

地山補強材による橋台耐震補強工法の提案と実験的検討

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○土井 達也, 山田 孝弘
鉄道総合技術研究所 正会員 佐名川太亮, 西岡 英俊

1. はじめに

これまで鉄道では、橋台の滑動・転倒防止や背面盛土の沈下対策を主眼に、橋台の耐震補強を実施してきた。例えば、相対する橋台間にストラットを設ける補強や橋台前面側から地山補強材などを打設する補強、ならびに裏込め注入による盛土強化などである^{例え 1)}。これらの補強工法は、交差道路の空頭制限や軌道面からの施工など、施工上の制約が大きく、補強工法として汎用化されるには至っていない。

そこで、棒状の地山補強材と剛壁面を用いて斜面を急勾配化する地山補強土工法 (RRR-C 工法)²⁾を応用して、地山補強材・側壁・橋台を一体化することにより、従来の補強工法と同等以上の補強効果を期待する新しい補強工法 (以下「提案工法」という) を提案した。本研究では、提案工法の補強効果に関する基礎的検討として、傾斜実験を実施したので、結果を報告する。

2. 新しい橋台耐震補強工法の提案

橋台形式として、背面盛土の拘束効果が高いU型橋台は、通常の橋台に比し耐震性能が高いといわれている³⁾。これに着想を得て、RRR-C 工法を応用した橋台耐震補強工法を提案した。図1に地山補強材による橋台耐震補強工法イメージを示す。

提案工法は、背面盛土の側面側から線路直角方向水平に地山補強材を打設し、側壁を構築して盛土を切削するとともに、側壁と橋台を一体化するものである。これにより、橋台が前傾しようとする力に地山補強材の水平抵抗力で抵抗することを期待している。

また、側壁と橋台を一体化することにより、地震時の橋台と翼壁の目開きによる背面盛土の落ち込みを防止できる構造となっている。

3. 傾斜実験の概要

提案工法の補強効果および地震時の破壊メカニズムの確認を目的として、約 1/20 縮尺の橋台模型に対して傾斜実験を行った。図2に模型の概略図 (補強あり) を示す。橋台は鋼製とし、模型寸法は高さ 350mm, 幅 600mm, 壁体厚 85mm, 底版幅 160mm, 質量は約 80kg である。側壁は、厚さ 3mm のアルミ板を用いて橋台片側のみに設置し、橋台とボルトで剛結した。地山補強材は、 $\phi 20\text{mm}$ のナイロン製の円形部材を用いて側壁

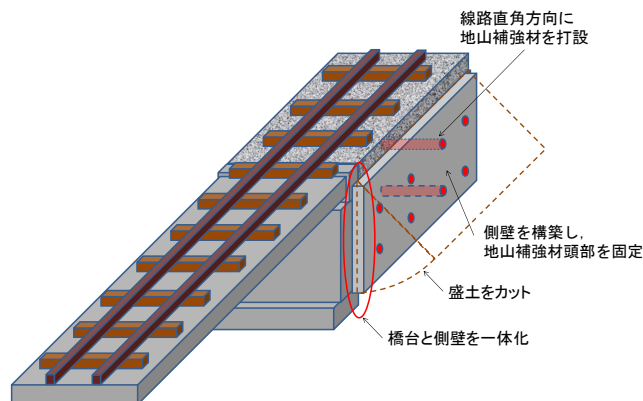
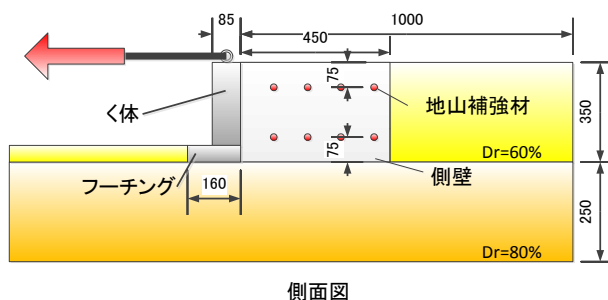
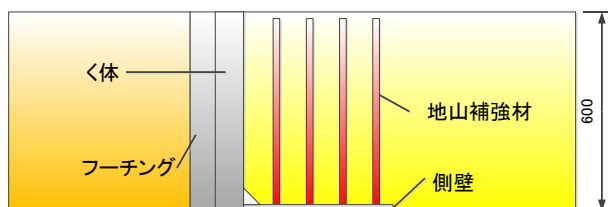


図1 地山補強材による橋台耐震補強工法イメージ



側面図



平面図

図2 模型の概略図 (補強あり)

表1 実験ケース

補強の有無	傾斜 (16 ステップ)	载荷 (16 ステップ)
補強なし	1° ~ 20° (1° ~ 2° 刻み)	10N ~ 330N (10N ~ 20N 刻み)
補強あり		

キーワード 橋台, 耐震補強, 地山補強材

連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 西日本旅客鉄道株式会社 構造技術室 斜面・土構造 TEL:06-6305-6958

とボルトで剛結した。また、橋台背面にはサンドペーパーを貼付し、地山補強材には接着剤で砂を付着させた。支持地盤および背面盛土は、乾燥豊浦砂を用いて、締固め法および空中落下法により、それぞれ $D_r=80\%$ 、 60% を目安に作製した。

表 1 に実験ケースを示す。傾斜実験では、橋台慣性力および地震時土圧を実験土槽の傾斜で模擬し、実スケールで 10m 程度のデッキガーターを想定した桁慣性力を、ワイヤーを介してジャッキで模擬した。

4. 実験結果

図 3 に、水平震度と橋台の天端水平変位の関係を示す。「補強なし」では水平震度 0.1 程度で支持地盤が降伏している。一方、「補強あり」では橋台の水平変位が抑制され、水平震度 0.3 程度まで粘り強い挙動を示している。図 4 に、背面盛土の土圧係数と水平震度の関係を示す。土圧係数は、水平震度に応じて緩やかに増加しており、補強の有無による有意な差は確認できなかった。また、実験の土圧係数は、物部岡部式による理論解に近い値で推移している。

図 5 に、支持地盤降伏時の破壊モードを示す。「補強なし」では転倒モード、「補強あり」では滑動モードが確認できた。図 6 に、地山補強材頭部の曲げひずみの方向および大きさをベクトルで示す。上段の地山補強材には、水平方向から約 45° の方向に曲げひずみが発生しており、地山補強材は水平方向のみならず、鉛直方向にも抵抗していることが推察できる。すなわち、地山補強材は橋台の転倒モードを抑制する効果があるとの仮説も立てられる。

今回の実験では、地山補強材・側壁・橋台を一体化する補強により、橋台の挙動を滑動モードに変移させるとともに、橋台の水平変位を抑制することによって、支持地盤の降伏を遅らせる効果が確認できた。

5. おわりに

本研究では、橋台側面から地山補強材を打設して耐震化を図る新しい補強工法を提案し、補強効果に関する基礎的検討として、傾斜実験を行った。その結果、地山補強材で補強した橋台は、耐震性能が大幅に向上することが確認できた。今後は、地山補強材の長さや配置といった補強仕様の最適化と地山補強材が塑性化した場合の橋台の挙動について検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 長縄卓夫：橋台の地震時挙動および対策工に関する検討，JR 東海技報 4(2)，pp. 15-18，2006。 2) RRR 工法協会ホームページ：www.rrr-sys.gr.jp/ 3) 野澤太三ほか：橋台裏盛土の地震時挙動と耐震補強工，土と基礎，Vol. 31，No. 5，pp. 29-35，1983。

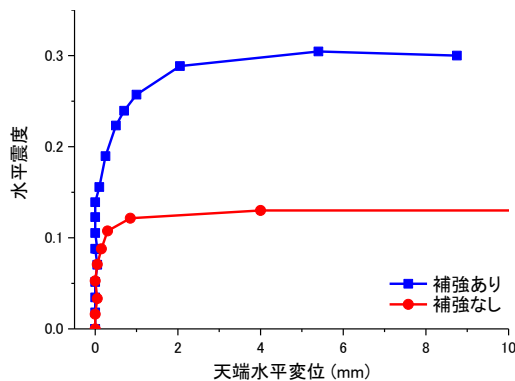


図 3 水平震度と天端水平変位の関係

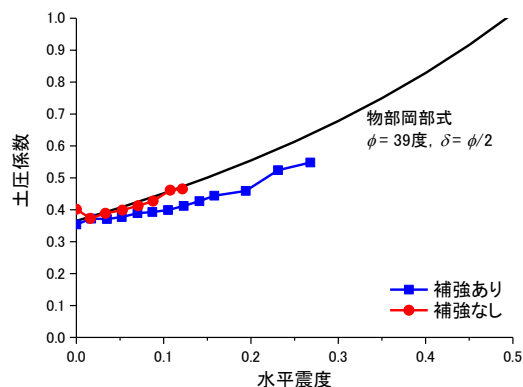


図 4 土圧係数と水平震度の関係

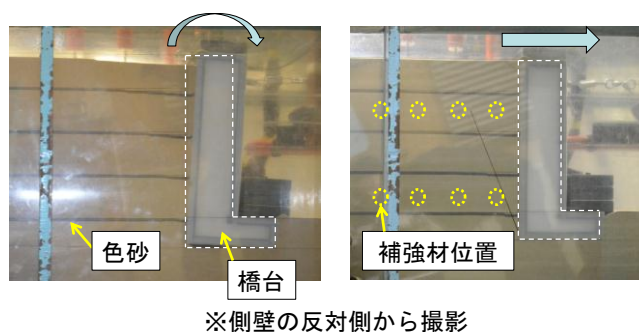


図 5 支持地盤降伏時の破壊モード

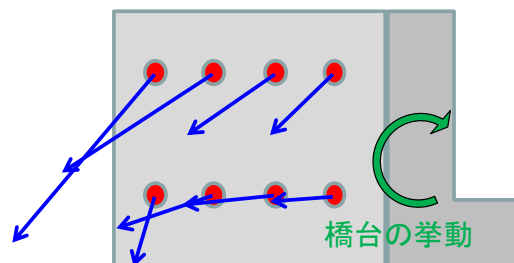


図 6 地山補強材頭部の曲げひずみのベクトル