | 2.2 | 1.7 | 1.3 | 0.9 | 0.7 |
| 9.4 | 9.1 | 8.9 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.6 | 7.1 | 5.9 | 4.1 | 3.1 | 2.4 | 1.7 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 |
| 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.5 | 10.4 | 10.1 | 9.3 | 7.8 | 5.9 | 4.1 | 3.1 | 2.4 | 1.7 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 |
| 9.4 | 9.1 | 8.9 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.5 | 6.9 | 5.7 | 4.2 | 3.2 | 2.5 | 1.9 | 1.4 | 1.1 | 0.9 |
| 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.5 | 10.4 | 10.3 | 10.0 | 9.3 | 7.8 | 5.7 | 4.2 | 3.2 | 2.5 | 1.9 | 1.4 | 1.1 | 0.9 |
| 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.4 | 7.7 | 6.7 | 5.4 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.1 | 6.5 | 5.7 | 4.6 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 9.9 | 9.0 | 7.7 | 5.8 | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.4 | 7.6 | 6.5 | 4.9 | | | | | | | | | | | | | | |
| 13.0 | 13.0 | 13.0 | 13.0 | 13.0 | 11.7 | 10.0 | 7.0 | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 9.9 | 8.5 | 6.0 | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.6 | 9.3 | 8.9 | (6.9) | | | | | | | | | | | | |
| 8.3표 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.2 | 7.9 | 7.6 | (6.8) | | | | | | | | | | | | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 9.7 | 9.0 | (7.0) | (4.5) | | | | | | | | | | | |
| 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.7 | 8.2 | 7.7 | (6.0) | (3.8) | | | | | | | | | | | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.1 | 9.7 | 9.0 | 7.7 | 5.6 | | | | | | | | | | | |
| 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.6 | 8.2 | 7.7 | 6.5 | 4.8 | | | | | | | | | | | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.3 | 10.0 | 9.4 | 8.3 | 6.0 | 3.8 | | | | | | | | | | |
| 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.8 | 8.5 | 8.0 | 7.1 | 5.4 | 3.2 | | | | | | | | | | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 9.4 | 8.3 | 6.0 | 3.8 | 2.6 | | | | | | | | | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 9.4 | 8.3 | 6.5 | 4.9 | 3.7 | | | | | | | | | |
| 10.1 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.4 | 9.2 | 9.0 | 8.5 | 7.6 | 6.0 | 4.6 | 3.5 | 2.6 | 1.9 | | | | | | | | |
| 10.1 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.4 | 9.2 | 9.0 | 8.8 | 8.5 | 7.9 | 6.7 | 5.0 | 3.3 | 2.1 | 1.5 | 1.0 | | | | | | |
| 7.9 | 7.7 | 7.6 | 7.5 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.7 | 6.5 | 6.1 | 5.6 | 4.7 | 3.8 | 3.1 | 2.5 | 2.0 | 1.6 | 1.3 | 1.0 |
| 10.2 | 10.1 | 10.1 | 10.0 | 10.0 | 9.9 | 9.8 | 9.7 | 9.6 | 9.5 | 9.1 | 8.4 | 7.2 | 5.8 | 4.7 | 3.8 | 3.1 | 2.5 | 2.0 | 1.6 | 1.3 | 1.0 |
| 7.9 | 7.7 | 7.6 | 7.5 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.7 | 6.5 | 6.1 | 5.6 | 4.7 | 3.8 | 3.1 | 2.5 | 2.0 | 1.6 | 1.3 | 1.0 |
| 10.2 | 10.1 | 10.1 | 10.0 | 10.0 | 9.9 | 9.8 | 9.7 | 9.6 | 9.5 | 9.1 | 8.4 | 7.2 | 5.8 | 4.7 | 3.8 | 3.1 | 2.5 | 2.0 | 1.6 | 1.3 | 1.0 |
| 6.7 | 6.4 | 6.3 | 6.1 | 6.0 | 5.8 | 5.7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.7 | 9.3 | 9.0 | 8.7 | 8.4 | 8.1 | 7.8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.8 | 9.5 | 9.3 | 9.1 | 8.9 | 8.8 | 8.6 | 8.4 | 8.2 | 8.0 | 7.5 | 6.6 | 5.5 | 4.3 | 3.4 | 2.6 | 2.1 | 1.7 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 |
| 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.7 | 10.6 | 10.5 | 10.5 | 10.3 | 9.9 | 9.1 | 8.0 | 6.8 | 5.5 | 4.3 | 3.4 | 2.6 | 2.1 | 1.7 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 |
| 9.8 | 9.5 | 9.3 | 9.1 | 8.9 | 8.8 | 8.6 | 8.4 | 8.2 | 8.1 | 7.8 | 7.3 | 6.6 | 5.8 | 5.0 | 4.2 | 3.4 | 2.6 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | 0.7 |
| 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.7 | 10.6 | 10.5 | 10.5 | 10.3 | 9.9 | 9.1 | 8.2 | 7.3 | 6.6 | 5.8 | 5.0 | 4.2 | 3.4 | 2.6 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | 0.7 |
| 9.8 | 9.5 | 9.3 | 9.1 | 8.9 | 8.8 | 8.6 | 8.4 | 8.2 | 7.9 | 7.3 | 6.1 | 4.5 | 3.3 | 2.4 | 1.7 | 1.1 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.7 | 10.6 | 10.5 | 10.5 | 10.3 | 9.9 | 9.1 | 8.2 | 6.5 | 4.5 | 3.3 | 2.4 | 1.7 | 1.1 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 |
| 8.7 | 8.5 | 8.3 | 8.1 | 7.9 | 7.7 | 76 | 7.5 | 7.3 | 7.2 | 7.0 | 6.8 | 6.7 | 6.5 | 5.9 | 4.8 | 3.8 | 3.0 | 2.1 | 1.6 | 1.2 | 0.9 |
| 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 10.9 | 10.8 | 10.5 | 10.3 | 10.0 | 9.6 | 9.0 | 8.0 | 6.4 | 4.8 | 3.8 | 3.0 | 2.1 | 1.6 | 1.2 | 0.9 |
| 8.7 | 8.5 | 8.3 | 8.1 | 7.9 | 7.7 | 7.6 | 7.5 | 7.3 | 7.2 | 7.0 | 6.8 | 6.7 | 6.5 | 5.9 | 4.8 | 3.8 | 3.0 | 2.1 | 1.6 | 1.2 | 0.9 |
| 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 10.9 | 10.8 | 10.5 | 10.3 | 10.0 | 9.6 | 9.0 | 8.0 | 6.4 | 4.8 | 3.8 | 3.0 | 2.1 | 1.6 | 1.2 | 0.9 |
| 7.5 | 7.3 | 7.0 | 6.8 | 6.6 | 6.4 | 6.2 | 6.0 | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.8 | 9.6 | 9.5 | 9.4 | 9.3 | 9.1 | 8.9 | 8.7 | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.4 | 9.1 | 8.9 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.6 | 7.1 | 5.9 | 4.1 | 3.1 | 2.4 | 1.7 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 |
| 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.5 | 10.4 | 10.1 | 9.3 | 7.8 | 5.9 | 4.1 | 3.1 | 2.4 | 1.7 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 |
| 9.4 | 9.1 | 8.9 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.4 | 6.6 | 5.2 | 3.9 | 2.9 | 2.2 | 1.7 | 1.3 | 0.9 | 0.7 |
| 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.5 | 10.4 | 10.3 | 9.9 | 8.9 | 6.9 | 5.2 | 3.9 | 2.9 | 2.2 | 1.7 | 1.3 | 0.9 | 0.7 |
| 9.4 | 9.1 | 8.9 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.6 | 7.1 | 5.9 | 4.1 | 3.1 | 2.4 | 1.7 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 |
| 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.5 | 10.4 | 10.1 | 9.3 | 7.8 | 5.9 | 4.1 | 3.1 | 2.4 | 1.7 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 |
| 9.4 | 9.1 | 8.9 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.5 | 6.9 | 5.7 | 4.2 | 3.2 | 2.5 | 1.9 | 1.4 | 1.1 | 0.9 |
| 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.5 | 10.4 | 10.3 | 10.0 | 9.3 | 7.8 | 5.7 | 4.2 | 3.2 | 2.5 | 1.9 | 1.4 | 1.1 | 0.9 |
| 8.9 | 8.8 | 8.7 | 8.6 | 8.4 | 8.2 | 7.8 | 7.4 | 6.9 | 6.2 | 5.1 | 3.9 | 2.7 | 1.8 | 1.2 | | | | | | | |
| 8.9 | 8.8 | 8.7 | 8.6 | 8.4 | 8.2 | 7.8 | 7.4 | 6.9 | 6.3 | 5.2 | 4.0 | 2.9 | 2.1 | 1.6 | | | | | | | |

# <표 2.1> 재료의 각 온도에서의 허용인장응력(계속)

| 규격번호 및 명칭 | 종류 | 기 호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도(℃)에서의 허용인장응력(kgf/㎟) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0~40 | 75 | 100 | 150 | 200 | 225 | 250 |
| KS D 3752 기계 구조용 탄소 강재 | | SM 10 C | | (13) | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| | | SM 12 C | | (13) | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.58.0 | 9.5 | 9.5 | 9.5 |
| | | SM 15 C | | | 8.0 | 8.0 | 8.0 | | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| | | SM 17 C | | (13) | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 |
| | | SM 20 C | | | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 |
| | | SM 22 C | | (13) | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 |
| | | SM 25 C | | | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 |
| | | SM 28 C | | (13) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 |
| | | SM 30 C | | | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 |
| KS D 3543 보일러 및 압력 용기용 크로뮴 몰리브데넘강 강판 | | SCMV 1 | | (14) | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 |
| | | | | (15) | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 | 12.3 |
| | | SCMV 2 | | (14) | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 |
| | | | | (15) | 11.4 | 11.2 | 11.0 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 |
| | | SCMV 3 | | (14) | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | | (15) | 13.1 | 12.7 | 12.5 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 |
| | | SCMV 4 | | (14) | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | | (15) | 13.1 | 13.1 | 13.0 | 12.6 | 12.3 | 12.2 | 12.1 |
| | | SCMV 5 | | (14) | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | | (15) | 13.1 | 13.1 | 13.0 | 12.6 | 12.3 | 12.2 | 12.1 |
| | | SCMV 6 | | (14) | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.3 |
| | | | | (15) | 13.1 | 13.1 | 13.1 | 12.4 | 12.4 | 12.4 | 12.4 |
| KFCA-D4101-5004 탄소강 주강품 | | SC 360 | | (16) | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 |
| | | | | (17)(18) | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.4 |
| | | SC 410 | | (16) | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | | | | (4)(23)(17)(18) | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 |
| | | SC 450 | | (16) | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 |
| | | | | (4)(23)(17)(18) | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 |
| | | SC 480 | | (16) | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 |
| | | | | (4)(23)(17)(18) | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| KFCA-D4106-5009 용접 구조용 주강품 | 1종 | SCW 410 | | (16) | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | | | | (18) | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 |
| | 2종 | SCW 480 | | (16) | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 |
| | | | | (18) | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | 3종 | SCW 550 | | (16) | 9.3 | 9.3 | 9.3 | 9.3 | 9.3 | 9.3 | 9.3 |
| | | | | (18) | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 |
| | 4종 | SCW 620 | | (16) | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | | (18) | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 |
| KFCA-D4103-5006 스테인리스강 주강품 | | SSC1-T 1 | | (18) | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 10.9 |
| | | SSC1-T 2 | | (12)(18) | 12.6 | 12.2 | 12.0 | 11.6 | 11.2 | 11.0 | 10.9 |
| | | SSC 13 | | (18) | 9.0 | 9.0 | 8.6 | 7.7 | 7.0 | 6.7 | 6.5 |
| | | SSC 13 A | | (5)(18) | 9.8 | 9.0 | 8.6 | 7.7 | 7.0 | 6.7 | 6.5 |
| | | | | (5)(6)(18) | 9.8 | 9.0 | 8.6 | 8.2 | 7.8 | 7.8 | 7.6 |
| | | SSC 14 | | (18) | 9.0 | 9.0 | 8.8 | 8.0 | 7.6 | 7.5 | 7.4 |
| | | SSC 14 A | | (5)(18) | 9.8 | 9.3 | 8.8 | 8.0 | 7.6 | 7.5 | 7.4 |
| | | | | (5)(6)(21)(18) | 9.8 | 9.4 | 9.3 | 9.0 | 8.8 | 8.7 | 8.6 |
| | | SSC 16 | | (18) | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 7.6 | 7.5 | 7.4 |
| | | SSC 16 A | | (18) | 9.8 | 9.3 | 8.8 | 8.0 | 7.6 | 7.5 | 7.4 |
| | | | | (6)(18) | 9.8 | 9.4 | 9.3 | 9.0 | 8.8 | 8.7 | 8.6 |
| | | SSC 17 | | (5)(18) | 9.8 | 9.3 | 9.0 | 8.6 | 8.3 | 8.2 | 8.0 |
| | | | | (5)(6)(18) | 9.8 | 9.3 | 9.0 | 8.6 | 8.3 | 8.2 | 8.2 |
| | | SSC 18 | | (5)(18) | 9.1 | 8.6 | 8.3 | 8.0 | 7.8 | 7.6 | 7.3 |
| | | | | (5)(6)(18) | 9.1 | 8.6 | 8.3 | 8.0 | 7.8 | 7.7 | 7.6 |
| | | SSC 19 | | (18) | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 7.7 | 7.0 | 6.7 | 6.5 |
| | | SSC 19 A | | (18) | 9.8 | 9.0 | 8.6 | 7.7 | 7.0 | 6.7 | 6.5 |
| | | | | (6)(18) | 9.8 | 9.0 | 8.6 | 8.2 | 7.8 | 7.8 | 7.6 |
| | | SSC 21 | | (5)(18) | 9.8 | 9.2 | 8.8 | 8.3 | 8.1 | 7.8 | 7.7 |
| | | | | (5)(6)(18) | 9.8 | 9.2 | 8.8 | 8.3 | 8.0 | 7.9 | 7.9 |
| KFCA-D4107-5010 고온고압용 주강품 | 1 종 | SCPH 1 | | (4)(23)(18) | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 |
| | 2 종 | SCPH 2 | | (4)(23)(18) | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | 11 종 | SCPH 11 | | (4)(1)(18) | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 |
| | 21 종 | SCPH 21 | | (18) | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | 32 종 | SCPH 32 | | (18) | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| KFCA-D4301-5015 회주철품 | 2 종 | GC 150 | | (19) | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| | 3 종 | GC 200 | | (19) | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| | 4 종 | GC 250 | | (19) | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| | 5 종 | GC 300 | | (19) | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| | 6 종 | GC 350 | | (19) | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 |

| 각 온도(℃)에서의 허용인장응력(kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 |
| 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 7.7 | 7.2 | 6.2 | 5.1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.1 | 8.2 | 7.1 | 5.7 | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 7.7 | 7.2 | 6.2 | 5.1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 9.7 | 8.8 | 7.6 | 5.8 | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.1 | 8.2 | 7.1 | 5.7 | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 10.6 | 9.6 | 8.1 | 5.8 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 9.7 | 8.8 | 7.6 | 5.8 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 11.2 | 10.1 | 8.4 | 5.9 | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 10.6 | 9.6 | 8.1 | 5.8 | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.4 | 9.2 | 8.9 | 8.0 | 5.6 | | | | | | | | | | | |
| 12.3 | 12.3 | 12.3 | 11.7 | 9.6 | 9.6 | 9.4 | 9.2 | 8.9 | 8.0 | 5.6 | | | | | | | | | | | |
| 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.2 | 8.2 | 6.4 | 4.4 | 3.0 | 1.7 | 1.0 | 0.7 | | | | | | |
| 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 1.6 | 10.3 | 9.8 | 8.4 | 6.4 | 4.5 | 3.0 | 1.7 | 1.0 | 0.7 | | | | | | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 9.4 | 8.3 | 6.5 | 4.8 | 3.5 | 2.6 | 1.6 | 0.8 | | | | | | |
| 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 11.8 | 10.9 | 8.7 | 6.5 | 4.8 | 3.5 | 2.6 | 1.6 | 0.8 | | | | | | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 9.4 | 8.3 | 6.5 | 4.9 | 3.7 | 2.8 | 2.0 | 1.1 | | | | | | |
| 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.0 | 11.9 | 11.8 | 11.5 | 10.6 | 8.7 | 6.5 | 4.9 | 3.7 | 2.8 | 2.0 | 1.1 | | | | | | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.2 | 9.8 | 9.4 | 8.7 | 7.1 | 5.6 | 4.5 | 3.5 | 2.6 | 1.8 | 1.0 | | | | | | |
| 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.0 | 11.9 | 11.8 | 11.2 | 9.1 | 7.1 | 5.6 | 4.5 | 3.5 | 2.6 | 1.8 | 1.0 | | | | | | |
| 10.1 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.4 | 9.2 | 9.0 | 8.5 | 7.6 | 6.0 | 4.6 | 3.3 | 2.6 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | | | | | | |
| 12.4 | 12.4 | 12.4 | 12.2 | 12.0 | 11.7 | 11.3 | 10.8 | 8.2 | 6.0 | 4.6 | 3.3 | 2.6 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | | | | | | |
| 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 6.7 | 6.2 | 5.4 | 4.3 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 7.9 | 7.2 | 6.2 | 4.6 | (4.0) | (3.0) | (1.9) | (1.4) | | | | | | | | | | |
| 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 8.6 | 7.8 | 6.6 | 4.7 | (4.0) | (3.0) | (1.9) | (1.4) | | | | | | | | | | |
| 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.2 | 8.2 | 6.9 | 4.7 | (4.0) | (3.0) | (1.9) | (1.4) | | | | | | | | | | |
| 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.3 | 9.3 | 9.3 | 9.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.7 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.7 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | 10.2 | 9.8 | 9.4 | 8.6 | 6.7 | 5.0 | 3.5 | 2.4 | 1.7 | 1.1 | 0.8 | 0.6 | | | | | | |
| 6.3 | 6.2 | 6.0 | 5.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.3 | 6.2 | 6.0 | 5.9 | 5.9 | 5.8 | 5.8 | 5.7 | 5.6 | 5.5 | 5.4 | 5.2 | 4.8 | 4.0 | 3.1 | 2.5 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.6 | 0.5 |
| 7.6 | 7.5 | 7.5 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.3 | 7.3 | 7.2 | 7.0 | 6.9 | 6.2 | 5.0 | 4.0 | 3.1 | 2.5 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.6 | 0.5 |
| 7.4 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.4 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 6.8 | 6.7 | 6.6 | 6.5 | 6.2 | 5.8 | 5.1 | 4.3 | 3.4 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | 1.0 |
| 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.2 | 7.9 | 7.7 | 7.5 | 7.3 | 7.1 | 6.9 | 6.4 | 5.8 | 5.1 | 4.4 | 3.8 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | 1.0 |
| 7.4 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.4 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 6.5 | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.2 | 7.9 | 7.7 | 7.5 | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.8 | 7.6 | 7.4 | 7.3 | 7.1 | 7.0 | 6.8 | 6.7 | 6.6 | 6.3 | 5.9 | 5.3 | 4.4 | 3.4 | 2.7 | 2.1 | 1.7 | 1.4 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.5 |
| 8.1 | 8.0 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.5 | 7.2 | 6.4 | 5.4 | 4.4 | 3.4 | 2.7 | 2.1 | 1.7 | 1.4 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.5 |
| 7.3 | 7.1 | 7.0 | 6.8 | 6.6 | 6.6 | 6.4 | 6.2 | 6.1 | 6.0 | 5.8 | 5.6 | 5.2 | 4.6 | 3.9 | 3.4 | 2.7 | 2.1 | 1.4 | 1.0 | 0.7 | 0.5 |
| 7.5 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.2 | 7.0 | 6.8 | 6.4 | 5.8 | 5.2 | 4.6 | 3.9 | 3.4 | 2.7 | 2.1 | 1.4 | 1.0 | 0.7 | 0.5 |
| 6.3 | 6.2 | 6.0 | 5.9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.3 | 6.3 | 6.0 | 5.9 | 5.9 | 5.8 | 5.8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.6 | 7.5 | 7.5 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.5 | 7.3 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.7 | 6.7 | 6.6 | 6.4 | 6.3 | 6.2 | 6.1 | 5.9 | 5.5 | 4.2 | 2.8 | 2.1 | 1.6 | 1.2 | 1.0 | 0.7 | 0.6 |
| 7.9 | 7.9 | 7.9 | 7.9 | 7.9 | 7.9 | 7.9 | 7.9 | 7.8 | 7.8 | 7.7 | 7.4 | 6.9 | 5.7 | 4.2 | 2.8 | 2.1 | 1.6 | 1.2 | 1.0 | 0.7 | 0.6 |
| 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.3 | 7.9 | 7.2 | 6.1 | 4.6 | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.2 | 8.2 | 6.8 | 4.7 | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 8.8 | 8.2 | 7.3 | 5.6 | | | | | | | | | | | | |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.6 | 9.0 | 8.1 | 6.4 | 4.5 | 3.0 | | | | | | | | | | |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.6 | 9.0 | 8.1 | 6.8 | 5.2 | 3.9 | 2.8 | 1.5 | | | | | | | | |

## <표 2.1> 재료의 각 온도에서의 허용인장응력

(신 동 품)

| 규격번호 및 명칭 | 종류 | 질별 | 기호 | 주 | 각 온도(℃)에서의 허용인장응력(kgf/㎟) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0 ~40 | 75 | 100 | 150 | 200 | 225 |
| KS D 5301 이음매 없는 구리 및 구리합금 관 | C 1100 | O<br>O | C 1100 T-O<br>C 1100 TS-O | | 4.8 | 3.6 | 3.4 | 3.3 | 2.1 | |
| | C 1201 | O<br>O | C 1201 T-O<br>C 1201 TS-O | | 4.8 | 3.6 | 3.4 | 3.3 | 2.1 | |
| | C 1220 | O<br>O | C 1220 T-O<br>C 1220 TS-O | | 4.8 | 3.6 | 3.4 | 3.3 | 2.1 | |
| | C 1201 | OL<br>OL | C 1201 T-OL<br>C 1201 TS-OL | | 4.8 | 3.6 | 3.4 | 3.3 | 2.1 | |
| | C 1220 | OL<br>OL | C 1220 T-OL<br>C 1220 TS-OL | | 4.8 | 3.6 | 3.4 | 3.3 | 2.1 | |
| | C 1100 | ½ H<br>½ H | C 1100 T-½ H<br>C 1100 TS-½ H | (22) | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.1 | 5.7 | |
| | C 1201 | ½ H<br>½ H | C 1201 T-½ H<br>C 1201 TS-½ H | (22) | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.1 | 5.7 | |
| | C 1220 | ½ H<br>½ H | C 1220 T-½ H<br>C 1220 TS-½ H | (22) | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.1 | 5.7 | |
| | C 1100 | H<br>H | C 1100 T-H<br>C 1100 TS-H | (22) | 6.5 | 6.5 | 6.0 | 5.6 | 1.7 | |
| | C 1201 | H<br>H | C 1201 T-H<br>C 1201 TS-H | (22) | 7.9 | 7.9 | 7.9 | 7.7 | 3.0 | |
| | C 1220 | H<br>H | C 1220 T-H<br>C 1220 TS-H | (22) | 7.9 | 7.9 | 7.9 | 7.7 | 3.0 | |

(청동주물)

| 규격번호 및 명칭 | 종류 | 기 호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도(℃)에서의 허용인장응력(kgf/㎟) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0~40 | 75 | 100 | 150 | 200 | 225 | 250 |
| KS D 6024 구리 및 구리합금 주물 | | CAC402<br>CAC403<br>CAC406<br>CAC407 | | | 5.0<br>5.0<br>4.0<br>4.4 | 5.0<br>5.0<br>4.0<br>4.4 | 4.8<br>4.8<br>4.0<br>4.4 | 4.6<br>4.6<br>3.5<br>4.4 | 4.5<br>4.5<br>2.7<br>3.8 | 3.5<br>3.5<br>2.7<br>3.5 | |

주 (1) 748 K{475 ℃}를 초과하는 온도에서 사용하는 경우 ( ) 내의 수치를 사용하여도 좋으나, 장시간 사용하는 경우는 재료의 흑연화에 주의하여야 한다.

(2) 2.3항 (1)(b)에 의한 경우의 허용인장응력값을 표시한다.

(3) 이 난의 623 K{350 ℃}를 초과하는 경우 및 용접하는 경우의 허용인장응력값은 탄소 함유량이 0.35 %이하인 것에 적용한다.

(4) 823 K{550 ℃}를 811 K{538 ℃}로 바꿔 읽는다.

(5) 이 난의 823 K{550 ℃} 이상의 값은 탄소 함유량이 0.04 %이상인 재료에 적용한다.

(6) 이 난의 값은 변형이 어느 정도 허용할 수 있는 경우에 적용할 수 있다.

(7) 이 난의 798 K{525 ℃}를 초과하는 값은 1,313 K{1,040 ℃} 이상의 온도로부터 급랭하는 고용화 열처리를 한 재료에 적용한다.

(8) 이 난의 값은 KS D 0205(강의 페라이트 및 오스테나아트 결정입도 시험법(현미경 관찰법)에 의한 결정번호가 6 또는 그보다 거친 경우에 적용한다.

(9) 이 난의 623 K{350 ℃}를 초과하는 온도의 값은 Si 함유량이 0.10 %에서 0.35 %까지의 킬드강에 적용한다.

주 (10) 이 난의 제조방법 E 에 의한 관의 값은 KS D 0250(강관의 초음파 탐상 검사 방법)에 따라 검사하여 적합한 것에 적용한다. 이 경우, 탐상감도 구분은 UC로 한다.

(11) 이 난의 값은 결정입도가 확인되지 않은 재료에 적용한다.

(12) 이 강종은 698 K{425 ℃}를 초과하는 온도에서 사용한 후는 상온에서의 취성이 커지므로 충분한 이유가 없는 한, 이 온도 이상에서는 사용하지 않는다.

(13) 이 강종의 허용응력값은 이 표에 표시하는 값 중에서 강재지름, 맞변거리 또는 주체부의 두께가 100 ㎜ 이하인 경우에는 해당 각 난의 상단에 표시하는 것, 강재지름 맞변거리 또는 주체부의 두께 100 ㎜를 초과하고 200 ㎜ 이하인 경우에는 해당 각 난의 하단에 표시하는 것을 적용한다.

(14) 어닐링을 한 강판

(15) 노멀라이징・템퍼링을 한 강판

(16) 이 난의 값은 2.5.1항에 따라 구한 허용인장응력에 주조계수 0.67을 곱한 값이다.

(17) 이 난의 값을 사용하는 경우에는 다음 표의 화학성분 를 만족하여야 한다.

| 성 분 / 종 류 | C | Mn | P | S | Si |
|---|---|---|---|---|---|
| SC 360<br>SC 410 | 0.25 %이하 | 0.70 %이하 | 0.04 %이하 | 0.04 %이하 | 0.60 %이하 |
| SC 450<br>SC 480 | 0.35 %이하 | 0.70 %이하 | 0.04 %이하 | 0.04 %이하 | 0.60 %이하 |

주 C 의 함유량이 위 표의 최고치보다 0.01 %감소할 때마다 Mn 의 함유량은 위 표의 최고치보다 0.04 %증가시켜도 좋다. 다만, Mn 의 함유량은 1.10 %를 초과해서는 안된다. 또, 불순물에 함유되는 Ni, Cr, Cu 는 각각 0.5 %이하로, 그들의 합을 1.0 %이하로 한정한다.

주 (18) 이 난의 값은 2.5.1항에서 구한 허용인장응력에 주조계수 0.8을 곱한 값이다. 다음 표에 따라 주조계수 0.9 또는 1.0을 취할 수 있다.

비 고 1. 비고 5. 에 따라 제품을 샘플링하여 KS D 0227(주강품의 방사선투과검사 방법)에 따라 방사선 시험을 하여 동 규격에 정한 3종류의 결함에 대하여 각각 3급 이상에 합격하여야 한다.

2. 제품 전수 (1개인 경우도 포함한다)를 KS D 0227(주강품의 방사선투과검사 방법)에 따라 방사선 시험을 해서 동 규격에 정하는 3종류의 결함에 대하여 각각 3급 이상에 합격하여야 한다.

3. 비고 5. 에 따라 제품을 샘플링하여 KS D 0213(강자성 재료의 자분탐상검사 방법 및 자분 모양의 종류)에 따라 침투탐상시험을 하여 합격하여야 한다.

4. 제품 전수를 KS D 0213(강자성 재료의 자분탐상검사 방법 및 자분 모양의 종류)에 따라 자분탐상시험을 하든가 또는 KS B 0816(침투탐상시험 방법 및 지시 모양의 분류)에 따라 침투탐상시험을 하여 해로운 결함이 인지되지 않을 경우는 합격으로 한다.

5. 샘플링 검사는 새로운 설계의 목형마다 최초로 만든 5개 중 3개 이상을, 그 이후의 제조에서는 5개 또는 그 끝수마다 1개 취하여 결함이 나타나기 쉬운 부분에 대하여 검사한다.

| 시 험 | 주조 계수 |
|---|---|
| 비 고 2. 에 따른다 | 0.9 |
| 비 고 4. 에 따른다 | 0.9 |
| 비 고 1. 및 비 고 3. 에 따른다 | 0.9 |
| 비 고 2. 및 비 고 4. 에 따른다 | 1.0 |

주 (19) 523 K{250 ℃}를 503 K{230 ℃}로 바꿔 읽는다.

(20) 밸브 및 나사식 관이음 계산에 사용하는 경우의 허용응력은 인장강도의 1/6.25로 취할 수 있다.

(21) 이 난의 698 K{425 ℃}를 초과하는 값은 탄소 함유량이 0.04 이상인 재료에 적용한다.

(22) 용접이음의 허용인장응력값 및 이음인장시험에서의 최소인장강도는 질별 0의 값을 사용한다.

(23) 723 K{450 ℃}를 초과하는 온도에서 사용하는 경우 ( ) 내의 수치를 사용해도 좋으나, 장시간 사용하는 경우에는 재료의 흑연화에 주의하여야 한다.

(24) 이 난의 값은 열처리 후, 전체면 기계 다듬질하여 결함이 인지되지 않을 경우는 1.0625배, 다음의 조건에 적합할 경우는 1.125배로 할 수 있다.

(a) 최초의 로트 5개 중 3개에 대하여 RT, 그 후는 5개마다 1개에 RT, 어느 경우에도 나머지는 모두 MT 또는 PT에 합격하는 경우
RT는 KS D 0227(주강품의 방사선투과검사 방법)에 따라 시험하고 거기에 정해진 3종류의 결함에 대하여 각각 3급 이상일 것
MT는 KS D 0213(강자성 재료의 자분탐상검사 방법 및 자분 모양의 종류)에 따라 원칙적으로 전체 표면을 검사하여야 한다. 결함의 판정은 다음에 따른다.

① 선 모양의 자분모양이 있는 경우에는 다음의 등급에 적합할 때는 합격으로 한다.

| 탐상부의 공칭두께 | 선모양 자분모양의 등급 |
|---|---|
| 20 ㎜ 이하 | 2급 |
| 20 ㎜ 초과 60 ㎜ 이하 | 3급 |
| 60 ㎜를 초과하는 것 | 4급 |

② 원모양 자분모양이 있는 경우에는 등급분류의 2급 이상은 합격으로 한다.
③ 분산 자분모양은 등급 분류의 2군 이상은 합격으로 한다. PT는 MT에 준한다.

(b) 전수 RT에 합격하는 경우

(c) 관판과 같이 전체 두께에 대하여 다수의 가공구멍이 있고 내부검사를 할 수 있는 경우

비 고 1. 이 표의 “제조 방법” 난에 기재되어 있는 “S” 는 이음매 없는 관, “E” 는 전기저항 용접관, “B” 는 단접관을 표시한다.

2. 이 표에 표시하는 온도의 중간 온도에서의 허용인장응력값은 비례계산에 의하여 구한다.

3. KS D 3576(배관용 스테인리스 강관) 및 KS D 3577(보일러, 열교환기용 스테인리스 강관)에서 용가재를 사용하지 않은 자동 아크용접으로 제조하여 냉간가공 후, 모재 및 용접부의 완전한 내식성을 얻기 위한 최적 고용화 열처리를 한 것은 이 표의 허용인장응력값의 0.85 배를 취한다.

4. 이 표의 허용응력값을 사용하는 경우는 필요에 따라 충분한 열처리를 한 것이어야 한다.

5. ㎏f/㎟를 N/㎟ (SI 단위)로 하는 경우는 표의 수치에 9.80665를 곱한다.

## 2.2 재료의 사용 제한

재료의 사용 제한은 다음에 따른다.

(1) <표 2.1>에 표시하는 재료는 동표에 표시된 허용인장응력값에 대응하는 설계온도 범위를 초과하여 사용해서는 안된다. 다만, 2.3항에 규정한 KS D 3503(일반 구조용 압연 강재)의 재료를 KS D 3560 (보일러 및 압력용기용 탄소강 및 몰리브덴강 강판)에 대용하는 경우에는 623 K{350 ℃}를 초과하는 설계온도 범위에는 사용할 수 없다.
(2) 용접하는 재료는 탄소 함유량 0.35 % 이하에서 용접에 적합한 것이어야 한다.
(3) KS D 3507(배관용 탄소 강관)은 보일러의 최고 사용압력 1 ㎫{10 kgf/㎠}이하의 증기관, 급수관 및 분출관에 사용할 수 있다. 다만, 보일러 동체에서 체크밸브까지의 급수관 및 보일러에서 분출밸브(2개 있는 경우에는 보일러에서 먼 것)까지의 분출관에 사용하는 경우는 보일러의 최고사용압력 0.7 ㎫ {7 kgf/㎠}이하인 경우에 한한다.

## 2.3 재료의 대용

(1) 최고사용온도 623 K{350 ℃}이하의 보일러에서 길이방향 또는 둘레를 용접으로 이음하는 동체, 경판, 기타 이것에 준하는 것에 대해서는 다음의 재료를 대용할 수 있다.
 (a) 최고사용압력 1.6 ㎫{16 kgf/㎠} 이하인 경우에는 KS D 3521(압력용기용 강판)의 SPPV 235, SPPV 315 또는 SPPV 355를 사용할 수 있다.
 (b) 최고사용압력 1 ㎫{10 kgf/㎠} 이하인 경우에는 KS D 3515(용접 구조용 압연 강재)의 재료중 SM 400A, SM 400B, SM 400C, SM 490A, SM 490B, SM 490C 를 사용할 수 있다. 다만, 이 경우에 있어서의 허용 인장응력은 96 N/㎟{9.8 kgf/㎟}로 한다.
(2) 최고사용압력 0.7 ㎫{7 kgf/㎠}이하의 경우, 또는 1종관류보일러 동체, 경판, 기타 이와 유사한 부분에는 KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS 330, SS 400을 KS D 3560(보일러용 압연강재)으로 대용할 수 있다. 다만, 이 경우에 있어서 허용인장응력은 SS 330은 83 N/㎟{8.5 kgf/㎟}, SS 400은 96 N/㎟{9.8 kgf/㎟}로 한다.
(3) 소용량보일러 및 1종관류보일러의 전열관 및 강관에는 KS D 3562(압력배관용 탄소강관) 및 KS D 3507(배관용 탄소강관)을 사용할 수 있다.

## 2.4 설계온도

(1) 전열면에 있어서 강재의 온도는 내부의 증기 또는 액체의 온도에 30 K{℃}를 더한 온도(방사 전열면에 있어서는 내부의 증기나 액체의 온도에 50 K{℃} 이상을 더한 온도)로 한다.
(2) 기타부분의 강재 온도는 내부의 증기 또는 액체의 온도에 20 K{℃} 이상을 더한 온도로 한다.

## 2.5 재료의 허용응력

계산에 사용하는 재료의 허용인장응력은 <표 2.1>에 따른다. 다만, 이들 표에 표시하지 않은 재료로서

특별히 인정된 재료에 대해서는 다음에 따른다.

### 2.5.1 크리프 영역에 달하지 않는 설계온도에서의 허용인장응력

(1) 철강 재료 : 철강재료[주조품 및 (2)에 표시하는 강재를 제외한다]의 허용인장응력은 다음 값 중에서 최소인 것으로 한다. 다만, 오스테나이트계 스테인리스강 강재로서 사용 장소에 따라 약간 큰 변형이 허용되는 부재에 대해서는 설계 온도에서의 0.2 % 내력의 90 % 까지를 취할 수 있다.

(a) 상온에서의 최소 인장강도의 1/4

(b) 설계온도에서의 인장강도의 1/4

(c) 상온에서의 최소 항복점 또는 0.2 % 내력의 1/1.6

(d) 설계온도에서의 항복점 또는 0.2 % 내력의 1/1.6

(2) 볼 트 : 볼트의 허용인장응력은, 철강재료는 (1)에서 구한 값 및 다음 값 중의 최소인 것을 취한다. 다만, 탄소강 강재 및 저합금강 강재에서의 KS B 0223(전선관 나사)에 적합한 볼트의 허용인장응력은 온도 573 K{300 ℃} 이하(쾌삭강인 경우에는 523 K{250 ℃} 이하)의 범위에서 그 한국산업표준에 표시된 강도구분에 따라, 그것에 대응하는 보증 하중응력의 1/3을 취할 수 있다.

(a) 상온에서 최소 인장강도의 1/5

(b) 상온에서 최소 항복점 또는 0.2 % 내력의 1/4

### 2.5.2 크리프 영역의 설계 온도에서의 허용인장응력

크리프 영역의 설계 온도에서의 허용인장응력은 다음 값 중 최소인 것을 취한다.

(1) 설계온도에서 1,000시간에 0.01 %의 크리프가 생기는 응력의 평균치

(2) 설계온도에서 100,000시간에 럽처가 생기는 응력 평균치의 1/1.5

(3) 설계온도에서 100,000시간에 럽처가 생기는 응력 최소치의 1/1.25

## 2.6 계산에 사용하는 용접부의 강도

강재 용접부의 계산에 사용하는 강도는 제12장의 규정에 따른다.

## 2.7 계산에 사용하는 허용압축응력

계산에 사용하는 재료의 허용압축응력은 허용인장응력과 같게 취한다.

## 2.8 계산에 사용하는 허용전단응력

계산에 사용하는 재료의 허용전단응력은 허용인장응력의 80 %로 한다.

## 제3장 구 조

보일러 구조는 KS B 6753(동력 보일러)와 다음의 규정에 따른다.

### 3.1 구조 일반

보일러 및 부속설비는 내부의 압력에 대하여 충분한 강도를 가지며, 이들에 채운 물의 무게에 견디고, 받침대 등의 설치에 따른 국부응력 및 열의 영향에 대하여 충분히 안전하고, 또한 여기에 구조물이 설치될 경우에는 이것으로부터 작용하는 하중에도 견디어야 한다.

### 3.2 각 부의 최고사용압력

각 부의 최고사용압력은 다음에 따른다.

(1) 보일러의 최고사용압력 이상으로 한다. 다만, 강제순환보일러 및 관류보일러에서는 순환 또는 관류를 위하여 각 부에 가해지는 최대 수두압을 보일러의 최고사용압력에 가산한 것 이상으로 한다.
(2) 증기관, 급수관 및 분출관에 대해서는 11.4~11.9항에 따르지만, 관류보일러에서는 전항과 동일하게 고려한다.
(3) 어떠한 경우에도 보일러에서는 0.2 MPa{2 kgf/㎠}이상으로 한다. 또, 증기관, 급수관 및 분출관에서는 0.7 MPa{7 kgf/㎠}이상으로 한다.

### 3.3 상용수위

(1) 노통연관 보일러 및 수평노통보일러의 상용수위는 동체 중심선에서부터 동체 반지름의 65 % 이하이어야 한다. 이때 상용수위는 수면계 중심선을 말한다.
(2) 상용수위는 수면계에 표시하거나 또는 수면계에 근접한 위치에 표시되어 항상 보일러 수위를 확인할 수 있어야 한다.

### 3.4 급수장소

급수장소는 특수 보일러를 제외하고 다음에 따른다.

(1) 급수는 원칙적으로 직접 고열화염에 접촉하는 전열면, 방사열을 받는 전열면으로부터 되도록 떨어지고, 또한 분산하도록 공급한다. 최고사용압력 2.8 MPa{28 kgf/㎠}을 초과하는 보일러에서는 급수관이 동체판 또는 경판을 통과하는 장소에 적당한 장치를 설치하여 온도차의 영향을 적게 받도록 하여야 한다.
(2) 급수내관을 사용할 때는 이것을 떼어낼 수 있는 구조로 하여야 한다.
(3) 동체 지름이 1,000 ㎜를 초과하는 외부연소 수평 연관보일러에서는 중앙열의 연관 위에서 앞 경판으로부터 보일러 길이의 약 3/5인 장소에 급수하는 것을 원칙으로 한다. 급수내관은 확고하게 동체

의 안쪽에서 지지되어져야 한다.

(4) 직립 연관보일러에서는 다음 장소에 급수한다.

(a) 연관의 길이가 1,200 ㎜ 이하인 것은 하부 관판면으로부터 위쪽으로 관길이의 1/4이상인 장소

(b) 연관의 길이가 1,200 ㎜를 초과하는 것은 하부 관판면으로부터 위쪽으로 300 ㎜ 이상인 장소

### 3.5 수관식 보일러의 격벽

5 t/h이상의 수관식 보일러의 연소실과 접촉전열면을 구획하는 격벽 또는 연소가스의 흐름을 좌우로 구획하는 격벽의 구조는 맴브레인 월이거나 동등 이상의 구조로 한다.

### 3.6 청소구 및 폭발구등

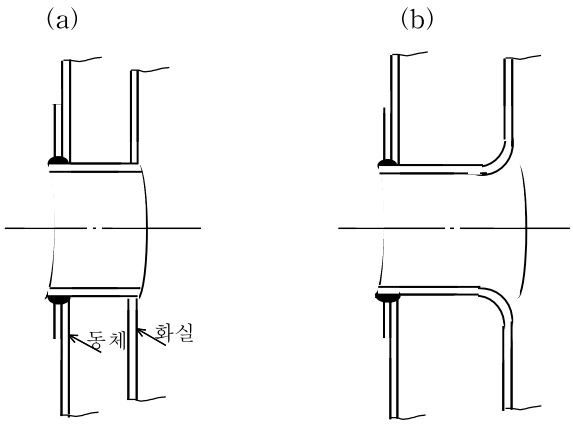
(1) 보일러의 연소실에는 청소 및 검사를 위하여 내부에 들어갈 수 있는 크기의 구멍을 설치하여야 한다. 다만, 다른 방법에 의하여 사람이 연소실에 들어갈 수 있는 구조의 보일러나 노통 지름의 500 ㎜ 이하의 노통구조의 보일러로서 앞부분 또는 뒷부분에 청소구멍이 설치되어 있는 것은 제외할 수 있다.

(2) 수관식 보일러의 접촉전열면에는 지름 150 ㎜에 상당하는 면적(외벽 구조가 멤브레인 월 또는 동등 이상의 구조가 아닌 경우는 지름 375 ㎜에 상당하는 면적)을 갖는 크기의 2개(접촉전열면의 연도가 2개 이상일 경우 4개)이상의 청소구멍을 설치하여야 한다. 다만, 다른 방법에 의해 청소가 가능한 구조의 것은 제외할 수 있다.

(3) 강제혼합식 가스버너가 부착되는 가스용보일러 및 미분탄 연소용 보일러에는 연소실 또는 연소실에 인접한 곳에 안지름 350 ㎜원에 상당하는 면적 이상의 폭발구를 설치하여야 한다. 다만, 보일러의 구조상 폭발구 설치가 필요 없는 경우에는 적용하지 않는다.

### 3.7 직립보일러의 화구

직립보일러의 화구는 [그림 3.1]의 (a) 및 (b)와 같이 동체 및 화실에 용접으로 부착할 수 있다.




[그림 3.1] 직립보일러의 화구 용접

### 3.8 완충폭(브레이징 스페이스)

(1) 노통보일러에 가셋트스테이를 부착할 경우 경판과의 부착부 하단과 노통 상부 사이에는 <표 3.1>의 완충폭이 있어야 한다.

**<표 3.1> 노통보일러의 완충폭**

(단위 : ㎜)

| 경판의 두께 | 완충폭<br>(브레이징 스페이스) | 경판의 두께 | 완충폭<br>(브레이징 스페이스) |
|---|---|---|---|
| 13 이하 | 230 이상 | 19 이하 | 300 이상 |
| 15 이하 | 260 이상 | 19 초과 | 320 이상 |
| 17 이하 | 280 이상 | | |

(2) 노통보일러 이외의 보일러에 있어 완충폭은 <표 3.2>와 같아야 한다.

**<표 3.2> 노통보일러 이외의 완충폭**

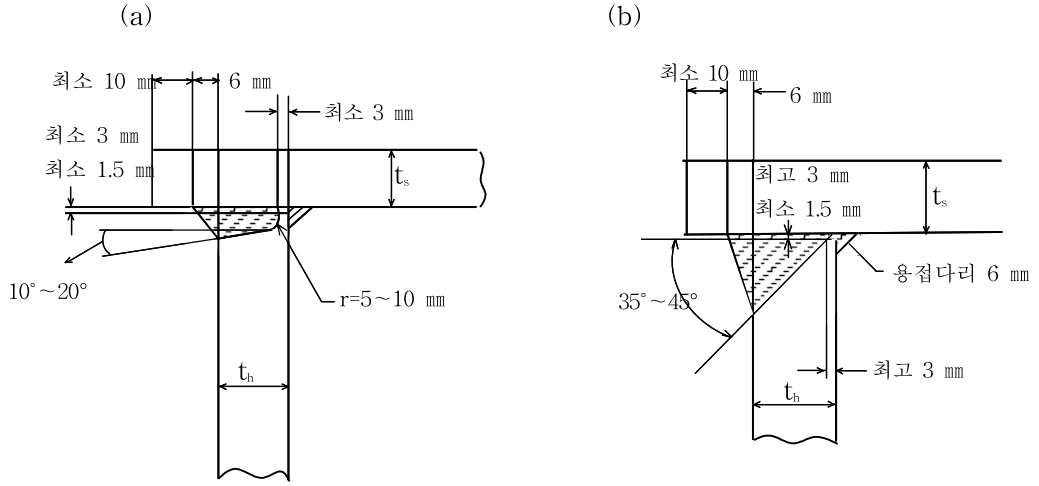
| 구　　분 | 완충폭(브레이징 스페이스)(㎜) |
|---|---|
| (a) 경판부 가셋트스테이 하단과 노통상부 사이 | D ≤ 1,800 : 200 이상<br>1,800 〈 D ≤ 2,300 : 225 이상<br>2,300 〈 D : 250 이상 |
| (b) 관군과 가셋트스테이 사이 | 100 이상 |
| (c) 동체판의 내면과 관군 사이 | 40 이상 |
| (d) 노통과 관군, 동체판의 내면과 노통 사이 | 0.03 D 또는 50 중 큰쪽값 이상. 다만, 100을 초과할 필요는 없음 |

비　고 1. 상기 표에서 D는 동체안지름(㎜)을 말한다.
2. (c)항은 이 기준 3.9항 (2)의 규정에 따르는 보일러에만 적용한다.
3. 후연실 둘레판과 관군부 사이에는 적용하지 않는다.
4. (d)항 중 노통에 돌기를 설치하는 경우는 30 ㎜ 이상의 틈새를 두어야 한다.

### 3.9 용접부의 설계

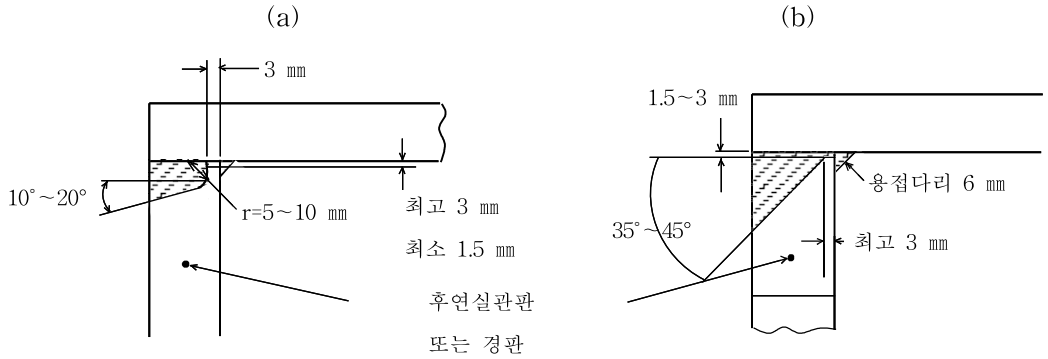
(1) 보일러는 다음의 (2)내지 (5)의 용접이음을 할 수 있으며 이 경우에는 (6)내지 (7)의 규정을 만족하여야 한다.

(2) 노통연관 및 연관보일러의 경판(또는 관판)과 같이 스테이로 지지되는 판은 [그림 3.2]의 (a) 및 (b)와 같이 동체판에 용접으로 부착할 수 있다.



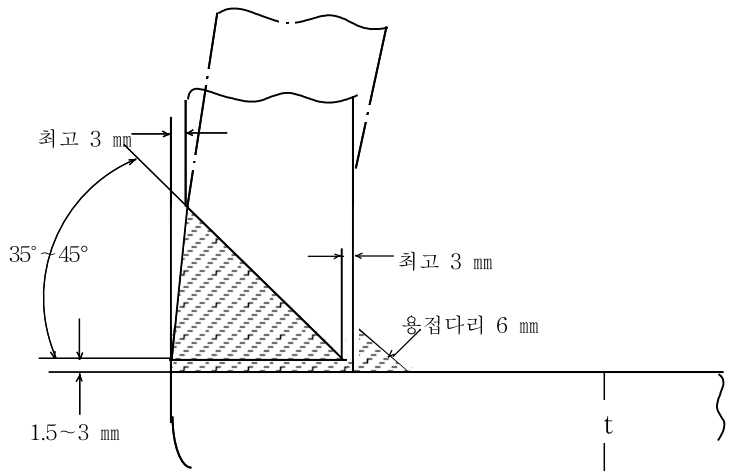

[그림 3.2] 스테이로 지지되는 판의 용접부착

(3) 후연실 둘레판은 [그림 3.3]의 (a) 및 (b)와 같이 관판(또는 경판)에 용접으로 부착할 수 있다.




[그림 3.3] 후연실 둘레판의 용접

(4) 후연실의 관판(또는 경판)은 [그림 3.4]와 같이 노통에 용접으로 부착할 수 있다.




[그림 3.4] 후연실 관판(또는 경판)의 용접

(5) 동체의 안지름이 610 ㎜ 이하이거나 구조상 내면 필렛용접이 불가능한 경우는, (2) 내지 (4)의 용접 상세의 지정에도 불구하고 내면 필렛용접을 생략할 수 있으나, 이 경우는 용입부족을 배제할 수 있는 적절한 방법으로 용접하여야 한다.

(6) (2)의 [그림 3.2]과 같은 용접부가 설치되는 경판(또는 관판)으로부터 250 ㎜ 이내에 있는 내압동체

의 두께는 4.2항의 규정에 의해 얻어진 원통부의 최소두께와 다음 식으로부터 구한 최소두께( $t_1$ ㎜)중 큰 값 이상이어야 한다.

$$t_1 = t_c + \alpha$$

여기에서 $t_c = \dfrac{PD_i}{2\sigma_a Z - 1.2P} \left\{ t_c = \dfrac{PD_i}{200\sigma_a Z - 1.2P} \right\}$

$P$ : 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

$D_i$ : t를 계산하는 부분의 안지름(㎜)

$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

$Z$ 는 <표 3.3>으로부터 얻어지는 상수로 $t_h/t_s$의 비로 하며, 중간값은 비례계산에 따라 구한다.

**<표 3.3> Z 값**

| Z | $t_h/t_s$ |
|---|---|
| 0.8 | 1.4 이상 |
| 1.0 | 1.0 이하 |

비 고 : $t_h$는 [그림 3.2]의 동체판에 부착되는 경판(또는 관판)의 두께(㎜)

(7) (2) 내지 (4)의 각 용접부가 스테이에 의해 지지되는 판에서의 지점으로 되는 경우, 스테이에 의해 지지되는 평판의 최소두께는 다음 식에 따른다.

$$t = KP\sqrt{\frac{p}{C}}$$

여기에서 $t$, $P$, $p$ 및 $C$는 8.3항의 (1) 및 (2)에 따른다. 다만, [그림 3.2] 내지 [그림 3.4]의 용접부 용접기준선에서의 지점계수값 $C$는 지점의 종류에 따라 <표 3.4>에 따른다.

**<표 3.4> 지점계수 C의 값**

| 지점의 종류 | | C |
|---|---|---|
| [그림 3.2]의 (a) 또는 (b)의 용접부 ( $t_h$/ $t_s$의 비에 따라 ) | 1.4 이하 | 3,000 |
| | 1.4 초과 1.6 이하 | 2,520 |
| | 1.6 초과 1.8 이하 | 2,150 |
| | 1.8 초과 | 1,850 |
| [그림 3.3]의 (a) 또는 (b) | | 3,000 |
| [그림 3.4]의 용접부 | | 1,610 |

비 고 : 여기서 $t_h$는 경판(또는 관판)의 두께(㎜)이고, $t_s$는 동체판의 두께(㎜)를 말한다.

K는 지점개수에 따른 배수로서 <표 3.5>에 따른다.

<표 3.5> 지점배수 K의 값

| 지점개수 | K |
|---|---|
| 3 개소 | 1.1 |
| 2 개소 | 1.56 |

## 제4장 동체

### 4.1 동체 두께의 제한

동체의 최소두께는 다음의 값 이상이어야 한다.

(1) 안지름 900 ㎜ 이하인 것은 6 ㎜. 다만, 스테이를 부착하는 경우는 8 ㎜
(2) 안지름 900 ㎜를 초과하고, 1,350 ㎜ 이하인 것은 8 ㎜
(3) 안지름 1,350 ㎜를 초과하고, 1,850 ㎜ 이하인 것은 10 ㎜
(4) 안지름 1,850 ㎜를 초과하는 것은 12 ㎜

### 4.2 내압 동체의 최소두께

내면에 압력을 받는 동체, 헤더 등의 원통부 최소두께는 다음 식에 따른다.

(1) 바깥지름을 기준으로 하는 경우.

$$t = \frac{PD_o}{2\sigma_a\eta + 2kP} + \alpha \quad \left\{ t = \frac{PD_o}{200\sigma_a\eta + 2kP} + \alpha \right\}$$

(2) 안지름을 기준으로 하는 경우.

$$t = \frac{PD_i}{2\sigma_a\eta - 2P(1-k)} + \alpha \quad \left\{ t = \frac{PD_i}{200\sigma_a\eta - 2P(1-k)} + \alpha \right\}$$

(1) 및 (2)에서
- $t$ : 원통부의 최소두께(㎜)
- $P$ : 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}
- $D_o$ : 동체의 바깥지름(㎜)
- $D_i$ : 동체의 안지름(㎜)
- $\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}
- $\eta$ : 길이방향 이음의 효율 또는 구멍이 있는 부분의 효율. 다만, 구멍과 길이이음 용접부의 용착금속과의 거리가 6 ㎜ 이하일 때 또는 길이이음에 구멍이 있을 때는 그 구멍에 영향을 미치는 용접이음의 효율과 구멍이 있는 부분의 효율을 곱한 값으로 한다.
- $\alpha$ : 부식여유로서 1 ㎜ 이상으로 한다.
- $k$ : 동체의 증기(온수보일러는 물 또는 열매)온도에 대응하는 것으로 <표 4.1>의 값.

<표 4.1> 열매온도에 대응하는 $k$ 값

| 온도 K{℃} / 재료 | 753{480} 이하 | 783{510} | 803{535} | 833{565} | 863{590} | 893{620} 이상 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 페라이트강 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| 오스테나이트강 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.7 |

비 고 : 중간 온도에서의 값은 비례 계산으로 구한다.

(3) 동체의 두께가 안쪽 반지름의 1/2을 초과하고, 또한 온도가 647 K{374 ℃} 이하인 경우에는 (1), (2)에 관계없이 다음 식에 따른다.

$$t = R(\sqrt{Z} - 1) + \alpha$$

$$Z = \frac{\sigma_a \eta + P}{\sigma_a \eta - P} \left\{ Z = \frac{100\,\sigma_a \eta + P}{100\,\sigma_a \eta - P} \right\}$$

여기에서 $R$ : 동체의 안 반지름(㎜)

$t$, $P$, $\sigma_a$, $\eta$ 및 $\alpha$는 4.2항의 (1) 및 (2)에 따른다.

### 4.3 동체의 둘레이음 강도

동체의 둘레이음 강도는 길이이음 강도의 50 % 이상이어야 한다. 다만, 다음 경우의 둘레이음 강도는 길이이음 강도의 35 % 이상이면 된다.

(1) 연관 또는 길이방향 스테이 때문에 경판에 압력이 작용하는 면적이 감소하고, 또한 경판이 연관 또는 길이방향 스테이에 의하여 지지되기 때문에 둘레이음에 작용하는 길이방향의 힘이 이들 연관 또는 길이방향 스테이가 없을 때의 길이방향 힘의 50 % 이하가 될 때

(2) 경판을 동체에 둘레이음으로 부착하는 경우 경판의 압력을 받는 면적이 동체 단면적의 50 % 이하인 때

### 4.4 관 구멍부의 효율

관 구멍부에 대한 4.5~4.9항의 규정은 10.1항에 의해 보강을 필요로 하지 않는 구멍인 경우에 적용하며, 구멍이 10.2~10.4항에 따라 보강된 경우에는 적용하지 않는다. 또한, 이 규정은 관 구멍과 유사한 구멍에도 적용한다.

### 4.5 길이방향으로 배치된 관 구멍부의 강도

동체의 길이방향으로 관 구멍이 일직선상으로 배치된 경우 이 관 구멍부의 강도는 관 구멍이 없는 단면의 강도는 다음에 의하여 산출되는 효율을 곱한 값으로 한다.

(1) 관 구멍의 피치가 같을 경우[그림 4.1]
이 부분의 효율은 다음 식에 따른다.

$$\eta = \frac{p - d}{p}$$

여기에서 $\eta$ : 효율

$p$ : 관 구멍의 피치(㎜)

$d$ : 관 구멍의 지름(㎜)

(2) 관 구멍의 피치가 다를 경우[그림 4.2] 및 [그림 4.3]

이 부분의 효율은 다음 식에 따른다.

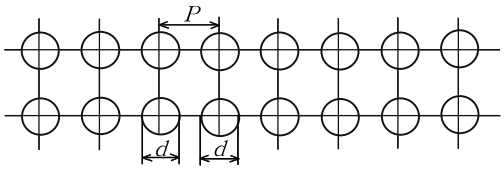
$$\eta = \frac{l - nd}{l}$$

여기에서 $\eta$ : 효 율

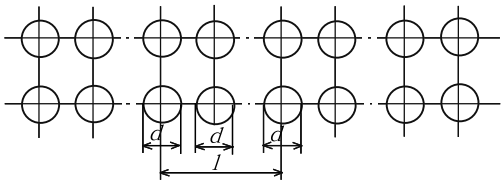
$l$ : 다른 피치를 포함한 1단위를 만드는 부분의 길이(㎜)

$d$ : 관 구멍의 지름(㎜)

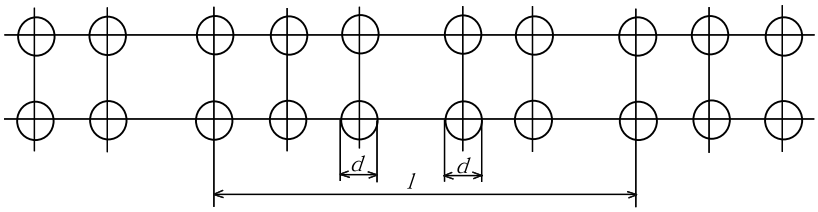
$n$ : $l$ 중의 관 구멍 수




[그림 4.1] 관 구멍 피치가 같은 배치




[그림 4.2] 관 구멍 피치가 같지 않은 배치 (1)




[그림 4.3] 관 구멍 피치가 같지 않은 배치 (2)

### 4.6 원둘레 방향으로 배치된 관 구멍부의 강도

동체의 원둘레 방향으로 배치된 관 구멍부의 강도는, 길이방향으로 배치된 관 구멍부의 계산에 필요한 강도의 1/2 이상으로 한다.

비 고 : 관 구멍의 원둘레 방향 피치는 판을 굽히기 전에 측정하든가 또는 굽힌 판 두께의 중앙에서 측정한다.

### 4.7 사선 상에 배치된 관 구멍부의 강도

동체의 길이방향에 대하여 일정한 각도를 가지는 선 위의 지름이 동일한 관 구멍이 배치된 경우 이 관 구멍부의 강도는 동체 길이방향의 관 구멍이 없는 단면의 강도에 [그림 4.4]에 표시하는 효율을 곱한 값으로 한다.

동체의 관 구멍이 경사지게 배치된 경우에는 길이방향으로 환산한 사선 위의 효율은 [그림 4.4]의 AA선과 BB선 사이에 표시하는 효율로 표시된다. 다만, 효율을 표시하는 점이 [그림 4.4]의 AA선으로부터 오른쪽에 있을 때는 길이방향의 효율, BB선의 왼쪽에 있을 때는 둘레방향의 효율에 따르며, 다음 식에 따라 계산한다.

$$\eta = \frac{p - d}{p}$$

여기에서 $\eta$ : 효 율

$p$ : 길이방향의 피치 또는 둘레방향의 피치(㎜)

$d$ : 관 구멍의 지름(㎜)

### 4.8 길이방향으로 몇 군의 관 구멍이 있는 경우의 효율

동체에 길이방향으로 몇 군의 관 구멍이 규칙적으로 배치되고, 각 군에서 관 구멍의 배치가 동일할 때는 각 군의 관 구멍부 효율은 최소 판두께의 계산에 사용한 효율보다 작아서는 안된다.

### 4.9 관 구멍이 불규칙하게 배치된 경우의 효율

동체에 관 구멍이 길이방향으로 일직선 위에 불규칙하게 배치된 경우에 관 구멍이 있는 부분의 평균 효율은 다음의 규정을 만족하는 것이어야 한다.

이 규정은 관 구멍 중 일직선 위에 없는 것이 있을 경우에도 적용한다. 다만, 이 경우의 효율은 이 구멍이 있을 경우와 없을 경우의 작은 쪽을 취한다.

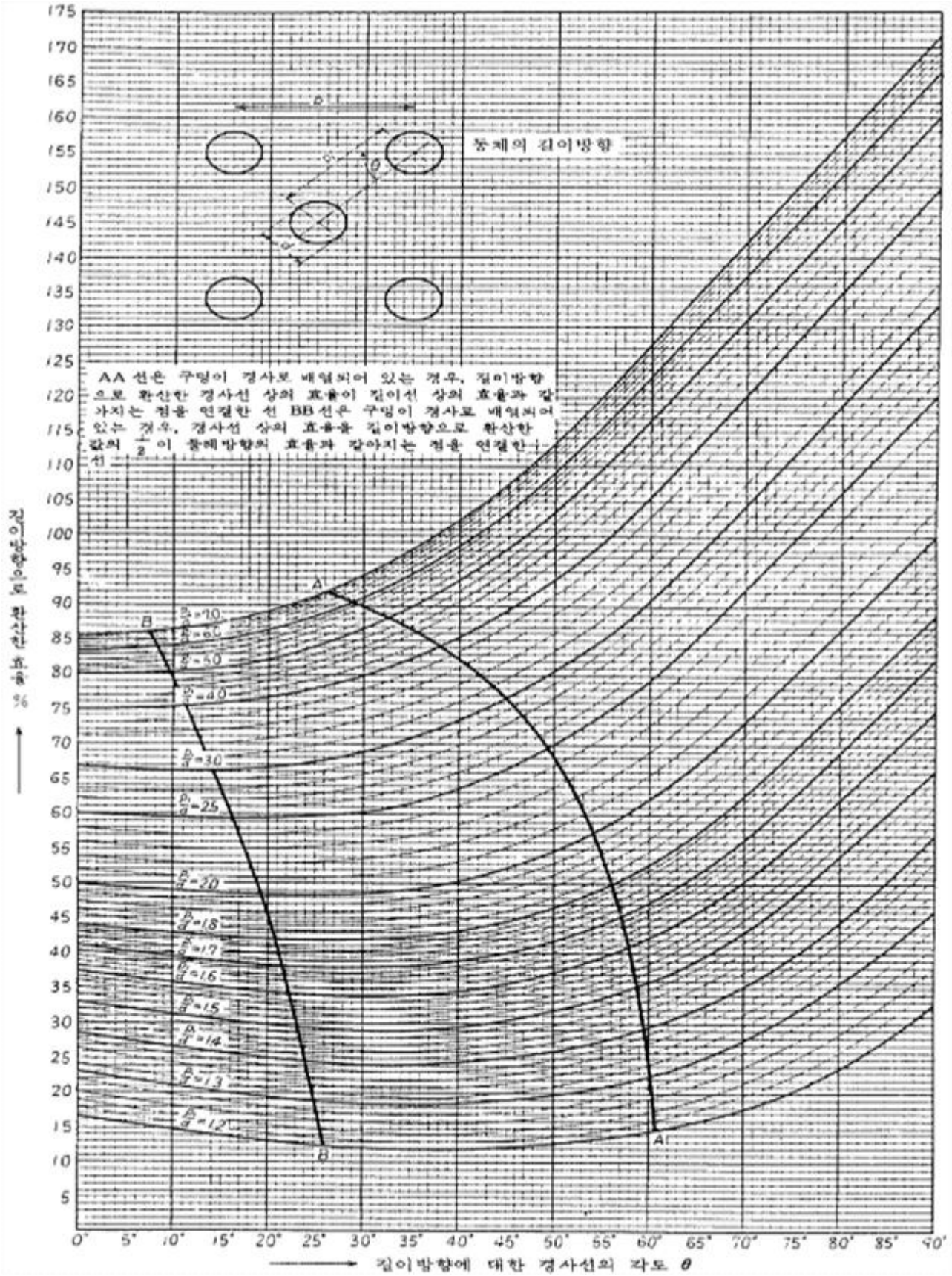
(1) 동체의 안지름과 동일한 길이 $l$ (동체의 안지름이 1500 ㎜를 초과하는 경우에는 1500 ㎜로 한다)에 대하여 다음 식으로 계산한 값 중에서 가장 작은 것이 최소 판두께의 계산에 사용한 효율보다 작아서는 안된다.

$$\eta = \frac{a + b + c + \ldots.}{l}$$

여기에서 $\eta$ : 관 구멍이 있는 부분의 효율

$a, b, c\ldots.$ : 관 구멍이 본체의 길이 방향으로 배치된 경우 관 구멍 사이 띠의 나비(㎜), 관 구멍이 사선 위에 있을 경우에는 사선 위에서의 관 구멍 중심간 거리를 길이방향으로 투상한 길이에 [그림 4.4]의 효율을 곱한 것으로 한다.

또한, 이상의 규정에 따른 효율이 $l$을 동체 안지름의 범위 내에 있는 관 구멍 열 양끝의 관 구멍 중심간 거리(동체 안지름의 범위 내에 관 구멍이 1개 있을 때에는 인접한 관 구멍과의 중심간 거리)로 하였을 경우의 최소효율보다 작은 경우에는 이것보다 작게 하지 않아도 좋다.




[그림 4.4] 사선위에 배치된 관 구멍 효율

## 4.10 내압 구형용기의 최소두께

내면에 압력을 받은 구형용기의 최소두께는 다음 식에 따른다.

(1) 동체의 두께가 안쪽 반지름의 0.356배 이하인 경우

$$t = \frac{PD_i}{4\sigma_a\eta - 0.4P} + \alpha \quad \left\{ t = \frac{PD_i}{400\sigma_a\eta - 0.4P} + \alpha \right\}$$

(2) 동체의 두께가 안쪽 반지름의 0.356 배를 초과하고 또한 온도가 648 K{375 ℃} 이하인 경우

$$t = R(\sqrt[3]{Z} - 1) + \alpha$$

$$Z = \frac{2(\sigma_a\eta + P)}{2\sigma_a\eta - P} \quad \left\{ Z = \frac{2(100\sigma_a\eta + P)}{200\sigma_a\eta - P} \right\}$$

(1) 및 (2)에서 $t$ : 동체의 최소두께(㎜)

$P$ : 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

$D_i$ : 동체의 안지름(㎜)

$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

$\eta$ : 동체를 이어 맞추어서 만드는 경우의 이음효율이며, 12.2.3항에 따른다.

$R$ : 동체의 안 반지름(㎜)

$\alpha$ : 부식여유로서 1 ㎜이상으로 한다.

## 4.11 내압 원뿔 동체의 최소두께

내압을 받는 원뿔 동체 각 부(원뿔 동체는 원뿔부, 큰지름 끝부 및 작은지름 끝부로 구성된다[그림 4.5])의 최소두께는 다음 식에 따른다.

(1) 원뿔부 : 원뿔부는 다음 식에 따른다.

$$t = \frac{PD}{2\cos\Theta(\sigma_a\eta - 0.6P)} + \alpha \quad \left\{ t = \frac{PD}{200\cos\Theta(\sigma_a\eta - 0.006P)} + \alpha \right\}$$

여기에서 $t$ : 동체의 최소두께(㎜)

$P$ : 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

$\eta$ : 원뿔부에 둘레이음 이외의 이음이 있는 경우는 그 효율

$\Theta$ : 원뿔부 꼭지각의 1/2

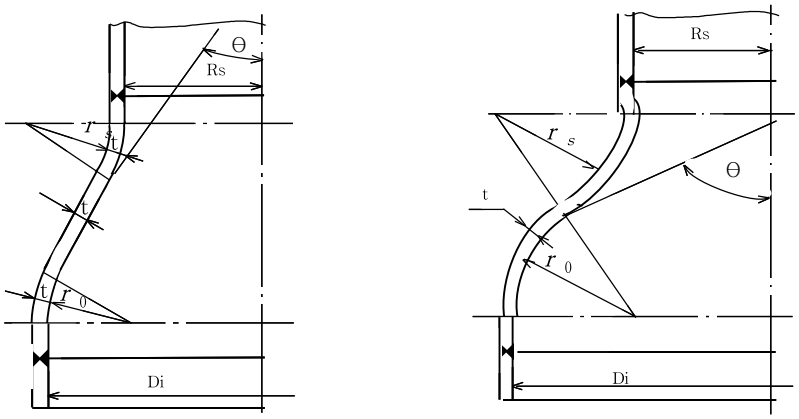
$D$ : 축에 직각으로 측정한 안지름이며. 최소두께를 고려하는 부분의 최대안지름(㎜)

$D_i$ : 큰지름 끝부에 접속하는 동체의 안지름(㎜)

$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

$\alpha$ : 부식여유로서 1 ㎜이상으로 한다.

$R_s$, $r_o$ 및 $r_s$는 [그림 4.5]에 따른다.




$$r_0 \geq 3t \text{ 및 } r_0 \geq 0.06(D_i + 2t)$$

$$r_s \geq 3t$$

**[그림 4.5] 원 뿔 부**

(2) 큰지름 끝부 : 큰지름 끝부에 둥글기를 붙여 이것에 접속하는 원통 동체를 [그림 4.6]에 표시하는 것과 같이 부착하는 경우의 큰지름 끝부 판두께는 다음 식에 따른다.

$$t = \frac{P D_1 W}{4\cos\Theta\,(\sigma_a \eta - 0.1P)} + \alpha \quad \left\{ t = \frac{P D_1 W}{400\cos\Theta\,(\sigma_a \eta - 0.001P)} + \alpha \right\}$$

여기에서 $t$ : 둥글기 부분 판의 최소두께(㎜)

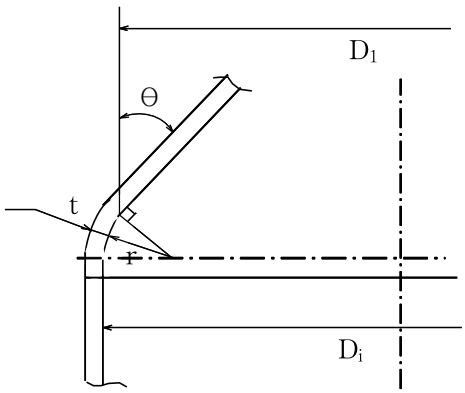
$D_1$ : 원뿔부가 그 둥글기에 접속하는 부분의 안지름(㎜)이며, 축에 직각으로 측정한다.

$W$ : 원뿔부와 둥글기의 모양에 따른 계수로서, 다음 식에 따른다.

$$W = \frac{1}{4}\left(3 + \sqrt{\frac{D_1}{2\cos\Theta\, r_0}}\right)$$

$r_o$ : 둥글기의 안쪽 반지름(㎜)

$P$, $\eta$ 및 $\Theta$는 4.11항 (1)에 따른다.




$$r_0 \geq 3t \text{ 및 } r_0 \geq 0.06(D_i + 2t)$$

**[그림 4.6] 큰지름 끝부**

(3) 작은지름 끝부 : 작은지름 끝부와 접속하는 원통 동체를 [그림 4.7]과 같이 부착하는 경우의 작은지름 끝부의 판 두께는 다음 식에 따른다.

$$t = \frac{K t_s}{\eta} + \alpha$$

여기에서 $t$ : 작은지름 끝부 판의 최소두께(㎜). 다만, 어떤 경우에도 작은지름 끝부에 접속하는 원통 동체의 최소두께(4.2항에 따른다) 이상의 두께이어야 한다.

$t_s$ : 작은지름 끝부에 접속하는 원통 동체를 이음매없는 원통 동체로 하여 4.2항에서 구한 원통 동체 판의 최소두께(㎜)

$K$ : $\Theta$와 $\frac{P}{\sigma_a}\left\{\frac{P}{100\,\sigma_a}\right\}$의 값에 대응하여 [그림 4.8]로부터 구해지는 계수

$\eta$ : 작은지름 끝부의 용접이음 효율이며, 원둘레 이음. 길이방향 이음이 있는 것은 각 이음에 대하여 12.2.3항에 따르는 용접이음 효율을 적용한다.

$\Theta$, $P$, $\sigma_a$ 및 $\alpha$는 4.11항 (1)에 따른다.

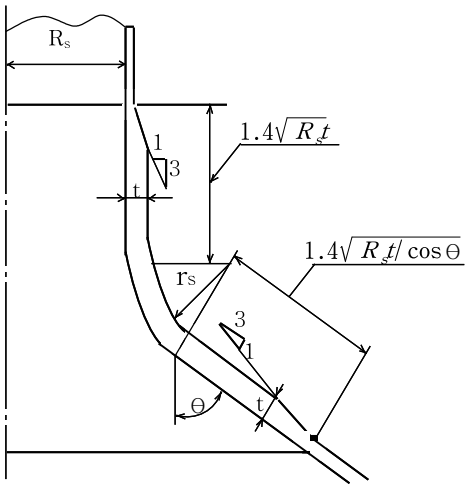
이 경우, 아래 범위 내의 판두께는 모두 $t$ 이상으로 한다([그림 4.7] 참조).

(a) 원통 동체에 대하여 : 작은지름 끝부로부터 길이방향으로 $1.4\sqrt{R_s t}$

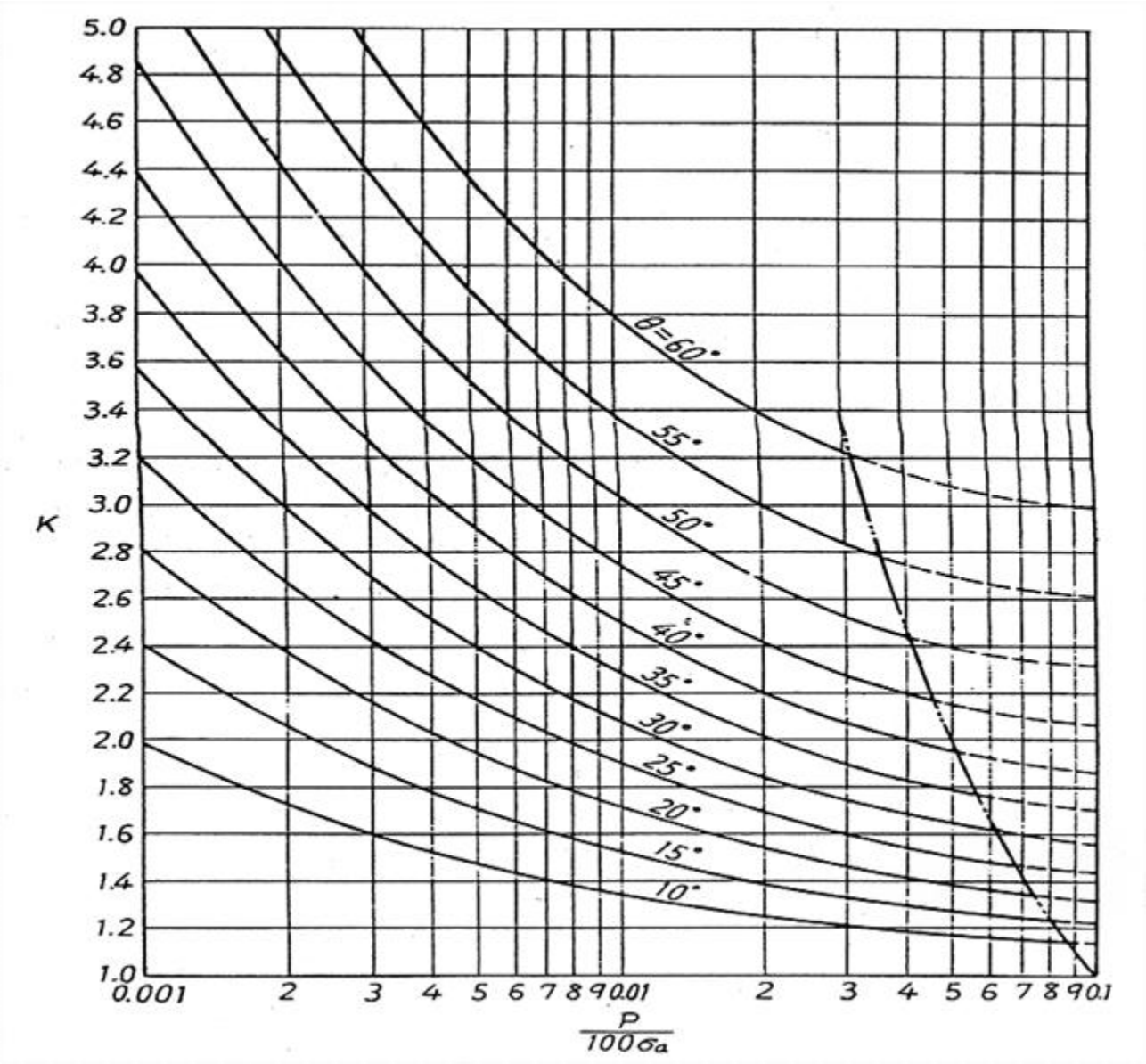
(b) 원뿔부에 대하여 : 작은지름 끝부로부터 모선방향으로 $1.4\sqrt{\frac{R_s t}{\cos\Theta}}$

여기에서 $R_s$ : 작은지름 끝부의 원통 동체 반지름(㎜)

비 고 : $\Theta$ 가 60°를 초과하는 경우는 5.8항 및 10.2.2항에 따라 평판으로 하여 계산한다.




**[그림 4.7] 작은지름 끝부**




비 고 : 2점 쇄선으로 표시한 범위가 되는 경우는 별도로 검토할 것

[그림 4.8] K의 값(종래단위)

## 제5장 경판 및 평판

### 5.1 경판의 두께 제한

경판의 최소두께는 전반구형인 것을 제외하고 계산상 필요한 이음매 없는 동체판의 두께 이상이어야 한다. 다만, 어떠한 경우도 6 ㎜ 이상으로 하고, 스테이를 부착하는 경우에는 8 ㎜ 이상으로 한다.

### 5.2 경판 모양의 제한

경판 모양은 전반구형인 것을 제외하고 다음에 따른다[그림 5.1].

(1) 접시형 경판의 경우 : r 〉 50 ㎜, r ≥ 3 t, $l$ ≥ 2t. 다만, $l$ 은 38 ㎜를 초과할 필요는 없다.

(a) 노통이 없는 것 R ≤ D, r ≥ 0.06 D (볼록면에 압력을 받는 경우에는, r ≥ 0.1 D)

(b) 노통이 있는 것 R ≤ 1.5D, r ≥ 0.04 D

R이 D(노통이 있는 것은 1.5D)보다 큰 경우에는 평경판으로 간주한다.

(2) 반타원체형 경판의 경우

(a) $\frac{a}{b} \leq 3$, $l \geq 2t$ 다만, $l$ 은 38 ㎜를 초과할 필요는 없다.

(b) 경판이 반타원체에 근사한 모양일 때, 그 내면은 타원의 긴지름을 경판의 안지름. 짧은 지름의 1/2을 경판의 깊이로 하는 타원체의 바깥쪽에 있고, 또한 이 타원체로부터의 편차는 경판 안지름의 0.0125배 이하이어야 한다.

(3) 평경판의 경우 : $r \geq 3t$, $l \geq 2t$. 다만, $l$ 은 38 ㎜를 초과할 필요는 없다.

(1), (2) 및 (3)에서

$t$ : 경판의 두께(㎜)

D : 경판의 바깥지름(㎜)

$l$ : 경판 플랜지의 평행부를 용접선에서 측정한 길이([그림 5.1] 참조)(㎜)

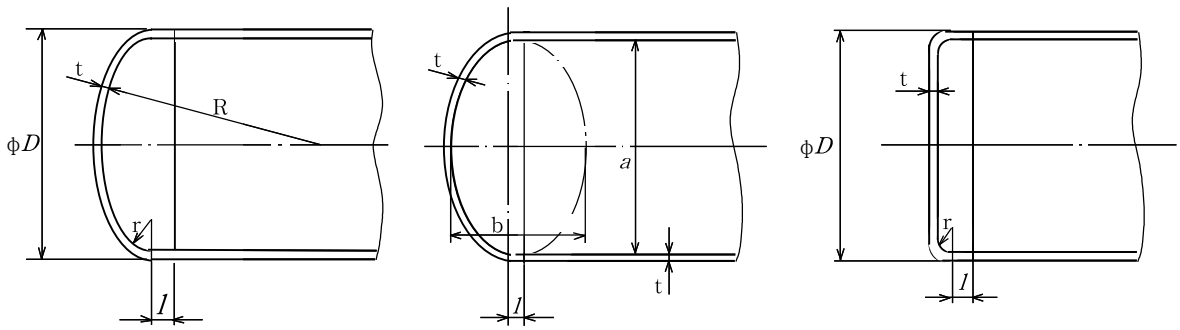
$r$ : 경판의 구석둥글기의 내면의 반지름(㎜)

$a$ : 반타원체형 경판 내면의 긴 지름(㎜)

$b$ : 반타원체형 경판 내면의 짧은 지름(㎜)

R : 접시형 경판의 중앙부 내면의 반지름(㎜)

(a) 접시형 경판 (b) 반타원체형 경판 (c) 평경판




[그림 5.1] 경판의 모양

### 5.3 오목면에 압력을 받는 스테이가 없는 접시형 또는 전반구형 경판의 최소두께

오목면에 압력을 받는 스테이가 없는 접시형 또는 전반구형 경판의 최소두께는 다음 식에 따른다.

(1) 구멍이 없는 경우

$$t = \frac{PRW}{2\sigma_a \eta - 0.2P} + \alpha \quad \left\{ t = \frac{PRW}{200\sigma_a \eta - 0.2P} + \alpha \right\}$$

(2) 구멍이 있는 경우

(a) 구멍의 보강에 대해서는 제10장의 규정에 따른다. 이 때, 경판의 최소두께는 (1)의 식에 따른다. 다

만, 다음의 (b)인 경우를 제외한다.

(b) 최대치수가 150 ㎜를 초과하는 구멍이 있어서, 그 주위를 플랜지에 접어넣고, 10.2.1항 (2)에 의하여 보강된 경판의 두께는 (1)의 식으로 계산된 두께에 15 % (값이 3 ㎜ 미만인 때는 3 ㎜)이상을 더한 두께로 한다. 이 경우, 경판 내면의 반지름 R이 동체 안지름의 80 % 보다 작을 때(전반구형인 경우를 포함한다) 경판의 두께를 (1)에 의하여 구할 때는 R을 동체 안지름의 80 %로 간주한다. 다만, 노통을 부착하는 경우에는 다음의 (3)에 따른다.

(3) 접시형 경판에서 노통이 부착될 경우

$$t = \frac{PR}{1.5\,\sigma_a \eta} + \alpha \quad \left\{ t = \frac{PR}{150\,\sigma_a \eta} + \alpha \right\}$$

(1) 및 (3) 에서

$t$ : 경판의 최소두께(㎜)

$P$ : 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

$R$ : 전반구형 경판 안쪽면의 반지름 또는 접시형 경판 중앙부에서의 안쪽면 반지름(㎜)

$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

$\eta$ : 경판 자체의 이음 효율
전반구형 경판인 경우에는 경판 자체의 이음의 효율은 물론 경판을 동체에 부착할 때의 효율도 고려한다.

$W$ : 다음 계산식에 의해 산정하는 경판 형상에 관한 계수

$$W = \frac{1}{4}\left( 3 + \sqrt{\frac{R}{r}} \right) \text{ 접시형인 경우}$$

$r$ : 접시형 경판 구석 둥글기 안쪽 반지름(㎜)
$W$ = 1 전반구형인 경우

$\alpha$ : 부식여유이며, 1 ㎜ 이상으로 한다.

## 5.4 오목면에 압력을 받는 반타원체형 경판의 최소두께

오목면에 압력을 받는 반타원체형 경판의 최소두께는 다음 식에 따른다.

(1) 구멍이 없는 경우

$$t = \frac{PDV}{2\,\sigma_a \eta - 0.2P} + \alpha \quad \left\{ t = \frac{PDV}{200\,\sigma_a \eta - 0.2P} + \alpha \right\}$$

여기에서 $t$ : 경판의 최소두께(㎜)

$P$ : 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

$D$ : 경판 안쪽면의 긴 지름(㎜)

$\eta$ : 경판 자체의 이음 효율

$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

α : 부식여유이며, 1 ㎜ 이상으로 한다.

$V$ : 모양에 관한 계수

$$V = \frac{1}{6}\left[2 + \left(\frac{D}{2h}\right)^2\right]$$

$h$ 는 경판 안쪽면에서의 짧은 지름의 1/2

(2) 구멍이 있는 경우

(a) 구멍의 보강에 대해서는 제10장의 규정에 따른다. 이 경우, 경판의 최소두께는 (1)에 따른다. 다만, 다음의 (b)인 경우를 제외한다.

(b) 최대치수가 150 ㎜를 초과하는 구멍이 있고, 그 주위를 플랜지에 접어넣어 보강하는 경우는 5.3항 (2) (b)에 따른다. 이 때 R은 동체 안지름의 80 %로 하고, W는 1.77로 한다.

### 5.5 경판에서의 보강하지 않는 구멍

경판에 설치되는 보강하지 않는 구멍은 10.1.2항에 따른다.

### 5.6 평경판

평경판은 5.8항, 5.9항 또는 8.3항에 따른다.

### 5.7 볼록면에 압력을 받는 스테이가 없는 접시형 경판의 최소두께

볼록면에 압력을 받는 강판제로서 스테이가 없는 접시형 경판의 최소두께는 그 경판이 오목면에 압력을 받는 경우의 최소두께의 1.7배로 한다.

### 5.8 스테이에 의하여 지지되지 않는 평판의 최소두께

**5.8.1 스테이에 의하여 지지되지 않는 평경판, 평뚜껑판 또는 평밑판 등 평판의 최소두께는 다음 식에 따른다([그림 5.2]의 (i) 및 (j)의 경우를 제외한다).**

(1) 원형 평판의 경우

$$t = d\sqrt{\frac{CP}{\sigma_a}} + \alpha \quad \left\{t = d\sqrt{\frac{CP}{100\,\sigma_a}} + \alpha\right\}$$

(2) 원형 이외 평판의 경우

$$t = d\sqrt{\frac{ZCP}{\sigma_a}} + \alpha \quad \left\{t = d\sqrt{\frac{ZCP}{100\,\sigma_a}} + \alpha\right\}$$

(1) 및 (2)에 있어서

$t$ : 경판의 최소두께(㎜)

$P$ : 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

$d$ : [그림 5.2]와 같이 측정한 지름 또는 최소 스팬(㎜)

$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

α : 부식여유이며, 1 ㎜ 이상으로 한다.

$Z$ : 평판 형상에 관한 정수로서, 원형평판은 1, 원형 이외의 평판은 다음 계산식에 의하여 정한다. 다만, 그 값이 2.5를 초과하는 때는 2.5로 한다.

$$3.4 - 2.4\frac{d}{D} \text{(최대 2.5)}$$

여기에서 D는 최소 스팬에 직각으로 측정한 최대 스팬(㎜)

$C$ : 평판의 부착방법에 따라 정해지는 상수이며, 다음에 따른다.

(a) [그림 5.2] (a)에 표시하는 것과 같이 평판이 동체, 플랜지 또는 옆판에 전체면 가스켓을 사용하여 볼트로 부착되는 것은 0.25로 한다.

(b) [그림 5.2] (b)에 표시하는 것과 같이 동체 또는 관의 둘레이음에 관한 규정에 따라 맞대기 용접되고, $d$ 가 600 ㎜이하이고. 평판의 두께가 0.05~0.25 $d$ 이며, 또한 동체판의 두께 이상이며, 구석의 둥글기 안쪽 반지름이 0.25 t 이상인 것은 0.13으로 한다.

(c) [그림 5.2] (C)에 표시하는 것과 같이 플랜지붙이 평판이 동체 또는 관과 일체형 또는 둘레이음에 관한 규정에 따라 동체에 맞대기 용접되고, 플랜지부의 두께 $t_f$ 가 동체판의 두께 $t_s$의 2배 이상이며, 또한 $r \geq 3\,t_f$ 인 것은 0.17로 한다.

(d) [그림 5.2] (d)에 표시하는 것과 같이 플랜지붙이 평판이 동체 또는 관과 일체형 또는 둘레이음에 관한 규정에 따라 동체에 맞대기 용접된 것은 0.17로 한다. 다만, 플랜지부의 길이가 다음 식의 $l$ 값 이상이며, 또한 플랜지부의 기울기가 1/3이하의 원형 평판인 경우는 0.10으로 할 수 있다.

$$l = \left(1.1 - 0.8\frac{{t_s}^2}{t^2}\right)\sqrt{dt}$$

여기에서 $l$ : 굽음이 시작되는 점으로부터 측정한 플랜지부의 길이(㎜)

$t_s$ : 동체판의 실제두께(㎜)

$t$ : 평판의 실제두께(㎜)

$d$ : 그림 5.2 (d) 와 같이 측정한 지름(㎜)

또, 플랜지부의 길이가 위 식의 $l$ 값 미만인 경우에도 동체판의 실제두께가 접합끝으로 부터 $2\sqrt{d\,t_s}$ 이상인 길이에 걸쳐서 다음 식의 값 이상이고, 또한 플랜지부의 기울기가 1/3이하인 경우는 0.15로 할 수 있다.

$$t_s = 1.12\,t\sqrt{1.1 - \frac{l}{\sqrt{dt}}}$$

(e) [그림 5.2] (e)와 같은 원형 이외의 평판은 0.33으로 한다. [그림 5.2] (e)와 같은 경우에서 원형평판은 0.33$m$(최소 0.2)으로 한다.

$$m = \frac{t_{sr}}{t_s}$$

여기에서 $t_{sr}$ : 동체 또는 관의 계산상 필요한 두께(㎜)

$t_s$ : 동체 또는 관의 실제두께(㎜)

[그림 5.2] (e)에 표시하는 것은, 평판이 동체 또는 관의 안쪽에 동체의 용접에 관한 규정에 따라 용접되고, 용접의 깊이 $t_w$가 $2t_{sr}$ 이상이고, 또한 1.25 $t_s$ 이상(다만, 평판의 최소두께 $t$보다 크게 할 필요는 없다)이고, 용착금속이 평판의 내면까지 도달하는 것으로 한다. 이 경우, 방사선 검사는 필요로 하지 않는다.

(f) [그림 5.2] (f)에 표시하는 평판은 0.33으로 한다.

(g) [그림 5.2] (g)에 표시하는 평판은 0.33 $m$(최소 0.2)로 한다.

[그림 5.2] (f) 또는 (g)에 표시하는 것과 같이 평판이 동체 또는 판의 끝부에 맞대기 용접되고, 동체끝과 평판 외면의 거리 $t_e$가 $2t_{sr}$ 이상이고, 또한 1.25 $t_s$ 이상인 것. 이 경우, 평판의 일부가 받침쇠의 역할을 하고, 용착금속이 동체판의 내면까지 도달하는 것으로 하며, [그림 5.2] (g)의 경우에는 다시 내면에서 필렛용접을 한다. 이 경우에 방사선 검사는 필요로 하지 않는다. 여기에서 $m$은 [그림 5.2] (e)와 같게 한다.

(h) [그림 5.2] (h)에 표시한 것과 같이 원형 평판이 안지름 305 ㎜ 이하인 동체 또는 관의 안쪽에 나사박음되거나 평판과 일체형의 플랜지부가 이것들의 바깥쪽에 나사박음될 때는 0.75로 한다. 이때, 평판에 가해지는 압력에 의하여 나사부에 생기는 응력은 허용응력을 초과해서는 안된다. 필요한 경우 누설방지 용접을 하여도 좋다.

**5.8.2 평판이 [그림 5.2] (i) 및 (j)에 표시하는 것과 같이 동체, 관 등의 플랜지에 볼트로 부착되어 평판에 모멘트가 생기는 것의 최소두께는 다음 식에 따른다.**

(1) 원형 평판의 경우

$$t = d\sqrt{\frac{CP}{\sigma_a} + \frac{1.9Wh_G}{\sigma_a d^3}} + \alpha \quad \left\{ t = d\sqrt{\frac{CP}{100\sigma_a} + \frac{1.9Wh_G}{\sigma_a d^3}} + \alpha \right\}$$

(2) 원형 이외 평판의 경우

$$t = d\sqrt{\frac{ZCP}{\sigma_a} + \frac{6Wh_G}{\sigma_a L d^2}} + \alpha \quad \left\{ t = d\sqrt{\frac{ZCP}{100\sigma_a} + \frac{6Wh_G}{\sigma_a L d^2}} + \alpha \right\}$$

여기에서 $W$ : 플랜지의 계산에 사용하는 볼트 하중에서

(a) 사용상태에서의 볼트 하중 $W_o$

(b) 가스켓을 조일 때의 볼트 하중 $W_g = \dfrac{A_m + A_b}{2}\sigma_a$

$W_o$ : 사용상태에서의 볼트 하중(N){kgf}

$W_g$ : 가스켓을 조일 때의 볼트 하중(N){kgf}

$A_m$ : 볼트의 소요 총단면적(㎟)

$A_b$ : 실제로 사용하는 볼트의 총단면적(㎟)

$h_G$ : 가스켓에 의한 모멘트 암이며, 볼트의 피치원과 $d$와의 차의 1/2(㎜)

$L$ : 볼트구멍의 중심에 따라 측정한 둘레의 길이(㎜)

$C$ : 상수로서 0.30

$t$, $P$, $d$, $Z$, $\sigma_a$ 및 α 는 5.8.1항에 따른다.

**5.8.3 [그림 5.2] (j)에 표시하는 것과 같이 평판에 가스켓 홈을 내는 경우에서, 홈의 깊이를 뺀 평판의 두께는 다음 식으로 계산한 값보다 작아서는 안된다.**

(1) 원형 평판의 경우

$$t_n = \sqrt{\frac{1.9Wh_G}{\sigma_a d}}$$

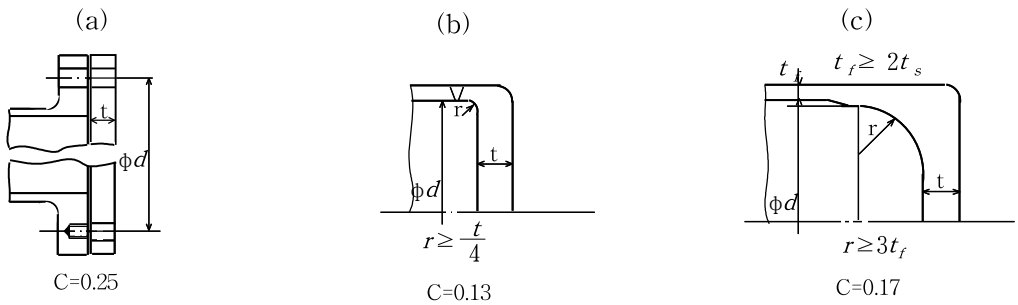
(2) 원형 이외 평판의 경우

$$t_n = \sqrt{\frac{6Wh_G}{\sigma_a L}}$$

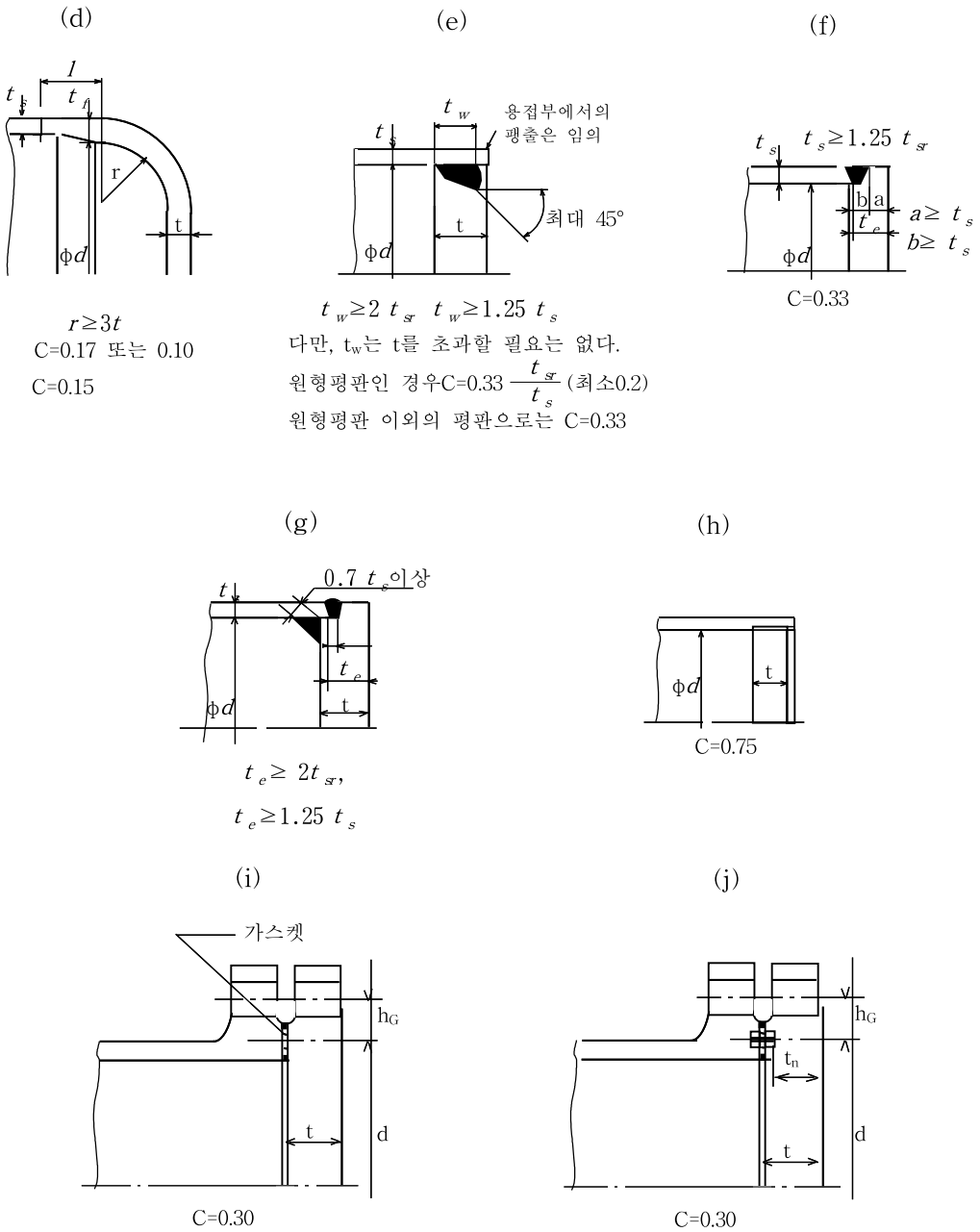
여기에서 $t_n$ : 가스켓 홈의 깊이를 뺀 평판의 두께(㎜)

(1) 및 (2)에서 $W$, $h_G$, $\sigma_a$, $d$, $L$ 은 5.8.1항 및 5.8.2항에 따른다.

비 고 : 5.8.2항의 t의 계산은 사용상태일 때 및 가스켓을 조일 때의 양쪽 경우에 대하여 하고, 어느 두꺼운 쪽의 t의 값을 취하여야 한다. 이 경우에서 사용상태일 때 W는 $W_o$, P는 설계압력, $\sigma_a$는 설계온도에서 재료의 허용인장응력으로서 계산하고, 가스켓을 조일 때는 W는 $W_o$, P는 0, $\sigma_a$는 상온에서 재료의 허용인장응력으로서 계산한다.




[그림 5.2] 평판의 부착(계속)




[그림 5.2] 평판의 부착

## 5.9 스테이가 없고 구멍이 있는 평경판

스테이가 없고 구멍이 있는 평경판은 다른 규정이 없을 때는 다음에 따른다.

(1) 구멍의 지름이 [그림 5.2] $d$의 50 % 이하인 경우에는 구멍의 보강에 대해서는 제10장에 따른다. 이때 경판의 최소두께는 5.8항에 따른다.

(2) 구멍의 지름이 [그림 5.2] $d$의 50 %를 초과하는 경우에는 이 평경판을 볼트죔 플랜지로서 계산하든가, 5.8.1항의 식에서 C를 2.25 C 또는 5.8.2항의 식에서 제곱근 기호 안을 2.25배로 해서 구해도 좋다.

## 제6장 관 판

### 6.1 관판의 롤확관 부착부의 최소두께

관판의 롤확관 부착부는 완전한 링 모양을 이루는 접촉면의 두께가 10 ㎜ 이상이어야 한다.

### 6.2 연관보일러 관판의 최소두께

연관보일러 관판의 최소두께는 <표 6.1>의 값 이상이며, 또한 연관의 바깥지름이 38 ~ 102 ㎜인 경우에는 다음 식의 값 이상이어야 한다.

$$t = 5 + \frac{d}{10}$$

여기에서 $t$ : 관판의 최소두께(㎜)

$d$ : 관 구멍의 지름(㎜)

**<표 6.1> 연관보일러 관판의 최소두께**

| 관판의 바깥지름(㎜) | 관판의 최소두께(㎜) |
|---|---|
| 1,350 이하 | 10 |
| 1,350 초과 1,850 이하 | 12 |
| 1,850을 초과하는 것 | 14 |

### 6.3 노통 또는 연관보일러 관판의 최소두께

노통 또는 연관보일러의 평평한 관판의 최소두께 계산은 8.3항에 표시하는 스테이로 지지되는 판의 최소두께 계산식에 의해 다음에 따른다.

(1) 관군부

이 경우에서의 스테이는 나사박음에 의해 부착된 관스테이에 따르며, 식의 C와 $p$의 값은 <표 6.2>에 따른다.

**<표 6.2> C 및 $p$ 의 값**

| 항 목 | C | $p$ |
|---|---|---|
| 2개의 관스테이 사이에 1개 또는 2개의 연관이 있을 때 | 2,550 | 관스테이의 평균 피치로서, 관스테이 중심선의 간격 |
| 1군의 연관 중에 관스테이가 여러가지 피치일 때 | 2,550 | 3개 관스테이의 중심을 지나고 내부에 관스테이를 포함하지 않는 최대원의 지름을 d라 할 때 $d/\sqrt{2}$ |
| 관군의 중앙의 틈새부분에서 그 양쪽의 관이 모두 관스테이일 때 | 4,400 | 관군 중앙 틈새의 양쪽 관의 중심선 간격 |
| 관군의 중앙의 틈새부분에서 그 양쪽의 관이 2개의 관스테이 사이에 1개의 연관이 있을 때 | 3,110 | 관군 중앙 틈새의 양쪽 관의 중심선 간격 |

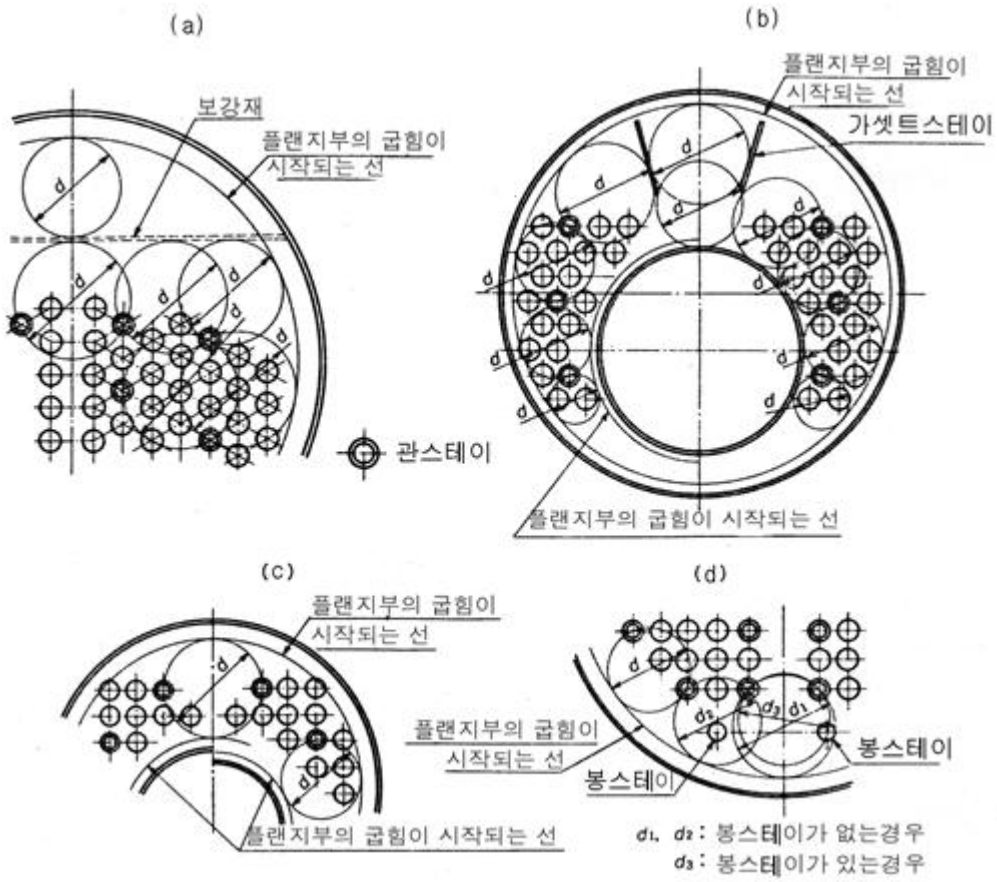
비 고 : 관스테이의 끝이 화염에 접촉될 때는 C의 값은 <표 6.2>값의 90 %로 한다.

(2) 관군에 인접하는 부분

이 경우 계산식의 $p$는 3개의 지점(관스테이 혹은 봉스테이의 중심점, 관판의 굽힘이 시작되는 선, 가셋트스테이 또는 보강재용의 부착 용접부를 말한다. 이하 같음)을 지나고, 또한 내부에 관스테이를 포함하지 않는 최대원의 지름을 $d$ 라 할 때 $\frac{d}{\sqrt{2}}$ 로 하고, $C$의 값은 각 지점에 대하여 <표 6.3> 계수의 평균치로 한다([그림 6.1]).

<표 6.3> C의 값

| 지점의 종류 | C |
|---|---|
| 관스테이 | 2,550. 다만, 관스테이의 끝이 화염에 접촉되는 경우는 이것의 90 %로 한다. |
| 봉스테이 또는 스테이볼트 | 8.3항 (1)에 규정하는 값 |
| 관판의 굽힘이 시작되는 선 | 3,190 |
| 관판을 접어 굽히지 않고 노통판에 용접으로 부착하는 경우는 노통의 바깥지름 원 | 3,190 |
| 가셋트스테이를 용접으로 직접 관판에 부착하는 경우는 스테이 판의 안쪽선(그리는 최대원 쪽) | 3,190 |
| 독스테이 | 2,020 |




[그림 6.1] 관판에서 관군등의 배치

### 6.4 연관보일러의 연관의 최소피치

연관보일러의 연관 최소피치는 다음 식에 따른다.

$$p = \left( 1 + \frac{4.5}{t} \right) d$$

여기에서 $p$ : 연관의 최소피치 (㎜)

$t$ : 관판의 두께 (㎜)

$d$ : 관 구멍의 지름(㎜)

### 6.5 외부연소 수평 연관보일러 관판 하부의 보강

외부연소 수평연관 보일러의 후관판에 부착하는 스테이는 봉스테이, 용접으로 부착하는 가셋트스테이 등 동체 저부의 과열 원인이 되지 않는 스테이로 해야 한다.

### 6.6 연소실 관판의 최소두께

연소실의 천장판이 동체로부터 지지되지 않고 천장판에 가해지는 하중이 관판에 가해지는 경우, 관판의 최소두께는 다음 식에 따른다.

$$t = \frac{PSp}{190\ (p - d)} \quad \left\{ t = \frac{PSp}{1{,}900\ (p - d)} \right\}$$

여기에서 $t$ : 관판의 최소두께(㎜)

$P$ : 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

$p$ : 연관의 수평 피치(㎜)

$S$ : 관판과 마주보는 연소실 판의 간격(㎜)

$d$ : 연관의 안지름(㎜)

관이 사선에 따라 배열(지그재그형)되었을 때는 서로 인접하는 관열의 관 중심선 사이의 수직거리는 다음의 값 이상이어야 한다.

$$\frac{1}{2}\sqrt{2\,dp + d^2}$$

### 6.7 연관보일러 관판의 필렛용접

(1) 연관보일러의 관판은 그 플랜지부를 보일러의 안쪽 또는 바깥쪽으로 향하여 동체에 필렛용접을 하여도 좋다. 이 경우에는 다음에 따라야 한다. 다만, 외부연소 수평 연관보일러의 뒤 관판은 동체에 필렛용접으로 부착해서는 안된다.

(a) 플랜지가 바깥쪽으로 향하는 경우에는, 이음을 동체 끝부의 안쪽에 두고 한쪽 전체두께 필렛 겹치기 용접으로 한다.

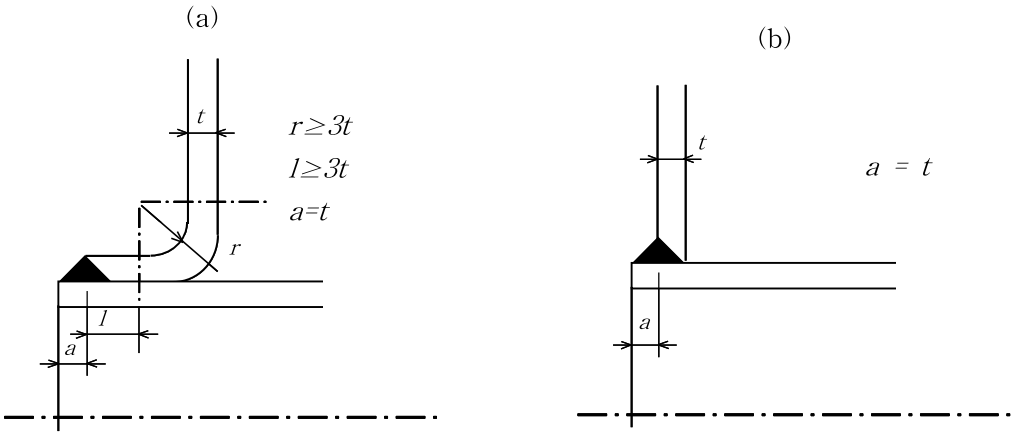
(b) 플랜지가 안쪽으로 향하는 경우에는, 양쪽 전체두께 필렛 겹치기 용접으로 하여야 한다.

(c) 필렛 용접부는 직접 화염에 접촉해서는 안된다.
(d) 필렛용접의 목두께는 관판 두께의 0.7배 이상으로 한다.
(2) (1)의 방법에 의한 용접부는 방사선 검사를 필요로 하지 않는다.

### 6.8 노통보일러의 평관판 또는 평경판과 노통의 부착

노통보일러의 앞관판 또는 앞경판은 [그림 6.2]와 같이 용접으로 노통에 부착할 수 있다. 이 경우에는 다음에 따라야 한다.

(1) 평관판 또는 평경판은 스테이로 지지되어야 한다.
(2) 용접부의 그루브는 KS B 0052(용접기호)에 규정하는 V형, K형 또는 J형으로 한다.




[그림 6.2] 평관판 또는 평경판과 노통의 부착

## 제7장 화실 및 노통

### 7.1 화실 및 노통용 판의 두께 제한

#### 7.1.1 화실 및 노통용 판의 최소두께 제한

플랜지가 있는 화실판 또는 노통판의 두께는 8 ㎜ 이상으로 하여야 한다.

#### 7.1.2 화실 및 노통용 판의 최고두께 제한

평노통, 파형노통, 화실 및 직립보일러 화실판의 최고두께는 22 ㎜ 이하이어야 한다. 다만, 습식 화실 및 조합노통 중 평노통은 제외한다.

### 7.2 원통화실 또는 노통의 이음

원통화실 또는 노통(파형노통을 포함한다)의 길이이음은 맞대기 양쪽 용접 또는 단접으로 한다. 용접인 경우에는 방사선 검사는 필요로 하지 않는다.

### 7.3 원통화실 또는 평형 노통의 최소두께

원통화실 또는 평형노통의 최소두께는 다음 식에 따른다.

$$t = \frac{PD}{240}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{C\,l}{10P\,(l + D)}}\right) + \alpha \left\{ t = \frac{PD}{2,400}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{C\,l}{P\,(l + D)}}\right) + \alpha \right\}$$

여기에서 $t$ : 판의 최소두께(㎜)

$P$ : 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

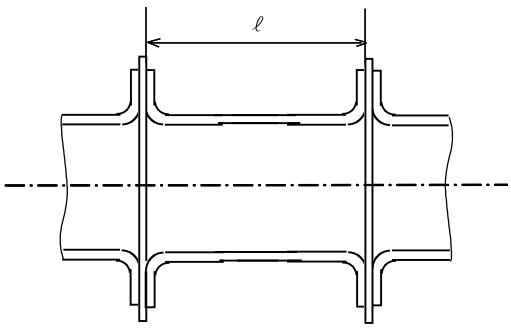
$D$ : 화실 또는 노통의 안지름(㎜)

$l$ : 유효 지지부의 최대거리(㎜)이며, [그림 7.1]에 따른다.

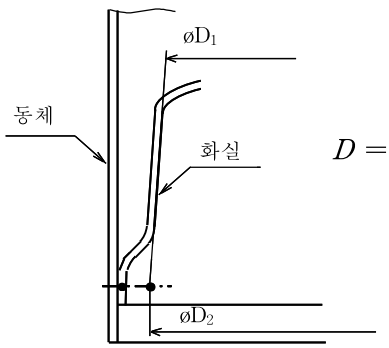
$C$ : 상수로서 수평형 노통에 대해서는 75, 수직형 노통은 45로 한다.

α : 부식여유이며, 1 ㎜ 이상으로 한다.

직립보일러의 화실이 테이퍼가 붙어 있는 경우, D를 [그림 7.2]와 같이 취하여 앞의 식을 적용한다.




[그림 7.1] 유효 지지부의 최대거리




$$D = \frac{1}{2}(D_1 + D_2)$$

[그림 7.2] 직립보일러의 테이퍼가 있는 노통의 내경

### 7.4 직립보일러의 굴뚝관

직립보일러의 화실 천장판과 경판을 잇는 굴뚝관의 안지름은 동체 안지름의 1/6 이상으로 하고, 그 최소두께는 다음 식에 따른다.

$$t = \frac{10\,PD}{227} + \alpha \quad \left\{ t = \frac{PD}{227} + \alpha \right\}$$

여기에서 $P$ : 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}
$t$ : 굴뚝관의 최소두께(㎜)
$D$ : 굴뚝관의 바깥지름(㎜)
α : 부식여유이며, 1 ㎜ 이상으로 한다.

### 7.5 애덤슨 링이 있는 평형 수평 노통의 플랜지

플랜지의 굽힘 반지름은 화염쪽에서 측정한 판 두께의 3배 이상이어야 한다.

### 7.6 파형노통

#### 7.6.1 파형노통의 종류

파형 노통의 종류([그림 7.3] 참조)별 피치 및 골의 깊이는 <표 7.1>과 같아야 한다.

**<표 7.1> 파형노통의 종류별 피치 및 골의 깊이**

| 노통의 종류 | 피 치(㎜) | 골의 깊이(㎜) |
|---|---|---|
| 모 리 슨 형 | 200 이하 | 32 이상 |
| 데 이 톤 형 | 200 이하 | 38 이상 |
| 폭 스 형 | 200 이하 | 38 이상 |
| 파 브 스 형 | 230 이하 | 35 이상 |
| 리즈포지 형 | 200 이하 | 57 이상 |
| 브 라 운 형 | 230 이하 | 41 이상 |

#### 7.6.2 파형노통의 최소두께

파형노통으로서 그 끝의 평형부 길이가 230 ㎜미만인 것의 판의 최소두께는 다음 계산식으로 계산한다.

$$t = \frac{10\,PD}{C} \quad \left\{ t = \frac{PD}{C} \right\}$$

여기에서 $P$ : 최고사용압력 (㎫){kgf/㎠}

$t$ : 노통의 최소두께 (㎜)

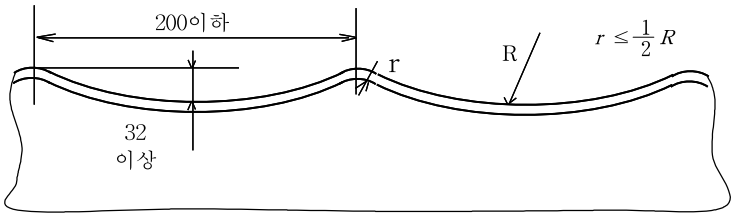
$D$ : 노통의 파형부에서의 최대내경과 최소내경의 평균치(모리슨형 노통에서는 최소내경에 50 ㎜를 더한 값)

$C$ : 상수로서 다음에서 정하는 값

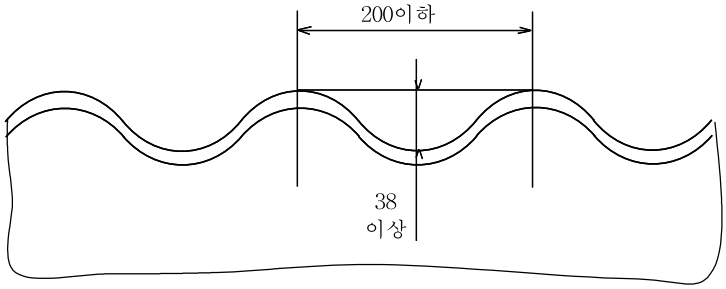
| 노통의 종류 | C |
|---|---|
| 파형의 피치가 200 ㎜ 이하인 모리슨형 노통으로, 작은 파형의 노통내면측의 바깥 반지름 $r$이 큰 파형의 노통 외면측의 안쪽 반지름 $R$의 1/2이하이고, 골의 깊이가 32 ㎜이상인 것 | 1,100 |
| 파형의 피치가 200 ㎜ 이하인 폭스형 노통으로 골의 깊이가 38 ㎜ 이상인 것 | 985 |
| 파형의 피치가 230 ㎜ 이하인 브라운형 노통으로 골의 깊이가 41 ㎜ 이상인 것 | 985 |

단위 : ㎜

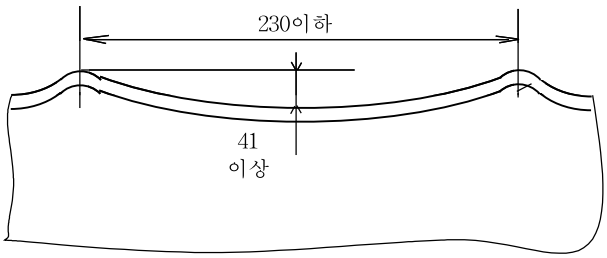
(a) 모리슨형




(b) 폭스형




(c) 브라운형




**[그림 7.3] 파형노통의 종류**

### 7.6.3 파형노통의 둘레이음 위치

파형노통의 둘레이음 용접부는 굽힘응력이 적은 부분에 있어야 한다.

## 7.7 조합노통

평형부의 길이가 230 ㎜ 이상 평노통과 파형노통의 이음부분에서 파형노통의 평형부의 길이는 파형노통 두께의 3배 이하 또는 38 ㎜ 이하이어야 한다. 이때 평형부의 길이는 굽힘이 시작하는 선을 기준으로 한다.

### 7.7.1 조합노통의 두께

파형노통과 평노통이 조합되었을 때 평노통의 두께는 다음 식에 따른다.

$$t = \frac{PD}{240}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{C\,l}{10P\,(l + D)}}\right) + \alpha \quad \left\{t = \frac{PD}{2,400}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{C\,l}{P\,(l + D)}}\right) + \alpha\right\}$$

여기에서 $t$ : 화실판 또는 노통판의 최소두께(㎜)

$P$ : 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

$D$ : 화실 또는 노통의 안지름(㎜)

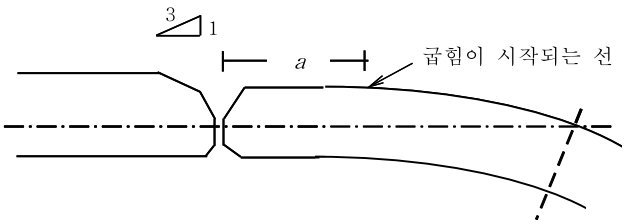
$C$ : 상수로서 수평형 노통에 대해서는 75, 수직형 노통에 대해서는 45로 한다.

$l$ : 평노통의 평형부 길이에 파형노통의 길이를 0.5배한 값을 더한 값

α : 부식여유이며, 1㎜이상으로 한다.

### 7.7.2 조합노통의 용접

파형노통과 평노통의 이음은 [그림 7.4]에 따른다.




a : 3 $t$ 이하 또는 38 ㎜ 이하이어야 한다.

**[그림 7.4] 조합노통의 용접**

## 7.8 노통과 연관의 틈새

노통연관 보일러의 노통 바깥면과 이것에 가장 가까운 연관의 면과는 50 ㎜ 이상의 틈새를 두어야 한다. 다만, 노통에 파형 또는 보강링 등의 돌기를 설비할 때에는 이들 돌기물의 바깥면과 이것에 가장 가까운 연관의 틈새는 30 ㎜ 이상으로 하여도 지장이 없다.

### 7.9 화실판의 용접

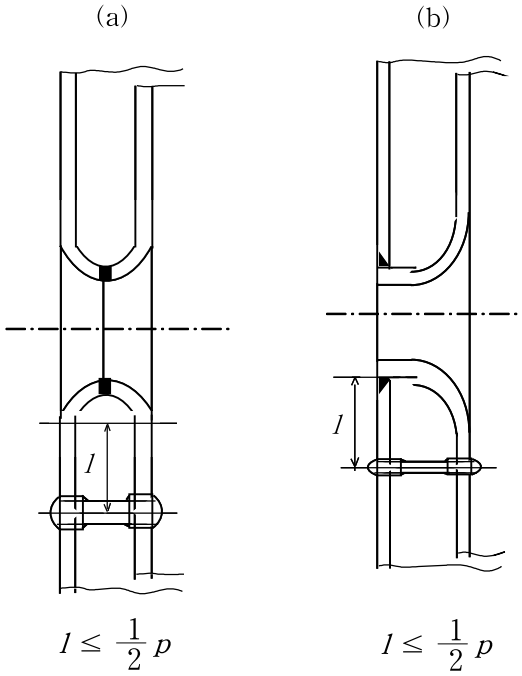
화실판은 다음의 경우에 용접할 수 있다. 이 경우에는 방사선 검사는 필요로 하지 않는다.

(1) 스테이볼트로 지지된 화실판을 스테이볼트열의 중간 또는 구석의 둥글기 부분으로부터 8.3항에 표시하는 스테이볼트 피치 $p$의 1/2 이상 떨어진 곳에서 용접하는 경우

(2) 화구(분소구) 주위를 용접하는 경우. 이 경우에는 화구의 주위에서 양쪽의 판을 스테이볼트로 다음과 같이 부착하여야 한다.

(a) 양쪽의 판에 플랜지부를 내어 용접하는 경우에는 각 판의 굽힘 시작점으로부터 스테이열 중심선까지의 거리가 8.3항에 의한 피치 $p$의 1/2을 초과하지 않을 것([그림 7.5] (a)참조).

(b) 한쪽 또는 양쪽판을 플랜지하지 않을 때는 용접의 뿌리로부터 스테이열 중심선까지의 거리가 8.3항에 의한 피치 $p$의 1/2을 초과하지 않을 것([그림 7.5] (b)참조).




[그림 7.5] 화실판의 용접

## 제8장 스테이 및 스테이에 의하여 지지되는 판

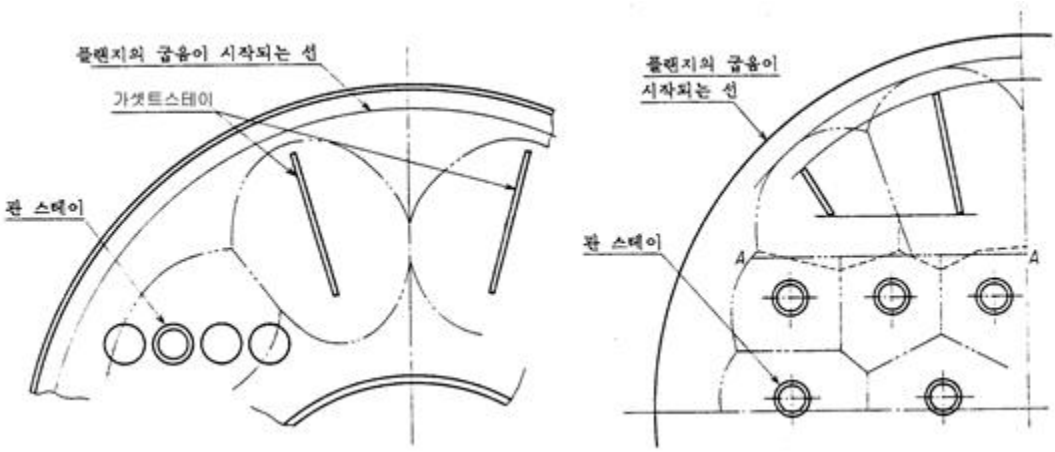
### 8.1 스테이 또는 관스테이가 지지하는 하중

(1) 봉스테이, 경사스테이, 스테이볼트, 가셋트스테이, 독스테이 또는 관스테이가 지지하는 하중은 스테이의 중심선을 연결하는 선이 만드는 면적에서 스테이가 점유하는 면적(스테이가 지지하는 면적 내에 있는 관 구멍의 면적을 포함한다)을 뺀 면적에 최고사용압력을 곱한 것으로 한다.

(2) 스테이가 담당하는 면적은 봉스테이, 스테이볼트 혹은 관스테이의 중심 또는 가셋트스테이, 노통 등을 경판에 부착하는 용접부와 플랜지의 굽음부에서는 굽음이 시작되는 선 사이의 중앙에 위치하는

선에 의하여 둘러싸인 부분의 면적으로 한다([그림 8.1] (a)참조). 이 경우는 [그림 8.1] (b)에 표시하는 것과 같이 가셋트스테이를 경판에 부착하는 최하단의 용접부와 관스테이 중심 사이의 중앙에 위치하는 선을 직선 AA로 간주해도 지장이 없다.

(a) (b)




[그림 8.1] 스테이가 지지하는 면적

## 8.2 스테이 피치의 제한

스테이를 판에 나사박음하여 한쪽끝 또는 양쪽끝을 코킹하였을 경우, 스테이의 수평 및 수직방향의 피치는 다음의 값을 초과해서는 안된다.

(1) 스테이를 정사각형으로 배치한 경우 : 216 ㎜
(2) 스테이를 직사각형으로 배치한 경우 : 260 ㎜. 다만, 이 경우 스테이의 수평 및 수직방향의 평균피치를 곱한 면적은 216 × 216 ㎟를 초과해서는 안된다.

## 8.3 스테이로 지지되는 판의 강도

스테이로 지지되는 판의 강도는 다음에 따른다.

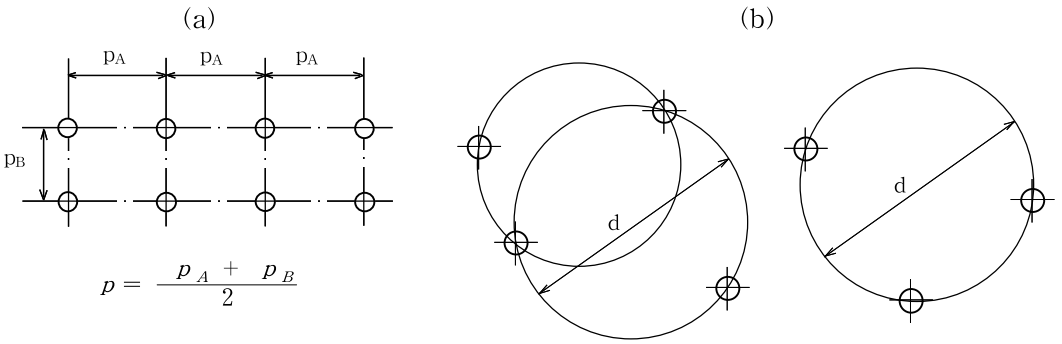
(1) 규칙적으로 배치된 스테이볼트 그 밖의 스테이에 의하여 지지되는 평판의 최소두께는 다음 식에 따른다. 다만, 어떠한 경우에도 8 ㎜ 미만으로 해서는 안된다.

$$t = p\sqrt{\frac{10P}{C}} \quad \left\{ t = p\sqrt{\frac{P}{C}} \right\}$$

여기에서 $t$ : 평판의 최소두께(㎜)

$P$ : 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

$p$ : 스테이볼트 또는 이것과 똑같은 스테이의 평균 피치이며, 스테이 열의 수평 및 수직방향 중심선간 거리의 평균치(㎜)([그림 8.2] (a).참조)




[그림 8.2] 스테이 계산에서의 $p$ 또는 $d$

$$p = \frac{p_A + p_B}{2}$$

$C = 2,020$ : 두께 11㎜ 이하의 판에 스테이를 나사박음하여 한쪽끝 또는 양쪽끝을 코킹한 것

$C = 2,020$ : 두께 11㎜ 이하의 판에 스테이를 꽂아넣고 그 양쪽끝을 필렛 용접한 것

$C = 2,160$ : 두께 11㎜를 초과하는 판에 스테이를 나사박음하여 한쪽끝 또는 양쪽끝을 코킹한 것

$C = 2,160$ : 두께 11㎜를 초과하는 판에 스테이를 꽂아넣고 그 끝부를 필렛용접한 것

$C = 2,430$ : 스테이를 판에 나사박음하여 판의 바깥쪽에 너트를 부착하든가 판의 안팎 양쪽에 와셔없이 너트를 부착한 것

$C = 2,430$ : 판에 그루브를 취하여 봉스테이의 끝부를 V형 용접한 것

$C = 2,700$ : 판의 안쪽에 너트를, 바깥쪽에 강제 와셔와 너트를 부착한 것. 이 경우에 와셔는 바깥지름을 스테이 나사부 지름의 2.5배 이상으로 하고 두께를 t/2 이상으로 한다.

$C = 3,150$ : 판의 안쪽에 너트를, 바깥쪽에 강제 와셔와 너트를 부착한 것. 이 경우에 와셔는 바깥지름을 $0.4p$ 이상, 두께 $t$ 이상으로 한다.

(2) 스테이볼트, 그 밖의 스테이가 불규칙하게 배치되었을 때는 전항의 식에서 $p$ 및 $C$를 다음과 같이 한다.

(a) $p$는 3개 스테이의 중심을 지나고 그 밖의 스테이를 포함하지 않는 최대원의 지름을 $d$ 라 할 때, $p = \frac{d}{\sqrt{2}}$ 로 한다[그림 8.2] (b).

(b) $C$의 값은 각 지지점에 대한 다음 계수의 평균으로 한다.

경판의 굽음이 시작되는 선 3,190

그 밖의 지지점은 6.3항 (2) 및 전항에 표시하는 값에 따른다.

## 8.4 붙임판을 가진 경우 판의 강도

두께 10 ㎜ 이상으로서 스테이에 의하여 지지되는 평판의 화염에 접촉하지 않는 부분에, 그 두께의 2/3 이상의 붙임판을 스테이로 지지되는 전체둘레에 걸쳐 필렛용접하였을 때는 그들을 합한 판의 두께는 두께 합계의 3/4(다만, 평판 두께의 1.5배를 초과하지 않는 것으로 한다)으로 간주하고, 상수 $C$는 2,700으로 하여 8.3항에 따른다.

## 8.5 스테이볼트의 부착

스테이볼트를 부착하려면 2산 이상을 완전히 판면으로부터 돌출시켜 이것을 코킹하여야 한다. 스테이가 판에 대하여 경사지게 부착되는 경우에는 3산 이상이 나사박음되고, 그 중 1산 이상이 전체둘레 나사박음되어 있어야 한다. 판두께가 이에 부족할 때는 보강하여야 한다.

## 8.6 스테이볼트의 알림구멍

길이가 200 ㎜ 이하인 스테이볼트에는 적어도 바깥쪽 끝에는 지름 5 ㎜ 이상이고 깊이가 판의 내면으로부터 13 ㎜ 이상인 알림구멍을 설치하여야 한다. 중간부의 지름을 나사밑 이하로 가늘게 한 경우에는 알림구멍의 깊이를 지름이 감소된 부분의 기점으로부터 13 ㎜ 이상으로 하든가 속이 빈 스테이로 한다. 길이가 200 ㎜를 초과하는 스테이에는 알림구멍을 설치하지 않아도 좋다.

## 8.7 스테이볼트 및 봉스테이의 허용인장응력

스테이볼트 및 봉스테이의 강도는 최소 단면부에서 계산하고, 그 때의 허용인장응력은 <표 8.1>에 따른다.

**<표 8.1> 스테이볼트 및 봉스테이의 허용인장응력**

| 항 목 | 지지점 사이의 거리가 지름의 120배 이하인 것 (N/㎟{kgf/㎟}) | 지지점 사이의 거리가 지름의 120배를 초과하는 것 (N/㎟{kgf/㎟}) |
|---|---|---|
| 스테이볼트에서 지름 25 ㎜ 미만인 것 | 52 {5.3} | - |
| 스테이볼트에서 지름 25 ㎜ 이상인 것 | 55 {5.6} | - |
| 봉스테이에서 지름 38 ㎜ 이하인 것 | 66 {6.7} | 59 {6.0} |
| 봉스테이에서 지름 38 ㎜를 초과하는 것 | 72 {7.3} | 62 {6.3} |
| 봉스테이에서 끝부에 정형부분을 용접한 것 | 41 {4.2} | 41 {4.2} |

## 8.8 관스테이의 최소 단면적

관스테이의 최소 단면적은 다음 식에 따른다.

$$S = 2\,(A - a)P \quad \left\{ S = \frac{(A - a)P}{5} \right\}$$

여기에서 $S$ : 관스테이의 최소 단면적(㎟)

$A$ : 1개의 관스테이가 지지하는 면적(㎠)

$a$ : $A$ 중에서 관 구멍의 합계면적(㎠)

$P$ : 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

### 8.9 관스테이의 부착

관스테이는 나사 밑에서 두께 4.3 ㎜ 이상으로 하고 나사박음하여 양끝을 관판에서 약 6 ㎜ 돌출시켜 롤확관하고, 또한 화염에 접촉되는 끝은 가장자리를 굽힌다. 관스테이를 용접으로 부착하는 경우에는 8.15항에 따른다.

### 8.10 스테이의 너트

스테이에 부착한 너트는 화염에 노출되어서는 안된다.

### 8.11 봉스테이의 부착

봉스테이 끝의 용접 이외의 방법에 의한 부착은 다음 어느 것에 따라야 한다.

(1) 판에 나사박음하여 판의 바깥쪽에 너트를 부착하든가 또는 판의 안팎 양쪽에 와셔없이 너트를 부착한다.
(2) 안쪽에 너트를, 바깥쪽에 강재 와셔와 너트를 부착한다.
(3) 형강 그 밖의 쇠붙이를 판에 부착하고 여기에 핀으로 부착한다.

### 8.12 핀 이음에 의한 스테이의 부착

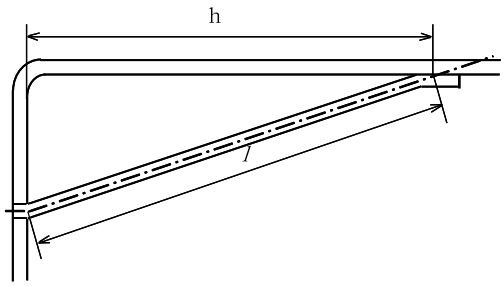
봉스테이 또는 경사스테이를 핀 이음으로 부착할 때는 핀이 2곳에서 전단력을 받도록 하고, 핀의 단면적은 스테이 소요 단면적의 3/4 이상으로 하며, 스테이 링부의 단면적은 스테이 소요 단면적의 1.25배 이상으로 하여야 한다.

### 8.13 경사스테이의 최소 단면적

경사스테이의 최소 단면적은 다음 식에 따른다.

$$A = A_1 \frac{l}{h}$$

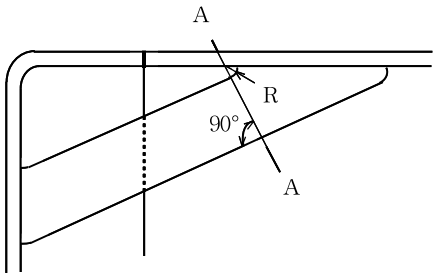
여기에서 $A$ : 경사스테이의 최소 단면적(㎟)
$A_1$ : 봉스테이를 부착하는 것으로 가정한 경우의 소요 단면적(㎟)
$l$ : 경사스테이의 길이(㎜)이며, [그림 8.3]과 같이 측정한다.
$h$ : 경사스테이의 동체 부착부 중앙부에서 경판면으로의 수직선 길이(㎜)
[그림 8.3]




[그림 8.3] 경사스테이

8.14 가셋트스테이의 단면적

가셋트스테이의 최소 단면적은 그 가장 긴 변과 동일한 각도를 이루는 경사스테이가 8.13항에 의하여 정해지는 최소 단면적보다 10 % 이상 크게 하여야 한다. 이 경우의 단면적은 [그림 8.4]의 AA면에서 측정하며, 가셋트스테이의 허용인장응력은 <표 2.1>에 표시하는 수치의 0.8배로 한다.




[그림 8.4] 가셋트스테이

8.15 스테이의 용접부착

스테이의 부착은 나사 대신에 12.2.9항에 의하여 용접할 수 있다.

제9장 구 멍

9.1 맨홀, 청소구멍 및 검사구멍과 그 크기

보일러에는 내부의 청소와 검사에 필요한 맨홀, 청소구멍 및 검사 구멍을 설치해야 한다. 다만, 특수한 보일러에서 그럴 필요가 없는 것은 제외한다.

(1) 맨홀의 크기는 긴지름 375 ㎜ 이상, 짧은지름 275 ㎜ 이상의 타원형 또는 긴원형 혹은 안지름 375 ㎜ 이상의 원형으로 하여야 한다.
(2) 청소 또는 검사를 하기 위하여 손을 넣을 필요가 있는 구멍 (이하 손구멍이라 한다)의 크기는 긴지름 90 ㎜ 이상, 짧은지름 70 ㎜ 이상인 타원형이나 또는 지름 90 ㎜ 이상인 원형(각형으로 할 때에는 안치수 90 ㎜ 이상)으로 하여야 한다. 또, 검사구멍은 지름 30 ㎜ 이상의 원형으로 하여야 한다.

### 9.2 타원형 구멍의 방향

동체에 타원형의 맨홀을 설치할 때는 그 짧은 지름의 축을 동체축에 평행하게 둔다.

### 9.3 맨홀의 대용

안지름 750 ㎜ 미만이고, 길이 1,000 ㎜ 미만인 동체 또는 안지름 1,500 ㎜ 미만의 직립보일러는 2개 이상의 손구멍을 맨홀 대신으로 사용할 수 있다. 이 경우에 긴지름 310 ㎜ 이상, 짧은지름 230 ㎜ 이상인 타원형 또는 지름 310 ㎜ 이상인 원형의 청소구멍이 있을 때는 이 청소구멍 1개를 맨홀에 대신할 수 있다.

### 9.4 외부연소 수평 연관보일러의 맨홀

외부연소 수평 연관보일러에서는 동체에 설치하는 맨홀 외에, 앞 관판의 하부에 맨홀을 설치해야 한다. 다만, 동체의 안지름 1,200 ㎜ 미만인 것 또는 중앙에 230 ㎜ 이상의 틈새를 두고 관군을 배치한 것에서는 되도록 큰 청소구멍으로 맨홀을 대신할 수 있다.

### 9.5 노통 연관보일러의 청소구멍 및 검사구멍

노통 연관보일러에는 동체 하부 부근에 청소구멍 1개 이상을 동체 옆면의 노통이 보이는 위치에 검사구멍을 좌우에 각 1개(동체의 길이가 3,000 ㎜를 초과하는 경우에는 각 2개) 이상을 설치해야 한다. 다만, 내부에 들어가 노통의 외면을 청소 및 검사할 수 있는 것에 대해서는 그럴 필요는 없다. 이 청소구멍의 크기는 안지름이 1,850 ㎜ 이하인 경우에는 긴지름 120 ㎜ 이상, 짧은지름 90 ㎜ 이상의 타원형 또는 지름 120 ㎜ 이상의 원형으로 하고, 안지름이 1,850 ㎜를 초과하는 경우에는 긴 지름 150 ㎜ 이상, 짧은 지름 120 ㎜ 이상의 타원형 또는 지름 150 ㎜ 이상의 원형으로 하여야 한다. 검사구멍의 크기는 지름 75 ㎜ 이상의 원형으로 하여야 한다.

### 9.6 직립보일러 또는 직립 수평관 보일러의 청소구멍

직립보일러 또는 직립 수평관 보일러의 동체에는 적어도 다음의 청소구멍을 설치해야 한다. 다만, 맨홀 또는 이와 유사한 구멍을 설치하여 내부검사를 할 수 있는 것에서는 물다리 하부의 것을 제외한 청소구멍을 생략할 수 있다. 청소구멍의 수는 <표 9.1>에 따른다.

<표 9.1> 직립보일러의 청소구멍

| 청소구멍을 설치하는 위치 | 청소 구멍의 수 | |
|---|---|---|
| | 동체 안지름 600 ㎜ 이상인 것 | 동체 안지름 600 ㎜ 미만인 것 |
| 물다리의 하부 | 3 개 | 2 개 |
| 안쪽 화실 천장판(하부관판)의 윗면 부근 | 3 개 | 1 개 |
| 상용수위 부근 | 1 개 | - |
| 직립 수평관 보일러에서는 수관을 청소할 수 있는 위치 | 적당수 | 적당수 |

## 9.7 맨홀 또는 손구멍의 가스켓 받이면과 가스켓 두께

맨홀의 가스켓을 받는 면의 나비는 15 ㎜ 이상이어야 한다. 맨홀 또는 손구멍의 가스켓을 조인 후의 두께는 6 ㎜ 이상이어서는 안된다.

## 9.8 맨홀 커버의 최소두께

(1) 맨홀에 사용하는 평 강판제 커버의 최소두께는 다음 식에 따른다. 다만, 커버 중앙부의 두께는 14 ㎜ 이하로 해서는 안된다.

$$t = \frac{b}{2c}\sqrt{\frac{100P}{\sigma_a}} \quad \left\{ t = \frac{b}{2c}\sqrt{\frac{P}{\sigma_a}} \right\}$$

여기에서 $t$ : 커버의 최소두께(㎜)

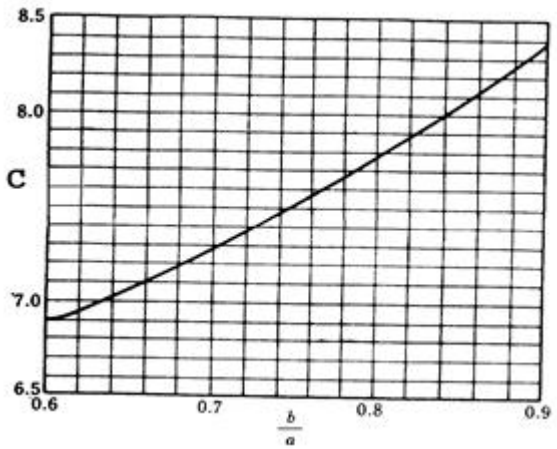
$P$ : 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

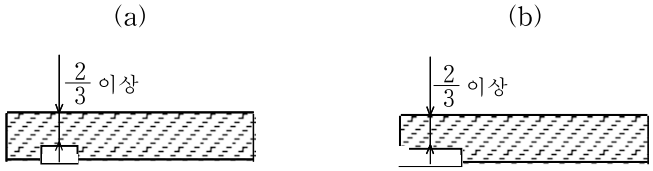
$b$ : 구멍의 짧은 지름(㎜)

$c$ : 짧은 지름 (b)와 긴지름 (a)의 비에 따라 결정되는 계수로서 [그림 9.1]에 따른다. 다만, $\frac{b}{a} = 1$일 때는 9.0으로 한다.

커버의 주변에 스피컷 [그림 9.2]를 설치할 때는 그 부분의 두께는 윗식에 의한 최소두께보다 얇아도 지장이 없으나, 그 두께의 2/3보다 얇아서는 안된다.

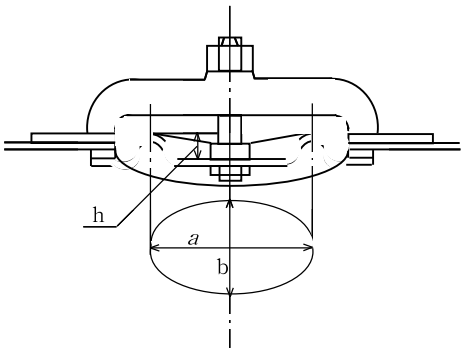



[그림 9.1] C의 값




[그림 9.2] 맨홀 커버의 스피컷

(2) 맨홀에 사용하는 파형 강판제 커버의 최소두께는 (1)에 따른다. 다만, $a$, $b$는 [그림 9.3]에 따르고, $h$는 30 ㎜ 이상으로 한다.




[그림 9.3] 맨홀 파형 커버

## 제10장 구멍의 보강

### 10.1 보강이 불필요한 구멍

동체, 헤더, 경판 및 평판에 설치하는 구멍에 있어서 다음의 조건을 만족하는 것은 보강을 필요로 하지 않는다. 다만, 구멍지름이 200 ㎜를 넘어서는 안된다.

#### 10.1.1 동체, 헤더 등의 원통부에 설치되는 구멍

(1) 동체, 헤더 등의 원통부에 설치되는 단독의 구멍에서 구멍 지름이 [그림 10.1]에 표시하는 값 이하인

경우 또는 구멍지름이 원통부 안지름의 1/4 이하로서 다음의 조건을 만족하는 경우

(a) 안지름 61 ㎜ 이하인 것을 용접으로 부착하는 경우

(b) 지름(나사구멍에서는 암나사의 골지름) 61 ㎜ 이하인 구멍

(2) 관 구멍 또는 관 구멍과 유사한 구멍이 4.5~4.9항에 적합하고, 또한 관군 중의 최대의 구멍지름이 [그림 10.1]에 표시하는 값 이하인 경우

[그림 10.1]에서,

$d$ : 구멍의 최대지름(㎜)

$D$ : 동체 또는 헤더의 바깥지름(㎜)

$t$ : 동체 또는 헤더 판의 실제두께 (㎜)

$$k = \frac{100PD}{182\,\sigma_a \eta t} \quad \left\{ k = \frac{PD}{182\,\sigma_a \eta t} \right\}$$

여기에서 $P$ : 최고사용압력(㎫){kgf/㎠}

$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

$\eta$ : 길이방향 이음의 효율이며, 구멍이 이음을 통과하지 않을 때는 1, 통과할 때에는 이음의 효율

### 10.1.2 경판에 설치하는 구멍

(1) 접시형, 전반구형 및 반타원체형 경판에 설치되는 구멍의 지름이 10.1.1항에 표시하는 값이하인 경우. 이 경우 [그림 10.1]에서 $D$는 접시형 경판 및 전반구형 경판에서는 경판 안쪽면의 반지름에 경판의 두께를 더한 값(㎜)을 취하고, 반타원체형 경판에서는 경판 플랜지의 바깥지름(㎜)을 취한다. 또, $t$는 경판의 실제두께(㎜)를 취한다.

(2) 경판의 보강하지 않은 구멍의 가장자리는 맨홀 주위에서, 경판의 구형부 또는 타원체부와 경계를 이루는 선에 대하여 경판의 두께와 동일한 거리 이하로 근접시켜서는 안된다.
또, 수주관으로의 연락관 부착구멍을 제외하고는 경판 구석의 둥글기 부분에 걸려서는 안된다.

(3) 경판에 보강하지 않은 2개의 구멍이 있을 때는 그 중심사이의 거리는 다음의 값 이상이어야 한다.

$$L = \frac{d_1 + d_2}{2(1-k)}$$

여기에서 $L$ : 2개 구멍의 중심사이 거리이며, 경판 면에 따라 측정한 값(㎜)

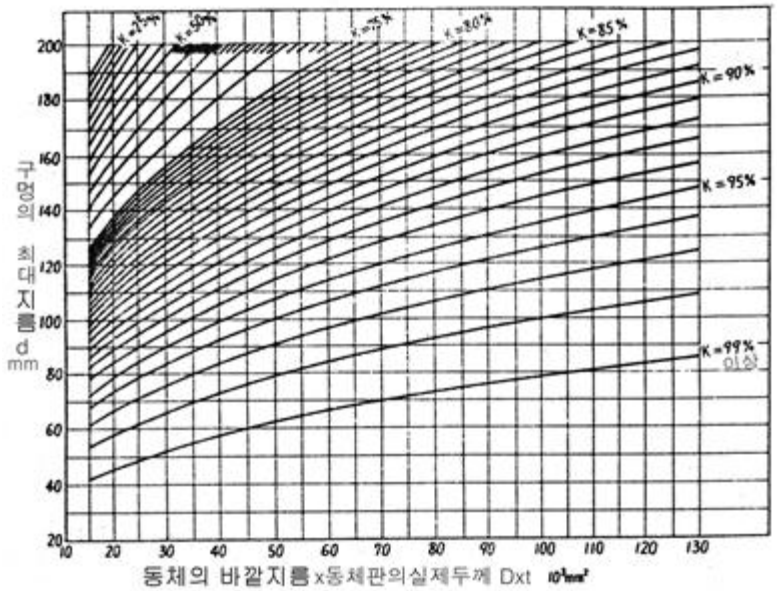
$d_1$, $d_2$ : 2개 구멍의 지름(㎜)

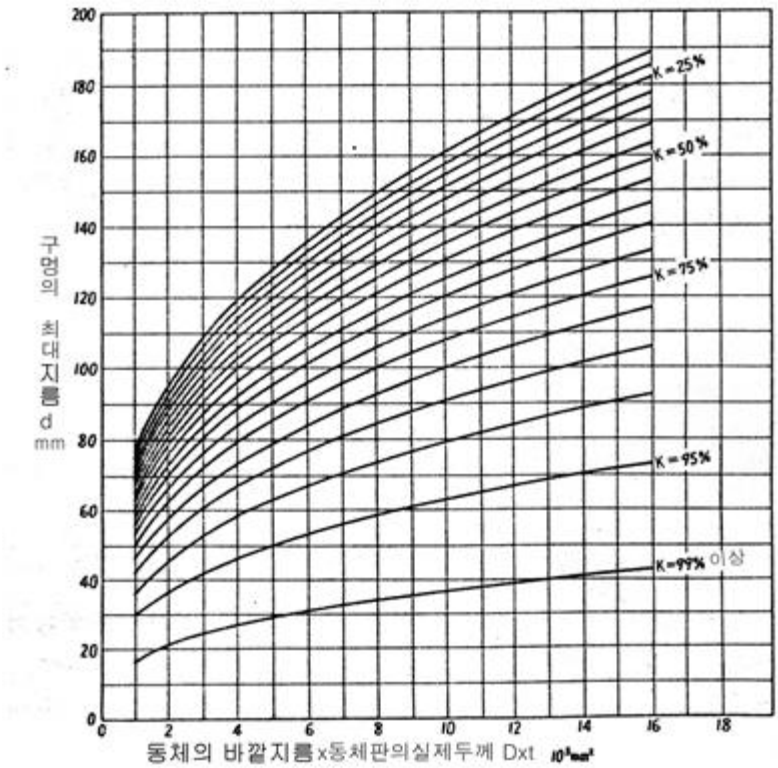
$k$ : 10.1.1항에 규정하는 값

### 10.1.3 평판에 설치하는 구멍

(1) 평경판, 평뚜껑 등의 평판에 설치하는 구멍의 지름이 10.1.1항에 표시하는 값 이하인 경우, [그림 10.1]에서 $D$에는 [그림 5.2]의 $d$를 취하고, $k$는 다음의 값으로 한다.

$$k = \frac{\text{5.8항에 규정하는 평판의 두께}}{\text{실제의 평판 두께}}$$




**[그림 10.1] 보강이 불필요한 구멍 지름**

(2) 평경판, 평뚜껑 등의 평판에 설치되는 구멍의 지름이 [그림 5.2] $d$의 50 %이하이고, 5.8.1항의 식에서 $C$를 $2C$ ([그림 5.2]의 (i), (j) 이외는 0.75를 초과할 때는 0.75로 할 수 있다), 또는 5.8.2항의 식에서 제곱근 기호 내를 2배하여 두께를 계산한 경우

(3) 평경판, 평뚜껑 등의 평판에 설치되는 구멍의 지름이 [그림 5.2] $d$의 50 %를 초과하는 경우에서 평판의 두께를 5.9항 (2)에 의하여 계산한 경우

## 10.2 보강의 계산

### 10.2.1 동체판, 접시형, 전반구형, 반타원체형 경판 또는 헤더인 경우

동체판, 접시형, 전반구형, 반타원체형 경판 또는 헤더인 경우의 보강의 계산은 다음에 따른다.

(1) 구멍주위에 보강재를 부착하여 보강하는 경우

(a) 동체판, 접시형, 전반구형, 반타원체형 경판 또는 헤더에 설치된 구멍에는 다른 규정이 있는 것을 제외하고, 구멍의 중심을 포함하여 구멍의 면에 수직인 단면에서 다음 식에 의한 면적 이상의 보강재를 부착하여야 한다.

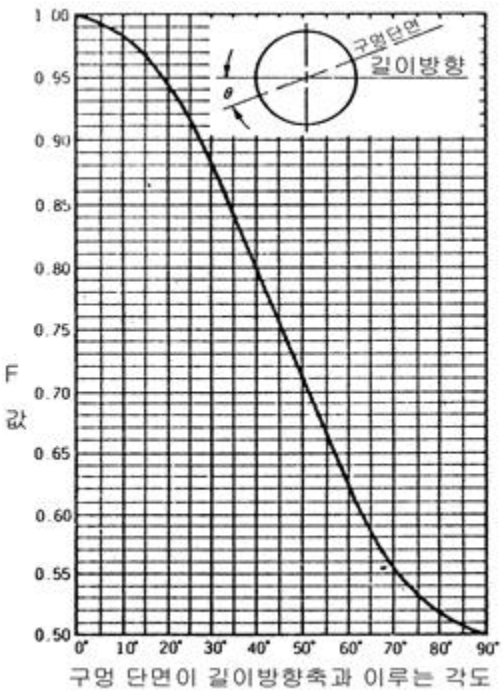
$$A = d \cdot t_r \cdot F$$

여기에서 $A$ : 보강재의 필요 단면적(㎟). 다만, 보강재를 용접으로 부착하는 경우, 특별히 필요할 때는 여기에 [그림 10.2]의 계수 F를 곱하여도 좋다.

$d$ : 단면에 나타나는 구멍의 지름(㎜).

$t_r$ : 이음매 없는 동체판, 헤더 또는 구멍이 없는 경판의 계산상 필요한 두께(㎜). 다만, 접시형 경판에서 보강재의 전부가 경판의 구형부에 있을 때는 그 구형부와 동일한 반지름의 이음매 없는 전반구형 경판의 계산상 필요한 두께(㎜). 또, 반타원체형 경판인 경우는 경판의 중심점을 중심으로 하여 동체 안지름의 80%를 지름으로 한 원 내에 보강재의 전부가 있는 경우는 동체 안지름의 90%와 같은 반지름의 이음매 없는 전반구형 경판의 계산상 필요한 두께(㎜).

$F$ : 1로 한다. 다만, 보강재가 동체 또는 관모음과 일체로 되어 있는 보강재는 [그림 10.2]에 따를 수 있다.




[그림 10.2] F의 값

(b) 원통부에 실시하는 구멍에 대한 본 항의 규정은 원칙적으로 <표 10.1>에 표시하는 지름의 구멍에 적용한다.

**<표 10.1> 원통부 안지름별 보강계산으로 취급하는 구멍의 지름**

| 원통부의 안지름(㎜) | 구멍의 지름(㎜) |
|---|---|
| 1,000 미만 | 안지름의 1/2 이하 |
| 1,000 이상 1,500 미만 | 500 이하 |
| 1,500 이상 3,000 미만 | 안지름의 1/3 이하 |
| 3,000 이상 | 1,000 이하 |

비 고 : 위의 치수를 초과하는 지름의 구멍에 대해서는 본 항의 규정에 준하여 보강하여도 좋으나, 이 경우에는 구멍 주변의 응력 집중을 피하는 구조로 하고, 또 검사에 대해서도 특별히 고려하여야 한다.

(2) 경판의 구멍 주위를 플랜지에 접어넣어 보강하는 경우

구멍의 주위를 플랜지에 접어넣어 보강하는 경우에는 접어넣은 플랜지의 최소 높이는 <표 10.2>에 따른다.

**<표 10.2> 접어넣는 플랜지의 최소높이**

| 경판의 계산상 필요한 두께 t(㎜) | 플랜지의 최소 높이 |
|---|---|
| 38 이하 | 3 t 이상 |
| 38을 초과하는 것 | t + 76 이상 |

### 10.2.2 평판인 경우

평판인 경우의 보강 계산은 다음에 따른다.

(1) 구멍 주위에 보강재를 부착하여 보강하는 경우

5.8항에 규정된 평경판, 뚜껑판 또는 밑판에 지름 또는 최소 스팬의 1/2 이하의 지름 구멍을 설치할 때는, 다음 면적 이상의 보강재를 부착하여야 한다. 다만, 10.1.3에 따르는 경우는 보강을 필요로 하지 않는다.

$$A = 0.5\, d \cdot t_r$$

여기에서 $A$ : 보강재의 필요 단면적(㎟)

$d$ : 단면에 나타나는 구멍의 지름(㎜)

$t_r$ : 평판의 계산상 필요한 두께(㎜)

(2) 구멍의 주위를 플랜지로 접어넣어 보강하는 경우

10.2.1항 (2)에 따른다.

## 10.3 보강의 유효범위

보강재는 보강의 유효범위에 부착하여야 한다. 보강의 유효범위는 구멍의 중심을 포함하여 판의 면에

수직인 평면 위에서 다음에 따른다([그림 10.3] 참조).

(1) 판의 면에 평행한 범위는 구멍 중심의 각 쪽에서 다음 값 중 큰 것을 취한다.

(a) 각 단면에 나타나는 구멍의 지름

(b) 각 단면에 나타나는 구멍의 반지름과 판의 두께와 관 부착대 벽 두께의 합

(2) 판면에 수직방향의 범위는 판면의 각 쪽에서 다음 값 중 작은 것을 취한다.

(a) 판두께의 2.5배

(b) 관 부착대 벽 두께의 2.5배와 부착하는 보강재(용착금속을 포함하지 않는다) 두께의 합

## 10.4 보강에 유효한 면적

보강의 유효 범위에서의 동체, 헤더, 경판, 평판 및 관부착대 부분에서 그 두께가 최고사용압력에 대하여 계산상 필요한 두께를 초과하는 부분 및 용접부착의 용착금속은 보강재로서 계산에 넣어도 좋다. 이 경우, 이들 보강재로서 계산에 넣어도 좋은 부분은 다음 2가지 값 중 큰 것을 취한다. 관부착대의 두께 계산에는 그 관부착대가 부착되는 동체와 동일한 식에서 α = 0로 한다.

$$A_1 = (\eta t - t_r)d$$

$$A_2 = 2(\eta t - t_r)(t + t_n)$$

여기에서 $A_1$, $A_2$ : 보강재로서 계산에 넣을 수 있는 동체 또는 경판의 면적(㎟)

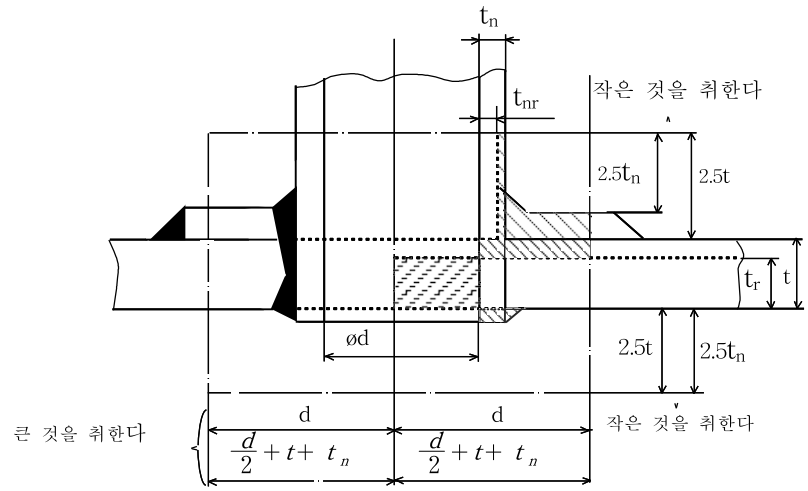
$\eta$ : 구멍이 동체 등의 길이방향 이음 또는 경판 등의 이음(동체를 경판에 부착하는 것을 제외한다)에 걸리는 경우는 그 이음효율. 이들의 이음에 걸리지 않는 경우는 1

$t$ : 동체 또는 경판의 두께(㎜)

$t_r$ : 이음매가 없는 동체 또는 경판의 계산상 필요한 두께(㎜)이며, 10.2항에 따른다.

$t_n$ : 관 부착대벽의 두께(㎜)

$d$ : 보강을 고려한 면에서의 구멍지름(㎜)이며, [그림 10.3]에 따른다.




보강을 필요로 하는 면적 보강에 유효한 면적

비고 $t_{nr}$은 이음매없는 관 부착대벽의 계산상 필요한 두께(㎜)로, 그 관 부착대가 부착되는 동체에 대한 계산식과 동일한 계산식을 이용한다. 이 경우에, 부착여유는 0으로 한다

**[그림 10.3] 보강의 유효범위**

## 10.5 2개 이상의 구멍 보강

2개 이상의 구멍을 근접하여 설치할 때에는 다음에 따른다.

(1) 각 구멍은 10.2항에 따라 보강하여야 한다. 다만, 각 구멍이 10.1항에 따라 보강을 필요로 하지 않을 경우로서 4.5~4.9항에 따를 때는 10.2항에 따르지 않아도 좋다.

(2) 각 구멍을 10.2항에 따라 보강하는 경우, 보강에 유효한 면적으로서 동일 단면적을 2개 이상의 구멍에 대하여 중복해서 계산해서는 안된다.

(3) 서로 인접한 2개의 구멍 중심간 거리는 그들 구멍 평균지름의 $1\frac{1}{3}$ 배 이상이어야 한다.

(4) 동체에 관구멍 또는 이와 유사한 구멍의 1군이 있어서 이들이 보강되는 경우, 서로 인접하는 2개 구멍사이의 동체 단면적(동체판 내에 용착된 관벽 부분을 포함한다)은 다음의 값 이상이어야 한다([그림 10.4] 참조).

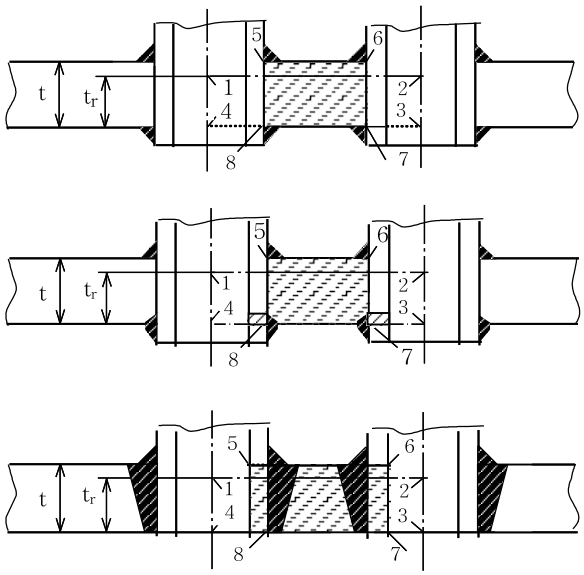
$$A + 0.7\,Fp\,t_r$$

여기에서 $A$ : 동체의 소요 단면적(㎟)

$p$ : 2개 구멍의 중심간 거리(㎜)

$t_r$ : 이음매 없는 동체의 계산상 필요한 두께(㎜)

$F$ : [그림 10.2]에 표시하는 계수




5678 면적≧1234면적×0.7 F

**[그림 10.4] 동체판의 단면적**

## 10.6 보강재의 강도

보강재의 허용인장응력이 보강되는 것의 허용인장응력보다 클 때는 허용인장응력이 동일한 것으로 간주하고, 작을 때는 응력값에 반비례하여 보강재의 단면적을 증가시켜야 한다.

### 10.7 보강재를 부착하는 용접의 강도

(1) 보강재를 부착하는 용접의 강도는 구멍의 중심을 포함하여 판의 면에 수직인 평면의 한쪽에서 다음에 표시하는 값의 어느 작은 것보다 작아서는 안된다.

(a) 보강에 유효한 범위 안에 있는 보강재의 단면적과 그 재료의 인장강도의 곱

(b) 10.2항에 규정하는 보강재의 최고 단면적으로부터 10.4항에 규정하는 보강재로서 계산에 넣을 수 있는 부분의 면적을 뺀 면적과 그 재료의 인장강도의 곱

(2) 보강재를 부착하는 용접의 강도는 12.2.6에 따라 계산한다.

(3) 구멍의 가장자리 부근 이외에 하는 부착 용접은 그 일부 또는 전부를 보강의 유효범위 외에 두어도 좋다.

## 제11장 관, 헤더, 관 부착대 및 플랜지

### 11.1 연관의 최소두께

연관의 최소두께는 다음 식에 따른다.

(1) 연관의 바깥지름 150 ㎜ 이하인 경우

$$t = \frac{Pd}{70} + 1.5 \quad \left\{ t = \frac{Pd}{700} + 1.5 \right\}$$

여기에서 $t$ : 연관의 최소두께(㎜)

$P$ : 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

$d$ : 연관의 바깥지름(㎜)

(2) 연관의 바깥지름 150 ㎜를 초과하는 경우

7.3항의 식에 따른다. 다만, 직립보일러의 굴뚝관은 7.4항에 따른다.

### 11.2 수관, 과열관, 재열관, 절탄기용 강관 등의 최소두께

수관, 과열관, 재열관, 절탄기용 강관 등 내부에 압력을 받는 강관의 최소두께는 다음 식에 따른다. 다만, 바깥지름 127 ㎜를 초과하는 것은 11.4항에 따른다.

$$t = \frac{Pd}{2\sigma_a + P} + 0.005\,d + \alpha \quad \left\{ t = \frac{Pd}{200\sigma_a + P} + 0.005\,d + \alpha \right\}$$

여기에서 $t$ : 강관의 최소두께(㎜)

$P$ : 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

$d$ : 강관의 바깥지름(㎜)

$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}. 다만, 내부의 유체가 열을 흡수하는 관에서는 관벽

의 평균온도(최저 623 K{350 ℃})로 하고, 내부의 유체가 열을 방출하는 관에서는 유체 온도(최저 포화온도)로 한다.

α : 부식여유(㎜)로, 롤확관하는 것은 1로 하고, 관모음, 동체 등에 용접(누설방지 용접은 제외)하는 것은 0으로 한다. 다만, 롤확관하는 것에 있어서 관시트 끝단에서 관시트의 길이에 25 ㎜를 더한 위치에서의 관 두께가 <표 11.1>에 표시하는 값 이상인 것에 대하여는 0으로 할 수 있다.

**<표 11.1> 관의 바깥지름에 따른 관의 두께**

| 관의 바깥지름 | 두 께(㎜) |
|---|---|
| 38.1 이하 | 2.3 |
| 38.1 초과 50.8 이하 | 2.6 |
| 50.8 초과 76.2 이하 | 2.9 |
| 76.2 초과 101.6 이하 | 3.5 |
| 101.6 초과 127 이하 | 4.0 |

α = 0 헤더 또는 동체에 용접(누설방지 용접을 제외한다)하는 것

## 11.3 연관, 수관, 과열관, 재열관 및 절탄기용 강관 등의 두께 최소값

연관, 수관. 과열관, 재열관 및 절탄기용 강관 등의 두께 최소값은 <표 11.2>에 따른다.

**< 표 11.2> 강관의 최소두께**

| 관의 바깥지름 | 두 께(㎜) |
|---|---|
| 38.1 이하 | 2.0 |
| 38.1 초과 50.8 이하 | 2.3 |
| 50.8 초과 76.2 이하 | 2.6 |
| 76.2 초과 101.6 이하 | 3.2 |
| 101.6 초과 127 이하 | 3.5 |
| 127을 초과하는 것 | 4.0 |

## 11.4 증기관의 최소두께

증기관의 최소두께는 다음 식에 따른다.

$$t = \frac{Pd}{2\sigma_a \eta + 2kP} + \alpha \quad \left\{ t = \frac{Pd}{200\sigma_a \eta + 2kP} + \alpha \right\}$$

여기에서 $t$ : 증기관의 최소두께(㎜)이며, 강관의 규격에 마이너스의 허용차가 있는 경우에도 이 두께보다 작아져서는 안된다.

$P$ : 관이 사용되는 장소에서의 최고사용압력(MPa{kgf/㎠})이며, 0.7 MPa{7 kgf/㎠} 미만인 경우는 0.7 MPa{7 kgf/㎠}로 한다.

$d$ : 증기관의 바깥지름(㎜)

$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

$\eta$ : 용접관인 경우의 길이방향 이음의 효율이며, 제12장의 규정에 따른다.

$k$ : <표 11.3>에 따른다.

$\alpha$ : <표 11.4>와 같다. 다만, 부식이나 침식이 예상되는 경우는 적당한 값을 부가하여야 한다.

**<표 11.3> $k$ 의 값**

| 재 료 \ 온도K{℃} | 623{350} 이하 | 753{480} | 783{510} | 808{535} | 838{565} | 863{590} | 893{620} 이상 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 페라이트강 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| 오스테나이트강 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.7 |
| 배관용 탄소강 강판 | 0.4 | - | - | - | - | - | - |

비 고 : 중간 온도에서의 값은 비례 계산에 의하여 구한다.

**<표 11.4> 관의 바깥지름에 따른 α값의 최소값**

| 관의 종류 | α의 최소치(㎜) |
|---|---|
| 나사박음한 것 | 바깥지름 34 미만 1.65 |
| | 바깥지름 34 이상은 나사산의 높이 h로 한다.(비고 1) |
| 나사가 없는 것 | 바깥지름 114.3 미만 1.65 |
| | 바깥지름 114.3 이상 0 |

비 고 1. 나사산의 높이 h는 25.4 ㎜에 대한 나사산 수를 n으로 하고 다음 식으로 구한다.

$$h = \frac{20}{n}(\text{㎜})$$

2. 관의 바깥지름이 600 ㎜를 초과할 경우 및 관의 두께가 안쪽 반지름의 1/2을 초과하는 경우에는 4.2항의 규정에 따른다.

## 11.5 파형 증기관의 최고사용압력

파형 증기관의 최고사용압력은 파형 증기관을 만드는 평관에 허용되는 압력으로 한다. 다만, 파형을 만들기 위하여 파형부의 두께가 평관의 두께보다 작아졌을 경우에는 작아진 두께를 평관의 두께로 간주한다.

## 11.6 주 증기관

주 증기관에는 적당한 신축장치를 설치하고, 또한 이것을 적당한 위치에 고정하여 보일러의 신장에 의한 응력이 걸리지 않도록 하여야 한다. 또, 증기의 맥동 때문에 보일러에 진동을 일으킬 우려가 있을 경우에는 증기 리시버를 설치해야 한다.

### 11.7 급수관의 최소두께

급수관의 최소두께는 11.4항의 식에 따른다. 다만, $P$는 다음과 같이 하고, 0.7 MPa{7 kgf/㎠}미만인 경우는 0.7 MPa{7 kgf/㎠}로 한다.

(1) 보일러 본체로부터 급수 체크밸브까지의 사이에서는 보일러 최고사용압력의 1.25배 또는 보일러의 최고사용압력에 1.5 MPa{15 kgf/㎠}를 더한 압력 중, 작은 쪽의 압력. 다만, 관류보일러에서는 보일러 입구의 최고사용압력으로 한다.

(2) 보일러의 급수 체크밸브로부터 그 급수관에 부착한 스톱밸브 또는 가감 밸브사이 (바이패스가 있는 경우는 이것을 포함한다)에서는 급수에 지장 없는 압력

### 11.8 급수관의 최소치수

급수관의 최소치수는 <표 11.5>에 따른다.

**<표 11.5> 급수관의 최소치수**

| 전열면적 | 급수관의 최소치수 |
|---|---|
| 10 ㎡ 이하 | 바깥지름 20 ㎜ |
| 10 ㎡를 초과하는 것 | 바깥지름 25 ㎜ |

### 11.9 분출관의 최소두께

보일러 본체로부터 분출밸브 (분출밸브가 2개 있는 경우에는 보일러로부터 먼 것)까지의 분출관의 최소두께는 11.4항의 식에 따른다. 다만, $P$는 보일러 최고사용압력의 1.25배 또는 보일러 최고 사용압력에 1.5 MPa{15 kgf/㎠}를 더한 압력 중 작은 쪽의 압력으로 하고, 0.7 MPa{7 kgf/㎠} 미만인 경우는 0.7 MPa{7 kgf/㎠}로 한다.

### 11.10 분출관의 치수

(1) 보일러의 밑부에 부착하는 분출관(주물인 경우는 분출밸브에 부착되는 부분의 치수)의 크기는 <표 11.6>에 따른다.

<표 11.6> 분출관의 치수

| 전열면적 | 분출관의 치수 |
|---|---|
| 10 ㎡ 이하 | 바깥지름 20 ㎜ 이상 70 ㎜ 이하 |
| 10 ㎡를 초과하는 것 | 바깥지름 25 ㎜ 이상 70 ㎜ 이하 |

(2) 표면 분출관 장치용 관은 바깥지름 80 ㎜이하로 하고, 보일러 내관과 외관을 따로따로 본체로부터 떼어낼 수 있도록 부착하여야 한다.

## 11.11 절탄기용 주철관의 최소두께

절탄기용 주철관의 최소두께는 다음 식에 따른다.

$$t = \frac{PD}{2\sigma_a - 1.2P} + \alpha \quad \left\{ t = \frac{PD}{200\sigma_a - 1.2P} + \alpha \right\}$$

여기에서 $t$ : 주철관의 최소두께(㎜)

$P$ : 급수에 지장이 없는 압력 또는 릴리프밸브의 분출압력(MPa){kgf/㎠}

$D$ : 주철관의 안지름(㎜)

$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

$\alpha$ : 핀을 부착하지 않는 것 …… 4 ㎜, 핀을 부착한 것 …… 2 ㎜

## 11.12 원통형 헤더의 강도

원통형 헤더의 강도는 4.2항에 따른다. 다만, 부속설비로서의 절탄기용인 경우는 $P$는 급수에 지장없는 압력으로 한다.

## 11.13 직사각형 헤더

단면이 직사각형인 헤더는 다음에 따른다.

(1) 사각형 단면 구석에서의 내면 굽음의 반지름은 헤더 두께의 1/3 보다 크게 하고, 8 ㎜ 이상으로 하여야 한다.

(2) 직관부의 최소두께는 다음의 A식 및 B식에 의해 구한 값 중에서 큰 쪽을 취한다. 다만, 내면의 굽음 반지름이 $\frac{m}{5}$ 이상일 때는 이것에서 10 %를 뺄 수 있다.

$$A\text{ 식 : } t = \frac{P}{2\sigma_a} \cdot \frac{n}{\eta_1} + \sqrt{\frac{4.5b}{\eta_2} \cdot \frac{P}{\sigma_a}} \quad \left\{ t = \frac{P}{200\sigma_a} \cdot \frac{n}{\eta_1} + \sqrt{\frac{4.5b}{\eta_2} \cdot \frac{P}{100\sigma_a}} \right\}$$

$$B\text{ 식 : } t = \frac{Pn}{2\sigma_a} + \sqrt{\frac{1.5P}{\sigma_a}(m^2 - mn + n^2)} \quad \left\{ t = \frac{Pn}{200\sigma_a} + \sqrt{\frac{1.5P}{100\sigma_a}(m^2 - mn + n^2)} \right\}$$

여기에서 $\eta_1 = \frac{p_1 - d}{p_1}$

모양 및 치수가 동일한 구멍이 동일선 위에 있을 경우 $\eta_2$는 다음 식에 따른다.

$\eta_2 = 1 - \frac{d}{p_1} + \frac{hd}{3m\,p_1}$ 타원형 구멍, 원형구멍인 경우 및 직사각형 구멍에서 $\frac{h}{2m} \le 0.6$인 경우

$\eta_2 = 1 - 0.2\frac{d}{p_1} - \frac{hd}{3m\,p_1}$ 직사각형 구멍에서 $\frac{h}{2m} > 0.6$인 경우

$b = ma - \frac{1}{2}a^2 - \frac{1}{3} \cdot \frac{m^3 + n^3}{m+n}$ (절대치를 취한다)

여기에서 $t$ : 구멍이 있는 쪽의 두께(㎜)

$P$ : 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}. 다만, 부속설비로서의 절탄기용인 경우에는 급수에 지장이 없는 압력

$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

$2m$ : [그림 11.1]에 표시하는 안쪽치수 나비(㎜)

$2n$ : [그림 11.1]에 표시하는 안쪽치수 나비(㎜)

$a$ : 구멍의 중심과 안쪽면의 거리(㎜)

$d$ : 헤더의 길이방향으로 측정한 구멍의 나비(㎜)[그림 11.2]

$h$ : 헤더의 길이방향에 직각으로 측정한 구멍의 나비(㎜)[그림 11.2]

$p_1$ : 구멍의 길이방향 피치(㎜)이며, 구멍의 피치가 불균일 할때는 그 평균치를 취한다. 구멍이 경사지게 설치된 경우는 길이방향 또는 경사방향의 피치 중, 작은쪽을 취한다. 다만, 경사방향의 피치를 취하였을 경우는 $b$의 값에 $\cos\alpha$를 곱하여 계산한다[그림 11.4].

모양 및 치수가 다른 구멍이 동일선 위에 있을 경우는 $\eta_2$는 다음 식에 따른다[그림 11.3].

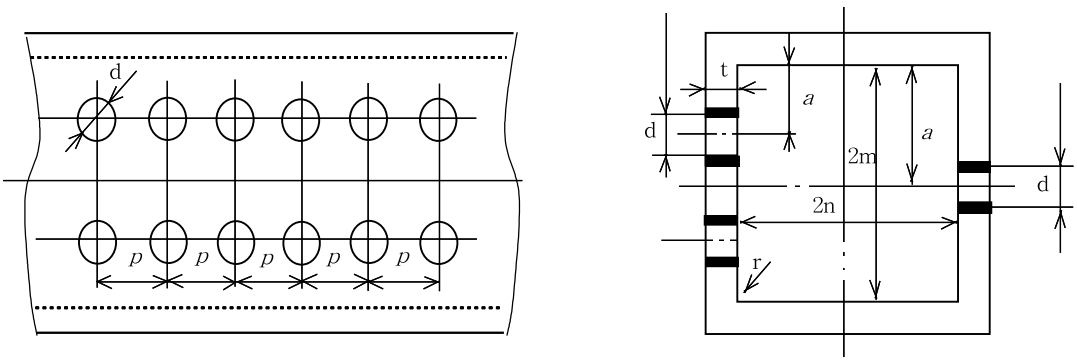
$\eta_2 = A + \frac{2}{3}B$ ($C \le 0.6$인 경우)

$\eta_2 = 0.8 + 0.2A - \frac{2}{3}B$ ($C > 0.6$인 경우)

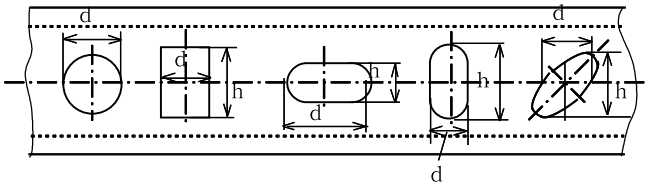
$A = \frac{p_1 - d}{p_1}$의 평균치

$B = \frac{hd}{2m\,p_1}$의 평균치

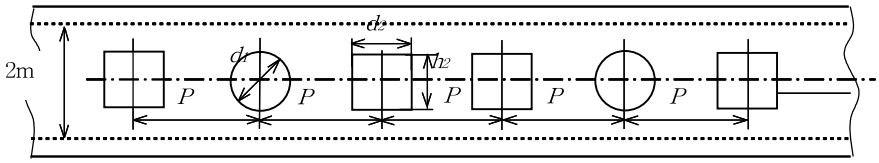
$C = \frac{h}{2m}$의 평균치



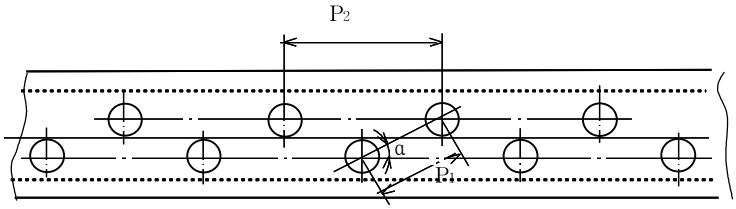

[그림 11.1] 직사각형 헤더




[그림 11.2] 헤더 구멍의 치수




[그림 11.3] 헤더 구멍의 치수 및 피치




[그림 11.4] 헤더 구멍의 피치

(3) 구멍이 없는 경우에는 (2)의 B식에 따른다.

(4) 파형 헤더의 파형부 구멍이 있는 쪽 두께의 최소는 (2)의 A및 B식에서 $\sigma_a$를 직선관인 경우의 4/3 배로 하여 구한 값 중, 큰 쪽을 취한다.

(5) 길이가 나비의 5배 이하일 때는 5.8항 및 5.9항에 따른다.

## 11.14 관부착대의 강도

관부착대의 원통부분 최소두께는 4.2항의 식에 따라 계산하고, 또한 관부착대에 걸리는 다른 외력에 대하여 충분히 고려하여 구해야 한다.

최고사용압력은 관부착대가 부착되는 동체의 최고사용압력 이상으로 한다. 다만, 급수관, 분출관을 부착하는 관부착대인 경우는 동체의 최고사용압력의 1.25배 이상으로 한다.

또한, 보강을 요하는 구멍에 부착하는 관부착대의 두께는 다음에 표시하는 값 중, 작은 쪽보다 작게 해서는 안된다.

(1) 동체 또는 경판의 두께

(2) 최고사용압력 4.2 ㎫{42 ㎏f/㎠}로 하여 계산한 관부착대의 최소두께
또, 어떠한 경우에도 관부착대의 두께는 주강인 경우에는 8 ㎜, 주철인 경우에는 11 ㎜ 보다 작게 해서는 안된다.

## 11.15 플랜지

볼트로 조인 플랜지는 KS B 1511(철강제 관 플랜지의 기본 치수 및 치수 허용차) 및 KS B 1503(강제 용접식 관 플랜지)에 규정하는 것이어야 한다. 다만, 안전상 필요한 강도를 가진 플랜지에 대해서는 이에 한하지 않는다.

### 11.16 꽂음 용접이음

밸브 그 밖의 부속품과 관의 꽂음 용접이음은 관의 바깥지름이 90 ㎜ 이하이며 꽂음길이가 10 ㎜ 이상, 꽂아지는 부분의 두께가 관 두께의 1.25배 이상이며 필렛용접의 실제 목두께가 관 두께 이상인 경우에는 용접부가 연소가스에 접촉되지 않는 한 용접해도 좋다.

### 11.17 관, 관부착대 등의 부착

관, 관부착대 또는 보강재 등을 동체, 경판 또는 헤더 등에 부착하는 경우는 다음에 따른다.

(1) 용접에 의할 경우

용접에 의할 경우는 12.2.6항에 따른다.

(2) 스터드 볼트에 의할 경우

스터드 볼트에 의한 부착인 경우에는 동체에 적당히 부착된 판 또는 부착물 등의 표면은 기계 다듬질한 평평한 면이어야 한다. 나사 아래구멍의 깊이는 판 두께의 3/4 이하이어야 한다.

다만, 이 경우 받침판을 댐으로써 필요 최소두께를 유지하도록 하려면 이에 한하지 않는다.

또, 나사박음 길이는 스터드 볼트의 지름보다 작아서는 안된다.

(3) 나사에 의한 경우

관 그 밖의 이에 유사한 것을 나사로 부착하는 경우의 나사는 KS B 0222(관용 테이퍼나사)의 규정에 적합하여야 한다. 다만, 이 경우, 관은 동체판의 만곡을 고려하여 <표 11.7>에 표시하는 최소 나사산 수만큼 물려 있어야 한다. <표 11.7>에 표시하는 값에 의하여 필요로 하는 판의 두께, 나사산 수 등을 보충하기 위하여 또는 필요에 따라 보강을 보충하기 위하여 적당한 받침판, 부착물 등을 동체판에 댈 수 있다. 최고사용압력이 0.7 ㎫{7 kgf/㎠} 이상인 경우에는 바깥지름 90 ㎜ 이상의 나사이음은 사용해서는 안된다. 다만, 검사구멍 등의 나사 플러그나 나사박음 뚜껑은 이에 한하지 않는다.

**<표 11.7> 나사박음으로 부착하는 경우의 판의 최소두께**

| 관의 바깥지름(㎜) | 나사산 수 | 판의 최소두께(㎜) |
|---|---|---|
| 21.7, 27.2 | 4 | 11 |
| 34, 42.7, 48.6 | 5 | 16 |
| 60.5 | 6 | 18 |
| 76.3, 101.6 | 8 | 26 |
| 114.3, 139.8, 165.2 | 10 | 32 |
| 216.3 | 12 | 39 |
| 267.4 | 13 | 42 |
| 318.5 | 14 | 46 |

(4) 롤확관에 의한 경우

바깥지름 150 ㎜ 이하인 관은 13.9항 또는 13.10항의 방법으로 롤확관에 의하여 부착할 수 있다.

### 11.18 관부착대의 부착 강도

관부착대를 동체 또는 경판에 부착하는 강도는 관부착대, 플랜지의 코킹 또는 누설방지 용접을 하는 바깥둘레(플랜지의 바깥쪽에서 코킹하는 경우는 플랜지의 바깥지름. 안쪽에서 코킹하는 경우는 안지름) 내의 면적에 최고사용압력을 곱한 인장력에 대해서 견디는 것으로 하고, 그 부착강도는 12.2.6항에 따른다.

## 제12장 용 접

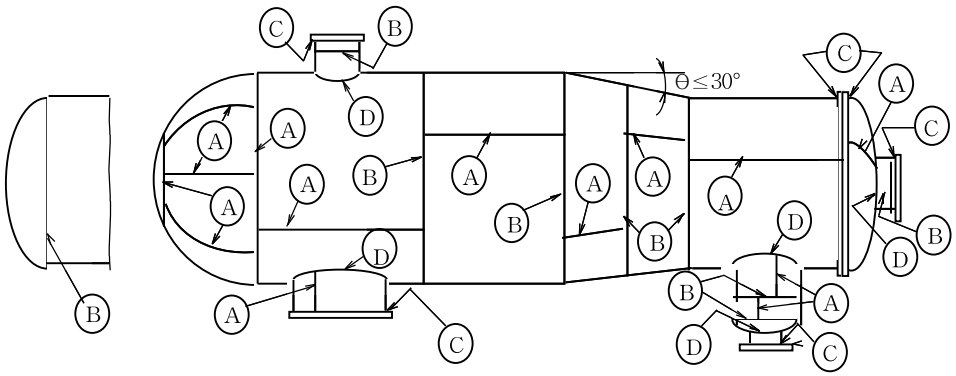
### 12.1 용접규정의 적용범위

이 규정은 보일러 및 부속설비의 압력을 받는 부분의 용접에 대하여 적용한다. 다만, 압축응력만이 생기는 부분의 용접에 대해서는 이에 한하지 않는다.

### 12.2 용접설계 일반

#### 12.2.1 용접이음의 위치에 따른 분류

보일러 및 부속설비의 압력을 받는 부분의 용접이음은 이음의 위치에 따라 다음의 A, B, C 및 D로 분류하며, 그 대표적인 것을 [그림 12.1]에 표시한다.




[그림 12.1] 용접이음의 위치에 따른 분류

(1) 분류 A

압력을 받는 부분의 모든 길이방향 이음, 각종 경판 내에 있는 모든 이음 또는 각형 용기의 옆 평판내에 있는 모든 이음 및 전반구형 경판을 동체 등에 부착하는 둘레이음을 말한다.

(2) 분류 B

압력을 받는 부분의 모든 둘레이음을 말하며, 관부착대를 원뿔형 경판의 작은지름 끝에 부착하는 용접이음을 포함한다. 다만, 분류 A, C 및 D에 규정되는 것을 제외한다.

(3) 분 류 C

플랜지, 스터브 앤드(판스톤 랩) 관판 또는 평경판을 동체, 관부착대 등에 부착하는 용접이음 및 각형 용기의 측면 평판을 다른 측면 평판에 부착하는 용접이음을 말한다.

(4) 분류 D

돔, 섬프, 맨홀, 관부착대 등을 동체 또는 경판 등에 부착하는 용접이음 및 관부착대 등을 돔, 섬프 등에 부착하는 용접이음을 말한다.

### 12.2.2 용접이음의 종류와 그 사용범위

용접이음의 종류와 그 사용범위는 <표 12.1>에 따른다

**<표 12.1> 용접이음의 종류와 그 사용범위**

| 분류번호 | 이음의 종류 | 사용범위 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| (1) | 맞대기 양쪽용접 또는 이와 동등 이상인 것으로 간주되는 맞대기 한쪽 용접 | 제한없음 | 동등 이상인 것으로 간주되는 것은 다음의 것을 말한다.<br>(1) 뒷대기판을 사용하는 방법 이외의 방법으로 충분히 용입되어 뒤쪽 표면이 매끄러운 것<br>(2) 뒷대기판을 사용하여 용접한 다음 이것을 제거하고, 한면으로 다듬질한 것 |
| (2) | 뒷대기판을 사용한 맞대기 한쪽 용접에서 뒷대기판을 남기는 이음 | 제한없음 | |
| (3) | (1), (2) 이외의 맞대기 한쪽용접 이음 | 실제두께 16 ㎜ 이하이고, 바깥지름 610 ㎜ 이하인 B 이음 | |
| (4) | 양쪽 전체두께 필렛 겹치기 용접이음 | (a) 실제두께 16 ㎜ 이하인 B 이음<br>(b) 기타 돔, 관부착대, 보강재, 그밖에 이것과 유사한 것 | |
| (5) | 한쪽 전체두께 필렛 겹치기 용접이음 | (a) 실제두께 16 ㎜ 이하이고, 볼록면에 압력을 받는 경판과 동체 안쪽의 필렛용접<br>(b) 실제의 바깥지름 610 ㎜ 이하의 동체에 부착하는 경판의 플랜지의 바깥쪽 필렛에서 다리길이 6 ㎜ 이하인 것, 그밖에 이와 유사한 것 | |
| (6) | T형 용접이음 | C 및 D 이음<br>(돔, 관부착대, 보강재, 그밖에 이것과 유사한 것) | |

### 12.2.3 용접이음의 효율

계산에 사용하는 용접이음의 효율은 <표 12.2>에 따른다.

**<표 12.2> 용접이음의 효율**

| 분류 번호 | 이음의 종류 | | 용접이음의 효율 % | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 방사선 검사를 하는 것 | 방사선 검사를 하지 않는 것 |
| (1) | 맞대기 양쪽 용접 또는 이것과 동등하다고 간주되는 맞대기 한쪽 용접 이음 | 살돋움을 충분히 깍는다. | 100 | 70 |
| | | 살돋움을 가볍게 깍든가 또는 깍지 않는다. | 95 | |
| (2) | 뒷대기판 쇠를 사용한 맞대기 한쪽 용접이음에서 받침쇠를 남기는 경우 | | 90 | 65 |
| (3) | (1), (2) 이외는 맞대기 한쪽 용접이음 | | 80 | 60 |
| (4) | 양쪽 전체두께 필렛 겹침 용접이음 | | - | 55 |
| (5) | 한쪽 전체두께 필렛 겹침 용접이음 | | - | 45 |

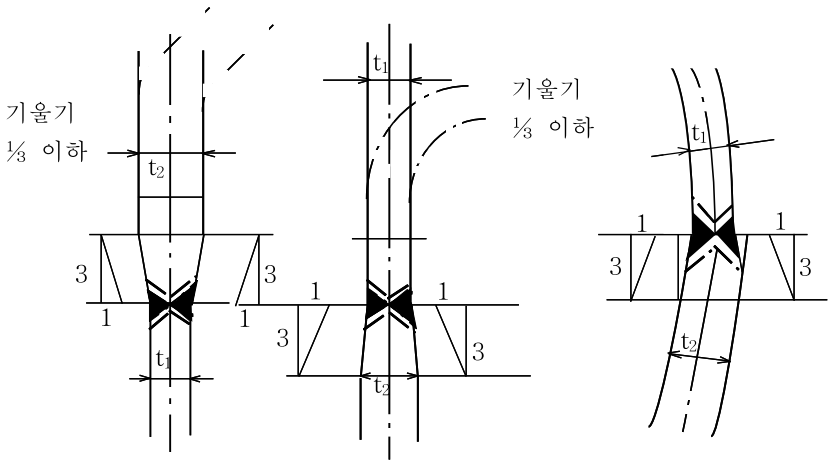
### 12.2.4 맞대기 용접이음의 그루브

#### 12.2.4.1 두께가 다른 판의 기울기

두께가 다른 판을 맞대기 이음할 때에는 [그림 12.2]에서 표시한 기울기어야 한다.

중심선이 일치할 경우

(a) 길이 이음

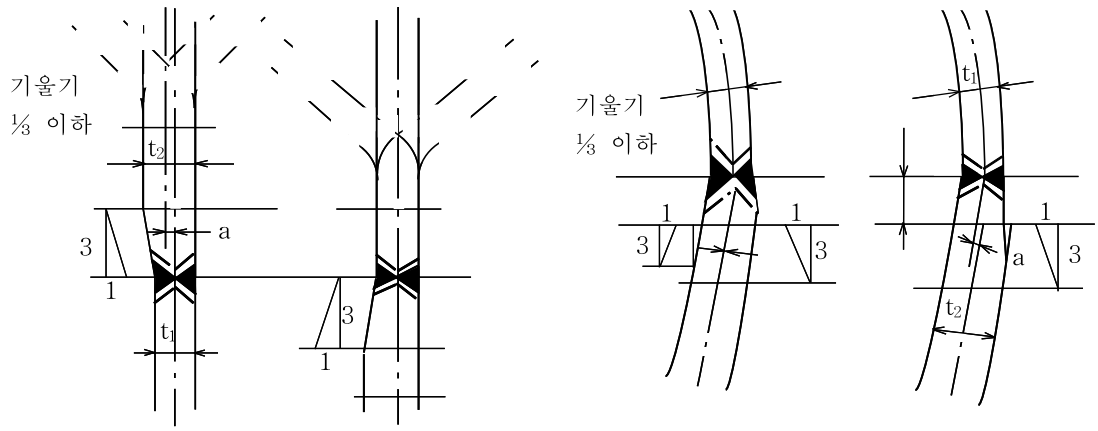



**[그림 12.2] 두께가 다른 판의 기울기 (계속)**

중심선이 일치하지 않을 경우

(b) 둘레 이음

(c) 길이 이음




[그림 12.2] 두께가 다른 판의 기울기

12.2.4.2 부착물 제거

(1) 그루브면 및 그 부근의 필요한 부분은 용접에 앞서 수분, 도료, 유지, 먼지, 해로운 녹, 용융찌꺼기, 그 밖의 해로운 이물을 제거한다.
(2) 가스 절단한 단면을 용접하는 경우에는 그루브를 다듬질하고 슬래그 등의 해로운 부착물을 제거하여야 한다.

12.2.4.3 맞대기 용접이음 면의 어긋남

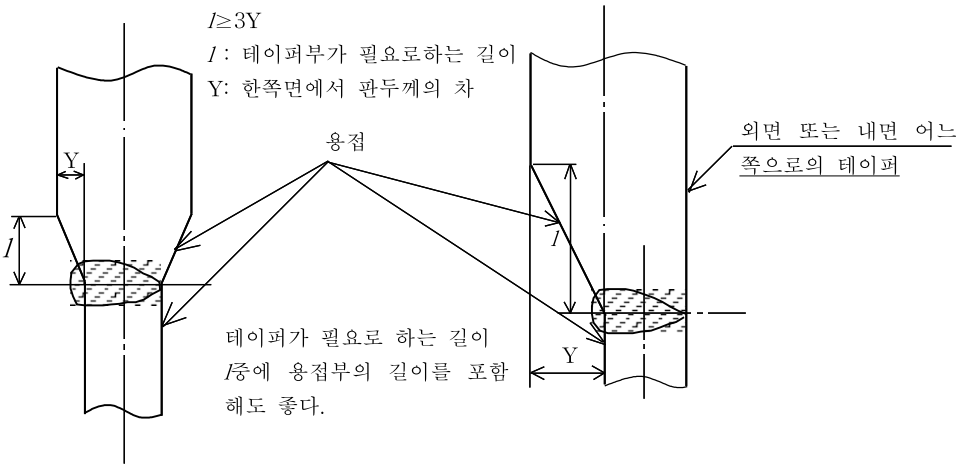
맞대기 이음에서 이음면의 어긋남은 다음 각 호의 값을 초과해서는 안된다.

(1) 길이이음은 판두께의 5 % (판의 두께가 20 ㎜ 이하일 때는 1 ㎜, 판의 두께가 60 ㎜ 이상일 때는 3 ㎜)
(2) 둘레이음은 판두께의 10 % (판의 두께가 15 ㎜ 이하일 때는 1.5 ㎜, 판의 두께가 60 ㎜ 이상일 때는 6 ㎜)
(3) 구형 동체의 이음, 경판 내의 이음 및 전반구형 경판과 동체의 이음은 길이방향 이음의 값으로 한다.

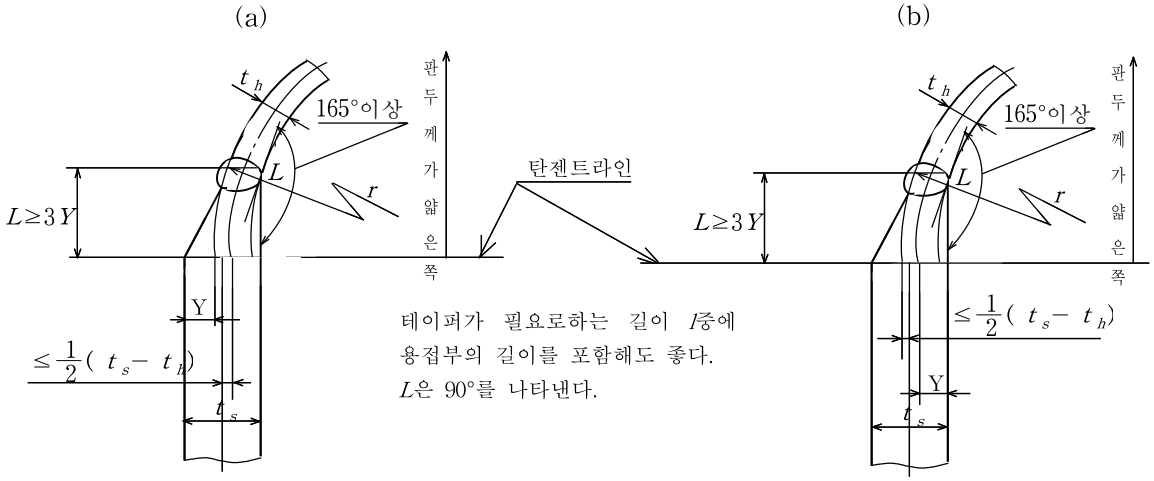
12.2.4.4 두께가 다른 판의 맞대기용접

두께가 다른 판의 맞대기용접을 하는 경우에는 [그림 12.3]에 따른다.

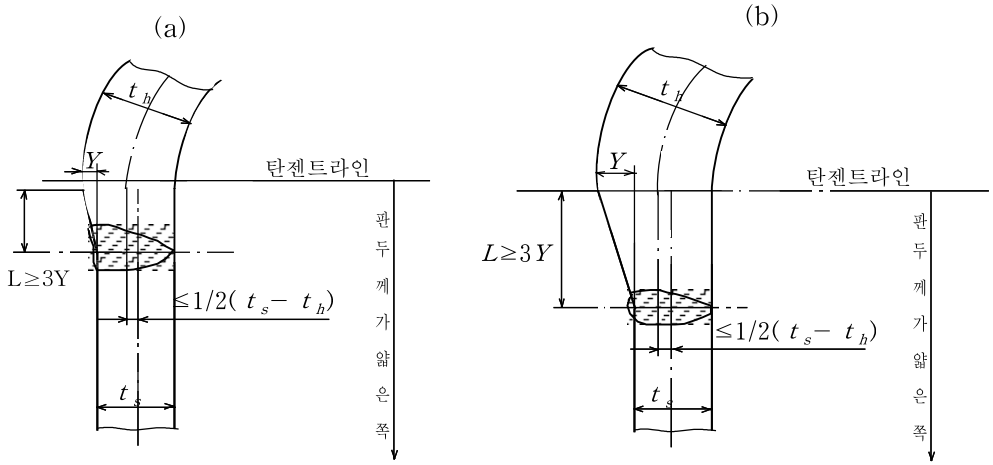
(A) 두께가 다른 판의 맞대기 용접




(B) 반구형 경판과 동체의 맞대기 용접




(C) 두께가 다른 경판과 동체의 맞대기 용접




**[그림 12.3] 두께가 다른 판의 맞대기용접**

12.2.4.5 그루브 가공

(1) 맞대기용접은 용접방법에 따라서 그루브를 만들어야 한다.

(2) 그루브는 자동용접이 아닌 경우는 판의 두께에 따라서 원칙적으로 <표 12.3>과 같아야 한다. 다만, 헤더 및 이에 유사한 것은 U자형 대신 V자 형으로 할 수 있다.

**<표 12.3> 판의 두께에 따른 그루브의 형상**

| 판의 두께 | 그루브의 형상 |
|---|---|
| 6 ㎜ 이상 16 ㎜ 이하 | V형, R형 또는 J형 |
| 12 ㎜ 이상 38 ㎜ 이하 | X형, K형, 양면 J형 또는 U형 |
| 19 ㎜ 이상 | H형 |

### 12.2.5 양쪽 전체두께 필렛 겹침용접

양쪽 전체두께 필렛 겹침용접은 다음에 따른다.

(1) 양쪽 전체두께 필렛 겹침용접을 하는 경우에는 판의 겹침부를 판 두께의 4배 이상(최소 25 ㎜)으로 하여야 한다.
(2) (1)의 경우에서 판의 두께가 다를 경우에는 얇은 쪽의 판 두께를 취한다.

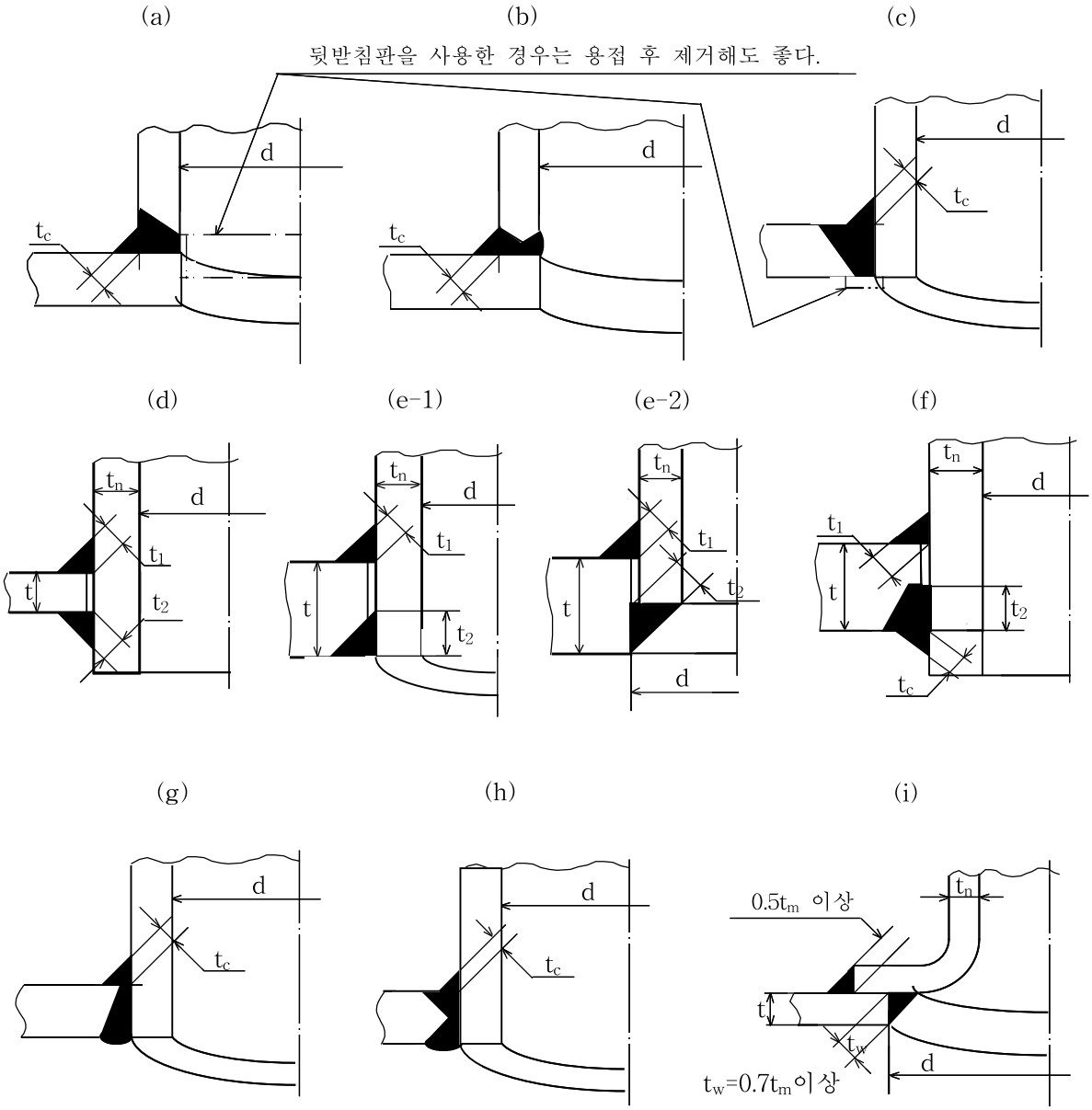
### 12.2.6 관부착대, 보강재 등의 용접

관부착대, 보강재 그 밖에 이와 유사한 것을 동체 또는 경판에 부착하는 경우의 용접은 다음에 따른다.

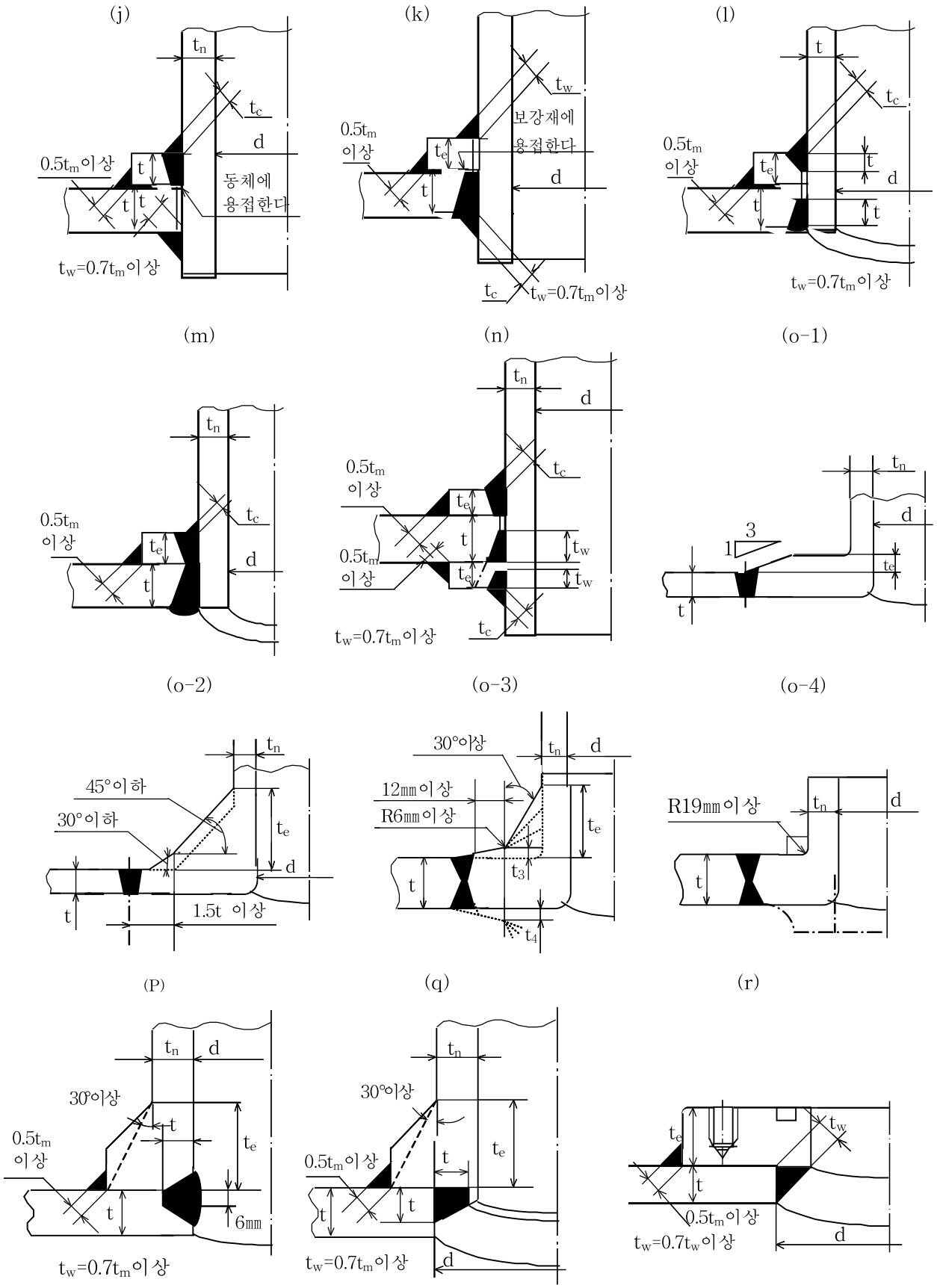
(1) 관부착대, 보강재 그 밖에 이들과 유사한 것을 동체 또는 경판에 부착하는 경우의 용접은 원칙적으로 [그림 12.4]에 따른다. 이 그림에서 $t_c$, $t_m$, $t_1$ 및 $t_2$는 각각 다음에 표시하는 값 이상으로 한다.
 (a) $t_c$는 $0.7\,t_m$으로 한다. 다만, 이 값이 6 ㎜ 이상일 때는 6 ㎜로 한다.(관부착대가 동체 또는 경판의 안쪽면보다도 돌출하여 그 돌출부 주위에 가볍게 필렛용접을 하는 것으로서 돌출부가 짧을 때는 $t_c$의 치수를 다시 단축하여도 지장이 없다)
 (b) $t_m$은 용접되는 $t$, $t_n$ 또는 $t_e$중 작은 쪽의 값(그 값이 20 ㎜를 초과할 때는 20 ㎜)을 취한다.
 (C) $t_1$ 및 $t_2$는 6 ㎜나 $0.7\,t_m$중 어느 작은 쪽의 값 이상으로 하고, 또한 $t_1$과 $t_2$의 합은 $t_m$의 1.25배 이상으로 한다.
(2) 용접부의 강도는 해당 단면에 대한 모재의 허용인장응력에 <표 12.4>에 표시하는 상수를 곱하여 산정한다.

<표 12.4> 허용인장응력에 곱하는 상수

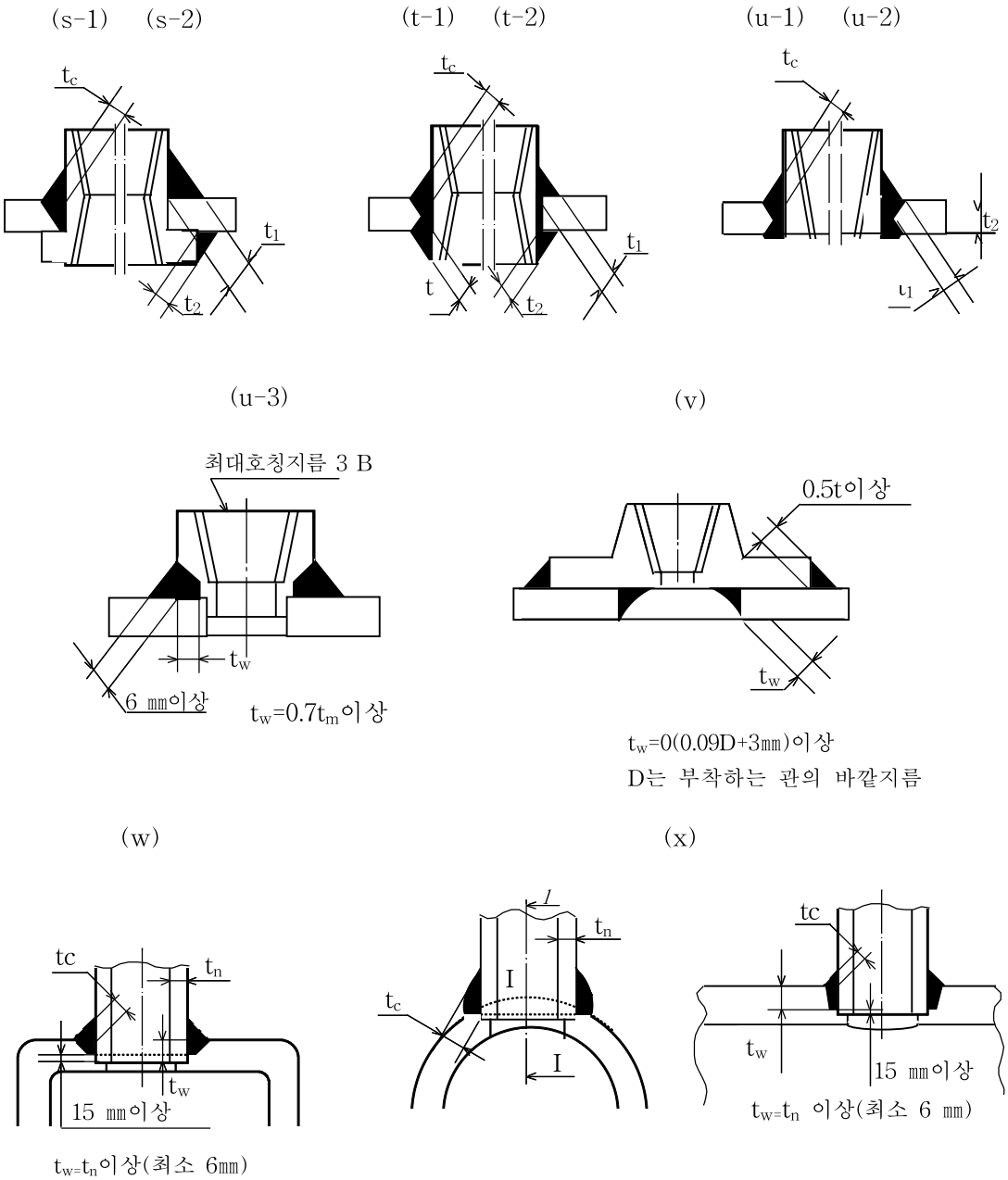
| 용접후열처리의 유무 | 관부착대의 전단 | 맞대기용접 | | 필렛용접 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 인 장 | 전단 | 인 장 | 전단 |
| 용접후열처리를 하였을 때 | 0.70 | 0.74 | 0.60 | 0.61 | 0.49 |
| 용접후열처리를 하지 않을 때 | 0.70 | 0.70 | 0.56 | 0.58 | 0.46 |




[그림 12.4] 관 부착대, 보강재 등의 용접(계속)




[그림 12.4] 관 부착대, 보강재 등의 용접(계속)




**[그림 12.4] 관 부착대, 보강재 등의 용접**

비 고 : 그림 중의 기호의 뜻은 다음과 같다.

$t$ : 동체, 경판의 실제두께(㎜)

$t_n$ : 관부착대 벽의 실제두께(㎜)

$t_c$, $t_1$, $t_2$ : 필렛용접의 목두께(㎜)

### 12.2.7 관류의 둘레이음 용접

연관, 수관, 과열관, 그 밖의 관 및 관모양 헤더의 둘레이음은 다음의 규정에 따라 용접할 수 있다.

(1) 이음은 양쪽 맞대기용접 또는 이와 동등하다고 간주되는 한쪽 맞대기용접으로 한다.

(2) 용접부는 용접후열처리를 한다. 다만, 다음의 것은 용접후열처리할 필요가 없다.

(a) 탄소강으로 호칭두께 19 ㎜ 이하인 것 및 몰리브덴강(탄소 함유량이 0.25 %이하이고, 몰리브덴 함유량이 0.65 %이하인 것에 한한다)으로서 호칭두께 13 ㎜ 이하인 것

(b) 크롬몰리브덴강(크롬 함유량이 3 % 이하인 것에 한한다)으로서 바깥지름 115 ㎜ 이하, 두께 13 ㎜ 이하 또한 용접하는 경우에 있어서의 예열온도 393 K{120 ℃} 이상인 것

(3) 별도로 규정이 있는 것 및 다음의 것에는 방사선 검사를 필요로 하지 않는다.

(a) 723 K{450 ℃}이상의 연소가스에 접촉하지 않는 것 및 증기용에서는 바깥지름 410 ㎜ 이하이고 두께 41 ㎜ 이하, 물을 사용하는 것에서는 바깥지름 275 ㎜ 이하이고 두께 29 ㎜ 이하인 것

(b) 723 K{450 ℃} 이상의 연소가스에 접촉하지만 화로로부터의 복사를 받지 않는 것으로서 바깥지름 170 ㎜ 이하이고, 두께 19 ㎜ 이하인 것

(c) 723 K{450 ℃} 이상의 연소가스에 접촉하고 화로로부터의 방사를 받는 것으로서 바깥지름 115 ㎜ 이하, 두께 13 ㎜ 이하인 것

비 고 : 수관 보일러에서는 화염쪽에서 5열째까지의 수관은 방사를 받는 것으로 간주한다.

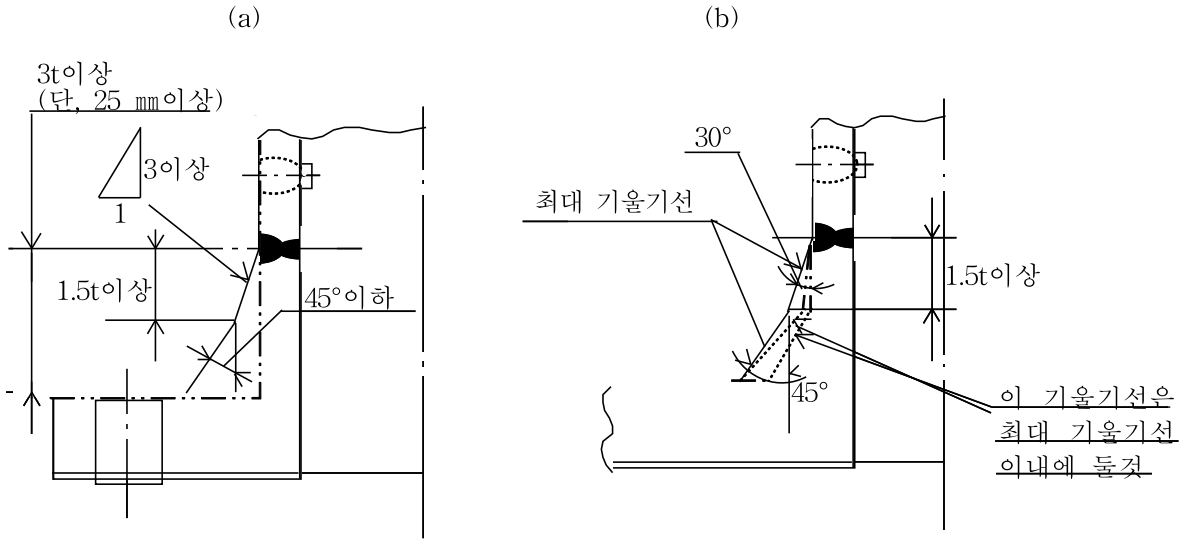
(4) 밸브 그 밖의 부속품과 관의 꽂음 용접이음은 11.16항에 따른다.

### 12.2.8 플랜지 등의 용접

플랜지 등의 용접은 다음에 따른다.

(1) 플랜지를 관, 관부착대 등에 용접으로 부착하는 경우에는 KS B 1503(강제 용접식 관 플랜지)의 규정에 따른다. 다만, 맞대기용접이음으로 하는 경우에는 [그림 12.5] (a)에 따르며, 이들 용접 그루브의 두께는 상대쪽 관의 두께 이상이며, 그 115 % 이하이어야 한다.

(2) 밸브 또는 관이음 부품을 관, 관부착대에 용접으로 부착하는 경우에는 [그림 12.5] (b)에 따른다.



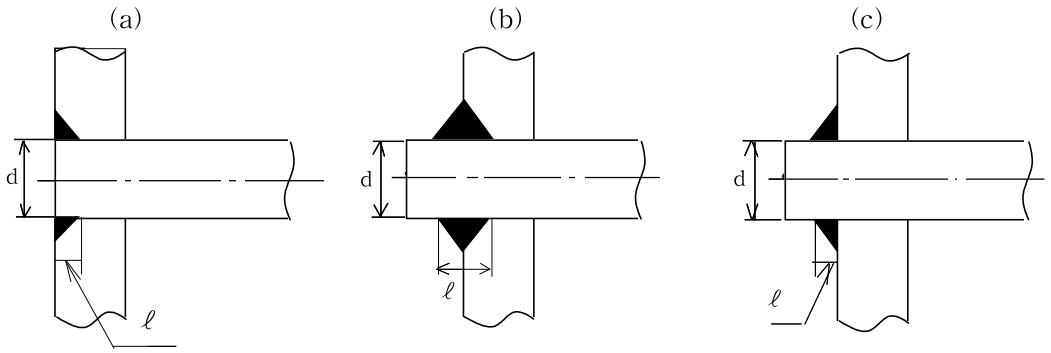

t : 관의 계산상 필요한 두께(㎜)

[그림 12.5] 플랜지 등의 용접

### 12.2.9 스테이의 용접에 의한 부착

스테이의 용접에 의한 부착은 다음에 따른다.

(1) 스테이재료의 탄소 함유량은 0.35 % 이하로 한다.
(2) 봉스테이 또는 관스테이를 용접으로 부착하는 경우는 다음에 따른다.
 (a) 스테이를 판의 구멍에 삽입하여 그 주위를 용접하며, 또한 스테이의 축에 평행하게 전단력이 작용하는 면을 스테이가 필요한 단면적의 1.25배 이상으로 한다[그림 12.6].
 (b) 용접의 다리길이 등(그림의 *l* 치수)은 봉스테이인 경우는 10 ㎜ 이상으로 하고, 관스테이인 경우는 4 ㎜ 이상으로 하며, 또한 관의 두께 이상으로 한다[그림 12.6].
 (c) 스테이의 끝은 판의 외면보다 안쪽에 있어서는 안된다.
 (d) 스테이의 끝은 화염에 접촉하는 판의 바깥으로 10 ㎜를 초과하여 돌출해서는 안된다.
 (e) 관스테이의 두께는 4 ㎜ 이상으로 한다.
 (f) 관스테이는 용접하기 전에 가볍게 롤확관한다.
(3) 경사스테이는 다음과 같이 동체의 내면에 필렛용접을 할 수 있으나, 경판의 내면에 필렛용접을 해서는 안된다.
 (a) 필렛용접의 다리길이는 10 ㎜ 이상으로 한다.
 (b) 스테이가 용접되는 부분의 단면적 및 동체축에 평행하게 측정한 목두께부의 단면적은 스테이가 필요한 단면적의 1.25배 이상으로 한다.
 (c) 용접은 스테이 부착부의 전체 둘레에 걸쳐서 하여야 한다.
 (d) (2)의 (b)~(d)는 경사스테이인 경우에도 준용한다.
(4) 스테이의 길이방향 중심선 또는 그 연장이 동체의 안쪽면과 교차하는 점은 스테이가 동체의 안쪽면에 용접되어 있는 용접선으로 둘러 쌓인 면적 안에 있어야 한다.
(5) 가셋트스테이를 용접으로 부착할 경우는 다음에 따른다.
 (a) 경판과의 부착은 K형 용접 또는 V형 용접으로 한다.
 (b) 동체판과의 부착은 K형 용접, V형 용접 또는 양쪽 필렛용접으로 한다.
 (c) 경판과의 부착부 아래의 끝과 노통 사이에는 충분한 완충폭이 있어야 한다.
(6) 스테이의 용접부에 대해서는 방사선 검사가 필요 없으며, 관스테이를 부착하는 용접부의 목두께가 6.5 ㎜ 미만인 경우 또는 관스테이가 연속되고 있지 않은 경우에 용접후열처리는 필요로 하지 않는다.




[그림 12.6] 봉스테이, 관스테이 등의 용접

$\pi dl \geq 1.25S$

여기에서 $S$ : 스테이의 계산상 필요한 최소 단면적(㎟)

$d$ : 스테이의 실제지름(㎜)

$l$ : 다리길이 등(㎜)

### 12.2.10 부착물의 용접

부착물의 용접은 다음에 따른다.

(1) 압력이 작용하지 않는 것의 부착은 단속용접 또는 용접후열처리를 하는 연속용접으로 할 수 있다. 다만, 용접후열처리는 본체가 이것을 필요로 하지 않을 경우에는 하지 않아도 좋다.

(2) 단속용접의 방법은 다음에 따른다.

(a) 단속용접의 비드 길이는 75 ㎜ 이하로 한다.

(b) 노통 등 외압동체의 보강링을 단속 용접하는 경우에는 비드의 간격을 동체판 두께의 8배 이하로 하고, 또한 1 용접선에 대한 비드의 합계 길이를 동체 바깥둘레의 1/2 이상으로 한다.

## 12.3 용접 시공자의 자격조건

용접으로 보일러를 제조하는 경우, 용접 시공자는 다음의 각 조건을 갖추어야 한다.

(1) 용접사는 자격있는 용접사일 것

## 12.4 용접 재료

용접재료는 모재 및 용접법에 적합한 다음 규격의 것 또는 이들과 동등 이상의 성능을 가진 것이어야 한다.

(1) KS D 7004 (연강용 피복 아크 용접봉)

(2) KS D 7005 (연강용 가스 용접봉)

(3) KS D 7006 (고장력 강용 피복 아크 용접봉)

(4) KS D 7014 (스테인리스강 피복 아크 용접봉)

(5) KS D 7022 (몰리브덴강 및 크롬 몰리브덴강 피복 아크 용접봉)

(6) KS D 7025 (연강 및 고장력강 마그용 용접 솔리드 와이어)

(7) KS D 7029 (티그 용접용 텅스텐 전극봉)

(8) KS D 7131 (스테인리스강 서브머지드 아크용접솔리드 와이어 및 플럭스)

### 12.5 용접 시공

용접시공은 다음에 따른다.

(1) 용접시공은 12.3항의 자격요건을 갖춘 용접사가 시공하고, 그 용접시공 요령서를 작성하여야 한다.
(2) 용접방법은 모재의 종류 및 판 두께에 적합한 것으로서 용접시공 요령서에 따른다.
(3) 동체, 경판 등의 용접은 원칙적으로 하향 용접이어야 한다. 다만, 수선을 할 때의 용접, 하향용접이 곤란한 경우에는 이에 한하지 않는다.
(4) 이음 내의 임시붙임은 원칙적으로 본 용접을 하기 전에 깎아내고, 부득이 본 용접에 포함될 경우에는 초기층에 적용할 수 있는 용접방법, 용접재료 및 용접사에 의하여 한다.
지그 등의 부착용접은 모재에 결함, 그 밖의 해로운 영향을 주지 않는 부착위치, 용접방법, 용접재료 및 용접조건을 고려한다.
(5) 예열은 필요에 따라 용접시공 요령서에 따른다.
(6) 맞대기 양쪽용접을 할 때에는 한쪽으로부터 용접하고 다음에 다른 쪽으로부터 용접을 하기 전에 그 루브 밑부의 결함을 완전히 제거해야 한다. 다만, 자동용접 등과 같이 용입이 깊은 용접방법을 사용할 때에는 용접시공 요령서에 따라 뒷면깎기를 생략할 수 있다.
(7) 뒷면깎기는 기계절삭, 정, 아크에어 가우징, 프레임 가우징 등의 방법으로 해도 좋으나, 가우징에 의한 경우는 필요에 따라 그라인더 등으로 다듬질한다.
(8) 맞대기 용접 이음부는 용접의 전체길이에 걸쳐서 용입불량, 균열결함이 없고, 덧살은 매끄럽게 돋아 있어야 한다. 또한, 언더컷, 오버랩, 크레이터, 슬러그의 혼입, 그 밖의 블로홀 등의 해로운 결함이 없어야 한다.
(9) 용접 이접음부는 필요에 따라 평평하게 다듬질 하든가 또는 매끄러운 모양으로 다듬질한다.

### 12.6 용접이음의 사용제한

(1) 보일러의 동체 및 경판, 노통의 용접이음은 맞대기용접을 원칙으로 한다.
(2) 12.2.2항의 <표 12.1>의 분류번호(4)의 용접이음은 보일러의 동체 및 경판, 노통의 용접이음으로는 사용할 수 없다.

## 제13장 공 작

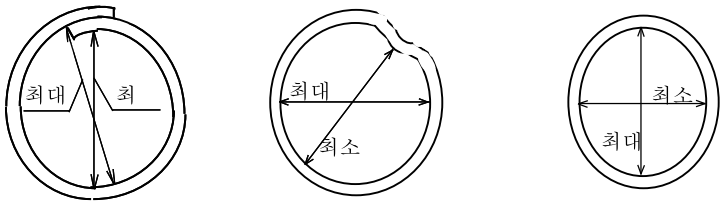
공작은 다음에 따른다.

### 13.1 판의 절단

판의 절삭, 전단 등의 기계적 방법 또는 가스 혹은 아크로 절단한다. 가스 또는 아크로 절단한 판을 그대로 용접하는 경우에는 절단된 부위가 고르게 되어 있고 용해찌꺼기 그 밖의 해로운 부착물이 없어야 한다.

## 13.2 동체 및 경판의 진원도

진원도란 축에 수직인 동일 단면에서의 최대 안지름과 최소 안지름의 차를 말하며 다음에 따른다([그림 13.1] 참조).




진원도 = 최대 안지름 - 최소 안지름

**[그림 13.1] 진원도 계측법**

(1) 내면에 압력을 받는 동체

내면에 압력을 받는 동체의 진원도는 그 단면에서 정해진 안지름의 1 %(최대 20 ㎜)를 초과하지 않는 것으로 한다. 겹침 이음인 경우에는 원칙적으로 호칭 안지름의 1 %에 판 두께를 더한 것(최대는 20 ㎜ + 판 두께로 한다)을 초과하지 않는 것으로 한다.

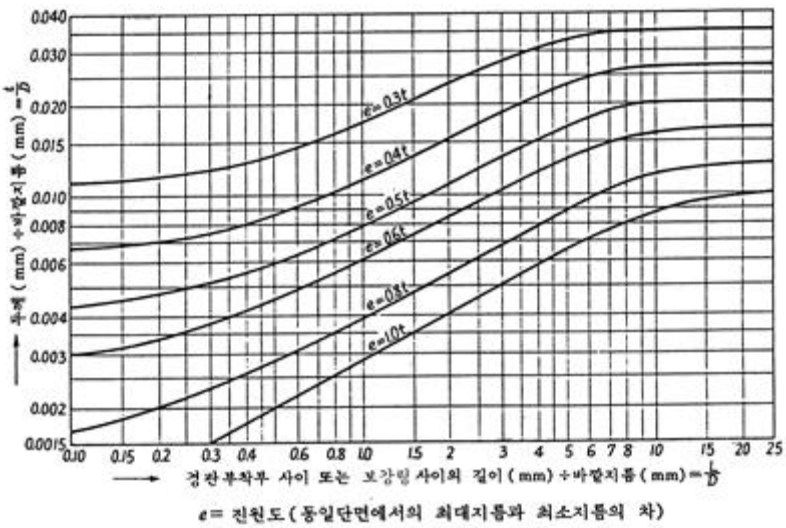
(2) 외면에 압력을 받는 동체

외면에 압력을 받는 동체의 진원도는 판 두께의 소수로서 표시하고, 압력을 받지 않는 경우에서 [그림 13.2]에 표시하는 값 이하이어야 한다. [그림 13.2]의 L, D 및 t는 다음과 같으며, 겹침 이음인 경우의 진원도는 [그림 13.2]의 e에 t를 더한 것으로 한다.

여기에서 L : 동체에 경판 또는 동체둘레 보강링을 부착한 경우, 그들 둘레이음의 중심선 중 인접한 것 사이의 길이(㎜)

D : 동체의 바깥지름(㎜)

t : 동체판의 두께(㎜). 판 두께가 다른 경우에는 얇은 판의 두께



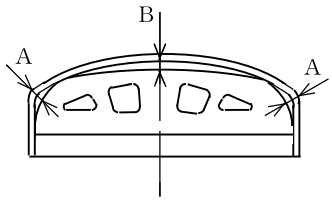

**[그림 13.2] 진원에 대한 최대 편차**

(3) 경판

경판 플랜지부 바깥지름의 진원도는 (1) 또는 (2)에 준한다.

### 13.3 경판의 틈새 및 높이

(1) 접시형 경판 또는 반타원체형 경판의 모양은 정확한 치수를 가진 [그림 13.3]과 같은 형틀판을 사용하여 조사하며, 조사결과 A 또는 B와 같은 틈새의 최대가 경판 플랜지부 안지름의 1.25 % 이하이어야 한다.




**[그림 13.3] 경판 편차 계측방법**

(2) 경판의 플랜지부의 길이를 포함한 높이의 허용차는 안지름 1,500 ㎜ 이하는 안지름의 (0～+1.25) %, 1,500 ㎜ 초과는 안지름의 (0～+1.0) % 이내 이어야 한다.

### 13.4 경판 플랜지의 두께

경판의 실제두께는 강도계산시 요구된 판두께 이상이어야 하며, 스테이가 없는 경판의 플랜지를 동체에 끼우기 위하여 깎는 경우에는 플랜지의 다듬질 두께는 구멍이 없는 경판의 계산상 필요한 두께 90 % 보다 작아서는 안된다.

### 13.5 동체의 길이

동체의 길이는 설계도면상의 길이보다 10 ㎜ 이상 크거나 적어서는 안된다.

### 13.6 관 구 멍

관구멍은 드릴로 뚫고, 판의 양쪽면 모두 예리한 가장자리는 줄 등으로 제거해야 한다. 관판의 두께가 관을 롤확관에 의해 지지되기에 충분한 두께 이상인 때는 관구멍의 일부를 깎아 넓혀도 좋다.

### 13.7 스테이볼트 구멍

동체, 경판 그 밖의 것의 스테이볼트 구멍은 드릴로 뚫어야 한다. 다만, 판두께 8 ㎜ 미만인 것은 필요한 지름보다 3 ㎜ 작게 펀칭하고 나서, 드릴로 필요한 지름으로 구멍 뚫기해도 좋다. 판두께 8 ㎜ 이상인 것은 펀칭해서는 안된다.

### 13.8 연관의 부착

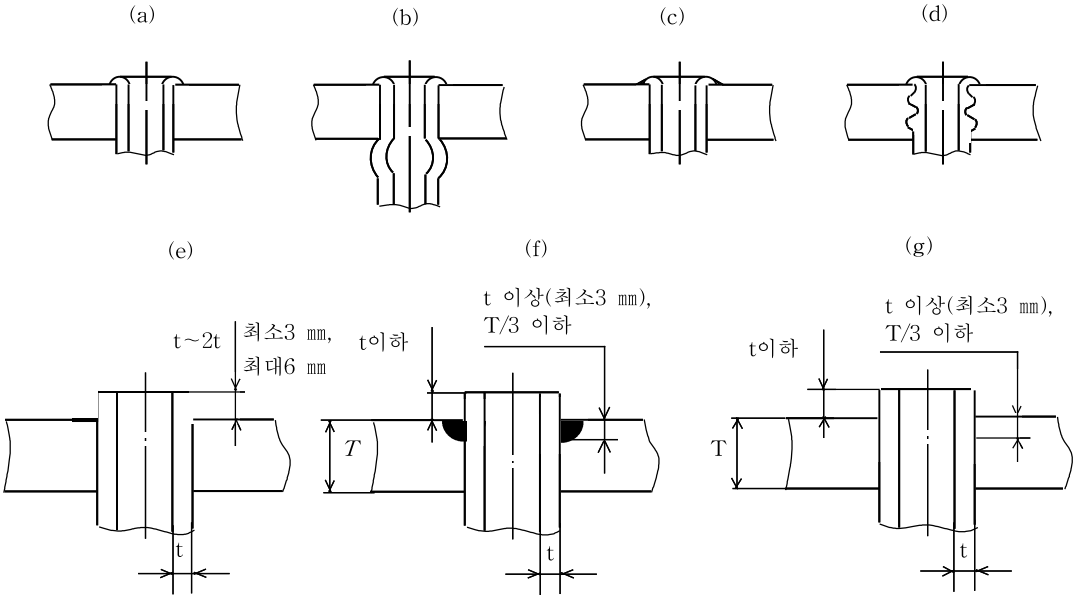
연관을 관판에 부착하는 방법은 다음에 따라야 한다.

(1) 연관의 부착은 [그림 13.4]에 따라야 한다.

(2) 롤확관으로 연관을 관판에 부착하는 경우에는 롤확관을 하고, 또한, 가장자리를 굽힘을 한다. 다만, 화염과 접촉하지 않는 한쪽끝은 가장자리 굽힘을 하지 않아도 지장이 없다. 관의 주위는 누설방지 용접을 할 수 있다([그림13.4] (c) 참조).

(3) 관구멍의 가장자리를 그루브 가공하지 않고 용접 부착하는 경우는 가볍게 롤확관을 하고 용접한 후 다시 가볍게 롤확관 한다. 관을 관 시트 끝보다 관 두께 이상(최소 3 ㎜), 관두께의 2배 이하(최대 6 ㎜)로 돌출시킨다([그림13.4] (e) 참조).

(4) 관구멍의 가장자리를 그루브 가공하여 용접부착하는 경우는 관두께 이상(최소 3 ㎜), 관판 두께의 1/3 이하의 깊이만큼 관구멍의 가장자리를 그루브 가공하여도 좋다. 다만, 관을 관 판면으로부터 돌출시키는 길이는 관 두께를 초과해서는 안된다. 용접 전후에는 롤확관을 한다([그림13.4] (f), (g) 참조).




[그림 13.4] 연관의 부착

## 13.9 수관, 과열관 등의 부착

수관, 과열관, 재열관, 절탄기용 강관 등 내부에 압력을 받는 강관의 부착은 다음 어느 방법에 따라야 한다. (1)~(3)에 따를 경우는 관을 관 시트 끝으로부터 6 ㎜ 이상 돌출시켜야 한다. 관이 관판에 경사지게 들어가는 경우에는 6 ㎜의 치수는 최소 돌출부에 적용한다.

(1) 롤확관을 하고 관끝이 관구멍 지름보다 3 ㎜ 이상 커지도록 나팔모양으로 넓힌다. 다만, 관자리에 홈을 설치하여 롤확관의 효과가 충분하다고 인정될 경우는 나팔모양으로 넓히지 않아도 좋다.

(2) 롤확관을 하고 누설방지 용접을 하고 다시 가볍게 롤확관을 한다. 누설방지 용접의 목두께는 8 ㎜ 이하로 한다.

(3) 롤확관을 하여 가장자리를 굽힌다. 필요에 따라 누설방지 용접을 하고 다시 가볍게 롤확관을 한다.

(4) 관구멍에 그루브를 만들어 관끝을 직접 용접으로 부착하든가 또는 니플을 동일한 방법으로 용접하여 부

착한 후, 여기에 관을 용접한다. 이 때, 용접은 제12장의 규정에 따라야 한다. 다만, 용접의 시험편을 만들 필요는 없으나, 관판의 용접부는 용접후열처리를 하여야 한다. 후열처리의 온도 및 유지시간은 제16장의 규정에 따라야 한다. 또한, 방사선 검사는 필요로 하지 않는다.

(5) 수관은 굽힘부의 찌그러짐등 지나친 변형이나 배열상의 현저한 어긋남이 없어야 한다.

### 13.10 용접부의 관구멍

방사선 검사에 합격한 경우에는 용접부에 관구멍을 설치해도 좋다. 이들 조건을 만족하지 않는 용접부에서의 관구멍은 용착금속의 가장자리로부터 6 ㎜ 이상 떨어져야 한다. 단, 한국산업표준에 따른 품질관리시스템을 유지하는 경우는 한국산업표준을 따를 수 있다.

## 제14장 용접부의 기계적 시험

용접부는 다음에 따라 제작한 시험판에 대하여 14.2항에 규정하는 기계적 시험을 하여 합격한 것이어야 한다.

### 14.1 시험판의 제작

용접 시험판은 다음에 따라 만들어야 한다.

(1) 동체의 길이이음은 동체 전체 끝에서 1개의 시험판을 만든다. 이 시험판은 그 용접선이 동체의 길이이음과 동일 선 위에 있도록 부착하여, 동체의 길이이음과 동시에 용접을 한다. 동체 각마디의 길이이음이 일직선을 이루지 못할 경우라도 그 용접이 같은 조건으로 계속하여지는 경우에는 이것을 일직선의 용접으로 간주한다.

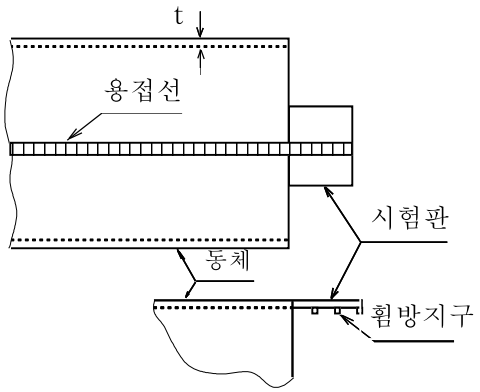
(2) 동체의 둘레이음, 돔 등의 부착부의 맞대기용접에는 동체 전체에 대하여 1개의 시험판을 만든다. 이 시험판을 동체, 돔 등과 별도로 준비하여, 그들 용접에 계속하여 같은 조건에 따라 용접한다. 다만, (1)의 시험판이 이것과 같은 조건으로 용접이 되어서 그 시험을 하였을 경우에는 이 시험을 생략할 수가 있다.

(3) 헤더 등과 같이 용접개소가 많은 것으로서 판의 두께의 차가 6 ㎜ 이내, 지름의 차가 150 ㎜ 이내로서 구성재료가 같은 재질의 것을 동일 조건으로 계속 용접할 경우에는 길이 용접선 60 m 또는 그 단수마다에 1개의 시험판을 만든다.

(4) 시험판은 모재와 동일규격, 동일종류, 동일두께의 재료(압연의 방향에는 관계가 없어도 좋다. 또 두께가 다른 판을 용접할 경우에는 얇은 쪽을 택한다)로 하여, 용접으로 인한 뒤굽음이 생기지 않도록 하며, 용접 후 뒤굽음이 생긴 경우는 후열처리를 하기 전에 모양을 고르게 하여야 한다.

(5) 시험편은 동체의 용접부와 같은 방법으로 후열처리를 하고 동체의 가열온도 또는 그 시간을 초과하여 가열해서는 안된다.

(6) 시험판의 부착은 [그림 14.1]과 같이 한다.




[그림 14.1] 시험판의 부착

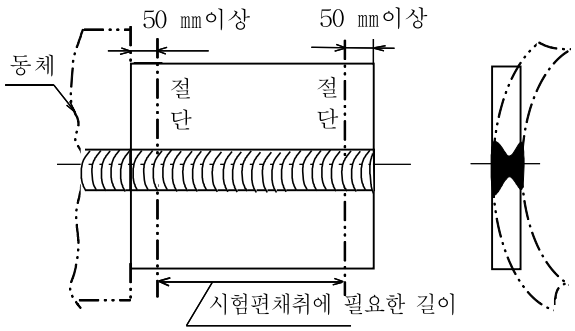
## 14.2 기계적 시험

(1) 시험판에 대하여 실시하는 기계적 시험의 종류 및 시험횟수는 <표 14.1>과 같다.

<표 14.1> 기계적 시험의 종류 및 시험횟수

| 시험재의 두께 | | 기계적 시험의 종류 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 이음인장 시험 | 표면굽힘 시험 | 뒷면굽힘 시험 | 옆면굽힘 시험 |
| 19 ㎜ 미만 | | 1 | 1 | 1 | - |
| 19 ㎜ 이상 | 양쪽 맞대기용접 | 1 | 1 | - | 1 |
| | 한쪽 맞대기용접 | 1 | - | 1 | 1 |

(2) 시험편은 시험판에서 [그림 14.2]와 같이 양쪽 50 ㎜ 이상을 기계가공해서 떼어버린 나머지에서 채취한다.



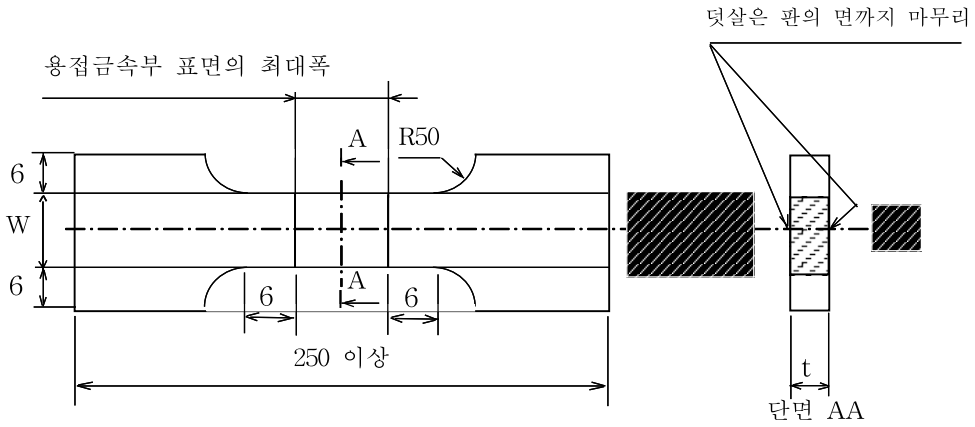

[그림 14.2] 시험편의 채취방법

## 14.3 인장시험

### 14.3.1 인장 시험편의 모양 및 치수

시험편은 [그림 14.3]에 따른다.

(1) 시험편의 너비 W는 판 두께가 20 ㎜ 미만일 때는 40 ㎜, 판 두께가 20 ㎜ 이상일 때는 25 ㎜로 한다.




비 고 : 단위 (㎜)

[그림 14.3] 인장시험편의 모양 및 치수

(2) 시험편은 용접선이 시험편의 길이방향과 직각으로 중앙에 위치하도록 채취한다

(3) 시험편의 절취는 기계절삭 또는 열절단으로 한다. 다만, 열절단인 경우는 절삭여유를 3 ㎜ 이상으로 한다.

(4) 시험편의 두께는 시험판의 두께로 하고, 덧살은 모재의 면까지 절삭하고 그 표면을 다듬질한다.

(5) 시험기의 능력이 부족해서 시험편의 두께대로 시험할 수 없을 때에는 기계가공으로 이것을 소요 두께로 끊어서 시험편을 나누어 만들어도 좋다. 이 경우에는 나눈 시험편의 전부가 시험에 합격하여야 한다.

### 14.3.2 인장시험 방법

시험방법은 KS B 0802(금속재료 인장시험방법)에 따라 실시하여 인장강도를 적용한다. 다만, 시험기의 능력이 부족해서 시험편의 두께대로 시험할 수 없을 때는 기계가공으로 이것을 소요두께로 끊어서 시험편을 나누어 만들어도 좋다. 이 경우에는 나눈 시험편의 전부가 시험에 합격하여야 한다.

### 14.3.3 인장시험 결과의 판정

맞대기 용접이음 인장시험 결과의 판정은 다음에 따른다.

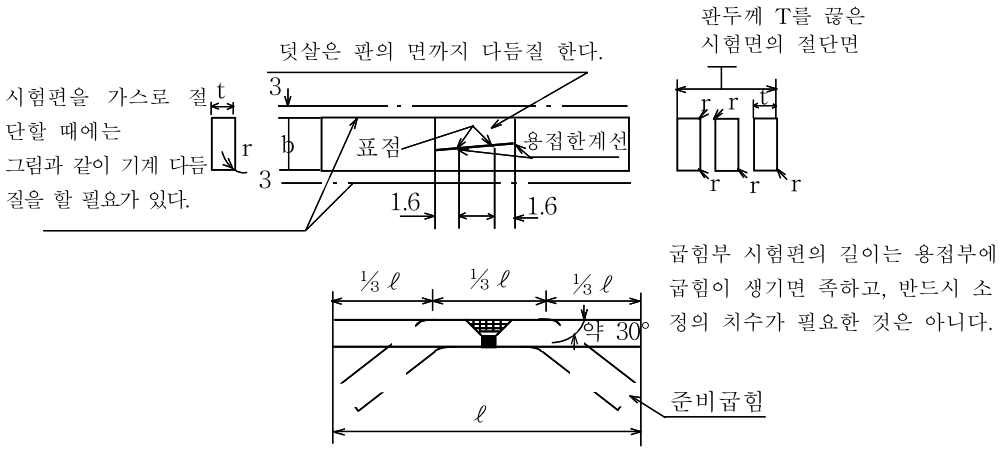
(1) 인장시험에 따른 인장강도는 모재의 규격에 따른 인장강도의 최소치보다 작아서는 안된다.

(2) 시험편이 모재의 부분에서 끊어진 경우에 인장강도가 규격에 의한 모재 인장강도의 최소치의 95 % 이상이고, 용접부에 결함이 없을 때는 합격으로 한다.
(3) 인장시험에서 불합격의 원인이 모재의 결함에 있을 때는 당해 시험을 무효로 할 수 있다.

## 14.4 표면굽힘 시험

### 14.4.1 표면굽힘 시험편의 모양 및 치수

표면굽힘 시험편의 모양 및 치수는 [그림 14.4]에 따른다.
(1) 시험편의 너비 W는 판 두께가 27 ㎜ 이하일 때는 40 ㎜, 판 두께가 27 ㎜ 초과일 때는 판두께의 1.5배 이상으로 한다.




비고 : 1. 치수단위는 ㎜로 한다.
2. b = 1.5t 이상으로 한다. (t는 시험편의 두께)
3. ℓ = 75 + 용착금속의 너비 × 3 이상
4. r = 1/10t 이하

[그림 14.4] 표면굽힘 시험편의 모양 및 치수

(2) 시험편은 용접선이 시험편의 길이방향과 직각으로 중앙에 위치하도록 채취한다
(3) 시험편의 절취는 기계절삭 또는 가스절단으로 한다. 다만, 가스로 절단하는 경우에는 끝면을 3 ㎜ 이상 깎아내어야 한다.
(4) 시험편의 두께는 시험판의 두께로 하고, 덧살은 모재의 면까지 절삭하고 그 표면을 다듬질한다.
(5) 시험기의 능력이 부족해서 시험편의 두께대로 시험할 수 없을 때에는 기계가공으로 이것을 소요 두께로 끊어서 시험편을 나누어 만들어도 좋다. 이 경우에는 나눈 시험편의 전부가 시험에 합격하여야 한다.

### 14.4.2 표면굽힘 시험 결과의 판정

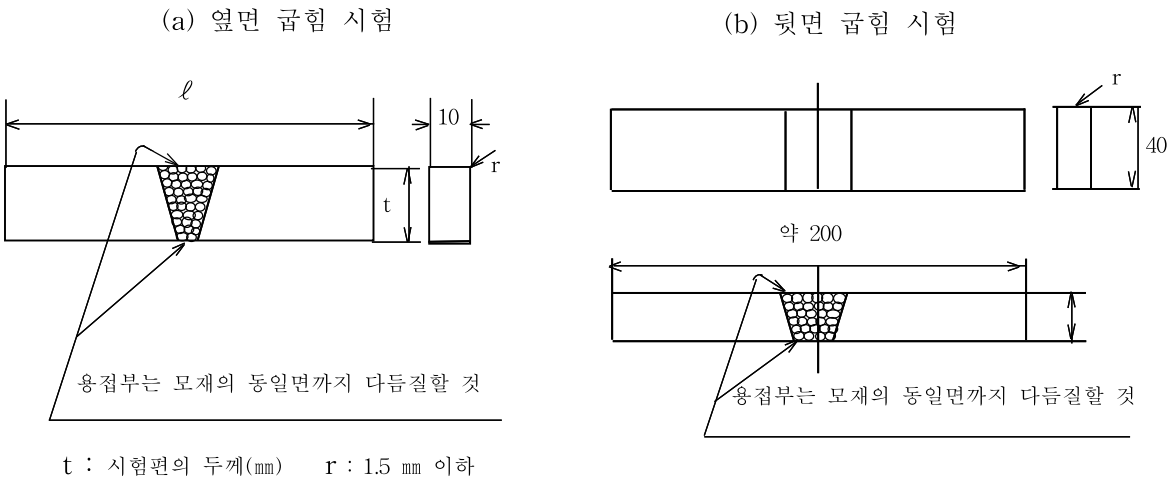
용접부의 넓은 쪽이 바깥쪽이 되도록 미리 시험편의 양 끝각 1/3을 약 30도 굽혀 그 시험편의 양끝을 서서히 눌러서 용접부 표점간의 연신율 30 % 이상 굽어질 때까지 용접부의 바깥쪽에 길이 1.5 ㎜ 이상의 터짐이 나서는 안된다. 다만, 가장자리에 생긴 균열은 무방하다.

## 14.5 뒷면굽힘 및 옆면굽힘 시험

### 14.5.1 뒷면굽힘 및 옆면굽힘 시험편의 모양 및 치수

뒷면굽힘 및 옆면굽힘 시험편의 모양 및 치수는 [그림 14.5]에 따른다.

(1) 시험편의 너비 W는 뒷면굽힘 시험에서는 40 ㎜, 옆면굽힘 시험에서는 10 ㎜로 한다.



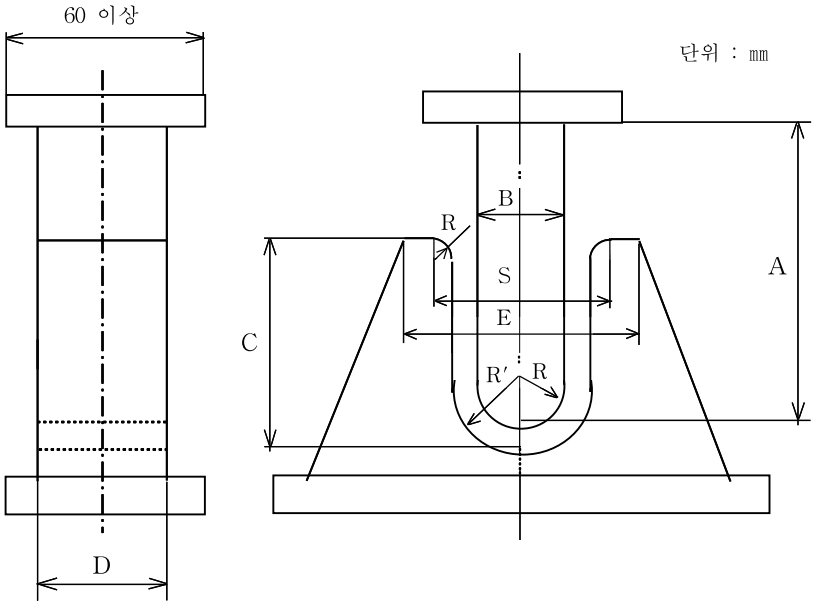

[그림 14.5] 뒷면굽힘 및 옆면굽힘 시험편의 모양 및 치수

(2) 시험편은 용접선이 시험편의 길이방향과 직각으로 중앙에 위치하도록 채취한다.
(3) 시험편의 절취는 기계절삭 또는 열 절단으로 한다. 다만, 열 절단인 경우는 절삭여유를 3 ㎜ 이상으로 한다.
(4) 시험편의 두께는 시험판의 두께로 하고, 덧살은 모재의 면까지 절삭하고 그 표면을 다듬질한다.

### 14.5.2 뒷면굽힘 및 옆면굽힘 시험 결과의 판정

옆면굽힘 또는 뒷면굽힘 시험에서는 용접부를 중앙에 놓고, 옆면굽힘에서는 어느 한쪽을 바깥쪽이 되도록 또 뒷면굽힘 시험에서는 용접부의 좁은 쪽이 바깥쪽이 되도록 해서 [그림 14.6] 및 <표 14.2>의 형굽힘 시험기로 180도 굽힌다. 이때에 용접부의 바깥쪽에 다음의 결함이 있어서는 안된다.

(1) 길이 3 ㎜를 넘는 균열(가장자리 모서리에 생기는 것은 제외한다)
(2) 길이 3 ㎜ 이하 균열의 균열길이 합계가 7 ㎜를 초과하는 것
(3) 균열 및 기공의 개수가 10개를 넘는 것
(4) 불완전한 용입, 언더컷, 슬래그, 권입 등이 현저한 것




[그림 14.6] 형굽힘시험기의 지그모양

<표 14.2> 시험용 지그의 치수

| 지그형 | $A_1$ 형 | $A_2$ 형 | $A_3$ 형 |
|---|---|---|---|
| R | 7 | 13 | 19 |
| S | 38 | 68 | 98 |
| A | 100 | 140 | 170 |
| B | 14 | 26 | 38 |
| C | 60 | 85 | 110 |
| D | 50 | 50 | 50 |
| E | 52 | 94 | 136 |
| R′ | 12 | 21 | 30 |
| 사용 시험편 | 1호 | 2호 | 3호 |

## 14.6 재시험

시험에 미달한 것이 있을 때에는 다음에 따라 재시험할 수가 있다.

### 14.6.1 재시험을 하기 위한 조건

재시험할 수 있는 것은 다음 경우로 한다.

(1) 인장시험에서 시험성적이 규정의 90 % 이상의 경우

(2) 표면굽힘 시험에서 용접부의 표점간의 연신율이 27 %이상이 될 때까지 굽힌 경우에 용접부의 바깥쪽에 길이 1.5 ㎜를 넘는 균열(가장자리 모서리에 생기는 것은 제외한다)이 생기지 않는 경우, 또는 용접부의 표점간의 연신율이 30 % 이상으로 굽힌 경우에 용접부의 바깥쪽에 길이 1.65 ㎜의 균열(가장자리 모서리에 생기는 것은 제외한다)이 생기지 않을 경우

(3) 표면굽힘, 옆면굽힘 또는 뒷면굽힘 시험에서 불합격의 원인이 용접부의 결함 이외에 있다고 인정되는 경우

### 14.6.2 재시험편의 채취방법 및 재시험

(1) 재시험을 할 경우에는 불합격된 시험편 1개에 대해서, 2개의 재시험편을 동일한 시험판 또는 이것과 동시에 제작한 시험판에서 채취하며, 이 재시험편은 모두 시험에 합격하여야 한다.
(2) 시험판의 크기가 (1)의 시험편을 채취하는데 부족할 경우에는 불합격된 시험판을 제작한 용접사에 의하여 새로 동일 조건에서 시험판을 제작할 수 있다.

## 14.7 미달부의 처리

시험판에 따른 시험의 어느 쪽인가에 미달인 것이 있을 때에는 그 시험판이 대표하는 용접부를 깎아버리고 재용접한 다음 각각 필요한 시험을 하여야 한다.

# 제15장 용접부의 비파괴시험

## 15.1 방사선투과시험

### 15.1.1 방사선투과시험의 적용

동체판 및 경판의 길이이음과 둘레이음 등의 맞대기 용접부는 그 전체길이에 대하여 방사선투과시험을 하여야 한다.

(1) 다만, 다음의 것은 방사선 투과 시험을 생략할 수 있다.
 (a) 5.8항(스테이로 지지되지 않는 평판)의 [그림 5.2] (e), (f), (g)에 의한 용접부
 (b) 7.2항(원통화실 또는 노통의 이음) 에 의한 용접
 (c) 7.9항(화실판의 용접)에 의한 용접
 (d) 12.2.7항(관류의 둘레이음 용접) 의 (3)에 의한 용접
 (e) 13.9항(수관, 과열관 등의 부착)의 (4)에 의한 용접
 (f) 보일러 부착용 지지쇠 또는 매달음쇠를 보일러에 부착하는 경우에 있어 다음의 용접
  ① 지지쇠 또는 매달림쇠는 부착부의 전체둘레를 필렛용접으로 할 수 있다.
 (g) 그 밖의 중요도가 작고, 불필요한 것으로 인정되는 것
(2) 설계시 용접이음 효율을 95 % 이하로 한 것으로서 길이 및 둘레이음을 같은 용접사가 같은 방법으로 용접한 경우에는 그 전체길이의 20 % 이상에 대하여 방사선투과시험을 실시하여야 한다. 다만, 시험의 길이가 20 %를 초과할지라도 이음의 교차부분을 모두 포함시켜야 한다.
(3) 방사선투과시험 길이계산은 300 ㎜ 단위로 하며, 이때 300 ㎜ 미만은 300 ㎜로 한다. 단, 100 % 방사선투과시험일 경우 길이 계산은 250 ㎜ 단위로 한다.

### 15.1.2 용접부의 외관

(1) 용접부의 용접이 충분하고 균열, 언더컷, 오버랩, 슬래그 섞임 및 기공 등의 해로운 결함이 없어야 한다.
(2) 방사선투과시험을 하는 이음의 덧살은 시험에 지장이 없도록 턱이 생기지 않게 다듬질하여야 하지만 덧살의 중앙에서 <표 15.1>에서 규정한 높이를 남겨도 좋다.

**<표 15.1> 덧살의 높이**

| 모재의 두께 | 덧살의 높이 |
|---|---|
| 12 ㎜ 이하 | 1.5 ㎜ 이하 |
| 12 ㎜ 초과 25 ㎜ 이하 | 2.5 ㎜ 이하 |
| 25 ㎜ 초과 50 ㎜ 이하 | 3 ㎜ 이하 |
| 50 ㎜ 초과 | 4 ㎜ 이하 |

### 15.1.3 방사선투과시험 방법과 결과의 판정

(1) 강재의 용접부에 대한 방사선투과시험 방법은 KS B 0845(강 용접 이음부의 방사선 투과 시험 방법)에 따른다.
(2) 방사선 투과사진에는 사용한 투과도계의 호칭번호를 표시하는 숫자와 용접부의 위치를 표시하는 기호가 명백히 나타나 있어야 한다.
(3) 방사선투과시험의 결과 판정은 다음에 따른다.
 (a) 투과사진은 상질이 A급 이상으로 하고, 1종, 2종 및 4종의 결함에 대해서는 등급 분류 방법에 의한 2류 이상을 합격으로 한다.
 (b) 3종의 결함은 불합격으로 한다.

## 15.2 초음파탐상시험

### 15.2.1 초음파탐상시험의 적용

(1) 다음의 경우에는 전체길이에 대하여 초음파탐상시험을 실시하여야 한다.
 (a) 방사선투과시험이 불가능하거나 또는 불충분하다고 인정하는 부위
 (b) 방사선투과시험 결과 합·부 판정이 불충분하여 확인이 필요한 부위
(2) 15.1.1항의 규정에도 불구하고 방사선투과시험을 하지 아니하는 부위에 대하여도 실시할 수 있다.

### 15.2.2 초음파탐상시험 방법과 결과의 판정

(1) 강재의 용접부에 대한 초음파탐상시험 방법은 KS B 0896(강 용접부의 초음파탐상시험 방법)에 따른다.

(2) 초음파탐상시험의 결과 판정은 결함에코 높이의 영역과 결함지시 길이에 의한 결함의 등급분류 방법에 따른 등급 2류 이상을 합격으로 한다.

### 15.3 비파괴시험의 재시험

용접부에 대한 비파괴시험에서 불합격된 경우에는 다음을 기초로 보완하여 합격하여야 한다.

(1) 방사선투과시험 결과 불합격일 경우에는 다음에 따른다.
(a) 전체길이 방사선투과시험을 한 것은 불합격 원인이 된 결함부를 완전히 제거한후 재용접하고 그 부분에 대하여 재차 방사선투과시험을 하여 합격하여야 한다.
(b) 부분 방사선투과시험을 한 것은 불합격한 부분에 인접한 2개소 또는 불합격된 방사선 투과사진이 대표하는 용접이음의 임의의 2개소에 대해서 다음 요령에 따라 방사선투과시험을 하여야 한다. 다만, 이 시험을 생략하고 곧 바로 해당용접 이음부분 또는 이음군에 대해서 온 길이 방사선투과시험을 하여도 좋다.
① 새로 선정한 2개소가 합격한 경우 1차 시험 불합격부의 불합격 원인이 된 결함부를 완전히 제거한 후, 재용접한 부분에 대해서 재차 방사선투과시험을 해서 합격하면 방사선투과시험에 합격한 것으로 본다.
② 새로 선정한 2개소에 대해서 방사선투과시험을 한 결과 1개소라도 불합격된 경우에는 해당용접이음의 전체길이에 대해서 방사선투과시험((b)의 단서 규정에 의한 시험을 포함한다)을 실시하고, 그 결과 합격하지 못한 모든 개소의 결함부를 완전히 제거한 후 재용접하여 재차 방사선투과시험을 해서 모두 합격하면 방사선투과시험에 합격한 것으로 한다.
(2) 비파괴시험 결과 불합격시에는 다시 비파괴시험을 받을 수 있다. 다만, 동일부위에 3회 불합격시에는 해당기기를 폐기하여야 한다. 이 경우 동기기를 폐기하고 폐기확인서를 검사기관에 제출하여야 한다.
(3) 방사선투과시험 이외의 검사(겉모양검사, 초음파탐상시험)에서 결함이 검출되어 불합격된 결함부는 충분히 제거하고 각각의 시험을 해서 합격하여야 한다.

## 제16장 용접후열처리

### 16.1 후열처리의 범위

용접부는 후열처리를 한다. 다만, 다음의 경우에는 생략할 수 있다.

(1) 오스테나이트계 스테인리스강으로 만들어진 것의 용접부
(2) 탄소강으로 만들어진 관(굽힘 가공 전에 용접을 하고, 또한 판 두께가 10 ㎜를 초과하는 것을 제외한다)이며, 두께가 19 ㎜ 이하인 것의 길이방향 이음의 용접부
(3) 12.2.7항의 (2)에 따라 용접후열처리를 필요로 하지 않는 것
(a) 탄소강에서 호칭두께 19 ㎜ 이하인 것 및 몰리브덴강(탄소 함유량이 0.25 %이하이고, 몰리브덴 함

유량이 0.65 %이하인 것에 한한다)으로서 호칭두께 13 ㎜ 이하인 것

(b) 크롬몰리브덴강(크롬 함유량이 3 % 이하인 것에 한한다)으로서 바깥지름 115 ㎜ 이하, 두께 13 ㎜ 이하, 또는 용접하는 경우에 있어서의 예열온도 393 K{120 ℃}이상인 것

(4) 부착물의 용접부

(5) 지름 61 ㎜ 이하의 구멍에 관부착대 등을 부착 용접한 것으로서, 이론 목두께 9.5 ㎜ 이하인 것. 다만, 이 종류의 용접이 연속되는 경우를 제외한다.

(6) 누설방지 용접부

(7) 기타, 중요도가 작다고 검사기관이 인정하는 용접부

### 16.2 후열처리후의 용접

후열처리를 요하는 부분을 재용접 했을 때는 다시 용접후열처리를 하여야 한다.

### 16.3 노내 후열처리 방법

(1) 전체를 노안에 넣거나 또는 2등분하여 넣을 것

(2) 노안에 넣을 때 및 노안에서 꺼낼 때, 노안의 온도는 573 K{300 ℃} 이하일 것

(3) 온도 573 K{300 ℃} 이상으로 노안을 가열 또는 냉각할 경우의 속도는 1시간당 다음 식에 따라 계산한 온도차(가열의 경우에 220 K{℃}를 초과할 경우에는 220 K{℃}, 냉각의 경우 275 K{℃}를 초과하는 경우에는 275 K{℃})이하일 것(계산에 관계없이 1시간당 온도차를 55 K{℃}로 할 수 있다). 이 경우 페라이트계 스테인리스강으로 만들어진 것을 온도 923 K{650 ℃} 이상에서 냉각할 경우에는 1시간당 온도차 55 K{℃} 이하이어야 한다.

(a) 가열의 경우 : $R = 220 \times \frac{25}{T}$

(b) 냉각의 경우 : $R = 275 \times \frac{25}{T}$

여기서 $R$ : 가열 또는 냉각속도 (K/h){℃/h}

$T$ : 가열부에 있어서 용착부의 최대두께(㎜)

(4) (3)의 경우, 가열 또는 냉각되는 것의 표면상의 임의의 2점이며 상호간의 거리가 1,500 ㎜ 이하인 것의 온도차는 140 K{℃}이하일 것

(5) 용접부의 <표 16.1>의 왼쪽 난에 나타낸 모재의 종류에 따라 각각 동 표의 오른쪽 난에 나타낸 온도 이상으로 두께 25 ㎜ 마다 1시간으로서 계산한 시간(두께가 25 ㎜ 미만의 용기에 있어서는 1시간, 두께가 12.5 ㎜ 미만의 관에서는 0.5시간) 이상 유지할 것. 다만, 동 표의 오른쪽 난에 나타낸 온도 이상으로 유지하는 것이 곤란한 경우에는 <표 16.2>의 왼쪽 난에 나타낸 온도와 <표 16.1>의 오른쪽 난에 나타낸 온도와 차 (K){℃}에 따라 각각 두께 25 ㎜ 마다 1시간으로 계산한 시간(두께가 25 ㎜ 미만의 용기에서는 1시간, 두께가 12.5 ㎜ 미만의 관에서는 0.5시간)에 <표 16.2>의 오른쪽 난에 나타난 해당 값을 곱한 시간으로 유지하는 때에는 그러하지 아니하다.

(6) (5)의 경우에서 가열되는 것이 임의의 2점간의 온도차는 50 K{℃} 이하일 것

(7) 전체를 2등분하여 후열처리를 하는 경우는 가열부의 겹침을 1,500 ㎜ 이상으로 하고, 또한 노 바깥으로 나가는 부분의 온도차가 재질에 해가되지 않도록 보온할 것

<표 16.1> 모재의 종류별 후열처리유지온도

| 모재의 종류 | 유지온도(K{℃}) |
|---|---|
| 1. 탄소강 | 868{595} |
| 2. 크롬 함유량이 2 % 이하로, 표준합금 성분이 2.75 % 이하의 저합금강 | 868{595} |
| 3. 표준합금 성분이 10 % 이하의 합금강(2의 재료 제외) | 953{680} |
| 4. 페라이트계 스테인리스강 | 1,013{740} |
| 5. 마르텐사이트계 스테인리스강 | 1,033{760} |

<표 16.2> 유지온도차에 따른 유지시간 결정계수

| 유지온도와의 차(K{℃}) | 곱할 값 |
|---|---|
| 0 | 1 |
| 30 | 2 |
| 60 | 3 |
| (90) | (5) |
| (120) | (10) |

비고 : 1. 표중 값의 중간값은 비례법에 따라 계산한다.
2. 괄호 안의 수치는 탄소강에만 적용한다.

## 16.4 국부가열 후열처리 부분

후열처리는 노내에서 하여야 한다. 다만, 다음 각 호의 것은 국부가열의 방법에 의해서 후열처리를 할 수 있다.

(1) 동체, 헤더, 관 등의 둘레이음

(2) 관부착대, 플랜지 등을 부착하는 용접부(동판의 일부를 끊어내어 부착물을 맞대기 용접한 부분은 제외한다)

(3) 기타, 중요도가 작다고 검사기관이 인정하는 부분

## 16.5 국부가열 후열처리 방법

(1) 용접부의 최대너비의 양쪽에 각각 판 두께의 3배 이상의 너비(관에 대해서는 그루브 너비의 3배 이상이며, 또한 덧살 너비의 2배 이상의 너비)를 16.3항의 (3)~(5)의 규정에 따라 후열처리 한다.

(2) 현장용접 등에 의하여 873 K{600 ℃} 이상으로 가열하는 것이 곤란한 경우에는 피가열물의 온도 및 온도유지시간은 <표 16.3>과 같이 할 수 있다.

<표 16.3> 유지온도 및 유지시간

| 피가열물의 온도(K{℃}) | 유지시간 |
|---|---|
| 873{600} | 1 시간 이상 |
| 843{570} | 2 시간 이상 |
| 813{540} | 3 시간 이상 |
| 783{510} | 5 시간 이상 |

## 제17장 수면계

### 17.1 수면계의 개수

(1) 증기보일러에는 2개(소용량 및 1종 관류보일러는 1개)이상의 유리 수면계를 보일러내의 수위를 육안으로 확인할 수 있도록 동일한 높이에 나란히 부착하여야 한다.
(2) 최고사용압력 1 ㎫{10 kgf/㎠} 이하로서 동체 안지름이 750 ㎜ 미만인 경우에 있어서는 수면계 중 1개는 다른 종류의 수면측정 장치로 할 수 있다.
(3) 2개 이상의 원격지시 수면계를 설치하는 경우에 한하여 유리 수면계를 1개 이상으로 할 수 있다.

### 17.2 수면계의 구조

유리 수면계는 보일러의 최고사용압력과 그에 상당하는 증기온도에서 원활히 작용하는 기능을 가지며, 또한 수시로 이것을 시험할 수 있는 동시에 용이하게 내부를 청소할 수 있는 구조로써 다음에 따른다.
(1) 유리 수면계는 KS B 6208(보일러용 수면계 유리)의 유리를 사용하여야 한다.
(2) 유리 수면계는 상·하에 밸브 또는 코크를 갖추어야 하며, 한눈에 그것의 개·폐 여부를 알 수 있는 구조이어야 한다. 다만, 1종 관류보일러에 밸브 또는 코크를 갖추지 아니할 수 있다.
(3) 스톱밸브를 부착하는 경우에는 청소에 편리한 구조로 하여야 한다.

### 17.3 수면계의 부착

유리 수면계는 보일러 사용 중 안전한 수위를 나타내도록 다음에 따라 보일러 또는 수주관에 부착한다. 수주관은 2개의 수면계에 대하여 공동으로 할 수 있다.
(1) 원형 보일러에서는 특별한 경우를 제외하고, 상용수위가 중심선에 오도록 부착하여 최저수위가 다음 <표 17.1>의 위치에 있도록 한다.

<표 17.1> 수면계의 부착위치

| 보일러의 종별 | 부착위치 |
|---|---|
| 직립형 보일러 | 연소실 천정판 최고부(플랜지부 제외)위 75 ㎜ |
| 직립형 연관보일러 | 연소실 천정판 최고부 위 연관길이의 1/3 |
| 수평 연관보일러 | 연관의 최고부 위 75 ㎜ |
| 노통연관 보일러 | 연관의 최고부 위 75 ㎜. 다만, 연관 최고부분보다 노통 윗면이 높은 것으로서는 노통 최고부(플랜지부를 제외)위 100 ㎜ |
| 노통 보일러 | 노통 최고부(플랜지부를 제외) 위 100 ㎜ |

(2) 수관식, 그 밖의 보일러에서는 그 구조에 따른 적당한 위치

## 17.4 수주관

(1) 보일러의 수주관은 해당 보일러의 최고사용압력에 견딜 수 있는 것이어야 한다.
(2) 수주관에는 호칭지름 20A이상의 분출관을 장치해야 한다.
(3) 수주관에 수위감지장치를 부착할 경우에는 내부를 용이하게 청소할 수 있는 구조로 하여야 한다.

## 17.5 수주관과의 연락관

수주관과 보일러를 연결하는 관은 호칭지름 20A이상으로 다음 조건을 갖추어야 한다.
(1) 물쪽 연락관 및 수주관 내부는 용이하게 청소할 수 있도록 하여야 한다.
(2) 물쪽 연락관을 수주관 또는 보일러에 부착하는 구멍 입구는 수면계가 보이는 최저 수위보다 위에 있어서는 안된다. 그리고 관의 도중에 굽힘(중고 또는 중저)이 없도록 하여야 하며, 부득이 중저부분을 두는 경우에는 그 부분의 물을 전부 분출할 수 있는 드레인 밸브를 부착하여야 한다.
(3) 증기쪽 연락관을 수주관 또는 보일러에 부착할 때 그 위치는 수면계가 보이는 최고수위보다 아래에 있어서는 안된다. 또한 관의 도중에 응축수가 고이지 않도록 하여야 한다.
(4) 연락관에 밸브 또는 코크를 설치할 때는 한 눈에 그것의 개·폐여부를 확인할 수 있는 구조로 하여야 한다.

## 17.6 수면계의 연락관

(1) 수면계의 연락관은 17.5항을 준용한다.
(2) 연락관에 밸브 또는 코크를 설치할 때에는 한눈에 그 개폐 여부를 알 수 있는 구조로 하여야 한다.

## 제18장 수압시험

### 18.1 수압시험 압력

#### 18.1.1 강철제보일러

(1) 최고사용압력 0.43 ㎫{4.3 kgf/㎠} 이하의 보일러에 대하여는 최고사용압력의 2배의 압력으로 한다. 다만, 그 시험압력이 0.2 ㎫{2 kgf/㎠} 미만인 경우는 0.2 ㎫{2 kgf/㎠}로 한다.

(2) 최고사용압력이 0.43 ㎫{4.3 kgf/㎠}을 초과 1.5 ㎫{15 kgf/㎠} 이하인 보일러에 대하여는 최고사용압력의 1.3배에 0.3 ㎫{3 kgf/㎠}을 더한 압력으로 한다.

(3) 최고 사용압력이 1.5 ㎫{15 kgf/㎠}초과인 보일러에 대하여서는 최고사용압력의 1.5배의 압력으로 한다.

(4) 조립전에 수압시험을 실시하는 수관식 보일러의 내압부분은 최고 사용압력의 1.5배 압력으로 한다. 다만, (1), (2)에 규정된 압력이 1.5배의 압력보다 클 때에는 큰 압력을 시험압력으로 한다.

(5) 조립전에 수압시험을 실시하는 주철제 압력부품은 최고사용압력의 2배의 압력으로 한다.

(6) 특수한 형상 등으로 강도를 계산하기 어려운 부분은 다음 식에 의하여 계산한 검정수압시험 압력으로 한다.

$$P_o = \frac{(\sigma+35)P}{0.5\sigma} \cdot \frac{\sigma_o}{\sigma_a} \left\{ P_o = \frac{(\sigma+3.5)P}{0.5\sigma} \cdot \frac{\sigma_o}{\sigma_a} \right\}$$

여기에서 $P_o$ : 수압시험압력(㎫){kgf/㎠}
$P$ : 최고사용압력(㎫){kgf/㎠}
$\sigma$ : 인장강도의 규격 최소값(N/㎟){kgf/㎟}
$\sigma_a$ : 사용온도에 있어서 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}
$\sigma_o$ : 시험온도에 있어서 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

### 18.2 수압시험 방법

(1) 용접된 경우를 제외하고는 안전밸브를 떼어내거나 밸브밑에 판을 끼워 조인 다음 공기를 빼고 물을 채운 후에 천천히 압력을 가하여 규정된 시험수압에 도달된 후 30분 경과한 뒤에 검사를 실시하며, 검사가 끝날 때까지 그 상태를 유지한다.

(2) 검정수압시험 압력으로 시험하는 경우에는 미리 가장 약하다고 추정되는 곳에 선정한 수 개의 점간 또는 고정점과의 사이에 다이얼게이지 또는 0.025 ㎜의 변위를 측정할 수 있는 계측기를 부착하고, 처음에 검정수압의 1/2의 수압을 가하여 각 점의 압력 및 변형을 측정 기록한 다음, 수압을 0으로 하여 변형을 측정 기록한 다음에 검정수압의 1/10의 압력을 증가한 수압을 순차적으로 0에서부터 검정수압까지 반복 실시하여 압력 및 변형을 측정 기록한다(압력-변형곡선을 작성한다).

(3) 수압시험에는 2개 이상의 압력계를 사용하여야 하고, 시험중 또는 시험후에도 물이 얼지 않도록 하여야 한다.

(4) 수압시험은 규정된 압력의 6 % 이상 초과하지 않도록 모든 경우에 대한 적절한 제어를 마련하여야 한다.

### 18.3 수압시험 결과

(1) 수압시험결과 누설이나 갈라짐 또는 그 밖의 이상이 없어야 한다.
(2) 검정수압시험의 경우에는 압력 및 변형 측정기록이 압력-변형곡선의 직선을 벗어나거나 영구변형이 있어서는 안된다.

## 제19장 압력방출장치

### 19.1 증기 보일러

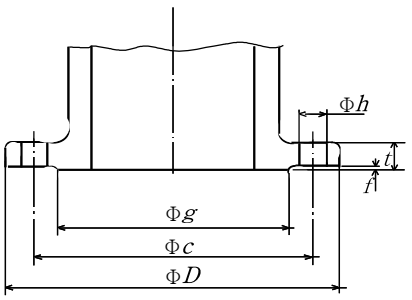
#### 19.1.1 안전밸브의 개수

증기 보일러에는 2개 이상의 안전밸브를 설치하여야 한다. 다만, 전열면적 50 ㎡ 이하의 증기 보일러에서는 1개 이상으로 하며 U자형 입관을 부착한 보일러는 안전밸브를 부착하지 않아도 된다.
관류보일러에서 보일러와 압력방출장치와의 사이에 체크밸브를 설치할 경우 압력방출장치는 2개 이상이어야 한다.

#### 19.1.2 안전밸브의 부착

(1) 안전밸브는 쉽게 검사할 수 있는 장소에 밸브축을 수직으로 하여 가능한 한 보일러의 동체에 직접 부착시켜야 한다.
(2) 안전밸브의 부착은 플랜지, 용접 또는 나사박음으로 하고 다음에 따른다.
 (a) 플랜지 부착의 경우, 플랜지 모양 및 치수는 <표 19.1>과 같다.
 (b) 용접의 경우는 승인된 모양 및 치수에 따른다.
 (c) 나사박음의 경우, 나사부의 나사는 KS B 0222(관용 테이퍼나사)에 따른다. 또한, 수나사를 사용하는 안전밸브에서는 나사부의 나사는 안전밸브의 설정압력 및 안전밸브의 호칭지름에 따라 <표 19.2>에 따른다. 유체온도가 488 K{215 ℃} 또는 설정압력이 2 ㎫{20 kgf/㎠}을 초과하는 안전밸브에 사용해서는 안된다.

**<표 19.1> 증기보일러용 전량식의 접속플랜지의 모양・치수(계속)**



## <표 19.1> 증기보일러용 전량식의 접속플랜지의 모양·치수

(단위 : ㎜)

| 플랜지의 호칭 압력(기호) | 호칭 지름 | 플 랜 지 | | | | 볼트 구멍 | | | 볼트의 나사의 호칭 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *D* | *t*(최소) | *f* | *g* | *c* | 수 | *h* | |
| 10 k | 20 | 125 | 18 | 1 | 67 | 90 | 4 | 19 | M 16 |
| | 25 | 135 | 20 | 2 | 76 | 100 | 4 | 19 | M 16 |
| | 32 | 140 | 20 | 2 | 81 | 105 | 4 | 19 | M 16 |
| | 40 | 155 | 20 | 2 | 96 | 120 | 8 | 19 | M 16 |
| | 50 | 175 | 22 | 2 | 116 | 146 | 8 | 19 | M 16 |
| | 65 | 200 | 24 | 2 | 132 | 160 | 8 | 23 | M 20 |
| | 80 | 210 | 24 | 2 | 145 | 170 | 8 | 23 | M 20 |
| | (90) | 225 | 26 | 2 | 160 | 185 | 8 | 23 | M 20 |
| | 100 | 270 | 26 | 2 | 195 | 225 | 8 | 25 | M 22 |
| | 125 | 305 | 28 | 2 | 230 | 260 | 12 | 25 | M 22 |
| | 150 | 350 | 30 | 2 | 275 | 305 | 12 | 25 | M 22 |
| | 200 | 430 | 34 | 2 | 345 | 380 | 12 | 27 | M 24 |
| 16 k | 20 | 125 | 20 | 1 | 67 | 90 | 4 | 19 | M 16 |
| | 25 | 135 | 20 | 2 | 76 | 100 | 4 | 19 | M 16 |
| | 32 | 140 | 22 | 2 | 81 | 105 | 4 | 19 | M 16 |
| | 40 | 155 | 22 | 2 | 96 | 120 | 8 | 19 | M 16 |
| | 50 | 175 | 24 | 2 | 116 | 140 | 8 | 19 | M 16 |
| | 65 | 200 | 26 | 2 | 132 | 160 | 8 | 23 | M 20 |
| | 80 | 210 | 28 | 2 | 145 | 170 | 8 | 23 | M 20 |
| | (90) | 225 | 28 | 2 | 160 | 185 | 8 | 23 | M 20 |
| | 100 | 270 | 30 | 2 | 195 | 225 | 8 | 25 | M 22 |
| | 125 | 305 | 32 | 2 | 230 | 260 | 12 | 25 | M 22 |
| | 150 | 350 | 34 | 2 | 275 | 305 | 12 | 25 | M 22 |
| | 200 | 430 | 38 | 2 | 345 | 380 | 12 | 27 | M 24 |
| 20k | 20 | 130 | 20 | 1 | 70 | 95 | 4 | 19 | M 16 |
| | 25 | 140 | 22 | 2 | 80 | 105 | 4 | 19 | M 16 |
| | 32 | 160 | 22 | 2 | 90 | 120 | 4 | 23 | M 20 |
| | 40 | 165 | 22 | 2 | 105 | 130 | 8 | 19 | M 16 |
| | 50 | 200 | 26 | 2 | 130 | 160 | 8 | 23 | M 16 |
| | 65 | 210 | 28 | 2 | 140 | 170 | 8 | 23 | M 20 |
| | 80 | 230 | 30 | 2 | 150 | 185 | 8 | 25 | M 22 |
| | (90) | 240 | 32 | 2 | 165 | 195 | 8 | 25 | M 22 |
| | 100 | 275 | 36 | 2 | 195 | 230 | 8 | 25 | M 22 |
| | 125 | 325 | 38 | 2 | 235 | 275 | 12 | 27 | M 24 |
| | 150 | 370 | 42 | 2 | 280 | 320 | 12 | 27 | M 24 |
| | 200 | 450 | 48 | 2 | 345 | 390 | 12 | 33 | M 30X3 |
| 30 k | 20 | 130 | 22 | 1 | 70 | 95 | 4 | 19 | M 16 |
| | 25 | 140 | 24 | 2 | 80 | 105 | 4 | 19 | M 16 |
| | 32 | 160 | 24 | 2 | 90 | 120 | 4 | 23 | M 20 |
| | 40 | 165 | 26 | 2 | 105 | 130 | 8 | 19 | M 16 |
| | 50 | 200 | 30 | 2 | 130 | 160 | 8 | 23 | M 20 |
| | 65 | 210 | 32 | 2 | 140 | 170 | 8 | 23 | M 20 |
| | 80 | 230 | 34 | 2 | 150 | 185 | 8 | 25 | M 22 |
| | 90 | 250 | 36 | 2 | 165 | 205 | 8 | 25 | M 22 |
| | 100 | 300 | 40 | 2 | 200 | 250 | 8 | 27 | M 24 |
| | 125 | 355 | 44 | 2 | 240 | 295 | 12 | 33 | M 30X3 |
| | 150 | 405 | 50 | 2 | 290 | 345 | 12 | 33 | M 30X3 |
| | 200 | 475 | 56 | 2 | 355 | 410 | 12 | 33 | M 30X3 |
| 40 k | 20 | 140 | 27 | 1 | 70 | 100 | 4 | 23 | M 20 |
| | 25 | 150 | 30 | 2 | 80 | 110 | 4 | 23 | M 20 |
| | 32 | 175 | 32 | 2 | 90 | 130 | 4 | 25 | M 22 |
| | 40 | 185 | 34 | 2 | 105 | 145 | 8 | 23 | M 20 |
| | 50 | 220 | 38 | 2 | 130 | 175 | 8 | 25 | M 22 |
| | 65 | 230 | 40 | 2 | 140 | 185 | 8 | 25 | M 22 |
| | 80 | 255 | 42 | 2 | 150 | 205 | 8 | 27 | M 24 |
| | (90) | 270 | 44 | 2 | 165 | 220 | 8 | 27 | M 24 |
| | 100 | 325 | 50 | 2 | 200 | 265 | 8 | 33 | M 30X3 |
| | 125 | 365 | 54 | 2 | 240 | 305 | 12 | 33 | M 30X3 |
| | 150 | 425 | 60 | 2 | 290 | 360 | 12 | 33 | M 30X3 |
| | 200 | 500 | 68 | 2 | 355 | 430 | 12 | 39 | M 36X3 |

비 고 ( ) 안의 호칭 지름은 되도록 사용하지 않는 것이 바람직하다.

<표 19.2> 증기용 전량식 안전밸브의 호칭지름에 대응하는 관용 테이퍼 나사의 호칭

| 안전밸브의 호칭지름 | 관용 테이퍼 나사의 호칭지름 |
|---|---|
| 20 | R 1 |
| 25 | R 11/4 |
| 32 | R 11/2 |
| 40 | R 2 |
| 50 | R 21/2 |

### 19.1.3 안전밸브의 종류 및 구조

(1) 안전밸브의 종류는 스프링안전밸브로 하며 스프링안전밸브의 구조는 KS B 6216(증기용 및 가스용 스프링 안전밸브)에 따라야 하며, 어떠한 경우에도 밸브시이트나 밸브디스크에서 누설이 없어야 한다. 다만, 스프링안전밸브 대신에 스프링 파일로트밸브부착 안전밸브를 사용할 수 있다. 이 경우 소요분출량의 1/2 이상이 스프링안전밸브에 의하여 분출되는 구조의 것이어야 한다.
(2) 인화성증기를 발생하는 열매체 보일러에서는 안전밸브를 밀폐식 구조로 하든가 또는 안전밸브로부터의 배기를 보일러실 밖의 안전한 장소에 방출시키도록 한다.
(3) 안전밸브는 산업안전보건법 제84조의 규정에 의한 안전인증 받은 것이어야 한다.

### 19.1.4 안전밸브 및 압력방출장치의 용량

안전밸브 및 압력방출장치의 용량은 다음에 따른다.

(1) 안전밸브 및 압력방출장치의 분출용량은 최대증발량을 분출하도록 그 크기와 수를 결정하여야 한다.
(2) 자동연소제어장치 및 보일러 최고사용압력의 1.06배 이하의 압력에서 급속하게 연료의 공급을 차단하는 장치를 갖는 보일러로서 보일러 출구의 최고사용압력 이하에서 자동적으로 작동하는 압력방출장치가 있을 때에는 동 압력방출장치의 용량(보일러의 최대증발량의 30 %를 초과하는 경우에는 보일러 최대증발량의 30 %)을 안전밸브용량에 산입할 수 있다.

### 19.1.5 안전밸브 분출용량 계산

안전밸브의 분출용량은 다음에 따른다.

(1) 증기에 대한 공칭 분출량
(a) 공칭 분출계수에 따라 계산하는 경우는 다음 식에 따라 구한다.

$$Q_m = 5.246\ C K_d A\ (P + 0.1) \cdot 0.9 \quad \{\ Q_m = 0.5145\ C K_d A\ (P + 1) \cdot 0.9\}$$

여기에서 $Q_m$: 공칭분출량(kg/h)

$A$ : 분출면적(㎟)

$A = \frac{\pi}{4} d_t^2$ : 전량식

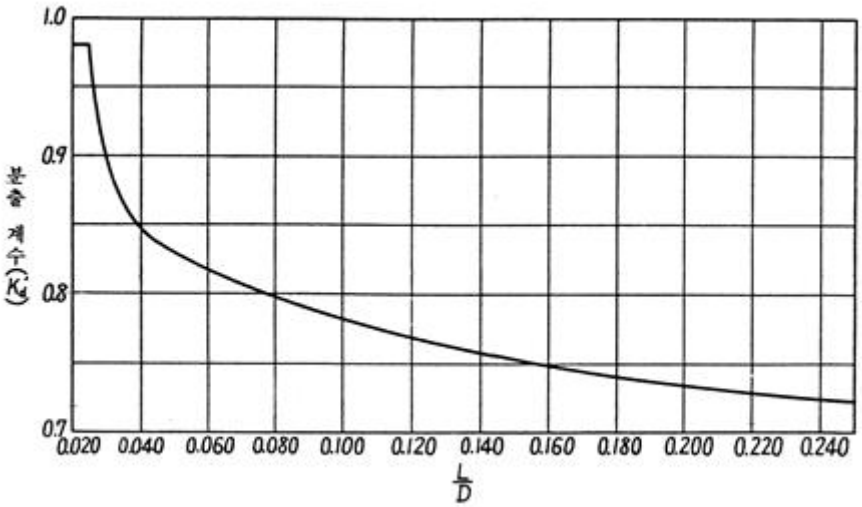
$d_t$ : 목부의 지름(㎜)

$P$ : 공칭분출량 결정압력(MPa){kgf/㎠}으로, 설정압력이 0.1 MPa{1 kgf/㎠}을 초과할 때에는 설정압력의 1.03배, 설정압력이 0.1 MPa{1 kgf/㎠} 이하인 때는 설정압력에 0.02 MPa{0.2 kgf/㎠}을 더한 값으로 한다. 다만, 지정이 있는 경우는 그 값에 따른다.

$K_d$: 공칭분출계수

$C$ : 증기의 성질에 따른 계수로서 <표 19.4>에 따른다. 증기압력 0.4 MPa{4 kgf/㎠}미만인 포화온도의 경우는 1로 하고, 기타의 경우는 표에 따른다.

(b) 공칭 분출계수의 측정을 하지 않는 경우는 (a)의 계산식 중 $K_d$대신 [그림 19.1]에서 구해지는 $K_d'$값을 사용하여 공칭 분출량을 계산할 수 있다. 이 경우, 전량식 안전밸브는 $K_d' = 0.864$로 한다.




L : 리프트(㎜)

D : 밸브시트 구멍의 지름(㎜)

**[그림 19.1] 분출계수 $K_d$**

(2) 압력 릴리프 장치의 분출용량

압력 릴리프 장치의 분출용량은 다음에 따른다.

$$W = 5.145A(1.03P + 0.1)K \cdot C \cdot 0.9 \{ W = 0.5145A(1.03P + 1)K \cdot C \cdot 0.9 \}$$

여기에서 $W$ : 공칭분출량(kg/h)

$A$ : 최소 증기통로 면적(㎟)

$P$ : 압력 릴리프 장치의 분출압력 (MPa){kgf/㎠}

$K$ : 공칭 분출계수로서 19.1.5항의 (1)의 규정을 준용하든가 또는 0.75로 한다.

$C$ : 증기의 온도・압력에 대한 보정계수로서 <표 19.5>에 따른다.

# <표 19.4> 증기의 성질에 따른 계수(C)

| 절대압력 MPa{kgf/㎠} | 온도 K(℃) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 포화 온도 | 473 {200} | 493 {220} | 513 {240} | 533 {260} | 553 {280} | 573 {300} | 593 {320} | 613 {340} | 633 {360} | 653 {380} | 673 {400} | 693 {420} | 713 {440} | 733 {460} | 753 {480} | 773 {500} | 793 {520} | 813 {540} | 833 {560} | 853 {580} | 873 {600} | 893 {620} | 913 {640} | 933 {660} | 953 {680} | 973 {700} |
| 0.5{5} | 1.005 | 0.996 | 0.972 | 0.951 | 0.931 | 0.913 | 0.896 | 0.879 | 0.864 | 0.849 | 0.835 | 0.822 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.0{10} | 0.987 | 0.981 | 0.983 | 0.960 | 0.938 | 0.919 | 0.901 | 0.884 | 0.868 | 0.853 | 0.838 | 0.825 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5{15} | 0.977 | 0.976 | 0.970 | 0.972 | 0.947 | 0.925 | 0.906 | 0.888 | 0.872 | 0.856 | 0.841 | 0.828 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.0{20} | 0.972 | | 0.967 | 0.964 | 0.955 | 0.932 | 0.912 | 0.893 | 0.876 | 0.860 | 0.845 | 0.830 | 0.817 | 0.804 | 0.792 | 0.780 | 0.768 | | | | | | | | | |
| 2.5{25} | 0.969 | | | 0.961 | 0.961 | 0.937 | 0.918 | 0.898 | 0.880 | 0.863 | 0.848 | 0.833 | 0.819 | 0.806 | 0.793 | 0.782 | 0.770 | | | | | | | | | |
| 3.0{30} | 0.967 | | | 0.962 | 0.957 | 0.949 | 0.924 | 0.903 | 0.885 | 0.867 | 0.851 | 0.836 | 0.822 | 0.808 | 0.795 | 0.783 | 0.774 | 0.763 | 0.748 | 0.742 | 0.730 | 0.721 | 0.712 | 0.703 | 0.695 | 0.687 | 0.679 |
| 4.0{40} | 0.965 | | | | 0.958 | 0.954 | 0.934 | 0.915 | 0.894 | 0.875 | 0.857 | 0.841 | 0.826 | 0.813 | 0.799 | 0.787 | 0.775 | 0.763 | 0.755 | 0.744 | 0.735 | 0.725 | 0.715 | 0.705 | 0.696 | 0.688 | 0.680 |
| 5.0{50} | 0.966 | | | | | 0.955 | 0.953 | 0.927 | 0.904 | 0.884 | 0.865 | 0.848 | 0.832 | 0.817 | 0.803 | 0.790 | 0.778 | 0.766 | 0.755 | 0.747 | 0.737 | 0.723 | 0.717 | 0.708 | 0.697 | 0.689 | 0.681 |
| 6.0{60} | 0.968 | | | | | 0.962 | 0.953 | 0.941 | 0.911 | 0.891 | 0.872 | 0.854 | 0.838 | 0.822 | 0.808 | 0.794 | 0.781 | 0.769 | 0.758 | 0.747 | 0.739 | 0.729 | 0.719 | 0.710 | 0.698 | 0.690 | 0.682 |
| 7.0{70} | 0.971 | | | | | | 0.958 | 0.954 | 0.924 | 0.901 | 0.881 | 0.861 | 0.844 | 0.827 | 0.812 | 0.798 | 0.785 | 0.772 | 0.761 | 0.749 | 0.739 | 0.731 | 0.721 | 0.708 | 0.702 | 0.691 | 0.683 |
| 8.0{80} | 0.975 | | | | | | 0.967 | 0.956 | 0.937 | 0.912 | 0.888 | 0.868 | 0.850 | 0.833 | 0.817 | 0.802 | 0.789 | 0.776 | 0.763 | 0.752 | 0.741 | 0.731 | 0.719 | 0.710 | 0.701 | 0.692 | 0.684 |
| 9.0{90} | 0.980 | | | | | | | 0.962 | 0.957 | 0.926 | 0.897 | 0.876 | 0.856 | 0.838 | 0.822 | 0.807 | 0.792 | 0.779 | 0.766 | 0.754 | 0.743 | 0.733 | 0.722 | 0.711 | 0.702 | 0.693 | 0.685 |
| 10.0{100} | 0.986 | | | | | | | 0.971 | 0.961 | 0.936 | 0.909 | 0.883 | 0.863 | 0.844 | 0.827 | 0.811 | 0.796 | 0.782 | 0.769 | 0.757 | 0.745 | 0.735 | 0.724 | 0.712 | 0.703 | 0.695 | 0.686 |
| 12.0{120} | 0.999 | | | | | | | | 0.975 | 0.964 | 0.926 | 0.903 | 0.876 | 0.857 | 0.838 | 0.818 | 0.805 | 0.789 | 0.775 | 0.762 | 0.750 | 0.739 | 0.728 | 0.718 | 0.706 | 0.697 | 0.688 |
| 14.0{140} | 1.016 | | | | | | | | 1.002 | 0.980 | 0.956 | 0.920 | 0.893 | 0.868 | 0.846 | 0.828 | 0.811 | 0.797 | 0.782 | 0.768 | 0.755 | 0.743 | 0.732 | 0.721 | 0.711 | 0.699 | 0.691 |
| 16.0{160} | 1.036 | | | | | | | | | 1.000 | 0.988 | 0.942 | 0.907 | 0.883 | 0.858 | 0.838 | 0.819 | 0.803 | 0.787 | 0.774 | 0.760 | 0.748 | 0.736 | 0.725 | 0.714 | 0.704 | 0.693 |
| 18.0{180} | 1.063 | | | | | | | | | 1.038 | 1.004 | 0.972 | 0.929 | 0.895 | 0.873 | 0.848 | 0.828 | 0.810 | 0.794 | 0.779 | 0.766 | 0.752 | 0.740 | 0.728 | 0.717 | 0.707 | 0.697 |
| 20.0{200} | 1.094 | | | | | | | | | | 1.028 | 1.006 | 0.953 | 0.914 | 0.885 | 0.861 | 0.835 | 0.818 | 0.801 | 0.786 | 0.770 | 0.757 | 0.744 | 0.732 | 0.720 | 0.710 | 0.700 |
| 22.0{220} | 1.129 | | | | | | | | | | 1.072 | 1.033 | 0.982 | 0.932 | 0.900 | 0.872 | 0.849 | 0.827 | 0.808 | 0.793 | 0.777 | 0.761 | 0.749 | 0.736 | 0.724 | 0.713 | 0.702 |
| 24.0{240} | | | | | | | | | | | | 1.059 | 1.016 | 0.958 | 0.915 | 0.885 | 0.861 | 0.837 | 0.815 | 0.797 | 0.783 | 0.766 | 0.725 | 0.740 | 0.727 | 0.716 | 0.705 |
| 26.0{260} | | | | | | | | | | | | 1.099 | 1.055 | 0.982 | 0.935 | 0.899 | 0.871 | 0.848 | 0.825 | 0.804 | 0.786 | 0.772 | 0.756 | 0.741 | 0.731 | 0.719 | 0.708 |
| 28.0{280} | | | | | | | | | | | | 1.167 | 1.096 | 1.013 | 0.956 | 0.913 | 0.883 | 0.853 | 0.834 | 0.811 | 0.793 | 0.776 | 0.762 | 0.747 | 0.735 | 0.720 | 0.710 |
| 30.0{300} | | | | | | | | | | | | | 1.132 | 1.047 | 0.977 | 0.931 | 0.895 | 0.867 | 0.838 | 0.821 | 0.799 | 0.781 | 0.763 | 0.753 | 0.735 | 0.724 | 0.715 |
| 32.0{320} | | | | | | | | | | | | | 1.169 | 1.089 | 1.009 | 0.952 | 0.908 | 0.877 | 0.849 | 0.824 | 0.805 | 0.787 | 0.770 | 0.753 | 0.742 | 0.729 | 0.714 |
| 34.0{340} | | | | | | | | | | | | | | 1.136 | 1.032 | 0.968 | 0.923 | 0.888 | 0.859 | 0.835 | 0.812 | 0.792 | 0.775 | 0.757 | 0.746 | 0.729 | 0.718 |
| 36.0{360} | | | | | | | | | | | | | | 1.191 | 1.063 | 0.989 | 0.941 | 0.899 | 0.869 | 0.842 | 0.818 | 0.798 | 0.780 | 0.761 | 0.750 | 0.734 | 0.723 |
| 38.1{380} | | | | | | | | | | | | | | | 1.098 | 1.016 | 0.956 | 0.913 | 0.878 | 0.850 | 0.823 | 0.804 | 0.785 | 0.765 | 0.750 | 0.739 | 0.726 |
| 40.0{400} | | | | | | | | | | | | | | | 1.137 | 1.037 | 0.972 | 0.927 | 0.888 | 0.858 | 0.832 | 0.807 | 0.790 | 0.769 | 0.754 | 0.742 | 0.725 |
| 42.0{420} | | | | | | | | | | | | | | | | 1.064 | 0.995 | 0.944 | 0.901 | 0.868 | 0.839 | 0.815 | 0.792 | 0.774 | 0.758 | 0.745 | 0.729 |
| 44.0{440} | | | | | | | | | | | | | | | | 1.092 | 1.012 | 0.954 | 0.914 | 0.876 | 0.846 | 0.821 | 0.800 | 0.779 | 0.762 | 0.748 | 0.731 |
| 46.0{460} | | | | | | | | | | | | | | | | 1.122 | 1.035 | 0.971 | 0.924 | 0.888 | 0.854 | 0.828 | 0.805 | 0.785 | 0.766 | 0.753 | 0.738 |

비 고 : 1. 이 표의 압력·온도의 중간의 값은 비례법으로 계산한다.

2. 절대압력은 분출량 결정 압력의 절대값으로 한다.

<표 19.5> 증기온도 • 압력에 대한 보정계수(C)

| 절대압력 MPa{kgf/㎠} | 온도 K(℃) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 포화온도 | 473 {200} | 493 {220} | 513 {240} | 533 {260} | 553 {280} | 573 {300} | 593 {320} | 613 {340} | 633 {360} | 653 {380} | 673 {400} | 693 {420} | 713 {440} | 733 {460} | 753 {480} | 773 {500} | 793 {520} | 813 {540} | 833 {560} | 853 {580} | 873 {600} | 893 {620} | 913 {640} | 933 {660} | 953 {680} | 973 {700} |
| 0.5{5} | 1.000 | 0.996 | 0.972 | 0.951 | 0.931 | 0.913 | 0.896 | 0.879 | 0.864 | 0.849 | 0.835 | 0.822 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.0{10} | 1.000 | 0.981 | 0.983 | 0.960 | 0.938 | 0.919 | 0.901 | 0.884 | 0.868 | 0.853 | 0.838 | 0.825 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5{15} | 1.000 | 0.976 | 0.970 | 0.972 | 0.947 | 0.925 | 0.906 | 0.888 | 0.872 | 0.856 | 0.841 | 0.828 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.0{20} | 1.000 | | 0.967 | 0.964 | 0.955 | 0.932 | 0.912 | 0.893 | 0.876 | 0.860 | 0.845 | 0.830 | 0.817 | 0.804 | 0.792 | 0.780 | 0.768 | | | | | | | | | | |
| 2.5{25} | 1.000 | | | 0.961 | 0.961 | 0.937 | 0.918 | 0.898 | 0.880 | 0.863 | 0.848 | 0.833 | 0.819 | 0.806 | 0.793 | 0.782 | 0.770 | | | | | | | | | | |
| 3.0{30} | 1.000 | | | 0.962 | 0.957 | 0.949 | 0.924 | 0.903 | 0.885 | 0.867 | 0.851 | 0.836 | 0.822 | 0.808 | 0.795 | 0.783 | 0.774 | 0.763 | 0.748 | 0.742 | 0.730 | 0.721 | 0.712 | 0.703 | 0.695 | 0.687 | 0.679 |
| 4.0{40} | 1.000 | | | | 0.958 | 0.954 | 0.934 | 0.915 | 0.894 | 0.875 | 0.857 | 0.841 | 0.826 | 0.813 | 0.799 | 0.787 | 0.775 | 0.763 | 0.755 | 0.744 | 0.735 | 0.725 | 0.715 | 0.705 | 0.696 | 0.688 | 0.680 |
| 5.0{50} | 1.000 | | | | | 0.955 | 0.953 | 0.927 | 0.904 | 0.884 | 0.865 | 0.848 | 0.832 | 0.817 | 0.803 | 0.790 | 0.778 | 0.766 | 0.755 | 0.747 | 0.737 | 0.723 | 0.717 | 0.708 | 0.697 | 0.689 | 0.681 |
| 6.0{60} | 1.000 | | | | | 0.962 | 0.953 | 0.941 | 0.911 | 0.891 | 0.872 | 0.854 | 0.838 | 0.822 | 0.808 | 0.794 | 0.781 | 0.769 | 0.758 | 0.747 | 0.739 | 0.729 | 0.719 | 0.710 | 0.698 | 0.690 | 0.682 |
| 7.0{70} | 1.000 | | | | | | 0.958 | 0.954 | 0.924 | 0.901 | 0.881 | 0.861 | 0.844 | 0.827 | 0.812 | 0.798 | 0.785 | 0.772 | 0.761 | 0.749 | 0.739 | 0.731 | 0.721 | 0.708 | 0.702 | 0.691 | 0.683 |
| 8.0{80} | 1.000 | | | | | | 0.967 | 0.956 | 0.937 | 0.912 | 0.888 | 0.868 | 0.850 | 0.833 | 0.817 | 0.802 | 0.789 | 0.776 | 0.763 | 0.752 | 0.741 | 0.731 | 0.719 | 0.710 | 0.701 | 0.692 | 0.684 |
| 9.0{90} | 1.000 | | | | | | | 0.962 | 0.957 | 0.926 | 0.897 | 0.876 | 0.856 | 0.838 | 0.822 | 0.807 | 0.792 | 0.779 | 0.766 | 0.754 | 0.743 | 0.733 | 0.722 | 0.711 | 0.702 | 0.693 | 0.685 |
| 10.0{100} | 1.000 | | | | | | | 0.971 | 0.961 | 0.936 | 0.909 | 0.883 | 0.863 | 0.844 | 0.827 | 0.811 | 0.796 | 0.782 | 0.769 | 0.757 | 0.745 | 0.735 | 0.724 | 0.712 | 0.703 | 0.695 | 0.686 |
| 12.0{120} | 1.000 | | | | | | | | 0.975 | 0.964 | 0.926 | 0.903 | 0.876 | 0.857 | 0.838 | 0.818 | 0.805 | 0.789 | 0.775 | 0.762 | 0.750 | 0.739 | 0.728 | 0.718 | 0.706 | 0.697 | 0.688 |
| 14.0{140} | 1.016 | | | | | | | | 1.002 | 0.980 | 0.956 | 0.920 | 0.893 | 0.868 | 0.846 | 0.828 | 0.811 | 0.797 | 0.782 | 0.768 | 0.755 | 0.743 | 0.732 | 0.721 | 0.711 | 0.699 | 0.691 |
| 16.0{160} | 1.036 | | | | | | | | | 1.000 | 0.988 | 0.942 | 0.907 | 0.883 | 0.858 | 0.838 | 0.819 | 0.803 | 0.787 | 0.774 | 0.760 | 0.748 | 0.736 | 0.725 | 0.714 | 0.704 | 0.693 |
| 18.0{180} | 1.063 | | | | | | | | | 1.038 | 1.004 | 0.972 | 0.929 | 0.895 | 0.873 | 0.848 | 0.828 | 0.810 | 0.794 | 0.779 | 0.766 | 0.752 | 0.740 | 0.728 | 0.717 | 0.707 | 0.697 |
| 20.0{200} | 1.094 | | | | | | | | | | 1.028 | 1.006 | 0.953 | 0.914 | 0.885 | 0.861 | 0.835 | 0.818 | 0.801 | 0.786 | 0.770 | 0.757 | 0.744 | 0.732 | 0.720 | 0.710 | 0.700 |
| 22.0{220} | 1.129 | | | | | | | | | | 1.072 | 1.033 | 0.982 | 0.932 | 0.900 | 0.872 | 0.849 | 0.827 | 0.808 | 0.793 | 0.777 | 0.761 | 0.749 | 0.736 | 0.724 | 0.713 | 0.702 |
| 24.0{240} | | | | | | | | | | | | 1.059 | 1.016 | 0.958 | 0.915 | 0.885 | 0.861 | 0.837 | 0.815 | 0.797 | 0.783 | 0.766 | 0.725 | 0.740 | 0.727 | 0.716 | 0.705 |
| 26.0{260} | | | | | | | | | | | | 1.099 | 1.055 | 0.982 | 0.935 | 0.899 | 0.871 | 0.848 | 0.825 | 0.804 | 0.786 | 0.772 | 0.756 | 0.741 | 0.731 | 0.719 | 0.708 |
| 28.0{280} | | | | | | | | | | | | 1.167 | 1.096 | 1.013 | 0.956 | 0.913 | 0.883 | 0.853 | 0.834 | 0.811 | 0.793 | 0.776 | 0.762 | 0.747 | 0.735 | 0.720 | 0.710 |
| 30.0{300} | | | | | | | | | | | | | 1.132 | 1.047 | 0.977 | 0.931 | 0.895 | 0.867 | 0.838 | 0.821 | 0.799 | 0.781 | 0.763 | 0.753 | 0.735 | 0.724 | 0.715 |
| 32.0{320} | | | | | | | | | | | | | 1.169 | 1.089 | 1.009 | 0.952 | 0.908 | 0.877 | 0.849 | 0.824 | 0.805 | 0.787 | 0.770 | 0.753 | 0.742 | 0.729 | 0.714 |
| 34.0{340} | | | | | | | | | | | | | | 1.136 | 1.032 | 0.968 | 0.923 | 0.888 | 0.859 | 0.835 | 0.812 | 0.792 | 0.775 | 0.757 | 0.746 | 0.729 | 0.718 |
| 36.0{360} | | | | | | | | | | | | | | 1.191 | 1.063 | 0.989 | 0.941 | 0.899 | 0.869 | 0.842 | 0.818 | 0.798 | 0.780 | 0.761 | 0.750 | 0.734 | 0.723 |
| 38.1{380} | | | | | | | | | | | | | | | 1.098 | 1.016 | 0.956 | 0.913 | 0.878 | 0.850 | 0.823 | 0.804 | 0.785 | 0.765 | 0.750 | 0.739 | 0.726 |
| 40.0{400} | | | | | | | | | | | | | | | 1.137 | 1.037 | 0.972 | 0.927 | 0.888 | 0.858 | 0.832 | 0.807 | 0.790 | 0.769 | 0.754 | 0.742 | 0.725 |
| 42.0{420} | | | | | | | | | | | | | | | | 1.064 | 0.995 | 0.944 | 0.901 | 0.868 | 0.839 | 0.815 | 0.792 | 0.774 | 0.758 | 0.745 | 0.729 |
| 44.0{440} | | | | | | | | | | | | | | | | 1.092 | 1.012 | 0.954 | 0.914 | 0.876 | 0.846 | 0.821 | 0.800 | 0.779 | 0.762 | 0.748 | 0.731 |
| 46.0{460} | | | | | | | | | | | | | | | | 1.122 | 1.035 | 0.971 | 0.924 | 0.888 | 0.854 | 0.828 | 0.805 | 0.785 | 0.766 | 0.753 | 0.738 |

비 고 : 1. 이 표의 압력은 분출량 계산식의 (1.03P+1)에 상당하는 압력이다.
2. 이 표의 압력 · 온도의 중간의 값은 비례법으로 구한다.

### 19.1.6 안전밸브 및 압력방출장치의 크기

안전밸브 및 압력방출장치의 크기는 호칭지름 25A이상으로 하여야 한다. 다만, 다음 보일러에서는 호칭지름 20A이상으로 할 수 있다.

(1) 최고사용압력 0.1 MPa{1 kgf/㎠} 이하의 보일러
(2) 최고사용압력 0.5 MPa{5 kgf/㎠} 이하의 보일러로 동체의 안지름이 500 ㎜ 이하이며 동체의 길이가 1,000 ㎜ 이하의 것
(3) 최고사용압력 0.5 MPa{5 kgf/㎠} 이하의 보일러로 전열면적 2 ㎡ 이하의 것
(4) 최대증발량 5 t/h 이하의 관류보일러
(5) 소용량 강철제보일러, 소용량 주철제보일러(이하 “소용량보일러”라 한다)

## 19.2 온수발생보일러(액상식 열매체 보일러 포함)

### 19.2.1 방출밸브 또는 안전밸브의 개수

온수발생보일러에는 압력이 보일러의 최고사용압력(열매체 보일러의 경우에는 최고사용압력 및 최고사용온도)에 달하면 즉시 작동하는 방출밸브 또는 안전밸브를 1개 이상 갖추어야 한다.

### 19.2.2 방출밸브 또는 안전밸브의 크기

(1) 액상식 열매체 보일러 및 온도 393 K{120 ℃}이하의 온수발생보일러에는 방출밸브를 설치하여야 하며 그 지름은 20 ㎜ 이상으로 하고 보일러의 압력이 보일러의 최고사용압력에 그 10 %(그 값이 0.035 ㎫{0.35 kgf/㎠} 미만인 경우에는 0.035 ㎫{0.35 kgf/㎠}로 한다)를 더한 값을 초과하지 않도록 지름과 개수를 정하여야 한다.

(2) 온도 393 K{120 ℃}를 초과하는 온수발생보일러에는 안전밸브를 설치하여야 하며, 그 크기는 호칭지름 20 ㎜ 이상으로 하고 19.1.3항을 적용한다. 다만, 환산증발량은 열출력을 보일러의 최고사용압력에 상당하는 포화증기의 엔탈피와 급수 엔탈피의 차로 나눈 값(kg/h)으로 한다.

### 19.2.3 방출관의 크기

방출관은 보일러의 전열면적에 따라 <표 19.6>의 크기로 하여야 한다.

**<표 19.6> 방출관의 크기**

| 전 열 면 적 (㎡) | 방출관의 안지름(㎜) |
|---|---|
| 10 미 만 | 25 이상 |
| 10 이상 15 미만 | 30 이상 |
| 15 이상 20 미만 | 40 이상 |
| 20 이상 | 50 이상 |

# 제20장 검 사

## 20.1 검사의 신청

시행규칙 제31조의14 및 제31조의15 규정에 의하여 용접검사 및 구조검사신청시 제출하는 서류는 다음의 것을 말한다. 다만, (1), (2), (5)항의 서류는 II단계 검사시 제출할 수 있다.

(1) 용접부위도 : 이 기준에 의하여 비파괴검사를 하는 용접부분이 표시된 도면(별지 제1호 서식)

(2) 원자재검사성적서 : 기본재질[(1)]의 것을 제외한 자재에 대한 제조회사 시험성적서 사본 또는 공공시

험기관이 검사한 성적서를 말한다.

주[1] 기본재질이란 판은 SS400, SB410, STS304 관은 SPP, STS304TP, C1220T-H를 말한다.

(3) 검사대상기기의 설계도면 : 이 기준의 검사범위에 속하는 용접방법, 스테이 배치, 관의 배치 등이 표시된 도면을 말한다.

(4) 검사대상기기의 강도계산서 : 이 기준의 제2장 내지 제20장에 의하여 계산된 것을 말한다.

(5) 자체검사기록서 : 용접검사가 면제되는 경우에 제조자가 자체검사를 실시한 기록서 사본(별지제4호 서식)

## 20.2 검사의 준비

검사신청자는 시행규칙 제31조의22에 의하여 다음의 준비를 하여야 한다.

(1) 용접검사의 II단계 검사

자체검사 결과를 확인할 수 있도록 할 것

(2) 용접검사의 III단계검사

(a) 원자력안전법 제53조의 규정에 의하여 사용허가를 받고 비파괴검사기술의 진흥 및 관리에 관한 법률 제11조의 규정에 의하여 비파괴검사업으로 등록한 자로부터 용접부의 비파괴시험을 받을 경우에는 그 시험성적의 제출로 갈음하되, 시험방법 및 결과등은 제15장의 규정에 적합하여야 한다.

(b) 자체검사결과를 확인할 수 있도록 할 것

(3) 구조검사의 1I단계검사

(a) 수압시험을 할 수 있도록 준비할 것

(b) 기타 구조검사사항을 용이하게 검사할 수 있도록 할 것

(c) (별지 제4호 서식)에 의한 제조검사 자체기록서를 확인할 수 있도록 할 것

(4) 정전, 단수, 화재, 천재지변 등 부득이한 사정으로 검사를 실시할 수 없을 경우에 검사기관은 재신청 없이 다시 검사를 하여야 한다.

## 20.3 검사항목 및 판정기준

검사의 종류별로 적용할 검사항목 및 판정기준은 다음과 같다.

| 검사의 종류 | 검사단계 | 적용항목 및 판정기준 |
|---|---|---|
| 용접검사 | Ⅰ단계검사 | 제2장 내지 제19장의 각 해당항목을 도면 등으로 검사하여 적합하여야 한다. |
| | Ⅱ단계검사 | 제2장 내지 제13장 및 15.1.2항의 각 해당항목을 검사하여 적합하여야 한다.(이 기준 14.1항의 시험판 확인을 포함한다) |
| | Ⅲ단계검사 | 제14장 내지 제16장의 각 해당항목을 검사하여 적합하여야 한다. |
| 구조검사 | Ⅰ단계검사 | 제2장 내지 제19장의 각 해당항목을 도면 등으로 검사하여 적합하여야 한다. (용접검사가 면제되는 경우에 한한다) |
| | Ⅱ단계검사 | 제10장, 제11장, 12.2.6항, 12.2.7항, 12.2.8항, 13.8항, 13.9항, 15.1.2항, 제17장 내지 제19장의 각 해당 항목을 검사하여 적합하여야 한다. |

비　고 : 용접검사의 I단계검사 또는 구조검사의 I단계검사 결과 미흡한 부분이 있는 경우 재신청없이 다시 검사를 받을 수 있다.

## 제21장 검사의 특례

### 21.1 재질검사

(1) 용접하는 재료 및 강관의 재질검사는 당해 재료의 원자재 검사성적서(millsheet)로 갈음한다.
(2) (1)의 원자재 검사성적서가 제조자에게 발행한 것이 아닐때는 구입경로를 소명하는 서류의 사본을 제출해야 한다.

### 21.2 자체검사

(1) 제13장의 공작검사는 제조자가 자체검사를 하고 (별지 제2호 서식)에 의한 검사성적서를 작성하여 용접검사의 II단계 검사시 검사원에게 제출하여야 한다.
(2) 제14장의 용접부의 기계적시험은 제조자가 자체검사를 하고 (별지 제3호 서식)에 의한 검사 성적서를 작성하여 용접검사의 III단계 검사시 검사원에게 제출하여야 한다.
(3) 제16장의 후열처리 검사는 제15장의 검사에 합격한 후 제조자가 자체검사를 하고 열처리 자동온도 기록지에 검사사항을 기록하여 즉시 검사기관에 제출하여야 한다. 동일 로에서 같은 시간에 1기를 초과하여 열처리하여 원본을 제출하지 못 할 때에는 그 사본으로 동 기록지를 대신할 수 있다.
(4) 검사기관은 (1)내지 (3)의 자체검사 사항을 검사과정에서 확인한다.

### 21.3 소용량보일러에 대한 특례

제14장 내지 제16장은 생략하는 대신 다음에 적합하여야 한다.

(1) 용접부의 외관
(a) 용접부의 용입이 충분하고 균열, 언더컷, 오버랩, 슬래그섞임 및 기공 등의 해로운 결함이 없어야 한다.
(b) 맞대기 용접이음에서는 덧살의 깎아냄이 양호하여야 한다.
(c) 동체 및 경판의 길이이음 및 둘레이음과 이와 유사한 이음은 겹치기 이음을 할 수 없다.

### 21.4 특수형상보일러의 검사

특수형상 등에 의하여 강도계산이 어려운 보일러의 경우 제20장의 용접검사의 I단계 검사 또는 구조 검사의 I단계 검사 항목 중 해당부분에 대한 강도계산은 검정수압시험을 받을 것을 조건으로 하여 생략할 수 있다.

### 21.5 대량제조보일러 일부검사

(1) 시행규칙 제31조의13 제1항 제1호의 일부가 면제되는 대량 제조보일러 일부검사를 받으려는 제조업체는 산업표준화법 제32조에 의해 설립된 한국표준협회로부터 국가품질지수 B등급 이상의 업체이거나, 신청일 기준으로 최근 1년간 다음 각 호에 해당하는 제조실적이 있는 업체이어야 한다.

(a) 100대 이상의 검사대상 보일러

(b) 용량의 합계가 300 t/h 이상의 검사대상보일러. 이때, 온수보일러는 0.6978 ㎿(600,000 kcal/h)를 1 t/h로 환산함

(2) 일부가 면제되는 검사는 시행규칙 제31조의7 관련 별표3의4에 정한 구조검사에 한하여 재료, 제조방법, 형상이 동일한 보일러로서 동일 제조업체에서 제조되고 동일한 검사일로 신청된 기기로서 10대 이하를 1조로 하여 그 조에서 임의로 선정한 1대를 표본검사를 실시하여 합격한 경우 그 조에 속한 기기 모두 합격한 것으로 본다.

(3) 표본검사에서 불합격된 경우에는 해당 조에 대한 전수검사를 실시하여야 한다

# 제3편 보일러 설치검사기준등

## 제22장 설치・시공기준

### 22.1 설치장소

#### 22.1.1 옥내설치

보일러를 옥내에 설치하는 경우에는 다음 조건을 만족시켜야 한다.

(1) 보일러는 불연성물질의 격벽으로 구분된 장소에 설치하여야 한다. 다만, 소용량강철제보일러, 소용량주철제보일러, 가스용온수보일러, 1종 관류보일러(이하 “소형보일러”라 한다)는 반격벽으로 구분된 장소에 설치할 수 있다.

(2) 보일러 동체 최상부로부터(보일러의 검사 및 취급에 지장이 없도록 작업대를 설치한 경우에는 작업대로부터) 천정, 배관등 보일러 상부에 있는 구조물까지의 거리는 1.2 m 이상이어야 한다. 다만, 소형보일러 및 주철제보일러의 경우에는 0.6 m 이상으로 할 수 있다.

(3) 보일러 동체에서 벽, 배관, 기타 보일러 측부에 있는 구조물(검사 및 청소에 지장이 없는 것은 제외)까지 거리는 0.45 m 이상이어야 한다.  다만, 소형보일러는 0.3 m 이상으로 할 수 있다.

(4) 보일러 및 보일러에 부설된 금속제의 굴뚝 또는 연도의 외측으로부터 0.3 m 이내에 있는 가연성 물체에 대하여는 금속 이외의 불연성 재료로 피복하여야 한다.

(5) 연료를 저장할 때에는 보일러 외측으로부터 2 m 이상 거리를 두거나 방화격벽을 설치하여야 한다. 다만, 소형보일러의 경우에는 1 m 이상 거리를 두거나 반격벽으로 할 수 있다.

(6) 보일러에 설치된 계기들을 육안으로 관찰하는데 지장이 없도록 충분한 조명시설이 있어야 한다.

(7) 보일러실은 연소 및 환경을 유지하기에 충분한 급기구 및 환기구가 있어야 하며 급기구는 보일러 배기가스 닥트의 유효단면적 이상이어야 하고 도시가스를 사용하는 경우에는 환기구를 가능한 한 높이 설치하여 가스가 누설되었을 때 체류하지 않는 구조이어야 한다.

(8) 보일러의 연도는 내식성의 재질을 사용하거나, 배가스 중 응축수의 체류를 방지하기 위하여 물 빼기가 가능한 구조이거나 장치를 설치하여야 한다.

#### 22.1.2 옥외설치

보일러를 옥외에 설치할 경우에는 다음 조건을 만족시켜야 한다.

(1) 보일러에 빗물이 스며들지 않도록 케이싱 등의 적절한 방지설비를 하여야 한다.

(2) 노출된 절연재 또는 래깅 등에는 방수처리(금속커버 또는 페인트 포함)를 하여야 한다.

(3) 보일러 외부에 있는 증기관 및 급수관 등이 얼지 않도록 적절한 보호조치를 하여야 한다.

(4) 강제 통풍팬의 입구에는 빗물방지 보호판을 설치하여야 한다.

### 22.1.3 보일러의 설치

보일러는 다음 조건을 만족시킬 수 있도록 설치하여야 한다.

(1) 기초가 약하여 내려앉거나 갈라지지 않아야 한다.
(2) 강구조물은 빗물이나 증기에 의하여 부식이 되지 않도록 적절한 보호조치를 하여야 한다.
(3) 수관식 보일러의 경우 전열면을 청소할 수 있는 구멍이 있어야 하며, 구멍의 크기 및 수는 제9장에 따른다. 다만, 전열면의 청소가 용이한 구조인 경우에는 예외로 한다.
(4) 보일러에 설치된 폭발구의 위치가 보일러기사의 작업장소에서 2 m 이내에 있을 때에는 당해보일러의 폭발가스를 안전한 방향으로 분산시키는 장치를 설치하여야 한다.
(5) 보일러의 사용압력이 어떠한 경우에도 최고사용압력을 초과할 수 없도록 설치하여야 한다.
(6) 보일러는 바닥 지지물에 반드시 고정되어야 한다. 소형보일러의 경우는 앵커등을 설치하여 가동중 보일러의 움직임이 없도록 설치하여야 한다.

### 22.1.4 배관

보일러 실내의 각종 배관은 팽창과 수축을 흡수하여 누설이 없도록 하고, 가스용 보일러의 연료배관은 다음에 따른다.

#### 22.1.4.1 배관의 설치

(1) 배관은 외부에 노출하여 시공하여야 한다. 다만, 동관, 스테인리스 강관, 기타 내식성 재료로서 이음매(용접이음매를 제외한다)없이 설치하는 경우에는 매몰하여 설치할 수 있다.
(2) 배관의 이음부(용접이음매를 제외한다)와 전기계량기 및 전기개폐기와의 거리는 60 ㎝ 이상, 굴뚝(단열조치를 하지 아니한 경우에 한한다)·전기점멸기 및 전기접속기와의 거리는 30 ㎝ 이상, 절연전선과의 거리는 10 ㎝ 이상, 절연조치를 하지 아니한 전선과의 거리는 30 ㎝ 이상의 거리를 유지하여야 한다.

#### 22.1.4.2 배관의 고정

배관은 움직이지 아니하도록 고정 부착하는 조치를 하되 그 관경이 13 ㎜ 미만의 것에는 1 m 마다, 13 ㎜ 이상 33 ㎜ 미만의 것에는 2 m 마다, 33 ㎜ 이상의 것에는 3 m 마다 고정장치를 설치하여야 한다.

#### 22.1.4.3 배관의 접합

(1) 배관을 나사접합으로 하는 경우에는 KS B 0222(관용 테이퍼나사)에 의하여야 한다.
(2) 배관의 접합을 위한 이음쇠가 주조품인 경우에는 가단주철제이거나 주강제로서 KS표시허가제품 또는 이와 동등이상의 제품을 사용하여야 한다.

#### 22.1.4.4 배관의 표시

(1) 배관은 그 외부에 사용가스명·최고사용압력 및 가스흐름방향을 표시하여야 한다. 다만, 지하에 매설하는 배관의 경우에는 흐름방향을 표시하지 아니할 수 있다.
(2) 지상배관은 부식방지 도장후 표면색상을 황색으로 도색한다. 다만, 건축물의 내·외벽에 노출된 것으로서 바닥(2층 이상의 건물의 경우에는 각층의 바닥을 말한다)에서 1 m의 높이에 폭 3 ㎝의 황색 띠를 2중으로 표시한 경우에는 표면색상을 황색으로 하지 아니할 수 있다.

### 22.1.5 가스버너

가스용보일러에 부착하는 가스버너는 액화석유가스의 안전관리 및 사업법 제39조의 규정에 의하여 검사를 받은 것이어야 한다.

## 22.2 급수장치

### 22.2.1 급수장치의 종류

(1) 급수장치를 필요로 하는 보일러에는 다음의 조건을 만족시키는 주펌프(인젝터를 포함한다. 이하 같다) 세트 및 보조펌프세트를 갖춘 급수장치가 있어야 한다. 다만, 전열 면적 12 ㎡이하의 보일러, 전열면적 14 ㎡이하의 가스용 온수보일러 및 전열면적 100 ㎡이하의 관류보일러에는 보조펌프를 생략할 수 있다.
 (a) 주펌프세트 및 보조펌프세트는 보일러의 상용압력에서 정상가동상태에 필요한 물을 각각 단독으로 공급할 수 있어야 한다. 다만, 보조펌프세트의 용량은 주펌프세트가 2개 이상의 펌프를 조합한 것일 때에는 보일러의 정상상태에서 필요한 물의 25 %이상이면서 주펌프세트중의 최대펌프의 용량 이상으로 할 수 있다.
(2) 주펌프세트는 동력으로 운전하는 급수펌프 또는 인젝터이어야 한다. 다만, 보일러의 최고사용압력이 0.25 ㎫{2.5 ㎏f/㎠} 미만으로 화격자면적이 0.6 ㎡ 이하인 경우, 전열면적이 12 ㎡ 이하인 경우 및 상용압력이상의 수압에서 급수할 수 있는 급수탱크 또는 수원을 급수장치로 하는 경우에는 예외로 할 수 있다.
(3) 보일러 급수가 멎는 경우 즉시 연료(열)의 공급이 차단되지 않거나 과열될 염려가 있는 보일러에는 인젝터, 상용압력 이상의 수압에서 급수할 수 있는 급수탱크, 내연기관 또는 예비전원에 의해 운전할 수 있는 급수장치를 갖추어야 한다.

### 22.2.2 2개 이상의 보일러에 대한 급수장치

1개의 급수장치로 2개 이상의 보일러에 물을 공급할 경우 22.2.1항의 규정은 이들 보일러를 1개의 보일러로 간주하여 적용한다.

### 22.2.3 급수밸브와 체크밸브

급수관에는 보일러에 인접하여 급수밸브와 체크밸브를 설치하여야 한다. 이 경우 급수가 밸브디스크를 밀어 올리도록 급수밸브를 부착하여야 하며, 1조의 밸브디스크와 밸브시트가 급수밸브와 체크밸브의 기능을 겸하고 있어도 별도의 체크밸브를 설치하여야 한다. 다만, 최고사용압력 0.1 ㎫{1 ㎏f/㎠} 미만의 보일러에서는 체크밸브를 생략할 수 있으며, 급수 가열기의 출구 또는 급수펌프의 출구에 스톱밸브 및 체크밸브가 있는 급수장치를 개별 보일러마다 설치한 경우에는 급수밸브 및 체크밸브를 생략할 수 있다.

### 22.2.4 급수밸브의 크기

급수밸브 및 체크밸브의 크기는 전열면적 10 ㎡ 이하의 보일러에서는 호칭 15A이상, 전열면적 10 ㎡ 를 초과하는 보일러에서는 호칭 20A이상이어야 한다.

### 22.2.5 급수장소

급수 장소에 대해서는 3.4항 및 다음에 따른다.

(1) 복수를 공급하는 난방용 보일러를 제외하고 급수를 분출관으로부터 송입해서는 안된다.

### 22.2.6 자동급수조절기

자동급수조절기를 설치할 때에는 필요에 따라 즉시 수동으로 변경할 수 있는 구조이어야 하며, 2개 이상의 보일러에 공통으로 사용하는 자동급수조절기를 설치하여서는 안된다.

### 22.2.7 급수처리 등

(1) 용량 1 t/h이상의 증기보일러에는 수질관리를 위한 급수처리(이하 “수처리시설”라 한다) 또는 스케일 부착방지 및 제거를 위한(이하“음향처리시설”이라한다)시설을 하여야 한다.
(2) (1)의 수처리시설 및 음향처리시설은 국가공인시험 또는 검사기관의 성능결과를 한국에너지공단에 제출하여 인증받은 것에 한하며, 한국에너지공단은 인증 업무를 효과적으로 수행하기 위하여 내부 운영 규정을 수립할 수 있다.
(3) (2)의 수처리시설 및 음향처리시설의 인증기준은 다음에 따른다.
(a) 이온교환처리법
① 이온교환수지의 성능은 이온교환수지 1ℓ당 $CaCO_3$ 환산 60g 이상
② 이온교환수지량은 시간당 원수통과 수량 1㎥ 기준으로 최소 20ℓ 이상
③ 원수 수질기준 : 경도 250 ㎎ $CaCO_3$/L 이상
④ 이온교환된 수질기준 : 경도 1 ㎎ $CaCO_3$/L 이하
⑤ 용기의 조건 : 내식성 재질
⑥ 기기 구성 : 이온교환수지탑, 약품용해조, 자동경도측정장치, 자동절환장치

(b) 음향처리법

① 초음파의 주파수 조정가능 : 사용주파수범위 15~22 ㎑

② 발생파형 : 펄스파형으로서 한 파형의 지속시간이 5 ㎳ 이하일 것

③ 최대진폭 : 모든 시험조건에서 peak to peak치가 0.7 ㎛ (용접후)이상

④ 변환기 권선의 재질 : 내전압 1000V 이상, 내사용온도 -190℃~260℃의 자재

## 22.3 압력방출장치

### 22.3.1 안전밸브의 개수

(1) 증기보일러에는 2개 이상의 안전밸브를 설치하여야 한다. 다만, 전열면적 50 ㎡ 이하의 증기보일러에서는 1개 이상으로 한다.

(2) 관류보일러에서 보일러와 압력방출장치와의 사이에 체크밸브를 설치할 경우 압력방출장치는 2개 이상이어야 한다.

### 22.3.2 안전밸브의 부착

(1) 안전밸브는 쉽게 검사할 수 있는 장소에 밸브축을 수직으로 하여 가능한한 보일러의 동체에 직접 부착시켜야 하며, 안전밸브와 안전밸브가 부착된 보일러 동체 등의 사이에는 어떠한 차단밸브도 있어서는 안된다. 다만, 열매체보일러는 복수방식으로 안전밸브를 설치할 수 있다. 이 경우에는 안전밸브 전·후단에 차단밸브를 설치할 수 있으며, 차단밸브는 자물쇠형 또는 이에 준하는 형식이어야 하고, 설치된 차단밸브는 밸브의 수리 등을 위하여 특별히 필요한때를 제외하고는 항상 열어 놓아야 하고, 개개의 안전밸브 용량은 단수 설치시의 용량 이상이어야 한다.

(2) 안전밸브의 방출관은 단독으로 설치하되, 2개 이상의 방출관을 공동으로 설치하는 경우에 방출관의 크기는 각각의 방출관 분출용량의 합계 이상이어야 한다.

### 22.3.3 안전밸브 및 압력방출장치의 용량

안전밸브 및 압력방출장치의 용량은 다음에 따른다.

(1) 안전밸브 및 압력방출장치의 분출용량은 제19장에 따른다.

(2) 자동연소제어장치 및 보일러 최고사용압력의 1.06배 이하의 압력에서 급속하게 연료의 공급을 차단하는 장치를 갖는 보일러로서 보일러 출구의 최고사용압력 이하에서 자동적으로 작동하는 압력방출장치가 있을 때에는 동 압력방출장치의 용량(보일러의 최대증발량의 30 %를 초과하는 경우에는 보일러 최대증발량의 30 %)을 안전밸브용량에 산입할 수 있다.

### 22.3.4 안전밸브 및 압력방출장치의 크기

안전밸브 및 압력방출장치의 크기는 호칭지름 25A이상으로 하여야 한다. 다만, 다음 보일러에서는 호칭지름 20A이상으로 할 수 있다.

(1) 최고사용압력 0.1 MPa{1 kgf/㎠} 이하의 보일러
(2) 최고사용압력 0.5 MPa{5 kgf/㎠} 이하의 보일러로 동체의 안지름이 500 ㎜ 이하이며 동체의 길이가 1,000 ㎜ 이하의 것
(3) 최고사용압력 0.5 MPa{5 kgf/㎠} 이하의 보일러로 전열면적 2 ㎡ 이하의 것
(4) 최대증발량 5 t/h 이하의 관류보일러
(5) 소용량강철제보일러, 소용량주철제보일러

### 22.3.5 과열기 부착보일러의 안전밸브

(1) 과열기에는 그 출구에 1개 이상의 안전밸브가 있어야 하며 그 분출용량은 과열기의 온도를 설계온도 이하로 유지하는데 필요한 양(보일러의 최대증발량의 15 %를 초과하는 경우에는 15 %)이상이어야 한다.
(2) 과열기에 부착되는 안전밸브의 분출용량 및 수는 보일러 동체의 안전밸브의 분출용량 및 수에 포함시킬 수 있다. 이 경우 보일러의 동체에 부착하는 안전밸브는 보일러의 최대증발량의 75 % 이상을 분출할 수 있는 것이어야 한다. 다만, 관류보일러의 경우에는 과열기 출구에 최대증발량에 상당하는 분출용량의 안전밸브를 설치할 수 있다.

### 22.3.6 재열기 또는 독립과열기의 안전밸브

재열기 또는 독립과열기에는 입구 및 출구에 각각 1개 이상의 안전밸브가 있어야 하며 그 분출용량의 합계는 최대통과증기량 이상이어야 한다. 이 경우 출구에 설치하는 안전밸브의 분출용량의 합계는 재열기 또는 독립과열기의 온도를 설계온도 이하로 유지하는데 필요한 양(최대통과증기량의 15 %를 초과하는 경우에는 15 %)이상이어야 한다. 다만, 보일러에 직결되어 보일러와 같은 최고사용압력으로 설계된 독립과열기에서는 그 출구에 안전밸브를 1개 이상 설치하고 그 분출용량의 합계는 독립과열기의 온도를 설계온도 이하로 유지하는데 필요한 양(독립과열기의 전열면적 1 ㎡당 30 kg/h로 한 양을 초과하는 경우에는 독립과열기의 전열면적 1 ㎡당 30 kg/h로 한 양)이상으로 한다.

### 22.3.7 안전밸브의 종류 및 구조

(1) 안전밸브의 종류는 스프링안전밸브로 하며 스프링안전밸브의 구조는 KS B 6216(증기용 및 가스용 스프링 안전밸브)에 따라야 하며, 어떠한 경우에도 밸브시이트나 본체에서 누설이 없
어야 한다. 다만, 스프링안전밸브 대신에 스프링 파이로트 밸브부착 안전밸브를 사용할 수 있다. 이 경우 소요분출량의 1/2 이상이 스프링안전밸브에 의하여 분출되는 구조의 것이어야 한다.
(2) 인화성증기를 발생하는 열매체 보일러에서는 안전밸브를 밀폐식구조로 하든가 또는 안전밸브로부터의 배기를 보일러실 밖의 안전한 장소에 방출시키도록 한다.
(3) 안전밸브는 산업안전보건법 제84조의 규정에 의한 안전인증 받은 것이어야 한다.

### 22.3.8 온수발생보일러(액상식 열매체 보일러 포함)의 방출밸브와 방출관

(1) 온수발생보일러에는 압력이 보일러의 최고사용압력(열매체 보일러의 경우에는 최고사용압력 및 최고사용온도)에 달하면 즉시 작동하는 방출밸브 또는 안전밸브를 1개 이상 갖추어야 한다. 다만, 손쉽게 검사할 수 있는 방출관을 갖출 때는 방출밸브로 대응할 수 있다. 이때 방출관에는 어떠한 경우든 차단장치(밸브 등)를 부착하여서는 안된다.

(2) 인화성 액체를 방출하는 열매체 보일러의 경우 방출밸브 또는 방출관은 밀폐식 구조로 하든가 보일러 밖의 안전한 장소에 방출시킬 수 있는 구조이어야 한다.

### 22.3.9 온수발생보일러(액상식 열매체 보일러 포함)의 방출밸브 또는 안전밸브의 크기

(1) 액상식 열매체 보일러 및 온도 393 K{120 ℃} 이하의 온수발생보일러에는 방출밸브를 설치하여야 하며, 그 지름은 20 ㎜ 이상으로 하고, 보일러의 압력이 보일러의 최고사용압력에 그 10 %(그 값이 0.035 ㎫{0.35 kgf/㎠} 미만인 경우에는 0.035 ㎫{0.35 kgf/㎠}로 한다)를 더한 값을 초과하지 않도록 지름과 개수를 정하여야 한다.

(2) 온도 393 K{120 ℃}를 초과하는 온수발생보일러에는 안전밸브를 설치하여야 하며, 그 크기는 호칭지름 20 ㎜ 이상으로 하고 22.3.7항을 적용한다. 다만, 환산증발량은 열출력을 보일러의 최고사용압력에 상당하는 포화증기의 엔탈피와 급수엔탈피의 차로 나눈 값(kg/h)으로 한다.

### 22.3.10 온수발생 보일러(액상식 열매체 보일러 포함)방출관의 크기

방출관은 보일러의 전열면적에 따라 <표 22.1>의 크기로 하여야 한다.

<표 22.1> 방출관의 크기

| 전 열 면 적 (㎡) | 방출관의 안지름(㎜) |
|---|---|
| 10 미만 | 25 이상 |
| 10 이상 15 미만 | 30 이상 |
| 15 이상 20 미만 | 40 이상 |
| 20 이상 | 50 이상 |

## 22.4 수면계

### 22.4.1 수면계의 개수

(1) 증기보일러에는 2개(소용량 및 1종 관류보일러는 1개)이상의 유리 수면계를 보일러내의 수위를 육안으로 확인할 수 있도록 동일한 높이에 나란히 부착하여야 한다. 다만, 단관식 관류보일러는 제외한다.

(2) 최고사용압력 1 ㎫{10 kgf/㎠} 이하로서 동체안지름이 750 ㎜ 미만인 경우에 있어서는 수면계중 1개는 다른 종류의 수면측정장치로 할 수 있다.

(3) 2개 이상의 원격지시 수면계를 시설하는 경우에 한하여 유리수면계를 1개 이상으로 할 수 있다.

### 22.4.2 수면계의 구조

유리수면계는 보일러의 최고사용압력과 그에 상당하는 증기온도에서 원활히 작용하는 기능을 가지며, 또한 수시로 이것을 시험할 수 있는 동시에 용이하게 내부를 청소할 수 있는 구조로서 다음에 따른다.

(1) 유리수면계는 KS B 6208(보일러용 수면계 유리)의 유리를 사용하여야 한다.
(2) 유리수면계는 상・하에 밸브 또는 코크를 갖추어야 하며, 한눈에 그것의 개・폐 여부를 알 수 있는 구조이어야 한다. 다만, 1종 관류보일러에서는 밸브 또는 코크를 갖추지 아니할 수 있다.
(3) 스톱밸브를 부착하는 경우에는 청소에 편리한 구조로 하여야 한다.

## 22.5 계측기

### 22.5.1 압력계

보일러에는 KS B 5305(부르동관 압력계)에 따른 압력계 또는 이와 동등 이상의 성능을 갖춘 압력계를 부착하여야 한다.

#### 22.5.1.1 압력계의 크기와 눈금

(1) 증기보일러에 부착하는 압력계 눈금판의 바깥지름은 100 ㎜ 이상으로 하고 그 부착높이에 따라 용이하게 지침이 보이도록 하여야 한다. 다만, 다음의 보일러에 부착하는 압력계에 대하여는 눈금판의 바깥지름을 60 ㎜ 이상으로 할 수 있다.

(a) 최고사용압력 0.5 ㎫{5 ㎏f/㎠} 이하이고, 동체의 안지름 500 ㎜ 이하 동체의 길이 1,000 ㎜ 이하인 보일러

(b) 최고사용압력 0.5 ㎫{5 ㎏f/㎠} 이하로서 전열면적 2 ㎡ 이하인 보일러

(c) 최대증발량 5 t/h 이하인 관류보일러

(d) 소용량 보일러

(2) 압력계의 최고눈금은 보일러의 최고사용압력의 3배 이하로 하되 1.5배보다 작아서는 안된다.

#### 22.5.1.2 압력계의 부착

증기보일러의 압력계 부착은 다음에 따른다.

(1) 압력계는 원칙적으로 보일러의 증기실에 눈금판의 눈금이 잘 보이는 위치에 부착하고, 얼지 않도록 하며, 그 주위의 온도는 사용상태에 있어서 KS B 5305(부르동관 압력계)에 규정하는 범위안에 있어야 한다.

(2) 압력계와 연결된 증기관은 최고사용압력에 견디는 것으로서 그 크기는 황동관 또는 동관을 사용할 때는 안지름 6.5 ㎜ 이상, 강관을 사용할 때는 12.7 ㎜ 이상이어야 하며, 증기온도가 483 K{210 ℃}를 초과할 때에는 황동관 또는 동관을 사용하여서는 안된다.

(3) 압력계에는 물을 넣은 안지름 6.5 ㎜ 이상의 사이폰관 또는 동등한 작용을 하는 장치를 부착하여 증기가 직접 압력계에 들어가지 않도록 하여야 한다.

(4) 압력계의 코크는 그 핸들을 수직인 증기관과 동일방향에 놓은 경우에 열려 있는 것이어야 하며 코크 대신에 밸브를 사용할 경우에는 한눈으로 개・폐 여부를 알 수가 있는 구조로 하여야 한다.

(5) 압력계와 연결된 증기관의 길이가 3 m 이상이며 내부를 충분히 청소할 수 있는 경우에는 보일러의 가까이에 열린 상태에서 봉인된 코크 또는 밸브를 두어도 좋다.

(6) 압력계의 증기관이 길어서 압력계의 위치에 따라 수두압에 따른 영향을 고려할 필요가 있을 경우에는 눈금에 보정을 하여야 한다.

22.5.1.3 시험용 압력계 부착장치

보일러 사용 중에 그 압력계를 시험하기 위하여 시험용 압력계를 부착할 수 있도록 나사의 호칭 $PF\frac{1}{4}$, $PT\frac{1}{4}$ 또는 $PS\frac{1}{4}$의 관용나사를 설치해야 한다. 다만, 압력계 시험기를 별도로 갖춘 경우에는 이 장치를 생략할 수 있다.

22.5.2 수위계

(1) 온수발생 보일러에는 보일러 동체 또는 온수의 출구 부근에 수위계를 설치하고, 이것에 가까이 부착한 코크를 닫을 경우 이외에는 보일러와의 연락을 차단하지 않도록 하여야 하며, 이 코크의 핸들은 코크가 열려 있을 경우에 이것을 부착시킨 관과 평행되어야 한다.
(2) 수위계의 최고눈금은 보일러의 최고사용압력의 1배 이상 3배 이하로 하여야 한다.

22.5.3 온도계

아래의 곳에는 KS B 5320(공업용 바이메탈식 온도계) 또는 이와 동등이상의 성능을 가진 온도계를 설치하여야 한다. 다만, 소용량 보일러 및 가스용 온수보일러는 배기가스온도계만 설치하여도 좋다.

(1) 급수 입구의 급수 온도계
(2) 버너 급유입구의 급유온도계. 다만, 예열을 필요로 하지 않는 것은 제외한다.
(3) 절탄기 또는 공기예열기가 설치된 경우에는 각 유체의 전후 온도를 측정할 수 있는 온도계. 다만, 포화증기의 경우에는 압력계로 대신할 수 있다.
(4) 보일러 본체 배기가스온도계. 다만 (3)의 규정에 의한 온도계가 있는 경우에는 생략할 수 있다.
(5) 과열기 또는 재열기가 있는 경우에는 그 출구 온도계
(6) 유량계를 통과하는 온도를 측정할 수 있는 온도계

22.5.4 유량계

용량 1 t/h 이상의 보일러에는 다음의 유량계를 설치하여야 한다.

(1) 급수관에는 적당한 위치에 KS B 5336(고압용 수량계) 또는 이와 동등 이상의 성능을 가진 수량계를 설치하여야 한다. 다만 온수발생 보일러는 제외한다.
(2) 기름용 보일러에는 연료의 사용량을 측정할 수 있는 계량에 관한 법률 제14조에 따른 오일미터 또는 이와 동등이상의 성능을 가진 유량계를 설치하여야 한다. 다만, 2 t/h 미만의 보일러로써 온수발생보일러 및 난방전용 보일러에는 $CO_2$ 측정장치로 대신할 수 있다.
(3) 가스용보일러에는 가스사용량을 측정할 수 있는 유량계를 설치하여야 한다. 다만, 가스의 전체사용량을 측정할 수 있는 유량계를 설치하였을 경우는 각각의 보일러마다 설치된 것으로 본다.
  (a) 유량계는 당해 도시가스 사용에 적합한 것이어야 한다.

(b) 유량계는 화기(당해 시설 내에서 사용하는 자체화기를 제외한다)와 2 m 이상의 우회거리를 유지하는 곳으로서 수시로 환기가 가능한 장소에 설치하여야 한다.

(c) 유량계는 전기계량기 및 전기개폐기와의 거리는 60 ㎝ 이상, 굴뚝(단열조치를 하지 아니한 경우에 한한다)·전기점멸기 및 전기접속기와의 거리는 30 ㎝ 이상, 절연조치를 하지 아니한 전선과의 거리는 15 ㎝ 이상의 거리를 유지하여야 한다.

(4) 각 유량계는 해당온도 및 압력 범위에서 사용할 수 있어야 하고 유량계 앞에 여과기가 있어야 한다.

### 22.5.5 자동 연료차단장치

(1) 최고사용압력 0.1 ㎫{1 ㎏f/㎠}를 초과하는 증기보일러에는 다음 각 호의 저수위 안전장치를 설치해야 한다.

(a) 보일러의 수위가 안전을 확보할 수 있는 최저수위(이하 “안전수위”라 한다)까지 내려가기 직전에 자동적으로 경보가 울리는 장치

(b) 보일러의 수위가 안전수위까지 내려가는 즉시 연소실내에 공급하는 연료를 자동적으로 차단하는 장치

(2) 열매체보일러 및 사용온도가 393 K{120 ℃} 이상인 온수발생보일러에는 작동유체의 온도가 최고사용온도를 초과하지 않도록 온도-연소제어장치를 설치해야 한다.

(3) 최고사용압력이 0.1 ㎫{1 ㎏f/㎠}(수두압의 경우 10 m)를 초과하는 주철제 온수보일러에는 온수온도가 388 K{115 ℃}를 초과할 때에는 연료공급을 차단하거나 파이로트연소를 할 수 있는 장치를 설치하여야 한다.

(4) 관류보일러는 급수가 부족한 경우에 대비하기 위하여 자동적으로 연료의 공급을 차단하는 장치 또는 이에 대신하는 안전장치를 갖추어야 한다.

(5) 가스용보일러에는 급수가 부족한 경우에 대비하기 위하여 자동적으로 연료의 공급을 차단하는 장치를 갖추어야 하며, 또한 수동으로 연료공급을 차단하는 밸브 등을 갖추어야 한다.

(6) 유류 및 가스용보일러에는 압력차단 장치를 설치하여야 한다.

(7) 동체의 과열을 방지하기 위하여 온도를 감지하여 자동적으로 연료공급을 차단할 수 있는 온도상한스위치를 보일러 본체에서 1 m 이내인 배기가스출구 또는 동체에 설치하여야 한다.

(8) 폐열 또는 소각보일러에 대해서는 (7)의 온도상한스위치를 대신하여 온도를 감지하여 자동적으로 경보를 울리는 장치와 송풍기의 가동을 멈추는 등 보일러의 과열을 방지하는 장치가 설치가 되어야 한다.

### 22.5.6 공기유량 자동조절기능

가스용보일러 및 용량 5 t/h(난방전용은 10 t/h)이상인 유류보일러에는 공급연료량에 따라 연소용공기를 자동조절하는 기능이 있어야 한다. 이때 보일러용량이 ㎿(㎉/h)로 표시되었을 때에는 0.6978 ㎿(600,000 ㎉/h)를 1 t/h로 환산한다.

### 22.5.7 연소가스 분석기

22.5.6항의 적용을 받는 보일러에는 배기가스성분($O_2$, $CO_2$중 1성분)을 연속적으로 자동 분석하여 지시하는 계기를 부착하여야 한다. 다만, 용량 5 t/h(난방전용은 10 t/h)미만인 가스용 보일러로서 배기가스온도 상한스위치를 부착하여 배기가스가 설정온도를 초과하면 연료의 공급을 차단할 수 있는 경우에는 이를 생략할 수 있다.

### 22.5.8 가스누설 자동차단장치

가스용보일러에는 누설되는 가스를 검지하여 경보하며 자동으로 가스의 공급을 차단하는 장치 또는 가스누설자동차단기를 설치하여야 하며 이 장치의 설치는 도시가스사업법 시행규칙 [별표 7]의 규정에 따라 기후에너지환경부장관이 고시하는 가스사용시설의 시설기준 및 기술기준에 따라야 한다.

### 22.5.9 압력조정기

보일러실내에 설치하는 가스용보일러의 압력조정기는 액화석유가스의 안전관리 및 사업법 제39조 규정에 의거 가스용품 검사에 합격한 제품이어야 한다.

## 22.6 스톱밸브 및 분출밸브

### 22.6.1 스톱밸브의 개수

(1) 증기의 각 분출구(안전밸브, 과열기의 분출구 및 재열기의 입구·출구를 제외한다)에는 스톱밸브를 갖추어야 한다.
(2) 맨홀을 가진 보일러가 공통의 주 증기관에 연결될 때에는 각 보일러와 주증기관을 연결하는 증기관에는 2개 이상의 스톱밸브를 설치하여야 하며, 이들 밸브사이에는 충분히 큰 드레인밸브를 설치하여야 한다.

### 22.6.2 스톱밸브

(1) 스톱밸브의 호칭압력(KS규격에 최고사용압력을 별도로 규정한 것은 최고사용압력)은 보일러의 최고사용압력 이상이어야 하며 적어도 0.7 ㎫{7 ㎏f/㎠} 이상이어야 한다.
(2) 65 ㎜ 이상의 증기스톱밸브는 바깥나사형의 구조 또는 특수한 구조로 하고 밸브 몸체의 개폐를 한눈에 알 수 있는 것이어야 한다.

### 22.6.3 밸브의 물빼기

물이 고이는 위치에 스톱밸브가 설치될 때에는 물빼기를 설치하여야 한다.

### 22.6.4 분출밸브의 크기와 개수

(1) 보일러 아랫부분에는 분출관과 분출밸브 또는 분출코크를 설치해야한다. 다만, 관류보일러에 대해서는 이를 적용하지 않는다.
(2) 분출밸브의 크기는 호칭지름 25 ㎜이상의 것이어야 한다. 다만, 전열면적이 10 ㎡ 이하인 보일러에서는 호칭지름 20 ㎜ 이상으로 할 수 있다.
(3) 최고사용압력 0.7 MPa{7 kgf/㎠} 이상의 보일러(이동식 보일러는 제외한다)의 분출관에는 분출밸브 2개 또는 분출밸브와 분출코크를 직렬로 갖추어야 한다. 이 경우에 적어도 1개의 분출밸브는 닫힌 밸브를 전개하는데 회전축을 적어도 5회전하는 것이어야 한다.
(4) 1개의 보일러에 분출관이 2개 이상 있을 경우에는 이것들을 공통의 어미관에 하나로 합쳐서 각각의 분출관에는 1개의 분출밸브 또는 분출코크를, 어미관에는 1개의 분출밸브를 설치하여도 좋다. 이 경우 분출밸브는 닫힌 상태에서 전개하는데 회전축을 적어도 5회전하는 것이어야 한다.
(5) 2개 이상의 보일러에서 분출관을 공동으로 하여서는 안된다. 다만, 개별보일러마다 분출관에 체크밸브를 설치할 경우에는 예외로 한다.
(6) 정상시 보유수량 400 ㎏이하의 강제 순환 보일러에는 닫힌 상태에서 전개하는데 회전축을 적어도 5회전 이상 회전을 요하는 분출밸브 1개를 설치하여야 좋다.

### 22.6.5 분출밸브 및 코크의 모양과 강도

(1) 분출밸브는 스케일 그 밖의 침전물이 퇴적되지 않는 구조이어야 하며 그 최고사용압력은 보일러 최고사용압력의 1.25배 또는 보일러의 최고사용압력에 1.5 MPa{15 kgf/㎠}를 더한 압력중 작은 쪽의 압력이상이어야 하고, 어떠한 경우에도 0.7 MPa{7 kgf/㎠}(소용량 보일러, 가스용온수보일러 및 주철제 보일러는 0.5 MPa{5 kgf/㎠}, 관류보일러는 1 MPa{10 kgf/㎠}) 이상이어야 한다.
(2) 주철제의 분출밸브는 최고사용압력 1.3 MPa{13 kgf/㎠} 이하, 흑심가단 주철제의 것은 1.9 MPa{19 kgf/㎠} 이하의 보일러에 사용할 수 있다.
(3) 분출코크는 글랜드를 갖는 것이어야 한다.

### 22.6.6 기타 밸브

보일러 본체에 부착하는 기타의 밸브는 그 호칭압력 또는 최고사용압력이 보일러의 최고사용압력 이상이어야 한다.

## 22.7 운전성능

### 22.7.1 운전상태

보일러는 운전상태(정격부하 상태를 원칙으로 한다)에서 이상진동과 이상소음이 없고 각종 부분품의 작동이 원활하여야 한다.

(1) 다음의 압력계들의 작동이 정확하고 이상이 없어야 한다.
 (a) 증기드럼압력계(관류보일러에서는 절탄기입구 압력계)
 (b) 과열기출구 압력계(과열기를 사용하는 경우)
 (c) 급수압력계
 (d) 노내압계
(2) 다음의 계기들의 작동이 정확하고 이상이 없어야 한다.
 (a) 급수량계
 (b) 급유량계
 (c) 유리수면계 또는 수면측정장치
 (d) 수위계 또는 압력계
 (e) 온도계
(3) 급수펌프는 다음 사항이 이상없고 성능에 지장이 없어야 한다.
 (a) 펌프 송출구에서의 송출압력상태
 (b) 급수펌프의 누설유무

### 22.7.2 배기가스 온도

(1) 유류용 및 가스용보일러(열매체 보일러는 제외한다) 출구에서의 배기가스 온도는 주위온도와의 차이가 정격용량에 따라 <표 22.2>와 같아야 한다. 이때 배기가스온도의 측정위치는 보일러 전열면의 최종출구로 하며 폐열회수장치가 있는 보일러는 그 출구로 한다.

**<표 22.2> 배기가스 온도차**

| 보일러 용량 (t/h) | 배기가스 온도차(K){℃} |
|---|---|
| 5 이하 | 300 이하 |
| 5 초과 20 이하 | 250 이하 |
| 20 초과 | 210 이하 |

비고 1. 보일러용량이 ㎿(㎉/h)로 표시되었을 때에는 0.6978 ㎿(600,000 ㎉/h)를 1 t/h로 환산한다.
2. 주위 온도는 보일러에 최초로 투입되는 연소용 공기 투입위치의 주위 온도로 하며 투입위치가 실내일 경우는 실내온도, 실외일 경우는 외기온도로 한다.

(2) 열매체 보일러의 배기가스 온도는 출구열매 온도와의 차이가 150 K{℃} 이하이어야 한다.

### 22.7.3 외벽의 온도

보일러의 외벽온도는 주위온도보다 30 K{℃}를 초과하여서는 안된다.

### 22.7.4 저수위안전장치

(1) 저수위안전장치는 연료차단 전에 경보가 울려야 하며, 경보음은 70 dB 이상이어야 한다.
(2) 온수발생보일러(액상식 열매체 보일러 포함)의 온도-연소제어장치는 최고사용온도 이내에서 연료가 차단되어야 한다.

## 22.8 캐스케이드 보일러 설치·시공기준

### 22.8.1 일반사항

캐스케이드 보일러의 재료, 구조 및 설치방법은 KGS GC209의 2.1.1(재료 중 2.1.1.3 및 2.1.1.4) 내지 2.1.3(설치방법 중 2.1.3.2 내지 2.1.3.15)에 따라야 한다.

### 22.8.2 설치장소

(1) 캐스케이드 보일러에 설치된 계기들을 육안으로 관찰하는데 지장이 없도록 충분한 조명시설이 있어야 한다.
(2) 캐스케이드 보일러를 옥외에 설치할 경우 빗물이 스며들지 않도록 케이싱 등의 적절한 방지설비를 하여야 한다.
(3) 기초가 약하여 내려앉거나 갈라지지 않아야 한다.
(4) 강구조물은 빗물이나 증기에 의하여 부식이 되지 않도록 적절한 보호조치를 하여야 한다.
(5) 캐스케이드 보일러의 사용압력이 어떠한 경우에도 최고사용압력을 초과할 수 없도록 설치하여야 한다.

### 22.8.3 일산화탄소 경보기

일산화탄소 경보기 설치는 KGS GC209의 2.1.3.16에 따라야 한다.

### 22.8.4 캐스케이드연통

(1) 캐스케이드연통의 설치는 KGS GC209의 2.3(캐스케이드연통)에 따라야 한다.
(2) 캐스케이드연통의 배기통풍력 및 캐스케이드연통의 안지름은 KGS GS209의 2.5.3.6 및 2.5.3.7에 따라야 한다.

### 22.8.5 금속 이중관형 연돌

캐스케이드 보일러의 설치를 위해 금속 이중관형 연돌을 사용하는 경우 KGS GC209의 2.5(금속 이중관형 연돌)에 따라야 한다.

### 22.8.6 시공표지판

캐스케이드 보일러를 설치·시공한 자는 KGS GC209의 2.1.4.1에 따라 시공표지판을 설치·시공한 시설에 부착하여야 한다.

## 제23장 설치검사 기준

### 23.1 검사의 신청 및 준비

#### 23.1.1 검사의 신청

검사의 신청은 시행규칙 제31조의17 규정에 의하되, 시공자가 이를 대행할 수 있으며 제조검사가 면제된 경우는 자체검사기록서(별지 제4호서식)를 제출하여야 한다.

#### 23.1.2 검사의 준비

검사신청자는 다음의 준비를 하여야 한다.
(1) 기기관리자는 입회하여야 한다.
(2) 보일러를 운전할 수 있도록 준비한다.
(3) 정전, 단수, 화재, 천재지변 등 부득이한 사정으로 검사를 실시할 수 없을 경우에는 재신청 없이 다시 검사를 하여야 한다.

### 23.2 검　사

#### 23.2.1 수압 및 가스누설시험

##### 23.2.1.1 수압시험대상

(1) 수입한 보일러
(2) 23.2.10항의 검사를 받아야 하는 보일러

##### 23.2.1.2 가스누설시험대상

가스용보일러

##### 23.2.1.3 수압시험압력

(1) 강철제 보일러
(a) 보일러의 최고사용압력이 0.43 ㎫{4.3 kgf/㎠} 이하일 때에는 그 최고사용압력의 2배의 압력으로 한다. 다만, 그 시험압력이 0.2 ㎫{2 kgf/㎠}미만인 경우에는 0.2 ㎫{2 kgf/㎠}로 한다.
(b) 보일러의 최고 사용압력이 0.43 ㎫{4.3 kgf/㎠} 초과 1.5 ㎫{15 kgf/㎠} 이하일 때에는 그 최고사용압력의 1.3배에 0.3 ㎫{3 kgf/㎠}를 더한 압력으로 한다.
(c) 보일러의 최고사용압력이 1.5 ㎫{15 kgf/㎠}를 초과할 때에는 그 최고사용압력의 1.5배의 압력으로 한다.

(2) 가스용 온수보일러

(a) 강철제인 경우에는 (1)의 (a)에서 규정한 압력

(3) 주철제보일러

(a) 보일러의 최고사용압력이 0.43 ㎫{4.3 kgf/㎠} 이하일때는 그 최고사용압력의 2배의 압력으로 한다. 다만, 시험압력이 0.2 ㎫{2 kgf/㎠} 미만인 경우에는 0.2 ㎫{2 kgf/㎠}로 한다.

(b) 보일러의 최고사용압력이 0.43 ㎫{4.3 kgf/㎠}를 초과할때는 그 최고사용압력의 1.3배에 0.3 ㎫{3 kgf/㎠}을 더한 압력으로 한다.

### 23.2.1.4 수압시험 방법

(1) 공기를 빼고 물을 채운 후 천천히 압력을 가하여 규정된 시험 수압에 도달된 후 30분이 경과된 뒤에 검사를 실시하여 검사가 끝날때까지 그 상태를 유지한다.

(2) 시험수압은 규정된 압력의 6 % 이상을 초과하지 않도록 모든 경우에 대한 적절한 제어를 마련하여야 한다.

(3) 수압시험 중 또는 시험 후에도 물이 얼지 않도록 하여야 한다

### 23.2.1.5 가스누설시험 방법

(1) 내부누설시험

차압누설감지기에 대하여 누설확인작동시험 또는 자기압력기록계 등으로 누설유무를 확인한다. 자기압력기록계로 시험할 경우에는 밸브를 잠그고 압력발생기구를 사용하여 천천히 공기 또는 불활성 가스등으로 최고사용압력의 1.1배 또는 840 ㎜$H_2O$중 높은 압력이상으로 가압한 후 24분 이상 유지하여 압력의 변동을 측정한다.

(2) 외부누설시험

보일러 운전 중에 비눗물시험 또는 가스누설검사기로 배관접속부위 및 밸브류 등의 누설유무를 확인한다.

### 23.2.1.6 판정기준

수압 및 가스누설시험결과 누설, 갈라짐 또는 압력의 변동등 이상이 없어야 한다. 가스누설검사기의 경우에 있어서는 가스농도가 0.2 % 이하에서 작동하는 것을 사용하여 당해 검사기가 작동되지 않아야 한다.

### 23.2.2 설치장소

22.1.1항 및 22.1.2항에 따른다.

### 23.2.3 보일러의 설치

22.1.3항, 22.1.4항 및 22.1.5항에 따른다.

### 23.2.4 급수장치

22.2항에 따른다.

### 23.2.5 압력방출장치

22.3항 및 다음에 따른다.

#### 23.2.5.1 안전밸브 작동시험

(1) 안전밸브의 분출압력은 1개일 경우 최고사용압력 이하, 안전밸브가 2개 이상인 경우 그중 1개는 최고사용압력 이하 기타는 최고사용압력의 1.03배 이하일 것
(2) 과열기의 안전밸브 분출압력은 증발부 안전밸브의 분출압력 이하일 것
(3) 재열기 및 독립과열기에 있어서는 안전밸브가 하나인 경우 최고사용압력 이하, 2개인 경우 하나는 최고사용압력 이하이고 다른 하나는 최고사용압력의 1.03배 이하에서 분출하여야 한다. 다만, 출구에 설치하는 안전밸브의 분출압력은 입구에 설치하는 안전밸브의 설정압력보다 낮게 조정되어야 한다.
(4) 발전용 보일러에 부착하는 안전밸브의 분출정지 압력은 분출압력의 0.93배 이상이어야 한다.

#### 23.2.5.2 방출밸브의 작동시험

온수발생보일러(액상식 열매체 보일러 포함)의 방출밸브는 다음 각 항에 따라 시험하여 보일러의 최고사용압력 이하에서 작동하여야 한다.

(1) 공급 및 귀환밸브를 닫아 보일러를 난방시스템과 차단한다.
(2) 팽창탱크에 연결된 관의 밸브를 닫고 탱크의 물을 빼내고 공기 쿠션이 생겼나 확인하여 공기쿠션이 있을 경우 공기를 배출시킨다. 다만, 가압 팽창탱크는 배수시키지 않으며 분출시험중 보일러와 차단되어서는 안된다.
(3) 보일러의 압력이 방출밸브의 설정압력의 50 % 이하로 되도록 방출밸브를 통하여 보일러의 물을 배출시킨다.
(4) 보일러수의 압력과 온도가 상승함을 관찰한다.
(5) 보일러의 최고사용압력 이하에서 작동하는지 관찰한다.

#### 23.2.5.3 온수발생 보일러의 압력방출장치의 작동시험

22.3.8항 및 22.3.10항에 적합한 방출관을 부착한 보일러는 압력방출장치의 작동시험을 생략할 수 있다.

#### 23.2.5.4 압력방출장치 작동시험의 생략

제조년월일로부터 1년 이내인 압력방출장치가 부착된 경우에는 그 작동시험을 생략할 수 있다.

### 23.2.6 수면계

22.4항에 따른다.

### 23.2.7 계측기

22.5항에 따른다.

### 23.2.8 스톱밸브 및 분출밸브

22.6항에 따른다.

### 23.2.9 운전성능

(1) 22.7항 및 다음에 따른다.

(2) 가스용보일러 및 용량 5 t/h(난방용은 10 t/h)이상인 유류보일러는 부하율을 90±10 %에서 45±10 %까지 연속적으로 변경시켜 배기가스 중 $O_2$ 또는 $CO_2$성분이 사용연료별로 <표 23.1>에 적합하여야 한다. 이 경우 시험은 반드시 다음 조건에서 실시하여야 한다.

(a) 매연농도 바카락카 스모크 스켈 4이하, 다만, 가스용보일러의 경우 배기가스중 CO의 농도는 200 ppm 이하이어야 한다.

(b) 부하변동시 공기량은 별도 조작없이 자동조절

**<표 23.1> 배기가스 성분**

| 성 분 | $O_2$(%) | | $CO_2$(%) | |
|---|---|---|---|---|
| 부하율 | 90±10 | 45±10 | 90±10 | 45±10 |
| 중 유 | 3.7이하 | 5이하 | 12.7이상 | 12이상 |
| 경 유 | 4이하 | 5이하 | 11이상 | 10이상 |
| 가 스 | 3.7이하 | 4이하 | 10이상 | 9이상 |

### 23.2.10 내부검사등

(1) 유류 및 가스를 제외한 연료를 사용하는 전열면적이 30 ㎡ 이하인 온수발생 보일러가 연료변경으로 인하여 검사대상이 되는 경우의 최초검사는 24.2항, 24.3항 및 제2장을 추가로 검사하여 이상이 없어야 한다.

(2) 검사대상이 아닌 유류용 및 기타 연료용 보일러가 가스로 연료를 변경하여 검사대상으로 되는 경우의 최초검사는 24.2항, 24.3항을 추가로 검사하여 이상이 없어야 한다.

### 23.3 검사의 특례

(1) 다음에 해당하는 경우에는 22.1.1항의 (1), (2) 및 (5)는 적용하지 아니한다.
 (a) 출력 0.5815 ㎿{500,000 ㎉/h} 미만인 온수발생 보일러가 82.1.31이전에 준공된 건물에 설치된 경우
 (b) 유류용 이외의 온수발생 보일러가 85.10.7이전에 준공된 건물에 설치된 경우
 (c) 가스용 온수보일러 및 가스용 1종 관류보일러가 88.11.27이전에 준공된 건물에 설치된 경우
(2) 22.1.1항의 (3), 22.1.3항의 (6), 22.5.3항의 (6), 22.5.5항의 (8)은 2000. 4. 1이전에 설치된 보일러에 대해서는 적용하지 않는다.
(3) 대량제조보일러 일부검사
 (a) 시행규칙 제31조의13 제1항 제1호의 일부가 면제되는 검사는 동일 시공업체에 한하여 동일 시·도지사 관할내 7일범위 이내에 3대 이상의 동일 형식 보일러에 대한 설치검사를 신청할 경우 이를 1조로 하여 그 조에서 임의로 선정한 1대에 대하여 표본검사를 시행한다.
 (b) (a)의 규정에 의해 실시된 표본검사에 불합격된 경우에는 해당 1조에 대한 전수검사를 실시하여야 한다.
(4) 응축수회수이용등으로 인해 KS B 6209(보일러급수 및 보일러수의 수질)에 의한 급수처리 기준값(㎎ $CaCO_3$/L)이하로 관리되는 보일러는 22.2.7(1)항의 시설을 하지 않아도 된다. 다만, 급수처리된 값은 한국에너지공단에 제출하여 인정받아야 한다.
(5) 22.2.7항의 (1)은 2005.7.1 이전에 설치된 보일러에 대해서는 적용하지 않는다.
(6) 이 고시의 시행일 전에 설치된 보일러는 22.3.2항의 (2), 22.4.1항의 (1) 규정의 적용을 받지 아니한다.

### 23.4 캐스케이드 보일러 설치검사 기준

#### 23.4.1. 검사의 신청 및 준비

##### 23.4.1.1 검사의 신청

검사의 신청은 시행규칙 제31조의17 규정에 의하되, 시공자가 이를 대행할 수 있다.

##### 23.4.1.2 검사의 준비

검사신청자는 다음의 준비를 하여야 한다.
(1) 기기관리자는 입회하여야 한다.
(2) 보일러를 운전할 수 있도록 준비한다.
(3) 정전, 단수, 화재, 천재지변 등 부득이한 사정으로 검사를 실시할 수 없을 경우에는 재신청 없이 다시 검사를 하여야 한다.

#### 23.4.2 검사

##### 23.4.2.1 일반사항

22.8.1에 따른다.

#### 23.4.2.2 설치장소

22.8.2에 따른다.

#### 23.4.2.3 일산화탄소 경보기

22.8.3에 따른다.

#### 23.4.2.4 캐스케이드연통

22.8.4 항에 따른다.

#### 23.4.2.5 금속 이중관형 연돌

22.8.5항에 따른다.

#### 23.4.2.6 시공표지판

22.8.6항에 따른다.

### 23.4.3 판정기준

본체 및 모든 배관계통에서 누설, 변형이 없어야 하며 23.4.2항의 검사결과 이상이 없어야 한다. 다만, 안전사고와 직접 관련이 없는 경미한 사항에 대하여는 검사대상기기별로 특성을 고려하여 동사항을 검사증에 기재하고 가능한 최단 시일내에 보수하는 조건으로 합격판정을 하여야 한다.

### 23.4.4 검사의 특례

22.8.4항 및 22.8.5항에 따른 연막시험은 시공자가 자체검사를 실시하고, 자체검사기록서 (별지 제26호 서식)를 제출하는 경우에는 제외한다.

## 제24장 계속사용검사기준

## 24.1 검사의 신청 및 준비

### 24.1.1 검사의 신청

시행규칙 제31조의19의 규정에 따른다.

### 24.1.2 검사의 준비

#### 24.1.2.1 개방검사

(1) 연료공급관은 차단하며 적당한 곳에서 잠궈야 한다. 기름을 사용하는 곳에서는 무화장치들을 버너로부터 제거한다. 가스를 사용하는 경우에는 공급관에 이중 블럭과 블라이드(2개의 차단밸브와 그 사이에 한 개의 통기구멍이 있는)가 설비되어 있지 않으면 공급관을 비게 하든지 가스차단밸브와 버너사이의 연결관을 떼어내야 한다.

(2) 보일러에 대한 손상을 방지하고 가열면에 고착물이 굳어져 달라붙지 않도록 충분히 냉각시켜야 한다. 맨홀과 청소구멍 또는 검사구멍의 뚜껑을 열어 환기시킬 때에는 보일러의 내부가 마를 수 있기에 충분한 열이 아직 보일러에 남아 있을 때 배수한다.

(3) 모든 맨홀과 선택된 청소구멍 또는 검사구멍의 뚜껑세척, 플러그 및 수주 연결관을 열고 보일러 장치안에 들어가기 전에 체크밸브와 증기 스톱밸브는 반드시 잠그고 개폐여부를 표시하여 고정시키며 두 밸브사이의 배수밸브 또는 코크는 열어야 한다. 급수밸브는 잠그고 개폐여부를 표시하여 고정시키는 것이 좋으며 두 밸브사이의 배수밸브나 코크들은 열어야 한다. 보일러를 배수한 후에 블로우오프 밸브는 잠그고 고정하여야 한다. 실제로 가능한 경우에는 내압부분과 밸브사이의 블로우오프 배관은 떼어 낸다. 모든 배수 및 통기배관은 열어야 한다.

(4) 내부조명 : 검사를 위한 내부조명은 축전지로부터 전류가 공급되는 12볼트램프나 이동램프를 사용하여야 한다.

(5) 화염측 청소 : 보일러의 내벽, 배플 및 드럼은 철저히 청소되어야 하고 모든 부품을 검사원이 철저히 검사할 수 있도록 재와 매연을 제거시켜야 한다.

(6) 수부측 청소 : 동체, 급수내관 등 보일러의 수부측의 스케일, 슬러지, 퇴적물등은 깨끗이 제거하여야 하며, 급수내관, 비수방지판은 동체에서 분리시켜야 한다.

(7) 압력방출장치 및 저수위 감지장치는 분해 정비하여야 한다. 다만, 제조년월일로부터 1년 이내인 압력방출장치가 부착된 경우 또는 산업안전보건기준에 관한 규칙 제116조 제2항에 따라 압력방출장치가 적정하게 작동하는지를 검사한 후 납으로 봉인한 경우에는 예외로 한다.

(8) 화재, 천재지변 등 부득이한 사정으로 검사를 실시할 수 없는 경우에는 재신청없이 다시 검사를 받을 수 있다.

#### 24.1.2.2 사용중 검사

(1) 보일러를 가동중이거나 또는 운전할 수 있도록 준비하고 부착된 각종 계측기 및 화염감시장치, 저수위안전장치, 온도상한스위치, 압력조절장치등은 검사하는데 이상이 없도록 정비되어야 한다.

(2) 정전, 단수, 화재, 천재지변 등 부득이한 사정으로 검사를 실시할 수 없는 경우에는 재신청없이 다시 검사를 하여야 한다.

### 24.2 검사

### 24.2.1 개방검사

#### 24.2.1.1 외부

(1) 내용물의 외부유출 및 본체의 부식이 없어야 한다. 이때 본체의 부식상태를 판별하기 위하여 보온재 등 피복물을 제거하게 할 수 있다.
(2) 보일러는 깨끗하게 청소된 상태이어야 하며 사용상에 현저한 부식과 그루우빙이 없어야 한다.
(3) 시험용 해머로 스테이볼트 한쪽끝을 가볍게 두들겨 보아 이상이 없어야 한다.
(4) 가용플러그가 사용된 경우에는 플러그 주위 금속부위와 플러그면의 산화피막을 적절히 제거하여 육안으로 관찰하였을 때 사용상 이상이 없어야 하며 불완전한 경우에는 교환토록 해야 한다.
(5) 보일러가 매달려 있는 경우에는 지지대와 고정구대를 검사하여 구조물의 과도한 변형이 없어야 한다.
(6) 리벳이음 보일러에서 이음부분에 누설 또는 그 밖의 유해한 결함이 없어야 한다.
(7) 보일러 지지대의 균열, 내려앉음, 지지부재의 변형 또는 파손등 보일러의 설치상태에 이상이 없어야 한다.
(8) 모든 배관계통의 관 및 이음쇠 부분에 누기 및 누수가 없어야 한다.
(9) 벽돌쌓음에서 벽돌의 이탈, 심한 마모 또는 파손이 없어야 한다.
(10) 보일러 동체는 보온과 케이싱이 되어 있어야 하며, 손상이 없어야 한다.

#### 24.2.1.2 내부

(1) 관의 부식 등을 검사할 수 있도록 스케일은 제거되어야 하며, 관 끝부분의 손모, 취화 및 빠짐이 없어야 한다.
(2) 보일러의 내부에는 균열, 스테이의 손상, 이음부의 현저한 부식이 없어야 하며, 침식, 스케일 등으로 드럼에 현저히 얇아진 곳이 없어야 한다.
(3) 화염을 받는 곳에는 그을음을 제거하여야 하며 얇아지기 쉬운 관 끝부분을 가벼운 해머로 두들겨 보았을 때 현저한 얇아짐이 없어야 한다.
(4) 관의 표면은 팽출, 균열 또는 결함있는 용접부가 없어야 한다.
(5) 관의 지나친 찌그러짐이 없어야 한다.
(6) 급수관 및 그 밑의 물받이의 상태는 퇴적물이 없어야 하며, 이음쇠는 헐거워지거나 가스켓의 손상이 없어야 한다.
(7) 관판에 있는 관구멍 사이의 리거먼트를 조사하여 파단이나 누설이 없어야 한다.
(8) 노벽 보호부분은 벽체의 현저한 균열 및 파손 등 사용상 지장이 없어야 한다.
(9) 맨홀 및 기타 구멍과 보강관, 노즐, 플랜지이음, 나사이음 연결부의 내외부를 조사하여 균열이나 변형이 없어야 한다. 이때 검사는 가능한 보일러 안쪽부터 시행한다.
(10) 저수위 차단 배관 등의 외부 부착 구멍들이나 방출밸브 구멍들에 흐름의 차단 또는 지장을줄 수 있는 퇴적물 등의 장애물이 없어야 한다.
(11) 연소실 내부에는 부적당하거나 결함이 있는 버너 또는 스토커의 설치운전에 의한 현저한 열의 국부적인 집중으로 인한 현상이 없어야 한다.
(12) 보일러 각부에 불룩해짐 팽출, 팽대, 압궤 또는 누설이 없어야 한다.

#### 24.2.1.3 수압시험

중지 신고후 1년이상 경과한 보일러의 재사용검사 또는 부식등 상태가 불량하다고 판단되는 경우에 한하여 실시하며 시험압력은 최고사용압력으로 하며 시험방법 23.2.1.4항의 규정에 따르고, 이에 대한 판정기준은 23.2.1.6항의 규정에 따른다.

#### 24.2.1.4 설치상태

22.3항 및 23.2.2항 내지 23.2.8항(23.2.5항은 제외한다)의 규정에 따른다.

### 24.2.2 사용중검사

(1) 22.3항, 23.2.2항 내지 23.2.4항 및 23.2.6항 내지 23.2.9항 규정에 따르고, 대상기기의 가동상태에서 화염감시장치, 저수위안전장치, 온도상한스위치, 압력조절장치 등의 정상 작동여부를 검사하여야 하며, 이때 시험방법 및 시험범위가 안전장치의 작동실패시에도 안전사고로 이어지지 않도록 당해 검사대상기기관리자와 협의하여 충분한 주의를 기울여야 한다.
(2) 보일러가 매달려 있는 경우에는 지지대와 고정구대를 검사하여 구조물의 과도한 변형이 없어야 한다.
(3) 리벳이음 보일러에서 이음부분에 누설 또는 그 밖의 유해한 결함이 없어야 한다.
(4) 보일러 지지대의 균열, 내려앉음, 지지부재의 변형 또는 파손 등 보일러의 설치상태에 이상이 없어야 한다.
(5) 보일러 본체의 누설, 변형이 없어야 한다.
(6) 보일러와 접속된 배관, 밸브 등 각종 이음부에는 누기, 누수가 없어야 한다.
(7) 연소실 내부가 충분히 청소된 상태이어야 하고, 축로의 변형 및 이탈이 없어야 한다.
(8) 보일러 동체는 보온과 케이싱이 되어 있어야 하며, 손상이 없어야 한다.

### 24.2.3 판정기준

(1) 24.2항의 검사결과 이상이 없어야 한다. 다만, 안전사고와 직접 관련이 없는 경미한 사항에 대하여는 검사대상기기별로 특성을 고려하여 동사항을 검사증에 기재하고 가능한 최단 시일내에 보수하는 조건으로 합격판정을 하여야 한다.
(2) 보일러의 부식에 따른 잔존수명의 평가는 다음 식에 따른다. 잔존수명이 1년 이하인 경우에는 잔존수명기한내에 기기를 교체하는 조건으로 합격판정을 하여야 한다.

잔존수명 = ($t_{측정}$ − $t_{허용}$)/부식속도
・$t_{측정}$ : 경판, 노통, 화실, 관 등 부식발생부위에서 측정한 판두께(mm)
・$t_{허용}$ : 제작시 해당부위의 최소두께(mm)
・부식속도 : 연간 부식에 의해 제거되는 두께

(3) 시행규칙 제31조의25 제1항에 따라 설치신고를 한 검사대상기기(이하 “설치신고대상기기”라 한다)는 24.1.2.1항, 24.2.1항만을 적용하여 이상이 없어야 한다.

### 24.3 검사의 특례

#### 24.3.1 적용제외

(1) '87.3.31이전에 설치된 보일러는 22.5.6항 및 22.5.7항의 규정을 적용하지 아니한다. 다만, '87.3.31이후 연료를 가스로 변경한 경우에는 배기 가스온도 상한스위치를 부착하여야 한다.
(2) '96.9.1이전에 설치된 보일러는 22.5.4항의 (1), (2) 및 22.5.5항의 (1), (7) 규정의 적용을 받지 아니한다.
(3) '2000. 4. 1 이전에 설치된 보일러는 22.1.1항의 (3), 22.1.3항의 (6), 22.5.3항의 (6), 22.5.5항의 (8) 및 22.6.4항의 (5) 규정의 적용을 받지 아니한다.
(4) 설치신고대상기기 중 '08.8.27 이전에 설치되어 설치검사를 받지 아니한 보일러는 23.2.2항, 23.2.3항 및 23.2.7항(22.5.1항 내지 22.5.3항 및 22.5.5항은 제외)의 적용을 받지 아니한다.

#### 24.3.2 특례적용

23.3항의 검사의 특례를 적용한다.

#### 24.3.3 검사주기

개방검사 주기 등 검사방법은 다음 각 호에 따른다.

##### 24.3.3.1 4년마다 개방검사

시행규칙 별표3의5 비고4 가목 "제품을 제조·가공하는 공정에만 사용되는 보일러"란 공정특성상 연중 가동중지 없이 연속으로 운전되며, 일시적으로 가동중지가 될 경우 해당공정의 장애를 발생시켜 정상적인 제품 생산에 지장을 초래하는 기기로, 유틸리티 설비(생산 공정 등에 연료, 열 및 전기 등을 공급하는 설비로 항온·항습용을 포함한다)는 제외한다.

##### 24.3.3.2 연속 2년 자체검사, 3년째는 개방검사

(1) 설치한 날로부터 15년 이내인 보일러 및 관련 압력용기로서, 검사기관이 인정하는 순수처리에 대한 수질시험성적서를 검사기관에 제출하여 인정을 받은 검사대상기기
(2) 순수처리라 함은 다음 각 호 수질기준을 만족하여야 한다.
  (a) pH(298 K{25 ℃}에서) : 7~9
  (b) 총경도(mg $CaCO_3$/ℓ) : 0
  (c) 실리카(mg $SiO_2$/ℓ) : 흔적이 나타나지 않음
  (d) 전기 전도율(298 K{25 ℃}에서의) : 0.5 ㎲/㎝이하

##### 24.3.3.3 연속 2년 사용중검사, 3년째는 개방검사

(1) 설치한 날로부터 5년이내인 보일러로서 22.2.7항의 수처리시설을 하고 자동으로 경도를 측정하여 표

시되는 장치를 설치하여 KS B 6209(보일러 급수 및 보일러수의 수질)규격 기준이상의 수질(1 ㎎ $CaCO_3$/L 이하)을 유지하고 있다고 검사기관이 인정하는 검사대상기기

24.3.3.4 2년마다 개방검사

(1)시행규칙 제31조의25 제1항에 따라 설치신고를 한 검사대상기기
(2)시행규칙 별표3의5 비고4 나목 "제품을 제조·가공하는 공정에만 사용되는 보일러"란 공정특성상 연중 가동중지 없이 연속으로 운전되며, 일시적으로 가동중지가 될 경우에 해당공정의 장애를 발생시켜 정상적인 제품생산에 지장을 초래하는 기기로, 유틸리티 설비(생산 공정 등에 연료, 열 및 전기 등을 공급하는 설비로 항온·항습용을 포함한다)는 제외한다.

24.3.3.5 1년 사용중검사, 2년째는 개방검사

24.3.3.1항 내지 24.3.3.4항을 제외한 검사대상기기.

24.3.3.6 기타 안전장치의 장착 등

기타 안전장치의 장착등에 의하여 수처리와 동등 이상의 안전관리 효과가 있다고 한국에너지공단 이사장이 인정하는 검사대상기기에 대하여 각각 24.3.3.1항 및 24.3.3.2항의 기준을 적용할 수 있다.

24.3.3.6 개방검사의 적용

(1) 설치자의 요구가 있을 때에는 개방검사를 할 수 있다.
(2) 사용중검사시 보일러 본체의 누설, 변형으로 불합격한 경우의 재검사는 누설 및 변형의 원인과 손상을 확인하기 위하여 개방검사로 하여야 한다.
(3) 사용중지후 재사용검사, 개조검사(연료 또는 연소방법 변경에 따른 개조검사는 제외)는 개방검사로 하여야 한다.
(4) 설치검사후 최초로 시행하는 계속사용검사는 개방검사로 한다.
(5) 보일러를 설치한 날로부터 15년을 경과한 보일러는 개방검사로 한다.

24.4. 캐스케이드 보일러 계속사용검사기준

24.4.1.검사의 신청 및 준비

24.4.1.1. 검사의 신청

시행규칙 제31조의19의 규정에 따른다.

#### 24.4.1.2. 검사의 준비

검사신청자는 다음의 준비를 하여야 한다.
(1) 기기관리자는 입회하여야 한다.
(2) 보일러를 운전할 수 있도록 준비한다.
(3) 정전, 단수, 화재, 천재지변 등 부득이한 사정으로 검사를 실시할 수 없을 경우에는 재신청 없이 다시 검사를 하여야 한다.

### 24.4.2. 검사

22.8.1항 내지 22.8.6항 규정을 따라, 대상기기의 가동상태에서 검사를 실시한다.

### 24.4.3. 판정기준

본체 및 모든 배관계통에서 누설, 변형이 없어야 하며 24.4.2항의 검사결과 이상이 없어야 한다. 다만, 안전사고와 직접 관련이 없는 경미한 사항에 대하여는 검사대상기기별로 특성을 고려하여 동사항을 검사증에 기재하고 가능한 최단시일내에 보수하는 조건으로 합격판정을 하여야 한다.

### 24.4.4 검사의 특례

(1) 캐스케이드 보일러의 사용중지 후 재사용검사는 24.4.2항의 규정에 따른다.
(2) 22.8.4항 및 22.8.5항에 따라 실시하는 연막시험은 제외한다.

## 제25장 계속사용검사중 운전성능 검사기준

### 25.1 검사의 신청 및 준비

#### 25.1.1 검사의 신청

시행규칙 제31조의19 규정에 따른다.

#### 25.1.2 검사의 준비

(1) 보일러를 가동중이거나 운전할 수 있도록 준비하고 부착된 각종 계측기는 검사하는데 이상이 없도록 정비되어야 한다.
(2) 정전, 단수, 화재, 천재지변, 가스의 공급중단 등 부득이한 사정으로 검사를 실시할 수 없는 경우에는 재신청없이 다시 검사를 하여야 한다.

### 25.2 검사

사용부하에서 다음 해당사항에 대한 검사를 실시하여 적합하여야 한다.

### 25.2.1 열효율

유류용 증기보일러는 열효율이 <표 25.1>을 만족하여야 한다.

<표 25.1> 열효율

| 용　량(t/h) | 1이상 3.5미만 | 3.5이상 6미만 | 6이상 20미만 | 20이상 |
|---|---|---|---|---|
| 열효율(%) | 75이상 | 78이상 | 81이상 | 84이상 |

### 25.2.2 유류보일러로서 증기보일러 이외의 보일러

유류보일러로서 증기보일러 이외의 보일러는 배기가스중의 $CO_2$ 용적이 중유의 경우 11.3 % 이상, 경유 및 보일러 등유의 경우 9.5 % 이상이어야 하며 출구에서의 배기가스온도와 주위온도와의 차는 <표 25.2>를 만족하여야 한다. 다만, 열매체보일러는 출구 열매유 온도와 차가 150 K{℃} 이하이어야 한다.

<표 25.2> 배기가스온도차

| 보일러용량(t/h) | 배기가스온도차(K){℃} |
|---|---|
| 5 이하 | 315 이하 |
| 5 초과 20 이하 | 275 이하 |
| 20 초과 | 235 이하 |

비고 1. 폐열회수장비가 있는 보일러는 그 출구에서 배기가스온도를 측정한다.
2. 보일러용량이 ㎿(㎉/h)로 표시되었을 때에는 0.6978 ㎿(600,000 ㎉/h)를 1 t/h로 환산한다.
3. 주위온도는 보일러에 최초로 투입되는 연소용공기 투입 위치의 주위 온도로 하며, 투입위치가 실내일 경우는 실내온도, 실외일 경우는 실외온도로 한다.

### 25.2.3 가스용보일러

가스용보일러의 배기가스 중 일산화탄소(CO)의 이산화탄소($CO_2$)에 대한 비는 0.002 이하이고, 그 성분은 <표 23.1>에 적합하여야 하며, 출구에서의 배기가스온도와 주위 온도차는 25.2.2항에 따른다.

### 25.2.4 보일러의 성능시험방법

보일러의 성능시험방법은 KS B 6205(육상용 보일러의 열 정산 방식) 및 다음에 따른다.

(1) 유종별 비중, 발열량은 <표 25.3>에 따르되 실측이 가능한 경우 실측치에 따른다.

**<표 25.3> 유종별 비중 및 발열량**

| 유 종 | 경 유 | B-A유 | B-B유 | B-C유 |
|---|---|---|---|---|
| 비 중 | 0.83 | 0.86 | 0.92 | 0.95 |
| 저위발열량<br>kJ/kg {㎉/kg} | 43,116<br>{10,300} | 42,697<br>{10,200} | 41,441<br>{9,900} | 40,814<br>{9,750} |

(2) 증기건도는 다음에 따르되 실측이 가능한 경우 실측치에 따른다.
강철제 보일러 : 0.98
주철제 보일러 : 0.97

(3) 측정은 매 10분마다 실시한다.

(4) 수위는 최초 측정시와 최종측정시가 일치하여야 한다.

(5) 측정기록 및 계산양식은 검사기관에서 따로 정할 수 있으며, 이 계산에 필요한 증기의 물성치, 물의 비중, 연료별 이론공기량, 이론배기가스량, $CO_2$ 최대치 및 중유의 용적보정계수 등은 검사기관에서 지정한 것을 사용한다.

## 25.3 검사의 특례

(1) 검사대상기기 관리일지와 연소효율 자동측정 기록자료를 검사기관에 제출하여 25.2항의 검사기준에 적합하다고 판정을 받은자에 대하여는 운전성능 검사에 대한 검사유효기간을 2년 단위로 하여 연장할 수 있다.

(2) 이 특례를 적용받는 자는 검사대상기기 관리일지와 연소효율 자동측정 기록 자료를 계속사용검사시 확인할 수 있도록 하여야 한다.

(3) 검사기관은 (2)에 의한 확인시에 25.2항의 검사기준에 미달될 경우에는 지체없이 특례적용을 취소하고 운전성능 검사를 실시하여야 한다.

(4) 검사대상기기 관리일지에 배가스 성분($CO_2$, CO, $O_2$, 바카락스모그스켈 No) 및 수질(급수의 pH 및 총경도, 관수의 pH 및 M알칼리도)를 매분기 1회이상 측정하고 그 기록을 유지하여야 한다.

(5) 1996. 5. 14일 이전에 계속사용 운전측정을 받은 보일러는 25.2.1항 <표 25.1>의 열효율을 적용하지 아니하며, 다음을 적용한다.

| 용량<br>(t/h) | 1 이상<br>1.5 미만 | 1.5 이상<br>2 미만 | 2 이상<br>3.5 미만 | 3.5 이상<br>6 미만 | 6 이상<br>12 미만 | 12 이상<br>20 미만 | 20 이상 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 열효율<br>(%) | 71 이상 | 73 이상 | 74 이상 | 77 이상 | 79이상 | 80 이상 | 82 이상 |

(6) 다음에 해당하는 경우는 25.2항을 적용하지 않는다.
(a) 혼소용보일러
(b) 폐목등 고체연료용보일러
(c) 공정부생가스 또는 폐가스를 사용하는 보일러

## 제26장 개조검사기준

### 26.1 검사의 신청 및 준비

#### 26.1.1 검사의 신청

시행규칙 제31조의18 규정에 따른다.

#### 26.1.2 검사의 준비

(1) 연료를 가스로 변경하는 검사의 경우 가스용보일러의 누설시험 및 운전성능을 검사할 수 있도록 준비하여야 한다.
(2) 그 밖의 검사의 경우 26.2항의 검사를 실시할 수 있도록 단계적으로 23.1.2항 및 24.1.2항의 해당항목을 준비하여야 한다.
(3) 정전, 단수, 화재, 천재지변 등 부득이한 사정으로 검사를 실시할 수 없는 경우에는 재신청없이 다시 검사를 받을 수 있다.

### 26.2 검　사

#### 26.2.1 수압 및 가스누설시험

##### 26.2.1.1 수압시험

내압부분의 개조에 한하여 실시하며 시험방법 등은 23.2.1.3항, 23.2.1.4항의 규정에 따른다. 다만, 관스테이 변경에 따른 개조검사의 경우에는 최고사용압력으로 수압시험을 할 수 있다.

##### 26.2.1.2 가스누설시험

연료를 가스로 변경한 경우에 한하여 실시하며 시험방법은 23.2.1.5항의 규정에 따른다.

##### 26.2.1.3 판정기준

23.2.1.6항의 규정에 따른다.

#### 26.2.2 재료 및 내부

24.2항 및 제2장의 규정에 적합하여야 한다. 다만, 동체, 경판, 이와 유사한 부분을 용접으로 개조한 경우에는 제15장을 추가 검사하여 이상이 없어야 한다.

### 26.2.3 설치 상태 및 운전성능

23.2.5항, 23.2.9항 및 24.2.1항의 규정에 적합하여야 한다. 다만, 관스테이의 변경에 따른 개조검사의 경우에는 23.2.5항의 압력방출장치 작동시험과 23.2.9항을 생략할 수 있다.

## 26.3 검사의 특례

(1) 연료 및 연소방법만을 변경한 경우중 연료를 가스로 변경한 경우에는 26.2.1항(다만, 26.2.1.1항은 제외한다), 22.1.1항의 (7), 22.1.5항, 22.5.8항, 22.5.9항, 23.2.3항 및 23.2.9항만을 검사하여 적합하여야 한다.
(2) 연료 및 연소방법만을 변경한 경우중 연료를 가스이외의 연료로 변경한 경우에는 23.2.2항, 23.2.3항, 23.2.9항 및 제2장만을 검사하여 적합하여야 한다.
(3) 24.3항 검사의 특례를 적용한다.

## 26.4 .캐스케이드 보일러 개조검사기준

### 26.4.1 검사의 신청 및 준비

#### 26.4.1.1 검사의 신청

시행규칙 제31조의18 규정에 따른다.

#### 26.4.1.2 검사의 준비

(1) 기기관리자는 입회하여야 한다.
(2) 보일러를 운전할 수 있도록 준비한다.
(3) 정전, 단수, 화재, 천재지변 등 부득이한 사정으로 검사를 실시할 수 없을 경우에는 재신청 없이 다시 검사를 하여야 한다.

### 26.4.2 검사

23.4.2항의 규정을 따른다.

### 26.4.3 판정기준

23.4.3항의 규정을 따른다.

### 26.4.4 검사의 특례

22.8.4항 및 22.8.5항에 따라 실시하는 연막시험은 제외한다.

## 제27장 설치장소 변경검사기준

### 27.1 검사의 신청 및 준비

#### 27.1.1 검사의 신청

시행규칙 제31조의18 규정에 따른다.

#### 27.1.2 검사의 준비

(1) 제22장의 검사를 실시할 수 있도록 단계적으로 23.1.2항 및 24.1.2항의 해당항목을 준비하여야 한다.
(2) 정전, 단수, 화재, 천재지변 등 부득이한 사정으로 검사를 실시할 수 없는 경우에는 재신청 없이 다시 검사를 받을 수 있다.

### 27.2 검 사

#### 27.2.1 수압 및 가스누설시험

##### 27.2.1.1 수압시험

시험압력은 최고사용압력으로 하며 시험방법은 23.2.1.4항의 규정에 따른다.

##### 27.2.1.2 가스누설시험

시험방법 및 시험대상은 23.2.1.2항 및 23.2.1.5항의 규정에 따른다.

##### 27.2.1.3 판정기준

23.2.1.6항의 규정에 따른다.

#### 27.2.2 설치상태 및 운전성능

23.2.2항 내지 23.2.9항 및 24.2.1항의 규정에 적합하여야 한다.

### 27.3 검사의 특례

(1) 24.3항의 검사의 특례를 적용한다.
(2) 24.2.1항 및 27.2.1.1항은 설치자가 자체검사를 실시하고 자체검사기록서(별지 제5호 서식)를 제출하는 경우에는 생략할 수 있다.

## 27.4. 캐스케이드 보일러 설치장소 변경검사기준

### 27.4.1 검사의 신청 및 준비

#### 27.4.1.1 검사의 신청

시행규칙 제31조의18 규정에 따른다.

#### 27.4.1.2 검사의 준비

(1) 기기관리자는 입회하여야 한다.
(2) 보일러를 운전할 수 있도록 준비한다.
(3) 정전, 단수, 화재, 천재지변 등 부득이한 사정으로 검사를 실시할 수 없을 경우에는 재신청 없이 다시 검사를 하여야 한다.

### 27.4.2 검사

23.4.2항의 규정을 따른다.

### 27.4.3 판정기준

23.4.3항의 규정을 따른다.

### 27.4.4 검사의 특례

22.8.4항 및 22.8.5항에 따라 실시하는 연막시험은 제외한다.

# 제4편 압력용기 제조(용접 및 구조) 검사기준

## 제28장 재 료

### 28.1 재료 일반

이 기준에 근거한 압력용기 또는 부속품에서 압력을 받는 부분에 사용되는 재료는 다음에 따른다.

#### 28.1.1 규격 재료

이 기준에서 사용될 수 있다고 규정하는 규격 재료는 <표 28.2>~<표 28.4>의 가장 왼쪽 편에 있는 “재료명” 란에 열거된 재료로 한다.

#### 28.1.2 규격 재료 이외의 규격에 따른 재료

28.1.1항 규격에 따른 이외의 재료를 압력용기 또는 그 부속품에서 압력을 받는 부분에 사용하는 것은 용기의 용도에 따라 28.1.1항에서 규정한 규격과 화학성분 및 기계적성질(인장시험)이 동등 이상의 성질을 갖는다는 것을 확인한 경우에 한한다.

#### 28.1.3 사용재료

압력용기 및 그 부속품의 압력을 받는 부분에 사용하는 재료는 제44장의 용접검사의 I단계 검사 또는 구조검사의 I단계 검사에서 합격된 재료 및 두께 이상이어야 한다.

#### 28.1.4 재료의 허용 치수차

관 이외의 재료로 실제의 두께가 최소두께에 미달하더라도 실제의 두께와 최소두께와의 차이가 0.25 ㎜ 또는 공칭두께의 6 %중 작은 값 이하이면 이것을 사용할 수 있다.

비 고 : 압력을 받는 부분에 관재를 사용하는 경우에는 KS에 정해진 두께에 대한 음쪽의 허용차를 계산에 넣어야 한다.

### 28.2 재료의 사용 제한

(1) <표 28.2>~<표 28.4>에 열거된 재료는 동 표에 표시된 허용인장응력값에 대응하는 온도 범위를 초과하여 사용해서는 안된다.

(2) 탄소강 강재 또는 저합금강 강재로서, 탄소 함유량이 0.35 %를 초과하는 것은 용접부에 사용해서는 안된다.

(3) KS D 3515(용접 구조용 압연강재)[SM275A, SM355A, SM355YA를 제외]에 따르는 것은 설계 압력이 3 ㎫{30 kgf/㎠}를 초과하는 압력용기의 동체, 경판 및 이와 유사한 부분에 사용해서는 안된다.

(4) KS D 3503(일반 구조용 압연강재), KS D 3515(용접 구조용 압연강재)의 SM275A, SM355A, SM355YA 및 KS D 3583(배관용 아크 용접 탄소강 강관)에 따르는 것은, 다음에 열거하는 부분에 사용해서는 안된다.

(a) 설계압력이 1.6 ㎫{16 kgf/㎠}를 초과하는 압력용기의 동체, 경판, 그밖에 이와 유사한 부분

(b) 설계압력이 1 ㎫{10 kgf/㎠}를 초과하는 압력용기의 동체 및 경판에 있어서, 동체를 용접으로 길이 이음한 것, 또는 경판에 용접이음이 있는 것

(c) 압력용기의 동체, 경판, 그밖에 이와 유사한 부분으로서, 용접부의 모재 두께가 16 ㎜을 초과하는 것

(d) 유독 물질(주)을 넣는 압력용기의 동체, 경판, 기타 이와 유사한 부분

(주) 유독물질이란, 화학물질관리법 등 다른 법령에 유독물질로 규정되어 있는 것을 말한다.

(5) KS D 3507(배관용 탄소 강관)은 다음에 열거하는 압력용기의 부분에 사용해서는 안된다.

(a) 설계압력이 1 ㎫{10 kgf/㎠}를 초과하는 것

(b) 설계온도가 273 K{0 ℃}미만 또는 373 K{100 ℃}를 초과하는 것. 다만, 수증기 또는 물을 넣는 경우에는 473 K{200 ℃}까지, 설계 압력이 0.2 ㎫{2 kgf/㎠}미만의 유체에 대해서는 623 K{350 ℃}까지 사용할 수 있다.

(c) 유독물질(주) 을 넣는 것을 목적으로 하는 것

(6) KFCA-D4301-5015(회주철품)은 다음에 열거하는 것을 사용해서는 안된다.

(a) 유독물질(주) 또는 가연성의 유체를 취급하는 것을 목적으로 하는 것

(b) 1.1 ㎫{11 kgf/㎠} 이상의 압력(부속품에 대해서는 1.6 ㎫{16 kgf/㎠}를 초과하는 압력)을 받는 것

(7) KFCA-D4302-5016(구상흑연주철품)은 다음에 열거하는 것에 사용해서는 안된다.

(a) (6)(a)의 물질을 취급하는 것을 목적으로 하는 것

(b) 1.8 ㎫{18 kgf/㎠}(부속품에 대해서는 2.4 ㎫{24 kgf/㎠})를 초과하는 압력을 받는 것

(8) KS B 6750(압력용기-설계 및 제조일반)에서 정하는 덕타일 철주조품 및 가단 주철품은 유독물질 및 다음에 열거하는 것에 사용해서는 안된다.

(a) 유독물질을 취급하는 것을 목적으로 하는 것

(b) 설계압력이 7 ㎫{70 kgf/㎠}을 초과하는 것

(c) 설계온도가 242 K{-29 ℃} 미만 또는 618 K{345℃}를 초과하는 것

### 28.3 재료의 허용응력

계산에 사용되는 재료의 허용인장응력은 <표 28.2>~<표 28.4>에 표시한 바와 같다. 다만, 이들 표에 표시되어 있지 않은 재료로서, 특히 사용될 것이 인정된 재료에 대하여는 다음에 따른다.

비 고 : 최소 인장강도 및 최소 항복점 또는 0.2 % 내력은 어느 것이나 규격치 또는 보충치를 말한다.

### 28.3.1 크리이프 영역에 도달하지 않는 설계온도에 있어서의 허용인장응력(주조품은 제외)

#### 28.3.1.1 철강 재료

철강 재료(주철, 주강 강재, 볼트용 강재 및 28.3.1.2항 및 28.3.1.4항에 열거하는 강재는 제외)의 허용인장응력은 다음의 값 중에서 최소의 것으로 한다. 다만, 오스테나이트계 스테인리스강 강재로서, 사용 장소에 따라서 약간 큰 변형이 허용되는 부품 재료에 대하여는 설계 온도에 있어서 0.2 % 내력의 90 % 까지를 취할 수 있다.

(1) 상온에 있어서의 최소 인장강도의 1/4
(2) 설계온도에 있어서의 인장강도의 1/4
(3) 상온에 있어서의 최소 항복점 또는 0.2 % 내력의 1/1.6
(4) 설계온도에 있어서의 항복점 또는 0.2 % 내력의 1/1.6

#### 28.3.1.2 KS D 3521(압력용기용 강판) 및 KS D 3541(저온 압력용기용 탄소강 강판)

KS D 3521(압력용기용 강판) 및 KS D 3541(저온 압력용기용 탄소강 강판)에 정해진 강재와 동등한 성질을 갖는 압력용기에 사용된 강재의 허용인장응력은 다음의 값 중에서 작은 값을 취할 수 있다.

(1) 상온에 있어서의 최소 항복점 또는 0.2 % 내력의 0.5 (1.6 - γ)배의 값
(2) 설계온도에 있어서의 항복점 또는 0.2 % 내력의 0.5(1.6 - γ)배의 값. 여기에서 γ는 항복점 또는 0.2 % 내력과 인장강도와의 비를 표시하고, γ의 값이 0.7 미만인 경우에는 0.7로 한다.

#### 28.3.1.3 비철금속 재료

비철금속 재료(주조품 또는 볼트재는 제외)의 허용인장응력은 다음의 값 중에서 최소의 것을 취한다.

(1) 상온에 있어서의 최소 인장 강도의 1/4
(2) 설계온도에 있어서의 인장 강도의 1/4
(3) 상온에 있어서의 최소항복점 또는 0.2 % 내력의 1/1.6
(4) 설계온도에 있어서의 항복점 또는 0.2 % 내력의 1/1.6

#### 28.3.1.4 볼트

볼트의 허용인장응력은 철강 재료에 있어서는 28.3.1.1항, 비철금속 재료에 있어서는 28.3.1.3항으로부터 구한 값과 다음의 값 중에서 최소인 것을 취한다.

(1) 상온에 있어서의 최소 인장강도의 1/5
(2) 상온에 있어서의 최소 항복점 또는 0.2 % 내력의 1/4
다만, 탄소강 강재 및 저합금강 강재에 있어서 KS B 0233(강재볼트 작은 나사의 기계적 성질)에 적합한 볼트의 허용인장응력은, 온도 263 K{-10 ℃} 이상, 573 K{300 ℃} 이하(쾌삭강의 경우에는 523 K{250 ℃} 이하)의 범위에 있는 경우, 해당 KS에서 정한 강도에 보증 하중 응력의 1/3을 취할 수 있다.

### 28.3.2 크리이프 영역의 설계온도에 있어서의 허용인장응력

크리이프 영역의 설계온도에 있어서의 허용인장응력은 다음의 값 중에서 최소의 것을 취한다.

(1) 설계온도에서 1,000시간에 0.01 %의 크리이프를 발생시키는 응력의 평균값

(2) 설계온도에서 100,000시간에 파열을 발생시키는 응력의 평균값의 1/1.5

(3) 설계온도에서 100,000시간에 파열을 발생시키는 응력의 최소값의 1/1.25

### 28.3.3 주조품의 허용인장응력

#### 28.3.3.1 주철품

(1) 회 주철품 또는 펄라이트 가단 주철품의 허용인장응력은, 설계 온도에 있어서의 인장강도의 1/10

(2) KS B 6750(압력용기-설계 및 제조일반)의 재료와 동등의 성질을 갖는 덕타일 철 주조품 및 가단 주철품의 허용인장응력은 설계온도에 있어서의 인장강도의 1/6.25

(3) KFCA-D4302-5016(구상흑연주철품)에 정해진 재료와 동등의 성질을 갖는 구상 흑연 주철품의 허용 인장 응력은 설계온도에 있어서의 인장 강도의 1/8

#### 28.3.3.2 주강품

주강품의 허용인장응력은 28.3.1.1항 또는 28.3.2항으로부터 구해진 값에 <표 28.1>의 주조계수를 곱한 값으로 한다.

<표 28.1> 주강품의 주조 계수

| 재 료 | 시 험 | 주조계수 |
|---|---|---|
| KFCA-D4101-5004(탄소강주강품)에 정해진 재료와 동등한 성질을 갖는 주강품 | - | 0.67 |
| KFCA-D4101-5004(탄소강주강품)에 정해진 재료와 동등 이상의 성질을 갖는 탄소강 주강품으로, 각각 <표 28.2>의 주(36)에서 지정하는 화학성분에 적합한 주강품 또는 KFCA-D4103-5006(스테인리스강주강품), KFCA-D4106-5009(용접구조용주강품), KFCA-D4107-5010(고온고압용주강품) 및 KFCA-D4111-5012(저온고압용주강품)에 정해진 재료와 동등 이상의 성질을 갖는 주강품 | - | 0.8 |
| | <표 28.2> 주(37)의 비고 2.에 따른다. | 0.9 |
| | <표 28.2> 주(37)의 비고 4.에 따른다. | 0.9 |
| | <표 28.2> 주(37)의 비고 1. 및 비고 3.에 따른다. | 0.9 |
| | <표 28.2> 주(37)의 비고 2. 및 비고 4.에 따른다. | 1.0 |

28.3.3.3 비철금속 주조품

비철금속 주조품의 허용인장응력은 28.3.1.3항으로부터 구해진 값에 주조계수 0.8을 곱한 것으로 한다.

28.3.4 클래드의 허용인장응력

클래드강의 허용인장응력은 다음의 계산식에 따라 계산한다. 다만, 부식의 우려가 있는 것에 대해서는 클래드재에 적당한 부식여유를 감안하여야 하며, 그 두께는 다음의 계산식에 넣지 않는다.

$$\sigma = \frac{\sigma_1 t_1 + \sigma_2 t_2}{t_1 + t_2}$$

여기에서 $\sigma$ : 클래드강의 설계 온도에 있어서의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

$\sigma_1$ : 모재의 설계온도에 있어서의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

$\sigma_2$ : 클래드재 또는 용접덧살 재료에 가장 가까운 화학성분을 갖는 압연 재료의 설계온도에 있어서의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

$t_1$ : 모재의 두께(㎜)

$t_2$ : 클래드재 또는 용접 돋움살 재료의 두께(㎜)

또한, 위 식을 적용할 경우에는, 클래드재와 모재가 완전 접착되어 있음은 물론 클래드강의 맞대기 이음 부분에서 클래드재의 부분이 내부식성의 용착금속에 의하여 완전히 융착되어 있는 것을 조건으로 한다. 만약, 이 조건이 만족되지 않을 경우의 계산에는 모재만의 두께를 취한다.

28.3.5 인장강도가 정하여 지지 않는 탄소강재

인장강도가 정하여지지 않은 탄소강재(강관은 제외)의 허용 인장 응력의 값은 인장시험 결과에 의해 정해진 인장강도의 80 %의 값(그 값이 400 N/㎟{41 kgf/㎟}를 초과하는 것은 400 N/㎟{41 kgf/㎟})의 1/4로 한다.

28.3.6 인장강도가 정하여지지 않은 주철

인장강도가 정하여지지 않은 주철의 허용인장응력의 값은 10 N/㎟{1 kgf/㎟}(흑심 가단 주철에 있어서는 35 N/㎟{3.5 kgf/㎟})로 한다.

28.3.7 재료의 허용압축응력

(1) 계산에 사용할 허용압축응력은 허용인장응력을 적용한다.
(2) 계산에 사용할 주철의 허용압축응력은 허용인장응력의 2배를 적용한다.

### 28.3.8 재료의 허용굽힘응력

계산에 사용할 재료의 허용굽힘응력은 다음에 따른다.

(1) 크리이프 영역에 도달하지 않는 설계온도에 있어서의 허용굽힘응력은 다음에 따른다.
 (a) 탄소강 및 저합금강의 허용굽힘응력은 설계온도에 있어서의 항복점 또는 0.2 % 내력의 1/2 또는 <표 28.2> 또는 28.3.1.1항에 따른 허용인장응력 중에서 큰 쪽의 값
 (b) 고합금강의 허용굽힘응력은 설계온도에 있어서의 항복점 또는 0.2 % 내력의 1/2 또는 <표28.2> 또는 28.3.1.1항에 따른 허용인장응력 중에서 큰 쪽의 값
 (c) 회 주철품 및 펄라이트 가단 주철품의 허용굽힘응력은 <표 28.2> 또는 28.3.3.1항의 (1)에 따른 허용인장응력의 1.5배
 (d) KFCA-D4302-5016(구상흑연주철품)의 GCD 400(1종)과 GCD 450(2종), KS B 6750(압력용기-설계 및 제조일반)에서 정하는 덕타일 철주조품 및 가단 주철품의 허용굽힘응력은 각각 <표 28.2> 또는 28.3.3.1항의 (1) 및 28.3.3.2항에 따르는 허용인장응력의 1.2배. 다만, 오스테나이트계 스테인리스강 주강품 및 페라이트계 스테인리스강 주강품은 28.3.3.2항에 따른 허용인장응력과 같은 값으로 한다.
 (e) 비철 금속재료의 허용굽힘응력은 <표 28.3>, 28.3.1.3항 또는 28.3.3.3항에 따른 허용인장응력과 같은 값으로 한다.
(2) 크리이프 영역의 설계온도에 있어서의 재료 허용굽힘응력은 28.3.2항에 따른 허용인장응력과 같은 값으로 한다.

### 28.3.9 재료의 전단에 대한 허용전단응력

계산에 사용할 전단응력을 받는 단면의 평균 일차 전단응력에 대한 재료의 허용전단응력은 허용인장응력의 80 %로 한다.

### 28.3.10 용접관 또는 단접관의 허용인장응력

용접관 및 단접관의 허용인장응력은 다음에 따른다.

(1) 단접관의 허용인장응력은 이음매 없는 관에 대한 값에 이음효율 0.65를 곱한 값으로 한다.
(2) 전기저항 용접관 및 용가재를 사용하지 않는 자동 아아크 용접관의 허용인장응력은 초음파탐상시험을 하지 않는 경우에는 이음매 없는 관에 대한 값에 이음 효율 0.85를 곱한 값으로 하고, 초음파탐상시험을 한 경우에는 이음매 없는 강관의 허용인장응력값과 같은 값으로 하며, 이 경우의 탐상 강도 구분은 UC로 한다.
(3) 용가재를 사용하는 아아크 용접관의 허용인장응력은 사용한 판재의 허용인장응력에 <표 38.2>에 표시한 용접이음 효율을 곱한 값으로 한다.

# <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(SI 단위)

(봉,형,판,대)

| 종류 | 기호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압차 트번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도 (℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3503 일반 구조용 압연 강재 | SS235 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 |
| | SS275 | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| KS D 3560 보일러 및 압력 용기용 탄소강 및 몰리브데넘강 강판 | SB235 | 1 | 1 | 2 | - | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | SB295 | 1 | 1 | 2 | - | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 |
| | SB315 | 1 | 2 | 3 | - | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| | SB295M | 3 | 1 | 2 | - | (2)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 |
| | SB315M | 3 | 2 | 3 | - | (2)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| KS D 3515 용접 구조용 압연 강재 | SM275A | 1 | 1 | 1, 2 | - | (47) | - | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | SM275B | 1 | 1 | 1, 2 | - | (47) | - | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | SM275C | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | SM355A | 1 | 2 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 |
| | SM355B | 1 | 2 | 3 | - | (4) | - | - | - | - | - | - | - | - | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 |
| | SM355C | 1 | 2 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 |
| | SM420B | 1 | 2 | 3 | - | (4) | - | - | - | - | - | - | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 |
| | SM420C | 1 | 2 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 |
| | SM460B | 1 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 |
| KS D 3521 압력 용기용 강판 | SPPV235 | 1 | 1 | 2 | - | (47) | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | SPPV315 | 1 | 2 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 |
| | SPPV355 | 1 | 2 | 3, 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 |
| | SPPV410 | 1 | 2 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| | SPPV450 | 1 | 3 | 3, 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 |
| | SPPV490 | 1 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 |
| KS D 3533 고압 가스 용기용 강판 및 강대 | SG255 | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 100 | 100 | 100 | - | - |
| | SG295 | 1 | 1 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 110 | 110 | 110 | 110 | - | - |
| | SG355 | 1 | 2 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 122 | 122 | 122 | 122 | - | - |
| | SG410 | 1 | 2 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 135 | 135 | 135 | 135 | - | - |
| KS D 3540 중·상온 압력용기용 탄소강 강판 | SGV235 | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | SGV295 | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 |
| | SGV355 | 1 | 2 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| KS D 3538 보일러 및 압력용기용 망가니즈·몰리브데넘강 및 망가니즈·몰리브데넘·니켈강 강판 | SBV1A | 3 | 2 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 |
| | SBV1B | 3 | 3 | 5 | - | (3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| | SBV2 | 3 | 3 | 5 | - | (3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| | SBV3 | 3 | 3 | 5 | - | (3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| KS D 3539 압력 용기용 조질형 망가니즈·몰리브데넘강 및 망가니즈·몰리브데넘·니켈강 강판 | SQV1A | 3 | 3 | 3 | - | (3) | - | - | - | - | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| | SQV1B | 3 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 |
| | SQV2A | 3 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| | SQV2B | 3 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 |
| | SQV3A | 3 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| | SQV3B | 3 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 |

| 각 온도 (℃) 에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SS235 |
| 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SS275 |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 97 | 88 | 76 | 57 | 49 | 36 | 24 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SB235 |
| 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 106 | 95 | 80 | 58 | 49 | 36 | 24 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SB295 |
| 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 113 | 101 | 84 | 58 | 50 | 36 | 24 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SB315 |
| 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 108 | 101 | 89 | 76 | 44 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SB295M |
| 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 115 | 106 | 91 | 76 | 44 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SB315M |
| 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM275A |
| 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM275B |
| 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM275C |
| 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM355A |
| 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM355B |
| 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM355C |
| 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM420B |
| 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM420C |
| 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM460B |
| 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPPV235 |
| 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPPV315 |
| 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPPV355 |
| 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPPV410 |
| 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPPV450 |
| 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPPV490 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SG255 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SG295 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SG355 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SG410 |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SGV235 |
| 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SGV295 |
| 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SGV355 |
| 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 112 | 94 | 76 | 55 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SBV1A |
| 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 135 | 130 | 118 | 97 | 71 | 44 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SBV1B |
| 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 135 | 130 | 118 | 97 | 71 | 44 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SBV2 |
| 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 135 | 130 | 118 | 97 | 71 | 44 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SBV3 |
| 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 132 | 119 | 97 | 76 | 55 | 43 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SQV1A |
| 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SQV1B |
| 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 132 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SQV2A |
| 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SQB2B |
| 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 132 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SQV3A |
| 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SQV3B |

## <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(SI 단위)

(봉,형,판,대)

| 종류 | 기호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 차트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도 (℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3541 저온 압력 용기용 탄소강강판 | SLAI255A | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | SLAI255B | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | SLAI325A | 1 | 1 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| | SLAI325B | 1 | 1 | 3 | - | - | - | - | - | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| | SLAI360 | 1 | 2 | 3 | - | - | - | - | - | - | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 |

(봉,형,판,대)

| 종류 | 기호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 차트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도 (℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -196 | -130 | -110 | -102 | -70 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3586 저온 압력 용기용 니켈강판 | SL2N255 | 9 A | - | - | - | - | - | - | - | - | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 |
| | SL3N255 | 9 B | - | - | - | - | - | - | - | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 |
| | SL3N275 | 9 B | - | - | - | - | - | - | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| | SL3N440 | 9 B | - | - | - | - | - | - | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 |
| | SL5N590 | 9 B | - | - | - | (7) | - | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 |
| | SL9N520 | 11 A | - | - | - | (7) | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 |
| | SL9N590 | 11 A | - | - | - | (7) | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 |

| 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SLAI255A |
| 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SLAI255B |
| 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SLAI325A |
| 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SLAI325B |
| 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SLAI360 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 각 온도 (℃)에서의 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 112 | 112 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SL2N255 |
| 112 | 112 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SL3N255 |
| 120 | 120 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SL3N275 |
| 135 | 135 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SL3N440 |
| 172 | 172 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SL5N590 |
| 172 | 172 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SL9N520 |
| 172 | 172 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SL9N590 |

## <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(SI 단위)

(강 관)

| 종류 | 기호 | 모재의 구분 | 그룹번호 | 외압 차트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3507 배관용 탄소 강관 | SPP | 1 | 1 | 1 | E | (8) | - | - | - | - | - | - | - | - | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 |
| | | 1 | 1 | 1 | B | (8) | - | - | - | - | - | - | - | - | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 |
| KS D 3562 압력 배관용 탄소 강관 | SPPS250 | 1 | 1 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | | 1 | 1 | 2 | E | | - | - | - | - | - | - | - | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 |
| KS D 3564 고압 배관용 탄소 강관 | SPPH250 | 1 | 1 | 2 | S | (6) | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | SPPH315 | 1 | 2 | 3 | S | (6) | - | - | - | - | - | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| KOSA0013-D 3570-5078 고온 배관용 탄소 강관 | SPHT380 | 1 | 1 | 2 | S | (5) | - | - | - | - | - | - | - | - | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 |
| | | 1 | 1 | 2 | E | (5) | - | - | - | - | - | - | - | - | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 |
| | SPHT420 | 1 | 1 | 2 | S | (5) | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | | 1 | 1 | 2 | E | (5) | - | - | - | - | - | - | - | - | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 |
| | SPHT490 | 1 | 2 | 3 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| KS D 3583 배관용 아크용접 탄소강강관 | SPW400 | 1 | 1 | 2 | A | (10) | - | - | - | - | - | - | - | - | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| KOSA0015-D 3573-5080 배관용 합금강 강관 | SPA12 | 3 | 1 | 2 | S | (2)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |
| | SPA20 | 3 | 1 | 2 | S | (3) | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | SPA22 | 4 | 1 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | SPA23 | 4 | 1 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | SPA24 | 5 | 1 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | SPA25 | 5 | 2 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | SPA26 | 5 | 2 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |

| 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 457 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 62 | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 | 62 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPP |
| 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPP |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPPS250 |
| 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPPH250 |
| 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPPH315 |
| 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 89 | 80 | 70 | 56 | (47) | (36) | (24) | (18) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPHT380 |
| 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 76 | 68 | 60 | 48 | (40) | (31) | (20) | (15) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPHT380 |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 97 | 88 | 76 | 57 | (49) | (36) | (24) | (18) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPHT420 |
| 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 82 | 75 | 65 | 48 | (42) | (31) | (20) | (15) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPHT420 |
| 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 113 | 101 | 84 | 58 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPHT490 |
| 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPW400 |
| 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 94 | 91 | 87 | 68 | 44 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPA12 |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 99 | 95 | 88 | 76 | 55 | 43 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPA20 |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 101 | 98 | 92 | 81 | 63 | 37 | 25 | 17 | 10 | 7 | - | - | - | - | - | - | SPA22 |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 100 | 92 | 81 | 63 | 40 | 25 | 20 | 16 | 8 | - | - | - | - | - | - | SPA23 |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 100 | 92 | 81 | 64 | 48 | 36 | 27 | 20 | 11 | - | - | - | - | - | - | SPA24 |
| 102 | 102 | 102 | 101 | 99 | 97 | 96 | 94 | 92 | 90 | 88 | 83 | 75 | 59 | 45 | 34 | 25 | 19 | 13 | 9 | - | - | - | - | - | - | SPA25 |
| 102 | 102 | 102 | 101 | 99 | 97 | 96 | 94 | 92 | 90 | 88 | 86 | 83 | 77 | 66 | 49 | 32 | 21 | 15 | 10 | - | - | - | - | - | - | SPA26 |

# <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(SI 단위)

(강관)

| 종류 | 기호 | 모재의 구분 | 그룹번호 | 외압 차트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3576 배관용 스테인리스 강관 | STS304 TP | 8A | - | 6 | S | (11)(12)(13)(14) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 115 | 107 | 102 | 97 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 114 |
| | | | | | W | (11)(12)(13)(14)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 98 | 91 | 87 | 82 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 106 | 104 | 100 | 97 |
| | STS304 HTP | 8A | - | 6 | S | - | - | - | - | - | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 115 | 107 | 102 | 97 |
| | | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 114 |
| | STS304 LTP | 8A | - | 8 | S | (14) | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 103 | 97 | 93 | 88 |
| | | | | | | (14)(15) | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 114 | 113 | 109 | 105 |
| | | | | | W | (14)(16) | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 88 | 82 | 79 | 75 |
| | | | | | | (14)(15)(16) | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 97 | 96 | 93 | 89 |
| | STS309 TP | 8A | - | 7 | S | (11)(12) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 124 | 120 | 115 | 111 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 129 | 129 |
| | | | | | W | (11)(12)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 105 | 102 | 98 | 94 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| | STS309 STP | 8A | - | 7 | S | (11)(12) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 124 | 120 | 115 | 111 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 129 | 129 |
| | | | | | W | (11)(12)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 105 | 102 | 98 | 94 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| | STS310 TP | 8A | - | 7 | S | (11)(12)(17) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 124 | 120 | 115 | 111 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(17) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 128 | 126 | 124 | 121 |
| | | | | | S | (11)(12)(18) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 124 | 120 | 115 | 111 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(18) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 128 | 126 | 124 | 121 |
| | | | | | W | (11)(12)(16)(17) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 105 | 102 | 98 | 94 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16)(17) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 109 | 107 | 105 | 103 |
| | | | | | W | (11)(12)(16)(18) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 105 | 102 | 98 | 94 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16)(18) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 109 | 107 | 105 | 103 |
| | STS310 STP | 8A | - | 7 | S | (11)(12)(17) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 124 | 120 | 115 | 111 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(17) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 128 | 126 | 124 | 121 |
| | | | | | S | (11)(12)(18) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 124 | 120 | 115 | 111 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(18) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 128 | 126 | 124 | 121 |
| | | | | | W | (11)(12)(16)(17) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 105 | 102 | 98 | 94 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16)(17) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 109 | 107 | 105 | 103 |
| | | | | | W | (11)(12)(16)(18) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 105 | 102 | 98 | 94 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16)(18) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 109 | 107 | 105 | 103 |
| | STS316 TP | 8A | - | 7 | S | (11)(12)(13)(14) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 120 | 114 | 107 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 129 | 128 | 127 |
| | | | | | W | (11)(12)(13)(14)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 106 | 102 | 97 | 91 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 109 | 108 |
| | STS316 HTP | 8A | - | 7 | S | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 120 | 114 | 107 |
| | | | | | | (15) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 129 | 128 | 127 |
| | STS316 LTP | 8A | - | 9 | S | (14) | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 103 | 96 | 92 | 87 |
| | | | | | | (14)(15) | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 115 | 115 | 112 | 110 |
| | | | | | W | (14)(16) | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 88 | 82 | 78 | 74 |
| | | | | | | (14)(15)(16) | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 98 | 98 | 95 | 94 |
| | STS317 TP | 8A | - | - | S | (11)(12) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 120 | 114 | 107 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 129 | 128 | 127 |
| | | | | | W | (11)(12)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 106 | 102 | 97 | 91 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 109 | 108 |

| 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 93 | 90 | 87 | 84 | 82 | 80 | 78 | 77 | 76 | 74 | 73 | 72 | 71 | 69 | 68 | 67 | 64 | 59 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | STS304 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TP |
| 113 | 112 | 111 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 109 | 107 | 105 | 103 | 102 | 100 | 98 | 92 | 79 | 64 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | |
| 79 | 77 | 74 | 71 | 70 | 68 | 66 | 65 | 65 | 63 | 62 | 61 | 60 | 59 | 58 | 57 | 54 | 50 | 44 | 36 | 28 | 23 | 18 | 14 | 12 | 9 | |
| 96 | 95 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 93 | 91 | 89 | 88 | 87 | 85 | 83 | 78 | 67 | 54 | 44 | 36 | 28 | 23 | 18 | 14 | 12 | 9 | |
| 93 | 90 | 87 | 84 | 82 | 80 | 78 | 77 | 76 | 74 | 73 | 72 | 71 | 69 | 68 | 67 | 64 | 59 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | STS304 |
| 113 | 112 | 111 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 109 | 107 | 105 | 103 | 102 | 100 | 98 | 92 | 79 | 64 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | HTP |
| 85 | 81 | 79 | 76 | 74 | 72 | 71 | 69 | 69 | 68 | 67 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STS304 |
| 104 | 102 | 101 | 100 | 98 | 97 | 96 | 94 | 93 | 92 | 90 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | HTP |
| 72 | 69 | 67 | 65 | 63 | 61 | 60 | 59 | 59 | 58 | 57 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 88 | 87 | 86 | 85 | 83 | 82 | 82 | 80 | 79 | 78 | 77 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 108 | 105 | 102 | 98 | 97 | 96 | 95 | 64 | 93 | 92 | 90 | 89 | 88 | 87 | 85 | 79 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | STS309 |
| 128 | 126 | 125 | 124 | 122 | 121 | 120 | 119 | 118 | 116 | 114 | 111 | 108 | 105 | 99 | 85 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | TP |
| 92 | 89 | 87 | 83 | 82 | 82 | 81 | 80 | 79 | 78 | 77 | 76 | 75 | 74 | 72 | 67 | 55 | 42 | 31 | 23 | 18 | 14 | 11 | 9 | 7 | 5 | |
| 109 | 107 | 106 | 105 | 104 | 103 | 102 | 101 | 100 | 99 | 97 | 94 | 92 | 89 | 84 | 72 | 55 | 42 | 31 | 23 | 18 | 14 | 11 | 9 | 7 | 5 | |
| 108 | 105 | 102 | 98 | 97 | 96 | 95 | 94 | 93 | 92 | 90 | 89 | 88 | 87 | 85 | 79 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | STS309 |
| 128 | 126 | 125 | 124 | 122 | 121 | 120 | 119 | 118 | 116 | 114 | 111 | 108 | 105 | 99 | 85 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | STP |
| 92 | 89 | 87 | 83 | 82 | 82 | 81 | 80 | 79 | 78 | 77 | 76 | 75 | 74 | 72 | 67 | 55 | 42 | 31 | 23 | 18 | 14 | 11 | 9 | 7 | 5 | |
| 109 | 107 | 106 | 105 | 104 | 103 | 102 | 101 | 100 | 99 | 97 | 94 | 92 | 89 | 84 | 72 | 55 | 42 | 31 | 23 | 18 | 14 | 11 | 9 | 7 | 5 | |
| 108 | 105 | 102 | 100 | 97 | 96 | 94 | 93 | 92 | 90 | 89 | 88 | 87 | 85 | 84 | 78 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | STS310 |
| 121 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 119 | 117 | 115 | 113 | 111 | 102 | 85 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | TP |
| 108 | 105 | 102 | 100 | 97 | 96 | 94 | 93 | 92 | 90 | 89 | 88 | 87 | 85 | 76 | 60 | 44 | 32 | 24 | 17 | 11 | 6 | 4 | 3 | 2 | 2 | |
| 121 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 119 | 117 | 115 | 113 | 96 | 81 | 64 | 44 | 32 | 24 | 17 | 11 | 6 | 4 | 3 | 2 | 2 | |
| 92 | 89 | 87 | 85 | 82 | 82 | 80 | 79 | 78 | 77 | 76 | 75 | 74 | 72 | 71 | 66 | 55 | 42 | 31 | 23 | 18 | 14 | 11 | 9 | 7 | 5 | |
| 103 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 101 | 99 | 98 | 96 | 94 | 87 | 72 | 55 | 42 | 31 | 23 | 18 | 14 | 11 | 9 | 7 | 5 | |
| 92 | 89 | 87 | 85 | 82 | 82 | 80 | 79 | 78 | 77 | 76 | 75 | 74 | 72 | 65 | 51 | 37 | 27 | 20 | 14 | 9 | 5 | 3 | 3 | 2 | 2 | |
| 103 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 101 | 99 | 98 | 96 | 82 | 69 | 54 | 37 | 27 | 20 | 14 | 9 | 5 | 3 | 3 | 2 | 2 | |
| 108 | 105 | 102 | 100 | 97 | 96 | 94 | 93 | 92 | 90 | 89 | 88 | 87 | 85 | 84 | 78 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | STS310 |
| 121 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 119 | 117 | 115 | 113 | 111 | 102 | 85 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | STP |
| 108 | 105 | 102 | 100 | 97 | 96 | 94 | 93 | 92 | 90 | 89 | 88 | 87 | 85 | 76 | 60 | 44 | 32 | 24 | 17 | 11 | 6 | 4 | 3 | 2 | 2 | |
| 121 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 119 | 117 | 115 | 113 | 96 | 81 | 64 | 44 | 32 | 24 | 17 | 11 | 6 | 4 | 3 | 2 | 2 | |
| 92 | 89 | 87 | 85 | 82 | 82 | 80 | 79 | 78 | 77 | 76 | 75 | 74 | 72 | 71 | 66 | 55 | 42 | 31 | 23 | 18 | 14 | 11 | 9 | 7 | 5 | |
| 103 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 101 | 99 | 98 | 96 | 94 | 87 | 72 | 55 | 42 | 31 | 23 | 18 | 14 | 11 | 9 | 7 | 5 | |
| 92 | 89 | 87 | 85 | 82 | 82 | 80 | 79 | 78 | 77 | 76 | 75 | 74 | 72 | 65 | 51 | 37 | 27 | 20 | 14 | 9 | 5 | 3 | 3 | 2 | 2 | |
| 103 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 101 | 99 | 98 | 96 | 82 | 69 | 54 | 37 | 27 | 20 | 14 | 9 | 5 | 3 | 3 | 2 | 2 | |
| 103 | 99 | 96 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 | 83 | 82 | 81 | 80 | 79 | 79 | 78 | 78 | 77 | 74 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | STS316 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TP |
| 126 | 125 | 125 | 124 | 122 | 119 | 117 | 114 | 112 | 111 | 110 | 108 | 108 | 107 | 106 | 105 | 98 | 81 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | |
| 88 | 84 | 82 | 79 | 77 | 75 | 73 | 71 | 71 | 70 | 69 | 68 | 67 | 67 | 66 | 66 | 65 | 63 | 55 | 43 | 33 | 26 | 20 | 15 | 12 | 9 | |
| 107 | 106 | 106 | 105 | 104 | 101 | 99 | 97 | 95 | 94 | 94 | 92 | 92 | 91 | 90 | 89 | 83 | 69 | 55 | 43 | 33 | 26 | 20 | 15 | 12 | 9 | |
| 103 | 99 | 96 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 | 83 | 82 | 81 | 80 | 79 | 79 | 78 | 78 | 77 | 74 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | STS316 |
| 126 | 125 | 125 | 124 | 122 | 119 | 117 | 114 | 112 | 111 | 110 | 108 | 108 | 107 | 106 | 105 | 98 | 81 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | HTP |
| 84 | 81 | 79 | 76 | 74 | 73 | 71 | 70 | 69 | 68 | 66 | 65 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STS316 |
| 109 | 108 | 106 | 103 | 100 | 98 | 96 | 95 | 93 | 91 | 90 | 88 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | LTP |
| 71 | 69 | 67 | 65 | 63 | 62 | 60 | 60 | 59 | 58 | 56 | 55 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 93 | 92 | 90 | 88 | 85 | 83 | 82 | 81 | 79 | 77 | 77 | 75 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 103 | 99 | 96 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 | 83 | 82 | 81 | 80 | 79 | 79 | 78 | 78 | 77 | 74 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | STS317 |
| 126 | 125 | 125 | 124 | 122 | 119 | 117 | 114 | 112 | 111 | 110 | 108 | 108 | 107 | 106 | 105 | 98 | 81 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | TP |
| 88 | 84 | 82 | 79 | 77 | 75 | 73 | 71 | 71 | 70 | 69 | 68 | 67 | 67 | 66 | 66 | 65 | 63 | 55 | 43 | 33 | 26 | 20 | 15 | 12 | 9 | |
| 107 | 106 | 106 | 105 | 104 | 101 | 99 | 97 | 95 | 94 | 94 | 92 | 92 | 91 | 90 | 89 | 83 | 69 | 55 | 43 | 33 | 26 | 20 | 15 | 12 | 9 | |

# <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(SI 단위)

(강 관)

| 종류 | 기호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압차트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3576 배관용 스테인리스 강관 | STS317 | 8A | - | 9 | S | - | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 103 | 96 | 92 | 87 |
| | LTP | | | | | (15) | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 115 | 115 | 112 | 110 |
| | | | | | W | (16) | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 88 | 82 | 78 | 74 |
| | | | | | | (15)(16) | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 98 | 98 | 95 | 94 |
| | STS321 | 8A | - | 7 | S | (11)(12) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 114 |
| | TP | | | | | (11)(12)(15) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 115 |
| | | | | | W | (11)(12)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 106 | 104 | 100 | 97 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 106 | 104 | 100 | 98 |
| | | | | | | (16) | | | | | | | | | | | | | | |
| | STS321 | 8A | - | 7 | S | - | - | - | - | - | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 114 |
| | HTP | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 115 |
| | STS347 | 8A | - | 7 | S | (11)(12) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 113 |
| | TP | | | | | (11)(12)(15) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 113 |
| | | | | | W | (11)(12)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 106 | 104 | 100 | 96 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 106 | 104 | 100 | 96 |
| | | | | | | (16) | | | | | | | | | | | | | | |
| | STS347 | 8A | - | 7 | S | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 113 |
| | HTP | | | | | (15) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 113 |
| | STS329 | 8B | - | 7 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 148 | 148 | 148 | 148 | 142 | 140 | 137 |
| | J1TP | | | | W | - | - | - | - | - | - | - | - | 126 | 126 | 126 | 126 | 121 | 119 | 116 |
| | STS329 | 8B | - | 7 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 155 | 155 | 155 | 155 | 154 | 152 | 149 |
| | J2LTP | | | | W | - | - | - | - | - | - | - | - | 132 | 132 | 132 | 132 | 131 | 129 | 127 |
| KS D 3569 저온 배관용 탄소 강관 | SPLT390 | 1 | 1 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |
| | | 1 | 1 | 2 | E | - | - | - | - | - | - | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 |
| | SPLT460 | 9B | - | - | S | - | - | - | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 |
| | SPLT700 | 11A | - | - | S | (7) | - | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 |
| KS D 3563 보일러 및 열교환기용 탄소 강관 | STBH235 | 1 | 1 | 1 | S | (1)(3)(41) | - | - | - | - | - | - | - | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 |
| | | 1 | 1 | 1 | E | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 |
| | STBH275 | 1 | 1 | 2 | S | (1)(3)(41) | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | | 1 | 1 | 2 | E | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 |
| | STBH355 | 1 | 2 | 3 | S | (41) | - | - | - | - | - | - | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 |
| | | 1 | 2 | 3 | E | - | - | - | - | - | - | - | - | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 |
| KS D 3572 보일러·열교환기용 합금 강관 | STHA12 | 3 | 1 | 2 | S | (2)(3)(41) | - | - | - | - | - | - | - | - | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |
| | | 3 | 1 | 2 | E | (2)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 |
| | STHA13 | 3 | 1 | 2 | S | (2)(3)(41) | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | | 3 | 1 | 2 | E | (2)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 |
| | STHA20 | 3 | 1 | 2 | S | (3)(41) | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | | 3 | 1 | 2 | E | (3) | - | - | - | - | - | - | - | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 |
| | STHA22 | 4 | 1 | 2 | S | (41) | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | | 4 | 1 | 2 | E | - | - | - | - | - | - | - | - | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 |
| | STHA23 | 4 | 1 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | STHA24 | 5 | 1 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | STHA25 | 5 | 2 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | STHA26 | 5 | 2 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| KS D 3577 보일러·열교환기용 스테인리스 강관 | STS 304 | 8A | - | 6 | S | (11)(12)(13) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 115 | 107 | 102 | 97 |
| | TB | | | | | (14) | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | (11)(12)(13) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 114 |
| | | | | | | (14)(15) | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | W | (11)(12)(13) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 98 | 91 | 87 | 82 |
| | | | | | | (14)(15) | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | (11)(12)(13) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 106 | 104 | 100 | 97 |
| | | | | | | (14)(15)(16) | | | | | | | | | | | | | | |
| | STS304 | 8A | - | 6 | S | - | - | - | - | - | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 115 | 107 | 102 | 97 |
| | HTB | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 114 |
| | STS304 | 8A | - | 8 | S | (14) | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 103 | 97 | 93 | 88 |
| | LTB | | | | | (14)(15) | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 114 | 113 | 109 | 105 |
| | | | | | W | (14)(16) | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 88 | 82 | 79 | 75 |
| | | | | | | (14)(15)(16) | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 97 | 96 | 93 | 89 |
| | STS309 | 8A | - | 7 | S | (11)(12) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 124 | 120 | 115 | 111 |
| | TB | | | | | (11)(12)(15) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 129 | 129 |
| | | | | | W | (11)(12)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 105 | 102 | 98 | 94 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| | | | | | | (16) | | | | | | | | | | | | | | |
| | STS309 | 8A | - | 7 | S | (11)(12) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 124 | 120 | 115 | 111 |
| | STB | | | | | (11)(12)(15) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 129 | 129 |
| | | | | | W | (11)(12)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 105 | 102 | 98 | 94 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| | | | | | | (16) | | | | | | | | | | | | | | |

| 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 84 | 81 | 79 | 76 | 74 | 73 | 71 | 70 | 69 | 68 | 66 | 65 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS317 |
| 109 | 108 | 106 | 103 | 100 | 98 | 96 | 95 | 93 | 91 | 90 | 88 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | LTP |
| 71 | 69 | 67 | 65 | 63 | 62 | 60 | 60 | 59 | 58 | 56 | 55 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 93 | 92 | 90 | 88 | 85 | 83 | 82 | 81 | 79 | 77 | 77 | 75 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 110 | 106 | 103 | 100 | 97 | 95 | 93 | 91 | 89 | 88 | 86 | 86 | 85 | 84 | 83 | 76 | 60 | 44 | 33 | 25 | 18 | 13 | 9 | 6 | 4 | 3 | STS321 |
| 114 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 103 | 83 | 60 | 44 | 33 | 25 | 18 | 13 | 9 | 6 | 4 | 3 | TP |
| 94 | 90 | 88 | 85 | 82 | 81 | 79 | 77 | 76 | 75 | 73 | 73 | 72 | 71 | 71 | 65 | 51 | 37 | 28 | 21 | 15 | 11 | 8 | 5 | 3 | 3 | |
| 97 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 88 | 71 | 51 | 37 | 28 | 21 | 15 | 11 | 8 | 5 | 3 | 3 | |
| 110 | 106 | 103 | 100 | 97 | 95 | 93 | 91 | 89 | 88 | 86 | 86 | 85 | 84 | 83 | 82 | 75 | 59 | 46 | 37 | 29 | 23 | 18 | 15 | 12 | 9 | STS312 |
| 114 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 111 | 99 | 77 | 59 | 46 | 37 | 29 | 23 | 18 | 15 | 12 | 9 | HTP |
| 110 | 107 | 106 | 104 | 102 | 100 | 98 | 97 | 95 | 94 | 94 | 93 | 93 | 93 | 92 | 89 | 77 | 58 | 40 | 30 | 23 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | STS347 |
| 110 | 107 | 106 | 104 | 103 | 103 | 102 | 102 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 100 | 92 | 77 | 58 | 40 | 30 | 23 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | TP |
| 93 | 91 | 90 | 88 | 87 | 85 | 83 | 82 | 81 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 78 | 76 | 65 | 49 | 34 | 25 | 20 | 14 | 10 | 8 | 6 | 5 | |
| 93 | 91 | 90 | 88 | 88 | 88 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 85 | 78 | 65 | 49 | 34 | 25 | 20 | 14 | 10 | 8 | 6 | 5 | |
| 110 | 107 | 106 | 104 | 102 | 100 | 98 | 97 | 95 | 94 | 94 | 93 | 93 | 93 | 92 | 92 | 91 | 86 | 70 | 54 | 42 | 32 | 24 | 19 | 15 | 11 | STS347 |
| 110 | 107 | 106 | 104 | 103 | 103 | 102 | 102 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 100 | 98 | 96 | 88 | 70 | 54 | 42 | 32 | 24 | 19 | 15 | 11 | HTP |
| 135 | 132 | 131 | 130 | 129 | 127 | 127 | 127 | 126 | 126 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS329 |
| 115 | 112 | 111 | 110 | 110 | 108 | 107 | 104 | 102 | 99 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | J1TP |
| 148 | 146 | 146 | 146 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS329 |
| 126 | 124 | 124 | 124 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | J2LTP |
| 95 | 95 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPLT390 |
| 81 | 81 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPLT390 |
| 112 | 112 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPLT460 |
| 172 | 172 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPLT700 |
| 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 82 | 76 | 66 | 53 | 49 | 36 | 24 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STBH235 |
| 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 70 | 65 | 56 | 45 | 42 | 31 | 20 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STBH235 |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 97 | 88 | 76 | 57 | 49 | 36 | 24 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STBH275 |
| 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 82 | 75 | 65 | 48 | 42 | 31 | 20 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STBH275 |
| 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 115 | 98 | 69 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STBH355 |
| 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 98 | 83 | 59 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STBH355 |
| 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 94 | 91 | 87 | 68 | 44 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STHA12 |
| 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 80 | 77 | 74 | 58 | 37 | 28 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STHA12 |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 100 | 95 | 88 | 69 | 44 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STHA13 |
| 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 85 | 81 | 75 | 59 | 37 | 28 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STHA13 |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 99 | 95 | 88 | 76 | 55 | 43 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STHA20 |
| 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 84 | 81 | 75 | 65 | 47 | 37 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STHA20 |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 101 | 98 | 92 | 81 | 63 | 37 | 25 | 17 | 10 | 7 | - | - | - | - | - | - | STHA22 |
| 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 86 | 83 | 78 | 69 | 54 | 31 | 21 | 14 | 8 | 6 | - | - | - | - | - | - | STHA22 |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 100 | 92 | 81 | 63 | 40 | 25 | 20 | 16 | 8 | - | - | - | - | - | - | STHA23 |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 100 | 92 | 81 | 64 | 48 | 36 | 27 | 20 | 11 | - | - | - | - | - | - | STHA24 |
| 102 | 102 | 102 | 101 | 99 | 97 | 96 | 94 | 92 | 90 | 88 | 83 | 75 | 59 | 45 | 34 | 25 | 19 | 13 | 9 | - | - | - | - | - | - | STHA25 |
| 102 | 102 | 102 | 101 | 99 | 97 | 96 | 94 | 92 | 90 | 88 | 86 | 83 | 77 | 66 | 49 | 32 | 21 | 15 | 10 | - | - | - | - | - | - | STHA26 |
| 93 | 90 | 87 | 84 | 82 | 80 | 78 | 77 | 76 | 74 | 73 | 72 | 71 | 69 | 68 | 67 | 64 | 59 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | STS304 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TB |
| 113 | 112 | 111 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 109 | 107 | 105 | 103 | 102 | 100 | 98 | 92 | 79 | 64 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | |
| 79 | 77 | 74 | 71 | 70 | 68 | 66 | 65 | 65 | 63 | 62 | 61 | 60 | 59 | 58 | 57 | 54 | 50 | 44 | 36 | 28 | 23 | 18 | 14 | 12 | 9 | |
| 96 | 95 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 93 | 91 | 89 | 88 | 87 | 85 | 83 | 78 | 67 | 54 | 44 | 36 | 28 | 23 | 18 | 14 | 12 | 9 | |
| 93 | 90 | 87 | 84 | 82 | 80 | 78 | 77 | 76 | 74 | 73 | 72 | 71 | 69 | 68 | 67 | 64 | 59 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | STS304 |
| 113 | 112 | 111 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 109 | 107 | 105 | 103 | 102 | 100 | 98 | 92 | 79 | 64 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | HTB |
| 85 | 81 | 79 | 76 | 74 | 72 | 71 | 69 | 69 | 68 | 67 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS304 |
| 104 | 102 | 101 | 100 | 98 | 97 | 96 | 94 | 93 | 92 | 90 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | LTB |
| 72 | 69 | 67 | 65 | 63 | 61 | 60 | 59 | 59 | 58 | 57 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 88 | 87 | 86 | 85 | 83 | 82 | 82 | 80 | 79 | 78 | 77 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 108 | 105 | 102 | 98 | 97 | 96 | 95 | 94 | 93 | 92 | 90 | 89 | 88 | 87 | 85 | 79 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | STS309 |
| 128 | 126 | 125 | 124 | 122 | 121 | 120 | 119 | 118 | 116 | 114 | 111 | 108 | 105 | 99 | 85 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | TB |
| 92 | 89 | 87 | 83 | 82 | 82 | 81 | 80 | 79 | 78 | 77 | 76 | 75 | 74 | 72 | 67 | 55 | 42 | 31 | 23 | 18 | 14 | 11 | 9 | 7 | 5 | |
| 109 | 107 | 106 | 105 | 104 | 103 | 102 | 101 | 100 | 99 | 97 | 94 | 92 | 89 | 84 | 72 | 55 | 42 | 31 | 23 | 18 | 14 | 11 | 9 | 7 | 5 | |
| 108 | 105 | 102 | 98 | 97 | 96 | 95 | 94 | 93 | 92 | 90 | 89 | 88 | 87 | 85 | 79 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | STS309 |
| 128 | 126 | 125 | 124 | 122 | 121 | 120 | 119 | 118 | 116 | 114 | 111 | 108 | 105 | 99 | 85 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | STB |
| 92 | 89 | 87 | 83 | 82 | 82 | 81 | 80 | 79 | 78 | 77 | 76 | 75 | 74 | 72 | 67 | 55 | 42 | 31 | 23 | 18 | 14 | 11 | 9 | 7 | 5 | |
| 109 | 107 | 106 | 105 | 104 | 103 | 102 | 101 | 100 | 99 | 97 | 94 | 92 | 89 | 84 | 72 | 55 | 42 | 31 | 23 | 18 | 14 | 11 | 9 | 7 | 5 | |

# <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(SI 단위)

| 종류 | 기호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 차트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3577 보일러·열교환기용 스테인리스 강관 | STS310 TB | 8A | - | 7 | S | (11)(12)(17) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 124 | 120 | 115 | 111 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(17) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 128 | 126 | 124 | 121 |
| | | | | | S | (11)(12)(18) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 124 | 120 | 115 | 111 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(18) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 128 | 126 | 124 | 121 |
| | | | | | W | (11)(12)(16)(17) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 105 | 102 | 98 | 94 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16)(17) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 109 | 107 | 105 | 103 |
| | | | | | W | (11)(12)(16)(18) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 105 | 102 | 98 | 94 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16)(18) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 109 | 107 | 105 | 103 |
| | STS310 STB | 8A | - | 7 | S | (11)(12)(17) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 124 | 120 | 115 | 111 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(17) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 128 | 126 | 124 | 121 |
| | | | | | S | (11)(12)(18) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 124 | 120 | 115 | 111 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(18) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 128 | 126 | 124 | 121 |
| | | | | | W | (11)(12)(16)(17) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 105 | 102 | 98 | 94 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16)(17) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 109 | 107 | 105 | 103 |
| | | | | | W | (11)(12)(16)(18) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 105 | 102 | 98 | 94 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16)(18) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 109 | 107 | 105 | 103 |
| | STS316 TB | 8A | - | 7 | S | (11)(12)(13)(14) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 120 | 114 | 107 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 129 | 128 | 127 |
| | | | | | W | (11)(12)(13)(14)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 106 | 102 | 97 | 91 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 109 | 108 |
| | STS316 HTB | 8A | - | 7 | S | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 120 | 114 | 107 |
| | | | | | | (15) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 129 | 128 | 127 |
| KS D 3577 보일러·열교환기용 스테인리스 강관 | STS316 LTB | 8A | - | 9 | S | (14) | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 103 | 96 | 92 | 87 |
| | | | | | | (14)(15) | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 115 | 115 | 112 | 110 |
| | | | | | W | (14)(16) | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 88 | 82 | 78 | 74 |
| | | | | | | (14)(15)(16) | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 98 | 98 | 95 | 94 |
| | STS317 TB | 8A | - | - | S | (11)(12) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 120 | 114 | 107 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 129 | 128 | 127 |
| | | | | | W | (11)(12)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 106 | 102 | 97 | 91 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 109 | 108 |
| | STS317 LTB | 8A | - | 9 | S | - | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 103 | 96 | 92 | 87 |
| | | | | | | (15) | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 115 | 115 | 112 | 110 |
| | | | | | W | (16) | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 88 | 82 | 78 | 74 |
| | | | | | | (15)(16) | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 99 | 98 | 98 | 95 | 94 |
| | STS321 TB | 8A | - | 7 | S | (11)(12) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 114 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 115 |
| | | | | | W | (11)(12)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 106 | 104 | 100 | 97 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 106 | 104 | 100 | 98 |
| | STS321 HTB | 8A | - | 7 | S | - | - | - | - | - | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 114 |
| | | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 115 |
| | STS347 TB | 8A | - | 7 | S | (11)(12) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 113 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 113 |
| | | | | | W | (11)(12)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 106 | 104 | 100 | 96 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16) | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 106 | 104 | 100 | 96 |
| | STS347 HTB | 8A | - | 7 | S | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 113 |
| | | | | | | (15) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 113 |
| | STS329 J1TB | 8B | - | 7 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 148 | 148 | 148 | 148 | 142 | 140 | 137 |
| | | | | | W | - | - | - | - | - | - | - | - | 126 | 126 | 126 | 126 | 121 | 119 | 116 |
| | STS329 J2LTB | 8B | - | 7 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 155 | 155 | 155 | 155 | 154 | 152 | 149 |
| | | | | | W | - | - | - | - | - | - | - | - | 132 | 132 | 132 | 132 | 131 | 129 | 127 |
| | STS410 TB | 6 | - | 2 | S | (39) | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 100 | 98 | 97 | 95 |
| | STS430 TB | 7 | - | 7 | S | (19)(39) | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 100 | 98 | 97 | 95 |

| 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 108 | 105 | 102 | 100 | 97 | 96 | 94 | 93 | 92 | 90 | 89 | 88 | 87 | 85 | 84 | 78 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | STS310 |
| 121 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 119 | 117 | 115 | 113 | 111 | 102 | 85 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | TB |
| 108 | 105 | 102 | 100 | 97 | 96 | 94 | 93 | 92 | 90 | 89 | 88 | 87 | 85 | 76 | 60 | 44 | 32 | 24 | 17 | 11 | 6 | 4 | 3 | 2 | 2 | |
| 121 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 119 | 117 | 115 | 113 | 96 | 81 | 64 | 44 | 32 | 24 | 17 | 11 | 6 | 4 | 3 | 2 | 2 | |
| 92 | 89 | 87 | 85 | 82 | 82 | 80 | 79 | 78 | 77 | 76 | 75 | 74 | 72 | 71 | 66 | 55 | 42 | 31 | 23 | 18 | 14 | 11 | 9 | 7 | 5 | |
| 103 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 101 | 99 | 98 | 96 | 94 | 87 | 72 | 55 | 42 | 31 | 23 | 18 | 14 | 11 | 9 | 7 | 5 | |
| 92 | 89 | 87 | 85 | 82 | 82 | 80 | 79 | 78 | 77 | 76 | 75 | 74 | 72 | 65 | 51 | 37 | 27 | 20 | 14 | 9 | 5 | 3 | 3 | 2 | 2 | |
| 103 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 101 | 99 | 98 | 96 | 82 | 69 | 54 | 37 | 27 | 20 | 14 | 9 | 5 | 3 | 3 | 2 | 2 | |
| 108 | 105 | 102 | 100 | 97 | 96 | 94 | 93 | 92 | 90 | 89 | 88 | 87 | 85 | 84 | 78 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | STS310 |
| 121 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 119 | 117 | 115 | 113 | 111 | 102 | 85 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | STB |
| 108 | 105 | 102 | 100 | 97 | 96 | 94 | 93 | 92 | 90 | 89 | 88 | 87 | 85 | 76 | 60 | 44 | 32 | 24 | 17 | 11 | 6 | 4 | 3 | 2 | 2 | |
| 121 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 119 | 117 | 115 | 113 | 96 | 81 | 64 | 44 | 32 | 24 | 17 | 11 | 6 | 4 | 3 | 2 | 2 | |
| 92 | 89 | 87 | 85 | 82 | 82 | 80 | 79 | 78 | 77 | 76 | 75 | 74 | 72 | 71 | 66 | 55 | 42 | 31 | 23 | 18 | 14 | 11 | 9 | 7 | 5 | |
| 103 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 101 | 99 | 98 | 96 | 94 | 87 | 72 | 55 | 42 | 31 | 23 | 18 | 14 | 11 | 9 | 7 | 5 | |
| 92 | 89 | 87 | 85 | 82 | 82 | 80 | 79 | 78 | 77 | 76 | 75 | 74 | 72 | 65 | 51 | 37 | 27 | 20 | 14 | 9 | 5 | 3 | 3 | 2 | 2 | |
| 103 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 101 | 99 | 98 | 96 | 82 | 69 | 54 | 37 | 27 | 20 | 14 | 9 | 5 | 3 | 3 | 2 | 2 | |
| 103 | 99 | 96 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 | 83 | 82 | 81 | 80 | 79 | 79 | 78 | 78 | 77 | 74 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | STS316 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TB |
| 126 | 125 | 125 | 124 | 122 | 119 | 117 | 114 | 112 | 111 | 110 | 108 | 108 | 107 | 106 | 105 | 98 | 81 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | |
| 88 | 84 | 82 | 79 | 77 | 75 | 73 | 71 | 71 | 70 | 69 | 68 | 67 | 67 | 66 | 66 | 65 | 63 | 55 | 43 | 33 | 26 | 20 | 15 | 12 | 9 | |
| 107 | 106 | 106 | 105 | 104 | 101 | 99 | 97 | 95 | 94 | 94 | 92 | 92 | 91 | 90 | 89 | 83 | 69 | 55 | 43 | 33 | 26 | 20 | 15 | 12 | 9 | |
| 103 | 99 | 96 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 | 83 | 82 | 81 | 80 | 79 | 79 | 78 | 78 | 77 | 74 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | STS316 |
| 126 | 125 | 125 | 124 | 122 | 119 | 117 | 114 | 112 | 111 | 110 | 108 | 108 | 107 | 106 | 105 | 98 | 81 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | HTB |
| 84 | 81 | 79 | 76 | 74 | 73 | 71 | 70 | 69 | 68 | 66 | 65 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STS316 |
| 109 | 108 | 106 | 103 | 100 | 98 | 96 | 95 | 93 | 91 | 90 | 88 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | LTB |
| 71 | 69 | 67 | 65 | 63 | 62 | 60 | 60 | 59 | 58 | 56 | 55 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 93 | 92 | 90 | 88 | 85 | 83 | 82 | 81 | 79 | 77 | 77 | 75 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 103 | 99 | 96 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 | 83 | 82 | 81 | 80 | 79 | 79 | 78 | 78 | 77 | 74 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | STS317 |
| 126 | 125 | 125 | 124 | 122 | 119 | 117 | 114 | 112 | 111 | 110 | 108 | 108 | 107 | 106 | 105 | 98 | 81 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | TB |
| 88 | 84 | 82 | 79 | 77 | 75 | 73 | 71 | 71 | 70 | 69 | 68 | 67 | 67 | 66 | 66 | 65 | 63 | 55 | 43 | 33 | 26 | 20 | 15 | 12 | 9 | |
| 107 | 106 | 106 | 105 | 104 | 101 | 99 | 97 | 95 | 94 | 94 | 92 | 92 | 91 | 90 | 89 | 83 | 69 | 55 | 43 | 33 | 26 | 20 | 15 | 12 | 9 | |
| 84 | 81 | 79 | 76 | 74 | 73 | 71 | 70 | 69 | 68 | 66 | 65 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STS317 |
| 109 | 108 | 106 | 103 | 100 | 98 | 96 | 95 | 93 | 91 | 90 | 88 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | LTB |
| 71 | 69 | 67 | 65 | 63 | 62 | 60 | 60 | 59 | 58 | 56 | 55 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 93 | 92 | 90 | 88 | 85 | 83 | 82 | 81 | 79 | 77 | 77 | 75 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 110 | 106 | 103 | 100 | 97 | 95 | 93 | 91 | 89 | 88 | 86 | 86 | 85 | 84 | 83 | 76 | 60 | 44 | 33 | 25 | 18 | 13 | 9 | 6 | 4 | 3 | STS321 |
| 114 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 103 | 83 | 60 | 44 | 33 | 25 | 18 | 13 | 9 | 6 | 4 | 3 | TB |
| 94 | 90 | 88 | 85 | 82 | 81 | 79 | 77 | 76 | 75 | 73 | 73 | 72 | 71 | 71 | 65 | 51 | 37 | 28 | 21 | 15 | 11 | 8 | 5 | 3 | 3 | |
| 97 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 88 | 71 | 51 | 37 | 28 | 21 | 15 | 11 | 8 | 5 | 3 | 3 | |
| 110 | 106 | 103 | 100 | 97 | 95 | 93 | 91 | 89 | 88 | 86 | 86 | 85 | 84 | 83 | 82 | 75 | 59 | 46 | 37 | 29 | 23 | 18 | 15 | 12 | 9 | STS321 |
| 114 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 111 | 99 | 77 | 59 | 46 | 37 | 29 | 23 | 18 | 15 | 12 | 9 | HTB |
| 110 | 107 | 106 | 104 | 102 | 100 | 98 | 97 | 95 | 94 | 94 | 93 | 93 | 93 | 92 | 89 | 77 | 58 | 40 | 30 | 23 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | STS347 |
| 110 | 107 | 106 | 104 | 103 | 103 | 102 | 102 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 100 | 92 | 77 | 58 | 40 | 30 | 23 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | TB |
| 93 | 91 | 90 | 88 | 87 | 85 | 83 | 82 | 81 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 78 | 76 | 65 | 49 | 34 | 25 | 20 | 14 | 10 | 8 | 6 | 5 | |
| 93 | 91 | 90 | 88 | 88 | 88 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 85 | 78 | 65 | 49 | 34 | 25 | 20 | 14 | 10 | 8 | 6 | 5 | |
| 110 | 107 | 106 | 104 | 102 | 100 | 98 | 97 | 95 | 94 | 94 | 93 | 93 | 93 | 92 | 92 | 91 | 86 | 70 | 54 | 42 | 32 | 24 | 19 | 15 | 11 | STS347 |
| 110 | 107 | 106 | 104 | 103 | 103 | 102 | 102 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 100 | 98 | 96 | 88 | 70 | 54 | 42 | 32 | 24 | 19 | 15 | 11 | HTB |
| 135 | 132 | 131 | 130 | 129 | 127 | 127 | 127 | 126 | 126 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STS329 |
| 115 | 112 | 111 | 110 | 110 | 108 | 107 | 104 | 102 | 99 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | J1TB |
| 148 | 146 | 146 | 146 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STS329 |
| 126 | 124 | 124 | 124 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | J2LTB |
| 94 | 92 | 91 | 89 | 88 | 86 | 85 | 84 | 83 | 81 | 77 | 72 | 68 | 61 | 51 | 38 | 27 | 18 | 12 | – | – | – | – | – | – | – | STS410 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TB |
| 94 | 92 | 91 | 89 | 88 | 86 | 85 | 84 | 83 | 81 | 77 | 72 | 68 | 62 | 51 | 39 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STS430 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TB |

## <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(SI 단위)

(강관)

| 종류 | 기호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 차트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KOSA0014-D3571-5079 저온 열 교환기용 강관 | STLT390 | 1<br>1 | 1<br>1 | 2<br>2 | S<br>E | (41) | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | 95<br>81 | 95<br>81 | 95<br>81 | 95<br>81 | 95<br>81 | 95<br>81 | 95<br>81 | 95<br>81 | 95<br>81 |
| | STLT460 | 9B | - | - | S | - | - | - | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 |
| | STLT700 | 11A | - | - | S | (7) | - | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 |

(강관)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 차트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 |
| KOSA0017-D3587-5082 가열로용 강관 | STF410 | 1 | 1 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 |
| | STF12 | 3 | 1 | 1 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 95 | 95 |
| | STF24 | 5 | 1 | 1 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 |
| | STF25 | 5 | 2 | 1 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 |
| | STF26 | 5 | 2 | 1 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 |
| | STS304TF | 8A | - | 6 | S | (11)(12) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 114 | 112 |
| | STS304 HTF | 8A | - | 6 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 114 | 112 |
| | STS316TF | 8A | - | 7 | S | (11)(12) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 117 | 115 |
| | STS316HTF | 8A | - | 7 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 117 | 115 |
| | STS321TF | 8A | - | 7 | S | (11)(12) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 112 | 110 |
| | STS321HTF | 8A | - | 7 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 112 | 110 |
| | STS347TF | 8A | - | 7 | S | (11)(12) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 128 | 128 |
| | STS347HTF | 8A | - | 7 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 128 | 128 |
| | NCF800 HTF | 45 | - | 34 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 128 | 128 |

| 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 95 | 95 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STLT390 |
| 81 | 81 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STLT390 |
| 112 | 112 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STLT460 |
| 172 | 172 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STLT700 |

| 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | 815 | 825 | 850 | 875 | 900 | 925 | 950 | 975 | 985 | |
| 102 | 102 | 93 | 74 | 57 | 42 | 30 | 25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STF410 |
| 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 86 | 53 | 32 | 20 | 14 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STF12 |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 96 | 71 | 53 | 39 | 29 | 21 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STF24 |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 100 | 75 | 56 | 42 | 31 | 24 | 18 | 13 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STF25 |
| 102 | 102 | 102 | 101 | 96 | 91 | 76 | 53 | 37 | 26 | 19 | 13 | 9 | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STF26 |
| 110 | 108 | 106 | 104 | 102 | 100 | 98 | 96 | 95 | 80 | 64 | 52 | 41 | 33 | 27 | 22 | 18 | 14 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | STS304TF |
| 110 | 108 | 106 | 104 | 102 | 100 | 98 | 96 | 95 | 80 | 64 | 52 | 41 | 33 | 27 | 22 | 18 | 14 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | STS304 HTF |
| 113 | 111 | 110 | 108 | 107 | 106 | 105 | 104 | 103 | 102 | 83 | 64 | 49 | 37 | 28 | 22 | 17 | 13 | 11 | - | - | - | - | - | - | - | - | STS316TF |
| 113 | 111 | 110 | 108 | 107 | 106 | 105 | 104 | 103 | 102 | 83 | 64 | 49 | 37 | 28 | 22 | 17 | 13 | 11 | - | - | - | - | - | - | - | - | STS316HTF |
| 108 | 107 | 106 | 105 | 105 | 105 | 104 | 98 | 74 | 55 | 41 | 31 | 24 | 18 | 13 | 10 | 7 | 6 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | STS321TF |
| 108 | 107 | 106 | 105 | 105 | 105 | 105 | 104 | 92 | 73 | 57 | 45 | 36 | 28 | 23 | 18 | 14 | 11 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | STS321HTF |
| 127 | 127 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 114 | 87 | 67 | 52 | 39 | 30 | 24 | 18 | 14 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | STS347TF |
| 127 | 127 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 126 | 114 | 87 | 67 | 52 | 39 | 30 | 24 | 18 | 14 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | STS347HTF |
| 128 | 128 | 127 | 127 | 126 | 125 | 123 | 120 | 108 | 84 | 65 | 61 | 50 | 41 | 33 | 27 | 23 | 19 | 17 | 15 | 12 | 10 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | NCF800 HTF |

## <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(SI 단위)

(강 관)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압차트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3588 배관용 용접 대구경 스테인리스강관 | STS304 TPY | 8A | - | 6 | W | (11)(12)(13)(14)(40) | - | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 81 | 75 | 71 | 68 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15)(40) | - | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 88 | 85 | 83 | 80 |
| | STS304 LTPY | 8A | - | 8 | W | (14)(40) | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 72 | 68 | 65 | 62 |
| | | | | | | (14)(15)(40) | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 80 | 79 | 76 | 74 |
| | STS309 STPY | 8A | - | 7 | W | (11)(12)(40) | - | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 87 | 84 | 81 | 78 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(40) | - | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 90 | 90 |
| | STS310 STPY | 8A | - | 7 | W | (11)(12)(17)(40) | - | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 87 | 84 | 81 | 78 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(17)(40) | - | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 90 | 88 | 87 | 85 |
| | | | | | W | (11)(12)(18)(40) | - | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 87 | 84 | 81 | 78 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(18)(40) | - | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 90 | 88 | 87 | 85 |
| | STS316 TPY | 8A | - | 7 | W | (11)(12)(13)(14)(40) | - | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 88 | 84 | 80 | 75 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15)(40) | - | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 90 | 90 | 89 |
| | STS316 LTPY | 8A | - | 9 | W | (14)(40) | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 72 | 67 | 64 | 61 |
| | | | | | | (14)(15)(40) | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 81 | 81 | 78 | 77 |
| | STS321 TPY | 8A | - | 7 | W | (11)(12)(40) | - | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 83 | 79 | 76 | 73 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(40) | - | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 85 | 80 | 78 | 76 |
| | STS347 TPY | 8A | - | 7 | W | (11)(12)(40) | - | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 88 | 85 | 83 | 79 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(40) | - | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 91 | 88 | 85 | 83 | 79 |

| 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 65 | 63 | 61 | 59 | 57 | 56 | 55 | 54 | 53 | 52 | 51 | 50 | 50 | 48 | 48 | 47 | 45 | 41 | 36 | 29 | 23 | 19 | 15 | 12 | 10 | 8 | STS304 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TPY |
| 79 | 78 | 78 | 77 | 77 | 77 | 77 | 77 | 76 | 75 | 74 | 72 | 71 | 70 | 69 | 64 | 55 | 45 | 36 | 29 | 23 | 19 | 15 | 12 | 10 | 8 | |
| 60 | 57 | 55 | 53 | 52 | 50 | 50 | 48 | 48 | 48 | 47 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS304 |
| 73 | 71 | 71 | 70 | 69 | 68 | 67 | 66 | 65 | 64 | 63 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | LTPY |
| 76 | 74 | 71 | 69 | 68 | 67 | 67 | 66 | 65 | 64 | 63 | 62 | 62 | 61 | 60 | 55 | 46 | 34 | 25 | 19 | 15 | 11 | 9 | 7 | 6 | 4 | STS309 |
| 90 | 88 | 88 | 87 | 85 | 85 | 84 | 83 | 83 | 81 | 80 | 78 | 76 | 74 | 69 | 60 | 46 | 34 | 25 | 19 | 15 | 11 | 9 | 7 | 6 | 4 | TPY |
| 76 | 74 | 71 | 70 | 68 | 67 | 66 | 65 | 64 | 63 | 62 | 62 | 61 | 60 | 59 | 55 | 46 | 34 | 25 | 19 | 15 | 11 | 9 | 7 | 6 | 4 | STS310 |
| 85 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 83 | 82 | 81 | 79 | 78 | 71 | 60 | 46 | 34 | 25 | 19 | 15 | 11 | 9 | 7 | 6 | 4 | STPY |
| 76 | 74 | 71 | 70 | 68 | 67 | 66 | 65 | 64 | 63 | 62 | 62 | 61 | 60 | 53 | 42 | 31 | 22 | 17 | 12 | 8 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | |
| 85 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 83 | 82 | 81 | 79 | 67 | 57 | 45 | 31 | 22 | 17 | 12 | 8 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | |
| 72 | 69 | 67 | 65 | 63 | 62 | 60 | 59 | 58 | 57 | 57 | 56 | 55 | 55 | 55 | 55 | 54 | 52 | 46 | 35 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | STS316 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TPY |
| 88 | 88 | 88 | 87 | 85 | 83 | 82 | 80 | 78 | 78 | 77 | 76 | 76 | 75 | 74 | 74 | 69 | 57 | 46 | 35 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | |
| 59 | 57 | 55 | 53 | 52 | 51 | 50 | 49 | 48 | 48 | 46 | 46 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS316 |
| 76 | 76 | 74 | 72 | 70 | 69 | 67 | 67 | 65 | 64 | 63 | 62 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | LTPY |
| 72 | 70 | 68 | 66 | 64 | 62 | 61 | 60 | 59 | 58 | 57 | 56 | 55 | 54 | 53 | 52 | 49 | 41 | 28 | 21 | 17 | 12 | 8 | 6 | 5 | 4 | STS321 |
| 76 | 75 | 74 | 73 | 73 | 73 | 73 | 73 | 73 | 73 | 73 | 73 | 72 | 71 | 69 | 64 | 53 | 41 | 28 | 21 | 17 | 12 | 8 | 6 | 5 | 4 | TPY |
| 77 | 75 | 74 | 73 | 71 | 70 | 69 | 68 | 66 | 66 | 66 | 65 | 65 | 65 | 64 | 62 | 54 | 41 | 28 | 21 | 17 | 12 | 8 | 6 | 5 | 4 | STS347 |
| 77 | 75 | 74 | 73 | 72 | 72 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 70 | 64 | 54 | 41 | 28 | 21 | 17 | 12 | 8 | 6 | 5 | 4 | TPY |

# <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(SI 단위)

(구조용 합금강)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압차트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3752 기계 구조용 탄소 강재 | SM10C | 1 | 1 | 1 | - | (20)(49) | - | - | - | - | - | - | - | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 |
| | | | | | | (50) | | | | | | | | | | | | | | |
| | SM12C,SM15C | 1 | 1 | 2 | - | (20)(49) | - | - | - | - | - | - | - | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 |
| | | | | | | (50) | - | - | - | - | - | - | - | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 |
| | SM17C,SM20C | 1 | 1 | 2 | - | (20)(49) | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | | | | | | (50) | - | - | - | - | - | - | - | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 |
| | SM22C,SM25C | 1 | 1 | 3 | - | (20)(49) | - | - | - | - | - | - | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| | | | | | | (50) | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | SM28C,SM30C | 1 | 1 | 3 | - | (20)(49) | - | - | - | - | - | - | - | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 |
| | | | | | | (50) | - | - | - | - | - | - | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| KS D 3867 기계구조용 합금강 강재 | SNC236 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 |
| | SNC631 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 |
| | SNC836 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 |
| KS D 3867 기계구조용 합금강 강재 | SNCM240 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 |
| | SNCM431 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 |
| | SNCM439 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 |
| | SNCM447 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 |
| | SNCM625 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 |
| | SNCM630 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 270 | 270 | 270 | 270 | 270 | 270 | 270 | 270 |
| KS D 3867 기계구조용 합금강 강재 | SCr430 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 |
| | SCr435 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 |
| | SCr440 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 |
| | SCr445 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 |
| KS D 3867 기계구조용 합금강 강재 | SCM430 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 |
| | SCM432 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 |
| | SCM435 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 |
| | SCM440 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 |
| | SCM445 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 |
| KS D 3867 기계구조용 합금강 강재 | SMn420 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 |
| | SMn433 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 |
| | SMn438 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 |
| | SMn443 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 |
| | SMnC420 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 |
| | SMnC443 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 |
| KS D 3543 보일러 및 압력용기용 크로뮴 몰리브데넘강 강판 | SCMV1 | 3 | 1 | 2 | - | (3)(4)(21) | - | - | - | - | - | - | - | - | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |
| | | 3 | 2 | 3 | | (3)(22) | - | - | - | - | - | - | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| | SCMV2 | 4 | 1 | 2 | - | (4)(21) | - | - | - | - | - | - | - | - | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |
| | | 4 | 1 | 3 | | (22) | - | - | - | - | - | - | - | 112 | 112 | 112 | 110 | 108 | 106 | 104 |
| | SCMV3 | 4 | 1 | 2 | - | (4)(21) | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | | 4 | 1 | 3 | | (22) | - | - | - | - | - | - | - | 130 | 130 | 130 | 125 | 123 | 121 | 119 |
| | SCMV4 | 5 | 1 | 2 | - | (4)(21) | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | | 5 | 1 | 3 | - | (22) | - | - | - | - | - | - | - | 130 | 130 | 130 | 128 | 127 | 126 | 124 |
| | SCMV5 | 5 | 1 | 2 | - | (4)(21) | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | | 5 | 1 | 3 | - | (22) | - | - | - | - | - | - | - | 130 | 130 | 130 | 128 | 127 | 126 | 124 |
| | SCMV6 | 5 | 2 | 2 | - | (4)(21) | - | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | | 5 | 2 | 3 | - | (22) | - | - | - | - | - | - | - | 130 | 130 | 130 | 128 | 128 | 125 | 122 |
| KS D 3756 알루미늄 크롬 몰리브덴 강재 | S Al Cr Mo 1 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 |

| 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 76 | 71 | 61 | 50 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM10C |
| 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 89 | 80 | 70 | 56 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM12C, |
| 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 76 | 71 | 61 | 50 | | | | | | | | | | | | | | | SM15C |
| 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 95 | 86 | 75 | 57 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM17C, |
| 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 89 | 80 | 70 | 56 | | | | | | | | | | | | | | | SM20C |
| 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 104 | 94 | 79 | 57 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM22C, |
| 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 96 | 86 | 75 | 57 | | | | | | | | | | | | | | | SM25C |
| 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 110 | 99 | 82 | 58 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM28C, |
| 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 101 | 91 | 79 | 57 | | | | | | | | | | | | | | | SM30C |
| 185 | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNC236 |
| 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNC631 |
| 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNC836 |
| 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNCM 240 |
| 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNCM 431 |
| 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNCM 439 |
| 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNCM 447 |
| 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNCM 625 |
| 270 | 270 | 270 | 270 | 270 | 270 | 270 | 270 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNCM 630 |
| 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCr430 |
| 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCr435 |
| 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCr440 |
| 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCr445 |
| 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCM430 |
| 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | 220 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCM432 |
| 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCM435 |
| 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | 245 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCM440 |
| 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | 258 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCM445 |
| 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SMn420 |
| 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SMn433 |
| 185 | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SMn438 |
| 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SMn443 |
| 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SMnC420 |
| 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | 232 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SMnC443 |
| 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 92 | 90 | 87 | 78 | 55 | 43 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCMV1 |
| 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 115 | 94 | 94 | 92 | 90 | 87 | 78 | 55 | 43 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 90 | 80 | 63 | 44 | 29 | 17 | 10 | 7 | - | - | - | - | - | - | SCMV2 |
| 104 | 104 | 104 | 104 | 104 | 101 | 104 | 104 | 104 | 104 | 104 | 101 | 96 | 82 | 63 | 44 | 29 | 17 | 10 | 7 | - | - | - | - | - | - | |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 100 | 92 | 81 | 64 | 47 | 34 | 25 | 16 | 8 | - | - | - | - | - | - | SCMV3 |
| 119 | 119 | 119 | 119 | 119 | 119 | 119 | 119 | 119 | 119 | 119 | 116 | 107 | 85 | 64 | 47 | 34 | 25 | 16 | 8 | - | - | - | - | - | - | |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 100 | 92 | 81 | 64 | 48 | 36 | 27 | 20 | 11 | - | - | - | - | - | - | SCMV4 |
| 122 | 121 | 120 | 119 | 119 | 119 | 119 | 119 | 118 | 117 | 116 | 113 | 104 | 85 | 64 | 48 | 36 | 27 | 20 | 11 | - | - | - | - | - | - | |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 100 | 96 | 92 | 85 | 70 | 55 | 44 | 34 | 25 | 18 | 10 | - | - | - | - | - | - | SCMV5 |
| 122 | 121 | 120 | 119 | 119 | 119 | 119 | 119 | 118 | 117 | 116 | 110 | 89 | 70 | 55 | 44 | 34 | 25 | 18 | 10 | - | - | - | - | - | - | |
| 102 | 102 | 102 | 101 | 99 | 97 | 96 | 94 | 92 | 90 | 88 | 81 | 75 | 59 | 45 | 34 | 25 | 19 | 13 | 9 | - | - | - | - | - | - | SCMV6 |
| 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 120 | 118 | 115 | 111 | 106 | 90 | 59 | 45 | 34 | 25 | 19 | 13 | 9 | - | - | - | - | - | - | |
| 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | 208 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | S Al Cr Mo1 |

# <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(SI 단위)

(봉, 형, 판, 대)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 차트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3706 스테인리스 강봉<br>KS D 3705 열간 압연 스테인리스 강관 및 강대<br>KS D 3698 냉간 압연 스테인리스 강관 및 강대 | STS302 | 8A | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 120 | 114 | 108 | 103 |
| | | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 114 |
| | STS304 | 8A | - | 6 | - | (11)(12)(13)(14)(50) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 115 | 107 | 102 | 97 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15)(50) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 114 |
| | STS304L | 8A | - | 8 | - | (14)(50) | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 103 | 97 | 93 | 88 |
| | | | | | | (14)(15)(50) | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 114 | 113 | 109 | 105 |
| | STS309S | 8A | - | 7 | - | (11)(12)(50) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 124 | 120 | 115 | 111 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(50) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 124 | 129 |
| | STS310S | 8A | - | 7 | - | (11)(12)(17)(50) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 124 | 120 | 115 | 111 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(17)(50) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 128 | 126 | 124 | 121 |
| | | | | | | (11)(12)(18)(50) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 124 | 120 | 115 | 111 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(18)(50) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 128 | 126 | 124 | 121 |
| | STS316 | 8A | - | 7 | - | (11)(12)(13)(14)(50) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 120 | 114 | 107 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15)(50) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 129 | 128 | 127 |
| | STS316L | 8A | - | 9 | - | (14)(50) | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 103 | 96 | 92 | 87 |
| | | | | | | (14)(15)(50) | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 115 | 115 | 112 | 110 |
| | STS316J1 | 8A | - | 7 | - | (11)(12)(13)(14)(50) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 120 | 114 | 109 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15)(50) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 129 | 128 | 127 |
| | STS316J1L | 8A | - | 9 | - | (14)(50) | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 103 | 96 | 92 | 87 |
| | | | | | | (14)(15)(50) | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 115 | 115 | 112 | 110 |
| | STS317 | 8A | - | 7 | - | (11)(12) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 120 | 114 | 107 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 129 | 128 | 127 |
| | STS317L | 8A | - | 9 | - | (14)(50) | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 103 | 96 | 92 | 87 |
| | | | | | | (14)(15)(50) | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 115 | 115 | 112 | 110 |
| | STS321 | 8A | - | 7 | - | (11)(12)(50) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 114 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(50) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 115 |
| | STS347 | 8A | - | 7 | - | (11)(12)(14)(50) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 113 |
| | | | | | | (11)(12)(14)(15)(50) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 125 | 122 | 118 | 113 |
| | STS329J1 | 8B | - | 7 | - | (50) | - | - | - | - | - | - | - | 148 | 148 | 148 | 148 | 148 | 145 | 141 |
| | STS329J3L | 8B | - | - | - | (50) | - | - | - | - | - | - | - | 155 | 155 | 155 | 155 | 154 | 152 | 150 |
| | STS329J4L | 8B | - | - | - | (50) | - | - | - | - | - | - | - | 155 | 155 | 155 | 155 | 154 | 152 | 150 |
| | STS405 | 7 | - | 2 | - | (19)(50) | - | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 100 | 98 | 97 | 95 |
| | STS410 | 6 | - | 2 | - | (50) | - | - | - | - | - | - | - | 110 | 110 | 110 | 109 | 106 | 105 | 103 |
| | STS430 | 7 | - | 7 | - | (19)(50) | - | - | - | - | - | - | - | 112 | 112 | 112 | 109 | 106 | 105 | 103 |
| KS D 3531 내식 내열 초합금 봉 | NCF600B | 43 | - | 29 | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| | | | | | | (15) | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| | NCF750B | 43 | - | - | - | (25) | - | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 |
| | | - | - | - | - | (26) | - | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 |
| | NCF800B | 45 | - | 33 | - | (43) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 128 | 126 | 123 |
| | | | | | - | (15)(43) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 |
| | NCF800HB | 45 | - | 34 | - | - | - | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 108 | 105 | 103 | 100 |
| | | | | | - | (15) | - | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 |
| | NCF825B | 45 | - | 32 | - | - | - | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 143 | 141 |
| | | | | | - | (15) | - | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 |
| KS D 3532 내식 내열 초합금 판 | NCF600P | 43 | - | 29 | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| | | | | | - | (15) | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| | NCF750P | 43 | - | - | - | (25) | - | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 |
| | | - | - | - | - | (26) | - | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 |
| | NCF800P | 45 | - | 33 | - | (43) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 128 | 126 | 123 |
| | | | | | - | (15)(43) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 |
| | NCF800HP | 45 | - | 34 | - | - | - | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 108 | 105 | 103 | 100 |
| | | | | | - | (15) | - | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 |
| | NCF825P | 45 | - | 32 | - | - | - | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 143 | 141 |
| | | | | | - | (15) | - | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 |

| 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 100 | 96 | 93 | 90 | 87 | 85 | 83 | 83 | 81 | 78 | 78 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS302 |
| 113 | 112 | 111 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 109 | 109 | 109 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 93 | 90 | 87 | 84 | 82 | 80 | 78 | 77 | 76 | 74 | 73 | 72 | 71 | 69 | 68 | 67 | 64 | 59 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | STS304 |
| 113 | 112 | 111 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 109 | 107 | 105 | 103 | 102 | 100 | 98 | 92 | 79 | 64 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | |
| 85 | 81 | 79 | 76 | 74 | 72 | 71 | 69 | 69 | 68 | 67 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS |
| 104 | 102 | 101 | 100 | 98 | 97 | 96 | 94 | 93 | 92 | 90 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 304L |
| 108 | 105 | 102 | 98 | 97 | 96 | 95 | 94 | 93 | 92 | 90 | 89 | 88 | 87 | 85 | 79 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | STS |
| 128 | 126 | 125 | 124 | 122 | 121 | 120 | 119 | 118 | 116 | 114 | 111 | 108 | 105 | 99 | 85 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | 309S |
| 108 | 105 | 102 | 100 | 97 | 96 | 94 | 93 | 92 | 90 | 89 | 88 | 87 | 85 | 84 | 78 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | STS |
| 121 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 119 | 117 | 115 | 113 | 111 | 102 | 85 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | 310S |
| 108 | 105 | 102 | 100 | 97 | 96 | 94 | 93 | 92 | 90 | 89 | 88 | 87 | 85 | 76 | 60 | 44 | 32 | 24 | 17 | 11 | 6 | 4 | 3 | 2 | 2 | |
| 121 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 119 | 117 | 115 | 113 | 96 | 81 | 64 | 44 | 32 | 24 | 17 | 11 | 6 | 4 | 3 | 2 | 2 | |
| 103 | 99 | 96 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 | 83 | 82 | 81 | 80 | 79 | 79 | 78 | 78 | 77 | 74 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | STS316 |
| 126 | 125 | 125 | 124 | 122 | 119 | 117 | 114 | 112 | 111 | 110 | 108 | 108 | 107 | 106 | 105 | 98 | 81 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | |
| 84 | 81 | 79 | 76 | 74 | 73 | 71 | 70 | 69 | 68 | 66 | 65 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS |
| 109 | 108 | 106 | 103 | 100 | 98 | 96 | 95 | 93 | 91 | 90 | 88 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 316L |
| 103 | 99 | 96 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 | 83 | 82 | 81 | 80 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 316J1 |
| 126 | 125 | 125 | 124 | 122 | 119 | 117 | 114 | 112 | 111 | 110 | 108 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 84 | 81 | 79 | 76 | 74 | 73 | 71 | 70 | 69 | 68 | 66 | 65 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS316 |
| 109 | 108 | 106 | 103 | 100 | 98 | 96 | 95 | 93 | 91 | 90 | 88 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | J1L |
| 103 | 99 | 96 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 | 83 | 82 | 81 | 80 | 79 | 79 | 78 | 78 | 77 | 74 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | STS317 |
| 126 | 125 | 125 | 124 | 122 | 119 | 117 | 114 | 112 | 111 | 110 | 108 | 108 | 107 | 106 | 105 | 98 | 81 | 65 | 50 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | |
| 84 | 81 | 79 | 76 | 74 | 73 | 71 | 70 | 69 | 68 | 66 | 65 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS |
| 109 | 108 | 106 | 103 | 100 | 98 | 96 | 95 | 93 | 91 | 90 | 88 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 317L |
| 110 | 106 | 103 | 100 | 97 | 95 | 93 | 91 | 89 | 88 | 86 | 86 | 85 | 84 | 83 | 76 | 60 | 44 | 33 | 25 | 18 | 13 | 9 | 6 | 4 | 3 | STS321 |
| 114 | 113 | 113 | 110 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 103 | 83 | 60 | 44 | 33 | 25 | 18 | 13 | 9 | 6 | 4 | 3 | |
| 110 | 107 | 106 | 104 | 102 | 100 | 98 | 97 | 95 | 94 | 94 | 93 | 93 | 93 | 92 | 88 | 77 | 58 | 40 | 30 | 23 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | STS347 |
| 110 | 107 | 106 | 104 | 103 | 103 | 102 | 102 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 100 | 92 | 77 | 58 | 40 | 30 | 23 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | |
| 139 | 137 | 137 | 137 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS329 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | J1 |
| 147 | 145 | 143 | 141 | 140 | 140 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS329 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | J3L |
| 147 | 145 | 143 | 141 | 140 | 140 | - | - | - | - | - | - | - | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS329 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | J4L |
| 94 | 92 | 91 | 89 | 88 | 86 | 85 | 84 | 83 | 81 | 77 | 72 | 68 | 61 | 42 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS405 |
| 101 | 100 | 98 | 96 | 95 | 94 | 93 | 91 | 90 | 87 | 83 | 79 | 74 | 65 | 52 | 38 | 27 | 18 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | STS410 |
| 101 | 100 | 98 | 96 | 95 | 94 | 93 | 91 | 90 | 87 | 83 | 79 | 74 | 67 | 53 | 39 | 28 | 21 | 16 | - | - | - | - | - | - | - | STS430 |
| 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 137 | 136 | 135 | 133 | 132 | 129 | 115 | 99 | 58 | 41 | 28 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | NCF |
| 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 117 | 99 | 58 | 41 | 28 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | 600B |
| 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | NCF |
| 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 750B |
| 120 | 119 | 117 | 116 | 114 | 113 | 112 | 111 | 109 | 108 | 107 | 106 | 104 | 103 | 102 | 101 | 97 | 84 | 64 | 45 | 29 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | NCF |
| 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 129 | 128 | 128 | 128 | 128 | 126 | 126 | 124 | 122 | 120 | 108 | 84 | 64 | 45 | 29 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | 800B |
| 97 | 94 | 92 | 90 | 88 | 85 | 83 | 82 | 80 | 79 | 77 | 75 | 74 | 73 | 72 | 70 | 69 | 68 | 62 | 51 | 41 | 34 | 28 | 23 | 18 | 15 | NCF800 |
| 112 | 112 | 111 | 111 | 111 | 110 | 110 | 110 | 108 | 106 | 105 | 104 | 103 | 101 | 100 | 97 | 90 | 76 | 62 | 51 | 41 | 34 | 28 | 23 | 18 | 15 | HB |
| 137 | 133 | 130 | 127 | 125 | 124 | 122 | 121 | 119 | 119 | 118 | 117 | 116 | 115 | 114 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | NCF |
| 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 144 | 143 | 142 | 142 | 140 | 137 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 825B |
| 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 137 | 136 | 135 | 133 | 132 | 129 | 115 | 99 | 58 | 41 | 28 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | NCF |
| 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 117 | 99 | 58 | 41 | 28 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | 600P |
| 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | NCF |
| 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 750P |
| 120 | 119 | 117 | 116 | 114 | 113 | 112 | 111 | 109 | 108 | 107 | 106 | 104 | 103 | 102 | 101 | 97 | 84 | 64 | 45 | 29 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | NCF |
| 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 129 | 128 | 128 | 128 | 128 | 126 | 126 | 124 | 122 | 120 | 108 | 84 | 64 | 45 | 29 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | 800P |
| 97 | 94 | 92 | 90 | 88 | 85 | 83 | 82 | 80 | 79 | 77 | 75 | 74 | 73 | 72 | 70 | 69 | 68 | 62 | 51 | 41 | 34 | 28 | 23 | 18 | 15 | NCF800 |
| 112 | 112 | 111 | 111 | 111 | 110 | 110 | 110 | 108 | 106 | 105 | 104 | 103 | 101 | 100 | 97 | 90 | 76 | 62 | 51 | 41 | 34 | 28 | 23 | 18 | 15 | HP |
| 137 | 133 | 130 | 127 | 125 | 124 | 122 | 121 | 119 | 119 | 118 | 117 | 116 | 115 | 114 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | NCF |
| 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 144 | 143 | 142 | 142 | 140 | 137 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 825P |

## <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(SI 단위)

(봉, 형, 판, 대)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 차트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | 10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3758 배관용 이음매 없는 니켈·크롬·철합금 관 | NCF600TP | 43 | - | 29 | S | (27) | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 134 | 131 | 128 | 126 |
| | | | | | S | (15)(27) | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| | | 43 | - | 29 | S | (28) | - | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 109 | 105 | 102 | 100 |
| | | | | | S | (15)(28) | - | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 |
| | | 43 | - | 29 | S | (29) | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| | | | | | S | (15)(29) | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| | | 43 | - | 29 | S | (30) | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 125 |
| | | | | | S | (15)(30) | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| | NCF800TP | 45 | - | 33 | S | (44)(53) | - | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 104 | 98 | 93 | 89 |
| | | | | | S | (15)(44)(53) | - | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 |
| | | 45 | - | 33 | S | (31)(53) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 126 | 124 |
| | | | | | S | (15)(31)(53) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 |
| | NCF800HTP | 45 | - | 34 | S | (32) | - | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 108 | 106 | 103 | 100 |
| | | | | | S | (15)(32) | - | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 |
| | NCF825TP | 45 | - | 32 | S | - | - | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 143 | 141 |
| | | | | | S | (15) | - | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 |
| KS D 3757 열 교환기용 이음매 없는 니켈·크로뮴·철 합금 관 | NCF600TB | 43 | - | 29 | S | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| | | | | | S | (15) | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| | NCF800TB | 45 | - | 33 | S | (43) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 126 | 124 |
| | | | | | S | (15)(43) | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 |
| | NCF800HTB | 45 | - | 34 | S | (24) | - | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 108 | 106 | 103 | 100 |
| | | | | | S | (15)(24) | - | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 |
| | NCF825TB | 45 | - | 32 | S | - | - | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 143 | 141 |
| | | | | | S | (15) | - | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 |

| 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 123 | 121 | 119 | 117 | 115 | 113 | 111 | 110 | 107 | 107 | 106 | 104 | 103 | 84 | 60 | 41 | 28 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | NCF600 |
| 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 136 | 117 | 86 | 60 | 41 | 28 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | TP |
| 98 | 97 | 95 | 94 | 93 | 92 | 91 | 90 | 90 | 89 | 88 | 85 | 82 | 76 | 60 | 41 | 28 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | |
| 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 117 | 114 | 111 | 110 | 77 | 41 | 28 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | |
| 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 137 | 136 | 135 | 134 | 132 | 129 | 115 | 86 | 60 | 41 | 28 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | |
| 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 117 | 86 | 60 | 41 | 28 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | |
| 124 | 121 | 119 | 118 | 115 | 113 | 111 | 110 | 108 | 107 | 106 | 104 | 103 | 84 | 60 | 41 | 28 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | |
| 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 136 | 117 | 86 | 60 | 41 | 28 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | |
| 85 | 82 | 80 | 76 | 76 | 74 | 74 | 72 | 71 | 70 | 69 | 68 | 67 | 67 | 66 | 65 | 65 | 65 | 63 | 54 | 42 | 40 | 26 | 22 | 17 | 13 | NCF800 |
| 112 | 110 | 107 | 104 | 102 | 100 | 98 | 97 | 95 | 94 | 92 | 91 | 90 | 89 | 88 | 88 | 87 | 83 | 67 | 54 | 42 | 40 | 26 | 22 | 17 | 13 | TP |
| 122 | 119 | 117 | 116 | 115 | 113 | 112 | 111 | 110 | 108 | 107 | 106 | 105 | 103 | 102 | 101 | 96 | 84 | 65 | 45 | 29 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | |
| 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 127 | 127 | 127 | 126 | 125 | 123 | 120 | 108 | 84 | 65 | 45 | 29 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | |
| 97 | 93 | 91 | 89 | 87 | 85 | 83 | 81 | 80 | 78 | 76 | 76 | 75 | 73 | 72 | 71 | 70 | 69 | 67 | 56 | 48 | 39 | 32 | 27 | 23 | 20 | NCF800 |
| 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 108 | 106 | 106 | 104 | 103 | 101 | 100 | 97 | 94 | 89 | 75 | 58 | 48 | 39 | 32 | 27 | 23 | 20 | HTP |
| 137 | 132 | 130 | 127 | 125 | 123 | 123 | 122 | 120 | 119 | 118 | 117 | 116 | 116 | 115 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | NCF825 |
| 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 144 | 143 | 142 | 141 | 139 | 137 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | TP |
| 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 136 | 136 | 133 | 131 | 129 | 115 | 86 | 60 | 40 | 27 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | NCF600 |
| 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 118 | 86 | 60 | 40 | 27 | 19 | 15 | 14 | - | - | - | - | - | - | TB |
| 122 | 119 | 117 | 116 | 115 | 113 | 112 | 111 | 110 | 108 | 107 | 106 | 105 | 103 | 102 | 101 | 96 | 84 | 65 | 45 | 29 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | NCF800 |
| 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 127 | 127 | 127 | 126 | 125 | 123 | 120 | 108 | 84 | 65 | 45 | 29 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | TB |
| 97 | 93 | 91 | 89 | 87 | 85 | 83 | 81 | 80 | 78 | 76 | 76 | 75 | 73 | 72 | 71 | 70 | 69 | 67 | 56 | 48 | 39 | 32 | 27 | 23 | 20 | NCF800 |
| 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 108 | 106 | 106 | 104 | 103 | 101 | 100 | 97 | 94 | 89 | 75 | 58 | 48 | 39 | 32 | 27 | 23 | 20 | HTB |
| 137 | 132 | 130 | 127 | 125 | 123 | 123 | 122 | 120 | 119 | 118 | 117 | 116 | 116 | 115 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | NCF825 |
| 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 144 | 143 | 142 | 141 | 139 | 137 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | TB |

# <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(SI 단위)

(주단조품)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압차트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | -5 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3710 탄소강 단강품 | SF340A | 1 | 1 | 1 | - | (33) | - | - | - | - | - | - | - | - | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 |
| | SF390A | 1 | 1 | 1 | - | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| | | | | | | (33) | - | - | - | - | - | - | - | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| | SF440A | 1 | 1 | 2 | - | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| | | | | | | (33) | - | - | - | - | - | - | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| | SF490A | 1 | 2 | 2 | - | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 |
| | | | | | | (33) | - | - | - | - | - | - | - | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 |
| KS D 4122 압력 용기용 탄소강 단강품 | SFVC1 | 1 | 1 | 2 | - | (1)(9) | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | SFVC2A | 1 | 1 | 2 | - | (1)(9) | - | - | - | - | - | - | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 |
| | SFVC2B | 1 | 1 | 2 | - | (1)(9) | - | - | - | - | - | - | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 |
| KS D 4123 압력 용기용 합금강 단강품 | SFVAF1 | 3 | 2 | 3 | - | (9) | - | - | - | - | - | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| | SFVAF2 | 3 | 2 | 3 | - | (9) | - | - | - | - | - | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| | SFVAF12 | 4 | 2 | 3 | - | (9) | - | - | - | - | - | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| | SFVAF11A | 4 | 2 | 3 | - | (9) | - | - | - | - | - | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| | SFVAF11B | 4 | 2 | 3 | - | (9) | - | - | - | - | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 |
| | SFVAF22A | 5 | 1 | 2 | - | (9) | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | SFVAF22B | 5 | 2 | 3 | - | (9) | - | - | - | - | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 129 | 127 | 126 |
| | SFVAF21A | 5 | 1 | 2 | - | (9) | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| | SFVAF21B | 5 | 2 | 3 | - | (9) | - | - | - | - | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 129 | 127 | 126 |
| | SFVAF5A | 5 | 1 | 2 | - | (9)(45) | - | - | - | - | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 101 | 100 |
| | SFVAF5B | 5 | 2 | 3 | - | (9)(45) | - | - | - | - | - | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 119 | 117 |
| | SFVAF5C | 5 | 3 | 3 | - | (9)(45) | - | - | - | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 135 | 135 |
| | SFVAF5D | 5 | 3 | 3 | - | (9)(45) | - | - | - | - | - | - | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 154 | 152 | 150 |
| | SFVAF9 | 5 | 3 | 3 | - | (9) | - | - | - | - | - | - | 148 | 148 | 148 | 148 | 148 | 146 | 146 | 144 | 142 |
| KS D 4123 압력 용기용 합금강 단강품 | SFVQ1A | 3 | 3 | 5 | - | (9)<br>(46) | - | - | - | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| | SFVQ1B | 3 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 |
| | SFVQ2A | 3 | 3 | 5 | - | (46) | - | - | - | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| | SFVQ2B | 3 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 |
| KS D 4125 저온 압력 용기용 단강품 | SFL1 | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| | SFL2 | 1 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 |
| | SFL3 | 9B | - | 2 | - | - | - | - | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 |

| 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 79 | 75 | 64 | 51 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SF340A |
| 98<br>98 | 98<br>98 | 98<br>98 | 98<br>98 | 98<br>98 | 98<br>98 | 98<br>98 | 98<br>98 | -<br>93 | -<br>84 | -<br>73 | -<br>56 | -<br>49 | -<br>36 | -<br>24 | -<br>18 | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | SF390A |
| 110<br>110 | 110<br>110 | 110<br>110 | 110<br>110 | 110<br>110 | 110<br>110 | 110<br>110 | 110<br>110 | -<br>104 | -<br>94 | -<br>81 | -<br>57 | -<br>49 | -<br>36 | -<br>24 | -<br>18 | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | SF440A |
| 122<br>122 | 122<br>122 | 122<br>122 | 122<br>122 | 122<br>122 | 122<br>122 | 122<br>122 | 122<br>122 | -<br>115 | -<br>102 | -<br>84 | -<br>58 | -<br>50 | -<br>36 | -<br>24 | -<br>18 | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | SF490A |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 98 | 89 | 76 | 63 | 49 | 36 | 24 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SFVC1 |
| 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 120 | 113 | 101 | 84 | 67 | 50 | 36 | 24 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SFVC2A |
| 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 120 | 113 | 101 | 84 | 67 | 50 | 36 | 24 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SFVC2B |
| 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 119 | 101 | 71 | 44 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SFVAF1 |
| 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 119 | 107 | 77 | 51 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SFVAF2 |
| 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 119 | 112 | 88 | 60 | 38 | 25 | 16 | 9 | 7 | - | - | - | - | - | - | SFVAF12 |
| 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 112 | 88 | 61 | 40 | 27 | 19 | 14 | 9 | - | - | - | - | - | - | SFVAF11A |
| 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 127 | 114 | 88 | 61 | 40 | 27 | 19 | 14 | 8 | - | - | - | - | - | - | SFVAF11B |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 100 | 92 | 81 | 64 | 48 | 36 | 27 | 20 | 11 | - | - | - | - | - | - | SFVAF22A |
| 126 | 124 | 124 | 124 | 124 | 122 | 122 | 122 | 121 | 119 | 117 | 114 | 110 | 87 | 63 | 47 | 36 | 27 | 16 | 9 | - | - | - | - | - | - | SFVAF22B |
| 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 100 | 96 | 92 | 85 | 70 | 55 | 44 | 34 | 25 | 18 | 11 | - | - | - | - | - | - | SFVAF21A |
| 126 | 124 | 124 | 124 | 124 | 122 | 122 | 122 | 121 | 119 | 117 | 114 | 96 | 75 | 56 | 41 | 29 | 20 | 16 | 9 | - | - | - | - | - | - | SFVAF21B |
| 100 | 99 | 99 | 99 | 99 | 98 | 97 | 96 | 95 | 91 | 88 | 84 | 77 | 63 | 47 | 35 | 25 | 19 | 13 | 9 | - | - | - | - | - | - | SFVAF5A |
| 117 | 116 | 116 | 116 | 116 | 115 | 114 | 112 | 110 | 106 | 102 | 98 | 80 | 62 | 47 | 35 | 25 | 19 | 13 | 9 | - | - | - | - | - | - | SFVAF5B |
| 133 | 132 | 132 | 132 | 131 | 130 | 129 | 127 | 124 | 122 | 118 | 102 | 81 | 63 | 47 | 35 | 25 | 19 | 13 | 9 | - | - | - | - | - | - | SFVAF5C |
| 150 | 149 | 149 | 149 | 148 | 147 | 146 | 143 | 140 | 136 | 132 | 104 | 81 | 63 | 47 | 35 | 25 | 19 | 13 | 9 | - | - | - | - | - | - | SFVAF5D |
| 141 | 141 | 140 | 140 | 140 | 139 | 137 | 135 | 133 | 128 | 126 | 119 | 114 | 89 | 63 | 44 | 30 | 20 | 15 | 11 | - | - | - | - | - | - | SFVAF9 |
| 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 132 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SFVQ1A |
| 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 144 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SFVQ1B |
| 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 132 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SFVQ2A |
| 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 144 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SFVQ2B |
| 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 108 | 98 | 89 | 76 | 57 | 39 | 25 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SFL1 |
| 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 121 | 113 | 101 | 84 | 59 | 39 | 25 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SFL2 |
| 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SFL3 |

# <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(SI 단위)

(주단조품)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압차트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 4115 압력 용기용 스테인리스강 단강품 | STS F304 | 8A | - | 6 | - | (11)(12)(13)(14) | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 115 | 107 | 102 | 97 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15) | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 125 | 122 | 118 | 114 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(34) | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 116 | 113 | 108 | 103 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15)(34) | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 116 | 114 | 110 | 107 |
| | STS F304H | 8A | - | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 115 | 107 | 102 | 97 |
| | | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 125 | 122 | 118 | 114 |
| | | | | | | (34) | - | - | - | - | - | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 116 | 113 | 108 | 103 |
| | | | | | | (15)(34) | - | - | - | - | - | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 116 | 114 | 110 | 107 |
| | STS F304L | 8A | - | 8 | - | (14) | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 103 | 97 | 93 | 88 |
| | | | | | | (14)(15) | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 108 | 105 | 101 | 98 |
| | STS F310 | 8A | - | 7 | - | (11)(12)(17) | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 124 | 120 | 115 | 111 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(17) | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 126 | 124 | 121 |
| | | | | | | (11)(12)(18) | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 124 | 120 | 115 | 111 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(18) | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 126 | 124 | 121 |
| | STS F316 | 8A | - | 7 | - | (11)(12)(13)(14) | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 125 | 120 | 114 | 107 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15) | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 127 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(34) | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 119 | 113 | 107 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15)(34) | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 119 | 118 |
| | STS F316H | 8A | - | 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 125 | 120 | 114 | 107 |
| | | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 127 |
| | | | | | | (34) | - | - | - | - | - | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 119 | 113 | 107 |
| | | | | | | (15)(34) | - | - | - | - | - | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 119 | 118 |
| | STS F316L | 8A | - | 9 | - | (14) | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 102 | 96 | 92 | 87 |
| | | | | | | (14)(15)(34) | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 107 | 105 | 102 |
| | STS F321 | 8A | - | 7 | - | (11)(12) | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 125 | 122 | 118 | 114 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 125 | 122 | 118 | 115 |
| | | | | | | (11)(12)(34) | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 116 | 114 | 111 | 108 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(34) | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 116 | 114 | 111 | 108 |
| | STS F321H | 8A | - | 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 125 | 122 | 118 | 114 |
| | | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 125 | 122 | 118 | 115 |
| | | | | | | (34) | - | - | - | - | - | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 116 | 114 | 111 | 108 |
| | | | | | | (15)(34) | - | - | - | - | - | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 116 | 114 | 111 | 108 |
| | STS F347 | 8A | - | 7 | - | (11)(12) | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 125 | 122 | 118 | 113 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 | 125 | 122 | 118 | 113 |
| | | | | | | (11)(12)(34) | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 117 | 114 | 110 | 106 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(34) | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 117 | 114 | 110 | 106 |
| | STS F347H | 8A | - | 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 125 | 122 | 118 | 113 |
| | | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | 128 | 128 | 128 | 128 | 125 | 122 | 118 | 113 |
| | | | | | | (34) | - | - | - | - | - | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 117 | 114 | 110 | 106 |
| | | | | | | (15)(34) | - | - | - | - | - | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 117 | 114 | 110 | 106 |
| KFCA-D4103-5006 스테인리스 주강품 | SSC 1-T1 | 6 | - | 2 | - | (37) | - | - | - | - | - | - | - | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 |
| | SSC 1-T2 | 6 | - | 2 | - | (10)(37) | - | - | - | - | - | - | - | 124 | 124 | 124 | 120 | 118 | 116 | 114 |
| | SSC 13 | 8A | - | 7 | - | (23)(37) | - | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 84 | 80 | 76 |
| | SSC 13A | 8A | - | 7 | - | (11)(23)(37) | - | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 89 | 85 | 81 | 77 |
| | | | | | | (11)(15)(23)(37) | - | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 93 | 90 | 87 | 83 |
| | SSC 14 | 8A | - | 7 | - | (23)(37) | - | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 88 | 86 | 82 | 78 |
| | SSC 14A | 8A | - | 7 | - | (11)(23) | - | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 91 | 88 | 84 | 81 |
| | | | | | | (11)(15)(23)(37)(38) | - | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 95 | 94 |
| | SSC 16 | 8A | - | 9 | - | (23)(37) | - | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 |
| | SSC 16A | 8A | - | 9 | - | (23)(37) | - | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 91 | 88 | 84 | 81 |
| | | | | | | (15)(23)(37) | - | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 95 | 94 |
| | SSC 17 | 8A | - | 7 | - | (11)(23)(37) | - | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 91 | 88 | 86 | 84 |
| | | | | | | (11)(15)(23)(37) | - | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 91 | 88 | 86 | 84 |
| | SSC 18 | 8A | - | 7 | - | (11)(23)(37) | - | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 85 | 82 | 80 | 78 |
| | | | | | | (11)(15)(23)(37) | - | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 85 | 82 | 80 | 78 |
| | SSC 19 | 8A | - | 8 | - | (23)(37) | - | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 78 | 77 | 76 |
| | SSC 19A | 8A | - | 8 | - | (23)(37) | - | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 89 | 85 | 81 | 77 |
| | | | | | | (15)(23)(37) | - | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 93 | 90 | 87 | 83 |
| | SSC 21 | 8A | - | 7 | - | (11)(23)(37) | - | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 94 | 91 | 88 | 85 |
| | | | | | | (11)(15)(23)(37) | - | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 94 | 91 | 88 | 85 |

| 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 93 | 90 | 87 | 84 | 82 | 80 | 78 | 77 | 76 | 74 | 73 | 72 | 71 | 69 | 68 | 67 | 64 | 59 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | STS F |
| 113 | 112 | 111 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 109 | 107 | 105 | 103 | 102 | 100 | 98 | 92 | 80 | 64 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | 304 |
| 100 | 96 | 93 | 90 | 87 | 85 | 83 | 82 | 81 | 79 | 77 | 76 | 75 | 74 | 72 | 71 | 69 | 64 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | |
| 106 | 104 | 103 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 101 | 101 | 99 | 98 | 97 | 95 | 91 | 80 | 64 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | |
| 93 | 90 | 87 | 84 | 82 | 80 | 78 | 77 | 76 | 74 | 73 | 72 | 71 | 69 | 68 | 67 | 64 | 59 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | STS F |
| 113 | 112 | 111 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 109 | 107 | 105 | 103 | 102 | 100 | 98 | 92 | 80 | 64 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | 304H |
| 100 | 96 | 93 | 90 | 87 | 85 | 83 | 82 | 81 | 79 | 77 | 76 | 75 | 74 | 72 | 71 | 69 | 64 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | |
| 106 | 104 | 103 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 101 | 101 | 99 | 98 | 97 | 95 | 91 | 80 | 64 | 52 | 42 | 33 | 27 | 21 | 17 | 14 | 11 | |
| 85 | 81 | 79 | 76 | 74 | 72 | 71 | 69 | 69 | 68 | 67 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS F |
| 96 | 94 | 93 | 93 | 92 | 92 | 91 | 90 | 90 | 90 | 89 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 304L |
| 108 | 105 | 102 | 100 | 97 | 96 | 94 | 93 | 92 | 90 | 89 | 88 | 87 | 85 | 84 | 78 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | STS F |
| 121 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 119 | 117 | 115 | 113 | 111 | 102 | 85 | 65 | 49 | 36 | 27 | 21 | 16 | 13 | 10 | 8 | 6 | 310 |
| 108 | 105 | 102 | 100 | 97 | 96 | 94 | 93 | 92 | 90 | 89 | 88 | 87 | 85 | 76 | 60 | 44 | 32 | 24 | 17 | 11 | 6 | 4 | 3 | 2 | 2 | |
| 121 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 119 | 117 | 115 | 113 | 96 | 81 | 64 | 44 | 32 | 24 | 17 | 11 | 6 | 4 | 3 | 2 | 2 | |
| 103 | 99 | 96 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 | 83 | 82 | 81 | 80 | 79 | 79 | 78 | 78 | 77 | 74 | 65 | 51 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | STS F |
| 126 | 125 | 125 | 124 | 122 | 119 | 117 | 114 | 112 | 111 | 110 | 108 | 108 | 107 | 106 | 105 | 98 | 81 | 65 | 51 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | 316 |
| 103 | 99 | 96 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 | 83 | 82 | 81 | 80 | 79 | 79 | 78 | 78 | 77 | 74 | 65 | 51 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | |
| 117 | 116 | 116 | 116 | 116 | 116 | 116 | 114 | 112 | 111 | 110 | 108 | 108 | 107 | 106 | 105 | 98 | 81 | 65 | 51 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | |
| 103 | 99 | 96 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 | 83 | 82 | 81 | 80 | 79 | 79 | 78 | 78 | 77 | 74 | 65 | 51 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | STS F |
| 126 | 125 | 125 | 124 | 122 | 119 | 117 | 114 | 112 | 111 | 110 | 108 | 108 | 107 | 106 | 105 | 98 | 81 | 65 | 51 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | 316H |
| 103 | 99 | 96 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 | 83 | 82 | 81 | 80 | 79 | 79 | 78 | 78 | 77 | 74 | 65 | 51 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | |
| 117 | 116 | 116 | 116 | 116 | 116 | 116 | 114 | 112 | 111 | 110 | 108 | 108 | 107 | 107 | 105 | 98 | 81 | 65 | 51 | 39 | 30 | 23 | 18 | 14 | 11 | |
| 85 | 81 | 79 | 76 | 74 | 73 | 71 | 70 | 69 | 68 | 66 | 65 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS F |
| 101 | 100 | 99 | 99 | 98 | 97 | 96 | 95 | 93 | 91 | 90 | 88 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 316L |
| 110 | 106 | 103 | 100 | 97 | 95 | 93 | 91 | 89 | 88 | 86 | 86 | 85 | 84 | 83 | 76 | 60 | 44 | 33 | 25 | 18 | 13 | 9 | 6 | 4 | 3 | STS F |
| 114 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 103 | 83 | 60 | 44 | 33 | 25 | 18 | 13 | 9 | 6 | 4 | 3 | 321 |
| 107 | 106 | 103 | 100 | 97 | 95 | 93 | 91 | 89 | 88 | 86 | 86 | 85 | 84 | 77 | 68 | 58 | 44 | 33 | 25 | 18 | 13 | 9 | 6 | 4 | 3 | |
| 107 | 106 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 104 | 87 | 60 | 44 | 33 | 25 | 18 | 13 | 9 | 6 | 4 | 3 | |
| 110 | 106 | 103 | 100 | 97 | 95 | 93 | 91 | 89 | 88 | 86 | 86 | 85 | 84 | 83 | 82 | 75 | 59 | 46 | 37 | 29 | 23 | 18 | 15 | 12 | 9 | STS F |
| 114 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 103 | 99 | 77 | 59 | 46 | 37 | 29 | 23 | 18 | 15 | 12 | 9 | 321H |
| 107 | 106 | 103 | 100 | 97 | 95 | 93 | 91 | 89 | 88 | 86 | 86 | 85 | 84 | 77 | 71 | 67 | 57 | 46 | 37 | 29 | 23 | 18 | 15 | 12 | 9 | |
| 107 | 106 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 105 | 104 | 93 | 75 | 59 | 46 | 37 | 29 | 23 | 18 | 15 | 12 | 9 | |
| 110 | 107 | 106 | 104 | 102 | 100 | 98 | 97 | 95 | 94 | 94 | 93 | 93 | 93 | 92 | 89 | 77 | 58 | 40 | 30 | 23 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | STS F |
| 110 | 107 | 106 | 104 | 103 | 103 | 102 | 102 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 100 | 92 | 77 | 58 | 40 | 30 | 23 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | 347 |
| 103 | 100 | 99 | 97 | 96 | 96 | 96 | 95 | 94 | 94 | 94 | 93 | 93 | 93 | 92 | 89 | 77 | 58 | 40 | 30 | 23 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | |
| 103 | 100 | 99 | 97 | 96 | 96 | 96 | 95 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 93 | 89 | 77 | 58 | 40 | 30 | 23 | 16 | 12 | 9 | 7 | 6 | |
| 110 | 107 | 106 | 104 | 102 | 100 | 98 | 97 | 95 | 94 | 94 | 93 | 93 | 93 | 92 | 92 | 91 | 86 | 70 | 54 | 42 | 32 | 24 | 19 | 15 | 11 | STS F |
| 110 | 107 | 106 | 104 | 103 | 103 | 102 | 102 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 100 | 98 | 96 | 88 | 70 | 54 | 42 | 32 | 24 | 19 | 15 | 11 | 347H |
| 103 | 100 | 99 | 97 | 96 | 96 | 96 | 95 | 94 | 94 | 94 | 93 | 93 | 93 | 92 | 92 | 90 | 85 | 70 | 54 | 42 | 32 | 24 | 19 | 15 | 11 | |
| 103 | 100 | 99 | 97 | 96 | 96 | 96 | 95 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 93 | 92 | 90 | 85 | 70 | 54 | 42 | 32 | 24 | 19 | 15 | 11 | |
| 108 | 108 | 108 | 107 | 105 | 104 | 102 | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SSC 1-T1 |
| 112 | 111 | 109 | 107 | 106 | 104 | 103 | 102 | 99 | 97 | 92 | 84 | 66 | 49 | 34 | 24 | 16 | 11 | 8 | 6 | - | - | - | - | - | - | SSC 1-T2 |
| 73 | 69 | 66 | 64 | 62 | 61 | 59 | 58 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SSC 13 |
| 74 | 72 | 69 | 68 | 66 | 64 | 63 | 62 | 61 | 60 | 58 | 57 | 56 | 55 | 53 | 51 | 47 | 39 | 32 | 26 | 22 | 19 | 16 | 13 | 12 | 10 | SSC 13A |
| 83 | 83 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 81 | 81 | 79 | 78 | 75 | 70 | 60 | 49 | 39 | 32 | 26 | 22 | 19 | 16 | 13 | 12 | 10 | |
| 76 | 75 | 74 | 73 | 73 | 73 | 72 | 71 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SSC 14 |
| 77 | 74 | 71 | 69 | 68 | 66 | 65 | 63 | 62 | 61 | 61 | 60 | 60 | 59 | 59 | 57 | 54 | 46 | 37 | 30 | 24 | 19 | 16 | 14 | 12 | 10 | SSC 14A |
| 94 | 93 | 93 | 93 | 93 | 93 | 92 | 91 | 90 | 88 | 87 | 87 | 86 | 85 | 83 | 74 | 59 | 46 | 37 | 30 | 24 | 19 | 16 | 14 | 12 | 10 | |
| 76 | 75 | 74 | 73 | 73 | 73 | 72 | 71 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SSC 16 |
| 77 | 74 | 71 | 69 | 68 | 66 | 65 | 63 | 62 | 61 | 61 | 60 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SSC 16A |
| 94 | 93 | 93 | 93 | 93 | 93 | 92 | 91 | 90 | 88 | 87 | 87 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 83 | 82 | 80 | 78 | 77 | 75 | 73 | 72 | 70 | 69 | 67 | 66 | 65 | 63 | 59 | 52 | 43 | 34 | 27 | 21 | 16 | 13 | 11 | 8 | 6 | 5 | SSC 17 |
| 83 | 82 | 81 | 80 | 80 | 79 | 79 | 78 | 78 | 77 | 77 | 76 | 74 | 71 | 63 | 52 | 43 | 34 | 27 | 21 | 16 | 13 | 11 | 8 | 6 | 5 | |
| 77 | 76 | 75 | 73 | 72 | 70 | 68 | 67 | 66 | 65 | 63 | 61 | 60 | 59 | 58 | 56 | 51 | 45 | 39 | 33 | 27 | 20 | 15 | 10 | 7 | 5 | SSC 18 |
| 77 | 76 | 75 | 75 | 74 | 74 | 73 | 73 | 72 | 72 | 72 | 71 | 69 | 67 | 63 | 58 | 51 | 45 | 39 | 33 | 27 | 20 | 15 | 10 | 7 | 5 | |
| 73 | 69 | 66 | 64 | 62 | 61 | 59 | 58 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SSC 19 |
| 74 | 72 | 69 | 68 | 66 | 64 | 63 | 62 | 61 | 60 | 58 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SSC 19A |
| 83 | 83 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 81 | 81 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 83 | 80 | 79 | 78 | 77 | 77 | 76 | 76 | 76 | 76 | 75 | 74 | 74 | 74 | 74 | 71 | 64 | 54 | 42 | 27 | 20 | 16 | 12 | 10 | 8 | 6 | SSC 21 |
| 83 | 80 | 79 | 78 | 77 | 77 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 75 | 75 | 68 | 64 | 54 | 42 | 27 | 20 | 16 | 12 | 10 | 8 | 6 | |

# <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(SI 단위)

(주단조품)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압차트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 |
| KS D 4105 내열강 주강품 | HRSC22 CF | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압차트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KFCA-D4101-5004 탄소강주강품 | SC360 | 1 | 1 | 1 | - | (35) | - | - | - | - | - | - | - | - | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| | | | | | | (36) | - | - | - | - | - | - | - | - | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 |
| | | | | | | (37) | | | | | | | | | | | | | | |
| | SC410 | 1 | 1 | 2 | - | (35) | - | - | - | - | - | - | - | - | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| | | | | | | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 |
| | | | | | | (36) | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | (37) | | | | | | | | | | | | | | |
| | SC450 | 1 | 1 | 2 | - | (35) | - | - | - | - | - | - | - | - | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 |
| | | | | | | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| | | | | | | (36) | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | (37) | | | | | | | | | | | | | | |
| | SC480 | 1 | 2 | 2 | - | (35) | - | - | - | - | - | - | - | - | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| | | | | | | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| | | | | | | (36) | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | (37) | | | | | | | | | | | | | | |
| KFCA-D4106-5009 용접구조용주강품 | SCW410 | 1 | 1 | 2 | - | (35) | - | - | - | - | - | - | - | - | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| | | | | | | (37) | - | - | - | - | - | - | - | - | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 |
| | SCW450 | 1 | 1 | 2 | - | (35) | - | - | - | - | - | - | - | - | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 |
| | | | | | | (37) | - | - | - | - | - | - | - | - | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| | SCW480 | 1 | 2 | 3 | - | (35) | - | - | - | - | - | - | - | - | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| | | | | | | (37) | - | - | - | - | - | - | - | - | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| | SCW550 | 1 | 3 | 3 | - | (35) | - | - | - | - | - | - | - | - | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 | 92 |
| | | | | | | (37) | - | - | - | - | - | - | - | - | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| | SCW620 | 1 | 3 | 3 | - | (35) | - | - | - | - | - | - | - | - | 104 | 104 | 104 | 104 | 104 | 104 |
| | | | | | | (37) | - | - | - | - | - | - | - | - | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 |
| KFCA-D4107-5010 고온고압용주강품 | SCPH1 | 1 | 1 | 2 | - | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 |
| | | | | | | (37) | | | | | | | | | | | | | | |
| | SCPH2 | 1 | 2 | 2 | - | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| | | | | | | (37) | | | | | | | | | | | | | | |
| | SCPH11 | 3 | 1 | 2 | - | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| | | | | | | (37) | | | | | | | | | | | | | | |
| | SCPH21 | 4 | 1 | 3 | - | (37) | - | - | - | - | - | - | - | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| | SCPH32 | 5 | 1 | 3 | - | (37) | - | - | - | - | - | - | - | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| | SCPH61 | 5 | 2 | 3 | - | (37) | - | - | - | - | - | - | - | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 |
| KFCA-D4111-5012 저온고압용주강품 | SCPL1 | 1 | 1 | 2 | - | (37) | - | - | - | - | - | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| | SCPL11 | 3 | 1 | 2 | - | (37) | - | - | - | - | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| | SCPL21 | 9A | - | 3 | - | (37) | - | - | - | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| | SCPL31 | 9B | - | 3 | - | (37) | - | - | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| KFCA-D4302-5016 구상흑연주철품 | GCD400 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| | GCD450 | - | - | 11 | - | | - | - | - | - | - | - | - | - | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 |
| KFCA-D4301-5015 회 주철품 | GC100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | GC150 | - | - | 10 | - | | - | - | - | - | - | - | - | - | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| | GC200 | - | - | 10 | - | | - | - | - | - | - | - | - | - | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | GC250 | - | - | 10 | - | | - | - | - | - | - | - | - | - | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| | GC300 | - | - | 10 | - | | - | - | - | - | - | - | - | - | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | GC350 | - | - | 10 | - | | - | - | - | - | - | - | - | - | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 |

| 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | 825 | 850 | 875 | 900 | 925 | 950 | 975 | 980 | 1,000 | 1,010 | |
| - | - | - | 37 | 31 | 26 | 21 | 17 | 14 | 11 | 9 | 7 | 6 | 5 | 4 | 4 | HRSC22<br>CF |

| 각 온도(℃)에서의 기본 허용 응력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 60<br>72 | 60<br>72 | 60<br>72 | 60<br>72 | 60<br>72 | 60<br>72 | 60<br>72 | 60<br>72 | -<br>66 | -<br>61 | -<br>53 | -<br>42 | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | SC360 |
| 69<br>82 | 69<br>82 | 69<br>82 | 69<br>82 | 69<br>82 | 69<br>82 | 69<br>82 | 69<br>82 | -<br>77 | -<br>71 | -<br>61 | -<br>45 | -<br>(39) | -<br>(29) | -<br>(19) | -<br>(14) | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | SC410 |
| 75<br>90 | 75<br>90 | 75<br>90 | 75<br>90 | 75<br>90 | 75<br>90 | 75<br>90 | 75<br>90 | -<br>84 | -<br>76 | -<br>65 | -<br>46 | -<br>(39) | -<br>(29) | -<br>(19) | -<br>(14) | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | SC450 |
| 80<br>96 | 80<br>96 | 80<br>96 | 80<br>96 | 80<br>96 | 80<br>96 | 80<br>96 | 80<br>96 | -<br>90 | -<br>80 | -<br>68 | -<br>46 | -<br>(39) | -<br>(29) | -<br>(19) | -<br>(14) | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | SC480 |
| 69<br>82 | 69<br>82 | 69<br>82 | 69<br>82 | 69<br>82 | 69<br>82 | 69<br>82 | 69<br>82 | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | SCW410 |
| 75<br>90 | 75<br>90 | 75<br>90 | 75<br>90 | 75<br>90 | 75<br>90 | 75<br>90 | 75<br>90 | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | SCW450 |
| 80<br>96 | 80<br>96 | 80<br>96 | 80<br>96 | 80<br>96 | 80<br>96 | 80<br>96 | 80<br>96 | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | SCW480 |
| 92<br>110 | 92<br>110 | 92<br>110 | 92<br>110 | 92<br>110 | 92<br>110 | 92<br>110 | 92<br>110 | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | SCW550 |
| 104<br>124 | 104<br>124 | 104<br>124 | 104<br>124 | 104<br>124 | 104<br>124 | 104<br>124 | 104<br>124 | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | SCW620 |
| 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 81 | 77 | 71 | 60 | 45 | (39) | (29) | (19) | (14) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCPH1 |
| 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 90 | 80 | 67 | 46 | (39) | (29) | (19) | (14) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCPH2 |
| 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 86 | 80 | 72 | (55) | (35) | (26) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCPH11 |
| 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 94 | 88 | 79 | 63 | 44 | 29 | 21 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCPH21 |
| 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 94 | 88 | 79 | 67 | 51 | 38 | 27 | 15 | 15 | 9 | - | - | - | - | - | - | SCPH32 |
| 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 112 | 105 | 84 | 62 | 47 | 36 | 27 | 20 | 15 | 10 | 6 | - | - | - | - | - | - | SCPH61 |
| 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCPL1 |
| 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCPL11 |
| 96 | 96 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCPL21 |
| 96 | 96 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCPL31 |
| 50<br>56 | 50<br>56 | 50<br>56 | 50<br>56 | 50<br>56 | 50<br>56 | 50<br>56 | 50<br>56 | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | GCD 400<br>GCD 450 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | GC100 |
| 15 | 15 | 15 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | GC150 |
| 20 | 20 | 20 | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | GC200 |
| 25 | 25 | 25 | 25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | GC250 |
| 30 | 30 | 30 | 30 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | GC300 |
| 35 | 35 | 35 | 35 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | GC350 |

주(1) 723 K{450 ℃}를 넘는 온도에서 장시간 사용하는 경우에는 재료의 흑연화에 주의해야 한다.

(2) 748 K{475 ℃}를 넘는 온도에서 장시간 사용하는 경우에는 재료의 흑연화에 주의해야 한다.

(3) 823 K{550 ℃}를 811 K{538 ℃}로 바꿔 읽는다.

(4) 273 K{0℃}를 268 K{-5 ℃}로 바꿔 읽는다.

(5) 723 K{450 ℃}를 넘는 온도에서 사용하는 경우 괄호 안의 수치를 사용해도 좋으나 장시간 사용하는 경우에는 재료의 흑연화에 주의해야 한다.

(6) 258 K{-15 ℃}를 243 K{-30 ℃}로 바꿔 읽는다. 다만 263 K{-10 ℃}를 넘는 저온에서 사용하는

경우에는 재료 규격에 규정한 충격 시험을 하여 이에 만족해야 한다.

(7) 용접부의 기본 허용 응력 및 이음 인장 시험에서 규정 최소인장강도는 이 표의 값의 95 %로 한다. 다만, 용접 재료의 강도가 모재와 동등 이상일 경우 이 제한은 하지 않는다.

(8) 398 K{125 ℃}를 넘는 온도의 수치는 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반) 7.1.10의 조건에 따른 경우에만 적용해도 좋다.

(9) 263 K{-10 ℃}를 넘는 저온에서 사용하는 경우에는 재료 규격에 규정한 충격시험을 하여 이에 만족해야 한다.

(10) 이 기본허용응력의 수치는 맞대기 내외면 자동 서브머지드 아크 용접에 따라 제조된 것으로 용접이음의 효율 0.7을 곱해 얻은 값이다.

(11) 이 난의 823 K{550 ℃} 이상의 값은 탄소 함유량이 0.04 % 이상인 재료에 적용한다.

(12) 이 난의 798 K{525 ℃}를 넘는 값은 1,313 K{1,040 ℃} 이상의 온도에서 급랭하여 고용화 처리를 한 재료에 적용한다.

(13) 77 K{-196 ℃}를 20 K{-253 ℃}로 바꿔 읽는다.

(14) 77 K{-196 ℃}를 넘는 저온에서 사용하는 경우 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반) 7.1.10의 충격 시험에 만족해야 한다.

(15) 이 난의 값은 변형이 어느 정도 허용 가능한 경우에 적용할 수 있다.

(16) 이 난의 623 K{350 ℃}를 넘는 값은 용가재를 사용하지 않는 자동아크용접으로 제조하여 냉간 가공 후 모재 및 용접부의 완전한 내식성을 얻기 위한 최적 고용화처리를 한 재료에 적용한다.

(17) 이 난의 값은 KS D 0205(강의 페라이트 및 오스테나이트 결정입도 시험법(현미경 관찰법))에 의한 결정 번호가 6 또는 그것보다 거친 경우에 적용한다.

(18) 이 난의 값은 결정 입도가 확인되지 않은 재료에 적용한다.

(19) 이 강종은 698 K{425 ℃}를 넘는 온도에서 사용한 뒤에는 상온에서 취성이 커지므로 충분한 이유가 없는 한 이 온도 이상에서는 사용하지 않는다.

(20) 이 수치를 사용하는 경우에는 KS D 0001(강재의 검사 통칙)에 따라 검사하여 규정된 최소 인장강도를 확인해야 한다.

또한 KS D 3752(기계 구조용 탄소 강재)에서 SM10C를 뺀 상단의 값은 강재 지름, 맞변거리 또는 주체부의 두께가 100 ㎜ 이하인 것에, 하단의 값은 강재 지름, 맞변거리 또는 주체부가 100 ㎜를 넘고 200 ㎜ 이하인 것에 적용한다.

(21) 이 난의 값은 강도 구분 1의 재료에 적용한다.

(22) 이 난의 값은 강도 구분 2의 재료에 적용한다.

(23) 243 K{-30 ℃}를 넘는 저온에서 사용하는 경우에는 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반) 7.1.10의 충격 시험을 만족해야 한다.

(24) 이 난의 값은 고용화 처리한 재료에 적용한다.

(25) 이 난의 값은 고용화 처리한 후 $H_1$ 시효 처리를 한 재료에 적용한다.

(26) 이 난의 값은 고용화 처리한 후 $H_2$ 시효 처리를 한 재료에 적용한다.

(27) 이 난의 값은 열간 다듬질 후 어닐링한 바깥지름 127 ㎜ 이하인 관에 적용한다.

(28) 이 난의 값은 열간 다듬질 후 어닐링한 바깥지름 127 ㎜를 넘는 관에 적용한다.

(29) 이 난의 값은 냉간 다듬질 후 어닐링한 바깥지름 127 ㎜ 이하인 관에 적용한다.

(30) 이 난의 값은 냉간 다듬질 후 어닐링한 바깥지름 127 ㎜를 넘는 관에 적용한다.

(31) 이 난의 값은 냉간 다듬질 후 어닐랑한 관에 적용한다.

(32) 이 난의 값은 열간 다듬질 또는 냉간 다듬질 후 고용화 처리한 관에 적용한다.

(33) 이 난의 값은 탄소 함유량 0.35 % 이하인 것에 적용한다.

(34) 이 난의 값은 지름 및 두께가 130 ㎜ 이상인 단강품에 적용한다.

(35) 이 난의 값은 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반) 부속서 11(참고)에 의해 구한 기본허용응력에 주조 계수 0.67을 곱한 값이다.

(36) 이 난의 값을 사용하는 경우에는 다음 표의 화학 성분을 만족해야 한다.

| 종 류 | 성 분 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | C | Mn | P | S | Si |
| SC360<br>SC410 | 0.25 %이하 | 0.70 %이하 | 0.04 %이하 | 0.04 %이하 | 0.60 %이하 |
| SC450<br>SC480 | 0.35 %이하 | 0.70 %이하 | 0.0 4%이하 | 0.04 %이하 | 0.60 %이하 |

비 고 C의 함유량의 위 표의 최고값보다 0.01 % 줄어들 때마다 Mn의 함유량을 위 표의 최고값보다 0.04 % 증가시켜도 좋다. 다만 Mn의 함유량은 1.10 %를 넘어서는 안된다.

또한 불순물로서의 Ni, Cr, Cu는 각각 0.5 % 이하에 그 합을 1.0 % 이하로 제한한다.

(37) 이 난의 값은 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반) 부속서 11(참고)에서 구한 기본허용응력에 주조 계수 0.8을 곱한 값이다. 다음 표의 시험을 한 경우에는 주조 계수 0.9 또는 1.0을 취할 수 있다.

| 시 험 | 주조 계수 |
|---|---|
| 비고 2.에 따른다. | 0.9 |
| 비고 4.에 따른다. | 0.9 |
| 비고 1. 및 비고 3.에 따른다. | 0.9 |
| 비고 2. 및 비고 4.에 따른다. | 1.0 |

비 고 1. 비고 5.에 따라 제품을 샘플링하여 KS D 0227(주강품의 방사선투과검사 방법)에 의해 방사선 시험을 하여 동 규격에 정한 결함에 대하여 각각 3급 이상에 합격해야 한다.

2. 제품 전수(1개일 경우를 포함한다.)를 KS D 0227(주강품의 방사선투과검사 방법)에 의해 방사선 시험을 하여 동규격에 정한 종류의 결함에 대하여 각각 3급 이상에 합격해야 한다.

3. 비고 5.에 따라 제품을 샘플링하여 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반) 부속서 6(규정)에 따라 자분탐상시험을 하거나 또는 침투탐상시험을 하여 합격해야 한다.

4. 제품 전수를 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반) 부속서 6(규정)에 따라 자분탐상시험을 하거나 또는 침투탐상시험을 하여 합격해야 한다.

5. 샘플링 검사는 새로운 설계의 목형마다 최초로 만든 5개 중 3개 이상을 그 이후의 제조에서는 5개 또는 그 끝수마다 1개를 취하여 결함이 나타나기 쉬운 부분에 대해 검사한다.

(38) 이 난의 698 K{425 ℃}를 넘는 값은 탄소 함유량이 0.04 % 이상인 재료에 적용한다.

(39) 용접한 그대로 사용하는 경우의 최저 사용 온도는 263 K{-10 ℃}로 한다.

(40) 이 난의 값은 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반) <표6.2.5>의 이음의 종류(1)에 의한 용접 이음효율 70 %를 곱한 값이다.

동표 이음의 종류에 따라 제작하고 또한 방사선 검사를 한 경우에는 KS D 3705(열간 압연 스테인리스 강판 및 강대)의 동일 강종의 기본허용응력의 값에 해당하는 이음 효율을 곱하여 구한

값으로 한다.

(41) 제조 방법 E에 의한 관은 KS D 0250(강관의 초음파 탐상 검사 방법)에 의해 초음파탐상 검사를 한 것으로 한다. 이 경우 탐상 감도 구분은 UC 로 한다.

(42) 이 난의 값은 열처리 후, 전면 기계 다듬질하여 결함을 인정할 수 없는 경우에는 1.0625배, 다음 조건 중에 적합한 경우에는 1.125배 할 수 있다.

(a) 최초의 로트 5개 중 3개에 대해서 RT, 그 후에는 5개당 1개에 RT, 어느 경우에나 나머지는 모두 MT 또는 PT에 합격한 경우

RT는 KS D 0227(주강품의 방사선 투과검사 방법)에 따라 시험하여 동규격에 정한 종류의 결함에 대하여 각각 3급 이상일 것

MT는 KS D 0213(강자성 재료의 자분탐상검사 방법 및 자분 모양의 분류)에 따라 원칙적으로 전체 표면을 검사해야 한다. 결합의 판정은 다음에 따른다.

① 선모양의 결합 자분이 있는 경우에는 다음 등급에 적합할 때는 합격으로 한다.

| 탐상부의 공칭두께 | 선모양 자분의 등급 |
|---|---|
| 20 ㎜ 이하 | 2급(2 ㎜ 초과 4 ㎜ 이하) |
| 20 ㎜ 초과 60 ㎜ 이하 | 3급(4 ㎜ 초과 8 ㎜ 이하) |
| 60 ㎜ 초과 | 4급(8 ㎜ 초과 16 ㎜ 이하) |

② 원모양 결함 자분이 있는 경우에는 1급 및 2급은 합격으로 한다.

③ 분산 자분 모양은 다음의 등급 분류에 적합한 것은 합격으로 한다.

| 결함 자분 모양의 분류 | 탐상부의 공칭두께 | 분산 결함 자분 모양의 등급분류 |
|---|---|---|
| 선모양 자분 또는 선모양 자분과 원모양 자분이 혼재된 경우 | 20 ㎜ 이하 | 3급( 8 ㎜ 초과 16 ㎜ 이하) |
| | 20 ㎜ 초과 60 ㎜ 이하 | 4급(16 ㎜ 초과 32 ㎜ 이하) |
| | 60 ㎜ 초과 | 5급(32 ㎜ 초과 64 ㎜ 이하) |
| 원모양 자분 | | 3급( 8 ㎜ 초과 16 ㎜ 이하) |

PT는 MT에 준한다.

(b) 전수 RT에 합격한 경우

(c) 관판과 같이 전체 두께에 대하여 여러 개의 가공 구멍이 있고 내부 검사가 가능한 경우

(43) 이 난의 값은 어닐링한 재료에 적용한다.

(44) 이 난의 값은 열간 다듬질 후 어닐링한 관에 적용한다.

(45) 이 난에서 크리프 특성이 요구되는 경우에는 불순물로서의 니켈 함유량을 0.5 % 이하로 한다.

(46) 이 난에서 273 K{0 ℃} 미만인 값은 기계적 성질의 충격 시험에서 시험 온도를 해당 설비의 설계 온도 이하로 하여 만족한 경우에 적용할 수 있다.

(47) 이 난의 외압차트번호는 판 두께가 100 ㎜를 넘는 경우에는 [그림 30.6]의 (4)를 적용하며, 100 ㎜ 이하인 경우에는 [그림 30.6]의 (2)를 적용한다.

(48) KS D 3521(압력 용기용 강판)의 SPPV355N, SPPV450Q의 외압 차트 번호는 [그림 30.6]의 (4)와 같다.

(49) 이 난의 외압차트번호를 사용하는 경우에는 참고에 나타낸 기계적 성질의 항복점 값에 만족하여야 한다.

(50) KS D 3752, D 3706, D 6763, D 6759에 대하여 이 난의 외압차트번호는 보강링에 사용하는 경우

에만 적용 가능하다.

(51) 이 난의 외압차트번호를 사용하는 경우에는 강도 구분 1의 경우에는 [그림 30.6]의 (2)를 적용하고 강도 구분 2인 경우에는 [그림 30.6]의 (3)을 적용한다.

(52) 이 난의 외압차트번호를 사용하는 경우에는 강도 구분 1의 경우에는 [그림 30.6]의 (1)를 적용하고 강도 구분 2인 경우에는 [그림 30.6]의 (3)을 적용한다.

(53) 이 난의 외압차트번호를 사용하는 경우에는 성형 다듬질 후 어닐링한 경우에는 [그림 30.6]의 (33)을 적용하고 성형 다듬질 후 고용화처리한 경우에는 [그림 30.6]의 (34)를 적용한다.

비 고 1. <표 28.2>에서 각 온도 중간에서의 기본허용응력의 값은 비례법에 따라 계산한다.

2. <표 28.2>의 “외압 차트 번호”는 [그림 30.6]의 그림 번호를 나타낸다.

3. <표 28.2>의 “제조 방법”란에서 S는 이음매 없는 관, E는 전기 저항 용접관, B는 단접관, A는 아크 용접관, W는 자동 아크 용접관 또는 전기 저항 용접관을 나타낸다. 여기에 나타낸 기본허용응력에는 용접이음효율이 포함되어 있으므로 내압계산에 사용하는 $\sigma_a \eta$는 이 표의 값을 취한다.

# <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(종래단위)

(봉, 형, 판, 대)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3503 | SS235 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 |
| 일반구조용 | SS275 | 1 | 1 | 2 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 |
| 압연강재 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| KS D 3560 | SB235 | 1 | 1 | 2 | - | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| 보일러 및 압력 | SB295 | 1 | 1 | 2 | | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 |
| 용기용 탄소강 | SB315 | 1 | 2 | 3 | | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 |
| 및 몰리브데넘 | SB295M | 3 | 1 | 2 | | (2)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 |
| 강 강판 | SB315M | 3 | 2 | 3 | | (2)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 |
| KS D 3515 | SM275A | 1 | 1 | 1,2 | - | (47) | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 |
| 용접구조용 | SM275B | 1 | 1 | 1,2 | | (4)(47) | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 |
| 압연강재 | SM275C | 1 | 1 | 2 | | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 |
| | SM355A | 1 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| | SM355B | 1 | 2 | 2 | | (4) | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| | SM355C | 1 | 2 | 2 | | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| | SM 420 B | 1 | 2 | 3 | - | (4) | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 |
| | SM 420 C | 1 | 2 | 3 | | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 |
| | SM460B | 1 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 |
| KS D 3521 | SPPV235 | 1 | 1 | 2 | - | (47) | - | - | - | - | - | - | - | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 |
| 압력용기용 | SPPV315 | 1 | 2 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| 강 판 | SPPV355 | 1 | 2 | 3,4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 |
| | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | |
| | SPPV410 | 1 | 2 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | |
| | SPPV450 | 1 | 3 | 3,4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 |
| | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | |
| | SPPV490 | 1 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 |
| | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | |
| KS D 3533 | SG255 | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | - | - |
| 고압가스용기용 | SG295 | 1 | 1 | 3 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | - | - |
| 강판 및 강대 | SG355 | 1 | 2 | 3 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | - | - |
| | SG410 | 1 | 2 | 3 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.8 | 13.8 | 13.8 | 13.8 | - | - |
| KS D 3540 | SGV235 | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| 중·상온압력용 | SGV295 | 1 | 1 | 2 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 |
| 기 용 탄 소 강 | SGV355 | 1 | 2 | 3 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 |
| 강판 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| KS D 3538 | SBV 1 A | 3 | 2 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 |
| 보일러 및 압력 | SBV 1 B | 3 | 3 | 5 | | (3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| 용기용 망가니 | SBV 2 | 3 | 3 | 5 | - | (3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| 즈·몰리브데넘 강 및 망가니 즈·몰리브데 넘·니켈강 강 판 | SBV 3 | 3 | 3 | 5 | - | (3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| KS D 3539 | SQV 1 A | 3 | 3 | 3 | - | (3) | — | - | - | - | - | - | - | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| 압력 용기용 조 | SQV 1 B | 3 | 3 | 3 | | - | — | - | - | - | - | - | - | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 |
| 질형 망가니 | SQV 2 A | 3 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| 즈·몰리브데넘 강 및 망가니 | SQV 2 B | 3 | 3 | 3 | | - | - | - | - | - | - | - | - | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8.1 |
| 즈·몰리브데 넘·니켈강 강 판 | SQV 3 A | 3 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| | SQV 3 B | 3 | 3 | 3 | | - | - | - | - | - | - | - | - | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 |
| KS D 3541 | SLAI255A | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 |
| 저온 압력 용기 | SLAI255B | 1 | 1 | 2 | | - | - | - | - | - | - | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 |
| 용 탄소강 강판 | SLAI325A | 1 | 1 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 |
| | SLAI325B | 1 | 1 | 3 | - | - | - | - | - | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 |
| | SLAI360 | 1 | 2 | 3 | - | - | - | - | - | - | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SS235 |
| 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SS275 |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 9.9 | 9.0 | 7.7 | 5.8 | 5.0 | 3.7 | 2.4 | 1.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SB235 |
| 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 10.8 | 9.7 | 8.2 | 5.9 | 5.0 | 3.7 | 2.4 | 1.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SB295 |
| 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 11.5 | 10.3 | 8.6 | 5.9 | 5.1 | 3.7 | 2.4 | 1.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SB315 |
| 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.0 | 10.3 | 9.1 | 7.7 | 4.5 | 3.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SB295M |
| 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 11.7 | 10.8 | 9.3 | 7.7 | 4.5 | 3.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SB315M |
| 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM275A |
| 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM275B |
| 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM275C |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM355A |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM355B |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM355C |
| 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM420B |
| 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM420C |
| 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM460B |
| 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPPV235 |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPPV315 |
| | | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPPV355 |
| | | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPPV410 |
| | | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPPV450 |
| | | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPPV490 |
| | | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SG255 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SG295 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SG355 |
| - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SG410 |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SGV235 |
| 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SGV295 |
| 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SGV355 |
| 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 11.4 | 9.6 | 7.7 | 5.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SBV 1 A |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 13.8 | 13.3 | 12.0 | 9.9 | 7.2 | 4.5 | 3.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SBV 1 B |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 13.8 | 13.3 | 12.0 | 9.9 | 7.2 | 4.5 | 3.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SBV 2 |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 13.8 | 13.3 | 12.0 | 9.9 | 7.2 | 4.5 | 3.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SBV 3 |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 13.5 | 12.1 | 9.9 | 7.8 | 5.6 | 4.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SQV 1 A |
| 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SQV 1 B |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 13.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SQV 2 A |
| 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SQV 2 B |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 13.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SQV 3 A |
| 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SQV 3 B |
| 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SLAI235A |
| 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SLAI235B |
| 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SLAI3253A |
| 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SLAI325B |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SLAI360 |

## <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -196 | -130 | -110 | -102 | -70 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3586 저온 압력용기용 니켈 강관 | SL2N255 | 9 A | - | - | - | - | - | - | - | - | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 |
| | SL3N255 | 9 B | - | - | - | - | - | - | - | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 |
| | SL3N275 | 9 B | - | - | - | - | — | - | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 |
| | SL3N440 | 9 B | - | - | - | - | - | - | 13.8 | 13.8 | 13.8 | 13.8 | 13.8 | 13.8 | 13.8 | 13.8 | 13.8 | 13.8 | 13.8 | 13.8 |
| | SL9N520 | 11 A | - | - | - | (7) | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 |
| | SL9N590 | 11 A | - | | | (7) | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 |

(강 관)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -15 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3507 배관용 탄소 강관 | SPP | 1 | 1 | 1 | E | (8) | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 |
| | | | | | B | (8) | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.9 |
| KS D 3562 압력 배관용 탄소 강관 | SPPS 250 | 1 | 1 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | | | E | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 |
| KS D 3564 고압 배관용 탄소 강관 | SPPH 250 | 1 | 1 | 2 | S | (6) | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | SPPH 315 | 1 | 2 | 3 | S | (6) | - | - | - | - | - | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 |
| KOSA0013-D 3570-5078 고온 배관용 탄소 강관 | SPHT 380 | 1 | 1 | 2 | S | (5) | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 |
| | | | | | E | (5) | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 |
| | SPHT 420 | 1 | 1 | 2 | S | (5) | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 |
| | | | | | E | (5) | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.9 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 |
| | SPHT 490 | 1 | 2 | 3 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 |
| KS D 3583 배관용 아크용접 탄소강 강관 | SPW 400 | 1 | 1 | 2 | A | (10) | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 |
| KOSA0015-D 3573-5080 배관용 합금강 강관 | SPA 12 | 3 | 1 | 2 | S | (2)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | SPA 20 | 3 | 1 | 2 | S | (3) | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | SPA 22 | 4 | 1 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | SPA 23 | 4 | 1 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | SPA 24 | 5 | 1 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | SPA 25 | 5 | 2 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | SPA 26 | 5 | 2 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 11.5 | 11.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SL2N255 |
| 11.5 | 11.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SL3N255 |
| 12.2 | 12.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SL3N275 |
| 13.8 | 13.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SL3N440 |
| 17.5 | 17.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SL9N520 |
| 17.5 | 17.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SL9N590 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPP |
| 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPPS 250 |
| 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPPH 250 |
| 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12. | 12.2 | 12.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPPH 315 |
| 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.1 | 8.2 | 7.1 | 5.7 | (4.8) | (3.7) | (2.4) | (1.8) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPHT 380 |
| 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 7.7 | 7.0 | 6.0 | 4.8 | (4.1) | (3.1) | (2.0) | (1.5) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 9.9 | 9.0 | 7.7 | 5.8 | (5.0) | (3.7) | (2.4) | (1.8) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPHT 420 |
| 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.4 | 7.6 | 6.5 | 4.9 | (4.3) | (3.1) | (2.0) | (1.5) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 11.5 | 10.3 | 8.6 | 5.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPHT 490 |
| 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPW 400 |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.6 | 9.3 | 8.9 | 6.9 | 4.5 | 3.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPA 12 |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.1 | 9.7 | 9.0 | 7.7 | 5.6 | 4.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SPA 20 |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.3 | 10.0 | 9.4 | 8.3 | 6.4 | 3.8 | 2.6 | 1.7 | 1.0 | 0.7 | - | - | - | - | - | - | SPA 22 |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 9.4 | 8.3 | 6.4 | 4.1 | 2.6 | 2.0 | 1.6 | 0.8 | - | - | - | - | - | - | SPA 23 |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 9.4 | 8.3 | 6.5 | 4.9 | 3.7 | 2.8 | 2.0 | 1.1 | - | - | - | - | - | - | SPA 24 |
| 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.3 | 10.1 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.4 | 9.2 | 9.0 | 8.5 | 7.6 | 6.0 | 4.6 | 3.5 | 2.6 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | - | - | - | - | - | - | SPA 25 |
| 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.3 | 10.1 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.4 | 9.2 | 9.0 | 8.8 | 8.5 | 7.9 | 6.7 | 5.0 | 3.3 | 2.1 | 1.5 | 1.0 | | | | | | | SPA 26 |

# <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(강 관)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온 도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3576 배관용 스테인리스 강관 | STS 304 TP | 8A | - | 6 | S | (11)(12)(13)(14) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 11.8 | 10.9 | 10.4 | 9.9 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.0 | 11.7 |
| | | | | | W | (11)(12)(13)(14)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.0 | 9.3 | 8.8 | 8.4 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.5 | 10.2 | 9.9 |
| | STS 304H TP | 8A | - | 6 | S | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 11.8 | 10.9 | 10.4 | 9.9 |
| | | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.0 | 11.7 |
| | STS 304 L TP | 8A | - | 8 | S | (14) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 10.5 | 9.9 | 9.5 | 9.0 |
| | | | | | | (14)(15) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 11.6 | 11..5 | 11.1 | 10.7 |
| | | | | | W | (14)(16) | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 8.9 | 8.4 | 8.1 | 7.7 |
| | | | | | | (14)(15)(16) | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 9.9 | 9.8 | 9.4 | 9.1 |
| | STS 309 TP | 8A | - | 7 | S | (11)(12) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.2 | 11.8 | 11.3 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.1 |
| | | | | | W | (11)(12)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.4 | 10.0 | 9.6 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 |
| | STS 309S TP | 8A | - | 7 | S | (11)(12) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.2 | 11.8 | 11.3 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.1 |
| | | | | | W | (11)(12)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.4 | 10.0 | 9.6 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16) | - | 11.2. | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 |
| | STS 310 TP | 8A | - | 7 | S | (11)(12)(17) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.2 | 11.8 | 11.3 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(17) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 12.9 | 12.6 | 12.4 |
| | | | | | | (11)(12)(18) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.2 | 11.8 | 11.3 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(18) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 12.9 | 12.6 | 12.4 |
| | | | | | W | (11)(12)(16)(17) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.4 | 10.0 | 9.6 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16)(17) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.7 | 10.5 |
| | | | | | | (11)(12)(16)(18) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.4 | 10.0 | 9.6 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16)(18) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.7 | 10.5 |
| | STS 310S TP | 8A | - | 7 | S | (11)(12)(17) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.2 | 11.8 | 11.3 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(17) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 12.9 | 12.6 | 12.4 |
| | | | | | | (11)(12)(18) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.2 | 11.8 | 11.3 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(18) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 12.9 | 12.6 | 12.4 |
| | | | | | W | (11)(12)(16)(17) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.4 | 10.0 | 9.6 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16)(17) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.7 | 10.5 |
| | | | | | | (11)(12)(16)(18) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.4 | 10.0 | 9.6 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16)(18) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.7 | 10.5 |
| | STS 316 TP | 8A | - | 7 | S | (11)(12)(13)(14) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.3 | 11.6 | 10.9 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.1 | 12.9 |
| | | | | | W | (11)(12)(13)(14)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.5 | 9.9 | 9.3 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 11.0 |
| | STS 316 H TP | 8A | - | 7 | S | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.3 | 11.6 | 10.9 |
| | | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.1 | 12.9 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 9.5 | 9.1 | 8.9 | 8.6 | 8.4 | 8.2 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.6 | 7.5 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 6.8 | 6.5 | 6.1 | 5.3 | 4.2 | 3.4 | 2.7 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | STS 304 |
| 11.5 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | 9.4 | 8.1 | 6.5 | 5.3 | 4.2 | 3.4 | 2.7 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | TP |
| 8.1 | 7.7 | 7.6 | 7.3 | 7.1 | 7.0 | 6.8 | 6.7 | 6.6 | 6.5 | 6.4 | 6.2 | 6.1 | 6.0 | 6.0 | 5.8 | 5.5 | 5.2 | 4.5 | 3.6 | 2.9 | 2.3 | 1.9 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | |
| 9.8 | 9.7 | 9.6 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.4 | 9.4 | 9.1 | 8.9 | 8.8 | 8.7 | 8.5 | 8.0 | 6.9 | 5.5 | 4.5 | 3.6 | 2.9 | 2.3 | 1.9 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | |
| 9.5 | 9.1 | 8.9 | 8.6 | 8.3 | 8.2 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.6 | 7.5 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 6.8 | 6.5 | 6.1 | 5.3 | 4.2 | 3.4 | 2.7 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | STS 304H |
| 11.5 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | 9.4 | 8.1 | 6.5 | 5.3 | 4.2 | 3.4 | 2.7 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | TP |
| 8.6 | 8.3 | 8.0 | 7.8 | 7.5 | 7.4 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.8 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STS 304 L |
| 10.6 | 10.4 | 10.3 | 10.2 | 10.0 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.5 | 9.3 | 9.2 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | TP |
| 7.4 | 7.1 | 6.8 | 6.6 | 6.4 | 6.3 | 6.1 | 6.0 | 6.0 | 5.9 | 5.8 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 9.0 | 8.8 | 8.8 | 8.7 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.2 | 8.1 | 7.9 | 7.8 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 11.0 | 10.7 | 10.4 | 10.0 | 9.9 | 9.8 | 9.7 | 9.6 | 9.5 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 8.8 | 8.7 | 8.0 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | STS 309 |
| 13.0 | 12.9 | 12.8 | 12.6 | 12.5 | 12.4 | 12.3 | 12.1 | 12.0 | 11.8 | 11.6 | 11.4 | 11.1 | 10.7 | 10.1 | 8.6 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | TP |
| 9.4 | 9.1 | 8.8 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.7 | 7.5 | 7.4 | 6.8 | 5.6 | 4.3 | 3.1 | 2.4 | 1.9 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | |
| 11.0 | 11.0 | 10.9 | 10.7 | 10.6 | 10.5 | 10.5 | 10.3 | 10.2 | 10.0 | 9.9 | 9.7 | 9.4 | 9.1 | 8.6 | 7.3 | 5.6 | 4.3 | 3.1 | 2.4 | 1.9 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | |
| 11.0 | 10.7 | 10.4 | 10.0 | 9.9 | 9.8 | 9.7 | 9.6 | 9.5 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 8.8 | 8.4 | 8.0 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | STS 309S |
| 13.0 | 12.9 | 12.8 | 12.6 | 12.5 | 12.4 | 12.3 | 12.1 | 12.0 | 11.8 | 11.6 | 11.4 | 11.1 | 10.7 | 10.1 | 8.6 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | TP |
| 9.4 | 9.1 | 8.8 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.7 | 7.5 | 7.4 | 6.8 | 5.6 | 4.3 | 3.1 | 2.4 | 1.9 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | |
| 11.0 | 11.0 | 10.9 | 10.7 | 10.6 | 10.5 | 10.5 | 10.3 | 10.2 | 10.0 | 9.9 | 9.7 | 9.4 | 9.1 | 8.6 | 7.3 | 5.6 | 4.3 | 3.1 | 2.4 | 1.9 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | |
| 11.0 | 10.7 | 10.4 | 10.2 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.5 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 8.8 | 8.7 | 8.6 | 8.0 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | STS 310 |
| 12.3 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 12.0 | 11.8 | 11.5 | 11.3 | 10.4 | 8.6 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | TP |
| 11.0 | 10.7 | 14.4 | 10.2 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.5 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 8.8 | 8.7 | 7.7 | 6.1 | 4.5 | 3.3 | 2.4 | 1.7 | 1.1 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| 12.3 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 12.0 | 11.8 | 11.5 | 9.8 | 8.2 | 6.5 | 4.5 | 3.3 | 2.4 | 1.7 | 1.1 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| 9.4 | 9.1 | 8.8 | 8.7 | 8.4 | 8.3 | 8.2 | 8.1 | 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.7 | 7.5 | 7.4 | 7.3 | 6.8 | 5.6 | 4.3 | 3.1 | 2.4 | 1.9 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | |
| 10.5 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 9.6 | 8.8 | 7.3 | 5.6 | 4.3 | 3.1 | 2.4 | 1.9 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | |
| 9.4 | 9.1 | 8.8 | 8.7 | 8.4 | 8.3 | 8.2 | 8.1 | 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.7 | 7.5 | 7.4 | 6.5 | 5.2 | 3.8 | 2.8 | 2.0 | 1.7 | 0.9 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| 10.5 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 8.3 | 7.0 | 5.5 | 3.8 | 2.8 | 2.0 | 1.7 | 0.9 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| 11.0 | 10.7 | 10.4 | 10.2 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.5 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 8.8 | 8.7 | 8.6 | 8.0 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | STS 310 S |
| 12.3 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 12.0 | 11.8 | 11.5 | 11.3 | 10.4 | 8.6 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | TP |
| 11.0 | 10.7 | 14.4 | 10.2 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.5 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 8.8 | 8.7 | 7.7 | 6.1 | 4.5 | 3.3 | 2.4 | 1.7 | 1.1 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| 12.3 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 12.0 | 11.8 | 11.5 | 9.8 | 8.2 | 6.5 | 4.5 | 3.3 | 2.4 | 1.7 | 1.1 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| 9.4 | 9.1 | 8.8 | 8.7 | 8.4 | 8.3 | 8.2 | 8.1 | 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.7 | 7.5 | 7.4 | 7.3 | 6.8 | 5.6 | 4.3 | 3.1 | 2.4 | 1.9 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | |
| 10.5 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 9.6 | 8.8 | 7.3 | 5.6 | 4.3 | 3.1 | 2.4 | 1.9 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | |
| 9.4 | 9.1 | 8.8 | 8.7 | 8.4 | 8.3 | 8.2 | 8.1 | 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.7 | 7.5 | 7.4 | 6.5 | 5.2 | 3.8 | 2.8 | 2.0 | 1.7 | 0.9 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| 10.5 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 8.3 | 7.0 | 5.5 | 3.8 | 2.8 | 2.0 | 1.7 | 0.9 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| 10.5 | 10.1 | 9.8 | 9.5 | 9.2 | 9.0 | 8.8 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 8.0 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.5 | 6.7 | 5.1 | 3.9 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | STS 316 |
| 12.8 | 12.7 | 12.7 | 12.7 | 12.4 | 12.1 | 11.9 | 11.7 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.0 | 8.3 | 6.7 | 5.1 | 3.9 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | TP |
| 8.9 | 8.6 | 8.3 | 8.1 | 7.8 | 7.7 | 7.5 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 7.0 | 6.9 | 6.8 | 6.8 | 6.7 | 6.6 | 6.4 | 5.7 | 4.3 | 3.3 | 2.6 | 2.0 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | |
| 10.9 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.5 | 10.3 | 10.1 | 9.9 | 9.7 | 9.6 | 9.5 | 9.4 | 9.4 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 8.5 | 7.1 | 5.7 | 4.3 | 3.3 | 2.6 | 2.0 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | |
| 10.5 | 10.1 | 9.8 | 9.5 | 9.2 | 9.0 | 8.8 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 8.0 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.5 | 6.7 | 5.1 | 3.9 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | STS 316 H |
| 12.8 | 12.7 | 12.7 | 12.7 | 12.4 | 12.1 | 11.9 | 11.7 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.0 | 8.3 | 6.7 | 5.1 | 3.9 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | TP |

# <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(강 관)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3576 배관용 스테인리스 강관 | STS. 316 L TP | 8A | - | 9 | S | (14) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 10.5 | 9.8 | 9.4 | 8.9 |
| | | | | | | (14)(15) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 11.7 | 11.7 | 11.5 | 11.2 |
| | | | | | W | (14)(15) | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 8.9 | 8.3 | 8.0 | 7.6 |
| | | | | | | (14)(15)(16) | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 9.9 | 9.9 | 9.8 | 9.5 |
| | STS 317 TP | 8A | - | - | S | (11)(12) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.3 | 11.6 | 10.9 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.1 | 12.9 |
| | | | | | W | (11)(12)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.5 | 9.9 | 9.3 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 11.0 |
| | STS 317L TP | 8A | - | 9 | S | - | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 10.5 | 9.8 | 9.4 | 8.9 |
| | | | | | | (16) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 11.7 | 11.7 | 11.5 | 11.2 |
| | | | | | W | (16) | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 8.9 | 8.3 | 8.0 | 7.6 |
| | | | | | | (15)(16) | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 9.9 | 9.9 | 9.8 | 9.5 |
| | STS 321 TP | 8A | - | 7 | S | (11)(12) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.0 | 11.6 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.1 | 11.7 |
| | | | | | W | (11)(12)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.5 | 10.2 | 9.8 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.6 | 10.3 | 10.0 |
| | STS 321 H TP | 8A | - | 7 | S | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.0 | 11.6 |
| | | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.1 | 11.7 |
| | STS 347 TP | 8A | - | 7 | S | (11)(12) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.8 | 12.4 | 12.0 | 11.5 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.8 | 12.4 | 12.0 | 11.5 |
| | | | | | W | (11)(12)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.9 | 10.6 | 10.2 | 9.8 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.9 | 10.6 | 10.2 | 9.8 |
| | STS 347 H TP | 8A | - | 7 | S | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.8 | 12.4 | 12.0 | 11.5 |
| | | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.8 | 12.4 | 12.0 | 11.5 |
| | STS 329 J1 TP | 8B | - | 7 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 14.5 | 14.3 | 14.0 |
| | | | | | W | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.8 | 12.8 | 12.8 | 12.8 | 12.3 | 12.1 | 11.9 |
| | STS 329 J2 LTP | 8B | - | 7 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.7 | 15.5 | 15.2 |
| | | | | | W | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.4 | 13.4 | 13.4 | 13.4 | 13.3 | 13.2 | 12.9 |
| KS D 3569 저온배관용 탄소 강관 | SPLT 390 | 1 | 1 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | | | | | E | - | - | - | - | - | - | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 |
| | SPLT 460 | 9B | - | - | S | - | - | - | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 |
| | SPLT 700 | 11A | - | - | S | - | - | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 |
| KSD 3563 보일러 및 열교환기용 탄소 강관 | STBH235 | 1 | 1 | 1 | S | (1)(3)(41) | - | - | - | - | - | - | - | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 |
| | | | | | E | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 |
| | STBH275 | 1 | 1 | 2 | S | (1)(3)(41) | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | | | E | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 |
| | STBH355 | 1 | 2 | 3 | S | (41) | - | - | - | - | - | - | - | 13.0 | 13.0 | 13.0 | 13.0 | 13.0 | 13.0 | 13.0 |
| | | | | | E | - | - | - | - | - | - | - | - | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 |
| KS D 3572 보일러·열교환기용 합금 강관 | STHA 12 | 3 | 1 | 2 | S | (2)(3)(41) | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | | | | | E | (2)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 |
| | STHA 13 | 3 | 1 | 2 | S | (2)(3)(41) | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | | | E | (2)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 |
| | STHA 20 | 3 | 1 | 2 | S | (3)(41) | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | | | E | (3) | - | - | - | - | - | - | - | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 |
| | STHA 22 | 4 | 1 | 2 | S | (41) | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | | | E | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 |
| | STHA 23 | 4 | 1 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 0.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | STHA 24 | 5 | 1 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | STHA 25 | 5 | 2 | 2 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | STHA 26 | 5 | 2 | 2 | S | - | - | | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| KS D 3577 보일러·열교환기용 스테인리스 강관 | STS 304 TB | 8A | - | 6 | S | (11)(12)(13)(14) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 11.8 | 10.9 | 10.4 | 9.7 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.0 | 11.7 |
| | | | | | W | (11)(12)(13)(14)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.0 | 9.3 | 8.8 | 8.4 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.5 | 10.2 | 9.9 |
| | STS 304 H TB | 8A | - | 6 | S | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 11.8 | 10.9 | 10.4 | 9.9 |
| | | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.0 | 11.7 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 8.6 | 8.3 | 8.0 | 7.8 | 7.6 | 7.4 | 7.3 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.8 | 6.6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STS 316 L |
| 11.1 | 11.0 | 10.8 | 10.5 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 9.7 | 9.5 | 9.3 | 9.1 | 9.0 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | TP |
| 7.3 | 7.1 | 6.8 | 6.6 | 6.5 | 6.3 | 6.2 | 6.0 | 6.0 | 5.9 | 5.8 | 5.6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 9.4 | 9.4 | 9.2 | 8.9 | 8.7 | 8.5 | 8.3 | 8.2 | 8.1 | 7.9 | 7.7 | 7.7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 10.5 | 10.1 | 9.8 | 9.5 | 9.2 | 9.0 | 8.8 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 8.0 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.5 | 6.7 | 5.1 | 3.9 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | STS 317 |
| 12.8 | 12.7 | 12.7 | 12.7 | 12.4 | 12.1 | 11.9 | 11.7 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.0 | 8.3 | 6.7 | 5.1 | 3.9 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | TP |
| 8.9 | 8.6 | 8.3 | 8.1 | 7.8 | 7.7 | 7.5 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 7.0 | 6.9 | 6.8 | 6.8 | 6.7 | 6.6 | 6.4 | 5.7 | 4.3 | 3.3 | 2.6 | 2.0 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | |
| 10.9 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.5 | 10.3 | 10.1 | 9.9 | 9.7 | 9.6 | 9.5 | 9.4 | 9.4 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 8.5 | 7.1 | 5.7 | 4.3 | 3.3 | 2.6 | 2.0 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | |
| 8.6 | 8.3 | 8.0 | 7.8 | 7.6 | 7.4 | 7.3 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.8 | 6.6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STS 317L |
| 11.1 | 11.0 | 10.8 | 10.5 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 9.7 | 9.5 | 9.3 | 9.1 | 9.0 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | TP |
| 7.3 | 7.1 | 6.8 | 6.6 | 6.5 | 6.3 | 6.2 | 6.0 | 6.0 | 5.9 | 5.8 | 5.6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 9.4 | 9.4 | 9.2 | 8.9 | 8.7 | 8.5 | 8.3 | 8.2 | 8.1 | 7.9 | 7.7 | 7.7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 11.2 | 10.8 | 10.5 | 10.2 | 9.9 | 9.6 | 9.4 | 9.3 | 9.0 | 8.9 | 8.8 | 8.7 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 7.7 | 6.1 | 4.5 | 3.4 | 2.5 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | STS 321 |
| 11.6 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 10.5 | 8.4 | 6.1 | 4.5 | 3.4 | 2.5 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | TP |
| 9.5 | 9.2 | 8.9 | 8.6 | 8.4 | 8.2 | 8.0 | 7.9 | 7.7 | 7.6 | 7.5 | 7.4 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | 6.6 | 5.2 | 3.8 | 2.9 | 2.1 | 1.6 | 1.1 | 0.7 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | |
| 9.9 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 8.9 | 7.2 | 5.2 | 3.8 | 2.9 | 2.1 | 1.6 | 1.1 | 0.7 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | |
| 11.2 | 10.8 | 10.5 | 10.2 | 9.9 | 9.6 | 9.4 | 9.3 | 9.0 | 8.9 | 8.8 | 8.7 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 8.3 | 7.6 | 6.0 | 4.7 | 3.8 | 2.9 | 2.3 | 1.9 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | STS 321 H |
| 11.6 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.3 | 10.1 | 7.9 | 6.0 | 4.7 | 3.8 | 2.9 | 2.3 | 1.9 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | TP |
| 11.2 | 10.9 | 10.8 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | 9.9 | 9.7 | 9.6 | 9.6 | 9.5 | 9.5 | 9.4 | 9.4 | 9.0 | 7.8 | 5.9 | 4.1 | 3.1 | 2.4 | 1.7 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | STS 347 |
| 11.2 | 10.9 | 10.8 | 10.6 | 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.2 | 9.4 | 7.8 | 5.9 | 4.1 | 3.1 | 2.4 | 1.7 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | TP |
| 9.5 | 9.3 | 9.2 | 9.0 | 8.9 | 8.7 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.0 | 8.0 | 7.7 | 6.6 | 5.0 | 3.5 | 2.6 | 2.0 | 1.4 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | |
| 9.5 | 9.3 | 9.2 | 9.0 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.7 | 8.7 | 8.0 | 6.6 | 5.0 | 3.5 | 2.6 | 2.0 | 1.4 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | |
| 11.2 | 10.9 | 10.8 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | 9.9 | 9.7 | 9.6 | 9.6 | 9.5 | 9.5 | 9.4 | 9.4 | 9.4 | 9.3 | 8.8 | 7.1 | 5.5 | 4.2 | 3.2 | 2.5 | 1.9 | 1.5 | 1.1 | STS 347 H |
| 11.2 | 10.9 | 10.8 | 10.6 | 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.2 | 10.2 | 9.8 | 9.0 | 7.1 | 5.5 | 4.2 | 3.2 | 2.5 | 1.9 | 1.5 | 1.1 | TP |
| 13.8 | 13.5 | 13.4 | 13.3 | 13.2 | 13.0 | 12.9 | 12.9 | 12.8 | 12.8 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STS 329 J1 |
| 11.7 | 11.5 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.1 | 10.9 | 10.6 | 10.4 | 10.1 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | TP |
| 15.1 | 14.9 | 14.9 | 14.9 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STS 329 J2 |
| 12.8 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | LTP |
| 9.8 | 9.8 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | SPLT 390 |
| 8.3 | 8.3 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 11.5 | 11.5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | SPLT 460 |
| 17.5 | 17.5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | SPLT 700 |
| 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.4 | 7.7 | 6.7 | 5.4 | 5.0 | 3.7 | 24. | 1.8 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STBH 235 |
| 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.1 | 6.5 | 5.7 | 4.6 | 4.3 | 3.1 | 2.0 | 1.5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 9.9 | 9.0 | 7.7 | 5.8 | 5.0 | 3.7 | 2.4 | 1.8 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STBH 275 |
| 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.4 | 7.6 | 6.5 | 4.9 | 4.3 | 3.1 | 2.0 | 1.5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 13.0 | 13.0 | 13.0 | 13.0 | 13.0 | 13.0 | 13.0 | 13.0 | 13.0 | 11.7 | 10.0 | 7.0 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STBH 355 |
| 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 9.9 | 8.5 | 6.0 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.6 | 9.3 | 8.9 | 6.9 | 4.5 | 3.4 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STHA 12 |
| 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.2 | 7.9 | 7.6 | 5.9 | 3.8 | 2.9 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 9.7 | 9.0 | 7.0 | 4.5 | 3.4 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | | STHA 13 |
| 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.7 | 8.2 | 7.7 | 6.0 | 3.8 | 2.9 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.1 | 9.7 | 9.0 | 7.7 | 5.6 | 4.4 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STHA 20 |
| 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.6 | 8.2 | 7.7 | 6.5 | 4.8 | 3.7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.3 | 10.0 | 9.4 | 8.3 | 6.4 | 3.8 | 2.6 | 1.7 | 1.0 | 0.7 | – | – | – | – | – | – | STHA 22 |
| 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.8 | 8.5 | 8.0 | 7.1 | 5.4 | 3.2 | 2.2 | 1.4 | 0.9 | 0.6 | – | – | – | – | – | – | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 9.4 | 8.3 | 6.4 | 4.1 | 2.6 | 2.0 | 1.6 | 0.8 | – | – | – | – | – | – | STHA 23 |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 9.4 | 8.3 | 6.5 | 4.9 | 3.7 | 2.8 | 2.0 | 1.1 | – | – | – | – | – | – | STHA 24 |
| 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.3 | 10.1 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.4 | 9.2 | 9.0 | 8.5 | 7.6 | 6.0 | 4.6 | 3.5 | 2.6 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | – | – | – | – | – | – | STHA 25 |
| 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.3 | 10.1 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.4 | 9.2 | 9.0 | 8.8 | 8.5 | 7.9 | 6.7 | 5.0 | 3.3 | 2.1 | 1.5 | 1.0 | – | – | – | – | – | – | STHA 26 |
| 9.5 | 9.1 | 8.9 | 8.6 | 8.4 | 8.2 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.6 | 7.5 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 6.8 | 6.5 | 6.1 | 5.3 | 4.2 | 3.4 | 2.7 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | STS 304 TB |
| 11.5 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | 9.4 | 8.1 | 6.5 | 5.3 | 4.2 | 3.4 | 2.7 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | |
| 8.1 | 7.7 | 7.6 | 7.3 | 7.1 | 7.0 | 6.8 | 6.7 | 6.6 | 6.5 | 6.4 | 6.2 | 6.1 | 6.0 | 6.0 | 5.0 | 5.5 | 5.2 | 4.5 | 3.6 | 2.9 | 2.3 | 1.9 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | |
| 9.8 | 9.7 | 9.6 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.4 | 9.4 | 9.1 | 8.9 | 8.8 | 8.7 | 8.5 | 8.0 | 6.9 | 5.5 | 4.5 | 3.6 | 2.9 | 2.3 | 1.9 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | |
| 9.5 | 9.1 | 8.9 | 8.6 | 8.4 | 8.2 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.6 | 7.5 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 6.8 | 6.5 | 6.1 | 5.3 | 4.2 | 3.4 | 2.7 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | STS 304 H |
| 11.5 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | 9.4 | 8.1 | 6.5 | 5.3 | 4.2 | 3.4 | 2.7 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | TB |

# <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(강 관)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3577 보일러·열교환기용 스테인리스 강관 | STS 304 L TB | 8A | - | 8 | S | (14) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 10.5 | 9.9 | 9.5 | 9.0 |
| | | | | | | (14)(15) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 11.6 | 11.5 | 11.1 | 10.7 |
| | | | | | W | (14)(16) | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 8.9 | 8.4 | 8.1 | 7.7 |
| | | | | | | (14)(15)(16) | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 9.9 | 9.8 | 9.4 | 9.1 |
| | STS 309 TB | 8A | - | 7 | S | (11)(12) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.9 | 12.2 | 11.8 | 11.3 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.1 |
| | | | | | W | (11)(12)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.4 | 10.0 | 9.6 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 |
| | STS 309 S TB | 8A | - | 7 | S | (11)(12) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.2 | 11.8 | 11.3 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.1 |
| | | | | | W | (11)(12)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.4 | 10.0 | 9.6 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 |
| | STS 310 TB | 8A | - | 7 | S | (11)(12)(17) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.2 | 11.8 | 11.3 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(17) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 12.9 | 12.6 | 12.4 |
| | | | | | | (11)(12)(18) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.2 | 11.8 | 11.3 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(18) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 12.9 | 12.6 | 12.4 |
| | | | | | W | (11)(12)(16)(17) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.4 | 10.0 | 9.6 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16)(17) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.7 | 10.5 |
| | | | | | | (11)(12)(16)(18) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.4 | 10.0 | 9.6 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16)(18) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.7 | 10.5 |
| | STS 310 S TB | 8A | - | 7 | S | (11)(12)(17) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.2 | 11.8 | 11.3 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(17) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 12.9 | 12.6 | 12.4 |
| | | | | | | (11)(12)(18) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.2 | 11.8 | 11.3 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(18) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 12.9 | 12.6 | 12.4 |
| | | | | | W | (11)(12)(16)(17) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.4 | 10.0 | 9.6 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16)(17) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.7 | 10.5 |
| | | | | | | (11)(12)(16)(18) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.4 | 10.0 | 9.6 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16)(18) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.7 | 10.5 |
| | STS 316 TB | 8A | - | 7 | S | (11)(12)(13)(14) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.5 | 11.6 | 10.9 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.1 | 12.9 |
| | | | | | W | (11)(12)(13)(14)(15) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.5 | 9.9 | 9.3 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 11.0 |
| | STS 316 H TB | 8A | - | 7 | S | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.5 | 11.6 | 10.9 |
| | | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.1 | 12.9 |
| | STS 316 L TB | 8A | - | 9 | S | (14) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 10.5 | 9.8 | 9.4 | 8.9 |
| | | | | | | (14)(15) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 11.7 | 11.7 | 11.5 | 11.2 |
| | | | | | W | (14)(15) | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 8.9 | 8.3 | 8.0 | 7.6 |
| | | | | | | (14)(15)(16) | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 9.9 | 9.9 | 9.8 | 9.5 |
| | STS 317 TB | 8A | - | - | S | (11)(12) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.3 | 11.6 | 10.9 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.1 | 12.9 |
| | | | | | W | (11)(12)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.5 | 9.9 | 9.3 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 11.0 |
| | STS 317 L TB | 8A | - | 9 | S | - | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 10.5 | 9.8 | 9.4 | 8.9 |
| | | | | | | (16) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 11.7 | 11.7 | 11.5 | 11.2 |
| | | | | | W | (16) | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 8.9 | 8.3 | 8.0 | 7.6 |
| | | | | | | (15)(16) | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 9.9 | 9.9 | 9.8 | 9.5 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 8.6 | 8.3 | 8.0 | 7.8 | 7.5 | 7.4 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.8 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STS 304 |
| 10.6 | 10.4 | 10.3 | 10.2 | 10.0 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.5 | 9.3 | 9.2 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | LTB |
| 7.4 | 7.1 | 6.8 | 6.6 | 6.4 | 6.3 | 6.1 | 6.0 | 6.0 | 5.9 | 5.8 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 9.0 | 8.8 | 8.8 | 8.7 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.2 | 8.1 | 7.9 | 7.8 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 11.0 | 10.7 | 10.4 | 10.0 | 9.9 | 9.8 | 9.7 | 9.6 | 9.5 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 8.8 | 8.7 | 8.0 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | STS 309 |
| 13.0 | 12.9 | 12.8 | 12.6 | 12.5 | 12.4 | 12.3 | 12.1 | 12.0 | 11.8 | 11.6 | 11.4 | 11.1 | 10.7 | 10.1 | 8.6 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | TB |
| 9.4 | 9.1 | 8.8 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.7 | 7.5 | 7.4 | 6.8 | 5.6 | 4.3 | 3.1 | 2.4 | 1.9 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | |
| 11.0 | 11.0 | 10.9 | 10.7 | 10.6 | 10.5 | 10.5 | 10.3 | 10.2 | 10.0 | 9.9 | 9.7 | 9.4 | 9.1 | 8.6 | 7.3 | 5.6 | 4.3 | 3.1 | 2.4 | 1.9 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | |
| 11.0 | 10.7 | 10.4 | 10.0 | 9.9 | 9.8 | 9.7 | 9.6 | 9.5 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 8.8 | 8.7 | 8.0 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | STS 309 |
| 13.0 | 12.9 | 12.8 | 12.6 | 12.5 | 12.4 | 12.3 | 12.1 | 12.0 | 11.8 | 11.6 | 11.4 | 11.1 | 10.7 | 10.1 | 8.6 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | STB |
| 9.4 | 9.1 | 8.8 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.7 | 7.5 | 7.4 | 6.8 | 5.6 | 4.3 | 3.1 | 2.4 | 1.9 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | |
| 11.0 | 11.0 | 10.9 | 10.7 | 10.6 | 10.5 | 10.5 | 10.3 | 10.2 | 10.0 | 9.9 | 9.7 | 9.4 | 9.1 | 8.6 | 7.3 | 5.6 | 4.3 | 3.1 | 2.4 | 1.9 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | |
| 11.0 | 10.7 | 10.4 | 10.2 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.5 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 8.8 | 8.7 | 8.6 | 8.0 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | STS 310 |
| 12.3 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 12.0 | 11.8 | 11.5 | 11.3 | 10.4 | 8.6 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | TB |
| 11.0 | 10.7 | 10.4 | 10.2 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.5 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 8.8 | 8.7 | 7.7 | 6.1 | 4.5 | 3.3 | 2.4 | 1.7 | 1.1 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| 12.3 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 12.0 | 11.8 | 11.5 | 9.8 | 8.2 | 6.5 | 4.5 | 3.3 | 2.4 | 1.7 | 1.1 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| 9.4 | 9.1 | 8.8 | 8.7 | 8.4 | 8.3 | 8.2 | 8.1 | 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.7 | 7.5 | 7.4 | 7.3 | 6.8 | 5.6 | 4.3 | 3.1 | 2.4 | 1.9 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | |
| 10.5 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 9.6 | 8.8 | 7.3 | 5.6 | 4.3 | 3.1 | 2.4 | 1.9 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | |
| 9.4 | 9.1 | 8.8 | 8.7 | 8.4 | 8.3 | 8.2 | 8.1 | 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.7 | 7.5 | 7.4 | 6.5 | 5.2 | 3.8 | 2.8 | 2.0 | 1.4 | 0.9 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| 10.5 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 8.3 | 7.0 | 5.5 | 3.8 | 2.8 | 2.0 | 1.4 | 0.9 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| 11.0 | 10.7 | 10.4 | 10.2 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.5 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 8.8 | 8.7 | 8.6 | 8.0 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | STS 310 |
| 12.3 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 12.0 | 11.8 | 11.5 | 11.3 | 10.4 | 8.6 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | STB |
| 11.0 | 10.7 | 10.4 | 10.2 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.5 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 8.8 | 8.7 | 7.7 | 6.1 | 4.5 | 3.3 | 2.4 | 1.7 | 1.1 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| 12.3 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 12.0 | 11.8 | 11.5 | 9.8 | 8.2 | 6.5 | 4.5 | 3.3 | 2.4 | 1.7 | 1.1 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| 9.4 | 9.1 | 8.8 | 8.7 | 8.4 | 8.3 | 8.2 | 8.1 | 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.7 | 7.5 | 7.4 | 7.3 | 6.8 | 5.6 | 4.3 | 3.1 | 2.4 | 1.9 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | |
| 10.5 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 9.6 | 8.8 | 7.3 | 5.6 | 4.3 | 3.1 | 2.4 | 1.9 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | |
| 9.4 | 9.1 | 8.8 | 8.7 | 8.4 | 8.3 | 8.2 | 8.1 | 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.7 | 7.5 | 7.4 | 6.5 | 5.2 | 3.8 | 2.8 | 2.0 | 1.4 | 0.9 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| 10.5 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 8.3 | 7.0 | 5.5 | 3.8 | 2.8 | 2.0 | 1.4 | 0.9 | 0.5 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| 10.5 | 10.1 | 9.8 | 9.5 | 9.2 | 9.0 | 8.8 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 8.0 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.5 | 6.7 | 5.1 | 3.9 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | STS 316 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TB |
| 12.8 | 12.7 | 12.7 | 12.7 | 12.4 | 12.1 | 11.9 | 11.7 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.0 | 8.3 | 6.7 | 5.1 | 3.9 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | |
| 8.9 | 8.6 | 8.3 | 8.1 | 7.8 | 7.7 | 7.5 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 7.0 | 6.9 | 6.8 | 6.8 | 6.7 | 6.6 | 6.4 | 5.7 | 4.3 | 3.3 | 2.6 | 2.0 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | |
| 10.9 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.5 | 10.3 | 10.1 | 9.9 | 9.7 | 9.6 | 9.5 | 9.4 | 9.4 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 8.5 | 7.1 | 5.7 | 4.3 | 3.3 | 2.6 | 2.0 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | |
| 10.5 | 10.1 | 9.8 | 9.5 | 9.2 | 9.0 | 8.8 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 8.0 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.5 | 6.7 | 5.1 | 3.9 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | STS 316 |
| 12.8 | 12.7 | 12.7 | 12.7 | 12.4 | 12.1 | 11.9 | 11.7 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.0 | 8.3 | 6.7 | 5.1 | 3.9 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | HTB |
| 8.6 | 8.3 | 8.0 | 7.8 | 7.6 | 7.4 | 7.3 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.8 | 6.6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STS316L |
| 11.1 | 11.0 | 10.8 | 10.5 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 9.7 | 9.5 | 9.3 | 9.1 | 9.0 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | TB |
| 7.3 | 7.1 | 6.8 | 6.6 | 6.5 | 6.3 | 6.2 | 6.0 | 6.0 | 5.9 | 5.8 | 5.6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 9.4 | 9.4 | 9.2 | 8.9 | 8.7 | 8.5 | 8.3 | 8.2 | 8.1 | 7.9 | 7.7 | 7.7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 10.5 | 10.1 | 9.8 | 9.5 | 9.2 | 9.0 | 8.8 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 8.0 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.5 | 6.7 | 5.1 | 3.9 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | STS 317 |
| 12.8 | 12.7 | 12.7 | 12.7 | 12.4 | 12.1 | 11.9 | 11.7 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.0 | 8.3 | 6.7 | 5.1 | 3.9 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | TB |
| 8.9 | 8.6 | 8.3 | 8.1 | 7.8 | 7.7 | 7.5 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 7.0 | 6.9 | 6.8 | 6.8 | 6.7 | 6.6 | 6.4 | 5.7 | 4.3 | 3.3 | 2.6 | 2.0 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | |
| 10.9 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.5 | 10.3 | 10.1 | 9.9 | 9.7 | 9.6 | 9.5 | 9.4 | 9.4 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 8.5 | 7.1 | 5.7 | 4.3 | 3.3 | 2.6 | 2.0 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | |
| 8.6 | 8.3 | 8.0 | 7.8 | 7.6 | 7.4 | 7.3 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.8 | 6.6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STS 317 |
| 11.1 | 11.0 | 10.8 | 10.5 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 9.7 | 9.5 | 9.3 | 9.1 | 9.0 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | LTB |
| 7.3 | 7.1 | 6.8 | 6.6 | 6.5 | 6.3 | 6.2 | 6.0 | 6.0 | 5.9 | 5.8 | 5.6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 9.4 | 9.4 | 9.2 | 8.9 | 8.7 | 8.5 | 8.3 | 8.2 | 8.1 | 7.9 | 7.7 | 7.7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |

## <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(강 관)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3577 보일러・열교환기용 스테인리스 강관 | STS 321 TB | 8A | - | 7 | S | (11)(12) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.0 | 11.6 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.1 | 11.7 |
| | | | | | W | (11)(12)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.5 | 10.2 | 9.8 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.8 | 10.6 | 10.3 | 10.0 |
| | STS 321 H TB | 8A | - | 7 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.0 | 11.6 |
| | | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.1 | 11.7 |
| | STS 347 TB | 8A | - | 7 | S | (11)(12) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.8 | 12.4 | 12.0 | 11.5 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.8 | 12.4 | 12.0 | 11.5 |
| | | | | | W | (11)(12)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.9 | 10.6 | 10.2 | 9.8 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(16) | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.9 | 10.6 | 10.2 | 9.8 |
| | STS 347 H TB | 8A | - | 7 | S | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.8 | 12.4 | 12.0 | 11.5 |
| | | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.8 | 12.4 | 12.0 | 11.5 |
| | STS 329J1 TB | 8B | - | 7 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 14.5 | 14.3 | 14.0 |
| | | | | | W | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.8 | 12.8 | 12.8 | 12.8 | 12.3 | 12.1 | 11.9 |
| | STS 329J2L TB | 8B | - | 7 | S | - | - | - | - | - | - | - | - | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.7 | 15.5 | 15.2 |
| | | | | | W | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.4 | 13.4 | 13.4 | 13.4 | 13.3 | 13.2 | 12.9 |
| | STS 410 TB | 6 | | 2 | S | (39) | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 10.0 | 9.9 | 9.7 |
| | STS 430TB | 7 | | 7 | S | (19)(39) | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 10.0 | 9.9 | 9.7 |
| KOSA0014-D3571-5079 저온 열교환기용 강관 | STLT 390 | 1 | 1 | 2 | S,E | (41) | - | - | - | - | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | | | | | E | - | - | - | - | - | - | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 |
| | STLT 460 | 9B | - | - | S | - | - | - | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 |
| | STLT 700 | 11A | - | - | S | (7) | - | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 |

(강 관)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 |
| KOSA0017-D 3587-5082 가열로용 강관 | STF 410 | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 |
| | STF12 | 3 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.8 | 9.8 |
| | STF24 | 5 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 |
| | STF25 | 5 | 2 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 |
| | STF26 | 5 | 2 | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 |
| | STS 304 TF | 8A | - | 6 | - | (11)(12) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 11.6 | 11.4 |
| | STS 304 HTF | 8A | - | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 11.6 | 11.4 |
| | STS 316 TF | 8A | - | 7 | - | (11)(12) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 11.9 | 11.7 |
| | STS 316 HTF | 8A | - | 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 11.9 | 11.7 |
| | STS 321 | 8A | - | 7 | - | (11)(12) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 11.4 | 11.2 |
| | STS 321 HTF | 8A | - | 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 11.4 | 11.2 |
| | STS 347 TF | 8A | - | 7 | - | (11)(12) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.1 | 13.1 |
| | STS 347 HTF | 8A | - | 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.1 | 13.1 |
| | NCF 800 HTF | 45 | - | 34 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.1 | 13.1 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 11.2 | 10.8 | 10.5 | 10.2 | 9.9 | 9.6 | 9.4 | 9.3 | 9.0 | 8.9 | 8.8 | 8.7 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 7.7 | 6.1 | 4.5 | 3.4 | 2.5 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | STS 321 |
| 11.6 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 10.5 | 8.4 | 6.1 | 4.5 | 3.4 | 2.5 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | TB |
| 9.5 | 9.2 | 8.9 | 8.6 | 8.4 | 8.2 | 8.0 | 7.9 | 7.7 | 7.6 | 7.5 | 7.4 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | 6.6 | 5.2 | 3.8 | 2.9 | 2.1 | 1.6 | 1.1 | 0.8 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | |
| 9.9 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 8.9 | 7.2 | 5.2 | 3.8 | 2.9 | 2.1 | 1.6 | 1.1 | 0.8 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | |
| 11.2 | 10.8 | 10.5 | 10.2 | 9.9 | 9.6 | 9.4 | 9.3 | 9.0 | 8.9 | 8.8 | 8.7 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 8.3 | 7.6 | 6.0 | 4.7 | 3.8 | 2.9 | 2.3 | 1.9 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | STS 321H |
| 11.6 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.1 | 10.1 | 7.9 | 6.0 | 4.7 | 3.8 | 2.9 | 2.3 | 1.9 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | TB |
| 11.2 | 10.9 | 10.8 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | 9.9 | 9.7 | 9.6 | 9.6 | 9.5 | 9.5 | 9.4 | 9.4 | 9.0 | 7.8 | 5.9 | 4.1 | 3.1 | 2.4 | 1.7 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | STS 347 |
| 11.2 | 10.9 | 10.8 | 10.6 | 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.2 | 9.4 | 7.8 | 5.9 | 4.1 | 3.1 | 2.4 | 1.7 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | TB |
| 9.5 | 9.3 | 9.2 | 9.0 | 8.8 | 8.7 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.0 | 8.0 | 7.7 | 6.6 | 5.0 | 3.5 | 2.6 | 2.0 | 1.4 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | |
| 9.5 | 9.3 | 9.2 | 9.0 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.7 | 8.7 | 8.0 | 6.6 | 5.0 | 3.5 | 2.6 | 2.0 | 1.4 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | |
| 11.2 | 10.9 | 10.8 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | 9.9 | 9.7 | 9.6 | 9.6 | 9.5 | 9.5 | 9.4 | 9.4 | 9.4 | 9.3 | 8.8 | 7.1 | 5.5 | 4.2 | 3.2 | 2.5 | 1.9 | 1.5 | 1.1 | STS 347H |
| 11.2 | 10.9 | 10.8 | 10.6 | 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 9.0 | 7.1 | 5.5 | 4.2 | 3.2 | 2.5 | 1.9 | 1.5 | 1.1 | TB |
| 13.8 | 13.5 | 13.4 | 13.3 | 13.2 | 13.0 | 12.9 | 12.9 | 12.8 | 12.8 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STS 321 |
| 11.7 | 11.5 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.1 | 10.9 | 10.6 | 10.4 | 10.1 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | J1TB |
| 15.1 | 14.9 | 14.9 | 14.9 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STS 329 |
| 12.8 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | J2LTB |
| 9.5 | 9.4 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 8.8 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 8.2 | 7.8 | 7.4 | 6.9 | 6.2 | 5.2 | 3.9 | 2.7 | 1.8 | 1.2 | – | – | – | – | – | – | – | STS 410 TB |
| 9.6 | 9.4 | 9.2 | 9.1 | 8.9 | 8.8 | 8.7 | 8.6 | 8.4 | 8.2 | 7.8 | 7.4 | 6.9 | 6.3 | 5.2 | 4.0 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STS 430 TB |
| 9.8 | 9.8 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STLT 390 |
| 8.3 | 8.3 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 11.5 | 11.5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STLT 460 |
| 17.5 | 17.5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STLT 700 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | 815 | 825 | 850 | 875 | 900 | 925 | 950 | 975 | 985 | |
| 10.5 | 10.5 | 9.5 | 7.5 | 5.8 | 4.3 | 3.1 | 2.6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STF 410 |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 8.8 | 5.4 | 3.3 | 2.0 | 1.4 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STF12 |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 9.8 | 7.2 | 5.4 | 4.0 | 3.0 | 2.1 | 1.2– | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STF24 |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 7.6 | 5.7 | 4.3 | 3.2 | 2.4 | 1.8 | 1.3 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STF25 |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.3 | 9.8 | 9.3 | 7.8 | 5.4 | 3.8 | 2.7 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | 0.6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STF26 |
| 11.2 | 11.0 | 10.8 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 9.7 | 8.2 | 6.5 | 5.3 | 4.2 | 3.4 | 2.8 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 1.2 | – | – | – | – | – | – | – | – | STS304 TF |
| 11.2 | 11.0 | 10.8 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 9.7 | 8.2 | 6.5 | 5.3 | 4.2 | 3.4 | 2.8 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 1.2 | – | – | – | – | – | – | – | – | STS 304 HTF |
| 11.5 | 11.3 | 11.2 | 11.0 | 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.6 | 10.5 | 10.4 | 8.5 | 6.5 | 5.0 | 3.8 | 2.9 | 2.2 | 1.7 | 1.3 | 1.1 | – | – | – | – | – | – | – | – | STS 316 TF |
| 11.5 | 11.3 | 11.2 | 11.0 | 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.6 | 10.5 | 10.4 | 8.5 | 6.5 | 5.0 | 3.8 | 2.9 | 2.2 | 1.7 | 1.3 | 1.1 | – | – | – | – | – | – | – | – | STS 316 HTF |
| 11.0 | 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.7 | 10.7 | 10.6 | 10.0 | 7.5 | 5.6 | 4.2 | 3.2 | 2.4 | 1.8 | 1.3 | 1.0 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | – | – | – | – | – | – | – | – | STS 321 |
| 11.0 | 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.7 | 10.7 | 10.7 | 10.6 | 9.4 | 7.4 | 5.8 | 4.6 | 3.7 | 2.9 | 2.3 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | 1.0 | – | – | – | – | – | – | – | – | STS 321 HTF |
| 13.0 | 12.9 | 12.8 | 12.8 | 12.8 | 12.8 | 12.8 | 12.8 | 12.8 | 11.6 | 8.9 | 6.8 | 5.3 | 4.0 | 3.1 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.2 | – | – | – | – | – | – | – | – | STS 347 TF |
| 13.0 | 12.9 | 12.8 | 12.8 | 12.8 | 12.8 | 12.8 | 12.8 | 12.8 | 11.6 | 8.7 | 6.8 | 5.3 | 4.0 | 3.1 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.2 | – | – | – | – | – | – | – | – | STS 347 HTF |
| 13.1 | 13.1 | 13.0 | 12.9 | 12.8 | 12.7 | 12.5 | 12.2 | 11.0 | 8.6 | 6.6 | 6.2 | 5.1 | 4.2 | 3.4 | 2.8 | 2.3 | 1.9 | 1.7 | 1.5 | 1.2 | 1.0 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | NCF 800 HTF |

## <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(강 관)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3588 배관용 용접 대구경 스테인리스 강관 | STS 304 TPY | 8A | - | 6 | W | (11)(12)(13)(14)(40) | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 8.3 | 7.6 | 7.3 | 6.9 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15)(40) | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 8.9 | 8.7 | 8.4 | 8.2 |
| | STS 304 L TPY | 8A | - | 8 | W | (14)(40) | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 7.4 | 6.9 | 6.7 | 6.3 |
| | | | | | | (14)(15)(40) | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.1 | 8.1 | 7.8 | 7.5 |
| | STS 309 S TPY | 8A | - | 7 | W | (11)(12)(40) | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 8.9 | 8.5 | 8.3 | 7.9 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(40) | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 8.2 | 9.2 | 9.2 |
| | STS 310 S TPY | 8A | - | 7 | W | (11)(12)(17)(40) | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 8.9 | 8.5 | 8.3 | 7.9 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(17)(40) | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 8.8 | 8.7 |
| | | | | | | (11)(12)(18)(40) | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 8.9 | 8.5 | 8.3 | 7.9 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(18)(40) | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 8.8 | 8.7 |
| | STS 316 TPY | 8A | - | 7 | W | (11)(12)(13)(14)(40) | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 8.9 | 8.6 | 8.1 | 7.6 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15)(40) | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.0 |
| | STS 316 L TPY | 8A | - | 9 | W | (14)(40) | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 7.4 | 6.9 | 6.6 | 6.2 |
| | | | | | | (14)(15)(40) | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 7.8 |
| | STS 321 TPY | 8A | - | 7 | W | (11)(12)(40) | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 7.6 | 7.3 | 7.0 | 6.8 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(40) | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 8.3 | 8.1 | 7.9 | 7.7 |
| | STS 347 TPY | 8A | | 7 | W | (11)(12)(40) | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.0 | 8.7 | 8.4 | 8.1 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(40) | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.0 | 8.7 | 8.4 | 8.1 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 6.4 | 6.4 | 6.2 | 6.0 | 5.9 | 5.7 | 5.6 | 5.5 | 5.5 | 5.3 | 5.3 | 5.1 | 5.0 | 5.0 | 4.9 | 4.8 | 4.6 | 4.3 | 3.7 | 2.9 | 2.4 | 1.9 | 1.5 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | STS 304 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TPY |
| 8.0 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.7 | 7.5 | 7.4 | 7.3 | 7.1 | 7.0 | 6.6 | 5.7 | 4.6 | 3.7 | 2.9 | 2.4 | 1.9 | 1.5 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | |
| 6.0 | 5.8 | 5.6 | 5.5 | 5.3 | 5.2 | 5.0 | 5.0 | 4.9 | 4.8 | 4.8 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STS 304 L |
| 7.4 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.9 | 6.7 | 6.7 | 6.5 | 6.4 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | TPY |
| 7.7 | 7.5 | 7.3 | 7.0 | 6.9 | 6.9 | 6.8 | 6.7 | 6.7 | 6.5 | 6.4 | 6.4 | 6.3 | 6.2 | 6.1 | 5.6 | 4.6 | 3.5 | 2.6 | 2.0 | 1.5 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.4 | STS 309 S |
| 9.1 | 9.0 | 9.0 | 8.8 | 8.8 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.1 | 8.0 | 7.8 | 7.5 | 7.1 | 6.0 | 4.6 | 3.5 | 2.6 | 2.0 | 1.5 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.4 | TPY |
| 7.7 | 7.5 | 7.3 | 7.1 | 6.9 | 6.9 | 6.7 | 6.7 | 6.5 | 6.4 | 6.4 | 6.3 | 6.2 | 6.1 | 6.0 | 5.6 | 4.6 | 3.5 | 2.6 | 2.0 | 1.5 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.4 | STS 310 S |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | TPY |
| 8.6 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.4 | 8.4 | 8.3 | 8.1 | 7.9 | 7.3 | 6.0 | 4.6 | 3.5 | 2.6 | 2.0 | 1.5 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.4 | |
| 7.7 | 7.5 | 7.3 | 7.1 | 6.9 | 6.9 | 6.7 | 6.7 | 6.5 | 6.4 | 6.4 | 6.3 | 6.2 | 6.1 | 5.4 | 4.3 | 3.2 | 2.3 | 1.7 | 1.2 | 0.8 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | |
| 8.6 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.4 | 8.4 | 8.3 | 8.1 | 6.9 | 5.7 | 4.6 | 3.2 | 2.3 | 1.7 | 1.2 | 0.8 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | |
| 7.3 | 7.1 | 6.9 | 6.7 | 6.4 | 6.3 | 6.2 | 6.0 | 6.0 | 5.9 | 5.8 | 5.7 | 5.7 | 5.6 | 5.6 | 5.5 | 5.5 | 5.3 | 4.7 | 3.6 | 2.7 | 2.1 | 1.7 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | STS 316 |
| 9.0 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.7 | 8.5 | 8.3 | 8.2 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.8 | 7.7 | 7.6 | 7.6 | 7.5 | 7.0 | 5.8 | 4.7 | 3.6 | 2.7 | 2.1 | 1.7 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | TPY |
| 6.0 | 5.8 | 5.6 | 5.5 | 5.3 | 5.2 | 5.1 | 5.0 | 4.9 | 4.8 | 4.8 | 4.6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STS 316 L |
| 7.8 | 7.7 | 7.6 | 7.4 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.8 | 6.7 | 6.5 | 6.4 | 6.3 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | TPY |
| 6.6 | 6.3 | 6.1 | 5.9 | 5.8 | 5.6 | 5.5 | 5.4 | 5.3 | 5.2 | 5.2 | 5.1 | 5.0 | 5.0 | 4.9 | 4.8 | 4.3 | 3.2 | 2.4 | 1.8 | 1.3 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | STS 321 |
| 7.6 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.8 | 6.8 | 6.7 | 5.8 | 4.3 | 3.2 | 2.4 | 1.8 | 1.3 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | TPY |
| 7.9 | 7.7 | 7.5 | 7.4 | 7.3 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.8 | 6.7 | 6.7 | 6.6 | 6.6 | 6.6 | 6.6 | 6.3 | 5.5 | 4.1 | 2.9 | 2.1 | 1.7 | 1.2 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | STS 347 |
| 7.9 | 7.7 | 7.5 | 7.4 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.1 | 7.1 | 6.6 | 5.5 | 4.1 | 2.9 | 2.1 | 1.7 | 1.2 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | TPY |

# <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(구조용 합금강)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3752 | SM10C | 1 | 1 | 1 | - | (20)(49)(50) | - | - | - | - | - | - | - | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| 기계 구조용 | SM12C, | 1 | 1 | 2 | - | (20)(49)(50) | - | - | - | - | - | - | - | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 |
| 탄소 강재 | SM15C | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| | SM17C, | 1 | 1 | 2 | - | (20)(49)(50) | - | - | - | - | - | - | - | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 |
| | SM20C | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 |
| | SM22C, | 1 | 1 | 3 | - | (20)(49)(50) | - | - | - | - | - | - | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 |
| | SM25C | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 |
| | SM28C, | 1 | 1 | 3 | - | (20)(49)(50) | - | - | - | - | - | - | - | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 |
| | SM30C | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 |
| KS D 3867 | SNC 236 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 18.8 | 18.8 | 18.8 | 18.8 | 18.8 | 18.8 | 18.8 | 18.8 |
| 기계구조용 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 합금강강재 | SNC 631 | | | | | (20) | - | - | - | - | - | - | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 |
| | SNC 836 | | | | | (20) | - | - | - | - | - | - | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 |
| KS D 3867 | SNCM 431 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 |
| 기계구조용 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 합금강강재 | SNCM 625 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 |
| | SNCM 630 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 27.5 | 27.5 | 27.5 | 27.5 | 27.5 | 27.5 | 27.5 | 27.5 |
| | SNCM 240 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 |
| | SNCM 439 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 |
| | SNCM 447 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 |
| KS D 3867 | SCr 430 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| 기계구조용 | SCr 435 | | | | | (20) | - | - | - | - | - | - | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 |
| 합금강강재 | SCr 440 | | | | | (20) | - | - | - | - | - | - | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 |
| | SCr 445 | | | | | (20) | - | - | - | - | - | - | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 |
| KS D 3867 | SCM 432 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 |
| 기계구조용 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 합금강강재 | SCM 430 | | | | | (20) | - | - | - | - | - | - | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 |
| | SCM 435 | | | | | (20) | - | - | - | - | - | - | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 |
| | SCM 440 | | | | | (20) | - | - | - | - | - | - | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 |
| | SCM 445 | | | | | (20) | - | - | - | - | - | - | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 |
| KS D 3867 | SMn 420 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 |
| 기계구조용 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 합금강강재 | SMn 433 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 |
| | SMn 438 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 18.8 | 18.8 | 18.8 | 18.8 | 18.8 | 18.8 | 18.8 | 18.8 |
| | SMn 443 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 |
| | SMnC 420 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 |
| | SMnC 443 | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 |
| KS D 3543 | SCMV 1 | 3 | 1 | 2 | - | (3)(4)(21) | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| 보일러 및 | | 3 | 2 | 3 | - | (3)(22) | - | - | - | - | - | - | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 |
| 압력 용기용 | SCMV 2 | 4 | 1 | 2 | - | (4)(21) | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| 크로뮴몰리 | | 4 | 1 | 3 | - | (22) | - | - | - | - | - | - | - | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.2 | 11.0 | 10.8 | 10.6 |
| 브데넘강 강 | SCMV 3 | 4 | 1 | 2 | - | (4)(21) | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| 관 | | 4 | 1 | 3 | - | (22) | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.5 | 12.3 | 12.1 |
| | SCMV 4 | 5 | 1 | 2 | - | (4)(21) | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | 5 | 1 | 3 | - | (22) | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 12.8 | 12.6 |
| | SCMV 5 | 5 | 1 | 2 | - | (4)(21) | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | 5 | 1 | 3 | - | (22) | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 12.8 | 12.6 |
| | SCMV 6 | 5 | 2 | 2 | - | (4)(21) | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | 5 | 2 | 3 | - | (22) | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 |
| KS D 3756 | S Al Cr | - | - | - | - | (20) | - | - | - | - | - | - | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 |
| 알루미늄 크 | Mo 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 롬 몰리브덴 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 강재 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 7.7 | 7.2 | 6.2 | 5.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM10C |
| 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.1 | 8.2 | 7.1 | 5.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM12C, |
| 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 7.7 | 7.2 | 6.2 | 5.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM15C |
| 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 9.7 | 8.8 | 7.6 | 5.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM17C, |
| 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.1 | 8.2 | 7.1 | 5.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM20C |
| 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.6 | 9.6 | 8.1 | 5.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM22C, |
| 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 9.7 | 8.8 | 7.6 | 5.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM25C |
| 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 11.2 | 10.1 | 8.4 | 5.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM28C, |
| 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.6 | 9.6 | 8.1 | 5.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM30C |
| 18.8 | 18.8 | 18.8 | 18.8 | 18.8 | 18.8 | 18.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNC 236 |
| 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNC 631 |
| 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNC 836 |
| 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | S N C M 431 |
| 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | S N C M 625 |
| 27.5 | 27.5 | 27.5 | 27.5 | 27.5 | 27.5 | 27.5 | 27.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | S N C M 630 |
| 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | S N C M 240 |
| 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | S N C M 439 |
| 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | S N C M 447 |
| 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCr 430 |
| 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCr 435 |
| 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCr 440 |
| 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCr 445 |
| 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | 22.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCM 432 |
| 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCM 430 |
| 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCM 435 |
| 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCM 440 |
| 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | 26.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCM 445 |
| 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SMn 420 |
| 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SMn 433 |
| 18.8 | 18.8 | 18.8 | 18.8 | 18.8 | 18.8 | 18.8 | 18.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SMn 438 |
| 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 20.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SMn 443 |
| 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SMnC 420 |
| 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | 23.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SMnC 443 |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.4 | 9.2 | 8.9 | 8.0 | 5.6 | 4.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCMV 1 |
| 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 11.7 | 9.6 | 9.6 | 9.4 | 9.2 | 8.9 | 8.0 | 5.6 | 4.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.2 | 8.2 | 6.4 | 4.5 | 3.0 | 1.7 | 1.0 | 0.7 | - | - | - | - | - | - | SCMV 2 |
| 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.3 | 9.8 | 8.4 | 6.4 | 4.5 | 3.0 | 1.7 | 1.0 | 0.7 | - | - | - | - | - | - | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 9.4 | 8.3 | 6.5 | 4.8 | 3.5 | 2.6 | 1.6 | 0.8 | - | - | - | - | - | - | SCMV 3 |
| 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 11.8 | 10.9 | 8.7 | 6.5 | 4.8 | 3.5 | 2.6 | 1.6 | 0.8 | - | - | - | - | - | - | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 9.4 | 8.3 | 6.5 | 4.9 | 3.7 | 2.8 | 2.0 | 1.1 | - | - | - | - | - | - | SCMV 4 |
| 12.4 | 12.3 | 12.2 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.0 | 11.9 | 11.8 | 11.5 | 10.6 | 8.7 | 6.5 | 4.9 | 3.7 | 2.8 | 2.0 | 1.1 | - | - | - | - | - | - | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.2 | 9.8 | 9.4 | 8.7 | 7.1 | 5.6 | 4.5 | 3.5 | 2.6 | 1.8 | 1.0 | - | - | - | - | - | - | SCMV 5 |
| 12.4 | 12.3 | 12.2 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 12.0 | 11.9 | 11.8 | 11.2 | 9.1 | 7.1 | 5.6 | 4.5 | 3.5 | 2.6 | 1.8 | 1.0 | - | - | - | - | - | - | |
| 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.3 | 10.1 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.4 | 9.2 | 9.0 | 8.5 | 7.6 | 6.0 | 4.6 | 3.5 | 2.6 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | - | - | - | - | - | - | SCMV 6 |
| 12.4 | 12.4 | 12.4 | 12.4 | 12.4 | 12.4 | 12.4 | 12.2 | 12.0 | 11.7 | 11.3 | 10.8 | 8.2 | 6.0 | 4.6 | 3.5 | 2.6 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | - | - | - | - | - | - | |
| 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | S Al Cr Mo 1 |

## <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(구조용 합금강)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3706 스 테 인 리 스 강봉 | STS 302 | 8A | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.2 | 11.6 | 11.1 | 10.5 |
| | | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.0 | 11.7 |
| | STS 304 | 8A | - | 6 | - | (11)(12)(13)(14)(50) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 11.8 | 10.9 | 10.4 | 9.9 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15)(50) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2V | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.0 | 11.7 |
| | STS 304L | 8A | - | 8 | - | (14)(50) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 10.5 | 9.9 | 9.5 | 9.0 |
| | | | | | | (14)(15)(50) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 11.6 | 11.5 | 11.1 | 10.7 |
| | STS 309S | 8A | - | 7 | - | (11)(12)(50) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.2 | 11.8 | 11.3 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(50) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.1 |
| KS D 3705 열간 압연 스테인리스 강판 및 강대 | STS 310 S | 8A | - | 7 | - | (11)(12)(17)(50) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.2 | 11.8 | 11.3 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(17)(50) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 12.9 | 12.6 | 12.4 |
| | | | | | | (11)(12)(18)(50) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.2 | 11.8 | 11.3 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(18)(50) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 12.9 | 12.6 | 12.4 |
| | STS 316 | 8A | - | 7 | - | (11)(12)(13)(14)(50) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.3 | 11.6 | 10.9 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15)(50) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.1 | 12.9 |
| KS D 3698 냉간 압연 스테인리스 강판 및 강대 | STS 316 L | 8A | - | 9 | - | (14)(50) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 10.5 | 9.8 | 9.4 | 8.9 |
| | | | | | | (14)(15)(50) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 11.7 | 11.7 | 11.5 | 11.2 |
| | STS 316 J1 | 8A | - | 7 | - | (11)(12)(13)(14)(50) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.3 | 11.6 | 10.9 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15)(50) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.1 | 12.9 |
| | STS 316 J1L | 8A | - | 9 | - | (14)(50) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 10.5 | 9.8 | 9.4 | 8.9 |
| | | | | | | (14)(15)(50) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 11.7 | 11.7 | 11.5 | 11.2 |
| KS D 3705 열간 압연 스테인리스 강판 및 강대 | STS 317 | 8A | - | 7 | - | (11)(12) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.3 | 11.6 | 10.9 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.1 | 12.9 |
| | STS 317 L | 8A | - | 9 | - | (14)(50) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 10.5 | 9.8 | 9.4 | 8.9 |
| | | | | | | (14)(15)(50) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 11.7 | 11.7 | 11.5 | 11.2 |
| | STS 321 | 8A | - | 7 | - | (11)(12)(50) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.0 | 11.6 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(50) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 112.7 | 12.4 | 12.1 | 11.7 |
| KS D 3698 냉간 압연 스테인리스 강판 및 강대 | STS 347 | 8A | - | 7 | - | (11)(12)(14)(50) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.8 | 12.4 | 12.0 | 11.5 |
| | | | | | | (11)(12)(14)(15)(50) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.8 | 12.4 | 12.0 | 11.5 |
| | STS 329 J1 | 8B | - | 7 | - | (50) | - | - | - | - | - | - | - | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 14.8 | 14.4 |
| | STS 329 J2L | 8B | - | 7 | - | (50) | - | - | - | - | - | - | - | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.5 | 15.3 | 14.8 | 14.4 |
| | STS 405 | 7 | - | 2 | - | (19)(50) | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 9.7 |
| | STS 410 | 6 | - | 2 | - | (50) | - | - | - | - | - | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 10.8 | 10.7 | 10.5 |
| | STS 430 | 7 | - | 7 | - | (19)(50) | - | - | - | - | - | - | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.1 | 10.8 | 10.7 | 10.5 |
| KS D 3531 내식 내열 초합금 봉 | NCF 600 B | 43 | - | 29 | - | - | - | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| | | | | | - | (15) | - | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| | NCF 750 B | 43 | - | - | - | (25) | - | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 |
| | | - | - | - | - | (26) | - | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 |
| | NCF 800 B | 45 | - | 33 | - | (43) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.8 | 12.6 |
| | | | | | - | (15)(43) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 |
| | NCF 800 HB | 45 | - | 34 | - | - | - | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.0 | 10.8 | 10.5 | 10.2 |
| | | | | | - | (15) | - | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 |
| | NCF 825 B | 45 | - | 32 | - | - | - | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.6 | 14.3 |
| | | | | | - | (15) | - | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 10.2 | 9.8 | 9.5 | 9.2 | 8.9 | 8.7 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.0 | 8.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS 302 |
| 11.5 | 11.4 | 11.3 | 11.3 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 9.5 | 9.1 | 8.9 | 8.6 | 8.4 | 8.2 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.6 | 7.5 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 6.8 | 6.5 | 6.1 | 5.3 | 4.2 | 3.4 | 2.7 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | STS 304 |
| 11.5 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | 9.4 | 8.1 | 6.5 | 5.3 | 4.2 | 3.4 | 2.7 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | |
| 8.6 | 8.3 | 8.0 | 7.8 | 7.5 | 7.4 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS 304L |
| 10.6 | 10.4 | 10.3 | 10.2 | 10.0 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.5 | 9.3 | 9.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 11.0 | 10.7 | 10.4 | 10.0 | 9.9 | 9.8 | 9.7 | 9.6 | 9.5 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 8.8 | 8.7 | 8.0 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | STS 309S |
| 13.0 | 12.9 | 12.8 | 12.6 | 12.5 | 12.4 | 12.3 | 12.1 | 12.0 | 11.8 | 11.6 | 11.4 | 11.1 | 10.7 | 10.1 | 8.6 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | |
| 11.0 | 10.7 | 10.4 | 10.2 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.5 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 8.8 | 8.7 | 8.6 | 8.0 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | STS 310S |
| 12.3 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 12.0 | 11.8 | 11.5 | 11.3 | 10.4 | 8.6 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | |
| 11.0 | 10.7 | 10.4 | 10.2 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.5 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 8.8 | 8.7 | 7.7 | 6.1 | 4.5 | 3.3 | 2.4 | 1.7 | 1.1 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| 12.3 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 12.0 | 11.8 | 11.5 | 9.8 | 8.2 | 6.5 | 4.5 | 3.3 | 2.4 | 1.7 | 1.1 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| 10.5 | 10.1 | 9.8 | 9.5 | 9.2 | 9.0 | 8.8 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 8.0 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.5 | 6.7 | 5.1 | 3.9 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | STS 316 |
| 12.8 | 12.7 | 12.7 | 12.7 | 12.4 | 12.1 | 11.9 | 11.7 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.0 | 8.3 | 6.7 | 5.1 | 3.9 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | |
| 8.6 | 8.3 | 8.0 | 7.8 | 7.6 | 7.4 | 7.3 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.8 | 6.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS 316L |
| 11.1 | 11.0 | 10.8 | 10.5 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 9.7 | 9.5 | 9.3 | 9.1 | 9.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 10.5 | 10.1 | 9.8 | 9.5 | 9.2 | 9.0 | 8.8 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS 316J1 |
| 12.8 | 12.7 | 12.7 | 12.7 | 12.4 | 12.1 | 11.9 | 11.7 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 8.6 | 8.3 | 8.0 | 7.8 | 7.6 | 7.4 | 7.3 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.8 | 6.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS 316 |
| 11.1 | 11.0 | 10.8 | 10.5 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 9.7 | 9.5 | 9.3 | 9.1 | 9.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | J1L |
| 10.5 | 10.1 | 9.8 | 9.5 | 9.2 | 9.0 | 8.8 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 8.0 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.5 | 6.7 | 5.1 | 3.9 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | STS 317 |
| 12.8 | 12.7 | 12.7 | 12.7 | 12.4 | 12.1 | 11.9 | 11.7 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.0 | 8.3 | 6.7 | 5.1 | 3.9 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | |
| 8.6 | 8.3 | 8.0 | 7.8 | 7.6 | 7.4 | 7.3 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.8 | 6.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS 317L |
| 11.1 | 11.0 | 10.8 | 10.5 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 9.7 | 9.5 | 9.3 | 9.1 | 9.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 11.2 | 10.8 | 10.5 | 10.2 | 9.9 | 9.6 | 9.4 | 9.3 | 9.0 | 8.9 | 8.8 | 8.7 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 7.7 | 6.1 | 4.5 | 3.4 | 2.5 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | STS 321 |
| 11.6 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 10.5 | 8.4 | 6.1 | 4.5 | 3.4 | 2.5 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | |
| 11.2 | 10.9 | 10.8 | 10.6 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | 9.9 | 9.7 | 9.6 | 9.6 | 9.5 | 9.5 | 9.4 | 9.0 | 7.8 | 5.9 | 4.1 | 3.1 | 2.4 | 1.7 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | STS 347 |
| 11.2 | 10.9 | 10.8 | 10.6 | 10.6 | 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 9.4 | 7.8 | 5.9 | 4.1 | 3.1 | 2.4 | 1.7 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | |
| 14.2 | 14.0 | 13.9 | 13.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS 329 J1 |
| 14.2 | 14.0 | 13.9 | 13.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS 329 J2L |
| 9.5 | 9.4 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 8.8 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 8.2 | 7.8 | 7.4 | 6.9 | 6.2 | 4.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STS 405 |
| 10.3 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 9.7 | 9.6 | 9.4 | 9.3 | 9.2 | 8.9 | 8.5 | 8.0 | 7.5 | 6.6 | 5.3 | 3.9 | 2.7 | 1.8 | 1.2 | - | - | - | - | - | - | - | STS 410 |
| 10.3 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 9.7 | 9.6 | 9.4 | 9.3 | 9.2 | 8.9 | 8.5 | 8.0 | 7.5 | 6.8 | 5.4 | 4.0 | 2.8 | 2.1 | 1.6 | - | - | - | - | - | - | - | STS 430 |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 13.9 | 13.8 | 13.6 | 13.4 | 13.2 | 11.7 | 9.9 | 5.9 | 4.2 | 2.8 | 2.0 | 1.5 | 1.4 | - | - | - | - | - | - | NCF 600B |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 12.0 | 9.9 | 5.9 | 4.2 | 2.8 | 2.2 | 1.5 | 1.4 | - | - | - | - | - | - | |
| 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | NCF 750 B |
| 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 12.3 | 12.1 | 12.0 | 11.8 | 11.7 | 11.5 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.1 | 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.3 | 9.8 | 8.6 | 6.6 | 4.6 | 3.0 | 1.6 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | NCF 800 B |
| 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 13.0 | 12.9 | 12.8 | 12.7 | 12.5 | 12.2 | 11.0 | 8.6 | 6.6 | 4.6 | 3.0 | 1.6 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | |
| 9.9 | 9.5 | 9.3 | 9.2 | 8.9 | 8.7 | 8.5 | 8.3 | 8.2 | 8.0 | 7.8 | 7.7 | 7.6 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 6.9 | 6.3 | 5.2 | 4.2 | 3.4 | 2.8 | 2.3 | 1.9 | 1.5 | NCF 800 HB |
| 11.5 | 11.5 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.2 | 11.0 | 10.8 | 10.8 | 10.6 | 10.5 | 10.3 | 10.2 | 9.9 | 9.1 | 7.8 | 6.3 | 5.2 | 4.2 | 3.4 | 2.8 | 2.3 | 1.9 | 1.5 | |
| 13.9 | 13.6 | 13.3 | 13.0 | 12.8 | 12.6 | 12.5 | 12.3 | 12.2 | 12.1 | 12.0 | 11.9 | 11.8 | 11.8 | 11.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | NCF 825 B |
| 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.7 | 14.6 | 14.5 | 14.4 | 14.2 | 14.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |

## <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(구조용 합금강)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3532 | NCF 600P | 43 | - | 29 | - | - | - | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| 내식내열초합금 판 | | | | | - | (15) | - | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| | NCF 750P | 43 | - | - | - | (25) | - | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 |
| | | - | - | - | - | (26) | - | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 |
| | NCF 800 P | 45 | - | 33 | - | (43) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.8 | 12.6 |
| | | | | | - | (15)(43) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 |
| | NCF 800HP | 45 | - | 34 | - | - | - | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.0 | 10.8 | 10.5 | 10.2 |
| | | | | | - | (15) | - | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 |
| | NCF 825 P | 45 | - | 32 | - | - | - | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.6 | 14.3 |
| | | | | | | (15) | - | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 |
| KS D 3758 | NCF 600 | 43 | - | 29 | S | (27) | - | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 13.6 | 13.4 | 13.1 | 12.8 |
| 배관용 이음매 없는 니켈·크로뮴·철합금관 | TP | | | | S | (15)(27) | - | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| | | 43 | - | 29 | S | (28) | - | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 11.1 | 10.7 | 10.4 | 10.2 |
| | | | | | S | (15)(28) | - | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 11.7 | 11.9 | 11.9 | 11.9 |
| | | 43 | - | 29 | S | (29) | - | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| | | | | | S | (15)(29) | - | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| | | 43 | - | 29 | S | (30) | - | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 13.6 | 13.4 | 13.1 | 12.8 |
| | | | | | S | (15)(30) | - | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| | NCF 800 | 45 | - | 33 | S | (44)(53) | - | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 10.6 | 10.0 | 9.5 | 9.1 |
| | TP | | | | S | (15)(44)(53) | - | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 |
| | | 45 | - | 33 | S | (31)(53) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.8 | 12.6 |
| | | | | | S | (15)(31)(53) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 |
| | NCF 800 | 45 | - | 34 | S | (32) | S | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.0 | 10.8 | 10.5 | 10.2 |
| | HTP | | | | S | (15)(32) | S | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 |
| | NCF 825 | 45 | - | 32 | S | - | - | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.6 | 14.3 |
| | TP | | | | S | (15) | - | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 |
| KS D 3757 | NCF 600 | 43 | - | 29 | S | - | - | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| 열 교환기용 이음매 없는 니켈·크로뮴·철합금 관 | TB | | | | S | (15) | - | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| | NCF 800 | 45 | - | 33 | S | (43) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.8 | 12.6 |
| | TB | | | | S | (15)(43) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 |
| | NCF 800 | 45 | - | 34 | S | (24) | S | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.0 | 10.8 | 10.5 | 10.2 |
| | HTB | | | | S | (15)(24) | S | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 |
| | NCF 825 | 45 | - | 32 | S | - | - | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.6 | 14.3 |
| | TB | | | | S | (15) | - | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 13.9 | 13.8 | 13.6 | 13.4 | 13.2 | 11.7 | 9.9 | 5.9 | 4.2 | 2.8 | 2.0 | 1.5 | 1.4 | – | – | – | – | – | – | NCF 600 P |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 12.0 | 9.9 | 5.9 | 4.2 | 2.8 | 2.0 | 1.5 | 1.4 | – | – | – | – | – | – | |
| 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | 24.5 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | NCF 750 P |
| 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | 29.8 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 12.3 | 12.1 | 12.0 | 11.8 | 11.7 | 11.5 | 11.4 | 11.3 | 11.0 | 11.0 | 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.3 | 9.8 | 8.6 | 6.6 | 4.6 | 3.0 | 1.6 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | NCF 800 P |
| 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 13.0 | 12.9 | 12.8 | 12.7 | 12.5 | 12.2 | 11.0 | 8.6 | 6.6 | 4.6 | 3.0 | 1.6 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | |
| 9.9 | 9.5 | 9.3 | 9.1 | 8.9 | 8.7 | 8.5 | 8.3 | 8.2 | 8.0 | 7.8 | 7.7 | 7.6 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 6.9 | 6.3 | 5.2 | 4.2 | 3.4 | 2.8 | 2.3 | 1.9 | 1.5 | NCF 800 |
| 11.5 | 11.5 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.2 | 11.0 | 10.8 | 10.8 | 10.6 | 10.5 | 10.3 | 10.2 | 9.9 | 9.1 | 7.8 | 6.3 | 5.2 | 4.2 | 3.4 | 2.8 | 2.3 | 1.9 | 1.5 | HP |
| 13.9 | 13.6 | 13.3 | 13.0 | 12.8 | 12.6 | 12.5 | 12.3 | 12.2 | 12.1 | 12.0 | 11.9 | 11.8 | 11.8 | 11.7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | NCF 825 P |
| 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.7 | 14.6 | 14.5 | 14.4 | 14.2 | 14.0 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 12.6 | 12.3 | 12.1 | 12.0 | 11.7 | 11.5 | 11.3 | 11.2 | 11.0 | 10.9 | 10.8 | 10.6 | 10.5 | 8.5 | 6.1 | 4.2 | 2.8 | 2.0 | 1.5 | 1.4 | – | – | – | – | – | – | NCF 600 |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 13.8 | 11.9 | 8.8 | 6.1 | 4.2 | 2.8 | 2.0 | 1.5 | 1.4 | – | – | – | – | – | – | TP |
| 10.0 | 9.9 | 9.7 | 9.6 | 9.5 | 9.4 | 9.2 | 9.2 | 9.1 | 9.1 | 8.9 | 8.7 | 8.4 | 7.8 | 6.1 | 4.2 | 2.8 | 2.0 | 1.5 | 1.4 | – | – | – | – | – | – | |
| 11.9 | 11.9 | 11.9 | 11.9 | 11.9 | 11.9 | 11.9 | 11.9 | 11.9 | 11.9 | 11.7 | 11.6 | 11.3 | 11.2 | 7.8 | 4.2 | 2.8 | 2.0 | 1.5 | 1.4 | – | – | – | – | – | – | |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 13.9 | 13.8 | 13.6 | 13.4 | 13.2 | 11.7 | 8.8 | 6.1 | 4.2 | 2.8 | 2.0 | 1.5 | 1.4 | – | – | – | – | – | – | |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 12.0 | 8.8 | 6.1 | 4.2 | 2.8 | 2.0 | 1.5 | 1.4 | – | – | – | – | – | – | |
| 12.7 | 12.3 | 12.1 | 12.0 | 11.7 | 11.5 | 11.3 | 11.2 | 11.0 | 10.9 | 10.8 | 10.6 | 10.5 | 8.5 | 6.1 | 4.2 | 2.8 | 2.0 | 1.5 | 1.4 | – | – | – | – | – | – | |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 11.9 | 8.8 | 6.1 | 4.2 | 2.8 | 2.0 | 1.5 | 1.4 | – | – | – | – | – | – | |
| 8.7 | 8.4 | 8.2 | 7.8 | 7.8 | 7.6 | 7.6 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.8 | 6.8 | 6.7 | 6.6 | 6.6 | 6.6 | 6.4 | 5.5 | 4.3 | 4.1 | 2.7 | 2.2 | 1.7 | 1.3 | NCF 800 |
| 11.5 | 11.2 | 10.9 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | 9.9 | 9.7 | 9.6 | 9.4 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 9.0 | 8.9 | 8.5 | 6.8 | 5.5 | 4.3 | 4.1 | 2.7 | 2.2 | 1.7 | 1.3 | TP |
| 12.3 | 12.1 | 12.0 | 11.8 | 11.7 | 11.5 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.1 | 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.3 | 9.8 | 8.6 | 6.6 | 4.6 | 3.0 | 1.6 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | |
| 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 13.0 | 12.9 | 12.8 | 12.7 | 12.5 | 12.2 | 11.0 | 8.6 | 6.6 | 4.6 | 3.0 | 1.6 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | |
| 9.9 | 9.9 | 9.3 | 9.1 | 8.9 | 8.7 | 8.5 | 8.3 | 8.2 | 8.0 | 7.8 | 7.7 | 7.6 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 6.9 | 6.3 | 5.2 | 4.2 | 3.4 | 2.8 | 2.3 | 1.9 | 1.5 | NCF 800 |
| 11.5 | 11.5 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.2 | 11.0 | 10.8 | 10.8 | 10.6 | 10.5 | 10.3 | 10.2 | 9.9 | 9.1 | 7.8 | 6.3 | 5.2 | 4.2 | 3.4 | 2.8 | 2.3 | 1.9 | 1.5 | HTP |
| 13.9 | 13.6 | 13.3 | 13.0 | 12.8 | 12.6 | 12.5 | 12.3 | 12.2 | 12.1 | 12.0 | 11.9 | 11.8 | 11.8 | 11.7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | NCF 825 |
| 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.7 | 14.6 | 14.5 | 14.4 | 14.2 | 14.0 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | TP |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 13.9 | 13.8 | 13.6 | 13.4 | 13.2 | 11.7 | 8.8 | 6.1 | 4.1 | 2.8 | 1.9 | 1.5 | 1.4 | – | – | – | – | – | – | NCF 600 |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 12.0 | 8.8 | 6.1 | 4.1 | 2.8 | 1.9 | 1.5 | 1.4 | – | – | – | – | – | – | TP |
| 12.3 | 12.1 | 12.0 | 11.8 | 11.7 | 11.5 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.1 | 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.3 | 9.8 | 8.6 | 6.6 | 4.6 | 3.0 | 1.6 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | NCF 800 |
| 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 13.0 | 12.9 | 12.8 | 12.7 | 12.5 | 12.2 | 11.0 | 8.6 | 6.6 | 4.6 | 3.0 | 1.6 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | TP |
| 9.9 | 9.5 | 9.3 | 9.1 | 8.9 | 8.7 | 8.5 | 8.3 | 8.2 | 8.0 | 7.8 | 7.7 | 7.6 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 6.9 | 6.3 | 5.2 | 4.2 | 3.4 | 2.8 | 2.3 | 1.9 | 1.5 | NCF 800 |
| 11.5 | 11.5 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.3 | 11.2 | 11.0 | 10.8 | 10.8 | 10.6 | 10.5 | 10.3 | 10.2 | 9.9 | 9.1 | 7.8 | 6.3 | 5.2 | 4.2 | 3.4 | 2.8 | 2.3 | 1.9 | 1.5 | HTP |
| 13.9 | 13.6 | 13.3 | 13.0 | 12.8 | 12.6 | 12.5 | 12.3 | 12.2 | 12.1 | 12.0 | 11.9 | 11.8 | 11.8 | 11.7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | NCF 825 |
| 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.7 | 14.6 | 14.5 | 14.4 | 14.2 | 14.0 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | TB |

# <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(주단조품)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3710 | SF340A | 1 | 1 | 1 | - | (33) | - | - | - | - | - | - | - | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 |
| 탄소강 단강품 | SF390A | 1 | 1 | 1 | - | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| | | | | | | (33) | - | - | - | - | - | - | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| | SF440A | 1 | 1 | 2 | - | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.3 | 11.2 | 11.2 | 11.2 |
| | | | | | | (33) | - | - | - | - | - | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.3 | 11.2 | 11.2 | 11.2 |
| | SF490A | 1 | 2 | 2 | - | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| | | | | | | (33) | - | - | - | - | - | - | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| KS D 4122 | SFVC 1 | 1 | 1 | 2 | - | (1)(9) | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| 압력 용기용 | SFVC 2A | 1 | 2 | 2 | - | (1)(9) | - | - | - | - | - | - | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| 탄소강 단강품 | SFVC 2B | 1 | 2 | 2 | - | (1)(9) | - | - | - | - | - | - | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| KS D 4123 | SFVAF 1 | 3 | 2 | 3 | - | (9) | - | - | - | - | - | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12,2 |
| 압력 용기용 | SFVAF 2 | 3 | 2 | 3 | - | (9) | - | - | - | - | - | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12,2 |
| 합금강 단강품 | SFVAF 12 | 4 | 1 | 3 | - | (9) | - | - | - | - | - | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12,2 |
| | SFVAF 11A | 4 | 1 | 3 | - | (9) | - | - | - | - | - | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12,2 |
| | SFVAF 11B | 4 | 1 | 3 | - | (9) | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 |
| | SFVAF 22A | 5 | 1 | 2 | - | (9) | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | SFVAF 22B | 5 | 1 | 3 | - | (9) | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 12.9 |
| | SFVAF 21A | 5 | 1 | 2 | - | (9) | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | SFVAF 21B | 5 | 1 | 3 | - | (9) | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 12.9 |
| | SFVAF 5 A | 5 | 2 | 2 | - | (9)(45) | - | - | - | - | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.3 | 10.2 |
| | SFVAF 5 B | 5 | 2 | 3 | - | (9)(45) | - | - | - | - | - | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 11.9 |
| | SFVAF 5 C | 5 | 2 | 3 | - | (9)(45) | - | - | - | - | - | - | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 13.8 | 13.8 |
| | SFVAF 5 D | 5 | 2 | 3 | - | (9)(45) | - | - | - | - | - | - | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.7 | 15.5 | 15.3 |
| | SFVAF 9 | 5 | 2 | 3 | - | (9) | - | - | - | - | - | - | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 14.9 | 14.9 | 14.7 | 14.5 |
| KS D 4123 | SFVQ 1A | 3 | 3 | 5 | - | (9)(48) | - | - | - | - | - | - | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| 압력 용기용 합금강 단강품 | SFVQ 2A | 3 | 3 | 5 | - | (9)(48) | - | - | - | - | - | - | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| | SFVQ 1B | 3 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 |
| | SFVQ 2B | 3 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 |
| KS D 4125 | SFL 1 | 1 | 1 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 |
| 저온 압력 용기용 단강품 | SFL 2 | 1 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| | SFL 3 | 9B | 1 | 2 | - | - | - | - | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| KS D 4115 | STSF 304 | 8A | - | 6 | | (11)(12)(13)(14) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 11.8 | 10.9 | 10.1 | 9.9 |
| 압력 용기용 스테인리스강 단강품 | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.0 | 11.7 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(34) | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 11.9 | 11.5 | 11.0 | 10.5 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15)(34) | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 11.9 | 11.6 | 11.2 | 10.9 |
| | STSF 304H | 8A | - | 6 | | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 11.8 | 10.9 | 10.4 | 9.9 |
| | | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.0 | 11.7 |
| | | | | | | (34) | - | - | - | - | - | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 11.9 | 11.5 | 11.0 | 10.5 |
| | | | | | | (15)(34) | - | - | - | - | - | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 11.9 | 11.6 | 11.2 | 10.9 |
| | STSF 304 L | 8A | - | 8 | | (14) | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 10.5 | 9.9 | 9.4 | 9.0 |
| | | | | | | (14)(15) | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.0 | 10.7 | 10.3 | 10.0 |
| | STSF 310 | 8A | - | 7 | | (11)(12)(17) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.6 | 12.2 | 11.8 | 11.3 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(17) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 12.9 | 12.6 | 12.4 |
| | | | | | | (11)(12)(18) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.6 | 12.2 | 11.8 | 11.3 |
| | | | | | | (11)(12)(15)(18) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 12.9 | 12.6 | 12.4 |
| | STSF 316 | 8A | - | 7 | | (11)(12)(13)(14) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.3 | 11.6 | 11.0 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 12.9 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(34) | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 11.5 | 11.0 |
| | | | | | | (11)(12)(13)(14)(15)(34) | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 12.0 |
| | STSF 316 H | 8A | | 7 | | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.3 | 11.6 | 11.0 |
| | | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.0 | 12.9 |
| | | | | | | (34) | - | - | - | - | - | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 11.5 | 11.0 |
| | | | | | | (15)(34) | - | - | - | - | - | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 12.0 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.1 | 7.6 | 6.5 | 5.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SF340A |
| 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SF390A |
| 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 9.5 | 8.6 | 7.4 | 5.7 | 5.0 | 3.7 | 2.4 | 1.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SF440A |
| 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 10.6 | 9.6 | 8.3 | 5.8 | 5.0 | 3.7 | 2.4 | 1.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SF490A |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 11.7 | 10.4 | 8.6 | 5.9 | 5.1 | 3.7 | 2.4 | 1.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.0 | 9.1 | 7.7 | 6.4 | 5.0 | 3.7 | 2.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SFVC 1 |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.3 | 11.5 | 10.3 | 8.6 | 6.8 | 5.1 | 3.7 | 2.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SFVC 2A |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.3 | 11.5 | 10.3 | 8.6 | 6.8 | 5.1 | 3.7 | 2.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SFVC 2B |
| 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 10.3 | 7.2 | 4.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SFVAF 1 |
| 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 10.9 | 7.9 | 5.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SFVAF 2 |
| 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 11.4 | 9.0 | 6.1 | 3.9 | 2.6 | 1.6 | 0.9 | 0.7 | - | - | - | - | - | - | SFVAF 12 |
| 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 11.4 | 9.0 | 6.2 | 4.1 | 2.8 | 1.9 | 1.4 | 0.8 | - | - | - | - | - | - | SFVAF 11 A |
| 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.9 | 11.6 | 9.0 | 6.2 | 4.1 | 2.8 | 1.9 | 1.4 | 0.8 | - | - | - | - | - | - | SFVAF 11B |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 9.4 | 8.3 | 6.5 | 4.9 | 3.7 | 2.8 | 2.0 | 1.1 | - | - | - | - | - | - | SFVAF 22A |
| 12.8 | 12.7 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.5 | 12.5 | 12.4 | 12.3 | 12.1 | 11.9 | 11.6 | 11.2 | 8.9 | 6.4 | 4.8 | 3.7 | 2.8 | 1.6 | 0.9 | - | - | - | - | - | - | SFVAF 22B |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.2 | 9.8 | 9.4 | 8.7 | 7.1 | 5.6 | 4.5 | 3.5 | 2.6 | 1.8 | 1.1 | - | - | - | - | - | - | SFVAF 21A |
| 12.8 | 12.7 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.5 | 12.5 | 12.4 | 12.3 | 12.1 | 11.9 | 11.6 | 9.8 | 7.6 | 5.7 | 4.2 | 3.0 | 2.1 | 1.6 | 0.9 | - | - | - | - | - | - | SFVAF 21B |
| 10.2 | 10.1 | 10.1 | 10.1 | 10.1 | 10.0 | 9.9 | 9.8 | 9.7 | 9.3 | 9.0 | 8.6 | 7.9 | 6.4 | 4.8 | 3.6 | 2.6 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | - | - | - | - | - | - | SFVAF 5A |
| 11.9 | 11.8 | 11.8 | 11.8 | 11.8 | 11.7 | 11.6 | 11.4 | 11.2 | 10.8 | 10.4 | 10.0 | 8.2 | 6.3 | 4.8 | 3.6 | 2.6 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | - | - | - | - | - | - | SFVAF 5B |
| 13.6 | 13.5 | 13.5 | 13.5 | 13.4 | 13.3 | 13.2 | 13.0 | 12.7 | 12.4 | 12.0 | 10.4 | 8.3 | 6.4 | 4.8 | 3.6 | 2.6 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | - | - | - | - | - | - | SFVAF 5C |
| 15.3 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.1 | 15.0 | 14.9 | 14.6 | 14.3 | 13.9 | 13.5 | 10.6 | 8.3 | 6.4 | 4.8 | 3.6 | 2.6 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | - | - | - | - | - | - | SFVAF 5D |
| 14.4 | 14.4 | 14.3 | 14.3 | 14.3 | 14.2 | 14.0 | 13.8 | 13.6 | 13.1 | 12.8 | 12.1 | 11.6 | 9.1 | 6.4 | 4.5 | 3.1 | 2.1 | 1.5 | 1.1 | - | - | - | - | - | - | SFVAF 9 |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 13.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SFVQ 1 A |
| 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 13.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SFVQ 2 A |
| 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 14.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SFVQ 1 B |
| 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 14.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SFVQ 2 B |
| 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.0 | 10.0 | 9.1 | 7.7 | 5.8 | 4.0 | 2.6 | 1.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SF 1.1 |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.3 | 11.5 | 10.3 | 8.6 | 6.0 | 4.0 | 2.6 | 1.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SF 1.2 |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SF 1.3 |
| 9.5 | 9.1 | 8.8 | 8.6 | 8.4 | 8.2 | 8.0 | 7.8 | 7.8 | 7.6 | 7.5 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 6.8 | 6.5 | 6.0 | 5.2 | 4.2 | 3.4 | 2.7 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | STSF 304 |
| 11.5 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | 9.4 | 8.1 | 6.5 | 5.2 | 4.2 | 3.4 | 2.7 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | |
| 10.1 | 9.8 | 9.5 | 9.2 | 8.9 | 8.7 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.1 | 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.5 | 7.4 | 7.2 | 7.0 | 6.5 | 5.2 | 4.2 | 3.4 | 2.7 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | |
| 10.8 | 10.6 | 10.5 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.3 | 10.1 | 10.0 | 9.8 | 9.7 | 9.2 | 8.1 | 6.5 | 5.2 | 4.2 | 3.4 | 2.7 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | |
| 9.5 | 9.1 | 8.8 | 8.6 | 8.4 | 8.2 | 8.0 | 7.8 | 7.8 | 7.6 | 7.5 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 6.8 | 6.5 | 6.0 | 5.2 | 4.2 | 3.4 | 2.7 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | STSF 304 |
| 11.5 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 10.7 | 10.5 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | 9.4 | 8.1 | 6.5 | 5.2 | 4.2 | 3.4 | 2.7 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | H |
| 10.1 | 9.8 | 9.5 | 9.2 | 8.9 | 8.7 | 8.5 | 8.4 | 8.3 | 8.1 | 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.5 | 7.4 | 7.2 | 7.0 | 6.5 | 5.2 | 4.2 | 3.4 | 2.7 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | |
| 10.8 | 10.6 | 10.5 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.3 | 10.1 | 10.0 | 9.8 | 9.7 | 9.2 | 8.1 | 6.5 | 5.2 | 4.2 | 3.4 | 2.7 | 2.2 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | |
| 8.6 | 8.3 | 8.0 | 7.8 | 7.6 | 7.4 | 7.2 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | STSF 304 |
| 9.8 | 9.6 | 9.5 | 9.4 | 9.4 | 9.4 | 9.3 | 9.2 | 9.2 | 9.1 | 9.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | L |
| 11.0 | 10.7 | 10.4 | 10.2 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.4 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 8.8 | 8.7 | 8.6 | 8.0 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | STSF 310 |
| 12.3 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 12.0 | 11.8 | 11.5 | 11.3 | 10.4 | 8.6 | 6.6 | 5.0 | 3.7 | 2.8 | 2.2 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | |
| 11.0 | 10.7 | 10.4 | 10.2 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.4 | 9.3 | 9.2 | 9.1 | 9.0 | 8.8 | 8.7 | 7.7 | 6.1 | 4.5 | 3.3 | 2.4 | 1.7 | 1.1 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| 12.3 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.1 | 12.0 | 11.8 | 11.5 | 9.7 | 8.2 | 6.6 | 4.5 | 3.3 | 2.4 | 1.7 | 1.1 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | |
| 10.5 | 10.1 | 9.8 | 9.5 | 9.2 | 9.0 | 8.8 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 8.0 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.5 | 6.6 | 5.2 | 4.0 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | STSF 316 |
| 12.8 | 12.7 | 12.7 | 12.7 | 12.5 | 12.2 | 11.9 | 11.7 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.0 | 11.0 | 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.0 | 8.3 | 6.6 | 5.2 | 4.0 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 11. | |
| 10.5 | 10.1 | 9.8 | 9.5 | 9.2 | 9.0 | 8.8 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 8.0 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.5 | 6.6 | 5.2 | 4.0 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | |
| 11.9 | 11.8 | 11.8 | 11.8 | 11.8 | 11.8 | 11.8 | 11.7 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.0 | 11.0 | 10.9 | 10.7 | 10.3 | 9.6 | 8.3 | 6.6 | 5.2 | 4.0 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | |
| 10.5 | 10.1 | 9.8 | 9.5 | 9.2 | 9.0 | 8.8 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 8.0 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.5 | 6.6 | 5.2 | 4.0 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | STSF 316 |
| 12.8 | 12.7 | 12.7 | 12.7 | 12.5 | 12.2 | 11.9 | 11.7 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.0 | 11.0 | 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.0 | 8.3 | 6.6 | 5.2 | 4.0 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | H |
| 10.5 | 10.1 | 9.8 | 9.5 | 9.2 | 9.0 | 8.8 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 8.0 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.5 | 6.6 | 5.2 | 4.0 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | |
| 11.9 | 11.8 | 11.8 | 11.8 | 11.8 | 11.8 | 11.8 | 11.7 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.0 | 11.0 | 10.9 | 10.7 | 10.3 | 9.6 | 8.3 | 6.6 | 5.2 | 4.0 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | |

# <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(주단조품)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 4115 | STSF 316L | 8A | | 9 | | (14) | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 10.4 | 9.8 | 9.4 | 8.9 |
| 압력 용기용 | | | | | | (14)(15)(34) | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.2 | 11.0 | 10.7 | 10.4 |
| 스테인리스강 | STSF 321 | 8A | - | 7 | | (11)(12) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.0 | 11.6 |
| 단강품 | | | | | | (11)(12)(15) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.1 | 11.7 |
| | | | | | | (11)(12)(34) | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 11.9 | 11.6 | 11.3 | 11.0 |
| | | | | | | (11)(12)(13) | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 11.9 | 11.6 | 11.3 | 11.0 |
| | | | | | | (15)(34) | | | | | | | | | | | | | | |
| | STSF 321H | 8A | - | 7 | | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.0 | 11.6 |
| | | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 12.4 | 12.1 | 11.7 |
| | | | | | | (34) | - | - | - | - | - | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 11.9 | 11.6 | 11.3 | 11.0 |
| | | | | | | (15)(34) | - | - | - | - | - | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 11.9 | 11.6 | 11.3 | 11.0 |
| | STSF 347 | 8A | - | 7 | | (11)(12) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.8 | 12.4 | 12.0 | 11.5 |
| | | | | | | (11)(12)(15) | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.8 | 12.4 | 12.0 | 11.5 |
| | | | | | | (11)(12)(34) | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 11.9 | 11.6 | 11.2 | 10.8 |
| | | | | | | (11)(12)(13) | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 11.9 | 11.6 | 11.2 | 10.8 |
| | | | | | | (34) | | | | | | | | | | | | | | |
| | STSF 347 H | 8A | | 7 | | - | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.8 | 12.4 | 12.0 | 11.5 |
| | | | | | | (15) | - | - | - | - | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.8 | 12.4 | 12.0 | 11.5 |
| | | | | | | (34) | - | - | - | - | - | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 11.9 | 11.6 | 11.2 | 10.8 |
| | | | | | | (15)(34) | - | - | - | - | - | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 11.9 | 11.6 | 11.2 | 10.8 |
| KFCA-D410 | SC 360 | 1 | 1 | 1 | - | (4)(35) | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 |
| 1-5004 | | | | | | (4)(36)(37) | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.4 |
| 탄소강주강품 | SC 410 | 1 | 1 | 2 | - | (4)(35) | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | | | | | | (1)(3)(4)(36) | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 |
| | | | | | | (37) | | | | | | | | | | | | | | |
| | SC 450 | 1 | 1 | 2 | - | (4)(35) | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 |
| | | | | | | (1)(3) | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 |
| | | | | | | (4)(36)(37) | | | | | | | | | | | | | | |
| | SC 480 | 1 | 2 | 2 | - | (4)(35) | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 |
| | | | | | | (1)(3)(4) | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | | | | | | (36)(37) | | | | | | | | | | | | | | |
| KFCA-D410 | SCW 410 | 1 | 1 | 2 | - | (4)(35) | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| 6-5009 | | | | | | (4)(37) | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 |
| 용접구조용주 | SCW 450 | 1 | 1 | 2 | - | (4)(35) | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 |
| 강품 | | | | | | (4)(37) | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 |
| | SCW 480 | 1 | 2 | 3 | - | (4)(35) | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 |
| | | | | | | (4)(37) | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | SCW 550 | 1 | 3 | 3 | - | (4)(35) | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.4 | 9.4 | 9.4 | 9.4 | 9.4 | 9.4 |
| | | | | | | (4)(37) | - | - | - | - | - | - | - | - | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 |
| | SCW 620 | 1 | 3 | 3 | - | (4)(35) | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 |
| | | | | | | (4)(37) | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 |
| KFCA-D410 | SSC 1-T 1 | 6 | - | 2 | - | (37) | - | - | - | - | - | - | - | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 |
| 3-5006 | SSC 1-T 2 | 6 | - | 2 | - | (19)(37) | - | - | - | - | - | - | - | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.3 | 12.0 | 11.9 | 11.7 |
| 스테인리스강 | SSC 13 | 8A | - | 7 | - | (23)(37) | - | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 8.6 | 8.2 | 7.7 |
| 주강품 | SSC 13 A | 8A | - | 7 | - | (11)(23)(37) | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.1 | 8.7 | 8.3 | 7.9 |
| | | | | | | (11)(15)(23) | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.5 | 9.2 | 8.8 | 8.5 |
| | | | | | | (37) | | | | | | | | | | | | | | |
| | SSC 14 | 8A | - | 7 | - | (23)(37) | - | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | 8.8 | 8.4 | 8.0 |
| | SSC 14 A | 8A | - | 7 | - | (11)(23) | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.3 | 9.0 | 8.6 | 8.2 |
| | | | | | | (11)(15)(23) | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.7 | 9.6 |
| | | | | | | (37)(38) | | | | | | | | | | | | | | |
| | SSC 16 | 8A | - | 9 | - | (23)(37) | - | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| | SSC 16 A | 8A | - | 9 | - | (23)(37) | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.3 | 9.0 | 8.6 | 8.2 |
| | | | | | | (15)(23)(37) | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.7 | 9.6 |
| | SSC 17 | 8A | - | 7 | - | (11)(23)(37) | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.3 | 9.0 | 8.8 | 8.6 |
| | | | | | | (11)(15)(23) | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.3 | 9.0 | 8.8 | 8.6 |
| | | | | | | (37) | | | | | | | | | | | | | | |
| | SSC 18 | 8A | - | 7 | - | (11)(23)(37) | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 8.7 | 8.3 | 8.2 | 8.0 |
| | | | | | | (11)(15)(23) | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 8.7 | 8.3 | 8.2 | 8.0 |
| | | | | | | (37) | | | | | | | | | | | | | | |
| | SSC 19 | 8A | - | 8 | - | (23)(37) | - | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 7.9 | 7.7 |
| | SSC 19 A | 8A | - | 8 | - | (23)(37) | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.1 | 8.7 | 8.3 | 7.9 |
| | | | | | | (15)(23)(37) | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.5 | 9.2 | 8.8 | 8.5 |
| | SSC 21 | 8A | - | 7 | - | (11)(23)(37) | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.6 | 9.3 | 9.0 | 8.7 |
| | | | | | | (11)(15)(23) | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.6 | 9.3 | 9.0 | 8.7 |
| | | | | | | (37) | | | | | | | | | | | | | | |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 8.6 | 8.3 | 8.0 | 7.8 | 7.6 | 7.4 | 7.3 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.8 | 6.6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | STSF 316L |
| 10.3 | 10.2 | 10.1 | 10.1 | 10.0 | 9.9 | 9.8 | 9.6 | 9.5 | 9.3 | 9.2 | 9.0 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 11.2 | 10.8 | 10.5 | 10.2 | 9.9 | 9.6 | 9.4 | 9.3 | 9.0 | 8.9 | 8.8 | 8.7 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 7.7 | 6.1 | 4.5 | 3.4 | 2.5 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | STSF 321 |
| 11.6 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 10.5 | 8.4 | 6.1 | 4.5 | 3.4 | 2.5 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | |
| 10.9 | 10.8 | 10.5 | 10.2 | 9.9 | 9.6 | 9.4 | 9.3 | 9.0 | 8.9 | 8.8 | 8.7 | 8.7 | 8.6 | 7.9 | 7.0 | 5.9 | 4.5 | 3.4 | 2.5 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | |
| 10.9 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.6 | 8.9 | 6.1 | 4.5 | 3.4 | 2.5 | 1.9 | 1.3 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | |
| 11.2 | 10.8 | 10.5 | 10.2 | 9.9 | 9.6 | 9.4 | 9.3 | 9.0 | 8.9 | 8.8 | 8.7 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 8.3 | 7.6 | 6.0 | 4.7 | 3.8 | 2.9 | 2.3 | 1.9 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | STSF 321H |
| 11.6 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.3 | 10.1 | 7.9 | 6.0 | 4.7 | 3.8 | 2.9 | 2.3 | 1.9 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | |
| 10.9 | 10.8 | 10.5 | 10.2 | 9.9 | 9.6 | 9.4 | 9.3 | 9.0 | 8.9 | 8.8 | 8.7 | 8.7 | 8.6 | 7.9 | 7.3 | 6.8 | 5.8 | 4.7 | 3.8 | 2.9 | 2.3 | 1.9 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | |
| 10.9 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.8 | 10.6 | 9.5 | 7.6 | 6.0 | 4.7 | 3.8 | 2.9 | 2.3 | 1.9 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | |
| 11.2 | 10.9 | 10.8 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | 9.9 | 9.7 | 9.6 | 9.6 | 9.5 | 9.5 | 9.4 | 9.4 | 9.0 | 7.8 | 5.9 | 4.1 | 3.1 | 2.4 | 1.7 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | STSF 347 |
| 11.2 | 10.9 | 10.8 | 10.6 | 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.2 | 9.4 | 7.8 | 5.9 | 4.1 | 3.1 | 2.4 | 1.7 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | |
| 10.5 | 10.2 | 10.1 | 9.9 | 9.8 | 9.8 | 9.7 | 9.7 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.5 | 9.5 | 9.4 | 9.4 | 9.0 | 7.8 | 5.9 | 4.1 | 3.1 | 2.4 | 1.7 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | |
| 10.5 | 10.2 | 10.1 | 9.9 | 9.8 | 9.8 | 9.7 | 9.7 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.5 | 9.1 | 7.8 | 5.9 | 4.1 | 3.1 | 2.4 | 1.7 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | |
| 11.2 | 10.9 | 10.8 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | 9.9 | 9.7 | 9.6 | 9.6 | 9.5 | 9.5 | 9.4 | 9.4 | 9.4 | 9.3 | 8.8 | 7.1 | 5.5 | 4.2 | 3.2 | 2.5 | 1.9 | 1.5 | 1.1 | STSF 347H |
| 11.2 | 10.9 | 10.8 | 10.6 | 10.5 | 10.5 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 9.0 | 7.1 | 5.5 | 4.2 | 3.2 | 2.5 | 1.9 | 1.5 | 1.1 | |
| 10.5 | 10.2 | 10.1 | 9.9 | 9.8 | 9.8 | 9.7 | 9.7 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.5 | 9.5 | 9.4 | 9.4 | 9.4 | 9.2 | 8.6 | 7.1 | 5.5 | 4.2 | 3.2 | 2.5 | 1.9 | 1.5 | 1.1 | |
| 10.5 | 10.2 | 10.1 | 9.9 | 9.8 | 9.8 | 9.7 | 9.7 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.6 | 9.5 | 9.4 | 9.2 | 8.6 | 7.1 | 5.5 | 4.2 | 3.2 | 2.5 | 1.9 | 1.5 | 1.1 | |
| 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | SC 360 |
| 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 6.7 | 6.2 | 5.4 | 4.3 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | SC 410 |
| 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 7.9 | 7.2 | 6.2 | 4.6 | 4.0 | 3.0 | 1.9 | 1.4 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | SC 450 |
| 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 8.6 | 7.8 | 6.6 | 4.7 | 4.0 | 3.0 | 1.9 | 1.4 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | SC 480 |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.2 | 8.2 | 6.9 | 4.7 | 4.0 | 3.0 | 1.9 | 1.4 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | SCW 410 |
| 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | SCW 450 |
| 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | SCW 480 |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 9.4 | 9.4 | 9.4 | 9.4 | 9.4 | 9.4 | 9.4 | 9.4 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | SCW 550 |
| 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | 10.6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | SCW 620 |
| 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 11.0 | 11.0 | 11.0 | 10.9 | 10.7 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | SSC 1-T 1 |
| 11.4 | 11.3 | 11.1 | 10.9 | 10.8 | 10.6 | 10.5 | 10.4 | 10.1 | 9.9 | 9.4 | 8.5 | 6.7 | 5.0 | 3.5 | 2.4 | 1.7 | 1.1 | 0.8 | 0.6 | – | – | – | – | – | – | SSC 1-T 2 |
| 7.4 | 7.0 | 6.7 | 6.5 | 6.3 | 6.2 | 6.0 | 5.9 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | SSC 13 |
| 7.6 | 7.3 | 7.1 | 6.9 | 6.7 | 6.5 | 6.4 | 6.3 | 6.2 | 6.1 | 5.9 | 5.8 | 5.7 | 5.6 | 5.5 | 5.2 | 4.8 | 4.0 | 3.3 | 2.7 | 2.2 | 1.9 | 1.6 | 1.4 | 1.2 | 1.1 | SSC 13 A |
| 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.2 | 8.1 | 8.0 | 7.7 | 7.1 | 6.2 | 5.0 | 4.0 | 3.3 | 2.7 | 2.2 | 1.9 | 1.6 | 1.4 | 1.2 | 1.1 | |
| 7.8 | 7.6 | 7.5 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | SSC 14 |
| 7.9 | 7.5 | 7.3 | 7.1 | 6.9 | 6.7 | 6.6 | 6.4 | 6.3 | 6.3 | 6.2 | 6.1 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | SSC 14 A |
| 9.6 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.4 | 9.3 | 9.2 | 9.0 | 8.9 | 8.8 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 7.8 | 7.6 | 7.5 | 7.4 | 7.4 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | SSC 16 |
| 7.9 | 7.5 | 7.3 | 7.1 | 6.9 | 6.7 | 6.6 | 6.4 | 6.3 | 6.3 | 6.2 | 6.1 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | SSC 16 A |
| 9.6 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.5 | 9.4 | 9.3 | 9.2 | 9.0 | 8.9 | 8.8 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.0 | 7.8 | 7.7 | 7.5 | 7.3 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.7 | 6.6 | 6.4 | 6.0 | 5.3 | 4.4 | 3.5 | 2.7 | 2.1 | 1.6 | 1.3 | 1.1 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | SSC 17 |
| 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 8.1 | 8.0 | 8.0 | 7.9 | 7.9 | 7.8 | 7.8 | 7.6 | 7.2 | 6.4 | 5.4 | 4.4 | 3.5 | 2.7 | 2.1 | 1.6 | 1.3 | 1.1 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | |
| 7.9 | 7.8 | 7.6 | 7.5 | 7.3 | 7.2 | 7.0 | 6.8 | 6.7 | 6.6 | 6.4 | 6.3 | 6.2 | 6.0 | 5.9 | 5.7 | 5.2 | 4.6 | 4.0 | 3.4 | 2.7 | 2.1 | 1.5 | 1.1 | 0.8 | 0.5 | SSC 18 |
| 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.6 | 7.6 | 7.5 | 7.5 | 7.4 | 7.4 | 7.3 | 7.3 | 7.2 | 7.1 | 6.8 | 6.4 | 5.9 | 5.2 | 4.6 | 4.0 | 3.4 | 2.7 | 2.1 | 1.5 | 1.1 | 0.8 | 0.5 | |
| 7.4 | 7.0 | 6.7 | 6.5 | 6.3 | 6.2 | 6.0 | 5.9 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | SSC 19 |
| 7.6 | 7.3 | 7.1 | 6.9 | 6.7 | 6.5 | 6.4 | 6.3 | 6.2 | 6.1 | 5.9 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | SSC 19 A |
| 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.3 | 8.2 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| 8.4 | 8.2 | 8.1 | 7.9 | 7.9 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.6 | 7.6 | 7.6 | 7.5 | 7.2 | 6.5 | 5.6 | 4.3 | 2.8 | 2.0 | 1.6 | 1.2 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | SSC 21 |
| 8.4 | 8.2 | 8.1 | 7.9 | 7.9 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.7 | 7.6 | 7.3 | 6.5 | 5.6 | 4.3 | 2.8 | 2.0 | 1.6 | 1.2 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | |

## <표 28.2> 철강 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(주단조품)

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 |
| KFCA-D4105-5008 내열강 주강품 | HRSC 22 CF | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

| 종 류 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KFCA-D4107-5010 고온 고압용 주강품 | SCPH 1 | 1 | 1 | 2 | - | (1)(3)(4)(37) | - | - | - | - | - | - | - | - | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 |
| | SCPH 2 | 1 | 2 | 2 | | (1)(3)(4)(37) | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | SCPH 11 | 3 | 1 | 2 | | (2)(3)(4)(37) | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 |
| | SCPH 21 | 4 | 1 | 3 | | (4)(37) | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | SCPH 32 | 5 | 1 | 3 | | (4)(37) | - | - | - | - | - | - | - | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | SCPH 61 | 5 | 2 | 3 | | (4)(37) | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 |
| KFCA-D4111-5012 저온 고압용 주강품 | SCPL 1 | 1 | 1 | 2 | - | (37) | - | - | - | - | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 |
| | SCPL 11 | 3 | 1 | 2 | | (37) | - | - | - | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 |
| | SCPL 21 | 9 A | - | 3 | | (37) | - | - | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | SCPL 31 | 9 B | - | 3 | | (37) | - | - | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| KFCA-D4301-5015 회 주철품 | GC 100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| | GC 150 | - | - | 10 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| | GC 200 | - | - | 10 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| | GC 250 | - | - | 10 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| | GC 300 | - | - | 10 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| | GC 350 | - | - | 10 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 |
| KFCA-D4302-5016 구상 흑연 주철품 | GCD 400 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| | GCD 450 | - | - | 11 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | 825 | 850 | 875 | 900 | 925 | 950 | 975 | 980 | 1000 | 1010 | |
| - | - | - | 3.8 | 3.2 | 2.6 | 2.1 | 1.7 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.4 | HRSC 22CF |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.3 | 7.9 | 7.2 | 6.1 | 4.6 | 4.0 | 3.0 | 1.9 | 1.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCPH 1 |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.2 | 8.2 | 6.8 | 4.7 | 4.0 | 3.0 | 1.9 | 1.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCPH 2 |
| 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 8.8 | 8.2 | 7.3 | 5.6 | 3.6 | 2.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCPH 11 |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.6 | 9.0 | 8.1 | 6.4 | 4.5 | 3.0 | 2.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCPH 21 |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.6 | 9.0 | 8.1 | 6.8 | 5.2 | 3.9 | 2.8 | 1.5 | 1.5 | 0.9 | - | - | - | - | - | - | SCPH 32 |
| 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 12.6 | 11.4 | 10.7 | 8.6 | 6.3 | 4.8 | 3.7 | 2.8 | 2.1 | 1.5 | 1.0 | 0.6 | - | - | - | - | - | - | SCPH 61 |
| 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCPL 1 |
| 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCPL 11 |
| 9.8 | 9.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCPL 21 |
| 9.8 | 9.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SCPL 31 |
| 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | GC 100 |
| 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | GC 150 |
| 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | GC 200 |
| 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | GC 250 |
| 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | GC 300 |
| 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | GC 350 |
| 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | GCD 400 |
| 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | GCD 450 |

주(1) 723 K{450 ℃}를 넘는 온도에서 장시간 사용하는 경우에는 재료의 흑연화에 주의해야 한다.

(2) 748 K{475 ℃}를 넘는 온도에서 장시간 사용하는 경우에는 재료의 흑연화에 주의해야 한다.

(3) 823 K{550 ℃}를 811 K{538 ℃}로 바꿔 읽는다.

(4) 273 K{0℃}를 268 K{-5 ℃}로 바꿔 읽는다.

(5) 723 K{450 ℃}를 넘는 온도에서 사용하는 경우 괄호 안의 수치를 사용해도 좋으나 장시간 사용하는 경우에는 재료의 흑연화에 주의해야 한다.

(6) 258 K{-15 ℃}를 243 K{-30 ℃}로 바꿔 읽는다. 다만 263 K{-10 ℃}를 넘는 저온에서 사용하는 경우에는 재료 규격에 규정한 충격 시험을 하여 이에 만족해야 한다.

(7) 용접부의 기본 허용 응력 및 이음 인장 시험에서 규정 최소인장강도는 이 표의 값의 95 %로 한다. 다만, 용접 재료의 강도가 모재와 동등 이상일 경우 이 제한은 하지 않는다.

(8) 398 K{125 ℃}를 넘는 온도의 수치는 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반)의 7.1.10의 조건에 따른 경우에만 적용해도 좋다.

(9) 263 K{-10 ℃}를 넘는 저온에서 사용하는 경우에는 재료 규격에 규정한 충격시험을 하여 이에 만족해야 한다.

(10) 이 기본허용응력의 수치는 맞대기 내외면 자동 서브머지드 아크 용접에 따라 제조된 것으로 용접이음의 효율 0.7을 곱해 얻은 값이다.

(11) 이 난의 823 K{550 ℃} 이상의 값은 탄소 함유량이 0.04 % 이상인 재료에 적용한다.

(12) 이 난의 798 K{525 ℃}를 넘는 값은 1,313 K{1,040 ℃} 이상의 온도에서 급랭하여 고용화 처리를 한 재료에 적용한다.

(13) 77 K{-196 ℃}를 20 K{-253 ℃}로 바꿔 읽는다.

(14) 77 K{-196 ℃}를 넘는 저온에서 사용하는 경우 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반) 7.1.10

의 충격 시험에 만족해야 한다.

(15) 이 난의 값은 변형이 어느 정도 허용 가능한 경우에 적용할 수 있다.

(16) 이 난의 623 K{350 ℃}를 넘는 값은 용가재를 사용하지 않는 자동아크용접으로 제조하여 냉간 가공 후 모재 및 용접부의 완전한 내식성을 얻기 위한 최적 고용화처리를 한 재료에 적용한다.

(17) 이 난의 값은 KS D 0205(강의 페라이트 및 오스테나이트 결정입도 시험법(현미경 관찰법))에 의한 결정 번호가 6 또는 그것보다 거친 경우에 적용한다.

(18) 이 난의 값은 결정 입도가 확인되지 않은 재료에 적용한다.

(19) 이 강종은 698 K{425 ℃}를 넘는 온도에서 사용한 뒤에는 상온에서 취성이 커지므로 충분한 이유가 없는 한 이 온도 이상에서는 사용하지 않는다.

(20) 이 수치를 사용하는 경우에는 KS D 0001(강재의 검사 통칙)에 따라 검사하여 규정된 최소 인장 강도를 확인해야 한다.

또한 KS D 3752(기계 구조용 탄소 강재)에서 SM10C를 뺀 상단의 값은 강재 지름, 맞변거리 또는 주체부의 두께가 100 ㎜ 이하인 것에, 하단의 값은 강재 지름, 맞변거리 또는 주체부가 100 ㎜를 넘고 200 ㎜ 이하인 것에 적용한다.

(21) 이 난의 값은 강도 구분 1의 재료에 적용한다.

(22) 이 난의 값은 강도 구분 2의 재료에 적용한다.

(23) 243 K{-30 ℃}를 넘는 저온에서 사용하는 경우에는 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반) 7.1.10의 충격 시험을 만족해야 한다.

(24) 이 난의 값은 고용화 처리한 재료에 적용한다.

(25) 이 난의 값은 고용화 처리한 후 $H_1$ 시효 처리를 한 재료에 적용한다.

(26) 이 난의 값은 고용화 처리한 후 $H_2$ 시효 처리를 한 재료에 적용한다.

(27) 이 난의 값은 열간 다듬질 후 어닐링한 바깥지름 127 ㎜ 이하인 관에 적용한다.

(28) 이 난의 값은 열간 다듬질 후 어닐링한 바깥지름 127 ㎜를 넘는 관에 적용한다.

(29) 이 난의 값은 냉간 다듬질 후 어닐링한 바깥지름 127 ㎜ 이하인 관에 적용한다.

(30) 이 난의 값은 냉간 다듬질 후 어닐링한 바깥지름 127 ㎜를 넘는 관에 적용한다.

(31) 이 난의 값은 냉간 다듬질 후 어닐랑한 관에 적용한다.

(32) 이 난의 값은 열간 다듬질 또는 냉간 다듬질 후 고용화 처리한 관에 적용한다.

(33) 이 난의 값은 탄소 함유량 0.35 % 이하인 것에 적용한다.

(34) 이 난의 값은 지름 및 두께가 130 ㎜ 이상인 단강품에 적용한다.

(35) 이 난의 값은 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반) 부속서 11(참고)에 의해 구한 기본허용응력에 주조 계수 0.67을 곱한 값이다.

(36) 이 난의 값을 사용하는 경우에는 다음 표의 화학 성분을 만족해야 한다.

| 종 류 | 성 분 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | C | Mn | P | S | Si |
| SC 360<br>SC 410 | 0.25 %이하 | 0.70 %이하 | 0.04 %이하 | 0.04 %이하 | 0.60 %이하 |
| SC 450<br>SC 480 | 0.35 %이하 | 0.70 %이하 | 0.0 4%이하 | 0.04 %이하 | 0.60 %이하 |

비 고 C의 함유량의 위 표의 최고값보다 0.01 % 줄어들 때마다 Mn의 함유량을 위 표의 최고값보다

0.04 % 증가시켜도 좋다. 다만 Mn의 함유량은 1.10 %를 넘어서는 안 된다.

또한 불순물로서의 Ni, Cr, Cu는 각각 0.5 % 이하에 그 합을 1.0 % 이하로 제한한다.

(37) 이 난의 값은 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반) 부속서 11(참고)에서 구한 기본허용응력에 주조 계수 0.8을 곱한 값이다. 다음 표의 시험을 한 경우에는 주조 계수 0.9 또는 1.0을 취할 수 있다.

| 시 험 | 주조 계수 |
|---|---|
| 비고 2.에 따른다. | 0.9 |
| 비고 4.에 따른다. | 0.9 |
| 비고 1. 및 비고 3.에 따른다. | 0.9 |
| 비고 2. 및 비고 4.에 따른다. | 1.0 |

비 고 1. 비고 5.에 따라 제품을 샘플링하여 KS D 0227(주강품의 방사선투과검사 방법)에 의해 방사선 시험을 하여 동규격에 정한 결함에 대하여 각각 3급 이상에 합격해야 한다.

2. 제품 전수(1개일 경우를 포함한다.)를 KS D 0227(주강품의 방사선투과검사 방법)에 의해 방사선 시험을 하여 동규격에 정한 종류의 결함에 대하여 각각 3급 이상에 합격해야 한다.

3. 비고 5.에 따라 제품을 샘플링하여 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반) 부속서 6(규정)에 따라 자분탐상시험을 하거나 또는 침투탐상시험을 하여 합격해야 한다.

4. 제품 전수를 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반) 부속서 6(규정)에 따라 자분탐상시험을 하거나 또는 침투탐상시험을 하여 합격해야 한다.

5. 샘플링 검사는 새로운 설계의 목형마다 최초로 만든 5개 중 3개 이상을 그 이후의 제조에서는 5개 또는 그 끝수마다 1개를 취하여 결함이 나타나기 쉬운 부분에 대해 검사한다.

(38) 이 난의 698 K{425 ℃}를 넘는 값은 탄소 함유량이 0.04 % 이상인 재료에 적용한다.

(39) 용접한 그대로 사용하는 경우의 최저 사용 온도는 263 K{-10 ℃}로 한다.

(40) 이 난의 값은 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반) <표6.2.5>의 이음의 종류(1)에 의한 용접 이음효율 70 %를 곱한 값이다.

동표 이음의 종류에 따라 제작하고 또한 방사선 검사를 한 경우에는 KS D 3705(열간 압연 스테인리스 강판 및 강대)의 동일 강종의 기본허용응력의 값에 해당하는 이음 효율을 곱하여 구한 값으로 한다.

(41) 제조 방법 E에 의한 관은 KS D 0250(강관의 초음파 탐상 검사 방법)에 의해 초음파탐상 검사를 한 것으로 한다. 이 경우 탐상 감도 구분은 UC 로 한다.

(42) 이 난의 값은 열처리 후, 전면 기계 다듬질하여 결함을 인정할 수 없는 경우에는 1.0625배, 다음 조건 중에 적합한 경우에는 1.125배 할 수 있다.

(a) 최초의 로트 5개 중 3개에 대해서 RT, 그 후에는 5개당 1개에 RT, 어느 경우에나 나머지는 모두 MT 또는 PT에 합격한 경우

RT는 KS D 0227(주강품의 방사선 투과검사 방법)에 따라 시험하여 동규격에 정한 종류의 결함에 대하여 각각 3급 이상일 것

MT는 KS D 0213(강자성 재료의 자분탐상검사 방법 및 자분 모양의 분류)에 따라 원칙적으로 전체 표면을 검사해야 한다. 결합의 판정은 다음에 따른다.

① 선모양의 결함자분이 있는 경우에는 다음 등급에 적합할 때는 합격으로 한다.

| 탐상부의 공칭두께 | 선모양 자분의 등급 |
|---|---|
| 20 ㎜ 이하 | 2급(2 ㎜ 초과 4 ㎜ 이하) |
| 20 ㎜ 초과 60 ㎜ 이하 | 3급(4 ㎜ 초과 8 ㎜ 이하) |
| 60 ㎜ 초과 | 4급(8 ㎜ 초과 16 ㎜ 이하) |

② 원모양 결함 자분이 있는 경우에는 1급 및 2급은 합격으로 한다.

③ 분산 자분 모양은 다음의 등급 분류에 적합한 것은 합격으로 한다.

| 결함 자분 모양의 분류 | 탐상부의 공칭두께 | 분산 결함 자분 모양의 등급분류 |
|---|---|---|
| 선모양 자분 또는 선모양 자분과 원모양 자분이 혼재된 경우 | 20 ㎜ 이하 | 3급( 8 ㎜ 초과 16 ㎜ 이하) |
| | 20 ㎜ 초과 60 ㎜ 이하 | 4급(16 ㎜ 초과 32 ㎜ 이하) |
| | 60 ㎜ 초과 | 5급(32 ㎜ 초과 64 ㎜ 이하) |
| 원모양 자분 | | 3급( 8 ㎜ 초과 16 ㎜ 이하) |

PT는 MT에 준한다.

(b) 전수 RT에 합격한 경우

(c) 관판과 같이 전체 두께에 대하여 여러 개의 가공 구멍이 있고 내부 검사가 가능한 경우

(43) 이 난의 값은 어닐링한 재료에 적용한다.

(44) 이 난의 값은 열간 다듬질 후 어닐링한 관에 적용한다.

(45) 이 난에서 크리프 특성이 요구되는 경우에는 불순물로서의 니켈 함유량을 0.5 % 이하로 한다.

(46) 이 난에서 273 K{0 ℃} 미만인 값은 기계적 성질의 충격 시험에서 시험 온도를 해당 설비의 설계 온도 이하로 하여 만족한 경우에 적용할 수 있다.

(47) 이 난의 외압차트번호는 판 두께가 100 ㎜를 넘는 경우에는 [그림 30.6]의 (4)를 적용하며, 100 ㎜ 이하인 경우에는 [그림 30.6]의 (2)를 적용한다.

(48) KS D 3521(압력 용기용 강판)의 SPPV355N, SPPV450Q의 외압 차트 번호는 [그림 30.6]의 (4)와 같다.

(49) 이 난의 외압차트번호를 사용하는 경우에는 참고에 나타낸 기계적 성질의 항복점 값에 만족하여야 한다.

(50) KS D 3752, D 3706, D 6763, D 6759에 대하여 이 난의 외압차트번호는 보강링에 사용하는 경우에만 적용 가능하다.

(51) 이 난의 외압차트번호를 사용하는 경우에는 강도 구분 1의 경우에는 [그림 30.6]의 (2)를 적용하고 강도 구분 2인 경우에는 [그림 30.6]의 (3)을 적용한다.

(52) 이 난의 외압차트번호를 사용하는 경우에는 강도 구분 1의 경우에는 [그림 30.6]의 (1)를 적용하고 강도 구분 2인 경우에는 [그림 30.6]의 (3)을 적용한다.

(53) 이 난의 외압차트번호를 사용하는 경우에는 성형 다듬질 후 어닐링한 경우에는 [그림 30.6]의 (33)을 적용하고 성형 다듬질 후 고용화처리한 경우에는 [그림 30.6]의 (34)를 적용한다.

비 고 1. <표 28.2>에서 각 온도 중간에서의 기본허용응력의 값은 비례법에 따라 계산한다.

2. <표 28.2>의 “외압 차트 번호”는 [그림 30.6]의 그림 번호를 나타낸다.

3. <표 28.2>의 “제조 방법”란에서 S는 이음매 없는 관, E는 전기 저항 용접관, B는 단접관, A는 아크 용접관, W는 자동 아크 용접관 또는 전기 저항 용접관을 나타낸다. 여기에 나타낸 기본

허용응력에는 용접이음효율이 포함되어 있으므로 내압계산에 사용하는 $\sigma_a\eta$는 이 표의 값을 취한다.

# <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(SI단위)

(구 리)

| 종 류 | 종 별 | 질별 | 기호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (N/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 5201 구리 및 구리합금 판 및 띠 | 1020 | O | C 1020 P-O<br>C 1020 R-O | 31 | - | 44 | - | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| | 1100 | O | C 1100 P-O<br>C 1100 R-O | 31 | - | 44 | - | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| | 1201 | O | C 1201 P-O<br>C 1201 R-O | 31 | - | 44 | - | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| | 1220 | O | C 1220 P-O<br>C 1220 R-O | 31 | - | 44 | - | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| | 4621 | F | C 4621 P-F | 32 | - | 45 | (57) | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 |
| | 4640 | F | C 4640 P-F | 32 | - | 45 | (57) | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 |
| | 6140 | O | C 6140 P-O | 35 | - | 49 | - | 120<br>113 | 120<br>113 | 120<br>113 | 120<br>113 | 120<br>113 | 120<br>113 | 120<br>113 | 120<br>113 |
| | 6161 | O | C 6161 P-O | 35 | - | 49 | - | 121<br>112 | 121<br>112 | 121<br>112 | 121<br>112 | 121<br>112 | 121<br>112 | 121<br>112 | 121<br>112 |
| | 6280 | F | C 6280 P-F | 35 | - | 49 | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| | 6301 | F | C 6301 P-F | 35 | - | 49 | - | 159<br>148 | 159<br>148 | 159<br>148 | 159<br>148 | 159<br>148 | 159<br>148 | 159<br>148 | 159<br>148 |
| | 7060 | F | C 7060 P-F | 34 | - | 46 | - | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| | 7150 | F | C 7150 P-F | 34 | - | 47 | - | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 | 86 |
| KS D 5546 니켈 및 니켈합금 판 및 조 | NCu | O | NCuP-O | 42 | - | 28 | - | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 |
| KS D 5539 이음매 없는 니켈 동 합금관 | NCu | O | NiCu30 | 42 | - | 28 | - | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 | 121 |
| | | SR | NCuP-SR | 42 | - | 28 | - | 148 | 148 | 148 | 148 | 148 | 148 | 148 | 148 |
| KS D 5101 구리 및 구리합금 봉 | 1020<br>1100<br>1201<br>1220<br>1221 | F | C 1020 BD-O<br>C 1100 BD-O<br>C 1201 BD-O<br>C 1220 BD-O<br>C 1221 BD-O | 31 | - | - | - | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| | | O | C 1020 BE-F<br>C 1100 BE-F<br>C 1201 BE-F<br>C 1220 BE-F<br>C 1221 BE-F | 31 | - | - | - | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| | 3601 | O | C 3601 BD-O | - | - | - | - | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 |
| | 3602 | F | C 3602 BE-F<br>C 3602 BD-F | - | - | - | - | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 |
| | 3603 | O | C 3603 BD-O | - | - | - | - | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 |
| | 3604 | F | C 3604 BE-F<br>C 3604 BD-F | - | - | - | - | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 |
| | 3712 | F | C 3712 BE-F<br>C 3712 BD-F | - | - | - | - | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 |
| | 3771 | F | C 3771 BE-F<br>C 3771 BD-F | - | - | - | - | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 |
| KS D 5301 이음매 없는 구리 및 구리합금 관 | 1020 | O | C 1020 T-O<br>C 1020TS-O | 31 | - | 44 | - | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | 1100 | O | C 1100 T-O<br>C 1100 TS-O | 31 | - | 44 | - | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | 1201 | O | C 1201 T-O<br>C 1201 TS-O | 31 | - | 44 | - | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (N/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 46 | 46 | 39 | 38 | 36 | 35 | 27 | 21 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1020 P-O<br>C 1020 R-O |
| 46 | 46 | 39 | 38 | 36 | 35 | 27 | 21 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1100 P-O<br>C 1100 R-O |
| 46 | 46 | 39 | 38 | 36 | 35 | 27 | 21 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1201 P-O<br>C 1201 R-O |
| 46 | 46 | 39 | 38 | 36 | 35 | 27 | 21 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1220 P-O<br>C 1220 R-O |
| 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 43<br>43<br>43 | 18<br>18<br>18 | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | C 4621 P-F |
| 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 86<br>86<br>79 | 43<br>43<br>43 | 18<br>18<br>18 | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | C 4640 P-F |
| 120<br>113 | 120<br>113 | 120<br>113 | 120<br>113 | 120<br>113 | 120<br>113 | 120<br>113 | 118<br>110 | 115<br>107 | 112<br>103 | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | C 6140 P-O |
| 121<br>112 | 121<br>112 | 121<br>112 | 121<br>112 | 121<br>112 | 121<br>112 | 121<br>112 | 121<br>112 | 117<br>109 | 114<br>105 | 110<br>101 | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | C 6161 P-O |
| 138 | 138 | 135 | 134 | 127 | 119 | 110 | 101 | 93 | 84 | 76 | 67 | 58 | 50 | 43 | - | - | - | - | - | C 6280 P-F |
| 159<br>148 | 159<br>148 | 155<br>148 | 155<br>148 | 155<br>148 | 155<br>145 | 155<br>143 | 155<br>140 | 153<br>138 | 149<br>136 | 127<br>122 | 99<br>99 | 76<br>76 | 55<br>55 | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | C 6301 P-F |
| 69 | 69 | 67 | 66 | 64 | 62 | 60 | 59 | 57 | 56 | 52 | 45 | - | - | - | - | - | - | - | - | C 7060 P-F |
| 86 | 86 | 77 | 73 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | - | - | - | C 7150 P-F |
| 121 | 121 | 117 | 113 | 109 | 106 | 104 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 101 | 98 | 79 | 61 | - | NiCu30 |
| 121 | 121 | 117 | 113 | 109 | 106 | 104 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 101 | 98 | 79 | 61 | - | NCuP-O |
| 148 | 148 | 148 | 148 | 148 | 148 | 146 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 144 | 144 | 139 | 125 | 87 | - | - | - | NCuP-SR |
| 46 | 46 | 39 | 38 | 36 | 35 | 27 | 21 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1020BE-F<br>C 1100BE-F<br>C 1201BE-F<br>C 1220BE-F<br>C 1221BE-F |
| 46 | 46 | 39 | 38 | 36 | 35 | 27 | 21 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1020BE-F<br>C 1100BE-F<br>C 1201BE-F<br>C 1220BE-F<br>C 1221BE-F |
| 74 | 74 | 74 | 69 | 68 | 68 | 37 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 3601BD-O |
| 79 | 79 | 79 | 79 | 71 | 68 | 37 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 3602BE-F<br>C 3602BD-F |
| 79 | 79 | 79 | 79 | 71 | 68 | 37 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 3603BD-O |
| 84 | 84 | 84 | 84 | 71 | 68 | 37 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 3604BE-F<br>C 3604BD-F |
| 79 | 79 | 79 | 79 | 73 | 73 | 42 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 3712BE-F<br>C 3712BD-F |
| 79 | 79 | 79 | 79 | 73 | 73 | 42 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 3771BE-F<br>C 3771BD-F |
| 41 | 41 | 34 | 33 | 33 | 32 | 28 | 22 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1020 T-O<br>C 1020TS-O |
| 41 | 41 | 34 | 33 | 33 | 32 | 28 | 22 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1100 T-O<br>C 1100TS-O |
| 41 | 41 | 34 | 33 | 33 | 32 | 28 | 22 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1201 T-O<br>C 1201TS-O |

## <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(SI단위)

(구 리)

| 종 류 | 종 별 | 질별 | 기호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (N/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 5301 이음매 없는 구리 및 구리합금관 | 1220 | O | C 1220 T-O<br>C 1220 TS-O | 31 | - | 44 | - | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | 1020 | OL | C 1020 T-OL<br>C 1020 TS-OL | 31 | - | 44 | (54)<br>(58) | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | 1100 | O L | C 1100 T-OL<br>C 1100 TS-OL | 31 | - | 44 | (54)<br>(58) | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | 1201 | O L | C 1201 T-OL<br>C 1201 TS-OL | 31 | - | 44 | (54)<br>(58) | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | 1220 | O L<br>O L | C 1220 T-OL<br>C 1220 TS-OL | 31 | - | 44 | (54)<br>(58) | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | 1020 | 1/2H | C 1020 T-1/2H<br>C 1020 TS-1/2H | 31 | - | 44 | (54)<br>(58) | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 |
| | 1100 | 1/2H | C 1100 T-1/2H<br>C 1100 TS-1/2H | 31 | - | 44 | (54)<br>(58) | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 |
| | 1201 | 1/2H | C 1201 T-1/2H<br>C 1201 TS-1/2H | 31 | - | 44 | (54)<br>(58) | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 |
| | 1220 | 1/2H | C 1220 T-1/2H<br>C 1220 TS-1/2H | 31 | - | 44 | (54)<br>(58) | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 |
| | 1020 | H | C 1020 T-H<br>C 1020 TS-H | 31 | - | 44<br>46 | (54)<br>(59) | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 |
| | 1100 | H | C 1100 T-H<br>C 1100 TS-H | 31 | - | 44<br>46 | (54) | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 |
| | 1201<br>1220 | H | C 1201 T-H<br>C 1201 TS-H<br>C 1220 T-H<br>C 1220 TS-H | 31 | - | 44<br>46 | (54)<br>(59) | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 |
| | 2300 | O | C 2300 T-O<br>C 2300 TS-O | 32 | - | 45 | - | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 |
| | | OL | C 2300 T-OL<br>C 2300 TS-OL | | | | | | | | | | | | |
| | 2800 | O | C 2800 T-O<br>C 2800 TS-O | 32 | - | 45 | - | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 |
| | 4430 | O | C 4403 T-O<br>C 4403 TS-O | 32 | - | 45 | - | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| | 6870 | O | C 6870 T-O<br>C 6870 TS-O | 32 | - | 45 | - | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 |
| | 6871 | O | C 6871 T-O<br>C 6871 TS-O | 32 | - | 45 | - | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (N/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 41 | 41 | 34 | 33 | 33 | 32 | 28 | 22 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1220T-O<br>C 1220TS-O |
| 41 | 41 | 34 | 33 | 33 | 32 | 28 | 22 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1020T-OL<br>C1020TS-OL |
| 41 | 41 | 34 | 33 | 33 | 32 | 28 | 22 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1100T-OL<br>C1100TS-OL |
| 41 | 41 | 34 | 33 | 33 | 32 | 28 | 22 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1201T-OL<br>C1201TS-OL |
| 41 | 41 | 34 | 33 | 33 | 32 | 28 | 22 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1220T-OL<br>C1220TS-OL |
| 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 60 | 59 | 57 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1020 T-½H<br>C 1020 TS-½H |
| 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 60 | 59 | 57 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1100 T-½H<br>C 1100 TS-½H |
| 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 60 | 59 | 57 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1201 T-½H<br>C 1201 TS-½H |
| 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 60 | 59 | 57 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1220 T-½H<br>C 1220 TS-½H |
| 79 | 79 | 79 | 79 | 77 | 76 | 72 | 36 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1020 T-H<br>C 1020 TS-H |
| 64 | 64 | 64 | 59 | 57 | 55 | 34 | 17 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1100 T-H<br>C 1100 TS-H |
| 79 | 79 | 79 | 79 | 78 | 76 | 71 | 36 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1201 T-H<br>C 1201 TS-H<br>C 1220 T-H<br>C 1220 TS-H |
| 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 48 | 36 | 20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 2300 T-O<br>C 2300 TS-O<br>C 2300 T-OL<br>C 2300TS-OL |
| 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 75 | 36 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 2800 T-O<br>C 2800 TS-O |
| 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 68 | 30 | 17 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 4430 T-O<br>C 4430 TS-O |
| 82 | 82 | 82 | 81 | 80 | 80 | 47 | 25 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 6870 T-O<br>C 6870 TS-O |
| 82 | 82 | 82 | 81 | 80 | 80 | 47 | 25 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 6871 T-O<br>C 6871 TS-O |

## <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(SI단위)

(구 리)

| 종 류 | 종 별 | 질별 | 기호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (N/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 5301 이음매 없는 구리 및 구리합금관 | 6872 | O | C 6872 T-O<br>C 6872 TS-O | 32 | - | 45 | - | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 |
| | 7060 | O | C 7060 T-O<br>C 7060 TS-O | 34 | - | 46 | - | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| | 7100 | O | C 7100 T-O<br>C 7100 TS-O | 34 | - | 46 | - | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 |
| | 7150 | O | C 7150 T-O<br>C 7150 TS-O | 34 | - | 47 | - | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 |
| KS D 5545 구리 및 구리 합금 용접관 | 1220 | O | C 1220 TW-O<br>C 1220 TWS-O | 31 | - | 44 | - | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 |
| | | Ol | C 1220 TW-OL<br>C 1220TWS-OL | | | | | | | | | | | | |
| | | ½H | C 1220 TW-½H<br>C 1220 TWS-½H | 31 | - | 44 | (54) | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 |
| | | H | C 1220 TW-H<br>C 1220 TWS-H | 31 | - | 44 | (54) | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 67 |
| | 2600 | O | C 2600 TW-O<br>C 2600 TWS-O | 32 | - | - | - | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 |
| | | O L | C 2600 TW-OL<br>C 2600TWS-OL | | | | | | | | | | | | |
| | | ½H | C 2600 TW-½H<br>C 2600 TWS-½H | 32 | - | - | (54) | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 |
| | | H | C 2600 TW-H<br>C 2600 TWS-H | 32 | - | - | (54) | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| | 2680 | O | C 2680 TW-O<br>C 2680 TWS-O | 32 | - | - | - | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 | 63 |
| | | OL | C 2680 TW-OL<br>C 2680TWS-OL | | | | | | | | | | | | |
| | | ½H | C 2680 TW-½H<br>C 2680 TWS-½H | 32 | - | - | (54) | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 |
| | | H | C 2680 TW-H<br>C 2680 TWS-H | 32 | - | - | (54) | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| | 4430 | O | C 4430 TW-O<br>C 4430 TWS-O | 32 | - | 45 | (60) | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 |
| | 7060 | O | C 7060 TW-O<br>C 7060 TWS-O | 34 | - | 46 | - | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 |
| | 7150 | O | C 7150 TW-O<br>C 7150 TWS-O | 34 | - | 47 | - | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (N/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 82 | 82 | 82 | 81 | 80 | 80 | 47 | 25 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 6872 T-OL<br>C 6872 TS-OL |
| 69 | 69 | 67 | 66 | 64 | 62 | 60 | 59 | 58 | 56 | 51 | 45 | - | - | - | - | - | - | - | - | C 7060 T-OL<br>C 7060 TS-OL |
| 74 | 74 | 74 | 73 | 72 | 72 | 70 | 69 | 67 | 65 | 63 | 60 | 56 | 52 | - | - | - | - | - | - | C 7100 T-OL<br>C 7100 TS-OL |
| 82 | 82 | 79 | 77 | 76 | 75 | 74 | 72 | 70 | 69 | 68 | 67 | 66 | 66 | - | - | - | - | - | - | C 7150 T-O<br>C 7150 TS-O |
| 35 | 35 | 30 | 28 | 28 | 27 | 23 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1220 TW-O<br>C 1220 TWS-O<br>C 1220 TW-OL<br>C 1220TWS-OL |
| 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 51 | 50 | 48 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1220 TW-H<br>C 1220 TWS<br>½H |
| 67 | 67 | 67 | 67 | 67 | 64 | 60 | 30 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1220 TW-H<br>C 1220 TWS-H |
| 59 | 59 | 59 | 59 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 2600 TW-O<br>C 2600 TWS-O<br>C 2600 TW-OL<br>C 2600TWS-OL |
| 79 | 79 | 79 | 79 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 2600 TW-H<br>C 2600 TWS-½H |
| 96 | 96 | 96 | 96 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 2600 TW-H<br>C 2600 TWS-H |
| 63 | 63 | 63 | 63 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 2680 TW-O<br>C 2680 TWS-O<br>C 2680 TW-OL<br>C 2680TWS-OL |
| 79 | 79 | 79 | 79 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 2680 TW-H<br>C 2680 TWS-½H |
| 96 | 96 | 96 | 96 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 2680 TW-H<br>C 2680 TWS-H |
| 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 58 | 25 | 14 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 4430 TW-O<br>C 4430 TWS-O |
| 59 | 59 | 57 | 56 | 54 | 53 | 51 | 50 | 49 | 47 | 43 | 38 | - | - | - | - | - | - | - | - | C 7060 TW-O<br>C 7060 TWS-O |
| 70 | 70 | 68 | 66 | 64 | 64 | 63 | 61 | 59 | 59 | 59 | 56 | 56 | - | - | - | - | - | - | - | C 7150 TW-O<br>C 7150 TWS-O |

# <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(SI단위)

(알루미늄)

| 종 류 | 종 별 | 질별 | 기호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (N/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 6701 알루미늄 및 알루미늄 합금의 판 및 띠 | 1080<br>1070 | O | A 1080 P-O<br>A 1070 P-O | 21 | - | - | - | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | | H 12,<br>H 22 | A 1080 P-H 12,<br>-H 22<br>A 1070 P-H 12,<br>-H 22 | 21 | - | 12 | (54)<br>(61) | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| | | H 14<br>H 24 | A 1080 P-H 14,<br>-H 24<br>A 1070 P-H 14,<br>-H 24 | 21 | - | 12 | (54)<br>(61) | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| | | H 112 | A 1080 P-H 112<br>A 1070 P-H 112 | 21 | - | - | (54) | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 |
| | | | | 21 | - | - | (54) | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| | | | | 21 | - | - | (54) | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| | | | | 21 | - | - | (54) | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | | | | 21 | - | - | - | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | 1050 | O | A 1050 P-O | 21 | - | 12 | - | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | | H 12,<br>H 22 | A 1050 P-H 12,<br>-H 22 | 21 | - | 12 | (54)<br>(61) | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | | H 14,<br>H 24 | A 1050 P-H 14,<br>-H 24 | 21 | - | 12 | (54)<br>(61) | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| | | H 112 | A 1050 P-H 112 | 21 | - | 12 | (54) | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| | | | | 21 | - | 12 | (54) | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | | | | 21 | - | 12 | (54) | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| | | | | 21 | - | 12 | (54) | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| | | | | 21 | - | 12 | - | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | 1100<br>1200 | O | A 1100 P-O<br>A 1200 P-O | 21 | - | 12 | - | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| | | H 12,<br>H 22 | A 1100 P-H 12,<br>-H 22<br>A 1200 P-H 12,<br>-H 22 | 21 | - | 12 | (54)<br>(61) | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| | | H 14,<br>H 24 | A 1100 P-H 14,<br>-H 24<br>A 1200 P-H 14,<br>-H 24 | 21 | - | 12 | (54)<br>(61) | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | | H 112 | A 1100 P-H 112<br>A 1200 P-H 112 | 21 | - | 12 | (54) | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| | | | | 21 | - | 12 | (54) | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| | | | | 21 | - | 12 | (54) | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| | | | | 21 | - | 12 | - | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| | 3003<br>3203 | O | A 3003 P-O<br>A 3203 P-O | 21 | - | 13 | - | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| | | H 12,<br>H 22 | A 3003 P-H 12, H 22<br>A 3203 P-H 12, H 22 | 21 | - | 13 | (54)<br>(61) | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | | H 14<br>H 24 | A 3003 P-H 14, H 24<br>A 3203 P-H 14, H 24 | 21 | - | 14 | (54)<br>(61) | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 |
| | | H112 | A 3003 P-H 112<br>A 3203 P-H 112 | 21 | - | 13 | (54) | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | | | | 21 | - | 13 | (54) | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 | 27 |
| | | | | 21 | - | 13 | (54) | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| | 3004 | O | A 3004 P-O | 22 | - | 16 | - | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 |
| | | H 32 | A 3004 P-H 32 | 22 | - | 16 | (54) | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 |
| | | H 34 | A 3004 P-H 34 | 22 | - | 15 | (54) | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 |
| | 5052 | O | A 5052 P-O | 22 | - | 17 | - | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 |
| | | H 12,<br>H 22<br>H 32 | A 5052 P-H 12, H 22, H 32 | 22 | - | 17 | (54)<br>(61) | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 |
| | | H 14,<br>H 24<br>H 34 | A 5052 P-H 14,<br>H 24, H 34 | 22 | - | 15 | (54)<br>(61) | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (N/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 10 | 10 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1080 P-O<br>A 1070 P-O |
| 18 | 18 | 18 | 16 | 15 | 13 | 12 | 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1080 P-H 12, H 22<br>A 1070 P-H 12, H 22 |
| 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 18 | 13 | 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1080 P-H 14, H 24<br>A 1070 P-H 14, H 24 |
| 19 | 19 | 17 | 15 | 13 | 11 | 10 | 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1080 P-H 112<br>A 1070 P-H 112 |
| 18 | 18 | 16 | 15 | 13 | 11 | 10 | 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 15 | 15 | 14 | 13 | 11 | 10 | 8 | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 13 | 13 | 12 | 11 | 9 | 7 | 6 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 10 | 10 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 13 | 13 | 13 | 12 | 11 | 10 | 8 | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1050 P-O |
| 20 | 20 | 19 | 18 | 16 | 15 | 13 | 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1050 P-H 12, H 22 |
| 24 | 24 | 24 | 22 | 21 | 18 | 13 | 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1050 P-H 14, H 24 |
| 21 | 21 | 19 | 17 | 14 | 13 | 11 | 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1050 P-H 112 |
| 20 | 20 | 18 | 16 | 14 | 13 | 11 | 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 18 | 18 | 17 | 15 | 13 | 12 | 10 | 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 16 | 16 | 14 | 13 | 12 | 10 | 8 | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 13 | 13 | 13 | 12 | 11 | 10 | 8 | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 17 | 17 | 17 | 17 | 16 | 13 | 10 | 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 P-O<br>A 1200 P-O |
| 24 | 24 | 24 | 24 | 22 | 20 | 14 | 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 P-H 12, H 22<br>A 1200 P-H 12, H 22 |
| 30 | 30 | 30 | 27 | 25 | 20 | 14 | 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 P-H 14, H 24<br>A 1200 P-H 14, H 24 |
| 24 | 24 | 23 | 21 | 19 | 17 | 12 | 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 P-H 112<br>A 1200 P-H 112 |
| 22 | 22 | 22 | 21 | 19 | 17 | 12 | 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 21 | 21 | 21 | 19 | 17 | 15 | 12 | 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 17 | 17 | 17 | 17 | 16 | 13 | 10 | 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 23 | 23 | 23 | 23 | 21 | 17 | 13 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 P-O<br>A 3203 P-O |
| 30 | 30 | 30 | 30 | 27 | 25 | 21 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 P-H 12, H 22<br>A 3203 P-H 12, H 22 |
| 34 | 34 | 34 | 34 | 33 | 29 | 22 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 P-H 14, H 24<br>A 3203 P-H 14, H 24 |
| 30 | 30 | 30 | 30 | 27 | 25 | 21 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 P-H112<br>A 3203 P-H112 |
| 27 | 27 | 27 | 25 | 22 | 17 | 13 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 25 | 25 | 25 | 24 | 22 | 17 | 13 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 39 | 39 | 39 | 39 | 37 | 34 | 26 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3004 P-O |
| 49 | 49 | 49 | 49 | 47 | 40 | 27 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3004 P-H 32 |
| 56 | 56 | 56 | 56 | 53 | 40 | 27 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3004 P-H 34 |
| 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 38 | 29 | 19 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 P-O |
| 54 | 54 | 54 | 53 | 51 | 43 | 29 | 19 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 P-H 12, H 22, H 32 |
| 59 | 59 | 59 | 59 | 57 | 43 | 29 | 19 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 P-H 14, H 24, H 34 |

# <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(SI단위)

(알루미늄)

| 종 류 | 종 별 | 질별 | 기호 | 규정최소 인장강도 (N/㎟) | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (N/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 6701 알루미늄 및 알루미늄 합금의 판 및 띠 | 5052 | H 112 | A 5052 P-H 112 | | 22 | - | 17 | (54) | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 |
| | | | | | 22 | - | 17 | - | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 |
| | 5154 5254 | O | A 5154 P-O A 5254 P-O | 205 | 22 | - | 20 | (55) | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 |
| | | H 12, H 22, H 32 | A 5154 P-H 12, H 22, H 32 A 5254 P-H 12, H 22, H 32 | 255 | 22 | - | 18 | (54) (55) (61) | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 |
| | | H 14, H 24, H 34 | A 5154 P-H 14, H 24, H 34 A 5254 P-H 14, H24, H 34 | 275 | 22 | - | 18 | (54) (55) (61) | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| | | H 112 | A 5154 P-H 112 A 5254 P-H 112 | 235 (두께 4 ㎜ 이상, 6.5 ㎜ 이하) | 22 | - | 20 | (54) (55) (62) | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 |
| | | | | 225 (두께 6.5 ㎜ 초과, 13 ㎜이하) | 22 | - | 20 | (54) (55) (62) | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 |
| | | | | 205 (두께 13 ㎜초과, 75 ㎜ 이하) | 22 | - | 20 | (55) | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 |
| | 5454 | O | A 5454 P-O | 215 | 22 | - | 21 | - | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 |
| | 5083 | O | A 5083 P-O | 275 (두께 0.8 ㎜ 초과, 80 ㎜ 이하 | 25 | - | 18 | (55) | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| | | | | 265 (두께 80 ㎜ 초과, 100 ㎜ 이하) | 25 | - | 18 | (55) | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 |
| | | H 32 | A 5083 P-H 32 | 315 (두께 0.8 ㎜ 초과, 2.9 ㎜ 이하) | 25 | - | 18 | (54) (55) | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 |
| | | | | 305 (두께 2.9 ㎜ 초과, 12 ㎜ 이하) | 25 | - | 18 | (54) (55) | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 |
| | | H 321 | A 5083 P-H 321 | 305 (두께 4 ㎜ 이상, 40 ㎜ 이하) | 25 | - | 18 | (54) (55) | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 |
| | | | | 285 (두께 40 ㎜ 초과, 80 ㎜ 이하) | 25 | - | 18 | (54) (55) | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 |
| | | H112 | A 5083 P-H 112 | 285 (두께 4 ㎜ 이상, 6.5 ㎜ 이하) | 25 | - | 18 | (54) (55) | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 |
| | | | | 275 (두께 6.5 ㎜ 초과, 75 ㎜ 이하) | 25 | - | 18 | (55) | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| | 5086 | O | A 5086 P-O | 245 | 25 | - | 19 | (55) | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 |
| | | H 32 | A 5086 P-H 32 | 275 | 25 | - | 18 | (54) (55) | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| | | H 34 | A 5086 P-H 34 | 305 | 25 | - | 18 | (54) (55) | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 |
| | | H 112 | A 5086 P-H 112 | 255 (두께 4 ㎜ 이상, 6.5 ㎜ 이하) | 25 | - | 19 | (54) (55) | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 |
| | | | | 245 (두께 6.5 ㎜ 초과, 50 ㎜ 이하) | 25 | - | 19 | (55) | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 |
| | | | | 235 (두께 50 ㎜ 초과, 75 ㎜ 이하) | 25 | - | 19 | (55) | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 |
| | 6061 | T4 | A 6061 P-T4 | 205 | 23 | - | 24 | (56) | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 |
| | | T451 | A 6061 P-T451 | 205 | 23 | - | 24 | (56) | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 |
| | | T6 | A 6061 P-T6, | 295 | 23 | - | 23 | (56) | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 |
| | | T651 | A 6061 P-T651 | 295 | 23 | - | 23 | (56) | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 |
| | | (T4W) (T451W) | A 6061 P-T4W, -T451W | 165 | 23 | - | 24 | - | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | | (T6W) (T651W) | A 6061 P-T6W, -T651W | | | | 23 24 | (63) | | | | | | | | |
| | 7N-O1 | T4 | A 7NO1 P-T4 | 315 | 27 | - | - | (55) (56) | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 |
| | | T6 | A 7NO1 P-T6 | 335 | 27 | - | - | (55) (56) | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 |
| | | (T4W) (T6W) | A 7NO1 P-T4W A 7NO1 P-T6W | 280 | 27 | - | - | (55) | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| KS D 6763 알루미늄 및 알루미늄 합금 봉 및 선 | 1070 | H 112 | A 1070 BE-H 112 A 1070 BES-H 112 | 55 | 21 | - | - | - | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | | O | A 1070 BD-O A 1070 BDS-O | 55 | 21 | - | - | - | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | 1050 | H 112 | A 1050 BE -H 112 A 1050 BES-H 112 | 65 | 21 | - | - | - | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (N/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 49 | 49 | 49 | 49 | 47 | 43 | 29 | 19 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 P-H 112 |
| 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 38 | 29 | 19 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 49 | 49 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5154 P-O<br>A 5254 P-O |
| 64 | 64 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5154 P-H 12, H 22, H 32<br>A 5254 P-H 12, H 22, H 32 |
| 69 | 69 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5154 P-H 14, H 24, H 34<br>A 5254 P-H 14, H24, H 34 |
| 59 | 59 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5154 P-H 112<br>A 5254 P-H 112 |
| 56 | 56 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 49 | 49 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 54 | 54 | 54 | 53 | 49 | 38 | 28 | 22 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5454 P-O |
| 69 | 69 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 P-O |
| 66 | 66 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 79 | 79 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 P-H 32 |
| 76 | 76 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 76 | 76 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 P-H 321 |
| 71 | 71 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 71 | 71 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 P-H 112 |
| 69 | 69 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 61 | 61 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5086 P-O |
| 69 | 69 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5086 P-H 32 |
| 76 | 76 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5086 P-H 34 |
| 64 | 64 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5086 P-H 112 |
| 61 | 61 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 59 | 59 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 48 | 43 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 P-T4 |
| 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 48 | 43 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 P-T451 |
| 74 | 74 | 74 | 72 | 67 | 58 | 44 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 P-T6, |
| 74 | 74 | 74 | 72 | 67 | 58 | 44 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 P-T651 |
| 41 | 41 | 41 | 41 | 40 | 38 | 32 | 25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 P-T4W,-T451W<br>A 6061 P-T6W,-T651W |
| 79 | 79 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7NO1 P-T4 |
| 84 | 84 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7NO1 P-T6 |
| 70 | 70 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7NO1 P-T4W<br>A 7NO1 P-T6W |
| 10 | 10 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1070 BE-H 112<br>A 1070 BES-H 112 |
| 10 | 10 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1070 BD-O<br>A 1070 BDS-O |
| 13 | 13 | 13 | 12 | 11 | 10 | 8 | 6 | | | | | | | | | | | | | A 1050 BE-H 112<br>A 1050 BES-H 112 |

# <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(SI단위)

(알루미늄)

| 종 류 | 종 별 | 질별 | 기호 | 규정최소 인장강도 (N/㎟) | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (N/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 6763 알루미늄 및 알루미늄 합금봉 및 선 | 1100<br>1200 | H 112 | A 1100 BE-H 112<br>A 1100 BES-H 112<br>A 1200 BE-H 112<br>A 1200 BES-H 112 | 75 | 21 | - | - | - | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | 1100<br>1200 | O | A 1100 BD-O<br>A 1100 BDS-O<br>A 1200 BD-O<br>A 1200 BDS-O | 75 | 21 | - | - | - | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | 2024 | T4 | A 2024 BE-T4<br>A 2024 BES-T4 | 390 (지름 또는 최소 맞변거리 6 ㎜ 이하) | - | - | - | (56) | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| | | | | 410 (지름 또는 최소 맞변거리 6 ㎜ 초과, 19 ㎜ 이하) | - | - | - | (56) | 103 | 103 | 103 | 103 | 103 | 103 | 103 | 103 |
| | | | | 450 (지름 또는 최소 맞변거리 19 ㎜초과, 38 ㎜ 이하) | - | - | - | (56) | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 |
| | | | | 470 (지름 또는 최소 맞변거리 38 ㎜ 초과, 다만 단면적 200 ㎠ 이하) | - | - | - | (56) | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 |
| | | | A 2024 BD-T4<br>A 2024 BDS-T4 | 430 | - | - | - | (56) | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 |
| | 3003 | H 112 | A 3003BE-H 112<br>A 3003 BES-H 112 | 95 | 21 | - | 13 | (50) | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| | | O | A 3003 BD-O<br>A 3003 BDS-O | 95 | 21 | - | 13 | (50) | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| | 5052 | H 112, O | A 5052 BE-H 112, O<br>A 5052 BES-H 112 ,O | 175 | 22 | - | - | - | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 |
| | | O | A 5052 BD-O<br>A 5052 BDS-O | 175 | 22 | - | - | - | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 |
| | 5056 | H 112 | A 5056 BE-H 112<br>A 5056 BES-H 112 | 245 (단면적 300 ㎠ 이하) | 25 | - | - | (55) | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 |
| | 5083 | H 112, O | A 5083 BE-H 112, O<br>A 5083 BES-H 112, O | 275 | 25 | - | 18 | (50)<br>(55) | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| | | O | A 5083 BD-O<br>A 5083 BDS-O | 275 | 25 | - | 18 | (50)<br>(55) | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| | 6061 | T4 | A 6061 BE-T4<br>A 6061 BES-T4 | 175 | 23 | - | - | (56) | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 |
| | | T6 | A 6061 BE-T6<br>A 6061 BES-T6 | 265 | 23 | - | - | (56) | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 |
| | | (T4W) | A 6061 BE-T4W<br>A 6061 BES-T4W | 165 | 23 | - | - | - | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | | (T6W) | A 6061 BE-T6W<br>A 6061 BES-T6W | | | | 23<br>24 | (63) | | | | | | | | |
| | | T6 | A 6061 BD-T6<br>A 6061 BDS-T6 | 295 | 23 | - | - | (56) | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 |
| | | (T6W) | A 6061 BD-T6W<br>A 6061 BDS-T6W | 165 | 23 | - | 23<br>24 | (50)<br>(63) | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | 6063 | T1 | A 6063 BE-T1<br>A 6063 BES-T1 | 120 (지름 또는 최소 맞변거리 12 ㎜ 이하) | 23 | - | - | (56) | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | | | | 110 (지름 또는 최소 맞변거리 12㎜ 초과, 25 ㎜ 이하) | 23 | - | - | (56) | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 |
| | | T5 | A 6063 BE-T5<br>A 6063 BES-T5 | 155 (지름 또는 최소 맞변거리 12 ㎜ 이하) | 23 | - | - | (56) | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 |
| | | | | 145 (지름 또는 최소 맞변거리 12 ㎜ 초과, 25 ㎜ 이하) | 23 | - | - | (56) | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| | | T6 | A 6063 BE-T6<br>A 6063 BES-T6 | 205 | 23 | - | - | (56) | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 |
| | | (T5W)<br>(T6W) | A 6063 BE-T5W,T6W<br>A 6063 BES-T5W,T6W | 120 | 23 | - | - | - | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | 7003 | T5 | A 7003 BE-T5<br>A 7003 BES-T5 | 285 (지름 또는 최소 맞변거리 12 ㎜ 이하) | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 |
| | | | | 275 (지름 또는 최소 맞변거리 12 ㎜초과, 25 ㎜ 이하) | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| | | (T5W) | A 7003 BE-T5W<br>A 7003 BES-T5W | 265 | 27 | - | - | (55) | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (N/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 9 | 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 BE-H 112<br>A 1100 BES-H112<br>A 1200 BE-H 112<br>A 1200 BES-H112 |
| 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 9 | 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 BD-O<br>A 1100 BDS-O<br>A 1200 BD-O<br>A 1200 BDS-O |
| 98 | 98 | 98 | 96 | 84 | 65 | 41 | 30 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 2024 BE-T4<br>A 2024 BES-T4 |
| 103 | 103 | 103 | 100 | 88 | 68 | 45 | 32 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 113 | 113 | 113 | 109 | 95 | 75 | 47 | 34 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 118 | 118 | 118 | 114 | 100 | 77 | 49 | 36 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 108 | 108 | 108 | 104 | 91 | 72 | 45 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 2024 BD-T4<br>A 2024 BDS-T4 |
| 23 | 23 | 23 | 23 | 21 | 17 | 13 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003BE-H 112<br>A 3003 BES-H112 |
| 23 | 23 | 23 | 23 | 21 | 17 | 13 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 BD-O<br>A 3003 BDS-O |
| 44 | 44 | 44 | 44 | 43 | 38 | 29 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 BE-H 112,O<br>A 5052 BES-H 112,O |
| 44 | 44 | 44 | 44 | 43 | 38 | 29 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 BD-O<br>A 5052 BDS-O |
| 61 | 61 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5056 BE-H 112<br>A 5056 BES-H112 |
| 69 | 69 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 BE-H 112,O<br>A 5083 BES-H 112,O |
| 69 | 69 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 BD-O<br>A 5083 BDS-O |
| 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 41 | 40 | 32 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 BE-T4<br>A 6061 BES-T4 |
| 66 | 66 | 66 | 65 | 62 | 55 | 44 | 32 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 BE-T6<br>A 6061 BES-T6 |
| 41 | 41 | 41 | 41 | 40 | 38 | 32 | 25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 BE-T4W<br>A 6061 BES-T4W<br>A 6061 BE-T6W<br>A 6061 BES-T6W |
| 74 | 74 | 74 | 72 | 67 | 58 | 44 | 32 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 BD-T6<br>A 6061 BDS-T6 |
| 41 | 41 | 41 | 41 | 40 | 38 | 32 | 25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 BD-T6W<br>A 6061 BDS-T6W |
| 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 29 | 24 | 16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 BE-T1<br>A 6063 BES-T1 |
| 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 24 | 16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 39 | 39 | 39 | 37 | 36 | 31 | 25 | 16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 BE-T5<br>A 6063 BES-T5 |
| 36 | 36 | 36 | 35 | 33 | 29 | 24 | 16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 51 | 51 | 51 | 50 | 44 | 34 | 25 | 16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 BE-T6<br>A 6063 BES-T6 |
| 30 | 30 | 30 | 30 | 28 | 26 | 22 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 BE-T5W,T6W<br>A 6063 BES-T5W,T6W |
| 71 | 71 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7003 BE-T5<br>A 7003 BES-T5 |
| 69 | 69 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 66 | 66 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7003 BE-T5W<br>A 7003 BES-T5W |

# <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(SI단위)

(알루미늄)

| 종 류 | 종 별 | 질별 | 기호 | 규정최소 인장강도 (N/㎟) | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (N/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 6763 알루미늄 및 알루미늄 합금 봉 및 선 | 7N-01 | T4 | A 7N01 BE-T4<br>A 7N01 BES-T4 | 315 | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 |
| | | T6 | A 7N01 BE-T6<br>A 7N01 BES-T6 | 335 | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 |
| | | (T4W)<br>(T6W) | A 7N01 BE-T4W,T6W<br>A 7N01 BES-T4W,T6W | 285 | 27 | - | - | (55) | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 |
| KS D 6761 이음매 없는 알루미늄 및 알루미늄 합금 관 | 1050 | H 112 | A 1050 TE-H 112<br>A 1050 TES-H112 | 65 | 21 | - | - | - | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | | O | A 1050 TD-O<br>A 1050 TDS-O | 60 | 21 | - | - | - | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | | H 14 | A 1050 TD-H 14<br>A 1050 TDS-H 14 | 95 | 21 | - | - | (54) | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| | 1070 | H 112 | A 1070 TE-H 112<br>A 1070 TES-H112 | 55 | 21 | - | - | - | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | | O | A 1070 TD-O<br>A 1070 TD-O | 55 | 21 | - | - | - | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | | H 14 | A 1070 TD-H 14<br>A 1070 TDS-H 14 | 85 | 21 | - | - | (54) | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| | 1100<br>1200 | H 112 | A 1100 TE-H 112<br>A 1100 TES-H112<br>A 1200 TE-H 112<br>A 1200 TES-H112 | 75 | 21 | - | 12 | - | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | | O | A 1100 TD-O<br>A 1100 TDS-O<br>A 1200 TD-O<br>A 1200 TDS-O | 75 | 21 | - | - | - | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | | H 14 | A 1100 TD-H 14<br>A 1100 TDS-H 14<br>A 1200 TD-H 14<br>A 1200 TDS-H 14 | 110 | 21 | - | - | (54) | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 |
| | 3003<br>3203 | H 112 | A 3003 TE-H 112<br>A 3003 TES-H112<br>A 3203 TE-H 112<br>A 3203 TES-H112 | 95 | 21 | - | 13 | - | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| | | O | A 3003 TD-O<br>A 3003 TDS-O<br>A 3203 TD-O<br>A 3203 TDS-O | 95 | 21 | - | 13 | - | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| | | H 14 | A 3003 TD-H 14<br>A 3003 TDS-H 14<br>A 3203 TD-H 14<br>A 3203 TDS-H 14 | 135 | 21 | - | 14 | (54) | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 |
| | | H 18 | A 3003 TD-H 18<br>A 3003 TDS-H 18<br>A 3203 TD-H 18<br>A 3203 TDS-H 18 | 185 | 21 | - | 13 | (54) | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| | 5052 | H 112,<br>O | A 5052 TE-H 112,-O<br>A 5052 TFS-H 112,-O | 175 | 22 | - | 17 | - | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 |
| | | O | A 5052 TD-O<br>A 5052 TDS-O | 175 | 22 | - | 17 | - | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 |
| | | H 34 | A 5052 TD-H 34<br>A 5052 TDS-H 34 | 235 | 22 | - | 15 | (54) | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 |
| | 5056 | H 112 | A 5056 TE-H 112<br>A 5056 TES-H112 | 245 (단면적 300 ㎟ 이하) | 25 | - | - | (55) | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 |
| | 5083 | H 112,<br>O | A 5083 TE-H112,-O<br>A 5083 TES-H 112,-O | 275 | 25 | - | 18 | (55) | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| | | O | A 5083 TD-O<br>A 5083 TDS-O | 275 | 25 | - | 18 | (55) | | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| | 5154 | H 112,<br>O | A 5154 TE-H 112,-O<br>A 5154 TES-H 112,-O | 205 | 22 | - | 20 | - | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| | | O | A 5154 TD-O<br>A 5154 TDS-O | 205 | 22 | - | 20 | - | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| | 5454 | H 112,<br>O | A 5454 TE-H 112,-O<br>A 5454 TES-H 112,-O | 215 | 22 | - | 21 | - | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (N/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 79 | 79 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7N01 BE-T4<br>A 7N01 BES-T4 |
| 84 | 84 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7N01 BE-T6<br>A 7N01 BES-T6 |
| 71 | 71 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7N01<br>BE-T4W,T6W<br>A 7N01 BES-<br>T4W,T6W |
| 13 | 13 | 13 | 12 | 11 | 10 | 8 | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1050 TE-H 112<br>A 1050 TES-H 112 |
| 13 | 13 | 13 | 12 | 11 | 10 | 8 | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1050 TD-O<br>A 1050 TDS-O |
| 24 | 24 | 24 | 22 | 21 | 18 | 13 | 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1050 TD-H 14<br>A 1050 TDS-H 14 |
| 10 | 10 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1070 TE-H 112<br>A 1070 TES-H 112 |
| 10 | 10 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1070 TD-O<br>A 1070 TD-O |
| 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 18 | 13 | 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1070 TD-H 14<br>A 1070 TDS-H 14 |
| 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 10 | 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 TE-H 112<br>A 1100 TES-H 112<br>A 1200 TE-H 112<br>A 1200 TES-H 112 |
| 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 10 | 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 TD-O<br>A 1100 TDS-O<br>A 1200 TD-O<br>A 1200 TDS-O |
| 28 | 28 | 27 | 27 | 25 | 19 | 14 | 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 TD-H 14<br>A 1100 TDS-H 14<br>A 1200 TD-H 14<br>A 1200 TDS-H 14 |
| 23 | 23 | 23 | 23 | 21 | 17 | 13 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 TE-H 112<br>A 3003 TES-H 112<br>A 3203 TE-H 112<br>A 3203 TES-H 112 |
| 23 | 23 | 23 | 23 | 21 | 17 | 13 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 TD-O<br>A 3003 TDS-O<br>A 3203 TD-O<br>A 3203 TDS-O |
| 34 | 34 | 34 | 34 | 33 | 29 | 21 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 TD-H 14<br>A 3003 TDS-H 14<br>A 3203 TD-H 14<br>A 3203 TDS-H 14 |
| 46 | 46 | 46 | 45 | 42 | 37 | 25 | 19 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 TD-H 18<br>A 3003 TDS-H 18<br>A 3203 TD-H 18<br>A 3203 TDS-H 18 |
| 44 | 44 | 44 | 44 | 42 | 38 | 29 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 TE-H<br>112,-O<br>A 5052 TFS-H<br>112,-O |
| 44 | 44 | 44 | 44 | 42 | 38 | 29 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 TD-O<br>A 5052 TDS-O |
| 59 | 59 | 59 | 59 | 56 | 42 | 29 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 TD-H 34<br>A 5052 TDS-H 34 |
| 61 | 61 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5056 TE-H 112<br>A 5056 TES-H 112 |
| 69 | 69 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 TE-H12,-O<br>A 5083 TES-H<br>112,-O |
| 69 | 69 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 TD-O<br>A 5083 TDS-O |
| 50 | 50 | 49 | 49 | 49 | 45 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5154 TE-<br>H112,-O<br>A 5154 TES-H<br>112,-O |
| 50 | 50 | 49 | 49 | 49 | 45 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5154 TD-O<br>A 5154 TDS-O |
| 54 | 54 | 54 | 53 | 49 | 38 | 29 | 22 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5454 TE-H<br>112,-O<br>A 5454 TES-H<br>112,-O |

# <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(SI단위)

(알루미늄)

| 종 류 | 종 별 | 질별 | 기호 | 규정최소 인장강도 (N/㎟) | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (N/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 6761 이음매 없는 알루미늄 및 알루미늄 합금관 | 6061 | T 4 | A 6061 TE-T4<br>A 6061 TES-T4 | 175 | 23 | - | 24 | (56) | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 |
| | | T 6 | A 6061 TE-T6<br>A 6061 TES-T6 | 265 | 23 | - | 23 | (56) | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 |
| | | (T4W) | A 6061 TE-T4W<br>A 6061 TES-T4W | 165 | 23 | - | 24 | - | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | | (T6W) | A 6061 TE-T6W<br>A 6061 TES-T6W | | | | 23, 24 | (63) | | | | | | | | |
| | | T 4 | A 6061 TD-T4<br>A 6061 TDS-T4 | 205 | 23 | - | 24 | (56) | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 |
| | | T 6 | A 6061 TD-T6<br>A 6061 TDS-T6 | 295 | 23 | - | 23 | (56) | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 |
| | | (T4W) | A 6061 TD-T4W<br>A 6061 TDS-T4W | 165 | 23 | - | 24 | - | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | | (T6W) | A 6061 TD-T6W<br>A 6061 TDS-T6W | | | | 23, 24 | (63) | | | | | | | | |
| | 6063 | T 1 | A 6063 TE-T1 | 120 (두께 12 ㎜ 이하) | 23 | - | 13 | (56) | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | | | A 6063 TES-T1 | 110 (두께 12 ㎜ 초과, 25 ㎜ 이하) | 23 | - | 13 | (56) | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 |
| | | T 5 | A 6063 TE-T5<br>A 6063 TES-T5 | 155 (두께 12 ㎜이하) | 23 | - | 13 | (56) | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 |
| | | T 6 | A 6063 TE-T6<br>A 6063 TES-T6 | 205 | 23 | - | 13 | (56) | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 |
| | | (T5W)<br>(T6W) | A 6063<br>TE-T5W,-T6W<br>A 6063<br>TES-T5W,-T6W | 120 | 23 | - | 13 | - | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | | T 6 | A 6063 TD-T6<br>A 6063 TDS-T6 | 225 | 23 | - | 13 | (56) | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 |
| | | (T6W) | A 6063 TD-T6W<br>A 6063 TDS-T6W | 120 | 23 | - | 13 | - | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | 7N01 | T 4 | A 7N01 TE-T4<br>A 7N01 TFS-T4 | 315 | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 |
| | | T 6 | A 7N01 TE-T6<br>A 7N01 TFS-T6 | 325 (두께 1.6 ㎜ 이상, 6 ㎜ 이하) | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 |
| | | | | 335 (두께 6 ㎜ 초과, 12 ㎜ 이하) | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 |
| | | (T4W)<br>(T6W) | A 7N01<br>TE-T4W,-T6W<br>A 7N01<br>TFS-T4W,-T6W | 285 | 27 | - | - | (55) | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 |
| | 7003 | T 5 | A 7003 TE-T5<br>A 7003 TES-T5 | 285 (두께 12 ㎜ 이하) | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 |
| | | | | 275 (두께 12 ㎜ 초과, 25 ㎜ 이하) | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| | | (T5W) | A 7003 TE-T5W<br>A 7003 TES-T5W | 265 | 27 | - | - | (55) | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 |
| KS D 6713 알루미늄 및 알루미늄합금용 접관 | 1050 | O | A 1050 TW-O<br>A 1050 TWS-O | 60 | 21 | - | 12 | - | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| | | H 14 | A 1050 TW-H 14<br>A 1050 TWS-H 14 | 95 | 21 | - | 12 | (54) | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | 1100<br>1200 | O | A 1100 TW-O<br>A 1100 TWS-O<br>A 1200 TW-O<br>A 1200 TWS-O | 75 | 21 | - | 12 | - | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| | | H 14 | A 1100 TW-H 14<br>A 1100 TWS-H 14<br>A 1200 TW-H 14<br>A 1200 TWS-H 14 | 120 | 21 | - | 12 | (54) | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| | 3003<br>3203 | O | A 3003 TW-O<br>A 3003 TWS-O<br>A 3203 TW-O<br>A 3203 TWS-O | 95 | 21 | - | 13 | - | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | | H 14 | A 3003 TW-H 14<br>A 3003 TWS-H 14<br>A 3203 TW-H 14<br>A 3203 TWS-H 14 | 135 | 21 | - | 13 | (54) | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |
| | | H 18 | A 3003 TW-H 18<br>A 3003 TWS-H 18<br>A 3203 TW-H 18<br>A 3203 TWS-H 18 | 185 | 21 | - | 13 | (54) | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (N/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 41 | 40 | 32 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 TE-T4<br>A 6061 TES-T4 |
| 66 | 66 | 66 | 66 | 62 | 55 | 44 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 TE-T6<br>A 6061 TES-T6 |
| 41 | 41 | 41 | 41 | 40 | 38 | 32 | 25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 TE-T4W<br>A 6061 TES-T4W<br>A 6061 TE-T6W<br>A 6061 TES-T6W |
| 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 47 | 44 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 TD-T4<br>A 6061 TDS-T4 |
| 74 | 74 | 74 | 72 | 67 | 58 | 44 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 TD-T6<br>A 6061 TDS-T6 |
| 41 | 41 | 41 | 41 | 40 | 38 | 32 | 25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 TD-T4W<br>A 6061 TDS-T4W<br>A 6061 TD-T6W<br>A 6061 TDS-T6W |
| 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 29 | 24 | 16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 TE-T1 |
| 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 24 | 16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 TES-T1 |
| 39 | 39 | 37 | 36 | 34 | 31 | 25 | 16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 TE-T5<br>A 6063 TES-T5 |
| 51 | 51 | 51 | 50 | 45 | 34 | 25 | 16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 TE-T6<br>A 6063 TES-T6 |
| 30 | 30 | 30 | 30 | 28 | 26 | 22 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063<br>TE-T5W,-T6W<br>A 6063<br>TES-T5W,-T6W |
| 56 | 56 | 56 | 54 | 49 | 37 | 25 | 16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 TD-T6<br>A 6063 TDS-T6 |
| 30 | 30 | 29 | 29 | 28 | 26 | 22 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 TD-T6W<br>A 6063 TDS-T6W |
| 79 | 79 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7N01 TE-T4<br>A 7N01 TFS-T4 |
| 81 | 81 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7N01 TE-T6<br>A 7N01 TFS-T6 |
| 84 | 84 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 71 | 71 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7N01<br>TE-T4W,-T6W<br>A 7N01<br>TFS-T4W,-T6W |
| 71 | 71 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7003 TE-T5<br>A 7003 TES-T5 |
| 69 | 69 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 66 | 66 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7003 TE-T5W<br>A 7003 TES-T5W |
| 11 | 11 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1050 TW-O<br>A 1050 TWS-O |
| 20 | 20 | 20 | 19 | 18 | 15 | 11 | 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1050 TW-H 14<br>A 1050 TWS-H14 |
| 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 8 | 6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 TW-O<br>A 1100 TWS-O<br>A 1200 TW-O<br>A 1200 TWS-O |
| 24 | 24 | 24 | 23 | 20 | 16 | 12 | 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 TW-H 14<br>A 1100 TWS-H14<br>A 1200 TW-H 14<br>A 1200 TWS-H14 |
| 20 | 20 | 20 | 20 | 18 | 14 | 11 | 8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 TW-O<br>A 3003 TWS-O<br>A 3203 TW-O<br>A 3203 TWS-O |
| 29 | 29 | 29 | 29 | 28 | 25 | 18 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 TW-H 14<br>A 3003 TWS-H14<br>A 3203 TW-H 14<br>A 3203 TWS-H14 |
| 40 | 40 | 40 | 38 | 36 | 31 | 22 | 16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 TW-H 18<br>A 3003 TWS-H18<br>A 3203 TW-H 18<br>A 3203 TWS-H18 |

# <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(SI단위)

(알루미늄)

| 종 류 | 종 별 | 질별 | 기호 | 규정최소 인장강도 (N/㎟) | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (N/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 6713 알루미늄 및 알루미늄합금 용접관 | 5052 | O | A 5052 TW-O<br>A 5052 TWS-O | 175 | 22 | - | 17 | - | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 |
| | | H 14, H 34 | A 5052 TW-H 14, H 34<br>A 5052 TWS-H 14, H 34 | 235 | 22 | - | 17 | (54) | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| KS D 6759 알루미늄 및 알루미늄합금 압출 형재 | 1100<br>1200 | H 112 | A 1100 S-H 112<br>A 1100 SS-H 112<br>A 1200 S-H 112<br>A 1200 SS-H 112 | 75 | 21 | - | - | - | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | 2024 | T 4 | A 2024 S-T4<br>A 2024 SS-T4 | 390 (시험위치의 두께 6 ㎜ 이하) | - | - | - | (56) | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| | | | | 410 (시험위치의 두께 6 ㎜ 초과, 19 ㎜ 이하) | - | - | - | (56) | 103 | 103 | 103 | 103 | 103 | 103 | 103 | 103 |
| | | | | 450 (시험위치의 두께 19 ㎜ 초과, 38 ㎜ 이하) | - | - | - | (56) | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 |
| | | | | 470 (시험위치의 두께 38 ㎜초과, 다만 단면적 200 ㎠ 이하) | - | - | - | (56) | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 |
| | 3003<br>3203 | H 112 | A 3003 S-H 112<br>A 3003 SS- H 112<br>A 3203 S-H 112<br>A 3203 SS-H 112 | 95 | 21 | - | 13 | (50) | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| | 5052 | H 112, O | A 5052 S-H 112, O<br>A 5052 SS-H 112, O | 175 | 22 | - | - | - | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 |
| | 5454 | H 112, O | A 5454 S-H 112, O<br>A 5454 SS-H 112, O | 215 | 22 | - | 21 | (50) | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 |
| | 5083 | H 112, O | A 5083 S-H 112, O<br>A 5083 SS-H 112, O | 275 | 25 | - | 18 | (50)<br>(55) | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| | 5086 | H 112, O | A 5086 S-H 112, O<br>A 5086 SS-H 112, O | 240 | 25 | - | 19 | (50)<br>(55) | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| | 6061 | T4 | A 6061 S -T4<br>A 6061 SS-T4 | 175 | 23 | - | - | (56) | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 |
| | | T6 | A 6061 S -T6<br>A 6061 SS-T6 | 265 | 23 | - | - | (56) | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 |
| | | (T4W) | A 6061 S -T4W<br>A 6061 SS-T4W | 165 | 23 | - | - | (56) | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | | (T6W) | A 6061 S -T6W<br>A 6061 SS-T6W | | | | 23, 24 | (50)<br>(63) | | | | | | | | |
| | 6063 | T1 | A 6063 S-T1<br>A 6063 SS-T1 | 120 (시험 위치의 두께 12 ㎜ 이하) | 23 | - | - | (56) | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | | | | 110 (시험 위치의 두께 12 ㎜ 초과, 25 ㎜ 이하) | 23 | - | - | (56) | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 |
| | | T5 | A 6063 S-T5<br>A 6063 SS-T5 | 155 (시험 위치의 두께 12 ㎜ 이하) | 23 | - | - | (56) | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 |
| | | | | 145 ( 시험 위치의 두께 12 ㎜ 초과, 25 ㎜ 이하) | 23 | - | - | (56) | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| | | T6 | A 6063 S-T6<br>A 6063 SS-T6 | 205 | 23 | - | - | (56) | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 |
| | | (T5W)<br>(T6W) | A 6063 S-T5W,-T6W<br>A 6063 SS-T5W, -T6W | 120 | 23 | - | - | - | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | 7N01 | T4 | A 7N01 S-T4<br>A 7N01 SS-T4 | 315 | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 |
| | | T5 | A 7N01 S-T5<br>A 7N01 SS-T5 | 325 | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 |
| | | T6 | A 7N01 S-T6<br>A 7N01 SS-T6 | 335 | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 |
| | | (T4W)<br>(T5W)<br>(T6W) | A 7N01 S-T4W,T5W,T6W<br>A 7N01 SS-T4W,T5W, T6W | 285 | 27 | - | - | (55) | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 |
| | 7003 | T5 | A 7003 S-T5<br>A 7003 SS-T5 | 285 (시험 위치의 두께 12 ㎜ 이하) | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 |
| | | | | 275 (시험 위치의 두께 12 ㎜ 초과, 25 ㎜ 이하) | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| | | (T5W) | A 7003 S-T5W<br>A 7003 SS-T5W | 265 | 27 | - | - | (55) | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (N/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 37 | 37 | 37 | 37 | 36 | 32 | 25 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 TW-O<br>A 5052 TWS-O |
| 50 | 50 | 50 | 50 | 47 | 36 | 25 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 TW-H 14, H 34<br>A 5052 TWS-H14, H 34 |
| 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 10 | 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 S-H 112<br>A 1100 SS-H 112<br>A 1200 S-H 112<br>A 1200 SS-H 112 |
| 98 | 98 | 98 | 96 | 84 | 65 | 41 | 30 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 2024 S-T4<br>A 2024 SS-T4 |
| 103 | 103 | 103 | 100 | 88 | 68 | 43 | 32 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 113 | 113 | 113 | 109 | 95 | 75 | 47 | 34 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 118 | 118 | 118 | 114 | 100 | 77 | 49 | 36 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 23 | 23 | 23 | 23 | 21 | 17 | 13 | 10 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 S-H 112<br>A 3003 SS- H112<br>A 3203 S-H 112<br>A 3203 SS-H 112 |
| 44 | 44 | 44 | 44 | 43 | 38 | 29 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 S-H 112,O<br>A 5052 SS-H 112O |
| 54 | 54 | 54 | 53 | 49 | 37 | 29 | 22 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5454 S-H 112, O<br>A 5454 SS-H 112, O |
| 69 | 69 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 S-H 112, O<br>A 5083 SS-H 112,O |
| 60 | 60 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5086 S-H 112, O<br>A 5086 SS-H 112,O |
| 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 41 | 40 | 32 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 S -T4<br>A 6061 SS-T4 |
| 66 | 66 | 66 | 65 | 62 | 55 | 44 | 32 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 S -T6<br>A 6061 SS-T6 |
| 41 | 41 | 41 | 41 | 40 | 38 | 32 | 25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 S -T4W<br>A 6061 SS-T4W |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | A 6061 S -T6W<br>A 6061 SS-T6W |
| 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 29 | 24 | 16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 S-T1<br>A 6063 SS-T1 |
| 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 24 | 16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 39 | 39 | 39 | 37 | 36 | 31 | 25 | 16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 S-T5<br>A 6063 SS-T5 |
| 36 | 36 | 36 | 35 | 33 | 29 | 24 | 16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 51 | 51 | 51 | 50 | 44 | 34 | 25 | 16 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 S-T6<br>A 6063 SS-T6 |
| 30 | 30 | 30 | 30 | 28 | 26 | 22 | 15 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A6063S-T5W,-T6W<br>A6063SS-T5W, -T6W |
| 79 | 79 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7N01 S-T4<br>A 7N01 SS-T4 |
| 81 | 81 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7N01 S-T5<br>A 7N01 SS-T5 |
| 84 | 84 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7N01 S-T6<br>A 7N01 SS-T6 |
| 71 | 71 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7N01 S-T4W,T5W,T6W<br>A 7N01 SS-T4W,T5W,T6W |
| 71 | 71 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7003 S-T5<br>A 7003 SS-T5 |
| 69 | 69 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 66 | 66 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7003 S-T5W<br>A 7003 SS-T5W |

## <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(SI단위)

(알루미늄)

| 종 류 | 종 별 | 질별 | 기호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (N/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KFCA-D6770-5022 알루미늄 및 알루미늄합금 단조품 | 1100<br>1200 | H 112 | A 1100 FD-H 112<br>A 1200 FD-H 112 | 21 | - | - | - | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| | 2014 | T4 | A 2014 FD-T4 | - | - | 21 | (56) | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |
| | | T6 | A 2014 FD-T6 | - | - | 21 | (56) | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| | | | | - | - | 21 | (56) | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 | 108 |
| | 5052 | O | A 5052 FH-O | 22 | - | - | - | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 |
| | 5056 | H 112 | A 5056 FD-H 112 | 25 | - | - | (55) | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 |
| | 5083 | H 112, O | A 5083 FD-H 112,-O | 25 | - | 18 | (55) | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| | | H 112, O | A 5083 FH-H 112,-O | 25 | - | 18 | (55) | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| | 6061 | T6 | A 6061 FD-T6 | 23 | - | 23 | (56) | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 |
| | | (T6W) | A 6061 FD-T6W | 23 | - | 23, 24 | (63) | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | | T6 | A 6061 FH-T6 | 23 | - | 23 | (56) | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 |
| | | | | 23 | - | 23 | (56) | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 |
| | | (T6W) | A 6061 FH-T6W | 23 | - | 23, 24 | (63) | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (N/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 17 | 17 | 17 | 16 | 16 | 13 | 10 | 7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 FD-H 112<br>A 1200 FD-H 112 |
| 95 | 95 | 94 | 90 | 85 | 78 | 49 | 29 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 2014 FD-T4 |
| 110 | 110 | 110 | 108 | 99 | 78 | 49 | 29 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 2014 FD-T6 |
| 108 | 108 | 108 | 107 | 99 | 78 | 49 | 29 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 44 | 44 | 44 | 44 | 42 | 38 | 29 | 18 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 FH-O |
| 61 | 61 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5056 FD-H 112 |
| 69 | 69 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 FD-H 112,-O |
| 69 | 69 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 FH-H 112,-O |
| 66 | 66 | 66 | 65 | 62 | 54 | 44 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 FD-T6 |
| 41 | 41 | 41 | 41 | 40 | 37 | 32 | 25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 FD-T6W |
| 64 | 64 | 64 | 64 | 60 | 53 | 44 | 33 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 FH-T6 |
| 61 | 61 | 61 | 60 | 57 | 51 | 43 | 32 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 41 | 41 | 41 | 41 | 40 | 37 | 32 | 25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 FH-T6W |

## <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(SI단위)

(주 물)

| 종 류 | 종 별 | 질 별 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (N/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 6024 구리 및 구리합금 주물 | 2종 | - | BC 2 | - | - | - | - | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 |
| | 3종 | - | BC 3 | - | - | - | - | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 |
| | 6종 | - | BC 6 | - | - | - | - | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 |
| | 7종 | - | BC 7 | - | - | - | - | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 |
| KS D 6008 알루미늄합금주물 | 4종 C | T6 | AC4C-T6 | 28 | - | - | (56) | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |
| | | | | 28 | - | - | (56) | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| | | (T6W) | AC4C-T6W | 28 | - | - | - | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| | 7종 A | F | AC7A-F | - | - | - | (55) | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 |
| | | | | - | - | - | (55) | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |

납

| 종 류 | 종 별 | 질 별 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (N/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 5512 납판 및 경납판 | - | - | PbP | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 4종 | - | HPbP4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 6종 | - | HPbP6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 8종 | - | HPbP8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| KS D 6702 일반 공업용 납 및 납합금 관 | 1종 | - | PbP1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 2종 | - | PbP2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 3종 | - | PbP3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 4종 | - | HPbT4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 6종 | - | HPbT6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 8종 | - | HPbT8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (N/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 49 | 49 | 49 | 47 | 47 | 45 | 44 | 44 | 34 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | BC 2 |
| 49 | 49 | 49 | 47 | 47 | 45 | 44 | 44 | 34 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | BC 3 |
| 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 34 | 31 | 26 | 26 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | BC 6 |
| 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 40 | 37 | 34 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | BC 7 |
| 45 | 45 | 45 | 43 | 37 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | AC4C-T6 |
| 41 | 41 | 41 | 40 | 34 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 25 | 25 | 25 | 25 | 22 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | AC4C-T6W |
| 43 | 43 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | AC7A-F |
| 29 | 29 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (N/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | PbP |
| 10 | 9 | 7 | 5 | 4 | 3 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | HPbP4 |
| 12 | 11 | 8 | 6 | 4 | 3 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | HPbP6 |
| 12 | 12 | 10 | 7 | 5 | 3 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | HPbP8 |
| 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | PbP1 |
| 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | PbP2 |
| 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | PbP3 |
| 10 | 9 | 7 | 5 | 4 | 3 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | HPbT4 |
| 12 | 11 | 8 | 6 | 4 | 3 | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | HPbT6 |
| 12 | 12 | 10 | 7 | 5 | 4 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | HPbT8 |

## <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(SI단위)

(티 탄)

| 종 류 | 종 별 | 질 별 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (N/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 6000 타이타늄 및 타이타늄 합금의 판 및 띠 | 1종 | - | TP 270 H<br>TR 270 H<br>TP 270 C<br>TR 270 C | 51 | - | 52 | - | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 |
| | 2종 | - | TP 340 H<br>TR 340 H<br>TP 340 C<br>TR 340 C | 51 | - | 51 | - | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 |
| | 3종 | - | TP 480 H<br>TR 480 H<br>TP 480 C<br>TR 480 C | 52 | - | 50 | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| KS D 5574 타이타늄 및 타이타늄합금-이음매 없는 관 | 1종 | - | TTP 270 H<br>TTP 270 C | 51 | - | 52 | (64) | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 |
| | 2종 | - | TTP 340 H<br>TTP 340 C | 51 | - | 51 | (64) | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 |
| | 3종 | - | TTP 480 H<br>TTP 480 C | 52 | - | 50 | (64) | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| KS D 5575열교환기용 타이타늄 및 타이타늄합금 관 | 1종 | - | TTH 270 C | 51 | - | 52 | (64) | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 |
| | | | TTH 270 W<br>TTH 270 WC | 51 | - | 52 | (65) | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 |
| | 2종 | - | TTH 340 C | 51 | - | 51 | (64) | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 |
| | | | TTH 340 W<br>TTH 340 WC | 51 | - | 51 | (65) | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 |
| | 3종 | - | TTH 480 C | 52 | - | 50 | (64) | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| | | | TTH 480 W<br>TTH 480 WC | 52 | - | 50 | (65) | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| KS D 5604 타이타늄 및 타이타늄 합금-봉 | 1종 | - | TB 270 H<br>TB 270 C | 51 | - | 52 | - | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 |
| | 2종 | - | TB 340 H<br>TB 340 C | 51 | - | 51 | - | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 |
| | 3종 | - | TB 480 H<br>TB 480 C | 52 | - | 50 | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| KS D 3851 티탄 팔라듐 합금 선 | 12종 | - | TP 340 PdH<br>TR 340 PdH<br>TP 340 PdC<br>TR 340 PdC | 51 | - | 51 | - | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 |
| | 13종 | - | TP 480 PdH<br>TR 480 PdH<br>TP 480 PdC<br>TR 480 PdC | 52 | - | 50 | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (N/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 68 | 64 | 55 | 50 | 45 | 40 | 37 | 33 | 31 | 28 | 27 | 25 | 24 | 24 | - | - | - | - | - | - | TP 270 H<br>TR 270 H<br>TP 270 C<br>TR 270 C |
| 85 | 85 | 80 | 74 | 68 | 62 | 58 | 54 | 51 | 47 | 44 | 41 | 30 | 29 | - | - | - | - | - | - | TP 340 H<br>TR 340 H<br>TP 340 C<br>TR 340 C |
| 120 | 120 | 118 | 111 | 104 | 98 | 92 | 87 | 83 | 79 | 77 | 76 | 46 | 43 | - | - | - | - | - | - | TP 480 H<br>TR 480 H<br>TP 480 C<br>TR 480 C |
| 68 | 64 | 55 | 50 | 45 | 40 | 37 | 33 | 31 | 28 | 27 | 25 | 24 | 24 | - | - | - | - | - | - | TTP 270 H<br>TTP 270 C |
| 85 | 85 | 80 | 74 | 68 | 62 | 58 | 54 | 51 | 47 | 44 | 41 | 30 | 29 | - | - | - | - | - | - | TTP 340 H<br>TTP 340 C |
| 120 | 120 | 118 | 111 | 104 | 98 | 92 | 87 | 83 | 79 | 77 | 76 | 46 | 43 | - | - | - | - | - | - | TTP 480 H<br>TTP 480 C |
| 68 | 64 | 55 | 50 | 45 | 40 | 37 | 33 | 31 | 28 | 27 | 25 | 24 | 24 | - | - | - | - | - | - | TTH 270 C |
| 58 | 54 | 47 | 42 | 38 | 34 | 31 | 28 | 26 | 25 | 24 | 22 | 21 | 20 | - | - | - | - | - | - | TTH 270 W<br>TTH 270 WC |
| 85 | 85 | 80 | 74 | 68 | 62 | 58 | 54 | 51 | 47 | 44 | 41 | 30 | 29 | - | - | - | - | - | - | TTH 340 C |
| 72 | 72 | 69 | 63 | 58 | 53 | 49 | 46 | 43 | 40 | 37 | 35 | 25 | 25 | - | - | - | - | - | - | TTH 340 W<br>TTH 340 WC |
| 120 | 120 | 118 | 111 | 104 | 98 | 92 | 87 | 83 | 79 | 77 | 76 | 46 | 43 | - | - | - | - | - | - | TTH 480 C |
| 102 | 102 | 100 | 94 | 88 | 83 | 78 | 75 | 71 | 68 | 66 | 64 | 39 | 36 | - | - | - | - | - | - | TTH 480 W<br>TTH 480 WC |
| 68 | 64 | 55 | 50 | 45 | 40 | 37 | 33 | 31 | 28 | 27 | 25 | 24 | 24 | - | - | - | - | - | - | TB 270 H<br>TB 270 C |
| 85 | 85 | 80 | 74 | 68 | 62 | 58 | 54 | 51 | 47 | 44 | 41 | 30 | 29 | - | - | - | - | - | - | TB 340 H<br>TB 340 C |
| 120 | 120 | 118 | 111 | 104 | 98 | 92 | 87 | 83 | 79 | 77 | 76 | 46 | 43 | - | - | - | - | - | - | TB 480 H<br>TB 480 C |
| 85 | 85 | 80 | 74 | 68 | 62 | 58 | 54 | 51 | 47 | 44 | 41 | 30 | 29 | - | - | - | - | - | - | TP 340 PdH<br>TR 340 PdH<br>TP 340 PdC<br>TR 340 PdC |
| 120 | 120 | 118 | 111 | 104 | 98 | 92 | 87 | 83 | 79 | 77 | 76 | 46 | 43 | - | - | - | - | - | - | TP 480 PdH<br>TR 480 PdH<br>TP 480 PdC<br>TR 480 PdC |

## <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(SI단위)

(티 탄)

| 종 류 | 종 별 | 질 별 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (N/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 6726 타이타늄 및 타이타늄합금 용접관 | 12종 | - | TTP 340 PdW<br>TTP 340 PdWC | 51 | - | 51 | (65) | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 | 72 |
| | 13종 | - | TTP 480 PdW<br>TTP 480 PdWC | 52 | - | 50 | (65) | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 |
| KS D 3851 티탄 팔라듐 합금 선 | 12종 | - | TW 340 Pb | 51 | - | 51 | - | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 |
| | 13종 | - | TW 480 Pb | 52 | - | 50 | - | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (N/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 72 | 72 | 69 | 63 | 58 | 53 | 49 | 46 | 43 | 40 | 37 | 35 | 26 | 25 | - | - | - | - | - | - | TTP 340 PdW<br>TTP 340 PdWC |
| 102 | 102 | 100 | 94 | 88 | 83 | 78 | 75 | 71 | 68 | 66 | 64 | 39 | 37 | - | - | - | - | - | - | TTP 480 PdW<br>TTP 480 PdWC |
| 85 | 85 | 80 | 74 | 68 | 62 | 58 | 54 | 51 | 47 | 44 | 41 | 30 | 29 | - | - | - | - | - | - | TW 340 Pb |
| 120 | 120 | 118 | 111 | 104 | 98 | 92 | 87 | 83 | 79 | 77 | 76 | 46 | 43 | - | - | - | - | - | - | TW 480 Pb |

주(54) 용접이음의 기본허용응력의 값 및 이음인장시험에서 규정 최소인장강도는 질별 O의 값을 사용한다.

(55) 313 K{40 ℃}를 338 K{65 ℃}로 바꿔 읽는다.

(56) 용접이음의 기본허용응력의 값 및 이음인장시험에서 인장시험강도는 W를 붙인 질별 또는 기호의 값을 사용한다.

(57) 이 난의 외압 차트 번호는 40 ㎜ 이하의 경우에 적용 할 수 있다.

(58) 이 난의 외압 차트 번호의 [그림 30.6](44)를 적용하는 경우에는 기계적 성질의 0.2 % 내구력이 207 N/㎟ 이상임을 확인해야 한다.

(59) 이 난의 외압 차트 번호의 [그림 30.6](46)를 적용하는 경우에는 기계적 성질의 0.2 % 내구력이 207 N/㎟ 이상임을 확인해야 한다.

(60) 이 난의 외압 차트 번호는 “338 K{65 ℃} 이하” 곡선을 사용해서는 안된다. 따라서 설계 온도가 338 K{65 ℃} 이하이더라도 “448 K{175 ℃}” 곡선을 사용한다.

(61) 이 난의 외압 차트 번호는 H 22, H 24를 제외한다.

(62) 이 난의 외압 차트 번호는 판 두께가 13 ㎜ 이하인 경우에는 [그림 30.6](18)을 적용할 수 있다.

(63) 이 난의 외압 차트 번호는 판 두께가 (지름 또는 최소 맞변거리)가 9.5 ㎜ 이하인 경우에는 [그림 30.6](23)을 적용하고, 9.5 ㎜를 넘는 경우에는 [그림 30.6](24)를 적용한다.

(64) 이 난의 기본허용응력의 값은 이음매 없는 관에 사용한다.

(65) 이 난의 기본허용응력의 값은 용접관에 사용한다.

비 고 1. <표 28.3>에서 각 온도 중간에서의 기본허용응력의 값은 비례법에 따라 계산한다.

2. <표 28.3>에서 용접관의 기본허용응력의 값은 품질 계수 0.85가 적용되고 있다.

3. <표 28.3>에서 주물의 기본허용응력의 값은 주조 품질 계수 0.80이 적용되고 있다.

# <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(종래단위)

(구 리)

| 종 류 | 종 별 | 질 별 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (kgf/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 5201 구리 및 구리합금 관 및 띠 | 1020 | O | C 1020 P-O<br>C 1020 R-O | 31 | - | 44 | - | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 |
| | 1100 | O | C 1100 P-O<br>C 1100 R-O | 31 | - | 44 | - | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 |
| | 1201 | O | C 1201 P-O<br>C 1201 R-O | 31 | - | 44 | - | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 |
| | 1220 | O | C 1220 P-O<br>C 1220 R-O | 31 | - | 44 | - | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 |
| | 4621 | F | C 4621 P-F | 32 | - | 45 | (57) | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 |
| | 4640 | F | C 4640 P-F | 32 | - | 45 | (57) | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 |
| | 6140 | O | C 6140 P-O | 35 | - | 49 | - | 12.2<br>11.5 | 12.2<br>11.5 | 12.2<br>11.5 | 12.2<br>11.5 | 12.2<br>11.5 | 12.2<br>11.5 | 12.2<br>11.5 | 12.2<br>11.5 |
| | 6161 | O | C 6161 P-O | 35 | - | 49 | - | 12.3<br>11.4 | 12.3<br>11.4 | 12.3<br>11.4 | 12.3<br>11.4 | 12.3<br>11.4 | 12.3<br>11.4 | 12.3<br>11.4 | 12.3<br>11.4 |
| | 6280 | F | C 6280 P-F | 35 | - | 49 | - | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 |
| | 6301 | F | C 6301 P-F | 35 | - | 49 | - | 15.8<br>15.0 | 15.8<br>15.0 | 15.8<br>15.0 | 15.8<br>15.0 | 15.8<br>15.0 | 15.8<br>15.0 | 15.8<br>15.0 | 15.8<br>15.0 |
| | 7060 | F | C 7060 P-F | 34 | - | 46 | - | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | 7150 | F | C 7150 P-F | 34 | - | 47 | - | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 |
| KS D 5546 니켈 및 니켈합금 관 및 조 | NCu | O | NiCu30 | 42 | - | 28 | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 |
| KS D 5539 이음매 없는 니켈 동합금관 | NCu | O | NCuP-O | 42 | - | 28 | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 |
| | | SR | NCuP-SR | 42 | - | 28 | - | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 |
| KS D 5301 이음매 없는 구리 및 구리합금관 | 1020 | O | C 1020 T-O<br>C 1020TS-O | 31 | - | 44 | - | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 |
| | 1100 | O | C 1100 T-O<br>C 1100 TS-O | 31 | - | 44 | - | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 |
| | 1201 | O | C 1201 T-O<br>C 1201 TS-O | 31 | - | 44 | - | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 |
| | 1220 | O | C 1220 T-O<br>C 1220 TS-O | 31 | - | 44 | - | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 |
| | 1020 | OL | C 1020 T-OL<br>C 1020 TS-OL | 31 | - | 44 | - | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 |
| | 1100 | O L | C 1100 T-OL<br>C 1100 TS-OL | 31 | - | 44 | - | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 |
| | 1201 | O L | C 1201 T-OL<br>C 1201 TS-OL | 31 | - | 44 | - | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 |
| | 1220 | O L<br>O L | C 1220 T-OL<br>C 1220 TS-OL | 31 | - | 44 | - | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 |
| | 1020 | $^1/_2$H | C 1020 T-$^1/_2$H<br>C 1020TS-$^1/_2$H | 31 | - | 44 | (54)<br>(58) | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 |
| | 1100 | $^1/_2$H | C 1100 T-$^1/_2$H<br>C 1100TS-$^1/_2$H | 31 | - | 44 | (54) | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 4.7 | 4.7 | 4.0 | 3.8 | 3.7 | 3.6 | 2.8 | 2.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1020 P-O<br>C 1020 R-O |
| 4.7 | 4.7 | 4.0 | 3.8 | 3.7 | 3.6 | 2.8 | 2.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1100 P-O<br>C 1100 R-O |
| 4.7 | 4.7 | 4.0 | 3.8 | 3.7 | 3.6 | 2.8 | 2.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1201 P-O<br>C 1201 R-O |
| 4.7 | 4.7 | 4.0 | 3.8 | 3.7 | 3.6 | 2.8 | 2.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1220 P-O<br>C 1220 R-O |
| 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 4.4<br>4.4<br>4.4 | 1.8<br>1.8<br>1.8 | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | C 4621 P-F |
| 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 8.8<br>8.8<br>8.0 | 4.4<br>4.4<br>4.4 | 1.8<br>1.8<br>1.8 | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | -<br>-<br>- | C 4640 P-F |
| 12.2<br>11.5 | 12.2<br>11.5 | 12.2<br>11.5 | 12.2<br>11.5 | 12.2<br>11.5 | 12.2<br>11.5 | 12.2<br>11.5 | 12.0<br>11.2 | 11.7<br>10.9 | 11.4<br>10.5 | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | C 6140 P-O |
| 12.3<br>11.4 | 12.3<br>11.4 | 12.3<br>11.4 | 12.3<br>11.4 | 12.3<br>11.4 | 12.3<br>11.4 | 12.3<br>11.4 | 12.3<br>11.4 | 11.9<br>11.1 | 11.6<br>10.7 | 11.2<br>10.3 | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | C 6161 P-O |
| 14.0 | 14.0 | 13.8 | 13.7 | 13.0 | 12.1 | 11.2 | 10.3 | 9.5 | 8.6 | 7.7 | 6.8 | 5.9 | 5.1 | 4.4 | - | - | - | - | - | C 6280 P-F |
| 15.8<br>15.0 | 15.8<br>15.0 | 15.8<br>15.0 | 15.8<br>15.0 | 15.8<br>15.0 | 15.8<br>14.8 | 15.8<br>14.6 | 15.8<br>14.3 | 15.6<br>14.1 | 15.2<br>13.9 | 13.0<br>12.4 | 10.1<br>10.1 | 7.7<br>7.7 | 5.6<br>5.6 | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | -<br>- | C 6301 P-F |
| 7.0 | 7.0 | 6.8 | 6.7 | 6.5 | 6.3 | 6.1 | 6.0 | 5.8 | 5.7 | 5.3 | 4.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | C 7060 P-F |
| 8.8 | 8.8 | 7.8 | 7.4 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | - | - | - | C 7150 P-F |
| 12.2 | 12.2 | 11.8 | 11.5 | 11.1 | 10.8 | 10.6 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.0 | 8.1 | 6.2 | - | NiCu30 |
| 12.2 | 12.2 | 11.8 | 11.5 | 11.1 | 10.8 | 10.6 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.3 | 10.0 | 8.1 | 6.2 | - | NCuP-O |
| 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 14.9 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.7 | 14.7 | 14.2 | 12.7 | 8.9 | - | - | - | NCuP-SR |
| 4.2 | 4.2 | 3.5 | 3.4 | 3.4 | 3.3 | 2.8 | 2.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1020 T-O<br>C 1020 TS-O |
| 4.2 | 4.2 | 3.5 | 3.4 | 3.4 | 3.3 | 2.8 | 2.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1100 T-O<br>C 1100 TS-O |
| 4.2 | 4.2 | 3.5 | 3.4 | 3.4 | 3.3 | 2.8 | 2.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1201 T-O<br>C 1201 TS-O |
| 4.2 | 4.2 | 3.5 | 3.4 | 3.4 | 3.3 | 2.8 | 2.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1220 T-O<br>C 1220 TS-O |
| 4.2 | 4.2 | 3.5 | 3.4 | 3.4 | 3.3 | 2.8 | 2.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1020 T-OL<br>C 1020 TS-OL |
| 4.2 | 4.2 | 3.5 | 3.4 | 3.4 | 3.3 | 2.8 | 2.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1100 T-OL<br>C 1100 TS-OL |
| 4.2 | 4.2 | 3.5 | 3.4 | 3.4 | 3.3 | 2.8 | 2.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1201 T-OL<br>C 1201 TS-OL |
| 4.2 | 4.2 | 3.5 | 3.4 | 3.4 | 3.3 | 2.8 | 2.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1220 T-OL<br>C 1220 TS-OL |
| 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.1 | 6.0 | 5.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1020 T-½H<br>C 1020 TS-½H |
| 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.1 | 6.0 | 5.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1100 T-½H<br>C 1100 TS-½H |

## <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(구 리)

| 종 류 | 종 별 | 질별 | 기호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (kgf/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 5301 이음매 없는 구리 및 구리합금관 | 1201 | 1/2H | C 1201 T-1/2H<br>C 1201TS-1/2H | 31 | - | 44 | (54)<br>(58) | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 |
| | 1220 | 1/2H | C 1220 T-1/2H<br>C 1220TS-1/2H | 31 | - | 44 | (54)<br>(58) | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 |
| | 1020 | H | C 1020 T-H<br>C 1020 TS-H | 31 | - | 44<br>46 | (54)<br>(59) | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| | 1100 | H | C 1100 T-H<br>C 1100 TS-H | 31 | - | 44<br>46 | (54) | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 |
| | 1201<br>1220 | H | C 1201 T-H<br>C 1201 TS-H<br>C 1220 T-H<br>C 1220 TS-H | 31 | - | 44<br>46 | (54)<br>(59) | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| | 2300 | O | C 2300 T-O<br>C 2300 TS-O | 32 | - | 45 | - | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 |
| | | OL | C 2300 T-OL<br>C 2300 TS-O | | | | | | | | | | | | |
| | 2800 | O | C 2800 T-O<br>C 2800 TS-O | 32 | - | 45 | - | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| | 4430 | O | C 4430 T-O<br>C 4430 TS-O | 32 | - | 45 | - | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | 6870 | O | C 6870 T-O<br>C 6870 TS-O | 32 | - | 45 | - | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 |
| | 6871 | O | C 6871 T-O<br>C 6871 TS-O | 32 | - | 45 | - | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 |
| | 6872 | O | C 6872 T-O<br>C 6872 TS-O | 32 | - | 45 | - | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.4 |
| | 7060 | O | C 7060 T-O<br>C 7060 TS-O | 34 | - | 46 | - | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | 7100 | O | C 7100 T-O<br>C 7100 TS-O | 34 | - | 46 | - | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 |
| | 7150 | O | C 7150 T-O<br>C 7150 TS-O | 34 | - | 47 | - | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 |
| KS D 5545 구리 및 구리 합금 용접관 | 1020<br>1100<br>1201<br>1220<br>1221 | F | C 1020 BE-F<br>C 1100 BE-F<br>C 1201 BE-F<br>C 1220 BE-F<br>C 1221 BE-F | 31 | - | - | - | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 |
| | | O | C 1020 BD-O<br>C 1100 BD-O<br>C 1201 BD-O<br>C 1220 BD-O<br>C 1221 BD-O | 31 | - | - | - | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 4.7 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.1 | 6.0 | 5.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1201 T-½H<br>C 1201 TS-½H |
| 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.1 | 6.0 | 5.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1220 T-½H<br>C 1220 TS-½H |
| 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 7.9 | 7.7 | 7.3 | 3.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1020 T-H<br>C 1020 TS-H |
| 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.0 | 5.8 | 5.6 | 3.5 | 1.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1100 T-H<br>C 1100 TS-H |
| 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 7.9 | 7.7 | 7.3 | 3.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1201 T-H<br>C 1201 TS-H<br>C 1220 T-H<br>C 1220 TS-H |
| 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 4.9 | 3.7 | 2.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 2300 T-O<br>C 2300 TS-O<br>C 2300 T-OL<br>C 2300 TS-OL |
| 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 7.6 | 3.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 2800 T-O<br>C 2800 TS-O |
| 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 6.9 | 3.1 | 1.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 4430 T-O<br>C 4430 TS-O |
| 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.3 | 8.2 | 8.2 | 4.8 | 2.6 | 1.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 6870 T-O<br>C 6870 TS-O |
| 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.3 | 8.2 | 8.2 | 4.8 | 2.6 | 1.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 6871 T-O<br>C 6871 TS-O |
| 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.3 | 8.2 | 8.2 | 4.8 | 2.6 | 1.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 6872 T-OL<br>C 6872 TS-OL |
| 7.0 | 7.0 | 6.8 | 6.7 | 6.5 | 6.3 | 6.1 | 6.0 | 5.9 | 5.7 | 5.2 | 4.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | C 7060 T-OL<br>C 7060 TS-OL |
| 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.4 | 7.3 | 7.3 | 7.1 | 7.0 | 6.8 | 6.6 | 6.4 | 6.1 | 5.7 | 5.3 | - | - | - | - | - | - | C 7100 T-OL<br>C 7100 TS-OL |
| 8.5 | 8.5 | 8.1 | 7.9 | 7.7 | 7.6 | 7.5 | 7.3 | 7.1 | 7.0 | 6.9 | 6.8 | 6.7 | 6.7 | - | - | - | - | - | - | C 7150 T-O<br>C 7150 TS-O |
| 4.7 | 4.7 | 4.0 | 3.8 | 3.7 | 3.6 | 2.8 | 2.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1020 BE-F<br>C 1100 BE-F<br>C 1201 BE-F<br>C 1220 BE-F<br>C 1221 BE-F |
| 4.7 | 4.7 | 4.0 | 3.8 | 3.7 | 3.6 | 2.8 | 2.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1020 BD-O<br>C 1100 BD-O<br>C 1201 BD-O<br>C 1220 BD-O<br>C 1221 BD-O |

## <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(구 리)

| 종 류 | 종 별 | 질 별 | 기 호 | 규정최소 인장강도 (kgf/㎟) | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (kgf/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 5545 동 및 동합금 용접관 | 1220 | O | C 1220 TW-O<br>C 1220 TWS-O | 21 (바깥지름 4 mm 이상, 76.2 mm 이하 두께 0.3 mm 이상, 3.0 mm 이하) | 31 | - | 44 | - | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 | 3.6 |
| | | Ol | C 1220 TW-OL<br>C 1220TWS-OL | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1/4H | C 1220 TW-1/4H<br>C 1220 TWS-1/4H | 25 (바깥지름 4 mm 이상, 76.2 mm 이하 두께 0.3 mm 이상, 3.0 mm 이하) | 31 | - | 44 | (54) | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 |
| | | H | C 1220 TW-H<br>C 1220 TWS-H | 32 (바깥지름 4mm 이상, 76.2mm 이하 두께 0.3mm 이상, 3.0mm 이하) | 31 | - | 44 | (54) | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| | 2600 | O | C 2600 TW-O<br>C 2600 TWS-O | 28 (바깥지름 4 mm 이상, 76.2 mm 이하 두께 0.3 mm 이상, 3.0 mm 이하) | 32 | - | - | - | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| | | O L | C 2600 TW-OL<br>C 2600TWS-OL | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1/4H | C 2600 TW-1/4H<br>C 2600 TWS-1/4H | 38 (바깥지름 4mm 이상, 76.2mm 이하 두께 0.3mm 이상, 3.0mm 이하) | 32 | - | - | (54) | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 |
| | | H | C 2600 TW-H<br>C 2600 TWS-H | 46 (바깥지름 4 mm 이상, 76.2 mm 이하 두께 0.3 mm 이상, 3.0 mm 이하) | 32 | - | - | (54) | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | 2680 | O | C 2680 TW-O<br>C 2680 TWS-O | 30 (바깥지름 4 mm 이상, 76.2 mm 이하 두께 0.3 mm 이상, 3.0 mm 이하) | 32 | - | - | - | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 |
| | | OL | C 2680 TW-OL<br>C 2680TWS-OL | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1/4H | C 2680 TW-1/4H<br>C 2680 TWS-1/4H | 38 (바깥지름 4 mm 이상, 76.2 mm 이하 두께 0.3 mm 이상, 3.0 mm 이하) | 32 | - | - | (54) | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 |
| | | H | C 2680 TW-H<br>C 2680 TWS-H | 46 (바깥지름 4 mm 이상, 76.2 mm 이하 두께 0.3 mm 이상, 3.0 mm 이하) | 32 | - | - | (54) | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | 4430 | O | C 4430 TW-O<br>C 4430 TWS-O | 32 (바깥지름 4 mm 이상, 76.2 mm 이하 두께 0.3 mm 이상, 3.0 mm 이하) | 32 | - | 45 | (60) | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| | 7060 | O | C 7060 TW-O<br>C 7060 TWS-O | 28 (바깥지름 4 mm 이상, 76.2 mm 이하 두께 0.3 mm 이상, 3.0 mm 이하) | 34 | - | 46 | - | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| | 7150 | O | C 7150 TW-O<br>C 7150 TWS-O | 37 (바깥지름 4 mm 이상, 50 mm 이하 두께 0.3 mm 이상, 3 mm 이하) | 34 | - | 46 | - | 7.1 | 7.1 | 7.1 | 7.1 | 7.1 | 7.1 | 7.1 | 7.1 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 3.6 | 3.6 | 3.0 | 2.9 | 2.9 | 2.8 | 2.4 | 1.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1220 TW-O<br>C 1220TWS-O<br>C 1220TW-OL<br>C1220TWS-OL |
| 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.3 | 5.2 | 5.1 | 4.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1220 TW-¼H<br>C 1220 TWS-¼H |
| 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.7 | 6.5 | 6.2 | 3.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1220 TW-H<br>C 1220TWS-H |
| 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 2600 TW-O<br>C 2600TWS-O<br>C 2600TW-OL<br>C2600TWS-OL |
| 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 2600 TW-¼H<br>C 2600 TWS-¼H |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 2600 TW-H<br>C 2600TWS-H |
| 6.4 | 6.4 | 6.4 | 6.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 2680 TW-O<br>C 2680TWS-O<br>C 2680TW-OL<br>C2680TWS-OL |
| 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 2680 TW-¼H<br>C 2680 TWS-¼H |
| 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 2680 TW-H<br>C 2680TWS-H |
| 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 5.9 | 2.6 | 1.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 4430 TW-O<br>C 4430TWS-O |
| 6.0 | 6.0 | 5.8 | 5.7 | 5.5 | 5.4 | 5.2 | 5.1 | 5.0 | 4.8 | 4.4 | 3.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | C 7060 TW-O<br>C 7060TWS-O |
| 7.1 | 7.1 | 6.9 | 6.7 | 6.5 | 6.5 | 6.4 | 6.2 | 6.0 | 6.0 | 5.7 | 5.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | C 7150 TW-O<br>C 7150TWS-O |

# <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(알루미늄)

| 종 류 | 종 별 | 질 별 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (kgf/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 6701 알루미늄 및 알루미늄 합금의 판 및 띠 | 1080 1070 | O | A 1080 P-O A 1070 P-O | 21 | - | - | - | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| | | H 12 H 22 | A 1080 P-H 12, H 22 A 1070 P-H 12, H 22 | 21 | - | 12 | (54) (61) | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 |
| | | H 14 H 24 | A 1080 P-H 14, H 24 A 1070 P-H 14, H 24 | 21 | - | 12 | (54) (61) | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 |
| | | H112 | A 1080 P-H 112 A 1070 P-H 112 | 21 | - | - | (54) | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 1.9 |
| | | | | 21 | - | - | (54) | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 |
| | | | | 21 | - | - | (54) | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 |
| | | | | 21 | - | - | (54) | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| | | | | 21 | - | - | - | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| | 1050 | O | A 1050 P-O | 21 | - | 12 | - | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| | | H 12, H 22 | A 1050 P-H 12, -H 22 | 21 | - | 12 | (54) (61) | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| | | H 14, H 24 | A 1050 P-H 14, -H 24 | 21 | - | 12 | (54) (61) | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 |
| | | H 112 | A 1050 P-H 112 | 21 | - | 12 | (54) | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 |
| | | | | 21 | - | 12 | (54) | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| | | | | 21 | - | 12 | (54) | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 |
| | | | | 21 | - | 12 | (54) | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 |
| | | | | 21 | - | 12 | - | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| | 1100 1200 | O | A 1100 P-O A 1200 P-O | 21 | - | 12 | - | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 |
| | | H 12, H 22 | A 1100 P-H 12, -H 22 A 1200 P-H 12, -H 22 | 21 | - | 12 | (54) (61) | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 |
| | | H 14, H 24 | A 1100 P-H 14, -H 24 A 1200 P-H 14, -H 24 | 21 | - | 12 | (54) (61) | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| | | H 112 | A 1100 P-H 112 A 1200 P-H 112 | 21 | - | 12 | (54) | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 |
| | | | | 21 | - | 12 | (54) | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 |
| | | | | 21 | - | 12 | (54) | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 |
| | | | | 21 | - | 12 | - | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 |
| | 3003 3203 | O | A 3003 P-O A 3203 P-O | 21 | - | 13 | - | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 |
| | | H 12 H 22 | A 3003 P-H 12, H 22 A 3203 P-H 12, H 22 | 21 | - | 13 | (54) (61) | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| | | H 14 H 24 | A 3003 P-H 14, H 24 A 3203 P-H 14, H 24 | 21 | - | 14 | (54) (61) | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 |
| | | H112 | A 3003 P-H 112 A 3203 P-H 112 | 21 | - | 13 | (54) | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| | | | | 21 | - | 13 | (54) | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 2.7 |
| | | | | 21 | - | 13 | (54) | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| | 3004 | O | A 3004 P-O | 22 | - | 16 | - | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| | | H 32 | A 3004 P-H 32 | 22 | - | 16 | (54) | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| | | H 34 | A 3004 P-H 34 | 22 | - | 15 | (54) | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 |
| | 5052 | O | A 5052 P-O | 21 | - | 17 | - | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 |
| | | H 12, H 22 H 32 | A 5052 P-H 12, H 22, H 32 | 22 | - | 17 | (54) (61) | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 |
| | | H 14, H 24 H 34 | A 5052 P-H 14, H 24, H 34 | 22 | - | 15 | (54) (61) | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| | | H 112 | A 5052 P-H 112 | 22 | - | 17 | (54) | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| | | | | 22 | - | 17 | - | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1080 P-O<br>A 1070 P-O |
| 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.6 | 1.5 | 1.3 | 1.2 | 0.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1080 P-H 12, H 22<br>A 1070 P-H 12, H 22 |
| 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 1.8 | 1.3 | 0.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1080 P-H 14, H 24<br>A 1070 P-H 14, H 24 |
| 1.9 | 1.9 | 1.7 | 1.5 | 1.3 | 1.1 | 1.0 | 0.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1080 P-H 112<br>A 1070 P-H 112 |
| 1.8 | 1.8 | 1.6 | 1.5 | 1.3 | 1.1 | 1.0 | 0.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 1.5 | 1.5 | 1.4 | 1.3 | 1.1 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 1.3 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1050 P-O |
| 2.0 | 2.0 | 1.9 | 1.8 | 1.6 | 1.5 | 1.3 | 0.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1050 P-H 12, H 22 |
| 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.2 | 2.1 | 1.8 | 1.3 | 0.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1050 P-H 14,H 24 |
| 2.1 | 2.1 | 1.9 | 1.7 | 1.4 | 1.3 | 1.1 | 0.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1050 P-H 112 |
| 2.0 | 2.0 | 1.8 | 1.6 | 1.4 | 13 | 1.1 | 0.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 1.8 | 1.8 | 1.7 | 1.5 | 1.3 | 1.2 | 1.0 | 0.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 1.6 | 1.6 | 1.4 | 1.3 | 1.2 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 P-O<br>A 1200 P-O |
| 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.2 | 2.0 | 1.4 | 0.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 P-H 12, H 22<br>A 1200 P-H 12, H 22 |
| 3.0 | 3.0 | 3.0 | 2.8 | 2.5 | 2.0 | 1.4 | 0.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 P-H 14,H 24<br>A 1200 P-H 14, H 24 |
| 2.4 | 2.4 | 2.3 | 2.1 | 1.9 | 1.7 | 1.2 | 0.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 P-H 112<br>A 1200 P-H 112 |
| 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.1 | 1.9 | 1.7 | 1.2 | 0.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 2.1 | 2.1 | 2.1 | 1.9 | 1.7 | 1.5 | 1.2 | 0.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.1 | 1.7 | 1.3 | 1.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 P-O<br>A 3203 P-O |
| 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 2.8 | 2.5 | 2.1 | 1.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 P-H 12, H 22<br>A 3203 P-H 12, H 22 |
| 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.4 | 3.0 | 2.1 | 1.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 P-H 14, H 24<br>A 3203 P-H 14, H 24 |
| 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 2.8 | 2.5 | 2.1 | 1.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 P-H 112<br>A 3203 P-H 112 |
| 2.7 | 2.7 | 2.7 | 2.5 | 2.2 | 1.7 | 1.3 | 1.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.4 | 2.2 | 1.7 | 1.3 | 1.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 3.8 | 3.5 | 2.7 | 1.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3004 P-O |
| 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 4.8 | 4.1 | 2.8 | 1.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3004 P-H32 |
| 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.4 | 4.1 | 2.8 | 1.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3004 P-H34 |
| 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.5 | 4.3 | 3.9 | 3.0 | 1.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 P-O |
| 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.4 | 5.2 | 4.4 | 3.0 | 1.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 P-H 12, H 22, H 32 |
| 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 5.8 | 4.4 | 3.0 | 1.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 P-H 14,H 24, H 34 |
| 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 4.8 | 4.4 | 3.0 | 1.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 P-H 112 |
| 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 3.9 | 3.0 | 1.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |

# <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(알루미늄)

| 종 류 | 종 별 | 질별 | 기호 | 규정최소 인장강도 (kgf/㎟) | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (kgf/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 6701 알루미늄 및 알루미늄 합금 판 및 조 | 5154 5254 | O | A 5154 P-O A 5254 P-O | 21 | 22 | - | 20 | (55) | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| | | H 12, H 22, H 32 | A 5154 P-H 12, H 22, H 32 A 5254 P-H 12, H 22, H 32 | 26 | 22 | - | 18 | (54) (55) (61) | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 |
| | | H 14, H 24, H 34 | A 5154 P-H 14, H 24, H 34 A 5254 P-H 14, H24, H 34 | 28 | 22 | - | 18 | (54) (55) (61) | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | | H 112 | A 5154 P-H 112 A 5254 P-H 112 | 24(두께 4 ㎜ 이상, 6.5 ㎜ 이하) | 22 | - | 20 | (54) (55) (62) | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| | | | | 23(두께 6.5 ㎜ 초과, 13 ㎜이하) | 22 | - | 20 | (54) (55) (62) | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 |
| | | | | 21(두께 13 ㎜초과, 75 ㎜ 이하) | 22 | - | 20 | (55) | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| | 5454 | O | A 5454 P-O | 22 | 22 | - | 21 | - | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 |
| | 5083 | O | A 5083 P-O | 28(두께 0.8 ㎜ 초과, 80 ㎜ 이하) | 25 | - | 18 | (55) | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | | | | 27(두께 80 ㎜ 초과, 100 ㎜ 이하) | 25 | - | 18 | (55) | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| | | H 32 | A 5083 P-H 32 | 32(두께 0.8 ㎜ 초과, 2.9 ㎜ 이하) | 25 | - | 18 | (54) (55) | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| | | | | 31(두께 2.9 ㎜ 초과, 12 ㎜ 이하) | 25 | - | 18 | (54) (55) | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.8 |
| | | H 321 | A 5083 P-H 32 | 31(두께 4 ㎜ 이상, 40 ㎜ 이하) | 25 | - | 18 | (54) (55) | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.8 |
| | | | | 29(두께 40 ㎜ 초과, 80 ㎜ 이하) | 25 | - | 18 | (54) (55) | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 |
| | | H112 | A 5083 P-H 112 | 29 (두께 4 ㎜ 이상, 6.5 ㎜ 이하) | 25 | - | 18 | (54) (55) | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 |
| | | | | 28 (두께 6.5 ㎜ 초과, 75 ㎜ 이하) | 25 | - | 18 | (55) | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | 5086 | O | A 5086 P-O | 25 | 25 | - | 19 | (55) | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 |
| | | H 32 | A 5086 P-H 32 | 28 | 25 | - | 18 | (54) (55) | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | | H 34 | A 5086 P-H 34 | 31 | 25 | - | 18 | (54) (55) | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.8 | 7.8 |
| | | H 112 | A 5086 P-H 112 | 26(두께 4 ㎜ 이상, 6.5 ㎜ 이하) | 25 | - | 19 | (54) (55) | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 |
| | | | | 25 (두께 6.5 ㎜ 초과, 50 ㎜ 이하) | 25 | - | 19 | (55) | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 |
| | | | | 24 (두께 50 ㎜ 초과, 75 ㎜ 이하) | 25 | - | 19 | (55) | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| | 6061 | T4 | A 6061 P-T4 | 21 | 23 | - | 24 | (56) | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 |
| | | T451 | A 6061 P-T451 | 21 | 23 | - | 24 | (56) | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 |
| | | T6 | A 6061 P-T6, | 30 | 23 | - | 23 | (56) | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 |
| | | T651 | A 6061 P-T651 | 30 | 23 | - | 23 | (56) | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 |
| | | (T4W) (T451W) | A 6061 P-T4W, -T451W | 17 | 23 | - | 24 | - | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 |
| | | (T6W) (T651W) | A 6061 P-T6W, -T651W | | | | 23 24 | (63) | | | | | | | | |
| | 7NO1 | T4 | A 7NO1 P-T4 | 32 | 27 | - | - | (55) (56) | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| | | T6 | A 7NO1 P-T6 | 34 | 27 | - | - | (55) (56) | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 |
| | | (T4W) (T6W) | A 7NO1 P-T4W A 7NO1 P-T6W | 29 | 27 | - | - | (55) | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 |
| KS D 6763 알루미늄 및 알루미늄합금 봉 및 선 | 1050 | H 112 | A 1050 BE-H 112 A 1050 BES-H 112 | 6.5 | 21 | - | - | - | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| | 1070 | H 112 | A 1070 BE-H 112 A 1070 BES-H 112 | 5.5 | 21 | - | - | - | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| | | O | A 1070 BD-O A 1070 BDS-O | 5.5 | 21 | - | - | - | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 5.0 | 5.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5154 P-O<br>A 5254 P-O |
| 6.5 | 6.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5154 P-H 12, H 22, H 32<br>A 5254 P-H 12, H 22, H 32 |
| 7.0 | 7.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5154 P-H 14, H 24, H 34<br>A 5254 P-H 14, H24, H 34 |
| 6.0 | 6.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5154 P-H 112<br>A 5254 P-H 112 |
| 5.8 | 5.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 5.0 | 5.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.4 | 5.0 | 3.9 | 2.9 | 2.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5454 P-O |
| 7.0 | 7.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 P-O |
| 6.8 | 6.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 8.0 | 8.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 P-H 32 |
| 7.8 | 7.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 7.8 | 7.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 P-H 321 |
| 7.2 | 7.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 7.2 | 7.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 P-H 112 |
| 7.0 | 7.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 6.2 | 6.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5086 P-O |
| 7.0 | 7.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5086 P-H 32 |
| 7.8 | 7.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5086 P-H 34 |
| 6.5 | 6.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5086 P-H 112 |
| 6.2 | 6.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 6.0 | 6.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 4.9 | 4.4 | 3.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 P-T4 |
| 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 4.9 | 4.4 | 3.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 P-T451 |
| 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.3 | 6.8 | 5.9 | 4.5 | 3.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 P-T6, |
| 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.3 | 6.8 | 5.9 | 4.5 | 3.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 P-T651 |
| 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.1 | 3.9 | 3.3 | 2.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061P-T4W,-T451W<br>A 6061P-T6W,-T651W |
| 8.0 | 8.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7NO1 P-T4 |
| 8.5 | 8.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7NO1 P-T6 |
| 7.2 | 7.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7NO1P-T4W<br>A 7NO1P-T6W |
| 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1050 BE-H 112<br>A 1050 BES-H 112 |
| 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1070 BE-H 112<br>A 1070 BES-H 112 |
| 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1070 BD-O<br>A 1070 BDS-O |

# <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(알루미늄)

| 종 류 | 종 별 | 질 별 | 기 호 | 규정최소 인장강도 (kgf/㎟) | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 차트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (kgf/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 6763 알루미늄 및 알루미늄 합금 봉 및 선 | 1100<br>1200 | H 112 | A 1100 BE-H 112<br>A 1100 BES-H 112<br>A 1200 BE-H 112<br>A 1200 BES-H 112 | 7.5 | 21 | - | - | - | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| | 1100<br>1200 | O | A 1100 BD-O<br>A 1100 BDS-O<br>A 1200 BD-O<br>A 1200 BDS-O | 7.5 | 21 | - | - | - | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| | 2024 | T4 | A 2024 BE-T4<br>A 2024 BES-T4 | 40 (지름 또는 최소 맞변거리 6 ㎜ 이하) | - | - | - | (56) | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| | | | | 42 (지름 또는 최소 맞변거리 6 ㎜ 초과, 19 ㎜ 이하) | - | - | - | (56) | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | | 46 (지름 또는 최소 맞변거리 19㎜초과 38 ㎜ 이하) | - | - | - | (56) | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 |
| | | | | 48 (지름 또는 최소 맞변거리 38㎜ 초과, 다만 단면적 200 ㎠ 이하) | - | - | - | (56) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 |
| | | | A 2024 BD-T4<br>A 2024 BDS-T4 | 44 | - | - | - | (56) | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 |
| | 3003 | H 112 | A 3003BE-H 112<br>A 3003 BES-H 112 | 9.5 | 21 | - | 13 | (50) | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 |
| | | O | A 3003 BD-O<br>A 3003 BDS-O | 9.5 | 21 | - | 13 | (50) | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 |
| | 5052 | H 112,<br>O | A 5052 BE-H 112,<br>O<br>A 5052 BES-H 112,<br>O | 18 | 22 | - | - | - | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 |
| | | O | A 5052 BD-O<br>A 5052 BDS-O | 18 | 22 | - | - | - | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 |
| | 5056 | H 112 | A 5056 BE-H 112<br>A 5056 BES-H 112 | 25 (단면적 300 ㎠ 이하) | 25 | - | - | (55) | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 |
| | 5083 | H 112,<br>O | A 5083 BE-H 112,<br>O<br>A 5083 BES-H 112,<br>O | 28 | 25 | - | 18 | (50)<br>(55) | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | | O | A 5083 BD-O<br>A 5083 BDS-O | 28 | 25 | - | 18 | (50)<br>(55) | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | 6061 | T4 | A 6061 BE-T4<br>A 6061 BES-T4 | 18 | 23 | - | - | (56) | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 |
| | | T6 | A 6061 BE-T6<br>A 6061 BES-T6 | 27 | 23 | - | - | (56) | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| | | (T4W) | A 6061 BE-T4W<br>A 6061 BES-T4W | 17 | 23 | - | - | - | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 |
| | | (T6W) | A 6061 BE-T6W<br>A 6061 BES-T6W | | | | 23<br>24 | (63) | | | | | | | | |
| | 6061 | T6 | A 6061 BD-T6<br>A 6061 BDS-T6 | 30 | 23 | - | - | (56) | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 |
| | | (T6W) | A 6061 BD-T6W<br>A 6061 BDS-T6W | 17 | 23 | - | 23<br>24 | (50)<br>(63) | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 |
| | 6063 | T1 | A 6063 BE-T1<br>A 6063 BES-T1 | 12 (지름 또는 최소 맞변거리 12㎜ 이하) | 23 | - | - | (56) | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| | | | | 11 (지름 또는 최소 맞변거리 12㎜ 초과 25 ㎜ 이하) | 23 | - | - | (56) | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 |
| | | T5 | A 6063 BE-T5<br>A 6063 BES-T5 | 16 (지름 또는 최소 맞변거리 12㎜ 이하) | 23 | - | - | (56) | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| | | | | 15 (지름 또는 최소 맞변거리 12㎜ 초과 25 ㎜ 이하) | 23 | - | - | (56) | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 |
| | | T6 | A 6063 BE-T6<br>A 6063 BES-T6 | 21 | 23 | - | - | (56) | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 |
| | | (T5W)<br>(T6W) | A 6063<br>BE-T5W,T6W<br>A 6063 BES-<br>T5W,T6W | 12 | 23 | - | - | - | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| | 7N01 | T4 | A 7N01 BE-T4<br>A 7N01 BES-T4 | 32 | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| | | T6 | A 7N01 BE-T6<br>A 7N01 BES-T6 | 34 | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 |
| | | (T4W)<br>(T6W) | A 7N01<br>BE-T4W,T6W<br>A 7N01 BES-<br>T4W,T6W | 29 | 27 | - | - | (55) | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.0 | 0.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 BE-H 112<br>A 1100 BES-H 112<br>A 1200 BE-H 112<br>A 1200 BES-H 112 |
| 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.0 | 0.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 BD-O<br>A 1100 BDS-O<br>A 1200 BD-O<br>A 1200 BDS-O |
| 10.0 | 10.0 | 10.0 | 9.8 | 8.5 | 6.6 | 4.2 | 3.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 2024 BE-T4<br>A 2024 BES-T4 |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 9.0 | 6.9 | 4.4 | 3.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.1 | 9.7 | 7.6 | 4.8 | 3.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 12.0 | 12.0 | 12.0 | 11.6 | 10.2 | 7.9 | 5.0 | 3.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 11.0 | 11.0 | 11.0 | 10.6 | 9.3 | 7.3 | 4.6 | 3.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 2024 BD-T4<br>A 2024 BDS-T4 |
| 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.1 | 1.7 | 1.3 | 1.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003BE-H 112<br>A 3003 BES-H 112 |
| 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.1 | 1.7 | 1.3 | 1.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 BD-O<br>A 3003 BDS-O |
| 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.4 | 3.9 | 3.0 | 1.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 BE-H 112, O<br>A 5052 BES-H112, O |
| 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.4 | 3.9 | 3.0 | 1.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 BD-O<br>A 5052 BDS-O |
| 6.2 | 6.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5056 BE-H 112<br>A 5056 BES-H 112 |
| 7.0 | 7.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 BE-H 112, O<br>A 5083 BES-H112, O |
| 7.0 | 7.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 BD-O<br>A 5083 BDS-O |
| 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.2 | 4.1 | 3.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 BE-T4<br>A 6061 BES-T4 |
| 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.6 | 6.3 | 5.6 | 4.5 | 3.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 BE-T6<br>A 6061 BES-T6 |
| 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.1 | 3.9 | 3.3 | 2.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 BE-T4W<br>A 6061 BES-T4W<br>A 6061 BE-T6W<br>A 6061 BES-T6W |
| 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.3 | 6.8 | 5.9 | 4.5 | 3.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 BD-T6<br>A 6061 BDS-T6 |
| 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.1 | 3.9 | 3.3 | 2.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 BD-T6W<br>A 6061 BDS-T6W |
| 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 2.4 | 1.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 BE-T1<br>A 6063 BES-T1 |
| 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.4 | 1.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 4.0 | 4.0 | 4.0 | 3.8 | 3.7 | 3.2 | 2.5 | 1.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 BE-T5<br>A 6063 BES-T5 |
| 3.8 | 3.8 | 3.7 | 3.6 | 3.4 | 3.0 | 2.4 | 1.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.1 | 4.5 | 3.5 | 2.5 | 1.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 BE-T6<br>A 6063 BES-T6 |
| 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 2.9 | 2.7 | 2.2 | 1.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 BE-T5W,T6W<br>A 6063 BES-T5W,T6W |
| 8.0 | 8.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7N01 BE-T4<br>A 7N01 BES-T4 |
| 8.5 | 8.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7N01 BE-T6<br>A 7N01 BES-T6 |
| 7.2 | 7.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7N01 BE-T4W,T6W<br>A 7N01 BES-T4W,T6W |

# <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(알루미늄)

| 종 류 | 종 별 | 질별 | 기 호 | 규정최소 인장강도 (kgf/㎟) | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (kgf/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | -268 | -196 | -120 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 6763 알루미늄 및 알루미늄 합금 봉 및 선 | 7003 | T5 | A 7003 BE-T5<br>A 7003 BES-T5 | 29 (지름 또는 최소 맞변거리 12 ㎜이하) | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 |
| | | | | 28 (지름 또는 최소 맞변거리 12 ㎜초과 25 ㎜이하) | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | | (T5W) | A 7003 BE-T5W<br>A 7003 BES-T5W | 27 | 27 | - | - | (55) | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| KS D 6761 이음매 없는 알루미늄 및 알루미늄합금 관 | 1050 | H 112 | A 1050 TE-H 112<br>A 1050 TES-H 112 | 6.5 | 21 | - | - | - | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| | | O | A 1050 TD-O<br>A 1050 TDS-O | 6.0 | 21 | - | - | - | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| | | H 14 | A 1050 TD-H 14<br>A 1050 TDS-H 14 | 9.5 | 21 | - | - | (54) | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 |
| | 1070 | H 112 | A 1070 TE-H 112<br>A 1070 TES-H 112 | 5.5 | 21 | - | - | - | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| | | O | A 1070 TD-O<br>A 1070 TD-O | 5.5 | 21 | - | - | - | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| | | H 14 | A 1070 TD-H 14<br>A 1070 TDS-H 14 | 8.5 | 21 | - | - | (54) | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 |
| | 1100<br>1200 | H 112 | A 1100 TE-H 112<br>A 1100 TES-H 112<br>A 1200 TE-H 112<br>A 1200 TES-H 112 | 7.5 | 21 | - | 12 | - | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| | | O | A 1100 TD-O<br>A 1100 TDS-O<br>A 1200 TD-O<br>A 1200 TDS-O | 7.5 | 21 | - | - | - | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| | | H 14 | A 1100 TD-H 14<br>A 1100 TDS-H 14<br>A 1200 TD-H 14<br>A 1200 TDS-H 14 | 11 | 21 | - | - | (54) | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 |
| | 3003<br>3203 | H 112 | A 3003 TE-H 112<br>A 3003 TES-H 112<br>A 3203 TE-H 112<br>A 3203 TES-H 112 | 9.5 | 21 | - | 13 | - | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 |
| | | O | A 3003 TD-O<br>A 3003 TDS-O<br>A 3203 TD-O<br>A 3203 TDS-O | 9.5 | 21 | - | 13 | - | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 |
| | | H 14 | A 3003 TD-H 14<br>A 3003 TDS-H 14<br>A 3203 TD-H 14<br>A 3203 TDS-H 14 | 14 | 21 | - | 14 | (54) | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 |
| | | H 18 | A 3003 TD-H 18<br>A 3003 TDS-H 18<br>A 3203 TD-H 18<br>A 3203 TDS-H 18 | 19 | 21 | - | 13 | (54) | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.8 |
| | 5052 | H 112,<br>O | A 5052 TE-H<br>112,-O<br>A 5052 TE-<br>112,-O | 18 | 22 | - | 17 | - | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 |
| | | O | A 5052 TD-O<br>A 5052 TDS-O | 18 | 22 | - | 17 | - | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 |
| | | H 34 | A 5052 TD-H 34<br>A 5052 TDS-H 34 | 24 | 22 | - | 15 | (54) | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| | 5056 | H 112 | A 5056 TE-H 112<br>A 5056 TES-H 112 | 25 (단면적 300 ㎠ 이하) | 25 | - | - | (55) | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 |
| | 5083 | H 112,<br>O | A 5083 TE-H<br>12,-O<br>A 5083 TES-H<br>112,-O | 28 | 25 | - | 18 | (55) | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | | O | A 5083 TD-O<br>A 5083 TD-O | 28 | 25 | - | 18 | (55) | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | 5154 | H 112,<br>O | A 5154 TE-H<br>112,-O<br>A 5154 TES-H<br>112,-O | 21 | 22 | - | 20 | - | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| | | O | A 5154 TD-O<br>A 5154 TDS-O | 21 | 22 | - | 20 | - | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| | 5454 | H 112,<br>O | A 5454 TE-H<br>112,-O<br>A 5454 TES-H<br>112,-O | 22 | 22 | - | 21 | - | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 7.2 | 7.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7003 BE-T5<br>A 7003 BES-T5 |
| 7.0 | 7.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 6.8 | 6.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7003 BE-T5W<br>A 7003 BES-T5W |
| 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1050 TE-H 112<br>A 1050 TES-H112 |
| 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1050 TD-O<br>A 1050 TDS-O |
| 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.2 | 2.1 | 1.8 | 1.3 | 0.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1050 TD-H 14<br>A 1050 TDS-H 14 |
| 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1070 TE-H 112<br>A 1070 TES-H112 |
| 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1070 TD-O<br>A 1070 TD-O |
| 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 1.8 | 1.3 | 0.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1070 TD-H 14<br>A 1070 TDS-H 14 |
| 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.0 | 0.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 TE-H 112<br>A 1100 TES-H112<br>A 1200 TE-H 112<br>A 1200 TES-H112 |
| 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.0 | 0.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 TD-O<br>A 1100 TDS-O<br>A 1200 TD-O<br>A 1200 TDS-O |
| 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.5 | 2.0 | 1.4 | 0.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 TD-H 14<br>A 1100 TDS-H 14<br>A 1200 TD-H 14<br>A 1200 TDS-H 14 |
| 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.1 | 1.7 | 1.3 | 1.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 TE-H 112<br>A 3003 TES-H112<br>A 3203 TE-H 112<br>A 3203 TES-H112 |
| 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.1 | 1.7 | 1.3 | 1.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 TD-O<br>A 3003 TDS-O<br>A 3203 TD-O<br>A 3203 TDS-O |
| 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.4 | 3.0 | 2.1 | 1.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 TD-H 14<br>A 3003 TDS-H 14<br>A 3203 TD-H 14<br>A 3203 TDS-H 14 |
| 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.6 | 4.3 | 3.8 | 2.6 | 1.9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 TD-H 18<br>A 3003 TDS-H 18<br>A 3203 TD-H 18<br>A 3203 TDS-H 18 |
| 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.3 | 3.9 | 3.0 | 1.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 TE-H<br>112,-O<br>A 5052 TFS-H<br>112,-O |
| 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.3 | 3.9 | 3.0 | 1.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 TD-O<br>A 5052 TDS-O |
| 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 5.7 | 4.3 | 3.0 | 1.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 TD-H 34<br>A 5052 TDS-H 34 |
| 6.2 | 6.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5056 TE-H 112<br>A 5056 TES-H112 |
| 7.0 | 7.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 TE-H<br>12,-O<br>A 5083 TES-H<br>112,-O |
| 7.0 | 7.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 TE-O<br>A 5083 TES-O |
| 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 4.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5154 TE-H<br>112,-O<br>A 5154 TES-H<br>112,-O |
| 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 4.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5154 TD-O<br>A 5154 TDS-O |
| 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.4 | 5.0 | 3.9 | 3.0 | 2.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5454 TE-H<br>112,-O<br>A 5454 TES-H<br>112,-O |

# <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(알루미늄)

| 종 류 | 종 별 | 질 별 | 기 호 | 규정최소 인장강도 (kgf/㎟) | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 차트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (kgf/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 6761 이음매 없는 알루미늄 및 알루미늄 합금관 | 6061 | T 4 | A 6061 TE-T4<br>A 6061 TES-T4 | 18 | 23 | - | 24 | (56) | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 |
| | | T 6 | A 6061 TE-T6<br>A 6061 TES-T6 | 27 | 23 | - | 23 | (56) | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| | | (T4W) | A 6061 TE-T4W<br>A 6061 TES-T4W | 17 | 23 | - | 24 | - | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 |
| | | (T6W) | A 6061 TE-T6W<br>A 6061 TES-T6W | | | | 23, 24 | (63) | | | | | | | | |
| | | T 4 | A 6061 TD-T4<br>A 6061 TDS-T4 | 21 | 23 | - | 24 | (56) | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 |
| | | T 6 | A 6061 TD-T6<br>A 6061 TDS-T6 | 30 | 23 | - | 23 | (56) | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 |
| | | (T4W) | A 6061 TD-T4W<br>A 6061 TDS-T4W | 17 | 23 | - | 24 | - | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 |
| | | (T6W) | A 6061 TD-T6W<br>A 6061 TDS-T6W | | | | 23, 24 | (63) | | | | | | | | |
| | 6063 | T 1 | A 6063 TE-T1<br>A 6063 TES-T1 | 12 (두께 12 ㎜ 이하) | 23 | - | 13 | (56) | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| | | | | 11 (두께 12 ㎜ 초과, 25㎜ 이하) | 23 | - | 13 | (56) | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 |
| | | T 5 | A 6063 TE-T5<br>A 6063 TES-T5 | 16 (두께 12 ㎜이하) | 23 | - | 13 | (56) | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| | | T 6 | A 6063 TE-T6<br>A 6063 TES-T6 | 21 | 23 | - | 13 | (56) | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 |
| | | (T5W)<br>(T6W) | A 6063 TE-T5W,-T6W<br>A 6063 TES-T5W,-T6W | 12 | 23 | - | 13 | - | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| | | T 6 | A 6063 TD-T6<br>A 6063 TDS-T6 | 23 | 23 | - | 13 | (56) | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 |
| | | (T6W) | A 6063 TD-T6W<br>A 6063 TDS-T6W | 12 | 23 | - | 13 | - | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| | 7N01 | T 4 | A 7N01 TE-T4<br>A 7N01 TF-T4 | 32 | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| | | T 6 | A 7N01 TE-T6<br>A 7N01 TF-T6 | 33 (두께 1.6 ㎜ 이상, 6 ㎜ 이하) | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 |
| | | | | 34 (두께 6 ㎜ 초과, 12 ㎜ 이하) | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 |
| | | (T4W)<br>(T6W) | A 7N01 TE-T4W,-T6W<br>A 7N01 TFS-T4W,-T6W | 29 | 27 | - | - | (55) | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 |
| | 7003 | T 5 | A 7003 TE-T5<br>A 7003 TES-T5 | 29 (두께 12 ㎜ 이하) | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 |
| | | | | 28 (두께 12 ㎜ 초과, 25 ㎜ 이하) | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | | (T5W) | A 7003 TE-T5W<br>A 7003 TES-T5W | 27 | 27 | - | - | (55) | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| KS D 6713 알루미늄 및 알루미늄합금용 접관 | 1050 | O | A 1050 TW-O<br>A 1050 TWS-O | 6.0 | 21 | - | 12 | - | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| | | H 14 | A 1050 TW-H 14<br>A 1050 TWS-H 14 | 9.5 | 21 | - | 12 | (54) | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| | 1100<br>1200 | O | A 1100 TW-O<br>A 1100 TWS-O<br>A 1200 TW-O<br>A 1200 TWS-O | 7.5 | 21 | - | 12 | - | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| | | H 14 | A 1100 TW-H 14<br>A 1100 TWS-H 14<br>A 1200 TW-H 14<br>A 1200 TWS-H 14 | 12 | 21 | - | 12 | (54) | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 |
| | 3003<br>3203 | O | A 3003 TW-O<br>A 3003 TWS-O<br>A 3203 TW-O<br>A 3203 TWS-O | 9.5 | 21 | - | 13 | - | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| | | H 14 | A 3003 TW-H 14<br>A 3003 TWS-H 14<br>A 3203 TW-H 14<br>A 3203 TWS-H 14 | 14 | 21 | - | 13 | (54) | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| | | H 18 | A 3003 TW-H 18<br>A 3003 TWS-H 18<br>A 3203 TW-H 18<br>A 3203 TWS-H 18 | 19 | 21 | - | 13 | (54) | 4.1 | 4.1 | 4.1 | 4.1 | 4.1 | 4.1 | 4.1 | 4.1 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.2 | 4.1 | 3.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 TE-T4<br>A 6061 TES-T4 |
| 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.6 | 6.3 | 5.6 | 4.5 | 3.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 TE-T6<br>A 6061 TES-T6 |
| 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.1 | 3.9 | 3.3 | 2.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 TE-T4W<br>A 6061 TES-T4W<br>A 6061 TE-T6W<br>A 6061 TES-T6W |
| 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 4.8 | 4.5 | 3.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 TD-T4<br>A 6061 TDS-T4 |
| 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.3 | 6.8 | 5.9 | 4.5 | 3.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 TD-T6<br>A 6061 TDS-T6 |
| 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.1 | 3.9 | 3.3 | 2.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 TD-T4W<br>A 6061 TDS-T4W<br>A 6061 TD-T6W<br>A 6061 TDS-T6W |
| 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 2.4 | 1.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 TE-T1<br>A 6063 TES-T1 |
| 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.4 | 1.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 4.0 | 4.0 | 3.8 | 3.7 | 3.5 | 3.2 | 2.5 | 1.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 TE-T5<br>A 6063 TES-T5 |
| 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.1 | 4.6 | 3.5 | 2.5 | 1.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 TE-T6<br>A 6063 TES-T6 |
| 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 2.9 | 2.7 | 2.2 | 1.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063<br>TE-T5W,-T6W<br>A 6063<br>TES-T5W,-T6W |
| 5.8 | 5.8 | 5.7 | 5.5 | 5.0 | 3.8 | 2.5 | 1.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 TD-T6<br>A 6063 TDS-T6 |
| 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 2.9 | 2.7 | 2.2 | 1.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 TD-T6W<br>A 6063 TDS-T6W |
| 8.0 | 8.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7N01 TE-T4<br>A 7N01 TFS-T4 |
| 8.2 | 8.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7N01 TE-T6<br>A 7N01 TFS-T6 |
| 8.5 | 8.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 7.2 | 7.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7N01<br>TE-T4W,-T6W<br>A 7N01<br>TFS-T4W,-T6W |
| 7.2 | 7.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7003 TE-T5<br>A 7003 TES-T5 |
| 7.0 | 7.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 6.8 | 6.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7003 TE-T5W<br>A 7003 TES-T5W |
| 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.0 | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1050 TW-O<br>A 1050 TWS-O |
| 2.0 | 2.0 | 2.0 | 1.9 | 1.8 | 1.5 | 1.1 | 0.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1050 TW-H 14<br>A 1050 TWS-H14 |
| 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 0.9 | 0.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 TW-O<br>A 1100 TWS-O<br>A 1200 TW-O<br>A 1200 TWS-O |
| 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.4 | 2.0 | 1.6 | 1.2 | 0.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 TW-H 14<br>A 1100 TWS-H14<br>A 1200 TW-H 14<br>A 1200 TWS-H14 |
| 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 1.8 | 1.4 | 1.1 | 0.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 TW-O<br>A 3003 TWS-O<br>A 3203 TW-O<br>A 3203 TWS-O |
| 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 2.9 | 2.6 | 1.8 | 1.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 TW-H 14<br>A 3003 TWS-H14<br>A 3203 TW-H 14<br>A 3203 TWS-H14 |
| 4.1 | 4.1 | 4.1 | 3.9 | 3.7 | 3.2 | 2.2 | 1.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 TW-H 18<br>A 3003 TWS-H18<br>A 3203 TW-H 18<br>A 3203 TWS-H18 |

# <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(알루미늄)

| 종 류 | 종 별 | 질 별 | 기 호 | 규정최소 인장강도 (kgf/㎟) | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 차트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (kgf/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 6713 알루미늄 및 알루미늄 합금 용접관 | 5052 | O | A 5052 TW-O<br>A 5052 TWS-O | 18 | 22 | - | 17 | - | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 |
| | | H 14, H 34 | A 5052 TW-H 14, H 34<br>A 5052 TWS-H 14, H 34 | 24 | 22 | - | 17 | (54) | 5.1 | 5.1 | 5.1 | 5.1 | 5.1 | 5.1 | 5.1 | 5.1 |
| KS D 6759 알루미늄 및 알루미늄합금 압출 형재 | 1100<br>1200 | H 112 | A 1100 TW-H 112<br>A 1100 TWS-H 112<br>A 1200 TW-H 112<br>A 1200 TWS-H 112 | 7.5 | 21 | - | - | - | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| | 2024 | T 4 | A 2024 S-T4<br>A 2024 SS-T4 | 40 (시험위치의 두께 6 ㎜ 이하) | - | - | - | (56) | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| | | | | 42 (시험위치의 두께 6 ㎜초과, 19 ㎜ 이하) | - | - | - | (56) | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 |
| | | | | 46 (시험위치의 두께 19 ㎜ 초과, 38 ㎜ 이하) | - | - | - | (56) | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 |
| | | | | 48 (시험위치의 두께 38 ㎜, 다만 단면적 200 ㎠ 이하) | - | - | - | (56) | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 | 12.0 |
| | 3003<br>3203 | H 112 | A 3003 S-H 112<br>A 3003 SS- H 112<br>A 3203 S-H 112<br>A 3203 SS-H 112 | 9.5 | 21 | - | 13 | (50) | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 |
| | 5052 | H 112, O | A 5052 S-H 112, O<br>A 5052 SS-H 112, O | 18 | 22 | - | - | - | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 |
| | 5454 | H 112, O | A 5454 S-H 112, O<br>A 5454 SS-H 112, O | 22 (시험 위치의 두께 130 ㎜ 이하, 단면적 200 ㎠ 이하) | 22 | - | 21 | (50) | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 |
| | 5083 | H 112, O | A 5083 S-H 112, O<br>A 5083 SS-H 112, O | 28 (시험 위치의 두께 130 ㎜ 이하, 단면적 200 ㎠ 이하) | 25 | - | 18 | (50)<br>(55) | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | 5086 | H 112, O | A 5086 S-H 112, O<br>A 5086 SS-H 112, O | 24.5 (시험 위치의 두께 130 ㎜ 이하, 단면적 200 ㎠ 이하) | 25 | - | 19 | (50)<br>(55) | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 |
| | 6061 | T4 | A 6061 S -T4<br>A 6061 SS-T4 | 18 | 23 | - | - | (56) | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 |
| | | T6 | A 6061 S -T6<br>A 6061 SS-T6 | 27 | 23 | - | - | (56) | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| | | (T4W) | A 6061 S -T4W<br>A 6061 SS-T4W | 17 | 23 | - | - | (56) | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 |
| | | (T6W) | A 6061 S -T6W<br>A 6061 SS-T6W | | | | 23, 24 | (50)<br>(63) | | | | | | | | |
| | 6063 | T1 | A 6063 S-T1<br>A 6063 SS-T1 | 12 (시험 위치의 두께 12 ㎜ 이하) | 23 | - | - | (56) | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| | | | | 11 (시험 위치의 두께 12 ㎜ 초과, 25 ㎜ 이하) | 23 | - | - | (56) | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 |
| | | T5 | A 6063 S-T5<br>A 6063 SS-T5 | 16 (시험 위치의 두께 12 ㎜ 이하) | 23 | - | - | (56) | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| | | | | 15 (시험 위치의 두께 12 ㎜ 초과, 25 ㎜ 이하) | 23 | - | - | (56) | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 |
| | | T6 | A 6063 S-T6<br>A 6063 SS-T6 | 21 | 23 | - | - | (56) | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.2 |
| | | (T5W)<br>(T6W) | A 6063 S-T5W,-T6W<br>A 6063 SS-T5W,-T6W | 12 | 23 | - | - | - | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| | 7N01 | T4 | A 7N01 S-T4<br>A 7N01 SS-T4 | 32 | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| | | T5 | A 7N01 S-T5<br>A 7N01 SS-T5 | 33 | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 |
| | | T6 | A 7N01 S-T6<br>A 7N01 SS-T6 | 34 | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 |
| | | (T4W)<br>(T5W)<br>(T6W) | A 7N01 S-T4W,T5W,T6W<br>A 7N01 SS-T4W,T5W, T6W | 29 | 27 | - | - | (55) | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 |
| | 7003 | T5 | A 7003 S-T5<br>A 7003 SS-T5 | 29 (시험 위치의 두께 12 ㎜ 이하) | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 |
| | | | | 28 (시험 위치의 두께 12 ㎜ 초과, 25 ㎜ 이하) | 27 | - | - | (55)<br>(56) | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | | (T5W) | A 7003 S-T5W<br>A 7003 SS-T5W | 27 | 27 | - | - | (55) | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.7 | 3.3 | 2.6 | 1.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 TW-O<br>A 5052 TWS-O |
| 5.1 | 5.1 | 5.1 | 5.1 | 4.8 | 3.7 | 2.6 | 1.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 TW-H 14, H 34<br>A 5052 TWS-H 14, H 34 |
| 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.0 | 0.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 TW-H112<br>A 1100 TWS-H112<br>A 1200 TW-H112<br>A 1200 TWS-H112 |
| 10.0 | 10.0 | 10.0 | 9.8 | 8.5 | 6.6 | 4.2 | 3.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 2024 S-T4<br>A 2024 SS-T4 |
| 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.2 | 9.0 | 6.9 | 4.4 | 3.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.1 | 9.7 | 7.6 | 4.8 | 3.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 12.0 | 12.0 | 12.0 | 11.6 | 10.2 | 7.9 | 5.0 | 3.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.1 | 1.7 | 1.3 | 1.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 3003 S-H 112<br>A 3003 SS- H112<br>A 3203 S-H 112<br>A 3203 SS-H 112 |
| 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.4 | 3.9 | 3.0 | 1.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 S-H 112,O<br>A 5052 SS-H 112,O |
| 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.4 | 5.0 | 3.8 | 3.0 | 2.2. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5454 S-H 112,O<br>A 5454 SS-H 112,O |
| 7.0 | 7.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 S-H 112,O<br>A 5083 SS-H 112,O |
| 6.1 | 6.1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5086 S-H 112,O<br>A 5086 SS-H 112,O |
| 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.2 | 4.1 | 3.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 S -T4<br>A 6061 SS-T4 |
| 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.6 | 6.3 | 5.6 | 4.5 | 3.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 S -T6<br>A 6061 SS-T6 |
| 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.1 | 3.9 | 3.3 | 2.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 S -T4W<br>A 6061 SS-T4W |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | A 6061 S -T6W<br>A 6061 SS-T6W |
| 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 2.4 | 1.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 S-T1<br>A 6063 SS-T1 |
| 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.4 | 1.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 4.0 | 4.0 | 4.0 | 3.8 | 3.7 | 3.2 | 2.5 | 1.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 S-T5<br>A 6063 SS-T5 |
| 3.8 | 3.8 | 3.7 | 3.6 | 3.4 | 3.0 | 2.4 | 1.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 5.2 | 5.2 | 5.2 | 5.1 | 4.5 | 3.5 | 2.5 | 1.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063 S-T6<br>A 6063 SS-T6 |
| 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 2.9 | 2.7 | 2.2 | 1.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6063S-T5W,-T6W<br>A 6063SS-T5W,-T6W |
| 8.0 | 8.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7N01 S-T4<br>A 7N01 SS-T4 |
| 8.2 | 8.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7N01 S-T5<br>A 7N01 SS-T5 |
| 8.5 | 8.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7N01 S-T6<br>A 7N01 SS-T6 |
| 7.2 | 7.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7N01 S-T4W,T5W,T6W<br>A 7N01SS-T4W, T5W,T6W |
| 7.2 | 7.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7003 S-T5<br>A 7003 SS-T5 |
| 7.0 | 7.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 6.8 | 6.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 7003 S-T5W<br>A 7003 SS-T5W |

## <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(알루미늄)

| 종 류 | 종 별 | 질 별 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 차트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (kgf/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KFCA-D6770-5022 알루미늄 및 알루미늄합금 단조품 | 1100<br>1200 | H 112 | A 1100 FD-H 112<br>A 1200 FD-H 112 | 21 | - | - | - | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 |
| | 2014 | T4 | A 2014 FD-T4 | - | - | 21 | (56) | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 | 9.8 |
| | | T6 | A 2014 FD-T6 | - | - | 21 | (56) | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 | 11.5 |
| | | | | - | - | 21 | (56) | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 | 11.0 |
| | 5052 | O | A 5052 FH-O | 22 | - | - | - | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 |
| | 5056 | H 112 | A 5056 FD-H 112 | 25 | - | - | (55) | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 |
| | 5083 | H 112,<br>O | A 5083 FD-H 112,-O | 25 | - | 18 | (55) | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | | H 112,<br>O | A 5083 FH-H 112,-O | 25 | - | 18 | (55) | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | 6061 | T6 | A 6061 FD-T6 | 23 | - | 23 | (56) | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| | | (T6W) | A 6061 FD-T6W | 23 | - | 23,<br>24 | (63) | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 |
| | | T6 | A 6061 FH-T6 | 23 | - | 23 | (56) | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 |
| | | | | 23 | - | 23 | (56) | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 |
| | | (T6W) | A 6061 FH-T6W | 23 | - | 23,<br>24 | (63) | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.6 | 1.6 | 1.3 | 1.0 | 0.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 1100 FD-H 112<br>A 1200 FD-H 112 |
| 9.8 | 9.8 | 9.6 | 9.2 | 8.7 | 8.0 | 5.0 | 3.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 2014 FD-T4 |
| 11.5 | 11.5 | 11.2 | 11.0 | 10.1 | 8.0 | 5.0 | 3.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 2014 FD-T6 |
| 11.0 | 11.0 | 11.0 | 10.9 | 10.1 | 8.0 | 5.0 | 3.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 4.3 | 3.9 | 3.0 | 1.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5052 FH-O |
| 6.2 | 6.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5056 FD-H 112 |
| 7.0 | 7.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 FD-H 112,-O |
| 7.0 | 7.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 5083 FH-H112, -O |
| 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.6 | 6.3 | 5.5 | 4.5 | 3.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 FD-T6 |
| 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.1 | 3.8 | 3.3 | 2.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 FD-T6W |
| 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.1 | 5.4 | 4.5 | 3.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 FH-T6 |
| 6.2 | 6.2 | 6.2 | 6.1 | 5.8 | 5.2 | 4.4 | 3.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.1 | 3.8 | 3.3 | 2.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | A 6061 FH-T6W |

## <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(주 물)

| 종 류 | 종 별 | 질 별 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (kgf/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 6024 구리 및 구리 합금 주물 | 2종 | - | BC 2 | - | - | - | - | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| | 3종 | - | BC 3 | - | - | - | - | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| | 6종 | - | BC 6 | - | - | - | - | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| | 7종 | - | BC 7 | - | - | - | - | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 |
| KS D 6008 알루미늄합금주물 | 4종 C | T6 | AC4C-T6 | 28 | - | - | (56) | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.6 |
| | | | | 28 | - | - | (56) | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2 |
| | | (T6W) | AC4C-T6W | 28 | - | - | - | 2.6 | 2.6 | 2.6 | 2.6 | 2.6 | 2.6 | 2.6 | 2.6 |
| | 7종 A | F | AC7A-F | - | - | - | (55) | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 |
| | | | | - | - | - | (55) | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |

납

| 종 류 | 종 별 | 질별 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (kgf/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 5512 납관 및 경납관 | - | - | PbP | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 4종 | - | HPbP4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 6종 | - | HPbP6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 8종 | - | HPbP8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| KS D 6702 일반 공업용 납 및 납합금 관 | 1종 | - | PbP1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 2종 | - | PbP2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 3종 | - | PbP3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 4종 | - | HPbT4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 6종 | - | HPbT6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 8종 | - | HPbT8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 5.0 | 5.0 | 5.0 | 4.8 | 4.8 | 4.6 | 4.5 | 4.5 | 3.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | BC 2 |
| 5.0 | 5.0 | 5.0 | 4.8 | 4.8 | 4.6 | 4.5 | 4.5 | 3.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | BC 3 |
| 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 3.5 | 3.2 | 2.7 | 2.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | BC 6 |
| 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 4.1 | 3.8 | 3.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | BC 7 |
| 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.4 | 3.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | AC4C-T6 |
| 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.1 | 3.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 2.6 | 2.6 | 2.6 | 2.5 | 2.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | AC4C-T6W |
| 4.4 | 4.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | AC7A-F |
| 3.0 | 3.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | PbP |
| 1.0 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | HPbP4 |
| 1.2 | 1.1 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | HPbP6 |
| 1.2 | 1.2 | 1.0 | 0.7 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | HPbP8 |
| 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | PbP1 |
| 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | PbP2 |
| 0.4 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | PbP3 |
| 1.0 | 0.9 | 0.7 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | HPbT4 |
| 1.2 | 1.1 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 0.3 | 0.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | HPbT6 |
| 1.2 | 1.2 | 1.0 | 0.7 | 0.5 | 0.4 | 0.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | HPbT8 |

## <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(계속)(종래단위)

(티 탄)

| 종 류 | 종 별 | 질별 | 기호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (kgf/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 6000 타이타늄 및 타이타늄 합금의 판 및 띠 | 1종 | - | TP 270 H<br>TR 270 H<br>TP 270 C<br>TR 270 C | 51 | - | 52 | - | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | 2종 | - | TP 340 H<br>TR 340 H<br>TP 340 C<br>TR 340 C | 51 | - | 51 | - | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 |
| | 3종 | - | TP 480 H<br>TR 480 H<br>TP 480 C<br>TR 480 C | 52 | - | 50 | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 |
| KS D 5574 타이타늄 및 타이타늄합금-이음매 없는 관 | 1종 | - | TTP 270 H<br>TTP 270 C | 51 | - | 52 | (64) | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | 2종 | - | TTP 340 H<br>TTP 340 C | 51 | - | 51 | (64) | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 |
| | 3종 | - | TTP 480 H<br>TTP 480 C | 52 | - | 50 | (64) | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 |
| KS D 5575열 교환기용 타이타늄 및 타이타늄합금 관 | 1종 | - | TTH 270 C | 51 | - | 52 | (64) | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | | | TTH 270 W<br>TTH 270 WC | 51 | - | 52 | (65) | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| | 2종 | - | TTH 340 C | 51 | - | 51 | (64) | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 |
| | | | TTH 340 W<br>TTH 340 WC | 51 | - | 51 | (65) | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 |
| | 3종 | - | TTH 480 C | 52 | - | 50 | (64) | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 |
| | | | TTH 480 W<br>TTH 480 WC | 52 | - | 50 | (65) | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 | 10.4 |
| KS D 5604 타이타늄 및 타이타늄 합금-봉 | 1종 | - | TB 270 H<br>TB 270 C | 51 | - | 52 | - | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | 2종 | - | TB 340 H<br>TB 340 C | 51 | - | 51 | - | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 |
| | 3종 | - | TB 480 H<br>TB 480 C | 52 | - | 50 | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 |
| KS D 3851 티탄 팔라듐 합금 선 | 12종 | - | TP 340 PdH<br>TR 340 PdH<br>TP 340 PdC<br>TR 340 PdC | 51 | - | 51 | - | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 |
| | 13종 | - | TP 480 PdH<br>TR 480 PdH<br>TP 480 PdC<br>TR 480 PdC | 52 | - | 50 | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 7.0 | 6.5 | 5.6 | 5.1 | 4.6 | 4.1 | 3.8 | 3.4 | 3.2 | 2.9 | 2.6 | 2.5 | 2.4 | 2.4 | - | - | - | - | - | - | TP 270 H<br>TR 270 H<br>TP 270 C<br>TR 270 C |
| 8.8 | 8.8 | 8.2 | 7.5 | 6.9 | 6.3 | 5.9 | 5.5 | 5.2 | 4.8 | 4.5 | 4.2 | 3.1 | 3.0 | - | - | - | - | - | - | TP 340 H<br>TR 340 H<br>TP 340 C<br>TR 340 C |
| 12.2 | 12.2 | 12.0 | 11.3 | 106 | 10.0 | 9.4 | 8.9 | 8.5 | 8.1 | 7.9 | 7.7 | 4.7 | 4.4 | - | - | - | - | - | - | TP 480 H<br>TR 480 H<br>TP 480 C<br>TR 480 C |
| 7.0 | 6.5 | 5.6 | 5.1 | 4.6 | 4.1 | 3.8 | 3.4 | 3.2 | 2.9 | 2.6 | 2.5 | 2.4 | 2.4 | - | - | - | - | - | - | TTP 270 H<br>TTP 270 C |
| 8.8 | 8.8 | 8.2 | 7.5 | 6.9 | 6.3 | 5.9 | 5.5 | 5.2 | 4.8 | 4.5 | 4.2 | 3.1 | 3.0 | - | - | - | - | - | - | TTP 340 H<br>TTP 340 C |
| 12.2 | 12.2 | 12.0 | 11.3 | 106 | 10.0 | 9.4 | 8.9 | 8.5 | 8.1 | 7.9 | 7.7 | 4.7 | 4.4 | - | - | - | - | - | - | TTP 480 H<br>TTP 480 C |
| 7.0 | 6.5 | 5.6 | 5.1 | 4.6 | 4.1 | 3.8 | 3.4 | 3.2 | 2.9 | 2.6 | 2.5 | 2.4 | 2.4 | - | - | - | - | - | - | TTH 270 C |
| 6.0 | 5.5 | 4.8 | 4.3 | 3.9 | 3.5 | 3.2 | 2.9 | 2.7 | 2.5 | 2.4 | 2.2 | 2.1 | 2.0 | - | - | - | - | - | - | TTH 270 W<br>TTH 270 WC |
| 8.8 | 8.8 | 8.2 | 7.5 | 6.9 | 6.3 | 5.9 | 5.5 | 5.2 | 4.8 | 4.5 | 4.2 | 3.1 | 3.0 | - | - | - | - | - | - | TTH 340 C |
| 7.5 | 7.5 | 7.0 | 6.4 | 5.9 | 5.4 | 5.0 | 4.7 | 4.4 | 4.1 | 3.8 | 3.6 | 2.6 | 2.6 | - | - | - | - | - | - | TTH 340 W<br>TTH 340 WC |
| 12.2 | 12.2 | 12.0 | 11.3 | 106 | 10.0 | 9.4 | 8.9 | 8.5 | 8.1 | 7.9 | 7.7 | 4.7 | 4.4 | - | - | - | - | - | - | TTH 480 C |
| 10.4 | 10.4 | 10.2 | 9.6 | 9.0 | 8.5 | 8.0 | 7.6 | 7.2 | 6.9 | 6.7 | 6.5 | 4.0 | 3.7 | - | - | - | - | - | - | TTH 480 W<br>TTH 480 WC |
| 7.0 | 6.5 | 5.6 | 5.1 | 4.6 | 4.1 | 3.8 | 3.4 | 3.2 | 2.9 | 2.6 | 2.5 | 2.4 | 2.4 | - | - | - | - | - | - | TB 270 H<br>TB 270 C |
| 8.8 | 8.8 | 8.2 | 7.5 | 6.9 | 6.3 | 5.9 | 5.5 | 5.2 | 4.8 | 4.5 | 4.2 | 3.1 | 3.0 | - | - | - | - | - | - | TB 340 H<br>TB 340 C |
| 12.2 | 12.2 | 12.0 | 11.3 | 106 | 10.0 | 9.4 | 8.9 | 8.5 | 8.1 | 7.9 | 7.7 | 4.7 | 4.4 | - | - | - | - | - | - | TB 480 H<br>TB 480 C |
| 8.8 | 8.8 | 8.2 | 7.5 | 6.9 | 6.3 | 5.9 | 5.5 | 5.2 | 4.8 | 4.5 | 4.2 | 3.1 | 3.0 | - | - | - | - | - | - | TP 340 PdH<br>TR 340 PdH<br>TP 340 PdC<br>TR 340 PdC |
| 12.2 | 12.2 | 12.0 | 11.3 | 106 | 10.0 | 9.4 | 8.9 | 8.5 | 8.1 | 7.9 | 7.7 | 4.7 | 4.4 | - | - | - | - | - | - | TP 480 PdH<br>TR 480 PdH<br>TP 480 PdC<br>TR 480 PdC |

## <표 28.3> 비철금속 재료의 허용인장응력(종래단위)

(티 탄)

| 종 류 | 종 별 | 질 별 | 기 호 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도 (℃)에 있어서의 허용인장응력 (kgf/㎟) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 3851 티탄 괄라듐 합금 선 | 12종 | - | TW 340 Pb | 51 | - | 51 | - | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.8 |
| | 13종 | - | TW 480 Pb | 52 | - | 50 | - | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 | 12.2 |

| 각 온 도 (℃)에 있 어 서 의 허 용 인 장 응 력 (kgf/㎟) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | |
| 8.8 | 8.8 | 8.2 | 7.5 | 6.9 | 6.3 | 5.9 | 5.5 | 5.2 | 4.8 | 4.5 | 4.2 | 3.1 | 3.0 | - | - | - | - | - | - | TW 340 Pb |
| 12.2 | 12.2 | 12.0 | 11.3 | 106 | 10.0 | 9.4 | 8.9 | 8.5 | 8.1 | 7.9 | 7.7 | 4.7 | 4.4 | - | - | - | - | - | - | TW 480 Pb |

주(54) 용접이음의 기본허용응력의 값 및 이음인장시험에서 규정 최소 인장 강도는 질별 O의 값을 사용한다.

(55) 313 K{40 ℃}를 338 K{65 ℃}로 바꿔 읽는다.

(56) 용접이음의 기본허용응력의 값 및 이음인장시험에서 인장시험강도는 W를 붙인 질별 또는 기호의 값을 사용한다.

(57) 이 난의 외압 차트 번호는 40 ㎜ 이하의 경우에 적용 할 수 있다.

(58) 이 난의 외압 차트 번호의 [그림 30.6](44)를 적용하는 경우에는 기계적 성질의 0.2 % 내구력이 21 ㎏f/㎟ 이상임을 확인해야 한다.

(59) 이 난의 외압 차트 번호의 [그림 30.6](46)를 적용하는 경우에는 기계적 성질의 0.2 % 내구력이 21 ㎏f/㎟ 이상임을 확인해야 한다.

(60) 이 난의 외압 차트 번호는 “338 K{65 ℃} 이하” 곡선을 사용해서는 안된다. 따라서 설계 온도가 338 K{65 ℃} 이하이더라도 “448 K{175 ℃}” 곡선을 사용한다.

(61) 이 난의 외압 차트 번호는 H 22, H 24를 제외한다.

(62) 이 난의 외압 차트 번호는 판 두께가 13 ㎜ 이하인 경우에는 [그림 30.6](18)을 적용할 수 있다.

(63) 이 난의 외압 차트 번호는 판 두께가 (지름 또는 최소 맞변거리)가 9.5 ㎜ 이하인 경우에는 [그림 30.6](23)을 적용하고, 9.5 ㎜를 넘는 경우에는 [그림 30.6](24)를 적용한다.

(64) 이 난의 기본허용응력의 값은 이음매 없는 관에 사용한다.

(65) 이 난의 기본허용응력의 값은 용접관에 사용한다.

비 고 1. <표 28.3>에서 각 온도 중간에서의 기본허용응력의 값은 비례법에 따라 계산한다.

2. <표 28.3>에서 용접관의 기본허용응력의 값은 품질 계수 0.85가 적용되고 있다.

3. <표 28.3>에서 주물의 기본허용응력의 값은 주조 품질 계수 0.80이 적용되고 있다.

## <표 28.4> 볼트재의 허용인장응력(응력 해석에 의한 설계를 한 용기에 적용)(SI단위)

| 종 류 | 종 별 | 기 호 | 치수 ㎜ | 최소 항복점 N/㎟ | 제조 방법 | 주 | 각 온 도 (℃)에 서 의 기 본 허 용 응 력 N/㎟ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -60 | -45 | -30 | -20 | -10 | 0 | 40 | 75 |
| KOSA0033-D 3755-5098 고온용 합금강 볼트재 | 2종 | SNB7 | 지름 63이하 | 730 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 242 | 242 | 242 | 230 |
| | | | 지름 63초과 100이하 | 660 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 219 | 219 | 219 | 209 |
| | | | 지름 100초과 120이하 | 520 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 174 | 174 | 174 | 165 |
| | 3종 | SNB16 | 지름 63이하 | 730 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 242 | 242 | 242 | 236 |
| | | | 지름 63초과 100이하 | 660 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 219 | 219 | 219 | 214 |
| | | | 지름 100초과 180이하 | 590 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 196 | 196 | 196 | 191 |
| KOSA0028-D 3723-5093 특수용도 합금강 볼트용 봉강 | 1종1호 | SNB21-1 | 지름 100이하 | 1030 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 343 | 343 | 343 | 334 |
| | 1종2호 | SNB21-2 | 지름 100이하 | 960 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 321 | 321 | 321 | 312 |
| | 1종3호 | SNB21-3 | 지름 150이하 | 890 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 297 | 297 | 297 | 289 |
| | 1종4호 | SNB21-4 | 지름 150이하 | 820 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 275 | 275 | 275 | 268 |
| | 1종5호 | SNB21-5 | 지름 50이하 | 720 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 238 | 238 | 238 | 234 |
| | | | 지름 50초과 200이하 | 690 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 228 | 228 | 228 | 223 |
| | 2종1호 | SNB22-1 | 지름 38이하 | 1030 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 343 | 343 | 343 | 334 |
| | 2종2호 | SNB22-2 | 지름 75이하 | 960 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 321 | 321 | 321 | 312 |
| | 2종3호 | SNB22-3 | 지름 100이하 | 890 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 297 | 297 | 297 | 289 |
| | 2종4호 | SNB22-4 | 지름 100이하 | 820 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 275 | 275 | 275 | 268 |
| | 2종5호 | SNB22-5 | 지름 50이하 | 720 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 238 | 238 | 238 | 234 |
| | | | 지름 50초과 100이하 | 690 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 228 | 228 | 228 | 223 |
| | 3종1호 | SNB23-1 | 지름 200이하 | 1030 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 343 | 343 | 343 | 334 |
| | 3종2호 | SNB23-2 | 지름 240이하 | 960 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 321 | 321 | 321 | 312 |
| | 3종3호 | SNB23-3 | 지름 240이하 | 890 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 297 | 297 | 297 | 289 |
| | 3종4호 | SNB23-4 | 지름 240이하 | 820 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 275 | 275 | 275 | 268 |
| | 3종5호 | SNB23-5 | 지름 150이하 | 720 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 238 | 238 | 238 | 234 |
| | | | 지름 150초과 240이하 | 690 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 228 | 228 | 228 | 223 |
| | 4종1호 | SNB24-1 | 지름 200이하 | 1030 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 343 | 343 | 343 | 334 |
| | 4종2호 | SNB24-2 | 지름 240이하 | 960 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 321 | 321 | 321 | 312 |
| | 4종3호 | SNB24-3 | 지름 240이하 | 890 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 297 | 297 | 297 | 289 |
| | 4종4호 | SNB24-4 | 지름 240이하 | 820 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 275 | 275 | 275 | 268 |
| | 4종5호 | SNB24-5 | 지름 150이하 | 720 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 238 | 238 | 238 | 234 |
| | | | 지름 150초과 240이하 | 690 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 228 | 228 | 228 | 223 |

| 각 온 도 (℃)에 서 의 기 본 허 용 응 력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | |
| 224 | 220 | 217 | 214 | 211 | 208 | 205 | 201 | 198 | 194 | 189 | 183 | 177 | 170 | - | - | - | - | - | - | - | SNB7 |
| 202 | 199 | 196 | 192 | 189 | 187 | 185 | 182 | 179 | 176 | 172 | 167 | 161 | 154 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 160 | 157 | 154 | 153 | 151 | 148 | 146 | 143 | 141 | 138 | 135 | 131 | 127 | 121 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 233 | 231 | 228 | 227 | 225 | 223 | 220 | 218 | 215 | 211 | 207 | 203 | 196 | 191 | - | - | - | - | - | - | - | SNB16 |
| 211 | 209 | 207 | 205 | 203 | 201 | 199 | 197 | 194 | 191 | 186 | 182 | 178 | 174 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 189 | 187 | 185 | 183 | 181 | 179 | 178 | 176 | 174 | 171 | 168 | 165 | 159 | 155 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 329 | 324 | 319 | 315 | 310 | 305 | 301 | 295 | 289 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB21-1 |
| 306 | 302 | 297 | 293 | 289 | 285 | 280 | 276 | 271 | 264 | 257 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB21-2 |
| 284 | 280 | 280 | 277 | 269 | 265 | 261 | 256 | 251 | 245 | 238 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB21-3 |
| 262 | 258 | 254 | 251 | 248 | 244 | 240 | 236 | 231 | 226 | 220 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB21-4 |
| 229 | 227 | 224 | 221 | 217 | 213 | 210 | 207 | 202 | 198 | 192 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB21-5 |
| 219 | 216 | 213 | 210 | 206 | 203 | 200 | 197 | 193 | 188 | 183 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 329 | 324 | 319 | 315 | 310 | 305 | 301 | 295 | 289 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB22-1 |
| 306 | 302 | 297 | 293 | 289 | 285 | 280 | 276 | 271 | 264 | 257 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB22-2 |
| 284 | 280 | 280 | 277 | 269 | 265 | 261 | 256 | 251 | 245 | 238 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB22-3 |
| 262 | 258 | 254 | 251 | 248 | 244 | 240 | 236 | 231 | 226 | 220 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB22-4 |
| 229 | 227 | 224 | 221 | 217 | 213 | 210 | 207 | 202 | 198 | 192 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB22-5 |
| 219 | 216 | 213 | 210 | 206 | 203 | 200 | 197 | 193 | 188 | 183 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 329 | 324 | 319 | 315 | 310 | 305 | 301 | 295 | 289 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB23-1 |
| 306 | 302 | 297 | 293 | 289 | 285 | 280 | 276 | 271 | 264 | 257 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB23-2 |
| 284 | 280 | 280 | 277 | 269 | 265 | 261 | 256 | 251 | 245 | 238 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB23-3 |
| 262 | 258 | 254 | 251 | 248 | 244 | 240 | 236 | 231 | 226 | 220 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB23-4 |
| 229 | 227 | 224 | 221 | 217 | 213 | 210 | 207 | 202 | 198 | 192 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB23-5 |
| 219 | 216 | 213 | 210 | 206 | 203 | 200 | 197 | 193 | 188 | 183 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 329 | 324 | 319 | 315 | 310 | 305 | 301 | 295 | 289 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB24-1 |
| 306 | 302 | 297 | 293 | 289 | 285 | 280 | 276 | 271 | 264 | 257 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB24-2 |
| 284 | 280 | 280 | 277 | 269 | 265 | 261 | 256 | 251 | 245 | 238 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB24-3 |
| 262 | 258 | 254 | 251 | 248 | 244 | 240 | 236 | 231 | 226 | 220 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB24-4 |
| 229 | 227 | 224 | 221 | 217 | 213 | 210 | 207 | 202 | 198 | 192 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB24-5 |
| 219 | 216 | 216 | 210 | 206 | 203 | 200 | 197 | 193 | 188 | 183 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |

## <표 28.4> 볼트재의 허용인장응력(응력 해석에 의한 설계를 한 용기에 적용)(종래단위)

| 종 류 | 종 별 | 기 호 | 치수 ㎜ | 최소 항복점 kgf/㎟ | 제조 방법 | 주 | 각 온 도 (℃)에 서 의 기 본 허 용 응 력 kgf/㎟ | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -100 | -60 | -45 | -30 | -20 | -10 | 0 | 40 | 75 |
| KOSA0033-D 3755-5098 고온용 합금강 볼트재 | 2종 | SNB7 | 지름 63이하 | 74 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 24.7 | 24.7 | 24.7 | 23.5 |
| | | | 지름 63초과 100이하 | 67 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 22.3 | 22.3 | 22.3 | 21.3 |
| | | | 지름 100초과 120이하 | 53 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 17.7 | 17.7 | 17.7 | 16.8 |
| | 3종 | SNB16 | 지름 63이하 | 74 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 24.7 | 24.7 | 24.7 | 24.1 |
| | | | 지름 63초과 100이하 | 67 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 22.3 | 22.3 | 22.3 | 21.8 |
| | | | 지름 100초과 180이하 | 60 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 20.0 | 20.0 | 20.0 | 19.5 |
| KOSA0028-D 3723-5093 특수용도 합금강 볼트용 봉강 | 1종1호 | SNB21-1 | 지름 100이하 | 105 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 35.0 | 35.0 | 35.0 | 34.1 |
| | 1종2호 | SNB21-2 | 지름 100이하 | 98 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 32.7 | 32.7 | 32.7 | 31.8 |
| | 1종3호 | SNB21-3 | 지름 150이하 | 91 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 30.3 | 30.3 | 30.3 | 29.5 |
| | 1종4호 | SNB21-4 | 지름 150이하 | 84 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 28.0 | 28.0 | 28.0 | 27.3 |
| | 1종5호 | SNB21-5 | 지름 50이하 | 73 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 24.3 | 24.3 | 24.3 | 23.9 |
| | | | 지름 50초과 200이하 | 70 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 23.3 | 23.3 | 23.3 | 22.7 |
| | 2종1호 | SNB22-1 | 지름 38이하 | 105 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 35.0 | 35.0 | 35.0 | 34.1 |
| | 2종2호 | SNB22-2 | 지름 75이하 | 98 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 32.7 | 32.7 | 32.7 | 31.8 |
| | 2종3호 | SNB22-3 | 지름 100이하 | 91 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 30.3 | 30.3 | 30.3 | 29.5 |
| | 2종4호 | SNB22-4 | 지름 100이하 | 84 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 28.0 | 28.0 | 28.0 | 27.3 |
| | 2종5호 | SNB22-5 | 지름 50이하 | 73 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 24.3 | 24.3 | 24.3 | 23.9 |
| | | | 지름 50초과 100이하 | 70 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 23.3 | 23.3 | 23.3 | 22.7 |
| | 3종1호 | SNB23-1 | 지름 200이하 | 105 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 35.0 | 35.0 | 35.0 | 34.1 |
| | 3종2호 | SNB23-2 | 지름 240이하 | 98 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 32.7 | 32.7 | 32.7 | 31.8 |
| | 3종3호 | SNB23-3 | 지름 240이하 | 91 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 30.3 | 30.3 | 30.3 | 29.5 |
| | 3종4호 | SNB23-4 | 지름 240이하 | 84 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 28.0 | 28.0 | 28.0 | 27.3 |
| | 3종5호 | SNB23-5 | 지름 150이하 | 73 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 24.3 | 24.3 | 24.3 | 23.9 |
| | | | 지름 150초과 240이하 | 70 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 23.3 | 23.3 | 23.3 | 22.7 |
| | 4종1호 | SNB24-1 | 지름 200이하 | 105 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 35.0 | 35.0 | 35.0 | 34.1 |
| | 4종2호 | SNB24-2 | 지름 240이하 | 98 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 32.7 | 32.7 | 32.7 | 31.8 |
| | 4종3호 | SNB24-3 | 지름 240이하 | 91 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 30.3 | 30.3 | 30.3 | 29.5 |
| | 4종4호 | SNB24-4 | 지름 240이하 | 84 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 28.0 | 28.0 | 28.0 | 27.3 |
| | 4종5호 | SNB24-5 | 지름 150이하 | 73 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 24.3 | 24.3 | 24.3 | 23.9 |
| | | | 지름 150초과 240이하 | 70 | - | - | - | - | - | - | - | - | * | 23.3 | 23.3 | 23.3 | 22.7 |

| 각 온 도 (℃)에 서 의 기 본 허 용 응 력 kgf/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | |
| 22.8 | 22.4 | 22.1 | 21.8 | 21.5 | 21.2 | 20.9 | 20.5 | 20.2 | 19.8 | 19.3 | 18.7 | 18.0 | 17.3 | - | - | - | - | - | - | - | SNB7 |
| 20.6 | 20.3 | 20.0 | 19.6 | 19.3 | 19.1 | 18.9 | 18.6 | 18.3 | 17.9 | 17.5 | 17.0 | 16.4 | 15.7 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 16.3 | 16.0 | 15.7 | 15.6 | 15.4 | 15.1 | 14.9 | 14.6 | 14.4 | 14.1 | 13.8 | 13.4 | 12.9 | 12.3 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 23.8 | 23.6 | 23.3 | 23.1 | 22.9 | 22.7 | 22.4 | 22.2 | 21.9 | 21.5 | 21.1 | 20.6 | 20.0 | 19.5 | - | - | - | - | - | - | - | SNB16 |
| 21.5 | 21.3 | 21.1 | 20.9 | 20.7 | 20.5 | 20.3 | 20.1 | 19.8 | 19.5 | 19.0 | 18.6 | 18.2 | 17.7 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 19.3 | 19.1 | 18.9 | 18.7 | 18.5 | 18.3 | 18.1 | 17.9 | 17.7 | 17.4 | 17.1 | 16.7 | 16.2 | 15.8 | - | - | - | - | - | - | - | |
| 33.5 | 33.0 | 32.5 | 32.1 | 31.6 | 31.1 | 30.7 | 30.1 | 29.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB21-1 |
| 31.2 | 30.8 | 30.3 | 29.9 | 29.5 | 29.1 | 28.6 | 28.1 | 27.6 | 26.9 | 26.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB21-2 |
| 29.0 | 28.6 | 28.2 | 27.8 | 27.4 | 27.0 | 26.6 | 26.1 | 25.6 | 25.0 | 24.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB21-3 |
| 26.7 | 26.3 | 25.9 | 25.6 | 25.3 | 24.9 | 24.5 | 24.1 | 23.6 | 23.0 | 22.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB21-4 |
| 23.4 | 23.1 | 22.8 | 22.5 | 22.1 | 21.7 | 21.4 | 21.1 | 20.6 | 20.2 | 19.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB21-5 |
| 22.3 | 22.0 | 21.7 | 21.4 | 21.0 | 20.7 | 20.4 | 20.1 | 19.7 | 19.2 | 18.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 33.5 | 33.0 | 32.5 | 32.1 | 31.6 | 31.1 | 30.7 | 30.1 | 29.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB22-1 |
| 31.2 | 30.8 | 30.3 | 29.9 | 29.5 | 29.1 | 28.6 | 28.1 | 27.6 | 26.9 | 26.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB22-2 |
| 29.0 | 28.6 | 28.2 | 27.8 | 27.4 | 27.0 | 26.6 | 26.1 | 25.6 | 25.0 | 24.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB22-3 |
| 26.7 | 26.3 | 25.9 | 25.6 | 25.3 | 24.9 | 24.5 | 24.1 | 23.6 | 23.0 | 22.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB22-4 |
| 23.4 | 23.1 | 22.8 | 22.5 | 22.1 | 21.7 | 21.4 | 21.1 | 20.6 | 20.2 | 19.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB22-5 |
| 22.3 | 22.0 | 21.7 | 21.4 | 21.0 | 20.7 | 20.4 | 20.1 | 19.7 | 19.2 | 18.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 33.5 | 33.0 | 32.5 | 32.1 | 31.6 | 31.1 | 30.7 | 30.1 | 29.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB23-1 |
| 31.2 | 30.8 | 30.3 | 29.9 | 29.5 | 29.1 | 28.6 | 28.1 | 27.6 | 26.9 | 26.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB23-2 |
| 29.0 | 28.6 | 28.2 | 27.8 | 27.4 | 27.0 | 26.6 | 26.1 | 25.6 | 25.0 | 24.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB23-3 |
| 26.7 | 26.3 | 25.9 | 25.6 | 25.3 | 24.9 | 24.5 | 24.1 | 23.6 | 23.0 | 22.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB23-4 |
| 23.4 | 23.1 | 22.8 | 22.5 | 22.1 | 21.7 | 21.4 | 21.1 | 20.6 | 20.2 | 19.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB23-5 |
| 22.3 | 22.0 | 21.7 | 21.4 | 21.0 | 20.7 | 20.4 | 20.1 | 19.7 | 19.2 | 18.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 33.5 | 33.0 | 32.5 | 32.1 | 31.6 | 31.0 | 30.7 | 30.1 | 29.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB24-1 |
| 31.2 | 30.8 | 30.3 | 29.9 | 29.5 | 29.1 | 28.6 | 28.1 | 27.6 | 26.9 | 26.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB24-2 |
| 29.0 | 28.6 | 28.2 | 27.8 | 27.4 | 27.0 | 26.6 | 26.1 | 25.6 | 25.0 | 24.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB24-3 |
| 26.7 | 26.3 | 25.9 | 25.6 | 25.3 | 24.9 | 24.5 | 24.1 | 23.6 | 23.0 | 22.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB24-4 |
| 23.4 | 23.1 | 22.8 | 22.5 | 22.1 | 21.7 | 21.4 | 21.1 | 20.6 | 20.2 | 19.6 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB24-5 |
| 22.3 | 22.0 | 21.7 | 21.4 | 21.0 | 20.7 | 20.4 | 20.1 | 19.7 | 19.2 | 18.7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |

## <표 28.4> 볼트재의 허용인장응력(응력 해석에 의한 설계를 하지 않은 용기에 적용)(SI단위)

| 종 류 | 종별 치수 | 기 호 | 제조 방법 | 주 | 각 온 도 (℃)에 서 의 기 본 허 용 응 력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3503 | ≤16 | SS400 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 |
| 일반 구조용 | >16 ≤40 | SS400 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 |
| 압연 강재 | >40 | SS400 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 |
| | ≤16 | SS490 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 | 71 |
| | >16 ≤40 | SS490 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 | 69 |
| | >40 | SS490 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 |
| | ≤16 | SS540 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | >16 ≤40 | SS540 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| KS D 3752 | - | SM25C | N | (1) | - | - | - | - | - | - | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 |
| 기계 구조용 | - | SM35C | H | (1) | - | - | - | - | - | - | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| 탄소 강재 | - | SM45C | H | (1) | - | - | - | - | - | - | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 |
| KOSA0033-D3755-5098 | 1종≦100 | SNB5 | - | (2) | - | - | - | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| 고온용 합금 | 2종≦63 | SNB7 | - | (2)(3)(4)(6) | - | - | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 |
| 강 볼트재 | 2종>63 ≤100 | SNB7 | - | (2)(3)(4)(6) | - | - | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| | 2종>100 ≤120 | SNB7 | - | (2)(4)(6) | - | - | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 |
| | 3종<63 | SNB16 | - | (2)(5) | - | - | - | - | - | - | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 |
| | 3종>63 ≤100 | SNB16 | - | (2)(5) | - | - | - | - | - | - | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 |
| | 3종>100 ≤120 | SNB16 | - | (2)(5) | - | - | - | - | - | - | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| KOSA0033-D3723-5093 | 3종1호≦200 | SNB23-1 | - | (6) | - | - | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 |
| 특수용도 합 | 3종2호≦240 | SNB23-2 | - | (6) | - | - | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 |
| 금강 볼트용 | 3종3호≦240 | SNB23-3 | - | (6) | - | - | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| 봉강 | 3종4호≦240 | SNB23-4 | - | (6) | - | - | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 |
| | 3종5호≦150 | SNB23-5 | - | (6) | - | - | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 |
| | 3종5호>150 ≦240 | SNB23-5 | - | (6) | - | - | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 |
| | 4종1호≦200 | SNB24-1 | - | (6) | - | - | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 |
| | 4종2호≦240 | SNB24-2 | - | (6) | - | - | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 |
| | 4종3호≦240 | SNB24-3 | - | (6) | - | - | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| | 4종4호≦240 | SNB24-4 | - | (6) | - | - | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 |
| | 4종5호≦150 | SNB24-5 | - | (6) | - | - | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 |
| | 4종5호>150 ≦240 | SNB24-5 | - | (6) | - | - | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 |
| KS D 3706 | - | STS304 | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 95 | 90 | 86 | 82 |
| 스테인리스 | - | STS316 | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 98 | 93 |
| 강봉 | - | STS321 | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 98 | 93 |
| | - | STS347 | - | - | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 102 | 98 | 93 |
| KS D 3531 | 1종 | NCF600 | - | - | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 57 | 56 | 55 | 54 |
| 내식 내열 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 초합금 봉 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 각 온 도 (℃)에 서 의 기 본 허 용 응 력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 61 | 61 | 61 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SS400 |
| 59 | 59 | 59 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SS400 |
| 54 | 54 | 54 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SS400 |
| 71 | 71 | 71 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SS490 |
| 69 | 69 | 69 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SS490 |
| 64 | 64 | 64 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SS490 |
| 100 | 100 | 100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SS540 |
| 98 | 98 | 98 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SS540 |
| 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | 66 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM25C |
| 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM35C |
| 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | 122 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM45C |
| 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 119 | 105 | 78 | 58 | 44 | 33 | 26 | 19 | 13 | 9 | - | - | - | - | - | - | SNB5 |
| 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 163 | 146 | 122 | 94 | 69 | 44 | 31 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB7 |
| 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 158 | 142 | 139 | 116 | 92 | 69 | 44 | 31 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB7 |
| 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 128 | 125 | 114 | 92 | 69 | 44 | 31 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB7 |
| 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 172 | 165 | 148 | 124 | 92 | 63 | 34 | 19 | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB16 |
| 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 147 | 133 | 115 | 90 | 63 | 34 | 19 | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB16 |
| 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 130 | 119 | 105 | 87 | 63 | 34 | 19 | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB16 |
| 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB23-1 |
| 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB23-2 |
| 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB23-3 |
| 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB23-4 |
| | | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | SNB23-5 |
| | | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | SNB23-5 |
| | | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | 228 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | SNB24-1 |
| | | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | 214 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | SNB24-2 |
| | | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | SNB24-3 |
| | | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | 186 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | SNB24-4 |
| 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | 164 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB24-5 |
| 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB24-5 |
| 79 | 76 | 73 | 71 | 68 | 66 | 64 | 61 | 59 | 57 | 56 | 53 | 52 | 50 | 49 | 48 | 46 | 43 | 38 | 30 | 23 | 18 | 14 | 10 | 8 | 6 | STS304 |
| 90 | 87 | 85 | 84 | 83 | 82 | 82 | 81 | 81 | 80 | 80 | 79 | 78 | 77 | 77 | 74 | 72 | 68 | 57 | 47 | 37 | 28 | 23 | 18 | 14 | 10 | STS316 |
| 90 | 87 | 85 | 84 | 83 | 82 | 82 | 81 | 81 | 80 | 80 | 79 | 78 | 77 | 77 | 74 | 72 | 68 | 52 | 34 | 26 | 20 | 15 | 12 | 9 | 8 | STS321 |
| 90 | 87 | 85 | 84 | 83 | 82 | 82 | 81 | 81 | 80 | 80 | 79 | 78 | 77 | 77 | 74 | 72 | 68 | 52 | 34 | 26 | 20 | 15 | 12 | 9 | 8 | STS347 |
| 54 | 53 | 53 | 53 | 52 | 52 | 51 | 51 | 50 | 50 | 49 | 48 | 48 | 47 | 47 | 41 | 29 | 20 | 17 | 14 | - | - | - | - | - | - | NCF600 |

## <표 28.4> 볼트재의 허용인장응력(응력 해석에 의한 설계를 하지 않은 용기에 적용)(계속)(SI단위)

| 종 류 | 종 별 | 질 별 | 기 호 | 제조 방법 | 주 | 각 온 도 (℃)에 서 의 기 본 허 용 응 력 N/㎟ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | -268 | -196 | -100 | -60 | -45 | -30 | -20 | -10 |
| KS D 5101 구리 및 구리합금 봉 | C 1020<br>C 1100<br>C 1201 | F | C1020 BE-F<br>C1100 BE-F<br>C1201 BE-F | - | - | - | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| | | O | C1020 BD-O<br>C1100 BD-O<br>C1201 BD-O | - | - | - | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |

| 종 류 | 종 별 | 질별 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 차트 번호 | 제조 방법 | 주 | 각 온도(℃)에서의 기본허용응력 N/㎟ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 |
| KS D 6763 알루미늄 및 알루미늄합금 봉 및 선 | A2014 BD | T 6 | - | - | - | - | - | 90 | 90 | 90 | 90 |
| | A2024 BD | T 4 | - | - | - | - | - | 79 | 79 | 79 | 79 |
| | | | - | - | - | - | - | 74 | 74 | 74 | 74 |
| | A6061 BD | T 6 | 23 | - | - | - | - | 59 | 59 | 59 | 59 |

| 각 온 도 (℃)에 서 의 기 본 허 용 응 력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 450 | 475 | 500 | |
| 18 | 18 | 15 | 14 | 13 | 13 | 13 | 13 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1020 BE-F<br>C 1100 BE-F<br>C 1201 BE-F |
| 18 | 18 | 15 | 14 | 13 | 13 | 13 | 13 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1020 BD-O<br>C 1100 BD-O<br>C 1201 BD-O |

| 각 온 도 (℃)에 서 의 기 본 허 용 응 력 N/㎟ | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | |
| 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 82 | 78 | 69 | 49 | 30 | 23 | A2014 BD |
| 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 75 | 72 | 67 | 54 | 43 | 34 | A2024 BD |
| 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 70 | 68 | 64 | 54 | 43 | 34 | |
| 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 | 56 | 54 | 51 | 43 | 33 | 25 | A6061 BD |

주(1) 이 수치를 사용하는 경우는 KS D 0001(강재의 검사 통칙)의 A류에 따라 검사하여 정해진 최소인 장강도를 확인한 후 사용한다.

(2) 이 허용응력은 강도만 고려하여 정해져 있으므로 통상의 사용에 견디지만 장시간에 걸쳐 죄어주지 않고도 누설이 없도록 하는 데에는 플랜지와 볼트의 변형성 및 이완 특성에서 결정된 응력(이 허용응력보다 작다)을 취할 필요가 있다.

(3) 823 K{550 ℃} 이상인 값은 탄소 함유량이 0.04 % 이상인 것으로 그리고 1,313 K{1,040 ℃} 이상의 온도에서 급랭하여 고용화처리를 한 재료에 적용한다.

(4) 873 K{600 ℃}를 811 K{538 ℃}로 바꿔 읽는다.

(5) 873 K{600 ℃}를 866 K{593 ℃}로 바꿔 읽는다.

(6) 243 K{-30 ℃}를 넘는 저온에서 사용하는 경우에는 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조일반)의 충격시험을 하여 합격해야 한다.

(7) 77 K{-196 ℃}를 넘는 저온에서 사용하는 경우에는 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조일반)의 충격시험을 하여 합격해야 한다.

비 고 1. 제조방법란의 N 또는 H는 열처리 부호로 N은 노멀라이징, H는 퀜칭 템퍼링을 나타낸다.

2. 볼트의 호칭이 M 30 이상인 경우에는 KS D 0204(강의 비금속 개재물 측정 방법-표준도표를 이용한 현미경 시험 방법)의 피치 3 ㎜ 정도인 것이 좋다.

## <표 28.4> 볼트재의 허용인장응력(응력 해석에 의한 설계를 하지 않은 용기에 적용)(종래단위)

| 종 류 | 종별 치수 | 기호 | 제조 방법 | 주 | 각 온 도 (℃)에 서 의 기 본 허 용 응 력 kgf/㎟ | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | -268 | -196 | -100 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 |
| KS D 3503 | 2종≦16 | SS 400 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| 일반 구조용 | 2종>16 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| 압연 강재 | ≦40 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2종>40 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 |
| | 3종≦16 | SS 490 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 | 7.2 |
| | 3종>16 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 |
| | ≦40 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3종>40 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 |
| | 4종≦16 | SS 540 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 | 10.2 |
| | 42종>16 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| | ≦40 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| KS D 3752 | - | SM25C | N | (1) | - | - | - | - | - | - | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| 기계 구조용 | - | SM35C | H | (1) | - | - | - | - | - | - | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| 탄소 강재 | - | SM45C | H | (1) | - | - | - | - | - | - | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 |
| KOSA0033- | 1종≦102 | SNB5 | - | (2) | - | - | - | - | - | - | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 |
| D3755-5098 | 2종≦64 | SNB7 | - | (2)(3)(4)(6) | - | - | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 |
| 고온용 합금 | 2종<64 | SNB7 | - | (2)(3)(4)(6) | - | - | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 |
| 강 볼트재 | ≦102 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2종>102 | SNB7 | - | (2)(4)(6) | - | - | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 |
| | 3종<64 | SNB16 | - | (2)(5) | - | - | - | - | - | - | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 |
| | 3종>64 | SNB16 | - | (2)(5) | - | - | - | - | - | - | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 |
| | ≦102 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3종>102 | SNB16 | - | (2)(5) | - | - | - | - | - | - | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 |
| KOSA0028- | 3종1호≦200 | SNB23-1 | - | (6) | - | - | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 |
| D3723-5093 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 특수용도 합 | 3종2호≦240 | SNB23-2 | - | (6) | - | - | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 |
| 금강 볼트용 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 봉강 | 3종3호≦240 | SNB23-3 | - | (6) | - | - | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 |
| | 3종4호≦240 | SNB23-4 | - | (6) | - | - | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 |
| | 3종5호≦150 | SNB23-5 | - | (6) | - | - | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 |
| | 3종5호>150 | SNB23-5 | - | (6) | - | - | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 |
| | ≦240 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4종1호≦200 | SNB24-1 | - | (6) | - | - | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 |
| | 4종2호≦240 | SNB24-2 | - | (6) | - | - | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 |
| | 4종3호≦240 | SNB24-3 | - | (6) | - | - | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 |
| | 4종4호≦240 | SNB24-4 | - | (6) | - | - | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 |
| | 4종5호≦150 | SNB24-5 | - | (6) | - | - | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 |
| | 4종5호>150 | SNB24-5 | - | (6) | - | - | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 |
| | ≦240 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| KS D 3706 | - | STS304 | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 9.7 | 9.2 | 8.8 | 8.4 |
| 스테인리스 | - | STS316 | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.0 | 10.0 |
| 강봉 | - | STS321 | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.0 | 10.0 |
| | - | STS347 | - | - | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.5 | 10.0 | 10.0 |
| KS D 3531 | 1종 | NCF1B | - | - | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 5.8 | 5.7 | 5.6 | 5.5 |
| 내식 내열 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 초합금 봉 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 각 온 도 (℃)에 서 의 기 본 허 용 응 력 kgf/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 | |
| 6.3 | 6.3 | 6.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SS 400 |
| 6.0 | 6.0 | 6.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 5.5 | 5.5 | 5.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 7.2 | 7.2 | 7.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SS 490 |
| 7.0 | 7.0 | 7.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 6.5 | 6.5 | 6.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 10.2 | 10.2 | 10.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SS 540 |
| 10.0 | 10.0 | 10.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM25C |
| 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM35C |
| 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SM45C |
| 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.0 | 13.1 | 10.6 | 8.1 | 6.1 | 4.6 | 3.5 | 2.7 | 2.0 | 1.3 | 0.9 | - | - | - | - | - | - | SNB5 |
| 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.4 | 16.5 | 14.9 | 12.4 | 9.6 | 7.0 | 4.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB7 |
| 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.1 | 15.5 | 14.2 | 11.9 | 9.5 | 7.0 | 4.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 13.2 | 12.7 | 11.7 | 9.5 | 7.0 | 4.5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 17.6 | 16.7 | 15.0 | 12.4 | 9.4 | 6.3 | 3.6 | 1.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB16 |
| 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 15.5 | 14.9 | 13.5 | 11.6 | 9.1 | 6.3 | 3.6 | 1.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 14.1 | 13.4 | 12.1 | 10.7 | 8.8 | 6.3 | 3.6 | 1.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB23-1 |
| 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB23-2 |
| 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB23-3 |
| 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB23-4 |
| | | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | SNB23-5 |
| | | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | SNB23-5 |
| | | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | SNB24-1 |
| | | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | 21.8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | SNB24-2 |
| | | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | 20.4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | SNB24-3 |
| | | | | | | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | 19.0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | SNB24-4 |
| 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | 16.8 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB24-5 |
| 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | SNB24-5 |
| 8.1 | 7.7 | 7.4 | 7.2 | 6.9 | 6.7 | 6.5 | 6.2 | 6.0 | 5.8 | 5.7 | 5.4 | 5.3 | 5.1 | 5.0 | 4.9 | 4.7 | 4.4 | 3.9 | 3.1 | 2.3 | 1.8 | 1.4 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | STS304 |
| 9.2 | 8.9 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.4 | 8.3 | 8.3 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 8.0 | 7.9 | 7.9 | 7.5 | 7.3 | 6.9 | 5.8 | 4.8 | 3.8 | 2.9 | 2.3 | 1.8 | 1.4 | 1.0 | STS316 |
| 9.2 | 8.9 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.4 | 8.3 | 8.3 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 8.0 | 7.9 | 7.9 | 7.5 | 7.3 | 6.9 | 5.3 | 3.5 | 2.6 | 2.0 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | 0.8 | STS321 |
| 9.2 | 8.9 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 8.4 | 8.4 | 8.3 | 8.3 | 8.2 | 8.7 | 8.1 | 8.0 | 7.9 | 7.9 | 7.5 | 7.3 | 6.9 | 5.3 | 3.5 | 2.6 | 2.0 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | 0.8 | STS347 |
| 5.5 | 5.4 | 5.4 | 5.4 | 5.3 | 5.3 | 5.2 | 5.2 | 5.1 | 5.1 | 5.0 | 4.9 | 4.9 | 4.8 | 4.8 | 4.2 | 3.0 | 2.0 | 1.7 | 1.4 | - | - | - | - | - | - | NCF1B |

## <표 28.4> 볼트재의 허용인장응력(응력 해석에 의한 설계를 하지 않은 용기에 적용)(계속)(종래단위)

| 종 류 | 종 별 | 질 별 | 기 호 | 제조방법 | 주 | 각 온도(℃)에서의 기본허용응력 kgf/㎟ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 | -60 | -45 | -30 | -10 |
| KS D 5101 구리 및 구리합금봉 | C 1020<br>C 1100<br>C 1201 | F | C 1020 BE-F<br>C 1100 BE-F<br>C 1201 BE-F | - | - | - | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 |
| | | O | C 1020 BD-O<br>C 1100 BD-O<br>C 1201 BD-O | - | - | - | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 |

| 종 류 | 기 호 | 질 별 | 모재의 구분 | 그룹 번호 | 외압 챠트 번호 | 주 | 각 온도(℃)에서의 기본허용응력 kgf/㎟ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | -268 | -196 | -125 | -80 |
| KS D 6763 알루미늄 및 알루미늄 합금봉 및 선 | A 2014 BD | T 6 | - | - | - | - | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 |
| | A 2024 BD | T 4 | - | - | - | - | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| | | | - | - | - | - | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 |
| | A 6061 BD | T 6 | 23 | - | - | - | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |

| 각 온 도 (℃)에 서 의 기 본 허 용 응 력 kgf/㎟ | | | | | | | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 | 350 | 375 | 450 | 475 | 500 | |
| 1.8 | 1.8 | 1.5 | 1.4 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1020 BE-F<br>C 1100 BE-F<br>C 1201 BE-F |
| 1.8 | 1.8 | 1.5 | 1.4 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | C 1020 BD-O<br>C 1100 BD-O<br>C 1201 BD-O |

| 각 온 도 (℃)에 서 의 기 본 허 용 응 력 kgf/㎟ | | | | | | | | | | | | 기 호 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -60 | -45 | -30 | -10 | 0 | 40 | 75 | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | |
| 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 8.4 | 8.0 | 7.0 | 5.0 | 3.1 | 2.3 | A2014 BD |
| 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 7.6 | 7.3 | 6.8 | 5.5 | 4.4 | 3.5 | A2024 BD |
| 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.5 | 7.1 | 6.9 | 6.5 | 5.5 | 4.4 | 3.5 | |
| 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 6.0 | 5.7 | 5.5 | 5.2 | 4.4 | 3.4 | 2.5 | A6061 BD |

주(1) 이 수치를 사용하는 경우는 KS D 0001(강재의 검사 통칙)의 A류에 따라 검사하여 정해진 최소인장강도를 확인한 후 사용한다.

(2) 이 허용응력은 강도만 고려하여 정해져 있으므로 통상의 사용에 견디지만 장시간에 걸쳐 죄어주지 않고도 누설이 없도록 하는 데에는 플랜지와 볼트의 변형성 및 이완 특성에서 결정된 응력(이 허용응력보다 작다)을 취할 필요가 있다.

(3) 823 K{550 ℃} 이상인 값은 탄소 함유량이 0.04 % 이상인 것으로 그리고 1,313 K{1,040 ℃} 이상의 온도에서 급랭하여 고용화처리를 한 재료에 적용한다.

(4) 873 K{600 ℃}를 811 K{538 ℃}로 바꿔 읽는다.

(5) 873 K{600 ℃}를 866 K{593 ℃}로 바꿔 읽는다.

(6) 243 K{-30 ℃}를 넘는 저온에서 사용하는 경우에는 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조일반)의 충격 시험을 하여 합격해야 한다.

(7) 77 K{-196 ℃}를 넘는 저온에서 사용하는 경우에는 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조일반)의 충격 시험을 하여 합격해야 한다.

비 고 1. 제조방법란의 N 또는 H는 열처리 부호로 N은 노멀라이징, H는 퀜칭 템퍼링을 나타낸다.

2. 볼트의 호칭이 M 30 이상인 경우에는 KS D 0204(강의 비금속 개재물 측정 방법-표준도표를 이용한 현미경 시험 방법 피치 3 ㎜ 정도인 것이 좋다.

3. 이 표의 최소인장강도 및 각 온도에서의 허용인장응력의 값을 국제단위계(SI)를 사용하여 나타내는 경우에는 각각의 수치에 9.8 N/㎟를 곱한다. 또한 1 N/㎟ = 1 ㎫

## 제29장 구조일반

### 29.1 일반사항

(1) 압력용기는 동시에 작용한다고 생각되는 사용압력과 사용온도를 고려한 가장 가혹한 조건에 대해서 설계되어야 한다.
(2) 압력용기를 설계하는 경우에는, 압력용기에 작용하는 내압 또는 외압 이외에 필요에 따라서 급격한 압력 변동을 포함한 충격하중, 압력용기 및 내용물의 무게, 압력용기에 부착되는 부속물, 단열재, 배관 등의 부가하중, 정수압에 의한 부가압력, 바람, 지진하중, 진동, 받침대 등에 의한 국부 응력, 작업 상태에서의 열의 영향 등을 고려해서 강도를 정하여야 한다.

### 29.2 판의 두께

압력용기 또는 그 부속품에서 압력을 받는 부분에 사용되는 판의 성형후의 실제두께는 다음에 따른다.

(1) 탄소강 강판 및 저합금강 강판은 부식여유를 빼고 2.5 ㎜ 이상
(2) 고합금강 강판으로 부식이 예상되지 않는 것은 1.5 ㎜ 이상, 부식이 예상되는 것은 2.5 ㎜ 이상
(3) 비 철금속판으로 부식이 예상되지 않는 것은 1.5 ㎜ 이상, 부식이 예상되는 것은 2.5 ㎜ 이상

### 29.3 부식여유

부식여유 및 마모 여유(이하 이들을 총칭하여 “부식여유”라 한다)는 다음에 따른다.

(1) 부식 또는 마모(이하 “부식”이라 한다)가 예상되는 압력용기의 부분에 대해서는, 계산식에 의해서 정해지는 두께에 부식여유를 더해 주어야 한다.
(2) 용기의 부분에 따라 부식의 정도가 다를 것으로 예상되는 경우에는 용기의 모든 부분에 동일한 부식여유를 주지 않아도 좋다.
(3) 탄소강 또는 저합금강의 압력용기로서 수증기 또는 물과 접촉하는 것은 1 ㎜ 이상의 부식여유를 더해 주어야 한다.
(4) (3)을 제외하고, 같은 사용 조건에 의한 경험적 사실로부터 부식이 생기지 않는다든가 또는 부식은 표면에만 국한된다는 것이 명백한 경우에는 부식여유를 주지 않아도 좋다.
(5) 부식 및 기타의 손상을 예방하기 곤란한 경우에는 손상이 일어날 것으로 예측되는 부분을 쉽게 검사할 수 있는 구조로 한다.

### 29.4 알림구멍

알림구멍은 다음에 따른다.

(1) 용접으로 부착시킨 지지판 형식의 보강재 또는 보강링에는 알림구멍을 만들어야 한다.

(2) 본체 동체판의 판 두께가 위험할 정도로 감소된 것을 확인하기 위하여 알림구멍을 설치할 수 있다.
(3) 알림구멍은 지름을 5 ㎜ 정도로 하며, 깊이는 같은 치수의 이음매 없는 동체에 대한 부식여유를 제외한 최소두께의 80 % 이상으로 하고, 손모가 예상되는 반대쪽의 면으로부터 뚫는다.
(4) 클래드 또는 라이닝을 한 용기에 알림 구멍을 설치하는 경우 구멍의 깊이는 클래드재 또는 라이닝재까지 깊게 하여도 좋다.

### 29.5 배액용 구멍

부식을 받는 압력용기의 동체 또는 세로형 용기의 바닥부 경판에는 가능한 최저 위치에 배액용 구멍을 1개 설치해야 한다. 배액용 구멍을 대신하여 배액용의 수직관을 설치하는 경우는 수직관의 개구 끝과 압력용기 최저부와의 간격은 6 ㎜ 이하로 한다.

## 제30장 동 체

### 30.1 내압을 받는 원통형 또는 구형 동체의 강도

내면에 압력을 받는 원통형 동체 또는 구형 동체에 대한 판의 최소두께는 다음 계산식에 따른다. 다만, 크리이프 영역의 설계온도에 있어서의 계산식은 30.1.1항 (1) 또는 30.1.2항 (1)에 따른다.

#### 30.1.1 원통형 동체

기 호
$t$ : 판의 최소두께(㎜)
$P$ : 설계압력(MPa){kgf/㎠}
$D_i$ : 원통형 동체의 부식여유를 제외한 안지름(㎜)
$D_o$ : 원통형 동체의 부식여유를 제외한 바깥지름(㎜)
$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}
$\eta$ : 38.2.3항에 따른 길이이음의 용접이음 효율
$\alpha$ : 부식여유로 29.3항에 따른다.

(1) $P \leq 0.385\,\sigma_a\eta$ {$P \leq 38.5\,\sigma_a\eta$}의 경우

| 구 분 | 판의 최소두께(㎜) |
|---|---|
| 안지름 기준 | $t = \dfrac{PD_i}{2\sigma_a\eta - 1.2P} + \alpha$ $\left\{ t = \dfrac{PD_i}{200\sigma_a\eta - 1.2P} + \alpha \right\}$ |
| 바깥지름 기준 | $t = \dfrac{PD_o}{2\sigma_a\eta + 0.8P} + \alpha$ $\left\{ t = \dfrac{PD_0}{200\sigma_a\eta + 0.8P} + \alpha \right\}$ |

비 고 : <표 28.2> 및 <표 28.3>의 관인 경우에는, 허용인장응력값에는 이미 용접 효율이 산입되어 있으므로 $\eta$를 100 %로 한다.

(2) $P > 0.385\,\sigma_a \eta$ $\{P > 38.5\,\sigma_a \eta\}$의 경우

| 구 분 | 판의 최소두께(㎜) |
|---|---|
| 안지름 기준 | $t = \frac{D_i}{2}\left(\sqrt{\frac{\delta_a \eta + P}{\delta_a \eta - P}} - 1\right) + \alpha$ $\left\{t = \frac{D_i}{2}\left(\sqrt{\frac{100\,\sigma_a \eta + P}{100\,\sigma_a \eta - P}} - 1\right) + \alpha\right\}$ |
| 바깥지름 기준 | $t = \frac{D_0}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{\frac{\delta_a \eta + P}{\delta_a \eta - P}}}\right) + \alpha$ $\left\{t = \frac{D_0}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{\frac{100\,\sigma_a \eta + P}{100\,\sigma_a \eta - P}}}\right) + \alpha\right.$ |

### 30.1.2 구형 동체

기 호 $D_i$ : 구형 동체의 부식여유를 제외한 안지름(㎜)

$D_0$ : 구형 동체의 부식여유를 제외한 바깥반지름(㎜)

$\eta$ : 38.2.3항에 따른 구형 동체내의 용접이음의 용접효율

기타의 기호는 30.1.1항과 같다.

(1) $P \leq 0.665\,\sigma_a \eta$ $\{P \leq 66.5\,\sigma_a \eta\}$의 경우

| 구 분 | 판의 최소두께(㎜) |
|---|---|
| 안지름 기준 | $t = \frac{P D_i}{4\,\sigma_a \eta - 0.4\,P} + \alpha$ $\left\{t = \frac{P D_i}{400\,\sigma_a \eta - 0.4P} + \alpha\right\}$ |
| 바깥지름 기준 | $t = \frac{P D_0}{4\,\sigma_a \eta + 1.6\,P} + \alpha$ $\left\{t = \frac{P D_0}{400\,\sigma_a \eta + 1.6P} + \alpha\right\}$ |

(2) $P > 0.665\,\sigma_a \eta$ $\{P > 66.5\,\sigma_a \eta\}$의 경우

| 구 분 | 판의 최소두께(㎜) |
|---|---|
| 안지름 기준 | $t = \frac{D_i}{2}\left(\sqrt[3]{\frac{2(\delta_a \eta + P)}{2\,\delta_a \eta - P}} - 1\right) + \alpha$ $\left\{t = \frac{D_i}{2}\left(\sqrt[3]{\frac{2(100\,\sigma_a \eta + P)}{200\,\sigma_a \eta - P}} - 1\right) + \alpha\right\}$ |
| 바깥지름 기준 | $t = \frac{D_0}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt[3]{\frac{2(\delta_a \eta + P)}{2\,\delta_a \eta - P}}}\right) + \alpha$ $\left\{t = \frac{D_0}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt[3]{\frac{2(100\,\sigma_a \eta + P)}{200\,\sigma_a \eta - P}}}\right) + \alpha\right\}$ |

### 30.2 원통형 동체의 둘레이음

원통형 동체 내에 있는 둘레이음의 압력만에 대한 강도는 길이 이음의 50 % 이상이어야 한다. 다만, 양 끝의 경판이 관 또는 길이 스테이로 지지되어 둘레이음에 작용하는 길이방향의 힘이 관 또는 길이 스테이가 없는 경우의 50 % 이하로 되는 경우에는 길이이음의 강도의 35 % 이상이면 된다.

### 30.3 외압을 받는 원통형 또는 구형 동체의 강도

외압을 받는 원통형 동체 또는 구형 동체의 두께는 다음 순서에 따라 구한다.
사용되는 기호의 뜻은 다음과 같다.

기 호 $A$ : $D_o / (t_a - \alpha) \geq 10$의 경우, [그림 30.5]에서 $D_o / (t_a - \alpha)$에 대응하는 값

$B$ : 사용하는 재료에 해당하는 [그림 30.6]에서 A의 값과 설계 온도와의 관계로부터 구해지는 계수

$D_o$ : 원통형 동체의 부식여유를 제외한 바깥지름(㎜)

$R$ : 구형 동체의 부식여유를 제외한 바깥 반지름(㎜)

$t_a$ : 외압에 대해서 필요한 원통형 동체 또는 구형 동체의 실제두께(㎜)

α : 부식여유(㎜)

$P$ : 외압의 설계압력(MPa){kgf/㎠}

$P_a$ : 설계 계산시 판의 두께를 $t_a$로 가정한 경우에 산출되는 외압의 최고허용압력(MPa){kgf/㎠}

$C$ : 계수로서 <표 30.1>과 같다.

<표 30.1> $C$ 값

| 원통형 동체의 길이이음 또는 구형 동체의 이음 종류 | $C$ |
|---|---|
| 이음매가 없거나 맞대기 이음 | 1.0 |
| 겹치기 이음 | 0.5 |

$E$ : [그림 30.6]에 의한 재료의 종탄성계수(N/㎟){kgf/㎟}

$L$ : [그림 30.1]에 의해 다음에 언급된 길이(㎜) 중 큰 값으로 한다.

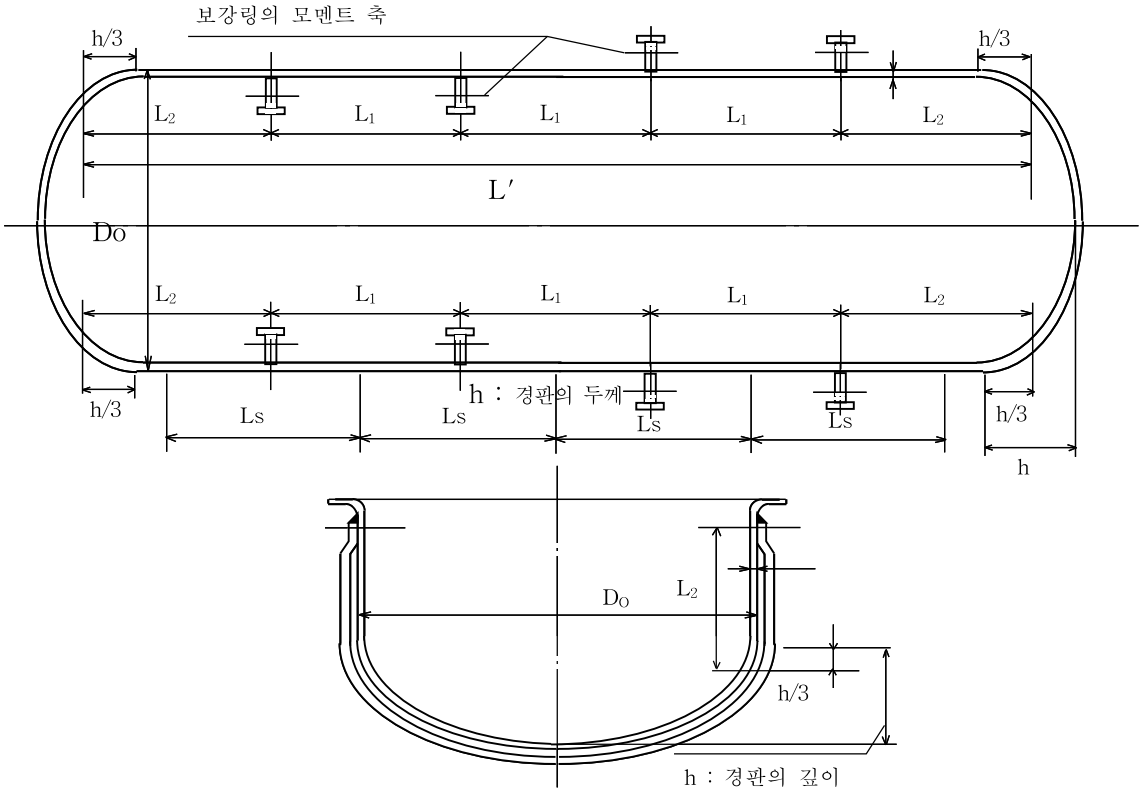
$L_1$ : 인접한 보강링 중심간의 거리 중 최대길이

$L_2$ : 동체 끝에 가까운 보강링 중심부터 경판의 둥글기가 시작되는 부분까지의 거리에 그 경판 깊이의 1/3을 더한 길이

$L_3$ : 재킷이 붙은 경우의 길이

$L'$ : 양쪽경판의 둥글기가 시작되는 위치간의 거리에 각 경판 깊이의 1/3씩 더한 길이

$L_s$ : 보강링의 중심선으로부터 양쪽으로 서로 인접하는 지지선(경판의 둥글기가 시작되는 선으로부터 그 경판 깊이의 1/3 길이만큼 경판쪽으로 들어간 원주선)까지의 각각의 동체 중심선에 평행한 거리의 반씩을 더한 길이(㎜)




[그림 30.1] 외압을 받는 원통형 동체의 설계길이

### 30.3.1 원통형 동체의 경우

순서 1 : 판의 실제두께 $t_a$를 가정한다.

순서 2 : $L/D_o$ 및 $D_o/(t_a-\alpha)$를 계산한다.

순서 3 : [그림 30.5]에서 순서 2로부터 구한 $L/D_o$ 및 $D_o/(t_a-\alpha)$에 대응하는 $A$의 값을 읽는다. $L/D_o>50$인 경우는 $L/D_o=50$으로 한다.

(1) $D_o/(t_a-\alpha)\geq 10$의 경우

순서 4 : [그림 30.6]중 사용하는 재료에 해당하는 그림에서 순서 3으로부터 구한 $A$의 값을 횡축에서 찾는다.

(a) 이 점으로부터 횡축에 수직선을 그어, 설계온도에 해당하는 재료의 온도곡선과의 교점을 구한다. 설계 온도에 해당하는 온도곡선이 없는 경우에는, 보간법을 이용하여 교점을 구한다.

(b) $A$의 값이 재료의 온도곡선의 오른쪽 끝보다도 더 오른쪽에 있는 경우에는, 그 오른쪽 끝으로부터 수평으로 곡선을 연장하여 (a)에서와 같이 교점을 구한다.

(c) (a) 또는 (b)의 조작으로 얻어진 교점으로부터 수평선을 그어, 그림 오른쪽 종축과의 교점을 $B$ 라하고, 그 값을 읽는다.

(d) $A$의 값이 재료의 온도곡선의 왼쪽에 있는 경우에 대해서는 순서 6으로 옮겨간다.

순서 5 : 순서 4 (c)에서 구한 $B$의 값을 이용하여, 다음 계산식으로부터 순서 1에서 가정한 $t_a$에 대한 최고허용압력 $P_a$를 구한다.

$$P_a = \frac{4BC(t_a - \alpha)}{3D_o}$$

순서 6 : 순서 4 (d)의 경우의 순서 1에서 가정한 $t_a$에 대한 최고허용압력 $P_a$는 다음 식으로부터 구한다.

$$P_a = \frac{2AEC(t_a - \alpha)}{3D_o} \quad \left\{ P_a = \frac{200AEC(t_a - \alpha)}{3D_o} \right\}$$

순서 7 : 순서 5 또는 순서 6으로부터 산출된 $P_a$와 $P$가 $P_a < P$인 경우에는, 순서 1에서 가정한 $t_a$를 조금 크게 한 후, 같은 순서를 반복하여 $P_a \geq P$가 되는 때의 $t_a$를 구한다.

(2) $D_o / (t_a - \alpha) < 10$의 경우

순서 8 : 순서 4의 (a)부터 (c)까지의 순서를 거쳐 $B$의 값을 구한다. 다만, $D_o / (t_a - \alpha) < 4$ 경우에는 다음 식으로부터 $A$의 값을 구한다.

$$A = \frac{1.1(t_a - \alpha)^2}{D_o^{\ 2}}$$

$A$의 값이 0.1을 초과하는 경우에는 0.1로 한다.

순서 9 : 순서 8에서 구한 $B$의 값을 이용하여 다음 식으로부터 $P_{a1}$을 구한다.

$$P_{a1} = \left( \frac{2.167(t_a - \alpha)}{D_o} - 0.0833 \right) BC$$

순서 10 : 다음 식으로부터 $P_{a2}$를 구한다.

$$P_{a2} = \frac{2SC(t_a - \alpha)}{D_o} \left( 1 - \frac{(t_a - \alpha)}{D_o} \right) \quad \left\{ P_{a2} = \frac{200SC(t_a - \alpha)}{D_o} \left( 1 - \frac{(t_a - \alpha)}{D_o} \right) \right\}$$

여기서 $S$는 <표 28.2>에 표시된 설계온도에 있어서의 허용인장응력의 2배의 값 또는 설계온도에 있어서의 항복점의 0.9배의 값 중께서 작은쪽 값이다.

순서 11 : 앞에서 구한 $P_{a1}$과 $P_{a2}$ 중에서 작은 것이 $P$보다 작을 경우에는 순서 1에서 가정한 $t_a$를 조금 크게한 후 같은 순서를 반복하여 $P$의 값이 $P_{a1}$ 또는 $P_{a2}$의 어느 값에 대해서도 같거나 크게 되는 $t_a$를 구한다.

### 30.3.2 구형 동체의 경우

순서 1 : 판의 실제두께 $t_a$를 가정한다.

순서 2 : 다음 식으로부터 $A$를 구한다.

$$A = \frac{0.125(t_a - \alpha)}{R}$$

순서 3 : 순서 2에서 구한 $A$의 값을 사용하여, 위에서 설명한 30.3.1항 (1) 순서 4와 마찬가지 요령으로

$B$의 값을 구한다. 다만, $A$의 값이 재료의 온도곡선의 왼쪽에 있는 경우에 대해서는 순서 5로 옮겨간다.

순서 4 : 순서 3에서 구한 $B$의 값을 사용하여, 다음 식으로부터 순서 1에서 가정한 $t_a$에 대한 최고허용압력 $P_a$를 구한다.

$$P_a = \frac{BC(t_a - \alpha)}{R}$$

순서 5 : 순서 3에서 설명한 바와 같이 $A$의 값이 재료의 온도곡선보다 왼쪽에 있는 경우에는, 순서 1에서 가정한 $t_a$에 대한 최고허용압력 $P_a$ 는 다음 식으로부터 구한다.

$$P_a = \frac{6.25EC(t_a - \alpha)^2}{R^2}$$

순서 6 : 순서 4 또는 순서 5로부터 산출된 $P_a$와 $P$를 비교해서 $P_a < P$인 경우에는, 순서 1에서 가정한 $t_a$를 조금 크게한 후 같은 순서를 반복하여 $P_a \geq P$ 로 될 때의 $t_a$를 구한다.

### 30.4 외압을 받는 원통형 동체 또는 원뿔형 동체의 보강링

외압을 받는 원통형 동체 또는 원뿔형 동체의 보강링은 다음에 따른다.

(1) 외압을 받는 원통형 동체의 보강링은 그 단면 2차 모멘트가 다음의 $I_s$ 또는 $I_s'$의 계산식으로부터 산출되는 단면 2차 모멘트의 값과 같거나 커야 한다.

$$I_s = \frac{[D_o^2 L_s(t_a - \alpha + A_s/L_s)A]}{14}$$

$$I_s' = \frac{[D_o^2 L_s(t_a - \alpha + A_s/L_s)A]}{10.9}$$

여기에서 $I_s$ : 동체의 중심선에 평행하는 보강링 단면의 중립축에 관한 필요한 단면 2차 모멘트의 최소값(㎜$^4$)

$I_s'$ : 동체의 중심선에 평행한 동체와 보강링의 단면으로부터 합성되는 단면의 중립축에 관한 필요한 합성단면 2차 모멘트의 최소값(㎜$^4$). 다만, 합성단면 2차 모멘트로써 유효한 동체의 단면나비는 $1.10\sqrt{D_o(t_a - \alpha)}$ 이내로 하고, 보강링의 단면적의 중심선으로부터 양쪽으로 각각 반반씩을 취한다. 만일, 단면 2차 모멘트로서 유효한 동체의 나비가 보강링의 한쪽 또는 양쪽에서 중복되는 경우에는, 단면 2차 모멘트로서 유효한 동체의 나비는 중복되어 있는 길이의 반만 짧게 하여야 한다.

$D_o$ : 원통형 동체의 부식여유를 제외한 바깥지름(㎜)

$L_s$ : 보강링의 중심선으로부터 양쪽으로 서로 인접하는 지지선까지의 각각의 동체 중심선에 평행한 거리의 반씩을 더한 길이(㎜)
지지선이란 다음과 같다.
① 30.4항의규정에 적합한 보강링의 중심선
② 원통형 동체의 재킷 부분에 대한 재킷의 원주 접속부
③ [그림 30.1]에 표시된 바와 같이 경판의 둥글기가 시작되는 선으로부터 그 경판 깊이의 1/3길이만큼 경판쪽으로 들어간 원주선

$t_a$ : 실제두께(㎜)

α : 부식여유(㎜)

$A_s$ : 보강링의 단면적(㎟)

$A$ : [그림 30.6]으로부터 구해져 사용되는 재료에 대응하는 온도 조건과 다음 $B$의 값에 관련되어 결정되는 계수

$B$ : [그림 30.6]에 표시되어 있는 계수 $B$의 값으로 순서 1에 따라 구해지는 계수

$P$ : 최고사용압력(㎫){kgf/㎠})

$E$ : 재료의 종탄성계수(N/㎟){kgf/㎟}

필요로 하는 단면 2차 모멘트는 다음 순서에 따라 구한다.

순서 1 : 보강링의 치수 및 수를 가정하고, 그 단면적을 계산한 후, 다음 식을 사용하여 $B$를 구한다.

$$B = \frac{3}{4}\left[\frac{P D_o}{t_a - \alpha + A_s / L_s}\right]$$

순서 2 : [그림 30.6] 중 보강링에 사용하는 재료에 적합하는 그림의 오른쪽 종축에서 $B$의 값을 얻는다. 만일, 동체의 보강링과의 재료가 다른 경우에는, 순서 4에서 큰 $A$의 값을 주는 재료쪽의 값으로 한다.

순서 3 : $B$의 값을 표시하는 점으로부터 수평으로 선을 그어, 대응하는 설계온도의 선과의 교점을 구한다. $B$의 값이 그림에 표시되어 있는 최소값보다 작은 경우에는 순서 5로 옮겨간다.

순서 4 : 교점으로부터 수직선을 내려 $A$의 값을 구한다.

순서 5 : $B$의 값이 그림에 표시되어 있는 최소값보다도 작은 경우는, 다음 식으로부터 $A$의 값을 읽는다.

$$A = \frac{2B}{E} \quad \left\{ A = \frac{2B}{100E} \right\}$$

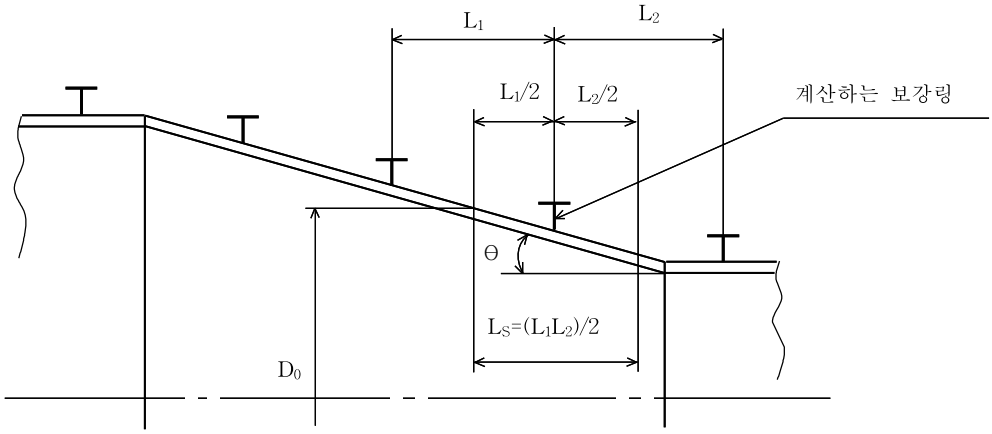
순서 6 : 구해진 $A$의 값을 사용하여 $I_s$ 또는 $I_s'$를 산출한다.

순서 7 : 순서 6의 계산을 할 때의 보강링의 치수로부터 그 단면에 의하여 유효한 단면 2차 모멘트를 산출한다.

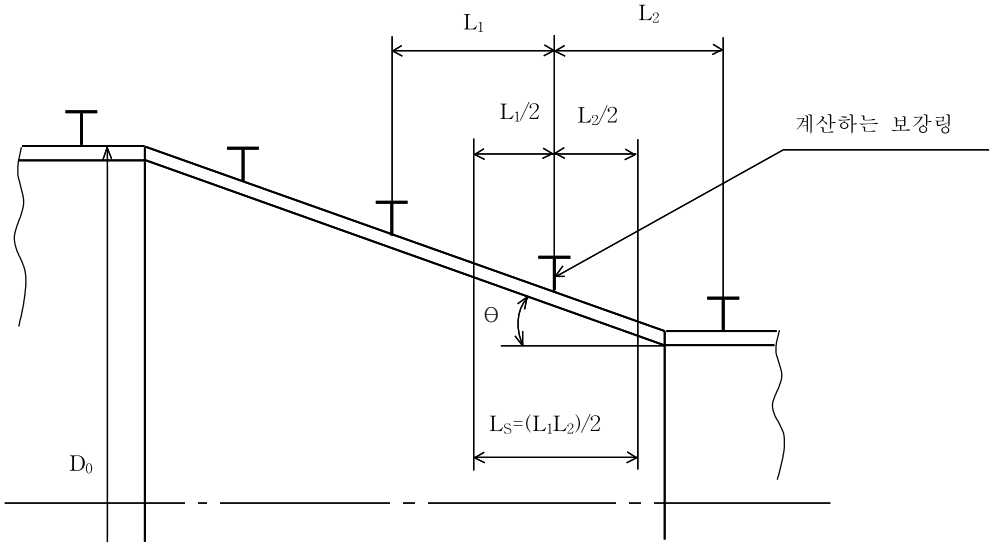
순서 8 : 만일, $I_s$ 또는 $I_s'$가 순서 7에서 산출된 단면 2차 모멘트 보다 큰 경우에는, 보강링의 치수를 고쳐서 계산을 다시하여, 순서 7에서 산출되는 단면 2차 모멘트의 값이 $I_s$ 또는 $I_s'$이상이 되도록 하여야 한다. $I_s$ 또는 $I_s'$의 값이 순서 7에서 구해진 단면 2차 모멘트의 값 이하인 경우에는, 이 보강링은 보강링으로서 유효하다.

(2) 외압을 받는 원뿔형 동체 보강링의 계산은 외압을 받는 원통형 동체의 보강링에 대한 계산과 동일한 방법으로 계산한다. 이 경우, 외압을 받는 원통형 동체 보강링의 계산에 사용되는 $D_o$및 $L_s$는 원뿔형 동체의 꼭지각 크기에 따라 [그림 30.2]의 (a) 또는 (b)에 표시된 바에 따른다.

(a) Θ≦22.5°의 경우




(b) 22.5°Θ≦60.5°의 경우




비고 1. 그림에 표시된 바와 같이 각각의 보강링에 대해서 계산한다.

2. Θ가 22.5°를 초과하는 경우에는 보강링을 원뿔형 동체에 대해서 수직으로 부착시켜도 좋다.

**[그림 30.2] 외압을 받는 원뿔형 동체의 보강링**

## 30.5 보강링의 부착 및 구조

### 30.5.1 보강링의 부착

보강링은 동체의 전체 둘레에 완전히 연속하도록 부착하여야 한다.

### 30.5.2 보강링의 구조

보강링의 구조는 다음에 따른다.

(1) [그림 30.3]에 표시하는 Ⓐ 및 Ⓑ와 같이 보강링의 맞대기용접 이음부 또는 Ⓒ에서와 같이 동체의

안쪽면 또는 바깥면에 부착되는 보강링의 인접한 부분간의 접합부는, 보강링과 동체와의 필요한 합성 단면 2차 모멘트를 갖도록 하여야 한다.

(2) [그림 30.3]의 Ⓔ 또는 Ⓕ에 표시된 바와 같이 보강링을 동체의 안쪽에 부착시킬 경우에는 그림에 표시된 부분에서, Ⓔ의 경우에는 필요한 보강링과 동체와의 단면 2차 모멘트를 Ⓕ의 경우에는 필요한 보강링과 동체와의 합성단면 2차 모멘트를 가져야 한다. 여기서, Ⓐ 또는 Ⓔ의 틈새가 동판의 계산두께의 8배를 초과하지 않는 경우에는, 필요한 보강링과 동체와의 합성단면 2차 모멘트를 사용할 수 있다.

(3) [그림 30.3]의 Ⓓ 또는 Ⓔ 에 표시된 바와 같이 동체를 지지하는 보강링에 절단부가 있는 경우에는, 그 절단부의 길이가 [그림 30.4]로부터 구해지는 원호의 길이 이하이거나, 또는 다음에 열거하는 모든 조건에 적합한 것이어야 한다.

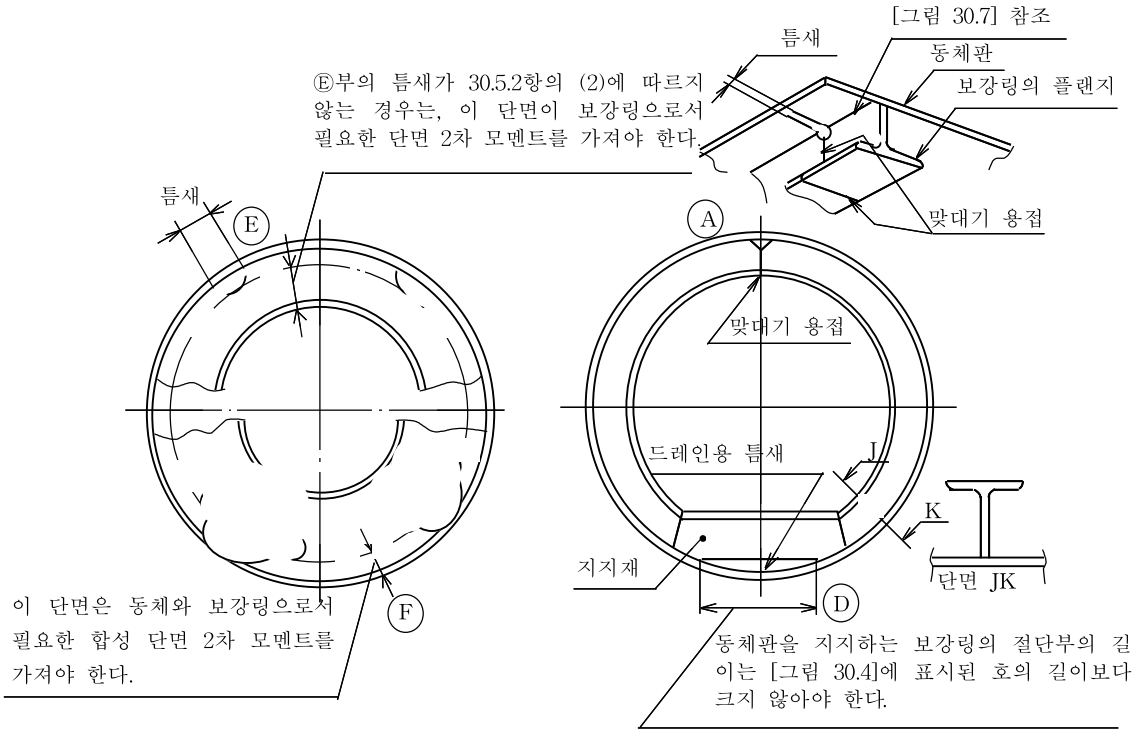
(a) 지지되어 있지 않은 동체 원호의 중심각이 90°이하일 것

(b) 서로 인접하는 보강링의 동체를 지지하고 있지 않은 원호의 배치가 180°만큼 떨어져 서로 어긋나 있을 것

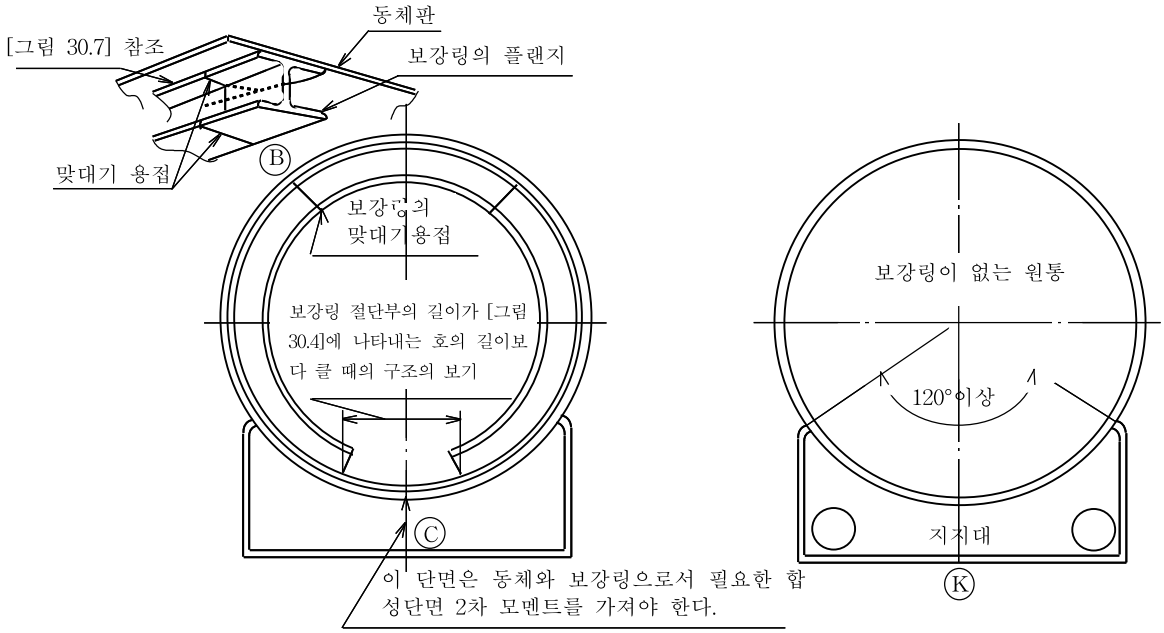
(c) 30.3항에서 정해진 $L$의 치수는 다음의 치수 중 가장 큰 쪽의 치수로서 사용하여 계산되어 있을 것

① 하나씩 건너 뛴 보강링의 중심선 사이의 거리

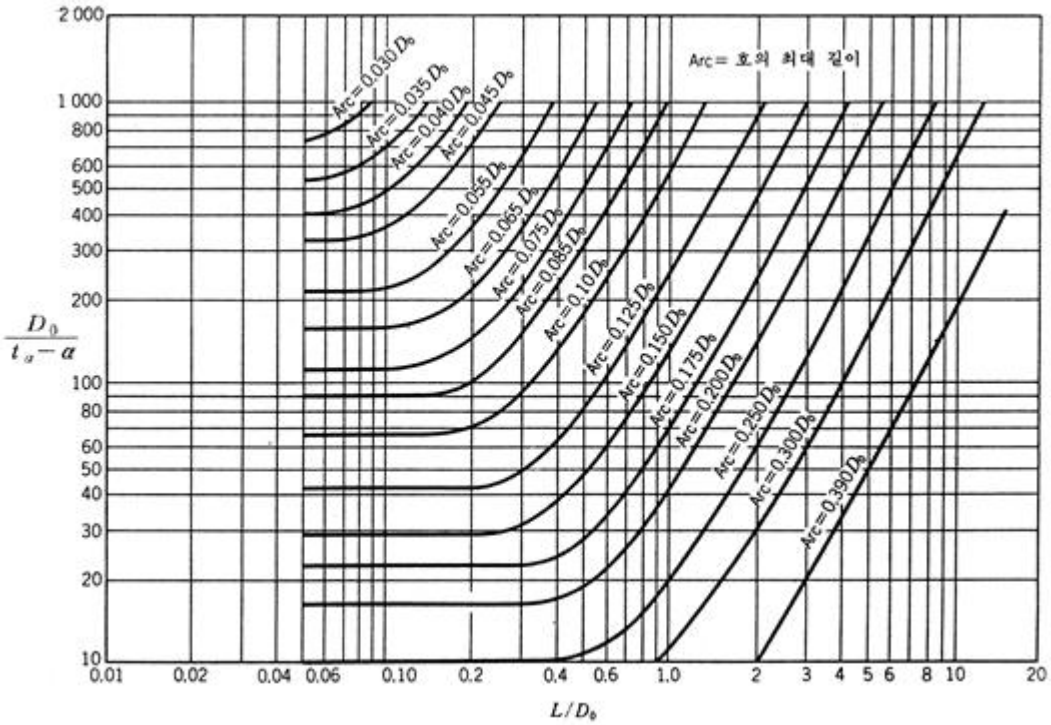
② 경판의 둥글기가 시작되는 부분으로부터 2번째 보강링 중심선까지의 거리에 경판의 둥글기가 시작되는 부분으로부터 잰 경판 깊이의 1/3을 더한 치수




**[그림 30.3] 외압을 받는 원통형 동체의 보강링(계속)**



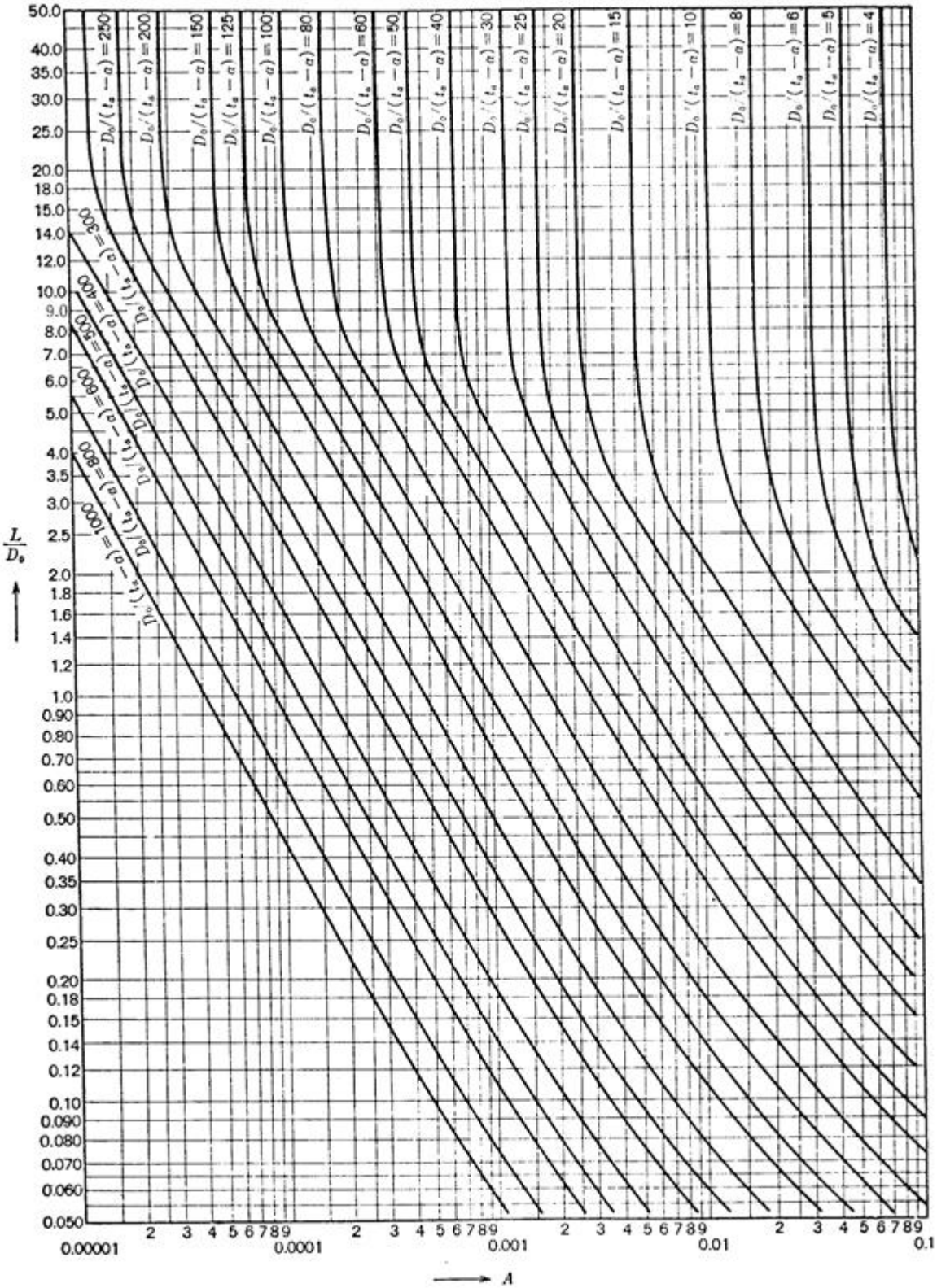

[그림 30.3] 외압을 받는 원통형 동체의 보강링




[그림 30.4] 외압을 받는 원통형 동체의 보강링 모양 곡선

여기에서 $L$ : 외압을 받는 원통형 동체의 설계길이(㎜)

$D_0$ : 외압을 받는 원통형 동체의 바깥지름(㎜)




[그림 30.5] 외압을 받는 원통형 동체의 모양 곡선

[그림 30.5]의 각 재료곡선은 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조일반)의 부표 1, 부표 2에서 나타내는 외압챠트번호와 함께 사용한다.

그림중 기호의 의미는 다음에 따른다.

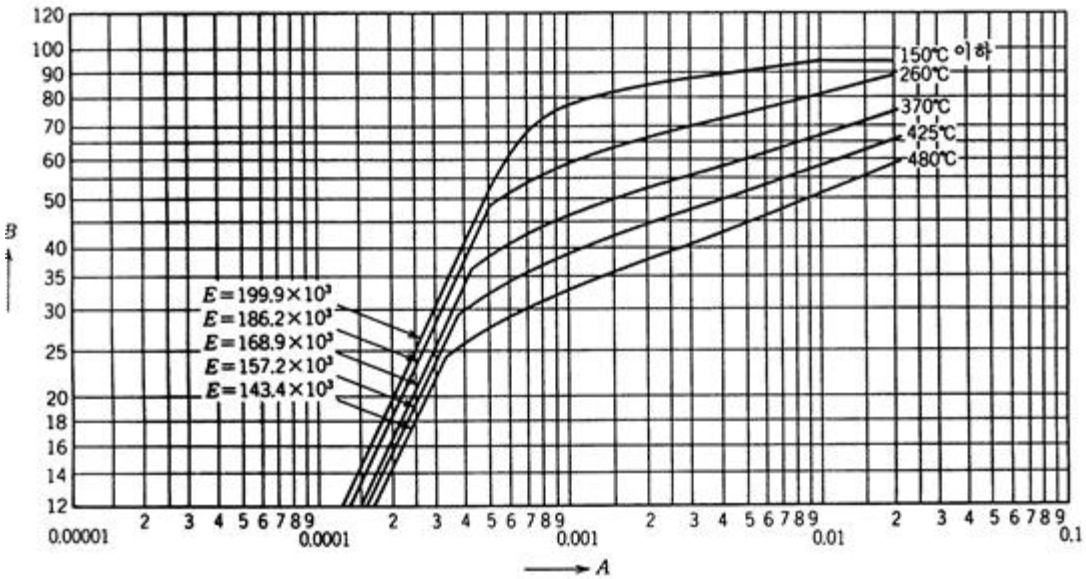
$A$ : [그림 30.5]에서 얻어지는 값

$B$ : 사용하는 재료에 해당하는 $A$의 값에 대해서 설계온도에 대응하는 재료곡선에서 구한 계수(N/㎟)

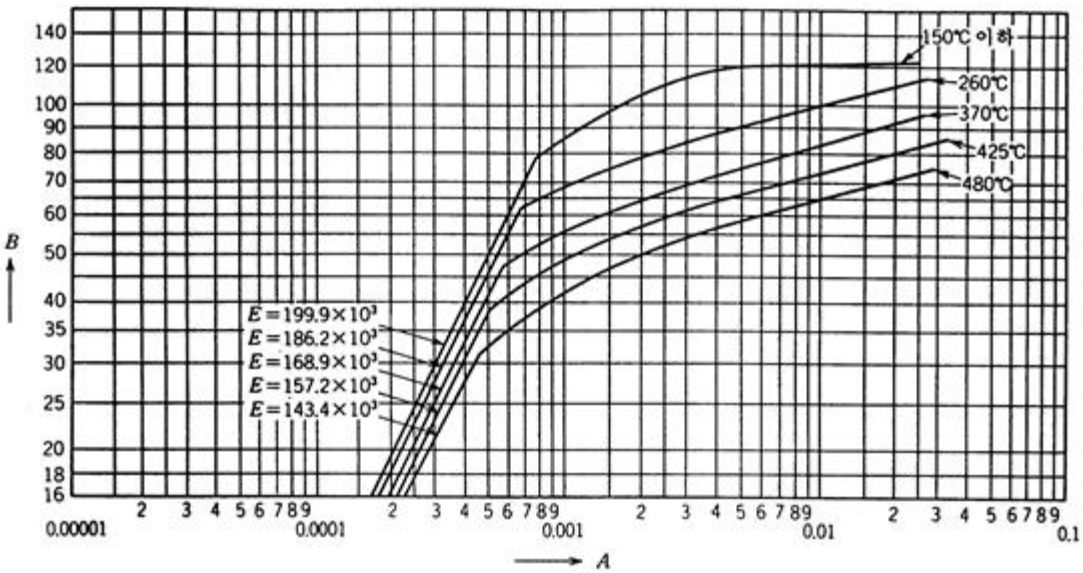
$E$ : 재료의 종탄성계수(N/㎟)

$\sigma_y$ : 재료의 규격 최소 항복점(N/㎟)

(1) 탄소강 및 저합금강(규격 최소 항복점 165 N/㎟ 이상 207 N/㎟ 미만)

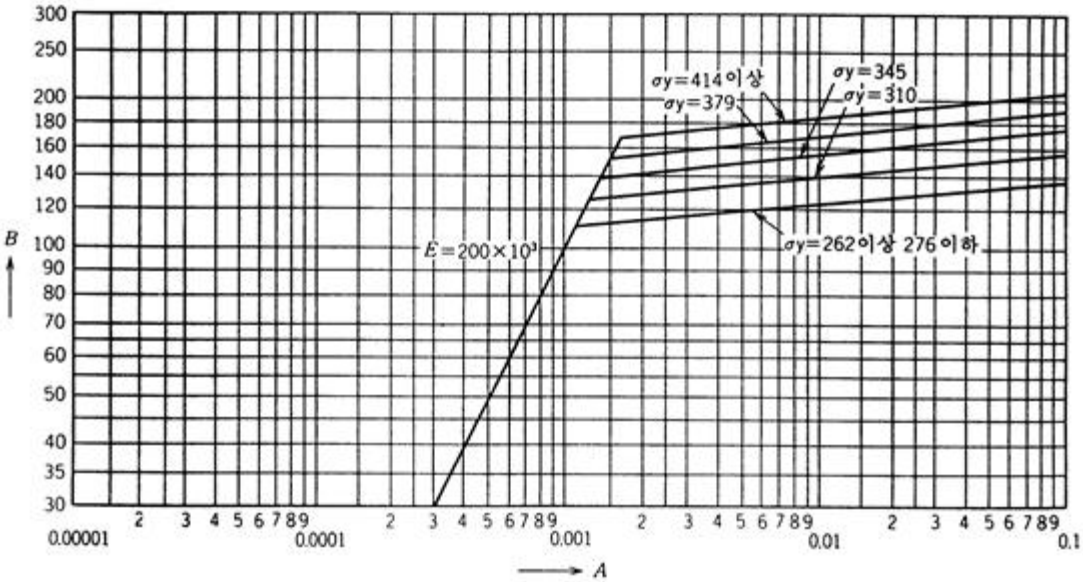



(2) 탄소강 및 저합금강(규격 최소 항복점 207 N/㎟이상 262 N/㎟ 이하) 및 405계, 410계 스테인리스강




**[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선(계속)**

(3) 탄소강 및 저합금강(규격 최소 항복점 262 N/㎟ 이상 414 N/㎟ 이하)

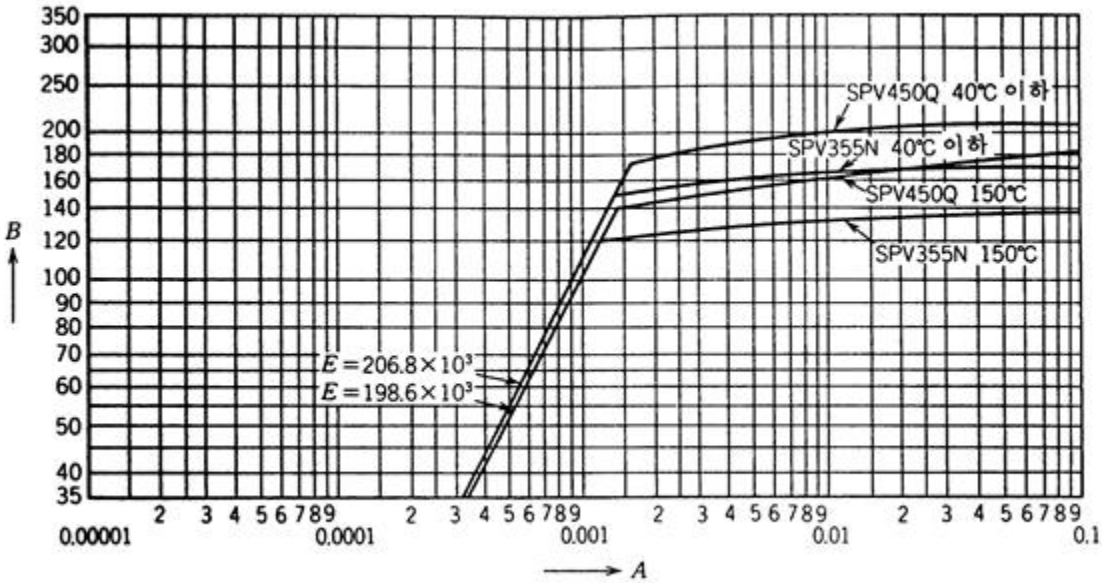



비고 1. 설계온도가 423 K{150 ℃}이하의 경우에 적용한다.

2. 설계온도가 423 K{150 ℃}를 넘는 경우는 (2)에 따른다

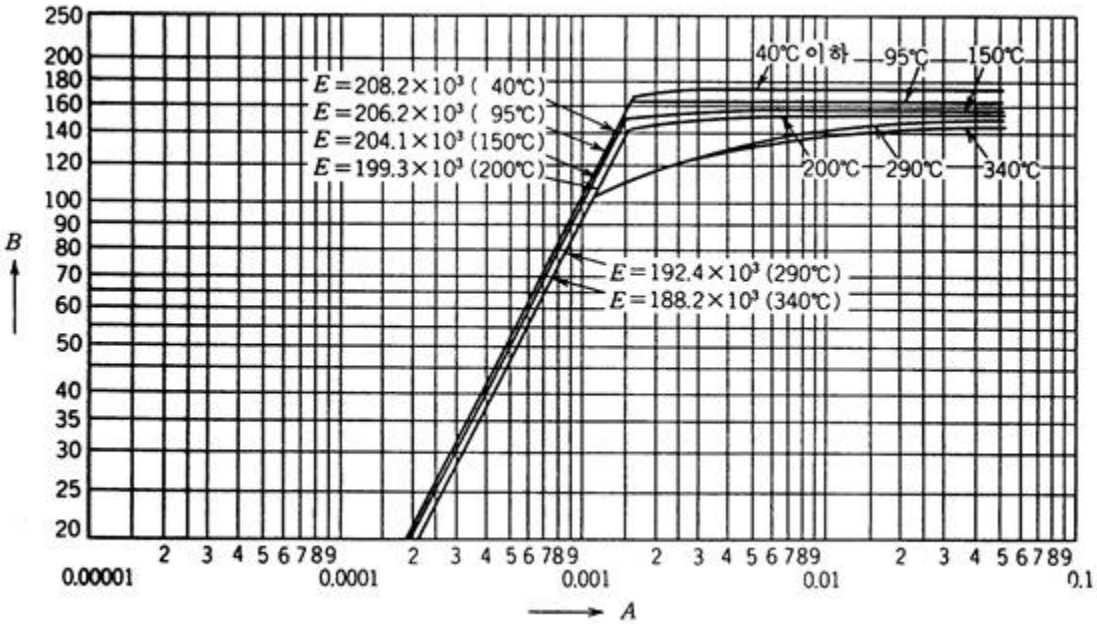
3. 그림 중 σ $y$는 최소 항복점(N/㎟)을 나타낸다.

(4) 압력용기용 강판(KS D 3521의 SPV355N 및 SPV450Q)

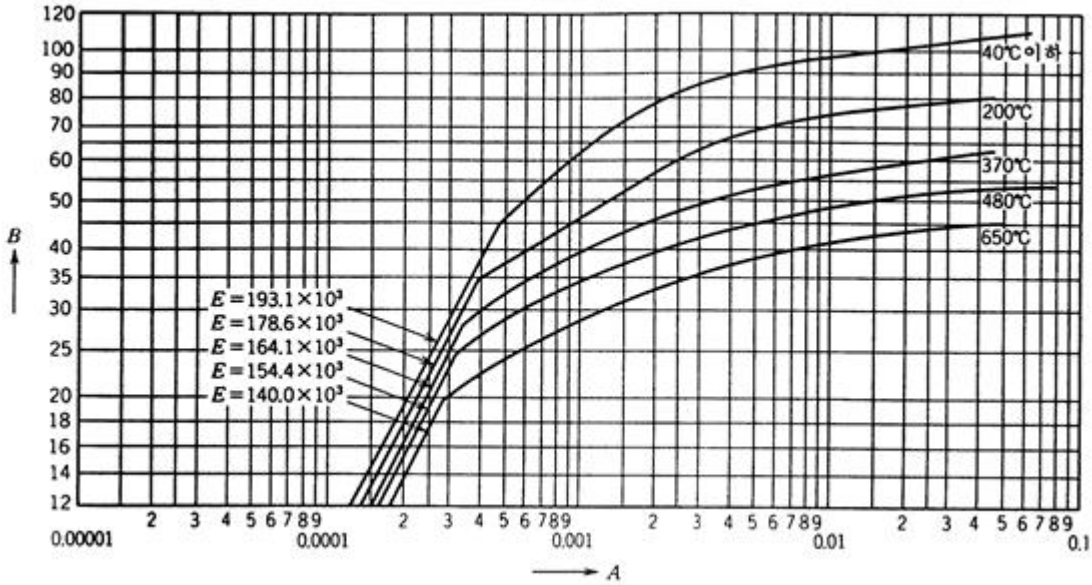



[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)

(5) 압력용기용 합금강 단강품(KS D 4123의 SFVQ1A 및 SFVQ2A), 보일러 및 압력용기용 망가니즈 몰리브데넘강 및 망가니즈 몰리브데넘 니켈강 강판(KS D 3538의 SBV1B, SBV2 및 SBV3)

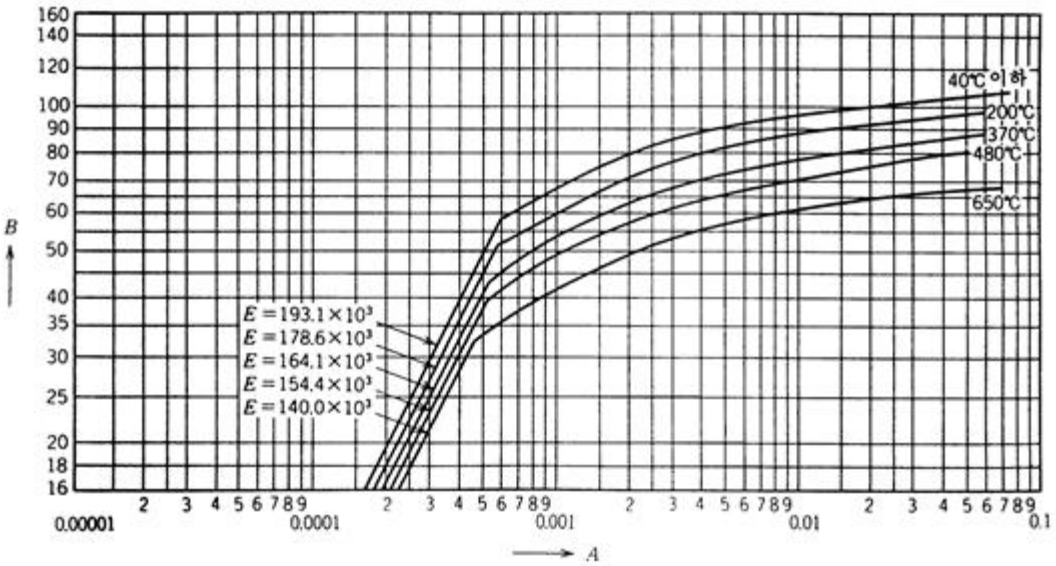



(6) 304계 스테인리스강

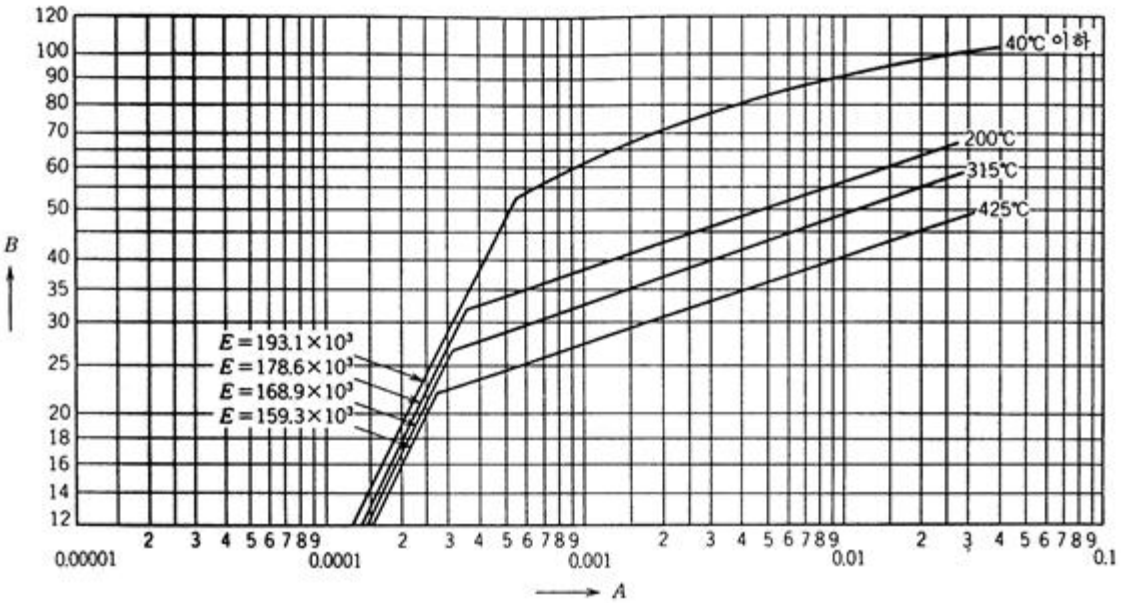



[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)

(7) 309계(868 K{595 ℃}이하에 한한다), 310계, 316계, 321계, 347계, 329J1(673 K {400 ℃}이하에 한한다) 및 430계(643 K{370 ℃}이하에 한한다) 스테인리스강

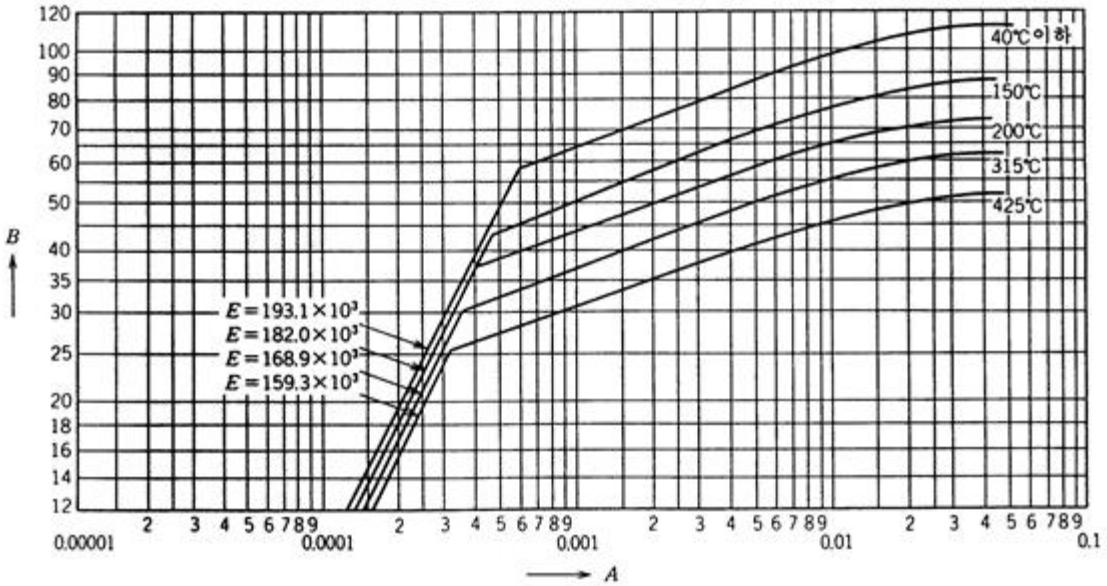



(8) 304L 스테인리스강

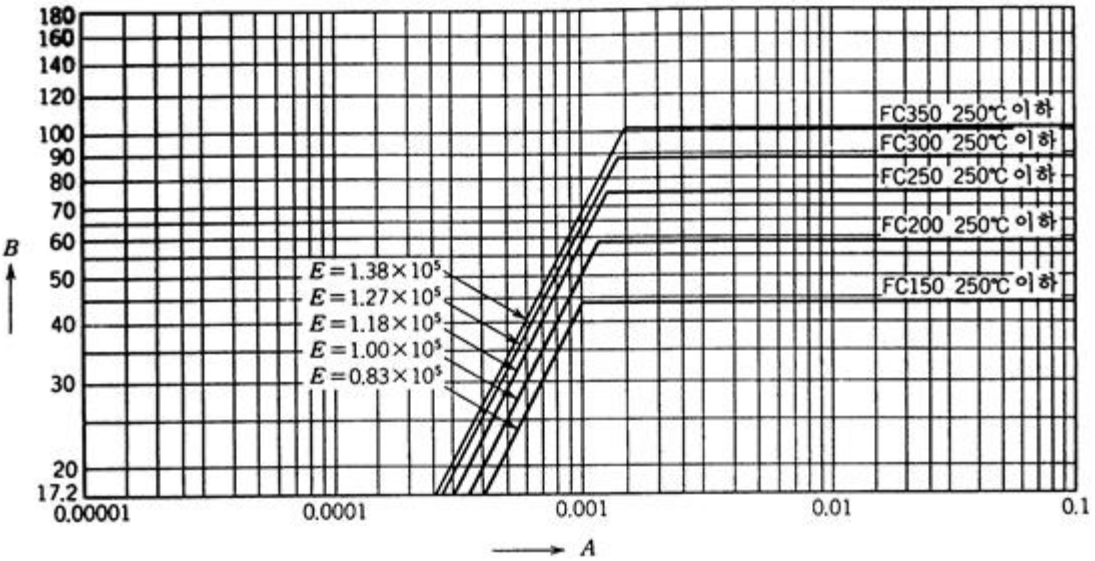



[그림 30.6] 외압을 받는 원통 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)

(9) 316L계 및 317L계 스테인리스강

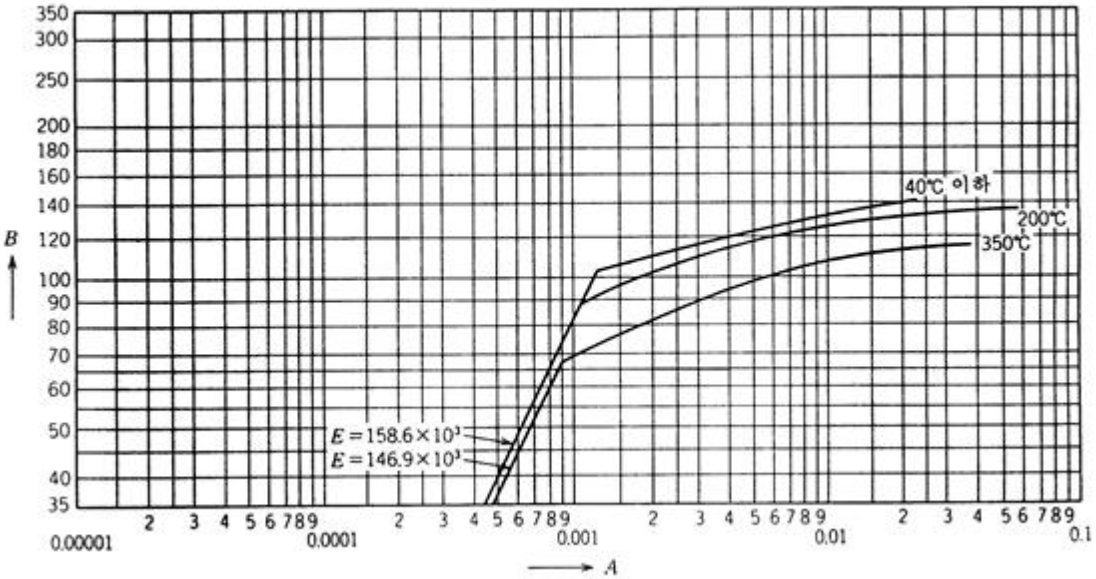



(10) 회주철품(KFCA-D4301-5015의 GC150, GC200, GC250, GC300 및 GC350)




[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)

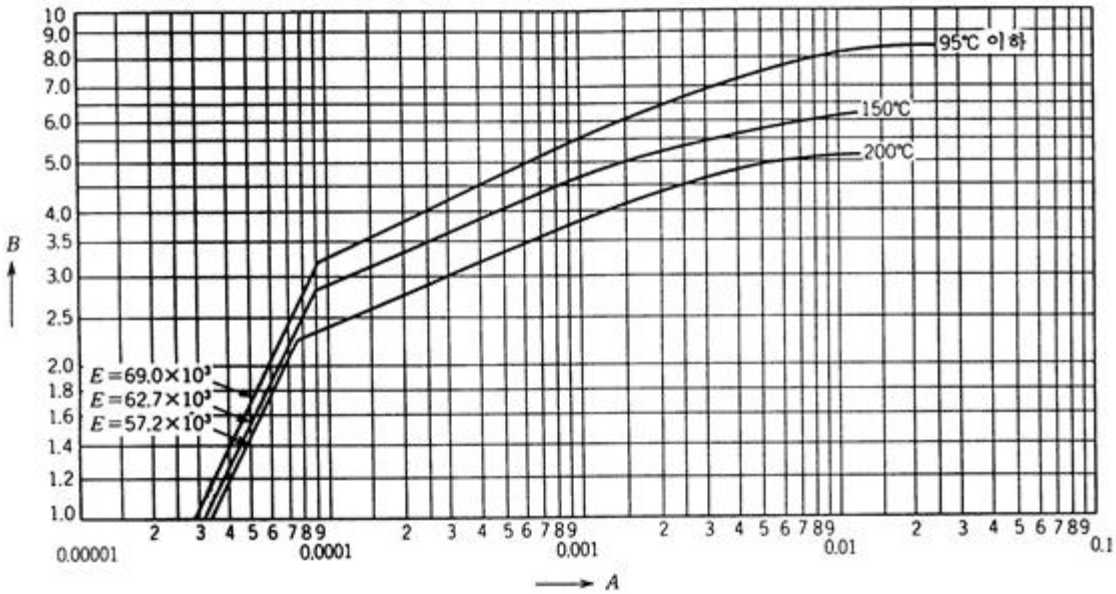
(11) 덕타일 철 주철품(규격 최소 항복점 274 N/㎟ 이상)




(12) 알루미늄 및 알루미늄 합금

(기호A1050, A1070, A1080, A1100, 및 A1200

다만, 기호A1070, A1090에 있어서는 질별 O, H112를 제외한다)

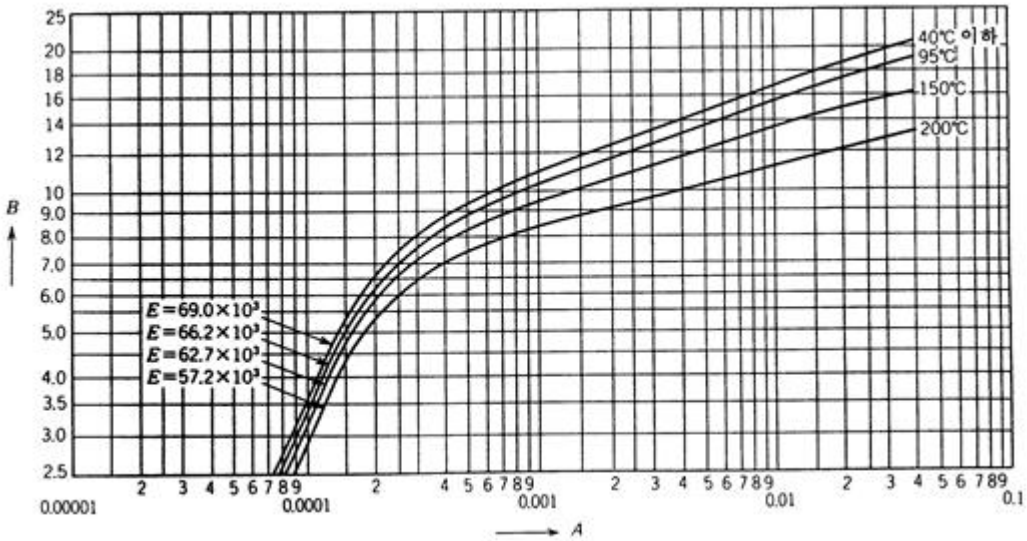



비고 이 그림을 적용하는 경우는 기계적 성질의 0.25 %내력이 규정되고 확인되어야 한다.

**[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)**

(13) 알루미늄 및 알루미늄 합금

(기호A3003, A3203의 질별 O, H12, H18, H112)(기호 A6063의 질별T1, T5, T6)



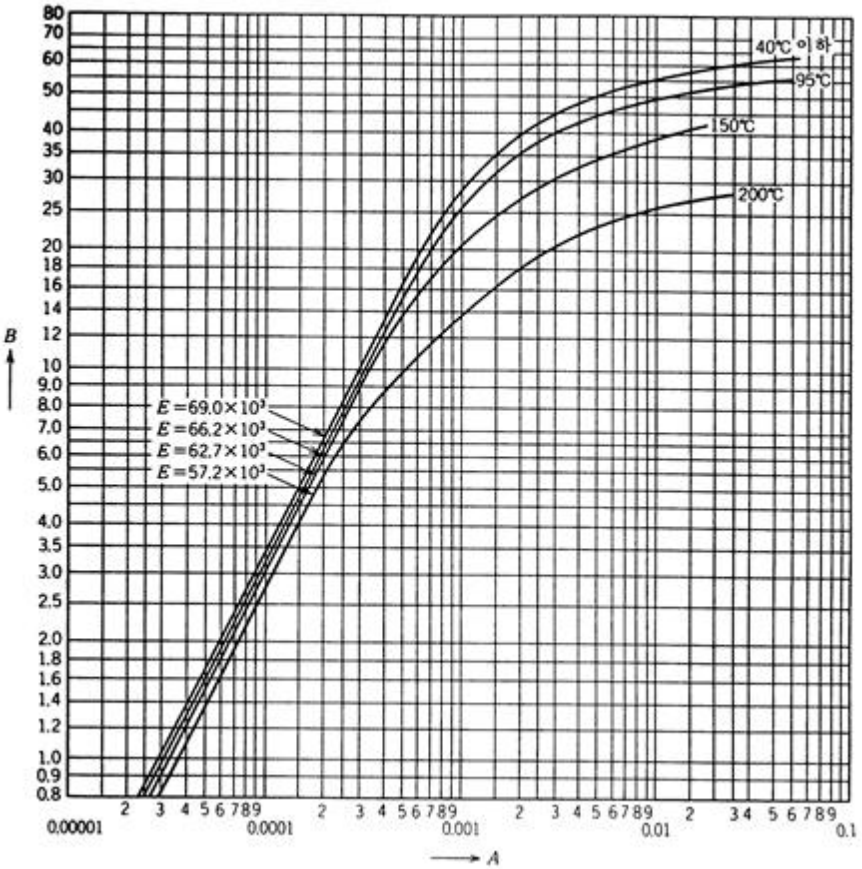

비고 1. 이 그림을 적용하는 경우는 기계적 성질의 0.2 %내력이 규정되고 확인되어야 한다.

2. 기호 A6063의 질별 T1, T5, T6에 대해서는 이음매 없는 관에 대해서만 적용한다.

**[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)**

(14) 알루미늄 및 알루미늄합금

(기호A3003, A3203의 질별 H14, H24)




비고 1. 용접하는 경우, 이 그림을 적용해서는 안된다.

또, 기호 A3003, A3203의 질별 H14의 용접관에 대해서는 (13)을 적용할 것.

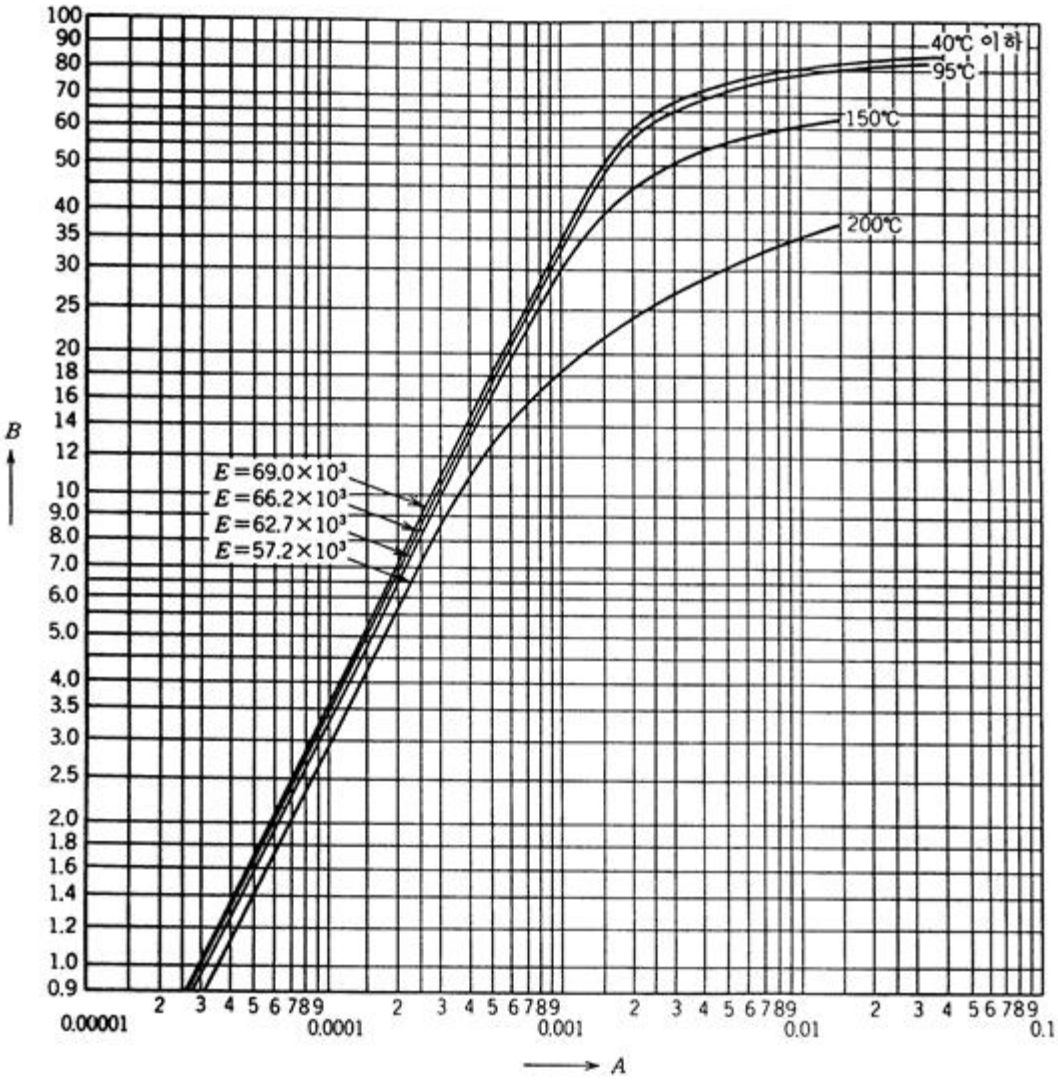
2. 이 그림을 적용하는 경우는 기계적 성질의 0.2 %내력이 규정되고, 확인되어야 한다.

**[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)**

(15) 알루미늄 및 알루미늄합금

(기호 A3004의 질별 H34)

(기호 A5052, A5652의 질별 H14, H34)



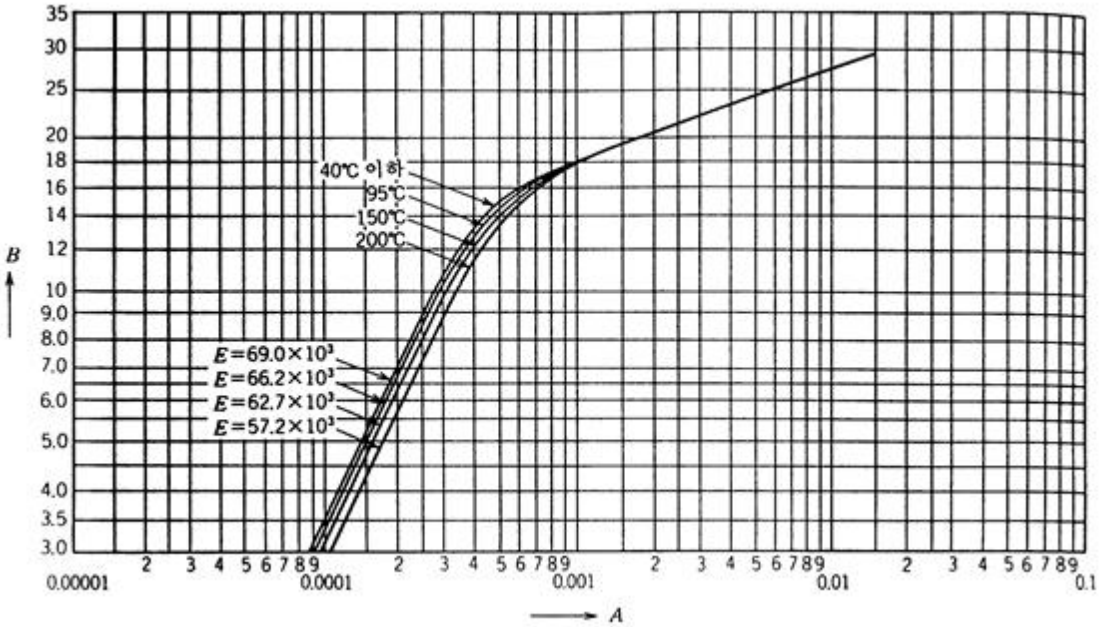

비고 1. 용접하는 경우, 이 그림을 적용해서는 안된다.

또, 기호A5052의 질별H14, H34의 용접관에 대해서는 (17)을 적용할 것.

2. 이 그림을 적용하는 경우는 기계적 성질의 0.2 %내력이 규정되고, 확인되어야 한다.

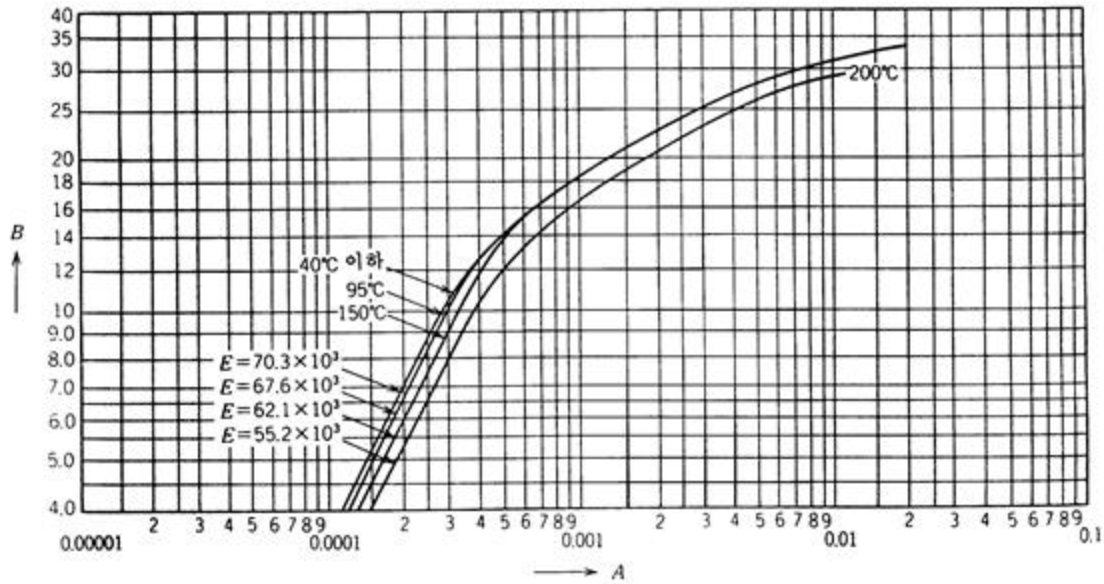
**[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)**

(16) 알루미늄 및 알루미늄합금(기호 A3004의 질별 O, H32)




비고 이 그림을 적용하는 경우는 기계적 성질의 0.2 %내력이 규정되고 확인되어야 한다.

(17) 알루미늄 및 알루미늄합금
(기호 A5052, A5652의 질별 O, H12, H32, H112)

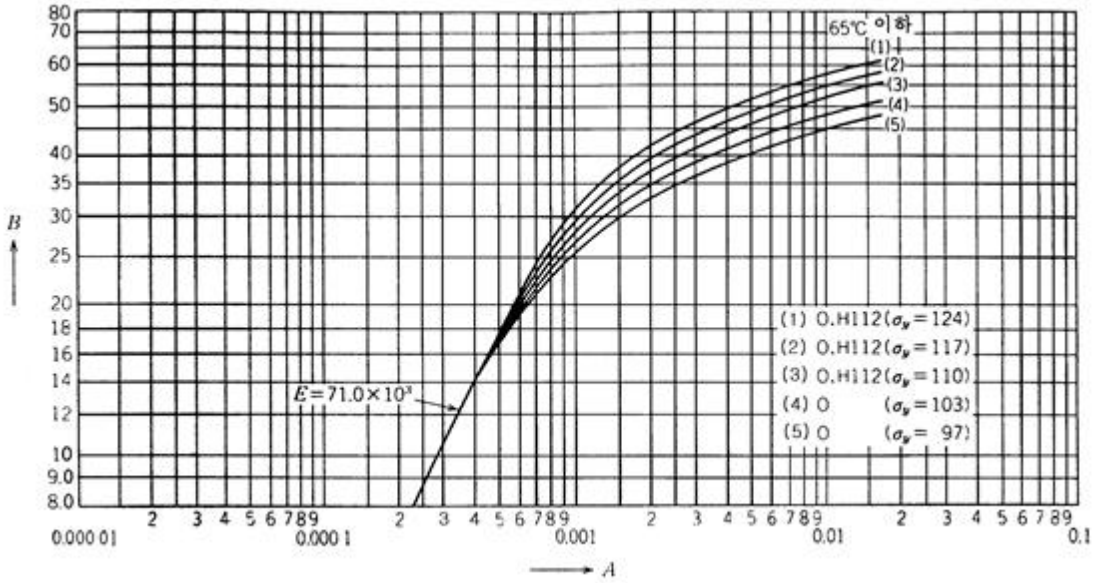



비고 이 그림을 적용하는 경우는 기계적 성질의 0.2 %내력이 규정되고 확인되어야 한다.

**[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)**

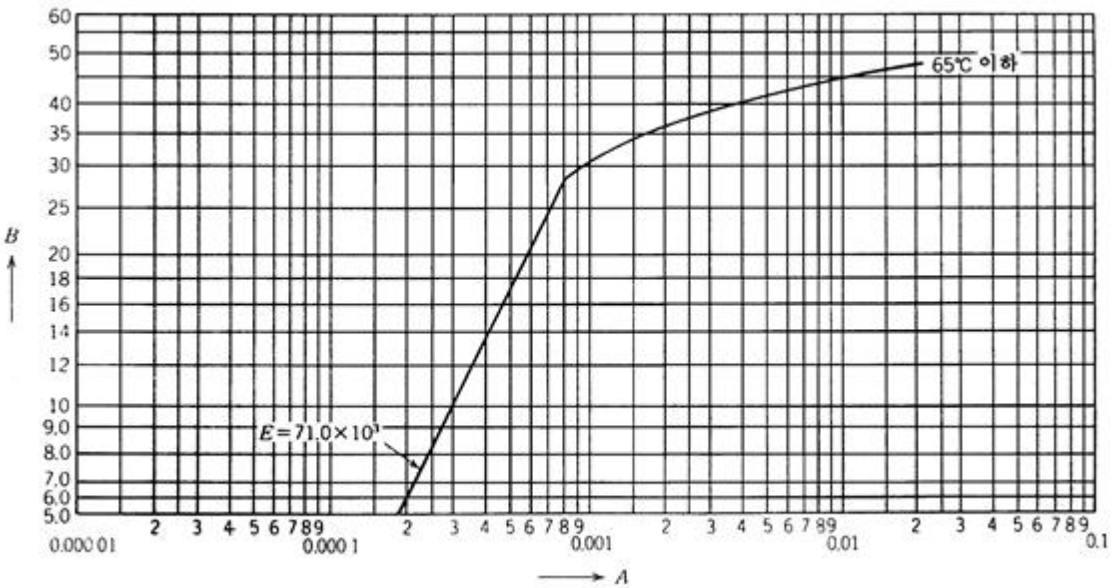
(18) 알루미늄 및 알루미늄합금

(기호 A5083의 질별 O, H32, H112, H321)




비고 그림중 $\sigma_y$는 0.2 %내력(N/㎟)을 표시한다.

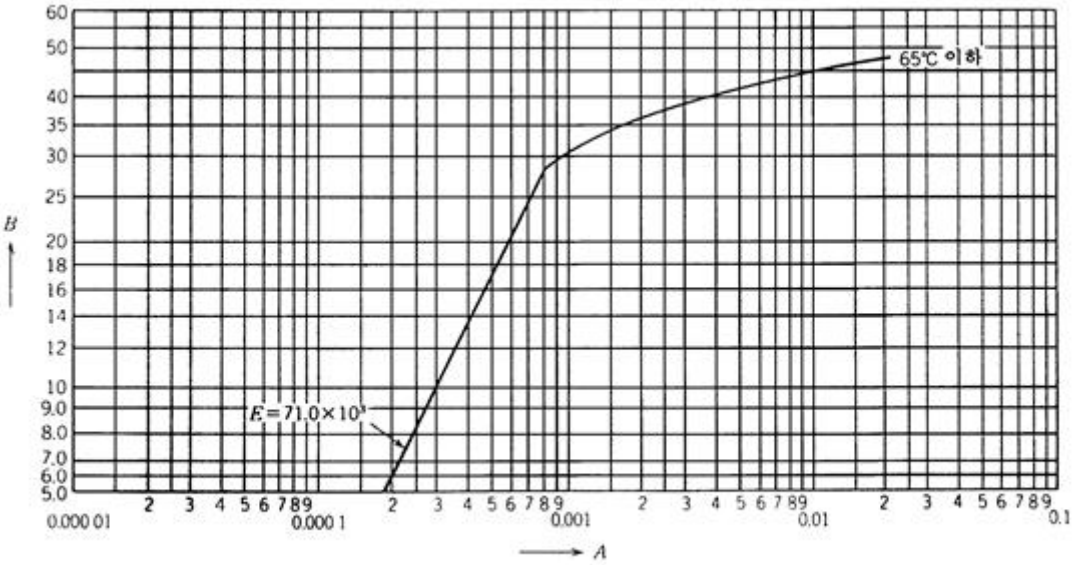
(19) 알루미늄 및 알루미늄합금(기호 A5086의 질별 O, H112)




[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)

(20) 알루미늄 및 알루미늄합금

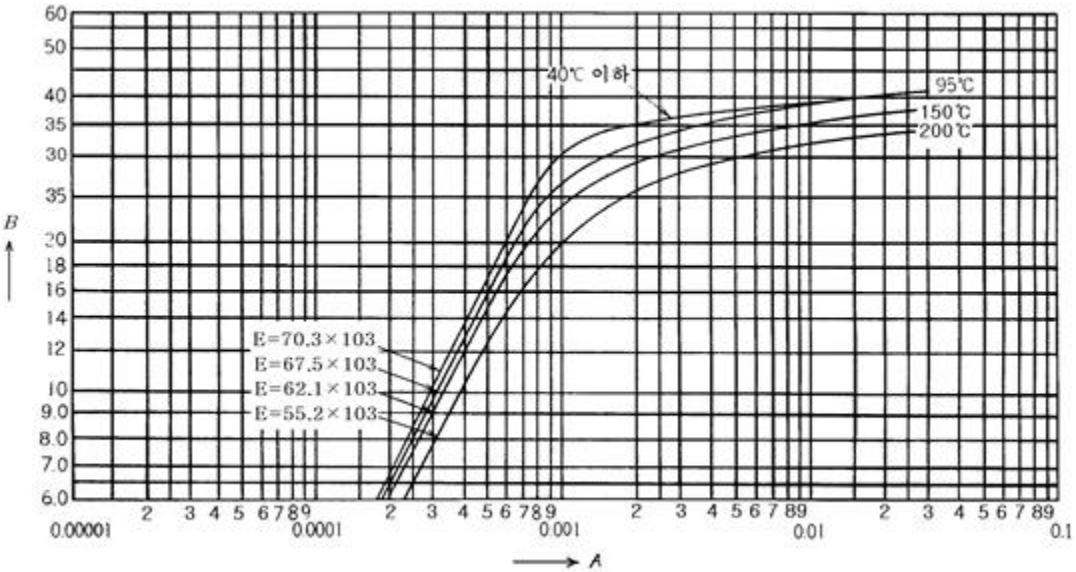
(기호 A5154, A5254의 질별 O, H112)




(21) 알루미늄 및 알루미늄합금

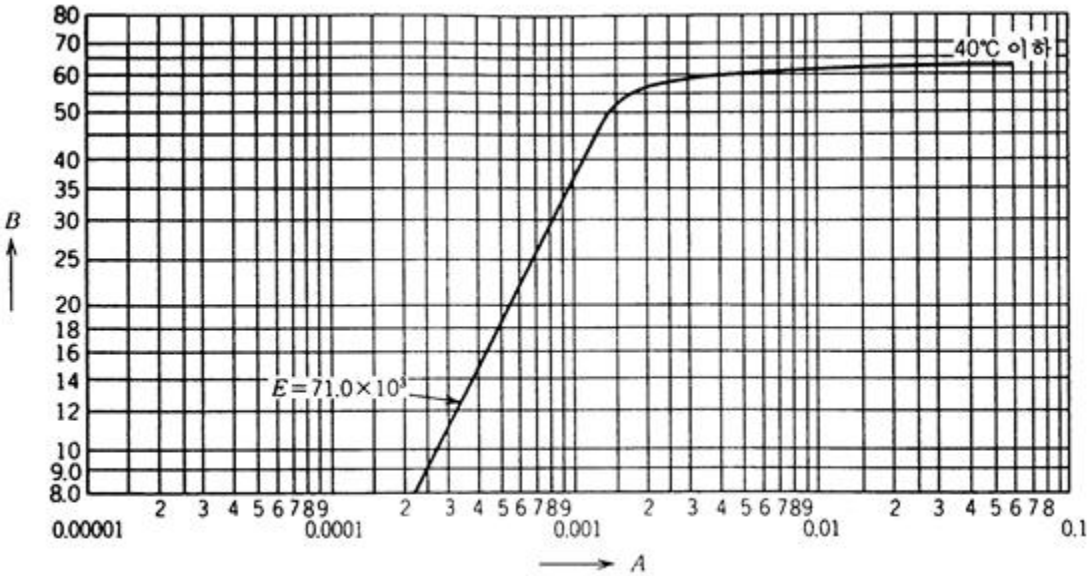
(기호 A5454의 질별 O, H112)

(기호 A2014의 질별T4, T6)

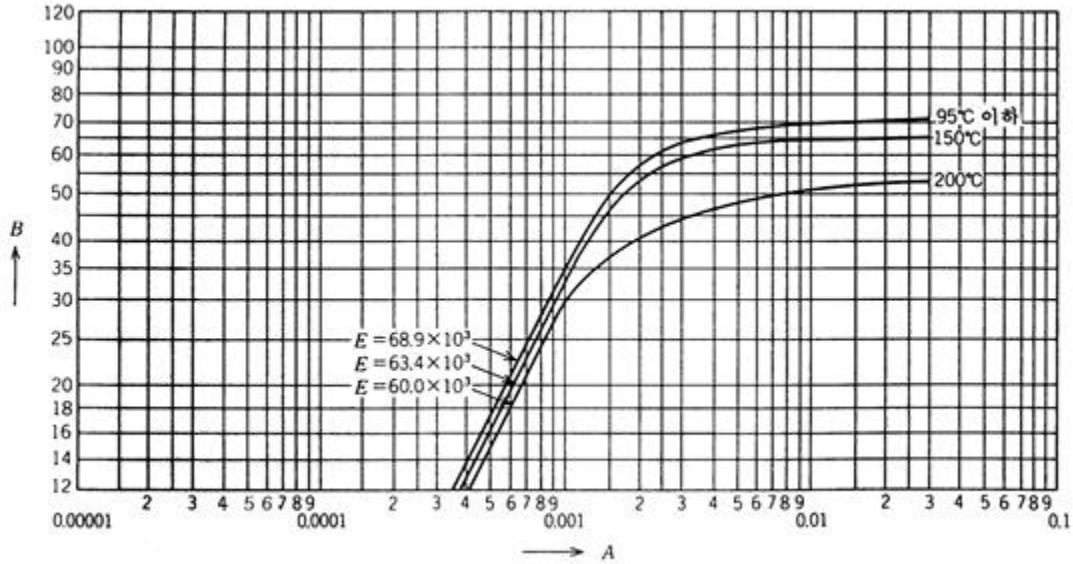



[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)

(22) 알루미늄 및 알루미늄합금 (기호 A5456의 질별 O)




(23) 알루미늄 및 알루미늄합금 (기호 A6061의 질별 T6, T651)

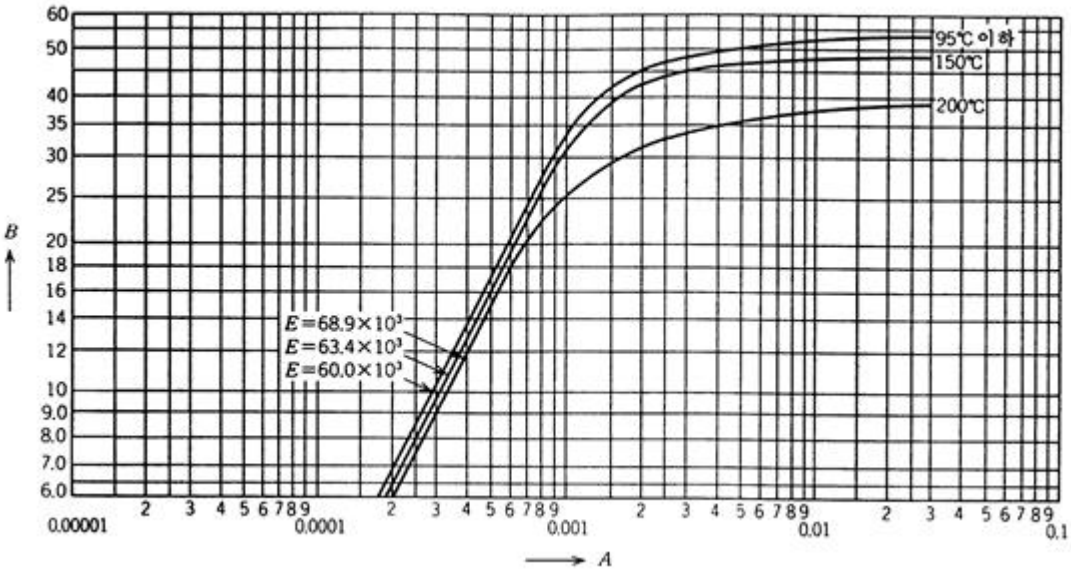



비고 이 그림은 5356 및 5556의 용가재를 사용하여 용접하는 경우, 모든 모재의 두께에 적용하고, 또 4043 및 5554의 용가재를 사용하여 용접하는 경우는 모재의 두께 9.5 ㎜이하에 적용한다.

**[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)**

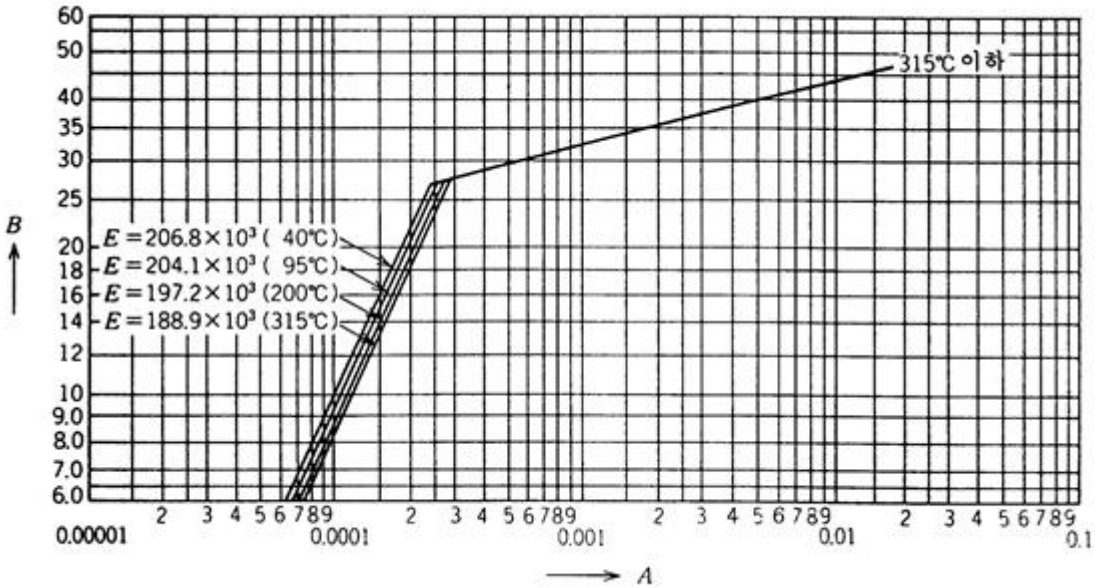
(24) 알루미늄 및 알루미늄합금

(기호 A6061의 질별 T4, T451, T6, T651)



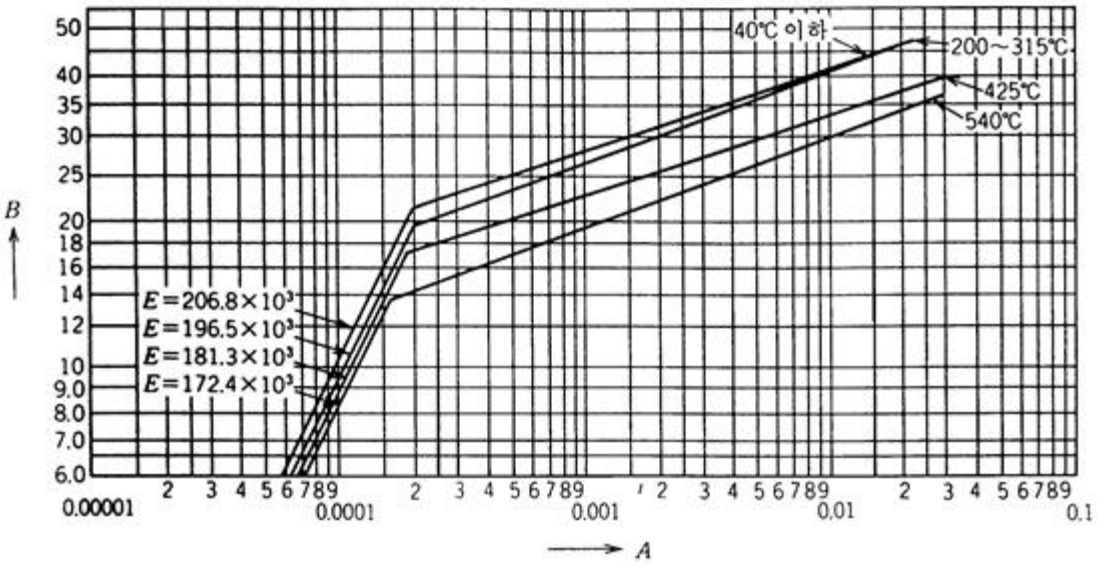

비고 이 그림은 질별T4, T451에 있어서 4043, 5554, 5536 및 5556의 용가재를 사용하여 용접하는 경우에는 모든 모재의 두께에 적용하고, 또한 질별 T6, T651에 있어서는 4043 및 5554의 용가재를 사용하여 용접하는 경우에는 모재의 두께 9.5 ㎜를 넘는 것에 적용한다.

(25) 니켈

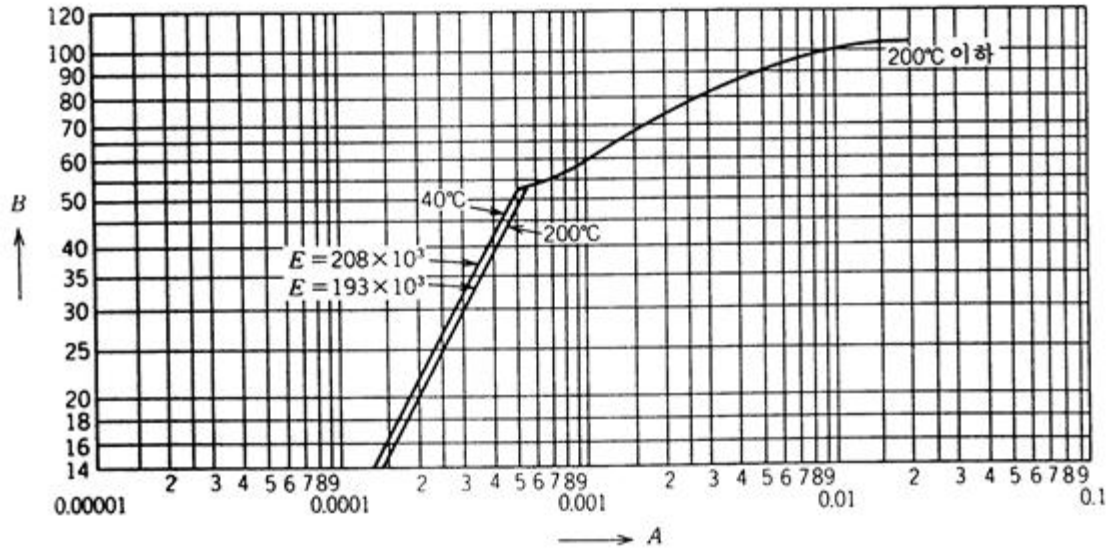



**[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)**

(26) 저탄소-니켈

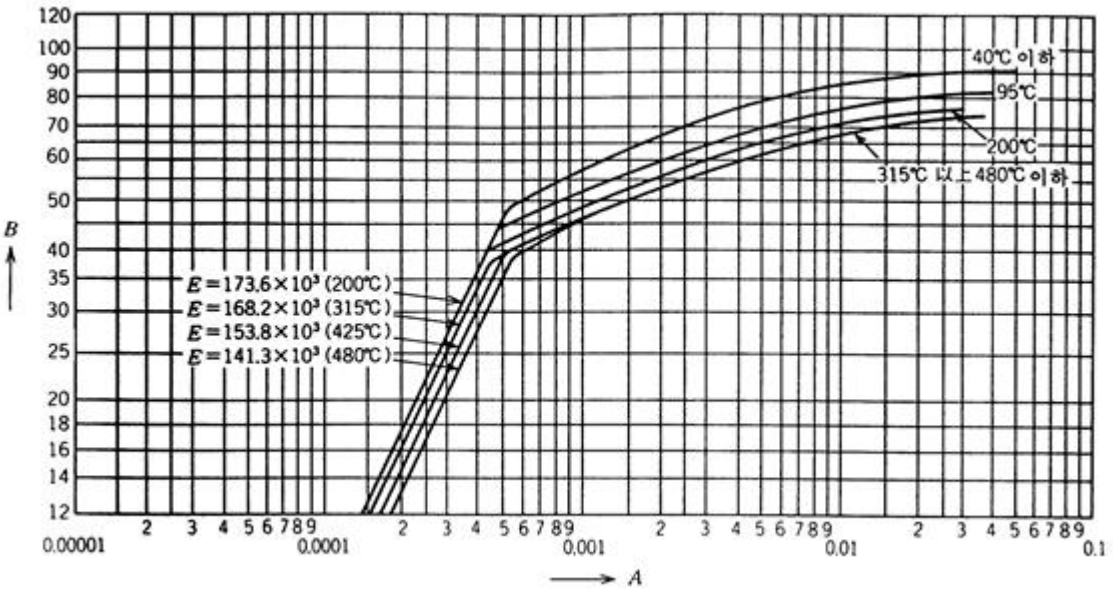



(27) 가공 경화 니켈



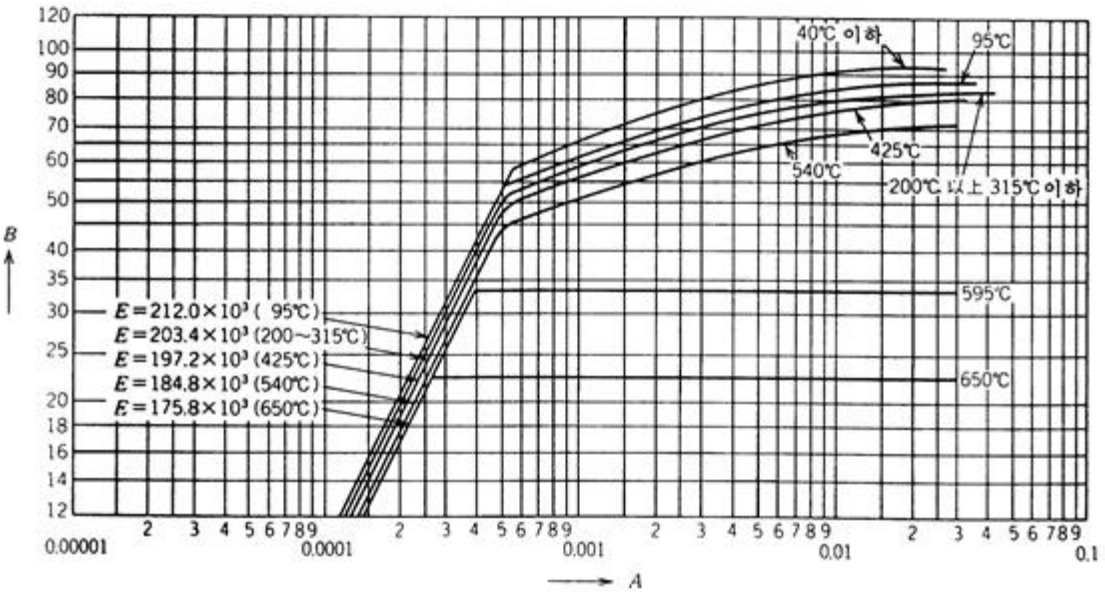

[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)

(28) 니켈 동합금(어닐링)



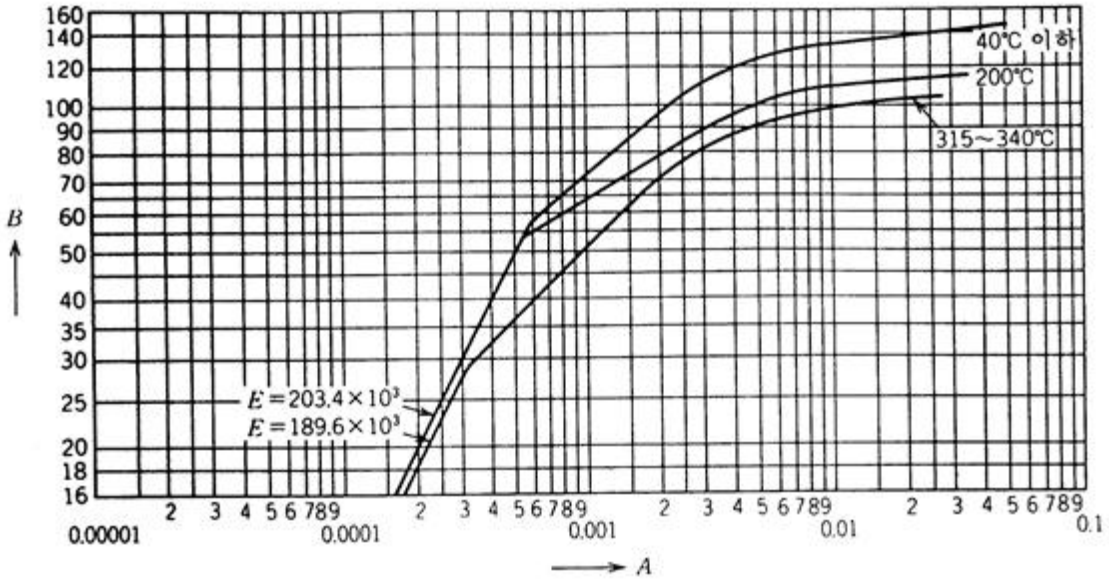

비고 이 그림을 적용하는 경우는 기계적 성질의 0.2 %내력이 196 N/㎟이상인 것을 확인하여야 한다.

(29) 니켈 크롬 철합금(NCF600)

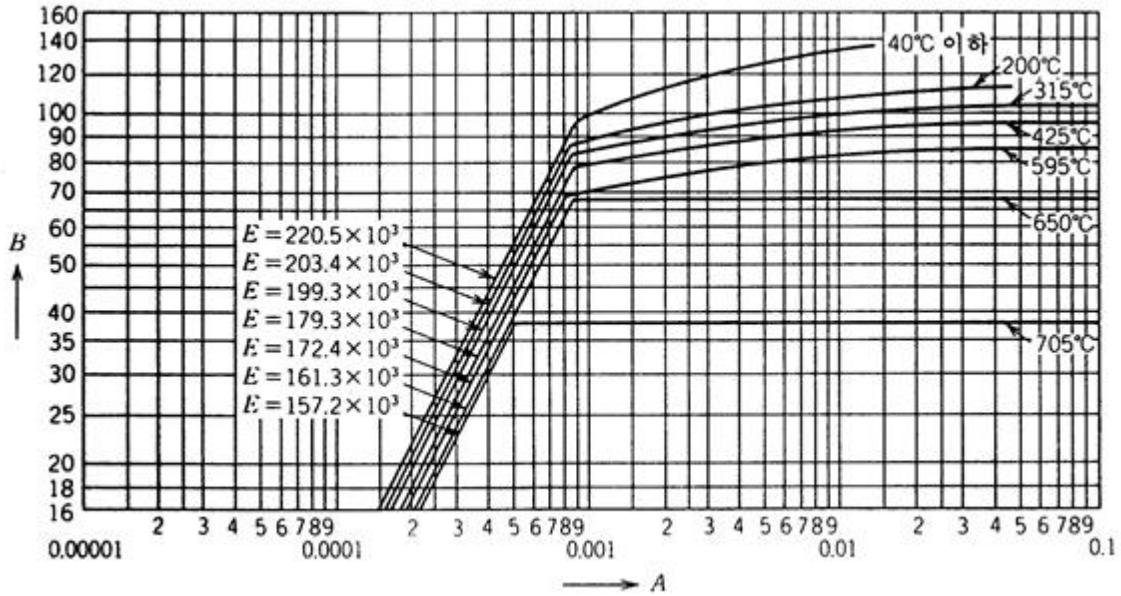



[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)

(30) 니켈 몰리브덴 합금B종

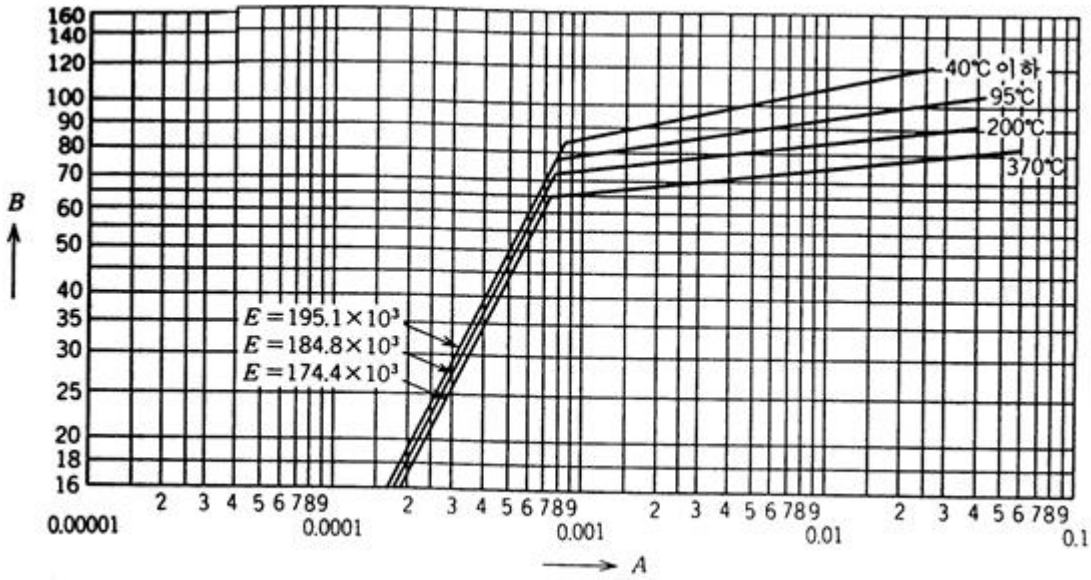



(31) 니켈 몰리브덴 크롬 철합금

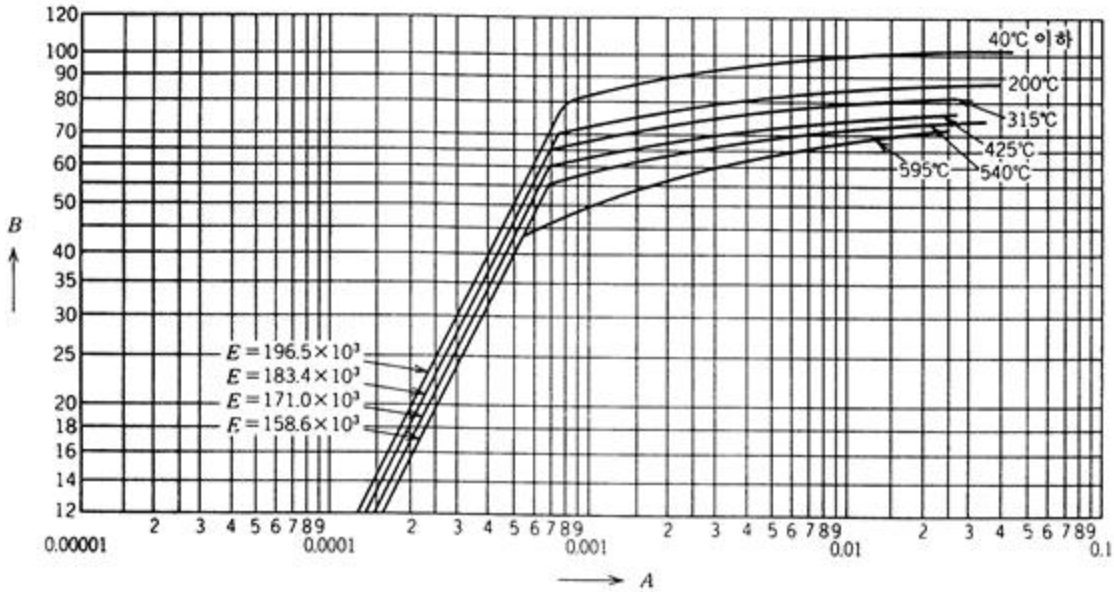



[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)

(32) 니켈 철 크롬 몰리브덴 동합금

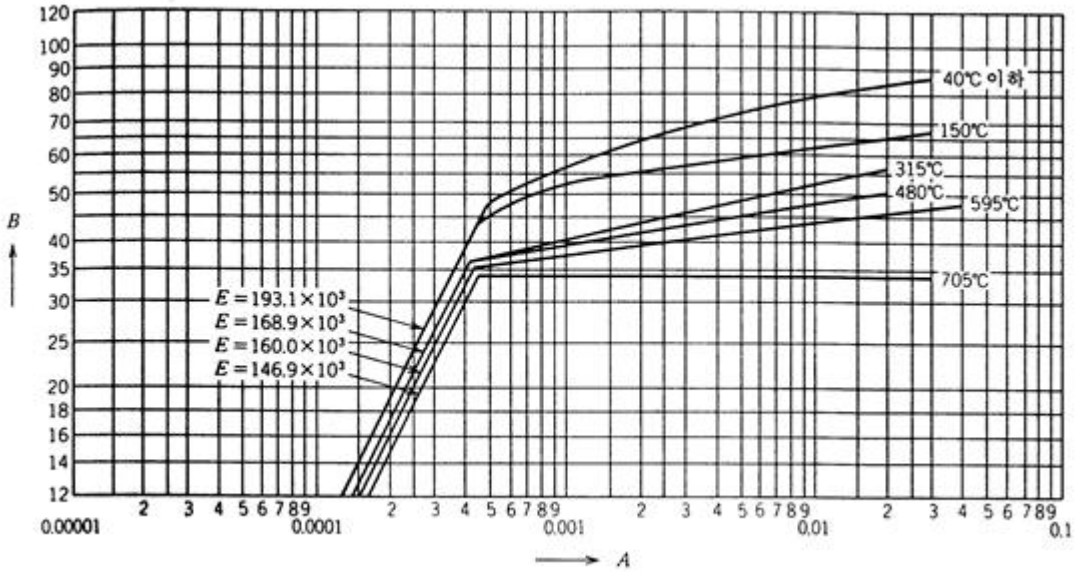



(33) 니켈 크롬 철합금(NCF800) (어닐링)

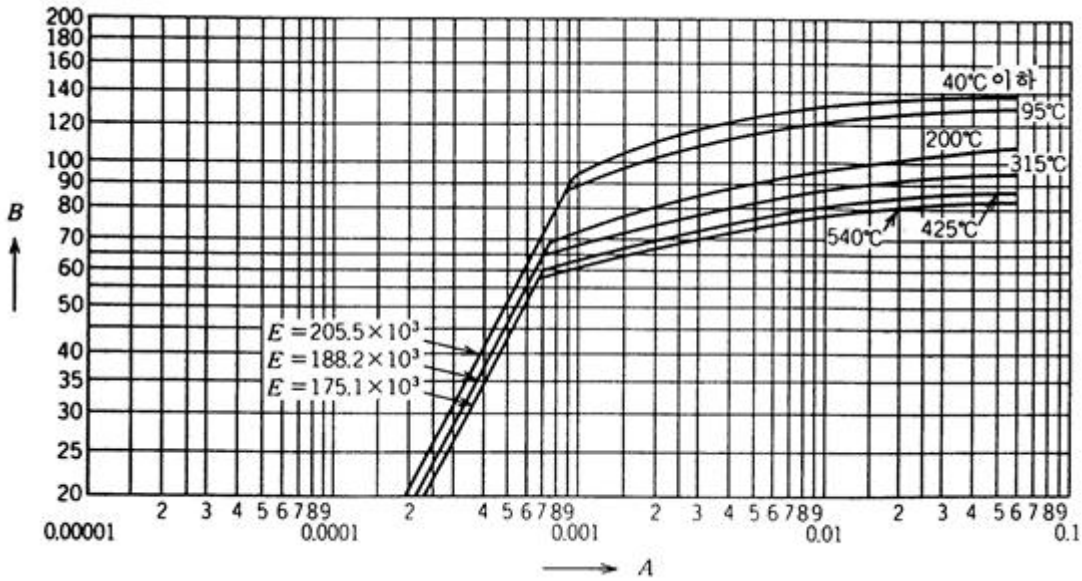



[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)

(34) 니켈 크롬 철 합금(NCF800H) (고용화 열처리)

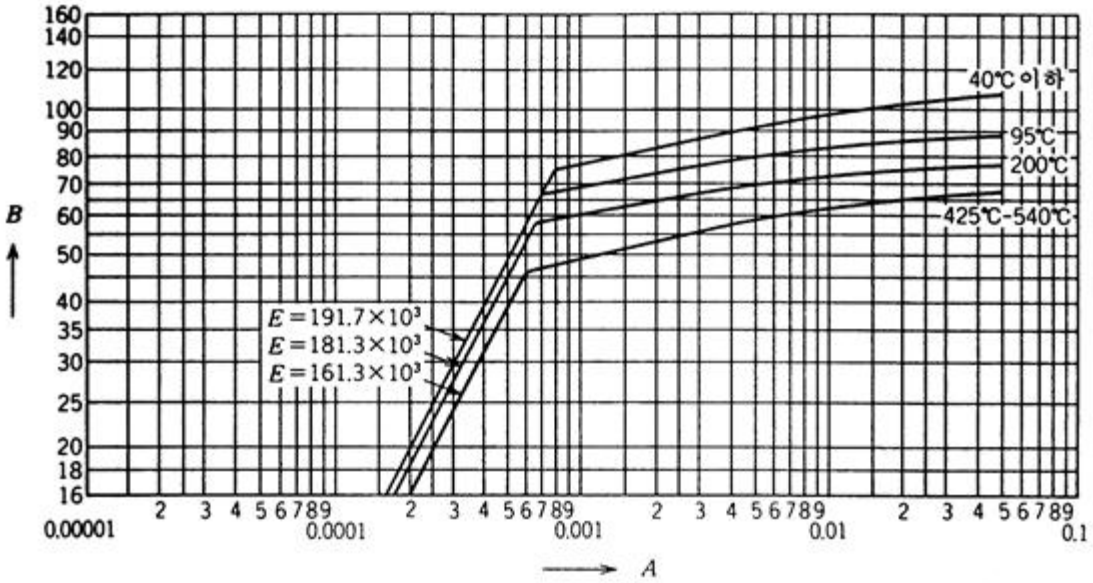



(35) 저탄소 니켈·몰리브덴 크롬 합금 C-276

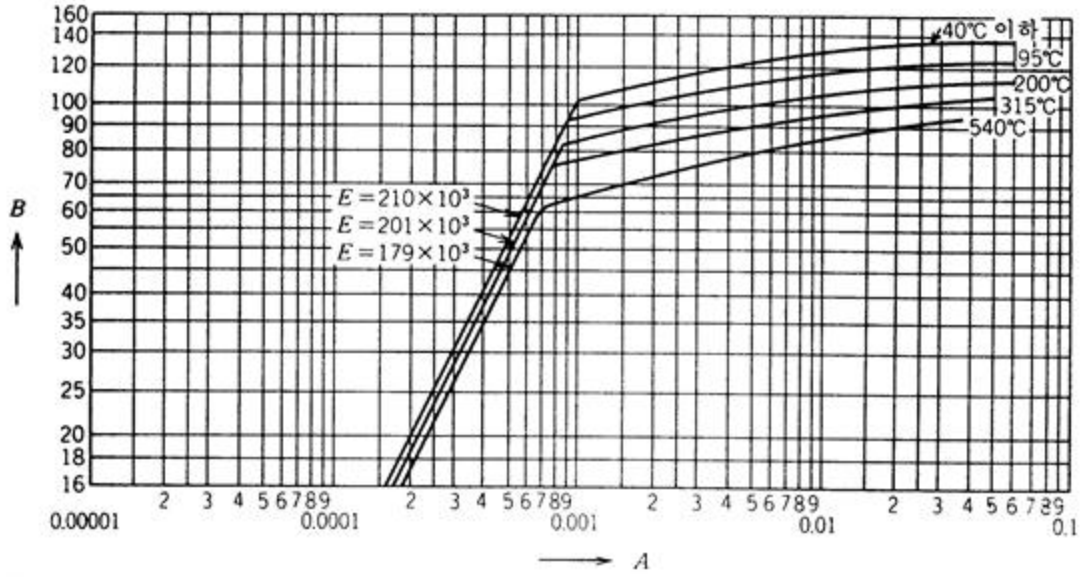



[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)

(36) 니켈 크롬철 몰리브덴 동합금G 및 G-2(고용화 열처리)

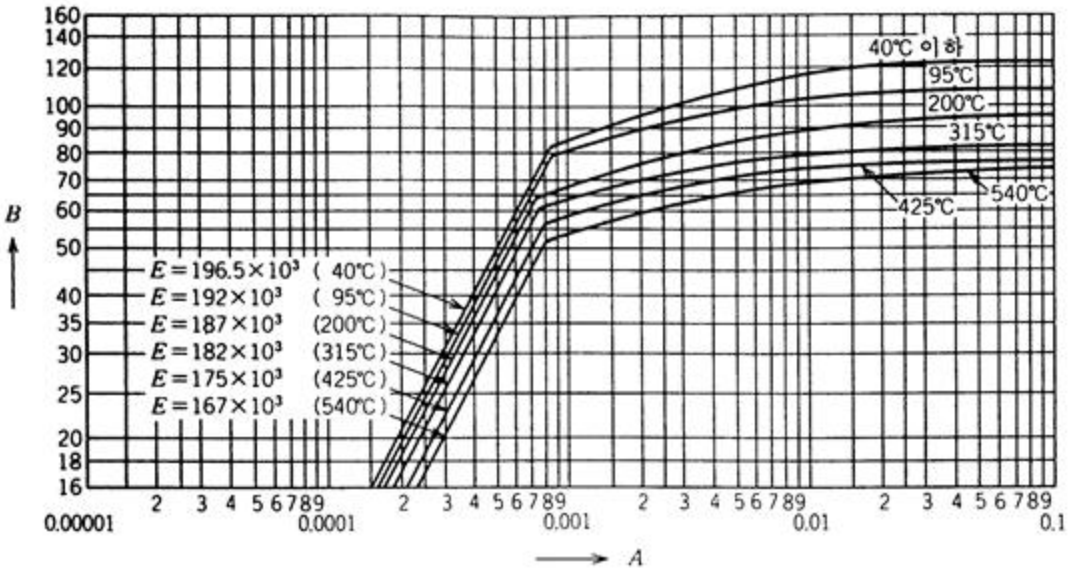



(37) 니켈 크롬 몰리브덴합금 C-4

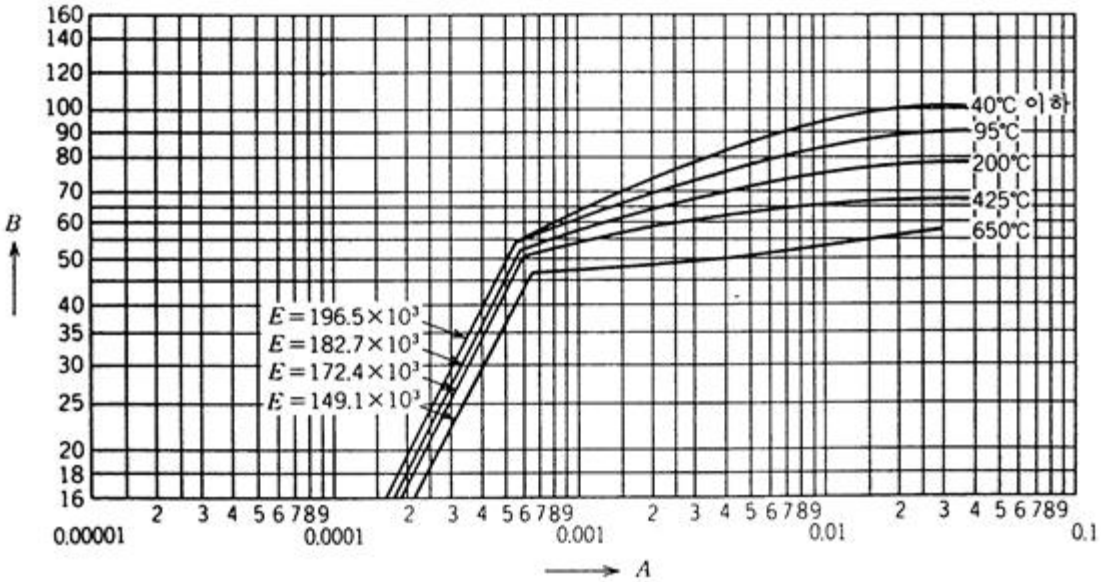



[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)

(38) 니켈 몰리브덴 합금 X

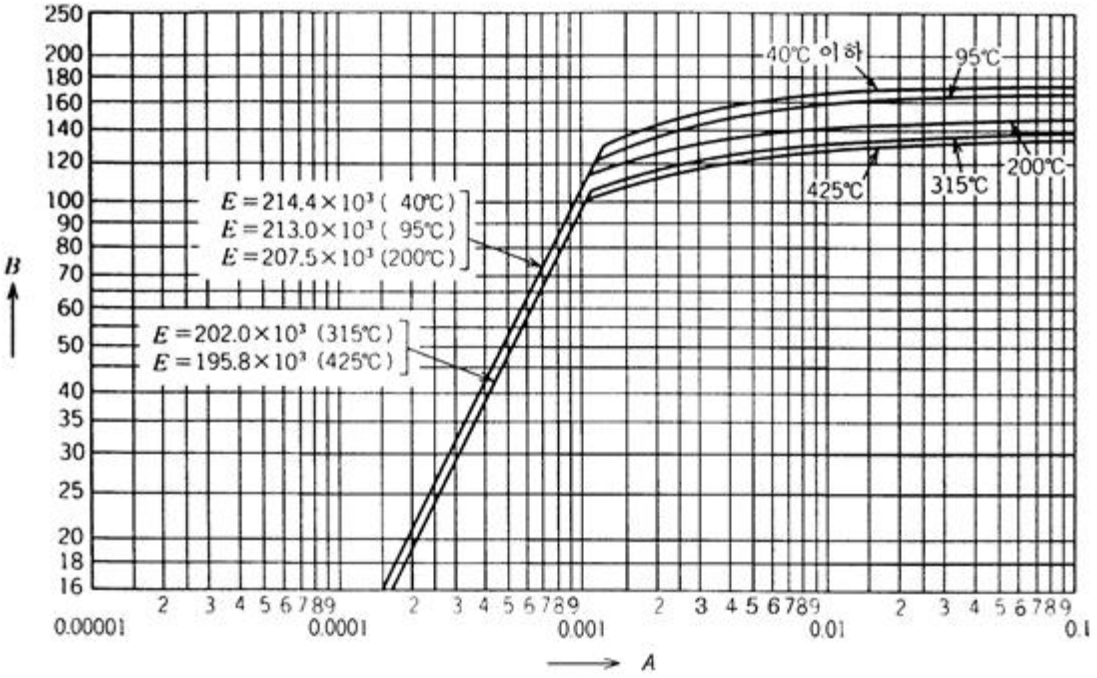



(39) 니켈 철 크롬 실리콘합금 330

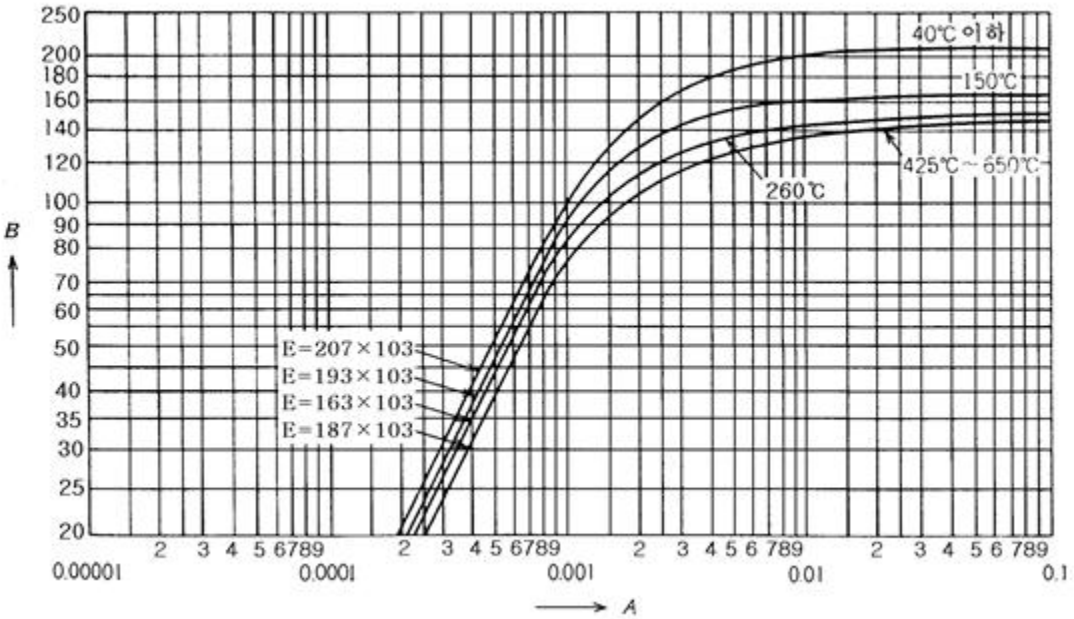



[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)

(40) 니켈 몰리브덴 합금B-2

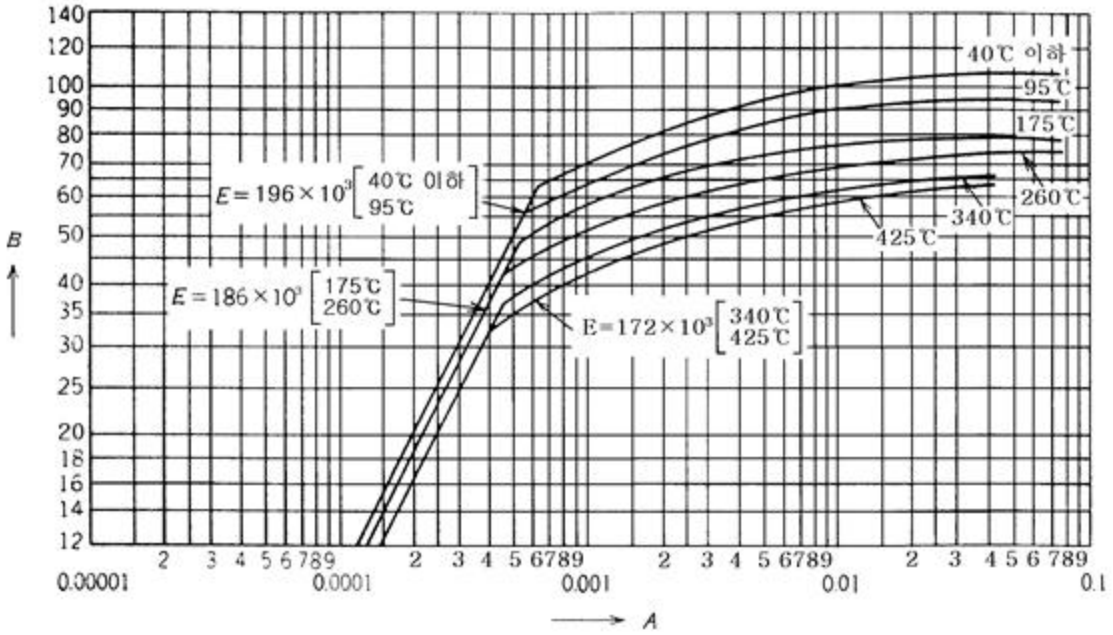



(41) 니켈 크롬 몰리브덴 니오브합금 N06625(어닐링)



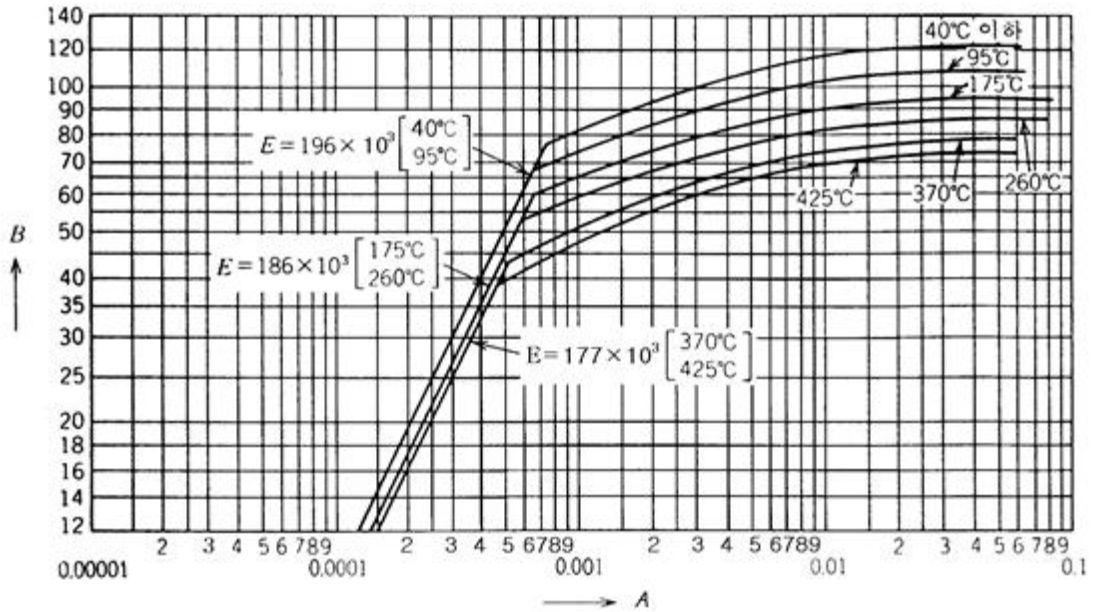

[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)

(42) 니켈 몰리브덴 크롬 철 동합금 G-3




비고 규격 최소 항복점 241 N/㎟이상이며, 모재의 두께 19 ㎜ 이하에 적용한다.

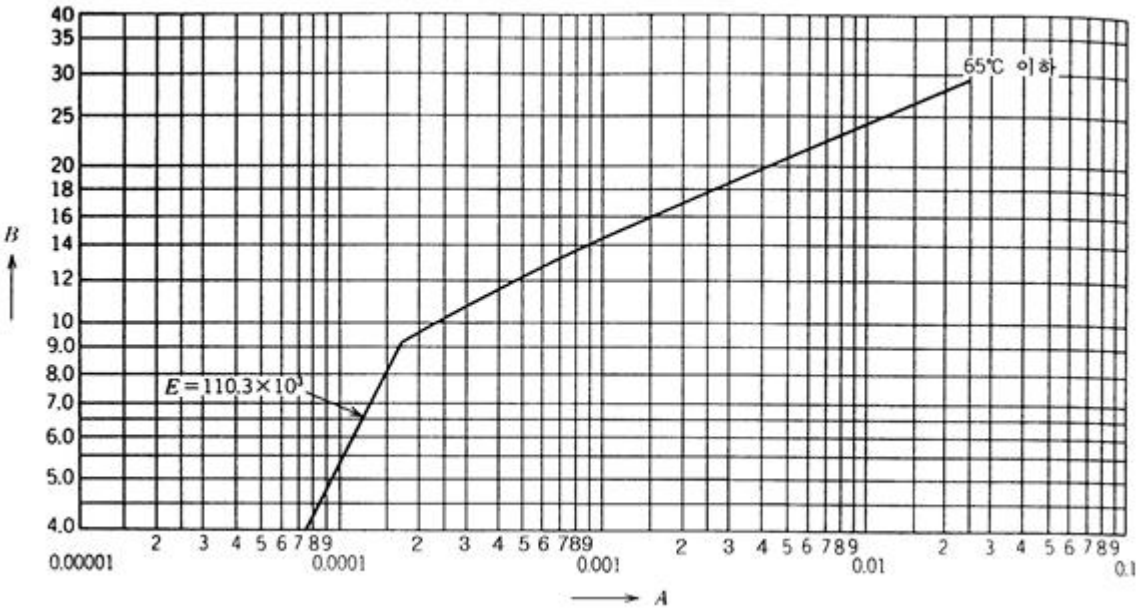
(43) 니켈 몰리브덴 크롬철 동합금 G-3



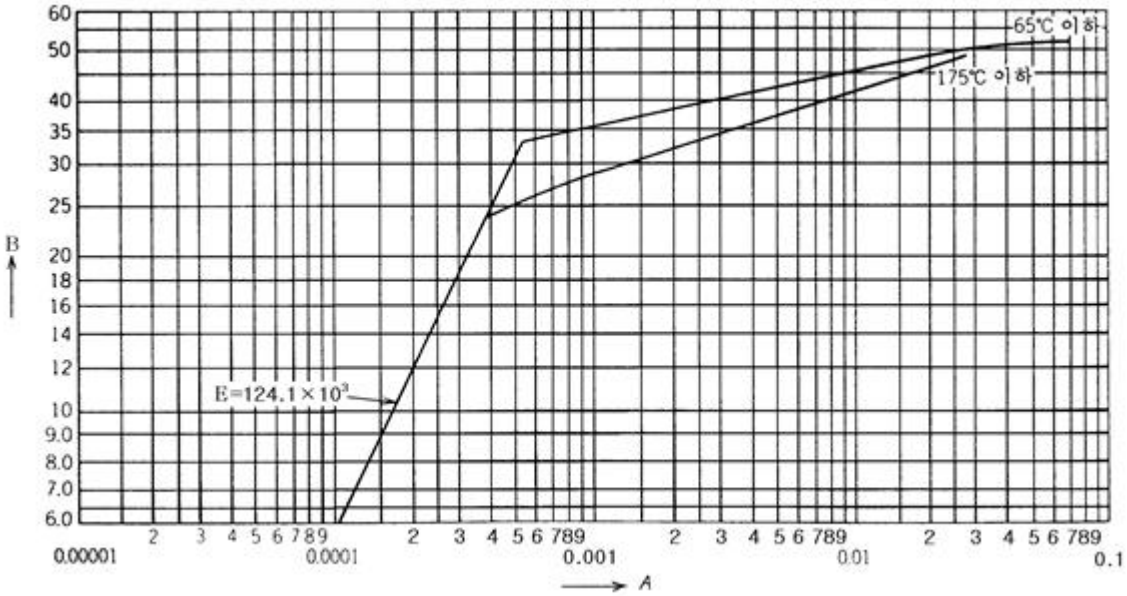

비고 규격 최소 항복점 207 N/㎟이상이며, 모재의 두께 19 ㎜를 초과하는 것에 적용한다.

**[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)**

(44) 인탈산동 (어닐링)



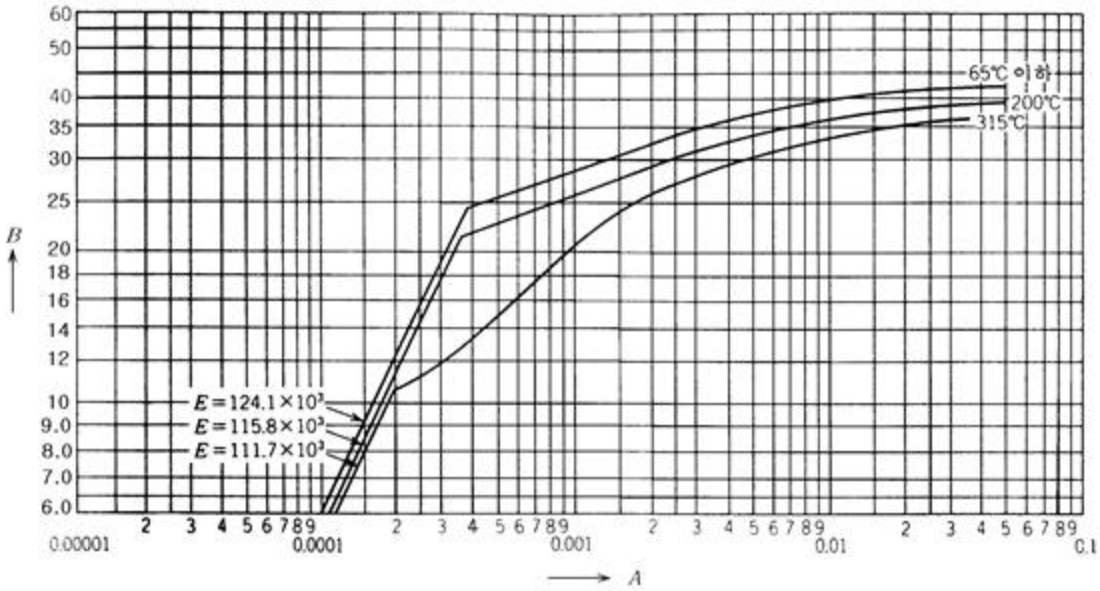

(45) 네이벌・복수기용 황동 및 단동




[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)

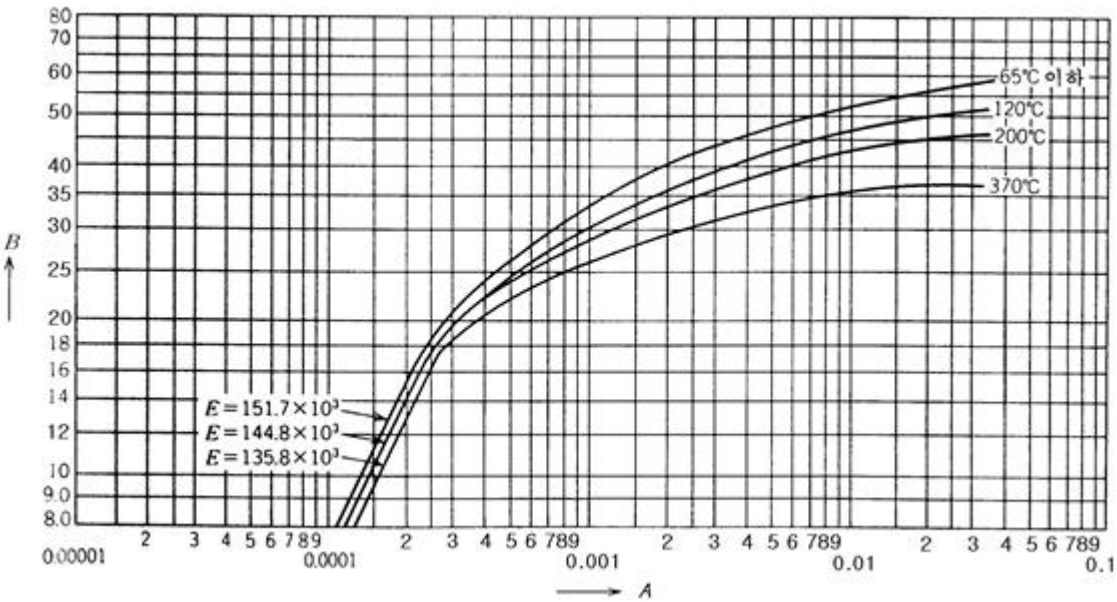
(46) 이음매 없는 동 및 동합금 관 (백동90-10)

(종류 C1020, C1021, C1220의 질별 H)



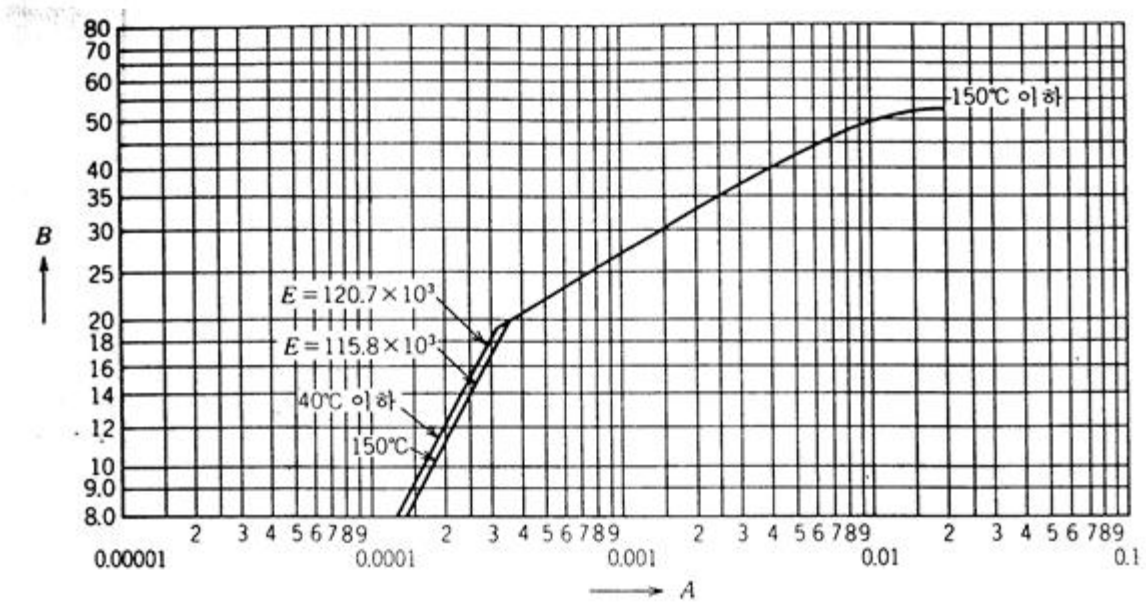

비고 이음매 없는 동관(종류 C1020, C1021, C1220의 질별 H)에 있어서 이 그림을 적용하는 경우는 기계적 성질의 0.5 %내력이 207 N/㎟이상인 것을 확인하여야 한다.

(47) 이음매 없는 동 및 동합금관 (백동70-30)

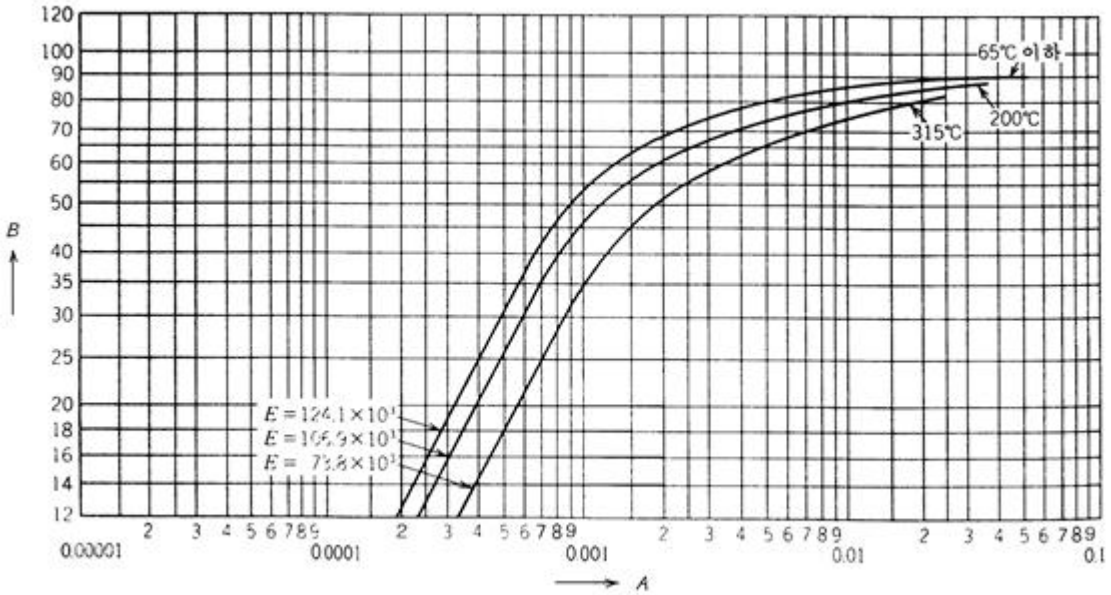



[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)

(48) 동-철합금(용접하는 경우)

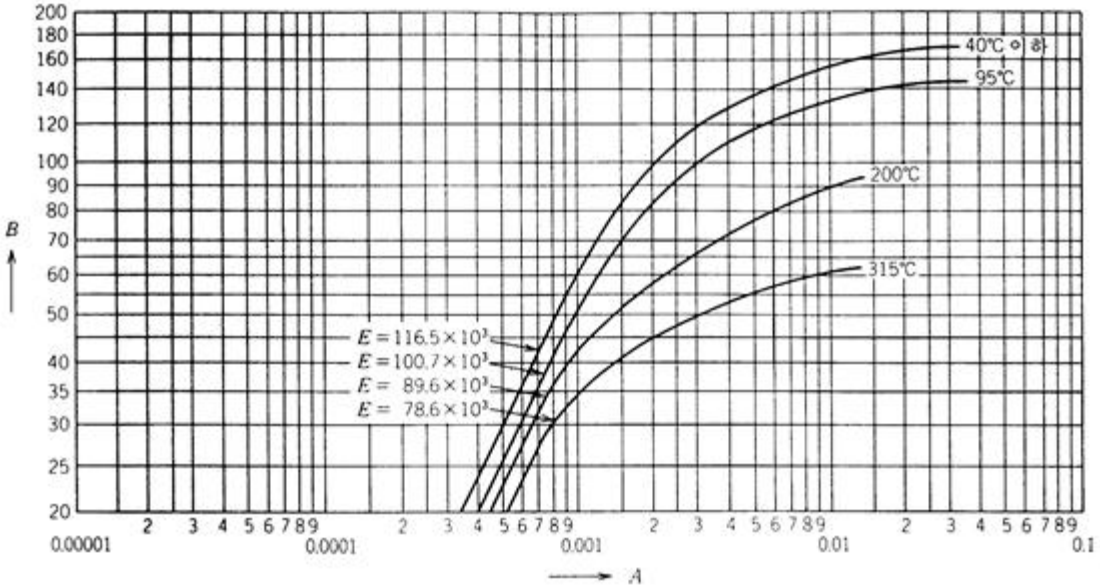



(49) 알루미늄 청동



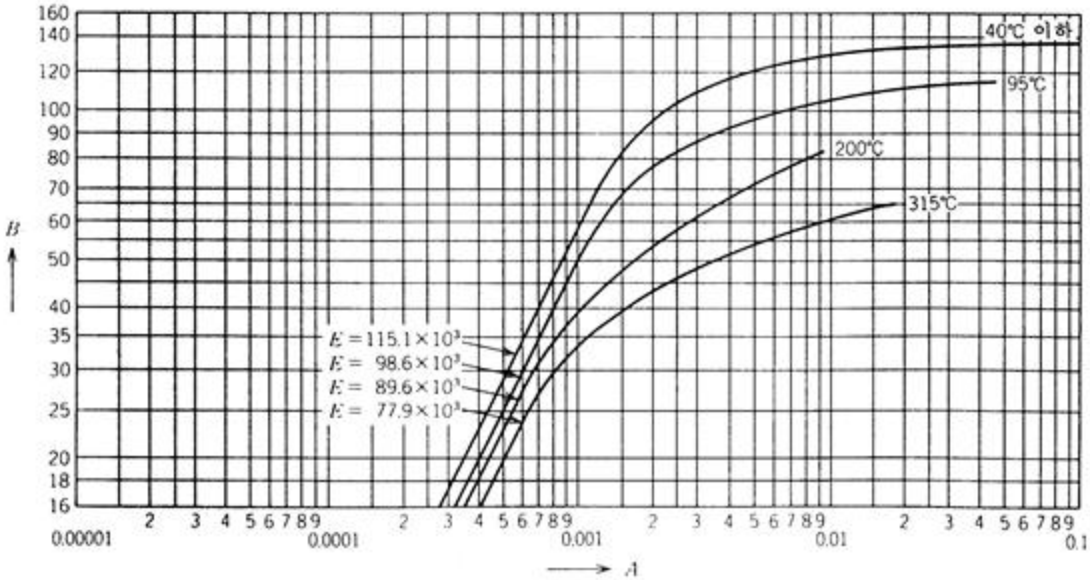

[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)

(50) 티탄3종, 티탄 파라듐합금 13종




비고 이 그림을 적용하는 경우는 기계적 성질의 0.2 %내력이 343 N/㎟이상인 것을 확인하여야 한다.

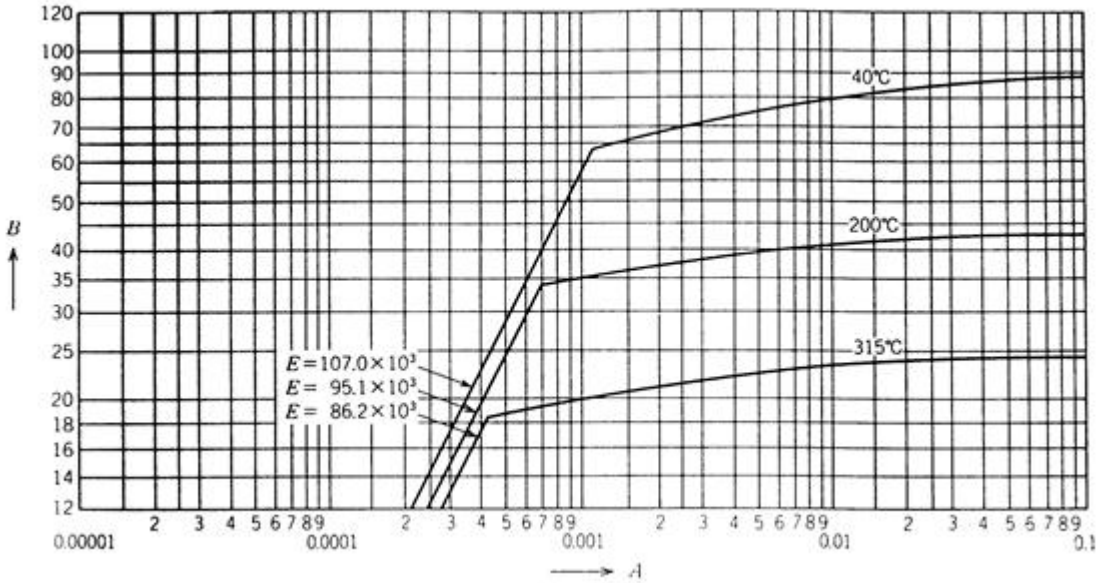
(51) 티탄2종, 티탄 팔라듐합금 12종




비고 이 그림을 적용하는 경우는 기계적 성질의 0.2 %내력이 275 N/㎟이상인 것을 확인하여야 한다.

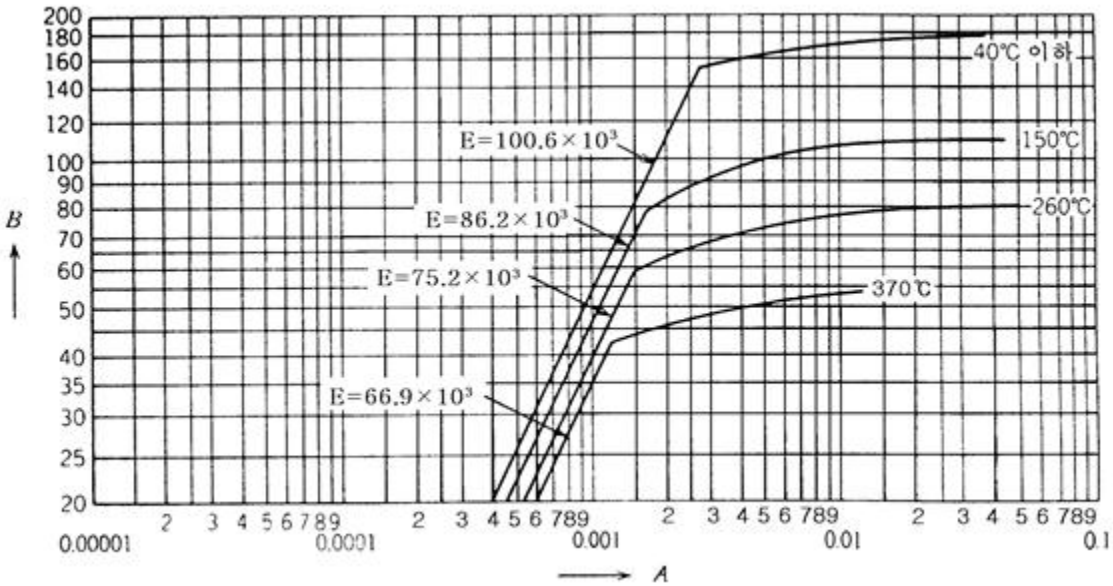
**[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)**

(52) 티탄1종



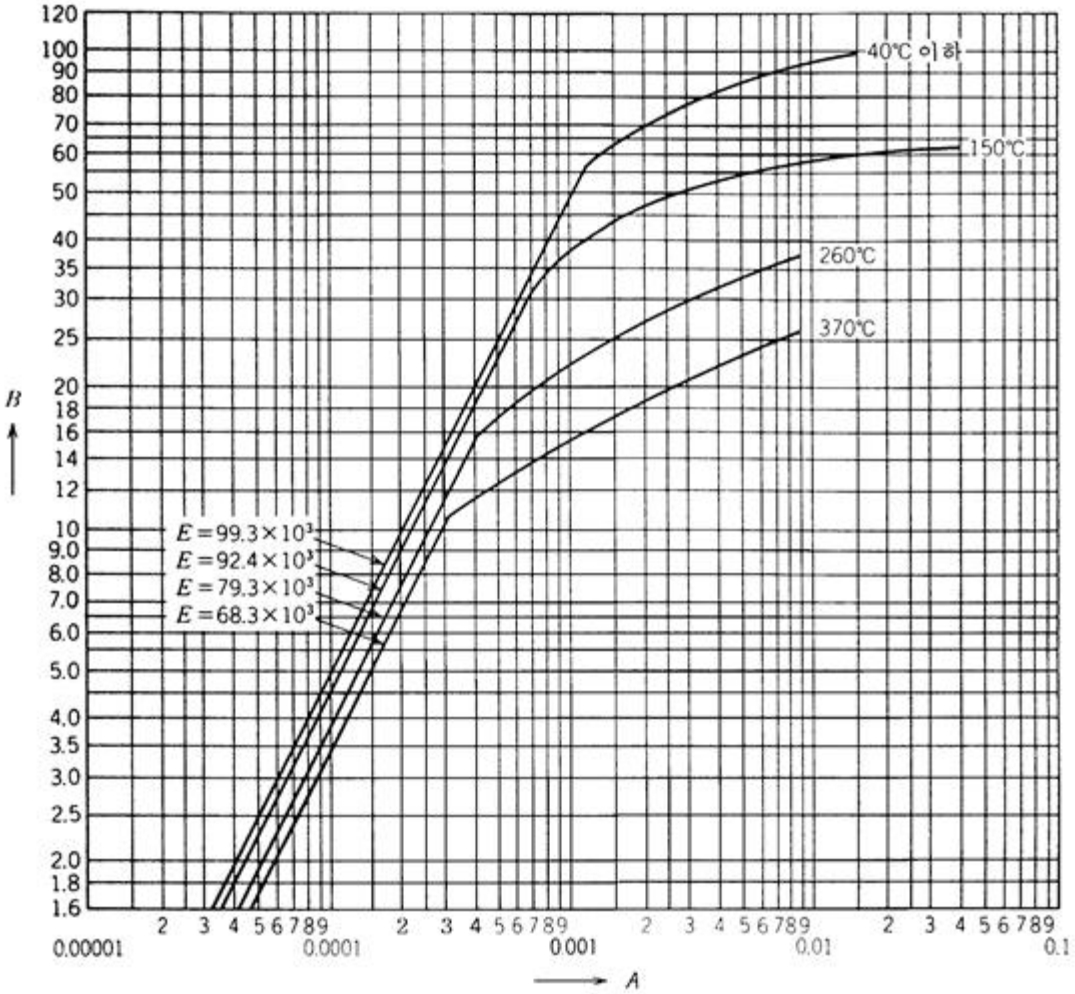

비고 이 그림을 적용하는 경우는 기계적 성질의 0.2 %내력이 177 N/㎟이상인 것을 확인하여야 한다.

(53) 지르코늄합금 705



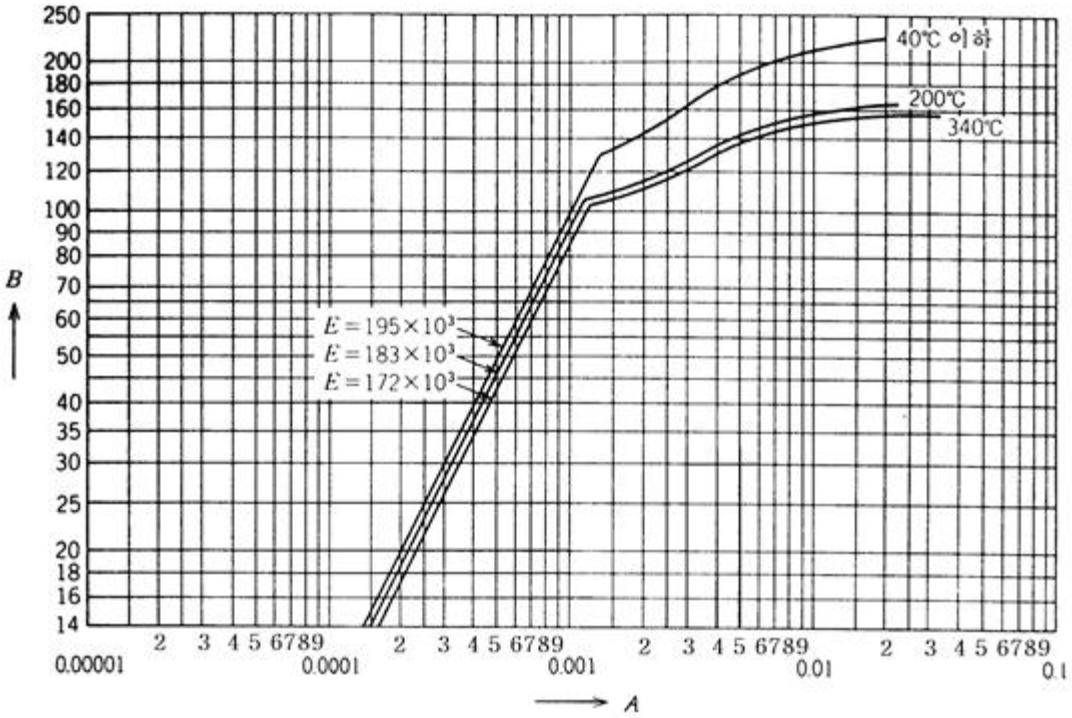

[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)

(54) 지르코늄합금 702

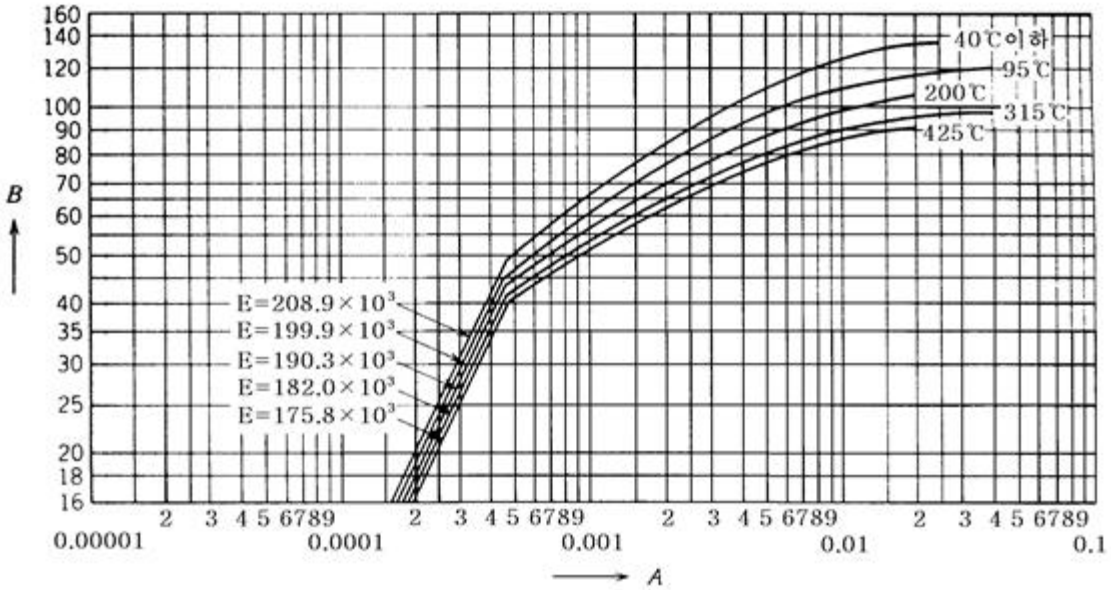



[그림 30.6] 외압을 받는 원통 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)

(55) 크롬 니켈 몰리브덴합금 S31500

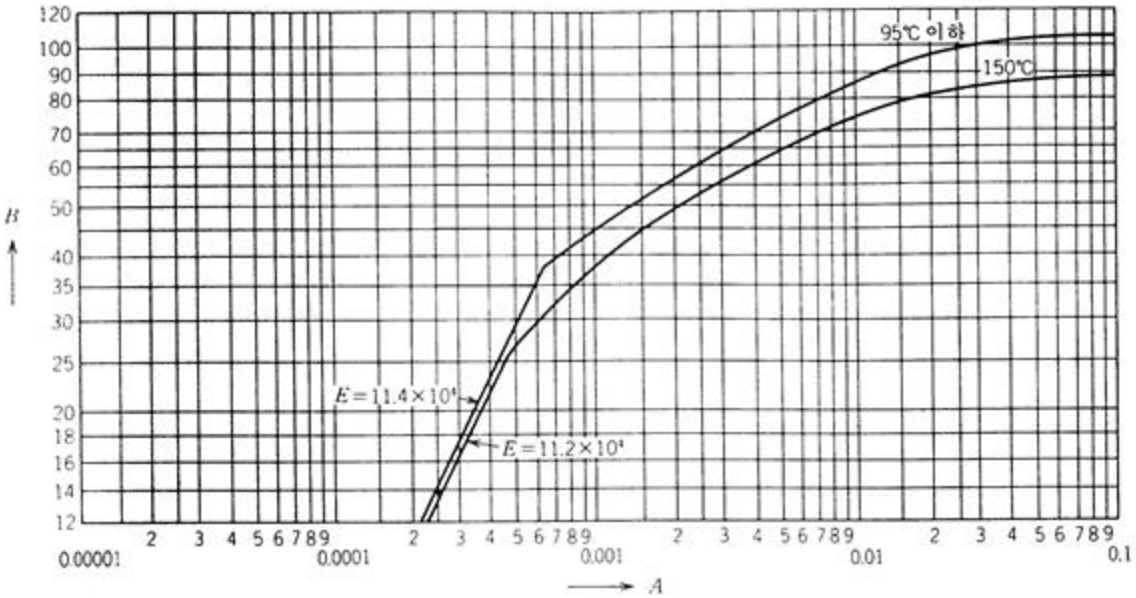



(56) 크롬 니켈 철 몰리브덴 동 니오브 안정합금




[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선 (계속)

(57) 이음매 없는 동관 (종류 C1020, C1220의 질별 1/2H)




비고 이 그림은 이음매 없는 관에 대해서만 적용하고, 또한 기계적 성질의 0.5 %내력이 207 N/㎟ 이상인 것을 확인하여야 한다.

**[그림 30.6] 외압을 받는 원통형 동체 및 구형 동체의 계산에 사용하는 재료곡선**

### 30.5.3 외압을 받는 원통형 동체의 보강링의 부착

외압을 받는 원통형 동체에 보강링을 부착하는 경우에는 다음에 따른다.

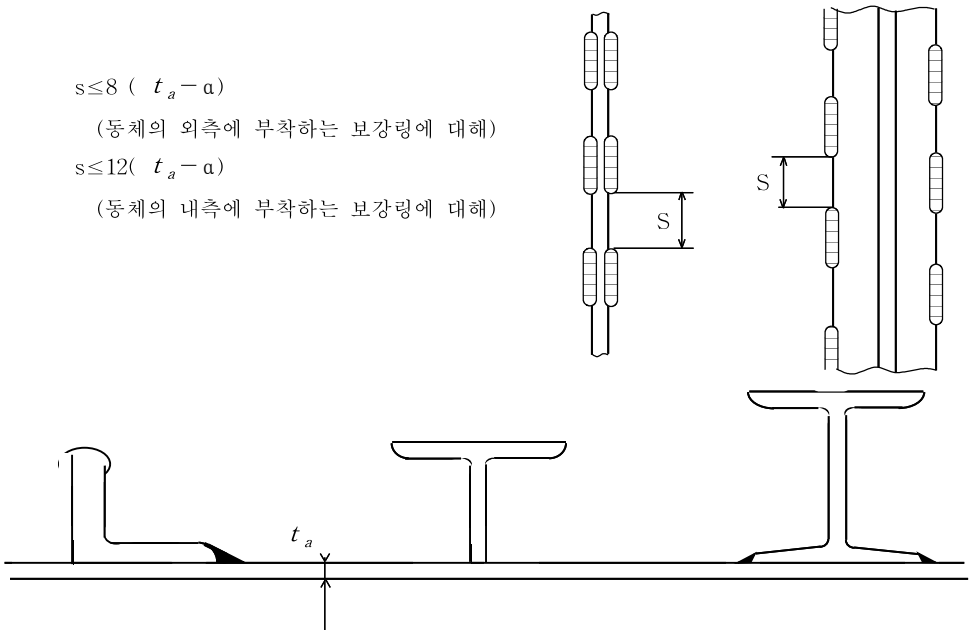
(1) 보강링은 동체의 안쪽 또는 바깥쪽의 어느 쪽에 부착시켜도 좋으나, 용접에 의하여야 한다.

(2) 보강링은 연속 용접 또는 단속 용접으로 부착하여도 좋다. 그 부착 방법은 [그림 30.7]에 따르며, 보강링의 한쪽에서의 단속 용접의 총 길이는 각각 다음 길이 이상이어야 한다.

(a) 동체의 바깥쪽에 보강링을 부착시키는 경우에는 용기의 바깥둘레의 1/2

(b) 동체의 안쪽에 보강링을 부착시키는 경우에는 용기의 안쪽 둘레의 1/3

(3) 보강링의 단속 용접의 간격을 [그림 30.7]에 표시한다. 보강링의 단속 용접부는 [그림 30.7]에 표시하는 바와 같이 병렬이거나 지그재그의 어느 것이어도 좋다.




[그림 30.7] 보강링의 단속 용접법

### 30.5.4 보강링의 대체

다음에 열거하는 것은 보강링으로 간주하며, 별도의 보강링을 부착시킬 필요는 없다.

(1) 선반판 또는 방해판과 같이 동체의 길이 축에 직각으로 동체의 내부에 부착되는 평판 구조물로써, 보강링으로서의 효과가 있도록 설계된 것
(2) 동체의 보강재로서 실질적으로 연속한 링을 중개로 한 내부 스테이 또는 지지물이 있는 것
(3) 재킷과 안쪽 동체의 사이에 압력을 받는 용기의 안쪽 동체와 바깥쪽 재킷의 양쪽에 덮개판 또는 기타의 고리 모양 부재가 부착되어 있는 것

## 30.6 수평형 용기의 지지 방법

수평형 용기를 지지하는 경우에는, [그림 30.3]의 Ⓚ에 표시한 것과 같이 적어도 동체 안쪽 둘레의 1/3을 지지대로써 받쳐야 한다. 다만, 경판의 부근 또는 보강링이 있는 곳에서 지지하는 경우에는 이에 따르지 않는다.

## 30.7 내압을 받는 원뿔형 동체

내압을 받는 원뿔형 동체 각 부(원뿔형 동체는 원뿔부, 큰 지름 끝부, 작은 지름 끝부 및 필요한 경우에는 보강링으로 구성된다) 판의 최소두께는 각각 다음 계산식에 따른다.

### 30.7.1 원뿔부

원뿔부에 대한 계산식은 다음과 같다.

$$t = \frac{PD}{2\cos\Theta(\sigma_a \eta - 0.6P)} + \alpha \quad \left\{ t = \frac{PD}{200\cos\Theta(\sigma_a \eta - 0.006P)} + \alpha \right\}$$

여기에서 $t$ : 판의 최소두께(㎜)

$P$ : 설계압력(MPa){kgf/㎠}

$D$ : 축에 직각으로 잰 부식여유를 제외한 안지름으로, 계산두께를 고려하고자 하는 부분에서의 최대 안지름(㎜)

$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

$\eta$ : 원뿔부에 원주이음 이외의 이음이 있는 경우는 그 효율

$\Theta$ : 원뿔부 꼭지각의 1/2

$\alpha$ : 부식여유(㎜)로 29.3항에 따른다.

### 30.7.2 큰지름 끝부

#### 30.7.2.1 큰지름 끝부에 둥글기가 없는 경우

큰지름 끝부에 둥글기가 없는 경우에 [그림 30.8] 및 [그림 30.9]에 표시하는 $\Theta$는 30°이하이어야 하며, 이 $\Theta$가 <표 30.2>의 $\frac{P}{\sigma_a \eta}$의 값에 따른 각도 $\Theta_1$보다 큰 경우에는 보강링을 부착하여야 한다. 이 보강링의 최소 단면적은 다음 계산식에 따른다. 다만, 보강링의 단면적 중 보강으로서의 유효 범위는 원뿔부와 원통부와의 부착 중심에서 판면을 따라 측정한 거리 a [그림 30.9]가 $\sqrt{\frac{D_i t_o}{2}}$ 이내로 하고, 보강링의 단면의 그림 중심은 동체의 부착 중심으로부터 $0.5\sqrt{\frac{D_i t_o}{2}}$ 의 거리 이내에 있어야 한다.

$$A = \frac{P D_i^2}{8\sigma_a \eta}\left(1 - \frac{\Theta_1}{\Theta}\right)\tan\Theta \quad \left\{ A = \frac{P D_i^2}{800\sigma_a \eta}\left(1 - \frac{\Theta_1}{\Theta}\right)\tan\Theta \right\}$$

여기에서 $A$ : 보강링의 최소 단면적(㎟)

$\Theta_1$ : <표 30.2>에 나타낸 각도(도)

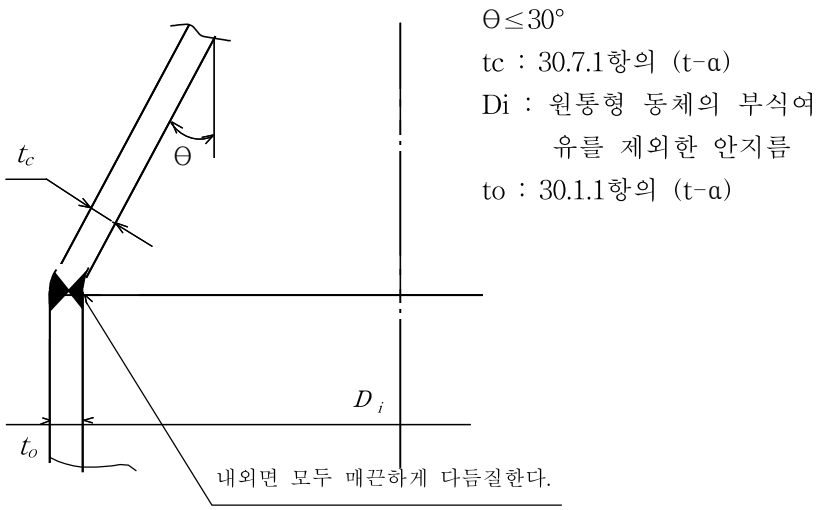
$D_i$ 및 $t_o$는 [그림 30.8]에 따른다.

$P$, $\sigma_a$, $\eta$ 및 $\Theta$는 30.7.1항에 따른다.

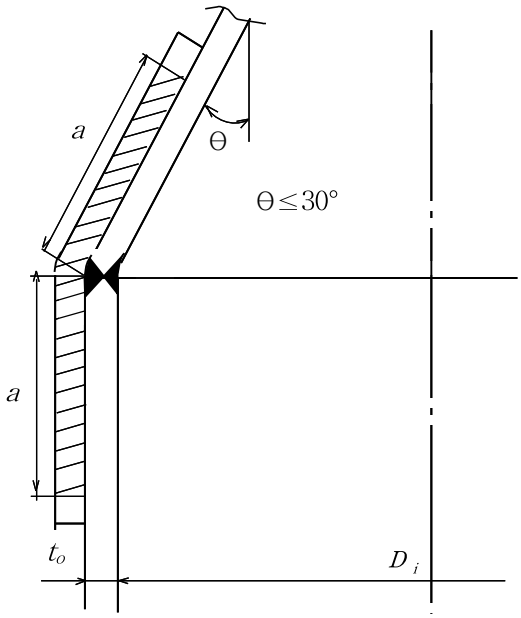
**<표 30.2> $P/(\sigma_a \eta)$의 값에 따른 각도 $\Theta_1$의 값**

| $\frac{P}{\sigma_a \eta}$ | 0.001 {0.1} | 0.002 {0.2} | 0.003 {0.3} | 0.004 {0.4} | 0.005 {0.5} | 0.006 {0.6} | 0.007 {0.7} | 0.008 {0.8} | 0.009이상 {0.9}이상 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\Theta_1$(도) | 11 | 15 | 18 | 21 | 23 | 25 | 27 | 28.5 | 30 |

비　고 : 표시된 값의 중간치는 비례법에 따라서 구한다.




[그림 30.8] 큰지름 끝부에 둥글기가 없는 경우




[그림 30.9] 보강링의 유효범위

또한, 이 경우 원뿔부 및 원통형 동체의 실제두께로부터 부식여유를 제외한 두께가 각각의 계산두께보다 큰 경우에는, 계산두께의 초과분이 보강의 유효한 범위 이내에 있는 것에 한하여, 다음 계산식에 따라 구해지는 면적을 보강링의 소요 단면적에 산입할 수 있다.

$$A_e = 4\,t_e\sqrt{\frac{D_i\,t_o}{2}}$$

여기에서　$A_e$ : 두께의 초과분 중에서 보강링으로서 산입할 수 있는 단면적(㎟)

$t_e$ : $(t_o - t)$와 $\left(t_c - \frac{t}{\cos\Theta}\right)$중에서 작은 쪽의 값(㎜)

$t$ : 30.1.1항에 따른다.

Θ, $D_i$, $t_o$ 및 $t_c$는 [그림 30.8]에 따른다.

30.7.2.2 큰지름 끝부에 둥글기가 있는 경우

큰 지름 끝부에 둥글기가 있는 경우에는 [그림 30.10]에 표시하는 외에 다음에 따른다.

$$t = \frac{P D_1 W}{4\cos\Theta(\sigma_a \eta - 0.1P)} + \alpha \quad \left\{ t = \frac{P D_1 W}{400\cos\Theta(\sigma_a \eta - 0.001P)} + \alpha \right\}$$

여기에서 $t$ : 판의 최소두께(㎜)

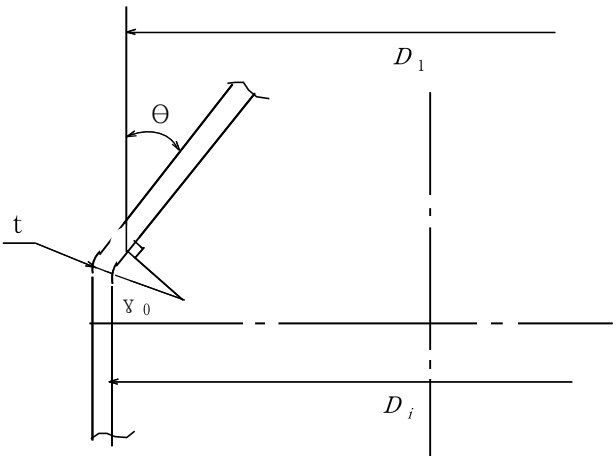
$D_1$ : 원뿔부가 아랫쪽의 둥글기에 접속하는 부분의 부식여유를 제외한 안지름(㎜)으로 축에 직각으로 측정한다.

$W$ : 원뿔부와 둥글기의 형상에 따른 계수로 다음 계산식에 따른다.

$$W = \frac{1}{4}\left(3 + \sqrt{\frac{D_1}{2\cos\Theta\, r_o}}\right)$$

$r_o$ : 둥글기 부분의 부식여유를 제외한 안쪽 반지름(㎜)

$P$, $\eta$, $\Theta$ 및 $\alpha$는 30.7.1항에 따른다.




$r_o \geq 3t$ 및 $r_o \geq 0.06(D_i + 2t)$

[그림 30.10] 큰지름 끝에 둥글기를 붙이는 경우

30.7.3 작은지름 끝부

작은지름 끝부와 여기에 접속시키는 원통형 동체를 [그림 30.11]의 (a) 또는 (b)와 같이 부착하는 경우의 작은지름 끝부의 판 두께는 다음에 따른다.

$$t = \frac{K t_s}{\eta} + \alpha$$

여기에서 $t$ : 작은지름 끝부 판의 최소두께(㎜). 다만, 어떤 경우에도 작 은 지름 끝부에 접속하는 원통형 동체의 최소두께(30.1.1항에 따른다)이상의 두께이어야 한다.

$t_s$ : 작은지름 끝부에 접속하는 원통형 동체를 이음매 없는 원통형 동체로서 30.1.1항으로부터 구한 판의 계산두께(㎜)

$K$ : Θ와 $\frac{P}{\sigma}\left\{\frac{P}{100\sigma}\right\}$의 값에 대응해서 [그림 30.12]로부터 구해지는 계수

η : 작은지름 끝부 용접이음의 효율로써, 원주이음 또는 길이이음이 있는 것은 각각의 이음에 대해서 38.2.3항에 따른 용접이음의 효율을 적용한다.

Θ, $P$, 및 $\sigma_a$는 30.7.1항에 따른다.

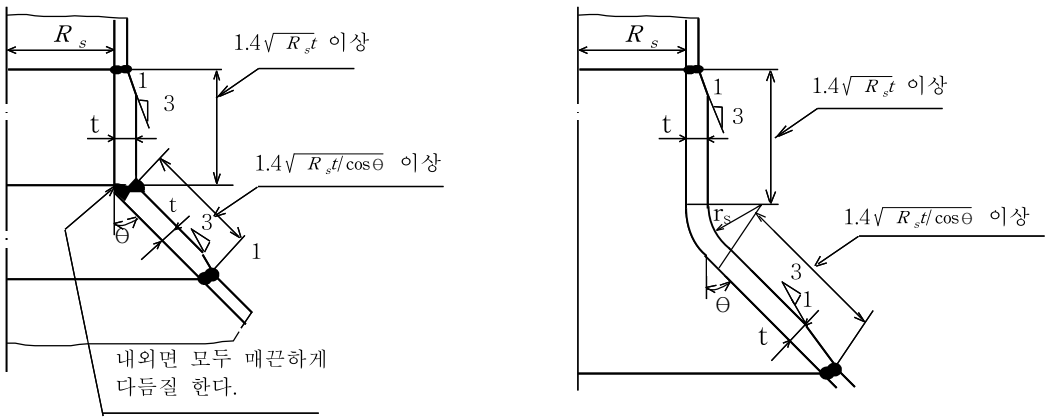
이 경우, 다음 범위 이내의 판 두께는 $t$ 이상으로 한다([그림 30.11]참조).

(1) 원통형 동체에 대해서 : 작은 지름 끝부로부터 길이 방향으로 $1.4\sqrt{R_s t}$

(2) 원뿔부에 대해서 : 작은 지름 끝부로부터 모선 방향으로 $1.4\sqrt{\frac{R_s t}{\cos\Theta}}$

비 고 : Θ가 60°를 넘는 경우는 31.9항 및 34.8.3항에 따른 평판으로서 계산한다.

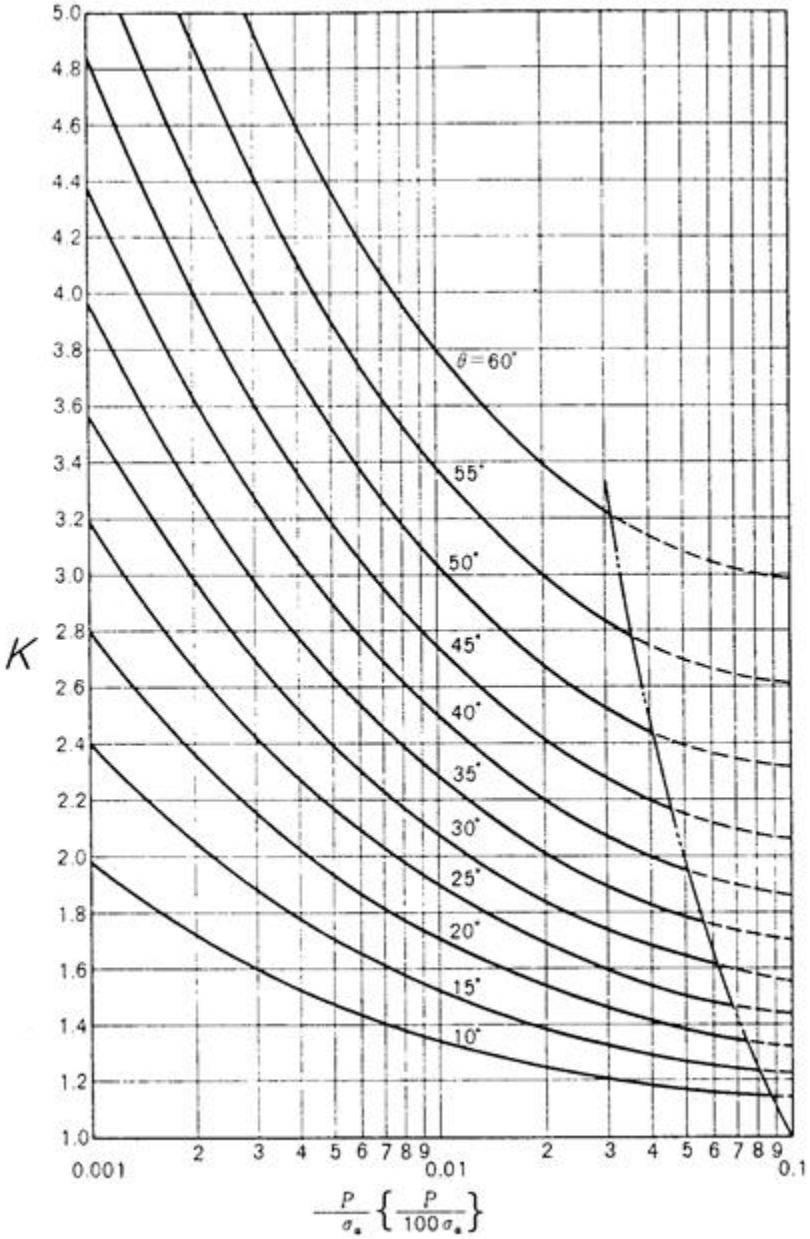
(a) (b)




$R_s \geq 3t$

비고 $R_s$는 작은지름끝 부착부에 접속하는 원통형 동체에 부식여유를 제외한 안지름(㎜)

**[그림 30.11] 내압을 받는 원뿔형 동체의 작은지름 끝부의 판 두께**




비 고 2점 쇄선으로 표시한 범위로 되는 경우는 별도 검토할 것.

[그림 30.12] K의 값

## 30.8 외압을 받는 원뿔형 동체

외압을 받는 원뿔형 동체의 최고허용압력은 원뿔 꼭지각의 크기에 따라 각각 다음에 따른다.

### 30.8.1 원뿔 꼭지각의 1/2이 22.5°이하인 경우

(1) 보강링이 없는 것은 원뿔부의 축방향 길이를 길이로 하고, 원뿔부의 큰 쪽 끝에서 축에 직각으로 잰 바깥지름을 바깥지름으로 하는 외압을 받는 원통형 동체의 최고허용압력

(2) 보강링이 있는 것은 보강링 중심 사이의 축방향 길이를 길이로 하고 지름이 큰 쪽 보강링의 단면 중간에서 축에 직각으로 잰 바깥지름을 바깥지름으로 하는 외압을 받는 원통형 동체의 최고허용압력([그림 30.2] (a) 참조)

### 30.8.2 원뿔 꼭지각의 1/2이 22.5°를 초과하고 60°이하인 경우

(1) 보강링이 없는 것은 각각 원뿔형 동체의 축에 직각으로 잰 최대 바깥지름을 바깥지름으로, 최대 안지름을 길이로 하는 외압을 받는 원통형 동체의 최고허용압력

(2) 보강링이 있는 것은 원뿔형 동체의 축에 직각으로 잰 최대 바깥지름을 바깥지름으로 하고, 원뿔부의 최대 안지름과 보강링 중심 사이의 거리 중 작은 쪽의 값을 길이로 하는 외압을 받는 원통형 동체의 최고허용압력([그림 30.2] (b) 참조)

### 30.8.3 원뿔 꼭지각의 1/2이 60°를 초과하는 경우

원뿔형 동체의 축에 직각으로 잰 최대 바깥지름을 지름으로 하는 외압을 받는 평판의 최고허용압력(31.9항 및 34.8.3항 참조)

## 30.9 관의 강도

관의 강도는 다음에 따른다.

### 30.9.1 내압을 받는 관의 최소두께

내압을 받는 관의 최소두께는 다음 계산식에 따른다.

$$t = \frac{PD_o}{2\sigma_a\eta + 0.8P} + \alpha \quad \left\{ t = \frac{PD_o}{200\sigma_a\eta + 0.8P} + \alpha \right\}$$

여기에서 $t$ : 관의 최소두께(㎜)

$P$ : 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

$\eta$ : 관에 길이이음이 있는 경우의 그 효율

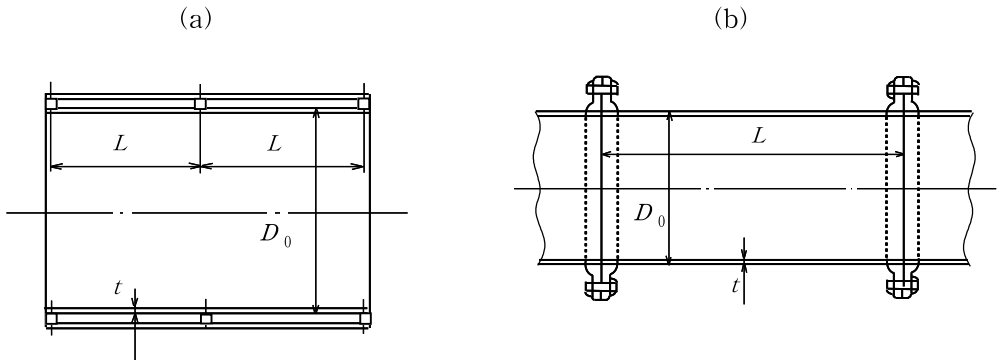
$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

$D_o$ : 관의 바깥지름(㎜)

$\alpha$ : 부식여유(㎜)

### 30.9.2 외압을 받는 관의 최고허용압력

외압을 받는 관의 최고허용압력은 30.3항의 규정에 따른다. 이 경우, 30.3항에서 규정하는 $L$의 치수는 [그림 30.13]의 $L$(㎜)로 한다.




[그림 30.13] 외면에 압력을 받는 관의 $D_o$ 및 $L$의 치수

### 30.9.3 관 끝에 나사를 낸 경우

관 끝에 나사를 낸 경우에 나사 부분의 최소두께는 30.9.1항 또는 30.9.2항에서 구한 최소두께에 나사산의 높이를 더한 것으로 한다.

### 30.9.4 $U$자관의 경우

$U$자관의 경우, 그 최소 굽힘 반지름 $R$은 관 바깥지름의 1.5배 보다 작아서는 안된다. 또한, 굽힘 가공을 하기 전의 관 두께는 다음 계산식에 따른다.

$$t = \frac{P D_0}{2\sigma_a \eta + 0.8P}\left(1 + \frac{D_0}{4R}\right) + \alpha$$

$$\left\{ t = \frac{P D_0}{200\sigma_a \eta + 0.8P}\left(1 + \frac{D_0}{4R}\right) + \alpha \right\}$$

…… 내압을 받는 U자관

$$t = t_o\left(1 + \frac{D_o}{4R}\right) + \alpha$$

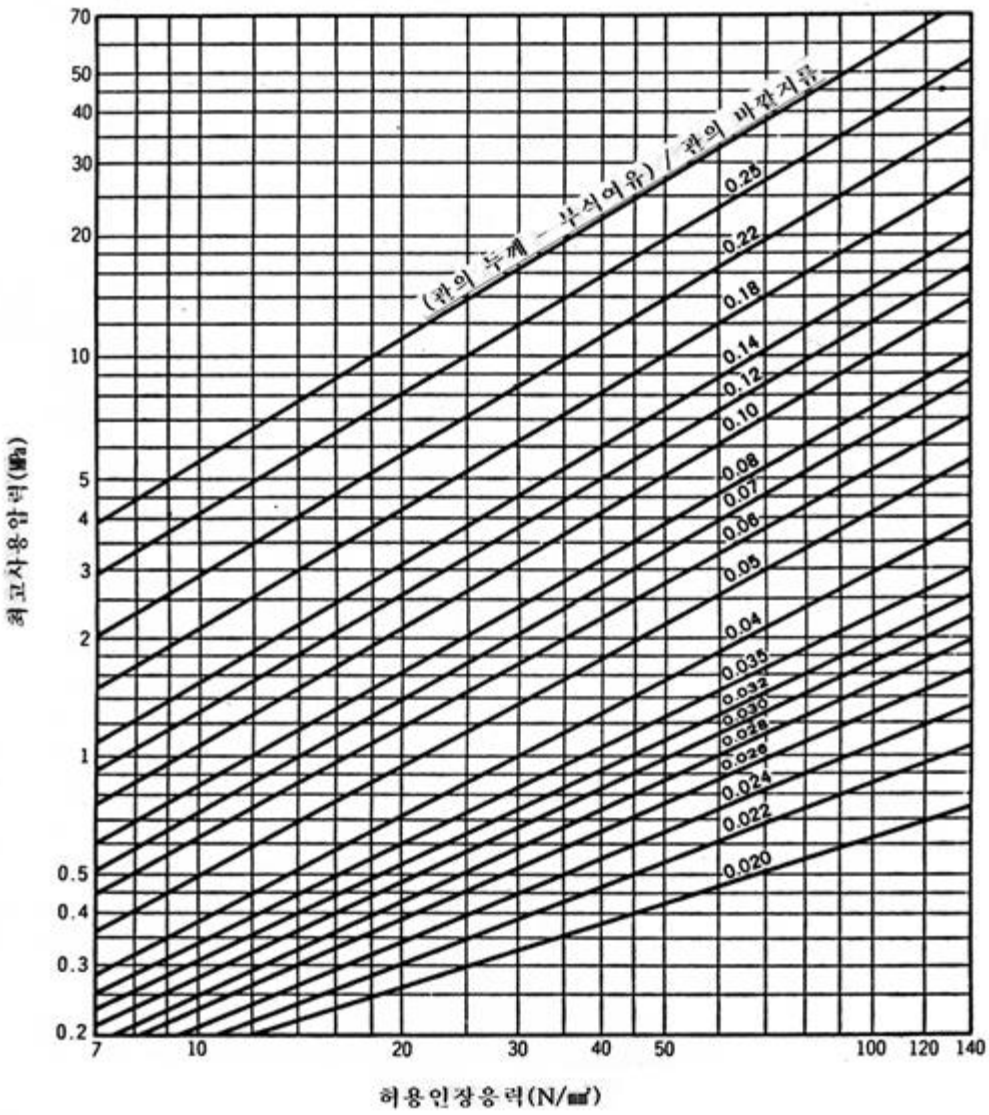
…… 외압을 받는 $U$자관

여기에서 $t$ : 굽힘 가공을 하기 전의 관의 최소두께(㎜)

$R$ : 관이 중심선에서 측정한 굽힘 반지름(㎜)

$t_o$ : [그림 30.14]에 따라 구해지는 관의 최소두께(㎜)

$P$, $\eta$, $\sigma_a$, $D_o$ 및 $\alpha$는 30.9.1항에 따른다.




[그림 30.14] 관의 최고허용압력

## 30.10 내압을 받는 육면체의 강도 계산

동체의 최고사용압력은 $P_a$와 $P_b$값 중 적은 값을 선택한다.

$$P_a = P_1 + P_2$$

$$P_1 = \frac{\sigma_b (t-\alpha)^2}{ZC\,d^2} \quad \left\{ P_1 = \frac{100\,\sigma_b (t-\alpha)^2}{ZC\,d^2} \right\}$$

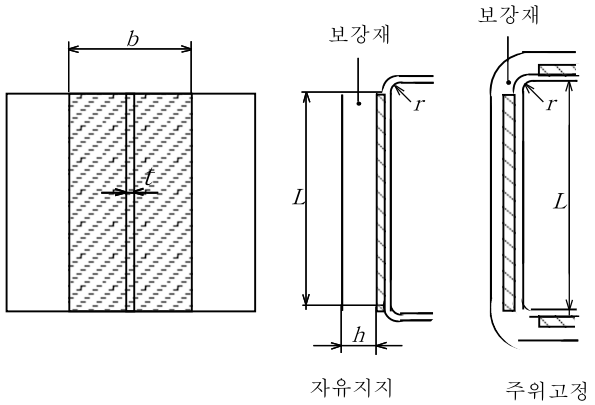
$$Z = 3.4 - 2.4\frac{d}{D}$$

각 면 중 보강재 평균 피치가 제일 큰 것을 기준으로 강도계산 할 것

30.10.1 보강재가 한쪽방향으로 설계되어 있는 경우

$$P_2 = \frac{8\,Z\sigma_a}{bL^2} \quad \left\{ P_2 = \frac{800\,Z\sigma_a}{bL^2} \right\} \quad : \text{자유 지지일때}$$

$$P_2 = \frac{12\,Z\sigma_a}{bL^2} \quad \left\{ P_2 = \frac{1,200\,Z\sigma_a}{bL^2} \right\} : \text{주위 고정일때}$$




[그림 30.15] 보강재가 한쪽방향으로 설계되어 있는 경우

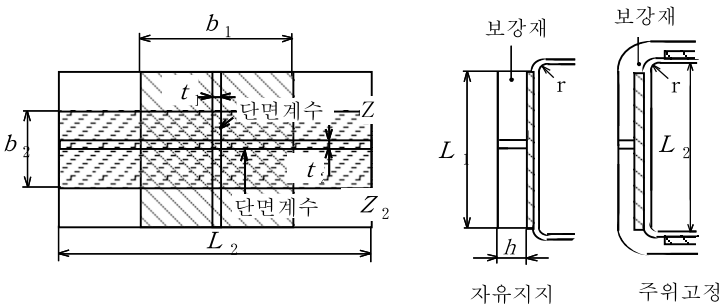
30.10.2 보강재가 직각방향으로 설계되어 있는 경우

$$P_2 = 8\left\{\left(\frac{Z_1\sigma_{b1}\eta_1}{b_1 L_1^2}\right) + \left(\frac{Z_2\sigma_{b2}\eta_2}{b_2 L_2^2}\right)\right\} \quad : \text{자유 지지일 때}$$

$$\left\{ P_2 = 800\left\{\left(\frac{Z_1\sigma_{b1}\eta_1}{b_1 L_1^2}\right) + \left(\frac{Z_2\sigma_{b2}\eta_2}{b_2 L_2^2}\right)\right\}\right\}$$

$$P_2 = 12\left\{\left(\frac{Z_1\sigma_{b1}\eta_1}{b_1 L_1^2}\right) + \left(\frac{Z_2\sigma_{b2}\eta_2}{b_2 L_2^2}\right)\right\} : \text{주위 고정일 때}$$

$$\left\{ P_2 = 1,200\left\{\left(\frac{Z_1\sigma_{b1}\eta_1}{b_1 L_1^2}\right) + \left(\frac{Z_2\sigma_{b2}\eta_2}{b_2 L_2^2}\right)\right\}\right\}$$




[그림 30.16] 보강재가 직각방향으로 설계되어 있는 경우

여기에서 $P_a$ : 보강재가 붙은 상태의 동체의 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

$P_b$ : 보강재의 강도를 고려한 동체의 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

$P_1$ : 보강재가 없다고 간주하여 계산한 평판의 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

$P_2$ : 보강재를 포함하여 계산한 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

$t$ : 동체의 최소두께(㎜)

α : 동체의 부식여유(㎜)

$\sigma_b$ : 동체의 허용굽힘응력(N/㎟){kgf/㎟}

$d(=L_1)$ : 동체의 최소지름 및 스팬 길이(㎜)

$D(=L_2)$ : 동체의 최대지름 및 길이에 직각인 최대 길이(㎜)

$Z$ : 동체의 최소길이와 최대길이와의 안지름비

$C$ : 동체의 부착방법에 따른 상수

$Z_1$ : 보강재 형상에 따른 단면계수(㎣)

$Z_2$ : 보강재 형상에 따른 단면계수(㎣)

$\eta_1$ : 보강재 한쪽방향 용접효율(100 %)

$\eta_2$ : 보강재 K형 방향 용접효율(85 %)

$\sigma_{b1}$ : 보강재의 허용굽힘응력(N/㎟){kgf/㎟}

$\sigma_{b2}$ : 보강재의 허용굽힘응력(N/㎟){kgf/㎟}

$b_1$ : 보강재가 하중을 받아 지지하는 폭(㎜)

$b_2$ : 보강재가 하중을 받아 지지하는 폭(㎜)

$L_1$ : 보강재가 하중을 받아 지지하는 길이(㎜)

$L_2$ : 보강재가 하중을 받아 지지하는 길이(㎜)

$$P_b = \frac{\sigma_b C(t-\alpha)^2}{p^2} \quad \left\{ P_b = \frac{100\,\sigma_b C(t-\alpha)^2}{p^2} \right\}$$

$$p = \frac{b_1 + b_2}{2}$$

여기에서 $\sigma_b$ : 동체의 허용굽힘응력(N/㎟){kgf/㎟}

$t$ : 동체의 최소두께(㎜)

α : 동체의 부식여유(㎜)

$C$ : 정수로서 $C = 2.6$으로 한다.

$p$ : 수평 및 수직방향의 중심선간 거리의 평균치(㎜)

$b_1$ : 보강재가 하중을 받아 지지하는 폭(㎜)

$b_2$ : 보강재가 하중을 받아 지지하는 폭(㎜)

## 제31장 경판, 관판 및 뚜껑판

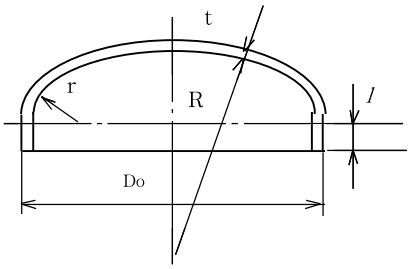
### 31.1 경판 두께의 제한

경판의 실제두께는 전반구형의 경우를 제외하고는, 그 경판이 부착되는 동체를 이음매 없는 동체판으로서의 최소두께 이상이어야 한다.

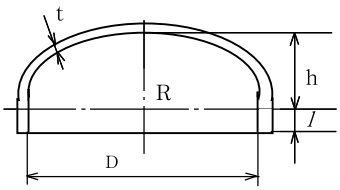
### 31.2 경판 모양의 제한

경판은 그 모양에 따라, 각각 다음에 열거하는 조건을 갖추어야 한다.

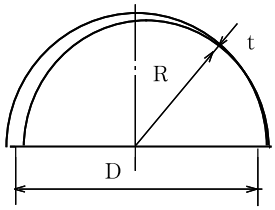
(a) 접시형



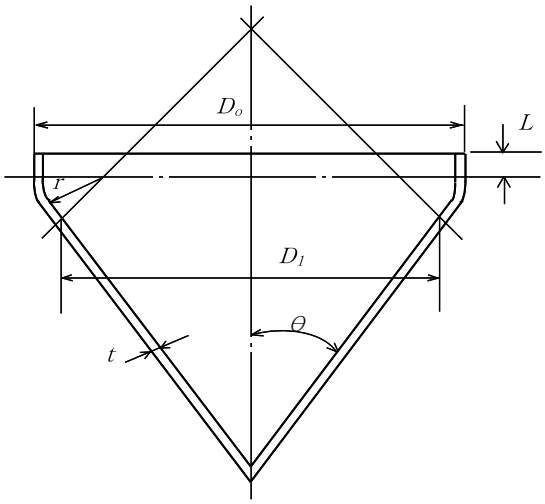

(b) 반타원체형



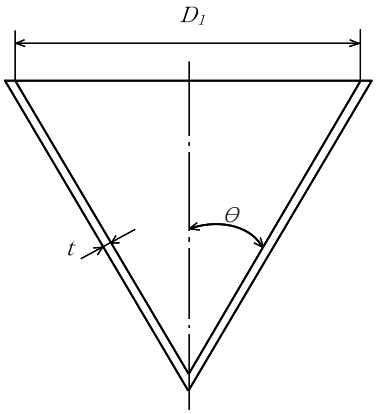

(c) 전반구형




(d) 원뿔형 경판
(큰지름 끝부에 둥글기가 있는 것)




(e) 원뿔형 경판
(큰지름 끝부에 둥글기가 없는 것)




[그림 31.1] 경판의 모양

31.2.1 접시형 경판([그림 31.1] (a) 참조)

$r \geqq 3t$ $r \geqq 0.06\ D_o$ $R \leqq 1.5\ D_o$

여기에서 $r$ : 경판 구석 둥근 부분의 부식여유를 제외한 안쪽 반지름(㎜)

$t$ : 경판의 최소두께(㎜)

$D_o$: 경판 플랜지부의 바깥지름(㎜)

$R$ : 접시형 경판의 중앙부 안쪽면의 부식여유를 제외한 반지름(㎜)

31.2.2 반타원체형 경판([그림 31.1] (b) 참조)

$$\frac{D}{2h} \leqq 3$$

여기에서 $D$ : 부식여유를 제외한 경판 안쪽면에서 측정한 타원의 긴 지름(㎜)

$h$ : 부식여유를 제외한 경판 안쪽면에서 측정한 타원의 짧은 지름의 1/2(㎜)

31.2.3 큰지름 끝부에 둥근 부분이 있는 원뿔형 경판([그림 31.1] (d) 참조)

$\Theta > 30^\circ$의 경우 $r \geq 3t$ 및 $r \geq 0.06\ D_o$

여기에서 $\Theta$ : 원뿔 꼭지각의 1/2

$t$ : 원뿔의 큰 지름 끝부 둥근 부분의 최소두께(㎜)

$r$, $D_o$는 31.2.1항에 따른다.

$\Theta \leq 30^\circ$의 경우에는 제한이 없다.

31.2.4 원뿔형 경판([그림 31.1] (e) 참조)

$\Theta \leq 30^\circ$

31.2.5 평경판([그림 31.3] 참조)

평경판은 동체와의 부착 방법에 따라 [그림 31.3]에 표시된 구석 둥글기의 반지름 $r$ 및 플랜지부의 길이 $l$ 을 가져야 한다.

31.2.6 플랜지부의 길이([그림 31.1] (a), (b) 및 (d)의 $l$ )

(1) 경판은 동체와의 부착 방법에 따라 [그림 38.3]에 표시된 플랜지부의 길이를 가져야 한다.

(2) 경판의 실제두께가 맞대기 용접하는 동체의 실제두께보다 두꺼운 경우에는, [그림 38.2]에 표시된 기울기에 관한 조건을 만족시키기 위해서 충분한 길이를 가져야 한다.

(3) 경판의 실제두께가 맞대기 용접하는 동체의 실제두께 이하인 경우에는, 플랜지부를 붙일 필요는 없다. 플랜지부를 붙이는 경우, 그 두께는 같은 지름의 이음매 없는 동판으로서의 최소두께 이상이어야 한다.

### 31.2.7 경판에 만드는 평탄부

접시형 경판, 반타원체형 경판 또는 전반구형 경판에 평탄부를 만드는 경우, 그 평탄부의 지름은 31.9.1.1항의 계산식에서 경판의 최소두께와 $C = 0.25$를 사용하여 역산한 $d$의 값을 초과해서는 안된다.

## 31.3 오목면에 압력을 받는 경판의 강도

오목면에 압력을 받으며, 구면의 일부를 이루고, 스테이에 의해서 지지되지 않는 경판의 최소두께는 다음에 따른다.

### 31.3.1 접시형 경판 또는 전반구형 경판으로, 보강을 요하는 구멍이 없는 경우

$$t = \frac{PRW}{2\sigma_a \eta - 0.2P} + \alpha \quad \left\{ t = \frac{PRW}{200\sigma_a \eta - 0.2P} + \alpha \right\}$$

여기에서 $t$ : 경판의 최소두께(㎜)

$P$ : 설계압력(MPa){kgf/㎠}

$R$ : 부식여유를 제외한 접시형 경판의 중앙부의 안쪽 반지름 또는 전반구형 경판의 안쪽 반지름(㎜)

$W$ : 접시형의 모양에 따른 계수로, 다음 계산식에 따른다.

$$W = \frac{1}{4}\left(3 + \sqrt{\frac{R}{r}}\right)$$

$r$ : 접시형 경판 구석 둥근 부분의 부식여유를 제외한 안쪽 반지름(㎜)

$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

$\eta$ : 경판에 이음(동체에 부착시키는 이음은 제외)이 있는 경우의 38.2.3항에 따른 용접 효율. 이음이 없는 경우에는 1

$\alpha$ : 부식여유로 29.3항에 따른다.

### 31.3.2 접시형 경판 또는 전반구형 경판으로 보강을 요하는 구멍이 있는 것

(1) 보강재에 의해서 구멍을 보강하는 경우, 경판의 최소두께는 31.3.1항에 따른다.

(2) 맨홀 또는 최대치수 150 ㎜를 초과하는 구멍에서 집어넣기 플랜지에 의해서 보강하는 경우, 경판의 최소두께는 31.3.1항에 따라 계산된 최소두께에 15 %(그 값이 3 ㎜ 미만인 경우에는 3 ㎜)이상을 더한 두께로 한다. 이 경우, 경판의 부식여유를 제외한 중앙부 안쪽 반지름이 부식여유를 제외한 동체 안쪽지름의 80 % 보다 작을 경우에는, 경판의 부식여유를 제외한 중앙부 안쪽 반지름은 부식여유를 제외한 동체 안지름의 80 %로 한다. 이 규정에 따라서 2개의 맨홀이 있는 경판의 최소두께를 정할 경우에는 2개의 구멍 사이의 최단 거리를 경판 바깥지름의 1/4이상으로 한다.

### 31.3.3 반타원체형 경판으로 보강을 요하는 구멍이 없는 것

$$t = \frac{PDK}{2\sigma_a \eta - 0.2P} + \alpha \quad \left\{ t = \frac{PDK}{200\sigma_a \eta - 0.2P} + \alpha \right\}$$

여기에서 $t$ : 경판의 최소두께(㎜)

$P$ : 설계압력(MPa){kgf/㎠}

$D$ : 부식여유를 제외한 경판의 안쪽면에서 잰 타원의 긴 지름(㎜)

$K$ : 반타원체형의 형상에 따른 계수로, 다음 계산식에 따른다.

$$K = \frac{1}{6}\left[2 + \left(\frac{D}{2h}\right)^2\right]$$

$h$ : 부식여유를 제외한 경판의 안쪽면에서 잰 타원의 짧은 지름의 1/2(㎜)

$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

$\eta$ : 경판에 이음(동체에 부착시키는 이음은 제외)이 있는 경우의 38.2.3항에 따른 용접 효율. 이음이 없는 경우에는 1

$\alpha$ : 부식여유(㎜)로 29.3항에 따른다.

### 31.3.4 반타원체형 경판으로 보강을 요하는 구멍이 있는 것

(1) 보강재에 의해서 구멍을 보강하는 경우, 경판의 최소두께는 31.3.3항에 따른다.

(2) 접어넣기 플랜지에 의해서 구멍을 보강하는 경우, 경판의 최소두께는 31.3.2항의 (2)에 따른다. 다만, 이 계산에 사용하는 경판 중앙부 안쪽의 부식여유를 제외한 반지름은 동체 부식여유를 제외한 동체 안지름의 80 %로 하고, 또한 $W = 1.77$로 한다.

## 31.4 원뿔형 경판의 강도

### 31.4.1 안쪽면에 압력을 받는 원뿔형 경판의 최소두께

안쪽면에 압력을 받는 원뿔형 경판의 최소두께는 다음 계산식에 따른다([그림 31.1] (d) 및 (e) 참조).

#### 31.4.1.1 원뿔의 부분

(1) 반꼭지각 $\Theta$가 70°이하인 원뿔부는 다음에 따른다.

$$t = \frac{PD_1}{2\cos\Theta(\sigma_a \eta - 0.6P)} + \alpha \quad \left\{ t = \frac{PD_1}{200\cos\Theta(\sigma_a \eta - 0.006P)} + \alpha \right\}$$

여기에서 $t$ : 경판의 최소두께(㎜)

$P$ : 설계압력(㎫){kgf/㎠}

$D_1$ : 원뿔의 축에 직각으로 잰 부식여유를 제외한 최소두께를 고려하고자 하는 부분에서의 안지름(㎜), 또는 원뿔형의 둥글기 부분에 접속할 경우에는 접속부에서의 안지름(㎜)

$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

$\eta$ : 경판에 원주이음 이외의 이음이 있는 경우의 용접이음효율로써 38.2.3항에 따른다. 이음이 없는 경우에는 1

$\Theta$ : 원뿔부 꼭지각의 1/2

$\alpha$ : 부식여유(㎜)로 29.3항에 따른다.

(2) 반꼭지각 $\Theta$가 70°초과하는 원뿔부는 다음 계산식과 위의 31.4.1.1항의 (1)의 계산식을 사용해서 계산한 $t$의 값 중에서 작은 값을 취할 수 있다.

$$t = 0.5(D_e - r)\frac{\Theta}{90}\sqrt{\frac{P}{\sigma_a \eta}} + \alpha \quad \left\{ t = 0.5(D_e - r)\frac{\Theta}{90}\sqrt{\frac{P}{100\,\sigma_a \eta}} + \alpha \right\}$$

여기에서 $D_e$ : 원뿔의 큰지름 끝에서의 바깥지름(㎜). 다만, 원뿔이 동체와 접속하는 경우에는 동체의 바깥지름(㎜)을 취한다.

$r$ : 부식여유를 제외한 원뿔 큰지름 끝 둥글기의 안쪽 반지름(㎜)

$t$, $P$, $\sigma_a$, $\eta$, $\Theta$ 및 $\alpha$는 31.4.1.1항의 (1)에 따른다.

### 31.4.1.2 구석 둥글기 부분

30.7.2.2항에 따른다.

### 31.4.2 원뿔형 경판의 부착

31.4.1항의 $\Theta$가 30°이하인 경우에는, 원뿔형 경판에 플랜지없이 동체에 부착할 수 있다. 다만, $\Theta$가 30.7.2.1항의 <표 30.2>에 열거하는 각도 $\Theta_1$보다 큰 경우에는, 경판과 동체와의 부착부분에 보강링을 설치해 주어야 한다. 이 경우의 보강링은 30.7.2항의 규정을 준용한다.

## 31.5 오목면에 압력을 받는 플랜지붙이 접시형 뚜껑판

오목면에 압력을 받는 접시형 뚜껑판에서 죔 볼트로 부착되는 플랜지를 갖는 것의 최소두께는 다음 계산식에 따른다.

### 31.5.1 [그림 31.2] (a)에 표시된 뚜껑판

(1) 경판 부분은 31.3항에 따른 계산식

(2) 플랜지 부분은 35.3.1항 및 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조일반) 부속서 2의 규정에 따른다.

31.5.2 [그림 31.2] (b), (c) 및 (d)에 표시된 뚜껑판

(1) 경판 부분

$$t = \frac{PR}{1.2\,\sigma_a \eta} + \alpha \left\{ t = \frac{PR}{120\,\sigma_a \eta} + \alpha \right\}$$

여기에서 $t$ : 뚜껑판의 최소두께(㎜)

$P$ : 설계압력(MPa){kgf/㎠}

$R$ : 부식여유를 제외한 뚜껑판의 중앙부의 안쪽 반지름(㎜)

$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

$\eta$ : 뚜껑판에 이음이 있는 경우 38.2.3항에 따른 용접 효율. 이음이 없는 경우에는 1

$\alpha$ : 부식여유(㎜)로 29.3항에 따른다.

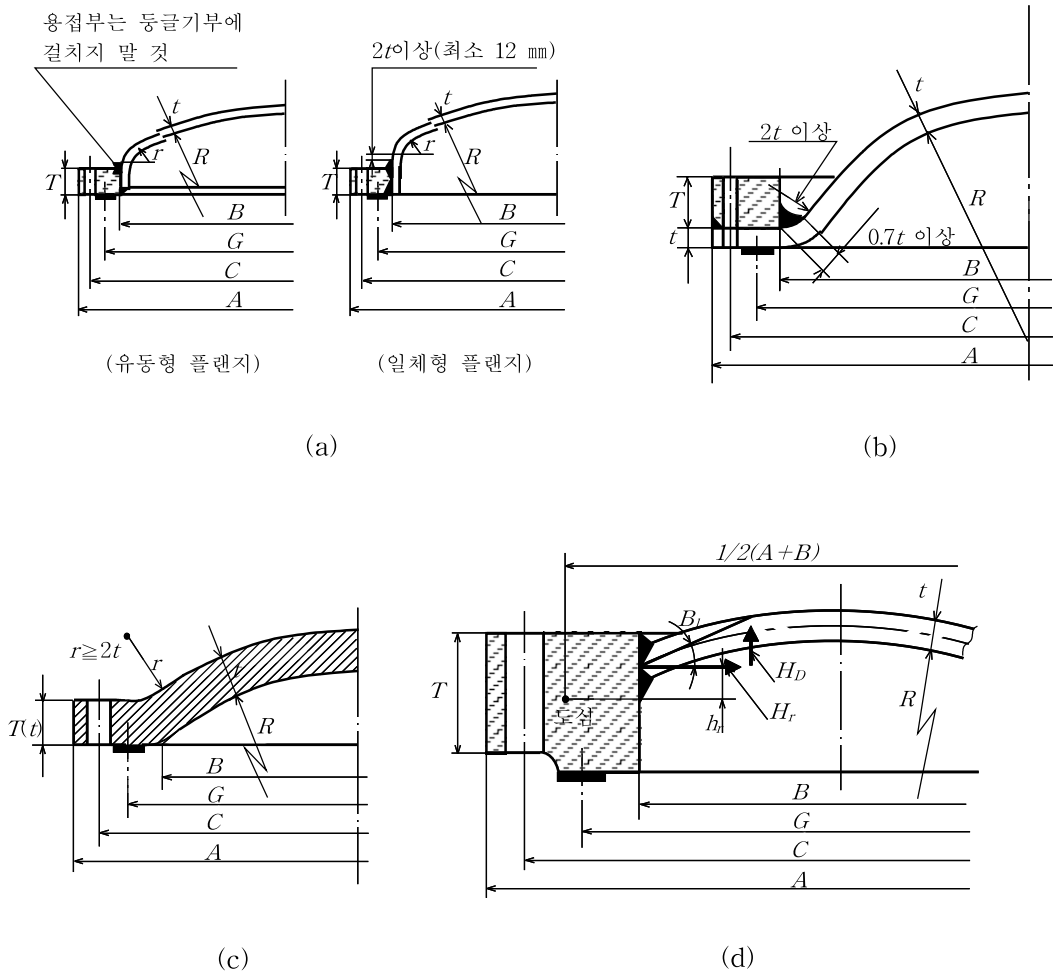
(2) 플랜지 부분

[그림 31.2] (b)는 35.3.2항에 따른다.

[그림 31.2] (c)는 35.3.3항에 따른다.

[그림 31.2] (d)는 35.3.4항에 따른다.

다만, [그림 31.2] (c)에 대해서는 플랜지부의 실제두께는 경판부의 최소두께 이상으로 한다.




[그림 31.2] 플랜지붙이 접시형 뚜껑판

### 31.6 볼록면에 압력을 받는 경판의 강도

볼록면에 압력을 받으며, 구면의 일부를 이루고 스테이를 설치하지 않는 경판의 최고허용압력은 다음에 제시하는 두 개의 값 중에서 작은 쪽의 값을 취한다.

(1) 해당 경판이 오목면에 압력을 받는 것으로 간주하여 계산한 최고허용압력(경판에 이음이 있는 경우에는, 이음 효율을 1로 하여 계산한다)의 60 %

(2) 다음 계산식에 따라 계산되는 최고허용압력

$$P_a = \frac{B(t_a - a)}{R}$$

여기에서 $P_a$ : 최고허용압력(MPa){kgf/㎠}

$B$ : 정수로 30.3.2항의 구형 동체의 경우에 따른다.

$t_a$ : 경판의 실제두께(㎜)

$R$ : 경판의 곡률 반지름(㎜)으로, 접시형 경판에 있어서는 중앙부의 바깥 반지름, 전반구형 경판에 있어서는 구형체의 바깥 반지름으로 한다. 반타원체 경판에 있어서는 바깥면에서 측정한 긴 지름의 $K$배로 하고, $K$의 값은 <표 31.1>에 따른다.

α : 부식여유(㎜)로 29.3항에 따른다.

<표 31.1> K의 값

| $\frac{D}{2h}$ | 1.0 | 1.2 | 1.4 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 2.2 | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 3.0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K$ | 0.50 | 0.57 | 0.65 | 0.73 | 0.81 | 0.90 | 0.99 | 1.08 | 1.18 | 1.27 | 1.36 |

비 고 1. $D$는 반타원체형 경판의 안쪽면에서 측정한 긴 지름(㎜), $h$는 그 안쪽에서 측정한 짧은 지름의 1/2(㎜)이다.

2. 표시된 중간의 $K$값은 비례법에 의해서 구한다.

### 31.7 볼록면에 압력을 받는 주철제 경판의 두께

볼록면에 압력을 받으며, 구면의 일부를 이루고, 스테이를 설치하지 않는 주철제 경판의 최소두께는, 해당 경판이 오목면에 압력을 받는 것으로 간주한 경우의 최소두께 이상이고, 또한 경판의 플랜지부 안지름의 1/100 이상이어야 한다.

### 31.8 외압을 받는 원뿔형 경판의 강도

바깥면에 압력을 받는 원뿔형 경판의 최고허용압력은 30.8항에 따른다.

### 31.9 스테이에 의해서 지지되지 않는 평판(경판, 뚜껑판, 밑판 등)의 강도

### 31.9.1 스테이에 의해서 지지되지 않는 경판, 뚜껑판 또는 밑판 등의 평판의 최소두께

스테이에 의해서 지지되지 않는 경판, 뚜껑판 또는 밑판 등의 평판의 최소두께는 다음 계산식에 따른다([그림 31.3]의 (p) 및 (q)의 경우는 제외).

#### 31.9.1.1 원형 평판

$$t = d\sqrt{\frac{CP}{\sigma_a}} + \alpha \quad \left\{ t = d\sqrt{\frac{CP}{100\,\sigma_a}} + \alpha \right\}$$

#### 31.9.1.2 원형 이외의 평판

$$t = d\sqrt{\frac{ZCP}{\sigma_a}} + \alpha \quad \left\{ t = d\sqrt{\frac{ZCP}{100\,\sigma_a}} + \alpha \right\}$$

$$Z = 3.4 - 2.4\frac{d}{D} \text{ (최대 2.5)}$$

여기에서 $t$ : 평판의 최소두께(㎜)

$P$ : 최고허용압력(MPa){kgf/㎠}

$d$ : [그림 31.3]에서와 같이 잰 지름 또는 최소 스팬(㎜)

$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

$\alpha$ : 부식여유(㎜)로 29.3항에 따른다.

$D$ : 최소 스팬에 직각으로 잰 최대 스팬(㎜)

$C$ : 평판의 부착 방법에 따라 정해지는 상수로 다음에 따른다.

(1) [그림 31.3] (a-1)과 같이 안지름 600 ㎜ 이하의 원형 평판이 동체와 일체형인 것. 또는 (a-2)와 같이 동체와 경판의 두께차가 0.25 $t$ 이하로서 용접하는 것. 어느 것이나 $r \geq \frac{1}{4}t$ 로 한다.

$$C = 0.20$$

(2) [그림 31.3] (b)와 같이 플랜지붙이 평판이 동체 또는 관과 일체형이거나 또는 원주 이음에 관한 규정에 따라서 동체에 맞대기 용접된 것

$$C = 0.25$$

다만, 플랜지부의 길이가 다음 식의 $l$ 값 이상이며, 또한 플랜지부의 기울기가 1/3이하인 원형 평판의 경우에는 $C = 0.15$로 취할 수 있다.

$$l = \left(1.1 - 0.8\frac{t_s^{\,2}}{t^2}\right)\sqrt{dt}$$

여기에서 $l$ : 굽힘이 시작되는 점에서 측정한 플랜지부의 길이(㎜)

$t_s$ : 동체판의 실제두께(㎜)

$t$ : 평판의 최소두께(㎜)

$d$ : [그림 31.3] (b)에서와 같이 측정한 지름(㎜)

또한, 플랜지부의 길이가 위 식의 $l$ 값 미만일 경우에도, 동판의 실제두께가 접합 끝으로부터 $2\sqrt{d\,t_s}$ 이상의 길이에 걸쳐서 다음 식의 값 이상으로, 또 플랜지부의 기울기가 1/3 이하인 경우에는 $C = 0.15$로 취할 수 있다.

$$t_s = 1.12\,t\sqrt{1.1 - \frac{l}{\sqrt{dt}}}$$

(3) [그림 31.3] (c)와 같이 플랜지붙이 평판이 동체 또는 관과 일체형이거나 또는 원주이음에 관한 규정에 따라서 동체에 맞대기 용접되어, 플랜지부의 두께 $t_f$가 동체판의 두께 $t_s$의 2배 이상으로 $r \geqq 3\,t_f$인 것

$C = 0.25$

(4) [그림 31.3] (d)와 같이 플랜지붙이 평판이 동체 또는 관과 일체형이거나 또는 둘레이음에 관한 규정에 따라서 동체에 맞대기용접하고, 플랜지부의 두께 $t_f$가 동체판의 두께 $t_s$이상으로 $r \geqq 1.5\,t_f$인 것

$C = 0.5m$ (최소 0.3)

여기에서 $m$ : $\dfrac{t_r}{t_s}$

$t_r$ : 이음매 없는 동체 또는 관으로서의 최소두께(㎜)

$t_s$ : 동체판의 실제두께(㎜)

(5) [그림 31.3] (e), (f) 및 (g)와 같이 평판이 동체 또는 관등에 필렛이음으로 용접된 것 및 안쪽 $J$형 이음으로 용접된 것(이 경우, 용접후열처리는 동체의 용접에 관한 규정에 따르지만, 방사선투과시험은 필요로 하지 않는다).

원형 평판에서는 $C = 0.5m$ (최소 0.3)

원형 이외의 평판에서는 $C = 0.50$

$m$ 은 (4)에 따른다.

(6) 원형 평판이 동체 또는 관등의 끝 부분에 [그림 31.3] (h)와 같이 용접된 것(이 경우, 용접후열처리는 동체의 용접에 관한 규정에 따르지만, 방사선투과시험은 필요로 하지 않는다).

$C = 0.50$

(7) 평판이 동체 또는 관등의 끝 부분에 [그림 31.3] (i)와 같이 용접된 것(이 경우, 용접후열처리에 대해서는 동체의 용접에 관한 규정에 따르지만, 방사선투과시험은 필요로 하지 않는다).

원형 평판에서는 $C = 0.5m$ (최소 0.3)

$m$ 은 (4)에 따른다.

(8) [그림 31.3]의 (j)와 같이 플랜지붙이 평판으로 동체 또는 관에 둘레이음의 규정에 따라서 양측 전체 두께 필렛 겹치기 이음으로 용접된 것

$C = 0.30$

다만, 용접을 하는 경우로 플랜지부의 길이 $l$ 이 (2)에 정하여진 식에 의해서 구해지는 값 이상인 것은 $C = 0.2$로 취할 수 있다.

(9) [그림 31.3]의 (k), (l) 및 (m)이 같이 원형 평판이 동체 또는 관의 끝부분에 집어 넣어져, 섹셔널 링, 시일 링, 죔 볼트 또는 스프링 등에 의해서 적당한 가스켓을 사용하여 고정되며, 평판이 가해지는 압력에 의하여 생기는 시일링 압축응력, 섹셔널 링의 전단응력 및 굽힘응력, 동체 홈부의 응력 등이 각각 허용응력 이하인 것

$C = 0.30$

(10) 원형 평판이 안지름 305 ㎜ 이하의 동체 또는 관등의 끝부분 안쪽에 [그림 31.3]의 (n)과 같이 나사 박음된 것(이 경우, 평판에 가해지는 압력에 의하여 나사부에 생기는 응력은 허용응력을 초과해서는 안된다. 필요한 경우에는 누설방지 용접을 하여도 좋다).

$C = 0.75$

(11) [그림 31.3] (o)와 같이 평판이 동체, 관등의 플랜지 또는 옆판에 전체면자리 가스켓을 이용하여 볼트로 부착되는 것

$C = 0.25$

### 31.9.2 평판을 동체, 관등의 플랜지에 볼트로 부착하고, 평판에 모멘트가 생기는 것의 평판의 최소두께

평판이 [그림 31.3] (p)및 (q)와 같이 동체, 관 등의 플랜지에 볼트로 부착하고, 평판에 모멘트가 생기는 것의 평판의 최소두께는 다음 계산식에 따른다.

#### 31.9.2.1 원형 평판

$$t = G\sqrt{\frac{KP}{\sigma_a} + \frac{1.9Wh_G}{\sigma_a G^3}} + \alpha \quad \left\{ t = G\sqrt{\frac{KP}{100\sigma_a} + \frac{1.9Wh_G}{\sigma_a G^3}} + \alpha \right\}$$

#### 31.9.2.2 원형 이외의 평판

$$t = G\sqrt{\frac{ZKP}{\sigma_a} + \frac{6Wh_G}{\sigma_a L G^2}} + \alpha \quad \left\{ t = G\sqrt{\frac{ZKP}{100\sigma_a} + \frac{6Wh_G}{\sigma_a L G^2}} + \alpha \right\}$$

여기에서 $W$ : 볼트하중(N){kgf}으로 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조일반) 부속서 2의 규정에 따른다.

$h_G$ : 모멘트 암(㎜)으로 볼트의 피치 원과 $G$와의 차의 1/2

$L$ : 볼트 구멍의 중심원을 이었을 때의 둘레길이(㎜)

$K$ : 정수로 0.30

$G$ : 가스켓 반력이 걸리는 위치를 통과하는 원의 지름 또는 최소 스팬(㎜)으로 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조일반) 부속서 2에 따른다.

$$Z = 3.4 - 2.4\frac{G}{D} \text{ ( 최대 2.5 )}$$

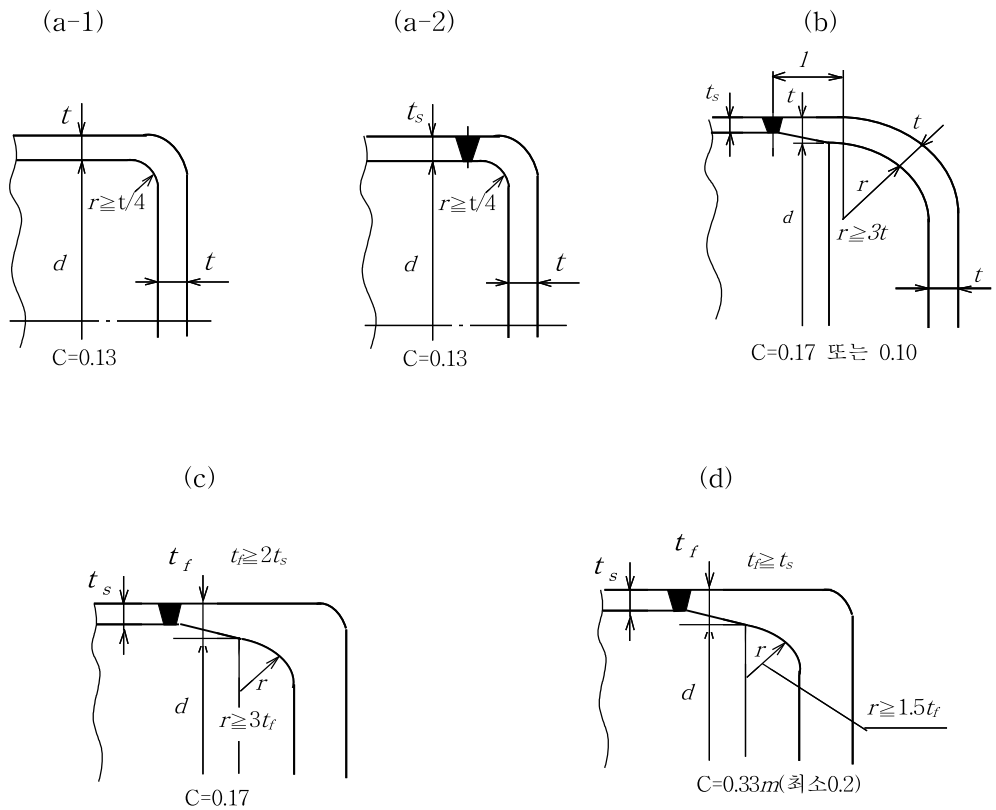
$t$, $P$, $D$, $\sigma_a$ 및 α는 31.9.1항에 따른다.

이 경우, 볼트 구멍은 플랜지의 바깥지름까지 내접할 만큼 뚫을 수 있다. 또한, [그림 31.3] (q)와 같이 평판에 가스켓 홈을 만드는 경우에는, 홈의 깊이를 빼낸 두께 $t_n$은 다음 식으로 구한 값보다 작아서는 안된다.

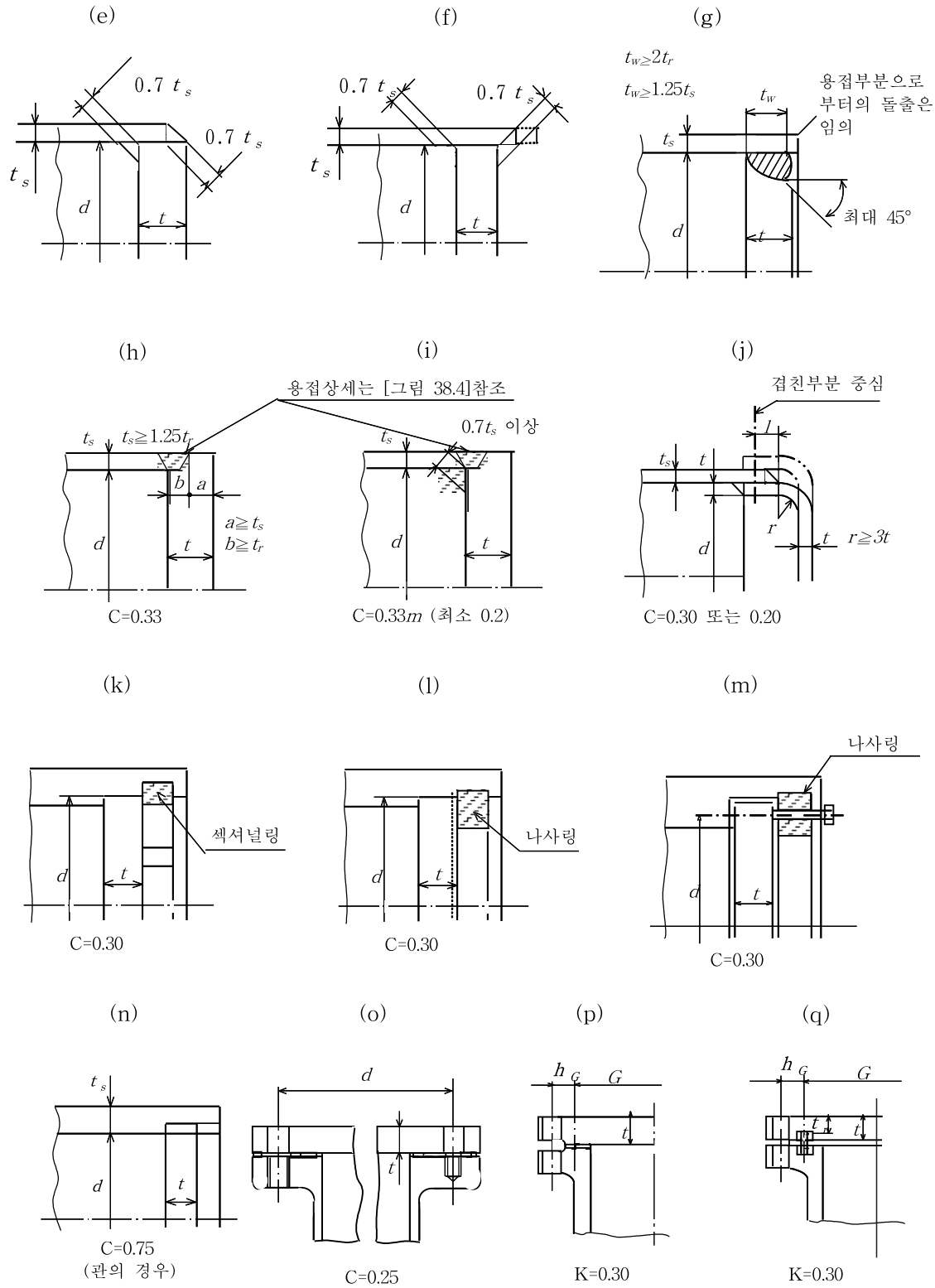
원형 평판의 경우 $$t_n = \sqrt{\frac{1.9Wh_G}{\sigma_a G}}$$

원형 이외의 평판의 경우 $$t_n = \sqrt{\frac{6Wh_G}{\sigma_a L}}$$

비 고 : 위의 $t$ 의 계산은 사용 상태일 때 및 가스켓을 죌 때의 양쪽 경우에 대해서 하며, 어느 쪽이든 두꺼운 쪽의 $t$ 값을 취하여야 한다. 이 경우, 사용 상태일 때의 $W$는 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조일반) 부속서 2 2.5 e) 식(3)의 $W_o$, $P$는 설계 압력, $\sigma_a$는 설계 온도에서의 재료의 허용인장응력으로서 계산하며, 가스켓을 죌 때의 $W$는 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조일반) 부속서 2 2.5 e) 식(4)의 $W_g$, $P$는 0, $\sigma_a$는 상온에서의 재료의 허용인장응력으로서 계산한다.




**[그림 31.3] 평판의 부착 방법에 따른 계산상의 $C$ 및 $K$의 값(계속)**




[그림 31.3] 평판의 부착 방법에 따른 계산상의 $C$ 및 $K$의 값

## 31.10 경판내의 접어넣는 플랜지 개구부

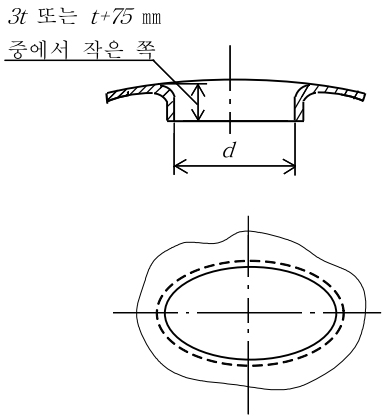
맨홀용 등으로 경판을 안쪽 또는 바깥쪽에 접어 넣어서 만드는 개구부를 경판에 설치하는 경우에는 다

음에 따른다.

(1) 접어넣는 플랜지의 개구부는 제34장의 규정에 의해서 필요에 따라 보강을 해 주어야 한다.

(2) 개구부의 플랜지에 관등을 부착시켜서 지지하는 경우를 제외하고, 안지름(타원형, 장원형의 경우는 안쪽면의 긴 지름)이 150 ㎜를 초과하는 개구부 플랜지부의 최소 깊이([그림 31.4] 참조)는 $3t$ 또는 $t + 75$ ㎜ 중에서 작은 쪽으로 한다. 여기서 $t$ 는 경판의 최소두께로 한다.

(3) 자동 누설 방지식 개구부의 가스켓에서 최소 지압폭은 18 ㎜로 한다.




[그림 31.4] 접어넣기 플랜지의 깊이

## 31.11 경판내의 보강을 하지 않는 구멍

보강을 하지 않는 구멍을 경판에 만드는 경우에는 다음에 따른다.

(1) 보강을 하지 않는 구멍의 가장자리와 접어넣기 플랜지가 있는 개구부의 플랜지 부분이 경판의 구형부와 경계를 이루는 선과의 사이의 거리는 경판의 최소두께 이상으로 한다.

(2) 보강을 하지 않는 구멍은 경판 구석의 둥글기 부분에 걸리지 않도록 한다.

## 31.12 열교환기등의 관판으로 관스테이에 의해서 지지되지 않는 것

열교환기 등의 관판으로 관스테이에 의해서 지지되지 않는 것은 다음에 따른다.

(1) 열교환기 그 밖에 이와 유사한 것 등의 평평한 관판으로 (2)에서 정해진 것을 제외하고, 관스테이에 의해서 지지되지 않는 것의 최소두께는 다음 2개의 계산식에 의해서 계산한 $t$ 값 중에서 큰 쪽으로 택한다.

$$t = \frac{CD}{2}\sqrt{\frac{P}{\sigma_b}} + \alpha \quad \left\{ t = \frac{CD}{20}\sqrt{\frac{P}{\sigma_b}} + \alpha \right\}$$

$$t = \frac{PA}{\tau L} + \alpha \left\{ t = \frac{PA}{100\tau L} + \alpha \right\}$$

여기에서 $t$ : 관판의 최소두께(㎜)로 칸막이 판용의 홈 또는 가스켓 홈을 만드는 경우에는 이들 홈의 깊이도 포함한다.

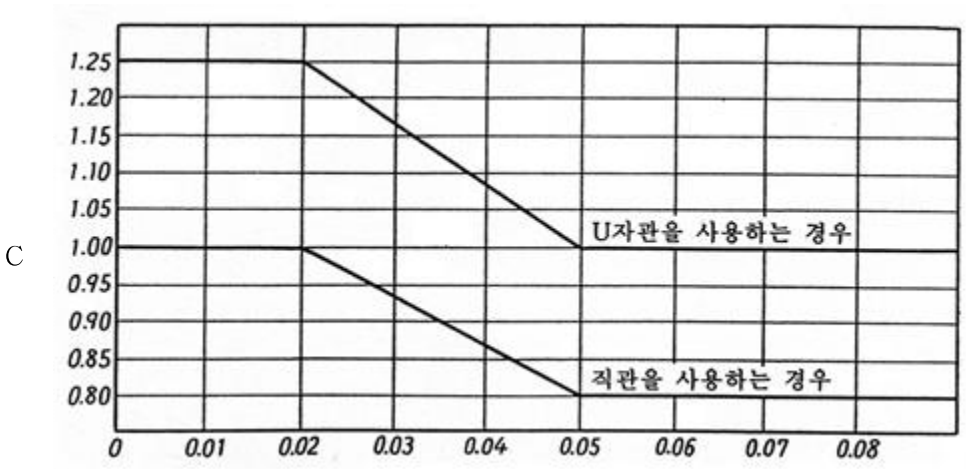
$P$ : 관판 각 쪽의 설계압력(MPa){kgf/㎠}

$d$ : [그림 31.3]에서와 같이 잰 지름 또는 최소 스팬(㎜)

$\sigma_b$ : 재료의 허용굽힘응력(N/㎟){kgf/㎟}으로 28.3.8항에 따른다.

$\tau$ : 재료의 허용전단응력(N/㎟){kgf/㎟}으로 28.3.9항에 따른다.

$C$ : 관 및 판관의 지지방법에 따른 계수로 관판이 동체와 일체로 되어 있지 않은 경우로, 직관을 사용할 때는 1.0, $U$ 자관을 사용할 때는 1.25이며, 관판이 동체와 일체로 되어 있는 경우에는 [그림 31.5]에 따른다.




동체의 부식여유를 제외한 두께와 안지름의 비

**[그림 31.5] $C$의 값**

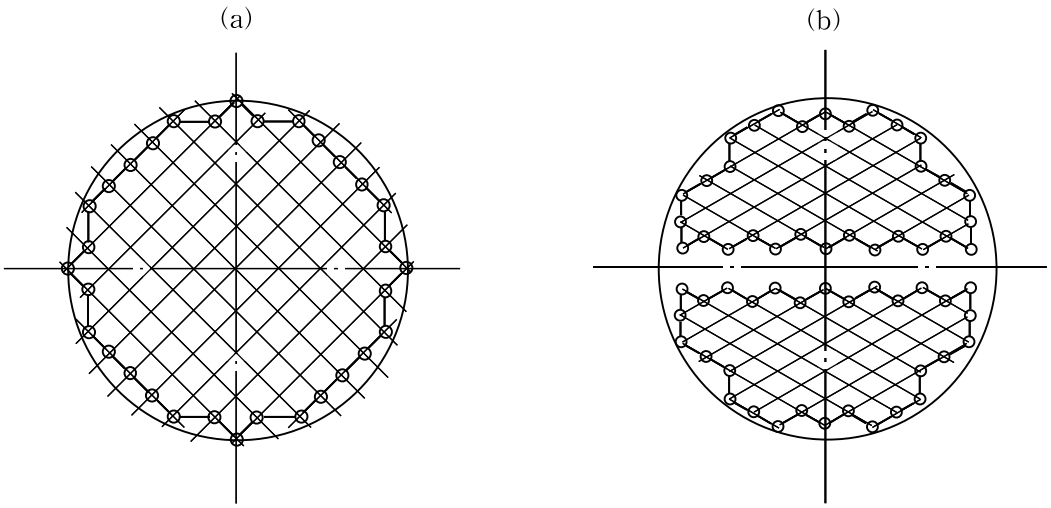
$D$ : 관판의 바깥둘레 고정원의 지름(㎜)으로, 관판을 죔 볼트를 사용하여 플랜지에 부착할 경우에는, KS B 6750(압력용기-설계 및 제조일반) 부속서 2에 따른 가스켓 반력이 걸리는 위치를 통과하는 원의 지름을 취하고, 관판을 동체에 고정할 경우에는, 부식여유를 제외한 동체의 동체 안지름을 취한다.

$A$ : 가장 바깥쪽의 관구멍 중심을 차례로 이어서 얻어지는 다각형([그림 31.6] 참조)의 면적(㎟)

$L$ : 위에 기술한 다각형의 바깥 둘레의 길이에서 바깥 둘레 위에 있는 모든 관구멍의 지름을 뺀 길이(㎜)

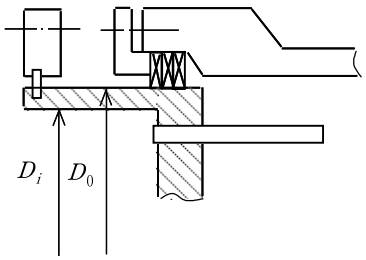
$\alpha$ : 부식여유(㎜)로 29.3항에 따른다. 다만, 관판에 칸막이 판용의 홈 또는 가스켓 홈을 만드는 경우에는, 이들 홈의 깊이를 부식여유의 일부로 간주하여도 좋다. 홈 깊이가 부식여유보다 큰 경우의 $\alpha$는 홈의 깊이를 취한다.

비 고 : 위의 $t$ 의 계산은 관판 양쪽의 조건에 따라서, 각각의 $P$, $C$ 및 $D$를 사용하여 양쪽에 대하여 하고, 차압계산을 하는 경우를 제외하고는 두꺼운 쪽의 $t$ 값을 취하여야 한다.




[그림 31.6] 관판의 계산식에 사용되는 다각형

(2) 유동두(遊動頭)그랜드형에 사용되는 관판([그림 31.7] 참조)의 최소두께는 다음의 $P$ 및 $D$를 사용해서 (1)의 계산식에 따른다.




[그림 31.7] 유동두 그랜드형 관판

(a) 관판의 설계압력은 다음 계산식에 따른다.

$$P = P_T + P_S \left( \frac{D_o^{\,2} - D_L^{\,2}}{D_i^{\,2}} \right)$$

$$D_L = \frac{4A}{S}$$

여기에서 $P$ : 관판의 설계압력(MPa){kgf/㎠}

$P_T$ : 관쪽의 설계압력(MPa){kgf/㎠}

$P_S$ : 동체쪽의 설계압력(MPa){kgf/㎠}

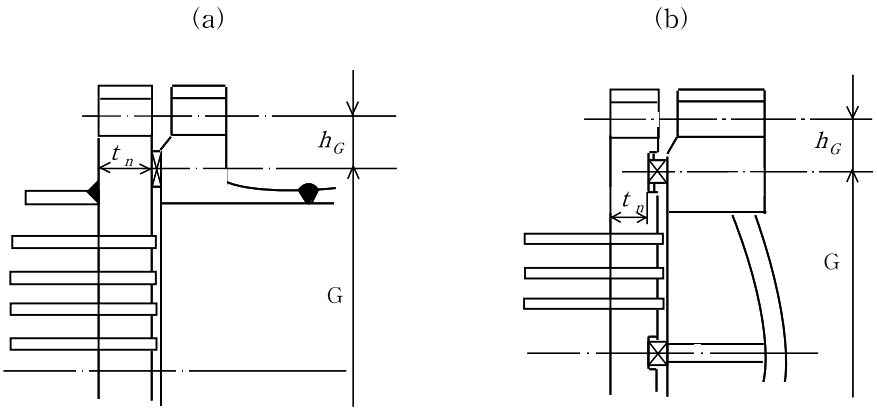
$D_o$ : 관판의 바깥지름(㎜)

$D_i$ : 부식여유를 제외한 원통부(관쪽의 동체) 안지름(㎜)

$A$ : 가장 바깥쪽의 관구멍 중심을 차례로 이어서 얻어지는 다각형 ([그림 31.6] 참조)의 면적(㎟)

$S$ : 위 다각형의 바깥둘레의 길이(㎜)

(b) 관판의 바깥둘레인 고정원의 지름 $D$는 고정 관판쪽의 가스켓 반력이 걸리는 위치를 통과하는 원의 지름을 취한다.




[그림 31.8] 평뚜껑판 겸용 관판

(3) [그림 31.8] (a) 및 (b)와 같이 관판에 평뚜껑판의 역할을 하도록 구조된 관판의 최소두께는 앞의 (1)의 계산식에 따른다. 다만, 플랜지부의 두께 $t_n$(가스켓 홈을 만드는 경우에는 홈의 깊이를 뺀 두께)는 31.9.2항의 원형 평판의 경우에 표시한 계산식에 따른다.

(4) 칸막이 판용의 홈 또는 가스켓 홈의 바닥 부분에는 부식여유를 주지 않아도 좋다.

(5) 관구멍의 중심선 사이의 거리는 관 바깥지름의 1.25배보다 작아서는 안된다.

(6) 관판에 대한 관의 부착방법은 34.21항 및 34.22항에 따라야 한다.

(7) 익스팬더를 사용하여 관에서의 관판의 관 부착 부분의 실제두께는 완전한 링 모양을 이루는 접촉면의 실제두께가 10 ㎜ 이상이어야 한다.

(8) 유동두 플랜지로 관판을 직접 볼트 죔을 하지 않는 것의 실제두께는 고정된 관판의 두께와 같게 하여야 한다.

(9) 관판에 매달음용 볼트의 구멍, 배수용 구멍 또는 가스배기구멍을 만드는 경우에는, 관판의 강도를 과도하게 저감시키지 않도록 주의하여야 한다.

## 31.13 열교환기등의 관판으로 관스테이에 의해서 지지되는 것의 관군 부분

열교환기 등의 평평한 관판으로 관스테이에 의해서 지지되는 것의 관군 부분은 다음에 따른다.

(1) 관판의 최소두께는 33.9항 또는 33.10항에 따른다.

(2) 관스테이는 다음에 열거하는 부착 방법 중의 하나에 따르는 것으로 하며, (1)의 계산시에 사용하는 $p$ 및 $C$는 <표 31.2>에 따른다.

(a) 나사박음을 한 후 익스팬더로 확관한다.

(b) 나사박음을 한 후 익스팬더로 확관한다. 또한, 관 끝부분은 굽힘 가공을 한다.

(c) 관 구멍벽에 홈을 만들고, 익스팬더로 확관한다. 다만, 관의 실제두께가 1.6 ㎜이상이며, 또한 관판의 실제두께가 16 ㎜이상인 경우에 한한다.

(d) 관판의 입구부를 절삭한 후 용접한다. 이 경우, 관스테이의 축에 평행으로 전단력이 작용하는 용접면의 면적은 관스테이가 필요로 하는 단면적의 1.25배 이상으로 한다. 또한, 관스테이의 두께는 탄소강의 경우 2.3 ㎜ 이상, 스테인리스강의 경우에는 2.0 ㎜ 이상으로 한다.

<표 31.2> 스테이 계산에서의 p 및 C

| 관스테이의 배열 | $p$ | $C$ |
|---|---|---|
| 2개의 관스테이 사이에 1개 또는 2개의 관이 있을 때 | 관스테이의 평균피치 | 2.6 |
| 한 무리의 관 중에 여러 가지의 피치로 관스테이가 있을 때 | 3개의 관스테이의 중심을 통하고 기타의 관스테이를 포함하지 않는 최대의 원의 지름을 $d$ 라 하고, $\frac{d}{\sqrt{2}}$ 를 $p$로 간주한다. | 2.6 |

## 31.14 열교환기등의 관판으로 관스테이에 의해서 지지되는 것의 관군부 이외의 부분

열교환기등의 평평한 관판으로 관스테이에 의해서 지지되는 것의 관군부 이외의 부분은 다음에 따른다.

(1) 관판의 최소두께는 33.9항 또는 33.10항에 따른다.

(2) (1)의 계산에 사용할 $p$와 $C$는 다음에 따른다.

(a) 관판 바깥둘레의 고정선(관판을 3매 죔으로 하는 경우에는, 가스켓 반력이 걸리는 위치를 통과하는 원의 지름, 관판을 직접 동체의 플랜지에 볼트로 부착시키는 경우에는 볼트의 중심원, 관판이 동체에 용접으로 고정하는 경우에는 동체의 안지름 원으로 한다)에 접하며, 또한 2개의 스테이의 중심을 통과하는 최대원 또는 관판 바깥둘레의 고정선과 바깥쪽의 관열 중심선에 접하는 최대 원(내부에 스테이를 포함하지 않는 것)의 지름을 $d$ 라 할때, $\frac{d}{\sqrt{2}}$ 를 $p$로 한다.

(b) $C$는 최대원의 통과하는 지지점의 종류에 따라, 각각 <표 31.3>에 게재한 값의 평균값을 취한다.

<표 31.3> 최대원의 통과하는 지지점의 종류에 따른 값 (C)

| 지지점의 종류 | $C$ |
|---|---|
| 관열의 중심선 | 1.9 |
| 관스테이 | 2.6 |
| 관판 바깥둘레의 고정선 | 3.2 |

## 31.15 사각 뚜껑판의 강도

사각 뚜껑판의 최고 사용압력은 $P_a$와 $P_b$값 중 적은 값을 선택한다.

$$P_a = P_1 + P_2$$

$$P_1 = \frac{\sigma_b t^2}{ZC d^2} \left\{ P_1 = \frac{100 \sigma_b t^2}{ZC d^2} \right\}$$

$$Z = 3.4 - 2.4 \frac{d}{D}$$

$$P_2 = 8\left\{\left(\frac{Z_1\,\sigma_{b1}\,\eta_1}{b_1\,L_1^{\,2}}\right) + \left(\frac{Z_2\,\sigma_{b2}\,\eta_2}{b_2\,L_2^{\,2}}\right)\right\}$$ : 자유 지지일 때

$$\left\{\ P_2 = 800\left\{\left(\frac{Z_1\,\sigma_{b1}\,\eta_1}{b_1\,L_1^{\,2}}\right) + \left(\frac{Z_2\,\sigma_{b2}\,\eta_2}{b_2\,L_2^{\,2}}\right)\right\}\right\}$$

$$P_2 = 12\left\{\left(\frac{Z_1\,\sigma_{b1}\,\eta_1}{b_1\,L_1^{\,2}}\right) + \left(\frac{Z_2\,\sigma_{b2}\,\eta_2}{b_2\,L_2^{\,2}}\right)\right\}$$ : 주위 고정일 때

$$\left\{\ P_2 = 1{,}200\left\{\left(\frac{Z_1\,\sigma_{b1}\,\eta_1}{b_1\,L_1^{\,2}}\right) + \left(\frac{Z_2\,\sigma_{b2}\,\eta_2}{b_2\,L_2^{\,2}}\right)\right\}\right\}$$

여기에서 $P_a$ : 보강재가 붙은 상태의 뚜껑판의 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

$P_b$ : 보강재의 강도를 고려한 뚜껑판의 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

$P_1$ : 보강재가 없다고 간주하여 계산한 평판의 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

$P_2$ : 보강재를 포함하여 계산한 최고사용압력(MPa){kgf/㎠}

$t$ : 뚜껑판의 최소두께(㎜)

α : 뚜껑판의 부식여유(㎜)

$\sigma_b$ : 뚜껑판의 허용굽힘응력(N/㎟){kgf/㎟}

$d\,(=L_1)$ : 동체의 최소지름 및 스팬 길이(㎜)

$D\,(=L_2)$ : 동체의 최대지름 및 길이에 직각인 최대 길이(㎜)

$Z$ : 동체의 최소길이와 최대길이와의 안지름비

$C$ : 동체의 부착방법에 따른 상수

$Z_1$ : 보강재 형상에 따른 단면계수(㎣)

$Z_2$ : 보강재 형상에 따른 단면계수(㎣)

$\eta_1$ : 보강재 한쪽방향 용접효율(100 %)

$\eta_2$ : 보강재 K형 방향 용접효율(85 %)

$\sigma_{b1}$ : 보강재의 허용굽힘응력(N/㎟){kgf/㎟}

$\sigma_{b2}$ : 보강재의 허용굽힘응력(N/㎟){kgf/㎟}

$b_1$ : 보강재가 하중을 받아 지지하는 폭(㎜)

$b_2$ : 보강재가 하중을 받아 지지하는 폭(㎜)

$L_1$ : 보강재가 하중을 받아 지지하는 길이(㎜)

$L_2$ : 보강재가 하중을 받아 지지하는 길이(㎜)

$$P_b = \frac{\sigma_b C\,(t-\alpha)^2}{p^2} \quad \left\{\ P_b = \frac{100\,\sigma_b C\,(t-\alpha)^2}{p^2}\right\}$$

$$p = \frac{b_1 + b_2}{2}$$

여기에서 $\sigma_b$ : 뚜껑판의 허용굽힘응력(N/㎟){kgf/㎟}

$t$ : 뚜껑판의 최소두께(㎜)

α : 뚜껑판의 부식여유(㎜)

$C$ : 정수로서 $C = 2.6$으로 한다.

$p$ : 수평 및 수직방향의 중심선간 거리의 평균치(㎜)

$b_1$ : 보강재가 하중을 받아 지지하는 폭(㎜)

$b_2$ : 보강재가 하중을 받아 지지하는 폭(㎜)

## 31.16 재킷

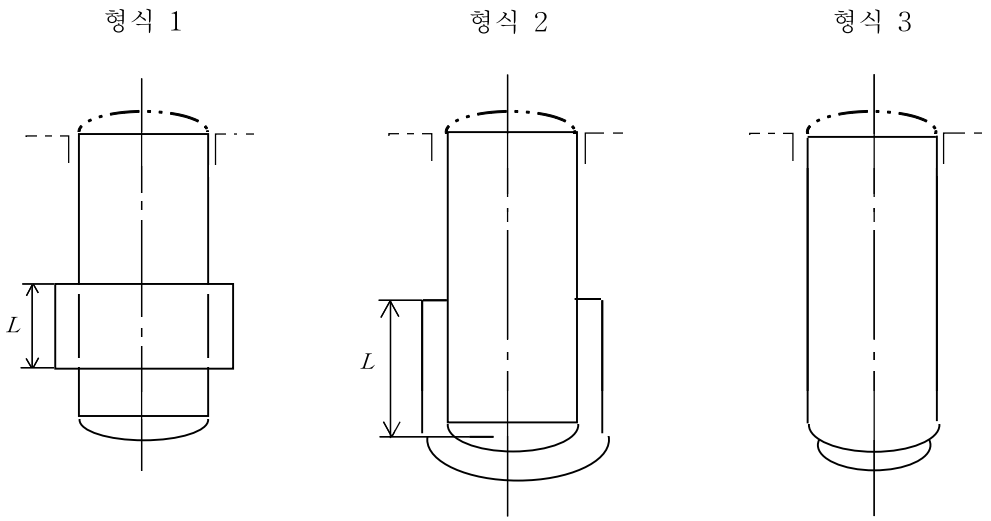
### 31.16.1 재킷의 형식

재킷은 [그림 31.9]과 같이 본체를 덮는 방법에 따라 다음의 5형식으로 분류한다.

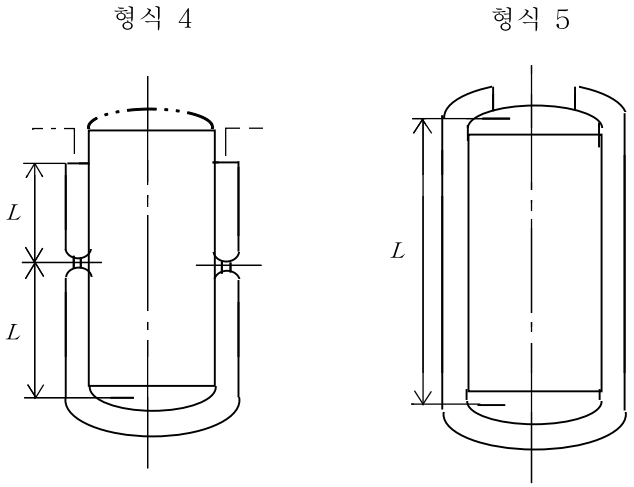
(1) 형식1 드럼 길이의 일부를 덮은 것
(2) 형식2 드럼 길이의 일부와 한쪽 경판을 덮은 것
(3) 형식3 경판의 일부를 덮은 것
(4) 형식4 드럼 길이를 2 이상 나누어 덮은 것
(5) 형식5 드럼 전체 길이와 양쪽 경판의 전부 또는 일부를 덮은 것

이들 재킷의 횡단면은 원으로 한다.

또한, 이들 형식의 재킷에서 각각 이 규격에 따르고 있는 것을 조합시켜 사용할 수도 있다.




[그림 31.9] 재킷의 형식(계속)




[그림 31.9] 재킷의 형식

### 31.16.2 기호의 정의

여기에서 사용되는 기호의 정의는 다음에 따른다.

$t_s$ : 압력용기 본체의 두께(㎜)

$t_{rj}$ : 재킷 드럼의 계산두께(㎜)

$t_{rc}$ : 재킷 폐쇄부의 계산두께(㎜)

$t_c$ : 재킷 폐쇄부의 두께(㎜)

$t_j$ : 재킷 드럼의 두께 (㎜)

$t_n$ : 노즐 목의 호칭 두께(㎜)

$r$ : 재킷의 곡면 폐쇄부의 안 반지름(㎜)

$\eta$ : 용접이음 품질 계수

$R_s$ : 압력용기 본체의 바깥 반지름(㎜)

$R_j$ : 재킷 드럼의 안 반지름(㎜)

$R_p$ : 재킷 관통부에 대한 재킷 구멍의 안 반지름(㎜)

$P$ : 재킷의 설계압력(MPa){kgf/㎠}

$p$ : 스테이의 피치(㎜)

$\sigma_a$ : 설계온도에 대한 재료의 기본 허용응력(N/㎟)(kgf/㎟}

$j$ : 재킷 공간(재킷 안 반지름과 압력용기 본체의 바깥 반지름의 차(㎜)

$a, b, c, Y, Z$ : [그림 31.13]과 같이 측정한 재킷 폐쇄부재를 압력용기 본체에 부착하는 용접의 최소 치수(㎜)

### 31.16.3 재킷 설계

#### 31.16.3.1 압력용기 본체의 외압 계산에 사용하는 재킷의 설계 길이

압력용기 본체의 외압계산에 사용되는 재킷의 설계길이는 다음에 따른다.

(1) 압력용기 본체의 재킷쪽 압력에 의한 외압을 받는 부분에 보강링을 설치하지 않는 경우는 [그림 31.9]에서 표시하는 치수 $L$(㎜)을 재킷의 설계길이로 한다.
(2) [그림 31.9] 중 형식 2, 형식 4 및 형식 5에서는 압력용기 본체 경판에 접선으로부터 같은 경판의 내면에서 측정한 깊이의 1/3을 더한 길이를 $L$(㎜)에 포함한다.
(3) 30.4항 및 30.5항에서 규정하는 보강링은 31.16.4항의 규정을 만족시키면 재킷 폐쇄부를 겸할 수가 있다. 또한, 보강링 또는 재킷 폐쇄부가 인접하는 경우에는 각각의 부착 지점의 중심간 거리를 재킷의 설계길이 $L$(㎜)로 한다([그림 31.9]의 형식 4 참조).
(4) (1)~(3)에 대하여 재킷의 설계길이 $L$(㎜)은 압력용기 본체의 축에 평행하게 측정한다. 이 경우에 대하여 [그림 31.10] (a-1)~(c)와 같은 폐쇄부에서는 압력용기 본체로의 용접 부착부까지를 치수 $L$(㎜)에 포함한다.

### 31.16.3.2 재킷 드럼 및 경판

재킷 드럼 및 경판은 다음에 따른다.

(1) 드럼 및 경판은 제30장 및 제31장의 규정 중 사용하는 모양의 드럼 및 경판의 설계법에 따라서 구해진 계산두께에 부식여유를 더한 두께 이상으로 한다.
(2) 사용시의 압력용기 본체와 재킷의 온도차 또는 압력차에 의해 압력용기 본체 드럼 또는 재킷 드럼에 생기는 인장응력 또는 압축응력이 설계온도에 대한 재료의 허용인장응력 또는 허용 압축응력을 초과하는 경우에는 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조일반)에 의한 신축이음을 설계해야 한다.
(3) 압력용기의 지지 구조물을 재킷에 부착하는 경우는 재킷쪽의 강도를 검토하여 필요에 따른 재킷 공간에 리브, 스테이 등의 보강재를 설치하여 압력용기 본체 및 그 내용물 지지하중의 전달방법에 대하여 고려해야 한다.
(4) 재킷에는 34.1항에 의해 검사 구멍을 설치해야 한다. 다만, 모든 지름의 압력용기에 대하여 검사 구멍의 최대 지름은 2B(호칭지름)의 관 구경을 초과할 필요는 없다.
(5) 보기를 들면, 수증기와 같이 증기가 응축하는 매체에 대해서는 압력용기 본체벽의 부식을 방지하기 위하여 재킷 입구 노즐에 방해판 또는 완충판을 부착하는 것이 좋다.
또한, 증기 응축에 의해 재킷 안이 진공으로 되지 않는 조치를 강구할 필요가 있다.

### 31.16.4 재킷 폐쇄부의 설계

재킷 폐쇄부의 설계는 다음에 따른다.

### 31.16.4.1 재킷 폐쇄부의 형식 및 구조

재킷 폐쇄부의 형식 및 구조는 [그림 31.10] 및 31.16.4.2항 내지 31.16.4.10항의 규정에 따른다.

### 31.16.4.2 [그림 31.10] (a-1), (a-2) 및 (a-3)에서 표시하는 재킷 폐쇄부

[그림 31.10] (a-1), (a-2) 및 (a-3)에 표시하는 재킷 폐쇄부는 다음에 따른다.

(1) [그림 31.9]의 형식 1, 형식 2 및 형식 4에 사용될 수 있다.
(2) 재킷 폐쇄부의 계산두께 $t_{rc}$는 30.7.2.2항에 따른다. 다만, $t_{rc} \geq t_{rj}$로 해야 한다.
(3) 치수에 대해서의 제한은 다음에 따른다.
 (a) $r \geq 3t_c$, $t_{rc} \leq 16$ ㎜로 한다.
 (b) 형식 1에 사용되는 경우에는 용접 목두께 $Y$는 0.7 $t_c$ 이상으로 한다.
 (c) 형식 2와 형식 4에 사용되는 경우에는 용접 목두께 $Y$는 [그림 31.10] (a-2)에서는 0.83 $t_c$ 이상으로 하고, [그림 31.10] (a-3) 에서는 $t_c$ 이상으로 한다.
(4) 설계압력 1 ㎫{10 kgf/㎠}미만 용기로서 설계, 제작하는 재킷에만 사용한다.

### 31.16.4.3 [그림 31.10] (b-1), (b-2) 및 (b-3)에서 표시하는 재킷 폐쇄부

[그림 31.10] (b-1), (b-2) 및 (b-3)에서 표시하는 재킷 폐쇄부는 다음에 따른다.

(1) 폐쇄부재를 $Y = 1.25t_c$ 이상의 완전용입 용접으로 압력용기 본체에 부착하는 경우에는 [그림 31.9]의 어느 형식의 재킷에도 사용할 수 있다.
(2) [그림 31.9]의 형식 1에 사용하는 경우에는 폐쇄부재를 용접 목두께 $0.7t_c$ 이상의 필렛용접으로 압력용기 본체에 부착할 수 있다.
(3) 재킷 폐쇄부의 계산두께는 다음에 따른다.
 (a) [그림 31.10] (b-1)의 경우는 $t_{rc} \geq t_{rj}$로 한다.
 (b) [그림 31.10] (b-2)의 경우는 폐쇄부 원뿔 드럼의 반꼭지각은 60°이하로 하고 30.7.2.2항에 따른다. 다만, $t_{rc} \geq t_{rj}$로 해야 한다.
 (c) [그림 31.10] (b-3)의 경우는 $t_{rc} \geq t_{rj}$ , 또한,

$$t_{rc} \geq 0.707j\sqrt{\frac{P}{\sigma_a}} \text{ (㎜) } ^{(1)} \left\{ t_{rc} \geq 0.707j\sqrt{\frac{P}{100\sigma_a}} \right\} \text{ (㎜)로 한다.}$$

주(1) 이들 식의 계수는 이와 같은 구조물에 대한 허용응력을 $1.5\sigma_a$로 하기 위한 계수를 포함한다.

(4) 설계압력 30 ㎫{300 kgf/㎠}미만 용기 또는 설계압력 1 ㎫{10 kgf/㎠}미만 용기로서 설계, 제작하는 재킷에 사용할 수 있다.

### 31.16.4.4 [그림 31.10] (c)에 표시하는 재킷 폐쇄부

[그림 31.10] (c)에 표시하는 재킷 폐쇄부는 다음에 따른다.

(1) [그림 31.9]의 형식 1 이외 형식의 재킷에 사용하지 않아야 한다.
(2) 재킷 폐쇄부의 계산두께는 31.16.4.3항의 (b)규정에 따른다. 다만, 폐쇄부 원뿔 드럼의 반꼭지각은 30°이하로 한다.
(3) 설계압력 30 MPa{300 kgf/㎠}미만 용기 또는 설계압력 1 MPa{10 kgf/㎠}미만 용기로서 설계, 제작하는 재킷에 사용할 수 있다.

### 31.16.4.5 [그림 31.10] (d-1) 및 (d-2)에 표시하는 평판 또는 형강의 재킷 폐쇄부

[그림 31.10] (d-1) 및 (d-2)에 표시하는 평판 또는 형강의 재킷 폐쇄부는 다음에 따른다.

(1) [그림 31.9]의 형식 1의 재킷에만 사용할 수 있다.
(2) $t_{rj} \leqq 16$ ㎜로 한다.
(3) 평판 또는 형강 폐쇄부의 계산두께는 다음 계산식에서 구해진 값 중 큰 쪽의 값으로 한다.

$$t_{rc} = 2t_{rj} \text{ (㎜)}$$

$$t_{rc} \geqq 0.707j\sqrt{\frac{P}{\sigma_a}} \text{ (㎜) } (^1) \quad \left\{ t_{rc} \geqq 0.707j\sqrt{\frac{P}{100\sigma_a}} \right\} \text{ (㎜)}$$

(4) 필렛용접 치수는 다음에 따른다.

$Y \geqq 0.75\,t_c$ 또는 $0.75\,t_s$ 중 작은 쪽의 값

$Z \geqq t_j$

(5) [그림 31.10] (d-1)에 표시하는 재킷 폐쇄부는 설계압력 1 MPa{10 kgf/㎠}미만 용기로서 설계, 제작하는 재킷에 사용할 수 있다. [그림 31.10] (d-2)에 표시하는 재킷 폐쇄부는 설계압력 30 MPa{300 kgf/㎠}미만 용기 또는 설계압력 1 MPa{10 kgf/㎠}미만 용기로서 설계, 제작하는 재킷에 사용할 수 있다.

### 31.16.4.6 [그림 31.10] (e-1) 및 (e-2)에 표시하는 재킷 폐쇄부와 압력용기 본체의 부착 용접

[그림 31.10] (e-1) 및 (e-2)에 표시하는 재킷 폐쇄부와 압력용기 본체의 부착 용접은 다음에 따른다.

(1) [그림 31.9]의 어느 형식의 재킷에도 사용할 수 있다.
(2) [그림 31.9]의 형식 1을 재킷에 사용하는 경우의 폐쇄부 평판 계산두께는 31.16.4.5항의 (3)에 따른다.
(3) [그림 31.9]의 형식 1을 제외한 다른 형식의 재킷에 사용하는 경우의 폐쇄부 평판 계산두께 및 재킷 공간의 최대 허용나비는 다음 계산식에 의해 구한다.

$$t_{rc} \geqq 1.414\sqrt{\frac{PR_s j}{\sigma_a}} \text{ (㎜) } (^1) \quad \left\{ t_{rc} \geqq 1.414\sqrt{\frac{PR_s j}{100\sigma_a}} \right\} \text{ (㎜)}$$

이 식에서 재킷 공간 $j$의 최대 허용나비는 다음 계산식에 따른다.

$$j = \frac{2\sigma_a t_s^2}{PR_j} - 0.5(t_s + t_j) \text{ (㎜)}$$

$$\left\{ j = \frac{200\sigma_a t_s^2}{PR_j} - 0.5(t_s + t_j) \right\} \text{ (㎜)}$$

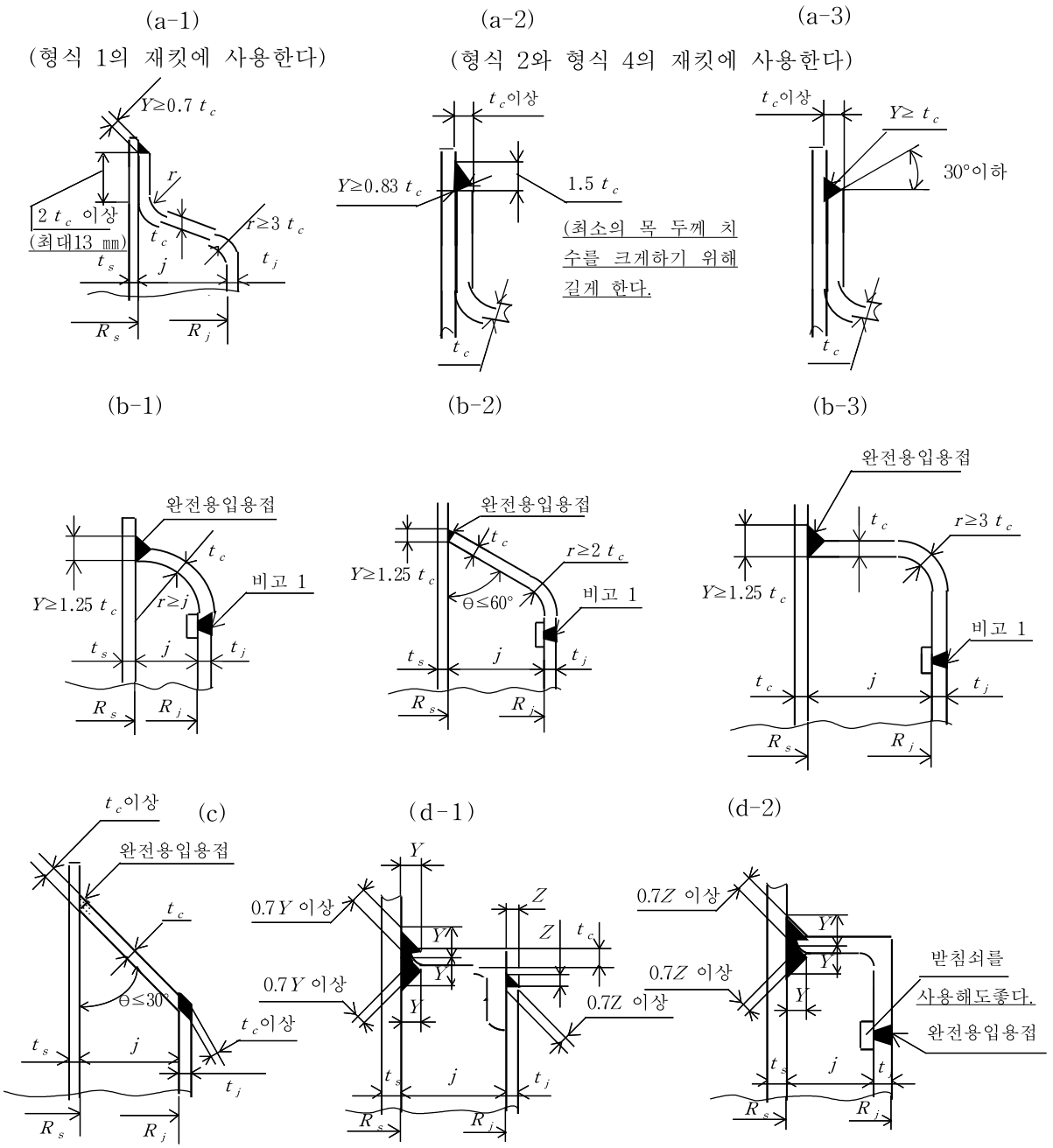
(4) 폐쇄부 평판을 압력용기 본체에 부착하는 용접 치수는 다음에 따른다.

$Y \geq 1.5t_c$ 또는 $1.5t_s$ 중 작은 쪽의 값(㎜)

여기에서 $Y$ : 그림에서 표시하는 a와 b의 합

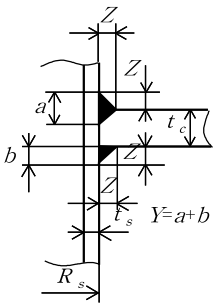
$Z$ : $Y$의 최소 치수를 유지시키기 위하여 그루브 용접 또는 필렛용접으로 부착하는 경우에 필요한 필렛용접의 최소 다리길이(㎜)

(5) 설계압력 30 ㎫{300 kgf/㎠}미만 용기 또는 설계압력 1 ㎫{10 kgf/㎠}미만 용기로서 설계, 제작하는 재킷에 사용할 수 있다.

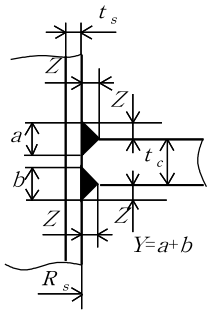



[그림 31.10] 재킷 폐쇄부의 형식 및 구조(계속)

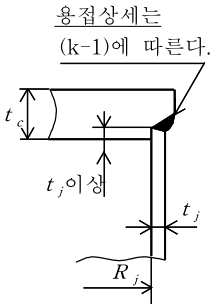
(e-1)



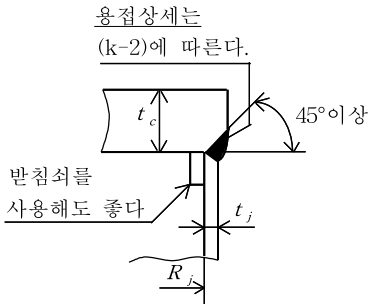

(e-2)



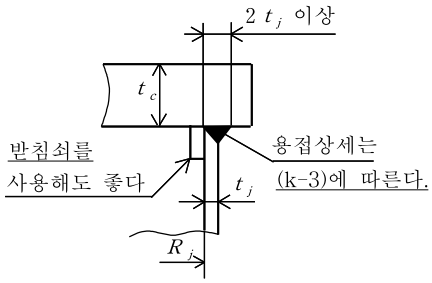

(f-1)



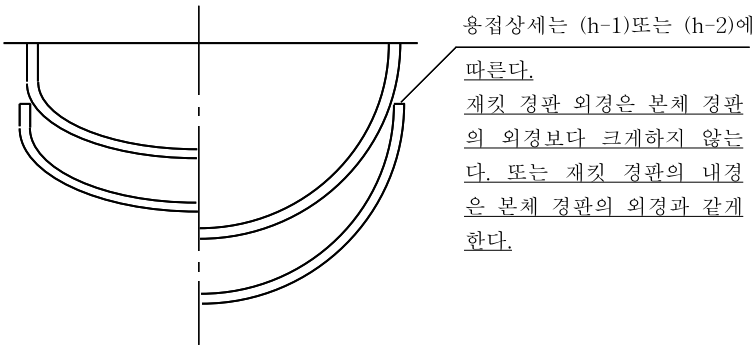

(f-2)




(f-3)



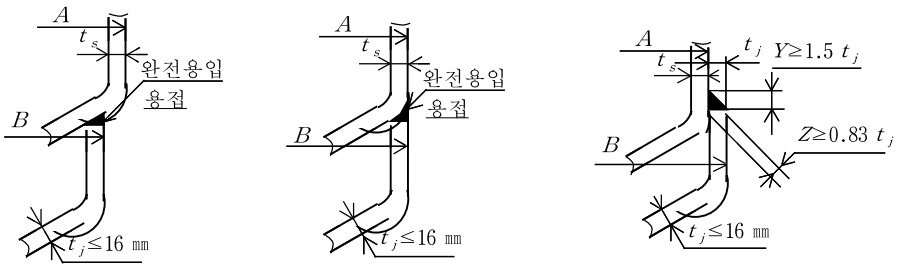

(g)




원뿔형 또는 끝부분에 둥글기를 낸 원뿔형

(h-1a) (h-1b) (h-2)

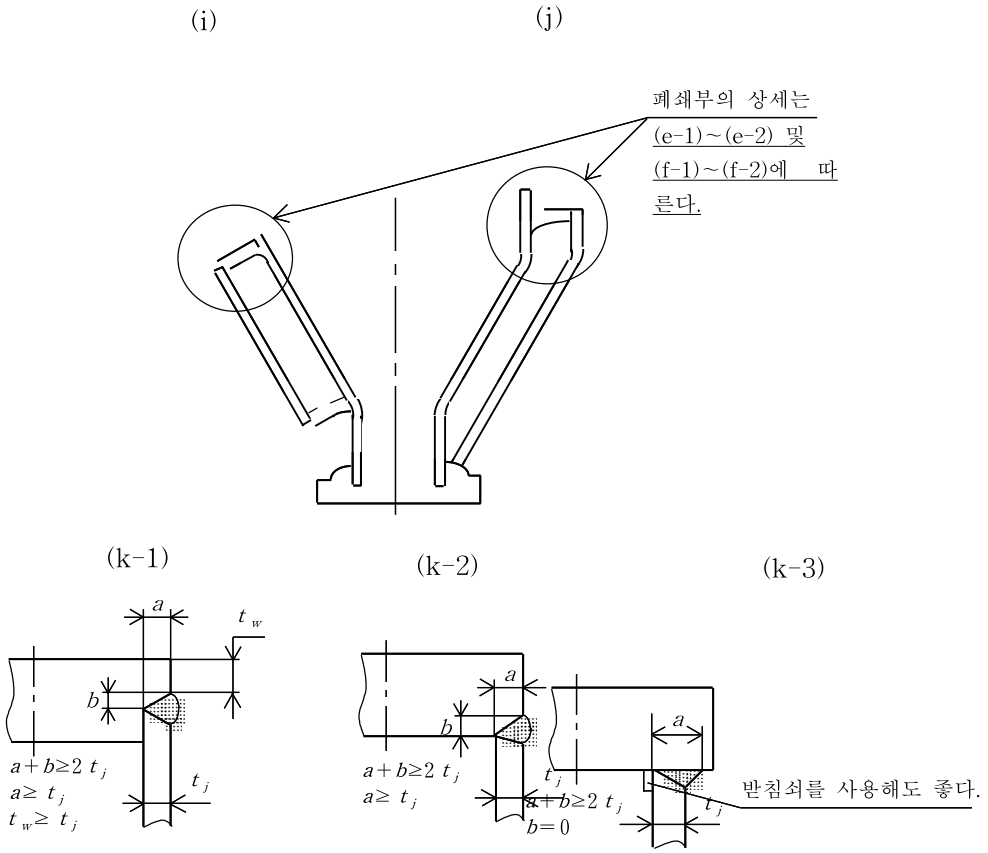
A>B A=B A<B




비고 1. (b-1), (b-2) 및 (b-3)에 대하여 폐쇄부와 재킷 드럼은 일체로 제작하든지 또는 완전용입 맞대기 용접으로 할 것. 이 경우 받침쇠를 사용해도 된다.

2. $j$, $Y$ 및 $Z$는 31.16.4.6항의 (3) 및 (4) 참조

[그림 31.10] 재킷 폐쇄부의 형식 및 구조(계속)




[그림 31.10] 재킷 폐쇄부의 형식 및 구조

### 31.16.4.7 재킷 폐쇄부 평판과 재킷 드럼의 부착 용접

[그림 31.10] (f-1), (f-2) 및 (f-3)에서 표시하는 재킷 폐쇄부 평판과 재킷 드럼의 부착 용접은 다음에 따른다.

(1) [그림 31.9]의 어느 형식의 재킷에도 사용할 수 있다.

(2) 설계압력 30 ㎫{300 kgf/㎠}미만 용기 또는 설계압력 1 ㎫{10 kgf/㎠}미만 용기로서 설계, 제작하는 재킷에 사용할 수 있다.

### 31.16.4.8 [그림 31.10] (g)에서 표시하는 재킷 폐쇄부

[그림 31.10] (g)에 표시하는 재킷 폐쇄부는 다음에 따른다.

(1) [그림 31.9]의 형식 3의 재킷에 사용하는 이 폐쇄부는 [그림 31.10] (h-1a), (h-1b) 또는 (h-2)에서 표시하는 용접에 의해 재킷을 압력용기 본체에 부착한다.

(2) $t_{rj}$ 가 16 ㎜ 이하인 재킷에만 사용할 수 있다.

(3) [그림 31.10] (h-1a) 및 (h-1b)에 의해 부착하는 재킷은 설계압력 30 ㎫{300 kgf/㎠}미만 용기 또는 설계압력 1 ㎫{10 kgf/㎠}미만 용기로서 설계, 제작할 수 있다.

(4) [그림 31.10] (h-2)에 의해 부착하는 재킷은 설계압력 1 ㎫{10 kgf/㎠}미만 용기로서 설계, 제작할 수 있다.

### 31.16.4.9 [그림 31.10] (i) 및 (j)에 표시하는 재킷 폐쇄부

[그림 31.10] (i) 및 (j)에 표시하는 원뿔형 또는 끝부분에 둥글기를 부착한 원뿔형 재킷은 [그림 31.9]의 형식 2의 재킷에 요구되는 규정을 만족해야 한다.
또한, 재킷 폐쇄부의 상세는 31.16.4.6항 또는 31.16.4.7항에 따른다.

### 31.16.4.10 재킷 형식에 다른 폐쇄부 구조의 주된 제한

31.16.4.2항 내지 31.16.4.9항에 규정한 재킷의 형식에 의한 폐쇄부 구조의 주된 제한을 <표 31.4>에 표시한다.

## <표 31.4> 재킷의 형식에 따른 폐쇄부 구조의 주된 제한

| 폐쇄부의 구조 | 재킷의 형식 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (a-1)<br>(a-2)<br>(a-3) | $t_{rc}$는 원뿔 드럼으로서 구하고, 또한, $t_{rc} \geq t_{rj}$<br>$r \geq 3t_c$<br>$t_{rc} \leq 16$ ㎜<br>$Y \geq 0.7t_c$ | 형식 1과 같다. 다만,<br>(a-1) $Y \geq 0.7t_c$<br>(a-2) $Y \geq 0.83t_c$<br>(a-3) $Y \geq t_c$ | - | 형식 2와 같다. | - |
| (b-1)<br>(b-2)<br>(b-3) | (b-1) $t_{rc} \geq t_{rj}$<br>(b-2) $t_{rc}$는 원뿔 드럼으로서 구하고, 또한, $t_{rc} \geq t_{rj}$, $\Theta \leq 60$도<br>(b-3) $t_{rc} \geq 0.707j\sqrt{P/\sigma_a}$, 또한, $t_{rc} \geq t_{rj}$ | (b-1)~(b-3) 모두 압력용기 본체와의 용접은 $Y \geq 1.25t_c$의 완전용입용접일 것<br>다만, 형식 1에 사용되는 경우는 $0.7t_c$ 이상의 필렛용접으로 압력용기 본체에 부착할 수 있다. | | | |
| (c) | $t_{rc}$는 원뿔 드럼으로서 구하고, 또한, $t_{rc} \geq t_{rj}$, $\Theta \leq 30$도, $Y \geq t_c$ | - | - | - | - |
| (d-1)<br>(d-2) | $t_{rc} \geq 0.707j\sqrt{P/\sigma_a}$, 또한, $t_{rc} \geq 2t_{rj}$<br>$t_{rc} \leq 16$ ㎜, $Z \geq t_j$<br>$Y \geq 0.75t_s$ 또는 $0.75t_c$중에서 작은 쪽의 값 | - | - | - | - |
| 폐쇄부와 본체 드럼의 부착 (e-1)<br>(e-2) | $t_{rc} \geq 0.707j\sqrt{P/\sigma_a}$, 또한, $t_{rc} \geq 2t_{rj}$ | $t_{rc} = 1.414\sqrt{\frac{PRj}{\sigma_a}}$, $j = \frac{2\sigma_a t_s^2}{PR_j} - 0.5(t_s + t_j)$ | | | |
| | $Y = a + b$로 $Y \geq 1.5t_c$ 또는 $1.5t_s$중에서 작은 쪽의 값<br>$Z$ : $Y$의 최소치수를 유지하기 위해 그루브 용접 또는 필렛용접으로 부착하는 경우에 필요한 필렛용접의 최소다리 길이 | | | | |
| 폐쇄부와 재킷의 부착 (f-1)<br>(f-2)<br>(f-3) | 용접상세는 [그림 31.10]의 (k-1)에 따른다.<br>용접상세는 [그림 31.10]의 (k-2)에 따른다.<br>용접상세는 [그림 31.10]의 (k-3)에 따른다. | | | | |
| (g) | - | - | $t_{rj} \leq 16$ ㎜인 경우에 한한다.<br>용접상세는 [그림 31.10]의 (h-1a), (h-2b) 또는 (h-2)에 따른다. | - | - |
| (i)<br>(j) | - | 형식 2의 규정을 만족하는 것. 본체 드럼과의 부착방법은 (e-1)~(e-2) 및 (f-1)~(f-3)에 따른다. | - | - | - |

비고 : 이 표는 재킷의 형식과 사용할 수 있는 폐쇄부의 구조 개요이며, 상세는 31.16.4.2항 내지 31.16.4.9항의 규정에 따라야 한다.

### 31.16.5 코일재킷

#### 31.16.5.1 코일재킷 범위

(1) 코일재킷은 관을 길이방향으로 양분하여 반원통으로 한 것, 또는 판을 반원통으로 가공한 것을 압력용기에 용접하는 것에 한한다.

(2) 다음에 기재하는 압력용기에 사용하지 않는다.

(a) 압력용기의 등급분류에서 설계압력 30 ㎫{300 kgf/㎠}미만의 압력용기

(b) 압력용기 본체 또는 재킷 내에 치사 물질을 넣은 압력용기

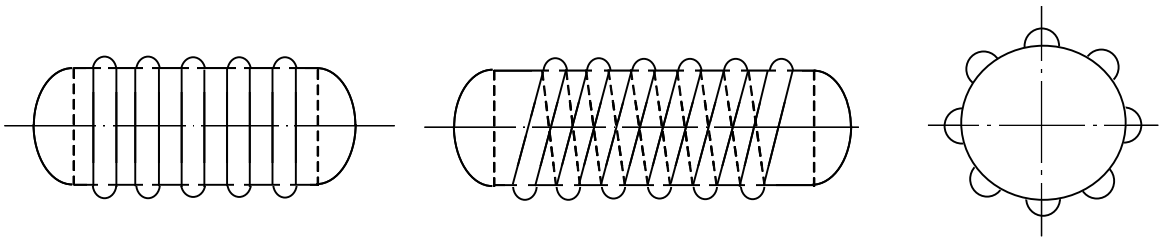
(c) 코일재킷의 설계온도가 273 K{0 ℃} 미만, 또는 473 K{200 ℃}를 초과하는 압력용기

(3) 코일재킷은 압력용기 등급분류에서 설계압력 1 ㎫{10 kgf/㎠}미만인 제3종 용기로 한다.

#### 31.16.5.2 코일재킷의 종류

코일재킷의 종류 보기를 [그림 31.11]에 표시한다.

(a) 링형 재킷 (b) 나선형 재킷 (c) 꽃모양 재킷



**[그림 31.11] 코일재킷의 종류**

#### 31.16.5.3 설계

코일재킷의 설계는 다음에 따른다.

(1) 코일재킷의 반원통 드럼부의 계산두께

코일재킷의 반원통 드럼부의 계산두께는 30.1.1항에 따른다.

(2) 압력용기 본체의 드럼 또는 경판의 외압에 대한 계산두께

코일재킷을 부착한 압력용기 본체의 드럼 또는 경판의 외압에 대한 계산두께는 다음 계산식에 따른다.

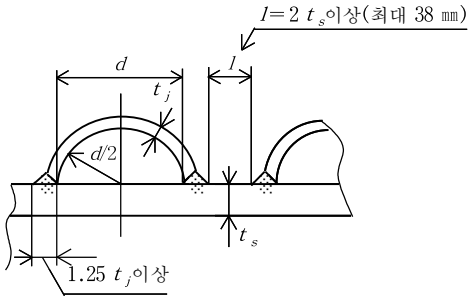
$$t_s = d\sqrt{\frac{3P}{4\sigma_a}} \qquad \left\{ t_s = d\sqrt{\frac{3P}{400\sigma_a}} \right\}$$

여기에서 $t_s$ : 압력용기 본체의 드럼 또는 경판의 외압에 대한 계산두께(㎜)

$d$ : [그림 31.12]와 같이 측정한 길이(㎜)

$P$ : 재킷의 설계압력(㎫){kgf/㎠}

$\sigma_a$ : 설계온도에 대한 압력용기 본체의 드럼 또는 경판 재료의 기본 허용응력(N/㎟) {kgf/㎟}




[그림 31.12] 코일재킷의 여러 치수

31.16.5.4 용접

코일재킷을 압력용기 본체에 부착하는 용접은 다음에 따른다.

(1) 코일재킷을 압력용기 본체에 부착하는 용접간의 거리( $l$ )는 [그림 31.12] 또는 다음에 따른다.

(a) 코일재킷을 압력용기 본체에 용접하는 경우에는 그루브를 취하고 완전용입용접으로 해야 한다.

(b) 압력용기 본체의 용접이음(38.2.1항에 규정하는 분류 A급 및 분류 B급의 이음에 한한다)과의 거리는 코일재킷 두께의 2배 이상(38 ㎜를 초과할 필요는 없다)이 되도록 해야 한다. 다만, 압력용기 본체의 용접이음에 대한 방사선투과시험 및 자분탐상시험(자분탐상시험을 하는 것이 곤란한 것에서는 침투탐상시험)을 하고 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조일반) 8.3항에 따라서 합격한 것에 대하여는 그러하지 아니한다.

(c) [그림 31.12]의 $l$ 은 용접후열처리를 하는 코일재킷에 대해서는 $l$ 을 $2t_s$이하로 할 수 있다.

(2) 코일재킷을 압력용기 본체에 부착하는 용접이음의 용접이음 품질계수 η는 0.8로 한다.

## 제32장 열교환기의 동체에 설치하는 신축이음

### 32.1 신축이음의 필요 여부

고정 관판식 열교환기에 있어서는, 다음 식에 의해서 동체 및 관에 발생되는 응력을 구하고, 그 값이 각각 동체 또는 관의 허용응력 이상일 경우에는, 이 응력을 완화해 주기 위하여, 동체에 신축이음을 설치해 주어야 한다.

$$\sigma_s = \frac{-F_1 + F_2}{A_s} \qquad \sigma_t = \frac{F_1 + F_3}{A_t}$$

여기에서 $\sigma_s$ : 동체판에 발생되는 응력(N/㎟){kgf/㎟}

$\sigma_t$ : 관에 발생되는 응력(N/㎟){kgf/㎟}

$A_s$ : 동체판의 단면적(㎟)

$A_t$ : 관의 총 단면적(㎟)

$F_1$ : 동체와 관과의 온도차에 따라서 발생하는 힘(N){kgf}으로, 다음에 따른다.

$$F_1 = \frac{\delta A_s A_t E_s E_t}{l(A_s E_s + A_t E_t)}$$

$\delta$ : 동체와 관과의 신율의 차(㎜)로서, 다음에 따른다.

$$\delta = \{\alpha_s(T_s - T_o) - \alpha_t(T_t - T_o)\} l$$

$\alpha_s$ : 온도 $T_s$에 있어서의 동체 재료의 선팽창계수

$\alpha_t$ : 온도 $T_t$에 있어서의 관 재료의 선팽창계수

$T_o$ : 293 K{20 ℃}

$T_s$ : 사용시의 동체판의 온도(K){℃}

$T_t$ : 사용시의 관의 온도(K){℃}

$E_s$, $E_t$ : 각각 동체 및 각각의 관 재료의 종탄성계수(N/㎟){kgf/㎟}

$l$ : 상온에서의 관(동체) 길이(㎜)

$F_2$ : 동체쪽과 관쪽과의 압력에 의해서 동체에 가해지는 힘(N){kgf}으로, 다음에 따른다.

$$F_2 = \frac{100 Q A_s E_s}{A_s E_s + A_t E_t} \left\{ F_2 = \frac{Q A_s E_s}{A_s E_s + A_t E_t} \right\}$$

$$Q : Q = \frac{\pi}{4}(D^2 - n d^2) P_s + \frac{\pi}{4} n (d - 2 t_t)^2 P_t \text{ (N)}$$

$$\left\{ Q = \frac{\pi}{400}(D^2 - n d^2) P_s + \frac{\pi}{400} n (d - 2 t_t)^2 P_t \right\} \text{{kgf}}$$

$P_s$ : 동체쪽의 설계압력(MPa){kgf/㎠}

$P_t$ : 관쪽의 설계압력(MPa){kgf/㎠}

$D$ : 동체의 안지름(㎜)

$d$ : 관의 바깥지름(㎜)

$t_t$ : 관의 두께(㎜)

$n$ : 관의 수

$F_3$ : 동체쪽과 관쪽과의 압력에 의해서 관에 가해지는 힘(N){kgf}으로, 다음에 따른다.

$$F_3 = \frac{Q A_t E_t}{A_s E_s + A_t E_t}$$

## 32.2 신축이음의 응력

고정 관판식 열교환기의 동체에 설치하는 신축이음의 응력은 다음 계산식에 따라서 계산한다([그림 32.1]). 다만, *U*자형 이외의 신축이음으로 다른 계산식에 의하여 계산하는 것이 적당하다고 인정되는 것에 대해서는 이에 따르지 않는다.

$$\sigma = \frac{1.5 E t \delta}{b^{0.5} h^{1.5} N} + \frac{P h^2}{2 t^2} \left\{ \sigma = \frac{1.5 E t \delta}{b^{0.5} h^{1.5} N} + \frac{P h^2}{200 t^2} \right\}$$

여기에서 σ : 신축이음에 발생되는 응력(N/㎟){kgf/㎟}

$E$ : 신축이음 재료의 종탄성계수(N/㎟){kgf/㎟}

$t$ : 이음부의 판두께(㎜)

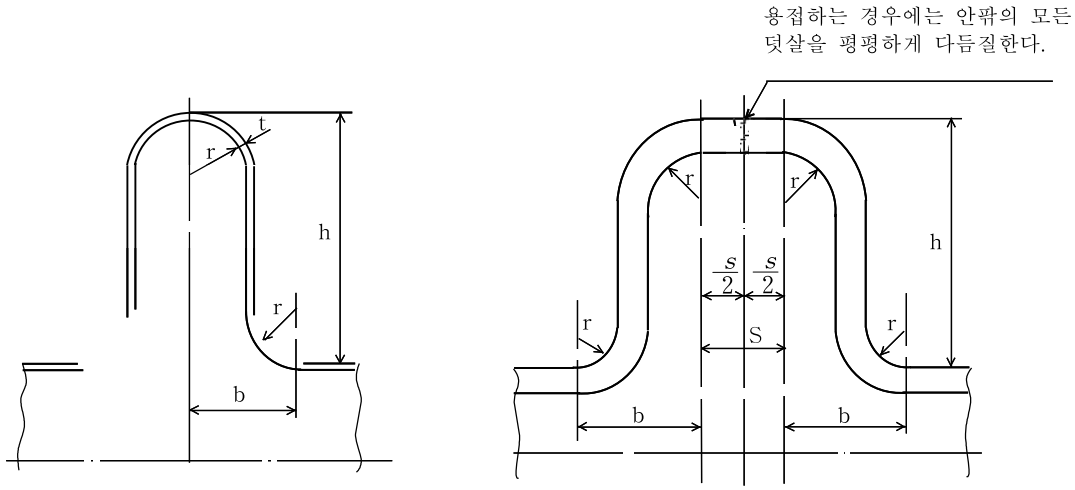
δ : 동체와 관과의 신율의 차로서 절대치를 사용한다(㎜).

$b$ : 이음부 굴곡 피치의 1/2(㎜)

$h$ : 이음부 굴곡의 높이(㎜)

$N$ : 이음부 굴곡 개수의 2배(굴곡이 하나인 이음에서는 2)

$P$ : 설계압력(MPa){kgf/㎠}




비 고 1. $\frac{h}{3} \le b \le h$

2. 신축이음의 최대지름에 있어서 동체의 계산을 하지 않은 경우의 $S$의 치수는, $3t \sim 4t$ (㎜)로 한다.

3. $t$는 신축이음을 부착하는 동체의 두께를 나타내는 것은 아니다.

[그림 32.1] 신축이음

## 32.3 조절링을 갖는 신축이음의 응력

고정 관판식 열교환기의 동체에 설치하는 신축이음으로 조절링이 있는 것의 응력은 전항의 규정에도 불구하고 다음 계산식에 따른다.

$$\sigma = \frac{1.5\,E\,t\,\delta}{b^{0.5}\,h^{1.5}N} + \frac{Ph}{t} \quad \left\{ \sigma = \frac{1.5\,E\,t\,\delta}{b^{0.5}\,h^{1.5}N} + \frac{Ph}{100t} \right\}$$

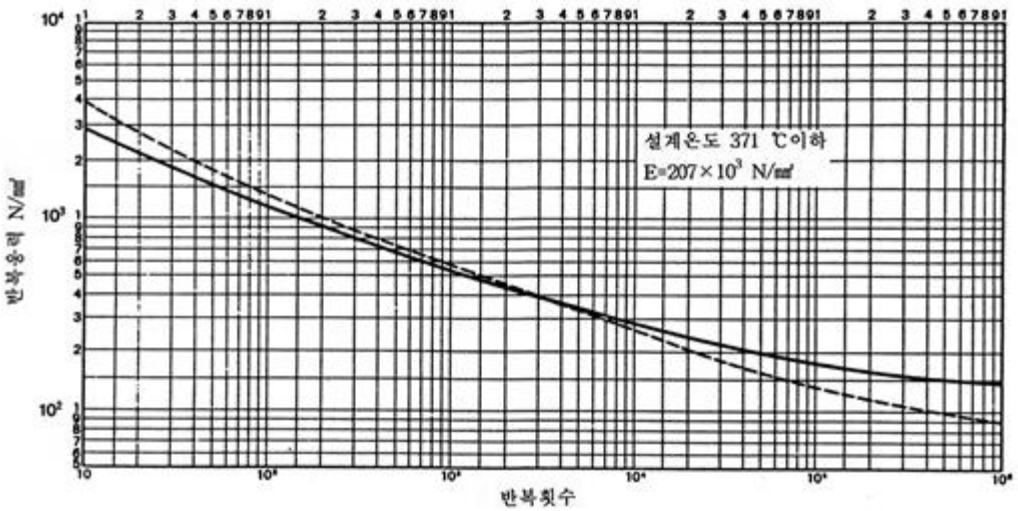
여기에서 σ, $E$, $t$, δ, $b$, $h$, $N$, 및 $P$는 32.2항에 따른다.

## 32.4 신축이음의 응력 제한

32.2항 또는 32.3항의 계산식 중 σ 의 1/2 값에, [그림 32.2] (a) 또는 (b)의 기준이 된 재료의 종탄성계수( $E$ )와 설계온도에 있어서 신축이음 재료의 종탄성계수 ( $E_d$ )와의 비($\frac{E}{E_d}$)를 곱한 값은 반복회수

에 따라 [그림 32.2] (a) 또는 (b)에 따른 반복응력을 초과해서는 안된다. 또한, 같은 계산식 중의 $\left(\frac{Ph^2}{2t^2}\right)$ $\left\{\frac{Ph^2}{200t^2}\right\}$의 값은 설계온도에 있어서 재료의 항복점 또는 0.2 % 내력을, $\left(\frac{Ph}{t}\right)$ $\left\{\frac{Ph}{100t}\right\}$의 값은 설계온도에 있어서 재료의 허용인장응력을 초과하지 않아야 한다.

**(a) 탄소강, 저합금강 및 페라이트계 스테인리스강**

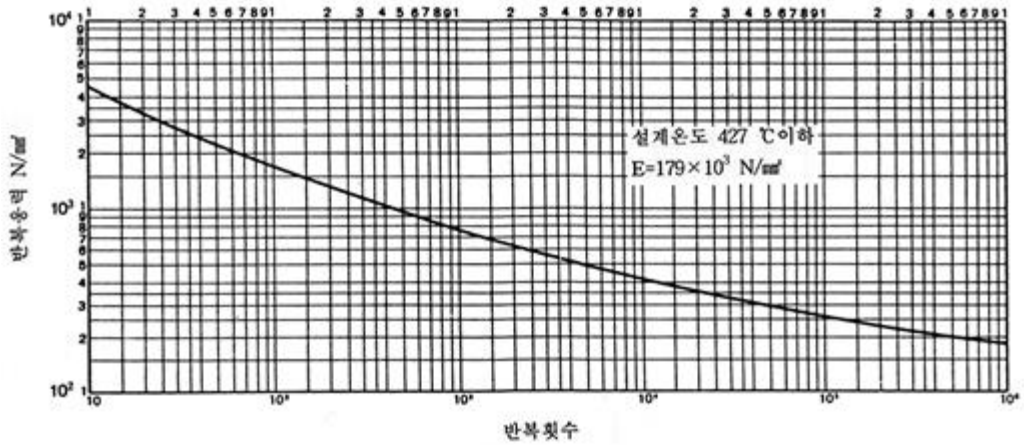



비고 1. 점선은 재료의 최소인장강도가 560 N/㎟{56 kgf/㎟} 이하인 경우에 사용한다.

2. 실선은 재료의 최소인장강도가 800 N/㎟{80 kgf/㎟} 이상 910 N/㎟{91 kgf/㎟} 미만인 경우에 사용한다.

3. 재료의 최소인장강도가 560 N/㎟{56 kgf/㎟}를 초과 800 N/㎟{80 kgf/㎟} 미만인 경우에 대해서는 비례법에 의해서 계산한다.

**(b) 오스테나이트계 스테인리스강, 오스테나이트·페라이트계 스테인리스강, 니켈크롬철 합금 및 니켈동합금**




[그림 32.2] 설계 피로곡선

## 제33장 스테이 및 스테이에 의해서 지지하는 판

### 33.1 봉스테이, 스테이볼트, 관스테이가 지지하는 하중

봉스테이, 스테이볼트 또는 관스테이가 지지하는 하중은 다음에 따른다.

(1) 규칙적으로 배치된 스테이가 지지하는 하중은, 스테이의 중심을 잇는 선이 만드는 면적으로부터 스테이가 차지하고 있는 면적을 뺀 면적에 최고허용압력을 곱한 것으로 한다.
(2) 불규칙적으로 배치된 스테이가 지지하는 하중은 스테이가 담당하는 것으로 간주되는 면적에 대해서 (1)의 규정을 준용한다.
(3) 관스테이에 있어서는 1개의 관스테이가 담당하는 면적으로부터 그 면적 안에 있는 관구멍의 총 면적을 뺀 면적에 최고허용압력을 곱한 것으로 한다.

### 33.2 스테이볼트의 부착

스테이볼트의 부착은 다음에 따른다.

(1) 스테이볼트를 판에 부착할 경우에는, 2개 이상의 나사산을 판면으로부터 돌출시켜 이것을 코킹하여야 한다.
(2) 스테이볼트를 판면에 비스듬히 부착할 경우에는, 3개 이상의 나사산이 판에 나사박음 되며 또한 그 중에서 1개 이상의 나사산은 전체둘레가 완전히 판과 접촉한 나사박음 상태이어야 한다.

### 33.3 봉스테이의 부착

봉스테이는 다음 중 한 방법에 의해서 부착하여야 한다.

(1) 스테이볼트와 같은 방법으로 나사박음하여 코킹하여야 한다.
(2) 판에 나사박음하여 판의 바깥쪽에 너트를 부착하든가 또는 판의 안팎 양쪽에 와셔없이 너트를 부착한다.
(3) 안쪽에 너트를, 바깥쪽의 강제 와셔와 너트를 부착한다.
(4) 형강이나 기타의 철물을 판에 부착시키고, 이것에 핀으로 부착한다.
(5) 용접해서 부착한다.

### 33.4 스테이의 최소 단면적

스테이의 최소 단면적은 다음에 따른다.

$$A = \frac{1.1W}{\sigma_a}$$

여기에서 $A$ : 스테이의 최소 단면적(㎟)

$W$ : 스테이가 지지하는 하중(N){kgf}으로, 경사스테이에 있어서는 축 방향으로 환산한 하중을 취한다.

$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}. 다만, 스테이가 용접에 의해서 이어진 경우에는, 그 재료의 허용인장응력의 60 %로 한다.

### 33.5 길이 방향 스테이 또는 경사스테이의 핀 이음에 의한 부착

길이 스테이 또는 경사스테이를 핀 이음에 의해서 부착할 경우에는, 핀이 2면에 전단력을 받도록 하고, 또한 핀의 단면적을 스테이의 소요 단면적의 3/4 이상으로 하며, 스테이 휠 부분의 단면적을 스테이 소요 단면적의 1.25배 이상으로 한다.

### 33.6 봉스테이의 용접에 의한 부착

봉스테이를 용접해서 부착할 때에는 38.2.10.1항에 따른다.

### 33.7 경사스테이의 용접에 의한 부착

경사스테이를 용접해서 부착할 때에는 38.2.10.2항에 따른다.

### 33.8 스테이로 지지되는 판 두께의 제한

스테이에 의해서 지지되는 판의 실제두께는 8 ㎜ 이상으로 하여야 한다. 다만, 봉스테이가 용접으로 부착되고, 다음 조건이 만족될 때에는 이에 따르지 않는다.

(1) 봉스테이의 부착은 [그림 38.6] (a), (b), (c) 또는 (d)에 따른다.
(2) 봉스테이의 피치는 200 ㎜ 이하로 또한 봉스테이의 지름의 15배 이하로 한다.
비 고 : 용접 부착부는 방사선투과시험을 필요로 하지 않는다. 또한, 용기 전체가 용접후열처리를 요하는 경우 이외에는 용접후열처리도 필요로 하지 않는다.

### 33.9 규칙적으로 배치된 스테이로 지지되는 평판의 강도

규칙적으로 배치된 스테이에 의해서 지지되는 평판의 최소두께는 다음 계산식에 따른다.

$$t = p\sqrt{\frac{P}{C\sigma_a}} + \alpha \quad \left\{ t = p\sqrt{\frac{P}{100C\sigma_a}} + \alpha \right\}$$

여기에서 $t$ : 평판의 최소두께(㎜)

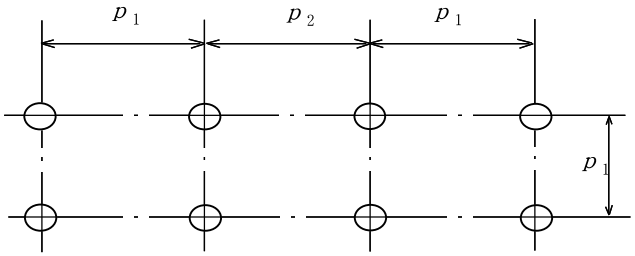
$P$ : 설계압력(MPa){kgf/㎠}

$p$ : 스테이의 피치(㎜)로, 스테이의 수평 및 수직 방향의 중심선사이의 거리의 평균값([그림 33.1] 참조)

$C$ : 정수로 <표 33.1>에 따른다.

$\sigma_a$ : 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

α : 부식여유(㎜)로 29.3항에 따른다.




$$p = \frac{p_1 + p_2}{2}$$

[그림 33.1] 규칙적인 스테이의 배치

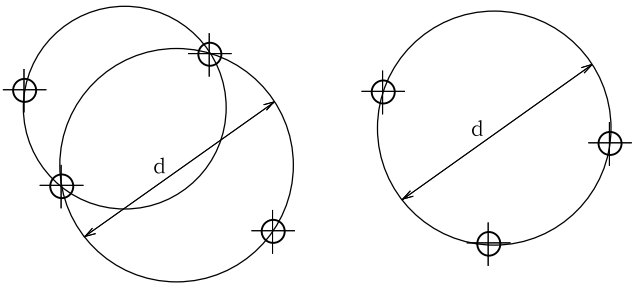
<표 33.1> 봉 또는 판을 스테이로서 부착하는 경우의 정수 $C$

| $C$ | 스테이 부착 방법의 종류 |
|---|---|
| 2.1 | 두께 11 ㎜ 이하의 판에 스테이를 나사박음 하고, 그 끝부분을 코킹한 것 |
| 2.2 | 두께 11 ㎜를 초과하는 판에 스테이를 나사박음하고, 그 끝부분을 코킹한 것 |
| 2.5 | 스테이를 판에 나사박음하고, 또한 판의 바깥쪽에 너트를 부착하든가 또는 판의 안팎 양쪽에 와셔없이 너트를 부착한 것 |
| 2.7 | 판의 안쪽에 너트를, 바깥쪽에 강재의 와셔와 너트를 부착한 것 이 경우에는 와셔의 바깥지름을 스테이 나사부 지름의 2.5배 이상이고, 두께는 $\frac{t}{2}$ 이상인 것 |
| 3.2 | 판의 안쪽에 너트를, 바깥쪽에 강재의 와셔와 너트를 부착한 것. 이 경우에는 와셔의 바깥지름을 $\frac{p}{2.5}$ 이상으로 하고, 두께는 $t$ 이상인 것 |
| 2.1 | 11 ㎜ 이하의 판에 스테이를 꽂아 넣고, 그의 끝부분에 필렛용접을 한 것 |
| 2.2 | 11 ㎜를 초과하는 판에 스테이를 꽂아 넣고, 그의 끝부분에 필렛용접을 한 것 |
| 2.5 | 판에 용접홈을 만든 후 스테이의 끝부분을 V형 또는 K형으로 용접한 것 |
| 1.9 | 판에 용접한 와셔, 조각판 또는 붙임판에 스테이의 끝부분을 나사박음한 것 |
| 3.2 | 가셋트 스테이를 V형 또는 K형 용접으로 부착한 것 |

### 33.10 불규칙하게 배치된 스테이에 의해서 지지되는 평판의 강도

불규칙하게 배치된 스테이에 의해서 지지되는 평판의 최소두께는 다음과 같이 $p$ 및 $C$를 취하여 33.9항의 계산식을 준용하여 계산한다.

(1) 3개의 지점을 통하고 내부에 스테이를 포함하지 않는 최대 원의 지름을 $d$ 라 하고, $\frac{d}{\sqrt{2}}$를 $p$로 한다([그림 33.2] 참조).




[그림 33.2] 불규칙한 스테이의 배열

(2) $C$는 최대 원이 통하는 지지점의 종류에 따라 <표 33.2>에서 열거하는 값의 평균으로 한다.

<표 33.2> 지점의 종류에 따른 정수 $C$

| 지지점의 종류 | $C$ |
|---|---|
| 경판의 굽힘이 시작하는 선 | 3.2 |
| 그 밖의 지지점 | <표 31.3> 및 33.1항의 값 |

### 33.11 붙임판을 부착한 평판의 강도

스테이에 의해서 지지된 두께 10 ㎜ 이상의 평판에 보강을 필요로 하는 부분의 온 면에 걸쳐, 평판 두께의 2/3 이상의 두께를 가진 붙임판을 필렛용접으로 부착시켜, 스테이볼트를 안팎의 판에 용접한 경우에는, 해당 부분의 최고허용압력을 계산할 때, 판 두께로서 두께의 3/4(최대로는 원래의 평판 두께의 1.5배)을 취하고 정수 $C$를 2.7로 한다.

## 제34장 구멍 및 그 보강과 관의 부착

### 34.1 검사등에 필요한 구멍

검사 등에 필요한 구멍은 다음에 따른다.

(1) 압력용기에는 동체 또는 경판에 맨홀, 청소구멍 또는 검사구멍을 마련하여야 한다. 다만, 다음에 열거하는 압력용기는 이에 따르지 않아도 좋다.

(a) 동체의 안지름이 300 ㎜ 이하인 압력용기

(b) 동체의 안지름이 500 ㎜ 이하인 압력용기로, 호칭지름 $1\frac{1}{2}B$ 이상의 떼어낼 수 있는 관을 2개 이상 가진 것

(c) 경판, 뚜껑판 등을 떼어낼 수 있는 구조로 된 압력용기로, 경판, 뚜껑판 등의 크기가 34.2항에서 규정하는 맨홀 또는 청소구멍의 크기 이상이 되는 것

(d) 부식의 우려가 없는 특별한 것

(e) 구조, 모양 또는 용도를 감안할 때 맨홀, 청소구멍 또는 검사구멍을 마련할 필요가 없다고 인정되는 것

(2) 맨홀, 청소구멍 또는 검사구멍의 수는 동체의 안지름에 따라 <표 34.1>에 따른다. 다만, 열교환기 등에서 모양 또는 용도를 감안할 때 맨홀을 마련할 필요가 없다고 인정되는 경우에는, 2개 이상의 청소 구멍으로 맨홀에 대용할 수 있다.

**<표 34.1> 동체 안지름에 따른 각 구멍의 수**

| 동체의 안지름 | 맨홀, 청소구멍 또는 검사구멍의 수 |
|---|---|
| 300 ㎜ 초과 500 ㎜ 이하 | 청소구멍 2개 이상 또는 청소구멍과 검사구멍 각 1개 이상 |
| 500 ㎜ 초과 1,000 ㎜ 이하 | 맨홀 1개 이상, 청소구멍 2개 이상 또는 청소구멍과 검사구멍 각 1개 이상 |
| 1,000 ㎜ 초과 | 맨홀 1개 이상 |

### 34.2 맨홀의 크기

맨홀의 크기는 긴 지름 375 ㎜ 이상, 짧은 지름 275 ㎜ 이상의 타원형, 지름 375 ㎜ 이상의 원형 또는 긴 지름 400 ㎜ 이상, 짧은 지름 250 ㎜ 이상의 타원형으로 하여야 한다.

### 34.3 청소 구멍의 크기

청소 구멍의 크기는 다음에 따른다.

(1) 청소 구멍의 크기는 긴 지름 75 ㎜ 이상, 짧은 지름 50 ㎜ 이상의 타원형 또는 지름 75 ㎜ 이상의 원형으로 하여야 한다.

(2) 안지름이 500 ㎜를 초과하고, 1,000 ㎜ 이하인 동체에 마련하는 청소구멍의 크기는, (1)의 규정에도 불구하고 긴 지름 90 ㎜ 이상, 짧은 지름 70 ㎜ 이상의 타원형 또는 지름 90 ㎜ 이상의 원형으로 하여야 한다.

(3) 34.1항의 (2)의 단서에 따른 청소 구멍의 크기는 (1)의 규정에 관계없이 긴 지름 150 ㎜이상, 짧은 지름 100 ㎜ 이상의 타원형, 또는 지름 150 ㎜ 이상의 원형으로 하여야 한다.

### 34.4 검사구멍용 나사박음 플러그의 크기

검사구멍으로서, 나사박음하는 플러그로 뚜껑을 하는 것에는 KS B 0222(관용 테이퍼 나사)의 PT 2이상 또는 PS 2이상의 관용 나사를 사용하여야 한다. 다만, 안지름이 500 ㎜ 이하인 동체에 마련하는 검사구

멍에 사용되는 나사박음하는 플러그에는 KS B 0222(관용 테이퍼 나사)의 PT 1이상, 또는 PS 1이상의 크기를 갖는 관용 나사를 사용하여도 좋다. 또한 관용나사 대신에 나사 지름이 관용 나사보다 작지 않은 가는 나사[KS B 0204(미터 가는나사)]를 사용하여도 좋다.

비고 : PS는 테이퍼 수나사와 끼워맞추는 평형암나사의 호칭을 나타낸다. PT는 관용 테이퍼나사의 호칭을 나타낸다.

### 34.5 관찰용 유리의 두께

압력용기로서 작업 중에 내부의 상황을 볼 필요가 있는 것에는 동체 또는 경판에 유리로 관찰창을 만들어도 좋다. 관찰창에 사용하는 유리판은 KS L 2002(강화 유리)에 적합한 것, 또는 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것으로 하고, 그 계산두께는 다음 계산식에 따른다.

$$t = 5\sqrt{\frac{PA}{\sigma_b}} \quad \left\{ t = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{PA}{\sigma_b}} \right\}$$

여기에서 $t$ : 유리판의 계산두께(㎜)

$P$ : 관찰창을 만드는 동체, 경판등의 설계압력(MPa){kgf/㎠}

$A$ : 유리판에서 압력을 받는 부분의 면적(㎠)

$\sigma_b$ : 유리판의 허용굽힘응력(N/㎟){kgf/㎟}으로, 강화 유리에서는 14.7 N/㎟{1.5 kgf/㎟}, 그 밖의 유리에서는 굽힘강도의 1/10로 한다.

### 34.6 구멍의 보강

동체, 경판등에 만드는 구멍은 34.7항에서 열거하는 것을 제외하고는 보강해 주어야 한다.

### 34.7 보강을 필요로 하지 않는 구멍

다음에 열거하는 단독의 구멍은 보강을 해 줄 필요가 없다.

(1) 계산두께 10 ㎜ 이하의 판에 만들어진 구멍으로, 호칭지름 3B 이하의 관 또는 바깥지름 90 ㎜ 이하의 부착물을 용접하는 것

(2) 계산두께 10 ㎜를 초과하는 판에 만들어진 구멍으로, 호칭지름 2B 이하의 관 또는 바깥지름 61 ㎜ 이하의 부착물을 용접하는 것

(3) 지름(나사 구멍에 있어서는 나사 골지름의 지름)이 61 ㎜ 이하의 구멍으로서 동체 안지름의 1/4이하인 것 또는 경판 플랜지부 안지름의 1/4 이하인 것

## 34.8 내압을 받는 동체 및 경판의 구멍에 대한 보강의 계산

### 34.8.1 원통형 동체 또는 원뿔형 동체의 구멍

원통형 동체 또는 원뿔형 동체에 만들어진 구멍에 대한 보강재의 최소 단면적은 구멍의 중심을 포함하고, 판면에 수직인 단면에 대해서 각각 다음 계산식으로부터 구한다.

$$A = d\,t_r F$$

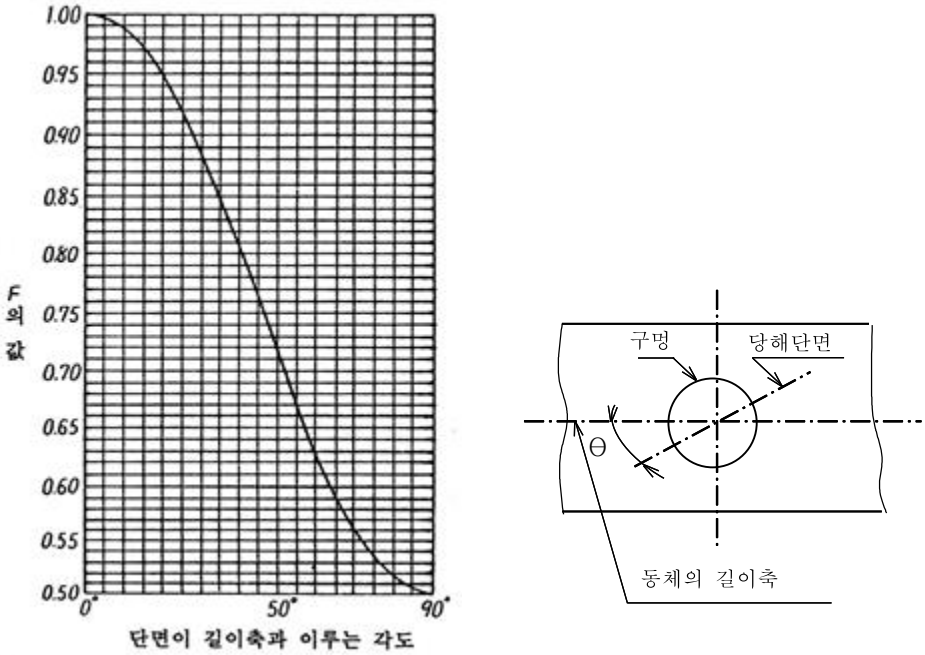
여기에서 $A$ : 보강재의 최소 단면적(㎟)

$d$ : 구멍의 부식여유를 제외한 지름(㎜)

$t_r$ : 길이 이음이 없는 원통형 동체 및 원뿔형 동체에 있어서는 구멍의 축선과 동체 안쪽 벽면과의 교점에서 잰 동체 안지름에서의 계산두께(㎜)

$F$ : 1로 한다. 다만, 일체형의 보강에 대해서는 [그림 34.1]에 따른 $F$의 값을 사용할 수 있다.

비 고 : [그림 34.1]에 있어서 원통형 동체 또는 원뿔형 동체의 축방향에 대해서는 0°의 값, 둘레방향에 대해서는 90°의 값, 그 중간은 각각 중간의 값을 취한다.




[그림 34.1] F의 값

### 34.8.2 구형 동체 또는 성형 경판의 구멍

구형 동체 또는 접시형 경판 등의 성형 경판에 만들어진 구멍에 대한 보강재의 최소 단면적은 구멍의 중심을 포함하고, 판면에 수직인 단면에 대해서는 다음 계산식에 따른다.

$$A = d\,t_r$$

여기에서 $A$ : 보강재의 최소 단면적(㎟)

$d$ : 구멍의 부식여유를 제외한 지름(㎜)

$t_r$ : 다음에 열거하는 각각의 경우에 있어서의 계산두께(㎜)

(1) 구형 동체의 경우에는 이음매 없는 구형 동체로서 구한 계산두께

(2) 접시형 경판의 경우에는, 보강재의 전부가 경판의 구형부에 있을 때, 그 구형부와 같은 반지름을 갖는 이음매 없는 전반구형 경판에 대한 계산두께

(3) 반타원체형 경판의 경우에는 경판의 중심점을 중심으로 하고, 부식여유를 제외한 원통형 동체 안지름의 80 %를 지름으로 하는 원안에 보강재가 전부 있을 때, 원통형 동체의 부식여유를 제외한 안지름에 <표 31.1>에 주어진 긴 지름과 짧은 지름의 비에 대응하는 $K$의 값을 곱한 값과 같은 반지름의 이음매 없는 반구형 경판에 대한 계산두께

(4) 원뿔형 경판의 경우에는, 구멍의 축선과 원뿔의 안쪽 벽면과의 교점에서 잰 그 원뿔형의 지름과 같은 지름을 가진 이음매 없는 원뿔에 대한 계산두께

### 34.8.3 평판의 구멍

평경판, 평뚜껑판, 평밑판 등에 만들어진 구멍에 대한 보강재의 최소 단면적은 다음에 따른다.

(1) 평경판, 평뚜껑판, 평밑판 등의 평판으로, 스테이에 의해서 지지되지 않는 것에 [그림 31.3]에 표시하는 지름 $d$의 1/2 이하 또는 최소 스팬의 1/2 이하의 지름의 구멍을 마련한 경우에는 다음 계산식에 의해서 계산되는 최소 단면적 이상의 면적을 갖는 보강재를 구멍 주위에 부착하여야 한다. 다만, 이와 같은 평판으로 최소두께를 계산하는데 있어서는 31.9.1항의 계산식 중의 $C$ 대신에 $2C$ (0.75이상으로 할 필요는 없다)의 값을 취하여 계산한 것 또는 31.9.2항의 계산식에서 평방근 부호 안의 값을 2배로 하여 계산한 것에 대해서는 보강을 필요로 하지 않는다.

$$A = 0.5 d t_r$$

여기에서 $A$ : 보강재의 최소 단면적(㎟)

$d$ : 구멍의 부식여유를 제외한 지름(㎜)

$t_r$ : 평판의 계산두께(㎜)

(2) 평경판, 평뚜껑판, 평밑판 등의 평판으로, 스테이에 의해서 지지되지 않는 것에 [그림 31.3]에 표시하는 지름 $d$의 1/2을 초과하거나, 또는 최소 스팬의 1/2을 초과하는 지름의 구멍을 마련한 경우에는 평판의 두께를 계산할 때, 31.9.1항의 계산식 중의 $C$ 대신에 $2.25C$를 사용하고, 31.9.2항의 계산식에서는 평방근 부호안의 값을 2.25배하여 계산한 것에 대해서는 보강재를 필요로 하지 않는다.

## 34.9 외압을 받는 동체 및 경판의 구멍에 대한 보강 계산

외압을 받는 동체, 또는 외압을 받는 성형 경판 등에 만들어진 구멍에 대한 보강재의 최소 단면적은 34.8.1항 또는 34.8.2항에 따라서 계산한 최소 단면적의 50 %이상으로 할 수 있다. 이 경우 $t_r$은 외압을

받는 동체 또는 성형 경판 등의 최소두께로 한다.

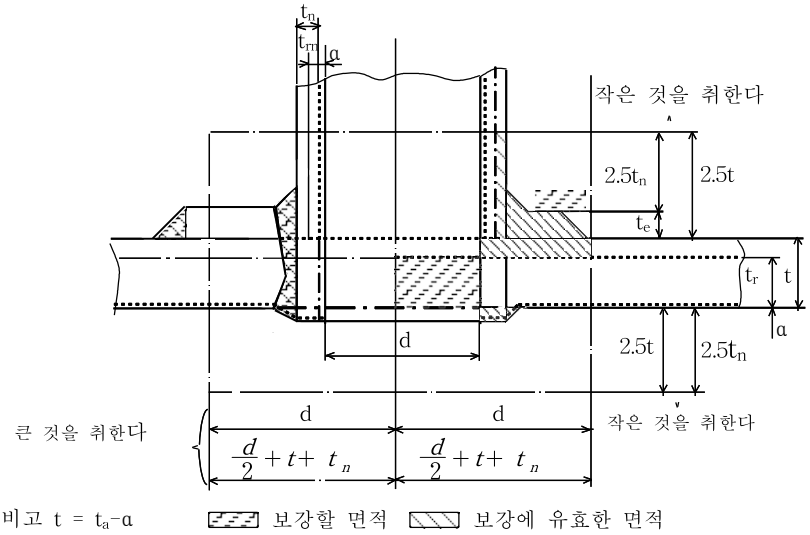
### 34.10 2중 구조의 동체 및 평판의 구멍에 대한 보강 계산

2중 구조로 된 압력용기의 동체나 경판 등에 만들어진 구멍에 대한 보강재의 최소 단면적은 내압을 받는 동체, 경판 등에 대해서는 34.8.1항 또는 34.8.2항에 따르고 외압을 받는 쪽의 동체, 경판 등에 대해서는 34.9항의 규정에 따른다.

### 34.11 보강재와 보강의 유효 범위

보강의 유효 범위는 다음에 따른다.

(1) 보강재는 유효 범위내에 있어야 한다.
(2) 보강의 유효 범위는 구멍의 중심을 포함하고, 판면에 수직인 평면상에서 판면과 평행한 2개의 선과 구멍의 축에 평행한 2개의 선에 의해서 둘러싸이는 범위로 한다.
(3) (2)에서 언급한 4개의 선의 길이는 다음에 따른다([그림 34.2] 참조).
 (a) 판면에 평행한 선의 길이는 구멍의 중심선으로부터 그 양쪽으로 잰 다음 길이 중 큰 값으로 한다.
  ① 각 단면에 나타나는 부식여유를 제외한 구멍의 지름(㎜)
  ② 각 단면에 나타나는 부식여유를 제외한 구멍의 반지름과 부식여유를 제외한 판두께 및 부식여유를 제외한 노즐 벽 두께와의 합(㎜)
 (b) 구멍의 축에 평행한 선의 길이는 다음 판면(부식여유를 준 면에 대해서는 부식여유를 제외한 판면)으로부터 양쪽으로 측정하여 다음 길이 중 큰 값으로 한다.
  ① 부식여유를 제외한 판 두께의 2.5배(㎜)
  ② 부식여유를 제외한 노즐부 벽 두께의 2.5배와 보강재(용착금속은 포함하지 않는다)의 두께와의 합(㎜)




비고 1. $t$ 및 $t_{nr}$은 부식여유를 제외한 두께(㎜)로 하고 $d$는 부식분을 제외한 지름(㎜)으로 한다.
2. $t_{nr}$은 이음매 없는 관부착대벽의 계산상 필요한 두께(㎜)로, 그 관부착대가 부착되는 동체에 대한 계산식과 동일한 계산식을 이용한다. 이 경우에, 부착여유는 0으로 한다.

[그림 34.2] 보강의 유효 범위

### 34.12 동체판 또는 경판의 두께 및 노즐의 벽 두께 중 보강재로서 산입되는 부분의 면적

보강 유효범위 안에 있는 동체판, 경판 또는 노즐부의 부분으로서, 그 두께가 최소 두께를 초과하는 부분 및 용접으로 부착된 용접금속은, 다음의 경우 보강재에 산입할 수 있다.

(1) 동체판 또는 경판 중에서 보강재로서 산입할 수 있는 부분의 면적은 다음 계산식에 따라서 구하는 면적 중의 큰 값으로 한다.

$$A_1 = \{ \eta ( t_a - \alpha ) - t_r \} d$$

$$A_1 = 2 \{ \eta ( t_a - \alpha ) - t_r \} \{ ( t_a - \alpha ) + t_n \}$$

여기에서 $A_1$: 보강재로 산입할 수 있는 동체판 또는 경판의 면적(㎟)

$t_a$ : 동체판 또는 경판의 실제두께(㎜)

$t_r$ : 이음매 없는 동체판 또는 구멍이 없는 경판의 계산두께(㎜)

$d$ : 보강을 고려하는 면에서 잰 구멍의 부식여유를 제외한 지름(㎜)

$t_n$ : 노즐 벽의 부식여유를 제외한 실제두께(㎜)

$\alpha$ : 부식여유(㎜)

$\eta$ : 이음효율로, 구멍이 이음부와 교차하지 않을 경우, 또는 둘레이음(동체를 경판에 부착시키는 이음은 제외한다)과 교차하는 경우에는 1로 하고, 구멍이 길이이음과 통하는 경우에는 그 길이이음의 효율로 한다.

(2) 노즐부에서 보강재로서 산입할 수 있는 부분의 면적은, 다음 계산식에 따라서 계산되는 면적 중에서 작은 값으로 한다.

$$A_2 = 5 ( t_a - \alpha ) ( t_n - t_{rn} )$$

$$A_2 = (5 t_n + 2 t_e ) ( t_n - t_{rn} )$$

여기에서 $A_2$: 보강재로서 산입할 수 있는 노즐부의 면적(㎟)

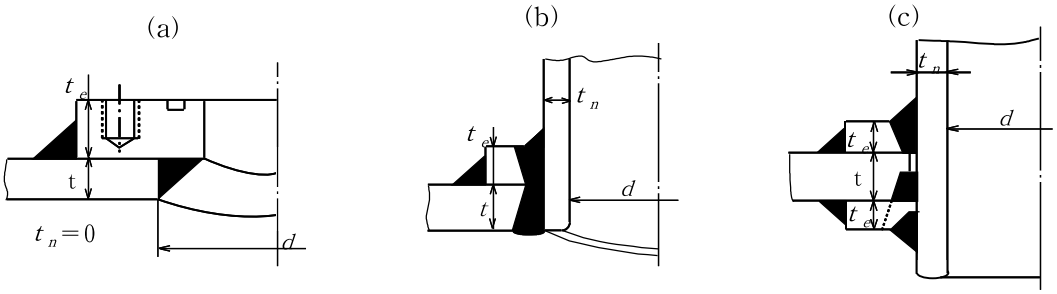
$t_a$ : 동체판 또는 경판의 실제두께(㎜)

$t_n$ : 노즐 벽의 부식여유를 제외한 실제두께(㎜)

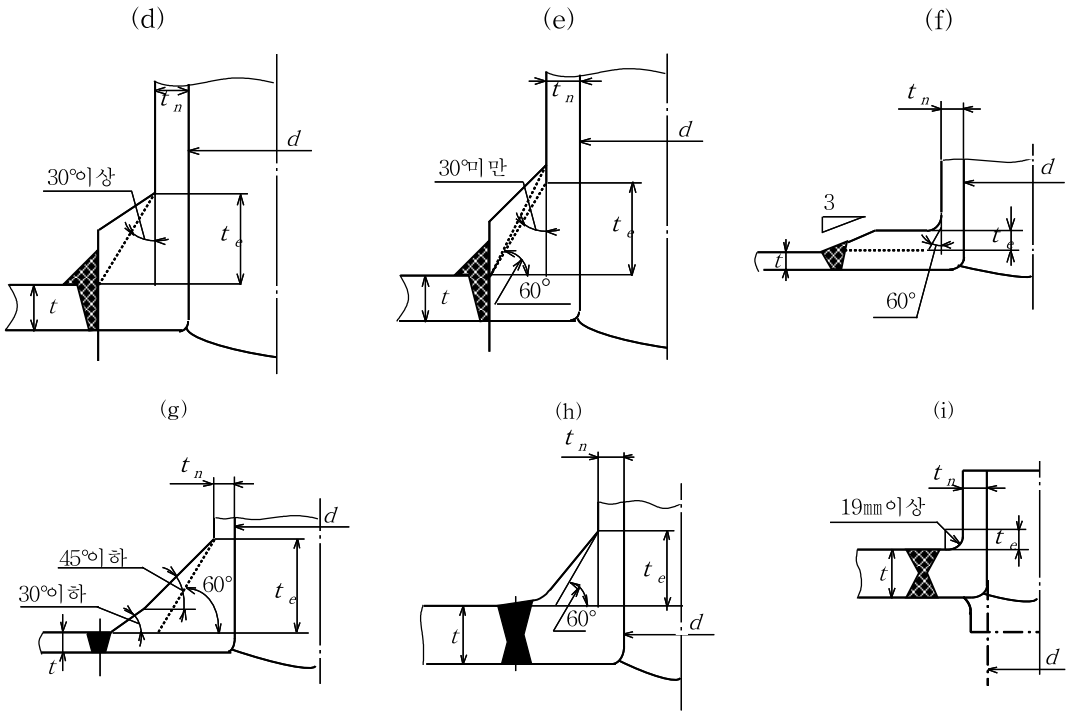
$t_{rn}$: 이음매 없는 노즐 벽의 계산두께(㎜)

$t_e$ : 보강재의 두께 또는 일체형인 노즐의 경우에는, 용기의 표면과 노즐 바깥벽으로 지지되는 가장 큰 용기 표면부에서의 각도가 60°인 직각삼각형의 직각을 낀 노즐쪽의 한 변의 길이(㎜)로 한다. [그림 34.3]에 $t_e$를 취하는 방법을 표시한다.

$\alpha$ : 부식여유(㎜)




[그림 34.3] 보강재로서 산입할 수 있는 치수( $t_e$)의 대표적인 예(계속)




[그림 34.3] 보강재로서 산입할 수 있는 치수( $t_e$)의 대표적인 예

## 34.13 예외로서 취급하는 구멍의 치수

34.8.1항, 34.8.2항 및 34.9항 내지 34.12항의 규정은 다음과 같은 구멍에 대해서는 적용하지 않는다.

(1) 안지름이 1,500 ㎜ 미만의 동체에 마련하는 구멍으로, 그 지름이 동체 안지름의 1/2 또는 500 ㎜를 초과하는 것

(2) 안지름이 1,500 ㎜ 이상의 동체에 마련하는 구멍으로, 그 지름이 동체 안지름의 1/3 또는 1,000 ㎜를 초과하는 것

(3) 평판을 제외한 경판에 마련하는 구멍으로, 그 지름이 동체 안지름의 1/2을 초과하는 것

비 고 : 1. 위의 (1) 및 (2)의 구멍 보강에 있어서는, 구멍 주변의 응력 집중을 피하기 위하여, 보강재의 소요 단면적을 34.8.1항 또는 34.8.2항에 규정하는 값 이상으로 하고, 또한 보강재 소요 단면적의 2/3를 구멍 가장자리로부터 $d/4$( $d$는 부식여유를 제외한 안지름)이내에 있도록 하여야 한다. 다만, 보강리브 등에 의해서 굽힘응력을 완화하는 경우에는 이에 따르지 않아도 좋다.

2. (3)의 경우에는 형상을 원뿔형 동체로 하여야 한다.

## 34.14 두개 이상의 구멍을 근접해서 마련하는 경우

2개 이상의 구멍을 근접해서 마련하는 경우에는 다음에 따른다.

### 34.14.1 보강재를 이용하는 경우

보강재를 필요로 하는 2개 이상의 구멍이 근접해서 마련되어, 각각의 구멍에 대한 보강의 유효범위가 중복되는 경우에는 다음에 따른다.

(1) 서로 이웃하는 2개의 구멍 중심 사이의 거리는 이들 구멍의 평균 지름의 1.3배 이상으로 한다.

(2) 보강재를 각각의 구멍에 공통인 것으로 하는 경우에는 보강재의 단면적은 각각의 구멍에 대한 보강재의 소요 단면적의 합 이상으로 한다.

### 34.14.2 보강재를 이용하지 않는 경우

동체에 관 구멍 또는 이와 유사한 한 군의 구멍을 [그림 34.4]에 표시하는 것과 같이 용접으로 부착하는 경우, 보강을 필요로 하는 최소 단면적 및 서로 이웃하는 2개의 구멍 사이의 동체판의 최소 단면적(동체판 내에 용착된 관의 벽 부분을 포함한다)은 각각 다음 계산식에 따라 계산하여 $A_s \geqq A$이어야 한다.

$$A = d\,t_r F$$

$$A_s = 0.7 l\,t_r F$$

여기에서 $A$ : 보강을 필요로 하는 최소 단면적(㎟)([그림 34.4]의 면적)

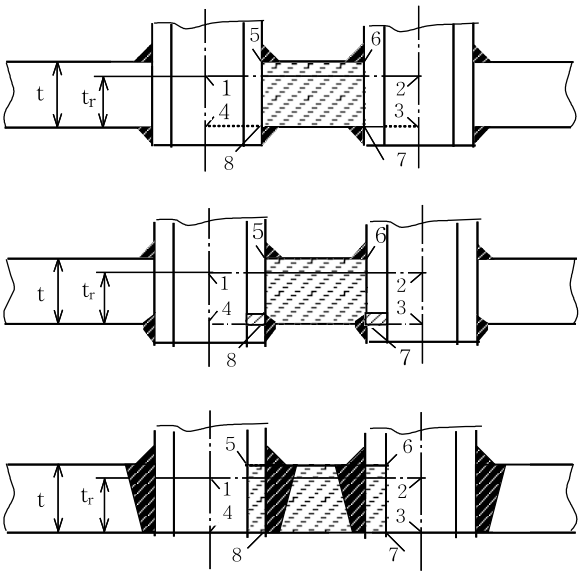
$A_s$ : 2개의 구멍사이의 동체판에서 필요로하는 최소 단면적(㎟)([그림 34.4]의 면적)

$d$ : 보강을 고려하는 면에서 잰 구멍의 부식여유를 제외한 지름(㎜)

$t_r$ : 이음매 없는 동체판의 계산두께(㎜)

$l$ : 2개 구멍의 중심사이의 거리(㎜)

$F$ : 구멍의 중심선을 연결하는 선과 원통형 동체의 축이 이루는 각도에 따르는 계수로 [그림 34.1]에 따른다.




5678 면적≥1234면적×0.7 F

[그림 34.4] 동체판의 단면적

### 34.15 보강재의 강도

보강재의 강도는 다음에 따른다.

(1) 보강재의 인장강도가 동체, 경판, 기타의 보강되는 것의 인장강도보다 클 경우에는 보강되는 것의 인장강도와 동등한 것으로 본다.
(2) 보강재의 인장 강도가 동체, 경판, 기타의 보강되는 것의 인장강도보다 작을 경우에는 인장강도에 반비례해서 보강재의 단면적을 늘려야 한다.

### 34.16 보강재를 부착하는 용접의 강도

보강재를 부착하는 용접의 강도는 다음에 따른다.

(1) 보강재를 부착하는 용접의 강도는 구멍의 중심을 포함하고, 판면에 수직인 평면의 한쪽에서 다음에 표시하는 값 중 작은 것보다 작아서는 안된다.
 (a) 보강에 유효한 범위 안에 있는 보강재의 단면적과 그 재료의 인장강도와의 곱
 (b) 앞에서의 34.8항 또는 34.9항에서 규정하는 보강재의 최소 단면적으로부터 34.12항의 (1)에서 규정하고 있는 보강재로 산입할 수 있는 부분의 면적을 뺀 면적과 그 재료의 인장응력과의 곱
(2) (1)의 용접부는 34.11.3항의 (1)에서 규정하고 있는 판면에 평행한 보강재의 유효 범위 밖에 있어도 좋다.
(3) 보강재를 부착하는 용접의 강도는 38.2.9항에 따라서 계산한다.

### 34.17 노즐을 부착하는 용접의 강도

노즐을 동체 또는 경판에 부착하는 용접의 강도는 다음에 따른다.

(1) 노즐 또는 플랜지를 용접하는 바깥 둘레내의 면적에 설계 압력을 곱한 인장력에 견딜 수 있는 강도로 하여야 한다.
(2) (1)의 부착 용접의 강도는 38.2.9항의 규정에 따른다.

### 34.18 주철제 플랜지, 노즐 등의 취급

주철제 플랜지, 노즐 등의 취급은 다음에 따른다.

(1) 주철제의 플랜지, 노즐 등의 부분은 강제 또는 비철금속제의 압력용기의 보강재로서 산입할 수 없다.
(2) 주철제의 플랜지, 노즐 등의 부분으로, 압력용기의 보강재로서 산입할 수 있는 것은 그 압력용기와 일체로 주조된 것에 한한다. 이 경우, 보강재로서 산입하는 범위는 판면에 수직인 방향으로 측정해서 판 두께의 2배를 초과해서는 안된다.

## 34.19 나사박음해서는 안될 관 및 노즐

나사박음해서는 안될 관 및 노즐은 다음에 따른다.

(1) 바깥지름 90 ㎜를 초과하는 관 및 노즐은 설계압력 1 ㎫{10 kgf/㎠}이상의 동체 또는 경판에 나사박음해서는 안된다. 다만, 검사구멍용의 나사박음하는 플러그 기타 이와 비슷한 것에 대해서는 이에 따르지 않는다.
(2) 바깥지름 115 ㎜를 초과하는 관은 인화성 증기를 발생하는 압력용기에 나사박음해서는 안된다.

## 34.20 관 및 노즐을 나사박음하기 위한 조건

동체판, 경판 등에 관(관스테이는 제외한다) 노즐 등을 나사박음 할 경우에는, 전체둘레를 나사 박음하여야 할 나사산의 수, 동체나 경판등의 판두께는 다음 <표 34.2> 나사박음한 관의 바깥지름에 따른 값 이상으로 하여야 한다.

**<표 34.2> 관용 유효 나사산 수와 판의 계산두께**

| 관의 바깥지름(㎜) | 나사산의 수 | 판의 계산두께(㎜) |
|---|---|---|
| 21.7, 27.2 | 4 | 11 |
| 34, 42.7, 48.6 | 5 | 16 |
| 60.5 | 6 | 18 |
| 76.3, 101.6 | 8 | 26 |
| 114.3, 139.8, 165.2 | 10 | 32 |
| 216.3 | 12 | 39 |
| 267.4 | 13 | 42 |
| 318.5 | 14 | 46 |

비 고 : 나사는 KS B 0222(관용 테이퍼 나사)에 따른다.

## 34.21 관류의 익스팬더에 의한 부착

관류의 익스팬더에 의한 부착은 다음에 따른다.

(1) 바깥지름이 61 ㎜ 이하인 관, 기타 이와 유사한 것은 동체, 경판 등에 마련된 구멍에 삽입하고, 익스팬더에 의하여 부착할 수 있다.
(2) 바깥지름이 150 ㎜ 이하인 관, 기타 이와 유사한 것은 동체, 경판 등에 마련된 구멍에 삽입하고, 다음의 한 방법에 의하여 부착할 수 있다.
(a) 익스팬더로 확관 후 가장자리를 굽힌다.
(b) 익스팬더로 확관시키고, 가장자리를 굽힌 후 다시 그 주위에 누설방지 용접을 한다.
(c) 익스팬더로 확관시킨 후, 관 끝을 관구멍의 지름보다 3 ㎜ 이상 크게 나팔 모양으로 넓힌다.

(d) 익스팬더로 확관시키고, 관 끝을 나팔 모양으로 넓힌 후 용접한다.

(e) 익스팬더로 확관시킨 후 용접한다. 이 경우, 관은 관자리 끝에서 69.5 ㎜ 나오게 하며, 목의 두께는 5~8 ㎜로 한다.

(3) 바깥지름 150 ㎜ 이하의 관, 그 밖에 이와 유사한 것을 설계압력 1.6 ㎫{16 kgf/㎠} 이하 또는 설계온도 508 K{235 ℃} 이하인 압력용기의 동체, 경판 등에 부착할 경우에는, (2)의 규정에 관계없이 익스팬더로 확관시키고, 관 끝을 동체, 경판 등의 면에서 3 ㎜ 이상 나오게 한다면 지장이 없다. 이 경우에는 다음 계산식에 따라 계산한 접촉면압이 2.5 ㎫{25 kgf/㎠}을 초과해서는 안된다.

$$\sigma = \frac{W}{\pi d t}$$

여기에서 σ : 접촉면압(㎫)(kgf/㎠)

$W$ : 1개의 관이 지지한다고 생각되는 하중(N){kgf}

$d$ : 관의 바깥지름(㎜)

$t$ : 관판의 실제두께(㎜)

(4) (1), (2) 및 다음의 34.22항의 (2)에 있어서, 익스팬더로 확관시키는 경우의 관구멍에는 홈을 만들어도 좋다.

(5) 가연성 또는 해로운 물질을 취급하는 압력용기에서는 익스펜더에 의한 관류의 부착부에 대하여 누설 방지 용접을 해야 한다.

### 34.22 관류의 용접에 의한 부착

관류의 용접에 의한 부착은 다음에 따른다.

(1) 관 또는 노즐의 용접에 의한 부착은 38.2.9항의 규정에 따른다.

(2) 바깥지름이 38 ㎜ 이하의 관을 용접으로 부착할 경우에는, 구멍의 주위를 관의 두께 이상의 깊이로 모따기 하고, 익스팬더로 관을 확관시킨 후 용접할 수 있다.

## 제35장 볼트 죔 플랜지

### 35.1 노즐용 관 플랜지

배관의 접속 등에 사용하는 노즐용 관 플랜지는 다음의 것 또는 이와 동등 이상의 성능을 갖는 것이어야 한다.

(1) KS B 1501(철강제 관 플랜지의 압력 단계), KS B 1503(강제 용접식 플랜지), KS B 1510(구리 합금제 관플랜지의 기본 치수 및 치수 허용차), KS B 1511(철강제 관플랜지의 기본 치수 및 치수 허용차)

(2) KS B 6750(압력용기-설계 및 제조일반) 부속서2에 따른 플랜지

### 35.2 노즐용 이외의 플랜지

본체의 동체 플랜지 등 노즐 이외에 사용되는 플랜지는 다음의 것 또는 이와 동등이상의 성능을 갖는 것이어야 한다.

(1) 35.1항의 (1)의 플랜지. 다만, KS B 1501(철강제 관 플랜지의 압력 단계) 및 KS B 1510(구리 합금제 관플랜지의 기본 치수 및 치수 허용차)의 호칭압력을 초과하는 압력에는 사용할 수 없다.
(2) 35.1항의 (2)의 플랜지
(3) $PD > 500$ {5,000} [여기에서 P : 최고허용압력(㎫){kgf/㎠}, D : 플랜지를 부착하는 동체등의 바깥지름(㎜)]인 경우에는 허브붙이 플랜지이어야 한다.

### 35.3 접시형 뚜껑판 부착용 플랜지

오목면에 압력을 받는 접시형 뚜껑판에 마련하는 플랜지(동체 플랜지에 죔용 볼트로 부착하는 것)의 최소두께는 다음에 따른다.

#### 35.3.1 [그림 31.2] (a)에 표시한 플랜지

35.2항의 규정에 따른다.

#### 35.3.2 [그림 31.2] (b)에 표시한 플랜지

(1) 고리형 가스켓을 사용하는 것

$$T = \sqrt{\frac{M}{\sigma_f B}\left(\frac{A+B}{A-B}\right)} + \alpha$$

(2) 전체면자리 가스켓(평가스켓)을 사용하는 것

$$T = 0.6\sqrt{\frac{P}{\sigma_f}\left\{\frac{B(A+B)(C-B)}{A-B}\right\}} + \alpha \quad \left\{T = 0.06\sqrt{\frac{P}{\sigma_f}\left\{\frac{B(A+B)(C-B)}{A-B}\right\}} + \alpha\right\}$$

여기에서 $A$ : 플랜지의 바깥지름(㎜)
$B$ : 플랜지의 안지름(㎜)
$C$ : 볼트 중심원의 지름(㎜)
$H_r$ : 플랜지의 안지름과 경판 판두께 중심의 교점에서의 경판으로부터 플랜지에 작용하는 하중의 반지름 방향요소(N){kgf}로서 다음에 따른다.

$$H_r = H_D \cot\beta_1$$

$H_D$: 플랜지의 안지름에 경판으로부터 작용하는 하중(N){kgf}으로서 다음에 따른다. $H_D = \frac{\pi}{4} B^2 \cdot P \left\{ H_D = \frac{\pi}{400} B^2 \cdot P \right\}$

$h_r$ : $H_r$의 플랜지 도심에 대한 모멘트 암(㎜)([그림 31.2] (d)참조)

$M$ : 플랜지에 작용하는 모멘트(N・㎜)로서 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조 일반) 부속서 2를 따른다. 다만, [그림 31.2](d)와 같은 플랜지붙이 접시형 뚜껑판에서 새로 $H_r h_r$를, 경판과 플랜지의 부착부의 위치가 플랜지의 도심의 위쪽에 있을 때는 감하고 아래쪽에 있을 때는 가산한다.(N・㎜){kgf・㎜}

$R$ : 경판 부분의 중앙부 안쪽 반지름(㎜)

$t$ : 경판부분의 부식여유를 제외한 최소두께(㎜)

$T$ : 플랜지의 최소두께(㎜)

$\beta_1$ : 경판과 플랜지의 부착부에서 경판의 판두께 중심선의 접선과, 경판의 중심축에 직교하는 선이 이루는 각도로서 다음에 따른다.

$\beta_1 = \sin^{-1}\left(\frac{B}{2R+t}\right)$([그림 31.2] (d) 참조)

$\sigma_f$ : 플랜지 재료의 설계 온도에 있어서의 허용인장응력(N/㎜){kgf/㎟} 다만, 가스켓을 조일 때에는 상온에 있어서의 허용인장응력(N/㎜){kgf/㎟}

$P$ : 설계압력(MPa){kgf/㎠}

$\alpha$ : 부식여유(㎜)로 29.3항에 따른다.

### 35.3.3 [그림 31.2] (c)에 표시한 플랜지

(1) 고리형 가스켓을 사용하는 것

$$T = Q + \sqrt{\frac{1.875M(C+B)}{\sigma_f B(7C-5B)}} + \alpha$$

(2) 고리형 가스켓을 사용하고 볼트 구멍의 일부를 잘라낸 것

$$T = Q_1 + \sqrt{\frac{1.875M(C+B)}{\sigma_f B(3C-B)}} + \alpha$$

(3) 전체면자리 가스켓을 사용하는 것

$$T = Q + \sqrt{Q^2 + \frac{3BQ(C-B)}{R}} + \alpha$$

여기에서 $Q = \frac{PR}{4\sigma_f}\left(\frac{C+B}{7C-5B}\right) \left\{ Q = \frac{PR}{400\sigma_f}\left(\frac{C+B}{7C-5B}\right)\right\}$

$Q_1 = \frac{PR}{4\sigma_f}\left(\frac{C+B}{3C-B}\right) \left\{ Q_1 = \frac{PR}{400\sigma_f}\left(\frac{C+B}{3C-B}\right)\right\}$

$T$, $M$, $B$, $C$, $P$, $R$, $\sigma_f$ 및 $\alpha$는 35.3.2항에 따른다.

### 35.3.4 [그림 31.2] (d)에 표시한 플랜지

$$T = F + \sqrt{F^2 + J} + \alpha$$

$$F = \frac{PB\sqrt{4R^2 - B^2}}{8\sigma_f(A-B)} \quad \left\{ F = \frac{PB\sqrt{4R^2 - B^2}}{800\sigma_f(A-B)} \right\}$$

$$J = \left(\frac{M}{\sigma_f B}\right)\left(\frac{A+B}{A-B}\right)$$

$T$, $M$, $P$, $A$, $B$, $R$, $\sigma_f$ 및 α은 35.3.2항에 따른다.

비 고 : 모멘트 $M$은 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조일반) 부속서 2에서의 $M_o$에, 다시 모멘트 $H_r h_r$을 더한 것이다.

그리고 [그림 31.2] (d)와 같이 $H_r h_r = (H_p \cos\beta_1) h_r$이고, 경판과 플랜지와의 부착부의 위치가 도심의 윗쪽에 있을 때에는( - ), 아랫쪽에 있을 때에는 ( + )로 한다.

## 35.4 작업상 자주 분해하는 뚜껑판용의 볼트

작업상 자주 분해하는 뚜껑판의 볼트는 다음에 따른다.

(1) 작업상 자주 분해하는 뚜껑판의 죔 볼트는 다음에 따라야 한다.

(a) 계산에 의해서 구해지는 나사의 호칭에 3이상을 더한 호칭 볼트를 채용한다.(예를 들면, M20이 구해지면 M24 또는 그 이상으로 한다)

(b) 나사산면의 마모 또는 부식이 극심한 죔 볼트의 나사는 KS B 0229(미터 사다리꼴 나사)로 한다.

(c) (a) 및 (b)에 따라서 선정된 볼트의 총 단면적은 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조일반) 부속서 2에서의 $A_b$로서 플랜지, 평판 등의 계산에 사용된다.

(d) 죔 볼트 중심원의 지름이 450 ㎜를 초과하는 뚜껑판 또는 이에 상당하는 면적을 갖는 뚜껑판에 사용되는 죔 볼트 나사의 호칭은 24이상으로 한다. 다만 볼트 재료로서, SPS-KOSA0033-D3755-5098 (고온 합금강 볼트재) 또는 이와 동등 이상의 강도를 갖는 강재를 사용하는 경우에는 이에 따르지 않아도 좋다.

(2) 죔 볼트용으로 사용되는 너트의 나사 부분의 높이는 그 지름이상으로 하여야 한다.

(3) 볼트 구멍에서 플랜지의 바깥 둘레까지를 잘라낸 모양의 플랜지의 경우에는, 죔 볼트에 사용하는 와셔의 두께를 12 ㎜ 이상으로 하여야 한다.

## 35.5 플랜지의 재료

응력 계산 방법에 따르는 플랜지의 재료는 다음에 따른다.

(1) 볼트 죔 플랜지의 재료는 제28장의 규정에 따른다.

(2) 허브붙이 플랜지는 판재 또는 봉재로부터 직접 기계 다듬질하여 제작해서는 안된다. 판재 또는 봉재로부터 제작하는 경우에는 다음에 따른다.

(a) 판재 또는 봉재를 고리형으로 성형한다. 판재로 만드는 경우에는, 판재의 표면은 완성된 플랜지의 축에 평행이어야 한다(이것은 처음의 판 표면이 완성된 플랜지에 그대로 남아 있어야 한다는 것을 의미하는 것은 아니다).

(b) 판을 용접하여 플랜지를 만드는 경우에는, 제38장의 규정에 따라 맞대기용접을 하여야 한다. 용접후열처리의 필요 여부를 결정하는데 사용하는 두께는 다음의 값 중에서 작은 쪽으로 한다.

$$t \text{ 또는 } \frac{A-B}{2}$$

여기에서 $t$ : 플랜지의 실제두께(㎜)

$A$ : 플랜지의 바깥지름(㎜)

$B$ : 플랜지의 안지름(㎜)

(3) 호칭 M12미만의 볼트는 될 수 있는 한 사용하지 않는다. 부득이 사용하는 경우의 철강제 볼트의 재료는 합금강으로 하여야 한다.

## 제36장 탑 류

수직형의 탑류는 내압 또는 외압을 받는 동체로서의 둘레방향 응력 계산외에 내압, 외압, 편심 부속물, 풍압, 지진, 탑의 자중, 내용물의 중량, 부속물의 중량 등에 따른 탑축 방향의 복합 응력을 계산하여야 한다.

## 제37장 공작일반

### 37.1 재료의 확인

압력용기의 압력을 받는 부분에 사용되는 재료는 제28장에서 규정된 것이라는 것이 증명되어야 하며, 또한 압력용기가 완성되었을때 도장 전에 규정된 재료라는 것을 표시하는 기호가 확인될 수 있도록 하여야 한다.

### 37.2 절단 및 판끝 가공

(1) 동체판, 경판 및 그 밖의 부재 절단 또는 판끝의 가공은 가스 절단, 절삭, 연마 등의 방법을 사용해도 좋다. 다만, 가스절단은 원칙적으로 자동 또는 반자동 가스 절단기에 의한다. 수동가스 절단기로 절단할 때는 필요에 따라 연삭기로 표면 다듬질을 하여야 한다.

(2) 판끝은 매끈하게 하고, 슬래그 등의 해로운 부착물을 제거하여야 한다. 합금강 및 경화성이 있는 재료를 가스 또는 아아크열로 절단하였을 때에는 필요에 따라서 경화층, 변질부 등을 연삭기 등으로 제거하여야 한다.

(3) 노즐, 맨홀 부착부 등으로 압력용기의 내부에 노출된 끝 부분의 응력 집중이 큰 곳에서는, 부착부 실제두께의 1/4 또는 3 ㎜ 중에서 작은 값 이상의 반지름으로 둥글게 하든가, 또는 45도 각도에서 최소 2 ㎜의 모따기를 하여야 한다.

### 37.3 동체 및 경판의 성형

동체 및 경판에 사용되는 판은 재료의 기계적 성질을 부당하게 손상하지 않도록 성형하여야 한다.

### 37.4 구멍의 가공

구멍의 가공은 다음에 따른다.

(1) 두께 8 ㎜ 이상의 판에 뚫는 구멍은 펀칭 가공해서는 안된다.
(2) 두께 8 ㎜ 미만의 판에 펀칭 가공으로 구멍을 뚫은 경우에는, 그 지름을 3 ㎜ 이상 넓혀야 한다.
(3) 구멍을 가스로 뚫은 경우에는, 그 가장자리를 3 ㎜ 이상 깎아내야 한다. 다만, 뚫은 구멍을 직접 용접하는 경우에는 이에 따르지 않는다.

### 37.5 관 구멍

관 구멍은 다음에 따른다.

(1) 관 구멍은 판의 양면에 날카로운 모서리가 없어야 한다.
(2) 관판의 두께가 관을 익스팬더로 작업할 때 지지하는데 충분한 두께인 경우에는, 관 구멍의 일부를 넓혀도 좋다.

### 37.6 용접 이음부의 구멍 또는 그 근처에 만드는 구멍

용접이음과 교차하는 구멍 또는 용접이음 근처에 만드는 구멍은 다음에 따른다.

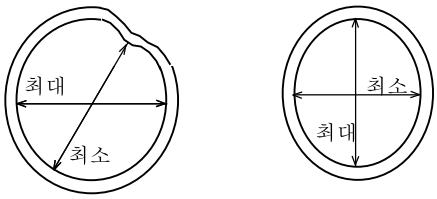
(1) 34.7항 내지 34.16항에 적합한 경우에는 용접이음과 교차하는 구멍 또는 그 근처에 구멍을 만들 수 있다.
(2) 34.7항에 해당하는 보강을 요하지 않는 구멍은, 그 구멍의 중심으로부터 구멍 지름의 3배의 범위가 방사선 투과 시험에 합격하는 경우에는 보강을 하지 않고, 용접이음의 위 또는 그 가까이에 뚫어도 좋다.
(3) 34.7항에 해당되고, 판 두께가 38 ㎜ 이하의 보강을 필요로 하지 않는 판에 뚫는 구멍으로 (2)에 적합하지 않은 구멍은 용접이음의 가장자리로부터 구멍의 가장자리까지 13 ㎜ 이상 떨어져 있어야 한다.

### 37.7 동체의 진원도

동체의 진원도는 다음에 따른다.

(1) 안쪽면에 압력을 받는 동체의 축에 수직인 같은 면에서의 최대 안지름과 최소 안지름과의 차(이하 “진원도”라 한다)는 어떠한 단면에 있어서도, 그 단면에 있어서의 기준 안지름의 1 %를 초과해서는 안 된다. 단면이 동체에 만들어진 구멍을 통과하는 경우는, 그 단면에 있어서 기준 안지름의 1 %에

그 구멍 지름의 2 %를 더한 값을 초과해서는 안된다([그림 37.1] 참조).




진원도 = 최대 안지름 - 최소 안지름

**[그림 37.1] 진원도 측정법**

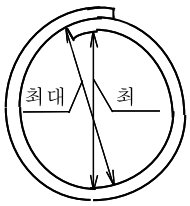
(2) 안쪽 면에 압력을 받는 동체로서, 길이 방향으로 겹치기 이음이 있는 것의 진원도는 (1)에 관계없이 다음 계산식에 따라 구하는 허용치를 초과해서는 안된다.

$$A = \frac{D}{100} + t$$

여기에서 $A$ : 진원도의 허용치(㎜)

$t$ : 판 두께(㎜)

$D$ : 기준 안지름(㎜)




진원도 = 최대 안지름 - 최소 안지름

**[그림 37.2] 겹치기 이음이 있는 동체에서의 진원도 측정법**

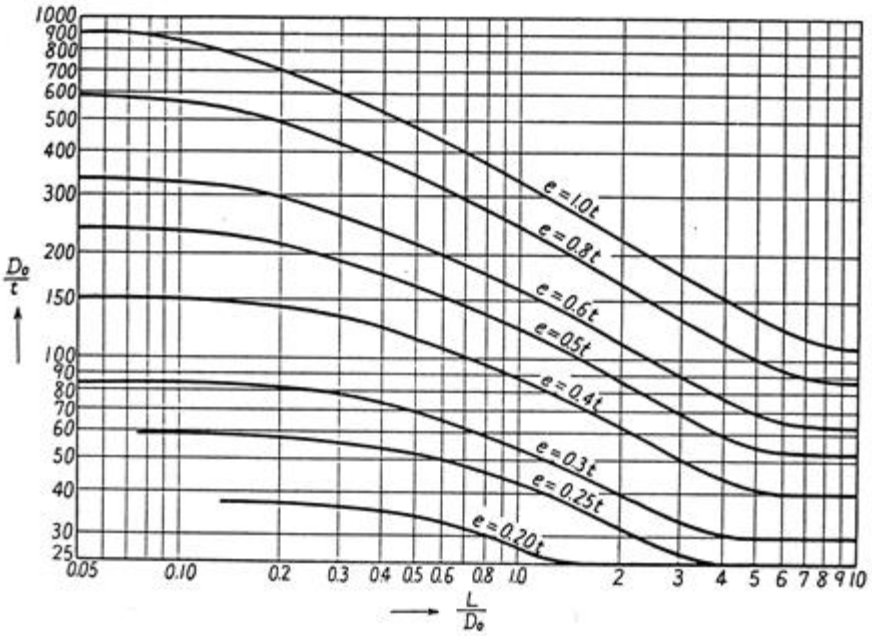
## 37.8 외압을 받는 동체의 조건

바깥면에 외압을 받는 동체의 조건은 다음에 따른다.

(1) 바깥면에 압력을 받는 동체는 그 축에 수직인 모든 단면에서 다음 조건을 갖추어야 한다.

(a) 동체의 진원도는 37.7항에 따른다.

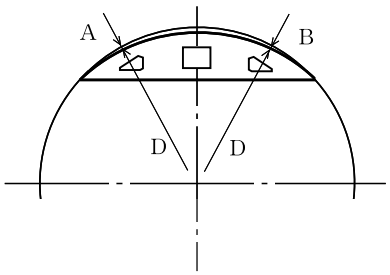
(b) 진원에 대한 ( + ) 또는 ( - )의 최대 편차(㎜)는 [그림 37.3]에서 구하는 $e$의 값(길이 방향의 겹치기 이음이 있는 동체의 경우에는, $e$에 판 두께 $t$를 더한 값)을 초과해서는 안된다.




( $D_0$ : 바깥지름(㎜), t : 동체의 호칭두께(㎜), $L$은 30.3항에 따른다)

**[그림 37.3] 진원에 대한 최대 편차**

(2) 진원에 대한 ( + ) 또는 ( - )의 편차 A 및 B는 그림과 같이 활 모양의 판을 사용해서 동체의 안쪽 또는 바깥쪽으로부터 반지름 방향으로 측정한다.

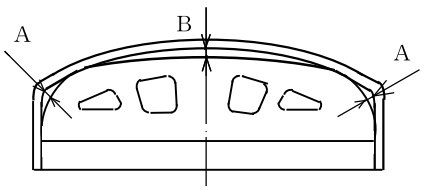



**[그림 37.4] 진원에 대한 편차의 측정법**

(3) (2)의 모양판의 현의 길이는 [그림 30.4]에 표시하는 호(弧)의 길이의 2배로 한다.

## 37.9 경판의 모양

(1) 경판의 모양은 [그림 37.5]에 표시하는 모양판을 사용하여 조사하고 A, B등의 편차가 경판 플랜지부 안지름의 1.25 % 이하이어야 한다.




**[그림 37.5] 경판의 편차 측정법**

(2) 플랜지의 길이를 포함한 경판높이의 허용공차는 안지름 1,500 ㎜ 이하인 경우에는 안지름의 0 ~ +1.25 %, 1,500 ㎜ 초과하는 경우에는 안지름의 0 ~ +1.0 %이내이어야 한다.

(3) 스테이가 없는 경판의 플랜지를 동체에 겹치기 이음으로 부착하기 위하여 깍을 경우에는 플랜지의 완성 두께가 구멍이 없는 경판의 계산두께의 90 % 이상이 되도록 하고, 또한 깍는 부분과 깍지 않는 부분에 급격한 두께의 변화가 나지 않도록 두께 차이의 3배 이상의 길이에 걸쳐서 기울기를 만들어야 한다.

### 37.10 동체의 길이

동체의 길이는 규정된 길이보다 10 ㎜ 이상 크거나 적어서는 안된다.

## 제38장 용 접

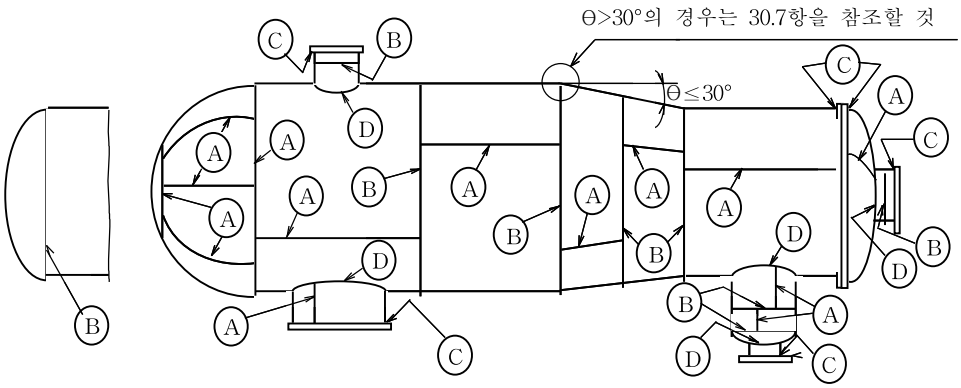
### 38.1 적용범위

이 규정은 압력용기의 압력을 받는 부분의 용접에 대해서 적용된다.

### 38.2 용접 설계 일반

#### 38.2.1 용접이음의 위치에 따른 분류

압력용기의 압력을 받는 부분의 용접이음은 이음의 위치에 따라서 다음의 A, B, C 및 D로 분류하고, 그 대표적인 것을 [그림 38.1]에 표시한다.




[그림 38.1] 용접이음의 위치에 따른 분류

(1) 분 류 A 압력을 받는 부분의 모든 길이이음, 각종의 경판 안에 있는 모든 이음 또는 각형 용기의 측면 평판 안에 모든 이음 및 전반구형 경판을 동체 등에 부착하는 둘레이음을 말한다.

(2) 분 류 B 압력을 받는 부분의 모든 둘레이음을 말하고, 노즐을 원뿔형 경판의 작은 지름 끝에 부착하는 용접이음을 포함한다. 다만, 분류 A, 분류 C 및 분류 D에 규정된 것은 제외한다.

(3) 분 류 C 플랜지, 스터브 엔드(판스톤 랩), 관판 또는 평경판을 동체, 노즐 등에 부착하는 용접이음 및 각형 용기의 측면 평판을 다른 측면 평판에 부착하는 용접이음을 말한다.

(4) 분 류 D 돔, 썸프, 맨홀, 노즐 등을 동체 또는 경판 등에 부착하는 용접이음 및 노즐 등을 돔, 썸프 등에 부착하는 용접이음을 말한다.

### 38.2.2 용접이음의 종류와 그 사용 범위

용접이음의 종류와 그 사용 범위는 <표 38.1>에 따른다.

**<표 38.1> 용접이음의 종류와 사용 범위**

| 분류 번호 | 이음의 종류 | 사 용 범 위 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| (1) | 맞대기 양쪽 용접 또는 이와 동등 이상으로 간주되는 맞대기 한쪽 용접이음 | 모든 용접이음 | 동등 이상의 것이라 할 수 있는 것은 다음 것을 말한다.<br>(1) 받침쇠를 사용하는 방법. 그 밖에 따라 충분한 용입이 얻어지고 뒷면의 표면이 매끄러운 것<br>(2) 받침쇠를 사용해서 용접한 후 이것을 제거하고, 면을 다듬질 가공한 것 |
| (2) | 받침쇠를 사용한 맞대기 한쪽 용접으로 받침쇠를 남기는 이음 | 모든 용접이음, 다만, 독성이 있는 물질을 넣는 용기에 대한 분류 A의 이음은 제외한다. | |
| (3) | (1), (2)이외의 맞대기 한쪽 용접이음 | 실제두께 18 ㎜ 이하로써 바깥지름 610 ㎜ 이하인 분류 B의 이음. 다만, 독성이 있는 물질을 넣는 용기에 대한 분류 A 및 분류 B의 이음을 제외한다. | [그림 38.3] (g) 참조<br> |
| (4) | 양쪽 전체두께 필렛 겹치기 용접이음 | (1) 실제두께 18 ㎜ 이하의 분류 B의 이음<br>(2) 실제두께 10 ㎜ 이하의 분류 A의 이음<br>(3) 기타 돔, 노즐, 보강재 그밖에 이와 유사한 것 | |

| 분류번호 | 이음의 종류 | 사 용 범 위 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| (5) | 플러그 용접을 하는 한쪽 전체두께 필렛 겹치기 용접 이음 | (1) 실제두께 12 ㎜ 이하인 동체에 부착하는 바깥지름 610 ㎜ 이하인 경판의 분류 B의 이음<br>(2) 실제두께 18 ㎜ 이하인 재킷의 동체에 부착시키는 부착부의 원주이음(플러그 용접부의 중심에서 판의 끝까지의 거리가 플러그 구멍지름의 1.5배 이상일 것).<br>(3) 그 밖에 (1) 및 (2)에 유사한 것 | |
| (6) | 플러그 용접을 하지 않는 한쪽 전체두께 필렛 겹치기 용접이음 | (1) 실제두께 18 ㎜ 이하로 볼록면에 압력을 받는 경판과 동체의 안쪽과의 필렛 용접<br>(2) 실제의 안지름 610 ㎜ 이하의 동체에 부착하는 경판 플랜지의 바깥쪽 필렛 용접으로, 다리의 길이가 6 ㎜ 이하인 것, 그 밖에 이와 유사한 것 | |
| (7) | T형 맞대기 용접이음(두께 이상 완전용입 용접) | 돔, 노즐, 보강재, 그 밖에 이와 유사한 것 | 원칙적으로 분류 C 및 분류 D의 이음에 사용된다. |
| (8) | T형 필렛 용접이음(부분용입 용접을 포함) | 돔, 노즐, 보강재, 그 밖에 이와 유사한 것. 다만, 치사적 물질을 넣는 것을 목적으로 하는 용기는 제외한다. | 분류 C및 분류 D의 이음의 일부에 사용된다. |

### 38.2.3 용접이음의 효율

용접이음의 효율은 다음에 따른다.

(1) 계산에 사용하는 용접이음의 효율은 <표 38.2>에 따른다.

(2) <표 38.2>에 열거하는 부분 방사선투과시험을 하는 용접이음의 효율은, 적어도 1개소 이상은 길이이음 및 원주이음의 교차부를 포함하도록 길이이음에서 각각 임의로 채취하여, 용접선의 전체길이의 20 %이상에 걸쳐 방사선투과시험을 하는 용접이음에 한해서 사용할 수 있다.

(3) <표 38.2>에 열거하는 방사선투과시험을 하지 않는 용접이음의 효율은 방사선투과시험을 특히 규정하지 않은 용접이음에 한해서 사용할 수 있다.

<표 38.2> 용접이음의 효율

| 분류 번호 | 용접이음의 종류 | 이음의 효율(%) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 전체길이 방사선 투과시험을 하는 것 | 부분 방사선 투과 시험을 하는 것 | 방사선 투과 시험을 하지 않는 것 |
| (1) | 맞대기 양쪽 용접 또는 이와 동등 이상이라 할 수 있는 맞대기 한쪽 용접이음 | 100 | 95 | 70 |
| (2) | 받침쇠를 사용한 맞대기 한쪽 용접이음으로 받침쇠를 남기는 경우 | 90 | 85 | 65 |
| (3) | (1), (2)이외의 한쪽 맞대기 용접이음 | 80 | 75 | 60 |
| (4) | 양쪽 전체두께 필렛 겹치기 용접이음 | - | - | 55 |
| (5) | 플러그 용접을 하는 한쪽 전체두께 필렛 겹치기 용접이음 | - | - | 50 |
| (6) | 플러그 용접을 하지 않는 한쪽 전체두께 필렛 겹치기 용접이음 | - | - | 45 |

### 38.2.4 맞대기 용접이음의 그루브 가공

(1) 이음부의 모양 및 치수는 도면, 용접시공 절차서 등에 의해서 정해진 것이어야 한다.

(2) 그루브면 및 그 부근의 필요한 부분은 용접하기 전에 수분, 도료, 기름, 먼지, 해로운 녹, 슬래그, 그 밖에 해로운 이물질을 제거하여야 한다.

(3) 맞대기 용접이음 면의 어긋남은 다음에 열거하는 값을 초과해서는 안된다.

(a) 길이 이음

① 판의 실제두께 $t$ 가 50 ㎜ 이하인 경우에는 $1/4\ t$ (최대 3.2 ㎜)

② 판의 실제두께 $t$ 가 50 ㎜를 초과하는 경우에는 $1/16\ t$ (최대 9 ㎜)

(b) 둘레이음

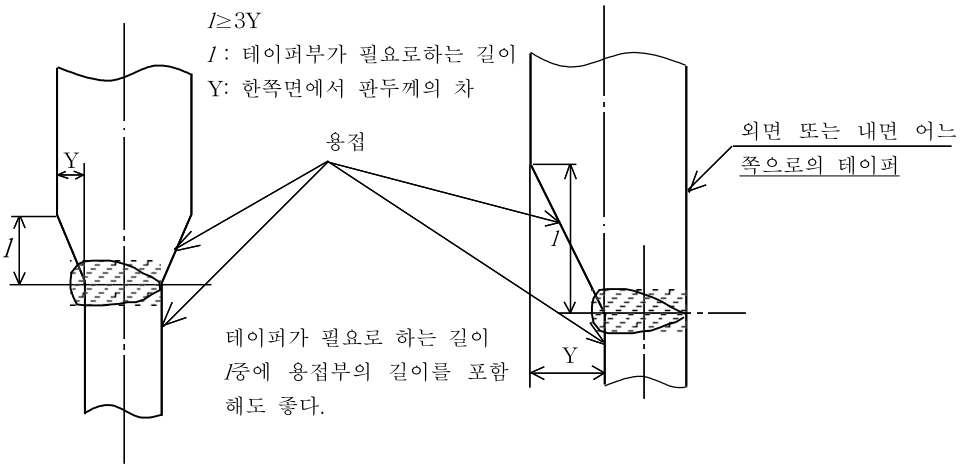
① 판의 실제두께 $t$ 가 40 ㎜ 이하인 경우에는 $1/4\ t$ (최대 5 ㎜)

② 판의 실제두께 $t$ 가 40 ㎜를 초과하는 경우에는 $1/8\ t$ (최대 19 ㎜ )

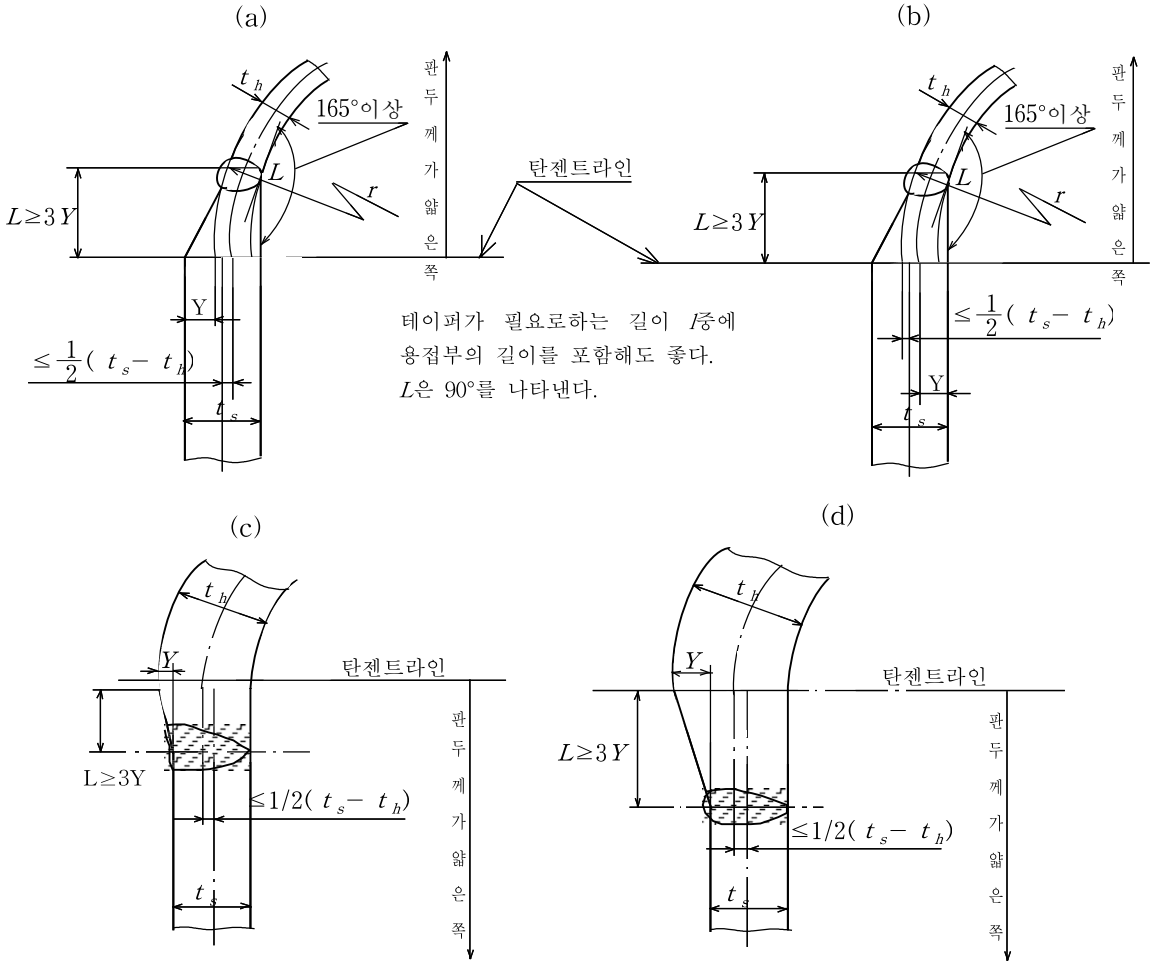
(c) 구형동체의 이음 및 경판과 동체의 이음은 길이이음의 값으로 한다.

(4) 두께가 다른 판을 맞대기 용접하는 경우에는 [그림 38.2]에 따른다.

(A) 두께가 다른 판의 맞대기 용접




(B) 두께가 다른 경판과 동체의 맞대기 용접




**[그림 38.2] 두께가 다른 판의 맞대기 용접**

### 38.2.5 양쪽 전체두께 필렛 겹치기 용접

(1) 양쪽 전체두께 필렛 겹치기 용접을 하는 경우에는 판의 겹치기 부분을 판 두께의 4배 이상(최소 25 ㎜)으로 하여야 한다.

(2) (1)의 경우로 판 두께가 다를 경우에는 얇은 쪽 판의 두께를 택한다.

### 38.2.6 경판과 동체와의 부착

경판과 동체와의 부착은 [그림 38.3] 및 다음에 따른다.

(1) 반타원체형, 접시형 또는 그 밖의 모양의 경판은 안팎 어느 쪽의 면에 압력을 받는 것이라도 그 플랜지부의 길이는 [그림 38.3]에 표시한 것보다 짧아서는 안된다.

(2) [그림 38.3]의 (f)에 표시하는 형식의 중간 경판을 동체에 부착하는 경우, 경판의 두께에 대한 제한은 없으나, 이 형식으로 경판을 동체판의 끝에 부착하는 경우에는 동체의 두께가 16 ㎜를 초과해서는 안된다.

(3) 플러그 용접은 다음에 따라 두께 18 ㎜ 이하의 동체 끝에 경판을 끼워 넣고, 이것에 한쪽 필렛용접을 하는 경우 또는 구멍의 주위에 보강재를 필렛용접으로 부착하는 경우에 할 수 있다.

(a) 플러그가 분담하는 하중은 용접부에 가해지는 전체 하중의 20 %이하로 한다.

(b) 플러그의 바닥 지름은 판의 실제두께에 6 ㎜를 더한 값 이상(최소 25 ㎜)으로 한다. 다만, 판의 실제두께가 50 ㎜를 초과하는 경우에는 56 ㎜로 할 수 있다.

(c) 한 개의 플러그의 허용 하중은 다음 계산식에 따라서 구한다.

$$F = (0.8d - 5)^2 \sigma_a$$

여기에서 $F$ : 1개의 플러그의 허용 하중(N){kgf}

$d$ : 플러그의 구멍 바닥의 지름(㎜)

$\sigma_a$ : 모재의 허용응력(N/㎟){kgf/㎟}으로서, 플러그가 전단력을 받는 경우에는 허용전단응력으로 하고, 인장력을 받는 경우에는 허용인장응력으로 한다.

(4) [그림 38.3]의 (g)에 표시하는 모양의 경우는, 경판 및 동체의 두께는 어느 것이나 18 ㎜ 이하이어야 한다. 반구형 경판에 있어서는 경판 및 동체는 어느 것이나 10 ㎜ 이하로 하고, 그 판 두께의 차가 3 ㎜를 초과해서는 안된다.

(5) 평경판과 동체와의 부착은 원칙으로서 [그림 31.3] (e) ~ (i)에 따르지만, [그림 38.4] (a) ~ (f), (n) 및 (o)에 따라도 좋다.

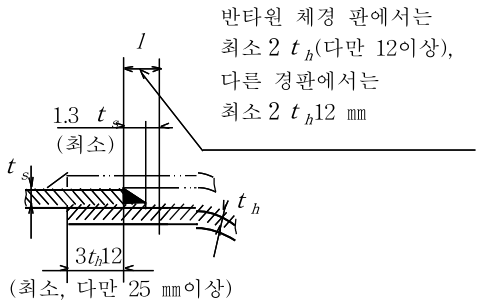
### 38.2.7 관판과 동체와의 부착

관판과 동체와의 부착은 다음에 따른다.

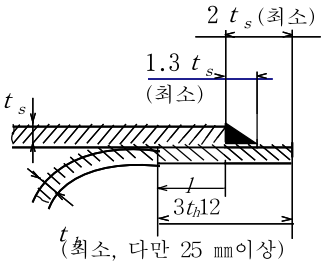
(1) 동체와 관판과의 용접은 [그림 38.4]에 따른다.

(2) [그림 38.4]의 (k) ~ (o)에 표시한 것과 허브붙이 관판 및 평경판은 압연판에서부터 기계가공에 의하여 제작해서는 안된다. 허브붙이 관판 및 평경판은 허브의 부분이 압력용기의 세로축에 평행한 방향으로, 재료에 대해서 규정된 최소인장강도와 연신율을 갖도록 단조하여야 한다. 또한, 허브의 높이는 용접하는 재료 두께의 1.5배 이상이어야 한다.

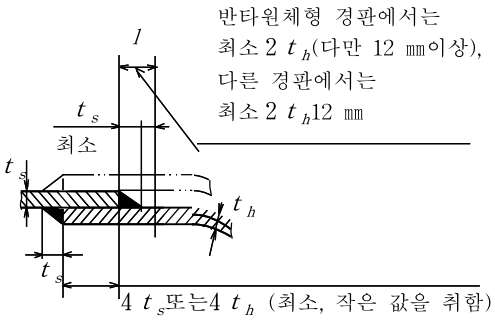
(a) 한쪽 필렛 겹치기 용접



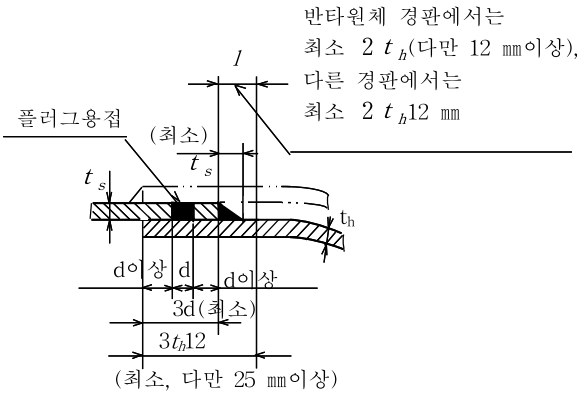

(b) 양쪽 필렛 겹치기 용접



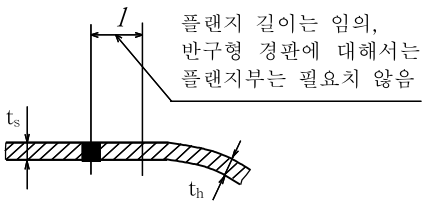

(c) 플러그용접을 하는 한쪽 필렛 겹치기 용접



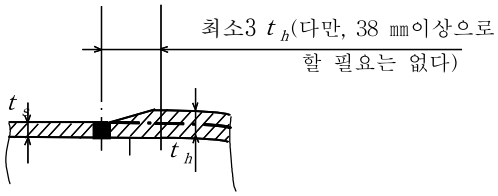

(d-1) 맞대기용접(1) $t_h$가 1.25$t_s$이하의 경우



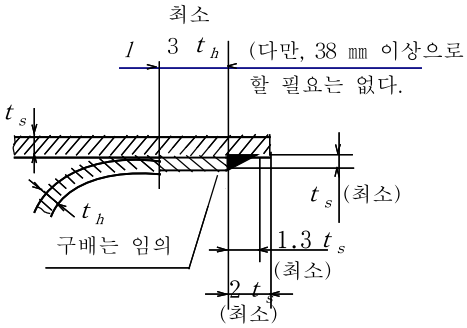

(d-2) 맞대기용접(2) $t_h$가 1.25$t_s$를 초과하는 경우

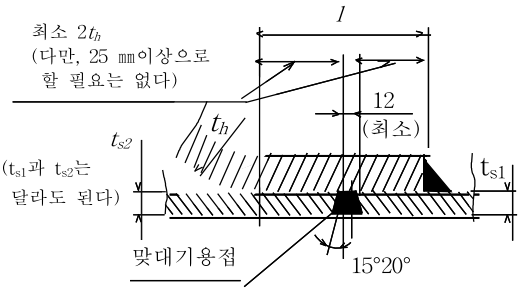



(e) 한쪽 필렛겹치기 용접



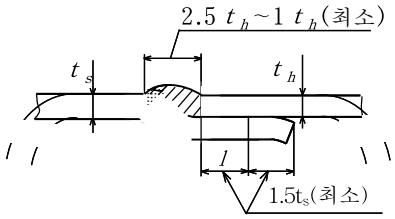

(f) 중간경판




**[그림 38.3] 평경판 이외의 경판과 동체와의 부착(계속)**

(g) 경판의 삽입용접




비고 1 (f)에서의 동판의 맞대기용접은 경판을 끼워넣은 후에 한다.

2 그림의 기호는 다음에 의한다

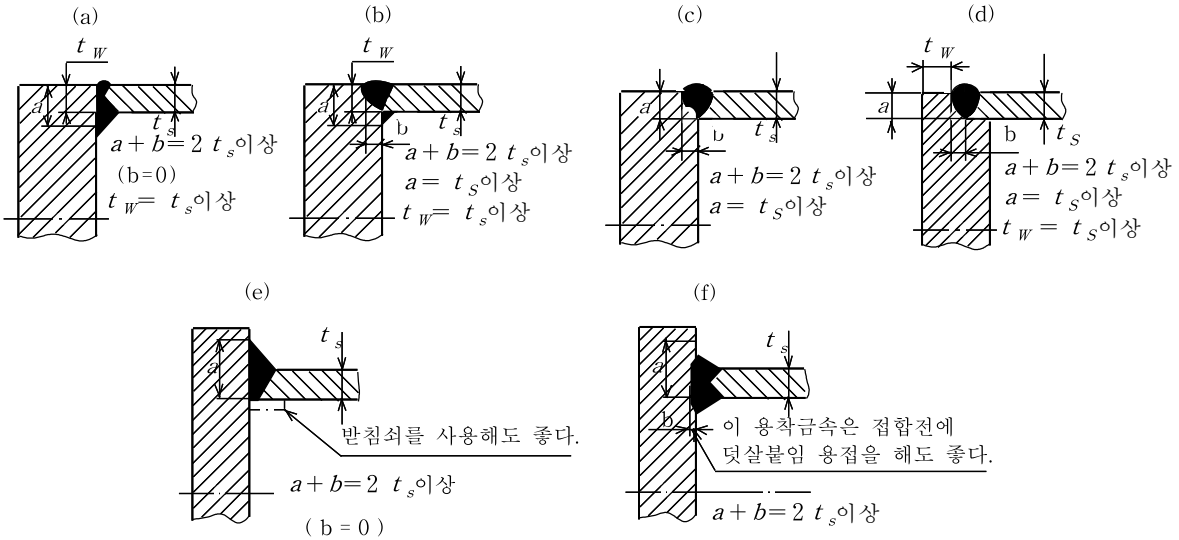
$t_h$ : 경판의 실제두께(㎜)

$t_s$ : 동체 실제두께(㎜)

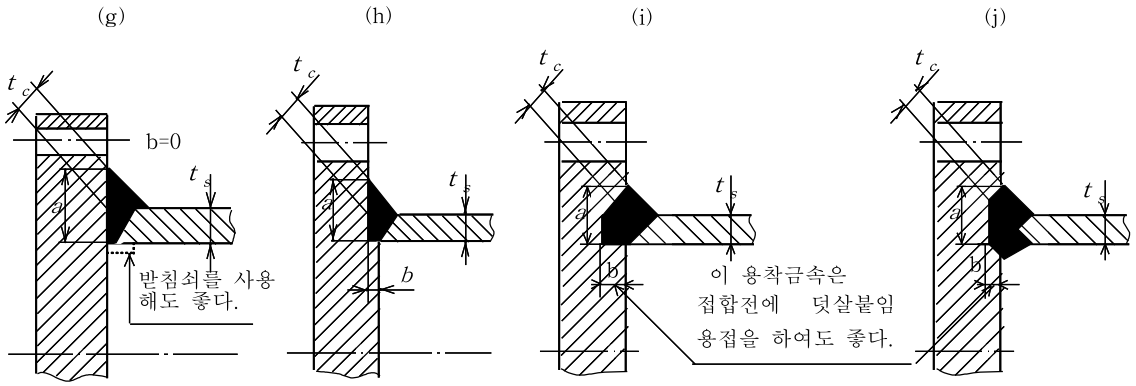
d : 플러그 용접구멍 바닥의 지름(㎜)

## [그림 38.3] 평경판 이외의 경판과 동체와의 부착

(1) 스테이에 의해 지지되는 또는 지지되지 않는 관판 또는 평경판(a)~(f)




(2) 볼트 죔 플랜지붙이 관판(g) ~ (i)

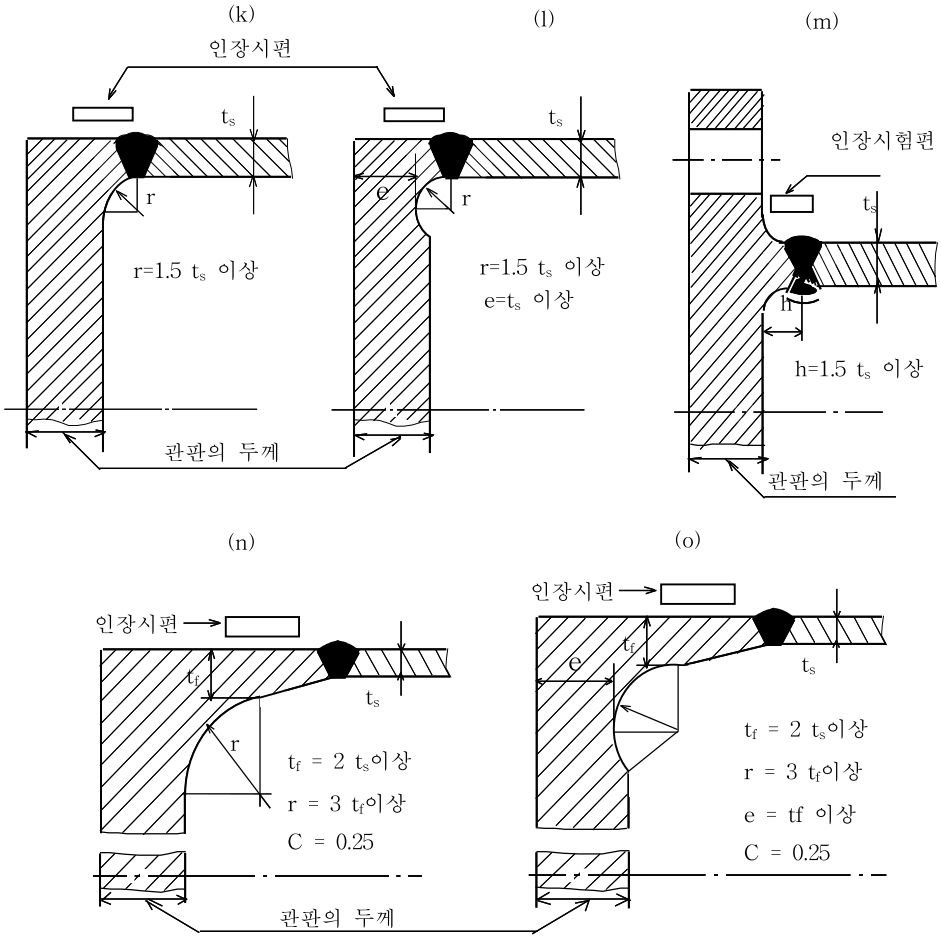



스테이로 지지되는 관판 a+b = 2 $t_s$ 이상, $t_c$ = 0.7 $t_s$ 또는 1.4 $t_r$ 중에서 적은 값 이상

스테이로 지지되지 않는 관판 a+b = 3 $t_s$ 이상, $t_c$ = 7 $t_s$ 또는 2 $t_r$ 중에서 적은 값 이상

## [그림 38.4] 동체와 관판과의 부착(계속)

(3) 단조재 경판 또는 관판 (k) ~ (o)




비고 1. $t_s$는 동체판의 실제두께(㎜)

2. $t_f$는 이음매 없는 동체로서의 계산두께(㎜)

3. c의 값은 경판의 경우를 나타내고, 관판의 경우는 31.12항의 (1) 에 따른다.

**[그림 38.4] 동체와 관판과의 부착**

### 38.2.8 노즐 보강재 등의 용접

노즐, 보강재 기타 이와 유사한 것을 동체 또는 경판에 부착하는 경우의 용접은 다음에 따른다.

(1) 노즐, 보강재, 기타 이와 유사한 것을 동체 또는 경판에 부착하는 경우의 용접은 [그림 38.5]에 따른다. 이 [그림 38.5]에서의 $t_c$, $t_m$, $t_1$ 및 $t_2$는 각각 다음에 열거하는 값 이상으로 한다.

(a) $t_c$는 $0.7\,t_m$,(이 값이 6 ㎜ 이상의 경우에는 6 ㎜로 한다)이상으로 한다. 다만, 노즐이 동체 또는 경판의 안쪽면으로 돌출한 부분의 길이가 $t_n$ 미만인 경우에는 적용하지 아니한다.

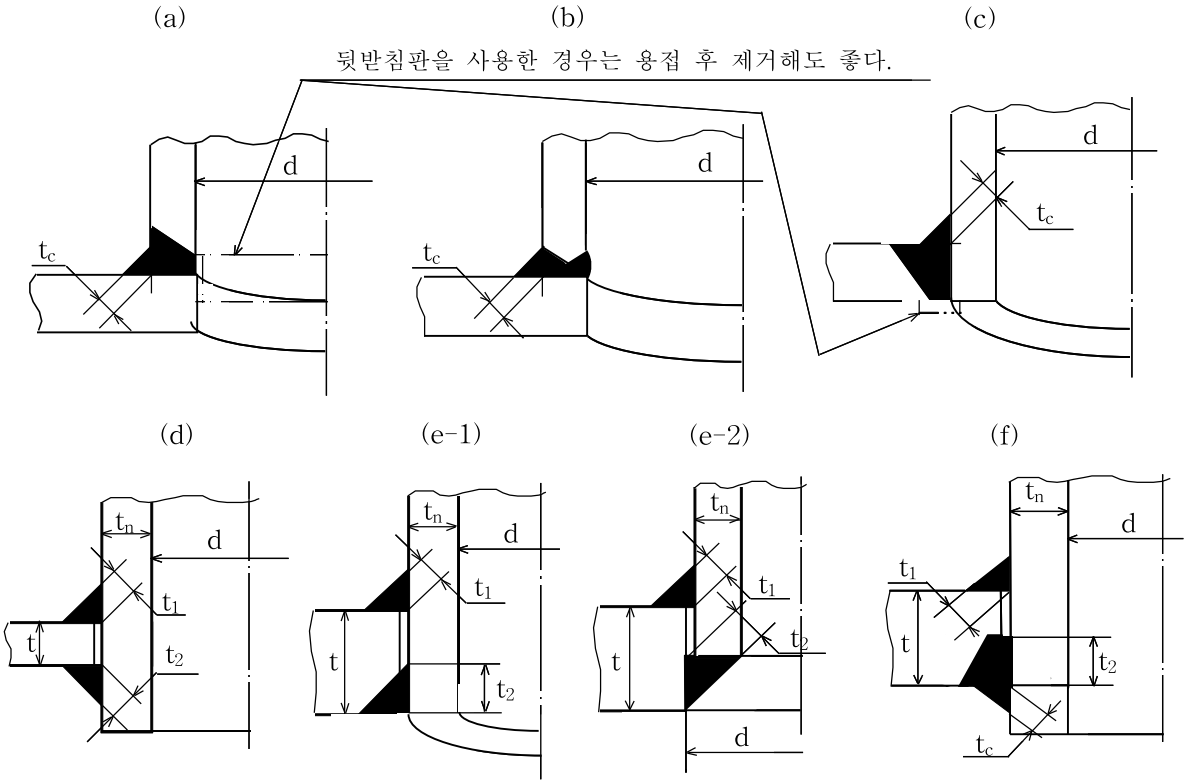
(b) $t_m$은 용접되는 $t$, $t_n$, 또는 $t_e$ 중에서 작은 쪽의 값(이 값이 20 ㎜를 초과하는 경우에는 20 ㎜)으로 한다.

(c) $t_1$ 및 $t_2$는 $0.7\,t_m$(이 값이 6 ㎜ 이상의 경우에는 6 ㎜로 한다) 이상으로 하고, 또한 $t_1$과 $t_2$ 와의 합은 $t_m$의 1.25배 이상으로 한다. 다만, 독성이 있는 물질을 넣는 압력용기 및 28.3.1.2항에 따른 허용응력을 사용하는 압력용기에서는 [그림 38.5]의 (a), (b), (c), (g), (h), (m), (o-1), (o-2), (o-3), (o-4), (t-1), (t-2), (u-1) 및 (u-2)의 방법을 사용하여야 한다.

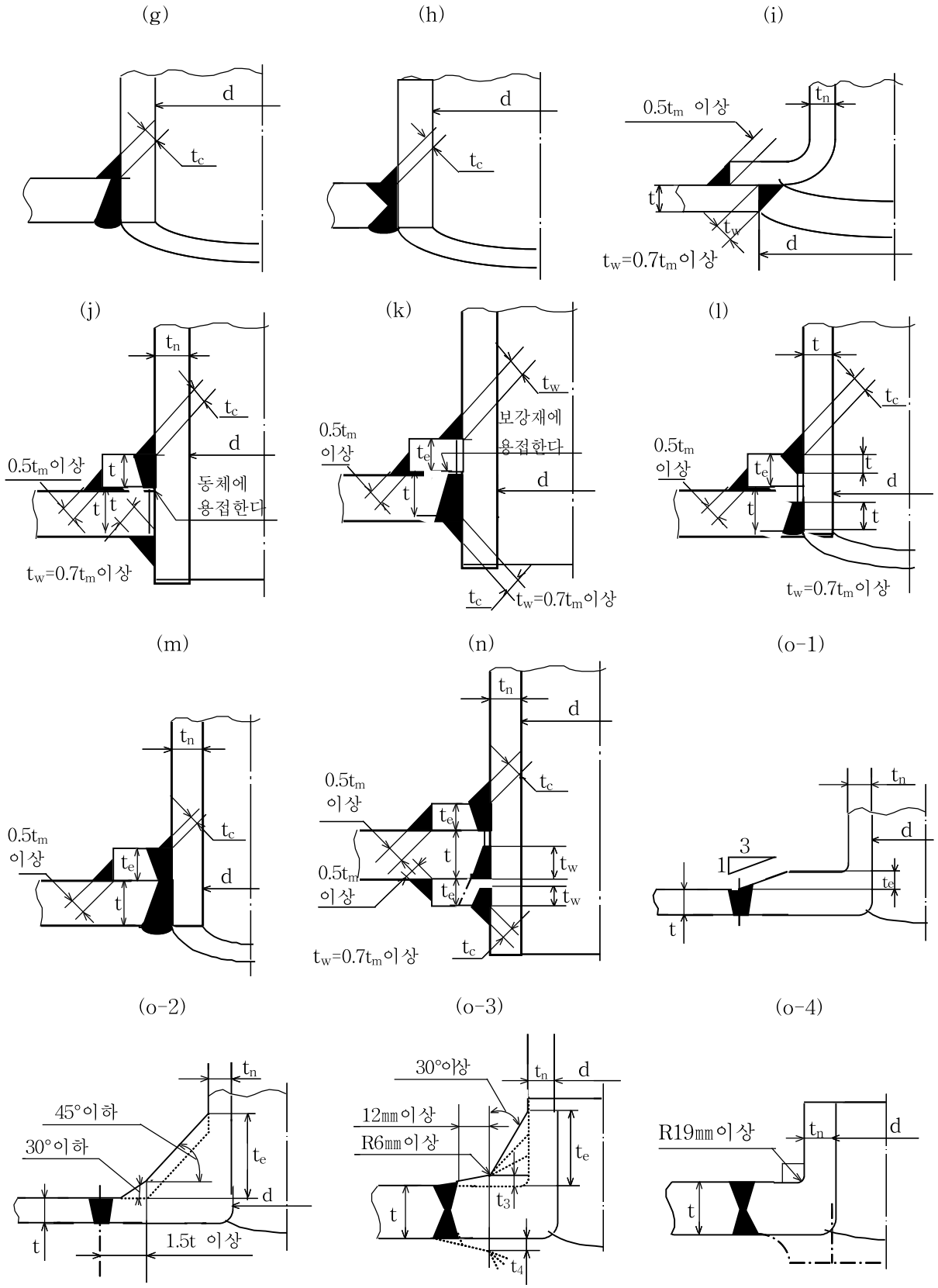
(2) 용접부의 강도는 해당 단면에 대한 모재의 허용인장응력에 <표 38.3>에 게재한 상수를 곱하여 계산한다.

**<표 38.3> 인장 강도에 곱하는 상수**

| 맞대기 용접 | | 필렛용접의 전단 |
|---|---|---|
| 인장 | 전단 | |
| 0.74 | 0.60 | 0.49 |

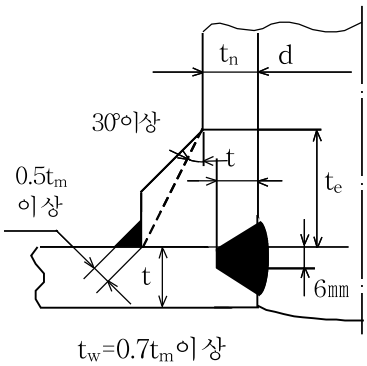



**[그림 38.5] 노즐, 보강재 등의 부착용접 (계속)**

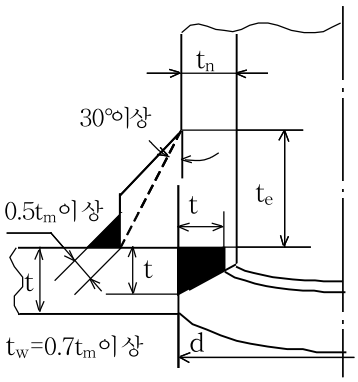



[그림 38.5] 노즐, 보강재 등의 부착용접 (계속)

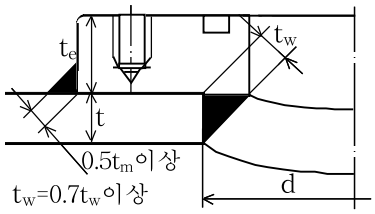
(P)



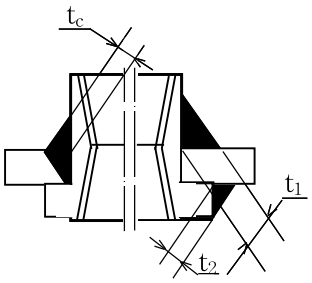

(q)



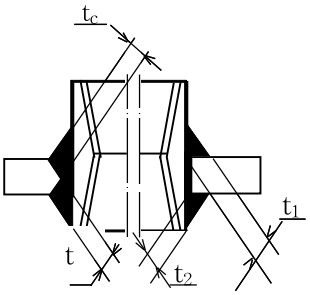

(r)



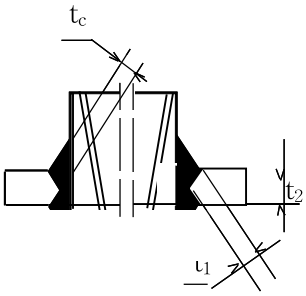

(s-1) (s-2)



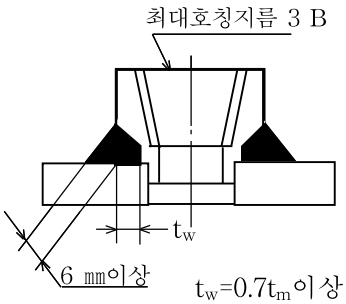

(t-1) (t-2)



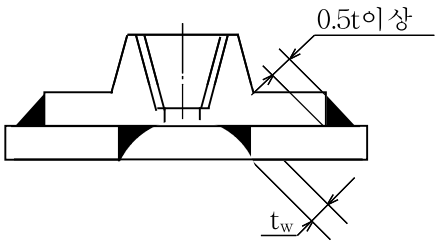

(u-1) (u-2)




(u-3)

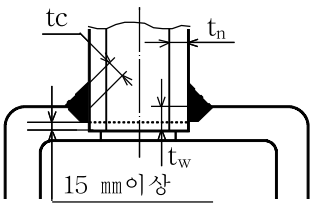



(v)



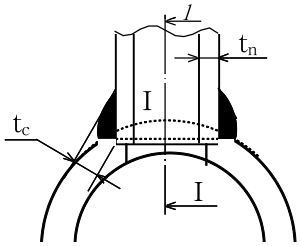

$t_w$=0(0.09D+3㎜)이상
D는 부착하는 관의 바깥지름

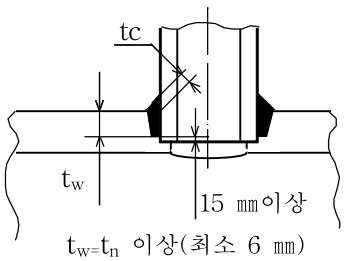
(w)




$t_w$=$t_n$이상(최소 6㎜)

(x)




$t_w$=$t_n$ 이상(최소 6 ㎜)

[그림 38.5] 노즐, 보강재 등의 부착용접 (계속)

비고 그림의 기호는 다음과 같다.

$t$ : 동체 또는 경판의 실제두께(㎜)　　$t_n$ : 노즐벽의 실제두께(㎜)

$t_c$, $t_1$, $t_2$ : 필렛용접의 목두께(㎜)　　$t_e$ : 보강재의 두께(㎜)

$t_w$ : 용접부의 용입 깊이(㎜)

$t_m$ : 용입되는 부재의 두께중 작은 쪽의 치수(㎜). 다만, 20 ㎜보다 큰 것은 적용하지 않는다.

**[그림 38.5] 노즐, 보강재 등의 부착용접**

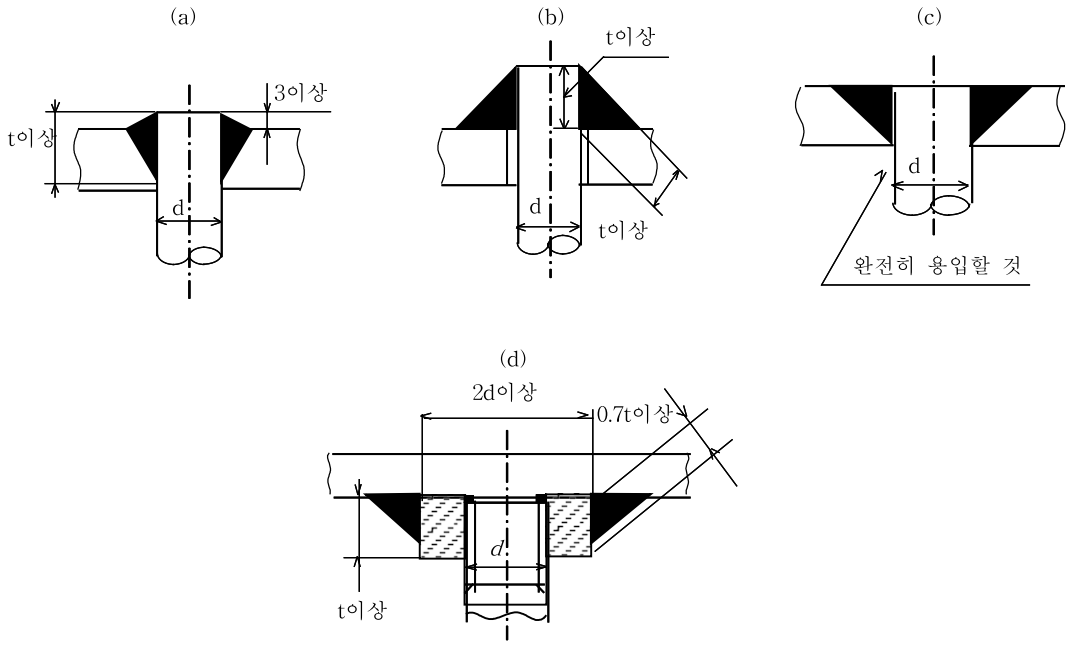
### 38.2.9 스테이의 용접에 의한 부착

#### 38.2.9.1 봉스테이의 용접 등에 의한 부착

봉스테이를 용접 등에 의해서 부착할 경우에는 다음에 따른다.

(1) 봉스테이를 용접에 의해서 부착할 경우에는 [그림 38.6] (a) 또는 (c)에 나타낸 바와 같이 판에 그루브를 내어 용접하든가, 혹은 (b)에 나타낸 바와 같이 스테이를 판의 구멍에 넣고 그 끝을 판의 바깥면으로부터 바깥으로 내어 주위를 필렛용접을 하여야 한다. 이 경우, 스테이 축에 평행으로 전단력이 작용하는 용접면의 면적은 스테이의 필요한 단면적의 1.25배 이상으로 한다.

(2) 동체, 경판 등에 판 또는 링을 용접에 의해서 부착하고, 여기에 봉스테이를 나사로 부착하는 경우에는 [그림 38.6] (d)에 나타낸 방법에 따른다.




비고 t는 스테이를 부착하는 판 중에서 얇은 쪽 판의 두께로 한다.

**[그림 38.6] 스테이의 부착**

#### 38.2.9.2 경사스테이의 용접에 의한 부착

경사스테이를 용접에 의해서 부착할 경우에는 다음에 따른다.

(1) 경사스테이는 경판 내면에 필렛용접에 의해서 부착하여서는 안된다.
(2) 경사스테이를 동체 내면에 필렛용접에 의해서 부착하는 경우에는, 스테이가 용접되는 부분의 단면적 및 동체 축에 평행으로 측정한 필렛의 목부분의 단면적은 스테이의 필요한 단면적의 1.25배 이상이어야 한다.
(3) 가셋트스테이를 경판 내면에 아크 용접에 의해서 부착하는 경우에는, K형 용접 또는 V형 용접으로 하여야 한다.
(4) 용접은 스테이 부착부의 전체둘레에 걸쳐서 하여야 한다.

### 38.3 용접 재료

용접 재료는 압력용기의 사용 목적에 따라서, 또한 모재 및 용접법에 적합한 다음 규격의 것 또는 이와 동등 이상의 성능을 갖는 것이어야 한다.

KS D 7004 (연강용 피복 아크 용접봉)
KS D 7005 (연강용 가스 용접봉)
KS D 7006 (고장력 강용 피복 아크 용접봉)
KS D 7011 (아연도금철선)
KS D 7012 (동 및 동합금 피복 아크 용접봉)
KS D 7014 (스테인리스강 피복 아크 용접봉)
KS D 7022 (몰리브덴강 및 크롬몰리브덴강 피복 아크 용접봉)
KS D 7023 (저온용 강용 피복 아크 용접봉)
KS D 7025 (연강 및 고장력강 마그용 용접 솔리드 와이어)
KS D 7028 (알루미늄 및 알루미늄합금 용접봉과 전극 와이어)
KS D 7029 (티그 용접용 텅스텐 전극봉)
KS D 9501 (동 및 동합금 가스 용접봉)

### 38.4 용접 시공

용접시공은 다음에 따른다.

(1) 용접 시공은 미리 KS B 6750(압력용기-설계 및 제조일반)의 방법에 방법에 따라 용접 시공 요령서를 작성한 후, 그에 따라서 시공하여야 한다.
(2) 압력을 받는 부분의 용접은 자격있는 용접사에 의해 시공하여야 한다.
(3) 용접 방법은 모재의 종류 및 판 두께에 알맞는 것으로서, 시공법 시험에서 확인된 것이어야 한다.
(4) 동체, 경판 등의 용접은 원칙으로 하향 용접하여야 한다. 다만, 수선할 때의 용접, 그 밖의 하향 용접이 곤란할 경우에는 적용하지 않는다.
(5) 이음 내의 가(假)붙임은 원칙적으로 본 용접을 하기 전에 깎아내야 하지만 부득이 본 용접에 포함되는 경우에는 본 용접의 첫 층에 적용할 수 있는 용접 방법, 용접 재료 및 용접사에 의해서 하여야 한다.

(6) 지그 등의 부착용접은 모재의 결함, 그밖에 해로운 영향을 주지 않도록 부착 위치, 용접 방법, 용접 재료 및 용접 조건을 고려하여야 한다.
(7) 맞대기 양쪽 용접을 할 때에는 한쪽으로부터 용접을 하고, 다음에 다른 쪽으로부터 용접을 하기 전에 그루브 저부의 결함을 완전히 제거하여야 한다. 다만, 자동용접 등과 같이 용입이 깊은 용접 방법을 사용할 때에 시공법 시험에서 확인된 경우에는 뒷면 깎아냄을 생략할 수 있다.
(8) 뒷면깍기는 기계절삭, 끌, 아크 에어 가우징, 화염 홈파기(프레임 가우징) 등의 방법으로 하여도 좋으나, 가우징에 의할 경우는 필요에 따라 그라인더 등으로 다듬질한다.
(9) 맞대기용접 이음부는 용접의 온 길이에 걸쳐서 용입불량, 터짐 등의 결함이 없고, 돋움살은 매끈하게 올라와야 한다. 또한, 언더컷, 오버랩, 크레이터, 슬래그섞임, 그 밖에 블루우 호울 등의 해로운 결함이 없어야 한다.
(10) 용접 이음부는 필요에 따라 평평하게 다듬질 하든가 또는 매끈한 모양으로 다듬질한다.

### 38.5 용접이음의 사용제한

(1) 압력용기의 동체 및 경판의 용접이음은 맞대기용접을 원칙으로 한다.
(2) 38.2.2항의 <표 38.1>의 분류번호(4)의 용접이음은 압력용기의 동체 및 경판의 용접이음으로는 사용할 수 없다.

## 제39장 용접부의 기계적 시험

용접부는 다음에 따라서 시험판을 제작하여 기계적 시험을 하여야 한다.

### 39.1 시험판의 제작

(1) 동체의 길이 방향 이음의 용접을 할 때에는, 동체의 전체에 대해서 1개의 시험판을 만든다. 이 시험판은 동체 끝에 부착하고, 또한 용접선이 동체의 길이 방향 이음과 동일 직선상에 있도록 하고, 동체의 길이 방향이음과 동시에 용접한다([그림 39.1] 참조).
(2) 동체의 둘레이음 또는 돔 등의 부착부에 용접을 할 때에는, 동체 전부에 대해서 1개의 시험판을 만든다. 다만, (1)의 시험판이 이와 동일 조건으로 용접되고, 그 시험을 할 때에는 이 시험판을 생략할 수 있다. 상기 시험판은 동체, 돔 등과는 별도로 준비하고, 이들의 용접에 이어서 동일 조건에 따라 용접한다.
(3) 시험판은 모재와 동일 규격의 동일 종류의 동일 두께의 재료(압연의 방향에는 관계가 없어도 좋다. 또 두께가 다른 판을 용접할 경우에는 얇은 쪽을 택한다)로 하여 용접으로 인한 뒤굽힘이 생기지 않도록 하며, 용접 후 뒤굽힘이 생긴 경우는 용접후열처리를 하기 전에 정형해야 한다.
(4) 시험판은 본체의 용접부와 동일하게 용접후열처리를 하여야 한다.

## 39.2 기계적 시험

### 39.2.1 시험의 종류 및 수

<표 39.1>에 따른다.

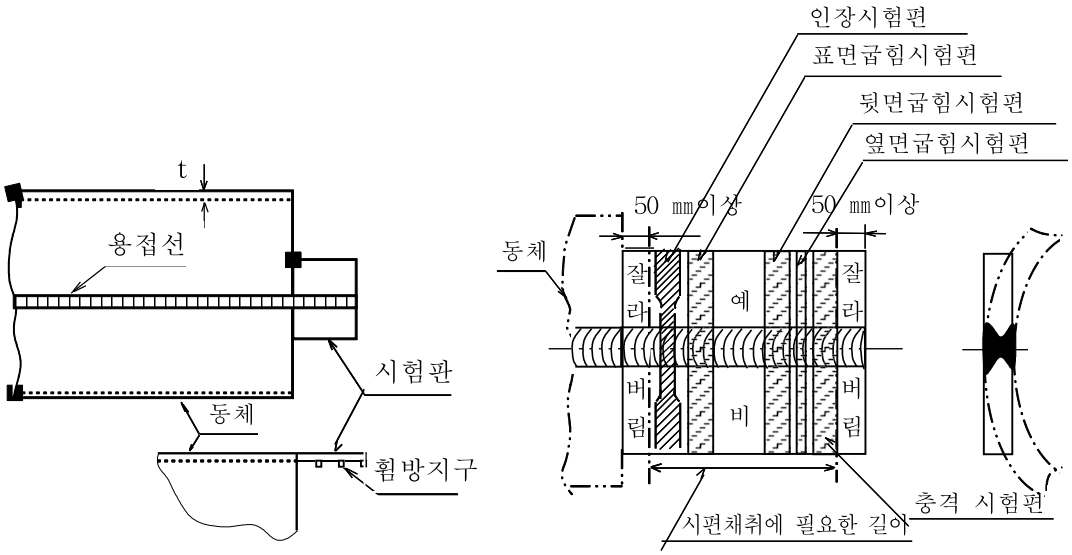
**<표 39.1> 기계적 시험의 종류 및 시험편의 수**

| 기계적 시험의 종류 | | 시험편의 수 |
|---|---|---|
| 이음인장 시험 | | 1 |
| 두께 19 ㎜ 미만 | 표면굽힘시험 | 1 |
| | 뒷면굽힘시험 | 1 |
| 두께 19 ㎜ 이상 | ※ 뒷면굽힘시험 | 1 |
| | 옆면굽힘시험 | 1 |

비 고 : ※ 표는 양쪽 맞대기용접에 있어서는 표면굽힘시험으로 할 수 있다.

### 39.2.2 시험편의 채취

기계적 시험에 사용하는 시험편은 시험판에서 [그림 39.1]에 따라 채취한다.




**[그림 39.1] 기계적 시험에 사용하는 시험편 채취 요령(보기)**

### 39.2.3 이음인장 시험

#### 39.2.3.1 시험편의 모양・치수

KS B ISO 4136(금속용접부 파괴 시험-횡 방향 인장시험)에 따른다.

#### 39.2.3.2 시험 방법

KS B 0802(금속재료 인장시험 방법)에 따른다. 다만, 시험기의 능력이 부족하여 시험편의 판 두께 그대로는 시험이 불가능할 때에는 기계가공으로 필요한 두께로 자를 수 있다. 이 경우에는 잘라낸 시험편의 전부에 대해서 인장시험을 하여, 그 전부가 합격하여야 한다.

#### 39.2.3.3 시험 결과의 판정

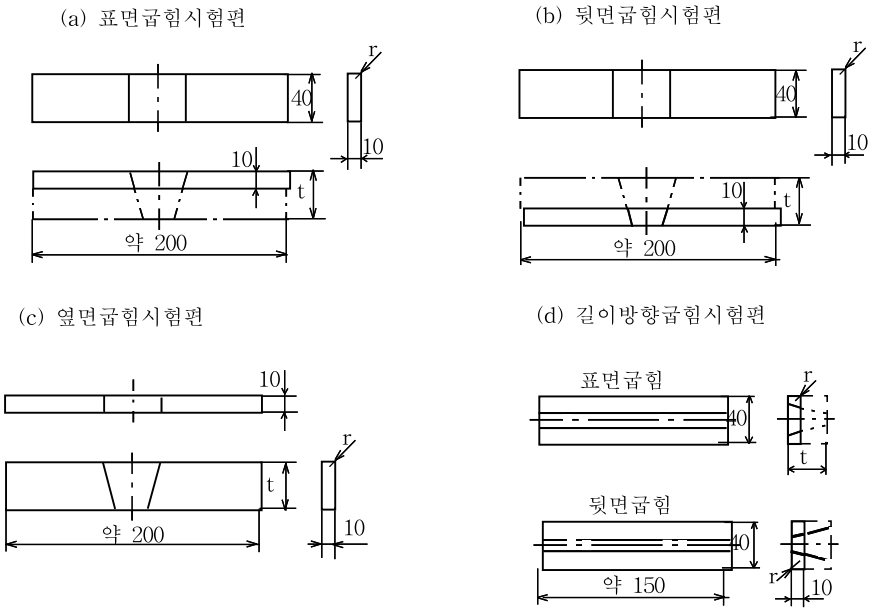
(1) 시험편의 인장 강도가 모재의 규격에 따른 인장 강도의 최소값 이상일 때에는 이를 합격으로 한다. 다만, <표 28.2>의 9 % 니켈강에 있어서 주([10])를 적용시킬 경우에는, 그 표의 최소 인장강도의 95 %의 값, <표 28.3>의 알루미늄 합금의 모재 기호에 W가 붙어있는 재료에 대해서는 <표 28.3>의 최소인장강도의 값으로 한다.
(2) (1)에서 불합격이 된 원인이 모재의 결함에 있을 경우에는, 해당 시험을 무효로 할 수 있다.

### 39.2.4 굽힘시험

#### 39.2.4.1 시험편의 모양・치수

굽힘 시험편의 모양・치수는 다음에 따른다.

(1) 표면굽힘시험편의 모양・치수는 [그림 39.2] (a)에 따른다.
(2) 뒷면굽힘 시험편의 모양・치수는 [그림 39.2] (b)에 따른다.
(3) 옆면굽힘시험편의 모양・치수는 [그림 39.2] (c)에 따른다.
(4) 시험재의 모재와 용착금속과의 연신율이 크게 다를 때(9 % 니켈강의 용접 등)나 다른 종류의 금속 용접의 경우는, 표면굽힘시험편 또는 뒷면굽힘 시험편 대신에 [그림 39.2] (d)에 나타낸 길이방향 굽힘시험에 따를 수 있다. 이 경우의 시험편 수는 <표 39.1>의 두께 19 ㎜ 미만란에 따른다.




비 고 1. r ≤ 1.5 ㎜

2. 용접부 표면은 모재와 동일면까지 다듬질 한다.

3. 모재두께 t가 10 ㎜ 미만일 때는 시험편 두께를 t ㎜로 한다.

**[그림 39.2] 굽힘 시험편의 모양・치수**

### 39.2.4.2 시험 방법

표면굽힘시험, 뒷면굽힘시험 및 옆면굽힘시험은 모두 KS B ISO 5173(금속 재료 용접부의 파괴시험-굽힘시험)에 따르며 굽힘 반지름은 <표 39.2>에 나타낸 모재의 구분에 따른 것이어야 한다.

**<표 39.2> 굽힘시험의 굽힘 반지름**

| 모재의 구분 | 굽힘 반지름(㎜) |
|---|---|
| P-1, P-2, P-3, P-4, P-5, P-6, P-7, P-8, P-9A,P- 9B, P-21, P-22, P-31, P-32, P-34, P-35, P-42, P-43, P-45 | 20 (2 t) |
| P-11A, P-25 | $33\frac{1}{3}\ \left(\frac{10}{3}\ t\right)$ |
| P-51-그룹1 | 40 (4 t) |
| P-51-그룹2 | 50 (5 t) |
| P-23 | 80 (8 t) |

비 고 : (t)는 시험편의 두께가 10 ㎜미만일 경우를 표시한다.

### 39.2.4.3 시험 결과의 판정

굽힘시험의 결과는 용접부의 바깥쪽에 길이 3 ㎜가 넘는 균열(모서리 등에 생기는 작은 균열은 제외)이 생기지 않을 때, 이를 합격으로 한다.

### 39.3 재시험

39.2항에서 규정하는 기계적 시험을 하고, 그 결과 불합격이 되었을 때 다음 39.3.1항의 조건 중 어느 하나에 해당될 때에는 재시험을 할 수 있다. 재시험편의 채취 방법은 불합격이 된 시험편 1개에 대해서 2개의 시험편을 동일 시험판 또는 이와 동시에 제작한 시험판에서 채취한다. 또한, 시험판의 크기가 이 재시험편을 채취하기에 부족할 때에는 새로이 동일 용접사에 의하여 동일 조건하에서 시험판을 제작할 수 있다.

#### 39.3.1 재시험을 하기 위한 조건

(1) 인장시험에서 그 성적이 합격치의 90 % 이상일 때
(2) 굽힘시험에서 불합격의 원인이 용접부의 결함 이외에 다른 것에 있다고 인정될 때

#### 39.3.2 시험 결과의 판정

재시험편이 각각의 시험 결과의 판정에 합격되면 합격으로 한다.

### 39.4 미달부의 처리

시험판에 대한 시험결과 미달인 것이 있을 때에는 그 시험판이 대표하는 용접부를 깍아 버리고 재용접한 다음 각각 필요한 시험을 하여야 한다.

## 제40장 용접부의 비파괴시험

### 40.1 용접부의 외관

(1) 용접부는 용입이 충분하고 균열, 언더컷, 오버랩, 슬래그 섞임 및 기공 등의 해로운 결함이 없어야 한다.
(2) 방사선투과시험을 하는 이음의 덧살은 방사선투과시험에 지장이 없는 정도로 모재 표면까지 턱이 생기지 않도록 마무리하거나, 모재 두께에 따라 다음 <표 40.1>의 값에 따라야 한다.

**<표 40.1>** 모재의 두께에 따른 덧살의높이

| 모재의 두께(㎜) | 덧살의 높이(㎜) |
|---|---|
| 12 이하 | 1.5 이하 |
| 12 초과 25 이하 | 2.5 이하 |
| 25 초과 50 이하 | 3 이하 |
| 50 초과 | 4 이하 |

## 40.2 방사선투과시험

### 40.2.1 전체길이 방사선투과시험

맞대기 양쪽 용접이음 또는 이에 상당하는 용접이음으로 다음에 열거하는 것은, 그 전체길이에 대하여 방사선투과시험을 하여야 한다.

(1) 유독물질을 넣는 것을 목적으로 하여 사용하는 압력용기의 용접이음
(2) 탄소 강판재의 동체, 경판, 그 밖에 이와 유사한 부분의 용접이음으로서 두께 38 ㎜를 초과하는 것
(3) 저합금강 및 오스테나이트계 스테인리스강의 동체 및 경판, 그 밖에 이와 유사한 부분의 용접이음으로서 두께 25 ㎜를 초과하는 것
(4) [그림 38.5]의 (o-1), (o-2), (o-3) 및 (o-4)에 표시하는 끼워박음형 맞대기용접과 같이 플랜지 또는 노즐자리에 대해서 방사선투과시험을 하는 용기에 부착할 때의 용접이음
(5) 28.3.1.2항에 따른 허용응력을 사용하여 제작된 압력용기의 용접이음
(6) 기압시험을 하는 압력용기의 용접이음
(7) 용접이음의 효율로서 전체길이 방사선투과시험을 하는 것의 효율을 사용하는 용접이음
(8) 고합금강(<표 40.2>의 P-7)으로 만들어진 압력용기의 용접이음. 다만 두께 25 ㎜이하 (관의 경우에는 13 ㎜ 이하)의 페라이트계 스테인리스강(<표 40.3>의 모재 구분 P-7)으로서 오스테나이트계의 용접봉(<표 40.2>의 Y-8)을 사용하는 경우는 제외한다.

< 표 40.2 > 용접용 와이어 구분

| 와이어 등의 구분 | 대응모재 | 종 류 | 규 격 (보기) |
|---|---|---|---|
| Y-7 | P-7 | 스테인리스강 봉 및 와이어 (페라이트계) | STSY430 |
| Y-8 | P-8 | 스테인리스강 봉 및 와이어 (오스테나이트계) | STSY308, STSY308L, STSY309, STSY310S, STSY310, STSY316, STSY316L, STSY316J1L, STSY317, STSY321, STSY347 (KS D 3696) |

< 표 40.3 > 모재의 구분

| 모재의 구분 | 그룹번호 | 종 류 | 규 격 (보기) |
|---|---|---|---|
| P-7 | | 고합금강<br>페라이트계 스테인리스강 | STS 430 TB (KS D 3577)<br>STS 405, STS 430 (KS D 3698, 3705, 3706) |

(9) 클래드강 이음부로서 클래드재가 강도 부재로서 계산되어 있는 경우의 용접부(클래드재가 강도 부재로서 계산되어 있지 않은 경우에는 모재의 종류에 따라서 결정한다).
(10) 방사선투과시험의 검사길이계산은 250 ㎜ 단위로 하며 250 ㎜ 미만은 250 ㎜로 한다.

### 40.2.2 부분 방사선투과시험

40.2.1항에서 규정된 이음이외의 이음은 다음의 부분 방사선투과시험을 하여야 한다. 다만, 방사선투과시

험이 필요하지 않는 것으로 설계되어 있다고 검사원이 인정하는 용접이음은 이에 따르지 아니한다.

(1) 압력용기 동체 및 경판의 길이 이음과 둘레이음 또는 이와 유사한 부분을 같은 용접사가 같은 방법으로 용접한 경우에는 그 전체길이의 20 % 이상에 대하여 방사선투과시험을 실시하여야 한다. 다만, 시험의 길이가 20 %를 초과할지라도 이음의 교차부분은 모두 포함시켜야 하며, 노즐, 돔, 섬프의 호칭지름이 250A를 초과하거나 또는 호칭두께가 28.6 ㎜를 초과하는 둘레용접이음은 용접부의 시험길이에 포함시켜야 한다.

(2) 동체의 둘레이음이 독립으로 여러 개소 있을시 각 둘레이음에 대해 적어도 1매 이상 비파괴시험을 하여야 한다.

(3) 방사선투과시험의 검사길이 계산은 300 ㎜ 단위로 하며, 300 ㎜ 미만은 300 ㎜로 한다.

### 40.2.3 방사선투과시험의 방법과 결과의 판정

(1) 강재의 용접부에 대한 방사선 투과 시험은 KS B 0845(강 용접 이음부의 방사선투과시험 방법)에 따라서 하고, 투과사진은 상질이 보통급 이상, 농도차가 보통급 이상으로서, 1종 및 2종의 결함에 대해서는 등급분류 방법에 의한 2류 이상을 합격으로 하며, 3종의 결함은 불합격으로 한다.

(2) 알루미늄 및 그 합금의 용접부에 대한 방사선투과시험은 KS D 0242(알루미늄 용접부의 방사선투과검사 방법)에 따라서 하고, 등급 분류 방법에 의한 B급 이상을 합격으로 한다.

(3) 스테인리스 강재의 용접부에 대한 방사선 투과 시험은 KS D 0237(스테인리스강 용접부의 방사선투과검사 방법)에 따라서 하고, 상질이 보통급, 농도차도 보통급 이상으로서 등급분류 방법에 의한 2류 이상을 합격으로 한다.

(4) 티탄의 용접부에 대한 방사선투과시험은 KS D 0239(타이타늄 용접부의 방사선투과 검사 방법)에 따라서 하고, 등급분류 방법에 의한 3류 이상은 합격으로 한다.

## 40.3 초음파탐상시험

다음의 경우에는 KS B 0896(강용접부의 초음파탐상시험 방법)에 따라서 초음파탐상시험을 실시하고, 결과의 판정은 결함 에코우 높이의 영역과 결함지시 길이에 의한 결함의 등급분류 방법에 따른 등급 2류 이상을 합격으로 한다. 다만, 이 경우의 초음파탐상시험은 40.2.2항의 규정에도 불구하고 방사선투과시험을 하지 아니하는 부위에 대하여 실시할 수 있다. 또한 (1)의 경우에는 전체길이에 대하여 초음파탐상시험을 실시하여야 한다.

(1) 방사선투과시험이 불가능하거나 또는 불충분하다고 인정하는 부위

(2) 방사선투과시험 결과 합·부판정이 불충분하여 확인이 필요한 부위

## 40.4 비파괴시험의 재시험

용접부에 대한 비파괴시험에서 불합격된 경우에는 다음을 기초로 보완하여 합격하여야 한다.

(1) 방사선투과시험 결과, 불합격일 경우에는 다음에 따른다.

(a) 전체길이 방사선투과시험을 한 것은 불합격 원인이 된 결함부를 완전히 제거한 후 재용접하고 그

부분에 대하여 재차 방사선투과시험을 하여 합격하여야 한다.

(b) 부분 방사선투과시험을 한 것은 불합격한 부분에 인접한 2개소 또는 불합격된 방사선 투과사진을 대표하는 용접이음의 임의의 2개소에 대해서 다음 요령에 따라 방사선투과시험을 하여야 한다. 다만, 이 시험을 생략하고 곧바로 해당용접 이음부분 또는 이음군에 대해서 전체길이 방사선투과시험을 하여도 좋다.

① 새로 선정한 2개소가 합격한 경우 1차시험 불합격부의 불합격 원인이 된 결함부를 완전히 제거한 후 재용접한 부분에 대해서 재차 방사선투과시험을 해서 합격하면 방사선투과시험에 합격한 것으로 본다.

② 새로 선정한 2개소에 대해서 방사선투과시험을 한 결과 1개소라도 불합격된 경우에는 해당 용접이음의 전체길이에 대해서 방사선투과시험((b)의 단서 규정에 의한 시험을 포함한다)을 실시하고, 그 결과 합격하지 못한 모든 개소의 결함부를 완전히 제거한 후 재용접하여 재차 방사선투과시험을 해서 모두 합격하면 방사선투과시험에 합격한 것으로 한다.

(2) 비파괴시험 결과 불합격시에는 다시 비파괴시험을 받을 수 있다. 다만, 동일부위에 3회 불합격시에는 해당기기를 폐기하여야 한다. 이 경우 동 기기를 폐기하고 폐기확인서를 검사기관에 제출하여야 한다.

(3) 방사선투과시험 이외의 검사(겉모양검사, 초음파탐상시험)에서 결함이 검출되어 불합격된 결함부는 충분히 제거하고 각각의 시험을 해서 합격하여야 한다.

## 제41장 용접후열처리

### 41.1 후열처리의 범위

용접부는 원칙적으로 후열처리를 해야 한다. 다만, 다음 41.1.1항 (1), 41.1.2항 (1), 41.1.7항 (1), 41.1.8항 (1)에 언급한 재료로 유독 물질을 넣는 것을 목적으로 하는 용기에 사용하는 것 및 다른 항에서 필요로 하는 것을 제외하고, KS B 6750(압력용기-설계 및 제조일반)에  따른 모재의 구분에 따라 다음과 같은 경우 생략할 수 있다.

#### 41.1.1 모재의 구분 P-1 및 P-2

(1) 용접부의 두께 32 ㎜ 이하인 것 및 두께 32 ㎜ 초과 38 ㎜ 이하에서 368 K{95 ℃} 이상의 예열을 하는 것

(2) 후열처리를 필요로 하는 용기에 부착하는 노즐 등으로 다음과 같은 것. 다만, 부착하는 부분의 두께가 32 ㎜를 초과할 때에는 368 K{95 ℃} 이상의 예열을 한다.

(a) 안지름이 50 ㎜ 이하인 부착물의 맞대기 용접부로 12 ㎜ 이하의 것 및 필렛용접부에서의 목 두께 12 ㎜ 이하의 것

(b) 압력이 걸리지 않는 부착물의 필렛 용접부에서 목 두께 12 ㎜ 이하의 것

(c) 스터드 용접부

### 41.1.2 모재의 구분 P-3 (그룹3을 제외)의 강재

(1) P-3그룹1 및 2의 강재로 두께 16 ㎜이하의 것. 다만, 시공법 시험을 할 때에 사용한 두께 이하의 경우에 한한다.
(2) 후열처리를 요하는 용기에 부착하는 것으로 다음과 같은 것, 다만, 부착하는 부분의 재료는 탄소 규정 최대 함유량 0.25 % 이하로 368 K{95 ℃} 이상의 예열을 할 경우에 한한다.
(a) 필렛용접으로 목 두께 12 ㎜이하의 것
(b) 스터드 용접부
(c) 두께 12 ㎜ 이하인 관의 둘레 이음부

### 41.1.3 모재의 구분 P-4

모재의 구분 P-4인 강재의 용접부를 가진 용기는 모두 후열처리를 요하지만, 여기에 부착하는 관재로서 다음과 같은 것. 다만, 부착하는 부분의 재료는 탄소 규정 최대 함유량 0.15 % 이하로 393 K{120 ℃} 이상의 예열을 할 경우에 한한다.

(1) 호칭지름 4B 이하로서, 두께가 16 ㎜ 이하인 관의 원주 맞대기 용접부
(2) 압력이 걸리지 않는 부착물로, 목 두께 12 ㎜ 이하의 필렛 용접부
(3) 스터드 용접부

### 41.1.4 모재의 구분 P-5

모재의 구분 P-5인 강재의 용접제 용기는 모두 후열처리를 요하지만, 여기에 부착하는 관재로 다음과 같은 것. 다만, 부착하는 부분의 재료는 탄소의 규정 최대 함유량 0.15 % 이하, 또한 크롬의 규정 최대 함유량 3.0 %이하의 재료로 423 K{150 ℃} 이상의 예열을 할 경우에 한한다.

(1) 호칭지름 4B이하로서, 두께가 16 ㎜이하인 관의 원주 맞대기 용접부
(2) 압력이 걸리지 않는 부착물로, 목 두께 12 ㎜이하의 필렛 용접부
(3) 스터드 용접부

### 41.1.5 모재의 구분 P-6 및 P-7

모재의 구분 P-6 및 P-7에 대해서는 당사자간의 협의에 따른다.

### 41.1.6 모재의 구분 P-8

모재의 구분 P-8에 대해서 원칙으로 후열처리를 하지 않지만, 필요하다면 당사자간에 협의한다.

### 41.1.7 모재의 구분 P-9A의 강재

(1) 두께 16 ㎜ 이하의 것. 다만, 시공법 시험을 할 때에 사용한 두께는 실용상의 두께 이상일 경우에 한한다.

(2) 후열처리를 필요로 하는 용기에 부착하는 것으로 다음과 같은 것. 다만, 부착되는 부분의 두께가 16 ㎜를 초과할 때에는 393 K{120 ℃} 이상[(1)]의 예열을 하는 것에 한한다.

(a) 압력이 걸리지 않는 부착물의 필렛 용접부에서 목 두께 12 ㎜ 이하의 것

(b) 스터드 용접부

(c) 호칭지름 4B 이하에서 두께 12 ㎜ 이하의 관 원주 맞대기 용접부. 다만, 탄소의 규정 최대 함유량 0.15 % 이하의 것

주[(1)] 다음 조건에서 건전한 용접부가 얻어질 경우에는, 예열 온도를 368 K{95 ℃}까지 내릴 수 있다.

1. 12 ㎜ 이하의 목 두께에서 연속 100 ㎜ 이하의 필렛 용접부
2. 시공법 시험의 시험재 두께가 실용의 두께 이상인 것

### 41.1.8 모재의 구분 P-9B

(1) 두께 16 ㎜ 이하의 것 다만, 시공법 시험의 시험재 두께가 실용상의 두께 이상일 때에 한한다.

(2) 후열처리를 필요로 하는 용기에 부착하는 것으로 다음과 같은 것. 두께 16 ㎜를 초과하는 부분에 부착할 때에는 368 K{95 ℃} 이상의 예열을 한다.

(a) 압력이 걸리지 않는 부착물로 목 두께 12 ㎜ 이상의 필렛 용접부

(b) 스터드 용접부

### 41.1.9 모재의 구분 P-11A, P-21, P-22, P-23, P-25, P-31, P-32, P-34, P-35, P-42 및 P-51

모재의 구분 P-11A, P-21, P-22, P-23, P-25, P-31, P-32, P-34, P-35, P-42 및 P-51의 용접부는 원칙으로 후열처리를 하지 않으나, 필요하다면 당사자간에 협의한다.

### 41.1.10 모재의 구분인 P번호가 없는 재료 및 클래드강

모재의 구분인 P번호가 없는 재료 및 클래드강 용접부의 후열처리 적용에 대해서는 당사자간의 협의에 따라 생략할 수 있다.

## 41.2 후열처리 방법

(1) 후열처리는 노 안에서 하여야 한다. 다만, 다음에 열거하는 용접 부분의 후열처리는 국부 가열 방법에 따라도 좋다.

(a) 동체, 관등의 둘레이음

(b) 노즐, 플랜지 등을 부착하는 용접 부분(동체판의 일부를 떼어서, 부착물을 맞대기 용접한 부분은

제외)

(c) 중요도가 낮고, 국부 가열방법으로 지장이 없다고 인정되는 용접부분

(2) 노안 및 국부가열에 의한 후열처리 방법은 KS B 0883(용접부의 노내 응력 제거방법) 및 KS B 0884(용접부의 국부가열 응력 제거방법)에 따른다.

## 제42장 수압시험

### 42.1 수압시험 압력

압력용기는 종류에 따라 다음의 압력으로 각각 수압시험을 하여야 한다.

(1) 강제 또는 비철금속제의 압력용기는 최고사용압력의 1.5배의 압력에 다음의 온도보정을 한 압력

$$P_a = P \times \frac{\sigma_n}{\sigma_a}$$

여기에서 $P_a$: 온도 보정된 내압시험압력(MPa){kgf/㎠}

$P$ : 온도 보정전의 내압시험압력(MPa){kgf/㎠}

$\sigma_n$: 내압시험을 할 때의 온도에 있어서의 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

$\sigma_a$: 설계온도에 있어서의 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

(2) 최고사용압력이 0.1 MPa{1 kgf/㎠} 이하인 주철제 압력용기는 0.2 MPa{2 kgf/㎠}의 압력

(3) 최고사용압력이 0.1 MPa{1 kgf/㎠}를 초과하는 주철제 압력용기는 최고사용압력의 2배의 압력

(4) 법랑 또는 유리 라이닝한 압력용기는 최고사용압력

(5) 기압시험 압력은 최고사용압력의 1.25배의 압력에 온도보정을 한 압력, 온도보정은 (1)에 따른다.

(6) 특수한 형상 등으로 강도를 계산하기 어려운 부분은 다음 계산식에 의하여 계산한 검정수압 시험압력으로 한다.

(a) 내압을 받는 압력용기의 부분에는 다음에 따라 계산한 검정수압시험압력

$$P_o = \frac{(\sigma + 3.5) \times P}{0.5 \times \sigma} \times \frac{\sigma_o}{\sigma_a}$$

여기에서 $P_o$: 검정수압시험압력(MPa){kgf/㎠}

$P$ : 최고사용압력(MPa){kgf/㎠)

$\sigma$ : 인장강도의 규격 최소치(N/㎟){kgf/㎟}

$\sigma_a$: 사용온도에 있어서의 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

$\sigma_o$: 시험온도에 있어서의 재료의 허용인장응력(N/㎟){kgf/㎟}

(b) 외압을 받는 압력용기의 부분에 대한 수압 시험압력은 예정하는 최고사용압력의 3배 이상의 검정수압시험 압력을 외면에 가한다.

### 42.2 내압시험 방법

(1) 도금을 한 압력용기는 도금을 한 후에 수압시험을 실시한다.
(2) 대형 압력용기로서 그 구조가 물을 채우는데 적합하지 않는 것은 수압시험 대신 기압시험을 할 수 있다. 이때, 기압시험은 처음은 최고사용압력의 50 %까지 압력을 높이고, 그 이후는 10 %씩 단계적으로 상승시키고, 시험 압력에 도달한 후에 다시, 최고사용압력까지 압력을 낮추어 그 압력상태에서 이상유무를 확인한다.
(3) 안전밸브가 용접으로 부착된 경우를 제외하고는 안전밸브를 떼어 내든가 또는 밸브의 밑에 판을 끼워 조인 다음 공기를 충분히 빼고, 물이 모든 부분에 접촉되도록 채운 뒤에 천천히 압력을 가하여 시험 수압으로 되었을 때, 그 상태로 검사가 끝날 때까지 계속 유지하여야 된다. 이 경우, 시험 수압은 규정 압력을 6 % 이상 넘지 않도록 하여야 한다.
(4) 규정된 수압시험 압력에 도달하여 30분 정도 유지한 후 이상유무를 확인한다.
(5) 주물제의 압력용기는 기계다듬질을 마친 후 두께에 따라 10분 이상 적당한 시간동안 규정된 수압을 가하여 핀홀, 기공, 균열 등을 검사한다.
(6) 수압시험에는 2개 이상의 압력계를 사용한다. 이 경우 압력계는 검교정된 압력계이어야 한다.
(7) 진공 압력용기의 내압시험은 최고사용압력과 동일한 압력으로 진공시험을 하거나 외압시험을 실시한다. 다만, 진공 및 외압시험이 불가한 경우에는 42.1항의 해당압력으로 수압 또는 기압시험을 실시할 수 있다.
(8) 검정수압시험압력으로 시험(이하 “검정수압시험”이라 한다)하는 경우에는 미리 가장 약하다고 추정되는 곳에 선정한 수개의 점간 또는 이와 고정점과의 사이에 다이알게이지 또는 0.025 ㎜의 변위를 측정할 수 있는 계측기를 부착하고 처음에 검정수압의 1/2의 수압을 가하여 각 점의 압력 및 변형을 측정 기록한 다음 수압을 0으로 하여 변형을 측정 기록한 다음에 검정수압의 1/10의 압력을 증가한 수압을 순차적으로 0에서부터 검정수압까지 반복 실시하여 압력 및 변형을 측정 기록한다(압력-변형곡선을 작성한다).

### 42.3 시험의 결과

(1) 내압시험 결과 누설이나 갈라짐 또는 그 밖의 이상이 없어야 한다.
(2) 검정수압시험의 경우에는 가압시의 압력변형곡선이 직선을 벗어나거나 영구변형이 있어서는 안된다.

## 제43장 안전장치

### 43.1 일반적 사항

안전장치에 관한 일반적 사항은 다음에 따른다.

(1) 압력용기에는 다른 압력을 받는 부분마다 최고허용압력 이하에서 작동하는 KS B 6216(증기용 및 가스용 스프링 안전밸브)에 규정하는 스프링 안전밸브(이하 “안전밸브”라 한다) 또는 이에 대신하는

안전장치를 갖추어, 내부의 압력이 해당 부분의 최고허용압력이상 그의 10 %(그 값이 0.02 MPa{0.2 kgf/㎠} 미만일 때는 0.02 MPa{0.2 kgf/㎠})를 초과하지 않도록 하여야 한다. 다만, 보일러 기타의 압력원과 연락하도록 지정된 압력용기(반응기, 증류기 등과 같이 자체가 압력 발생원이 되는 것을 제외한다)의 부분에서, 그 최고 허용압력이 압력원의 최고허용압력 이상인 것에 대해서는 이에 따르지 않아도 좋다.

(2) 하나의 압력용기로서, 사용 조건에 따라서 다른 사용온도에 대해서 다른 최고허용압력으로 지정된 것에는, 각각의 최고허용압력에 대해서 안전밸브 또는 이에 대신하는 안전장치를 갖추어 내부의 압력이 (1)에 규정하는 압력을 초과하지 않도록 하여야 한다. 이 경우에는 3방향 밸브 또는 연동장치 등에 의해서 어느 안전장치는 필히 작동하도록 하여야 한다.

참 고 : 압력용기를 서로 가깝게 설치하고, 또한 이들 압력용기 사이에 압력을 차단하는 장치가 없는 경우에는, 안전장치를 적용함에 있어서 이들 압력용기를 하나의 압력용기로 본다.

### 43.2 안전밸브의 위치

안전밸브는 용이하게 검사할 수 있는 위치에 용기본체 또는 이에 부설된 관에 부착하고, 또한 밸브 축을 수직되게 한다.

### 43.3 안전밸브의 구조

(1) 안전밸브에 가하는 모든 압력이 600 kg을 초과할 경우에는 지렛대식으로 해서는 안된다.

(2) 인화성 또는 유독성의 증기를 발생하는 압력용기에 있어서는 안전밸브를 밀폐식 구조로 하든가 또는 해당증기를 연소, 흡수 등으로 안전하게 처리할 수 있는 구조이어야 한다.

### 43.4 안전밸브의 분출량

(1) 안전밸브의 분출량은, 압력용기에 유입되는 기체의 최대량 이상 또는 압력용기 내에서 발생하는 기체의 최대량 이상으로 하여야 한다.

(2) 안전밸브의 분출량 계산은 다음에 따른다.

(a) 증기를 사용하는 안전밸브의 분출량 계산은 다음에 따른다.

$$W = 5.246CK_dA(P+0.1)\times0.9 \ \{W = 0.5145CK_dA(P+1)\times0.9\}$$

(b) 기체를 사용하는 안전밸브의 분출량 계산은 다음에 따른다.

$$W = 230\,A(P+1)\sqrt{\frac{M}{T}}$$

여기에서 $W$ : 안전밸브의 공칭분출량(kg/h)

$C$ : 증기의 성질에 따른 계수로서, 증기압력이 0.4 MPa{4 kgf/㎠} 미만인 포화온도의 경우에는 1로 하고, 기타의 경우에는 <표 43.1>에 따른다.

$K_d$ : 공칭분출계수로서, KS B 6352(안전밸브의 분출계수 측정방법)에 따른다. 다만, 공칭분출계수가 분명하지 않는 경우에는 [그림 43.1]에서 구해지는 $K_d'$의 값을 사용하여 공칭 분출량을 계산할 수 있다. 이 경우, 전량식 안전밸브는 $K_d = 0.864$로 한다.

$A$ : 분출 면적(㎟)으로서 안전밸브의 형식에 따라 다음과 같다.

- 양정식(안전밸브의 양정이 밸브시트 구멍지름의 1/40 이상 1/4 미만의 것으로서, 디스크가 열렸을 때의 디스크시트 구멍의 유체 통로의 면적이 최소인 것)
  - · 평면자리의 경우 $A = \pi DL$
  - · 원뿔자리의 경우 $A = \pi DL\sin\Theta$

    $D$ : 디스크 시트 구멍지름(㎜)

    $L$ : 양정(㎜)

    $\Theta$ : 분출부의 밸브축에 대한 각도
- 전량식(밸브시트 구멍지름이 목부지름의 1.15배 이상인 것. 디스크가 열렸을 때의 디스크시트 구멍의 유체통로의 면적이 목부 면적의 1.05배 이상으로, 안전밸브의 입구 및 관부착대의 최소 유체 통로의 면적은 목부면적의 1.7배 이상이어야 한다)

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$d$ : 목부의 지름(㎜)

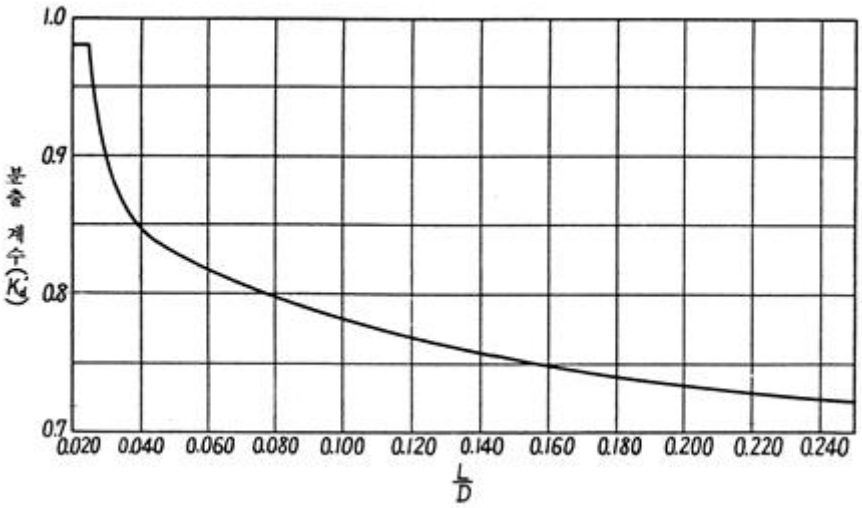
$P$ : 공칭 분출량 결정압력(MPa){kgf/㎠}으로 설정 압력이 0.1 MPa {1 kgf/㎠}을 초과할 때는 설정 압력의 1.03배, 설정 압력이 0.1 MPa{1 kgf/㎠} 이하일 때는 설정 압력에 0.02 MPa{0.2 kgf/㎠}을 가한 압력으로 한다. 다만, 지정이 있는 경우는 그 값에 따른다.

# <표 43.1> 증기의 성질에 따른 계수

| 절대압력 MPa{kgf/㎠} | 온도 K(℃) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 포화온도 | 473 {200} | 493 {220} | 513 {240} | 533 {260} | 553 {280} | 573 {300} | 593 {320} | 613 {340} | 633 {360} | 653 {380} | 673 {400} | 693 {420} | 713 {440} | 733 {460} | 753 {480} | 773 {500} | 793 {520} | 813 {540} | 833 {560} | 853 {580} | 873 {600} | 893 {620} | 913 {640} | 933 {660} | 953 {680} | 973 {700} |
| 0.5{5} | 1.005 | 0.996 | 0.972 | 0.951 | 0.931 | 0.913 | 0.896 | 0.879 | 0.864 | 0.849 | 0.835 | 0.822 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.0{10} | 0.987 | 0.981 | 0.983 | 0.960 | 0.938 | 0.919 | 0.901 | 0.884 | 0.868 | 0.853 | 0.838 | 0.825 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5{15} | 0.977 | 0.976 | 0.970 | 0.972 | 0.947 | 0.925 | 0.906 | 0.888 | 0.872 | 0.856 | 0.841 | 0.828 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.0{20} | 0.972 | | 0.967 | 0.964 | 0.955 | 0.932 | 0.912 | 0.893 | 0.876 | 0.860 | 0.845 | 0.830 | 0.817 | 0.804 | 0.792 | 0.780 | 0.768 | | | | | | | | | |
| 2.5{25} | 0.969 | | | 0.961 | 0.961 | 0.937 | 0.918 | 0.898 | 0.880 | 0.863 | 0.848 | 0.833 | 0.819 | 0.806 | 0.793 | 0.782 | 0.770 | | | | | | | | | |
| 3.0{30} | 0.967 | | | 0.962 | 0.957 | 0.949 | 0.924 | 0.903 | 0.885 | 0.867 | 0.851 | 0.836 | 0.822 | 0.808 | 0.795 | 0.783 | 0.774 | 0.763 | 0.748 | 0.742 | 0.730 | 0.721 | 0.712 | 0.703 | 0.695 | 0.687 | 0.679 |
| 4.0{40} | 0.965 | | | | 0.958 | 0.954 | 0.934 | 0.915 | 0.894 | 0.875 | 0.857 | 0.841 | 0.826 | 0.813 | 0.799 | 0.787 | 0.775 | 0.763 | 0.755 | 0.744 | 0.735 | 0.725 | 0.715 | 0.705 | 0.696 | 0.688 | 0.680 |
| 5.0{50} | 0.966 | | | | | 0.955 | 0.953 | 0.927 | 0.904 | 0.884 | 0.865 | 0.848 | 0.832 | 0.817 | 0.803 | 0.790 | 0.778 | 0.766 | 0.755 | 0.747 | 0.737 | 0.723 | 0.717 | 0.708 | 0.697 | 0.689 | 0.681 |
| 6.0{60} | 0.968 | | | | | 0.962 | 0.953 | 0.941 | 0.911 | 0.891 | 0.872 | 0.854 | 0.838 | 0.822 | 0.808 | 0.794 | 0.781 | 0.769 | 0.758 | 0.747 | 0.739 | 0.729 | 0.719 | 0.710 | 0.698 | 0.690 | 0.682 |
| 7.0{70} | 0.971 | | | | | | 0.958 | 0.954 | 0.924 | 0.901 | 0.881 | 0.861 | 0.844 | 0.827 | 0.812 | 0.798 | 0.785 | 0.772 | 0.761 | 0.749 | 0.739 | 0.731 | 0.721 | 0.708 | 0.702 | 0.691 | 0.683 |
| 8.0{80} | 0.975 | | | | | | 0.967 | 0.956 | 0.937 | 0.912 | 0.888 | 0.868 | 0.850 | 0.833 | 0.817 | 0.802 | 0.789 | 0.776 | 0.763 | 0.752 | 0.741 | 0.731 | 0.719 | 0.710 | 0.701 | 0.692 | 0.684 |
| 9.0{90} | 0.980 | | | | | | | 0.962 | 0.957 | 0.926 | 0.897 | 0.876 | 0.856 | 0.838 | 0.822 | 0.807 | 0.792 | 0.779 | 0.766 | 0.754 | 0.743 | 0.733 | 0.722 | 0.711 | 0.702 | 0.693 | 0.685 |
| 10.0{100} | 0.986 | | | | | | | 0.971 | 0.961 | 0.936 | 0.909 | 0.883 | 0.863 | 0.844 | 0.827 | 0.811 | 0.796 | 0.782 | 0.769 | 0.757 | 0.745 | 0.735 | 0.724 | 0.712 | 0.703 | 0.695 | 0.686 |
| 12.0{120} | 0.999 | | | | | | | | 0.975 | 0.964 | 0.926 | 0.903 | 0.876 | 0.857 | 0.838 | 0.818 | 0.805 | 0.789 | 0.775 | 0.762 | 0.750 | 0.739 | 0.728 | 0.718 | 0.706 | 0.697 | 0.688 |
| 14.0{140} | 1.016 | | | | | | | | 1.002 | 0.980 | 0.956 | 0.920 | 0.893 | 0.868 | 0.846 | 0.828 | 0.811 | 0.797 | 0.782 | 0.768 | 0.755 | 0.743 | 0.732 | 0.721 | 0.711 | 0.699 | 0.691 |
| 16.0{160} | 1.036 | | | | | | | | | 1.000 | 0.988 | 0.942 | 0.907 | 0.883 | 0.858 | 0.838 | 0.819 | 0.803 | 0.787 | 0.774 | 0.760 | 0.748 | 0.736 | 0.725 | 0.714 | 0.704 | 0.693 |
| 18.0{180} | 1.063 | | | | | | | | | 1.038 | 1.004 | 0.972 | 0.929 | 0.895 | 0.873 | 0.848 | 0.828 | 0.810 | 0.794 | 0.779 | 0.766 | 0.752 | 0.740 | 0.728 | 0.717 | 0.707 | 0.697 |
| 20.0{200} | 1.094 | | | | | | | | | | 1.028 | 1.006 | 0.953 | 0.914 | 0.885 | 0.861 | 0.835 | 0.818 | 0.801 | 0.786 | 0.770 | 0.757 | 0.744 | 0.732 | 0.720 | 0.710 | 0.700 |
| 22.0{220} | 1.129 | | | | | | | | | | 1.072 | 1.033 | 0.982 | 0.932 | 0.900 | 0.872 | 0.849 | 0.827 | 0.808 | 0.793 | 0.777 | 0.761 | 0.749 | 0.736 | 0.724 | 0.713 | 0.702 |
| 24.0{240} | | | | | | | | | | | | 1.059 | 1.016 | 0.958 | 0.915 | 0.885 | 0.861 | 0.837 | 0.815 | 0.797 | 0.783 | 0.766 | 0.725 | 0.740 | 0.727 | 0.716 | 0.705 |
| 26.0{260} | | | | | | | | | | | | 1.099 | 1.055 | 0.982 | 0.935 | 0.899 | 0.871 | 0.848 | 0.825 | 0.804 | 0.786 | 0.772 | 0.756 | 0.741 | 0.731 | 0.719 | 0.708 |
| 28.0{280} | | | | | | | | | | | | 1.167 | 1.096 | 1.013 | 0.956 | 0.913 | 0.883 | 0.853 | 0.834 | 0.811 | 0.793 | 0.776 | 0.762 | 0.747 | 0.735 | 0.720 | 0.710 |
| 30.0{300} | | | | | | | | | | | | | 1.132 | 1.047 | 0.977 | 0.931 | 0.895 | 0.867 | 0.838 | 0.821 | 0.799 | 0.781 | 0.763 | 0.753 | 0.735 | 0.724 | 0.715 |
| 32.0{320} | | | | | | | | | | | | | 1.169 | 1.089 | 1.009 | 0.952 | 0.908 | 0.877 | 0.849 | 0.824 | 0.805 | 0.787 | 0.770 | 0.753 | 0.742 | 0.729 | 0.714 |
| 34.0{340} | | | | | | | | | | | | | | 1.136 | 1.032 | 0.968 | 0.923 | 0.888 | 0.859 | 0.835 | 0.812 | 0.792 | 0.775 | 0.757 | 0.746 | 0.729 | 0.718 |
| 36.0{360} | | | | | | | | | | | | | | 1.191 | 1.063 | 0.989 | 0.941 | 0.899 | 0.869 | 0.842 | 0.818 | 0.798 | 0.780 | 0.761 | 0.750 | 0.734 | 0.723 |
| 38.1{380} | | | | | | | | | | | | | | | 1.098 | 1.016 | 0.956 | 0.913 | 0.878 | 0.850 | 0.823 | 0.804 | 0.785 | 0.765 | 0.750 | 0.739 | 0.726 |
| 40.0{400} | | | | | | | | | | | | | | | 1.137 | 1.037 | 0.972 | 0.927 | 0.888 | 0.858 | 0.832 | 0.807 | 0.790 | 0.769 | 0.754 | 0.742 | 0.725 |
| 42.0{420} | | | | | | | | | | | | | | | | 1.064 | 0.995 | 0.944 | 0.901 | 0.868 | 0.839 | 0.815 | 0.792 | 0.774 | 0.758 | 0.745 | 0.729 |
| 44.0{440} | | | | | | | | | | | | | | | | 1.092 | 1.012 | 0.954 | 0.914 | 0.876 | 0.846 | 0.821 | 0.800 | 0.779 | 0.762 | 0.748 | 0.731 |
| 46.0{460} | | | | | | | | | | | | | | | | 1.122 | 1.035 | 0.971 | 0.924 | 0.888 | 0.854 | 0.828 | 0.805 | 0.785 | 0.766 | 0.753 | 0.738 |

비 고 : 1. 이 표의 압력·온도의 중간의 값은 비례법으로 계산한다.

2. 절대압력은 분출량 결정 압력의 절대값으로 한다.




L : 리프트(㎜)

D : 밸브시트 구멍의 지름(㎜)

[그림 43.1] 분출계수 $K_d'$

## 43.5 안전장치의 소요 분출량

안전장치의 소요 분출량은 그 내부압력이 43.1항에서 규정하는 압력이하의 압력에 있어서, 다음에 따라 구한 분출량을 만족하는 것이어야 한다.

(1) 다른 압력원으로부터 기체를 도입하도록 지정된 압력용기는 1시간당의 최대 도입량(kg/h)으로 한다. 다만, 최대 도입량 측정이 곤란할 경우에는 다음에 따른다.

$$W = 0.28 \upsilon \gamma d^2$$

여기에서 $W$: 소요 분출량(kg/h)

$\upsilon$ : 도입관내의 기체 유속(m/s)으로 다음 값 이상의 값으로 한다.

| | |
|---|---|
| 과열증기 | 30 |
| 포화증기 | 20 |
| 일반기체 | 10 |

$\gamma$ : 기체의 밀도(kg/m$^3$)

$d$ : 도입관의 안지름(㎝)

(2) 액체를 가열하는 압력용기는 1시간당의 발생 증기량(kg/h)으로 다음에 따른다.

$$W = \frac{H}{L}$$

여기에서 $W$: 소요 분출량(kg/h)

$H$ : 입열량(kJ/h){kcal/h}

$L$ : 해당 액체의 분출 압력에 있어서 증발잠열(kJ/kg){㎉/kg}

### 43.6 안전밸브에 대신하는 안전장치

(1) 다음에 언급하는 것은 안전밸브에 대신하는 안전장치로 본다.
 (a) 자동적으로 압력 상승 작용을 정지시키는 장치
 (b) 감압밸브. 다만, 2차 측에 안전밸브를 부착한 것
 (c) 경보장치. 다만, 안전밸브 기능을 갖춘 것에 한한다.
 (d) 방출밸브 또는 방출관
 (e) 파열판
(2) 43.4항의 규정은 (1) (b) 및 (c)에서 말하는 안전밸브에 대해서는 적용하지 않는다.

### 43.7 파열판

(1) 파열판은 압력용기의 내용물이 안전밸브의 작동을 곤란하게 하거나 안전밸브로는 따라갈 수 없는 급격한 압력상의 우려가 있는 경우에 사용할 수 있다.
(2) 파열판의 정격 분출량 및 설치방법 등은 KS B 6280(파열판식 안전장치)에 따른다.
(3) 파열판은 그것에 표시된 온도에서 표시된 압력의 5 %(최소 0.015 ㎫{0.15 ㎏f/㎠})를 초과하지 않는 압력에서 확실히 파열하는 것이어야 한다.
(4) 파열판은 동일조건으로 만들어진 것 중에서 2개 이상을 샘플링하여 실험에 의해서 그 작동을 확인한 것이어야 한다.

### 43.8 안전밸브 접속부의 모양・치수

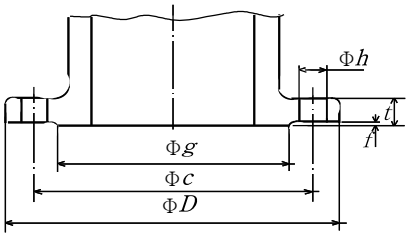
#### 43.8.1 전량식

증기용 전량식의 경우 접속플랜지의 모양・치수는 <표 43.2>에 따르거나 또는 동등이상의 강도를 가진 모양・치수로 한다.

#### 43.8.2 양정식

증기용 양정식의 경우 접속플랜지의 모양・치수는 <표 43.3>에 따르거나 또는 동등이상의 강도를 가진 모양・치수로 한다.

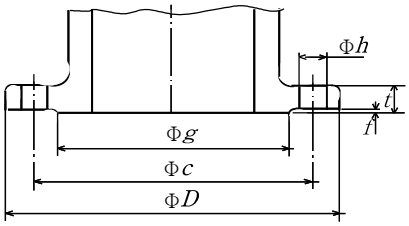
## <표 43.2> 전량식의 접속플랜지의 모양·치수




| 플랜지의 호칭 압력(기호) | 호칭 지름 | 플 랜 지 | | | | 볼트 구멍 | | | 볼트의 나사의 호칭 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | D | t(최소) | f | g | c | 수 | h | |
| 10 k | 20 | 125 | 18 | 1 | 67 | 90 | 4 | 19 | M 16 |
| | 25 | 135 | 20 | 2 | 76 | 100 | 4 | 19 | M 16 |
| | 32 | 140 | 20 | 2 | 81 | 105 | 4 | 19 | M 16 |
| | 40 | 155 | 20 | 2 | 96 | 120 | 8 | 19 | M 16 |
| | 50 | 175 | 22 | 2 | 116 | 140 | 8 | 19 | M 16 |
| | 65 | 200 | 24 | 2 | 132 | 160 | 8 | 23 | M 20 |
| | 80 | 210 | 24 | 2 | 145 | 170 | 8 | 23 | M 20 |
| | (90) | 225 | 26 | 2 | 160 | 185 | 8 | 23 | M 20 |
| | 100 | 270 | 26 | 2 | 195 | 225 | 8 | 25 | M 22 |
| | 125 | 305 | 28 | 2 | 230 | 260 | 12 | 25 | M 22 |
| | 150 | 350 | 30 | 2 | 275 | 305 | 12 | 25 | M 22 |
| | 200 | 430 | 34 | 2 | 345 | 380 | 12 | 27 | M 24 |
| 16 k | 20 | 125 | 20 | 1 | 67 | 90 | 4 | 19 | M 16 |
| | 25 | 135 | 20 | 2 | 76 | 100 | 4 | 19 | M 16 |
| | 32 | 140 | 22 | 2 | 81 | 105 | 4 | 19 | M 16 |
| | 40 | 155 | 22 | 2 | 96 | 120 | 8 | 19 | M 16 |
| | 50 | 175 | 24 | 2 | 116 | 140 | 8 | 19 | M 16 |
| | 65 | 200 | 26 | 2 | 132 | 160 | 8 | 23 | M 20 |
| | 80 | 210 | 28 | 2 | 145 | 170 | 8 | 23 | M 20 |
| | (90) | 225 | 28 | 2 | 160 | 185 | 8 | 23 | M 20 |
| | 100 | 270 | 30 | 2 | 195 | 225 | 8 | 25 | M 22 |
| | 125 | 305 | 32 | 2 | 230 | 260 | 12 | 25 | M 22 |
| | 150 | 350 | 34 | 2 | 275 | 305 | 12 | 25 | M 22 |
| | 200 | 430 | 38 | 2 | 345 | 380 | 12 | 27 | M 24 |
| 20k | 20 | 130 | 20 | 1 | 70 | 95 | 4 | 19 | M 16 |
| | 25 | 140 | 22 | 2 | 80 | 105 | 4 | 19 | M 16 |
| | 32 | 160 | 22 | 2 | 90 | 120 | 4 | 23 | M 20 |
| | 40 | 165 | 22 | 2 | 105 | 130 | 8 | 19 | M 16 |
| | 50 | 200 | 26 | 2 | 130 | 160 | 8 | 23 | M 16 |
| | 65 | 210 | 28 | 2 | 140 | 170 | 8 | 23 | M 20 |
| | 80 | 230 | 30 | 2 | 150 | 185 | 8 | 25 | M 22 |
| | (90) | 240 | 32 | 2 | 160 | 195 | 8 | 25 | M 22 |
| | 100 | 275 | 36 | 2 | 195 | 230 | 8 | 25 | M 22 |
| | 125 | 325 | 38 | 2 | 235 | 275 | 12 | 27 | M 24 |
| | 150 | 370 | 42 | 2 | 280 | 320 | 12 | 27 | M 24 |
| | 200 | 450 | 48 | 2 | 345 | 390 | 12 | 33 | M 30X3 |
| 30 k | 20 | 130 | 22 | 1 | 70 | 95 | 4 | 19 | M 16 |
| | 25 | 140 | 24 | 2 | 80 | 105 | 4 | 19 | M 16 |
| | 32 | 160 | 24 | 2 | 90 | 120 | 4 | 23 | M 20 |
| | 40 | 165 | 26 | 2 | 105 | 130 | 8 | 19 | M 16 |
| | 50 | 200 | 30 | 2 | 130 | 160 | 8 | 23 | M 20 |
| | 65 | 210 | 32 | 2 | 140 | 170 | 8 | 23 | M 20 |
| | 80 | 230 | 34 | 2 | 150 | 185 | 8 | 25 | M 22 |
| | (90) | 250 | 36 | 2 | 165 | 205 | 8 | 25 | M 22 |
| | 100 | 300 | 40 | 2 | 200 | 250 | 8 | 27 | M 24 |
| | 125 | 355 | 44 | 2 | 240 | 295 | 12 | 33 | M 30X3 |
| | 150 | 405 | 50 | 2 | 290 | 345 | 12 | 33 | M 30X3 |
| | 200 | 475 | 56 | 2 | 355 | 410 | 12 | 33 | M 30X3 |
| 40 k | 20 | 140 | 27 | 1 | 70 | 100 | 4 | 23 | M 20 |
| | 25 | 150 | 30 | 2 | 80 | 110 | 4 | 23 | M 20 |
| | 32 | 175 | 32 | 2 | 90 | 130 | 4 | 25 | M 22 |
| | 40 | 185 | 34 | 2 | 105 | 145 | 8 | 23 | M 20 |
| | 50 | 220 | 38 | 2 | 130 | 175 | 8 | 25 | M 22 |
| | 65 | 230 | 40 | 2 | 140 | 185 | 8 | 25 | M 22 |
| | 80 | 255 | 42 | 2 | 150 | 205 | 8 | 27 | M 24 |
| | (90) | 270 | 44 | 2 | 165 | 220 | 8 | 27 | M 24 |
| | 100 | 325 | 50 | 2 | 200 | 265 | 8 | 33 | M 30X3 |
| | 125 | 365 | 54 | 2 | 240 | 305 | 12 | 33 | M 30X3 |
| | 150 | 425 | 60 | 2 | 290 | 360 | 12 | 33 | M 30X3 |
| | 200 | 500 | 68 | 2 | 355 | 430 | 12 | 39 | M 36X3 |

비 고 ( ) 안의 호칭 지름은 되도록 사용하지 않는 것이 바람직하다.

## <표 43.3> 양정식의 접속플랜지의 모양·치수




단위 : ㎜

| 플랜지의 호칭 압력(기호) | 호칭 지름 | 플 랜 지 | | | | 볼트 구멍 | | | 볼트의 나사의 호칭 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | D | t(최소) | f | g | c | 수 | h | |
| 10 k | 20 | 100 | 14 | 1 | 56 | 75 | 4 | 15 | M 12 |
| | 25 | 125 | 14 | 1 | 67 | 90 | 4 | 19 | M 16 |
| | 32 | 135 | 16 | 2 | 76 | 100 | 4 | 19 | M 16 |
| | 40 | 140 | 16 | 2 | 81 | 105 | 4 | 19 | M 16 |
| | 50 | 155 | 16 | 2 | 96 | 120 | 4 | 19 | M 16 |
| | 65 | 175 | 18 | 2 | 116 | 140 | 4 | 19 | M 16 |
| | 80 | 185 | 18 | 2 | 126 | 150 | 8 | 19 | M 16 |
| | (90) | 195 | 18 | 2 | 136 | 160 | 8 | 19 | M 16 |
| | 100 | 210 | 18 | 2 | 151 | 175 | 8 | 19 | M 16 |
| | 125 | 250 | 20 | 2 | 182 | 210 | 8 | 23 | M 20 |
| | 150 | 280 | 22 | 2 | 212 | 240 | 8 | 23 | M 20 |
| | 200 | 330 | 22 | 2 | 262 | 290 | 12 | 23 | M 20 |
| 16 k | 20 | 100 | 14 | 1 | 56 | 75 | 4 | 15 | M 12 |
| | 25 | 125 | 14 | 1 | 67 | 90 | 4 | 19 | M 16 |
| | 32 | 135 | 16 | 2 | 76 | 100 | 4 | 19 | M 16 |
| | 40 | 140 | 16 | 2 | 81 | 105 | 4 | 19 | M 16 |
| | 50 | 155 | 16 | 2 | 96 | 120 | 8 | 19 | M 16 |
| | 65 | 175 | 18 | 2 | 116 | 140 | 8 | 19 | M 16 |
| | 80 | 200 | 20 | 2 | 132 | 160 | 8 | 23 | M 20 |
| | (90) | 210 | 20 | 2 | 145 | 170 | 8 | 23 | M 20 |
| | 100 | 225 | 22 | 2 | 160 | 185 | 8 | 23 | M 20 |
| | 125 | 270 | 22 | 2 | 195 | 225 | 8 | 25 | M 22 |
| | 150 | 305 | 24 | 2 | 230 | 260 | 12 | 25 | M 22 |
| | 200 | 350 | 26 | 2 | 275 | 305 | 12 | 25 | M 22 |
| 20k | 20 | 100 | 16 | 1 | 56 | 75 | 4 | 15 | M 12 |
| | 25 | 125 | 16 | 1 | 67 | 90 | 4 | 19 | M 16 |
| | 32 | 135 | 18 | 2 | 76 | 100 | 4 | 19 | M 16 |
| | 40 | 140 | 18 | 2 | 81 | 105 | 4 | 19 | M 16 |
| | 50 | 155 | 18 | 2 | 96 | 120 | 8 | 19 | M 16 |
| | 65 | 175 | 20 | 2 | 116 | 140 | 8 | 19 | M 16 |
| | 80 | 200 | 22 | 2 | 132 | 160 | 8 | 23 | M 20 |
| | (90) | 210 | 24 | 2 | 145 | 170 | 8 | 23 | M 20 |
| | 100 | 225 | 24 | 2 | 160 | 185 | 8 | 23 | M 20 |
| | 125 | 270 | 26 | 2 | 195 | 225 | 8 | 25 | M 22 |
| | 150 | 305 | 28 | 2 | 230 | 260 | 12 | 25 | M 22 |
| | 200 | 350 | 30 | 2 | 275 | 305 | 12 | 25 | M 22 |
| 30 k | 20 | 120 | 18 | 1 | 60 | 85 | 4 | 19 | M 16 |
| | 25 | 130 | 20 | 1 | 70 | 95 | 4 | 19 | M 16 |
| | 32 | 140 | 22 | 2 | 80 | 105 | 4 | 19 | M 16 |
| | 40 | 160 | 22 | 2 | 90 | 120 | 4 | 23 | M 20 |
| | 50 | 165 | 22 | 2 | 105 | 130 | 8 | 19 | M 16 |
| | 65 | 200 | 26 | 2 | 130 | 160 | 8 | 23 | M 20 |
| | 80 | 210 | 28 | 2 | 140 | 170 | 8 | 23 | M 20 |
| | (90) | 230 | 30 | 2 | 150 | 185 | 8 | 25 | M 22 |
| | 100 | 240 | 32 | 2 | 160 | 195 | 8 | 25 | M 22 |
| | 125 | 275 | 36 | 2 | 195 | 230 | 8 | 25 | M 22 |
| | 150 | 325 | 38 | 2 | 235 | 275 | 12 | 27 | M 24 |
| | 200 | 370 | 42 | 2 | 280 | 320 | 12 | 27 | M 24 |
| 40 k | 20 | 120 | 20 | 1 | 60 | 85 | 4 | 19 | M 16 |
| | 25 | 130 | 22 | 1 | 70 | 95 | 4 | 19 | M 16 |
| | 32 | 140 | 24 | 2 | 80 | 105 | 4 | 19 | M 16 |
| | 40 | 160 | 24 | 2 | 90 | 120 | 4 | 23 | M 20 |
| | 50 | 165 | 26 | 2 | 105 | 130 | 8 | 19 | M 16 |
| | 65 | 200 | 30 | 2 | 130 | 160 | 8 | 23 | M 20 |
| | 80 | 210 | 32 | 2 | 140 | 170 | 8 | 23 | M 20 |
| | (90) | 230 | 34 | 2 | 150 | 185 | 8 | 25 | M 22 |
| | 100 | 250 | 36 | 2 | 165 | 205 | 8 | 25 | M 22 |
| | 125 | 300 | 40 | 2 | 200 | 250 | 8 | 27 | M 24 |
| | 150 | 355 | 44 | 2 | 240 | 295 | 12 | 33 | M 30X3 |
| | 200 | 405 | 50 | 2 | 290 | 345 | 12 | 33 | M 30X3 |

비 고 ( ) 안의 호칭 지름은 되도록 사용하지 않는 것이 바람직하다.

### 43.8.3 나사박음형

접속나사는 KS B 0222(관용 테이퍼 나사)에 따른다. 또한 수나사를 사용하는 증기용 전량식 안전밸브의 접속나사는 설정압력 2.0 ㎫{20 ㎏f/㎠}이하에 한하여 <표 43.4>에 따른다.

**<표 43.4> 증기용 전량식 안전밸브의 호칭지름에 대응하는 관용 테이퍼 나사의 호칭**

| 안전밸브의 호칭지름 | 관용 테이퍼 나사의 호칭지름 |
|---|---|
| 20 | R1 |
| 25 | R11/4 |
| 32 | R11/2 |
| 40 | R2 |
| 50 | R21/2 |

## 제44장 검 사

### 44.1 검사의 신청

시행규칙 제31조의14 및 제31조의15 규정에 의하여 용접검사 및 구조검사 신청시 제출하는 서류는 다음의 것을 말한다. 다만, (1), (2), (5)항의 서류는 Ⅱ단계 검사시 제출할 수 있다.

(1) 용접부위도 : 이 기준에 의하여 비파괴시험을 하는 용접부분이 표시된 도면(별지 제6호 서식)
(2) 원자재성적서 : 기본재질[(1)]의 것을 제외한 자재에 대한 제조회사 시험성적서 사본 또는 공공시험기관이 검사한 성적서를 말한다.
주(1) 기본재질이란 판은 SS400, STS304, SB410, 관은 SPP, STS 304TP, C 1220T-H를 말한다.
(3) 검사대상기기의 설계도면 : 이 기준의 검사범위에 속하는 부분이 표시된 것을 말한다.
(4) 검사대상기기의 강도계산서 : 이 기준에 의하여 계산된 것을 말한다. 단, 본 기준에 규정되지 아니한 것은 검사기관에서 인정하는 다른 규정을 적용할 수 있다.
(5) 자체검사기록서 : 용접검사가 면제되는 경우에 제조자가 자체검사를 실시한 기록서(별지 제9호 서식)

### 44.2 검사의 준비

검사신청자는 시행규칙 제31조의22 규정에 의하여 다음의 준비를 하여야 한다.

(1) 용접 Ⅱ단계 검사
(a) 자체검사 결과를 확인할 수 있도록 할 것
(2) 용접 Ⅲ단계 검사
(a) 비파괴시험을 실시할 수 있도록 준비할 것. 다만, 원자력안전법 제53조의 규정에 의하여 사용허가

를 받고 비파괴검사기술의 진흥 및 관리에 관한 법률 제11조의 규정에 의하여 비파괴검사업을 등록한 자로부터 용접부의 비파괴시험을 받을 경우에는 그 시험성적서의 제출로 갈음하되, 시험방법 및 결과 등은 제40장의 규정에 적합하여야 한다.

(b) 자체검사 결과를 확인할 수 있도록 할 것

(3) 구조 Ⅱ단계 검사

(a) 수압시험을 할 수 있도록 준비할 것

(b) 기타 검사사항을 용이하게 검사할 수 있도록 할 것

(c) (별지 제9호 서식)에 의한 제조검사 자체기록서를 확인할 수 있도록 할 것

(4) 정전, 단수, 화재, 천재지변 등 부득이한 사정으로 검사를 실시할 수 없는 경우에 검사기관은 재신청 없이 다시 검사를 하여야 한다.

### 44.3 검사항목 및 판정기준

검사 종류별로 적용할 검사항목 및 판정기준은 다음과 같다.

| 검사의 종류 | 적용항목 및 판정기준 |
|---|---|
| 용접검사 | 1. Ⅰ단계검사 : 제28장 내지 제38장 및 제43장의 각 해당항목을 도면등으로 검사하여 적합하여야 한다<br>2. Ⅱ단계검사 : 제28장, 제32장, 제34장, 제35장, 제37장 내지 제39장 및 40.1항의 각 해당 항목을 검사하여 적합하여야 한다.<br>3. Ⅲ단계검사 : 제39장 내지 제41장의 각 해당항목을 검사하여 적합하여야 한다. |
| 구조검사 | 1. Ⅰ단계검사 : 제28장 내지 제38장 및 제43장의 각 해당항목을 도면등으로 검사하여 적합하여야 한다(용접검사가 면제되는 경우에 한함).<br>2. Ⅱ단계검사 : 제33장 내지 제35장, 40.1항 및 제42장의 각 해당항목을 검사하여 적합하여야 한다. 다만, 용접검사가 면제되는 경우에는 제28장, 제37장의 각 해당항목을 추가로 검사하여 적합하여야 한다. |

비 고 : 용접검사의 Ⅰ단계검사 또는 구조검사의 Ⅰ단계 검사결과 미흡한 부분이 있는 경우 재신청 없이 다시 검사를 받을 수 있다.

## 제45장 검사의 특례

### 45.1 재질검사

(1) 재질검사는 재료의 원재료 검사성적(mill sheet)로 갈음한다.

(2) (1)의 원재료 검사성적서가 검사 신청자에게 발행된 것이 아닐 때는 구입 경로를 소명하는 서류를 검사기관에게 제출해야 한다.

### 45.2 자체검사

(1) 제37장의 공작검사는 제조자가 자체검사를 하고 (별지 제7호 서식)에 의한 검사성적서를 작성하여 용접Ⅱ단계 검사시 검사원에게 제출하여야 한다.
(2) 제39장의 용접부의 기계적 시험은 제조자의 자체검사로 하고 (별지 제8호 서식)에 의한 검사성적서를 작성하여 3단계 검사시 검사원에게 제출하여야 한다.
(3) 제41장의 후열처리는 제40장의 시험에 합격한 후 제조자가 자체검사를 하고 열처리 자동온도 기록지에 검사사항을 기록하여 즉시 검사기관에 제출하여야 한다. 같은 노에서 같은 시간에 1기를 초과하여 열처리하여 원본을 제출치 못 할 때에는 그 사본으로 동 기록지를 대신할 수 있다.
(4) 검사기관은 (1) 내지 (3)의 자체검사 사항을 검사과정에서 확인한다.

### 45.3 특수형상 압력용기의 검사

(1) 특수형상 등에 의하여 강도계산이 어려운 압력용기의 경우 제44장의 용접검사의 I단계 검사 또는 구조검사의 I단계 검사항목 중 해당부분에 대한 강도계산은 검정수압시험을 받을 것을 조건으로 하여 생략할 수 있다.
(2) 특수형상의 압력용기에 대하여는 검사종류의 순서를 변경할 수 있다.

### 45.4 특수 설계된 압력용기의 검사

특수하게 설계된 압력용기등의 경우 그 타당성을 한국에너지공단 이사장이 인정하는 때에는 제4편 압력용기 제조(용접 및 구조)검사기준의 규정에도 불구하고 ASME Section Ⅷ. div.2 등 당해 인정받은 기준으로 제조 및 검사를 할 수 있다.

# 제5편 압력용기 설치검사기준등

## 제46장 설치·시공 기준

### 46.1 압력용기의 설치

#### 46.1.1 옥외설치

압력용기를 옥외에 설치하는 경우에는 다음에 따른다.

(1) 압력용기에 빗물이 스며들지 않도록 케이싱 등의 적절한 방지설비를 하여야 한다.
(2) 노출된 절연재 또는 래깅에 방수처리(금속카바 또는 페인트 포함)를 하여야 한다.

#### 46.1.2 옥내설치

압력용기를 옥내에 설치하는 경우에는 다음에 따른다.

(1) 압력용기와 천정과의 거리는 압력용기 본체 상부로부터 1 m 이상이어야 한다.
(2) 압력용기의 본체와 벽과의 거리는 0.3 m 이상이어야 한다.
(3) 인접한 압력용기와의 거리는 0.3 m 이상이어야 한다. 다만, 2개 이상의 압력용기가 한 장치를 이룬 경우에는 예외로 한다.
(4) 유독성 물질을 취급하는 압력용기는 2개 이상의 출입구 및 환기장치가 되어 있어야 한다.

#### 46.1.3 설치상태

압력용기의 설치는 다음에 따른다.

(1) 기초가 약하여 내려앉거나 갈라짐이 없어야 한다.
(2) 압력용기 본체는 바닥보다 100 ㎜ 이상 높이 설치되어 있어야 한다.
(3) 압력용기와 접속된 배관은 팽창과 수축의 장애가 없어야 한다.
(4) 압력용기 본체는 보온되어야 한다. 다만, 공정상 냉각을 필요로 하는 등 부득이한 경우에는 예외로 한다.
(5) 압력용기의 본체는 충격 등에 의하여 흔들리지 않도록 충분히 지지되어야 한다.
(6) 횡형식 압력용기의 지지대는 본체 원둘레의 1/3 이상을 받쳐야 한다.
(7) 압력용기의 사용압력이 어떠한 경우에도 최고사용압력을 초과할 수 없도록 설치되어야 한다.
(8) 압력용기를 바닥에 설치하는 경우에는 바닥 지지물에 반드시 고정시켜야 한다.

## 46.2 부속장치

### 46.2.1 액면계

(1) 액체를 보유하는 압력용기로서 액면계가 있는 경우에는 액면계에서의 유출을 막을 수 있는 밸브를 설치하여야 한다.
(2) 액면계의 재질 및 강도는 당해 압력용기의 압력 및 온도에 견딜 수 있는 것이어야 한다.

### 46.2.2 압력계

(1) 압력용기에는 압력계 또는 이것을 대신할 수 있는 장치를 부착해야 한다. 다만, 2개 이상의 압력용기가 모여서 한 장치를 이루고 각 용기가 같은 압력을 받도록 되어있는 경우에는 1개의 압력계를 부착할 수 있다.
(2) 압력계의 최고눈금은 최고사용압력의 1.5배~3배인 것이어야 한다.
(3) 압력계의 코크는 싸이폰관에 부착하여야 하고, 그 핸들이 수직방향에서 열려있는 상태가 되어야 하며, 코크를 대신하여 밸브를 부착할 때는 밸브의 개폐상태를 한눈에 볼 수 있는 것이어야 한다.
(4) 하나의 압력용기 안에서 서로 상이한 압력이 작용하는 경우에는 각각 별도의 압력계를 설치하여야 한다. 다만, 직접 설치하지 않아도 압력을 알 수 있는 곳은 제외한다.

### 46.2.3 온도계

(1) 압력용기 내부에서 급격한 온도변화가 있는 압력용기는 온도계를 설치하여야 한다.
(2) 온도계는 온도계를 제거했을 때 동체 내부의 유체가 유출되지 않도록 부착하여야 한다.

### 46.2.4 안전장치

(1) 압력용기의 압력을 공급하는 압력원이 압력용기의 최고사용압력보다 높을 때는 안전밸브 또는 이에 대신할 수 있는 안전장치를 갖추어야 한다.
(2) 안전밸브의 분출량은 43.4항에 따른다.
(3) 안전장치라 함은 다음의 장치를 말한다.
 (a) 자동적으로 압력상승작용을 정지시키는 장치
 (b) 감압밸브. 다만, 2차 측에 안전밸브를 부착한 것에 한한다.
 (c) 경보장치. 다만, 안전밸브기능을 갖춘 것에 한한다.
 (d) 호칭지름 12 ㎜ 이상인 방출밸브 또는 방출관
 (e) 파열판
(4) 파열판은 압력용기의 내용물이 안전밸브의 작동을 곤란하게 할 경우에 한해서만 부착할 수 있다.
(5) 방출밸브 또는 방출관은 내부의 압력이 최고사용압력에 최고사용압력의 10 %(그 값이 0.035 ㎫{0.35 kgf/㎠} 미만일 때는 0.035 ㎫{0.35 kgf/㎠})을 더한 압력을 초과하지 않도록 작동하는 것이어야 한다.

(6) 방출밸브류 외에는 내부의 압력이 최고사용압력에 최고사용압력의 10 %(그 값이 0.02 ㎫{0.2 kgf/㎠} 미만일 때는 0.02 ㎫{0.2 kgf/㎠})을 더한 압력을 초과하지 않도록 작동하는 것이어야 한다.
(7) 2개 이상의 고양정 안전밸브가 있을 때에는 그 가운데 1개는 스프링 파일로트 밸브부착 안전밸브로 할 수 있으며 소요용량의 1/2 이상이 스프링식 안전밸브에서 분출되는 구조이어야 한다.
(8) 안전밸브에 작용하는 온 압력이 600 ㎏을 초과할 때는 지렛대식 안전밸브는 사용할 수 없다.
(9) 인화성 또는 유독성 증기를 발생하는 압력용기에 있어서는 안전밸브를 밀폐식 구조로 하고 당해 증기를 연소 또는 흡수 등에 의하여 안전하게 처리할 수 있는 구조이어야 한다.
(10) 안전밸브는 용이하게 검사할 수 있는 위치에 용기 본체 또는 이것에 부설된 관에 부착하고 또한 밸브축은 수직으로 하여야 한다. 안전밸브와 압력용기가 부착된 본체 등의 사이에는 어떠한 차단밸브도 있으면 안된다. 단, 복수방식으로 안전밸브가 설치되는 경우 안전밸브 전·후단에 차단밸브를 설치할 수 있으며, 차단밸브는 자물쇠형 또는 이에 준하는 형식이어야 하고, 설치된 차단밸브는 밸브의 수리 등을 위하여 특별히 필요한때를 제외하고는 항상 열어 놓아야 하고, 개개의 안전밸브 용량은 단수 설치시의 용량 이상이어야 한다.
(11) 안전밸브의 방출관은 단독으로 설치하되, 2개 이상의 방출관을 공동으로 설치하는 경우에 방출관의 크기는 각각의 방출관 분출용량의 합계 이상이어야 한다.
(12) 액체를 방출하는 안전장치는 그 배관 등이 동결되지 않도록 하여야 한다.

#### 46.2.5 배출밸브

뚜껑이 있는 압력용기는 압력제거를 위한 배출밸브가 있어야 한다.

#### 46.2.6 인접한 압력용기

서로 연결된 인접한 압력용기로서 그 사이에 압력을 차단하는 장치가 없을 경우 압력계, 안전장치 및 온도계에 관한 규정을 적용함에 있어서는 이들 압력용기를 하나의 압력용기로 본다.

#### 46.2.7 압력용기의 부착밸브

압력용기에 부착하는 밸브의 최고사용압력은 압력용기의 최고사용압력 이상이어야 한다.

## 제47장 설치검사기준

### 47.1 검사의 준비 및 신청

#### 47.1.1 검사의 준비

검사 신청자는 시행규칙 제31조의22 규정에 의하여 다음의 준비를 하여야 한다.
(1) 기기관리자는 입회하여야 한다.

(2) 압력용기를 검사할 수 있게 준비한다.
(3) 정전, 단수, 화재, 천재지변 등 부득이한 사정으로 검사를 실시할 수 없을 경우에는 재신청없이 다시 검사를 받을 수 있다.

**47.1.2 검사의 신청**

검사의 신청은 시행규칙 제31조의17 규정에 의하며, 이 경우 시공자가 이를 대행할 수 있다.

**47.2 검 사**

**47.2.1 수압시험**

**47.2.1.1 수압시험 대상**
(1) 수입한 압력용기로서 부식 등 상태가 불량하다고 판단되는 압력용기
(2) 구조검사증 발급일로부터 1년이상 경과한 것으로서 부식등 상태가 불량하다고 판단되는 압력용기

**47.2.1.2 수압시험 압력**

42.1항에 따른다.

**47.2.1.3 수압시험 방법**

42.2항에 따른다.

**47.2.1.4 판정기준**

수압시험 결과 누설이나 갈라짐 또는 그 밖의 이상이 없어야 한다.

**47.2.2 설치장소**

46.1.1항 및 46.1.2항의 규정에 적합하여야 한다.

**47.2.3 설치상태**

46.1.3항의 규정에 적합하여야 한다.

**47.2.4 부속장치**

46.2항의 규정에 적합하여야 한다.

## 제48장 계속사용검사기준

### 48.1 검사의 준비

#### 48.1.1 개방검사

검사 신청자는 시행규칙 제31조의22 규정에 의하여 다음의 준비를 하여야 한다.

(1) 내용물을 배출하고 충분히 냉각시킨다.
(2) 내부를 환기시킨다.
(3) 맨홀, 검사구멍 또는 청소구멍을 열어놓아야 한다.
(4) 뚜껑을 열어놓아야 한다.
(5) 안전밸브 및 방출밸브는 분해정비하여야 한다. 다만, 제조년월일로부터 1년 이내인 압력방출장치가 부착된 경우 또는 산업안전보건기준에 관한 규칙 제261조 제3항에 따라 안전밸브가 적정하게 작동하는지를 검사한 후 납으로 봉인한 경우에는 예외로 한다.
(6) 압력계와 싸이폰관을 분해시켜 놓아야 한다.
(7) 다른 부분과의 연락관은 차단시켜 놓아야 한다.
(8) 화재, 천재지변 등 부득이한 사정으로 검사를 실시할 수 없는 경우에는 재신청없이 다시 검사를 받을 수 있다.

#### 48.1.2 사용중검사

(1) 정전, 단수의 화재, 천재지변등 부득이한 사정으로 검사를 실시할 수 없는 경우에는 검사기관은 재신청없이 다시 검사를 하여야 한다.

### 48.2 검사방법

#### 48.2.1 개방검사

##### 48.2.1.1 설치장소

47.2.2항의 규정에 적합하여야 한다.

##### 48.2.1.2 설치상태

47.2.3항의 규정에 적합하여야 한다.

##### 48.2.1.3 외　부

(1) 내용물의 외부유출 및 본체의 부식이 없어야 한다. 이때 본체의 부식상태를 판별하기 위하여 보온재 등 피복물을 제거하게 할 수 있다.
(2) 뚜껑 또는 맨홀 등의 볼트류는 심한 부식이나 마모등이 없어야 한다.
(3) 뚜껑이 크럿치식 일 때는 부착상태가 헐거워서는 안된다.
(4) 뚜껑 등이 변형되어서는 안된다.
(5) 본체와 접속된 배관의 이음부에 심한 부식이 없어야 한다.
(6) 압력용기 동체는 보온과 케이싱이 되어 있어야 하며, 손상이 없어야 한다.

48.2.1.4 내 부

(1) 내부가 라이닝(방청도료, 도금등 포함)된 경우에는 라이닝이 탈락된 곳이 없어야 하며 라이닝 상태가 고르게 되어 있어야 한다.
(2) 사용상 지장을 주는 변형 및 마모 또는 부식이 없어야 한다.
(3) 내부에는 부식등을 검사할 수 있도록 스케일이 제거되어야 한다.
(4) 맨홀등의 패킹류의 부착면이 스케일 또는 부식등에 의하여 그 면의 매끈함이 상실되어서는 안된다.
(5) 뚜껑등이 변형되어서는 안된다.
(6) 교반기가 있는 경우에 압력용기는 교반기를 회전시켜서 이상이 없어야 한다.
(7) 관 및 관판에서 누설이 없어야 한다.
(8) 노즐, 스터브는 부식 및 마모 등으로 약화되지 않아야 한다.
(9) 이음부 등에는 균열 및 침식 등으로 얇아진 곳이 없어야 한다

48.2.1.5 부속장치

47.2.4항의 규정에 적합하여야 하며 다음 사항을 만족하여야 한다.
(1) 액면계의 연락관이 막히거나 파손되어서는 안된다.
(2) 온도계의 파손이 없어야 하며 감온부가 다른 물질로 피복되어서는 안된다.
(3) 압력용기의 안전장치는 그 작동상태가 원활해야 한다.
(4) 압력계와 압력전달관 및 싸이폰관이 이물질 등에 의해서 막혀서는 안된다.
(5) 압력계의 지침은 이상이 있어서는 안된다.
(6) 압력계 및 액면계는 내외부가 청결해야 한다.
(7) 인화성 및 유독성 물질을 취급하는 압력용기의 배기장치가 실내로 유출되게 하여서는 안된다.
(8) 압력용기의 부속밸브류의 개폐상태가 원활해야 한다.
(9) 드레인관은 압력용기 내부에 액이 잔류하지 않도록 설치되어야 한다.

48.2.1.6 수압시험

중지신고후 1년이상 경과한 압력용기의 재사용검사 또는 부식등 상태가 불량하다고 판단되는 경우에 한하여 시험압력은 최고사용압력으로 하며 47.2.1.3항의 규정에 따라 실시하여 그 결과 누설이나 갈라짐 또는 그 밖의 이상이 없어야 한다.

48.2.2 사용중검사

(1) 47.2.2항 내지 47.2.4항에 따르고 대상기기의 가동상태에서 정상 작동여부를 검사하여야 하며 안전사고로 이어지지 않도록 당해 검사대상기기 관리자와 충분한 주의를 기울여야 한다.
(2) 내용물의 외부 유출 및 본체의 부식이 없어야 한다.
(3) 뚜껑 또는 맨홀 등의 볼트류는 심한 부식이나 마모 등이 없어야 한다.
(4) 뚜껑이 크럿치식일 때는 부착상태가 헐거워서는 안된다.
(5) 뚜껑 등이 변형되어서는 안된다.
(6) 본체와 접속된 배관의 이음부에 심한 부식이 없어야 한다.
(7) 압력용기 동체는 보온과 케이싱이 되어 있어야 하며, 손상이 없어야 한다.
다만, 공정상 냉각을 필요로 하는 등 부득이한 경우는 예외로 한다.

48.2.3 판정기준

(1) 48.2항의 검사결과 이상이 없어야 한다. 다만, 안전사고와 직접 관련이 없는 경미한 사항에 대하여는 검사대상기기별로 특성을 고려하여 가능한 최단 시일내에 보수하는 조건으로 검사중에 기재하고 합격판정을 하여야 한다.

## 제49장 개조검사기준

### 49.1 검사의 준비

48.1항의 규정에 따른다.

### 49.2 검 사

48.2.1.1항 내지 48.2.1.5항 및 제28장의 규정에 적합하여야 하며, 다음의 규정을 만족하여야 한다.
(1) 동체, 경판 이와 유사한 부분을 용접으로 개조하는 경우에는 제40장을 적용한다.
(2) 내압부문 개조 및 기타 검사원이 필요하다고 판단되는 경우에는 47.2.1.2항 내지 47.2.1.4항을 적용한다.
(3) 내압부분 개조시 제3편 압력용기 제조(용접 및 구조)검사기준 중의 강도계산 및 제28장 내지 제37장의 해당 항목을 적용한다.

## 제50장 설치장소변경 검사기준

### 50.1 검사의 준비

48.1항의 규정에 따른다.

## 50.2 검　사

### 50.2.1 수압시험

시험압력을 최고사용압력으로 하여 47.2.1.3항의 규정에 따라 실시하며 그 결과 누설이나 갈라짐 또는 그 밖의 이상이 없어야 한다. 단, 설치자가 자체검사를 실시하고 자체검사기록서(별지 제10호 서식)를 제출하는 경우는 생략할 수 있다.

### 50.2.2 설치 및 안전등

48.2.1.1항 내지 48.2.1.5항의 규정에 적합하여야 한다.

# 제6편 철금속가열로 설치검사등 기준

## 제51장 설치・시공기준

### 51.1 노의 재료

#### 51.1.1 금속재료

노에 사용하는 재료는 한국산업표준에 적합한 것, 또는 이와 동등한 것 이상이어야 한다.

#### 51.1.2 축로재료

(1) 내화재 및 단열재 등의 축로재료는 한국산업표준에 적합한 것, 또는 이와 동등한 것 이상이어야 한다.
(2) 내화모르타르의 재질은 내화벽돌과 동등 이상의 것을 사용하여야 한다.

### 51.2 노의 설치환경

#### 51.2.1 옥외설치

(1) 노 본체의 외벽에 빗물의 유입이 우려되는 경우에는 빗물이 스며들지 않도록 풍우방지 케이싱 등의 적절한 설비가 되어야 한다.
(2) 노출된 단열재 또는 래깅(Lagging)등에는 방수처리를 하여야 한다.

#### 51.2.2 옥내설치

(1) 노 본체 상부로부터 노 상부에 있는 구조물까지의 거리는 2 m 이상이어야 한다.
(2) 노 본체와 벽과의 거리는 1 m 이상이어야 한다.
(3) 인접한 노와의 거리는 1 m 이상이어야 한다.
다만, 부득이한 경우 보수 및 수리가 가능한 범위내에서 위의 거리를 조정할 수 있다.

#### 51.2.3 노의 기초

(1) 노는 지하수나 빗물 등이 스며들지 않는 장소에 설치하여야 한다. 다만, 부득이한 사유로 물이 스며드는 곳에 기초를 할 경우에는 적절한 방수처리를 하여야 한다.
(2) 노의 기초는 약하여 내려앉거나 갈라짐이 없도록 충분한 강도를 유지하여야 한다.
(3) 기초나 구조물은 하중이나 열적 영향으로 인한 지나친 변형이 없어야 한다.

### 51.3 노의 설치

(1) 노는 급열, 급냉에 따른 열적 변형이 없도록 하여야 한다.
(2) 노 천정은 노내의 고온가스에 의한 열팽창 및 가스유동에 견디는 구조이어야 한다.
(3) 노 측벽의 벽돌쌓기 구조는 벽돌과 접합면을 착열배열로 축조하여야 한다.
(4) 받침기둥과 조임쇠 등에 사용하는 보강철재는 노의 사용온도에 충분히 견디어야 하며 녹슬지 않도록 내열성 페인트를 칠해야 한다.

### 51.4 연소장치

#### 51.4.1 버어너

가스버너의 검사는 액화석유가스의 안전관리 및 사업법에 정하는 바에 따른다.

#### 51.4.2 송풍장치

송풍기의 용량은 정격부하에서 필요한 이론공기량의 140 %를 공급할 수 있는 용량 이하이어야 한다.

#### 51.4.3 연료공급배관등

연료공급배관은 바이패스 배관 및 여과기를 설치하여야 한다.

#### 51.4.4 보온

연료공급 배관(연료를 예열할 경우) 및 예열공기 공급닥트의 표면온도와 실내온도와의 차이는 30 K{℃} 이하가 되어야 한다.

### 51.5 부대설비

#### 51.5.1 노의 문

장입문 등 노의 문은 기계적, 열적 강도가 크면서 열의 흐름을 차단할 수 있어야 하며 기밀이 유지되어야 한다.

#### 51.5.2 관찰구 및 계측구

가열상태를 관찰할 수 있는 관찰구와 계측기를 삽입할 수 있는 계측구를 설치하여야 한다.

### 51.5.3 댐퍼

댐퍼를 설치하여야 하며, 댐퍼의 재료는 주철 또는 적당한 내열강도를 가진 것이어야 한다.

## 51.6 계측기

### 51.6.1 온도계

다음의 각 항에는 KS B 5320(공업용 바이메탈식 온도계) 또는 이와 동등이상의 성능을 가진 온도계를 설치하여야 한다.

(1) 노내 온도계 : 노의 최고사용온도를 측정할 수 있는 온도계. 다만, 노내 온도가 균일하지 않을 경우에는 상이한 부분의 온도를 측정할 수 있는 2개 이상의 온도계

(2) 배기가스 온도계 : 노 본체출구의 온도 및 배열회수 장치의 입·출구온도를 측정할 수 있는 온도계

(3) 예열공기온도계 : 공기의 예열 전·후의 온도를 측정할 수 있는 온도계

(4) 급유온도계 : 버너 급유입구의 급유온도계. 다만, 예열을 필요로 하지 않는 것은 제외한다.

### 51.6.2 압력계

다음의 각 항에는 KS B 5305(부르동관 압력계) 또는 이와 동등 이상의 성능을 가진 압력계를 설치하여야 한다.

(1) 노내 압력계 : 노의 최고사용압력을 측정할 수 있는 압력계. 다만, 노내압을 측정할 수 있는 측정구가 있는 경우에는 압력계가 설치된 것으로 본다.

(2) 여과기 전후의 압력계 : 급유배관에 설치된 여과기 전후의 압력을 측정할 수 있는 압력계

### 51.6.3 연소가스분석기

배기가스 성분중 $CO_2$ 또는 $O_2$를 측정할 수 있는 가스분석기기를 보유하여야 한다.

### 51.6.4 유량계

(1) 유류를 연료로 하는 경우에는 계량에 관한 법률 제14조에 따른 오일미터 또는 이와 동등이상의 성능을 가진 유량계를 설치하여야 한다.

(2) 가스를 연료로 사용하는 경우에는 가스 사용량을 측정할 수 있는 유량계를 설치하여야 하며, 다음 조건을 만족하여야 한다.

(a) 유량계는 화기(당해 시설의 자체화기는 제외)와 2 m 이상의 우회거리를 유지하는 곳으로서 수시로 환기가 가능한 장소에 설치하여야 한다.

(b) 유량계는 전기계량기 및 전기개폐기와의 거리는 60 ㎝ 이상, 굴뚝(단열조치를 하지 아니한 경우에 한한다)·전기점멸기 및 전기접속기와의 거리는 30 ㎝ 이상, 절연조치를 하지 아니한 전선과의 거

리는 15 ㎝ 이상의 거리를 유지하여야 한다.

(3) 유량계는 해당 온도 및 압력 범위 내에서 사용할 수 있어야 하고 유량계 앞에는 여과기가 있어야 한다.

## 51.7 운전성능

### 51.7.1 운전상태

(1) 정상운전상태에서 이상진동 및 이상소음이 없고 아래의 각종 계측기 및 부속품의 작동이 원활하여야 한다.

(a) 온도계

(b) 압력계

(c) 유량계

(2) 정상상태에서 노벽의 변형, 균열 및 가스의 누설이 없어야 한다.

(3) 정상상태에서 강괴의 장입, 가열이동에 필요한 구조물의 변형, 파손 등이 없어야 한다.

### 51.7.2 노벽의 온도

노의 외벽온도는 노내 온도에 따라 정상상태에서 측정하여 아래의 값 이하이어야 한다.

| 노 내 온 도 (K{℃}) | 설치・개조검사시 온도(K{℃}) | | 계속사용성능검사시 온도(K{℃}) | |
|---|---|---|---|---|
| | 천 정 | 측 벽 | 천 정 | 측 벽 |
| 1,573{1,300}이상 | 413{140} | 393{120} | 463{190} | 443{170} |
| 1,373{1,100}이상 | 398{125} | 383{110} | 448{175} | 433{160} |
| 1,173{900}이상 | 383{110} | 368{95} | 433{160} | 418{145} |
| 973{700}이상 | 363{90} | 353{80} | 413{140} | 403{130} |
| 973{700}미만 | 353{80} | 343{70} | 403{130} | 393{120} |

비고 : 금속이음부, 버너주변 등 국부적인 온도상승 요인이 있는 곳에는 적용하지 아니한다.

### 51.7.3 공기비

정상상태에서 노본체 출구에서 측정한 공기비는 액체연료의 경우에는 1.4 이하, 기체연료의 경우에는 1.3 이하이어야 한다. 다만, 다음의 경우에는 그러하지 아니한다.

(1) 고체연료를 사용하는 것

(2) 산화, 환원을 위한 특정한 분위기를 필요로 하는 것

(3) 기능상 빈번히 노의 뚜껑을 개폐하거나 버어너의 점화, 소화를 필요로 하는 것

(4) 가열방법에 있어 노내 온도의 균열화를 위해 희석공기를 필요로 하는 것
(5) 노의 구조상 개구부를 필요로 하며 다량의 공기를 필요로 하는 것

### 51.7.4 배기가스의 온도

노의 최종배기가스 출구(배열회수장치가 있는 경우는 배열회수장치의 출구)온도와 외기 온도와의 차는 노 본체배기가스 출구온도에 따라 아래 표에 정한 값 이하이어야 한다.

| 본체배기가스<br>출구온도(K{℃}) | 용량구분 | 최종배기가스 출구온도와<br>외기온도차 (K{℃}) |
|---|---|---|
| 773{500} 이상 | A , B | 200 |
| 873{600} 이상 | A , B | 290 |
| 973{700} 이상 | A<br>B<br>C | 300<br>330<br>370 |
| 1,073{800} 이상 | A<br>B<br>C | 370<br>410<br>450 |
| 1,173{900} 이상 | A<br>B<br>C | 400<br>490<br>530 |
| 1,273{1,000}이상 | A<br>B<br>C | 420<br>520<br>570 |
| A : 정격용량이 23.26 ㎿{2,000만 ㎉/h}이상인 것<br>B : 정격용량이 5.815 ㎿{500만 ㎉/h}이상 23.26 ㎿{2,000만 ㎉/h} 미만인 것<br>C : 정격용량이 1.163 ㎿{100만 ㎉/h}이상 5.815 ㎿{500만 ㎉/h} 미만인 것 | | |

## 제52장 검사기준

### 52.1 검사의 신청

검사대상인 철금속가열로를 설치·개조, 계속사용하고자 하는 자는 다음의 구비서류를 갖추어 검사를 신청하여야 한다.

#### 52.1.1 설치검사

(1) 검사대상기기 설치장소의 부속설비 및 장치의 배관도 : 노 및 이와 관련된 부속설비의 배관도를 말한다.
(2) 검사대상기기의 설계도면 : 본 검사기준의 검사범위에 속하는 부분(본체의 구조, 축로의 구조, 연소장치, 통풍장치, 배열회수장치 등)이 표시된 것이어야 한다.

(3) 검사대상기기의 설계계산서 : 노 외벽(천정, 측면)온도, 축열량, 공기비, 배기가스온도(배열회수장치가 있을 경우 배열회수 계산서 포함)에 관한 설계계산서를 말한다.
(4) 검사대상기기의 성능, 구조 등에 대한 설명서 : 가열목적, 운전방법 및 철금속가열로 설비개요서 (별지 제11호 서식)에 관한 설명서를 말한다.

52.1.2 개조검사
(1) 개조한 검사대상기기의 개조부문 설계도면 및 그 설명서
(2) 검사대상기기의 검사증

52.1.3 계속사용 성능검사
(1) 검사대상기기의 검사증 또는 사본
(2) 연기사유서(계속사용 성능검사의 연기를 받고자 하는 경우에 한한다)

52.2 검사의 준비
(1) 노를 운전할 수 있도록 준비하여야 한다.
(2) 정전, 단수, 화재 및 천재지변 등 부득이한 사정으로 검사를 할 수 없는 경우에는 재신청 없이 다시 검사를 실시하여야 한다.

52.3 검사

(1) 설치검사 및 개조검사는 각각 도면검사와 확인검사로 나누어 실시한다. 다만, 도면검사 결과 미흡한 부분이 있는 경우 재신청 없이 다시 검사를 받을 수 있다.
(2) 검사 종류별로 적용할 검사항목 및 판정기준은 다음과 같다.

| 검사의 종류 | | 적용항목 및 판정기준 |
|---|---|---|
| 설치검사 | 도면검사 | 검사신청서류를 검사하여 51.1항 내지 51.7항의 각 해당 항목의 기준에 적합하여야 한다. |
| | 확인검사 | 51.1항 내지 51.7항의 각 해당 항목의 설치상태가 검사신청서류와 일치하고 작동이 원할하여야 하며, 운전성능이 기준에 적합하여야 한다. |
| 개조검사 | | 51.1항 내지 51.7항에 해당하는 항목을 개조할 경우 개조부분의 해당 항목을 검사하여 기준에 합당하여야 한다. |
| 성능검사 | | 51.2.3항 내지 51.7항의 각 해당 항목을 검사하여야 각 기준에 적합하여야 한다. |

52.4 재검사의 실시

검사에 불합격된 노는 검사 실시일로부터 1년 이내에 개보수한 후 52.1항에 정한 구비서류를 갖추어 재검사 신청을 할 수 있다.

# 제7편 검사의 면제에 관한 기준

## 제53장 용접검사 면제공장의 인정 및 취소

### 53.1 용접검사 면제공장의 인정

(1) 시행규칙 제31조의13 제1항 제2호의 규정에 의하여 검사대상기기의 용접검사를 면제받으려는 제조업자는 이 기준이 정하는 바에 따라 보일러 및 압력용기에 대하여 특별시장, 광역시장, 도지사 또는 특별자치도지사(이하 "시·도지사"라 한다)의 공장인정을 받아야 한다. 그 인정받은 사항중 이 기준이 정하는 사항을 변경하고자 할 때에도 또한 같다.

(2) (1)의 규정에 의한 공장인정을 받으려는 자는 다음 각 호의 사항을 충분히 만족하여야 한다.

(a) 다음 각 호의 1에 해당하는 검사실시결과에 대한 실적이 있는 업체로서, 신청일 기준으로 최근 1년간 용접검사 실시결과 최초합격율이 98 % 이상이고, 2차 검사결과의 합격률이 100 %일 것

① 100대 이상의 검사대상 보일러

② 용량의 합계가 300 t/h 이상의 검사대상보일러. 이때, 온수보일러는 0.6978 ㎿(600,000 ㎉/h)를 1 t/h로 환산함.

③ 대수가 100대 이상이고 그 내용적의 합계가 300 ㎥ 이상인 검사대상 압력용기

(b) 53.2항의 구비요건을 갖출 것

(3) 공장인정신청서

공장인정을 받고자 하는 자는 다음 각 호의 서류를 첨부하여 시·도지사에게 공장인정을 신청하여야 한다.

(a) 최근 1년간의 월별 검사실적을 기재한 서류
(최근 3개월간 사내품질관리규정에 의한 자체검사기록 포함)

(b) 사내 품질관리 규정

(c) 주요 제조설비(부속설비, 지그 및 공구포함)명세서

(d) 주요 시험 및 검사설비와 그 관리의 개요서

(e) 외주상황 및 외주관리의 개요서(외주가 있는 경우)

(f) 심사대상기기에 대한 시행규칙 제31조의14 제2항의 규정에 의한 서류(심사대상기기는 심사시 제반사항을 직접 확인하고자 하는 검사대상기기를 말하며, 심사일 5일전에 검사기관에 직접 제출할 수 있음)

(4) 사내품질관리규정

(3)(b)의 사내품질관리규정에는 다음 각 호의 사항이 명시되어야 한다.

(a) 품질관리 직무를 담당하는 자의 자격(경력 등), 책임 및 권한

(b) 품질관리조직과 각 부문간의 관련

(c) 도면 및 설계도서의 제작 및 관리

(d) 자재관리

(e) 시험 및 검사항목, 검사부위, 검사기기에 대한 목록

(f) 검사기록의 작성보존 및 보존기간

(g) 불합격품의 처리
(h) 용접수준, 용접공의 자격 및 용접방법
(i) 비파괴검사수준 및 비파괴검사 종사자의 자격
(j) 열처리 실시기준 및 실시 시기
(k) 기타 품질수준을 확보할 수 있는 자체검사에 필요한 사항

## 53.2 공장인정 심사

(1) 시・도지사는 공장인정신청서가 접수되면 이를 공단 또는 검사기관에 심사 의뢰한다. 이때 심사의뢰서에는 53.1항 (3)의 규정에 의한 첨부서류를 첨부하여야 한다.
(2) 공장인정심사를 의뢰받은 공단 또는 검사기관은 심사일정을 신청자에게 통보하여야 한다.
(3) 공장인정심사단의 구성 및 운영은 공단이사장 또는 검사기관장이 정하는 바에 따른다.
(4) 심사항목은 <표 53.1>과 같다.
(5) 공장인정심사의 평가
(a) 공장인정심사는 보일러와 압력용기로 구분하여 실시하며 중복된 심사항목은 생략할 수 있다. 공장인정을 받은 자가 품목을 추가 신청한 때에도 또한 같다.
(b) 평가는 <표 53.1>의 각 항목(8항목)마다 “적합” “부적합”의 2등급으로 분류 채점하며 각 항목의 세부 구비요건중 1항이 부적합할 때에는 그 항목 전체를 “부적합”으로 한다.
(6) 공장인정의 적・부 판정
(a) (5)의 판정결과 1항목도 “부적합”이 없는 경우 적합한 것으로 판정한다.
(b) 53.1항 (2)의 규정에 적합하지 않을 경우는 이 기준에서 정한 심사를 하지 않고 부적합으로 판정한다.
(7) 공장인정심사 결과통보
공단이사장 또는 검사기관장은 공장인정심사를 의뢰받은 날로부터 40일 이내에 심사결과를 시・도지사에게 통보하여야 하며, 부적합한 것으로 판정된 경우에는 부적합한 내용을 상세히 설명하여야 한다.

<표 53.1> 심사항목

| 심 사 항 목 | 구 비 요 건 |
|---|---|
| 1. 사내 품질관리규정의 확인 및 시행상태 | (1) 품질관리업무를 실시하기 위한 조직 및 체계가 확립되어야 한다.<br>(2) 53.1항 (4)에 규정된 각 호의 사항이 적절하여야 한다.<br>(3) 사내품질관리규정이 실시되고 있어야 한다. |
| 2. 환경관리 | (1) 제작, 시험 및 검사와 보관을 위한 환경을 항상 양호한 상태로 유지하여야 한다. |
| 3. 설비관리 | (1) 검사대상기기의 품질보장을 위하여 적절한 제조시설, 검사시설 및 비파괴시험에 필요한 시설을 구비하여야 한다.<br>(2) 설비의 정밀도와 정확도를 유지하기 위한 점검, 보수, 보정 등의 실시시기, 방법등 설비 관리규정이 확립되어 있고, 이에 따라 설비를 관리하고 있어야 한다. |
| 4. 작업자 관리 | (1) 제작 및 검사에 필요한 기술능력을 보유한 작업자를 적절히 배치하고 작업자들의 기술능력의 유지향상을 도모하고 있어야 한다<br>(2) 최소보유기술요원은 <별표>에 따른다. |
| 5. 자재관리 | (1) 재료 및 부품구입에 있어서 품질의 확보를 꾀하기 위해 필요한 관리를 하여야 한다.<br>(2) 외주품의 품질확보를 위하여 외주공장의 관리, 연락 지도방법을 정하여 적절한 관리를 하여야 한다. |
| 6. 사내품질관리 규정에 의하여 제작된 기자재에 대한 관리 | (1) 공정의 관리<br>품질의 확보, 작업의 안정, 제작일정 및 납기 등을 고려한 적절한 제작공정을 계획하고 이것을 관리 추진하여야 한다.<br>(2) 작업관리<br>작업기준 등을 작업실정에 맞추어서 제정·정비·실시하여야 한다.<br>(3) 시험 및 검사<br>재료, 부품, 제품이 설계도서에 합치되어 있는가를 확인하고 아울러 그들의 품질을 향상 관리하여야 한다. |
| 7. 설계 및 정보관리 | (1) 품질향상을 위한 정보의 수집 및 수집된 정보를 설계 및 제작에 관련된 부서에 알리어 이를 적절히 활용하여야 한다.<br>(2) 품질향상을 위한 정보를 활용하여 설계에 반영할 수 있는 설계능력을 갖추어야 한다. |
| 8. 기 타 | (1) 공장인정시 지속적으로 품질수준을 유지 향상할 수 있는 능력이 있어야 한다. |

## 53.3 공장인정

(1) 시·도지사는 공단 또는 검사기관의 공장인정 심사결과 적합하다고 인정되는 경우 신청인, 공단 또는 검사기관에 생략 실시시기 및 대상기자재 등 필요한 사항을 포함한 검사생략 인정사항을 통보하여야 하며, 부적합한 경우에도 부적합사유를 신청인에게 통보하여야 한다.

### 53.4 공장인정의 변경인정

(1) 공장인정을 받은 자(이하 “공장인정자”라 한다)가 그 제조업의 사업소 소재지를 변경하고자 할 때에는 이 기준이 정하는 바에 의하여 변경인정 신청을 하여야 한다.
(2) (1)의 변경인정을 받은 자는 허가받은 날로부터 1개월 이내에 53.6.1항 규정에 의한 제조검사를 사업소 소재지에서 다시 받아야 한다.
(3) 변경인정신청을 받은 시・도지사는 (2)의 규정에 의한 검사를 받을 것을 조건으로 하여 변경인정하고, 공단 또는 검사기관으로 하여금 검사를 실시하도록 하여야 한다.
(4) (2)의 검사기일은 1차에 한하여 연기할 수 있다.

### 53.5 공장인정 부적격자의 조치

이 기준에 의하여 심사평가결과 불합격통지를 받은 자 및 53.6.2항의 규정에 의하여 공장인정이 취소된 자는 1년 이내에는 공장인정신청을 할 수 없다.

### 53.6 공장인정의 취소

#### 53.6.1 검사기관의 용접검사

(1) 시행규칙 제31조의13 제2항의 규정에 의하여 공장인정자는 제조검사기준에 따라 공단 또는 검사기관의 용접검사를 받아야 한다.
(2) (1)의 용접검사는 공장인정일로부터 6개월 이내에 실시하고 매 1년마다 이를 실시한다.
(3) 시・도지사는 공단 또는 검사기관의 건의 등에 의하여 필요한 경우 (2)의 규정과 관계없이 생략된 용접검사를 공단 또는 검사기관으로 하여금 실시토록 할 수 있다.
(4) (2)의 규정에 의한 제조검사내용은 다음과 같이 한다.
 (a) 제작중인 검사대상기기에 대한 용접검사
 (b) 이 기준에 의한 공장인정 심사내용과 그 평가
(5) (2) 및 (3)의 규정에 의한 검사의 평가는 합・부로 하고, 그 내용을 시・도지사에게 보고하여야 하며, 부적합할 경우에는 그 내용을 자세히 명시하여야 한다.

#### 53.6.2 공장인정의 취소

(1) 시・도지사는 53.6.1항의 규정에 의한 보고 및 법 제66조 제1항의 규정에 의한 검사결과 검사생략이 부적합하다고 인정될 때에는 공장인정을 취소하고 그 내용을 해당 제조업체, 공단 또는 검사기관에 통보하여야 한다.
(2) 53.4항 (2) 및 53.6.1항의 규정에 의한 제조검사를 거부・방해 또는 기피하였을 때에는 (1)과 같다.

53.7 용접검사

공장인정자는 구조검사 신청시 공단 또는 검사기관에 시행규칙 제31조의14 제2항에서 규정한 서류 및 해당부분의 검사성적서를 제출하여야 한다.

<별 표>

최 저 보 유 기 술 요 원

| 구 분 | 인 원 |
|---|---|
| 1. 방사선 감독자 면허소지자 | 1명 이상 |
| 2. 비파괴 검사기사(RT) | 1명 이상 |
| 3. 비파괴 검사기능사(RT) | 1명 이상 |

## 제54장 동일 제품 반복 생산에 따른 제조검사 면제

동일 제품 반복 생산에 따른 제조검사를 면제 받으려는 자는 이 기준이 정하는 바에 따라 한국에너지공단(이하 '공단'이라 한다)의 심사(이하 '양산품 제조검사 면제 심사'라 한다)를 받아야 하며, 해당 제품이 검사기준의 기술요건을 준수하고 있음을 입증하는 자체 품질 확인서를 발급하여야 한다.

### 54.1 적용단위

이 기준에 적용되는 단위는 선 치수 ㎜, 압력 MPa, 온도 ℃ 등 한국산업표준의 부속서를 따른다.

### 54.2 양산품 제조검사 면제 심사

#### 54.2.1 심사의 대상, 범위 및 기준

(1) 심사의 대상은 제품유형 및 해당 제품을 제조하는 사업장 단위로 하여야 한다.
(2) 심사의 범위는 양산품 유형에 대한 안전성과 그 제조 공정에 대한 품질 관리 체계의 적격성으로 한다.
(3) 심사의 기준은 압력용기 및 보일러의 구분에 따라 각각 KS B 6750 또는 KS B 6754에 따른 제품의 기술기준 적합성과 해당 규격 부속서에 정의된 품질 관리 시스템 요구사항으로 한다.

#### 54.2.2 신청요건

(1) 제품유형 제작에 적용된 기술은 검사기준에 적합하여야 하며, 기술문서 및 표본을 통해 입증될 수 있어야 한다.
(2) 제조업자는 신청 제품의 종류에 따라 검사기준에 적합한 품질 관리 시스템을 3개월 이상 운영한 실

적과 해당 기간 동안 검사기준을 충족하는 대상 제품유형에 대한 3대 이상의 제조 실적을 갖추고 있어야 한다. 단, 등록신청 이전의 운영실적은 예외로 적용 한다.

(3) 검사기준에 따른 검사 및 품질 관리 시스템 유지를 위해 제조업자의 직원 중에 1인 이상의 내부 검사원을 지정하여야 한다.

(4) 제조업자는 (3)항에 따른 내부 검사원을 공단에 등록(별지 제25호 서식)하여야 하며 내부 검사원의 변경 또는 인적사항의 변경이 발생할 경우 등록사항을 수정하여야 한다.

(5) 검사기준에 규정된 용접 또는 경납땜에 관한 제조자의 책임은 해당 제조국의 검사기준 및 심사팀의 심사의견에 적합할 경우에 한하여 외주에 의한 제작을 예외적으로 인정할 수 있다.

### 54.2.3 심사의 종류

심사의 종류 및 내용은 다음과 같다.

(1) 등록심사 : 최초 승인을 위한 심사 또는 유효기간을 연장하기 위한 갱신심사. 문서심사와 현장심사로 구분되며, 신청자의 품질관리시스템 및 대상제품의 검사기준과의 적합성을 심사한다.

(2) 사후관리 : 제조업자가 (1)항에 따른 등록심사를 승인받은 이후 승인된 품질 관리 시스템을 적절하게 이행하고 있는지에 대해 제조업자의 제조현장을 방문하여 확인하는 절차.

(3) 제품추가심사 : 제조업자가 (1)항에 따른 등록심사를 승인받은 이후 기존의 적용 대상목록에 제품유형을 추가하고자 할 경우의 심사. 문서심사와 현장심사로 구분되며 해당 요건이 발생할 경우 기존의 승인 범위 외의 부분에 한정하여 심사를 진행한다.

(4) 변경심사 : 공단으로부터 승인받은 내용의 변경이 필요한지에 대해 실시하는 심사. 심사의 필요성을 통보 받은 제조업자는 즉시 조치를 시행하여야 하며, 통보 받은 날로 부터 3개월 이내에 변경심사를 신청하여야 한다.

(a) 공단은 제조업자가 (1)항에 따른 등록심사를 승인받은 이후 검사기준의 변경 또는 일반적으로 최신의 기술수준으로 변경이 확인될 경우 공단은 필요한 경우 제조업자에게 재평가의 필요여부를 통보한다.

(b) 제조업자의 품질 관리 시스템 또는 제품 유형에 대한 기술적 변경이 검사기준의 적합성에 영향을 끼칠 경우 제조업자는 공단에 해당사실을 안내하여야 한다. 공단은 제안된 변경사항이 검사기준을 계속 만족시킬 것인지 또는 재평가가 필요한지의 여부를 결정하여 필요한 조치를 제조업자에게 통보한다.

(c) 변경심사는 자료 및 증빙을 통한 문서심사를 원칙으로 하되 필요시 현장심사를 실시할 수 있다. 현장심사의 필요여부는 공단이 변경의 내용을 고려하여 정한다. 변경심사는 해당 요건이 발생할 경우에 진행되며, 기존의 확인 범위외의 부분에 한정하여 심사를 진행한다.

(5) 재심사 : 심사의 종류에 무관하게 현장심사 결과 부적합 판정을 받은 자가 현장심사를 다시 받고자 하는 경우의 심사. 해당 요건이 발생할 경우에 진행되며, 심사의 기준 및 절차 등은 현장심사와 동일하나 기존의 심사범위에서 적합성을 인정받은 항목에 대해서는 심사를 생략할 수 있다.

### 54.2.4 신청 방법

(1) 신청자는 해당되는 심사의 종류에 따라 (별지 제20호 서식) 내지 (별지 제22호 서식)의 신청서를 작성하여 공단에 신청한다.
(2) 신청서의 제출 및 접수결과의 확인은 공단 웹사이트를 통해 전자적 방식으로 진행된다. 전자적 방식으로 제출한 신청서 등의 서명 날인된 서류의 원본은 현지 방문 심사팀에 전달되어야 한다.

### 54.2.5 신청자의 현장심사 준비 사항

(1) 심사를 위한 관련자료는 신청자가 준비하며, 국외의 경우 통역 및 현지교통편을 추가로 준비하여야 한다. 단, 통역은 제조 및 심사관련 용어를 오해의 소지 없이 전달할 수 있어야 하며, 통역 인원의 수는 원활한 심사의 진행에 지장이 없어야 한다.
(2) (1)항에 따른 심사를 위한 관련 자료는 제조업자의 품질 관리 시스템 및 제품에 적용되는 기술에 있어 검사기준의 준수내용을 입증할 수 있어야 한다.
(3) 신청자는 원활한 심사진행을 위하여 심사팀의 사무를 위한 독립된 공간과 전화, 인터넷 연결 등의 업무환경을 마련하여야 한다.
(4) 신청자는 조직 내 인원 중 심사 대응을 위한 업무 담당자를 지정하고, 필요한 경우 현장 안내자를 별도로 지정하여야 한다.
(5) 현장출입과 관련하여 보호 장비 착용의 필요성 및 사업장 내 출입제한구역 등의 여부는 심사팀에게 사전에 안내되어야 한다.
(6) 공단은 현장심사 시 신청자의 원활한 심사 대응을 위하여 심사 계획을 심사의 착수 전에 작성하고 통보하여야 한다.

## 54.3 심사의 운영

### 54.3.1 심사팀의 구성 및 운영

심사팀의 구성 및 운영은 공단 이사장이 정하는 바에 따른다.

### 54.3.2 심사인력 및 소요일수 등

(1) 심사의 소요인력 및 일수는 별표 4와 같다.
(2) 문서심사는 접수 후 30일 이내에 처리하되 보완에 소요되는 기간은 처리기간에 산입하지 아니한다.
(3) 문서심사 시 보완이 필요한 사항에 대해서 심사팀은 보완을 요청할 수 있으며, 신청자는 보완요청 내용에 따른 조치결과를 7일 이내에 심사팀에 제출하여야 한다. 단, 문서의 보완에 대한 심사에는 비용을 부과하지 아니한다.
(4) 현장심사 및 사후관리는 신청서의 심사희망일자를 기준으로 심사팀과의 협의를 거쳐 정하되 협의의 범위는 현장심사 착수일을 기준으로 심사희망일자 30일 이내로 한다.
(5) 현장심사 및 사후관리 시 보완이 필요한 사항에 대해서 심사팀은 보완을 요청할 수 있으며, 신청자는 보완요청 내용에 따른 조치결과를 보완요청 통보일 기준 1개월 이내에 심사팀에 제출하여야 한다.

(6) 현장심사 및 사후관리 실시 후 15일 이내에 그 결과를 신청인에게 통보하며 보완에 소요되는 기간은 처리기간에 산입하지 아니한다.

(7) 공단은 신청의 내용이 54.2.2항의 신청요건에 부합하지 않을 경우 등록신청 반려할 수 있다.

(8) 사후관리는 유효기간 시작일로부터 각각 9개월 및 21개월이 경과한 시점을 기준으로 180일 이내에 진행되어야 한다. 다만, 천재지변 또는 감염병 등의 사유로 심사가 불가능한 경우 그 기간을 연기할 수 있다. 사후관리는 제조자의 품질 관리 시스템 이행 및 검사기준의 지속적 적용에 대하여 평가하며, 현장심사의 절차를 준용한다.

(9) 심사의 결과에 이의가 있는 자는 (별지 제24호 서식) 심사결과 이의신청서를 작성하여 이의를 제기할 수 있다. 이의의 신청은 심사결과 통보일로부터 15일 이내에 진행하여야 한다.

### 54.3.3 심사결과의 판정 및 후속조치

(1) 문서심사의 결과는 적합, 부적합, 보완으로 구분한다.

(a) 적합 : 제출 자료가 검사기준의 요건에 대해 부적합이 발견되지 않은 경우. 공단은 결과를 신청자에게 통보한다.

(b) 보완 : 제출 자료가 검사기준의  요건에 미비하거나 부적합한 경우. 공단은 이의 개선을 위하여 보완을 요청할 수 있다. 이 경우 신청자는 54.3.2 (3)항에 따른 기간 내에 제출자료를 수정하여 제출하거나 추가 제출하여야 한다.

(c) 부적합 : (b)항에 따른 보완요청이 2번 반복되었음에도 불구하고 적합한 보완이 이루어지지 못한 경우 또는 특별한 사유 없이 54.3.2 (3)항에 따른 기간 내에 보완이 이루어지지 않았거나 제시된 보완 자료로도 검사기준의 요건에 충족됨이 입증되지 못한 경우. 공단은 심사 결과를 신청자에게 통보한다. 이때 심사비용은 환불하지 아니한다.

(2) 현장심사 및 사후관리의 결과는 적합, 보완, 부적합으로 구분한다.

(a) 적합 : 대상 제조업자의 품질 관리 시스템 등이 검사기준의 요건에 대해 부적합이 발견되지 않은 경우. 공단은 심사 결과를 통보하고, 54.4.1 (1)항에 따른 면제확인서를 교부한다.

(b) 보완 : 대상 제조업자의 품질 관리 시스템 등이 검사기준의 요건에 미비하거나 부적합이 발견되어 재방문 심사 없이 증빙서류 등으로 보완내용이 입증 될 수 있는 경우. 공단은 이의 개선을 위하여 보완을 요청할 수 있다. 이 경우 신청자는 54.3.2 (5)항에 따른 기간 내에 보완조치결과를 제출하여야 하며, 공단은 보완 자료를 통해 검사기준에 충족될 경우 그 결과를 적합으로 처리하여야 한다.

(c) 부적합 : 대상 제조업자의 품질 관리 시스템 등이 명백히 검사기준의 요건에 충족되지 못하는 경우 또는 (b)항에 따른 보완 자료가 특별한 사유 없이 54.3.2 (5)항에 따른 기간 내에 제출되지 않았거나 제시된 보완 자료로도 검사기준의 요건에 충족되지 못 할 경우. 공단은 심사 결과를 신청자에게 통보한다. 이때 심사비용은 환불하지 아니한다.

(3) 현장재심사, 제품추가심사 또는 변경심사의 판정 및 후속조치에 대해서는 문서심사 또는 현장심사의 기준을 적용한다.

## 54.4 양산품 제조검사 면제확인서의 발행

### 54.4.1 양산품 제조검사 면제확인서의 교부

(1) 공단은 54.3.3 (2)항에 따른 현장심사의 최종결과가 적합한 경우 그 신청자에게 (별지 제23호 서식) 양산품 제조검사 면제확인서(이하 '면제확인서'라 한다)를 교부하여야 한다.
(2) 공단 이사장은 면제확인서 발행일로부터 15일 이내에 심사결과를 기후에너지환경부장관에게 보고하여야 한다.

### 54.4.2 유효기간 및 갱신

(1) 면제확인서의 유효기간은 발행일로부터 3년으로 한다.
(2) 유효기간을 연장하여 갱신하고자 하는 자는 54.2.3 (1)항에 따른 등록심사를 신청하여 유효기간이 만료되기 전 6개월 이내에 심사를 받아야 하며, 심사의 과정은 최초의 등록절차와 동일하다. 다만, 천재지변 또는 감염병 등의 사유로 심사가 불가능한 경우 그 기간을 연기할 수 있다.
(3) (2)항에 따른 갱신의 유효기간은 이전 유효기간 만료일 다음날로부터 3년으로 한다. 다만, 천재지변 또는 감염병 등의 사유로 심사가 연기된 경우, 이전 유효기간은 갱신심사 완료일까지 연장된 것으로 본다.
(4) 54.2.3 (3)항의 제품추가심사에 따른 제품유형의 유효기간은 54.4.1 (1)항에 따라 기 발급된 면제확인서의 유효기간으로 한다.
(5) 제도의 시행일로부터 3개월 이내에 등록심사를 신청하는 경우에 한하여 (1)항에 따른 유효기간의 시작일을 등록심사의 신청일로 할 수 있다.

### 54.4.3 철회 및 제한

(1) 공단은 양산품 제조검사 면제와 관련하여 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우 면제의 승인을 철회할 수 있다.
  (a) 허위사실 또는 그 밖의 부정한 방법으로 등록된 경우
  (b) 54.3.3 (2)항에 따른 사후관리의 결과가 최종 불합격인 경우
  (c) 54.2.3 (2)항에 따른 사후관리를 신청하지 않은 경우
(2) 공단은 철회 처분을 하고자 하는 경우 청문을 실시할 수 있으며, 철회가 확정되면 해당 제조업자 및 해당하는 경우 수입업자에게 철회 사실을 즉시 통보하여야 한다.
(3) 철회 사실을 통보받은 자는 통보일을 기준으로 이후 생산되는 제품에 대해 에너지이용합리화법 시행규칙 제31조의9에 따른 검사를 받아야 한다.
(4) 기후에너지환경부장관은 철회의 원인이 기 출시된 제품의 안전에 영향을 미칠 것으로 판단되는 경우 유효기간 또는 철회의 원인이 발생한 기간 내에 생산된 모든 제품에 대하여 회수·교환·환불 및 공표(이하 회수 등)를 명령할 수 있으며, 정당한 이유가 없는 경우 회수 등의 명령을 받은 자는 이에 응하여야 한다.
(5) (4)항의 정당한 이유라 함은 철회의 원인이 되는 제조물의 결함이 사용자의 안전에 영향이 없음을 말하며, 이는 회수 등을 명령 받은 자가 입증하여야 한다.

### 54.5 제조업자 및 수입업자의 의무

(1) 제조업자는 제품 및 사용자의 안전을 확보하기 위하여 다음 사항을 충족시켜야 한다.
  (a) 국내 법 및 규정 등에서 사용자 안전을 위하여 별도로 정한 사항
  (b) 국내와 국외의 기준 등이 상이할 경우 국내의 기준 등을 우선적으로 적용
(2) 제조업자는 사용자의 안전을 위하여 위해 등을 분석하여야 하며 분석내용 및 검사기준을 고려하여 제품을 설계하고 제조하여야 한다.
(3) 수입업자는 제품이 출시되기 전에, 검사기준에 따른 적절한 등록절차가 수행되었는지와 제조업자가 기술문서를 작성하고 그 제품이 유효한지와 사용설명서와 같은 안전정보의 포함여부와 검사기준을 준수했는지 확인하여야 한다.
(4) 제조업자 또는 수입업자는 제품이 위해 하다고 판단되는 경우 사용자의 안전을 위하여 표본검사를 실시하여야 하며, 필요한 경우 기 출시 제품에 대해 회수 등의 조치를 취하고 결과를 공단에 보고하여야 한다.
(5) 수입업자는 라벨부착 등의 방법으로 개별 제품에 수입업자명, 등록된 상호 또는 등록 상표 마크와 연락 가능한 주소와 연락처를 나타내어야 하며, 가능하지 않은 경우 외관 및 제품과 함께 제공되는 문서에 이를 표기하여야 한다.
(6) 제조업자 및 수입업자는 제품이 본인의 책임 하에 있는 경우에 저장 또는 운송 등의 여건이 검사기준을 준수함에 있어 위반의 요건이 없도록 하여야 한다.
(7) 제조업자 및 수입업자는 공단 또는 정부로부터의 합리적 요구가 있을 경우 제품을 출시한 후 10년 동안 해당 제품이 검사기준에 대한 적합 여부를 증명하기 위해 필요한 모든 정보, 문서 및 공장등록증서(수입업자의 경우 사본)를 제공하여야 한다.
(8) 제조업자 및 수입업자는 출시한 제품에 의해 야기된 위험을 제거하기 위해 취해진 모든 조치에 대하여 정부에 적극적으로 협력하여야 한다.
(9) 수입업자는 제품을 자신의 이름 또는 회사명으로 유통/설치하거나 이 기준을 준수하는 범위에서 기 출시된 제품을 개조하는 경우에 제조업자로 간주되어 검사기준을 따라야 한다.
(10) 제조업자 및 수입업자는 공단 또는 정부의 요청이 있을 경우 제품을 공급받은 후 10년 또는 공급한 후 10년 동안 다음 사항을 확인해 주어야 한다.
  (a) 이 기준의 적용을 받는 제품을 공급한 자
  (b) 이 기준의 적용을 받는 제품을 공급받은 자

### 54.6 제품의 등록표시 및 품질 확인서

(1) 제조업자는 검사기준에 적합한 제품에 대하여 다음을 준수하여야 한다.
  (a) 제품에 대해 공단에서 부여하는 식별번호의 타각
  (b) 지정 표기 항목의 명판 부착
  (c) 품질 확인서의 작성 및 사용자에 제공
  (d) 사용자의 안전과 제품의 원활한 사용을 위한 정보의 안내(사용설명서 등)
(2) 제조업자는 등록된 제품 유형의 개별 제품에 대하여 공단이 부여하는 식별번호를 제품의 본체에 타각하여야 하되, 제품 인도 이후의 보온 및 케이싱 등을 고려하여 최대한 식별이 가능한 지점을 선정

하여야 한다. 또한, 이러한 타각의 선정위치는 제조업자의 품질 관리 시스템에서 식별되고 관리되어야 한다.

(3) 명판을 부착함에 있어 검사기준에서 요구하는 합격표시는 (별표 8) 양산품 제조검사 면제 표시로 한다.

(4) 명판은 한글 또는 한글 병기로 제작하여야 하며, 검사기준에서 요구하는 표시 요건 외에 다음의 내용을 추가하여야 한다.

(a) 제품의 용량

1) 증기보일러의 경우 t/h

2) 온수 및 기타보일러의 경우 kW

3) 압력용기의 경우 ㎥ (압력받는 부분의 개별 용량 및 합계 용량)

(b) 공단이 제품별로 부여하는 식별번호

(5) (3)항에 따른 표시는 명판, 사용설명서 및 품질 확인서에 일관되게 적용하여 등록내용을 식별할 수 있어야 한다.

(6) 품질 확인서는 해당 제품이 검사기준의 기술요건을 준수하고 있음을 입증하도록 제조업자 스스로의 책임을 선언하는 것이며, 다음의 내용이 포함되어야 한다.

(a) 제조업자의 식별에 관한 정보 : 제조자명, 주소 및 연락처

(b) 적용 기술기준: 검사기준 적용 규격 및 법률 근거(고시)

(c) 대상 제품 유형의 식별 모델명

(d) 검사기준을 준수함에 대한 스스로의 책임 선언

(e) 품질 확인서의 발행일

(f) 품질 관리 책임자 및 내부 검사원의 서명

(g) 대표자의 서명 또는 직인

(7) 국외의 제조업자가 이 기준에 따라 등록된 제품을 한국에 수출하는 경우 한국의 타 법령에서 추가로 요구하는 표시사항이 있는 경우에는 이를 준수하여야 한다.

### 54.7 면제확인서 기재 내용의 변경신고

이 기준에 따라 승인된 제조업자는 다음 사항의 변경이 있는 경우 사업자등록증 또는 이에 준하는 증명서를 첨부하여 공단에 즉시 신고하여야 한다. 공단은 증빙자료를 통해 신고내용이 확인된 경우 54.4.1 (1)항에 따른 면제확인서를 재발급 하여야 한다.

(a) 사무소의 위치 변경(사업장의 이전은 변경심사 신청대상)

(b) 상호의 변경

(c) 기타 검사기준의 적용에 영향을 미치지 않는 기재내용의 변경

### 54.8 심사비용

심사에 따른 수수료는 54.3.2 (1)항을 기준으로 에너지이용합리화법 제58조에 따른 공단의 에너지이용합리화사업비용징수규정을 따른다

### 54.9 양산품 제조검사 면제 위원회

(1) 공단 이사장은 다음 각 호의 사항을 심의·의결하기 위하여 위원회를 설치·운영할 수 있다.
  (a) 이 기준에 따른 면제의 승인 및 철회에 관한 사항
  (b) 이 기준의 적용에 있어 기술적 논의가 필요한 사항
  (c) 그 외 제도의 운영과 관련한 중요사항
(2) 위원회의 운영은 내·외 전문가 중에서 7인 이내로 구성하며, 위원장은 위원 중에서 호선한다. 다만, 공단의 검사업무를 담당하는 부서장은 당연직으로 한다.
(3) 위원장이 부득이한 사유로 그 직무를 수행하지 못하는 때는 위원장이 미리 지명한 위원이 그 직무를 대행한다.
(4) 위원회의 회의는 재적위원 과반수의 출석으로 개의하고, 출석의원 과반수의 찬성으로 의결한다.
(5) 위원회의 간사는 공단의 검사업무를 담당하는 팀장으로 하며, 위원회의 원활한 진행을 위하여 회의 개최, 위원 출석확인, 회의록 작성 등 필요한 업무를 수행한다.
(6) 위원장 및 위원의 임기는 3년으로 하며, 연임할 수 있다.

## 제55장 계속사용검사의 면제

### 55.1 검사면제의 신청

#### 55.1.1 검사면제 인정기관

시행규칙 제31조의13 제1항 제3호의 규정에 의하여 검사대상기기의 계속사용검사를 면제 받으려면 검사대상기기 설치자는 이 기준이 정하는 바에 따라 공단의 검사면제 인정을 받아야 한다.

#### 55.1.2 검사면제 인정 신청

55.1항의 규정에 의하여 면제인정을 받으려는 자는 시행규칙 제31조의13 제1항 제3호의 각목의 요건을 충족하는 다음 각 항의 서류를 검사유효기간 만료일 15일전까지 공단에 제출하여야 한다.

(1) 계속사용검사 면제 신청서 (별지 제13호 서식)
(2) 사업자등록서 사본
(3) 검사대상기기 설치 검사증
(4) 검사신청일 현재 최근 3년간 사업장 안의 업무상의 재해로 인하여 산업재해보상보험법 제36조 제1항의 규정에 의한 보험급여 지급사실이 없음을 증명하는 관할 노동부지방사무소 또는 근로복지공단에서 발급한 무재해 사실 확인서

### 55.2 검사면제의 심사 및 통보

#### 55.2.1 검사면제의 심사

공단은 검사면제 신청서가 접수되면 이를 심사하여 적합여부를 판정하여야 한다.

### 55.2.2 심사결과의 통보

공단은 판정결과를 7일 이내 민원인에게 통보하여야 한다. 이 경우 적합판정의 경우는 검사증에 검사면제 처분일자 및 연장된 검사유효기간을 기재하여 교부하고, 부적합 판정의 경우는 부적합한 사유를 신청인에게 통보하여야 한다.

## 55.3 검사면제의 취소

공단은 2년마다 검사업체에 대하여 55.1.2항 (4)의 규정을 확인하여 이에 부적합시에는 검사면제를 취소할 수 있다.

# 제56장 보험가입자의 검사면제

## 56.1 검사면제자의 검사결과 제출

### 56.1.1 검사대상기기 제조업자

(1) 설치검사를 면제받는 제조업자는 검사대상기기 설치시 설치지역의 관할 시·도지사에게 검사대상기기의 검사면제사실을 보고하여야 한다.

## 56.2 검사면제자의 보험가입사실등 통보

### 56.2.1 제조자의 보험가입 사실 통보

시행규칙 제31조의13 제1항 제4호의 규정에 의하여 해당검사를 면제 받는자는 보험계약의 효력이 발생한 날로부터 15일이내에 다음 각 호의 서류를 첨부하여 시·도지사에게 통보하여야 한다.

(1) 보험가입증명서
(2) 검사시설 보유현황(시행규칙 제31조의14 별표 3의8) (별지 제12호 서식)

### 56.2.2 설치자(사용자)의 사용안전보험 가입사실 통보

시행규칙 제31조의13 제1항 제5호의 규정에 의하여 해당검사를 면제 받는자는 보험계약의 효력이 발생한 날로부터 15일이내에 다음 각 호의 서류를 첨부하여 시·도지사에게 통보하여야 한다.
(1) 보험가입증명서
(2) 보험가입일 현재 최근 2년간 사업장안의 업무상 재해로 인하여 산업재해보상보험법 제36조 제1항

의 규정에 의한 재해가 발생하지 않았음을 증명하는 관할 노동부지방사무소 또는 근로복지공단에서 발급한 무재해 사실 확인원

**56.2.3 보험사업자의 보험해지 통보등**

보험계약을 체결한 보험사업자는 보험금을 지급한 경우, 보증기간이 만료한 경우, 보험계약이 해지된 경우, 기타 보험계약의 효력이 상실된 경우에는 15일 이내에 그 사실을 시·도지사에게 통보하여야 한다.

**56.3 확인 및 조치**

시·도지사는 56.2.1항 및 56.2.2항의 규정에 의한 통보서류를 확인하고, 다음 각 항의 1에 해당되어 검사의 면제가 부적당하다고 인정될 때에는 면제된 검사를 다시 실시하여야 한다.

(1) 56.2.1항 및 56.2.2항의 규정에 의한 서류를 기한내에 제출하지 아니한 경우
(2) 56.2.1항 및 56.2.2항의 규정에 의하여 통보된 서류가 검사면제의 요건에 위배될 경우
(3) 면제 기간중에 사업장안에서 산업재해보상보험법 제36조 제1항의 규정에 의한 재해가 발생하였을 때

**56.4 관련서류의 보존**

56.2항의 규정에 의한 보험가입 관련서류를 검사면제 기간동안 보존하여야 한다.

**56.5 보험계약의 해지, 면제검사의 재실시에 따른 조치**

시행규칙 제31조의13 제4항 또는 제5항의 규정에 의하여 보험계약의 효력이 상실된 경우 또는 면제한 검사를 다시 실시하는 경우 시·도지사는 법 제39조의 규정에 따라 검사대상기기 제조업자나 설치자(사용자)가 검사를 받을 수 있도록 조치를 취하여야 한다.

**56.6 검사대상기기의 사후관리**

검사가 면제된 검사대상기기의 설치자 변경신고, 폐기 및 사용중지신고, 검사대상기기 관리자 선임신고 등은 검사면제와 관계없이 법의 관련규정에 따라 행하여야 한다.

**56.7 기타 보험가입자의 검사면제와 관련하여 필요한 사항은 시·도지사가 별도로 정한다.**

# 제8편 안전검사 유효기간 연장

**제57장 안전검사 유효기간 연장 인증**

시행규칙 별표3의5 비고4 단서에 따라 안전검사의 유효기간을 8년의 범위에서 연장하고자 하는 자는 이 기준이 정하는 바에 따라 한국에너지공단(이하 “공단”이라 한다)의 「안전검사 유효기간 연장 인증」을 받아야 한다.

## 57.1 인증신청

### 57.1.1 신청범위

인증신청은 사업장내 단위공장별로 신청하여야 한다. 다만, 독립적인 운전이 가능한 경우에는 단위공정별로 신청할 수 있다.

### 57.1.2 신청시기

57.1.1항의 신청범위 내 유효기간 만료일이 제일 먼저 도래하는 검사대상기기의 유효기간 만료일 90일 전까지 신청하여야 하며, 만료일이 1년 이상 남은 경우에는 신청할 수 없다.

### 57.1.3 신청방법

(1) 인증을 신청하는 자(이하 “인증신청인”이라 한다)는 (별지 제14호 서식)의 인증신청서를 작성하여 안전관리 운영보고서(이하 “운영보고서”라 한다)와 검사대상기기 설치검사증을 첨부하여 공단에 제출하여야 한다.
(2) 운영보고서는 (별지 제15호 서식) 안전관리 운영보고서 서식 및 작성원칙에 따라 작성하여야 한다.

### 57.1.4 신청 제한

(1) 안전검사 유효기간 연장 신청일 기준으로 최근 2년 이내에 사고가 발생한 경우에는 안전검사 유효기간 연장 인증을 신청할 수 없다. 다만, 당해 사고가 검사대상기기와 관련이 없음을 공단 이사장이 인정하는 경우에는 신청할 수 있다.
(2) 57.3.4항의 (1)에 따라 인증이 취소된 경우에는 인증취소 통보일로부터 5년간 안전검사 유효기간 연장 인증을 신청할 수 없다.
(3) 최종 인증심사결과 부적합으로 판정받은 인증신청인은 부적합 통보일로부터 1년 이내에는 안전검사 유효기간 연장을 신청할 수 없다.
(4) 검사대상기기의 수명평가 결과 잔존수명이 2년 미만인 경우에는 안전검사 유효기간 연장을 신청할 수 없다.

## 57.2 인증심사

### 57.2.1 심사반의 구성 및 운영

(1) 인증심사는 공단 본사 검사부서 및 지역본부에서 담당한다.
(2) 심사반은 심사반장과 심사반원으로 구성하며, 필요시 해당분야의 외부 기술전문가를 참여시킬 수 있다. 이 경우 공단은 외부 기술전문가에게 여비와 수당을 지급할 수 있다.

### 57.2.2 심사원의 자격

심사원 및 외부기술전문가는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자격을 갖춘 자로 한다.
(a) 해당분야 기술사 자격을 취득한 자
(b) 대학에서 해당분야의 조교수 이상의 직위에 있는 자
(c) 박사학위를 취득한 후 해당분야의 실무경력 3년 이상인 자
(d) 석사학위를 취득한 후 해당분야의 실무경력 5년 이상인 자
(e) 학사학위를 취득한 후 해당분야의 실무경력 8년 이상인 자
(f) 그 밖에 공단 이사장이 인정하는 자

### 57.2.3 심사절차 및 방법

(1) 심사는 인증을 신청한 공정 전체에 대하여 (별표 1)의 인증절차에 따라 문서심사와 현장심사로 구분하여 실시한다.
(2) 문서심사시 보완이 필요한 사항에 대해서는 인증신청인에게 보완을 요청할 수 있으며, 7일 이내에 조치결과를 제출하여야 한다.
(3) 공단은 57.1.4항의 기준에 의해 안전검사 유효기간 연장을 인증할 수 없거나 (2)에서 규정한 기한내에 인증신청인이 운영보고서를 보완하지 않은 경우, 그 사유를 명시하여 인증신청서를 반려할 수 있다.
(4) 인증심사 소요일수 및 인력은 (별표 2)와 같다.

### 57.2.4 심사 항목 및 내용

(1) 심사항목은 다음 각 호와 같다.
(a) 공정(설비) 및 기술문서
(b) 위험도기반검사 시스템
(c) 사고 예방 및 조치
(d) 운전 및 점검
(e) 장비
(f) 검사관련 조직 및 문서
(g) 검사대상기기 관리자
(h) 외주관리
(i) 기타 안전 등에 관한 사항
(2) 항목별 심사기준은 (별표 3)과 같다.

### 57.2.5 심사 판정

(1) 심사는 57.2.4항 (1)의 적합성, 적절성, 유효성 등을 확인하여야 한다.
(2) 심사판정은 (1)에 따라 적합, 조건부 적합, 부적합으로 구분한다.
(3) 현장심사시 부적합사항이 발견된 경우에는 (별지 제17호 서식)의 부적합보고서를 발행하여야 한다.
(4) 부적합사항이 1개월 이내에 시정조치가 가능할 경우 부적합보고서 발행일로부터 7일 이내에 (별지 제18호 서식)의 시정조치계획서를 공단에 제출하는 경우에는 조건부 적합으로 처리할 수 있다.
(5) (4)에 따라 조치완료 예정일까지 (별지 제19호 서식)의 시정조치 결과보고서를 작성하여 공단에 제출하여야 한다.
(6) 공단은 조건부 적합 사항에 대한 시정조치가 완료되었음을 확인한 경우에는 적합으로 처리하며, 조치완료 예정일까지 시정조치 결과보고서를 제출하지 않았거나 조치내용이 미흡하다고 판단될 경우에는 부적합으로 처리한다.

## 57.3 인증서 발행

### 57.3.1 인증서의 교부

공단은 57.2.5항의 (2)에 따라 인증심사 결과 인증에 적합한 경우에는 (별지 제16호 서식) 안전검사 유효기간 연장 인증서(이하 “인증서”라 한다)를 교부하여야 한다.

### 57.3.2 인증 유효기간

인증의 유효기간은 개별 검사대상기기의 현행 안전검사 유효기간 만료일 다음날로부터 1년으로 하며, 1년 단위로 최대 4회까지 연장할 수 있다.

### 57.3.3 사후관리

공단은 인증공정을 대상으로 다음 각 호의 사항을 확인하기 위하여 사후관리를 실시할 수 있다.
(a) 조건부 적합의 경우 시정조치계획 이행의 적정성
(b) 기타 공단 이사장이 필요하다고 인정하는 경우

### 57.3.4 인증취소

(1) 공단은 인증과 관련하여 다음 각 호에 해당하는 경우에는 인증을 취소할 수 있다.
(a) 허위사실 또는 그 밖의 부정한 방법으로 인증을 받은 경우
(b) 57.3.3항에 따른 사후관리에서 인증기준을 미준수하고 있는 경우
(2) 공단은 인증취소 처분을 하고자 하는 경우 청문을 실시할 수 있으며, 인증취소가 확정되면 해당 사업장에 취소 사실을 즉시 통보하여야 한다.
(3) 취소 사실을 통보받은 자는 취소 통보일을 기준으로 안전검사 유효기간 연장 이전의 안전검사 유

효기간에 따라 검사를 받아야 한다. 다만, 이전 유효기간이 경과한 검사대상기기의 경우에는 30일 이내에 안전검사를 받아야 한다.

### 57.3.5 유효기간 연장 처리

공단은 57.3.1항에 따른 인증서와 함께 “유효기간 연장” 표기 및 인증 유효기간을 기재한 검사대상기기 설치검사증을 교부하여야 한다.

## 57.4 인증 심사비

### 57.4.1 인증 심사비

(1) 인증 심사비는 법 제58조에 따른 공단의 에너지이용합리화사업비용징수규정을 적용한다.
(2) 인증 심사비는 인증 신청 시 인증신청서와 함께 공단에 납부하여야 한다.

## 57.5 기타

### 57.5.1 인증위원회 구성 및 운영

(1) 공단 이사장은 다음 각 호의 사항을 심의ㆍ의결하기 위하여 안전검사 유효기간 연장 인증위원회(이하 “인증위원회”라 한다)를 설치·운영할 수 있다.
  (a) 인증취소에 관한 사항
  (b) 기타 인증규정의 운영과 관련한 중요사항
(2) 인증위원회는 에너지관련 내·외 전문가 중에서 7인 이내로 구성(공단의 검사업무를 담당하는 부서장은 당연직으로 한다)하고 위원장은 위원중에서 호선한다.
(3) 위원장이 부득이한 사유로 그 직무를 수행하지 못하는 때에는 위원장이 미리 지명한 위원이 그 직무를 대행한다.
(4) 위원회의 회의는 재적위원 과반수의 출석으로 개의하고, 출석위원 과반수의 찬성으로 의결한다. 다만, 위원장이 필요하다고 인정하는 경우에는 서면으로 심의할 수 있다.
(5) 인증위원회 간사는 공단의 검사업무를 담당하는 팀장이 되며, 인증위원회의 원활한 진행을 위하여 회의개최, 위원 출석확인, 회의록 작성 등 필요한 업무를 수행한다.
(6) 위원장 및 위원의 임기는 3년으로 하며, 연임할 수 있다.

# 제9편 행정사항

## 제58장 재검토기한 설정

### 58.1 재검토기한

「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」(대통령훈령 제431호)에 따라 이 고시를 발령한 후의 법령이나 현실 여건의 변화 등을 검토하여 이 고시의 폐지, 개정 등의 조치를 하는 기한은 2025년 12월 31일까지로 한다.

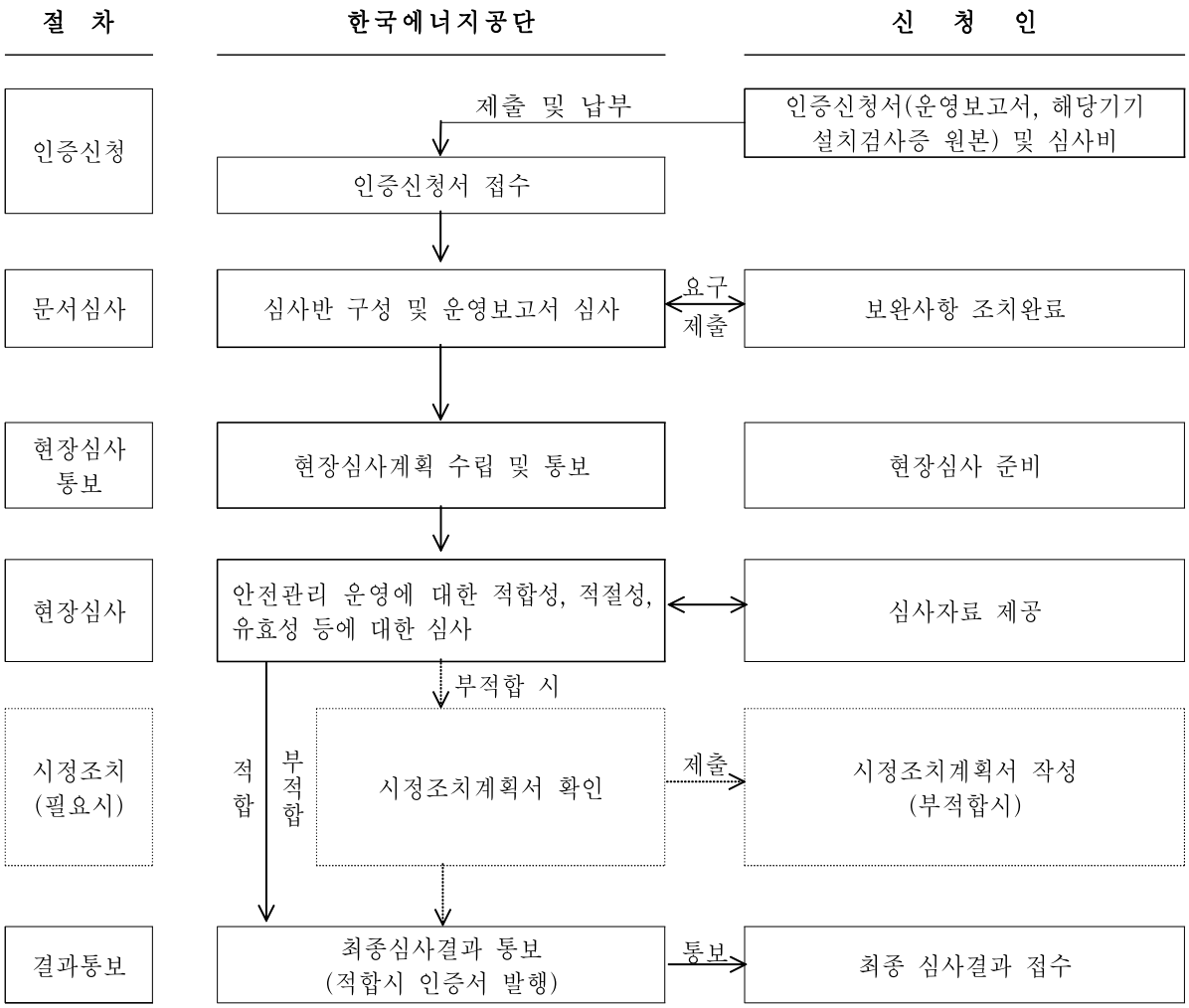
**부칙**

이 고시는 발령한 날부터 시행한다

(별표 1)

# 인증절차

(57.2.3항 관련)



(별표 2)

# 인증심사 소요일수 및 인력

(57.2.3항 관련)

| 구 분<br>(인증신청 검사대상기기 수) | 소요일수 | | | 소요인력*<br>(인) | 총 소요일수 및 인력(MD) |
|---|---|---|---|---|---|
| | 문서심사 | 현장심사 | 합계 | | |
| 30대 미만 | 2 | 3 | 5 | 4 | 20 |
| 30대 이상부터 50대 미만까지 | 2 | 4 | 6 | 4 | 24 |
| 50대 이상부터 70대 미만까지 | 3 | 4 | 7 | 4 | 28 |
| 70대 이상 | 3 | 5 | 8 | 4 | 32 |

주) 외부 기술전문가 참여시 소요인력에 미포함

(별표 3)

# 항목별 심사기준

(57.2.4항 관련)

| 항 목 | 심 사 기 준 |
|---|---|
| 공정(설비) 및 문서 | 1. 신청자격의 적격성<br>- PSM, SMS 신청(변경)이력 확인<br>2. 사업장내 설비안전을 위한 보험가입 여부<br>- 담보내용중 인증공정 포함여부<br>3. 인증공정 경계 및 대상 설정의 적절성<br>4. 설비 문서관리의 적합성 및 적절성<br>- 절차서, 지침서, 내부규정(사규) 및 안전관리 운영관련 제반 보고서<br>- 검사대상기기 관련 자료<br>- 공정 및 설비의 변경관리<br>5. 설계자료와 운전자료와의 일치성<br>- PFD, P&ID, 현장 DCS화면, 현장 Log Sheet 등 |
| 위험도기반검사(RBI) 시스템 | 1. 위험도기반검사(RBI) 시스템 도입유무 및 유효성<br>- 시스템의 적격성 및 적정성(도입시기, S/W 종류, 전담 인력 및 조직 현황 등)<br>- 시스템 유효성(신뢰도, 유효성, 기능, 정밀도)<br>2. 위험도기반검사 시스템 평가대상 선정의 적정성<br>- 검사대상기기 포함 여부<br>3. 위험도기반검사(평가) 계획수립 및 운영의 적절성<br>4. 위험도기반검사 실시절차의 내부규정 문서화 유무 및 적절성<br>5. 위험도기반검사 평가결과 처리(보고, 등록 및 관리, 검사 등)에 대한 유효성 |
| 사고예방 및 조치 | 1. 사고예방을 위한 조직 및 교육의 적절성<br>- 비상조치를 위한 조직 구성, 인력, 장비의 적절성<br>- 교육대상 및 교육 내용의 적절성<br>2. 사고이력 및 문서관리의 적절성<br>- 최근 3년간 해당 공정내 화재, 폭발, 누출 등<br>- 시나리오, 행동지침의 구비 및 운영의 적절성 |

| 항 목 | 심 사 기 준 |
|---|---|
| 운전 및 점검 | 1. 운전 및 점검(유지보수) 절차의 내부규정 문서화 유무 및 적절성<br>- 최신본 유지, 운영의 적절성 및 실제 운영여부 등<br>2. 운전 및 점검(유지보수) 데이터의 기록관리 적절성 및 수준의 적합성<br>- 보일러 : 24.2.2항, 25.2.1항 내지 25.2.3항 및 수질관리의 내용에 대한 기록관리<br>- 압력용기 : 48.2.2항의 내용에 대한 기록관리 |
| 장비 | 1. 안전관리 장비 보유의 적절성<br>- 검사, 운전, 유지・보수 부서의 측정 및 계측장비<br>2. 안전관리 장비 유지관리의 적절성 |
| 자체검사 조직 및 문서 | 1. 자체검사 조직의 독립성 유무<br>- 유지·보수(공무) 부서와의 독립 운영<br>2. 자체검사 조직원의 직무(역할)와 구성에 대한 표준화 여부<br>3. 자체검사 조직 인원 및 자격의 적절성<br>4. 자체검사 계획수립 및 운영의 적절성<br>5. 자체검사 조직의 교육계획 수립 및 추진의 적절성<br>- 연간 교육계획 수립여부<br>- 개인별 교육 이력관리 포함 |
| 검사대상기기 관리자 | 1. 해당공정 일반 근무자와의 차별성<br>- 교육, 경력, 직무 등<br>- 관련 내부규정 문서화 유무 및 적절성<br>2. 관리대상 시설 및 내용에 대한 적절성 |
| 외주관리 | 1. 협력사 위탁업무의 대상 및 역무의 적절성<br>2. 관련 내부규정 문서화 유무 및 적절성 |

(별표 4)

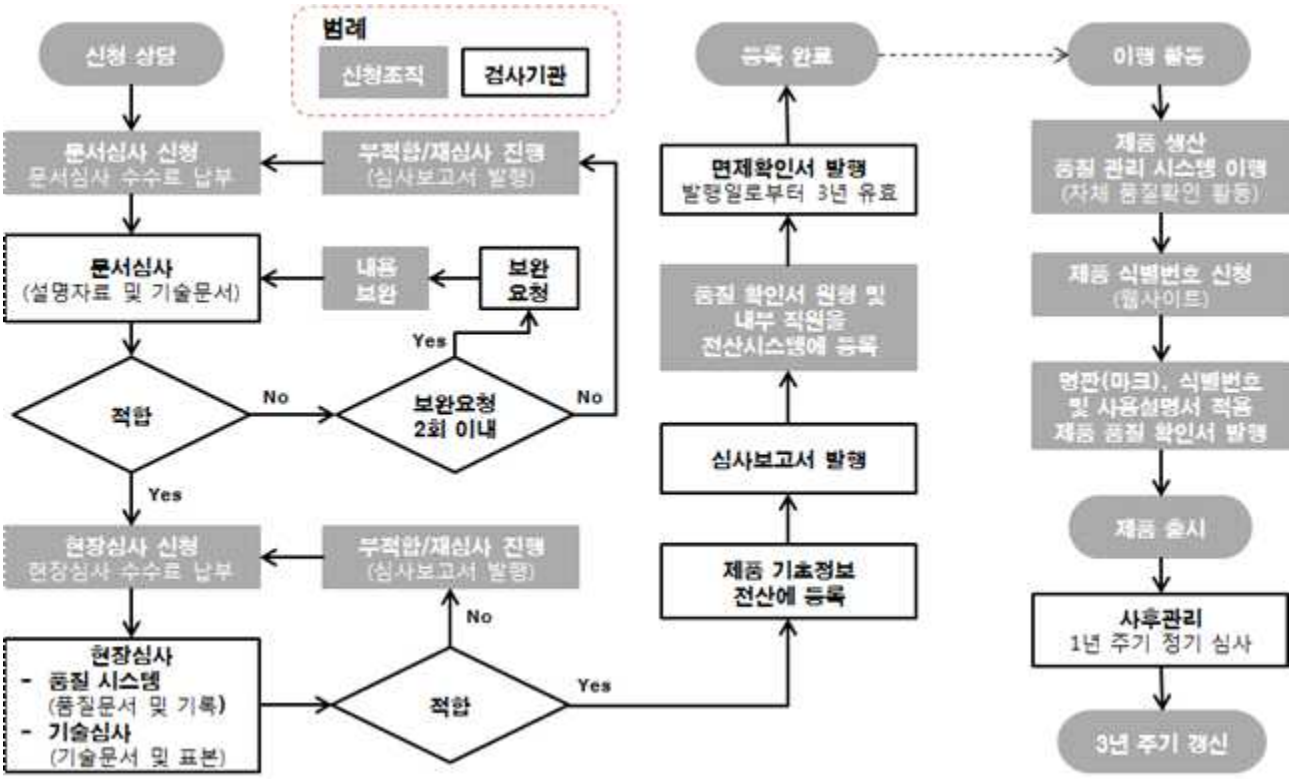
## 심사의 소요일수 및 인력기준

| 구 분 | | 참여인력 | 제품 유형 5종 이내 기준 소요일수 |
|---|---|---|---|
| 등록심사 | 문서심사 | 3 | 10 |
| | 현장심사 | 3 | 4 |
| 갱신심사 | 문서심사 | 3 | 7 |
| | 현장심사 | 3 | 3 |
| 제품추가심사 및 변경심사 | 문서심사 | 2 | 5 |
| | 현장심사 | 2 | 2 |
| 사후관리 | | 2 | 2 |
| 재심사 | | 2 | 2 |

비고. 제품 유형 추가 3건당 심사일수 1일 추가 (3건 미만 1일 추가)

(별표 5)

# 심사 및 이행 절차


범례
신청조직
검사기관
신청 상담
문서심사 신청
문서심사 수수료 납부
부적합/재심사 진행
(심사보고서 발행)
문서심사
(설명자료 및 기술문서)
내용
보완
보완
요청
Yes
적합
No
보완요청
2회 이내
No
Yes
현장심사 신청
현장심사 수수료 납부
부적합/재심사 진행
(심사보고서 발행)
No
현장심사
- 품질 시스템
(품질문서 및 기록)
- 기술심사
(기술문서 및 표본)
적합
Yes
제품 기초정보
전산에 등록
심사보고서 발행
품질 확인서 원형 및
내부 직원을
전산시스템에 등록
면제확인서 발행
발행일로부터 3년 유효
등록 완료
이행 활동
제품 생산
품질 관리 시스템 이행
(자체 품질확인 활동)
제품 식별번호 신청
(웹사이트)
명판(마크), 식별번호
및 사용설명서 적용
제품 품질 확인서 발행
제품 출시
사후관리
1년 주기 정기 심사
3년 주기 갱신

(별표 6)

## 품질 관리 시스템 설명자료 작성방법

제조업자는 양산품 제조검사 면제 심사를 신청할 때 다음의 내용을 통해 조직 및 조직의 품질 관리 시스템을 설명하여야 하며, 자료의 작성에 이용되는 언어는 한글 또는 영문이어야 한다.

a) 조직의 연혁 및 소개, 주요 생산제품 소개
b) 조직의 부지에 대한 그림을 포함한 지리적 위치 설명
c) 조직의 부지와 제조현장에 대하여 이해를 돕기 위한 사진자료
d) 해당되는 경우 조직이 보유한 여타 검사 관련 인증에 대한 설명
e) 조직도, 품질 시스템 구성원별 담당업무에 따른 책임과 권한
f) 주요 제조설비의 사양 및 사진을 포함한 설명:
용도, 설비명, 규격, 수량 및 설명 등
g) 외주 제품 및 서비스별 외주현황과 외주업체 관리에 관련된 설명:
외주 제품/서비스 유형, 업체명, 지역, 거리(km) 및 설명 등
h) 주요 시험 및 검사장비의 목록 및 사양, 검정 및 교정 관리현황:
용도, 장비명, 규격, 수량, 검교정이력 및 유효기간, 설명 등
i) 품질 시스템 구성원의 역량 적격성에 대한 내용 설명
j) 그 밖의 조직의 품질 관리 시스템이 검사기준에 적합함에 관한 설명
k) 품질 매뉴얼: 국외의 경우 한글 또는 영문본 (필요시 번역자료) 제시

품질 문서를 작성함에 있어 제조업자에게 채택된 모든 요소는 작성형태에서 체계적이고 정렬된 방식으로 문서화되어야 한다. 조직의 품질 관리 시스템은 품질 매뉴얼, 품질 절차서, 품질 지침서 및 품질 기록에서 일관되게 해석 될 수 있어야 한다.

(별표 7)

# 기술문서 작성방법

제품 유형별 기술문서는 등록하고자 하는 해당 제품의 검사기준 적합성을 평가할 수 있어야 하며 위험에 대한 적절한 분석 및 평가를 포함하여야 한다.

기술문서는 제품 유형의 평가, 설계, 제조 및 작동과 관련하여 적용 가능한 요구사항을 명시하고 충족시켜야 한다. 기술문서에는 최소한 다음의 내용이 포함되어야 하며, 자료의 작성에 이용되는 언어는 한글 또는 영문이어야 한다.

a) 제품 유형에 대한 일반적인 설명
b) 등록 대상 제품 유형의 제조 절차 다이어그램 및 설명:
   영구 접합 절차 및 모니터링 지점에 대한 설명 포함
c) 설계 개념도, 제조 도면
d) 구성 요소, 서브 조립품, 회로 등에 대한 다이어그램
e) 도면 및 다이어그램의 이해와 제품의 작동에 필요한 설명
f) 계산에 적용된 검사기준의 세부 참조 조항과 적용된 파트의 식별
g) 강도계산서
h) 제조를 위해 진행된 시험에 관한 정보 및 시험 보고서:
   국외의 경우 외부 기관으로부터 제공받은 시험 보고서 등에 대하여 한글 또는 영문 번역 자료 추가 제시 필요
i) 용접 및 비파괴 시험에 요구되는 자격, 절차 및 승인에 관한 정보

등록 신청의 대상이 되는 제품 유형이 2건 이상일 경우 기술문서는 각각 준비되어야 하며, 형식, 용량, 간략한 설명 등을 포함하는 제품 유형의 목록이 추가로 제시되어야 한다.

(별표 8)

# 양산품 제조검사 면제 표시

비고

1. 색상 : 배경과 명료하게 대비되도록 청색, 검정 또는 녹색 중 선택

| 구분 | 청색(기본) | 검정 | 녹색 |
|---|---|---|---|
| Pantone | 293 C | Black C | 369 C |
| CMYK | C100 M70 | K100 | C70 Y100 |
| RGB | R0 G91 B170 | R35 G31 B32 | R80 G184 B72 |

2. 최소크기 사용규정 : 표시의 명확한 식별을 위하여 높이 10mm 미만의 크기로는 사용을 지양한다.

(별지 제1호 서식)

# 보일러 용접부위도

<table>
<tr><td colspan="2">①기 기 명</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">②용 량</td><td colspan="2">t/h<br>MW{Mcal/h}</td></tr>
<tr><td colspan="2">③최고사용압력</td><td colspan="2">MPa{kgf/㎠}</td><td colspan="2">④검사접수번호</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">⑤재 료 명</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">⑥재 료 두 께</td><td colspan="2">㎜</td></tr>
<tr><td rowspan="2">⑦ 길 이<br>이 음</td><td>20 %</td><td colspan="2">㎜</td><td rowspan="2">계산근거</td><td>20 %</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>100 %</td><td colspan="2">㎜</td><td>100 %</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">⑧ 둘 레<br>이 음</td><td>20 %</td><td colspan="2">㎜</td><td rowspan="2">계산근거</td><td>20 %</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>100 %</td><td colspan="2">㎜</td><td>100 %</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">⑨총길이</td><td>20 %</td><td>㎜</td><td rowspan="2">⑩촬영<br>매수</td><td>20 %</td><td>매</td><td rowspan="2">⑪교차<br>부위</td><td rowspan="2">개소</td></tr>
<tr><td>100 %</td><td>㎜</td><td>100 %</td><td>매</td></tr>
<tr><td colspan="2">계</td><td colspan="4"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="8">용접부위<br><br>※ 용접부위를 투시도로 그릴 것</td></tr>
</table>

(별지 제2호 서식)

# 보일러 자체검사성적서(공작)

| | | | |
|---|---|---|---|
| ①형 식 | | ②용 량 | t/h<br>MW{Mcal/h} |
| ③최고사용압력 | MPa{kgf/㎠} | ④검 사 자 | |
| ⑤검사접수번호 | | ⑥용 접 봉 종 류 | |

| 구 분 | | | | 설계치(㎜) | 최대치(㎜) | 최소치(㎜) | 공차(㎜) | % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 동체 | 형상 | | 안지름 | | | | | |
| | 재질 | | | | | | | |
| | 두께 | | 길이 | | | | | |
| 노통 | 형상 | | 안지름 | | | | | |
| | 재질 | | 피치거리 | | | | | |
| | 두께 | | 골깊이 | | | | | |
| 경판 | 형상 | | 안지름 | | | | | |
| | 재질 | | 높이 | | | | | |
| | 두께 | | 틈A | - | | | | |
| | | | 틈B | - | | | | |

위와 같이 자체검사 하였음.

20 . . .

회 사 명 :

대 표 자 : ㊞

(별지 제3호 서식)

# 보일러 자체검사성적서(기계적시험)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ①형 식 | | | ②용 량 | | t/h<br>MW{Mcal/h} |
| ③최고사용압력 | MPa{kgf/㎠} | | ④검사접수번호 | | |
| ⑤재 료 명 | | | ⑥시험기관 및 시험자 | | |
| ⑦재 료 두 께 | ㎜ | ⑧용접봉 종류 | | ⑨용접자 | |

| 구 분 | 시 험 편 | | | 시 험 결 과 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 폭 (㎜) | 두께 (㎜) | 단면적 및 표점거리 (㎟, ㎜) | 인장강도 N/㎟ {kgf/㎟} | 신축량 (㎜) | 연신율 (%) | 파단위치 | 결함수 및 크기 (개, ㎜) |
| 인장 시험 | | | | | | | 모재<br>용접부<br>열영향부 | - |
| 표면 굽힘 시험 | | | | 연신율 30%이상 | | | - | |
| 옆면 굽힘 시험 | | | | 굽힘각도 180° | - | - | - | |
| 뒷면 굽힘 시험 | | | | 굽힘각도 180° | - | - | - | |

위와 같이 자체검사 하였음.

20 . . .

회 사 명 :

대 표 자 : ㊞

(별지 제4호 서식)

# 보일러 제조(용접 · 구조)검사 자체기록서

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 제조자 | ①성명(대표자) | | ②사업자등록번호 | - | |
| | ③상호및명칭 | | | | |
| | ④사무소소재지 | (전화) | | | |
| | ⑤사업소 소재지 | (전화) | | | |
| | ⑥보일러형식 | | ⑦용 량 | t/h<br>MW{Mcal/h} | |
| | ⑧최고사용압력 | MPa{kgf/㎠} | ⑨전열면적 | ㎡ | |
| 검사사항 | 구 분 | 재 료 | 최대안지름 | 두 께 | 길 이 | 상 태 |
| | 동 체 | | ㎜ | ㎜ | ㎜ | 합 |
| | 경판및 관판 | 재 료 | 안 지 름 | 두 께 | 높 이 | 상 태 |
| | | | ㎜ | ㎜ | ㎜ | 합 |
| | | | ㎜ | ㎜ | ㎜ | |
| | 노통 및 화실 | 재 료 | 최대안지름 | 두 께 | 형 상 | 상 태 |
| | | | ㎜ | ㎜ | | 합 |
| | | | ㎜ | ㎜ | | |
| | 스테이 | 재 료 | 바깥지름또는폭 | 두 께 | 개 수 | 상 태 |
| | | | ㎜ | ㎜ | | 합 |
| | | | ㎜ | ㎜ | | |
| | 수관 또는 연관 | 재 료 | 바깥지름 | 두 께 | 개 수 | 상 태 |
| | | | ㎜ | ㎜ | | 합 |
| | | | ㎜ | ㎜ | | |
| | 구멍 | 종 류 | 크 기 | | 개 수 | 상 태 |
| | | | ㎜ × ㎜ | | | 합 |
| | | | ㎜ × ㎜ | | | |
| 수압시험 압력 | | | MPa{kgf/㎠} | | | 합 |

위와 같이 자체검사 하였음.

20 . . .

회 사 명 :

대 표 자 : ㊞

(별지 제5호 서식)

# 보일러 설치장소변경검사 자체검사 기록서

| 보일러 설치장소변경검사 자체검사 기록서 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 업체명 | | | 대표자 | | 전화번호 | |
| 주소 | | | | | | |
| 기기명 | | 용량 | | 최고사용압력 | MPa(kgf/cm2) | |
| 검사대상기기 관리자명 | | | | 연락처 | | |
| 자체검사내용 | | | | | | |
| 24.2.1 | 개방검사 | | | | 적합 | 부적합 |
| 외부 | 본체의 부식여부, 청소상태, 변형, 설치상태 등 이상여부 | | | | | |
| 내부 | 스케일제거,부식,그을음,용접부결함,퇴적물,균열,변형 등 여부 | | | | | |
| 27.2.1.1 | 수압시험 | | | | 적합 | 부적합 |
| 수압시험압력 | | | MPa(kgf/cm2) | | | |
| 23.2.1.4 | 수압시험방법 | | 규정수압도달 30분후 누수 여부 | | | |

위와 같이 자체검사를 실시하고 이상없음을 확인하고 그 결과를 제출합니다.

검사대상기기 관리자 : (인)

200 . . .

(별지 제6호 서식)

# 압력용기 용접부위도

<table>
<tr><td colspan="2">①기 기 명</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">②용 량</td><td colspan="2">㎥</td></tr>
<tr><td colspan="2">③최고사용압력</td><td colspan="2">MPa{kgf/㎠}</td><td colspan="2">④검사접수번호</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">⑤재 료 명</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">⑥재 료 두 께</td><td colspan="2">㎜</td></tr>
<tr><td rowspan="2">⑦길이이음</td><td>20 %</td><td colspan="2">㎜</td><td rowspan="2">계산근거</td><td>20 %</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>100 %</td><td colspan="2">㎜</td><td>100 %</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">⑧둘레이음</td><td>20 %</td><td colspan="2">㎜</td><td rowspan="2">계산근거</td><td>20 %</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>100 %</td><td colspan="2">㎜</td><td>100 %</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">⑨총길이</td><td>20 %</td><td>㎜</td><td rowspan="2">⑩촬영 매수</td><td>20 %</td><td>매</td><td rowspan="2">⑪교차부위</td><td rowspan="2">개소</td></tr>
<tr><td>100 %</td><td>㎜</td><td>100 %</td><td>매</td></tr>
<tr><td colspan="2">⑫촬영매수 합계</td><td colspan="6">매</td></tr>
<tr><td colspan="8">용접부위<br><br>※ 용접부위를 투시도로 그릴 것</td></tr>
</table>

(별지 제7호 서식)

# 압력용기 자체검사성적서(공작)

| | | | |
|---|---|---|---|
| ①기 기 명 | | ②용 량 | ㎥ |
| ③최고사용압력 | MPa{kgf/㎠} | ④검 사 자 | |
| ⑤검사접수번호 | | ⑥용 접 봉 종 류 | |

| 구 분 | | | | 설계치(㎜) | 최대치(㎜) | 최소치(㎜) | 공차(㎜) | % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 동체 | 형상 | | 안지름 | | | | | |
| | 재질 | | | | | | | |
| | 두께 | | 길이 | | | | | |
| 경판 | 형상 | | 안지름 | | | | | |
| | 재질 | | 높이 | | | | | |
| | 두께 | | 틈A | - | | | | |
| | | | 틈B | - | | | | |
| 뚜껑판 | 형상 | | 안지름 | | | | | |
| | 재질 | | 높이 | | | | | |
| | 두께 | | 틈A | - | | | | |
| | | | 틈B | - | | | | |

위와 같이 자체검사 하였음.

20 . . .

회 사 명 :

대 표 자 : ㊞

(별지 제8호 서식)

# 압력용기 자체검사성적서 (기계적시험)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ①기 기 명 | | | | ②용 량 | | | m³ | |
| ③최고사용압력 | | | MPa{kgf/㎠} | ④검사접수번호 | | | | |
| ⑤재 료 명 | | | | ⑥시험기관 및 시험자 | | | | |
| ⑦재료두께 | | | ⑧용접봉 종 류 | | | ⑨용접자 | | |
| 구 분 | 시 험 편 | | | 시 험 결 과 | | | | |
| | 폭 (㎜) | 두께 (㎜) | 단면적 및 표점거리 (㎟,㎜) | 인장강도 N/㎟ {kgf/㎟} | 신축량 (㎜) | 연신율 (%) | 파단위치 | 결함수 및 크기 (개,㎜) |
| 인장 시험 | | | | | | | 모재 용접부 열영향부 | - |
| 표면 굽힘 시험 | | | | 굽힘각도 180° | | | - | |
| 옆면 굽힘 시험 | | | | 굽힘각도 180° | - | - | - | |
| 뒷면 굽힘 시험 | | | | 굽힘각도 180° | - | - | - | |

위와 같이 자체검사 하였음.

20 . . .

회 사 명 :

대 표 자 : ㊞

(별지 제9호 서식)

# 압력용기 용접검사 자체기록서

| 기 기 명 | | | 용 량 | | m³ |
|---|---|---|---|---|---|
| 최고사용압력 | MPa{kgf/㎠} | | | | |
| 구 분 | 재 료 | 두 께(㎜) | 최대안지름 (㎜) | 길이(㎜) 또는 형성 | 상 태 |
| 동 체 | | | | | 합·부 |
| 경판및관판 | | | | | 합·부 |
| 뚜 껑 판 | | | | | 합·부 |
| 특 기 사 항 | | | | | |
| 자체검사일 | | | 검 사 자 | | |

위와 같이 자체검사 하였음.

20 . . .

회 사 명 :

대 표 자 : ㊞

(별지 제10호 서식)

# 압력용기 설치장소변경검사 자체검사 기록서

| 압력용기 설치장소변경검사 자체검사 기록서 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 업체명 | | | 대표자 | | 전화번호 | |
| 주소 | | | | | | |
| 기기명 | | 용량 | | 최고사용압력 | MPa(kgf/cm2) | |
| 검사대상기기 관리자명 | | | | 연락처 | | |
| 자체검사내용 | | | | | | |
| 50.2.1 | 수압시험 | | | | 적합 | 부적합 |
| 수압시험압력 | | MPa(kgf/cm2) | | | | |
| 47.2.1.3 | 수압시험방법 | 규정수압도달 30분후 누수 여부 | | | | |

위와 같이 자체검사를 실시하고 이상없음을 확인하고 그 결과를 제출합니다.

검사대상기기 관리자 : (인)

200 . . .

(별지 제11호 서식)

# 철 금 속 가 열 로 설 비 개 요 서

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 설치업체 | 상 호 | | 설 립 년 월 일 | |
| | 대표자 | | 사업자등록번호 | |
| | 사무소소재지 | | 전 화 | |
| | 사업장소재지 | | 전 화 | |
| 제조시공업체명 | | | 전 화 | |
| 설 치 년 월 일 | | | | |

| 구 분 | | 신 설 시 | 개 조 시 |
|---|---|---|---|
| 형 식 | | | |
| 가 열 능 력 (t/h) | | | |
| 길 이 × 폭 (m) | | | |
| 내 화 재 규 격 | | | |
| 보 온 재 규 격 | | | |
| 연 료 의 종 류 | | | |
| 연 소 장 치 | 형 식 | | |
| | 용량 MW{Mcal/h} | | |
| | 대 수 | | |
| 송 풍 기 | 형 식 | | |
| | 용량(㎥/min) | | |
| 배열회수장치 (공기예열기) | 종 류 | | |
| | 전열면적(㎡) | | |
| 노 내 운 전 온 도 (K{℃}) | | | |
| 피가열물의 재질 및 치수 | | | |
| 특 기 사 항 | | | |
| | | | |

주 : 개조의 경우 개조전 제반사항은 “신설시”란에, 개조후 제반사항은 “개조시”란에 기재

20 . . .

작성자 직위 성 명 (서명또는인)

(별지 제12호 서식)

# 제조업체 검사시설 보유현황

| 제 조 업 체 명 | | 대 표 자 | |
|---|---|---|---|
| 공 장 소 재 지 | | 전 화 | |

| 구 분 | | 보 유 기 준 | 보유현황 |
|---|---|---|---|
| 검사시설 | 가. 만능재료시험기 | 용량 10 t/h 이상의 것 1대 이상 | |
| | 나. 수압시험기 | 압력 2 ㎫{20 kgf/㎠}이상의 것 3대 이상 | |
| | 다. 수질분석설비 | 산도·경도·염산이온 및 인산이온 분석이 가능한 것 1대 이상 | |
| | 라. 가스분석기 | 3성분($CO$, $CO_2$, $O_2$)이상 분석이 가능한 것 1대 이상 | |
| | 마. 치수측정기 | 버어니어캘리퍼스 및 마이크로미터 1식이상 | |
| | 바. 표면온도계 | 1대 이상 | |
| | 사. 초음파두께측정기 | 1대 이상 | |
| | 아. $CO/CO_2$측정기 | 1대 이상 | |
| | 자. 가스누설검지기 | 1대 이상 | |
| | 차. 기밀시험설비 | 1대 이상 | |
| | 카. 연소효율측정기 | 1대 이상 | |
| | 타. 안전밸브시험기 | 1대 이상 | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 기술인력 | 가. 4년제 대학에서 이공계학과를 졸업한자 또는 이와 동등이상의 학력이 있다고 인정되는 자 또는 국가기술자격법에 의한 열관리기사·기계분야 기사·보일러 기능장 또는 기계분야 기능장 | 2인 이상 | |
| | 나. 고등학교 졸업자 또는 이와 동등이상의 학력이 있다고 인정되는 자 또는 국가기술자격법에 의한 배관·보일러 또는 기계분야 기능사 | 3인 이상 | |
| | 다. 가스분야의 기능사 | 1인 이상 | |
| | 라. 국가기술자격법에 의한 용접기능사 | 3인 이상 | |

에너지이용합리화법 시행규칙 제31조의13 제1항 제4호의 규정에 따라 위와 같이 검사시설 보유현황을 제출합니다.

. . .

업체명

대표자 인

**한국에너지공단 이사장 귀하**

(별지 제13호 서식)

| 제조업종사업장의 계속사용검사 면제신청서 | | | | | 7 일 |
|---|---|---|---|---|---|
| ① 성명 (대표자) | | ② 사업자등록번호 | | | |
| ③ 상호 또는 명칭 | | | | | |
| ④ 사무소소재지 | (전화) | | | | |
| ⑤ 사업소소재지 | (전화) | | | | |
| ⑥ 신 청 내 용 | □보일러( 대) □ 압력용기( 대) | | | | |
| 신 청 기 기 | | | | | |
| 검사증번호 | 기기명 | 형 식 | 용량 (t/h, ㎥, MW{Mcal/h}) | 압력 (MPa{kgf/㎠}) | 유효기간 |
| | | | | | |

에너지이용합리화법 시행규칙 제31조의13 제8항 및 열사용기자재의 검사 및 검사의 면제에 관한 기준 54.1.2항에 따라 검사의 면제를 신청합니다.

년 월 일

신 청 인 (서명 또는 인)

**시 · 도지사 귀하**

| ※구비서류 | 수수료 |
|---|---|
| 가. 사업자등록서 사본 | 없 음 |
| 나. 검사신청일 현재 최근 3년간 사업장 안의 업무상의 재해로 인하여 산업재해보상보험법 제36조 제1항에 따른 보험급여 지급사실이 없는 업체임을 증명하는 무재해사실확인원 | |
| 다. 검사대상기기설치검사증 | |

(별지 제14호 서식)

접수번호 :

| 안전검사 유효기간 연장 인증신청서 | | | 처리기간<br>60일 |
|---|---|---|---|
| ① 사업장명 | | | |
| ② 대 표 자 | | ③사업자등록번호 | |
| ④ 소 재 지 | (전화) | | |
| ⑤ 공 정 명 | | | |

열사용기자재의 검사 및 검사면제에 관한 기준 56.1.3항에 따라 안전검사 유효기간 연장 인증을 신청합니다.

년 월 일

신 청 자 (인)

**한국에너지공단 이 사 장 귀하**

| 구비서류 | 인증심사비 |
|---|---|
| 1. 안전관리 운영보고서 5부.<br>2. 검사대상기기 설치검사증(원본) 각 1부. | 한국에너지공단 업무규정에 따름 |

(별지 제15호 서식)

| Version | |
|---|---|

" 안전검사 유효기간 연장 인증을 위한 "

# 안전관리 운영보고서

년 월 일

( 사 업 장 명 )

* *본 보고서는 귀 사업장의 공정 및 시설의 안전관리에 대한 안전검사 유효기간 연장 인증심사를 위한 자료입니다.*

* *보고서 내용은 단계별 심사시 심사자료로 활용되므로 사실에 근거하여 명확하게 작성되어야 하며, 허위로 작성한 경우에는 인증이 취소가 될 수 있습니다.*

## 안전관리 운영보고서 작성의 원칙

안전관리 운영보고서 작성 목적은 사업장내 공정단위의 자율적 안전관리 운영에 대하여 안전검사 유효기간 연장이 적합함을 입증하기 위한 것이다. 따라서 다음과 같은 원칙에 따라 구체적이고 명확하게 작성하여야 한다.

### ❖ 적절성(Relevance)

인증대상 공정은 검사대상기기를 포함하여 자율적 안전관리 운영 범위 등이 적절하게 포함되도록 인증 경계를 설정하여야 한다. 인증경계는 사업장내 공장, 공정, 검사대상기기 설치장소 등에 따라 달라질 수 있다. 경계를 설정할 때에는 자율적 안전관리 운영에 대한 조직 및 시스템과 같은 관리적 범위와 대상 공정 및 검사대상기기 위치 등 물리적 범위를 충분히 고려하여 결정한다.

### ❖ 완전성(Completeness)

안전관리 운영보고서를 작성할 때에는 인증 경계 내에서 검사대상기기의 안전에 영향을 미치는 모든 연관인자를 포함하여 작성해야 한다. 그리고 이러한 작성과정에서 사용된 모든 관련 정보를 분명하게 제시해야 한다. 현실적으로 기업의 경영관리, 자료의 형태 및 분량, 안전관리 운영시스템 등의 한계 요인으로 인해 보고를 하지 못할 경우에는 이에 대한 이유 및 근거를 분명하게 밝혀야 한다.

### ❖ 일관성(Consistency)

인증 경계, 검사대상기기, 운영시스템, 데이터, 조직 및 인력 등은 안전관리 운영보고서 전반에 걸쳐 일관성 있게 사용되어야 한다. 이러한 일관성은 추가인증과 비교를 가능하게 한다.

### ❖ 투명성(Transparency)

안전관리 운영보고서의 내용에 대한 신뢰성이 확보될 수 있도록 인증 경계, 검사대상기기, 운영 조직 및 시스템, 운영실적 그리고 참고 내용을 문서화하고, 필요한 경우 출처를 공개하며 그 사용 근거와 타당성을 명확하게 기술하여야 한다. 만일 비공개 자료를 이용하였을 경우에는 그 이유를 명확히 기술하여야 한다.

### ❖ 정확성(Accuracy)

안전관리 운영보고서가 과대 또는 과소평가되어 작성되지 않도록 작성과정에서 정확한 자료를 사용하여야 한다. 자료의 출처에 대해 평가하고 가능한 한 시스템상의 등록자료를 활용토록 노력을 기울여야 한다. 따라서 안전관리 운영보고서에는 자료출처에 대한 근거를 제시하여야 한다.

# 목 차

Ⅰ. 일반현황

1. 사업장 개요

2. 공정 개요

Ⅱ. 공정 및 시설 안전관리 현황

1. 인증설비 현황

2. 안전관리 운영현황

3. 운전 및 유지관리 현황

Ⅲ. 교육 및 자격 현황

1. 검사조직

2. 유지・보수 조직

3. 운전관리 조직

4. 검사대상기기 관리자

Ⅳ. 사고 및 예방조치

1. 사고현황

2. 예방조치

Ⅴ. 기 타

1. 안전관리 운영보고서 작성 참여자

# Ⅰ. 일반현황

## 1. 사업장 개요

### 가. 일반현황

| | | | |
|---|---|---|---|
| ① 사업장명 | | | |
| ② 대 표 자 | | ③사업자등록번호 | |
| ④ 소 재 지 | (전화) | | |
| ⑤ 주요 생산품 | | | |
| ⑥ 사업장 연혁 | | | |

### 나. 안전관련 평가현황

| 평 가 명 | 평가기관명 | 평가단위 | 최종 평가일 | 최종평가등급 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 종합적안전관리규정<br>(SMS)확인평가 | | | | | |
| 공정안전보고서<br>(PSM)이행실태 확인평가 | | | | | |

주) 상세내용은 현장심사 평가시 확인

다. 보험가입 현황

| 보험종목 | 보험기간 | 담보내용 | 비 고 |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

라. 사고현황

| No | 사고일 | 해당공정명 | 사고유형 | 피해규모 | | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 인적(명) | 재산(백만원) | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

주) 상세내용은 현장심사 평가시 확인

2. 공정 개요

가. 일반현황

| | | | |
|---|---|---|---|
| ① 공 정 명 | | | |
| ② 가동개시일 | | | |
| ③ 생 산 품 | | | |
| ④ 생산능력 | | | |
| ⑤ 생산실적 | | | |
| ⑥ 검사대상기기 | 보일러 : 대, 압력용기 : 대 | | |
| ⑦ 인증담당자 | 부 서 명 : | 성 명 : | 직 위 : |
| | 전화번호 : | 팩 스 : | |
| | 휴대전화 : | 전자메일 : | |

⑧ 사업장내 인증공정의 경계(배치도 포함)

⑨ 제품생산 공정도 및 설명(간략히)

나. 운영현황

(1) 운영관리 조직(조직도, 역무, 인원, 근무형태 등)

① 생산조직

② 공무조직

(2) 공정 및 설비의 변경관리 체계 및 변경현황(최근 1년 이내)

① 변경관리 체계(개요설명)

② 구역(설비) 변경현황

| 구역(설비)명 | 변경일 | 변경 주요내용 | 변경사유 | 비고 |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

주) 상세내용은 현장심사 평가시 확인

③ 검사대상기기(부대설비 포함) 변경현황

| 기기명 | 검사증번호 | 변경 주요내용 | 변경사유 | 비고 |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

주) 상세내용은 현장심사 평가시 확인

④ 기 타

(3) 시설투자 현황(최근 3년 이내)

① 안정성 향상을 위한 시설투자

| |
|---|
| *※ 검사대상기기 및 주변기기와 관련성이 있는 시설투자 부분에 대하여 작성*<br>*- 작성내용은 투자사업명, 투자사유, 투자주요내용, 사업기간, 투자금액 등을 기재* |

② 효율 향상을 위한 시설투자

| |
|---|
| *※ 검사대상기기 및 주변기기와 관련성이 있는 시설투자 부분에 대하여 작성*<br>*- 작성내용은 투자사업명, 투자사유, 투자주요내용, 사업기간, 투자금액 등을 기재* |

## Ⅱ. 공정 및 시설 안전관리 현황

### 1. 인증설비 현황

| No | 기기명 | 검사증 번호 | 용량 | 최고사 용압력 | 최근 검사일 | 검사 유효기간 | 기기 관리자 (성명) | 안전밸브 | | | | 비고 (ITEM NO) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | 형식 | 개수 | 설정 압력 | 설치 년도 | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

주) 상세내용은 현장심사 평가시 확인

### 2. 안전관리 운영현황

#### 가. 위험도기반검사(RBI) 시스템 운영

(1) 도입 배경 및 시기

(2) 시스템 개요

(3) 조직 및 인력(조직도, 자격, 경력 등)

(4) 위험도기반검사 시스템 평가 절차

(5) 인증설비별 최근 평가결과

① 종합평가 결과

- 검사대상기기 평가율(평가실시 검사대상기기/인증신청 검사대상기기)

- Risk Matrix(평가등급에 따른 점검주기 포함)

② 기기별 평가결과 목록

| No | 기기명 | 검사증 번호 | 평가일 | 구분* | 재료 | 유체 | 설계 온도 | 운전 온도 | 설계 압력 | 운전 압력 | 손상 기구 | 부식률 | 잔여 수명 | 위험 등급 | 비고 (기기관리번호) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

주) 구분 : Shell, Tube, Header 등으로 분리하여 기재

나. 자체검사 운영

(1) 자체검사 개요

(2) 조직 및 인력(조직도, 개인별 자격 및 경력 등)

(3) 자체검사 방법 및 절차

① 절차서 및 지침서 목록

| No | 문 서 명 | 문서관리번호 | 운영부서 | 제정일 | Revision No | 최종 개정일 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |

주) 상세내용은 현장심사 평가시 확인

② 자체검사 절차

③ 검사장비 목록

| No | 장비명 | 모델명 | 구입연도 | 기능 | 교정주기 | 교정방법<br>(자체, 외부) | 최근<br>교정일자 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

주) 상세내용은 현장심사 평가시 확인

④ 협력사 위탁업무 현황(최근 2년 이내)

*※ 협력사별 위탁업무 분야, 계약기간, 위탁 업무내용 등 작성*

주) 상세내용은 현장심사 평가시 확인

(4) 결과처리

① 절차서 및 지침서 목록

| No | 문 서 명 | 문서관리번호 | 운영부서 | 제정일 | Revision No | 최종 개정일 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

주) 상세내용은 현장심사 평가시 확인

② 결과처리 절차

③ 기록관리 항목 및 주요내용

| |
|---|
| *※ 관리시스템 주요화면 붙임 가능* |

## 3. 운전 및 유지관리 현황

### 가. 운전관리

#### (1) 운전관리 개요

#### (2) 조직 및 인력(조직도, 개인별 경력 등)

#### (3) 운전관리 방법 및 절차

① 절차서 및 지침서 목록

| No | 문 서 명 | 문서관리번호 | 운영부서 | 제정일 | Revision No | 최종 개정일 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |

주) 상세내용은 현장심사 평가시 확인

② 점검장비 목록

| No | 장비명 | 모델명 | 구입연도 | 기능 | 교정주기 | 교정방법<br>(자체, 외부) | 최근<br>교정일자 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

주) 상세내용은 현장심사 평가시 확인

③ 기록관리 항목 및 주요내용

| |
|---|
| *※ 관리시스템 주요화면 붙임 가능* |

## 나. 유지・보수관리

### (1) 유지・보수관리 개요

### (2) 조직 및 인력(조직도, 개인별 자격 및 경력 등)

### (3) 유지・보수관리 방법 및 절차

#### ① 절차서 및 지침서 목록

| No | 문 서 명 | 문서관리번호 | 운영부서 | 제정일 | Revision No | 최종 개정일 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |

주) 상세내용은 현장심사 평가시 확인

#### ② 유지・보수관리 절차

#### ③ 기록관리 항목 및 주요내용

*※ 관리시스템 주요화면 붙임 가능*

④ 협력사 위탁업무 현황(최근 2년 이내)

| |
|---|
| *※ 협력사별 위탁업무 분야, 계약기간, 위탁 업무내용 등 작성* |

주) 상세내용은 현장심사 평가시 확인

## Ⅲ. 교육 및 자격 현황

### 1. 검사조직

#### 가. 교육실적(최근 3년간)

| No | 관련분야* | 교육과정명 | 교육주관기관 | 교육인원 | 교육일자<br>(교육일수) | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

주1) 관련분야 : 검사, 부식, 재료, 설계, 용접, 비파괴 등

주2) 상세내용은 현장심사 평가시 확인

#### 나. 자격보유 현황

| No | 성명 | 전공 | 담당업무 | 자 격 명 | 취득년도 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

### 2. 유지・보수 조직

#### 가. 교육실적(최근 1년간)

| No | 관련분야* | 교육과정명 | 교육주관기관 | 교육인원 | 교육일자<br>(교육일수) | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

주) 관련분야 : 정비, 부식, 재료, 설계, 용접 등

나. 자격보유 현황

| No | 성명 | 전공 | 담당업무 | 자 격 명 | 취득년도 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

3. 운전관리 조직

가. 교육실적(최근 1년간)

| No | 관련분야* | 교육과정명 | 교육주관기관 | 교육인원 | 교육일자<br>(교육일수) | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

주) 관련분야 : 공정, 부식, 재료, 설계, 운전 등

나. 자격보유 현황(검사대상기기 관리자 제외)

| No | 성명 | 전공 | 담당업무 | 자 격 명 | 취득년도 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

4. 검사대상기기 관리자

가. 교육실적(최근 3년간)

| No | 관련분야* | 교육과정명 | 교육주관기관 | 교육일자<br>(교육일수) | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

주1) 관련분야 : 공정, 부식, 재료, 설계, 운전, 안전, 효율 등

주2) 상세내용은 현장심사 평가시 확인

나. 자격보유 및 근무현황

(1) 자격 보유현황

| No | 성명 | 전공 | 자 격 명 | 취득년도 | 선임일자 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

(2) 근무현황

| No | 성명 | 입사년도 | 현업무 근무년수 | 담당업무 | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

## Ⅳ. 사고 및 예방조치

### 1. 사고현황(최근 3년 이내 건별로 작성)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 사 고 명 | | | |
| 사고장소 | | | |
| 사고유형 | | 사고일시 | |
| 사고개요 | | | |
| 피해현황 | | | |
| 원인분석 | | | |
| 조치사항 | | | |
| 검사대상기기 관련성 | | | |

주) 상세내용은 현장심사 평가시 확인

## 2. 예방조치

### 가. 절차서 및 지침서 목록

| No | 문 서 명 | 문서관리번호 | 운영부서 | 제정일 | Revision No | 최종 개정일 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |

주) 상세내용은 현장심사 평가시 확인

### 나. 교육실적

| No | 관련분야* | 교육과정명 | 교육주관기관 | 교육인원 | 교육일자<br>(교육일수) | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |

주) 관련분야 : 소방, 가스, 전기, 안전, 에너지 등

## Ⅴ. 기 타

### 1. 안전관리 운영보고서 작성 참여자

| 성 명 | 부 서 | 직 위 | 연락처 | 보고서 작성항목 | 비 고 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

(별지 제16호 서식)

발급번호 :

# 안전검사 유효기간 연장 인증서

| | | | |
|---|---|---|---|
| ① 사업장명 | | | |
| ② 대 표 자 | | ③사업자등록번호 | |
| ④ 소 재 지 | (전화) | | |
| ⑤ 공 정 명 | | | |

귀 사에서 신청한 위 공정이 열사용기자재의 검사 및 검사면제에 관한 기준 56.2항에 의해 인증되었음을 확인하며, 첨부와 같이 신청 검사대상기기의 안전검사 유효기간을 연장합니다.

년 월 일

**한국에너지공단 이 사 장**

첨부서류 : 검사대상기기 설치검사증(원본) 각 1부.

(별지 제17호 서식)

# 부적합보고서

| 사업장명 | | 접수번호 | |
|---|---|---|---|
| 공 정 명 | | 심사일자 | |
| 적용기준 | 열사용기자재의 검사 및 검사면제에 관한 기준 | | |
| 일련번호 | 평가항목 | 부적합 내용 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

년 월 일

평가반장 : (서명) 신청자 : (서명)

(별지 제18호 서식)

# 시정조치 계획서

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 사업장명 | | | 접수번호 | | |
| 공 정 명 | | | 심사일자 | | |
| 작 성 자<br>소 속 | | 성 명 | | 연락처 | |

| 일련번호 | 부적합 내용 | 시정조치 계획 | 완료예정일 |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

위와 같이 안전검사 유효기간 연장 인증심사에서 지적된 부적합사항의 시정조치계획서를 제출합니다.

년 월 일

신 청 자 : (인)

**한국에너지공단 이 사 장 귀하**

(별지 제19호 서식)

# 시정조치 결과보고서

□ 사업장 정보

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 사업장명 | | | 접수번호 | | |
| 공 정 명 | | | 심사일자 | | |
| 작 성 자<br>소 속 | | 성 명 | | 연락처 | |
| 시정조치 완료일 | 년 월 일 | | | | |

안전검사 유효기간 연장 인증심사에서 지적된 부적합사항에 대한 시정조치를 완료하고 시정조치 결과보고서를 제출합니다.

년 월 일

신 청 자 : (인)

**한국에너지공단 이사장 귀하**

□ 시정조치

| 일련번호 | 부적합 내용 | 시정조치 |
|---|---|---|
| | | ○ 원인<br>-<br><br>○ 시정<br>-<br><br>○ 재발방지대책<br>-<br><br>○ 증빙서류 목록<br>- |

첨부 : 증빙서류

(별지 제20호 서식)

# 문서심사 신청서

※ [ ]에 해당되는 곳에 √표를 합니다. 접수번호와 접수일은 신청인이 적지 않습니다.

| 접수번호 | 접수일 | 처리기간 30일 |
|---|---|---|

| | |
|---|---|
| ①신청구분 | [ ] 등록심사 [ ] 갱신심사 [ ] 제품추가심사 [ ] 변경심사 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ②회사현황 | 법인명<br>(업체명) | | 대표자<br>성명 | 사업자<br>등록번호 |
| | 소재지 | 본사 | | 전화번호 |
| | | | | 팩스번호 |
| | | 신청 사업장명 :<br>사업장 | | 전화번호 |
| | | | | 팩스번호 |
| | 설립 연월일 | | 신청 사업장 규모<br>대지 : ㎡ / 건물 : ㎡ | |
| | 상시근로종업원수 명 | | 공정자동화율(자동화공정/전체공정) % | |
| | 주요 생산제품 | | 설비자동화율(자동화설비/전체설비) % | |
| | 보유<br>인증 | [ ] 양산품 제조검사 면제<br>[ ] ISO9001 인증 유효기간 ( . . . ~ . . . )<br>[ ] ASME 인증 유효기간 ( . . . ~ . . . ) / 인증 범위 _____<br>[ ] 기타 인증 취득현황 : _____ | | |
| ③등록신청<br>제품목록 | 1. 구분 / 모델명 / 용량 / 설계압력 MPa<br>2.<br>3. | | | |
| ④기존등록<br>제품목록 | 등록번호 : / 유효기간 ____. ___. ___. ~ ____. ___. ___.<br>1. 구분 / 모델명 / 용량 / 설계압력 MPa<br>2.<br>3. | | | |
| ⑤주요제조<br>설비/공정 | 1.<br>2.<br>3. | | | |
| ⑥심사대응<br>담당자 | 이름 / 직책 | | | |
| | 전화번호 / 전자우편 | | | |
| ⑦수입업자 | 법인명 | | 대표자<br>성명 | 사업자<br>등록번호 |
| | 소재지 | | | 전화번호 |
| | | | | 전자우편 |

에너지이용합리화법 시행규칙 제31조의13에 따른 「동일 제품 반복 생산에 따른 제조검사 면제」를 위한 문서심사를 신청합니다.

년 월 일

신청인 (서명 또는 인)

**한국에너지공단 이사장** 귀하

210㎜ × 297㎜ [ 백상지 80g/㎡ 또는 중질지 80g/㎡ ]

## 첨 부 서 류

| | | |
|---|---|---|
| ⑧첨부서류 | 1. 품질 관리 시스템 설명자료 1부.<br>2. 제품 유형별 기술문서 각 1부.<br>3. 제조업자의 사업자등록증 사본 1부.<br>(해외제조자의 경우 제조국의 정부로부터 받은 사업자 증명)<br>4. (해당되는 경우) 수입업자의 사업자등록증 사본 1부. | 수수료<br>에너지이용합리화법<br>제58조에 따라 정하는 수수료 |

## 작성방법 및 유의사항

① 신청구분란에는 등록의 과정 중 신청하고자 하는 심사의 종류에 √표를 합니다.
처음 신청하는 경우 등록심사를 먼저 받아야 합니다.
심사의 종류에 대한 세부사항은 고시를 참조할 수 있습니다.

② 회사현황의 보유인증란에는 양산품 제조검사 면제를 신청하고자 하는 제품의 생산공정과 관련하여 보유하고 있는 인증을 해당 보유란에 모두 √표를 하고, 인증의 유효기간을 기재합니다. ASME 인증의 인증 범위란에는 보일러, 압력용기, 배관류 등으로 구분하여 기재합니다. 여러 범위에 대해서 모두 인증 받은 경우 해당 범위를 모두 기재합니다.

③ 등록신청 제품목록을 아래의 형식에 따라 기재합니다.
- 갱신심사이면서 추가등록제품이 없이 기존 제품에 대해서만 등록 유효기간을 연장하고자 하는 경우 이 란은 기재하지 않습니다.
- 구분란에는「증기보일러」,「온수보일러」「기타보일러」또는「압력용기」중 해당되는 항목
- 모델명은 신청인이 명명한 제품의 모델명
- 용량은 다음을 기준으로 기재하고, 값 뒤에 다음의 항목을 참조하여 단위를 반드시 기재
  ☞ 증기를 발생시키는 보일러,의 경우 유효증발량을 기준으로 한 설계용량을「t/h」단위로 기재
  ☞ 온수나 기타 보일러의 경우 유효출열량을 기준으로 한 설계용량을「MW」단위로 기재
  ☞「압력용기」의 경우 내용적을 기준으로「㎥」단위로 기재
- 설계압력이란 최고사용압력을 말합니다.

④ 갱신심사로써 기존에 등록된 제품이 있는 경우 기재합니다.
- 등록번호는 한국에너지공단이 사업장 단위로 등록시 부여하는 등록증서의 일련번호
- 이하 기재란은 ③항의 기재 내용을 참고하십시오.

⑤ 주요 제조설비/공정란에는 등록 신청 대상 제품과 관련하여 자동용접기 등 제품의 품질에 주요한 영향을 미치는 핵심 설비 또는 공정을 기재합니다. 내용은 자유롭게 기재할 수 있으나 설비의 형식 명칭과 함께 주요 제원을 함께 기재해 주십시오.

⑥ 심사의 진행과 관련하여 자료의 요구, 보완 등에 대응할 수 있는 핵심 실무 담당자를 기재하여 주십시오.

⑦ 해외에서 수입되는 제품의 경우로 해당 제품의 수입 또는 국내 유통에 대해 수입업자가 관계되는 경우에는 관련사항을 기재하여 주십시오.

⑧ 첨부서류는 작성 전 반드시 한국산업표준의 내용을 이해하고 심사의 요건에 맞도록 자료를 작성하여야 합니다.

## 처 리 절 차

| 신청서 | ➔ | 접수 | ➔ | 문서심사 | ➔ | 결재 | ➔ | 전산에 결과 등재<br>(부적합시 심사보고서 발행) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

※ 문서심사 결과에 따른 보완요청이 있을 수 있으며, 2회의 보완까지는 수수료 없이 진행가능

처리기관 : 한국에너지공단

(별지 제21호 서식)

# 현장심사 신청서

※ [ ]에 해당되는 곳에 √표를 합니다. 접수번호와 접수일은 신청인이 적지 않습니다.

| 접수번호 | 접수일 | 처리기간 30일 |
|---|---|---|
| 신청구분 | [ ] 등록심사 [ ] 갱신심사 [ ] 재심사 [ ] 제품추가심사 [ ] 변경심사 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 회사일반 | 법인명<br>(업체명) | | 대표자<br>성명 | 사업자<br>등록번호 |
| | 소재지 | 본사 | | 전화번호 |
| | | | | 팩스번호 |
| | | 신청 사업장명 :<br>사업장 | | 전화번호 |
| | | | | 팩스번호 |
| 등록신청<br>제품목록 | 1. 구분 / 모델명 / 용량 / 설계압력 MPa<br>2.<br>3. | | | |
| 기존등록<br>제품목록 | 등록번호 : / 유효기간 ____. ___. ___. ~ ____. ___. ___.<br>1. 구분 / 모델명 / 용량 / 설계압력 MPa<br>2.<br>3. | | | |
| 심사<br>희망일자 | ____. ___. ___. (착수일 기준) | | 문서신청<br>접수번호 | |
| 심사대응<br>담당자 | 이름 / 직책 | | | |
| | 전화번호 / 전자우편 | | | |
| 수입업자 | 법인명 | | 대표자<br>성명 | 사업자<br>등록번호 |
| | 소재지 | | | 전화번호 |
| | | | | 전자우편 |

에너지이용합리화법 시행규칙 제31조의13에 따른 「동일 제품 반복 생산에 따른 제조검사 면제」를 위한 현장심사를 신청합니다.

년 월 일

신청인 (서명 또는 인)

**한국에너지공단 이사장** 귀하

**첨 부 서 류**

| | | |
|---|---|---|
| 첨부서류 | 없음 | 수수료<br>에너지이용합리화법 제58조에 따라 정하는 수수료 |

**처 리 절 차**

| 신청서 | ➔ | 접수 | ➔ | 현장심사 | ➔ | 결재 | ➔ | 심사보고서 및<br>면제확인서 발급 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

처리기관 : 한국에너지공단

210㎜ × 297㎜ [ 백상지 80g/㎡ 또는 중질지 80g/㎡ ]

(별지 제22호 서식)

# 사후관리 신청서

※ [ ]에 해당되는 곳에 √표를 합니다. 접수번호와 접수일은 신청인이 적지 않습니다.

| 접수번호 | 접수일 | 처리기간 30일 |
|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 회사일반 | 법인명<br>(업체명) | | 대표자<br>성명 | 사업자<br>등록번호 |
| | 소재지 | 본사 | | 전화번호 |
| | | | | 팩스번호 |
| | | 신청 사업장 | 사업장명 : | 전화번호 |
| | | | | 팩스번호 |
| 등록된<br>제품목록 | 등록번호 : / 유효기간 ____. ___. ___. ~ ____. ___. ___.<br>1. 구분 / 모델명 / 용량 / 설계압력 MPa<br>2.<br>3. | | | |
| 사후관리<br>희망일자 | ____. ___. ___. (착수일 기준) | | | |
| 심사대응<br>담당자 | 이름 / 직책 | | | |
| | 전화번호 / 전자우편 | | | |
| 수입업자 | 법인명 | | 대표자<br>성명 | 사업자<br>등록번호 |
| | 소재지 | | | 전화번호 |
| | | | | 전자우편 |

에너지이용합리화법 시행규칙 제31조의13에 따른 「동일 제품 반복 생산에 따른 제조검사 면제」의 유지를 위한 사후관리를 신청합니다.

년 월 일

신청인 (서명 또는 인)

**한국에너지공단 이사장** 귀하

**첨 부 서 류**

| | | |
|---|---|---|
| 첨부서류 | 양산품 제조검사 면제확인서 사본 1부. | 수수료<br>에너지이용합리화법 제58조에 따라 정하는 수수료 |

**처 리 절 차**

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 신청서 | ➔ | 접수 | ➔ | 사후관리 | ➔ | 결재 | ➔ | 심사보고서 제출 |

처리기관 : 한국에너지공단

210㎜ × 297㎜ [ 백상지 80g/㎡ 또는 중질지 80g/㎡ ]

(별지 제23호 서식)

**등록번호 호**

# 양산품 제조검사 면제확인서

1. 상호 또는 명칭 :

2. 사업장 소재지 :

3. 유효기간 : 0000년 00월 00일부터 0000년 00월 00일까지

4. 등록제품 목록

| No | 형식 | 모델명 | 용량 | 설계압력 | 설계온도 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

에너지이용합리화법 시행규칙 제31조의13에 따라 위 사업장 및 대상 제품이 「동일 제품 반복 생산에 따른 제조검사 면제」대상임을 확인합니다.

년 월 일

**한국에너지공단 이사장** 직인

210㎜ × 297㎜ [ 백상지 120g/㎡ ]

(별지 제24호 서식)

# 심사결과 이의신청서

□ 신청사업장명 :

□ 심사구분 : [ ]등록(갱신) [ ]사후관리 [ ]변경 [ ]제품추가

□ 심사기간(현장) : 0000년 00월 00일 ~ 0000년 00월 00일

□ 이의 신청 내용 및 사유

위 사업장은「동일 제품 반복 생산에 따른 제조검사 면제」심사의 결과에 대하여 이의신청서를 제출합니다.

제출일 : 년 월 일

대표이사 (직인)

**한국에너지공단이사장 귀하**

첨 부 :

210㎜ × 297㎜ [ 백상지 80g/㎡ 또는 중질지 80g/㎡ ]

(별지 제25호 서식)

# 내부 검사원 [ ] 등록 / [ ] 변경 신고서

※ [ ]에 해당되는 곳에 √표를 합니다. 접수번호와 접수일은 신청인이 적지 않습니다.

| 접수번호 | 접수일 | 처리기간 즉시 |
|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 회사일반 (신청인) | 법인명 (업체명) | | 대표자 성명 | 사업자 등록번호 |
| | 소재지 | 본사 | | 전화번호 |
| | | | | 팩스번호 |
| | | 신청 사업장 사업장명 : | | 전화번호 |
| | | | | 팩스번호 |

| | | |
|---|---|---|
| 내부 검사원 | 이름 / 직책 / 생년월일 | |
| | 전화번호 / 전자우편 | |
| | 보유 자격 | 1.<br>2.<br>3. |
| | 경력 사항 | 1.<br>2.<br>3. |

| 등록 취소된 내부 검사원(해당하는 경우) | | |
|---|---|---|
| 등록취소 내부검사원 | 이름 / 직책 / 생년월일 | |
| | 해임사유 : [ ] 퇴사 [ ] 담당업무 변경 [ ] 기타 | |

「에너지이용합리화법」 시행규칙 제31조의13에 따른 「동일 제품 반복 생산에 따른 제조검사 면제」를 위한 내부 검사원의 등록 또는 변경사항을 신고합니다.

년 월 일

신청인 (서명 또는 인)

**한국에너지공단 이사장** 귀하

| 첨 부 서 류 | | |
|---|---|---|
| 첨부서류 | 없음 | 수수료<br>없음 |

210㎜ × 297㎜ [ 백상지 80g/㎡ 또는 중질지 80g/㎡ ]

(별지 제26호 서식)

# 캐스케이드 보일러 자체검사 기록서

| 캐스케이드 보일러 자체검사 기록서 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 업체명 | | | 대표자 | | 전화번호 | |
| 주소 | | | | 자체검사 일시 | | |
| 기기명 | | 용량 | | 최고사용압력 | MPa(kgf/cm2) | |
| 캐스케이드 보일러 시공사 | | | | 연락처 | | |
| 자체검사내용 | | | | | | |
| 22.8.4(1) | 캐스케이드 연통 연막시험 | | | | 적합 | 부적합 |
| 시험방법 | KGS GC209 2.3.3.3에 따른 연막시험 결과 이상 여부 | | | | | |
| 22.8.5 | 금속 이중관형 연돌 연막시험 | | | | 적합 | 부적합 |
| 시험방법 | KGS GC209 2.5.3.8 및 2.5.3.9에 따른 연막시험 결과 이상여부 | | | | | |
| 위와 같이 자체검사를 실시하고 이상없음을 확인하고 그 결과를 제출합니다.<br><br>캐스케이드 보일러 시공자 : (인)<br>20 . . . | | | | | | |

[참고자료 1]

# 에너지열량환산기준

1. 총발열량 기준

| 에너지원 | 단위 | 총발열량 | | 석유환산계수 |
|---|---|---|---|---|
| | | ㎉ | MJ 환산 | |
| 원 유 | kg | 10,750 | 45.0 | 1.075 |
| 휘 발 유 | ℓ | 8,000 | 33.5 | 0.800 |
| 실 내 등 유 | ℓ | 8,800 | 36.8 | 0.880 |
| 보일러등유 | ℓ | 8,950 | 37.5 | 0.895 |
| 경 유 | ℓ | 9,050 | 37.9 | 0.905 |
| B - A유 | ℓ | 9,300 | 38.9 | 0.930 |
| B - B유 | ℓ | 9,650 | 40.4 | 0.965 |
| B - C유 | ℓ | 9,900 | 41.4 | 0.990 |
| 프 로 판 | kg | 12,050 | 50.4 | 1.205 |
| 부 탄 | kg | 11,850 | 49.6 | 1.185 |
| 나 프 타 | ℓ | 8,050 | 33.7 | 0.805 |
| 용 제 | ℓ | 7,950 | 33.3 | 0.795 |
| 항 공 유 | ℓ | 8,750 | 36.6 | 0.875 |
| 아 스 팔 트 | kg | 9,900 | 41.4 | 0.990 |
| 윤 활 유 | ℓ | 9,250 | 38.7 | 0.925 |
| 석 유 코 크 | kg | 8,100 | 33.9 | 0.810 |
| 부생연료1호 | ℓ | 8,850 | 37.0 | 0.885 |
| 부생연료2호 | ℓ | 9,700 | 40.6 | 0.970 |
| 천연가스(LNG) | kg | 13,000 | 54.5 | 1.300 |
| 도시가스(LNG) | N㎥ | 10,550 | 44.2 | 1.055 |
| 도시가스(LPG) | N㎥ | 15,000 | 62.8 | 1.500 |
| 국 내 무 연 탄 | kg | 4,650 | 19.5 | 0.465 |
| 수 입 무 연 탄 | kg | 6,550 | 27.4 | 0.655 |
| 유연탄(연료용) | kg | 6,200 | 26.0 | 0.620 |
| 유연탄(원료용) | kg | 7,000 | 29.3 | 0.700 |
| 아 역 청 탄 | kg | 5,350 | 22.4 | 0.535 |
| 코 크 스 | kg | 7,050 | 29.5 | 0.705 |
| 전 력 | ㎾h | 2,150 | 9.0 | 0.215 |
| 신 탄 | kg | 4,500 | 18.8 | 0.450 |

비고 1. "총발열량"이라 함은 연료의 연소과정에서 발생하는 수증기의 잠열을 포함한 발열량을 말한다.
2. "석유환산계수"라 함은 에너지원별 발열량을 1㎏ = 10,000㎉로 환산한 값을 말한다.
3. 최종에너지사용기준으로 전력량을 환산하는 경우에는 1㎾h = 860㎉를 적용한다.
4. 에너지원별 실측결과는 50㎉에서 반올림한다.
5. 석탄의 발열량은 인수(引受)식 기준을 적용하여 측정한다.
6. 1㎈ = 4.1868J로 한다.
7. MJ = $10^6$J로 한다.
8. N㎥은 0℃, 1기압 상태의 체적을 말한다.

2. 순발열량 기준

| 제 품 | 단위 | 순발열량 | | 석유환산계수 |
|---|---|---|---|---|
| | | ㎉ | MJ 환산 | |
| 원 유 | kg | 10,100 | 42.3 | 1.010 |
| 휘 발 유 | ℓ | 7,400 | 31.0 | 0.740 |
| 실 내 등 유 | ℓ | 8,200 | 34.3 | 0.820 |
| 보일러등유 | ℓ | 8,350 | 35.0 | 0.835 |
| 경 유 | ℓ | 8,450 | 35.4 | 0.845 |
| B - A유 | ℓ | 8,750 | 36.6 | 0.875 |
| B - B유 | ℓ | 9,100 | 38.1 | 0.910 |
| B - C유 | ℓ | 9,350 | 39.1 | 0.935 |
| 프 로 판 | kg | 11,050 | 46.3 | 1.105 |
| 부 탄 | kg | 10,900 | 45.7 | 1.090 |
| 나 프 타 | ℓ | 7,450 | 31.2 | 0.745 |
| 용 제 | ℓ | 7,350 | 30.8 | 0.735 |
| 항 공 유 | ℓ | 8,200 | 34.3 | 0.820 |
| 아 스 팔 트 | kg | 8,350 | 39.1 | 0.835 |
| 윤 활 유 | ℓ | 8,650 | 36.2 | 0.865 |
| 석 유 코 크 | kg | 7,850 | 32.9 | 0.785 |
| 부생연료1호 | ℓ | 8,350 | 35.0 | 0.835 |
| 부생연료2호 | ℓ | 9,200 | 38.5 | 0.920 |
| 천연가스(LNG) | kg | 11,750 | 49.2 | 1.175 |
| 도시가스(LNG) | N㎥ | 9,550 | 40.0 | 0.955 |
| 도시가스(LPG) | N㎥ | 13,800 | 57.8 | 1.380 |
| 국 내 무 연 탄 | kg | 4,600 | 19.3 | 0.460 |
| 수 입 무 연 탄 | kg | 6,400 | 26.8 | 0.640 |
| 유연탄(연료용) | kg | 5,950 | 24.9 | 0.595 |
| 유연탄(원료용) | kg | 6,750 | 28.3 | 0.675 |
| 아 역 청 탄 | kg | 5,000 | 20.9 | 0.500 |
| 코 크 스 | kg | 7,000 | 29.3 | 0.700 |
| 전 력 | kWh | 2,150 | 9.0 | 0.215 |
| 신 탄 | kg | - | - | - |

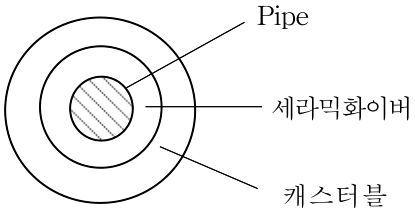
비고 1. "순발열량"이라 함은 총발열량에서 수증기의 잠열을 제외한 발열량을 말한다.
2. "석유환산계수"라 함은 에너지원별 발열량을 1kg = 10,000㎉로 환산한 값을 말한다.
3. 최종에너지사용기준으로 전력량을 환산하는 경우에는 1kWh = 860 ㎉를 적용한다.
4. 에너지원별 실측결과는 50㎉에서 반올림한다.
5. 석탄의 발열량은 인수(引受)식 기준을 적용하여 측정한다.
6. 1㎉ = 4.1868J로 한다.
7. MJ = $10^6$J로 한다.
8. N㎥은 0℃, 1기압 상태의 체적을 말한다.

[참고자료 2]

# 에너지절약을 위한 철금속가열로 작업표준 및 기대효과

## < 설비개선 방안 >

1. 유효로장을 여건이 허락하는 한 연장하도록 개선한다. (최저 노상부하 600 ㎏/㎡h)
   : 유효로장 1 m 연장에 1.5~1.8 % 연료원단위 감소($5\times10^3$ ~ $8\times10^3$ ㎉/t)예상
2. 노 하부의 스케일 추출구멍의 필요없는 공간을 폐쇄하는 등 침입공기의 방지를 위하여 노체의 기밀도 개선에 노력한다.
   : 약 $2\times10^3$ ㎉/t 의 연료절감 예상
3. 저공기비 자동제어 실시에 만전을 기한다.
   : 배가스 산소농도를 1 % 감소시킴으로써 연료원단위 5.7 % 감소예상, 이때 노 본체 출구가스 온도가 1,173 K{900 ℃}라면 약 $20\times10^3$ ㎉/t 절감 가능
4. 노내 스킷트 수냉파이프의 이중단열 시공을 하여 조업한다.




   : 수냉손실 열량의 47 %를 삭감시킬 수 있어서 약 $25\times10^3$ ㎉ 의 절약효과 예상
5. 세라믹화이버에 의한 노벽단열을 강화한다.
   : 노체 방산열의 20~30 % 감소 가능($1\times10^3$ ㎉/t 감소)
6. 이중 장입문을 설치하여 열손실의 최소화한다.
   : 약 $5\times10^3$ ㎉/t의 연료원단위 감소 예상

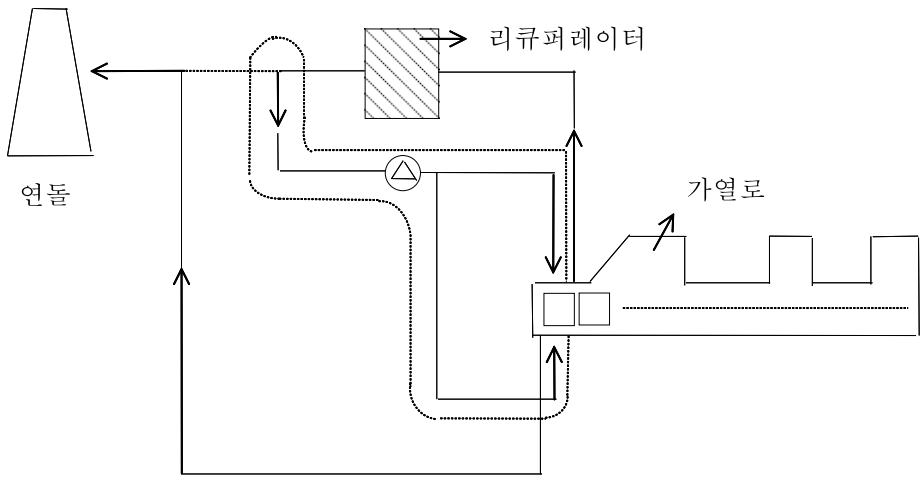
## < 조업개선 방안 >

1. 적정한 저온추출온도를 설정하여 조업한다.
   : 추출온도 저하 10 K{℃}, $4\times10^3$~$5\times10^3$ ㎉/t의 감소효과 예상
2. 장입재의 강종 형상치수의 변동을 감소시키기 위하여 장입계획을 수립, 조업의 안정화를 기한다.
3. 스라브의 장입간격을 170 ㎜에서 40 ㎜정도로 좁히도록 노력한다.
   : 장입강재량의 증가에 의해 노중에 체재하는 시간의 연장으로 열효율을 향상시킬 수 있다.
4. 가열패턴을 최적화하여 버어너의 적절한 소화・점화 등 간인(間引)조업을 실시한다.
   : 약 $50\times10^3$ ㎉/t 절약효과 예상

< 폐열활용 대책 >

1. 공기예열량 리큐퍼레이터의 설치, 증강 및 폐열회수 효율 향상을 위한 유지, 관리를 철저히 한다.
   : 연료절감율 36 %(약 $15\times10^3$ ㎉/t 절약)
2. 가스연료 사용시 가스예열용 리큐퍼레이터를 설치하여 적극 활용한다.
3. 배가스분류 예열장치의 도입에 최선을 다한다.
   : 연료절약율 약 20~30 % 가능

* 배가스분류 예열장치 : 고온흡인 분류 송풍기에 의하여 배가스를 노내로 다시 흡입시켜 장입강재를 효과적으로 예열




4. 스라브 냉각보일러의 설치로 폐열활용에 적극성을 갖는다.
   : 약 $40\times10^3$ ~ $50\times10^3$㎉/t-slab의 폐열회수 가능
5. 열간장입에 최선을 다한다.
   : 623 K{350 ℃}의 강재를 25 %정도 장입하므로서 $25\times10^3$㎉/t 절감가능