

山陽本線小野田・厚狭間 豪雨による盛土崩壊箇所の早期復旧

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○鈴木 佑弥 非会員 加藤 光喜
非会員 中原 幸誠 非会員 大塩 清太郎
広成建設株式会社 非会員 石橋 健太郎

1. はじめに

2021年8月15日未明にかけ断続的に降り続いた豪雨により、山陽本線小野田・厚狭間の盛土が上下線にまたがり崩壊した(図-1)。早期に運転再開するため、応急工事により同9月5日に運転再開した。応急状態での運転再開であったため、今後の長期にわたる運転保安の確保を目的に、2022年度に抜本的な復旧工事を行った。本稿では、施工困難な現場環境下で実施した復旧策について記述する。

2. 盛土崩壊の発生と運転再開

盛土崩壊の概要を図-2,3に示す。崩壊土量は約900m³であり、もっとも被害の大きかった箇所では上下線にわたって大きくすべり崩壊した。崩壊時の降雨は時雨量25mm、連続雨量211mmであった(約2.7km離れた鉄道雨量計による)。当該箇所は谷渡り盛土であり、ため池も隣接する集水地形に存在する高盛土である。また、盛土材料は水分を多く含む粘性土で構成され、のり中腹には利水用の部外水路が一部破損、滞水しながら線路と平行して流れている。盛土崩壊時は、破損した水路や線路直下を流下する雨水、ため池からの浸透水等が集中したことで、盛土内水位が上昇、不安定化したと推定される。復旧にあたっては、盛土内への水の供給を抑制すること、盛土内水位を低下させること、およびのり尻の支持力を確保することが必要である。そこで、運転再開のための応急工事(図-4)では、盛土を再構築し、のり尻は大型土のうで支持力を確保した。盛土内部からの排水を目的に、盛土を再構築した範囲には有孔管を埋設し、部外水路は協議のうえ一時的に迂回させた。

3. 復旧工事の実施

(1) 復旧工法の選定

復旧工事では排水機能とりのり尻の支持力を長期にわたり確保することを目的に、盛土全面への排水パイプの打設とりのり尻部へのふとんかごの敷設を対策工とした(図-5,6)。排水対策には、盛土内の水位を適切に低下させるよう留意し、排水パイプを長さ3.6m、間隔1.5mで打設して、線路直角方向に3mまでふとんかごを敷設することとした。また、のり尻の支持力はふとんかごにより確保した。なお、本盛土は、鉄道構造物等設計標準・同解説(土構造物)上求められるのり面勾配を満たしている。中段の部外水路については、当社施工により復旧し、ふとんかごからの排水を受ける構造とした。

(2) 復旧工事実施における課題と対策

施工にあたっては、大型車両での現場アクセスが困難なこと(課題①)や、ふとんかごの施工量が多くおよそ2年の工期を要すること(課題②)、部外水路の劣化等により復旧工事完了後にも周辺での同種の崩壊リスクが残ること(課題③)から、それぞれに対し現場特情に合わせた工夫を行った。表-2は課題①～③に対応した本工法と、従来工法の効果を比較したものである。本手法により15ヶ月の工期短縮を実現し、それに付随して工事費35%の削減となったほか、被災箇所周辺の盛土崩壊リスクの1つを解消した。本手法の詳細については次頁で述べる。

キーワード 盛土、豪雨災害、災害復旧、ふとんかご、オンレール運搬

連絡先 〒754-0002 山口県山口市小郡令和一丁目2番28号 西日本旅客鉄道株式会社 中国統括本部 山口土木技術センター TEL 083-973-6312



図-1 盛土崩壊時の様子

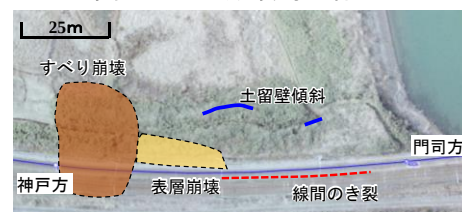


図-2 盛土崩壊の概要

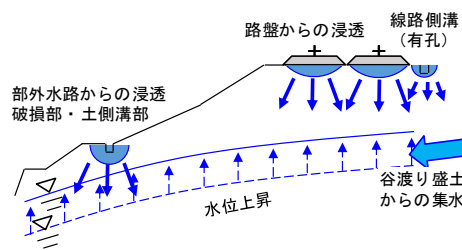


図-3 盛土崩壊の推定メカニズム



図-4 応急工事完了後の状況



図-5 復旧工事完了後の状況

課題①：現場への道路アクセスの課題と対策

本現場は周辺道路と施工箇所との間に営業線があり、大型車両でのアクセスが困難である。一方で、対策工法として選定したふとんかごは大量の資材が必要であることから、効率的な材料運搬が求められる。そこで、運搬方法を軌道用モーターカーによるオンレール運搬とした。当社の土木工事では通常、工事用車両により道路から現場へアクセスしている。しかしながら、本現場に道路からアクセスする場合、延長 1km 以上におよぶ大掛かりな工事用道路仮設が必要となることから、本体工事着手までに相当日数を要する。また、道路仮設を回避して営業線を横断し運搬する場合、列車の合間を縫って作業する必要がある。一方で、本現場で確保できる作業時間は 1 日当たり 1 時間 30 分程度(夜間)であり非効率である。そこで、保線区の協力も得ながら軌道用モーターカーと 15t 鉄製トロにより材料搬入を行うことで(図-7)、道路拡幅と道路からの資機材運搬を最小限に留めた。運搬する砕石は積込み、取卸しを容易にするため、大型土のうに袋詰めし、鉄製トロに積載した。これにより従来の線路横断による運搬に比べて運搬効率が 15 倍に増加した。他現場へ適用する場合は、運搬距離を加味した積込み箇所の選定や、施工箇所近傍に十分な資材ストックヤードの確保が必要であることに注意したい。

課題②：かご工の施工性の課題と対策

のり尻へのふとんかごの設置は、排水能力とのり尻の支持力の確保を両立でき、対策工として最適である。一方で従来のふとんかごは人力作業が多く、使用材料の運搬にも大型車両を必要とすることから、施工に時間を要する。そこで、使用材料を従来用いられるぐり石から砕石へ変更し、施工の効率化をはかった。中詰材に砕石を使用することで、あらかじめ組み立てたかご枠の中に、大型土のうから直接砕石を投入できるため、大半の作業を機械作業とできる。直接材料投入できることも、課題①の運搬方法と非常に相性が良い。これによりふとんかごの日当たり作業量は、当現場においては通常の約 2 倍となった。

課題③：周囲の同種崩壊リスクの課題と対策

中段の部外水路は崩壊箇所の下流方にも多数の破損が見られるほか、多くの部分は土側溝で周囲には湧水が確認された。以前は利用者により管理されていたが、現在では利用者の高齢化等により十分な維持管理は困難である。そのような状況で被災箇所のみで復旧工事を実施した場合には、付近での同様の崩壊が発生するリスクが残る。一方で、当面の間、通水の必要はなく、利用者による修繕の計画もない。そこで、地元地権者と協議のうえ下流の整備完了後には通水再開が可能となるよう準備工事を実施したうえで、排水経路の変更を行った。

4. まとめ

山陽本線小野田・厚狭間の盛土が降雨を受け崩壊し、排水対策と支持力の恒久化を目的に復旧工事を行った。復旧工事を進める上で、現場アクセスや対策工法に起因する工期の課題と、周囲の環境に起因する同種崩壊のリスクがあった。そこで使用材料と運搬方法の変更により、工期の削減を実現した。線路により分断され、施工箇所まで大型車両でアクセスできない現場において、本手法は非常に有効であることがわかった。また、盛土に隣接する水路について、十分な管理が行われていない場合、対策工事の実施は必ずしも最適ではない。適切な対策工事、維持管理のためには、利用実態や今後の利用計画を地権者と確認したうえで復旧内容を検討することが有効である。今後の維持管理については、通常の盛土の確認項目に加え、排水対策工から適切に排水されていることや、ふとんかごの大きな沈下がみられないこと、水路の通水状況を確認しながら管理を継続する必要がある。

最後に、現場調査や地元住民への説明において高千帆土地改良区ならびに関係者の方々には多大なご協力をいただいた。ここに深く感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 渡邊ら(2015), 盛土に適用する排水パイプの施工仕様の決定ノモグラム, 鉄道総研報告, RTRI REPORT Vol.29, No.1 pp.29-34

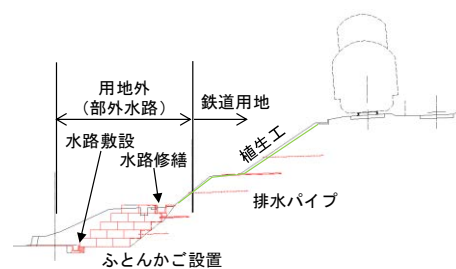


図-6 復旧工事断面図

表-2 従来工法と本工法の比較

	従来工法	本工法
材料運搬効率※1	約 4m³	約 60m³
かご工日進量	21m(標準)	約 40m
総工期	約 2 年	9 ヶ月
仮設費※2	1 とする	0.60
総工費	1 とする	0.65
同種崩壊リスク	残存	解消

※1 線路を横断して運搬する場合との比較

※2 道路仮設した場合との比較



図-7 軌道用 MC による資材搬入