

シールドマシンの機械式ビット交換工法「THESEUS 工法」を開発 —口径に関係なく、マシン内部から何度でも効率よく安全にビット交換が可能—

2021年 2月 22日

日立造船株式会社

大成建設株式会社

日立造船株式会社（社長兼COO：三野禎男）と大成建設株式会社（社長：相川善郎）は共同で、シールドマシンの口径に関係なく、マシン内部から可動式マンホールとスライド式交換装置を用いて、ビット交換を可能とする機械式ビット交換工法「THESEUS^{*1} 工法」（図1参照）を開発しました。本工法は、ビット交換用の立坑を新たに構築する必要がなくなるため、周辺環境への影響を軽減した施工を実現でき、また、何度でも効率よく安全にビット交換が可能です。

通常、シールドマシン先端部のカッターヘッドに設置された先行ビット^{*2}は、摩耗が激しく、長距離掘進や硬質地盤、大きな玉石を含む砂礫地盤を掘進する場合には、施工途中でビット交換作業が必要となります。これまでは、地上よりビット交換のための立坑を掘り、カッターヘッドを露出させる方法で交換作業を行っていましたが、トンネル路線は幹線道路下に計画されていることが多いため、立坑工事に伴う交通渋滞や騒音の発生などが課題となっていました。また、外径9m超のような大口径シールドマシンでは、先行ビットを取付けているカッタースポーク内に作業空間を設けて、直接、人が出入りして交換することが可能ですが、外径3m程度の小口径シールドマシンでは、同様の方法を用いることは技術的に難しく、ビット交換用立坑を設置せざるを得ませんでした。

そこで、両社は、あらゆる口径のシールドマシンを対象に立坑を設けることなく、何度でも効率かつ安全にビット交換ができる「THESEUS 工法」を開発し、この度、ビット交換機構の実大モデルを用いた実証実験を行い、その効果を確認しました。

本工法の特徴は以下のとおりです。

- (1) **可動式マンホールを活用し、シールドマシン口径に関係なく先行ビットを何度でも交換可能**
カッターヘッドを回転させることで、1基の可動式マンホールを用いてすべてのスポークに繰り返しアクセスが可能となり、シールドマシンの口径に関係なく、交換対象となる外周側に配置されたすべての先行ビットを交換できます。（図2・3参照）
- (2) **シールドマシン内からカッタースポークに直接アクセスし、効率よく短時間で交換可能**
可動式マンホールを用いた実大モデルによる実証実験の結果、マンホールを介して内部に比較的広い作業空間を確保でき、シャッタースライド機構を採用することにより、旧ビット引込から新ビット設置まで1個当たり20分以内で交換できます。（図2・3、写真1・2、表1参照）
- (3) **地下数十mの水圧条件下で高い止水性を確保し、大気圧下で安全に交換可能**
可動式マンホールとスポーク背面の接合箇所は、印籠継手^{*3}の噛み合わせ効果により、地下数十mの水圧が作用する条件下でも止水性を確保できます（写真3参照）。また、可動式マンホールとスポーク内空間は上記の継手構造によりしっかり連結されるため、大気圧下の作業空間で安全にビットを交換できます。

今後、両社は、本工法を長距離シールド工事に導入し、ビット交換作業の効率化により生産性向上を図るとともに、周辺環境に配慮した工法として、更なる安全性の向上に努めてまいります。

機械式ビット交換工法【THESEUS工法】

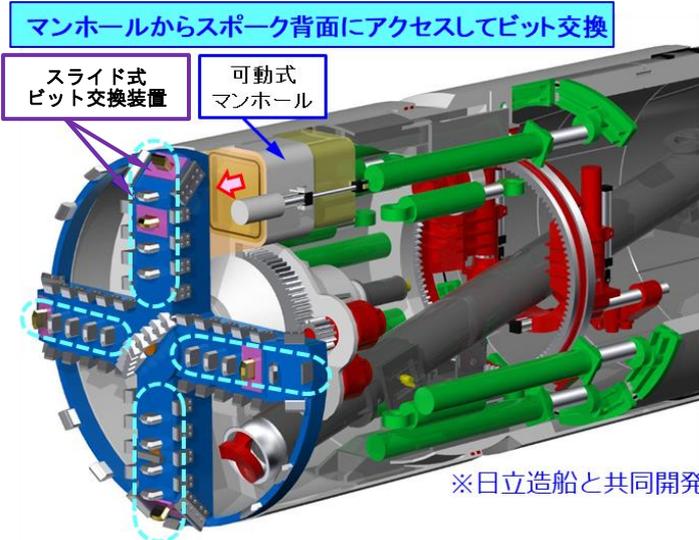


図1 全体概要

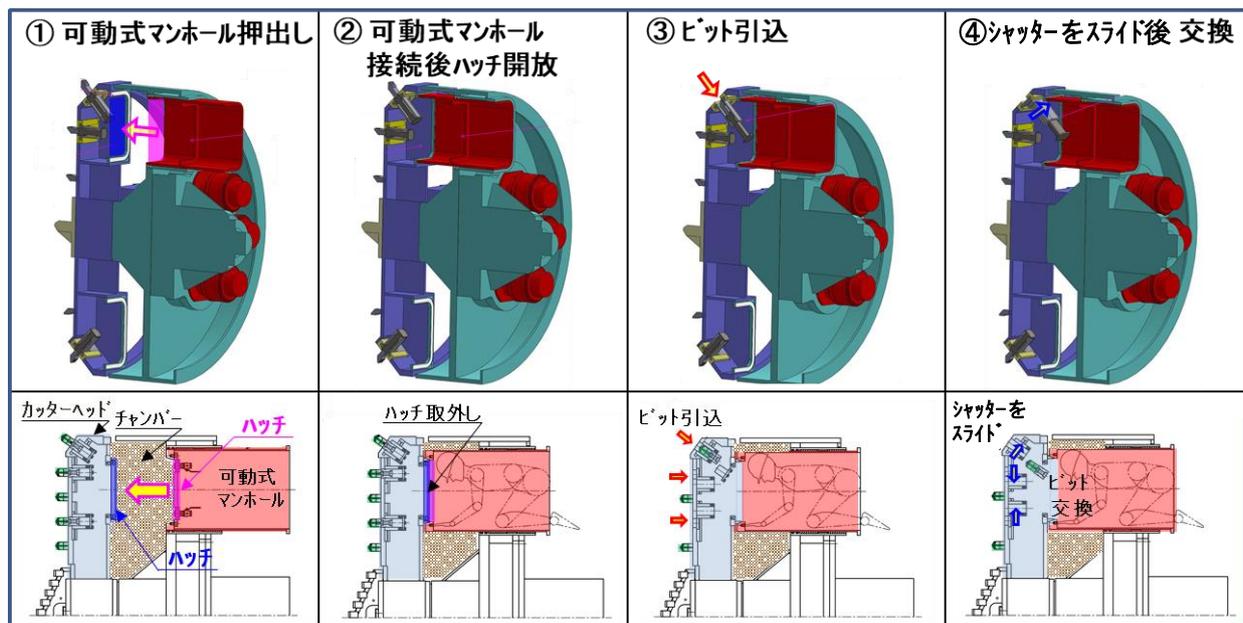


図2 先行ビット交換手順

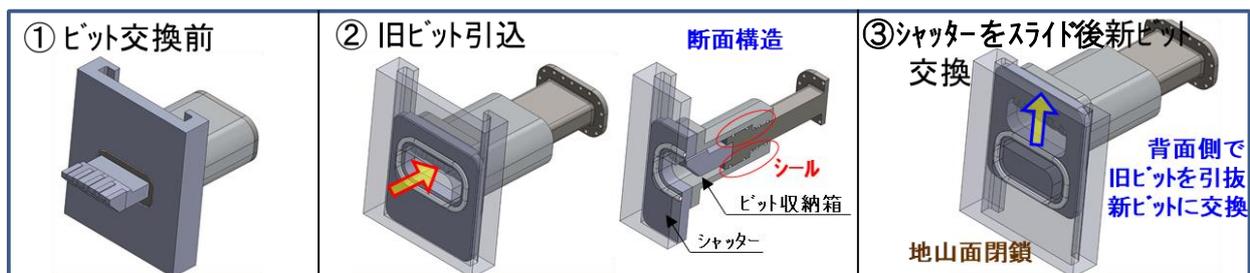


図3 スライド式ビット交換装置の適用による交換作業状況

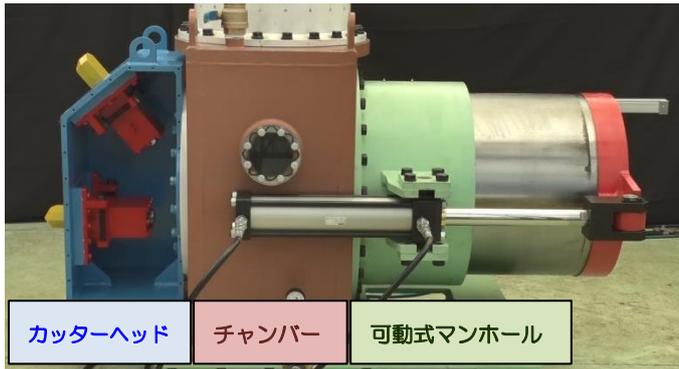


写真1 実証実験装置

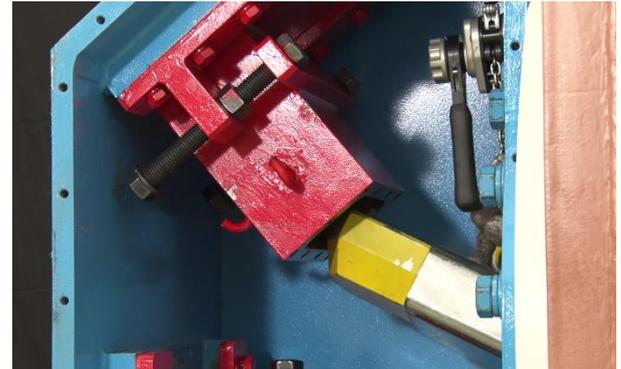


写真2 実験写真 (新ビットへの交換状況)

表1 ビット交換時間内訳

THESEUS工法ビット交換時間			
【最外周ビット(上側)交換時間】		【内周ビット(下側)交換時間】	
旧ビット引込	0.5分	旧ビット引込	0.5分
シャッターズライド(閉)	7.5分	シャッターズライド(閉)	1.5分
旧→新ビット交換	2.0分	旧→新ビット交換	1.5分
シャッターズライド(開)	8.0分	シャッターズライド(開)	1.5分
新ビット押出	0.5分	新ビット押出	0.5分
TOTAL	18.5分	TOTAL	5.5分

最長20分以内 (最短6分) で交換可能

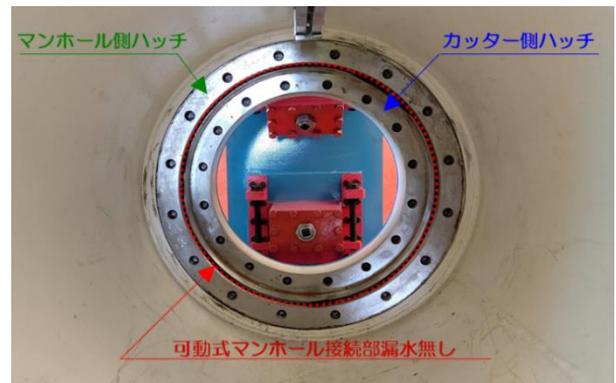


写真3 接合部の止水性
(ハッチ取外し後マンホール側からカッター背面を見た場合)

※1 THESEUS (テセウス) :

Taisei-Hitz Easy and Speedy bitExchange Unit Systems の略称。

※2 先行ビット :

地山の先行掘削を行うビットで、最初に地山に接触するため摩耗が激しく、カッターヘッドの外側になるほど摺動距離 (カッターが地山と接して移動する距離) が長くなり、摩耗量が増加する

※3 印籠継手 :

管などの接合に使用する継手で、片方の接合面に出っ張りを他方に受口を設けて隙間なく接続する方式。



印籠継手