

### 3. 이형관 보호콘크리트

이형관 보호는 다음 각 항에 적합하도록 해야 한다.

1. 덕타일 주철관 메커니컬이음의 경우에는 관경에 관계없이 모든 90° 곡관, 관경 100mm 이상의 45° 곡관, 관경 300mm 이상의 22° 1/2 곡관, 관경 500mm 이상의 11° 1/4 곡관과 관경 100mm 이상의 T자관에 대하여 이들의 외부를 콘크리트지지대 또는 말뚝박기를 병용하거나 이탈방지압륜으로 보호하여야 한다. 아크 용접 등으로 견고하게 연결된 이음을 사용하는 경우에는 보호공을 하지 않아도 된다.
2. 또한 소관경의 곡관과 T자관이라도 지반이 연약한 곳이나 특히 수압이 높은 곳에는 전항에 준하여 보호공을 설치하여야 하나, 연약지반의 경우 콘크리트보호공을 설치할 때에는 침하 등의 문제가 발생될 수 있으므로 시공시 주의하여야 한다.

#### 【해설】

곡관이나 T자관 등의 이형관은 수평과 수직방향에서 관내의 수압 합력에 의하여 외측으로 작용하는 힘을 받으므로 그 힘의 크기는 수압, 관경 및 곡관각도가 클수록 큰 것으로서 (4-8)식으로 계산된다.

$$P=2pa \sin \frac{\alpha}{2} \text{-----} (4-8)$$

여기서, P : 수압에 의하여 곡선부에 작용하는 외향력의 합력(kg)

P : 관내수압 (kg/cm<sup>2</sup>)

a : 관단면적(cm<sup>2</sup>)

α : 곡선각도

유속에 의한 원심력으로 외측을 향해 일어나는 힘이 있으나 수압에 의한 힘에 비하면 훨씬 적은 것이다. 이 힘에 의해 이형관이 외측으로 이동하고 이음이 탈출할 염려가 있으므로 이를 방지하기 위하여 이음이 관체와 같은 정도의 강도로서 연결되어 있는 경우를 제외하고 외측으로 향해 일어나는 힘에 대하여 보호하여야 한다.

### 4. 특수압륜의 적용

곡관부에 작용하는 수압의 외향력(P)에 대하여 특수압륜을 적용하여 인체화된 관의 수동토압저항력과 마찰저항력을 비교 검토한다.

표 1. 특수압륜의 일반적용

구분 / 적용	특수압륜의 적용	비 고
90° 곡관	모든 구경	소구경의 곡관이나 T자관이라도 연약지반이나 수압이 높은 경우에는 사용하여야 한다.
45° 곡관	100mm 이상	
22 1/2° 곡관	300mm 이상	
11 1/4° 곡관	500mm 이상	
T자관	100mm 이상	

#### KP 특수압륜의 적용길이

##### 1) 수평곡관에서의 연결길이

- (1) 수압에 의하여 곡관부에 작용하는 외향력 (P)

곡관이나 T자관등의 이형관은 수평과 수직방향에서 관내의 수압합력에 의하여 외측으로 힘을 받으며 그 힘의 크기는 다음과 같이 계산된다.

$$P = 2pa \sin \frac{\theta}{2} \text{-----} (1)$$

P : 수압에 의한 외향력의 합 (kg)

p : 관내 수압 (최대정수압+수격압, kg/cm<sup>2</sup>)

a : 관단면적 (cm<sup>2</sup>)

D : 관의 실외경 (cm<sup>2</sup>)

θ : 곡선 각도

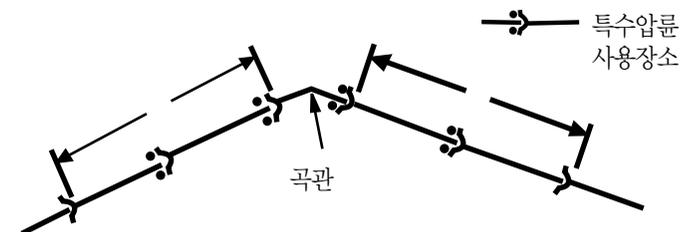


그림 1. 수평곡관 사용장소

표 2. 수압(1kgf/cm<sup>2</sup>)에 의한 외향력(P)

(단위: kgf)

관경	외경(mm)	90°	45°	22.5°	11.25°	T자관
80	98	106	57	29	14	75
100	118	154	83	42	21	109
125	144	230	124	63	31	162
150	170	320	173	88	44	226
200	222	547	296	151	75	387
250	274	833	451	230	115	589
300	326	1,180	638	325	163	834
350	378	1,587	858	437	219	1,122
400	429	2,044	1,106	563	283	1,445
450	480	2,559	1,384	706	354	1,809
500	532	3,143	1,701	867	435	2,222
600	635	4,478	2,423	1,235	620	3,166
700	738	6,049	3,273	1,669	838	4,277
800	842	7,874	4,261	2,172	1,091	5,568
900	945	9,919	5,368	2,736	1,374	7,013
1000	1,048	12,199	6,602	3,365	1,691	8,626
1100	1,144	14,536	7,867	4,101	2,014	10,278
1200	1,255	17,494	9,467	4,826	2,424	12,370

(2) 주변마찰 저항력의 합력(F<sub>s</sub>)

$$F_s = 2 \sin \frac{\theta}{2} \cdot L \cdot f_s \quad \text{----- (2)}$$

f<sub>s</sub> : 단위 길이당 마찰저항력

$$f_s = \mu \cdot \gamma \cdot H_c \cdot \pi D_2 \quad \text{----- (2)-1}$$

γ : 흙의 단위 체적중량(표 3참조)

μ : 관과 흙의 마찰계수 (표 4참조)

H<sub>c</sub> : 관중심까지의 토피 (= h<sub>1</sub> +  $\frac{D_2}{2}$  h<sub>1</sub>:관정상  
까지의 토피)

L : 특수압륜을 적용한 관길이

(3) 직관의 수동토압 합력(F<sub>n</sub>)

$$F_n = 2 \cos \frac{\theta}{2} \cdot L_p \cdot f_n \cdot \frac{1}{2} \quad \text{----- (3)}$$

f<sub>n</sub> : 단위 길이당 수동토압 저항력

$$f_n = \frac{1}{2} C'_e \cdot \gamma \cdot (h_2^2 - h_1^2) \cdot R \quad \text{----- (3)-1}$$

$$C'_e = \tan^2(45^\circ + \frac{\phi}{2}) \quad \text{----- (3)-2}$$

C'<sub>e</sub> : 수동토압계수

φ : 흙의 내부 마찰각(표3 참조)

h<sub>2</sub> : 관저 토피h<sub>1</sub> : 관정 토피

R : 원형단면 감소율(R=1/2)

L : 곡관에 인접한 직관 1분 길이

## (4) 수압의 외향력(P) × 안전율 ≤ 일체화된 관의 수동토압 저항력과 마찰저항력이어야 하므로,

$$P \leq \frac{F_e + F_n}{S'} \quad \text{----- (4)}$$

## (5) 특수압륜을 적용하여 일체화된 관길이 계산

특수압륜을 적용한 관길이(L')는

$$L' \leq \frac{S' \cdot p \cdot A \sin \frac{\theta}{2}}{\sin \frac{\theta}{2} \cdot \mu \cdot H_e \cdot \pi \cdot D_2 + \frac{1}{4} \cos \frac{\theta}{2} C'_e \cdot \gamma (h_2^2 - h_1^2) R} \quad \text{--- (5)}$$

여기서 L ≥ L' 인 길이를 구하면 된다.

## 2) 연직곡관에의 관연결 길이

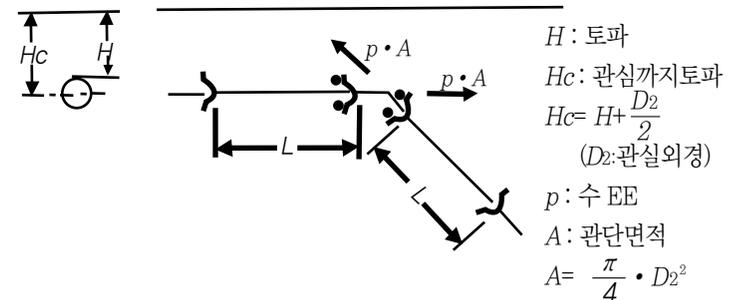


그림 2. 연직곡관 사용장소

(1) 수압에 의하여 곡관부에 작용하는 외향력(P)

$$P = p \cdot A$$

여기서 p : 수압(사용수압+수격압)

A : 관의 실단면적

(2) 주변마찰력  $F_s$

$$F_s = f_s \cdot L$$

$f_s$  : 단위길이당 마찰저항력

$$f_s = \mu \cdot \gamma \cdot H_c \cdot \pi \cdot D_2$$

$\mu$  : 관과 흙의 마찰계수

$\gamma$  : 흙의 단위체적중량

L : 관의 일체화 길이

(3) 수압의 외향력(P) × 안전율 ≤ 일체화된 관의 주변마찰력

( $F_s$ ) 이어야 하므로,

$$p \cdot A \leq \frac{F_s}{S_t} \quad (S_t : \text{안전율 } 1.25)$$

(4) 일체화된 관의 길이

$$L \leq \frac{S_t \cdot p \cdot D_2}{4\mu \cdot \gamma \cdot (H + \frac{D_2}{2})}$$

L : 일체화된 관길이

H : 관정 토피

$D_2$  : 관의 실외경

3) T 자관

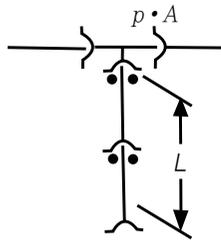


그림 3. T 자관 사용장소

$$L \leq \frac{S_t \cdot p \cdot D_2}{4\mu \cdot \gamma \cdot (H + \frac{D_2}{2})}$$

표 3. 흙의 단위체적중량과 내부마찰각

토 질	단위체적중량 (gf/cm <sup>3</sup> )	마찰각 ( $\psi^\circ$ )
토사(土砂: 건조한 것)	1.4	35~40
토사(자연의 축축한 것)	1.6	45
토사(충분히 축축한 것)	1.8	27
점토질토사(건조한 것)	1.5	40~46
점토질토사(축축한 것)	1.9	20~25
점토(건조한 것)	1.6	40~50
점토(축축한 것)	2.0	20~25
모래(건조한 것)	1.58~1.65	30~35
모래(자연의 축축한 것)	1.8	40
모래(충분히 축축한 것)	2.0	25
자갈(건조한 것)	1.8~1.85	35~40
자갈(젖은 것)	1.86	25
알돌(玉石: 각이진 것)	1.8	45
알돌(둥근 것)	1.8	30

표 4. 관과 흙의 마찰계수

흙의 성질	마찰계수( $\mu$ 치)	
	철 관	폴리에틸렌 피복시
견고한 지반	0.5	0.4
중간 지반	0.4	0.3
연약 지반	0.3	0.2

## 특수압류의 적용의 예

### 1) 수평곡관에 사용시

설계조건

관경 =	mm
주철곡관 =	22.50
작용수압(p, 사용수압+수격압) =	1kg/cm <sup>2</sup>
토사의 단위중량( $\omega t$ ) =	0.0016kg/cm <sup>2</sup>
토사의 내부마찰각( $\phi$ ) =	25°
상재토피( $h_1$ ) =	120cm
$\mu$ : 관과 흙의 마찰계수	0.4(표4참조)

### 1. 관에 적용하는 힘(P)

$$P=2 \times p \times A \times \sin(\theta/2)$$

여기서, P : 수압에 의해 곡관부에 작용하는 힘(kg)

$$A : \text{단면적} = \pi/4 \times D^2(\text{cm}^2)$$

$$D : \text{외경}(\text{cm})$$

### 2. 주변마찰력의 합력(Fs)

$$F_s = 2 \sin(\theta/2) \times L \times f_s \quad (\text{kg})$$

$$f_s(\text{단위길이당 마찰저항력}) = \mu \times \omega t \times H_c \times \pi \times D$$

$$H_c : \text{관중심까지의 토피} \quad 120\text{cm}$$

### 3. 직관의 수동토압합력(Fn)

$$F_n = 2 \times \cos(\theta/2) \times L_p \times f_n \times 1/2$$

$f_n$  단위길이당 수동토압저항력

$$f_n = 1/2 C_c' \times \omega t \times (h_2^2 - h_1^2) \times R$$

$$C_c'(\text{수동토압계수}) : C_c' = \tan^2(45^\circ + \phi/2) \quad 2.46$$

R : 원형단면감소율(1/2)

L : 이형관에 접합한 직관길이

### 4. 저항길이(L)

$$L' \geq \frac{S_f \times p \times A \times \sin(\theta/2)}{\sin(\theta/2) \times \mu \times \omega t \times H_c \times \pi \times D + 1/4 \times \cos(\theta/2) \times C_c' \times \omega t \times (h_2^2 - h_1^2) \times R}$$

관경 mm	외경 mm	외 압		특수압류의 발출저항력(kg)	저 항 력(kg)		연결길이 L(cm)
		P(kg)	P×안전율		Fe	Fn	
80	98	29	36	3,771	10	26	11
100	118	42	52	5,467	14	39	13
125	144	63	78	8,143	22	58	16
150	170	88	110	11,349	30	81	19
200	222	151	188	19,353	51	139	24
250	274	230	287	29,482	76	213	30
300	326	325	406	41,734	107	304	35
350	378	437	546	53,666	142	411	40
400	429	563	703	68,363	180	531	45
450	480	706	882	86,286	223	668	49
500	532	867	1,083	108,685	270	825	54
600	635	1,235	1,543	155,007	375	1,186	63
700	738	1,669	2,086	208,328	494	1,614	71
800	842	2,172	2,715	271,363	628	2,118	79
900	945	2,736	3,420	342,276	772	2,687	87
1000	1,048	3,365	4,206	420,269	927	3,327	94
1100	1,144	4,010	5,012	501,460	1,082	3,988	100
1200	1,255	4,826	6,032	603,553	1,270	4,832	108

## 5. 연약지반의 배관

### 1) 연약지반

연약지반의 정의는 명확하지는 않지만 일반적으로 퇴적물이 있는 충적층(沖積層)으로, 장기허용내력 10tf/m<sup>2</sup>미만, 또는 N 값이 4이하의 경우는 통상 연약지반이라고 한다.

표 1. 지반의 분류와 허용내력

(건축기준법 시행령)

지 반	장기응력에 의한 허용응력도(tf/m <sup>2</sup> )
암 반	100
자갈	30
자갈과 모래혼합물	20
경질 점토	15
연한모래, 모래섞인 점토	10
연질 점토	5

표 2. 일본 국철의 선행조사결과의 판정기준(표준관입시험)

N 값	층의 두께(기타)	판 정
0	2m이상	연약지반
2이하	5m이상	
4이하	10m이상	
30이상	3m이상	지지층
	이 이하의 연약층이 없을때	

출전 : "연약지반의 조사, 설계, 시공법" 토목공학회

### 2) 연약지반에서의 배관시공의 유의점

- ① 시트파일은 특별히 세심하게 박고, 굴삭구내에 지하수가 유입되지 않도록 함과 동시에 구내의 물은 수중펌프등으로 배출하여, 재반죽에 의한 지반의 연화를 방지한다.  
점성토의 진동, 사질토의 보링등의 사전검토를 하는 대책을 세워둘 필요가 있다.
- ② 지반에 따라 사기초(砂基礎), 제자동목(梯子同木), 항기초(抗基礎) 등의 기초공을 고려 할 필요가 있다.
- ③ 관을 취부할때에 흙을 덮어 임시로 고정하여, 관을 소정의 위치에 고정된 상태에서 접합하는 것도 좋다.

- ④ 관의 매설에는 충분한 주의를 요한다. 매설중 및 매설직후의 침하가 제일 큼으로 와이어로프 등으로 관을 묶은 상태에서 매설하는 등, 세심하게 매설작업을 한다.

전압(轉壓)은 몸통을 충분히 묶어서 고정시킨 층과 같도록 한다.

- ⑤ 관로의 불규칙한 침하를 방지하기 위해 매설이 완료된 관로상에는 공사중의 굴삭토라던가 기재등을 방지하지 않도록 한다.
- ⑥ 연약지반에서는 특히 지하수위가 높은 경우가 많아 관내가 비었을 경우는 부상 할 위험이 있기 때문에 이를 방지하기 위해 매설은 배관후 신속하게 한다.

### 3) 침하량의 계산

연약지반에서 관을 매설하는 경우 관의 중량, 관내 물의 중량 및 매설한 토압등을 고려하여, 관저부에서의 토압 증가분을 계산하고 이에 따라서 침하량을 추정한다.

#### (1) 계산식

침하량의 계산식으로서는 다음과 같이 3가지가 있다.

$$\text{A식 } \delta = \frac{e - e_1}{1 + e} \cdot H$$

$$\text{B식 } \delta = mv \cdot \Delta P \cdot H$$

$$\text{C식 } \delta = \frac{Cc}{1 + e} H \cdot \log \frac{P + \Delta P}{P}$$

여기서  $\delta$  : 압밀침하량( cm )

$e$  : 원지반의 초기간격비

$e_1$  : 재하후의 간격비

$H$  : 압밀된 층의 두께( cm )

$mv$  : 흙의 체적변화율 (체적압축계수, cm<sup>3</sup>/kgf )

$Cc$  : 흙의 압축지수

$P$  : 원지반의 선행하중( kgf/cm<sup>2</sup> )

$\Delta P$  : 증가하중(kgf/cm<sup>2</sup>)

$$\Delta P = I \sigma \cdot \Delta W$$

$I \sigma$  : 깊이에 대한 영향치

$\Delta W$  : 증가하중

깊이에 대한 영향치  $I\sigma$

지반에 증가하중이 작용하여 압밀침하한 경우 하중점에 가까운 층의 압밀량에 비해서 하층부의 압밀량이 적어 하중점에서의 깊이에 대한 하중의 감소를 영향치로 하고 있다.  
mv의 예를 들면 표 3과 같다.

그림 -1) 깊이와 영향치  $I\sigma$

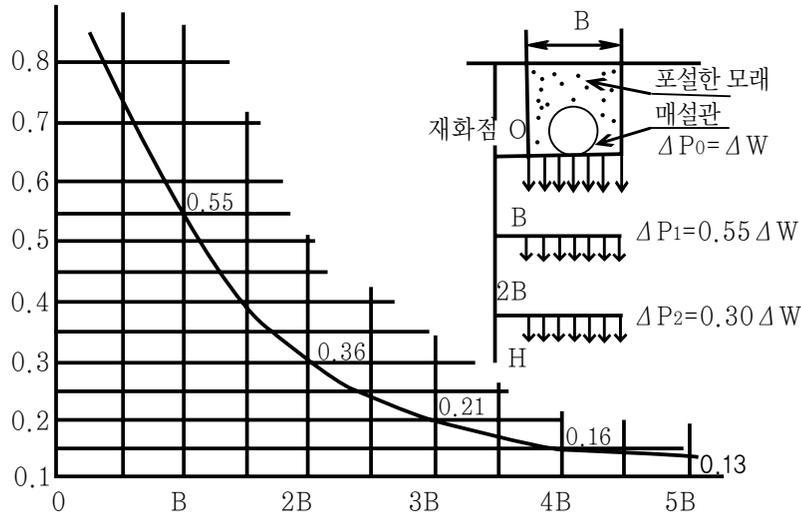


표 3. 체적변화율 mv값(예)

항 목	mv (cm <sup>2</sup> /kgf)
다진 모래	0.002 ~ 0.005
무른 모래	0.01 ~ 0.02
과밀점토	0.005 ~ 0.008
보통점토	0.05 ~ 0.08
부식토를 함유한 모래, 점토	0.1 ~ 0.3
부식토	0.3 ~ 0.7

(2) 계산예

연약지반에 관을 매설한 경우의 침하량의 추정을 (b)식으로 계산하면 다음과 같다.

(a) 조 건

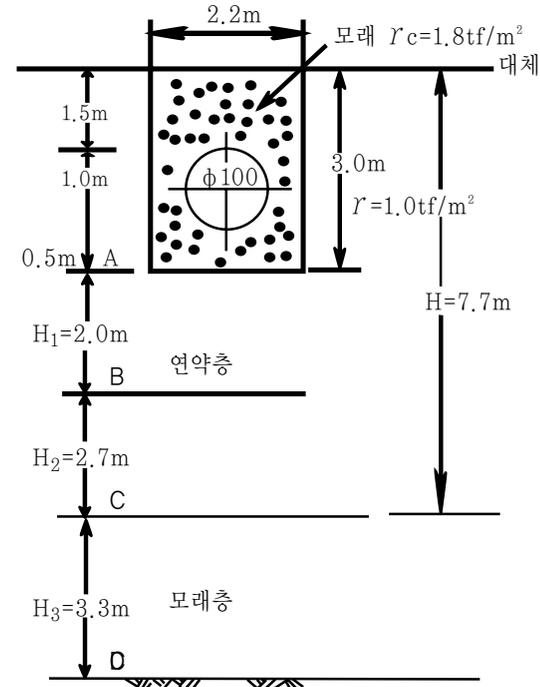
관종 :  $\varphi$  1000 덕타일관 (2중관)

지반 : mv = 0.2 ~ 0.36cm<sup>2</sup>/kgf의 연약층이 깊이 7.7m, 그 이하가 mv = 0.005cm<sup>2</sup>/kgf의 모래층으로 된다.

굴삭 : 폭 2.2m, 토피 1.5m

매설 : 관하부 0.5m에서 전단면 교체

그림-2) 관매설 상태



(b) 계 산

① 굴삭토의 중량

$$2.2 \times 3.0 \times 1.0 = 6.6 \text{ (tf/m)}$$

② 매설토의 중량

$$[2.2 \times 3.0 - (3.14 \times 1.041^2) \div 4] \times 1.8 = 10.35 \text{ (tf/m)}$$

③ 관의 중량 (라이닝 포함)

$$0.43 \text{ (tf/m)}$$

## ④ 관내의 물의 중량

$$(3.14 \times 0.992^2) \div 4 = 0.77(\text{tf/m})$$

A면에서의 증가 하중  $\Delta P$ 는

$$\textcircled{2} + \textcircled{3} + \textcircled{4} - \textcircled{1} = 4.95(\text{tf/m})$$

$$4.95(\text{tf/m}) \div 2.2(\text{m}) = 2.25(\text{tf/m}^2) = 0.225(\text{kgf/cm}^2)$$

여기서 A-B 간의 침하량을  $\delta_1$ ,  $mv_1 = 0.356(\text{cm}^2/\text{kgf})$

B-C 간의 침하량을  $\delta_2$ ,  $mv_2 = 0.201(\text{cm}^2/\text{kgf})$

C-D 간의 침하량을  $\delta_3$ ,  $mv_3 = 0.005(\text{cm}^2/\text{kgf})$ 로하면

총 침하량 :  $\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3$

$$\delta_1 = mv_1 I \sigma_1 \Delta PH_1 = 0.356 \times 0.78 \times 0.225 \times 200 = 12.50(\text{cm})$$

$$\delta_2 = mv_2 I \sigma_2 \Delta PH_2 = 0.201 \times 0.38 \times 0.225 \times 270 = 4.64(\text{cm})$$

$$\delta_3 = mv_3 I \sigma_3 \Delta PH_3 = 0.005 \times 0.22 \times 0.225 \times 330 = 0.08(\text{cm})$$

에 의해서 총침하량  $\delta = 17.22$  약 17cm의 침하가 추  
측된다.

추정침하량의 계산을 각 점에 대하여 하고 여기에 따라서  
설계시공사료로 한다.

## 4) 연약지반에서의 덕타일관의 배관

## (1) 덕타일관의 순응성

연약지반의 배관공사에서는 공사상의 도로를 만들어 성토를  
한다던가 매설토를 모래로 대체하는 경우가 있다. 이와같은  
경우 굴삭전 보다는 큰 하중이 작용하여 지반의 압밀침하가  
일어난다.

익곡(翼谷)과 같이 보통지반에서 연약한 지반으로 완만하게  
지층이 변화하고 있는 경우에 연속하여 일체화된 관로에 서  
는 압밀침하에 동반하여 토압이 크게 작용할 위험이 있지만  
덕타일관에서는 1본 1본이 신축조인트의 역할을 하여 그림 3  
과 같이 순응한다고 생각된다.

또 이 경우의 편위량(침하량)  $\delta$ 는 다음식으로 계산할 수 있다.

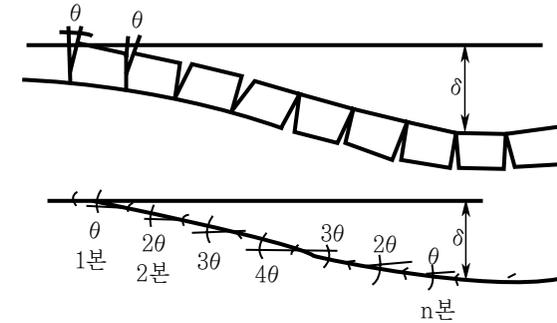
$$\delta = l (2 \tan \theta + 2 \tan 2\theta + 2 \tan 3\theta + \dots \\ \dots + 2 \tan \frac{n-1}{2} \theta + \tan \frac{n+1}{2} \theta)$$

$\theta$  : 조인트의 굴곡각도

$n$  : 최대침하 지점까지의 관 수량

$l$  : 관 길이

그림-3) 관로의 순응성



한 예로서 관 길이 6m이고 관로길이 90m의 중앙부에서  
순응할 수 있는 침하량을 계산하면 표 4와 같이 된다.  
관로의 중앙부 까지의 본수는  $n = 7$ 이다.

표4. 순응할 때 까지의 침하량(예)

굴곡각 $\theta$	0.5°	1.0°	1.5°	2.0°
침하량 $\delta$ (m)	0.84	1.68	2.52	3.36

## (2) 조인트 방법

더욱더 큰 침하가 예상되는 경우에는 신축가요성과 이탈방지  
기능을 갖춘 쇠구조(鎖構造) 관로가 보다 효과적이다.

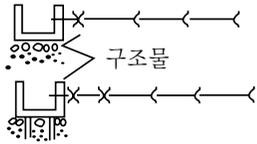
## 5) 부등침하 대책

관로가 부등침하를 일으키는 지반에서는 이음관(Collar)의  
큰 가요성을 이용한 배관이 유효하다. 예상 침하량이 큰 경우에는  
신축가요성이 크고 또한 이탈방지 성능을 가진 조인트의 이음관  
을 적소에 사용하는 것이 좋다.

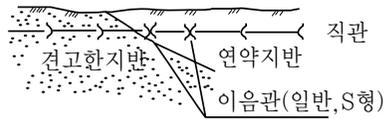
또 일반적으로 연약지반의 경우는 사기초 등의 지반대책을 충분히  
하고 시공을 한다. 최근에는 폴리에틸렌 등을 소재로한 망에  
의한 격망공법도 개발되고 있다.

여러 가지 기초공을 병용하고 S조인트를 사용한 쇠구조관로로  
하면 연약지반 대책으로서의 한층 효과적이다.

그림-4) 이음관의 사용예  
(예1)



(예2)



## 6) 연약지반의 관기초

연약지반이나 두꺼운 점토층에서의 관포설에는 장래 관로의 부등침하, 압밀침하를 방지하기 위하여 다음과 같은 관기초를 고려해야 한다.

### (1) 연약지반층이 얇은 경우

관저부를 관경의 1/2 ~ 1/5정도의 두께에서 굴삭하여 양질의 모래로 치환 한다던가 제자동목등을 병용한 기초로 한다.

### (2) 연약지반층이 두꺼운 경우

#### ① 지반개량에 의한 대책

\* 약액주입법

\* 샌드드레인 공법

\* 치환공법 등에 의해 지반개량을 하여 관 포설을 한다.

#### ② 지반변동에 순응하는 조인트를 사용

압밀침하량을 검토하여 조인트에서, 흡수할 수 있는 범위에 있으면 이것을 사용하는 것도 가능하다.

#### ③ 항 지지에 의한 방법

관저부를 콘크리트로 감고 이것을 마찰저항 까지는 지지항으로 보지시키는 방법이 있다. 이 경우 관의 응력집중을 피하기 위하여 지지각  $\theta = 60^\circ \sim 120^\circ$  도로 하여 축방향 지지폭도 충분히 넓게한다.

그림 5) 마찰항

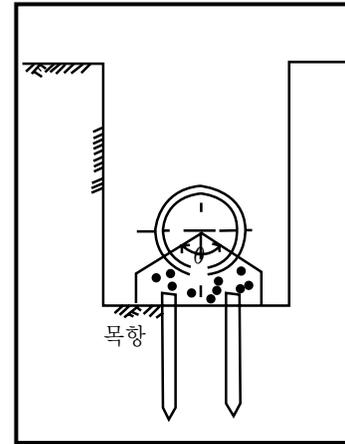
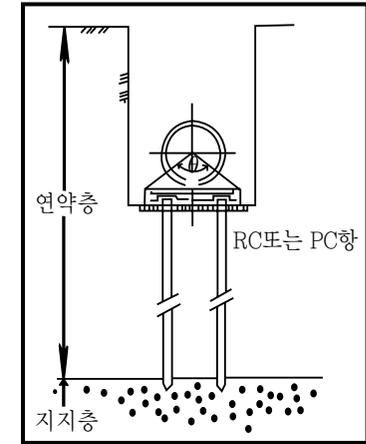


그림 6) 지지항



## 7) 연약지반에서 주철관의 적용방법

연약지반에서의 주철관 적용은 지반의 부등침하량을 추정한 후 그 결과에 따라서 직관이 적용, 이음관의 사용, 또는 TM이음관의 사용등을 결정한다.

### ① 침하량이 편위량 이내일 때

추정 침하량이 허용 굴곡각도의 편위량보다 작을 경우에는 직관의 소켓이음방법을 그대로 사용 할 수 있다.

### ② 침하량이 편위량을 초과할 때

추정 침하량이 직관 1본당 편위량 보다 클 경우에는 이음관을 사용한다. 이때 이음관의 허용 굴곡각도는 일반이음관은  $\theta = 3^\circ$  ( $2\theta = 6^\circ$ )이며, TM이음관은  $\theta = 5^\circ$  ( $2\theta = 10^\circ$ )이므로 용도에 맞게 선택하여 사용한다.

또한 이탈방지 기능이 필요할 경우 삼구 부분에 S 플랜지를 용접 부착한 조인트를 사용하여 침하에 따른 관의이탈에 대비 하여야 한다(TM-LOK).

## 허용굴곡각도계산

구경	관종					
	KP/M 조인트			T 조인트		
	1	2	허용유동거리(x)	1	2	허용유동거리(x)
80	11.5	6.3	20	9.3	5.8	16
100	9.6	6.4	20	8.7	5.5	18
125	7.9	6.3	20	7.3	5.3	19.5
150	6.7	6.7	20	7.0	5.7	21
200	5.2	6.7	20	5.2	5.1	21.5
250	4.2	7.1	20	4.5	4.7	21.5
300	3.6	6.9	20.5	3.8	5.0	21.5
350	3.2	7.2	21	3.3	5.1	21.5
400	3.2	7.0	24	2.4	5.6	18
450	3.2	6.6	26.5	2.7	5.1	23
500	3.0	6.8	28	2.6	5.6	19.5
600	3.0	6.6	33	1.5	5.9	17.5
700	2.9	6.5	37	2.5	6.0	32
800	2.9	6.3	42	2.4	5.8	34.5
900	2.8	6.2	46	2.5	5.2	42
1000	2.8	6.1	51	2.2	5.5	41
1100	2.8	6.1	55	2.4	5.1	48.5
1200	2.8	6.0	60	2.6	4.7	56

〈공식〉

## 1. KP/M조인트

$$\textcircled{1} \arctan \frac{P_4+P_5}{DE}$$

$$\textcircled{2} \arctan \frac{(d_3-d_e)/2+(d_2-d_e)/2}{P} * X=(P_4+P_5)$$

## 2. T조인트

$$\textcircled{1} \arctan \frac{(P-F-G)/2}{DE} \text{ OR } \arctan \frac{\text{유동거리}(X)}{DE}$$

$$\textcircled{2} \arctan \frac{(B-DE)/2+(E-DE)/2+Y}{P-F} * X=(P-F-G)/2$$

## 관의 길이에 따른 편위량 비교표

(단위 :mm)

굴곡각	1M	2M	3M	4M	5M	6M
1.0	17.5	34.9	52.4	69.8	87.3	104.7
1.2	20.9	41.9	62.8	83.8	104.7	125.7
1.4	24.2	48.9	73.3	97.8	122.2	146.6
1.6	27.9	55.9	83.8	111.7	139.7	167.6
1.8	31.4	62.9	94.3	125.7	157.1	188.6
2.0	34.9	69.8	104.8	139.7	174.6	209.5
2.2	38.4	76.8	115.2	153.7	192.1	230.5
2.4	41.9	83.8	125.7	167.6	209.6	251.5
2.6	45.4	90.8	136.2	181.6	227.0	272.5
2.8	48.9	97.8	146.7	195.6	244.5	293.4
3.0	52.4	104.8	157.2	209.6	262.0	314.4
3.2	55.9	111.8	167.7	223.6	279.5	335.5
3.4	59.4	118.8	178.2	237.6	297.1	356.5
3.6	62.9	125.8	188.7	251.7	314.6	377.5
3.8	66.4	132.8	199.3	265.7	332.1	398.5
4.0	69.9	139.9	209.8	279.7	349.6	419.6
4.2	73.4	146.9	220.3	293.7	367.2	440.6
4.4	76.9	153.9	230.8	307.8	384.7	461.7
4.6	80.5	160.9	241.4	321.8	402.3	482.7
4.8	84.0	167.9	251.9	335.9	419.9	503.8
5.0	87.5	175.0	262.5	350.0	437.4	524.9
5.2	91.0	182.0	273.0	364.0	455.0	546.0
5.4	94.5	189.1	283.6	378.1	472.6	567.2
5.6	98.1	196.1	294.2	392.2	490.3	588.3
5.8	101.6	203.2	304.7	406.3	507.9	609.5
6.0	105.1	210.2	315.3	420.4	525.5	630.6
6.2	108.6	217.3	325.8	434.5	543.2	651.8
6.4	112.2	224.3	336.5	448.7	560.8	673.0
6.6	115.7	231.4	347.1	462.8	578.5	694.2
6.8	119.2	238.5	357.7	477.0	596.2	715.5
7.0	122.8	245.6	368.4	491.1	613.9	736.7
10.0	176.3	352.7	529.0	705.3	881.6	1058.0

## 6. 주철관 시방서

### 1) 덕타일 주철관 제작 구입 시방서

#### (1) 적용 범위

이 시방서는( )에 사용할 덕타일 주철관과 이형관 및 접합부 속품의 규격, 제조방법, 품질, 허용차, 시험, 검사 및 운반 납품에 대하여 적용한다. 이 시방서에 규정하지 않은 내용은 관련 KS 규격 최신 개정판에 따른다.

#### (2) 덕타일 주철관 (KS D 4311)

##### ① 제조방법

(가) 관은 덕타일 주철용에 적합한 양질의 선철 또는 여기에 강을 배합하여 용해하고, 주방 상태에 흑연을 구상화 시키는 적당한 처리를 한 다음, 이를 원심력을 이용하여 주조하여야 한다.

(나) 관은 주형에 꺼낸 후 규정된 성질을 갖도록 적당한 방법으로 열처리를 하여야 한다.

(다) 관 내·외부에는 인체에 해롭지 않은 역청질계 도료로 도장해야 한다. 관내부는 시멘트 몰탈로 라이닝 하여야 한다.

##### ② 품질

(가) 관은 실용적으로 직관부는 곧으며, 안·바깥 둘레는 동심원이고, 그 양끝은 관축에 대하여 직각이어야 한다.

(나) 관의 안·바깥면은 매끈하여야 하며 흠, 기타 해로운 결함이 없고 조직이 균일하며, 가공하기 쉬운 것이야 한다. 다만 경미한 흠은 용접등 적당한 방법으로 보수 할 수 있다.

(다) 관의 인장강도 및 연신율은 다음 표 1의 값 이상이어야 한다.

표 1

시험항목 호칭지름(mm)	인장강도 N/mm <sup>2</sup>	연신율(%)
40~1,000	420 이상	10 이상
1,100~1,200		7 이상

(라) 관의 경도는 HB 230 이하이어야 한다.

(마) 관은 호칭지름에 따라 다음 표 2의 수압을 유지하였을 때 이것에 견디며, 누수 기타의 결함이 없어야 한다.

표 2

호칭지름 (mm)	시험수압 Mpa			
	1 종관	2 종관	3 종관	4 종관
300 이하	7	6	5	-
350~600	6	5	4	3.2
700~1,000	5	4	3.2	2.5
1,100~1,200	4	3.2	2.5	1.8

##### ③ 모양, 치수, 무게 및 허용차

(가) 관의 이음방법은 KP메커니컬 조인트 2종관이며, 관의 소켓 및 직관에 대한 모양, 치수 및 무게는 부표에 따른다.

(나) 관 두께의 허용차는  $-(1.3 + 0.001DN)$ mm이어야 한다. (+)는 바깥지름의 치수에 영향을 없는 한 제한하지 않는다. DN은 관의 호칭지름을 말한다.

(다) 관의 유효길이의 허용차는  $\pm 30$ mm로 한다. 다만 시험편을 채취한 것에 대하여는 제한하지 않는다.

(라) 제조자는 관의 표준길이에 따라 표 3과 같은 절관 길이의 것을 주문량의 10%까지 공급할 수 있다.