

(株)熊谷組 正会員 高見沢 滋 中村 泰則 石山 正雄

1 はじめに

近年、TBM の採用件数は増加し、大口径・長距離化に伴い、高速化、切羽前方地質の予測、脆弱な地質に対する支保方式の開発などが活発化してきている。従来、地層が複雑で変化が激しいわが国では TBM で順調に長距離施工できた事例が少ない中、本工事は平成6年6月から掘削を開始し、平成8年5月到達に至り、TBM 急増の潮流に弾みをつける結果となった。本内容はその施工結果を報告するものである。

2 工事概要

- ・工事名：津久井導水路新設工事
- ・工事場所：神奈川県愛甲郡愛川町～津久井郡津久井町
- ・工期：平成5年2月～平成10年3月
- ・発注者：建設省関東地方建設局宮ヶ瀬ダム工事事務所
- ・施工者：熊谷・五洋・大日本特定建設工事共同企業体
- ・仕上り断面：内径φ 4600 mm (図-1)
- ・TBM 掘削機：フルシールドタイプ、外径φ 5400 mm (図-2)
- ・TBM 区間延長：4837 m

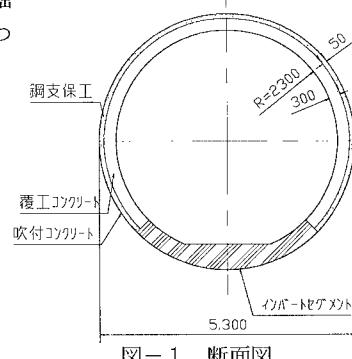


図-1 断面図

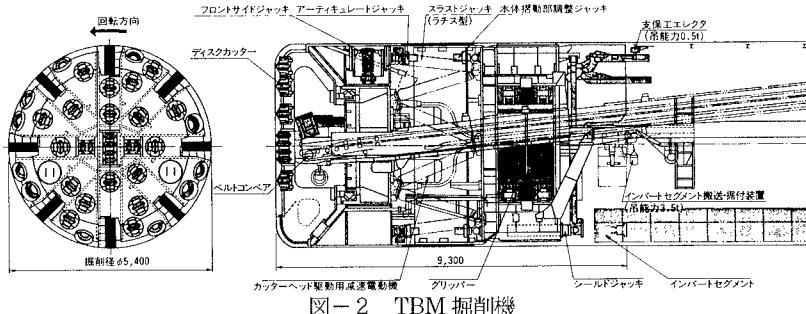


図-2 TBM 掘削機

3 地形・地質概要

TBM 掘削区間の地質は、新第三紀中新世の丹沢山地愛川層群に属し、坑口より 3400 m地点(以後 TD3400 と記)までは火山礫凝灰岩・凝灰角礫岩が主体で、以降は礫岩・凝灰岩が主体をなした。弾性波速度 $V_p=4\sim 5$ km/s、一軸圧縮強度 $q_u=50\sim 2000 \text{kgf/cm}^2$ 、土被りは 50~400 mで、亀裂が発達した破碎帶(粘土少量咬む)が数ヵ所確認され、特に TD3830 m付近では、TBM 本体が締付けに遭い、延べ約 60 m³の土砂が崩落した。

4 本工事の特徴とその実施結果

(1) インバートセグメント使用による掘削と覆工の併進施工の実施

高速施工を実現させるため、インバート部にプレキャスト製セグメントを使用し、速やかに軌条床盤として活用するとともに、従来このクラスの断面ではむずかしいとされた二次覆工(アーチ部)の同時施工を可能にした。掘削実績は全区間の平均で 212 m/月、最大で 401 m/月、最大日進 30 m/日を記録する一方、覆工も約 1000 m後方から 12 mスパンで平均 250 m/月記録した。覆工併進に伴う掘進速度の低下はほとんどなく、単純に掘進量を増加させるよりはるかに大きな工期短縮効果をもたらした。

キーワード：ラチス式スラストジャッキ、覆工併進、インバートセグメント、自動方向制御

〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1 TEL03-3235-8649 FAX03-3266-8525

(2) 国内初のラチス式スラストジャッキの採用と自動方向制御システムの実用化

スラストジャッキは機体外殻に沿ってハの字状に傾斜配置されており、TBMの掘進機能、方向制御機能、トルク反力伝達機能を合わせ持つており、この機構にマッチした自動方向制御システムを開発することにした。シールド機に準じたシステムから出発したが、うまくいかず、各計測機器の防振対策、坑内粉塵低減対策、地山特性の影響を反映した入念な挙動解析等を実施することにより軌道に乗り、最終的には完全に実用化がなされ(稼働率80%)、オペレーター自らが自動制御を選んで操作するという状況に至った。(図-3、図-4)

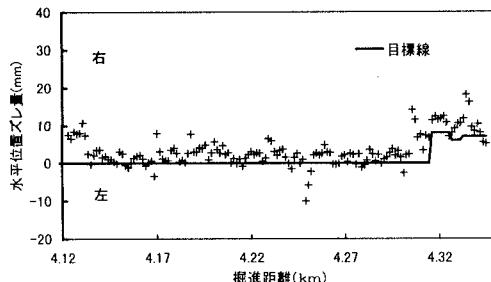


図-3 方向制御結果（水平位置ズレ量）

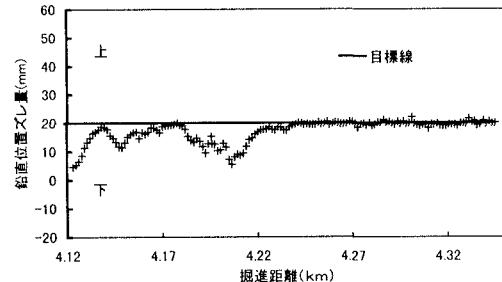


図-4 方向制御結果（鉛直位置ズレ量）

(3) 破碎帯により機体締付け遭遇とシールドジャッキ使用による脱出

TD3830 m付近掘進中、前胴機体締付けに遭い、総推力1000tかけてもほとんど進まなくなつた。ディスクカッター(外周部)交換後再開するが、カッターヘッドが回転不能となった。坑壁とマシンの間に掘削ズリが充満し、さらに切羽前方部が崩落進行し、カッターヘッド前面にも及んだためと思われる。

カッターレバは起動時正転・反転の幾度にも及ぶ繰り返しにより可能となり、前胴推進は休まず継続的に続けることにより、総推力は下がり、前胴の締付けの危機は脱した。

後胴部は破碎帯崩落部を通過時、テール部より多量の崩落(破碎された凝灰岩及び粘土 16 m³)が生じ、従来の支保方式では対応不能に陥った。H-150×150 支保工を連続的に配置し、支保工1基分後胴を前進・支保工設置(テール外にて)の手順を繰り返し、限界なく続く崩落を押さえながら進んだ。(図-5)

グリッパーは接地面積が大きいため、若干のスリップは生じたが、グリッピング機能は損なわれなかつた一方、フロントサイドジャッキはグリッピング不能に陥り、シールドジャッキの使用(セグメントを反力)によりようやく後胴の引寄せが可能となった。

以上約16 mの破碎帯通過に20日を要したが、無事乗り切ることができた。さらに崩落部にはLWを注入し、二次覆工は $f_{ck}=500 \text{ kg f/cm}^2$ の高強度コンクリートを打設し、支保能力の向上をはかった。

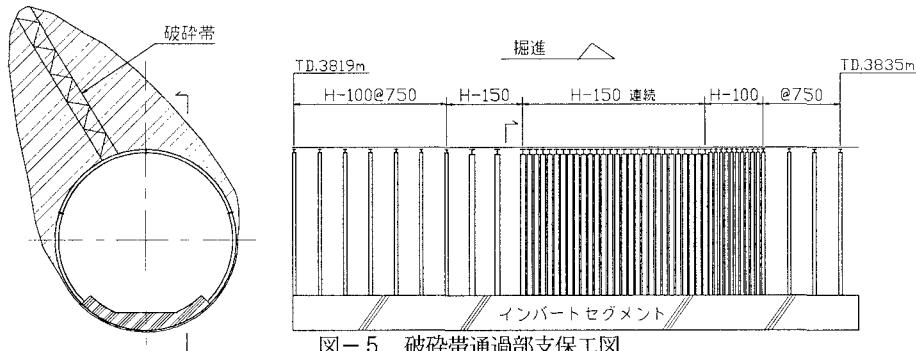


図-5 破碎帯通過部支保工図

5 おわりに

本工事は各種の新技術をおりませ、2年かけ、4837 mのTBM施工を完了したが、その間種々の対策を講じ、多くのデータを収集・解析できた。今後はそのデータを活用し、計画・施工に参考になれば幸いである。