

PSVI-7

密閉式シールド工法における切羽前方探知システム

戸田建設（株） 土木技術開発室 正会員 谷口 徹
 同 上 正会員 多田幸司
 同 上 正会員 館川裕次

1. はじめに

都市トンネルの施工法として発展してきたシールド工法は近年の社会ニーズにより大断面化、大深度化、あるいは幅狭する既設構造物の近傍での施工など困難な条件下での工事が増加する傾向にある。本システムは、前報で述べた電磁波の特性を利用してシールド切羽の前方および側方の状況を探知することを目的としており、切羽の安定保持やトラブルのない能率的な施工を可能にするものである。

2. システムの概要

本システムは図-2に示すように送受アンテナ、制御装置、解析表示装置より構成されているが、探査物の位置を明確に表示するためにシールド機より4種類の信号をデータロガーに取り込んでいる。図-3にデータ伝送図を示す。シールド機カッターが基準値0度になると角度基準信号が伝送されデータ収録が開始される。まず、ストローク信号とカッター回転方向信号がデータロガーに伝送され収録するデータの位置づけを明確にする。アンテナ部で毎秒25個受信されている波形を角度信号1度ごとに取り込み360度分360個の波形を収録し、解析・表示する。

3. 送受アンテナ

本システムでは表面伝播波を利用し解析するために、送受別タイプのアンテナを採用している。アンテナの大きさと探査深度は周波数と関係を持ち、一般には表-1に示す通りである。シールド機カッターフェースに取り付け得る寸法から前方探知の場合は350MHz、側方探知の場合は700MHz程度に規定されるが1.5m~2.0mの探査深度が確保でき、シールド機の掘進速度に対しては十分であると言えよう。表-2は中心周波数350MHzのアンテナの概略仕様である。

アンテナは図-4に示すようにシールド機カッターフェースに取り付ける。切羽の土水圧やカッター回転に伴う摩耗よりアンテナを防護するために、カッターフェースの鉄板をくり抜いた部分に電波透過性、耐摩耗性、耐圧性に優れたFRPを使用する。アンテナ部からのデータ伝送は特注スリップリングを介することによりノイズの少ない状態でデータロガーに送ることができる。

4. 制御装置

電磁波の発信受信、信号の増幅、STC制御をおこなう。電磁波は地中に入

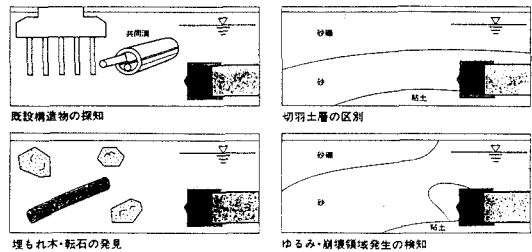


図-1 電磁波探査の目的

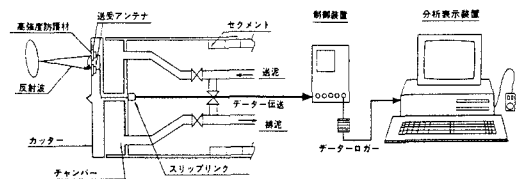


図-2 システム全体図

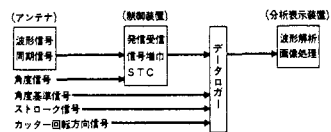


図-3 データ伝送図

表-1 アンテナ周波数と形状、探査深度

アンテナ周波数	アンテナ形状	探査深度
1000MHz	170×140mm	1.0m
700MHz	325×275mm	1.5m
350MHz	500×400mm	2.0m
150MHz	900×600mm	3.0m

表-2 アンテナの仕様

項目	仕様
中心周波数	350MHz
送信出力	100Vpp
送り出し周波数	50KHz
パルス巾	3nsec
RF-GAIN	20dB
STC回路	切換え機能付き

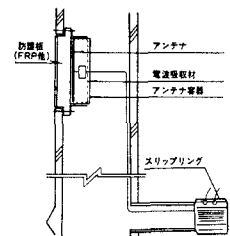


図-4 アンテナ取り付け図

っていくに従って減衰量が大きくなり、深部の反射波を明確に捉え難くなる。その対策として距離の増加に伴い受信回路の利得を調整するのがSTC機能である。ただし、このSTCを効かせた場合は浅部の波形が真のデータでなくなるため、表面伝播波を利用できないという問題が生じる。そこでSTC切り換え機構を新たに開発し、表面伝播波、深部の反射波のいずれをも測定できる機構とした。

5. 解析表示装置

表示画面は土質解析、前方探知、側方探知（アンテナを側部に設置した場合）及び任意の位置の波形信号の4種類である。

土質解析画面の一例を写-1に示す。実験ヤードに作成した礫、山砂、シルトの3層地盤の上でアンテナを円形に移動した時の画像である。土質毎に表面波の伝播時間が異なることを利用して分類したものであり、角度1度ごとに表示している。実験により測定した土質による伝播時間の相違を受信波形と共に図-5に示す。

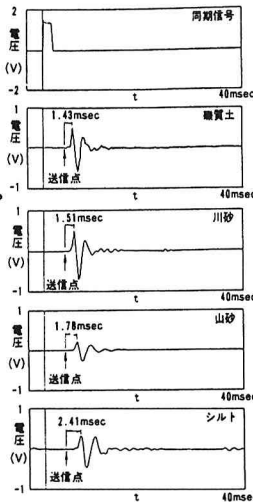
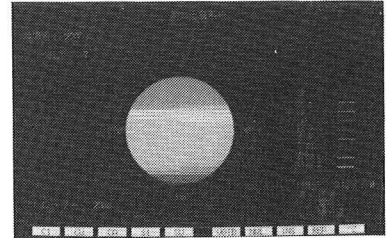
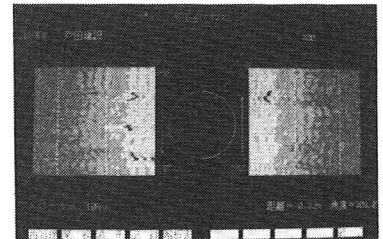


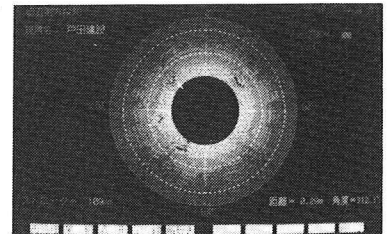
図-5 土質による伝播時間の相違



写-1 土質解析画面



写-2 前方探知画面



写-3 側方探知画面

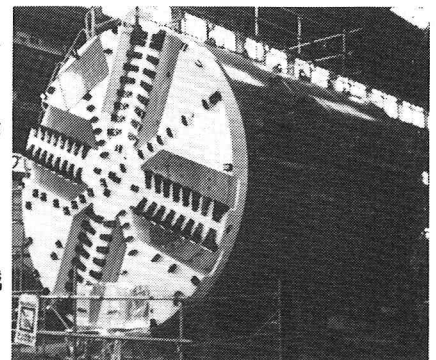
前方探知画面、側方探知画面の一例を写-2、写-3に示す。近接構造物や埋もれ木、ゆるみ領域の発生などを事前に捉えることを目的としている。写真は実験ヤードに作成した山砂地盤中に鋼管、木、コンクリート塊などを埋設し、その上を探索した時の画像である。反射物が画面に表れた場合、その半月状の頂点にカーソルを合わせることににより、反射物の位置、角度がCRT上に表示される。土質解析時に表面伝播時間より土中の電波速度を演算、記録してあるため反射物までの距離を正確に把握することができる。

6. おわりに

以上の章で切羽探知システムの概要を紹介した。本システムの特徴についてまとめると以下の通りである。

- ① 電磁波を用いた手法であるため、切羽を乱さずに非破壊で測定することができる。
- ② アンテナをカッターフェースに取り付けてあるため、連続的に全断面を探索することができる。
- ③ 表面伝播波を利用することにより、土質の分類と反射物までの正確な距離の把握が可能である。

現在、写-4に示す通り泥土圧式シールド機にアンテナの搭載を完了し、6月の掘進に向けて準備中である。この工事は前方に木杭等の発生が予想されており、本システムの性能確認と共に、実施工のなかで得られる詳細なデータを次回に報告したいと考えている。



写-4 アンテナを搭載したシールド機

引用文献 1)多田他 密閉式シールド工法における切羽前方探知に関する実験的研究 第43回年次