

礫地盤中の長距離掘進と地中接合を含む水道管シールドの施工事例

東急建設株式会社 寺田 郁功 本田 浩祐
小林 貞夫 島田 純也
正会員 高松 伸行
正会員 ○田中 悠一

1. はじめに

東京都水道局発注の「新座市新堀二丁目地先から同市本多一丁目地内間原水連絡管（2000mm）用トンネル築造及びトンネル内配管並びに外1か所原水連絡管（2000mm）トンネル内配管工事」は、延長 3119.9m、セグメント内径 2700mm の原水連絡管を泥水式シールド工法（シールド外径 3080mm）にて築造する工事である。本工事は、2本のシールドトンネルを非開削で接合する工法である「CID 工法」が採用された数少ないシールド工事の一つであり、2018年3月に竣工を迎えた。

本稿では、工事概要をはじめとし、本工事で取組んだ課題と対策、及び施工結果について報告する。

2. 工事概要

2.1 工事計画

本工事は、昭和39年に布設された既設の朝霞東村山線（原水連絡管）の老朽化対策及び震災時における給水の安定性向上のため、利根川水系の朝霞浄水場と多摩川水系の東村山浄水場の間に第二朝霞東村山線（第二原水連絡管）を設置し、二重化により相互融通機能を図る再構築事業の一工事である。

図-1に示すように、全長約16kmの第二朝霞東村山線は全5工区に分けられており、東急建設(株)・日本国土開発

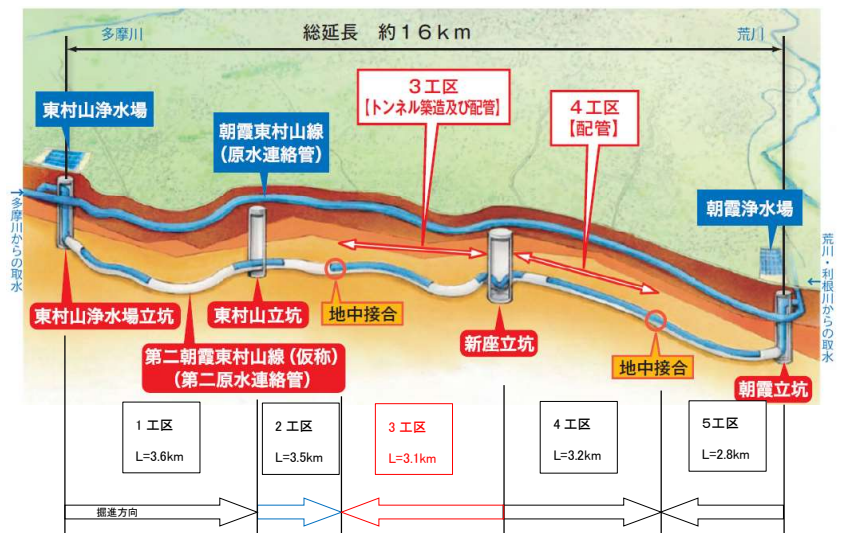


図-1 原水連絡管全体整備図

(株)・河本工業(株)JVは延長3.1kmの第3工区の施工を担当した。いずれの工区も泥水式シールド工法によりトンネルを構築し、第1工区を除き、隣接工区のトンネル同士は地中にて正面接合する。地中接合完了後は、トンネル内に内径2000mmのダクタイル鋳鉄管を布設し、エアミルクで背面充填を行う計画となっている。

2.2 施工条件

武蔵野台地の地下30m付近にてトンネルを築造する本工事は、洪積層に分類される江戸川層を掘削対象としており、中でも粘土質砂礫（Edg1）が掘削土層の8割を占める。そのため、全線にわたり最大礫径300mmの礫が分布するN値50以上と強固な地質であり、加えて3kmを超える長距離掘進であったことから、シールドのカッタービットの摩耗や欠け、排泥経路上の礫詰まりによる掘進停止が特に懸念された。

2.3 地中接合法

本工事で採用された「CID 工法（Concentric Interlace Docking Shield Method）」は、カッター部をスキンプレート内に引込んだ先着側シールドに、カッタースポークを縮めた後着側シールドを貫入し、ラップ部に止水注入をして両シールドを一体化する地中接合法である。この接合作業における前提条件として、先着側シールドに対する後着側シールドの鉛直・水平位置の誤差は50mm以内、面角度は1°以内でなくてはならない。

連絡先 〒150-8340 東京都渋谷区渋谷1-16-14 東急建設株式会社 土木本部 土木技術設計部 TEL 03-5466-5322

い。ゆえに、高い施工技術を要する地中接合工法であると言える（図-2 参照）。

3. 課題と対策

3. 1 礫地盤・長距離掘進への対応

本シールド工事で、全線にわたって 0.3MPa 程度の高い地下水压が作用する礫地盤中を掘進することから、耐水压性能が高く、ビットに対する負荷が小さいシールド機種を選定する必要があった。このようなケースでは一般に泥水式シールドが採用されるが、巨礫により配管の閉塞が生じるおそれがあった。

そのため、泥水式シールドをベースとしつつ、泥土圧式で使用するスクリーコンベヤを装備した“ハイブリッド型”のシールドを採用した。この「ハイブリッド型泥水式シールド」は、掘削土を流体輸送する点は通常の泥水式と同様だが、切羽からの掘削土の送り出しにスクリーコンベヤを用いる。これにより、スクリーが礫に直接搬送力を与え、礫による閉塞が生じやすい切羽～坑内間の排泥経路の流れを補助する効果が期待できる。

3. 2 地中接合への対応

当初計画では、到達位置の 20m 手前で当工区のシールド機内から先着側シールドに向かって $\phi 50$ mm の水平ボーリングを行い、両シールドの相対位置を確認する予定であった。しかしながら、巨礫に阻まれて孔曲がりが発生し、正確な位置確認が困難であることが予想された。

そこで、図-3 に示すように、刃口の付いた $\phi 200$ mm の鋼管を地上から鉛直に回転削進させてセグメントに穿孔し（ベビーモール工法を採用）、穿孔箇所に近い地表面の基準点から鋼管を通じてシールド坑内へと座標を落とすことによって、先着側及び後着側の各シールド位置をより正確に測定する探査手法に計画を変更した。

4. 施工結果

到達の約 300m 手前まで掘進した時点で後着側シールドの位置探査を実施し、そこから先着側シールドの到達位置に向かって当工区のシールド線形を摺り付けるように掘進制御を行った。その結果、接合時における両シールドの相対位置の誤差は鉛直方向で 0 mm、水平方向で 15 mm と、非常に良好な精度で掘進を終えることができた。

本工事のシールドに装備した先行ビットの許容摩耗量が 80 mm、想定摩耗量が 46 mm であったが、実施工時の最終摩耗量は許容量の 2 割以下の 14 mm であった。外周部先行ビットは大型チップの採用と増設により、欠損はほとんど無かった。また、段差ビットが有効に機能し、低ビットの摩耗はほぼ認められなかった。

当初計画では、礫地盤による掘進の遅延を考慮し、片番 4 リング、昼夜施工で月進 240m と想定していたが、実施工では片番平均 6.5 リング、月進 300m 以上の進捗で掘進し、計画工程を 2 ヶ月短縮することができた。

本稿が類似工事の参考になれば幸甚である。

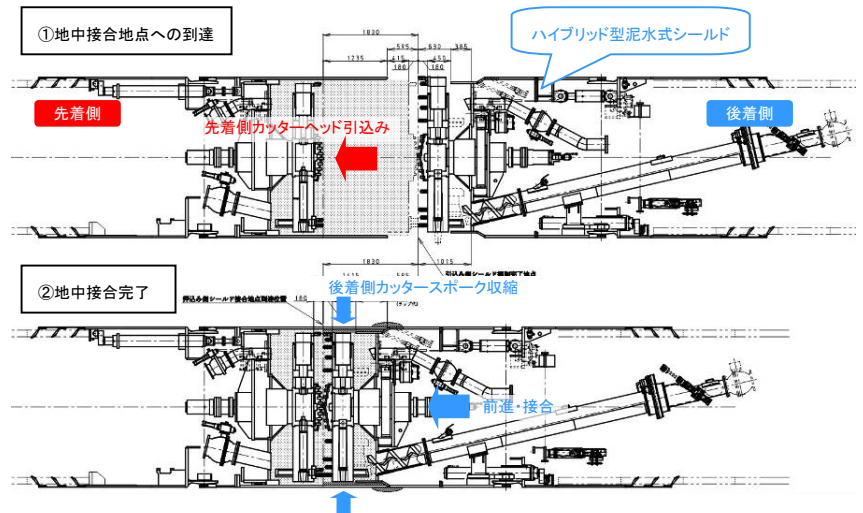


図-2 CID 工法の概念図

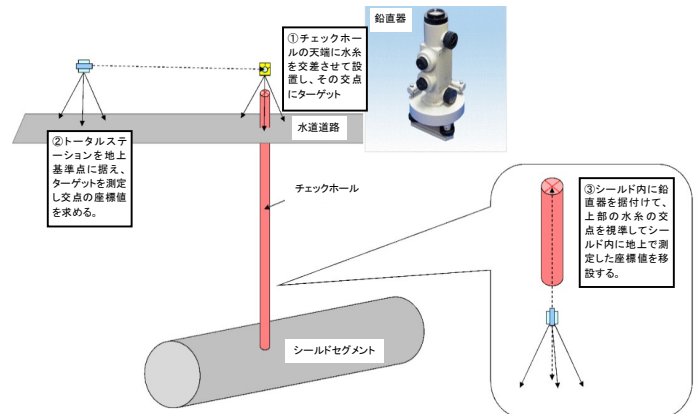


図-3 探査ボーリングの施エイメージ



写真-1 シールド接合後の坑内の様子