

機械式ローラーカッター交換システムの開発（その2：実証実験）

大成建設株式会社 正会員 ○田村 憲 正会員 志田 智之
地中空間開発株式会社 野田 節 海道 正樹

1. はじめに

岩盤や巨礫を含む砂礫層を掘進する場合、シールド機のカッターヘッドにはローラーカッターを装備するが、長距離掘進等で摩耗・損傷した場合は交換が必要となる。掘削対象が硬質岩盤で切羽安定が確保される場合は、シールド機外に人が出て交換できるが、巨礫を含む砂礫地盤では別途、切羽崩壊を防止するための地盤改良等が必要となり、工費増大、工期延伸の要因となっている。一方、当社が開発した機械式ビット交換工法「THESEUS工法[®]」^{1) 2)}では、シールド機のバルクヘッドに設けた可動式マンホールをカッターヘッド背面に接続し、シールド機内とカッター内部を連続した空間にすることで、切羽に出ることなくビット交換が可能としている。また、専用ロボットを遠隔操作し交換することで、通常シールド機と同等のカッター形状寸法を実現している。本開発では土砂掘削用ビットの機械式交換工法として開発したTHESEUS工法[®]を基に、ローラーカッター交換機構を新たに開発した。本報では、基本性能確認のために実施した実証実験について報告する。

2. 実験装置構成

本実験装置は、14インチのローラーカッターを備えたカッタースポーク部を模擬したもので、可動式マンホールをカッター背面に接続した形状となっている（写真1）。

ローラーカッターを内包したケース（以下、カッターケース）（写真3）は、約800kgの重量となるため、人の手を介さず全て油圧によって作動する。

本装置では、ローラーカッター交換ロボット（以下、ロボット：写真2）に装備したノンリークカップラーを、交換対象となるケースに接続することで油圧回路が繋がり、作業終了時に切り離す。ここで、ノンリークカップラーは内圧を保持した状態で油圧ホースの接続・切離しができるため、カッタースポーク内に交換装置の油圧ホースを配置する必要がなく、交換作業を高速かつ容易にしている。

ロボットは、コントローラーにあるモニター映像を確認しながら遠隔で操作し、位置合わせを行う（写真4）。

以下にローラーカッター回収時の実証実験の状況写真を示す（写真5）。

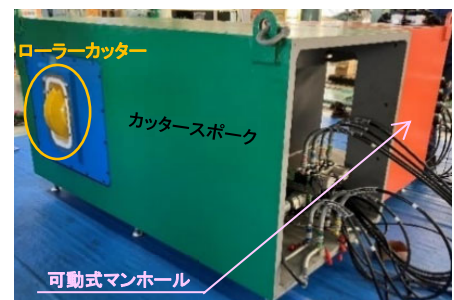


写真1 実験装置全景



写真2 ロボット

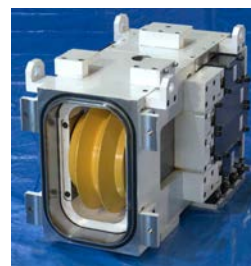


写真3 カッターケース 写真4 コントローラー

キーワード ビット交換，ローラーカッター，ロボット，遠隔操作，THESEUS工法[®]

連絡先 〒160-0004 東京都新宿区西新宿1丁目25番1号 大成建設株式会社 機械部 TEL 03-5381-5309

3. 実証実験

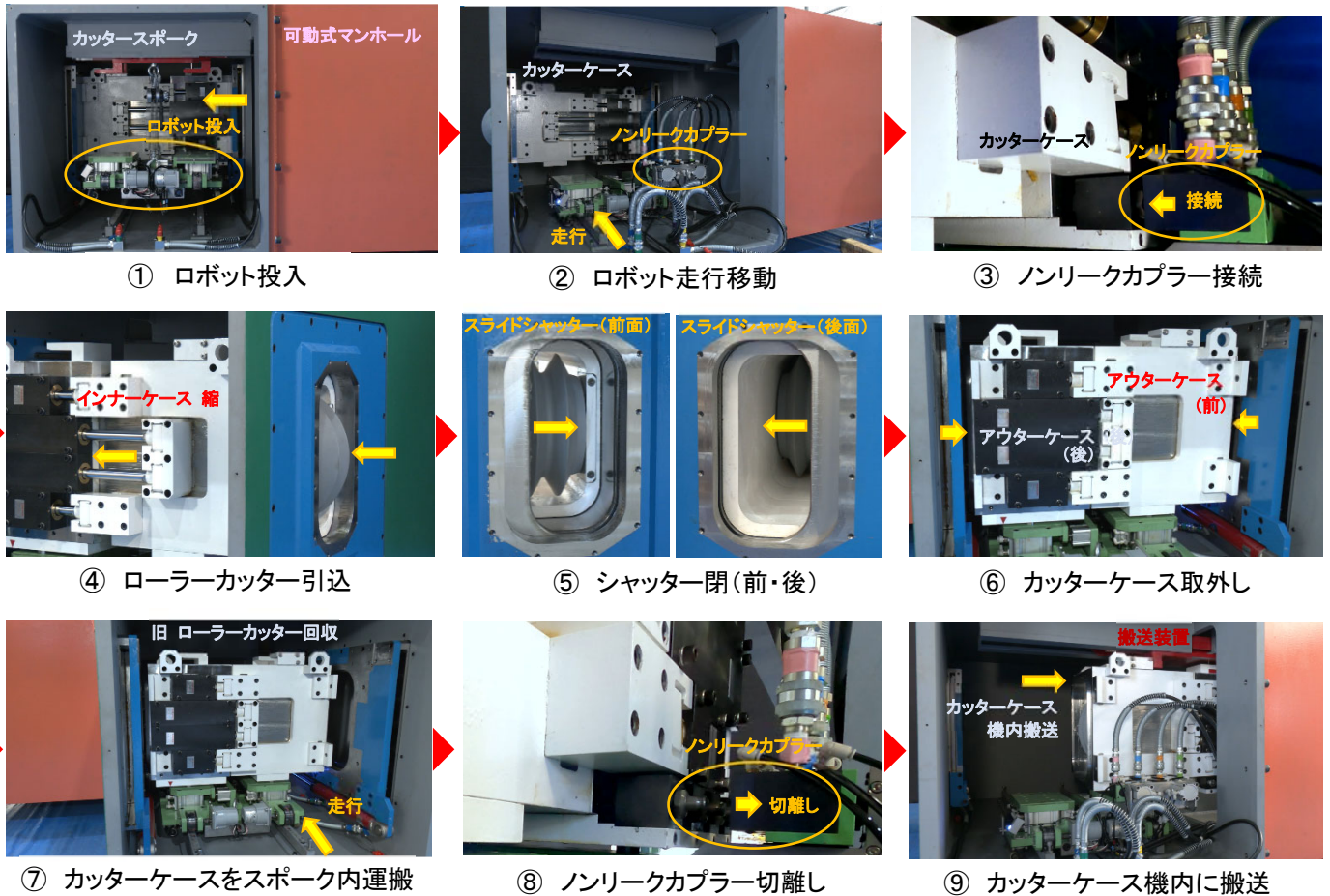


写真 5 ローラーカッター回収順序

実証実験は、回収・取付けを複数回繰り返し行なったが、可動部の作動状況は円滑で、ノンリークカップラー部の油漏れも認められなかった。交換時間は回収・取付け作業とも約5分（インナーケースへのローラーカッター入替作業は除く）であった。

最後に、カッターケースの気密性を確認するために、耐圧試験を行った。シャッター前面・背面に蓋をして、圧力0.5MPaのエアーを封入し30分間放置後、圧力の低下がないことを確認した（写真6）。

4. まとめ

実証実験により、本システムは構造的に問題なく作動し、気密性も確保できていることを確認した。

今後は、実機への実装に向けて更なる小型化を図り、工事へ適用する予定である。

参考文献

- 1) 志田智之, 田村憲, 吉川健一, 横山琢磨: 中小口径シールド機に適用可能な無制限ビット交換技術 (THESEUS 工法), 土木建設技術発表会 2021 II-8, 2021
- 2) 田村憲, 志田智之, 横山琢磨, 吉川健一: 機械式ビット交換システム「THESEUS 工法®」におけるビット交換ロボットの開発, 土木学会第77回年次学術講演発表会VI-90, 2022

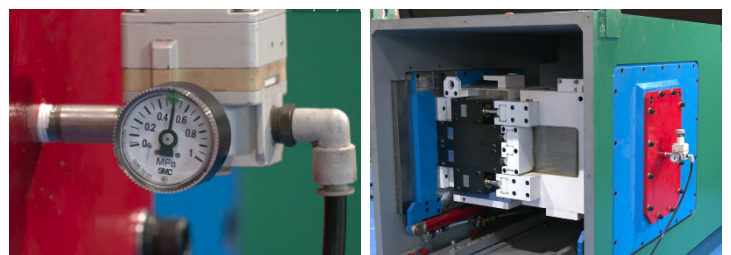


写真 6 耐圧試験状況