

A large, circular cutterhead of a tunnel boring machine (TBM) is shown in a dark tunnel. The cutterhead is covered with numerous cutting tools, including scrapers and scrapers. The machine is illuminated by bright lights, creating a high-contrast scene. The tunnel walls are visible in the background, showing the rough, excavated surface.

# Tunnel Boring Machines (SHIELD & TBM)

Slurry Shield Machines

Earth Pressure Balanced Shield Machines

Boulder and Hard Formation Shield Machines

Full Shield TBM

Open TBM

Aporo Cutter

H & V Shield Machine

Dual-Mount Branching H & V Shield Machine

Detachable Three-Section Shield Machine

Lateral Lead Three-Section Shield Machine

Branch Route Shield Machine

MSD Shield Machine

DPLEX Shield Machine

Draw Shield Machines Allow Recycling

MMST Shield Machine

すべては——  
夢と情熱から始まりました。

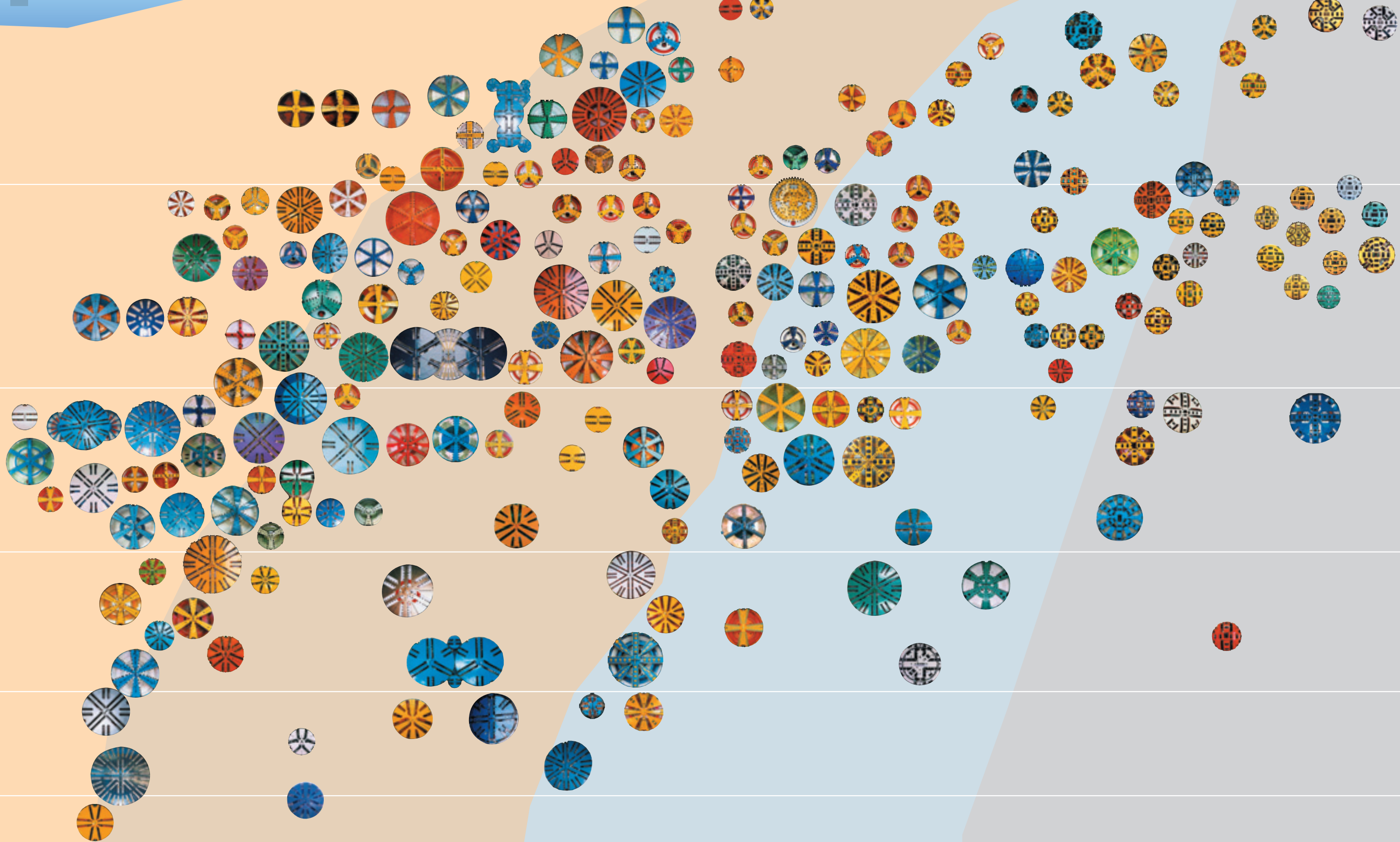
今、その技術は——  
人々と社会のために存在しています。

わたしたちは——  
その技術と多くの納入実績に基づく経験で  
常に新たなプロジェクトに挑み続けています。

#### もくじ

泥水式シールド .....	6
泥土圧シールド .....	8
礫・岩盤対応シールド .....	10
シールド型TBM .....	12
オープン型TBM .....	14
特殊シールド .....	16
納入実績 .....	19
実績 .....	23
基礎技術 .....	24
サポート・サービス .....	26
播磨工場 .....	27
ご照会に際して	

小口径から超大口径、  
大深度・長距離掘削、特殊断面や急曲線掘削など——  
多彩なマシンの製作実績は1,400基を突破



シルト・粘土

砂

砂礫

岩

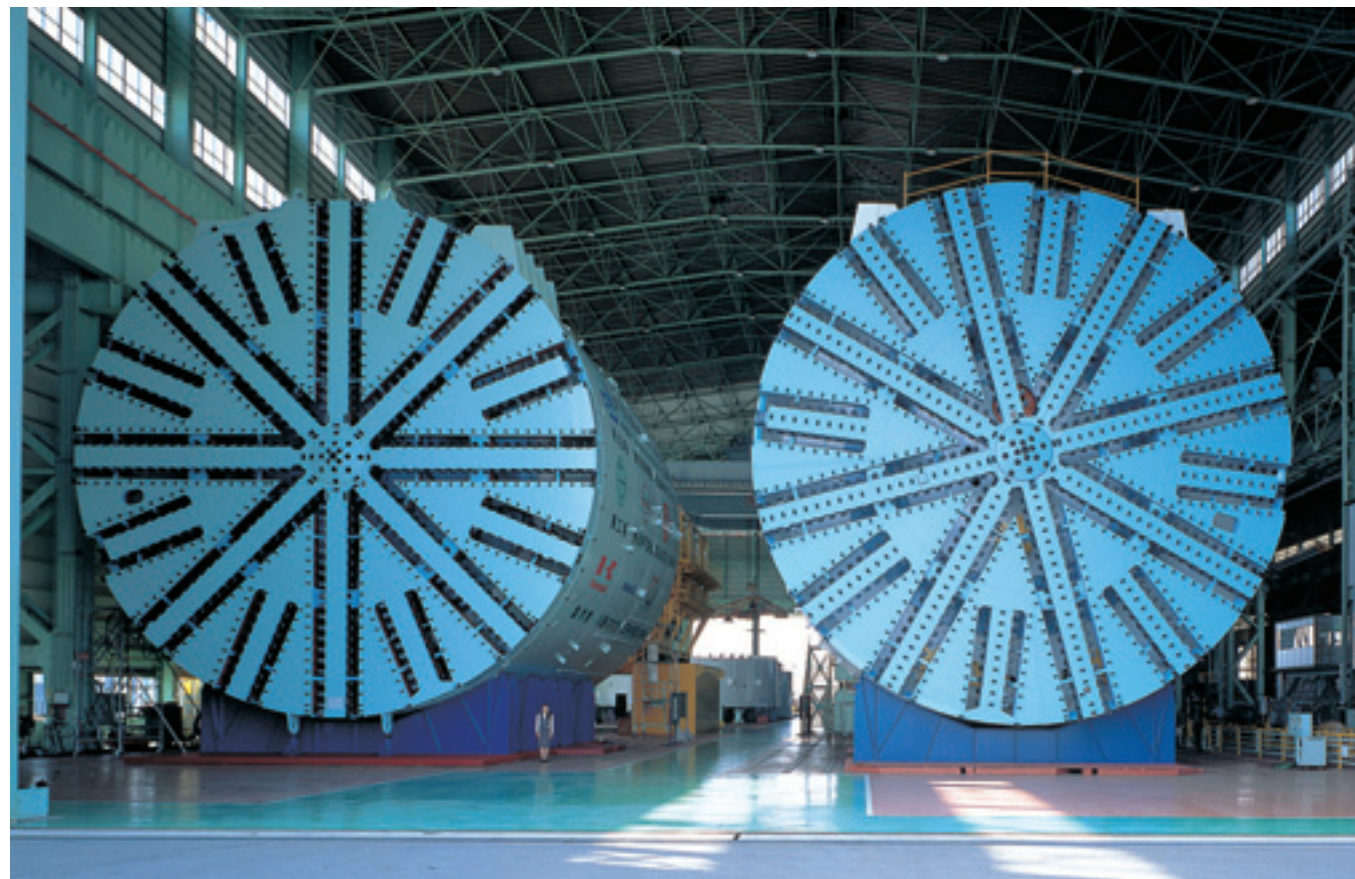
# 泥水式シールド

## 安定した切羽

高比重、高粘性の泥水で切羽を加圧制御することによって、高水圧下でも切羽を安定させます。

## 超大口径掘進

当社が開発した周辺支持、中間支持型構造により、広い機内を実現し、小口径から14mを超える超大口径へと発展しています。



φ14.14m泥水式シールド(東京湾横断道路トンネル用)



φ13.05m泥水式シールド(カッタービット交換装置装備\*)



φ11.56m泥水式シールド

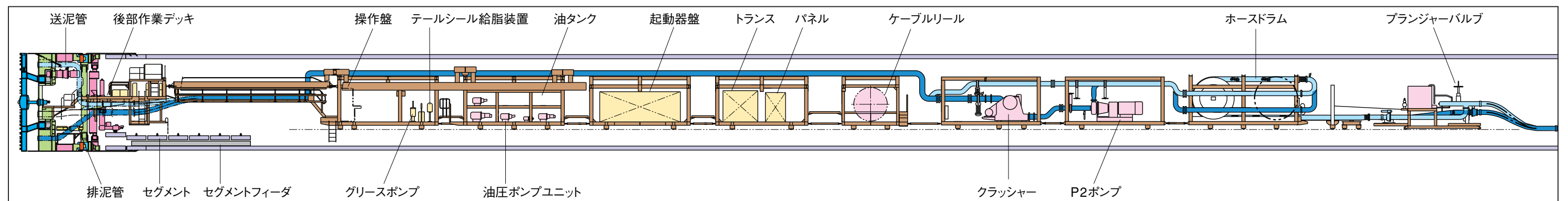


φ10.0m泥水式シールド



φ8.99m泥水式シールド(カッタービット交換装置装備\*、R=30m対応)

## ■泥水式シールドのレイアウト



\*カッタービット交換装置:25ページ参照

# 泥土圧シールド

## 安定した切羽

カッターチャンパー内に削土を充填させ、添加剤を注入して切羽を安定させます。

泥土圧シールドは透水係数の高い土質に対して添加剤の改良を重ね、スピードとパワーを兼ね備えた大口径機にまで発展中です。

## 進化は続く

泥土圧シールドの優れた機能に、自立した土質で効率よく掘削、排土を行なう機構を追加したデュアルモード型シールドを開発し、地下鉄向けシールド機で月進600m以上という高速掘進を実現しました。



φ8.17m/φ6.78m親子泥土圧シールド



φ5.44m泥土圧シールド



φ10.2m泥土圧シールド



φ5.33m泥土圧シールド



φ6.34m泥土圧シールド



φ6.34m泥土圧シールド

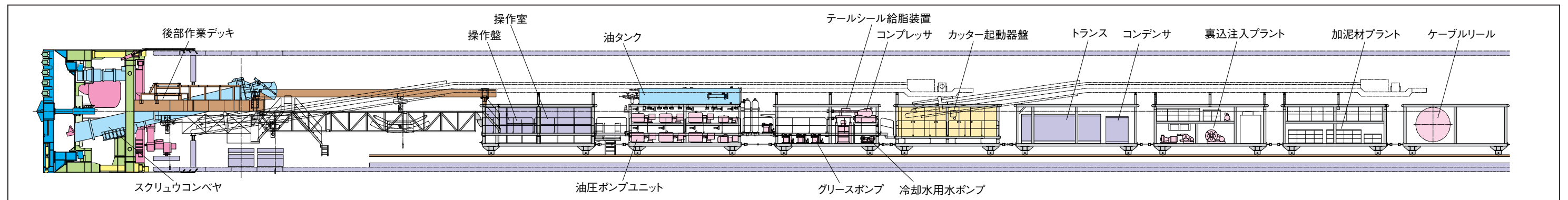


φ3.93m泥土圧シールド



φ2.88m泥土圧シールド(R=10m対応)

## ■泥土圧シールドのレイアウト



# 礫・岩盤対応シールド

## 地盤に適したカッターディスク形状

礫量・礫径・礫強度・岩質などの条件に応じて、フラット型・ドーム型のカッターディスクを選定できます。

## 前面破碎か、取り込みか？

カッターディスクのスリット形状には、ディスク前面で礫を破碎してカッターチャンパーに取り込む方式の前面破碎形（主として泥水式シールドに適用）と、できる限り大径礫を取り込む方式の取込形（主として泥土圧シールドに適用）があります。

## ディスクローラーカッターの選定

岩盤層（写真A）には、当社がTBM用に研究開発した実績豊かなディスクローラーカッターを採用します。砂礫地質（写真B）には、ディスクの延命対策として超硬チップインサート型のカッターディスクローラーカッターを採用します。これらのディスクローラーカッターは、カッターチャンパー内から容易に交換できる構造としています。



A: 岩盤層（圧縮強度20MPaの花崗岩）



B: 玉石層（礫率90%）



φ6.70m泥土圧シールド



φ7.93m泥土圧シールド



φ6.63m泥水式シールド

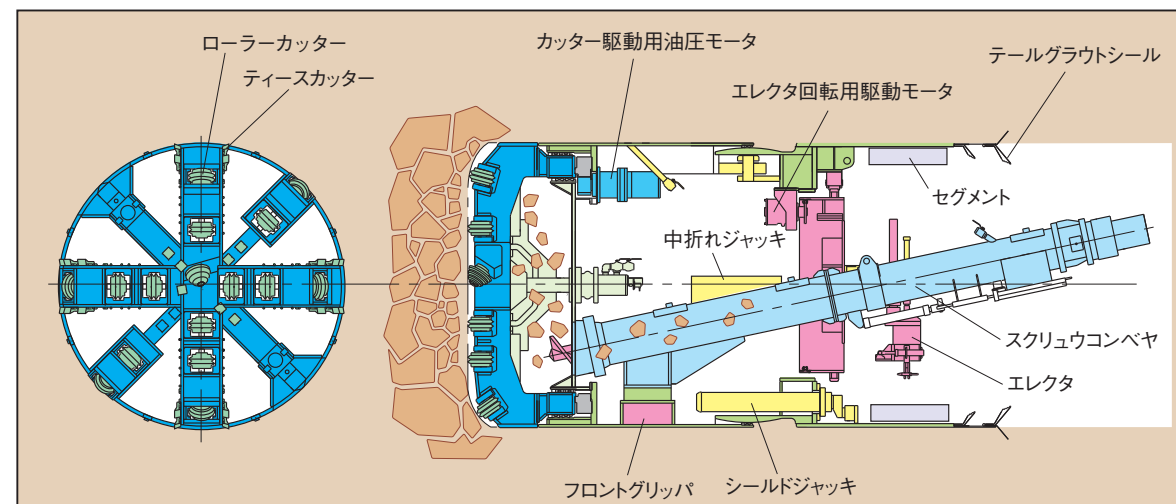


φ2.63m泥土圧シールド



φ2.47m岩盤泥水式シールド

## ■ 礫・岩盤対応シールドの構造



φ3.09m岩盤泥土圧シールド



φ3.38m泥土圧シールド

# シールド型TBM

## 広範な地質に対応

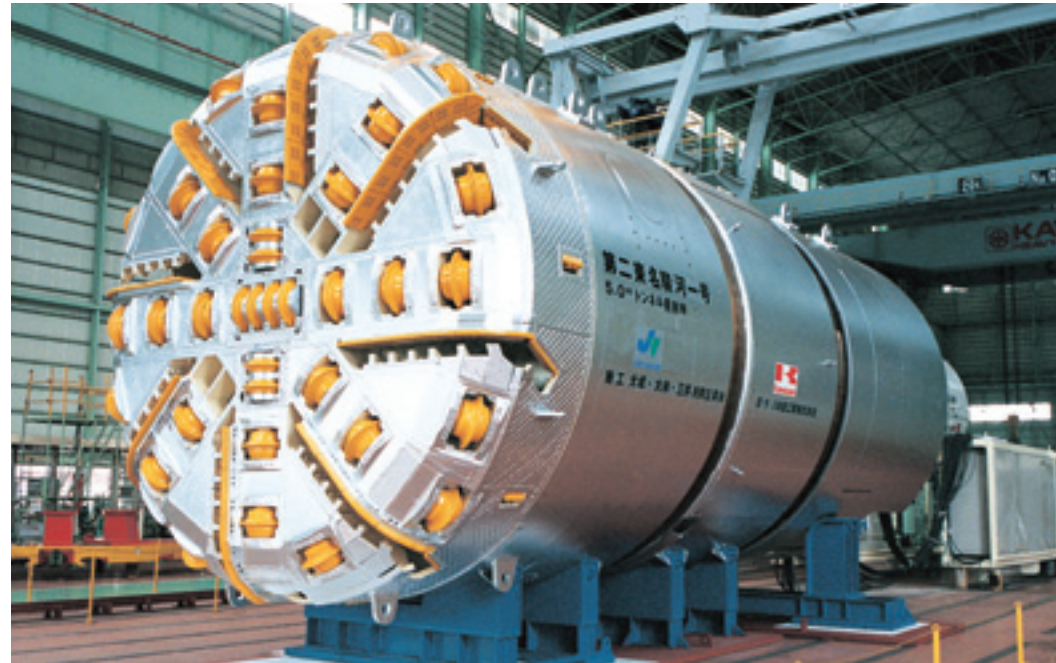
円筒形のシェル構造を採用しているため、硬岩から  
破砕帯を含む軟弱層まで、広範な地質に対応できま  
す。

## 広い機内空間

シールドシェルによって機内中央空間を広く確保で  
き、メンテナンスの安全性、作業性の向上を図ってい  
ます。

## 多様な排土方式

排土方式は、地質に合わせてベルトコンベヤ排土  
方式、スクリュウコンベヤ排土方式、泥水排土方式、  
ジェットポンプ排土方式などを選択できます。



φ5mシールド型TBM(ベルトコンベヤ排土方式、R=30m対応)



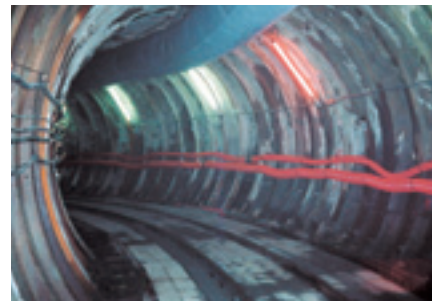
φ4.55mシールド型TBM(ベルトコンベヤ/スクリュウコンベヤ排土方式)



φ2.8mシールド型TBM(ベルトコンベヤ排土方式)



30m R、中折6度屈曲

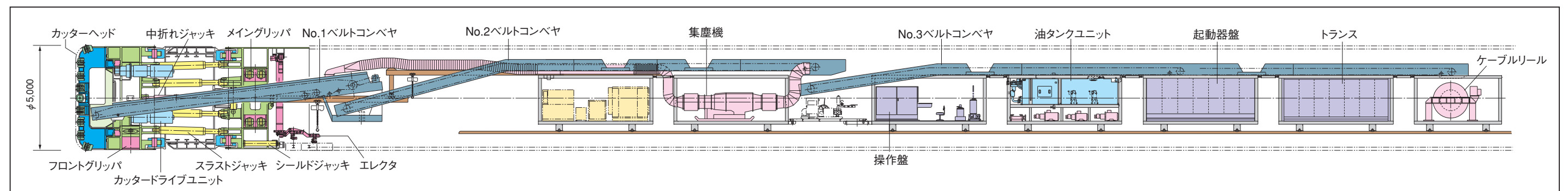


30m R施工



貫通

## シールド型TBMのレイアウト



# オープン型TBM

## シンプルな構造

カッターヘッド、駆動部、メインビーム、グリッパ、ルーフサポートなどから構成されます。切羽近傍での地山の手当てが可能です。

## 安定した地山で威力を発揮

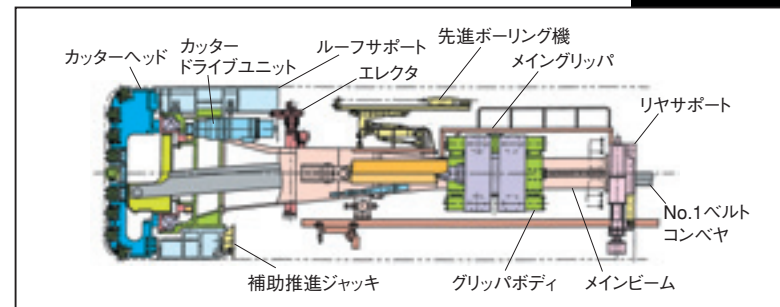
良質な岩盤に対して、高性能・経済的に掘削できます。ビームによって掘削の方向が規制されるため、直進性に優れています。

## シールド+オープンの魅力

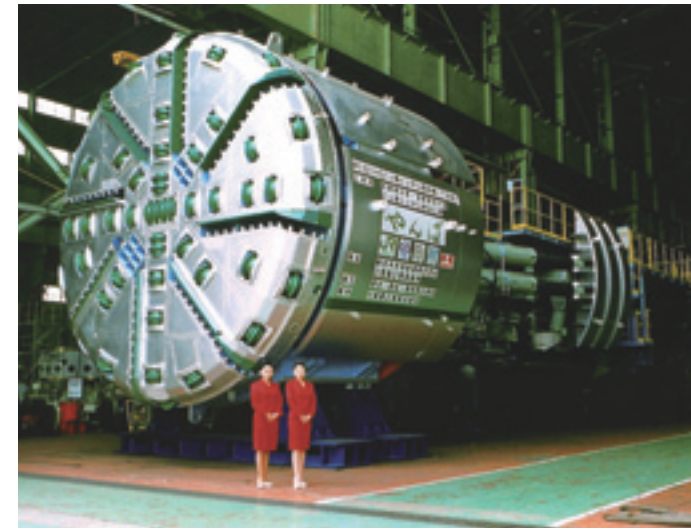
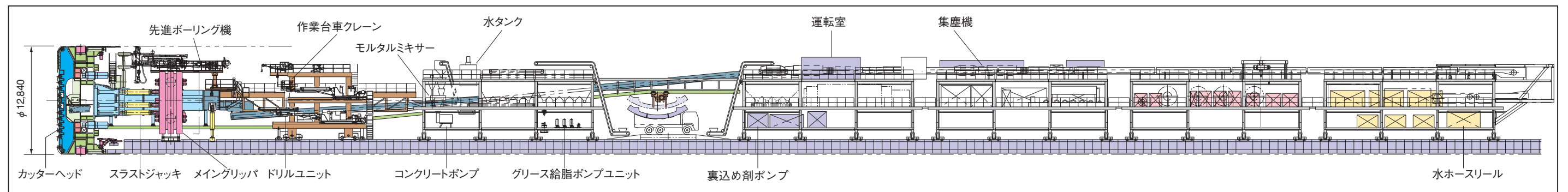
適用地質範囲の広いシールド型TBMと、良好な地質で高速施工に有利なオープン型TBMの特長を兼ね備えた改良型オープンTBMは、地山の緩み、肌落ちに対してシールドシェルで対抗すると同時に、切羽近傍での地山の手当てが可能です。



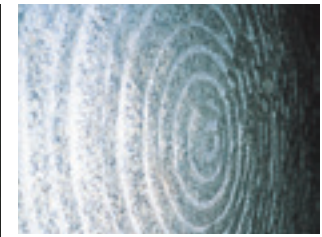
## ■オープン型TBMのレイアウト



## ■改良オープン型TBMのレイアウト



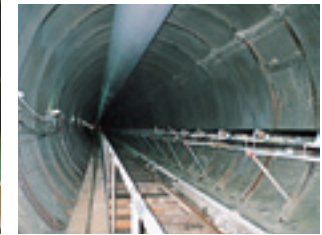
φ6.82mオープン型TBM



切羽



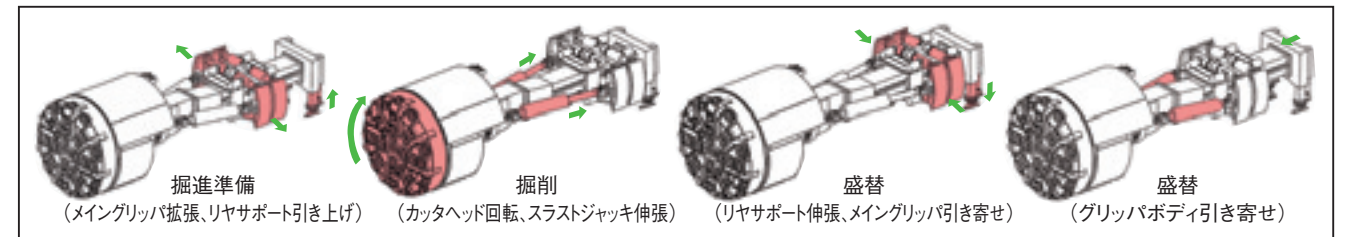
無普請



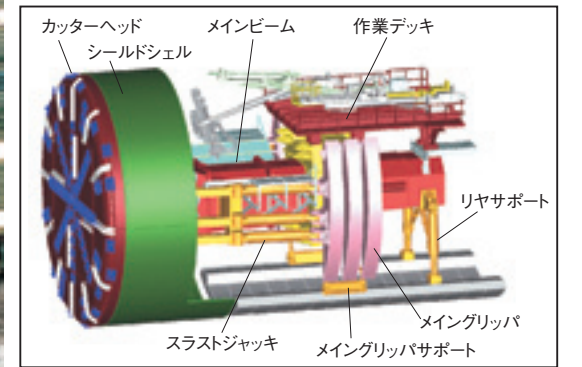
支保工



ライナー覆工



φ12.84m改良オープン型TBM



φ12.84m改良オープン型TBMの構造



# 特殊シールド

## 地形・用途に合わせて完全フルオーダー

サイズ・地質はもとより、特殊な地形にあった特別な組み合わせなどのフルオーダーにも対応しています。

### アポロカッター工法

#### APORO: All Potential Rotary Cutter

[あらゆる][可能性を秘めた][回転式][カッター]

矩形をはじめとする任意の断面を掘削することができ、非円形・円形どちらにも適用可能です。カッター機構は高性能なカッター位置制御機構を持っており、精度の高い掘削断面を確保します。

#### ■特長

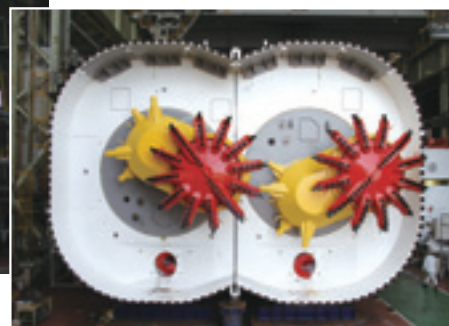
- ①円形・矩形・馬蹄形などの自由断面を掘削
- ②硬質地盤や地中障害物切削に威力を発揮
- ③カッター機構部の再利用により別のシールド機に転用可能



4.76m×4.42m 泥土圧シールド



7.44m×10.64m 泥土圧シールド



#### ■断面バリエーション(例)

円形・非円形の任意断面を掘削



円形



矩形



馬蹄形

### H&Vシールド

地下鉄駅部の掘削は、これまで開削工法または既設トンネル拡幅による建設が主でしたが、地上への影響が大きく、加えて都市の地下には重要地下埋設物が輻輳していることから、列車用トンネルとホームを同時に掘削する4心円タイプのH&Vシールドが採用されました。

#### ■特長

- ①世界初の並列中折れ機構(H&V機構)を装備し、横幅が大きい特殊形状断面の掘削に対して、精度の高い姿勢制御を可能にしています。
- ②4つのカッターを同一面上に装備しています。



7.06m×13.18m 4心円泥水式シールド

### 縦二連分岐型H&Vシールド

超近接する2つの独立したトンネルを同方向に掘削し、掘進途中で地中分岐します。分岐後はそれぞれ独立したシールドとして掘削します。

#### ■特長

- ①縦二連で掘進した後、地中で分岐し、上下段シールドは単円で独立します。
- ②縦二連時のローリング姿勢制御として、上下段シールドの中折れ角度に相対中折れ角度差を設けます。(H&V機構の採用)
- ③縦二連時、地中分岐後の単円時とも、それぞれのケースで最小曲線半径15mの急曲線施工を実施します。(中折れ角度：左右最大13°)



φ3.29m / φ2.89m 縦二連分岐型H&Vシールド

### 着脱式三連シールド

従来工法では単円シールド2基と三連駅シールド1基を必要としていましたが、本工法では単円シールドと着脱可能な半円型側部シールドを組み合わせることによって、駅間と駅部を1基で掘削することができます。

また、本工法は、従来工法に比べてシールドおよび後方設備を縮小でき、作業基地を集約できます。

#### ■施工手順

- ①駅間トンネルを単円シールドで掘進します。
- ②駅部の立坑に到着後、ホーム部分を掘削する着脱可能な半円型側部シールドを単円シールドの両側に取り付け、駅部トンネルを掘進します。
- ③駅部到達立坑に到着すると、半円型側部シールドを取り外し、再び単円シールドとして次の駅まで掘進します。



φ10.04m×15.84m 三連シールド(側部シールド取付時)



φ10.04m 複線シールド(側部シールド取外し時)

## 側部先行型三連シールド

着脱式三連シールドより高い掘削性能をめざし、側部は先行の回転カッターを、中央部は機内スペース確保に有利な揺動カッターを、中心には独立した回転カッターを装備しました。また、排泥系統は1系統に統一しています。



φ7.44m×16.44 泥水式三連シールド

## 内胴引抜再利用型シールド

### DSR (Draw a Shield for Recycle system)

シールドを外胴と内胴の二重構造にし、第一工区掘進完了後内胴だけを引き抜きます。引き抜いた内胴は発進基地まで引き戻され、新たな外胴を装着して別方向の第二工区へ再掘進します。

シールドの内胴部(駆動部)を再利用するため、到達立坑の構築が不要です。また、発進立坑は施工路線内で自由に設定できます。



φ2.68m泥土圧シールド(DSR工法)

## MMSTシールド



H7.86m×W3.05m  
水平多動型  
泥土圧シールド

## 地下茎分岐シールド

分岐位置に到達した本線シールドは、その中胴部外側に設けた発進口から分岐シールドを発進させます。分岐後、本線シールド、分岐シールドはそれぞれ独立施工を行ないます。

本工法は地中で分岐作業を行なうため、分岐シールド用の発進立坑が不要です。

### ■施工手順

- ①分岐シールドを内蔵した本線シールドが分岐位置まで掘進します。
- ②分岐位置で本線シールドの前胴部および中胴部の外側スキップレートを前進させ、分岐シールド発進口を露出させます。
- ③分岐後は、本線シールド、分岐シールドともに同時掘進します。



φ7.26m/φ4.24m泥水式地下茎シールド

## MSDシールド



φ7.26m泥水式MSDシールド

## DPLEXシールド



φ7.67m泥土圧DPLEXシールド

# 納入実績

## 世界中で認められたカワサキブランド

それぞれの国と地域の条件や事情に合わせて製作されたマシンが、世界中で実績を作っています。



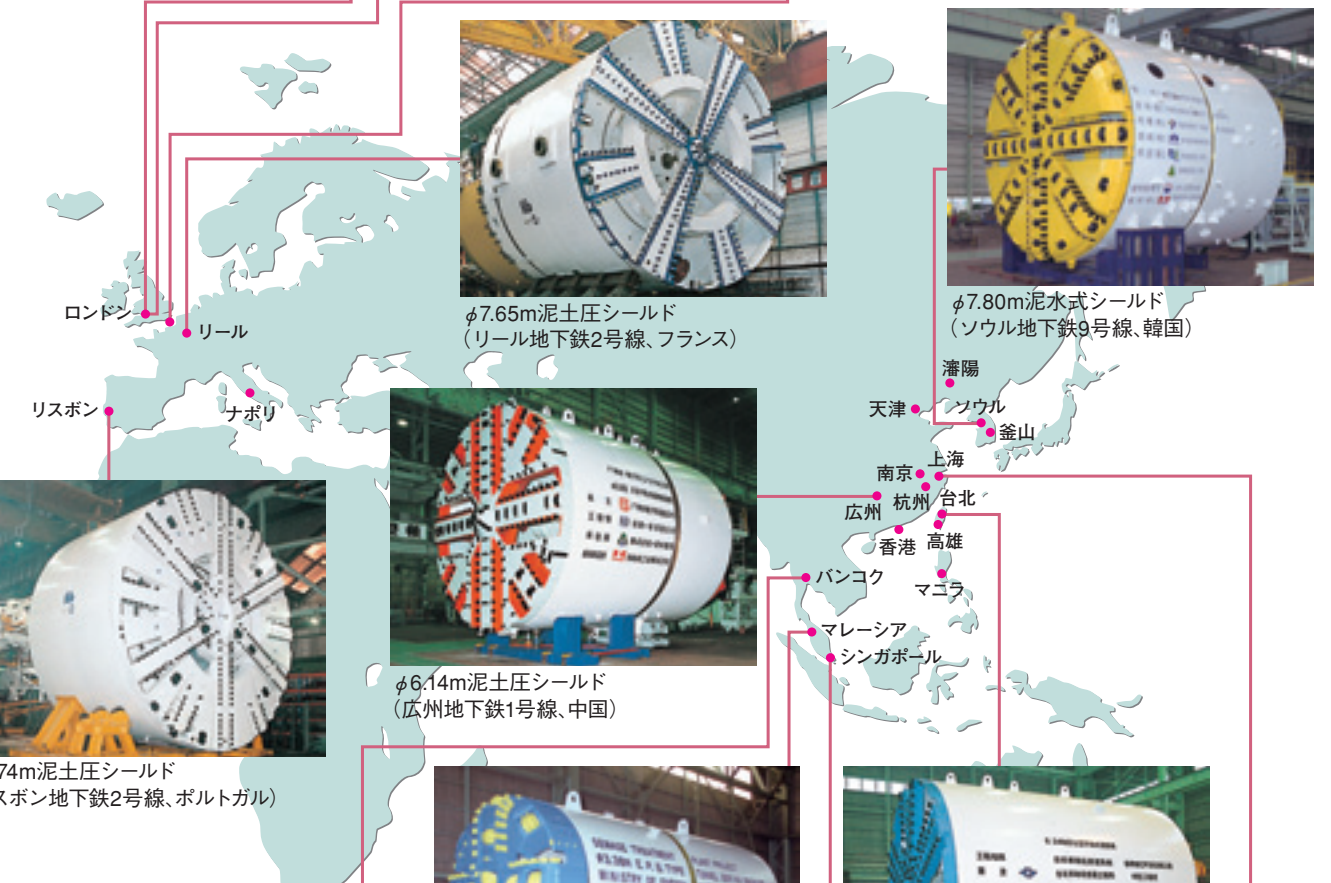
φ5.03m泥土圧シールド  
(ロンドン地下鉄ジュビリー線、イギリス)



φ8.11m泥土圧シールド(DUAL MODE)  
(CTRL、イギリス)



φ8.78mシールド型TBM  
(英仏海峡海底鉄道トンネル、フランス)



φ7.65m泥土圧シールド  
(リール地下鉄2号線、フランス)



φ7.80m泥水式シールド  
(ソウル地下鉄9号線、韓国)



φ9.74m泥土圧シールド  
(リスボン地下鉄2号線、ポルトガル)



φ6.14m泥土圧シールド  
(広州地下鉄1号線、中国)



φ6.43m泥土圧シールド(DUAL MODE)  
(バンコク地下鉄ブルーライン、タイ)



φ3.38m泥土圧シールド  
(マレーシア下水道、マレーシア)



φ6.24m泥土圧シールド  
(台北地下鉄板橋線、台湾)



φ7.16m泥土圧シールド(DUAL MODE)  
(シンガポール下水道、シンガポール)



φ6.34m泥土圧シールド  
(上海地下鉄1号線、中国)

## 納入事例①

# 英仏海峡海底鉄道トンネル



20世紀最大のプロジェクト——  
最高月進1,200mの高速掘削で  
20kmを掘り進みました。

20世紀最大のプロジェクトといわれたユーロトンネル(全長52km)が、1991年に貫通しました。

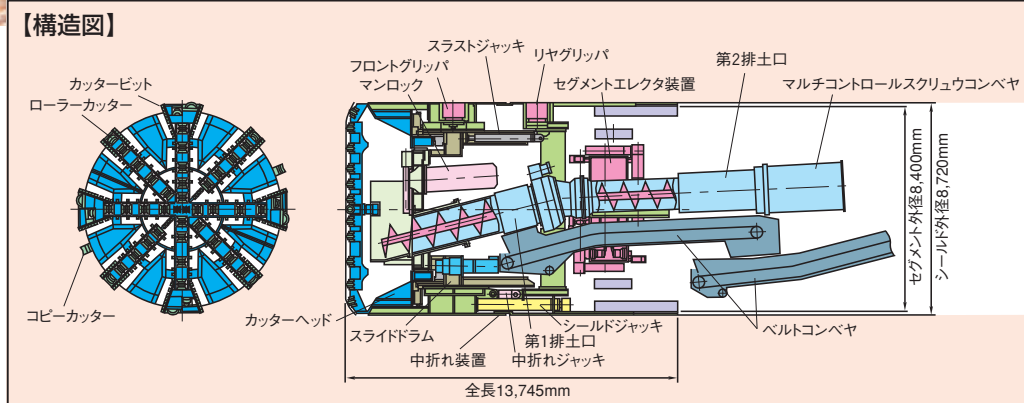
フランスのカレーとイギリスのフォークストンを、単線鉄道用トンネル(直径7.6m) 2本と、メンテナンス用サービストンネル(同4.5m) 1本で結んだこのビッグプロジェクトに川崎重工のTBM 2基が活躍しました。

海面下約100m(10気圧)の地中を最高月進1,200m(T3工区)の高速で、しかも約20kmという長距離を連続掘削。まさに最先端技術を結集したTBMであり、その高い技術力は世界の高い評価を得ました。

本プロジェクトは米国土木学会(ASCE)によって、20世紀の10大プロジェクトを選ぶ「Monuments of Millennium」の「鉄道」部門に選定されました。



マシンタイプ	シールド型TBM×2基	
マシンサイズ	φ8.78m×13.745m	
トンネル用途	鉄道	
場 所	英仏海峡(ドーバー海峡)	
施 主	EURO TUNNEL	
施 工	T.M.L.	
掘削延長	20,009m	18,857m
掘削時期	1988年12月～1991年5月	1989年3月～1991年6月
工 区	T2	T3



## 納入事例②

# CTRL (Channel Tunnel Rail Link)

ヨーロッパでさらなる信頼を獲得。

英仏(ドーバー)海峡海底トンネルを通過してきたユーロスターの英国内における高速化を図るための路線整備(PHASE-1)と、ターミナル駅をテムズ川南部のウォータールー駅からテムズ川北部のセントパンクラス駅に変更する工事(PHASE-2)の総称です。

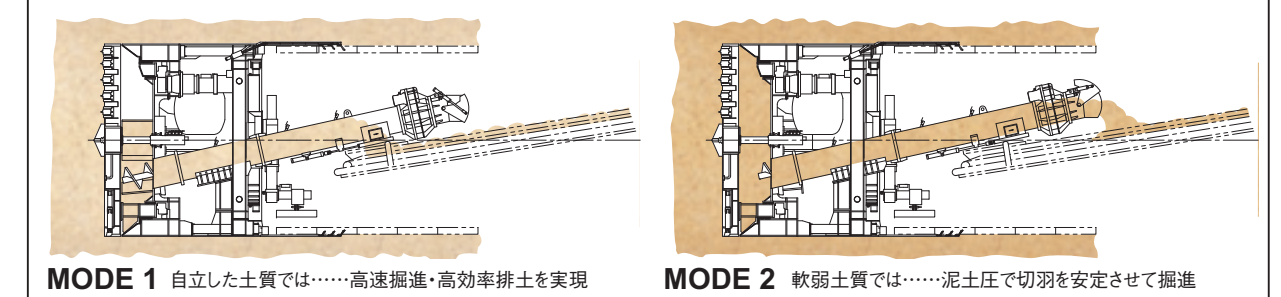
当社はそのトンネル建設220工区で使用するシールド2基を受注し、欧州でのさらなる信頼を獲得することができました。



マシンタイプ	泥土圧シールド(DUAL MODE)×2基	
マシンサイズ	φ8.11m×11.5m	
トンネル用途	鉄道	
場 所	イギリス	
施 主	Union Railways	
施 工	Nishimatsu- Cementation Skanska JV (NCS)	
掘削総延長	7,540.5m	7,546.5m
掘削時期	2002年9月～2004年1月	2002年11月～2004年3月
工 区	Up Line	Down Line



### 【DUAL MODE式掘削形態】



### 納入事例③

## 東京湾アクアライン

日本最大のプロジェクト——  
当社最大の泥水式シールド機が  
成し遂げました。

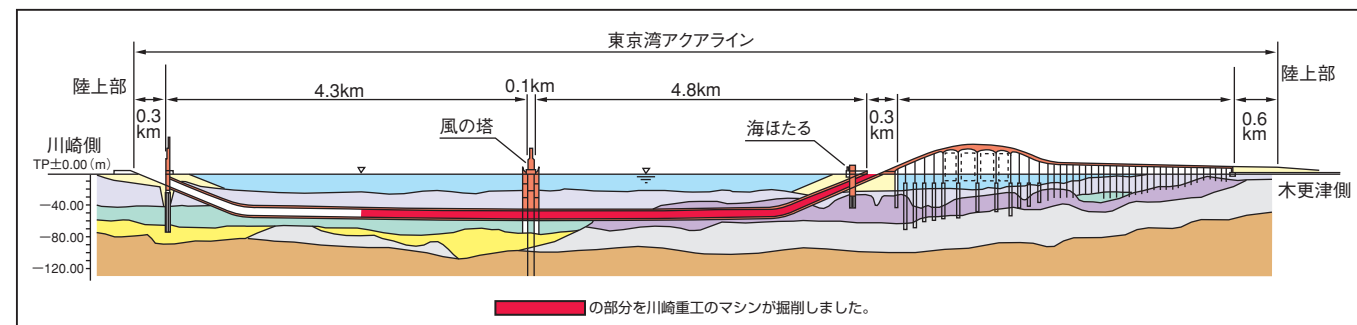
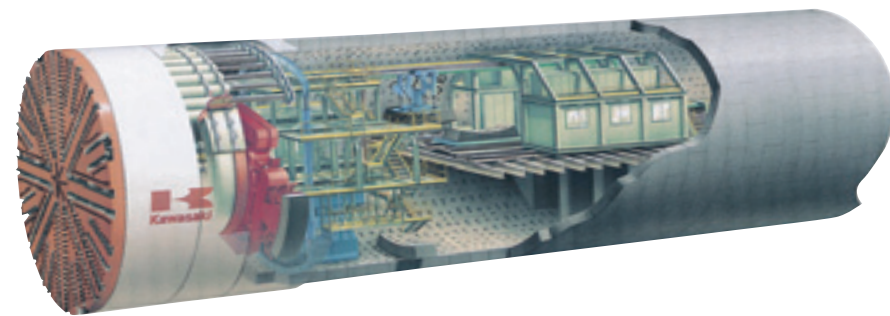
国内では、20世紀最後の大プロジェクトといわれた東京湾アクアライン(全長15.1km)が、1997年に開通しました。

この道路の川崎～海ほたる間9.6kmは、世界最大級の海底シールドトンネルであり、川崎重工の超大口径シールド(マシン外径14.14m、本体機長13.5m) 3基が活躍しました。

超大口径、高水圧(5気圧)、長距離掘進に対応し、地中接合用設備や高精度のセグメント自動組立装置を搭載したシールドは、最先端技術とノウハウが結集されており、日本のシールド技術の集大成であるとの評価を得ました。



マシンタイプ	泥水式シールド×3基		
マシンサイズ	φ14.14m×13.5m		
トンネル用途	道路		
場所	東京湾(川崎—木更津の西側)		
施主	東京湾横断道路株式会社		
施工	前田建設工業・鉄建・フジタJV	西松建設・戸田建設・銭高組JV	鹿島・鴻池組・住友建設JV
掘削延長	2,419m	2,100m	1,800m
掘削時期	1994年10月～1996年4月	1995年4月～1996年7月	1995年4月～1996年6月
工区	中央トンネル木更津北(その1)	中央トンネル川人北(その1)	川崎トンネル川人北(その1)



## 実績

### ■製作口径

用途・目的に合わせ、様々なサイズのマシンを製作しました。

マシンタイプ	口径 (m)					
	0	3	6	9	12	15
1. 泥土圧シールド (1.544m ~ 12.55m)		■				
2. 泥水式シールド (1.124m ~ 14.14m)		■				
3. 礫・岩盤対応シールド (2.13m ~ 10.2m)		■				
4. シールド型TBM (2.0m ~ 8.78m)		■				
5. オープン型TBM (4.8m ~ 12.84m)		■				

### ■長距離・高水圧・高速施工実績

プロジェクト：東京電力株式会社  
東西連係ガス導管新設工事

場所：東京湾富津工区

掘削時期：2003年11月～2005年3月

マシン：φ3.62m泥水式シールド

掘削延長：9,030m

土質条件：砂質土、粘性土、礫

水圧：0.67MPa(最大)

最高月進：1,168m/月

平均月進：665m/月



### ■大断面・長距離施工実績



プロジェクト：首都高速道路株式会社  
中央環状品川線  
シールドトンネル(北)工事

場所：東京都品川区八潮～目黒区青葉台

マシン：φ12.55m泥土圧シールド

掘削延長：8,030m

土質条件：砂礫、中砂、上総層群泥岩、  
上総層群砂岩

水圧：0.5MPa

最小曲線半径：R=230m

## カッタービット

あらゆる地盤に対応できる刃先形状や超硬チップの配置方法について、多くの経験と実績をベースに決定しています。また、長距離掘進に対応した超硬チップの耐摩耗性向上対策も合わせて検討しています。



先行カッター(一般)



先行カッター(強化)



先行カッター(NOMST)



センターカッター



ティースカッター(はり刃)



ティースカッター(さし刃)

## カッタービット交換装置

シールド機内バルクヘッド部に設けたマンホールより、作業員がカッターディスク内に入り、簡易な治具を使って摩耗したカッタービットの交換作業を行います。本装置により摩耗したビットの交換はもちろん、切羽状況に適したビットへの交換も可能となります。

### ■特長

- ①交換時間が短い
  - 専用交換治具と汎用エアツールの使用
- ②高い止水性と安全性
  - 包囲ゲートと止水シールの多段配置
  - 止水確認バルブと誤操作防止対策
- ③強靱な耐久性
  - 実験機で10万回载荷耐久試験をクリア
- ④省スペース
  - 必要最小限のコンパクト設計
- ⑤最外周部にも対応
  - 傾斜配置により角部にも配置可能



カッタービット交換装置



交換ビット引込状態



カッタービット交換作業

## ディスクローラーカッター

これまでの巨大礫層・岩盤層での豊富な実績をもとに、最適な形状のものを準備しています。



ローラーカッター  
(リング交換型/1リング)



ローラーカッター  
(リング交換型/2リング)



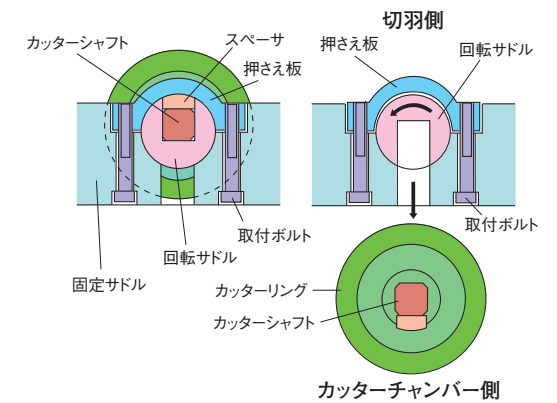
ローラーカッター  
(チップインサート型)



センターカッター  
(カンチレバー/チップインサート型)

### ■簡単なカッター交換

機内から安全、容易にカッター交換できるように、回転サドル式のカッター取付機構を開発しました。このため、崩壊性地層内でも切羽に出ることなく、安全にカッターを交換できます。



## カッター及び中折れ部の軸受シール

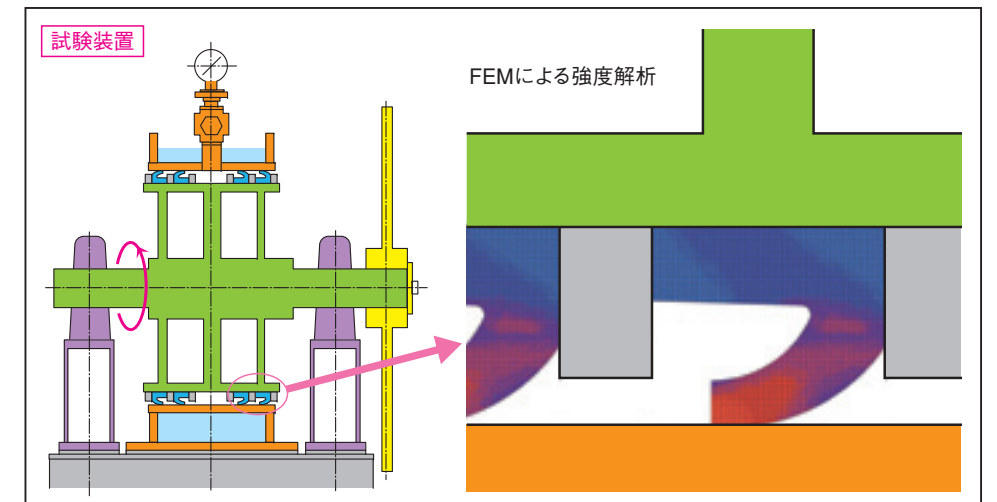
### ■高圧・高速回転・長距離掘削に対応

豊富な実績を誇る従来のシールに加え、大深度高水圧環境やカッター高速回転による掘削・長距離掘削といったより厳しい掘削条件にも対応可能な軸受シールを開発・用意しています。

英仏海峡トンネルや東京湾アクアライン等の海底長距離掘削を完遂させたマシンにも活かされており、高い評価を受けています。



軸受シール高圧耐久試験





ご照会に際して (ご照会にあたっては、以下の項目をご連絡ください)

#### ■Client Information

企業名 \_\_\_\_\_  
担当者 \_\_\_\_\_  
連絡先 TEL. \_\_\_\_\_  
E-Mail \_\_\_\_\_  
Website \_\_\_\_\_

#### ■Project information

国 \_\_\_\_\_  
注文主 \_\_\_\_\_  
工事名 \_\_\_\_\_  
用途  地下鉄  道路  導水路・貯水池  上下水  
 電力・ガス  共同溝  その他 ( \_\_\_\_\_ )  
発注予定時期 \_\_\_\_\_  
マシン納期 \_\_\_\_\_

#### ■Machine Information

マシンタイプ  オープン型TBM  シールド型TBM  泥土圧シールド  
 泥水式シールド  岩盤泥土圧シールド  岩盤泥水式シールド  
 特殊シールド  その他 ( \_\_\_\_\_ )

マシン数 \_\_\_\_\_  
掘削径 \_\_\_\_\_  $\phi$ m  
施工延長 \_\_\_\_\_ m  
勾配 \_\_\_\_\_ ‰  
最小曲線半径 \_\_\_\_\_ m  
土被り \_\_\_\_\_ m  
地下水位 \_\_\_\_\_ GL. \_\_\_\_\_ m  
土質 土質名 \_\_\_\_\_  
最大礫径 \_\_\_\_\_ mm  
N値 \_\_\_\_\_  
一軸圧縮強度 \_\_\_\_\_ MPa

セグメント  半径方向  軸方向  
材質 \_\_\_\_\_  
寸法 \_\_\_\_\_  
外径 \_\_\_\_\_ m / 内径 \_\_\_\_\_ m / 幅 \_\_\_\_\_ m

詳細資料  地質縦断図  地質柱状図  路線平面図  
特記事項 \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

●お問い合わせ先

## 川崎重工業株式会社

装置・土木機械本部

<http://www.khi.co.jp>

東京本社 〒105-6116 東京都港区浜松町2丁目4番1号(世界貿易センタービル)  
土木機械営業課 TEL:03-3435-2387

関西支社 〒530-0004 大阪市北区堂島浜2丁目1番29号(古河大阪ビル)  
土木機械営業課 TEL:06-6348-8255