

シールド機ビット交換技術の開発

志比田 重利* 秋山 公洋*
 Shigetoshi Shibita Kimihiro Akiyama
 小栗 利夫** 田口 毅**
 Toshio Oguri Takeshi Taguchi

1. はじめに

都市部の過密化により、構造物の高層化や大深度地下の利用など土地の高度利用が提案されるなか、平成12年5月に「大深度地下の公共的使用に関する特別措置法」が施行された。このことにより、都市部での大深度地下利用に関する技術検討がなされ、地下鉄、道路、駐車場などの様々な地下利用計画が進み、大深度でのシールド工事も増加すると予想されている。このシールド工事の施工については、長距離・大深度化に対応した技術が要求され、建設費縮減や工期短縮を図ることを目的とした長距離施工対応技術の開発は、重要な課題である。長距離施工の場合、資機材搬送、土砂搬出、シールド掘進機構造、部品の耐久性、耐摩耗性などがおもな課題とされているが、特に切削ビットの耐久性、耐摩耗性が問題となる。

長距離施工では、掘進途中において土質状況が変化することも考えられ、これにより、ビットの摩耗・損傷がおこり、施工途中でビット交換が必要となる可能性がある。このような問題に対して従来は、地上から薬液注入や凍結工法などの地盤改良を施工して切羽周辺の地山を自立させ、切羽前面で作業員が交換するなど補助工法を用いて交換する方法や、中間立坑を構築しシールド機が中間立坑に到達したところで、ビットを交換する方法などが採用されている。

しかし、都市部におけるシールド工事は、地上構造物の過密化などにより、工事用地の取得が困難なことから、地盤改良や中間立坑を構築することが難しくなっている。また、作業員による切羽でのビット交換作業は、苦渋作業を強いられ危険性を伴う。したがって、補助工法や中間立坑を用いることなくビット交換を実施し、施工の効率化、作業の安全性、省力化を図るためには、シールド掘進機のビット交換技術や摩耗対策技術が必要となる。

本稿では、シールド工事における長距離施工技術として検討を行ったスライディングフェイス工法の概要、現在開発を行っているアピアビット工法の概要および実証

実験の計画について報告する。

2. ビット交換技術の現状

(1) ビット交換技術の開発動向

近年、大深度・長距離化に関連した様々な要素技術が検討されており、ビット交換方法、ビットの摩耗低減、耐久性向上に関する新技術・新工法が、ゼネコン、シールド機メーカー各社で開発され、実施工に採用されている。当社でも以前に、長距離施工技術としてスライディングフェイス工法を検討している。

以下におもなビット摩耗対策技術を記す。

①ビット本体交換

ビット本体を、油圧シリンダや専用装置により自動でスライドさせ交換する。あるいは、面板を回転したり、スポーク内部に人が入ることにより、手動で摩耗したビットを交換する方法。

②予備ビット

スポークを回転させることにより、スポーク背面に取り付けられた予備のビットを露出させる方法。

③ビット配置

あらかじめビットに高低差を設けて配置したり、油圧シリンダ等でビットの高さを調節可能とする方法。

④その他

ビットの母材自体を改良したり、ビット背面の摩耗を防ぐための超硬チップを取り付ける方法。

(2) スライディングフェイス工法の概要

長距離施工の対策技術として検討を行ったスライディングフェイス工法は、固定スポークとスライド移動が可能な予備スポークや面板から構成されている。予備スポークは掘削地盤の状況や固定スポークのビットの摩耗状況に応じて押し出し、収納することが可能である。この予備スポークは中心部をピンで固定し、外周部を油圧ジャッキで押し出せる構造とし、外周部の油圧ジャッキはチャンバ攪拌棒内に装備される。

スライディングフェイス工法の概要を図-1に示す。

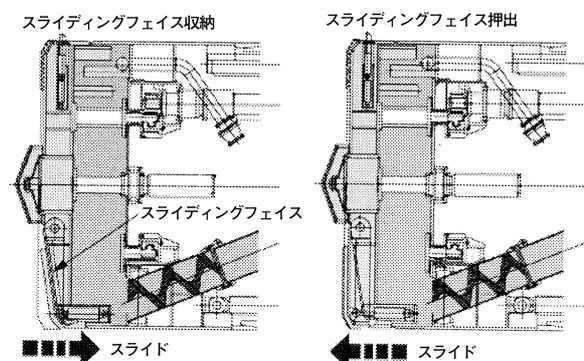


図-1 スライディングフェイス工法概要

* 機材部機械課

** 技術研究所技術研究部機電技術研究課

3. アピアビット工法

(1) 工法の概要

本工法の交換装置は、減速機付き油圧モータでダイレクトにカッタスポークを回転させ、その回転力によってスポークに内蔵した固定偏芯カムにより予備ビットを押し出す機構としている。この予備ビットは通常はバネの力によって収納された状態でスポーク内に内蔵しており、スポーク回転とともに正面に回ってきたとき、ビットが突き出すシステムとしている。また、スポークの回転固定には機械式ロック方法を採用している。交換システムの概要を図-2に示す。

(2) 工法の特徴

以下に本工法のおもな特徴を記す。

- ①回転させるだけの機構で予備ビットが出てくる構造であり、待機中は予備ビットが磨耗することがなく機構も比較的簡易である。
- ②斜めにも押し出すことが出来るため、最外周部のビットにも対応が可能である。
- ③ビット交換に要する時間が短時間ですみ、工期短縮につながる。
- ④交換回数は基本的に1回であるが、ビットの種類あるいはスポーク構造によっては2回以上の交換も可能である。先行ビットへの応用例を図-3に示す。

4. 現場実証実験

九州支店戸畑出張所でφ6150mm 泥土圧式シールド機、また関東支店東中野出張所でφ11420mm 泥水式シールド機のサブスポークに本システムを搭載し、実機での実証実験を行う予定である。工事ではシールド機の到達前に地中で交換作業を実施し、作動負荷等の作動性の確認や各部変形などを計測するとともに、表-1に示す項目の技術的課題の検証を計画している。

戸畑出張所におけるビット交換システムの搭載計画を図-4に示す。

表-1 本工法の技術的課題

	検証項目
施工面	① 特殊カッター形状によるチャンバ内土砂の流動性 ② カッタートルクへの影響 ③ 土砂の流動による露出部の磨耗量
機械面	① 構造、機構の成立性 ② 所要回転トルク力の把握 ③ 回転ロック力の把握 ④ 回転角制御と精度および確認方法 ⑤ 推力等の外力による変形 ⑥ 露出部磨耗による作動への影響

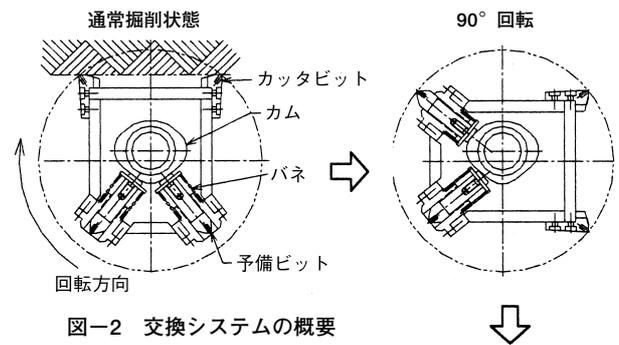


図-2 交換システムの概要

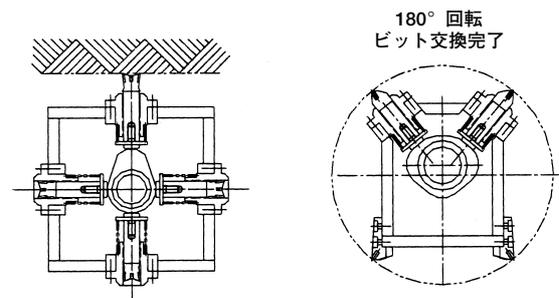


図-3 先行ビット応用例

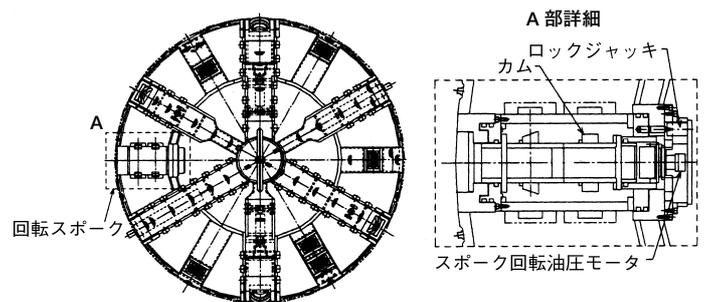


図-4 ビット交換システム搭載計画

5. おわりに

アピアビット工法は、三菱重工業(株)との共同開発によるものである。

シールド機のビット交換技術は、大深度・長距離施工に対する提案技術のひとつとして有効な工法であり、安全性の向上、省力化、施工能率の向上に大きく貢献できるものである。また、地盤改良などの補助工法が不要となれば環境面への貢献やコストダウンも期待できる。

一方、ビット交換技術はすでに数多くの工法が開発・採用されているが、複雑な方式や機構を採用するとシールド機製作コストが高くなるうえ、信頼性を損なう可能性もあるため、出来る限りシンプルな構造としなければならない。

今後は、実証実験で検証される技術的課題を克服し、さらに経済性や施工性を追求したビット交換方法の開発を進めていく予定である。