

石積接着補強工法による擁壁の補強効果を 定量的に評価するための表面波探査手法

表面波探査 石積擁壁 接着補強工法

太田ジオリサーチ 正会員 ○美馬 健二
川浪 聖志
正会員 太田 英将
トーラス 茂崎 隆一
平本 真一
和田 晋佳

1. はじめに

石積擁壁は、自然外力や老朽化によって崩壊することがある。予防策のひとつに、石積接着補強工法がある。石積接着補強工法は、石積擁壁背面の空洞に充填剤を充填することで、積石間を強固に接着する新技術である。

本工法の課題は、擁壁の補強効果を定量的に評価することである。工事の発注者にとって補強効果を定量的に把握することは、投資価値を確認したり、リスク管理を行う上で非常に重要である。そこで、本工法の定量的な評価を行うため、国土技術政策総合研究所が公開している表面波探査法¹⁾で擁壁補強前後のS波速度 V_s を測定することとした。その結果、補強工事前後で擁壁の V_s の向上が確認できたので報告する。

2. 石積接着補強工法

石積接着補強工法は、既存石積擁壁の内部に接着性を有する石積み専用充填剤を注入する事によって補強する工法である。また、擁壁背面に発泡固化剤で遮壁層を形成することにより、石積みの排水性を確保することもできる。狭隘地で工事ができることも大きな特徴である。

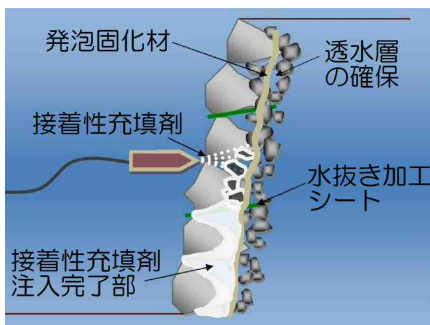


図1 石積接着補強工法



図2 石積接着補強工法の施工状況

3. 擁壁の表面波探査法

(1) 表面波探査法の概要

擁壁は、これまで主に目視点検によって安定性が評価されてきており、目視できない擁壁内部の劣化や地山の緩みを確認できないことが課題となっていた。この課題に対応し、擁壁内部を評価する方法として、2013年国土技術政策総合研究所により擁壁の表面波探査法が考案された(図3)。この表面波探査法は、これまで評価できなかった壁体内部と背後地盤の剛性(V_s)を測定することができる。

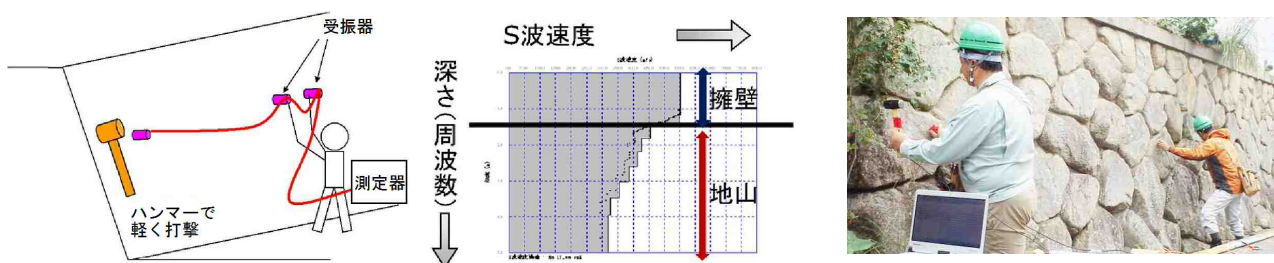


図3 擁壁の表面波探査概要(左：表面波探査の模式図、中央：表面波探査結果、右：表面波探査状況)

The surface wave exploration method for quantitatively evaluating the reinforcement effect of masonry retaining wall by “The filling to cavity and bond system”

MIMA, Kenji/KAWANAMI, Seishi/OHTA, Hidemasa Ohta Geo Research Co., Ltd.
MOZAKI, Ryuichi/HIRAMOTO, shinichi/WADA, Akiyoshi TORUS, INC.

4. 実験

(1) 実験目的

図4に示す既存空石積擁壁（石材径30～50cm、擁壁高さ約1m）において、石積接着補強工法施工前後で表面波探査を実施し、 V_s が向上するかどうかを確認することが目的である。なお、 V_s が遅いほど剛性は低いことを意味し、速いほど剛性は高い。



図4 実験対象の空石積擁壁（左：石積接着補強工法施工前、右：施工後）

(2) 測定・解析方法

機材は、ハンマー（トリガー付き）、受振器3個、測定器よりなる。測定は、2名で行う。1名は、ハンマー1本と受振器1個を持ち、もう1名は、受振器2個を持つ。受振器は、手で擁壁に押さえつける（記録した波形には手の揺れのノイズも含まれるが、高周波の測定のため、低周波からなる手の揺れは解析時に除外できる）。表面波探査測定の仕様を表-1に示す。

表-1 表面波探査の測定仕様

受振器の固有周波数	28Hz
受振器間隔	1.0m
測定長	4.0m
A/D変換	24ビット
サンプリング間隔	250 μ sec
データ長	4096

次に測定手順を示す。①受振器を0m、1m、2mの地点に配置する。②-0.5mの地点をハンマーで1回叩く。③測定器で波形を記録する。④受振器を0m、3m、4mの地点に配置する。⑤②③を行う。⑥記録した波形より、周波数ごとの位相速度を求める。⑦1/3波長則より、 V_s と深度のS波速度構造を推定する。なお、石積接着補強工法施工前後のハンマー打振点と受振器設置点は、全く同じ位置とした。

(3) 実験結果

補強前、補強後の周波数と位相速度の分散特性を図5に示す。これを1/3波長則で示したS波速度構造のグラフを図6に示す。補強前は、浅部は $V_s=550$ m/sであったが、補強後は、 $V_s=800$ m/sまでS波速度が向上した。約1.5倍の上昇である。

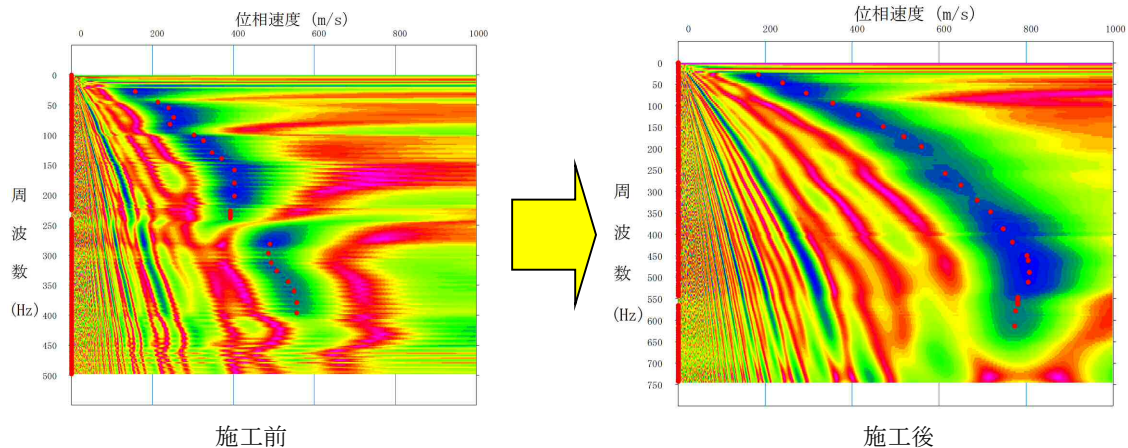


図5 石積接着補強工法施工前後の周波数と位相速度の分散特性

5. まとめ

既存石積擁壁に石積接着補強工法を施工したところ、S波速度が約1.5倍上昇した。S波速度は、下記の関係式があり、S波速度の向上は、剛性率が高まったことを示す。

$$V_s = \sqrt{G/\rho} \quad V_s: S波速度 \quad G: 剛性率 \quad \rho: 媒質の密度$$

これまで、石積接着補強工法の補強効果を定量的に評価することができなかつたが、表面波探査を用いれば、S波速度の指標で補強効果を定量的に評価できることが分かった。

参考資料

1) 国土技術政策総合研究所. 2013. 多世代利用型超長期住宅及び宅地の形成・管理技術の開発, 国総研プロジェクト研究報告第42号, pp. V-8

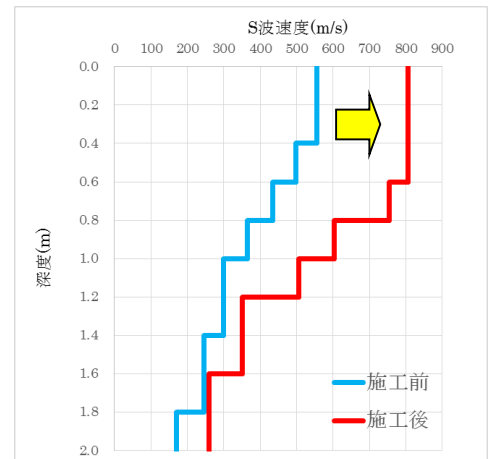


図6 石積接着補強工法施工前後のS波速度構造