

河川感潮域における ADCP と H-ADCP を用いた流量観測

中央大学理工学部 学生員 河津 元
中央大学理工学部 正会員 岡田 将治

中央大学大学院 学生員 森 彰彦
中央大学理工学部 フェロー会員 山田 正

1.はじめに：河川の流速・流量は治水・利水とともに河川環境を考慮した河川計画・管理を行う上で重要なデータである。特に洪水時のピーク流量は最も重要であり、高精度かつ安全に流量観測を行う必要がある。また河川感潮域では、水位が潮汐の影響を受けるため水位と流量の一義的な関係式が得られないことから、平水時においても正確な流量算出が容易ではない。本研究では河川感潮域における流速・流量観測法の精度向上を目的とし、水平設置型 ADCP (以後 H-ADCP と記す) とともに、現在最も精度の高い流量観測法とされる ADCP 搭載ボートを用いた曳航による集中観測を行った。

2.観測概要：鶴見川(流域面積 252km²、流路延長 42.5km)は河口から 13.8km の亀の子橋付近まで潮汐の影響を受けている。本研究で対象とする ADCP と H-ADCP による流量観測地点は、河口から 5.9km にある末吉橋直上流に位置している(図-1)。

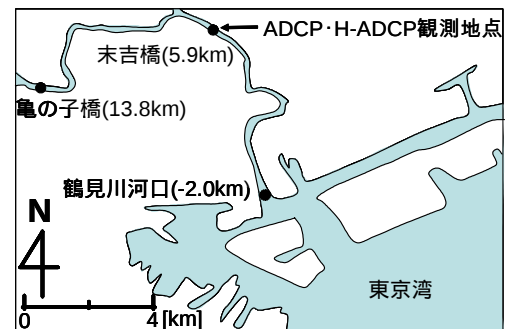


図-1 鶴見川概要図

(1) H-ADCP による流量観測

末吉橋直上流左岸に設置されている H-ADCP は 2003 年 1 月から計測を開始し、平水時、洪水時においても水位に応じて自動昇降・回転して 10 分ごとの水位・流速分布および流量を出力する観測システムである。H-ADCP の諸元は、出力 600kHz で、測定層数 30、測定層厚 3.0m、First ブランク 1.0m である。水面下 1.0m は不感帯となり、流速データが得られないため、流量換算するときは計測できた最上層の流速値と同じ値を与えている。(図-2)

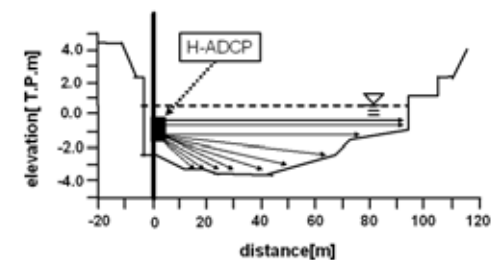


図-2 H-ADCP 観測断面形と流速計測線

水面下を 0.5m 間隔で水平方向に超音波を発射して計測を行いながら、T.P. = -1.34m で停止し、0~7° まで 1° 間隔で回転し 8 本の測線上の 3 成分の流速を計測する。

(2) ADCP による流量観測

H-ADCP 観測地点の上流約 50m の断面において ADCP (Workhorse sentinel ADCP 1200kHz, RD 社製) をボートに搭載し、平水時の小潮時(2004 年 8 月 10-11 日)と大潮時(2004 年 9 月 1-2 日)に 24 時間連続の曳航観測を行った。ADCP の計測条件は、層数 30、層厚 0.25m、First ブランク 0.2m、Bottom Tracking を有効、High Rate Pinging モードに設定している。曳航観測は、H-ADCP の観測データと比較できるように、10 分間隔(ボート速度約 0.8m/s)で同じ断面を往復し 5 分間隔の流速・流量データを得た。

3.観測結果と考察：図-3 と図-4 に大潮時と小潮時に曳航観測で得られた ADCP の観測流量と H-ADCP 観測流量、末吉橋地点における水位の時系列を示す。図-3 に示す大潮時については 9 月 2 日の 4:30 (干潮ピーク時) と 10:30 (満潮ピーク時) で若干値が異なる以外は、観測を通じてほぼ同じ値を示している。このことから大潮時には H-ADCP で、曳航型 ADCP と同程度の精度で流量観測が可能であることが示された。図-4 に示す小潮時での ADCP と H-ADCP で観測した流量データを比較すると、観測を通じて流量の増減は両者とも同じ傾向を示している。しかし水位変化の小さい 8 月 10 日 12:00 ~ 8 月 11 日 0:00 では、ADCP による観測流量が若干大きい値をとり、下げ潮時には、逆に H-ADCP の観測流量が ADCP の観測流量に比べ 10~20m³/s 程度大きくなっている。水位が変化しない時間帯と下げ潮の時間帯で両者の値の大小関係に傾向が見られることから、両者の流量差は測定した流速分布から流量に換算する際の未測定点の補間法の違いによるものと考えられる。以上より小潮時においても H-ADCP で、曳航型 ADCP とほぼ同程度の精度で流量観測が可能であることが示された。小潮時観測期間に ADCP・H-ADCP とともに約 2 時間の周期をもつ流量の変動が観測された。2003 年に H-ADCP で観測された流量の時系列を見た結果、年間を通じてこの流量の変動が確認された。大潮時には小潮時と同じような流量変動が見られなかった。

キーワード：H-ADCP ADCP 感潮域 流量観測

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部 TEL03(3817)1805, FAX03(3817)1803, gen@civil.chuo-u.ac.jp

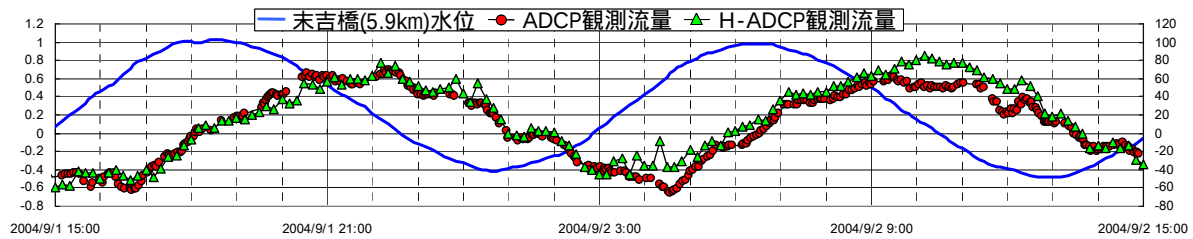


図-3 大潮時(2004/9/1 15:00-8/11 15:00)

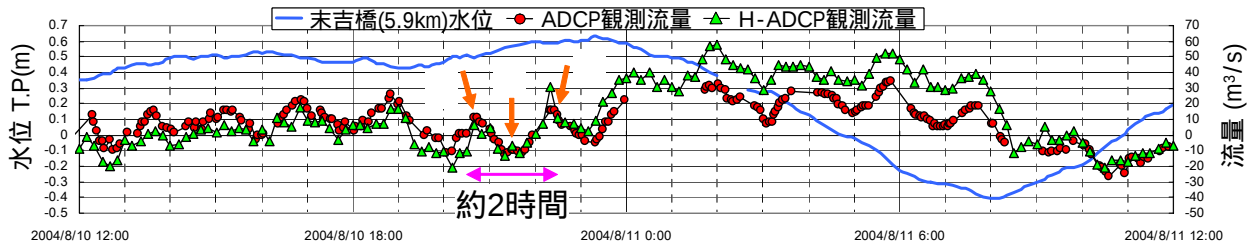


図-4 小潮時(2004/8/10 12:00-8/11 12:00)

〔水位, 流量の周期変動は約 12 時間で潮汐による変動. この潮汐の影響による水位と流量の位相差は約 3.5 時間である.〕

H-ADCP で観測された流量の変動周期の中で, 卓越周期を調べるために降雨が少ない 2003 年 2 月の流量データを用いて, スペクトル解析を行った結果を図-5 に示す. 卓越周期は, 11.6 時間, 5.2 時間, 1.8 時間程度であった. 他の月の流量データに関してもスペクトル解析を行った結果, 図-5 と同様に約 12 時間と約 2 時間の卓越した変動周期が確認された. 前者は, 潮汐の影響によるものである. 後者は図-4 の小潮時で見られた流量変動とほぼ同じ周期である. これは淡水と塩水の間に生じる内部波の周期であると考えられる.

また集中観測期間中に見られた約 2 時間周期の流量変動が生じている時間帯での流況を詳しく調べるため図-4 の時刻 ~ において ADCP で観測した流速コンターを図-6 に示す. 時刻 では, 上層において 10~15cm/s 程度の順流, 下層では弱い逆流が見られる. 時刻 では, 上層部分を除き全体的に逆流となっている. そして時刻 では, 再び横断面の中心部を除き順流となる. すなわち図-4 で見られた末吉橋地点における流量変動は, 小潮時において, 塩水が速度を増減しながら遡上している現象を捉えたものである. 10 分間隔で詳細な観測をしたことにより, 短時間周期のこのような現象を捉えることができた. さらに図-6 から上層と下層では流況が大きく異なっていることがわかる. このことから感潮域では鉛直方向に多層に流向・流速を計測できる ADCP・H-ADCP を用いることが非常に有効であると考えられる.

4. 結論: 鶴見川感潮域の末吉橋地点(5.9km)において, 2003 年 1 月から流速, 流量観測が行われている H-ADCP データと曳航型 ADCP による詳細な観測データを比較することにより, H-ADCP の計測精度を検証した. その結果, 平水時においては小潮・大潮時ともに曳航型 ADCP とほぼ同じ精度で流量観測が可能であることが示された. 今後さらに洪水時における H-ADCP の計測精度を検証していく予定である.

謝辞: H-ADCP 観測データは国土交通省京浜河川事務所よりご提供いただいた. また H-ADCP の観測データ処理にあたっては, 日本ミクニヤ(株)にご協力いただいた. ここに記して謝意を表する.

参考文献: 1) 横尾啓介, 中津川誠, 羽山早織, 大熊正信: 超音波式流速計の連続観測に基づく流量推定手法-河川感潮域を対象として-, 河川技術論文集, 第10巻, pp.369-374, 2004, 2) 大東秀光, 上坂薫, 南修平, 劉炳義, 橋田隆史: H-ADCP を用いた河川流量観測システムの開発と現場試験観測結果について, 土木学会第56回年次学術講演会, II-227, 2001.

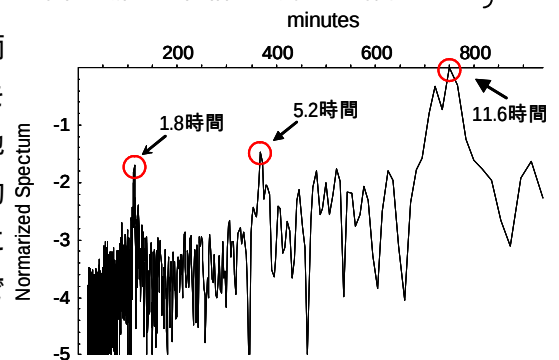


図-5 H-ADCP 観測流量(2003 年 2 月)のスペクトル解析結果

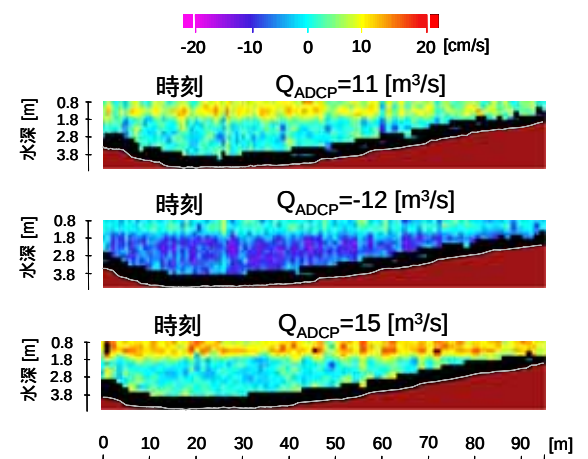


図-6 ADCP による流速コンター

コンターの色は赤が順流, 青が逆流. 黒は不感帯, 茶色は河床を表す.
図中の時刻 , , は図-4 の矢印に対応している.