

豪雨時の河川水位の再現解析結果に関する一考察

鉄道総合技術研究所 正会員 ○馬目 凌 正会員 渡邊 諭
正会員 入 栄貴 正会員 鈴木 亜季

1. はじめに

近年、気象災害の激甚化が懸念されており、局所的豪雨が発生した場合、それに伴う急激な河川水位の増加により鉄道施設が浸水することも想定される。そこで、本研究では、こうした氾濫・浸水ハザードを短時間で予測する手法の開発を目指している。本稿では、豪雨が観測された箇所を対象として流出・氾濫解析のモデルを作成し、このモデルにより豪雨時の河川水位の再現解析を実施し、解析結果と観測水位との比較、考察を行った。

2. 流出・氾濫解析の概要

本稿で述べる流出・氾濫解析の概要を図1に示す。使用した流出・氾濫解析では、数値標高モデル（以下、DEM という）上に、断面形状を再現した河川をモデル化し、DEM から河川に雨水が流れ込む流域を定義する。そして、①キネマティックウェーブモデルの分布型流出モデル¹⁾により、地形の傾斜に沿って雨水が対象河川へ流下し、②河川への雨水の流入量から河川流量と水位を逐次計算し、河川水位が堤防高を超えると越流が発生する。③越流した氾濫水は二次元不定流解析²⁾によって地表面を流下し拡散あるいは湛水する。なお、本解析では①、②において水が地中へ浸透しない設定とした。

河川のモデル化に際して、複数の横断面図を作成する必要があるが、本稿では公開されているメッシュサイズ5mのDEMより取得した。なお、観測水位との比較を行う箇所（以下、A点とする）においては、水位情報のほか断面図が公開されていたため、これを挿入した³⁾（図2）。また、本稿における①の解析では、メッシュサイズ25mとした。

3. 対象河川および流域と解析条件

本稿における対象河川（以下、河川①とする）および流域を図3に示す。河川①の支流（以下、河川②とする）の上流にはそれぞれダムが存在する。本流出・氾濫解析モデルには河川の上流端に流量を設定することが可能であるため、河川②については、その上流に存在するダム（以下、ダム②とする）の全放流量の時系列データが公開されているため³⁾、この値を上流端に設定し、ダム②に接続する流域（面積40.6km²）からの流下水を河川へ流下させない設定とした（図4）。なお、河川①上流のダム（以下、ダム①とする）については、時系列データは公開されていないため、河川①の上流端の流量設定は複数のパターンにより検討を行った。また、A点における降雨前の解析水位と観測水位を一致させる目的で、河川②の支流（以下、河川③とする）の上流端には解析開始時刻のみ流量（20m³/s）を設定した。

対象とした降雨外力はRAINの観測値を同流域に作用させており、流域平均総雨量（ダム①、②の流域も含める）：約153mm、最大降雨強度：約38mm/hである（図5）。解析はこの降雨を含む48時間で実施した。

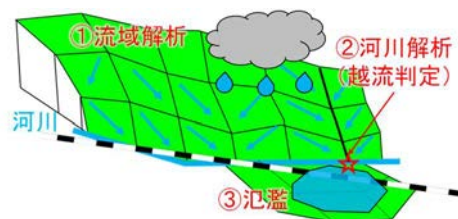


図1 流出・氾濫解析の概要

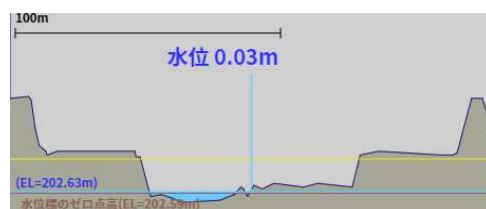


図2 A点における河川断面

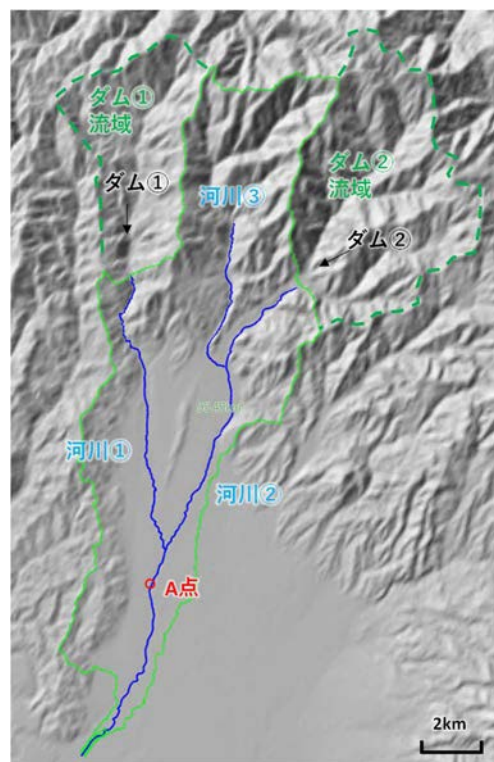


図3 対象河川および流域

キーワード
連絡先

流出解析、氾濫解析

〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 防災技術研究部 地盤防災 Tel.(042)573-7263

3. 解析結果（水位）

A 点における解析結果（以下、解析水位とする）と観測水位を時系列で比較した結果を図 5 に示す。なお、解析水位は河川①の上流端の流量設定をそれぞれ、パターン 1：流量未設定、パターン 2：ダム②の全放流量、パターン 3：ダム②の全放流量をダム①の流域面積（流域面積 23.5km^2 ）で補正した流量、とした。なお、パターン 2、3 については、ダム①に接続する流域からの水を河川へ流下させない設定とした。

A 点の観測水位は解析開始から 9h 後から 19h 後ごろにかけて上昇、その後、20h 後ごろまで下降した後に再び上昇し、23.5h 後ごろにピークに達する。ピークに達した後（以下、ピークアウト時とする）は水位上昇時と比較してやや緩やかに下降する形状となっている。これに対して、解析水位は上昇開始からピークに達するまでの間は、19h 後ごろから 20h 後ごろにかけての下降時にはやや低くなる傾向を除いて、概ね一致する挙動を示している。なお、解析水位のピークは観測水位と比較して約 40 分遅れで、水位はパターン 1 が 0.3m 程度、パターン 2、3 が 0.06m 程度高くなる傾向を示した。ピークアウト時は観測水位よりも水位の下降が早く、下降速度および水位が一致しない傾向にある。

4. 考察

本稿では水の地中への浸透を考慮していないが、大規模な降雨イベントに対して、観測水位を上昇開始からピーク水位に達するまで概ね良好に再現することができた。これは、流域が小さい中小河川では比較的速やかに多量の表面水が河川に流下し、地中への水の浸透の影響が相対的に小さくなったのではないかと考えられる。河川規模による水の浸透の有無が水位変動に与える影響については、今後の検討課題とする。

一方で、ピークアウト時は観測水位に対して解析水位の下降量が大きくなる傾向にある。本来では、河川①は図 3 に示した河川モデルの下流端で別の河川へ接続しているが、本稿では、河川①の下流端から流出し、かつ水位を設定していないためだと考えられる。

パターン 1 とパターン 2、3 を比較すると、パターン 1 の方が水位の上昇する継続時間が長く、18:00 ごろやピーク水位の値が大きくなることが明らかになった。ダム①の流入や流出の詳細な情報は不明であるが、ダム②においては解析開始から 22:00 ごろまでは流入量が増加し続けている（図 4）。そのため、流域面積や地形・地質条件等による差異はあるが、ダム①においても流入量は一定の時間で増加し続けたと考えられる。これにより、ダム①の流域からの流下水を河川①に流下させるパターン 1 の方が水位の上昇が継続し、水位も大きくなったと考えられる。

5. まとめ

本稿では、対象河川、流域において作成された流出・氾濫解析モデルを用いて、豪雨時の河川水位の再現解析を実施し、解析結果と観測水位との比較、考察を行った。その結果、水位の上昇開始からピークに達するまでの水位変動を比較的精度良く再現することができた。その一方で、ピークアウト時は観測水位に対して解析水位の下降量が大きくなる傾向にあることを示した。今後は、対象河川の下流方のモデル化や水位の設定により、河川水位が減少する過程を再現し、ピークアウト時の精度向上に取り組みたいと考える。

参考文献

- 1) 立川 康人, 永谷 言, 寶 馨: 飽和・不飽和流れの機構を導入した流量流積関係式の開発, 水工学論文集, pp. 7-12, vol. 48, 2004. <http://library.isce.or.jp/isce/open/00028/2004/48-0007.pdf>
- 2) 水理公式集平成 11 年度版, p. 97, 式(2-2.21)
- 3) 川の防災情報 (<https://www.river.go.jp/index>)

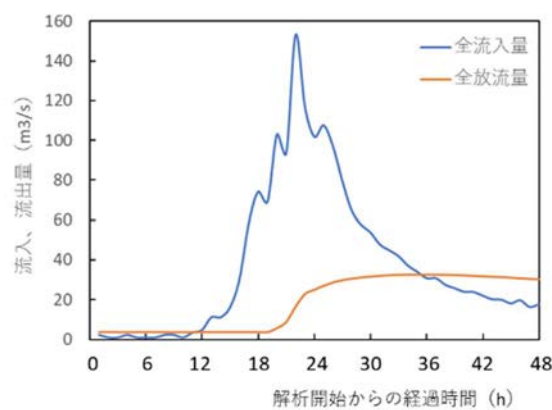


図 4 ダム②の全流入量，全放流量

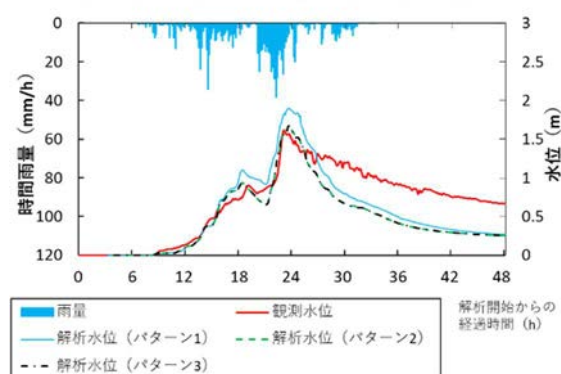


図 5 A 点での水位比較結果