

# 泥水式シールド工法による海底下横断 ～新磯子幹線の設計・施工事例～

横浜市 ○室屋 健太郎・木村 大知

## 1. はじめに

横浜市南東部沿岸部に位置する南部処理区では、南区、磯子区、港南区、中区など面積約 2,100ha、人口約 36 万人の水処理を担っている。南部処理区内から排出される汚水は、磯子ポンプ場を中継して、根岸汚水幹線を流下し、南部水再生センターで水処理された後、処理水を東京湾に放流している。

磯子ポンプ場と南部水再生センターを結ぶ唯一の幹線である根岸汚水幹線（ $\square 2700 \times 2700$ ）は供用開始後 50 年以上が経過しており、管内調査において老朽化による鉄筋の露出などの劣化が確認された。大規模地震の発生時においても下水処理機能の維持を図るためには根岸幹線の補修および耐震化対策が必要であ

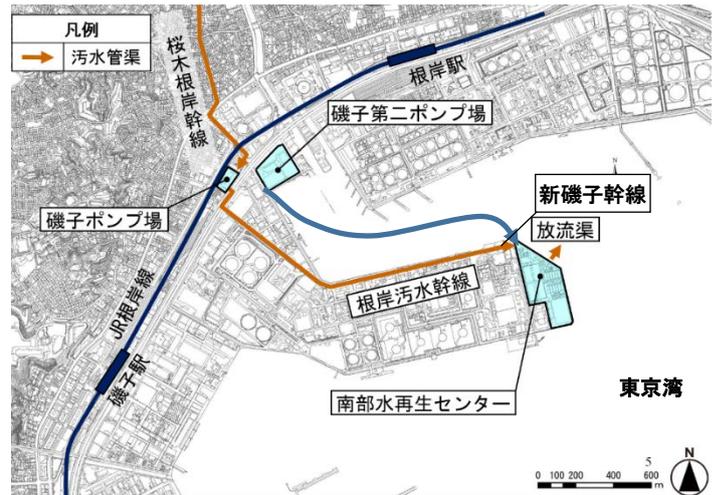


図 - 1 周辺状況および平面線形

ったが、幹線内には処理区内の全汚水が常時流れており、管内での工事は極めて困難であった。

そこで、代替幹線として新磯子幹線を築造することとした。

本稿では、泥水式シールド工法による海底下横断幹線の設計検討・施工事例を報告するものである。

## 2. 整備概要

施工場所は根岸湾に張り出した半島状の地区に位置する根岸湾岸の埋立地であり、当該地盤を構成する地層は、上部より埋土（N 値 4 程度）、沖積粘性土（軟弱シルト層、N 値 0~1）、沖積砂質土（シルト混じり細砂、N 値 2 程度）、上総層群中里層（土丹、N 値 50 以上）の順に構成されており、土丹層と軟弱シルト層が大きな起伏を呈している。また、地下水位は GL-1.43~ -3.36m 付近である。

新磯子幹線の埋設深さは、耐震性を確保するため、工学的基盤層である土丹層に布設することとし、海底下を通過するルートを採用した。磯子第二ポンプ場と南部水再生センターを結ぶ本幹線の施工距離は 1896.3m となる。海底下施工時には、190~270 KN/m<sup>2</sup> の地下水圧がかかる想定されるため、施工方法は高水圧、大深度での施工実績も豊富にあり、地盤の変化および長距離掘進への適応性に優れた「泥水式シールド工法」を選定した。

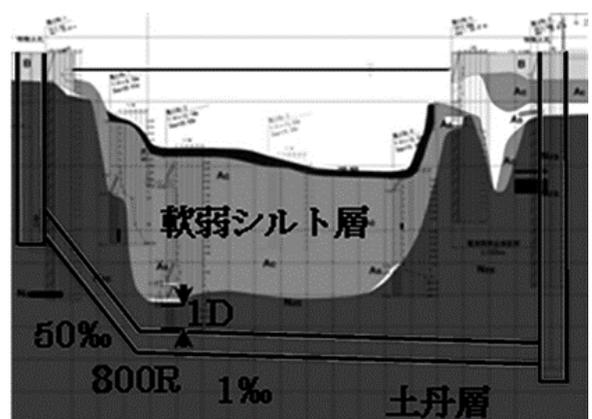


図 - 2 縦断線形および地盤断面図

また、縦断線形に曲線を設け、土丹層の起伏にあわせて発進立坑から軟弱シルト層を下越すまでの区間を下り急勾配にすることで発進立坑深さを浅くし、立坑築造費の削減を図った。

新磯子幹線内部には汚水圧送管のほか、処理水管、送泥管、通信管を布設することとし、汚水処理の継続性および維持管理の観点からそれぞれ2条管で整備することとした。各種配管が納まる管径として新磯子幹線の内径は3600mmとした。

配管後の幹線内は、汚水圧送管等の防護・固定、地震時の継手の抜け落ちや曲線部の不平均力への防護のため、流動化処理土により充填することとした。充填材にシールド掘削土を再利用した流動化処理土を用いることで、処分費の削減に繋がった。

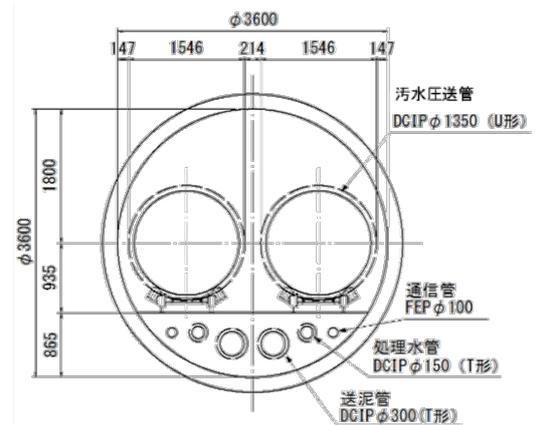


図 - 3 標準断面図

### 3. シールドマシンの改良

本現場の現場条件、設計条件に合わせてシールドマシンに以下の改良を施した。

- 【改良①】中折れジャッキを設置し、200Rの曲線施工に対応。
- 【改良②】通常の泥水式シールドに比べ、面板開口率を大きくし、大割れで取り込む可能性が高い土丹層の土を取り込みやすくした。
- 【改良③】施工中の土質を確認し、特に勾配変化点付近の軟弱層を判断するため、地山探査装置を設置した。  
これは手動によりシールドマシンから探査棒を地山に突き出し、突き出した時の感触で地山の状態を確認する装置である。
- 【改良④】土丹層を掘進するため、超硬チップ E3 の採用、耐摩耗溶接硬化肉盛の採用、フィッシュテール部およびチャンバー内部に付着防止塗料を塗布した。
- 【改良⑤】海面下で地下水位が高いためテールシールを3段にした。
- 【改良⑥】予備の排泥管（10inch）を設置し、管閉塞時に備えた。



写真 - 1 シールドマシン全景

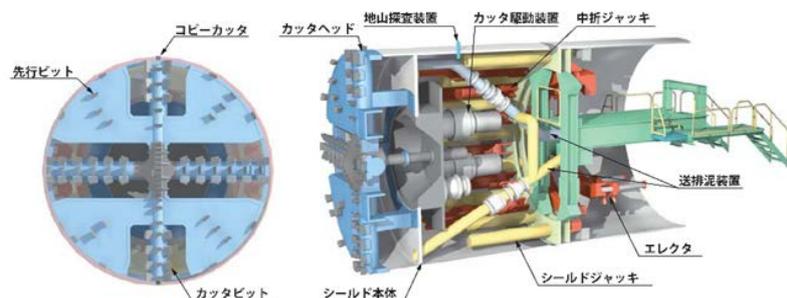


図 - 4 シールドマシン概要図

### 4. 予期せぬ玉石層出現への対応

シールド掘進後約 780m地点より、予期せぬ玉石層が出現した。掘進当初は、小さな玉石だったため掘進速度を落とすことなく進んでいたが、徐々に大きな玉石が出現するようになり、配管が閉塞するようになった。閉塞する度に中の玉石を取り除いたが、掘進が進むにつれその回数が徐々に増え、玉石撤去作業に時間を要するようになった。そこで、配管に流入した玉石を初期の段階で取り除けるように、後続台車前方に礫取り箱を設置し



写真 - 2 玉石閉塞状況

た。これにより配管が閉塞することはなくなったが、10cm程度掘進する度に礫取り箱の玉石を撤去する作業が発生し、進捗が上がらなくなった。そのため、次の対策として礫取り箱を撤去し、後続台車前方にクラッシャーを設置した。クラッシャー設置後は玉石をうまく破碎することができ、順調に掘進することができた

しかし、しばらくするとさらに大きな玉石が出現するようになり、8inchの排泥口が閉塞してしまった。玉石を除去するためにあらゆる方法を試みたが、除去できなかったため、予備の排泥管(10inch)に切り替え掘進することとした。(図-5)この結果、玉石層を突破し、無事に到達立坑まで掘進することができた。

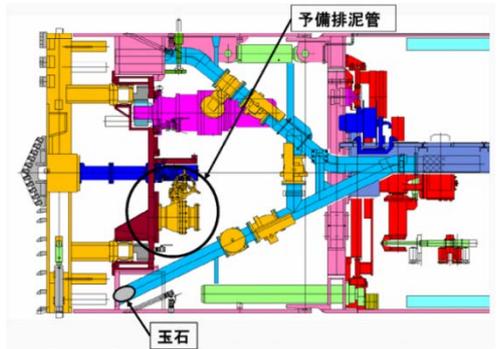


図-5 排泥口玉石閉塞および予備排泥管

### 5. 狭小なシールド坑内での流動化処理土充填工

配管後、幹線内を流動化処理土で充填するが、異なる管径の配管が複数あるため、型枠は軽量かつ現場で加工しやすい発泡スチロール型枠とした。(写真-3)

また、流動化処理土の充填後、内部の充填状況を目視で確認が出来なくなることから、充填不良を防ぎ、かつ確実に充填されたことを確認するため、以下の方法を採用した。(図-6)

- ①打設範囲の上部にエア抜き管を設置し、エア抜き管から充填した流動化処理土が溢れることで充填状況の確認を行った。(エア抜き管は残置)
- ②流動化処理土に接触すると抵抗値が上がる電線を到達側トンネル上端に設置した。抵抗値を確認することで不可視となる到達側の充填状況の確認を行った。

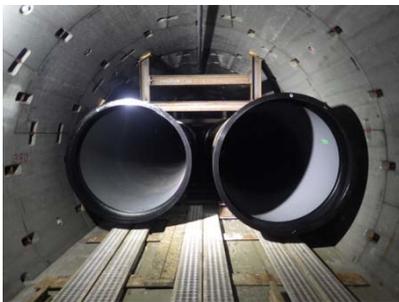


写真-3 管内配管状況

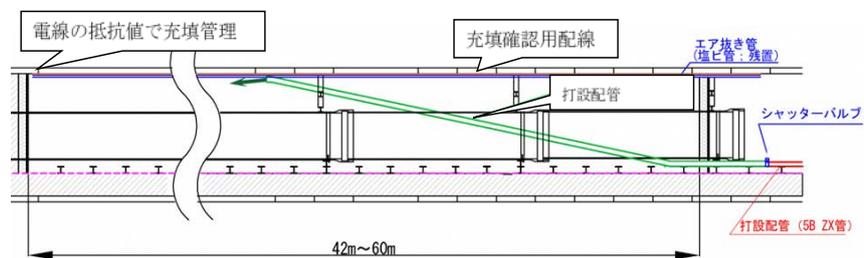


図-6 流動化処理土打設方法

### 6. おわりに

本工事は、シールド工法により海底下を掘進するという施工条件の厳しい工事であったが、入念な施工計画の検討や、施工中に発生した課題への対応により、平成30年12月にしゅん工を迎えることができた。

また、別工事にて、上流部の礫子第二ポンプ場、下流部の南部水再生センターと当幹線を接続させる工事が現在施工中である。全ての工事が完了し、新礫子幹線が供用開始するのは平成31年度末を目標としている。最後に、本工事に際し、設計、計画、施工に至るまでご尽力いただいた各関係者のみなさまに敬意と感謝の意を表するとともに、本稿が同種の工事の参考となれば幸いである。

参考文献 橋本守・野村克彦・山本達也：海底下横断シールドにおける想定外の玉石出現への対処実績-南部処理区新礫子幹線下水道整備工事-第81回(都市)施工体験発表会(論文集)

問合せ先：横浜市環境創造局管路整備課 室屋 健太郎

〒231-0017 横浜市中区港町1-1 TEL：045-671-3983 E-mail:ke00-muroya@city.yokohama.jp