

神戸大学工学部 学生会員 〇霜野 充 独立行政法人土木研究所 正 会 員 萬矢敦啓
神戸大学大学院工学研究科 正 会 員 藤田 一郎 独立行政法人土木研究所 正 会 員 本永良樹

1. はじめに

従来、洪水発生時の流量計測においては測定員が現場で浮子を用いて計測を行っている。流量は測定した流速と更正係数、流水断面積から算出し、その時の水位との関係式を作成しておいてそれに基づいて水位の連続観測値を流量に換算するという事で求められている¹⁾。しかし浮子法による観測の場合、大洪水時には危険が伴いピーク時を欠測してしまう、夜間においては観測が困難などの問題点が挙げられるとともに多大な労力と人件費等のコストを必要とする。このような背景から危険度が低く、より安価な流量観測の方法の開発が求められ非接触型の流速計が開発された。本研究では藤田ら²⁾によって考案された画像解析手法である河川表面流計測手法 STIV を信濃川支流の魚野川に適用して解析を試みた。解析結果は超音波ドップラー流速分布計(Acoustic Doppler Current Profiler, 以下 ADCP³⁾と呼ぶ)による計測データと比較し精度の検証を行った。また、通常のカメラでは撮影困難な夜間にも対応するために遠赤外線カメラを用いて解析を行った。流量は表面流速分布から縦断面分布形状や水深のデータを用いて算出し、ADCP のデータと比較を行った。

2. 解析方法

解析領域を図-1に示す。根古屋橋下流側にADCPを横断方向に曳航させて得られた結果(図-1の青線)と遠赤外線カメラ(カメラA)の映像による解析結果と比較する。夜間においてはカメラAの映像を用いた解析結果と発光浮子の移流速度を比較する。図-2はADCPで観測した流量と水位の変化を表したグラフである。融雪出水により、水位で約40cm,流量で約200m³/sの変化が生じていることがわかる。図-3にカメラAによる昼・夜における撮影画像を示す。遠赤外線カメラの利用により、夜間だけでなく昼間でも河川表面のパターンを明瞭に視認することができる。今回、使用した遠赤外線カメラ(FLIRシステムズ, SR-334)は解像度が320×240画素しかないが、撮影俯角が約3度に相当する対岸近くまでよく識別できている。但し、実際の解析ではオリジナル画像を640×480画素に拡大したものを使用している。表-1にSTIVの解析パラメータを示す。検査線長は13.7m,間隔は6.56mとして斜め画像上に設定し,STIVの解析を行った。図-4に検査線の設定状況を示す。



図-1 撮影アングルと ADCP の曳航軌跡

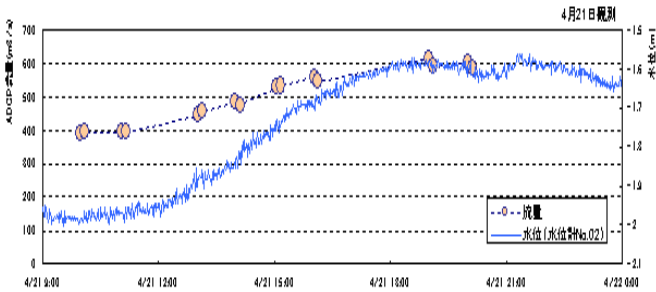


図-2 ADCP 流量及び水位ハイドログラフ

表-1 解析パラメータ

画像サイズ(pixel)	640×480
アスペクト比	4:3
画像枚数(枚)	300
フレームレート(fps)	30
検査線の長さ(m)	13.7
検査線間隔(m)	6.56

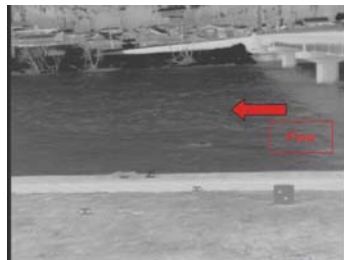


図-3 左:昼(10時) 右:夜(19時)

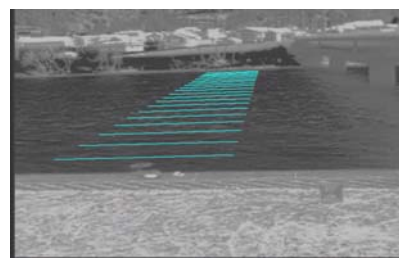


図-4 検査線の位置

3. 解析結果及び考察

図-5は19時における解析結果と ADCP のよる観測データを比較したものである。グラフは縦軸に流速と河床高、横軸に左岸からの距離とする。また同一グラフに河床形状と水位を示す。解析結果は ADCP から得られた結果とよく一致している。ADCP は計測時間が短いためにばらつきが大きい。左岸から 70m 程離れた箇所で流速値が小さくなっているのは橋脚による影響のためと考えられる。

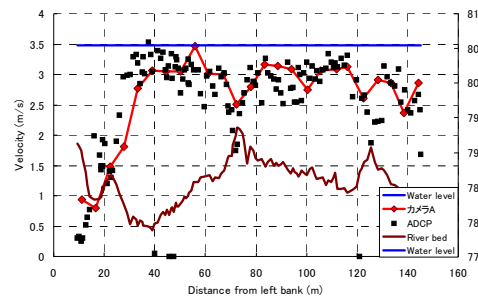
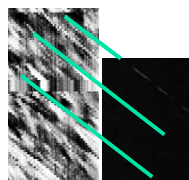
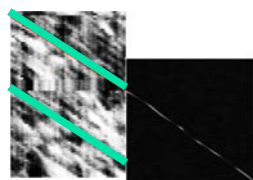


図 5 STIV 解析結果・ADCP データ

次に、解析結果と発光浮子の移流速度の比較をする。図-6は19時におけるカメラ A の画像に発光浮子が通過した軌跡に沿って検査線を設定し STI を比較したものである。左にカメラ A、右に発光浮子の STI 画像を示し、縞模様と浮子の軌跡の勾配を比較した。緑色の斜線はカメラ A の勾配をはっきりさせるため平行に引いたものである。これらの画像から勾配がよく一致していることがわかり、カメラ A で捉えた波紋の移流速度と浮子の移流速度はよく一致していることがわかる。よって夜間のため通常ビデオカメラでは解析できない場合でも、遠赤外線カメラを用いて解析できることがわかりその有用性が示された。図-7 に各手法により得られた流量を比較した。ここでは、電波流速計から求めた流量も示している。ADCP による流量との相対誤差は 5%程度であり、簡便な方法で流量の推定が行える STIV の有用性を確認できた。



左:遠赤外線カメラのSTI画像,流速:3.33(m/s)
縦:300pixel(10sec)横:190pixel(13.7m)
右:発光浮子のSTI画像,流速:3.29(m/s)
縦:300pixel(10sec),横:169pixel(19.0m)



左:遠赤外線カメラのSTI画像,流速:2.63(m/s)
縦:300pixel(10sec)横:113pixel(13.7m)
右:発光浮子のSTI画像,流速:2.55(m/s)
縦:300pixel(10sec),横:169pixel(19.0m)

図-6 STI 画像の比較

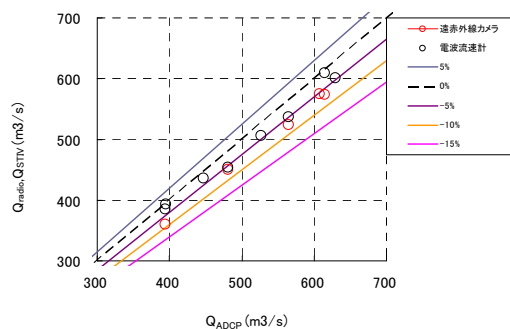


図-7 流量比較

4. おわりに

本研究では遠赤外線カメラの映像を用いて解析を行い ADCP の観測値と発光浮子の移流速度と比較することでその精度を検証した結果、良好な解析が行えたことを示した。これより、昼夜に関係なく洪水時の流量観測が可能であることを示すことができた。

参考文献

- 1) 日本河川協会編。改訂新版 建設省河川砂防技術基準(案)同解説 調査編。東京、山海堂、1997
- 2) 藤田一郎, 椿涼太:時空間濃度勾配法による主流方向表面流速分布の現地計測, 水工学論文集, 46 巻, pp. 821-826, 2002.
- 3) 二瓶泰雄・木水啓: H-ADCP 観測と河川流計算を融合した新しい河川流量モニタリングシステムの構築, 土木学会論文集 B, Vol. 64, No. 4, pp. 295-310, 2007.