

固結粘性土層を介在した 玉石・砂礫層における シールド施工

須崎 貴裕*
Takahiro Suzuki

1. はじめに

固結粘性土層を介在する玉石・砂礫層を、泥土圧式シールドにて掘削した施工結果を報告する。

当工事は、全長約2.7kmのシールドトンネルを1台のマシンにて、発進立坑を挟んで約1.6km（上流側）と約1.1km（下流側）の2本のトンネルとして構築するものである。当報告は主にそのうち先に施工した上流側の施工結果について述べるものである。

2. 工事概要

工事名：相模原市大島～城山町谷ヶ原地内送水管敷設（シールド）工事 公共

工事場所：相模原市緑区大島～谷ヶ原地内

工期：平成22年1月25日～平成26年3月18日

発注者：神奈川県企業庁

工事内容（シールド工事のみを記載）

泥土圧シールド L=2,739.05 m

（上流側：L=1,601.550 m,

下流側：L=1,137.500 m）

線形：最小半径 R=30 m, 上流4箇所, 下流1箇所



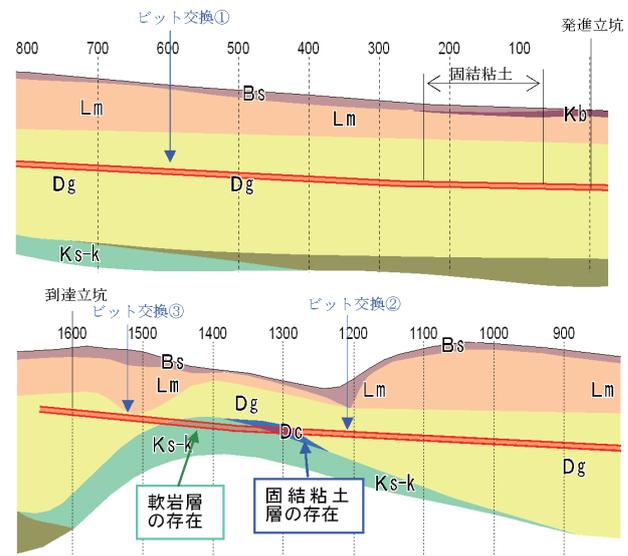
図一 位置図

* 関東土木（支）相模原シールド（出）

シールド機：マシン外径φ2,130 mm
セグメント種別：鋼製セグメント
セグメント径：外径φ2,006 mm, 内径φ1,850 mm
セグメント幅：750 mm および 300 mm
土被り：約 6.7～18.1 m（上流側）
約 10.7～14.6 m（下流側）
ビット交換工：上流2回+追加1回 計3回
下流1回

3. 地質概要

ボーリング調査によって得られた地質の概要を図一2に示す。想定では主として礫層（Dg層：玉石混じり砂礫層・粘土混じり砂礫層または砂礫層）であり、上流側の一部区間に固結粘性土層（Dc層：固結シルト層）および岩盤層（Ks-k層：頁岩層）の存在が予想された。



図一2 地質概要図（上流側）

4. 想定外の固結粘性土層の出現

発進から60m～230mの間にて、想定外の固結粘性土層に遭遇し、カッタートルク及び推力が増大したため進捗が1～3R/方と落ち込んだ。

原因は開口スリットの閉塞やチャンバー内閉塞が考えられ、対策工が必要となったが、シールド直上にある老朽化した久保沢隧道への影響が懸念された。そこで影響範囲外まで前進することとしたが、その間に再びDg層に変わったことで状況は好転し、対策は不要となった。

5. カッタービット交換工について

カッタービット交換箇所はビットの摩耗量の予測から、1回目を600m地点、2回目を1,210m付近とした。

1回目のビット交換では、2回目のビット交換箇所まで

Dg層が続くと想定し、特にビットの種類を変更すること無く、摩耗したローラービット等を交換した。

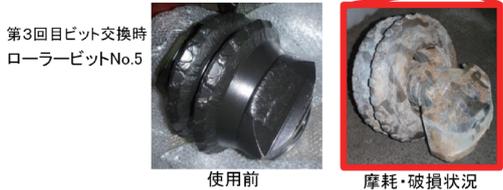
2回目のビット交換では、その直後からの固結粘性土、軟岩層に対応するため、ローラービット交換の他ツールビット、スクレーパービットを粘性土対応型に交換した。

結果として、固結粘性土層はほぼ想定通りの1,250m～1,300mの間に出現したが、進捗は2～3R/方と期待通りには伸びなかった。その後想定された軟岩層は僅かで、大部分はDg層であったが、進捗は平均4R/方と低迷した。1,400m付近からは、巨礫によるスクリー閉塞が頻繁に発生してさらに進捗は落ち、約1,530m地点において、カッタービットおよび面板部の摩耗・損傷により掘削不能となった。急遽薬液注入工を行った上で、緊急の第3回目のカッタービット交換および面板部を一部補修し、残り約80mの掘進を完了した。

第1回から第3回ビット交換時におけるローラービットの推定摩耗量とその実測値の比較を表一に示す。

表一 推定摩耗量と実績の比較 (ローラービット)

(1回目 600m)						
ビット番号	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
実績摩耗量(mm)	12	12	13	14	13	16
推定摩耗量(mm)	7.3	10.2	11.9	13.4	14.3	14.5
(2回目 1210m時)						
ビット番号	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
実績摩耗量(mm)	8	11	13	13	14	16
推定摩耗量(mm)	7.9	11.1	13.0	14.5	15.5	15.7
(3回目 1530m時)						
ビット番号	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
実績摩耗量(mm)	破損	破損	破損	破損	破損	破損
推定摩耗量(mm)	6.0	8.5	9.9	11.1	11.8	12.0



表一から分かるように第3回目のカッタービット交換時には、ローラービットはじめ他のビットや面板部に大きな摩耗・損傷を認めた。

これは、発進立坑～1200m付近で得られたシュミットロックハンマー試験における玉石の強度が100MPa以下であったのに対し、チャンバー内の玉石強度の大半が200～500MPaであったことから、チップインサート型ローラービットの適応強度とされる100MPaを大きく超えていたためと考えられる。

6. 下流側再発進に向けた対応と結果

上流側到達後シールド機は地中から抜き出し、クレーンにて引揚げ整備工場へと輸送した。

整備工場にて損傷の状況を確認し、下流側掘削に向けたマシンの再整備内容を決定した。表二に主な整備内容を示す。

また、マシン製作時、上流到達後および再整備後のカッターフェイスの状況を写真一に示す。

表二 下流掘削に向けたシールド機の主な整備内容

●カッターヘッド部	
・摩耗部分の除去・加修	・面板の硬化肉盛
・先行ビット交換・増設	・旋回ベアリング交換
・土砂シール交換	・破損した取付ビット
・加泥配管復旧・補強	・台座の復旧
●スクリーコンベア部	
・ケーシング摩耗部分の交換・補強	・スクリー羽根の欠損部分の交換・補強
その他	
・シールドジャッキ・中折ジャッキ整備	・土圧計交換 等



写真一 カッターフェイスの状況

下流側に関しては、既設ボーリング間に追加ボーリング調査を行った結果、固結粘性土層は確認されず、また、採取されたコアによる試験から、含まれていた玉石強度は100MPa以下であることを確認したので、ビット形式は上流側検討時と同様の砂礫対応型とした。

結果として、約1.1kmの施工に際し、固結粘性土層も出現せずに、平均8R/方の進捗で平成25年1月に無事到達した。

7. おわりに

緊急のビット交換工の他にも交換工を施すための地盤改良や、破損した面板本体の整備等、整備工場における再発進に向けたシールド機整備にも予想以上のコストと日数を費やすこととなった。

今回の玉石強度は想定外であったが、固結粘性土層の事前の把握に加えて、玉石強度を事前に把握し、その摩耗量を反映したビット交換計画ができれば、今回のような事態には至らなかったと考える。

今後同様な工事では、局所的な地層変化や玉石強度の事前の把握に加え、掘進中に排土された玉石の強度把握も行うことで、ビット欠落や面板欠損等、シールド機が致命的な損傷を被る前に対応策を施すことが重要である。

最後に、当工事を施工するにあたり多大なるご指導を頂きましたトンネル委員会ならびに関係各位に深く感謝し、御礼を申し上げます。