

シンガポール電力庁向け岩盤泥水シールド掘進機 —長距離・高水圧・岩盤カーブ掘削の難条件に対応— Slurry Shield Machine for Singapore Power — Handling Long Distance, High Water Pressure, and Curved Sections



2014年に、シールド掘進機と岩盤トンネルボーリングマシンの技術を併せ持ったφ6.9m岩盤泥水シールド掘進機を設計・製作し、シンガポール現地に納入した。本シールド掘進機は、長距離、高水圧、カーブ掘削などの難条件に対応するため、大径ローラーカッターやオーバーカット装置などを装備している。

まえがき

近年のシンガポール案件では、従来からの岩盤掘削に加え、長距離、高水圧、岩盤カーブ掘削といった従来にはなかった機能を有するマシン需要が生じている。当社としては2005年から岩盤掘削対応シールド掘進機の納入を行っているが、今回これらに対応したシールド掘進機を開発・納入したので、その概要について述べる。

1 当社シールド掘進機の歴史

当社は、1957年にシールド掘進機初号機を営団地下鉄（当時）向けに納入して以来、58年間にわたって1,400台以上のシールド掘進機を納入してきた。当初は、周囲から土砂が崩れてこないように円筒状の鉄板があるだけのもので、水密構造もない原始的な機械であった。ちなみにこの筒状鉄板で土砂から内部を保護（シールド）することから、現在

の機械名となっている。その後、省力化や安全性確保のため、圧力隔壁を持った全断面掘削密閉型シールド掘進機や、カーブトンネル掘削対応の中折れ型シールド掘進機などが、トンネル工事需要に応じる形で発展してきた。

一方、岩盤を掘削するためには特殊な掘削カッターや掘削反力を受ける構造が必要となるので、岩盤掘削向け掘進機は主に掘削機能に重点を置いて開発され、シールド掘進機とは別に開放型トンネルボーリングマシンとして発展してきた。

今回の設備は、両者の特長を併せ持つ仕様となっている。

表1 主要諸元
Table 1 Main specifications

型 式	後胴押し中折れ型	
マシン外径 (m)	6.9	
マシン機長 (m)	11.65	
カッターヘッド	装備動力 (kW)	1,680
	回 転 数 (min ⁻¹)	最大 6
	トルク (kN・m)	最大 6,250
シールドジャッキ推力 (kN)	60,000	
装備ローラーカッター数	46 + 2	

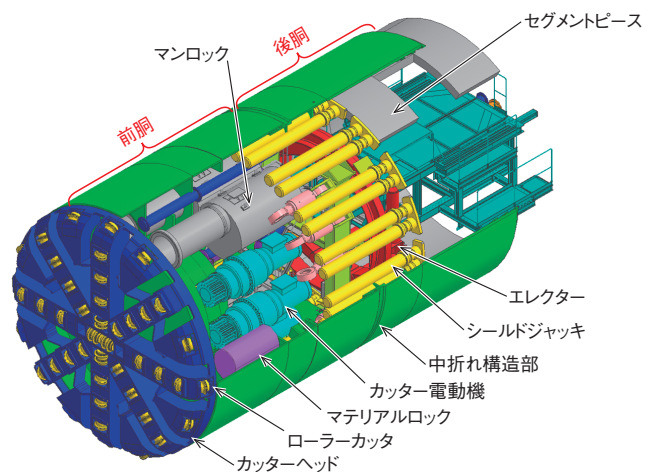


図1 シールド掘進機の構造
Fig. 1 Shield machine structure

2 シールド掘進機の主要諸元と構造

本機の主要諸元を表1に示す。岩盤掘削、高水圧対応のため、カッターヘッドは高速回転仕様とし、シールドジャッキは高推力仕様とした。

シールド掘進機の構造を図1に示す。本体の先端には円盤状のカッターヘッドが取り付けられており、インバータ電動機によって駆動される。岩盤掘削用として最大 6 min^{-1} の高速回転仕様としている(土砂山用では通常 $1 \sim 2 \text{ min}^{-1}$)。カッターヘッドには、そろばん玉状のローラーカッタが多数取り付けられており、それらをシールドジャッキによって本体とカッターヘッドを介して岩盤に押し付けながら回転させることにより、岩盤を割りながら前方に進む。

本体は、カーブ掘削を行うために前胴と後胴の二分割構造とし、分割部で屈折できる中折れ構造を採用している。

後胴には、トンネル坑壁となるセグメントピースを組み立てるためのエレクターを装備している。

3 主な特長

(1) 長距離掘削対応

(i) 19インチローラーカッタの採用

マシン径が6mのクラスでは、通常17インチローラーカッタが採用されるが、本機では19インチローラーカッタを採用し、掘削速度の向上とローラーカッタ交換回数の低減による工事の進捗向上を図った。

19インチローラーカッタの外観およびカッターヘッドに装着した状態を図2に示す。19インチローラーカッタの採用によりベアリングサイズを大きくし、岩盤への押し付け荷重を増加させることができるため、掘進速度の向上を図ることが可能となっている。

また、カッターリングサイズも大きくすることで許容摩耗量を増加させることができ、ローラーカッタ交換回数の低減が可能である。

(ii) ツインマンロックとマテリアルロックの採用

今回は長距離掘削であるため、ローラーカッタの交換回

数が多くなることが想定される。交換作業時には、出水を抑えるため、気圧を高めて行う圧気作業となる場合がある。この交換作業の前後で、マンロックという圧力室で作業者の体をその圧力に“慣らす”必要がある。その時間の短縮を図るため、ツインマンロック化(2基装備)し、さらにマンロックとは独立したルートでローラーカッタを搬入できるように、マテリアルロックを装備している。

(2) 高水圧対応

本機は密閉型のため、想定土水圧に応じてシール部の耐圧性能を確保する必要がある。特にセグメントと本体の間をシールしているテールシールの耐圧性能に配慮する必要がある。今回はテールシール段数を通常より1段増やして4段とし、さらに最終段にはウレタン注入型を採用しシール性の向上と耐摩耗性の向上を図った。

(3) カーブ掘削対応

(i) オーバーカット装置の採用

岩盤におけるカーブ掘削に対応するため、ローラーカッタによる油圧操作式オーバーカット装置をカッターヘッドに2基装備している。直線掘削時にはカッターヘッド内に格納されていて、カーブ掘削時には油圧ジャッキを伸長させて、その先端に設置しているローラーカッタにてオーバーカット部の掘削を行うものである。

長距離掘削対策として、オーバーカット装置のローラーカッタも後方より交換可能な構造としている。

(ii) 中折れ機構

120mRの曲線掘削対応のため、最大3.5度屈折できる中折れ機構を採用している。

あ と が き

国内外を問わず、シールド掘進機は、社会基盤の整備になくはならないものになってきている。設計条件はますます厳しくなる傾向にあり、設計の難易度も増してきているが、今後も需要に応じた機能を持つシールド掘進機を開発していきたい。加えて、過去の稼働実績を設計にフィードバックすることにより、より使いやすく高性能なシールド掘進機を設計・納入することで、社会に貢献していきたい。

〔文責 プラント・環境カンパニー

産機プラント総括部 土木機械部 酒井 義雄〕

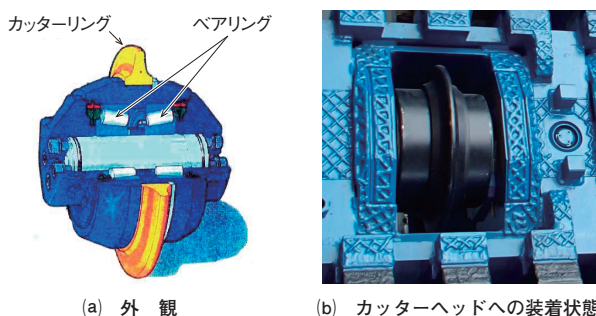


図2 19インチローラーカッタ
Fig.2 19"roller cutter

〔問い合わせ先〕 プラント・環境カンパニー
産機プラント総括部 土木機械部
Tel. (078) 682-5448, Fax. (078) 682-5096