

美國 農工學會 設計基準(II)

— 排水分野 —

權 純 國\*

1. 地表排水

본 設計基準은 현대적인 田地 機械化 農業에 副應하는 地表排水組織의 설계, 시공, 維持管理 技術을 향상시키는데 그 目的이 있으며 滲透가 不良하거나 排水에 제한적인 地形條件을 지니고 있는 地域에서 浸水防止, 過剩水 排除를 하여 作物의 生産量을 올리기 위한 것이다. 一般的으로, 過剩水가 자연적으로 배제되는 곳은 地表排水가 필요없으며, 地表排水가 필요한 곳이라 할지라도 속도랑(地下) 排水가 반드시 필요한 것은 아니다.

地表排水組織은 關聯 農業用 構造物, 農場配置, 作付體系 등을 總合적으로 고려한 組織이 되어야 하며 農用道路와 서로補完的 關係가 되도록 계획한다. 일반적으로 사용되는 地表排水方法은 i) 整地 ii) 傾斜度 調整 iii) 任意排水組織 iv) 平行排水組織 v) Bedding(좁고 낮은 이랑조성) vi) Crowning(넓고 낮은 이랑조성) vii) 承水路 viii) 遮斷속도랑排水 등 여러가지가 있는데 재배작물, 지형조건, 排水要求程度에 따라서 이중 한가지 또는 2가지 이상을 복합적으로 선택할 수 있다.

가. 設 計

1) 排水率

排水率은 單位時間當(예; 24時間) 排水되어야 하는 水深의 比率로서 降雨 및 土壤特性, 作付體系등에 따라서 달라진다. 대부분의 列間作物에 대해서는 강우종료후 24시간 이내에 土壤表面의 過剩水を 배제하는 것을 기준으로 하며 高級의 換金作物에 대해서는 이보다 더 높은 排水率을 要求하며 草地에서는 작은 排水率을 택하게 된다. 그림. 1, 2, 3은 美國南, 北部地方에서의 지역별 지표배수량을 나타내는 배수곡선이다. 이 곡선은 土地의 傾斜度 4.7m/km

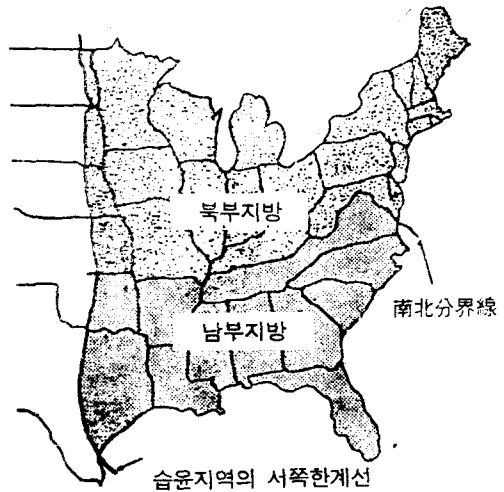


그림. 1. 排水曲線에 대한 識別地圖

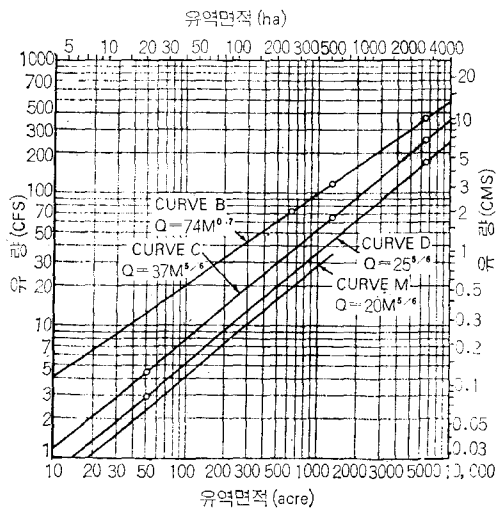


그림. 2. 美國 北部地方에 대한 排水曲線

\* 서울大學校 農科大學

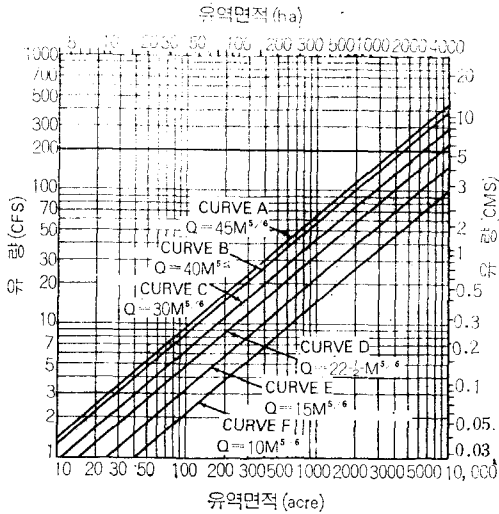


그림. 3. 美國 南部地方의 排水曲線

이하의 지역에서 적용되며 여러가지 시험, 연구결과에 의해서 만든 경험적인 그림표이다.

그림. 2는 美國 北部地方의 排水曲線을 나타낸 것이다. 여기서 곡선 B는 穀物栽培地域으로서 排水施設이 아주 좋은 곳, 곡선 C는 穀物, 栽培地 排水施設이 良好한 곳의 排水曲線이며 곡선 D는 牧草地, 보통程度의 排水施設, 곡선 M은 紅河(Red valley) 地域에 대한 것이다. 또한 그림. 3에서 곡선 A는 海岸地方에 대한 것이고, 곡선 B는 河川低地帶 또는 三角洲地帶의 列間作物 栽培地域, 곡선 C는 牧草地, 곡선 D는 벼 灌溉農事地帶, 곡선 E는 河川 上流部의 牧草地, 곡선 F는 습지 및 林野地에 대한 排水曲線이다.

2) 排水路

가) 圃場排水路

圃場排水路는 圃場內 排水를 目的으로 각 고랑의 끝에 위치하는 排水路이다. 만약 圃場排水路의 目的이 圃場內의 과잉수제거라면 앞에서 소개한 排水率을 따를 필요는 없다. 포장배수로의 적정경사는

표-1. 포장배수로의 형태별 규격

형 태	깊이(m)	저폭(m)	측 경 사
列間排水路	0.09	0	—
V형排水路	0.15~0.3	0	10:1 혹은완경사
1/2 V형排水路	0.15~0.3	0	15:1 "
梯形排水路	0.23~0.45	2.4	8:1 "

대개 0.1~0.3%가 되어야 하나 0.05%以下는 취할 수 없다. 포장배수로는 여러가지 형태와 크기로 설치되는데 대략적인 기준은 표-1과 같으며 배수로 형태별, 종류별 모양은 그림. 4와 같다.

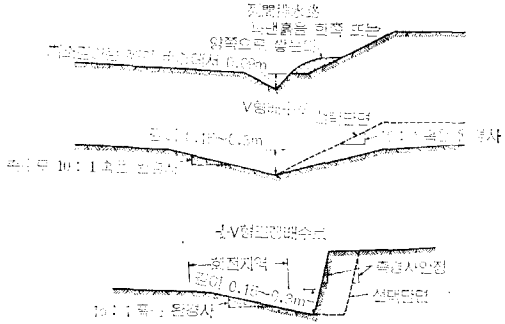


그림. 4. 圃場排水路

나) 支線排水路

支線排水路의 排水率은 그림. 2, 3의 排水曲線에서 적당한 값을 취하여 정한다. 潰滅地를 최소로 하며 건설 및 유지관리 비용을 최소로 되도록 계획해야 한다. 排水路의 간격은 포장조건에 따라 알맞은 거리를 취한다. 지선배수로는 V型和 梯型이 가장 많이 사용되며(그림. 5) 그 각각에 대한 규격은 표-2에서 提示되고 있다.

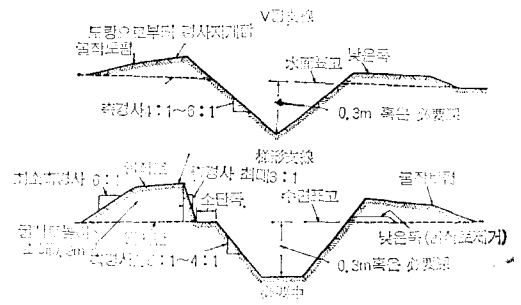


그림. 5. 支線排水路

표-2. 支線排水路의 型態別 규격기준

단면형태	깊 이 (m)	측경사	최 소 측경사
V 型	0.3~0.6	6:1	3:1
V 型	0.61 혹은 그이상	4:1	3:1
梯 型	0.3~0.9	4:1	2:1
梯 型	0.91 혹은 그이상	2.5:1	1:1

또한 배수로 굴착토를 수로주위에 막 쌓는 경우 소단규격 기준은 표-3과 같다.

표-3. 굴착토 막쌓기 경우에 대한 소단폭 기준

배수로 평균 깊이(m)	최소 소단폭 (m)
0.6~1.2	수로 깊이
1.3~1.8	2.4
1.9~2.4	3.0
2.4이상	4.5

그러나 모양을 만들어 굴착토를 쌓는 경우에는 소단폭은 0.6m이하로 하고 쌓는 높이는 1.0m를 초과할 수 없다.

굴착토의 처리, 측경사, 小段幅은 유지관리의 관점에서 결정되어야 한다.

다) 幹線排水路

排水曲線에서 주어진 排水率을 設計流量으로 한다. 排水路의 깊이, 여유고등은 대개 포장支線排水路와 同一하게 한다.

나. 施 工

포장정지, 傾斜度 調整 등은 地表排水에서 가장 중요한 基本的인 작업이다. 포장배수로는 可及의 均一한 깊이 및 단면적을 가지도록 하며 逆傾斜는 피해야 한다. 가능하다면 배수로에 인접한 農地의 傾斜는 배수로와 同一한 경사를 가지도록 하는 것이 좋다. 圃場 支線排水路 施工도 圃場排水路와 마찬가지로 均一 傾斜를 가지도록 해야 하며 특히 굴착토의 처리에 주의해야 한다.

배수로 시공에 있어서 또 한가지 중요한 사항은 배수로의 침식방지이다.

다. 維持管理

시기적으로 적절한 유지관리는 效果的이고 지속적인 배수조작 운영에 필수적인 사항이다. 유지관리 계획은 배수조작이 설계될 당초에 계획되어야 한다. 일반적으로 유지관리의 시기와 방법은 배수로의 종류에 따라 다르다. 즉 列間排水路 또는 圃場排水路 등은 耕作후 정비되어야 하며 支線 또는 幹線排水路는 定期的인 維持管理가 필요하다. 특히 파도한 침하가 생기는 곳은 더 많은 정비가 필요하다. 대개 土地의 傾斜度는 시공후 1~2년이 重要하다. 특히 盛土地域의 침하는 수년동안 계속하여 일어나므로 계속적인 整地作業이 필요하다. 또한 排水路

의 付帶構造物도 定期的인 유지관리가 필요하다.

2. 속도랑(地下)排水

가. 材 料

속도랑排水에 사용되는 土管, 콘크리트관, 有孔 粘土管, PVC 주름관등은 ASTM에서 규정된 규격품을 사용하여야 한다. 이러한 管은 凍害에 견딜 수 있다. 그러나 酸 또는 황산염土壤에 노출된 管은 ASTM C412에서 규정된 특수 材質을 가져야 한다. PVC주름관은 극도의 高溫 이나 低溫에서 設置되는 경우, 주의를 요한다.

安定된 土壤에서는 排水管 주위에 被覆材(疏水材, envelope, filter)가 필요없으나 아주 미세한 모래 또는 非粘着性 土壤에서는 배수조작이 정상적인 機能을 발휘할 수 있도록 被覆材(필타)가 필요하다. 대개 被覆材가 필요한 조건은 직경 0.05~1mm의 土粒子로 구성된 土壤, 밀바닥이 안정되지 못한 土壤, 排水口를 메우거나 물의 進入이 방해되는 土壤等이다. 被覆材料로서는 밀짚, 건초, 옥수수대, 나무토막, 톱밥 등의 식물성재료, 유리섬유, 나일론 천, 플라스틱 여과지와 같은 화학성재료, 자갈, 쇠석, 광석찌꺼기 등의 광물성재료등이 있다. PVC주름관에는 強度關係로 식물성 被覆材料는 사용할 수 없고, 금속, 산화망간, 기타 화학물질이 있는 토양에서는 화학성 재료를 사용해서는 안된다. 광물질 被覆 재료는 60번체보다 고운 모래를 5%以上 함유하지 않아야 하며 두께는 최소 75mm이상으로 배수관을 완전히 감싸도록 설치한다. 식물성재료의 최소두께는 150mm이다.

나. 設 計

1) 排水口의 깊이 및 容量

排水管의 出口가 河川 또는 開渠에 연결된 경우는 排水口가 河川水位보다 최소 0.3m以上 높게되도록 하는 깊이를 가져야 한다.

排水口가 既存 속도랑排水 幹線에 연결되는 경우에는 幹線의 容量이 充分해야 한다. 만약 기존배수간선의 용량이 충분치 못하다면 새로운 배수간선을 추가하거나, 충분한 容量의 排水幹線을 새로이 건설해야 한다.

2) 排水係數(排水率)

排水係數는 24시간 동안의 排水 減水深으로 나타내는 배수율로서 土壤의 공극율, 침투율, 대상작물,

강우의 頻度, 強度, 持續時間 등에 따라 달라진다. 만약 浸水深 측정자료가 있다면 土壤공극으로 부터 排水係數를 算定할 수 있으나 一般의 排水係數 基準은 表-4에서 보는 바와 같다.

표-4. 排水係數

단위 : mm

土 壤 類	地 表 排 水 와 연 결				지 표 배 수 와 격 절 연 결 되 지 않 음	
	입구가 막힌 경우		입구가 열린 경우		일반	환금
	일반 작물	환금 작물	일반 작물	환금 작물	작물	작물
無機土壤	13~20	13~25	20~25	25~38	10~13	13~20
有機土壤	20~25	25~38	38~51	51~102	13~20	20~38

3) 支線과 幹線의 容量

표-4에 提示된 배수계수에 배수면적을 곱하면 排水量이 결정된다. 또한 排水管의 傾斜度가 주어지면 Manning 公式으로 부터 排水管의 크기가 결정된다.

i) 土管 및 콘크리트 管

$$V = 138R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (n=0.031)$$

ii) PVC 주름관

$$V = 93R^{2/3} S^{1/2} \quad (n=0.016)$$

여기서 V=유속(ft/sec)

R=동수반경(ft)

S=경사(ft/ft)

排水係數로 排水量을 결정할 때는 外水의 침입에 대한 영향을 고려하여야 한다.

4) 排水管의 크기

吸水渠의 最小규격은 土地傾斜가 0.2%이상인 경우의 土管 또는 콘크리트管, 또는 傾斜 0.3%이상의 PVC주름관의 경우는 모두 76mm이며 傾斜가 거의 없는, 安定된 土壤의 경우는 100mm관이 일반적으로 많이 사용된다.

5) 最小깊이

無機質土壤에서의 排水管깊이는 0.9~1.2m가 채택되나 투수도가 작은 土壤, 地盤이 견고한 곳, 물이 많이 고이는 지역, 排水口의 깊이가 제한되는 곳에서는 0.8m 이하로도 할 수 있다. 또한 根群域이 얇은 작물을 재배하는 곳에서 관배수를 복합적으로 실시하는 경우, 重裝備가 통과하지 않는 곳이면 最小 0.5m까지도 취할 수 있다.

重裝備에 의하여 파괴되지 않는 最小 깊이는 76, 106, 125, 150mm 口徑管은 0.6m, 200, 250, 300mm

구경관은 0.8m 이상되어야 한다. 有機質土壤에서는 沈下에 유의해야 하나 침하를 고려하지 않을 경우 최소깊이는 0.9m이다.

6) 荷 重

土管, 콘크리트管의 死荷重은 Marston공식을 이용하고 活荷重은 表-5를 사용하여 구한다. PVC주름관은 吸水渠의 깊이에 따라 死荷重의 크기가 달라지나 管이 놓이는 기초지반을 잘 처리하면 3m까지의 토압에 견딜 수 있다.

표-5. 地下埋沒管에 전달되는 바퀴하중의 백분율

배수관의 폭대기로부터 뒤메울의 높이 (m)	굴 착 폭(m)						
	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1
0.3	17.0	26.0	28.6	29.7	29.9	30.2	30.3
0.6	8.3	14.2	18.3	20.7	21.8	22.7	23.0
0.9	4.3	8.3	11.3	13.5	14.8	15.8	16.7
1.2	2.5	5.2	7.2	9.0	10.3	11.5	12.3
1.5	1.7	3.3	5.0	6.3	7.3	8.3	9.0
1.8	1.0	2.3	3.7	4.7	5.5	6.2	7.0

※ 1.8m깊이 以下로 전달되는 바퀴 하중은 무시함.

7) 間 隔

平行組織의 경우에 吸水渠 間隔은 土壤의 種類, 透水性, 깊이, 耕作作物, 排水係數, 地表 排水路와의 만나는 角度들을 고려하여 정한다. 吸水渠의 깊이가 1.2m인 경우 一般의인 管 間隔은 表-6에서 보는 바와 같다.

표-6. 여러가지 土壤조건에서의 흡수관 간격

土 壤	透 水 度	간 격(m)
점토 또는 점질양토	아주낮음	9.2~21.4
실트 또는 실트성 점질양토	낮음에서중간	18.5~30.5
사질양토	중간에서빠름	30.5~91.5
부식토	—	15.3~61.0

8) 傾 斜 度

吸水渠의 最小傾斜度는 表-7에서 보는바와 같고 最大傾斜度는 짧은 支線의 경우 5%까지 취할 수 있으나 긴 支線 또는 幹線에서는 表-8의 許容流速을 고려하여 最大傾斜를 정한다. 만약 表-8의 許容流速을 초과하는 管 傾斜度를 취한다면 관사이의 연결부 시공에 유의하여야 하며 급경사에서 완경사로 바뀌는 곳은 靜水池가 필요하게 될것이다.

표-7. 吸水渠의 最少傾斜

단위 : %

管内徑	미세한 모래, 실트를 흡입하지 않는 배수관		모래, 실트 흡입 배수관	
	土 管	파이프	土 管	파이프
76mm	0.20	0.30	0.50	0.90
100	0.10	0.20	0.25	0.60
125	0.07	0.15	0.22	0.40
150	0.05	0.10	0.17	0.30

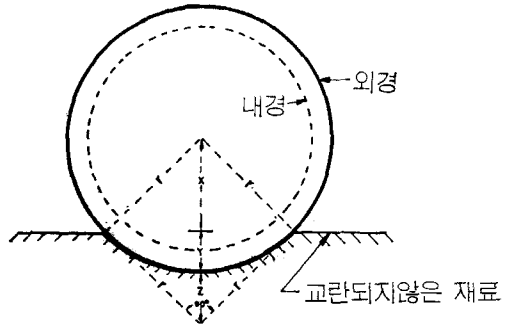


표-8. 最大許容流速

土 壤 種 類	最大流速 (m/s)
砂土 및 砂質壤土	1.1
실트 및 실트質壤土	1.5
실트성 점질양토	1.8
점토 및 점질양토	2.1
거친 모래 또는 자갈	2.7

주름관규격 in.	r (D/2) in.	x (0.707r) in.	y (0.293r) in.	z (0.414r) in.
2	1.2	0.8	0.4	0.5
3	1.8	1.3	0.5	0.7
4	2.4	1.7	0.7	1.0
5	3.0	2.1	0.9	1.2
6	3.6	2.5	1.1	1.5
8	4.8	3.4	1.4	2.0
10	6.0	4.2	1.8	2.5
12	7.2	5.1	2.1	3.0
15	9.0	6.4	2.6	3.7
18	10.8	7.6	3.2	4.5

9) 속도랑排水의 여러가지 施設物

排水口는 強度가 높은 管이 설치되어야 하며 침식방지 구조물이 필요한 경우도 있다. 이러한 목적을 위하여 수직 낙차공 또는 管落差工등이 사용된다.

排水口가 홍수등 外水의 영향을 받을때는 自動水位調節門을 설치하여 逆流을 防止하며 管路의 合流點에는 合流 箱子를 설치하고 管内의 非定期的인 壓力을완화시키기 위해서 水閘의 설치가 필요하다.

다. 施 工

1) 方向 및 傾斜度 調整

高速 굴착기 또는 암거시공기계를 이용하는 경우에는 自動 傾斜度調節裝置가 사용된다. 그러나 수동 굴착작업에서는 視準竿과 標의을 이용하여 傾斜度を 調整한다.

2) 굴착폭과 바닥폭

吸水渠의 바닥폭은 管設置에 필요한 최소값이면 된다. PVC 주름관은 굴착바닥의 모양이 반원, 사다리꼴, 90° V형 등과 같이 특별하므로 이를 고려하여 바닥폭을 정한다. 管徑 76mm~200mm범위의 吸水渠는 대개 90°V형 바닥으로 설치하나 급경사일때는 반원 또는 사다리꼴을 하는 것이 흙에서의 침식을 방지할 수 있다. 吸水管徑別 90°V형 바닥 폭 규격은 그림. 6과 같다.

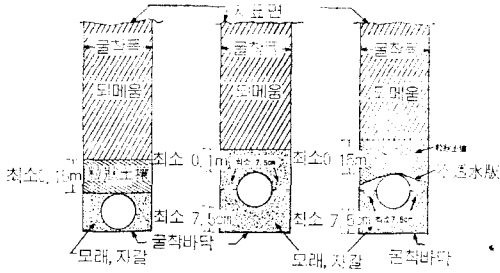
그림. 6. 90°V型 바닥에 대한 規格

3) 非粘着性土壤에서의 施工

不安定한 土壤에서 排水管을 매설하는 경우는 지반을 튼튼하게 하기위한 여러가지 방안이 필요하다 즉 土壤이 건조할때 시공하고, 被覆材는 土壤安定에 도움을 주는 被覆材料를 선택하며 路綫의 일부가 불안정한 土壤으로 되어있을 경우는 그區間만 연속관, 無孔管등을 사용하는것 등의 對策이 必要하다. 또한 不安定 土壤의 깊이가 얇은 경우에는 소요깊이 이상으로 굴착하여 바닥을 안정된 土壤으로 치환한다. 이때 置換물질은 약 15cm의 두께가 되도록 다진다. 뿐만아니라, 排水管의 外徑에 알맞는 既製 作된 90°V자 형틀을 바닥에 설치하여 排水管의 연결이 엇갈리지 않도록 한다.

4) 被覆材(필타재) 설치

필타는 地下水가 排水管으로 원활히 유입되도록 하는 被覆材 또는 疏水材이다. 이러한 目的의외에도 PVC주름관을 설치시 V자형 바닥을 만드는것이 알맞지 못할때 排水管 持支材로서 쓰이기도 한다. 被覆材의 설치방법 및 그 규격은 그림. 7과 같다.



모래, 자갈 재 모래, 자갈 재 모래, 자갈 재  
 료를 바닥지 료를 필타재로 료를 필타재로  
 재료 사용 사용 로 사용하고 불  
 투수관을 씌운  
 경우

그림. 7. 被覆材料 設置方法

5) 배수관 시공

계획된 노선과 경사에 따라 설치한다. 土管 또는 콘크리트관의 경우 각 관사이 연결후 틈간격은 3mm 이하가 되어야 한다. 일반적으로 관틈 간격을 크게 하는 것보다 적절한 被覆材를 이용하는 것이 더 유리하다. 평탄지에서는 有孔管도 사용한다.

설치도중에 管内로 흙이 들어가지 않도록 주의해야 하며 시공중에는 인장력을 받지 않도록 한다. 특히 PVC 주름관은 고온 또는 저온하에서 시공할때는 주의를 요한다.

6) 뒷채움

매일의 배수관 설치작업 終了時마다 뒷채움을 실시한다. 뒷채움시 큰돌, 碎石 등 무거운 荷重은 피해야 한다. 또한, 管的 溫度가 37°以上되면 管溫度가 土壤溫度에 도달될때까지 뒷채움을 연기해야 한다.

3. 排水開渠

본 설계기준은 排水路의 排出口로 이용되는 開水路의 計劃, 設計, 施工, 유지관리에 대한것을 규정 한 것이며 平均傾斜度 4.7m/km이하의 2.6km<sup>2</sup>~260 km<sup>2</sup>의 流域을 대상으로 한다.

가. 設 計

1) 설계유량

건조지대에서 관개로 말미암아 排水問題가 發生하는 경우의 排水係數는 3~6mm/日이며 이러한 排水

係數를 취할때 排水量은 대개 0.15~0.30m<sup>3</sup>/s·km<sup>2</sup> 정도의 유량범위가 많다. 물론 이러한 水量은 供給된 灌溉水量으로 부터 계산될 수 있다.

$$q = i \frac{P+C}{T}$$

여기서

q : 배수계수(mm/日)

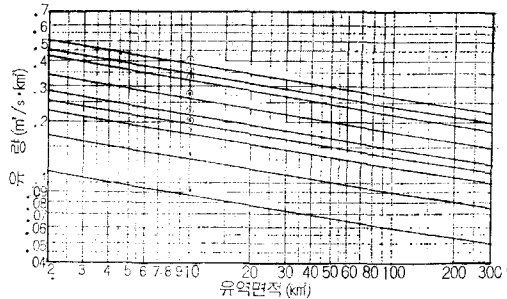
P : 浸透量(%)

C : 水路損失(%)

i : 灌溉量(mm)

T : 灌溉間隔(日)

한편 濕潤地方에 대한 排水量은 排水曲線 公式로 부터 계산할 수 있다.



- ① 海岸地帶, 耕作地(C=45)
- ② 三角洲, 耕作地(C=40)
- ③ 옥수수재배지역 및 東北地方, 耕作地(C=37)
- ④ 海岸地方, 牧草地(C=30)
- ⑤ 옥수수재배지역 및 東北地方, 牧草(C=25)
- ⑥ 三角洲 또는 海岸耕作地帶(C=22.5)
- ⑦ 紅河流域, 耕作地(C=20)
- ⑧ 南西, 방목지(C=15)
- ⑨ 海岸地方, 林地(C=10)

그림. 8. 美國濕潤地方의 排水量

$$Q = 0.013CM^{5/4}$$

여기서

Q : 設計排水量(m<sup>3</sup>/s)

C : 排水係數

M : 排水面積(km<sup>2</sup>)

그림. 8은 미국 여러지방에 대한 C값을 나타낸 것이다. 그러나 그림 8에서 구한 排水係數값은 湖沼 또는 늪지대에서는 감소시키고, 流域外部로 부터의 外水流이 있는 경우는 증가시키며, 급경사 지대는 감소시키는 등 주어진 조건에 따라 조정하여 사용한다. 또한 合流點 以下の 설계流量은 排水面積比에 따라 조정된다.

2) 水路設計

水路는 地形, 現行 排水體系, 地下水 移動 등을 고려하여 적절한 排出口를 제공할 수 있도록 계획하여야 하며 排水路의 檢査, 運營, 維持管理 등에 편리하도록 해야한다. 그러나 대부분의 경우, 소규모일 때는 포강의 의견이나 포강에 평행하게 하고, 대규모 시정일 때는 各支線이 모두 포함되도록 하며 될 수 있는대로 기존 排水 형태에 따르는 것이 좋다. 平坦地의 排水關係는 물이 모이는 곳을 이용하여야 한다. 그러나 대부분 獨이 필요하다. 반면에 경사지에서는 자연적으로 형성된 獨을 이용할 수 있다.

水路組織의 設計容量은 各流域의 설계유량은 기초로 하되 合流點, 交叉點, 傾斜變化點, 排水面積의 變換點 등 水路設計의 容量이 變化되는 各地點에서의 設計流量을 결정하여야 한다. 水路단면적은 Manning의 공식을 이용하여 계산하며 조도계수  $n$ 은 적절한 값을 사용한다. 유속은 流砂의 퇴적을 방지하도록 최소 0.6m/sec이상으로 한다. 水路는 가능한 한 均一한 단면을 가지도록 설계하며 가장 一般의 단면은 梯型단면으로서 배수로에 대한 전형적인 水路諸元은 그림 9에서 보는바와 같다. 또한 곡선부에 대한 수로설계기준은 표 9와 같다. 가능하다면 측수로, 소단, 성토지역에 대해서는 植生이 조

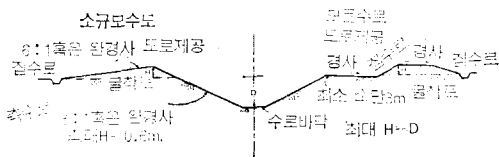


그림 9. 水路의 제원 및 굴착로 처리방법

표-9. 水路曲線部에 대한 수로 설계기준

水路폭지름 (m)	경사 (m/m)	최소곡률 (m)	곡선의각도 (%)
4.6	0.0006	91	19
4.6	0.0006~0.0012	122	14
5~11	0.0006	152	11
5~11	0.0006~0.0012	183	10
11	0.0006	183	10
11	0.0006~0.0012	244	7

성되도록 계획되어야 한다.

3) 付帶構造物

排水路內 構造物에는 水門, 디플렉터(deflector), 낮은 沓 등이 있으며 이들은 주로 水面 및 傾斜調

節 또는 건널목을 제공한다. 뿐만아니라 측경사 및 바닥도 사석공 또는 捨張石工 등으로 보호되어야 한다.

나. 維持管理

수로의 通水能을 유지시키기 위하여 과도한 植生, 유사퇴적물 등은 제거되어야 하고 바닥은 매끈하게 維持되어야 한다.

수로구조물은 정기적인 점검 및 수리가 필요하며 큰 폭우후 또는 年間 1회이상은 반드시 점검, 수리하도록 계획되어야 한다. 유지관리 계획은 설계시 포함되어야 하며 설계보고서에는 각종 유지관리에 필요한 기준을 제시하여야 한다.

4. 排水 揚水場

農用 排水 揚水場은 地表排水場과 속도랑 排水場으로 구분되며 대부분 地表排水場은 地下水 및 地表水를 일시 저장할 수 있는 열린 용명이(open sump)를 가지고 있으며 속도랑 排水場은 地下水만을 貯水하는 닫힌 용명이(closed sump)를 가지고 있다.

가. 排水地區의 계획

揚水場으로 排水되는 어떤 地區의 排水組織은 그 地區의 排水要求度와 펌프의 效率인 運轉을 기할 수 있도록 계획되어야 한다. 계획에 고려할 사항은 다음과 같다.

- i) 重力排水가 可能 流去地域은 펌프區域으로 포함시키지 말것.
- ii) 獨 또는 水門을 設置하여 背水效果 및 越流에 대처하여야 한다.
- iii) 펌프용량 감소와 排水조직이 적절한 動水傾斜를 가질 수 있도록 하기 위해서 적당한 크기의 용덩이를 계획한다.
- iv) 펌프는 기초가 튼튼하고, 펌프운전장비가 홍수로 부터 보호되며, 동력의 공급이 가능한 곳 중 에서 地區內 最下位點에 위치시킨다.
- v) 적절한 容量을 가진 排水路가 계획되어야 한다.

나. 揚水場의 容量

揚水量은 排水要求量에서 貯水量을 빼낸 量이 된

다. 排水要求量은 이미 앞에서 언급한 地表排水 또는 속도량 排水의 排水係數로부터 추정, 계산되며 주어진 조건 및 지역에 따라 그 값이 결정되어 있다. (그림 2, 3, 8 또는 4)

다. 펌프의 選擇

펌프의 선택에 영향을 미치는 요인은 動力의 종류, 용덩이의 모양 및 크기, 揚水揚 運轉方式, 펌프의 수, 규격, 수두, 용량 및 특성 등이다. 그중에서도 가장 중요한 요인은 揚水量, 揚程, 動力의 種類라 할 수 있다. 그림 10은 揚程과 揚水量이 결정되었을 때 사류펌프, 축류펌프, 혼합펌프의 3가지 펌프중 한가지를 선택하는데 이용되는 그림표이다.

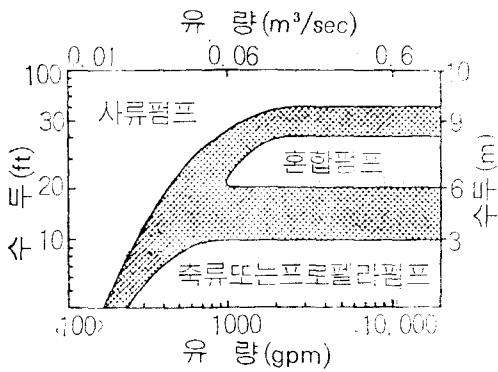


그림 10. 排水펌프의 선택도

펌프의 선택에서 한가지 고려해야 할 사항은 공동현상으로서 펌프를 선택할때는 공동현상이 없는 펌프를 선택해야 한다.

라. 水頭의 決定

펌프 총수두는 계획 펌프 吐出量을 양수하는 총양정을 말한다.

$$Ht = H + Hv + Hf$$

$$Hv = \frac{V^2}{2g} = 0.083 \frac{Q^2}{D^5} \text{ (m)}$$

여기서

- Ht : 총수두(m)
- H : 靜水頭(m)
- Hf : 마찰손실수두(m)
- D : 펌프의 口徑(m)
- g : 重力加速度(m/sec<sup>2</sup>)
- Q : 揚水量(m<sup>3</sup>/sec)
- V : 揚水速度(m/sec)

마. 펌프의 規格

펌프의 크기와 수는 揚水量과 總揚程에 의하여 결정된다. 펌프의 크기는 보통 吐出管의 口徑으로 나타내며 다음과 같은 關係가 있다.

$$D = 1.3 \left( \frac{Q}{V} \right)^{1/2}$$

- 여기서 D : 펌프의 口徑(m)
- Q : 펌프의 容量(m<sup>3</sup>/sec)
- V : 揚水流速(m/sec)

揚水流速의 範圍는 대개 2.4~3.0m/sec가 좋으며 펌프선택시 초기조건으로 3.0m/sec가 많이 사용된다.

소규모 地區나 地下水만을 揚水하도록 계획된 곳은 1臺의 펌프로 처리가능하나 대규모地區에 대한 揚水排水, 高級作物 栽培地域, 洪水防止를 위한 排水의 경우에는 넓은 範圍의 揚水量을 처리할 수 있도록 여러대의 펌프가 사용된다. 일반적으로 1臺의 펌프가 계획되는 곳에서도 시동에 실패할 경우 또는 고장의 경우에 대비하여야 한다. 펌프가 두대인 경우는 하나는 다른것 보다 약 2배의 능력을 가지게 하고 펌프가 3臺인 경우는 각 펌프가 同一한 能力을 가지게 하는것이 가장 融通성있는 動力配分이라 하겠다.

바. 貯水量

펌프를 手動으로 작용하는 경우의 貯水量은 운전자의 편의를 위하여 1일 2회로 작동을 제한하도록 계획하여야 하며 그러한 경우, 저수량은

$$S = 11,235Q$$

自動運轉의 경우는 대개 운전주기가 시간당 10회 이하가 되도록 해야하는데 이것은 流入水量이 펌프 능력의 1/2정도 되게 취하면 된다. 이러한 경우의 最小貯水量은

$$S = 90Q$$

여기서

- S : 저수량(m<sup>3</sup>)
- Q : 펌프의 能力(m<sup>3</sup>/sec)

용덩이 크기는 현장조건 또는 경제적인 조건을 고려하여 정하여야 하나 대개 넓고 얇은것이 좋다. 그러나 效率인 自動運轉을 위해서는 최소水深 0.3~0.6m가 필요하며 空洞現象과 渦流發生을 防止하기 위해서 充分한 깊이를 가져야 한다. 渦流防止



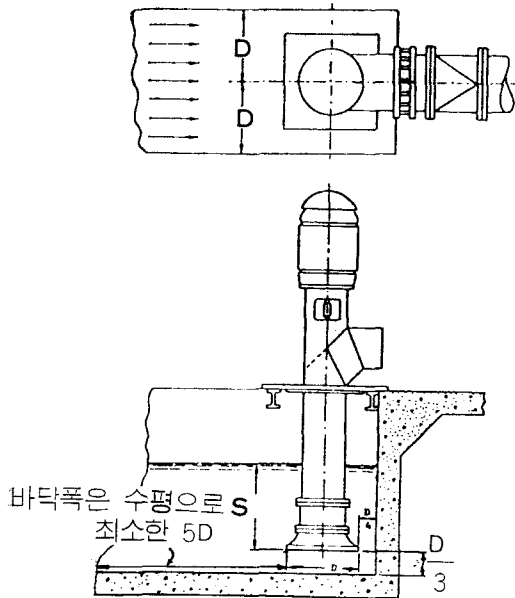


그림. 11. 웅덩이 펌프설치 규격

水深은 다음식으로 결정한다.

$$K = \frac{Q}{\pi D^2}$$

여기서

$K$  : 최소잠수량 (m)

$Q$  : 펌프의 용량 ( $m^3/sec$ )

$D$  : 펌프의 흡입구경 (m)

웅덩이 형상은 정사각형 또는 직사각형으로 하며 물의 회전을 방해하도록 벽면에 baffle를 붙인다.

펌프흡입구에서 바닥까지의 거리는 흡입구경의 5배, 접근속도는 0.3~0.6m/sec로 유지하도록 하여

야 되나 大口徑 펌프에서는 0.9m/sec까지도 허용된다. 그림. 11은 典型的인 웅덩이 펌프설치 규격을 나타낸 것이다.

### 사. 動 力

動力源으로서 電動機, 가솔린, 디젤, 개스엔진을 이용할 수 있으나 이용가능하다면 전기가 가장 경제적이다. 내연기관은 전력사용이 불가능하거나 高價인 경우에 限한다. 펌프의 운전에 요구되는 動力은

$$BHP = \frac{9800QHt}{NpNgNn}$$

여기서

BHP : 마력수

$Np$  : 펌프效率

$Ng$  : 기아效率

$Nn$  : 모우터 혹은 엔진의 效率

### 아. 其 他

펌프안으로 유입되는 오물을 막기위해서 쓰레기 제거 스크린이 필요하며 표. 10은 펌프구경에 따른 오물제거 격자망의 규격을 나타낸 것이다.

표-10. 오물제거 격자망의 규격

펌프구경 in(mm)	격의 간격 in(mm)
16(406)	3/4(19)
18~24(457~610)	1~1 1/2(25~38)
30~42(762~1067)	2(51)
42(1067)	2 1/2~3(64~76)