

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1 開発概要

大成建設(株) 正会員 ○西田 与志雄 大成建設(株) 正会員 石井 裕泰
富士化学(株) 正会員 黒岩 大地 富士化学(株) 正会員 笹原 茂生

1. 開発背景と目的

近年、シールドトンネルは長距離・大深度化の傾向にあり、様々な技術の開発と適用が進められている。長距離化に際しての主たる課題の一つはビットの摩耗対策であり、ビットの二重化¹⁾や、面番のスポーク内からビットを交換²⁾する方法が実用化されている。これらと並び、シールド機の前面に出て作業空間を設け、ビット交換を行う方法も採られている。この場合、カッターヘッド前面に地盤改良を施し、狭隘な作業空間を確保し、土砂の掘削と搬出を行うこととなる。比較的長期にわたりシールド掘進が中断するが、ビット交換以外にもスポークやチャンバー内を直接目視確認でき、必要に応じて補修・補強を施せるため、シールド工事全体の安全性・確実性を確保することが大きな利点となる。

本開発は、上記長距離化に伴う「前面開放型」のビット交換技術を、大深度化に適用する取り組みの一環である。これまで、カッターヘッド前面の掘削のための地盤改良は主として薬液注入工法や噴射攪拌工法が採用されてきた。一方で大深度化にともない、作業空間の安全性確保のため確実に地盤の強化と止水を図らなければならないことから、凍結工法が適用される事例が増加している。それに伴い遭遇する施工上の制約、不都合を解消するため、「難凍結性の加泥材」を開発し、現場適用を通してその有効性を確認した。本報「その1」では、凍結工法を採用したビット交換手順を明示し、難凍結性加泥材を使った場合の効果を解説する。配合検討と現場への適用の詳細は、別報「その2³⁾」「その3⁴⁾」を参照されたい。

2. 前面掘削開放型のビット交換作業

図1に凍結工法を採用した前面掘削開放型のビット交換作業の手順を示す。各施工 Step の概要を以下に説明する。

Step-A: シールド機到達前のビット交換予定の領域に対して地上からボーリングを行い、凍結管を設置する。あらかじめ凍結運転を行い、地盤強度の強化と止水性を図る。

Step-B: シールド機が地盤凍結域に到達する。この時、シールド機外周部に余掘り部分が残し、カッターヘッド前面への透水経路が残され、そのままではカッターヘッド部の掘削が行えない。

Step-C: シールド機外周部に接する部分を凍結させるため、シールド機内面に装備した貼付凍結管に配管等を行い、坑内に凍結プラントを持ち込み凍結運転を開始する。

Step-D: 上記の凍結期間を経て、シールド機周辺が凍土で密閉される（凍着）のを待った上で、チャンバー内とカッターヘッド前面及び側面を掘削し、ビット交換を行う作業空間を確保する。

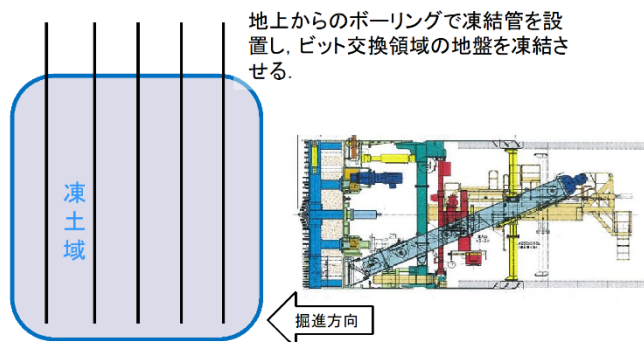
3. 施工上の課題と難凍結性加泥材の使用

難凍結性加泥材を使用する目的は、カッターヘッドと地盤が凍着することによる副次的影響の解消である。すなわち、凍着自体は凍土域外からカッターヘッド部に通じる通水経路を閉塞させることが目的で、ビット交換の作業性を低下させるカッターヘッドと地盤の凍着やチャンバー内の土の凍土化は意図していない。そのため、凍着を待つ Step-C ではカッターヘッドを常に回転させてこれを回避する。しかし、Step-D の掘削およびビット交換作業中は回転させることが不可能であるため、従来の加泥材を用いたままではカッターヘッドの凍着と掘削土の凍土化を許してしまう。ビット交換を効率的かつ高品質で行うためには、作業者がビットの切断・溶接作業等を理想的な立ち位置で行う必要があり、そのためにはカッターヘッド前面の作業し易い場所に足場を設置し、面板を適宜回転さ

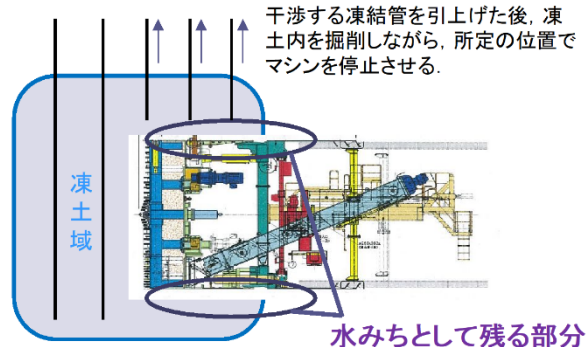
キーワード: 長距離トンネル, ビット交換, 泥土圧シールド, 地盤凍結工法, 難凍結加泥材

連絡先: 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)技術センター TEL045-814-7229 FAX045-814-7252

Step-A 凍結域に向けて掘進

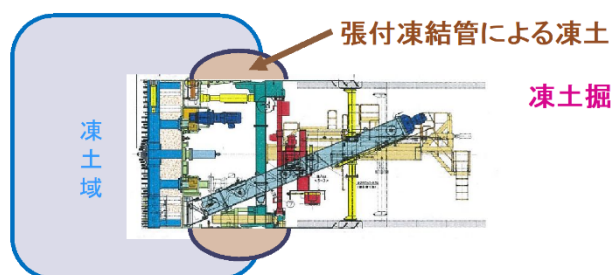


Step-B シールドの凍土内掘進と停止



Step-C 貼付凍結管の運転

貼付凍結管を運転させ、マシン外周部の水みちを凍結させることでカッターヘッド部の止水を行う。



Step-D 凍土掘削およびビット交換

チャンバー内、カッターヘッド前面と側面の土砂を掘削・撤去し、カッターヘッドの凍着を解除し、30° 毎にスポークを回転させて順次ビットを点検・交換する。

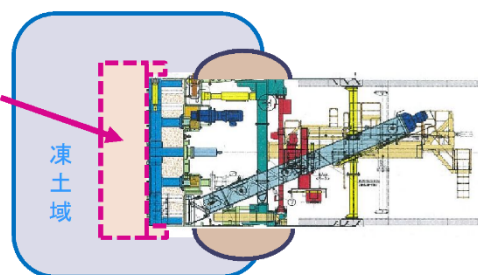


図1 ビット交換手順

せながら行う必要がある。カッターヘッドの凍着解除を行うためには、カッターヘッド前面と側面の凍土の全面掘削が必要であるが、凍土はコンクリートと同程度の強度となっており、狭隘空間での苦役作業となる。

難凍結性加泥材の利用により、カッターヘッドと地盤の凍着回避、チャンバー内土砂の凍土化防止を図ることができ、掘削作業を効率的に行うことができる。凍土の全面掘削を行わなくとも面板回転が可能になるため、図2に示す様な掘削域でビット交換場所を設定し作業にあたる。1個あたりの重量が8kg~60kgのビット交換をルーチン化できることは、安全性の確保と作業日数の短縮に大きく寄与する。

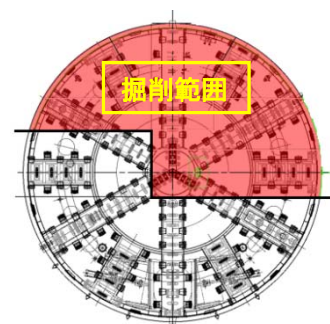


図2 掘削範囲

4. 現場への適用

開発した難凍結性加泥材を以下の工事に適用し、その有効性を確認した。

工事名：名古屋中央雨水幹線下水道築造工事（その2）

工事場所：愛知県名古屋市西区天神山町～中川区山王一丁目（図3）

発注者：名古屋市 上下水道局

施工者：大成・りんかい日産・本間特別共同事業体

工事概要：泥土圧シールド工法 シールド外径φ6,510mm

施工延長 L=5,007m 土被り 44.5m~45.5m

セグメント外径φ6,350mm 内径φ5,750mm

ビット交換2回（図3の●印）

掘削地盤：砂礫層（海部・弥富累層）

参考文献

- 1) 長距離掘進対応ビットシステムの開発 二重ビットの開発：土木学会第62回年次学術講演会（平成19年9月） 6-118
- 2) 長距離掘進対応ビットシステムの開発 球体式ビット交換システムの開発：土木学会第62回年次学術講演会（平成19年9月） 6-117
- 3) 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2 室内試験と評価：土木学会第75回年次学術講演会（令和2年9月）
- 4) 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 現場適用と効果：土木学会第75回年次学術講演会（令和2年9月）



図3 工事位置図