

暗渠間隔公式に関する 2, 3 の考察

Steady and Non-Steady State Formulae of Subsurface Drain Spacing

村島 和男
MURASHIMA Kazuo

1. はじめに

2000 年に改訂された暗渠排水の計画基準には、計画基準値として計画暗渠排水量と計画地下水位（の低下速度）の 2 種類があって、しかもその相互の関係については触れられていない。いわばダブルスタンダードになっている。本報告では、計画暗渠排水量の意義について触れたあと、(1)計画暗渠排水量に基づく定常的な暗渠間隔の計算 ((1), (2)式) が非定常的な意味を有していること、(2)その計算結果が、地下水位の低下速度に基づく非定常な暗渠間隔 ((5)式) と等しくなること、及び(3)暗渠排水実験による検証、を試みる。

2. 計画基準値と暗渠間隔公式及びその比較

2.1 計画暗渠排水量の意義と定常暗渠間隔公式

計画暗渠排水量とこれに基づく暗渠間隔公式はそれぞれ(2)式, (1)式で表される（農林水産省構造改善局, 2000; 村島ら, 1990）。 $V=fH$ を仮定すると、(3)式になる。

$$S=2H\sqrt{\frac{k}{D}} \quad \dots\dots (1) \quad D=3\frac{V}{T} \quad \dots\dots (2) \quad S=2H\sqrt{\frac{k}{D}} = \sqrt{\frac{4k}{3f}HT} \quad \dots\dots (3)$$

ここで、 S : 暗渠間隔, H : 作土層の厚さ, k, f : 通水層（作土層）の透水係数と有効間隙率, T : 計画排水時間, V : 排除すべき過剰水量（地表残留水と土壌中の重力水）, D : 計画暗渠排水量（ V を T 時間で排除してしまうために必要な初期暗渠排水量。厳密に言うと、時間曲線にある近似式（Fig. 4 中に示した 2つの式）を当てはめた場合に、 T 時間で V の 76%を排除する（村島ら, 1990））である（Fig. 1, Fig. 2）。

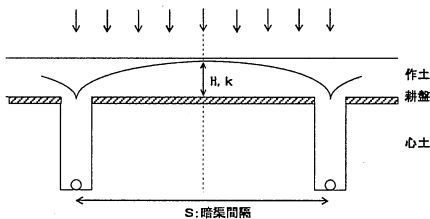


Fig. 1 定常暗渠間隔公式の説明図

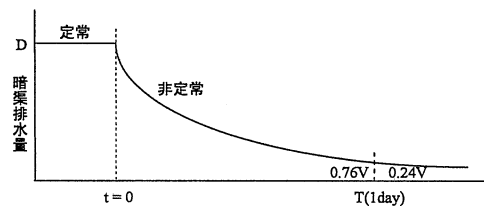


Fig. 2 計画暗渠排水量の説明図

2.2 非定常暗渠間隔公式

一方、地下水位の低下速度に関する暗渠理論は、Glover 式によって(4)式のように表せて、暗渠間隔 S について解くと(5)式となる（Dumm, 1954; van Schilfgarde, 1956）。

$$h_{s/2} = \frac{H}{\left(\frac{9Hk}{2S^2f}t+1\right)} \quad \dots\dots (4) \quad S = \sqrt{\frac{9kHt}{2f\left(\frac{H}{h_{s/2}}-1\right)}} \quad \dots\dots (5)$$

ここで、 $h_{s/2}$ ：2本の暗渠の中央部における地下水位（高さの基準は作土層底）、 H ：地下水位の初期値（田面に一致）、 t ：時間である（Fig. 3）。

2.3 定常・非定常公式の比較

T 時間後の地下水位の低下を $h_{s/2} = H$ から $h_{s/2} = (1-0.76)H$ までと考えると、(5)式は、

$$S = \sqrt{\frac{9kHt}{2f\left(\frac{H}{h_{s/2}} - 1\right)}} = \sqrt{\frac{9kHT}{2f \times 0.76/0.24}} = \sqrt{1.42 \frac{k}{f} HT} \quad \dots\dots (6)$$

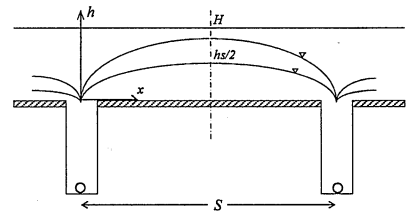


Fig. 3 Glover 式の説明図

と書き表され、暗渠排水量に基づく暗渠間隔式 ((1), (3)式) と地下水位の低下速度に基づく暗渠間隔 ((5), (6)式) から、同じ暗渠間隔 (両者の差は3%程度) を得ることがわかる。

3. 暗渠排水実験による検証

暗渠排水実験は大阪府大の附属実験圃場の一区画 (No. 5 区画, 8m×3m) で、散水下 (散水強度 60mm/h で1時間散水したときの暗渠排水量と地下水位の経時次変化を計測) で行った。地下水位の通減部は1つの理論曲線では表せなかった。これらの結果から暗渠間隔を逆算すると、計画暗渠排水量 (定常公式, Fig.4) からは14m, 地下水位の低下速度 (非定常公式, Fig.5) からは11~15mを得た。

以上のように、計画地下水位をもとに、地下水位低下速度と計画暗渠排水量の関係を理論的に関係づけて、暗渠間隔の決定も可能である。実際には観測データは様々なノイズを拾うので、関係式の通りにはいかない。これらは理論的な概念モデルと考えて、現実にはこの概念モデルを念頭において、実際の暗渠計画においては観測データをもとに暗渠間隔を決定するのがよいと考える。

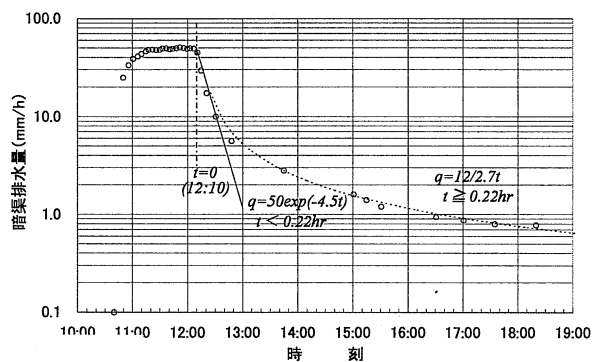


Fig. 4 暗渠排水量

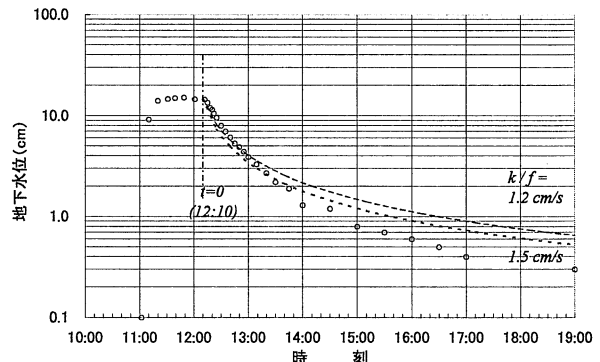


Fig.5 地下水位

謝辞

本研究を実施するにあたり、大阪府立大学荻野芳彦名誉教授には貴重な示唆をいただいた。記して厚くお礼申し上げます。

引用文献

Dumm, L.D. (1954) : *Agr. Eng.* **35**, 726-730.
 村島和男, 荻野芳彦(1990) : 農土論集, **149**, 45-51.
 農林水産省構造改善局(2000) : 土地改良事業計画設計基準計画「暗きよ排水」, pp.32-38.
 Van Shilfgaarde, J. et al. (1956) : *Iowa Agr. Exp. Sta. Bull.* **436**, 667-706.