

観測水位縦断形の時間変化を用いた流量ハイドログラフの解析

広島大学大学院
広島大学大学院

学生会員 ○田端幸輔
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
国土交通省関東地方整備局 佐藤宏明

1. 序論

これまで福岡ら¹⁾は、洪水時に観測された水面形の時間変化に基づいて二次元不定流解析を行うことで、河道の適切な粗度分布と精度の良い流量ハイドログラフを同時に推算することができることを明らかにしている。利根川・江戸川が分派する区間においてもこの手法を適用し、適切な粗度係数・樹木群透過係数と流量ハイドログラフが推算されている²⁾。

今後、主要河川において水位計を設置し、洪水時の水面形の時間変化を観測し、本手法を適用することで、今まで以上に合理的な治水計画が行われるようになることが期待される。しかし、多くの支川や派川に対する自記水位計の設置は当分先になると予想される。そのため、本川の水位データのみに基づいて、河川の分合流地点における分合流の流量ハイドログラフを精度良く求めることは、重要である。特に、本川の水位データのみに基づいて分派流量を求める問題は、河川堤防の決壊により堤内地に氾濫流出する水量を評価する問題と同等であると言える。

そこで本研究では、利根川・江戸川分派区間を対象とし、水面形の時間変化は本川である利根川でのみ観測されているという状況を想定し、本川で観測された水面形を用いた二次元不定流解析に基づいて、分派流量を推定する方法について検証する。

2. 解析方法

分派区間における利根川の流れ場と水面形の時間変化には、江戸川に分派することによる影響が現れる。参考文献2)では、分派点を含む利根川と江戸川の両河道において、観測水位に基づいて運動方程式と連続式を同時に解くことで、分派の影響を含んだ流れ場と水面形を解析した。

ここでは、江戸川は取り入れずに、分派点を含む利根川を解析対象区間とし、分派流量を解析する。通常、このような横流出量を求める場合、横流出点（分派点）において水位を与え、適当な流速分布を仮定することが一般的である。また、破堤点における氾濫量は、破堤した堤防を堰と見なし、測定誤差の大きい破堤点付近の水位から流出量を算定するという仮定が用いられる。これに対し本研究では、分派点において江戸川の代わりに仮想的な堰を設置する。利根川における水面形の時間変化の解析値が観測値と一致するように、この堰の高さを調節しながら二次元不定流解析³⁾を行う。これにより分派流量の変化に伴う利根川の水面形の時間変化を再現させ、堰から越流する分派流量を求める。

3. 解析条件

図-1に、解析対象区間の平面図を示す。本手法を適用するための条件は、1)本川において水面形の時間変化が観測されていること、2)適切な粗度分布が既知であることである。ここでは参考文献2)で検討した平成16年10月の台風22号を解析対象洪水とし、江戸川分派点を含む利根川119.0km～126.0kmを解析対象区間とする。上下流端の拘束境界条件には、利根川の120.0km、125.0km、江戸川の57.75km地点の観測水位ハイドログラフを与える。また、分派点における流れの安定性を考慮して、分派する側に仮想メッシュを与え、その下流端に利根川の水面形を調節するための堰を設置している。

分派点に設置した堰により再現させる水位観測点数の違いが、分派流量の精度に与える影響について検討ため、表-1に示す2つのCaseに基づいて解析する。Case1では、分派点の堰により120.25、120.80、121.00、122.00、123.00、123.80、124.00、124.75kmの8点における解析水位が、観測水位と同じになるように調節している。Case2では、分派点の堰により121.00、123.00kmの2点における解析水位が、観測水位と同じになるように調節している。また、参考文献2)における解析結果をCase0とする。

4. 解析結果と考察

(1) 水面形の時間変化

図-2に、Case1とCase2における利根川の水面形の時間変化を示す。Case1では、120.25、120.80、121.00、122.00、123.00、123.80、124.00、124.75kmにおける水位の時間変化の解析値は、上昇期、下降期とも、再現させるべき仮想観測水位とほぼ一致している。Case2では、123.0kmにおける水位の時間変化の解析値が、上昇期の0:00において仮想観測値よりも3cm程度小さいが、全体的には仮想観測水位とほぼ一致している。

これらのことから、Case1、2における水位の時間変化は、ピーク時を含め、全体的に再現させるべき仮想観測水位とほぼ一致していることが分かる。

(2) 流量ハイドログラフ

図-3にCase1の解析流量ハイドログラフとCase2の解析流量ハイドログラフを、Case0の解析結果及び観測流量と共に示す。Case1では、利根関宿と北関宿の流量ハイドログラフは、Case0の流量ハイドログラフとほぼ同じである。分派流量ハイドログラフは、Case0よりも上昇期において約10パーセント大きい、ピーク時、下降期ではCase0とほぼ同じである。

Case2では、北関宿の流量ハイドログラフは、Case0の流量ハイドログラフとほぼ同じであるが、利根関宿の流量ハイドログラフは全体的に約1パーセント大きい。分派流量ハイドログラフは、Case0よりも上昇期において約

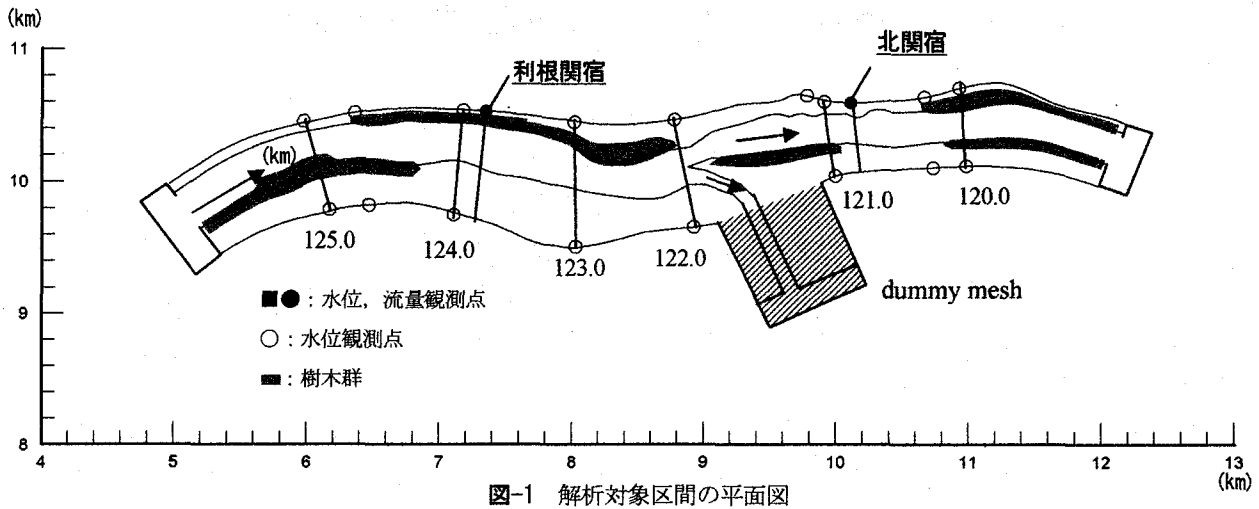
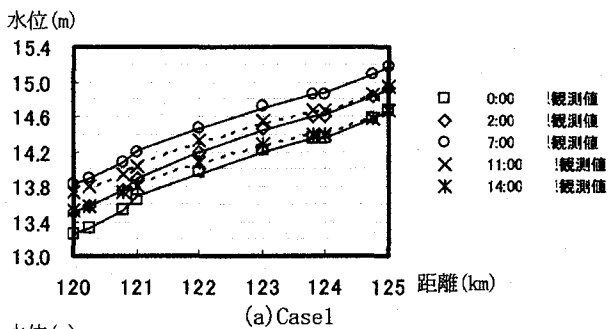


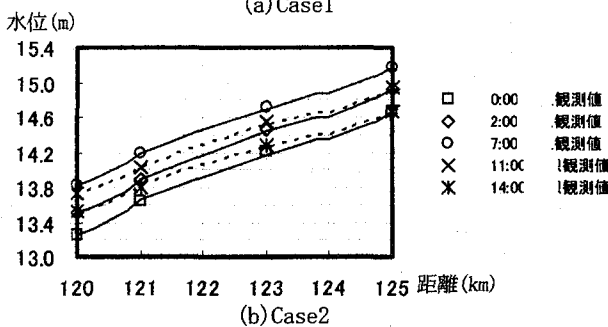
図-1 解析対象区間の平面図

表-1 解析ケース

解析ケース	用いる水位データ
1	120.25, 120.80, 121.00, 122.00, 123.00, 123.80, 124.00, 124.75km
2	121.00, 123.00km



(a) Case1



(b) Case2

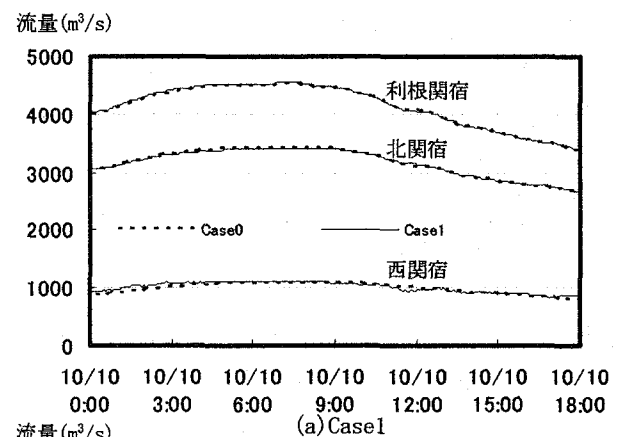
図-2 水面形の時間変化

13 パーセント、ピーク時において約7パーセント大きい。これらのことから、適切な粗度分布が既知である場合、本手法による分派流量の解析精度は、分派点において設置した堰により調節する水位観測点の数に依存する。

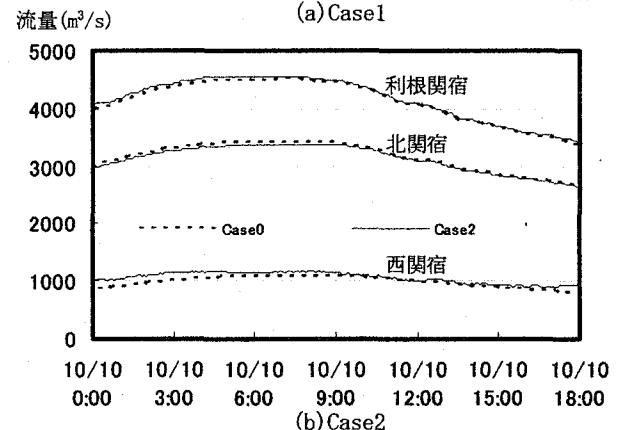
5. 結論

本研究では、本川の水位データのみに基づいた二次元不定流解析により、分派流量ハイドログラフを高精度で解析した。以下に本研究の主要な結論を述べる。

(1) 本川の水面形の時間変化が分派区間を挟んで上下流において最低2断面以上で観測されており、適切な粗度分布が既知であるならば、派川の水理データが無くても、



(a) Case1



(b) Case2

図-3 流量ハイドログラフ

十分な精度で分派流量ハイドログラフを推算することができる。

(2) 本手法による分派流量の解析精度は、分派点において設置した堰による観測水位の調節精度と、設定する水位観測点の数に依存する。

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，田端幸輔，風間 聡，牛腸 宏：利根川・江戸川分派点を含む区間における流量ハイドログラフと粗度係数・樹木群透過係数の評価，水工学論文集，第50巻，2006