

フェーズドアレイ ADCP を水平方向に用いた現地試験観測

関西電力(株)	正会員	○ 審 浩年
関西電力(株)		和田 伸也
関西電力(株)	正会員	三鼓 晃
(株)ニュージェック	正会員	出口 恭

1. 目的

近年、H-ADCP による河川流量観測手法が開発されており、常時流量観測への適用が期待されている。関西電力ではこれまで、出水時のダムへの流入量を精度良く把握することを目的とし 600kHz の H-ADCP を用いた観測実験¹⁾を行ってきた。これまでの観測では図 1 に示す計測エリア I および II のような低濁度域での計測は精度良く行えたものの計測エリア III および IV のような高濁度域では計測不能エリアが生じるといった課題があった。本研究では従来の ADCP よりも高出力かつ低周波であるため濁度耐性の高い新開発の 150kHz フェーズドアレイ式 ADCP を水平方向に設置した河川流速の観測を行い、従来は計測できなかった高濁度域（計測エリア III・IV）での計測を試みた。

2. フェーズドアレイ ADCP について

本研究で使用した ADCP は、米国 Teledyne RD Instruments 社が開発したフェーズドアレイ ADCP（以降、PA-ADCP という）の 150kHz タイプである。従来の ADCP は 4 つのトランスデューサーから超音波を発信して計測を行っていたが、PA-ADCP では数百個～数千個の微少なセラミック素子を平面に配列し、各素子を電気的に位相変化させることで超音波の回折を生じさせて任意の方向に超音波を発信して計測する方法を採用している。PA-ADCP の 150kHz タイプでは、一つのトランスデューサーの出力が 400VA であり、従来品の約 10 倍大きい。また、形状は円形で半径約 0.15m であり、従来品の 1/2 程度の大きさとなる。

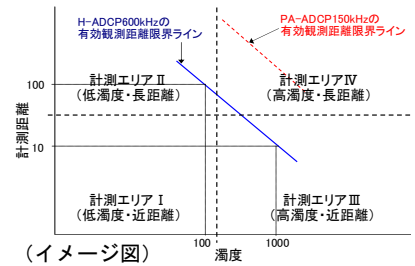


図 1 ADCP の濁度と有効計測距離の関係

3. 現地試験観測

現地試験観測は徳島県吉野川の河口から 25.4km 地点の左岸側（図 2）にて（独）土木研究所水災害リスクマネジメント国際センターの協力の下に実施した。観測地点の低水路内には国土技術政策総合研究所河川研究室所有の観測柱が設置されており、本研究ではこの観測柱に PA-ADCP150kHz、比較観測用として H-ADCP600kHz（図 3）、水位計、濁度計を設置し観測を行った。PA-ADCP150kHz は河床面から約 1.0m、H-ADCP600kHz は河床面から約 2.8m の位置に設置した（センサー中心部までの距離）。また、平水時には ADCP を曳航させ、PA-ADCP150kHz の観測結果と比較するための断面流速分布を計測した。観測期間は平成 21 年 6 月～平成 21 年 12 月であり、観測地点における平水時の水深は約 2.8m 程度である。

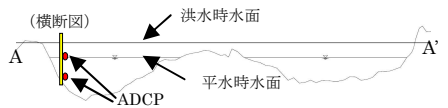
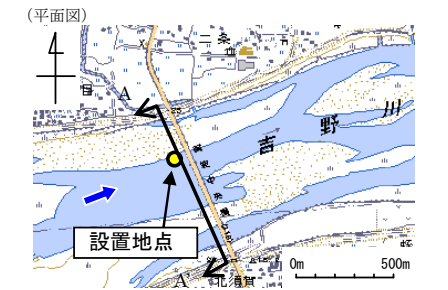


図 2 観測地点

4. 曳航観測結果との比較（平水時：計測エリア I）

平成 21 年 10 月 19 日に実施した曳航観測の結果から平水時における PA-ADCP150kHz の観測結果を検証した。なお、平水時は水位が低く、PA-ADCP150kHz の観測距離は短くなるため、今回は 25m までの観測結果をもとに検証を行っている。表 1 に曳航観測と PA-ADCP150kHz の流速値（5m 区間の平均値）の比較表を示す。表 1 より、水面との干渉が想定される 25

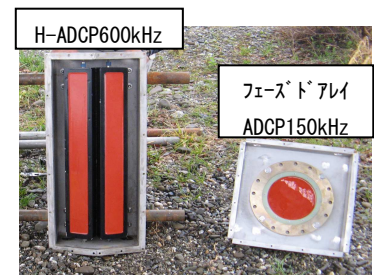


図 3 フェーズドアレイ ADCP150kHz および H-ADCP600kHz

キーワード フェーズドアレイ ADCP, H-ADCP, 流速計測, 現地観測

連絡先 〒553-0003 大阪市福島区福島 5-1-7 関西電力(株) 土木建築エンジニアリングセンター TEL06-4796-8869

表1 曳航観測結果とフェーズドアレイ ADCP150kHz の流速比較

観測距離	10m	15m	20m	25m
曳航観測	12.57cm/s	22.54cm/s	24.63cm/s	25.18cm/s
H-ADCP150kHz	14.37cm/s	22.95cm/s	20.48cm/s	16.00cm/s

表2 フェーズドアレイ ADCP150kHz を1とした場合の流速差の割合(観測距離別)

出水 月日	比較する H-ADCP	観測距離別の差								備 考
		10m	15m	20m	25m	30m	35m	40m	45m	
10/8	600kHz	20.2%	15.9%	15.9%	4.3%	1.9%	3.1%	5.3%	11.4%	AP14m 以上の平均

m以降では曳航式よりも小さな流速値となり、観測精度が低下していることがわかる。観測距離20mまでの結果では誤差が0.5cm/s~4cm/s程度であり、センサーの精度が0.5cm/s~9cm/sであることを考えると良好な観測結果であるといえる。

5. H-ADCP600kHz との比較(出水時:計測エリアⅢ)

図4に平成21年10月7~10月9日にあった出水時の水位変化、図5、図6に観測距離別の流速時間変化を示す。図5のH-ADCP600kHzの結果でグラフの立ち上がりと下がり尻付近ではH-ADCP600kHzが完全に冠水していないためプロットしていない。図5をみると減水末期に水位変動と連動しない時間帯がある。詳細は不明であるが出水時の現地状況からセンサー前にゴミが付着した影響だと推定される。一方、図6のPA-ADCP150kHzの結果では出水波形によく似た形状で流速が変化していることがわかる。流速値に関しては、観測距離25m以上でPA-ADCP150kHzとH-ADCP600kHzは比較的同等であることがわかった(表2)。ただし、観測距離が20m以下ではPA-ADCP150kHzの流速値がH-ADCP600kHzの流速値よりも20cm/s程度大きい結果となっている。その原因として観測機器設置地点左岸の砂州(図2)の影響が考えられる。出水時の水位がA.P.13.8m以上になると観測機器設置地点左岸の砂州は冠水するために砂州付近で流れが複雑となり、計測水深の異なるPA-ADCP150kHzとH-ADCP600kHzの計測結果に差が出たものと考えられる。

6. まとめ

PA-ADCP150kHzを水平方向に用いた流速計測は他にあまり例のない試みであり、本研究では平水時から高水時までの常時観測に成功した。計測期間中に濁度(ホルマジン濁度)は600度程度まで上昇し、図1に示した計測エリアⅢにおいてはPA-ADCP150kHzはH-ADCP600kHzに対して精度の高い計測結果を得られた。しかし、今回の計測で濁度は目標としていた1500度まで上昇しなかったため、本機器の高濁度時における計測の限界距離を確認するまでは至らなかった。今後は、高濁度時(主に観測エリアⅢ)の観測を実施してPA-ADCP150kHzの有効計測距離を検証する予定である。

謝辞

国土技術政策総合研究所河川研究室および(独)土木研究所水災害リスクマネジメント国際センターには観測施設の提供等、観測にご協力いただきました。改めてここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) H-ADCPを用いた河川流量観測システムの開発と現地試験観測結果について、土木学会年次学術講演会講演概要集第2部, Vol. 56, pp. 454-455, 2001.

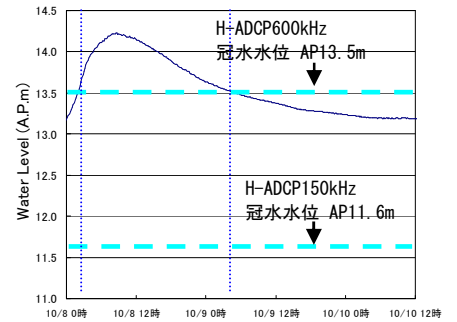


図4 出水波形(H21.10.7~10)

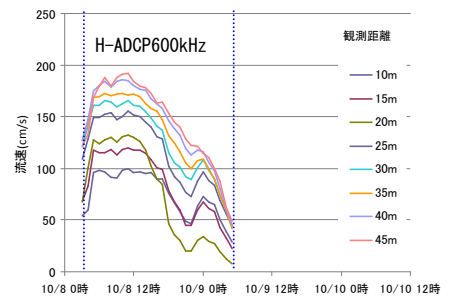


図5 距離別の流速分布(H-ADCP600kHz)

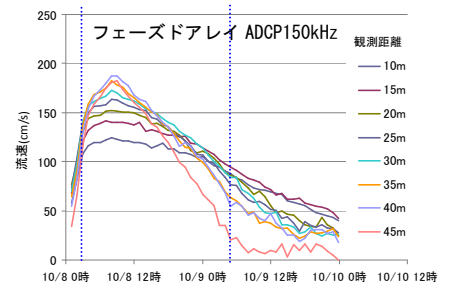


図6 距離別の流速分布(フェーズドアレイ)