

泥水圧シールドでの大深度岩盤掘削における急曲線施工の課題について

戸田建設（株）正会員 ○佐藤 蓮太

戸田建設（株）正会員 松原 剛

戸田建設（株）正会員 原 昌広

1. はじめに

本工事は、新山科浄水場内から蹴上取水地内までの区間 5,233.95m を $\phi 4.0\text{m}$ 泥水式シールド工法にて掘進し、内挿管（ $\phi 2,600\text{mm}$ ダクタイル鋳鉄管）を敷設するものである。

本工事の特徴は、長距離、急曲線、高水圧、岩盤・土砂複合地質の施工である。特に地質について大別すると、発進～400m までが岩盤区間、400m～2,600m までが土砂区間、2,600m～到達までが岩盤区間で構成されている(図-1)。また、33ヶ所の曲線施工を伴う工事となっている。

今回は、発進～400m までの岩盤区間での施工における課題と対応策について報告する。

2. 岩盤区間の施工における課題

発進立坑～400m の岩盤区間の縦断面図を図-2 に示す。当区間は、最大土被り 54.25m の大深度であり、岩盤等級としては、CL～CH 級の比較的風化の進んだ頁岩・砂岩優勢互層となっている。施工中は縦断面図のとおり、頁岩・砂岩優勢互層となっていたが、破砕帯と風化が進み、非常に脆い地山であった。この条件下で曲率半径 R50m～30m の急曲線を 9ヶ所施工した。この施工においての課題は、次の4点が挙げられる。

①想定以上のビットの摩耗

破砕帯と風化した岩盤より、当初の想定以上の岩片の取込が見られ、チャンバー内取込口やシールドマシン機内配管で岩片による閉塞が頻発した。閉塞解除に伴い、カッターヘッドを回転させながら、チャンバー内の岩片の取込を行った。その結果、カッターヘッド回転数が増加し、想定以上にカッターヘッドに装備しているローラーカッター(以下、RC とする。)の摺動距離が延び、摩耗が進行したため、カッター交換を予定より多く行う結果となった。

②泥水性状の劣化

破砕帯や風化した岩盤から想定以上の地下湧水流入により泥水性状の劣化が見られた。

地下湧水による泥水性状の劣化に伴って、チャンバー内岩片の取込不良が発生し、取込口等で閉塞が発生した。

③急曲線施工時の鋼製セグメントの変形

急曲線施工中シールド機のローリングが 2.5° ～ 5.3° まで進行し、鋼製セグメントの縦リブとシールドジャッキスプレッタにズレが生じた。その結果、鋼製セグメントの主桁部に変形が発生した。シールドマシンのローリング修正を試みたが、復元しない状況であった。原因として全周オーバーカットによるシールド機外面摩擦力の低下、シールド機が牽引している後続台車重量増加、急曲線部レールによる後続台車の走行抵抗増加によるものと考えられる。

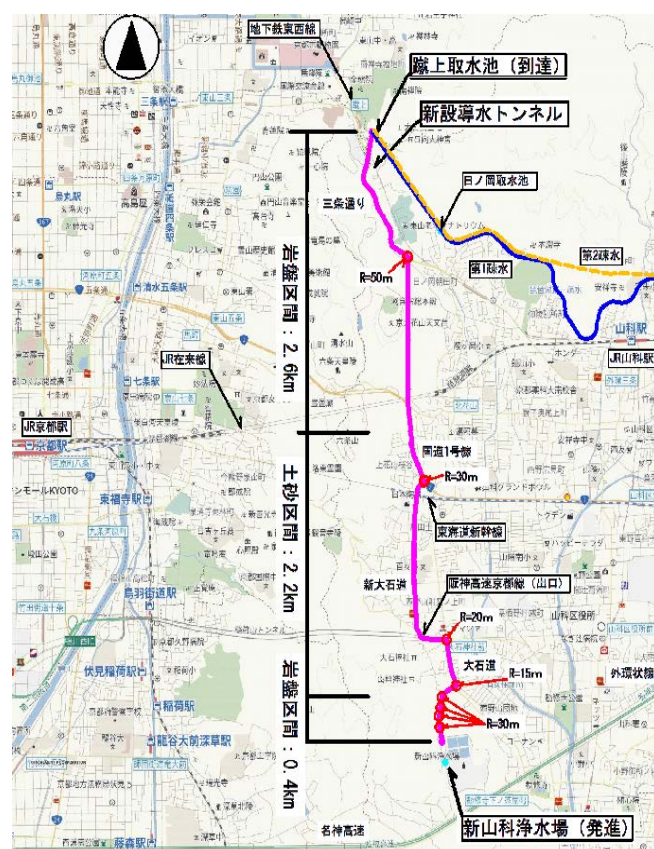


図-1 全体平面図

キーワード 泥水圧シールド, 岩盤, 大深度, 急曲線

連絡先 〒550-0005 大阪府大阪市西区西本町 1-13-47 新信濃橋ビル 戸田建設（株） TEL 06-6531-6840

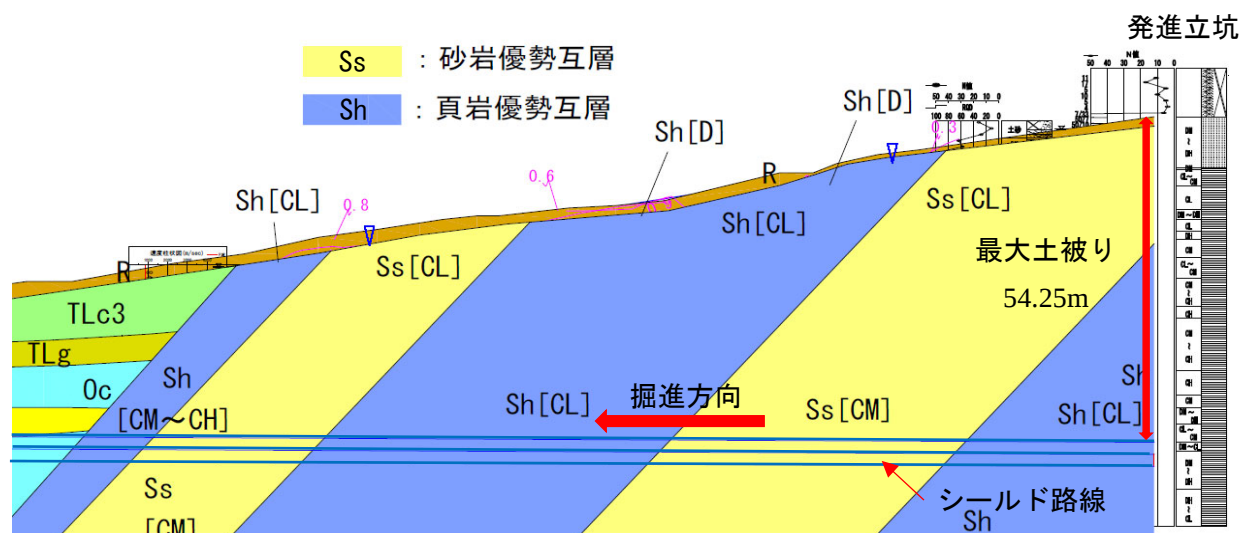


図-2 発進立坑から 400m 縦断面図

④総推力の上昇

岩盤区間では、急曲線対応で RC による全周オーバーカット(余掘り)で施工する。そのため、破碎帯や岩盤の風化した箇所での地山崩壊による胴締めや取込不良によることが原因と考えられる。

3. 課題に対する対応策

①想定以上のビットの摩耗

想定以上の岩片による閉塞を防止するため、カッターヘッドの開口部に制限板を設け、大きな岩片の取込抑制を行った。結果として、チャンバー内取込口やシールド機内配管での閉塞回数が減少し、閉塞解除に伴うカッターヘッド回転数も減少した。また、カッターヘッド回転数による摺動距離・外周 RC の推定摩耗量の算出とフロントグリッパー、探查棒による点検を頻繁に行った。これらの対策により、健全なビットによる適正なオーバーカット量を確保しつつ掘進することが可能となった。

②泥水性状の劣化

破碎帯や地下湧水の多い所では、掘進開始前の泥水性状比重 1.15、ファンネル粘性 25 秒以上であったが、掘進終了時には比重 1.12、ファンネル粘性 21 秒と泥水性状の劣化が見られた。常時ベントナイトと粘土、CMC による作液を行っていたが、泥水性状の保持ができていない状況であった。そのため、作泥用サイロを設け、人的作業から機械化し、作泥の効率向上を図った。また、増粘性の高い CMC に変更し、作液を行った。結果として、泥水性状を比重 1.15 以上、ファンネル粘性 35 秒以上を保持しながら

らの掘進が可能となった。

③急曲線施工時の鋼製セグメントの変形

シールド機のローリングによる鋼製セグメントの変形に対して、縦リブを追加した。セグメント組立後に各縦リブ間に補強用鋼材を取り付けし、主桁の変形を抑制した。その結果、セグメントの縦リブやスキンプレートの変形を抑制することができた。また、シールド機のローリングについては、曲線侵入前に反対方向へローリングさせることで進行の抑制を行った。

④総推力の上昇

対策として、シールド機外周方向へ高粘性の可塑状充填材を掘進中および昼夜間の交代前の停止時間に充填し、オーバーカット部の崩壊を防止した。その結果、掘進開始時の総推力の上昇を軽減した。あわせて鋼製セグメントの主桁部の変形を軽減することができた。

4. まとめ

現在は、2.2Km の土砂区間を施工中である。今後、2.6Km の岩盤区間施工が残っている。今回の実績を踏まえ、カッターの開口率を上げるとともに規制板を増設し、想定以上の岩片の取込抑制と土砂回収率の改善を図る改造を行う。また、泥水性状の劣化については、余剰泥水槽を増設し、作液の効率向上を図る。このような設備の改善・改修を行い、効率的に施工していく予定である。