

シートパイプ暗渠における排水のメカニズムと除塩効果

Drainage Mechanism of Sheet Pipe Underdrainage and Desalination Effect

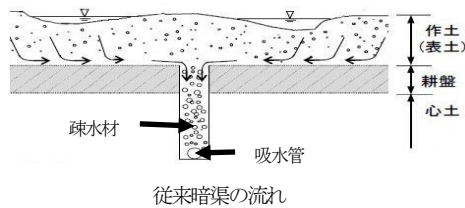
○福田哲郎, 凌 祥之
○FUKUDA Tetsuro, SHINOGI Yoshiyuki

1. はじめに

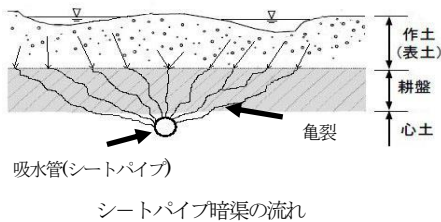
シートパイプ暗渠工法は開発されて 40 年以上経過するが、農水省に優れた工法として認められ平成 13 年度に新技術工法として紹介されるまでは土地改良事業に採用されることがなかった。それで、従来暗渠の違いやシートパイプ暗渠の排水のメカニズムに関してあまり認識されていない。本研究では模型実験を行い、そのメカニズムの検証とすぐれた排水性を明らかにした。

2. シートパイプ暗渠の排水の原理

従来の暗渠工法では下図のように疏水材で流路を形成し、吸水管に導く。



一方、シートパイプ暗渠では下図のように疏水材を使用せず、耕盤層に亀裂を発達させ、亀裂を通して吸水管に水を集める方式である。



基本的には弾丸暗渠の排水メカニズムと同じである。一般の弾丸暗渠との違いは弾丸孔が 100mm~150mm と若干大きいこと、弾丸孔の中にシートパイプ（給水管）が引込まれており、弾丸孔が潰れないこと、吸水管の始端側に立上り管を有し通気が行われること、本暗渠であり、直接排水路に排水されることなどである。

3. 模型実験による排水機能の検証

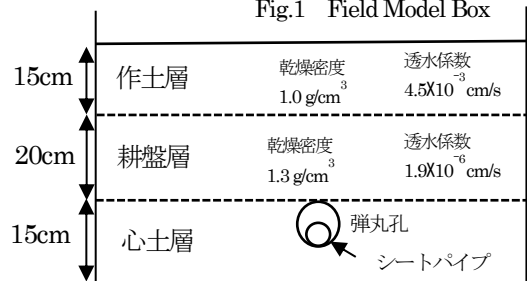
(1) 実験の準備

図 1 に示すような縦 50cm, 横 50cm, 高さ 70cm

のボックスを制作し、この中に下図のように土を詰め、心土層には $\phi 100\text{mm}$ の弾丸孔を貫通させ、中にシートパイプを設置した。土は水田土壌である。



図 1 水田模型ボックス
Fig.1 Field Model Box



シートパイプの一端はキャップ付排水口とし、反対側は立上り管を立て、通気口とした。

亀裂促進のため、1 か月ほど通気を行った。

(2) 亀裂の占有割合の推定

排水キャップを閉め、通気口から水を給水し、給水量、立上り管内水位の経時変化を測定した。水位の経時変化を図 2 に示す。

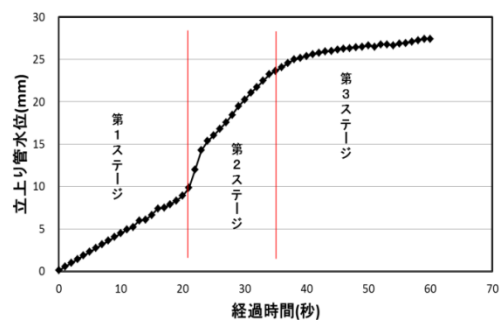


図 2 立上り管内水位の経時変化
Fig.2 Change of Water Level

図 2 によれば、水位は特徴的な変化をし、変曲点によって、3つのステージに分類できる。

第 1 ステージは弾丸孔の充水段階であり、第 2 ステージは亀裂内の水の上昇段階、第 3 ステージは作土層の浸潤段階である。

第2ステージの給水量から亀裂の容積を推定し、第2ステージの水位上昇高に相当する土の容積との比率から亀裂の割合を算定した。実験は2つの模型ボックスで行った。結果を次表に示す。

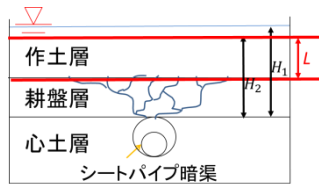
	亀裂の割合(%)
ボックス1	6.8
ボックス2	4.3

本結果によれば、1か月ほどの通気によって、粘土質の耕盤層に約5%前後の亀裂が発達していた。

(3)シートパイプ暗渠の排水性

シートパイプ暗渠模型で変水位透水試験を行った。算定には次式を用いた。

$$k = \frac{L}{\Delta t} \cdot \frac{H_1}{H_2}$$



ここで、 H_1 および H_2 は弾丸孔の上端までとし、耕盤層内には水は亀裂のみを迅速に移動するものとし浸透路長 L は作土層の厚さとした。

Δt は H_1 から H_2 の変化に要する時間である。初期湛水深を2~3cmとし、数回繰り返した。実験の結果、飽和透水係数の平均値

$$k = 4.7 \times 10^{-3} \text{ (cm/s)}$$

が得られた。これは作土層の土を採取して求めた透水係数にほぼ等しく、耕盤層内では水は亀裂のみを通過していることを示唆している。

したがって、シートパイプ暗渠では耕盤層内は亀裂を通過し、作土層の透水性に依存した排水が行われることが明らかとなった。

4. 除塩実験

地表面または作土層より上に塩が集積している場合を想定し、シートパイプ暗渠による除塩実験を行いその効果を検討した。

(1)実験方法

表面に塩化ナトリウムを散布し、排水キャップを開けた状態で給水を行い、一定の水位になったところで給水を停止、その後の湛水および排水のECの経時変化を測定した。排水がほとんどなくなったら、給水から実験を繰り返し、ECに変化がなくなった時点で終了とした。1回の所要時間は10分程度であった。給水量および排水量も測定した。

(2)結果

実験ごとのECの変化を次のグラフに示す。グラフのEC値は各実験の最終値をプロットして結んだものである。

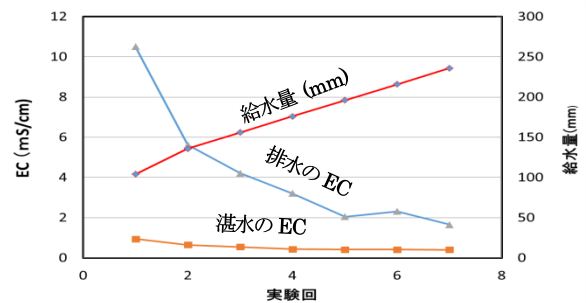


図3 湛水・排水のECの経時変化
Fig.3 Change of EC with time

図3によれば、湛水のEC値は小さい。実験初期に相当量の塩が排出されたことを示唆している。排水のEC値の変化をみると1回目、2回目と実験初期においてEC値が急激に変化し、次第に変化が緩やかになっている。

排出された塩化ナトリウムの量を次表に示す。

	散布量(g)	排出量(g)	排出率(%)
1回目	387	294	76
2回目	232	163	70

1時間程度の実験で約70%の塩が排出された。図4に実験後の土中のEC値の測定結果を示す。

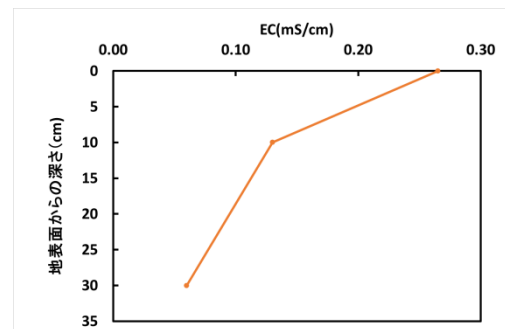


図4 土中のEC値
Fig.4 EC in the soil

図4によれば、耕盤層のEC値は極めて小さく、土中に塩が残留していないことがわかる。

このようにシートパイプ暗渠は除塩にも極めて有効な工法として機能する。

謝辞：本研究は平成25~27年度官民連携新技術研究開発事業の一環として実施したものである。記して謝意を表す。