

トンネル事前調査における電気探査の活用事例

基礎地盤コンサルタンツ (株)

○根岸 拓真、西 俊憲、佐々木 勝

1. はじめに

従来、山岳トンネルの事前調査としての物理探査には、弾性波探査が一般的に用いられてきたが、探査深度が浅いことや、高速度層の下位の低速度層を探査できないという問題点があり、電気探査を併用する例も増えている。

トンネル地山区分判定に先立ち、施工時の建設発生土のリスク判定に電気探査を活用した事例を紹介する。



図-2 主な地層・岩石の原位置弾性波速度¹⁾

2. 業務概要

トンネル区間 (図-1) には、新第三紀の凝灰岩、シルト岩、貫入岩である流紋岩、安山岩が分布し、凝灰岩、シルト岩には自然由来重金属が含まれている。

本業務では、トンネル施工時における建設発生土のリスク評価および要対策土量の把握の為、トンネル断面における地質分布を明らかにすることが課題であった。

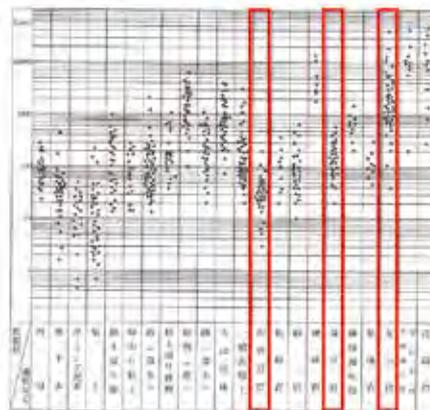


図-3 地質・土質と比抵抗との関係²⁾

3. 探査手法の検討

本業務で検討対象とした新第三紀の凝灰岩、シルト岩では、弾性波伝播速度に大きな違いが現れないことが想定された (図-2)。そこで、弾性波探査法と比較し、対象とする岩種毎の値の差がより明瞭である (図-3) 比抵抗値に着目した電気探査法を採用した。

いて評価するため、既往コア試料を用いて、比抵抗測定を実施した³⁾。試料は風化部～新鮮部の試料を選定した。既往ボーリングにおいて地下水位より上位の試料は自然状態で、地下水位より下位の試料は本業務のボーリング時に採取した地下水に48時間浸し、飽和状態とさせた後に測定を実施した。

4. コア比抵抗測定結果

比抵抗値は、地質の違い、風化、地下水等の要因により変化する。これらの、比抵抗変化に影響を与える各要因につ

コア比抵抗測定の結果を表-1にまとめた。また、コア比抵抗測定の結果によっ

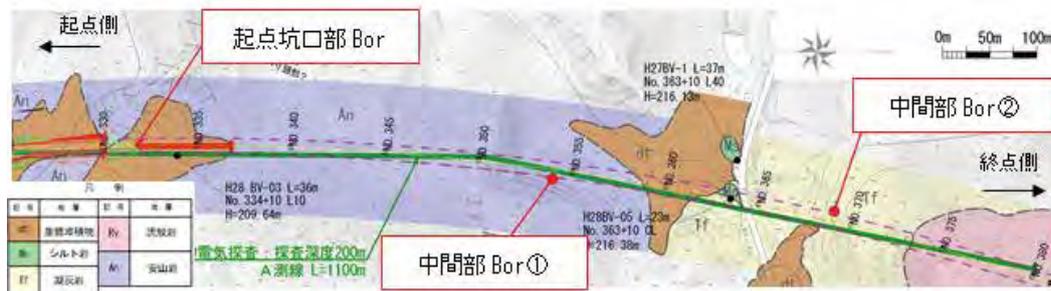


図-1 トンネル計画ルート平面図

て得られた比抵抗と風化の関係については、図-4に示した。

表-1 コア比抵抗測定結果

岩種	試料1	試料2	試料3	試料4	試料5	試料6	試料7	試料8	試料9
凝灰岩	33.2	13.7	12.7	1.3	3.5	2.4	22.8	16.0	15.4
シルト岩	26.2	5.6							
流紋岩	135.7	416.2							
安山岩	65.8	181.3	198.1	237.1					

□ 不飽和状態試料

コア比抵抗測定の結果、凝灰岩は30Ωm以下、シルト岩は20Ωm以下、安山岩は150Ωm以上、流紋岩は400Ωm以上（飽和状態では400Ωm程度）を示すことがわかった。

また、風化の影響による比抵抗値の違いについては、優位な差は見られなかった。地下水の影響による比抵抗値の違いについては、地下水の上位と下位とで比抵抗値が大きく変化するという結果が得られた。

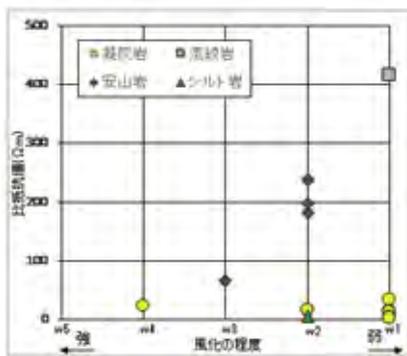


図-4 比抵抗-風化の関係

5. コア比抵抗測定結果と電気探査の結果

電気探査の結果、トンネル区間に対して同じ比抵抗値の範囲が鉛直方向に分布していることが確認された(図-5)。この比抵抗値の分布形態が、岩種による違いを反映したものか、あるいは断層などによって生じた地下水位の高さの違いを反映したものか確認するために、異なる比抵抗範囲の境界部を中心にボーリングを実施した。

6. ボーリング結果

ボーリングの結果、地下水位は地表から概ね20~50m付近に位置していることが確認された(図-6)。このことから、電気探査によって確認されたトンネル区間に対して鉛直方向への同比抵抗値の分布は、断層によって生じた地下水の高低差を示したのではないことが確認された。また、起点~中間部で確認されていた高比抵抗部は、ボーリングにより、安山岩であることが確認され、貫入岩の形状を反映したものと考えられることから、比抵抗値の違いは岩種によるものと判断した。

7. 考察

電気探査により、自然由来重金属を含む凝灰岩およびシルト岩の範囲について概ね捉えることができ、要対策土量の把握に成功した。しかし、比抵抗値の近い凝灰岩とシルト岩層の地層境界の区分は困難であった。

上記課題の改善方法の一つとして、電気探査、ボーリング結果、弾性波探査、室内試験等の複数の探査・試験の結果から、別の物性を推定する統合物理探査⁴⁾を用いて地層の分布範囲を推定することが挙げられる。

《引用・参考文献》

- 1) 土木学会編：より良い山岳トンネルの事前調査・事前設計に向けて、p.183, 2007.5.
- 2) 島 裕雅・梶間 和彦・神谷 英樹「建設・防災・環境のための新しい電気探査法-比抵抗映像法」、古今書院、p.111, 1995.3.
- 3) 千葉 昭彦・熊田 政弘：花崗岩及び凝灰岩試料の比抵抗測定、p.161-172, 1994.6.
- 4) 物理探査学会編：統合物理探査による地盤物性評価と土木建設分野への適用、p.47, 2017.12.

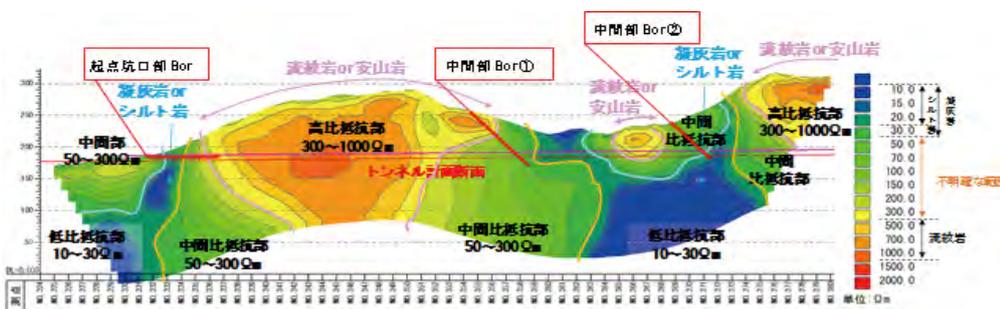


図-5 比抵抗分布図

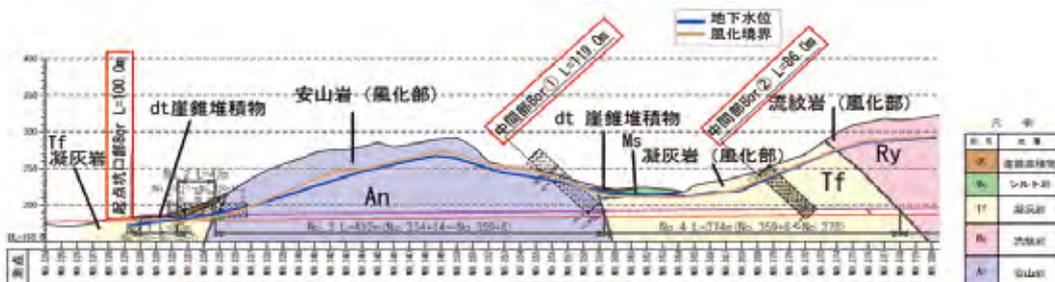


図-6 地質断面図