

本川・支川が合流する区間の水位・流量ハイドログラフと貯留量の評価

日本建設コンサルタント 正会員 ○永井慎也
広島大学大学院 正会員 渡邊明英

中央大学研究開発機構 フェロー会員 福岡捷二
利根川上流河川事務所 佐藤宏明

1. 序論

流量は河川計画を立てる上で最も重要な水理量のひとつである。しかし、流量は一般に浮子観測によって求められており、河道条件等によっては観測流量に含まれる誤差を無視することができない。一方、複断面河道においては洪水流の流下過程において河道内貯留に起因したピーク流量逡減がある。このため、縦断的に変化する各河道区間における流量を精度良く観測し、洪水流の流下特性について正確に把握する必要がある¹⁾。

本研究では、時空間的に細密な水位ハイドログラフと上下流端3断面での流量ハイドログラフが測定されている利根川と渡良瀬川の合流部に対し、水面形の時間変化を重視した二次元不定流解析を適用することによって、流量ハイドログラフ、貯留率を高精度で見積もることが可能であることを示している。

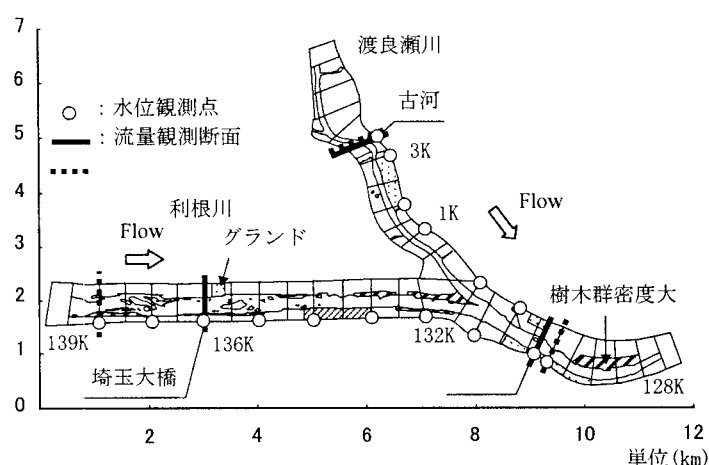


図-1 利根川・渡良瀬川対象区間平面図

2. 解析対象及び解析条件

観測及び解析は、利根川と渡良瀬川の合流部における平成13年8月22日19時～8月23日16時までの計22時間(H13.8洪水)と、平成13年9月10日20時～9月12日20時までの計48時間(H13.9洪水)の2洪水を対象としている。集中観測開始時刻には、既に高水敷上に1m程度冠水しており観測区間の高水敷も同様に冠水状態にある。

図-1に利根川・渡良瀬川対象区間平面図を示す。水位は約1km間隔にそれぞれ約1時間毎、流量は上下流端3断面において浮子を用いて約2時間毎に観測されている。これまでと同様の方法²⁾で上流部と下流部において観測水位ハイドログラフをそれぞれ境界条件として与え、得られた流量と水面形の時間変化が、縦断的に細密に測定された観測水面形の時間変化に追従し、観測流量精度の高いピーク～下降期とできるだけ一致するように粗度係数、樹木群透過係数を調整して解析を行っている。これは、多点で同時に測られている水面形の精度の方が流量観測精度よりも十分高いためである。数値解析における流速、水位等は一般座標系物理成分表示形における運動方程式及び連続式から求める²⁾。解析に用いる低水路、高水敷の粗度係数及び樹木群透過係数は試行錯誤的に検討した。解析格子は、利根川は縦断方向に372分割、渡良瀬川は縦断方向に180分割、横断方向にはそれぞれ20分割されている。

3. 解析結果と考察

(1) 縦断水位の分布

図-2(a), (b)にH13.8洪水、図-3(a), (b)にH13.9洪水の観測水面形と解析水面形の縦断分布の時間変化を示す。図より、河川合流部において観測水面形の時間変化を重視しながら適切な粗度係数、樹木群透過係数を与えることで、二次元不定流解析により観測水面形に合致するような解析水面形を求めることができる。特に渡良瀬川は利根川の水位の影響を受けて水面形の特性が大きく変化するが、図-3(b)より水位上昇期の逆勾配からゆるやかな順勾配への変化を再現できている。渡良瀬川では水位上昇期に縦断水面形はほぼ水平になっているが、これは合流点における水位が高いためであり、合流点水位が下がり始める8月23日2時、9月11日20時以降には渡良瀬川河道に貯留されていた水量が大きく排出されていることを示している。

(2) 流量ハイドログラフの比較

図-4(a), 図-4(b)は, H13.8 洪水及び H13.9 洪水の埼玉大橋, 栗橋, 古河 3 断面の観測流量と解析流量及び渡良瀬川 0.0km 断面における解析流量をそれぞれ示す. 観測水面形の時間変化に追従し, 観測流量を参照する解析から精度の高い流量ハイドログラフを求めることができる. 渡良瀬川では水位上昇期において利根川水位の影響を強く受け水面形が逆勾配になっているが, 順流が生じていることが分かる. ピーク期における解析流量と観測流量の誤差は, 樹木等の影響による観測精度の問題であると考えられる.

(3) 貯留量の比較

図-5(a), 図-5(b)に H13.8 洪水及び H13.9 洪水の渡良瀬川区間 (0.0~3.5km), 利根川区間 (130.4~136.5km) における平均貯留率の時間変化, 解析における各区間の上下流端断面流量の差をそれぞれ示す. 利根川区間の貯留率は, 全区間から渡良瀬川区間の貯留率を差し引いて求めている. 解析から流量ハイドログラフが高精度で推算できるため, 水面形が逆勾配となる河川の合流部においても貯留現象を適切に再現できていることがわかる.

4. 結論

支川下流端水位が時間的に変動する河川合流部において, 細密な水面形観測を重視した非定常

二次元流解析を一つの洪水流の立ち上がり時期から下降期にまで行うことで, 精度の高い流量ハイドログラフと貯留率を見積もることができる. H13.9 洪水では渡良瀬川の水水面形は渡良瀬川の洪水流量が大きかったため上昇期に水面勾配は逆勾配となるが流れは順流となっている.

参考文献

- 1) 福岡捷二: 洪水の水理と河道の設計法, 森北出版, 2005.
- 2) 福岡捷二, 渡邊明英, 原俊彦, 秋山正人: 水面形の時間変化と非定常二次元解析を用いた洪水流ハイドログラフと貯留量の高精度推算, 土木学会論文集 No. 761/II-67, pp. 45-56, 2004.

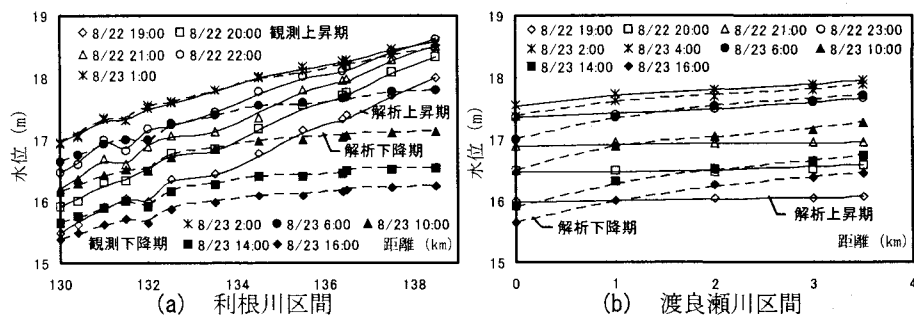


図-2 観測・解析水面形の時間変化 (H13.8 洪水)

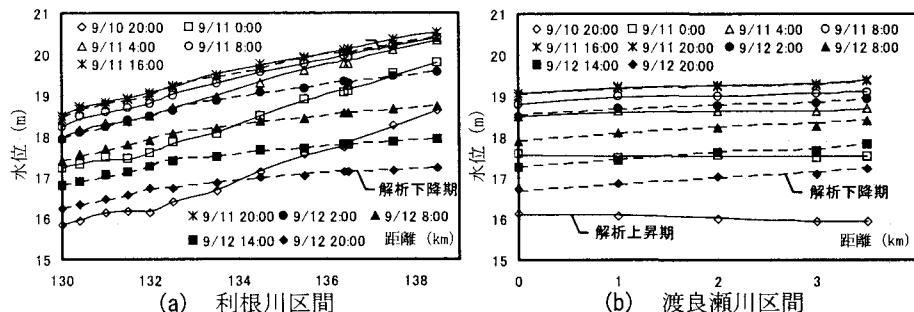


図-3 観測・解析水面形の時間変化 (H13.9 洪水)

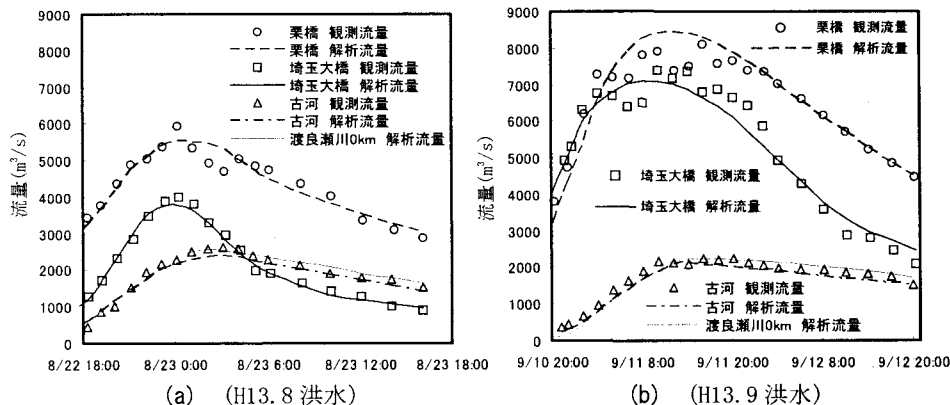


図-4 観測・解析流量ハイドログラフ

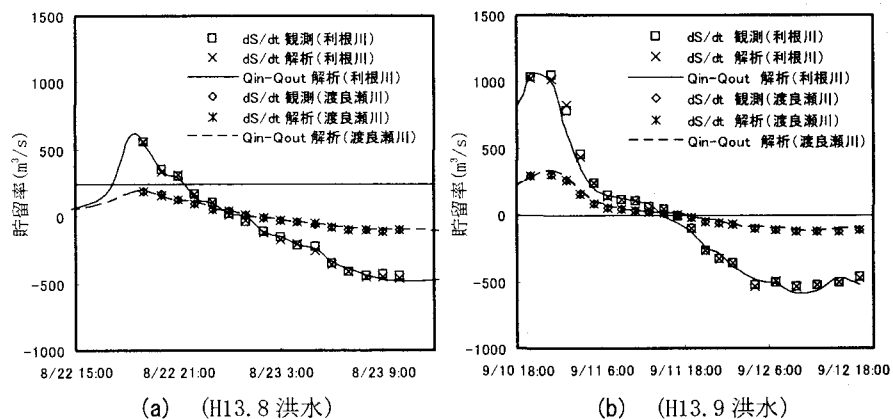


図-5 区間平均貯留率の時間変化