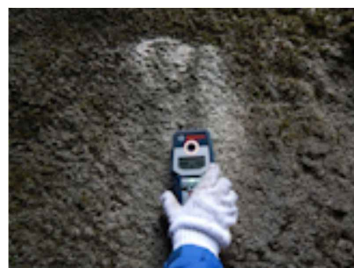
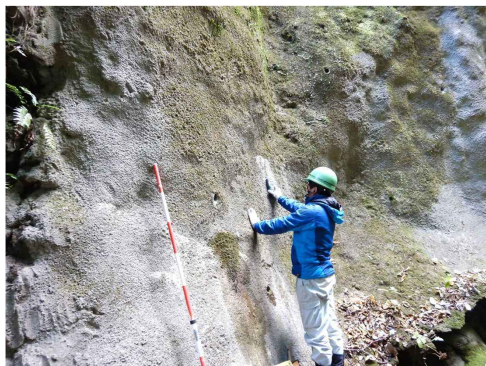


シーズその1

金属探知機を用いた吹付モルタル内の ラス金網探査



鉄筋探査機による吹付モルタル内のラス金網探査状況

有限会社太田ジオリサーチ
○美馬 健二、川浪 聖志

1

ニーズの再確認

テーマ3：道路法面保護施設（モルタル吹付）の地山との空洞化（密着度）やラス金網の有無の調査技術

【 ニーズの概要 】

モルタル吹付部の空洞、ラス金網の有無が職員でも簡単に調査できる技術

【 求める技術 】

○ モルタル吹付の空洞、ラス金網の有無を確認する技術

【 求める条件 】

○ 足場やロープ等の仮設が不要であること

<ラス金網調査の留意点>

- ①ラス金網の有無が職員でも簡単に調査できること。
- ②ラス金網については有無のみであり、深度は不要であること。
- ③仮設が不要であること。



金属探知機を提案する。

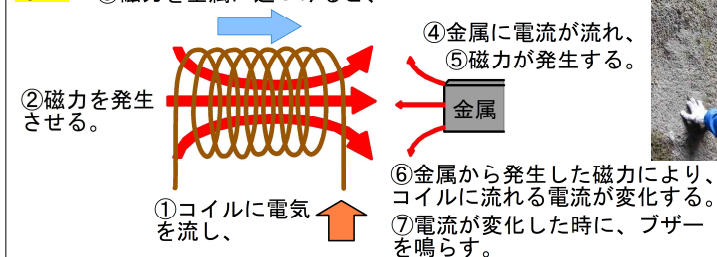
当初、電磁波レーダー探査を想定していたが、探査未経験者が、電磁波レーダー探査結果を解読することは難しいと判断した。

2

金属探知機の概要

金属探知機とは、**電磁誘導**を利用して金属の有無を探知する機器である。不発弾、空港での持ち物検査、埋設管等の探査に用いられる。

原理 ③磁力を金属に近づけると、



探査状況

<長所>

ブザーが鳴った場合 → 金属あり
ブザーが鳴らなかった場合 → 金属無し

極めて単純なしくみであり、金属の有無がその場ですぐ判断できる。

<短所>

・ラス金網が設置されている深度が分からない。
・モルタル吹付背面の空洞が分からない。ただし、空洞探査は赤外線サーモグラフィ調査で既に実用化されている。

3

問題点

- ①通常、ラス金網は、線径2.0mm、網目50mmが用いられる。鉄の量としては、不発弾や埋設管に比べて著しく少ない。逆に、比較的浅い探査でもある。
- ②ラス金網は、モルタルやコンクリートが3～20cm程度の厚さで被覆されていると推定される。



このような環境で、金属が探知できるかどうかが課題である。

現在実験中



ラス金網を埋設したモルタルとラス金網が無いモルタル模型を作製し、金属探知機でラス金網の有無が探知できるか実験中である。

実験等により、適切な性能を有した金属探知機が確定できれば、数十秒でラス金網の有無を判定できる可能性がある。

4

実用化させるために

モルタル吹付施工地は、膨大な数である。

事例もない不確実な方法で調査を進めることは、手戻りが発生するため適切ではない。

現場ごとに探査結果の解釈に時間をかけていると調査が進まない。

モルタル吹付は、他のコンクリート構造物に比べて不均質であることが想定され、「的確な探査法」を確立することが、非常に重要である。さまざまな条件で実験し、探査作業をマニュアル化する必要がある。

具体的には、ラス金網の太さ・間隔、吹付のモルタルの厚さ、空洞の有無、湿潤・乾燥状態、探査器材の種類など様々な条件を設定し、既知の模型(ラス金網埋め込みモルタル)を用いた実験を行う。探査限界を把握し、ラス金網の有無が検出できる方法(範囲)を検討する。

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



有限会社太田ジオリサーチ ○美馬健二、川浪聖志

1

技術の説明概要

1. 背景

- ・近年、モルタル吹付斜面が崩れている。
- ・モルタル背面の地山強度はどうなっているのか？

2. モルタル吹付の目的と効果

- ・モルタル吹付は岩盤の風化抑制が目的である。
- ・モルタル吹付をしてもいずれは岩盤は風化する。

3. モルタル吹付斜面の崩壊メカニズム

4. 一次元表面波探査による地山強度測定

- ・膨大な数のモルタル吹付斜面をいかに迅速に地山の強度を測定するか。
- ・一次元表面波探査を紹介。

5. 一次元表面波探査による探査事例(崩壊履歴のあるモルタル吹付付近で実施)

- ・モルタル吹付斜面は、S波速度(地山強度)がいくらになると崩壊するのか。

2

1. 背景

昭和40年＝1965年
施工後約50年を超える

モルタル吹付は、「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」

※佐々木ら(2015):道路のり面斜面对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. 引用

- ①近年、モルタル吹付斜面の部分崩落が多数生じている。
- ②その原因は、地山の風化等の経年劣化である。

今後、モルタル吹付斜面の崩落が懸念される。



したがって

地山の強度を調査すべきであると考えた。

モルタル吹付は、風化防止をしていたのではなかったのか？



モルタル吹付の崩壊状況

3

2. モルタル吹付の目的と効果



モルタル吹付施工状況
(高速道路技術センター:現場のチェックポイント,平成11年3月より引用)



モルタル吹付斜面の崩壊

斜面やのり面に湧水が少なく、当面崩壊の危険性は少ないが、亀裂が多く風化しやすい岩、風化してはげ落ちるおそれのある岩等の風化を抑制する目的で用いる

平成29年12月版
日本道路協会:落石対策便覧P127

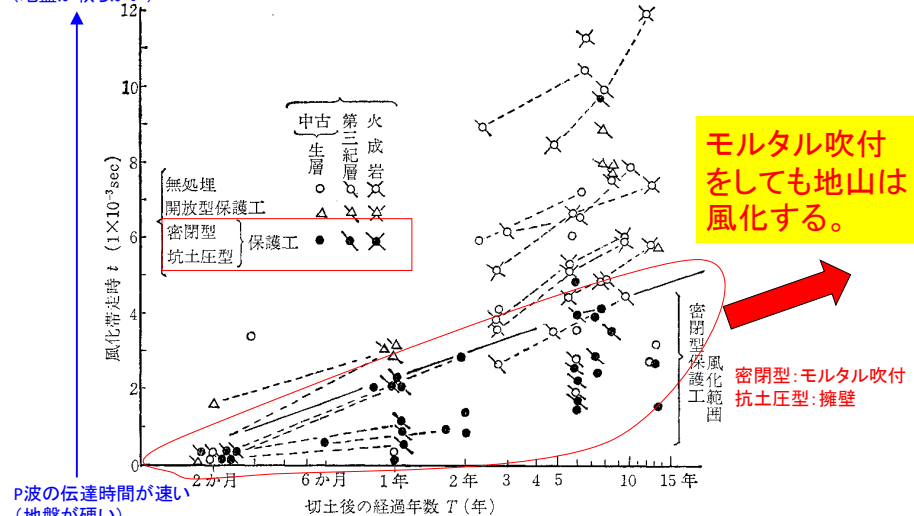
モルタル吹付をしたら、岩盤は永久に風化しないという意味なのか？

→そうではない。

4

2. モルタル吹付の目的と効果

P波の伝達時間が遅い
(地盤が軟らかい)

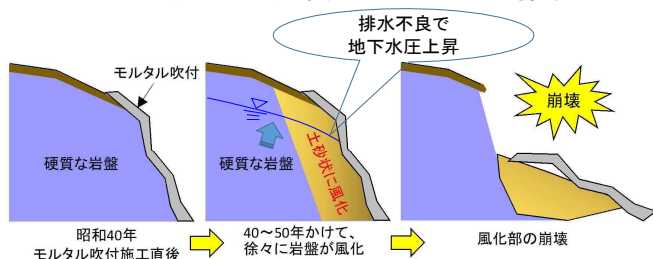


保護工種別風化量の経時変化

奥園誠之: 切取斜面の設計から維持管理まで, 鹿島出版, 1983. 引用

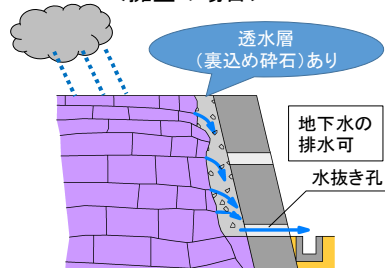
5

3. モルタル吹付斜面の崩壊メカニズム(推定)

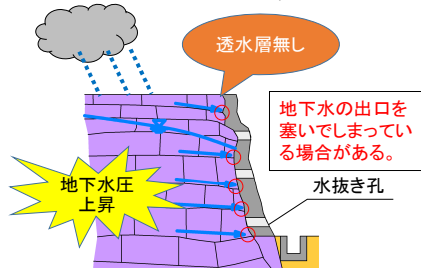


維持管理において、モルタル背面の地山が岩盤なのか土砂なのかを把握することが重要である。

<擁壁の場合>



<モルタル吹付の場合>



擁壁とモルタル吹付の違い

6

4. 一次元表面波探査による地山強度測定

モルタル吹付の数は膨大である。

ボーリング等の破壊を伴う方法で地山の風化度を調査していたのでは、時間がかかって対策が進まない。

↓ 解決策として、

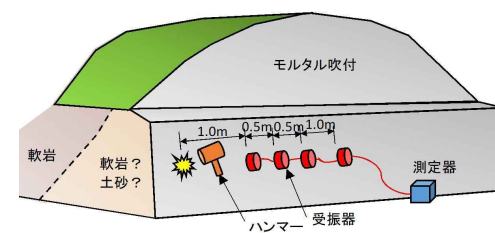
迅速に調査することが必要であり、非破壊探査である一次元表面波探査を紹介する。

一次元表面波探査のメリット

- ①非破壊探査である。
- ②深度2m程度の地山のS波速度(換算N値)が測定可能である。
- ③迅速な調査手法である。測定時間は、10分~数十分。
- ④探査機材は、10kg程度(分解可)であり、人力運搬可。

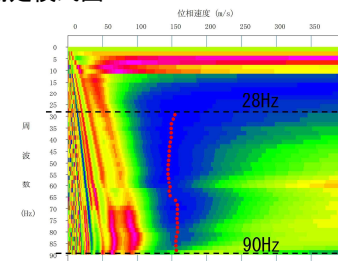
7

4. 一次元表面波探査の方法

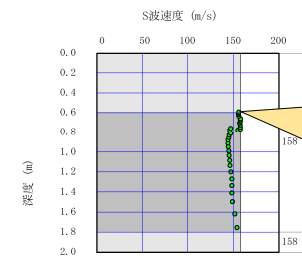


モルタル吹付斜面における一次元表面波探査の測定模式図

1. 受振器4個を0.5~1.0mの間隔で一直線に配置する。
2. 受信器の端部で、ハンマーを用いて1回起振する。
3. 測定器により表面波が受信器を通過する時間を測定し、周波数ごとの表面波の位相速度を解析する。
4. 3分の1波長則より、S波速度構造図を作成する。
5. S波速度(または換算N値)より岩質を判定する。



表面波の位相速度解析図
(縦軸: 周波数, 横軸: 表面波の位相速度)



S波速度構造図
(縦軸: 深度, 横軸: S波速度)

$V_s = 158 \text{ m/s}$
↓
換算N値5相当
↓
土砂と判定
換算式
 $V_s \approx 97.0N^{0.314}$

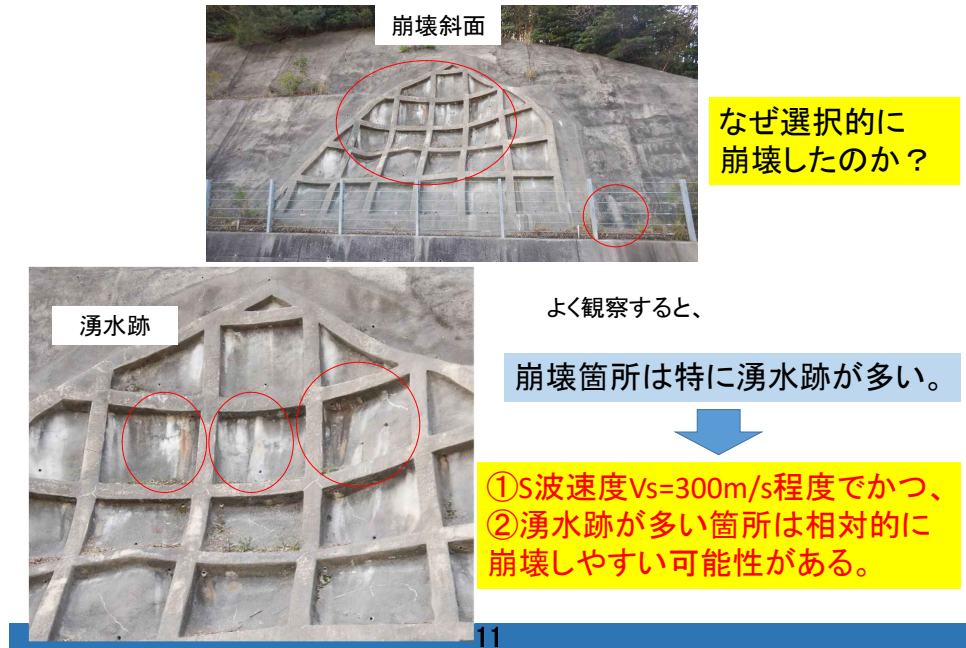
8

5. 一次元表面波探査による探査事例



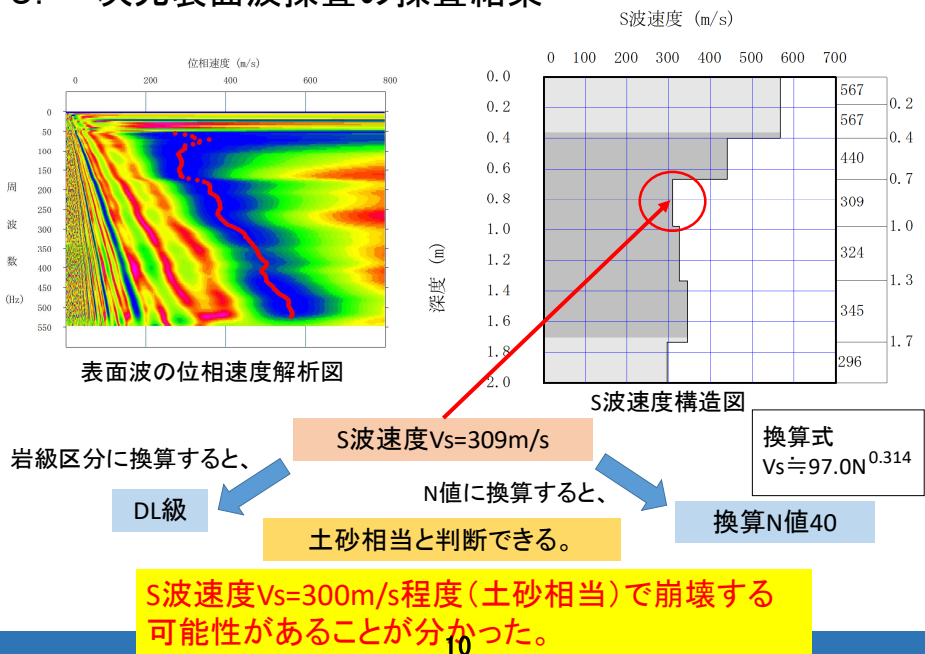
9

5. 崩壊メカニズムの推定



11

5. 一次元表面波探査の探査結果



10

5. 風化が速い岩盤について(参考)

風化が速い岩(土木学会: 岩盤斜面の調査と対策, P27, 1999引用)

崩壊性要因を持つ地質	代表地質等
風化が速い岩	泥岩、凝灰岩、頁岩、粘板岩、蛇紋岩、片岩類等
割れ目の多い岩	片岩類、頁岩、蛇紋岩、花崗岩、安山岩、チャート等
割れ目が流れ盤となる岩	層理、節理が斜面の傾斜方向と一致している片岩類、粘板岩等
構造的弱線をもつ地質	断層破砕帯、旧地すべり地、崩壊跡地等

対策の優先順位は、地質を考慮して検討する方法もある(参考)。

12

まとめ

- ・近年、地山の風化等でモルタル吹付斜面が崩れている。
- ・岩盤の風化を抑制するモルタル吹付をしても、いずれは岩盤は土砂に風化する。
- ・地山の強度測定は、一次元表面波探査が有効である。
- ・実際に崩壊したモルタル吹付斜面のすぐ横で調査したところ、①地山はS波速度 $V_s=300\text{m/s}$ 程度(土砂相当)でかつ、②湧水跡が多い箇所では相対的に崩壊しやすい可能性があることがわかった。