

## 鉄道運行支援のための河川水位・氾濫域予測モデルの開発

(公財)鉄道総合技術研究所 正会員 馬目 凌, 渡邊 諭, 非会員 河村 祥一  
 (株)日立製作所 正会員 ○山口 悟史  
 (株)日立パワーソリューションズ 非会員 楠田 尚史

### 概要

関東近郊の S 駅周辺を対象にした河川水位・氾濫域予測システムの構築について報告する。予測システムにより、当該駅近くの河川水位の再現精度を検証した。過去の出水 5 例について、ピーク水位を  $-0.07\text{ m}$  ないし  $+0.32\text{ m}$  の誤差で再現した。36 時間分のシミュレーションに 207 秒を要した。予測システムとして十分な性能が実現できたと結論する。

### 1. 目的

鉄道の安全な運行を確保するうえで、水害対策が不可欠となっている。たとえば台風に対しては、接近 1~2 日前という早い段階から計画運休の予告がなされるようになった。しかし、早期の予測が難しい気象現象に対しては、数時間先に迫った水害を予測し、運行中の鉄道を安全に運休させることが求められる。そこで筆者らは、関東近郊の S 駅周辺を対象に鉄道減災システム (図 1) を試作し、その適用性について検討している。

本報告では、予測システムに組み込んだ水理水文モデルについて述べる。なお、当該地域は 2019 年 10 月の台風 21 号災害において氾濫、浸水した。その事例への適用性については馬目ら<sup>1)</sup>を参照されたい。

### 2. 当該駅周辺の水理水文モデル

当該駅の近くには二級河川 K 川およびその支川 T 川が流れる (図 2、図 3)。大雨によりこれらの河川の水位が上昇し、駅周辺が浸水、また近くの鉄道橋梁が冠水するおそれがある。駅および鉄道にとって、これらの河川水位・氾濫予測は重要である。

予測モデルの構築には 2 つの課題がある。課題 1) 流出過程のモデル化: 流域は下総台地に含まれ、地形勾配は緩く、厚さ数 m の火山灰層 (関東ローム層)

に覆われており、土壌の透水性が高い。また、流域面積の約半分が田・畑であり、雨水や河川からの氾濫流が田・畑に一時貯留するものと考えられる。流域の流出過程、河川の流下過程においては、これらの地域特性を表現する必要がある。課題 2) 下流端水位の影響の考慮: 駅周辺は河川下流端に近く、流下先の I 沼の水位の影響を受ける。I 沼の水位は、I 沼の流下先である一級河川 T 川の影響を受け、かつ水門とポンプにより人為的に制御されており、予測は困難である。

それぞれの課題について、以下の解決策をとった。解決策 1) 土壌中の不飽和流のモデル化、および流域の遊水効果のモデル化: 土壌中の不飽和流を表現するため、立川ら<sup>2)</sup>の分布型流出モデルを採用した。さらに、河道から氾濫原に越水した水から、田・畑に一時貯留するとみなした分を控除し、流域の遊水効果を表現する。解決策 2) 下流端水位の影響の考慮するため、時間変化する実績水位を与えた場合、および

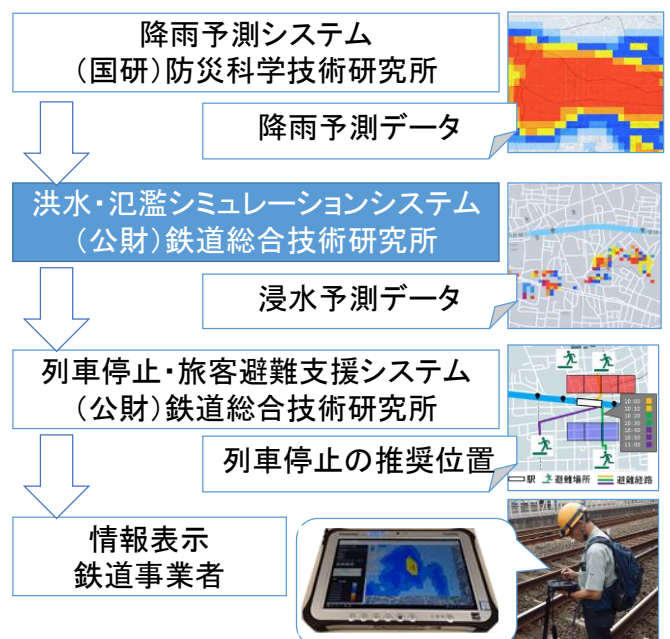


図 1: 鉄道減災システム (試作) の構成

キーワード 氾濫域予測, 鉄道運行支援, 流出解析, 氾濫解析

連絡先 〒185-8601 東京都国分寺市東恋ヶ窪 1-280, Tel. 042-323-1111, satoshi.yamaguchi.vk@hitachi.com

時間変化しない一定の値を水位として与えた場合と、駅周辺の水位の再現性にどの程度の違いが出るかを検証した。

水理水文モデルとして DioVISTA/Flood を用いた。分布型流出モデル、1次元河道モデル、2次元氾濫モデルからなるモデルを作成した。河道断面として実測データを取り込んだ。流出モデルおよび氾濫モデルのメッシュサイズは 25 m とした。

### 3. 結果と結論

過去の洪水事例を対象に、上記解決策 1) のモデル化に必要なパラメータを調整して再現精度を確認するとともに、かつ上記解決策 2) の検証を行った。対象洪水を、2013 年 9 月から 2018 年 8 月までの期間の上位 3 件と 2019 年の顕著出水 2 件とした。

結果を図 4 および図 5 に示す。水位の時間変化、ピーク水位を良好に再現した。また、河川下流端 (I 沼) の水位として実績水位を与えた場合と、一定値を与えた場合との差は、当該駅近くの K 橋地点の水位で -0.16 から +0.28m であり、後者でも実用上問題ないことを確認した。

36 時間分の計算に通常の PC で 207 秒を要し、十分な計算速度であることを確認した。

構築した水理水文モデルは、当該駅近くの河川水位を、予測システムとして十分な再現精度および計算速度で実現したと結論する。

### 謝辞

本報告の一部は、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) (2014 年度~2018 年度) によって実施された。河川データは印旛土木事務所より提供いただいた。

### 参考文献

- 1) 馬目ら, 再現解析による流出・氾濫解析モデルの精度に関する一考察, 土木学会全国大会年次学術講演会講演概要集 (in press), 2020.
- 2) 立川ら, 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, doi:10.2208/prohe.48.7, 2004.



図 2: 対象流域



図 3: S 駅周辺の拡大図

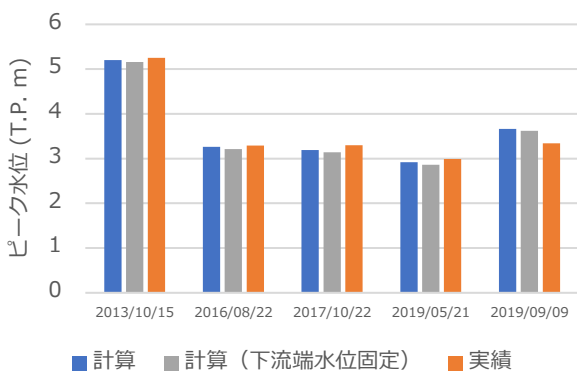


図 4: K 橋水位計のピーク水位

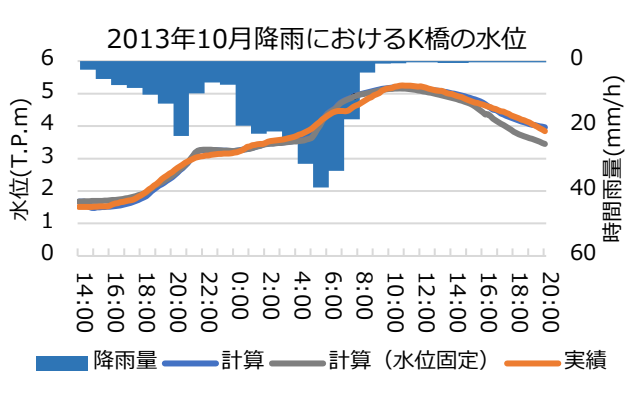


図 5: 対象洪水における再現水位