

II-68

地中レーダーの特性に関する研究

北海道大学 正 員 藤田 陸博
 北海道大学工学部 市原 裕之
 北海道開発局 正 員 許士 達広

1. はじめに

地下埋設物は地中探査レーダーを用いることにより調査物を非破壊で資料を乱さず観測でき、その調査も時間的にも空間的にも連続に調査できる。本研究は地中探査レーダーの水文学への応用の検討、同時に三種類の規模の違うアンテナを用いたより高精度な地中探査技術の開発を目標としている。これまでの地中探査レーダーを用いての研究は、文献（1）でガス管や地下ケーブルなどの単純な形状の埋設物についての、識別方法やデータ処理方法が述べられている。

2. 地中探査レーダーの概要

本研究では、表-1に示す諸元を持つ三種の日本無線（株）製レーダーアンテナを用意した。地中レーダーの構成は図-1に示すように本体装置（本体表示器）とアンテナよりなる。原理は、アンテナ内の送信アンテナより発射された電磁波の埋設物に反射し受信アンテナに戻るのに要する時間と土などの誘電率より、埋設物の深度を測定されるようになっている。

表-1 アンテナの諸元

アンテナの種類 名称 形 名	寸 法 W H D	周波数帯域 (MHz)	パルス幅電圧
中 型 NJJ-34	668*260*881	50~400	2ns. 80V
小 型 NJJ-33	558*260*731	100~600	2ns. 80V
超小型 NJJ-42	270*236*320	200~850	2ns. 80V

本器には、測定方法として「移動測定」と「定点測定」が用意されている。「移動測定」はある区間の地下を探査する時にその区間上をアンテナを移動させて測定を行うものである。「定点測定」はある地点の地下の時間変化をみるときに使用する方法である。本体装置の表示するデータの表示方法にもAモードとBモードの二通りの方法が用意されている。それぞれ図-2に示す。Aモードは縦軸に深度、横軸には受信波の強度を示したものである。Bモードは前述した受信波の強度を色分けして横軸には「移動測定」の場合は距離、「定点測定」の場合は時間を表示する。

3. これまでの研究と今回の研究

これまで本研究では、主に以下の事項について研究を行ってきた。一つは、“地中の物体の調査”、もう一つには、“土中の水分の調査”である。前者はこれまでも民間企業等で研究されており成果をあげている。方法の上での違いは、本研究では三種類のアンテナを用いて計測することにより、各々の周波数の違いを利用できることにあった。しかし、計測時の精度に問題があり、よい結果が得られていない。後者の研究は、土の含水状態による誘電率の変化から土中の地下水面など含水状態の違う部分探査等への地中探査レーダーの

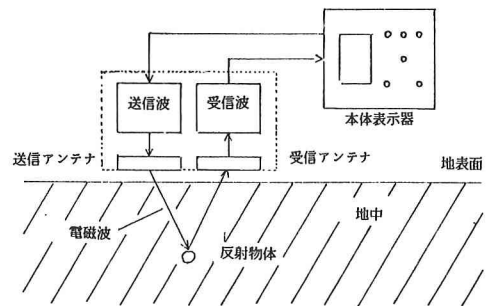


図-1 レーダーの構成と原理

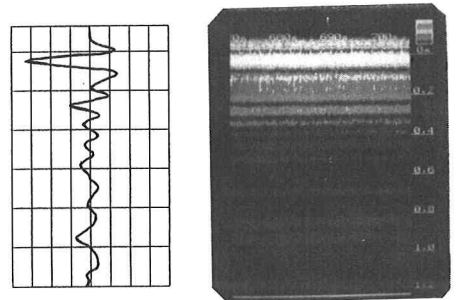


図-2 AモードとBモードの例

利用を検討するものである。これまでの実験で土中水の地中探査レーダーへの影響が確認している。今回の論文では、この研究を掘り下げ、土中水の状態（今回はサクション（cm））と地中探査レーダーの映像（Bモード、定点測定）との間に相関性があるか実験的研究を行った。

4. 実験の概要

この実験には普通砂を用い、深度1.5mの砂場を用意した。その砂場に深さ方向に40cm、60cm、80cm、100cmの位置にテンシオメーターを埋設した。アンテナは超小型アンテナを用いることにした。これは超小型アンテナは他のアンテナと比較すると地表面の影響によるエコーが小さくかつ感度がよくこの程度の深さの計測には適当と考えられるからである。測定は「定点測定」をおこないながら砂に水を与え本体装置の映像に変化がなくなるまで給水を行い（2～3時間）画像に変化がなくなるのを確認し、給水を止め画像の録画と同時にテンシオメーターの値を記録した。40cmに設置したテンシオメーターは設置条件が悪く計測を行えなかった。

5. 実験結果

結果を図-3に示す。計測の間、地下水面はいずれのテンシオメーターの上にありボーラスカップには正圧のみがかかっていた。サクションの値のみを見ると測定開始より30分以内とそれ以降とは変化の割合に違いがみられる。画像の変化と比較するとサクションの変化の割合の大きい30分以内では画面にも反射波の層の沈降が見て取れる。それ以降は、画像にも顕著な変化が見れなくなり反射波の層自体が段々薄くなっていく。

6. 考察

土中の水分の脱水課程で現れるBモード表示の画像の反射波の層の沈降は、どのような砂の状態が沈降していくのが見えているのか現在の所分かっていない。今回の実験でその手がかりになるような事が獲られないか実験を行ったが、答えになるような結果を得られずに終わった。しかし、レーダー波は電磁波なので度中に水分があると具合が悪い

といわれていたが、不飽和の場合には利用できる可能性のある事がわかった。今後は、より精密な実験を行うことにより地中探査レーダーで地中の水分量計測への可能性を探ることが今後の課題である。

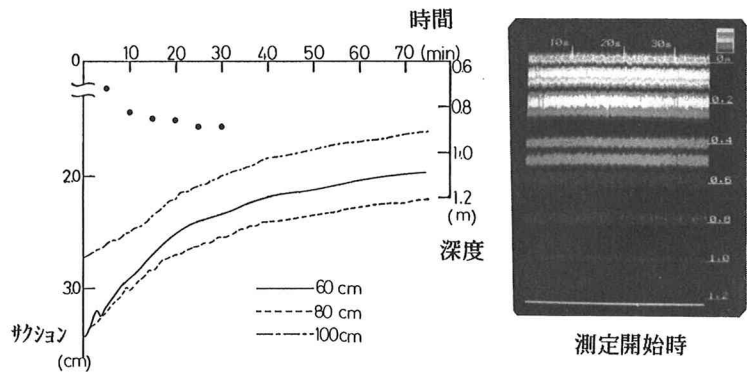
謝辞

本研究は文部省科学研究費（試験研究 研究代表者 藤田陸博）の援助を受けた。関係者各位に謝意を表す。

参考文献

（1）地下電磁計測ワークショップ論文集—地中探査レーダー、ポアホールレーダー—現状と展望— 1989

（2）藤田陸博、市原裕之、許士達広：“地中探査レーダーの特性に関する研究”、土木学会北海道支部論文報告集第47号、1991



黒丸は測定開始時に深さ0.6mにあった反射波の帯の深さの時間変化

図-3 実験結果