

礫質土層掘進におけるシールドマシンの工夫について

戸田建設株式会社 正会員 ○白石 崇裕
正会員 和田 征也
正会員 白石 拡大
正会員 真鍋 啓輔

1. はじめに

岡山市水道事業総合基本計画の一環として既設の半田山線配水管路の廃止・更新のため発注された「半田山線シールドトンネル築造工事」は2路線のシールド全線(図-1)にわたり礫質土を掘進する工事である。同一土層を掘進した先行工事の中央幹線のシールド工事の実績から、ビット摩耗や面板閉塞による進捗の遅れが懸念されたため、シールドマシン仕様を検討し対策した。本稿ではその対策内容とその効果について報告する。

2. 地質概要

当工事区域は旭川による運搬・堆積作用によって形成された氾濫平野上に盛土や埋立を行って形成された盛土地・埋立地である。事前の土質調査では掘進対象土層である洪積礫質土(粘土混じり砂礫)は被圧水頭 GL-1.5m~GL-2.7m, $\phi 5\sim 35\text{mm}$ の礫が主体で N 値は 30~50 以上であり、最大で 360mm 程度の巨石を含むものと想定されていた。

3. 課題

地質概要に示すように、路線全線が巨石の点在する硬質な砂礫層であると想定していたが、発進立坑掘削時に想定を超える最大礫径 540mm の巨石が確認されたため、ビットの摩耗量について再検討する必要がある。

また、同一土層を掘進した先行工事の中央幹線のシールド工事では、面板閉塞、カッター側面の異常な摩耗、加泥注入口閉塞などの不具合が生じていた。本工事では進捗の低下を招くこれらのトラブルを未然に防止する必要がある。

4. 課題への対策

①ビット摩耗量検討と交換計画

最大礫径 540mm の巨石を想定したビットの摩耗量を検討した結果、約 1,000m 毎に摩耗限界量を迎えることが予測されたため、立坑間の区間延長がいずれも 1,000m 未滿となる 3 基の中間立坑全てでビット交換を行う計画とした。

②カッターヘッドの検討

カッターヘッドの基本形状・ビット配置は先行工事と同様としながら、面板閉塞対策として開口率を先行工事の 30%から 32.6%とすることで掘削土砂を取込みやすくしたほか、先行工事では面板の閉塞により外周リングとシールド前胴との間から掘削



図-1 シールド路線全体図

キーワード シールド, 礫質土, ビット摩耗, 面板閉塞

連絡先 〒730-0044 広島県広島市中区宝町 1-20 宝町第一ビル 戸田建設(株)広島支店 TEL 082-545-7607

土砂を取りこむ現象が生じたため、外周リングの摩耗対策として保護ビットを配置した。また、スリット部への礫の取込み制限はφ250mm 以下とし、排土機構についてはリボンスクリューにより 370mm×254mm の礫を取込み、シールドのスクリーゲート後方に設置したロータリークラッシャーで礫を 40mm 程度以下まで破碎する機構とした。さらに、加泥注入口には注入口保護ビットを設置して注入口の閉塞防止を図った。

5. 掘進結果

①ビット摩耗実績

中間および到達立坑での計測摩耗量から算出した計測摩耗係数は、いずれの区間においても推定値よりも小さく、また区間ごとにばらつきがみられた。B 路線の区間 4 で最も摩耗係数が高く推定摩耗係数に対して 1/4～2/3 程度であり、これは想定最大礫径の最大値の区間が一番多く、その影響で摩耗が進んだと考えられる。その他の区間については推定摩耗係数の 1/3 程度以下であり、特に B 路線の区間 5 で最も摩耗係数が低く、推定摩耗係数に対して 1/5 程度以下であった。これは想定最大礫径の最大値の区間が短く、礫径が小さかったためと考えられる。

②カッターヘッド掘進結果

加泥注入口は掘進中にしばしば閉塞することはあったが、その都度油圧洗浄による復旧を行った。A 路線および B 路線において加泥注入口は完全に閉塞することはなく到達することができたものの、先に到達した B 路線では 1 か所、A 路線の No.2 中間分岐立坑では 2 か所の保護ビット欠落が確認された。

面板閉塞について、掘進中の取り込み状況はおおむね良好であった。カッターヘッド前面の硬化肉盛は残っており、全体的にきれいな状態であった。A 路線および B 路線のシールドは 2 台とも外周リング保護ビットは健在であり、特に目立った摩耗は見られなかった。母材についても保護ビットが有効に機能していたため著しい摩耗は見られなかった。B 路線においては硬化肉盛も残っており綺麗な状態であった。

6. おわりに

限界摩耗量を超えることなくビット交換を実施でき、面板の閉塞が本工事では発生することなく掘進することができたため、掘進の進捗は先行工事より向上することとなり、直線部の日進量は先行工事の 6.6m/日に対し、本工事では 8.7m/日となった。本稿で示したシールドマシンの対策のほか、2 路線同時掘進を含めた様々な対策や工夫を実施したことで実現したものである。

本工事における対策工は先行工事である中央幹線シールドにおける施工実績が大いに参考となった。本稿の事例が、他のシールド工事のさらなる発展・工夫に役立てば幸いである。

参考文献

・西牧大雅，石井恒至，山下洋平，三好裕輝：巨礫を含む砂礫地盤を泥水から泥土圧への切替え型シールドで長距離施工，岡山市水道局 中央幹線，土木工学社，トンネルと地下，第 45 巻 12 号，2014.12，pp.27～34



写真-1 シールドマシン

表-1 推定摩耗係数と計測摩耗係数

路線	区間	推定摩耗係数 k (×10 ⁻³ mm/km)	計測摩耗係数 k (×10 ⁻³ mm/km)
A 路線	区間1 No.4両発進立坑～No.3中間分岐立坑	21.590	1.614～5.314
	区間2 No.3中間分岐立坑～No.2中間分岐立坑	21.200	2.059～6.777
	区間3 No.2中間分岐立坑～No.1到達立坑	21.200	4.751～7.581
B 路線	区間4 No.4両発進立坑～No.5中間分岐立坑	21.778	4.864～12.916
	区間5 No.5中間分岐立坑～No.6到達立坑	21.100	1.454～3.995



写真-2 到達時の面板状況