

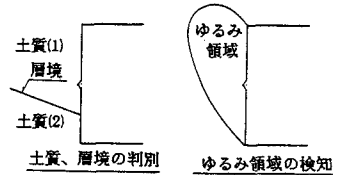
VI-103

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

戸田建設㈱ 土木技術開発室 正会員 多田幸司
 同上 土木部 機電課 正会員 奥村利博
 同上 土木技術開発室 谷口 徹

1. はじめに

泥水加圧式、土圧式等の密閉式シールド工法における切羽前方探知を電磁波によって行なう手法の開発研究を行なっている。シールド機面板にレーダーアンテナを設置して地山に向けて電波を発信し、反射波や表面伝播波（以下本文では表面波と呼ぶ）を受信して波形を解析する事により図-1に示すような諸目的を達成しようとするものである。反射波に関する実験、表面波に関する実験等を実施中であるが、本文はその内の表面波に関する結果を報告する。



2. 表面波

図-2に示すように、地中に向けて発信された電波の応答には地中の電気定数の異なる物質（埋設管、層境等）による反射波と表層部を通過する表面波とがある。表面波は発信アンテナから受信アンテナまでの間の薄層部を通過する波であるため、反射には影響されず、表層部の土質の状態による減衰が反映されると考えられる。図-3に波形の一例を示すが、最短距離を通過する波であるため、受信波形の先頭に記録される。

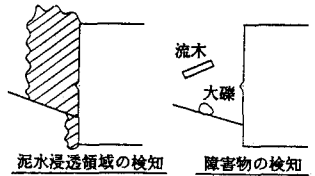


図-1 電磁波探査の目的

3. 実験方法及び使用材料

図-4に実験装置の模式図を示す。プラスチック容器内に種々の含水比に調整した試料を充てんし、1 GHzのアンテナによって表面波を測定している。表面の境界条件を統一するため、試料の表面を整形したのち、アクリル板を密着させ、アンテナを載せている。使用材料を表-1、図-5に示す。なお、粘土の高含水試料についてはハンドミキサーで混練りして作成している。

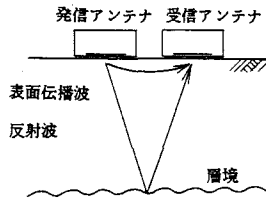


図-2 表面伝播波

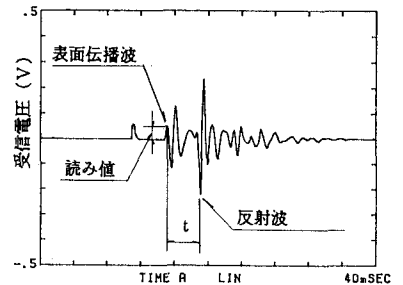


図-3 受信波形（例）

表-1 使用材料

試料 No.	名 称	G _{max}	産 地
1	川砂①	5	利根川産
2	川砂②	2	No.1試料をフルイ分け
3	川砂③	10	鬼怒川産
4	山 砂	5	茨城産
5	ケイ砂	0.3	N70
6	砂質粘土ローム	10	つくば市で採取
7	粘土 (A)	0.84	佐倉産
8	粘土 (B)	0.42	つくば市で採取

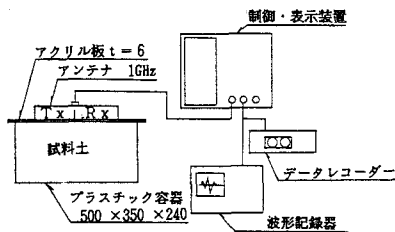


図-4 表面波実験装置

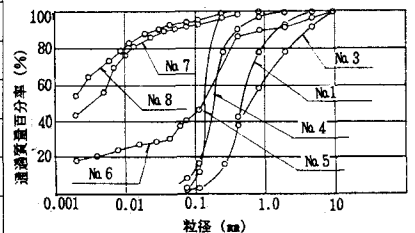


図-5 使用材料の粒度

4. 実験結果

1) 表面波が表層部のどの程度のところを通過するのかを確認した結果を図-6に示す。これは湿潤山砂の場合であるが、埋設銅板の深さが5 cm未満のときに影響が現われる事から、表面波の通過範囲は表層部約5 cm程度と判断される。

2) 砂の表面波の値を容積含水率に対してプロットしたものを図-7に示す。気乾から飽和に至る過程で水分量の増加と共に表面波が減衰され、小さくなっていく傾向が明らかである。

一方、シルト、粘土試料の表面波をプロットしたものが図-8である。砂試料の延長線上ではなく、特異な傾向を示す。

図中の漸近線の変曲点より低水分量側(I)は砂と同様に気乾状態から加水していく方法で作成した試料であり、水分量の増加と共に表面波が減衰していく。高水分量側(II)は泥水から徐々に土粒子をふやしていったスラリーの測定値であるが、水分量の減少に伴って表面波が減衰していく。水そのものの表面波よりも小さい値を示す事から、水だけの作用による減衰ではなく、他の因子の存在が示唆される。例えば粘土粒子中のイオンの存在があげられよう。

3) 容器下部のコンクリート床による反射波がシルト粘土試料の一部で得られている。試料土による減衰とコンクリート床による反射双方の影響を受けた値である。水分量との関係を図-9に示すが、水分量の増加に伴い、反射波も大きくなる傾向を示している。コンクリート床との反射係数は水に近いほど大きいので、反射による影響が減衰による影響を大きく上回ったものと考えられる。

また図-3中にあわせて示すように表面波と底面反射波の時間差をとると、電波の速度変化が読みとれる。速度は反射係数の影響を受けず、主に試料の比誘電率によって決定されるものである。水分量との関係を図-10に示す。シルト、粘土ともほぼ一直線上にのり、比誘電率と水分量が比例関係にあると言える。図-8の表面波の減衰には比誘電率と導電率が関係するので、変曲点を示す原因は導電率の変化によるものと推測される。

5. おわりに

表面波と水分量の関係について主に述べた。表面波は反射波のように前方に明瞭な反射物がなくともデータ採取が可能であり、かつ電波の減衰のみを反映するものであるため、土質や水分量の判別に有用であると考えられる。シールド工に限らず、盛土工やフィルダムの締固め、岩盤への適用等、多方面への展開が期待されるところである。

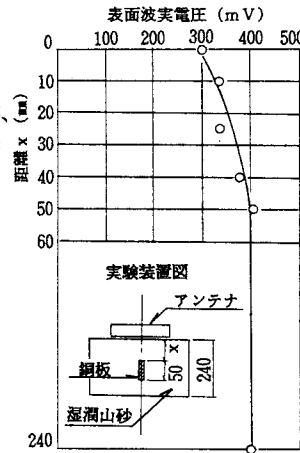


図-6 表面波の通過範囲

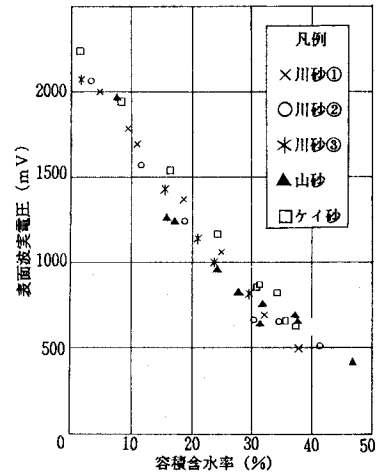


図-7 表面波と水分量の関係(1)

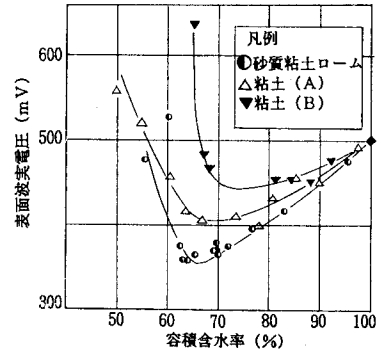


図-8 表面波と水分量の関係(2)

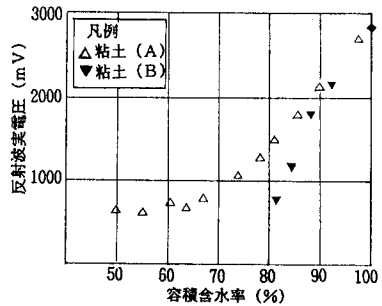


図-9 反射波と水分量の関係

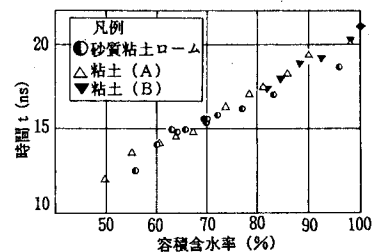


図-10 水分量による速度変化