

ディスクローラーカッター交換装置の開発

鹿島建設(株) 正会員 ○船迫俊雄

福田昌弘 沼宮内克己

1. 背景および目的

大断面かつ長距離でのシールド工事において、都市部の大深度や山岳部にみられる高被圧下の硬質地盤や玉石混じり砂礫層を施工するためには、シールド機にディスクローラーカッター(以下DRC)を装備し、途中で複数回交換しながら掘進することが想定される。そこで、DRC交換作業を高水圧下でも安全かつ効率的に行う技術を考案した。

弊社はこれまで、シールド機のカッタービットの交換を補助工法不要で作業者が切羽に出ることなく何回でもできるリレービット工法を開発し、12現場に適用して、長距離・硬質地盤での施工性向上に貢献してきた。

本稿では、リレービット工法の技術を応用したDRC交換装置を設計・試作し、被圧下での止水性や耐久性について検証した結果を示す。

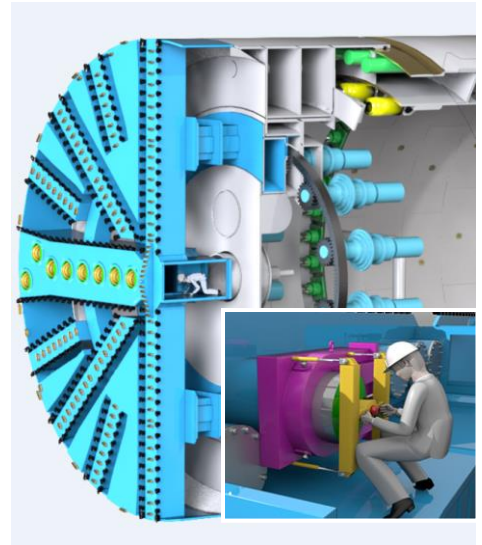


図-1 DRC交換装置の概念図 (DRC: 面板黄色部)

2. 実験概要

2.1 試験装置の構造

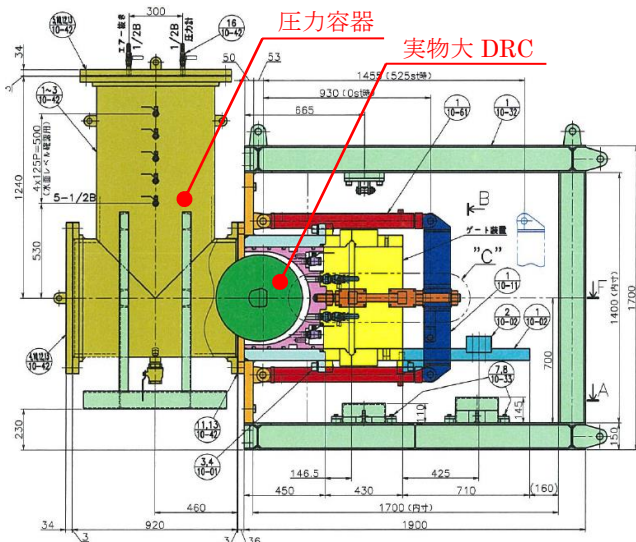


図-2 DRC交換実験装置の断面図(側方から見る)



図-3 DRC交換実験装置の全景

被圧水下的止水性を検証するため、最大土被り約100mを想定した最高土水圧1MPaを加圧できる圧力容器を製作して、実物大DRCを用いた交換作業実験を行った。また、DRCの切削力に相当する荷重を10万回繰返し載荷した後、再度カッター交換を行うことによる耐久性の検証と、狭隘な空間におけるDRC交換の作業性を確認した。

2.2 模擬地盤の作製概要

圧力容器内に封入する模擬地盤には、砂礫層を想定した三河珪石5号を湿潤状態で締め固めて使用した。また、締め固め後には頂部への不透水層形成を目的としてクレーショック(TAC-β)を充填し、頂部より水圧1MPaで加水することでDRCに土水圧を付加して、圧力容器下部に取り付けられた圧力計によりDRCまで土水圧が確実に伝搬されていることを確認した。

キーワード シールド機, ディスクローラーカッター, カッター交換, 硬質地盤, 長距離, 大深度

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂6-5-11 鹿島建設(株)機械部 TEL03-5544-0892

3. 実験結果

3.1 止水性能検証

土水圧 1MPa を付加した状態では、DRC 引込み作業前はシールド機内側への漏水は確認されなかったが、DRC 引込み時にカッターホルダー周辺部より漏水が発生した。カッターホルダー止水シールが拔出し防止ピン部の貫通孔を通過する際に発生する隙間が原因であったため、シール段数を追加することで常時シールが効いた状態となり、以降漏水はなかった。

3.2 耐久性能検証

土水圧 1MPa を保持した状態で、DRC に切削力相当の荷重を油圧ジャッキ (320kN, スラスト・ラジアル各 1 台) により 10 万回付加させたが、カッターホルダー変形やカッタースポーク溶接個所の破損はなく、その後の交換作業にも影響はなかった。

3.3 交換能率検証

被圧下での交換時、カッターホルダー押出ジャッキ (400kN×4 本) が推力上限となり交換不能となるケースがあった。これは、カッターホルダー引込み部の空隙に土水が流入したことが原因であったため、空隙部にクレーショック (TAC-β) を充填しながら DRC を引き込み、DRC 押出し時にクレーショックを回収することで解決した。

交換作業時間を計測した結果、総作業時間で約 6 時間 (359 分) であった。今後実用化する際には、荷役運搬等の作業補助装置の改善や作業者の習熟を図ることで、1 日当たり 2~4 箇所 of DRC 交換を目指したい。

3.4 従来工法との比較

都市部の大深度や山岳部では、深層混合や薬液注入などの地盤改良工法の適用が困難であるうえ、改良体出来形不良に起因する出水事故も懸念される。近年では凍結工法により止水する技術も進歩しているが、凍土を造成する期間が長期に及ぶうえ、凍土と DRC が凍着することでカッター交換が困難となることも懸念される。

本装置の採用により、上記の課題が解決することはもとより、DRC 摩耗量や回転状況を計測し適切な交換時期を把握できるビットライフマネジメントシステムと組み合わせることで、全体工程への影響を最小限に留めた安全な DRC 交換作業が可能になるものと考えられる。

4. まとめ

都市部の大深度や山岳部では、用地制約等により DRC 交換用の立坑を築造することが困難であり、地盤改良等での交換には長期を要し作業の安全性にも懸念がある。本装置によりこれらの課題を解決し、更に安全で短工期となるトンネル構築を実現することが期待される。

参考文献

- 1) 真鍋ら：シールド掘削機カッタービット交換技術の開発，土木学会第 55 回年次学術講演会，VI-56，pp.112-113，2000.9
- 2) 中川ら：補助工法不要のカッタービット交換工法「リレービット工法」の施工実績報告，土木学会第 56 回年次学術講演会，VI-68，pp.136-137，2001.10

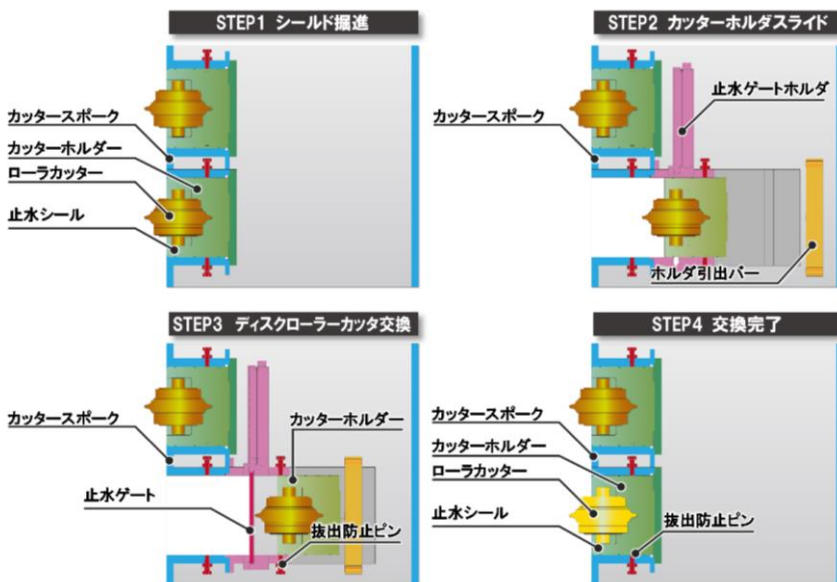


図-4 DRC 交換の手順

表-1 DRC 交換の作業時間

段階	作業内容	作業時間(分)
STEP-2	交換装置取付け, 795mm 引抜き	135
STEP-3	ゲート閉操作, 245mm 引抜き, DRC 交換	53
STEP-4	ゲート開操作, 1,040mm 押し出し, 装置撤去	171
合計		359