

地下鉄 13 号線（副都心線）建設工事におけるシールドの水中到達及び引抜き

東京地下鉄(株) ○正会員 西村 聡
 東京地下鉄(株) 岡田 龍二
 東京地下鉄(株) 佐久間 穰

1) はじめに

新宿工区シールドは東新宿駅と新宿三丁目駅を結ぶ並列単線シールド（路線延長 491m×2）で、掘削外径φ6.76m の泥水式シールドで掘進する。シールドマシンは新宿三丁目駅地下 2 階を発進して東新宿駅の地下 4 階に到達後、Uターン、リフトアップした後に地下 3 階より再発進し、新宿三丁目駅地下 2 階まで戻る計画である（図－1）。このうち、東新宿駅地下 4 階到達・マシン引抜き時の出水及び砂の引き込みが懸念されたため、防止策として到達立坑部に貯水し、水中到達することで背面地山からの出水を防ぐこととした。



図－1 新宿工区シールド概要

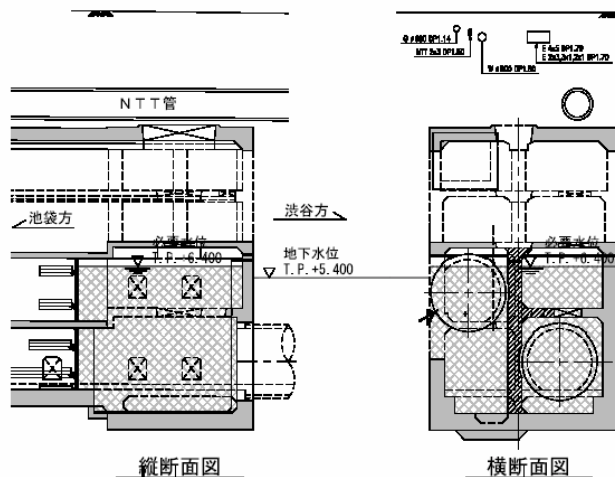
このうち、東新宿駅地下 4 階到達・マシン引抜き時の出水及び砂の引き込みが懸念されたため、防止策として到達立坑部に貯水し、水中到達することで背面地山からの出水を防ぐこととした。

2) 施工条件

到達部立坑はシールド土被り 27.6m で全断面上総層砂層、被圧水位はディープウエル稼動時で GL-22m（シールド天端より 5.6m、下床上面から 12.2m）である。山留壁背面は、山留壁切断時の地山安定、地下水出水防止のために、セメント系高圧噴射攪拌工法と薬液注入工で防護を行っている。また、上総層砂層は、均等係数が 10 未満の粒径がそろった均質地盤である。

3) 施工計画

観測井戸の地下水位データに基づき、貯水水位を背面地下水位 +1.0m（下床上面から 13.2m）に設定した（貯水量は 2,800 m³）（図－2）。水中到達では、シールドマシンを水中に引き出すため、密閉性および浮力の検討が必要となる。密閉性については使用マシンが泥水シールドであり、テールシールもワイヤーブラシ式三段装備であることから問題ないと考えられた。また、シールドマシンの浮力については、以下の式により安全と判定されたが、マシン自体の算定重量に誤差があることから、水中への引抜き時には、マシン内にセグメント 2 ピース（84KN）を仮置きして、補助ウエートとした。



図－2 貯水計画

マシン浮力 $F = \rho \cdot V = 2796 \text{KN} < W = 3000 \text{KN}$ （マシン重量）

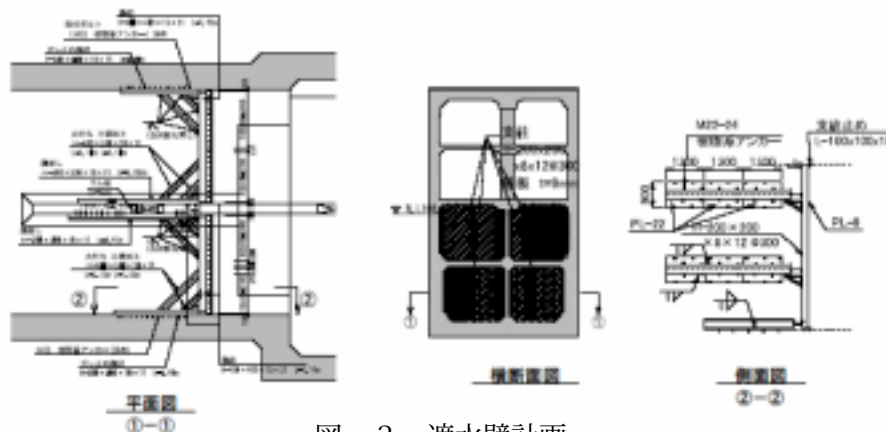
ただし $\rho = 10.5 \text{KN/m}^3$, $V = 7.42 \times (6.76/2)^2 \times \pi$

貯水については、駅一般部の軌道階である地下 4 階の 2 ヶ所、地下 3 階の 2 ヶ所に遮水壁を設置した。

キーワード：シールドトンネル、上総層砂層、シールド機拔出し、水中到達

連絡先：〒110-8614 東京都台東区東上野 3-19-6 TEL 03-3837-7132

遮水壁構造については、コンクリート構造、鋼構造が検討されたが、施工性及び到達後の解体工程等の観点から鋼構造とした。遮水壁の設計については壁体のたわみ制御、既設構築物への負担軽減、端部の水密性確保に留意した。狭隘な坑内での設置作業を考慮し、壁体支柱に H-200 × 200（最大取扱い重量約 280kg）の@300 を採用し、これ



図－3 遮水壁計画

に $t=9\text{mm}$ の鉄板を貼り付けることとした。本構築との接合については、開業後の鉄道軌道階における剥落防止のため、遮水壁上面部は自由端とし、腹起し、火打により壁体全体を支える構造とした（図－3）。

4) 施工

遮水壁の設置工事は、シールド到達の準備工事と並行して行った。立坑内には引抜、Uターンのリフトアップに使用するマシン架台を設置しているため、ほとんどの作業は内空の確保できない立坑外の一般部からの施工となった。シールド到達後、到達支保工を解体し、引抜きのための貯水作業へと入った。当初約 60 時間（3 日半）で貯水完了予定であったが、遮水壁からの漏水や構造物の未施工部分と山留壁間からの逸水等により、結果として、補修を含めて 6 日間を要した（写真－1）。遮水壁のたわみは腹起し部で最大値 1.0mm となり、計算値 0.9mm とほぼ同等であった。貯水完了後、シールドマシンの送排泥管を閉鎖し、カッター停止状態で同時裏込め注入を行いながらシールドジャッキにより 20mm/分の速度で押し出した。立坑内水位はシールドマシンの体積分だけ上昇する一方で、坑外の観測井戸での山留壁背面の地下水位には全く変化がなかったことから、地山からの地下水の引き込み等が発生していなかったことが確認できた。引抜き後はセグメントの O リング付エレクトー孔より薬液注入を実施し、セグメント周辺と坑口周辺の止水処理を実施した。



写真－1 マシン到達後の貯水状況



写真－2 マシン引抜き後の排水状況

施工後の排水は、シールド発進基地のある新宿三丁目駅立坑まで流体輸送ポンプにより送水して行った。送水方法は、流体設備のポンプで送水可能な水位まで下げ、それ以降は排水ポンプを排泥管に直結させて送水を行った（写真－2）。排水完了後の坑口付近状況は、裏込め、薬液注入が坑口に完全に填充されており、地山からの漏水がほとんど無い状況であった。

5) まとめ

比較的大断面なシールドマシンの水中到達及び引抜きは前例が少ない工法であったが、遮水壁からの多少の出水があったものの、修復後の引抜き作業は安全に実施することができた。

今後、シールド工事においても、より一層のコストダウンが望まれる中で、シールド機の引抜き、Uターンは欠かせない工法であり、同種の工事での地下水出水、土砂引き込み防止対策の参考となれば幸いである。