

第Ⅱ部門

2次元画像フーリエ変換を利用した STIV 法の改良

神戸大学工学部
神戸大学大学院工学研究科
神戸大学大学院工学研究科

学生員 ○原 浩気
学生員 安藤 敬済
正会員 藤田 一郎

1. はじめに

現在、河川の流量観測は低水時には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。そこで本研究では、時空間画像を二次元フーリエ変換の適用により STIV 解析の精度向上を試みた。

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非接触型流速計測手法の一つである。STIV で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。そして、この時空間画像に生じる縞パターンの角度から流速を算出する。時空間画像からの解析として輝度勾配ベクトルを求めるために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}) の定義式を以下に示す。

$$J_{pq} = \int_A \frac{\partial g}{\partial x_p} \frac{\partial g}{\partial x_q} dx dt \quad (1) \quad \tan 2\phi = \frac{2J_{12}}{J_{22} - J_{11}} \quad (2)$$

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。

3. 解析内容および解析方法

STIV 解析における現状として、昼間における洪水流画像に対しては良好な結果が得られているが、夜間および撮影カメラのレンズに水滴が付着しているような悪天候時には、改良が必要であった。そこで本研究では時空間画像に 2次元フーリエ変換(FFT)を適用し時空間画像を画像処理することで、解析結果にどのような影響を与えるか検討した。対象河川は兵庫県を流れる 2 級河川の千種川である。ここでは検査線を一本にしぼり、時間ごとの流速変化を以下に示す 4 通りの方法によって算出した結果を示す。従来法である STIV、時空間画像からの角度をプログラム算出でなく手動で行った manual-STIV、時空間画像に 2次元フーリエ変換を適用することで図-3 に示すようなスペクトル画像を作成し、そのスペクトル画像から角度を算出し STIV 解析を行う FP-STIV、時空間画像に 2次元逆フーリエ変換を用いるバンドパスフィルタの適用を行い、フィルタ後の時空間画像を STIV 解析する HL-STIV の計 4 通りで行った。また参考のために、LSPIV においても同様の位置での流速を算出している。



図-1 ビデオ画像

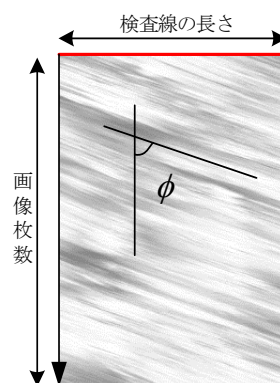


図-2 時空間画像

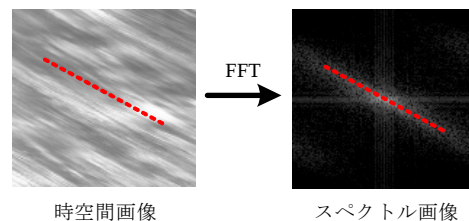


図-3 スペクトル画像例

4. 解析結果および考察

解析結果を図-4に示す。Manual-STIVを基準としたとき、HL-STIVが最も精度良く解析できていることがわかる。特に図中の(a)の時間による撮影カメラに水滴が付着したとき、(b)の夜間の解析結果において精度がよくなっている。これらの場合の、時空間画像、ヒストグラムおよび勾配ベクトル図の変化を図-5に示す。時空間画像の変化からは、水滴の影響および、夜間におけるノイズの影響がバンドパスフィルタを適用することで除去できていることがわかる。その結果、勾配ベクトルが適切に算出され、ヒストグラムのピークもはっきりしてくることが確認できる。

またFP-STIVの結果も従来のSTIVの結果よりも良好に流速値が算出されている。このことから、スペクトル画像からでも時空間画像の縞のはっきりしているものであれば解析が行えることがわかった。一方、LSPIVの解析では撮影環境が悪かったため、良好な結果が得られなかった。このことからSTIVの優位性を改めて確認することができた。

5. 今後の課題

今回、バンドパスフィルタを用いることで、時空間画像を周波数ごとに分離することが可能となった。そこで、今後は時空間画像のもつ様々な周波数を計測し、河川ごとの波紋の特徴もしくは水位変動による波紋の特徴をつかみ、表面波紋の特性を解明したいと考える。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 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.
- 4) 酒井幸市: 画像処理とパターン認識入門, 森北出版株式会社, pp131-135, 2006.

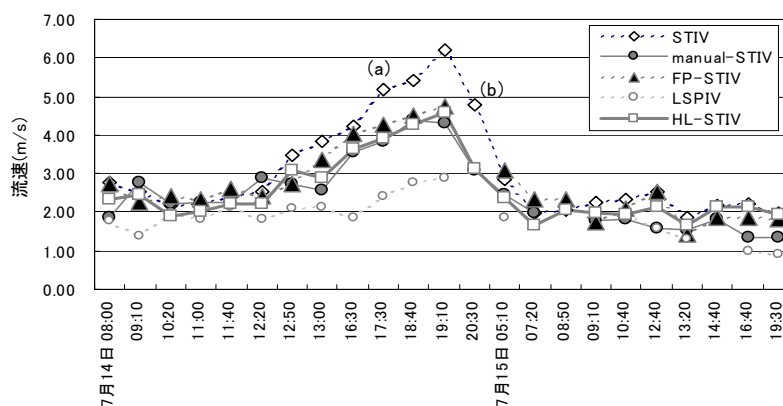


図-4 流速結果

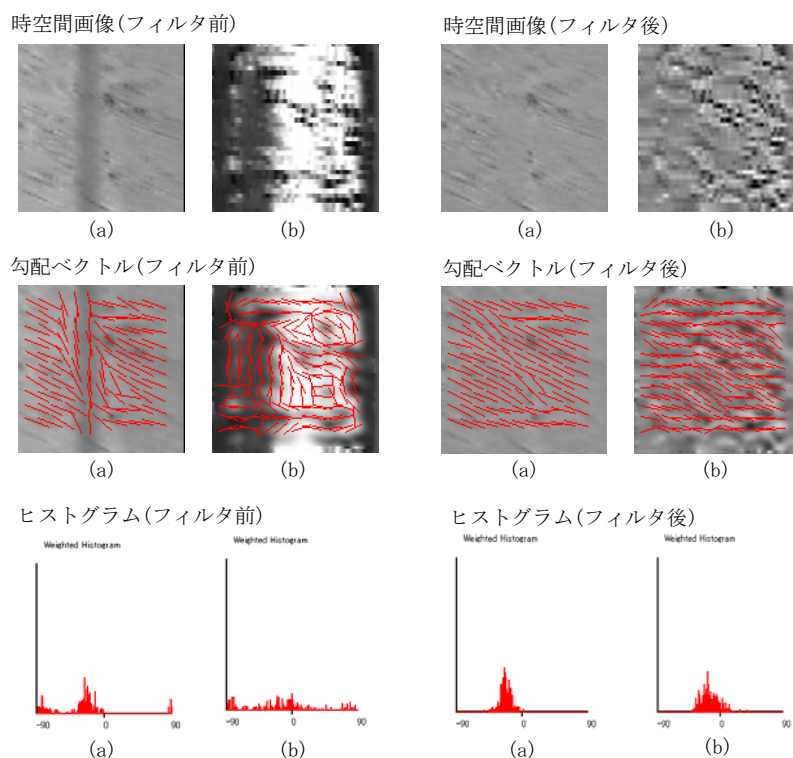


図-5 バンドパスフィルタ適用による変化