

機械式ローラーカッター交換システムの開発（その1：基本構造）

大成建設株式会社 正会員 ○志田 智之 正会員 田村 憲
地中空間開発株式会社 花岡 泰治 木谷 英明

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の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、当社が共同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なる。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ヘッド形状寸法を実現している。本報では、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ので、開発コンセプトおよび基本構造について報告する。

2. 開発コンセプト

機械式ローラーカッター交換システムの開発に当たっては、以下の条件を満足する構造を選定した。

- (1) 地盤に含まれる粘土分が固結しローラーカッターの回転が拘束されて偏摩耗しないように、カッターヘッド前面から背面までの貫通孔を確保する（図-1）。
- (2) カッターヘッド厚さ・幅が大きくならないように、内部に人が立ち入ることなく交換可能な機構を採用する。
- (3) ローラーカッターは重量物で、かつ狭隘な場所での取り扱いがあるため、人力による作業を回避するためにロボットによる遠隔操作を実現する。

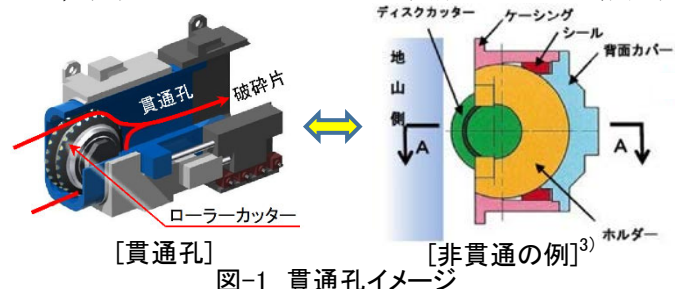


図-1 貫通孔イメージ

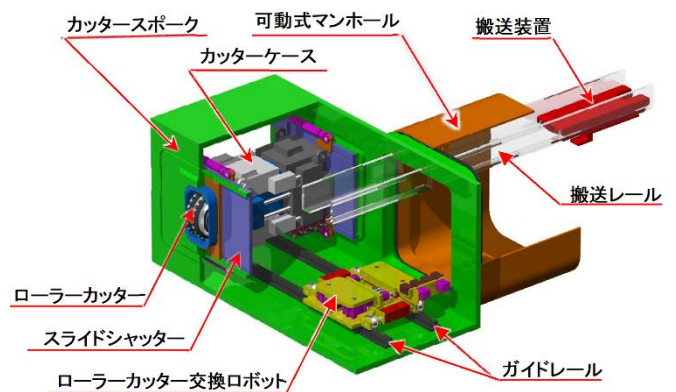


図-2 ローラーカッター交換システム基本構造

上記3項目の開発コンセプトを反映して、図-2に示す基本構造を考案した。

3. 基本構造

ローラーカッター交換システムの主要構成品を図-3に示す。本システムは、①ローラーカッターケース（以下、ケース）、②ローラーカッター交換ロボット（以下、ロボット）、③カッタースライドシャッター（以下、シャッター）から構成され、以下の手順でローラーカッターを交換する（図-4参照）。

- [1] 可動式マンホールをカッターヘッド背面に接続し、ロボットをカッターヘッド内部に搬入（1～2）
- [2] ロボットが交換対象のケース位置まで移動した後、把持ピンでケースを支持（3）
- [3] ロボット側からケース側にノンリークカップラーを接続し、油圧でローラーカッターをケース内に格納（4）
- [4] カッター前背面のシャッターを閉鎖後、アウターケースを締めカッターヘッドからケースを分離（5～6）
- [5] ロボットによりケースを可動式マンホール前まで移動し、搬送装置でシールド機内に回収（7～8）

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 土木技術部 TEL 03-5381-5284

新しいローラーカッターへの交換は、[1]～[5]を逆の手順で行う。また、複数のローラーカッターを交換する際は、可動式マンホール側から順次撤去し、遠い側から再設置する。

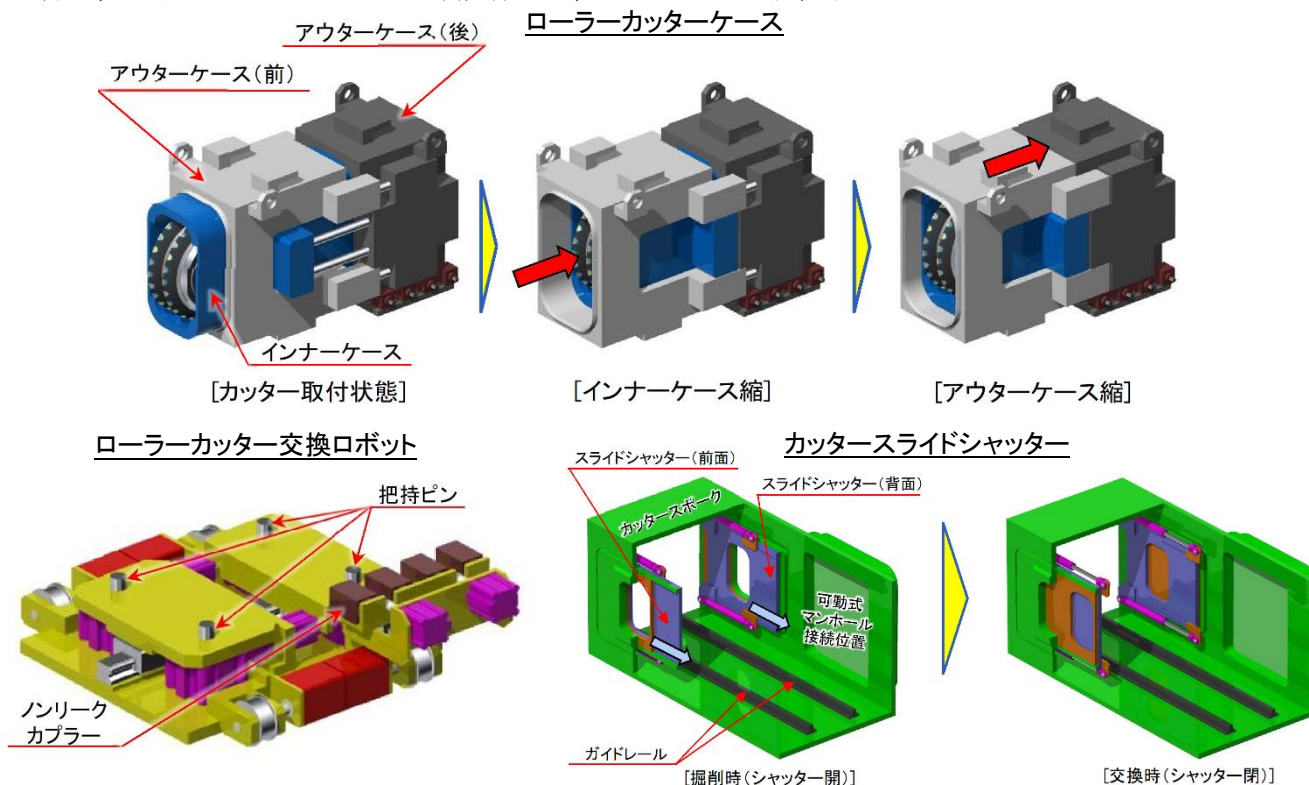


図-3 ローラーカッター交換システム主要構成品

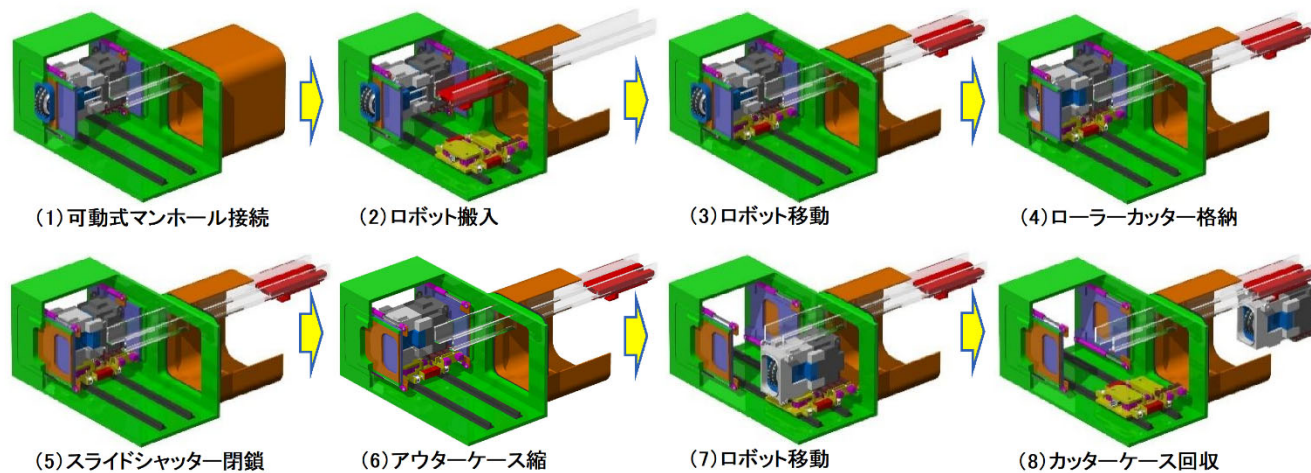


図-4 ローラーカッター交換手順

4. まとめ

THESEUS工法[®]をローラーカッター交換システムに拡張し、従来型のローラーカッター交換方法の課題を解決できる可能性を示すことができた。次報（その2：実証実験）では、実証用に14インチのローラーカッター相当のモデルを製作し、ロボットによる交換とケースの気密性を検証したので報告する。

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
- 3) 西田与志雄, 大坂衛, 長谷川浩靖: センターカッター交換装置の開発, 土木学会第71回年次学術講演発表会 VI-836, 2016