

シールドマシンのカッタービット交換における止水工法について
 ～九頭竜川下流農業水利事業 高棕新江1号用水路下久米田工区建設工事(その2)～

前田建設工業(株) 正会員 ○森 芳樹
 正会員 安光 立也
 塩田 圭一

1. はじめに

近年、風化岩盤層をシールド工法で施工する事例が増加している。岩盤対応型シールドマシンには、岩盤に亀裂を発生させ、切削する為のカッタービットが装備されており、長期間の掘進のなかで、摩耗やチップの脱落により、交換を必要とする場合がある。このビット交換はマシンの形状や、地盤条件、地上環境によってその方法が大きく異なる。本工事では、中間立坑の造成が困難であったため、採用したシールドマシンはカッタービットをカッターフェースの内側(チャンバー内)から交換できるように設計し、あらかじめビット交換箇所周辺の地盤改良を行うことで、地中におけるビット交換を可能とした。

ビット交換時の切羽の安定と止水を図るための補助工法としては、薬液注入工法、高圧噴射攪拌工法、凍結工法、圧気工法等があげられるが、小口径シールドではいずれの地盤改良工法も地上からの施工が必要となり、凍結工法ではかなりの長期間となる。また、中硬岩層では高圧噴射攪拌工法は不可能である。そこで、新たな補助工法としてシールド機内からの施工が可能な、チャンバー内送気(圧気ではない)を併用した薬液注入工法を採用し、良好な結果が得られたため、本稿ではその概要について報告する。

2. 地盤条件

本工事が対象とする地盤は、上層に玉石混じり砂礫層を有する、風化安山岩(岩級区分D~CM級)の岩盤層であった。岩盤内部には細かい亀裂が多く見られ、豊富な地下水を有する玉石混じり砂礫層から亀裂に浸透した地下水が切羽に回ってきた。そのためシールド掘削土砂の含水比が高くなるなど、排土性状が安定せず、加泥材の種類を工夫して掘進管理を行った。(図-1)

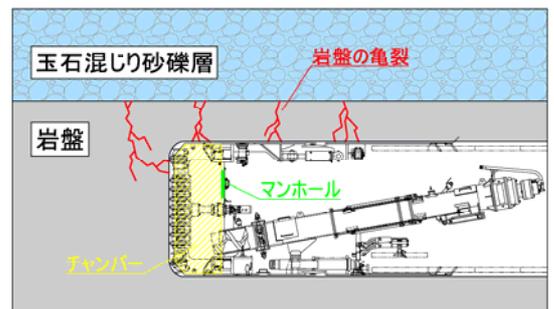


図-1 シールドマシンと地盤条件

3. 施工方法

(1) 簡易止水工法

切羽止水のために浸透薬液注入を行うには、薬液注入用のロッドを切羽面に押し当てる必要がある。このとき一時的にマンホールを開放して、チャンバー内の土砂を一部撤去することになるため、その前に簡易的な止水措置を行う。

その方法は、コンプレッサー(定格出力7.5kW、吐出空気1430L/min)でチャンバー内に空気を送り込みながら、2液混合型の高粘性可塑性充填材(以下クレショック)を切羽及び前胴部に注入することで、クレショックが岩盤の亀裂を埋め、止水効果を果たす。(図-2)チャンバー内部の土圧計で、約0.2MPaの圧力が一定時間消散しないことを確認したのち、マンホールを開放、内部の土砂を除去し、ロッド先端を切羽面に押し当てる。

表-1 クレショックの配合および性状

A液		B液		項目	基準値	測定法
TAC-β II	水	TAC-3G		生比重	1.20±0.1	マドバンス
520kg	600L	50L		粘性	30000-P	ビスコメーター

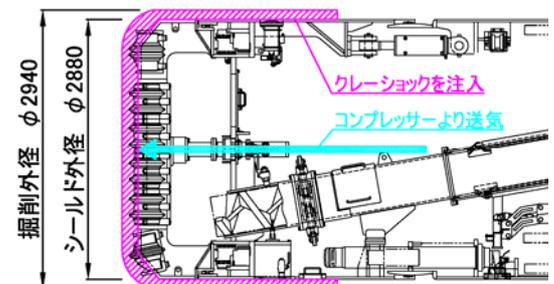


図-2 : クレショックを用いた簡易止水工法

キーワード シールドマシン, ビット交換, 岩盤, 止水, 薬液注入

連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見2丁目10番2号 前田建設工業(株) 本店 TEL : 03-5276-5166

(2) 薬液注入工法

土砂の一部撤去によりできた空間を、再度クレーショックで満たし、設置した注入用ロッドを使用して切羽への浸透薬液注入を行う。また同時に前胴部、後胴部に対しても、目的に合った薬液注入を行ない、確実な止水を行う。(図-3)

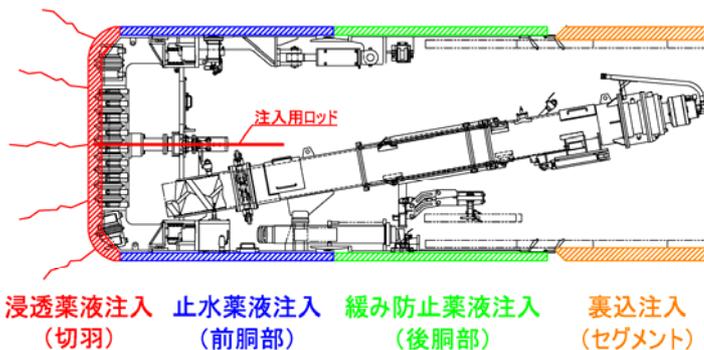


図-3 シールドマシン周囲の薬液注入工法

① 浸透薬液注入

切羽の微細な亀裂から浸透してくる地下水を止水するために、切羽にコンプレッサーで空気を送り込みながら、注入用ロッドより緩結型（ゲルタイム 2～6 分）の薬液注入を行う。

② 止水薬液注入

シールド掘進の余掘りによりできたシールドマシン周囲の隙間を通して、地下水が流入するのを防止するために、シールドマシンの前胴部に装備されている外周注入管から瞬結型（ゲルタイム 5～15 秒）の薬液注入を行う。

③ 緩み防止薬液注入

シールドマシン外周の地盤の緩みを防止するために、シールドマシンの後胴部に装備されている外周注入管から緩結型と瞬結型の薬液注入を行う。

4. 施工結果

薬液注入完了後、再度マンホールを開放し、チャンバー内の完全な洗浄を行った。(写真-1)その後、昼夜連続施工により、カッタービットおよびツールビットを全数交換したが、マンホール開放から約72時間のあいだ、チャンバー内への地下水の流入を大幅に抑制することができた。その効果は高く、ビット交換中カッターフェースを何度も回転させたが、地下水の流入によるビット交換への影響はなかった。

当初予定していた別の補助工法を適用した場合の計画工程と比較し、大幅な工期短縮を実現することができた。



写真-1 チャンバー内洗浄完了

5. まとめ

今回採用した簡易止水工法は、ビット交換に適用する以前から、チャンバー内洗浄に際して一時的な止水のために複数回使用してきた工法である。大掛かりな設備は不要であり、シールド機に装備されている各種配管を有効に活用することができるので、特に風化岩盤層における小断面のシールド工法での効果が高い。空隙充填工法として確立されているクレーショック工法を応用した止水工法として、今後の地中ビット交換工事での適用性を検討して行きたい。

謝辞

本工法の工事への採用は、施主である北陸農政局九頭竜川下流農業水利事業所の皆様からのご理解、ご協力を得て実現したものであり、ここに深く感謝申し上げます。

参考文献

1) (社)土木学会：トンネル標準示方書，シールド工法・同解説