

地中空間開発(株)の紹介

トンネル機械技術委員会 技術講演会
2022年1月24日
地中空間開発株式会社



1. UGITECのご紹介

- 1.地中空間開発(UGITEC)のご紹介
- 2.製品のご紹介
- 3.技術紹介

1. UGITECのご紹介

■ 地中空間開発株式会社の成り立ち



「単に地中に穴を通すだけでなく、新たな空間を創造し、人類の発展（時空をつなぐ、安全・安心を確保する）に資する会社になる」

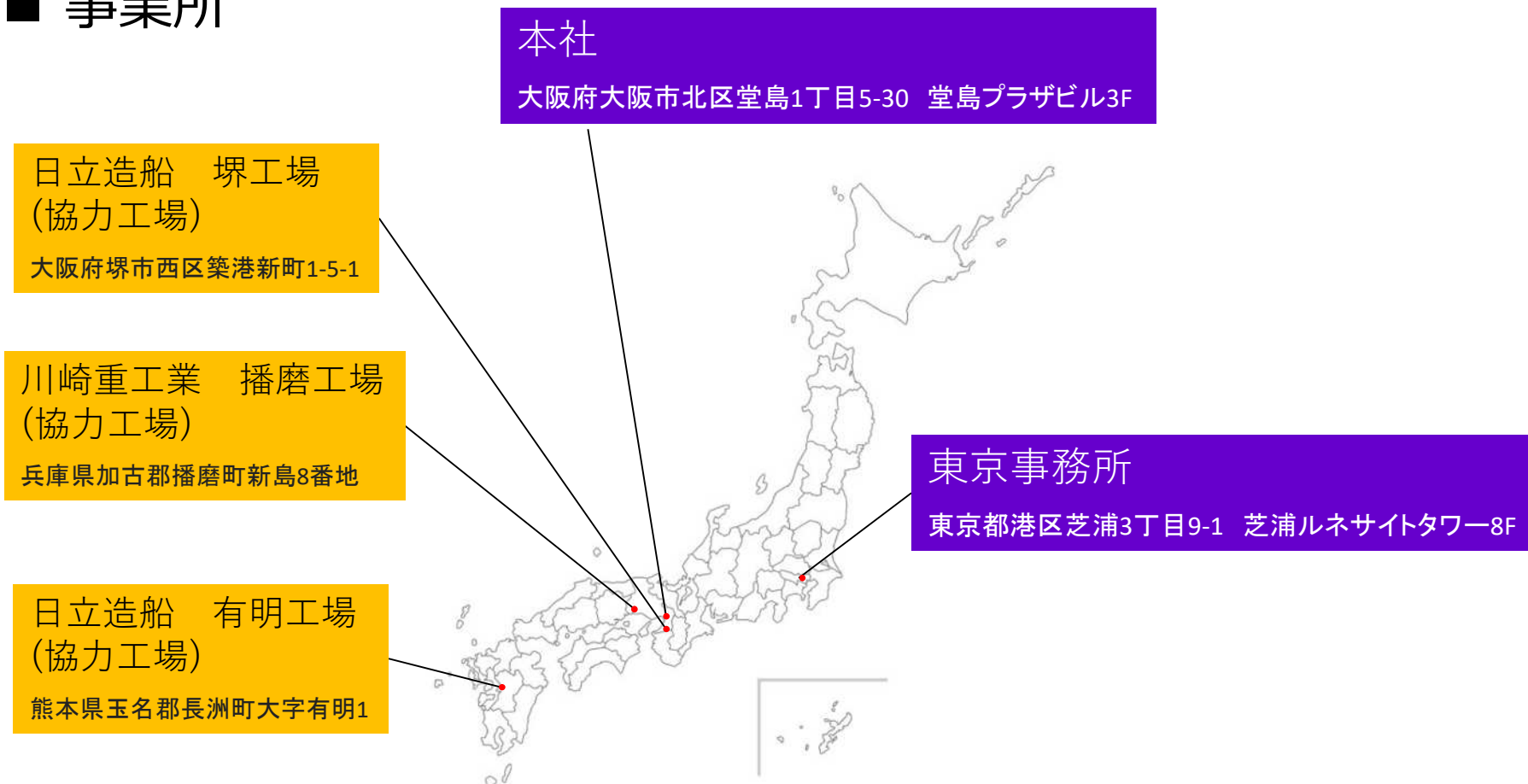
Under**g**round **I**nfrastructure **T**echnologies **C**orporation

UGITEC(ユージーアイテック)

トンネル掘削機事業(シールド掘進機、トンネルボーリングマシン)、
および土木機械等の部品の設計、開発、修理ならびに販売に関する事業等
を行うエンジニアリング会社

1. UGITECのご紹介

■ 事業所



1. UGITECのご紹介

川崎重工業 (KHI)

1957

1988

1994

2004

2006

2016

2019



シールドマシンとともに半世紀以上。
確かな技術力で新たな地中空間を創造。



2021

1970

1980

1990

2000

2010

2020



1967

1987

1993

1994

2005

2011

2015

日立造船 (Hitz)

1. UGITECのご紹介

川崎重工業 (KHI)

1957

1988

1994

2004

2006

2016

2019



シールドマシン
確かな技術力で

泥水式シールド(φ14.14m)
東京湾横断道路(アクアライン)用として納入



2021

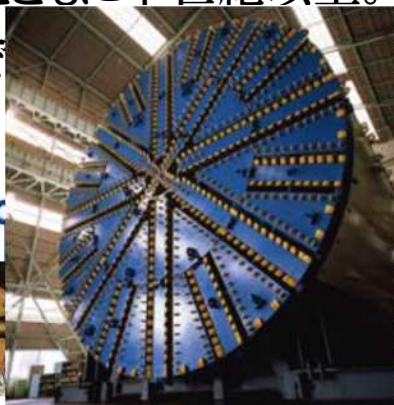
1970

1980

2000

2010

2020



1967

1987

1993

1994

2005

2011

2015

日立造船 (Hitz)

1. UGITECのご紹介

川崎重工業 (KHI)

1957

1988

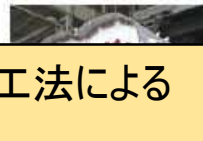
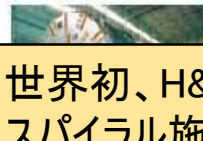
1994

2004

2006

2016

2019

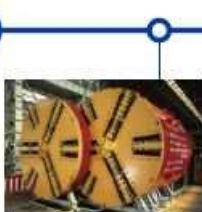


世界初、H&V工法による
スパイラル施工
(幅11.79m × 高さ5.85m)



シールドマシンとともに半世紀以上。

確かな技術力で新たな地中空間を創



世界最大径の
泥土圧シールド掘進機納入
(ϕ 17.45m)



1967

1987

1993

1994

2005

2011

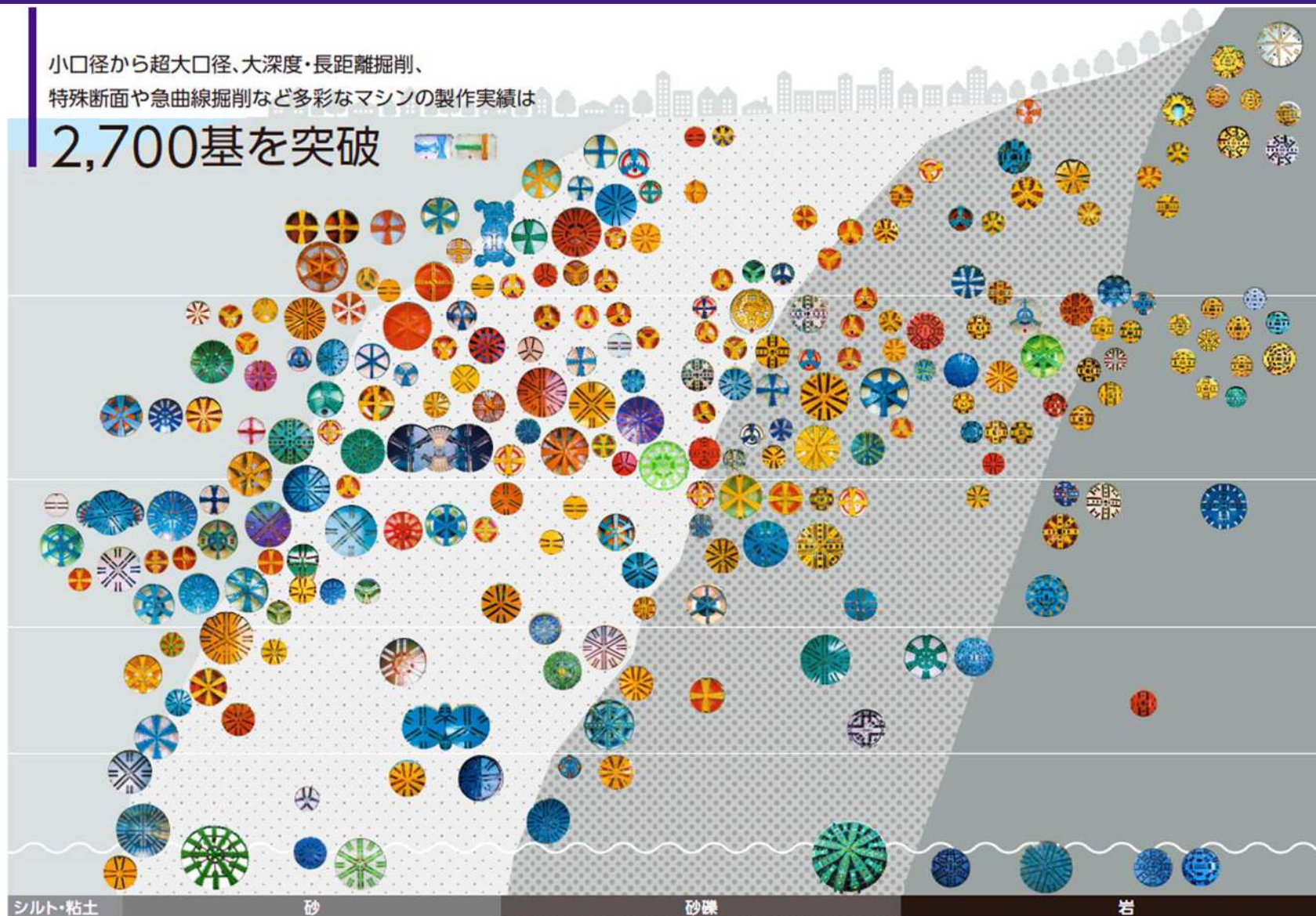
2015

日立造船 (Hitz)

1. UGITECのご紹介

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

2,700基を突破



1. UGITECのご紹介

■ 納入実績

2021.10.1現在

タイプ	納入基数
泥水式シールド	475
泥土圧シールド	1,053
礫・岩盤シールド	289
TBM（シールド型・オープン型）	115
その他（手掘り・セミ機械シールド等）	800

最大口径

泥水式シールド	14.14 m	（東京湾横断道路向け）
泥土圧シールド	17.45 m	（シアトルSR99向け）
硬岩用TBM	12.84 m	（飛騨トンネル工事向け）

1. UGITECのご紹介

海外実績 258基



Φ8.11m泥土圧シールド [イギリス]

欧州

- イギリス 7基
- フランス 2基
- デンマーク 4基

13基



Φ5.22m泥水式シールド [アラブ首長国連邦]

中東

- アラブ首長国連邦 1基
- トルコ 4基

5基



Φ6.44m泥水式シールド [インド]

南アジア

- インド

3基



Φ9.22m泥土圧シールド [香港(中国)]



Φ7.72m泥水式シールド [韓国]



Φ6.24m泥土式シールド [台湾]

東アジア

- 中国 18基
- 香港(中国) 3基
- 台湾 92基
- 韓国 19基

132基



Φ6.92m泥水式シールド [シンガポール]

東南アジア

- フィリピン 3基
- シンガポール 61基
- タイ 26基
- インドネシア 2基
- マレーシア 3基

95基



Φ17.45m泥土圧シールド [米国]

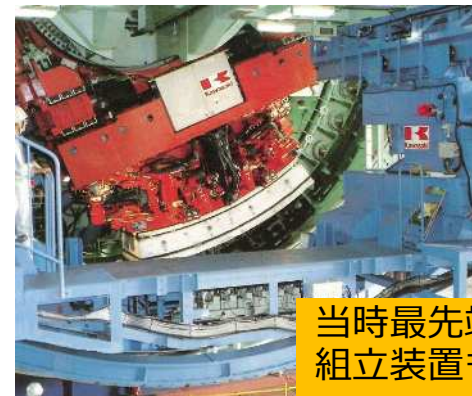
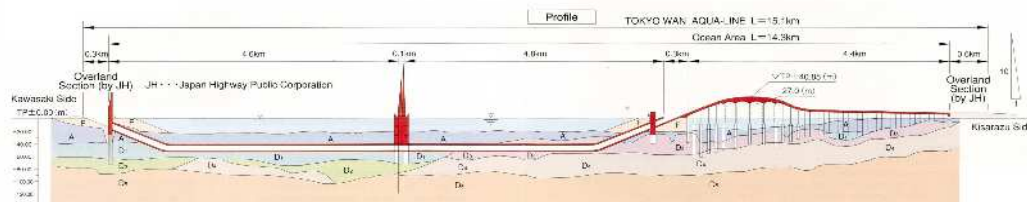
北米

- 米国

10基

2. 製品のご紹介 泥水式シールド

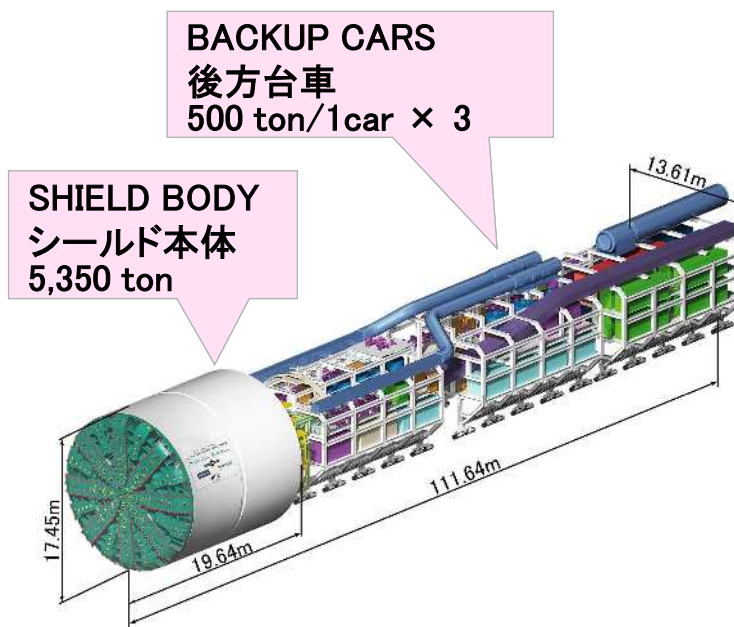
東京湾横断道路では、日本最大径のΦ14.14m泥水式シールドが8基投入され、そのうち4基を当社が製作しました。



当時最先端のセグメント自動組立装置も装備していました

2. 製品のご紹介 泥土圧シールド

シアトルSR99向けに、当時世界最大径Φ17.45m泥土圧シールドを製作。
シールド掘削にかかわるバックアップ設備も供給しました。



- シールドジャッキ推進速度: 最大80mm/min
- 総推力: 392,000kN(単位面積推力:1639kN/m²)
- カッター駆動トルク: 定格 147,400kN-m
- カッター回転数: 0.12~1.8min⁻¹
- TBM総動力:20,700kW

現在、枚方トンネル向けΦ17.68m泥土圧シールドを川崎重工にて製作中。

2. 製品のご紹介 岩盤・巨礫対応シールド

ドーバー海峡トンネルをはじめ、岩盤・巨礫など難掘削条件に対応できるシールドを国内外に数多く供給しています。



1988年 フランス
ドーバー海峡海底トンネル T2
1989年 フランス
ドーバー海峡海底トンネル T3
施主 EURO TUNNEL 殿
施工 T.M.L 殿
マシン外径 8.78m
掘削距離 20,010m / 18,858m



2004年 京都府
伏見工区トンネル工事

施主 阪神高速道路公団殿
施工 大林・佐藤工業・西武建設JV 殿
マシン外径 10.82m

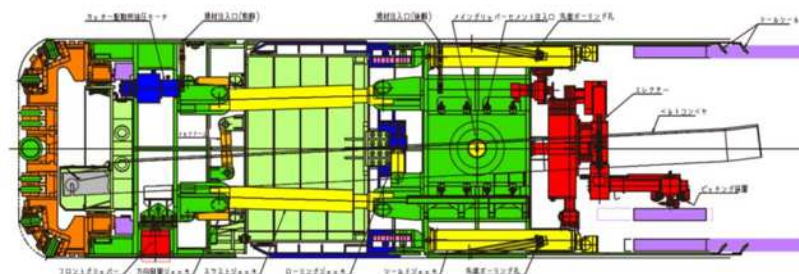


2014年 シンガポール
シンガポール電力EW1工区

施主 Singapore Power Power Assets 殿
施工 (株)大林組 殿
マシン外径 6.88m

2. 製品のご紹介 各種TBM

日本最大径 $\Phi 12.84\text{m}$ を誇る、飛騨トンネル向け改良オープン型TBMをはじめ、複雑な地層に対応できるシールド型TBMなど、多様な岩盤に対応したマシンをご提案します。



2. 製品のご紹介 特殊シールド

地下空間の有効利用＝地下構造物回避・線形,断面や到達立坑が無い等の制約がある場合、様々な特殊シールドが採用されています。

目的・用途	特殊シールド	特長・メリット
異形断面	アポロカッター工法	高精度な自由断面（大断面）
	OHM工法	コンパクトな矩形断面
近接・スパイラル施工	H&Vシールド	地中分岐・断面変化（スパイラル：縦2連⇔横2連）
分岐・接合	T-BOSS工法	既設トンネルを直接切削貫入接合
	地下茎分岐シールド	立坑の構築回避
	親子シールド	立坑の構築回避・マシンの部分共用化
	MSD工法	立坑の構築回避
駆動部リサイクル	内胴引抜再利用型シールド（DSR）	コスト低減（リサイクル） 到達立坑の構築回避
駅間・駅舎部	三連シールド	駅舎開削工事回避
ランプ施工	MMSTシールド	矩形・断面サイズ変更

2. 製品のご紹介 特殊シールド

アポロカッター

All Potential Rotary Cutter

- 矩形をはじめとする任意の断面を掘削することができます。
- 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。
- 切削性が良く、硬質地盤や木杭等の障害物への対応性に優れます。



アポロカッターシールド実績

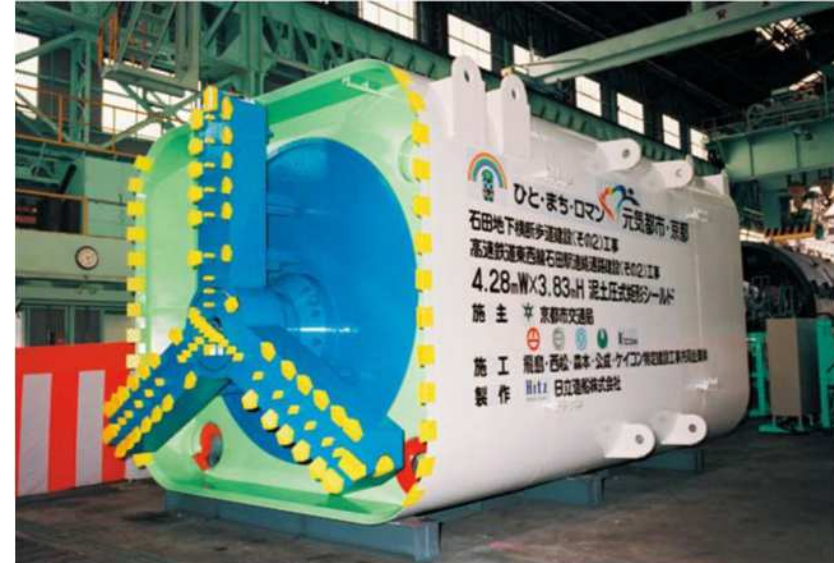
納入年	工事名称	用途	機械外径 (mm)	工事延長 (m)	土質
2007	西大阪延伸建設工事のうち土木工事 (第4工区)汐見橋駅地下鉄連絡通路	鉄道	4760× 4420	63	上半シルト混じり細砂, 下半一部沖積粘性土
2008	(13号相直)渋谷～代官山間 地下化工事(土木工事第1工区)	鉄道	7440× 10640	577	固結シルト, 砂礫, 細砂, シルト
2016	常磐工区開削トンネル工事の内 矩形シールドトンネル工事	道路	8160× 7700	225	礫質土, 砂質土, 粘性土

2. 製品のご紹介 特殊シールド

OHM工法

Omni-sectional Hedge tunnelling Method

- 特別な制御を必要とせず、矩形断面を掘削することができます。
- コンパクトなため、小断面への適用が可能です、低土被りに適しています。
- 小断面を組み合わせることで、大きな断面にも適応できます。



OHM工法シールド実績

受注年	工事名称	用途	機械外径 (mm)	工事延長 (m)	土質
1997	高速鉄道東西線 二条城前駅出入口(2)建設工事	地下通路	3830× 4280	98	礫混りシルト, 礫混り砂質粘土, 粘土質砂礫, 砂礫
2002	高速鉄道東西線 石田地下横断歩道建設(その2)工事	地下通路	3830× 4280	142	砂礫・粘性土互層
2006	高速鉄道東西線 西大路駅出入口(A)及び(B)建設工事	地下通路	3830× 3880	92	粘土質砂礫, 粘土混り砂礫

2. 製品のご紹介 特殊シールド

H&Vシールド

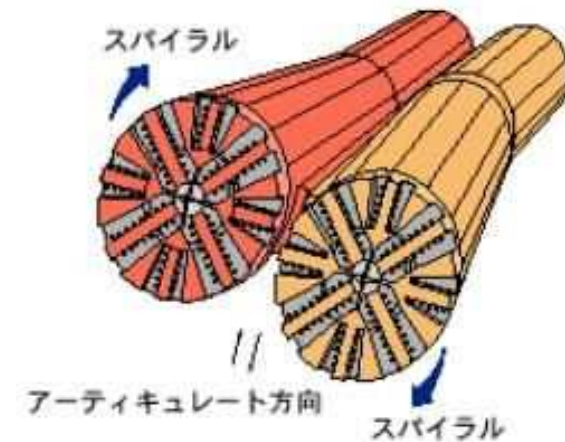
Horizontal & Vertical

- 2連のシールド機の組合せにより近接トンネルの施工や、地中分岐もできる工法です。
- 用地幅・高さの制約を回避することができ、横2連⇄縦2連へのスパイラルトンネルを施工することも可能です。
- 世界初スパイラル施工を実施。(2019年)



立会川幹線雨水放流管その2工事

- ① 施工：清水建設株式会社
- ② 掘削外径：5,850mm x 11,790mm
- ③ 施工延長：右機778.2m、左機774.85m
- ④ 土質：礫質土、細砂、シルト質砂、シルト



2. 製品のご紹介 特殊シールド

H&Vシールド実績 (過去8件中7件が当社製)

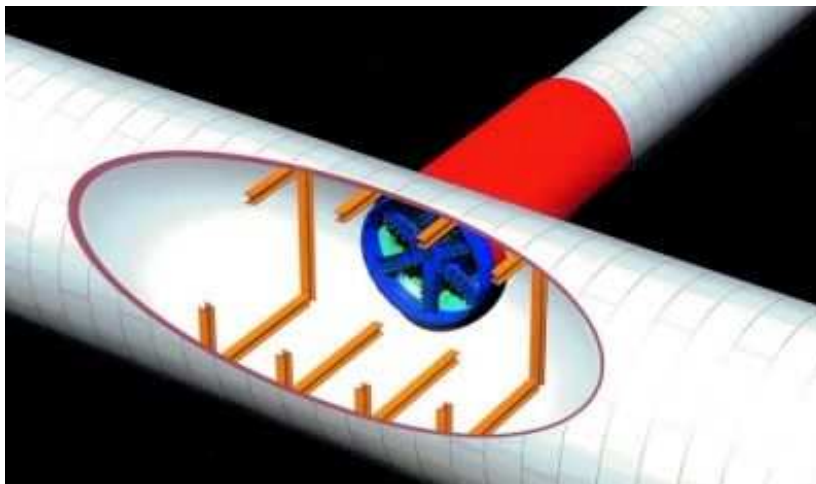
納入年	工事名称	用途	機械外径 (mm)	工事延長 (m)	曲率半径 (m)	中折	土質
1998	地下鉄12号六本木・青山工区建設工事	鉄道	Φ6,560×2	118	500	有	細砂層, 砂質泥岩層, 泥岩層
1998	南台幹線工事	下水道 <地中分岐>	Φ3,290 +φ2,890	740 930	15 15	有	シルト混砂, 砂混粘土, 砂混シルト, 細砂
2002	13水二第201号吉見浄水場導水路築造工事	上水道	Φ2,090×2	2,564	100	有	洪積砂礫, 洪積粘性土, 沖積砂質土, 沖積粘性土
2011	第二溜池幹線工事 勝どき幹線工事	下水道 <地中分岐>	Φ9,000 +Φ4,150	2,322.6 1,017	70 65.31	有	上総層, 部介在砂質シルト層 (固結シルト)あり
2013	千代田区永田町一丁目、霞が関二丁目付近再構築工事	下水道 <地中分岐>	Φ2,840×2	1,798.9 818.5	13.15 25.3	有	細砂, シルト質細砂
2016	立会川幹線雨水放流管工事	雨水放流管 <スパイラル>	Φ5,850×2	773.85 777.38	50	有	礫質土, 細砂, シルト質砂, シルト
2020	北区赤羽台一丁目/赤羽西四丁目付近枝線工事	下水道 <地中分岐>	Φ3,340 +φ2,890	625.7 1,233.6	30 15	有	礫質土、砂質土

2. 製品のご紹介 特殊シールド

T-BOSS工法

T-type basement Branch Off Shield System

- シールド本体に格納された切削リングにより既設トンネルを直接切削・貫入してT字型に機械接合します。
- 接合部の地盤改良を低減し、安全に効率よく接合することが可能です。



2. 製品のご紹介 特殊シールド

内胴DSR工法

Draw a Shield for Recycle system

- ・ 内外胴の二重構造化により初期工区完了後⇒内胴引抜⇒発進立坑へ内胴引戻⇒新規外胴へ組入⇒次期工区へ再掘進します。
- ・ 内胴部（駆動部）再使用による到達立坑の構築が不要です。



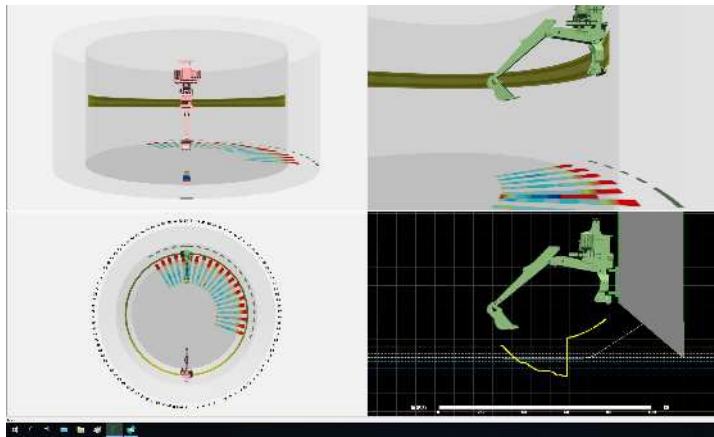
内部引抜再利用型シールド実績

納入年	工事名称	用途	機械外径 (mm)	工事延長 (m)	曲率半径 (m)	中折	土質
2001	文京区本駒込一，三丁目付近再構築工事	下水道	Φ2,680	686	16	有	砂質土,粘性土
2003	泉川排水区泉川分水管（雨水）（その1） 公共下水道工事	下水道	Φ4,630	594	30	有	砂礫,玉石混じり砂礫
2009	KEPCO・KANGNAMケーブルトンネル	電力	Φ3,600	3,205	80	有	片麻岩
2010	中央環状品川線大橋連結路工事	道路	Φ9,700	925	450	無	砂,粘性土,礫質土

2. 製品のご紹介 その他製品

自動水中掘削機

自動水中掘削機には、幅広い地盤条件に対してケーソンのスムーズな沈設は行えるように、刃口直下地盤を自動掘削する掘削パターンが組み込まれています。



自動掘削モニタ



▶ 3. 技術紹介

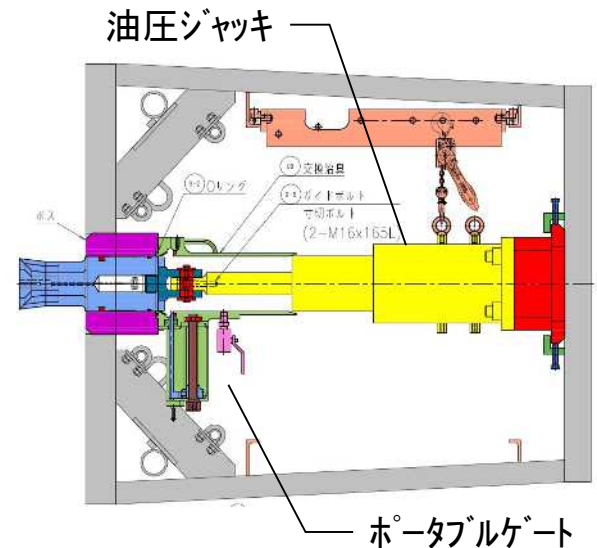
今後求められるであろう技術

- ・ 超長距離
- ・ 高水圧
- ・ 障害物切削
- ・ 振動抑制
- ・ 遠隔監視・不具合防止技術

3. 技術紹介 カッター交換技術

機械式ビット交換装置

■ポータブルゲート式



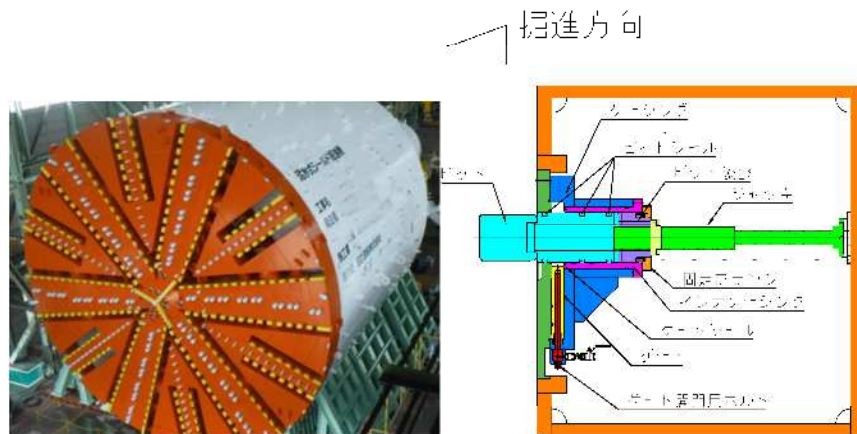
- カッターヘッド中央部または脚部の設けたアクセスホールから作業員がカッタースポーク内に入り交換。
- 2002年以降 9 基のマシンに搭載



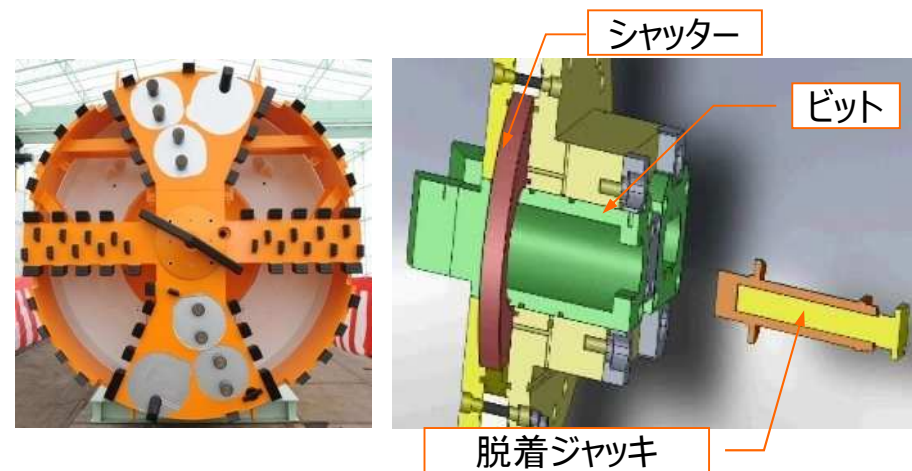
3. 技術紹介 カッター交換技術

機械式ビット交換装置

■スライドシャッター式



■回転ゲート式



3. 技術紹介 カッター交換技術

スライド回転式ディスクローラーカッター(DRC)交換装置



カッターフレーム表面側(掘削面)

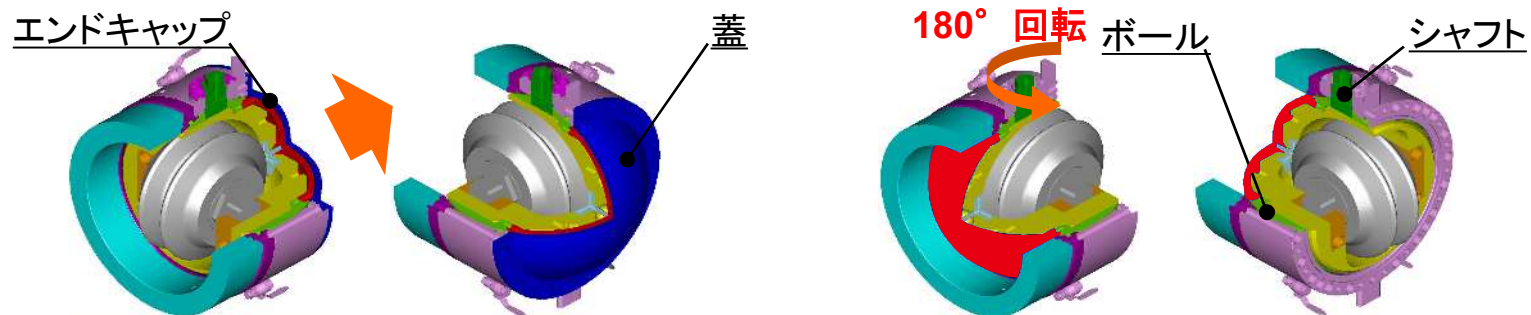


カッターフレーム内側(作業空間)
DRC 交換装置本体

特長

- ① 2リング型DRCを採用し装備数を最小化
- ② 2.0MPaの高水圧下での交換作業確認済
- ③ 土砂掘削用カッターに換装で複合地質にも対応
- ④ 制限板と加泥吐出によりホルダー内圧密を防止
- ⑤ DRC摩耗検知機構(磁気式・機械式)を装備
- ⑥ DRC交換装置一式を水圧下で交換可能

搭載DRC	19inch・掘削荷重320kN /リング×2
耐水圧性	最大2.0MPa (200m水圧相当)
交換時間	約2.5時間/1箇所



3. 技術紹介 カッター交換技術

スライド回転式ディスクローラーカッター(DRC)交換装置

(1)スライド操作



フレーム外側(掘削面)



スライド状態

(2)ボールキャップ・エンドキャップ装着



ボールキャップ



エンドキャップ

(3)回転動作



フレーム外側(掘削面)



油圧レンチセット状態

(4)DRC取り外し



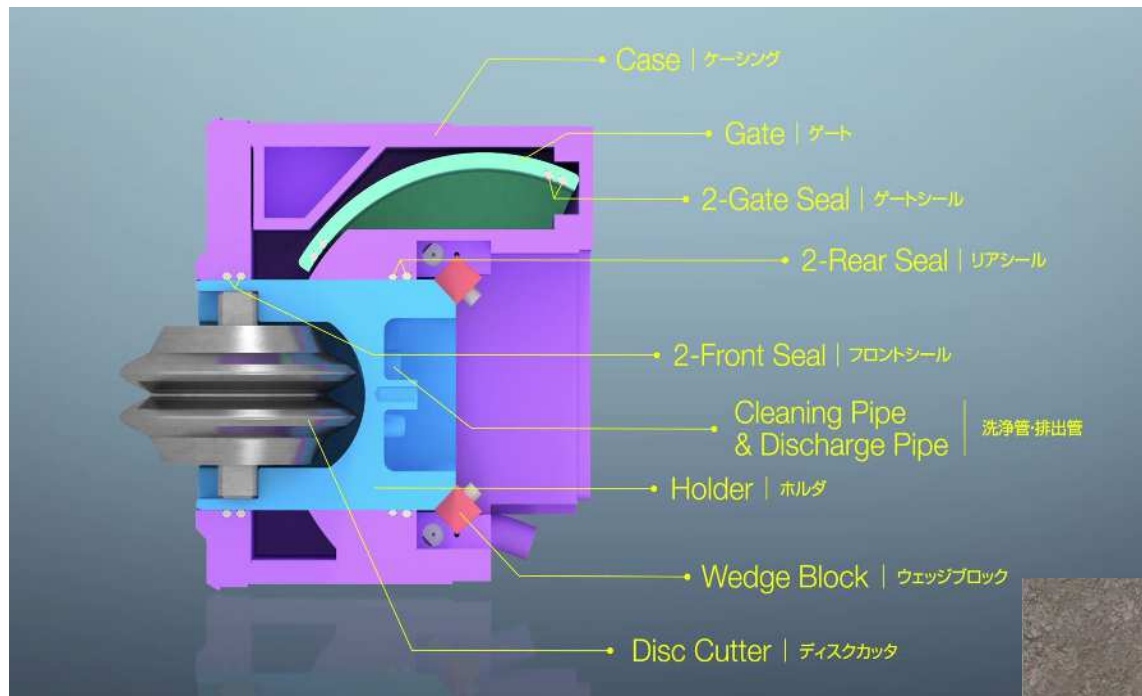
回転後状態



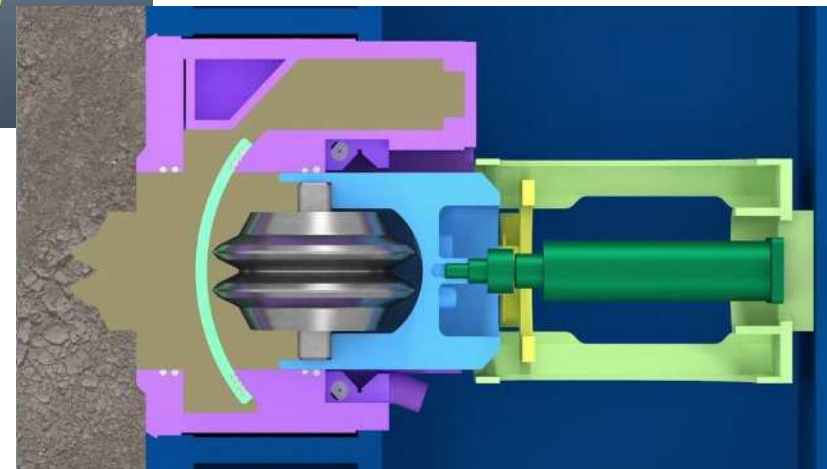
DRC取り出し状態

3. 技術紹介 カッター交換技術

円弧ゲート式カッター交換装置



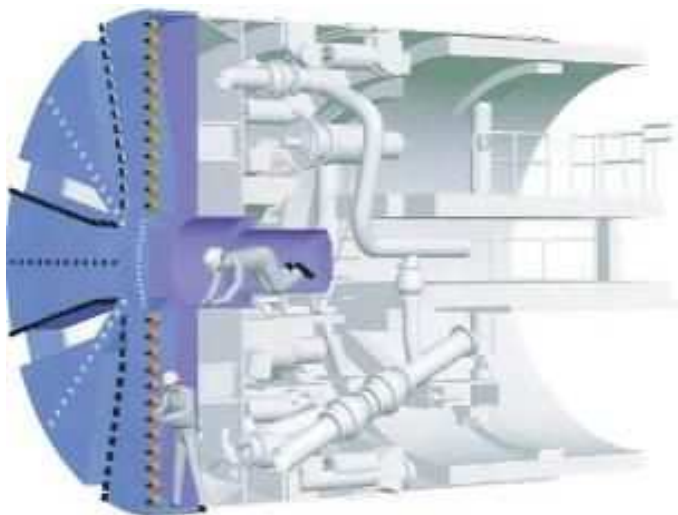
- SR99向けΦ17.45m泥土圧シールドに実装し、カッター交換作業を実施済。



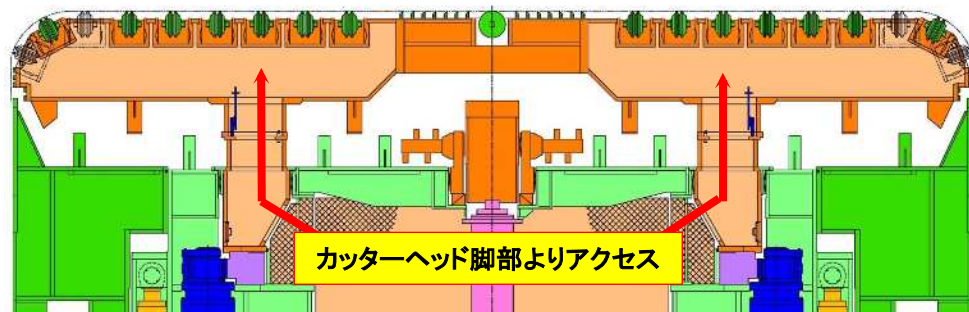
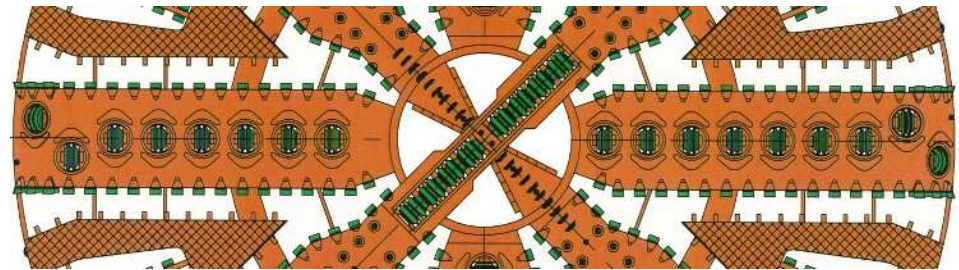
3. 技術紹介 カッター交換技術

リレービット工法における、カッターヘッドへのアクセス方法として、一般的なセンターコアアクセスに代わり、**カッターヘッド脚部よりアクセス**することを可能にしました。（特開2018-141277）

これにより、カッターヘッド中心部を小型化することができ、**土砂の取込み不良や閉塞を防止**することが期待できます。



センターコアよりアクセス



カッターヘッド脚部よりアクセス

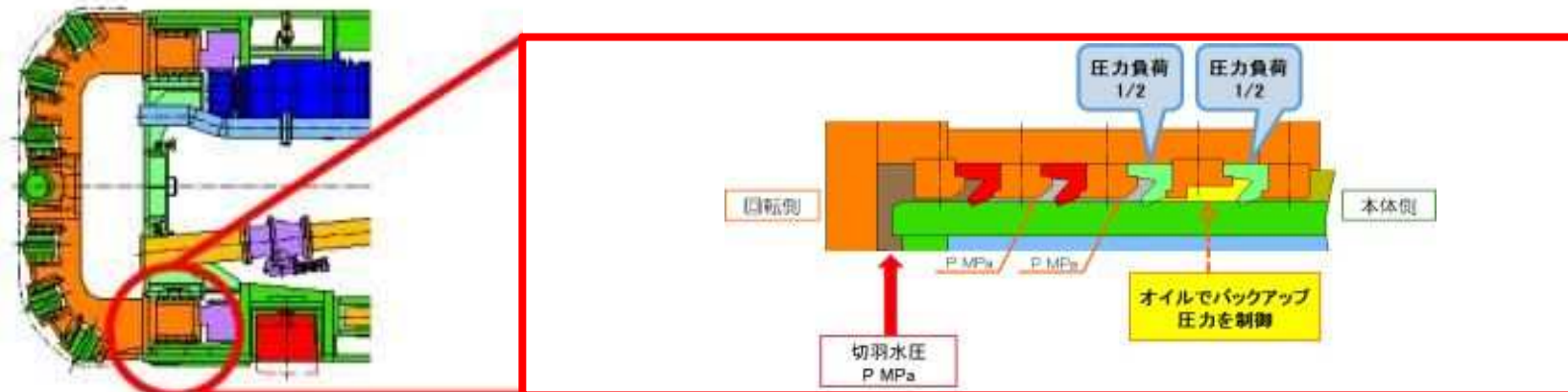
3. 技術紹介 高水圧への対応

オイルバックアップシステム

土砂シール最後段に、**循環オイルの圧力制御室**を設けることで、シールの負荷を低減しています。

一般に、シールはPV値（圧力×摺動速度）で使用制限が設けられますが、1力所当たりの負荷圧力を低減することで、高圧/高速回転での運転を可能にし、特に岩盤シールドの進捗に寄与します。

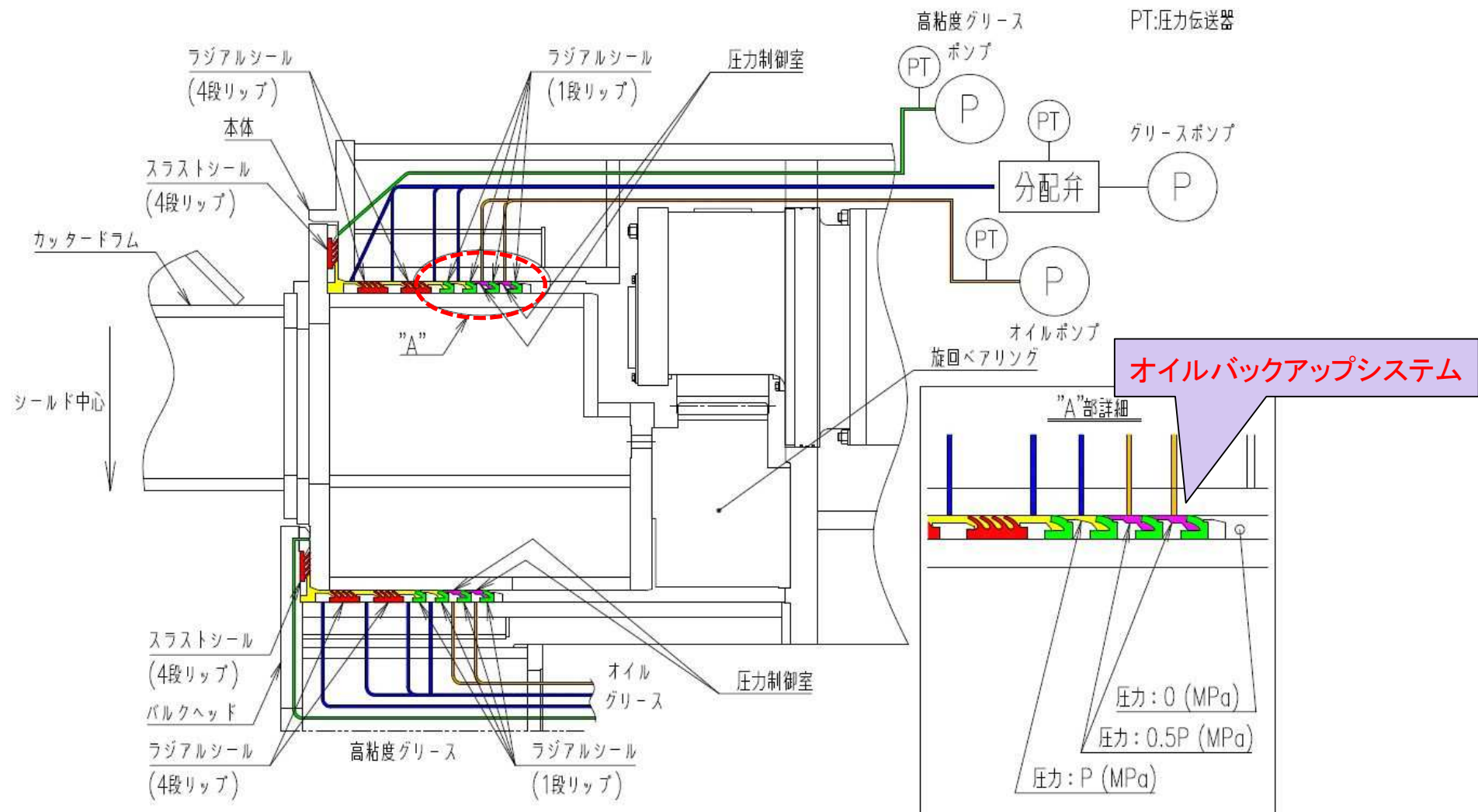
このシステムにより、最大水圧 **2 MPa**での掘進を可能としています。



■ 小石原川TBMに採用され、掘削を完了しています

3. 技術紹介 高水圧への対応

土砂シールアレンジメント例(大口徑・高水圧)

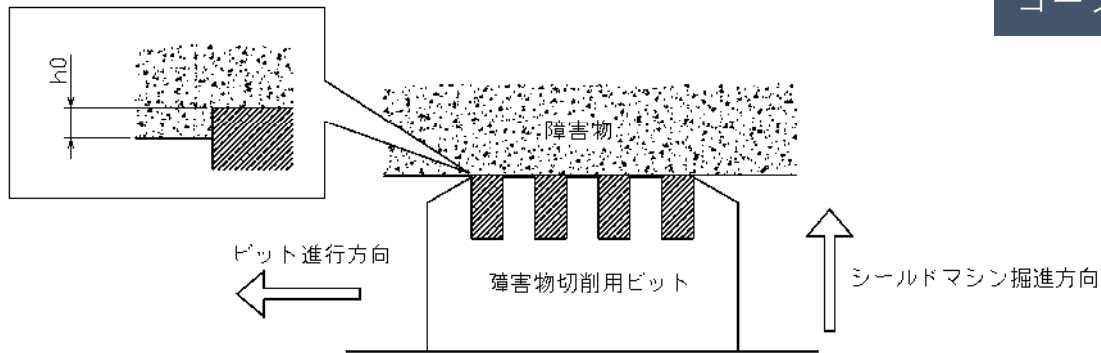


3. 技術紹介 障害物切削

• 基本的な考え方

1. 切込み量の制御

カッタヘッド 1 回転当りの切込み量 h_0 を制限する。



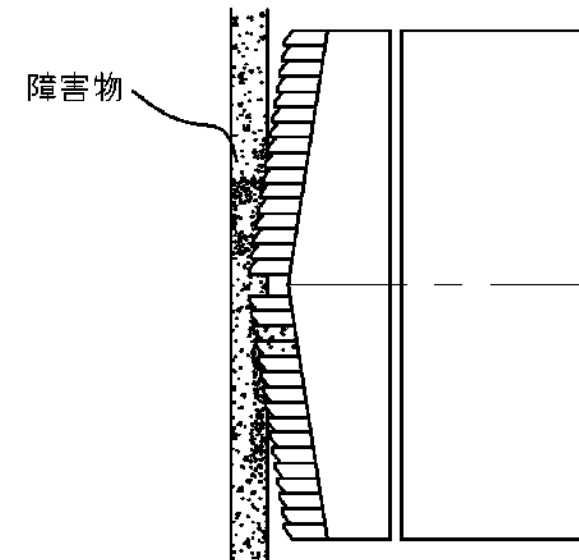
2. 全断面切削

障害物切削用ビットは半径方向に隙間なく配置する。
(数mmラップ)



3. コーン状カッタヘッド

カッタヘッド中央部から切削を開始するように、
コーン状のカッタヘッドとし、細かく切断する。



3. 技術紹介 障害物切削

・実験状況



切断した鋼板



実験前のビット



実験後のビット

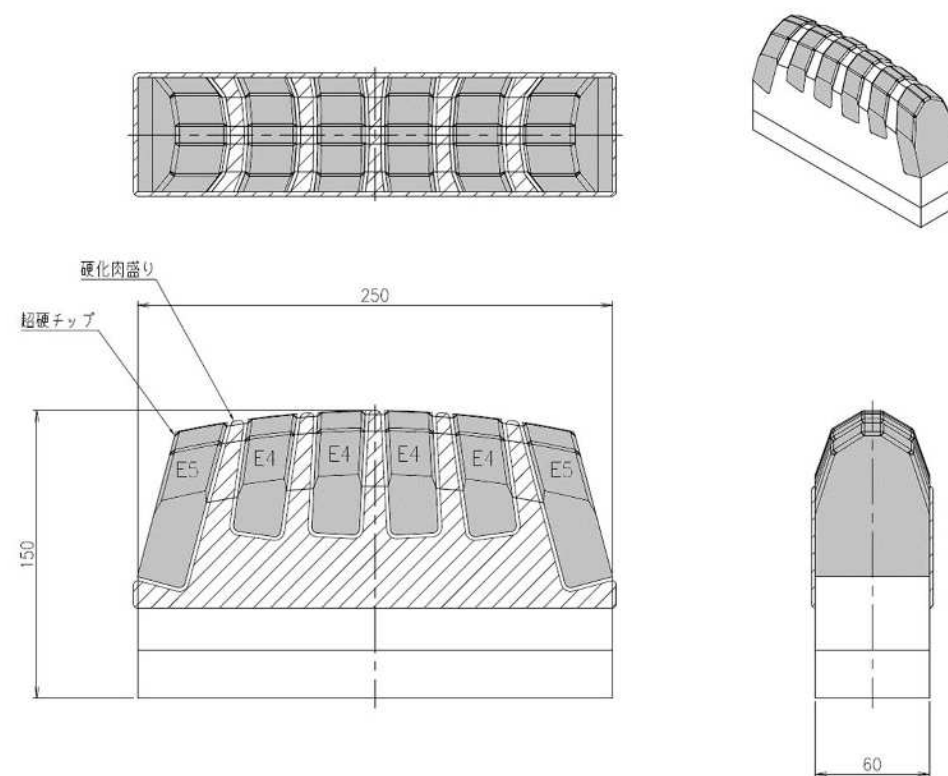
3. 技術紹介 障害物切削

- 検討中ビット

切削性重視タイプ

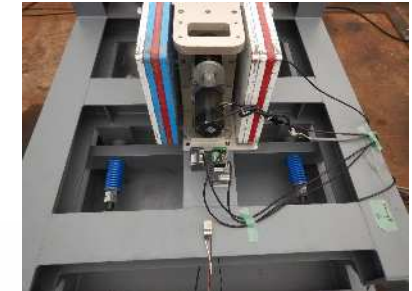
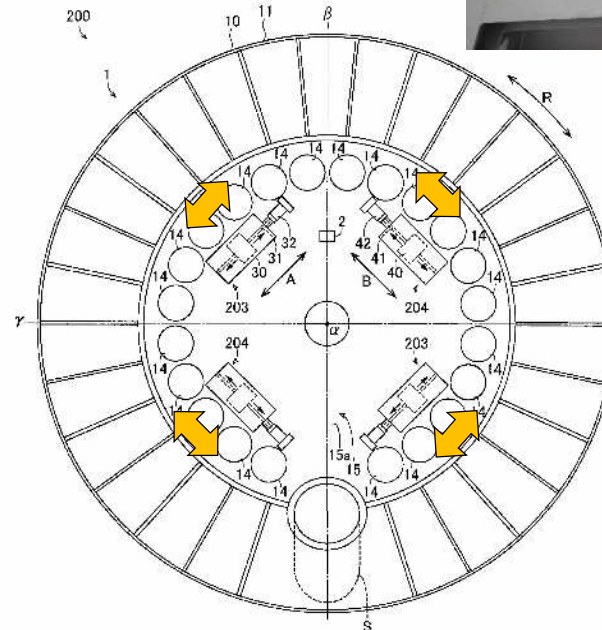
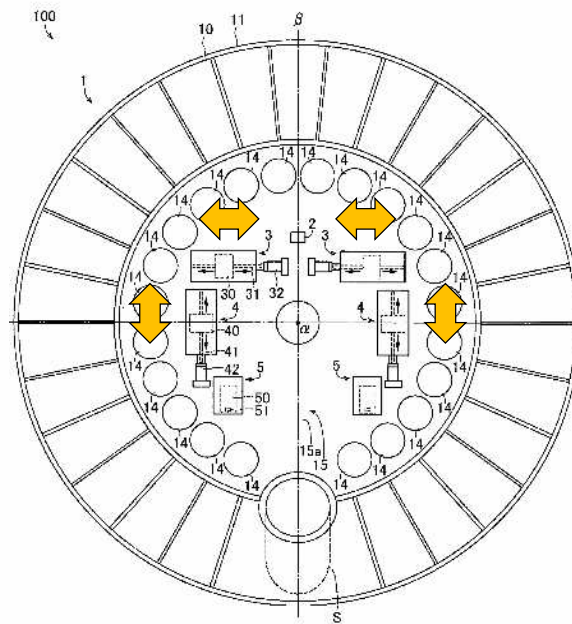
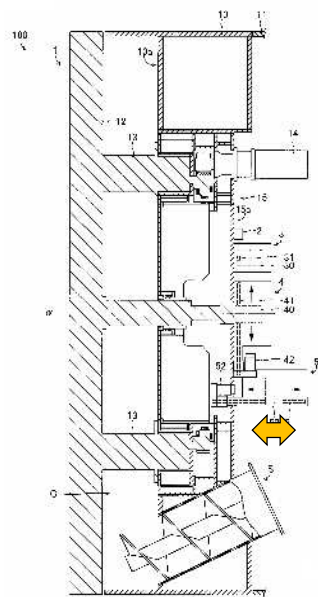


耐衝撃性向上タイプ



3. 技術紹介 振動防止

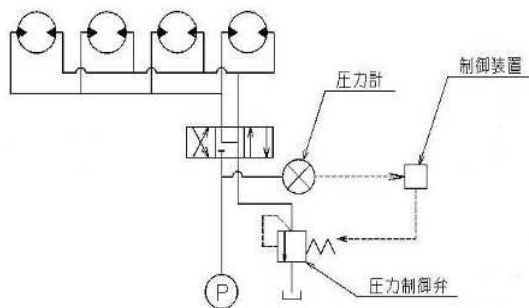
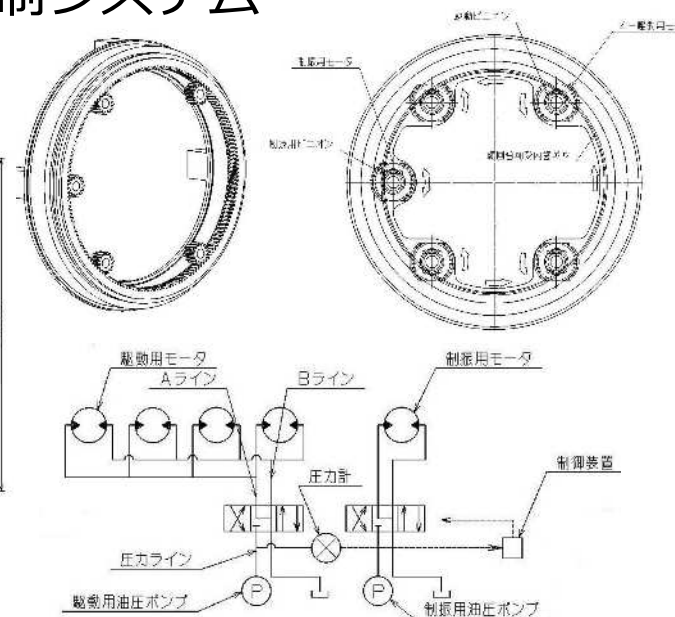
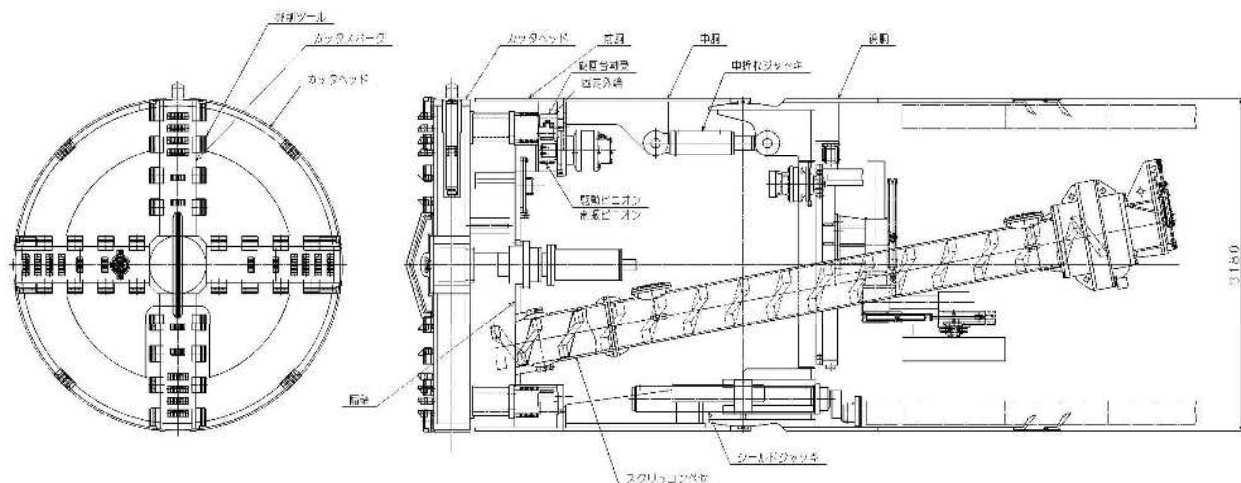
3-1. アクティブマスダンパー(AMD)を搭載したシステム



アクティブマスダンパーを抑制したい振動の方向に複数台設置し、振動を抑制する。
周期的な振動に対して効果を発揮する。

3. 技術紹介 振動防止

3-2. 可変ブレーキ抵抗によるカッタ旋回振動抑制システム



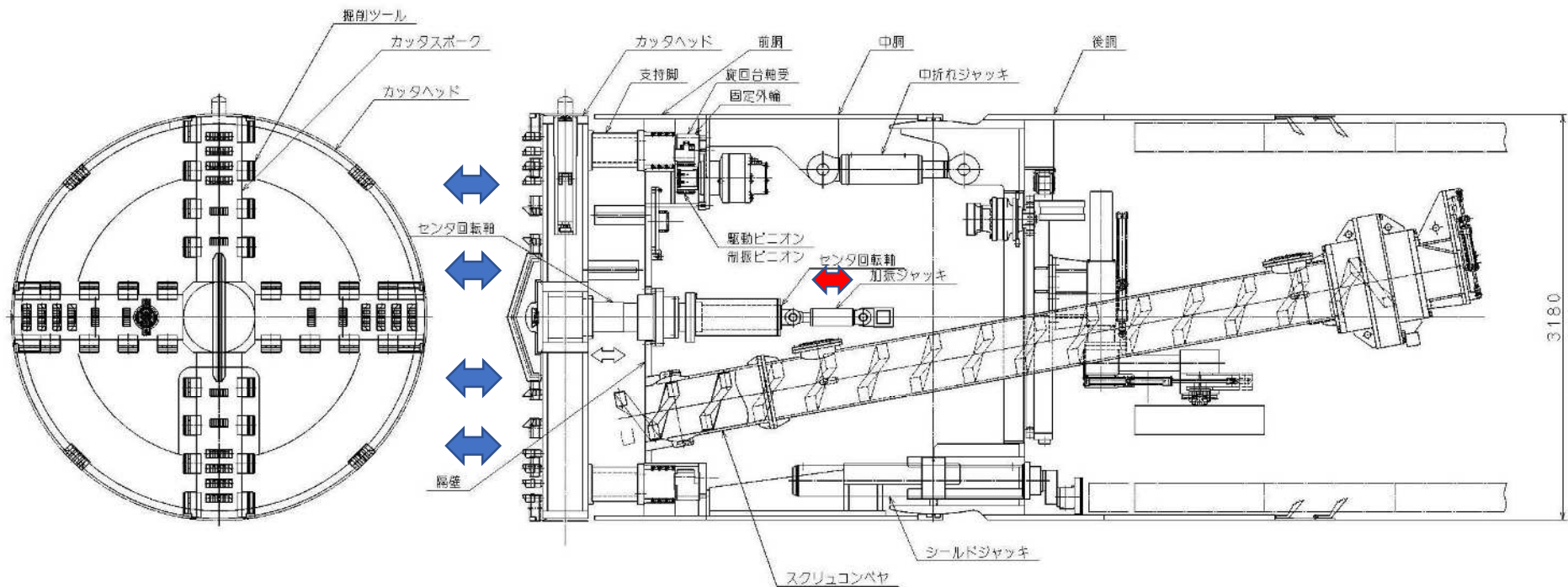
1. 駆動モータにブレーキ抵抗

カッタ旋回部にブレーキ抵抗を付加することによって、カッタ掘削振動を抑制する。
(油圧モータ駆動の場合は、混入エアの圧縮性による悪影響も抑制する。)
駆動モータにブレーキ抵抗を付加する方法と、別途ブレーキ用モータを設置する方法がある。
また駆動力の変動に応じて、抵抗を変化させることでより抑制効果を向上させる。

2. ブレーキ用モータ設置

3. 技術紹介 振動防止

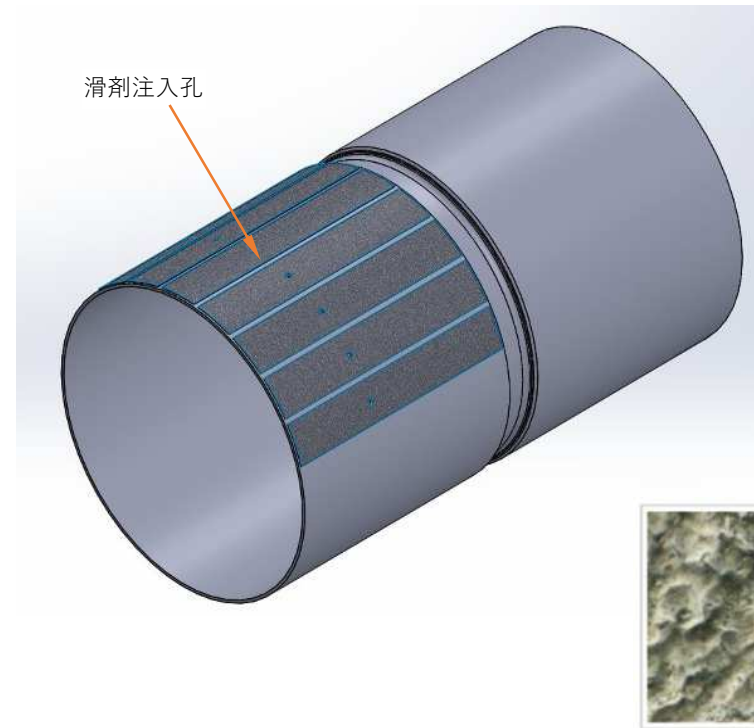
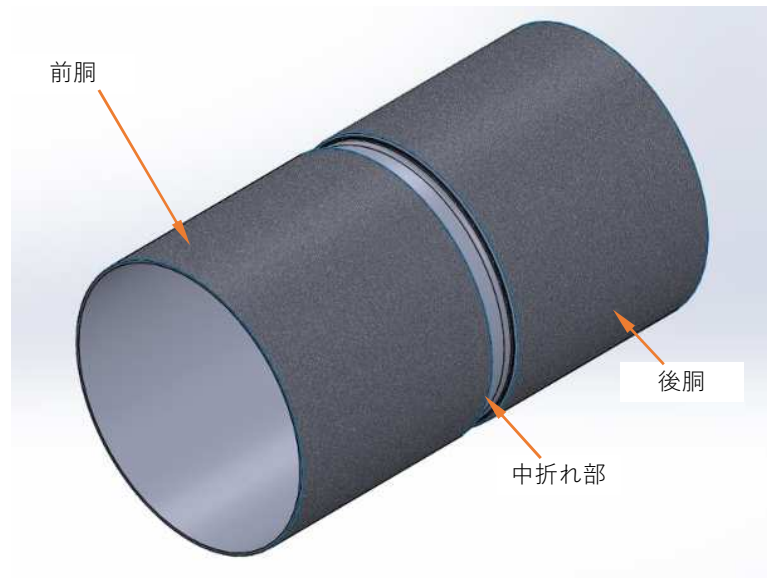
3-3. カッタヘッド加振による振動抑制システム



カッタヘッドの前後振動に対して、カッタヘッドに直接逆位相の振動を与え、振動を抑制する。

3. 技術紹介 振動防止

3-4. シールド本体外面微細凹凸摩擦抵抗低減による振動抑制システム



シールド本体外面に微細な凹凸を設け、土砂との摩擦低減を図り、スティックスリップによる振動を抑制する。(滑剤との併用が効果的)

3. 技術紹介 遠隔監視・不具合防止技術

最新IT技術を活用した遠隔監視技術により、掘削データのトレンドや異常兆候を監視しています。

リアルタイムの掘削データのうち、重点管理項目を定め、定期的に機械・電気の専門家が、トレンドデータのレビューを実施することで、現場へのタイムリーなアドバイスを提供しています。

これらの分析結果は、新たなインターロックシステムやメンテナンス時期アドバイスに役立っています。

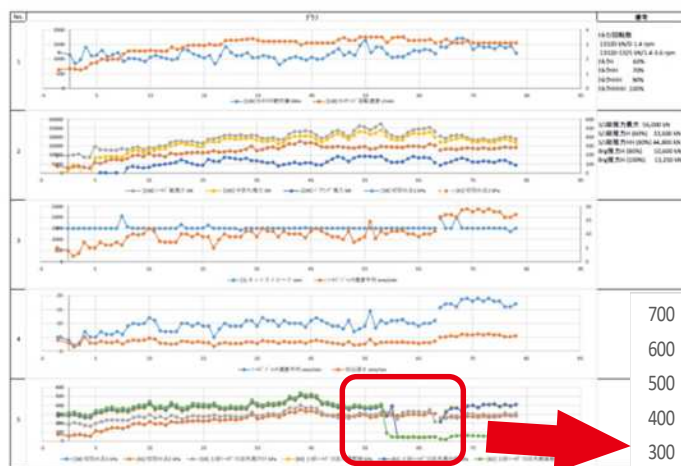
遠隔監視での重点管理項目

- | | |
|-----------------------|------------------|
| ・ 中折れ推力・ベアリング推力 | : 過負荷の未然防止・マシン保護 |
| ・ カッタトルク・カッタ回転速度 | : 過負荷の未然防止・マシン保護 |
| ・ スクリューコンベヤ前土圧・ゲート開度 | : 土砂閉塞・地山崩落の未然防止 |
| ・ 土砂シール圧・水圧（特許出願申請中） | : 異物混入の有無確認 |
| ・ 掘削指数（特許出願申請中） | : カッタ交換時期の把握 |
| ・ センタカッタ温度 | : 土砂閉塞の未然防止 |
| ・ オイル清浄度・稼働時間・総カッタ回転数 | : オイル・消耗品交換時期の把握 |

3. 技術紹介 遠隔監視・不具合防止技術 <具体例>

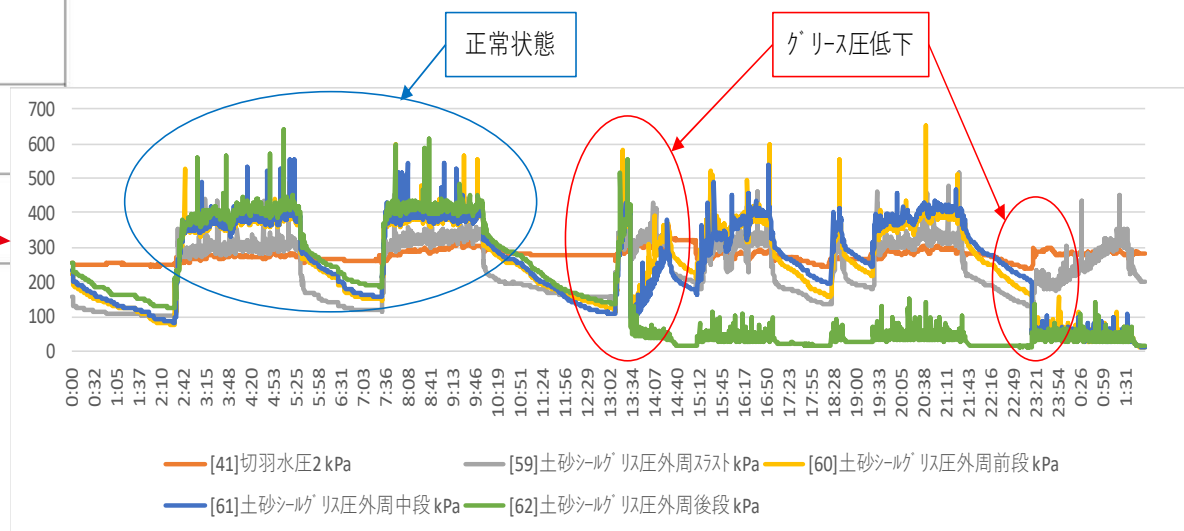
海外案件向け岩盤泥水シールドの土砂シール健全性

掘削監視データ項目のうち、土砂シールグリース圧力の**傾向および数値の異常**を見つけ、現場へ早急に掘削停止のうえ点検するよう連絡。不具合状態が確認され、シール機構を破損する前に処置・復旧を完了できた。



(掘削レビューサンプル)

(詳細データサンプル)



どこにもない「地中空間」を創る



地中空間開発株式会社

連絡先

地中空間開発(株)ソリューションサービス部

営業課 03-6777-7101

技術課 06-7222-0844

<https://ugitec.co.jp>