

コンクリート水路の通水性能評価における課題の抽出とその解決に向けた研究 A Study for Research and Solving Problems of Estimating Flow Transmissibility on Concrete Canal

○太田垣晃一郎*・齋 幸治**・佐藤周之**・長谷川雄基***
Otagaki Koichiro, Sai Koji, Sato Shushi and Hasegawa Yuki

1. はじめに 農業用水路における基礎的な性能の一つに通水性能がある。通水性能は、安定した水量の輸送に関わる極めて重要な性能であり、その指標として Manning の粗度係数が広く用いられる。粗度係数は流速、径深等といった水理条件、あるいは表面粗さなどにより変化することが知られており、これらの不確定な要因により、推定方法の規定化・マニュアル化には至っていない。本研究では、可変勾配型開水路実験装置を用いた水理実験により、粗度係数の推定手法を各種水理パラメータと関連付けて言及した。とくに、径深、表面粗さ等の異なる数種類の壁面条件を設定することで、粗度係数の推定における問題点を抽出するとともに、水路形状や表面の粗さを考慮した推定手法の規定化・マニュアル化を目指した。

2. 水理実験の概要と粗度係数推定手法 本研究では、高知大学農学部設置される全長 20m の可変勾配型開水路実験装置を用いて、種々の流況における粗度係数の値を推定した。壁面部材として使用した材料は、(1)既製コンクリートベンチフリューム(以下、ベンチフリューム)、(2)補修用ポリマーセメントモルタルを添付した板(以下、モルタル)、(3)ポーラスコンクリートである。(2)のモルタルに関しては粒径 1.5mm 程度の細骨材を含むものを用いた。ポーラスコンクリートは、使用粗骨材 6 号砕石(砕石サイズ 5~13mm)、空隙率 18.0%である。ポーラスコンクリートを用いた理由としては、セメントペーストが少なく表面が粗いため、摩耗して表面が粗くなったコンクリート水路を表現できると考えたためである。各部材を水路に設置した状態の水路幅は、ベンチフリュームで 0.60m、モルタルの 2 種類とも 0.83m、ポーラスコンクリートで 0.75m である。粗度係数の推定方法に関しては、水路内を通水する水面形状の測定データを基にして、漸変流の基礎方程式を解くことで数値的に求めた。水面形追跡においては、デジタルポイントゲージ(株式会社 KENEK 製、PH-340)ならびに、水面の揺れによる人為的測定誤差を極力排除するために超音波センサ(株式会社 KEYENCE 製、UD-500)を導入した。開水路実験装置の概要と水面形の測定区間を Fig. 1 に示す。粗度係数の推定方法に関する詳細に関しては、平成 22 年度の報告¹⁾を参照されたい。

3. 結果と考察 ここでは、推定結果の一例として、ベンチフリュームおよびモルタルの結果について考察する。両部材において推定した粗度係数と、各種水理パラメータ(径深、レイノルズ数、フルード数)との関係を Fig. 2~4 に示す。図中には各部材における現行の設計基準値の範囲を破線で示してある²⁾。Fig. 2 より、同一の流量条件下では、径深の増

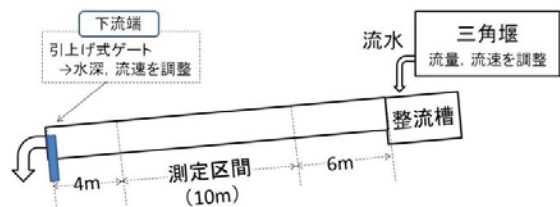


Fig. 1 Overview of experimental channel and measurement points of water depth.

*愛媛大学大学院連合農学研究科 The United Graduate School of Agricultural Sciences, Ehime University

**高知大学農学部 Faculty of Agriculture, Kochi University

***高知大学大学院農学専攻 Graduate School of Agriculture, Kochi University

キーワード: コンクリート水路, 通水性能, 粗度係数

加に伴い推定粗度係数も増加する傾向が見られた。しかしながら、流量が異なる条件下では、同一の径深を持つ流れ場において異なる粗度係数の値が推定された。結果は図示しないが、流速と粗度係数との関係においても、径深の場合と同様の傾向が見られた。以上より、粗度係数と流速・径深との間には直接的な関係性は見いだせず、流速・径深のみを基準として粗度係数の推定を行うことは困難であることが確認された。つぎに、流れの力学的な相似性も考慮に入れた検討を行うため、無次元水理パラメータであるレイノルズ数 Re およびフルード数 Fr と粗度係数との関係について検討した。Fig. 3 から明らかなように、レイノルズ数と粗度係数との関係についても、上述の径深の場合と同様に、直接的な関係性が見られなかった。一方、Fig. 4 に示したフルード数との関係においては、推定された粗度係数は水路の壁面状態や流速、径深、レイノルズ数といった水理条件の変動に関わらず、極めて高い相関関係を持つことが見出せた。また、フルード数が 0.35 以上の領域においては、粗度係数は一定値に収束する傾向を示した。とくに、収束した値は、各部材における現行の設計基準値の範囲内に収まる傾向を示した。このことから、下流の水路の形状変化の影響を受けにくい高フルード数条件の下で、壁面の摩擦に起因する漸変流の水面形状を捉えることが出来ると考えられた。すなわち、高フルード数の条件下において推定された粗度係数は、壁面による流水抵抗の影響を良好に反映した値となると予想された。

5. おわりに 以上より、粗度係数を推定する際に最も考慮すべき水理パラメータはフルード数であり、本研究で用いた開水路実験の規模においてはフルード数を 0.35 以上に設定することが適切であると考えられた。実験水路のような有限長の水路において粗度係数を推定する際、上記のような下流端の影響を完全に排除することは困難である。また、水理実験で使用する水路の規模は多様であり、下流端の影響が及ぶ区間も水路の規模により異なると考えられるため、粗度係数推定の際には注意が必要である。今後の課題としては、水路の形状変化が漸変流へ及ぼす影響の区間について、水理的に検証する必要がある。

【引用文献】1)水理条件を考慮した農業用水路の通水性能評価に関する研究 (2010) :平成 22 年度農業農村工学会大会講演会要旨集, pp. XXX-XXX. 2) 土地改良事業計画設計基準 設計「水路工」基準書・技術書 (2001) :農業水産省農村振興局, pp.152-207.

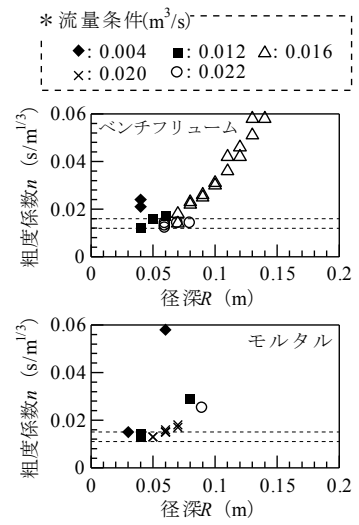


Fig. 2 Relationships between roughness coefficient and hydraulic mean depth.

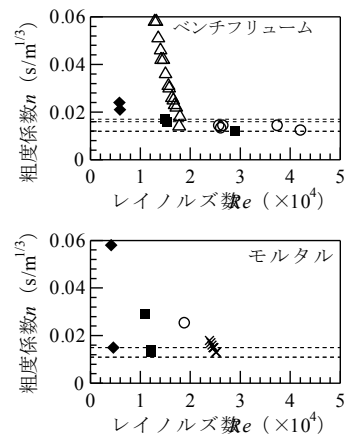


Fig. 3 Relationships between roughness coefficient and Reynolds number.

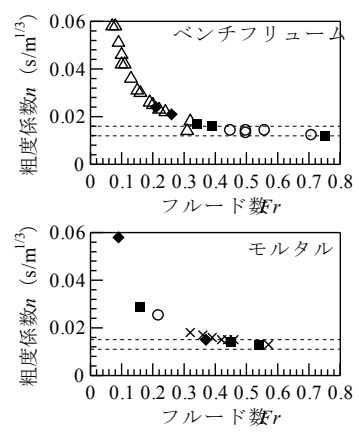


Fig. 4 Relationships between roughness coefficient and Froude number.