

# 農業水路の深み工の設計における平面二次元モデルの有用性の検証

## Evaluation of the Usefulness of Horizontal Two-Dimensional Model in the Design of Pool Structures for Agricultural Canals

久須大輝\* ○山口壮英\* 皆川明子\* 福山 幸拓\*\* 田原美桜\*\*

KUSU Daiki, YAMAGUCHI Soei, MINAGAWA Akiko, FUKUYAMA Yukihiro, TAHARA Mio

### 1. はじめに

環境配慮施設の一つである深み工は、施設部で流速が低下することで魚類の越冬・退避場として有効とされている（平松ほか、2010；皆川ほか、2015）。しかし、この深み工は施設構造上、土砂などの堆積が起りやすく、機能の低下が問題となっている。よって、施設内に水制工を設置し、大流量時に効果的な洗堀を促進することを考えた。

深み工内の洗堀、堆積状況を把握するための手法の1つとして、模型実験があるが、模型作製の労力や施設環境が必要であり、また、複数の条件を短期間に比較することが難しい。数値解析を活用すれば、洗堀及び堆積などの路床変動を比較的簡単に把握することができるが、農業水路に適用した研究例は少ないため、解析結果が実際に適用可能か確認する必要がある。そこで、本研究は農業水路に施工された深み工を対象として、数値解析と模型実験を行い、環境配慮施設の設計における数値解析の有用性を検証することを目的とした。

### 2. 研究方法

山口県柳井市伊陸の深み工（幅 1.2m、長さ 9.8m）を対象として、数値解析、現地測量、模型実験を行った。本施設は勾配が 1/357 で、幅 0.78m のコンクリートの直線水路の一部を幅 1.2m に拡幅し、拡幅部分が 0.1m 切り下げられている。

数値解析では iRIC Nays2DH を用いて平面二次元流れと路床変動の解析を行った。解析は現状の水制工形状と 5 つの形状案の 6 条件（図 1）について、深み工の上流部に  $0.5772\text{m}^3$  ( $0.78 \times 7.4 \times 0.1\text{m}$ ) の置土を設置し、平水時の土砂供給による堆積状況について比較した。置土

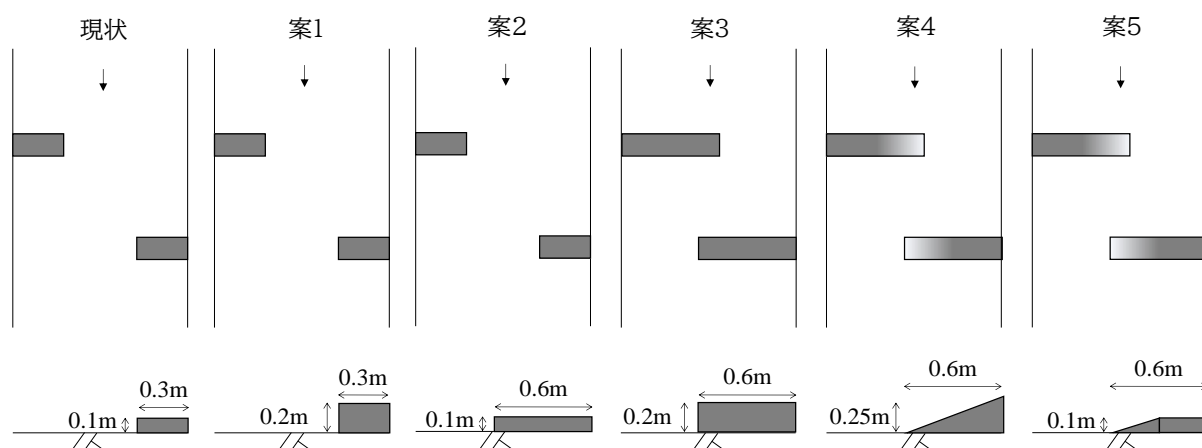


図 1 現状および 5 つの配置案における水制工の形状

\*滋賀県立大学（The University of Shiga Prefecture） \*\*（株）ウエスコ（WESCO Co., Ltd.）

キーワード iRIC 水制工 環境配慮施設 生態系 農業排水路

は混合砂とし、2023 年 9 月に調査対象地で採取した試料の粒度分布を与えた。計算時間は 4 時間、路床変動計算は流れ計算開始から 600 秒後に開始した。下流端水位は等流計算で設定した。流量は  $0.14\text{m}^3/\text{s}$  で、上流端境界での土砂供給は無しとした。粗度係数は、コンクリート水路における一般的な値 ( $n=0.01$ ) を一様に与えた場合と、深み工内を 4 領域に分割して異なる値の粗度係数 ( $n=0.01$ 、 $0.035$ 、 $0.048$ 、 $0.050$ ) を与えた場合の 2 通り解析を行った。

解析結果で最も堆積高の小さかった形状案の水制工を 2024 年 7 月に対象地に適用し、9 月、12 月に地形高を測量した。また、解析結果の検証のため、現状および現地に適用した水制工形状について 1/3 スケールの水路模型を作成し、現地流量  $0.16\text{m}^3/\text{s}$  に相当する  $0.01\text{m}^3/\text{s}$  の水を流し、上流から 2 つ目、左岸側の水制工の周囲の流速分布を測定した。

### 3. 結果

**3. 1 粗度係数の検討結果** 数値解析の結果から、4 時間後の土砂移動について比較すると、4 領域に分割して粗度係数を与えた場合はすべての形状案において解析が完了したが、一様に粗度係数を与えた場合では案 5 の形状案のみ解析が完了し、他では計算エラーが発生して解析が完了しなかった。

**3. 2 水制工形状による堆積高の比較** 水制工を現状より高くした形状案では堆積高が増加した。また、流速分布について比較すると、水制工を水路幅の半分まで長くした形状案 (案 2) では水制工の上流部に渦が生じ、局所的な洗堀が起こった。案 2 の先端を傾斜させた形状案 (案 5) では、最も堆積高が小さい結果となった。この形状の水制工を 2024 年 7 月調査対象地に適用し、適用前と堆積状況を比較すると、適用後の方が土砂の堆積高が減少していた。

**3. 3 模型実験の結果** 現状の水制工と案 5 の水制工とで、水制工周りの流速分布を比較した。現状の水制工形状の場合は、水制工周辺の 5 割水深付近が最も流速が大きかった。また、水制付近の流れが流下方向に直線的であった。案 5 の水制工形状の場合は、水制工の傾斜部分付近で最も流速が大きく、偏った分布となった。また、水制工付近で流れが乱れていた。

### 4. 考察

現地調査では、案 5 の水制工適用後の堆積が減少し、数値解析と同様の結果が得られた。模型実験においても水制工周囲で流れが乱れ、数値解析で確認した渦と類似する結果となった。これにより、設計段階における数値解析の有用性が裏付けられた。一方で、粗度係数の設定は解析結果に大きく影響し、適切な数値を用いなければ解析できないことが確認されたが、設計段階では計画排水流量や流入土砂の粒径を基に粗度係数を仮定するしかない。今後は、解析と現地調査を継続し、現場に適した粗度係数の算出方法を確立する必要がある。

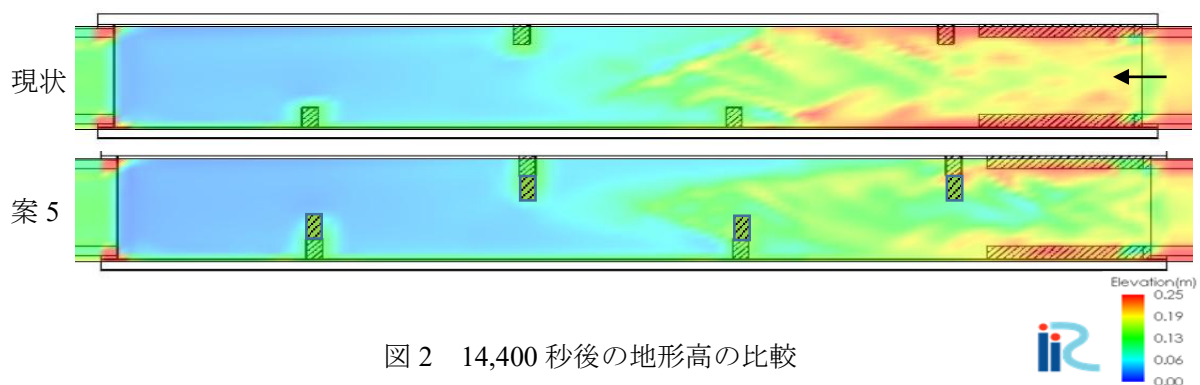


図 2 14,400 秒後の地形高の比較