

分散型電気探査装置を用いた3次元電気探査の適用例

応用地質株式会社 ○木佐貫寛, 山下善弘

1. はじめに

土木分野における BIM/CIM の活用にともない、地盤の3次元モデル化が求められおり、地盤を非破壊で調査可能である物理探査技術が期待されている。物理探査は、地盤の物性構造を連続的に把握することが可能な技術であり、例えば、センサを直線に配置した2次元探査を実施した場合、2次元の物性構造を把握でき、センサを面的に配置した3次元探査を実施した場合、3次元の物性構造を把握することが可能である。得られた物性構造と原位置試験や他の地盤情報を組み合わせて解釈することにより、詳細な地盤モデルの作成が可能となる。

地盤の3次元構造を評価するためには、3次元探査の適用が望ましい。しかしながら、3次元物理探査は資源分野では広く使われているものの、土木分野では普及していないのが現状である。その理由として、3次元探査を実施することで、①必要な機材が増える、②作業性の問題、③コストの増加、などの問題点が挙げられ、このことが3次元探査の普及を妨げている要因であり、これまで2次元探査が広く適用され続けてきた理由である。一方、2次元探査の問題点として、測線側方の影響を受けることが挙げられ、このことは探査精度を下げる要因となっている。この問題点を解決するためには、3次元探査・3次元解析の実施が望ましい。

本稿は、3次元物理探査の実施例として、送信・受信システムが独立した新しい測定システムである分散型電気探査装置を用いた3次元電気探査の適用例について報告する。

2. 分散型電気探査装置の概要

従来の電気探査の測定は、全ての電極をケーブルにつなぎ、ケーブルを測定装置本体に接続する必要があった。測線長に依存するものの、重量のあるケーブルを展開することが、測定をする上でのデメリットであった。IRIS社の開発した分散型電気探査装置 Fullwaver¹⁾は、この点を解決可能なシステムである。

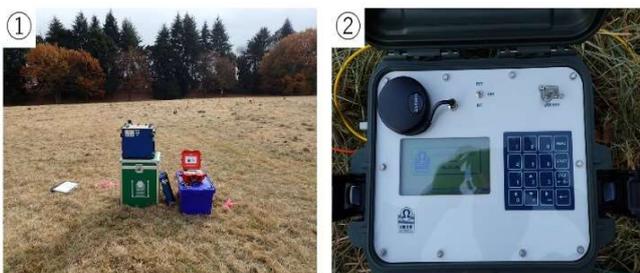


写真-1 測定機器

写真-1に測定装置の外観を示す。①が送信システム、②が受信器である。①の送信システムは、電流を流すための送信機とその波形を記録する装置で構成されている。②の受信器は、電位応答を時系列データとして記録するものであり、2ch の計測が可能である。一度に複数の受信器を面的に展開することによって、3次元探査が可能となる。測定時は、片方の電流電極を無限遠と考えられる場所に設置し、残りの電流電極を移動させながら計測する（三極法）。このように、送信と受信を分離させ、それぞれの収録器が単独でデータを取得する測定システムとなったことから、長いケーブルを展開する必要がなくなり、自由度の高い測定計画の立案が可能となった。全ての収録器には、GPS が内蔵されており、その情報を用いて、送信と受信の記録を同期させ、電流値、電圧値、充電率など、解析に必要な情報を取り出すことが可能である。

3. 3次元電気探査実施例

(1) 測定概要

茨城県つくば市にある当社敷地内において、分散型電気探査装置を用いた3次元電気探査を実施した。

図-1に電極設置位置図を示す。測定範囲120m×45mに対し、36か所の通電位置（赤）、24台の受信器（青）を設置した。通電は15m 間隔とし、受信は電極間隔を5mとして、写真-2に示すようにL字型の測定を実施した。

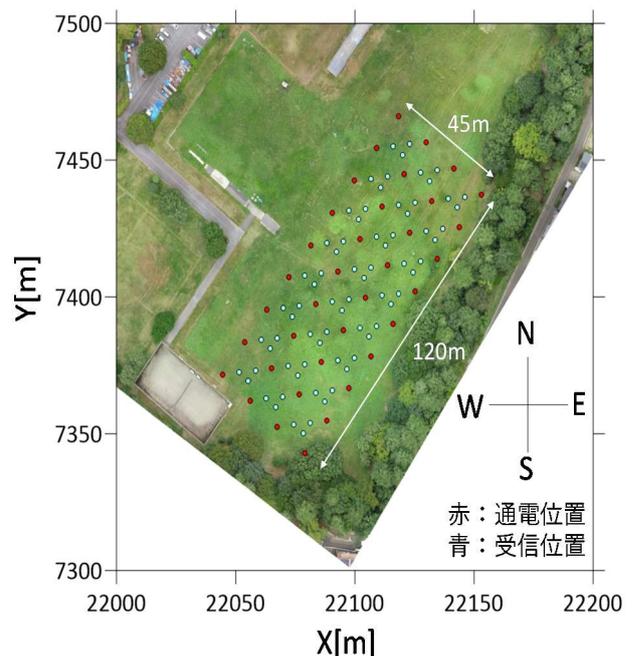


図-1 電極接地位置



写真-2 受信器設置状況

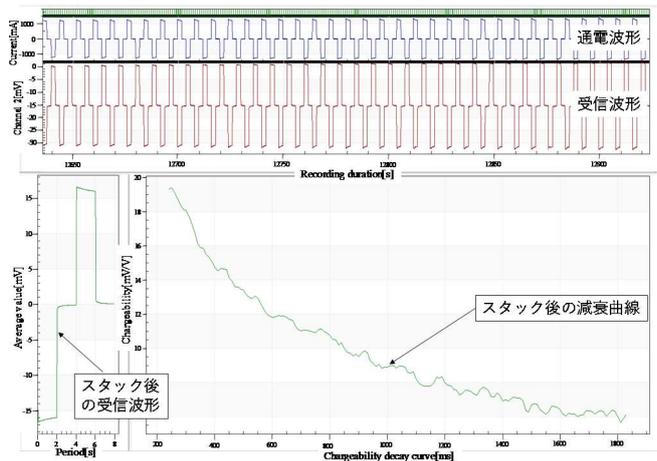


図-2 取得したデータ例

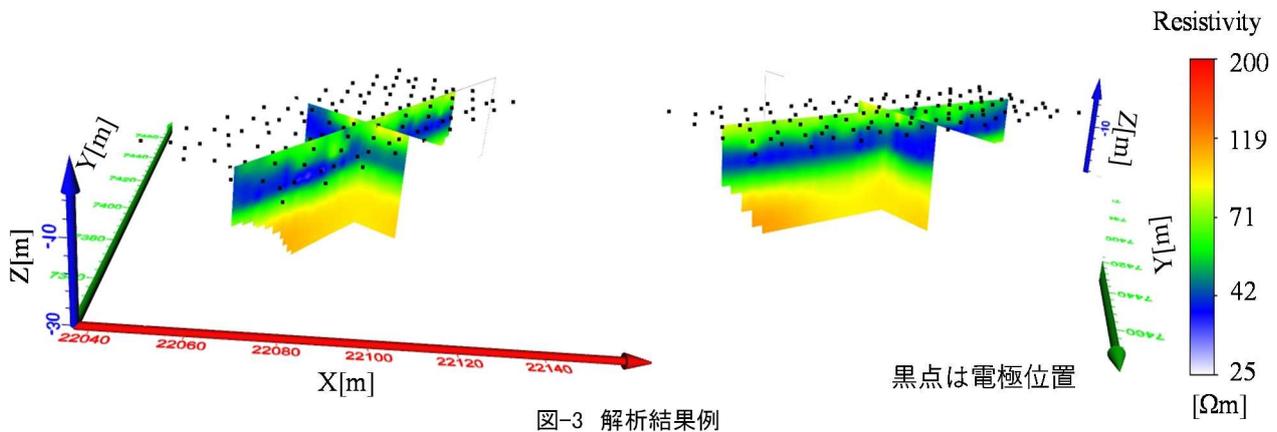


図-3 解析結果例

(2) 測定方法

測定は下記のように実施した。

- ① 通電開始前に24台の受信器を設置し、受信応答の収録を開始する。
- ② 最初の通電点から電流を流す。ここでは、パルス幅2sの休止のある矩形波を流し、3分間の通電を実施した。
- ③ 通電が終了したら、次の通電点に移動し、②の手順を実施する。②と③を最後の通電点まで繰り返す

このように、測定前に全ての受信器を展開し、測定中は通電点のみを移動させることが、本探査システムを用いた測定方法の特徴である。今回の測定では、人員5名で実作業時間は1日であった。

(3) 解析結果

図-2に得られたデータ例を示す。青が通電波形、赤が受信波形、下左がスタック後の受信波形、下右がスタック後の減衰曲線である。

図-3に解析結果例を示す。解析結果から調査地が層構造であることが分かる。敷地内の地質断面図を参考にとすると、表層～5m程度までは70Ωm程度を示し、ローム・砂質土に相当する。深度5m程度～15m程度は比抵抗40Ωm程度を示し、粘性土に相当する。深度15m程度～30m

は100Ωm程度を示し、砂質土・砂質粘土に相当する。3次元電気探査の結果からは、調査地における深度約30mまでの大局的な構造を捉えられたものと評価できる。

4. まとめ

送信・受信部が独立した分散型電気探査装置を用いて3次元電気探査の適用例を示した。分散型電気探査装置を用いることで、煩雑なケーブル展開作業を不要とし、効率的な作業によって簡便に3次元電気探査を実施することができた。また、全波形を取得していることから、比抵抗と充電率の情報を得ることが可能である。本稿は比抵抗の結果のみを示したが、解析することで、比抵抗構造、充電率構造を得ることが可能である。

3次元物理探査は、地盤の3次元構造を評価するうえで、有効な手法であり、得られた結果と他の調査結果を統合して解析することによって、詳細な地盤モデルの作成が可能であり、地盤にひそむリスク評価に期待できる手法である。

《引用・参考文献》

- 1) J.Gance, O.Leite, B.Texier, J.Bernard and C.Truffert (2018): The Fullwaver systems: Distributed network of autonomous devices for deep 3D electrical resistivity and induced polarization survey, EGU General Assembly 2018.