

「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」（令和 5 年度採択）
研究概要

番号	研究課題名	研究代表者
No. 2023-2	局地的大雨に対応した事前通行規制基準の『時間的』・『空間的』高度化	京都大学 教授 岸田 潔

局地的大雨に対応した事前通行規制判断の時間的・空間的高度化を実現するため、浸透流・円弧すべり統合解析のサロゲート化、道路用 CL の構築・評価、ローカル予測雨量モデルの構築、潜在的危険斜面抽出に取り組み、通行規制の発令・継続・解除および重点監視箇所の選定に資する技術体系として整理した研究開発。

1. 研究の背景や動機、目的および目標等

近年、局地的大雨や線状降水帯等により、道路斜面災害の発生形態が多様化している。一方、従来の連続雨量法は運用が容易である反面、先行降雨、土中水分、斜面ごとの地形・地質条件、降雨の空間分布を十分に反映しにくい。そのため、災害捕捉性能、空振りの低減、規制解除判断の説明性、重点監視箇所の抽出を同時に考慮した事前通行規制判断の高度化が求められている。

本研究は、事前通行規制判断を時間的・空間的に高度化することを目的とした。規制判断の時間的高度化として、1. 浸透流・円弧すべり統合解析のサロゲート化、2. 道路用 CL の構築・評価、3. ローカル予測雨量モデルの構築に取り組み、個別斜面の安全率評価、規制区間全体の降雨リスク評価、予測雨量に基づく規制・解除猶予の評価を行った。規制判断の空間的高度化として、4. 潜在的危険斜面抽出に取り組み、規制区間内の重点監視箇所の抽出と監視レベルの階層化を目指した。

2. 研究内容

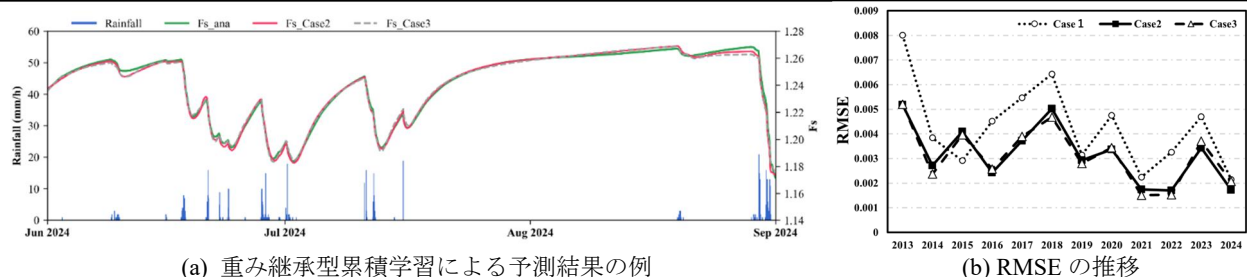
本研究は、以下の 4 項目により実施した。対象地区として、国道 9 号観音峠地区、国道 28 号炬口地区、国道 8 号大谷地区等を用いた。

- 1) 浸透流・円弧すべり統合解析のサロゲート化では、重点監視する斜面を対象に、降雨に伴う安全率時系列を機械学習により高速に予測する手法を検討した。
- 2) 道路用 CL の構築・評価では、土壌雨量指数と 60 分間積算雨量を用いた道路用 CL を作成し、連続雨量法、CL 法、予測雨量を用いた CL_{fest} 法を比較評価する方法を構築した。
- 3) ローカル予測雨量モデルの構築では、降水短時間予報、解析雨量、テレメータ雨量を比較し、予測雨量の精度低下、強雨時の過小・過大評価、周辺メッシュ情報の活用可能性を評価した。
- 4) 潜在的危険斜面抽出では、地形・地質、降雨履歴、干渉 SAR 時系列解析、災害履歴、防災カルテ等を組み合わせ、重点監視候補箇所を抽出する手順を整理した。

3. 研究成果

図 1 に時間的高度化の代表成果を示す。浸透流・円弧すべり統合解析のサロゲート化により、斜面安全率の時系列予測手法を構築した。国道 28 号炬口地区を対象に、浸透流・円弧すべり統合解析で得られる安全率時系列を LSTM により学習・予測した結果、MAE・RMSE がいずれも 0.003 以下となる高精度な予測モデルを構築できた。これにより、斜面の安定度変化を実務的な時間内で把握し、規制解除判断や対策効果を評価する際の補助情報として活用できる可能性を示した。

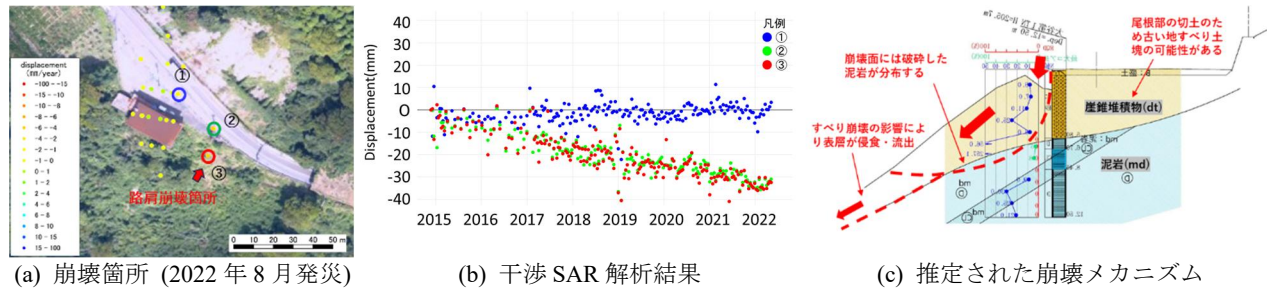
図 2 に空間的高度化の代表成果を示す。国道 8 号大谷地区を対象に、潜在的危険斜面抽出の有効性を確認した。大谷地区では、地形・地質条件、降雨履歴、干渉 SAR 時系列解析結果を組み合わせることで、潜在的危険斜面の抽出の可能性を検討した。この結果は、干渉 SAR 解析を単独の規制発令基準として用いるのではなく、地形・地質、降雨履歴、防災カルテ、現地調査、専門家判断と組み合わせることで、重点監視箇所の抽出や対策優先順位付けに活用できることを示す成果である。さらに、同様の方法を国道 9 号観音峠地区にも展開し、地形・地質条件、降雨履歴、干渉 SAR 時系列解析結果、既往の点検・調査情報を照合することで、経過観察を要する潜在的危険



(a) 重み継承型累積学習による予測結果の例

(b) RMSE の推移

図 1 LSTM を用いた重み継承型累積学習による予測結果の例 (炬口地区)



(a) 崩壊箇所 (2022 年 8 月発災)

(b) 干渉 SAR 解析結果

(c) 推定された崩壊メカニズム

図 2 国道 8 号大谷地区における潜在的危険斜面の抽出事例

斜面を抽出した。これにより、本手法が既往災害箇所の検証だけでなく、現時点で災害が顕在化していない規制区間内の重点監視候補箇所の抽出にも適用可能であることを確認した。

4. 主な発表論文

- 1) Miyazaki, Y. et al. (2025): Challenges and Innovations in Advance Traffic Control System Under Extreme Weather Events, Proceedings of ICTG 2024, Lecture Notes in Civil Engineering, Vol. 403, Springer.
- 2) 井宮雅裕, 宮崎祐輔, 小山倫史, 藤原照幸, 岸田潔: 機械学習を用いた浸透流・円弧滑り統合解析による安全率の時系列予測, 第 64 回地盤工学シンポジウム論文集, pp.138-143, 2024.
- 3) 黒田さくら, 小山倫史, 浅井奏音, 宮崎祐輔, 山口弘誠, 岸田潔: 気象レーダーに基づく解析雨量およびその予測値とテレメータ雨量の比較, Kansai Geo-Symposium 2024, 2024.
- 4) Ishii, Y. et al. (2024): Landslide Risk Assessment along Roads by Using Radar-driven Land Deformation and Rainfall Data, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLVIII-3-2024, pp.231-237.

5. 今後の展望

今後は、観音峠地区および炬口地区で導入した道路用 CL 監視システムを、他の事前通行規制区間へ展開するため、雨量データ、土壌雨量指数、災害履歴、非発生降雨、現地観測情報の標準化を進める必要がある。また、連続雨量法、CL 法、CLfst 法を組み合わせた発令・継続・解除判断の運用手順を具体化し、潜在的危険斜面抽出手順、重点監視斜面の安全率評価手順を実務の参考資料として体系化する。

6. 道路政策の質の向上への寄与

本研究は、事前通行規制の発令・継続・解除判断、重点監視対象の抽出、要対策箇所の選定という、道路管理実務の複数の意思決定段階に直接貢献する成果を得た。特に、道路用 CL 監視システムを観音峠地区および炬口地区に導入したことは、研究成果を道路管理者が確認可能な形へ具体化した成果である。また、潜在的危険斜面抽出成果を近畿地方整備局主催の道路防災連絡会議へ展開したことは、研究成果が道路行政の実務判断へ接続された重要な成果である。

7. ホームページ等

関連ウェブサイトは現時点でなし。研究成果は、成果報告書、研究成果発表会、関連学会・会議等を通じて発信する。