

# 柱列状改良体を連結した橋台耐震補強工法に関する傾斜実験

東日本旅客鉄道 正会員 ○細井 学, 池本 宏文, 高崎 秀明, 藤原 寅士良  
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

過去の地震における鉄道橋台の被害は、橋台と背面盛土との間に相対変位が生じているものが多い。橋台と背面盛土との間の相対変位は、軌道面に著しい変位が発生することになり、列車の走行安定性の低下につながる事となる。

筆者らは、相対変位の抑制を目的として、背面盛土内に軌道の脇に沿って柱列状の改良体（以下、改良体と称する）を造成後、改良体と橋台を連結する補強工法を考案し、振動台実験<sup>1)</sup>によりその効果を確認してきた。本稿では、改良体の連結による抵抗メカニズムを明らかにするために実施した傾斜実験について、改良体に働く作用、抵抗力を整理した内容を報告する。

## 2. 傾斜実験の概要

図1に傾斜実験模型の概略図を示す。実験は高さ8.7m、幅9.0mの重力式橋台を検討対象として、1/20スケールで橋台と改良体を橋台上端部で連結（ピン結合）して行った。模型地盤は気乾状態の豊浦標準砂を使用し、支持地盤はDr=80%、背面盛土はDr=60%となるように空中落下法により作製した。橋台模型はアルミニウムを使用して見かけの単位体積重量をコンクリート相当となるよう製作した。改良体模型は、アルミニウムのプレートを組合せて見かけの単位体積重量が18kN/m<sup>3</sup>となるよう製作した。

計測機器の配置を図2に示す。改良体への作用力および抵抗力を測定するため、改良体の側面、背面および底面に2方向ロードセルを設置した。また、連結部はユニバーサルジョイントにより結合し、連結部に生じるせん断力および軸力も改良体と同様に2方向ロードセルにより測定した。

荷重条件については、橋台躯体の慣性力および土圧は傾斜によって荷重し、桁慣性力（実物：橋長12.0mのRC桁）は、別途、油圧ジャッキにより桁の質量に水平震度を乗じた荷重を荷重した。荷重のサイクルは、①橋台前面（主働）方向への桁慣性力の荷重、②土槽の傾斜荷重、③土槽の傾斜の除荷、④橋台背面（受働）方向への桁慣性力の荷重、⑤桁慣性力の除荷を1サイクルとして、傾斜の段階ステップごとに荷重した。また、荷重装置の性能上、土槽の傾斜を水平震度0.4相当まで実施し、それ以降は、桁慣性力のみを増加させることとした。なお、本稿では各ステップにおける②の荷重時（桁・橋台躯体の慣性力、土圧荷重時）の計測結果をまとめる。

キーワード 耐震補強、橋台背面盛土、傾斜実験

連絡先〒151-8512 東京都渋谷区代々木二丁目2番6号 東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター TEL 03-6276-1251

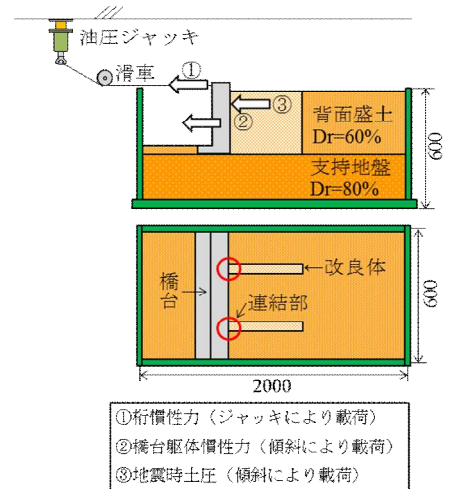


図1 傾斜実験模型概略図

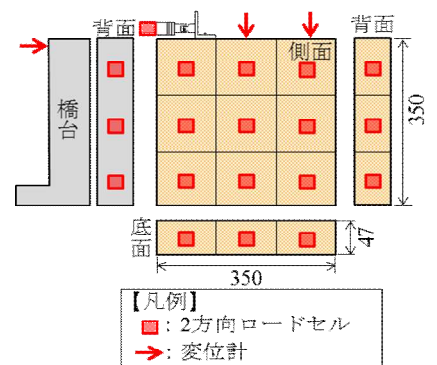


図2 計測機器配置図

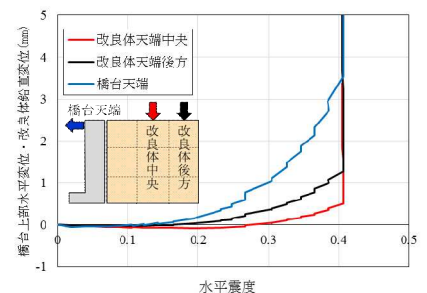


図3 変位と水平震度の関係

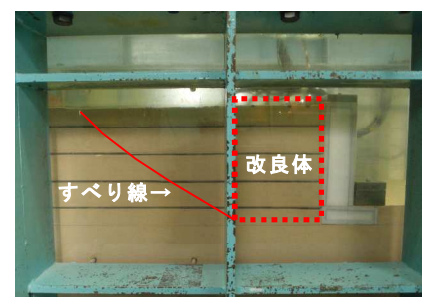


図4 水平震度0.4の荷重状況

### 3. 計測結果

#### (1) 荷重変位関係

図3に水平震度と橋台の上部水平変位、および改良体の鉛直変位の関係を示す。水平震度0.1程度から橋台に水平変位が生じ、改良体後方に鉛直変位が発生し始めている。水平震度0.2程度からは、変位の増加が大きくなり、水平震度0.4程度で橋台が大きく変位した。水平震度0.2程度で改良体天端後方の変位が増加しており、この時点で改良体後方（かかと側）に浮き上がりが生じていたと考えられる。図4は実験終了後の状況を示したものであるが、橋台の滑動が支配的となり、改良体背面の盛土にすべり線が生じる崩壊形態であった。

#### (2) 橋台への作用力の比較

図5に水平震度と橋台に作用する桁慣性力、橋台躯体慣性力、および土圧合力の関係を示す。桁および橋台躯体慣性力は、質量に水平震度を乗じて求めた。土圧合力は、橋台および改良体背面に設置したロードセルの計測値の合計であり、改良体から橋台にかかる作用（改良体の慣性力）も含まれている。水平震度0.3～0.4程度の作用力を比較すると、橋台への作用力のうち、桁および躯体慣性力の合力が7割程度と支配的であり、土圧合力が3割程度で作用している。土圧合力については、改良体に大きな変位が生じる水平震度0.2以降に増加し、理論式と同様な傾向で増加している点を確認できる。

#### (3) 改良体の抵抗力の比較

図6に水平方向の抵抗力である底面の水平せん断力および側面の水平せん断力と水平震度の関係を示す。底面の水平せん断力は、改良体に大きな変位が生じる水平震度0.2程度までは増加し、それ以降は改良体後方の浮き上がりの発生に伴い低下している。また、側面の水平せん断力は、土圧合力が増加する水平震度0.2程度から低下している。これは、改良体の前面方向にせん断力が働いていることから、改良体内の盛土のすり抜けの影響によるものであると推定される。

図7に鉛直方向の抵抗力である背面の鉛直せん断力、側面の鉛直せん断力と水平震度の関係を示す。側面の鉛直せん断力は、計測していないため、改良体連結部のせん断力から背面の鉛直せん断力と改良体自重を差し引いて算出した。背面および側面の鉛直せん断力は、低下することなく転倒に対する抵抗力として働いている。両者の大きさを比較した場合、背面と側面の面積比（1:9）程度となっていることから、改良体の大きさが抵抗力として効果を発揮すると考えられる。

### 3. まとめ

改良体を橋台に連結した場合、図8に示す通り改良体の水平方向と鉛直方向の抵抗力が、以下に示すメカニズムで働いていると考えられる。

- ・水平方向の抵抗力は、改良体後方の浮き上がりや改良体内の盛土のすり抜けに伴い、ある水平震度から低下する。
- ・鉛直方向の抵抗力は、水平震度が増加しても転倒に対する抵抗力として働く。

参考文献：1) 水野ら，柱列状改良体を連結した橋台耐震補強工法に関する振動台実験，第71回土木学会年次講演会，2016（投稿中）

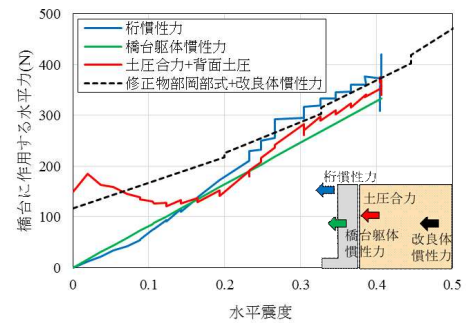


図5 作用力と水平震度の関係

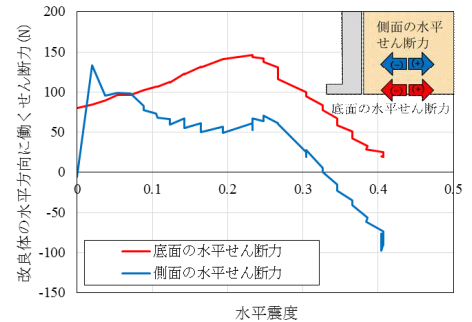


図6 水平方向抵抗力と水平震度の関係

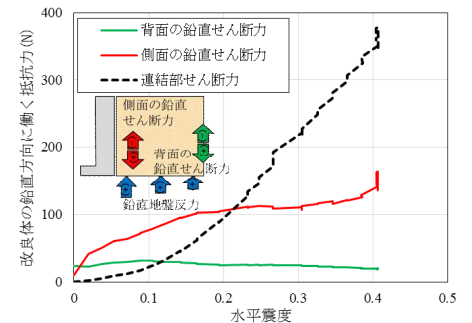


図7 鉛直方向抵抗力と水平震度の関係

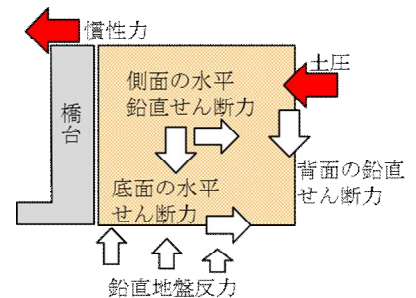


図8 改良体の抵抗イメージ