

No.19

防災・減災のための シミュレーション技術

「鉄道トレンドウォッチング」第19回では、防災・減災のためのシミュレーション技術について、シミュレーション事例、鉄道への応用について紹介します。

■ 防災・減災シミュレーション技術への期待

近年、強雨、強風など頻発かつ激甚化する自然災害において、集中豪雨や台風などによる被害が相次いでいます。最近の例では、令和元年台風第19号が日本列島を直撃し、多くの河川が氾濫するなど、甚大な被害をもたらしました。鉄道においても台風に対して、事前に列車の運転を取りやめる計画運休を行い、列車と乗客の混乱を防ぐ対策がとられる場合があります。車両が被害を受けた結果、臨時の列車ダイヤで運行する必要が生じました。また、橋りょうなど設備が被害を受けた結果、復旧するまでの運転の見合わせや、速度を落として運転を行う必要が生じました。

自然災害により、どのような影響があるかを事前に予測し、その対策をとることによって、車両や設備の被害を軽減することが期待できます。営業中の列車に対しても、危険が迫っているとき、乗客をより安全な方向へ避難誘導を行うことも期待できます。

これまで、自然災害を予測するためのツールとして、流体力学などをベ-

スとした多くのシミュレーターが開発されています。ここでは、防災・減災のための自然災害に関するシミュレーション技術のうち、土砂災害、洪水を再現するシミュレーション技術、さらに鉄道への応用について紹介していきます。

■ 土砂災害を再現するシミュレーション

自然災害により近年甚大な被害が生じているものの一つに、土砂災害があります。土砂災害防止法¹⁾では、土砂災害として、「急傾斜地の崩壊」「土石流」「地滑り」の3種類が示されています。土石流を解析するツール(ソルバー)の一例として、京都大学大学院農学研究科と(一財)砂防・地すべり技術センターが共

同で開発した「土石流シミュレーション(Kanako)²⁾」があります。この解析結果を可視化するツールとして、「UC-win/Road 土石流シミュレーションプラグイン・オプション³⁾」が開発されています。解析した結果は、図1のように土石流の流れや影響範囲を視覚的に把握できるようになり、土石流による被害の予測、減災対策の検討が可能です。

■ 洪水を再現するシミュレーション

土砂災害のほかに、近年甚大な被害をもたらしている例として、洪水があります。集中豪雨による都市洪水の被害に対して、対策が求められてきています。

(株)構造計画研究所と熊本大学工学部社会環境工学科との共同プロジェク

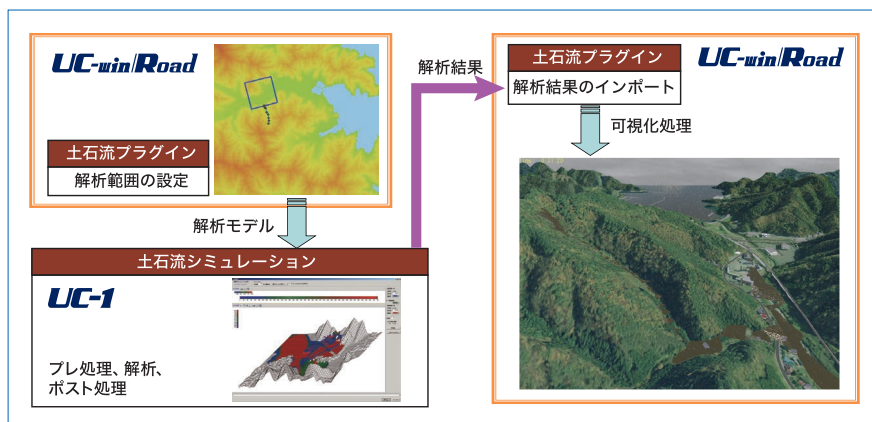


図1 土石流シミュレーションシステムの流れ(開発: (株)フォーラムエイト)

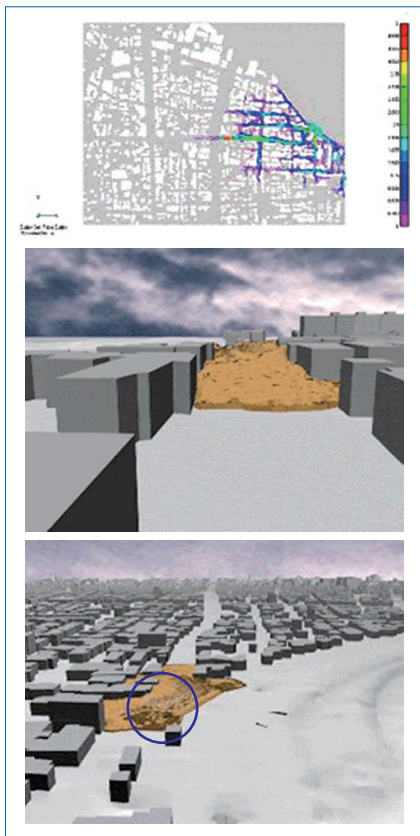


図2 都市洪水シミュレーション
(上:水の流れ,中:迫ってくる水,下:破堤部分)
(提供:株式会社構造計画研究所)

トで、都市洪水シミュレーションが行われています⁴⁾(図2)。流体問題の解析技術を用いて、河川氾濫箇所と流量を指定し、土地の形状などを考慮して予測を動画で行います。図2(上)では、川の水の流れの速度を、図の右側で示した凡例の色に従って表示します。図2(中)では、迫ってくる水がどのように流れるかを表現します。図2(下)では、丸で囲んだ部分の堤防が破損し、水が都市内部に広がる状況を表現します。解析した結果は、都市の防災計画の策定支援、ハザードマップの策定、企業の事業継続計画(BCP)策定のためのリスク評価、地域住民の避難計画の策定支援に利用できます。

■ 鉄道への応用と今後の展開

鉄道においても、シミュレーション技術を用いた防災・減災への取り組み

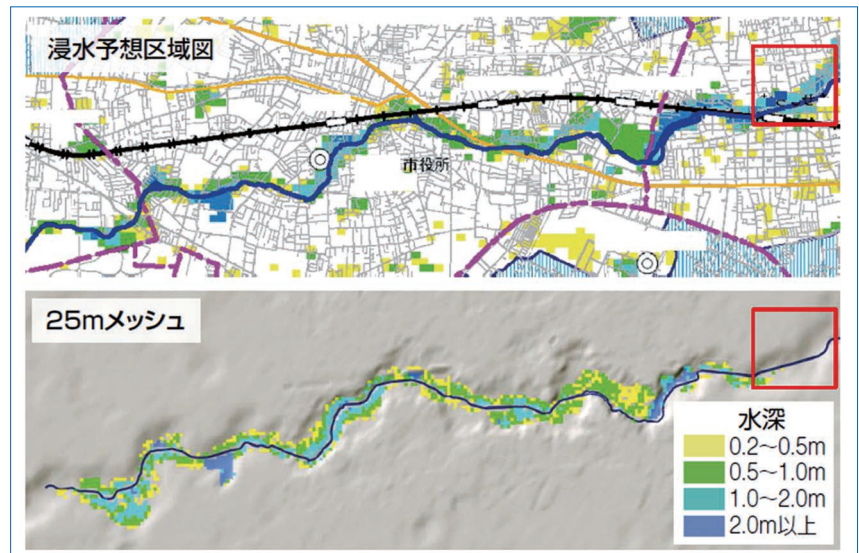


図3 自治体による浸水予想図と流域・氾濫解析モデルによる解析結果との比較(鉄道総研)

本図に示した成果は、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)(2014~2018年度)により実施したものです。

が進められています。鉄道総研では、鉄道沿線において過去に近傍の河川の氾濫による浸水の履歴がある箇所を対象エリアとし、流出・氾濫解析モデルを用いて浸水範囲を予測しました⁵⁾(図3)。25mメッシュで計算を行った場合でも、自治体が作成した浸水予測図と比較した結果、浸水範囲は上・中流域ではおおむね一致していることがわかりました。一方で、図3の東側(図中の赤枠部分)では、河川流量と氾濫水を小さく評価してしまったため、氾濫が生じない結果になったと考えられます。

今回は、土砂災害、洪水についての例を紹介しましたが、強風、地震、津波といった自然災害についても対策が求められています。また、自然災害は、一種類の現象のみでなく、土石崩れ発生後に起こる洪水のように、複数の現象が重なって起きることがあるので、複数のシミュレーションを組み合わせることも必要になると考えられます。自然災害による鉄道の被害を軽減し、安全性を向上させるために、今後もさらなる防災・減災シミュレーション技術の発展が期待されます。

(渡辺義大/企画室 戦略調査)

文献

- 1) 国土交通省: 土砂災害防止法の概要, <https://www.mlit.go.jp/river/sabo/sinpoupdf/gaiyou.pdf> (入手日: 2020年1月20日)
- 2) (一財) 砂防・地すべり技術センター: 土石流シミュレータ「Kanako」, <http://www.stc.or.jp/10soft/003frame.html> (入手日: 2020年1月23日)
- 3) (株) フォーラムエイト: UC-win/Road 土石流シミュレーションプラグイン・オプション Ver.2, <http://www.forum8.co.jp/product/ucwin/road/road-dosekiryu.htm> (入手日: 2020年1月20日)
- 4) (株) 構造計画研究所: 河川氾濫解析, https://www4.kke.co.jp/kaiseki/service/disaster/dis_12.html (入手日: 2020年1月29日)
- 5) 渡邊諭, 馬目凌, 湯浅友輝: 局地的豪雨時における鉄道沿線の流出・氾濫影響を予測する, RRR, Vol.76, No.11, 2019