

解説

高水圧下における 既設シールドトンネルからの発進

かなざわ たかひろ
金澤 貴宏
機動建設工業(株)
関東支店係長



あさはら だいき
朝原 大貴
大成建設(株)
東京支店課長代理



1 はじめに

本工事は、品川区戸越、西品川地区周辺の浸水被害を軽減するため、新たに目黒川に雨水を排水する下水道管を整備するものです。

戸越銀座商店街地下の既設シールドトンネル（上流部シールド）坑内からの直接発進を行う工事で、シールド発進立坑からおよそ1.1kmが推進発進起点です。

2 工事概要

以下に、工事概要を示します（図-1）。

工事名：第二戸越幹線整備工事
（下流部シールド）

工事場所：東京都品川区戸越2丁目

発注者：品川区

施工者：大成・松本・鈴木建設共同企業体

施工期間：令和4年11月4日～令和5年5月27日

工法：泥水式アルティミット工法



図-1 工事概要図

呼び径：1200
 管種：外殻鋼管付きコンクリート管（合成鋼管）
 管長L=0.6m
 推進延長：L=59.950m
 曲線：平面曲線 R=20、100m
 土被り：28.27～24.08m
 土質：東京礫層（N \geq 50）、泥岩層（N \geq 50）
 水圧：0.22MPa
 発進箇所：外径 ϕ 3,950mm、内径 ϕ 3,600mm
 鋼製セグメント
 到達立坑：呼び径3000鋼製ケーシング

3 課題と対策

本工事における課題を事前に抽出・検討し実施した対策を以下に記述します。

3.1 高水圧における推進

【課題1】

推進発進位置には0.22MPaの高水圧の東京礫層があり、通常の発進坑口では出水リスクが高いと考えました。

【対策1】

発進坑口は、高水圧対応のL型パッキンを採用し、施工に先立ち、要求された水圧+0.20MPaの0.42MPaを作用させ、通常掘進機のセンターに坑口を合わせるため推進管通過時の差15mm+管口部精度誤差10mmとなる仮定偏心量（25mm）を考慮した止水実験を行いました。水圧を作用させ、2時間後のエントランス状態を確認し、漏水の有無やゴムパッキンの変形がないことを確認しました（写真-1）。



写真-1 高水圧対応L型エントランスパッキンの止水実験風景

【課題2】

本工事は、高水圧下のため通常の到達方法では掘進機の回収および解体時に出水リスクが懸念されました。また、到達立坑内には掘進機を回収および解体作業のスペースがないため他に代わる方法を検討しました。

【対策2-1】

掘進機到達前にあらかじめ鏡切りを行い、流動化処理土にて埋め戻しをし、地下水位まで水をためました。到達は流動化処理土内を掘削し所定位置まで掘進を行い、裏込め注入完了後、復水がないことを確認した上で流動化処理土の掘削を行い掘進機の回収を行いました（写真-2、図-2）。



写真-2 掘進機回収の様子

【対策2-2】

掘進機の回収は、立坑内に出ているカット部、テール1のみ回収し、テール2、後方筒は残置し内部解体のみを行うことで、回収時に再度ジャッキで押すことなく、異常出水のリスクを低減させました。

3.2 シールドトンネル坑内設備

【課題1】

推進発進起点には、吊設備がなく、推進管および推進設備を設置するための吊設備が必要でした。内径 ϕ 3,600mmのシールドトンネル内で外径 ϕ 1,430mmの推進管を吊るため、極力コンパクトで揚程を確保する必要がありました。

【対策1】

設置した吊設備は、セグメントのリング継手にI型鋼吊り金具を取付け、I形鋼100 \times 180を設置し吊りレール構造としました（写真-3）。荷役器具は、1tのトロリー付きチェーンブロックを使用しました。

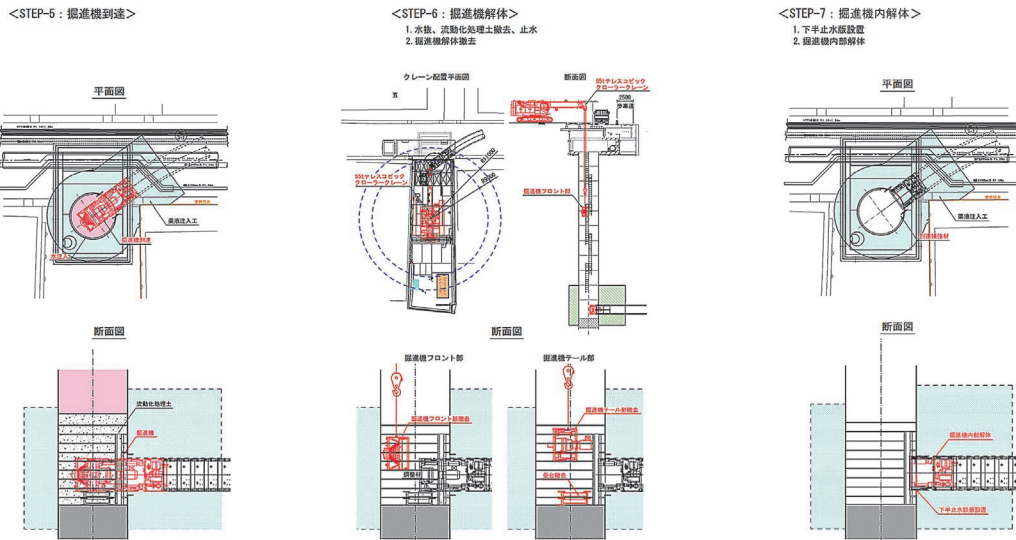


図-2 推進到達工概要ステップ図



写真-3 坑内吊設備

上記の吊設備を推進管据付用と初期掘進後に使用する元押ジャッキ用の計2箇所を設置しました。

【課題2】

推進発進起点は、立坑から約1.1km離れているため

推進設備を極力シールド坑内に収める必要がありました。

【対策2】

シールド坑内の推進起点より先に鉄板にて作業ステージを設置し、その上に、バッテリーカーで推進管を運搬した際に支障がない箇所に掘進機操作盤、元押ユニット、滑材プラント、受電設備、バイオトイレ等を配置しました(図-3)。

3.3 分割発進および掘進機運搬方法

【課題1】

内径3,600mmのシールドトンネル内で、発進坑口と支圧壁を設置すると架台延長として2,950mmしかなく、掘進機の最小分割発進寸法が3,150mmのため初期掘進方法、掘進機分割について課題となりました。

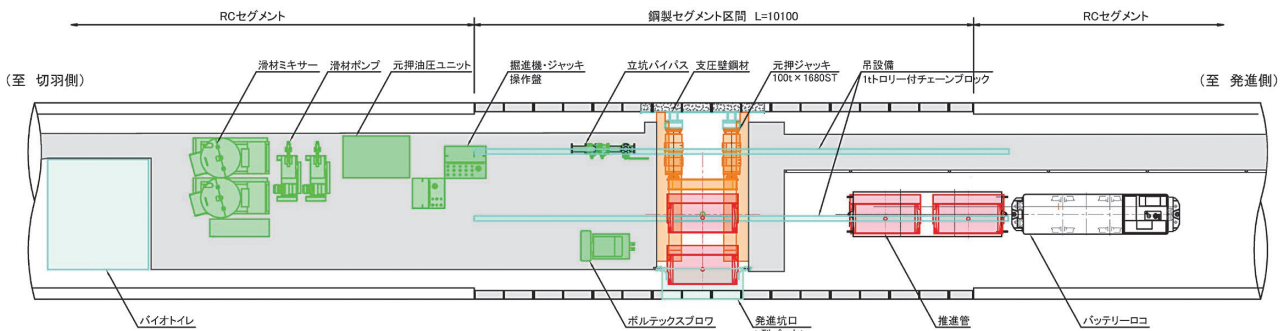


図-3 シールドトンネル内の推進設備配置

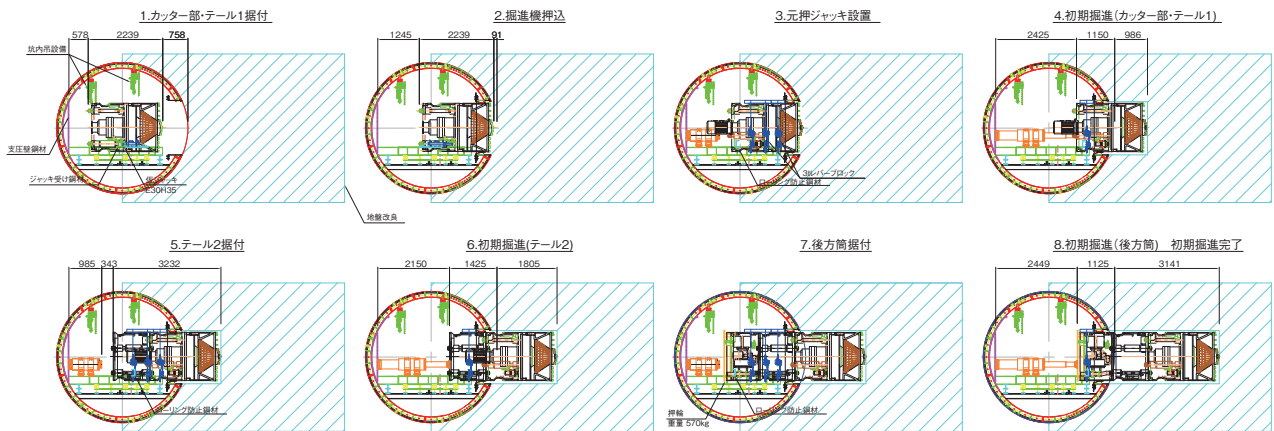


図-4 初期掘進の手順

【対策1-1】

掘進機は、新たに第一修正と第二修正の間に分割面を設け、2,950mm以内で初期掘進できる寸法にしました。

初期掘進は、計画と実測を繰り返し行い分割発進を行いました(図-4)。

【対策1-2】

初期掘進の第一段階としてカッタ部とテール1を接続

し、シールドトンネル坑内に運搬する必要がありますが、推進方向に運搬すると既存の安全通路手摺に干渉するため、掘進機はシールドトンネル坑内を運搬後、推進法線に回転させる方法を採用しました。掘進機運搬用台車に発進架台を設置し、中心に回転治具を設けました(写真-4、5)。

3.4 互層における推進

【課題1】

当現場は、発進起点の土質は東京礫層と土丹層の互層であり、到達立坑は東京礫層でした。掘進機は砂礫面板のコーン仕様のためチャンバ内閉塞が懸念されました。

【対策1-1】

掘進機隔壁に高圧ジェット(15MPa)を取り付け、泥岩層掘進時にはジェットノズルを使用しながら掘進することで、チャンバ内の閉塞を起こさずに掘進しました(写真-6)。



写真-4 掘進機運搬状況

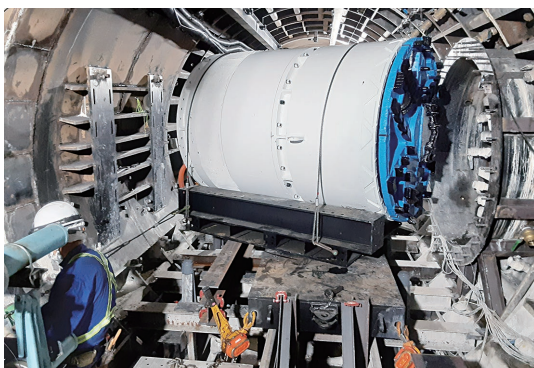


写真-5 掘進機回転据付け状況

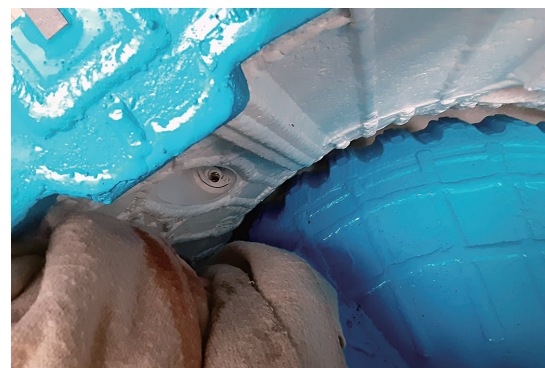


写真-6 掘進機隔壁に取付けた高圧ジェットノズル

【対策1-2】

通常は残土ピットで土砂の計測を行います。砂礫層と泥岩層の互層のため、土砂ピットの計測と調整槽の泥水増加量およびジェットの使用水量を加味し、日々の残土管理精度を向上させました。

3.5 線形管理

【課題1】

本工事には、2箇所曲線の区間があり、トータルステーションによる人力測量を行う必要があります。しかし、内径1,200mmの空間での測量や、急曲線における測量回数の増大により、所定の日進量の確保が難しくなります。

【対策1-1】

自動測量システムを採用し、通常30～45分程度かかる測量時間を10分に短縮することで、日進量の確保や、急曲線における測量頻度を増やすことで、精度保持が行えました（写真-7）。

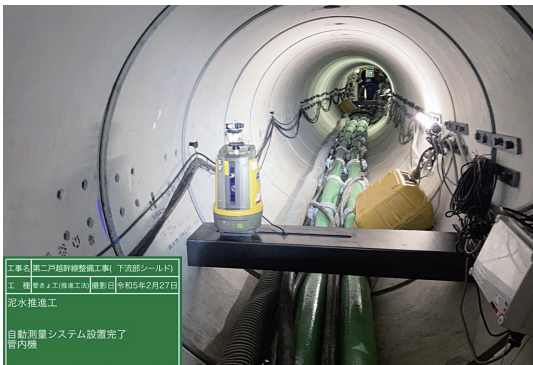


写真-7 管内自動測量状況

【対策1-2】

ジャイロコンパスにより掘進機の方向をリアルタイムに管理することで、掘進機の位置を推定することが可能になりました。

4 おわりに

本工事では、一般的な発進立坑からの推進工事と異なる既設シールドトンネル内発進でしたが、計画を密に行い、日々の管理を徹底することで、順調に施工することができました（写真-8）。しかしながら、改良すべき点はいくつもありました。シールドトンネル坑内は携帯電話などの電波のない場所での施工にあたり、通常では使用しないWi-Fiを使用した無線や電話連絡を使用しました。また、立坑から約1.1km離れた場所で行っているため、万全な態勢で行いましたが、小道具等の忘れ物は歩いて取りに戻るなど体力的に苦労しました。ですが、普段運動をしていない分、身体には良いのかもしれない。

これらの経験を今後の既設シールドトンネル発進および高水圧における推進現場に生かしていきたいです。

最後になりますが、ご協力いただいた関係者の皆様にはこの場をお借りして厚くお礼申し上げます。

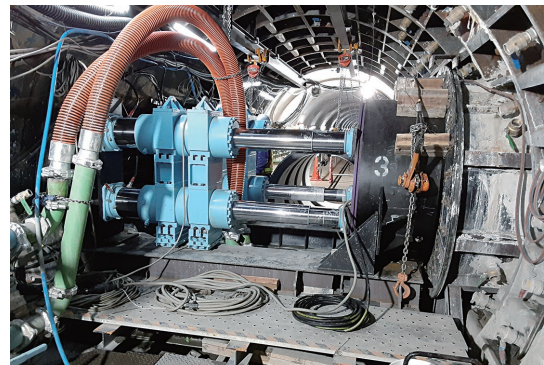


写真-8 推進管3本目推進状況

○お問い合わせ先

<https://www.kidoh.co.jp/>

機動建設工業(株)

[土木本部]

〒553-0003 大阪市福島区福島4-6-31

Tel : 06-6458-6183 Fax : 06-6454-0274

[関東支店]

〒101-0035 東京都千代田区神田紺屋町38

エスポワールビル6階

Tel : 03-3289-4771 Fax : 03-5294-1281