

平成 30 年 7 月豪雨で被災した岩徳線鉄道盛土の応急・復旧対策

西日本旅客鉄道

正会員 ○森田 拓弥 大歳 正明

正会員 西田 幹嗣 榎 健

広成建設

藤本 康弘 西田 彼方

1. はじめに

平成 30 年 7 月豪雨により岩徳線において高さ約 8m の鉄道盛土(以下、盛土という)が延長 68m にわたって円弧すべり状に崩壊して盛土約 2800 m³が流出した。当該盛土の応急対策は、岩徳線全線開通日を決定するのに最も影響を及ぼすため早急に完遂する必要があった。そこで、本稿では被災した盛土の崩壊メカニズムを明らかにするとともに、崩壊した盛土を約 75 日間で構築した応急対策と、運転再開後に施工した復旧対策について述べる。

2. 災害の概要と被災時の降雨状況

平成 30 年 7 月 7 日未明、豪雨により盛土が延長 68m、高さ約 8m にわたって崩壊して盛土約 2800 m³が流出した(図 1)。被災箇所のある鉄道雨量計では最大時間雨量 61mm(7 月 7 日 2 時)、24 時間連続雨量 324 mm(7 月 7 日 4 時)の降雨が観測された(図 2)。ただし、盛土が崩壊した詳細な時間は不明である。そこで、過去から降雨データが揃っている被災箇所の近傍にあるアメダス観測データを基に 1976 年～2015 年までの各年の時間雨量と 24 時間連続雨量の最大値を基に、今回の生起確率を調べると、最大時間雨量は 20 年確率、24 時間連続雨量はおおよそ 150 年確率であり、崩壊をもたらした降雨は未曾有の豪雨であったと言える。

3. 崩壊の状況と盛土の立地条件

崩壊箇所とその周辺の状況のスケッチを図 3 に、断面図を図 4 に示す。崩壊形状は施工基面の左側を頭部とした円弧すべり形状を呈しており、崩土は水分を含んで泥濘化していた。崩壊面からは湧水が認められ、その湧水により堆積していた崩土にはガリーが形成されていた。なお、現場調査時は線路左側の土留擁壁から著しく湧水が出ている形跡は認められず、平坦面にも滞水は認められなかった。また、崩壊箇所の中央付近には落込み勾配点があり、その終点方にはφ600mm の鉄筋コンクリート管の伏び(しゅん功:昭和 25 年)が敷設されているが、現場調査時は崩土内に埋没していたため通水状況は確認できなかった。なお、この伏びの延長は約 33m あるため、伏びの呑口は住宅地内にあるものと考えられる。

そこで、崩壊した盛土の立地条件を明らかにするために、昭和 22 年から昭和 50 年までの航空写真を比較して検討した。その結果、崩壊した盛土は昭和 45 年頃まで、前述した比較的大きな伏びが施工されていることや、線路左側の住宅地周辺一帯は山の斜面に階段状に作られた水田丘陵地(以下、棚田という)と伺えることから傾斜地盤上の盛土に位置していたと推察される(図 5(a))。また、当該箇所は棚田があることから、開業当時から水の多い場所であったと考えられる。線路左側の棚田は昭和 50 年頃に宅地造成されて現状の地形になっている(図 5(b))。なお、宅地造成箇所の上方にあった棚田は昭和 40 年頃にゴルフ場として開発されている。

キーワード 盛土、崩壊、中性固化材、暗渠排水工、排水パイプ、ふとん籠

連絡先 〒754-0002 山口県山口市小郡下郷 1357 西日本旅客鉄道(株) 広島支社 山口土木技術センター TEL083-973-6312



図 1 被災状況写真(起点方から終点方を望む)

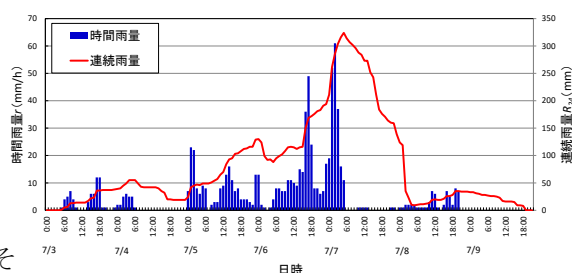


図 2 鉄道雨量計で観測された降雨

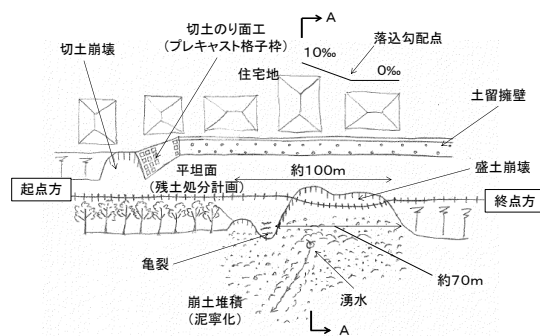


図 3 被災箇所周辺スケッチ

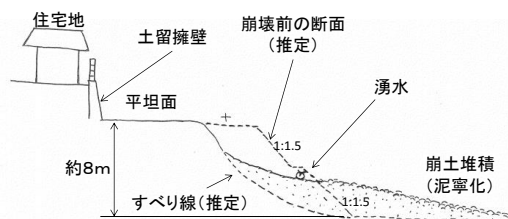


図 4 被災箇所の断面図 (A-A 断面)

4. 盛土の崩壊メカニズム

崩壊箇所は、①崩壊形状が円弧すべりである、②崩土が泥寧化している、③線路左側は水の多い場所である、④災害が発生した降雨が連続雨量で再現確率 150 年の未曾有の豪雨、という特徴が挙げられる。このことから、崩壊原因は地下水と落込み勾配点に沿って路盤上を流下してきた水が盛土に供給されて、盛土内の地下水位を上昇させたと推定できる。

5. 応急・復旧対策の計画と施工

(1) 応急対策

約 2800 m³ が流出した盛土を早急に再構築するために、応急対策として崩土を全て撤去して盛土を再構築する方法(案①)、崩土を全て撤去して EPS により盛土を再構築する方法(案②)、崩土を安定処理して盛土を再構築する方法(案③)を考えた。当該箇所は、ダンプトラックの寄付きが困難であったため、崩土や新しい盛土材の搬入出には起点方に 300m 程度離れた踏切を使用する必要があった。そのため、約 2800m³ の崩土を全て撤去して新しい盛土材や EPS で盛土を再構築するよりも、崩土を再利用することが岩徳線を早期全線開通するのに最も優位であると考えた。

泥寧化した崩土を盛土材に再利用するためには、普通ポルトランドセメントや石灰系材料等を崩土に混合して原位置で安定処理することが多い。しかし、当該箇所の周辺には水田があったため、アルカリ成分が溶出する可能性がある安定処理材を使用することが困難であったことから、安定処理材には中性固化材を採用した。中性固化材の添加量は過去の施工事例を参考にして 150kg/m³ を目安としてバックホウで混合した。また盛土を再構築する際には、腹付盛土となるため段切り(段切りの 1 段の高さは 1m 程度)を行い、締固める際の一層の仕上がりが厚さが 30cm 程度になるように施工した(図 6)。盛土再構築後、盛土のり面には侵食防止として張芝を施工するとともに、盛土が所定の強度を有していることを確認するためにキャスポール試験を実施した。その結果、 K_{30} 値=95.7MN/m³ が得られたことから盛土として十分な性能を有していることを確認した¹⁾。

また、当該盛土の崩壊原因が盛土内部の地下水位上昇であると推定されることから、応急対策では盛土内の水位上昇を抑える対策として段切りした箇所に暗渠排水工(φ100mm の高密度ポリエチレン管)を線路平行方向と線路直角方向に 3 段敷設した。暗渠排水工は、線路直角方向に向かって 5.1m の間隔で線路平行方向の暗渠排水工と接続させて排水できる仕様とした(図 7)。しかし、施工中も盛土のり尻が常に湿潤状態であったことや、暗渠排水工からの通水を認めたことから復旧対策では更なる排水対策が必要であると考えた。このような応急対策の施工により災害が発生してから約 75 日間で岩徳線全線を運転再開することができた。

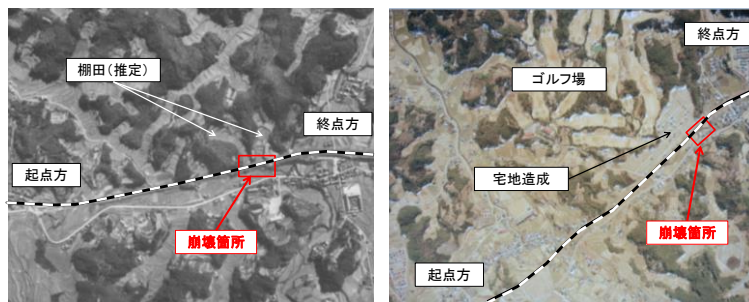
(2) 復旧対策

復旧対策は、応急対策時点で盛土のり尻が常に湿潤状態であったことから更なる排水対策が必要であると考えた。そこで、盛土のり尻にふとん籠を 2 段設置するとともに、盛土のり面へ排水パイプ(L=3.6m, φ=60.5mm)を 1.5m 間隔で打設する排水対策を追加で実施した(図 8~9)。さらに、盛土表面の排水対策として縦下水を設置するとともに盛土小段と盛土のり尻に排水溝を設置した。その結果、盛土のり尻の湿潤状態は解消されたことから復旧対策は効果があったと考えられる。

6. まとめ

本稿では被災した鉄道盛土の崩壊原因を究明し、岩徳線の早期運転再開を目的に崩壊原因に基づいて施工した応急・復旧対策について述べた。現在、平成 30 年 7 月豪雨で被害を受けたその他の箇所は復旧対策の計画や施工を進めているところである。1 日も早く復旧対策を完遂できるように今後も取り組む所存である。

【参考文献】1)鉄道総合技術研究所編:鉄道構造物設計標準・同解説土構造, pp.91, 2015



(a)昭和 22 年撮影

(b)昭和 50 年撮影

図 5 被災箇所周辺の航空写真

(国土地理院撮影の航空写真に線路周辺の環境等を追記して掲載)

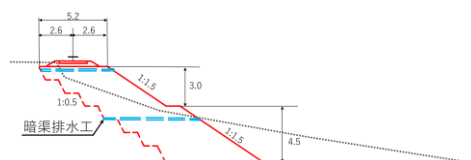


図 6 応急対策の断面図

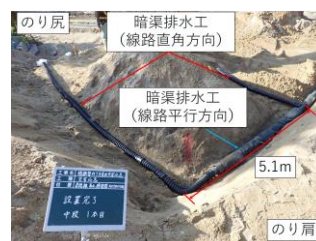


図 7 暗渠排水工の施工状況

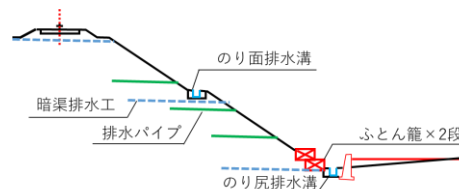


図 8 復旧対策の断面図



図 9 復旧対策完了後の状況