

ローラーカッター大気圧交換システムの開発（その2） —実物大交換装置を用いた実証実験結果の報告—

戸田建設株式会社 正会員○田中 宏典, 正会員 水澤 陽介

JIM テクノロジー株式会社 田中 淳一

日本シビックコンサルタント株式会社 正会員 檜館 学

1. はじめに

大深度、高水圧下で長距離のシールドトンネルが計画されるようになり、スポーク内から大気圧下でローラーカッター（以後、カッターと言う）を交換するシステムが求められている。そのシステムにおいては、シールド掘進作業の中断を極力少なくするために、効率的に交換が行えることと、特に 2.0MPa を超す高水圧下ではシールの止水性が重要である。本実証実験では、実物大の交換装置による 3.0MPa の高水圧に対する止水性の確認と交換時間の計測を行い、実用化の可能性を検証したので、その結果を報告する。

2. 実験の概要

カッタースポーク内の作業スペースを模擬した実物大交換装置を製作した（写真-1）。今回、この装置を用いたカッター交換時の作業性と、止水シールの耐水圧を確認し、本システムの実用可能性を検証した。試験における作業手順を図-1 に示す。



写真-1 実物大交換装置

(1) ローラーカッター交換時の作業性

今回の実験に用いたカッター交換装置の概要図を図-2 に示す。実物大交換装置の内部にて1名で作業を行い、カッター交換時の作業性の確認と、交換完了（取付台回転完了）までの交換に要する作業時間の計測を行った。

(2) 可動シールの耐水圧

交換口側と排土口側の可動シールを押し付け後、交換口側の2枚の可動シールの間に最大 3.0MPa の高水圧を作用させて（図-3, 写真-2）、本システムの可動シールの耐水圧を確認した。また、ボルトの増締めによってシールを取付台に押し付けた時の押付け量（シールが潰れた分の長さ）を調整し（図-4）、高水圧に耐えうる適切な押付け量を確認した。

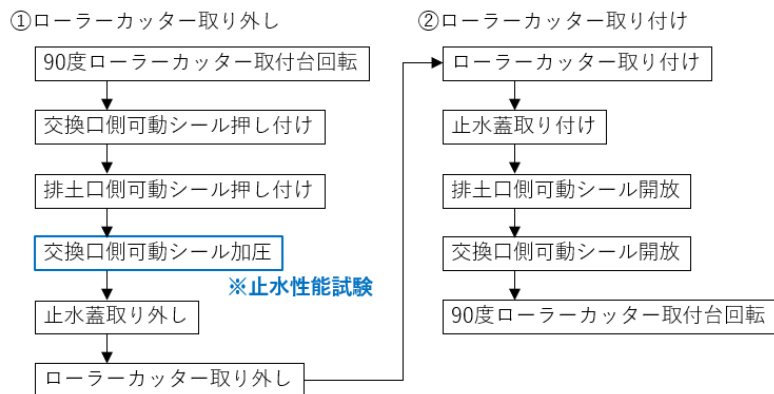


図-1 試験における作業手順

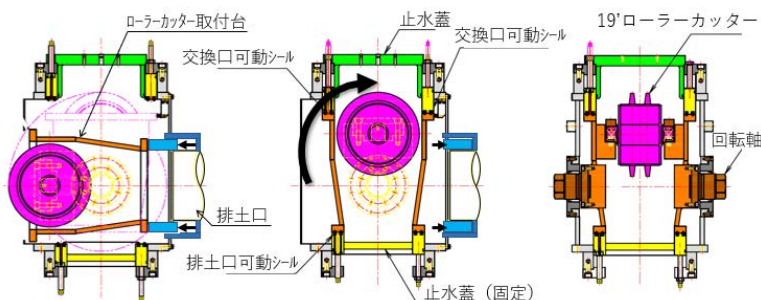


図-2 ローラーカッター交換装置概要

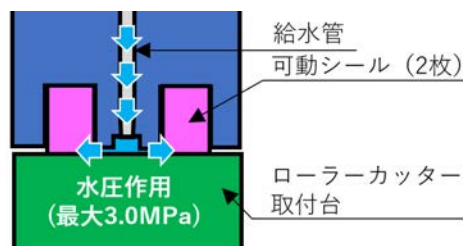


図-3 可動シールの耐水圧確認試験概要

キーワード シールド, TBM, ローラーカッター, 大気圧下, 高水圧, 排土口

連絡先 〒104-0032 東京都中央区八丁堀 2-9-1 戸田建設(株) イノベーション本部技術研究所 TEL 03-3535-2641

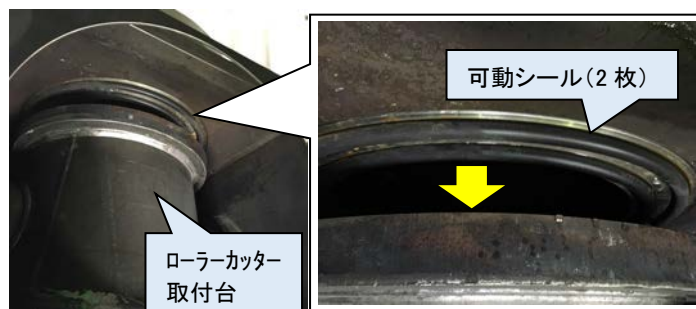


写真-2 可動シール押し付け状況（交換口側）

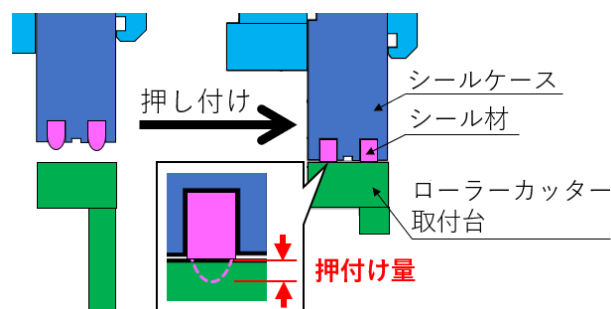


図-4 可動シール詳細構造

3. 実験結果および考察

実験結果を以下に示す。

(1) 作業性および交換所要時間

交換作業に要する作業時間の目標水準は、従来型 TBM 工法の作業時間を参考に 1.5 時間以内とした。カッターの交換作業の状況を写真-3～5 に示す。

今回の実験で交換作業に要した時間は、カッター掘削状態から取付台の回転、上部止水蓋の取り外し、カッターの吊り上げ、水平移動、床面までの吊り下ろしまでを含むカッター取り外し作業が 50 分、カッターの搬送から取り付け、取付台を回転させて掘削状態に戻すまでを含む取り付け作業が 35 分で、一連の交換作業は約 1.5 時間となり、目標水準を満足する結果となった。

(2) 可動シールの止水性能

耐水圧試験の結果を表-1 に示す。

今回選定したシール材は、押し付け量 0.5mm 以上と比較的少ない押し付け量で目標の止水性能を満足する結果となった。ただしシールの押し付け量が小さ過ぎると、高水圧が作用した際にシールに変形が生じてしまい正常な止水が難しいことから、水圧 3.0MPa に対する適切な押し付け量は 1.0mm 以上が適切であると判断した。

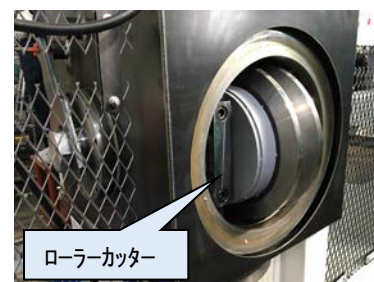
表-1 耐水圧試験結果（3.0MPa 以上の水圧を満足した場合は“○”）

条件	止水性						
	4.0mm	3.5mm	3.0mm	2.0mm	1.0mm	0.5mm	0.1mm
可動シール	○	○	○	○	○	○	シールに変形あり

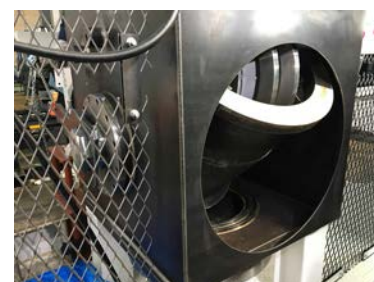
以上(1)(2)の結果から、本システムは実用化が可能であることが確認できた。今回はローラーカッター取付台の回転、吊り上げ、吊り下ろしにレバーブロックを用いた人力作業であったが、油圧レンチ、電動ホイストなどの機械を導入することにより、更なる交換時間の短縮が見込める。

4. おわりに

今後は、本システムを装着した大断面シールド・TBMの設計及び施工性について検討を進める所存である。本開発および実証実験にあたり、貴重なご意見・ご指導を頂いた立命館大学総合科学技術研究機構上席研究員小山幸則先生に、厚く御礼申し上げます。



a) 掘削状態



b) 取付台回転時

写真-3 取付台回転状況



写真-4 シール押し付け状況

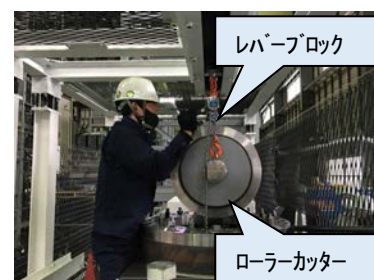


写真-5 ローラーカッター交換作業状況