

時空間断面画像を利用した河川表面流速計測手法

神戸大学都市安全研究センター 正員 藤田一郎
神戸大学大学院自然科学研究科 学生員 椿 涼太

1. まえがき

著者らは、航空写真やビデオ画像から河川表面の速度分布を得る技術として LSPIV(Large Scale Particle Image Velocimetry)を開発し、実河川流への応用でいくつかの成果を得てきた¹⁾。そのなかで、現在の技術の実用的な問題点も明らかになってきた。すなわち、撮影対象表面に対する撮影角がきつい場合、あるいは河川表面の様子が不明確である場合に画像から有効なベクトルを得ることができないという問題が生じた。本研究では、これらの問題点を解消する目的で新しい解析手法の開発を行った。

2. 撮影俯角の問題

撮影俯角がある程度小さい場合、撮影画像で 1pixel に相当する実際の撮影範囲は、細長い長方形とみなすことができる。このような場合の撮影範囲(図-1のグレイの範囲)の大きさは対象点までの距離

$R = \sqrt{h^2 + d^2}$ を使い、次のように表される。

$$Lh = \frac{R^2 \theta}{h} \quad (1)$$

$$Lw = R\theta \quad (2)$$

つまり、左右方向の幅 Lw は R に比例して増大するのに対し、上下方向の幅 Lh は R^2 に比例することがわかる。よって、 R が大きくなるに従い、

(1) Lw と Lh の不均衡が大きくなる

(2) Lh が急激に増大する

ということがわかる。このように、1pixel に相当する範囲は、距離が遠ざかるほど細長くなる。撮影俯角の制約は、このように左右幅と遠近幅のアンバランスが原因となっていると考えることができる。ところで、水平距離が大きくなった場合の密度低下は、遠近方向

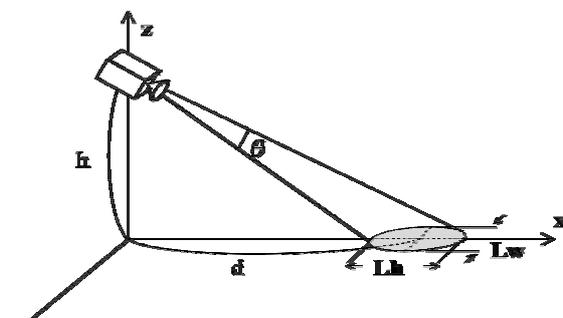


図-1 撮影状況



a) 対岸側 b) 中央部 c) 手前側

図-2 時空間断面

に比べると、左右方向では非常に少なく、また、常に同じ地点においては、遠近方向より左右方向の情報密度の方が高いといえる。河岸などから河川を撮影する場合、流れは左右方向となるので、左右方向の情報のみから、流れに関する有効な情報を得ることができると考えられる。

3. 時空間断面

ビデオ画像において流れに平行にある長さの検査線を想定し、その線上の輝度の時間発展を時空間断面としてとらえれば、その断面に現れる軌跡の勾配を調べることで移動速度を知ることができる。図-2に示すのは、河川の画像において得られた時空間断面画像の例である。

このように、実河川画像からえられる時空間断面画像は不明瞭で、軌跡の角度を得るためには、なんらかの工夫が必要である。いくつかの方法を試した中で、本研究では新たな傾斜角の測定法として変形法を考案

キーワード：画像計測，河川表面流，LSPIV，時空間断面画像，現地計測

連絡先：〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 Tel.078-803-6439, Fax.078-803-6394

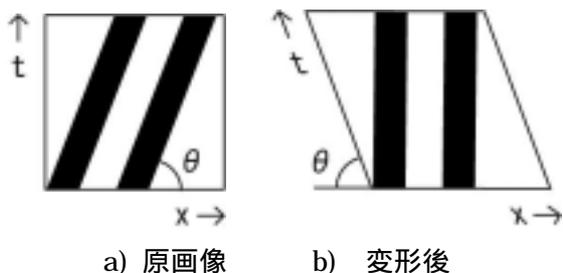


図-3 変形法の説明

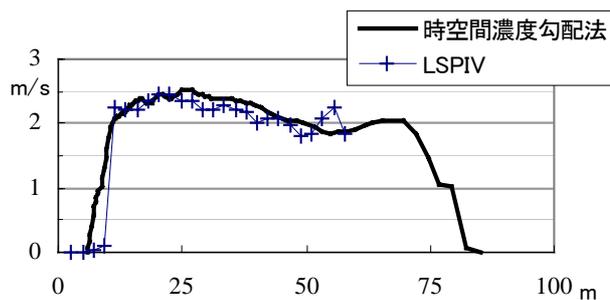


図-4 LSPIV との比較

した。この方法では図-3に示すように、得られた時空間画像の上辺と下辺を順次平行移動させていき、縞模様の傾斜角が下辺に対して垂直になる角度 θ を調べる。実際には検索範囲内の変形角をいくつか試し、上下に隣接する点における輝度差の絶対値の累積値が最小になる変形角を傾斜角度とみなした。図-2にはこの手法で求めた傾斜角を右側に矢印として示している。平均的な傾斜角度を良好にとらえていることがわかる。

4. 実河川流計測

実河川流の計測例として、ここではU川における融雪洪水を取り上げる。図-4は本手法(時空間濃度勾配法)で得られた結果をLSPIVによる結果と比較したものである。時空間濃度勾配法では検査線を50本設定して流速分布を得ている。ともに左岸から撮影されたビデオ画像を用いて解析しているが、LSPIVでは川幅の3分の2までしか十分な計測ができていないのに対し、本手法では川幅全体に渡って流速分布が得られていることがわかる。両手法の流速の相対誤差はわずかであり、計測精度についても実用レベルで問題のないことがわかった。

次に、計測の有効性を確認するために、同一地点を両岸から撮影した画像より得た速度分布同士の比較を

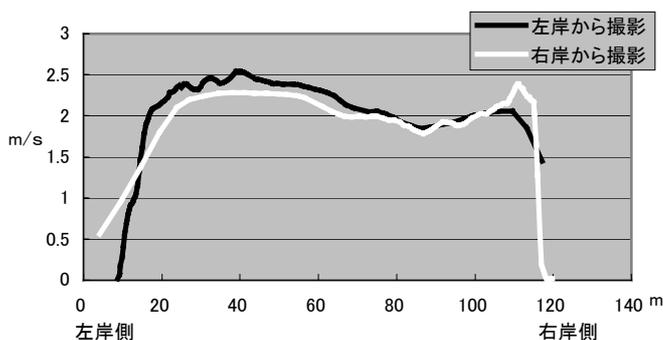


図-5 対岸同士の比較

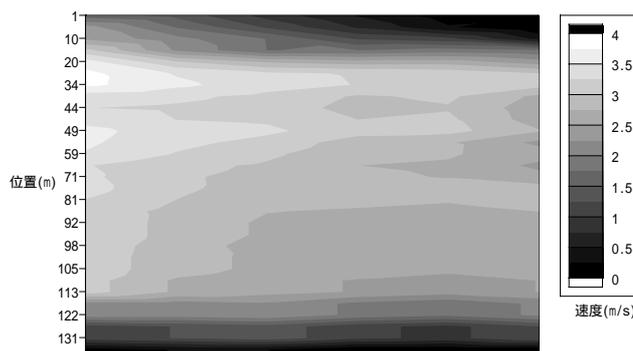


図-6 速度分布の時間変動

行った(図-5)。全体の分布形はよく一致している。撮影点に対して手前にあたる部分の速度は、対岸側に比べて大き目の値となっているが、この原因には、幾何補正の誤差の影響、あるいは角度計測の傾向の可能性が考えられる。次に、同じ横断面における流速分布の時間変化を図-6に示す。洪水流の減水期の状況をうまく捉えることができた。

5. あとがき

非接触の流速計測手法として時空間濃度勾配法を開発し、従来法との比較検討を行った結果、画像計測の適応範囲を広げることが確認できた。作業が簡便で、精度の良い流量計測法の実用化にむけ、前進がみられたのではないかと考える。

謝辞：U川の洪水流についてはアジア航測(株)の川村嘉勝氏を中心に現地観測を行って頂いた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

1) Fujita, I., Muste, M. and Kruger, A., *Journal of Hydraulic Research*, IAHR, Vol.36, No.3, pp.397-414, 1998.