

降雨災害による崩壊盛土の復旧工事の施工

JR 九州豊肥線の災害復旧工事

柏 木 和 也

平成 24 年 7 月の九州北部豪雨において旧築堤の崩落等により JR 豊肥本線が被災した。崩壊箇所は谷渡り盛土であり、高さ $H = 23\text{ m}$ ・延長 $L = 30\text{ m}$ の区間の盛土が崩落した。本災害復旧工事では、補強盛土工法により盛土を再構築した。現地発生土は火山灰質粘性土であり、使用する盛土材として土質定数の設定、品質管理及び短い工期が課題となった。現地発生土を石灰改良による再利用と施工方法の工夫により、適正な品質を確保しつつ山間部の狭隘な場所において短期間施工を行った。本報は災害復旧の施工方法とその施工管理について紹介する。

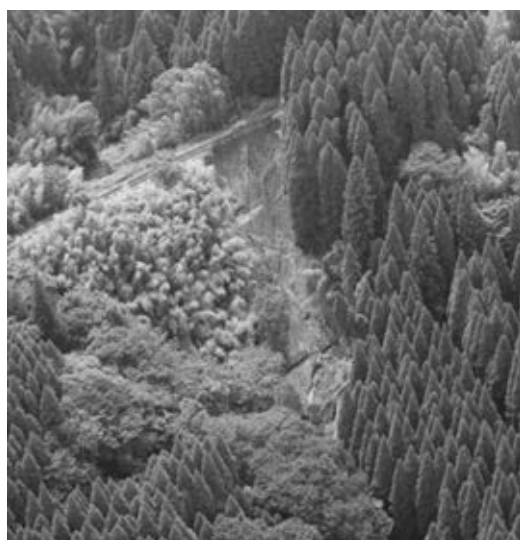
キーワード：降雨災害，盛土崩壊，火山灰質粘性土，石灰改良，施工方法

1. はじめに

本工事は、平成 24 年 7 月の九州北部豪雨による旧築堤崩落の災害復旧工事である。現場は九州を横断する JR 豊肥本線であり、熊本県と大分県の県境、阿蘇の東方に位置する（図—1）。被災当日は 100 mm / 時間の雨が 4 時間降り続き、阿蘇の宮地駅より大分側 20 km の区間で大規模水害が集中した。

この区間における災害の形態は、1 つの工区がトンネル崩壊、他の 6 工区は谷を埋めた築堤の崩壊であった。

当工区は被災した区間の西端を担当し（写真—1～3）、崩壊土砂を撤去後に補強盛土による築堤を再構築する復旧計画がされた。



写真—1 被災状況（全景）



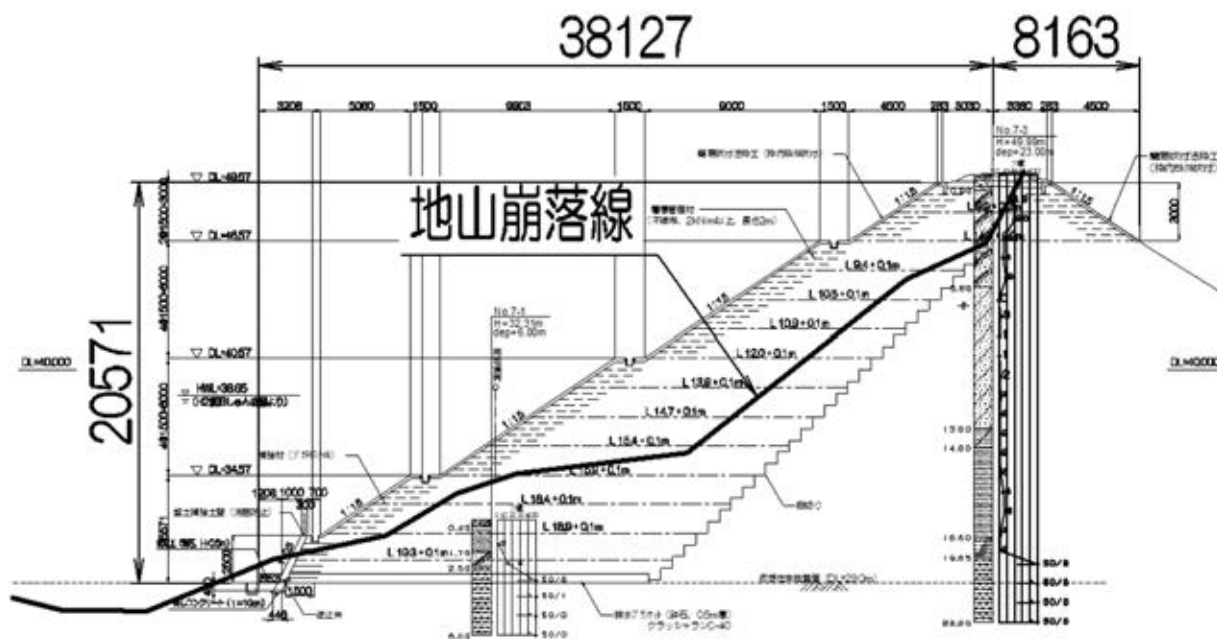
図—1 現場位置図



写真一2 被災状況（下方から）



写真一3 被災状況（上方から）



図一2 復旧盛土の標準断面図

工事着手時は基本設計がされた段階であり、着手後速やかに現地を踏査し、設計コンサルと協力し詳細設計の立案及び実施工を行った。復旧盛土の標準断面を図一2に示す。

掘削	$V = 2,840 \text{ m}^3$
補強盛土	$V = 5,600 \text{ m}^3$
補強土壁	1式
簡易吹付法枠	$A = 3,293 \text{ m}^2$

2. 工事概要

- (1) 工事件名：滝水・豊後萩間 71k265m 付近
外1災害復旧
- (2) 発注者：九州旅客鉄道(株)
- (3) 工事場所：大分県竹田市萩町木下 1554-1
- (4) 工期：自 平成 24 年 9 月 28 日
至 平成 25 年 7 月 26 日
- (5) 工事内容：施工区間 $L = 2,810 \text{ m}$
うち、崩壊部 $L = 30 \text{ m}$
盛土高さ $H = 22 \text{ m}$

3. 施工上の課題

(1) 盛土材

基本設計段階では、盛土材は以下の条件で安定計算を行い、盛土形状を決定していた。

- ①良質な砂礫 ($\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$, $\phi = 35^\circ$)
- ②復旧後の盛土の要求性能ランクはⅡ

(締固め度 D 値 $> 90\%$, 盛土仕上り厚 30 cm 以下)

しかし施工時は、当該地域の災害復旧工事が繁忙期であり、上記規格を満足する盛土材を遠方より調達するのは困難であった。そのため、盛土材は現地発生土

を再利用する計画とした。

ただし、現地発生土は“赤ぼく”と呼ばれる九州特有の火山灰質粘性土であり、高含水比で攪乱を受けると極めて軟弱となり、バックホウも走行不能となるような性質の土である。盛土材として用いる場合、トラフィカビリティと転圧効果の確保が難しく、安定した盛土の造成・管理が困難とされている。そのため、詳細設計においては“赤ぼく”の土質定数の設定及び品質管理が課題となった。

(2) 盛土の施工条件

盛土の施工方法（材料供給、盛立て方法）に関しては、下記事項に配慮して計画する必要がある。

- ①当該施工箇所は狭隘な場所であり、車両の進入に制約がある。また地盤崩壊に伴い周辺地盤の緩みが懸念されるため、安全面に配慮する必要がある。
- ②踏査・設計期間を考慮すると、実質6ヶ月で盛土工事を完成させる必要がある（早期施工）。

4. 課題に対する対応

(1) 盛土材

(a) 改良盛土材の仕様

現地発生土の“赤ぼく”では、基本設計で設定している強度を確保することが出来ないため改良を行うこととした。固化材は、セメント系の場合は六価クロムの確認が必要なことから、石灰（生石灰）を使用することとした。表－1に改良盛土材の仕様を示す。

表－1 改良盛土材の仕様

目標強度 q_u	340 (kN/m ²)
現場低減率 α	0.6 (バックホウ混合)
石灰添加量	95 (kg/m ³)
最大乾燥密度 ρ_{dmax}	1.04 (g/cm ³)

(b) 品質管理

盛土の品質管理は、振動ローラと転圧回数をパラメータとした試験盛土を行い、砂置換による締固め度D値が90%以上を確保する仕様を決定した。

その結果、4t振動ローラで4回転圧を行えば、D値>90%を満足する結果となった。トラフィカビリティについては、目視により問題ないことを確認した。

“赤ぼく”は密度試験値のバラツキが大きいため、密度を管理指標として採用することは不適切と言われているが、石灰により改良することで、バラツキの少ない密度試験値を得ることができ、管理指標として採

用することができた。砂置換法により計測した密度で、適切に盛土の品質管理を行った。

また、現場は標高600mの位置にあり、盛土施工時期が1月となるため、盛土材の凍結が懸念されたが、石灰改良による発熱効果を利用し、ブルーシートにより養生することで凍結対策とした。

(2) 盛土の施工方法

施工箇所が狭隘な場所であり、重機の進入路、盛土高さ（ $h = 21\text{ m}$ ）の関係から、 $h = 12\text{ m}$ 高さ位置の下層と上層とで盛土施工法を変更して施工した。

(a) 下層から中層区間

盛土材の供給方法として、バルコンやクレーンによる揚重、シュートによる投下等の仮設備を用いた施工方法を検討したが、下記理由より、通常通り重機を用いて下から順次盛土を行う施工法を採用した（写真－4、5）。



写真－4 最下層部の施工状況



写真－5 盛土下層部の施工状況

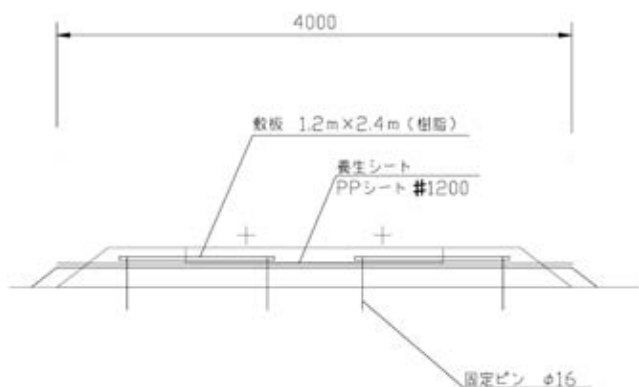
- ・仮設備に要する準備工の時間（工期上の課題）
- ・地盤の緩みによる仮設備基礎の安定性（安全面）

(b) 中層から上層区間

上部層では盛土材の供給方法として、重機、車両の工事用道路の設置が困難なことから、既設軌道部の

レールや枕木を撤去し、進入路を構築することで、盛土上部からのダンプトラックによる盛土材の搬入路を確保した。

進入路の構造は、軌道バラストへの土砂混入防止を防ぐため、土木シートを敷設し、軽量の樹脂板（1 m × 2 m, 40 kg/枚）を敷き並べ、アンカーピンで固定した（図—3、写真—6）。



図—3 上部進入路構造図



写真—6 上部進入路（既設軌道補強）

5. おわりに

本工事の復旧盛土の完成状況を写真—7に示す。本工事では、災害復旧工事の特性である狭隘な場所で



写真—7 完成写真

かつ制約ある材料や機械での早期施工という非常に厳しい条件下での施工であったが、これらの条件下で対応できる施工方法の採用により、工期内に安全に復旧することができた。特に、品質管理が困難とされる九州特有の火山灰質粘性土である“赤ぼく”を石灰により改良し、適切に盛土の品質管理を行うことができた。

今後の類似工事において、今回の工事が参考になれば幸いである。

謝 辞

本工事の施工にあたり、詳細設計の立案および施工に関し、ご指導いただきました九州旅客鉄道㈱をはじめ、関係各位の皆様には深く感謝し、お礼を申し上げます。

J C M A

〔筆者紹介〕

柏木 和也（かしわぎ かずや）
西松建設㈱
九州支社 竹の川出張所
副所長

