

## 巨大転石地における電気探査による地盤状況の把握事例

川崎地質(株) ○藤村 恭平, 原 勝宏, 住 武人, 宍戸 拓磨

## 1. はじめに

電気探査とは、地盤の電気的性質を測定することで、地盤状況を把握する物理探査法の一つであり、土木の地質調査や地すべり調査で多く利用されている。

本報告は、道路盛土の施工計画範囲に分布した巨大転石（巨礫）の群集地において、地下の地盤状況を効率的に把握し施工計画に反映することを目的に、ボーリング調査と併せて比抵抗二次元探査を実施した事例である。

## 2. 調査地の特徴

当該地は、写真-1に示すように、山間の沢部に径1～2mの硬質な花崗岩質の巨礫が多数分布している。積み重なった巨礫間は、沢の中央部では主に空洞となっており、沢の両端部は土砂で充填されている。また、沢部の出口で伏流した水が湧出し、貯水槽に貯められており、この水は近傍施設で業務用水として利用されている。

したがって、施工時に考慮すべき懸念事項として、地表および地下の巨礫群の分布状況、水源となる帯水層の分布状況を把握する必要がある。



写真-1 巨礫群集地

## 3. 電気探査の概要

## (1) 電気探査の手法

電気探査には調査対象に応じた複数の探査方法が考案・適用されている（表-1）。

表-1 主な電気探査と探査対象

測定方法	測定項目	主な探査対象
比抵抗法	見かけ比抵抗	地質分布、地下水状況
自然電位法	電位差	地下水経路
強制分極法	電気分極	鉱床探査

本事例では、巨礫群の分布状況および地下水状況を把握するために比抵抗法を実施した。

## (2) 比抵抗法の適用

比抵抗法とは、地表に設置した一対の電極から通電し、

その時に生じた電位差を別の一対の電極で測定することで地下の比抵抗分布を推定する方法である。

本事例では、測線下のある深度における水平方向への比抵抗分布の把握に適した比抵抗二次元探査を用いた。表-2に本事例で実施した探査諸元を示す。

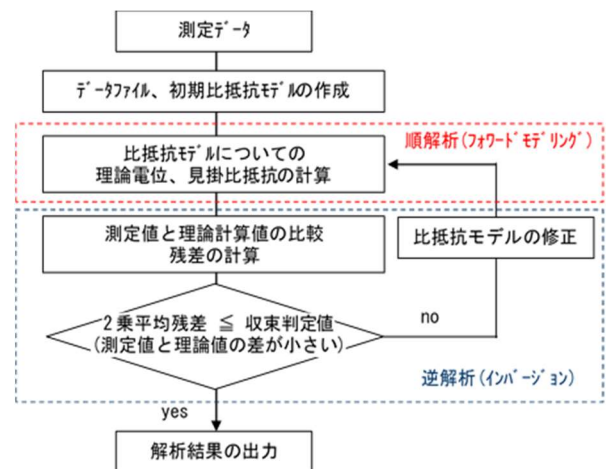
表-2 本事例で実施した比抵抗二次元探査諸元

項目	実施内容
測定範囲	測線長 120m、最大測定深度 40m
電極配置	2 極法配置（ポール・ポール法配置）
最小電極間隔	2m

## (3) 解析処理の概要

探査結果および測線測量で得られたデータを基に解析処理を行い、測線下の比抵抗断面を検出する。図-1に比抵抗二次元探査の一般的な解析の流れを示す。

本事例で使用した解析プログラムでは、自動的に設定された初期比抵抗モデルを用いて測定データとの比較、モデルの修正を行った。

図-1 解析手順とチェック項目<sup>1)</sup>

## (4) 探査結果の評価

比抵抗の大小と地盤状況の関係は、表-3に示すように各種因子によって変化する。主な傾向として、岩質が硬質であるほど、また空隙率（不飽和）が高いほど、比抵抗が大きくなり、一方で、風化や変質の程度が強いほど、また水飽和度が高いほど、比抵抗は低くなる。

表-3 岩石・土の状態で比抵抗の定性的関係<sup>2)</sup>

状 態	岩石・土の比抵抗の変化		備 考
	低	⇒ 高	
地下水・間隙水の比抵抗	低	⇒ 高	塩分濃度、塩水楔
水飽和度	高	⇒ 低	
空隙率(飽和状態)	大	⇒ 小	
粘土分	多	⇒ 少	
風化・変質程度	強	⇒ 弱	
温度	高	⇒ 低	地熱

#### 4. 調査結果

当該地で実施した比抵抗二次元探査結果およびボーリング調査結果を図-2に示す。

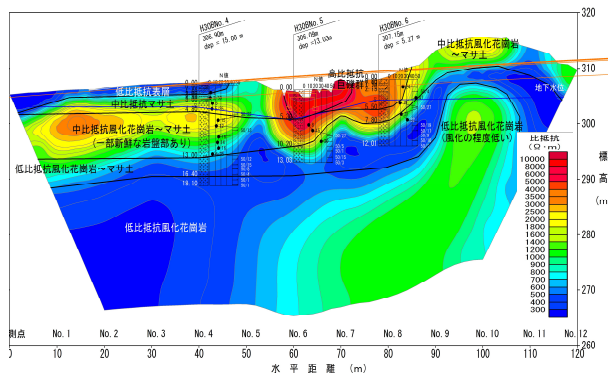


図-2 比抵抗二次元探査およびボーリング調査結果

また、調査結果より得られた当該地の地盤状況の概要を表-4にとりまとめた。

表-4 当該地の地盤状況の概要一覧

比抵抗 ( $\Omega \cdot m$ )		N値	土質	地下水の有無
高比抵抗帯	5000 ～10000	50以上	巨礫群 (間隙は空洞)	無
	3000 ～5000	8～24	巨礫群 (間隙は砂で充填)	無～有
中比抵抗帯	1000 ～6000	5～16 一部50以上	風化花崗岩～マサ土 (一部、新鮮な岩盤部あり)	無～有
低比抵抗帯	300 ～1000	30 ～50以上	風化花崗岩～マサ土	有

##### (1) 地質構造

探査結果より、測点 No. 5～7区間に厚さ  $L=5\sim 10m$  の高比抵抗帯 (比抵抗  $3000\sim 10000 \Omega \cdot m$ ) の分布が確認された。これらは、硬質な地盤、空洞の発達を反映していると推定され、実際に、現地踏査およびボーリング調査で確認された巨礫群の密集区間 (沢部中央部) と整合する。特に、巨礫群が地表に露頭し且つ礫間が空洞となっている範囲は、図中では比抵抗  $5000\sim 10000 \Omega \cdot m$  を示す高比抵抗帯 (図中赤色) として検出されている。これらの下位には、マサ土～短柱状の風化花崗岩が分布している。

また、測点 No. 1～5区間の  $GL-10m$  付近では、比抵抗  $1000\sim 6000 \Omega \cdot m$  を示す中比抵抗帯が分布している。当該区間は、ボーリング結果より、地下水以深のマサ土～風化花崗岩が分布する区間と整合するが、部分的に鮮度が高く硬質な岩盤部も存在するため、それらの影響により周囲と比べやや高い値を示したと推定される。

##### (2) 地下水状況

調査結果より、当該地の地下水位状況について以下の関係性が確認された。

- ①地下水位は  $TP+300.6\sim 304.1m$  を示し、巨礫群の直下

で確認される。

- ②地下水位以深では、比抵抗  $300\sim 1000 \Omega \cdot m$  の比抵抗帯が主体的に確認される。

低比抵抗帯の中でも、測点 No. 8～9付近では、比抵抗  $800\sim 1000 \Omega \cdot m$  が示され、周囲の風化花崗岩と比べて風化の程度が低いことが推定される。

- ③測点 No. 6の  $TP-300.0m$  付近において、N 値が  $8\sim 15$  を示し、周囲の N 値 ( $30\sim 50$  以上) と比較して部分的に低いこと、当該部の周囲には概ね比抵抗の高い岩盤層が分布し、沢水が周囲へ浸透する可能性は低いことから、当該部が沢部の水みちであると推定される。

#### 5. 設計・施工への考察

調査結果に基づき、当該地に道路盛土施工する上で想定される留意事項を下記に述べる。

- ①巨礫は、鉛直方向に約  $10m$  と深部まで分布していると推定され、特に沢部中央部の礫間には空洞であることから、盛土材料が礫間や空洞内に落ち込み、さらにそれらが地下水によって流出する可能性が考えられる。そのため、施工の支障となる巨礫群を除去する必要がある。
- ②沢部中央部の露出した巨礫などを部分的に除去した場合、上部の巨礫間の砂が流れ込み、安定性を失い崩落する恐れがあるため、当該地に分布する巨礫は全て除去することが望ましい。
- ③水みちおよび地下水位は巨礫群よりも下位にあるため、巨礫の除去で従来の水みちが阻害される可能性は低い。また、沢部の最深部にボックスを設置することで、従来の水みちを残すことができる。

#### 6. まとめ

本調査結果について下記にまとめた。

- ①比抵抗二次元探査は、地盤の硬軟、空隙の有無、水飽和状況等が反映され、ボーリング結果とも概ね整合することが確認された。それに伴い、最低限の調査数量で設計に要する資料を得ることができた。
- ②特に、空隙の有無によって、比抵抗の変化が顕著に確認され、礫間が空洞部と充填部とでは、最大  $5000 \Omega \cdot m$  以上の測定値の差が確認された。
- ③比抵抗分布は、遷移的に出力されるため、調査地全体の傾向を把握することには有効だが、特定の地点の詳細な地層状況を把握するには、本事例のようにボーリング調査または他の探査法と併用することが望ましい。

#### 《引用・参考文献》

- 1) 物理探査適用の手引き:物理探査学会,p180,2008.
- 2) 物理探査適用の手引き:物理探査学会,p130,2008.