

間知石を用いた石積壁を対象とした耐震補強工用注入材の開発

大阪防水建設社 正会員 ○本橋 俊之 非会員 大竹 庸之
 鉄道総合技術研究所 正会員 高柳 剛 正会員 太田 直之
 大林組 正会員 山田 祐樹 フェロー会員 山本 彰

1. はじめに

間知石を用いた石積壁を対象とした耐震補強工は、軽量・コンパクトで簡易な施工方法により、耐震性の向上が図れる工法として開発され、施工が行われてきた。最近では、施工件数が増加しつつある中で、施工箇所とプラントヤードが離れている場合があり、長距離圧送が可能な、石積壁の裏グリ石層に注入する注入材が求められるようになってきている。

本報告では、石積壁裏グリ石層への充填性に優れ、施工管理が容易で、距離 200m の圧送性が確保できることを目標とした新しい注入材の概要と充填性確認試験結果について述べる。

2. 注入材の概要と基本性状

注入材の仕様として、圧送性、充填性、および必要強度を確認した。

注入材は、圧送性を確保するために 2 液タイプの材料としており、1:1 の比例ポンプで注入する。2 液は注入パイプの手前で、Y 字管で合流しスタティックミキサーで混合される(写真-1)。2 液は比例ポンプで注入するため、流動性を同程度としている。この 2 液の圧送性を 1/2 インチ(内径φ12.7mm)のグラウトホースで 200m の距離が圧送できるか否かを確認した(後述、充填性確認試験結果参照)。



写真-1 混合部と注入パイプ

充填性は、フロー値(JHS 313 コンシステンシー試験方法のシリンダー法)によって左右される。石積壁の耐震補強工設計・施工マニュアルでは注入材のフロー値として、12~18cm が充填性を満足する範囲²⁾であるため新しい注入材もこの値を目標とした。また、2 液タイプの注入材は、2 液が混合されてからの経過時間によってフロー値が変化するため、経過時間とフロー値の関係を把握する実験をした。実験結果を図-1 に示す。ここで、静置フローは、JHS 313 コンシステンシー試験方法のシリンダー法によるものであり、グラウトポンプで圧入される(力が加えられる)可塑性を表すために打撃フローも参考値として測定している。打撃フローは、JIS R5201 フロー試験に準じるが、フローコーンに代わって、JHS 313 コンシステンシー試験方法のシリンダー法で適用する硬質プラスチック製シリンダーを用いて測定する方法である³⁾。

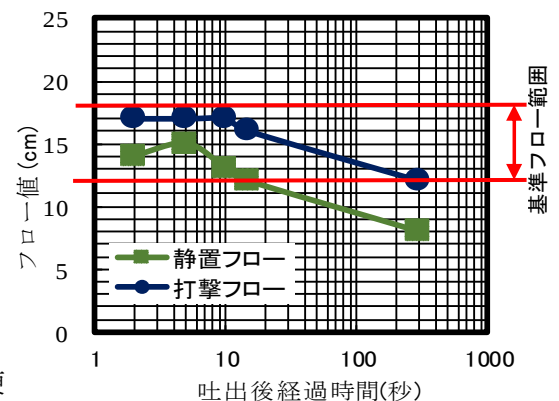


図-1 フロー値の時間変化

図-1 から、吐出後、15 秒まで、静置フローも打撃フローも共に、基準値の 12~18cm を満足する範囲内となっている。ポンプ圧入しない状態においては(静置)、フローはやや固めの 12cm 寄りであるために逸脱がなく、ポンプ圧入すると(打撃)フローは 18cm に近づき、充填性に優れる性状を示している。また、300 秒(5 分)後においても、打撃フローは 12cm であるため、ポンプ圧入による注入が可能である。

なお、当実験では、スタティックミキサーから吐出口までの距離が 330cm で、配管内径が 2.54cm、速度が 6L/分=100cc/秒であるから $(2.54^2 \times \pi / 4 \times 330 / 100 = 16.72)$ 、2 液が混合されてから吐出するまでの時間は 16.7 秒となる。スタティックミキサーと注入パイプの間は、1 インチ(内径φ25.4mm)のホースで連結されており、

キーワード 石積壁, 耐震補強, 可塑性, 充填注入, 模型実験

連絡先 〒135-0042 東京都江東区木場 5-8-40 東京パークサイドビル 10 階 大阪防水建設社 TEL. 03-5621-6071

このホース長を変化させることで2液混合後の時間調整ができるので、フローコントロールが容易にできる。

充填材の強度は、石積壁の耐震補強工設計・施工マニュアルに従い、材齢 28 日で 24N/mm^2 を目標としている。試験結果は、材齢 7 日強度で平均 17.0N/mm^2 、材齢 28 日強度で平均 27.4N/mm^2 の強度が得られており目標値を満足している。

3. 充填性確認試験結果

充填性確認試験に先立ち、注入パイプの3つの吐出口からの吐出量を確認した。この時、3つの吐出口からの吐出量が等量に近くなるように、吐出口の大きさを調整した。

充填性の実験は、鉄籠に模擬地盤を作成したものと、壁状模型によるものと2種類を行った。

鉄籠に作成した模擬地盤は、径 1.5m、高さ 1.25m の鉄籠に、既往の実験¹⁾に用いられた裏グリの粒度分布を参考に、75mm 以上のグリ石と 4 号砕石を容積比 1:1 で詰めたものとした。この鉄籠に注入パイプを打ち込み、1/2 インチ(内径 $\phi 12.7\text{mm}$) のグラウトホースを 200m 接続して、注入材を注入した。吐出量は、平均 7L/分で記録計表示圧力は、最大で 1.8MPa であり、比例ポンプによる圧送が可能であることが確認できた。注入中に若干のリークが見られたが、標準注入量の 70L が注入できた。

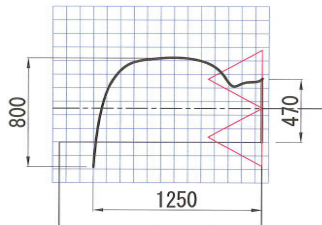


図-2 縦断面

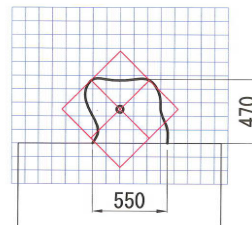


図-3 間知石側横断

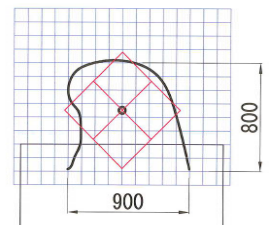


図-4 裏グリ側横断



写真-2 出来形縦断



写真-3 出来形正面

注入翌日に鉄籠を解体して、出来形を確認した。図-2～4 と写真-2, 3 に示すように、注入材は逸脱することなく、注入管の上方にも十分な浸透を見せていた。間知石 4 個分の裏グリを固結させるのに必要な範囲を満足していると判断される。

壁状模型は、幅 1.0m、高さ 1.4m、厚さ 0.5m、勾配 70° の型枠に鉄籠と同じ地盤材料を詰めた。また、裏グリへの浸透状況を観察するために、正面は透明アクリル板とした。壁状模型への注入は、3/4 インチ(内径 $\phi 19.0\text{mm}$) のホースを 60m 接続して行った。吐出量は 10L/分、記録計表示圧力は 0.2MPa で、注入材 100L を注入した。

壁状模型の出来形も、注入材が逸脱することなく、幅 1.0m、高さ 0.9m、奥行 0.5m の固化体が造成されており、良好な浸透が確認できた(写真-4)。



写真-4 壁状模型の出来形

4. まとめ

新しい注入材は、石積壁の耐震補強工設計・施工マニュアルの設計基準強度を満足する2液タイプの材料で、1/2 インチホースで 200m の圧送が可能である。フロー(静置、打撃)が基準値に収まり、調整ホースによりフロー値の調整・管理が容易である。石積壁裏グリ石層への充填性も逸脱がなく、所定の固化体形状が造成可能であることが確認できた。

参考文献

- 1) 太田直之・杉山友康・岡田勝也・布川 修・鳥井原 誠・山本 彰・山田祐樹：間知石を用いた石積壁を対象とした耐震補強工の開発，土木学会論文集 F，Vol. 63No. 2，pp. 212-224，2007. 6
- 2) 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. 6
- 3) 日本道路公団：矢板工法トンネルの背面空洞注入工設計・施工指針，2002. 10