

## ADCP による流量計測精度の基礎的検証

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻 学生員 色川 有  
 東京理科大学工学部土木工学科 正会員 二瓶 泰雄  
 東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻 学生員 北山 秀飛

### 1. 序論

河川管理上最も重要な流量の計測法として浮子観測等が用いられるが、既存手法は多くの技術的な課題を抱えている。これに代わる方法として、流速鉛直分布と水深の同時計測が可能な ADCP を鉛直下向きに水面近傍に設置し、これを横断方向に移動させる、という「ADCP 移動観測」がある<sup>1)</sup>。この ADCP は、海洋観測では標準機器として用いられているが、河川流観測の適用例は限定されているため、河川での流速・流量計測精度は十分検証されておらず、その上 ADCP を用いた流量計測方法論が確立されていない。本研究では ADCP 移動観測による流量計測法を確立することを目的として、江戸川を対象にして低水時と洪水時の ADCP 移動観測を実施し、他の機器による流量との比較やいくつかの移動観測手法による流量計測値を検討する。

### 2. ADCP 移動観測について

#### (1) 移動観測法の概略

ADCP 移動観測（図1）とは、橋上からロープで吊された ADCP を鉛直下向きに水面付近に浮かべ、ADCP と繋がっているロープを引きながら河川横断方向に移動する方法である。これにより、流速鉛直分布と水深を各横断位置で計測することが可能となる。ADCP を横断方向へ移動させる際には、ADCP を横断方向に連続的に移動させる場合（連続移動観測）と定点にて ADCP を固定して 2~3 分計測し、その後次の定点に移動する場合（定点固定観測）、という 2 種類を本研究では採用する。なお、ここで用いる ADCP は Workhorse 1200kHz（RD 社製）である。

#### (2) 流量算定手順

ADCP による計測項目は流速と対地速度、後方散乱強度、センサー面から底面までの深さ等である。また、観測時には ADCP の時々刻々の横断位置やセンサー面の喫水、水位、横断面方位等のデータを必要とする。ADCP は、水面・河床付近及び水深の浅い水際では流速データを取得できない。そこで、図2に示すように、観測データ取得後、対数則等による水面・底面付近のデータを補間し水深平均流速を算出し、その後力学的内挿法<sup>2)</sup>により流速横断分布を算定し、最終的に流量を求める。

#### (3) 低水時・洪水時観測の概要

ADCP 移動観測に基づいて江戸川における低水時と洪水時の流量調査を行った。低水観測では、野田橋（39.3km）において 2005 年 9 月 28 日～11 月 25 日の間に合計 12 回にわたり、左岸から右岸（往路）及び右岸から左岸（復路）への連続移動観測を実施した。次に、洪水観測を玉葉橋（35.5km）において台風 0507 号接近時（2005 年 7 月 27～28 日）にて実施し、連続移動・定点固定観測結果の比較や上・下流側流量の比較を行う。

キーワード：ADCP，移動観測，流量，対地速度，江戸川

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

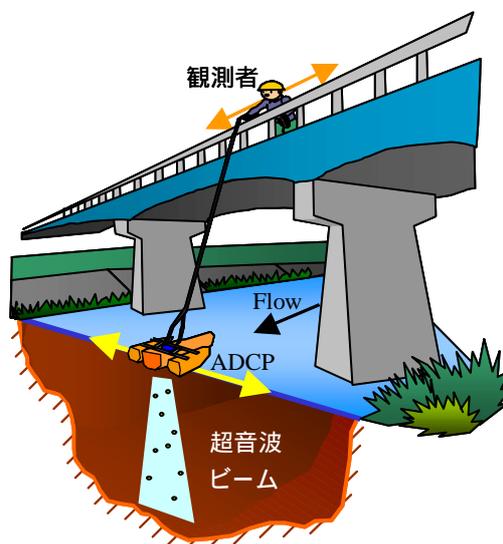


図1 ADCP 移動観測の模式図

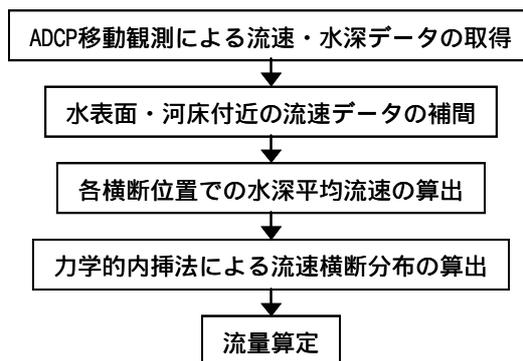


図2 ADCP 移動観測による流量算定フロー

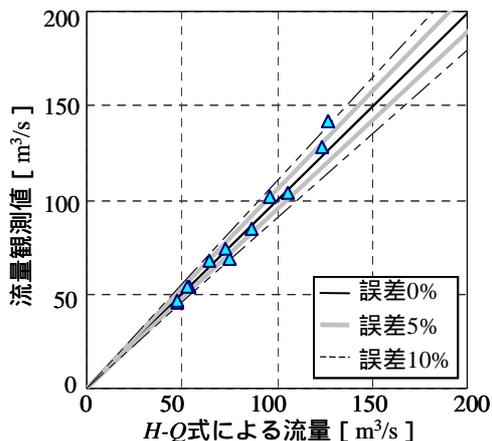


図3 ADCP観測とH-Q式による流量の比較

表1 連続移動・定点固定観測による流量(洪水時)

観測時間	流量 [ m <sup>3</sup> /s ]		誤差割合 [% ]
	連続移動 a	定点固定 b	
7/27 19:29	536.2	545.0	1.62
7/27 21:06	542.6	572.2	5.18
7/28 13:38	397.2	419.2	5.23
7/28 17:02	361.0	383.3	5.82
7/28 17:45	347.1	376.3	7.75
7/28 18:40	353.7	373.8	5.39

### 3. 観測結果と考察

#### (1) 流量計測精度

低水時における ADCP とプライス流速計（国土交通省関東地方整備局江戸川河川事務所提供）による流量計測値を比べる。ここでは、プライス流速計により得られた流量と水位の関係式（H-Q カープ）を作成し、水位データから ADCP 観測時の流量を算出し、その両者の相関図を図3に示す。これを見ると、ADCP 観測結果の83%は相対誤差（=二つの流量差 / H-Q 流量）5%以内となっている。また、RMS 相対誤差を求めると、ADCP 移動観測では 4.7%となり、プライス流速計による標準流量観測法の誤差 4.6%と同程度になる<sup>3)</sup>。これより、ADCP 移動観測は、低水時の標準観測法と同じ程度の高い計測精度を有していることが示された。

#### (2) 対地速度

本研究のように ADCP 自体を完全に固定せずに水面に浮かべる移動観測の場合は、流速分布と共に測定している底面との相対速度（対地速度）を用いて流速の補正がなされることが一般的である。図4は洪水時に ADCP を水面に静止させている時の主流方向水深平均流速と対地速度の相関図である。これを見ると、水深平均流速が 0.5m/s を超えると、対地速度が流速と共に増加している。このときの対地速度は、河床付近を移動する掃流砂の移動速度に相当していると考えられる。これにより、掃流砂が顕著となる洪水時には、対地速度を用いて流速補正をしないことが望ましい。

#### (3) 連続移動観測と定点固定観測による流量計測結果の比較

洪水時データを例にして、連続移動観測と定点固定観測の観測方法による流量の差を見るために、それぞれの流量値を表1に示す。両者の流量差は最小 9m<sup>3</sup>/s、最大 29m<sup>3</sup>/s、相対誤差は 1.6~7.8%となり、二つの観測による流量は概ね一致している。しかしながら、定点固定観測の流量値の方が全般的に連続移動観測結果よりも大きい。この要因を調べるために、両観測の単位幅流量の横断分布（図5、洪水時、7月28日 12:57-13:41）を見ると、橋脚付近において流量に差が出ていることが分かる。これは、河川横断方向に連続的に観測を行っている連続移動観測では、定点固定観測では測定点が設定されていない橋脚付近での橋脚後流部分の流速低下も捕らえられたため、結果的に流量に違いが出たものと考えられる。

#### 参考文献

1) 佐藤, 二瓶, 木水, 飯田: 水工学論文集, Vol.48, 2004. 2) 二瓶, 木水: 土木学会論文集, No.803/ - 73, 2005. 3) 今村, 深見, 天羽: 土木技術資料, Vol.48, No.1, 2006.

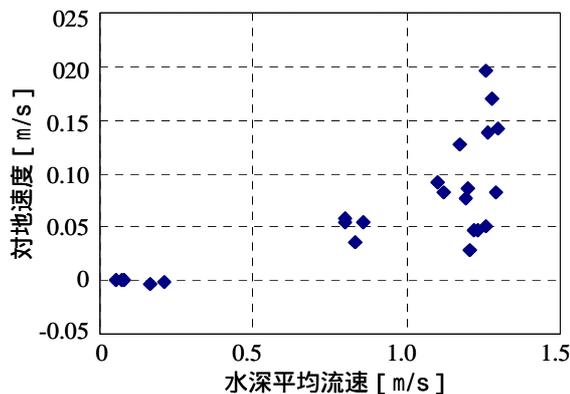


図4 水深平均流速と対地速度の相関関係 (洪水時, 玉葉橋)

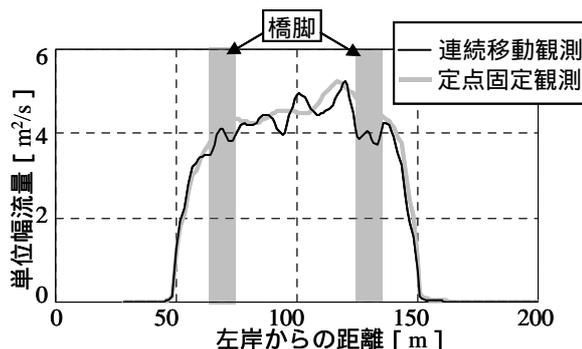


図5 単位幅流量の横断分布(洪水時観測, 玉葉橋 7月28日 13:38)