

## 狭隘部における既設石積み擁壁の耐震補強に係る設計事例

前田建設工業(株) 正会員 ○小泉 伸之 正会員 林 佑治  
東京地下鉄(株) 非会員 金刺 広明 非会員 畠山 恭輔

### 1. 背景と概要

近年、鉄道盛土部の土留め構造物として設置されている石積み擁壁の耐震補強が進められている。耐震補強工法には、背面地山の自立性の有無により、引留め式補強、ネット補強、地山補強式補強などの方法が一般に採用されている。

本工事は、東京メトロ丸の内線の地上区間である後樂園～茗荷谷駅間における石積み擁壁の耐震補強を目的としており、標準工法は引留め式補強(自立性地山)ならびに中径棒状補強材を用いた地山補強式補強土擁壁(非自立性地山)を採用している。本件では、上記の標準工法の施工ヤードを確保できない狭隘部に位置(写真-1)し、軌道とも近接した状況にある石積み擁壁に対して、所定の耐震性能を有する補強を実施するための設計事例について報告する。



写真-1 施工場所の状況

### 2. 要求性能と設計方針

本工事における設計は、「鉄道構造物等設計標準・同解説」<sup>1)</sup>に定められている性能ランクならびに背面地盤の変形レベルと補修のイメージから設定されている。既設の石積み擁壁に求められる性能ランクについては、常時において通常の保守で対応できる程度の変形は生じるが、L2地震動や極めて稀な豪雨に対しても壊滅的な破壊に至らない性能を有する擁壁(性能ランクⅡ)とされており、変形レベルについては、残留変形は大きい、部分的な再構築や補修等により、当初の機能が回復できる状態を満足すること(変形レベル3)とされている。

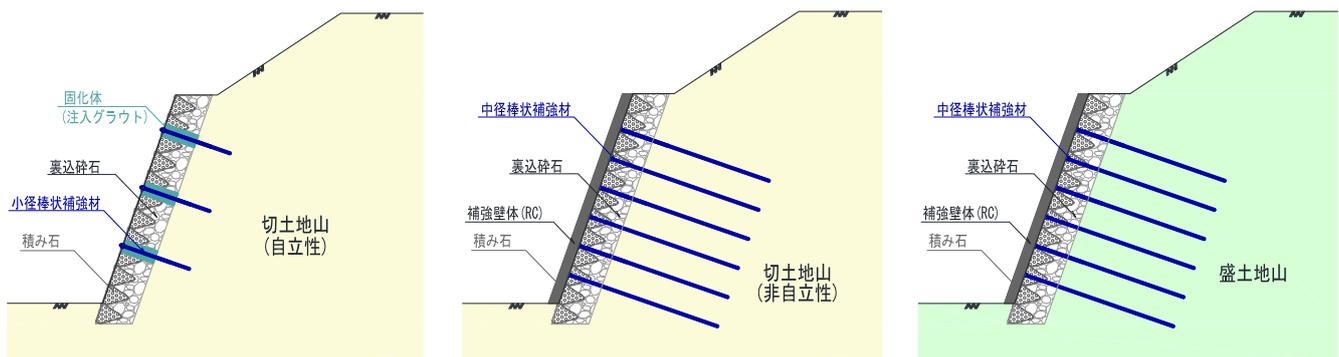
### 3. 標準部の耐震補強対策

前述した要求性能と変形レベルを踏まえた本工事における標準的な耐震補強対策を以下に示す。耐震補強の構造は、切土区間(自立性/非自立性)と盛土区間に区分し、各々に対して標準的な構造形式を図-1のように設定した。

引留め式土留め壁

地山補強式土留め壁

地山補強式土留め壁



(a) 切土区間(自立性地山)

(b) 切土区間(非自立性地山)

(c) 盛土区間

図-1 標準部における耐震補強工法

本稿で対象とする施工箇所は、盛土区間に位置しており、標準的な構造形式を選定した場合、「地山補強式土留め壁」が選定される。そのため、標準的な工法を適用することが困難である場合については、既設石積み擁壁の補強に加えて、背面地山の補強も踏まえた全体の安定性を確保するための耐震補強が求められることとなる。

キーワード 鉄道, 石積み擁壁, 狭隘部, 耐震補強

連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-2 前田建設工業(株)土木事業本部 土木設計部 TEL 03-5276-5166

#### 4. 狭隘部における耐震補強の設計方針

前述の要求性能に対して、狭隘部における耐震補強の設計方針を以下に示す。地震時に想定される石積み擁壁の破壊形式に対して、以下のように設定した（図-2 参照）。また抑止杭間のすり抜け破壊を防止するために、石積み擁壁の上下端部に中径棒状補強材を設置する。

- 既設の石積み擁壁を含む全体的なすべり破壊に対して抑止杭工（小口径鋼管）により全体の安定性を確保する。
- 抑止杭間盛土のすり抜け破壊防止を目的とした中径棒状工補強材を3段設置する。
- 石積み擁壁の崩落、拔出しを防止するため、崩落防止ネットにより石積み擁壁の表面部を補強する<sup>2)</sup>。

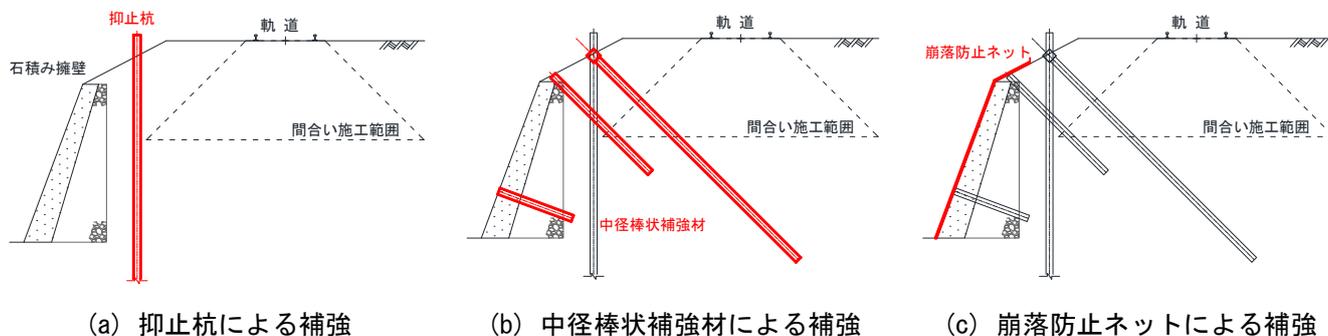


図-2 想定される破壊形式に対する補強方法

ここで、地震時において上記の各補強構造が独立した挙動をすることにより、耐震補強の効果を確保することができない可能性があることから、一体的な構造とするために、抑止杭2本と最上段に設置した中径棒状工を角型鋼材（ $\square 250 \times 250$ ）により一体化させる構造とした（写真-2 参照）。さらに、崩落防止ネットと2段目および3段目に設置した中径棒状補強材とをプレートにより押さえることで、各々が独立した挙動とならない構造形式とした。

狭隘部における耐震補強設計の結果を図-3に示す。当該箇所は、非常に限定的なヤードでの施工となるため、施工可能な工法の選定を行った。

抑止杭には、 $\phi 177.8\text{mm}$ の小口径鋼管（マイクロパイル工法）を適用し、中径棒状補強工法は、標準部と同様にRRR-Nail（スリーアール・ネイル）のうち、ロータスアンカー工法を適用する。また、崩落防止ネットについては、維持管理のライフサイクルコストに配慮してIR被覆鉄線を採用した。



写真-2 頭部固定方法

#### 5. まとめ

本稿では、既設の石積み擁壁の耐震補強において、本工事で想定している標準的な補強方法の適用が困難である狭隘部の補強方法について、要求性能に対して耐震性能を確保するための実施設計の事例を紹介した。施工はすでに終了しており、大きなトラブルもなく無事に完了している。

#### 参考文献

- 国土交通省監修，鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 土留構造物，2012
- 中島進 他：崩落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（地圏工学），Vol. 71, No. 4, 317-334, 2015

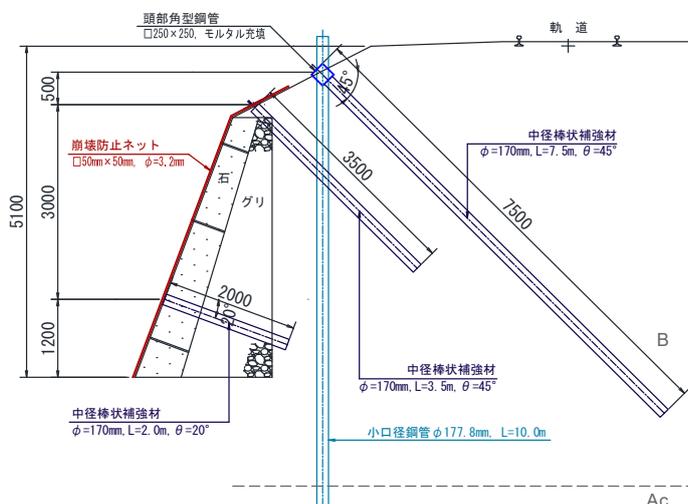


図-3 狭隘部における耐震補強仕様