

## ビット切削振動によるシールド切羽土質判別（その2）

奥村組技術研究所 正会員 篠原茂、正会員 畑山栄一  
横浜市下水道局 大久保一文、佐藤泰一  
奥村・五洋・トピー建設共同企業体 林田正憲、笠井隆

### 1. まえがき

現在横浜市内において実施している下水道トンネル工事は施工延長が 4,435m と長いため途中でビット交換を行ったが、ビット交換地点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<sup>1)</sup>し、交換地点の土質分布を明らかにした。さらに、交換時には土質判別用のビットについても判別の精度をより上げるためにそれ以前のビットとは寸法を変えたビットを取付けそれ以降の判別を行った。

なお、本土質判別システムの開発は横浜市下水道局とで共同で実施したものである。

### 2. 工事概要

本工事は横浜市北部を流れる鶴見川下流域の浸水解消を目的とした雨水幹線整備工事であり、シールド外径 9,450mm の泥水式シールド工法で整備するもので、土被りは約 52～56m である。地質は大部分が砂層と固結シルト層の互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 5N/mm<sup>2</sup> と堅硬であるが、砂層は N 値が 50 以上であるが均等係数が 2～3 で粒径がそろっており自立性の低い細砂である。なお、地下水圧はトンネル中心で 0.56MPa と非常に高い。今回の工法は「クルン工法」と称し、この工法の最大の特徴は、カッター部を回転させるだけで補助工法なしにシールド機内よりビット交換ができることである。

### 3. ビット交換地点の土質判別結果

#### (1) 土質判別方法

シールド機には図 - 1 に示すようにビットを配列した 6 本のスポークが機械の中心軸に等角度で取付けてあり、その No.3、No.6 の 2 本のスポークの外周から約 50cm 内側に入った所のビットに加速度計を固定した。測定は、掘削 1 リング毎にスポーク 1 回転分の測定を 1 回ずつ自動で行った。

#### (2) 土質判別結果

図 - 2 はビット交換地点 (2570m) で測定した加速度計の波形で、上が No.3 スポークの波形、下が No.6 スポークの波形で、それぞれスポーク 1 回転分 (約 90 秒間) の波形である。この図で振幅の小さい所が砂を切削している時、振幅の大きい所が固結シルトを切削している時に相当する。図 - 2 の No.3 スポークの波形の半回転分のデータに対して振動の大きさの違いによって区分し、砂層と固結シルト層が水平に分布しているように見なして表示した結果を図 - 3 に示す。これによるとシールド上部には固結シルト層が存在しており、交換時の切羽の安定性が確保し易い地山であることが確認できた。

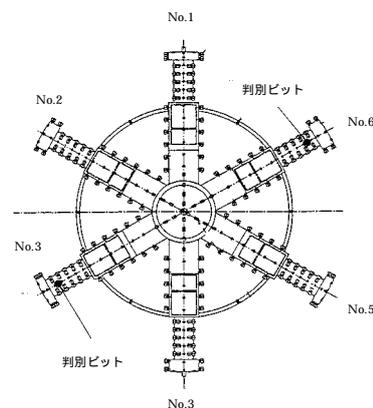


図 - 1 シールド機前面

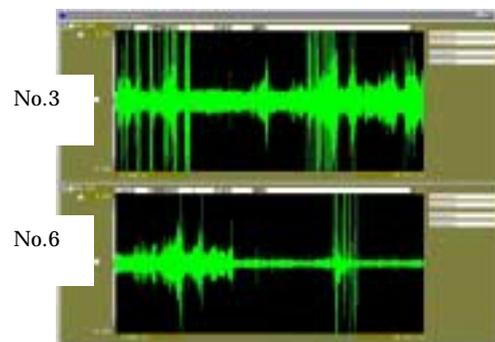


図 - 2 ビット交換地点での波形

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：0298-65-1784

fax：0298-65-0782

#### 4. ビット交換後の土質判別

ビット交換前に使用した判別ビットは、同一掘削パス上に存在する幅 22mm の先行ビットよりも高さが 2 cm 低いいため、主として固結シルト層が先行ビットで削り落とされてしまうことなどが考えられ、そのために土質判別が不明確なことが時々あった。そこで、交換後の判別ビットについては従来のものより高さを 35mm 高くして先行ビットより先に地山を切削できるようにした。さらに、ビット幅と判別結果の違いを調べるために、1 つは交換前のビットと同じ幅の 100mm (No.3 スポークに取付け)、もう 1 つは半分の 50mm (No.6 スポークに取付け) とした。交換後の 3211m 掘削時の測定波形を図 - 4 に示す。これらの波形の内、No.3 スポークの 1 回転分の波形について区分し、ビット軌跡に沿って角度 1° 刻みに判別した結果を図 - 5 に示す。ビット交換前の判別では、1 回転の内の右半分と左半分では結果が異なったが図 - 5 ではほぼ左右対称になっていることがわかる。なお、このときの No.6 スポークの結果も同様な判別結果が得られた。測定地点から約 10m 離れた地点で事前に実施されたボーリング調査から推定したシールド掘削地点の地質区分を図 - 6 に示す。図 - 5 と図 - 6 ではほぼ同じ地質構成になっており、判別が正確に行われたと考えられる。これらのことより、交換時点で判別ビットに改良を加えたことで、より精度の高い判別を行うことができたと言える。ビット幅については幅 50mm のビットの方が当初は両地層の振幅の差が幅 100mm のビットに比べて大きかったが、交換後約 1km 掘削した頃から両ビットの差がほとんど認められなかった。これは幅 50mm のビットは磨耗の影響を大きく受けた結果によるものと思われる。但し、両ビットとも最終切羽まで判別を行うことができた。

#### 5. あとがき

今回の工事では掘削地点の地質が 2 種類で、しかも強度的に大きな差があったことから比較的容易に土質を判別することができたが、より複雑な地層構成の場所で判別を行うためには振動の大きさの違いによる判別以外の方法の追加や、判別ビットが磨耗の影響を受け難いような構造について検討する必要があると思われる。

#### 参考文献

- 1) 篠原茂、浅葉 堯、佐藤泰一他、「ビット切削振動によるシールド切羽土質判別」、土木学会第 53 回年次学術講演会、pp102-103

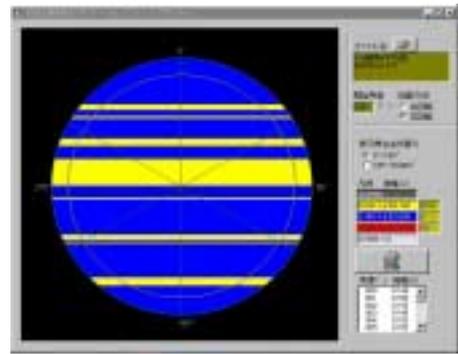


図 - 3 ビット交換地点の土質分布  
(青色:固結シルト、黄色:砂)



図 - 4 3211m掘削時の測定波形

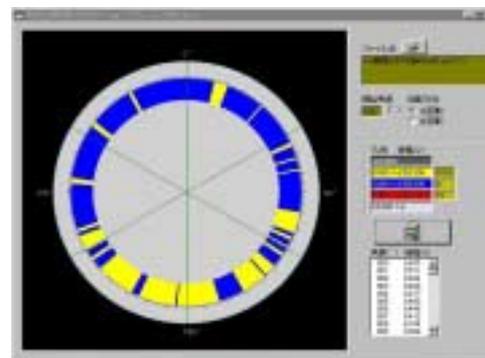


図 - 5 ビット軌跡に沿った土質分布  
(青色:固結シルト、黄色:砂)

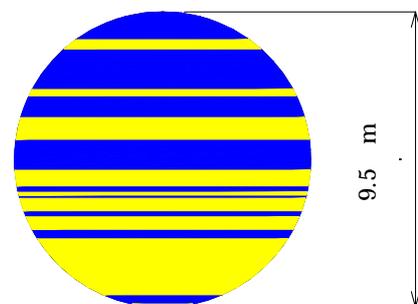


図 - 6 ボーリング結果から推定した掘削地点の土質 (青色:固結シルト、黄色:砂)