

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

Quantitative comparison of water permeability near ceramic drainage pipes 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⁾

KAGEI, Yuji¹⁾, YOSHIDA Shuichiro¹⁾, NISHIDA Kazuhiro¹⁾, SATO Taro²⁾

1. 背景

食料自給率の向上に向けて水田の汎用化を促進し、大豆等の安定生産・品質の向上を図るため、水田の排水性改善が要求されている。近年、施工からの年数が経過し、排水機能が低下した暗渠は、増加傾向にあり、その対策が課題となっている。暗渠の排水機能に影響を与える要因として、耕盤の形成、作土の亀裂や透水性、疎水材の劣化や土粒子の混入、吸水管への浸入抵抗、吸水管内への泥土等の堆積、などが指摘されている。このうち、吉田ら(2021)は、粘土質水田転換畑において、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可能性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、素焼き吸水管の径や疎水材層の厚み・状態が、吸水管近傍の通水性に及ぼす影響を定量的に比較するための室内での実験方法および解析方法を確立することを目的とした。

2. 実験方法 (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×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。

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_1)も含めて流量のRMSEを最小とする値を定めた。なお、 b は、もみ殻を充填しないときには、1(完全開放)となり、 β はその時の最適な k_2 の値とする(も

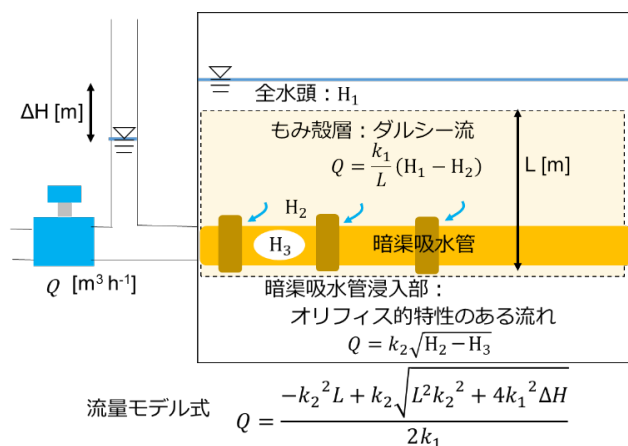


Fig.1 実験装置の概略と流量モデル式

1) 東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

2) 新潟県糸魚川地域振興局 Itoigawa Regional Development Bureau, Niigata Pref.

キーワード: 地下排水、浸透流、ストックマネージメント

み殻層の厚みにより変化しない)、 b は、もみ殻層を充填した各実験に対して定める。

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)。

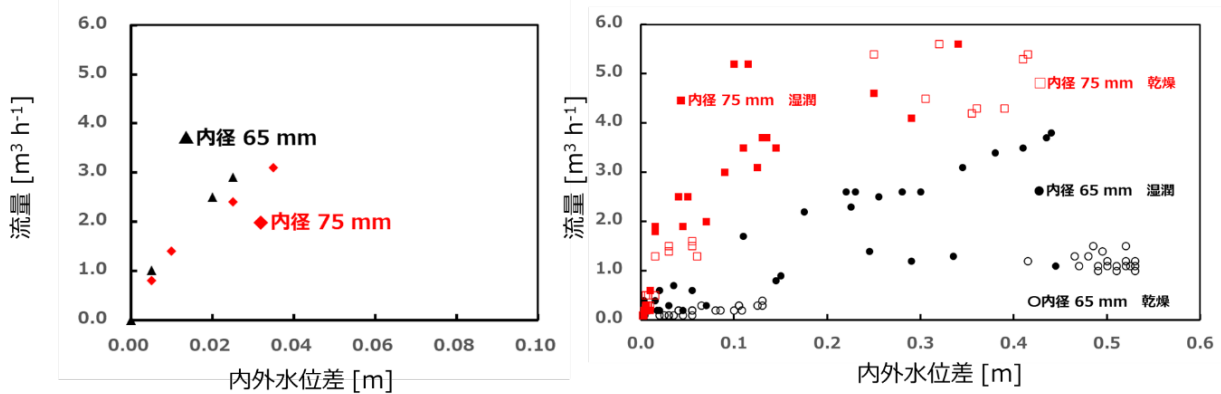


Fig.2 内外水位差 (ΔH) と流量の関係 (左: もみがら層なし、右、もみ殻層 1~40 cm)

吸水管継手部分の通水係数 k_2 は、もみ殻層がない場合 ($L=0.00$) には、内径 65 mm の方が内径 75 mm よりも約 15% 高いが、もみ殻層の厚みが 0.40 m ($L=0.40$) の場合には、逆に内径 75 mm の方が、内径 65 mm よりも約 70% 高かった (Table)。この結果から、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、全体の全水頭差 ($\Delta H_1 + \Delta H_2$) が 5cm 以下のときを除けば、吸水管継手部での水頭損失 ΔH_2 が常に支配的であり、排水性を律速していることが確認できた (Fig.3)。

Table 最適化された各部の通水性パラメータ

	β	L: 0.00 m		L: 0.40 m	
		b	$k_2 = \beta b$	b	$k_2 = \beta b$
内径 65 mm 湿潤もみ殻	65.50	1	65.50	0.31	20.49
内径 75 mm 湿潤もみ殻	57.09	1	57.09	0.60	34.34

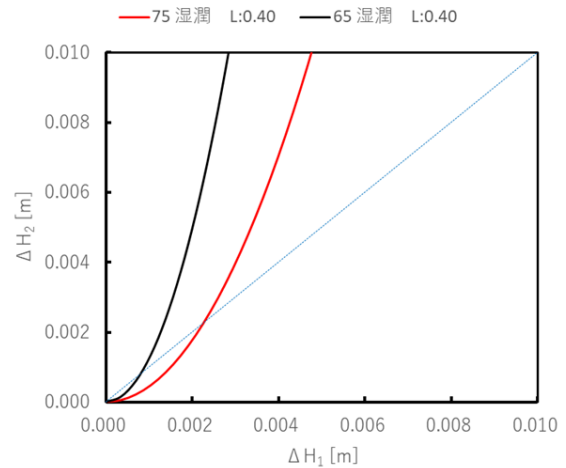


Fig.3 疎水材層 (ΔH_1) と接手部 (ΔH_2) の全水頭損失の比較

4. 結論

暗渠吸水管近傍での通水挙動を解析するためのモデル実験槽による実験手法を確立した。今後は、劣化や泥土の混入の顕著な疎水材を用いた実験により、吸水管周囲の通水阻害と暗渠全体の排水性の悪化の関係を定量的に明らかにする予定である。

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.