

(III-72) シールドトンネルの長距離・急速施工技術 ―石岡トンネルの施工事例―

*) (財) 先端建設技術センター 研究第二部 正会員 西尾 誠高
建設省関東地建 霞ヶ浦導水工事事務所 阿部 伸二
大成・鴻池・若築建設工事共同企業体 明神 知夫

1. はじめに

建設省関東地方建設局霞ヶ浦導水事業のうち那珂導水路では、シールド区間が 36.1km と長いと、工期の短縮とコスト削減を目的とし、シールド工事の長距離・急速施工技術を開発し、その技術を石岡トンネル区間にてパイロット工事として導入した。また実施に際し、学識経験者を中心とした「石岡トンネル施工検討委員会」を設置し、施工データをもとにシールド長距離・急速施工の検証および評価を行った。
本報は、これらの検証・評価結果について報告するものである。

2. 石岡トンネル工事概要

(1) 工事概要

本工事は石岡トンネル(その1)工事として、那珂導水路の一部である高浜立坑から玉里立坑までの 2.4km 区間のシールド工事である。表-1 に工事の各諸元を示す。

(2) 地質概要

工事位置は、関東平野の北東部にあたり、施工地盤は発進部で洪積の成田層上部砂層(N=40 程度)および成田層上部砂礫層(N=50 以上)、到達部で成田層上部シルト・粘土層(N=20 程度)と変化する。地下水位は地表面近くに分布し、シールド中心での地下水压は、0.25~0.29MPa 程度となっている。

(3) シールド長距離・急速施工技術の採用

シールド長距離・急速施工技術に関する開発技術は、検討成果として、「シールド長距離・急速施工技術要領(案)平成7年3月」にまとめ、これに基づき設計・積算・施工計画がなされている。図-1 にシステム全体図を、表-2 に本工法の特長を従来のシールド工法と比較した。

3. 施工技術の検証・評価

今回採用した新技術に関する施工データを分析し、それを基に施工システムの妥当性の検証・評価を行った。を行った。そのうち本報では①同時掘進組立施工②シー

表-1 工事諸元

工 法	泥水加圧シールド工法
シールド掘進機	φ5,810mm, 本体長 10,095mm
カットタルク	装備 2700kN・m($\alpha=1.37$)
シールドジャッキ	1667kN[170tf]×2550mm×30 本 (総推力 5,001×10 ⁴ kN[5100tf])
セグメント	RC セグメント(6 等分割) 外径 5,650mm, 内径 5,200mm 厚さ 225mm 幅 1,200mm, 重量 19.6kN[2.0tf]/個
延長	2,400m
土被り	21.6~33.0m
平面線形	直線
縦断線形	0.2~20‰

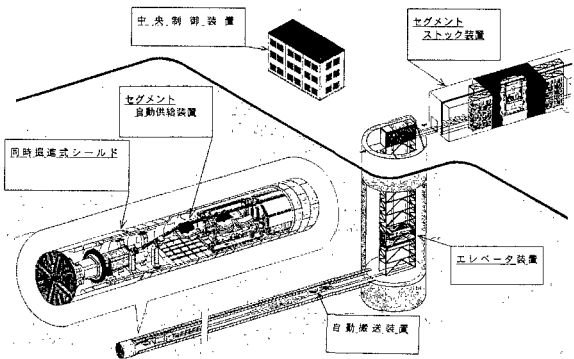


図-1 システム全体図

表-2 シールド長距離・急速施工技術の特長

	項 目	シールド長距離・急速施工技術	一般的なシールド工法の場合
急速施工 対応	目標掘進速度と設備能力	平均掘進速度 50M/分 稼働日平均 20M/日 (設備は 24M/日、7.5CM/分で計画)	2~3CM/分程度 6~8M/日程度(設備は2倍で計画)
	セグメント搬送	自動ストック装置・エレベーター装置・自動搬送装置(高速走行 8KM/H)・セグメント自動空中受け渡し	地上仮置き・クレーン荷下し・バッテリーカーによる有人搬送(4KM/H程度)
	セグメント組立作業	粗位置決めまでを自動化(ボルト締結は人力)	人力による位置決め・ボルト締結作業
	シールド掘進とセグメント組立	掘進とセグメント組立を同時作業で行う	シールド掘進後にセグメント組立
	シールドの方向制御	自動方向制御システム	状況に応じたジャッキ選択
長距離対 応	目標施工延長	5000M	1500~2500M
	カットタルクの材質	超硬合金の採用(E3種)	E5種
	ビット摩耗対策	2重差し歯方式(許容摩耗量 30MM) 摩耗検知ビット・先行ビットの設置	一般的にはなし

キーワード：シールド、長距離施工、急速施工
*) 連絡先：東京都文京区大塚 2-15-6 TEL 03-3942-3994 FAX 03-3942-0424

ールド掘進機性能、③到達後のシールド機の点検整備結果について報告する。

(1) 同時掘進組立施工

従来のシールド施工は、セグメント組立と掘進を交互に施工するが、本同時掘進組立施工は、シールド掘進機においてエレクトをシールド本体から切離すことにより、掘進と組立を同時に行えるようにした。(図-2)掘進実績として、図-3に施工月毎に整理した日進量を示す。これより、平均日進量は目標の20m/日をほぼ達成していることがわかる。1日のサイクルタイムは、1日2交代制で、片番8リング程度(9.6m)を施工したこととなる。

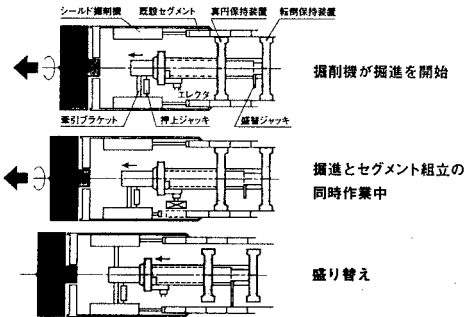


図-2 同時掘進システム

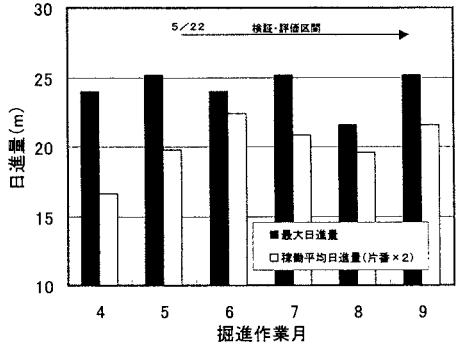


図-3 掘進実績

(2) シールド掘進機性能

カットトルクは一部掘進地山に巨礫(300mm 程度)が出現したことによる影響を除いて概ね設計値(1170KN・m)以内に、総推力は設計総推力値の約 70%程度の結果であった。施工時の不具合としては巨礫出現による排泥管の閉塞等が発生したが、比較的小さいトラブルのみで無事工期内に施工を終了することができた。

(3) シールド機点検整備結果および次工区に向けた改善点

本工事においては、長距離施工のために、特にカットビット・土砂シール・テールシールについては、耐久性の実験等を踏まえ仕様を設計した。工事終了後のシールド掘進機点検整備項目を表-3に示す。

点検整備結果によると、掘進途中に出現した砂礫および発達および到達 NOMST の切削等の影響により、2.4km 掘進後、先行ビットは全体の 58%(29 個/50 個)について、チップが欠落し母材のみの状態となっていた。またメインビットの摩耗は最大 4mm と少なかったが欠損および内部クラックの生じたものが見られた。このため次工区への転用は困難であると判断し、これらについては交換することとした。

また土砂シールの摩耗は特にコーナー部を除いて微少であり健全性が確認された。テールシールについては3段のうち中間部の損傷が著しく、次工区では距離が長いことも考え4段とすることとした。

次工区(4. 4km)へ向けての改善点を表-4に示す。

表-3 シールド掘進機点検整備項目

ブロック名	機械名
カット装置	カットヘッド、カットビット、カット駆動装置、カット軸受、カットギヤ、土砂シール、土砂シール摺動面等
掘進機本体装置	シールドフレーム、テールプレート、テールシール、シールドジャッキ、アジテータ、エレクト、泥水配管等
後続設備	セグメント供給装置、ホイストビーム、パワーユニット等
計器装置	各種センサ類、地山探査装置

表-4 次工区へ向けてのおもな改善点

検討項目	改善項目
カットビット	・次工区の粘性土地盤主体であることより、すくい角を 15° から 20° に変更
	・背面・すくい面保護チップ欠損が多かったことを踏まえて、超硬チップの取付方法をインサートタイプから大型チッププレートタイプに変更
	・次工区の礫対策として、カットビット高低差配置の採用
	・先行ビットの摩耗実績を踏まえて、メインビットに対する先行量を 20MM から 30MM に変更
掘進機本体	・シールドビットの摩耗実績を踏まえて、側面に超硬チップを追加
掘進機本体	・テールシールの点検整備結果を踏まえて、ワイヤブラシを3段から4段に変更
後続設備	・メイン排泥管が閉塞したことを踏まえて、排泥バルブ前後を直管とした。

4. おわりに

本工事(延長 2.4km)は、大きなトラブルも無く比較的順調に施工を終了することができた。

昨今他企業でもシールド長距離施工への挑戦が盛んであり、カットビット・シールをはじめとするシールド機の技術進歩が 5km を越えるような長距離施工を実現可能にしている。今後これらの施工データ等を収集し、各事例を総合的に分析することで今後の「シールド長距離・急速施工技術」が確立されると期待する。

参考文献

1) 斉藤孝志:日進 20m を越える急速施工シールドー石岡トンネル(その1)工事一、土木施工 40 巻 2 号, pp.17-24, 1999.2