

組積橋脚を模擬した縮小試験体の振動台試験の画像解析

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○大口亜希子

東日本旅客鉄道(株) 正会員 田附 伸一

1. 目的

鉄道構造物において、大正～昭和初期を中心に建造されたレンガや石による組積構造橋脚は現在も多く供用されている。このような構造の地震時被害の特徴として、図 1 に示すような水平目地切れやレンガ・石の欠損等が挙げられる。そこで、組積橋脚において、断面を拡張せずに耐震性能を向上させることを目的として「部分鋼板補強工法」について検討した²⁾。部分鋼板補強工法は、目地部をまたぐように補強用の鋼板を設置し補強する工法で、目地部を有するく体を一体として挙動させ、基部でのロッキング挙動へ誘導することを目的としている。今回、地震時の目地部での挙動を確認するため、組積橋脚を模擬した縮小試験体の振動台試験を行い、画像解析を行ったので結果について報告する。

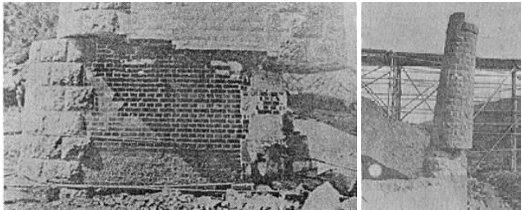


図 1 関東地震による被災事例¹⁾

2. 試験概要

試験体諸元と材料試験結果を表 1 に、概要を図 2 に示す。側面図に補強試験体の鋼板補強の配置位置を示している。試験装置の性能は、加振力±500kN、最大振幅±300mm、作用加速度 1G 以上、周波数範囲 0.01Hz～25Hz である。载荷は 5Hz および 3Hz・200gal～1000gal まで加速度のパターンを変えながら行った。補強部の作用力の概念図を図 3 に示す。縁切り部でずれが生じることにより、貫通ボルトを支点として補強鋼板に引張力が生じるものと考え、補強鋼板に生じる力を鉛直成分と水平成分に分解し、水平成分が水平荷重に抵抗するものと仮定し、補強量を決定した。

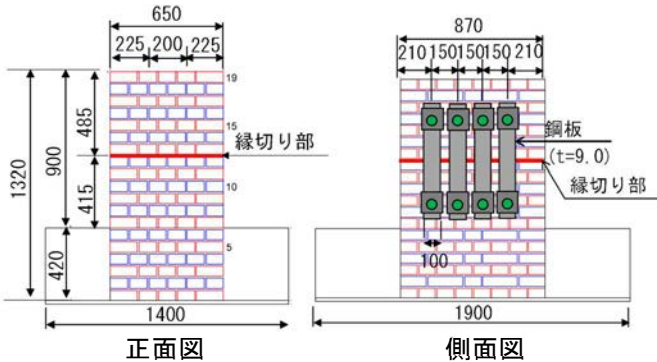


図 2 試験体概要図

表 1 試験体諸元と材料試験結果

試験体 区分	寸法 (mm)	軸力 (kN)	圧縮強度 (N/mm ²)			補強鋼材					
			レンガ (JIS R 1250)	目地	フーチング						
無補強				32. 2～36. 2	27. 6	—					
補強	650×870	17. 3	61. 6	34. 7～36. 2	32. 5	補強鋼板：SS400			PC鋼棒C種1号 (SBPR1080/1230)		
						降伏耐力 (N/mm ²)	降伏ひずみ (μ)	厚さ：枚数	径 (mm)	降伏耐力 (N/mm ²)	降伏ひずみ (μ)
						349	1750	t=9. 0：4枚	23	1180	8350

3. 画像解析

試験体にあらかじめ設けた縁切り部上下での挙動を確認するため、無補強試験体と補強試験体の表面に標点を配置し、载荷中の試験体を撮影した画像を用いて画像解析を行った。図 4 に無補強試験体に示した標点位置を示す。

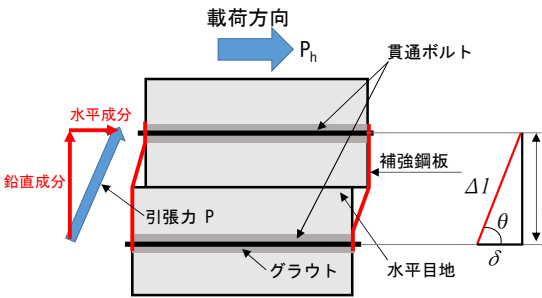


図 3 補強部の作用力の概念図



図 4 標点位置

キーワード 組積橋脚, 耐震補強, 振動台試験, 画像解析

連絡先 〒141-0031 東京都品川区西五反田三丁目 5 番 8 号 J R 目黒MARCビル4階 TEL 03-6878-0017

4. 試験結果

図5～図7に5Hz時の無補強試験体における標点7～9（縁切り位置より下部）の水平方向変位量の平均値と標点10～12（縁切り位置より上部）の水平方向変位量の平均値の差分（水平変位量）および標点10もしくは標点12の鉛直方向の変位量（鉛直変位量）と時刻歴の関係を示す。なお、400gal以下では試験体に変位は生じなかった。図5より、600gal試験時には試験開始約5秒後に鉛直方向にわずかに変位する挙動を示し、その直後に水平方向に変位する挙動を示しており、試験後に残留変位はほぼ生じていない。図6・7より、800galおよび1000gal試験時には試験開始約4秒後に水平・鉛直方向に変位する挙動を示し、試験後は水平方向に残留変位が生じている。このことから、800gal以上の加速度を与えた場合、無補強試験体では水平方向に移動しながら（スウェイ挙動）、浮き上がりを繰り返す挙動（ロッキング）を示し、変位が残留することがわかった。また、加速度が大きくなると、鉛直方向の変位量が大きくなる結果であった。一方、水平変位は800gal試験時のみ時刻歴とともに増加する傾向を示した。

図8に1000gal試験時の無補強・補強試験体における鉛直方向変位および水平方向変位と時刻歴の関係を示す。グラフより、補強試験体では、鉛直・水平変位ともにほとんど生じていないことがわかる。図9に試験終了後の試験体の様子を示す。無補強試験体では大きく水平ずれが生じているものの、補強試験体ではほとんど水平ずれが生じない結果であった。よって、今回検討した部分鋼板補強工法において、水平ずれの抑制効果があることを確認できた。

5. まとめ

組積橋脚を模擬した縮小試験体の振動台試験を行った。画像解析の結果、得られた知見は以下のとおりである。

- ・無補強試験体は600gal以上で鉛直・水平方向に変位が生じ、800gal以上でスウェイ・ロッキング挙動によって変位が残留することを確認した。
- ・部分鋼板補強試験体は大きな水平ずれやロッキング挙動は見られず、水平ずれの抑制に効果があることを確認した。

参考文献

- 1) 日本国有鉄道：レンガ・石積み、無筋コンクリート構造物の補修、補強の手引き、1987.2
- 2) 大口亜希子、佐々木尚美、高橋紗希子：無筋コンクリートおよび組積橋脚の効果的な耐震補強工法の開発（大型試験編）、STRUCTURAL ENGINEERING DATA No. 57、東日本旅客鉄道株式会社 2021.5

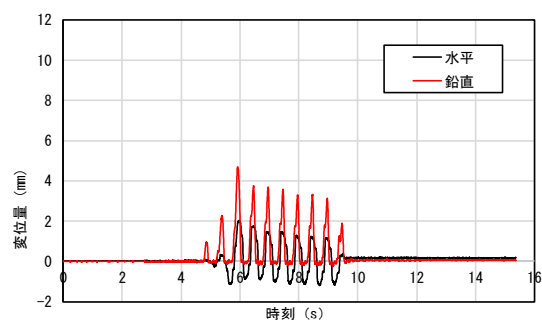


図5 600gal時の変位量

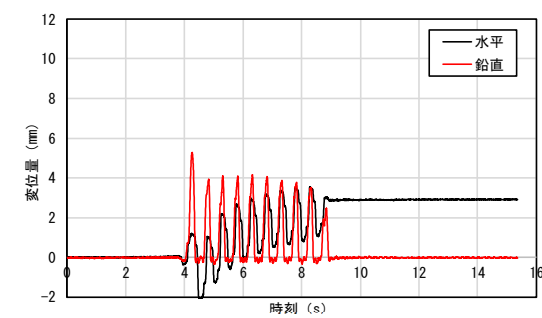


図6 800gal時の変位量

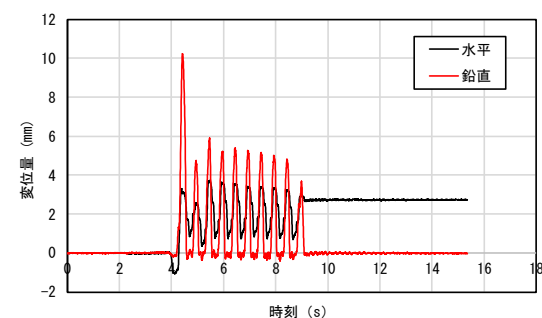


図7 1000gal時の変位量

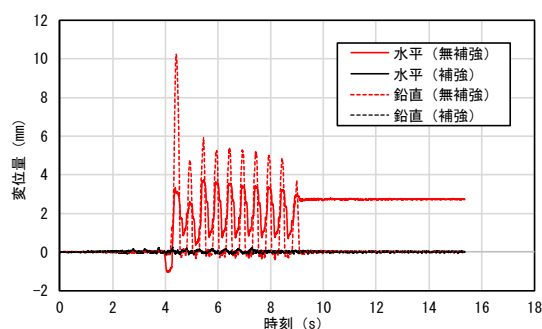


図8 無補強・補強試験体1000gal時
変位量比較

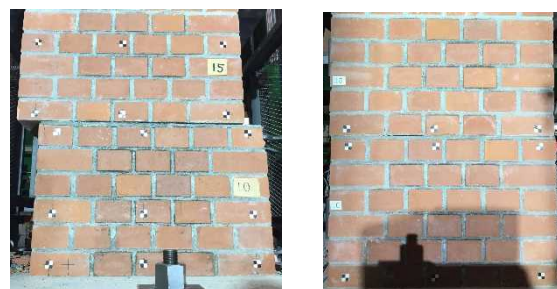


図9 載荷終了後（左・無補強 右：補強）