

河川上流部での高水流量観測

前橋工科大学 学生会員 ○大宮 求
 前橋工科大学大学院 学生会員 恩田 実之留
 前橋工科大学 正会員 平川 隆一

1. 研究背景および目的

近年、浮子測法に変わる新たな計測技術を活用した手法の技術開発が行われたことにより、従来の電磁式流速計や浮子測法に加えて、電波流速計、ADCP、STIV(Space-Time Image Velocimetry)や浮子 PTV といった画像処理型流速測定法による流量観測の事例が多く報告されている。新技術を用いた高水流量観測の精度向上を目的として、土木研究所が公開している流量観測の高度化マニュアルでは、従来法と比べてより信頼性の高い流量値が得られると考えられている ADCP 観測を基本としている。しかし、山地急流河川のように中小規模の出水でも流速が速く水面振動が激しい場合などには電波式流速計、画像解析等を用いた観測を補助的に実施するとしている。著者らの研究対象としている河川上流部では、観測される流速が 10m/s 以上にもなることもあり、このような流速では ADCP の観測は困難である。よって、河川上流部では非接触型流速計測法である電波流速計や画像処理型流速測定法 (STIV) の活用を図っていくことが有望と考えている。しかし、非接触型流速計測法の実用化には、洪水時に水面変動が激しく生じる流れ場での計測の確実性や計測精度、さらに、水表面流速が受ける風の影響と流量算出に必要な更生係数の検討が必要である。

本研究では、群馬県前橋市にある平成大橋で得られた観測結果から、河川上流部での非接触型流速計測法による流速依存性を考慮した流速計測精度及び更生係数について検討する。具体的な検討内容は、①電波流速計及び STIV で計測した水表面流速が受ける風の影響、②電波流速計及び STIV と ADCP の流速計測精度、③流量算出に必要な更生係数である。

2. 現地観測の概要

2.1 観測サイト

高水流量観測地点は、利根川の河口から 201.5km 付近に位置する平成大橋で実施した。高水流量観測を実施した洪水イベントは平成大橋から約 500m 上流にある前橋水位観測所において、2014 年 10 月 6 日 (台風 18 号, 最高水位: 92.95Y.P.m) 及び 2014 年 10 月 14 日 (台風 19 号, 最高水位: 93.12Y.P.m) の 2 つである。

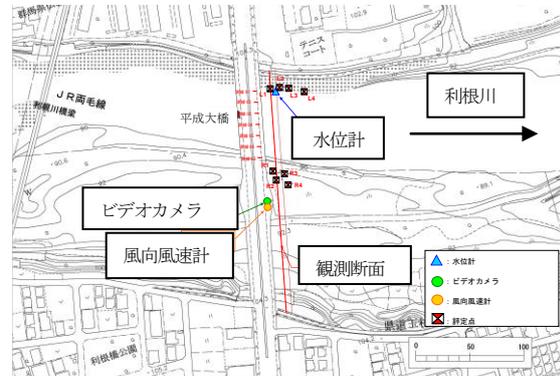


図1 平成大橋付近の平面図と観測体制

2.2 調査方法

高水流量観測は、図 1 に示すように、流速観測機器は ADCP (Workhorse1200kHz, Teledyne RDI 製) と可搬式電波流速計 (RYUKAN, 横河電子機器(株)製) と、ビデオカメラによる画像処理型流速測定法 (STIV) をそれぞれ用いた。併せて、水位観測機器は平成大橋下流で簡易水位計 (S&DLmini Model 4800, 応用地質(株)製) を、風向・風速観測機器は平成大橋上にて水面から約 20m 上に風向・風速計 (MD2PW-60SW, (株)シロ産業製) を用いた。STIV は、撮影したビデオカメラ画像を解析するために、事前に標定点を図 1 に示すように 8 点設置し、三次元座標を測量により求めた。

3. 結果と考察

3.1 風の影響補正式の算出

2014 年 10 月 6 日出水と 2014 年 10 月 14 日出水を対象として、同一地点における ADCP の上層第一層の流速値 (水面下 32cm) U_{ADCP} から電波流速計の水表面流速値 U_{RCM} を引いた流速差を U_{ADCP} で除した値と風速の河川流向成分 U_{WIND} を U_{ADCP} で除した値の相関関係を図 2 に示す。ここでは、流速と風速ともに流下方向を正とし、電波流速計の計測能力を踏まえ 0.5m/s を超える流速値のみを対象とした。図 2 の流速差 Y と風速 X に近似直線を適用し、本永ら¹⁾と同様に風の影響を除去する式(1)を求めた。

$$U_{ws} = U_{RCM} - 0.082U_{WIND} \quad (1)$$

ここで、 U_{ws} : 電波流速計による表面流速値から風の影響を除去した流速値である。

キーワード ADCP, STIV, 非接触型流速計, 更生係数

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 前橋工科大学 TEL.027-265-7355 E-mail :hirakawa@maebashi-it.ac.jp

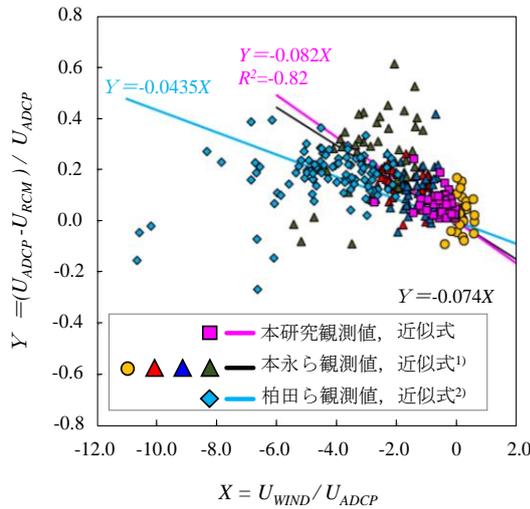


図2 2つの表面流速差と風速の相関図

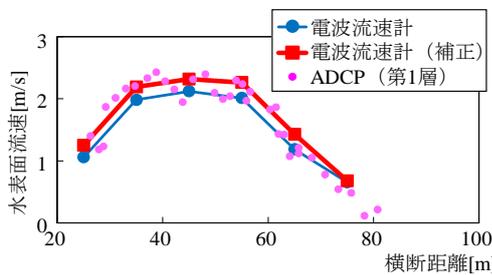


図3 ADCPと電波流速計補正流速の横断分布比較図

この式を用いる場合、風速の8.2%が水表面流速値に加算されることになる。なお、本研究の相関係数は0.82であった。これは先行研究^{1), 2)}と比較しても高い値であることを確認している。

3.2 電波流速計およびSTIVの計測精度

前節で算出した(1)式を電波流速計で得られた風速3m/s程度の逆風時の流速に適用した結果を図3に示す。同図から、主流部において風の影響を考慮しない電波流速計の水表面流速に比べ、風の影響を考慮した電波流速計の水表面流速の方がADCP流速値と良好に一致していることが分かる。電波流速計と同様に、流速差と風速の相関関係から得られた(1)式をSTIVで得られた逆風時の流速に適用した結果を図4に示す。同図から、風の影響を考慮しない場合に対し、風の影響を考慮した水表面流速の方がADCPに近づいているが、左岸側から主流部の間で差が生じている。なお、左岸から約60m付近は波紋の影響で、正確な流速解析ができなかった。

3.3 更正係数

水表面流速を用いた流量算法は、未だ確立されていない。ここで、水表面流速から水深平均流速を算出する際に必要な更正係数は、表面浮子の更正係数と同様に0.85を一律に与える場合が多い。このため、ADCP流速鉛直分布を用いて水表面流速の更正係数を確認した。図5に水表面流速に対する更正

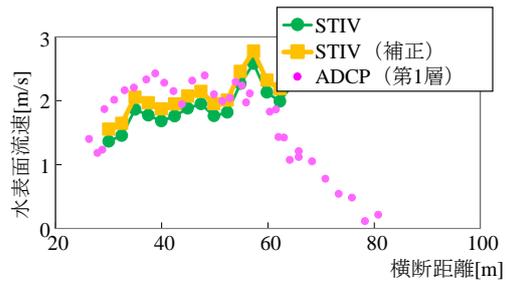


図4 ADCPとSTIV補正流速の横断分布比較図

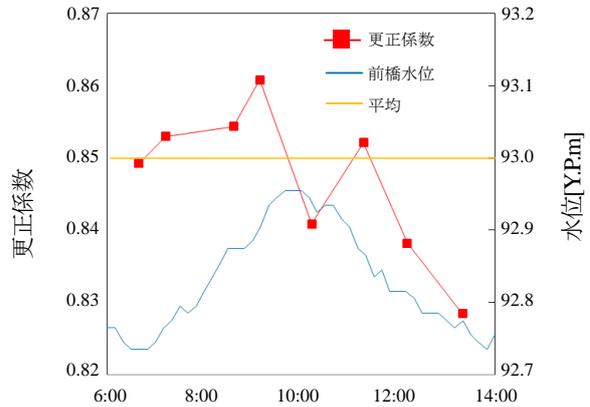


図5 水表面流速に対する更正係数の経時変化

係数の時間変化を示す。これをみると、更正係数は概ね0.83~0.86の間で変化しており、これらの単体平均は概ね現行標準値(=0.85)と同値である。

4. 結論

群馬県前橋市にある平成大橋での現地観測結果から、本研究で得られた結論は以下の通りである。

- 1) 風の影響を補正する式を算出した。得られた式の相関係数は既往研究に比べて高い値であった。
- 2) 逆風時には電波流速計、ADCP、STIVの流速計測法で得られた流速の乖離を確認した。このため、風の補正式で吹送流の影響を加味したところ、誤差を小さくすることができた。
- 3) ADCP観測成果を用いて更正係数を算定したところ、概ね標準値(=0.85)と同値となった。

謝辞

本研究における観測データは、国土交通省関東地方整備局利根川ダム統合管理事務所から、既往研究データは土木研究所 ICHARM、東京理科大学二瓶教授及びパシフィックコンサルタンツ株式会社から提供頂いた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1)本永良樹, 萬屋敦啓, 深見和彦: 河床変動及び強風に伴う河川表面流速の特性と風による影響の補正に関する検討, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.69, No.4, pp.1_745-1_750, 2013
- 2)柏田仁, 二瓶泰雄, 山下武宣, 山崎裕介, 市山誠: 電波流速計による表層流速計測とDIEX法に基づく流量推定手法の提案, 河川技術論文集, Vol.18, pp.393-398, 2012