

深度 50m の凍結環境下におけるチャンバ内からのシールド機ビット交換

東京都第三建設事務所 工事第二課 正会員 向山 公人, 伊藤 孝 石川 幸宏
 大成・鹿島・大林・京急建設共同企業体 正会員 ○澤上 晋 田中 敦 金野 正一

1. はじめに

東京都発注の環状七号線地下広域調節池（石神井川区間）工事において、発進立坑部の RC 壁（合計厚さ 2.9m）を掘削外径 $\phi 13.45\text{m}$ の泥水式シールド機で全断面を直接切削しながら発進したが¹⁾、切削途中段階における計画点検時に最外周ビットの損傷・脱落が確認されたため、ビットの交換を実施した。交換作業は 2 段階で行い、第 1 段階は、RC 壁を掘り切るために、面板が RC 構造内にあるうちに面板前面に小空間を設けて実施した。第 2 段階は、その後に控える延長約 5.4km のシールド掘進を確実にを行う目的の下、RC 壁切削を完了して面板が土中に入った段階で施工した。土中での交換に際しては、補助工法として薬液注入工および凍結工を施すことで²⁾、面板前面に出ることなくチャンバ内のみでの施工を試みた。

本稿では、施工安全性を確保しながら、深度約 50m の凍結環境下においてチャンバ内からビットを追加・交換した事例について報告する。

2. ビット交換スペース確保のための課題と対策

ビット交換機構を備えていないシールド機の場合、土中においてビット交換を行うためには、面板の前面に人が出て溶接等を行う作業スペースを確保する必要がある。そのためには、地上に施工エリアを確保してあらかじめ十分な厚さの凍土壁造成などを行い、地盤の強化と止水性確保などの措置をとる。しかし、本施工箇所の上部はバスの運行もある単車線道路であること、直近には住宅敷地があること等の制約があり、地上から施工するためのヤード確保が非常に困難な状況であった。そこで、シールド機前面の掘削を行わずに済むようにチャンバ内のスリット部からビット交換を実施する計画を立てた。さらに、作業のためにはチャンバ内の泥水を抜く必要があるため、切羽保持も課題であった。これらに対しては、地上占用範囲を最小化できる補助工法として、止水性は薬液注入工により担保し、切羽からの土水圧は面板と一体化させた凍土壁を介してシールド機後方の反力支保工で支持させる、という手法をとった（図-1）。

以上の対策により、チャンバ内でビット交換する空間を設けることを可能とした。

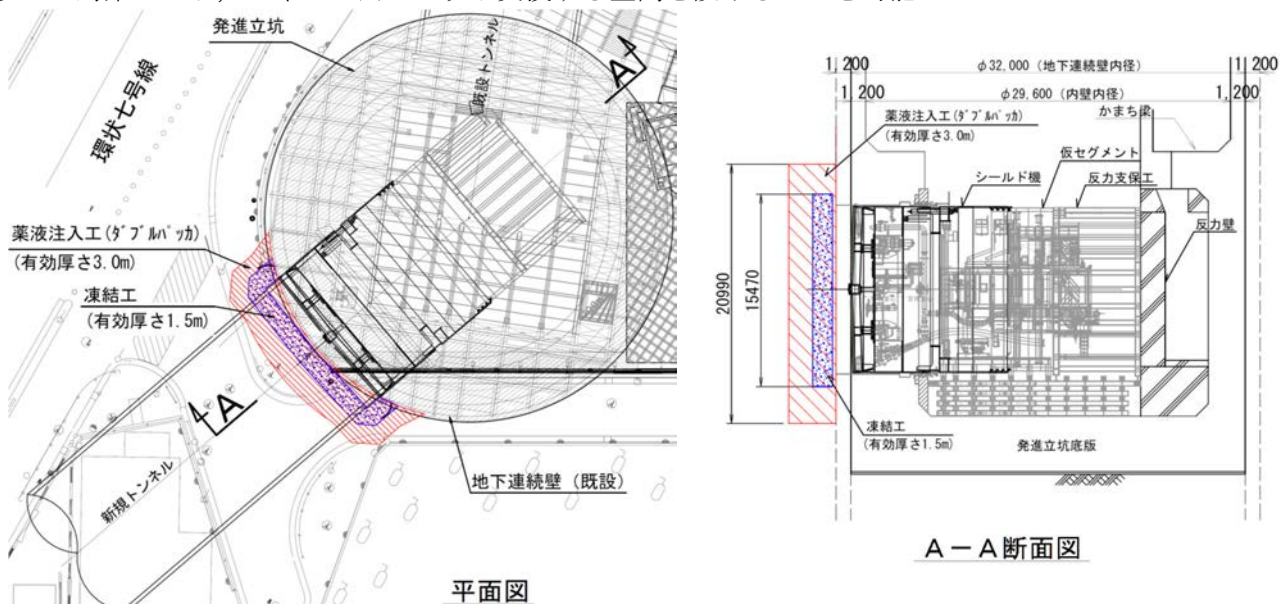


図-1 シールド発進部施工計画図（補助工法および反力支保）

キーワード： 座板，ボルト式，切替，複数回交換

連絡先： 〒163-6008 東京都新宿区西新宿 6-8-1 大成建設(株)東京支店 TEL03-3348-1111（大代表）

3. 凍結環境下でビット交換するための課題と対策

ビットの追加や交換には溶接作業が必要となるが、チャンバ内という閉塞した凍結環境下での温度管理（面板部における凍土温度を-3℃未満で維持）と、狭隘・低温空間という苦役作業時間の短縮化も課題であった。そこで、第2段階のビット交換時の溶接を不要として、短時間で設置可能な交換式ビット構造を考案した。具体的な手順は次の通りである。

まず、計画点検時（RC 壁切削貫通前、凍結前）の段階において、ビットをボルト固定できる「座板」を面板スリットの側面に溶接設置しておく。その座板の設置場所を確保するため、既存の RC 切削用スクレーパビットを撤去し、同位置にてボルトで交換できる新たな仕様に変更して設置し直す（図-2）。

次に、RC 切削を完了してシールド機が地山に出た後に、上記の新スクレーパビットをボルト部で外し、同様にボルト固定式化した地山掘削用トリムビットに交換する（図-3）。

以上のように、ボルト締め外しのみで複数回交換でき、タイプも切替可能な新型ビット構造を取り入れた。この手法を採用することで、チャンバ内の凍結エリアにおいて溶接作業を行うことなく短時間でビット交換できるようにした。

4. 作業の安全性確保に向けた計測管理

大深度での特殊な作業につき、施工時には次のような温度対策と計測管理を行った。

凍土の温度変化により前面土水圧の支持状態が不安定とならないよう、面板部に測温管を配置して常時監視を行った。面板スリット部は凍土の地山が露出するため、防熱材で覆い土留めを設置した。チャンバ内の雰囲気温度とシールド機内温度を確認し、温度上昇対策および凍結促進として機内に貼付凍結管を増設し、カーテンシートを設けて冷気を逃がさない対策をとった。チャンバ内にはガス検知器を常備し、酸素濃度等の作業環境を監視した。シールド機の反力受け支保工の軸力変化を動態観測し、シールドジャッキ反力値の変化有無も確認した。地上部に関しては、路面変状測量および目視監視を毎日実施した。

5. まとめ

以上の計画と対策により、予定通りビット交換作業を完了することができた。ビットの追加や交換に関しては、当初から交換機構が無くとも、座板を設置してボルト交換方式とする手法の有効性を確認できた。また、地山に出ることなくチャンバ内から溶接なしでビット交換を可能とすることで、補助工法の縮小化による地上占用範囲の減少と、凍結環境下での工程短縮にも寄与できた。

現在、交換したビットにてシールド掘進を継続しているところである。

参考文献

- 1) 柏翔悟ら、シールド発進時の RC 壁直接切削について、土木学会第 78 回年次学術講演会，2023
- 2) ファムトゥンラムら、シールド機チャンバー内泥水凍結について、土木学会第 78 回年次学術講演会，2023

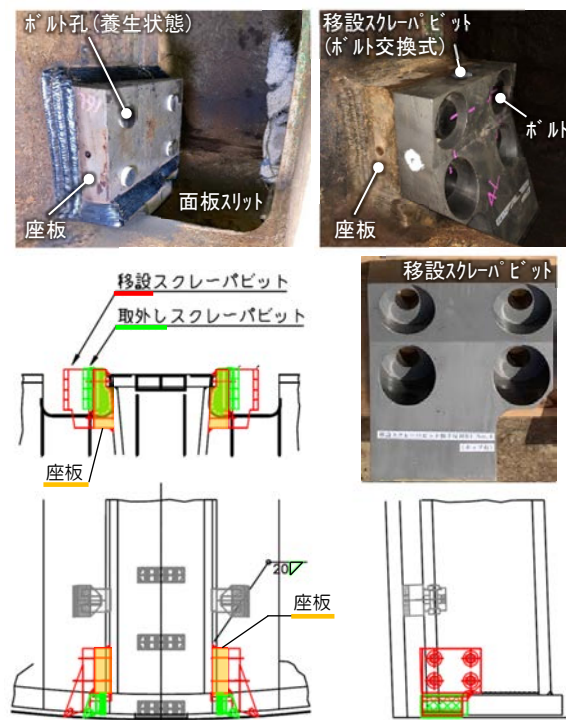


図-2 座板とスクレーパビット

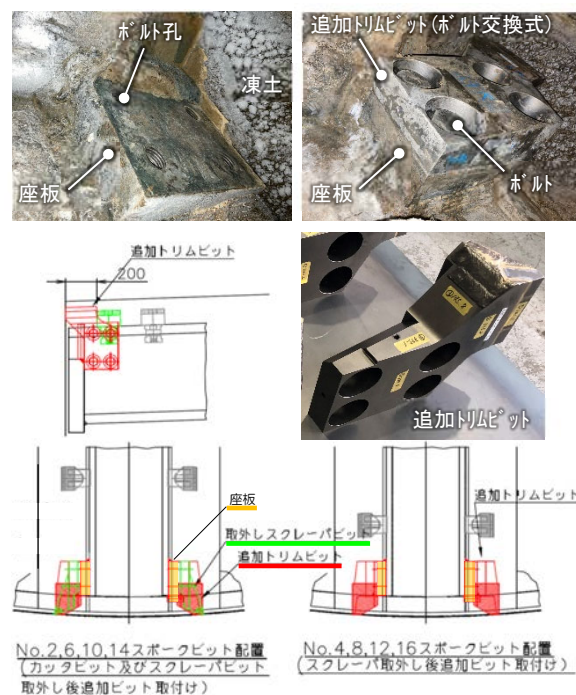


図-3 ボルト交換トリムビット