



## 7장 발전용 수력설비

## (700 통칙)

### 701 통칙

1. 이 규정은 기술기준 제4장(발전용 수력설비)에서 정한 안전 성능에 대하여 보다 구체적인 실현수단을 규정한 것으로 발전용 수력설비를 설계, 제작, 설치 및 검사하는데 적용한다.
2. 이 규정에 명시되지 않은 사항이라 하더라도 기술기준에 적합하도록 하기 위하여 국제표준 및 이에 근접한 기술요건 중 안전수준을 확보할 기술적 근거가 충분하다면 이 규정 이외의 다른 규정을 적용할 수 있다.
3. 이 규정은 계약일을 기준으로 최신판을 적용함을 원칙으로 한다. 다만 현장적용상 문제가 있는 경우에는 계약 당사자의 상호 협의 하에 6개월 이전의 판을 적용할 수 있다.
4. 이 규정에서 사용하는 단위는 SI단위 외에 미국상용단위를 참조단위로 병행하여 사용할 수 있다.

## (705 댐)

### 705 댐

#### 705.1 본체에 작용하는 하중의 조합

기술기준 제130조에 규정하는 하중의 조합은 다음과 같다.

표 705.1-1 본체에 작용하는 하중의 조합

수위 조건 \ 댐의 종류	콘크리트 중력댐	아치댐	필 댐
수위가 상시만수위 또는 서차지수위인 경우	자중, 정수압, 동수압, 퇴사압, 지진력, 양압력, 풍하중, 온도하중, 파압 및 빙압	자중, 정수압, 동수압, 퇴사압, 지진력, 양압력 및 온도하중	자중, 정수압, 지진력 및 간극수압
수위가 설계홍수위인 경우	자중, 정수압, 퇴사압, 양압력, 풍하중, 온도하중 및 파압	자중, 정수압, 퇴사압, 양압력 및 온도하중	자중, 정수압 및 간극수압
수위가 비어있는 경우	자중, 지진력, 풍하중(삭제) 및 온도하중	지진, 지진력 및 온도하중	간극수압, 자중, 지진력
수위가 상시만수위로부터 최저수위까지 급격히 저하하는 경우			자중, 정수압, 지진력 및 간극수압

#### 705.2 하중의 계산방법

기술기준 제130조 제1항에 규정하는 하중의 계산방법은 다음과 같다.

1. 자중은 댐 재료의 단위중량을 적용하여 계산하며 실제에 사용하는 재료의 배합시험에 의하여 결정한다. 콘크리트댐의 경우 예비설계 등에서 미리 시험을 할 수 없을 때에는 본체의 단위중량을  $23\text{kN}/\text{m}^3$ 으로 한다.
2. 정수압은 댐과의 접촉면에 대하여 수직으로 작용하는 것으로 하며 다음 식에 의하여 계산한다.

$$P = W_w h$$

여기에서  $P$  : 수심 $h$ 인 점에서의 정수압(Pa)

$W_w$  : 물의 단위중량( $\text{N}/\text{m}^3$ )

$h$  : 설계수위로부터 임의의 점까지의 수심(m)

3. 지진력이 작용하는 경우에 발생하는 동수압은 연직한 단면에 작용하는 것으로 하

며 “가”의 식에 의하여 계산한다. 다만, 댐축 방향으로 1 m 폭을 갖는 연직면에 수평으로 작용하는 총 동수압은 “나”의 식에 의하여 계산한다.

$$\text{가. } P_d = \frac{7}{8} W_w K_1 \sqrt{Hh}$$

$$\text{나. } P_t = \frac{7}{12} W_w K_1 H^{1/2} h^{3/2}$$

여기에서  $P_d$  : 지진 시 저수에 의한 동수압( $kN/m^2$ )

$W_w$  : 물의 단위중량( $kN/m^3$ )

$K_1$  : 705.2의 4.에서 정하는 설계진도

$H$  : 상시만수위에서 기초지반까지의 수심(m)

$h$  : 상시만수위에서 임의의 점까지의 수심(m)

$P_t$  : 수심  $h$ 까지의 총 동수압( $kN/m^2$ )

4. 지진력계산의 일반적인 사항은 국가건설기준 「KDS 17 10 00 내진설계 일반」과 「KDS 54 17 00 댐 내진설계」를 준용한다.

5. 퇴사압에서 연직력은 퇴사의 수중단위중량을 적용하여 계산하고, 수평력은 다음 식에 의하여 계산한다.

$$P_e = C_e W_s h$$

여기서

$P_e$  : 퇴사압의 수평력(Pa)

$C_e$  : 토압계수  $\left( \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \right)$

$\phi$  : 안식각(도)

$W_s$  : 퇴사의 수중단위중량( $N/m^3$ )

$h$  : 퇴사의 깊이(m)

6. 양압력은 댐 단면의 전면적에 연직상방향으로 작용하는 것으로 하고 아래표의 배수공 조건에 따라 계산한다.

표 705.2-1 배수공 조건에 따른 댐 단면 위치별 양압력

배수공 조건	댐 단면 위치별 양압력			비고
	상류단	배수공 위치	하류단	
배수공이 있는 댐의 단면	상류단의 수압	상류단의 수압과 하류단의 수압과의 차의 1/5의 값에 하류단의 수압을 더한 값	하 류 단 의 수압	댐의 자중 이외의 양압력은 비례법에 의하여 계산한다
배수공이 없는 댐의 단면	상류단의 수압과 하류단의 수압과의 차의 1/3의 값에 하류단의 수압을 더한 값	상류단과 하류단 양압력의 직선 비례		

배수공이 없는 댐의 양압력은 다음 식에 의하여 계산할 수 있다.

$$W_u = W_w C A \left[ H_2 + \frac{1}{2} \tau (H_1 - H_2) \right]$$

여기에서  $W_u$  : 전 양압력(N)

$W_w$  : 물의 단위중량(N/m<sup>3</sup>)

C : 정수압이 작용하는 면적비율

A : 양압력을 받는 저부면적(수정단면)(m<sup>2</sup>)

$\tau$  : 차수그라우트와 배수공의 작용에 의한 순수두(H<sub>1</sub>-H<sub>2</sub>)에 대한 비율

H<sub>1</sub> : 본체의 상류단 수심(m)

H<sub>2</sub> : 본체의 하류단 수심(m)

- 온도하중은 수축이음매 그라우팅시의 본체 내부의 온도와 그 후의 본체 내부의 최고온도 및 최저온도와의 차에 의하여 계산한다.
- 간극수압은 유선 및 등수두선을 이용하여 계산한다.

### 705.3 여유고

기술기준 제131조에 규정하는 댐의 여유고는 다음과 같이 계산한다.

표 705.3-1 댐의 종류에 따른 여유고

댐의종류	여 유 고
콘크리트 중력댐 및 아치댐	<ul style="list-style-type: none"> <li>설계홍수위(FWL) + <math>H_f</math>  <math>H_f \geq h_w + \frac{1}{2}h_e + h_a</math> (<math>H_f &lt; 1.0</math> 일때는 <math>H_f = 1.0</math>)</li> <li>최고수위(MWL) + <math>H_f</math>  <math>H_f \geq h_w + h_a</math> (<math>H_f &lt; 1.0</math> 일때는 <math>H_f = 1.0</math>)</li> </ul>
필 댐	<ul style="list-style-type: none"> <li>설계홍수위(FWL) + <math>H_f</math>  <math>H_f \geq R + \frac{1}{2}h_e + h_a + h_i</math></li> <li>최고수위(MWL) + <math>H_f</math>  <math>H_f \geq R + h_a + h_i</math></li> </ul> <p>필댐 중 콘크리트 표면차수벽형 석괴댐의 여유고는 아래와 같이 계산한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>수위 기준 <ul style="list-style-type: none"> <li>설계홍수위(FWL)+<math>H_f</math>  <math>H_f \geq R + \frac{1}{2}h_e + h_a + h_i</math></li> <li>최고수위(MWL)+<math>H_f</math>  <math>H_f \geq R + h_a + h_i</math></li> </ul> </li> <li>파랑방지벽 기준 <ul style="list-style-type: none"> <li><math>H_p</math> = 설계홍수위(FWL) + <math>H_f</math>  <math>H_f \geq h_w + \frac{1}{2}h_e + h_a + h_i</math></li> <li><math>H_p</math> = 최고수위(MWL) + <math>H_f</math>  <math>H_f \geq h_w + h_a + h_i</math></li> </ul> </li> </ol>
<p>여기에서 <math>H_f</math> : 여유고(m)  <math>h_w</math> : 유의파고  <math>h_e</math> : 지진에 의한 파랑고(m)  <math>h_a</math> : 여수로 형식에 의한 안전고(m)  (수문이 있을 경우 0.5 m, 수문이 없을 경우 0m)  <math>R</math> : 물결의 처오름 높이를 포함한 파랑고(m)  <math>h_i</math> : 댐형식에 의한 안전고(보통 1.0 m)</p>	

#### 705.4 시멘트의 규격 및 강도기준

기술기준 제133조 제1호에 규정하는 시멘트의 규격은 다음과 같다.

1. 한국산업표준 KS L 5201 “포틀랜드 시멘트”
2. 한국산업표준 KS L 5210 “고로 슬래그 시멘트”
3. 한국산업표준 KS L 5211 “플라이애시 시멘트”
4. 한국산업표준 KS L 5401 “포틀랜드 포졸란 시멘트”
5. 한국산업표준 KS L 5204 “백색 포틀랜드 시멘트”
6. 한국산업표준 KS F 4009 “레디믹스 콘크리트”

7. 한국산업표준 KS F 2405 “콘크리트 압축강도 시험방법”
8. 한국산업표준 KS F 2402 “콘크리트 슬럼프 시험방법”

### 705.5 매설계기

기술기준 제135조에 규정하는 댐의 건전성을 감시하는 매설계기란 다음과 같은 항목을 측정하기 위한 계측기이다.

표 705.5-1 댐 종류에 따른 측정 항목

콘크리트 중력댐		아치댐		필 댐	
50 m 미만	50 m 이상	30 m 미만	30 m 이상	본체에 대체적으로 균일한 재료를 사용한 것	그 밖의 것
누수량 및 양압력	누수량, 양압력, 변형, 응력, 온도 및 지진	누수량 및 변형	누수량, 양압력, 변형, 응력, 온도 및 지진	누수량, 변형 및 침윤선	누수량, 간극수압, 변형, 응력 및 지진

### 705.6 여수로·수로 등 콘크리트구조물의 설계

기술기준 제136조 제1항 제2호에 규정하는 하중에 대하여 안전한 것이란 국토교통부 제정 「콘크리트구조기준(2012)」이나 이와 동등한 기술자료를 이용하여 콘크리트 구조물을 설계한다.

### 705.7 유수를 안전하게 유하

기술기준 제136조 제1항 제3호에 규정하는 유수를 안전하게 유하할 수 있다고 하는 것은 다음과 같다.

1. 월류형 여수로의 인양식 수문을 최대로 인양할 때에 수문의 하단 및 월류형 여수로에 부속되어 설치된 다리, 권양기, 그 밖의 댐마루 구조물은 최대홍수위에 해당하는 유수의 월류수면에서 1.5미터 이상 떨어져 있을 것
2. 705.7의 1.에 있어서 월류수심이 2.5미터 이하인 경우에는 월류수면에서 1미터 이상 떨어져 있을 것

### 705.8 수문의 개폐

기술기준 제136조 제2항 제2호에 규정하는 수문의 개폐가 쉽고 확실하다고 하는 것은

수문을 열 때에 동력설비를 사용할 경우 수문 개폐장치에는 주동력설비 외에 예비동력설비(동력설비가 전동식의 것인 경우는 예비전원장치)를 설비하는 것이다. 단, 수문의 규모가 작고 수동으로 조작하여도 확실하게 개폐할 수 있을 때에는 예비동력설비를 대신하여 수동개폐기구를 설치할 수 있다. 또한, 수문의 형식과 규모, 목적 및 설치장소 등에 따라 Wire rope, Rack 및 유압식 등의 적절한 개폐장치를 선정하는 것이다.

#### 705.9 여수로 수문에 사용하는 재료의 규격

기술기준 제136조 제2항 제3호에 규정하는 여수로 수문에 필요한 화학적 성분 및 기계적 성능을 가지는 재료는 다음 각 호에 정한 것 또는 동등 이상의 성질을 가지는 것이어야 한다.

1. 수문에 있어서 몸체, 문틀 및 그 밖의 구조상 중요한 부분에 사용하는 재료에 있어서는 다음에 의할 것

가. 한국산업표준 KS D 3503 “일반구조용 압연강재” 중 SS275

나. 한국산업표준 KS D 3515 “용접구조용 압연강재” 중 SM400A, SM400B, SM400C, SM490A, SM490B, SM490C, SM490YA, SM490YB, SM520B 및 SM520C

다. 한국산업표준 KS D 3529 “용접구조용 내후성 열간 압연강재” 중 1종 (SMA400AW, SMA400AP, SMA400BW, SMA400BP, SMA400CW, SMA400CP) 및 2종 (SMA490AW, SMA490AP, SMA490BW, SMA490BP, SMA490CW 및 SMA490CP)

라. 한국주물공업협동조합 SPS-KFCA-D4101-5004 “탄소강 주강품” 중 SC410, SC450 및 SC480

마. 한국산업표준 KS D 3710 “탄소강 단강품” 중 SF440A

바. 한국산업표준 KS D 4106 “용접구조용 주강품” 중 SCW410 및 SCW480

사. 한국산업표준 KS D 3752 “기계구조용 탄소강재” 중 SM25C, SM35C 및 SM45C

2. 705.9의 1.에서 정한(몸체, 문틀 및 그 밖의 구조상 중요한 부분)것 이외의 부재는 다음에 의할 것

가. 한국산업표준 KS D 3503 “일반 구조용 압연강재”

나. 한국산업표준 KS D 3505 “PC 강봉”

다. 한국산업표준 KS D 3507 “배관용 탄소강관”

라. 한국산업표준 KS D 3514 “와이어 로프”

마. 한국산업표준 KS D 3515 “용접 구조용 압연 강재”

바. 한국산업표준 KS D 3529 “용접 구조용 내후성 열간 압연 강재”

사. 한국산업표준 KS D 3557 “리벳용 원형강”

아. 한국산업표준 KS D 3560 “보일러 및 압력 용기용 탄소강 및 몰리브덴강 강판”

자. 한국산업표준 KS D 3561 “마봉강”



- 차. 한국산업표준 KS D 3562 “압력 배관용 탄소강관”
- 카. 한국산업표준 KS D 3564 “고압 배관용 탄소강관”
- 타. 한국산업표준 KS D 3566 “일반 구조용 탄소강관”
- 파. 한국산업표준 KS D 3576 “배관용 스테인리스 강관”
- 하. 한국산업표준 KS D 3693 “스테인리스 클래드강”
- 가. 한국산업표준 KS D 3698 “냉간 압연 스테인리스강판 및 강대”
- 나. 한국산업표준 KS D 3705 “열간 압연 스테인리스강판 및 강대”
- 다. 한국산업표준 KS D 3706 “스테인리스 강봉”
- 라. 한국산업표준 KS D 3707 “크롬강재”
- 마. 한국산업표준 KS D 3708 “니켈크롬강 강재”
- 바. 한국산업표준 KS D 3709 “니켈크롬 몰리브덴강재”
- 샤. 한국산업표준 KS D 3710 “탄소강 단강품”
- 야. 한국산업표준 KS D 3711 “크롬 몰리브덴강재”
- 자. 한국산업표준 KS D 3752 “기계구조용 탄소강재”
- 차. 한국주물공업협동조합 SPS-KFCA-D4101-5004 “탄소강 주강품”
- 카. 한국주물공업협동조합 SPS-KFCA-D4102-5005 “구조용 고장력 탄소강 및 저합금강 주강품”
- 타. 한국주물공업협동조합 SPS-KFCA-D4103-5006 “스테인리스강 주강품”
- 파. 한국산업표준 KS D 4106 “용접 구조용 주강품”
- 하. 한국주물공업협동조합 SPS-KFCA-D4301-5015 “회 주철품”
- 거. 한국주물공업협동조합 SPS-KFCA-D4302-5016 “구상 흑연 주철품”
- 너. 한국산업표준 KS D 5201 “구리 및 구리합금의 판 및 띠”
- 더. 한국산업표준 KS D 6024 “구리 및 구리합금 주물”
- 러. 한국산업표준 KS D 7002 “PC 강선 및 PC 강연선”
- 머. 한국산업표준 KS R 9106 “보통 레일”
- 버. 한국산업표준 KS R 9221 “철도차량용 차륜”

## 705.10 여수로 수문에 사용하는 재료의 허용응력 및 용접기준

**705.10.1** 기술기준 제136조 제2항 제4호에 규정하는 허용응력이란 동수압 및 지진력 이외의 하중에 대해서는 다음과 같다.

1. 이음부 이외의 부분에 있어서는 다음에 의할 것

표 705.10-1 구조용 강재의 허용응력(단위 : MPa)

강재의 종류 응력의 종류		SS275, SM400, SMA400		SM490		SMA490	
		두께40 mm 이하	두께 40 mm초과	두께40 mm 이하	두께 40 mm초과	두께40 mm 이하	두께 40 mm초과
축방향 인장응력 및 휨인장 응력 (순 단면적에 대하여)		118	왼쪽값 의 0.92배	158	왼쪽값 의 0.94배	178	왼쪽값 의 0.95배
압축응력 (국부좌굴 을 고려하 지 않은 경우)	축방향 압축응력 (순 단면적에 대 하여)	$\frac{\ell}{Y} \leq 20$ 일 때 118	"	$\frac{\ell}{Y} \leq 15$ 일 때 158	"	$\frac{\ell}{Y} \leq 14$ 일 때 178	"
	압축부재 l : 부재의 유효 좌굴 길이(mm) r : 부재 총단면 의 단면2차반지름 (mm)	$20 < \frac{\ell}{Y} \leq 93$ 일 때 $118 - 0.73$ $(\frac{\ell}{Y} - 20)$	"	$15 < \frac{\ell}{Y} \leq 80$ 일 때 $158 - 1.09$ $(\frac{\ell}{Y} - 15)$	"	$14 < \frac{\ell}{Y} \leq 76$ 일 때 $178 - 1.30$ $(\frac{\ell}{Y} - 14)$	"
		$93 < \frac{\ell}{Y}$ 일 때 $\frac{1,000,000}{6,700 + (\frac{\ell}{Y})^2}$	"	$80 < \frac{\ell}{Y}$ 일 때 $\frac{1,000,000}{5,000 + (\frac{\ell}{Y})^2}$	"	$76 < \frac{\ell}{Y}$ 일 때 $\frac{1,000,000}{4,500 + (\frac{\ell}{Y})^2}$	"
	압축보강재	118	"	158	"	178	"
	보의 압축연단 (순 단면적에 대 하여)	$\frac{\ell}{b} \leq \frac{9}{K}$ 일 때 118	"	$\frac{\ell}{b} \leq \frac{8}{K}$ 일 때 158	"	$\frac{\ell}{b} \leq \frac{7}{K}$ 일 때 178	"
휨압축응력	l : 압축플랜지 고정점간의 거리(mm) b : 압축플랜지의 폭 (mm) Aw : 웨브의 총단면적(mm <sup>2</sup> ) Ac : 압축플랜지 의 총단면적(mm <sup>2</sup> ) $K = \sqrt{3 + \frac{Aw}{2Ac}}$ 단: $\frac{Aw}{Ac} < 2$ 인 경우 K=2로 한다.	$\frac{9}{K} < \frac{\ell}{b} \leq 30$ 일 때 $118 - 1.1(K$ $\frac{\ell}{b} - 9)$	"	$\frac{8}{K} < \frac{\ell}{b} \leq 30$ 일 때 $158 - 1.6(K$ $\frac{\ell}{b} - 8)$	"	$\frac{7}{K} < \frac{\ell}{b} \leq 27$ 일 때 $178 - 1.9(K$ $\frac{\ell}{b} - 7)$	"
	스킨플레이트 등 에 직접 고정되는 경우	118	"	158	"	178	"
	전단응력 (순 단면적에 대하여)	68	"	91	"	102	"

강재의 종류 응력의 종류	SS275, SM400, SMA400		SM490		SMA490	
	두께 40 mm 이하	두께 40 mm초과	두께 40 mm 이하	두께 40 mm초과	두께 40 mm 이하	두께 40 mm초과
지압응력	176	"	236	"	266	"

표 705.10-2 접합용 강재의 허용응력(단위 : MPa)

강재의 종류 응력의 종류		강재 재료 : SS275, SM400		강재 재료 : SM490	
		두께 40 mm 이하	두께 40 mm 초과	두께 40 mm 이하	두께 40 mm 초과
		볼트 재료 : SS275, SM20C		볼트 재료 : SM35C	
전단응력	다듬질한 볼트	76		98	
	앵커볼트	53		69	
지압응력	다듬질한 볼트	177	왼쪽값의 0.92배	230	왼쪽값의 0.94배
	핀	177	왼쪽값의 0.92배	230	왼쪽값의 0.94배

표 705.10-3 단강품, 주강품 및 기계구조용 탄소강재의 허용응력(단위 : MPa)

강재의 종류 응력의 종류	단강품	주강품			기계구조용 탄소강		
	SF440A	SC450	SCW410	SC480	SM25C	SM35C	SM45C
축방향 인장응력	113	113	118	122	133	153	173
축방향 압축응력	113	113	118	122	133	153	173
휨응력	113	13	118	122	133	153	173
전단응력	65	65	68	71	76	88	100
지압응력	169	169	176	184	199	229	259

2. 맞대기용접 및 필렛용접에 의한 이음부에 있어서는 705.10.1의 1.에서 규정 하는 값에 다음 표에서 정하는 값을 곱한 값으로 할 것

표 705.10-4 용접법에 따른 값

구 분		용접선 전체길이의 5%이상에 대해 방사선시험 또는 초음파탐상시험을 하는 경우	그 밖의 경우
맞대기 용접	공장에서 용접할 경우	0.95(1.0)	0.85
	현장에서 용접할 경우	0.90(0.95)	0.80
필렛 용접	공장에서 용접할 경우	0.95	
	현장에서 용접할 경우	0.90	

비고 : ( )의 값은 방사선시험 또는 초음파탐상시험을 용접선의 전체길이에 대해 시행할 경우의 값

**705.10.2** 여수로 수문의 구조상 안전을 위한 용접작업은 KS, KEPIC SWS 또는 AWS D 1.1(American Welding Society) 동등 이상의 기준에 따른다.

**705.10.3** 동수압 및 지진력을 포함하는 하중에 대한 허용응력은 705.10.1에 규정하는 값의 1.5배로 할 수 있다.

#### 705.11 콘크리트 중력댐에 대한 본체의 콘크리트 허용응력

**705.11.1** 기술기준 제139조 제1항에 규정하는 콘크리트의 허용압축응력은 재령 91일의 지름 150 mm, 높이 300 mm의 공시체를 사용하여 한국산업표준 KS F 2405 “콘크리트의 압축강도 시험방법”에 의하여 시험을 하여 얻은 콘크리트 압축강도의 1/4의 값으로 한다.

**705.11.2** 기술기준 제139조 제2항에 규정하는 콘크리트의 허용인장응력은 705.11.1에서 정한 시험을 하여 얻은 콘크리트 압축강도의 1/40의 값으로 한다.

**705.11.3** 동수압 및 지진력을 포함하는 하중에 대한 허용압축응력은 705.11.1에서 규정한 값의 1.3배로 할 수 있다.

#### 705.12 콘크리트 중력댐에 대한 전단마찰 안전율의 계산식

기술기준 제140조에 규정하는 활동에 대해 안정되도록 적절한 전단마찰 안전율을 가지려면 다음의 계산식에 의한 전단마찰 안전율이 4이상 확보되어야 한다.

$$S.F = \frac{f V + \tau l}{H} \geq 4$$

여기에서 S·F : 전단마찰 안전율

f : 댐 본체의 재료 또는 기초암반의 내부마찰계수

V : 전단면에 작용하는 전 연진력(N)

$\tau$  : 댐 본체의 재료 또는 기초암반의 순 전단강도(N/m<sup>2</sup>)

$\ell$ : 전단저항의 길이(m)

$H$ : 전단면에 작용하는 전 수평력(N)

### 705.13 양압력의 저감

기술기준 제141조 제2호에 규정하는 과대한 양압력이 생기지 않도록 한다는 것은 높이가 30 m 이상의 콘크리트 중력댐에 점검통로 및 배수공을 설치하여 양압력을 저감시키는 것이다.

### 705.14 콘크리트 중력댐의 구조상 안전

기술기준 제141조 제3호에 규정하는 구조상 안전한 것이란 해당 부위에 생기는 응력이 허용응력을 초과하지 않는 것 또는 콘크리트의 허용인장응력을 초과하는 부위에 있어서는 철근 등으로 적절하게 보강하는 것이다.

### 705.15 아치댐에 대한 본체의 콘크리트 허용응력

기술기준 제142조에 규정하는 콘크리트 허용압축응력 및 허용인장응력은 705.11을 준용한다.

### 705.16 아치댐에 대한 전단마찰 안전율의 계산식

기술기준 제143조에 규정하는 활동에 대해 안정하려면 705.12의 계산식에 의한 전단마찰 안전율이 4이상 확보되어야 한다.

### 705.17 아치댐의 구조상 안전

기술기준 제144조 제2호에 규정하는 구조상 안전한 것이란 705.14를 준용하여 설계하는 것이다.

### 705.18 필댐에 대한 사면활동 안전율의 계산식

705.18.1 기술기준 제146조에 규정하는 사면활동에 대한 안전율은 다음의 식에 의하여 계산한다.

$$S \cdot F = \frac{\sum \{ (N - U) \tan \phi + C \ell_1 \}}{\sum T}$$

여기에서  $S \cdot F$ : 활동 안전율

$N$ : 원호활동면상의 각 분할 부분에 작용하는 하중의 단위폭당 수직분력(N/m)

$U$ : 원호활동면상의 각 분할 부분에 작용하는 하중의 단위폭당 간극수압(N/m)

$\phi$ : 원호활동면상의 각 분할 부분의 재료의 내부마찰각(도)

C : 원호활동면상의 각 분할 부분의 재료의 점착력( $N/m^2$ )

$l_1$  : 원호활동면상의 각 분할 부분의 길이(m)

T : 원호활동면상의 각 분할 부분에 작용하는 하중의 단위폭당 접선분력(N/m)

**705.18.2** 재료의 시험과 안정계산의 정밀도가 불충분하거나 연약지반 위의 댐과 같이 불안정 요소가 포함되었다고 판단되는 경우에는 활동에 대한 최소 안전율을 1.5로 취하되 그 밖의 경우에는 다음 표를 기준으로 한다.

표 705.18-1 댐 본체조건, 저수상태, 지진에 따른 안전율

구분	본체조건	저수상태	지진	안전율	
				상류	하류
1	완성 직후(간극수압 최대)	바닥상태	고려함	1.3	1.3
2	완성 직후	일부저수 <sup>(1)</sup>	고려하지 않음	1.3	-
3	평상시	설계홍수위	고려하지 않음	1.2	1.2
4	평상시	만수	고려함	1.2	1.2
5	평상시	일부저수 <sup>(2)</sup>	고려함	1.15	-
6	평상시	급강하	고려함	1.2	-

주 : (1) 상류측 비탈면의 하부가 암석 등으로 되어 있어 간극수압이 발생하지 않을 경우에 한함

(2) 수위는 보통 댐 높이의 45~50%를 취하여 계산함

## 705.19 차수벽에 사용하는 재료

기술기준 제148조 제3호에 규정하는 댐의 안정에 필요한 수밀성, 강도 및 내구성을 가지려면 다음과 같다.

1. 필댐의 차수벽에 아스팔트를 사용하는 경우에 아스팔트 재료는 아래에 정하는 것일 것

가. 아스팔트의 규격은 한국산업표준 KS M 2201 “스트레이트 아스팔트” 종류 중 40~60, 60~80, 80~100을 적용할 것

나. 골재는 깨끗하고 단단하며 적당한 입도와 내구성을 가지고 가열에 의해 품질 변화를 일으키지 않는 것으로 점토, 실트, 유기물 등의 유해량을 포함하지 않을 것

다. 필러는 한국산업표준 KS F 3501 “역청 포장용 채움재”에 적합하고, 쓰레기, 진흙, 유기물, 덩어리로 된 미립자 등 해로운 물질이 함유되어 있지 않을 것

2. 필댐의 차수벽에 콘크리트를 사용하는 경우에는 705.6을 준용할 것

#### 705.20 본체의 구성

조력댐에 작용하는 하중의 조합은 “항만 및 어항설계기준(2016. 4, 해양수산부)의 기준을 준용한다.

#### 705.21 하중의 계산

조력댐 하중의 계산은 “항만 및 어항설계기준(2016. 4, 해양수산부)의 기준을 준용한다.

#### 705.22 사용하는 재료

조력댐에 사용하는 재료는 “항만 및 어항설계기준(2016. 4, 해양수산부)의 기준을 준용한다.

#### 705.23 구조물 형태에 따른 적용

조력댐 구조물 형태에 따라 “항만 및 어항설계기준(2016. 4, 해양수산부)의 기준을 적용한다.

## (710 수로)

### 710 수로

#### 710.1 배수처리

기술기준 제151조 제2호에 규정하는 설계수량을 안전하게 배수할 수 있는 것이란 수로가 배수를 안전하게 처리할 수 있는 용량을 갖도록 하는 것이다.

#### 710.2 수로에 사용하는 재료의 규격

기술기준 제151조 제5호에 규정하는 수로에 필요한 화학적 성분 및 기계적 성능을 가지는 재료는 아래에서 정한 것 또는 동등 이상의 성질을 가지는 것이어야 한다.

1. 한국산업표준 KS D 3503 “일반 구조용 압연강재” 중 SS275인 것
2. 한국산업표준 KS D 3515 “용접 구조용 압연강재” 중 SM400A, SM400B, SM400C, SM490A, SM490B, SM490C, SM490YA, SM490YB, SM520B, SM520C 및 SM570
3. 한국산업표준 KS D 3521 “압력 용기용 강판” SPPV 235, SPPV 315, SPPV 355 및 SPPV 450
4. 한국산업표준 KS D 3529 “용접 구조용 내후성 열간 압연강재” 중 1종 (SMA400AW, SMA400AP, SMA400BW, SMA400BP, SMA400CW, SMA400CP), 2종 (SMA490AW, SMA490AP, SMA490BW, SMA490BP, SMA490CW 및 SMA490CP) 및 3종 (SMA570W 및 570P)
5. 한국산업표준 KS D 3507 “배관용 탄소강관”
6. 한국산업표준 KS D 3537 “수도용 아연도 강관”
7. 한국산업표준 KS D 3562 “압력배관용 탄소강관” 중 SPPS38 및 SPPS42
8. 한국산업표준 KS D 3564 “고압배관용 탄소강관” 중 SPPH38, SPPH42 및 SPPH49
9. 한국산업표준 KS D 3565 “상수도용 도복장 강관”
10. 한국산업표준 KS D 3576 “배관용 스테인리스 강관” 중 STS304TP
11. 한국산업표준 KS D 3611 “용접 구조용 고향복점 강관” 중 SHY685NS
12. 한국산업표준 KS D 3583 “배관용 아크용접 탄소강 강관” 중 SPW400
13. 한국산업표준 KS D 3588 “배관용 용접 대구경 스테인리스 강관” 중 STS304TPY
14. 한국산업표준 KS D 3589 “압출식 폴리에틸렌 피복강관” 중 P1H, P1F 및 P2S
15. 한국산업표준 KS D 3693 “스테인리스 클래드강”
16. 한국산업표준 KS D 3698 “냉연 압연 스테인리스강관 및 강대”
17. 한국산업표준 KS D 3705 “열간 압연 스테인리스강관 및 강대”
18. 한국산업표준 KS D 3710 “탄소강 단강품”



19. 한국주물공업협동조합 SPS-KFCA-D4101-5004 “탄소강 주강품”
20. 한국산업표준 KS D 4106 “용접 구조용 주강품”
21. 한국주물공업협동조합 SPS-KFCA-D4301-5015 “회 주철품”
22. 한국산업표준 KS D 4308 “수도용 덕타일 주철 이형관”
23. 한국산업표준 KS D 4311 “덕타일 주철관”
24. 한국산업표준 KS M 3370 “수도용 플라스틱 배관계－불포화 폴리에스테르 수지 유리섬유 강화 플라스틱(GRP)－압력 및 비압력 배관(수압철관은 제외)”

### 710.3 수문에 사용하는 재료의 허용응력 및 용접기준과 내식성 재료

710.3.1 기술기준 제151조 제6호에 규정하는 허용응력은 705.10.1(705.10.1의 1.나는 제외)을 준용한다.

710.3.2 수문의 구조상 안전을 위한 용접작업은 705.10.2를 준용한다.

710.3.3 동수압 및 지진력을 포함하는 하중에 대한 허용응력은 705.10.3을 준용한다.

710.3.4 기술기준 제151조 제7호에 규정하는 내식성 재료는 KS D 3003 “항만 및 해양 구조용 내식성 강재(HSM500)”와 KS D 3300 “항만 및 해양 구조용 내식성 강관(STKM500)” 또는 동등 이상의 성질을 갖는 것으로 한다.

### 710.4 취수설비의 구조상 안전과 수문설치

710.4.1 기술기준 제152조 제1호에 규정하는 구조상 안전한 것이란 콘크리트를 사용하는 경우에는 705.6을 준용하여 설계하는 것이다.

710.4.2 710.4.1에서 강재를 사용하는 경우에는 710.10.1 및 710.10.2를 준용한다.

710.4.3 기술기준 제152조 제3호에 따라 취수설비에 수문이나 조절밸브를 설치할 경우, 부유물이 유입되는 것을 방지하기 위하여 상류측에 1/10 정도의 경사를 갖는 스크린을 설치한다.

### 710.5 보(weir)의 수리적 안전과 구조상 안정

710.5.1 기술기준 제152조의2 제1항 제2호에 규정하는 수리적으로 안전한 것이란 705.7 및 국가건설기준「KDS 51 40 05 하천 보」를 준용하여 설계하는 것이다.

710.5.2 기술기준 제152조의2 제1항 제3호에 규정하는 구조상 안전한 것이란 콘크리트를 사용하는 경우에는 705.6 및 국가건설기준「KDS 51 40 05 하천 보」를 준용하여 설계하는 것이다.

710.5.3 기술기준 제152조의2 제2항에 따라 강재를 사용하는 경우에는 705.9 및 705.10을 준용한다.

## **710.6 침사지의 구조상 안전과 침전능력**

**710.6.1** 기술기준 제153조 제1호에 규정하는 구조상 안전한 것이란 콘크리트를 사용하는 경우에는 705.6을 준용하여 설계하는 것이다.

**710.6.2** 기술기준 제153조 제2호에 규정하는 토사를 침전시킬 수 있는 능력을 가져야 한다.

## **710.7 도수로의 구조상 안전**

**710.7.1** 기술기준 제154조 제1호에 규정하는 구조상 안전한 것이란 콘크리트를 사용하는 경우에는 705.6을 준용하여 설계하는 것이다.

**710.7.2** 710.7.1에서 강재를 사용하는 경우에는 710.11.1 및 710.11.3를 준용한다.

**710.7.3** 기술기준 제154조 제4호에 의한 압력수로인 경우, 터널 벽면의 마모를 방지할 수 있는 최대허용유속을 준수하여야 한다.

## **710.8 헤드탱크의 구조상 안전**

기술기준 제155조 제1호에 규정하는 구조상 안전한 것이란 콘크리트를 사용하는 경우에는 705.6을 준용하여 설계하는 것이다.

## **710.9 서지탱크의 구조상 안전**

**710.9.1** 기술기준 제156조 제1호에 규정하는 구조상 안전한 것이란 콘크리트를 사용하는 경우에는 705.6을 준용하여 설계하는 것이다.

**710.9.2** 710.9.1에서 강재를 사용하는 경우에는 710.11.1 및 710.11.2를 준용한다.

## **710.10 서지탱크의 수위변동을 계산하는 경우의 조도계수**

기술기준 제156조 제3호에 규정하는 조도계수는 도수로의 조도계수에 다음 표에 정한 각각의 조건별로 조도계수를 가감한 값으로 한다.

표 710.10-1 조건별 도수로의 조도계수에 가감하는 값

구 분		도수로의 조도계수에 가감하는 값
기술기준 제156조 제3호 “가”의 경우	철관의 경우	0.001을 감한다.
	콘크리트의 경우	0.0015을 감한다.
	라이닝을 하지 않는 경우	0.003을 감한다.
기술기준 제156조 제3호 “나”의 경우	철관의 경우	0.001을 더한다.
	콘크리트의 경우	0.0015를 더한다.
	라이닝을 하지 않는 경우	0.003을 더한다.
기술기준 제156조 제3호 “다”의 경우	철관의 경우	0.001을 감한다.
	콘크리트의 경우	0.0015를 감한다.
	라이닝을 하지 않는 경우	0.003을 감한다.

## 710.11 관본체에 사용하는 재료의 허용응력 및 용접기준

710.11.1 기술기준 제157조 제1호에 규정하는 재료의 허용응력이란 지진력 이외의 하중에 대한 응력 중 강재를 사용하는 경우에는 다음과 같다.

표 710.11-1 이음부 이외의 부분은 다음에 의할 것

재 료 의 종 류		두께 (mm)	허용 인장응력 (MPa)	허용 압축응력 (MPa)	허용 전단응력 (MPa)	허용 지압응력 (MPa)
한국산업표준 KS D 3503 “일반 구조용 압연강재 “	SS 275	16이하	135	135	75	225
		16초과 40이하	130	130	75	220
		40초과	115	115	65	195
한국산업표준 KS D 3515 “용접구조용 압연강재 “ 및 KS D 3529 “용접구조용 내후성 열간압 연강재 “	SM 400A SM 400B SM 400C	16이하	135	135	75	225
		16초과 40이하	130	130	75	220
		40초과	115	115	65	195
	SMA 400AP SMA 400BP SMA 400CP SMA 400AW SMA 400BW SMA 400CW	40초과	115	115	65	195
	SM 490A SM 490B	16이하	180	180	100	305
		16초과	175	175	100	295

재 료 의 종 류		두께 (mm)	허용 인장응력 (MPa)	허용 압축응력 (MPa)	허용 전단응력 (MPa)	허용 지압응력 (MPa)
	SM 490C SM 490YA SM 490YB	40이하				
		40초과	160	160	90	270
		16이하	200	200	115	340
		16초과 40이하	195	195	110	330
	SMA 490AP SMA 490BP SMA 490CP SMA 490AW SMA 490BW SMA 490CW SMA 520B SMA 520C	16이하	200	200	115	340
		16초과 40이하	195	195	110	330
		40초과 75이하	185	185	105	310
		75초과 100이하	180	180	100	305
		16이하	240	240	135	405
		16초과 40이하	240	240	130	405
	SM 570 SMA 570P SMA 570W	40초과 75이하	235	235	135	395
		75초과 100이하	230	230	130	390
한국산업표준 KS D 3521 “압력용기용 강판 “	SPPV 235	6이상 50이하	130	130	75	220
		50초과 100이하	115	115	65	195
	SPPV 315	6이상 50이하	175	175	100	295
		50초과 100이하	160	160	90	270
	SPPV 355	6이상 50이하	195	195	110	330
		50초과 100이하	185	185	105	310
	SPPV 450	6이상 50이하	240	240	135	405
		50초과 100이하	235	235	135	395
한국산업표준 KS D 3611 “용접 구조용	SHY 685NS	50이하	330	330	190	560
		50초과	320	320	180	540

재 료 의 종 류		두께 (mm)	허용 인장응력 (MPa)	허용 압축응력 (MPa)	허용 전단응력 (MPa)	허용 지압응력 (MPa)
고항복점 강관 “		100이하				
한국산업표준 KS D 3698 “냉간압연 스테인레스강 관 및 강대” KS D 3705 “열간압연 스테인리스강 관 및 강대”	STS 304		110	110	60	185
한국산업표준 KS D 3693 “스테인리스 클래드강”			$\sigma_a$ (1)	허용인장응 력과 동일	$\sigma_a \times 1/\sqrt{3}$	$\sigma_a \times 1.7$
한국산업표준 KS D 3507 “배관용 탄소강관”	SPP		70	70	40	115
한국산업표준 KS D 3562 “압력배관용 탄소강관”	SPPS 38		115	115	65	195
	SPPS 42		135	135	75	225
한국산업표준 KS D 3564 “고압배관용 탄소강관”	SPPH 38		115	115	65	195
	SPPH 42		135	135	75	225
	SPPH 49		150	150	85	255
한국산업표준 KS D 3565 “상수도용 도복장 강관”	STWW 290		70	70	40	115
	STWW 370		115	115	65	195
	STWW 400		125	125	70	210
한국산업표준 KS D 3583 “배관용 아크용접 탄소강관 “	SPW 400		125	125	70	210
한국산업표준 KS D 3576 “배관용	STS 304TP STS 304TPY		110	110	60	185

재 료 의 종 류		두께 (mm)	허용 인장응력 (MPa)	허용 압축응력 (MPa)	허용 전단응력 (MPa)	허용 지압응력 (MPa)
스테인리스강관 ” KS D 3588 “배관용 용접 대구경 스테인리스강관 “						
한국산업표준 KS D 4311 “덕타일주철 관”			120	120	70	200
한국산업표준 KS D 4308 “덕타일주철이 형관”			105	105	60	175
한국주물공업 협동조합 SPS-KFCA- D4101-5004 “탄소강 주강품”	SC 410		65	65	35	110
	SC 450		75	75	40	125
	SC 480		80	80	45	135
한국산업표준 KS D 4106 “용접구조용 주강품”	SCW 410		100	100	55	170
	SCW 480		120	120	65	200
한국산업표준 KS D 3710 “탄소강 단강품”	SF 390A		105	105	60	175
	SF 440A		125	125	70	210
	SF 490A		135	135	75	225
	SF 540A		150	150	85	255
	SF 590A		160	160	90	270
한국주물공업 협동조합 SPS-KFCA- D4301-5015 “회주철품”	GC 200		20	20	10	30
	GC 250		25	25	10	40
	GC 300		30	30	15	50

주 : (1) 스테인리스 클래드강의 허용인장응력은 다음 식으로 구한다.

$$\sigma_a = \frac{\sigma_1 \cdot t_1 + \sigma_2 \cdot t_2}{t_1 + t_2}$$

여기에서  $\sigma_a$  : 스테인리스 클래드강의 허용인장응력(N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_1$  : 모재의 허용인장응력(N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_2$  : 클래드재의 허용인장응력(N/mm<sup>2</sup>)

$t_1$  : 모재의 두께(mm)

$t_2$  : 클래드재의 두께(mm)

## (2) 허용압축응력

실험 등에 의하면 압축강도는 인장강도와 거의 동일하며 타 철강 구조물의 규정에서도 거의 동일하게 정해져 있으므로 본 기준에서도 이에 따른다.

2. 용접에 의한 이음부에는 제1호에 규정하는 값에 다음 표에 정하는 값을 곱한 값으로 할 것

표 710.11-2 용접이음에 따른 값

구 분		공장용접	현장용접
맞대기 용접이음	방사선 검사를 한 경우	0.95(1.0)	0.90(0.95)
	방사선 검사를 하지 않은 경우	0.85	0.80
필렛 용접이음		0.95	0.90

비고: 괄호안의 값은 용접선 전체길이에 대하여 방사선검사 또는 초음파탐상검사를 하는 경우의 값이다.

**710.11.2** 관본체의 구조상 안전을 위한 용접작업은 KS, KEPIC SWS 또는 AWS D 1.1(American Welding Society)과 동등 이상의 기준에 따른다.

**710.11.3** 710.11.1에 있어서 콘크리트를 사용하는 경우에는 705.6을 준용한다.

**710.11.4** 동수압 및 지진력을 포함하는 하중에 대한 허용응력은 710.11.1 및 710.11.2에서 정하는 값의 1.5배로 할 수 있다.

## 710.12 관본체의 구조

기술기준 제157조 제2호에 규정하는 진동, 좌굴 및 부식에 대해 안전한 것이란 다음과 같다.

1. 운전 중에 현저한 진동이 없을 것
2. 관본체는 외압의 1.5배의 압력에 대해 좌굴하지 않을 것
3. 내부 유수의 수소이온농도가 수소지수 4이하의 경우에는, 관의 안쪽면을 도료로 피복하거나 또는 부식을 경감할 수 있는 조치를 할 것

## 710.13 관본체의 고정

기술기준 제157조 제5호 “가”에 규정하는 관본체를 확실히 고정 하는 것이란 스러

스트 칼라, 앵커밴드 또는 앵커볼트에 의해 고정하는 것으로 다음 각 호와 같이 사용한다.

1. 앵커블록의 위치에서 수압철관 및 방류관의 상부가 노출되도록 설치하였을 경우 또는 수압철관 및 방류관의 상부 콘크리트의 피복두께가 작아 앵커블록에 인장응력이 생길 경우에는 외력에 대하여 안전하도록 앵커볼트, 앵커밴드 또는 기타의 구조물을 설치하여 고정해야 한다
2. 수압철관 및 방류관이 앵커블록에 고정되는 부분 또는 터널에 매설되는 부분에는 콘크리트 타설시에 수압철관 및 방류관에 작용하는 부력에 대해서 앵커볼트, 앵커밴드 또는 기타의 구조물로, 길이방향의 외력에 대해서는 스트리트 칼라를 설치하여 고정하여야 한다.

#### **710.14 앵커블록의 구조상 안전**

기술기준 제157조 제5호 “나”에 규정하는 구조상 안전한 것이란 콘크리트를 사용하는 경우에는 705.6을 준용하여 고정하는 것이다.

#### **710.15 받침대의 구조상 안전**

**710.15.1** 기술기준 제157조 제6호 “가”에 규정하는 구조상 안전한 것이란 콘크리트를 사용하는 경우에 있어서는 705.6을 준용하여 고정하는 것이다.

**710.15.2** 710.15.1에서 강재를 사용하는 경우에는 710.11.1 및 710.11.2를 준용한다.

#### **710.16 방수로의 구조상 안전**

기술기준 제158조 제2항에 규정하는 구조상 안전한 것이란 콘크리트를 사용하는 경우에는 705.6을 준용하여 고정하는 것이다.



## (715 일반 수력발전 설비)

### 715 일반 수력발전 설비

#### 715.1 수차의 재료

715.1.1 수력발전용 수차 및 보조설비에 사용되는 부품의 재료는 요구되는 기계적 강도 및 화학적 성질을 갖는 재료로서 해당 KS 또는 ASTM 규격에 적합하거나 동등 이상의 재료를 사용하여야 한다.

표 715.1-1 설비별 ASTM, KS/단체표준 규격

구분	ASTM 규격	KS/단체표준 규격	
		번호	명칭
수차날개 Runner Blade	A743 Gr.CA-6NM	SPS-KFCA-D4103	스테인리스 주강품
날개허브 Runner Hub	A743 Gr.CA-6NM	SPS-KFCA-D4103	스테인리스 주강품
날개콘 Runner Cone	A240 Type 304L	STS304L(D3705)	열간압연 스테인리스강판 및 강대
수차축 Turbine Shaft	A668 Class D	SF490A(D3710)	탄소강 단강품
수차발전기 지지대 Bulb Case	A283 Gr. C	SS275(D3503)	일반구조용 압연강재
유량조절장치 Wicket Gate (Shaft, Stem)	A995 UNS J 92205		duplex stainless steel
Wicket Gate (Shell Plate)	A240 Type 304L	STS304L(D3705)	열간압연 스테인리스강판 및 강대
유량조절장치 내관 Inner Gate Ring	A240 Type 304L	STS304L(D3705)	열간압연 스테인리스강판 및 강대
유량조절장치 외관 Outer Gate Ring	A240 Type 304L	STS304L(D3705)	열간압연 스테인리스강판 및 강대
수차날개 외관 Discharge Ring	A240 Type 304L	STS304L(D3705)	열간압연 스테인리스강판 및 강대
흡출관 라이너 Draft Tube Liner	A36		용접구조용 압연강재
고정자 프레임 Stator Frame	A283 Gr. C	SS275(D3503)	일반구조용 압연강재
발전기 점검구 Access Shaft	A283 Gr. C	SS275(D3503)	일반구조용 압연강재

발전기 전단 덮개판 Bulb Nose	A283 Gr. C	SS275(D3503)	일반구조용 압연강재
발전기하부 틈새판 Lower Pier Nose Liner	A283 Gr. C	SS275(D3503)	일반구조용 압연강재
발전기 반입구 Generator Hatch	A283 Gr. C	SS275(D3503)	일반구조용 압연강재

**715.1.2** 수차는 운전 시간에 따라 캐비테이션에 의한 과도한 부식이 발생되지 않아야 한다.

## 715.2 수차의 구조

**715.2.1** 수차는 다음의 각호에 적합하여야 한다.

1. 수차 및 부속장치의 수압을 받는 부분은 최대사용수압에서 누수가 발생되지 않고 구조적으로 견고하여야 한다.
2. 수차 및 부속장치의 유압 또는 공기압을 받는 부분은 수압(유압)시험으로서, 최대유압 또는 최대공기압의 1.5배의 시험압력으로 누설이 없고, 기타 결함이 없는 상태에서 10분간 견딜 수 있어야 한다.
3. 수차 및 부속장치는 최대 속도에서 2분 이상 안전하게 운전할 수 있어야 한다.
4. 운전 중에 수차의 베어링 또는 축에 발생할 수 있는 진동은 수차 설계 기준값 이하의 진동을 유지하여야 한다.
5. 물의 유입이나 유출을 신속하게 차단하는 입구밸브 등을 수차에 설치하여야 한다.

**715.2.2** 자중, 수압, 지진력 및 토압 등에 대하여 구조상 안전하여야 한다.

**715.2.3** 수력발전소의 취수구나 취수문(intake gate)에는 적합한 스크린을 설치하여 부유물이나 토사 등의 유입에 따른 피해를 받지 않게 하여야 한다.

## 715.3 보조설비 및 보조기기

### 715.3.1 조속장치

1. 조속장치는 수차의 속도 및 출력제어에서 신속히 대응할 수 있어야 한다.
2. 조속장치는 비상정지 시 신속히 유입되는 유수를 차단할 수 있어야 한다.
3. 소수력발전은 별도의 조속장치대신 밸브나 수문으로 그 성능을 대처할 수 있다.

### 715.3.2 유압설비

수차의 가이드 베인, 러너 베인, 제압기 디플렉터, 니들 및 입구밸브의 서보 모터 조작 등에 필요한 압유를 충분하고도 안전하게 공급할 수 있어야 한다.

1. 압력유탱크의 내압시험 및 누수시험은 KS B 6750 “압력용기의 내압시험 및 누수

시험”을 준용하고, 시험결과 구조상 안전하고 누수 되지 않을 것

2. 압력유탱크 또는 이에 가까운 곳에는 최고사용압력 이하의 압력으로 동작하는 안전밸브 또는 안전장치를 설치할 것
3. 압력유탱크의 유압이 저하하는 경우에 자동적으로 유압을 회복하는 장치를 설치할 것
4. 압력유탱크 또는 이에 가까운 곳에는 압력계를 설치할 것
5. 압력유탱크의 재료, 구조 등에 대해서는 KS B 6750 “압력용기(기반규격)”를 준용할 것
6. 소수력발전에서는 블래더형이나 전동 서보 모터식으로 대체할 수 있다.

#### 715.3.3 공압설비

1. 유압장치용 공기압축기의 용량은, 유압탱크내의 유압을 최저 상용유압으로부터 30분 이내에 0.1MPa상승시키는데 필요한 공기를 보급할 수 있어야 한다.
2. 공기탱크용량은, 유압탱크내 공기보급에 지장이 없어야 한다.
3. 브레이크용 공기압축기의 용량은, 브레이크의 정상동작에 필요한 용량이어야 한다.
4. 소수력발전 중 유압설비로만 조속장치 및 밸브, 수문을 사용하는 경우에는 공압설비를 제외할 수 있다.

#### 715.3.4 입구밸브 설비

비상시 유수의 안전한 차단, 정지 시 수차의 누수 및 손실전력 저감, 기기의 유해한 마모방지, 보수·점검 시 수로의 충·배수를 생략하여 정지시간 단축, 취수를 공용으로 사용하여 분기한 경우 점검용 수차만 정지시키는 등의 목적으로 수압관 단말이나 수차의 입구에 입구밸브 설비를 설치하여야 한다.

1. 최저 허용조작력은, 전 낙차에서 수차의 최대사용유량을 안전하고 확실하게 차단할 수 있어야 한다.
2. 소수력발전에서 별도의 조속장치가 없이 밸브나 수문으로 운전 및 정지를 하는 경우 입구밸브 설비로 대체할 수 있다.

#### 715.3.5 윤활설비

수차의 베어링 등에는 윤활유 펌프, 집유탱크, 냉각장치 등으로 구성되는 윤활설비를 설치하여야 하며, 비상시에도 윤활매체의 공급이 유지되도록 하여야 한다.

1. 강제순환방식의 윤활유 펌프는, 평상운전 시에 필요한 유량을 공급할 수 있는 용량으로 하여야 한다.
2. 중력급유방식의 상부기름 탱크는, 탱크유면저하 검출 후, 주기가 완전정지 할 때까지, 외부로부터 기름보급 없이, 트러스트 베어링 유조에 필요한 유량을 공급할 수 있는 용량으로 하여야 한다.
3. 소수력발전설비의 윤활유를 그리스로 사용할 경우 윤활설비를 제외할 수 있다.

### 715.3.6 급수설비

급수설비는 수차 등 발전소 설비에 충분한 양과 적합한 물을 안전하고 원활하게 공급할 수 있어야 하며, 불순물의 유입방지, 냉각수의 동결방지, 보수의 용이성 등을 충분히 고려해서 설치하여야 한다.

1. 급수설비의 급수유량은, 다음 조건하에서도 설계급수량 이상을 확보할 수 있어야 한다.
2. 급수펌프의 토출량은 필요한 냉각수의 110% 이상으로 하여야 한다.
3. 공랭식 발전설비는 급수설비를 제외할 수 있다.

### 715.3.7 배수설비

배수설비는 주기기의 본체(수차 봉수장치)로부터의 누수배수, 건물에서 생기는 누수배수 및 주기기 점검 시 수압철관, 케이싱 및 흡출관 등에 들어있는 물의 배수에 필요한 설비로서, 안전하고 원활하게 배수할 수 있어야 하며, 하류하천에 기름 등이 유출되지 않도록 하여야 한다.

1. 소내 배수계통의 유수분리 조는, 설비사고 등으로 다량의 누유가 있더라도 기름을 하천에 유출시키지 않아야 한다.
2. 배수펌프의 제어장치는 가능한 상층에 두어서, 발전소가 침수된 경우에도 배수할 수 있도록 하여야 한다.
3. 배수구 높이는, 홍수 시에도 하천으로부터 역류하지 않는 위치로 하여야 한다.
4. 소내 배수펌프의 성능은 피트 내 최대유입예상량의 1.5배 이상의 배수능력을 갖는 펌프를 선정하여야 한다.
5. 자연배수가 가능한 발전소는 배수설비를 제외할 수 있다.

### 715.3.8 정지 및 경보 설비

1. 다음 전기적 사고 시에는 자동으로 비상 정지하고 경보하여야 한다.
  - 가. 용량 10,000KVA이상의 동기발전기 고정자 권선의 상간단락, 층간단락, 내부지락, 회로지락 등에 의한 과전류
  - 나. 용량 10,000KVA미만의 발전기는 과부하, 단락, 지락, 과전압
  - 다. 동기발전기는 계자권선의 지락, 계자상실, 자동전압조정장치(AVR)고장, 여자기 과전압
  - 라. 역전력
2. 다음 기계적 사고 시에는 자동으로 급정지하고 경보여야 한다.
  - 가. 용량 2,000KVA 이상의 트러스트/가이드 베어링의 과열.
  - 나. 수차과속도, 조속기의 고장
  - 다. 입구밸브, 조속기용 유압장치의 고장/유압저하 2단, 냉각수 통수단절
  - 라. 조속기 구동장치 고장

3. 다음과 같은 경우에는 경보를 하여야 한다.

- 가. 용량 2,000KVA이상의 트러스트 베어링의 온도상승, 유조유면 저하
- 나. 발전기 공기냉각기 출구온도상승
- 다. 조작유압 저하
- 라. 수냉식 발전기 냉각수 단수
- 마. AC/DC 전원고장
- 바. 냉각수 및 공압설비 고장

## (720 양수발전 설비)

### 720 양수발전 설비

#### 720.1 펌프수차의 재료

수력발전용 펌프수차 및 보조설비에 사용되는 부품의 재료는 715.1을 준용한다.

#### 720.2 펌프수차의 구조

720.2.1 수력발전용 펌프수차 및 보조설비에 사용되는 부품의 재료는 715.1을 준용한다.

1. 수압을 받는 부분은 부하 또는 입력이 차단되었을 때 최대사용수압 및 부압설계시 구조상 안전하여야 한다.
2. 회전부는 부하 또는 입력이 차단되었을 때 최대 속도에서 5분 이상 안전하게 운전할 수 있어야 한다.
3. 운전 중에 수차 또는 펌프수차의 베어링 또는 축에 발생할 수 있는 각종 최대의 진동에 대하여 안전하게 운전할 수 있어야 한다.
4. 물의 유입이나 유출을 신속하게 차단하는 입구밸브 등을 수차 또는 펌프수차에 설치하여야 한다.

720.2.2 자중, 수압, 지진력 및 토압 등에 대하여 구조상 안전하여야 한다.

720.2.3 수력발전소의 취수구나 취수문(intake gate)에는 적합한 스크린을 설치하여 부유물 등의 유입에 따른 피해를 받지 않게 하여야 한다.

#### 720.3 보조설비 및 보조기기

720.3.1 조속장치는 715.3.1을 준용한다.

##### 720.3.2 양수기동설비

흡출관 내부 수면을 수면압하장치(Draft tube water depressor)로써 공기상태로 한 후, 발전전동기를 전동기로 기동할 수 있는 설비를 설치하여야 한다.

720.3.3 유압설비는 715.3.2를 준용한다.

720.3.4 공압설비는 715.3.3을 준용한다.

단, 수면압하장치용 공압설비에 대하여는 공기압축기의 용량에 필요한 조건과, 공기탱크용량에 필요한 조건을 현지 여건에 맞추어 시설해야 한다.

720.3.5 입구밸브 설비는 715.3.4를 준용한다.

720.3.6 윤활설비는 715.3.5를 준용한다.

720.3.7 급수설비는 715.3.6을 준용한다.

**720.3.8** 배수설비는 715.3.7을 준용한다.

단, 흡출관 배수펌프의 배수시간은 제작사와 협의하여 결정할 수 있다.

**720.3.9** 정지 및 경보 설비는 715.3.8을 준용한다.

## (725 기타 시설)

### 725 기타 시설

#### 725.1 발전소 시설의 안정성

수차, 발전기 및 부속설비가 설치되는 발전소는 다음 각 호에 따라야 한다.

**725.1.1** 콘크리트구조물은 국가건설기준「KDS 14 20 00 콘크리트구조 설계기준」을 적용하여야 한다.

**725.1.2** 구조물은 705.11~705.14에 준하여야 한다. 기타사항은 국가건설기준「KDS 11 00 00 지반 설계기준」을 적용하여야 한다. 조력발전소 구조물은 705.20~705.23에 준하여야 한다.

**725.1.3** 구조물의 내진에 대하여는 국가건설기준「KDS 17 00 00 내진 설계기준」과 「KDS 54 17 00 댐 내진설계」 및 「KDS 41 17 00 건축물 내진설계기준」을 적용하여야 한다. 다만 설비 정착부에 대한 내진설계를 하는 경우, “발전용 수력 및 화력시설 설비 정착부 내진설계지침”을 적용할 수 있다. 「지진·화산재해대책법」 제15조(기존 시설물의 내진보강계획 수립 등)에 따라, 발전설비의 내진설계기준이 강화되어 기존 시설물을 대상으로 내진성능을 평가하여야 하는 경우, “발전용 수력 및 화력시설 설비 정착부 내진성능평가 지침” 및 “발전용 수력 및 화력시설 기존 건축물 내진성능평가 지침”을 참조할 수 있다. 다만, 전력수급기본계획에 의거 폐지가 결정된 잔존수명 5년 이하의 시설물 또는 재건축 등이 예정된 시설물은 내진성능평가 대상에서 제외한다.

**725.1.4** 조력발전소는 해당지역의 오손등급에 적합한 부식 및 염해대책을 하여야 하며, 특히 염분에 의한 화학적 부식에 강한 자재선정 및 방지용 도장을 하여야 한다.