

二次元不等流計算を用いた大芦橋（荒川）付近の水理特性データベース構築

東京都立大学大学院	都市環境科学研究科	学生会員	○加藤 奨之
東京都建設局河川部		正会員	高崎 忠勝
東京都立大学大学院	都市環境科学研究科	正会員	今村 能之
東京都立大学大学院	都市環境科学研究科	正会員	天口 英雄

1. はじめに

豪雨の頻発等により、水害被害の軽減を図る方策としてソフト対策の拡充が求められている。国内では河川の状態を常に把握するため水位計や定点カメラが多く地点に設置されており、これらの情報は国土交通省などの Web サイトを通じてリアルタイムに発信されているが、必ずしも一般住民が理解し易い情報とはなっていない。そこで洪水時の河川の流れの様子が容易に把握できる情報として発信することにより地域の防災活動や避難行動の支援情報としてより高度に活用できる。洪水時の河川の流れを把握する方法の一つとして水理計算を用いる方法が考えられる。特に 2 次元や 3 次元の水理計算は場所による流れの違いを把握することができ、洪水時の流れを分かりやすく表現することに適している。しかし、計算には時間を要し、リアルタイムで計算を行うのは難しい。そこで本研究では予め様々な条件で河川の水理計算を行い、結果をデータベース化し洪水時にはデータベースを参照することで洪水時の水の流れをリアルタイムに把握することを可能にすることを目的としている。

2. 対象区域および使用したデータの概要

本研究では荒川の大芦橋観測所付近を対象とした。荒川は埼玉県秩父山地の甲武信ヶ岳を源流に長瀨溪谷を流れた後、関東平野を流下し東京湾に注ぐ幹川流路延長 173km、流域面積 2,940 km² の一級河川である。大芦橋観測所は荒川河口から約 68 km の場所に位置し国土交通省関東地方整備局荒川上流河川事務所が管理する観測所である。大芦橋観測所から下流側 1.5 km の地点では荒川の支流、和田吉野川が合流している。

使用したデータは、大芦橋の集水域の設定に国土地理院 10 m DEM データを用い、水理計算の地形の設定に国土地理院 5 m DEM データを用いた。また、水文水質データベースより 2001 年 1 月 1 日 1 時から 2021 年 1 月 1 日 0 時の 20 年間の大芦橋観測所での水位および流量の 1 時間値を取得した。水収支の確認のため、大芦橋の集水域に当たる熊谷、寄居、ときがわ、浦山、上吉田、秩父、三峰の 7 地点での同期間のアメダスによる時間降水量も取得した。

3. 水理計算モデルの作成と計算条件

上流より一定の流量が流入し続け、定常状態となった際の水位および流速を求める二次元不定流計算を行った。計算は iRIC3.0.19, Nays2DFlood v5.0 を用いた。計算に用いた地形データは大芦橋付近の 6210 m×2170 m の領域（図-1 着色部）を対象に、国土地理院 5 m DEM データをもとに、横断図を参照しながら河床や天端が現地の状況を再現できるように修正し 10m 矩形格子を作成した。

計算範囲の下流部分に参照できる水位観測所が存在しないため、下流端の境界条件は自由流出とした。水理計算は初期水位はゼロ、流入位置は計算範囲における荒川と和田吉野川のそれぞれの上流端とした。計算結果は各時刻ごとの 1 計算格子単位の水位と流速として記録される。計算では荒川上流端の流入量を 10, 30, 50, 70, 100, 300, 500, 700, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000 m³/s とした。和田吉野川からの流入量は水文水質データベースで取得した流量の月表値を参考に、荒川流入量の 1/20 と設定した。また大芦橋周辺の粗度係数は明らかになっていないので 0.025~0.150 の様々な値で計算を行い、低水路部は水位流量の再現性、高水敷部は水収支の観点で妥当な値を検討した。

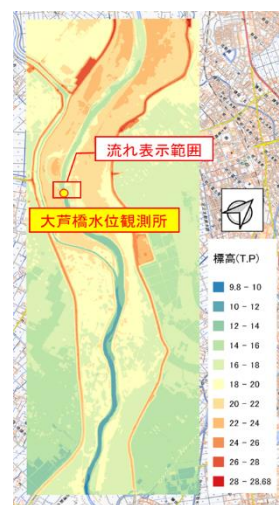


図-1 対象領域

キーワード 水理計算, 二次元不等流計算, 粗度係数, 水位流量曲線, 水収支

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 東京都立大学 E-mail : kato-shono@ed.tmu.ac.jp

4. 水理特性の検討

水理計算で得られた水位観測所地点の水位と流量の関係に着目する。計算の水位流量関係の再現性について月表と比較した結果、粗度係数を 0.035 に設定したものは流量が観測されている範囲¹⁾で良好な結果が得られた(図-2)。この結果から低水路部の粗度係数は 0.035 が妥当だと判断した。そこで粗度係数を低水路部では 0.035 とし、高水敷部の粗度係数を植生の抵抗を考慮し 0.060~0.150 の間で様々な値に設定にした計算を行った(図-3)。

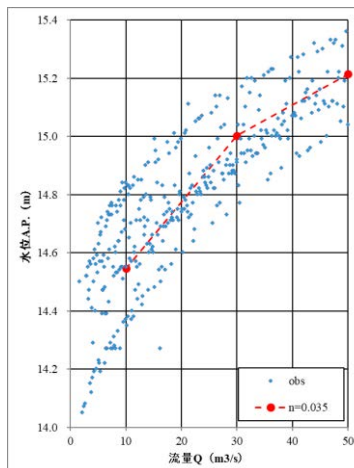


図-2 低水路粗度係数の検討

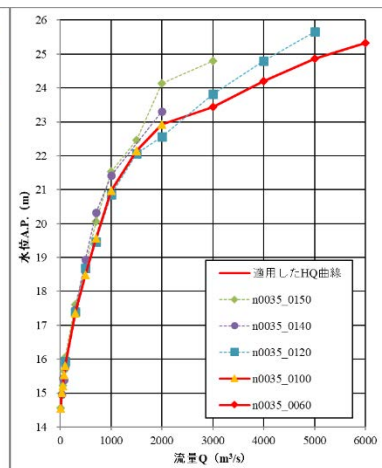


図-3 高水敷粗度係数の検討

2001 年から 2020 年までの水位による上位 10 洪水について、集水域での降水量の平均値をティーセン法により求めた。水理計算で得られた水位観測所地点の水位と流量の関係から HQ 曲線を作成し、月表に記された水位に HQ 曲線を適用し 10 洪水時の流量を求めた。各洪水に対し流量の累積値を集水面積で除したものを (HQ 流量) と集水域平均降水量の累積値 (降水量) から流出率を算出した(表-1)。なお、洪水 9 に関しては、洪水期間の終了前に洪水 7 が始まっているため、洪水 9 と洪水 7 をまとめている。高水敷部の粗度係数を水位に応じて 0.100 から 0.060 に変化する設定(図-3 赤線)において、各洪水の流量と降水量から求めた流出率は 0.51~0.81 の範囲(表-1)にあり、水収支の点で問題がないことを確認した。また、設定した粗度係数は既往文献^{2) 3)}による値から大きく異なっていないことから、これらの粗度係数を用いることに問題はないものと判断した。以上により、作成した地形データと粗度係数の設定を用いることにより大芦橋付近の流れを適切に表現することができる。また、水理計算で得られた全格子の水位・流速を表形式でデータベース

表-1 水収支

	期間開始	期間終了	観測最高水位 (m)	最大降雨量 (mm)	HQ流量 (mm)	降水量 (mm)	流出率 (=HQ/降雨)
洪水1	2019/10/10 22:00	2019/10/16 23:00	24.772	39.5955	368.9	543.0	0.68
洪水2	2007/9/4 19:00	2007/9/11 11:00	23.602	34.0735	253.5	434.8	0.58
洪水3	2001/9/8 16:00	2001/9/15 16:00	22.952	23.1775	332.9	461.5	0.72
洪水4	2017/10/18 22:00	2017/10/27 7:00	22.662	22.958	192.6	283.2	0.68
洪水5	2002/7/9 13:00	2002/7/15 4:00	22.572	31.028	141.2	265.6	0.53
洪水6	2015/9/6 13:00	2015/9/15 4:00	22.512	19.463	157.3	210.5	0.75
洪水8	2002/9/30 3:00	2002/10/5 23:00	22.172	28.7765	90.3	175.4	0.51
洪水10	2019/10/21 18:00	2019/10/29 21:00	21.442	40.574	164.2	203.3	0.81
洪水9	2016/8/15 14:00	2016/8/27 0:00	21.732	14.1505	267.4	524.2	0.51
洪水7	2016/8/27 1:00	2016/9/4 1:00					
全期間	2001/1/1 1:00	2021/1/1 0:00	24.772	40.574	15288.4	30017.9	0.51

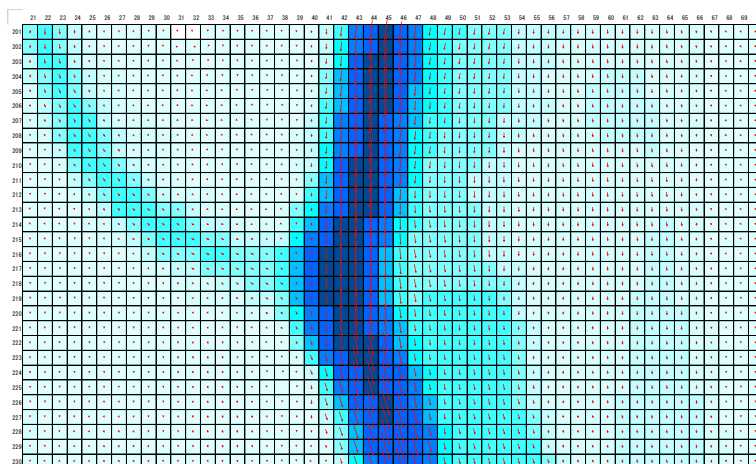


図-4 水位流速データベースによる大芦橋付近の流れ (Q=2000m³/s)

化し、水位情報からデータベースを参照することでリアルタイムに大芦橋付近の流れを把握できるようになった(図-4)。表示範囲は図-1の赤枠の範囲であり、図-4では流速を赤い矢印で表し、水深を青色の濃淡で表している。

5. むすび

本研究では、荒川大芦橋観測所付近を対象にコンピュータを用いた二次元不等流計算を行い、その結果から水位流量関係を明らかにした。これにより、誤差の少ない水位の観測値から流量を推定し、実際の洪水に即した水の流れを再現することが可能になった。

参考文献

- 1) 荒川上流河川事務所：H31 大芦橋地点外流量観測及び管内測量業務，2020。
- 2) 田中徹，桑村貴志，阿部修也：河川に繁茂する樹木群落が洪水流に与える影響について，平成 17 年度技術研究発表会，2006。
- 3) 荒川上流河川事務所：R 2 荒川上流水理解析検討業務，2021。