

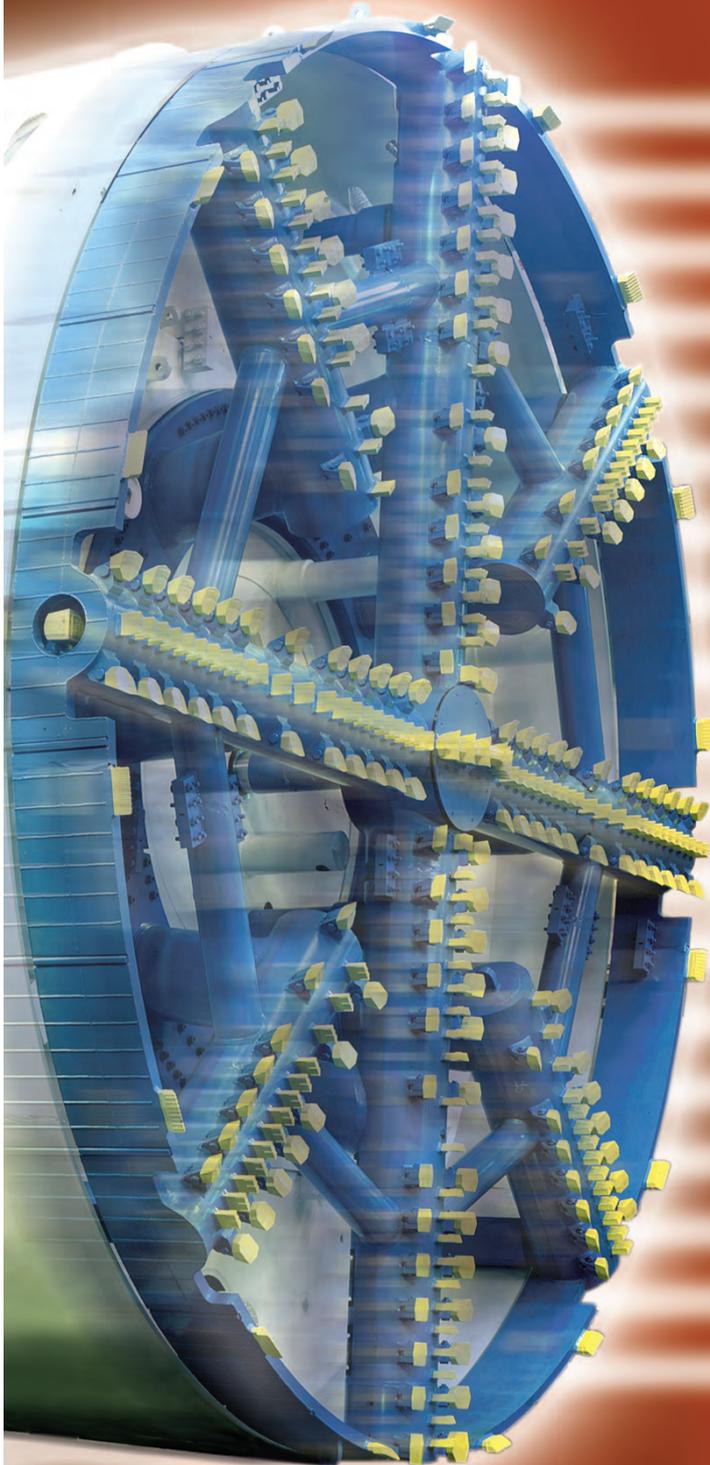


JFE

JFE エンジニアリング 株式会社  
JFE Engineering Corporation

# シールド掘進機

JFE SHIELD TUNNELLING MACHINE



**JFE**  
**SHIELD**  
**TUNNELLING**  
**MACHINE**

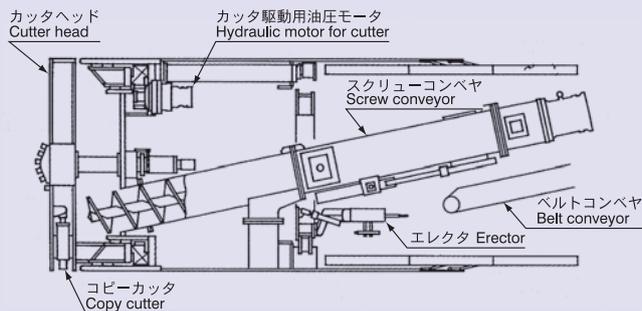
# 機種概要

## Outline of the machines

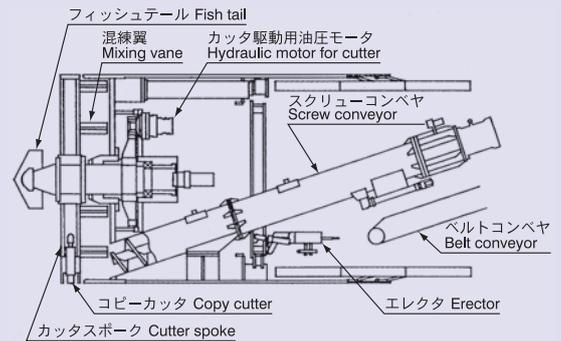
### 密閉型 Closed-face type

#### 泥土圧式シールド Earth Pressure Balanced shield Machine

##### 中間支持タイプ Intermediate Support Type

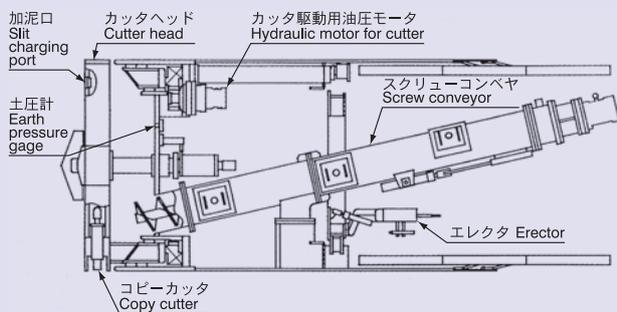


##### センターシャフトタイプ Center Support Type

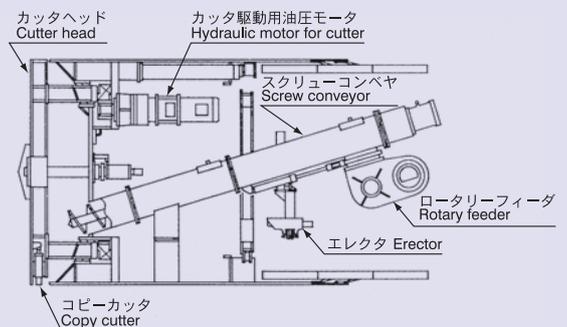


#### スクリューコンベヤ排土方式 Type of Muck discharging

##### スライドゲート方式 Sliding Gate Type

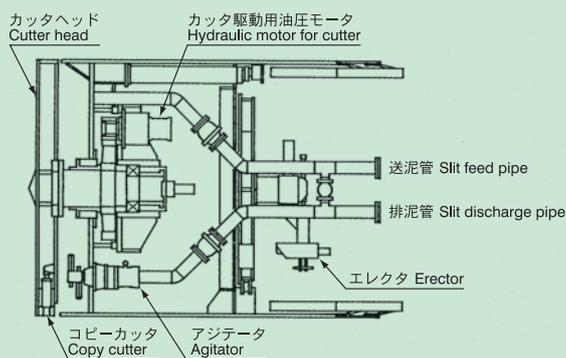


##### ロータリーフィーダ方式 (噴発防止対策) Rotary Feeder Type with burst preventor

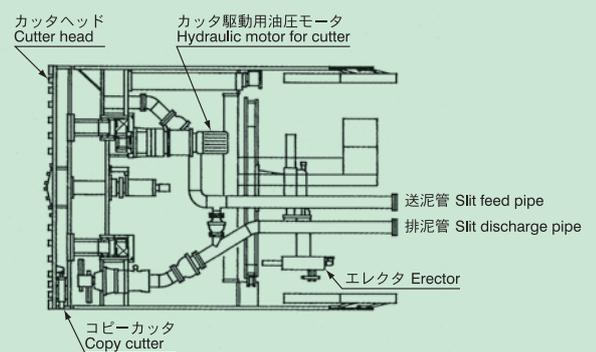


#### 泥水式シールド Slurry Shield Machine

##### センターシャフトタイプ Center Support Type

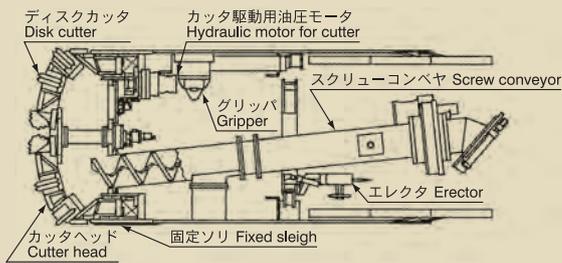


##### 中間支持タイプ Intermediate Support Type

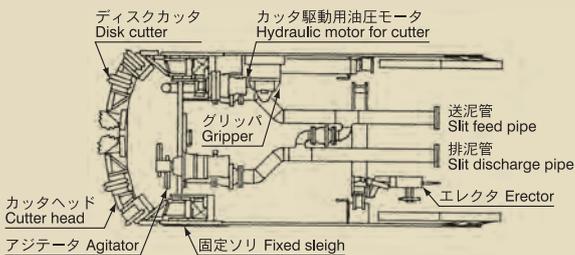


## 複合地盤対応シールド Composite-Ground-Dedicated Shields

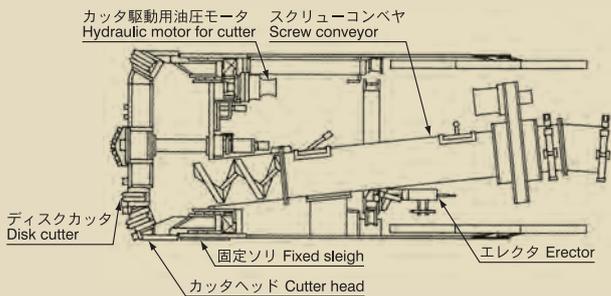
### 岩盤用泥土圧式 Earth Pressure Balanced Type for Bedrock



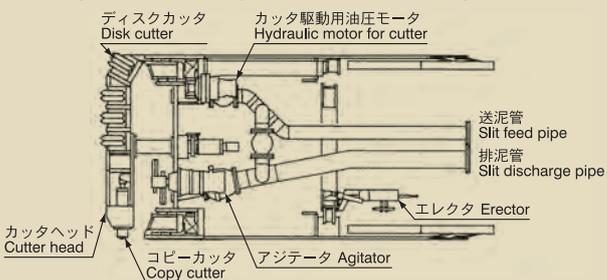
### 岩盤用泥水式 Slurry Pressure Type for Bedrock



### 礫用泥土圧式 Earth Pressure Balanced Type for Gravel Layers

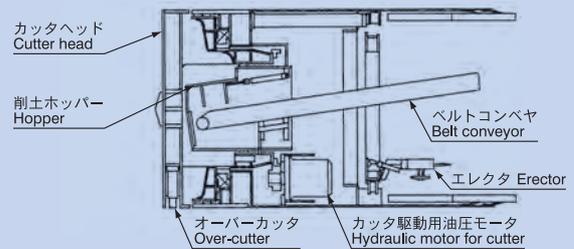


### 礫用泥水式 Slurry Pressure Type for Gravel Layers

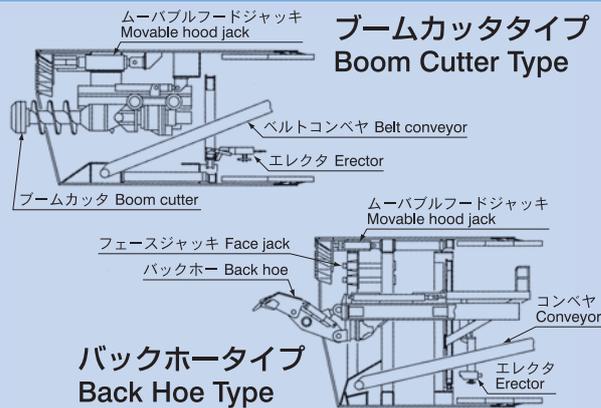


## 開放型 Open-face Type

### 機械掘り式シールド Mechanical Excavation Shields

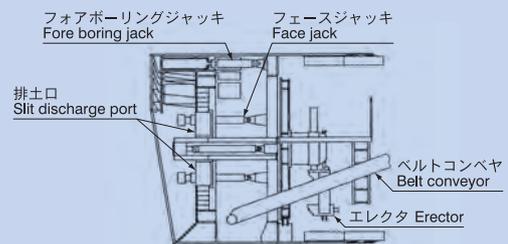


### 半機械掘り式シールド Semi-Mechanical Shields

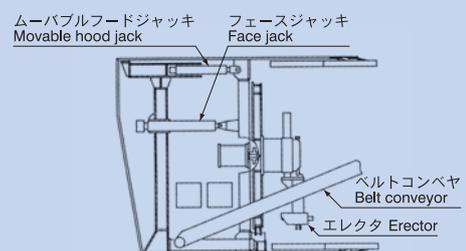


### バックホータイプ Back Hoe Type

### ブラインド式シールド Blind Shields



### 手掘り式シールド Hand Excavation Shields

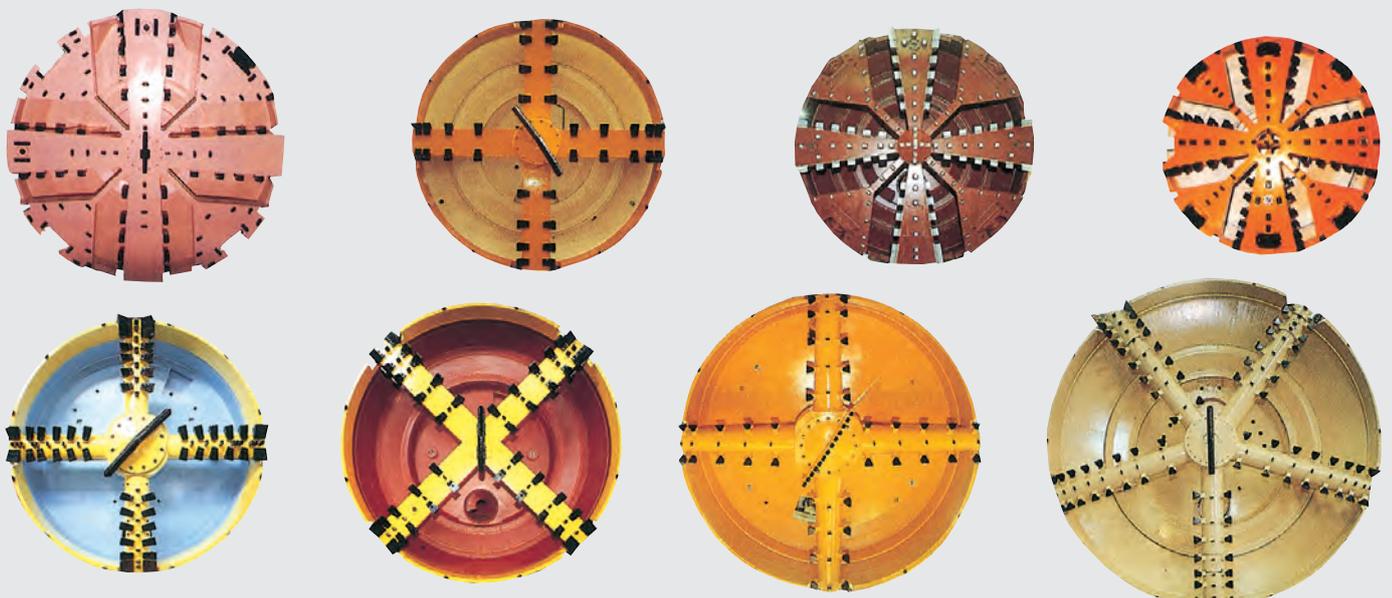
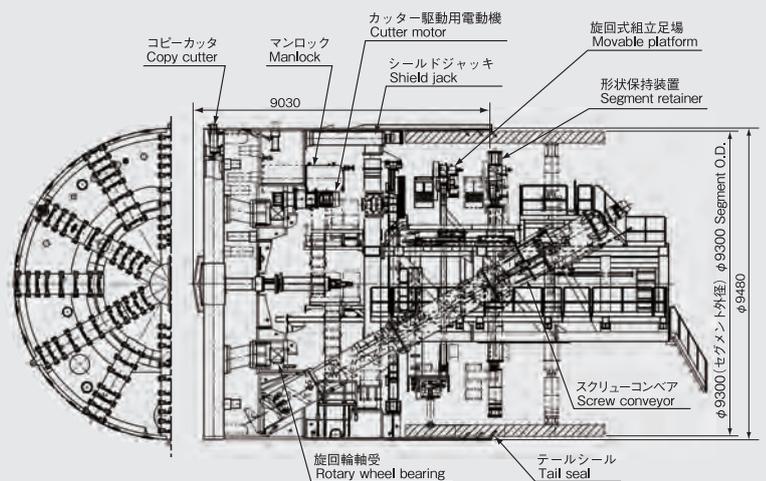
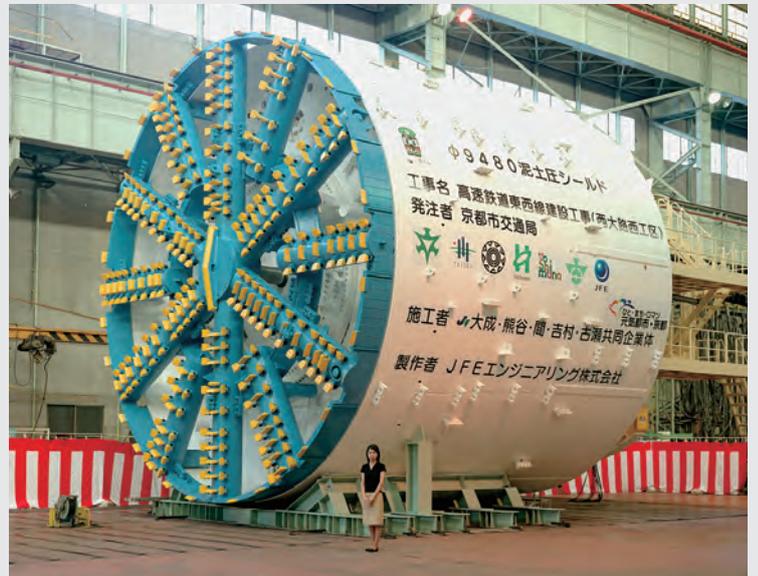


# 泥土圧式シールド Earth Pressure Balanced Shield Machine

泥土圧式シールドは掘削土によりチャンバーを充填し、削土の塑性流動化を利用して地山土圧に対抗し切羽を安定させ、排土はスクリーコンベアにより行ないます。この排土管理により、切羽土圧を適性に維持する方式です。

削土のマトリックスが砂質土で、内部摩擦が発生し、削土のみでは塑性流動性が困難な土質では、切羽に塑性流動性を助長するため、加泥材を注入し土圧バランスが行なえる様になります。JFEでは、注入はカッターヘッド全面より行ない、削土と加泥材の混練効果を高めています。

Tunneling with a earth pressure balanced shield is done by filling a chamber with excavated soil to take advantage of the plastic fluidity of this soil to stabilize the face against the earth pressure of the ground and discharging the soil by a screw conveyor. The discharge of the excavated soil is controlled to appropriately maintain the face earth pressure. The matrix of the excavated soil is sandy soil that produces internal friction. In soil where plastic fluidity is not easily achieved using only excavated soil, pressurized mud is injected in order to raise the plastic fluidity on the cutting face, maintaining a balance with the earth pressure. JFE performs injection on the entire cutter head surface, increasing the effectiveness of mixing pressurized mud with the excavated soil.





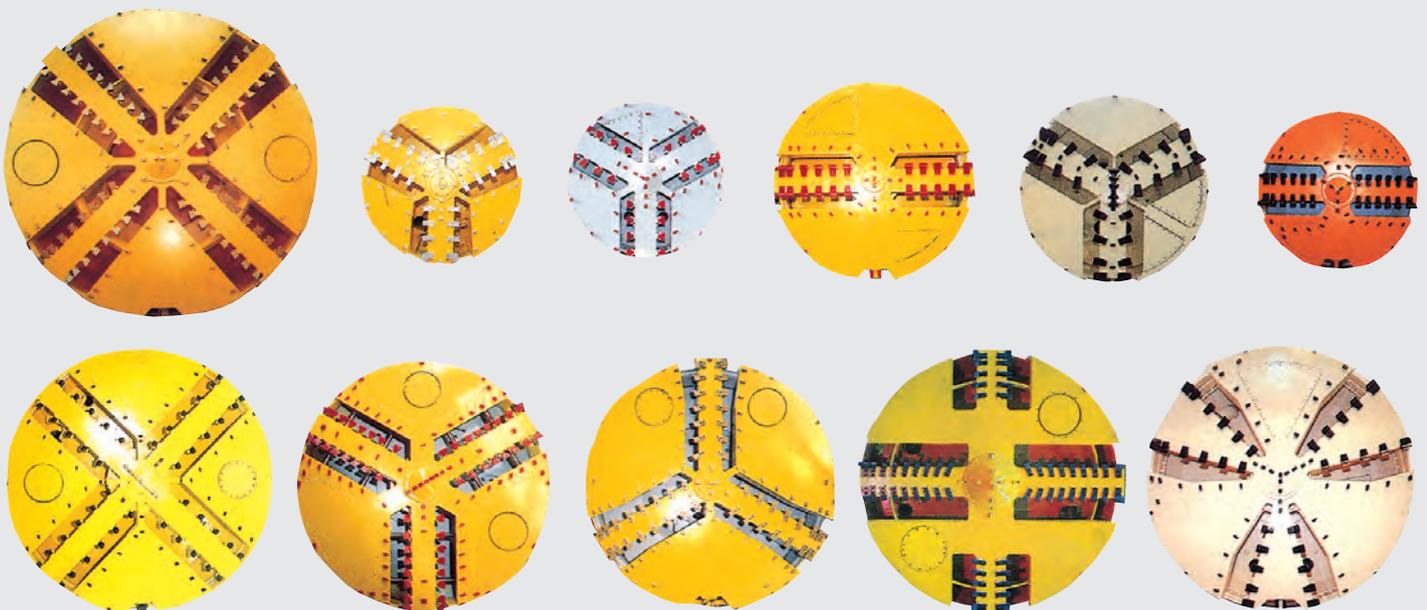
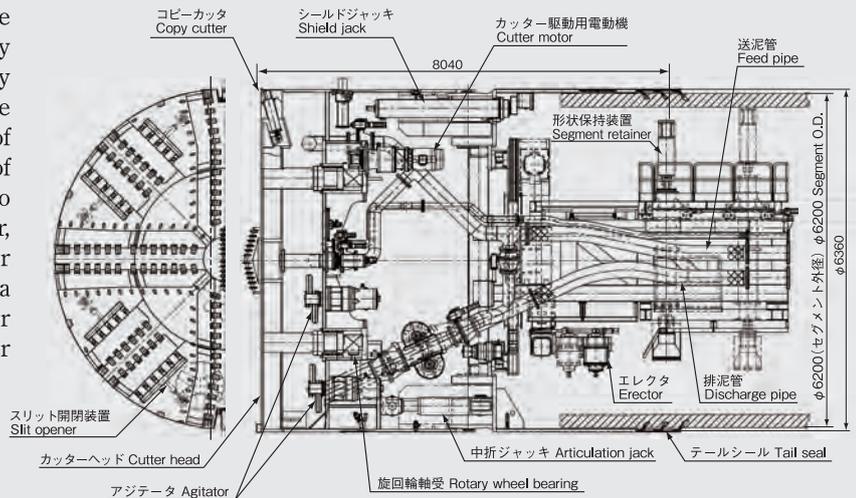
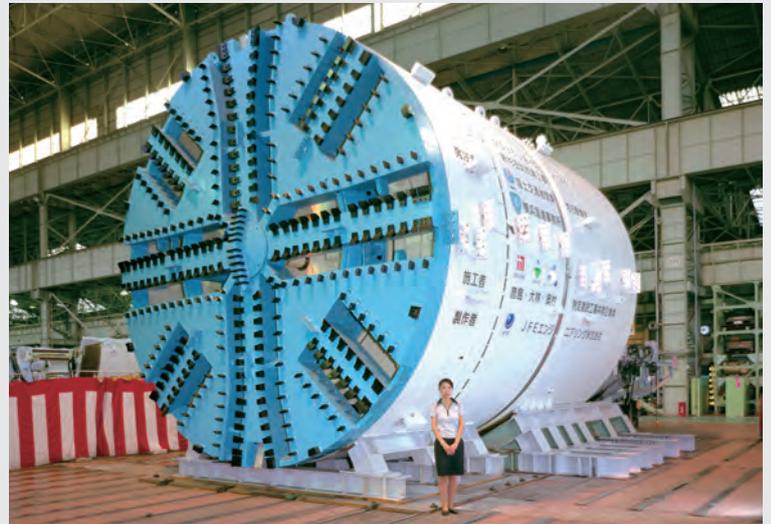
# 泥水式シールド Slurry Shield Machine

泥水式シールドは、バルクヘッドで遮閉されたチャンバー内を加圧泥水で満たし、ベントナイト泥水の特徴を利用して、切羽の土圧、水圧と対抗して切羽安定を図り、削土を環流泥水によりスラリー輸送するものです。

切羽安定の特性から適用土質の範囲が広く、あらゆる地盤に対応ができます。

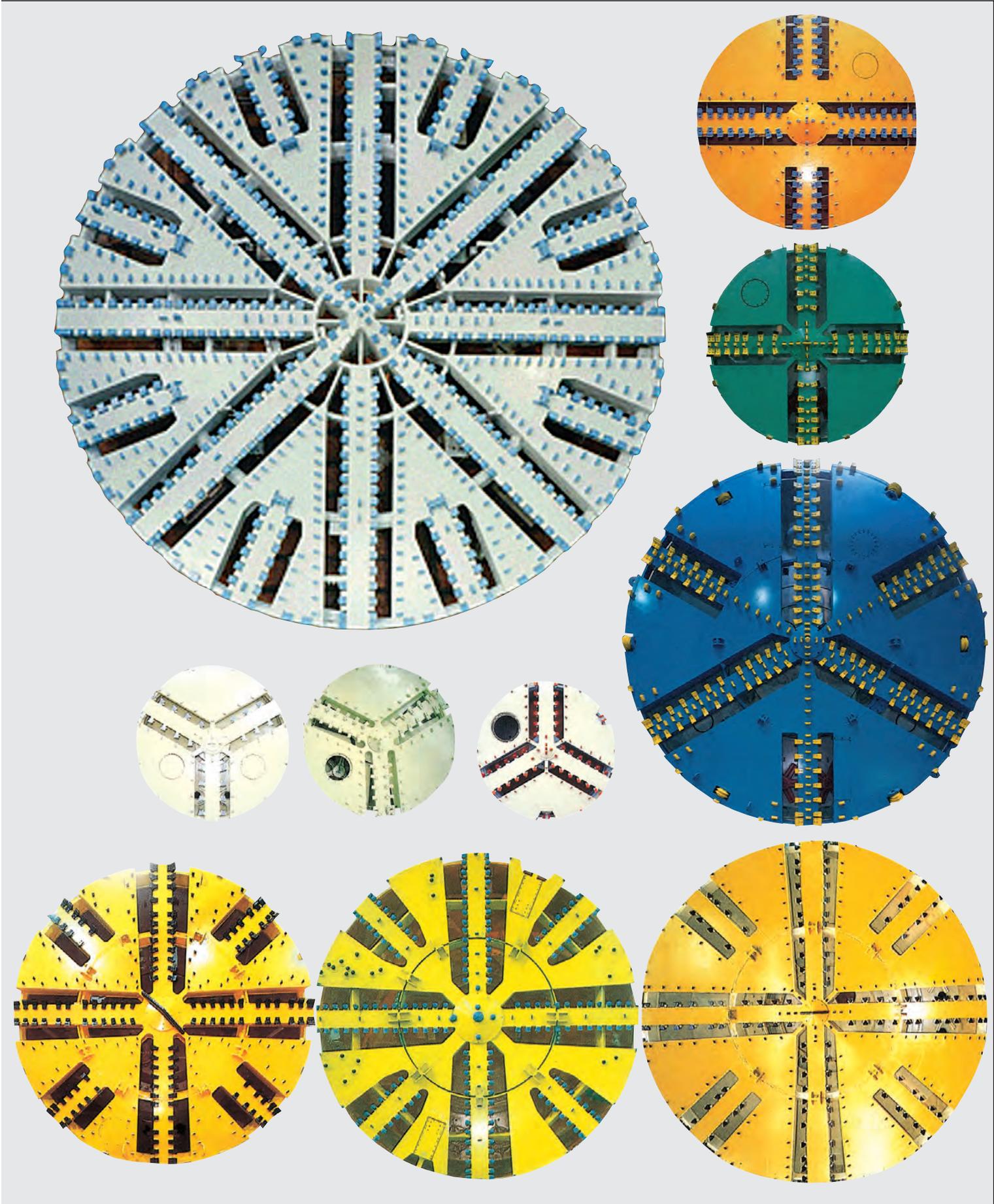
JFEでは、口径規模、土質特性によりパワーソースは油圧、電動の両方式、カッタ駆動機構はセンタシャフト方式、中間支持方式、周辺支持方式、の組合せにより最適なものが選べます。

Tunneling with a slurry shield machine is done by filling a covered chamber on its bulkhead with pressurized bentonite, taking advantage of the properties of this slurry to resist the earth pressure and the water pressure of the cutting face, thereby stabilizing the face, and using the circulating slurry to discharge the excavated soil. Thanks to its face stability characteristics, it can be used in all kinds of ground, because it is applicable to a wide range of soil types. JFE can provide the system best suited to every application by selecting the shield diameter, using either a hydraulic or an electrical power source according to soil properties, and offering a choice of three cutter drive mechanisms: center support type, intermediate support type, or outer support type.



1 m

# JFE SHIELD TUNNELLING MACHINE



# 偏心多軸(DPLEX)シールド DPLEX Shield Method

偏心多軸シールドの掘削機構は、複数のカッタ回転軸に固定されたクランク状の回転子の先端にカッタヘッドを支持し、回転軸を回転させるとカッタヘッドは平行リンク運動により地山を掘削します。

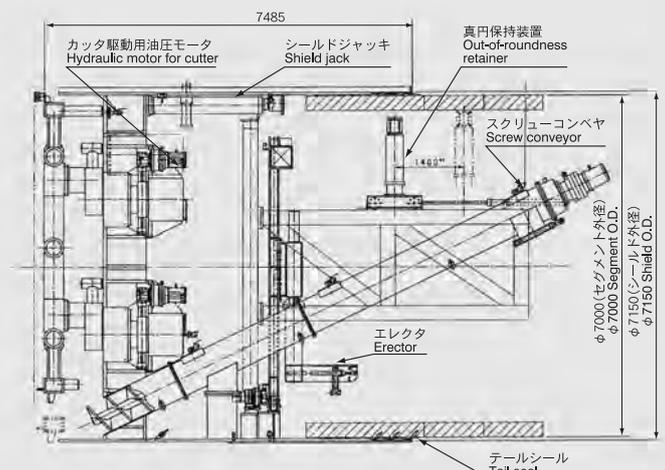
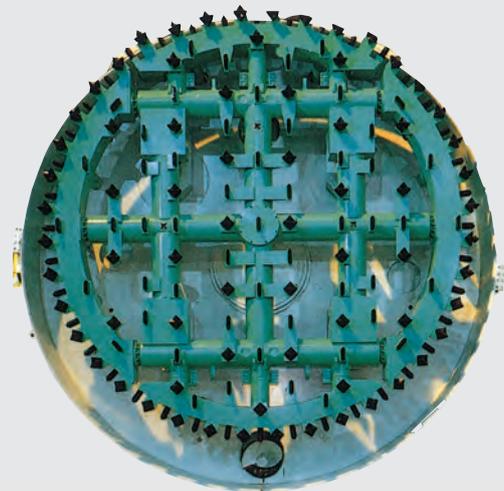
## 特徴

- ① 任意断面の掘削が可能  
カッタ駆動軸の位置、回転半径およびカッタヘッド形状を選定することにより、任意の断面形状の掘削が可能となります。
- ② 環境保全や経済性に優れる  
地下の制約条件に応じ、目的に合った合理的な断面形状を選べ掘削土量の低減も可能で経済性に優れています。
- ③ 消費電流が少なく経済的  
カッタ回転半径が小さいので、切削トルクを軽減でき、出力も小さく、消費電流も少なく経済的です。
- ④ 長距離掘進が可能  
カッタの回転半径が小さいので、ビットの摺動距離が短くなり、ビットの摩耗も少なく、従来に比べ長距離掘進が可能となります。

A DPLEX shield tunnels by supporting the cutter head on the tip of crank-shaped rotating elements that are fixed to multiple cutter rotation shafts, and when the rotation shafts are rotated, the cutters excavate the ground by their parallel link motion.

## FEATURES

- ① Excavation at any cross section  
By selecting the position of the cutter drive shafts, rotation diameter, and cutter head shape, it can be used to cut a cross section with any shape.
- ② Excellence in environmental conservation and economic performance  
The quantity of soil excavated can be reduced to lower costs by selecting a cross section shape rationally suited to its purpose and accounting for restrictive underground conditions.
- ③ Low electric power consumption & low costs  
Thanks to the small radius of rotation of its cutters, it can lower cutting torque and reduce output, using less electric power to reduce costs.
- ④ Long distance tunneling  
Thanks to the small radius of rotation of its cutters, the abrasion distance of its bits is short, reducing friction on the bits, permitting longer distance tunneling than in the past.



## 機械的接合シールド Mechanical Shield Docking Method

機械的接合シールド機は、両方向から掘進してきた2台のシールド機を、地中内で地盤改良などの補助工法なしに直接接合する工事に用います。

接合機構であるスライドフードの貫入または受入れによる、機械的な接合により地下水や土砂の浸入を防ぎます。

### 特徴

- ① 立坑が不要  
地上に影響のない地中での接合を行うことにより接合用立坑が不要である。  
立坑用地の確保が困難な施工環境にも採用可能。
- ② 補助工法が不要  
従来、地中で接合を行う場合、地下水や土砂の浸入を防ぐために種々の地盤改良などの補助工法を必要としていたが、シールド機の前端部をフードにより直接接合するので、補助工法が不要である。
- ③ 安全かつ経済的  
地盤改良などの補助工法が適さない土質でも、改良を必要とせず、また、接合用立坑も不要であり、安全かつ経済的である。  
大深度掘進が可能
- ④ 接合時に立坑や地盤改良などの補助工法を必要としないので、立坑の構築や地盤改良の困難な大深度の掘進が可能。

A mechanical joint shield machine is used to directly connect two shields tunneling from opposite directions without supplementary work such as underground soil improvement work. Ground water and soil are prevented from entering the tunnel by inserting or receiving a slide hood that is the connection mechanism to form a mechanical connection.

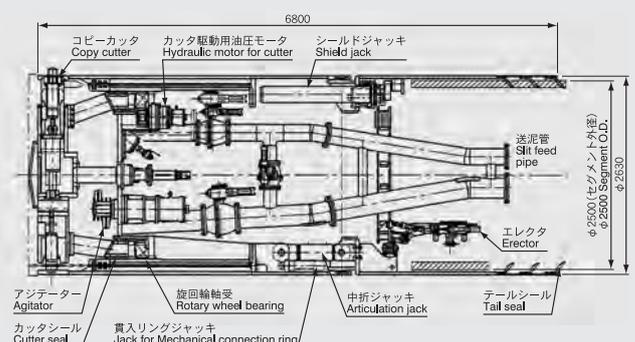
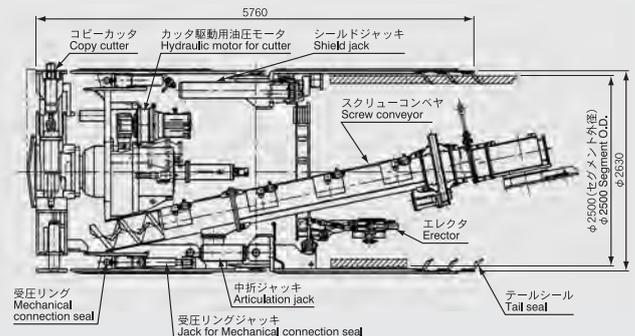
### FEATURES

- ① No vertical shaft  
A connection use vertical shaft is unnecessary because the connection is formed underground where it has no effect on the surface. It can be applied in execution environments where it is difficult to obtain land for a vertical shaft.  
No supplementary work
- ② When forming a connection underground, it has been necessary to execute supplementary works such as various kinds of ground improvement to keep ground water and soil out of the tunnel space, but because the front ends of the shield machines are connected directly by a hood, such supplementary work is unnecessary.  
Safe and economical work  
It is safe and economical, because even soil unsuited for ground improvement and other supplementary work does not require improvement and it eliminates the need for a connection use vertical shaft.  
Permits deep tunneling  
Because a connection can be formed without a vertical shaft and supplementary work such as ground improvement, it can be used for tunneling in extremely deep ground where it is difficult to construct a vertical shaft or execute ground improvement.
- ③
- ④

〈貫入側〉 Insertion side



〈受入側〉 Receiving side



# 礫シールド Gravel Shields

礫層の掘進はシールド機にとってもっとも過酷で難しい地層です。従って、掘進機には高度の性能が要求される機種です。

礫層を掘進するビットは高度の耐摩耗性、耐衝撃性が要求されます。これらに対応するため、礫用ビットは超硬チップをシャンクに埋込んだ二重差刃方式を採用しています。また、カッタヘッドの保護のため背面摩耗防止用ビットや、硬層肉盛による摩耗保護を施しています。

## 特徴

- ① 破碎による掘進速度の低下を防止するため、礫は可能な限り原寸法のまま排出する。
- ② 原形排出が困難な場合は、ディスクカッタにより礫を圧砕する。
- ③ ディスクカッタの効果的配置をする。
- ④ 地山条件により、カッタディスク形状をフラット型、セミドーム型、ドーム型より選定する。
- ⑤ カッタビットは、耐摩耗性や欠損対策を考慮して、二重差し刃や、交換がし易い構造を採用している。
- ⑥ カッタディスクやスリット周辺部は摩耗防止のため、超硬チップ埋込や硬層肉盛により保護している。

A gravel stratum is the type of ground that is most difficult to tunnel using a shield machine. Therefore, a tunneling machine used in such ground must provide extremely high performance.

A bit used to drill in gravel must have high abrasion resistance and impact resistance. The gravel bit used to meet these requirements uses the double insertion blade method: inserting a super-hard tube inside the shank. And the cutter head is protected by applying a back surface abrasion prevention use bit and by building a hardened layer for abrasion protection.

## FEATURES

- ① To prevent reduction of tunneling speed necessary to crush the gravel, the shield discharges the gravel in its original dimensions as much as possible.
- ② When it is difficult to discharge gravel in its original form, it is crushed by a disk cutter.
- ③ Disk cutters can be arranged effectively.
- ④ The disk cutter shapes can be flat, semi-dome, or dome according to the ground conditions.
- ⑤ To prevent abrasion and damage, the cutter bits are double blades or those constructed so they can be easily replaced.
- ⑥ The cutter disk and material around the slit are protected from abrasion by imbedding super-hard chips or by building a hardened layer.

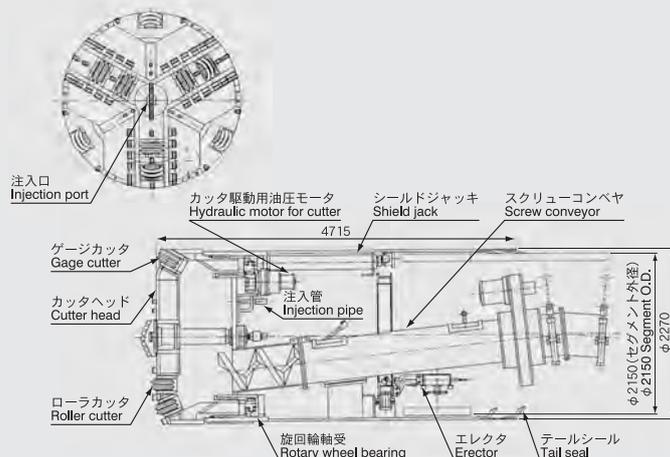
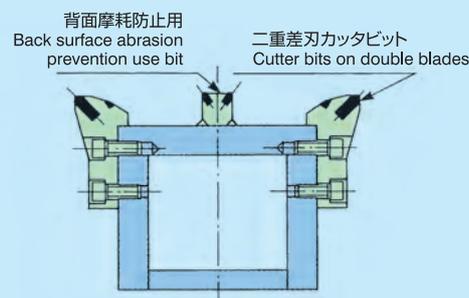
## 礫用ビット取付図

礫用ビットは耐摩耗性を考慮して二重差刃としているほか、背面摩耗防止ビットを採用して保護している。また交換が容易に行えるようにスポーク側面にたて置きに取付けてあり、チャンバー内より交換作業が可能である。

## Gravel bit attachment diagram

To boost the abrasion resistance of gravel bits, protection is provided by, in addition to double insertion blades, back surface abrasion prevention use bits.

They are attached in vertical direction on the sides of spokes so that they can be replaced easily, permitting their replacement from inside the chamber.



## 複合地盤対応シールド Composite-ground-dedicated Shields

JFEの複合地盤用シールド機は、硬岩層、巨礫層の圧砕掘削と堆積層の掘進に対応できるシールド掘進機です。いままでに一軸圧縮強度で2000kgf/cm<sup>2</sup>以上の花崗岩層を掘進貫通した実績があります。

### 特徴

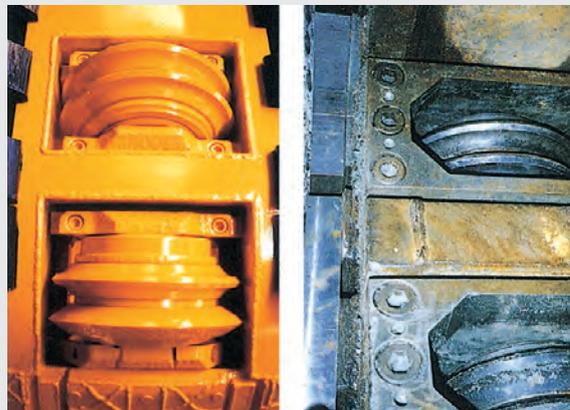
- ① ドーム型カッタヘッドの位置特性に合せた、ディスクカッタを装着し圧砕効果を上げています。
- ② ディスクカッタ、カッタビットはすべてチャンバー内より交換が可能です。
- ③ カッタ駆動部は、大口径の三軸ローラーベアリング支持により大推力、大トルクが発生できます。
- ④ 切羽への添加剤注入はカッタヘッド全面より行なえます。
- ⑤ 中折機構とドーム型カッタヘッドの採用により急曲線施工や方向制御が容易に行なえます。
- ⑥ 硬岩層の掘進対策としてローリング防止用グリッパが装着できます。

JFE provides two types of shield machines for composite ground: a type that tunnel by crushing layers of hard rock and large boulders and another type used to tunnel sedimentary ground.

These machines have been used to tunnel through granite strata with unconfined compressive strength in excess of 2,000kgf/cm<sup>2</sup>.

### FEATURES

- ① Good crushing effects by installing disk cutters matched to the characteristics of the location of the dome type cutter head.
- ② Replaceable disk cutters and cutter bits inside the chamber.
- ③ Generation of large drive force and large torque by supporting the cutter drive unit by a large diameter three shaft roller bearing.
- ④ The admixture injection to the cutting face available on the entire surface of the cutter head.
- ⑤ Simple execution of sharp bends and direction control by applying articulation mechanism and dome type cutter head.
- ⑥ Attachment of a rolling prevention gripper to improve drilling of hard rock layers.



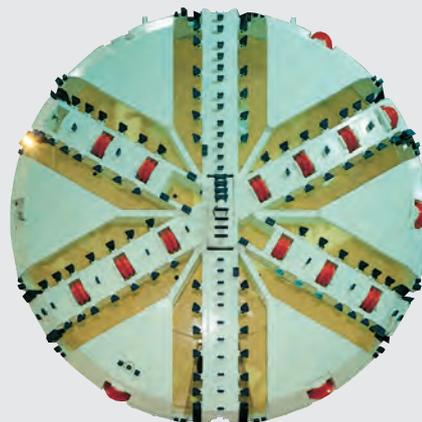
破砕掘進状況 Crushing tunneling



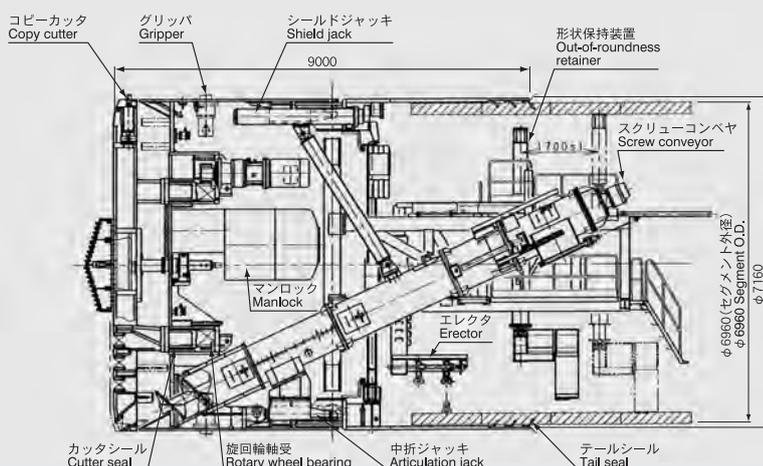
ディスクカッタ  
Disk cutter



破砕礫 Crusher



# 長距離対応シールド Long-distance excavation Shield

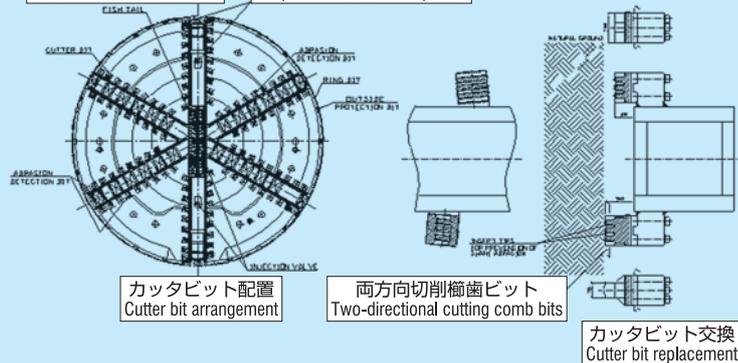


## S'Pore環境庁殿向下水道DTSS-T02 φ7160泥土圧 長距離カッタビット

The sewer system DTSS-T02 φ7160 EPB  
manufactured for the Singapore Environment Agency  
long distance cutter bit

ローラカッタ取付可能  
Disk cutter can be attached

外周ビット交換可能  
Peripheral bits can be replaced



シンガポール下水道向φ7.16m泥土圧シールドは、非常に摩耗性の高いOldalluvium（硬質堆積マサ土）での7.7kmの長距離施工（泥土圧シールドでは世界最長級）に使用されました。摩耗性の高い土質における長距離施工に対応するため、カッタビットには、摩耗強度の高い両方向切削歯ビットを採用しています。また、途中での交換を容易にするため、カッタビットは角形ビットでありながら、ボルト固定構造となっています。さらに通常は簡単に交換出来ない外周ビットやセンターカッタもボルト固定や分割構造を採用することで、交換を容易にしています。土質の変化（ボルダーや花崗岩の出現）に対応するため、カッタスポークはローラカッタ取付可能となっています。掘削時間の短縮のため、カッタ装備トルクを高めると共に、カッタモータをインバータ制御とすることで、カッタ回転数を可変とし、土質に合った掘進を可能としています。また、施工時間の短縮のため、本体をテレスコ構造とすることで、セグメント組立中の掘進も可能としています。

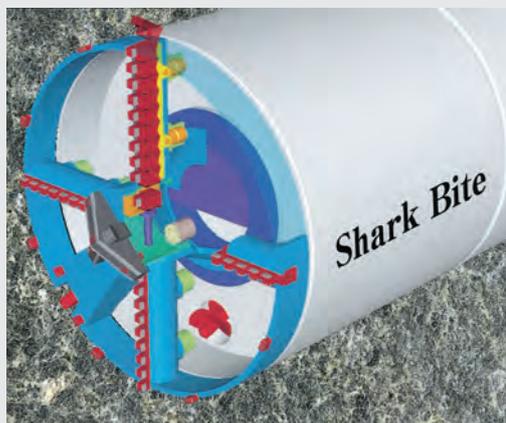
A earth pressure balanced shield with diameter of 7.16m provided to construct a sewer system in Singapore has been used for long distance tunneling of 7.7km (world's longest earth pressure balanced tunnel) in old alluvium (hard alluvial decomposed weathered granite) that is extremely abrasive. In order to execute long distance tunneling in such highly abrasive soil, the cutter bits were two-directional cutting comb bits with high abrasion resistance. And to simplify replacement during tunneling, the cutter bits were rectangular and fixed in place with bolts. Peripheral bits and center cutters are usually difficult to replace, but their replacement is further simplified by using bolt anchored types with a divided structure. Disk cutters can be installed on the cutter spokes to respond to changes in soil quality (boulders and blocks of granite).

To speed up tunneling, the cutter system torque is increased and the cutter motor is inverter controlled to vary the cutter rotation speed, permitting tunneling suited to soil quality. To further reduce execution time the main shield machine has a telescoping structure that permits

## 長距離高速掘進対応技術

## Long-distance high speed tunneling technology

### 機械式ビット交換（シャークビット工法） Mechanical bit replacement (Shark bite method)



シールドトンネル工事では、立坑築造のコスト縮減や立坑用地確保の問題などから、延長が2,000m～3,000m以上の長距離になってきています。

シールド掘進機のカッタービットは、掘進延長が長くなれば摩耗量も増大し、摩耗が限度を超えた場合交換が必要となります。カッタービットの交換は、立坑を造って行う方法、地盤改良をして切羽で行う方法、特殊な機械装置により行う方法などがありますが、高コスト・不安定性・長期間の工期といった問題がありました。

「シャークビット工法」は、鯨の歯のようにカッタービットを何回でも再生できる交換方法です。新しいカッタービットを内周側から一個ずつカッタースポークに押し込み、摩耗した外周側のカッタービットを地山に押し出し交換ができます。摩耗だけでなく掘削地山の土質の変化にも簡単に対処できる経済性と施工性に優れた工法です。また、センタービットは、摩耗した分だけ前方に押し出し再生します。

さらに、地山に押し出された残置カッタービットは、回収装置を取り付ければ回収も可能です。

(※本システムは五洋建設株式会社と共同開発)

Shield machines are now being used to bore tunnels between 2,000m and 3,000m and even longer to lower with the high cost of constructing vertical shafts and respond to the difficulty of obtaining land for these shafts.

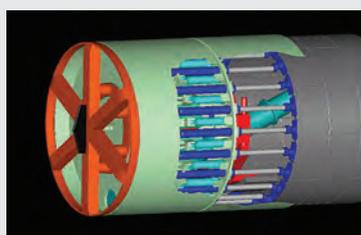
The cutter bits on a shield tunneling machine must be replaced when, in an extremely long tunnel, the bits suffer great abrasion that exceeds their abrasion limit. Cutter bits are replaced by various methods: constructing a vertical shaft, improving the ground to replace them at the cutting face, and using special equipment, but these are high cost, dangerous, and time-consuming methods.

The shark bite method is a replacement method that permits cutter bits to be reused several times like shark teeth. New cutter bits can be inserted into the cutter spokes one at a time from the inside, and worn down peripheral side cutter bits can be pushed out into the ground and replaced. This method is economical and simplifies the work, by allowing simple measures to deal with not only abrasion, but with fluctuations of the soil quality in the ground being tunneled. And only that part of the center bit that has suffered from abrasion can be pushed out and reused.

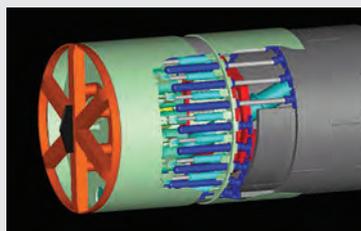
The cutter bits that are pushed out and left in the ground can be recovered if a recovery device is attached.

(※This system was jointly developed with Penta-Ocean Construction Co., Ltd.)

### 同時掘進システム Simultaneous tunneling system



同時施工開始前  
Before start of simultaneous execution



掘進・組立同時施工  
Simultaneous boring and assembly

### シールド掘進とセグメント組立を同時施工 前胴と後胴をテレスコピックに連結し高速施工を実現

シールド本体を前後に2分割し、各々別個に推進可能とすることで、後胴でのセグメント組立中も、前胴の掘進が行えるようになりました。

これにより、シールド掘進とセグメント組立の同時施工が可能となり、施工時間の大幅な短縮が実現出来るようになりました。

掘進時間をA、セグメント組立時間をBとすると、従来施工時間は、A+Bですが、同時施工を行うことで、施工時間はA(B)\*+Cとなり、大幅な時間短縮が可能となります。

注\*：AとBのいずれか大きい方

Cはテレスコ部の縮時間（AやBに較べかなり短い）

### Simultaneous execution of shield boring and segment assembly Telescopic linking of the front and back parts achieves high speed

This shield machine is divided into front and back parts so they can be propelled separately, permitting the front part to continue to bore the tunnel while the back part is used to assemble the segments.

This permits simultaneous shield tunneling and segment assembly, sharply reducing construction time.

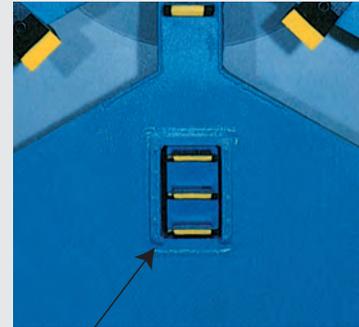
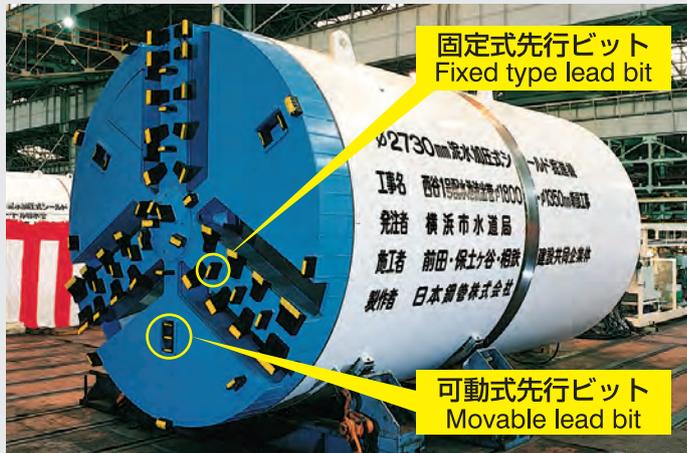
If boring time is represented by A and assembly time by B, conventional tunneling time is A + B, but with simultaneous execution, the tunneling time is A(B)\* + C, permitting a sharp reduction in tunneling time.

\* Whichever is larger A or B

C is the time reduced by the telescope part (It is much shorter than A or B)

# 特殊装置装備シールド OPTions devices

## 省面積立坑システム対応シールド（掘削土固形回収） Area-saving Starting Shaft Shield machine



可動式先行ビット  
Movable lead bit

## ブレードカッタ装備シールド（ペーパードレン切断） Blade cutter device



ブレードカッタ  
Blade cutter

## フード装備シールド Movable hood device



山留め対応  
For earth retaining walls



地中接合対応  
For underground connection

## 大深度対応実験 Deep tunneling test

### カッタシール耐高水圧実験 High water pressure resistance testing of cutter seals



本実験はシールド掘進機で使用されるカッタシールの高圧での耐水圧性能を確認するために行ったものです。

カッタシールにはウレタン製4枚リップシールを2段使用しました。シールリップ間には圧力の保持、シールの潤滑、およびシール摺動部の冷却の目的で、グリスを自動給脂してあります。使用したカッタシールの大きさはφ6m級シールド機のものと同じであり、これを2段ずつ対抗させてその間に水圧を作用させて実験を行いました。水圧を最大3MPaの範囲内で変化させ、各々の水圧で水漏れのないこと、摺動面の温度上昇、グリス給脂圧を調べました。

This test was performed to confirm the water pressure resistance under high pressure of cutter seals used for shield tunnel machines. Two levels of urethane 4-layer lip seals were used as the cutter seals.

Grease was automatically supplied between the seal lips in order to maintain pressure, lubricate the seals, and cool the sliding parts of the seals. The cutter seals used were the same size as those used on a φ6m grade shield machine, and the test was done by

opposing the two layers and injecting pressurized water between them. The water pressure was varied within a range up to 3MPa, and the test was observed to see if water leaked at each water pressure and to monitor the rise of the temperature of the sliding parts and grease supply pressure.

#### ■ 実験条件 Test conditions

- ①最大水圧: 3MPa ②回転速度: 0.78min<sup>-1</sup>
- ③カッタシール摺動径: 外周3112mm 内周2248mm

- ①Max. water pressure: 3MPa ②Rotation speed: 0.78 min<sup>-1</sup>
- ③Cutter seal sliding diameter: external circumference 3,112mm, internal circumference 2,248mm

#### ■ 実験結果 Test results

水圧3MPaで、40分運転20分休止を3回繰り返し、漏水が無く、外周摺動面温度もカッタシールの許容温度をかなり下回ることを確認しました。

At pressure of 3MPa, the cycle-operating for 40 minutes - resting for 20 minutes - was repeated three times. The test confirmed that leaking did not occur and the peripheral sliding surface temperature remained far below the allowed temperature of cutter seals.

### テールシール耐高水圧実験 High water pressure resistance testing of tail seals



本実験はシールド掘進機に使用されるテールシールの高圧での耐水圧性能を確認するために行ったものです。

テールシールにはワイヤブラシシールを3段使用し、シール間にはテールシール用グリス(高粘度かつ繊維入り、以下テールグリスと略します。)を塗り込めると共に、テールグリス自動注入装置を用いてシール間に補充注入を行うことで、1.5MPaの高水圧に耐え得るシールを実現するものです。

This test was performed to confirm the water pressure resistance under high pressure of tail seals used for shield tunnel machines.

Three levels of wire brush seals were used as the tail seals, and tail seal grease (highly viscous and containing fiber, below called "tail grease") was applied between the seals at the same time as an automatic tail grease injector was used to replenish the grease between the seals, achieving sealing that can withstand high water pressure of 1.5MPa.

#### ■ 実験条件 Test conditions

- ①最大水圧: 1.5MPa
- ②セグメント外径: 2000mm(直線、R50m、目違い)
- ③推進速度: 4cm/min

- ①Max. water pressure: 1.5MPa
- ②External diameter of segment: 2,000mm (straight, R50m, or irregular segment)
- ③Boring speed: 4cm/min.

#### ■ 実験結果 Test results

水圧1.5MPaで900mmの推進を行い、シールよりの漏水量は、目違いセグメントの場合が、直線およびR50mのセグメントの場合と比較して、多少多かったものの、共に少量で掘進に支障の無い程度のものでした。

Boring was done for 900mm at water pressure of 1.5MPa revealing that although the quantity of water that leaked from the seals was a little larger in the case of an irregular segment than in a case of straight and R50m segments, in both cases the quantity was not large enough to obstruct tunneling.

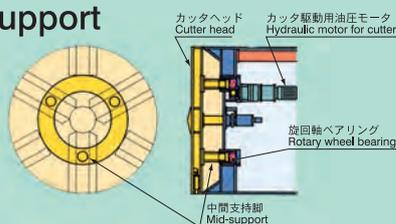
# 各種機構の特徴 Characteristics of mechanisms

## 駆動機構 Drive mechanism

機械式シールドのカッタヘッド駆動機構は大別して3種類に分けられますが、作業条件及びシールド径によって最適の方式を選択できます。

There are three categories of cutter head drive mechanisms used by mechanical shield machines. The type most appropriate for each tunnel can be selected according to working conditions and the shield diameter.

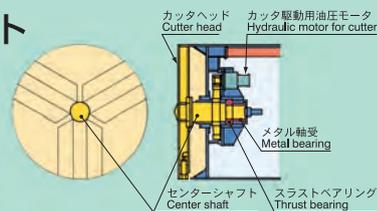
### 中間支持タイプ Intermediate Support Mechanism



カッタヘッドを数本の支持脚で支えているもので、センターシャフトと周辺支持、相方の長所をもっています。中大口径に適し、小径の場合は支持脚を最外周部に設置します。

A type in which the cutter heads are supported by a number of support columns, it combines the benefits of both the center shaft and peripheral support type. It is suitable for medium and large diameter shields, and when it is used for small diameter type, the support columns are installed in the outermost part.

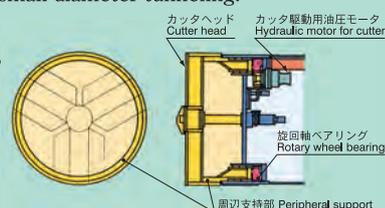
### センターシャフトタイプ Center Support Mechanism



センターシャフトタイプは構造的にシンプルで、シールド部の延長も小さく機械効率も良いが、土質条件によっては径の制限をうけます。中小口径に適しています。

The center shaft type is mechanically simple, the extension of its seals is small and it is mechanically efficient, but its diameter is restricted according to soil quality conditions. It is suitable for medium and small diameter tunneling.

### 周辺支持タイプ Outer Support Mechanism



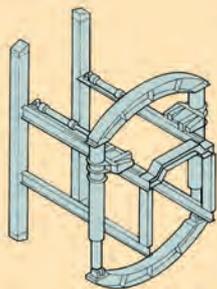
構造的にカッタヘッドを外周部で支持しているため、カッタヘッドの剛性が高いが、シールド部延長が長くチャンバーが閉鎖した円筒状のため、土砂の付着に注意を要します。中大口径に適しています。

Because the cutter heads are supported by the periphery of the machine, its cutter head is very rigid, but because the seal extension is long and its chamber is a sealed cylinder, it must be operated carefully to prevent adhesion by soil. It is suited for medium and large diameter tunneling.

## 真円保持装置 Unit for Maintaining the Out-of-Roundness of a Segment

真円保持装置は、セグメントが自重や、土圧によって変形するのを矯正するものです。セグメントが変形すると組立時に支障をきたし、真円度が保てなくなります。これを防止するため、必要に応じて装備します。

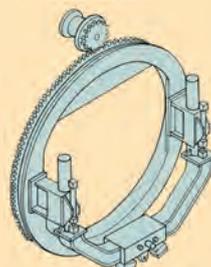
A roundness maintenance device corrects deformation of segments caused by their self weight and earth pressure. If a segment is deformed, it cannot be assembled and it cannot remain perfectly round. This device is installed as necessary to prevent this problem.



## エレクタ Segment Erector

エレクタ装置は、セグメント組立時のハンドリングに用いるもので、通常は左右200°づつの回転範囲をもち、全円周がカバーできる様になっています。パンタグラフ式は小口径向きの比較的軽いセグメントに用いられ、門形式は中大径に多く使用されます。

An erector, a device used to handle segments during segment assembly, normally rotates in a range of 200° to the left and to the right, and can cover the entire periphery of the segments. The pantograph type is used for relatively light segments for small diameter tunnels, and the gate type is often used for medium and large diameter tunnels.



門形式  
Gate type



パンタグラフ式  
Pantograph type

## 中折装置 Articulation Device

### 中折機構

都市部におけるシールド工法での施工は、立地条件等の制約から、より急曲率の施工が求められています。急曲線施工は掘進そのものの難しさもありますが、余掘量の増大により路面沈下にも大きな影響が及びます。JFEの急曲線用中折れはこれらに応えるため、できるだけ曲率に合った中折角を実現し、最小余掘量で施工可能な中折機構を装備しています。

#### 特徴

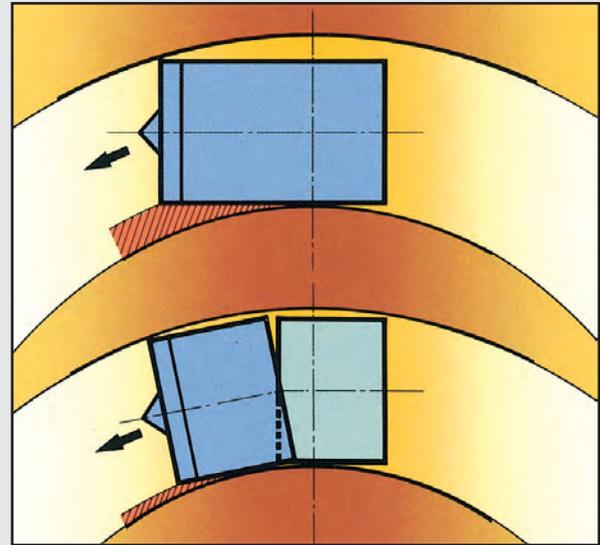
- ① 操作性を重視し、一段中折れで、大きな中折角を実現している。
- ② シールドジャッキは、大偏心ジャッキを採用し、後胴に固定されているので、中折れ状態でもセグメントに推力が直線的にかけられる。
- ③ 中折れシールド面は球面形状をしており、中折角が大きくなってもシールド性の低下は生じない。
- ④ 機械的に固定していないので安全性が高い。

### Articulation Mechanism

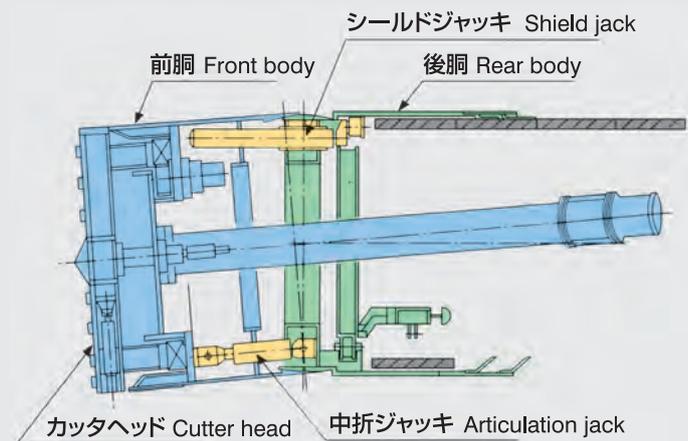
When a shield tunnel is executed in a city, it must include sharp curves because of restrictions imposed by location conditions. Tunneling sharp curves is itself difficult, but the increased volume of soil that is removed causes serious road surface settlement. The articulation system for sharp curves from JFE overcomes these problems thanks to its articulation mechanism that allows it to bend at an angle as appropriate as possible to the curvature while minimizing the quantity of soil produced.

#### FEATURES

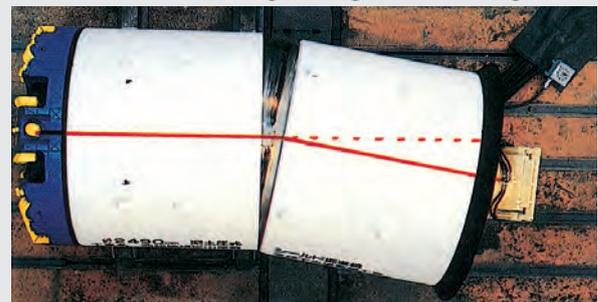
- ① High operability is achieved by a large angle of articulation with only a single articulating connection.
- ② Because its shield jacks are high eccentricity jack that are fixed to its back cylinder, it can apply force linearly on a segment even when in articulated state.
- ③ Sealing performance does not decline because the articulated shield machine surface is spherical, even when its articulation angle is large.
- ④ Extremely safe without mechanical connection



中折れによる余掘量の減少  
Minimizing Outbreak by Articulation



直線時 During straight tunneling



中折時 During curve tunneling

# 地山崩壊探査装置 (DESCO)

DESCO=Detaction System of Collapse

# Detection System of Collapse (DESCO)

シールド機の掘進時、切羽部で崩落によりスキンプレートと地山の間に空隙が生じることがありますが放置すると地盤沈下の原因になります。これを防止するには崩落を検知し、空隙の充填等、対策を講じなければなりません。

JFEの開発したDESCOは、この崩落を探査電極からの通電で検知する方式で、非接触のため掘進中にリアルタイムで崩落形状を連続探査できます。

DESCOには、I及びIIの2方式があり、Iはカッタヘッド近傍のスキンプレートに固定電極を設置する方式で、IIはカッタヘッド外周部に電極を設け、カッタヘッドの回転で全周が探査できる方式です。

## ●探査原理

泥水と地山の電気特性の差を利用して行うもので、この電気的二重層に通電を行って電位分布を形成、この電位分布と通電電流から、泥水層からみた見かけの比抵抗の変化で泥水層の形状を検知するものです。探査深度は電極間距離のセットで変化しますが標準で0~300mmまで計測できます。

## 特 徴

- ① 非接触検知方式のため、シールド掘進時に連続計測ができます。
- ② 泥水と地山の通電特性を利用する方式なので地山等を乱すことはまったくありません。また、超音波や弾性波方式と違って、泥水による、計測信号の減衰などの影響は受けません。
- ③ カッタヘッドには電極を取付けるだけで、他の計装器機は後方で処理できます。

During tunneling by a shield machine, gaps form between the skin plate and the ground when soil collapses at the cutting face, and if such a gap is not discovered it can cause ground settlement. To prevent this, measures must be devised to detect a collapse and fill the resulting gap.

DESCO that has been developed by JFE is a method of detecting a collapse by applying a current with an exploring electrode. Because it is a non-contact method, it can be used to continuously detect a collapse in real time during tunneling.

There are two DESCO modes, mode I with fixed electrodes installed on the skin plate beside the cutter head and mode II with electrodes installed around the periphery of the cutter head so it can detect the entire periphery as the cutter head rotates.

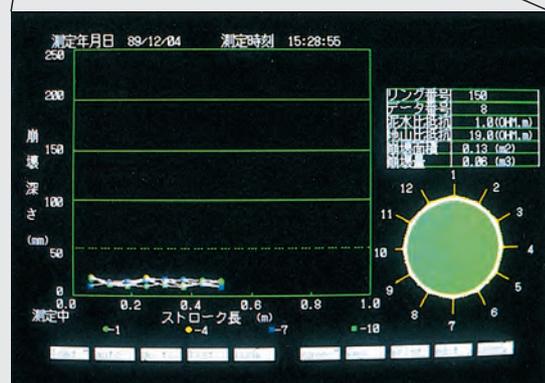
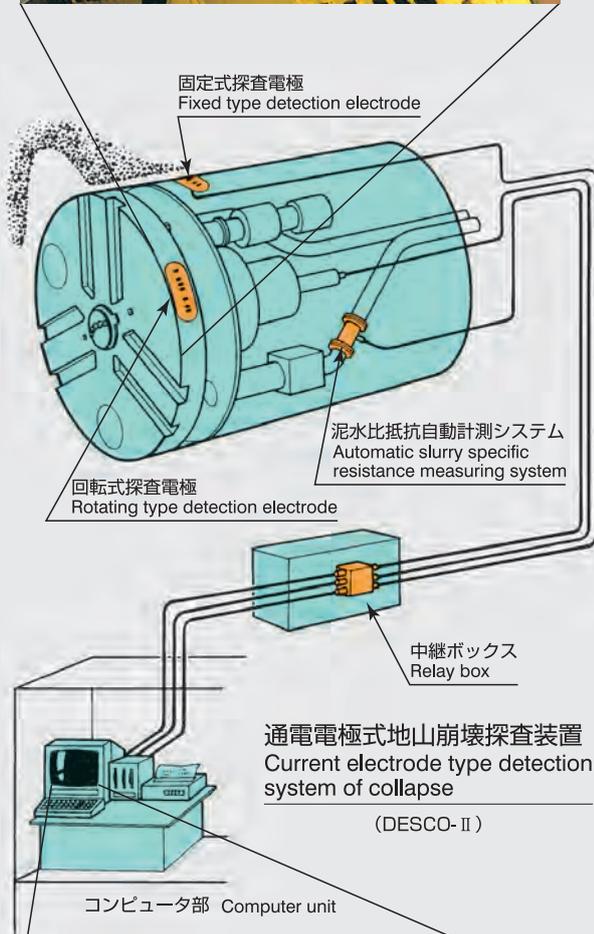
## ●Exploration principle

A system that uses the difference between the electrical properties of slurry and ground, it forms an electric potential distribution by passing a current through these two electrically different layers. Based on its electric potential distribution and the current passing through it, the system detects the shape of the slurry layer by searching the fluctuation of an apparent specific resistance from the perspective of the slurry layer.

The exploration depth varies according to the distance between the electrodes, but its standard measurement range is from 0mm to 300mm.

## FEATURES

- ① Continual measurement by a non-contact detection method during shield tunneling.
- ② No disturbance on the ground because of a method that takes advantage of the current properties of slurry and ground. And unlike ultrasonic and elastic wave methods, the measured signal is not dampened or otherwise effected by the slurry.
- ③ Electrode is only attachment to the cutter head. Other measuring instruments can be installed behind them in the shield body.



## セグメント自動組立システム (SABIS)

SABIS=Segment Automatic Building Intelligent System

## Segment Automatic Building Intelligent System (SABIS)

現在、シールド機の中でもっとも人力によるものが、セグメントの組立です。このセグメント組立の自動化なくして、全自動シールド機の展望はありません。特にシールド機が大口径化の趨勢にある中では、自動組立装置は必要不可欠の装置といえます。JFEはこのセグメント自動組立装置「SABIS」を開発しました。

セグメント自動組立システム「SABIS」は①セグメント搬送供給システム②セグメント位置決め組立てシステム③ボルト・ナット供給締結システムーの三つから構成されています。

独自の機能を付加したこれらシステムによってセグメントの組立てに作業員が介入する必要がなくなり、一連の作業は運転室にいる一人のオペレーターで安全かつ確実に実施できるようになりました。

### 特徴

- ① 自動組立のメインとなる位置決め装置には、独自のエレクタ方向修正機構を、設けており、常にエレクタ旋回面を既設セグメントリングの接合面と平行にでき、位置決め制御を容易にしている。
- ② ボルト・ナットの供給を自動化し、セグメント組立中に作業員の介入を必要とせず安全に作業できる。
- ③ セグメントの把持は搬送システム、位置決めシステムとも従来のグラウトホールを利用したねじ込み式の把持装置であり、安全確実に把持できる。

(※本システムは(株)間組と共同開発)

Segment assembly is the shield machine tunneling step that requires the most manual work. Fully automated shield tunneling will not be achievable until segment assembly is automated. An automated shield assembly system is particularly necessary now that shield machines are being used for large diameter tunneling. JFE has developed the segment automatic building intelligent system (SABIS)

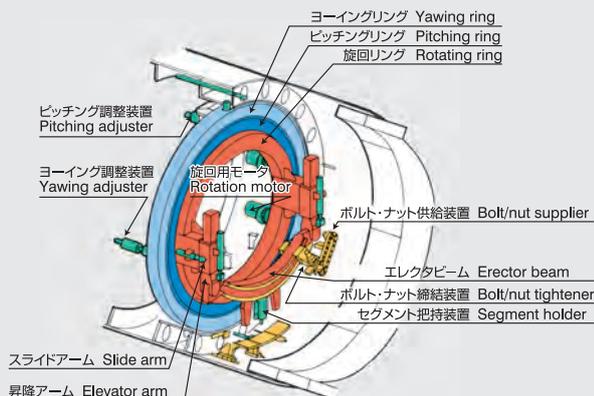
The segment automatic building intelligent system (SABIS) consists of three systems: 1) segment transport and supply system, 2) segment positioning and assembly system and 3) nut and bolt supply and tightening system.

Thanks to these systems with their unique added functions, workers no longer have to intervene in segment assembly, a single operator can now safely and reliably control this series of operations from an operating room.

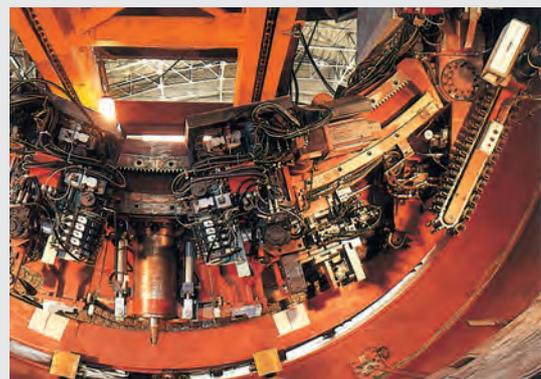
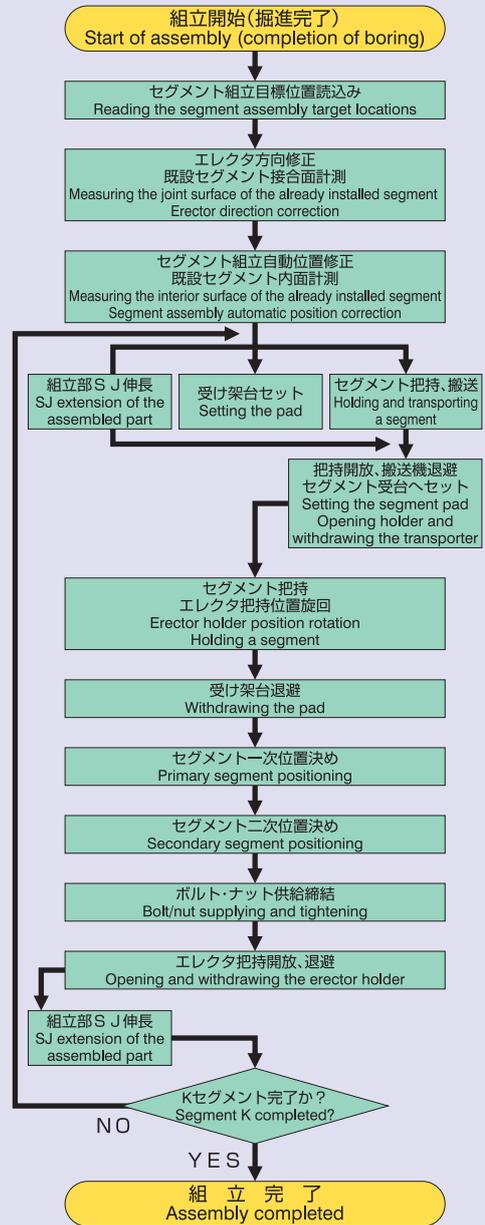
### FEATURES

- ① Simple position control: The positioning device that is the main step in automated assembly is equipped with an original erector direction correction mechanism that keeps the rotating surface of the erector constantly parallel to the connection surface of the already installed segment ring.
- ② Safe operation: By automating the supply of bolts and nuts, the system can be operated safely without the need for worker intervention during segment assembly.
- ③ Safe and reliable system: Both the transport system and the positioning system can hold segments safely and reliably with the screw-in type holder that is equipped with a conventional grout hole.

(\*The system was developed cooperatively with the Hazama Corporation)



### 自動組立フロー Automatic assembly flow chart





JFE エンジニアリング 株式会社

重機営業部

〒230-8611 横浜市鶴見区末広町二丁目1番地 TEL 045-505-8961 FAX 045-505-8966  
http://www.jfe-eng.co.jp

JFE

JFE Engineering Corporation

Machinery Sales Dept.

2-1, Suehiro-cho, Tsurumi-ku, Yokohama 230-8611 Japan Tel:++81-(0)45-505-8961 Fax:++81-(0)45-505-8966

大阪支社	〒541-0046	大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号(大阪ガスビル7階)	TEL:06-6223-7500	FAX:06-6223-7592
神戸営業所	〒651-0075	兵庫県神戸市中央区北本町通一丁目1番2号	TEL:078-232-5606	FAX:078-232-5603
岡山営業所	〒712-8074	岡山県倉敷市水島川崎通一丁目1番5号	TEL:086-447-3258	FAX:086-440-5576
四国営業所	〒760-0017	香川県高松市番町一丁目1番5号(日本生命高松ビル11階)	TEL:087-825-0081	FAX:087-825-0082
名古屋支社	〒450-0002	愛知県名古屋市中村区名駅三丁目2番12号(大名古屋ビル10階)	TEL:052-561-8611	FAX:052-561-8620
北海道支社	〒060-0005	北海道札幌市中央区北五条西二丁目5番地(JRタワー17階)	TEL:011-271-2211	FAX:011-271-2218
東北支社	〒980-0803	宮城県仙台市青葉区国分町三丁目4番33号(仙台定禅寺ビル5階)	TEL:022-264-2411	FAX:022-221-4760
青森営業所	〒039-1103	青森県八戸市長苗代内前田3番2号	TEL:0178-28-9805	FAX:0178-28-9805
千葉支社	〒260-0015	千葉県千葉市中央区富士見二丁目3番1号(塚本大千葉ビル8階)	TEL:043-225-1081	FAX:043-225-1084
館山営業所	〒294-0054	千葉県館山市湊4番地67号	TEL:0470-24-0050	FAX:0470-22-0479
東京支社	〒163-1014	東京都新宿区西新宿三丁目7番1号(新宿パークタワー14階)	TEL:03-3340-6585	FAX:03-3340-6581
神奈川支社	〒230-8611	神奈川県横浜市鶴見区末広町二丁目1番地(鶴見事業所内)	TEL:045-505-7835	FAX:045-505-7409
新潟支社	〒950-0087	新潟県新潟市東大通一丁目3番1号(新潟帝石ビル4階)	TEL:025-245-5341	FAX:025-244-2566
静岡支社	〒422-8061	静岡県静岡市駿河区森下町1番35号(静岡MYタワー13階)	TEL:054-288-0151	FAX:054-288-0158
北陸営業所	〒930-0004	富山県富山市桜橋通り3番1号(富山電気ビル2階)	TEL:076-432-3511	
中国支社	〒730-0036	広島県広島市中区袋町4番21号(広島富国生命ビル6階)	TEL:082-543-2600	FAX:082-543-2424
山口営業所	〒747-0801	山口県防府市駅南町9番43号(三友ビル5階)	TEL:0835-25-1510	FAX:0835-25-1510
九州支社	〒812-0044	福岡県福岡市博多区千代一丁目17番1号(パビオン245階)	TEL:092-632-1511	FAX:092-632-1519
沖縄支店	〒900-0015	沖縄県那覇市久茂地三丁目2番1号(國場ビル9階)	TEL:098-868-9426	FAX:098-868-1703

Overseas Offices

<b>Hong Kong : JFE Engineering Corporation Hong Kong Office</b> Unit 3517, 35/F, West Tower, Shun Tak Centre, 200 Connaught Road Central, Sheung Wan, Hong Kong	TEL: 852-2810-0604 FAX: 852-2810-4262
<b>Yangon : JFE Engineering Corporation Yangon Branch</b> c/o MiCasa Hotel, Room 8, 17 Kaba Aye Pagoda Road, Yankin Township, Yangon, Myanmar	TEL: 95-1-650966/7 FAX: 95-1-650964
<b>Shanghai : JFE Engineering Corporation Shanghai Office</b> 24F-C, China Development Bank Tower, 500 Pudong South Rd., Pudong, Shanghai, China postal code : 200120	TEL: 021-5882-7667 FAX: 021-5882-7099

Affiliates of Engineering Operations

<b>Bangkok : JFE Engineering &amp; Construction (THAILAND) Co., Ltd.</b> 2 Silom Center Building, 17th Floor, Room 1701 Silom Road, Suriyawong, Bangrak, Bangkok 10500, Thailand	TEL: 66-2-632-6751~8 FAX: 66-2-632-6761~2
<b>Jakarta : P.T. Permiko Engineering &amp; Construction</b> Parama Building, Ground Floor JL. K. H., Achmad Dahlan 69 A-B, Kebayoran Baru, Jakarta 12130, Indonesia	TEL: 62-21-7253012~4 FAX: 62-21-7253015
<b>Kuala Lumpur : JFE Engineering (M) Sdn. Bhd.</b> Unit C-13A-5, Block-C, Megan Phileo Avenue, 12 Jalan Yap Kwan Seng 50450, Kuala Lumpur, Malaysia	TEL: 60-3-2166-2121 FAX: 60-3-2166-2525
<b>Singapore : JFE Engineering (S) Pte Ltd.</b> 1 Scotts Road, #21-05 Shaw Centre, Singapore 228208, Singapore	TEL: 65-6734-2482 FAX: 65-6734-1186
<b>Manila : JFE Techno Manila, Inc.</b> 23rd Floor, Wynsum Coperete Plaza, 22 Emerald Avenue, Ortigas Center 1605 Pasig City, Metro Manila, Philippines	TEL: 63-2-635-7467~9 FAX: 63-2-635-7470
<b>Al-Khobar : JFE Engineering Saudi Arabia Co., Ltd.</b> Al-Bustan Compound Office Complex P.O. Box 31775, Al-Khobar 31952, Saudi Arabia	TEL: 966-3-882-6406 FAX: 966-3-882-6579