

局地的短時間豪雨時の鉄道沿線における流出・氾濫解析に関する基礎検討

鉄道総合技術研究所 正会員 ○渡邊 諭 正会員 馬目 凌
正会員 湯浅 友輝

1. はじめに

鉄道では、雨量や河川水位をもとに運転規制を実施して安全輸送を図っているが、短時間で急激に発達する局所的豪雨による氾濫・浸水現象を考慮した運行管理手法は確立していない。そこで本研究では、顕著気象がもたらす災害ハザードを運行管理にリアルタイムに利用する手法の開発を目指している。本稿では、災害ハザード評価の一つである流出・氾濫解析手法の概要とともに、その解析結果の妥当性に関する検討結果について報告する。

2. 流出・氾濫解析モデルの概要と解析条件

本稿で述べる流出・氾濫解析の計算の流れを図1に示す。流出・氾濫解析モデルは数値標高モデル（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。任意の降雨が DEM 上に降り、その雨水は地形の傾斜に沿って対象河川に流れ込む（①流域解析）。このときの流出解析モデルは、キネマティックウェーブモデルの分布型流出モデルを用いる。河川への雨水の流入量から河川流量と水位を一次元不定流により逐次計算する。河川流量が増加して河川水位が堤防高を超えると越流する（②河川の解析）。

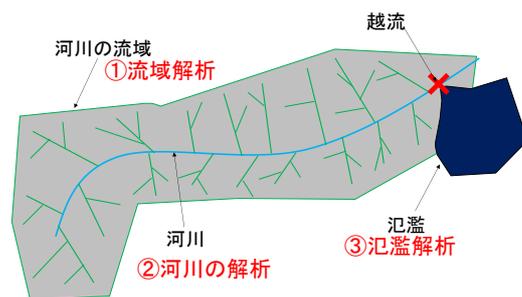


図1 流出・氾濫解析のイメージ図

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（③氾濫解析）。これらを一連の計算により実施する。ここでは、過去に河川氾濫による浸水被害があった鉄道沿線を対象エリア（図2）とし、同エリアに図3に示す東海豪雨（H12年9月発生：総雨量589mm，時間最大雨量114mm）を作用させ、数値地形精度をパラメータとした流出・氾濫解析を実施し、氾濫域の評価として許容できる数値地形精度を検証した。



図2 流出・氾濫解析の対象エリア

ここでの、過去に河川氾濫による浸水被害があった鉄道沿線を対象エリア（図2）とし、同エリアに図3に示す東海豪雨（H12年9月発生：総雨量589mm，時間最大雨量114mm）を作用させ、数値地形精度をパラメータとした流出・氾濫解析を実施し、氾濫域の評価として許容できる数値地形精度を検証した。

ここでの、過去に河川氾濫による浸水被害があった鉄道沿線を対象エリア（図2）とし、同エリアに図3に示す東海豪雨（H12年9月発生：総雨量589mm，時間最大雨量114mm）を作用させ、数値地形精度をパラメータとした流出・氾濫解析を実施し、氾濫域の評価として許容できる数値地形精度を検証した。

3. 高精度数値標高モデルによる計算事例との比較

ここでは、最も地形再現精度の高い条件の解析結果を現実に近い値と仮定し、この結果を基準として数値地形精度を粗くした場合の解析結果の差異を比較した。基準とした解析の数値地形精度は1m（以下、1mメッシュという）とし、さらに実際の建造物等の高さを表現した数値表層モデル（以下、DSM という）を用いた（図4）。

図5に、1m（基準）、25、50および100mメッシュの解析結果について図2中のA部分を拡大して示す。背景にグレースケールで表示している地形は全て数値地形精度1mのDEM

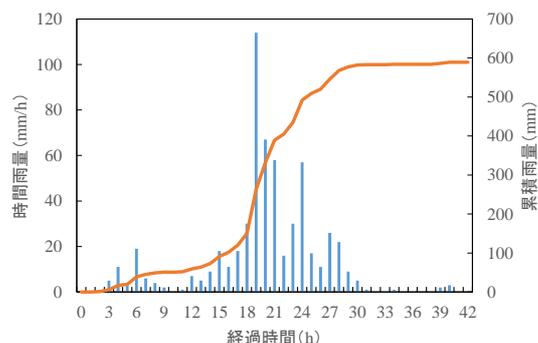


図3 入力降雨（東海豪雨）

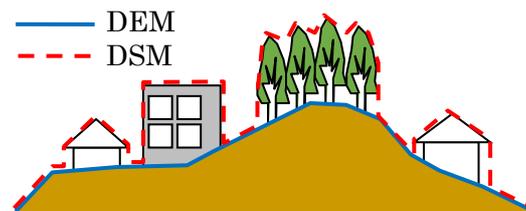


図4 DSMとDEMの概念図

である。また、図中には参考として同箇所の航空写真（Google Earth より抜粋）を示す。

基準となる 1m メッシュの結果をみると、建物と建物の間の道路、幅員の広い道路部分およびグラウンド等の範囲が浸水しており、最大浸水深 1.0～2.0m の規模が広く分布していることが分かる。航空写真および背景に表示する DEM の形状と浸水範囲を比較すると、建物を考慮した浸水域となっていることが分かる。5m メッシュをみると、建物が考慮されていないことからその用地に浸水範囲が広がり、それに応じて最大浸水深は 0.5～1.0m と浅くなる。しかし、河川を中心とする浸水範囲端部までの広がり的大小とその形状は 1m メッシュと大きな差はなく、全体の浸水範囲としてはほぼ一致する結果となった。25m メッシュも 5m メッシュの場合と同様であり、解像度は小さくなるものの図中の赤破線で例示する土地の高低および形状に矛盾しない浸水範囲が分布している。

一方、50m メッシュでは、図中 B 部分などの地形と比較して、土地が高いところまで浸水するなど背景の DEM と矛盾する浸水範囲がみられ、また最大浸水深の分布も 0.2m 以下から 2.0m 以上のばらつきが顕著になっている。さらに 100m メッシュになると、最大浸水深、浸水範囲ともに大きく乖離する結果となった。

以上のことから、1m メッシュの解析結果を最も現実に近い値と仮定した場合、25m メッシュ以下であれば最大浸水深はやや浅めに評価されるものの浸水範囲は概ね一致することが分かった。

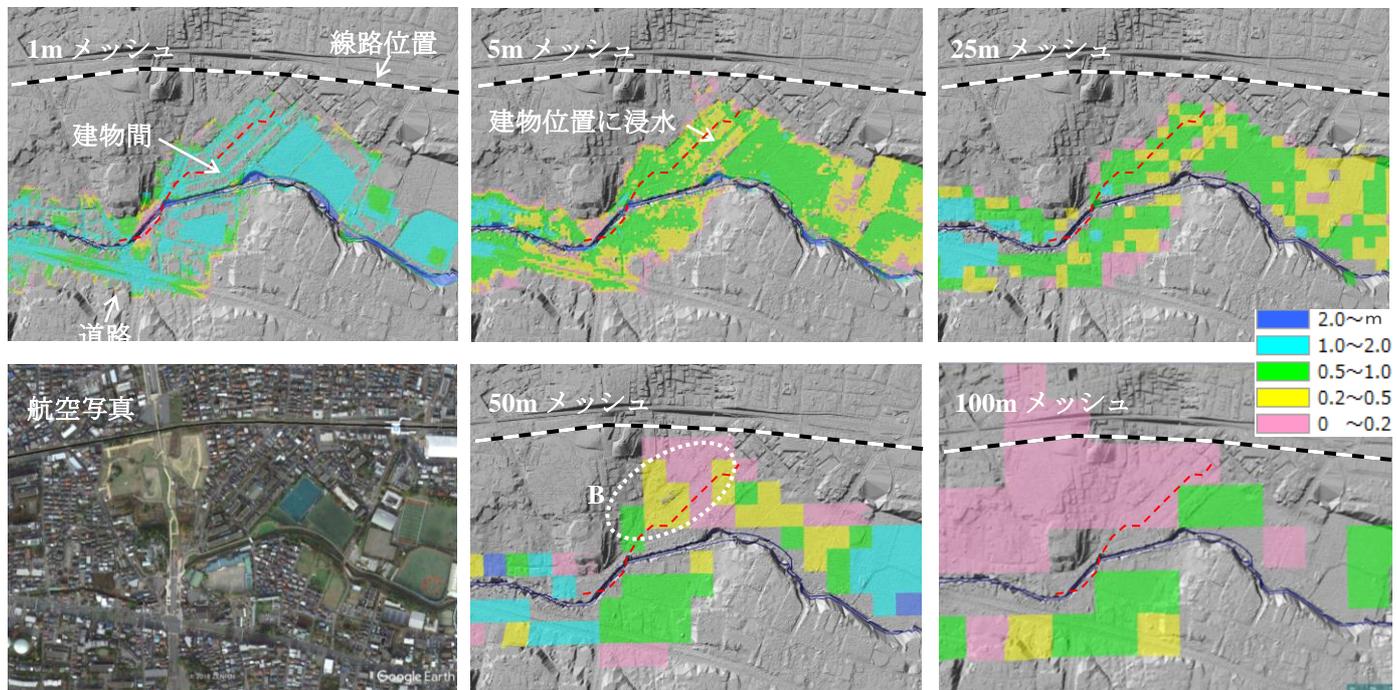


図5 図2におけるA付近の拡大図（航空写真は Google Earth より抜粋）

4. まとめ

本報告では、流出・氾濫解析モデルの妥当性について、数値地形精度 1m から精度を粗くした場合の解析結果を比較することで、今回の解析対象エリアであれば数値地形精度が 25m 以下の条件では最大浸水深はやや低めに評価されるものの浸水範囲は概ね一致することを確認した。今後は、自治体による浸水想定区域図との比較により妥当性を検証するとともに、実際の水位観測値とのデータ同化等により解析精度の高度化を図る予定である³⁾。

本報告の内容の一部は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「レジリエントな防災・減災技術の強化」（管理法人：JST）により実施したものである。

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.jsce.or.jp/jsce/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)馬目凌, 湯浅友輝, 渡邊諭: 都市部流域における流出・氾濫解析結果の精度検証に関する基礎検討, 平成 30 年度全国大会第 73 回年次学術講演会, 投稿予定