

巨礫を含む砂礫地盤におけるシールド機カッターの改良

大成建設株式会社札幌支店 正会員 ○河村 成範 生形 剛 鈴木 真登

1. はじめに

札幌市は昭和 40 年代以降急激に都市化が進んだことにより、河川へ雨水の流出が増加することとなった。市街地東部（豊平区、白石区）を流れる望月寒川流域においても近年、洪水被害が多発しているが、市街地での対策として考えられる河道拡幅による河川改修は困難であった。そこで大雨増水時に、望月寒川上流の流水を放水路トンネルにより豊平川へ放流することで浸水被害を軽減させる計画が実施された。今回の放水路トンネル施工箇所は、扇状地扇頂付近のため巨礫（当初：礫径 $\Phi 600\text{mm}$ 程度 $\Rightarrow$ 到達立坑掘削： $\Phi 800\text{mm}$ 程度）が堆積していることが想定されたため、想定最大礫まで積極的に取り込む仕様の泥土圧式シールド機で対応する計画にて開始した。本稿では、放水路トンネル本体工事（巨礫対応の泥土圧式シールド工事）における巨礫を含む砂礫地盤のシールド機カッターの改良及びその後の掘進について報告する。



図-1 望月寒川広域河川改修事業概要

2. 土質概要

当初掘削地盤は、既往ボーリングデータのコア切り長の3倍から最大礫径を600mmと想定した。シールドが通過する土質は、路線延長1,893.4mのうち、発進部（吐口部）から1/3までが砂礫と腐食土からなる盛土層、玉石混りの砂礫層、粘性土シルト、西野層と言われるN値50以上の凝灰角礫岩があり複合地盤となっている。残りの2/3は野幌層と言われる巨礫混りの砂礫層（Dg層）となっている。特にこの砂礫層については、N値が50以上を示し、礫率も60%と非常に高い。礫は安山岩主体で、強度は100N/mm²～150N/mm²と非常に硬い地質となっている。（図-2）

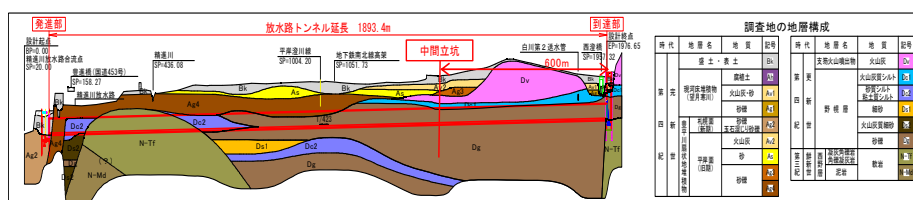


図-2 土質縦断面図

又、到達部（呑口部）において、鋼矢板及び中間杭を打設する前の先行削孔砂置換工オールケーシング削孔時（ケーシング径 1.0m）に砂礫層（D g 層）から $\Phi 800\text{mm}$ の巨礫を確認した。さらに到達部立坑掘削時に $\phi 800\text{mm}$ 以上の巨礫が確認された。（写真-1）



写真-1 巨礫 850mm×500mm×500mm

3. 路線概要

掘削地盤は前述した通り、複合地盤となっているため、巨礫を破碎して掘進するタイプのシールド機は不向きであると考えられた。又、延長約 1.9 km の路線の大半は、住宅地の市道直下を掘進する。(図・3) そのため、掘削する前にビット交換用立坑を構築し、ビット交換をしてから掘進する方法は、民家が隣接していること、重要な埋設管が多数あることから採用が難しいと考えられていた。

4. シールド掘進

図-3 路線平面図

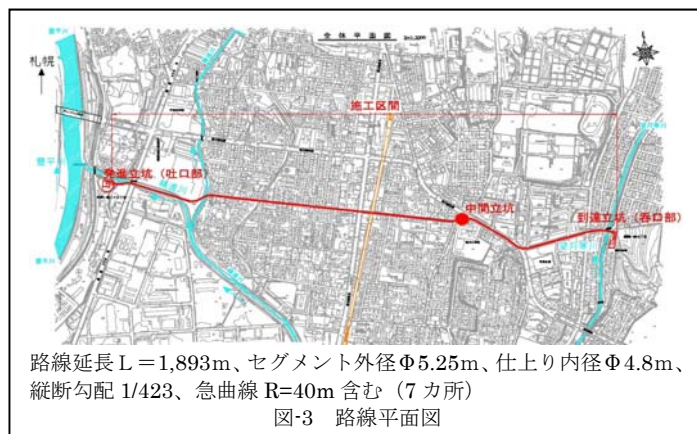


図-3 路線平面図

て欠落したビットが発見されたため、カッターヘッドが著しく損傷していることが想定され、到達迄の残り約600mを掘り進むことは難しいと判断し、カッターヘッドの交換を実施した。

5. シールド機カッターヘッド交換

路線上において、唯一立坑構築が可能な小学校の用地に深さ 16.0mの中間立坑を築造し、カッターヘッドの交換を実施した。この立坑掘削時にΦ800mm以上の巨礫が9個出現し、礫率も70%以上と確認された。(写真-2、表-1)

この結果より、今後も砂礫層の中にはΦ800mm以上の巨礫が出現する可能性が高いと判断し、図-4のカッター形状に変更した。カッターヘッド交換後の掘削思想は、最大礫径Φ800mmまでの礫は取り込み、最大礫径Φ800mm以上の場合は、破碎して取り込む「取込型」+「破碎型」方式とし、前回特に損傷が激しかったカッターヘッド外周部にディスクカッターを9個配置し、先行ビットは、高低差配置をとりやめパス数を増やした。また、先行ビットの摩耗量を確認するため、多段導通式摩耗検知先行ビットをカッターヘッドの内周部と外周部に各1ヶ所、油圧式摩耗検知先行ビットを同じく内周部と外周部に各1ヶ所配置した。

6. シールド再掘進工

再掘進時、排土中の礫の状況は、再掘進区間全域において礫の割合が非常に多く、礫の形状も400mm以上の割れた礫が非常に多かった。割れた礫が多い状況から、カッターヘッドに取り付けたディスクカッターにより破碎されて排出されたことが想定できる。ベルコンで排出された礫の状況とズリ鋼車搬出状況を写真-3,4に示す。(ベルコン下幅650mm)

再掘進にあたり、摩耗検知による実測摩耗量と計算による推定摩耗量を比較した結果を表-2に、カッター回転数、掘進速度から算出したディスクカッターの摺動距離と寿命距離の比較による摩耗管理の結果を表-3に示す。到達時のカッターヘッドの状況(写真-5)から、配置したビットが礫地盤から受けた負担は非常に大きかったことが分かる。しかしながら、外周部に配置したディスクカッターが、巨礫を破碎したことにより、礫を掘り出す役目である先行ビットへの負担が軽減され、外周部の先行ビットは、チップが摩滅して母材まで摩耗した内周側の先行ビットに比べて摩耗量が少なかった。ディスクカッターが有効に機能したことで残り600mをビット交換無しで掘進することが出来た。

6. おわりに

本工事においては、砂礫層に含まれる巨礫により、シールド掘進計画の変更が必要となりましたが、発注者、施工者、関係業者が一体となって様々な対策工事を安全かつ慎重に行うことにより完成することができました。本工事にご尽力いただいた発注者、関係者の皆様に感謝いたします。

キーワード 浸水被害対策, 放水路トンネル, 巨礫, カッターヘッド交換, ビット摩耗, 再掘進

連絡先 〒060-0061 札幌市中央区南1条西1丁目4 大成建設株式会社 札幌支店 TEL011-241-1209



写真-2 中間立坑巨礫 1000mm×580mm×470mm

	長 径 寸 法			合 計
	400mm以上～ 600mm未満	600mm以上～ 800mm未満	800mm以上	
五 次 掘 削	12	1	0	13
六 次 掘 削	13	1	1	15
七 次 掘 削	50	20	8	78
合 計	75	22	9	106

単位:個

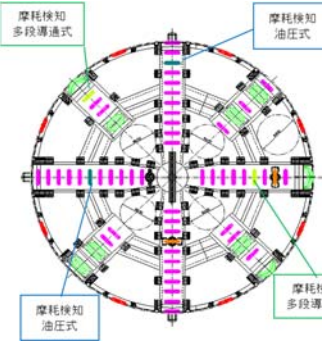


図-4 新規カッターヘッド形状



写真-3 割れている巨礫



写真-4 割れて搬出した礫

	単位: mm		
	許容摩耗量	推定摩耗量 (ビット耐久性)	実測摩耗量 (実掘進速度)
外周部	45.0	39.9	28.0
内周部			22.0

表-2 先行ビット摩耗量実測結果

許容摺動距離	実施摺動距離	率
530km	455.1km	85%

表-3 ディスクカッター摺動距離結果

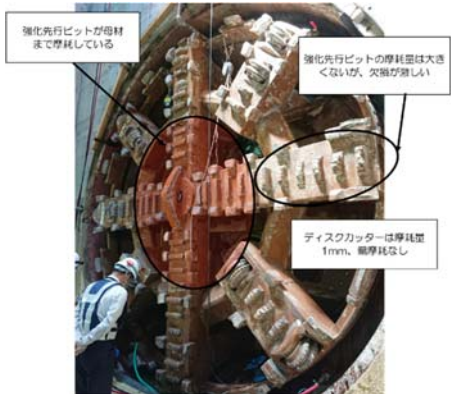


写真-5 到達後 カッターヘッド状況