

岩盤区間における泥水シールド推進について

NTT九州支社
同上
同上
日本コムシス(株)

○正会員 川路 清洋
中島 英二
松山 一隆
鈴木 和弘

1. はじめに

シールドトンネル工事において、地層中に含まれる岩質の性状が掘進に大いに影響する。

本報告は、複雑な岩盤地層を掘進する泥水式シールド工事において土質変化が掘進に与える影響を中心に、その施工例をまとめたものである。

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。シールドの土被りはGL-22.7m~GL-32.2mで、発進立坑から203mについては下り5%、444mから到達立坑までは上り5%の急勾配である。

(2) 土質概要

シールド推進地層は①基盤岩風化層(強風化頁岩・強風化砂岩)②基盤岩層(砂質頁岩・砂岩・礫岩)③砂礫層と複雑な地層である。

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

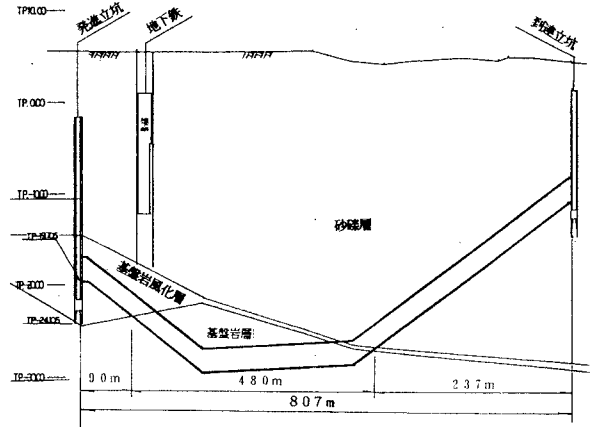


図-1 シールド掘進位置地質図

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。特に配慮した点として

- ① 岩盤層を掘進するため、TBMで実績のあるシングルディスクカッタ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2.5cm/分とし、カッタの回転速度を最大4.3r.p.m、トルク係数を $\alpha = 2.8$ とした。

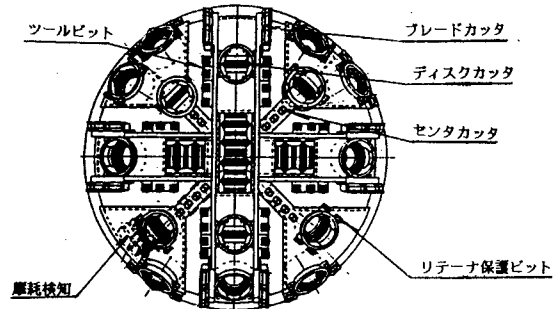


図-2 シールド面盤図

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	テールツール
仕様	6,600 mm	2,880 mm	F-Aヘッド型	67.1 t・m	0~4.3 r.p.m	16.2 %	1 基	3 段

(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。

基盤岩風化層では、風化頁岩中の泥質のチャンパ内へのいっき及びドームヘッドがシールド外周の土砂を圧密することによる掘進能率の低下を心配したが、順調に推移した。これは

- ①強風化頁岩層であったこと
- 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

が理由として考えられる。

発進より8.4m付近からカッタートルクの上昇がみられた。これは掘削断面に基盤岩層が出現したことが原因であると考えられ、土質想定と一致する。基盤岩層では、カッタートルクオーバーが頻繁に起こった。

掘進速度が低下したため推力を増加したが回復せず1cm/分以下の状況がほとんどであった。これは

- 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
- ③シールド面盤の表面にいっきが生じたこと

が理由として考えられる。

(2) 泥水管理

図-3に370m区間内の排泥密度の変動を、図-4、5に1リング内での送排泥密度の変動を示す。

基盤岩風化層においては排泥密度が1.3t/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ことが安定させることは困難であった。

1リング内の排泥密度も、基盤岩風化層では安定しているが、基盤岩層では変動が激しかった。

表-2 土質別の掘進状況

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

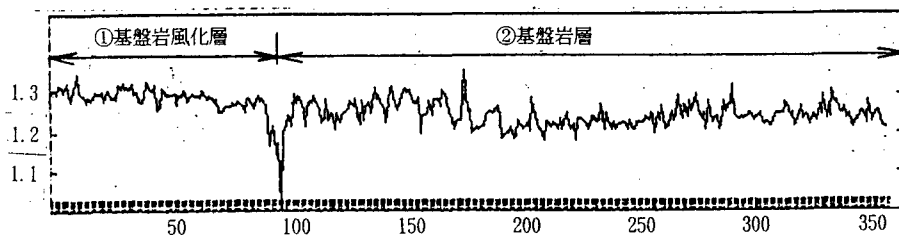


図-3 排泥密度の推移

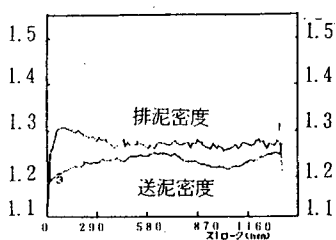


図-4 送排泥密度の推移 (①基盤岩風化層)

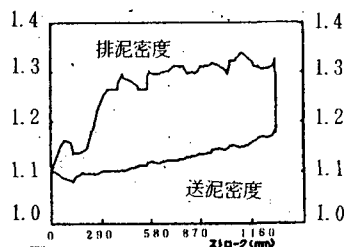


図-5 送排泥密度の推移 (②基盤岩層)

(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。

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トルクの上昇、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。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。