

平成30年7月豪雨で被災した鉄道盛土の効率的な復旧（その2）

西日本旅客鉄道 正会員 ○中村 翔太 正会員 相原 修司
正会員 坂本 寛章
ジェイアール西日本コンサルタンツ(株) 非会員 田畑 仁彦

1. はじめに

平成30年7月に発生した西日本豪雨では、山陽本線において多くの盛土崩壊が発生した。通常は、大型土のうを活用して応急復旧した上で早期に運転を再開し、列車運行を確保しながら本復旧を行うが、現場状況によっては安全や復旧工期、コストの面で課題がある。

本稿ではこれらの課題を改善できる棒状補強材を用いたより効率的な本復旧方法について報告する。

2. 構造および施工計画

今回被災した盛土・路盤流出箇所（写真-1）に対して、一般的に仮設資材である大型土のうを積上げ盛土路盤を仮構築したうえで列車を運転再開させるが、その後の本復旧にあたっては以下の課題があった。

- ・大型土のう撤去時、シートパイル+アンカーによる仮土留が必要となる。
- ・仮土留施工時、架空線やケーブルへの支障や軌道変状のリスクがある。

また、線路閉鎖工事（当該区間では約2時間）となることや、架空線を避けて仮土留を分割（@3m）しながらの施工となり、工期・コスト共に増加する。

- ・仮土留撤去時、共上がりに伴う隆起や陥没、軌道変状のリスクがある。
- ・仮土留を存置した場合には、盛土と鋼板境界が水みちとなることで将来的な陥没や軌道変状リスクがある。

このような中、大型土のうで応急復旧し、長期間列車を供用させるために、アンカーで大型土のうを貫通させるように打設する構造が提案されている¹⁾²⁾。永久構造物として採用出来るものの本技術の適用は応急復旧工事としての1事例であり、大型土のうが存置することに対して表面保護工や排水工を含めた構造物全体の長期安定性について課題があった。そこで今回、これらの課題を解消し本設化させた効率的な復旧工法を検討したので報告する。

なお、盛土の構造計画においては、被災箇所が河川であるため（図-1）、護岸としての機能が必要で、且つ高さが10m以上であるため下部の約7mは大型土のうに貫通させたアンカーを前面の護岸機能を有したコンクリート壁で支圧させた構造とした。

3. 安定性評価

3.1 検討条件

検討については、過去の文献¹⁾を参考にしながら照査項目や棒状補強体の仕様等について検討した。

照査については、壁体完成時点での外的（円弧すべり）と内的（滑動・転倒）安定性、補強材破断強度に対して行った。なお、外的安定は修正フェレニウス法で、内的安定は2ウェッジ法にて計算した。棒状補強体の水平ピッチは1000mm、芯材はD35(SD390)とした。検討断面を図-2に示す。



写真-1 被災状況

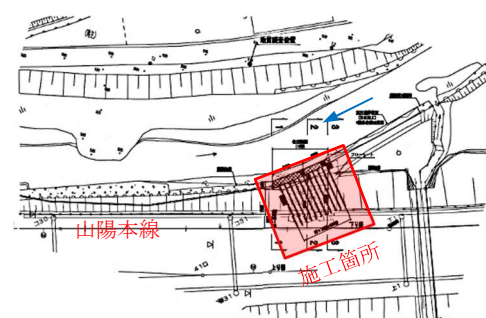


図-1 平面図

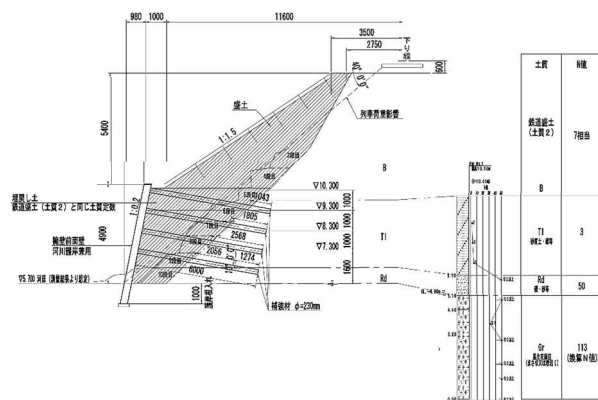


図-2 検討断面

キーワード 盛土崩壊、大型土のう、棒状補強体、小口径アンカー
連絡先 〒732-0057 広島県広島市東区二葉の里3丁目8番21号
西日本旅客鉄道株式会社 広島支社 広島土木技術センター TEL082-261-3422

3.2 検討結果

検討結果を表-1 に示す。

外的安定については、円弧すべりに対する照査を行い土留壁及び支持地盤に対して所定の安定性を有していることを確認した。内的安定については滑動・転倒共に、土留壁の抵抗が加わることで盛土の安定性を確保できることを確認した。補強材については今回施工する小径に対して永久作用、列車荷重を考慮しても問題ないことを確認した。

4. 応急・復旧工事

4.1 施工詳細と手順

復旧工事について、先ず棒状補強体の施工は打撃機能を有する
 削孔機を用いると共に、繰り返し注入が可能な二重管ダブルパッ
 カー注入方式を取り入れた補強体造成工法を採用した。また施工
 手順においては、アンカー打設後に護岸用コンクリート壁体を施工する
 ため、カプラージョイントにより継足し定着プレートで一体化させる構
 造とした(図-3)。なお、隣接する上流方の護岸改修が行われていないこ
 とから、コンクリート壁背面には流出リスクを回避するため、コンクリ
 ートで充填することとした。安定性の検討については前述した内容と同
 様に行い、問題ないことを確認している。上部の4mは安定勾配(1:1.5)を
 確保した盛土とし、表面に植生を施した。

以下に施工手順を示す（図-4）。

- ・ステップ① 単管足場による作業台設置（下から１段目）
- ・ステップ② 削孔および棒状補強体造成（下から１段目）
- ・ステップ③ 前面壁設置、補強材定着
- ・ステップ④ 壁体背面にコンクリート打設
- ・ステップ⑤ 施工ステップ②、③、④を最上段まで繰り返す
- ・ステップ⑥ 補強盛土上部に植生工施工

4.2 本工法の適用にあたっての配慮

(1)大型土のうの表面劣化に対して、前面のコンクリート壁により外的要因から保護できる構造とした（図-5）。

(2)盛土内部の排水対策として排水パイプを設置した。

(3) 今後の維持管理において、異種構造により形成されていることを理解したうえで検査を実施していく。

5. おわりに

本稿では、河川異常増水による既設護岸崩壊に起因した鉄道盛土崩壊箇所における、「早期運転再開を目指した応急復旧」、「安全で効率的な本復旧」という目標をクリアできる構造・施工方法について報告した。施工期間中も軌道や周辺盛土等構造物への影響は無く安全に施工できた。今後、激甚化する災害に対して、安全を確保しつつ、如何に効率的に復旧できるかが重要と考えており、今回の報告がその一助になれば幸いである。

参考文献

- 1) 小島ほか：盛土の災害時における復旧強化工法の検討、財団法人 鉄道総合技術研究所 2010.3
- 2) 坂本ほか：棒状補強材により串刺補強した仮復旧盛土の耐震性評価法、鉄道総研報告 2011.2

表-1 検討結果

照査項目		作用ケース	完成時
			照査結果
外的 的	円弧すべり	永久作用	0.497<1.0
		列車荷重	0.583<1.0
補強体		永久作用	0.470<1.0
		列車荷重	0.529<1.0

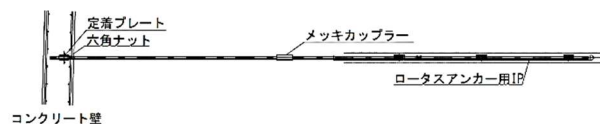


図 - 3 アンカー装置図

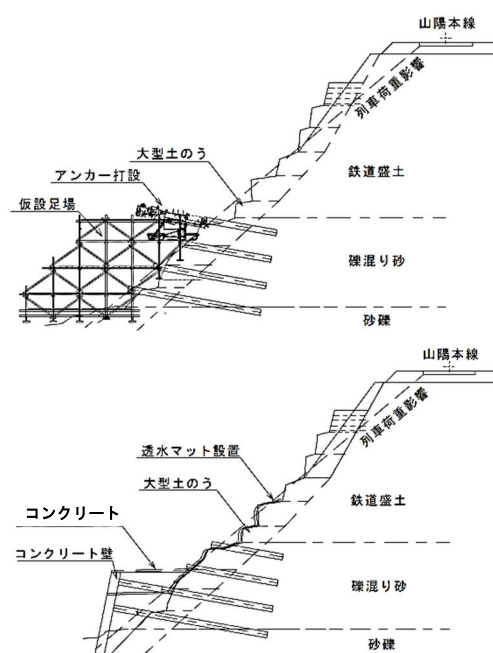


図 - 4 施工手順（ステップ①～④）

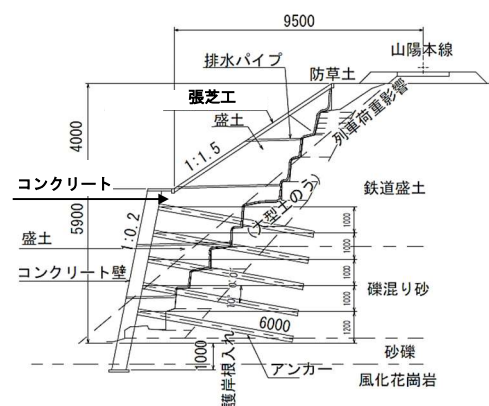


図 - 5 復旧構造図