

急傾斜地切土のり面に施工された石積壁の変状と対策

東日本旅客鉄道株式会社 宮田 義典
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 山根 寛
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 松尾 伸二

1. はじめに

石積壁は、材料の入手が比較的容易なことから、土木構造物として古くから施工され、今も切土や盛土のり面の防護工などとしてその機能を果たしている。

本報文では、切土のり面に施工された石積壁の変状に対して、原因の推定を行い、鉄道総合技術研究所で近年開発された固化体定着工法を初めて実用化して対策した事例を報告する。



図-1 対象石積壁全景

表-1 構造物概況

石積高さ	3~4.5m
勾配	78° ~80°
裏込コンクリート厚さ	200mm
裏グリ石厚さ	500mm
背面土	礫混じりローム層・ローム層

2. 対象箇所の状況

当該石積壁は、丘陵に位置し比較的急な勾配の斜面上に施工されており、当該斜面は、土地造成のため階段状に切土されている。この切土の土留壁として石積壁が施工されている(図-1)。切土の上部には盛土が施工され、盛土天端に線路が敷設されている。

石積壁は、間知石を用いた練積みにより積み上げられている。石積壁の概況を表-1に示す。

石積壁には、水平方向に数箇所の目地切れ、鉛直施工目地を境にして約 8cm の食い違い(図-2)、石積壁背後の地表面は、石積壁沿いに約 30cm の幅で沈下していた。また、しゅん功図から、建設時は 1:0.3 の勾配であったが、前面に傾斜(1:0.18)していることが確認された。

以上のような変状が生じていたため、変状の発生原因を推定し、対策を行うこととして、調査および対策工の設計を実施した。



図-2 石積壁食い違い

3. 対策工の検討

(1) 変状原因の推定

当該石積壁にみられる主な変状は、①水平方向の目地切れ、②石積壁背後の沈下、③石積壁の前面への傾斜とこれにともなう鉛直施工継ぎ目の食い違いである。石積壁が前面へ傾斜するためには、転倒モードの変形が石積壁に生じる必要がある。このような変形を生じさせるためには、背後の地山による土圧が壁体上部に作用したことが考えられるが、土圧が作用した場合には壁体背面の沈下が発生することはなく、むしろ壁

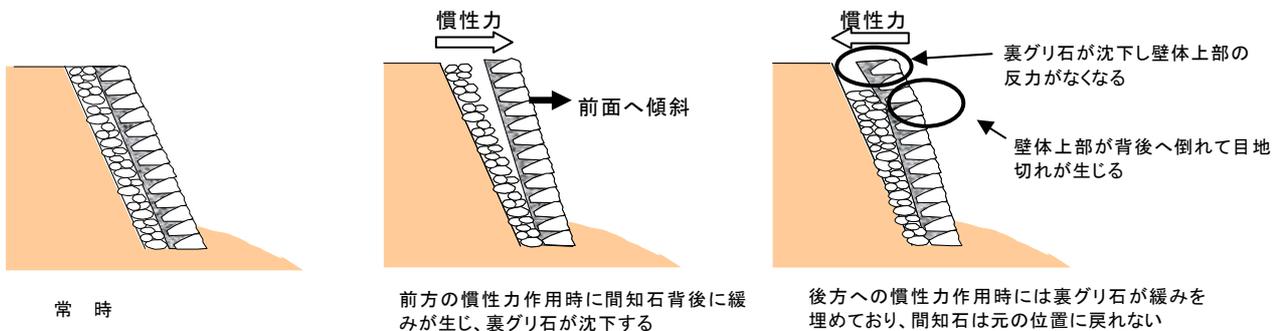


図-3 想定される変状メカニズム

キーワード 石積壁、変状、地震、固化体定着工法

連絡先 〒220-0023 神奈川県横浜市西区平沼1丁目 40 番 26 号 東日本旅客鉄道株式会社 横浜支社 設備部 土木課 045-320-2716

体の背後は地山に密着しているものと考えられる。したがって、土圧が作用したことが変状の原因である可能性は低いと推定された。一方、気象庁の地震データベースによれば、当該箇所近傍の地震計が観測した震度4以上の地震は、当該線が開通した1939年以降45回あり、そのうち2回は震度5であった。すなわち、当該箇所は、構造物に甚大な被害をもたらす恐れのある規模の地震は比較的少ないが、それよりも若干規模の小さな地震が比較的頻繁に発生する地域であると捉えることができる。

以上のような変状の特徴と地震の発生履歴から、石積壁の変状メカニズムを図-3のように推定した。

(2)地山の安定性の検討

上述のような変状原因が推定されたことから、これを裏付けるために地山の安定検討を行った。安定性の照査に際しては、鉄道構造物設計標準¹⁾や他の設計基準書類²⁾を参考にした。当該箇所の要求性能としては、性能ランクⅢ相当の性能とした。安定計算の結果、応答値の限界値に対する比は、常時、地震時と何れも1を下回っており、石積壁背後の地山は安定していることを確認した。

(3)対策工の検討

斜面の一般的な対策としては、地山補強土工やグラウンドアンカー工が考えられるが、地山自体は安定している当該石積壁の変状対策としては過剰であると評価した。そこで、場所打ち格子枠を施工して個々の間知石を一体化した後にロックボルトで背後の地山に壁体を固定する工法が適当と考えた。しかし、対象が間知石を用いた石積壁であること、当社用地に余裕がなく斜面中腹における施工となるため大規模な施工機械や足場を設けることが困難なことから、格子枠工を施工せずこれらと同様の補強効果が得られる固化体定着工法³⁾の適用を検討した。

固化体定着工法は、対象として間知石を用いた石積壁に特化して鉄道総合技術研究所が近年開発した補強工法であり、当現場で初めて実用化した。同工法は、石積壁に部分的にグラウト材を注入し、図-4に示すような間知石と裏グリ石を固めて一体化した固化体を形成し、このような固化体を壁の複数箇所に施工することで石積壁全体の変形を抑制する。設計にあたっては、同工法の設計・施工マニュアルに準拠し、補強材の施工間隔は1.69m²に1本以上、地山への定着長は1.9mと決定した。

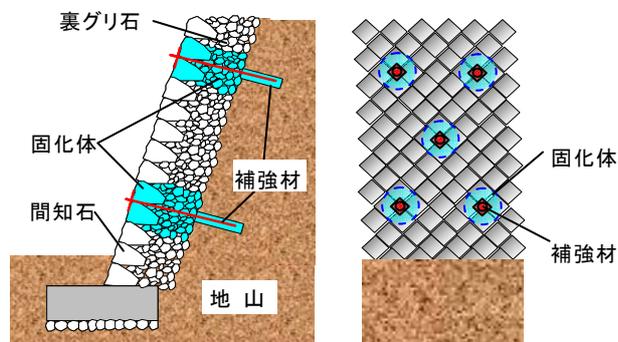


図-4 固化体定着工法の概要

4. 対策工の施工

図-5に標準施工フローを示す。1次施工として石積の削孔、裏グリ石部の固化、2次施工で石積・地山の削孔、補強材の定着を実施した。全体で100本施工し、準備工等を含め70日程度で実施した(図-6)。

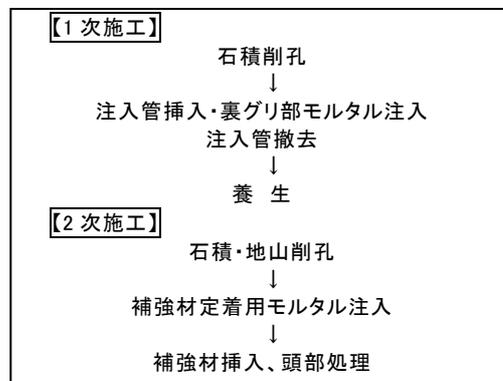


図-5 標準施工フロー

5. おわりに

今回、切土のり面の下部に位置する石積壁の水平亀裂や食い違いの変状について、変状原因を推定し、変状原因に基づく対策工を選定した。

対策工は、固化体定着工法を採用したが、今後も引き続き、検査等を実施し、効果の確認等を実施していく予定である。



図-6 施工後状況

<参考文献>

- 1)鉄道総合技術研究所:鉄道構造物等設計標準・同解説—土構造物編, 丸善, 2007.
- 2)日本道路協会:道路土工のり面工・斜面安定工指針, 1999.
- 3)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, 2008.