

高水圧・大量湧水下における岩盤シールド掘削

札幌市水道局

高田 洋治

(株)熊谷組 正会員

古賀 善友・○大原 直人

1. はじめに

本工事は、札幌市水道水源の水質保全を目的として築造する総延長 9.6km のバイパス導水路のうち、最上流部の 1,163m を施工するものである。地質は 9 割以上が石英斑岩で、泥土圧シールドで設計されていた。想定最大水圧は 0.3MPa であったが実施工では 0.5MPa を超える区間もあり、排土口からの噴発が連続し、進捗が大きく低下した。本稿では、高水圧・大量湧水下で掘進するための対策について報告する。

2. 工事概要

本工事は、国道 230 号を 2 回横断し、定山溪温泉街の近傍に到達する。地質は発進から 100m 以降は石英斑岩で最大土被りは 130m、最大水圧は 0.3MPa と想定した。しかし、実施工では全延長の 40% となる掘進延長 310m～814m の 504m で、想定最大水圧の 0.3MPa を超過する水圧が作用した（図-1）。

表-1 工事概要

工事名	施設整備事業の内導水施設 国庫補助事業 豊平川水道水源水質保全 導水路新設工事その3
発注者	札幌市水道局
施工者	熊谷・田中・石山 特定共同企業体
工期	平成28年3月14日～令和元年7月31日(41ヶ月)
工事内容	延長1,162.99m シールド機外径2.48m 最大土被り130m 最小土被り5m 二次覆工省略型RCセグメント:1,384R 内径2.0m 二次覆工省略型中詰鋼製セグメント:402R 内径2.0m 最小曲線半径:35m 縦断勾配+1‰

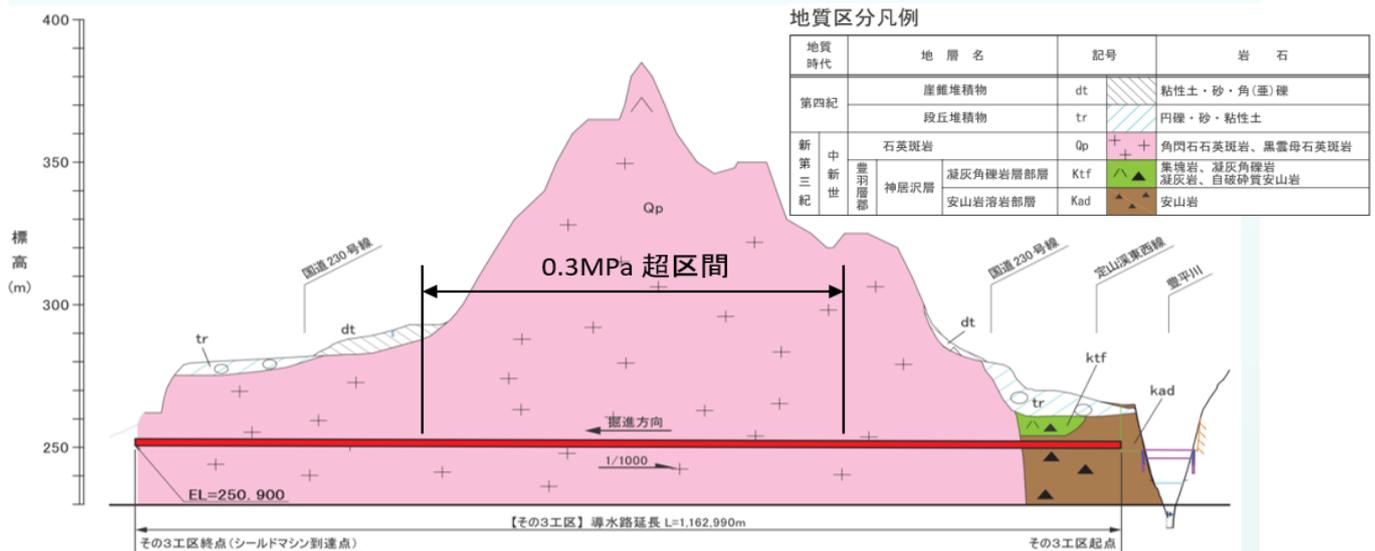


図-1 地質縦断面図

3. 高水圧・大量湧水対策

想定した 0.3MPa 以下の水圧では軸付スクリーコンベヤと高分子添加剤の注入、一時的な高水圧にはシールド機外周に装備した 1B 注入口(前胴 6 箇所、後胴 4 箇所)からの水抜きで対応することとした。しかし 1B では排水量が少ないため効果が低く、閉塞した際、狭い機内での閉塞解除は困難な作業であった。

次にセグメント注入口からの水抜きで、切羽水圧を下げることにした(写真-1)。水抜き位置は、切羽から離れると効果が低く、近すぎると掘削した土砂が注入口に流れ込み、土砂が坑内に



写真-1 切羽水抜き状況

キーワード：小断面泥土圧シールド、岩盤掘削、高水圧、水抜き、セグメント

連絡先：〒060-0061 北海道札幌市中央区南1条西6丁目11番地 札幌北辰ビル3階 (株)熊谷組 北海道支店

堆積したり注入孔が閉塞したりしたので、切羽より15～50リング間で数ヶ所から水抜きを行った。これにより、1000～2000L/minの排水量を維持して、切羽水圧を0.15MPa程度まで低下させることができた。ただし、この排水量を確保するために、閉塞した注入孔の復旧および排水量が少なくなった注入孔の頻繁な盛替え等のメンテナンスが必要となった。



写真-2 三方バルブ

4. 水抜きにより発生した問題と対策 ①

水抜きにより掘進を再開することができたが、水抜き配管が機関車の走行を妨げてしまうこと、注入孔が土砂で閉塞した際の閉塞解除に長時間を要することが問題となった。対策として注入孔に三方バルブを取付けた(写真-2)。セグメント内空への出代が減り、機関車の走行が可能となった。また注入孔の閉塞解除から復旧までの時間を約70%短縮することが出来た。

5. 水抜きにより発生した問題と対策 ②

セグメントから水抜きすることで切羽水圧の制御は可能になったが、水抜き区間ではセグメントを裏込め注入で固定できなくなった。これにより、浮力が作用してセグメントが浮上がるだけでなく、掘進反力として不安定な状態となり方向制御が困難となった。対策として、注入孔に仕込んだ膨張袋に裏込め注入してセグメントの地山への固定を試みたが十分な効果が得られず注入にも時間を要していた。

次に注入孔から金物を押し出して地山に固定する対策を試みた。注入孔(図-2)に金物を仕込み、セグメントが後胴を抜けた後にねじ込むことで金物が突出する構造となっており(写真-3)、金物が地山に接触することでそれ以上の浮上りを防止することができる。また、掘進作業と並行して施工できるため膨張袋より施工サイクルを1R/日分改善することができた。図-3にセグメント浮上がり量のグラフを示す。膨張袋は測定6回目での平均浮上がり量が28mmだったのに対し、金物では半分以下の13mmに抑えることができた。

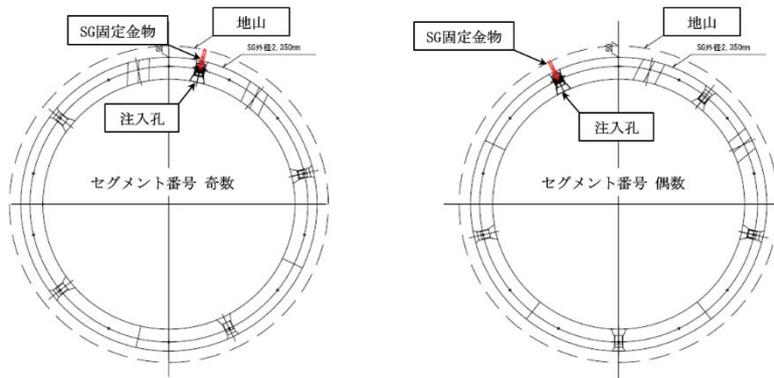


図-2 SG固定概要図



写真-3 SG固定金物

6. まとめ

本工事では、想定を超えた水圧および湧水量となったことから、シールド掘進に多大な影響を及ぼした。計画段階からこのような条件が明確であったならば、0.5MPaの水圧と大量の湧水に対抗させるか、掘削に支障とならない圧力まで排水する方法が考えられる。前者としては泥水式シールド工法等の採用、後者としては既存の泥土圧シールド工法概念から逸脱するが、マシン側面に多くの排水口を配して確実に水圧の低下を図ることが考えられる。本シールドは特殊な条件下の工事であったが、本稿が同種条件のシールド工事の技術者の一助になれば幸いである。

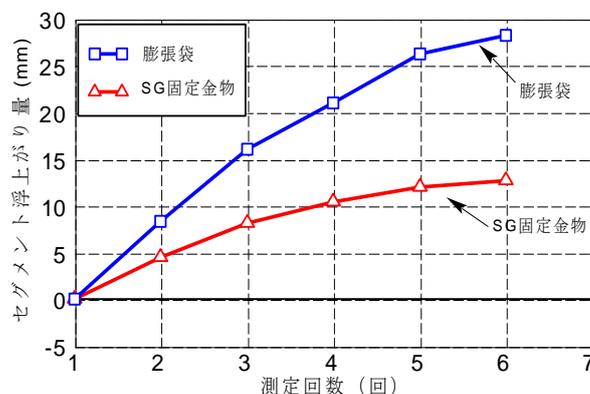


図-3 セグメント浮上がり量