

H-ADCP と DIEX 法の併用による長期連続流量モニタリング

日本工営（株）
東京理科大学理工学部土木工学科
東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻

正生員 木水 啓
正会員 二瓶 泰雄
学生員 ○原田 靖生

1. 序論

河川流量は、治水・利水・環境を考慮した河川管理・計画や湖沼・海域の水収支を算出する際に重要な水理量である。そのためには、大規模出水時や異常渇水時のみならず、日々の流量を高精度かつ自動・連続的にモニタリングすることが必要不可欠である。この要請を満たす手法として、一台で流速の横断分布計測が可能な H-ADCP (Horizontal Acoustic Doppler Current Profiler) を用いた計測方法が挙げられる。その一例としては、鉛直方向に移動可能な自動昇降装置に H-ADCP を取り付けて、各高さにおける流速横断分布を計測し、流量を算出するシステムが挙げられる¹⁾。このシステムは既に実用化され、鶴見川や大橋川等における流量観測に適用されている^{1) 2)}。しかしながら、このシステムは非常に高価であり、かつ、大掛かりな設置工事を必要とするため、一般に普及する可能性は高くない。そのようなことから、著者らは、H-ADCP による流速横断分布計測と数値解析 (DIEX 法) を併用した自動モニタリングシステムを提案している³⁾。そこでは、小規模出水時を含めた 1~3 ヶ月程度のデータのみの流量計測とその検証結果しか示していない。そこで本論文では、より長期間にわたる本システムの流量モニタリングを江戸川で実施した結果の一部を示す。

2. DIEX 法の概要

DIEX 法は、現地観測によって得られた流速値を合理的に組み込んだ河川流シミュレーションモデルである³⁾。この手法は、図-1 に示すように、H-ADCP によって得られた「線」流速データを数値シミュレーションによって「面」流速データに変換している。基礎式をナビエ・ストークス方程式とし、直接的な算定が難しい非定常項や移流項等をまとめた形で付加項 F_a として式中に組み込んでいる。そのように簡略化された運動方程式を以下に示す。

$$gI + \frac{\partial}{\partial y} \left(A_H \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \frac{1}{D^2} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(A_V \frac{\partial u}{\partial \sigma} \right) + F_a = 0 \quad (1)$$

ここで、 y 、 σ は横断、鉛直方向、 D は水深、 g は重力加速度、 I は水面勾配、 A_H 、 A_V は水平、鉛直渦動粘性係数を各々表している。本モデルでは、式 (1) を水深平均した式に観測された流速データを代入し、 F_a を算出する。そして、 F_a と式 (1) から横断面内の流速分布を算出するという手順を繰り返す。なお、 F_a によって得られた流速推定値と観測値の差を最小化する数値アルゴリズムを導入している。

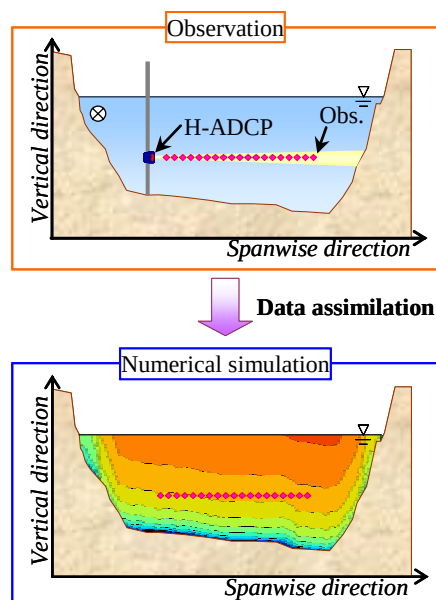


図-1 本モニタリング手法の基本構成

3. 現地河川における流量モニタリングへの適用

(1) 観測概要

本観測では、江戸川中流部 (39.1km 地点、図-2) の河川断面内に H-ADCP (Workhorse H-ADCP 600kHz, Teledyne RDI 製) を 2006 年 6 月から設置し、現在も引き続き計測を行っている。本論文では、設置開始時から 2007 年 2 月までの約 8 ヶ月間のデータを対象とする。この観測期間中に指定水位を超え、高水敷にも顕著な流れが確認できるほどの中規模出水イベント (06/7/19~7/21) が生じた。図-3 (a), (b) に示すのは水位と流速の観測結果であり、H-ADCP が連続的に流速の横断分布を計測することに成功している。

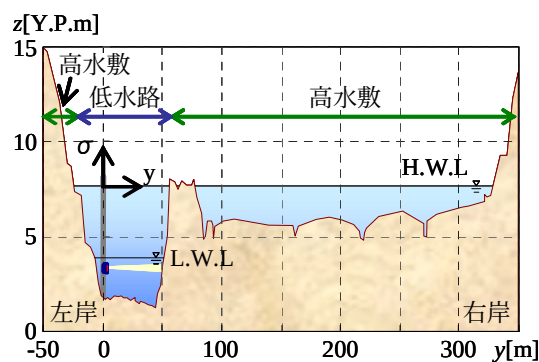


図-2 H-ADCP の設置断面

(2) 検討結果

キーワード：H-ADCP, 流量観測, DIEX 法, データ同化手法

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

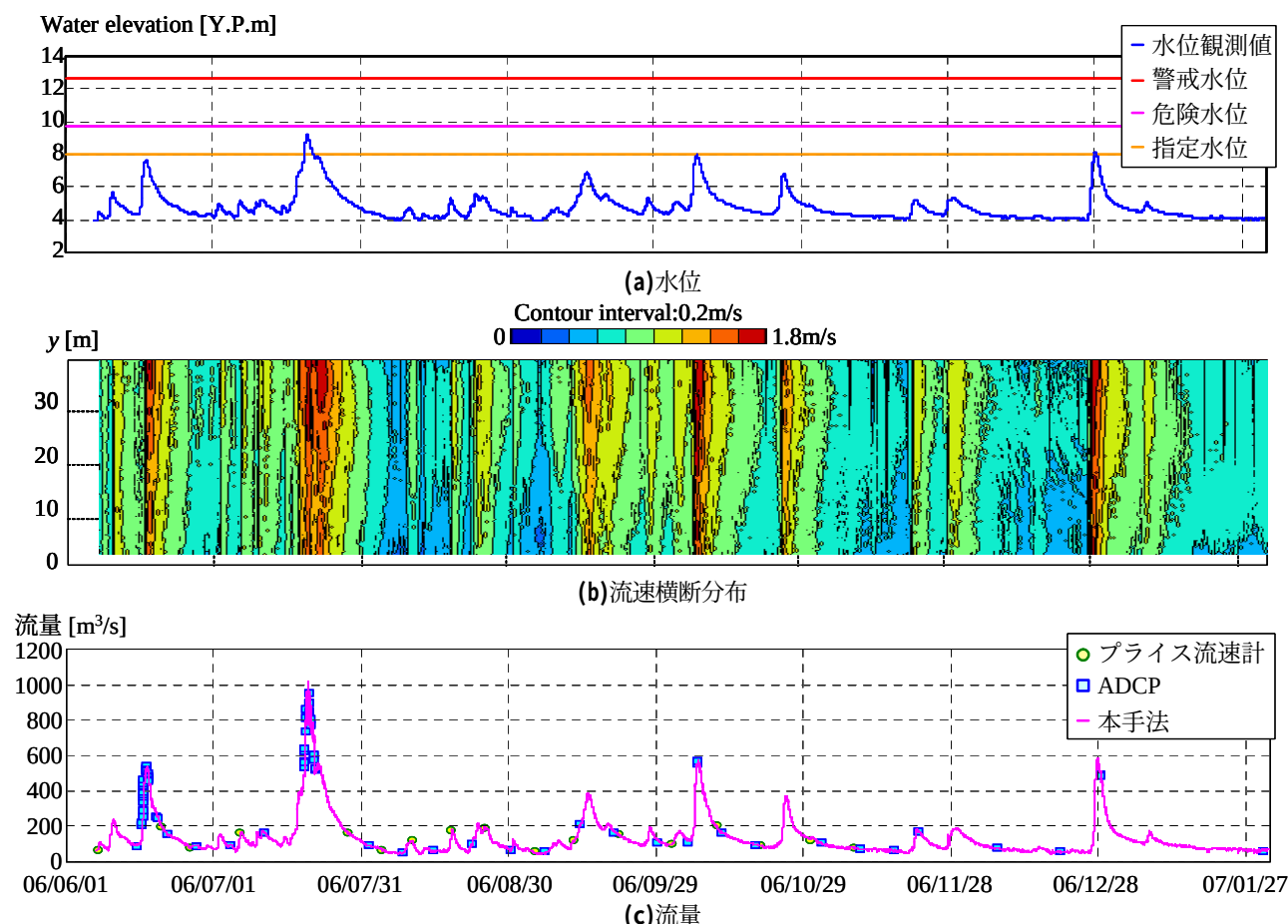


図-3 水位と流速横断分布, 流量の時間変化

観測結果より DIEX 法を用いて推定した流量の時間変化を図-3 (c) に示す。また、同図中に別途行われた ADCP による流量観測結果とプライス流速計による流量観測結果(国土交通省関東地方整備局江戸川河川事務所提供)も合わせて示す。図-3 (a) , (b) , (c)を比較すると、水位変化に伴い流速と流量の変化が顕著に現れている。また、安定して長期的にデータ取得及び流量の算定が実施できていることが分かる。また、H-ADCP による流量推定結果と ADCP・プライス流速計による観測結果を比較すると、低水時のみならず中小規模の出水時においても、これらの結果が一致していることが分かる。この比較をより詳細に示すために、本手法による推定流量 (Q_{cal}) と ADCP・プライス流速計による観測流量 (Q_{obs}) を比較した結果を図-4 に示す。これより、本手法による流量推定誤差は概ね 10%以内に収まっている。この誤差の RMS(Root Mean Square)値を調べたところ、6.4%となっており、本流量モニタリングシステムの有効性が示された。

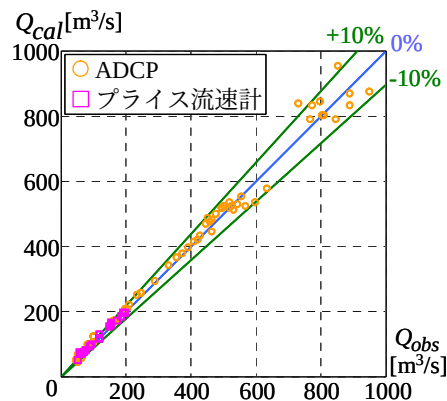


図-4 推定流量と観測流量の比較

4. 結論

江戸川で実施された H-ADCP の長期観測データから流量推定を行ったところ、DIEX 法と H-ADCP を併用した本流量モニタリングシステムの流量推定値は別途行われた観測結果と長期間にわたり良好に一致しており、その有用性が確認された。

謝辞

本研究は、NEDO・平成 17 年度産業技術研究助成事業(研究代表者：二瓶泰雄)の成果の一部である。ここに記し深甚なる謝意を表します。

参考文献

- 1)大東ら：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.
- 2)岡田ら：河川技術論文集, Vol.11, pp.243-248, 2005.
- 3)木水ら：水工学論文集, Vol.51, pp.1057-1062, 2007.