

評価板を用いた簡易な粗度係数測定手法の検討

(株)三祐コンサルタンツ ○(正)藤山 宗, (正)伊藤夕樹, (非)長野浩一
 農研機構 農村工学研究部門 (正)樽屋啓之, (正)中田 達
 鹿児島大学農学部 (正)靱井和朗, (正)伊藤祐二

1. はじめに

農業用水路に求められる水理機能の性能項目において、通水性能の指標には、マンングの粗度係数が一般的に用いられる。機能診断において実際に水路の通水性能を評価する場合には、粗度係数の既往の参考値(例えば農林水産省農村振興局, 2014)と現地における測定値とを比較して、その性能の低下具合を評価する。現地水路の粗度係数は、一般に、通水時に流量、水深、動水勾配を計測し、その計測値をマンングの平均流速公式に代入して求められる。そのため、この手順は、労力とコストがかかる上、観測誤差による不確実性が生じやすい。また、最近では、レーザー変位計やデジタルカメラ等を用いた粗度係数測定手法が開発されているが、一定の技術や経験を要すること、湿潤・浸水状態の水路底版への適用が困難であることが利用上の課題として挙げられる。以上のことから、本研究では、湿潤・浸水状態で容易かつ省力的に粗度係数を決定する粗度係数評価板を用いた測定手法(評価板法)を提案し、マンングの平均流速公式に基づく従来法(マンング式法)と評価板法との比較を行い、評価板法の有効性を評価することを目的とする。

2. 評価板の仕様

評価板の種類は、骨材(川砂利, 砕石:2種類)、骨材露出面の凹凸高さ(±0~2mm(図-1):4段階No.1~4)の組合せがそれぞれ異なる計8枚とした。評価板1枚の寸法は、短辺7cm×長辺12cm×厚さ2cmとした。評価板の粗度係数は、算術平均粗さと相当粗度の関係式(中矢ら, 2008)に基づき推定した(表-1)。評価板の作製は、型枠底面にコンクリート表面遅延剤(※骨材露出面の凹凸高さによって、種類を変更)を塗布した後、コンクリート打設、気中養生、脱型および洗浄の順に行った。

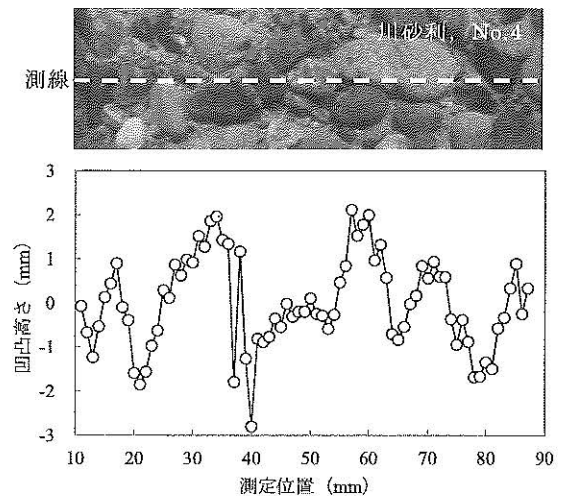


図-1 評価板の表層形状の測定例

3. 現地水路における評価板を用いた粗度係数測定の手順の概要

現地水路における評価板を用いた粗度係数測定の手順の概要は、以下の手順1~3に示すとおり。

- 手順1: 現地水路のコンクリート骨材の種類(川砂利, 砕石)を把握し、同じ骨材の評価板を選定する。
- 手順2: 水路内面の摩耗状況について、直接手で触れ、目視することにより把握し、最も近い評価板(No.1~4)を選定する。
- 手順3: 選定した評価板(No.1~4)に基づき、粗度係数を決定する。

表-1 評価板の粗度係数 n

骨材の 露出具合	粗度係数 n	
	川砂利	砕石
No.1	0.008	0.008
No.2	0.010	0.010
No.3	0.011	0.011
No.4	0.014	0.013

4. 現地水路における適用事例

4.1 現地水路の概要 対象水路は、茨城県つくばみらい市に位置する福岡堰土地改良区管内の台通用水路である。この水路は、整備後 30 年以上が経過した現場打ちのコンクリート開水路であり、水路内面の摩耗に伴う細骨材および粗骨材の露出が確認されている。調査区間の水路幅、高さ、勾配、延長、計画最大流量は、それぞれ 5.5m, 1.6m, 1/5,053, 202m, 6.7m³/s である。なお、評価板法による粗度係数測定時においては、水路内に滞水が生じている状況であった。

4.2 測定方法 評価板法による粗度係数の測定箇所は、左右岸の側壁にて、喫水面上部 1 点ずつ(乾燥状態)、喫水面下部 3 点ずつ(乾燥・湿潤状態)、底版にて 3 点(湿潤・浸水状態)の計 11 点とし、測定断面は 28 断面とした(図-2)。評価者は、用排水路に係る仕事に従事している技術者 2 名(経験年数 4 年, 14 年)と従事したことがない大学生 2 名の計 4 名とした。各測定断面の粗度係数は、測定箇所ごとに評価者 4 名が測定した粗度係数の平均値を用いて、合成粗度として評価した。また、現地水路にて水深、流量および動水勾配の計測を行い、マンニング式法で粗度係数を算定し、評価板法による測定値との比較を行った。

4.3 結果と考察 図-3は、評価板法とマンニング式法で求めた調査水路区間(延長 202m)の粗度係数の比較を示す。評価板法により算出した合成粗度係数は、3 断面($n=0.011$)を除き、すべて $n=0.012$ となり、比較的均一であった。この値は、設計基準水路工(農林水産省農村振興局, 2014)で示されているコンクリート水路の粗度係数 $n=0.012\sim 0.016$ (現場打ちフルーム, 暗渠等)の範囲内であった。一方、マンニング式法に基づき算出した粗度係数は $n=0.018$ であり、コンクリート水路の粗度係数 $n=0.012\sim 0.016$ の範囲外であり、マンニング式法に比べて評価板法の妥当性が示唆された。加藤ら(2009)によると、マンニング式に基づき粗度係数を求める場合、水深、流量および水面勾配の観測精度がその推定精度に影響を及ぼす。本研究でも、水位および流速の観測誤差が対象水路の粗度係数の推定誤差を拡大したものと考える。以上より、提案した評価板法は、湿潤・浸水状態で、容易かつ省力的に現地水路の粗度係数を測定することのできる有用な手法である。

【引用文献】 1)中矢哲郎, 渡嘉敷勝, 森 充広, 森 丈久(2008):摩耗したコンクリート水路表層形状からの粗度係数推定手法, 農業農村工学会論文集, 258, 23-28. 2) 農林水産省農村振興局(2014):土地改良事業計画設計基準及び運用・解説 設計「水路工」平成 26 年 3 月, 185-189. 3) 加藤 敬, 本間新哉, 北村浩二(2009):コンクリート製農業用開水路の粗度係数を求めるための現地観測について—とくに水面が緩勾配な場合—, 平成 21 年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集, 394-395.



図-2 評価板法による粗度係数測定状況

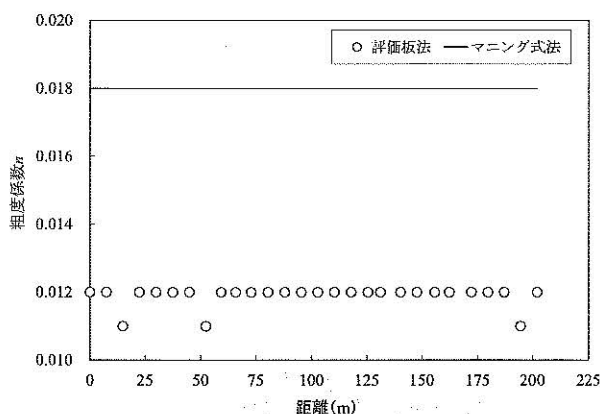


図-3 評価板法とマンニング式法で求めた調査水路区間の粗度係数の比較