

暗渠内の境界条件が排水処理効果に及ぼす影響について

Effects of water flow in underdrain pipe to the subsurface drainage

加藤 幸, 角野 三好

Koh Kato*, Miyoshi Kadono*

1. 研究目的

農地における排水不良は、作物生育のほか作業効率の面でも大きな問題となり、地下水の処理が不可欠となる。もっとも一般的な地下水処理工法として知られる暗渠排水工法に関しては、すでに多くの文献、研究例があり、その内容は確立された感がある。しかしながら、その大半が、地下水環境のある断面について二次元的にとらえたものであり、空間的な広がりを考慮に入れた三次元的な検討が不足している。また、数値解析による検討を行う場合、定常状態では暗渠管内に存在する自由水面の取り扱いがなされていない場合が大部分であり、排水効果を実際より過大にとらえてしまう可能性がある。

本研究では、三次元サンドモデル実験により、湧水が存在する圃場における暗渠内の境界条件（水位状況）と全体的な自由水面のつながりについて検討を加えた。

2. 実験装置と実験方法

実験装置（Fig.1）に均一に砂を充てんしたものを圃場モデルとした。湧水を定常的に発生させた後、埋設した暗渠よりの排水流量を測定した。排水流量が一定となった時点でモデル内が定常状態に達したものとみなし、水面接触センサーにより自由水面を測定した。暗渠管は塩ビで半円になっており、図のように上下と横に交互にスリットを設け、管内の水位が装置の透明アクリル部を通じて観測できるようにした。実験装置の模式を Fig.1 に、実験に関する諸元を Table 1 に示した。

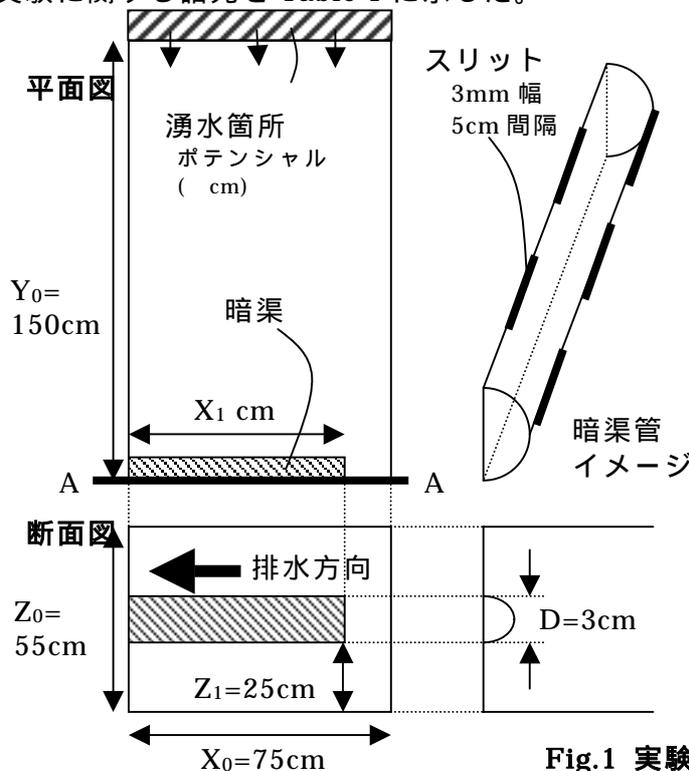


Table 1 実験に関する諸元

実験装置 寸法	$X_0=75\text{cm}$ $Y_0=150\text{cm}$ $Z_0=55\text{cm}$
暗渠管 条件	塩ビ管 径 $D=3\text{cm}$
暗渠埋設 条件	$X_d=X_1 / X_0$ $= 1.00, 0.67, 0.33$ $Z_d=Z_1 / Z_0= 25 / 55$
実験試料	川砂 (粒径 $d = 1.2\text{mm}$)
湧水ポテン シャル	$= \text{ / } Z_0$ $= 0.75, 1.00, 1.20$

Fig.1 実験装置模式図

* 弘前大学農学生命科学部

* Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University

3. 結果と考察

圃場内に湧水箇所が存在する場合、地下水の三次元特性は顕著なものとなる。このとき、圃場の土性を考慮せず、一律に暗渠に流入した水が瞬時に管末まで運ばれ排水されると考えるのは不合理であり、暗渠内の自由水面の存在を考慮する必要がある。

Fig.2 は $X_d=1.00$ での自由地下水面の三次元図である。数値解析によりこのような状況を検討する場合、暗渠部分の境界条件を定めるためには、暗渠近傍や内部での状況を把握する必要がある。そこで暗渠埋設断面 (A-A 断面) での自由水面と管内の水位 (アクリル部より観測) との関係を Fig.3 に示した。図のように水面形が管の中に存在し、この断面上では自由地下水面と管内水面の2つの水面が存在していることが分かる。このような状況は、管径、スリット(孔)の大きさ、土性、排水口条件などにより異なるものの、管内水位を考慮に入れた解析を行わなければ、暗渠の効果を過大に考える場合がある。特に、図中に示した湧水ポテンシャル $=1.20$ の場合では、管がほぼ満流した状況にあるのに対し、 $=0.75$ では自由水面が暗渠内水位と一致する部分が見られる。このさいも、暗渠内は一般にわれる大気圧は異なる状況になっている。

Fig.4 に示した $X_d=0.67$ の場合の A-A 断面では、暗渠埋設先端部で急激な自由水面の低下を生じ、埋設部でも暗渠から 10cm 程度上に自由水面が生じている。しかし、このときの暗渠内は必ずしも満流しているわけではなく、管内に自由水面が存在する。

このように、暗渠近傍や内部の境界条件は複雑に絡み合っており、数値解析などを行う場合に暗渠部の境界条件を一律な設定にすることは大きな問題があることが分かる。

参考文献 1)加藤・角野ら：三次元 FEM 解析における暗渠条件の影響 (農土大会要旨 H10), 2)加藤・角野ら 三次元数値解析における暗渠管内の境界条件の取り扱いについて (農土大会要旨 H11)

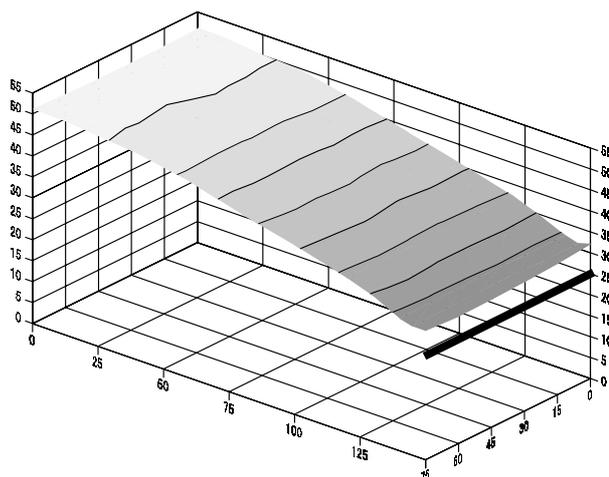


Fig.2 $X_d=1.00$ での三次元水面形

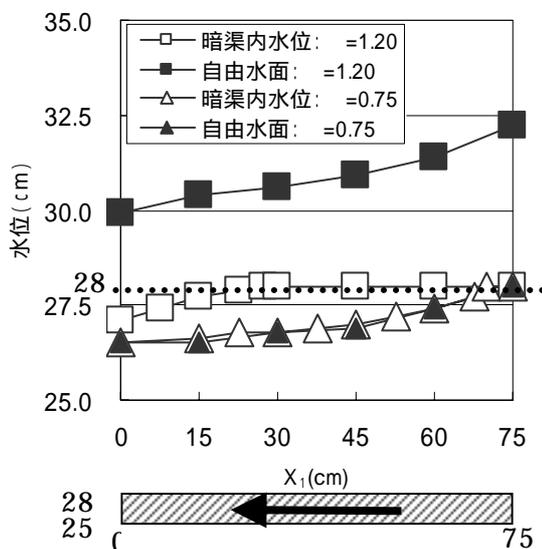


Fig.3 $X_d=1.00$ での A-A 断面水面形

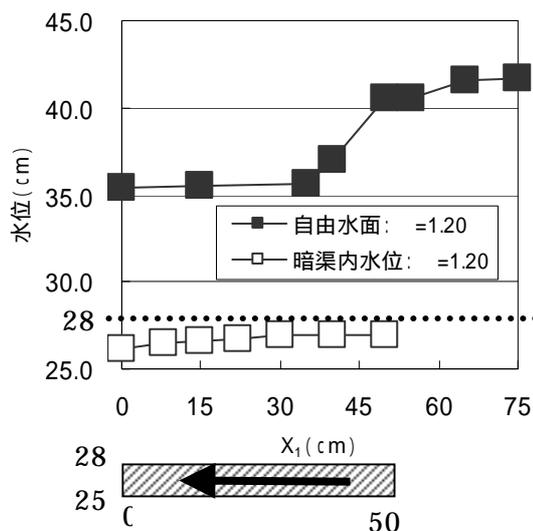


Fig.4 $X_d=0.67$ での A-A 断面水面