

VI-87 硬質岩盤・高水圧下でのシールドトンネル施工について

清水建設株式会社

東北支店 正会員 ○岩 根 保 男

〃 〃 大 塚 敏 哉

〃 〃 高 橋 裕 行

土木本部 和 田 利 彦

1. はじめに

八戸市内の新井田川河口に密閉式TBMタイプの泥水式シールド機で下水道用河川横断トンネルを水面下12m～29mの岩盤中へ施工した。岩盤は、発進側の右岸から到達側の左岸に急傾斜しているため、全線を岩盤内敷設で計画されているシールドトンネルは、下り11%の急勾配での掘進となった。

本報では硬岩質・高水圧下での急勾配シールドの施工結果について報告するものである。

2. 工事概要

(1) 工事仕様

施工延長 ; 234mと短距離

セグメント ; 外径 ϕ 2,550mm、スチール製

発進立坑 ; 深度12.5m, ϕ 10mライナーカット

到達立坑 ; 深度37m, 内径7mの12角形

地中連続壁

シールド機 ; 密閉式TBMタイプ

径、長 ; ϕ 2,750 $\times$ 6.035 m

形 式 ; テレスコピック複胴型

シールドジャッキ ; 80 T $\times$ 1050 ST $\times$ 300 $\text{kg}/\text{cm}^2 \times 8\text{N}$

回転数 ; 0～51 RPM

掘削トルク ; 常用 25.0 T・M 最高 36.7 T・M

(2) 地質概要

シールド掘進部の地質は、岩石の軸圧縮強度800～2,700 kgf/cm^2 、岩盤の透水係数 $1.69 \times 10^{-3} \sim 4.41 \times 10^{-5} \text{cm}/\text{sec}$ の安山岩質凝灰岩であった。傾向的には発進側が堅固で、到達側（特に手前40m区間）は亀裂が発達していた。

3. 施工結果

(1) シールド機カッターの損耗について

①シールド機にはローラーカッターディスク15個（ゲージ4個、インナー11個）、センターカッター1組を装備したが、磨耗のためローラーカッターディスク31個（ゲージ12個、インナー19個）、センターカッター2組を交換した。

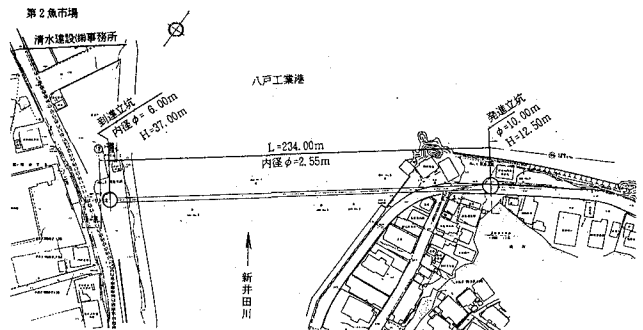


図-1 平面図

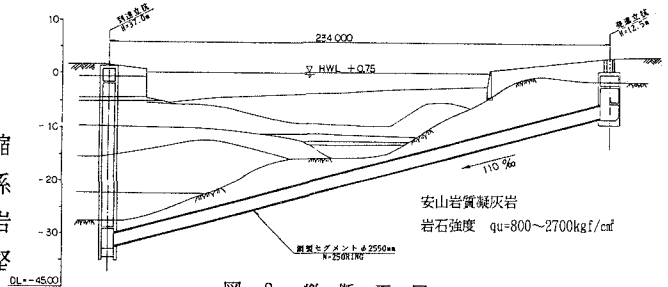


図-2 縦断面図

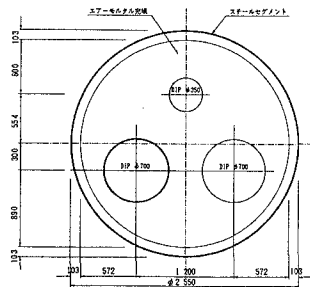


図-3 河川横断面標準断面図

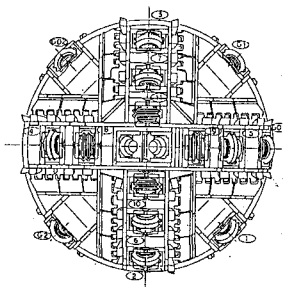


図-4 カッター配置

②掘削岩片の点載荷式圧裂引張試験結果と損耗によるカッター交換位置との関係を下図に示す。

カッター交換した1個当りの転動距離は、予定とほぼ同一であったが、純掘進速度（1回当たりのカッターの食い込み量）が予定より遅かったため総転動距離が大きくなり、交換数は予定の2倍となった。岩石は火山活動により形成された角礫凝灰岩が低度の変成作用を受けたもので、構成鉱物に石英、長石が多く含まれ、石英が各鉱物間を充填連結していることから硬質になっている。したがって、シールド機による岩盤破砕時にこれらの硬質な石英等の鉱物が研磨剤の役割をなし、カッターの磨耗を増幅したものと考えられる。

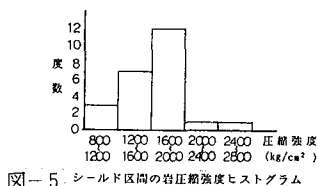


図-5 シールド区間の岩圧強度ヒストグラム

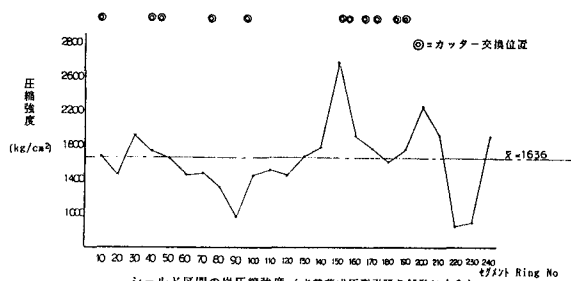


図-6 岩圧強度～カッター交換位置

(2) 岩盤の切削速度

岩盤強度と切削速度の関係は、定量的な連続測定を実施していなかったため残念ながら把握できていないが、おおよそ岩盤の純掘削速度は、3～25mm/min、平均6mm/min程度であった。

(3) 到達方法

到達は海面下-30mと深度が大きい上、亀裂の多い岩盤で、かつ、シールド上方の岩被りも約1mと小さいため高水圧が作用すると判断された。対策として、鏡切りを行わずにすみ、岩盤内での効果と大深度での範囲限定に不安のある薬液注入工法を用いない方法として下記の対策を講じた。

- ①到達予定箇所の地中連続壁の鉄筋をやめ、シールド機でコンクリートごと切削できるようガラス繊維製ロッドを設置した。
- ②シールド機で地中連続壁を切削した時に生じる環状空隙部からの湧水対策として、茶筒状のシールド機迎え入れ用鋼製キャップを設置した。シールド到達後にマシン内及びキャップ側からグラウト注入を行い止水した。

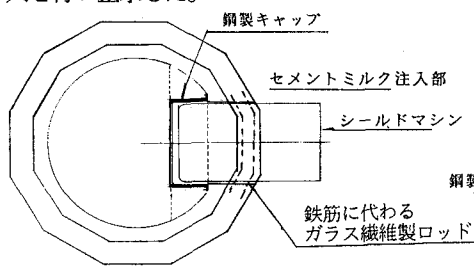


図-7 到達工平面図

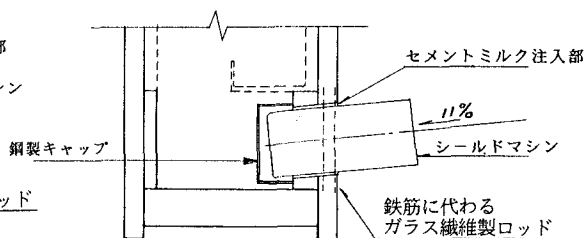


図-8 到達工計画図

4. むすび

今回の工事では、従来施工困難とされていた亀裂が多く、高水圧が作用する硬質岩盤での密閉式TBMタイプの泥水式シールド工法の適用性が確認できた。また地中連続壁製立坑への到達方法として薬液注入工法に代わるガラス繊維製ロッドと鋼製キャップによる方法の実証を行うことができた。

本工事の結果が、今後の同様工事での計画の参考となれば幸いである。