

四万十川具同地点における H-ADCP 計測データに基づいた洪水流量推定

高知工業高等専門学校 建設工学専攻 学生会員 ○石坂直希
ミタニ建設工業株式会社 非会員 森下貴文
高知高専建設システム工学科 正会員 岡田将治
(株)ハイドロシステム開発 正会員 橘田隆史

1. 緒言

国土交通省資料¹⁾によれば今後地球温暖化の影響等により、台風の強度増加や豪雨の発生頻度増加による治水安全度の低下が懸念されており、全国の一級河川では、洪水流出解析モデルを用いて計画高水流量を超える場合の検討が進められている。予測されるデータの信頼性を高めるためには、入力データとして精度の高い降雨量や洪水流量データが必要になる。そこで高精度自動連続的に流速値を計測できる機器、H-ADCP（水平計測型超音波ドップラー流向流速計）を用いた洪水流量推定を検討する。これは、2次元流速分布しか取得できず、水深方向（鉛直）の流速分布を取得できない欠点があるが、既往の研究として、二瓶ら²⁾は河川流計算や数値解析を融合した、新しい自動流量モニタリングシステムを構築した。これは、H-ADCPでも流量を精度良く常時観測できることを意味している。そこで、本研究では2種類の水深（鉛直）方向の流速分布則を適用し、同地点で同時に計測されたADCP曳航観測の流量データと比較することによって、それらの妥当性を検証するとともに、曳航観測が行われていない時間帯の流量ハイドログラフの推定を試みた。

2. 流速分布則を用いた洪水流量の推定

図-1にH-ADCPの設置・観測イメージ図を示す。安芸の流速分布式・対数分布則と呼ばれる鉛直流速分布則にH-ADCPの計測データを代入して、H-ADCPだけでは計測できない鉛直流速分布を図-2に示す考え方で安芸の流速分布式および対数分布則を用いて算出する。次に水平方向の計測グリッド(5m)毎に区分流量を求め、計測範囲を積分して断面流量とする。観測期間の流量全てを算出し合計すれば、H-ADCPの計測データを用いた洪水流量推定となる。機器の水平観測距離が80m程度しかないため、他の流量観測結果と比較するため、基準見通しの右岸から80m地点までの区間を共通の観測基準区間として設定し、流量比較を行う。こうすることで推定精度も比較できる。以下にそれぞれの流速分布則について説明する。

$$u = \left[C + \frac{20}{3} - 20\alpha + 40\alpha \frac{y}{h} - 20\left(\frac{y}{h}\right)^2 \right] \sqrt{hI} \cdots (1)$$

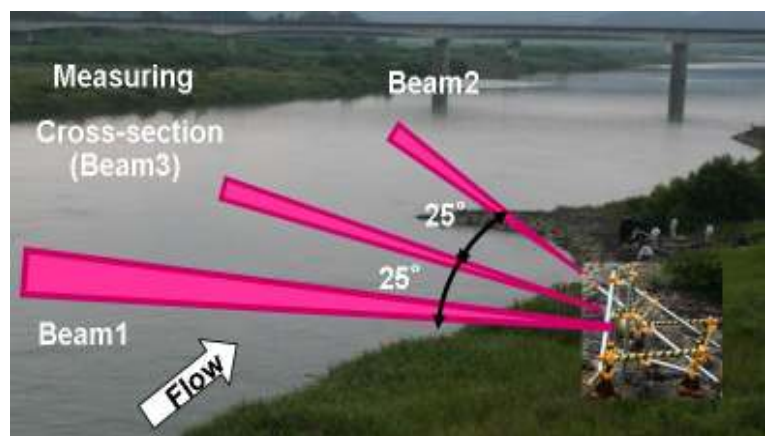


図-1 H-ADCP 設置・観測イメージ図

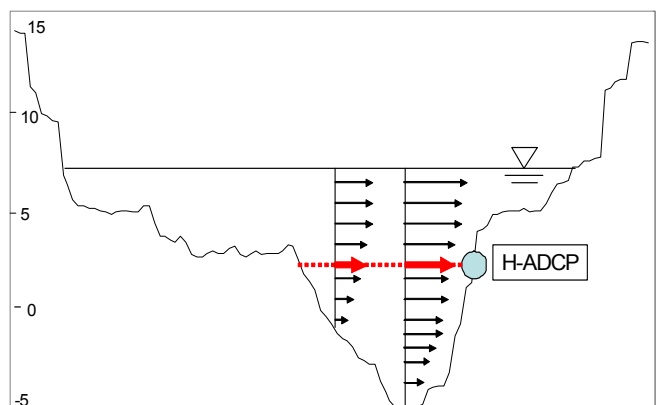


図-2 鉛直流速分布算出イメージ

上記の式(1)は、流速分布則の一つである、竿浮子の更正係数算出の際に用いる、安芸の流速分布式³⁾である。Cはシェジの流速係数、Iは水面勾配、 α は水深hにおいて最大流速の位置が河床からどの割合にあるかという値である。yをH-ADCPの設置している高さ、H-ADCPによって観測された流速値をuとする。 α は、曳航観測のデータから0.98と仮定する。hは、H-ADCPを設置している1.5断面の断面図から流速の観測点毎に河床変動はないと仮定して算出する。水面勾配Iは、上流と下流に設置された水位計の観測値から算出する。Cが算出されるとyの値が変化してもuを算出することができる。この方法は、流速観測点毎にCを算出し、それぞれの鉛直流速分布を算出する。そして区分流量を算出し合計した後、鉛直流速分布を用いて流量を推定する。

$$\frac{\bar{u}(y)}{U_*} = \frac{1}{k} \ln \frac{y}{K_s} + A_r \cdots (2)$$

(2)の対数分布則は、管路や開水路での乱流運動を考慮した流速を求める式で、kはカルマン定数で0.4、 U_* は摩擦速度($=\sqrt{ghI}$)、 $\bar{u}(y)$ は安芸の流速分布式と同様に水深hにおける水深yの位置の流速である。未知数 K_s を求めるとyの値が変化してもuの値が求めることができるので鉛直流速分布を算出可能になる。これを、安芸の式同様にH-ADCPの流速観測地点毎に行い鉛直流速分布を算出し区分流量を算出する。

3. 洪水流量推定の結果

各式を用いて流量を算出した結果を図-3に示す、80m区間における流量800～1400m³/s程度であった。全流量の差を比べたところ最大で+2～-2%程、H-ADCPから80m程の観測可能な区間における流量差は非常に小さい。曳航観測の流量と安芸の式における流量を比較した結果、安芸の式は最大でも曳航観測の4割程度しか流量を算出できなかった。対数分布則で算出した流量も曳航観測の約4割程度であった。これを図-2に示す。安芸の式と対数分布則の式の差が小さいため当然といえる。

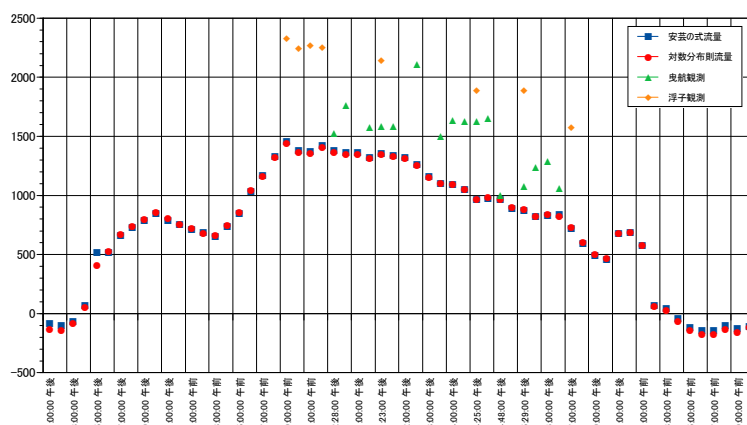


図-3 対数分布則と安芸の式を使って算出した流量と曳航観測、浮子観測の流量比較グラフ

4. おわりに

本研究の流量推定結果について、仮定条件がいくつかあった。一つは観測時に河床形状が変化しないこと、二つ目に鉛直流速分布が算出できると仮定することである。一つ目は、変化等を考慮すると計算が複雑化するためである。二つ目は、式が流速分布算出に適すると仮定しているため、式自体が本手法に適合していない可能性が考えられる。以上のことから、本研究の流速分布則を用いることでの流量推定はできたものの、いまひとつ精度に欠けていた。しかし、この研究成果は岡田研究室の今後の研究に役立つものになると思われる。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局：河川局の気候変動への取り組み
- 2) 二瓶泰雄：超音波ドップラー流速分布計に基づく実河川流速・流量モニタリング，日本流体力学学会「ながれ」，26巻第1号，13-20，2007
- 3) 安芸皎一：浮子特に竿浮子による観測流速の更正係数に就て，土木学会誌，第18巻第1号，105-129，1932