

山田線斜面崩壊災害の復旧（その1：調査・対策工の検討）

東日本旅客鉄道（株）盛岡支社 設備部 工事課	正会員	○中村 貴志
東日本旅客鉄道（株）盛岡支社 設備部 工事課	正会員	菅原 寛文
東日本旅客鉄道（株）盛岡土木技術センター	非会員	五日市 賢
東日本旅客鉄道（株）盛岡土木技術センター	非会員	風晴 潤司

1. はじめに

2015年12月11日に山田線松草・平津戸間47k500m付近において斜面崩壊が発生した。斜面崩壊により線路内に崩壊土砂が流入し、列車が土砂に乗り上げて脱線した。復旧検討のさなかに崩壊斜面上方で新たな亀裂が発見され、更なる大規模な崩壊の発生が懸念されたことから、亀裂計測と斜面崩壊の原因究明のための各種調査を実施した。

本稿では、斜面崩壊の調査・分析結果、それらから導き出した斜面崩壊の発生メカニズムと対策工の検討について述べる。

2. 事象の概要

(1) 崩壊の概要

当該斜面は、約50度以上の急勾配の北向き斜面で、地質は、ジュラ紀の付加体である「門馬コンプレックス」と呼ばれる岩盤のうち、泥質岩（粘板岩）が主体である。崩壊規模は、幅約32m、長さ約25m、深さ約1m、崩壊土量は約700m³であり、崩壊土砂は線路上に堆積していた（図-1）。

斜面崩壊発生後、ドローン及びヘリコプターを用いて斜面全体の調査を実施し、崩壊斜面上方に亀裂らしき変状を確認した。現地踏査を実施した結果、図-2に示すように発生標高の異なる3条の亀裂を確認した。

(2) 気象の概況

当該箇所から約12km離れた気象庁アメダスで観測されたデータによると、12月3日午後から4日にかけて2mm/h以下の降水量が断続的に観測された。その後、10日21時から事象発生前の11日18時まで降雨が観測され、日最大1時間降水量は10.0mm/h、降り始めから事象発生までの総降水量は55.5mmであった。なお、事象発生時の降水量は0mm/hであった。

(3) 崩壊前に発生した落石事象

事象発生前の2015年12月5日未明に47k488m～47k495mにわたり、落石防護網の下から露岩の一部が抜け出し、レール脇まで落石が到達した事象が発生した。その後、抜け出した岩塊の撤去及び落石防護網内の浮石の撤去、落石防護網の再設置を行うとともに、斜面上部の調査を実施したが、その際に異常は確認されなかった。

3. 地質調査及び斜面の挙動計測

当該斜面の地質性状を明らかにすることを目的に地質調査を、亀裂の進行性の把握や斜面地中の挙動を明らかにすることを目的に、地質調査、地表面変位計測、地中変位計測、地下水位計測及び移動杭測量を行った。

(1) 地質調査

地質調査の結果、地表面からの深さ10m程度まで破碎及び粘土化により土砂状になった粘板岩が確認された。ボーリングコアの観察からこの強風化した層は亀裂が開口し緩んだ状態にあり、潜在的に不安定化しやすい層である。



図-1 災害発生時の全景写真

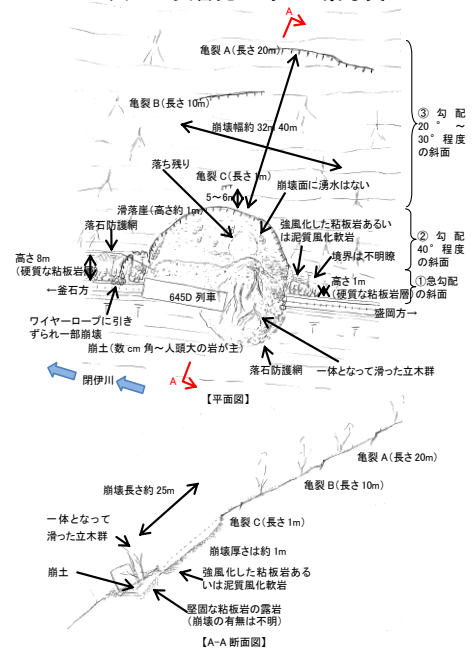


図-2 崩壊斜面の概略図

(2) 地表面変位計測

崩壊斜面上部で確認された亀裂に地表面伸縮計を7基設置し計測した結果、いずれの計測箇所でも亀裂の進行が確認され、計測開始直後は変位速度 2mm/h を超える活発な変動が確認された。その後、変位速度は低下傾向を示したが、融雪期や梅雨時期には再び変位速度の上昇が見られた。

(3) 地中変位計測

移動土塊のすべり面深度や滑動の経時的変化を把握することを目的にボーリング孔内に孔内傾斜計及びパイプ歪計を設置し計測を実施した。計測結果から、図-3 に示すように、すべり面の深さは約 10m の深さの位置であることが推定された。

(4) 地下水位計測

地下水位は、地表面からの深度 17m～29m 程度に位置し、想定すべり面より深い位置であり、地下水が斜面の不安定化の主たる要因ではないと推察される。

(5) 移動杭測量

斜面のすべりの動態を定量的に把握するために、定点杭を設けてトータルステーションにより水平及び垂直移動量を測定した。測定結果から、すべり範囲は、幅 60m、法長 65m と想定した。

4. 推定される崩壊メカニズム

崩壊当日の雨量は、降雨時の運転規制値以下であることや地下水位計測の結果から、今回の崩壊は降雨や地下水が主たる要因ではないことが推察される。一方、地質調査の結果からはすべり面以浅の地層が緩んだ状態であることや、崩壊箇所付近の地質構造は高角度受け盤ないし、高角度流れ盤構造をなしていることが確認された。以上より、崩壊メカニズムは図-4 に示すように、①潜在的に緩み・風化がある地山であること、②線路建設時の切土により、法面、上部斜面の緩み・風化がさらに進行し、不安定化が極限状態に達していたこと、③斜面末端部の抜け出しがトリガーとなり、斜面のすべり現象が顕在化したこと、と推定される。

5. 対策工の検討

斜面計測の結果から、斜面の変動に進行性が見られることを考慮し、対策工の検討を行った。一般的な斜面崩壊対策工は文献 1) に示されるように、地下水排除工や頭部排土工、押さえ盛土工などの抑制工、杭工やグラウンドアンカー工などの抑止工がある。当該斜面は、地下水が斜面変動の主要因ではないことや、移動土塊末端が軌道敷きであることから、図-5 に示すように排土工により移動土塊を安定化させた後に恒久対策として目標安全率を満足するグラウンドアンカーを施工することとした。

6. まとめ

崩壊後の調査・計測の結果から、崩壊後も斜面が変動していること、すべり面の深度は約 10m であること、崩壊は降雨や地下水が主要因でないことが確認された。対策工はこれらを考慮し、排土工とグラウンドアンカー工の併用工法とした。なお、対策工の設計・施工については、山田線斜面崩壊災害の復旧（その 2）²⁾ で詳述する。
参考文献：1) (社)日本道路協会：道路土工 切土工・斜面安定工指針，2009 2) 菅原寛文，中村貴志，五日市賢，風晴潤司：山田線斜面崩壊災害の復旧（その 2：対策工の設計・施工），土木学会第 73 回年次学術講演会，2018 年 8 月（投稿中）

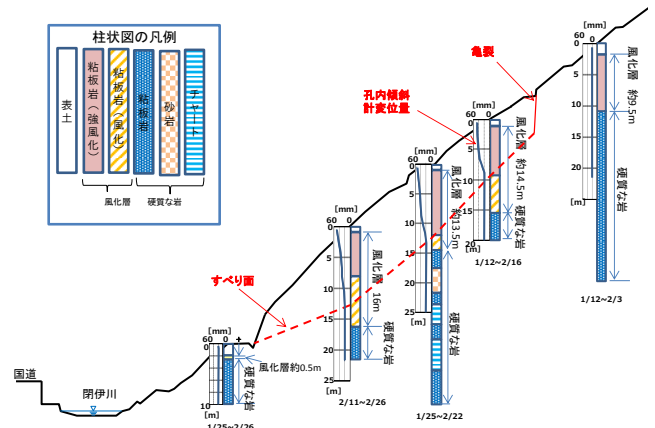


図-3 想定すべり面の検討結果

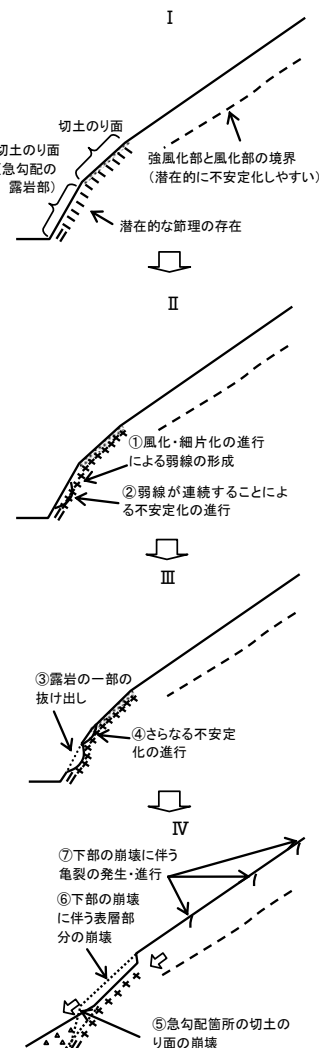


図-4 推定される崩壊メカニズム

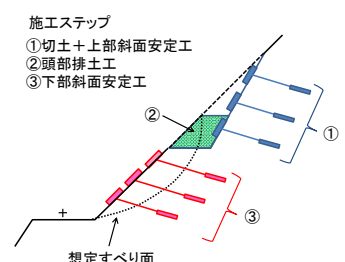


図-5 対策工概略図