

用水路上의 排水構造物計劃에 對하여

—排水潛管을 中心으로—

On the Planning of Drainage Structures in Irrigation Channels.

—Special Emphasis on the Drainage Inverted Siphon—

金 哲 基
Choul Kee Kim

Summary

The purpose of this study is to give the data necessary for improving the planning of drainage structures, specially inverted siphons, in irrigation channels. With the samples of 15 drainage inlets, one drainage flume, 16 drainage inverted siphons and 6 drainage culverts in the 3 lines of irrigation channel under Chong-Won Irrigation Association, author obtained the following results.

1. It is presumed that design drainage discharge should be determined with some additional reserves, on the basis of the maximum rainfall intensity in local area and the size of drainage area on the topographical map, avoiding the way of eye measure.

2. Location of drainage inlet should be kept away from the place where topography can make lots of wash load, but when unavoidably allowing the inflow into irrigation channel, wash load outlet with even the purpose of drainage, or drainage flume in stead of drainage inlet should be taken account of.

3. It is presumed that drainage flume may be the structure which can perform its function from a structural point of view as far as topography permits.

4. Drainage inverted siphon should be avoided at any place as much as possible;

a) In case that location of the siphon would

be permitted only at paddy field, drainage area having the amount of discharge which requires more than 90cm in diameter could only be allowed.

b) In this case, crest elevation of the tank of both inlet and outlet, at least, should not be lower than the surface level of paddy field.

c) As far as topography and stratum permit, ratio of depth of outlet tank to head drop should be decreased as much as possible so that discharging efficiency of wash load could increase.

d) In case of avoiding the setting of the siphon, irrigation aqueduct, irrigation inverted siphon, or drainage flume should be recommended in accordance with topography.

5. Discharging capability of wash load by drainage culvert appeared to depend hardly upon the diameter of the culvert, but greatly upon the location, specially near village, for there stones and dirts dumped may considerably be piled up. So, a counter plan for that is required.

I. 緒 言

排水構造物計劃은 年 2~3回 있을 수 있는 대단치 않은 降雨에도 排水構造物이 제대로의 機能을 發揮하지 못하여 田畝浸水, 用水路쪽의 破壞, 또는 그로 인한 田畝埋沒 등 여러가지 莫大한 被害가 發生되는 事例가 많은 것이다. 流込工 排水架樋 排水暗渠 排水潛管 등 排水構造物中에서 排水潛管에 있어서는 管內의 土砂堆積으로 그 機能減退가 더욱 甚하여 每

年堆砂除去를 위한 維持管理面에서도 많은 勞力과 費用이 所要되고 있는 것이다. 따라서 여기서는 排水潛管을 中心으로 排水構造物의 實態調査를 通하여 現象面에서 排水構造物의 機能麻痺의 原因이 ①設計 通水斷面의 不足한 데 있는가? ②構造上의 欠陷에 있는가? ③地形面 및 周圍環境面에서 設置場所가 잘못 選定된 데 있는가? 를 밝히고 아울러 그 機能 및 維持管理面에서 排水構造物은 어떻게 計劃하는 것이 가장 合理的인가를 究明코져 하는 것이다.

II. 調査方法

本 調査는 1969年 7月 25~29日에 이르는 5日間에 걸쳐 實施하였는데 다음과 같은 方法에 依하였다

1. 調査標本

清原農地改良組合 管內에 位置한 3種類의 用水路 即 1) 通水斷面의 底幅이 2~3m이며 그 延長 10km 2) 底幅이 1~2m이며 그 延長 4km 3) 底幅이 0.4m이며 延長 5km인 것을 擇하고 그 中에 存在하고 있는 流込工 15個所 排水架樋 1個所 排水暗渠 6個所 排水潛管 16개소에 對하여, 調査對象標本으로 삼았다.

2. 調査項目

- 가. 設置場所의 地形 및 周圍環境과 土砂關係
- 나. 通水斷面
- 다. 落差
- 라. 出入口水槽深
- 마. 管口의 埋沒(堆砂)狀態
- 바. 其他

III. 調査結果 및 考察

1. 流込工

15 個所中 2 個所는 모두 用水路內斜面의 洗掘痕跡으로 보아 流込工의 設計 通水斷面不足에 依하여 破壞된 것으로 推定되며 5 個所에는 構造物 自體는 흠이 없으나, 土砂流込이 많아 用水路의 通水斷面이 相

當히 縮小한 現象을 보여 주었다.

用水路에 埋어 들일 排水量은 用水路의 通水斷面의 크기와 放水口의 密度에 依하여 制限을 받는 것이지만 計劃流入量의 (排水量)算定에 있어서도 눈어림의 因襲의 方法을 止揚하고 地形에 根據를 둔 流域面積의 算出과 그 地域의 最大降雨強度를 基準으로 若干 餘裕 있는 方向으로, 流込工의 通水斷面不足이 없도록 計劃할 것이며, 土砂流入이 많이 있을 念慮가 있는 地形에서의 流込工의 計劃은 流入土砂의 排除施設이 適切히 講究되지 않는 限 마땅히 避하여야 할 것으로 생각된다.

2. 排水架樋

이 調査에 있어서는 아무 흠이 發見되지 않았으나 調査標本이 한개 밖에 되지 않음으로 무어라 調査結果에 依한 長短을 말하기는 어려우나 構造上으로 보아 設計通水斷面이 適切히 設計되었다면 土砂排出에 있어서도 좋은 能率을 發揮할 수 있는 構造物이라고 생각된다.

3. 排水潛管

排水潛管의 通水能力 및 排砂能力을 檢定하기 위하여 調査結果를 管口開口率(管徑에 對한 開口高의 百分比로 하였음)과, 管徑, 設置場所의 地形的 및 環境的位置, 出口水槽深 對 計劃落差의 比로 關係를 맺어 本表 表1 表2 表3 및 그림1 그림2 그림3과 같은 結果를 얻었다.

管徑과 管口開口率의 關係는 表1과 그림1에서 보는 바와 같이 管徑이 클수록 出口 入口 모두 그 管口開口率의 커지는 傾向이 나타났는데 出口의 그 開口率은 入口의 그것 보다 顯著히 작아졌다. 그런데 管徑 200cm의 管口開口率은 오히려 徑 90cm의 것 보다 훨씬 작은 값을 나타내고 있는데 이와 같은 일은 모래流入이 大端히 念慮되는 모래가 많은 排水溝에 設置되어 있다는데 그 原因이 있다고 할 것이다. (표 2 및 그림 2 참조)

管徑이 크면 一般的으로 摩擦抵抗損失이 작어져

표 1

排水潛管의 管徑과 土砂堆積關係

管 徑 (cm)	數 量 個 所	管 口 開 口 率 (%)		備 考
		入 口	出 口	
200	1	62	60	正方形 모래 많은 排水溝
90	6	78	67	
75	2	63	25	
60	1	40	33	
45	6	14	7	
計	16	49	33	

관경 (cm)	설치장소	수량 (개소)	관구開口率 (%)		備考
			입구	출구	
200	모래 많은 배수溝	1	62	60	入口水頭頂部 標高가 畚面보다 10cm 程度 낮음
90	畚	4	81	68	
	배수溝	2	72	65	
75	畚	1	52	13	
	部落門前	1	73	36	
60	배수溝	1	40	33	
45	畚	1	52	27	
	部落門前	4	8	4	
	약간 경사진 모래밭	1	0	0	

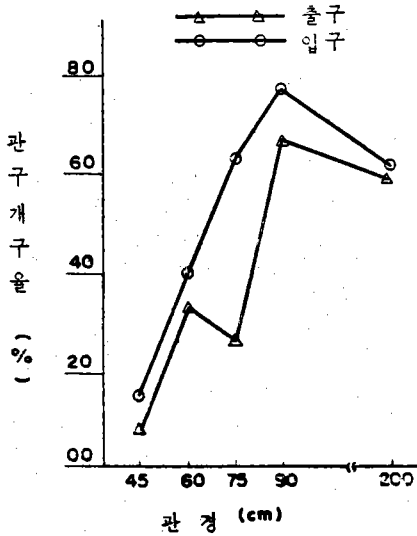


그림 1. 배수관경과 관구開口率

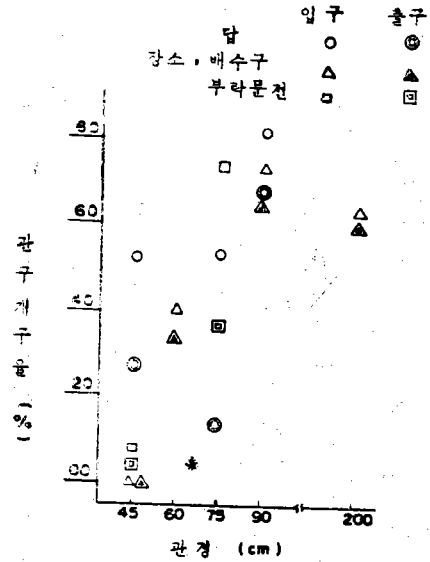


그림 2. 배수관경별 설치장소와 관구開口率

流速이 管徑이 작은 것보다 커져서, 浮遊物 및 流砂에 對한 排出能力에 있어서도 보다 크게 될 것임으로 全體의 排砂能力은 管徑이 클수록 좋아 질 것으로 推定된다. 出口水槽 바닥에서의 堆砂現象이 入口水槽 바닥에서의 그것 보다 顯著한 것은 다음과같은 水理學의 理論에서 推定할 수 있을 것이다. 降雨 終息에 따라 潛管內에 流入하는 水量이 設計洪水量이 設計洪水量보다 작아지다가, 降雨 自體가 設計洪水

量이 流出할만한 降雨強度를 갖지 못하는 경우 實際 水頭落差가 計劃보다 減小되어 流速도 計劃보다 減小하고, 이 流速減小로 出口部에서 排砂되려던 粒子는 出口水頭밑 바닥에 가라앉게 되며(1) 이에 따라 通水斷面은 流入水量의 減小와 함께 減縮되어 流速은 다시 減退하는 經過를 취하면서, 特히 出口水量에서 堆砂現象이 相乘的으로 促進되는 것으로 解釋되며 流砂가 特히 많은 곳에서는 潛管이 完全閉鎖될 程度의 堆砂

管 徑 (cm)	出口水槽深 落 差	數 量 (個 所)	管 口 開 口 率 (%)		備 考
			入 口	出 口	
200	5.2	1	62	60	모래 많은 排水溝
90	12.8	1	54	40	
	11.9	1	89	80	
	6.7	1	94	67	
	6.4	1	58	42	
75	4.9	1	83	82	入 出 口 水 槽 頂 部 標 高 가 畚 面 보 다 15cm 程 度 낮 음
	1.0	1	89	89	
	5.0	1	52	13	
	2.0	1	73	36	
60	7.4	1	40	33	入 出 口 水 槽 頂 部 標 高 가 畚 面 보 다 10cm 程 度 낮 음
	45	5.3	2	0	
45	3.0	1	13	8	약간 경사진 모래밭
	2.4	1	17	8	
	1.0	1	52	27	
	0.5	1	0	0	

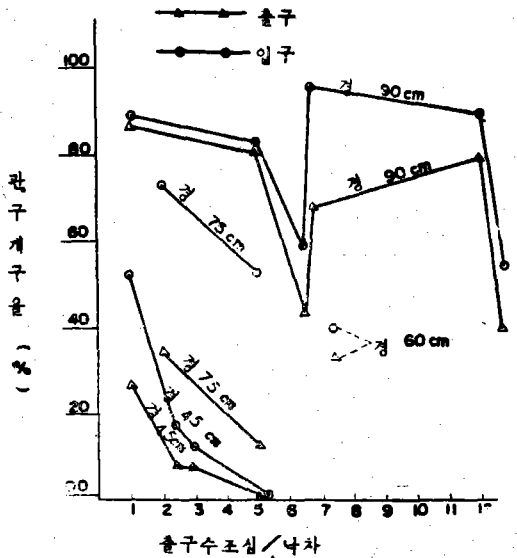


그림 3. 排水管徑別 出口水槽深/落差와 管口開口率

現象까지 생각할 수 있을 것이다.

管徑別 設置場所의 地形的 및 環境의 位置와 管口開口率의 關係는 表2 및 그림2에서 보는 바와 같이 設置位置를 畚 排水溝 部落門前의 3種類로 나누어 산적 본바 管徑 75cm의 경우를 除外하고는 畚에 設置한 것이 管口開口率에 있어, 가장 큰 傾向을 보이며 排水溝 部落門前에 設置한 것은 거의 모두가 畚

에 設置한 경우의 管口開口率보다 훨씬 작은 값을 나타내는 管口開口率을 보여 주고 있다. 管徑 75cm의 경우만은 畚面에 設置되어 있으면서 部落門前의 것 보다 管口開口率이 작은 것은 表2의 備考欄에서 보는 바와 같이 入 出 口 的 水 槽 頂 部 的 標 高 가 畚 面 標 高 보 다 10cm 程 度 나 낮 고 또 表3에 서 보 는 바 와 같 이 水 頭 落 差 에 對 한 出 口 水 槽 深 的 比 的 값 이 部 落 門 前 的 것 보 다 훨 씬 큰 값 을 갖 는 構 造 로 되 어 있 다 는 事 實 上 的 結 果 的 事 實 이 라 고 推 定 되 며, 水 槽 頂 部 標 高 가 畚 面 標 高 와 같 은 程 度 로 施 工 되 고 水 頭 落 差 에 對 한 出 口 水 槽 深 的 比 가 部 落 門 前 的 것 과 對 等 하 였 다면 畚 面 到 處 設 置 된 것 의 管 口 開 口 率 이 도 러 혀 部 落 門 前 的 것 을 凌 駕 하 였 으 리 라 고 認 定 된 다.

一般的으로 排水溝는 그 自然的 條件에 있어서 어느 程度의 勾配가 있는데다가 粒度가 큰 모래 자갈이 많이 섞여 있어 降雨 流出時 浮遊流砂狀態인 河床 流砂狀態인 排水潛管內에의 流入流砂의 量과 粒度가 큰 것이 많고 部落門前은 周圍環境으로 보아 各種汚物의 流入 또는 아이들의 作亂 即 人爲的인 土砂의 投入이 있어 堆砂累積要因이 外見上에서도 畚面에서 본다 훨씬 두드러지게 나타나고 있는 事實

— 미루어 畚面에 設置된 排水潛管의 管口開口率이 보다 크게 나타난 것은 마땅한 일이라고 할 것이다. 다음 管徑別 落差에 對한 出口水槽深의 比의 管口開口率의 關係를 表3 및 그림3에 依하여 살펴 보면 管徑의 크기에 不拘하고 出口水槽深/落差의 값이

크기에 따라서 管口開口率의 減退하는 傾向을 보였고 管徑이 클수록 그 減退程度가 緩慢함을 보이었다. 이와 같은 事實은 管徑이 크면 出口水槽深/落差의 값이 커져도 排砂能力이 그리 減退되지 않는 것을 意味하는 것으로서 排水暗渠의 計劃이 있어서는 큰 管徑을 要할만한 流域에서나 어느程度 適用할 可能性이 있음을 示唆하는 것으로 생각된다. 그림 3에서 管徑 90cm를 나타내는 部分의 中間部에서 開口率이 急히 減퇴했는데 이는 앞에서 論及한바 出入口의 水槽頂部標高가 畚面보다 15cm程度 낮아져 農作業時 畚土壤에 依한 埋沒이 생긴 것으로 解釋되며 這樣히 施工이 잘못 되지 않았던들 管口開口率은 그림표에서 미루어 80% 以上은 維持되었으리라라고 推定할 수 있을 것이다.

水頭落差에 對한 出口水槽深의 比가 가지는 性格이란 無次元이면서 그 값이 크면 커질수록 排出된 粒子의 크기는 다음式(3)에서 表示되는 것 처럼 反比例의으로 減小되어야 하는 것으로 要約할 수 있을 것이다.

潛管内의 流速 V_i (2)(3)(4)를

$$V_i = \sqrt{\frac{2gh_i}{1+f_1+f_2 \frac{l}{D_i} + \dots}} \quad (1) \text{라 하고}$$

潛管出口水槽限界深 $H^{(1)}$ 를

$$H = \frac{\alpha V_o^4}{8gpr} \quad (2) \text{라 하면}$$

(1)과 (2)에서

$$\frac{H}{h_i} = \frac{\alpha h_i}{2pr_i(1+f_1+f_2 \frac{l}{D_i} + \dots)} \quad (3)$$

여기서 H : 出口水槽深 또는 出口水槽限界深(m)

h_i : 水頭落差(m)

r_i : 粒徑(m)

p_i : 粒子의 比重값으로부터 1을 減한 값

α : 係數

D_i : 實通水斷面에 符合하는 管徑(m)

f_1 : 流入損失係數

f_2 : 摩擦損失係數

표 4. 排水暗渠의 管徑과 土砂堆積關係

管 徑 (cm)	數 量 (個所)	管口開口率 (%)		備考(設置場所)
		入口	出口	
90	1	91	82	排水溝
75	1	40	47	落差付 部落門前
60	2	84	82	畚
45	2	60	53	部落門前 排水溝
계	6	70	67	

l : 管長(m)

如何한 排水暗渠의 排砂能力을 制限시키는 要因은 複雜한 것으로 管徑의 크기 設置場所의 地形的 또는 環境의 位置, 流入土砂의 量과 粒度, 落差에 對한 出口水槽深의 比 등을 들 수 있을 것이다.

4. 排水暗渠

排水暗渠에 對한 調查結果는 표4 및 그림4와 같다. 이에 依하면 管口開口率에 있어서 管徑이 60cm의 것과 90cm의 것은 85% 内外의 값을 45cm의 것과 75cm의 것은 40%~60%인 낮은 값을 나타내고 大體로 出口側의 管口開口率은 入口側의 그것 보다 若干 작은 값을 나타내고 있음을 알 수 있다. 60cm의 것과 90cm의 것은 畚面 또는 排水溝에, 45cm의 것과 75cm의 것은 모두 部落門前에 位置하고 있는데 이 45cm의 것과 75cm의 것이 部落門前에 位置하지 않고 畚面이나 排水溝에 位置하였다면 이들 亦是 管口開口率이 80% 以上の 값이 될 것으로 推定할 수 있으며 이렇게 되면 排水暗渠의 管口開口率은 管徑의 크기에 依하여 別로 影響을 받는 바가 없고, 오히려 設置場所의 環境에 依하여 强하게 支配된다고 보며 特히 部落門前에 設置한 경우는 管口開口率이 顯著하게 減退됨을 알 수 있다. 따라서 排水暗渠의 設置는 畚面 또는 排水溝에서는 無妨하나 部落

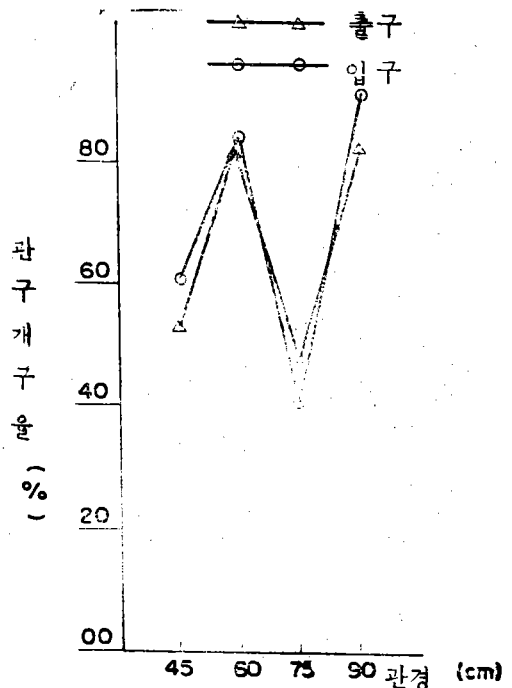


그림 4. 排水暗渠의 管徑과 管口開口率

門前에 設置하는 일은 아리들에 依한 돌 자갈의 投入 또는 汚物投入에 對한 防備對策이 없는 限 그 排水機能은 大端히 低下될 것으로 推定할 수 있다. 要컨데 暗渠의 管口開口率을 支配하는 要因은 排水潛管에 比하여 單純하다고는 하지만, 特히 部落門前에서의 設置位置의 選定에 있어서는 慎重을 要하여야 할 問題라고 생각된다.

IV. 結 論

위의 考察한 內容으로부터 다음과 같은 結論을 내 려 보았다.

1. 눈어림의 排水量 決定을 止揚하고 地形에 依한 流域面積과 그 地域의 最大降雨強度에 根據를 두고 若干 餘裕있는 方向으로 計劃排水量을 定할것

2. 流込工計劃에 있어서는 土砂流入이 많이 있을 念慮가 있는 地形 및 場所에서는 그 設置를 避하는 가, 不得已 流込工設置가 必要한 경우에는 放水目的 도 지닌 排砂口施設을 考慮하고 또는 그 代身排水架植으로 計劃하는 方向으로 考慮할 必要가 있다.

3. 排水架植은 標本이 넘어야 작어서 무어라 말할 수 없으나 地形이 許諾하는 限 그 構造上으로 보아 排水 및 排砂機能을 良好하게 發揮할 수 있는 構造物로 推定된다.

4. 排水潛管의 計劃은 어떠한 地形 位置에서도 可及的 避하는 것이 좋을 것이며

가. 畚面에서 畚面으로 排水하는 경우에 限하여 許容하는 경우도 管口開口率 80% 를 基準으로 管徑 90cm 以上 要하는 流域에 限할 것이며

나. 이 경우 出入口水槽의 頂部標高가 적어도 畚面標高보다 낮어서는 아니되고

다. 地形 및 地層이 許하는 限 排砂能率上 有利 하겠음 出口水槽深/落差의 값은 작게 取하는 方向으로 設計에 反映할 것이며

라. 排水潛管을 避하는 경우에도 地形 및 周圍 環境을 考慮하여 이 代身 用水架植, 用水潛管 또는 排水架植으로 計劃하는 方向으로 考慮할것

5. 排水暗渠는 排水潛管과는 달리 當該計劃排水量 以下에서는 排水 및 排砂能力이 管徑의 크기에 別影響을 받는 바가 적지만 位置環境上으로 特히 部落門前에 設置한 경우는 돌 자갈 또는 汚物投入이 많아 排水能力이 低下됨으로 이에 對한 防備對策이 切實히 要求된다.

引 用 文 獻

- (1) 金哲基 潛管內의 流送砂礫吐出에 必要한 最小許容流速 及 吐口水槽限界心에 對하여, 農業土木會誌 Vol 2. No. 2 1959
- (2) 日本農業土木學會 農業土木 핸드ブック 丸善 1969
- (3) 安守漢 崔榮博 水理學 文運堂 1962
- (4) 劉漢烈 水理學 光林社 1969