

VI-55

泥水中に固形物が介在する場合の電磁波の透過実験

戸田建設(株)	正会員	清水義治
(財)下水道新技術推進機構		森岡真一
(財)下水道新技術推進機構		小林卓矢
戸田建設(株)		吉田 英

1. はじめに

建設産業は、我が国の資源利用の約 50%を建設資材として消費する一方で産業廃棄物全体の最終処分量の 40%を超える量を建設廃棄物として最終処分しており、地球環境保全のため「資源循環型社会」の構築が求められている。現在、シールド工事から発生する掘削土は一般的に泥土圧式および泥水式の二次処理土は産業廃棄物として処分する必要がある。このためシールド工事からの建設廃棄物を減量化するには泥水式シールド工法で一次処理することが必要となる。そこで著者らは従来二次処理に回っていた粘性土を固形で回収し一次処理することにより産業廃棄物を低減することを提案した。

この固形回収量制御システムは切羽後方の排泥管に電磁波による固形回収量測定装置を取り付け、その回収量と固形径を計測しながら、伸縮自在の先行ビットの伸縮量と筋切り幅、カッター回転速度、シールドジャッキ速度を調節して、排泥管輸送に支障がない最大の粒径かつ最大固形回収量となるよう制御するものである。本報告は固形回収量測定装置の開発を目的とした基礎実験を行ったものである。

2. 実験概要

ガラス製水槽(750×300×450)を泥水(比重 $\rho=1.0 \sim 1.3$)で満たし、その両側に送信アンテナ(1 GHz)、受信アンテナを設置する。水槽内にアクリル板($t=3\text{mm}$)を等間隔で 5 枚設置し、それに固形物(固結シルト、ゴム)を貼り付け、その量を段階的に増加させ、電磁波の減衰量を測定する。その減衰量の変化から固形物の量、大きさが判別できるか確認を行う。

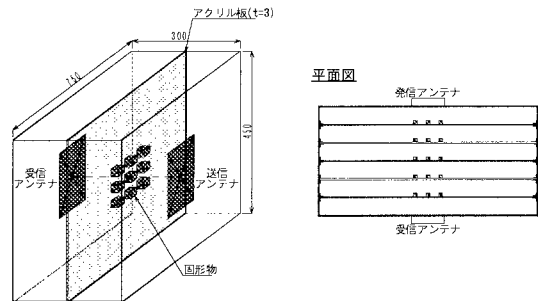


図-1 実験概要

固形物の大きさは1cm, 2cm, 4cm 角の立方体とし、数量は0からアンテナ間の空間体積の 10%が固形物で満たされる体積までとし、これを 5 枚のアクリル板に分割し貼り付けた。

実験の手順を以下に示す。

- ①アクリル板を設置せず、泥水自体の測定を行う。
- ②何も貼っていないアクリル板を 5 枚設置し、初期状態の測定を行う。
- ③アクリル板を 1 枚ずつ、固形物を貼り付けたものに取り換えながら、徐々に固形物の量を増加し、測定を行う。

- ④固形物の大きさを 1cm, 2cm, 4cm の順に変化させ②③の実験を繰り返す。

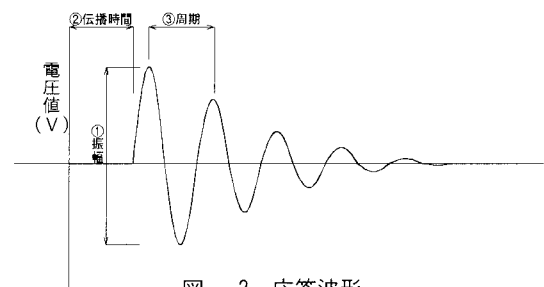


図-2 応答波形

キーワード 固形回収、産業廃棄物、電磁波

連絡先（東京都中央区京橋 1-7-1 TEL 03-3535-1585 FAX 03-3567-4852）

以上の実験を泥水比重 $\rho=1.0, 1.1, 1.2, 1.3$ の順に固結シルト、ゴムについて行う。

この実験で得られる受信アンテナでの応答波形を図-2に示す。本実験での測定項目は①振幅、②伝播時間、③周期とした。

3. 実験結果および考察

受信アンテナで測定された応答波形の振幅の値を以下の式に代入し透過係数 K (dB) (減衰量) を算出した。

$$K = 20 \log (E_r / E_0)$$

E_0 : 固形物がない場合の電磁波受信レベル (V)

E_r : 固形物を配置した場合の電磁波受信レベル (V)

これにより得られた透過係数のグラフを図-3 (固形物: ゴム、泥水比重 $\rho=1.2$ の場合)、図-4 (固形物: 固結シルト、泥水比重 $\rho=1.2$ の場合) に示す。横軸が泥水中的の含有固形物の体積、縦軸が透過係数である。

固形物をゴムにした場合には図-3より、固形物の体積の増加に伴い、透過係数が減少し (減衰量が大きくなり)、その減少の割合は固形物が大きくなるにつれて、大きくなることが読みとれる。また、媒質 (泥水) の比重が小さいほど減少の割合は大きくなる。これらの結果より固形物がゴムの場合には、泥水の比重を与えれば、この測定装置で固形物の大きさ、量がある程度の精度で判別できるものと思われる。

それに対し、固形物が固結シルトの場合には図-4からもわかるように固形物の体積の増加に伴い、透過係数が減少するが、大きさによる規則性は認められない。また、媒質 (泥水) の比重が小さいほど減少の割合が大きくなる傾向は認められた。

4. まとめ

固形物がゴムの場合、大きさ、量を判別できることが明らかになった。この結果は媒質境界の反射の指標となる散乱断面積^[1]による影響が大きい。すなわち、電磁波の波長が一定のとき、散乱物体の半径が小さいほど、散乱断面積は小さくなり、電磁波は透過しやすくなる。従って、固形物が大きいほど透過係数が小さくなったと考えられる。しかし、実際に必要な固結シルトの大きさ、量の明確な判別はこの現在行っている静的水槽実験の方法では困難であることが判明した。固結シルトがゴムの結果と異なる原因として、以下のことが考えられる。

①固結シルトの表面に水分が浸透し、泥水と固形物の境界面が明確でなくなるため、表面反射が発生しにくくなる。

②固結シルトと泥水の誘電率が接近しているため境界面反射が発生しにくい。

現在、これらの問題点を解決するための追加実験を行っており、固形回収量測定装置および「固形回収量制御システム」の一日も早い完成を目指している。

このシステムは(財)下水道新技術推進機構と戸田建設(株)で共同研究している「省面積立坑システム」の要素技術の一つである。

参考文献

[1] 宇田新太郎：レーダー工学演習，学献社

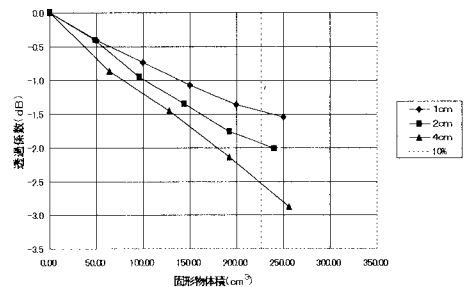


図-3 電磁波の透過係数(ゴム, $\rho=1.2$)

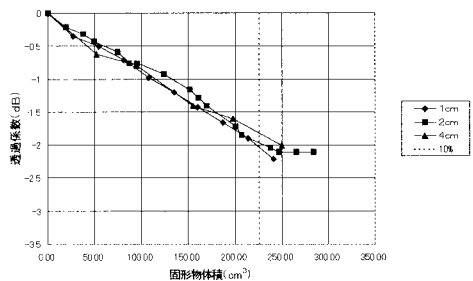


図-4 電磁波の透過係数(シルト, $\rho=1.2$)