

シートパイプ暗渠における排水量の経時変化について

九州大学大学院農学研究院 ○(正)福田哲郎 (正)凌 祥之
西日本圃場改良株式会社 (正)柳 一実 (非)柳 武実

1. はじめに

平成12年制定の土地改良事業計画設計基準 計画「暗きょ排水」で本暗渠として「吸水性を有する管のみを土壤中に埋設した排水施設」が追加され、吸水管を引き込んで埋設するシートパイプ暗渠が認められた。

しかし、当計画基準では計画、設計、施工の考え方は本暗渠として管と疎水材の両方を埋設する従来の施設についてのみ記述されている。当基準の制定以来、九州地域を中心としてシートパイプ暗渠の採用が増加したが、計画設計指針のないことがシートパイプ暗渠普及のネックとなっている。

そこで、本報告では計画のもっとも基本となる排水量に関して実験および理論的考察を行い、シートパイプ暗渠における排水量および排水計画の考え方をまとめた。

2. シートパイプ暗渠の排水量

2.1 計画設計基準における排水量

土地改良事業計画設計基準 計画「暗きょ排水」によれば、水田の計画暗きょ排水量は10~50 mm/dの範囲とし、地表残留水の排除は1~2日以内で排除可能でなくてはならない。

また、当基準の技術書において、ピーク暗きょ排水量は50 mm/d程度でよいとある。

2.2 シートパイプ暗渠の排水量調査

福岡県宗像市の試験圃場において排水量調査を行った。圃場は約33 m×80 mの区画で、シートパイプ暗渠が8本、排水口が3本施工されており、灌漑機能も追加されている。排水量調査は2回行った。

(1) 1回目

大豆作で地下水位-30 cmで通期灌漑し、灌漑終了時に地下水位-30 cmの状態から3か所の排水量を同時に測定した。3か所の合計排水量の経時変化の結果を図1に示す。

図1によれば、ピーク流量は4.6 L/s (=150 mm/d)であり、基準の3倍の値を示している。

また、流量は急激に減少し、30分経過後はほぼ直線的な減少に移行する。

30分までの排水は弾丸暗渠内(シートパイプ含む)および亀裂等のマクロポア内の排水であり、30分以降は土壌体からの排水である。このように2時間足らずでほとんどの残留水が排除される。

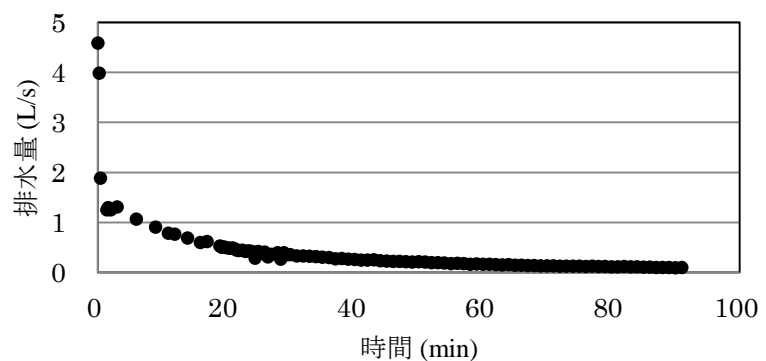


図1 排水量の経時変化

(2) 2回目

水稻栽培の中干し時に地表水が若干残った状態から排水口を1か所のみ開放して排水量を測定した。排水量の経時変化を図2に示す。

田面に湛水がある間は約 2L/s で推移し、地表面が現れた途端に急激に減少し、2~3 分後にはほぼ一定値に達している。一定値 0.5L/s はおよそ 2×10^{-5} cm/s であり、これは土壌体からの排水に相当していると思われる。

ピーク流量は 2.6 L/s (=85 mm/d) であり、基準より十分に大きな値を示している。

2.3 ピーク排水量の推定

シートパイプ暗渠では通常、亀裂等のマクロポアが暗渠より上部の土層に 1~2% 程度は存在する。シートパイプ暗渠は基本的には弾丸暗渠であるので、亀裂の発達の方方も弾丸暗渠と類似している。

マクロポア内の水の移動は極めて迅速であり、図 3 のように田面に湛水がある場合に排水を開始した直後は水深 H のタンクから水を放流したときと同じような流れとなる。したがって、排水開始時点の流量 Q を次式で推定した。

$$Q = \frac{A\sqrt{2gH}}{\sqrt{1.5 + f \frac{L}{D}}}$$

ここで、 A は管の断面積、 f は摩擦損失係数で $f = 12.7gn^2/D^{1/3}$ 、 L は集水渠から排水口までの長さ、 H は排水口から水面までの高さ、定数 1.5 は流入係数と流出係数の和である。

$n = 0.012$ 、 $D = 0.05$ m、 $L = 5$ m とし、 H を 1 回目 $H = 0.30$ m、2 回目 $H = 0.80$ m とした場合の結果、1 回目 $Q = 0.0056$ m³/s、2 回目 $Q = 0.0031$ m³/s となった。

推定結果は実測値よりも若干大きめの値となったが、排水開始直後は流量が急激に変化しており、流量測定には誤差が生じ易いことを考えると妥当な値と考える。

3. まとめと考察

- ・シートパイプ暗渠では、30a 当り 3 本の排水口を設置することを推奨しているが、この場合のピーク排水量は基準の 3 倍の 150 mm/d に達することが明らかとなった。
- ・排水口 1 本のみで排水試験をした場合もピーク排水量は基準より大きく、85 mm/d となり、1 本のみでもピーク流量の条件はクリアできることが明らかとなった。
- ・排水時間については基準を余裕でクリアしており、せいぜい 1~2 時間で余剰水が排除できることが明らかとなった。
- ・2 回目の実験で、排水開始後 9 分で急激に排水量が低下しているのは、水でマクロポアが塞がれていたものが、湛水がなくなり上から空気が入ったため、急激に排水が進んだと思われる。これは水の入ったポリタンクの空気栓を抜いたときと同じような現象である。
- ・排水量の観点からは排水口は 1 か所で十分対応できることが明らかとなったが、3 本設置が望ましい。それには 2 つの理由がある。1 つはシートパイプ暗渠ではこの排水時の激しい流勢で堆積土砂の洗浄を行っていること、もう 1 つは排水後に管内に通気を行うためである。1 本では通気が悪くなる。

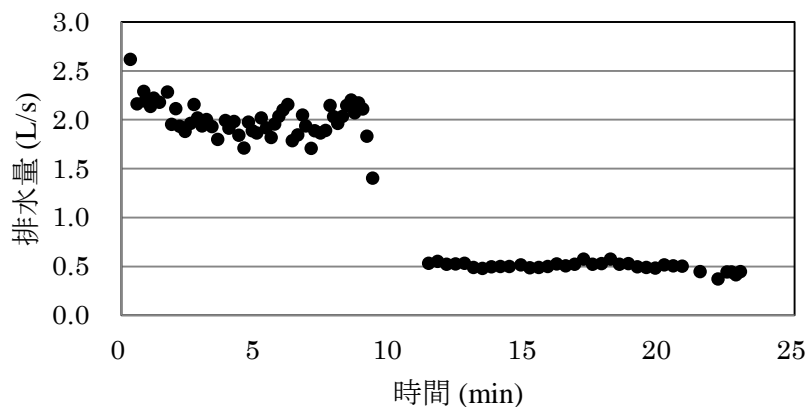


図 2 排水量の経時変化

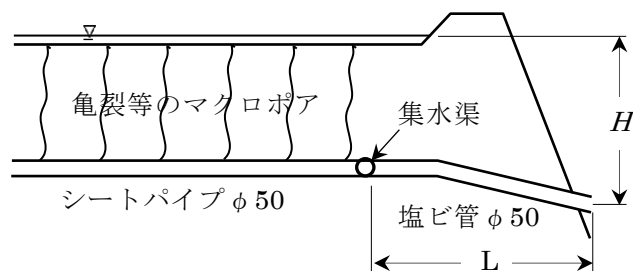


図 3 排水の概念図