

# 農業用水路補修材の粗度係数測定法と補修効果の予測

## Measuring method of coefficient of roughness at repair material for agricultural canal and prediction of repair effect

○中矢哲郎\* 渡嘉敷勝\* 森充広\* 増川晋\*

NAKAYA Tetsuo TOKASHIKI Masaru MORI Mitsuhiro MASUKAWA Susumu

### 1. はじめに

摩耗により劣化した水路では表面粗度の増加により通水障害が生じるため、粗度改善を目的とした補修工法が必要とされる。この補修工法選定に際して考慮すべき指標の一つに通水性能を示すマンニングの粗度係数が挙げられる。しかし、その測定方法は基準化されておらず水路設計基準値に準拠するのが現状である。よって本研究では、水理模型実験により粗度係数と各種実験因子との関係を明らかにし、最適な粗度係数の測定条件の設定し粗度改善効果を予測することを目的とした。

### 2. 研究の概要

実験水路及び計測位置の概要を図1に示す。図1の3点で水位を計測し、上流と中央、及び中央と下流間のエネルギー勾配から上流部と下流部2箇所の粗度係数を算出した。水路勾配は 1/500、水路幅 57cm とし、水位は水面変動の影響を考慮しサーボ式波高計により 1 測点あたり 100Hz で 6,000 データを取得した。材料は平滑性の高いレジコンパネル（樹脂）コンクリートパネルを劣化水路躯体に接着する工法（以下レジコンパネルと称す）を対象とした。測定状況とレジコンパネルの設置状況を図2に示す。補修効果の予測は数理モデルにより行った。

### 3. 結果と考察

#### (1) 粗度係数測定における実験因子の影響

粗度係数と相関が高い水理条件は流速、フルード数（以下 Fr 数と記す）、水面変動強度（水面変動の標準偏差）であった。これらの値が増加すると粗度係数は減少する関係にある（図3）。水深、径深の影響は、粗度係数との相関が最も低い因子であり、レイノルズ数、流量は水深、径深に次いで粗度係数との相関が低い因子であった。測定水路幅を規定する径深は粗度係数との相関は低いものの、現地における水路幅（30cm程度）以上に設定することが望まれる。



図2 粗度係数の計測風景

Measurement situation of coefficient of roughness

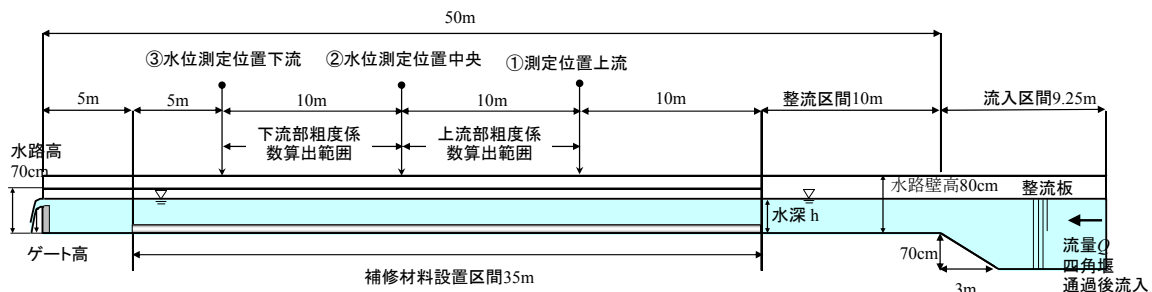


図1 実験水路の概要

Schematic figure of hydraulic experimental channel

\* (独) 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所 National institute for rural engineering, NARO

キーワード：粗度係数，補修工法，劣化水路，数理モデル

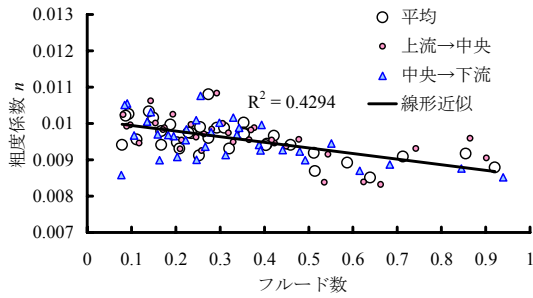


図3 フルード数と粗度係数  $n$  の関係

Relation between Froude number and coefficient of roughness

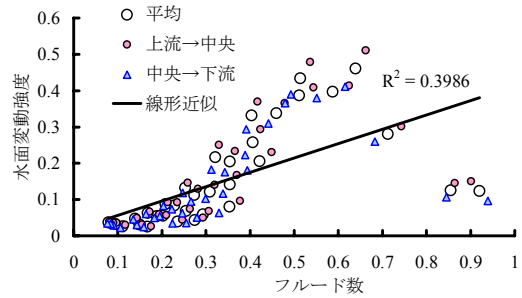


図4 水面変動強度と粗度係数  $n$  の関係

Relation between Froude number and standard deviation of free surface fluctuation

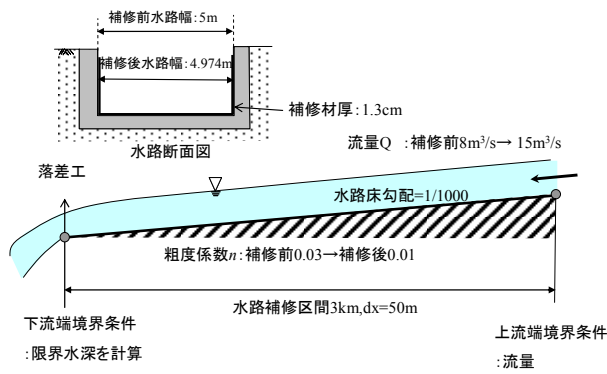


図5 補修効果の数理モデル

Unsteady flow model in effect of repair of canal

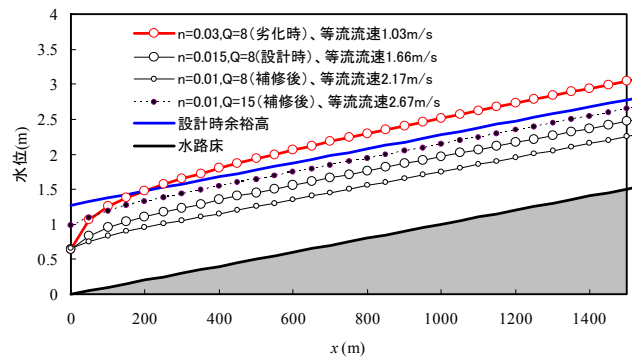


図6 劣化水路補修前後の水面形の計算結果

Calculation results of water level before and after repair

## (2) 計測に適する水理条件の設定

流速の影響を  $Fr$  数で代表させると、粗度測定にあたって考慮する要素は  $Fr$  数と水面変動である。図4を見ると  $Fr$  数が  $0.4 \sim 0.6$  の範囲の水面変動強度が急増している。よってこの範囲は流況が不安定でありかつ水深の測定誤差が増加するため粗度係数の計測は適していない。またレジコンパネル以外の材料の実験で  $Fr$  数  $0.2$  以下でかつ水深が  $30\text{cm}$  以下の場合には粗度係数が過大になるため計測の誤差が大きくなることがわかった。 $Fr$  数  $0.2 \sim 0.4$  においては水面変動が小さく抑えられ、図3より粗度係数の値の変動も小さいため、この範囲は粗度係数の計測に適しているといえる。 $Fr$  数  $0.2 \sim 0.4$  の範囲でレジコンパネルの粗度係数を算出すると  $n=0.0097$  となる。

## (3) 数理モデルによる補修効果予測

実際の農業用水路の水路諸元を参考にし、劣化時の粗度係数  $0.03$  からレジコンパネルに相当する  $n=0.01$  に粗度改善を行った場合の流況の変化を解析した。解析モデルは白石ら<sup>1)</sup>による一次元不定流解析モデルを用いた。水路下流に限界流を発生させることで上流流量境界条件のみを設定すれば下流端の限界水深が決定される設定にした(図5)。計算結果(図6)を見ると、劣化時の水位は、設計時  $n=0.015$  の水位より  $60\text{cm}$  程高く、余裕高を  $28\text{cm}$  超している。補修後の水位は、設計時の水位より2割程減少しており、劣化による余裕高超過分を回復させることができる。更に改修に伴い取水量を増加させた場合を想定したケースでは、流量を4割程度まで増加させても設計時の余裕高は越えなかった。しかし、このときの等流部分の流速は設計時の  $1.7\text{m/s}$  から  $2.7\text{m/s}$  に増大するため、掃流力増大による摩耗進行性や、水利構造物による流水抵抗の増大に対する配慮が必要である。

## 4. 引用文献

- 1) 白石英彦, 中道宏: 農業水利計画のための数理モデルシミュレーション手法, 土地改良技術情報センター, 1995