

大深度・長距離・小断面シールドにおける礫層掘進の施工報告-西新宿シールド工事

大成建設株式会社 東京支店 第二淀橋作業所
正会員 松野 一之
正会員 ○榎本 文一

1. はじめに

本工事は東京都水道局の施設整備の一環として、新宿、渋谷および中野区の安定給水を目的とした配水管新設工事で、新宿区西新宿二丁目から中野区南台三丁目(図-1)までを泥水式シールド工法によりトンネルを築造しトンネル内に送水管を新設するものである。本稿では、配水本管布設のためのトンネル築造にあたって、小断面、高水圧、長距離下で施工を行ったシールド工事の施工実績について報告する。

2. 工事概要

工事件名：中野区南台三丁目地先から新宿区西新宿二丁目地先間配水本管(1000mm)新設工事(シールド工事)
工事場所：中野区南台三丁目～新宿区西新宿二丁目
発注者：東京都水道局
工期：平成22年8月16日～平成27年3月19日
工法：泥水式シールド
土被り：41.17m(発進)～9.11m(到達)
地下水位：G.L.-8.32m
掘進延長：2,740.6m
勾配：上り0‰～30‰(最大)

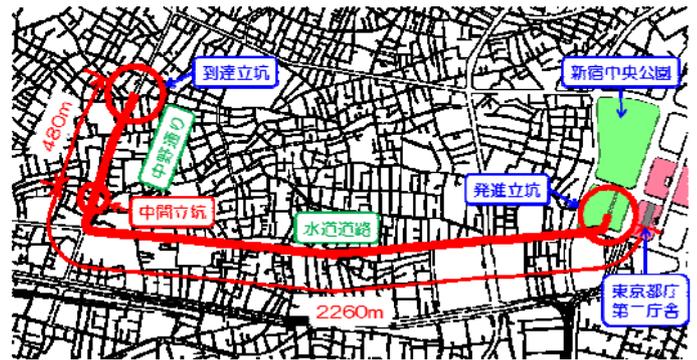


図-1. 施工位置図

3. 地質概要

土質縦断図を図-2に示す。シールド掘削対象地盤は、発進直後は泥岩層(KaZ)、その後砂質シルト(ToL-Sil)、砂質層(ToL-S)、礫層(ToL-G)となっている。シールド縦断線形はシールドチャンバ閉塞などのリスクが高まる礫層を避け、砂質シルト層を主体とした掘進となるように礫層との離隔を1mを確保した。事前の土質調査における最大礫径はφ80mm(特記仕様書記載)および受注後の土質調査(事前の土質調査の中間地点付近;100mピッチ)においても最大礫径φ70~100mm程度と巨礫の存在は確認されなかった。

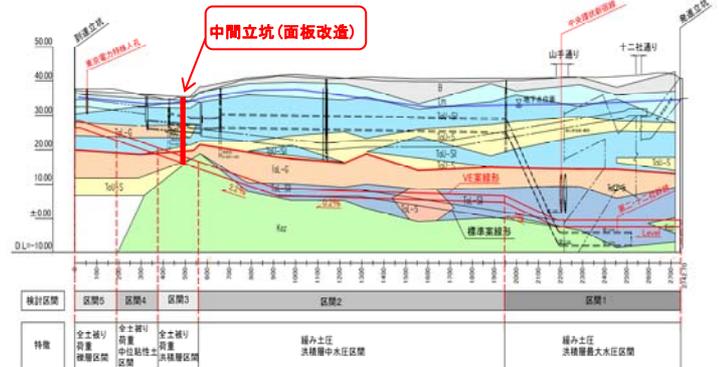
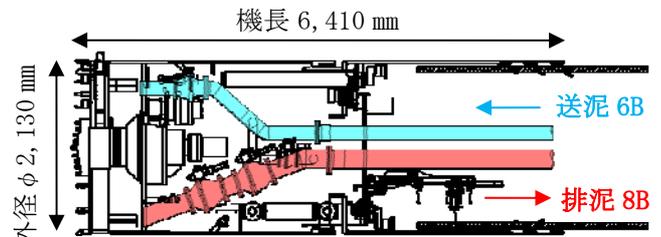


図-2. 土質縦断図

4. シールドの仕様

本工事におけるシールドトンネルの特徴が、掘進距離が非常に長い(2,740m)こと、都心部の輻輳する地下構造物との離隔を確保するために深い位置にあり高い水圧(施工時0.35Mpa)を受けること、セグメント内径が小さい(φ1,850mm)ことなどであることから泥水式シールド工法を選定した。シールドマシン縦断図を図-3に示す。シールドの主な仕様は、外径φ2,130mm、送泥管6B、排泥管8B(内径190.3mm)、スリット幅250mmである。カタヘッドは、掘削対象地盤の土質構成が礫236m、砂層



シールドジャッキ 500kN×10本, 中折れジャッキ 800kN×6本
装備トルク 161.6kN-m(～2.6rpm), 269.1kN-m(～1.3rpm)

図-3. シールドマシン縦断図

キーワード：大深度、長距離、小断面、泥水式シールド、巨礫層掘進、面板改造
連絡先：〒160-0023 東京都新宿区西新宿3-13-9 大成・佐藤建設共同企業体 第二淀橋作業所 TEL：03-5358-3707

312m, 粘性土 2, 197mで発進部での仮壁直接切削(NOMST)と最大礫径 80 mmの礫層掘削などにおけるビット損傷や想定地盤と実際との相違などによるビットの異常摩耗に備え自動的に鋭利なビットに交換される二重ビット, 礫に対する耐摩耗性の高いシェルビットを装備した。また, 固結泥岩層掘削時に面板閉塞が発生しないようにスリット幅を 250 mm(開口率 30%)とし取り込みをよくした。

5. シールド掘進実績

シールドは, 平成 23 年 10 月 12 日初期掘進を開始したが, 発進立坑より 848mの地点で多数の巨礫層(最大礫径 300 mm程度 写真-1)の出現により, 逸泥・閉塞が発生し, 各種対策工(増粘剤, 粘土の添加による泥水比重, 粘性の増進・目詰まり材添加・閉塞解除等)を実施しながら約 4 mの掘進に 30 日間を要した。この地点は, ボーリング調査よりわずか 10mほどしか離れていないにもかかわらず, 礫層の位置が 2.0m以上落ち込んでいる上, 礫層内に確認されていなかった巨礫が出現し, その後も発進立坑から 1295m地点(約 3m, 13 日間), 1312m地点(約 9m, 46 日間), 1844m地点(約 122 m, 250 日間)で礫径 100~300 mm程度の巨礫が出現し, 逸泥・閉塞が頻発し, 逸泥対策・閉塞解除等を実施しながら掘進を継続してきたが, この間に外周ビット, ノモスト先行ビット等の脱落が確認されビットは摩耗が進んでおり, 他のビットも欠損等の可能性が高いため, 残掘進距離を考慮すると, 現状のままでは到達が不可能と判断し, 中間立坑を設置し, 到達可能な仕様に面板を改造することにした。中間立坑の位置は, シールド路線下である水道道路では, 地下埋設物が輻輳しており直上にφ3, 500 mmの下水道管が存在するために立坑築造が不可能であるため, 急曲線 R=30mを曲った中野通りの到達立坑から 480mの位置に面板改造のための中間立坑(図-1)を築造し, 面板改造を行った。中間立坑は, 埋設企業者協議を含め面板改造完了まで約 1 年を要した。面板改造完了後の残掘進区間 480mには, 同様の礫層区間が約 100m存在していたが, 大きな閉塞もなく再掘進後約 2 箇月で最終到達立坑に到達することができた。



写真-1 クラッシャー内

6. シールド面板改造

面板改造前の Cutterhead は, 前述の通りスリット幅 250 mm, 開口率 30%とした。それに対し, 今回の面板改造はφ200 mm~φ300 mmの巨礫に対応するため改造前の面板に取付可能なローラカッタを 3 台設置した。また, ビットの折損防止・脱落防止の観点から改造前のメインビットよりもサイズの大きいものに交換した。これは, 図-4 のとおり開口(率)を抑制し, 巨礫を取り込みにくくする効果もあった。さらに強化型先行ビットおよびセンタービットもサイズアップ等により強度を増加させ巨礫に対応できるように全数交換を行った。

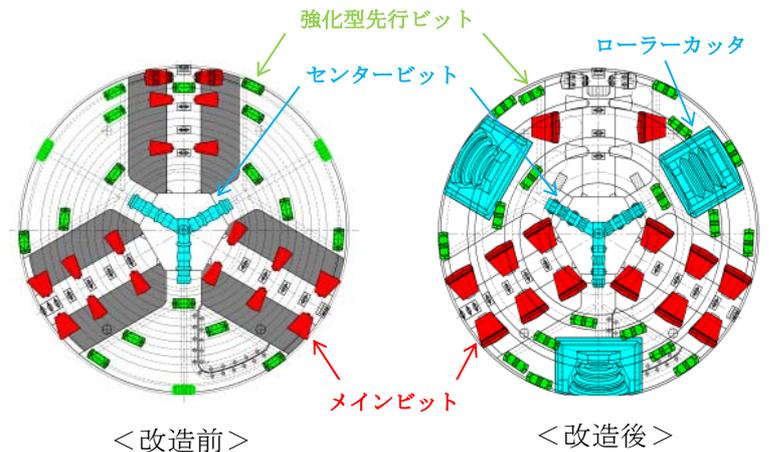


図-4 面板改造図

7. おわりに

本シールド工事は小断面・高水圧・長距離に加え, 事前の土質調査では確認できない礫層の溺れ谷が多数存在し, 当初想定できなかった巨礫層(200 mm~300 mm程度)および逸泥現象によりシールドの進捗が思うように上がらなかったため, さまざまな逸泥防止対策や閉塞解除作業などを安全かつ慎重に行いながら掘進を継続してきた。しかし, 抜本的な解決策とはならず, 発注者・受注者(本社・支店関係者を含む)・関係業者が一体となって議論や協議を行い最終的には, 中間立坑を設置し, 到達立坑まで掘進可能な仕様にシールド面板改造を行い平成 26 年 4 月 23 日に無事に到達することができた。