

가. 관로공사 설계기준

목 차

1. 적용기준	1
2. 관종의 선정	1
3. 도복장강관의 선정	1
4. 관두께 결정	2
5. 토피의 기준	14
6. 터파기	15
7. 터파기 비탈면의 기울기	19
8. 관의 기초처리	19
9. 되메우기	22
10. 도복장강관 관로의 신축이음	23
11. 이형관의 보호	25
12. 제수밸브	27
13. 공기밸브	28
14. 이토밸브	29
15. 전식 및 부식방지	30
별 첨	33
참고문헌	66

관로공사 설계기준

1. 적용기준

1.1 적용범위

우리공사에서 시행하는 광역상수도 및 공업용수도 관로공사의 설계에 적용한다.

1.2 적용방법

이 기준에 명시되지 않은 사항은 환경부 제정 상수도시설기준 및 상수도공사 표준시방서에 따른다.

2. 관종의 선정 (2004. 1, 본항개정)

- (1) 상수도용관의 관종은 덕타일주철관, 도복장 강관중에서 부설장소의 상황, 사용수압, 공사비(전식 및 부식방지시설비 포함)의 경제성, 내구성 및 유지관리의 용이성 등을 고려하여 선정한다.
- (2) 수관교 및 교량첨가관, 부식방지 등 특별한 경우와 소구경관인 경우에는 사용목적과 시공성을 고려하여 다른 관종을 선정할 수 있다.

3. 관의 재질

3.1 덕타일 주철관 (2004. 1, 본항개정)

3.1.1 원관은 KSD4311(덕타일 주철관) 및 KSD4308(덕타일 주철이형관)에 따른다.

3.1.2 내부라이닝은 KSD4311에 의한 덕타일주철관의 경우 KSD4316(덕타일주철관의 모르타라이닝)에 따르고, KSD4308에 의한 덕타일 주철이형관의 경우에는 KSD 4317(덕타일주철관 내면 에폭시 수지분체 도장)에 따른다.

3.1.3 취수장·가압장·정수장 등 구내에 노출된 상태로 설치되거나, 수중(원수 및 처리수)에 설치되는 주철관의 경우 관외부의 피복은 유지관리의 편의성, 시설의 쾌적성, 방식성능 및 음용수용으로서의 적합성이 확보될 수 있도록 세라믹도장 등에 의한 방법을 선정하여야 한다.

3.2 도복장 강관 (2003. 12, 개정)

3.2.1 원관은 KSD 3565(상수도용 도복장강관) 및 KSD3578(상수도용 도복장 강관 이형관)에 따른다. 단, 원관의 화학성분중 탄소는 0.20% 이하이어야 한다.

3.2.2 도복장(피복)

- (1) 내부는 수도용 액상 에폭시 수지로 도장에 의하고, 외부는 골타르 에나멜 도복장, 압출식3층 폴리에틸렌 피복 또는 분말용착식3층 폴리에틸렌 피복중에서

부설토양의 여건, 공사비(전식 및 부식방지시설비 포함)의 경제성, 내구성 및 유지관리의 용이성, 생산성 등을 고려하여 선정한다.

[참고 1] 관련 규격

- 1) KSD 8502 (수도용 액상 에폭시 수지 도료 및 도장 방법)
- 2) KSD 8307 (수도용강관 콜타르 에나멜 도복장 방법)
- 3) KSD 3589 (압출식 폴리에틸렌 피복 강관)
- 4) 우리공사규격 (수도용 강관 분말용착식3층 폴리에틸렌 피복 방법)

※ 상수도공사(C08000) 전문시방서 (부록)에 수록

- (2) 취수장·가압장·정수장 등 구내에 노출된 상태로 설치되거나, 수중(원수 및 처리수)에 설치되는 강관의 경우 관외부의 피복은 유지관리의 편의성, 시설의 쾌적성, 방식성능 및 음용수용으로서의 적합성이 확보될 수 있도록 폴리에틸렌 3층피복, 세라믹도장 등에 의한 방법을 선정하여야 한다.

4. 관두께 결정

4.1 강관의 두께

매설강관의 두께는 내압, 외압, 부등침하, 지진하중 등을 고려하여야 하며 최소두께 이상이어야 한다. 또한 강관 제작상의 두께에 대한 허용오차는 $\pm 50 \mu\text{m}$ 이하를 기준으로 하고 두께 결정에는 고려하지 않는다.

4.1.1 최소 관두께

$$t = \frac{D}{288} \text{ mm} \quad (\text{관의 호칭지름 } D = 1,350\text{mm 이하일 경우}) \quad (4-1)$$

$$t = \frac{D + 508}{400} \text{ mm} \quad (\text{관의 호칭지름 } D = 1,350\text{mm 초과할 경우}) \quad (4-2)$$

4.1.2 내압에 의한 관두께

관내수압(동수압 + 수격압, 혹은 정수압) 2가지 중에서 큰값을 적용하여 산출한다.

$$t = \frac{p \cdot d}{2\sigma_{sa}} \quad (4-3)$$

t : 관두께(mm)

p : 관내수압(kg/cm^2)

d : 관의 내경(mm)

σ_{sa} : 관의 허용응력($1,400\text{kg}/\text{cm}^2$)

4.1.3 외압에 의한 관두께

외압에 의한 관두께 계산은 상수도시설기준에 부합되고 다음사항을 준수하여야 한다.

- (1) 토질조사 결과에 따른 주요 구간별 대표 토질정수중, 경제성 및 시공성을 고려하여 전체 설계구간의 대부분에 적용할 수 있는 지반의 토질정수를 기준으로 하여 트럭하중(도로구간 등 필요시)을 포함한 외부하중에 따라 관두께를 결정하여야 하며, 이때 고려한 토질정수가 확보되도록 시방서에 시공법 및 품질관리 기준을 규정하여야 한다.
- (2) 상기 (1)항의 기준지반이 트럭하중이 없는 개활지 등으로서 관로의 침하를 없을 것으로 예상되나, 자연함수비가 높은 점토질이고 일반적인 다짐관리가 곤란한 토질의 경우에는 토피의 과도한 침하 및 이에 따른 주변구조물의 악영향 등을 고려하여 시방서에 시공법 및 품질관리기준을 규정하여야 한다.
- (3) 상기 (1), (2)항의 적용기준에 부합되지 않는 암반, 하저, 국부적 트럭하중 발생 구간, 관로의 침하가 발생할 수 있는 연약지반 등에 대해서는 각 조건별로 별도 대책을 수립하여야 한다.
- (4) 강관 매설후 되메우기, 토압 및 통과차륜 등 외압에 의한 관내도장 손상을 방지하기 위하여, 이들 중량에 의한 강관의 원주방향 관체변형율은 관경의 5% 미만, 시멘트 모르타라이닝관인 경우 관경의 3% 이내이어야 한다.
- (5) 외압에 의한 관저부의 휨응력은 관의 허용응력 이하이어야 한다.
- (6) 관로노출에 의한 대기압 또는 수중횡단으로 상재하중을 받는 경우에, 외압은 다음 이하가 되도록 하여야 하고, 안전율은 1.5 ~ 2.0으로 한다.

- 1) $\frac{t}{D}$ 가 0.023 이하이고 파괴외압 P_e 가 41 kg/cm² 이하인 경우(좌굴파괴)

$$P_e = 3,500,000(t/D)^3 \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (4-4)$$

- 2) $\frac{t}{D}$ 가 0.023 이상이고 파괴외압 P_e 가 41 kg/cm² 이하인 경우(소성파괴)

$$P_e = 6,100(t/D) - 98 \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (4-5)$$

- (7) 대기에 노출되는 강관을 교량형식으로 지지하고자 할 때 그 지지형식이 새들(Saddle)또는 링 거어더(Ring Girder)인가에 따라 그 지지부의 응력을 검토하여야 한다.

- (8) 외압

- 1) 토피에 의한 토압

- ① Sheet pile 등 토류벽 시공에 따른 수직굴착 또는 토피가 200cm 이하인 경우

$$W_v = \gamma_s \cdot H \quad (4-6)$$

W_v : 토피에 의한 토압(kg/cm²)

γ_s : 흙의 단위중량(kg/cm³)

H : 토피(cm)

- ② 일반제형 굴착의 경우

$$W_v = C_d \cdot \gamma_s \cdot B_d \quad (4-7)$$

C_d : Trench 상수(Marston식)

$$C_d = \frac{1 - e^{(-2K \cdot \mu' \cdot \frac{H}{B_d})}}{2K \cdot \mu'} \quad (4-8)$$

K : Rankine의 토압계수 ($K = \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi}$)

μ' : 되메우기 흙과 비탈면의 마찰계수 ($\mu' = \tan\phi'$)

ϕ : 되메우기 흙의 내부마찰각

ϕ' : 되메우기 흙과 비탈면의 내부마찰각(보통 $\phi' \approx \phi$)

B_d : 관상단에서의 Trench 폭(cm)

2) 트럭하중에 의한 외압

$$W_t = \frac{2nP \cdot (1+i)}{[nL + (n-1) \cdot C + b + 2H \tan\theta] \cdot (a + 2H \tan\theta)} \quad (4-9)$$

W_t : 트럭하중에 의한 외압(kg/cm²)

P : 트럭의 후륜(1륜)하중(kg)

n : 점유폭에 접하여 나란한 트럭 대수

L : 후륜 중심간격 (일반적으로 175cm 적용)

C : 인접 트럭간의 후륜중심 간격(cm) (일반적으로 100cm 적용)

b : 후륜 접지폭(cm) (일반적으로 50cm 적용)

θ : 분산각(°) (일반적으로 45° 적용)

a : 차륜 접지장(cm) (일반적으로 20cm 적용)

i : 충격계수(<표 4-1> 참조)

<표 4-1> 충격계수

토 피(m)	i
$H \leq 1.5$	0.5
$1.5 < H < 6.5$	$0.65 - 0.1 H$
$H > 6.5$	0

3) 관체의 변형량

$$\Delta X = [2K_x \cdot (W_v + W_t) \cdot R^4] / [EI + 0.061E' \cdot R^3] \quad (4-10)$$

ΔX : 관체의 수평방향 변형량(cm)

R : 관의 평균반경(cm)

E : 관의 탄성계수(2,100,000kg/cm²)

I : 관의 단위폭당 단면이차모멘트(cm⁴)

$$I = \frac{t^3}{12} \quad (4-11)$$

K_x : 지지각에 의해 결정되는 수평방향 변형계수(<표 4-2> 참조)

E' : 흙의 반력계수(kg/cm²)(<표 4-3> 참조)

<표 4-2> K_b , K_x 계수표

지지각	K_b	K_x	$(0.061 K_b - 0.083 K_x)$
60 °	0.189	0.103	0.00307
90 °	0.157	0.096	0.00171
120 °	0.138	0.089	0.00107
150 °	0.128	0.085	0.00082

4) 휨응력

$$\sigma_b = \frac{2(W_v + W_t)Coef}{f \cdot z} \quad (4-12)$$

$$Coef = \frac{K_b \cdot R^2 \cdot EI + (0.061K_b - 0.083K_x)E' \cdot R^5}{EI + 0.061E' \cdot R^3} \quad (4-13)$$

σ_b : 외압에 의한 관저부의 휨응력(kg/cm²)

f : 형상계수(1.5)

z : 관의 단위폭당 단면계수(cm³)

$$z = \frac{t^2}{6} \quad (4-14)$$

K_b : 지지각에 의해 결정되는 관저에서의 휨모멘트 계수(<표 4-2> 참조)

<표 4-3> 흙의 반력계수표

흙의 종류 (통일 분류법에 따름)	다짐도에 따른 E' (kg/cm ²)		
	다짐 없음	약간의 다짐 Proctor 밀도로 <85 % 상대 밀도로 <40 %	중간정도의 다짐 Proctor 밀도로 ≥85 - 95 % 상대 밀도로 ≥40 - 70 %
세립토(LL > 50) 중정도의 소성부터 고소성까지의 흙 CH, MH, CH-MH	이용할 수 있는 데이터가 없다 : 토질 전문가와 협의. 기타의 경우는 $E' = 0$ 을 사용		
세립토(LL ≤ 50) 중정도의 소성부터 소성이 없는 흙까지 CL, ML, CL-ML (세립부분 25%이하)	3.5	14	28
세립토(LL ≤ 50) 중정도의 소성부터 소성이 없는 흙까지 CL, ML, CL-ML (세립부분 25%이상) 세립토를 함유한 조립토 GM, GC, SM, SC (12%이상의 세립토 를 함유)	7	28	70
세립토를 거의 함유 않던가, 전혀 함유 하지 않은 조립토 GW, GP, SW, SP (12%이하의 세립토 를 함유)	14	70	140

4.1.4 부등침하에 의한 관두께

- (1) 부등침하에 대한 검토는 상기 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3항에 의한 관두께 적용이 곤란한 부등침하가 예상되는 구간을 대상으로 하며, 관로의 휨에 의한 응력, 내압에 의한 응력 및 온도변화에 의한 응력 등 축방향 총응력에 대한 변형율을 검토하여야 한다.
- (2) 변형율 검토 결과에 따라 해당구간에 대해 관두께 변경, 신축이음, 지반개량 등을 통한 지지력 보강 등 유형별로 대책을 수립하여야 하며, (4-15)식에 의한 총응력에 대한 축방향 변형율이 0.1% 이내이어야 한다.

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} \quad (4-15)$$

ε : 변형율

σ : 응력

4.1.5 지진하중에 의한 관두께

- (1) 현재까지 국내의 관로에 대한 내진 설계기준은 없으나 최근 지진 발생추이에 따라 시설물의 중요도에 비추어 내진대책이 필요하므로 교량의 내진설계 기준을 준용하고 향후 기준 설정 결과에 따라 적용한다.
- (2) 내압, 트럭하중, 온도변화에 의한 상시 축방향 변형율에 지진하중에 의한 축방향 변형율을 합한 합성 축방향 변형율은 0.3% 이내이어야 한다.
- (3) 내압에 의한 관의 축방향 변형율 ε_i

$$\varepsilon_i = \frac{\nu \cdot p \cdot (D_o - t)}{2 \cdot t \cdot E} \quad (4-16)$$

ν : 프와송비(0.3)

D_o : 관의 외경(cm)

- (4) 트럭에 의한 관의 축방향 변형율 ε_c

$$\varepsilon_c = \frac{0.322 \cdot W_c}{z_c} \sqrt{\frac{I_c}{E \cdot K_v \cdot D_o}} \quad (4-17)$$

W_c : 트럭하중(kg/cm)

$$W_c = \frac{2 \cdot D_o \cdot P \cdot (1+i)}{300 \cdot (a+2H \cdot \tan \theta)} \quad (4-18)$$

z_c : 관의 단면계수(cm³)

$$z_c = \frac{\pi}{32} \frac{D_o^4 - d^4}{D_o} \quad (4-19)$$

I_c : 관의 단면이차모멘트(cm⁴)

$$I_c = \frac{\pi}{64} (D_o^4 - d^4) \quad (4-20)$$

K_v : 연직방향 지반반력계수(일반적으로 1.0 적용)

- (5) 온도변화에 의한 관의 축방향 변형율 ε_t

$$\varepsilon_t = \alpha \cdot \Delta T \quad (4-21)$$

α : 강관의 선팽창계수(= $1.2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$)

ΔT : 온도 변화량

(6) 지진하중에 의한 관의 축방향 변형을 ε_{le}

1) 매설관 위치에서 최대 수평변위

$$U_h = \frac{2}{\pi} \cdot S_v \cdot T_G \cdot K_h \cdot \cos \frac{\pi h}{2H_s} \quad (4-22)$$

U_h : 매설위치에서 지반의 수평변위 진폭(cm)

h : 지표면에서 관중심까지의 깊이(cm)

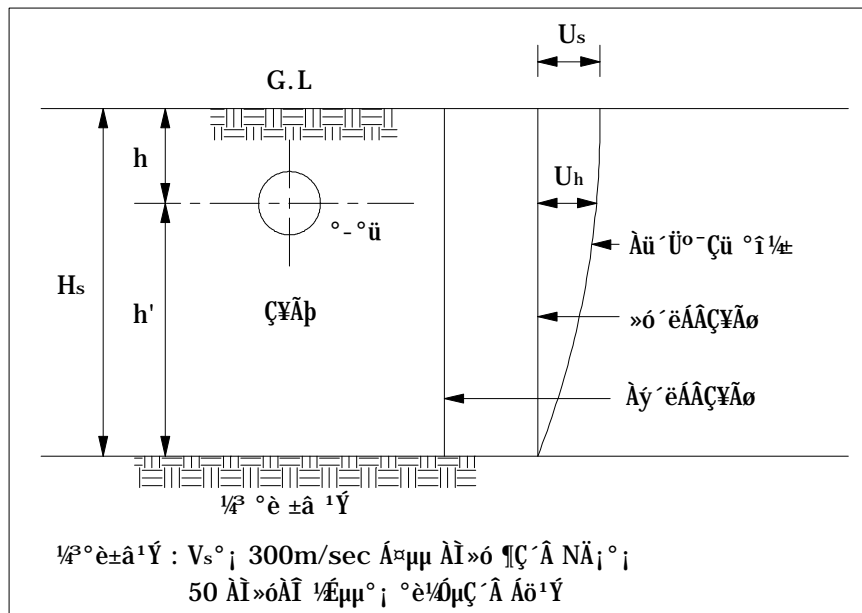
H_s : 표층의 지반 두께 ($h + h'$)(cm)

K_h : 내진 계산상의 기반면에 있어서 설계수평진도

S_v : 속도응답 스펙트럼(cm/sec)

h' : 관중심에서 기반까지의 깊이(cm)

T_G : 표층지반의 기본고유주기(sec)



<그림 4-1> 매설관 위치의 최대 수평변위

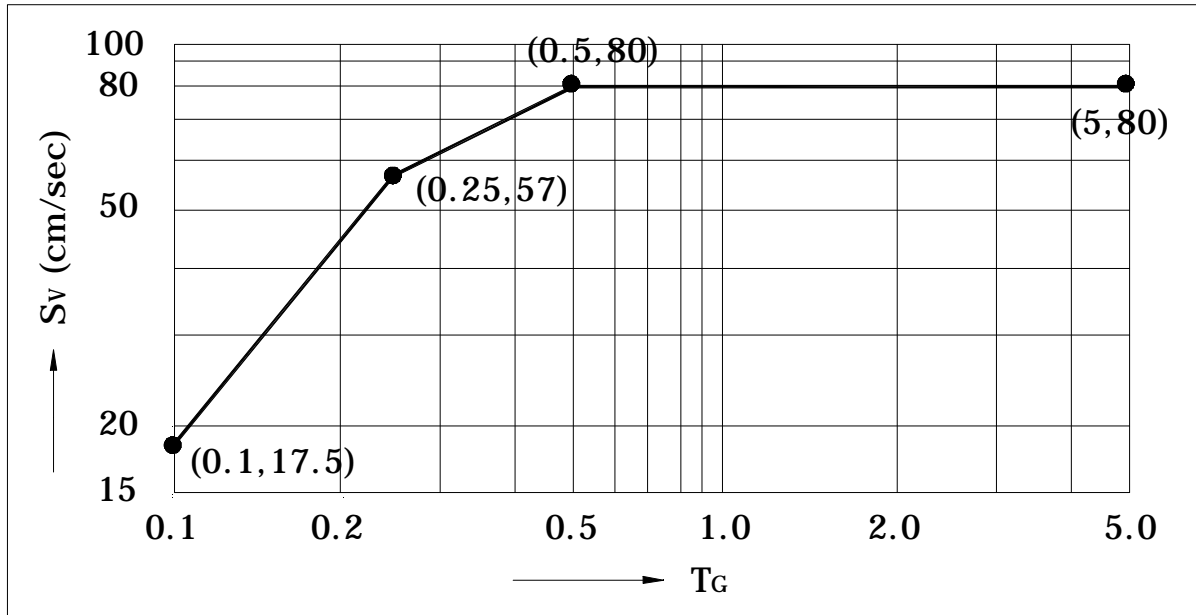
2) 표층지반의 기본고유주기

$$T_G = S \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{V_{Si}} \quad (4-23)$$

H_i = 제 i 층의 두께(cm)

V_{Si} = 제 i 층의 전단 탄성파속도(cm/sec) : N 치로 추정(<표 4-4> 참조)

S = 4(점성토), S = 5.2(사질토)



<그림 4-2> 속도응답 스펙트럼(cm/sec)

3) 지진시의 지반 변형

$$\varepsilon_L = \pi \cdot U_h / L \quad (4-24)$$

$$\varepsilon_B = 2\pi^2 \cdot D_o \cdot U_h / L^2 \quad (4-25)$$

4) 지진동 파장

$$L = (2L_1 \times L_2) / (L_1 + L_2) \quad (4-26)$$

L : 지진동 파장

$$L_1 = T_G \cdot \overline{V_s}$$

$$L_2 = T_G \cdot V_{os}$$

$\overline{V_s}$: 표층지반의 평균 전단 탄성파속도(cm/sec)

$$\overline{V_s} = \frac{\sum H_i}{\sum \frac{H_i}{V_{Si}}} \quad (4-27)$$

H_i : 제 i 층의 두께(cm)

V_{os} : 기반면의 전단 탄성파속도(cm/sec)

<표 4-4> 전단 탄성파속도(V_s)의 산정식

		(m/sec)	
구 분		표 층 지 반	기 반
충 적 층	점 성 토	$122 N^{0.0777}$	$143 N^{0.0777}$
	사 질 토	$61.8 N^{0.211}$	$103 N^{0.211}$
흙 적 층	점 성 토	$129 N^{0.183}$	$172 N^{0.183}$
	사 질 토	$123 N^{0.125}$	$205 N^{0.125}$

5) 지반의 강성계수

$$K_{g1} = k_{g1} \cdot \gamma_s \cdot \frac{V_s^2}{g} (\text{kg/cm}^2) \quad (4-28)$$

$$K_{g2} = k_{g2} \cdot \gamma_s \cdot \frac{V_s^2}{g} (\text{kg/cm}^2) \quad (4-29)$$

K_{g1} : 관축방향 지반의 강성계수(kg/cm^2)

K_{g2} : 관축직각 지반의 강성계수(kg/cm^2)

k_{g1} : 관축방향의 단위길이당 지반의 강성계수에 대한 정수(≒3)

k_{g2} : 관축직각방향의 단위길이당 지반의 강성계수에 대한 정수(≒3)

γ_s : 매설위치의 흙의 단위중량(kg/cm^3)

V_s : 매설위치의 표층지반 전단 탄성파 속도(cm/sec)

g : 중력가속도(980cm/sec^2)

6) 지반변위에 의해 생기는 관축방향 합성변형을

$$\varepsilon_{1e} = \sqrt{\gamma \cdot \varepsilon_{pL}^2 + \varepsilon_{pB}^2} \quad (4-30)$$

$$\varepsilon_{pL} = \alpha_1 \cdot \varepsilon_L = \alpha_1 \cdot \frac{\pi U_h}{L} \quad (4-31)$$

$$\varepsilon_{pB} = \alpha_2 \cdot \varepsilon_B = \alpha_2 \cdot \frac{2\pi^2 D_o U_h}{L^2} \quad (4-32)$$

γ : 파동성분에 의한 계수(≒1.0)

ε_{pL} : 지진시 축방향 변화

ε_{pB} : 힘에 의한 축방향 변화

α_1 : 지반에 생긴 축변형 ε_L 의 관에 대한 전달율

α_2 : 지반에 생긴 휨변형 ε_B 의 관에 대한 전달율

$$\alpha_1 = \frac{1}{1 + \left(\frac{2\pi}{\lambda_1 L'}\right)^2} \quad \alpha_2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{2\pi}{\lambda_2 \cdot L}\right)^4}$$

$$\lambda_1 = \left(\frac{K_{g1}}{EA}\right)^{1/2} \quad \lambda_2 = \left(\frac{K_{g2}}{E \cdot I}\right)^{1/4}$$

A : 관의 단면적(cm^2)

I : 관의 단면이차모멘트(cm^4)

L' : 외관상의 파장(cm)($L' = \sqrt{2}L$)

4.2 닥타일주철관의 두께

닥타일주철관의 관두께는 정수압, 수격압, 토피에 의한 토압 및 트럭하중에 의한 토압을 전부 동시에 고려하여 산정하여야 한다.

4.2.1 닥타일주철관의 공칭관두께(T) 산정

(1) 내압에 의한 인장응력

$$\sigma_t = \frac{(P_s + P_d) \cdot d}{2t} \quad (4-33)$$

σ_t : 내압에 의한 인장응력(kg/cm^2)

P_s : 정수압(kg/cm^2)

P_d : 수격압(kg/cm^2)

d : 관의 내경(mm)

t : 관 두께(mm)

(2) 내압 및 외압에 의한 인장응력

$$\sigma_s = \sigma_t + 0.7\sigma_b \quad (4-34)$$

σ_s : 내압 및 외압에 의한 인장응력(kg/cm^2)

$0.7\sigma_b$: 휨응력(σ_b)을 인장응력으로 환산한 응력(kg/cm^2)

$$\sigma_b = \frac{6(K_f W_f + K_t W_t) R^2}{t^2} \quad (4-35)$$

K_f : 관저의 지지각에 의해 결정되는 계수(<표 4-5> 참고)

<표 4-5> 관저의 지지각에 따라서 결정되는 계수치(K_f)

지지각	40°	60°	90°	120°	180°
관 상단	0.140	0.132	0.120	0.108	0.096
관 하단	0.281	0.223	0.160	0.122	0.096

K_t : 관정 0.076, 관저 0.011

W_f : 토피에 의한 토압(kg/cm²)

W_f 는 4.1.3 (7)의 1) 토피에 의한 토압에 따른다.

W_t : 트럭하중에 의한 외압(kg/cm²)

$$W_t = 1.5\alpha P \quad (4-36)$$

1.5 : 충격계수

α : 관구경 및 토피에 의해 정해지는 계수(<그림 4-3>, <그림 4-4> 참조)

P : 트럭의 후륜(1륜)하중(kg)

(3) 공칭관두께(T)의 결정

내압 및 외압에 의한 인장응력에 안전율을 다음과 같이 고려하고, 관의 인장강도를 S 로 하면

정수압에 대한 안전율 : 2.5

수격압에 대한 안전율 : 2.0

토피에 의한 토압안전율 : 2.0

트럭하중에 의한 토압안전율 : 2.0

$$S = 2.5\sigma_{ts} + 2.0\sigma_{td} + 1.4\sigma_b \quad (4-37)$$

σ_{ts} : 정수압에 의한 발생응력

σ_{td} : 수격압에 의한 발생응력

(4-37)식에 (4-33)식과 (4-35)식을 대입하고 R 을 $d/2$ 로 놓고 계산하면

$$S \cdot t^2 - (1.25P_s + P_d)d \cdot t - 2.1(K_f W_f + K_t W_t)d^2 = 0 \quad (4-38)$$

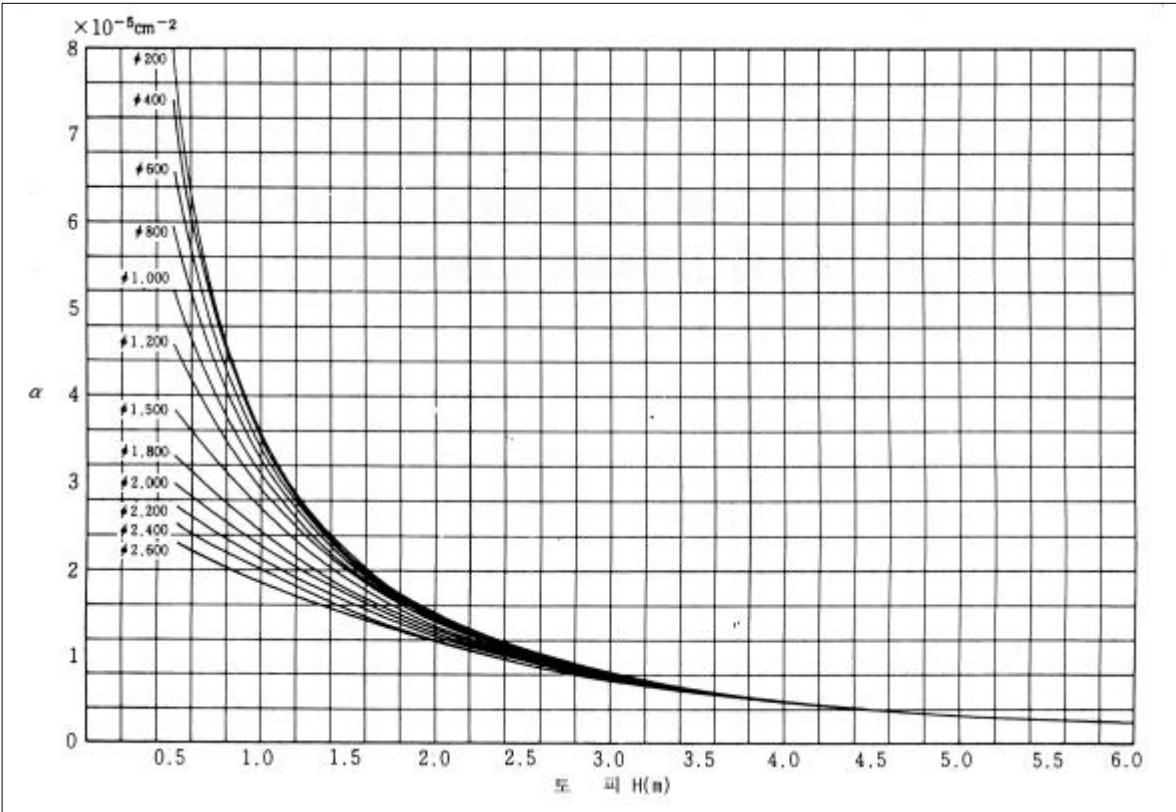
$$t = \frac{(1.25P_s + P_d) + \sqrt{(1.25P_s + P_d)^2 + 8.4(K_f W_f + K_t W_t)S}}{2S} d \quad (4-39)$$

최종적으로 공칭관두께 T 는

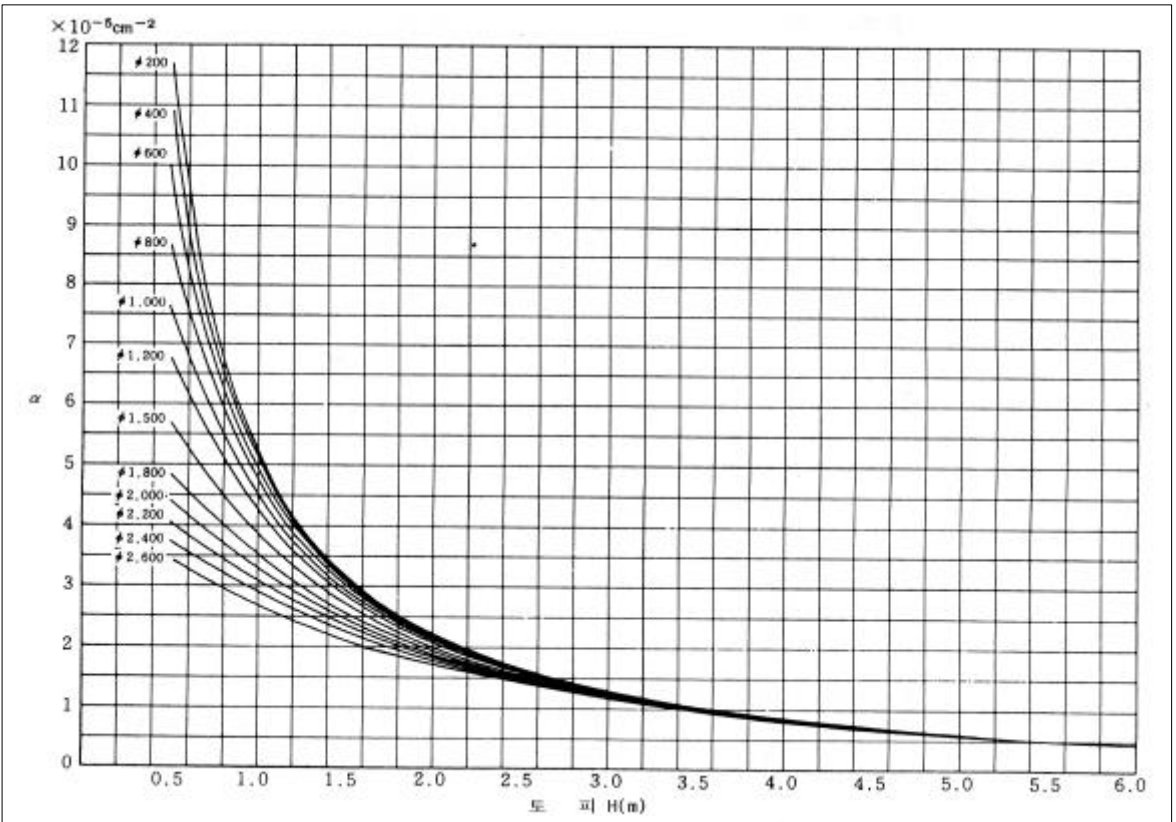
$$T = (t + 2) \times 1.1 \text{ mm} \quad t + 2 \geq 10 \text{ mm인 경우}$$

$$T = (t + 2) + 1.0 \text{ mm} \quad t + 2 < 10 \text{ mm인 경우}$$

이다. 관정, 관저의 양쪽에 대해서 계산하여 큰 쪽을 결정한다.



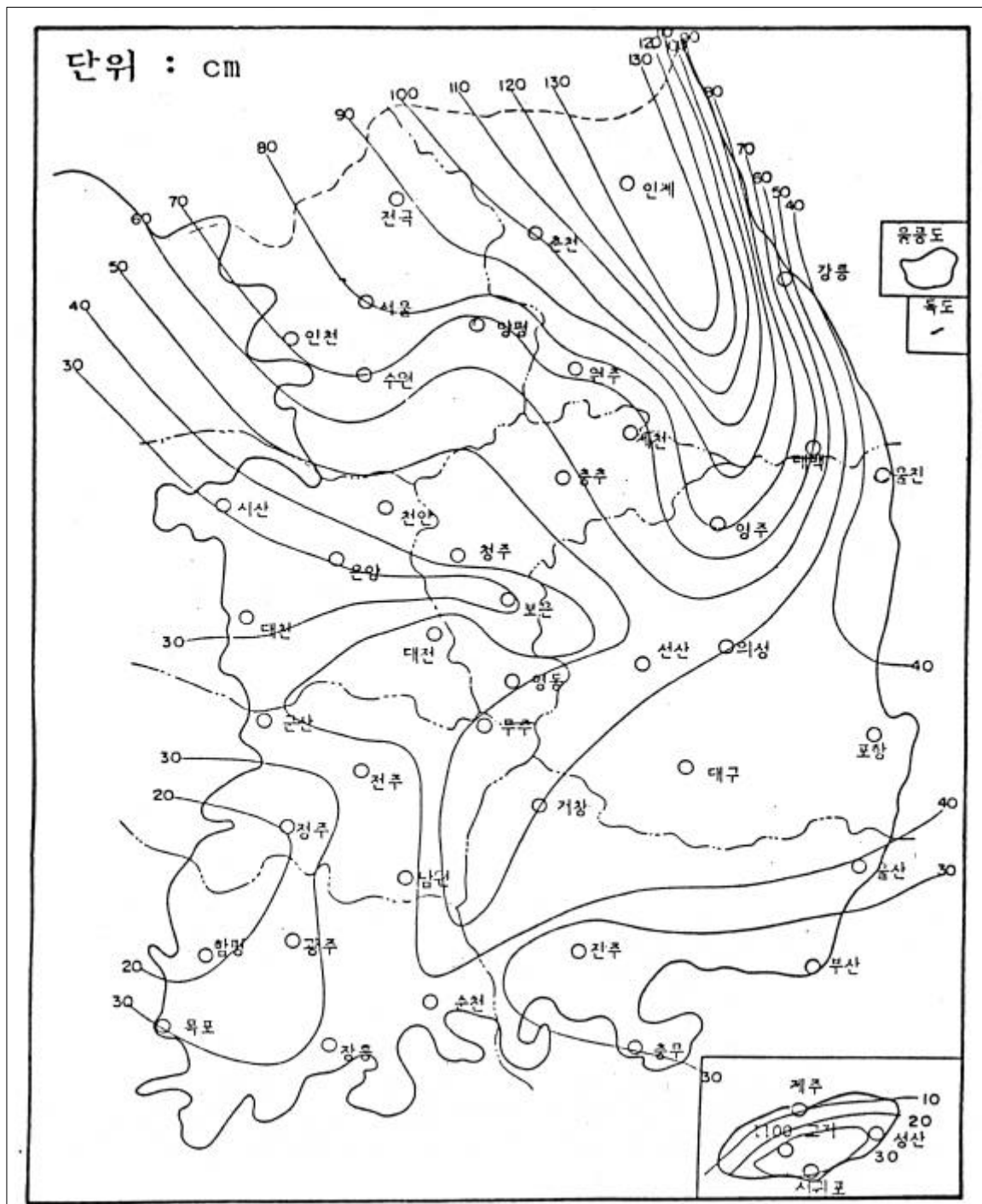
<그림 4-3> 트럭하중에 의한 토압계산을 위한 α 계수 그래프(트럭 1대)



<그림 4-4> 트럭하중에 의한 토압계산을 위한 α 계수 그래프(트럭 2대)

5. 토피의 기준

- (1) 도로에 위치할 경우 도로법 등 관계법에 따르며 도로관리자와 협의하여야 한다.
- (2) 도로관리자와 별도 협정이 없거나, 공공도로 이외에 관을 매설하는 경우로써 노면하중을 고려하여야 할 경우, 매설깊이는 <표 5-1>의 최소토피 이상이어야 하고 노면하중을 고려하지 않을 경우에는 그러하지 아니하며, 두 경우 모두 관두께 결정시 고려한 값에 만족하여야 한다.



<그림 5-1> 전국 최대동결깊이 곡선(1980 ~ 1989년 자료)

<표 5-1> 노면하중 고려시 최소토피기준

구 분	최소토피
관경 900mm 이하	120cm
관경 1,000mm 이상	관경 이상(단, 최소 150cm)

- (3) 상기 (2)에서 결정된 토피는 동결심도를 고려한 토피 이상이어야 하며, 동결심도는 <그림 5-1> 국립건설시험소의 전국 최대동결깊이 곡선도를 이용하여 구하되 20cm 이상의 여유를 가져야 한다.
- (4) 상기 (2)에서 결정된 토피는 관부상 검토결과에 따라 심도를 증가시킬 수 있다.

6. 터파기

6.1 터파기시 고려사항

- (1) 터파기 단면은 되메우기시에 토사가 관저부까지 충분히 고르게 되도록 배려하여야 한다.
- (2) 연약지반이나 대구경 관로를 굴착하는 경우에는 토류공을 실시할 수 있다.
- (3) 연약지반의 경우 파일의 근입깊이를 충분히 크게하고 굴착부의 배수를 완전히 시행하여야 한다.
- (4) 굴착중의 강우·하수의 유입, 용천수 등에 대비하여 필요시 배수설비를 설치하여야 한다.

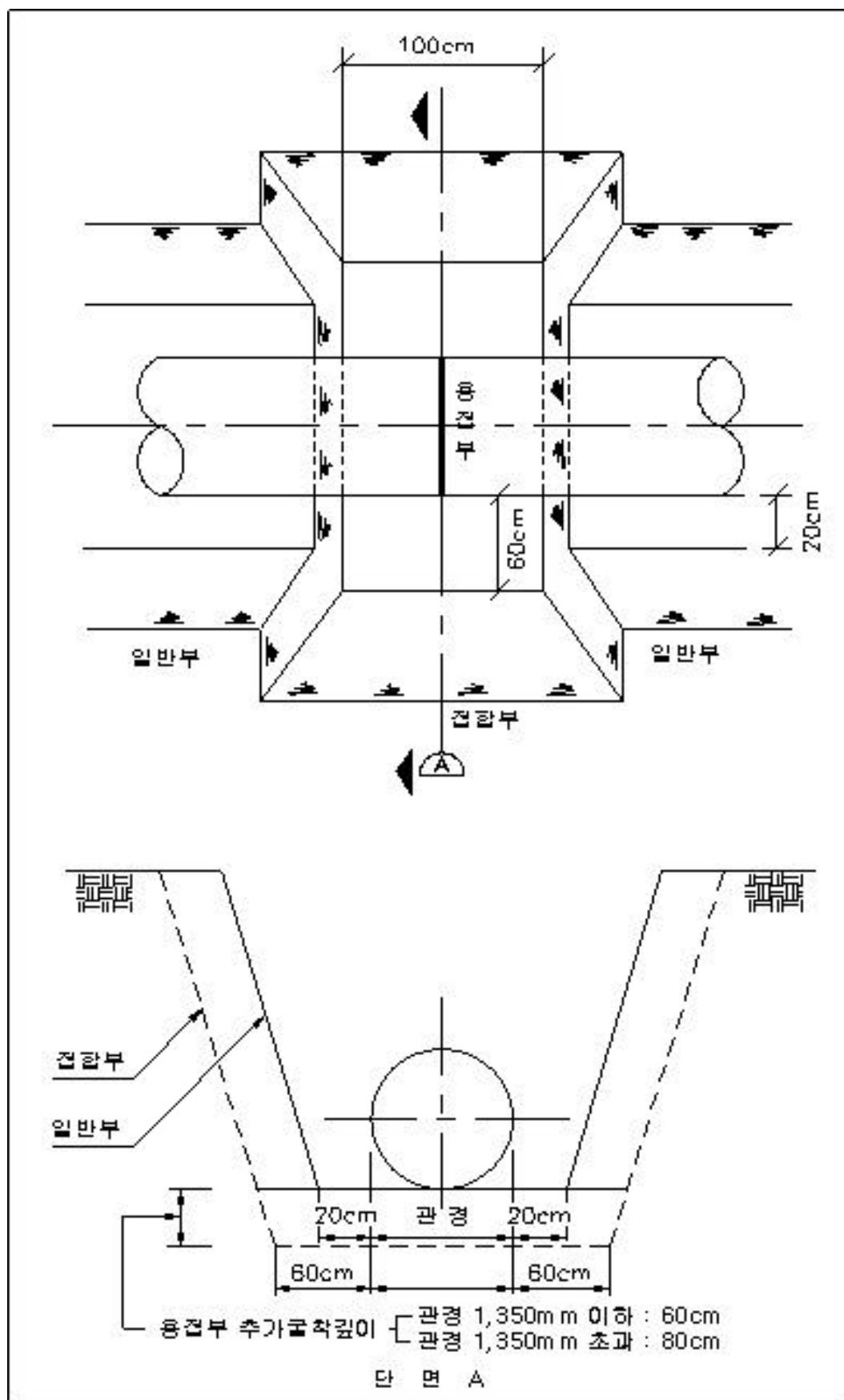
6.2 도복장강관 관로의 터파기 폭

6.2.1 일반관로부

- (1) 원지반의 토질조건이 양호한 경우
터파기 폭은 관저면을 기준으로 하여 "관경 + 20cm(한쪽여유폭) × 2"를 기준으로 <그림 6-1>과 같다.
- (2) 원지반의 토질조건이 양호하지 않거나 연약지반 또는 암반층 등의 경우
「8. 관의 기초처리」에 따라 추가 굴착깊이를 확보하고 관저부처리를 하여야 한다.
- (3) 주변 지장물이나 지반조건 등으로 토류벽을 이용한 수직 터파기의 경우
다짐장비 사용을 위한 최소폭의 확보 및 용접 접합부를 고려하여 한쪽여유폭은 (양측토류판 내측선 기준) 60cm를 확보하여야 한다.

6.2.2 관로 접합부

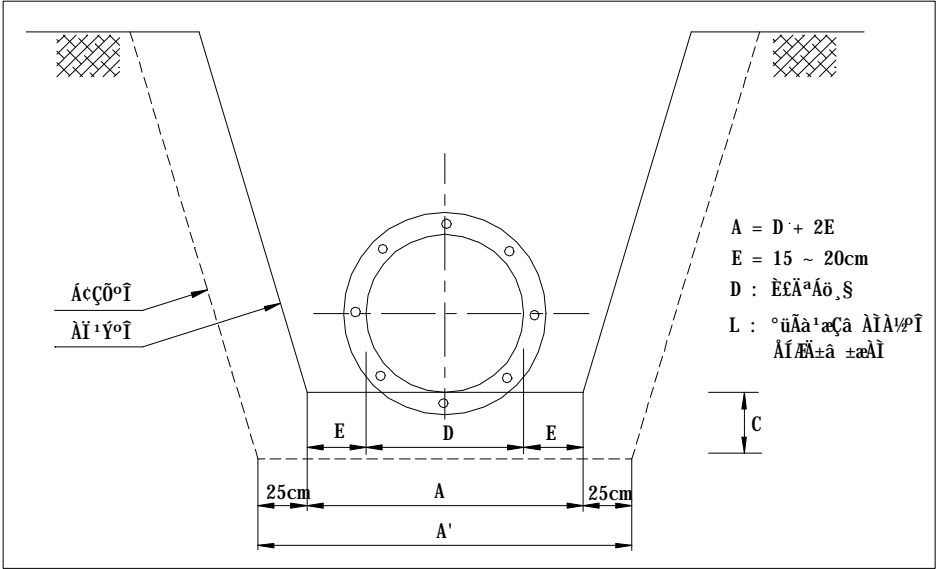
- (1) 용접접합방법의 경우 용접 시방규정에 적합하도록 용접작업에 필요한 최소공간이 확보되어야 한다.
- (2) 터파기 폭은 "관경 + 60cm(한쪽 여유폭) × 2", 관저 추가 굴착깊이는 60cm ~ 80cm, 길이 방향으로 100cm를 기준으로 하며 <그림 6-1>과 같다.



<그림 6-1> 관로의 터파기 표준도

6.3 덕타일주철관 관로의 터파기 폭

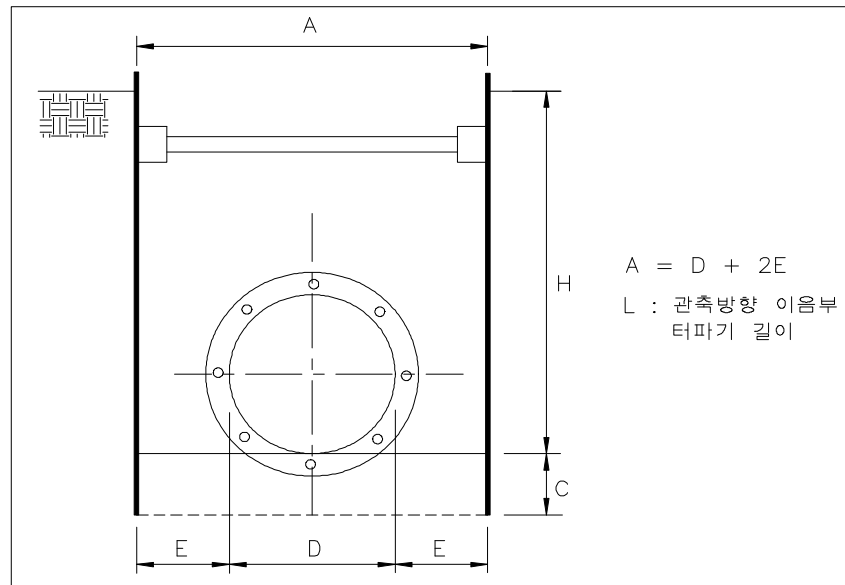
- (1) 제형으로 터파기를 할 경우, 터파기 폭은 <그림 6-2>, <표 6-1>을 기준으로 한다.
- (2) 조립식 흙막이 공법을 사용하여 터파기를 할 경우, 터파기 폭은 <그림 6-3>, <표 6-2>를 기준으로 한다.



<그림 6-2> 제형 터파기의 경우

<표 6-1> 제형 터파기의 경우 터파기 폭

호칭지름 (mm)	일반부	접 합 부		
	A(cm)	A' (cm)	C(cm)	L(cm)
80	38	88	25	70
100	40	90	"	"
125	45	95	"	80
150	45	95	30	"
200	50	100	"	"
250	55	105	"	"
300	60	110	"	"
350	75	125	40	90
400	80	130	"	"
450	85	135	"	"
500	90	140	"	"
600	100	150	"	"
700	110	160	50	"
800	120	170	"	"
900	130	180	"	100
1,000	140	190	"	"
1,100	150	200	"	"
1,200	160	210	"	"



<그림 6-3> 수직 터파기의 경우

<표 6-2> Sheet Pile 또는 조립식 흙막이공법을 사용할 경우 터파기 폭

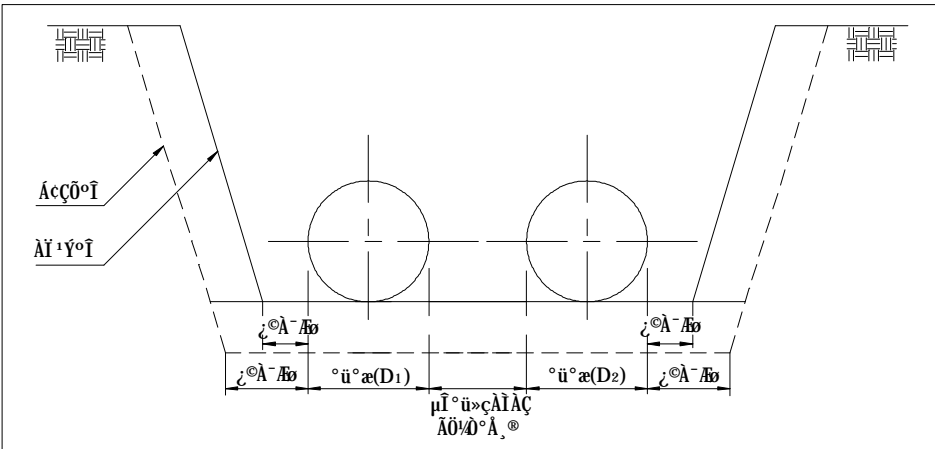
호칭지름 (mm)	일반부		접합부	
	A(cm)	E(cm)	C(cm)	L(cm)
80	88	40	25	70
100	90	"	"	"
125	93	"	"	80
150	95	"	30	"
200	100	"	"	"
250	105	"	"	"
300	110	"	"	"
350	135	50	40	90
400	140	"	"	"
450	145	"	"	"
500	150	"	"	"
600	160	"	"	"
700	170	"	50	"
800	180	"	"	"
900	200	55	"	100
1,000	210	"	"	"
1,100	220	"	"	"
1,200	230	"	"	"

6.4 복선관로의 터파기 폭

- (1) 터파기 폭은 관저면을 기준으로 하여 "두관 사이의 최소거리 + D_1 (관경) + D_2 (관경) + 한쪽여유폭 $\times 2$ "를 기준으로 <그림 6-4>와 같다.
- (2) 두관 사이의 최소거리는 "접합부의 접합작업을 위한 필요간격"과 "밸브실에서 밸브

설치를 위한 두관 사이의 필요간격 또는 관로 유지보수 등을 위한 필요간격" 중에서 가장 큰 두관 사이 거리에 1.2배를 기준으로 한다.

(3) 한쪽 여유폭과 접합부의 관저 추가굴착깊이는 상기 6.2와 6.3항을 따른다.



<그림 6-4> 복선관로 터파기 경우

7. 터파기 비탈면의 기울기

(1) 터파기 비탈면의 기울기는 <표 7-1>을 기준으로 하며 용수·토질상태 등에 따라 조정할 수 있다.

<표 7-1> 터파기 비탈면의 기울기

토사, 풍화암	암, 도로부
1 : 0.5	1 : 0.3

※양쪽 터파기 비탈면의 조건이 서로 다른 경우 각각 해당기준을 적용

(2) 상기 (1)항의 기준 보다 터파기 비탈면의 기울기를 크게 완화하여 과도한 굴착작업이 필요하거나 주변 지장물로 인하여 소요 기울기를 유지할 수 없을 경우, 경제성 및 안정성을 확보할 수 있는 토류벽 설치 등 굴착비탈면을 보강하여야 하며, 터파기 비탈면의 기울기는 채택한 공법의 필요에 따라 조정할 수 있다.

8. 관의 기초처리

8.1 도복장강관 관로의 기초처리

8.1.1 관두께 결정시 토질조건에 부합하는 토사 지반의 경우

(1) 원지반의 토질조건이 양호할 경우

추가굴착을 하지 않고 굴착된 원지반을 별도처리 없이 관부설을 할 수 있으나, 굴착면의 요철은 평활하게 처리 하여야 한다.

(2) 원지반의 토질조건이 양호하지 않을 경우

1) <표 8-1>과 같이 관저에서 추가 굴착하고 양질의 토사로 굴착 바닥면에서 관저 5cm까지는 소요다짐도로 충분히 다지고, 관저까지 잔여 5cm는 느슨하고

평활하게 포설하여 관로에 국부적 응력 집중이나 도복장부의 손상이 없도록 하여야 한다.

<표 8-1> 추가굴착 깊이

관 경(mm)	최소 추가굴착 깊이(cm)
500 ~ 900	20
1,000 ~ 2,000	30
2,000 이상	$0.2 \times \text{관경(cm)}$

2) 관저 바닥에 포설할 양질의 토사는 <표 8-2>의 입도 범위내에 있거나 설계자가 토질시험결과 및 기타 관련 기술자료에 의해 결정한 재료를 말한다.

(3) 지반이 대체적으로 양호하여, 국부적인 응력집중을 일으킬 수 있는 큰입경의 암석등을 제거함으로써 <표 8-2>의 입도범위내에 해당할 경우

굴착계획고 5cm(깊이 방향) 범위내의 허용오차로 굴착하고, 과굴착된 부위는 <표 8-2>의 양질의 토사를 포설하여 관저 처리를 할 수 있다.

<표 8-2> 양질토사의 입도분포

체 규 격	통 과 율
0.375"(9.5mm)	100 %
NO. 4	70 ~ 100 %
NO. 8	36 ~ 93 %
NO. 16	20 ~ 80 %
NO. 30	8 ~ 65 %
NO. 50	2 ~ 30 %
NO. 100	1 ~ 10 %
NO. 200	0 ~ 3 %

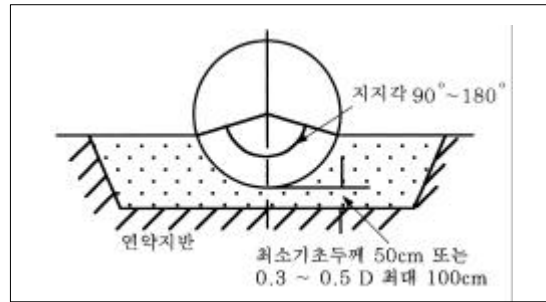
(4) 원지반의 자연함수비가 높고 장기압밀이 예상되는 지역

양질의 토사를 포설함으로써 지반 간극수의 배수를 촉진시켜 관로의 침하를 유발시킬 수 있으므로 사용상 주의를 요하며, 다짐상태에서 투수계수가 낮게 유지될 수 있는 재료를 별도 선정하여야 한다.

(5) 관부사 재료등 조립질의 양질토사에 대한 품질관리는 상대밀도(Dr. ; KSF 2345<비점토성의 상대밀도 시험방법>)에 의거 시험되어야 한다.

8.1.2 관두께 결정시 설정된 토질조건에 부합하지 않는 연약지반의 경우

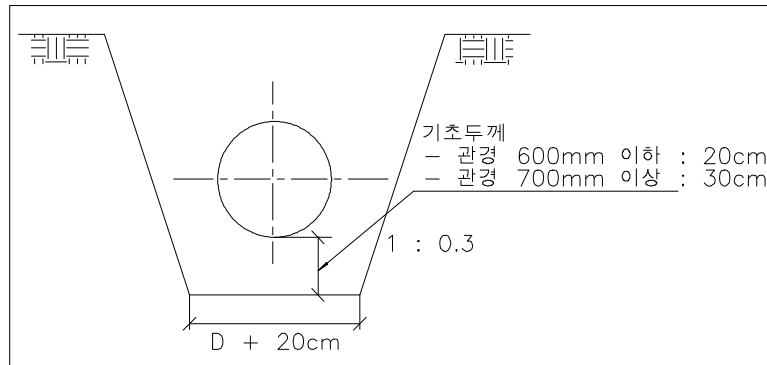
<그림 8-1>과 같이 관저 50cm 또는 관경의 0.3~0.5배 최대 100cm 이하의 깊이로 추가굴착하고, 관저의 폭은 관경의 2~3배로 굴착하여 양질토를 포설 다짐하거나, 또는 지반을 효과적으로 보강하여 관로의 안정성을 확보할 수 있는 기초처리 공법을 이용하여야 한다. 치환된 양질토사의 다짐기준은 최소한 관두께 결정시 고려된 조건 이상이어야 한다.



<그림8-1> 연약지반 기초처리

8.1.3 암반층이나 입경 200mm 이상의 느슨한 자갈층의 경우

- (1) <그림 8-2>와 같이 관저 30cm(관경이 600mm 이하의 경우 20cm) 깊이로 추가굴착을 하여야 하고, 관저의 폭은 "관경 + 20cm" 로 굴착하여야 한다.
- (2) 모래 등 8.1.1 (2)의 2)항 양질의 토사로 지지층을 포설·다짐하고 관부설이 끝날때까지 건조한 상태를 유지하도록 하여야 하며, 국부적인 집중하중이나 도복장부가 손상되지 않도록 하여야 한다.



<그림 8-2> 암반부의 터파기 폭(토피가 7m 이내인 경우)

- 8.1.4 원지반의 토질조건이 양호하여 굴착 바닥면에 양질토사의 포설을 별도로 하지 않는 구간이더라도 시공도중 풀·나무뿌리 등 유기물, 국부적인 응력 집중을 일으킬 수 있는 단단한 물질 및 암석 등을 일부 포함하는 경우에는 해당부위를 관저 15cm 이상 추가굴착하여 이를 제거하고 8.1.1 (2)의 1)항 양질의 토사로 치환하여야 한다.

8.2 닥타일주철관의 연약지반관로 기초처리

- (1) 닥타일주철관의 각종이음의 굴곡허용각도는 <표 8-3>과 같이 1~5°이며, 이 각도 범위내의 관로는 지반침하에 순응할 수 있다.
- (2) 연약지반에 매설해야 할 경우 유지관리용 도로축조 계획을 연계한 상재하중의 증가분을 검토하여 필요에 따라 별도의 지반개량 또는 하중지지 방안을 강구하여야 한다. 단, 이 경우 경미한 연약지반에 대해서는 토질조사 결과에 따른 관로의 침하량을 산출하고 관이음의 허용변위량내에 들어가면 관저부를 관경 정도의 두께까지 모래 등으로 치환하여 관로의 침하를 수용할 수 있도록 하여야 하며, 모래를 치환재로 선정할 때는 치환재로 형성된 모래층이 오히려 배수층이 되어 관주변의 지하수 유출을 촉진시켜 하부의 연약층이 침하될 수 있으므로, 이에 대한 대책을 수립하여야 한다.

- (3) 지층이 급격히 변화하는 경우나 기초처리된 구조물부터 연약지반에 부설되는 경우에는 관로의 부등침하를 일으키기 쉽기 때문에 다음과 같은 대책이 필요하다.

- 1) 기초공을 설치하고 신축성이 큰 이음을 적절한 위치에 사용한다.
- 2) 예상침하량이 크게 나타나서 이음부가 이탈될 것으로 예상되는 경우에는 모래 등으로 원지반을 치환하거나, 침목을 관 길이 방향으로 상호 연결한 사다리 기초를 병용하여 신축성을 크게 하고 동시에 이탈방지 압륜과 이탈방지 체결구 등 이탈방지이음을 사용한다.

<표 8-3> 주철관 조인트부의 굴곡허용 각도

구분 호칭지름(mm)	KP메카니칼 조인트	타이튼 조인트	메카니칼 조인트
80	5°	5°	5°
100	5°	5°	5°
120	5°	5°	5°
150	5°	5°	5°
200	4°	5°	4°
250	4°	5°	4°
300	4°	5°	4°
350	3°	4°	3°
400	3°	4°	3°
450	3°	3°	3°
500	3°	3°	3°
600	2°	3°	2°
700	2°	-	2°
800	1.5°	-	1.5°
900	1.5°	-	1.5°
1000	1.5°	-	1.5°
1100	1.5°	-	-
1200	1.5°	-	-

9. 되메우기

9.1 트럭하중이 고려되는 도로부 등의 경우

- (1) 관상단 30cm까지 관주변은 양질의 토사로 도복장강관 관로의 기초처리와 같은 기준으로 치밀하게 채워지 포설두께는 다짐전 최대 20cm 이하로 하여 최소 95% 다짐도 이상으로 다짐작업을 균등하게 하고, 포설두께, 다짐도, 다짐방법 등은 관의 Haunch부에 공극이 발생하지 않도록 현장여건에 따라 적정하게 별도 선정할 수 있다. 단, Water jet 등 물을 이용한 다짐방법도 사용할 수 있으나, 이 경우 배수, 주변지반의 연약화 등에 대한 대책을 수립하여야 한다.

- (2) 관상부 30cm까지 관주변 되메우기(Bedding)가 끝난후, 계획 관매립고까지의 되메우기는 관두께 결정시 고려한 해당도로의 설계기준에 따라 소요 다짐도를 확보하여야 하며, 그 되메우기 재료는 다음과 같다.

- 1) 다음 물질이 포함되지 않은 재료이어야 한다

화석연료(석탄, 연탄, 기타)의 재, 각종 폐기물(폐기물처리법에 규정된), 채소·나무뿌리 등 유기물, 큰암석, 동결된 흙덩어리 등 다짐의 균질성에 지장을 주거나 관로 방식층에 손상, 부식을 촉진시키는 물질

- 2) 별도의 규정이 없을때, 관로 상단 30cm부터 도로포장의 선택층까지는 200mm 크기 이내의 암석 혼입을 허용할 수 있다.

- (3) 되메우기시에는 양측면 높이를 동일하게 하여 다짐을 하여야 한다.

9.2 트럭하중이 없거나 되메우기시 발생하는 침하를 고려할 필요가 없는 경우

- (1) 관두께 결정 조건에 부합되면 연약한 토사도 다짐없이 되메우기 재료로 이용할 수 있으며 이때 관로에 손상줄 수 있는 혼합물은 포함되지 않아야 한다.
- (2) 자연함수비가 높고 다짐작업이 곤란한 Loam-Clay, Silt 등의 재료도 관두께 결정시에 상응하는 토질정수를 고려하였다면, 9.1 (2)항 양질의 토사로 되메우기한 부위 이상의 부분에 한하여 다짐없이 이 재료들을 사용할 수 있으며, 이 경우 관두께 증가에 따른 경제성을 감안하여 결정하여야 하고 또한 이 경우에도 상기 9.1의 불순물은 제거되어야 한다.

9.3 관로경고용 테이프

매설관에는 유지관리시 식별이 가능하고 굴착에 따른 관의 파열 등 사고예방의 목적으로 관로경고용 테이프를 설치하여야 한다. 테이프의 열수 및 설치방법은 「상수도공사시방서 표준안 C5.11 관로경고용 테이프」에 따르면 테이프의 규격은 <표 9-1>과 같다.

<표 9-1> 관로경고용 테이프의 규격

두께(mm)	폭(mm)	허용오차 (%)		색 상
		두께	폭	
0.15	300	±8	±4	청 색

10. 도복장강관 관로의 신축이음

10.1 노출되는 관로부

- (1) 노출부는 매설부 보다 온도변화가 크고, 관주변 흙에 의해 구속되지도 않아 관의 신축량이 크게 발생하므로 용접이음을 사용하는 도복장강관 관로에서는 20~30m의 간격으로 신축이음관을 설치하여야 하나, 사용 신축이음관의 신축량, 온도변화량, 관로 고정방법 등 현지조건에 부합할 수 있도록 하여야 한다.
- (2) 노출부는 주로 수관교 등 구조물에 설치되므로 관로를 고정하는 Anchor 설치방법은 그 구조물의 신축처리 방식에 적합하여야 한다. 따라서, 최근 교량의 신축이음 배치간격이 장대화되는 경향 등 주변여건을 고려하여 Anchor 설치방법 및 신축이음관 설치를 함께 계획하여야 한다.

10.2 매설되는 관로부

- (1) 매설되는 관로는 관로주변 흙의 마찰력으로 온도변화에 따른 신축변위량을 충분히 억제시키므로 밸브실과 밸브실 사이에 신축이음관이 필요하지 않으나, 일단(一端)이 자유단인 경우와 T형관 또는 신축이음관 등이 근접(100~200m)되어 설치되는 경우와 제수밸브, 펌프 등 관로중간에 자유단이 발생하는 경우에는 밸브실내에 접합관을 설치하여야 한다.
- (2) 밸브접합관은 밸브실 내부에서 관로부설작업을 용이하게 하고 밸브실 주변에서 나타나는 잔류신축변위 및 미소한 수직방향의 부등침하를 수용하면서, 밸브실내의 밸브플랜지의 조임, 교체 등 유지보수에 필요한 여유공간을 제공할 수 있도록 물 흐름 방향(편수압 작용 방향)에서 밸브 후단에 1개소를 설치하여야 한다.
- (3) 관의 제수밸브실의 벽체 관통부는 관로와 밸브실 벽체가 일체구조물이 되지 않도록 하고, 수팽창성 지수재료, 수밀장치 등으로 관과 벽체의 틈사이로 외부지하수가 침입할 수 없는 구조로 하여야 한다. 수팽창 지수재료를 사용할 경우 수팽창성 지수재료는 콘크리트 타설후 양생초기에 팽창되지 않도록 강구하여야 한다.
- (4) 밸브실 주변지반에서 접합관 및 도복장강관 관로가 허용할 수 없는 부등침하가 발생할 경우, 또는 관주변 토사의 구속력이 부족하여 편수압을 주변지반에 소산시키기 곤란할 경우에는 별도의 대책을 수립하여야 한다.

10.3 T형관, Y형관 등 분기관관의 접합부

- (1) 본관이 온도변화 등에 의해 신축변위를 일으킬때 분기관관의 접합부에서 전단응력이 발생한다. 강관은 허용인장응력에 비하여 허용전단응력이 상대적으로 작으므로 전단파괴될 가능성이 크게 된다. 따라서, 본관의 신축변위를 억제할 수 있도록 되메우기시 다짐을 충분히 하여 흙의 구속력을 증대시키여 하며, 필요에 따라 신축이음관을 설치할 수 있다.
- (2) 분기관측 밸브가 접합부 인근에 설치되어 밸브폐쇄에 따른 편수압 발생 또는 유지관리시 Flange Bolt 조임에 따른 신축변위가 발생하면서 접합부에 직접 인장응력을 발생시키므로 분기관측 밸브실내에 신축이음관 설치가 필요하게 된다. 그러나, 분기관관의 주변지반이 양호하고 일정한 구속거리가 확보되어 관로의 온도변화에 따른 신축변위를 흙과의 마찰력으로 제어할 수 있고, 분기관관의 보호공이 적절히 계획되었을 경우에는 분기관 주변에 신축이음관의 설치를 생략한다.

10.4 최후의 접합장소 및 준수축이음

- (1) 시공계획 수립시 가능한 한 최후의 이음위치는 기 계획한 신축이음이 있는 곳이 되도록 하여 신축이음 설치수량을 줄이는 한편, 관부설 작업 및 용접 열응력 소산을 용이하도록 한다.
- (2) 관로부설 단계에서 매설 및 통수 초기까지 관이 노출되어 있거나 관주변 흙이 안정될 때까지, 관로의 신축량은 크고 주변지반의 구속력이 저하된 상태이므로 관로의 매 120~150m 간격으로 1개소의 준수축이음 연결부(Special Closure Lap Joint)를 설치하여 관로준공 초기까지의 신축량을 최대한 수용시키도록 하여야 한다.
- (3) 일반연결부 관로를 되메우기 등 매설작업 완료 후, 준수축이음 연결부는 일반 연결부 보다 깊게 수구에 삽구(Stab)하고 하루중 가장 기온이 낮은 시간대를 이용하여 이 연결부를 용접하여 최종관로를 형성시킨다.

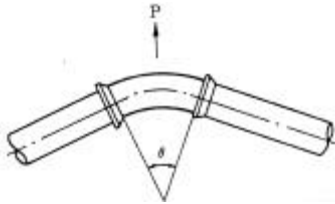
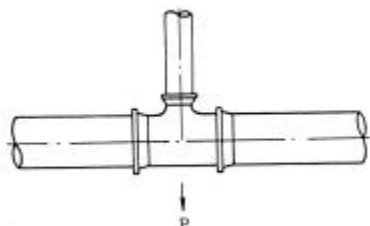
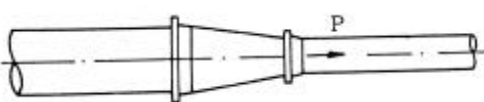

11. 이형관의 보호

11.1 도복장강관 관로

- (1) 용접으로 연결되는 도복장강관은 관의 강성으로 관의 이탈을 방지할 수 있으나, 수작업으로 생산되는 이형관은 기계적 용접으로 생산되는 직관에 비해 품질의 신뢰도가 낮아 관로 전체의 내구년한을 감소시키며, 곡관부의 경우 신축이음관을 설치하지 않아 온도변화에 따른 신축변위가 곡관 불평형력을 증가시키게 되므로, 안전 및 직관부와 대등한 내구년한을 확보하기 위하여 관보호공을 설치하여야 한다.
- (2) $22\frac{1}{2}^{\circ}$ 이하의 곡관은 90° 곡관 불평형력의 28% 이하에 불과하므로 연약지반이 아닌 곳으로서 구속거리가 충분하고, 소요다짐도를 확보할 수 있으면 관보호공을 생략하여야 하나, 다음과 같은 경우에는 기술자의 판단하에 곡관보호공을 설치할 수 있다.
 - 1) 관의 최종단부, 신축이음관, 제수밸브 설치 등으로 자유단이 발생하여 변위구속이 필요한 지점
 - 2) $22\frac{1}{2}^{\circ}$ 곡관 등을 연속 사용하는 수평, 수직굴곡이 심한 지점
 - 3) Y자관, T자관 등으로 연결되어 계속적인 편수압이 발생하는 지점
- (3) 콘크리트 보호공을 설치할 경우에는 11.2 (3) 1)항을 준용할 수 있다.

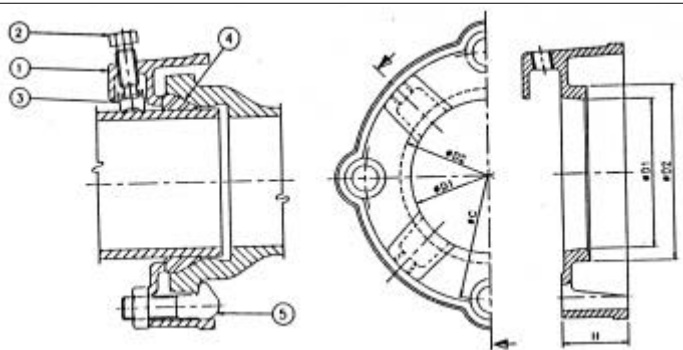
11.2 닥타일주철관 관로

- (1) 관로의 곡관부나 T자관 등의 분기부 등은 수압에 의한 불평형력을 고려하여 관보호공을 설치하여야 한다.
- (2) 곡관이나 T자관 등의 이형관이 받는 수압의 크기 및 형식은 <그림 11-1>과 같다.
- (3) 이형관 보호공
 - 1) 콘크리트 보호공
 - ① 콘크리트는 관의 이음부를 일체화하여 시공하여야 하며 지정된 강도를 확보하여야 한다. 경우에 따라서는 철근을 사용하여 보강할 수 있다.
 - ② 콘크리트 배면의 토질이 불량할 경우에는 되메우기 흙을 모래 등 양질토사로 교체하여 지지력을 증대시켜야 한다.
 - ③ 보호콘크리트의 크기는 토피에 의한 하중, 관의 자중, 물무게, 콘크리트중량 등에 의한 흙과의 마찰저항과 콘크리트 측면(배면)의 수동토압에 의한 저항 등을 더한 합력이 불평형력에 저항한다는 것을 기본으로 하여 결정하여야 하나, 그중 콘크리트 측면(배면)의 수동토압에 의한 저항을 삭제하고 결정할 수 있다. 또는, 별첨의 표를 표준으로 하여 현장조건에 따라 조정 사용할 수 있다.
 - 2) 이탈방지공 이음
 - ① 연약지반에서 보호콘크리트나 기초파일에 의한 불평형력 방지효과를 기대할 수 없거나, 도시내 배관 등에서 충분한 보호콘크리트를 시공할수 없는 경우에는 보호콘크리트를 생략하거나 규모를 축소할 수 있도록 불평형력이 걸리는 관로의 이음에 이탈방지공 이음을 사용할 수 있다.
 - ② 이탈방지이음은 국가별, 제조회사별로 그 특성이 다르므로 제품선정시 허용수압이 사용수압에 비해 충분히 안전하여야 하고 부식성, 연약지반의 침하 특성등 주변 토사조건을 충분히 검토하여 불평형력이 발생하지 않는 정상관로와 동등한 내구성 및 안전성이 확보될 수 있는 제품이어야 한다.

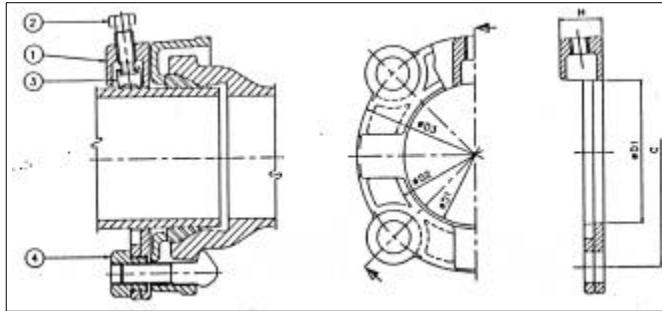
<p>① 흐름방향이 변하는 경우(곡관)</p> 	$P = 2p \cdot A \sin \frac{\theta}{2}$ <p>A : 관의 단면적 p : 수압</p>
<p>흐름방향이 변하는 경우(T자관 및 배수T자관)</p> 	$P = p \cdot a$ <p>a : 관의 단면적(지관)</p>
<p>② 관경이 변하는 경우(편락관)</p> 	$P = p \cdot (A - a)$ <p>$A - a$: 관단면적의 차</p>
<p>③ 관로가 폐쇄되는 경우(밸브)</p> 	$P = p \cdot a$

<그림 11-1> 이형관이 받는 수압의 크기 및 형식

- ③ 이탈방지이음에는 이탈방지 압륜과 이탈방지 체결구가 있으며, 참고로 이탈방지이음의 종류와 구조는 <그림 11-2>, <그림 11-3>과 같다.

		<table border="1"> <thead> <tr> <th>번호</th><th>부 품 명</th><th>재질</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td><td>압 륜 몸 체</td><td>GCD45</td></tr> <tr> <td>②</td><td>압 착 볼 트</td><td>"</td></tr> <tr> <td>③</td><td>스 파 이 크</td><td>"</td></tr> <tr> <td>④</td><td>KP 고무링</td><td>NBR</td></tr> <tr> <td>⑤</td><td>KP 볼트너트</td><td>GCD45</td></tr> </tbody> </table>	번호	부 품 명	재질	①	압 륜 몸 체	GCD45	②	압 착 볼 트	"	③	스 파 이 크	"	④	KP 고무링	NBR	⑤	KP 볼트너트	GCD45
번호	부 품 명	재질																		
①	압 륜 몸 체	GCD45																		
②	압 착 볼 트	"																		
③	스 파 이 크	"																		
④	KP 고무링	NBR																		
⑤	KP 볼트너트	GCD45																		

<그림 11-2> 이탈방지 압륜



번호	부 품 명	재질
①	체 결 고 리	GCD45
②	압 착 볼 트	"
③	스 파 이 크	"
④	2단 너 트	"

<그림 11-3> 이탈방지 체결구

12. 제수밸브

12.1 설치형식

- (1) 밸브의 사용 토크는 최대 사용수압으로 계산하여 관경별 개폐회전수를 가능한 동일하도록 하는 것이 바람직하다.
- (2) 밸브에 사용하는 도료는 성상이 우수하고 수질에 영향을 주지 않는 것이어야 한다.

12.2 제수밸브실

- (1) 밸브실은 유지관리를 위한 충분한 공간을 확보하여야 하며, 최소확보공간은 <표 12-1>과 같다.

<표 12-1> 제수밸브실 내부규격 결정을 위한 최소확보공간

(단위 : m)

구 분	폭	길 이	하단 높이
측 정 기 준	관로(및 부속 시설)의 최대 돌출부에서 벽면까지의 거리	관로(및 부속 시설)의 전·후, 최후연결부(플랜지 또는 용접 접합부)에서 벽면까지의 거리	관로(및 부속 시설)의 최대 돌출부에서 바닥까지의 거리
소구경 (80 ~ 350mm)	0.3	0.3	0.4
중구경 (400 ~ 700mm)	0.4	0.4	0.5
대구경 (800 ~ 1,600mm)	0.6	0.5	0.6
특대구경 (1,650mm 이상)	0.6	0.5	0.7

- (2) 밸브의 바로 뒤에는 밸브접합관과 점검구를 설치하여 신축응력 및 유지관리를 고려하여야 하며 점검구는 관로상부에 설치하고 점검구 뚜껑에는 공기밸브를 설치하

여야 한다. 제수밸브실의 일반적인 표준도는 <그림 12-1> 과 같다.

- (3) 밸브는 관로축방향의 변위를 수용할 수 있도록 받침대의 볼트접합부는 축방향으로 길게 하여 콘크리트 패드위에 안치하고 절연슬리브 또는 절연와셔 등을 사용하여 마크로셀 부식을 방지하여야 하며 밸브와 콘크리트관로의 벽체통과부는 동시에 수밀을 유지할 수 있어야 한다. (10. 도복장강관 관로의 신축이음 참조)
- (4) 밸브실의 벽체 및 상부슬라브에는 밸브의 기어박스 또는 공기밸브의 유지보수를 위하여 U형 앵커 등을 설치하여야 한다.
- (5) 밸브실의 상부슬라브는 밸브실의 벽체와 일체화하거나, 상부슬라브를 파쇄하지 않고 분리시킬 수 있는 형식 등으로 현지여건을 고려하여 설치하여야 한다.
- (6) 바닥면에는 배수피트를 설치하여 침수상태가 되지 않도록 하여야 하고 필요한 경우에 점검이 용이하도록 점검대(Check Plate)를 설치하여야 한다.
- (7) 밸브실의 상부맨홀에는 관로의 전식측정함을 함께 설치하는 것이 바람직하며, 현장 조건에 따라 밸브실의 주변에 설치할 수 있다.
- (8) 밸브실 벽체는 수밀구조로 하여야 한다. 시공이음부는 이어치기 부위에 대한 콘크리트 치핑 등의 방법으로 소요접합성을 확보하여야 하며 필요시 지수관 등 수밀방법을 선정할 수 있다. 콘크리트 구체에 대하여는 지하수위가 높거나 하천통과부 및 침수가 우려되는 지점에서는 설치위치 및 필요성 등을 고려하여 방수의 형식 등을 검토하여야 한다.

13. 공기밸브

13.1 설치위치

- (1) 관로의 돌출부, 제수밸브와 제수밸브의 사이에 설치를 원칙으로 하고 제수밸브와 제수밸브 사이에 공기밸브(제수밸브실 점검구 뚜껑의 소형공기밸브 제외)가 없으면 위치가 높은편의 제수밸브 전단에 설치하여야 한다.(<그림 12-1> 참조)
- (2) 제수밸브의 바로뒤에 설치되어 있는 점검구에는 점검구 뚜껑에 소형공기밸브를 설치하여야 한다.

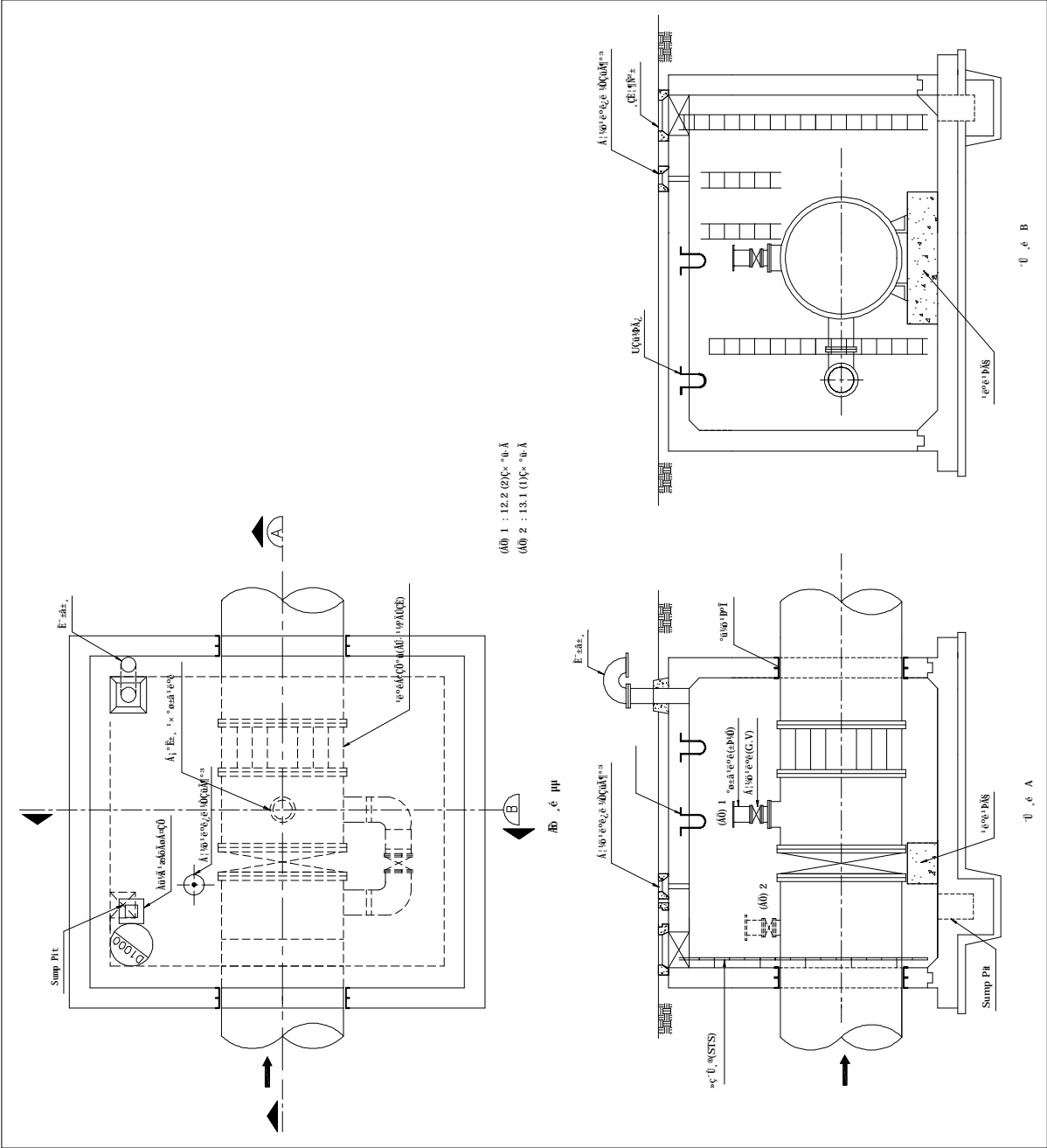
13.2 설치형식

- (1) 관경 400mm 이상의 관이나 공기의 출입이 특히 많다고 생각되는 경우에는 쌍구공기밸브 또는 급속공기밸브를 설치하고, 관경 400mm 미만의 관에는 급속공기밸브를 설치하여야 한다.
- (2) 공기밸브에는 보수용의 제수밸브를 설치하여야 한다.

13.3 공기밸브실

- (1) 공기밸브는 외함 또는 공기밸브실내에 설치하여야 한다.
- (2) 공기밸브실 주변의 지하수위가 높은 경우에는 필요한 높이까지 관을 이어서 공기밸브를 설치하여 침수되지 않도록 하여야 하며, 공기밸브실이 주변지역 보다 높은 경우에는 외부에 배수가 가능한 구조로 하여야 한다.
- (3) 공기밸브실은 견고한 구조로 하고 보수가 가능한 크기로 하여야 하며 공기의 출입

이 용이하도록 환기구를 설치하여야 한다.



<그림 12-1> 제수밸브실

14. 이토밸브

14.1 설치위치

관로의 낮은 부분에 적당한 배출수로 또는 하천이 있는 부근을 선정한다.

14.2 설치형식

- (1) 관경은 본관의 1/2~1/4로 하되 배수시간을 검토하여 가능하면 치수가 큰 것으로 한다

- (2) 방류수면이 관저보다 높을 때에는 배수실을 설치하여야 하며 필요시 배수펌프에 의한 배수가 가능하도록 하여야 한다.
- (3) 토출구 부근의 호안은 방류수에 의하여 침식 또는 파괴되지 않도록 견고하게 축조하여야 한다.
- (4) 이토밸브는 슬루스(Sluice)형식으로 밸브디스크 홈이 없는 등의 구조로 사용중 누수가 발생하지 않아야 한다.

15. 전식 및 부식방지(폐지, 2000. 8. 2.부로 전기방식설비 설계기준으로 대체)

15. 상수도용 도복장강관 현장용접부 외부도복장 (본항 신설, '99. 8.23)

15.1 적용기준

15.1.1 적용범위

우리공사에서 시행하는 광역상수도 및 공업용수도 시설중 도복장강관 현장용접부 외부도복장 설계에 적용한다.

15.1.2 적용방법

이 기준은 도복장강관 현장용접부 외부도복장 설계의 일반적인 기준을 정한 것으로 현장여건을 감안하여 조정·적용할 수 있다.

15.2 도복장강관 현장용접부 외부도복장

15.2.1 공법개요

도복장강관 현장용접부 외부도복장 설계기준에 적용될 공법의 개요는 다음과 같다.

구 분	테이프 도복장 (프라스틱계, 고무계)	세라믹코팅	비 고
재 료	- 프라이머 (억청재 또는 고무수지형) - 실링제 (억청재 또는 고무수지형) - 테이프 (프라스틱계 또는 고무계)	- 세라믹코팅제 (세라믹분말+금속분말 +폴리머+경화제) - 희석제 - 보강테이프(Fiber Glass, 수축용섬유)	
시 공	- 강관 표면처리 - 프라이머 도포 - 실링제 주입 - 테이프감기	- 강관 표면처리 - 세라믹도포(60 μ 이상) - 보강테이프 감기(여건에따라 제외가능)	
검 사	- 핀홀검사	- 도막두께 측정 - 핀홀검사(습식)	

15.2.2 설계기준

가. 현장용접부 외부도복장 설계기준

- 신설 광역상수도 및 공업용수도의 도복장강관 현장용접부 외부도복장은 다음 기준에 의거 설계한다

구 분	설 계 기 준 (안)	비 고
○ 노출부 (수중, 대기중)	- 세라믹코팅 우선적용 ※ 테이프(프라스틱계 또는 고무계) 도복장 적용가능	- 맨홀, 공동구, 구조물내부 등
○ 매설부	- 테이프(프라스틱계 또는 고무계)도복장 ※ 연약지반 및 지하수가 높은지역등에는 세라믹코팅 적용가능	

나. 세라믹코팅 보강테이프 설계기준

도복장강관 공장도복장 끝단 부분의 도막성능유지 및 현장 도복장시공의 품질제고를 위하여 세라믹코팅시 보강테이프 사용을 원칙으로 한다.

16. 밸브실 방수공법 (본항 신설 2000. 1. 18.)

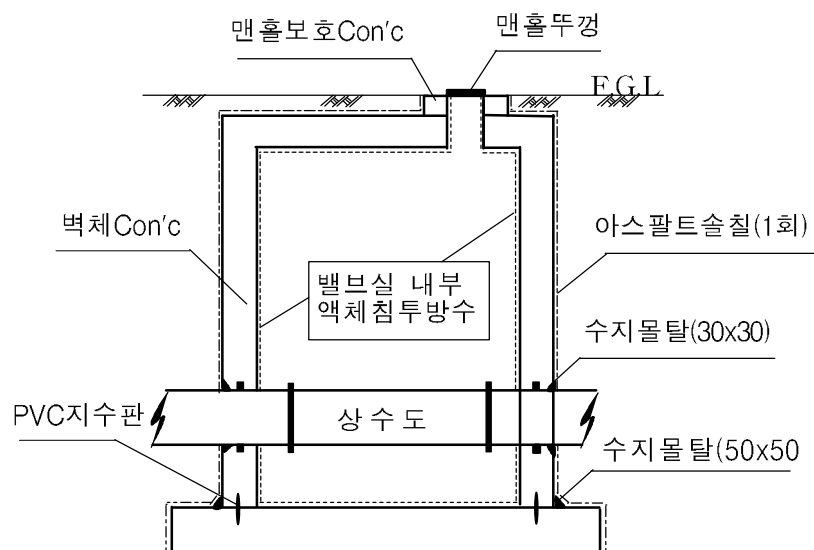
설계중이거나 설계용역이 신규로 발주되는 사업의 경우는 다음 기준에 의거 설계하며, 건설중인 사업은 현장여건을 감안하여 적용 가능한 경우에 한하여 적용한다.

16.1 설계기준

구 분	설계기준(안)	비 고
밸브실 내부	○ 액체침투성 방수	
밸브실 외부	○ 기초와 벽체콘크리트 시공이음부 직각부에 수지몰탈 충전(30×30) ○ 아스팔트 바름(솔칠1회)시행	표 준 단 면 도 참조
구체배관 주위	○ 콘크리트 타설시 관 주위에 v형 홈(30×30)형성 후 수지몰탈 등으로 충전	“

※ 밸브실 방수공사에 대한 일반적인 기준을 정한 것으로 현장여건을 감안하여 조정·적용할 수 있다.

16.2 방수공사 시행 표준단면도



16.3 방수공사 시행시기

16.3.1 밸브실 방수

방수공사 시행시기는 모체 콘크리트의 건조수축 및 부등 침하등에 의한 균열발생 이대부분 완료 예상되는 시기로서, 콘크리트 타설일로부터 약2개월이 경과된 후에 시행함을 원칙으로 하고, 적어도 설계강도가 발생하는 재령 28일 이후 시공하는 것으로 한다.

16.3.2 밸브실 외부

거푸집 해체 후 거푸집 긴결재(FORM-TIE, FLAT-TIE 등 철재류)를 제거하고, 콘크리트 타설불량부 및 요철부등을 정리한 후, 현장여건에 따라 적정시기에 시공이음부 수지몰탈 충전(50×50)과 외부벽면 아스팔트 바름을 시행 한다.

16.3.3 구체배관 주위

벽체 콘크리트 거푸집 조립시 관 주위를 따라 30×30mm의 v형 홈이 형성되도록 조치한 후 콘크리트 타설하고, 내부방수 시행전 v형 홈 부위에 수지몰탈 등으로 충전한다.

17. 분기구계량기 및 TM/TC설비 (본항신설, 2000. 1. 18)

17.1 분기구 계량기

광역상수도사업에서 분기구에 설치되는 계량기는 효율적인 시설 운영관리를 위하여 설치하며, 수용가와 협의하여 검침용으로 활용시 검침용으로 병용이 가능하도록 다음 기준에 의거 설치 해야한다

17.1.1 설치기준 및 형식1

계량기는 계량기관리지침 제3장(계량장치 설치기준)에 의거 현장여건에 적합한계량기를 설치하여야 하며, 이때 설치되는 계량기는 계량자료의 전송설비 설치가 가능한 형식이어야 한다.

17.1.2 설치시기

수용가의 용수수수 시기를 고려하여 설치하여야 하며, 용수사용시기가 늦거나 수수시설 계획이 확정되지 않은 경우는 운영관리자가 지자체 수수계획에 맞추어 추후 설치할 수 있도록 하여야한다.

17.2 분기 제수밸브

분기 제수밸브는 분기구에 대한 원격제어가 가능토록 전동밸브를 설치토록 하고, 수리상 전체시설에 영향을 미치지 않는 소규경 분기구의 경우는 시설의 규모 및 여건등을 고려하여 전동화의 필요성을 검토·설치하여야 한다

17.3 분기구 압력계측기

17.3.1 설치위치

분기 제수밸브실 내에 1개소의 압력계를 설치하여 용수공급계통에 이상 유무 등을 판단할 수 있도록 하여야 한다.

17.3.2 형식

압력계측기는 현장에서 판독 가능토록 지시계 부착형(아날로그 또는 디지털방식)으로 출력신호(4~20mA DC, 1~5V)를 전송할 수 있는 기능을 갖도록 하여야 한다

17.4 TM/TC 설비

분기구에서의 유량 및 수압의 원격감시와 유량조절을 위한 전동밸브의 원격조절을 위하여 RS232C 통신방식에 의한 데이터 송·수신이 가능한 TM/TC설비를 설치토록 한다

17.4.1 설치위치(국사포함)

분기제수밸브실이 수도전용부지에 설치된 경우는 변실상부에 국사를 설치하여 국사내에 전동밸브 액츄에이터와 TM/TC를 위한 설비를 설치하고, 그렇지 않은 경우는 인근의 적정한 위치에 별도의 수도 부지를 확보하여 설치한다

17.4.2 설치시기

- 수용가의 용수수수 시기를 고려하여 설치하여야 함.
- 용수사용시기가 늦거나 수수시설 계획이 확정되지 않은 경우는 국사시설까지만 설치하고, 현장에 설치되는 TM/TC 설비는 전체시설과의 연계성 유지등을 위하여 사업시행시 필요설비를 구매·보관하여 운영관리자가 수수시기에 맞추어 추후 설치할 수 있도록 하여야 한다.

부 칙

이 기준은 1996년 11월 12일부터 시행한다.

부 칙

이 기준은 1997년 2월 24일부터 시행한다.

부 칙

이 기준은 1998년 2월 10일부터 시행한다.

부 칙

이 기준은 1998년 12월 21일부터 시행한다.

부 칙

이 기준은 1999년 8월 23일부터 시행한다.

부 칙

1. 이 기준은 2000년 1월 1일부터 시행한다.
2. 기준 시행일 현재 건설중에 있는 사업의 설계변경시에는 현장여건을 감안하여 조정·적용할 수 있다.

부 칙

1. 이 기준은 2001년 12월 20일부터 시행한다.
2. 기준 시행일 현재 건설중에 있는 사업의 설계변경시에는 현장여건을 감안하여 조정·적용할 수 있다.

부 칙

1. 이 기준은 2003년 8월 21일부터 시행한다.
2. 기준 시행일 현재 건설중에 있는 사업의 설계변경시에는 현장여건을 감안하여 조정·적용할 수 있다.

부 칙

1. 이 기준은 2003년 12월 12일부터 시행한다.
2. 기준 시행일 현재 건설중에 있는 사업의 설계변경시에는 현장여건을 감안하여 조정·적용할 수 있다.

부 칙

1. 이 기준은 2004년 1월 13일부터 시행한다.
2. 종전 설계기준에 의거 완료 또는 시행중에 있는 경우에는 예산확보여부 및 시행여건 등을 감안하여 적용할 수 있다.

별 첨

<1> 콘크리트 보호공

<2> 참고문헌

콘크리트 보호공

1. 적용기준

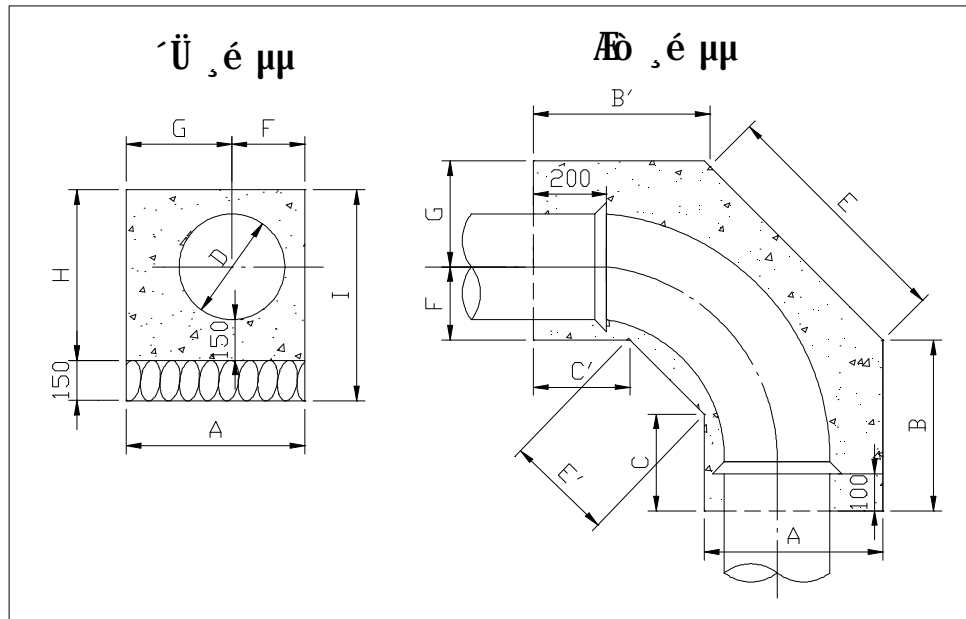
주철관의 각종 콘크리트 보호공은 다음 표를 표준으로 하여 현장조건에 따라 조정하며, 강관 및 기타 관종도 이를 준용할 수 있다.

2. 이형관의 불평형력

호칭지름 (mm)	수압 1kg/cm ² 당 이형관 탈출력(ton)					
	곡관 90°	곡관 45°	곡관 22° ½	곡관 11° ¼	곡관 5° ¼	T자지관 및 맹 관
75	0.062	0.034	0.027	0.008	0.005	0.068
100	0.111	0.060	0.031	0.016	0.008	0.109
150	0.249	0.135	0.069	0.035	0.017	0.224
200	0.441	0.239	0.121	0.062	0.030	0.380
250	0.693	0.375	0.191	0.096	0.048	0.579
300	0.998	0.540	0.275	0.139	0.069	0.818
350	1.360	0.736	0.375	0.189	0.094	1.099
400	1.775	0.960	0.490	0.247	0.123	1.423
450	2.247	1.217	0.620	0.312	0.156	1.786
500	2.774	1.502	0.765	0.386	0.192	2.190
600	3.996	2.162	1.102	0.555	0.277	3.125
700	5.437	2.943	1.500	0.756	0.376	4.220
800	7.103	3.844	1.960	0.987	0.491	5.489
900	8.990	4.865	2.480	1.249	0.621	6.925
1,000	11.100	6.006	3.062	1.543	0.767	8.511
1,100	13.430	7.269	3.706	1.867	0.929	10.280
1,200	15.980	8.652	4.411	2.222	0.105	12.190
1,350	20.220	10.940	5.580	2.811	1.399	15.390
1,500	24.970	13.520	6.889	3.472	1.727	18.970
1,600	28.430	15.390	7.842	3.952	1.966	21.380
1,650	30.240	16.390	8.344	4.204	2.092	22.730
1,800	35.960	19.460	9.926	4.999	2.487	26.820
2,000	44.400	24.030	12.250	6.172	3.070	33.360
2,200	53.710	29.080	14.820	7.468	3.715	40.360
2,400	63.890	34.580	17.630	8.881	4.418	47.520

3. 콘크리트 보호공

3.1 곡관 90° (ϕ 75~350mm)일 경우



<그림 1>

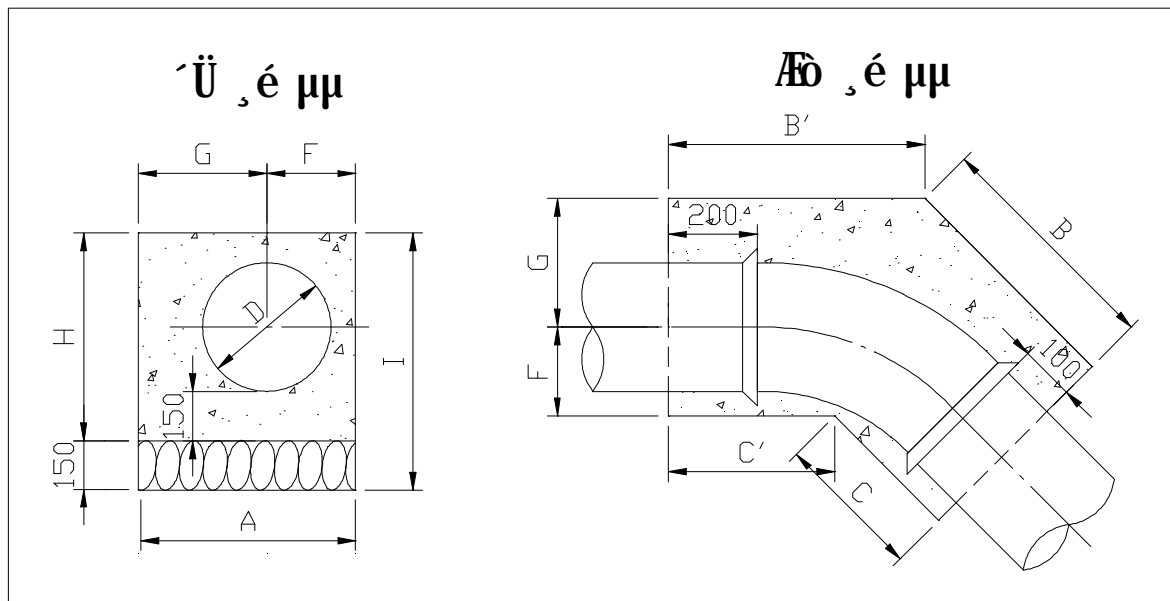
참조 : <그림 1>

구분 D	치 수 (mm)										
	A	B	B'	C	C'	E	E'	F	G	H	I
75	330	424	441	278	296	373	83	140	190	290	440
100	350	424	441	278	296	373	83	150	200	310	460
150	400	461	520	295	354	439	108	170	230	360	510
200	450	513	569	326	383	538	166	200	250	410	560
250	550	540	635	312	407	580	124	250	300	465	615
300	650	624	718	355	449	746	207	300	350	520	670
350	750	652	733	341	423	787	166	350	400	570	720

참조 : <그림 1>

구 분 D	재 료		
	콘 크 리 트 40-130-8 (m^3)	잡 석 (m^3)	거푸집 3회 (m^2)
75	0.085	0.047	0.727
100	0.093	0.050	0.783
150	0.134	0.065	1.028
200	0.186	0.084	1.316
250	0.261	0.107	1.604
300	0.404	0.151	2.124
350	0.502	0.175	2.403

3.2 곡관 11¼°, 22½°, 45° (φ 75~350mm)일 경우



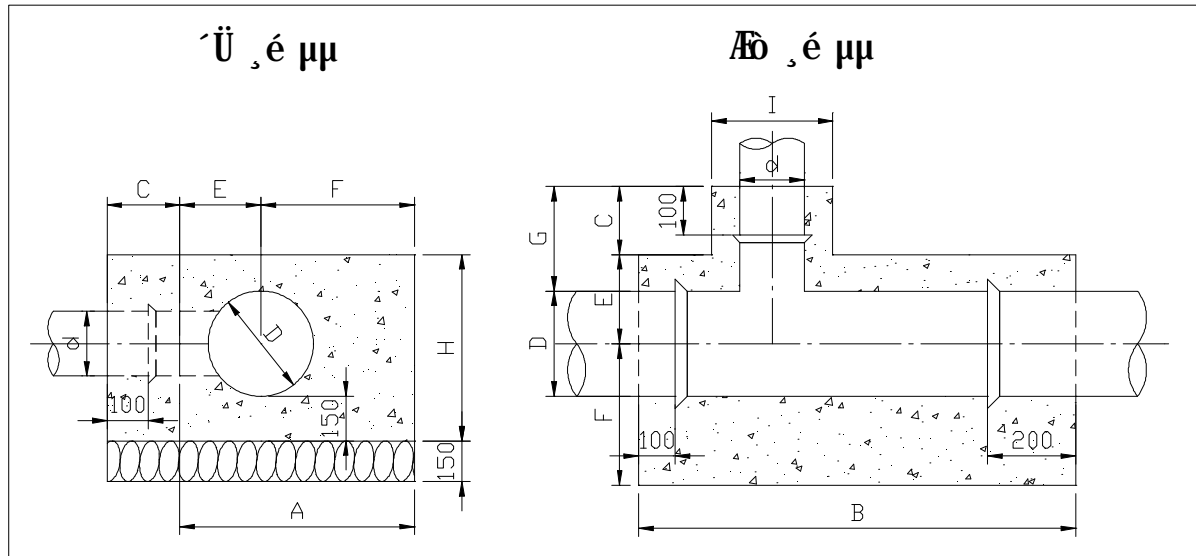
<그림 2>

<참조 : 그림 2>

구 분 D	치 수 (mm)								
	A	B	B'	C	C'	F	G	H	I
75	300	473	541	341	409	140	160	290	440
100	320	473	541	341	409	150	170	310	460
150	370	532	590	379	437	170	200	360	510
200	430	588	644	410	466	200	230	410	560
250	520	611	656	395	440	250	270	465	615
300	620	675	718	418	461	300	320	520	670
350	720	742	774	444	476	350	370	570	720

<참조 : 그림 2>

구 분 D	재 료		
	콘 크 리 트 40-130-8 (m³)	잡 석 (m³)	거푸집 3회 (m²)
75	0.071	0.040	0.672
100	0.078	0.042	0.723
150	0.109	0.054	0.920
200	0.147	0.068	1.141
250	0.195	0.082	1.345
300	0.276	0.106	1.662
350	0.371	0.132	1.989

3.3 정자관 (ϕ 75~350mm)일 경우 ※는 주문품 표시임.

<그림 3>

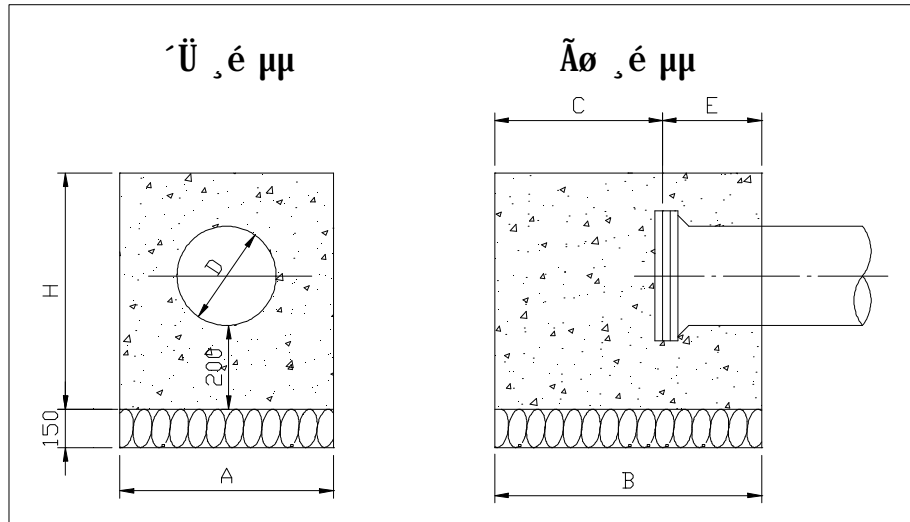
참조 : <그림 3>

구 분 $D \times d$	치 수 (mm)								
	$D' / 2$	A	B	C	E	F	G	H	I
75 × 75	46.5	300	940	230	100	200	283.5	310	175
100 × 75	59.0	300	1,010	250	100	200	291.0	310	175
100 × 100	59.0	300	1,010	255	100	200	296.0	310	200
※ 150 × 75	84.5	350	1,090	260	120	230	296.0	360	175
150 × 100	84.5	350	1,090	265	120	230	301.0	360	200
150 × 150	84.5	350	1,090	270	120	230	306.0	360	250
200 × 100	110.0	450	1,060	275	150	300	315.0	410	200
200 × 150	110.0	450	1,180	300	150	300	340.0	410	250
200 × 200	110.0	450	1,180	300	150	300	340.0	410	300
250 × 100	130.8	500	1,130	265	180	320	314.2	465	200
250 × 150	130.8	500	1,130	270	180	320	324.2	465	250
※ 250 × 200	130.8	500	1,250	280	180	320	329.2	465	300
250 × 250	130.8	500	1,250	285	180	320	334.2	465	350
300 × 100	161.4	550	1,140	275	200	350	313.2	520	200
300 × 150	161.4	550	1,140	280	200	350	318.6	520	250
300 × 200	161.4	550	1,330	300	200	350	338.6	520	300
※ 300 × 250	161.4	550	1,330	305	200	350	343.6	520	350
300 × 300	161.4	550	1,330	305	200	350	343.6	520	400
350 × 100	187.0	650	1,210	260	250	400	323.0	570	200
350 × 150	187.0	650	1,210	260	250	400	323.0	570	250
350 × 200	187.0	650	1,210	260	250	400	323.0	570	300
350 × 250	187.0	650	1,410	295	250	400	358.0	570	350
※ 350 × 300	187.0	650	1,410	295	250	400	358.0	570	400
350 × 350	187.0	650	1,410	300	250	400	358.0	570	450

주) D' : 관의 외경

참조 : <그림 3>

구 분 D	재 료		
	콘 크 리 트 40-130-8 (m³)	잡 석 (m³)	거푸집 3회 (m²)
75 × 75	0.091	0.048	0.748
100 × 75	0.094	0.052	0.783
100 × 100	0.095	0.053	0.779
150 × 75	0.128	0.064	0.986
150 × 100	0.129	0.065	0.982
150 × 150	0.131	0.067	0.971
200 × 100	0.174	0.080	1.151
200 × 150	0.196	0.091	1.239
200 × 200	0.197	0.093	1.223
250 × 100	0.218	0.093	1.389
250 × 150	0.222	0.095	1.378
250 × 200	0.245	0.106	1.474
250 × 250	0.245	0.109	1.454
300 × 100	0.258	0.102	1.583
300 × 150	0.262	0.105	1.572
300 × 200	0.305	0.123	1.753
300 × 250	0.307	0.126	1.733
300 × 300	0.307	0.128	1.709
350 × 100	0.341	0.126	1.889
350 × 150	0.345	0.128	1.878
350 × 200	0.347	0.130	1.862
350 × 250	0.405	0.153	2.070
350 × 300	0.405	0.155	2.046
350 × 350	0.404	0.158	2.018

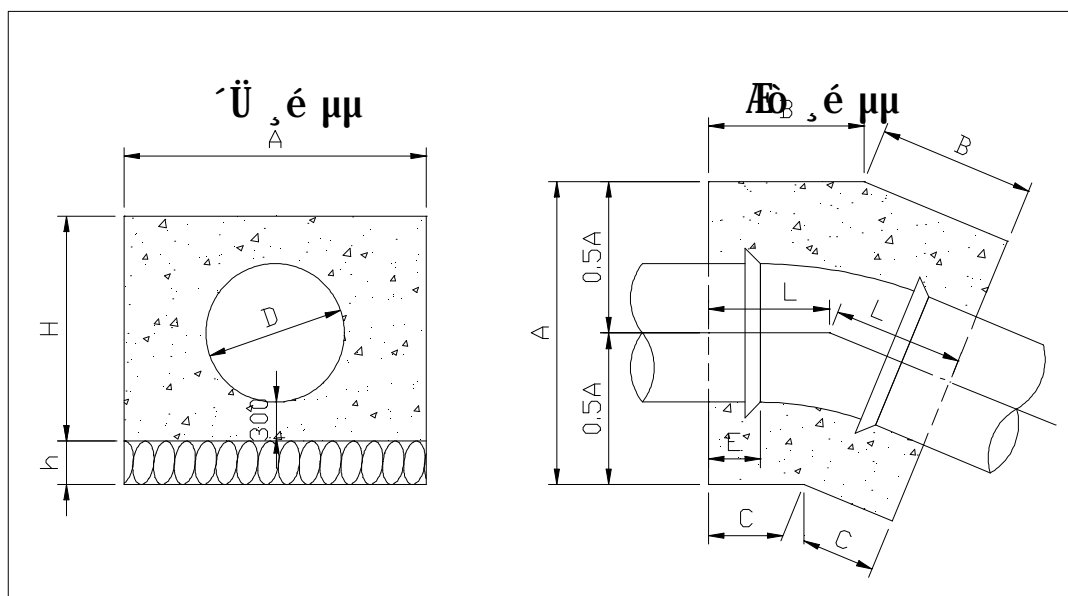


<그림 4>

참조 : <그림 4>

구 분 D	치 수 (mm)					재 료		
	A	B	C	E	H	콘크리트 40-130-8	잡 석	거푸집 3 회
						m³	m³	m³
75	300	400	200	200	450	0.044	0.018	0.666
100	350	450	250	200	500	0.068	0.024	0.742
150	400	450	250	200	550	0.083	0.027	0.863
200	450	500	300	200	600	0.114	0.034	1.046
250	500	550	300	250	650	0.148	0.041	1.246
300	550	650	400	250	700	0.209	0.054	1.528
350	650	750	400	350	750	0.300	0.073	1.908

3.4 곡관 11¼° (D = 400 ~ 3,000mm)일 경우



<그림 5>

참조 : <그림 5>

구 분 D	치 수 (mm)						
	A	B	C	E	H	h	I
400	800	840	760	250	800	200	800
450	900	850	750	250	850	200	800
500	900	1,000	900	300	900	200	950
600	1,150	1,000	900	300	1,000	300	950
700	1,750	1,060	940	350	1,200	300	1,000
800	1,800	1,040	860	290	1,350	300	950
900	1,900	1,040	860	290	1,450	300	950
1,000	2,100	1,100	900	290	1,550	300	1,000
1,100	2,200	1,100	900	330	1,650	300	1,000
1,200	2,300	1,100	900	330	1,750	300	1,000
1,350	2,550	1,130	870	330	1,900	300	1,000
1,500	2,700	1,130	870	330	2,150	300	1,000
1,650	2,850	1,180	900	370	2,400	300	1,040
1,800	2,000	1,300	1,000	470	2,550	300	1,150
2,000	3,200	1,460	1,140	620	2,750	300	1,300
2,200	3,400	1,570	1,230	710	2,950	300	1,400
2,400	3,600	1,680	1,500	660	3,150	300	1,500
2,600	3,800	1,790	1,600	700	3,350	300	1,600
2,800	4,000	1,990	1,700	850	3,550	300	1,700
3,000	4,200	2,010	1,800	900	3,750	300	1,800

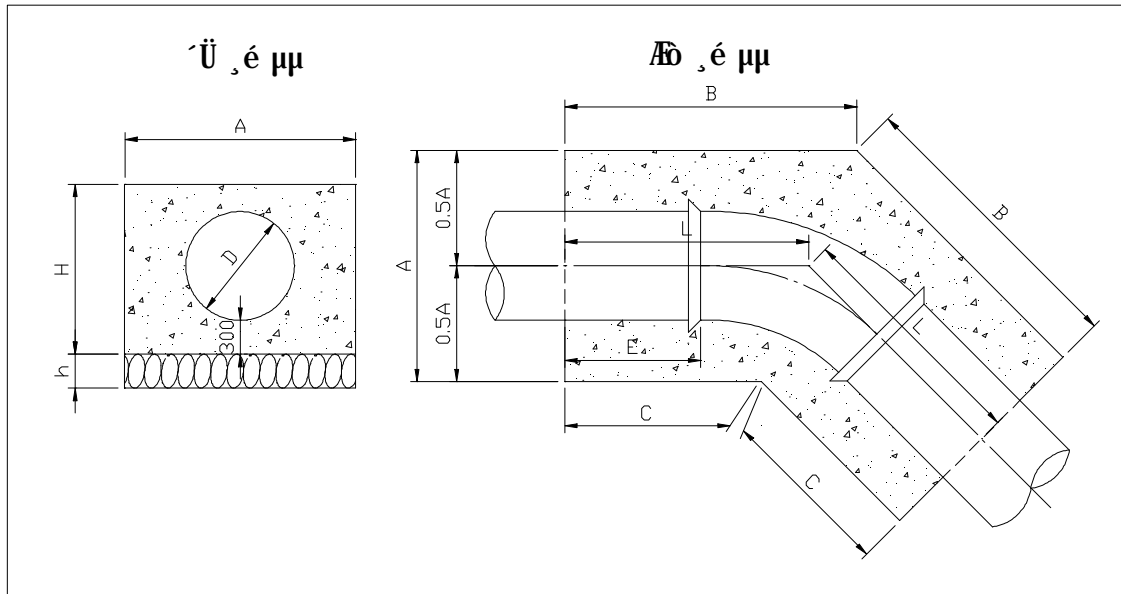
참조 : <그림 5>

구 분 D	재 료			
	콘 크 리 트 40-130-8 (m³)	잡 석 (m³)	거 푸 집 (전후) 3회 (m²)	거 푸 집 (측면) 3회 (m²)
400	0.80	0.26	0.99	2.56
450	0.94	0.29	1.17	2.72
500	1.12	0.34	1.18	3.42
600	1.59	0.66	1.67	3.80
700	2.16	0.75	2.16	4.80
800	3.57	1.03	3.76	5.13
900	3.92	1.08	4.13	5.51
1,000	4.81	1.26	4.81	6.20
1,100	5.21	1.32	5.21	6.60
1,200	5.61	1.38	5.61	7.00
1,350	6.61	1.53	6.61	7.60
1,500	7.82	1.62	7.82	8.60
1,650	9.79	1.78	9.41	9.98
1,800	11.75	2.07	10.22	11.73
2,000	14.72	2.50	11.32	14.30
2,200	17.44	2.88	12.46	16.52
2,400	20.46	3.24	13.64	18.90
2,600	23.75	3.64	14.86	22.71
2,800	27.36	4.08	16.10	25.56
3,000	31.27	4.53	17.38	28.57

참조 : <그림 6>

구 분 D	재 료			
	콘 크 리 트 40-130-8 (m ³)	잡 석 (m ³)	거 푸 집 (전후) 3회 (m ²)	거 푸 집 (측면) 3회 (m ²)
400	1.44	0.36	2.05	2.52
450	1.66	0.41	2.21	2.85
500	1.89	0.45	2.36	3.20
600	2.61	0.86	2.89	3.96
700	3.07	0.97	3.24	4.56
800	3.95	1.13	3.76	5.67
900	4.74	1.31	4.13	6.67
1,000	5.77	1.51	4.81	7.44
1,100	6.51	1.65	5.21	8.25
1,200	7.30	1.79	5.62	9.10
1,350	10.25	2.37	6.61	11.78
1,500	13.69	2.84	7.82	15.05
1,650	21.47	3.90	9.41	21.89
1,800	25.55	4.50	10.22	25.50
2,000	31.70	5.38	11.32	30.80
2,200	38.00	6.22	12.46	35.99
2,400	45.01	7.13	13.64	41.58
2,600	49.78	8.09	14.86	47.56
2,800	57.15	9.12	16.10	53.95
3,000	65.17	10.20	17.38	60.75

3.6 곡관 45° (D=400~3,000mm)일 경우



<그림 7>

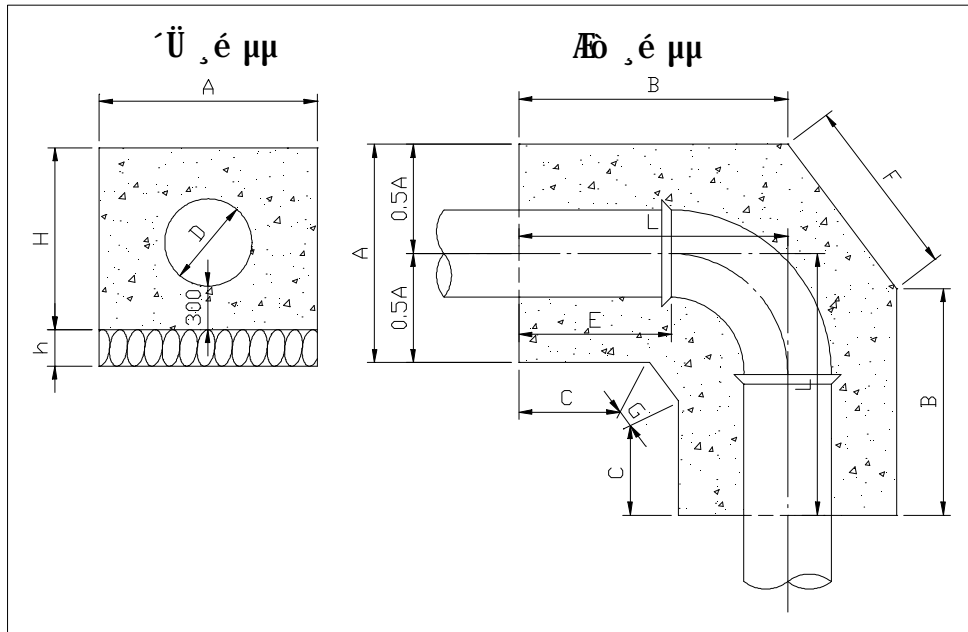
참조 : <그림 7>

구 분 D	치 수 (mm)						
	A	B	C	E	H	h	l
400	1,300	970	430	270	900	200	700
450	1,350	1,030	470	280	950	200	750
500	1,400	1,090	510	290	1,000	200	800
600	1,600	1,280	620	350	1,100	300	950
700	1,700	1,550	850	410	1,200	300	1,200
800	1,800	2,100	1,400	980	1,350	300	1,750
900	1,900	2,410	1,690	1,190	1,450	300	2,050
1,000	2,100	2,600	1,800	1,260	1,550	300	2,200
1,100	2,200	2,870	2,030	1,420	1,650	300	2,450
1,200	2,300	3,190	2,310	1,720	1,750	300	2,750
1,350	2,550	3,490	2,510	1,970	1,900	300	3,000
1,500	2,700	3,850	2,850	2,310	2,150	300	3,350
1,650	2,850	4,990	3,610	3,600	2,400	300	4,300
1,800	3,000	5,470	4,030	4,040	2,550	300	4,750
2,000	3,200	6,120	4,580	4,640	2,750	300	5,350
2,200	3,400	6,670	5,030	5,050	2,950	300	5,880
2,400	3,600	7,220	5,480	5,400	3,150	300	6,350
2,600	3,800	7,770	5,930	5,750	3,350	300	6,820
2,800	4,000	8,320	6,380	6,100	3,550	300	7,290
3,000	4,200	8,870	6,830	6,450	3,370	300	7,760

참조 : <그림 7>

구 분 D	재 료			
	콘 크 리 트 40-130-8 (m³)	잡 석 (m³)	거 푸 집 (전후) 3회 (m²)	거 푸 집 (측면) 3회 (m²)
400	1.44	0.36	2.05	2.52
450	1.66	0.41	2.21	2.85
500	1.89	0.45	2.36	3.20
600	2.75	0.91	2.89	4.18
700	3.89	1.22	3.24	5.76
800	6.58	1.89	3.76	9.45
900	8.46	2.34	4.12	11.89
1,000	10.58	2.77	4.81	13.64
1,100	12.75	3.23	5.21	16.17
1,200	15.43	3.80	5.61	19.25
1,350	19.84	4.59	6.61	22.80
1,500	26.19	5.43	7.82	28.81
1,650	40.59	7.37	9.41	41.37
1,800	48.55	8.55	10.22	48.45
2,000	60.56	10.27	11.32	58.85
2,200	72.89	11.93	12.46	69.03
2,400	86.61	13.72	13.64	80.01
2,600	101.34	15.54	14.86	91.78
2,800	117.36	17.49	16.10	104.36
3,000	134.86	19.55	17.38	117.74

3.7 곡관 90° (D=400~3,000mm)일 경우



<그림 8>

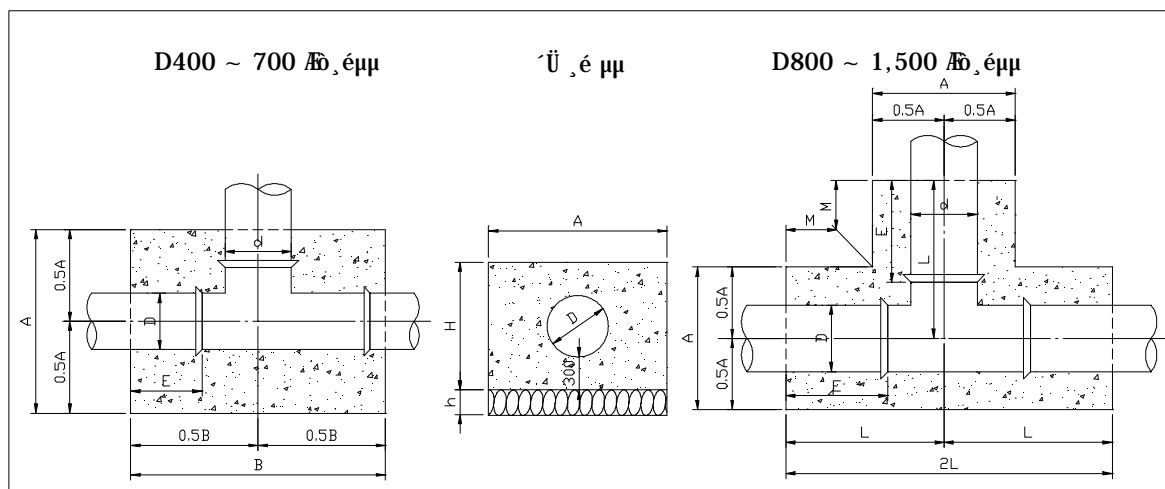
참조 : <그림 8>

구 분 D	치 수 (mm)								
	A	B	C	E	F	G	H	h	L
400	1,300	1,150	300	490	920	300	900	200	1,150
450	1,350	1,350	480	690	950	310	950	200	1,350
500	1,400	1,560	650	800	990	290	1,000	200	1,560
600	1,600	1,800	800	940	1,130	290	1,100	300	1,800
700	1,700	2,200	1,140	1,240	1,220	320	1,200	300	2,200
800	1,800	3,200	2,100	2,130	1,270	320	1,350	300	3,200
900	1,900	3,500	2,310	2,330	1,340	340	1,450	300	3,500
1,000	2,100	3,700	2,500	2,460	1,410	360	1,550	300	3,650
1,100	2,200	3,970	2,730	2,620	1,480	380	1,650	300	3,900
1,200	2,300	4,290	3,010	2,920	1,550	400	1,750	300	4,200
1,350	2,550	4,590	3,210	3,170	1,620	430	1,900	300	4,450
1,500	2,700	4,950	3,550	3,510	1,690	440	2,150	300	4,800
1,650	2,850	6,090	4,310	4,800	1,780	460	2,400	300	5,750
1,800	3,000	6,570	4,730	5,240	1,830	480	2,550	300	6,200
2,000	3,200	7,220	5,280	5,840	1,900	500	2,750	300	6,800
2,200	3,400	7,770	5,730	6,250	1,970	520	2,950	300	7,330
2,400	3,600	8,320	6,180	6,600	2,040	540	3,150	300	7,800
2,600	3,800	8,870	6,630	6,950	2,110	560	3,350	300	8,270
2,800	4,000	9,420	7,080	7,300	2,180	580	3,550	300	8,740
3,000	4,200	9,970	7,530	7,650	2,250	600	3,750	300	9,210

참조 : <그림 8>

구 분 D	재 료			
	콘 크 리 트 40-130-8 (m^3)	잡 석 (m^3)	거 푸 집 (전후) 3회 (m^2)	거 푸 집 (측면) 3회 (m^2)
400	2.12	0.54	2.05	3.71
450	2.72	0.66	2.21	4.67
500	3.37	0.80	2.36	5.70
600	4.79	1.59	2.90	7.28
700	6.65	2.10	3.24	9.86
800	11.47	3.29	3.76	16.46
900	13.72	3.79	4.13	19.29
1,000	18.03	4.59	4.81	21.96
1,100	20.98	5.14	5.21	25.17
1,200	24.27	5.79	5.61	28.96
1,350	30.34	6.80	6.61	33.53
1,500	38.78	7.77	7.82	41.12
1,650	54.31	9.84	9.41	55.39
1,800	63.36	11.16	10.22	63.52
2,000	76.97	13.05	11.32	75.35
2,200	91.47	14.95	12.46	86.99
2,400	106.39	16.84	13.64	99.47
2,600	122.89	18.85	14.86	112.79
2,800	140.71	20.97	16.10	126.94
3,000	160.06	23.20	17.38	141.93

3.8 정자관 (D=400~1,500mm)일 경우



<그림 9>

참조 : <그림 9>

구 분 D	치 수 (mm)				
	A	B	E	H	h
400×400	1,300	1,800	490	900	200
450×450	1,350	2,100	610	950	200
500×500	1,400	2,400	720	1,000	200
600×600	1,600	2,800	850	1,100	300
700×700	1,700	3,200	980	1,200	300

참조 : <그림 9>

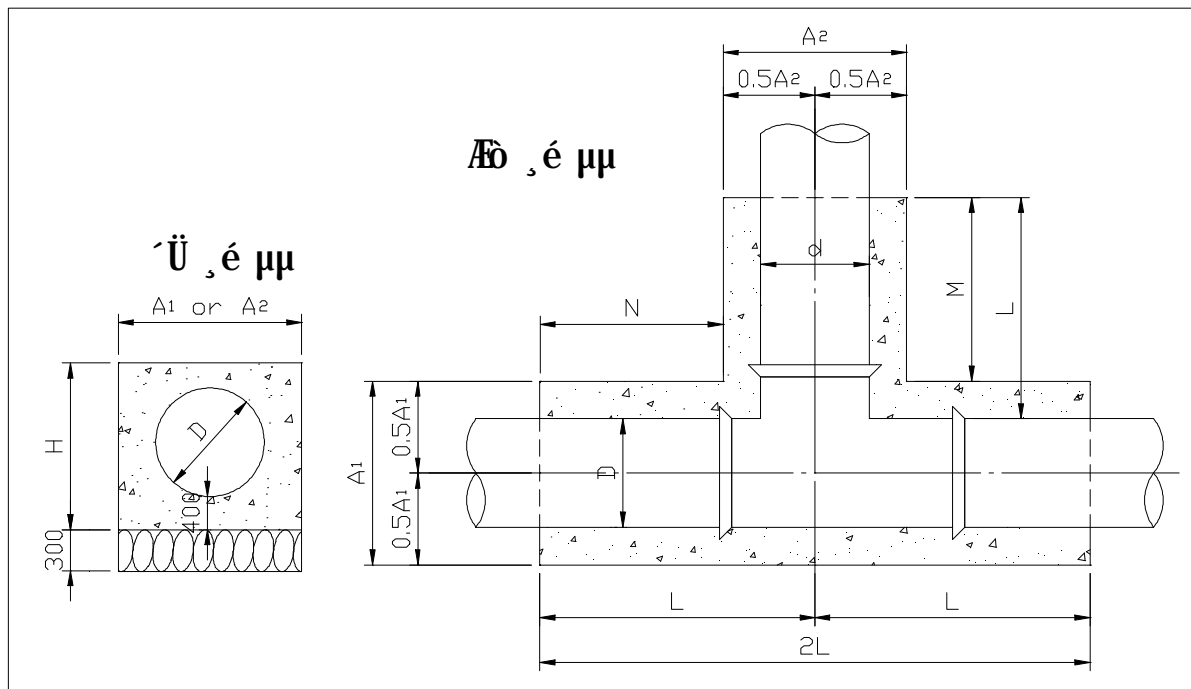
구 분 D	치 수 (mm)					
	A	H	L	M	E	F
800×800	1,800	1,350	1,950	1,050	1,260	1,280
900×900	1,900	1,450	2,150	1,200	1,380	1,400
1,000×1,000	2,100	1,550	2,300	1,250	1,460	1,480
1,100×1,100	2,200	1,650	2,500	1,400	1,590	1,610
1,200×1,200	2,300	1,750	2,750	1,600	1,780	1,800
1,350×1,350	2,550	1,900	3,050	1,780	1,970	2,000
1,500×1,500	2,700	2,150	3,350	2,000	2,170	2,200

참조 : <그림 9>

구 분 D	재 료			
	콘 크 리 트 40-130-8 (m³)	잡 석 (m³)	거 푸 집 (전후) 3회 (m³)	거 푸 집 (측면) 3회 (m³)
400×400	1.79	0.47	3.10	2.05
450×450	2.24	0.57	3.81	2.21
500×500	2.74	0.67	4.58	2.36
600×600	3.90	1.34	5.85	2.90
700×700	4.95	1.63	7.26	3.24
800×800	9.04	2.67	5.64	10.94
900×900	11.01	3.14	6.19	13.20
1,000×1,000	13.61	3.69	7.22	14.88
1,100×1,100	16.17	4.22	7.83	17.49
1,200×1,200	19.28	4.90	8.39	20.83
1,350×1,350	25.18	6.02	9.92	25.12
1,500×1,500	32.92	7.05	11.75	31.61

(h : D 800mm이상 300mm)

3.9 정자관 (D=1,650~2,400mm)일 경우



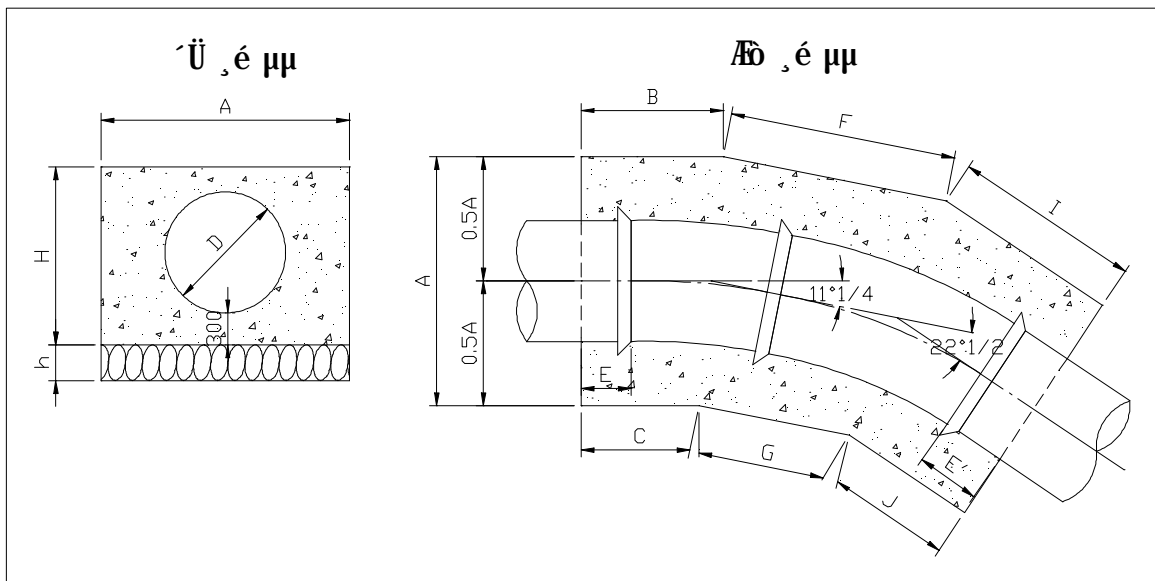
<그림 10>

참조 : <그림 10>

구 분 D	치 수 (mm)					
	A ₁	A ₂	H	L	M	N
1,650×1,650	2,850	2,750	2,400	5,300	3,100	3,200
1,800×1,650	3,000	2,700	2,550	5,000	3,500	3,650
1,800×1,800	3,000	3,000	2,550	5,000	3,500	3,500
2,000×1,650	3,200	2,700	2,750	5,500	3,900	4,150
2,000×1,800	3,200	3,000	2,750	5,500	3,900	4,000
2,000×2,000	3,200	3,200	2,750	5,500	3,900	3,900
2,200×1,650	3,400	2,700	2,950	6,000	4,300	4,650
2,200×1,800	3,400	3,000	2,950	6,000	4,300	4,500
2,200×2,000	3,400	3,200	2,950	6,000	4,300	4,400
2,200×2,200	3,400	3,400	2,950	6,000	4,300	4,500
2,400×1,650	3,600	2,700	3,150	6,400	4,600	5,050
2,400×1,800	3,600	3,000	3,150	6,400	4,600	4,900
2,400×2,000	3,600	3,200	3,150	6,400	4,600	4,800
2,400×2,200	3,600	3,400	3,150	6,400	4,600	4,700
2,400×2,400	3,600	3,600	3,150	6,400	4,600	4,600

참조 : <그림 10>

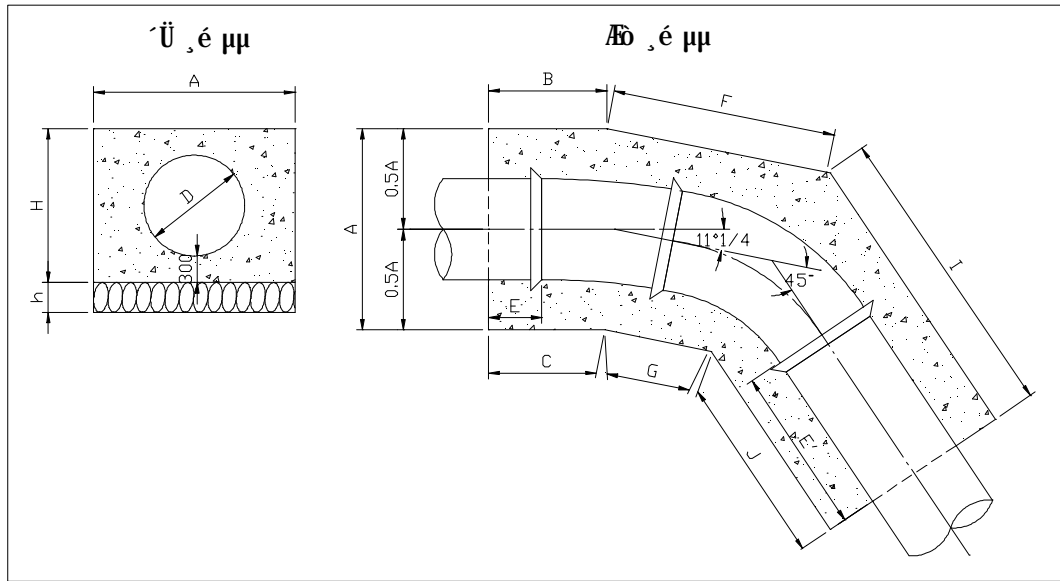
구 분 D	치 수 (mm)			
	콘크리트 40-130-8 (m³)	잡 석 (m³)	거 푸 집 (전후) 3회 (m²)	거 푸 집 (전후) 3회 (m²)
1,650×1,650	56.11	10.37	13.99	52.22
1,800×1,650	66.56	11.84	14.96	61.97
1,800×1,800	67.47	12.15	15.33	61.20
2,000×1,650	81.73	13.72	16.60	74.53
2,000×1,800	83.01	14.07	17.03	73.70
2,000×2,000	82.45	14.30	16.98	73.15
2,200×1,650	98.65	15.72	18.28	77.29
2,200×1,800	100.37	16.11	18.77	43.66
2,200×2,000	99.97	16.37	18.76	43.37
2,200×2,200	99.27	16.63	18.69	43.07
2,400×1,650	122.68	17.55	21.42	50.56
2,400×1,800	119.73	17.96	21.02	50.09
2,400×2,000	116.61	18.24	20.42	49.77
2,400×2,200	116.48	18.51	20.48	49.46
2,400×2,400	115.96	18.79	20.46	49.14

3.10 곡관 $11\frac{1}{4}^{\circ} + 22\frac{1}{2}^{\circ}$ 조합 ($D = 400 \sim 3,000\text{mm}$)일 경우

<그림 11>

참조 : <그림 11>

구 분 D	재 료			
	콘크리트 40-130-8 (m^3)	잡 석 (m^3)	거푸집 (전후) 3회 (m^2)	거푸집 (측면) 3회 (m^2)
400	2.65	0.67	2.06	4.65
450	2.97	0.72	2.21	5.10
500	3.53	0.84	2.36	5.97
600	4.73	1.57	2.90	7.19
700	5.61	1.77	3.24	8.33
800	6.92	1.99	3.76	9.93
900	7.97	2.20	4.13	11.20
1,000	10.07	2.64	4.81	12.98
1,100	11.37	2.88	5.21	14.42
1,200	12.27	3.02	5.61	15.31
1,350	15.08	3.49	6.61	17.33
1,500	20.20	4.19	7.82	22.22
1,650	31.54	5.72	9.41	32.14
1,800	38.12	6.71	10.22	38.05
2,000	46.53	7.89	11.32	45.21
2,200	56.13	8.19	12.46	53.16
2,400	67.38	10.67	13.64	62.24
2,600	78.75	12.08	14.86	71.02
2,800	91.77	13.68	16.10	80.94
3,000	106.01	15.37	17.38	91.50

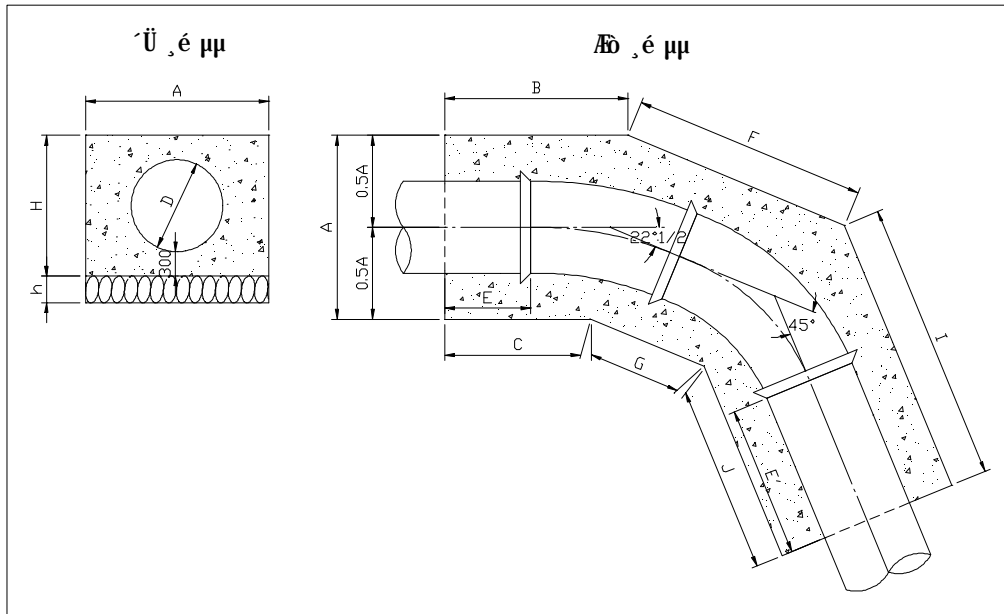
3.11 곡관 $11\frac{1}{4}^{\circ} + 45^{\circ}$ 조합 ($D = 400 \sim 3,000\text{mm}$)일 경우

<그림 12>

참조 : <그림 12>

구 분 D	재 료			
	콘 크 리 트 40-130-8 (m^3)	잡 석 (m^3)	거 푸 집 (전후) 3회 (m^2)	거 푸 집 (측면) 3회 (m^2)
400	2.74	0.69	2.06	4.79
450	2.99	0.73	2.21	5.14
500	3.66	0.87	2.36	6.20
600	4.78	1.59	2.90	7.27
700	5.68	1.79	3.24	8.42
800	8.09	2.32	3.76	11.61
900	10.54	2.91	4.13	14.82
1,000	13.13	3.44	4.81	16.93
1,100	16.14	4.09	5.21	20.46
1,200	19.08	4.69	5.61	23.80
1,350	24.83	5.75	6.61	28.54
1,500	32.68	6.77	7.82	35.95
1,650	51.61	9.47	9.41	53.17
1,800	62.19	10.95	10.22	62.07
2,000	76.30	12.94	11.32	74.14
2,200	90.71	14.85	12.46	85.90
2,400	109.80	17.39	13.64	101.43
2,600	127.64	19.58	14.86	115.10
2,800	148.12	22.08	16.10	130.64
3,000	170.49	24.72	17.38	147.15

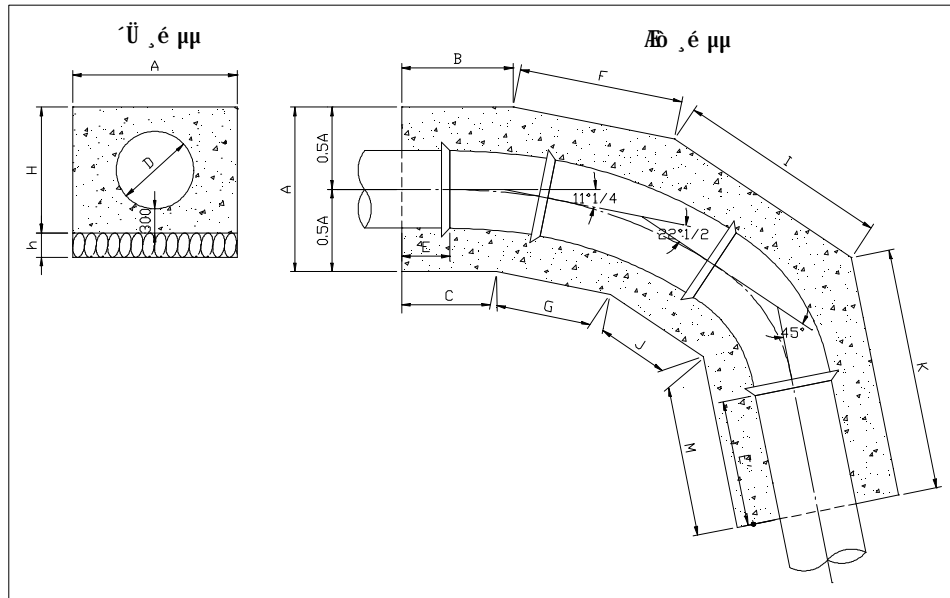
3.12 곡관 22½° + 45° 조합 (D = 400~3,000mm)일 경우



<그림 13>

참조 : <그림 13>

구 분 D	재 료			
	콘 크 리 트 40-130-8 (m³)	잡 석 (m³)	거 푸 집 (전후) 3회 (m²)	거 푸 집 (측면) 3회 (m²)
400	2.47	0.62	2.06	4.32
450	2.83	0.69	2.21	4.86
500	3.31	0.78	2.36	5.60
600	4.63	1.54	2.90	7.04
700	5.83	1.84	3.24	8.64
800	9.78	2.81	3.76	14.04
900	12.48	3.45	4.13	17.55
1,000	15.77	4.13	4.81	20.34
1,100	19.26	4.88	5.21	24.42
1,200	23.01	5.66	5.61	28.70
1,350	29.79	6.89	6.61	34.24
1,500	39.48	8.18	7.82	43.43
1,650	57.63	11.19	9.41	62.84
1,800	73.69	12.98	10.22	73.54
2,000	93.62	15.88	11.32	90.97
2,200	108.34	17.74	12.46	102.60
2,400	129.65	20.53	13.64	119.76
2,600	151.27	23.21	14.86	136.41
2,800	175.97	26.23	16.10	155.20
3,000	202.91	29.42	17.38	175.12

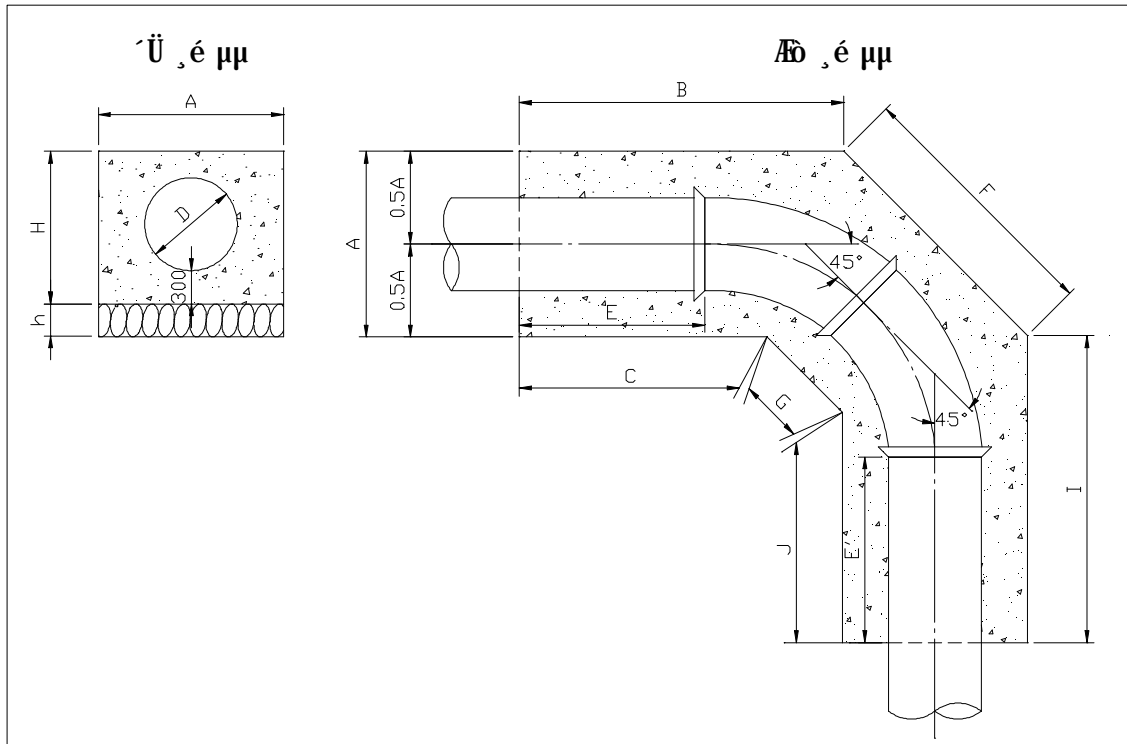
3.13 곡관 $11\frac{1}{4}^{\circ} + 22\frac{1}{2}^{\circ} + 45^{\circ}$ 조합 ($D = 400 \sim 3,000\text{mm}$)일 경우

<그림 14>

참조 : <그림 14>

구 분 D	재 료			
	콘 크 리 트 40-130-8 (m^3)	잡 석 (m^3)	거 푸 집 (전후) 3회 (m^2)	거 푸 집 (측면) 3회 (m^2)
400	3.71	0.94	2.06	6.50
450	4.21	11.03	2.21	7.24
500	5.08	1.20	2.36	8.60
600	6.66	2.21	2.90	10.12
700	8.11	2.56	3.24	12.04
800	6.69	3.29	3.76	16.47
900	14.67	4.05	4.13	20.62
1,000	18.56	4.86	4.81	23.93
1,100	22.38	5.68	5.21	28.38
1,200	26.94	6.62	5.61	33.60
1,350	35.08	8.12	6.61	40.32
1,500	46.17	9.57	7.82	50.78
1,650	69.41	12.60	9.41	70.76
1,800	82.83	14.59	10.22	82.67
2,000	101.94	17.29	11.32	99.06
2,200	123.04	20.15	12.46	116.53
2,400	146.63	23.22	13.64	135.45
2,600	170.22	26.11	14.86	153.49
2,800	197.14	29.38	16.10	173.87
3,000	226.54	32.84	17.38	195.52

3.14 곡관 45° + 45° 조합 (D = 400~3,000mm)일 경우

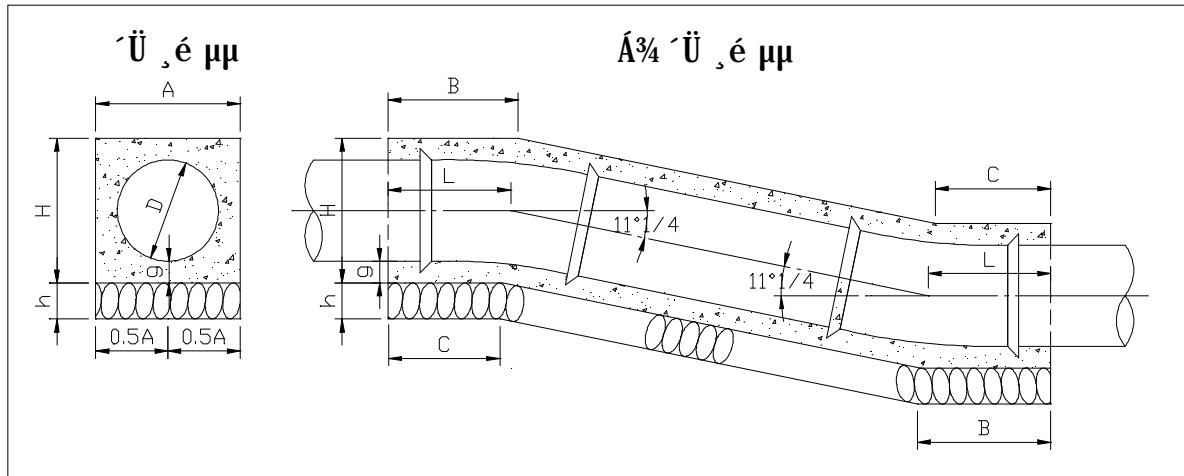


<그림 15>

참조 : <그림 15>

구 분 D	재 료			
	콘 크 리 트 40-130-8 (m³)	잡 석 (m³)	거 푸 집 (전후) 3회 (m²)	거 푸 집 (측면) 3회 (m²)
400	2.47	0.62	2.06	4.32
450	2.87	0.70	2.21	4.94
500	3.66	0.87	2.36	6.20
600	5.50	1.82	2.90	8.36
700	7.61	2.40	3.24	11.28
800	12.98	3.73	3.76	18.62
900	16.50	4.56	4.13	23.20
1,000	20.94	5.49	4.81	27.00
1,100	25.51	6.47	5.21	32.34
1,200	30.59	7.52	5.61	38.15
1,350	39.38	9.11	6.61	45.26
1,500	51.99	10.77	7.82	57.19
1,650	78.79	14.30	9.41	80.31
1,800	94.13	16.58	10.22	93.94
2,000	115.58	19.60	11.32	112.31
2,200	139.24	22.80	12.46	131.87
2,400	165.93	26.28	13.64	153.28
2,600	191.91	29.44	14.86	173.06
2,800	221.85	33.07	16.10	195.67
3,000	254.53	36.90	17.38	219.67

3.15 곡관 11¼° 종단굴곡 (D=400~3,000mm)일 경우



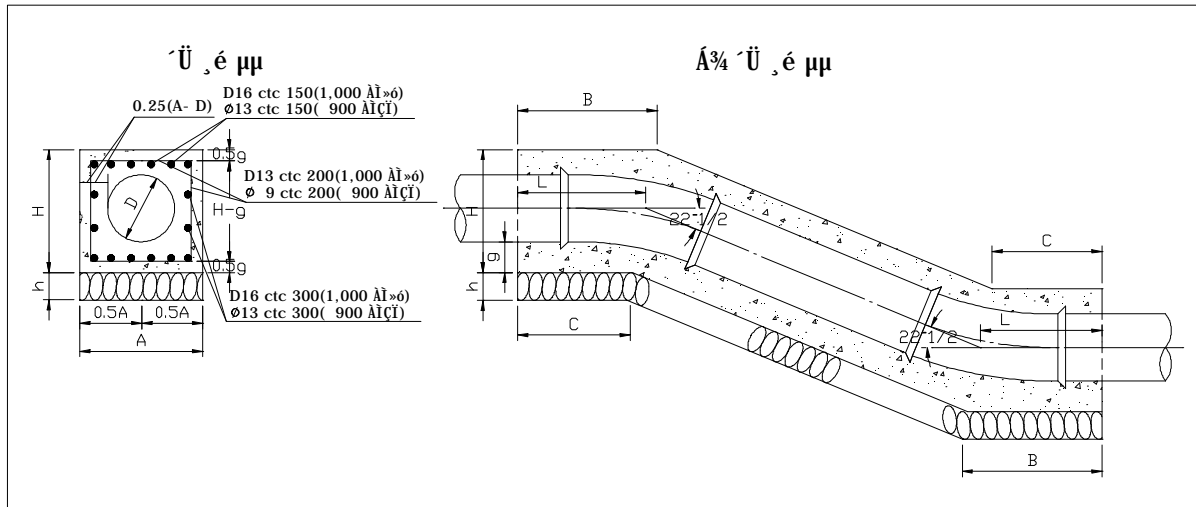
<그림 16>

참조 : <그림 16>

구 분 D	치 수 (mm)							
	A	B	C	E	g	H	h	L
400	700	840	760	250	200	750	200	800
450	750	840	760	250	200	800	200	800
500	800	940	860	250	200	850	200	900
600	900	1,050	950	340	200	950	300	1,000
700	1,000	1,050	950	340	200	1,050	300	1,000
800	1,150	1,060	940	340	200	1,200	300	1,000
900	1,300	1,060	940	330	200	1,300	300	1,000
1,000	1,350	1,170	1,030	440	200	1,400	300	1,100
1,100	1,500	1,170	1,030	430	200	1,500	300	1,100
1,200	1,650	1,180	1,020	430	200	1,650	300	1,100
1,350	1,800	1,190	1,010	420	300	1,900	300	1,100
1,500	2,050	1,200	1,000	420	300	2,100	300	1,100
1,650	2,250	1,230	1,020	450	300	2,250	300	1,130
1,800	2,400	1,310	1,090	520	300	2,400	300	1,200
2,000	2,600	1,420	1,180	620	300	2,600	300	1,300
2,200	2,800	1,530	1,270	710	300	2,800	300	1,400
2,400	3,000	1,640	1,370	810	300	3,000	300	1,500
2,600	3,200	1,750	1,470	910	300	3,200	300	1,600
2,800	3,400	1,860	1,570	1,010	300	3,400	300	1,700
3,000	3,600	1,970	1,670	1,110	300	3,600	300	1,800

참조 : <그림 16>

구 분 D	재 료 (m당)			거푸집(전후) ($\text{m}^3/\text{면}$) 3회 (m^3)
	콘 크 리 트 40-130-8 (m^3)	잡 석 (m^3)	거 푸 집 (측면) 3회 (m^3)	
400	0.38	0.14	1.50	0.77
450	0.42	0.15	1.60	0.84
500	0.46	0.16	1.70	0.92
600	0.54	0.27	1.90	1.09
700	0.63	0.30	2.10	1.26
800	0.83	0.35	2.40	1.66
900	1.00	0.39	2.60	2.00
1,000	1.04	0.40	2.80	2.08
1,100	1.22	0.45	3.00	2.45
1,200	1.50	0.50	3.30	3.01
1,350	1.88	0.54	3.80	3.76
1,500	2.41	0.62	4.20	4.82
1,650	2.93	0.68	4.50	5.86
1,800	3.22	0.72	4.80	6.44
2,000	3.62	0.78	5.20	7.24
2,200	4.04	0.84	5.60	8.08
2,400	4.48	0.90	6.00	8.96
2,600	4.94	0.96	6.40	9.88
2,800	5.41	1.02	6.80	10.82
3,000	5.90	1.08	7.20	11.80

3.16 곡관보호공 $22\frac{1}{2}^{\circ}$ 종단굴곡 ($D=400\sim 3,000\text{mm}$)일 경우

<그림 17>

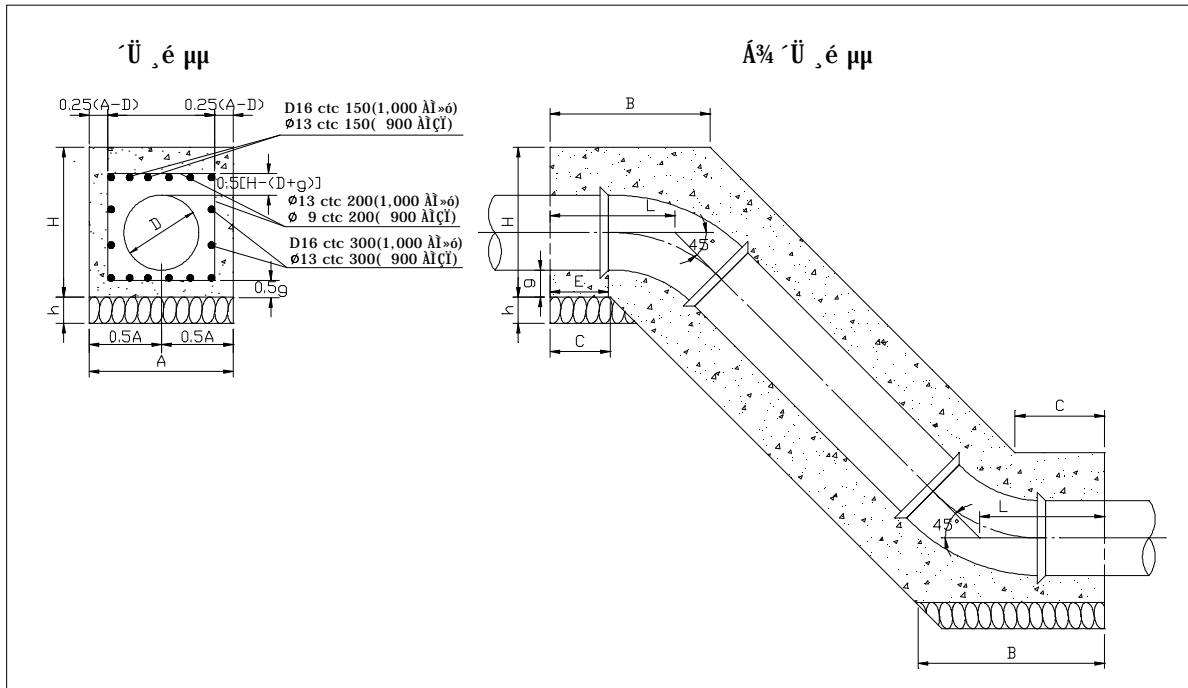
참조 : <그림 17>

구 분 D	치 수 (mm)							
	A	B	C	E	G	H	h	L
400	750	880	720	380	200	800	200	800
450	850	890	710	340	200	900	200	800
500	850	1,000	800	400	300	1,000	200	900
600	1,000	1,110	890	420	300	1,100	300	1,000
700	1,150	1,220	980	430	300	1,200	200	1,100
800	1,350	1,440	1,160	550	300	1,400	300	1,300
900	1,500	1,450	1,150	470	300	1,550	300	1,300
1,000	1,650	1,660	1,340	590	300	1,600	300	1,500
1,100	1,750	1,670	1,330	520	400	1,750	300	1,500
1,200	1,850	1,790	1,410	620	400	1,900	300	1,600
1,350	2,100	1,810	1,390	620	400	2,100	300	1,600
1,500	2,250	1,930	1,470	710	400	2,300	300	1,700
1,650	2,450	2,460	1,640	1,370	400	2,450	300	2,050
1,800	2,600	2,640	1,760	1,530	400	2,600	300	2,200
2,000	2,800	2,880	1,920	1,710	400	2,800	300	2,400
2,200	3,000	3,120	2,080	1,620	400	3,000	300	2,600
2,400	3,200	3,360	2,240	1,770	400	3,200	300	2,800
2,600	3,400	3,600	2,720	1,920	400	3,400	300	3,000
2,800	3,600	3,840	2,880	2,070	400	3,600	300	3,200
3,000	3,800	4,080	3,040	2,220	400	3,800	300	3,400

참조 : <그림 17>

구 분 D	재 료 (m당)						거푸집(전후) (m ² /2면) 3회 (m ²)
	콘크리트 40-130-8 (m ³)	잡 석 (m ³)	거푸집 (측면) 3회 (m ²)	철근(φ 9) (kg)	철근(φ 13) (kg)	철근(φ 16) (kg)	
400	0.46	0.15	1.60	7	14	-	0.92
450	0.59	0.16	1.80	8	19	-	1.17
500	0.63	0.17	2.00	8	19	-	1.26
600	0.79	0.30	2.20	10	21	-	1.58
700	0.96	0.36	2.40	11	24	-	1.92
800	1.34	0.41	2.80	13	24	-	2.68
900	1.63	0.45	3.10	15	31	-	3.27
1,000	1.71	0.48	3.20	-	31	52	3.42
1,100	2.04	0.53	3.50	-	33	56	4.07
1,200	2.29	0.56	3.80	-	36	60	4.59
1,350	2.87	0.63	4.20	-	41	64	5.74
1,500	3.29	0.68	4.60	-	45	75	6.56
1,650	3.87	0.74	4.90	-	51	84	7.74
1,800	4.22	0.78	5.20	-	55	90	8.44
2,000	4.70	0.84	5.60	-	60	97	9.40
2,200	5.20	0.90	6.00	-	65	105	10.40
2,400	5.72	0.96	6.40	-	70	112	11.44
2,600	6.26	1.02	6.80	-	75	117	12.52
2,800	6.81	1.08	7.20	-	80	124	13.62
3,000	7.38	1.14	7.60	-	85	131	14.76

3.17 곡관 45° 종단굴곡 (D=400~3,000mm)일 경우



<그림 18>

참조 : <그림 18>

구 분 D	치 수 (mm)							
	A	B	C	E	g	H	h	L
400	900	1,100	690	470	300	1,000	200	900
450	1,000	1,200	780	530	300	1,050	200	1,000
500	1,000	1,430	970	680	300	1,100	200	1,200
600	1,250	1,470	730	600	400	1,300	300	1,200
700	1,350	1,690	1,110	710	400	1,400	300	1,400
800	1,650	1,850	1,150	720	500	1,700	300	1,500
900	1,750	2,080	1,370	840	500	1,850	300	1,700
1,000	1,800	2,310	1,480	960	500	2,000	300	1,900
1,100	2,050	2,340	1,470	870	500	2,100	300	1,900
1,200	2,150	2,560	1,640	1,070	500	2,200	300	2,100
1,350	2,400	2,610	1,590	1,060	500	2,450	300	2,100
1,500	2,700	2,660	1,540	1,060	500	2,700	300	2,100
1,650	2,850	3,530	2,410	2,300	600	2,850	300	3,000
1,800	3,000	3,920	2,680	2,590	600	3,000	300	3,300
2,000	3,200	4,360	3,040	2,990	600	3,200	300	3,700
2,200	3,400	4,800	3,400	3,300	600	3,400	300	4,100
2,400	3,600	5,150	3,660	3,590	600	3,600	300	4,400
2,600	3,800	5,500	3,920	3,880	600	3,800	300	4,700
2,800	4,000	5,850	4,180	4,170	600	4,000	300	5,000
3,000	4,200	6,200	4,440	4,460	600	4,200	300	5,300

참조 : <그림 18>

구 분 D	재 료 (m당)						거 푸 집 (전 후) 3 회 (m ² /2면)	거 푸 집 (경사면) 3 회 (m ² /m)
	콘크리트 40-130-8 (m ³)	잡 석 (m ³)	거 푸 집 (측면) 3회 (m ²)	철근(φ 9) (kg)	철근(φ 13) (kg)	철근(φ 16) (kg)		
400	0.81	0.19	2.00	8	19	-	1.62	0.95
450	0.87	0.20	2.10	9	19	-	1.74	1.00
500	0.88	0.20	2.20	9	19	-	1.76	1.00
600	1.31	0.38	2.60	11	21	-	2.63	1.25
700	1.47	0.41	2.80	12	26	-	2.94	1.35
800	2.26	0.50	3.40	15	31	-	4.51	1.65
900	2.55	0.53	3.70	16	33	-	5.09	1.75
1,000	2.75	0.54	4.00	-	35	56	5.50	1.80
1,100	3.28	0.61	4.20	-	38	64	6.56	2.05
1,200	3.51	0.65	4.40	-	41	67	7.02	2.15
1,350	4.34	0.72	4.90	-	46	75	8.68	2.40
1,500	5.39	0.81	5.40	-	52	86	10.79	2.70
1,650	5.98	0.86	5.70	-	57	92	11.98	2.85
1,800	6.46	0.90	6.00	-	61	97	12.92	3.00
2,000	7.10	0.96	6.40	-	66	105	14.20	3.20
2,200	7.76	1.02	6.80	-	69	109	15.52	3.40
2,400	8.44	1.08	7.20	-	74	120	16.88	3.60
2,600	9.14	1.14	7.60	-	79	127	18.28	3.80
2,800	9.85	1.20	8.00	-	84	134	19.70	4.00
3,000	10.58	1.26	8.40	-	89	141	21.16	4.20

참 고 문 헌

1. 건설부, 1992, 상수도시설기준
2. AWWA, 1989, Manual M11 3rd Edition(Steel Pipe - A Guide for Design and Installation)
3. US. Denver Colorado Board of Water Commissioners, 1991, Engineering Standards, 7th Edition
4. 일본수도협회, 1990, 수도시설설계지침·해설
5. 일본닥타일주철관협회, 닥타일주철관의 기초지식
6. 일본수도강관협회, 1988, 수도용매설강관의 관두께계산기준(WSP 030-88)
7. 한국수자원공사, 1991, 관두께 산정 프로그램 연구보고서
8. 건설부 국립건설시험소, 1989, 동결심도조사보고서
9. 한국도로공사, 1992, 도로설계요령 제5권 포장
10. 건설부 수도권 수도건설사무소, 1990, 수도용강관, 밸브류검사 지침서
11. 일본수도강관협회, 1983, 수도용강관 핸드북
12. 대한전문건설협회, 1995, 상수도용 도복장강관 시공요령
13. 한국수자원공사, 수도권 광역상수도(5단계)사업 실시설계 공사시방서, 1995, 제2공구 도수시설
14. KSD 8502(수도용 액상에폭시 수지도료 및 도장방법)
15. AWWA C 209, Cold Applied Tape Coatings for The Exterior of Special Sections, Connections, and Fittings for Steel Water Pipelines
16. AWWA C 216, Heat-Shrinkable Cross-Linked Polyolefin Coatings for The Exterior of Special Sections, Connections, and Fittings for Steel Water Pipelines
17. AWWA C 217, Cold Applied Petrolatum Tape and Petrolatum Wax Tape Coatings for The Exterior of Special Section, Connections, and Fittings for Buried Steel Water Pipelines
18. AWWA C 222, Polyurethane Coating for The Interior and Exterior of Steel Water Pipe and Fittings
19. AWWA C 206-88, Field Welding of Steel Water Pipe
20. 한국화학시험검사소, 1993, 피복강관 기술수준 평가결과보고서
21. 일본수도강관협회, 1995, 수도용강관의 기초지식
22. 일본전기학회, 1986, 전식·토양부식핸드북
23. 환경부, 1997.12, 상수도시설기준
24. 건설교통부, 1996, 도로교 표준시방서(설계/시공 및 유지관리편)
25. 한국수자원공사(수도건설처), 1998.9, 관로부지 확보기준 검토서