

石積土留壁の補修方法の検討

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○長屋 修
東海旅客鉄道株式会社 辻 衛
東海旅客鉄道株式会社 正会員 阿知波 秀彦
東海旅客鉄道株式会社 正会員 小久保 将寿

1. はじめに

石積構造物は、鉄道をはじめ一般的によくみられる構造物である。その美しい外観が特徴であるが、歴史の古いものが多く、鉄道の石積構造物は明治時代に建造されたものが少なくない。石積構造物に変状が認められた場合には、その変状程度にもよるがバットレスなどの工法を用いて、構造物の安定度を向上させる方法を採用することが多い。これら工法は補強効果が大きいが、単価が高く施工に時間を要する。その結果、石積構造物が数多く存在するにもかかわらず、施工時間を要し、施工延長が伸びないという状況が見受けられる。バットレス工法などの恒久対策を施工するまでもないような軽微な変状に対しては、より安価な施工性のよい工法を採用してもよいと考えられる。

本稿では、バットレス工法などの恒久対策と今回検討する工法の適用の考え方を整理し、その提案する工法のスペックを示す。

2. バットレス工法の問題点

恒久対策として多く施工されているバットレス工法であるが、施工上の問題点として以下の点が考えられる。

- 1) 足場や型枠など施工時のヤード確保が必要
- 2) 石積基礎部に一定の用地が必要
- 3) 単価が高く施工延長が伸びない
- 4) コンクリートの型枠施工に時間を要する
- 5) 支持面積が小さく良好な基礎地盤が必要

壁体前面部に用地がなければ、バットレス基礎部の用地確保に手間を要する。また、型枠の施工や足場の施工、コンクリートの配管など、壁体から前面へ突出する構造を採らざるを得ないことが多いことから、線路に接している石積だと、建築限界の確保や架線等との離隔確保など様々な制約が発生する可能性がある。

3. 石積構造物の対策工法の考え方

壁全体のはらみ出しや壁全体でのひび割れなど、比較的変状程度の大きい場合は、崩壊の危険性が高いことから、バットレス工法等の恒久対策を採用する。今回検討し提案する工法は、裏込材料が流出している場合や、比較的変状程度が小さい場合、はらみ出しなどの変状が現れていない場合など、現段階では表面上大きな変状が現れていないが、将来的に大きな変状へと発展する可能性がある場合に適用することを考えている。提案する工法による施工後、将来において大きな変状が生じた場合は、その段階でバットレス工法等の恒久対策を検討する。提案する工法は修繕程度の工法であることから、施工延長を長くでき、より安定的な石積構造物を管内に増やすことに寄与する。しかし、提案する工法はあくまで恒久対策ではないことから、今後恒久対策を行う場合の妨げにならないことや、石積構造物本来の機能を十分に発揮しうるスペックとしなくてはならない。そこで、提案する工法のポリシーとして、以下の点が挙げられる。

- 1) 単価が安い
- 2) 仮設構造物が少なく、安全性が高い
- 3) 排水性がよい
- 4) 構造物の安定度を向上させる
- 5) 特別な技術を必要としない
- 6) 将来に変状が現れた場合に見えるようにする

4. 提案する工法

考えられる数通りの工法を施工性、工事費、排水性、安定度、効果度で比較検討し、その結果採用した工法は、目地接着 + 基礎部裏込注入である。この工法は、石積の石と石とを目地接着剤で接着して壁体を一体化し、壁体基礎部の裏込に注入するものである。この工法は、石積自体の自重がそれほど増加しないので、崩壊の危険性がなく、また石がバラバ

キーワード：石積構造物、バットレス工法、裏込注入、目地接着

連絡先：〒508-0033 岐阜県中津川市太田町 2-1-3 東海旅客鉄道(株) 中津川工務区 0573-66-1311

ラと崩壊する可能性を少なくする。石積基礎部の注入は、基礎部の留めがない場合や、基礎部に変状が見られる場合において、石積の基礎部から前面に滑動するような崩壊を防ぐために行うものである。提案する工法を施工することで、石積が本来持つ排水性と美しい景観を保つことができる。

5. 試験施工概要

提案した工法について、鉄道沿線にある石積構造物で実際に試験施工を行った。試験施工での確認事項は、1) 施工単価、2) 施工日数、3) 施工性、4) 排水性とした。以下に試験施工の概要を示す。

- 使用材料 目地接着 セメント系接着剤
基礎部注入 モルタル

- 試験施工対象石積構造物

線路下道路沿い石積構造物 最大壁高 約 5.2m

- 施工パターン 4 パターン

目地接着をする施工の形状は、柱状と千鳥状とした。壁全面の施工は、排水性の悪化、および将来的に変状が現れた場合に見えなくなる可能性があることから不採用とした。また、基礎部の注入の有無との組み合わせで施工を 4 パターンとした(表 - 1)。

表 - 1 試験施工パターン

パターン	目地接着形状	基礎部注入
A-1	柱状	有
A-0	柱状	無
B-1	千鳥状	有
B-0	千鳥状	無

目地接着の柱状の柱の幅、および千鳥状の四角の一边の長さは、約 1m 程度とした。それは、石積の間知石の対角線長さが約 45cm 程度であることから、その倍数としたものである(図 - 1)。



図 - 1 目地接着施工形状模式図

6. 試験施工結果

1)施工単価 バットレス施工の 10%~20%程度となり、よって施工延長は 10 倍~20 倍程度となる。

2)施工日数、3)施工性 今回の試験施工箇所は道路に面した箇所であり、施工条件は非常に良かった。

同じく道路に面した箇所のバットレスと比較し、非常に短期間で同じ面積の施工が可能となった。また型枠施工の必要がなく、目地接着剤は容易に現場で配合でき、また基礎部が健全である場合などは基礎部のモルタル注入が発生しないことで、配管が必要ないことから、施工性がさらに向上する。

4)排水性 食紅水を壁の上部から流し込むことで確認した。壁上部から流入した食紅水は壁の下部から確実に排水された。

7. 施工形状効果比較

目地接着の施工形状である柱状と千鳥状とで、どちらの形状が強度上大きくなるのかを小型模型により検討した。強度を相対比較することから、一辺が約 5cm 程度の立方体ブロックを使用した。目地接着は試験施工で用いた材料により施工した。

四辺を目地接着していない石を選び、バネ測りを用いてその石を引っ張り、引き抜き強さを測定した(図 - 2)。引っ張る石の周りの部分がはらみ出始める状態の時の値を測定値とした。何度か測定した結果、柱状は平均値約 5.5kg 程度で周りの石がはらみ出たが、千鳥状では平均値約 3.2kg 程度であった。

また柱状、千鳥状でそれぞれ施工した模型壁体を、



図 - 2 引き抜き強さ試験

手で揺ること
で揺れに
対する強
さを観
察した。
柱状の
壁体は
全体が
揺れ、
非常
に強
固であ
ることが
わかっ
た。千
鳥状の

壁体は全体ではなく、千鳥状の四角の部分単位で揺れ方に相違があり、目地接着の部分で簡単にひび割れが生じた。

引き抜き強さ試験および揺れ強さ試験の結果、目地接着は柱状のほうが安定していることがわかった。

8. まとめ

本検討で得られた知見を以下にまとめる。

- ・恒久対策を行うまでもない軽微な変状に対し、目地接着 + 基礎部裏込注入工法を提案する。
- ・使用材料は、目地接着はセメント系接着剤、基礎部注入はモルタルとする。
- ・目地接着の施工形状は、柱状施工のほうが強度の点で大きくなる。