

組積構造の盛土式乗降場と可動式ホーム柵設置後の耐震性に関する一考察

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○佐々木 愛, 野本 将太, 竹谷 勉, 石橋 誠司, 滝沢 聡
公益財団法人 鉄道総合技術研究所 正会員 阿部 慶太

1. はじめに

昨今、首都直下地震等の大規模地震の発生が想定されており、交通インフラを含め、各分野の多くの施設で耐震対策が急務となっている。

鉄道施設では、東北地方太平洋沖地震の際、図-1 に示す通り、石積みやコンクリートブロック（以下、CB）積みの盛土式乗降場において、笠石の滑動や落下、背面盛土の沈下、組積擁壁の崩壊等の大きな被害が生じた。¹⁾²⁾

特に、組積擁壁の崩壊被害は、軌道内に散乱した積石等に列車が衝撃し、脱線被害を引き起こす可能性がある。そのため、首都直下地震等の大規模地震が発生した際には、組積擁壁の崩壊を防ぐ必要がある。最適な耐震補強を検討しなければならない。また、首都圏には可動式ホーム柵が設置される乗降場も多いため、一般的な組積擁壁の崩壊を防ぐだけでなく、可動式ホーム柵が設置される乗降場においても、同様に検討していく必要がある。

今回、耐震補強方法を検討する前段として、首都圏における組積構造の盛土式乗降場の既存の耐震性を評価するため、図-2 の実験装置により縮小模型を用いた1G場での水平振動台実験を実施した。

2. 実験概要

2.1 実験ケースと縮小模型

実験ケースは、CB積みの盛土式乗降場（Case1、図-3）とCase1を一部改良し可動式ホーム柵を設置した構造（Case2、図-4）の2ケースとし、模型は香川の相似則³⁾に従い縮尺1/3とした。

首都圏に設置される多くの可動式ホーム柵の基礎構造は、図-5 のように基礎杭や受桁、PC板が用いられる。基礎杭は模型の縮尺上、杭2本を設置し受桁等を設置すると、杭が土槽側面に近接し側面の拘束が杭の支持力に影響を与える可能性があるため、中央に1本とした。また、PC板は板状で受桁に載荷させた場合にバランスが悪いため、受桁1点に慣性力が同等となるPC板と可動式ホーム柵の重量を上乗せし、慣性力を受桁部に集約させることとした。沓座と受桁の間にはテフロンシートを貼り、実構造物の設計値と同程度の摩擦（摩擦係数 $\mu=0.1$ ）となるよう調整した。模型の基礎杭は実際の杭の特性値 β を考慮すると土槽底面までの距離で半無限長となるため、土槽底面に全固定させ、曲げ剛性EIを相似則で合わせたアルミパイプを使用した。

2.2 模型地盤と入力波形

模型地盤の物性値を表-1に示す。加振波形は、正弦波5Hzを10波



図-1 組積構造の盛土式乗降場の被災例



図-2 模型実験装置

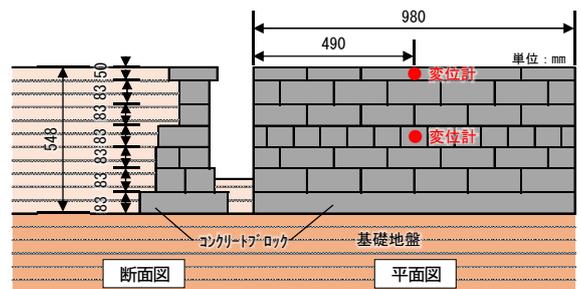


図-3 模型概要 (Case1)

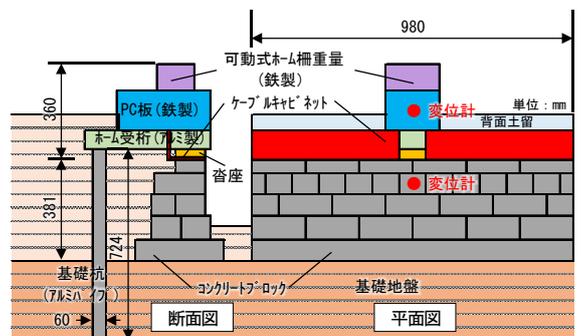


図-4 模型概要 (Case2)

キーワード：盛土式乗降場、可動式ホーム柵、耐震補強

連絡先：東京都新宿区西新宿二丁目6番1号新宿住友ビル31階 東日本旅客鉄道（株）構造技術センター
TEL.03-6276-1251/Fax.03-5371-3524

とし、50gal 毎増加させ入力した。正弦波の周波数は、L2 地震動スペクトルIIの卓越周波数(≒1.5Hz)⁵⁾を、相似則により再現した。

3. 実験結果・考察

加振後の上部ブロックの残留水平変位量を図-6 に、各ケースの変形状況を図-7 および図-8 に示す。

3.1 傾斜による崩壊 (Case1)

Case1 の乗降場は、250gal から変位し始め、400gal で笠石が9.26mmの残留変位、その後450galで大きく傾斜し、500galで完全に崩壊した。崩壊形態は下から2段目のCB上を起点とする傾斜であった。

3.2 滑動による崩壊 (Case2)

Case2 の可動式ホーム柵タイプは、加振直後の50galから滑動による微小の残留変位量は計測されたものの、400galで擁壁部が2.16mmの残留変位、その後650galで37.55mmまで大きく変位したが崩壊はしなかった。その後、変位計は撤去したため数値データは無いが、750galで滑動による完全崩壊に至った。一方で、基礎杭と受桁に支持されるPC板の変位量は、650galでも4.14mmと擁壁部に比べ小さく、崩壊後の軌道面へのCBの散乱も少量であった。

3.3 考察

上記結果から、崩壊形態と耐震性は乗降場の構造形式により異なることが分かった。Case2 (可動式ホーム柵タイプ) が、Case1 の組積構造の盛土式乗降場に比べて耐震性が優位であった理由としては、Case2 は可動式ホーム柵を設置するために、笠石および上部のブロックを撤去し、受桁やPC板が、基礎杭に支持される構造へと改良したことから、擁壁頂部に掛かる慣性力がCase1 に比べて、小さくなったためと考えられる。また、Case2 の天端には背面土留を兼ねるケーブルキャビネットが設置されている。このキャビネットにより上段の線路方向のCBが一体化されるとともに、主働時にはCB擁壁が沓座を介して受桁から抑えつけられたため、Case2 の変位量は抑えられたものと考えられる。

このことから、盛土式乗降場の組積擁壁頂部に掛かる慣性力の低減と、ブロック同士の一体化は、乗降場における耐震性の向上に寄与するものと示唆された。

4. おわりに

今後は想定される大規模地震において、組積擁壁の崩壊を防ぐべく、組積構造の盛土式乗降場における各種構造形式に最適な耐震補強工法を検討していく所存である。

謝辞 本実験を行う上で(公財)鉄道総合技術研究所基礎・土構造研究室各位にご助言を頂きました。ここに記し感謝の意を申し上げます。

参考文献 1) 滝沢ら：東北地方太平洋沖地震による盛土式乗降場の被災分析に関する一考察，第74回土木学会年次学術講演会，2019。2) 野本ら：地震時における盛土式乗降場の崩壊メカニズムに関する実験的研究，第54回地盤工学研究発表会，2019。3) 香川崇章：土構造物の模型振動実験における相似則，土木学会論文報告集，No.275，1978。4) 中島ら：崩壊防止ネットと地山補強材による既設石積み壁の補強方法の開発，土木学会論文集，No.4，2015。5) 公財 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計，丸善出版

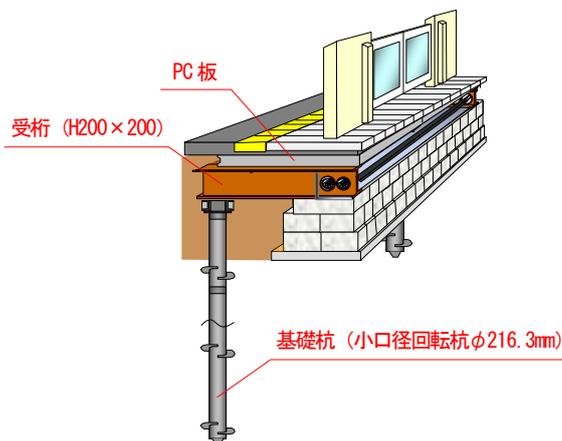


図-5 可動式ホーム柵の基礎構造の例

表-1 模型地盤の物性値

	材料	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	c (kN/m ²)
背面地盤	東北珪砂6号 (Dr=80%)	15.8	44.1	2.7
基礎地盤	ペントナイト混合砂※	17.3	38.6	8.9

※ペントナイト：水：東北珪砂6号を1:10:100の質量比で混合⁴⁾

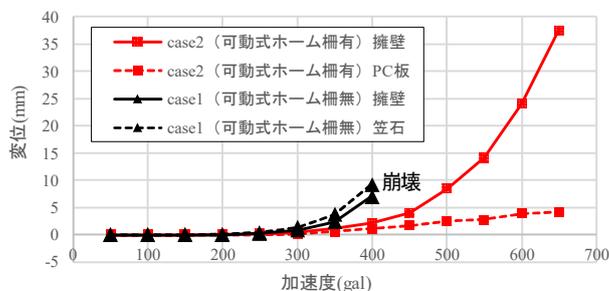
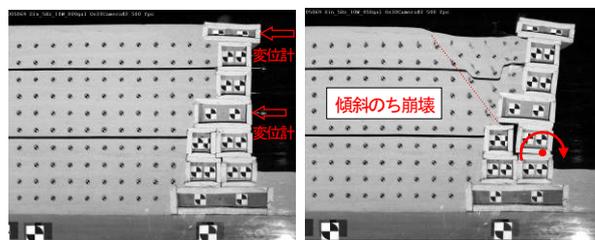
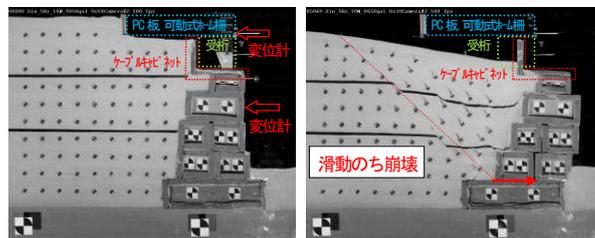


図-6 残留水平変位量



(a) 加振前 (b) 加振後(450gal)
図-7 変形状況 (Case1 盛土式乗降場)



(a) 加振前 (b) 加振後(650gal)
図-8 変形状況 (Case2 可動式ホーム柵タイプ)