

II-18 PIV 解析と PTV 解析による吉野川表面流速の計測

徳島大学大学院 学生員 ○和久田 敦志

徳島大学工学部 正会員 岡部 健士

徳島大学工学部 正会員 竹林 洋史

1. はじめに ここ近年河川本来のもつそれぞれの個性やダイナミズムを最大限に尊重する多自然型川づくりが注目されている。しかし実際に河岸侵食などの発生原因などを調べる際、模型実験などでは実河川レベルのレイノルズ数や土壌の状態を再現できないために、現実の流れ場を直接把握することが重要となる。そこで本研究では、実河川の流況を把握するため PIV 法、PTV 法を用いて吉野川における表面流速を数値計算結果と併用することによって、より信頼性のある測定値を計測した。

2. 観測概要 カメラ設置位置は三野町と三加茂町とに架かる角ノ浦橋に設置し、撮影は角ノ浦橋から本川上流に向けて行った。PIV は、9 月 7 日の午前 6 時 20 分、午前 10 時の 2 ケースで、PTV は 6 時 20 分で 3 ケース、10 時で 1 ケースの流木、ゴミを 1 秒間隔で追跡し物理座標に変換して移動距離を求め、流速は移動距離を追跡時間で除した値とした。解析を行う際、斜めから撮影された歪みを取り除かなくてはならない。今回は標定点を 6 点とり、撮影された画像とを対応付けて、カメラの位置、幾何変換係数を求めることで幾何変換を行った。標定点の配置は水際に 3 点、岸側に 3 点とした。今回解析を行ったそれぞれの解析パラメータは、数値計算結果と PTV 結果との精度検証によって最適であると考えられる値を用いた。

3. 解析結果 比較のため準 2 次元の不等流計算を用いて、現地水路を想定した数値解析を行い、解析結果と比較し、解析結果の妥当性について検討を行った。基礎式として一般断面における不等流計算の基礎式を差分表示した次式を用いた。上流側断面を 1、下流側断面を 2 として各々の諸量に添字をつけている。

$$\left[H_2 + \frac{Q^2 \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{n_{2i}^3} h_{2i}^3 \Delta y_{2i} \right)}{2g \left(\sum_{i=1}^N \frac{1}{n_{2i}} h_{2i}^{5/3} \Delta y_{2i} \right)^3} + \frac{\Delta x}{2} \frac{Q^2}{\left(\sum_{i=1}^N \frac{1}{n_{2i}} h_{2i}^{5/3} \Delta y_{2i} \right)^2} \right] = \left[H_1 + \frac{Q^2 \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{n_{1i}^3} h_{1i}^3 \Delta y_{1i} \right)}{2g \left(\sum_{i=1}^N \frac{1}{n_{1i}} h_{1i}^{5/3} \Delta y_{1i} \right)^3} - \frac{\Delta x}{2} \frac{Q^2}{\left(\sum_{i=1}^N \frac{1}{n_{1i}} h_{1i}^{5/3} \Delta y_{1i} \right)^2} \right]$$

今回は、まず洪水痕跡より吉野川河口から 62km から 65km の広域範囲で仮勾配、仮粗度を推定し池田ダムの放流量から流量を計算し等流とみなして 63.25km の水位を求めた。求まった水位を下流端水位とし 63.25km から 64.2km で不等流計算を行った。また地形データについては国交省の H15 年のデータを内挿計算によって求めた。流量計算は池田ダムの放流量とダムから現地までの距離、およびピーク時の移流速度を利用し観測地点での瞬間的な流量を求めた。池田ダムから岩津水位観測所までおよそ 38km、池田ダムから観測地点までおよそ 15km である。また、池田ダムと岩津水位観測所ではピーク時刻が 2 時間ずれており、このことから池田ダムから観測地点までの到達時間は、2 (時間) $\times$ 15/38 = 0.79 (時間) = 47 (分) であり流量分布が移流する速度は、38 (km) $\div$ 2 (時間) = 19(km/h) = 5.28 (m/s) となる。よって池田ダムの時間を 47 分遡った時の放流量が、同時刻の観測地点での流量であると考ええる。このようにして求められた現地 (河口から 63.25km) での瞬間流量は、午前 6 時 20 分で 7078.3m³、午前 10 時で 4772.3 m³ となった。また下流端水位とした値は午前 6 時 20 分で 64.69m、午前 10 時で 63.32m となった。今回はこれらを最適な値として、解析結果の妥当性を検討する。なお数値計算で求まった流速に 1/0.85 をかけて表面流速の値とした。PIV と数値計算との結果を図 - 2 に示す。また PIV、PTV 解析の流速ベクトルを図 - 5~7 に示す。

4. 考察 PIV と数値計算結果の値のばらつきが大きく目立ち、PIV 解析精度はそれほど期待できない位置についてはカメラ位置が関係している可能性がある。原因としてカメラから遠ざかるほど幾何変換画像の歪みが大きくなるため、遠方であるほど解析精度は悪くなる。また天候や風、水面でのボイル渦の発生によっても解析結果に影響を与える。また解析パラメータについては、今回数値計算と PTV の結果を併用して試行錯誤を行い決定しているため、最適であるパラメーターの値を導き出すことが必要となってくる。最先

端を走る可視化画像計測技術の華々しい発展と比較すると、同じ流れの計測とは言っても河川工学における流れの計測、そのなかでも実河川を対象とした計測技術は依然として点計測が主体であり、先端的な画像計測の技術を積極的に取り入れる工夫はあまり行われてこなかったのが現状である。難点としては、洪水のピークが生じるのは夜間であることが多い、また暴風雨などで視界が悪い場合には撮影が困難である事、さらに対象となるのが数mから数100mにも及ぶ広範囲であるにもかかわらず利用されている映像機材の大半が家庭用のビデオ機器と同程度の解像度しか持ってないと点などがある。計測を自然条件下で行わなければならないという非常に過酷な難点はあるものの、やはり何らかの形で画像計測の導入を図ることは今後の河川計測技術の発展のためにも重要である。

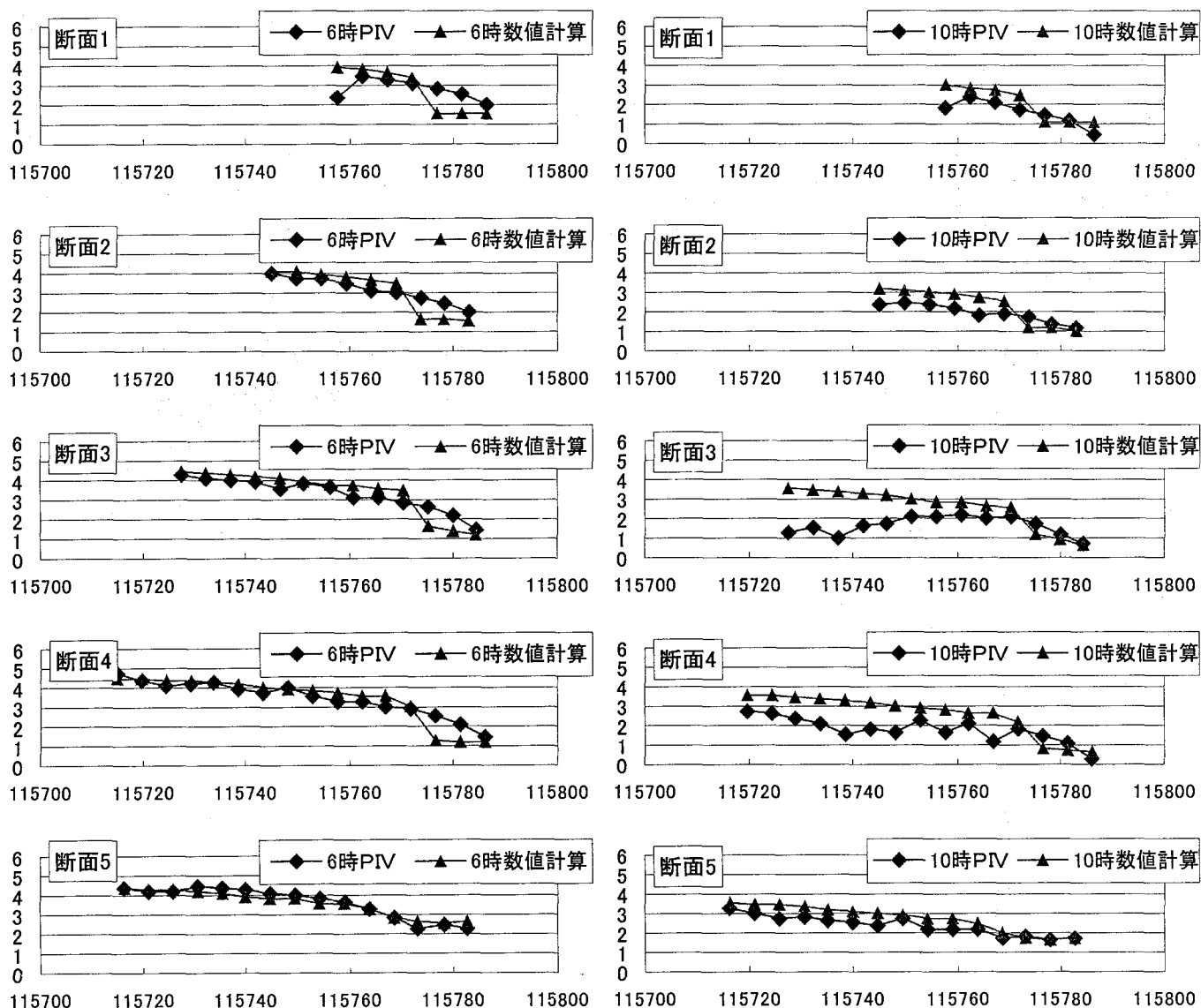


図 - 2 解析結果 (横軸 - y 軸公共座標, 縦軸 - 流速 m/s)

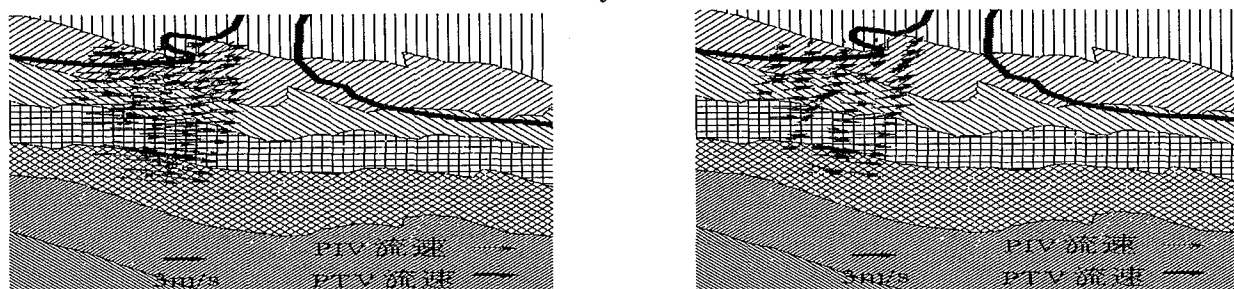


図 - 3 解析結果ベクトル図