

Ⅱ-18 利根川における ADCP を用いた高精度洪水観測の試み

高知高専建設システム工学科

正会員 ○岡田 将治

中央大学大学院 学生会員 森 彰彦

中央大学理工学部 フェロー会員 山田 正

1. 序論

河川流量，特に洪水時の流量は河道計画を行ううえで最も重要な情報のひとつである．これまで浮子を用いた流量観測が主として行われてきたが，近年では超音波流速計や PIV 解析による表面流速計等，新しい観測手法が提案されている．著者らは高精度の流量観測技術の確立を目的として，利根川と江戸川が分派する関宿地点を対象として流量観測を行っている．本論文では，2004 年 10 月の台風 23 号による出水時に行った ADCP を用いたボート曳航式流量観測の結果を報告するとともに，さらに大きい洪水に対して橋上からリアルタイムで観測する手法を提案する．

2. 利根川関宿地点の分派率の経年変化

図-1 に利根川関宿分派地点付近の平面図を示す．利根川から江戸川に分派する関宿地点では，分派前後の約 3km の区間に水位観測所(利根関宿，北関宿，西関宿)があり，他に河川との合流，分流がないため，流量観測精度の評価を行う場所に適している．図-2 に利根関宿，北関宿および西関宿水位観測所における 1998 年 9 月の流量ハイドログラフ(ピーク流量 $Q=10,431\text{m}^3/\text{sec}$)と利根川および江戸川への分派率と示す．ピーク流量に近い時間帯では，分派前の流量(利根関宿)と分派後の流量の和(北関宿+西関宿)に約 20%の誤差があることから，洪水時における流量観測技術の高精度化が重要である．

3. ADCP 搭載ボートによる分派地点の流量観測

2004 年 10 月の台風 23 号による出水時に関宿分派前後の各水位観測所付近で ADCP を搭載したボートを曳航させて流量観測を行った．図-3 に 2002 年版 H-Q 式から算出した流量ハイドログラフを示す．利根川分流前の利根関宿地点のピーク流量は約 $5000\text{m}^3/\text{sec}$ であった．有人ボートによる観測であったため，安全面を考慮して低水路満杯流量時に曳航観測を行った．ADCP は RD 社製 Workhorse sentinel(1200kHz)をボートに搭載し，計測層厚 0.10m，層数 26，First ブランク 0.1m，Bottom Tracking 機能を有効，High Rate Pinging モード設定して測定した．サンプリングタイムが 2sec で，計測誤差の標準偏差は $2.87\text{cm}/\text{sec}$ であった．流量データは同じ断面を 3 往復分(6 回分)とり，誤差が 2-3%(流量 $1500\text{m}^3/\text{sec}$ に対し，誤差は $30\text{m}^3/\text{sec}$ 程度)であることを確認している．

図-4 に 3 地点の断面内流速分布とその積分値の流量および同時刻の水位と H-Q 式から求まる流量を示す．曳航型

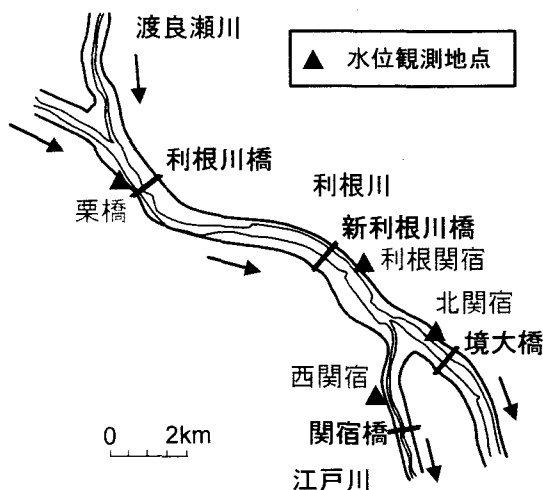


図-1 利根川関宿分派地点付近の平面図

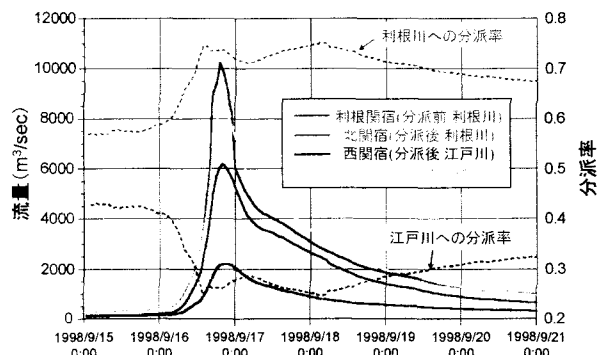


図-2 1998 年 9 月出水時の利根川関宿分派前後の水位観測所における流量ハイドログラフと分派率

洪水のピークに近い時間帯では，分派前の流量と分派後の流量の和に約 20%の誤差がある．江戸川への分派率は，平時時に約 43%，ピーク流量時に約 26%であることがわかる．

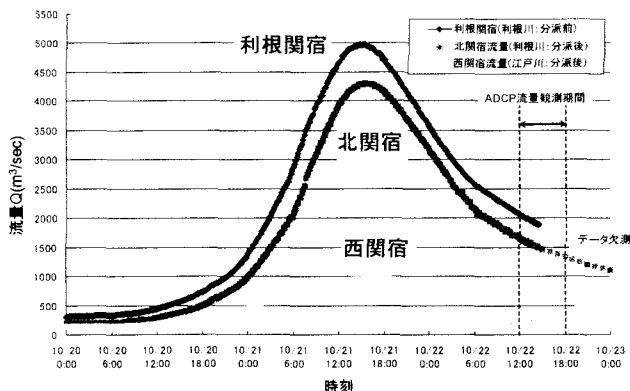
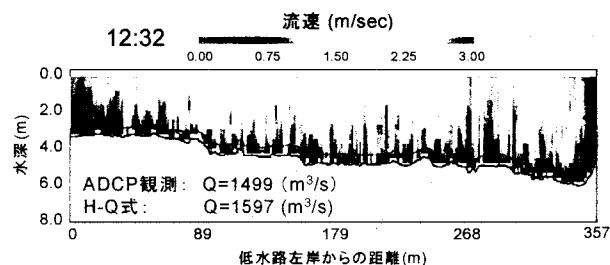
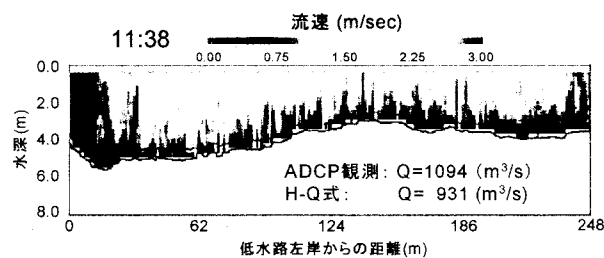


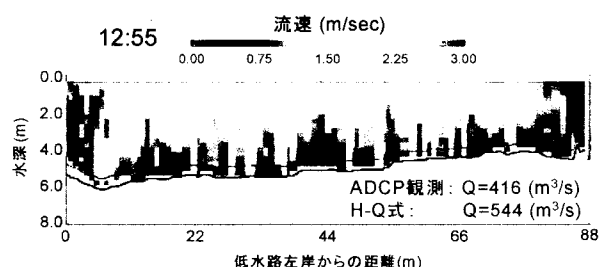
図-3 利根川関宿分派地点における 2004 年台風 23 号による流量ハイドログラフ



(a) 利根関宿(分派前:利根川)



(b) 北関宿(分派後:利根川)



(c) 西関宿(分派後:江戸川)

図-4 関宿分派前後において曳航型ADCPで観測した流量とH-Q式から求めた流量の比較(2004年10月22日)

観測した時間帯は洪水下降期の低水路満杯流量程度。ADCPで計測した流量とH-Q式から得られる流量の誤差は10-25%程度であった。

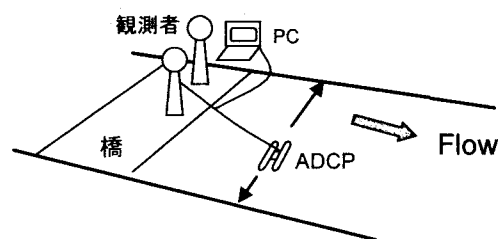
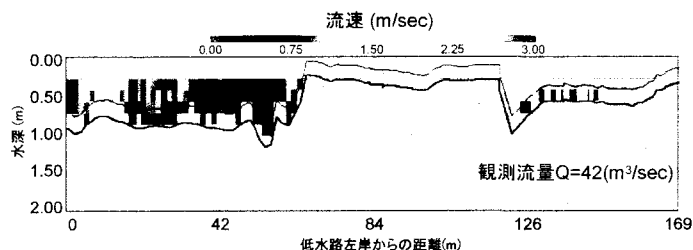
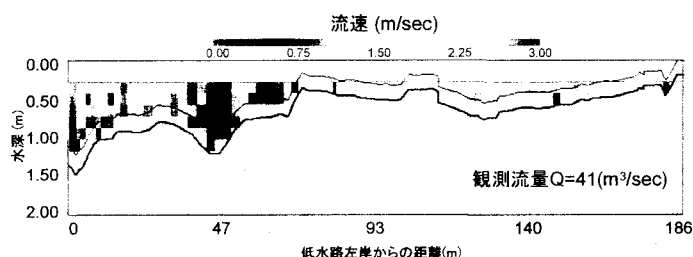


図-5 橋の上からADCPで曳航計測する方法の模式図



(a) 橋の上からADCPを曳航計測した流速分布



(b) ADCP搭載有人ボートで計測した流速分布

図-6 ADCP搭載有人ボートと橋の上からADCPを曳航計測した流速分布および流量の比較(平水時)

有人ボートで計測した断面が約20m下流に位置しているため、河床形状は若干異なるものの、流量はほぼ同じ値を示し、橋の上からでも十分に観測可能であることがわかる。

ADCP の観測流量と H-Q 式から得られる流量との誤差は 10-20%程度であった。本流量観測法は有人ボートで行うため、安全上さらに大きい流量に対しては河川内に入らずに観測を行うのが望ましい。木下ら¹⁾が提案するラジコンボートによる流量観測法は、場所を選ばず測定可能である反面、ラジコン操作の専門技術が必要なことと測定した流量データをリアルタイムに見ることができない課題が残る。そこで、図-5 に示すような橋の上から ADCP を搭載したボートを測定者がロープで横断方向に曳航し、流量データを橋上のパソコンにリアルタイムで送信できる観測を平水時に試験的に行い、有人ボート観測との比較を行った。図-6 に橋の上から曳航観測した場合と ADCP 搭載有人ボートによる流量観測結果を示す。両者はほぼ同じ値を示すことから、橋の上からでも十分な精度で流量観測が可能であることがわかった。次の洪水期には本手法で洪水期間中の連続観測を行う予定である。

4. 結論

ADCP を移動させながら測定する際、河床が移動する場合には流速の値に誤差を生じること等、未だ改善点は残るものの、専門的技術を必要としない高精度の流量観測に一步近づいたと言える。今後は、この流量観測法を洪水時に連続的に行いデータを蓄積するとともに数値解析と併せて検討することにより、新しい流量観測技術の確立に大きく寄与するものと考えられる。

謝辞: 現地観測、資料提供に際しては、国土交通省利根川上流河川事務所および江戸川河川事務所にご協力いただいた。記して謝意を表します。

参考文献 1) 木下: ADCP と無人ラジコンボートで観測される洪水流量とその流れの構造について、農業土木学会平成 15 年度応用水理研究部会特別講演録, 2003。