

KOSHA GUIDE

D - 20 - 2017

위험물질 저장·취급 화학설비의  
고무라이닝에 관한 기술지침

2017. 10.

한국산업안전보건공단

## 안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 김 재 현
- 개정자 : 연구원 화학물질센터 한인수
- 개정자 : 광주지역본부 중대산업사고예방 기술지원부(여수) 이 만 재

### ○ 제·개정 경과

- 1996년 6월 화학안전분야 기준제정위원회 심의
- 1996년 8월 총괄기준제정위원회 심의
- 2002년 2월 화학안전분야 기준제정위원회 심의
- 2002년 3월 총괄기준제정위원회 심의
- 2012년 7월 총괄제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)
- 2017년 9월 화학안전분야 제정위원회 심의(개정)

### ○ 관련 규격 및 자료

- 미국 ASTM
- 영국 BS 6374 PT5
- KS M 6691

### ○ 기술지침의 적용 및 문의

- 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지([www.kosha.or.kr](http://www.kosha.or.kr))의 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
- 동 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 교정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2017년 10월 11일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

## 위험물질 저장·취급 화학설비의 고무라이닝에 관한 기술지침

### 1. 목적

이 지침은 부식에 의해 위험물질의 누출 방지를 위한 위험물질 저장·취급 화학설비의 고무라이닝 작업에 필요한 사항을 제시하는데 그 목적이 있다.

### 2. 적용범위

이 지침은 화학설비 및 그 부속설비의 부식을 방지하기 위하여 내부에 고무라이닝을 하는 경우에 한하여 적용한다.

### 3. 정의

(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

- (가) “번짐(Bleeding)”이라 함은 고무의 화학성분이 위험물질 저장·취급 화학설비 내부에서 취급되는 화학물질로 녹아 들어가는 현상을 말한다.
- (나) “겹수(Plies)”라 함은 고무판을 제작하는 공장에서 얇은 고무판을 서로 덧붙여 하나의 라이닝용 고무판을 제작하기 위하여 사용된 얇은 고무판의 수를 말한다.
- (다) “층수(Layers)”라 함은 필요한 라이닝 두께를 얻기 위하여 화학설비 내부에 시공하는 라이닝용 고무판의 수를 말한다.
- (라) “경화”라 함은 사용하고자 하는 온도범위에서 탄성 상태가 유지되도록 고무의 물리·화학적 성질을 변환시키는 과정을 말한다.

(2) 기타 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 정의하는 바에 따른다.

#### 4. 화학설비의 구조

라이닝할 본체의 구조는 아래의 규정사항에 주의하여 제작하여야 한다.

- (1) 라이닝 하고자 하는 화학설비는 작업자가 용이하게 작업할 수 있도록 맨홀 또는 분리가 가능한 뚜껑(이하 "맨홀 등"이라 한다)이 있어야 하며, 표면처리 및 접착제를 사용할 때 발생하는 유해가스 등을 충분히 환기시킬 수 있는 구조로 제작되어야 한다.
- (2) 용접이 필요한 모든 부속물은 라이닝 하기 전에 장착되어 있어야 하며, 라이닝 후 또는 라이닝 중에는 해당 화학설비의 내·외부 표면에 용접 등 화기작업을 하여서는 안된다.
- (3) 화학설비의 내용물을 용기의 바깥 쪽에서 가열하도록 된 구조의 것은 고무의 접착면이 고온으로 가열되면 고무가 박리되거나 부풀게 되는 원인이 되기 때문에 가열장치는 라이닝 표면으로부터 100mm이상 이격하여 설치하여야 한다. 또한 증기를 불어넣을 때에는 라이닝 표면에 직접 증기가 닿지 않도록 한다.
- (4) 외부와 연결되는 모든 노즐은 플랜지식이어야 한다.
- (5) 라이닝 작업은 사람 손에 의한 작업이므로 구조는 될 수 있는 대로 간단해야 하고, 라이닝할 부분에는 가공 시에는 반드시 손이 닿을 수 있어야 하여 직접 눈으로 볼 수 있도록 분할구조이어야 한다, 다만 관류는 그렇지 않다.
- (6) 사용 중에 손상되기 쉬운 부분은 본체에서 들어내어 교환하기 쉽고, 보수 점검 및 수리가 용이한 구조로 한다.
- (7) 라이닝하는 화학설비는 단순하여야 하고, 보강을 필요로 하는 경우에는 라이닝을 하지 않은 면에 보강물을 부착하여야 한다.
- (8) 화학설비 내부에서 살수관이나 다공관 등을 설치하는 경우에는 라이닝작업이 불안정하여 사용 중 문제발생 가능성이 높고, 수리가 힘들므로 분할 구조 설계가 바람직하다.
- (9) 라이닝에 기계적 강도를 필요로 하는 경우 에는 라이닝된 부분에 나사 가공부 등을 설치하지 않도록 주의하여야 한다.
- (10) 라이닝 하고자 하는 화학설비로서 특히 경질 고무를 라이닝으로 사용 하는 것은 수송이나 조립, 설치 공사 및 사용 중에 반복 변형으로 균열 등의 사고가 생기기 쉬우므로 충분한 강성을 갖도록 하여야 한다.

- (11) 라이닝하는 관체 및 기기의 치수, 평행도, 직각도, 진원도, 동심도, 진직도, 평면도 및 회전체와의 조정 등은 라이닝 전의 관체의 상태에 있어서 충분히 주의하여 제작하여야 한다.

<표 1> 맨홀의 크기 및 개수 최저 한도

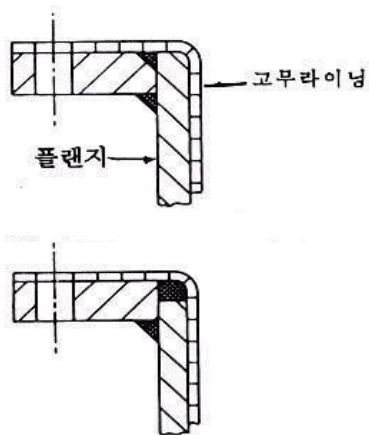
관체용량(m³)	세로형 관체			가로형 관체		
	맨홀의 지름(mm)	맨홀 부착 위치와 수		맨홀의지름 (mm)	맨홀 부착 위치와 수	
		몸체	천장		몸체	경(鏡)
50~100미만	500	2	1	500	1	2
100~600만	600	2	1	600	1(a)	2
600이상	600	3	1	600	2	2
(a) : 탱크용량이 클 때에(a)는 2개이상으로 할 것						

## 5. 화학설비의 시험

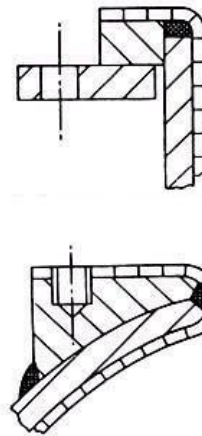
라이닝 하고자 하는 화학설비가 압력용기에 해당하는 경우에는 라이닝 작업전 압력 용기 안전인증기준 및 검사기준에 의하여 인증 및 검사를 하여야 한다.

## 6. 화학설비의 라이닝

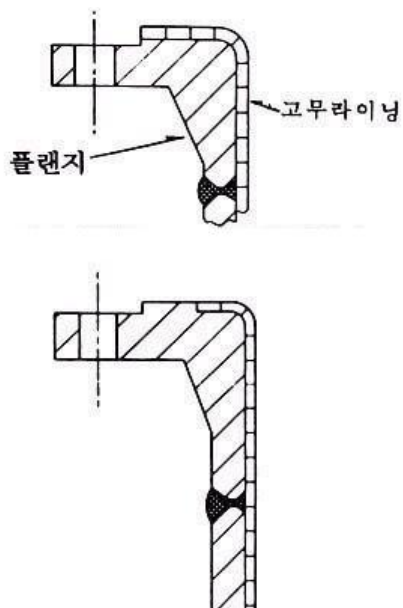
- (1) 라이닝 하고자 하는 화학설비의 내용물과 접촉하는 모든 부위는 라이닝 되어야 한다.
- (2) 모든 플랜지, 맹판 및 맨홀 뚜껑들은 플랜지의 접촉면까지 라이닝 되어야 한다.



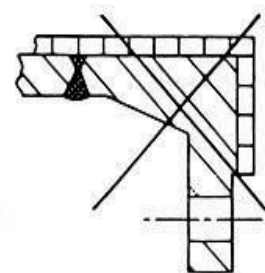
<그림 1> 적절하게 라이닝된 평면 플랜지의 예



<그림 2> 적절하게 라이닝된 랩 조인트 및 패드 플랜지의 예



<그림 3> 적절하게 라이닝된 돌출 플랜지의 예

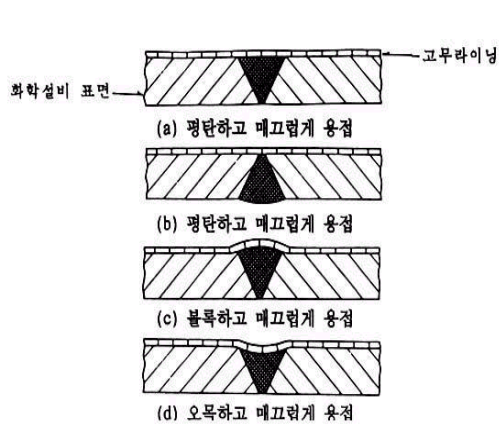


<그림 4> 부적절하게 라이닝된 돌출 플랜지의 예

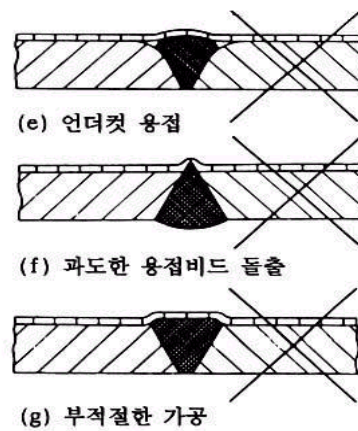
## 7. 화학설비의 용접

용접 부분은 가교 조작에 의하여 부풀어 오르거나 사이가 뜨는 결함이 고무면에 나타나기 쉬우므로 용접작업은 정성들여 하여야 한다. 라이닝면의 용접이음매 및 모난 부분 끝손질은 원칙적으로 아래에 규정하는 방법에 따른다.

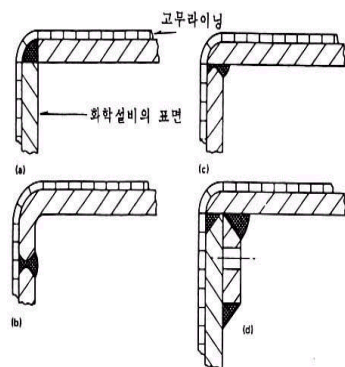
- (1) 라이닝면의 용접은 모두 연속 용접하고, 구조상 용접 부분에 공기집이 생길 우려가 있을 때에는 공기 빼는 구멍을 만들든지 또는 단속 용접한다.
- (2) 라이닝 하고자 하는 용접부위는 날카로운 부위가 없도록 매끄럽게 다듬어야 하며 언더컷, 기공, 균열, 패임 등의 용접결함이 없어야 한다. 용접 결함이 있는 경우에는 결함의 제거 및 보수용접을 한후 다시 매끄럽게 다듬어야 한다. (그림 5 내지 그림 12 참조)



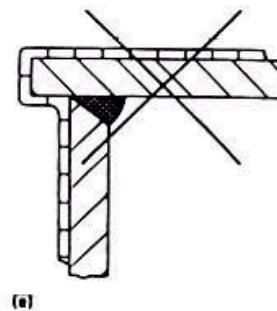
<그림 5> 적절하게 용접된 맞대기 용접부위 단면도의 예



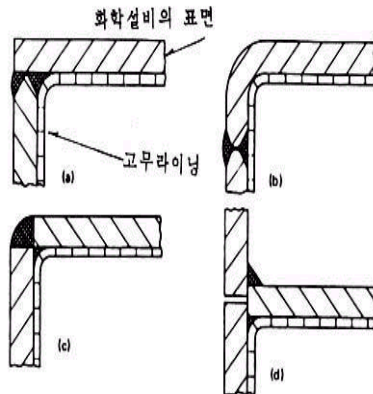
<그림 6> 부적절하게 용접된 맞대기 용접부위 단면도의 예



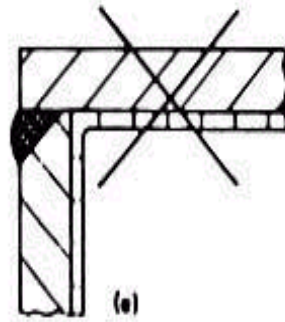
<그림 7> 모서리 밖으로 라이닝 할 경우 적절하게 용접된 용접부위의 예



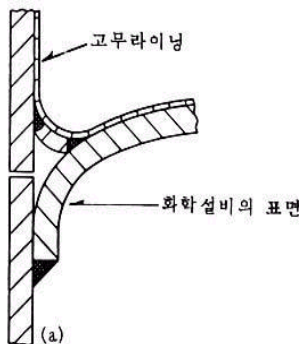
<그림 8> 모서리 밖으로 라이닝 할 경우 부적절하게 용접된 용접부위의 예



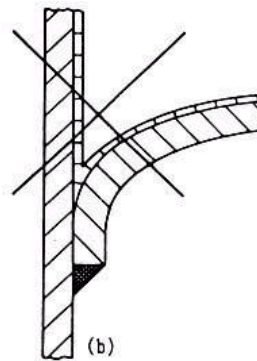
<그림 9> 모서리 안으로 라이닝 할 경우 적절하게 용접된 용접부위의 예



<그림 10> 모서리 안으로 라이닝 할 경우 부적절하게 용접된 용접부위의 예



<그림 11> 적절하게 용접된 오목부위 상세도의 예



<그림 12> 부적절하게 용접된 오목부위 상세도의 예

- (3) 철판의 모서리 바깥쪽으로 라이닝 할 경우 모서리 가공 반경은 <그림 7>과 같이 라이닝 할 고무판 두께 이상이어야 하며 반대로 철판의 모서리 안쪽으로 라이닝 할 경우 모서리 가공 반경은 <그림 9>와 같이 라이닝 할 고무판 두께의 2배 이상이어야 한다.
- (4) 평면부의 용접은 겹친 이음으로 하지 않고 맞대기 용접(a)은 라이닝면 쪽에서 하는 것을 원칙으로 하며, 반대쪽에서 하는 경우(b)에는 루트의 간격이 넓게 되도록 하고, 뒤 부분은 연마한 다음에 용접한다.
- (5) 라이닝면 쪽에서의 용접이 불가능할 때 예는 이음매에 공기집이 생겨서 가황한 뒤 뜨거나 부풀림의 원인이 되므로, 라이닝하기 전에 공기 빼는 구멍을 만들 필요가 있다.



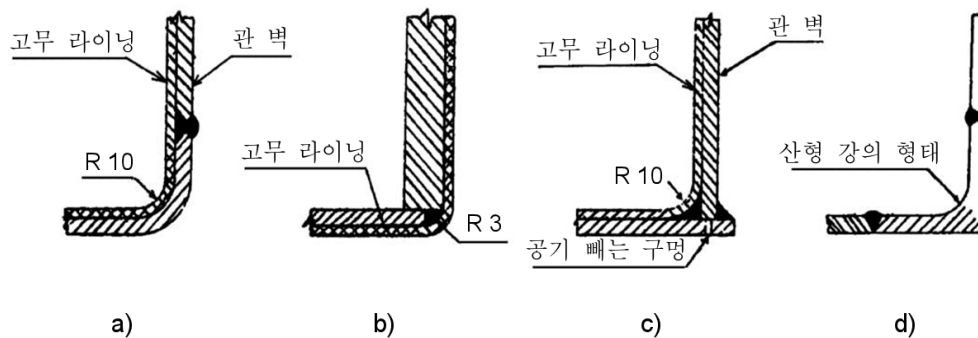


(a) 일반 예

(b) 특수 예

&lt;그림 13&gt; 평면부 용접방법

- (6) 라이닝 모서리는 둥글게 하고 일반적으로 안쪽 모서리는 최소 10R, 바깥쪽 모서리는 최소 3R로 한다(그림 14 참조)



a)

b)

c)

d)

&lt;그림 14&gt; 라이닝 모서리 제작방법

## 8. 라이닝 재료

라이닝에 사용되는 고무 재료는 라이닝 조건, 사용물질의 종류, 농도, 기타 조건에 따라 다르나 일반적으로 아래와 같은 온도 범위에서 사용된다.

- (1) 경화된 라이닝용 고무의 물리·화학적 성질은 사용된 고무의 종류, 배합물 중에 포함된 충전제 및 경화제의 양과 종류에 따라 광범위하게 변화하므로, 라이닝용 고무재료를 선택할 때에는 화학설비의 내용물을 고려하여 가장 적절한 것으로 하여야 한다.

&lt;표 2&gt; 고무 재료의 종류에 따른 사용온도 범위

고무재료의 종류	사용 온도 범위(℃)
연질 천연고무(NR)	-30~100
스타이렌뷰타다이엔 고무(SBR)	-30~80
경질 고무(NR, SBR, NBR)	< 100
클로로프렌 고무(CR)	-20~100
부틸고무(IIR)	-30~120
나이트릴 고무(NBR)	-20~110
클로로설펜화 폴리에틸렌(CSM)	-5~105
에틸렌 프로필렌 고무(EPM,EPDM)	-30~110
우레탄 고무(VR)	-30~90

- (2) 라이닝 고무재료에 의해 화학설비의 내용물이 오염될 우려가 있는 경우에는 라이닝 고무재료의 견본에 대하여 사전에 번짐 시험을 실시하여 라이닝 고무재료를 선정하여야 한다.
- (3) 라이닝에 사용되는 고무 유형에 따른 특성은 <부록 1>과 같다.

## 9. 화학설비의 재질에 따른 주의사항

### (1) 탄소강

일반적으로 사용되는 것은 일반구조용 압연강재이고, 이 밖에 용접 구조용 압연강재, 일반구조용 압연강재 사용할 때가 있다. 이들은 어느 것이나 라이닝하는데 문제는 없으나, 사용 강재의 표면에 흠, 핀홀 용융 찌거기의 혼입 또는 이중판 라이닝하는데 해로운 결점이 없어야 한다.

### (2) 특수강

니켈, 크롬강, 부주강, 티탄, 하스테로이 및 스테라이트 등의 특수강을 사용할 때에는 미리 라이닝 재질에 의한 접착력을 시험한다. 스테인레스 13~33 까지는 일반적인 접착제로 고무의 접착이 가능하다. 다만 특수강의 성분 따라 연강재의 접착력과 같은 접착력을 얻기는 어렵다.

### (3) 주철 및 주강

접착성에는 문제가 없다. 표면결함 등 때문에 가교 중 뜨거나 부풀림 등의 현상이 생겨 라이닝이 곤란해지므로 공동이나 다공질이어서는 안된다. 대형 혹은 중량물로서 구조물을 라이닝할 때에는 미리 라이닝 시공사와 협의하여야 한다.

## (4) 알루미늄 및 알루미늄 합금

알루미늄 합금에 고무 라이닝을 할 때에는 미리 라이닝 재질에 의한 접착 시험을 하여야 한다.

## (5) 기타재질

구리, 마그네슘 및 아연, 그 밖에 다른 종류의 금속에 의한 조합은 라이닝 재질과의 접착성에 문제가 있기 때문에 미리 라이닝 시공사와 협의하여야 한다.

## 10. 라이닝 시공

## 10.1 라이닝의 두께

- (1) 라이닝한 후 고무라이닝의 두께는 최소 3mm이상이어야 한다. 다만, 심한 화학반응, 마모 또는 기계적인 손상이 있을 수 있는 경우에는 두께를 6mm 또는 그 이상으로 할 수 있다. 두께 6mm 까지의 라이닝인 경우에는 제작된 고무판을 한 층(Layer)으로, 두께 6mm를 초과하는 라이닝의 경우에는 제작된 고무판을 두 층 이상으로 부착시킬 수 있다.
- (2) 카렌다 또는 압출기 등에 의하여 제작된 라이닝용 고무판 내부에는 기포, 불순물 등이 없어야 한다. 카렌다에 의해 라이닝용 고무판을 제작할 경우 필요한 고무판 겹(Plies)수는 고무판의 두께, 고무의 종류 및 배합물을 고려하여 결정하여야 한다. 일반적인 제작기준은 <표 1>과 같다.

<표 3> 고무판의 겹수와 라이닝 고무판 두께

라이닝 고무판 두께(mm)	요구되는 최소의 겹수(Plies)
3 ~ 5	3
6	4

다만, 압출기 등에 의하여 라이닝용 고무판을 제작할 경우는 한 겹 또는 그 이상으로 할 수 있다.

- (3) 고무판 두께의 허용오차는  $\pm 10\%$  이내로 유지되어야 한다.

## 10.2 라이닝의 가교방법

일반적으로 가교관을 사용하여 가압 증기 가교을 한다. 부득이한 경우에는 증기, 열량 혹은 열풍으로 하여도 좋다.

## 10.3 라이닝 제품의 수리

라이닝 제품의 수리는 라이닝 공장에서 수리와 현지에서의 수리로 나누어 다음의 방법에 따른다.

### (1) 라이닝 공장에서의 수리

(가) 가교 후에 뜨거나 부풀림 등의 결함이 발생 할 때에는 가교 속도를 빠르게 한 동일 고무 재질로서 수리하고 단기간 가교을 한다. 이때 가교에 의하여 다른 정상적인 부분이 과가교 되지 않도록 한다.

(나) 이미 일정기간 사용하여 부분적으로 파손된 제품을 수리할 때에는 가교 속도를 빠르게 한 재질로 수리하여 재차 가교하는 방법이 가장 좋지만 이 경우에는 다른 고무가 상할 염려가 있으므로 주의하여야 한다.

### (2) 현지에서의 수리

(가) 연질 고무 부분의 수리는 일반적으로 가열 가교 또는 상온 가교을 한다. 경우에 따라서는 미리 가교한 시트를 접착제로 붙이는 방법도 있다. 어느것이나 사용 조건 및 고무질을 충분히 고려하여 결정하여야 한다.

(나) 경질 고무 부분의 수리는 고무판을 특수한 접착제로 붙여서 수리하거나 가교 속도를 빠르게한 고무재로 수리한다. 어느것이나 사용 온도가 높을 때에는 신중하지 않으면 안 된다.

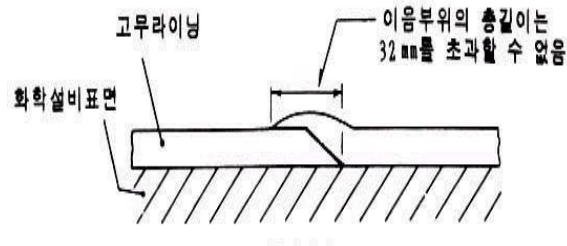
(다) 플랜지 등의 수리는 사용 조건에 따라 수지계의 보수 재료로 수리할 수 있다.

## 11. 표면처리

라이닝 하고자 하는 화학설비의 표면은 기름, 수분 또는 다른 이물질이 없도록 완전히 세척하여야 하며 세척된 표면은 모래 또는 강구 분사를 통하여 녹이나 기타 불순물을 완전히 제거하여야 한다.

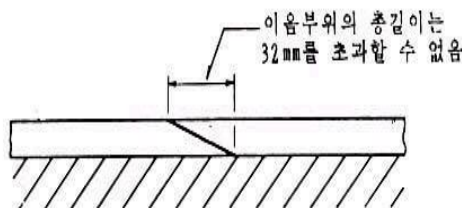
## 12. 라이닝 작업

- (1) 경화 과정 중 라이닝 고무판의 수축이 우려되는 경우에는 라이닝 작업 전 고무판을 가열하여 수축 발생을 사전에 방지하여야 한다.
- (2) 라이닝용 고무판을 화학설비 표면에 부착시킬 때에는 적당한 공구를 이용하여 고무판과 화학설비의 표면 또는 고무판과 고무판 사이에 기포가 형성되지 않도록 하여야 한다.
- (3) 라이닝용 고무판을 잇을 경우에는 라이닝용 고무판의 재질 및 라이닝 방법에 따라 다음 각호의 방법중 한가지를 택하여야 한다.
  - (가) 중첩이음은 고무판의 모서리를 30°에서 35°로 비스듬히 깎아 두 고무판이 중첩되게 잇는 방법으로서 중첩 이음된 접촉면의 길이는 32mm를 초과하여서는 아니된다. 중첩이음을 할 때에는 유체의 흐름방향에 따라 고무판이 중첩되도록 하여야 한다. (그림 15 참조)



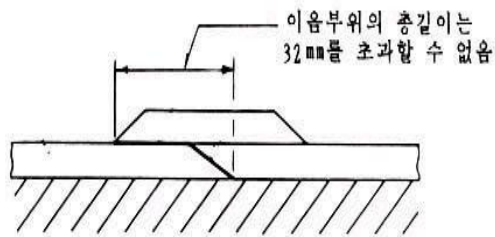
<그림 15> 적절하게 이어진 사선이음 고무판의 예

- (나) 사선이음은 고무판의 모서리를 40°에서 50°로 비스듬히 깎아 고무판이 중첩되지 않도록 잇는 방법으로서 두 고무판 사이의 접촉면 길이는 32mm를 초과하여서는 안된다.(그림 16 참조)



<그림 16> 적절하게 이어진 사선이음 고무판의 예

- (다) 덮개판 이음은 고무판 모서리를 30°에서 35°로 비스듬히 깎은 덮개판을 이음부위의 상부 중앙에 별도로 부착시키는 방법으로서 덮개판 끝부분 으로부터 라이닝할 화학설비의 표면까지의 길이는 32mm를 초과하여서는 안된다(그림 17 참조). 이 경우 덮개판을 부착하기 전 이음부위에 대하여 방전시험을 통하여 결함 또는 편홀 등이 있는지 시험하여야 한다. 덮개판의 두께는 라이닝 두께 이하로도 할 수 있다.



<그림 17> 적절하게 이어진 덮개판이음 고무판의 예

- (라) 두 층 이상으로 라이닝을 할 경우에는 사선이음법을 사용하여야 한다. 이 경우 각층이 엇갈리면서 이어지도록 하여야 하며, 이음부위와 이음부위의 거리는 최대한으로 하여야 한다.

### 13. 경화

- (1) 경화는 일반적으로 고압솥, 스팀, 가열된 공기, 더운물 등을 이용하여 실시 하나 라이닝된 화학설비의 크기와 라이닝 재료에 따라 경화방법, 온도 및 압력 등과 같은 경화조건을 결정하여야 한다.
- (2) 라이닝된 화학설비가 음압하에서 사용될 경우에는 라이닝된 화학설비의 내부에 압력을 가한 상태에서 라이닝을 경화시켜야 한다.
- (3) 설계압력 이상의 압력을 가한 상태에서 라이닝을 경화시킬 때에는 그 내부 압력에 견딜 수 있도록 적절한 조치를 하여야 한다.

### 14. 제품 시험

화학설비의 라이닝에 대한 시험은 다음 각호와 같다.

#### (1) 두께측정

라이닝의 끝부분 등 두께가 보이는 부분에서 캘리퍼스로 측정한다.

## (2) 육안검사

경화 전·후 라이닝된 화학설비의 전표면에 대하여 기계적 손상, 기포, 접착이 잘 안된 부분 또는 이음이 불안전하게 된 부분은 없는지 여부를 확인하기 위한 육안검사를 실시하여야 한다.

## (3) 경도시험

경도시험은 경화가 완료된 직후에 실시하여야 한다. 경도측정치는 사용된 라이닝 재료의 경도 규정치  $\pm 5^\circ$  이내이어야 하며 경도측정은 라이닝된 표면의 단위 평방미터( $m^2$ )마다 최소한 3회 이상 하여야 한다. 만약 경도측정치가 규정된 경도치 미만인 경우에는 경화를 다시 하여야 한다.

## (4) 방전시험

경화 후 라이닝된 화학설비의 표면을 세척, 건조시킨 다음 방전시험기로 라이닝의 연속성에 결함 또는 핀홀 등이 있는지 여부를 시험하여야 한다. 라이닝의 결함부위에 방전을 시키면 불꽃이 발생한다. 장시간의 방전은 라이닝 표면에 손상을 줄수도 있으므로 방전시간을 적절히 선택하고 방전시험기의 탐침이 라이닝위를 연속적으로 움직이도록 하여야 한다.

## (5) 진공시험

진공시험이 필요하거나 또는 라이닝된 화학설비가 음압하에서 사용될 경우에는 진공 시험을 하여야 한다. 진공시험 후 라이닝의 박리 등 어떠한 결함도 라이닝 표면에 나타나서는 안된다.

## (6) 핀홀시험

핀홀 시험은 스파크 방전에 의하여 라이닝 표면이 깨끗하고 건조되어 있는 부분에 대하여 고전압 테스트의 단자를 주사하여 핀홀의 유무를 조사한다. 다만 연질고무, 고카본 배합 및 클로로프렌 고무에 대하여는 고전압 테스트를 사용할 수 없는 경우가 있다. 고전압의 스파크 방전이 라이닝 부분에 닿으면 라이닝에 결함이 있는 곳에서는 푸르고 흰 연속적인 스파크를 일으킨다. 또한 전압이 지나치게 높거나 오랫동안 작용시키면 라이닝된 고무가 파괴되므로 정상 전압을 선택하고 한곳에 오랫동안 작용하지 않도록 주의하여야 한다.

## (7) 타진시험

작은 해머로서 라이닝의 전면을 가볍게 두들기고, 이상음에 의하여 라이닝이 뜨는지 여부를 조사한다.

## (8) 치수측정

일반적으로 라이닝 이전에 치수가 측정되어 있는 저장 용기 등에 대하여는 라이닝 후의 치수 측정은 하지 않는다. 다만 다른 부속품, 기기 등을 부착할 때 필요한 부분에 대하여 측정할 필요가 있다. 펌프, 밸브 등 라이닝 후 기계 가공한 것에 대하여는 캘리퍼스, 마이크로미터, 한계 게이지등 으로 측정한다.

## (9) 기타시험

라이닝에는 앞서 규정한 것 외에 수압시험, 공기압 시험, 진공 시험 및 조립시 운전시험이 있으나, 이들은 제품의 용도에 따라 당사자 사이에 협의하여 결정한다.

## 15. 검사 및 보수

## 15.1 화학설비의 라이닝 검사는 다음 각호와 같다.

- (1) 라이닝된 화학설비의 검사는 기계·기구 등 자체검사 규정의 화학설비 및 부속설비 자체검사 기준에 따라 육안검사를 실시한다.
- (2) 육안검사는 14항 (2)호의 규정에 의하여 실시하여야 한다.
- (3) 화학설비의 라이닝된 표면에 핀홀 등과 같은 결함이 우려되는 부분은 14항 (4)호의 규정에 의하여 방전시험으로 점검하여야 한다. 또한 화학설비에서 매우 부식성이 심한 물질을 취급하게 될 경우에는 라이닝된 모든 부분에 대하여 방전시험을 하여야 한다.

## 15.2 보수

- (1) 경화전 발생한 라이닝 결함부위의 일반적인 보수방법은 다음과 같다.
  - (가) 결함이 있는 라이닝 부위를 모두 잘라내고 잘라낸 부위의 표면은 깨끗하게 연마한다.
  - (나) 라이닝된 재료와 동일한 재료를 잘라낸 부위에 알맞도록 재단하여 11항의 규정에 따라 접착시킨다. 다만, 라이닝 표면의 패임, 찌힘 등과 같은 경미한 결함이 있는 경우에는 결함부위를 잘라내지 않고 라이닝 재료와 동일한 고무판을 덧붙여 보수할 수 있다.
- (2) 경화 후 발생한 핀홀 또는 라이닝 고무판과 화학설비 표면사이의 기공과 같은 결함 부위의 일반적인 보수방법은 다음과 같다.



- (가) 결함이 있는 라이닝 부위를 모두 잘라내고 잘라낸 부위의 표면은 깨끗하게 연마한다.
- (나) 라이닝된 재료와 동일한 재료를 잘라낸 부위에 알맞도록 재단하여 접착시킨 후 그 위에 다시 덮개판을 덧 붙인다.
- (다) 보수된 부위를 경화시킨 후 14항의 규정에 따라 경도나 연속성에 대한 점검을 실시한다.

## [부록 1]

### 고무의 특성

#### 1. 천연고무

경화된 천연고무 배합물은 강한 산화제를 제외한 대부분의 무기 화합물에 대하여 사용할 수 있으나 탄화수소, 할로겐화탄화수소, 광물성기름, 대부분의 식물성기름 등이 존재할 때에는 사용하지 않는 것이 좋다. 천연고무의 가능한 사용온도 범위는  $-30^{\circ}\text{C}$ 에서  $100^{\circ}\text{C}$ 이다.

#### 2. 스타이렌-부타디엔 고무(SBR)

스타이렌-부타디엔 고무는 그 특성이 다양하지만 천연고무와 같은 용도로 사용할 목적으로 합성되었을 때에는 그 성질이 천연고무의 성질과 대체로 유사하다.

#### 3. 폴리클로로프렌고무(CR)

네오프렌은 천연고무에 비하여 열, 오존, 햇빛, 대부분의 기름 등에 대하여 월등한 저항력이 있다. 그러나 할로겐화탄화수소나 방향족탄화수소 등과 접촉하는 경우에는 라이닝 재료로 적합하지 않다. 네오프렌은 화학성분에 따라  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서  $100^{\circ}\text{C}$ 에 이르는 온도 범위에서 사용 가능하다.

#### 4. 부틸고무(IIR)

부틸고무는 이소부틸렌과 이소프렌의 공중합체로서 열과 산화성산(Oxidizing acid)에 대하여 월등한 저항성이 있으며 기체 분자들을 쉽게 투과시키지 않는 특성이 있다. 부틸고무는 할로겐원소, 석유(Petroleum oils), 할로겐화탄화수소, 탄화수소등과 접촉하게 되는 경우에는 라이닝재료로 사용할 수 없다. 적절히 배합된 부틸고무는 다른 고무보다 물을 흡수하는 정도가 낮으며  $-30^{\circ}\text{C}$ 에서  $120^{\circ}\text{C}$ 에 이르는 넓은 온도범위에서 사용할 수 있다.

## 5. 니트릴고무(NBR)

니트릴고무는 아크릴로니트릴과 부타디엔의 공중합체로써 부타디엔에 비해 아크릴로니트릴의 비율이 높은 중합체는 광물성 기름이나 연료에 의한 부풀음 현상에 대하여 특히 저항성이 좋으며 또한 기체 분자를 투과시키지 않는 성질도 좋다. 그러나 저온에서는 기계적 특성이 좋지 않으며 탄성을 잃게 되는 단점이 있다. 페놀, 케톤, 농초산 용액, 대부분의 방향족탄화수소, 질소 유도체 등과 접촉하게 되는 경우에는 라이닝 재료로 사용하지 않는것이 좋다. 탄성 니트릴고무는 천연고무와 동등한 물리적, 기계적 특성을 갖도록 배합될 수 있으며 -20℃에서 110℃에 이르는 온도 범위내에서 사용할 수 있다.

## 6. 클로로-슬폰화폴리에틸렌고무(Chloro-sulphonated polyethylene)

클로로-슬폰화폴리에틸렌 고무는 합성고무로서 열, 오존, 산화제에 대하여 월등한 저항성이 있다. 이 물질은 대부분의 기름과 윤활유, 지방족탄화수소 등에 대하여 저항성이 양호하며 배합 비율에 따라서 차아염소산나트륨(Sodium hypochlorite) 용액과 같은 산화제 및 황산에 대하여 월등한 저항성이 있다. 그러나 에스테르, 케톤, 염소계용제, 방향족탄화수소 등과 접촉하게 되는 경우에는 라이닝재료로 적합하지 못하다. 이 물질은 -5℃에서 105℃의 온도범위 내에서 사용할 수 있다.

## 7. 에틸렌 프로필렌고무(EPM 및 EPDM)

에틸렌 프로필렌고무는 산, 알칼리, 염, 오존 및 유기화합물에 대하여 내성이 있으나 기름, 탄화수소 및 염화솔벤트에는 내성이 약하다. 가능한 사용온도범위는 -30℃에서 110℃이다.

## 8. 우레탄 고무

우레탄 고무는 내 마모성이 강하며 광물성 기름, 석유 및, 오존에는 내성이 있으나 강산, 케톤, 염화 탄화수소 및 고온의 물에 사용하지 않는 것이 좋다. 가능한 사용온도범위는 -30℃에서 90℃이다.