

VI-263

岩盤、砂礫区間における
TBM泥水シールド掘進について

NTT九州支社 ○正会員 川路 清洋
同上 中島 英二
同上 松山 一隆
日本コムシス㈱ 鈴木 和弘

1. はじめに

シールドトンネル工事において、シールド機械が土質に適応しているか否かは掘進に大きな影響を与える。
TBMは本来岩盤層を掘進する機械であるが、本報告は岩盤層と一般土層を同一のシールド機械でほぼ順調に掘進できた施工例である。

2. 工事概要

(1) 工事内容

本工事は、福岡市街地の通信回線需要増に対応するため計画した807mのシールド工事である。
縦断線形の概要を図-1に示す。

(2) 土質概要

シールド掘進地層は強風化頁岩と強風化砂岩からなる基盤岩風化層（以下、風化層と呼ぶ）、砂質頁岩と砂岩と礫岩からなる基盤岩層、及び砂礫層と3層からなる複雑な地層である。

基盤岩の一軸圧縮強度は750 kgf/cm²程度である。また、間隙水圧は2.5 kgf/cm²と高水圧下での施工であった。

3. 複雑な地層を掘進するための対策

(1) シールド機械

本工区の複雑な土質条件に対応するため、岩盤対応の泥水式シールド機械を採用した。

表-1に機械仕様、図-2にシールド面盤図を示す。特に配慮した点は以下の5点である。

- ① 岩盤層を掘進するため、TBMで実績のあるディスクカッタ23個を装備し、外周部の取り付けピッチを密にした。
- ② 一般土の掘進のため、シールド面盤中心部のディスクカッタをアローヘッドに機内から交換可能な構造とした。
- ③ 複雑な地層の掘進管理を徹底するため電磁波式地山探査装置をシールド機械に装備した。
- ④ 開口率は基盤岩層の掘進に合わせて決定した。
- ⑤ 推定掘進速度を2.5 cm/分とし、カッタの回転速度を最大4.3 r.p.m.、トルク係数を $\alpha = 2.8$ とした。

表-1 シールド機械仕様

項目	機 長	掘 削 径	カッタヘッド	カッタトルク	カッタ回転数	開 口 率	中 折 装 置	テ ー ル シ ー ル
仕 様	6,600 mm	2,880 mm	ド-ヘッド型	67.1 t・m	0 ~ 4.3 r. p. m	16.2 %	1 基	3 段

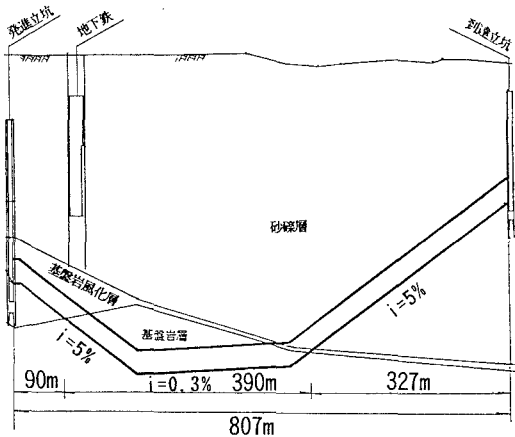


図-1 シールド縦断線形及び土質概要

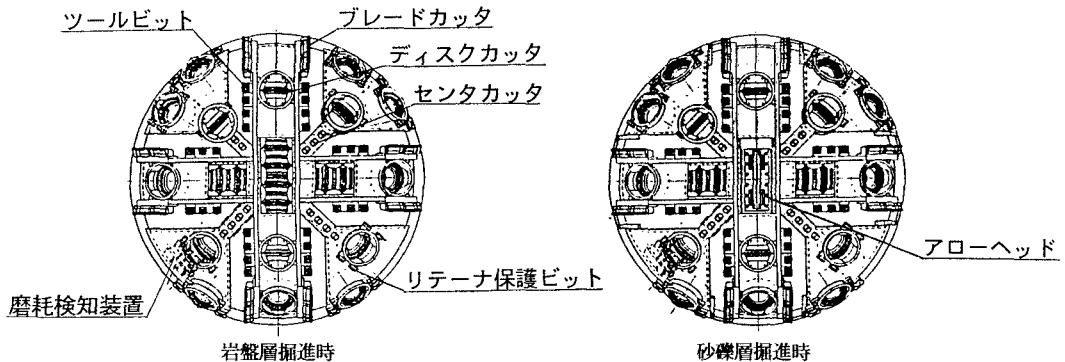


図-2 シールド面盤図

(2) 泥水処理設備

- ① 振動ふるい機の容量は砂礫層掘進から決定した。
- ② フィルタプレスの容量は基盤岩層のシルト・粘土分から決定した。

4. 施工状況とその分析

(1) 土質別の掘進状況

土質別の掘進実績を表-2に示す。

風化層での掘進は順調に推移した。この理由として以下の3点が考えられる。

- ① 強風化頁岩の粘土分の粘性が弱かったこと
- ② シールド周辺摩擦抵抗が増えなかったこと
- ③ シールド面盤及び開口率が適合していたこと

基盤岩層での掘進はカッタールクオーバーが頻繁に起こり、掘進速度が低下し、1 cm/分以下の状況がほとんどであった。この理由として以下の3点が考えられる。

- ① 排泥の粘性が当初予定よりも大きく、これに対して開口率が小さかったこと
- ② シールド面盤の表面にいつきが生じたこと
- ③ 岩強度が想定よりも小さかったため、ディスクカッターが回転せず偏摩耗をおこした

砂礫層での掘進は概ね順調に推移したが、たびたび掘進速度の低下がみられた。この理由として以下の2点が考えられる。

- ① 粘性土を多く含んだ砂礫層であり、その粘性が大きかったこと
- ② 想定よりも大きい径の礫を取り込んでしまい、礫づまりが発生したこと

(2) 泥水管理

図-3に排泥密度の推移を示す。風化層においては排泥密度が1.3 t/m³前後では安定しているが、基盤岩層では変動が激しく、品質管理に特に注意したが安定させることは困難であった。

砂礫層に入っても粘性が大きい粘性土を含んでいたため送排泥密度の変動が激しく、安定させることは困難であった。特に岩盤層と砂礫層の層境は変動が激しかった。

(3) 裏込め注入

湧水脈の早期止水を目的にし、掘進反力を確保するため通常より富配合の可塑性の裏込め材を使用して即時注入を実施した。高水圧下にもかかわらず漏水がなかったことから有効であったと思われる。

表-2 土質別の掘進状況

項 目	①風化層	②基盤岩層	③砂礫層
切羽水圧 (kgf/cm ²)	1.9~2.3	2.3~2.8	2.3~2.4
総推力 (tf)	180~300	500~750	300~400
掘進速度 (mm/分)	20~35	8~16	45~65
カッター力 (tf・m)	40~50	50~63	20~30
カッター回転数 (r.p.m)	3.2	4.3	2.8
実掘進時間 (分)	30~60	80~120	20~30
送泥密度 (t/m ³)	1.22~1.28	1.05~1.20	1.15~1.23
粘性 (秒)	30~35	23~27	23~27

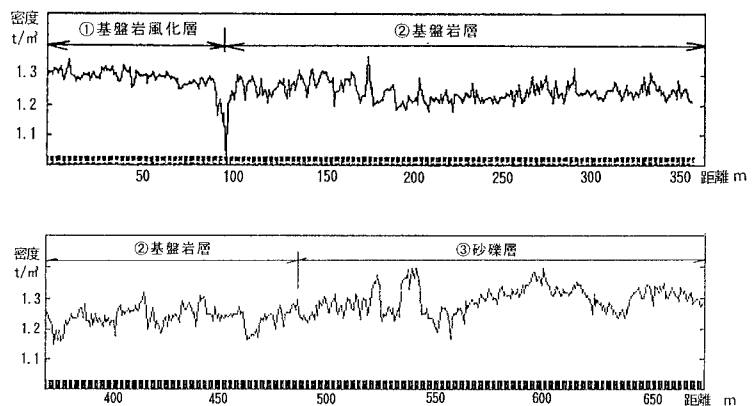


図-3 排泥密度の推移

5. まとめ

複雑な地層の掘進を行うにあたってはそれらの地層を正確に把握するとともに、シールド機械及びプラント設備の設計を適切に行う必要がある。

本工事においては、基盤岩層区間で頁岩層を掘進中に排出土中の泥質が多くなるとカッタールクの上昇、掘進速度の低下が発生したが、ほぼ当初計画どおりに施工することができた。

今後、基盤岩層と同じ土質の掘進を計画しており、粘性の強い土質への対策としてシールド機械に改良を加えることを検討している。本施工結果を含めた施工データの蓄積を行い、今後の同種の工事に反映させていきたい。