

排水改善工法開發에 關한 研究 (I)

Studies on the Development of Improved Subsurface Drainage Methods

—各種 地下排水用 暗渠材料의 排水性能—

—Drainage Performance of Various Subsurface Drain Materials—

金 哲 會* · 李 根 厚* · 柳 時 昶* · 徐 元 明*
Chul Hoe Kim, Keun Hoo Lee, Si Chang You, Won Myung Suh

Summary

I. Title of the Study

Studies on the Development of Improved Subsurface Drainage Methods.

—Drainage Performance of Various Subsurface Drain Materials—

II. Object of the Study

Studies were carried out to select the drain material having the highest performance of drainage; And to develop the water budget model which is necessary for the planning of the drainage project and for the establishment of water management standards in the water-logged paddy field.

III. Content and Scope of the Study

1. The experiment was carried out in the laboratory by using a sand tank model. The drainage performance of various drain materials was compared and evaluated.

2. A water budget model was established. Various parameters necessary for the model were investigated by analyzing existing data and measured data from the experimental field. The adaptability of the model was evaluated by comparing the estimated values to the field data.

IV. Results and Recommendations

1. A corrugated tube enveloped with gravel or mat showed the highest drainage performance among the eight materials submitted for the experiment.

2. The drainage performance of the long cement tile(50 cm long) was higher than that of the short cement tile(25 cm long).

3. Rice bran was superior to gravel in its' drain performance.

4. No difference was shown between a grave envelope and a P.V.C. wool mat in their performance of drainage. Continued investigation is needed to clarify the envelope performance.

*慶尙大學 農工學科

5. All the results described above were obtained from the laboratory tests. A field test is recommended to confirm the results obtained.

6. As a water balance model of a given soil profile, the soil moisture depletion D , could be represented as follows;

$$D = \sum_{t=1}^n (E_t - R_e - I + W_d) \dots \dots \dots (17)$$

7. Among the various empirical formulae for the potential evapotranspiration, Penman's formular was best fit to the data observed with the evaporation pans in Jinju area. High degree of positive correlation between Penman's predicted data and observed data was confirmed. The regression equation was $Y = 1.4X - 22.86$, where Y represents evaporation rate from small pan, in mm/10 days, and X represents potential evapotranspiration rate estimated by Penman's formular. The coefficient of correlation was $r = 0.94$.**

8. To estimate evapotranspiration in the field, the consumptive use coefficient, K_c , was introduced. K_c was defined by the function of the characteristics of the crop and soil as follows;

$$K_c = K_{co} \cdot K_a + K_s \dots \dots \dots (20)$$

where, K_{co} , K_a and K_s represents the crop coefficient, the soil moisture coefficient, and the correction coefficient, respectively. The value of K_{co} and K_a was obtained from the Fig.16 and the Fig.17, respectively. And, if $K_{co} \cdot K_a \geq 1.0$, then $K_s = 0$, otherwise, K_s value was estimated by using the relation; $K_s = 1 - K_{co} \cdot K_a$.

9. Ito type formular, $r_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{b}{\sqrt{t+a}} \right)$, was the best fit one to estimate the probable rainfall intensity when daily rainfall and rainfall durations are given as input data. The coefficient a and b are shown on the Table 16.

10. Japanese type formular, $I_t = \frac{b}{\sqrt{t+a}}$, was the best fit one to estimate the probable rainfall intensity when the rainfall duration only was given. The coefficient a and b are shown on the Table 17.

11. Effective rainfall, R_e , was estimated by using following relationships; $R_e = D$, if $R - D \geq 0$, otherwise, $R_e = R$.

12. The difference of rainfall amount from soil moisture depletion was considered as the amount of drainage required. In this case, when $W_d = 0$, Equation 24 was used, otherwise, two to three days of lag time was considered and correction was made by use of storage coefficient.

13. To evaluate the model, measured data and estimated data was compared, and relative error was computed. 5.5 percent The relative error was 5.5 percent.

14. By considering the water budget in Jinju area, it was shown that the evaporation amount was greater than the rainfall during the period of October to March in next year. This was the behind reasoning that the improvement of surface drainage system is needed in Jinju area.

I. 序 論

오늘날 水資源의 利用이 急進의으로 增加하고 있어 이에 따른 設置運用費의 增加로 말미암아 合理的인 水管理體系의 必要性이 高潮되고 있다. 따라서 全國에 散在되어 있는 生産性이 낮은 低濕畝의 排水改善은 制限된 農地에서 食糧增産의 次元에서 뿐만 아니라 畝裏作을 通하여 土地利用의 高度化를 期할 수 있다는 면에서 그 意義를 찾을 수 있을 것이다.

圃場은 農作物이 栽培되는 場所로서 生育에 좋은 環境이 保存되는 것과 營農管理를 合理的으로 할 수 있는 作業環境이 갖추어지는 일의 두가지 條件을 具備하지 않으면 아니되는 것이다. 이를 위하여 圃場의 地下水位를 낮추어 주고 透水性을 增進시켜 주게 되면 土壤의 理化學的인 諸性質이 改善되고 營農의 合理化를 위한 農地基盤이 造成될 수 있는 것이다. 即 作物이 生育하는데 最適의 水分을 保存시켜 줌으로서 農耕地를 보다 次元높게 利用할 수 있게 하는 作業이 地下排水인 것이다.

政府에서는 1975年 1월에 排水改善事業機構를 新設하여 活潑히 推進하고 있으나 暗渠排水管의 配置問題, 管材料, 管의 口徑, 流量調節等 設計 및 計劃基準의 資料가 不足하여 어려움이 있다. 이 問題가 今年度 農水産部, 科學技術處의 政策研究 課題로 選定되어 文敎部의 研究助成費의 補助로 研究를 遂行하게 되었다. 從來 排水는 地表에 置重하였으며 地下排水는 排水效果에만 汲汲한 나머지 地質적이고 微視的인 調査에 불과했으나 本研究로서 排水組織에 따른 綜合分析方法이 試圖되었음은 多幸한 일이다.

本研究에서는 適正水分保存을 위한 水收支 分析方法을 導入하였으며 우리나라에서 生産利用되고 있는 暗渠用材料와 被覆材料의 性能을 比較分析하여 合理的인 設計基準를 주기 위한 實證的 研究로서 室內實驗과 現場實驗을 並行하여 좋은 結果를 本 研究報告書로 提出하게 됨을 반갑게 생각한다.

本 研究는 UNDP 排水改善 事業機構의 한 研究事業地區인 慶南晉城地區에서 많은 協助를 받을 수 있었음에 感謝의 말씀을 드린다.

II. 既存研究 概要

1. 暗渠材料에 關한 研究

van Shilfgaarde⁽⁶⁵⁾에 의하면 初期의 暗渠排水는 주

로 經驗과 推測에 依存하는 事業이었다 한다. 그러나 19世紀 中葉以後 土管의 廉價生産, 굴착의 機械化等이 可能하여지고 1852年 Darcy 法則의 發見, 1872年 Denmark의 工學者 Colding에 의한 Ellipse Equation의 發表等 理論面에서의 發展과 더불어 暗渠排水의 設計, 施工, 資材面에서 括目할만한 進展이 있었다.

暗渠排水用 材料는 暗渠管類와 被覆材類의 2種으로 大別할 수 있다. 土管 또는 콘크리트管은 오래전부터 가장 널리 使用되어온 地下排水用 材料이며, 特殊한 目的에는 鐵管을 使用하기도 한다. 最近에는 Asbestos-Cement, Plastic, Bituminous 등을 成形한 排水管이나 파이프 등이 開發되고 있으며 一部는 이미 實用化되어 있기도 하다. 被覆材는 暗渠管의 주위를 被覆하는 材料들을 말하는데 그것은 (1) 暗渠管內로의 土砂流入防止, (2) 暗渠管주위의 흐름特性的 改善에 의한 排水促進, (3) 暗渠管基礎의 安定化 등의 機能을 갖고 있다. 被覆材가 主로 使用되는 곳은 (1) 砂土 혹은 굵은 Silt 質土壤, (2) 透水도가 매우 낮은 土壤, (3) 重粘土, (4) 基礎로서 不安定한 土壤等 이다.

모래, 자갈, 쇠석, Slag, cinder 등은 鑛物質에 屬하는 被覆材이며 벼짚, 브리짚, 乾草, 톱밥, 왕겨 등은 有機質 被覆材이다.

Glass Fiber材로서는 Sheet type과 Mat Type이 있다.

各種 地下排水用 暗渠材料의 水理學的 特性 研究는 주로 다음의 세가지 側面에서 進行되고 있는 것으로 보인다.

첫째는 各種 暗渠材料로 부터의 排水流量 比較로서 여기에는 Sommerfeldts⁽⁴⁸⁾의 報告가 있다. 그는 4種의 暗渠(55mm I.D. 플라스틱 튜브, 65mm I.D. 나선상 주름管, 105mm I.D. 원형 주름管, 105mm I.D. 土管)을 라이시미터와 圃場에 各各 埋設하여 排出流量을 調査하였다. 그 結果 라이시미터에서는 各 暗渠의 排出流量間에 큰 差異를 發見할 수 없었으며 被覆材料로서는 자갈보다 Fiber Glass Mat가 土砂流入防止에 더 効果的이었다. 한편 圃場에서는 65mm I.D. 플라스틱 튜브와 105mm I.D. 土管이 比較檢討되었는데 65mm I.D. 土管은 그 通水容量이 不足하였다.

둘째는 被覆의 效果와 被覆內에서의 흐름에 대한 水理解析으로 여기에는 많은 研究가 있다. Moody(1960) U.S.B.R(1960), Saulmon(1966), 등은 被覆의 設計基準를 주기 위한 研究를 하였고⁽⁴⁹⁾ Sovern⁽⁴⁹⁾은 被覆內의 흐름을 3次元的으로 解析하여 U.S.B.R의 理解應用을 더욱 發展시켰다. Davis等⁽⁶⁾, Deboer等⁽⁷⁾은 被覆材의 性能에 關한 研究報告를 하였다.

Panu and Stammers⁽⁴⁰⁾는 地下排水設計에 있어 排

水域(Drain boundary)의 效果에 關한 報告를 통하여 C.R.E. (Convergence-Resistance-Equivalent)의 概念을 導入시켰다. Willardson and Kahn⁽⁶¹⁾은 排水管 流入孔 附近의 水頭損失을 測定하여 이를 分析한 後 Critical Envelope Thickness를 求하는 公式를 誘導하였다. Benz等⁽⁶²⁾ Broughton等⁽⁶³⁾은 被覆材의 性能을 試驗하고 試驗方法을 創案 發表하였다.

셋째는 暗渠管內에서의 水理에 關한 研究로서 Dinc等⁽⁶⁰⁾, Johnson等⁽⁶¹⁾은 暗渠管의 粗度를 重點의 研究하고 있다. 특히 主渠管의 粗度에 關한 研究가 活潑하여 Hermsmeir와 Willardson(1970)은 最初로 主渠管의 粗度係數를 測定코자 하였으며 Irwin(1971)은 4" 主渠管의 n 値는 0.0145~0.0186이라고 報告한바 있다.⁽⁶¹⁾ 또한 Irwin과 Tsang은 土管에 比하여 主渠管의 粗度는 15~20%가 더크다고 報告한바 있다.⁽⁶²⁾

우리나라에서는 地下排水用 暗渠材料에 對한 研究가 아직 이루어지지 않고 있는 實情이다.

2. 圃場에서의 물收支

圃場에서의 물收支는 作物 生育에 最適의 環境을 만들어주는데 그 目的을 두고 있어, 一般의 調節可能 因子의 分析에 置重되어 왔으나 最近에는 土壤水分을 適正化하므로써 物理的 性質을 改善시켜주는 線에서 물의 入出力에 對한 調查研究가 많이 進行되고 있다. 따라서 氣象資料와 土壤 및 作物等의 資料를 利用하여 蒸發散量을 推定하면서 비롯되었으며, 土壤斷面에서 水文學的 模型의 導入은 van Bavel에 의하여 紹介되었다. 土壤水分의 推算을 위한 基本模型은 連續決定法과 氣象, 土壤 및 作物資料에 의한 方法으로 大別되는바, 時間의 函數를 Molz⁽⁶⁸⁾가 導入하였고 Hagan⁽⁶⁷⁾은 植物의 潛在水분에 의한 方法을 Buras는 土壤水分未洽量의 曲線을 利用하는 方法을 提示하였다.

氣象, 作物 및 土壤資料에 의한 方法은 土壤斷面을 통한 水分의 流入, 流出因子로써 蒸發散量, 降雨量 및 土壤水分未洽量의 變化量, 排水量等을 考慮하여 土壤水分의 變化量을 推定하는 方法이다.

Flinn⁽⁶⁶⁾은 물收支法導入으로 옥수수 收量을 豫測하는 模型을 發表하였으며 Jensen⁽⁶⁹⁾은 實用컴퓨터 프로그램을 發表하였다. 土壤水分未洽量의 模型에서 가장 重要한 蒸發散量의 決定을 위하여 蒸發計蒸發量을 適用한 境遇와 物理的 또는 實驗의 方法을 適用한 境遇가 있으나 土壤水分未洽量은 日別氣象資料가 必要하여 Penman式과 Jensen-Haise式이 利用되고 있으며 土壤水分未洽量을 貯溜量方程式에 導入한 研究는 David, Fitzpatrick, Wisser, Jensen, Franzoy⁽⁶⁸⁾가 있다.

Hiler⁽⁴⁹⁾은 生育期間中 排水量을 決定하는 方法으로 應力日指數(SDI) 概念을 導入하여 地下水位와 土壤水分을 豫測하는 模型을 開發하였으며 Skaggs⁽⁴⁶⁾은 地下水位의 豫測과 降雨, 蒸發散에 따른 물收支 模型을 SEW₃₀ 概念을 導入하여 發表하였다.

William & Kriz⁽⁶⁰⁾은 높은 地下水位와 作物의 被害程度를 調查 發表하였으며 Wisler等⁽⁶⁹⁾은 蒸發量에 따른 毛管水의 上向移動量과의 關係를 究明하였으며 圃場에서 排水基準로 靜水位를 Hiler(1969), Williamson and Kriz(1970), Wesseling(1974)가 導入하였고, 遞減水位는 Hiler(1969)가, 地下水變動量은 van Schilfgaarde(1965), Vaignur and Johnson(1966), Uong and Ligon(1972)가 導入하였으며 生育段階에 따라 洪水로 因한 地下水位變動에 對하여 Howell(1976) 등이 調査하였다. 日本에서는 金子⁽⁶²⁾가 水田用水量의 水文學的 考察에서 灌溉期의 물의 水文解析을 하였으며 福田⁽²³⁾ 등이 廣域水田地域에 있어서 물收支의 考察方法을 發表, 水文組織을 明示하였다.

國內에서는 局部的인 問題解決을 위하여 農工利用 研究所에서 보리(1972), 밀(1975), 배추(1972), 당근(1972) 등의 用水量決定에 利用되었으며 干拓地 除鹽을 위한 暗渠排水試驗에서 實測值를 分析하는 程度이었다.

筆者(1977)가 田地土壤에서 田作物을 위한 土壤水分含量 豫測模型과 計劃灌溉 模型에서 最初로 물收支 概念을 導入하여 實用컴퓨터 프로그램을 開發한바 있다.

III. 各種 地下排水用 暗渠材料의 排水性能

1. 序 論

地下排水用 暗渠材料에는 여러가지가 있다. 가장 一般的인 것으로 管暗渠가 있다. 管暗渠에는 粘土를 一定한 規格으로 成形하여 燒成한것, 시멘트, 콘크리트 製品等을 들 수 있다. 最近에 外國에서 널리 使用되는 것으로는 P.V.C. 製品으로서 원형 또는 나선형의 主渠管 成形管(Corrugated Tube)表面에 一定한 規格의 流入孔을 뚫어 成形한 것이 있다.

簡易暗渠材料로서는 現實的으로 材料求得이 容易하여 使用이 可能한것으로는 왕겨, 자갈 등이 있다. 이것은 一定形狀의 溝渠를 耕地에 一定한 깊이와 間隔으로 敷設하고 여기에 왕겨나 자갈等을 埋設하는 것이다.

無材料暗渠로서는 두더지暗渠가 代表的인 例이다. 各種의 穿孔機로 耕地內에 一定基準의 暗渠를 穿孔하

므로 暗渠材料가 不必要하다.

各種의 地下排水用 暗渠材料는 제각기 特徵을 가지고 있다. 이 特徵은 세가지 側面에서 考慮할 수 있다. 첫째는 水理學的인 側面으로서 管材料의 排水性能에 관한 것이고 둘째는 材質 및 施工面에서의 特徵으로 耐久性 乃至는 施工의 便宜性을 考慮하는 것이다. 마지막 셋째는 經濟性으로서 管材料의 單位價格에 대한 考慮이다.

本研究에서는 이러한 세가지 特性中 水理學的인 側面에서 各種 地下排水用 暗渠材料를 比較檢討하는데 目的을 두고 있다. 適切한 暗渠材料를 選定하는데 있어 가장 重要한것은 그 材料가 가지고 있는 排水性能이다 이것이 優秀하지 못하면 施工의 便宜나 經濟性이 無意味한 것으로 되고 말것이다.

2. 材料 및 方法

가. 實驗裝置

(1) 本體(Main Tank)

이것은 本 實驗裝置의 主가 되는 部分으로서 1.8m × 1.8m × 1.2m 크기의 鐵製箱子이다. (Fig. 1) (Photo 1) 內部 構造는 箱子의 前面을 基準으로 左右에 幅 30cm의 定水位給水槽(Constant Head Chamber)가 있

어 一定水位로 물을 供給할 수 있게 되어 있고 中央部에는 모래를 充塡하게 되어 있다.

모래充塡部의 中央에는 各種暗渠를 箱子의 前後 方向으로 埋設할 수 있다. 定水位給水槽와 모래充塡部에는 2組의 鐵網(網目 1cm)을 10cm間隔으로 設置하고 鐵網사이에는 자갈을 넣어 境界를 짓게 하였다. 모래充塡部의 底部는 10cm두께로 자갈을 깔고 그 위에 1m 길이로 모래를 充塡하였다.

(2) 循環組織

Fig. 2. 는 물을 循環시키기 위한 組織의 系統圖이다.

揚水機는 容量 12,000/hr, 自吸式 遠心 Pump를 使用하였다. 貯水槽는 0.5m × 0.5m × 1.8m의 鐵製箱子이다. (Photo. 2.) 貯水槽內에는 加熱裝置가 附着되어 있다. 一般的으로 透水係數는 水溫의 影響을 받는다고 알려져 있다. 따라서 實驗條件을 一定하게 하기 위해서는 循環水의 溫度를 一定하게 維持시켜줄 必要가 있다. 이를 위하여 貯水槽에 200V用 2KW容量의 Sheath型 heater를 5個設置하고 自動溫度調節器(調節範圍 0° ~ 45°)를 附着하여 水溫을 恒時 20°C가 되도록 하였다.

(3) 計測組織

① 流量測定

暗渠排出口로 부더의 流量은 特別히 製作한 小型

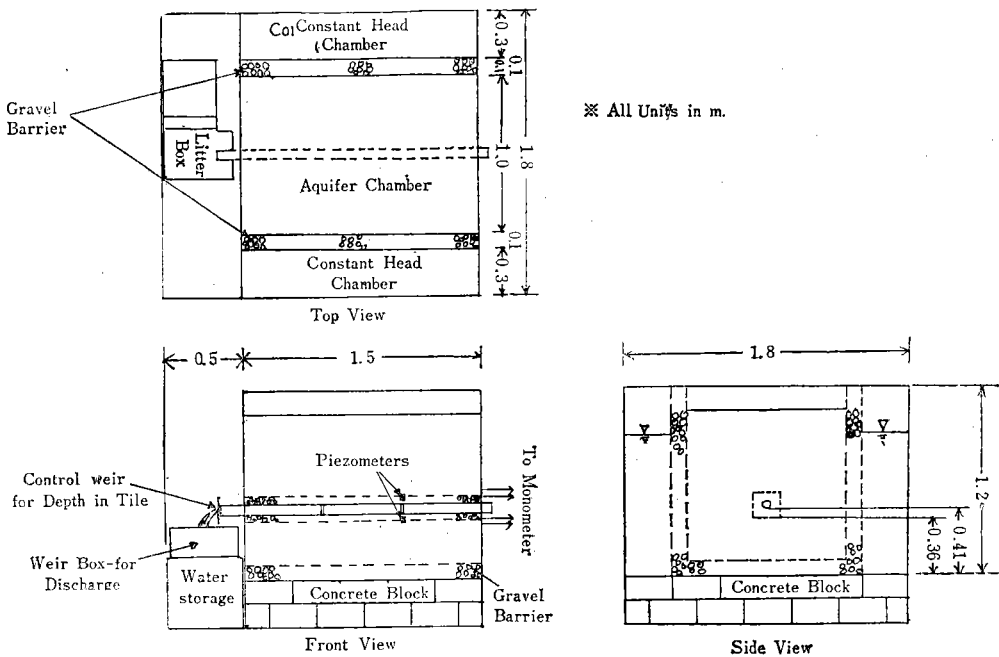


Fig. 1. Main Tank

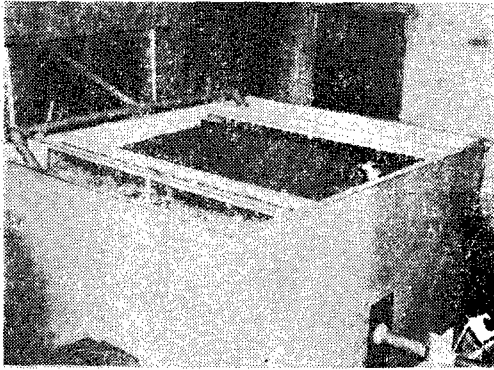


Photo. 1. Main Tank

Weir Box 에 의하여 測定하였다. (Fig. 3)(Photo. 3)

Weir Box 에는 30°, 60°, 및 90°의 V-Notch를 準備하여 排出流量의 大, 小에 따라 適當한 것을 擇하여 이것을 附着, 使用하였다.

② 피에조미터 (Piezometers)

暗渠周圍의 地下水흐름에 대한 特性의 究明을 위하여 暗渠의 接合部를 切斷하는 垂直面上에 Fig.4와 같이 Piezometer tip을 配置하여 Manometer Board에 連結하였다. (Photo. 4.) 이렇게 하므로서 Manometer

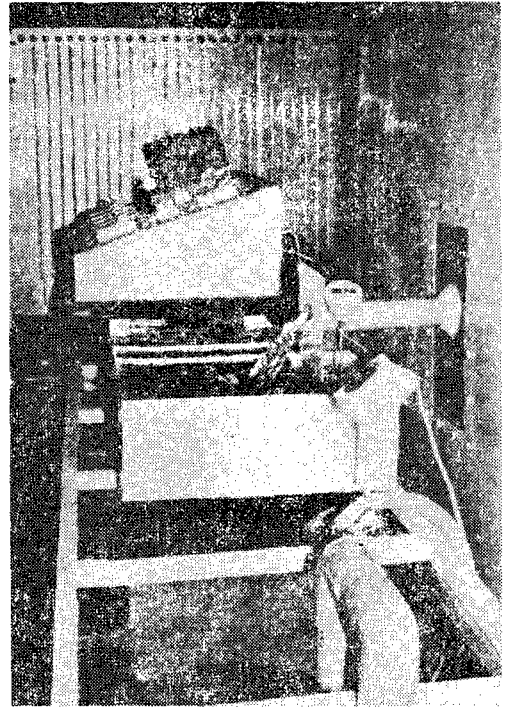


Photo. 2. Storage Tank

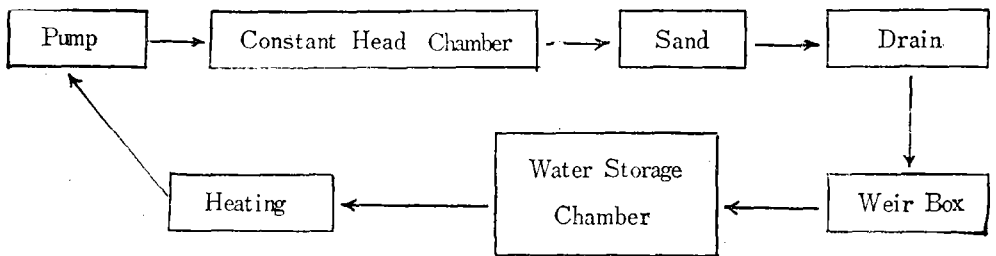


Fig. 2. Schematic Diagram of Water Circulation System

Board 上에는 暗渠流入部 周圍의 各點에 대한 壓力水頭가 나타나게 된다. Piezometer tip은 Fig. 5. 와 같은 形狀으로 製作하여 使用하였다.

③ 其他測定

水溫은 Chino製 12點式 自己記錄計에 의하여였으며 充填砂 및 Filter用 차갈(被覆材, Envelope Material)의 透水係數는 Fig. 6. 와 같은 測定裝置를 使用하였고 式 (1)에 의하여 그 값을 算定하였다.

$$K = \frac{1.5 \times 10^{-2} \times Q}{hp} \dots \dots \dots (1)$$

但 K : 透水係數 (cm/sec)

Q : 排出量 (ml/sec)

hp : 水頭差 (cm)

나. 實驗材料

(1) 暗 渠

本 研究에 使用한 暗渠材料의 諸元은 Table-1. 과

Table-1. Specification of Tiles Used

Name of Tiles	Inside Diameter (cm)	Unit Length (cm)	Remarks
Cement Tile	6	50	Plain End
Short Cement Tile	6	25	"
Corrugated Tube	6	150	"
Rice Bran	※	150	Trapezoidal Section
Gravel	※	150	"

※ Upper Width 25cm, Bottom Width 16cm, Height 16cm

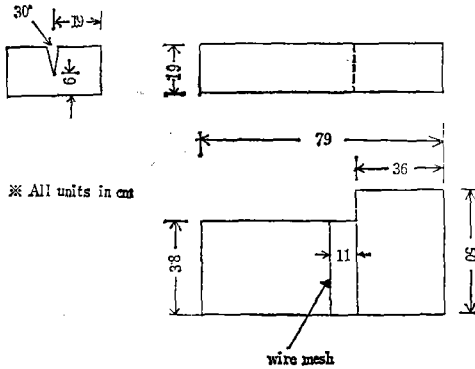


Fig. 3. Weir Box

같다.

왕겨 및 자갈暗渠의 斷面形狀은 上邊 25cm, 下邊 16cm, 높이 16cm의 사다리꼴로 되어있다. 주름관은 國內會社의 製品으로 流入孔數는 管의 길이 1m當 615 個이고 流入孔形狀은 直4角形(2m×6m)이다. 자갈은 直徑 0.5cm以上, 3cm以下의 것을 利用하였고 왕겨는 統一버의 왕겨를 使用하였다.

(2) 被覆材料(Envelope Materials) 被覆材料는 자갈 및 P.V.C. Wool Mat(以下 매트라 稱함)를 使用하였으며, 자갈被覆의 斷面는 暗渠를 中央에 두고 16cm×16cm로 하였다. 이때 자갈 被覆材의 透水係數는 0.0145cm/sec 이었다. 매트로 被覆됨에 있어서멘트管 및 短지멘트管의 경우는 暗渠의 이음매인 Gap 部分만을 被覆하였고 주름관의 경우는 管全體를 被覆하였다. 매트의 두께는 3mm이며 자갈의 粒度分布는 Fig 7과 같다.

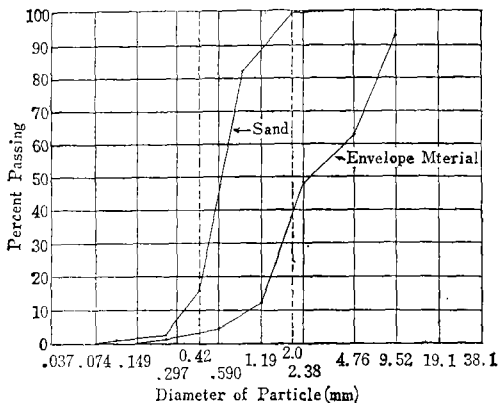


Fig. 7. Particle Size Distribution

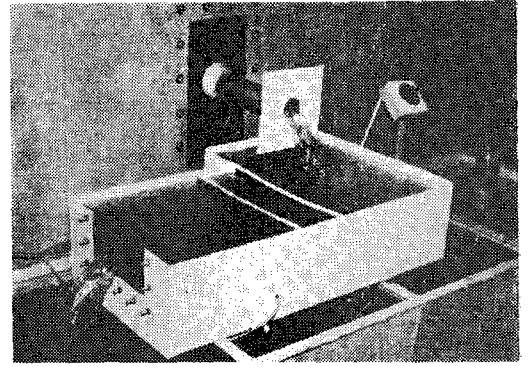


Photo. 3. Weir Box

(3) 充塡用모래

充塡用모래는 $d_{60}=0.6mm$ 인 河川砂를 使用하였다. Fig. 7. 은 充塡用 모래의 粒度分析結果이다. 透水係數는 平均 0.0113cm/sec 이었다.

(4) 實驗區 處理

實驗에 使用한 暗渠 및 被覆材를 組合한 處理表가 Table-2. 이다.

다. 實驗方法

(1) 實驗裝置의 設置

設置 (Loading)는 于先 充塡用 모래에 물을 약간 부어 촉촉하게 젖도록 하는것 부터 시작한다. (Photo. 5.(1)) 이는 모래를 充塡하는 동안 粒子의 分離가 일어나는 것을 防止하기 爲한 것이다. 이렇게 하는 동안 피에조미터를 所定의 位置(Fig. 4. 參照)에 裝置하게 되는데 (Photo. 5. (2)) 이때 正確한 位置에 Tip을 固定하기 爲하여서는 所定의 깊이에 水平으로 鐵線을 달고 여기에 規定된 間隔으로 Tip을 달면 된다. (Photo. 5. (3)) 이어서 暗渠의 下端部로부터 자갈 被覆의 경우는 被覆두께만큼 더 내려간 位置까지 또 매트被覆의 경우는 暗渠 下端部까지 모래를 充塡한다. 이 位置까지 充塡한 모래는 以後의 實驗에서 處理가 變更되어도 다시 파내지 않는다. 모래를 채울때는 15cm×15cm의 손잡이가 달린 鐵製 다짐板으로 다지는데, 다짐의 標準은 다짐높이 10cm, 다짐의 完了는 다짐板 끝을 무릎높이까지 올려 떨어 뜨렸을때 바닥에 자국이 나지 않을때까지로 한다. 이어서 자갈 被覆의 경우 金屬板으로 만든 형틀(Frame)을 規定된 幅으로 設置하여 被覆材와 모래層의 垂直境界面을 形成하게 하고 형틀內에는 자갈을 그리고 형틀 左右에는 모래를 채우면서 다진다.

모래와 被覆材를 채우면서 피에조미터 Tip의 位置에

Table-2. Experimental Treatment of Material Used.

Drains			Constant Head		Tile Head	
Envelope Materials	Tiles	Treatment Number	Treatment	Treatment Number	Treatment	Treatment Number
Gravel	Cement Tile	1	Full	1	Full	1
	Short Cement Tile	2	Half Full	2	Partly Full	2
	Corrugated Tube	3				
P.V.C. Wool Mat	Cement Tile	4	"	"	"	"
	Short Cement Tile	5	"	"	"	"
	Corrugated Tube	6				
None	Rice Bran	7	"	"	"	"
	Gravel	8				

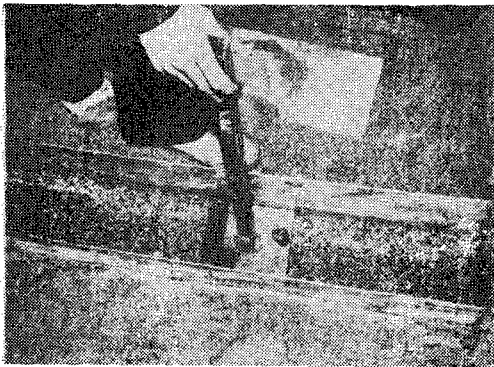
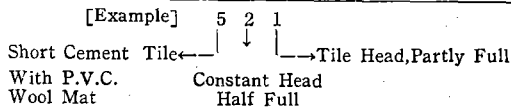


Photo. 5. Loading (1)



Photo. 5. Loading (3)

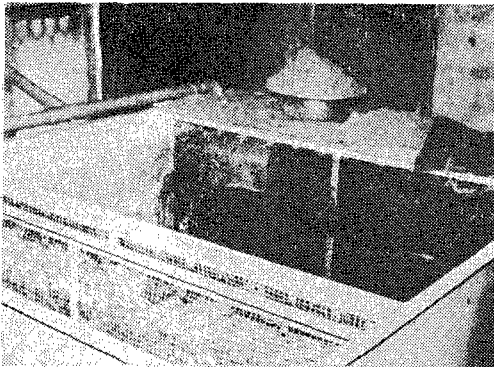


Photo. 5. Loading (2)

달하던 Tip과 피에조미터 連結 튜브에 連結한다. 暗渠의 下端部 豫定線까지 被覆材料와 모래를 充填하면 형을 을 약간 들어 올리고 被覆材料를 다시 다진다. 暗渠管

을 被覆材위에 設置하고 本體의 壁을 通過하는 暗渠管과 壁體사이의 틈새를 빠테로 안쪽에서 完全히 封한다. 完全히 封하기 前 暗渠管의 Gap은 $\frac{1}{8}$ 인치 Drill Bit을 利用하여 間隔을 맞추고 暗渠內를 손電燈으로 비추어 보면서 管列을 똑바르게 한다. 暗渠를 設置한 後 暗渠 上端까지 被覆材를 채워 다지고 형을 올린다. 被覆材를 所定位置까지 채워 다지고 형을 除去한 後 다시 한번 다짐으로써 被覆材의 設置가 完了된다. 被覆材가 매트인 경우는 暗渠 下端部까지 피에조미터 Tip의 設置와 모래의 다짐이 끝난 後 매트로 被覆된 暗渠管을 設置한다. 이것이 끝나면 Piezometer Tip의 設置와 모래의 채우기-다짐을 反復하여 所定位置(底部자갈層上 端部부터 1m높이)까지 到達하면 本體의 充填이 完了 된다. 모래 充填時 一回의 充填높이는 10cm로 한다. 暗渠管이 바뀔때 마다 以上の 節次를 反復한다.

(2) 作 動

모래 充填이 完了될 무렵 貯水槽에 물을 채우고 加熱器를稼動시켜 水溫을 20°C로 되게 한다. 實驗初期에는 모래의 熱容量이 크기 때문에 水溫을 所要溫度보다 高溫으로 하여 줌으로써 빨리 安定될 수 있다. 循環 펌프를稼動시켜 定水位給水槽와 모래 充填槽에 물을 채우고 貯水槽에는 上水道를 열어 물을 再充滿시킨다. 이렇게해서 모든 實驗組織이 安定化되는데는 普通 48~72時間이 所要된다. 安定이 되는동안 피에조미터를 charge시켜야 되는데 피에조미터 連結 Tube中에는 絶對로 空氣의 流入이 없도록 했다. 連結튜브中の 空氣가 完全 除去된 後에 이것을 Manometer Board에 連結한다. 여러 條件이 安定되어 本體의 地下水흐름이 定常狀態(Steady State)에 達했다고 보면 流量, 피에조미터 水頭水溫等を 測定한다.

稼動期間中에 水中 微生物의 發生을 막기 爲하여 Calcium Chloride를 매 12時間마다 投與함으로써 그 濃度가 0.2ppm이 되도록 한다.

새로운 作動은 給水位, 暗渠內水位가 變動되었을 때 始作되고 이때의 安全時間은 12時間程度 이었다.

3. 實驗結果

本 實驗에서 測定한 모든 處理의 流量 및 피에조미터水頭는 별도의 未發表資料集에 整理되어 있다. 피에조미터水頭는 Manometer Board의 읽음치에서 暗渠上端部水頭를 뺀 값이다.

가. 暗渠別 排出流量比較

8個 處理의 各種暗渠로 부터의 排出流量은 Table.3. 과 같다.

Table-3.에서 給水位(Constant Head)는 基準線(暗

Table-3.

Discharge from Various Drains

Unit: ml/sec/m

Envelope Materials	Tile Head	Full			Half Full		
		Full	Partly Full	Mean	Full	Partly Full	Mean
Gravel	Cement Tile	137	145	141	64	70	67
	Short Cement Tile	777	777	777	493	493	493
	Corrugated Tube	2,047	*	2,047	897	*	897
P.V.C. Wool Mat	Cement Tile	213	213	213	117	123	120
	Short Cement Tile	587	513	550	313	313	313
	Corrugated Tube	1,447	1,947	1,967	633	633	633
None	Rice Bran	773	*	773	447	447	447
	Gravel	297	297	297	200	200	200

Remarks; * Same as flowing full.

渠의 上端部 表面을 지나는 水平線)으로 부터 Full의 경우 54±1cm, Half Full의 경우는 30±1cm이다.

暗渠水位(Tile Head)가 Full인 경우는 暗渠內의 흐름이 充滿되도록 調節한 狀態이고 Partly Full은 節調을 하지 않은 狀態이다.

Table 3.에서 *標識이 있는것은 排水水가 恒時充滿되어 흐름으로써 Partly Full이 不可能한 狀態로서 Full과 같은 경우를 뜻한다.

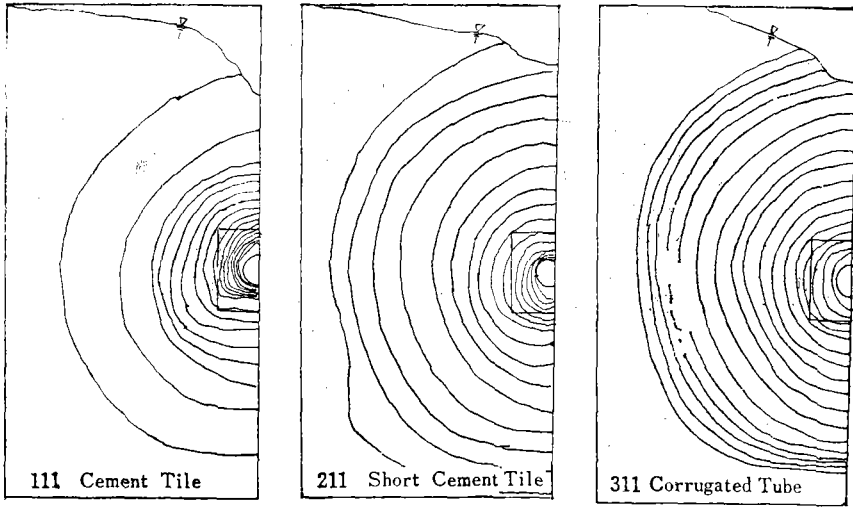
給水位가 Full인 狀態와 Half Full인 경우 各各의 排出量間에는 많은 差異가 난다.

即 8個暗渠 共히 給水位 Full인 狀態에서 排出流量이 많다. 이點에 對하여서는 다음節에서 자세히 論議키로 한다.

暗渠內給水位가 Full인 狀態때와 Partly Full인 때의 排出流量을 보면 모든 暗渠 共히 큰 差異가 나지 않는다. 이는 Govern(49)의 報告와 一致하는 結果로서 暗渠의 地下水流入機能을 左右하는 여러 因子中 暗渠內水位는 2次의인 要素임을 짐작케 한다.

暗渠의 種類別 排出流量을 보면 자갈 被覆의 경우 水位에 關係없이 시멘트管<短시멘트管<주름管의 順으로 排出流量이 增加하여 주름管으로 부터의 排出流量이 가장 많다. 또한 매트被覆의 경우도 시멘트管<短시멘트管<주름管順으로 排出流量이 增하므로써 자갈被覆의 경우와 같은 結果를 보여주고 있다. 자갈被覆의 경우와 같은 結果를 보여주고 있다.

被覆材가 없는 簡易暗渠의 경우는 왕겨>자갈로서



왕겨暗渠로 부터의 排出流量이 자갈暗渠의 그것보다 크다.

簡易暗渠와 管暗渠間의 排流出量比較에는 問題點이 있다. 그것은 왕겨나 자갈의 埋設方法과 暗渠管의 埋設方法이 標準化 되어 있지 않기 때문에 排流出量을 어떤 共通의 比較基準下에서 比較할 수 없기 때문이다. 그러나 暗渠固有의 地下水排出機能은 比較할 수 있다고 보아 이點은 考察에서 論議키로 한다.

나. 等水頭分布(Equipotential Distribution)

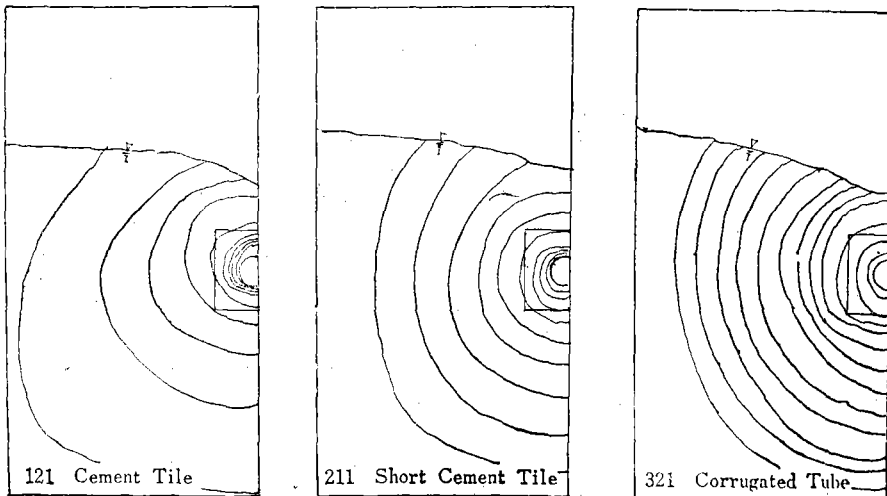
各 暗渠의 Gap부근에서 測定한 피에조미터 水頭에 의

하여 等水頭線을 그린 것이 Fig. 8. 이다. 各 暗渠別로 各己 特徵的인 分布形狀을 보여주고 있는데, 이에 대한 자세한 分析은 考察에서 論議키로 한다. 그림에 나타난 等水頭分布圖는 給水位가 Full 및 Half Full, 暗渠內水位는 Full인 경우에 대한 것들이다.

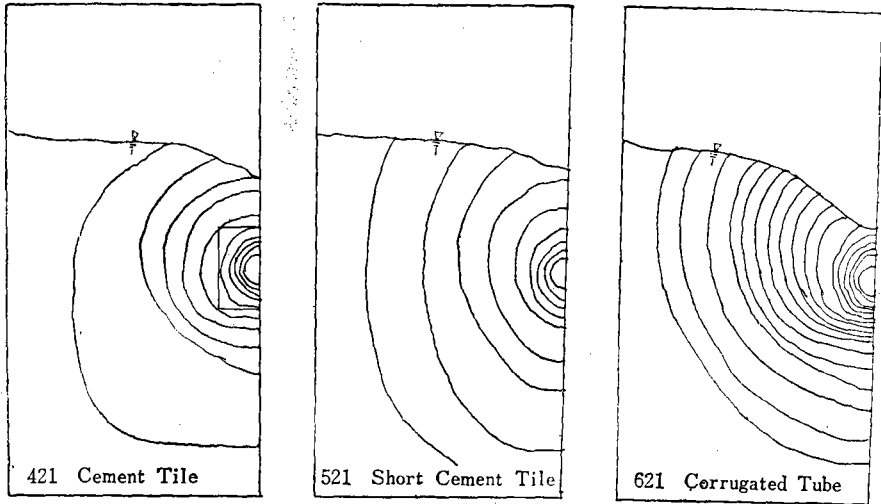
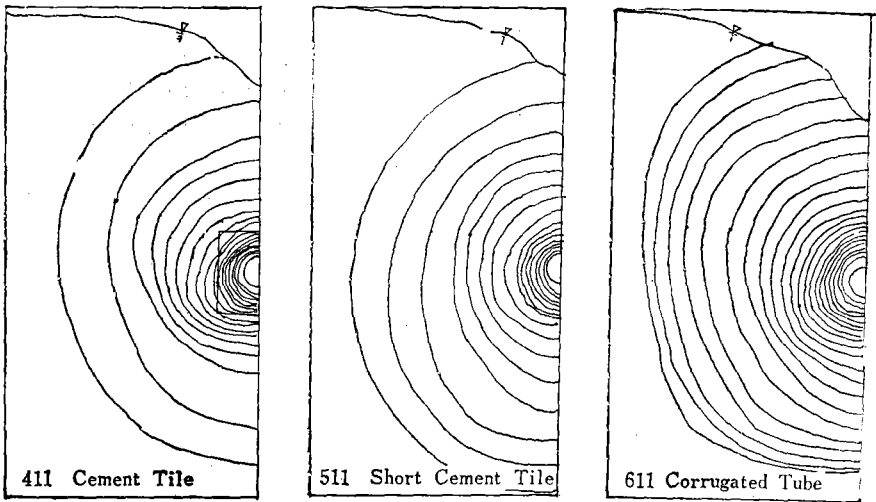
4. 分析 및 考察

가. 排出流量과 流入損失水頭差와의 關係

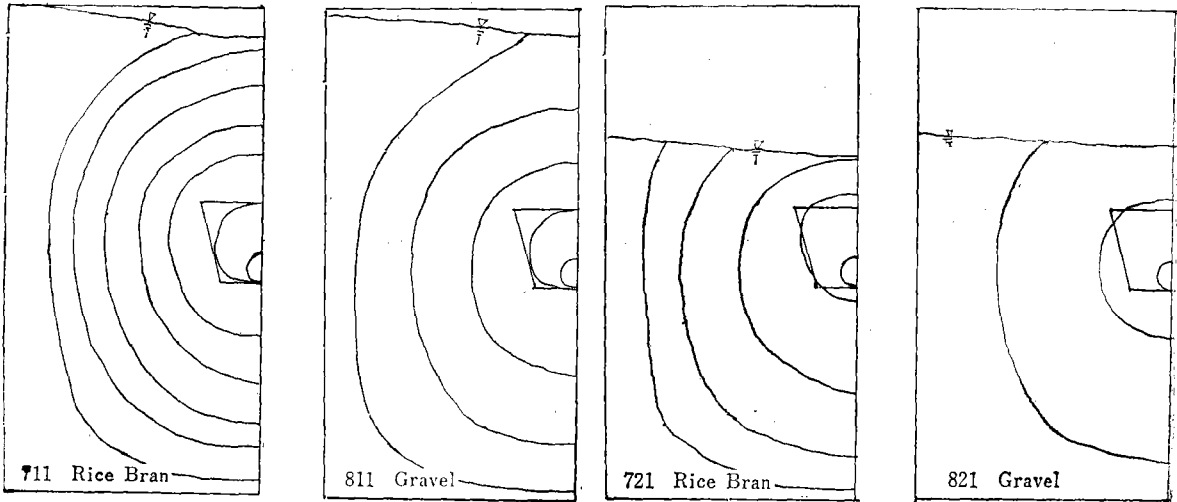
이미 前節에서 言及한바와 같이 給水位가 Full인 경우와 Half Full인 경우 各各의 排出量間에는 많은 差異가 난다.



A. Gravel Envelope



B. P.V.C. Wool Mat Envelope



No Envelope

Fig. 8. Equipotential Distribution for Various Drains

이것은 地下水흐름에 있어 損失水頭와 排出量間에 어떤 法則이 存在한다는 것을 보여 주는 것으로서 Darcy 法則이 具體인 좋은 例이다. 排水問題와 關聯하여서는 다음과 같은 Sovern⁽⁴⁹⁾의 式이 있다. 即

$$\Delta h = Bq^n \dots\dots\dots(2)$$

但 Δh : 被覆材바로 옆에 設置한 피에조 미터 水頭와 暗渠內水位와의 差(cm)

B, n : 常數

q : 單位流量(ml/sec/m)

한편 Panu and Stammers⁽⁴⁰⁾는 Ernst (1962)의 式

$$q = \frac{h}{Rc + S.U_R} \dots\dots\dots(3)$$

但 q : (2)式과 같음.

h : 給水位와 暗渠內 水位의 差

Table-4. Coefficients for Discharge-Driving Head Relation

Envelope Material	Tiles	Coefficients	n	B	Remarks
Gravel	Cement Tile		1.07	214.78×10^{-8}	$\bar{n}=1,225$
	Short Cement Tile		1.55	$1.26 \times "$	
	Corrugated Tube		1.22	$3.39 \times "$	
P.V.C. Wool Mat	Cement Tile		1.30	$32.36 \times "$	
	Short Cement Tile		1.15	$26.30 \times "$	
	Corrugated Tube		1.06	$10.47 \times "$	
None	Rice Bran		1.27	$9.12 "$	
	Gravel		1.76	$2.09 "$	

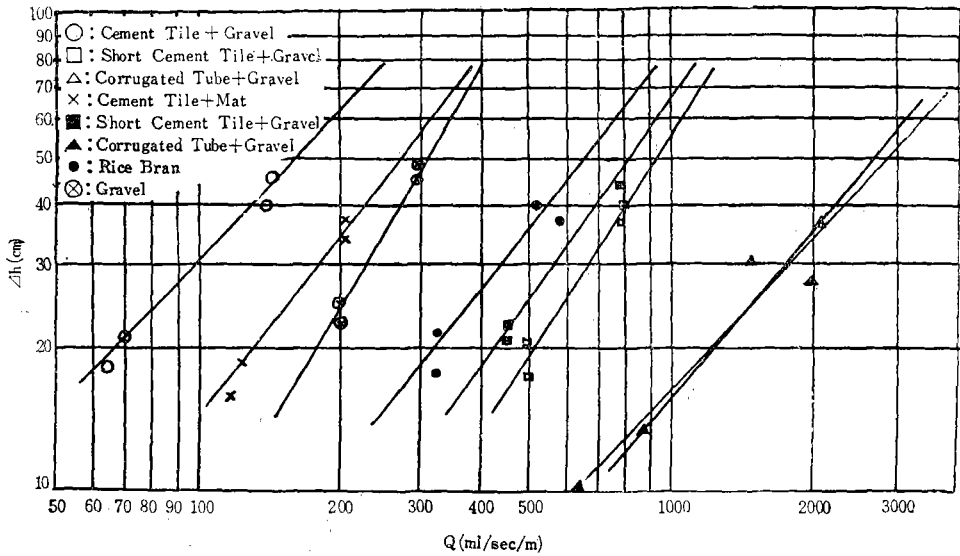


Fig. 9. Discharge Driving Head Relations for Various Drains

R_C : 暗渠流入孔 附近 3次元域에서의 流入抵抗 (sec/m)

U_R : 平行한 두暗渠間의 2次元域에서의 流入抵抗 (sec/m)

S : 平行으로 設置된 暗渠間의 間隔(m)

을 利用하여 主渠管의 排水域(Drain boundary)의 效果를 分析한바 있다. 本 研究에서도 式(2) 및 (3)을 利用하여 排出流量과 流入水頭間의 關係를 于先究明해 보기로 한다.

먼저 (2)式에 代한것을 보면 兩邊에 log를 取하여

$$\log \Delta h = \log B + n \log q \dots\dots\dots(4)$$

로 되어 Δh 와 q 를 兩對數紙에 plot 하면 直線이 될 수 있다.

Fig. 9.는 그 結果이다. 但 Δh 는 本研究의 경우 ①번 및 ⑬번 피에조미터 水頭의 平均値에서 暗渠內水位를 뺀 값을 使用하였다.

Fig. 9.에 나타난 各直線式의 係數들을 求하여 整理한 것이 Table-4.이다.

Table-4.를 보면 n 의 値는 滿足할만 하게 一定한 값을 보여주시는 樣으나 暗渠의 경우 $\bar{n}=1.255$ 로서 $SD=0.18$ 로 比較的 平均値에 가까운 값들을 보여 주고 있다. B 의 값은 $1.26 \times 10^{-3} \sim 214.78 \times 10^{-3}$ 사이에서 變한다. B 의 값이 物理的으로 어떤 意味를 가지며 排出流量에 미치는 여러 影響因子들과는 어떤 關係가 있는지에 대해서는 次元解析(Dimensional Analysis)에 의하여 究明할 수 있다.

管暗渠에 자갈 被覆을 한 暗渠의 경우 排出流量에 關係되는 各種變量들을 整理해보면 Table. 5.와 같다.

Table-5. Significant Variables for Dimensional Analysis of Flow through Drain Envelopes

Specification	Variables Discription	Dimension
Flow	q ; Discharge per Unit Length of Drain	L^2/T
Fluid	K ; Envelope Conductivity	L/T
Geometry	D ; Outside Diameter of Drain	L
	L_t ; Distance between Gaps	L
	t ; Envelope Thickness	L
	d ; Depth in Tile	L
	Δh ; Driving Head	L
	w ; Gap Width	L

以上の 變量들은 다음과 같은 無次元項들의 函數關係로 나타낼 수 있다.

$$\frac{KD}{q} = f_1 \left(\frac{\Delta h}{D}, \frac{t}{D}, \frac{w}{D}, \frac{d}{D}, \frac{L_t}{D} \right) \dots(5)$$

式 (5)에서 w, t ,는 全實驗에 걸쳐 一定하고 d 는 2次的인 影響을 미치는 項으로 생각되기 때문에 式 (5)는 다시

$$\frac{KD}{q} = f_2 \left(\frac{\Delta h}{D}, \frac{L_t}{D} \right) \dots\dots\dots(6)$$

으로 變形할 수 있다.

式 (6)에서 $\frac{L_t}{D}$ 別로 $\frac{KD}{q}$ 와 $\frac{\Delta h}{D}$ 의 關係를 兩對

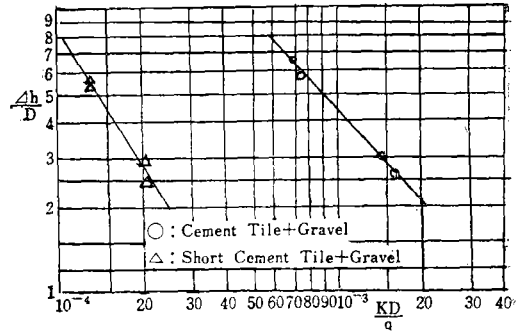


Fig. 10. Relation between $\frac{KD}{q}$ and $\frac{\Delta h}{D}$

數紙에 plot 한 것이 Fig. 10이다.

Fig. 10.에서 $\frac{KD}{q}$ 와 $\frac{\Delta h}{D}$ 間에는 直線關係가 成立됨을 볼 수 있으며 따라서

$$\frac{KD}{q} = C \left(\frac{\Delta h}{D} \right)^m \dots\dots\dots(7)$$

의 式으로 나타낼 수 있다.

Table-6.은 式(7)의 係數 c, m 을 計算, 整理한 것이다.

Table-6. Coefficient of Equation (7)

Envelope material	Coefficient		Remarks	
	Tiles	m		C
Gravel	Cement Tile	-0.932	3.913×10^{-3}	$\frac{L_t}{D} = 7.14$
	Short Cement Tile	-0.658	3.999×10^{-4}	$\frac{L_t}{D} = 3.57$

q 와 Δh 의 關係를 明白히 하기 위하여 式(7)을 式(2)와 같은 型으로 變形시키면 式(7)에서

$$\frac{\Delta h}{D} = \left(\frac{KD}{qc} \right)^{\frac{1}{m}} \dots\dots\dots(8)$$

이것을 다시 變形하면

$$\Delta h = D \left(\frac{KD}{C} \right)^{\frac{1}{m}} \cdot q^{-\frac{1}{m}} \dots\dots\dots(9)$$

(2), (9)式에서

$$B = D \left(\frac{KD}{C} \right)^{\frac{1}{m}} \dots\dots\dots(10)$$

$$n = -\frac{1}{m} \dots\dots\dots(11)$$

임을 알 수 있다.

B, n 値 및 $D \left(\frac{KD}{C} \right)^{\frac{1}{m}}$, $\frac{1}{m}$ 値를 整理하여 比較한 것이 Table. 7이다.

Table-7.에서 보는 바와 같이

Table-7. Comparison of Coefficient B and n with

$$D\left(\frac{KD}{C}\right)^{\frac{1}{m}} \text{ and } -\frac{1}{m}$$

Lt/D	n	$-\frac{1}{m}$	B	$D\left(\frac{KD}{C}\right)^{\frac{1}{m}}$
7.14	1.07	1.07	214.78×10^{-3}	214.69×10^{-3}
3.57	1.55	1.52	1.26×10^{-3}	183.20×10^{-3}

$$n \approx -\frac{1}{m}, B \approx D\left(\frac{KD}{C}\right)^{\frac{1}{m}}$$

임을 確認할 수 있어 管暗渠에 자갈을 被覆한 경우 dh 와 q 間에는 對數函數의 關係가 있고 係數 B는 被覆材의 透水係數, 管徑, 係數 C의 函數임을 알 수 있다. 그러나 이러한 關係는 더 많은 實驗을 거쳐야 確定的인 結論을 내릴수 있겠다. 따라서 係數 C나 B等の 大小에 의하여 暗渠의 排水性能을 判疇하는 基準으로는 使用할 수 없다고 보겠다.

한편 式(3)을 보면 h 와 q 間에 간단한 一次直線의 關係가 있음을 말하여 주는바 本 研究의 實測資料와 比

Table-8. Values of Rc for Various Drains

Envelope Materials	Tiles	Constant Head		Full			Half Full		
		Tile Head		Full	Partly Full	Mean	Full	Partly Full	Mean
Gravel	Cement Tile	0.290	0.310	0.300	0.280	0.300	0.290		
	Short Cement Tile	0.048	0.050	0.049	0.035	0.041	0.038		
	Corrugated Tube	0.018	*	0.018	0.015	*	0.015		
P.V.C. Wool Mat	Cement Tile	0.160	0.170	0.170	0.140	0.150	0.150		
	Short Cement Tile	0.062	0.078	0.070	0.057	0.069	0.063		
	Corrugated Tube	0.021	0.014	0.018	0.014	0.016	0.015		
None	Rice Bran	0.056	*	0.056	0.046	0.049	0.048		
	Gravel	0.150	0.160	0.160	0.110	0.120	0.120		

較分析해 보기로 한다.

式(3)을 變形하면

$$R_C + SU_R = \frac{h}{t} \dots\dots\dots(12)$$

本 實驗의 경우 暗渠는 單列로 設置되었기 때문에 S의 算定이 不可能하다. 또한 h 도 損失水頭가 갑작스럽게 증가하기 시작하는 領域의 境界부근 피에조 미터 水頭와 暗渠內 水位間의 差로 본다면 式(12)는 流入孔 부근의 흐름狀態를 나타내주는 式으로 되어 SU_R 은 包含

되지 않게된다. 따라서 이 경우 式(12)는

$$R_C = \frac{h_b}{q} \dots\dots\dots(13)$$

여기서 R_C 는 排水域(Drain Boundary)의 性質에 따른 抵抗值이며 이것은 一種의 收縮抵抗으로서 3次元 曲面의 흐름이 管流入孔으로 流入함에 따른 抵抗值이다. 따라서 R_C 值는 暗渠管 固有的 流入抵抗值라고 볼 수 있고 이것이 크면 暗渠의 排水性能이 좋지 못하다고 말할 수 있으며 R_C 值가 작으면 暗渠管의 排水性能

Table-9. Values of $\frac{h}{H}$ for Various Drains

Envelope Materials	Tiles	Consant Head		Full			Half Full		
		Tile Head		Full	Partly Full	Mean	Full	Partly Full	Mean
Gravel	Cement Tile	0.73	0.79	0.76	0.66	0.69	0.68		
	Short Cement Tile	0.70	0.69	0.70	0.59	0.64	0.62		
	Corrugated Tube	0.70	*	0.70	0.51	*	0.51		
P.V.C. Wool Mat	Cement Tile	0.61	0.63	0.62	0.54	0.57	0.56		
	Short Cement Tile	0.68	0.70	0.69	0.61	0.67	0.64		
	Corrugated Tube	0.57	0.52	0.55	0.30	0.31	0.31		
None	Rice Bran	0.80	*	0.80	0.70	0.68	0.69		
	Gravel	0.84	0.83	0.84	0.76	0.75	0.76		

Table-10. Comparison of Drainage Performance of Various Drains

Envelope Materials	Specification Tiles	Discharge * q (ml/sec/m)	Rc (sec/m)	$\frac{h}{H}$ Ratio	Performance Evaluation
Gravel	Cement Tile	104	0.300	0.72	Bad
	Short Cement Tile	636	0.044	0.66	Good
	Corrugated Tube	1,472	0.017	0.61	Excellent
P.V.C. Wool Mat	Cement Tile	177	0.160	0.59	Bad
	Short Cement Tile	432	0.067	0.67	Good
	Corrugated Tube	1,165	0.017	0.31	Excellent
None	Rice Bran	610	0.052	0.75	Good
	Gravel	249	0.140	0.80	Bad

* Average Value.

은 優秀하다고 判斷할 수 있게된다.

나. 各種 暗渠의 排水性能 檢討

各種 暗渠의 排水性能을 判斷하는 基準으로서는 同一한 水理學的 條件下에서 各種暗渠로 부터의 排出流量을 測定하여 그 大小를 比較하므로써 可能하다.

이 境遇 比較코져하는 暗渠의 施工方法이나 規格이 同一하여야 한다.

다른 方法으로서는 前項에서 論한바 있는 式(13)을 直接利用하는 方法이다.

또 하나의 判斷基準으로서는 流入損失水頭의 總損失水頭に 대한 比 $\frac{h}{H}$ 를 들 수 있다.

本 研究의 排出流量에 대해서는 이미 各種 暗渠別로 比較해보았다.

Table. 8. 은 各種暗渠에 대한 R_c 值의 計算結果이다. R_c 의 計算에 있어 h 는 Δh 의 값을 그대로 使用하였다.

Table. 8. 에서 各種暗渠의 流入抵抗을 比較하여 보면 全般的으로 給水位가 Full인 境遇가 Halt Full인 境遇보다 약간 크다. 暗渠內 水位別로는 Partly Full인 경우의 流入抵抗이 약간 큰 結果를 보여주고 있다. 이러한 事實은 暗渠固有의 排水性能과는 無關한것으로 이에 대한 論議는 생략키로 한다.

자갈被覆의 경우 流入抵抗値는 시멘트관이 平均 0.30 短시멘트관이 0.044, 그리고 주름관이 0.017로서 주름관의 流入抵抗이 가장 작음을 알 수 있고 따라서 주름관의 排水性能이 優秀하다고 말할 수 있겠다.

매트被覆의 경우도 시멘트관의 流入抵抗이 平均 0.16 短시멘트관이 0.067, 그리고 주름관이 0.017로서 역시 주름관의 流入抵抗이 가장 낮다.

結局 被覆材料의 種類에 關係없이 流入抵抗이 가장 작은 暗渠는 주름관, 그리고 가장 流入抵抗이 큰 暗渠

는 시멘트관임을 알 수 있다.

流入抵抗에 대한 被覆材料別 效果를 보면 시멘트관의 경우 자갈被覆의 流入抵抗이 매트被覆보다 크고 短시멘트관은 反對이다. 그리고 주름관은 자갈被覆의 流入抵抗과 매트被覆의 流入抵抗이 같다.

이러한 結果를 보면 두 被覆材이 優劣이 뚜렷치 못하다.

왕겨暗渠의 流入抵抗이 平均 0.052, 자갈暗渠의 流入抵抗은 0.14로서 왕겨暗渠의 流入抵抗이 훨씬 작다. 그리고 그 값은 短시멘트관의 流入抵抗値와 비슷하고 시멘트관보다는 작지만 주름관보다는 크다. 따라서 왕겨의 排水性能이 優秀하기는 하나 왕겨의 埋設期間이 本 研究의 경우는 매우 짧기 때문에 時間의 經過와 더불어 일어날것으로 예상되는 왕겨의 부식, 이에따른 透水度의 變化와 流入抵抗의 增大等에 대한 論議가 不可能하다.

Table-9. 는 各種暗渠에 대한 $\frac{h}{H}$ 比의 計算結果이다.

자갈被覆의 경우 $\frac{h}{H}$ 比는 주름관<短시멘트관<시멘트관의 順으로 크고 매트被覆의 경우도 역시 같은 結果를 보여준다. $\frac{h}{H}$ 比가 작을수록 暗渠管의 排水性能이 優秀하므로 주름관의 排水性能이 가장 優秀하다고 볼 수 있다.

被覆材別 各暗渠의 $\frac{h}{H}$ 比를 比較하여보면 시멘트관에서 자갈被覆>매트被覆, 短시멘트관의 경우는 자갈被覆≈매트被覆, 그리고 주름관의 경우는 자갈被覆>매트被覆이다. 이것으로 보아 被覆材間에는 뚜렷한 差異가 보이지 않는다.

왕겨暗渠의 $\frac{h}{H}$ 比는 0.69~0.80 자갈暗渠는 0.76~0.84로서 왕겨暗渠의 排水性能이 優秀함을 말해 주고

있다.

以上 여러가지 基準으로 暗渠別排水性能을 比較하였는데 이를 함께 綜合한 것이 Table-10. 이다.

5. 結論 및 摘要

各種 暗渠의 排水性能을 比較하기 위하여 8種의 暗渠를 選定하여 同一한 水理學的 條件下에서 各暗渠의 排水性能과 性能을 室內實驗을 통하여 比較檢討하였다. 얻어진 結論을 要約하면 다음과 같다.

1. 管暗渠의 경우 同一한 水理學的 條件下에서 排水流量이 가장 많은 暗渠는 被覆材의 種類에 關係없이 주름관이였다. 다음으로 많은것이 短시멘트관이고 普通시멘트관이 가장 작았다.

왕겨暗渠의 排出流量은 자갈暗渠의 排出流量보다 많았다.

2. 排出流量과 損失水頭間에는 式(2) 및 式(3)의 關係가 成立한다고 알려져 있으며 本 研究에서 式(2)의 値는 一定值를 보여주지 못하였고 B의 物理的 性質 그리고 暗渠의 排水性能 判斷基準으로 使用할 수 있는지 與否를 追求하기 위하여 次元解析法을 使用하였으나

足할 만한 結論을 얻 지 못하였다. 그러나 式(3)의 R_c 는 排水性能 判斷의 좋은 指標가 될 수 있다.

3. 暗渠別 流入抵抗(R_c)值의 比較에 의한 暗渠의 排水性能을 比較한 結果 被覆材의 種類에 關係없이 주름관이 가장 優秀하고 다음이 短시멘트관, 시멘트管順이다.

왕겨暗渠는 자갈暗渠의 流入抵抗보다 작은 流入抵抗 値를 보여 排水性能이 자갈보다 優秀하고 短시멘트管의 排水性能과 비슷하다.

4. $\frac{h}{H}$ 比에 의하여 暗渠의 排水性能을 比較한 結果 管暗渠의 경우 被覆의 種類에 關係없이 주름관이 가장 優秀하고 다음은 短시멘트관, 시멘트管 順이다.

여기에서도 왕겨暗渠는 자갈暗渠보다 排水性能이 優秀하다.

5. 被覆材別로 排水性能에 미치는 效果는 各己 약간 씩 差異가 나지만 各暗渠別로 그 效果가 多樣하여 어떤 結論을 내리기 힘들고 繼續研究되어야 하겠다.

6. 以上の 結論들을 綜合하면 本 研究에 使用한 8種의 暗渠中 자갈 및 매트로 被覆한 주름관의 排水性能이 가장 優秀하다고 하겠다.

新 刊 紹 介

汎用耕地化のための 技術指針

農業土木學會 汎用耕地化를 爲한 技術技針編集委員會 發行

食糧自給率은 점차 低下되어 가고 있는 反面에 米穀은 自給을 達成하고 있는 食糧問題가 이웃인 日本實情과 類似하다.

米穀需給의 均衡化와 食糧自給率의 向上을 爲하여 自給率이 낮은 田作物 增産을 圖謀하고 또한 土地資源의 高度利用面으로 불대 밭을 田으로 轉換하며 彈力性있는 農地基盤造成이 이루어 저야 하겠다.

이러한 면에서 볼 때 本書는 農家 指導層 또는 實際計劃設計技術者들의 技術指針書로 널리 活用될 것으로 본다.

主要內容

- | | |
|--------------------------|--------------------|
| 1. 基本方針 | 6. 汎用耕地化와 土壤構造 |
| 2. 地表排水 | 7. 還元畚의 用水量 |
| 3. 轉換田의 地下水位와 水分環境 | 8. 轉換田의 田地用水量 |
| 4. 隣接畚의 浸入水가 轉換畚에 미치는 影響 | 9. 轉換期의 灌溉方法 |
| 5. 汎用耕地의 地下水 | 10. 汎用化을 爲한 耕地組織計劃 |