

シールドトンネル計測技術に関する調査WG

報告書

①はじめに

②シールドトンネル計測技術に関する講義資料

③その他の資料

2026年4月

一般社団法人 日本建設機械施工協会

機械部会 トンネル機械技術委員会

シールドトンネル計測技術に関する調査WG

①はじめに

トンネル機械技術委員会では、毎年トンネル施工に関する技術的な課題や新しい技術の調査等についてワーキング形式にて活動を行っている。

令和7年度の活動テーマとして、トンネル施工における計測技術にフォーカスし、「山岳トンネル計測技術に関する調査WG」並びに「シールドトンネル計測技術に関する調査WG」を発足させ活動を行った。

本件はシールドトンネルにおける計測技術に関するワーキング活動の実施報告である。

今年度の活動内容としては、各委員よりシールドトンネルに関する計測技術の調査を行い、初回ワーキング開催時に興味のある計測技術や施工事例などについて意見交換を行った。

その中で興味のあるトピックスに関する計測技術について専門会社各社に講義を依頼し、技術紹介と意見交換を実施した。また、新技術の紹介としてスーパーマルチ工法に関する講義も行った。

今年度のワーキング活動を通じ、近年のシールドトンネル施工に関する計測技術の取組状況並びに今後の課題や新技術に関する情報を得る良い機会となり、また直接の講義により当該専門技術に関する理解を深める事ができた。

今回のワーキング活動成果が会員各社の有意義な資料となることを望む。

②シールドトンネル計測技術に関する講義資料

No.	開催日	企業名	技術紹介タイトル	頁
1	2025/9/18	協立電機（株）	掘進管理システムの紹介	1～31
2	2025/9/18	（株）アクティオ	泥水加圧式シールド工法における流体輸送設備	32～88
3	2025/11/14	（株）演算工房	シールドシステム技術プレゼンテーション	89～127
4	2025/11/14	（株）きんそく	取組み事例の紹介	127～140

③その他の資料

No.	開催日	企業名	技術紹介タイトル	頁
1	2026/1/16	（株）エイコーエン 지니어リング	スーパーマルチ工法の紹介	141～151

掘進管理システム、他のご紹介 《シールド計測技術ワーキング》

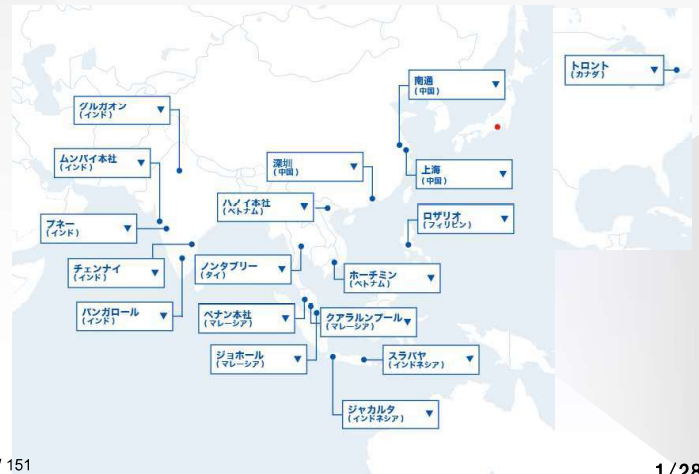
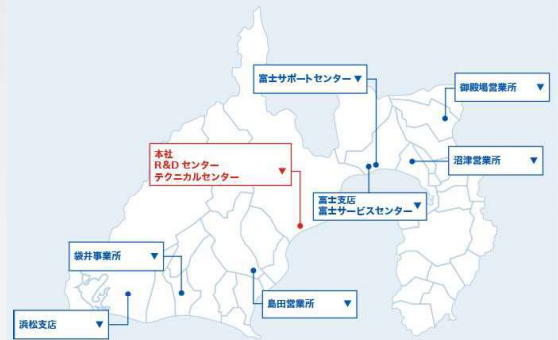
2025年 9月 18日

協立電機株式会社
第二エンジニアリング本部 土木システム部
磯谷 祐太

1 / 151

会社概要

社名 協立電機株式会社(東証スタンダード市場 上場)
 設立 1959年2月11日
 資本金 14億4144万円
 代表者 西 信之
 従業員数 グループ計 1,835名
 本社所在地 静岡県静岡市駿河区中田本町61-1
 事業所 国内27箇所(静岡県内11箇所)、海外18箇所
 事業内容 インテリジェントFAシステム、ITシステムインテグレーション、開発・設計・製造・販売・メンテナンス



2 / 151

1 / 28

会社概要

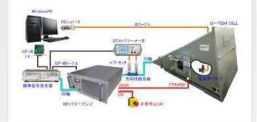
主な製品とシステム



FAシステム
製造管理、ロボットシステム



PAシステム
プロセス制御、監視システム



計測システム
各種実験、EMC試験装置



LAシステム
理化学分析装置、試験機



環境システム
官公庁向け水質監視装置



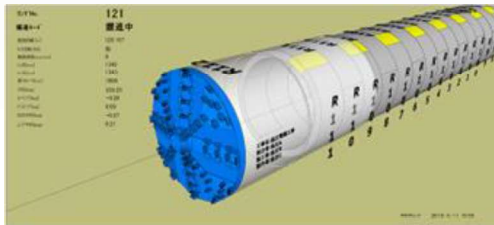
自社開発
電力線通信調光設備、等



サービス業務
設備点検、校正作業



半導体試験装置
開発、製造、販売、保守



土木システム
シールド工事向け掘進管理システム他

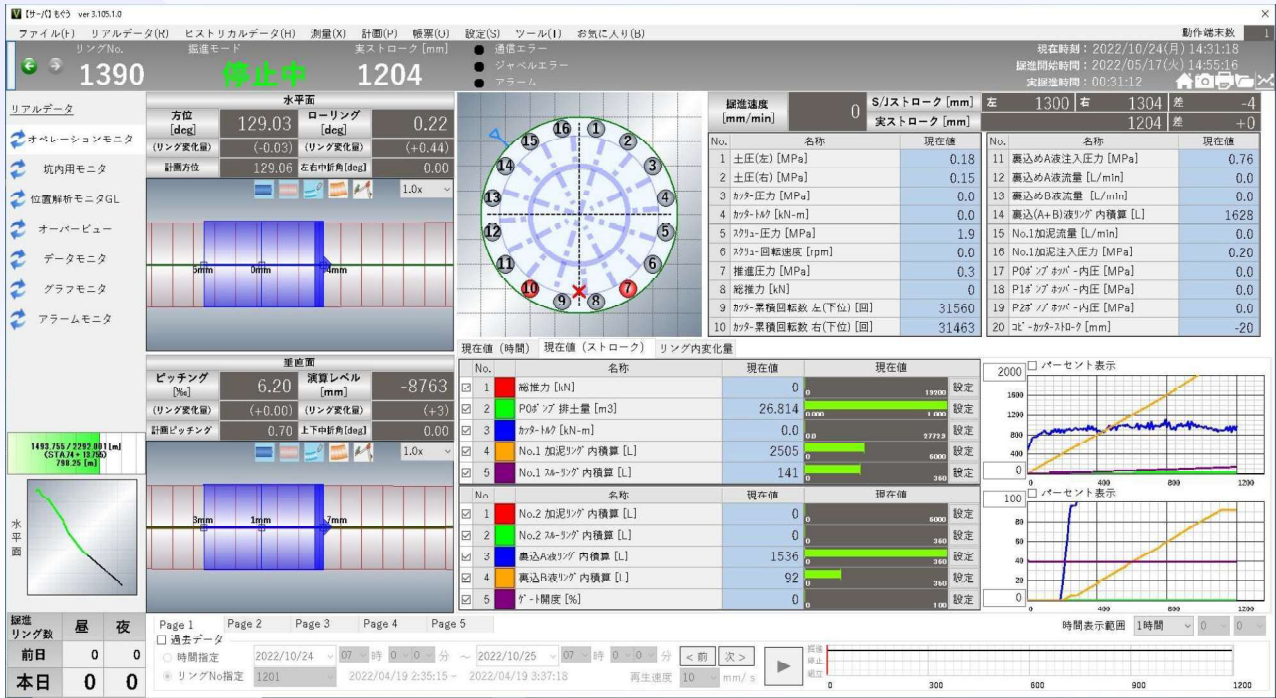
3 / 151

2 / 28

掘進管理システム(もぐろ)

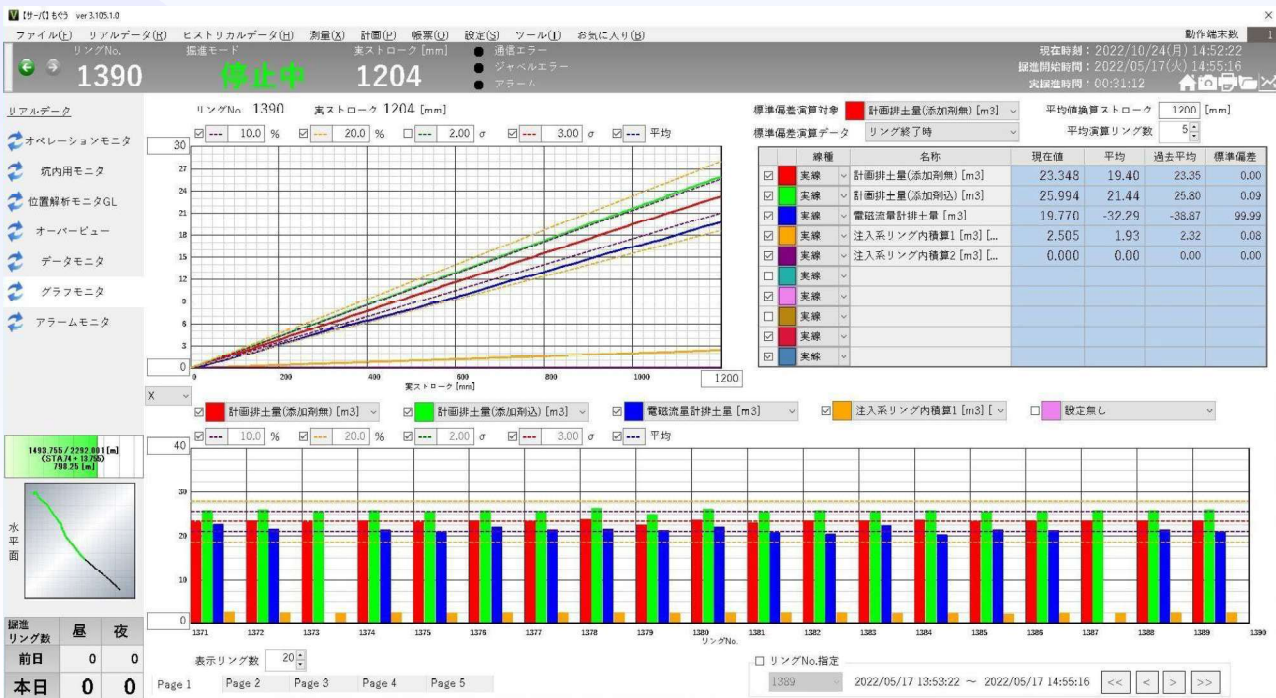
データロガー機能

掘進管理システム メイン画面



各種データ(マシン推力/土圧/裏込/加泥等)を、数値/グラフ/視覚的表現でリアルタイム表示します。
 データは1秒毎の時系列、10mm毎のストローク系列、及びリング毎の平均/最大/最小値として保存します。
 データ毎のしきい値設定による警報表示、メール送信機能により、状況確認のサポートをいたします。

掘進管理システム 積算系管理画面



排土量、裏込注入量等の積算系データを管理するための画面です。
 リング内の計画値に対し、現在ストロークの実測値が基準内に収まっているか等の目安を見ることが可能です。
 また、同時に過去20リングの最大/平均/基準値を表示し、傾向の移り変わりを確認することができます。

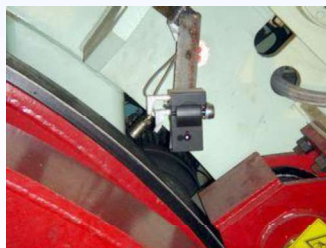
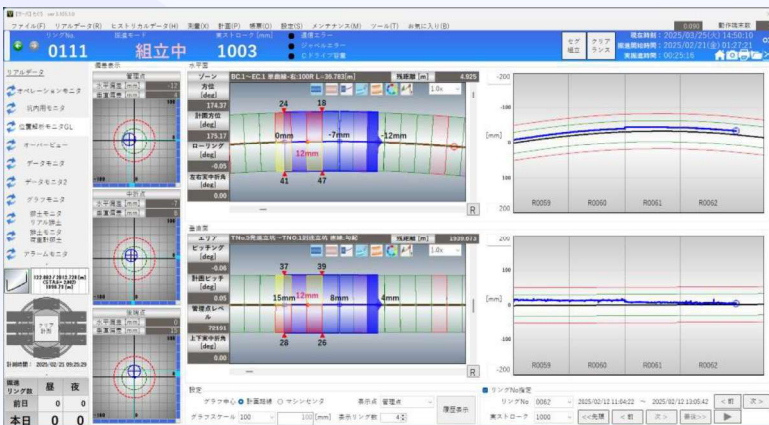
掘進管理システム(もぐう)

線形管理機能

9 / 151

8 / 28

掘進管理システム 位置表示(自動測量)



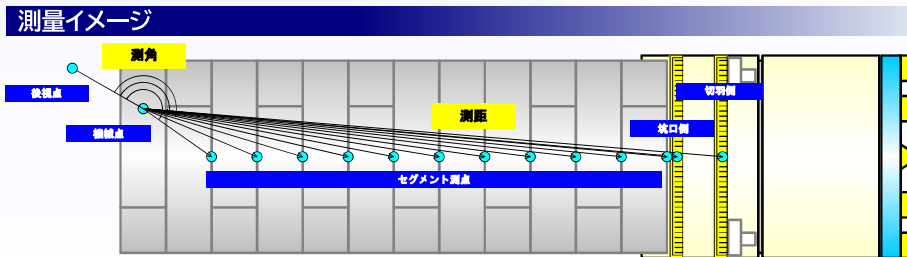
ジャイロコンパス/レベル計、またはトータルステーションを使用して、マシン位置を計算(自動測量)します。
 マシン位置/中折角度から、前胴/中折部/後胴の計画線形からの離れ(偏差)を計算、表示します。
 自動測量データは、人為測量結果を使用して補正、反映いたします。

9 / 28

掘進管理システム 人為測量入力

マシン測量

セグメント測量



マシン測量／セグメント測量の人為測量結果を入力する画面です。
 測量結果を登録する際、計画線形に対する偏差／姿勢を視覚的表現するため、
 数値入力ミス等のヒューマンエラーを防止する事ができます。

掘進管理システム セグメント組立計画

リングNo.	イモ趾	セグメント名称	K位置	水平距離 [m]	垂直距離 [m]	水平偏差 [mm]	垂直偏差 [mm]	方位 [deg]	計画方位 [deg]	ピッチング [deg]
0097		RC1000S-1	0	101.5828	101.6017	5	4	314.0571	313.8127	1.26
0096		RC1000S-1	1	100.5831	100.6017	0	2	314.0571	313.8127	1.26
0095		RC1000S-1	0	99.5833	99.6017	-4	0	314.0571	313.8127	1.26
0094		RC1000S-1	1	98.5836	98.6017	-8	-2	314.0571	313.8127	1.26
0093		RC1000S-1	0	97.5838	97.6017	-12	-4	314.0571	313.8127	1.26
0092		RC1000S-1	1	96.5841	96.6017	-17	-7	314.0571	313.8127	1.26
0091		RC1000S-1	0	95.5843	95.6017	-21	-9	314.0571	313.8127	1.26
0090		RC1000S-1	1	94.5846	94.6017	-25	-11	314.0571	313.8127	1.26
0089		RC1000TR32-2	0	93.5848	93.6017	-29	-13	314.0571	313.8127	1.26
0088		RC1000S-1	1	92.5851	92.6017	-27	-13	313.3194	313.8127	1.05
0087		RC1000TR32-2	0	91.5853	91.6017	-19	-12	313.3194	313.8127	1.05
0086		RC1000S-1	1	90.5856	90.6017	-8	-9	312.5815	313.3055	0.86
0085		RC1000TR32-2	0	89.5858	89.6017	0	-4	312.5815	312.7327	0.86

リング毎に使用セグメント、Kセグメント位置を設定する事で、セグメント組立計画を行う事ができます。
 最新のセグメント測量結果を基準とする事で、実測に沿った計画にお役立ていただけます。
 作成した組立計画から、セグメント組立指示書を出力する事も可能です。

掘進管理システム マシン目標

0922 Ring 水平面

No.	リング No.	距離[m]	後端	中折	管理	方位 [deg]	左右中折 [deg]	距離[m]	偏差	方位[deg]
現在	922	701.954	22	18	17	352.94	0.05	698.408	6	352.91
平均	922	701.954	22	18	17	352.94	0.05	698.408	6	352.91
1	923	702.704	21	18	17	352.95	0.05	699.158	5	352.91
2	924	703.454	20	17	16	352.96	0.05	699.908	4	352.91
3	925	704.204	19	16	15	352.96	0.05	700.658	3	352.91
4	926	704.954	18	15	15	352.96	0.05	701.408	2	352.91
5	927	705.704	17	14	14	352.96	0.05	702.158	1	352.91
6	928	706.454	17	14	13	352.96	0.05	702.908	1	352.91
7	929	707.204	16	13	12	352.96	0.05	703.658	0	352.91
8	930	707.954	15	12	11	352.96	0.05	704.408	-1	352.91
9	931	708.704	14	11	10	352.96	0.05	705.158	-2	352.91
10	932	709.454	13	10	9	352.96	0.05	705.908	-3	352.91
11	933	710.204	12	9	9	352.96	0.05	706.658	-4	352.91
12	934	710.954	11	8	8	352.96	0.05	707.408	-5	352.91
13	935	711.704	11	8	7	352.96	0.05	708.158	-6	352.91
14	936	712.454	10	7	6	352.96	0.05	708.908	-7	352.91

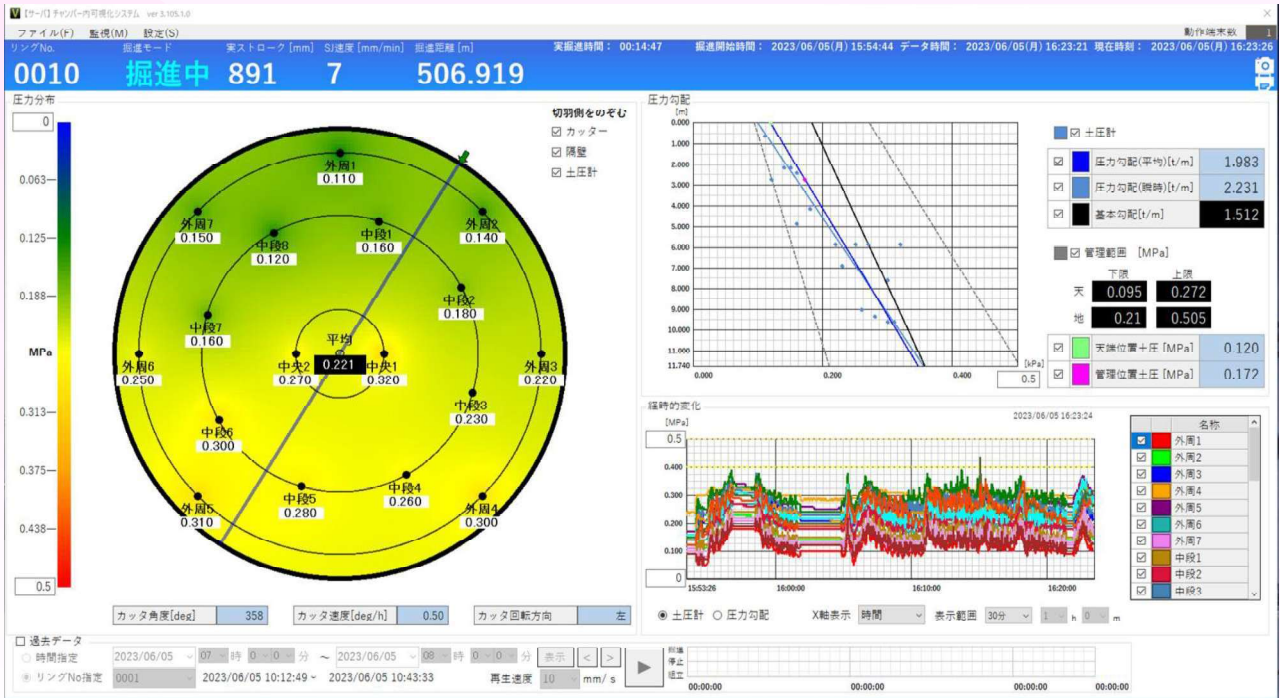
0922 Ring 鉛直面

No.	リング No.	距離[m]	後端	中折	管理	ピッチング [deg]	上下中折 [deg]	距離[m]	偏差	ピッチ[deg]
現在	922	701.954	17	15	16	0.12	0.05	698.408	13	0.15
平均	922	701.954	17	15	16	0.12	0.05	698.408	13	0.15
1	923	702.704	17	15	15	0.11	0.05	699.158	14	0.15
2	924	703.454	16	14	14	0.11	0.05	699.908	14	0.15
3	925	704.204	16	13	13	0.11	0.05	700.658	15	0.15
4	926	704.954	15	12	12	0.11	0.05	701.408	15	0.15
5	927	705.704	14	12	11	0.11	0.05	702.158	16	0.15
6	928	706.454	13	11	10	0.11	0.05	702.908	16	0.15
7	929	707.204	13	10	10	0.11	0.05	703.658	17	0.15
8	930	707.954	12	9	9	0.11	0.05	704.408	17	0.15
9	931	708.704	11	9	8	0.11	0.05	705.158	18	0.15
10	932	709.454	10	8	7	0.11	0.05	705.908	18	0.15
11	933	710.204	10	7	7	0.11	0.05	706.658	19	0.15
12	934	710.954	9	6	6	0.11	0.05	707.408	19	0.15
13	935	711.704	8	6	5	0.11	0.05	708.158	20	0.15
14	936	712.454	7	5	4	0.11	0.05	708.908	20	0.15

目標リング先の偏差を設定する事で、掘進リング毎の偏差量/ピッチング等を確認する事ができます。
 ジャイロ方位を目標設定にすることで、リング毎のジャイロ方位変化を見ることもできます。
 設定したマシン目標に対して、掘進指示書を作成する事も可能です。

掘進管理 オプションシステム

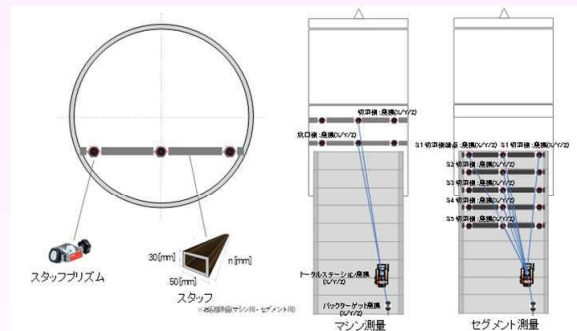
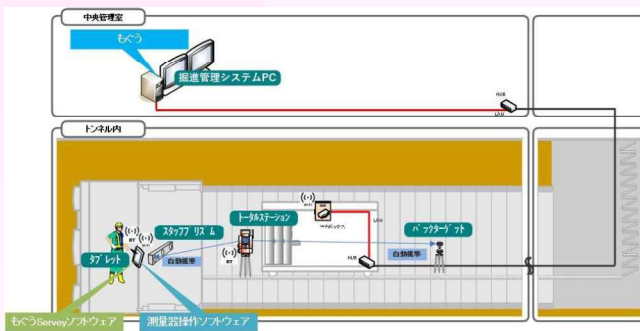
チャンバー内可視化システム



シールドマシンチャンバー内の土圧計測データから、切羽土圧の分布状態を可視化する画面です。コンター図で表現する事により、チャンバー内の状態を直感的に把握できます。また、圧力勾配／経時の変化グラフ／異常時警報機能により、状況の変化をいち早く捉えられます。

ワンマン測量システム(もぐりSurvey)

ワンマン測量システム(もぐりSurvey)



もぐりSurvey マシン測量

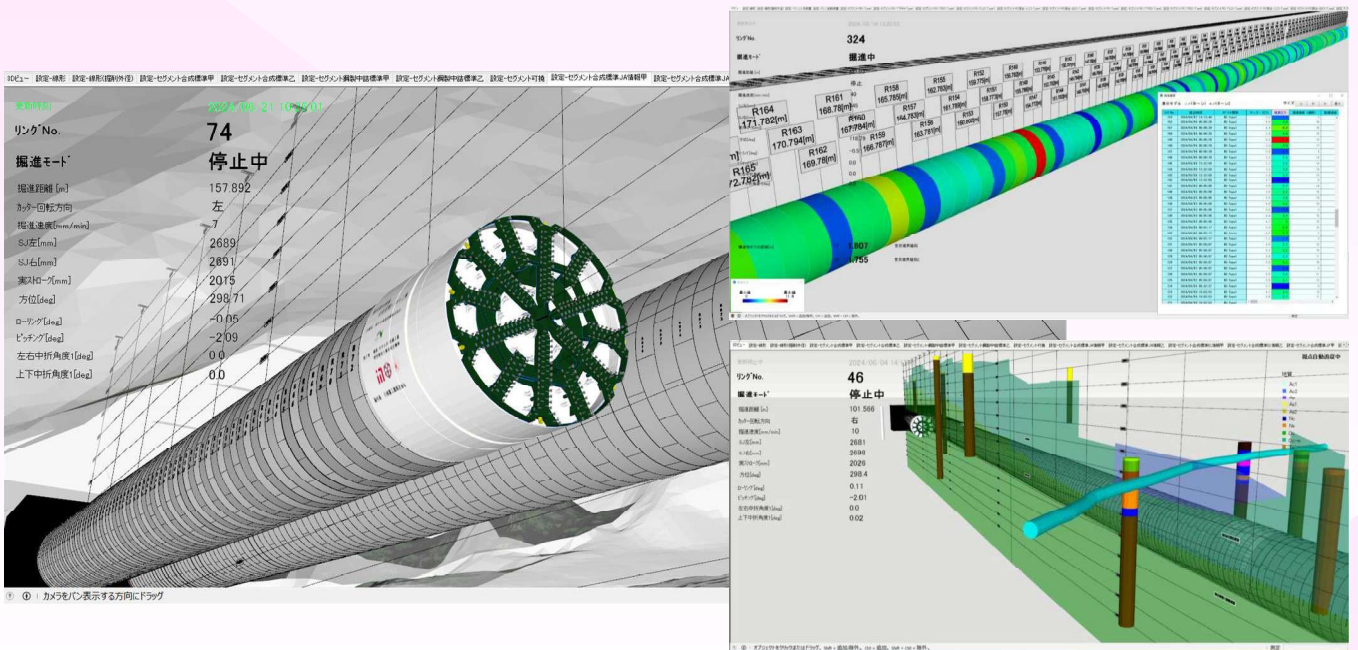


もぐりSurvey セグメント測量



タブレット端末でトータルステーションを操作する事により、1人測量を可能にするシステムです。測量結果はタブレット端末に記録され、タブレット内ソフトを操作しその場で掘進管理に測量登録可能です。測量業務の省人化に加え、測量結果をすぐに確認できるためヒューマンエラーの防止に役立ちます。

もぐろ3DEye



掘進管理とデータ連携し、3DCAD上にシールドマシン位置/セグメント出来高をリアルタイムに表現します。
 また、過去リングの掘進データをコンター図表現でき、掘進位置とデータを紐付けて確認できます。
 3DCAD内に地中埋設物や地質縦断面図を入れる事で、現在掘進位置の周囲状況が把握できます。

e-もぐもぐ



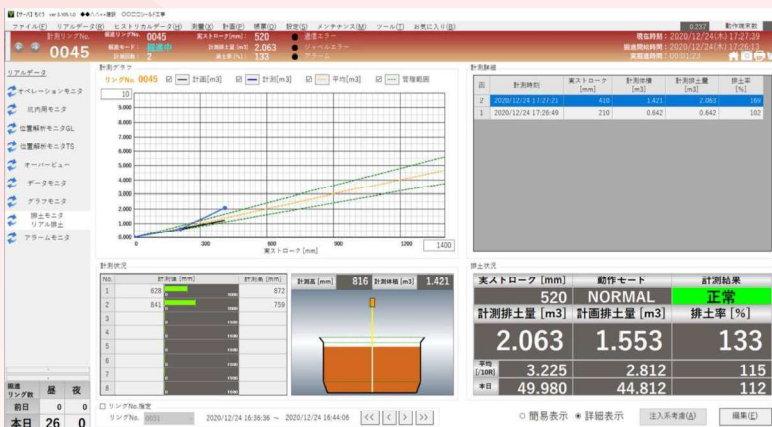
掘進位置や掘進状況をWeb上でリアルタイムに表示するシステムです。
 掘進管理システムデータをクラウドサーバに転送する事で、Web回線が有ればどこでも状況を把握できます。
 現場内のPRルーム、サイネージモニタ表示、遠隔地との状況共有等、幅広くご利用いただけます。

土量計測システム

19 / 151

18 / 28

土量計測システム(各種)



シールド工法に合わせた計測機器を使用して、体積/重量/流量等から排土量を計測します。
 排土口付近の体積計測は掘進とのタイムラグが少ない、立坑の重量計測は誤差が少ない等の特徴があります。
 計測した排土量データを掘進管理システムに取込む事で、傾向管理をすることができます。

20 / 151

19 / 28

土量計測システム(掘進管理画面)



排土量、裏込注入量等の積算系データを管理するための画面です。

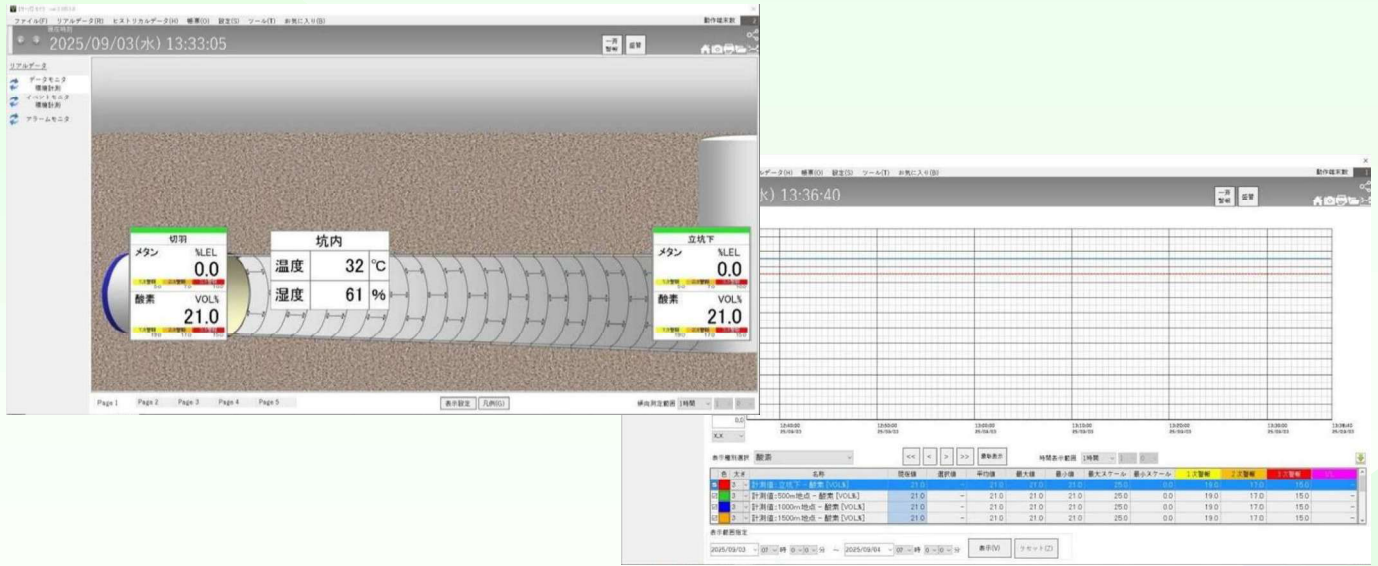
リング内の計画値に対し、現在ストロークの実測値が基準内に収まっているか等の目安を見ることが可能です。

また、同時に過去20リングの最大/平均/基準値を表示し、傾向の移り変わりを確認することができます。

20/28

ガス検知システム 環境計測システム

ガス検知システム／環境計測システム



各所に設置したガス検知器等のデータを取込み、現在値を画面表示します。

計測データが基準値を超えた場合、各所のパトランプ／ブザーおよびメールで警報します。

データ記録は通常時：30秒、警報時：1秒スパンで実施するため、異常時の原因調査にご使用いただけます。

ガス検知システム／環境計測システム



ガス検知器



騒音振動計



粉塵計



水位計



風速計 (高感度)



雨量計



温湿度計 (WBGT計)



風向風速計

ガス検知器を始めとして、各種計測センサのデータを取込み可能です。

シールド坑内では温湿度、坑内風速、切羽粉塵等の計測実績がございます。

作業員の安全に関わる環境変化を捉え、警報等によりいち早く危険を各所に通知します。

入坑管理システム バイタルモニタ

25 / 151

24 / 28

入坑管理システム(RFID)

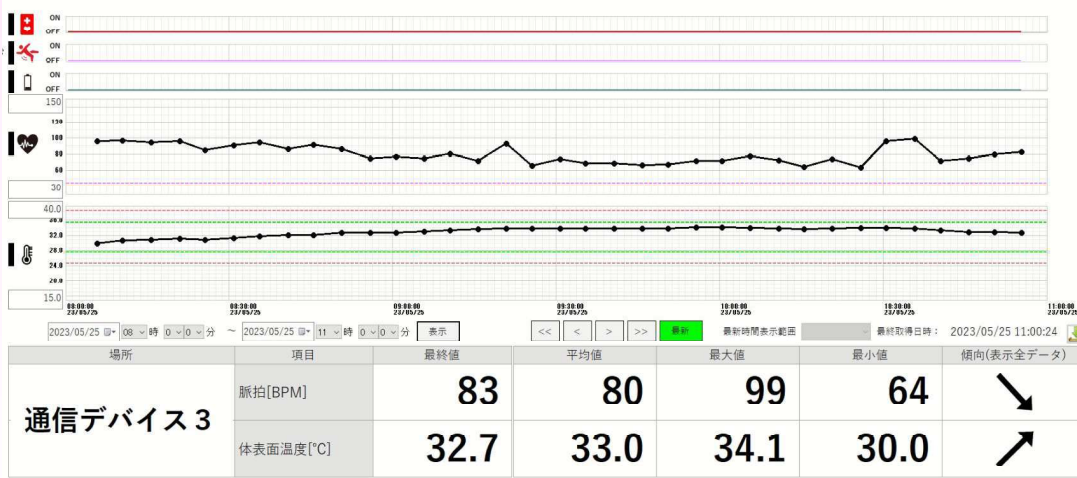


ヘルメットに付けたICタグを各所に設置したICリーダーで読取り、入坑状況／位置情報を自動的に更新します。
 また、バッテリーロコ等にICタグを設置する事で、車両の位置を把握する事ができます。
 人や車両のICタグを検知している場合、周辺箇所警告灯／LEDランプを点灯する等の制御も可能です。

25 / 151

25 / 28

バイタルモニタ



時計型バイタルセンサーで体温、心拍、転倒等データを検知測定し、管理システムに送信します。
 バイタル情報は人の情報と紐付けられ、リアルタイム表示、時系列記録されます。
 入退管理システムと組み合わせる事で、体調不良者の居場所特定にお役立てする事が可能です。

今後の掘進管理システム

今後の掘進管理システム

▲シールド現場を含む建設業の抱える問題

- ・人手不足、高齢化 ⇒ 熟練技術者の大量退職、若手入職者の減少、外国人労働者の増加
- ・技術継承、暗黙知の消失 ⇒ 熟練技術者が持つ暗黙知(経験的なノウハウ)の継承
- ・労働環境、長時間労働 ⇒ 時間外労働上限規制への対応

○掘進管理システムに求められるもの、今後の展望

- ・システム習熟者だけでなく、誰もが使いやすいシステム
- ・本社/支店等、遠隔地との現場データ共有を可能にするクラウドシステム
- ・職員業務をサポート、効率化する機能
- ・AI、機械学習との連携による技術継承寄与
- ・CIM対応等による見える化

29 / 151

28 / 28

イメージキャラクター ” もぐう ”



ご清聴ありがとうございました。

【お問い合わせ先】

協立電機株式会社

土木システム部 営業担当:磯谷 祐太

電話:054-288-8870

携帯:080-1586-6932

メール:yisogaya@mail.kdwan.co.jp

30 / 151

質疑応答記録

1 掘進管理システムの紹介	
質問事項	協立電機（株）からの回答
① 測量システムの運用方法（トータルステーションの固定・バックサイト確認・自動追尾・通信方式・設置場所など）についてご教授下さい。	現場での運用方法（手動確認、通信設備設置場所、通信距離）はご説明の通り。測量機器はLica社やトプコン社の物を使用し、数十メートル毎に盛り代えています。設置箇所は後続台車付近となります。
② エリア管理・入庫管理システムの運用方法（リーダー設置間隔、タグによる位置管理、バッテリーカーの管理方法、無線・有線の使い分け、RFIDの使用状況など）についてご教授下さい。	ご説明した内容に加え、200mピッチでのリーダー設置により、タグの運用、バッテリーカーの移動検知、無線・有線の使い分け、RFIDの利用を行いシステムの運用をしています。
③ SIM連携についてご教授下さい。	もぐもぐ3DIの設計データ連携、セグメントデータの取得・管理、外部データ作成の不要化、設計データのシステム内格納、土質データの設計との関連性などに利用できます。
④ AI・機械学習による掘削状況データのフィードバック・最適化システム構築の可能性についてご教授下さい。	現状は一部データのみAIにかけてフィードバックしている段階であり、全分野への展開には膨大なデータ量と処理能力が必要で、1～2年での実現は困難ですが、将来的には目指す方針です。

31 / 151



泥水加圧式シールド工法における 流体輸送設備

2025年9月18日

株式会社 **アクティオ**
RS技術部

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

32 / 151

部門紹介

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

33 / 151

レンサルティング本部 (RS本部)

アクティオ



営業本部

レンサルティング本部

業務本部

管理本部

各 支社 7拠点

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

34 / 151

レンサルティング本部 (RS本部)

RS本部 RS事業統括部



エンジニアリング事業部

建築保安事業部

通信 ICT事業部

パワーシステム事業部

道路機械事業部

鉄道事業部

クレーン事業部

産業機械事業部

解体事業部

基礎機械事業部

RS地方営業部 6 営業部

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

35 / 151

エンジニアリング事業部 (EG事業部)

・インフラ関連【地下鉄・上下水道・道路・トンネル・ダム・橋梁】



東京都江東区新砂 3-6-4 1
東京DLセンター

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

遠隔制御機器
流体輸送設備機器
土砂圧送設備機器
推進マシン
給排水設備機器
換気設備機器
バッテリー機関車
水処理設備機器
大型集塵機
オイルフリーコンプレッサー

36 / 151

エンジニアリング事業部 (EG事業部)

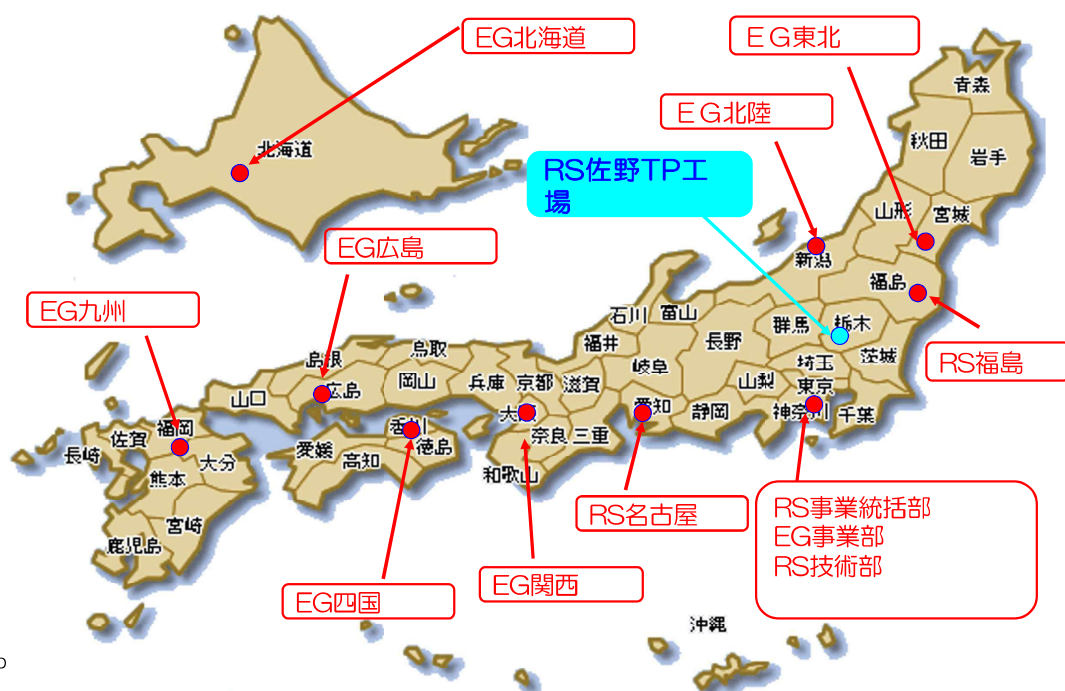
レンサルティング =
レンタル&コンサルティング



東京都江東区新砂 3-6-4 1
東京DLセンター

- 工法プランニング (各種計画書)
- 機種選定
(計算書、レイアウト・フロー図作成)
- 商品開発、設計製作
- 各種工事
(設置配管、電気計装、機器セットアップ)
- 国内外への技術者 (エンジニア) 派遣
- 予算シミュレーション、見積作成

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.



Copyright© AKTIO

RS 佐野テクノパーク工場



Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

RS 佐野テクノパーク工場



Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

RS 佐野テクノパーク工場



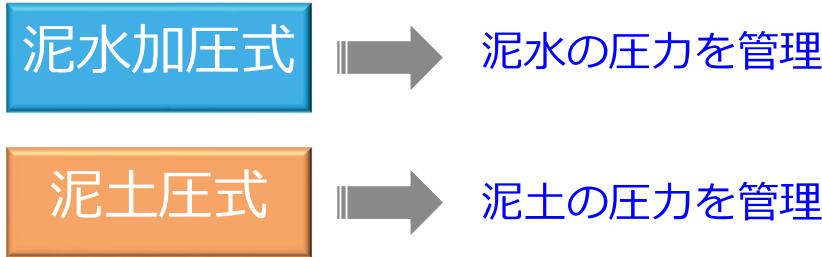
Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

シールド工法

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

シールド工法における切羽管理について

シールド工法は 泥水加圧式・泥土圧式シールドに分類されます。それぞれ密閉された切羽を泥水または泥土で満たし、地山に対し適切に加圧する事によって崩壊を防止しております。



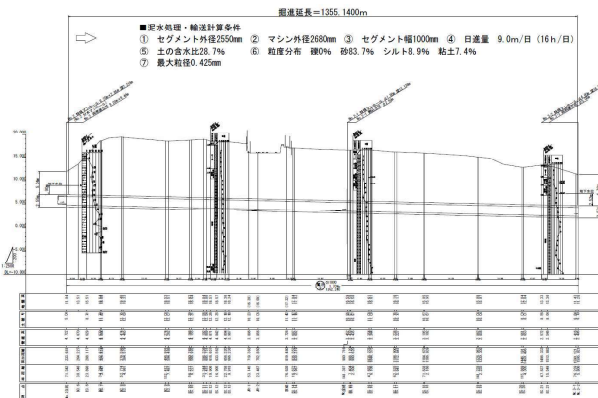
Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

43 / 151

計画・設計

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備検討書



縦断面図・ボーリングデータなどから流体輸送設備に求められる設備を選定

- 概要
 - シールド外径
 - 掘削機大径
 - 立坑深さ
 - シールド中心深さ
 - 立坑から調整機までの距離
 - 立坑から処理機までの距離
 - G. Lから処理吐出高さ
 - 掘進速度
 - 切羽水圧制御範囲
 - 送泥側流体仕様
 - 液の粘度
 - 固形物真比重
 - 液比重
 - 地山の仕様
 - 土粒子真比重
 - 含水率(体積率)
 - 粒度分布
- 電動機の電源

項目	単位	値
D	mm	3430
L	m (高低差 -70.0 m)	531.2
H	m	20.0
Hc	m	17.3
f ₁	m	50
f ₂	m	50
h	m	5.0
S	m	5.0
P	100 ~ 200	

項目	単位	スライプポンプ			
		P1-1	P1m	P2	P3
11	ポンプ型式				
2	液名	泥水			
3	濃度	12.2			
4	濃度	26.9			
5	濃度	38.0			
6	濃度	1310			
7	濃度	3.8			
8	濃度	1.0			
9	濃度	59.4			
10	濃度	54.5			
11	濃度	59.4			
12	濃度	23.1			
13	濃度	3.8			
14	濃度	4.97			
15	濃度	64.8			
16	濃度	59.5			
17	濃度	64.8			
18	濃度	25.2			
19	濃度	1700			
20	濃度	1470			
21	濃度	1400			
22	濃度	1750			
23	濃度	1470			
24	濃度	1750			
25	濃度	1200			
26	濃度	1750			
27	濃度	1750			
28	濃度	1750			
29	濃度	1750			
30	濃度	1750			
31	濃度	1750			
32	濃度	1750			
33	濃度	1750			
34	濃度	1750			
35	濃度	1750			
36	濃度	1750			
37	濃度	1750			
38	濃度	1750			
39	濃度	1750			
40	濃度	1750			

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

44 / 151

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備の変化

- 大断面シールドの施工 . . . 大型設備の開発
- 高水圧下での施工 . . . 2 MPa仕様設備の開発
- 長距離シールドの施工 . . . スラリーポンプの高揚程化
- 高速施工（掘進速度） . . . 輸送ラインの口径UP
- 急勾配・急曲線施工 . . . 有効断面検討

施工ラインに様々な地層が存在 礫・砂・泥岩・粘土

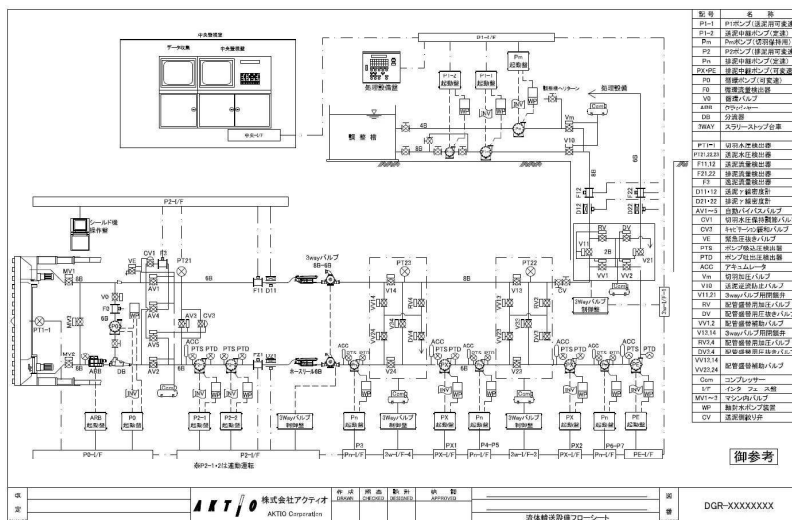
マシン取り込み径を大きくする必要があり輸送配管径の差異を補うため循環ラインの採用率が高い

※ 循環ライン = マシン排泥管の限界沈殿流速を上げる為のライン

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備について

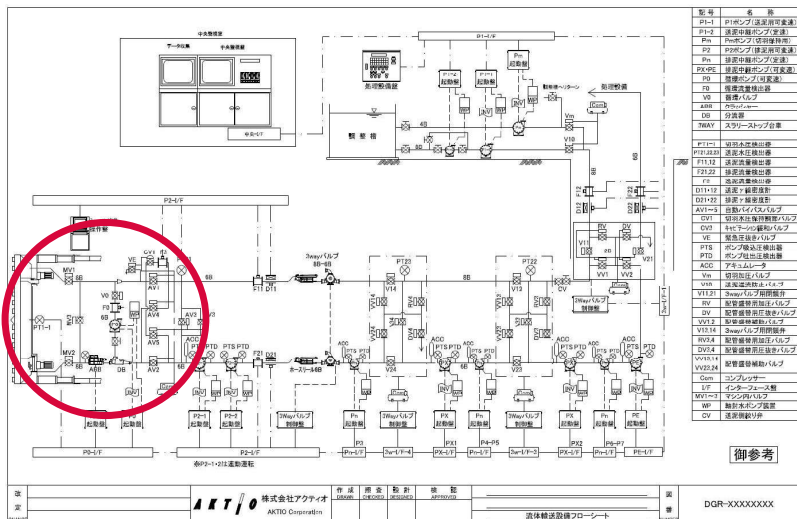


流体輸送設備フロー図

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備について

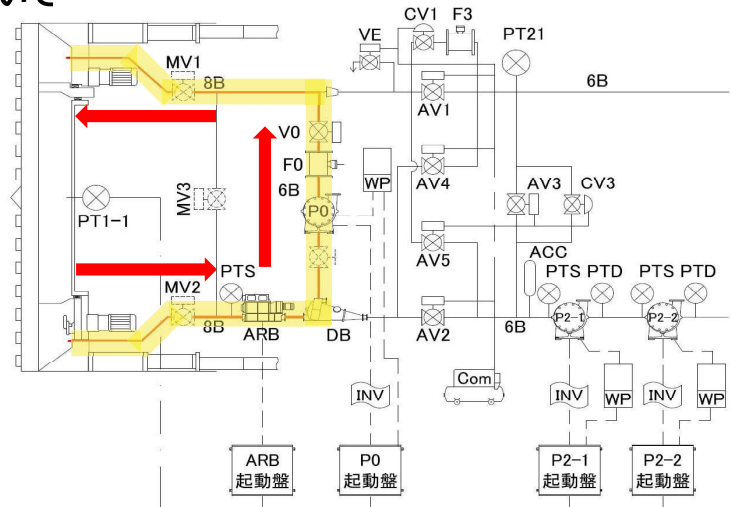


流体輸送設備フロー図

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備について



流体輸送設備循環ライン

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備について

有効断面の検討

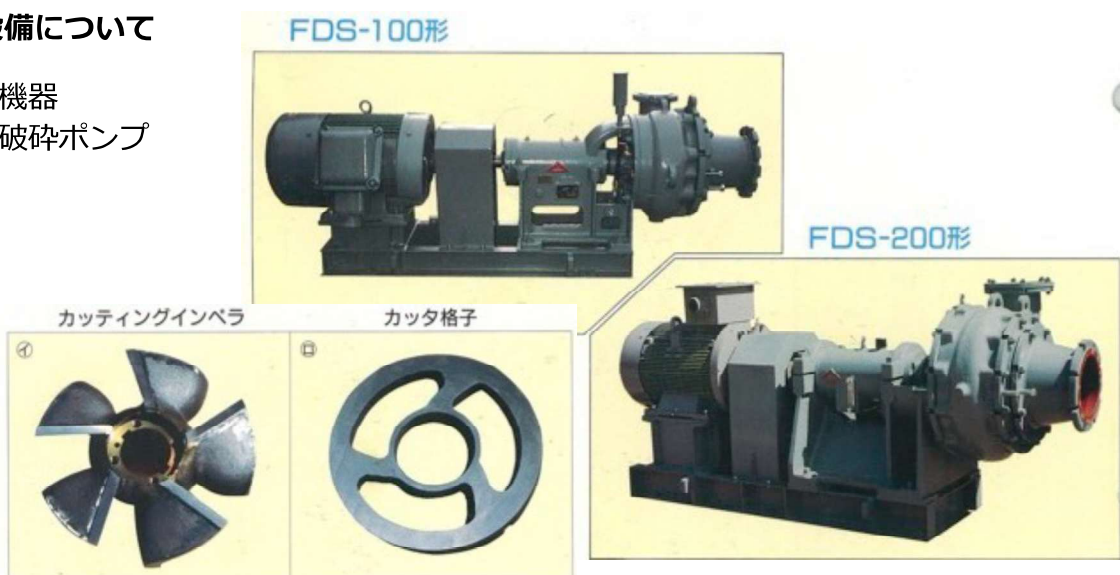


Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備について

粘土対策機器
FDS形破碎ポンプ

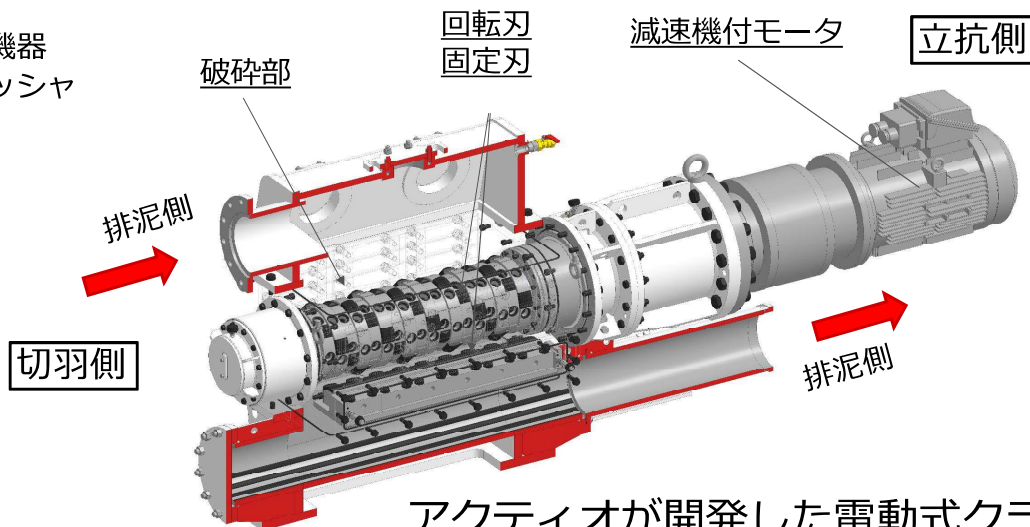


Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備について

礫対策機器
クラッシャー



アクティオが開発した電動式クラッシャー

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備について

礫対策機器
クラッシャー映像

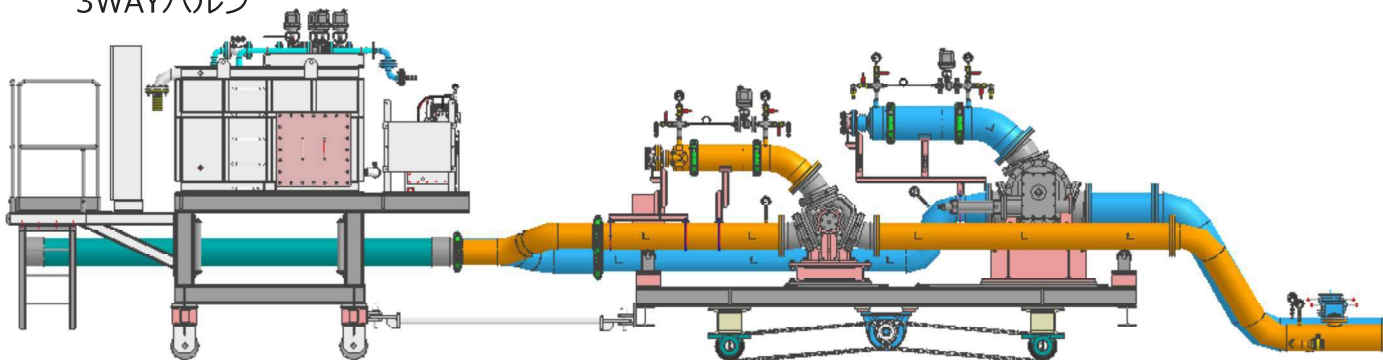


Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備について

配管盛換装置
3WAYバルブ



Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備について

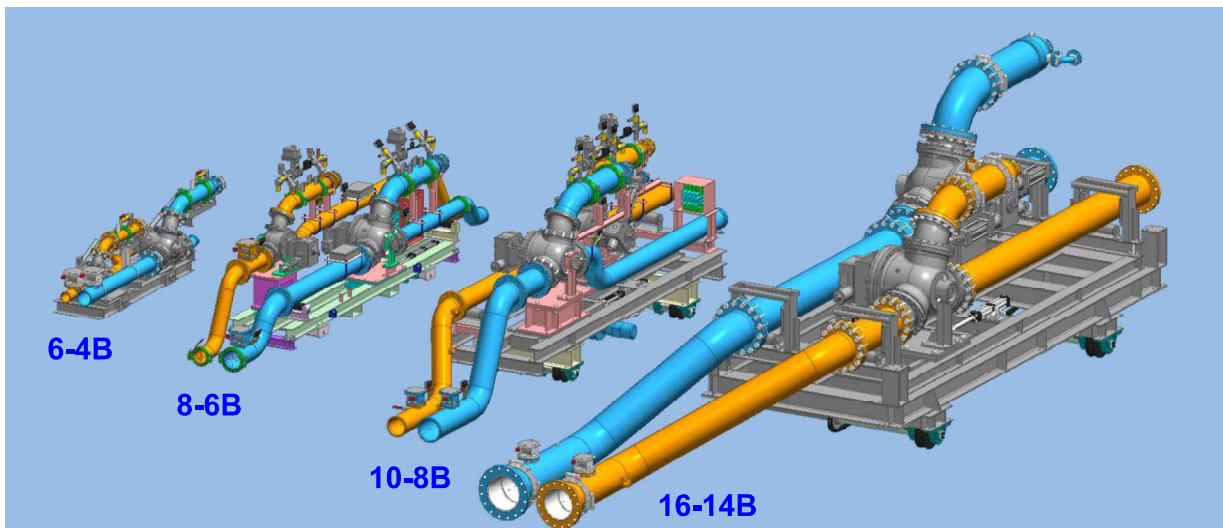
配管盛換装置
3WAYバルブ



Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備について



Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

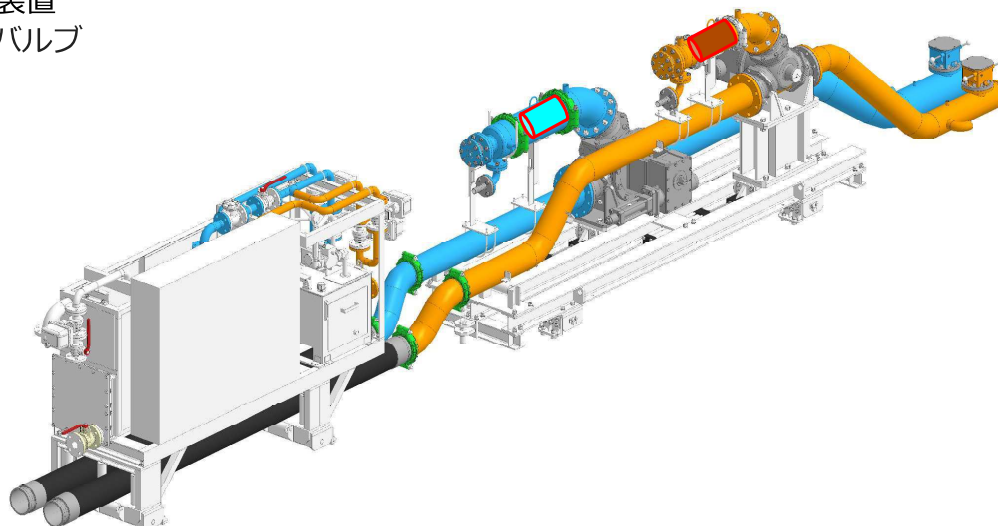
泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備について

配管盛換装置
3WAYバルブ

立抗側

切羽側

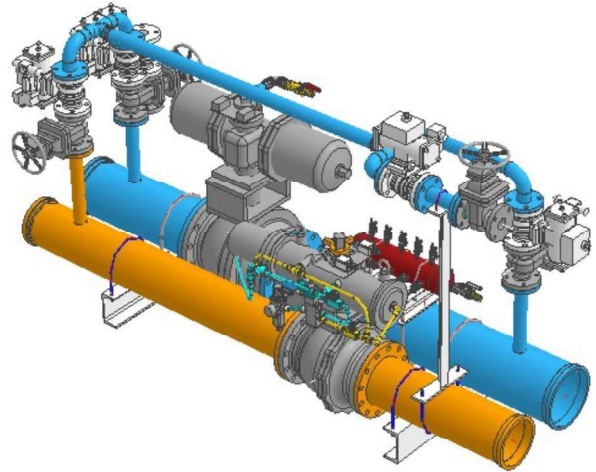
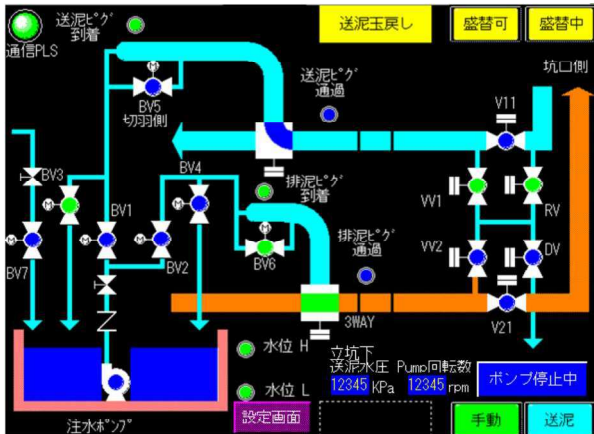


Copyright© AKTIO Cr

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備について

配管盛換装置
補助バルブ

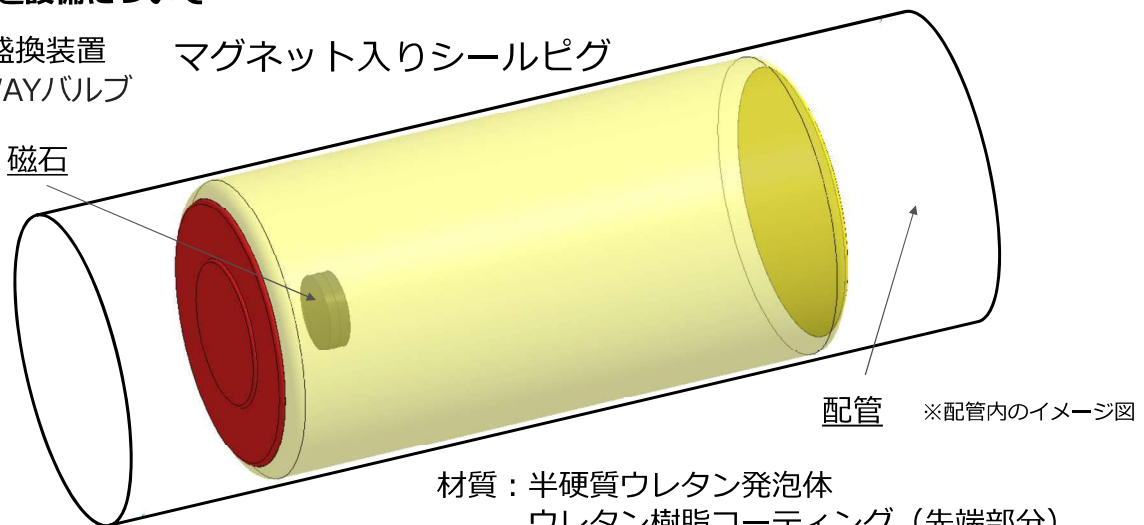


Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備について

配管盛換装置
3WAYバルブ マグネット入りシールピグ



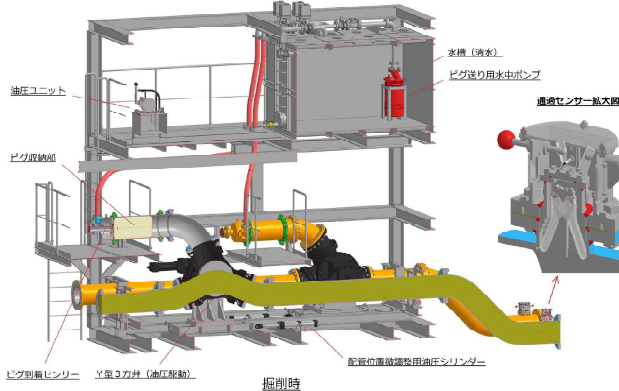
材質：半硬質ウレタン発泡体
ウレタン樹脂コーティング（先端部分）
発泡液コーティング

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

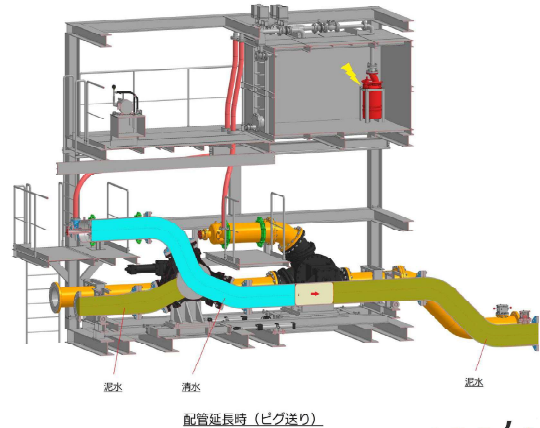
泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備について

配管盛換装置
3WAYバルブ



泥水シールド工用配管延長装置 概要図



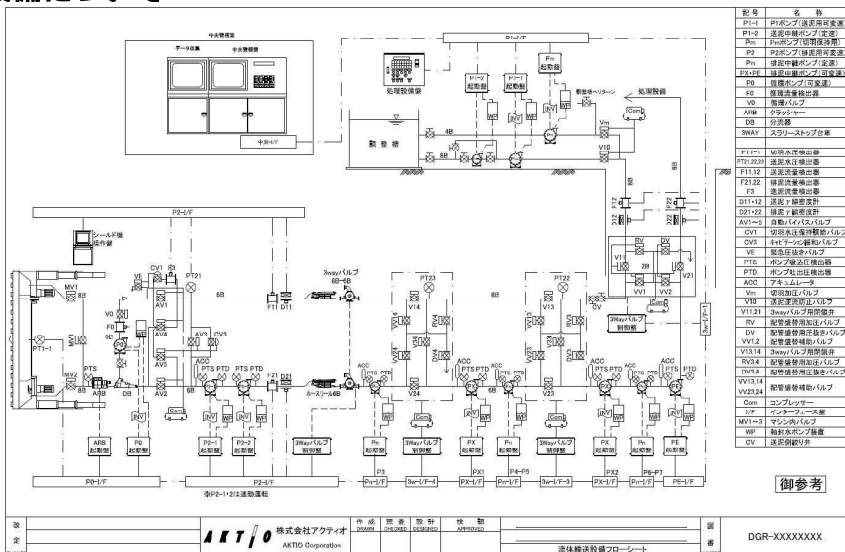
AKT/O

Copyright

計画・設計

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備について

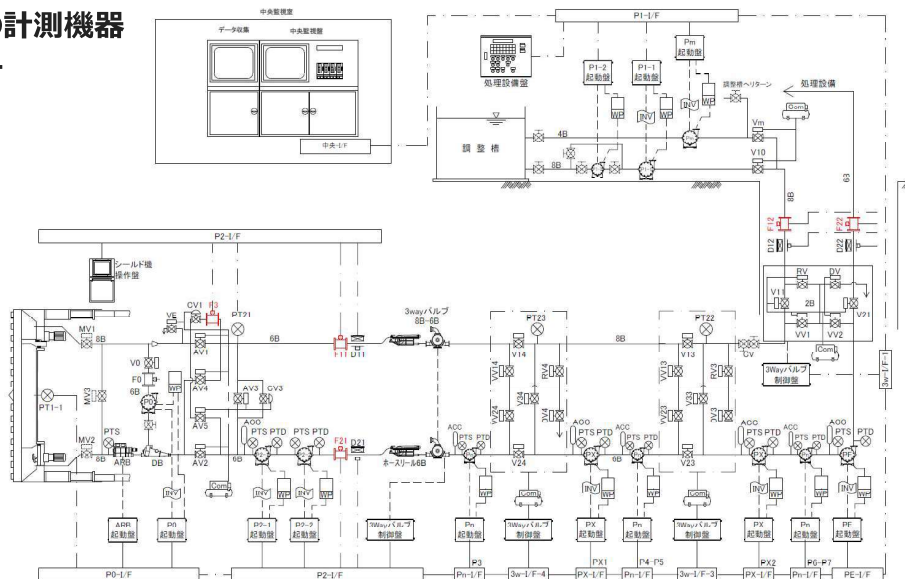


流体輸送設備フロー図

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備の計測機器

・電磁流量計



Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

61 / 151

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備の計測機器

・電磁流量計

検出部と変換器に分かれた分離式を採用。

横河電機製



①送・排泥の流量を測定する。

⇒『排泥流量』－『送泥流量』が土砂量として計測される。

②逸水流量を測定する。

⇒切羽から地山へ逸水する流量を測定。

※流体輸送設備が後方バイパスまたは停止時に逸水量を測定。

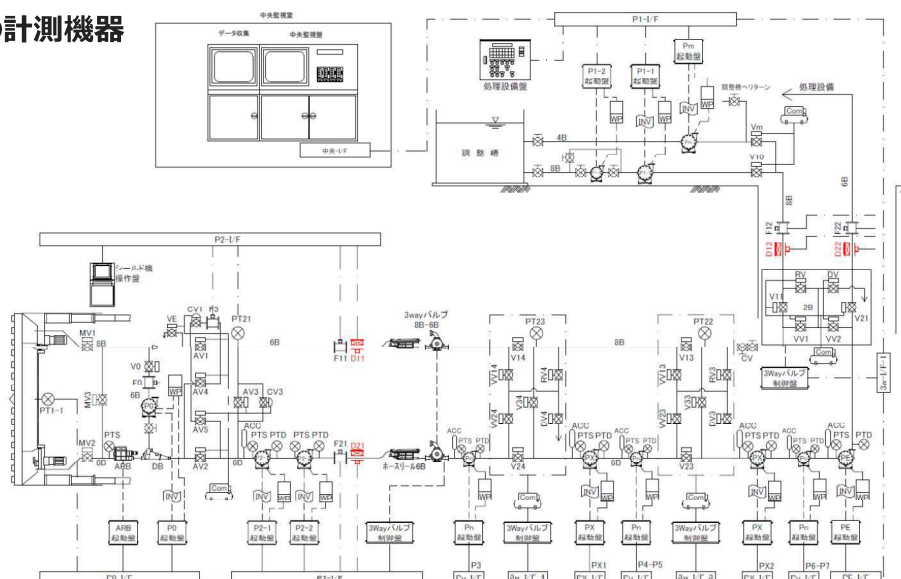
Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

62 / 151

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備の計測機器

・密度計



Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

63 / 151

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備の計測機器

・密度計

γ線密度計を採用

日本国内の流体輸送設備におけるγ線密度計は基本的に1 MBq（ベクレル）以下の密閉線源を使用しており、現場での届け出提出は不要

- ①乾砂量の測定において送排泥密度を測定し、掘削乾砂量の算出に使用しております。



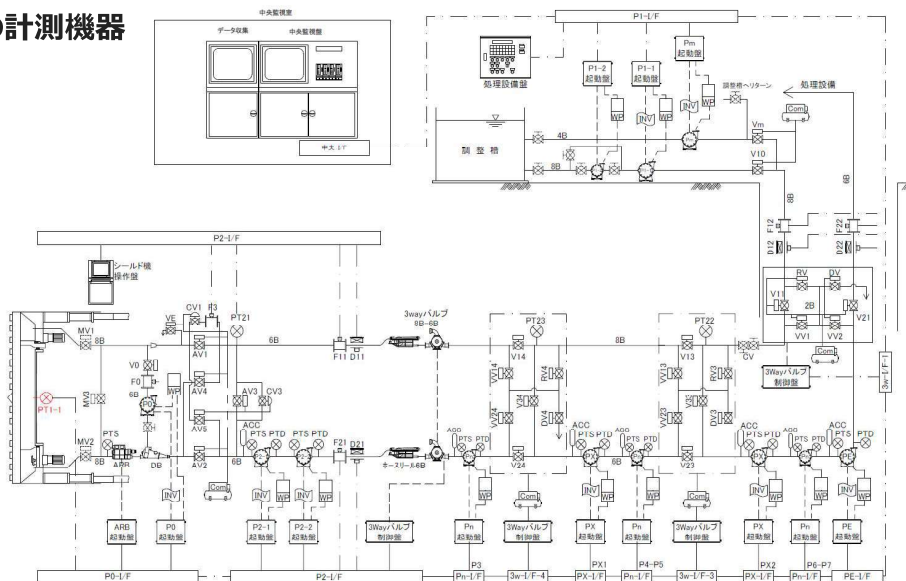
Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

64 / 151

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備の計測機器

・ 圧力計



Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

65 / 151

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備の計測機器

・ 圧力計

流体輸送設備に使用される圧力計は基本的には隔膜式圧力計を用いおり信号出力はDC 4 ~ 20mAのものを使用しております。

①切羽水圧計

⇒切羽の泥水圧の測定に使用され、シールド機内隔壁に取付けられ切羽水圧を測定。

※掘進時 切羽水圧計はP1ポンプの回転制御に用いられている。



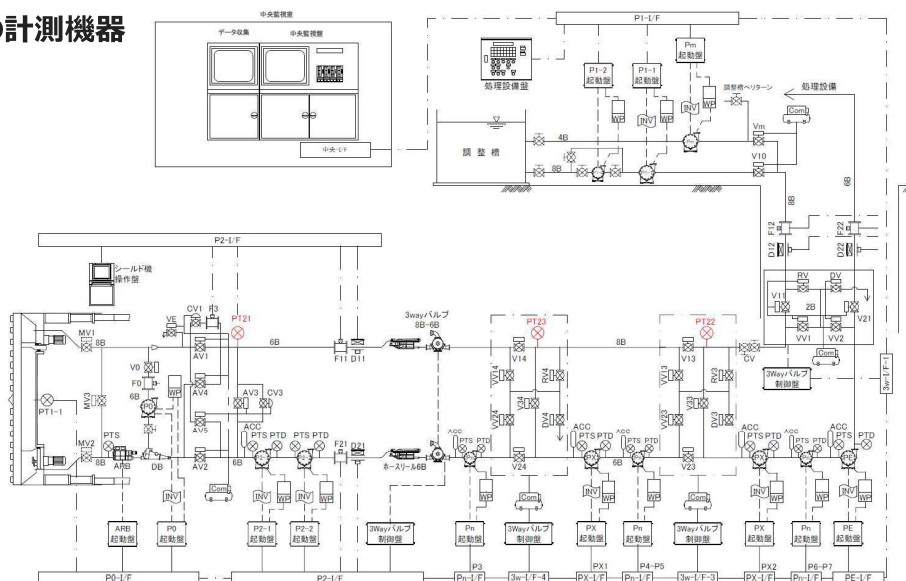
Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

66 / 151

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備の計測機器

・圧力計



Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

67 / 151

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

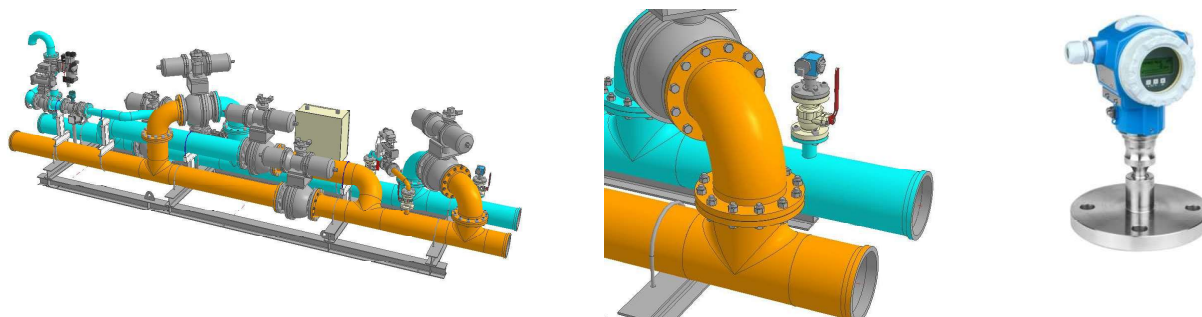
流体輸送設備の計測機器

・圧力計

②送泥水圧計

⇒流体設備バルブセットの坑口側に設置され、送泥管の水圧を測定。

※バイパス時 送泥水圧計はP1ポンプの回転制御に用いられている。



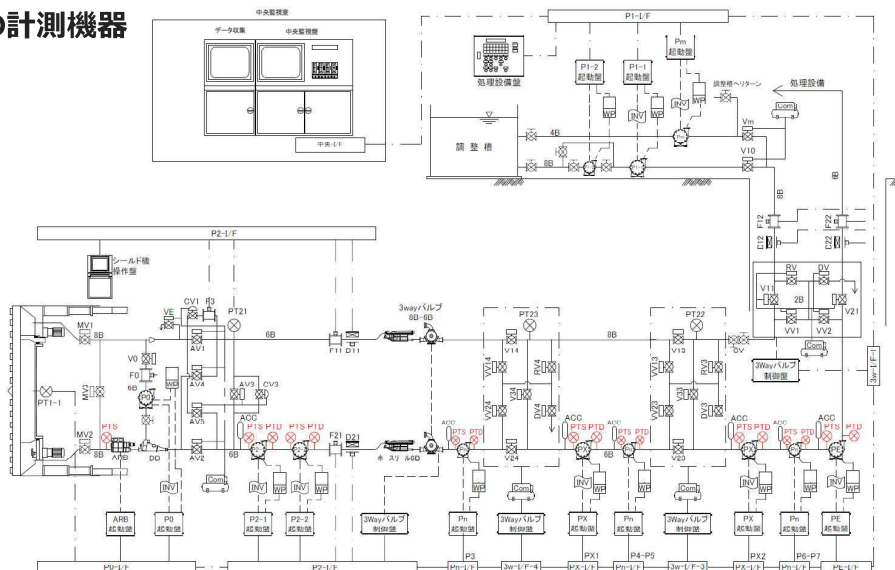
Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

68 / 151

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備の計測機器

・圧力計



Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

69 / 151

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

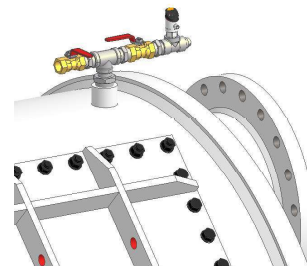
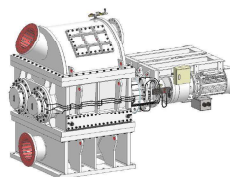
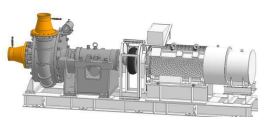
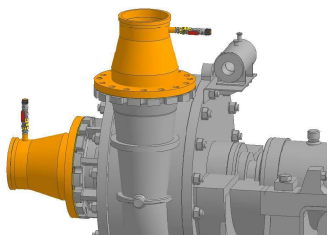
流体輸送設備の計測機器

・圧力計

③吸込・吐出圧力計

⇒各ポンプの吸込側・吐出側に取付けて圧力を測定。

※基本的にポンプ・クラッシャー・分流器など排泥側配管に設置されポンプ運転状況・配管の閉塞・接液部品摩耗等の確認に用いられる。



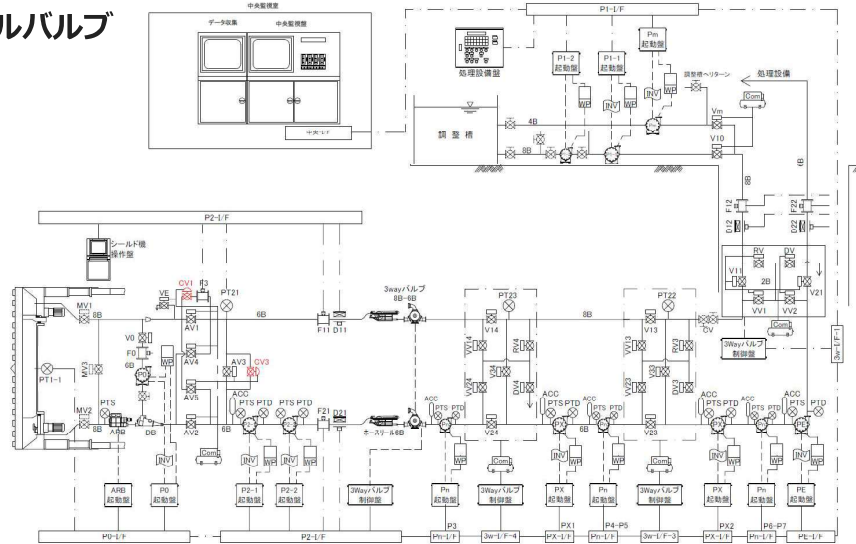
Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

70 / 151

泥水式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備の切羽保持に使用される機器

・コントロールバルブ



Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

泥水式シールドにおける流体輸送設備

流体輸送設備の切羽保持に使用される機器

・コントロールバルブ

掘削停止時に設定された切羽水压を保つために、切羽水压以上に加圧された送泥水を切羽に送り、その際に設定された切羽水压に応じた圧力に制御する必要がある為、バルブ開度に比例した開口面積になるボール部分をVの字型にカットしたVポート弁を使用しております。

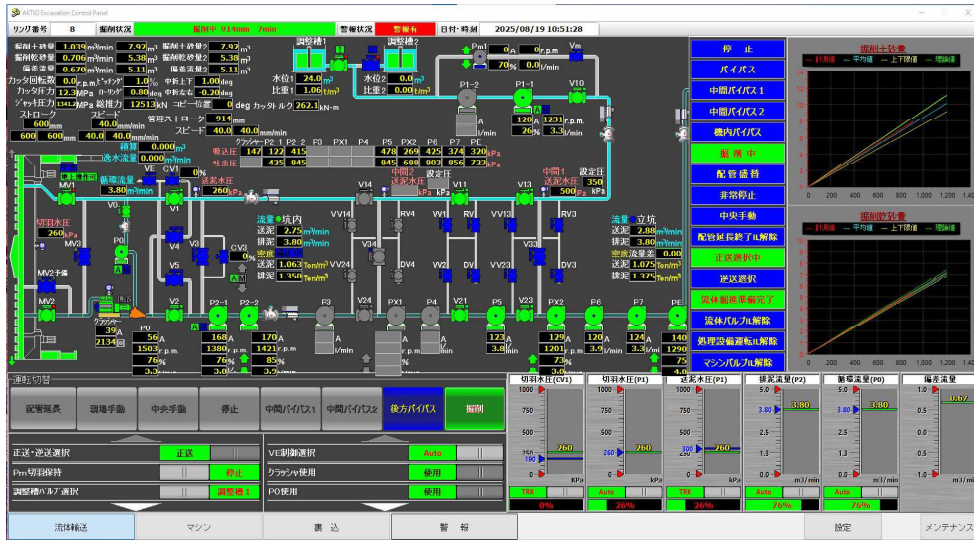
※通常の2方弁では 弁体の回転角度に比例した開口面積にはなりません。



Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

中央監視システム

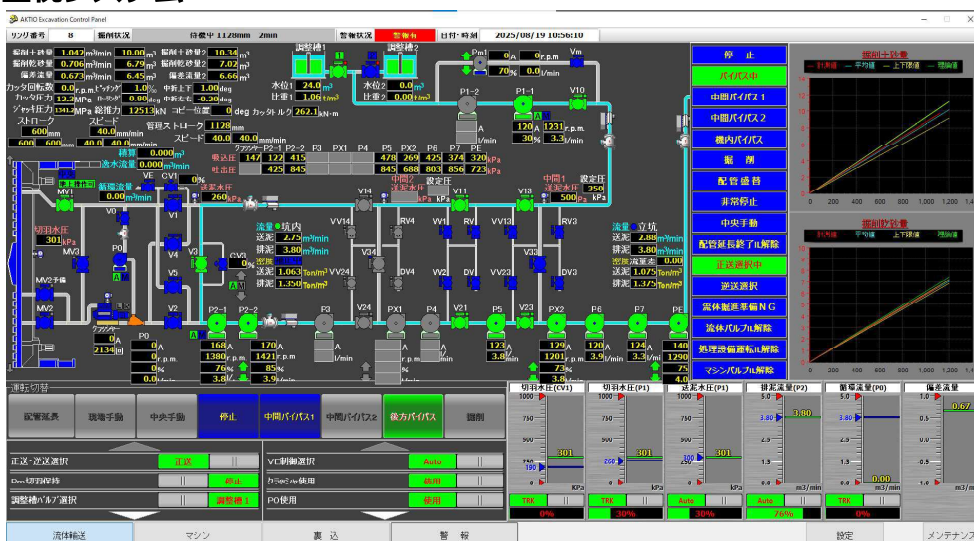


中央監視画面①
『掘削状態』

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

中央監視システム



中央監視画面②
『後方バイパス』

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

中央監視システム

掘削土砂量	1.039 m ³ /min	7.92 m ³	掘削土砂量2	7.92 m ³
掘削乾砂量	0.706 m ³ /min	5.38 m ³	掘削乾砂量2	5.38 m ³
偏差流量	0.670 m ³ /min	5.11 m ³	偏差流量2	5.11 m ³

流量 ● 坑内

送泥	2.75 m ³ /min
排泥	3.80 m ³ /min
密度	補正中
送泥	1.063 Ton/m ³
排泥	1.350 Ton/m ³

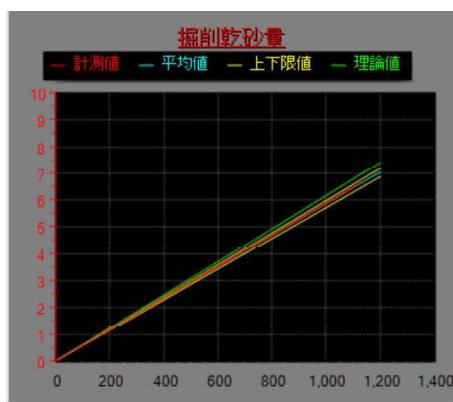
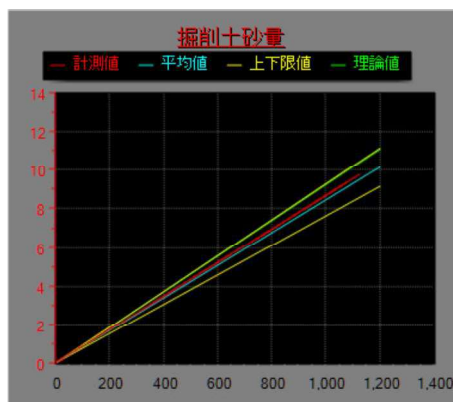
流量 ● 立坑

送泥	2.88 m ³ /min
排泥	3.80 m ³ /min
密度	流量差 0.00
送泥	1.075 Ton/m ³
排泥	1.375 Ton/m ³

中央監視システムでは、流体輸送設備を中心としたシールドの掘進に必要なデータを表示しております。泥水シールドで重要となる、『流量』『密度』を基に『掘削土砂量』『掘削乾砂量』『偏差流量』など掘削土量に関係する演算をおこない表示しております。

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

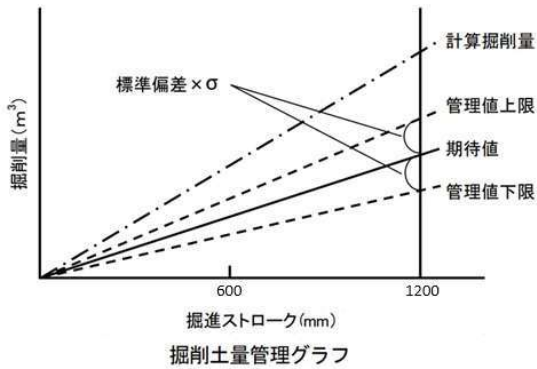
土砂量・乾砂量グラフ（リングデータ）



『切羽水圧』『送泥水圧』『各流量・圧力』『回転数・電流』など各種計測値の表示と共に、流量計・密度計の計測値から土砂量・乾砂量を演算し、リアルタイムに表示し、これまでの演算値を標準偏差を用いた統計処理を行いグラフ表示を行う。

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

土砂量・乾砂量グラフ (リングデータ)



アナログ		デジタル	
項目名	値	単位	
P2立上りステップ	60	STEP	
P2電流注意警報設定値	261	A	
中継電流注意警報設定値	195	A	
PE電流注意警報設定値	261	A	
P×電流注意警報設定値	261	A	
PO電流注意警報設定値	85	A	
クラッシャー電流注意警報設定値	55	A	
マシン外径	3.430	m	
真比重	2.6410		
含水比	18.900	wt%	
終了判定ストローク	100	mm	
セグメント長	1200	mm	
解析リング数	3	Ring	
シグマ係数	3.0		

設定より管理値幅を変更可能です。
掘削地点の真比重・含水比を適時入力する必要があります。

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

計算式

①掘削土砂流量 $Q_{ex} [m^3/min]$
排泥流量 - 送泥流量

$$Q_{ex} = Q2 - Q1$$

$Q1$: 送泥流量 $[m^3/min]$
 $Q2$: 排泥流量 $[m^3/min]$

($Q2 =$ 排泥流量 - $P0$ 注水流量 - $P2$ 注水流量 - $P2-2$ 注水流量)

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

計算式

②掘削土砂量積算

V_{ex} [m^3]

$$V_{ex} = \int_0^t Q_{ex} dt$$

Q_{ex} : 掘削土砂流量 [m^3/min]

t : 掘削時間 [min]

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

計算式

③理論掘削土砂量

V'_{ex} [m^3]

掘削断面積×セグメント長

$$V'_{ex} = \frac{\pi d^2}{4} \times \ell$$

d : マシン外径 [m]

ℓ : セグメント長 [m]

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

計算式

④掘削乾砂流量 Q_{ds} [m^3/min]

$$\frac{\text{排泥流量} \times (\text{排泥密度} - 1) - \text{送泥流量} \times (\text{送泥密度} - 1)}{\text{真比重} - 1}$$

$$Q_{ds} = \frac{Q_2 \times (d_2 - 1) - Q_1 \times (d_1 - 1)}{\rho - 1}$$

Q_1 : 排泥流量 [m^3/min]
 Q_2 : 排泥流量 [m^3/min]
 d_1 : 送泥密度 [g/cm^3]
 d_2 : 送泥密度 [g/cm^3]
 ρ : 真比重 [-]

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

計算式

⑤掘削乾砂量積算 V_{ds} [m^3]

$$V_{ds} = \int_0^t Q_{ds} dt$$

Q_{ds} : 掘削乾砂量 [m^3/min]

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

計算式

⑥理論掘削乾砂量 V'_{ds} [m³]

掘削断面積×セグメント長× $(1 - \frac{\text{真比重} \times \text{含水比}}{\text{真比重} \times \text{含水比} + 100})$

$$V'_{ds} = \frac{\pi d^2}{4} \times \ell \times (1 - \frac{\rho \times w}{\rho \times w + 100})$$

d : マシン外径 [m]

ℓ : セグメント長 [m]

ρ : 真比重 [-]

w : 含水比 [Wt%]

泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備

計算式

⑦掘削偏差流量 Q_{df} [m³/min]

掘削土砂流量－掘削断面積×ジャッキスピード

$$Q_{df} = Q_{ex} - \frac{\pi d^2}{4} \times jsp \times \frac{1}{1000}$$

Q_{ex} : 掘削土砂流量 [m³/min]

d : マシン外径 [m]

jsp : ジャッキスピード [mm/min]

END

ご清聴ありがとうございました。

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

87 / 151

質疑応答記録

2 泥水加圧式シールドにおける流体輸送設備	
質問事項	(株) アクティオからの回答
① 配管付着・閉塞対策、流速管理、ポンプ速度調整、不具合事前想定のコントロール方法についてご教授下さい。	流速による閉塞対策（限界沈殿流速値）、ポンプの自動制御、設定値に対する自動回転数調整、地山閉塞時の流量調整などは未実施です。
② P 0 ポンプの2台運用の理由をご教授下さい。	定速・可変速モーターの装備や排泥管サイズの検討を行い、流量確保と閉塞防止のための並列運用を行っています。
③ 佐野テクノセンターへの訪問は可能でしょうか。	流体設備を見に来て頂くことは可能です。

88 / 151

トンネル機械技術委員会様 シールド計測技術ワーキング

シールドシステム技術プレゼンテーション

2025年11月14日

株式会社演算工房



89 / 151

演算工房 トンネルシステム実績

ROBOTICS SOLUTION



90 / 151

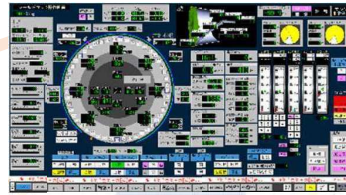


掘進管理システム ARiGATAYA

土圧管理システム



マシン遠隔運転



滑剤管理システム



添加剤管理システム



ARiGATAYA



土圧排土管理システム



裏込め管理システム



乾砂量管理システム



泥水掘削量管理システム



91 / 151



ENZAN-WEBシステム

入退坑管理



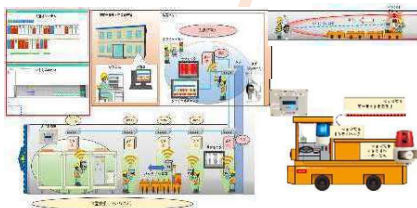
ARiGATAYA EWSN【WEB】



制御管理【VPN】



位置管理



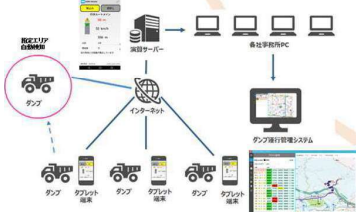
ENZAN-WEBサーバ



騒音・振動・粉塵システム



車両運行管理 ソラモバ2
トラックスケールシステム



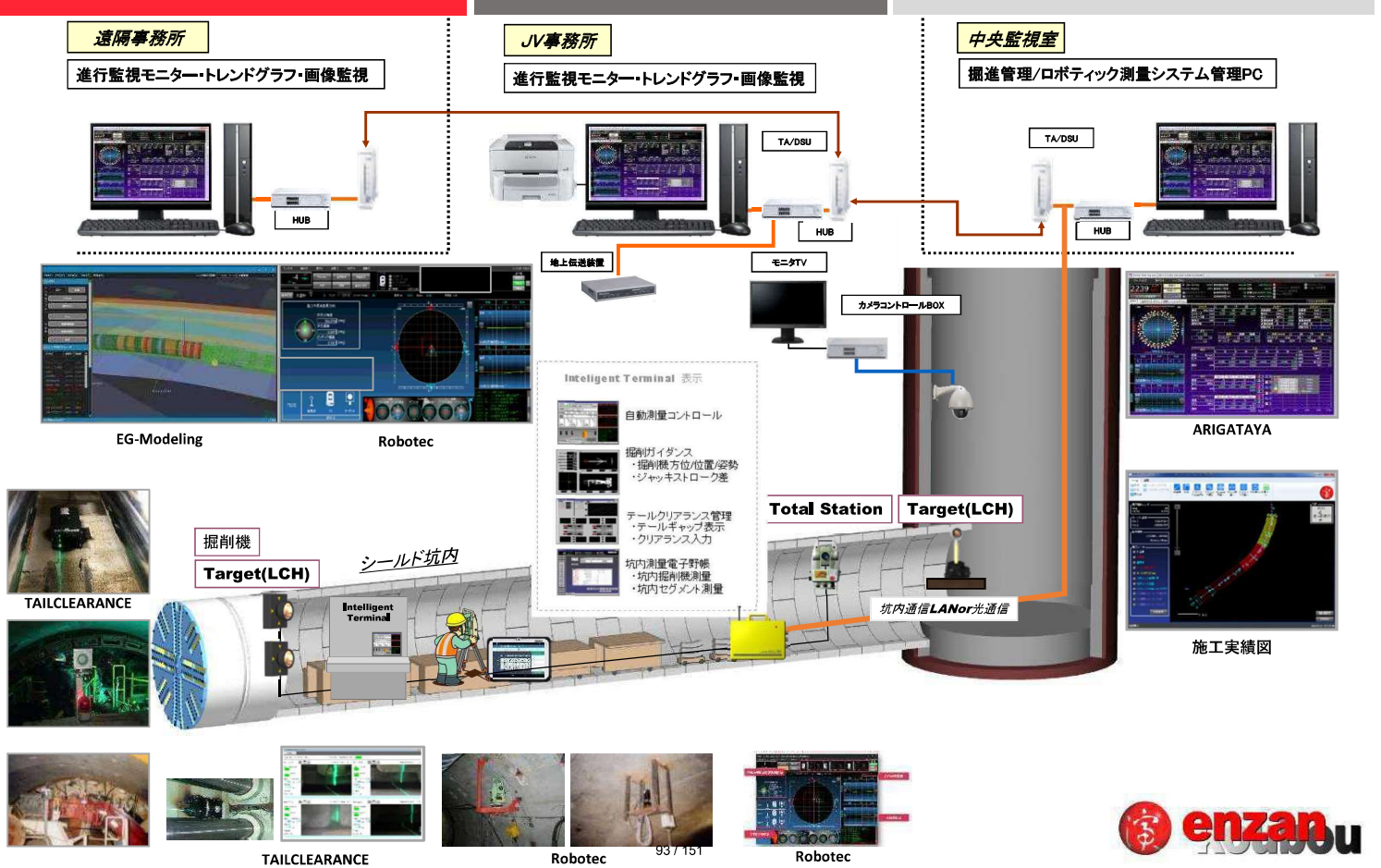
セグメント搬送システム



92 / 151



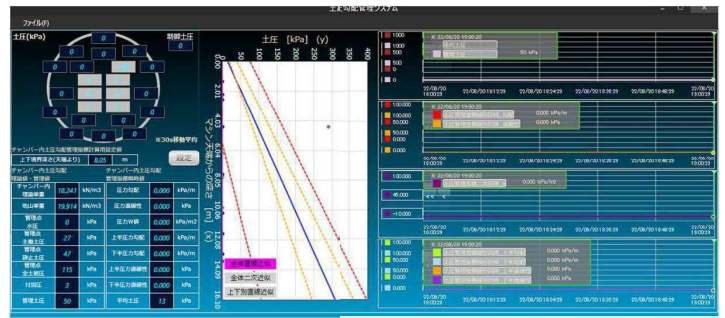
統合管理システム 構成イメージ



I 掘進管理システム

I 掘進管理システム

ARIGATAYA~メイン画面 現場仕様のカスタマイズ画面紹介



95 / 151

I 掘進管理システム

土量管理グラフ

グラフ画面 土圧



グラフ画面 泥水 乾砂量



管理項目
スクリー
スキャナ
ベルコンスケール

計測排土量 計測実排土量 計測標準化排土量
換算排土量 換算実排土量 逸脱量
各々の項目排土率 (重量、体積)



96 / 151

I 掘進管理システム

土量管理泥水管理

1. 泥水シールド

1-1 手入力(リング内掘進前, 掘進中掘進終了)

(日時, 距離程, リングNo.を自動入力)

■比重

1-2 乾砂量の計算

①従来型乾砂量

掘進x(mm)あたり乾砂量 α の掘進1リング積分

②提案型乾砂量

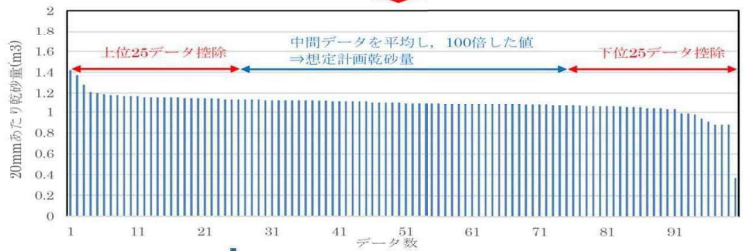
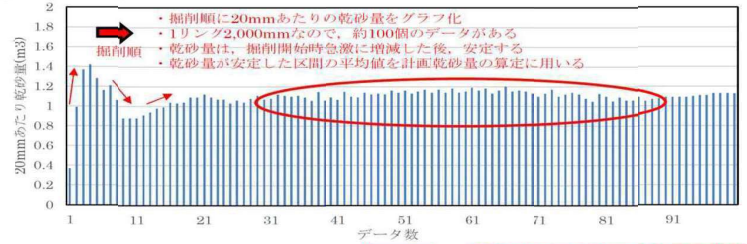
掘進x(mm)あたり乾砂量の掘進1リング中のデータを
大きき順に並べ替え, 前後それぞれ $m \times 1/4$ のデータを
除く $m \times 1/2$ のデータの積分し,
これを掘進1リング分に換算した乾砂量

掘進幅(セグメント幅)をWとすると, 掘進1リング中のデータ数 m は $m=W/x$

xをセグメント幅に連動して変更

$m=100$ 個 2mセグメント $\rightarrow x=20$ mm(デフォルト)

■乾砂量の評価



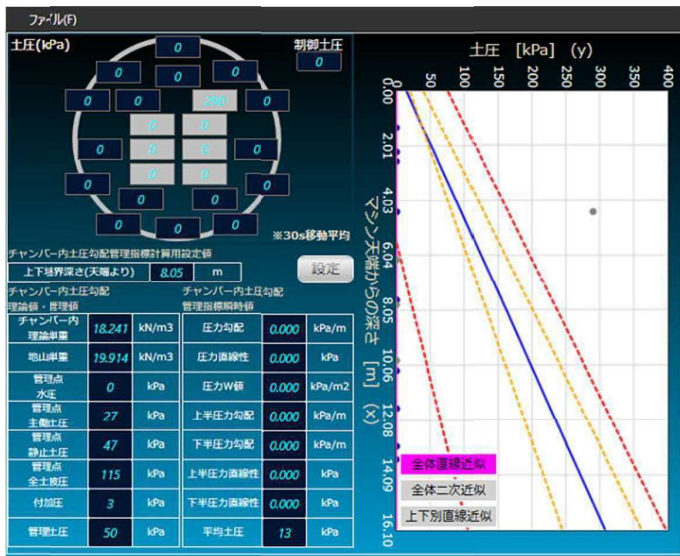
97 / 151



I 掘進管理システム

土圧監視

グラフ画面① 圧力勾配

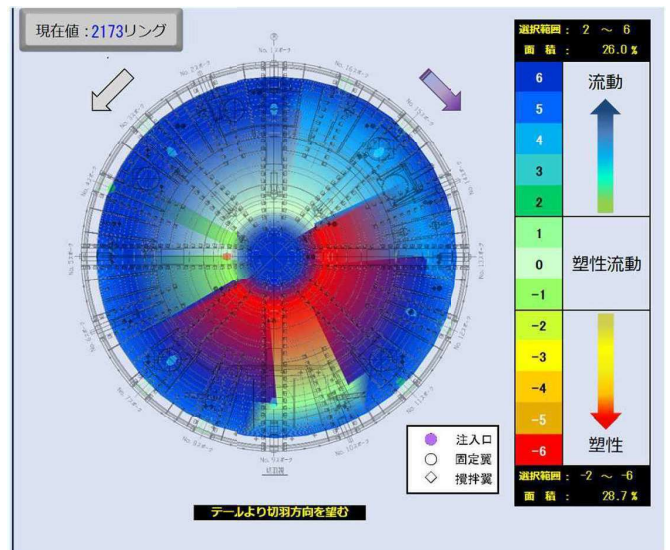


管理項目

①チャンバー内圧力勾配

②チャンバー内圧力直線性

流動コンターマップ



98 / 151



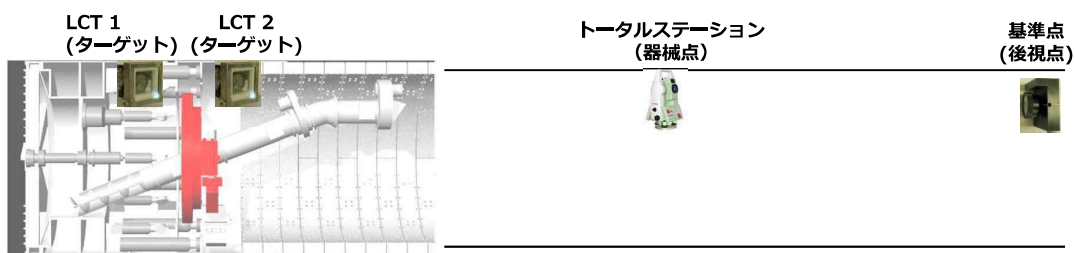
Ⅱ 線形管理システム

99 / 151



Ⅱ 線形管理システム

Robotec～構成～



後視点バック点、あらかじめ座標値を与えられている点です。

器械点トータルステーションを据える点です。バック点と同じくあらかじめ座標値を与えられている点です。

LCTマシン機内に取り付けられるターゲットプリズムです。

掘削の進行にしたがって移動するため、通常不動点ではありません。

複数設置について、2つのLCTより方位計算をおこないます。

精度向上のため縦断方向に設置します。

左右設置では片方を測量する間にマシンが進行してしまい、正確な方位ではなくなります。

また、視準しない側のLCTはプリズムが視認できない仕様になっています。

自動測量はトータルステーションが常時ターゲット(LCT1,2)を自動的に測定し、距離・角度を出しマシン座標を算出しています。

100 / 151

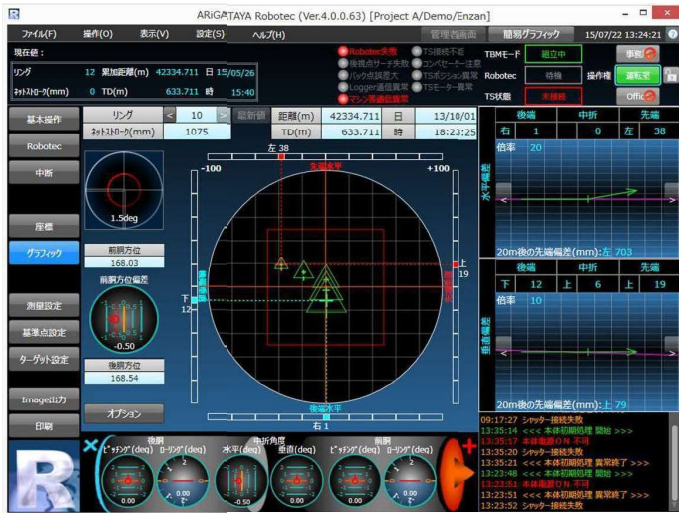


II 線形管理システム

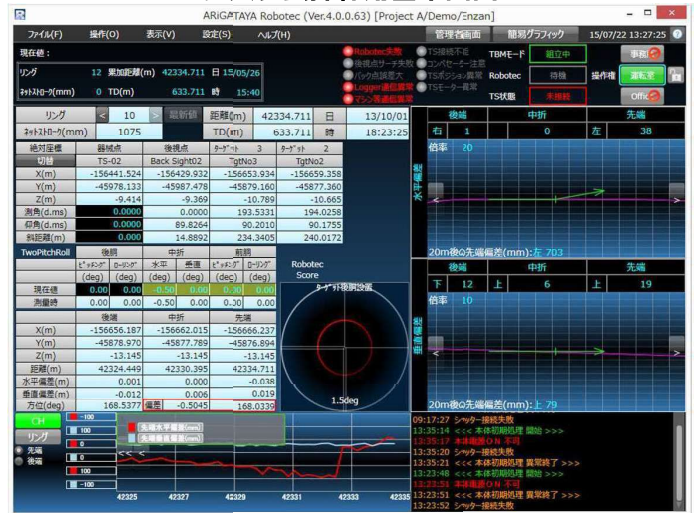
Robotec～メイン画面～

数値やアニメーション・グラフを用いて、位置を表示することにより、マシンの位置や姿勢を、即座に把握することができます。

マシンオペレーター用基本画面



システム操作用基本画面



II 線形管理・測量システム

5. 測量システム【Survey】

線形設定/測点設置/マシン測量/セグメント測量

SPPK EW3][SK E & O][HLD]

名称	X(m)	Y(m)	Z(m)	方法	日時
EW2418	32226.9430	25443.2600	62.9280	ZERO	2014/06/24 12:58
HR01	32245.5030	25441.1510	61.2920	ZERO	2014/06/24 12:58
HR1A	32245.5037	25441.1455	61.2920	ZERO	2014/09/12 14:25
HR17	32227.2365	25470.7038	63.1483	ZERO	2014/09/06 17:29
HR17C	32227.2366	25470.7036	63.1486	ZERO	2014/09/26 16:56
HR27	32220.2053	25482.2636	63.0988	ZERO	2014/09/26 16:55
HR22	32216.6939	25488.6733	62.9144	ZERO	2014/10/03 00:22
HR37	32213.4152	25494.5827	62.8690	ZERO	2014/10/03 12:45
HR23	32216.6932	25490.9716	62.9257	ZERO	2014/10/03 09:38
HR27A	32213.4154	25494.5825	62.8662	ZERO	2014/10/04 09:38
HR31	32204.6396	25512.2535	62.8172	ZERO	2014/10/07 16:41
HR4A	32208.4809	25504.1456	62.7311	ZERO	2014/10/09 14:57
HR4B	32208.4797	25504.1456	62.7188	ZERO	2014/10/09 12:21
HR4C	32208.4797	25504.1456	62.7298	ZERO	2014/10/09 12:36
HR5A	32203.9953	25522.6588	62.6591	ZERO	2014/10/09 12:53
HR5D	32204.6367	25512.2541	62.8182	ZERO	2014/11/12 11:51
HR5D	32204.6367	25512.2541	62.8182	ZERO	2014/10/11 13:05
HR5E	32203.9960	25522.6642	62.6739	ZERO	2014/10/11 18:22
HR5E	32204.6362	25512.2637	62.8175	ZERO	2014/11/08 12:22
HR6	32197.6400	25528.7792	62.2921	ZERO	2014/11/08 12:29
HR7	32192.9591	25490.9700	62.8091	ZERO	2014/11/02 18:38
HR5A	32197.6393	25528.7790	62.2943	ZERO	2014/11/12 14:41
HR9	32186.8815	25562.1790	62.0221	ZERO	2014/11/20 20:31
HR7A	32183.2987	25540.7940	62.2915	ZERO	2014/11/20 20:38
HR5D	32182.2663	2556.9809	63.5960	ZERO	2014/11/27 23:15
HR10B	32182.2672	25576.9806	61.6920	ZERO	2014/11/29 11:09

測点設置
新設測点の登録を行います

マシン測量
マシン測量の結果から偏差等を計算します

セグメント測量
セグメント測量の結果から偏差等を計算します

測量結果を入力 → シールドマシンやセグメント位置を計算し、基線からの偏差を求めることができる



Ⅱ 線形管理・測量システム

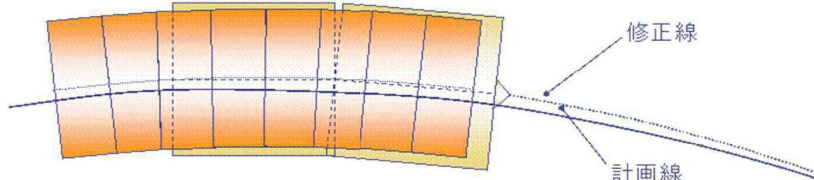
6. Survey～線形管理～

セグメント組立計画／マシン進行計画／出来形グラフ

日々の測量結果から、今後の掘削目標値の設定や、セグメント組立シミュレーションによる蛇行修正を行います。

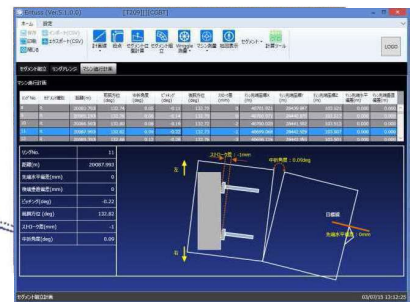
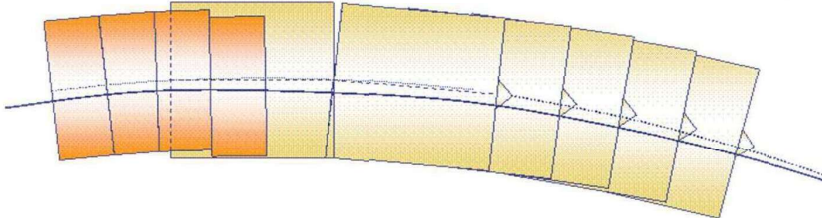
セグメント組立計画

セグメントの組立キー位置による座標変化から今後の修正計画を行います



マシン進行計画

1リングあたりの掘削距離から目標とする方位・高さ・ピッチングを算出します



103 / 151



Ⅱ 線形管理・測量システム

・NETIS登録番号:KK-230028-A
・技術名称:自動測量システム(急曲線対応)

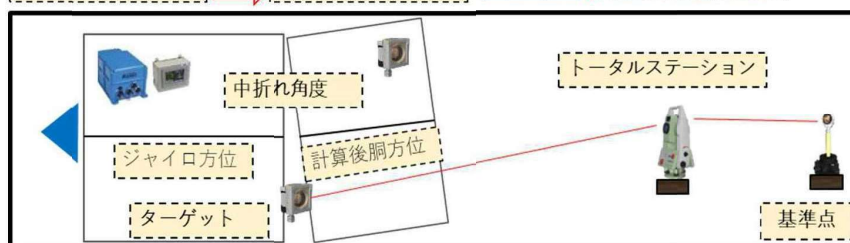
自動測量システム(急曲線対応)【Robotec Hybridsyste (Gyrobo)】

概要

トータルステーション使用し、シールド機内に設置する1個のターゲットプリズム(ジャッキの根本固定点)を測量します。ジャイロ方位と中折れ角度にて後胴方位を算出し、ターゲットプリズム相対座標からマシンセンター座標に変換してリアルタイムに先端位置、中折れ位置、後端位置の線形離れを算出するシステムです。

*1点追尾(急曲線時)、2点追尾(緩や曲線直線)、3台自動測量時の基準円盛替え時の追尾切り替え可能です。

フロー図



104 / 151



Ⅱ 線形管理・測量システム

・NETIS登録番号：KK-230028-A
・技術名称：自動測量システム（急曲線対応）

自動測量システム（急曲線対応）【Robotec Hybridsyste（Gyrobo）】

特徴・効果

●従来測量管理の低減

ジャイロのみでの線形管理であれば、片番1回のマシン測量が必要になります。

1点追尾自動測量システムにて、座標管理ができるので、精度を確保でき従来マシン測量回数を削減できます。（高速施工対応）施工性が高く、精度が高いので、費用対効果を得られます。

●施工の簡素化

1点測量のため、測量視野の延長が多くなり、盛替え頻度が減少します。

●リアルタイム計測

測量1サイクル最短5秒でシールド機の位置を更新することができます。

ジャイロでの傾向管理では、ヨーイング（水平位置のずれ）を判断できないので、TSを使用した管理をする事でヨーイングをリアルタイムに判定できます。

●DX化の期待

掘進管理システムとの連動によりDX化が出来ます。

●システム選定

小口径シールドでの導入が実現でき、盛替え頻度が減少し、急曲線に対応できます。

画面・運用例



Ⅱ 線形管理・測量システム

・NETIS新技術登録番号：KT-240011-A

タブレット測量支援システム【en TAB】

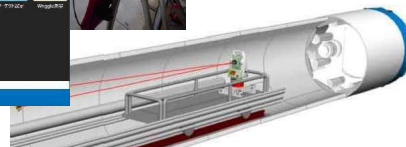
概要

タブレット端末とトータルステーションを用いてセグメント・マシン測量し、結果を掘進管理システム(ARiGATAYA)に送信し連携を行うことができます。日常の掘進管理測量の省力化を支援するシステムです。測量精度の向上・ミスの防止、測量にかかる時間の短縮に寄与し、現場における生産性を向上させます。

ハードウェア



- 1 トータルステーション
- 2 タブレット
- 3 無線LAN電源ケーブル
- 4 無線LANアクセサリ
- 5 TS別無線機
- 6 トータルステーション通信ケーブル
- 7 タブレット別無線機
- 8 USBケーブル
- 9 USB/ハム変換ケーブル
- 10 タブレット用iPadアダプター
- 11 TS別無線機ケース
- 12 タブレットケース



特徴・効果

●シールド坑内での測量作業の負担を軽減

自動視準機能付きトータルステーションをタブレット端末によって操作することで、これまで負担になっていたトランシット視準作業を省略し、職員を負担を軽減します。

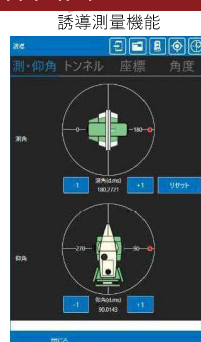
●測量時間の短縮

測量及び計算結果をその場で記録することが可能なので、測量記録を入力する作業を省力でき、全体の作業時間を短縮できます。

●測量ミス防止

測量結果をタブレット端末から坑内で確認できるので、測量ミスの防止にも役立ちます。

測量・操作画面



Ⅲ他掘進サポートシステム

107 / 151

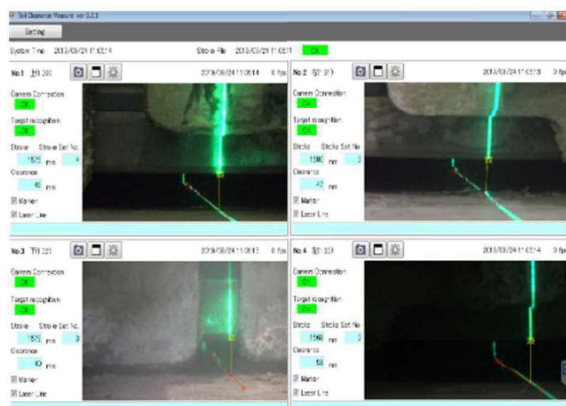


テールクリアランス計測システム【Tail Clearance Measure】・NETIS新技術登録番号：KT-230342-A

概要

本技術は、シールドマシンとセグメントの隙間(テールクリアランス値)をカメラ、レーザー組込みセンサーBOXをマシンスプレッド付近に設置し、照射したレーザーをカメラで撮影し、明暗による白黒の二値画像に加工後、解析にてクリアランス距離を算出するシステムになります。

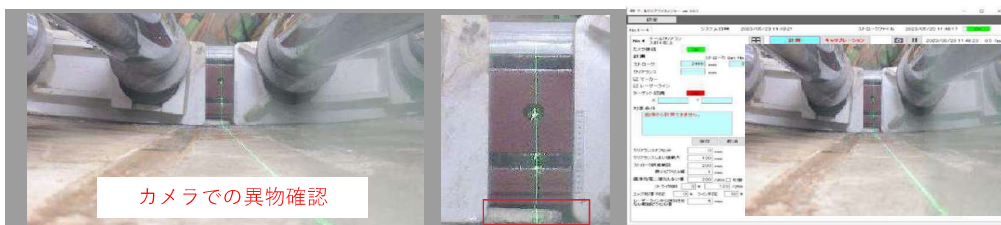
特徴・効果



- ・レーザーを用いた高精度クリアランス計測
 - ▷ マシン掘進時のストローク長に応じ最適画像処理。
 - ▷ 高精度、誤差1~3mmのクリアランス計測。
- ・セグメントタイプに捉われない計測
 - ▷ レーザー中心の画像解析によりセグメントタイプに依存しない計測を実現。
- ・リアルタイムモニタリング
 - ▷ PLCと連携することで掘進中、組立中に関わらず、計測結果をリアルタイムに取得。
- ・切羽テール付近の状況監視
 - ▷ カメラを使用したクリアランス計のため、切羽テール付近の状況監視が常時可能。(セグメントやテールブラシの損傷・変形等)



監視状況



カメラでの異物確認



設置状況



108 / 151

土量管理システム

2Dレーザースキャナ計測システム(ベルコン)

概要・特徴

1 レーザースキャナーによる高精度なリアルタイム計測

- ・断面積とベルコン速度からリアルタイムに排出土量体積を算出
- ・センサー精度±12mm

2 非接触計測でメンテナンスフリー

- ・レーザー計測のため計測面から離れた位置での計測が可能
- ・土砂はね等の影響を受けにくく、施工の安全性・連続性に寄与

3 ARiGATAYAと連携

- ・ARiGATAYAと連携することでリング毎の排出土量体積を管理
- ・各種グラフ表示・比較管理が可能

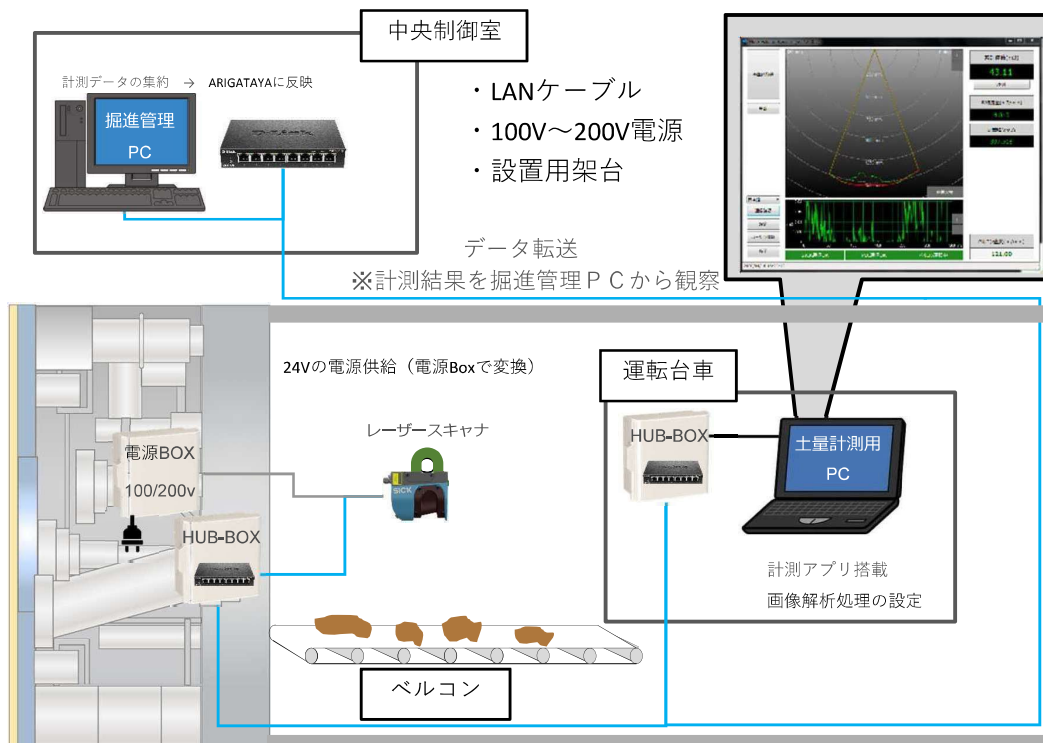
109 / 151



土量管理システム

2Dレーザースキャナ計測システム(ベルコン)

構成図



110 / 151



通信設備

通信・通話放送システム

1 坑内通信設備

▷ データ通信

カメラ映像、測量・計測システムのデータ通信網の構築

▷ IP電話（内線・外線、発信・受信）、一斉・発破放送、一斉警報

現場内の通信インフラ、緊急連絡設備として活用

2 WiFi設備

▷ 無線LANにてスマホやタブレットPCのインターネット回線への接続

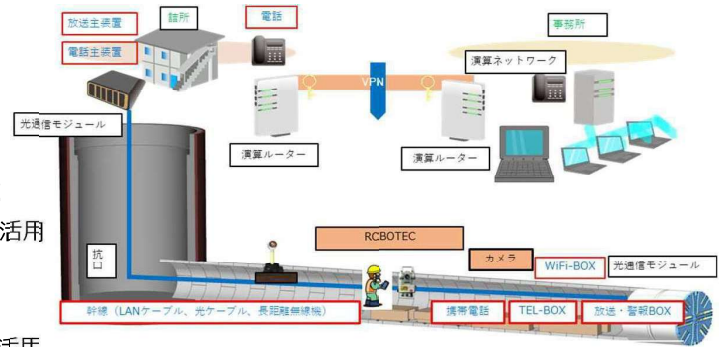
所有端末をインターネット回線に接続しカメラ閲覧やデータ閲覧に活用

遠隔臨場への活用

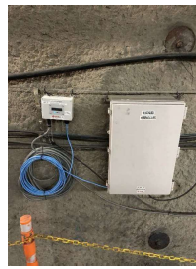
3 本事務所、現場詰所 拠点間通信（VPN接続）

▷ 本事務所からの電話連絡、一斉放送発令、警報発令等、安全管理に活用

▷ 本事務所からのリアルタイムデータ（カメラ、データ）閲覧



電話・一斉放送設備設置例



坑内光通信・イチケン設備設置例

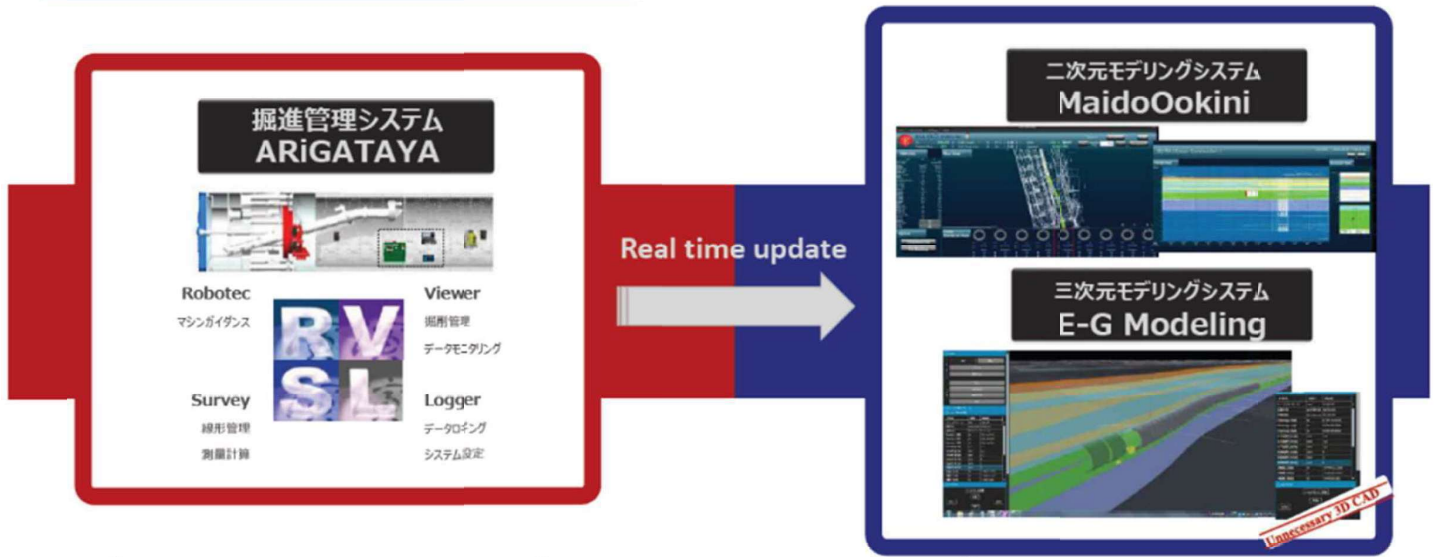


坑内電話・一斉放送設備設置例

IV可視化システム

三次元CIM 【MaidoOokini・E-G Modeling】

MaidoOokini・E-G Modeling 概要



マシンのリアルタイム表示

ARiGATAYAのRobotecで設定する測量データまたは設計データを基に

MaidoOokini
E-G Modeling
平面図・縦断面図上、
3Dモデリング上、

マシン位置を表示

組立リングの表示

ARiGATAYAのSurveyで設定するセグメント組立計画やセグメント測量結果を基に、

MaidoOokini
E-G Modeling
平面図・縦断面図上、
3Dモデリング上、

セグメントを表示

各リングの各信号パラメータを表示

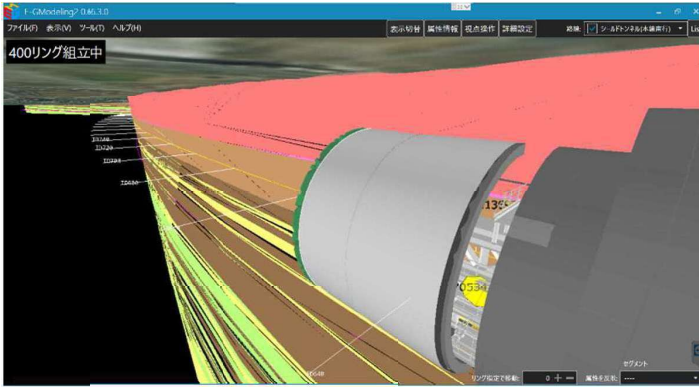
ARiGATAYAのLoggerにてロギングしたマシン情報を選択セグメントに紐つけてリング代表値を表示

三次元CIM 【MaidoOokini・E-G Modeling】

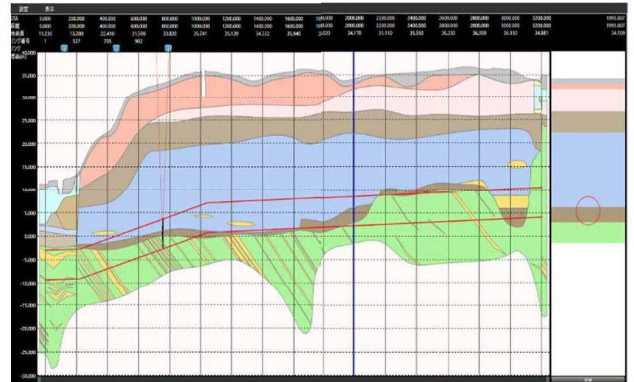


三次元CIM【MaidoOokini・E-G Modeling】

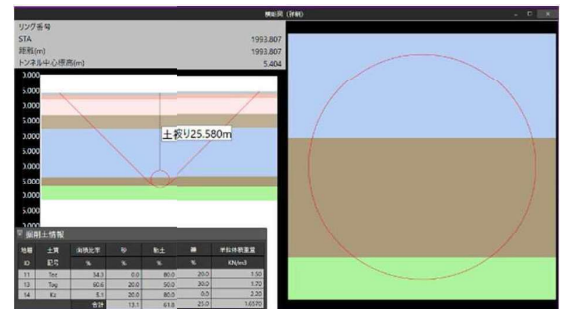
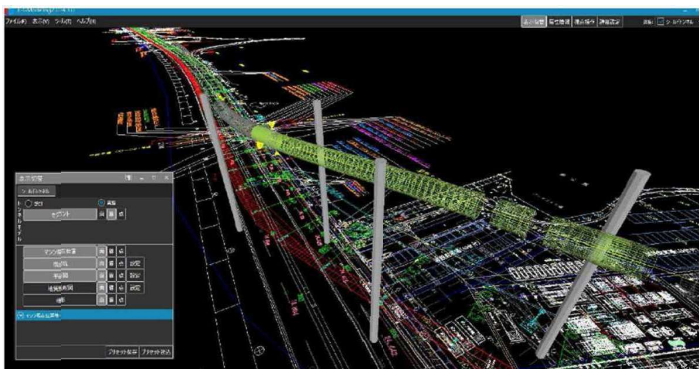
三次元地層モニタリング



土質断面図情報可視化



三次元支障物可視化



157 / 151

V制御システム



V 制御システム

遠隔運転システム

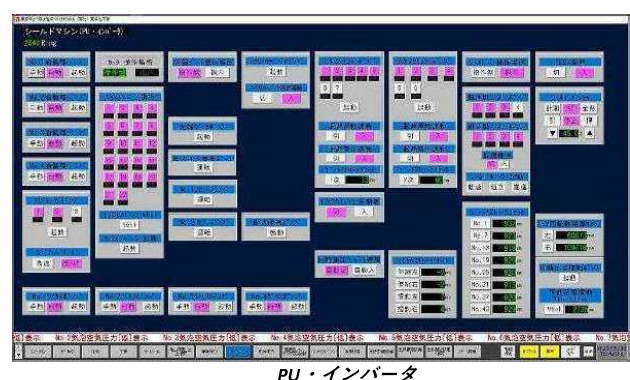
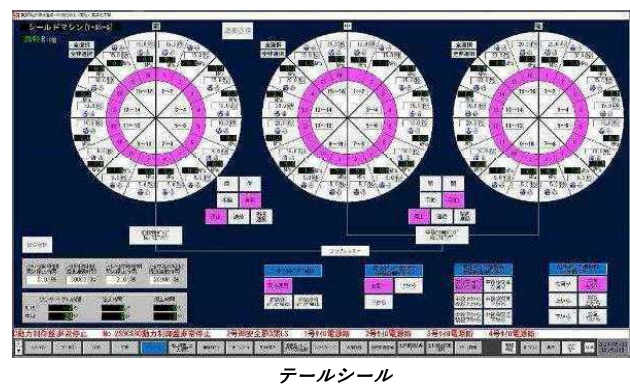
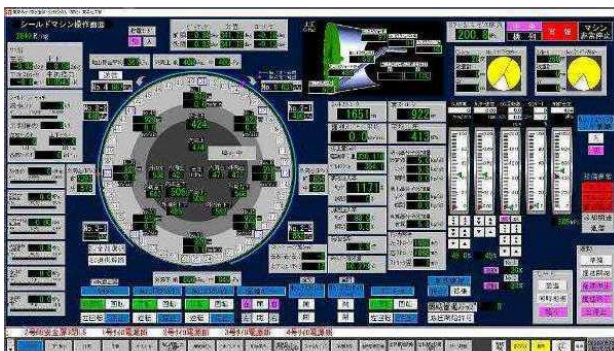


- 中央管理室からワンタッチ操作可能
付帯設備(裏込設備、流体設備等)も含めた総合管理が可能
- ハードボタンでも操作可能
従来のハードボタンによる直観的な操作も可能
- 数キロ先の離れたマシンを制御可能
過酷な機内環境からの解放
- 設置に伴う所要件等
- 通信設備: MELSECNET/10(H) or CC-Link IE
- 電源: AC100~200V
- 事前準備: 各設備ごとの設置局数、必要デバイス数の確認

117 / 151



V 制御システム



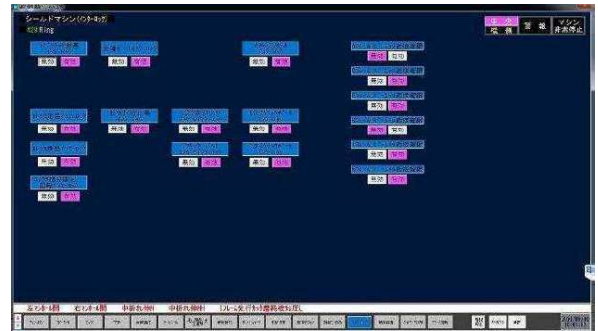
118 / 151



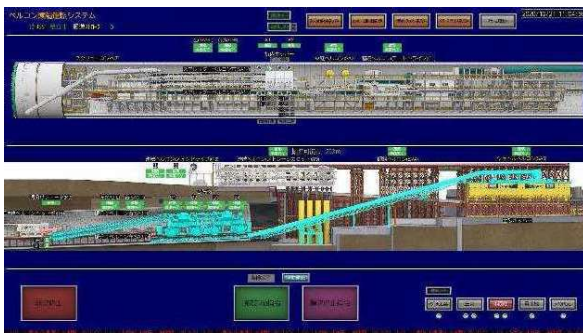
V 制御システム



マシンメイン



インターロック



ベルコン (ALARM付)



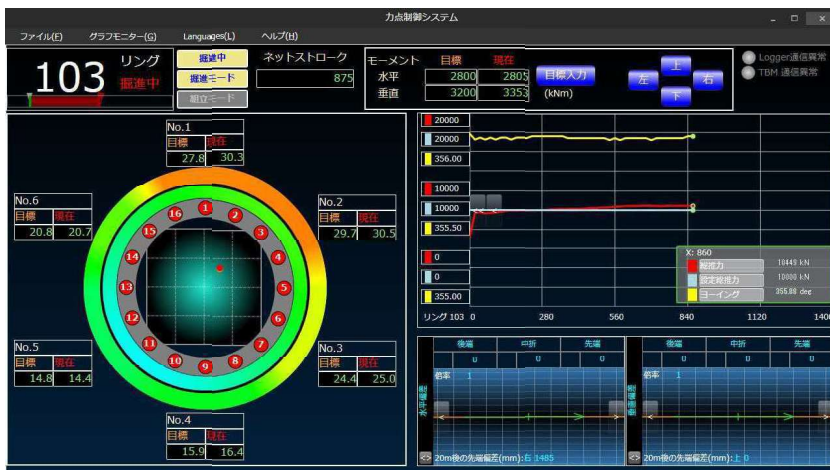
ベルコン遅延タイマー

V 制御システム

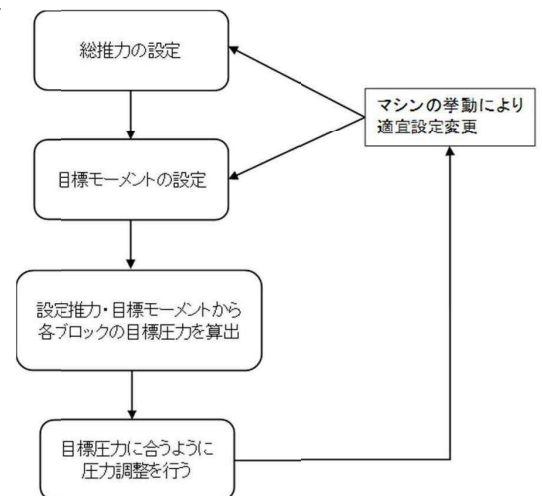
力点制御システム *同時掘進制御 エレクター等制御不可

【特徴】

本システムはマシンに対するモーメントを指示することにより、それに対応した各ジャッキ位置の目標圧力を算出し、圧力制御をおこなうプログラムです。



【動作フロー】



VI安全管理システム



121 / 151

VI安全管理システム

・NETIS新技術登録番号：KT-240115-A

入退坑位置管理システム 人・車両

概要

1 自動入退坑管理・位置管理

- ▶ トンネルに入退坑する際の情報を自動記録
- ▶ 作業員の正確な位置を迅速に特定し、作業の効率化が向上

2 無線タグを利用した位置追跡

- ▶ 専用タグを持つだけで、入退坑管理や位置管理を行うことが可能

能

- ▶ タグは1年間程度稼働（電池交換式）
- ▶ 電池残量は画面で確認可能
- ▶ タグ検知範囲は最大50mで、現場環境に合わせて設定変更が可能

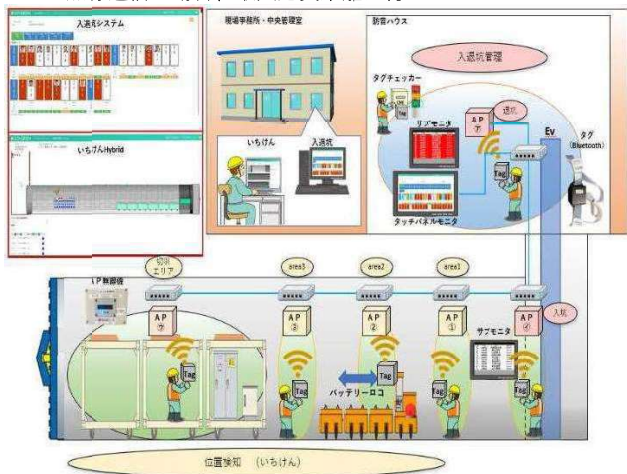
能

3 現場状況に合わせた検知場所の設定

- ▶ タグ検出器の配置次第で、詳細な位置管理が可能
- ▶ 検出器は電源供給のみ、データは無線で送受信可能

構成図

無線通信の場合、最大延長距離は約200m



特徴・効果

1 リアルタイムな安全管理

- ▶ 作業員や重機の正確な位置を把握でき、効率化および安全管理が強化

2 タグ検知での簡便・確実な所在検出

- ▶ 現場従事者がタグを所持することで入退坑判断を自動で実施
- どこにいるかを判定
- ▶ 入退坑札の操作不要、所在地をモニタ表示

2 複数の坑口を一元管理

- ▶ 入坑箇所と退坑箇所が異なっても入退坑札の切り替えが可能

3 人以外の重機等も検出可能

- ▶ タグを持っているものを検出できるため、バッテリーロコ等の重機所在

も

検出可能

画面・運用例



122 / 151



入退坑位置管理システム 入坑時間アラーム

一日の設定入坑時間超過表示
赤枠表示

一日の設定入坑時間注意表示
黄枠表示

システム設定

最終更新 2022/10/07 16:01:38

入坑名札色
入坑名札文字色
入坑名札枠線色
入坑名札種別色
入坑名札種別文字色
入坑名札種別枠線色
入坑名札種別文字色
入坑名札種別枠線色

入坑合計注進タイム
入坑合計リミットタイム
入坑合計注進タイム
入坑合計リミットタイム

入坑合計リミットタイム この時間が1日の入坑上限時間（分）となります。その日の入坑合計時間が指定分を超えた場合にタグ枠線が赤くなります

入坑合計注進タイム その日の入坑時間が、入坑合計注進タイム < 入坑合計リミットタイム となった場合にタグ枠線が黄色くなります



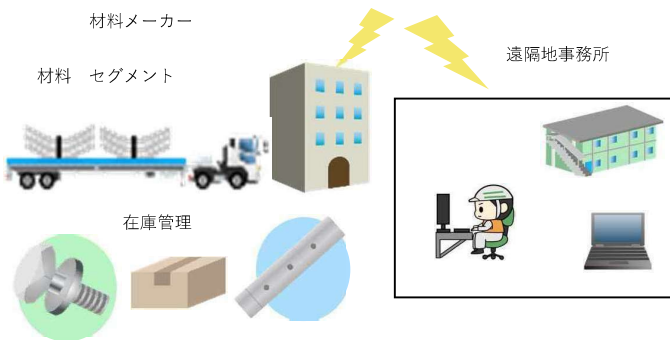
VIIその他

材料発注システム enCommerce

概要

- 1 WEB画面上で、工事に必要な材料を受発注**
 - ▶WEB環境があれば専用端末やアプリは不要。いつでもどこでも受発注可能
- 2 ペーパーレス化**
 - ▶システム上に納品書・品質証明書等のデータを添付することが可能
- 3 材料の発注、在庫状況、ロス率等を一元管理**
 - ▶材料の数量を登録することで、受発注に応じて在庫数を自動計算
- 4 CyberNATMと連携**
 - ▶CyberNATMの設計値及び実測値に基づき、材料を管理
 - ▶在庫状況を予測し、受発注を実施

構成図



画面・運用例

【現場】
現場からの注文確認画面

【個別注文】
任意のアイテム注文

【お任せ注文】
特定条件のみを連絡し、構成等の詳細は、「業者」が設定

【業者】
業者からの注文確認画面

【受注管理】
各現場からの注文内容を確認し、「納期回答」を行う。

【在庫管理】
消費量及び納品量から、在庫を管理

125 / 151



Ⅶその他

車両運行管理システム SoraMobile2

概要

本システムは、車両に設置したスマートフォンから位置情報を定期的にアップロードし、インターネット上で車両運行状況を可視化するシステムです。
リアルタイム監視だけでなく運行履歴検索機能により、渋滞頻発箇所の発見やトラブル対応の迅速化を実現します。また、運行結果の帳票出力機能により、管理業務の省力化を実現します。



構成図



特徴・効果

- **工事情報の一元管理**
工事に関する情報（運転手、車番、エリア、ルート等）を、アプリにより一元管理することができます。
- **運行車両のリアルタイム可視化**
Web上で地図上に各車両の現在位置をアイコン表示し、運行状況を事務所で確認することができます。
- **車両走行履歴表示**
指定日時、指定ドライバーの運行状況履歴を地図上に表示することができます。速度超過場所や急ハンドル場所の傾向分析にも利用できます。
- **出来形帳票出力**
運搬回数、出発・到着時刻、ドライバー、速度超過回数などの出来形帳票をExcel出力します。

画面・運用例

スマホアプリ メイン画面
事務所アプリ メイン画面
事務所 運行履歴検索画面
事務所 警報履歴検索画面



126 / 151

ご清聴ありがとうございました

127 / 151



質疑応答記録

3 シールドシステム技術プレゼンテーション	
質問事項	(株) 演算工房からの回答
① テールクリアランス・土量管理システムの排土量管理についてご教授下さい。	1リングの掘進を単位時間あたりで管理しています。スクリーコンベヤ内部についてはカタログスペックを基に算出しています。
② 計算データと実測データのギャップについて懸念がありますが、どの様に考えていますか。	ベルトスケールとベルトスキャナーの値を比較し管理しています。
③ ジャイロ自動測量システムの技術的運用や設置・調整期間についてご教授下さい。	機器の設置・溶接・配線作業の流れや、信号の確認は現地で各社と実施しており、事前打ち合わせを十分行うことが重要になります。
④ 材料発注システムの入荷管理・残量管理について外部からアナウンスされるような仕組みはありますか。	現状ではそこまでには至っていませんが、将来的に材料メーカーから必要量の提案が来る仕組みを目指しています。
⑤ エンワークスの人材派遣について、山間部や都市部ではどの様に対応されていますか。	現場ごとの状況に応じて女性陣も含めて柔軟に対応しています。

128 / 151

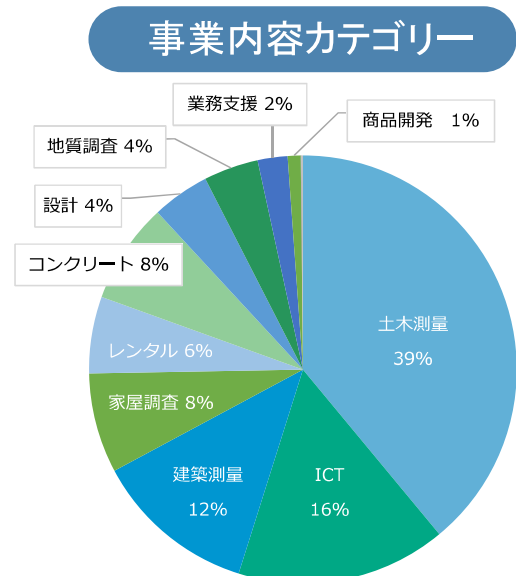
取り組み事例のご紹介

令和7年11月14日
株式会社 きんそく

129 / 151

1-1. きんそく会社概要

会社名	株式会社きんそく
代表者	代表取締役 奥野勝司
設立	1992年（平成4年5月）
資本金	4,800万円（グループ連結）
売上金	30億円（令和6年2月 32期連結）
全従業員数	256名（令和6年3月1日 現在）



豊富な実績、確かな技術

- ・創業33年の信頼
- ・取引社数 670社
- ・年間現場数 1,800現場

「ハカル」提案型価値企業

1-2. 商品ラインナップ

<p>1. 土木測量</p> <ul style="list-style-type: none"> ①基本測量 ②各種位置だし ③各種丁張測量 ④各種出来形測量 ⑤境界測量 	<p>2. 公共測量</p> <ul style="list-style-type: none"> ①基本測量 ②路線測量 ③境界測量 ④官公庁 基準点効用確認測量 	<p>3. 建築測量</p> <ul style="list-style-type: none"> ①墨出し ②建方 ③縄張り 	<p>4. ICT</p> <ul style="list-style-type: none"> ①UAV・UAVレーザー測量 ②地上型レーザースキャナー ③深淺測量 (ラジコン型マルチビームソナー) 	<p>BIM/CIM 5. BIM/CIM</p> <ul style="list-style-type: none"> ①各種3Dモデル ②施工シミュレーション ③施工ステップ ④鉄筋干渉モデル
<p>6. 設計</p> <ul style="list-style-type: none"> ①コンクリート構造物設計 ②道路設計 ③河川護岸設計 ④工事完成図書等業務支援 ⑤概略工事積算業務 ⑥電子納品 	<p>7. 調査業務</p> <ul style="list-style-type: none"> ①家屋調査(工損・補償) ②振動・騒音調査 ③路面性状調査 ④交通量調査 ⑤水質調査 	<p>8. 地質調査</p> <ul style="list-style-type: none"> ①埋設管調査 ②空洞調査 ③平板載荷試験 ④貫入試験 ⑤簡易支持力測定 	<p>9. コンクリート</p> <ul style="list-style-type: none"> ①配筋かぶり測定 ②鉄筋野書き ③空洞調査 ④強度測定 ⑤温度応力解析 ⑥ひび割れ・変状調査 ⑦ガードレール根入れ長調査 	<p>SYS TEM 10. 計測システム</p> <ul style="list-style-type: none"> ①建方キング ②杭打キング ③計測キング ④クリアランスキング
<p>11. 商品開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ①共同開発 ②業務支援アプリ開発 	<p>RENT 12. レンタル</p> <ul style="list-style-type: none"> ①快測ナビ ②フィールドテラス ③測量機器 ④ICT建機システム ⑤計測機器 	<p>13. 物販</p> <ul style="list-style-type: none"> ①測量機器 ②ソフト全般(3D関係) ③パンフレット作成業務 	<p>14. 内業支援</p> <ul style="list-style-type: none"> ①図面修正支援 ②施工計画書支援 ③数量計算書支援 ④入力業務支援 	<p>15. 建設タスク</p> <ul style="list-style-type: none"> ①教育研修(測量) ②教育研修(ICT) ③採用 ④コンサルタント

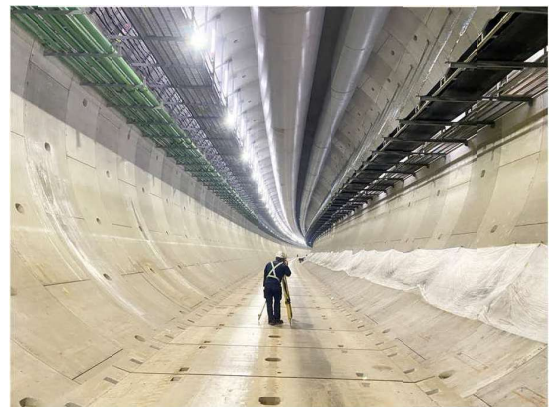
1-3. 主な取引先

<p>ゼネコン</p>	<p>官公庁他</p>
<p>建設業以外</p>	

2-1. シールド

きんそくのシールド測量

- 1997年 本格スタート
- 現場実績数 500超
- 超高精度ジャイロステーション
 - GYROMAT5000 2台保有 +1台納品待ち
 - GYROMAT2000 3台保有
- 測量精度シミュレーションによる事前検討
- 2023年 海外進出(お客様のご要望にお応えして急遽決定)





GYROMAT5000

- ✓ 高精度(1kmあたり約1.2cmの偏差)
- ✓ 最高の方向決定精度



135 / 151

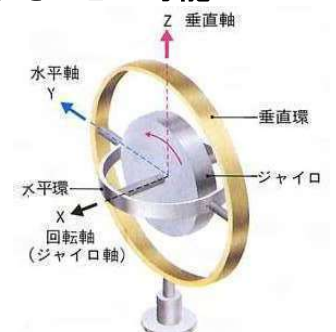
7

2-3. シールド

ジャイロ測量について

01 ジャイロの仕組み

- ジャイロセンサーは、地球が自転していることによる微小な回転を検知して「真北」を求める
- コンパスのように磁場に影響されず、地下・鉄材の多い環境でも正確に北を測定できるのが大きな特徴
- この「真北」を基準にすることで、トンネル掘進方向の基準となる「方向角」を高精度に決定することが可能



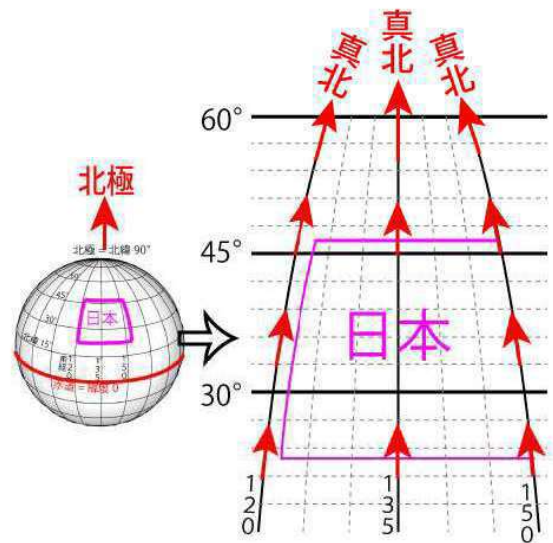
136 / 151

8

ジャイロ測量について

02 ジャイロが示す「方位角」とは？

- ・ジャイロは「地球自転の回転軸(=地理的な**真北**)」を基準にした角度を観測する
- ・したがってジャイロ観測で得られる値は**真北基準の方位角**
- ・磁気や環境に影響されない「**絶対方向**」が得られるのが大きな強み

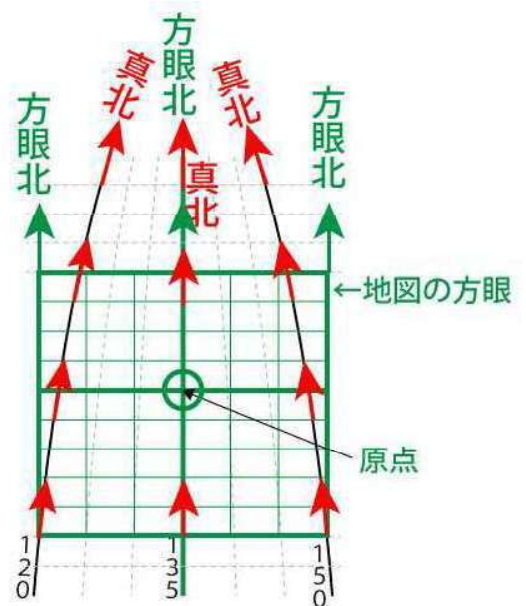


2-5. シールド

ジャイロ測量について

03 測量で使用する「方位角」とは？

- ・トンネルや道路の設計図面で用いるのは「**測地座標系**」に基づく方向角
- ・実務では「**平面直角座標系**」に変換した後の方向角を使用



ジャイロ測量について

04

両者の違いをつなぐ「子午線収差角」

- ・子午線収差角 (γ) は、地理的な「真北」と、測地座標系における「座標北」との角度差を表す
- ・式で表すと： $\gamma = (\text{経度} - \text{中央子午線}) \times \sin \text{緯度}$
- ・この角度は場所ごとに異なり、最大で数十秒～数分のオーダーになることも

質疑応答記録

4 取組み事例の紹介	
質問事項	(株) きんそくからの回答
① OKIPPAの電源はどの様に確保されていますか。	充電池式であり、バッテリー交換により運用できます。通信頻度設定などにより使用期間は異なりますが、基本的に1年程度は充電が持ちます。バッテリー交換時期のアラート機能もあります。
② 施主（発注者）からの事前調査依頼の流れはありますか。	コンサル会社からの依頼はありますが、直接自治体などの発注者からの依頼はありません。
③ 調査できる深さは何mですか。感知できるものの材質は何ですか。	GL-3mになります。VE管や鉄管などがありますが、中に空洞があるものに関しては感知できます。但し水道管などの小さい径のVE管などは判りにくいです。
④ アウトプットされたデータは波形で見ることができるのでしょうか。	波形でまとめたデータを基に、当社にて3D化したり2Dで図面上に表したり要求事項に対応しています。
⑤ 最近市街地にて陥没が発生したなどのニュースがありますが、実際に空隙が見つかった事例はありますか。	今のところそのような実績はありませんが、調査に関する需要は高まっていると感じています。
⑥ 軌道上からでも調査することが可能ですか。	可能です。但し深さの問題があります。3mまででしたらできると思います。

難しい施工条件に対応できる大口径掘進機

スーパーマルチモール



141 / 151

岩盤層、礫・玉石層、転石も大きさに係わらず推進できます。

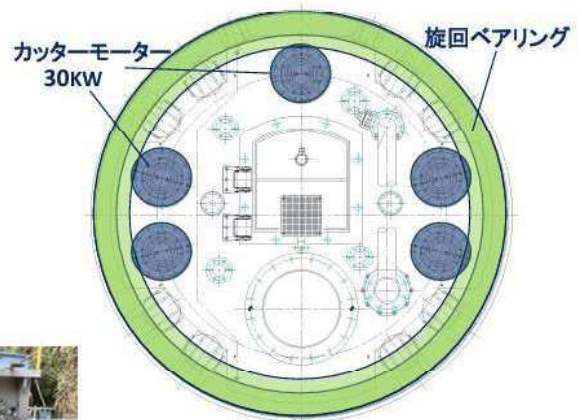


凝灰角礫岩

破碎後

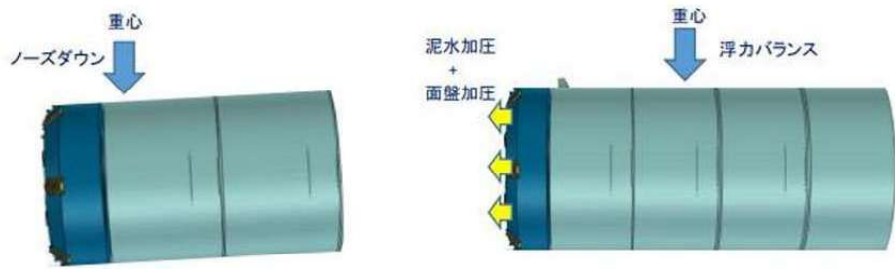


多連モーターと外周駆動装置により、強力な破碎能力を発揮します。玉石や大きな転石も細かく粉碎するので、掘進機が振られてしまうことなく、精度良く推進することが出来ます。

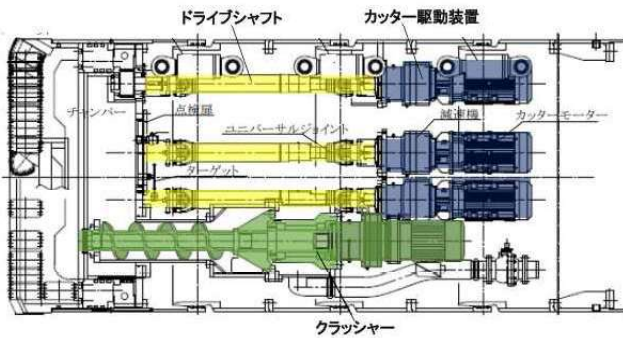


142 / 151

自沈する軟弱地盤でも、ノーズダウンせずに推進できます。



掘進機のカッター部は重いので、通常、軟弱地盤ではノーズダウンしてしまいます。重いカッター駆動装置を長いドライブシャフトで連結し、掘進機後方に配置しました。また、クラッシャーはオーガーで繋ぎ長くし、重心を掘進機のほぼ真中を持ってこることで浮力バランスを取り、軟弱地盤でのノーズダウンを防ぎます。



143 / 151

面盤加圧と泥水加圧で切羽地山を安定させ、陥没などの地上への影響を防ぎます。

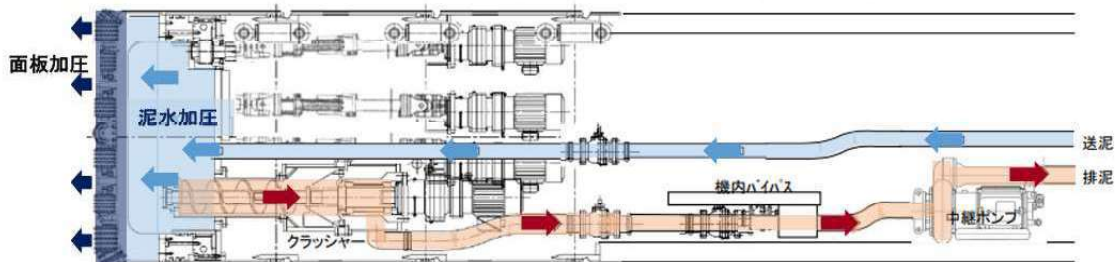


面盤加圧方式

- ・ 互層地盤では、ビットの形状を変えることができます。
ローラービット ... 岩盤・礫・玉石地盤
切削ビット ... 粘土・シルト・砂・砂礫
- ・ 面盤のマンホールを、掘進機内から開閉できます。土質の変化に対応して適切な開閉率で推進できます。
- ・ 押付力測定装置とチャンバー水圧計を装備しており、土圧抵抗を確認しながら推進できるので、低土被りや無水層地盤での施工も可能です。

泥水加圧方式

- ・ 掘削した土砂の排土は、泥水還流により行います。
- ・ 地山に常に均等な泥水圧を掛けることで、自然水を動かさず安定した推進が出来ます。



144 / 151

掘進機内部よりビットの交換が可能なので、長距離推進が出来ます。



硬い岩盤を長距離推進すれば、ビットが摩耗します。掘進機隔壁の中央部に点検扉を設けることで、チャンパー内への出入りを容易にしました。機内からビットの損耗状態を点検し、交換できると共に、土質に応じて、ローラービットと切削ビットを交換できます。

点検扉を開ける際には、圧気装置を使用します。坑内に気圧を掛けることで、切羽からの湧水や土砂が流れ出るのを防ぎます。



145 / 151

圧気工法と薬液注入を施して、掘進機内から障害物を除去できます。

推進中突然、障害物に遭遇することは多々あります。木杭やPC杭、流木、基礎構造物、H型鋼、鋼矢板、など。掘進機面板の上下左右に取付けた押付力測定値の変化と、カッター電流値から、障害物を検知できます。

圧気工法により坑内に気圧を掛け、点検扉から障害物を目視で確認、測量や画像で記録します。

撤去作業は、面板の開口率が低いことから地山の露出が少なく、作業員の安全空間が確保できます。



146 / 151

3段の方向修正装置により、急曲線推進が可能です。

岩盤での急曲線推進を可能にするため、掘進機は3段に折れます。第1、第2、第3修正装置があり、掘進機面板に掛かる土圧を感知します。土圧反力を適切にとることで方向修正が正確になり、きれいな曲線推進が可能になります。

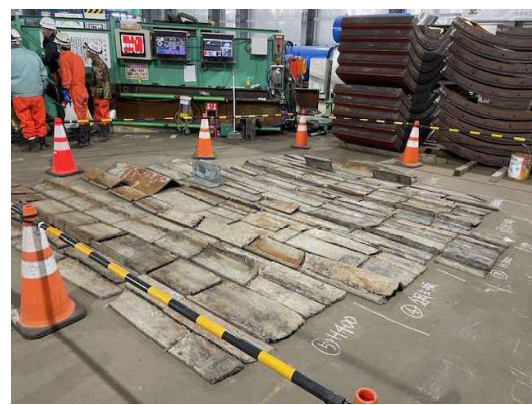
呼び径	φ 2000	φ 2200	φ 2400	φ 2600	φ 2800	φ 3000
方向修正ジャッキ	800kN×100st×35MPa×8本			800kN×100st×35MPa×12本		
第2修正ジャッキ	800kN×100st×35MPa×8本			800kN×100st×35MPa×12本		
第3修正ジャッキ	800kN×100st×35MPa×8本			800kN×100st×35MPa×12本		
曲線最小半径	R35	R35	R38	R41	R44	R47



曲線推進状況



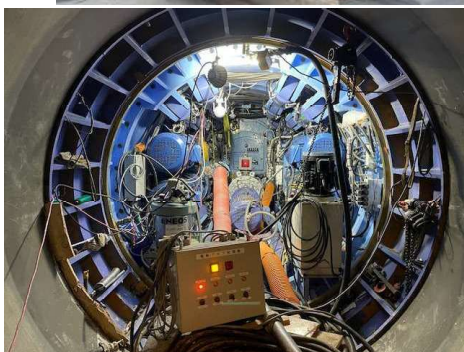
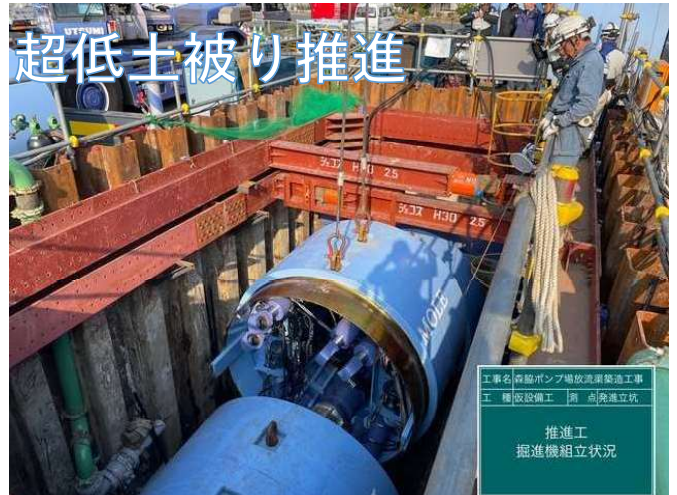
広島市の雨水貯留管 障害物撤去



豪雨により被災したパイプラインの復旧工事



福山市のポンプ場



質疑応答記録

5 スーパーマルチ工法の紹介	
質問事項	(株) エイコーエンジニアリングからの回答
① 曲線を施工するためのオーバーカットをする機構が装備されていませんが、どの様に考えられていますか。	装備ピットのオーバーカット量が約2cmであり、土砂の緩みや土圧の軽減のためのベントナイトなどの滑剤注入によるテールボイド保持などのみで施工している。マシンの胴体が3分割されており、それぞれに方向修正ジャッキがあるため曲ることができません。
② カッターピットを機内にて交換しながら最長推進距離は何mですか。	現状での最長推進延長は約1 kmです。
③ 圧気を掛けて坑内作業をする説明がありました。立坑下のヒューム管の管口部に蓋を設置して空気を送っているのでしょうか。	坑内のヒューム管の目地部に仕切り板を取り付けて圧気することも可能です。現場の条件に応じて事前に設備を準備しています。
④ 面板加圧しながら掘進することですが、推進時のマシン胴体、ヒューム管、摩擦抵抗値と面板への圧力をどの様に管理して元押しジャッキの圧力に反映されているのでしょうか。	機内の3段目の方向修正ジャッキの圧力の計測が出来ます。オペレータによりこの値を考慮して元押しジャッキ圧力を管理しています。オペはモニタリングされたデータを見ながら立坑の元押しジャッキを遠隔で操作しています。8台のWebカメラも設置し映像でもオペが確認できる様になっています。
⑤ 坑内に敷設する電源ケーブルの太さや管理についてご教授下さい。	通常は100スケのケーブルを敷設しますが、30kwのカッター駆動モータを稼働させるために、200スケケーブルの使用又は100スケケーブルを2系統敷設することもあります。、施工延長に伴う電圧降下を考慮しています。3,000Vの高電圧の使用については資格の問題や、毎回ヒューム管をセットする際にケーブルをコネクタで切り離す必要があります。
⑥ 送排泥にて掘進するための機内装備の図面がありますが、排泥側にクラッシャーを装備した場合、抵抗が大きくなり流量や流速のバランスが取りにくいと思われるのですがどの様に考えていますか。	ロータリー式クラッシャーを装備し、後方に中継ポンプを設置することで対応しています。図面はダミーであり、ロータリー式クラッシャーの詳細な構造については企業秘密です。
⑦ カッターフェイスの開口率の考え方についてご教授願います。	社歴や経験による変更もありますが、地質条件による調整が可能です。ローラカッタやテイスピットなどの仕様変更に応じてカッターフェイスの開口率を変更可能な面板になっております。粘性土層や礫層などの条件により検討しています。