

## 軟弱地盤地域における変位制限の厳しい鉄道土建造物の計画

東日本旅客鉄道株式会社 ○正会員 石田 卓也, 鈴木 辰彦, 小林 寿子

### 1. はじめに

RRR 補強盛土は曲げ剛性を有する一体の壁面と補強材とを用いて鉛直な盛土のり面を構築する工法であり、従来の盛土よりも必要な用地を削減できる上、剛性の高い一体の壁面工を用いているため、安定性が高く変形量の小さい盛土を構築することができる。そのため、長期安定性と厳しい変位制限の求められる鉄道構造物にも数多く適用されてきた。

近年の鉄道は、線路の保守作業を簡易化するため路盤に道床を固定する直結軌道の適用が推奨されている。一方、軌道構造を支持する路床及び路盤、支持地盤の変形を許容できず、RC 構造の橋梁やトンネル等、変形性の小さい構造物に多く適用されており、一般的に変形性の大きい盛土構造物への適用例は少ない。

本稿は、軟弱地盤地域での RRR 補強盛土に対し、変位制限の厳しい直結軌道構造を採用した設計事例について報告するものである。

### 2. 構造計画

RRR 補強盛土は標準的な盛土高さとして 10m 以下が推奨されている。今回、計画した RRR 補強盛土は RC 高架橋へのアプローチ区間の延長 200m、地盤面から R.L.まで約 1.0~4.0m の箇所であるが、表層土層に N 値の低い砂層や腐植土層があり、支持地盤の圧密沈下や地震時の液状化による沈下が懸念された。補強盛土上にバラスト軌道を敷設すると軌道整備が容易となるため、設計検討時の変位制限値を緩められるが、保守用通路を確保するための施工基面幅が大きくなり、必要な用地も増加し、軌道点検・軌道整備等の永続的な保守コストも発生する。一方、低床となる高架橋に多く用いられる FR (フラットスラブ) 高架橋も比較案として検討を行ったが、工事費や工期の面で不利であった。

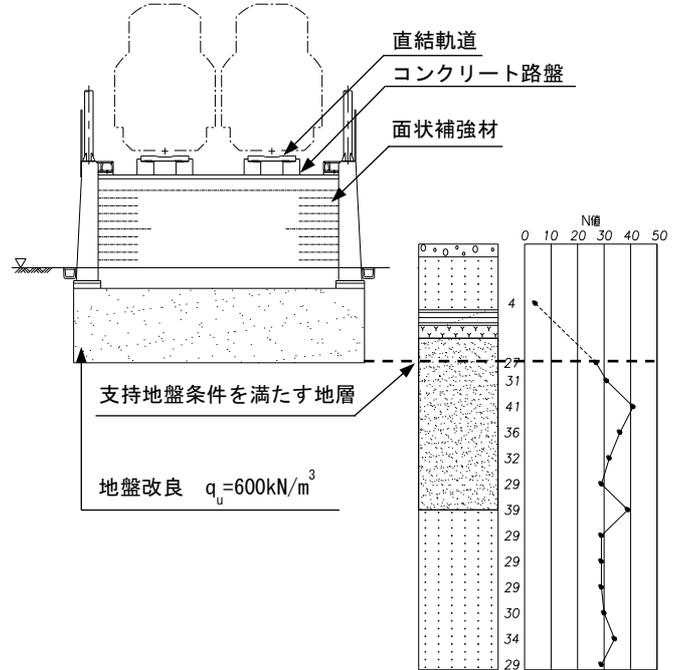


図-1 RRR 補強盛土断面と地盤条件

そのため、工事費や工期でも有利となる厳しい変位制限を持たせた RRR 補強盛土に直結軌道構造を組み合わせた構造を検討することとした。直結軌道の場合は道床バラストがなく、保守用通路を確保するための施工基面幅を小さくすることができるため、コンパクトな構造とすることができ、少ない用地での施工が可能であった。

### 3. 変位制限に対する設計条件

盛土上に直結軌道を敷設するためには支持地盤条件を満たすことが必要である。鉄道構造物等設計標準・同解説(土構造物)<sup>2)</sup>では盛土幅の約 2 倍の深さまで安定した支持地盤であることが求められている。加えて、低盛土部においては表層地盤が路床となる。そのため、当該工事箇所における支持地盤条件を満たさない表層約 4.0m の土層を、路床改良の基準値として定められている  $q_u=600\text{kN/m}^3$  による地盤改良を行うことにより、支

キーワード 補強盛土, 直結軌道, 変位制限, L2 地震動, ニューマーク法

連絡先 〒370-0043 群馬県高崎市高関町 6 番 26 号 東日本旅客鉄道株式会社 TEL (027)324-9363

表-1 盛土の性能ランクと照査項目<sup>2)</sup>

要求性能	対象	性能項目	照査項目 照査指標	主たる作用	性能ランク		
					I	II	III
安全性	補強土体	安全	外的安定(円弧すべり) 内的安定(滑動・転倒)	永久採用	◎	◎	◎
				変動作用 (列車載荷時)			◎
				変動作用 (L1地震時)			△
	補強材	安定 破壊	補強材の引抜けに対する照査, 力 補強材の破壊に対する照査, 力	外的安定, 内的安定性に含む			◎
復旧性	補強土体	変形	ニューマーク法 滑動変位, 転倒変位, せん断変形	偶発作用(L2地震)	○	△	-
	補強材	安定 破壊	補強材の引抜けに対する照査, 力 補強材の破壊に対する照査, 力	ニューマーク法 に含む			

◎:必ず必要, ○:できれば必要, △:必要に応じて考慮, -:一般的に不要

持地盤及び路床の条件を満たす構造とした(図-1).

次に, 補強盛土本体には鉄道構造物等設計標準・同解説(土構造物)<sup>2)</sup>における性能ランク I の盛土仕様を適用した. 本仕様はこれまでの鉄道における土構造物構築の実績や知見により定められた仕様であり, 盛土材や補強材などの構成に加え, 排水系統や施工管理方法の基準を定めており, 直結軌道を支持する場合の盛土の仕様についても提示している.

また, 直結軌道を支持しているため L2 地震動の作用に対する変位量の照査が必要とされた. 鉄道構造物等設計標準・同解説(土構造物)では, 「直結構造を支持する土構造物の変形量は極めて小さいものとしなければならない」とされており, 基準値等は定められておらず, 設計事例ごとに変形量を定める必要があった. そのため, 本検討では直結軌道構造におけるレール高

さを調整する部材の厚さの 20mm の 50%値である 10mm を L2 地震動による作用に対する変形の制限値として採用し, L2 地震動に対する照査を行った.

#### 4. 補強土体の設計照査

設計照査に当たっては, 補強土工法設計計算システム「Design-RRR」を用いた. 照査を行った項目を表-1に示す.

ニューマーク法を用いた復旧性の照査の中で, 低盛土部及び電化柱部などの特殊部において補強土体の滑動変位及び転倒変位における照査値が制限値を超える値となった. そのため, 転倒変位が大きい箇所では L 型擁壁を採用する, 滑動変位が大きい箇所では補強材の延長を伸ばすことで制限値を満たす構造とした.

その結果, 変位量が大きくなる高盛土が高い箇所でも L2 地震動の作用に対する鉛直変位は 10mm 以下となった. 盛土高さや軌道変位の関係を図-2に示す.

#### 5. まとめ

本稿では, 軟弱地域地盤における変位制限の厳しい土構造物の設計事例について述べた. 支持地盤の地盤改良及び盛土仕様に加え, L2 地震動の作用に対する変位制限値の設定方法を検討し, 特殊部においては構造検討をすることで基準及び制限を満たす構造を提案することができた.

#### 参考文献

- 1) RRR 工法協会編: RRR-B 工法(補強盛土工法)設計・施工マニュアル, 2001
- 2) 財団法人鉄道総合研究所編: 鉄道構造物等設計標準・同解説, 土構造物, 丸善(株), 2012

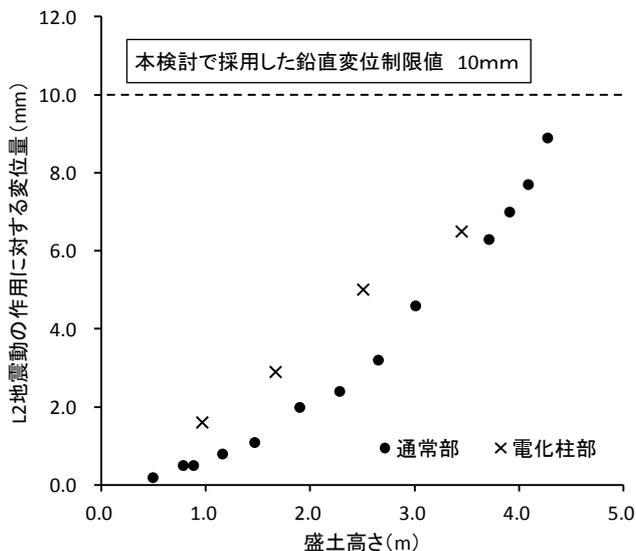


図-2 盛土高さや L2 地震動による作用に対する軌道変位の関係 (ニューマーク法による)