

シールド発進時の RC 壁直接切削について

東京都第三建設事務所 工事第二課
大成・鹿島・大林・京急建設共同企業体

正会員 向山 公人, 伊藤 孝 石川 幸宏
正会員 ○柏 翔悟 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）工事は、近年頻発する局地的かつ短時間の集中豪雨による洪水を一時的に貯留するため、泥水式シールド工法により、外径 13.2m、内径 12.5m のトンネル式調節池を構築するものである。シールド発進においては、坑口側壁（RC 躯体、厚さ 1.7m）と RC 連壁（厚さ 1.2m）をシールド機により全断面直接切削を行う必要があった（図-1）。通常、シールド機で直接切削して発進する場合は、鋼材の代替として切削が容易である炭素繊維や FFU 等を使用するが、本工事においては、そのような素材が用いられていない。これまで、杭や埋設管等の RC 構造物を直接切削した事例はあるが、シールド機的全断面で RC 構造物を直接切削する事例は、過去にないことである。

本稿では、シールド機により全断面 RC 壁（体積約 423m³、鉄筋量約 53t）を直接切削して発進した施工事例について報告する。

2. RC 壁直接切削におけるシールド機仕様

カッターヘッドを円錐形状（カッター面板勾配 2 度）とし、通常用いる土砂用先行ビットに対して超硬チップ容量が約 48 倍の高耐久の支障物切削ビットを、全断面掘削できるよう密に配置した。カッター回転速度は、可変速仕様であり、通常掘削時の 0.49rpm に対して、構造物切削時には約 2 倍(0.84rpm)とした。掘進速度は、微速掘進時 1～5mm/min の仕様であるが、油圧系統の吐出量を最大限少なくし、掘進速度表示を 0.1mm 単位にすることで 1mm 以下の超微速掘進を可能にした（表-1、図-2）。

3. RC 壁直接切削状況

構造物切削時はカッターを高速回転し、掘進速度が平均 1mm/min 以下となる超微速掘進を行った。切羽水圧 120～150kpa 程度、総推力は 40,000kN 程度とマシン装備推力の 3 割以下、カッタートルクは初動 80%を超えものの平均的には 30～50%程度であり、構造物を薄く削り取るような切削を行った（図-3）。切削物としては、シールドマシン後方の礫取器から切削された鉄筋片が確認できた。大きさは、粉状まで粉砕されている微細なものや、150mm 程度の鉄筋片が確認できた（図-4）。

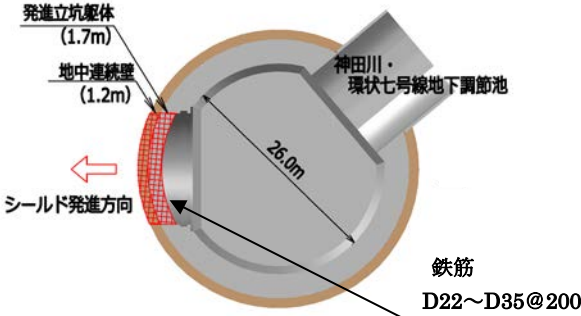


図-1 発進立坑平面図

表-1 シールド機仕様

シールド外径	13,450mm
シールド全長	12,910 mm (11,680mm)
シールドジャッキ伸長速度	44 mm/min (全数作動時) 微速掘進時 1～5 mm/min
シールドジャッキ	総推力 163,200 kN 2400 kN x 2600 mm x 34 MPa x 68 本
カッター装置	傾斜型カッターヘッド (2°) 回転速度 0.1～0.49 rpm (可変速) ～0.84 rpm (構造物切削) 電動駆動モーター 110 kW x 13 台 装備トルク 27646 kN・m (α=11.3)
カッタービット	支障物切削ビット、ティースビット、多層チップビット
オーバーカッター	コビーカッター×4 基、レスキュービット×2 基

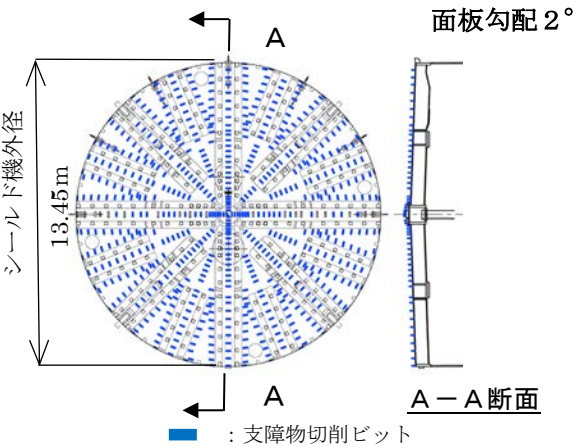


図-2 カッターヘッド

キーワード： 泥水式シールド、ビット交換、微速掘進、高速回転、全断面
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 TEL 03-3348-1111 (大代表)

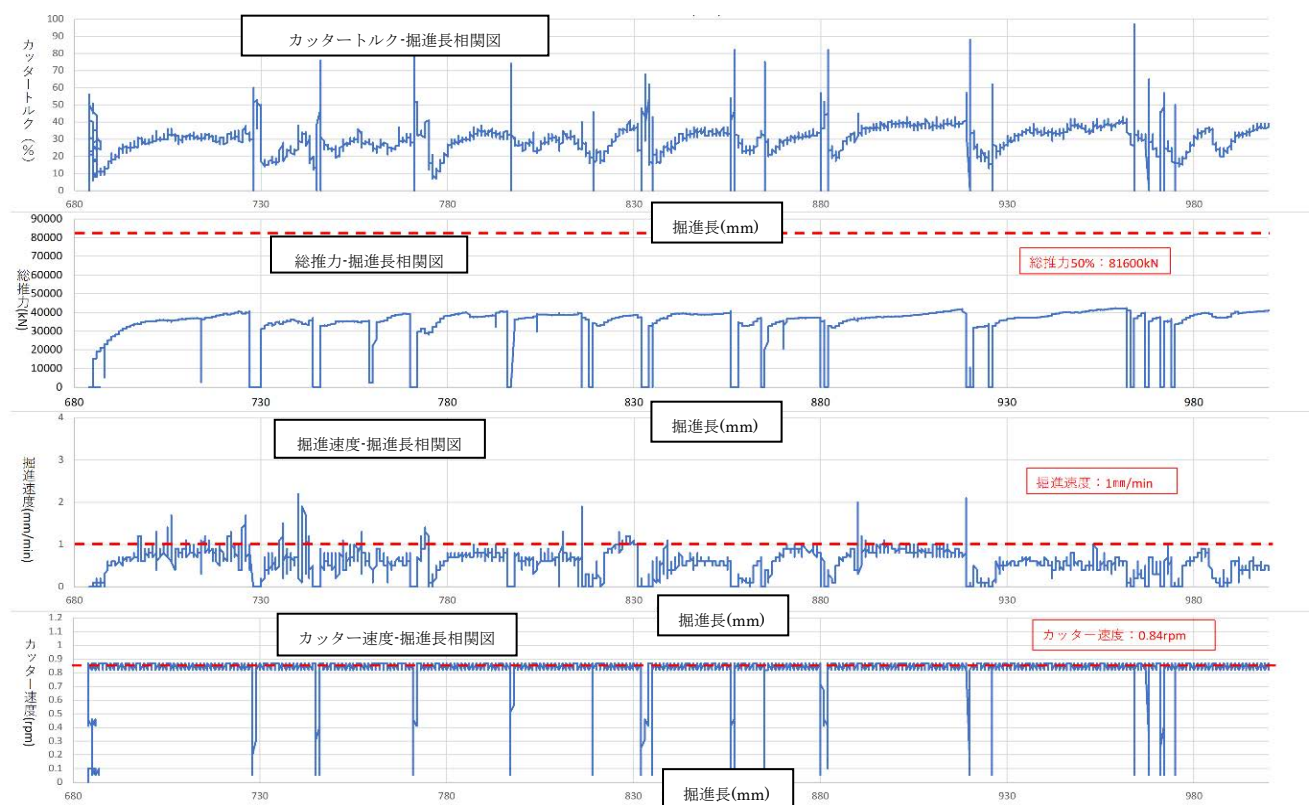


図-3 掘進データ



微細な鉄屑



L=150mm 程度の鉄筋片

図-4 回収鉄筋片

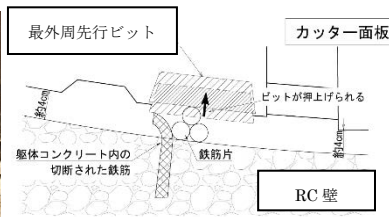


図-5 ビット脱落推定モデル

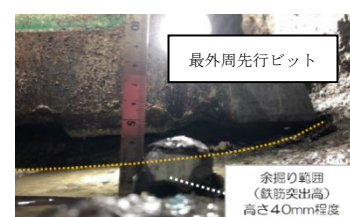


図-6 突出鉄筋

4. RC 壁直接切削時の課題と対策

RC 壁切削長 1.9m の段階で計画的に掘進を停止し、チャンバ内の状況を確認したところ、切削された大量の鉄筋片の堆積と、最外周先行ビットの脱落、及び損傷を確認した。ビット脱落要因としては、①チャンバ内に沈降、堆積した鉄筋片がビット側面と RC 切削面との間に入り込み、カッター回転に伴い RC 切削面外周コンクリートをさらに削り、40mm 程度突出した鉄筋が残る形となったこと、②広がった RC 切削面と最外周部先行ビットの間に切削された鉄筋片が入り込むことで、鉄筋片がビット側面を押し上げる「くさび」として作用し、ビット溶接部に曲げモーメントが生じたことと推測した (図-5, 6)。そこで、このような通常作用しない方向からの外力に対して十分な耐力 (当初の約 6 倍) を有する最外周先行ビットに交換するなどの対策を講じた上で、残りの区間を掘進し、RC 構造物の切削を完了した¹⁾。

5. まとめ

高耐久の支障物切削ビットを密に全面配置し、カッターヘッドに傾斜をつけるマシン仕様と、超微速掘進および高速回転によって RC 壁を全断面直接切削できた。しかしながら、RC 躯体によって閉塞された状況では、逃げ場のない切削された鉄筋片によってビット側面に通常作用しない外力が加わり、多数のビットが脱落するという事象が発生した。今後同様の施工を検討する際は、本工事で得られた知見を活かしてもらえれば幸いである。

参考文献 1) 澤上晋ら、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
土木学会第 78 回年次学術講演会、2023