

既設ブロック積壁の補強方法に関する載荷試験

鉄道総合技術研究所

正会員 ○阿部慶太

正会員 真井哲生

正会員 江原季映

正会員 中島 進

正会員 篠田昌弘

1. はじめに

鉄道事業者が保有する土留めの数は、在来線で約 20 万箇所、新幹線で約 4 千箇所存在し施工延長が非常に長い。その中には、経年劣化に伴い変状が発生しその状態が目視で確認できるものも存在する。これらの既設土留めに対して一斉に補修・補強を施すことは時間的にも経済的にも現実的ではない。まずは、非破壊検査により不健全なものを抽出し、それらに対し優先的に効果的な対策工を施していく必要がある。本研究では、特に経年劣化が著しく、延長距離も全土留めの約 4 割を占める石積・ブロック積壁の補強方法について検討を行ったものである。既設ブロック積壁を見立てた実物大模型を作成し、背面土圧を増加させることで当該模型に目地切れ、食い違いを発生させた後、各種の対策工を施し、簡易で効果的と考えられる補強方法を提案した。その際、非破壊検査法として小型起振器試験によるスペクトル面積法¹⁾を用いた検討も行った。

2. 実物大ブロック積壁模型の載荷試験の概要

実物大ブロック積壁模型の概要を図 1 に示す。壁高 3.8m、壁幅 1.5m、天端幅 0.6m、根入れ深さ 0.5m、勾配 1:0.3 のブロック積壁を構築し、壁背面の載荷板を介して油圧ジャッキで鉛直方向に載荷・除荷させ背面土圧を段階的に増大させた。その際、載荷重が背面土圧に転移しやすいように 30 度勾配を有するブルーシートで摩擦低減し、壁側面を U 形擁壁で拘束した。さらに、図 1 に示すように変状の深刻度に応じて段階的に対策工を実施した。対策工としては山形鋼と H 形鋼による補強を行った。これはアンカー工等による補強が困難なブロック積壁に対し比較的簡易に補強効果が期待できる対策工として実施したものである。以下に試験の実施手順を示す。

①壁の最大水平変位が 10mm に達するまで載荷・除荷を行う。

②壁の最大水平変位が 10mm に達した段階で、山形鋼 (50mm×50mm) を壁面にアンカーで固定する。

③山形鋼設置後、壁の最大水平変位が 50mm に達するまで載荷・除荷を行う。

④壁の最大水平変位が 50mm に達した段階で、H 形鋼 (200mm×200mm) を壁背面に揺動圧入する。

⑤H 形鋼設置後、油圧ジャッキ限界の 550kN まで載荷・除荷する。

計測機器の配置図を図 2 に示す。土圧計により背面土圧 (天端・中間・下部) と底面土圧、変位計により水平変位 (天端・中間・下部) を計測した。また、載荷ステップの最大載荷時とゼロ載荷時で小型起振器試験を行い、加速度計 (天端・中間上・中間下・下部) で微動計測を行った。後者は前述したように非破壊試験法とキーワード ブロック積壁、補強、山形鋼、H 形鋼、スペクトル面積法

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 基礎・土構造 TEL 042-573-7261

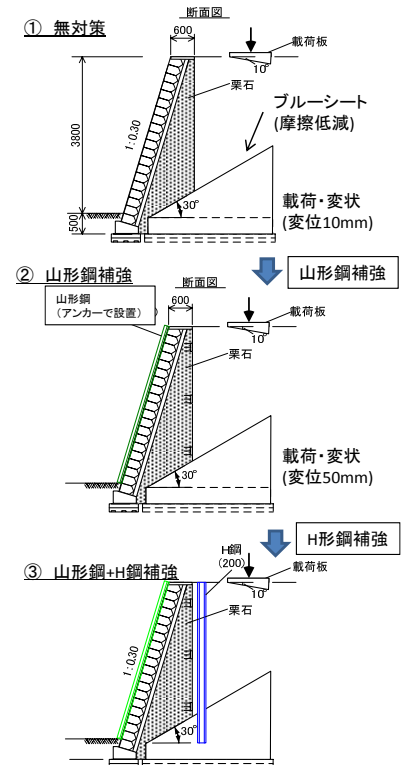


図 1 載荷試験の概要 (単位:mm)

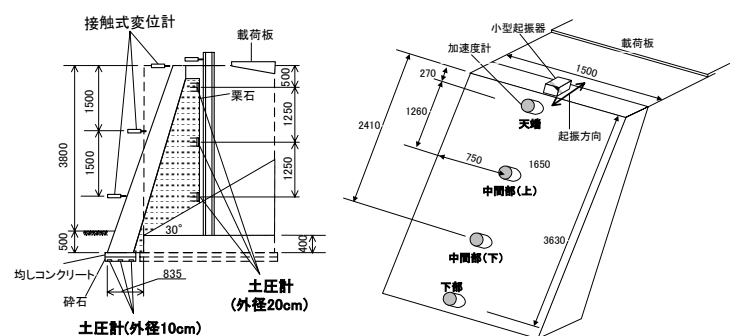


図 2 計測機器の配置図 (単位:mm)

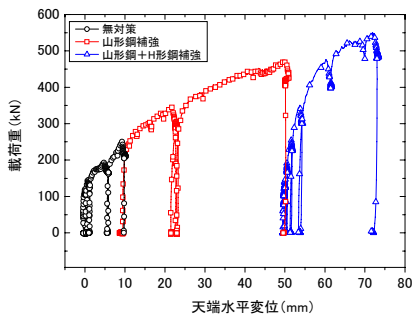


図3 载荷重と変位の関係

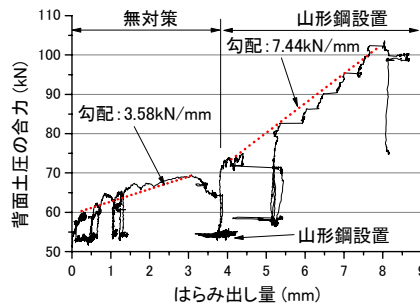
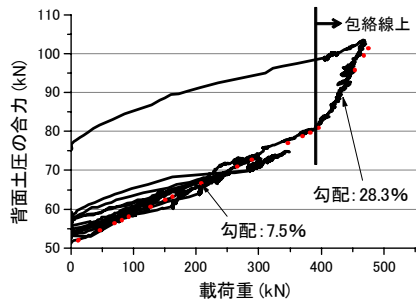
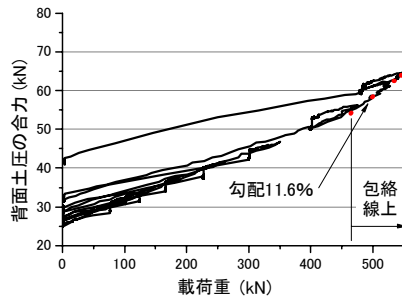


図4 土圧とはらみ出しの関係



(a) H形鋼打設前



(b) H形鋼打設後

図5 载荷重と背面土圧の合力の関係

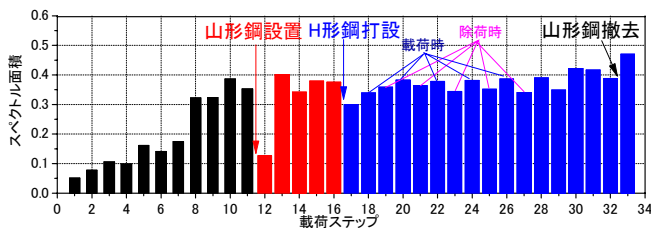


図6 载荷ステップとスペクトル面積の関係

して検討を行ったものであり、各加速度計から得られる微動の伝達関数の面積で土留めの健全度を評価する方法（スペクトル面積法と言い、面積が大きいほど不健全と判定する）により検討したものである。

3. 载荷試験結果

油圧ジャッキで与えた载荷重と壁天端の水平変位の関係を図3に示す。当該関係の包絡線は対策前後で同様であり山形鋼とH形鋼の効果は陽に見られない。図4に背面土圧の合力とはらみ出し量（壁中間の天端・下部変位に対する相対変位）の関係を示す。山形鋼設置後の剛性は約2倍（ $3.58\text{kN/mm} \rightarrow 7.44\text{kN/mm}$ ）であり、山形鋼のはらみ出し抑制効果が現れている。図5に背面土圧の合力と载荷重の関係を示す。図3の包絡線上に位置する再载荷時の関係を見ると、H形鋼設置後は勾配が約半分（ $28.3\% \rightarrow 11.6\%$ ）であり、同一载荷重での背面土圧増加量が抑制されている。よって、対策工の効果ははらみ出しと背面土圧の軽減という形で現れている。

図6に小型起振器試験から得られたスペクトル面積

積（ $3\text{Hz} \sim 40\text{Hz}$ の面積）と载荷ステップの関係を示す。ここでは、代表値として壁天端での結果を示す。無対策時では载荷とともにスペクトル面積が増加している。山形鋼設置後は一時的にスペクトル面積が小さくなるが载荷を続けると再び大きくなる。しかし、対策前のスペクトル面積を超えずH形鋼設置後も同様である。

以上から、本研究で検討した山形鋼、H形鋼による補強方法により、はらみ出しの抑制、背面土圧の軽減効果を期待できる。また、スペクトル面積法によりこれらの効果を陽に確認することができた。ただし、これらの対策工はあくまで抑制を目的としたものであり、補強というよりも補修という意味合いが大きい。周辺の外的環境が大きく変化せず壁が受ける背面土圧が現状維持か大きな変化がなければ（設計上ではL1地震程度であれば）効果的な対策工であるが、巨大地震（設計上ではL2地震）等大きな荷重を受けた場合は不安な側面もある。そこで、筆者らは後者に対する対策として崩壊防止ネットによる方法を別報²⁾で報告している。これらの対策工を組み合わせることで、比較的簡易かつ効果的な補強効果が得られるものと考えられる。

4. まとめ

実物大ブロック積壁の载荷試験を行い、簡易で効果的な補強方法を提案した。今後は実際の土留めへの適用と設計、施工方法の詳細について検討していく予定である。

謝辞：本試験ではジェイアール総研エンジニアリング様と東急建設様に多大なご協力を頂きました。末筆ながら謝意を表します。草々

参考文献

- 1) 阿部ら、既設土留め壁の健全度評価手法に関する研究—実物大ブロック積壁模型の载荷実験—、第56回地盤工学シンポジウム、79-86、2011。
- 2) 中島ら、崩壊防止ネットを用いたブロック積壁の補強方法に関する実物大試験、第67回土木学会学術講演会、2012。（3月28日現在投稿中）