

水理模型及び解析を活用した分流工設計 Hydraulic Model and Analysis-Based Design of a Diversion Structure

○長谷川真也* 土屋佳久*
○HASEGAWA Shinya TSUCHIYA Yoshihisa
松尾洋毅* 吉川夏樹**
MATSUO Hiroki YOSHIKAWA Natsuki

1. はじめに 国営A地区の幹線水路では、湛水被害を軽減させるため河川に放流するための分流工が新設された。計画分流比を本線下流と分水路側にそれぞれ約50%となるよう設計されたが、完成後の洪水時に観測した結果、流況が想定より高流速であることに加えて、水流の乱れによって分水路側に十分に放流できない課題を抱えていた。このため、分流工の形状を見直し、計画分水量を確保する施設改修が求められた。本発表では、洪水時の出水状況を水理模型実験で再現し、複数の対策案を比較・評価したうえで最適案を選定した後、平面二次元解析を用いて改修形状を精査して細部設計を行った事例を報告する。

2. 現状における課題 (1)改修前の分流工は、水路底を現況より40cm低く設定したため分流の直上流で常流から斜流となり、水位が想定より低下した。(2)本線は用排兼用水路であり、管理上の問題から本線側に流量制御用のゲートを取付けることができなかった。(3)分流工が本線湾曲部の内側に設置されたことも分水量が想定以下であったことの一因であった。したがって、大規模改修は行わず分流工形状の見直しによって所定分水比で放流することが要求された。

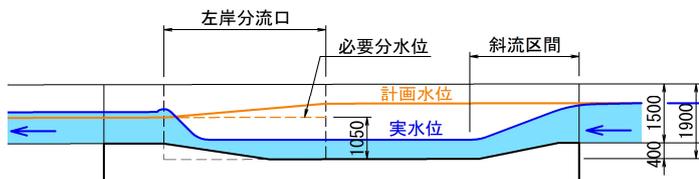


図-1. 分流工縦断形

Diversion longitudinal section

3. 水理模型実験

3.1 実験方法 実験模型は縮尺1/13スケールで作成した。流量はフルード相似則に基づき決定し、計画流量と超過洪水量の2ケースで跳水の発生箇所、水面の乱れなどを目視で観察した。上下流の2地点の流速と水深を計測し、流量換算して分水比率を評価した。対策案は、射流領域をなくす、もしくは本線の流れを支線側へ強制的に誘導するなど流況を変化させるための形状を複数作成し、効果的な対策に絞り込んだ。



写真-1 分流工模型



写真-2 水路末端の流れ

*サンスイコンサルタント株式会社 Sansui Consultant Co.,Ltd

**新潟大学農学部 Niigata University

キーワード：分流工，水理模型実験，平面二次元解析

3.2 実験結果 底版部を埋めてフラットに仕上げたケースでは、斜流は発生しなくなったものの分流比は改善されなかった。一方、底版形状の変更や水路底にクレスト（越流堰のような突起）、水路側壁に水制工を設けることで分流地点より上流側で跳水を発生させることが可能となり、分流比を改善できる効果が得られた。

4. 平面二次元解析 水理模型実験の結果をもとに、より精度を高めた詳細設計を行うため、平面二次元解析¹⁾によって分流工形状の違いによる分流比率を検証した。解析では、実験結果のうち用水時断面を確保できる『水制工による対策』を対象に流速コンターの他、水面標高やフルード数の変化から総合的に判断し、最終的な改修形状を決定した。

(1) **水制工**：水路縦断が斜流に変化する箇所では、流速増加とともに水流の直進性も増すため、水路側壁に水制工を設けることで、強制的に流れを分流側へ向ける構造を試みた。解析では 25cm メッシュの格子モデルを作成し、粗度や高さ情報や与えて水制工の三角形形状や壁面からの突出長を比較して最適な構造寸法を決定した。

(2) **分流側の水路幅**：水制工による水流方向の変更と合わせて、分水路側へ導水しやすいよう平面形状を改善するため、現況側壁を取り壊して分水幅の拡幅を行った。

上記(1)(2)案を組合せた相乗効果によって、解析結果は計画分水比（本線下流 51%：支線側 49%）に対して、本線下流 45% (4.2m³/s)、支線側 55% (5.0m³/s) となった。

5. 改修後の出水時検証 改修工事後の洪水時において水位観測を行い、H-Q 換算した流量をもとに分水状況の検証を行った。出水状況から洪水時水位は安定しなかったものの、瞬間的な最高水位時（計画 9.2m³/s の 9 割程度の流量）に対して、本線下流 47%：支線側 53% の分水比（改修前 63%：37%）であった。改修前に比べて大幅に改善されたため、水制工による分流工改修の効果はあったと判断した。

6. おわりに 一般的な背割分水工等の設計では、用水時を想定し乱れの少ない静水状態における既往実験より得られた式を基に算出するが、本施設のように流速が速くゲート操作を伴わない特殊条件下では基準通りの設計手法は適合しにくい。本案件では、水理模型実験と数値解析の両方を用いて改修に至るまでの解決策を見出した。工事完成後の出水でも、その効果が確認されたことから、今後は同様の施設設計を行う際の参考として活用して頂ければ幸いである。

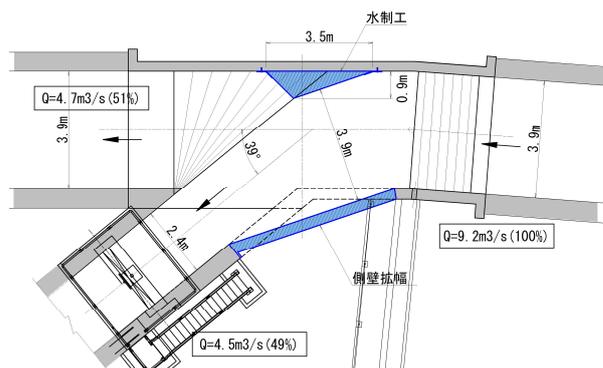


図-2. 分流工改修計画

Diversion Structure

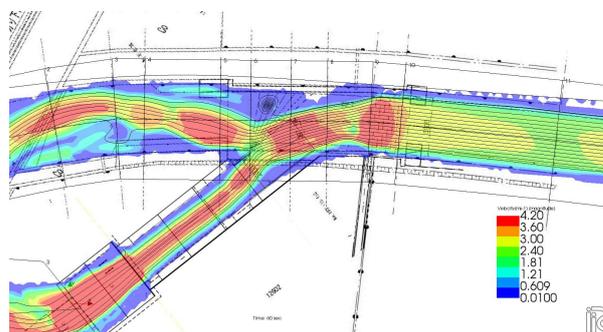


図-3. 解析結果図(流速変化)

Flow velocity change

注釈 1) 平面二次元解析ソフト Nays2DH (iRIC 研究会) を使用。