

美國農工學會 設計基準(Ⅲ)

—灌溉分野:水路라이닝 및 管水路—

權 純 國*

1. 水路라이닝

라이닝의 目的은 관개수의 保全, 雜草 발생 억제, 유지관리비 절감, 滲透損失 감소 등이며 물의 需要量이 漸增함에 따라 開渠의 滲수로는 라이닝되는 추세이다. 본 講座에서 소개하고자 하는 水路라이닝 基準은 全過程이 기계화 시공되는 무근콘크리트 SLIP-FORM 라이닝과 不透水性 柔軟膜(flexible membrane)에 의한 라이닝에 관한 것이다.

가. 無筋콘크리트 SLIP-FORM 라이닝

1) 기본개념

梯形水路에 대한 콘크리트 라이닝 施工方法중 가장 경제적인 것은 굴착, 단면깎기, 라이닝 작업이 一貫되는 機械化 시공법이다. 현재 사용되고 있는 콘크리트 라이닝 裝備는 路線, 傾斜, 두께 등을 어느 범위내에서 調節할 수 있는 능력을 가지고 있다.

대부분 梯形 開渠가 관개수로에서 가장 보편적인 단면이므로 이에 맞추어 標準化된 굴착 및 라이닝 裝備가 생산, 공급되고 있다. 장비의 標準化는 제조비용, 사용비용을 절감하고 장비의 교체, 附品구입 등이 용이해지므로 결과적으로 라이닝의 비용을 크게 절감할 수 있게 된다.

본 設計基準에서 소개하는 콘크리트 SLIP-FORM 라이닝의 標準斷面은 바닥폭 1.8m, 깊이 2.1m 보다 작은 灌溉水路에 대한 것이다. 이보다 더 큰 수로 라이닝은 더욱 복잡한 工學的, 경제적 고려가 필요하여 특별한 設計基準과 施工方法이 요구되므로 여기서는 제외한다.

SLIP-FORM라이닝의 콘크리트 표준두께는 6.4 cm이며 이러한 두께는 i) 良質의 콘크리트 ii) 堅

固한 基礎 iii) 靜水壓, 粘土 등에 의한 揚壓力, 凍結膨脹에 의한 破壞에 대하여 적절히 보호되는 조건을 假定하여 정한 것이다. 만약 양압력 또는 동결에 의한 파괴가 豫想되던 이러한 被害를 최소화하기 위한 地下排水組織의 시공 또는 膨脹粘土의 기초처리 등 적절한 대책이 수립되어야 한다.

콘크리트 SLIP-FORM 라이닝의 두께, 路線傾斜에 대한 變異 許容値는 표-1과 같다.

표-1. SLIP-FORM 라이닝의 두께, 노선 경사 허용범위

항 목	허 용 치
선경노선으로부터의 이탈정도	직선부 2" 곡선부 4"
선경단면경사로부드러의 이탈정도	1"
라이닝 두께의 감소정도	표시두께의 10%까지

굴착 및 라이닝장비는 표-1의 허용치 범위내에서 시공할 수 있어야 한다. 또한 收縮이나 溫度變化로 일어나는 라이닝의 균열을 막기 위하여 그림. 1에서 보는 바와 같은 縱橫方向의 홈을 설치한다.

2) 標準斷面

본 設計基準에서 추천된 標準斷面은 側傾斜 1:1의 두가지 단면과 側傾斜 1.5:1의 다섯가지 단면 등 모두 7가지 단면이며 그것들에 대한 상세한 諸元은 그림. 1 및 표-2에서 보는바와 같다.

콘크리트 SLIP-FORM 라이닝 단면에 대한 通水能은 粗度係數 n 값을 0.014로 취하여 等流平均流速 公式인 맨닝 公式으로 計算된다.

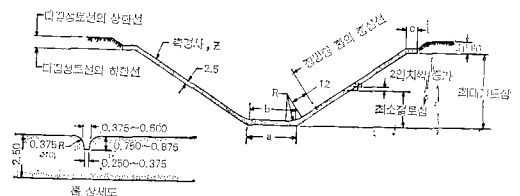


그림. 1. 표준제형수로단면(모든諸元의 單位는 인치)

* 서울大學校 農科大學

표-2. 梯形水路斷面の 諸元

(단위 : inch)

단면종류	Z	a	b	c	최소절토심	최대절토심	R
A-1	1:1	14.07	12.00	4.00	15.00	30.00	9.00
A-2	1:1	26.07	24.00	4.00	15.00	30.00	9.00
B-2	1.5:1	25.51	24.00	6.00	24.00	48.00	18.00
B-3	1.5:1	37.51	36.00	6.00	27.00	54.00	18.00
B-4	1.5:1	49.51	48.00	6.00	33.00	66.00	18.00
B-5	1.5:1	61.51	60.00	6.00	36.00	72.00	18.00
B-6	1.5:1	73.51	72.00	6.00	42.00	84.00	18.00

나. 柔軟膜(Flexible membrane) 라이닝

1) 一般條件

수로의 漏水防止를 위하여 고무나 플라스틱 膜은 단속할만한 防水機能을 가지는 것으로 알려져 있다. 그러나 膜 施工은 滲透에 의한 물 損失의 방지가 경제적으로 타당하거나, 누수가 汚染을 加重시키거나 또는 土地를 荒廢化시키는 곳에서만 實施된다. 一般的으로 두께가 얇은 膜은 機械的 損傷을 입기 쉬우므로 라이닝 作業에 채택되는 現場工程이 대단히 중요한 위치를 차지한다.

設置地點의 土壤條件으로서 요구되는 事項은 우선 施工중 作業人夫 또는 장비의 무게를 지탱할 수 있는 단단하고 적당한 地耐力을 가지는 下層土(subgrade)가 있어야 한다. 그러므로 原 下層土는 될 수 있는대로 굴착 또는 단면짜기 작업을 할때 교란되지 않도록 주의할 것이다.

흙덩어리, 나무뿌리, 나무가지, 바윗돌, 잔디 등의 土壤中에 섞여있는 여러가지 異物質은 라이닝 膜에 구멍을 내므로 모두 除去되어야 하며 下層土는 다짐하므로써 여분의 安全性을 얻도록 하는것이 좋다. 특히 異物質이 제거된 장소의 퇴폐음지역은 부분적인 沈下發生이 예상되므로 조심하여 다질것이다. 다짐후에도 下層土중, 굵은 입자가 노출되거나 岩石이 露出된 곳이 있으면 1~2인치 두께로 粒度構成이 좋은 모래 및 자갈(SW 또는 더 미세한 토양)로 된 쿠손층을 설치하여야 한다.

잡초의 생장이 문제가 되면 下層土를 整地후 라이닝이 설치될 土壤表面에 양질의 非選擇性 除草劑(soil sterilant)를 撒布한다.

얇은 콘크리트(剛體) 또는 아스팔트(半剛體)水路에 柔軟膜라이닝이 섞여질 경우에는 土壤中の 異物質이나 突出部에 대하여 대책을 마련한 것과 꼭

같은 豫防策을 강구하여야 한다. 즉, 깨진 구조물은 면밀히 點檢하여 表面을 매끄럽게 하므로써 막에 구멍이 나는 위험을 제거할 것이다. 또 5mm보다 더 큰 龜裂은 물탈이나 다른 적당한 재료로 메꾼다.

적절히 설치된 柔軟膜라이닝은 일반적으로 상당히 耐久의이고 양호한 防水材料이기는 하지만 이것을 構造의 支持物로 생각해서는 안된다. 따라서 균열이 있거나 낡은 콘크리트 라이닝은 柔軟膜으로 이것을 再라이닝하기 전에 構造의 安定性 여부가 확인되어야 한다.

膜의 두께는 土壤의 組織, 라이닝 설치 도중 또는 설치후의 損傷정도에 따라 결정한다. 표-3은 下層土 조건에 따라 膜두께를 選擇하는 指針을 나타낸 것이다.

표-3. 下層土條件에 따른 膜 最小두께

(단위 : mm)

下 層 土	탄력성판		프라스틱 판
	천보강재	무보강재	
No.4번체를 통과하는 입자가 50% 이상되는 모래 (SM, SP, SW)	0.50	0.75	0.25
No.4번체에 잔류하는 토양입자의 50% 보다 큰 자갈 GC, GM, GP, GW	0.75	0.75	0.50

柔軟膜은 될 수 있는대로 큰 단면이 좋으나 사용 장비의 취급 규격에 따라 특정한 단면크기가 정해진다. 표-4는 전형적인 고무 및 플라스틱판의 概略의인 單位重量을 나타낸 것이다.

표-4. 사용재료에 따른 단위중량

막 형 성 재	gr/m ² /mm		lb/yd ² /mm	
	두	께	두	께
고 무	0.625		0.065	
프라스틱(종류에 따라)	0.385~0.625		0.040~0.065	

現場施工時 이음은 最小 50mm를 겹치게 하고 연결부분은 방수되어야 하며 豫想壽命期間 동안에 原狀態로 유지토록 설치해야 한다. 설치시 잡아늘려서는 안되며 약간 이완된 상태에서 느슨하게 설치한다. 柔軟膜은 노출시킬수도 있으나 浸透率의 경감, 기계적인 손상 감소를 防止하기 위하여 피복물 질로서 덮을수도 있다. 설치시에는 장비 또는 超過荷重으로 라이닝이 찢히되거나 손상을 입지 않도록 주의해야 한다. 온도가 0°C以下 또는 38°C 以上에서는 柔軟膜을 시공하지 않는 것이 좋다.

2) 設 計

灌溉水路 라이닝은 美國 農務省 土壤保全局(USDA, SCS) 또는 美國 開拓局(USDI, USBR)에서 提示한 기준에 맞도록 설계한다. 어떠한 경우에도 柔軟膜은 누수방지를 위한 不透水性 材料이지 구조물의 支持材로 사용되는 것은 아니므로 柔軟膜라이닝을 설치한 모든 구조물은 라이닝 없이도 構造의 安定되도록 設計되어야 한다. 또한 越流의 위험이 없도록 충분한 容量을 가져야 한다.

膜라이닝의 被覆土壤 두께는 최소한 150mm는 되어야 하며 膜에 접하고 있는 바닥의 약 75mm 두께는 실트질 모래(SM) 보다 細粒이어야 한다. 또한 家畜이나 기타 기계적손상으로 부터 유연막을 보호하기 위한 最小土壤被覆 두께는 225mm 以上이다. 터파기 설계때는 膜피복에 대한 두께를 고려하여 여분의 굴착이 되도록 터파기 단면을 정한다. 프라스틱 혹은 補強물질 피복도 아주 효과적인 것으로 報告되어 있다.

埋設 膜라이닝 水路는 側傾斜가 安定되도록 해야 한다. 사면의 기울기는 피복 토양의 종류에 따라 다르나 대개 3:1보다 더 急하게 하면 안된다.

水路의 流速은 피복토양의 浸蝕流速을 고려하여 정한다. 사용 피복토양에 대한 限界 非浸蝕流速 資料가 구해지면 그것을 사용할 수 있겠으나 일반적으로 1m/sec를 초과하지 않도록 한다.

水路의 단면은 雜草繁茂 또는 관개수중에 실트가 多量包含 된 조건 등의 가장 不利한 通水條件에서 所要流量을 운반할 수 있는 충분한 容量을 가지도록 정한다. 이때 맨닝의 조도계수는 0.03 以上으로 취하는 것이 바람직하다.

水位는 관개수의 효율적인 分配를 위하여 300mm 는 되어야 하며 최소 150mm이상되도록 계획한다.

柔軟膜 라이닝의 餘裕高는 最大設計水位로 부터 最小限 150mm 이상 되도록 하며 3m³/sec에서 400

m³/sec로 通水能이 증가함에 따라 여유고는 1m까지 증가시킨다.

最大設計水面위의 堤防높이는 허용라이닝 여유고의 2배가 되어야 하며(그림. 2 참조) 수로 潤邊에서 의 排水不良으로 말미암아 表面流去가 생기면서 土壤浸蝕이 생기지 않도록 대책을 강구할 것이다.

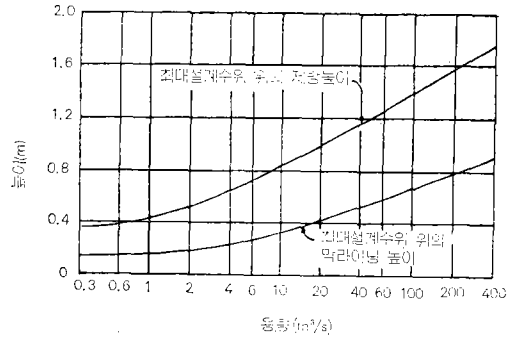


그림. 2. 柔軟膜라이닝의 여유고

주어진 餘裕高가 유지되도록 埋設 膜라이닝은 小段에 沿하여 수로 양쪽에 앵카터파기는 최소한 폭 250mm, 길이 150mm 이상 되게 하며 여기에 膜을 固定시킨 후 뒷 채움을 하고 다진다.

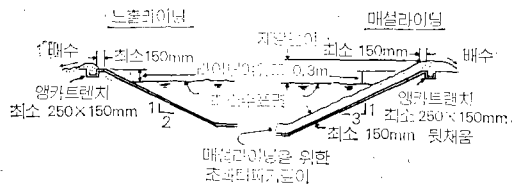


그림. 3. 膜라이닝수로의 앵카詳細圖

노출 膜라이닝은 耐風化性 膜 材料를 사용해야 하며 움직이거나 水路가 비워있을 때 損傷을 입는 것 을 방지하기 위하여 膜은 반드시 剛體에 附着시켜야 한다.

2. 灌溉用 管水路

現代 農業用水 構造物의 發展方向중에서 가장 重要한 事項中의 하나가 管水路化이다. 管水路에 대한 여러가지 長點과 農業機械의 보급 확대를 고려할때 우리나라에서도 앞으로 豫期되는 變革中의 하나라고 생각된다. 본 設計基準에서는 灌溉用 無筋콘크리트管水路와 熱 可塑性 管水路에 대한 것을 紹介하고저 한다.

가. 관개용 無筋콘크리트 管水路

1) 設 計

가) 管 路

土壤의 荷重은 관개용 管組織을 설치할때 별 문제가 되지 않으나 성토의 높이를 특별히 크게하는 경우에는 安全係數 1.25를 취한다.

管路의 最大運轉水頭는 現場打設管(cast-in-place)의 경우에 管中心線으로 부터 4.6m이고, 組立管은 몰탈로 연결할 때는 ASTM C118에서 규정한 靜水壓試驗壓의 1/4을 초과할 수 없고, 고무가스켓을 연결할때는 ASTM C505에서 규정한 靜수압 시험압의 1/3을 초과할 수 없다.

콘크리트 管 設置에 있어서 土壤조건으로서 고려되어야할 主要 事項은 土壤의 黃酸濃度이다. 土壤標本으로부터 채취된 황산연농도(水溶性黃酸)가 1%를 초과하거나 地下水標本の 黃酸濃도가 4,000ppm을 초과하는 곳에서는 콘크리트 管을 설치할 수 없다. 토양의 수용성 황산농도가 1%미만이거나 지하수 황산농도 4,000ppm이하인 곳은 그 농도에 따라 특수한 시멘트로 제작된 콘크리트관이 사용되며 토양과 지하수의 황산농도가 각각 0.1%, 150ppm 이하인 곳은 설치에 아무런 制限이 없다.

현장타설관 또는 몰탈연결관에 대한 摩擦損失計算은 Scobey의 콘크리트관 공식을 사용하며 이때 $K_s=0.310$ 또는 멘닝의 조도계수 $n=0.013$ 을 사용한다. 고무 가스켓연결관의 경우는 매끈하게 연결된 것을 假定하여 $K_s=0.370$, $n=0.011$ 이 사용된다.

나) STAND

STAND는 콘크리트 管組織의 入口나 필요한 곳에 설치된다. 모든 STAND는 적당한 基盤에 의하여 支持되어야 하며 管의 불필요한 움직임이나 管에 應力을 주지 않도록 설치한다.

STAND의 主機能은 空氣排出孔(vent)로서의 역할과 0.3~1.5m의 餘裕高를 주는 役割이다. 모든 STAND는 地表面으로부터 最少限 1.2m 이상 나와야 하며 내부를 관찰할 필요가 없을 때는 덮거나 보호 할수도 있다. 펌프에도 吐出部에 STAND의 設置가 필요하다.

STAND에서의 流速은 0.6m/sec를 초과하지 않도록 하며 어떤 경우에도 平均 流速을 초과해서는 안 된다. 펌프 STAND의 단면은 流速이 3.0m/sec를 초과하지 않는 범위에서 정한다.

다) 換氣孔(vent)

환기공은 각 支線의 下流端, 空氣注入의 기회가 있는 곳의 下流點, 管의 傾斜度가 흐름의 方向으로 10°이상 변화되는 곳의 높은점, 管路가 90° 혹은 그 이상 구부러지는 모든 點에 설치한다. 流入空氣의 排出을 目的으로 환기공을 설치하고자 하는 경우의 설치지점은 다음식으로 구한다.

$$L=1.76VD$$

여기서

L: 空氣流入地點으로 부터 下流側 거리(ft)

V: 最大設計流速(ft/sec)

D: 管内徑(ft)

환기공의 크기는 파이프 中心線에서 윗쪽으로 管直徑의 1배 거리까지는 管直徑의 절반이상되어야 하고 그 以上の 거리부터는 管直徑의 1/60 이상 되어야하나 最大 50mm 보다 커서는 안된다. 또한, 환기공의 높이는 管 動水傾斜線 위로 最少 0.3m의 여유고를 가지도록 하되 最大運轉水頭를 초과하지 않도록 한다.

환기공 대신에 공기배출밸브(air release valve)를 使用할 수도 있다. 사용밸브의 규격은 사용관 크기에 따라 달라지는데 최소크기는 直徑 50mm이며, 6"관은 50mm, 7~10"관은 75mm, 12"혹은 그 以上の 直徑을 가진 管은 102mm밸브를 각각 사용한다.

라) 앵카(anchor)

管路에서 傾斜度 또는 路線에 어떤 變化가 있는 경우에는 관로의 衝擊을 흡수할 수 있는 앵카가 필요하다. 管路의 最大運轉水頭가 3.0m以內일때는 45° 以上の 角度 變化가 必要할때 앵카가 필요하며 水頭 3.0~6.0m시에는 30° 각도 變化, 6.0m 이상일때는 15° 以上の 角度 變化에서도 대체로 앵카가 필요하다.

앵카는 管과 터파기사이에 콘크리트 또는 흙시멘트(흙과 시멘트의 비율 10:1)를 채워넣어 굳힌 것이다. 앵카의 높이는 管外徑과 같은 높이이면 충분하고 최소두께는 6" (152mm)이다. 앵카의 길이(L)는 다음 공식을 참고로 하여 정한다.

$$L=98 \frac{HD}{B} \sin \frac{\alpha}{2}$$

여기서

H: 最大運轉水頭(ft)

D: 管内徑(ft)

B: 許容受動土壓(lb/ft²)

α : 管 屈曲角(度)

2) 施工

가) 規格 및 連結方式

管的 크기와 位置는 設計書에서 제시된 바에 따라서 시공하며 그 부속품은 지정된 것을 사용한다.

管연결은 요구되는 장소에 明示된 바에 따라 설치하나 몰탈이음과 고무가스켓이음이 주로 많이 이용된다. 연결부를 시공할때는 이것으로 인하여 설계용량이 감소되지 않도록 해야한다. 특히 STAND의 연결과 管 附屬品의 연결은 ASTM C118과 ASTM C505의 基準에 맞도록 施工한다.

나) 設置方法

管路의 깊이는 최소 0.6m가 피복되도록 한다. 만약 얇은 피복이 필요한 경우에는 車輛通行 등에 의하여 관로가 손상되지 않도록 조치를 강구하여야 한다. 岩石이나 기타 단단한 물질을 포함한 土壤이나 濕度에 따라 쉽게 팽창, 수축되는 土壤, 더파기의 바닥이 不安定한 토양 등을 굴착할때는 소요깊이 이상으로 깊게 파서 필요한 깊이까지 부드럽고 깨끗한 재료로 뒷채움하여 관을 埋設한다. 더파기 도랑에 물이 차 있을 경우에는 排水하거나 적절한 조치를 취하여 연결몰탈 또는 고무가스켓에 손상이 없도록 한다.

다) 養生 및 뒷채움

굴착도랑의 전체폭을 최소한 6" 깊이로 초벌 뒷채움 한다. 몰탈 연결부가 乾燥되지 않도록 하기 위해서는 뒷채움 材料가 적당한 습기를 가지고 있는것이 좋다. 그러나 초벌 뒷채움을 할때 충분한 습기를 유지할 수 없다면 몰탈연결부 위를 적당한 膜으로 덮어 濕氣를 유지시킬 필요가 있다.

라) 檢査

管的 機能이 設計容量을 充足시키는지를 檢査한다. 그리고 設計容量 또는 그 以下の 流量조건에서 예상치 못한 소용돌이, 水擊作用이 발생하는지의 여부를 檢査한다. 만약 이러한 機能障碍가 발생하면 물分配가 不適切해지고, 조적의 손상, 환기공 또는 STAND로부터의 越流가 생긴다.

管설치후 계속 2週日間 通水시켜 漏水與否를 檢査한다. 허용누수량은 연결方式에 따라 달라지나 현장타설 3.0, 몰탈연결 1.5, 고무가스켓 연결 0.6 cm^3/cm^2 을 초과해서는 안된다.

나. 地下埋設, 熱可塑性 管水路

본 設計基準에서 소개하는 地下埋設, 熱可塑性 灌溉管水路는 高壓式과 低壓式으로 區分된다. 高壓式은 直徑 21~710mm, 許容壓力 550~2,170 KP_a 이고 低壓式은 直徑 114~630mm, 許容壓力 545 KP_a 이하의 범위이다. 또한 低壓式은 STAND 또는 환기공의 사용여부에 따라 大氣와 접촉하는 형식과 密閉되는 형식으로 나뉘어진다. 대부분의 관개용 저압관은 대기와 접촉하는 形式을 많이 채택하고 있다.

본 設計基準에서 사용되는 熱可塑性管은 PVC管(polyvinyl chloride), PE管(polyethylene), ABS管(acrylonitrile-butadiene-styrene) 등 3種을 對象으로 한다.

1) 設計

가) 運轉壓力

熱可塑性 管은 靜水壓 또는 運轉水壓에 SURGE 壓을 합한것보다 더 큰 最大許容推定壓力(PR)을 가지고 있어야 하며 PR은 使用材質 및 管的 두께에 따라 달라진다.

나) 容量 및 附帶施設

관조적의 설계용량은 계획된 관개방법에 대하여 적당한 수량을 供給하는데 충분한 것이어야 한다. 摩擦損失係數은 $C_{HW}=150$ 이상으로 큰 값을 취하며 設計流速은 1.5m/sec를 초과할 수 없으나 SURGE 또는 水擊作用을 조절하는 어떤 方案이 주어지거나 혹은 이러한 壓力으로 부터 적절한 保護가 주어지는 경우에는 그 이상의 값을 취해도 無妨하다.

펌프와 管路사이의 逆流防止를 위하여 CHACK VALVE가 사용되며 SURGE로 인하여 발생하는 過度한 管壓力을 줄이기 위하여 壓力緩和밸브(pressure relief valve)가 사용된다. 大氣와 접하는 低壓管시스템에서는 壓力緩和밸브 대신 換氣孔 또는 STAND의 壓力調節機能을 이용할 수도 있다.

低壓시스템의 압력완화밸브는 許容運轉水頭의 50% 보다 적은 壓力으로 유량이 잘 通過될 수 있도록 충분히 큰 용량의 것이 사용된다. 그러나 高壓시스템에서는 管徑과 압력완화밸브의 크기의 比가 0.25보다 커야한다. 그리고 그것은 使用管的 PR보다 34.5 KP_a . 낮은 壓力에서 열리도록 되어야한다.

관로로부터 空氣 및 眞空을 배제하기 위해서 管

路的入口, 末端, 모든 頂上部에 공기 및 眞空排出밸브(air-vacuum release valve)가 설치되어야 한다.

密閉 低壓시스템에서 공기~진공배출밸브의 설치位置는 각 支線의 下流側 末端, 路線의 頂上部, 下流側으로 10°이상의 傾斜變化部, STAND에서 下向流速이 0.6m/sec를 초과할 경우에 각각 그 下端동이다. 사용밸브의 최소규격은 50mm이며 使用管徑에 따라 표-5에서 보는바와 같은 出口直徑을 가진 밸브가 사용된다.

표-5. 低壓시스템에서의 공기~진공 배출밸브의 最小規格

管徑(mm)	最小空氣, 眞空排出밸브 出口直徑(mm)
152	51
178~254	76
305 혹은 2이상	102

高壓시스템에서는 밸브직경에 대한 管徑의 比가 0.1보다 커야하나 공기배제가 水擊作用을 조절코저 할때는 밸브의 직경이 이보다 더 적어질 수 있다. 高壓시스템의 공기, 진공배출밸브 최소 出口直徑은 표-6에서 보는바와 같다.

표-6. 高壓시스템에서의 空氣 眞空排出밸브의 最小規格

管徑(mm)	最小出口直徑(mm)
102	13
127~203	25
254~500	51
530 혹은 2이상	管徑의 0.1倍

前述한 바와같이 大氣에 접하는 低壓시스템에서는 STAND 또는 환기공이 공기배출밸브의 기능을 수행할 수 있다. STAND와 환기공 설치요령은 무근콘크리트 管의 설치요령과 同一하고 설치위치 및 규격은 密閉 저압시스템의 공기 배출밸브와 동일하다.

2) 管材料

使用 管材料는 ASTM에서 규정되어 있다. PVC管은 ASTM Standard D2241, PE管은 ASTM Standard D2239, ABS管은 ASTM Standard D2282에 規定되어 있다.

熱可塑性 管이 가져야할 物理的性質은 우선 규격의 균일과 밀도, 색깔, 투명도, 기타 물리적성질의 均一性이다. 특히 눈에 보이는 균열, 구멍, 異物質 기타 결함이 없어야 한다.

管벽두께와 內外徑의 기준은 ASTM Standard D2122에서 규정하는 바에 따라 결정된다.

가) PVC管

ASTM Standard D2241, 7.5 節에 규정된 試驗法에 따라 시험했을 때 균열 또는 파괴되어서는 안된다. 또한 ASTM Standard D2152의 아세톤沈澱에 의한 剝取試驗결과, 벗겨져거나 分離되어서는 안되며 ASTM Standard D2444의 규정에 따른 衝擊抵抗試驗에서 규정된 충격저항을 가져야한다.

나) PE管

PE管이 둘 혹은 그 이상의 同心圓 層으로 구성되어 있을때 각 外層의 최소 두께는 0.51mm이며 각 層 사이의 접착은 강하고 均一하여 칼이나 침으로 찢어서 서로 分離되지 않아야 한다. PE管의 CARBON BLACK 함유량은 ASTM Standard D2239 7.5節에서 제시한바와 같이 최소 20%이상 되어야 하며 密度는 ASTM Standard D1248 및 D2239에 의하여 시험했을때 0.926~0.965Mg/m³는 되어야 한다.

PE管에 대한 最小破裂應力은 ASTM Standard D2239에서 명시된 바에 의해서 결정된다.

다) ABS管

最小破壞應力은 ASTM Standard D2282 7.6節에 규정된것에 따라서 결정된다. 판의 衝擊抵抗은 ASTM Standard D2444에 따라 시험했을때 그 규정에 명시된 試驗水準에 符合되어야 한다.

라) 이음매 材料

모든 이음매는 PE管 이음매에 부속품이 管內에 삽입되는 것을 제외하고는 容量減少가 없고, 내부장애물이 되지않으며, 漏水가 없는 조건에서 최대설계 운전수두에 견딜 수 없도록 설치되어야 한다.

소켈과 카플링은 管과 同等한 強度 및 等級의 것이 사용되어야 한다. PVC管의 이음에 사용하는 可溶性 接着劑(solvent cement)는 ASTM Standard D2564에서 제시하는 규격에 맞는 것이어야 한다.

ABS管에 사용되는 接着劑는 ASTM Standard D2235에 규정되어 있다. 고무 가스켓 이음은 ASTM

Standard D3139에 명시되어 있다.

다) 管 附屬品

카플링, 리듀우셔, 곡관, 티, 십자와 같은 모든 관부속은 管과 동일한 재료로 제조되어야 하고 제조자의 지시에 따라 설치한다. 路線중에 녹이 나기 쉬운 他材質의 관부속품이 사용될 경우는 프라스티케이프나 高級防鏽劑를 사용하여 적절히 保護한다.

3) 施 工

熱可塑性 管은 제조자의 指示에 따라서 설치되어야 하나 이러한 것이 없으면 152mm 혹은 그 以下의 口徑管에 대해서는 ASTM Standard D2774, ASTM Standard D2321의 규정에 따라 설치한다.

가) 터파기

터파기의 밑바닥은 단단하고 매끈하여야 하며 直徑 13mm이상의 岩石 또는 단단한 물질이 포함되어서는 안된다. 터파기 路線中 암석층, HARD PAN 등을 만나면 소요깊이 이상 굴착하여 모래 또는 다진 細粒土壤을 100mm 이상 깊이까지 채운다. 管設置地點 아래의 터파기 폭은 관이음에 적당한 餘裕과 다짐을 할 수 있으면 되며 관윗쪽의 터파기폭은 0.6m 보다 커서는 안된다. 터파기폭에 대한 기준은 표-7에서 보는바와 같다.

표-7. 터파기 폭

관의 크기(mm)	개략적인 터파기폭(mm)	
	최 소	최 대
102	400	760
152	450	760
203	510	760
254	560	760
305	610	760
356	660	760
381	690	760
457~475	760	910
508	810	910
610~630	910	1,070
710	1,020	1,170

터파기 깊이는 밑바닥, 管의크기, 피복조건에 따라 달라지나 배수가 불량한 곳에서는 凍結線보다 0.25m 아래로 파이프를 埋設한다.

나) 管 埋設

異常의인 氣溫下에서는 熱可塑性 管이 永久的 變形 또는 관손상이 생길 수 있으므로 관부설시 溫度의 효과를 고려해야 한다.

管路는 交通, 農作業, 結氷溫度, 토양조건 등에 의하여 생기는 應力으로 부터 보호될 수 있도록 설치한다. 설치도중에 무리한 취급이나 過度한 荷重력을 주므로써 관 이음매가 움직이거나 빠지는 일이 없도록한다. 터파기 밑바닥의 沈下정도가 달라서 管이나 이음매에 集中荷重이 생기는 경우에는 터파기바닥의 기초를 잘 다지는 등 bending 설치에 특별한 주의가 必要하다. 이러한 경우 관 밑바닥에 설치되는 支持構造物이나 유연한 이음매 사용도 고려될 수 있다.

熱可塑性管이 고무가스켓으로 연결되는 경우에는 이음매組立에 便하도록 밑바닥에 BELL HOLE을 파는것이 허용된다. 그러나 그 크기는 관연결에 필요한 크기보다 더 크지 않도록 한다. 이음매가 설치된 후 BELL HOLE은 뒷채움材料로 채운다.

管路에서 水壓의 變化 또는 水流의 方向變化 등의 原因으로 不等力이 생길 수 있으며 이러한 不等力이 TRUST하중을 일으킨다. TRUST하중은 管을 움직이게 하고 따라서, 이음매 및 管路에 손상을 줄 수 있으므로 이를 방지하고자 할때 이것을 TRUST BLOCKING이라고 한다. TRUST BLOCKING은 고무가스켓이음에서 특히 必要하다.

TRUST BLOCK의 설치위치는 대개 水深의 方向이 變化되는곳, 管의 規格이 變化되는 곳, 管路의 말단부, 노선중 밸브가 있는 곳 등이다.

TRUST BLOCK는 터파기와 管사이를 1:2:4配合의 콘크리트로 연결하여 만드는데 주로 관외 벽에 설치된다.

다) 뒷채움(Back filling)

부설된 管은 安定된 토양위에서 全區間에 걸쳐 均一하게 지지되어야 한다. 이를 위하여 뒷채움이 必要하며 熱可塑性管을 부설한 후 뒷채움은 대개 초벌뒷채움과 최종뒷채움의 2가지 過程을 거친다. 초벌뒷채움의 方式에는 물다짐과 人力 또는 機械다짐의 2가지가 있다. 물다짐식에서는 관포를 먼저 물로 채우고 초벌뒷채움을 하는데 뒷채움재료는 직경 19mm보다 큰 岩石, 돌이 없어야 하고 직경 50mm보다 큰 흙덩어리가 있어서는 안된다. 초벌뒷채움의 높이는 대개 100~450mm이다. 그후 물을 부어

초벌뒤틀채움을 完全飽和시키고, 여러가지 道具를 사용하여 壓密시킨다. 최종뒤틀채움은 초벌뒤틀채움이 완전히 乾燥되어 단단해졌을 때 실시된다.

人力 및 機械다짐의 경우에는 뒤틀채움 높이는 150 mm 以下の 층으로 하고 管周圍와 管上端으로 최소한 152mm까지 견고히 다진다. 이때 뒤틀채움재료가 管을 支持할 수 있게 하기 위하여 管의 側面을 철저히 다질 수 있도록 충분히 축축하게 濕氣가 있어야 한다. 특히 이러한 작업과정에서 管의 變形, 움직임, 손상등이 없도록 주의할 것이다.

管路가 검사後 최종뒤틀채움을 하는데, 초벌뒤틀채움과 마찬가지로 均一한 층으로 고무고루 펴고 다진다. 최종뒤틀채움재료는 직경 75mm보다 큰 岩石, 어름 기타 汚物이 없어야 한다.

管路가 最小피복깊이까지 채우고나서, 최종 뒤틀채움을 더욱 단단히 하기 위하여 Rolling장비나 다짐機가 사용된다. 물론 관의 두께가 SDR-41(열가소성관두께 종류중 중간경도의 두께) 보다 큰 관에 대해서만 이러한 장비가 사용되어야 한다. 地表面이 낮은 곳에서는 管이 最小피복깊이에 도달하도록 여분의 뒤틀채움을 실시해야 하는데, 이때 그 幅은 3m 보다 커야하며 側傾斜는 4:1보다 완만해야 한다. 기준이 되는 最小피복깊이는 표-8에서 보는 바와 같다.

표-8. 열가소성 관의 最小피복깊이

管 直 徑 (mm)	最小피복깊이(mm)
13~64	460
76~102	610
>102	760

차륜의 하중이 작용되는 경우에 대한 最小피복은 低壓, 高壓管 모두 管上端으로 최소한 760mm의 피복이 되어야 한다. 한편, 低壓管에 대한 最大피복깊이는 1.2m이고, 高壓管은 이보다 더 큰 피복깊이가 요구된다.

라) 檢 査

低壓管路는 뒤틀채움전에 壓力强度和 漏水에 대한 시험을 한다. 만약 管路를 固定시키기 위하여 部分뒤틀채움을 하는 경우라면 管體만 일부 피복하고 모 든 이음부와 연결부檢査를 위하여 피복하지 않는다. 그러나 高壓管은 뒤틀채움 後 檢査한다.

管路는 最大運轉壓力이 유지되는 동안 全路線을 조사하여야 하고 漏水가 발견되면 신속히 고치고 재 檢査한다.

檢査時 壓力이나 누수에 대한 것뿐만 아니라 通水能力에 대한 시험도 병행한다. 設計容量 혹은 그 以下の 유량조건에서 바람직스럽지 못한 SURGE나 水擊作用이 發生하는지의 여부를 檢査한다.