

## 表面流出を考慮した浸透流解析と斜面安定解析による崩壊土砂の流動化に関する考察

西日本旅客鉄道株式会社 深野 雄三, 森 泰樹, 杉山 友康  
アジア航測株式会社 ○岡野和行, 太井正史

### 1. はじめに

鉄道に関する土砂災害には、線路近傍の斜面崩壊や落石等による被害のほか、流域内で発生した崩壊土砂が流動化し、線路に到達する事例が多く見られる。線路近傍の斜面や落石は、継続的な点検で危険性を把握し、それに基づき対策が実施されていることが多い。一方、流動化した崩壊土砂による災害は、発生源が線路から離れた管理地外であることが多い。この場合、構造物による対策の実施が難しいため、運転規制等のソフト対策で安全を確保している。

林ら(2022)は、土石流による運転規制のための基準設定に関する研究を行った。崩壊に起因する土石流を対象に、流域内の崩壊面積率を指標とする基準を設定し、無限長斜面の安定解析による崩壊面積率が基準値を超過した場合に土石流が発生するとして評価手法を提案した。

崩土が流動化し線路に到達するか、流域内で停止し線路まで到達しないかは、崩壊が発生したタイミングにおける溪流の流量に依存すると考えられるが、林の手法では、崩壊発生時の溪流における流量は評価に反映されていない。

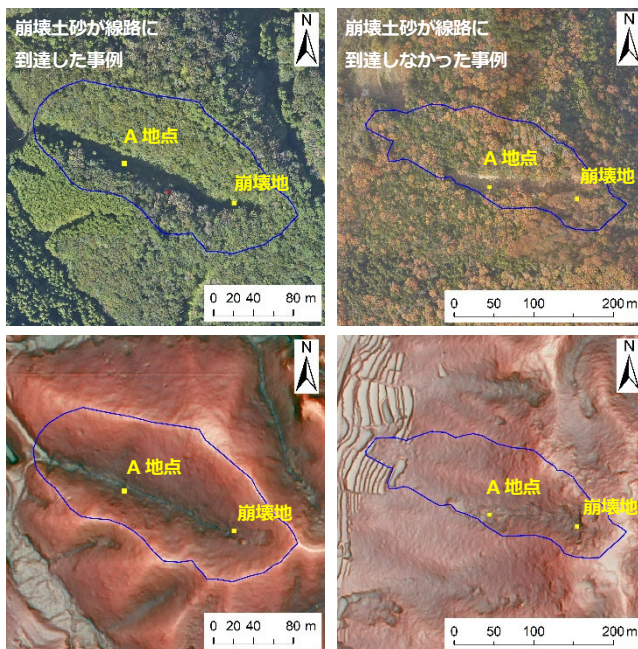
そこで、地表面流量を考慮した浸透流解析と安定解析を同時に行うモデルを用いて、鉄道周辺の溪流内で近年発生した崩壊事例の再現計算を実施し、崩壊の発生タイミングとその時刻における地表面流量から、崩壊土砂の流動化の有無に関する考察を行った。



図1 流動化した土砂が線路に到達した事例

### 2. 対象箇所

解析の対象は、鉄道周辺の溪流内で崩壊が発生し、崩土が流動化し線路に到達した事例と、流域内で土砂が停止した事例の2事例とした。



JR西日本管内事例1

JR西日本管内事例2

図2 対象箇所の位置と地形

### 3. 解析方法

#### (1) 解析モデル

解析には、布川ら(2008)によるモデルを使用した。平面2次元の浸透流解析と無限長斜面の安定解析を同時に計算するモデルで、地下水位と飽和度の関係を関数で与えることで鉛直方向の不飽和浸透過程を単純化するとともに、沢を考慮した地表面流の計算も同時に行うため、短時間で安全率、地下水位、地表面流量が時系列で算出される。

#### (2) 解析条件

与えた降雨データは、前処理を災害発生前4か月、計算結果を出力する本解析を災害発生時3日間の時間雨量とした。地形データは、1mメッシュの航空レーザ測量成果を5mにリサイズしたものをを用いた。接峰面処理で崩壊前地形を推定するとともに、崩壊跡地における接峰面と現地形との差から崩壊深を推定し、その平均値を用いて土層厚を推定した。土質定数は一般的な値を用い、感度分析で崩壊範囲が実績と類似するケースの粘着力を用いることとした。

(2) 流動化の考察方法

再現計算の結果から、芦田ら (1978) による土石流発生勾配区間の上流端に位置する地点 (図2 A地点) のハイドログラフを作成し、崩壊範囲の面積に相当するメッシュで安全率が 1.0 を下回る時刻の地表面流量と崩壊土砂量との関係で、崩壊土砂の流動化を考察した。

4. 解析結果と考察

対象箇所安全率と地表面流量の時系列変化をみると、崩壊土砂が流動化した事例1では、崩壊箇所およびその周辺の安全率が 1.0 を下回る時刻と地表面流量が最大程度となる時刻が概ね同時刻であった。それに対し、崩壊土砂が流域内で堆積した事例2では、安全率が 1.0 下回ってから 8 時間程度経過した後地表面流量が増加していた。

事例1は崩壊面積が 290m<sup>2</sup> と比較的小さく、崩壊時における溪流内の地表面流量が大きかった。崩壊土砂量に対する溪流内の水量が多かったことに起因して流動化が発生し、線路に到達したと推察される。一方、事例2は崩壊面積が 1,390m<sup>2</sup> と大きく、崩壊発生時の溪流内の水量が崩壊土砂量に対して小さかったため溪床内に堆積した。その後流量は増加したが、勾配が小さい溪

床に一度堆積した崩壊土砂の多くは流動化せず、流域内に残存したため、線路に到達しなかったと推察される。

5. おわりに

地表面流量を考慮した浸透流解析と安定解析を同時に実施するモデルで再現計算を行った結果、崩壊発生時刻における崩壊土砂量に対する地表面流量の違いが崩壊土砂の流動化に影響している可能性が示唆された。今後、解析事例を増やすとともに、流動化の指標に崩壊土砂量を定量的に考慮することが課題である。

引用文献

- 芦田和男・高橋保・澤井健二 (1978) : 土石流危険度の評価法に関する研究, 京都大学防災研究所年報, 第 21 号,B-2 No.1, pp.423-439
- 布川修・杉山友康・太田直之 (2008) : 地形を考慮した斜面表層部の地下水変動予測モデル, 鉄道総研報告, Vol22, No.1, pp.23-28
- 林宏樹・浅野嘉文・大木基裕・舟橋秀磨 (2007) : 降雨時の新たな運転規制,インフラメンテナンス実践研究論文集, Vol.1, No.1, pp.402-407

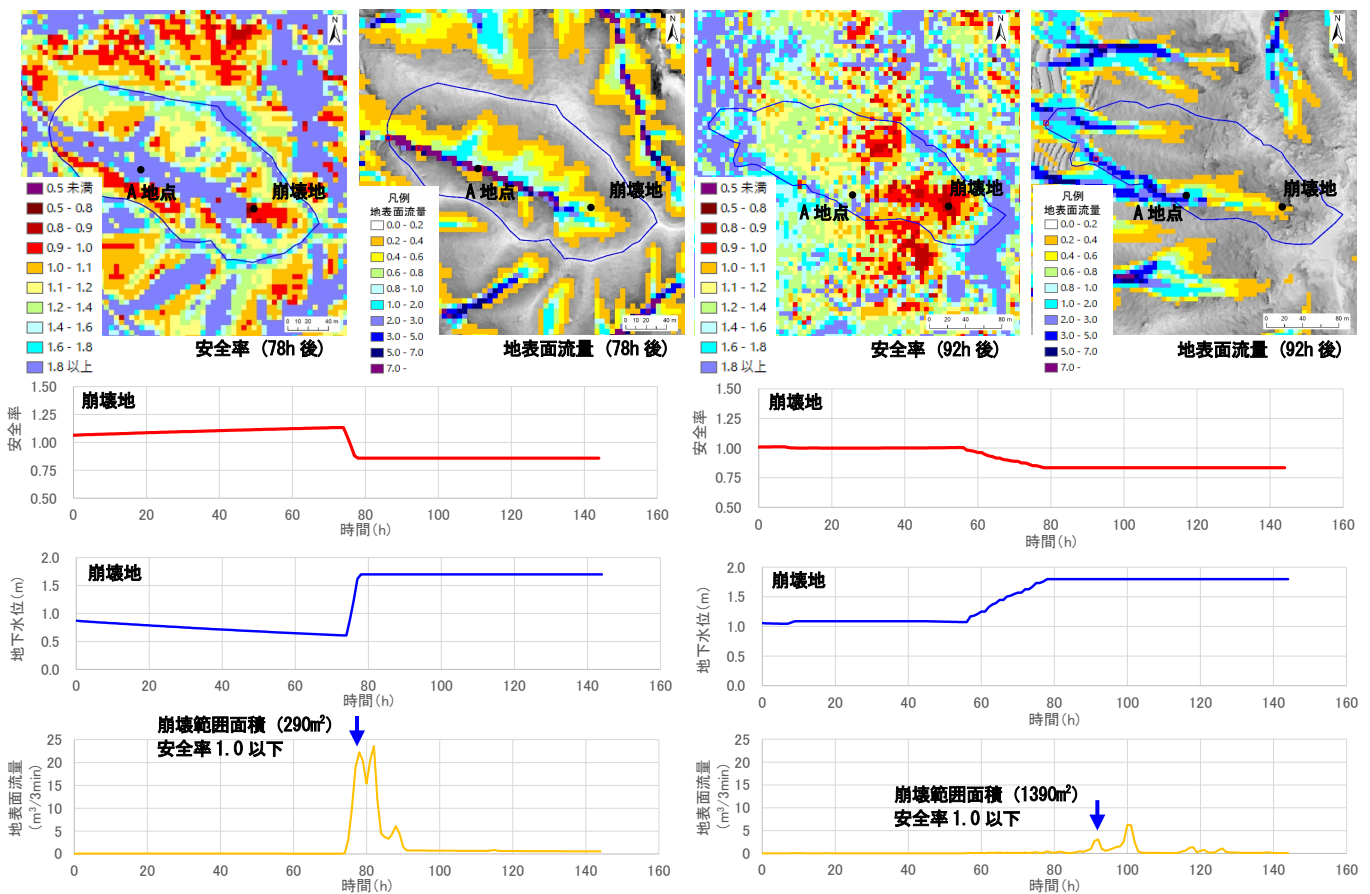


図3 浸透流解析と安定解析結果 (左: JR 西日本管内事例1、右: JR 西日本管内事例2)