

洪水時の水位変化が観測流量に及ぼす影響に関する研究

小山 直紀^{1*}・嶋田嵩弘¹・諸岡良優¹・吉見 和紘²・山田 正³

¹中央大学大学院理工学研究科都市環境学専攻（〒112-8851東京都文京区春日1-13-27）

²中央大学大学院理工学研究科都市環境学専攻（現 株式会社東芝）（〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27）

³中央大学理工学部都市環境学科（〒112-8851 東京都文京区春日1-13-27）

* E-mail: koyama@civil.chuo-u.ac.jp

精度よく河川流量を測るため、断面全域の流速を測ることのできる ADCP による観測が行われている。この観測方法は河川を横断させて行うため、流量を算出するまでに時間がかかる。洪水時において、河川の水位は短時間に変化が起これるため、観測流量はこの水位変化が含まれた流量を算出している可能性が考えられる。本研究では、ADCP の観測によって算出された流量の中に水位変化分の流量がどの程度含まれているかを分析した結果を示す。

Key Words :ADCP,discharge,observation, warter level changes

1. はじめに

河川流量は、降雨データと並んで重要な基礎データの1つであり、河川堤防の高さや遊水地の計画に関係する。しかし、実際の河川で流量を直接求めることはできないため、一般に流速を測定し断面積との積で流量を求めてきた。つまり、流速と断面積をいかに精度よく求め、流量を算出するか研究されてきた¹⁾。

流量観測の代表的な流量観測方法は浮子観測である。この観測方法は、浮子を河川に投入し、その速度を計測するだけの非常に簡単な方法であり、現在も使われている。しかし、浮子が測っているものは、表面付近の流速であり、表面流速を鉛直断面平均流速にするための流速補正係数を掛け、断面積を掛けることにより流量を算出している。この流量は、経験的にある程度の精度があることはわかっている²⁾が、一部の流速から流量を求めていることや観測時刻の河床で断面積を評価できないという問題がある。洪水時には流速も速くなるため、河床変化が起き、断面積も変化する。浮子観測では、以上のような問題が含まれた流量を算出している。

一方で、ADCP (Acoustic Doppler Current Profile, 以下 ADCP) による観測では、三次元方向流速の鉛直分布と水深を同時に計測することにより流量を算出している。ADCPによる流量観測は、多くの場合ADCPをリバーボートに載せ、河川を横断させるため、断面の1部分ではなく、断面全域の流速を測っている。しかし、河川を横断させて観測を行うため、1横断中の取得データに時間差が生じてしまうことが考えられる。流量はある時刻で求まる瞬間値であるが、ADCPで求める流量は瞬間値で

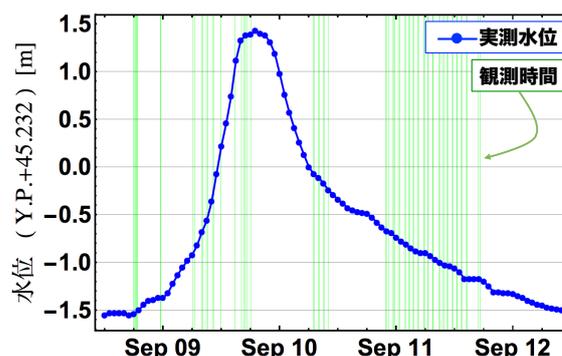


図-1 利根川八斗島地点の水位ハイドログラフと ADCPによる観測時間



図-2 ADCPによる流量観測の様子

ない。日本でよく見られる急峻な河川においては、洪水時に短時間で水位変化が起これるため、観測開始時と終了時で水位が変わる可能性があり、流量を精度良く求めるには、水位変化を考慮する必要がある。そこで本研究は、ADCPによる横断観測中の水位変化が流量に及ぼす影響について分析を行った。

2. 現地観測の概要

本研究は、利根川八斗島地点坂東大橋における、2015

年9月9日から9月12日までの4日間のADCPによる観測結果を対象に分析を行った。

図-1に水文・水質データベースで公開している同地点での水位ハイドログラフを示す。横断観測は全65ケース行なった。図-2にADCPの横断観測の様子を示す。河川幅は水位によって変化し、ピーク水位頃には約250m～300mとなり、ADCPの航走時間は約10～15分かかった。

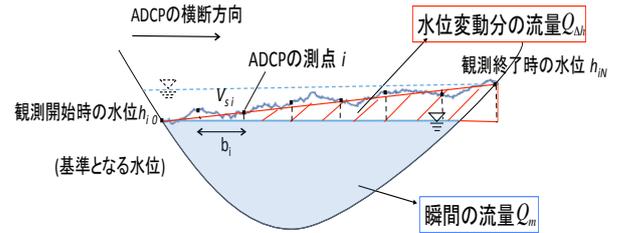


図-3 水位変化分の流量の模式図

3. 結果・考察

観測を開始した時刻の水位を基準水位を0とし、ADCPにより観測した点において基準水位からの変化量を Δh_i 、観測点とその一つ前の観測点との距離を b_i 。また、最も表面流速に近い部分の代表流速 v_{si} 、とし流量を算出すると(1)式が得られる。これを水位変化分の流量と定義する。

$$Q_{\Delta h} = \sum_{i=0}^N v_{si} \Delta h_i b_i \quad (1)$$

本研究で定義した水位変化分の流量を模式的に表したものを図-3に示す。

次には、(水位変化分の流量/実測流量)の時系列のグラフに水位ハイドログラフを重ねあわせたものを図-4に示す。プロットされた点の色は、1洪水の水位変化を4つに分けたものである。●は立ち上がり前の期間、■は立ち上がり期間、▽はピーク付近の期間、△、×は逓減期を二つに分けたものを表している。この洪水において、(水位変化分の流量/実測流量)が最も大きくなったときは、0.35%であった。

また、図-4より比が大きくなるのは、立ち上がりの期間であることがわかる。ピーク時は、実測流量が多く出るが、水位変化が少ないため、比は小さくなる。(水位変化分の流量/実測流量)と水位変化速度のグラフを図-5に示す。水位変化速度は、観測した間に变化した水位を観測にかかった時間で割ったものである。図-5を見ると、(水位変化分の流量/実測流量)と水位変化速度の間には、概ね比例関係があることがわかる。このことから水位変化速度が大きな洪水の時には、水位変化分の流量が多くなることが予想される。ADCPの観測時間を短くすれば、水位変化による影響は小さくなるが、短時間で観測を行えば、観測データの質に影響してくるので、この二つを考えた上で観測を行う必要がある。

この洪水は、利根川八斗島地点における過去の洪水と比べても、規模の小さいものであり、水位変化分の流量は、実測流量に比べ最大でも約0.35%であった。しかし、大規模出水時には、ADCPの横断時間も長くなり、水位変化が流量により影響を及ぼすことが予想される。

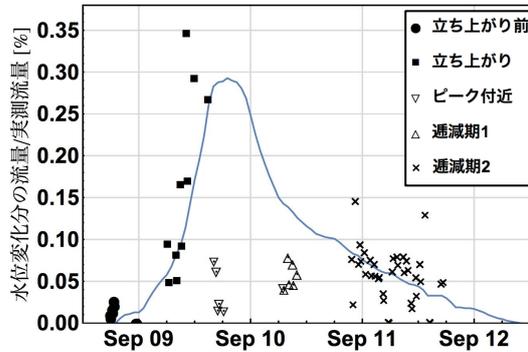


図-4 (水位変化分の流量/実測流量)の時系列グラフ
(水位上昇期に比が大きくなっている)

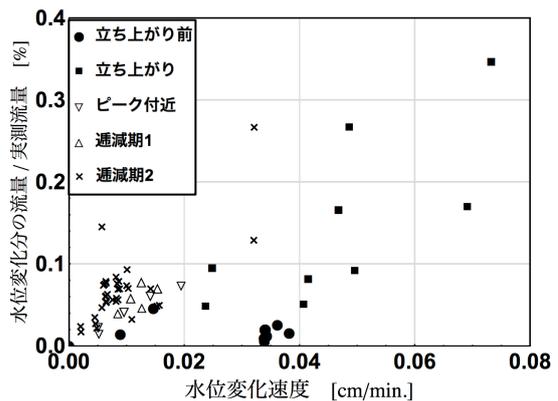


図-5 (水位変化分の流量/実測流量)と水位変化速度のグラフ
(●を除き、比例関係があるようにみえる。)

4. まとめ

本研究では、洪水時の立ち上がりにおいて、最も水位変化分の流量が大きくなることがわかった。また、(水位変化分の流量/実測流量)が水位変化速度と概ね比例関係があることがわかった。

今後は、異なる河川や規模の出水においても観測を行い、水位変化が観測流量に与える影響の計測特性を調べ、より高精度な流量観測・算出方法を提案していく。

参考文献

- 岡田将治・萬矢敦啓・橘田隆志・菅野裕也・深見和彦：ADCPを用いた洪水流量観測の計測精度評価に関する総合的検討，土木学会論文集B1(水工学)，Vol.67，No.4，2011
- 江蔵拓・笹川幸寛・手計太一：各種河川流速観測手法に関する基礎的検討，河川流量観測の新時代第3巻，2012