

小土被り超軟弱地盤での大断面矩形シールド工法による施工実績

株式会社大林組	正会員	○浦田 将弘
株式会社大林組	正会員	河口 琢哉
森ビル株式会社	正会員	鈴木 章浩
森ビル株式会社	正会員	清水 一史

1. まえがき

現在、虎ノ門地区では、複数の大規模再開発が進められており、大規模複合施設や地下鉄日比谷線の新駅（以下、虎ノ門ヒルズ駅）などの建設が行われている。その一環として、供用中の地下鉄銀座線虎ノ門駅と新たな虎ノ門ヒルズ駅、さらに、虎ノ門ヒルズ森タワー、ビジネスタワーへと直接接続する延長約 370m の歩行者専用地下通路が計画された。本報文では、歩行者専用地下通路工事のうちシールド工事による施工実績を報告する。

2. 施工方法および施工条件の概要

地上は車両・歩行者が多数往来しているため、道路の陥没・隆起や注入材の噴出が生じた場合は周辺への影響が非常に大きい。

掘削対象地盤は、主に N 値 0～2 程度の超軟弱な沖積粘性土であり、トンネルの土被りは、最深部で約 5.6m、到達部で約 3.0m の 0.6D～1.1D（D：シールド機高さ 5.02m）の小土被り施工である。（全線に渡り、N 値：10 以下、土被り：約 1.0D 以下）

シールド直上には、φ900 下水管（離隔約 1m）、下水人孔（離隔約 0.3m）、防水水槽（離隔約 0.5m）が近接して存在し、その他、重要なインフラ埋設物が多数存在する（図 3）。（最小離隔：0.3m、変状の管理値：±10mm）

シールド平面線形は、発進から到達まで直線であるが、縦断線形は、上り 0.28%勾配から上り 4.46%勾配に変化（縦断曲線 R=500m）する（図 3）。工事場所周辺は、江戸時代に武家屋敷が建ち並んでいた場所であり、松杭や間知石などの地中障害物がシールド掘削断面内に出現する可能性もある。

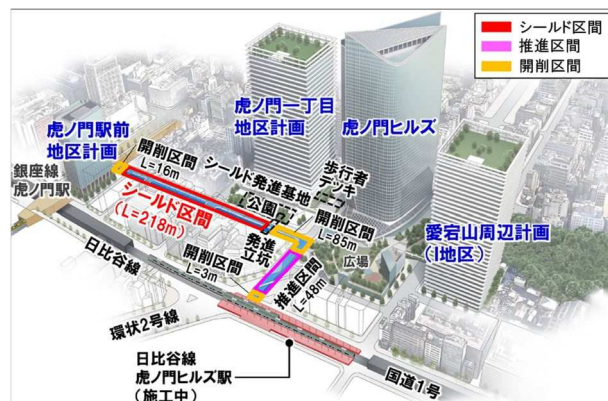


図 1 施工位置図

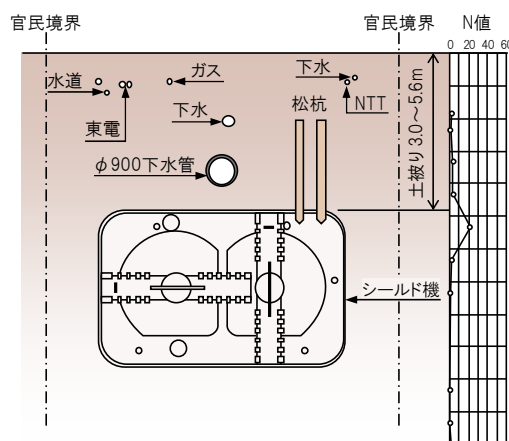


図 2 現地状況断面図

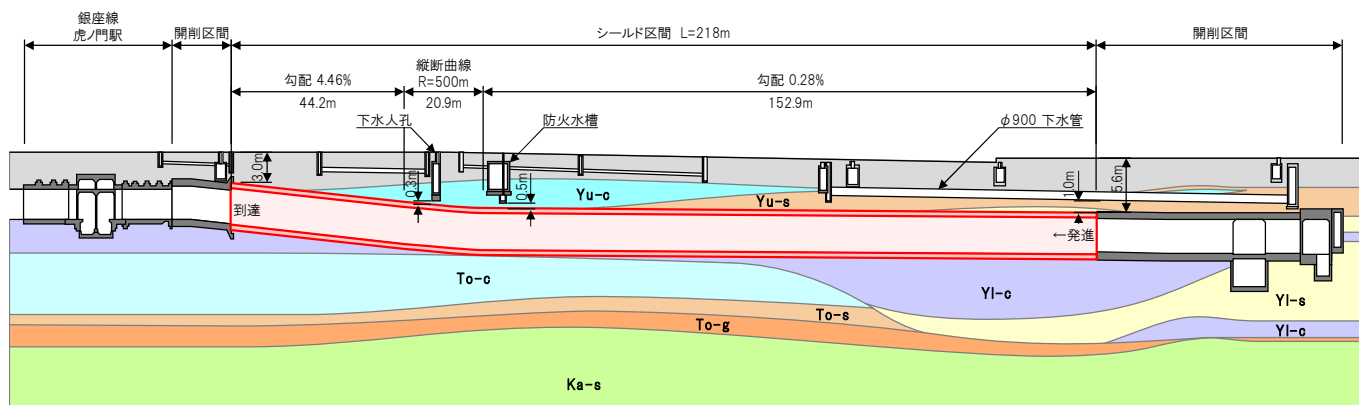


図 3 シールドトンネル縦断図

キーワード 矩形シールド，超軟弱地盤，小土被り，地盤変状

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 1-14-1 郵政福祉琴平ビル 5 階 虎ノ門地下通路工事事務所 TEL 0238-49-7298

当工事は、昼夜間の施工にて全線において区道の直下で、小土被り・超軟弱地盤・近接埋設物・地中障害物といった多重の難条件を抱えた、過去に例をみない大断面矩形シールドトンネルである。

3. シールド施工における技術的課題と解決策

1) 地盤変状および地下埋設物、沿道への影響抑制

シールド掘進に伴う地盤変状および地下埋設物・沿道建物への影響を抑制するため、シールドの上部・側部には、高圧噴射攪拌工法による地盤改良を実施した。センターシャフト支持方式のスポーク形カッターヘッドを2機装備し、各々に内蔵した伸縮カッター（ストローク長 750 mm、洗浄装置装備）の伸縮量を制御する

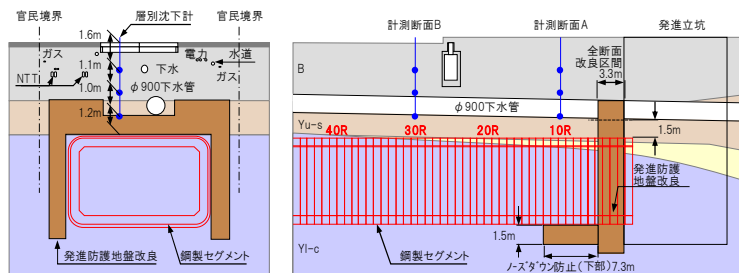


図4 トライアル計測位置図

ことで、過剰な余掘りをすることなく矩形断面形状を掘削した。シールド機には、同時裏込め注入装置を装備し、シールド機のテールからテールボイドの発生と同時に裏込め材を充填した。セグメントからの同時注入を併用し、シールド機テール部に装備した土圧計を監視して裏込め注入圧をより適切に管理した。

2) 縦断線形およびローリングの高精度制御

超軟弱地盤を掘進するため、通常行うシールドジャッキ選択のみではシールド機の姿勢制御が困難である。シールド機のノーズダウン防止として、発進部および縦断勾配変化部のシールドの下部には、高圧噴射攪拌工法による地盤改良を実施した。シールド機に中折れ装置（中折れ角度：上下 1.0°、左右 0.2°）を装備し、シールド機前胴の上向き屈曲によるピッチング制御、前胴の捻じりによるローリング制御を実施。また、シールド機前胴に配置した注入孔からの滑材（充填材）を注入し、注入圧によるピッチング・ローリング制御を実施した。



写真1 泥土圧シールド機

3) 地中障害物対策

松杭の切削反力を確保するため、シールドの上部には、高圧噴射攪拌工法による地盤改良を実施した。伸縮カッターには、松杭切削用先行ビットを装備した。リボン式スクリーコンベヤー（φ300 mmの障害物を取込み可能）を2機装備し、片方のスクリーコンベヤーが松杭や間知石により閉塞した場合でも、もう片方のスクリーコンベヤーで排土可能とした。

4. 施工結果

シールド掘進完了後の地盤変状は管理値内（管理値：±10mm）に収まり、高精度（線形誤差：±50mm）のトンネルを予定工程通りに完成させることができた。

5. あとがき

今後も都市再開発が促進される中、交通結線機能としての地下通路の役割は重要であり、より長い延長の地下通路を構築する上で周辺環境への負荷を抑制して安全に施工できる矩形シールドのニーズが高まっている。当業績は、環境負荷を抑制し、かつ厳しい施工条件で地下通路を建設する技術であり、将来への足掛かりとなる顕著な成果である。

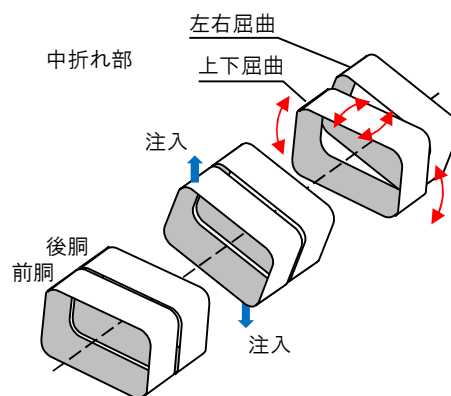


図5 ローリング制御イメージ図

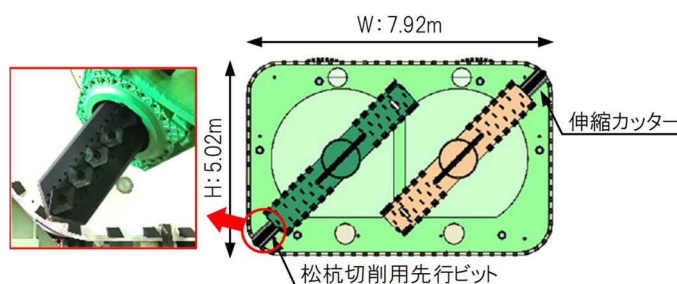


図6 伸縮カッターと松杭先行用ビット