

水田暗渠の機能診断に向けた吸水管近傍の通水性の定量比較および 通水挙動の再現方法について

Quantitative comparison of water permeability near ceramic drainage pipes and the methods of reproducing the water conduction for functional diagnosis of paddy field underdrain

影井勇次¹⁾, 吉田修一郎¹⁾, 西田和弘¹⁾, 佐藤太郎²⁾

¹⁾ 東京大学大学院農学生命科学研究科

²⁾ 新潟県糸魚川地域振興局

要旨 (Abstract)

水田暗渠の吸水渠を模した実験槽を用いて通水実験を行い、吸水管の径や疎水材層の厚み・状態が吸水渠の通水性に及ぼす影響を、簡易流量モデル式により定量的に分析した。素焼き吸水管の継手部の通水性は、隙間への疎水材の詰まりにより、吸水渠全体の水頭損失の大きな部分を占めることが明らかとなった。これを踏まえ、疎水材の劣化や土壌の混入により通水性が著しく低下した場合の吸水渠の挙動を実験槽で再現する方法を検討した。

キーワード：浸透流、地下排水、暗渠疎水材

1. はじめに

暗渠の排水機能に影響を与える要因の一つとして、吉田ら (2021) は、もみ殻疎水材を用いた素焼き吸水管の外側と内側の圧力水頭差を測定し、吸水管への浸入に 50cm 以上の水頭損失が発生している個所があることを認め、この部分の通水性が暗渠の排水能力を律速する場合があることを確認している。しかし、暗渠吸水管近傍の流況の測定は困難であるため、吸水管近傍の通水性やその影響についての研究は限られている。

本研究では、この挙動を実験槽での通水実験により再現し定量的に分析する手法を開発することを目的とした。

2. 方法 (Fig.1)

水田暗渠の吸水渠を模した実験槽 (850 mm x 1820 mm x 170 mm) に暗渠吸水管 (長さ 45cm 素焼き管 x 4 本) を敷設し、その周囲および上部に疎水材としてもみ殻を充填した。ポンプにより上部から通水し実験槽

の内外水位差と流量を計測した。暗渠吸水管の内径 (65 mm、75 mm)、もみ殻層の厚み (0.00 m ~ 0.40 m)、もみ殻層の状態 (乾燥もみ殻、湿潤もみ殻) を実験条件として与えた。

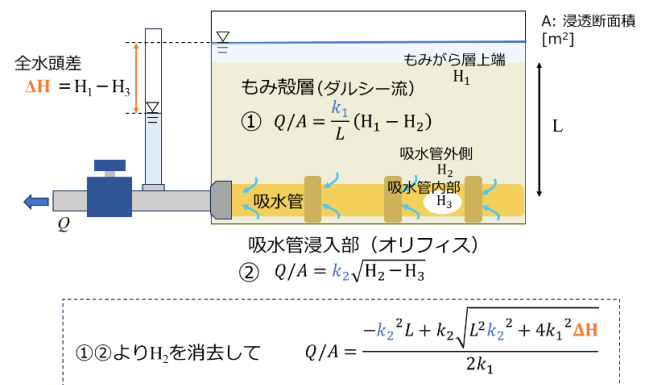


Fig.1 実験装置の概略と流量モデル式

実験槽の流れを、もみ殻層はダルシー流、暗渠吸水管継手ではオリフィスの流れと仮定して流量モデル式を定義した。吸水管継手部の通水係数 (k_2) は、その構造による通水性「継手構造係数 (β)」と継手部への疎水材や泥土のつまりの状況を表す「継手開放度 (b)」の積とし、もみ殻層の通水係数

(k_l) も含めて流量 RMSE を最小とする値を定めた。

3. 結果および考察

吸水管上部のもみ殻層の厚みは暗渠排水流量に明確な影響を与えなかったが、もみ殻層の有無は大きな違いをもたらした。すなわち、内径 65 mm と内径 75 mm の流量の大小は、もみ殻を充填しないときは内径 65 mm > 内径 75 mm であったが、充填したときは、内径 65 mm < 内径 75 mm、となり逆になった (Fig.2)。

継手浸入部の通水性については、内径 75mm においては継手開放度 b の値は総じて大きく、実験の繰り返しによる詰まりの増加は起こらず、継手浸入部にもみ殻が詰まりにくいと考えられる。他方、内径 65 mm においては継手開放度 b の値は総じて小さく、とくに湿潤もみ殻では実験継続により低下し、継手浸入部にもみ殻がつまりやすいと考えられる (Fig. 3)。吸水管継手部の通水性は、管の溝の断面積や構造のみによるものではなく、もみ殻のつまり等の影響を顕著に受けることが明らかになった。

また、吸水管継手浸入部の全水頭差 ΔH_2 の占める割合は流量の増加に従って増加し、吸水管継手浸入部での水頭損失 ΔH_2 が支配的になることが確認できた (Fig.4)。

4. おわりに

水田暗渠の吸水渠を模した実験槽を用いた通水実験により、吸水管継手の通水性はつまりの影響を強く受けること、吸水管継手部の水頭損失が支配的であることが明らかとなった。

排水機能が低下した現場の暗渠の疎水材は、劣化や土壌の混入により透水性、弾力性、撥水性が大幅に低下しており、これらを新品のもみ殻とベントナイトを混合して再現する方法を検討している。ベントナイ

トの混合により透水性を大幅に低下させることには成功しているが、継手にこのような疎水材をどのように詰まらせるのか、その再現が残された課題である。

謝辞：素焼き吸水管は、新潟県阿賀野市小田製陶所から提供を受けたものである

参考文献：吉田ら (2021) 土壌の物理性, 148, 3-15.

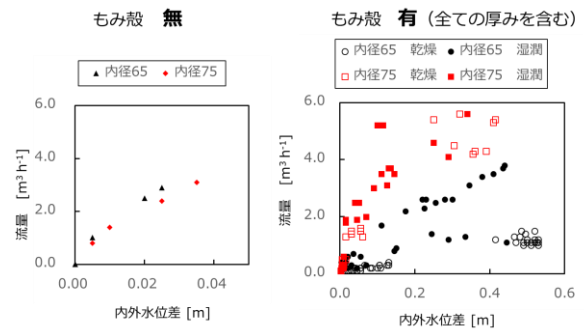


Fig.2 内外水位差 (ΔH) と流量の関係

(上：もみ殻層なし、下：もみ殻層 1~40 cm)

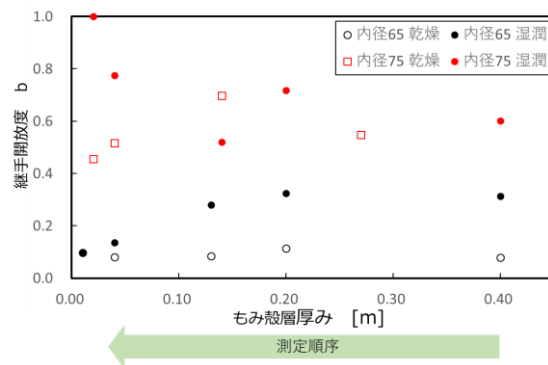


Fig.3 もみ殻層厚みと継手開放度の関係

ΔH_1 : もみ殻層 全水頭差、 ΔH_2 : 吸水管浸入部 全水頭差

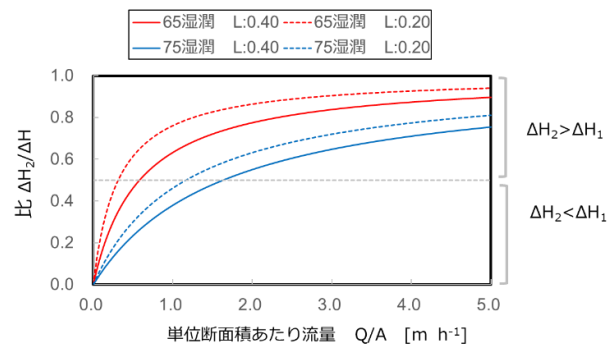


Fig.4 もみ殻層と吸水管浸入部の全水頭差比較