

風化礫岩盤層におけるカッター改造の施工報告

清水・大豊・遠藤興業特定建設共同企業体
清水建設株式会社

正会員
正会員

吉澤 尚志 横田 錬 益本 有人
西川 泰司○江幡 啓紀

1. はじめに

本工事は、宮城県石巻市内の雨水排水を目的とした施設整備事業のうち、市内の雨水を河川へ放流するポンプ棟本体と、雨水を流入させる函渠及び附随施設を築造するものである。このうち雨水函渠は泥水式シールド工法で構築する（表1）。掘削対象地盤は、事前の土質調査によりN値50以上の風化礫岩（最大礫径 ϕ 2,000mm超）であることが想定されており、当該地盤に対応したシールド機の計画を行っていたが、発進立坑掘削時およびシールド掘進開始直後に、想定以上に大型な玉石を含む砂礫層が出現しその対応が必要となった。さらに、到達地点の約90m手前で巨礫の切削によるカッター損傷への対応も行った。

本稿では、シールド掘進にあたって実施したカッター改造について報告する。

2. 風化礫岩層における複合地盤への対応

①シールド機製作時のカッター仕様

シールド機製作時のカッター仕様は土質調査結果から風化礫岩を想定した岩盤掘進対応とし、ローラーカッター22個、うち1個は曲線掘進時のオーバーカット確保のため油圧により伸長するリーマカッター（掘削外径+最大90mmまで伸長可能）を装備した。カッタービットはティースビット・外周強化先行ビットを装備した。開口率は23.3%とした（図1）。

②シールド機1次改造（強化型先行ビットの追加）

立坑掘削状況を踏まえ、玉石混じり砂礫層やシルト混じり粘土層などの複合地盤に対応するため、シールド機製作中に強化型先行ビットを2パス追加した（図2）。

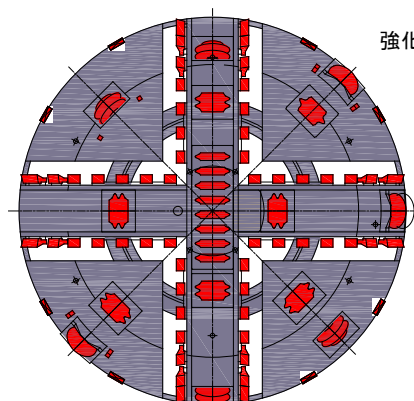


図1 カッター仕様（製作時）

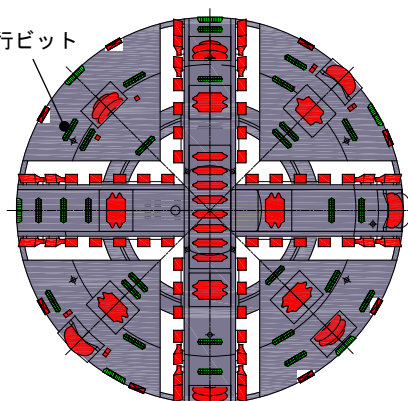


図2 カッター仕様（1次改造）

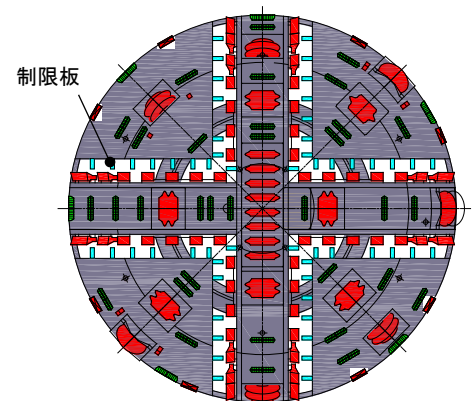


図5 カッター仕様（2次改造）

表1 シールド工事概要

工 事 名	石巻市石巻中央排水ポンプ場 他1施設復旧建設工事その2
形 式	泥水式シールド工法
施 工 延 長	683.0m
仕 上 内 径	4,250mm
掘 削 外 径	4,890mm
土 被 り	20.4m
土 質	風化礫岩
勾 配	0.7‰
線 形	直線, R=30m~1000m



図3 カッタービット脱落状況

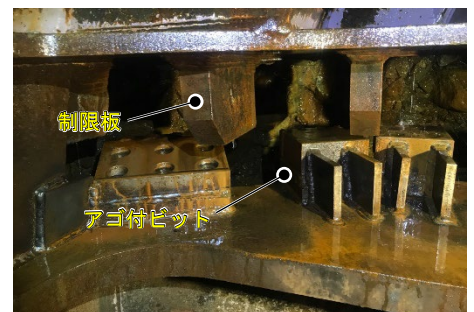


図4 制限板・ビット設置状況

キーワード：シールドトンネル、風化礫岩、カッター改造

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋2丁目16-1 清水建設株式会社土木技術本部シールド統括部 TEL 03-3561-3892

③シールド機2次改造（制限板取付・カッタービット脱落対応）

シールド機発進から地山を900mm掘進する間に、チャンバーと礫破碎設備間で大型の礫による排泥管（10インチ）の閉塞が頻発した。発進防護改良区内であったことから切羽に湧水はなく隔壁を開放して切羽の状況を調査した。その結果、カッタービット取付ボルトが破断しティースビットおよび先行ビットが複数脱落していることが確認された（図3）。その対応として、チャンバー内への配管径以上の大きさの礫侵入防止を目的とした制限板をスリットに設置し、脱落したビットに代わるアゴ付ビットを設置した（図4、5）。

3. 巨礫の切削によるカッター損傷対応

掘進延長約600mの地点で巨礫に接触し、カッタートルク、ジャッキ推力が急激に上昇した。巨礫は約3.6mにわたって存在し、掘進速度を5mm/min以下に低下させカッタートルクとジャッキ推力の上昇を抑えながら掘進した。巨礫の切削が完了後、通常の掘進を再開したが、到達地点の約90m手前でチャンバー閉塞により掘進不能となった。カッターの点検と原因調査のため補助工法により切羽を止水した。

点検・調査は切羽での作業となるため、補助工法は薬液注入工法と凍結工法を併用した（図6、7）。薬液注入工法は切羽部の地山安定性確保と止水を目的し、凍結工法はテールボイドからの止水を目的として選定した。

①薬液注入工法（二重管ダブルパッカー工法）

地上から薬液注入を行い、隔壁から上下2m、左右2m、前後3mの範囲を固結した。また、薬液によるチャンバー内の固結防止とシールド機本体の余掘り充填として、予めチャンバー内へ可塑状充填材を注入した。

②凍結工法（アイスクリート工法）

凍結はシールド機内から行い、シールド機テール部を全周（対象面積：9.4m²、外周長：15.0m）に渡って凍結管（ICチャンネル：w=50mm/列@3列）を貼付け、全面断熱材で被覆を行った。凍結プラントは後続台車の後方に配置した。

③カッター点検および補修

カッター点検の結果、巨礫と接触した軌跡と想定されるカッター外周部に位置するカッタービット、ローラーカッターや面板に摩耗が集中して確認された（図8）。摩耗による面板の欠損により開口が拡大し、チャンバー内に礫が堆積した結果、チャンバー閉塞に至ったと想定された。

軌跡部のカッタービット、ローラーカッターの交換および面板欠損部の補修（図9）を行ったうえで掘進を再開し、無事到達した。

4. まとめ

当初想定していた風化礫岩層における岩盤対応シールドから、玉石混じり砂礫層やシルト混じり粘性土層から構成された複合地盤への対応をはじめ、巨礫の切削によるカッター損傷対応などの様々な課題への対策を行った。これらにより無事掘進を完了した。本報告が今後の類次工事の参考になれば幸いである。

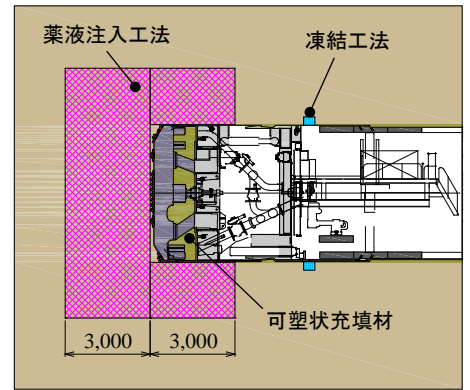


図6 補助工法縦断面図

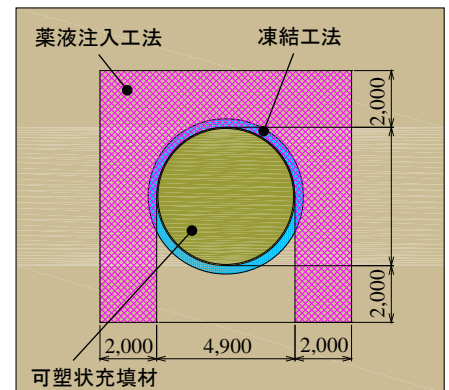


図7 補助工法断面図

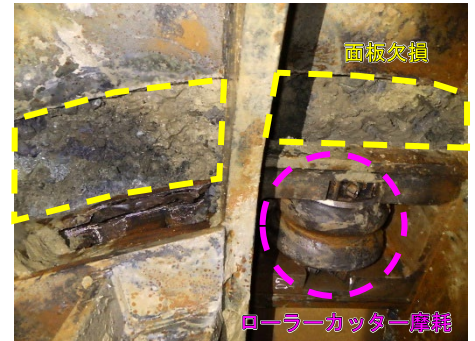


図8 摩耗による損傷状況

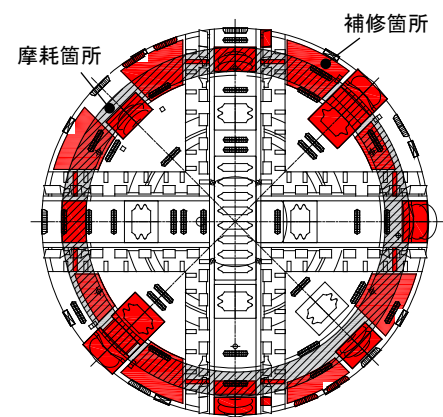


図9 カッター補修箇所