

## 地中レーダを用いた埋設管探査事例

株式会社ウエスコ 田山 良一  
株式会社ウエスコ ○上杉 耕平

### 論文要旨及びキーワード

本稿は地中レーダを用いた埋設管探査の事例報告である。工場敷地内に敷設された埋設管に対して、3Dレーダ探査機にてその位置と深度を推定した。新設管敷設時、実際に確認された既設埋設管の位置と、探査結果の比較により、本調査で把握できなかった部分を整理し今後の埋設管探査における課題を検討する。

キーワード：地中レーダ探査、埋設管探査

### まえがき

本調査の対象地は、製薬工場敷地内である。工場の改修に伴う掘削工事に先立って、地下埋設物の位置把握が必要であった。現地のマンホールより、排水管と電力線の存在が想定されるものの、管理図面が古く、地下埋設物の正確な位置関係が不明瞭な状態であった。

本調査では、地中レーダを用いて調査範囲を面的に漏れなく確認し、埋設物の位置と深度を推定した。



図 1 調査対象地周辺状況<sup>1)</sup>

### 1. 地中レーダ探査の概要

レーダとは、目標物に電波を発射し、反射波が戻ってくるまでの時間や反射波の強さを測定することで、目標物の位置や性質を知ることができる装置である。

地中レーダ探査は、地中に向けて電波を発射することで、非破壊で地中の情報を取得することができる探査手法であり、地中に発生した空洞の抽出や、既設の埋設物の位置確認等に用いられている。

### 2. 地中レーダの原理

アンテナから発射された電磁波は地中を伝播し、地層境界や埋設物など、異なる物質の境界で反射する。

地表に到達した反射波を受信することで、その往復時間から反射物までの距離(深度)を求められ、またアンテナを地表面で移動することにより、平面的な位置を求められる。

さらに、反射波の振幅より反射物の電氣的性質を知ることができる。境界を構成する物質の比誘電率 $\epsilon_1$ 、 $\epsilon_2$ で表される反射率 $R$ が大きいほど振幅の大きな反射波が発生し、探査記録上ではより明瞭な反応として現れる。

したがって、土中に存在する空洞(空気)や金属など、周囲の土砂との比誘電率の差異が大きい物質ほど、相対的に明瞭な反射波を得ることができる。

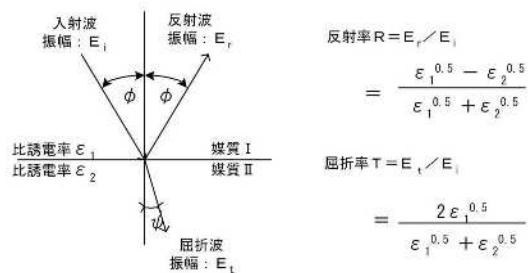


図 2 境界における電磁波の反射と屈折<sup>2)</sup>

表 1 主な材料の比誘電率、比抵抗<sup>2)</sup>

材料名	比誘電率	比抵抗(Q m) <sup>*</sup>	備考
アスファルト	4.5~9	数 1000~数 10000	材質、含水条件によって変化
コンクリート	5~7	50~200	同上
砕石	7.5~18	10~数 1000	種別、含水条件によって変化
土砂	10~36	20~数 1000	同上
空気	1	∞	

### 3. 調査方法

本調査では、以下の手順で実施した。

- ①管理図面等の収集、工場関係者への聞き取り。
- ②現地踏査により、マンホールや側溝など、地表から埋設位置を推定できるものを整理。
- ③マンホールの蓋を開け、埋設管の深度、管径、本数、大まかな接続方向等を確認。
- ④地中レーダを用いて、調査範囲内を漏れなく測定。
- ⑤取得したレーダデータを解析し、埋設物と思われる反応を抽出、現地へマーキング。

また、レーダ探査には以下の機材を使用した。

○Stream DP(IDS GeoRedar 製)

- ・中心周波数：600MHz
- ・実用探査深度 1.5~2.0m 程度
- ・チャンネル数：水平 11ch、垂直 19ch
- ・有効探査幅：83cm



図 3 レーダ探査状況

### 4. レーダ探査結果

表 2 にレーダ記録による深度別の水平断面を示す。

レーダ記録は、濃い青色に近いほど弱い反射、濃い赤色に近いほど強い反射を示している。GL-0.00m の断面では、金属であるマンホール蓋とグレーチングの位置が赤色~緑色の明瞭な反応として現れている。

各深度のレーダ記録より、埋設管と思われる平面的に

連続した強い反射を抽出した。

調査範囲の一部については、土の状態等により、埋設管の反射が弱く（見えなく）なっていると推定されたため、マンホールとの位置関係や周囲の反射との連続性から見えない部分を推定、補完した。

表 2 レーダ記録（深度別水平断面）

測定深度	レーダ記録（水平断面）
GL-0.00m	
GL-0.60m	
GL-0.90m	
GL-1.15m	
GL-1.40m	

## 5. 掘削結果との比較

本調査後、調査範囲の一部で埋設管敷設工事が行われ、既設埋設管の位置を確認することができた。

図4に示す掘削範囲においては、深度GL-0.6m付近に既設給水管、GL-0.9m付近に既設電力線が確認された。

給水管については概ね探査結果どおりの位置、深度であった。電力線については、土の状態等によりレーダ探査で明瞭な反射を取得できなかった範囲であったが、マンホール位置等から当該方向にも延伸している可能性を想定していた。今回の掘削範囲については、概ねレーダ探査で推定したとおりの結果となった。



図4 掘削による埋設管確認状況

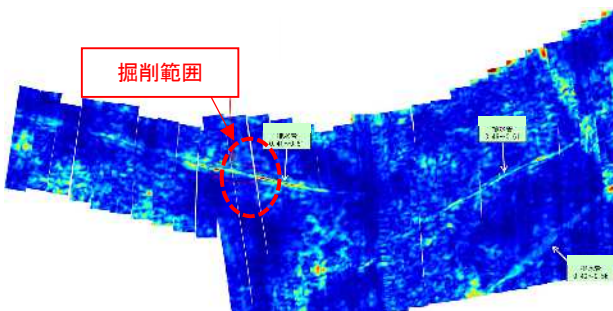


図5 既設給水管の反射(レーダ記録GL-0.60m)

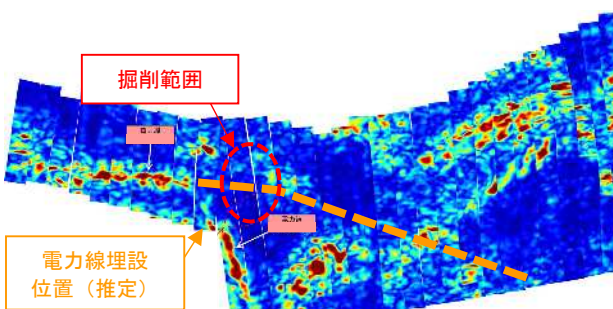


図6 既設電力線の反射(レーダ記録GL-0.90m)

## 6. 今後の課題

今回、掘削で確認できた埋設管については、概ねレーダ探査で想定した位置、深度のとおりであった。

しかし前述のとおり、一部明瞭な反射が得られない範囲が存在した。明瞭な反射が得られなかったのは、改修工事の影響で調査範囲の土が湿潤状態であり、土中を伝播する電磁波が著しく減衰したこと等が原因と考えられる。調査実施に先立ち、近接する工事状況をよく確認しておく必要があると考える。

また電力線について、複数の管が密集している箇所では、近接する反射がすべて一塊になって現れるため、レーダ記録のみでは管それぞれの位置や深度を読み取ることが困難であった。より精度よく探査を行うためには、埋設管の管理図面等、調査前の資料収集が非常に重要であると改めて感じた。

## あとがき

本稿では、地中レーダを用いた埋設管探査の事例を報告した。

地中レーダを用いれば、非破壊で埋設管の位置を調査できるが、現地の状況等により、常にすべての情報が得られるわけではない。地中レーダが適用できる範囲や、測定障害となる条件を関係者で共有し、データの精度向上に努める必要があると感じた。また、取得したレーダデータの解析精度を向上させるため、可能な限り事前の情報収集を行うことが重要である。

本事例が今後の埋設管探査の一助になれば幸いである。

最後に、本稿の作成にあたりご指導、ご助言を賜った方々に、心より御礼を申し上げます。

## 参考文献

- 1) 地理院地図(2020年撮影), 国土地理院
- 2) 路面下空洞探査技術マニュアル(案), 路面下空洞探査車の探査技術・解析の品質確保コンソーシアム, 平成29年9月, p.3