

## 波形鋼管暗渠의 施工

柳 基 松

(農漁村振興公社 農漁村研究院 農工研究室 室長)

### 1. 概 要

波形鋼管은 공장에서 섹션(Section)으로 제작하여 현장에서 조립하는 鋼管과 공장에서 관체를 제작하는 나선형강관이 있으며, 韓國工業規格 KS D 3590에 規程되어 있다.

이 鋼管은 熔融亞鉛鍍金이 되어 있기 때문에 耐腐蝕性이 強하며, 外國에서는 道路와 鐵道等을 橫斷하는 排水暗渠로 많이 利用되고 있다. 한편 우리나라에서는 現在 5個業體가 波形鋼管生産에 參與하고 있으며 이중 3個業體는 1991年부터 波形鋼管을 生産하고 있다.

따라서 본고에서는 波形鋼管暗渠 施工에 있어 掘鑿, 管基礎 및 뒷채움 등에 대하여 간단히 記述하고자 한다.

### 2. 掘鑿 및 管基礎

#### 가. 掘 鑿

波形鋼管暗渠는 一般的으로 원지반 또는 盛土地盤에 도랑을 掘鑿하고 埋設하는데 그 規模는 管基礎, 뒷채움재의 다짐 및 管조립에 支障을 주지 않는 範圍로 가능한 한 幅을 좁게, 掘鑿壁面은 鉛直으로 한다.

일반적으로 暗渠에서 掘鑿壁面까지의 間隔은 그림. 1과 같이 50~80cm 정도로 하는 경우가 많다. 軟弱地盤의 경우는 橫方向抵抗이 不充分하므로 그림. 2와 같이 暗渠兩側을 暗渠지름과 같은 幅으로 軟弱土를 除去한 후 良質土로 뒷채움을 해야 한다.

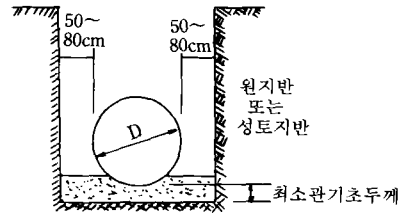


그림. 1. 보통지반의 도랑굴착<sup>2)</sup>

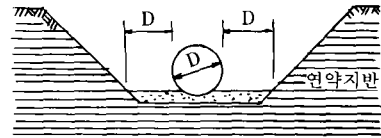


그림. 2. 연약지반의 도랑굴착(1)<sup>2)</sup>

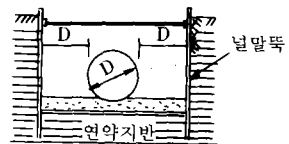


그림. 3. 연약지반의 도랑굴착(2)<sup>2)</sup>

그림. 3과 같이 강널말뚝을 사용하여 掘鑿을 할 경우는 뒷채움을 한후 널말뚝 인발시에 다짐한 흙이 느슨하게 될 위험이 있으므로 뒷채움재의 다짐을 더욱 철저히 해야 하며, 진동을 주면서 널말뚝을 인발하여 흙이 널말뚝에 부착되지 않도록 한다.

나. 基 礎

아치형을 제외한 波形鋼管暗渠는 다소 不等沈下가 있는 곳에 設置해도 破壞될 염려는 없으므로 말뚝 또는 콘크리트基礎를 할 필요는 없으나 波形鋼管의 특성을 발휘시키려면 荷重을 管周圍에 均등히 分布시키도록 해야 하므로 안정된 土質 또는 조립土地盤上에 管을 設置해야 한다.

큰 호박돌이 있는 흙, 岩盤, 軟弱地盤 또는 보통地盤 等に 아치형을 제외한 管형강관을 설치할 경우는 管基礎를 다음과 같이 해야 하며, 凍結土砂, 풀, 나무뿌리 기타 有機物이 많은 地盤에 管을 설치하면 좋지 않다.

1) 管 基 礎

가) 기초재료와 다짐

管基礎材料는 壓縮性이 적고 다짐이 쉬운 모래, 자갈 또는 砂質土 등이 좋으며, 가능한 한 10cm 以上の 큰 조약돌은 없는 것이 좋다.

施工材料는 地下水位가 높은 곳과 물의 影響을 받기 쉬운 곳은 가능한 한 세립분이 적은 砂質土를, 물의 影響을 받을 위험이 적은 곳은 粒度가 좋고 다짐하기 쉬운 흙으로 施工하면 좋다.

나) 管基礎의 形狀과 치수

원지반위에 管體를 설치할 경우는 管體下部 1/4원주 以上이 원지반에 支持되도록 하면 좋으나 실제는 이와 같이 掘鑿하기 어려우므로 良質의 조립토를 敷設하고 충분히 다진후 그림.

4와 같이 설치한다.

보통地盤의 경우는 그림. 5와 같이 良質土로 管基礎를 施工하며, 이때 두께는 表-1을 표준으로 한다. 岩盤의 경우는 岩盤의 凹凸이 관에

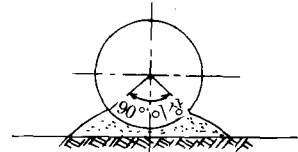
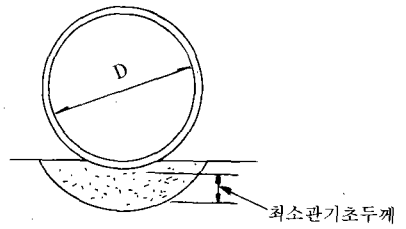
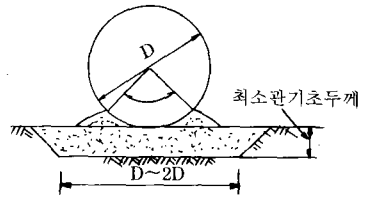


그림. 4. 원지반상에 관체를 설치할 경우<sup>2)</sup>



(a) 건설부<sup>1)</sup>



(b) 일본토질공학회<sup>2)</sup>

그림. 5. 보통지반의 관기초

表-1. 관기초의 최소두께와 폭<sup>1)</sup>

구 분	관기초의 최소 두께, $t_m$ (cm)			관기초의 폭 W(cm)
	$D < 900\text{mm}$	$D = 900 \sim 2000\text{mm}$	$D > 2000\text{mm}$	
보 통 지 반	20	30	0.2D	D
암 반 지 반	20 (성토높이 5m 이상은 1m마다 4cm씩 증가시킨다.)			D
연 약 지 반	50	0.4D와 50 중에서 큰 값	$0.3D \leq 100$	2D~3D

(주)D: 호칭지름

나쁜 영향을 주지 않을 정도로 마무리하여 관기초로 하며, 일반적으로 그림. 6과 같이 관체 하부에 最小 20cm의 두께로, 폭은  $D(1.5D)$ 를 압철한 후 양질의 조립토로 되메움하고 잘다져서 관기초로 한다.

軟弱地盤의 경우는 일반적으로 그림. 7과 같

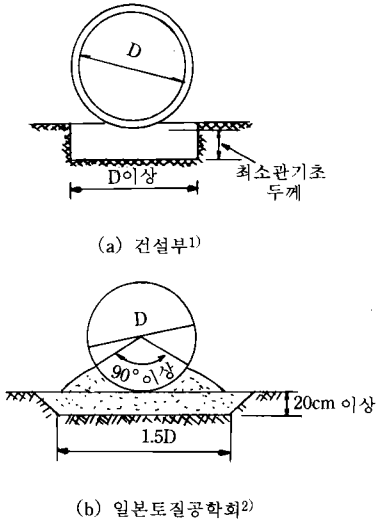


그림. 6. 암반지반의 관기초

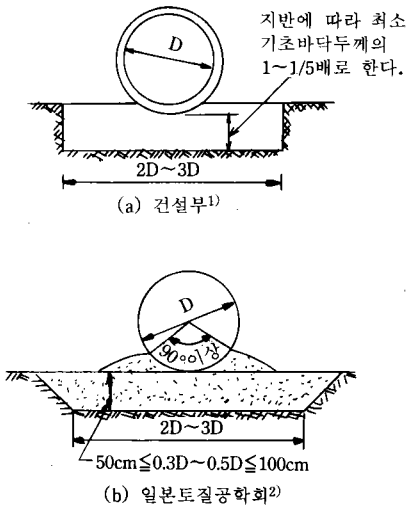


그림. 7. 연약지반의 관기초

이  $2D \sim 3D$ 의 폭으로 관기초를 시공하며, 그 두께는  $0.3D \sim 0.5D$ 로 하는데 그 값의 최소치는 50cm, 최대치는 100cm로 한다.

한편 縱斷方向으로 地盤土質이 변화되는 경우는 구간을 나누어 土質에 따라 각 구간의 관기초를 하며, 그림. 8과 같이 地盤土質이 급격히 변화될 경우는 그림. 9와 같이 종단방향 관기초를 1:4의 구배보다 완하게 緩和區間을 설치한다.

또한 이러한 地盤에서는 不等沈下에 의하여 관체가 破損될 염려가 있으므로 완화구간을 길게 하거나 연약지반을 치환 또는 프리로딩공법으로 침하를 감소시켜야 한다.

軟弱地盤上的의 道路 및 鐵道 등의 盛土를 橫斷하는 波形鋼管暗渠의 경우는 盛土荷重에 의한 基礎地盤의 침하를 고려하여 그림. 10과 같이 盛土중양부의 관체를 계획고보다 예상침하량만큼 높게 시공을 한다.

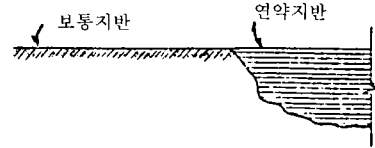


그림. 8. 보통지반과 연약지반

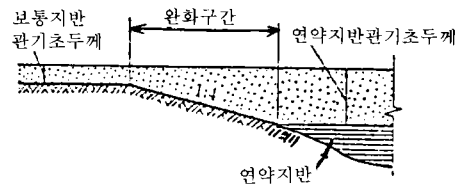


그림. 9. 지반토질이 다를 경우의 관기초<sup>2)</sup>

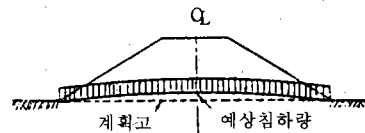


그림. 10. 연약지반의 관체시공<sup>2)</sup>

이때 盛土중심부의 예상침하량이 1m이면 비탈머리부는 0.8m, 비탈끝 부위는 0.2m정도의 침하량으로 되는 경우가 많으므로 개략적으로 이와 유사한 비율로 관체를 높게 설치한다.

### 3. 管體의 조립

#### 가. 원형 1형관

##### 1) 조립기구

원형 1형관 플랜지형 및 랩형의 조립시에 사용하는 기구는 스패너, 몽키스패너 및 송곳이 있다.

##### 2) 조립순서

조립시는 그림. 11과 같이 하부섹션을 下流側부터 번호대로 조립하며, 섹션을 일렬로 늘어놓을 때는 그림. 12와 같이 플랜지 또는 랩부분의 볼트 구멍수와 같은 섹션이 같은 側에 오도록 해야 한다.

下部섹션의 配列이 끝나면 上流側 부터 上部 섹션을 배열하고 조립하며, 원형 1형관 조립시는 그림. 13과 같이 반섹션이 상부에 2개 또는 상하에 각각 1개씩 사용된다.

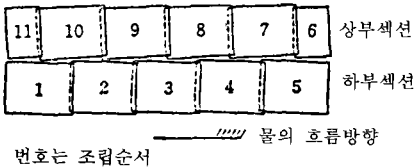


그림. 11. 관체의 조립순서

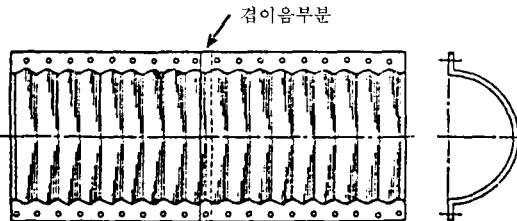


그림. 12. 플랜지형섹션의 겹이음

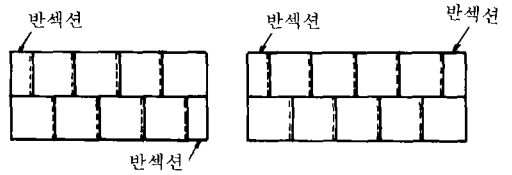


그림. 13. 반섹션의 사용

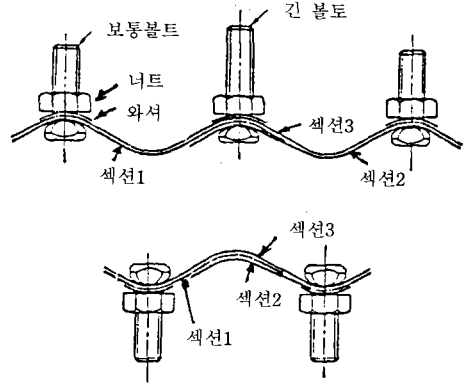


그림. 14. 볼트조임방법

##### 3) 볼트조임

모든 볼트는 그림. 14와 같이 波形 凹處에서 끼우고 凸處에서 너트를 죄인다. 3個 섹션을 중첩이음할 경우는 긴 볼트를 使用하면 좋다. 관지름이 600mm以下인 플랜지형은 그림. 15와 같이 플랜지의 볼트를 한줄 건너뛰워 보통 보다 적게 할 수 있다.

##### 4) 패킹을 할 경우

섹션조립시 패킹을 할 경우는 重疊이음에 유의하면서 조립을 해야 하며, 3個 중첩이음의 경우 벌어진 틈사이에는 그림. 16과 같이 짧은 패킹을 삽입하면 좋다.

#### 나. 원형 2형관

##### 1) 조립기구

원형 2형관 조립시에 사용하는 기구는 스패너, 상형스패너, 또는 몽키스패너 및 송곳이 있으며, 기타 필요시 임팩트렌치, 발판용가설

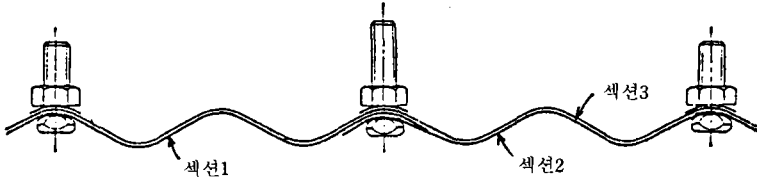


그림. 15. 볼트의 감량

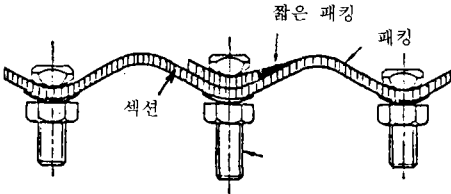
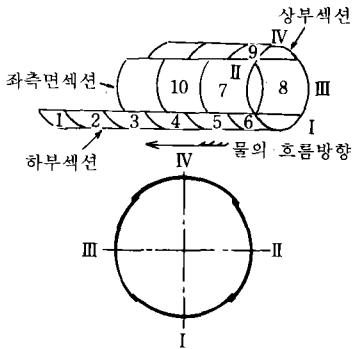


그림. 16. 3중이음부의 패킹



물의 흐름방향	우측면섹션	하부섹션	좌측면섹션	상부섹션
	III	I	II	IV
	8	6	7	9
	11	5	10	12
	14	4	13	15
	17	3	16	18
	20	2	19	21
		1		22

번호는 조립순서

그림. 17. 일반적인 원형 2형의 조립순서

재, 로프, 활차, 견인기 및 턴버클이 사용된다.

2) 조립순서 및 방법

섹션조립시는 그림. 17과 같이 하부섹션을

下流측부터 번호대로 배열하고, 섹션을 重疊, 流水方向으로 맞추어 그림. 18과 같이 조립하며, 원형 2형 섹션의 볼트구멍 위치는 그림. 19와 같이 方向性이 있으므로 주의를 해야 한다.

가) 하부섹션의 조립방법

하부섹션의 볼트가 손에 닿지 않을 경우는 볼트구멍에 볼트를 外側에서 삽입하고 그림. 20과 같이 下部에서 볼트를 통나무로 고인후 섹션을 그림. 20(c)와 같이 볼트구멍에 맞추어 끼우고 와셔를 넣고 볼트를 죄고 통나무를 제거한다.

나) 측면섹션의 조립방법

人力, 체인블록 또는 크레인 등으로 먼저 조립한 하부섹션위에 側面섹션을 들어 올리고 하부섹션의 볼트구멍과 측면섹션의 볼트구멍이 일치하게 송곳으로 조절한 후 볼트를 삽입하고 나사를 죄인다.

다) 상부섹션의 조립방법

지름이 클 경우는 발판을 놓고 크레인 등으로 상부섹션을 들어 올려 조립한다. 측면섹션이 벌어질 경우는 견인기 또는 턴버클 등으로 죄어서 상부섹션을 조립할 수 있도록 측면섹션의 幅을 조절한다.

라) 볼트죄임

볼트는 처음에 가볍게 죄이고 원형이 형성된

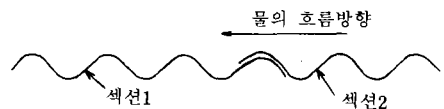


그림. 18. 물의 흐름방향과 중첩이음



그림. 19. 2형섹션의 방향성

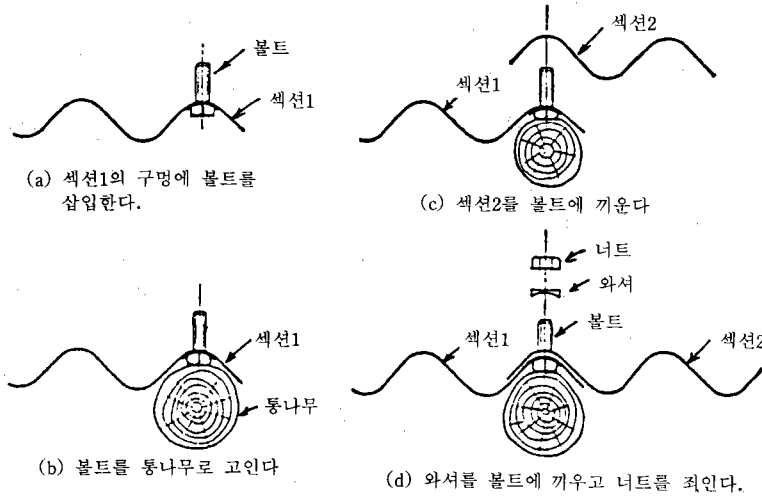


그림. 20. 하부섹션의 조립방법

후 완전히 죄이고 조립할 완료한 후 볼트가 느슨한 가를 점검하면서 다시 죄이며, 盛土工事 中에 볼트가 풀릴 염려가 있으므로 가끔 점검을 한다.

마) 패킹을 할 경우의 조립방법

패킹을 할 경우는 注意하여 波形섹션을 重疊, 조립을 해야 하며, 패킹시는 풀 형태의 충전재를 바르고 패킹재로 패킹을 하면 수밀성이 좋아진다.

#### 4. 뒷채움 및 被覆

##### 가. 뒷채움재

관체의 뒷채움은 波形鋼管暗渠 施工時에 가장 중요한 作業으로서 특히 다짐에 留意해야 한다.

뒷채움재는 壓縮性이 적은 모래, 자갈 및 砂質土로서 粒度分布가 양호한 것이 좋으며, 10 cm 이상의 조약돌이 없는 것이 좋다.

##### 나. 뒷채움범위

아치형을 제외한 波形鋼管暗渠의 뒷채움幅은 도랑형의 경우 그림. 21과 같이 掘鑿幅에 의하여 결정되며, 突出型은 그림. 22와 같이 管의 左右에 最小 관지름과 같은 범위의 幅이 필요하다.

2) 뒷채움높이는 관정부까지 한다.

##### 다. 뒷채움흡의 시공

뒷채움흡 다짐시에 그림. 21 및 그림. 22에서 관체하의 췌기부분은 다짐봉을 사용하여 충분히 다져야 하며, 관아치형은 이 부분이 좁으므로

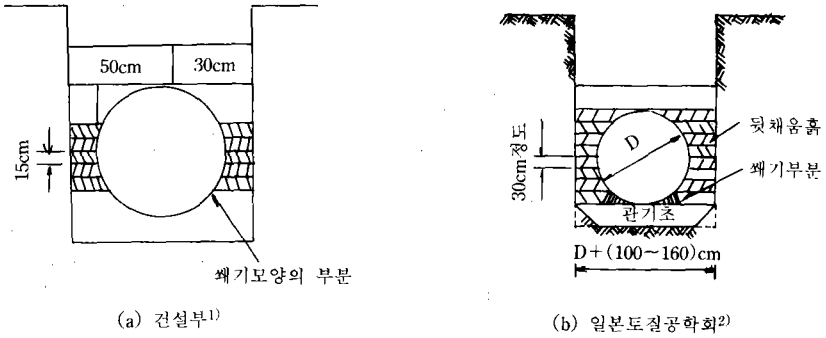


그림. 21. 도랑형 뒷채움범위

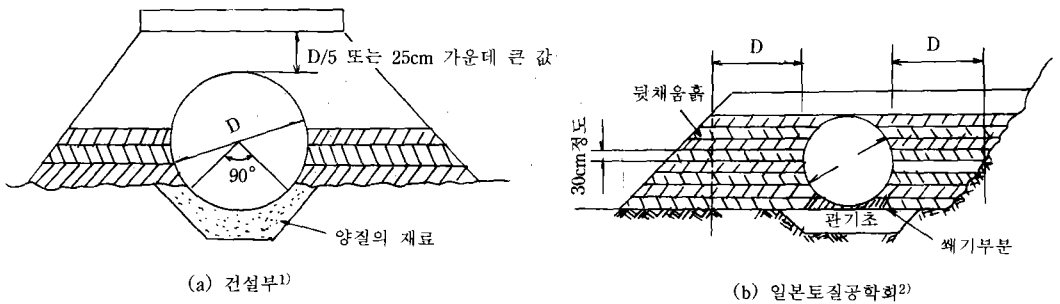


그림. 22. 돌출형 뒷채움범위

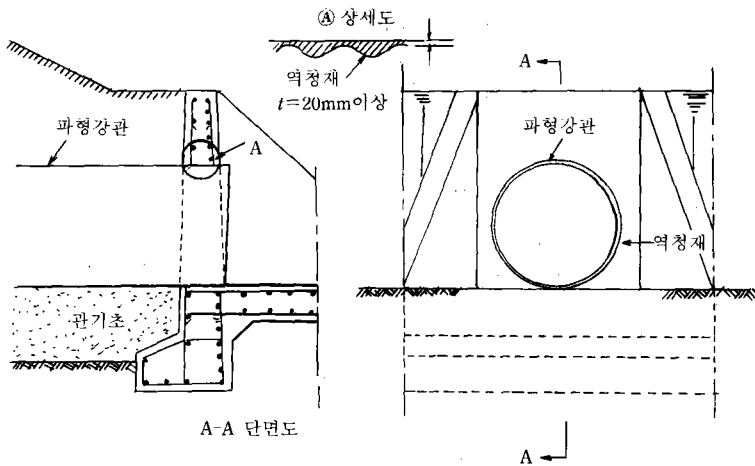


그림. 23. 관체양단부의 처리

이 점을 유의하여 관체 모서리부분까지 신중히 다져야 한다.  
 뒷채움흙 부설시는 管體에 片土壓이 作用하지

않도록 양측을 같은 높이로 시공을 해야 하며,  
 그림. 21 및 그림. 22와 같이 매층 두께를 15  
 (30)cm 정도로 하여 충분히 다져야 한다.

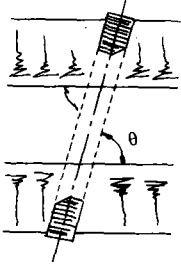
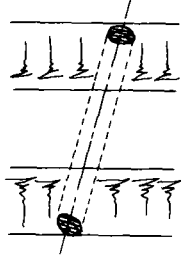
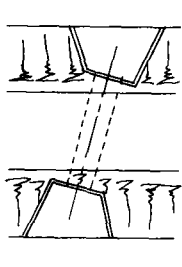
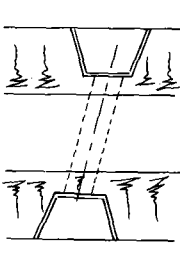
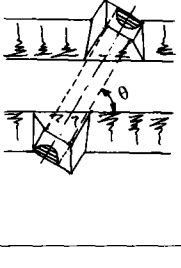
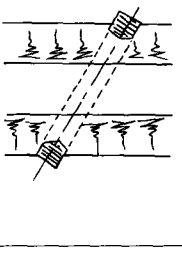
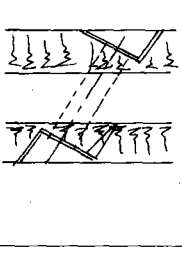
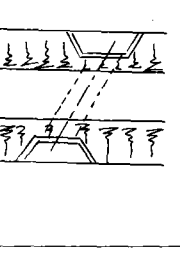
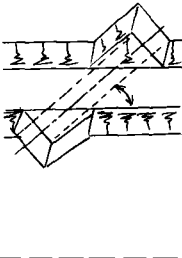
경사각 $\theta(^{\circ})$	유출입구에 보호벽이 없는 것		유출입구에 보호벽이 있는 것	
	바람직한 경우	부득이한 경우	바람직한 경우	부득이한 경우
75~90				
45~75				
45이하	×		×	×

그림. 24. 경사각과 관체양단부의 처리

### 라. 被覆土

뒷채움흙 施工後 路面에 작용하는 활화증을 원활히 波形鋼管에 전달시키기 위하여 관체 상부에 흙을 被覆하는데 사용재료는 뒷채움흙과 같은 재료로 하면 좋으며, 부득이 한 경우는 盛土材를 이용해도 좋다.

被覆土의 두께는 관체 정부에서 부터 60cm 以上<sup>2)</sup>으로 하며, 활화증의 크기에 따라 증가

한다.

### 5. 관체양단부의 처리

관체양단부는 盛土斜면에 突出되도록 설치하거나 그림. 23과 같이 날개벽을 盛土完工後에 설치하며, 날개벽과 관체사이에는 柔軟한 역청재 등의 이음재로 절연을 하고 콘크리트벽체는



균열방지를 위하여 철근콘크리트로 시공한다.

波形鋼管이 道路, 鐵道 等の 盛土部를 橫斷할 경우는 그 傾斜角에 따라서 그림. 24와 같이 양단부를 切斷 또는 날개벽을 설치하며, 관체 하류가 세굴될 염려가 예상될 경우는 관체구배를 완만하게 하여 유속을 감소시키고 말단부에 보호공 등을 설치하여 세굴을 防止한다.

### 參 考 文 獻

1. 건설부 편(1990) : “과형강관관거”, 도로공사 표준시방서, PP. 436-448.
2. 日本土質工學會 編(1982) : “コルゲ-トメタルカルバ-トマニュアル(第2回 改正版)”, 土質工學會, 東京
3. American Iron and Steel Institute(1983) : “Structural Design”, Handbook of Steel Drainage & Highway Construction Products, PP. 99-156.
4. 公업진흥청 편(1981) : 한국공업규격 KS D 3590(과형강관 및 과형석선).
5. 포항종합제철 편(1992) : “배수로용 과형강관 제품소개”, 대한토목학회지, 40권, 2호, PP. 90-92.
6. American Society for Testing and Materials (1990) : ASTM A 796-90 (Standard Practice for Structural Design of Corrugated Steel Pipe, Pipe-Arches, and Arches for Storm and Sanitary Sewers and Other Buried Applications).
7. (社)日本道路協會(1977) : “コルゲ-トメタルカルバ-ト”, 道路土工·擁壁·カルバ-ト·假設構造物工指針, PP. 133-145.
8. 류기송(1992) : “水路로서 波形鋼管의 利用”, 大韓土木學會誌, 40~3, PP. 94-98.
9. 류기송(1992) : “波形鋼管暗渠의 設計”, 韓國技術士會誌, 25-6, pp. 55-64.