

33. 同時掘進システム採用のシールド急速施工

大成建設(株)：大塚 寿次

1. はじめに

建設省関東地方建設局霞ヶ浦導水事業の内、那珂導水路は、シールド工法区間が36.1kmと長く、事業の円滑な推進のため、長距離・急速施工技术が開発、導入された。この技術が初めて採用された石岡トンネル(その1)工事の施工を完了したので、ここに紹介する。

2. 工事概要

本工事は、那珂導水路(地下トンネル河川)の一部である高浜立坑から玉里立坑までの2,400mを泥水シールド工法で施工するもので、長距離・急速施工技术の検証と評価を行う試験施工でもある。

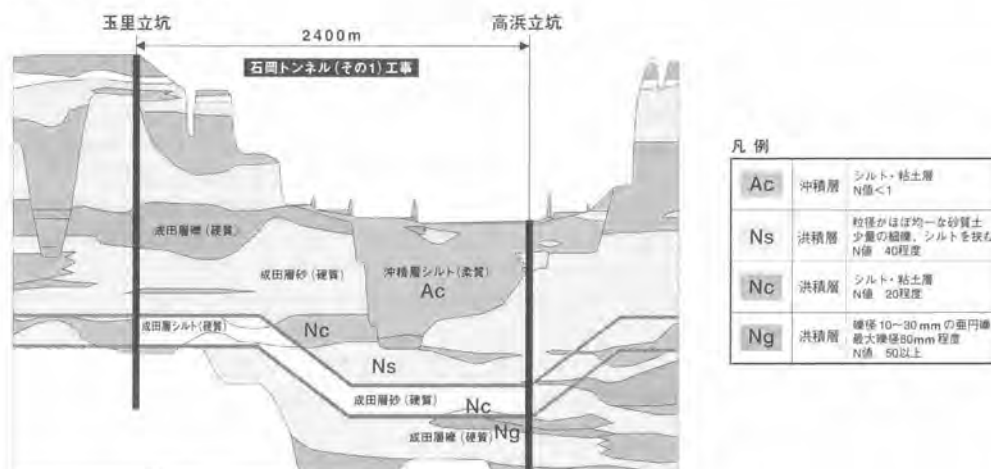
表-1 工事諸元

工法	泥水加圧式シールド工法
シールドマシン	φ5,810mm、全長10,095mm
シールドジャッキ	170t×2,550mm×30本
セグメント	RCセグメント(6当分割) 外径 5,650mm、内径 5,200mm、厚さ 225mm、幅 1,200mm
延長	2,400m
土かぶり	21.6~33.0m
地下水位	2.5~3.0kgf/cm ²
平面線形	直線
縦断線形	0.2~20‰
発進・到達工法	NOMST工法

3. 地質概要

工事区域は、関東平野の北東部に位置し、発進側(高浜立坑)より洪積層砂質土が続き、到達側(玉里立坑)付近では洪積層シルト・粘土層となっている。(図-1)

図-1 地質縦断図



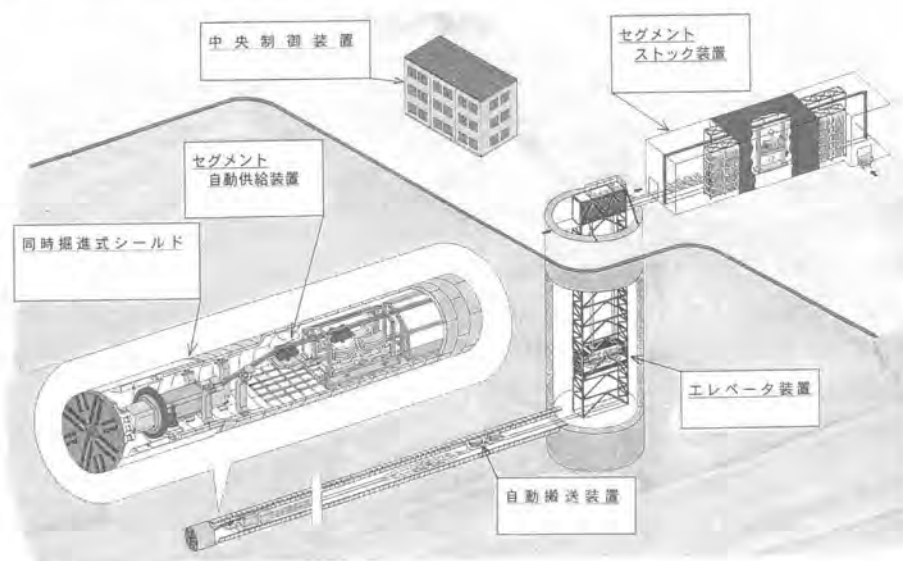
4. 施工技術

本工事に採用された長距離急速施工技術を表-2に、トータルシステム（施主からの貸与）を図-1に示す。

表-2 長距離・高速施工技術

施工技術	特長	従来仕様
長距離対応型カッタービット	施工延長 5,000m	1,500m～2,500m
セグメント組立て同時掘進	平均掘進速度 50mm/min 日進量 20m/day	30mm/min 8～10m/day
自動方向制御システム	同時掘進対応	
急速施工支援システム	自動搬送台車（無人搬送） セグメントストック装置 エレベーター装置 セグメント自動空中受け渡し	有人運転 地上仮置 クレーン荷下ろし 手動操作

図-2 長距離・急速施工シールドトータルシステム



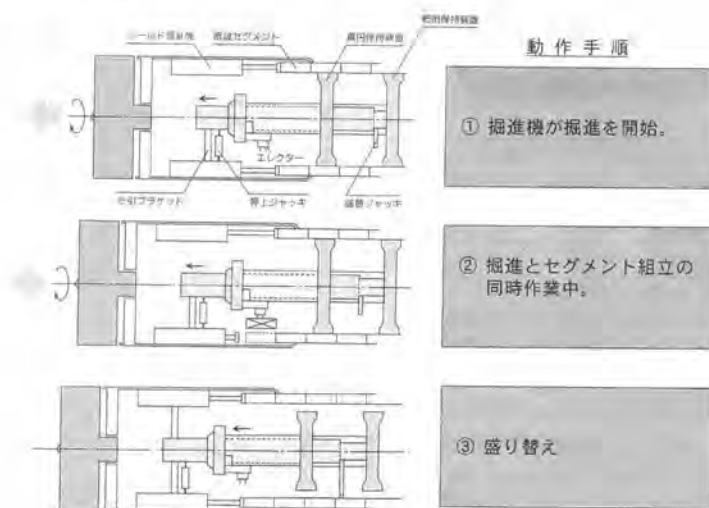
4-1. シールドマシン

カッタービットは、耐磨耗性に優れた超硬合金（E3種）を使用し、メインビットの磨耗低減のため先行ビットも配置している。また、平均掘進速度を50mm/minにするとともに急速施工支援システムの採用により長距離・急速施工を可能にしている。

4-2. 同時掘進システム

従来、セグメント組立と掘進は交互に行っていたが、今回使用したシールドマシンでは、エレベーターを掘進機本体より切り離し、セグメント組立と掘進を同時に行える構造となっている。（図-2）また、同時掘進を可能とするため、シールドジャッキは、2リング分の長さを持っている。

図-3 同時掘進システム



4-3. 自動方向制御システム

施工計画線との位置ずれをジャイロシステムで検出し、その位置ずれを修正するため、セグメント組立位置以外のシールドジャッキを3ブロックに分け、自動で圧力制御することによりシールドマシンの方向制御を行う。

4-4. 急速施工支援システム

急速施工に対応してセグメント、その他資材の供給体制も整える必要があり、また、長距離化による搬送時間ロスを最小限に抑えるため、急速施工支援システムが不可欠となる。

1) 自動搬送台車

バッテリー式電動自動搬送台車で、運行は中央自動制御による無人運転が可能である。1編成でセグメント1リング分を搬送可能であり、複数の安全センサーを装備している。

2) セグメントストック装置

セグメントの立体自動倉庫で、50リング分のセグメントを格納できる。入出庫管理は中央制御室で集中管理する。

3) エレベーター装置

セグメントストック装置でセグメントを搭載した自動搬送台車を地上から立坑下に台車ごと昇降させるエレベーターで立坑での移設作業が不用となる。自動搬送台車のエレベーターへの乗り降り、エレベーターの昇降は自動運転である。

5. 施工実績

本工事の施工は、NOMST発進→初期掘進1回目→初期掘進2回目→本掘進→NOMST到達の順で行ったが、セグメント組立同時掘進が可能になった本掘進は平成11年3月16日から開始した。

初期掘進完了の216m地点より1,000m地点までは本掘進調整区間として、機械設備の調整及び操作

の習熟を行ったが、稼動日あたり掘進量は18.1mで、1,000m～2,350mの本掘進区間では、稼動日あたり掘進量は21.25mを記録した。(表-3)

この間、本掘進において最大日進量は26.4m、最大月進量は469mに達した。

表-3 セグメント組立比較表(1998年6月期)

月日	組立リング数																				日進量(m)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
6月1日																					20.4
6月2日																					12.0
6月3日																					24.0
6月4日																					12.0
6月5日																					
6月6日																					
6月7日																					
6月8日																					
6月9日																					20.4
6月10日																					21.6
6月11日																					16.8
6月12日																					24.0
6月13日																					24.0
6月14日																					22.8
6月15日																					24.0
6月16日																					12.0
6月17日																					21.6
6月18日																					24.0
6月19日																					24.0
6月20日																					
6月21日																					21.6
6月22日																					24.0
6月23日																					24.0
6月24日																					24.0
6月25日																					24.0
6月26日																					
6月27日																					
6月28日																					
6月29日																					24.0
6月30日																					24.0
月進量																					469.2

6. 問題点と対応

1) 礫の出現

初期掘進時より1,400m付近まで予想以上の礫(200～300mm)が出現し、マシンのアジテータ停止や排泥管及び排泥ポンプの閉塞がたびたび起こった。アジテータについては、決定的な対策はなかったが反転させることで対応し、マシン内の排泥管の閉塞に対しては、予備排泥管を使用した。また排泥ポンプ及び排泥管の閉塞に対しては、礫取り箱やクラッシャーを設備して対応した。

2) カッター減速機の温度上昇

2,000m～2,400m間は固結したシルト・粘土層であり、カッターにかかる負荷が大きく減速機の温度警報が頻繁に出た。このため、送風機で冷却しながら掘進を進めた。

3) セグメント供給装置

2%登り勾配区間においてセグメント空中受け渡しの不具合が発生した。これは、エレクターとホイストの位置関係に勾配の影響でずれが生じたためで、人力補助により対処した。

7. おわりに

本工事において、多少課題は残ったものの、本掘進において日進20mを超える急速施工が出来たことは、当初目標を十分達成できたと考えられる。今後、付帯設備も含め、課題の改善を進めることにより、今後の長距離・急速施工技術の導入・普及が大いに前進するであろう。