狭隘箇所における既設石積み壁の耐震補強に関する検証解析

(公財)鉄道総合技術研究所 (正)○島田貴文,中島進東日本旅客鉄道株式会社 (正) 藤原寅士良,高崎秀明,池本宏文

<u>1. はじめに</u>

耐震性の低い石積み壁の補強工法として, ピンナップ工法 ¹⁾および崩壊防止ネットと地山補強材を用いた工法 ²⁾等 が挙げられる.しかしながら,壁体背面近傍に用地境界が 存在する狭隘な箇所では,地山補強材の打設長さを十分確 保することができず,耐震補強の実施が困難となる.そこ で,筆者らは地山補強材とH鋼杭を併用した耐震補強工法 を提案し,模型実験により補強効果の確認を行った³⁾.本 研究では,提案工法の模型実験に関する検証解析を実施し たのでその結果を報告する.



図-1 実験模型の概要図

2. 検討概要

本提案工法は,地山補強材と背面地盤に打設した H 鋼杭で石積み壁の安 定性を向上させ,ネットにより積み石の抜け出しに伴う壁体の破壊を防止す る構造である.特に H 鋼杭については,石積み壁頭部との連結材を介して, 石積み壁に作用する地震時土圧,壁体慣性力を負担する重要な部材であるた め,H 鋼杭の挙動を把握することを目的に検証解析を行った.図-1 に検証解 析の対象とした実験模型の概要図を示す.なお,模型実験に関する詳細につ いては文献 3)を参照されたい.

<u>(1)解析モデル</u>

図-2 に検証解析で用いた解析モデルの概要図を示す.また,表-1 に地盤 の物性値を示す.H鋼杭の部材モデルは,実験後の観察にて塑性変形が見ら れなかったことから、線形部材としてモデル化を行った.また,H鋼杭の地 盤抵抗モデルは,現行の鉄道基準⁴⁾の杭基礎に準じ,地盤ばね定数を初期勾 配とした,降伏点を折れ点とするバイリニア型の地盤ばねによりモデル化し た.また,下部石積み壁の地山補強材を打設した範囲(以下,補強範囲とい う.)については,背面地盤の地盤反力係数を用いて算定した地盤ばねを考 慮することとした.

(2) 地震時作用

図-3 に地震時作用の模式図を示す.地震時主働土圧は,修正物 部岡部法により算定し,地震時慣性力については,壁体積み石の 慣性力を考慮する.H鋼杭への地震時作用としては,H鋼杭が負 担する石積み壁の地震時主働土圧および壁体慣性力,H鋼杭自体 に作用する地震時主働土圧が挙げられる.石積み壁の地震時主働 土圧および壁体慣性力については,杭間隔分の荷重を負担するも



図-2 解析モデルの概要図



図-3 地震時作用の模式図

表→1 地盤の物性値				
土層	単位体積重量	内部摩擦角		粘着力
	γ (kN/m ³)	φ (°)		c (kN/m²)
基礎地盤	16.2	(ピーク強度)	45.5	2.3**
		(残留強度)	37.5	0
背面地盤	15.8	(ピーク強度)	44.1	2.7**
		(残留強度)	37.3	0
栗石層	15.7	(ピーク強度)	36.9	0
		(残留強度)	34.5	0
※土圧算定時は粘着力の影響を無視する(¢に換算)				

キーワード:狭隘箇所,石積み壁,耐震補強

連 絡 先:〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 鉄道総合技術研究所 TEL:042-573-7261

のと考え, H 鋼杭頭部の作用として評価した.また, H 鋼杭自体に作用する地震時主働土圧の作用幅は杭基礎の有効抵抗土圧⁴⁾を参考にフランジ幅の3倍とした.

<u>3. 解析結果</u>

本検証解析では、H 鋼杭頭部の作用について、石積み壁全高さ分の地震時作用 を考慮した方法 A と、補強範囲より上方(以下、無補強範囲という。)の地震時 作用を考慮した方法 B の解析を行い、H 鋼杭の頭部変位量および曲げモーメント 分布に対して実験結果との整合性を検証した.図-4 に、方法 A と方法 B の概念図 を示す.

<u>(1)H 鋼杭頭部変位量の比較</u>

H 鋼杭頭部の変位量について計測値と解析値の比較結果を図-5 に示す. 方法Aは計測値を大幅に上回る変位量が発生することか ら,H 鋼杭頭部の作用が過大であることを確認した.方法Bでは, 若干変位量を過小評価しているものの,概ね計測値と一致してい る. この結果より,H 鋼杭が負担する石積み壁の地震時作用につ いては,無補強範囲に生じる地震時主働土圧と壁体慣性力が妥当 であることを確認した.

(2)曲げモーメント分布の比較

H 鋼杭に発生する曲げモーメント分布について,計測値と解析 値の比較結果を図-6に示す.方法Aでは,曲げモーメントの最大 値が計測値と比較して約3倍程度大きいことから,H鋼杭頭部の 作用を過大評価していることが明らかである.方法Bについては, 曲げモーメントの最大値が計測値と概ね一致する結果となった. しかし,曲げモーメントの分布形状を比較すると,図-6(a),(b) ともに最大値の発生位置が異なり,計測値が補強範囲(背面地盤) と支持地盤の境界付近で発生することに対し,方法Bでは補強範 囲内に発生している.この要因として,補強範囲の地盤抵抗モデ ルの評価が考えられる.検証解析では,背面地盤の弾性波速度よ り地盤ばねを評価しているが,栗石層の物性値による地盤ばねを 用いることで,解析精度が向上するものと考えられる.また,石 積み壁の変位に伴い,栗石層に緩みが生じ,有効抵抗土圧(受働 抵抗)が減少すると考えられることから,地盤抵抗の減少過程を 取り込むことも,解析精度向上につながるものと推察される.



方法 A : H_{AE} =①+②+③+④ 方法 B : H_{AE} =①+③



<u>4. まとめ</u>

本研究では、地山補強材とH鋼杭を併用した耐震補強工法について、H鋼杭の挙動を把握することを目的に検証 解析を行った.その結果、H鋼杭頭部の作用を無補強範囲の地震時土圧と壁体慣性力とした方法Bにおいて、H鋼 杭頭部の変位量およびH鋼杭の最大曲げモーメントが実験結果と概ね一致することを確認した.また、補強範囲の 地盤抵抗について、栗石層の地盤ばねの採用や有効抵抗土圧の減少過程の評価により、解析精度が向上するものと 考えられる.今後は、本提案工法による石積み壁の変形について解析的検討を行うことを考えている.

参考文献

1)鉄道総合技術研究所:石積壁の耐震補強工設計・施工マニュアル-ピンナップ工法施工マニュアル-,2008 2)鉄道総合技術研究所:崩壊防止 ネットと地山補強材による鉄道石積み壁の耐震補強工法設計マニュアル(案),2014.9 3)中島ら:狭隘箇所における既設石積み壁の耐震補強に 関する模型振動実験,土木学会第70回年次学術講演会(投稿中),2015 4)鉄道総合技術研究所:鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物,2012

-622-