

シールド機カッタービット交換技術の開発

鹿島建設(株) 正会員 真鍋 智、正会員 五十嵐寛昌
正会員 玉井 達郎、永森 邦博、石丸 裕

1.はじめに

近年のシールド工事の長距離化に必要な技術のひとつに、掘進に伴い摩耗するカッタービットの交換技術があげられる。従来は、摩耗したビットの交換作業は、地盤改良で切羽を自立させ、カッター前面を露出することを必要としていた。しかしながら、ビット交換作業の工期短縮や安全性の考慮から、地盤改良を必要とせず、シールド機の内部から機械的にビットの交換作業を行う工法が望まれている。

本件は、地山条件によらず、いつでも、どこでも、何回でも交換作業を実施できる工法として開発した「リレービット工法」について、工法概要と実証実験の結果について報告するものである。

2.工法の概要と特徴

リレービット工法のビット交換の概要は、以下のとおりである。

まず、作業者は、カッターディスクの回転軸であるシャフトを通じてカッターディスク内部に移動する。次に、内側から摩耗したカッタービットを引抜き、新しいカッタービットを差し込むことによりカッタービットを交換する。交換時に止水性を保つ必要があるため、カッターディスクに、回転によって穴を開閉する仕組みの特殊ボールバルブを取り付けた。カッターディスク内部には、作業者が入ることのできる厚さ（約 80cm）の作業スペースを設ける必要がある。写真-1 に工法の概念図、図-1 に交換作業手順を示す。

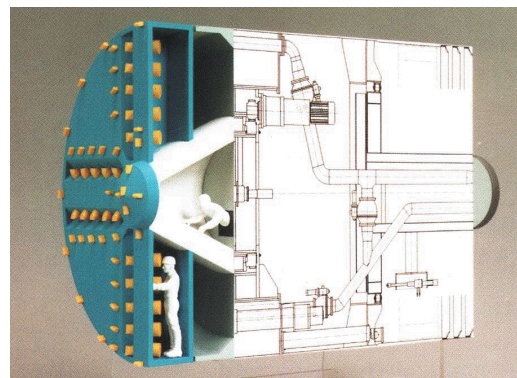


写真-1 ビット交換作業状況

リレービット工法の特徴として次のことがあげられる。

- ①カッターディスクに作業空間(厚さ約 80cm)を設けたことにより、無圧気で交換できる。
- ②交換は土質条件によらず、いつでも可能である。
- ③カッタービットの摩耗状況を、目視確認できる。
- ④掘進中に土質が変化する場合、土質に適したカッタービットに交換できる。
- ⑤NOMST 壁の切断や既設洞道のセグメント等、カッタービットに負担のかかる工法において、掘削対象に応じたカッタービットへの交換や、摩耗したカッタービットを交換できる。
- ⑥泥水式、泥土圧式の両方に適用できる。

3.実証実験

今回の実験は、実際の交換機構を有するカッタービットを実験室において、その耐久性と作業性を実証する目的で次の内容で行った。

(1)繰返し荷重・止水性確認実験

実験条件を表-1 に示す。ビットは、地山切削時に反力を受ける。特に巨礫に当たった際の反力が大きいと考え、

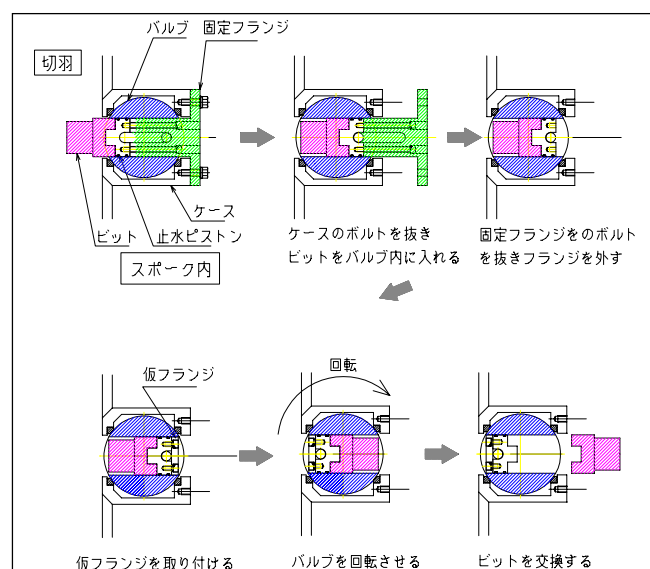


図-1 ビット交換作業手順

キーワード：シールド、長距離施工、カッタービット交換、地中障害物対応

連絡先：鹿島建設(株)技術研究所土木技術研究部 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL0424-89-7067

ビットに作用する荷重の実験条件を設定した。実験では、距離7,000mの砂礫層掘進で、1個のビットと巨礫の衝突が掘進中に50,000回生じるものと想定し、0.6MPaの泥水圧を作用させた状態で、ビットへの繰返し荷重による変形量を測定し、耐久性の確認を行った。また、ビット交換作業時の特殊ボールバルブ回転時の止水性についても同様に0.6MPaの泥水圧下で確認した。

(2)作業性確認実験

カッタースポーク内に人が入って作業するために必要な空間を把握するために、リレービット本体実物とカッタースポーク内を想定した内径700～900mmの模擬作業空間を作り、作業性確認を行った。

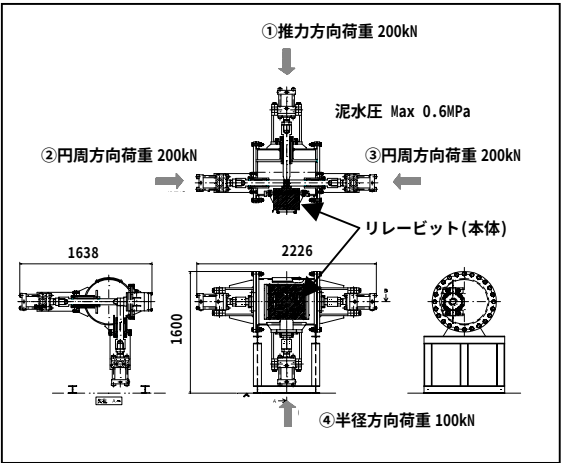


図-2 繰返し荷重・止水実験装置

表-1 実験条件

荷 重 条 件	ビットに対して図-2の4方向から同時載荷 シールド推力方向（ビット正面方向①） 200kN カッターディスク円周方向（ビット左右②③） 200kN カッターディスク半径方向（ビット下④） 100kN	
繰返し 載荷回数	50,000 回（掘進距離 L=7,000m 相当）	載荷速度 1 回/秒
泥 水 圧	0.6MPa	

4.実験結果

実験データを図-3に示す。50,000回の繰返し載荷に対してビットの変位は、最大で切削左右方向にそれぞれ1.5mmみられるが、変位量の変化がないことから、弾性域での変位で留まっているとみられる。また、泥水圧も設定圧の0.6MPaを維持していることが確認できた。このことから次のことがわかった。

(1)リレービットの耐久性

掘進による負荷への耐久性：砂礫層地盤 掘進距離 L=7,000m相当の耐久性があることを確認した。

交換作業時の止水性確保：切羽水圧 Max0.6MPa までの止水性が確保できた。

(2)交換作業性

スポーク内の限られた作業空間内での必要内空断面：内径 800mm のスペースで作業が可能である。

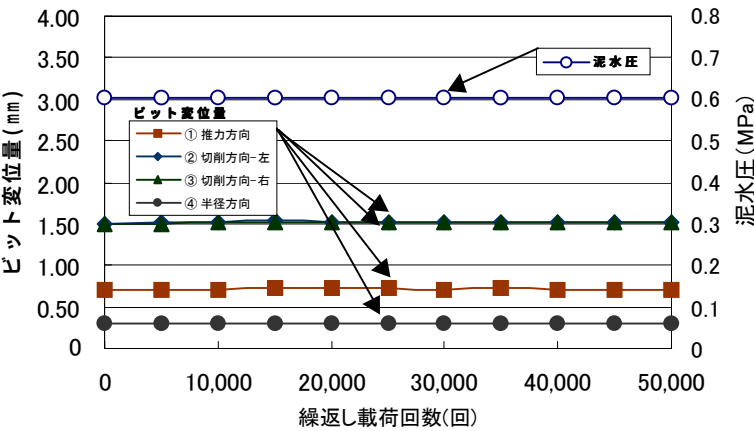


図-3 繰返し載荷に対するビット変位量と泥水圧

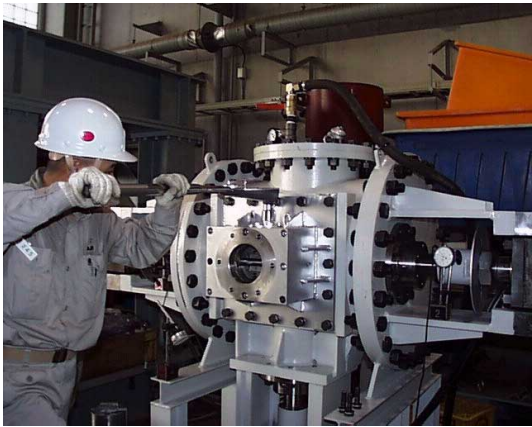


写真-2 ビット交換作業(バルブ回転時)

5.まとめ

リレービット工法で重要な交換装置の止水性と耐久性について実験による実証ができた。現在、都内のシールド工事の地中障害物対応として実機への搭載が予定されており、実工事での適用性を確認する予定である。