

難凍結性加泥材を利用したシールド工事におけるビット交換の効率化
その3 現場適用結果

大成建設(株) 正会員 西田 与志雄 大成建設(株) 正会員 ○田中 誠也
富士化学(株) 正会員 黒岩 大地 (株)精研 正会員 小椋 浩

1. はじめに

凍結環境下でのビット交換を行う場合、通常は、カッター前面の凍土を全て人力掘削により撤去し、作業スペースを確保した後にビット交換を実施する。しかしコンクリートとほぼ同程度の強度を持つ凍土を人力で掘削するには多大な労力を要し、長期間地山に出での作業を行うことは事故・災害のリスクが高いため、難凍結性加泥材を利用した新しいビット交換手法を開発し、作業効率化を図った。

本報「その3」では、「その2」で種類および注入率について検討を行った難凍結性加泥材を用いて、凍土掘削およびビット交換の作業効率化を行った結果について報告する。

2. 工事概要及び施工方法

1) 工事概要

発進立坑から到達立坑まで延長約 5.0km に渡り、シールド工法にて雨水貯留管を敷設する工事である。本工事の特徴は「土被り約 45m、平均水圧 0.46Mpa、石英を多く含む礫層地盤での長距離掘削」であり、カッタービットの摩耗が懸念される。そのため、途中 2 回、凍結工法を併用してシールドマシン前面を掘削し作業空間を設け、ビット交換を行う。本工事で用いるシールドマシンと諸元を写真 1、表 1 に示す。



写真 1 当現場のシールドマシン

2) 施工方針および施工手順

a) 施工方針

難凍結性加泥材を用いてカッターヘッドと凍土の凍着を防止し、カッターを適宜回転させ、交換が必要なビットを所定の位置（凍土掘削実施範囲）まで移動して交換を行う。

表 1 シールドマシンの諸元

外径	Φ 6,510mm	
本体長さ	12,775mm	
シールドジャッキ	2,230kN×21本	
カッタートルク	6278 (kN-m)	3923 (kN-m)
ビット総数 (交換可能ビット)	343個 (266個)	

b) 施工手順

STEP1：地上からの凍結工法により造成した凍土をシールドマシンで切削し掘進を行う。この時シールドマシンの中折れ機構は全伸び状態を保持し、凍土内の所定の位置で停止した後、これを全縮して凍土とビットの間に空隙を確保する（図 1）。

STEP2：機内貼付凍結管を用いて機内からの凍結工法を実施する（図 2 の a）。凍土内掘進でできたマシン外周部の水みちを氷によって閉塞することで、マシン前面に水が浸入することを防ぐのと同時に難凍結性加泥材がマシン後方に回り込み、凍結を阻害することを防止する（約 1 週間程度）。機内凍結実施期間中は、カッターヘッドが凍土により拘束されないよう 24 時間の縁切り回転を行う。

STEP3：難凍結性加泥材を注入・攪拌した（図 2）後に、可能な限りスクリュージェントから排土を行う。地下水の流入がないことを確認した後、マンホールを開放、必要な範囲のみ凍土掘削を行う。

STEP4：支保工を設置し作業スペースを確保し、ビットの摩耗量を全数確認する。カッターヘッドを適宜回転させて、交換が必要なビットを所定の位置まで移動させて交換作業にあたる（図 3）。

3. 適用結果

a) カッターの凍着防止効果の確認（カッタートルク）

キーワード 長距離、シールドトンネル、ビット交換、地盤凍結工法、難凍結性加泥材、作業効率化

連絡先：〒451-0062 名古屋市西区花の木 3-17-15 クロスプラスハノキビル 1F TEL 052-528-5040 FAX 052-531-6180

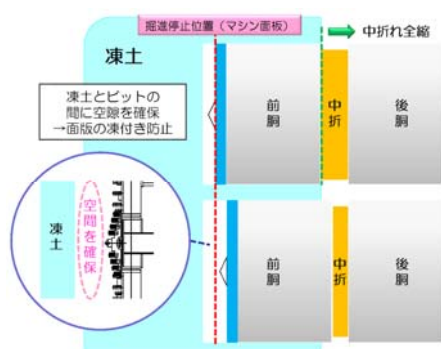


図1 中折れ全縮による空隙確保

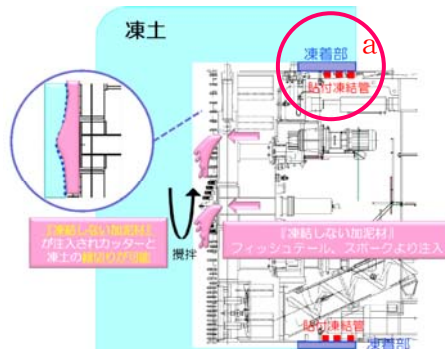


図2 難凍結性加泥材注入・攪拌



図3 ビット交換(回転利用)

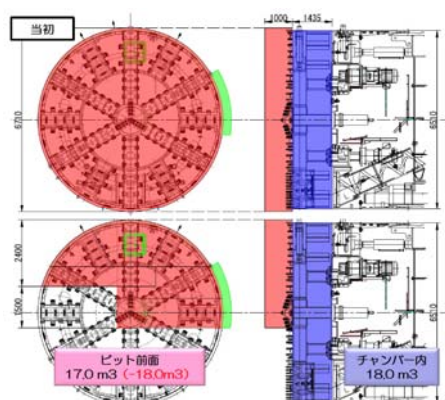


図4 凍土掘削範囲の比較

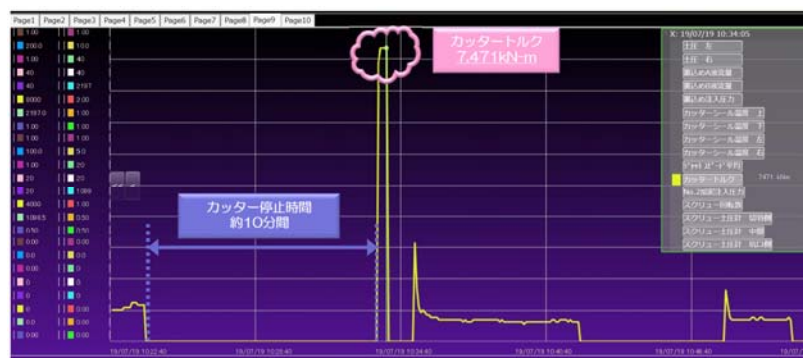


図5 トルク測定結果(難凍結性加泥材を用いない場合)

凍土掘削時およびビット交換作業中はカッターヘッドの回転を停止する必要があるため、一時的にカッターヘッドの回転を停止させてから再度回転させることが可能かを確認した。

まず初めに、難凍結性加泥材を注入していない状態で回転を10分間停止し、再回転を行った。再回転時のカッタートルクは7471kN-mと通常掘進時の約3倍以上のトルク値を記録し、トルク異常により回転が停止した(図4)。このことから、難凍結性加泥材を用いない場合、短時間のカッターヘッドの回転停止でも凍土によって回転が拘束されることが確認された。

次に、難凍結性加泥材を注入し、カッターヘッドの回転を約5時間停止した後に再回転を行った。カッタートルクは1000kN-mとほぼ無負荷での回転を行い、難凍結性加泥材の効果により長時間停止後もカッターヘッドの回転が可能となることを確認した。

b) 作業日数の短縮および安全性の確保

チャンバー内とビット前面の凍土(18.0m³+36.0m³)全てを掘削する計画としていたが、ビット前面凍土は、必要範囲のみ凍土掘削を行うため、今回のビット交換においては、ビット前面の凍土掘削量を約半分(17.0m³)にすることに成功した。凍土掘削量を抑えることが作業期間の短縮にも繋がり、約15日間の作業日数の短縮に成功した。

4. まとめ

難凍結性加泥を用いることで、凍土によるカッタービットの凍着を回避、あるいは固結の度合いを相対的に落とし、長時間停止後もカッターの回転が可能となることを確認した。またカッターの回転が可能になることにより、ビット交換に伴う凍土掘削量を必要最小限に留めることができるため、「地下45m、大型の掘削機器も持ち込めない狭隘箇所、平均-10℃という寒冷の空間」という苦役空間での作業削減が可能となった。さらに、作業日数の短縮は凍結設備の運転期間の縮減を意味し、地上占有場所の使用期間の縮減にも寄与することとなった。

最後に、難凍結性加泥を用いたビット交換を行うにあたり、ご協力いただきました発注者および社内外の方々には、厚く御礼を申し上げます。