

四万十川における ADCP 曳航観測による洪水流量観測と浮子の更正係数の検討

(株)ハイドロシステム開発 学生会員 ○吉川世里子
 高知高専建設システム工学科 正会員 岡田将治
 (株)ハイドロシステム開発 正会員 橋田隆史
 国土交通省中村河川国道事務所 非会員 森本精郎

1. はじめに

河川の特徴を把握するためには、洪水流量を精度良く観測することが重要である。近年、河川流況計測機器の低コスト化、計測手法の向上に伴い、洪水流量観測の高精度化を目的とした新たな計測手法やデータ補正方法の開発が ADCP(Acoustic Doppler Current Profilers: 超音波ドップラー多層流向流速計)を中心に進められている。本研究では、四万十川具同地点を対象として、ADCP 搭載無人ボートを用いた曳航観測を行い、計測データから更正係数を算出し、従来から行われてきた浮子観測法で用いられている更正係数と比較する。

2. 四万十川具同地点を対象とした洪水流量観測

本観測は 2007 年台風 5 号接近・通過時の四万十川具同地点における出水時に ADCP 搭載無人ボートを用いて曳航観測を行うとともに、従来の計測法である浮子観測を行った。観測対象の台風 5 号時はピーク時でも T.P.5.13 m であり、小規模出水であった。また、具同地点は四万十川の基準観測地点であり、橋脚の影響により局所洗掘が生じており、出水時に行う浮子観測の際には橋脚および床止工の後流の影響や局所洗掘による影響を大きく受ける可能性が考えられる。水位は 8 月 2 日 20 時頃から上昇し始めたが、観測は安全性を考慮して翌 3 日から 6:00 から開始し、同日 18:00 まで 12 時間行った。本観測で行った ADCP 観測は、TRDI 社の ADCP(Work Horse 600 kHz)を用いた。また、ADCP を搭載する無人ボートには、写真-1 に示す同社製の River Boat を用いた。River Boat に ADCP を搭載し、四万十川橋から浮子の第 1 側線を通るように曳航観測させた。観測中の水面幅は約 300 m であり、計測 1 回(片道)に要する時間は約 15 分間で、4 回(2 往復)の計測を 1 セットとし 1 時間間隔で 1 セット行った。また、このときの ADCP の設定条件は、計測モードをハイスピードサンプリング(Mode12)、ping 数 10、計測層厚 0.25 m、計測層数 60 層とし、ボトムトラックを ON とした。この条件で固定観測を行った場合の理論上の流速計測誤差は 4.31 cm/s である。また、従来の観測と比較するために、同時刻に浮子観測も行った。水深に応じて浮子を四万十川橋から投下し、第 1、第 1.5、第 2 見通し線を通り通過する時間から流速で算出している。各見通しは四万十川橋直下流からそれぞれ 50 m、100 m、150 m 下流に位置している。

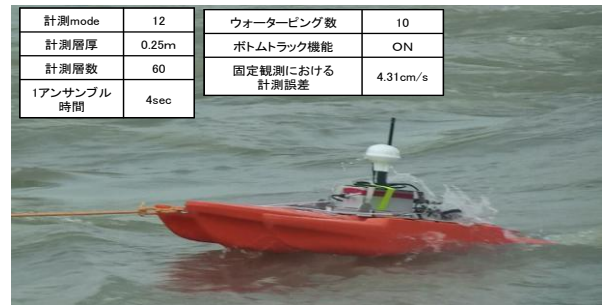


写真-1 ADCP、無線データ転送システムを搭載した River Boat および ADCP の計測設定条件

3. 結果と考察

図-1 は実際に観測した航跡である。本観測地点である具同地点は橋脚後流の影響が大きいため、順流と逆流が交互に現れる断面では River Boat を直線的に曳航観測させることが難しく、転覆をさけるためある程度流れに沿って蛇行させながら計測せざるを得ない。実際の川幅は約 300 m であったのに対して、蛇行させた場合は約 340 m となり、約 40 m も長くなる。そこでこれらの計測データを 5 m 間隔で平均処理

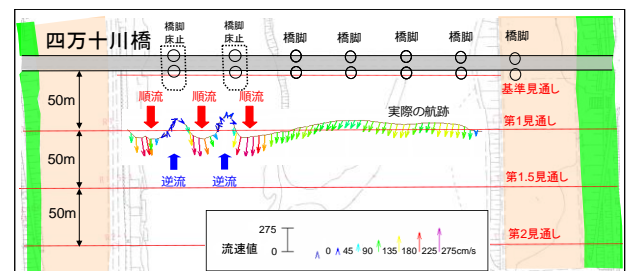


図-1 ADCP 観測による平面流速ベクトルと River Boat の航跡

化し、航跡を断面内に沿って投影補正を行った。これらの補正を行って、図-2 に示す横断流速分布図を作成し、これを積分して断面流量を算出した。断面流量が算出できたのは 10 時から 14 時の 4 ケースについてであった。また、各

時刻の流速分布を比較すると、順流部分と逆流部分とはつきみられ、ほぼ同じ箇所ではほぼ同じ流速となっている。図-2に示す断面流量の偏差は5%以内であり、他の時刻についても同様の結果となった。これはUSGSが策定している流量計測精度5%以内に収めるガイドライン¹⁾に準じているため十分な精度を有している。

次にADCP観測を行った条件で得た計測データから修正係数 α_{ADCP} を算出し、浮子観測で用いられている修正係数 $\alpha_{浮子}$ ²⁾と比較した。修正係数は、水深平均流速と表層(表面)流速の比によって求められる。設定する修正係数の値によって、換算流量の値も変わってくるため、重要な要素とされている。しかし、一般に用いられている修正係数は、鉛直流速分布が対数分布であると仮定した場合に換算される理論値を用いており、実河川での検証例は少ない。本観測では α_{ADCP} を図-3に示す、ADCPの流下方向の鉛直流速分布から求め、その各水深の α_{ADCP} と建設省河川砂防技術基準(案)同解説³⁾に準じた $\alpha_{浮子}$ とあわせて図-4、表-1に示す。その際、図-3で示された橋脚後流の影響を受けている流速分布は比較できないため、逆流域を除き、水深0.7-1.3m, 1.3-2.6m, 2.6-5.2m, 5.2m以上の4区分で、 α_{ADCP} と $\alpha_{浮子}$ を比較した結果、本観測条件では α_{ADCP} は $\alpha_{浮子}$ よりも小さい値となることがわかった。また、水深が大きくなるにつれて両計測値の差が大きくなることがわかった。このことから、本観測条件で測られたADCPの計測データが正しいとすれば浮子観測で求められた平均流速は過大に評価されている可能性があると考えられる。

4. おわりに

本研究ではADCP搭載River Boatを用いて曳航観測を行い、浮子観測で用いられている修正係数 $\alpha_{浮子}$ とADCP観測で計測された修正係数 α_{ADCP} を比較した。その結果より本ADCP観測条件によって求められた修正係数は従来、浮子観測で用いられている修正係数より小さいことがわかった。今後さらにADCP観測を行い、計測されたデータから α_{ADCP} を算出し、 $\alpha_{浮子}$ と比較、検討を行う予定である。

参考文献

- 1) Kevin A. Oberg, Scott E. Morlock and William S. Caldwell: Quality-Assurance Plan for Discharge Measurements Using Broadband Acoustic Doppler Current Profilers, U.S.G.S. Scientific Investigation Report 2005-5183
- 2) 安芸皎一: 浮子特に竿浮子による観測流速の修正係数に就て, 土木学会誌, 第18巻第1号, 105-129, 1932
- 3) 建設省 河川砂防技術基準(案)同解説: 建設省河川局, 第3章, 流量調査 35-58
- 4) 二瓶泰雄: 超音波ドップラー流速分布計に基づく実河川流速・流量モニタリング, 日本流体力学会「ながれ」, 26巻第1号, 13-20, 2007

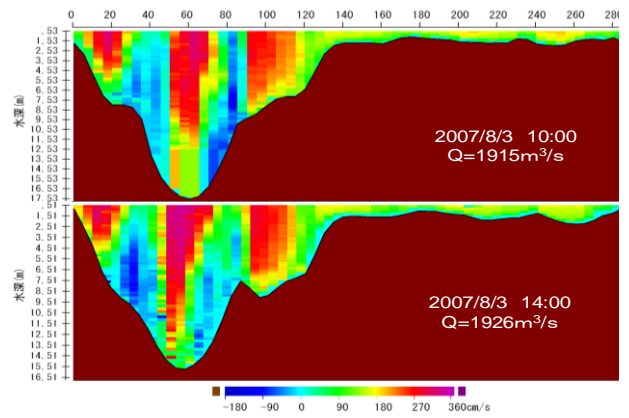


図-2 横断河床形状の流速分布図及び流量の比較

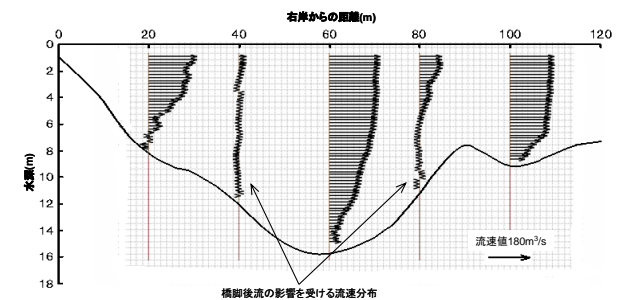


図-3 14時の横断河床形状と鉛直流速分布(0-120m 区間)

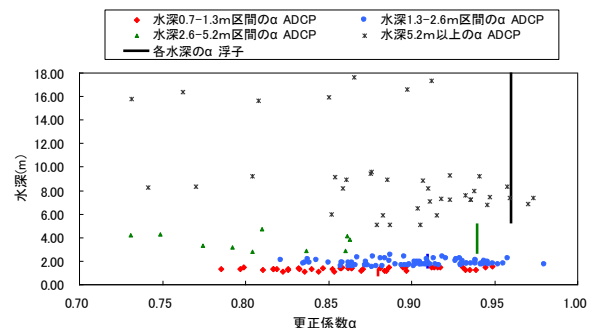


図-4 本観測データから算出した α_{ADCP} と浮子観測で用いられている $\alpha_{浮子}$

表-1 各水深の $\alpha_{浮子}$ と α_{ADCP} の比較

水深(m)	0.7-1.3	1.3-2.6	2.6-5.2	5.2以上
$\alpha_{浮子}$	0.88	0.91	0.94	0.96
α_{ADCP}	0.87	0.90	0.81	0.88
データ数	43	80	10	41
$\alpha_{浮子}$ と α_{ADCP} の比較(%)	1	1	14	8