第Ⅱ部門 STIV における適切なパラメータ設定法

神戸大学工学部	学生員	○堤	志帆
神戸大学大学院工学研究科	正会員	藤田	一郎

<u>1. はじめに</u>

現在,河川の流量観測は低水時にプロペラ流速計などの点計測手法が用いられ,高水時は浮子による観測が行われている.これら接触型流速計は計測に時間がかかる上に経済的に不利であり,洪水時に計測する際の危険についても指摘されているため,より安全で安価な流速計の開発が求められ,非接触型流速計が開発された^{1,2)}.非接触型流速計には PIV やオプティカルフロー法などさまざまな種類があるが,その中に STIV (Space-Time Velocimetry) がある.本研究では,この STIV 解析を用いて実河川のデータを解析し,得られる流速データの精度向上のためにどのような点に留意すればよいかについて調べた.

2. STIV (Space-Time Velocimetry)

STIV (Space-Time Velocimetry) は LSPIV (Large-Scale Particle Image Velocimetry) の もつ問題点を解決する方法として藤田ら¹⁻³⁾によって開発された.STIV は河岸や橋梁 から撮影したビデオ画像から連続した画像を取得し,画像上に設置した検査線の輝度 値を時間軸方向に積み重ねて時空間画像を作成する.この時空間画像に生じている縞 パターンを解析し,輝度勾配ベクトルを求め,その角度から流速を算出する方法であ る.STIV ではこの時空間画像から縞パターンを解析し,輝度勾配ベクトルを精度良 く得るために適している¹⁾輝度勾配テンソル法を用いている.輝度勾配に関するテ ンソル (J_{pq}) およびコヒーレンシー (C_c)の定義式を示す.

$$J_{pq} = \int_{A} \frac{\partial g}{\partial x_{p}} \frac{\partial g}{\partial x_{q}} dx dt$$
$$C_{c} = \frac{\sqrt{(J_{22} - J_{11}) + 4J^{2}_{12}}}{J_{11} + J_{22}}$$

ここに*p,q*:時空間の成分を表す指数で1が空間軸,2が時間軸, *A* は検査領域の大きさを示す.ここで、コヒーレンシーは縞パ ターンの強さを示すパラメータであり、理想的な縞パターンほ ど1に近づき、縞パターンがまったくない場合に0をとる.

今回の STIV 解析では兵庫県第二級河川の千種川に設置された CCTV のデータを用いた.撮影されたビデオ画像の一例を図-1,その画像を幾何変換したものを図-2 に示す.さらに,図-2 に示した線を検査線とし作成した時空間画像を図-3 に示す.また,図-3 の時空間画像のコヒーレンシー分布を図-4 に示す.こ

図-1 ビデオ画像



図-2 幾何変換画像



(1)



の図からもコヒーレンシーの大きな領域では明瞭なパターンが得られていることがわかる.

3. 解析内容および解析方法

STIV 解析の精度に影響を与えるパラメータとして,検査領域の大きさ(A),コヒーレンシーのしきい値,適応 させる画像平滑化フィルタの種類がある.ここではこのうち検査領域の大きさとコヒーレンシーのしきい値によ る影響を調べた.

Shiho TSUTSUMI, Ichiro FUJITA

解析に用いたデータは千草川の 2007 年 7 月 15 日 05:10 の約 8.3 秒間 の画像である.解析条件を表-1 に示す.また,解析の結果得られた流 速の比較対象として同じ時空間画像を手動で解析した結果を用意した.

<u>4. 解析結果および考察</u>

解析結果の一例を表-2 にまとめた. このうち, コヒーレンシーの画 像は検査範囲の大きさ (*Mx*×*Mx*) が 35×35(pixel)のものを採用してい る.また,検査範囲の大きさとコヒーレンシー,流速の関係図は横軸 に検査範囲の一辺の長さ(pixel),縦軸にコヒーレンシーのしきい値をと った.

この中の検査範囲とコヒーレンシー、流速の関係図か ら検査範囲の大きさが小さめ(20×20, 25×25 (pixel)) であればコヒーレンシーの値によって得られる流速の値 にばらつきが出て、どの値が正しいかの判定がしづらい ことが確認できる. 逆に検査範囲の大きさが大きめ(45 ×45, 50×50 (pixel)) であれば、コヒーレンシーのしき い値によらず同程度の流速値を算出できていることが確 認できる.ただし、検査範囲が大きすぎるとコヒーレン シーのしきい値を大きくした場合に異常値が発生してい る.これは、より大きな範囲で同じパターンを検索した 結果、全体としては似たパターンを選択するが、コヒー レンシーの値が減少するため,高いコヒーレンシーのデ ータが少なくなり、解析の結果得られる輝度勾配の数が 少なくなることから生じていると考えられる. 表-2 より, このケースの STIV のパラメータとして検査範囲の大き さが 40×40 以上,およびコヒーレンシーのしきい値 0.5 以下が適切なパラメータとみなすことができる.

<u>5. 今後の課題</u>

今回の解析では、検査範囲が小さいと算出される流速 値の値にばらつきが生じることが確認できたが、今後は 画像平滑化フィルタによる影響と検査範囲の大きさの関 係を調べる必要がある.

<u>謝辞</u>

千種川における CCTV からの映像記録に関しては上郡 土木事務所および NTT インフラネット(株)の協力を得た. ここに記して謝意を表する.

<u>参考文献</u>

- 藤田一郎,椿涼太:時空間画像を利用した河川表面 波紋の移流速度計測,河川技術論文集,第9巻,2003.
- 藤田一郎:実河川を対象とした画像計測技術,土木 学会水工学委員会・海岸工学委員会,水工学シリー ズ 0.3-A-2, 2003.
- 3) 藤田一郎:非接触型流速計測法を用いた実河川流の計測と問題点,ながれ vol26, No.1, 2007.

表-1 解析条件

撮影日時	2007/07/15 05:10	
水位(T.P.)	27.71 (m)	
解析枚数	250 枚	
画像間隔	0.0333 (sec)	
ピクセルサイズ	0.1 (m/s)	
フィルタ	ガウシアンフィルタ	
	(sigma=0.625)	

表-2 検査範囲とコヒーレンシー,流速の関係

