

地中レーダ探査と水平磁気探査による探査事例

日本物理探査株式会社 ○間瀬口 輝浩、山本 光記、割ヶ谷 隆志

1. はじめに

対象区域はグラウンドと隣接する竹林跡地であり、土木工事が計画されていた。区域内には、施工の支障になる材質不明の埋設物等が残存していると懸念されていた。本発表は埋設物有無と位置の特定を目的とし、地中レーダ探査と水平磁気探査を併用した探査事例である。

地中レーダ探査は、埋設管調査や空洞調査等に広く利用されている。一方、水平磁気探査は、金属類（磁性体）を対象にした埋設物調査に用いられている。

2. 探査条件

探査区域は、グラウンドとして利用されている広場と隣接する竹林跡地である（図-1）。グラウンドは長方形に似た多角形の形を成し、その広さは東西約55m、南北約25mである。竹林跡地は三角形に似た多角形の形を成し、その広さは東西約20m、南北約20mである。互いの敷地は隣接しており、ほぼ平坦な地形を成す。グラウンドの地表面は盛土による砂地盤であり、平坦な地形を成している。対して竹林跡地は粘性土が分布している。また、フェンスや単管パイプ等がグラウンドと竹林跡地全体を取り囲むように設置されている（図-1、破線範囲）。

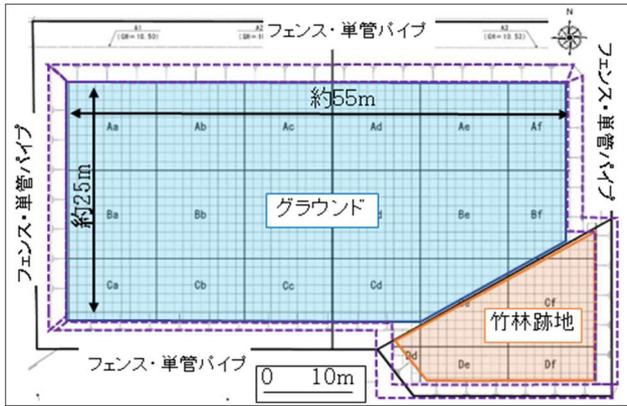


図-1 探査区域図

3. 探査方法

(1) 地中レーダ探査

地中レーダ探査は、地中に向かって電磁波を送信し、埋設物や不均質な地質の境界面で反射した電磁波が戻るまでの時間を計測する方法である。図-2に地中レーダ探査の概念図を示す。

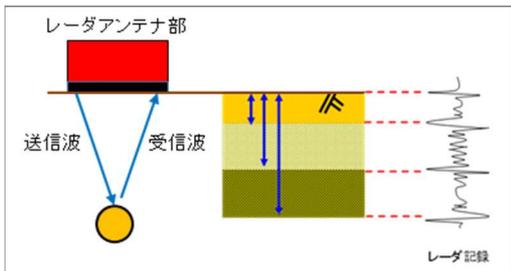


図-2 地中レーダ探査概念図¹⁾(引用・加筆)

探査測線は格子状になるように南北方向と東西方向それぞれに測線を配置した。測線の間隔は南北方向、東西方向それぞれ1m間隔とした。

測定後、水平移動距離と電磁波の地中伝搬速度による断面図から、表示される電磁波の反射パターンを読み取り、埋設物の有無を確認した。

(2) 水平磁気探査（一軸差動型フラックスゲート磁力計）

本探査では一軸差動型フラックスゲート磁力計による磁気探査を実施した。実際に使用した測定機器を写真-1に示す。今回の探査では、磁力計を0.5m間隔に配置し、同時に3本使用して測定した。磁力計には各センサ（コイル）が上下に1ずつ内蔵されている。水平磁気探査は、鉛直方向の磁束密度の差分値を測定する方法である。この方法により、地中に埋没している磁性体の位置を特定することができる。

探査測線は東西方向へ0.5m間隔に配置した。探査結果については、測定したデータから磁気コンター図を作成し、探査区域の磁気異常分布を視覚的に認識できるようにした。

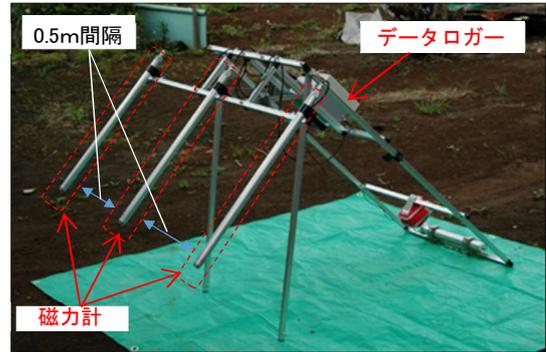


写真-1 フラックスゲート磁力計

4. 探査結果

(1) 地中レーダ探査

探査結果から埋設物が見られた代表的な記録を図-3及び図-4に示す。また、埋設物等と考えられる反射の位置をプロットした図を図-5に示す。探査区域全域において、複数の凸型形状の反射パターンが確認された（図-3①～④）。試掘の結果、これらの位置からコンクリート片、基礎構造物の一部等が確認された。

竹林跡地の南側では、南北方向の測線断面図で連続して凸型反射が確認された（図-4a, 4b, 4c）。この反射について東西方向の測線断面図で確認したところ、同様の位置で東西方向に延びる直線状の形状をした反射が見られた（図-4d）。試掘の結果、これらは金属類を含まない塩ビ及びコンクリートの埋設管であると確認された（写真-2）。また、竹林跡地で確認できた柵蓋の反射を捉えることができた（図3-⑤、写真-3）。

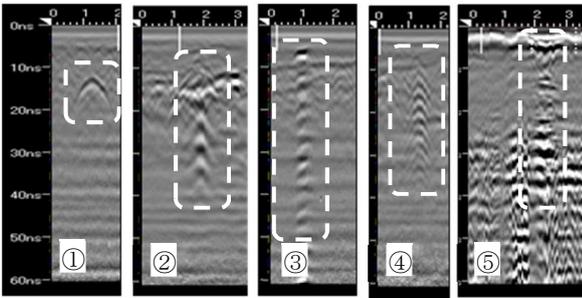


図-3 地中レーダ探査記録代表例
(左から①、②、③、④、⑤)

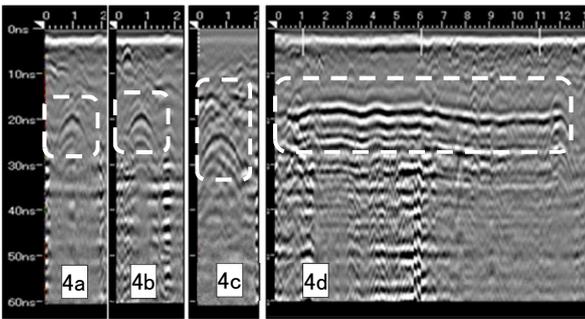


図-4 竹林跡地において確認された埋設管の反応
(左から図-4a、図-4b、図-4c、図-4d)



写真-2 試掘した埋設管

写真-3 試掘した枡蓋

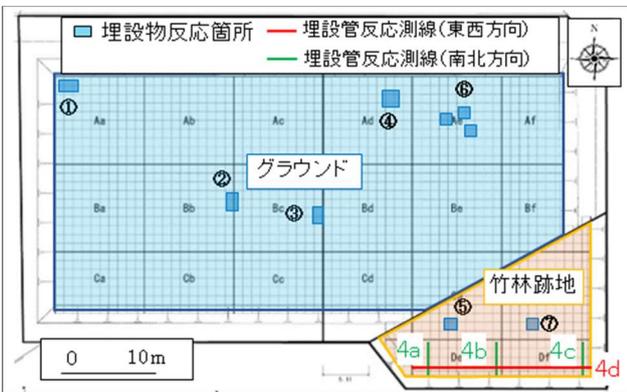


図-5 地中レーダ探査結果プロット図

(2) 水平磁気探査

水平磁気探査測定結果からコンター図を作成した(図-6)。磁気異常の大きさは緑色～赤色でコンター図に示し、磁気異常が見られない場合は黄色で示した。探査区域内で磁性体と考えられる磁気異常が複数見られた(図-6、赤色の丸印)。竹林跡地の中央部で確認された磁気異常(図-6、⑦)は、本探査の中で最も強い反応を示した。試掘の結果から、これはグラウンドを整備する際に用いられる手動式整地ローラー残骸であることが確認された。他の反応は試掘の結果、鉄筋コンクリート片などであることが確認された。また、竹林跡地内において枡蓋の反応が確認された(図-6、青色の丸印)。

探査区域の端では、連続した強い反応が確認された(図-6、紫色の破線範囲)。これらの反応は、探査区域を囲むフェンスや単管パイプ等の影響によるものである。地中レーダ探査で確認された竹林跡地南側の埋設管については、金属類を含んでいなかったため、特定することはできなかった。

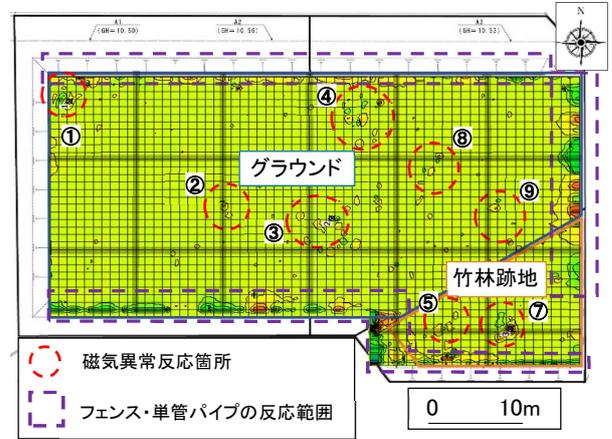


図-6 水平磁気探査コンター図

5. まとめと今後の展望

今回の探査では地中レーダ探査と水平磁気探査を併用したことで、埋設物の有無と位置の特定をすることができた。表-1に主な探査結果を示す。

表-1 探査結果一覧表

| 反応点 No. | 地中レーダ探査 反応有無(○、×) | 水平磁気探査 反応有無(○、×) | 試掘結果 |
|---------|-------------------|------------------|------------------|
| ① | ○ | ○ | 電線、金属類 |
| ② | ○ | ○ | 不明(試掘せず) |
| ③ | ○ | ○ | 金属類、埋設管、コンクリート片等 |
| ④ | ○ | ○ | 金属類、レンガ、コンクリート片等 |
| ⑤ | ○ | ○ | 円形枡、塩ビ管、コンクリート管等 |
| ⑥ | ○ | × | 不明(試掘せず) |
| ⑦ | ○ | ○ | 整備用ローラー |
| ⑧ | × | ○ | 不明(試掘せず) |
| ⑨ | × | ○ | 金属類、レンガ、コンクリート片等 |

図-5及び図-6にプロットした反応点①～⑤、⑦では、地中レーダ探査と水平磁気探査両方で埋設物の反応が見られた。地中レーダ探査のみ反応が見られたのは反応点⑥であり、水平磁気探査のみ反応が見られたのは反応点⑧、⑨であった。

地中レーダ探査では、金属類を含まない埋設管やコンクリート片を特定することができた。これらは水平磁気探査では捉えられない埋設物であった。一方、水平磁気探査では、地中レーダ探査では捉えられなかった金属類を含む小さい埋設物を捉えることができた。不明な埋設物を探査対象とする場合、今回の探査のように、地中レーダ探査と水平磁気探査を併用するような複数の探査手法を実施することが、重要であるとする。

《引用・参考文献》

1) 地盤工学会編:地盤調査の方法と解説 p. 127, 2013. 3.