

STIV 解析における適切な解析時間に関する検討

神戸大学大学院工学研究科 学生員 ○建口 沙彩
 神戸大学大学院工学研究科 正会員 藤田 一郎

1. はじめに

短時間での集中豪雨が近年増加傾向にあり、河道計画を立てる際に必要である降雨流出過程の的確な把握が求められている。流出モデルの精度を高めていく中で、流量の正確な把握は最も重要であるといえるが、流量観測の精度向上はあまり進んでいないのが現状である。そこで本研究では、藤田ら¹⁾によって考案された時空間画像を利用した画像解析手法 STIV (Space-Time Image Velocimetry) に注目した。これまでは、STIV 解析で用いる河川表面を撮影した動画の時間において、適切な解析時間に対する言及はなされていなかった。しかし、実河川における実用化を進める中で、目安となる解析時間の提示は重要である。そのため本研究では、STIV 解析で用いる解析時間と計測流速との関係性を調べ、適切な解析時間に関する検討を行った。

2. STIV の概要

撮影画像を幾何変換し、幾何変換画像に対して流れ方向に設置した検査線上の輝度分布を時空間方向に積み重ねて時空間画像 (STI) を作成する。STI 上の縞パターン²⁾の平均勾配 ϕ から検査線上の平均流速が式(1)を用いて得られる。

$$U = \frac{S_x}{S_t} \tan \phi \quad (1)$$

S_x : 検査線軸の単位長さスケール(m/pixel)
 S_t : 時間軸の単位時間スケール(sec/pixel)

ここで、縞パターン²⁾の平均勾配 ϕ は輝度勾配テンソル法によって算出する。輝度勾配テンソル法では、図-1 に示すように、STI を任意の検査領域に分割し、各領域に方向ベクトルを求める。その後、勾配をヒストグラム化して代表的な値を自動的に導いている。一方、STI の縞パターンに合わせて直接線を引き、勾配を算出するマニュアル法を用いて流速を算出することもできる。

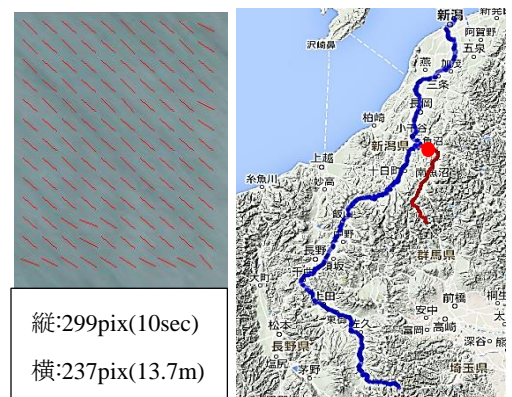


図-1 STI 図-2 魚野川観測位置
 (青線：信濃川／赤線：魚野川)

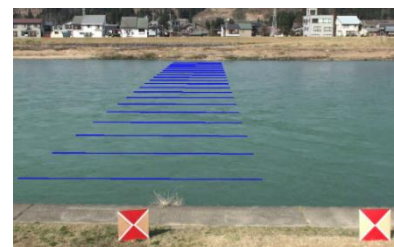


図-3 検査線位置

3. 観測概要

図-2 で示した魚野川について、新潟県魚沼市堀之内に位置する根小屋橋付近で、図-3 の位置にビデオカメラを設置し河川表面の撮影を行った。魚野川の川幅は約 130m、観測時の平均水深は約 2m である。同時に、ADCP により河川表面流速の計測も行われた。

4. 動画時間に関する検討

1 分間の撮影動画を、30 秒ずつ (2 つ)、20 秒ずつ (3 つ)、10 秒ずつ (6 つ) に分割して、同一検査線 (図-3) 上の表面流速を測定した。図-4 は、10 秒、20 秒、30 秒に切り分けた動画から算出した流速をそれぞれ平均して、同一箇所の ADCP 観測結果と比較したものである。また、図-5 及び図-6 は左岸から 69.3m 及び 24.0m の

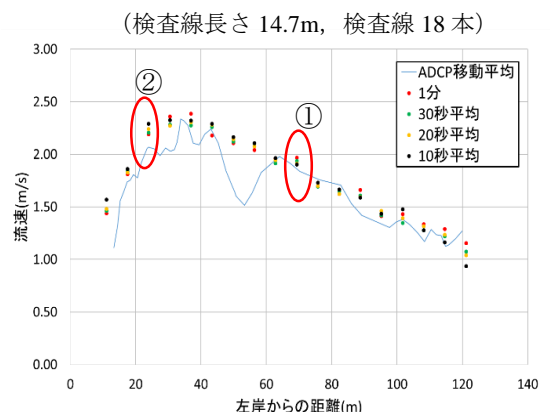


図-4 各解析時間における流速分布

キーワード 画像解析, STIV, ADCP, 時空間画像

連絡先 〒657-0013 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 TEL 078-803-6439

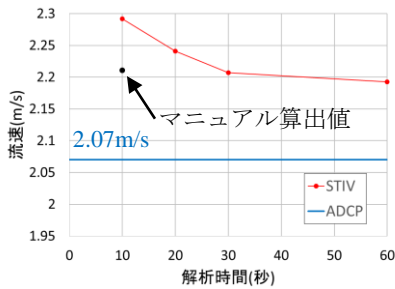


図-5 解析時間と流速の関係

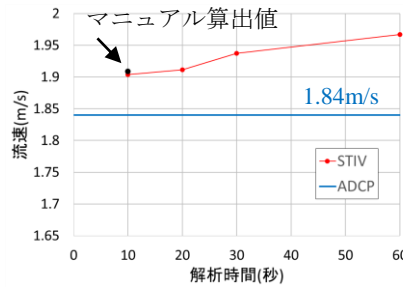


図-6 解析時間と流速の関係

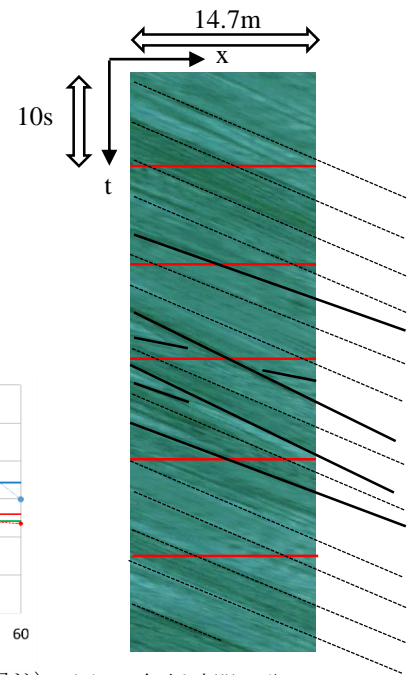


図-9 解析時間1分のSTI

(図-4の①地点：左岸から69.3m)

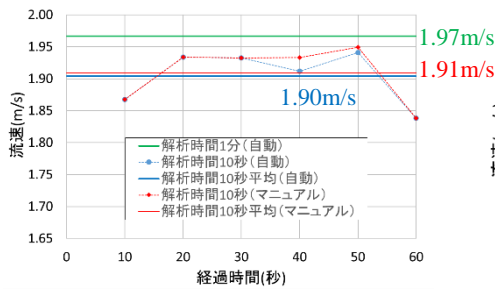


図-7 流速の時間変動

(図-4の①地点：左岸から69.3m)

(図-4の②地点：左岸から24.0m)

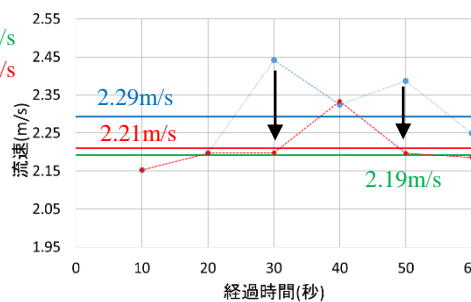


図-8 流速の時間変動(凡例は図-7と同じ)

(図-4の②地点：左岸から24.0m)

(図-4の②地点について)

地点において、各解析時間の算出流速をそれぞれ平均して示したものであり、図-7及び図-8は同一地点における10秒ごとの流速の時間変動を示したものである。図-4、図-5及び図-6より、解析時間の違いに関わらず、STIV算出流速分布はADCP観測流速分布の傾向にほぼ一致しており、STIVの精度の高さが確認できた。ここで、ADCPは河川表面から約30cm下の流速を測定しているため、実際の河川表面流速はADCP観測値よりも少し大きくなる。よって、STIV解析結果とADCP観測結果はほぼ近い値を示しているといえる。

しかし、図-4の②地点について10秒ごとの流速の時間変動(図-8)とSTIの縞パターン(図-9)を比較すると、STI上では流速が小さくなっている部分(経過時間30~40秒部分)で、大きい流速が算出されていた。これは、STI上の主要な縞パターンの勾配ではなく、ノイズ部分の勾配を輝度勾配テンソル法で検知してしまったことが原因と考えられる。そこで、10秒ごとに分割した動画について、マニュアル法を用いて再度解析を行った。結果は図-5~図-8上に示した。自動算出した流速とマニュアルで算出した流速の差は、最大で約0.4(m/s)であった。特に、ボイル渦が発生している河岸付近(例えば、左岸から24mの地点：図-8)の流れではノイズが発生しやすいと思われる。ただし、1分を10秒ずつに分割して、それぞれにおいてマニュアルで算出した流速を平均した値は、1分間の動画に対して自動算出した流速により近い値となった(図-5及び図-6)。つまり、長時間(今回の場合、1分間)の解析を行うと、全体的にノイズの割合が低下して、本来の平均値にほぼ一致するようになる。

5. おわりに

本研究では、STIV解析で用いる解析時間について検討を行った。流速の時間変動を短時間スケールで調べたい場合は、ノイズの影響を考慮して、マニュアルで流速の確認を行うことが有効である。一方、変動が大きい流れの場合は、長時間動画に対する解析を行うことが有効である。本研究では、比較的流れが穏やかな魚野川に対して観測を行ったが、今後は流速の時間変動が大きい場合や、流速値が大きい場合など、様々な状況においてSTIV解析を行っていきたい。また、STI上の縞パターンの勾配を正確に算出する方法を開発することで、自動算出された流速の精度を高めていきたい。

参考文献

1) Fujita, I., et al. : Development of a non-intrusive and efficient flow monitoring technique : The space-time image velocimetry (STIV), Intl.J.River Basin Management, Vol.5, pp.105-114, 2007.