

棒浮子観測と ADCP 観測に基づく洪水流量の比較

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻
東京理科大学理工学部土木工学科
東京消防庁

学生員 ○木水 啓
正会員 二瓶 泰雄
非会員 望月 健

1. 序論

河道管理をする上で河川流量モニタリングを行うことは必須であり，そのために，全国の一級河川では棒浮子を用いた流量調査が広く行われている．洪水時における棒浮子観測では，通常，河川橋上より棒浮子を投下し，その下流に設けられた計測区間（長さ 100m）における棒浮子の通過時間から流速を求め，この作業を横断面内の数地点で行い流量を算出している．しかしながら，この棒浮子は流れの収束域に集まり流速を過大評価する等により流量計測値に大きな測定誤差が含まれることが指摘されているものの，実測データに基づく棒浮子観測の計測精度に関する本格的な検討例は意外なほど少ない．本研究では，流速鉛直分布が計測可能である超音波ドップラー流速分布計（ADCP）を用いて河川流量観測を実施し，別途行われた棒浮子を用いた観測結果と比較・検討することを試みる．

2. 現地観測の概要

本観測は，江戸川の上流部（新関宿橋，河口より 57.5km）と中流部（玉葉橋，35.5km）の 2 箇所で行われた（図 - 1）．観測期間は，2004/10/5-8（秋雨前線観測），2004/10/21-22（台風 23 号観測），という 2 つの洪水イベントとした．ADCP を用いた流量調査の方法としては，佐藤ら¹⁾と同様に，河川橋上より ADCP を吊り下げセンサー面を水面下約 20cm に設置して計測し，これを横断面内の 8～15 地点において実施する．なお，棒浮子観測は別途行われており，その観測結果（国土交通省江戸川河川事務所提供）と ADCP 調査結果を比較する．また，ADCP は水中における流速鉛直分布のみならず，ADCP 本体と底面との相対速度（対地速度）を測定している．ADCP 自体は橋上よりほぼ固定されているため，この対地速度は底面の移動速度（実際には掃流砂の移動速度）を表していることとなる²⁾．

3. 観測結果と考察

(1) 主流方向流速の断面コンター

河道内における流速の横断・鉛直変化を見るために，主流方向流速コンターを図 - 2 に示す．ここでは，新関宿橋における台風 23 号観測時（10 月 21 日 17:13～18:23）の結果を表示している．これを見ると，低水路流速は最大 2m/s に達し，その流速ピークの横断位置は，低水路平面形や橋脚の影響を受けて，低水路の中央部には現れずに右岸・左岸境界付近に生じている．また，流速ピークの高さは右岸側では表層付近に現れるのに対して，左岸側では，低水路側岸に繁茂しているヤナギの葉が水表面付近を覆っているために，それに起因する流体抵抗により底層付近に流速ピークが形成される．一方，高水敷に関しては，植生が密に繁茂する場所では，数 cm/s もしくは上流向きの流れが生じるのに対して，植生分布が疎な領域では 40～50cm/s という大きい流速が生じている．このように，横断面内の流速分布は横断・鉛直方向に大きく

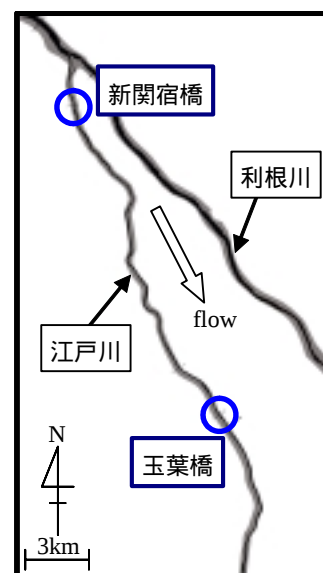


図 - 1 観測点の位置

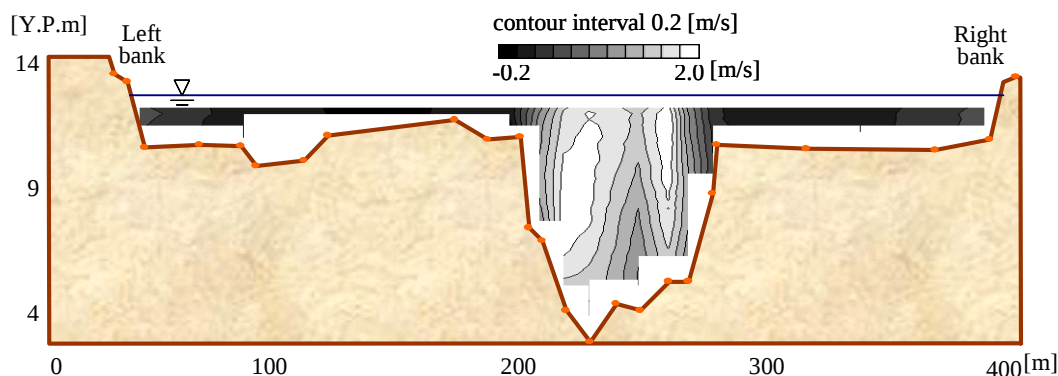
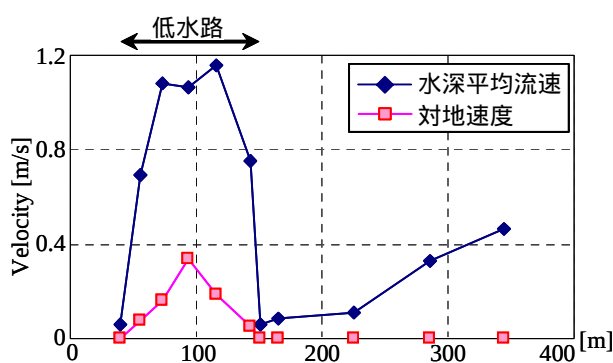


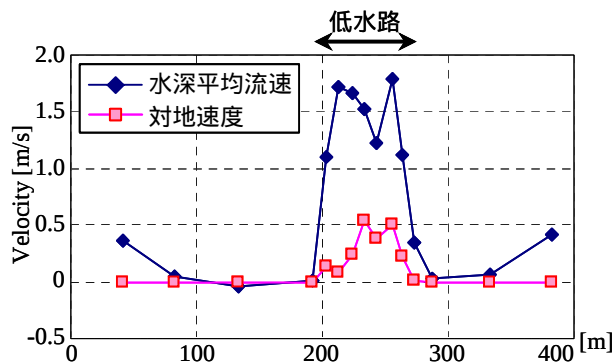
図 - 2 主流方向流速コンター（新関宿橋，10 月 21 日 17:13～18:23）

キーワード：河川流調査，流量，棒浮子，ADCP，対地速度

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL：04-7124-1501（内線 4072）FAX：04-7123-9766



(a) 新関宿橋 (10月21日 17:13 ~ 18:23)



(b) 玉葉橋 (10月22日 02:54 ~ 03:44)

図-3 ADCPにより計測された水深平均流速と対地速度の横断分布

異なり、また、水深平均流速と表層流速の比である更正係数が横断面内において同一とならないことが分かる。

(2) 主流方向流速と対地速度の横断分布

図-3は、台風23号観測時における新関宿橋と玉葉橋での主流方向流速と対地速度の横断分布を示す。これを見ると、低水路における主流方向流速の最大値は、新関宿橋では1.8m/s、玉葉橋では1.2m/sまで達している。また、特筆すべきこととして、対地速度の最大値が両橋ともに0.4~0.5m/sと極めて大きくなっていることが挙げられる。ADCPを用いた既存の洪水流調査の多くは、ADCPをボート（もしくは船）で曳航する形で行われており、その際には「河床面が静止している」と想定し、その底面との相対速度から流速を算定する、というボトムトラッキング機能を用いた流速補正（以下、BT補正と呼ぶ）が採用されている³⁾。しかしながら、図-3に示されているように、少なくとも本観測結果ではこの仮定は成立しないことが分かる。

(3) 流量算定結果

次に、台風23号観測時の新関宿橋を例として、棒浮子観測とADCP観測により得られた河川流量及び水位変動の時間変化を図

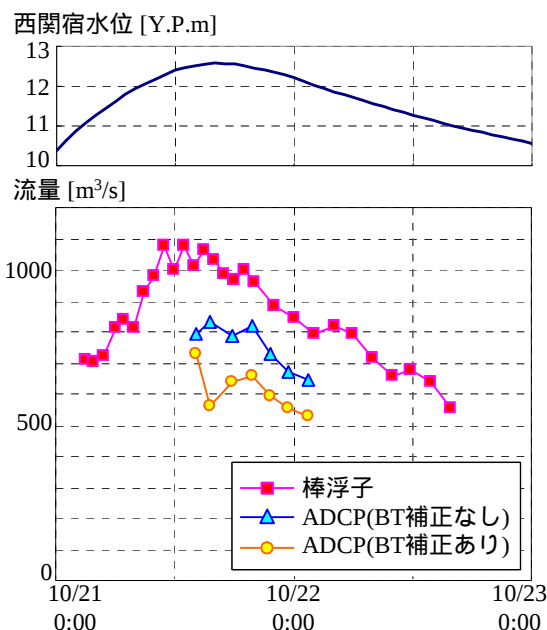


図-4 河川流量（台風23号観測，新関宿橋）

-4に示す。ここで、ADCP観測結果に関しては、BT補正に着目して、本研究で行っている場合（BT補正なし）と従来のADCP調査で用いられる方法（BT補正あり）を図示している。また、ADCP観測結果から流量を求める際には、著者らが提案している力学的内挿法⁴⁾を採用している。まず、棒浮子観測結果と本研究で行っているADCP観測結果（BT補正なし）を比べると、どの時点でも棒浮子による流量値が相対的に大きいことが分かる。ADCP計測期間の平均値としては、棒浮子観測及びADCP観測の結果は各々954m³/s、754m³/sとなり、ADCPにより得られた流量観測値は棒浮子観測結果の79%とやや低い。このような両観測値の相対関係は、別の観測地点や洪水イベントにおいても確認されており、ADCP観測値は棒浮子調査結果の概ね70~80%となっている。このような差が生じるのは、棒浮子観測の流速計測の誤差に起因するものと考えられる。また、ADCP観測におけるBT補正の有無と流量観測値の関係に関しては、図-3と同様に、BT補正ありの場合（従来観測）における流量値は、BT補正なし（本観測）の値よりも下回っている。これより、従来のADCP調査で採用されているBT補正を行うと流量を過小評価することが明らかとなった。

4. 結論

高解像度超音波ドップラー流速分布計を用いて、江戸川における洪水流観測を実施し、棒浮子観測結果と比較した。その結果、本研究で行っているADCP観測（BT補正なし）の流量値は棒浮子観測結果の70-80%程度であり、棒浮子観測では、本観測対象程度の出水では、流量を過大評価することが分かった。また、ADCP調査を行う際には、従来使用されることが多いBT補正を用いると、河川流量・流速を過小評価することが示された。

参考文献

- 1) 佐藤, 二瓶, 木水, 飯田: 水工学論文集, Vol.48, 2004.
- 2) Rennie, C.D., Millar, R.G. and Church, M.A.: *J. Hydraul. Eng.*, Vol.128, No.5, 2002.
- 3) 武藤, 北村, 馬場, 中川: 水工学論文集, Vol.49, 2005.
- 4) 二瓶, 木水: 土木学会論文集, 2005(投稿中).