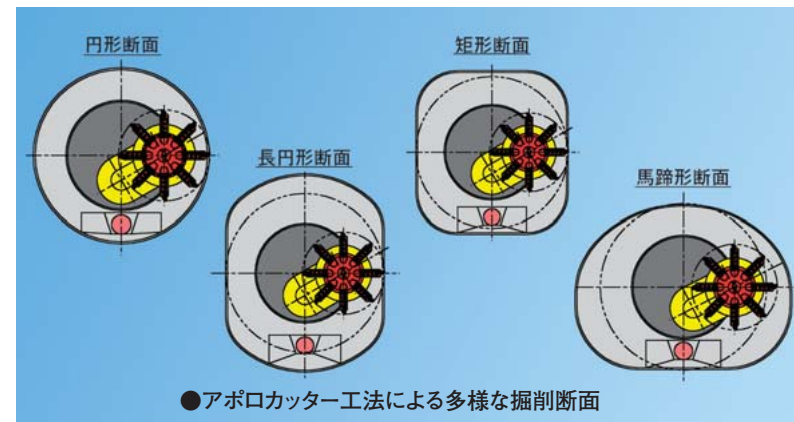


# 「アポロカッター工法」※ シールド掘進機が、多様な断面の トンネルを掘れるしくみ



## 増えている 非円形トンネルのニーズ

装置前面の大型の回転カッターを回転させ、モグラのようにトンネルを掘り進むシールド掘進機。掘削するトンネル断面は円形が基本だが、近年、地下鉄や共同溝などの工事では、余分な掘削断面を減らして工事を効率化したい、地中支障物との間隔を十分に確保したいなどの理由から非円形トンネルの要求が増えている。

川崎重工と鹿島建設(株)が共同開発した「アポロカッター工法シールド掘進機」は、こうした要求に応えた最新型のシールド掘進機である。円形はもとより、長円形や矩形、馬蹄形など多様な断面のトンネルを掘削でき、しかも、前例のない特殊なカッター機構を装備しており、硬質地盤により優れた切削性を発揮できるなどの特長を有している。

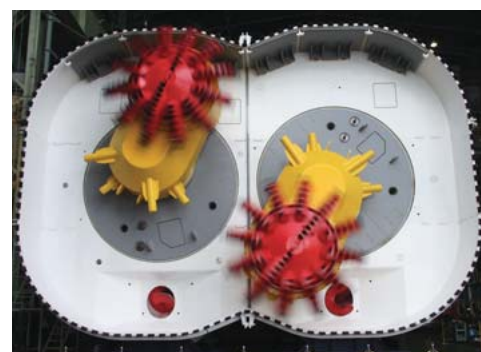
## “角メガネ形”の 複雑なトンネル形状に対応

両社による開発の契機となったのが、東京の東急東横線と東京メトロ副都心線とが相互直通運転するための、渋谷～代官山間の地下化工事である。河川や民有地の地下の横断部、および下水道管と既存のトンネルとの隔離距離をできるだけ長くしたいなどの理由から、また、複線鉄道断面を一挙に掘り進むことから、2連矩形断面(角メガネ形)というこれまでにない複雑なトンネル形状が求められたのだ。さらに、掘削部分のほとんどが固結シルトと呼ばれる硬質地盤である。

この難題に応えたダブルヘッド(2連)型シールド掘進機によるトンネル工事はすでに始まっており、掘削が続いている。

自由な断面を掘削でき、硬質地盤にも対応できる「アポロカッター工法シールド掘進機」への関係者の関心はきわめて高く、多くの問い合わせや引き合いが寄せられている。

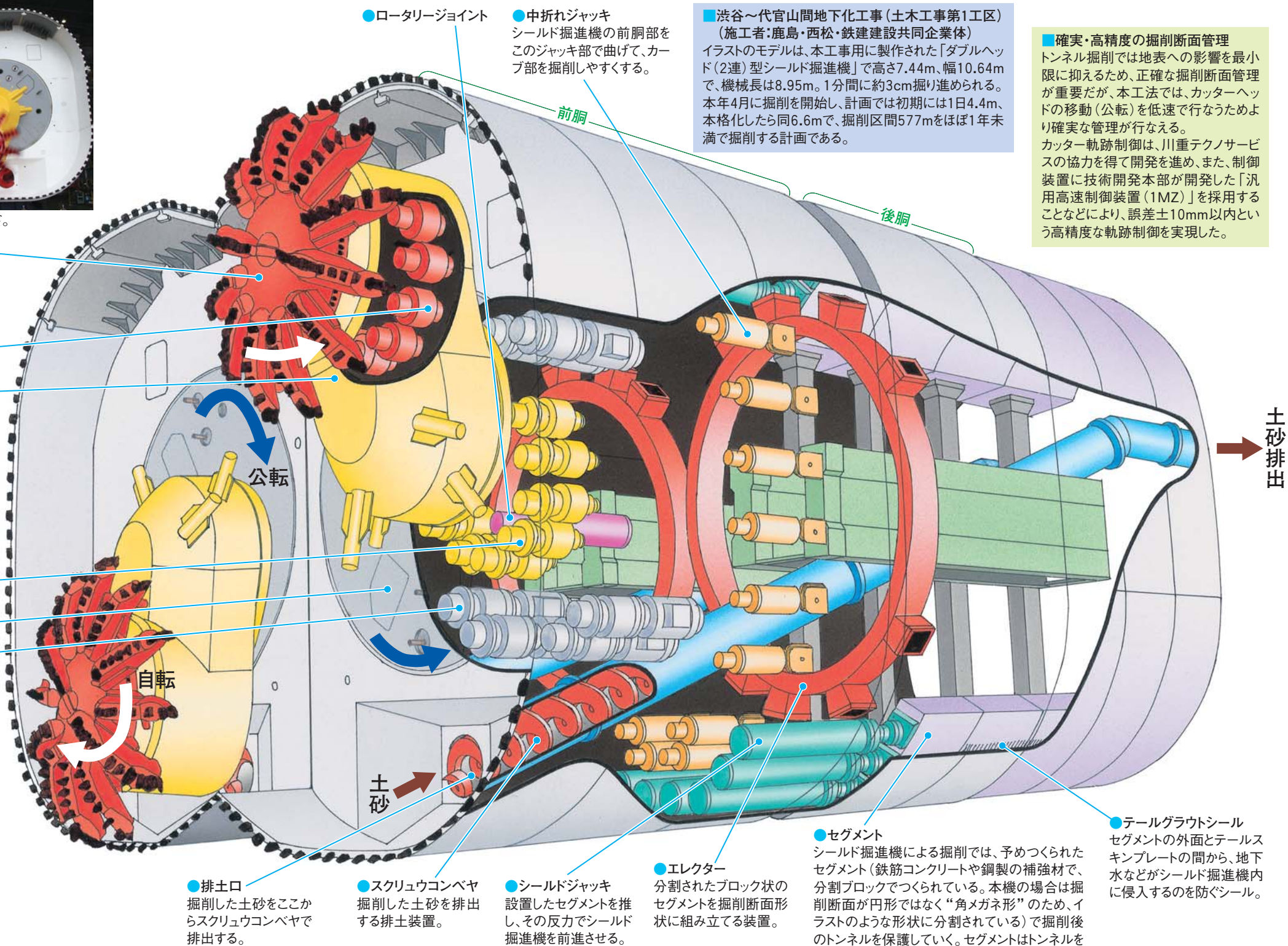
※アポロカッター工法  
APORO-CUTTER工法: All (あらゆる) Potential (可能性を秘めた) Rotary (回転式) Cutter (カッター) との意を込めた愛称。  
アポロカッター工法は川崎重工と鹿島建設(株)が共同で特許申請中。



自転しながら公転するカッターヘッド。

- カッターヘッド  
装備された耐摩耗超合金製の「刃」で地中の土砂を掘削する。片刃で、従来型の約3倍の高速(1分間に4.7回転)で回転するため、硬質地盤でも切れ味鋭く掘り進むことができる。
- カッターヘッド駆動用  
油圧モータ(7台)
- 揺動フレーム  
■自転と公転を組み合わせた斬新な発想による掘削機構  
イラストのようにカッターヘッドとカッターヘッドの位置を制御する公転ドラム、揺動フレームで構成されている。カッターヘッドが高速で回転(自転)して地中の土砂を掘削する。公転ドラムと揺動フレームを同時に制御し、カッターヘッドを低速で移動(公転)させることで必要な断面の掘削が可能である。
- 揺動フレーム回転用  
油圧モータ(7台)
- 公転ドラム  
●公転ドラム回転用  
電動モータ(6台)

- 硬質地盤や地中障害物に強い理由  
高速回転するカッターヘッドは片回転型で、専用設計のカッタービット(刃)の形状や配列は、多くのシミュレーションと切削実験で最適化したものを装備している。そのため、硬質地盤や木杭などの地中障害物になどに対して高い切削性を発揮する。



■渋谷～代官山間地下化工事(土木工事第1工区)  
(施工者:鹿島・西松・鉄建建設共同企業体)  
イラストのモデルは、本工事に製作された「ダブルヘッド(2連)型シールド掘進機」で高さ7.44m、幅10.64mで、機械長は8.95m。1分間に約3cm掘り進められる。本年4月に掘削を開始し、計画では初期には1日4.4m、本格化したら同6.6mで、掘削区間577mをほぼ1年未満で掘削する計画である。

■確実・高精度の掘削断面管理  
トンネル掘削では地表への影響を最小限に抑えるため、正確な掘削断面管理が重要だが、本工法では、カッターヘッドの移動(公転)を低速で行なうためより確実な管理が行なえる。カッター軌跡制御は、川重テクノサービスの協力を得て開発を進め、また、制御装置に技術開発本部が開発した「汎用高速制御装置(1MZ)」を採用することなどにより、誤差±10mm以内という高精度な軌跡制御を実現した。

- 排土口  
掘削した土砂をここからスクリュウコンベヤで排出する。
- スクリュウコンベヤ  
掘削した土砂を排出する排土装置。
- シールドジャッキ  
設置したセグメントを押し、その反力でシールド掘進機を前進させる。
- エレクター  
分割されたブロック状のセグメントを掘削断面形状に組み立てる装置。
- セグメント  
シールド掘進機による掘削では、予めつくられたセグメント(鉄筋コンクリートや鋼製の補強材で、分割ブロックでつくられている。本機の場合は掘削断面が円形ではなく“角メガネ形”のため、イラストのような形状に分割されている)で掘削後のトンネルを保護していく。セグメントはトンネルを支える永久構造物となる。さらに本機では、複線鉄道断面を一挙に掘るため、トンネルの真ん中に支柱が1.1mおきに立てられる。
- テールグラウトシール  
セグメントの外周とテールスキンプレートの間から、地下水などがシールド掘進機内に侵入するのを防ぐシール。