

VI-51

ビット切削振動によるシールド切羽土質判別

奥村組技術研究所

正会員 篠原 茂

横浜市下水道局

浅葉 堯、佐藤泰一、千田孝一

奥村・五洋・トピー建設共同企業体 岡田義純、笠井 隆

1. まえがき

現在横浜市内において、シールド外径 9,450mm、延長 1,528m(計画総延長 4,435m)の下水道トンネル工事を行っている。地質は大部分が砂層と固結シルト層から構成されており、固結シルト層は一軸圧縮強度が約 50kgf/cm^2 と堅硬であるが、砂層は自立性のない細砂である。なお、地下水压はトンネル中心で 5.7kgf/cm^2 と非常に高い。本工事は施工延長が長いため途中でビット交換を行う予定であるが、ビット交換時の切羽の安定性を把握できるようにするために切羽の土質分布を調べる技術を開発する必要がある。そこで、シールド切削時のビットの振動から砂層と固結シルト層を判別する手法を考案し、室内試験において切削時の砂層と固結シルトの振動の大きさと周波数特性に違いがあることを明らかにした。その結果に基づいてシールド機械への振動計の取付け方法や計測方法について検討し、現在実施工に於いてこのシステムを適用し土質判別を行いながら掘進を行っている。

本論文では、室内試験の内容と実施工における測定および土質判別結果について報告する。

2. 室内試験

(1) 試験装置

試験装置の外観を写真-1に示す。装置は試料箱(長さ 100cm、幅 50cm、深さ 20cm)と、試料箱を引張る油圧ジャッキおよびビットから構成されている。

(2) 試験方法

試料箱にシールド発進立坑内より採取した砂および固結シルトを実際の地山条件に近い状態になるように締め固め、所定の切込み深さになる位置に加速度計を取付けたビットを固定し、試料箱を油圧ジャッキで引張りながら砂および固結シルトを切削し、その時の振動を測定した。切削速度およびビットの切込み深さは実施工とほぼ同じ値になるように設定した。

(3) 試験結果

試験で得られた振動波形を図-1に示す。この図で明らかに固結シルトを切削している時の方が大きな振動を発生していることが分かる。砂および固結シルト切削時の周波数特性をそれぞれ図-2、3に示す。これらによると、固結シルトを切削しているときには低い周波数(約 140 Hz)が卓越しているのに対し、砂を切削しているときには高い周波数が卓越していることが分かる。

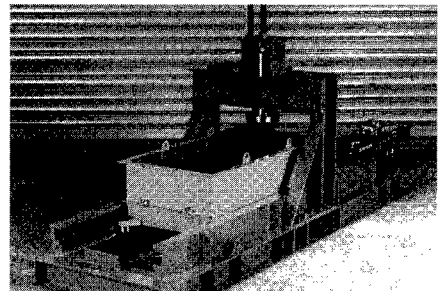


写真-1 試験装置の外観

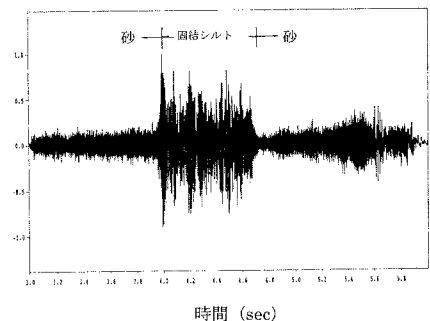


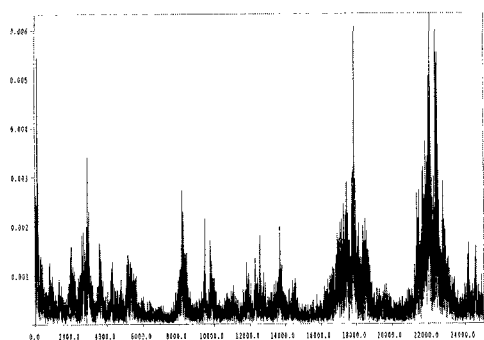
図-1 室内試験測定波形(縦軸: 電圧 V)

キーワード: シールド、振動測定、切羽土質判別

連絡先: 茨城県つくば市大字大砂 387

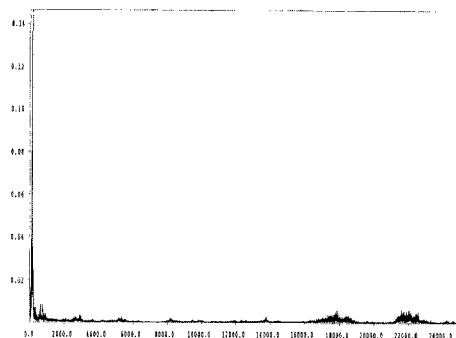
tel: 0298-65-1521

fax: 0298-65-1522



周波数 (Hz)

図-2 砂切削時の周波数特性(縦軸: 電圧 V)



周波数 (Hz)

図-3 固結シルトの周波数特性(縦軸: 電圧 V)

3. 実施工における土質判別

(1) 計測システム

シールド機にはビットを配列した6本のスポークが機械中心軸に等角度で取付けてある。その内の対角線上の2本のスポーク(No.3, No.6)の外周から約50cm内側に入った所のビット背後に加速度計を1個ずつ固定した。加速度計からの信号ケーブルはシールド機械回転軸の末端まで配管内を配線し、末端部に取付けたスリップリングを介してアンプに接続した。測定は図-4のフローに示すように振動データの他にシールドの機械データを同時に取込み、掘削1リング毎に1回の測定を自動的に行った。得られた振動データに対して砂と固結シルトを判別するための境界値を求め切羽の土質分布を求めた。

(2) 土質判別結果

図-5は測定した振動波形で、上がNo.3スポークの加速度計の波形、下がNo.6スポークの波形で、それぞれシールド機械1回転分(約90秒間)のものである。これによると1回転の間で振動の大きさに変動があり、しかもNo.3の波形左半分とNo.6の右半分およびNo.3の右半分とNo.6の左半分がほぼ同じ形をしており、規則性があることが分かる。この図で振動の小さい所が砂を切削している時、振動の大きい所が固結シルトを切削している時に相当すると考えられる。図-5の波形に対して振動の大きさによる判別を行い砂層と固結シルト層が水平に分布していると見なして区分けした結果を図-6に示す。

4. あとがき

現在、切削時の土質判別をリアルタイムで行い切羽の土質分布を把握しながらシールド掘進を行っている

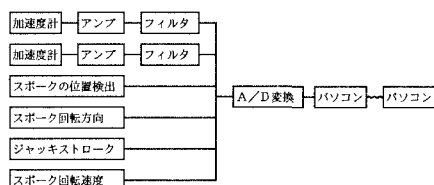


図-4 測定のフロー

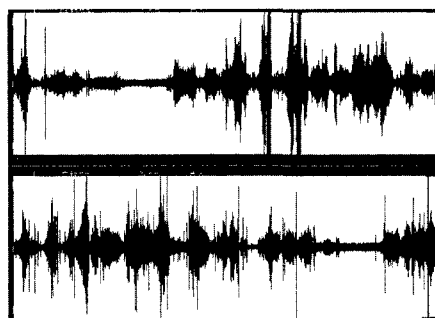


図-5 測定波形(上:No.3、下:No.6)

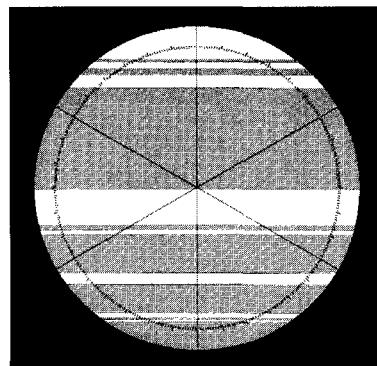


図-6 切羽土質判別(白色: 砂、灰色: 固結シルト)