

UAV 空撮画像を用いた河川表面流の PIV 解析の試み

東北工業大学 学生会員 ○ 今野魁人
 東北工業大学 正会員 菅原景一・高橋敏彦
 (株) 建設環境研究所 非会員 野口智史・石川正人

1. はじめに

近年、想定外の降雨による災害が多発しており、その対策を目的とした改修工事が多く行われている。1997 年の河川法改正によって、河川環境の創出と保全がその目的に加えられ、配慮が求められている。河川改修の影響を評価する一つの指標として流速の変化を用いることが考えられる。また、河川の流速の計測は、ADCP やプロペラ流速計、浮子などを用いて行われることが多いが、いずれの方法においても面的に流速をとらえることは難しい。そこで、UAV で撮影した映像を PIV 解析することで、河川の表面流速を把握することを試みた。

2. 対象地先と撮影方法

今回対象にしたのは、青森県弘前市の岩木川安東橋上流の KP48 付近の区間である。映像は、1" CMOS、有効画素数：2,000 万画素を用い、鉛直下方向をオートフォーカスで撮影した。

3. 流速の算出

3-1. 解析に用いる画像と検証の方法

今回撮影された映像を確認すると風などの影響で、UAV 自体が揺れたりすることで、映像も動いてしまうことが確認された。そこで、PIV 解析に用いる画像は UAV の動きによる揺れがないことを確認した 2 時刻の画像とした。

PIV 解析で求めた流速の精度の検証には、浮子法で計測した結果を用いることとし、浮子が流れた軌跡上のベクトルを区間ごとに平均して比較した。また、PIV で得られたベクトルを空撮画像に重ねて図 1 に示した。同図から PIV の性質上パターンマッチングの手掛かりになる水面の波紋が少ない No. 7-8 及び No. 8-9 の区間については得られるベクトルも少ないことがわかる。¹⁾そこで本検証の中心は十分なベクトルが得られた No. 9-10 と No. 10-11 の区間で行うこととした。

3-2. フレームレートの影響

PIV 解析を行うにあたり、最も重要になるファクターはフレームレート（1 秒間の撮影枚数）である。今回使用する映像は、一般的な UAV に搭載されている CCD カメラで撮影したものでフレームレートは 30FPS（1 秒間に 30 枚撮影）である。一般に PIV で推奨される撮影時間間隔は画像上の平均粒子変位を $\Delta X(\text{pixel})$ 、撮像面と可視化された物理平面の変換係数を $\alpha(\text{m/pixel})$ 、対象流体の予測される平均速

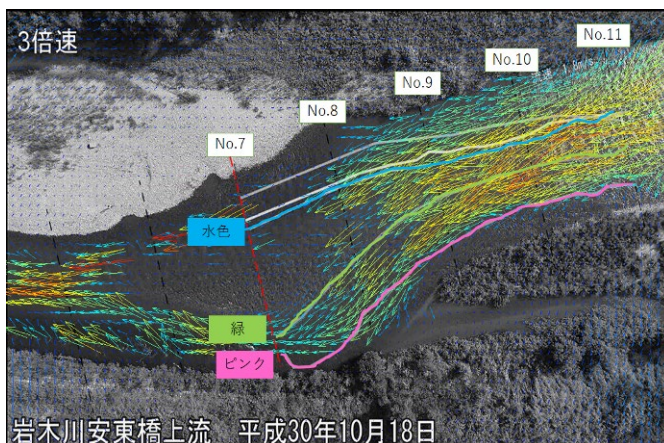


図 1 解析領域と解析結果の一例

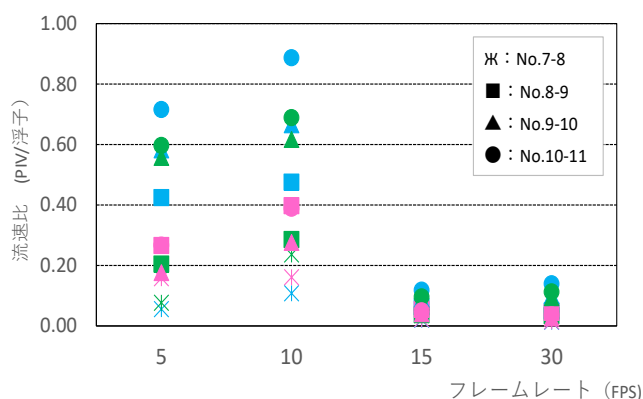


図 2 フレームレートと流速比の関係



図 3 画像処理-①（バイアス消去 閾値 100）

キーワード：PIV 解析、河川表面流、UAV、画像処理

連絡先：〒982-8577 宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35-1 東北工業大学都市マネジメント学科 TEL：022-305-3550

度を U (m/s)とすると、撮影時間間隔 Δt (s)は $\Delta t = \frac{\alpha \Delta X}{U}$ で計算され、 ΔX を10(pixel)、 α を0.094(m/pixel)、 U を1.0(s)とすると、 $\Delta t = 0.94$ (s)となるが、この時間間隔では適切な流速を求めることができなかった。そこで、30FPS、15FPS、10FPS、5FPSの4種類のフレームレートで流速を求め、図2にその結果を示した。同図によるとフレームレートと流速比（浮子法に対するPIVの比）は、10FPSの場合に浮子による計測結果との差が小さくなっていることが確認できる。3-1節でも述べたとおり、波紋の少ない区間（No. 7-8, No. 8-9）及び河岸近傍のピンクの軌跡での一致度合いは高くないが、それ以外の区間においては4割程度以上の割合で流速が求められている。

3-3. 画像処理

フレームレートを10FPSとして、解析に用いる画像に対して画像処理を施すことで解析精度を高めることを試みた。²⁾

画像処理の方法としては、①二値化のみ、②バイアス消去のみ及び③バイアス消去+二値化の3種類で行うことにした。

①二値化のみ：二値化処理のみを施した画像で解析を行ったところ、適切な流速は算出できず、ベクトル図としても表現できなかった。

②バイアス消去のみ：画像処理の例として、バイアス消去（閾値100）の処理を施した画像を図3に示す。バイアス消去のみを施した画像で解析した結果を図4に示す。バイアス消去の閾値として、100, 300, 500の3種類を設定して解析結果に及ぼす影響を比較した。同図から得られた結果としては、バイアス消去の閾値が100の時にすべての計測区間で流速比が向上していることが確認できる。

③バイアス消去+二値化：②の検討で得られた結果をもとに、バイアス消去は閾値100で固定して二値化の値だけを変えて解析を行った。また、画像処理の例として、図5に二値化（閾値150）の画像を示す。

図6は閾値100でバイアス消去を行った画像に対して閾値50と閾値150の2種類で二値化処理した画像を用いて解析した結果の流速比を示している。同図から、二値化の閾値が150の時に浮子法に近い値が求まっている。

4. 結果と考察

図6の結果から今回使用した映像では、画像処理のバイアス消去100+二値化150を施した画像をPIV解析したものが一番浮子法に近い値を算出することができた。また、誤差は、少ないところで、10~20%、多いところで、30~50%という結果になった。

誤差が多いところの要因としては、河川の表面に波紋が現れていないときや河岸近傍は河床が浅いため表面流速の変化が読み取れなかったと考える。今後、更に、解析の対象を増やして、画像処理の適用性を確立していくことが求められる。

参考文献

- 1) J.D.Creutin : River gauging using PIV techniques : a proof of concept experiment on the Iowa River , Journal of Hydrology 277 (2003) 182-194
- 2) 牛島ら：疑似カラー画像処理と固有パターン法を用いたPIV解析：可視化情報 vol.25 Suppl. No.2(2005年10月)

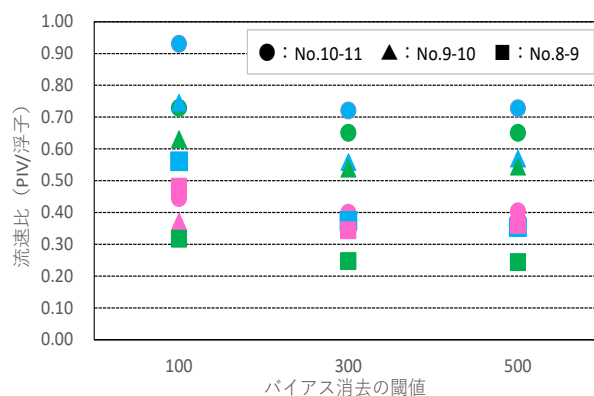


図4 バイアス消去が流速比に及ぼす影響

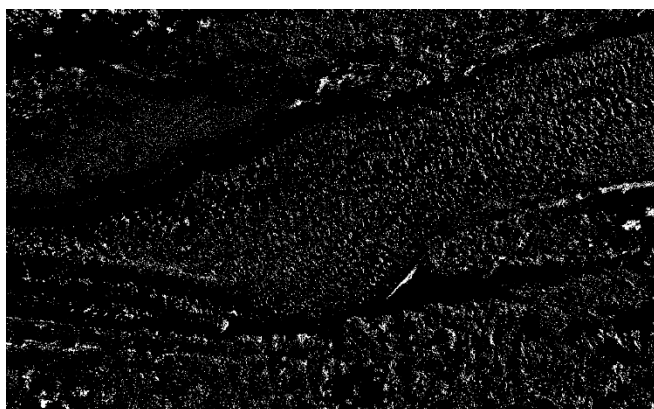


図5 画像処理-②（二値化 閾値150）

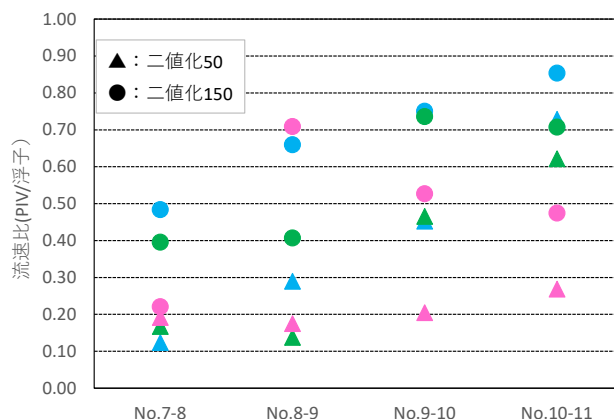


図6 二値化が流速比に及ぼす影響