

跳水を伴う射流合流部の平均流に対する可視化画像計測法の適用

神戸大学大学院工学研究科 学生員 ○森山 陽一
 神戸大学大学院工学研究科 正会員 藤田 一郎
 神戸大学大学院工学研究科 学生員 出口 恭

1. はじめに

実際の山地や丘陵部など急勾配を擁する地形では流れが常流の範囲に留まらない高速流入が考えられる。射流を含む合流部では流況等に関して不明な点も多くこのような合流点付近の流れを予測することは今後の氾濫対策に向けて最重要な項目であると言える。しかしながらこういった複雑な流れ場では跳水が発生するなど水面変動が見られるため、流速計測において従来の表面流速を画像から求める方法(LSPIV¹⁾)の適応が困難である。そこで本実験では山間部の流れを想定した急勾配合流実験において、染料注入法を適用する際に効果的なフィルタリングを施すことで水深平均的な流速分布の計測を可能とする新たな手法を開発した。

2. 実験概要

実験水路の全体図を図-1 に示す。それぞれの水路の中心線が交わる点を x 座標系の原点、本川左岸の側壁を y 座標系の原点とし、流速分布の測定には画像解析手法である LSPIV 法を用いた。本実験では合流点付近の本川左岸に高さ 4m 程度の架台を組み立て、その架台上部に設置したハイビジョンカメラ (SONY 製, 1440×1080 画素) により斜め撮影を行い、幾何補正を施した画像を用いて解析を行った。流れの可視化に際してはトレーサーとして発泡スチロール球 (φ5mm) と白色染料 (ポスターカラーを水に溶いたもの) の 2 種類を用いた。実験ケースとしては流量の配分を変えて 5 ケース試みたが、ここでは本川支川ともに 4 (l/s) のケースの結果を示す。なお、トレーサーは実験ケースごとに本川上流・支川・合流点付近の 3 点から投入し、映像をそれぞれキャプチャした。

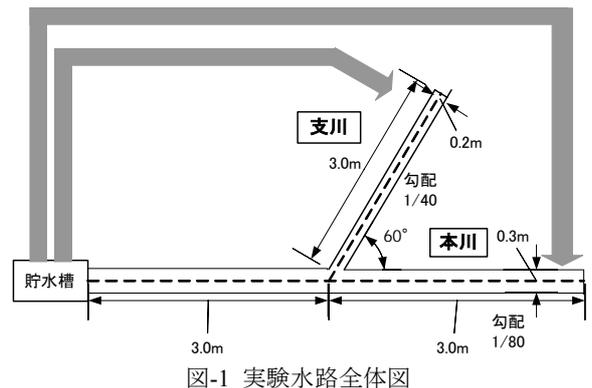


図-1 実験水路全体図

3. 画像解析

予備実験として表面にトレーサーを散布して表面流の可視化を行ったところ、トレーサーが跳水部にトラップされるなどして、トレーサーが本来の流れ場を再現できない状況が発生したため適用することが困難であった。そこで本研究では染料注入法を用い、適切なフィルタリングによって LSPIV での異常値を除去することにより、水深平均的な流速分布を求めた。本フィルタリングにおいては、PIV のテンプレート内の輝度情報から染料の移流のみを抽出するためのパラメータを設定した。なお、解析に用いたパラメータを表-1 に、フィルタリングに用いたパラメータとそのしきい値については表-2 に示す。

表-1 解析に用いたパラメータ

テンプレートサイズ	30×30(pixel)
相関係数のしきい値	0.5
物理長さ	0.062(m/pixel)
フレームレート	60(fps)

表-2 フィルタリングに用いたパラメータとしきい値

フィルターをかけるパラメータ	本川上流	本川下流	支川
輝度の分散値	13	7	13
輝度の最大値と最小値の差	70	90	66

キーワード 跳水, 射流合流, 可視化計測, LSPIV, 染料注入法

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 TEL/FAX 078-803-6439

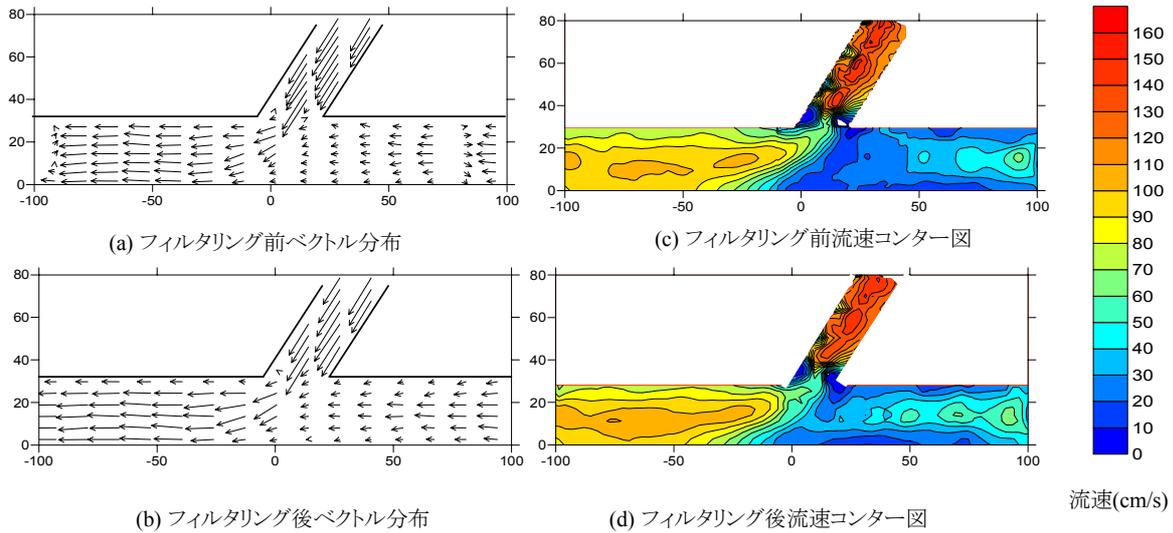


図-2 ベクトル分布図と流速コンター図におけるフィルタリング前後の比較

4. 結果および考察

図-2 に case1 においてトレーサーに染料を用いた場合のフィルタリング処理を施す前後の流速のベクトル分布図とコンター図を示す. 図-2 (a),(b)による比較より, 本川 $x = 80$, -100 付近に見られる明らかな異常値が除去されていることがわかる. また図-2(c),(d)に示されるように流速絶対値のコンターによる比較では, 各ケースともフィルタリング処理後では処理前より本川上流と本川下流の水路中心近くにおいて全体的に大きな流速値を示していることが特徴として挙げられる. 実際の実験の様子と照らし合わせてみたところフィルタリング処理前後で変化の大きかった本川上流においてはトレーサーの散布状況がまばらであり, フィルターを通過したデータの割合が少なかったのに対して, フィルタリング処理前後であまり変化のなかった支川と本川下流の壁面付近においてはトレーサーがおおむね十分に供給されていた. この結果より, トレーサーの散布が十分な箇所ではある程度正確なデータを収集できており, 不十分な箇所ではトレーサーが未到達の箇所でも水面反射などトレーサー以外の要素を流速として計測してしまうことで低い解析値を得ることになると考えられる. そこでフィルターの通過率とフィルタリング処理前後の変化量の差を見るために図-3のように, 水路全体のフィルターの通過率をコンターとして示したところ, フィルタリング前後の変化量が大きい箇所では用いたデータの割合が少なくなっていることが明らかとなった. これより適用したフィルタリングは効果的に水深平均的なトレーサーの流速を抽出する手法として有用であることがわかった.

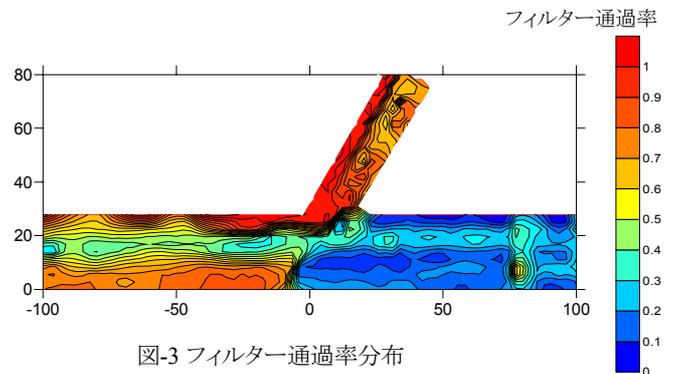


図-3 フィルター通過率分布

5. おわりに

本研究では射流による合流という非常に複雑な流れ場においても染料注入法を用い適切なフィルタリングによって異常値を除去することで, 良好な流速分布を得ることができた. 今後はこれらの実験結果を用い, 流量の違いによる合流点付近の流況状況の変動を検討するとともに, 数値計算によるシミュレーションによる流れ場の再現を目指していく. 最後に水理模型実験施設を提供していただいた株式会社ニュージェックに謝意を表します.

参考文献

- 1) 藤田一郎: トレーサーを利用した実河川水制周辺流れのビデオ画像解析, 水工学論文集, vol.42, pp.505-510, 1998.