

一次元表面波探査を用いたモルタル吹付背面の地山強度測定

Measuring strength of bedrock under shotcrete using the one-dimensional surface wave exploration

美馬健二*, 川浪聖志, 太田英将 (有限会社太田ジオリサーチ)

Kenji MIMA*, Seishi KAWANAMI, Hidemasa OHTA (Ohta Geo Research Co., Ltd.)

キーワード: モルタル吹付, インフラメンテナンス, 一次元表面波探査, S波速度

Keywords: Shotcrete, Infrastructure maintenance, One-dimensional surface wave exploration, S-wave velocity

1 はじめに

佐々木ら¹⁾によると、モルタル吹付は、「簡便に切土のり面を被覆できることから風化・侵食対策として昭和40～50年代に多数施工された。近年、その後の地山の風化等の経年劣化により、場所によっては吹付工の背面が著しく土砂化・空洞化し、それらが要因で吹付工が部分崩落する等の問題も多数生じており、維持管理が課題となっている」とのことである。改めて述べると、モルタル吹付は、風化防止を目的に岩盤斜面に適用する工法であるが、いずれは経年劣化により地山は風化し、写真-1のように部分崩落するということである。モルタル吹付の斜面は基本的に勾配が60°を超えるような急勾配であることから、崩壊メカニズムは、施工当時の岩盤が経年により土砂状まで風化することによって、急勾配を維持できずに崩壊に至るということであろうと考える。

以上を踏まえると、モルタル吹付の維持管理は、以下2点の検討が重要である。1点目は、モルタル吹付背面の地山がどれほどの強度まで風化(低下)しているのかを把握することである。2点目は、全国に分布しているモルタル吹付の数は膨大であるため、長い工期と費用を要する斫り(はつり)工事やボーリング調査ではなく、迅速な調査手法により調査を実施することである。

そこで、モルタル吹付背面の地山強度を迅速に調査できる手法として、一次元表面波探査を紹介



写真-1 モルタル吹付斜面の崩壊 (地山は土砂状)

する。実際に、モルタル吹付の法面で一次元表面波探査を行ったので、その方法及び結果を報告する。

2 一次元表面波探査の概要

図-1に、一次元表面波探査の測定模式図を示す。受振器は、固有周波数28Hzの速度型1成分地震計4個を用い、モルタル吹付面に対して垂直に、0m, 0.5m, 1.0m, 2.0mの4地点に一直列で設置した。起振は、軽量のハンマーで-1.0m地点にてモルタル吹付面に垂直に1回打撃した。

この測定方法は、林ら²⁾による受振器12個を1mピッチで展開する擁壁の探査手法を応用したものであるが、今回、受振器を4個に減らし、延長を短くした点を工夫している。山地の地層境界や強度は、平地に比べて起伏が大きい場合が多いので、探査測線の延長を長く設置すると、解析の前提条件である水平構造から外れてしまい、解析作業を困難にさせてしまう。このため、できるだけ探査測線を短くした方が良い場合が多く、大概是2m程度で解析が可能である。また、受振器は、多ければ多いほど解析が容易になるが、丁寧な測定を行えば3～4個で解析は十分である。

位相速度解析は、多チャンネル解析によって行い、最終的には1/3波長経験則によるS波速度構造図を結果としてまとめる。一連の作業(設置・測定・解析)時間は、10分～数十分である。本論で紹介する測定現場は、勾配1:1.0のモルタル吹付斜面である。測定状況を写真-2に示す。

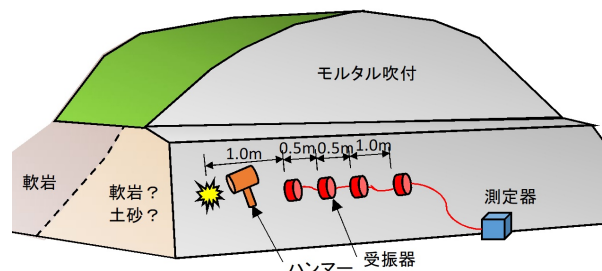


図-1 モルタル吹付斜面における一次元表面波探査の測定模式図



写真-2 モルタル吹付面での測定状況

3 解析結果

解析した周波数領域の位相速度分布を図-2 に示した。この図によると、レイリー波の位相速度は、150m/s 前後と読み取れる。この結果を 1/3 波長経験則により S 波速度構造図で示すと、図-3 のようになる。モルタル吹付背面の地山に相当する深度 0.6~1.8m 範囲が探査できていることが読み取れる。また、S 波速度にもよるが、固有周波数 28Hz の地震計を用いた場合は、探査深度は 2m 程度が限界であることもわかる。

図-3 に示す S 波速度 $V_s=158\text{m/s}$ は、下式³⁾より N 値換算にすると、N 値 ≈ 5 である。

$$V_s = 97.0N^{0.314}$$

ここに、N : N 値

したがって、今回測定した現場のモルタル吹付背面は、N 値 ≈ 5 の土砂相当という判定結果となる。なお、測定した現場の N 値が著しく小さい理由は、切土端部の地表付近で実施したためであり、地山はもともと風化岩盤ではなく、土砂であったものと推定される。

4 まとめ

モルタル吹付斜面で一次元表面波探査を実施したところ、下記の結果が得られた。

- ①モルタル吹付背面の地山の S 波速度を調査できることが分かった。また、S 波速度は、N 値に換算できる物性値のため、S 波速度に慣れていない技術者であっても、土砂なのか岩盤なのか、岩盤であった場合はどれほど風化しているのかどうかを判定することができる。
- ②延長 2.0m の局所的な範囲で探査が可能である。局所的な範囲で探査を行うことによって、同じモルタル吹付斜面でも、場所によってどこの地盤が脆弱なのかを判定することができる。地山の脆弱

な範囲を抽出することで、修繕・改築が必要な箇所の優先順位を決めることができ、円滑なストックマネジメントを実現する一助になると考える。
③作業（設置・測定・解析）時間は、10 分~数十分であり、1 日に多数の調査が可能である。

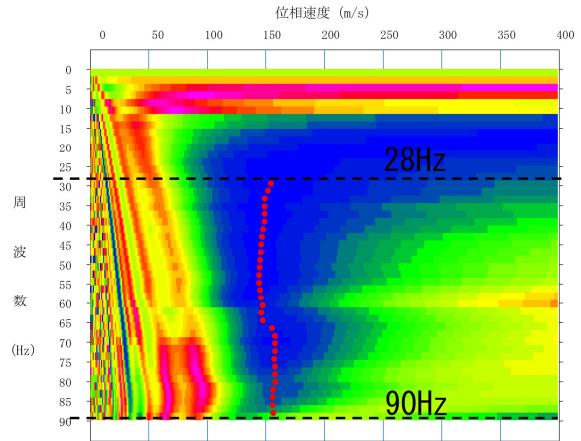


図-2 周波数領域の位相速度分布

縦軸：周波数 (Hz)，横軸：位相速度 (m/s)

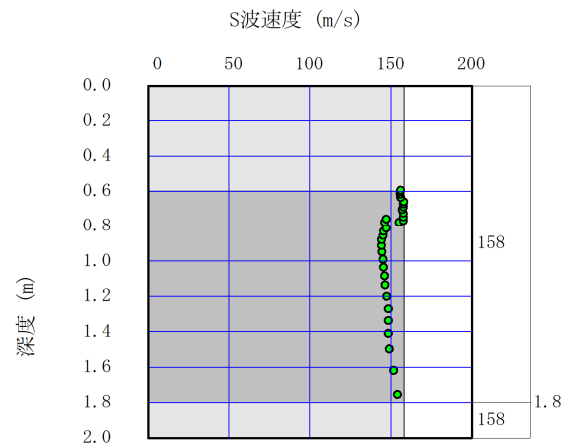


図-3 S 波速度構造図（緑色の丸印がレイリー波速度であり、グレー色が S 波速度である。薄いグレー色の範囲は解析しなかった部分である。）

参考文献

- 1) 佐々木哲也，加藤俊二（2015）：道路のり面斜面対策におけるアセットマネジメント手法に関する研究（1），土木研究所平成 27 年度プロジェクト研究・重点研究報告書，pp.1.
- 2) 林宏一，Jamts Altantsetseg，田村昌仁（2007）：石積擁壁を伝わる弾性波動とその分散曲線の解析，物理探査学会第 116 回学術講演会論文集.
- 3) 今井常雄，殿内啓司（1982）：N 値と S 波速度の関係およびその利用例，基礎工，Vol.10，pp.70~76.