

低周波地中レーダの斜面への適用に関する検討（その1） —地質境界を特定した探査事例—

戸田建設株式会社 正会員 ○蟹井 猛宏, 森藤 勉, 吉野 尚人
株式会社田中地質コンサルタント 正会員 野村 成宏
国土交通省山陰西部国道事務所 非会員 河上 伸一

1. はじめに

本と第一トンネル（トンネル延長 $L=1,972\text{m}$ NIM ）の終点側坑口に分布する崖錐堆積物は薄層と想定されているが、既往調査より終点側坑口周辺斜面には潜在的な脆弱部があり、トンネル掘削に伴い斜面の不安定化が懸念されていた。ここでは低周波地中レーダ結果と追加ボーリング調査結果を基に崖錐堆積物である土砂と岩盤の地質境界を特定した事例について報告する。

2. 低周波地中レーダの概要

本稿では一般的な埋設管調査で実施する中心周波数 200MHz の地中レーダではなく、対象深度が深い中心周波数 25MHz の地中レーダを用いて探査を行った。計測方法については測線上の深部にある反射面を測定するプロファイル計測と反射面の深度を補正するワイドアングル計測をそれぞれ実施している。

3. 地形地質概要

図-1 に示すように既往調査では、トンネル縦断上で終点側坑口に近い範囲に崖錐堆積物が分布すると想定されていた。なお、崖錐堆積物の N 値は 4 程度と非常に小さく、層厚は概ね 1m と非常に薄いとされていた。

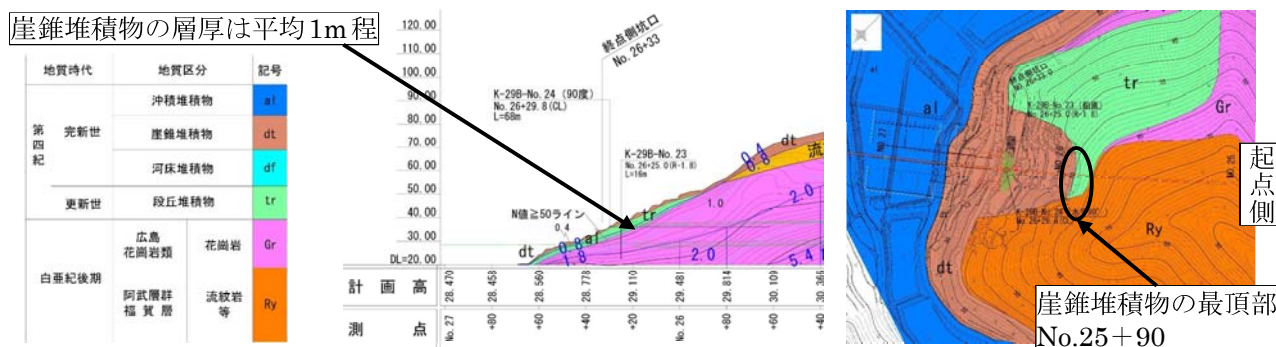


図-1 既往調査における地質平面図と地質縦断図

4. 再検討した崖錐堆積物の分布

地表踏査結果を反映した地質平面図を図-2 に示す。崖錐堆積物の分布は既往調査よりも広く、また最頂部は東側に傾き、当初位置よりも約 40m 起点側に分布することが明らかとなった。また、崖錐堆積物の分布域に地すべりと思われる地形が確認された。以上のことから、当初結果と比べて崖錐堆積物の範囲は広く、不安定な地質が分布することが明らかとなった。そこで、崖錐堆積物の層厚や平面的分布を明確するために低周波地中レーダを用いることにした。低周波地中レーダの探査測線は崖錐堆積物の層厚が最も深いと思われる位置で実施した。

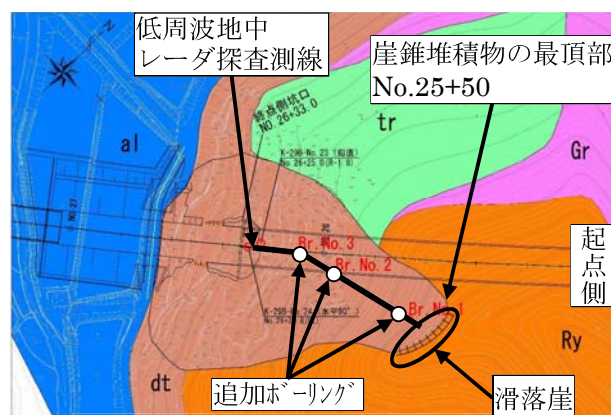


図-2 再検討結果を併記した地質平面図

キーワード 低周波地中レーダ, 山岳トンネル, 地質境界, 崖錐堆積物

連絡先 〒104-0031 東京都中央区京橋 1-7-1 TODA BUILDING TEL 070-2686-4206

また、低周波地中レーダを実施後に、得られた反射面の地質性状を確認するために追加ボーリング調査を3箇所 (BrNo.1, BrNo.2, BrNo.3) 実施した。

5. 低周波地中レーダ探査結果とボーリング結果の比較

図-3 は追加ボーリング結果を併記した低周波地中レーダ探査結果を示す。なお、測線には段差があり、低周波地中レーダの計測を2つに分割している。探査結果より、反射面は概ね連続しており、5~6つの反射面が得られた。そのうち最も浅い反射面1の深度は約4~5mであったことから、当初の崖錐堆積物の層厚(1m)とは異なると考えられた。

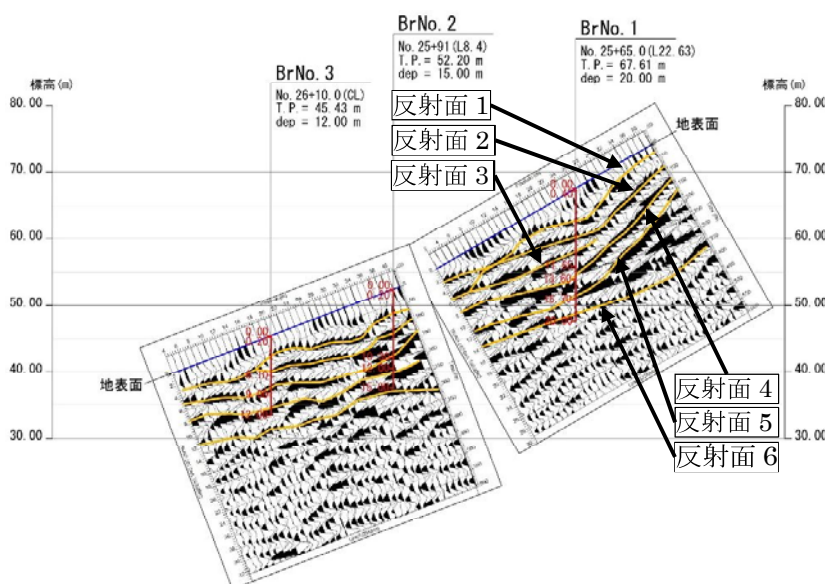


図-3 追加ボーリング結果を併記した低周波地中レーダ探査結果

図-4 は反射面の結果を併記した

BrNo.1 のコア情報結果であり、本稿では BrNo.1 と反射面の結果を比較した一例を示す。崖錐堆積物と花崗岩の地質境界である 13.6m と近い位置に反射面 4 (12.96m) が認められたことから、低周波地中レーダ探査により地層境界の平面的分布を把握することができた。さらに各反射面とコア性状・N 値との関係性を整理した結果、崖錐堆積物の層内には礫の含有量に差があり、礫量が少なくなる箇所では N 値が低くなる傾向を示し、それに対応する位置で反射面 (反射面 1, 反射面 3) が得られていることが分かった。また、花崗岩の層内には熱水変質の度合いに差があり、変質の強い箇所 (コア深度 19m) で N 値が低く、その位置に概ね反射面 (反射面 6: 18.85m) が認められたことから、層内の特性によっても反射面が得られていることが明らかとなった。以上より、低周波地中レーダ探査結果によって地質境界の平面的な分布を把握でき、さらに各層内の変異点で反射面が得られ、その分布についても把握できることが分かった。

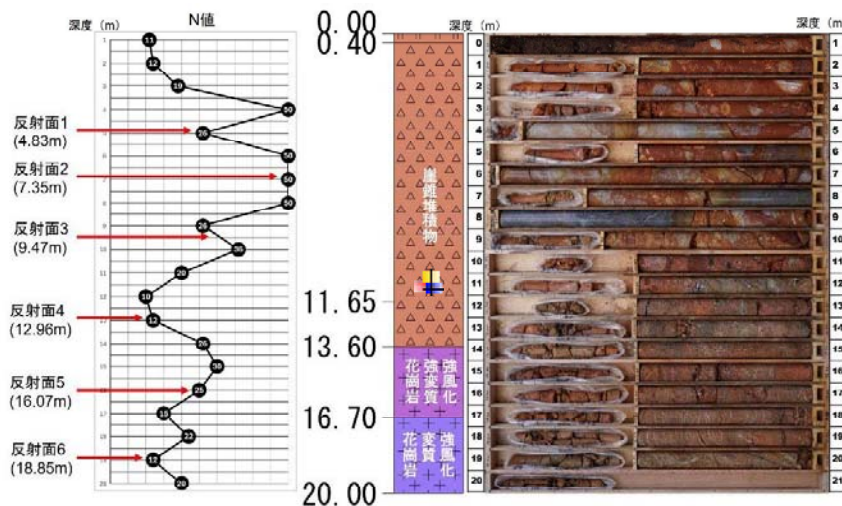


図-4 得られた反射面と BrNo.1 の結果比較

6. まとめ

本稿では、中心周波数 25MHz の低周波地中レーダを用いることで、崖錐堆積物と花崗岩の地質境界および各層内の変異点に対応した平面的分布を推定できることを明らかにした。今後は、反射面と岩盤性状との関係性を定量的に評価すべく、多くの現場で適用して計測結果を蓄積していき、地質境界および地質性状の平面的分布の精度向上を目指していく。

参考文献

- 1) 吉野尚人, 蟹井猛宏, 野村成宏: 低周波地中レーダによる切羽前方探査手法の開発 (その 1) —実証実験結果の妥当性の検証—, 令和 6 年度土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会, 試験法・調査法 (1), III-128.