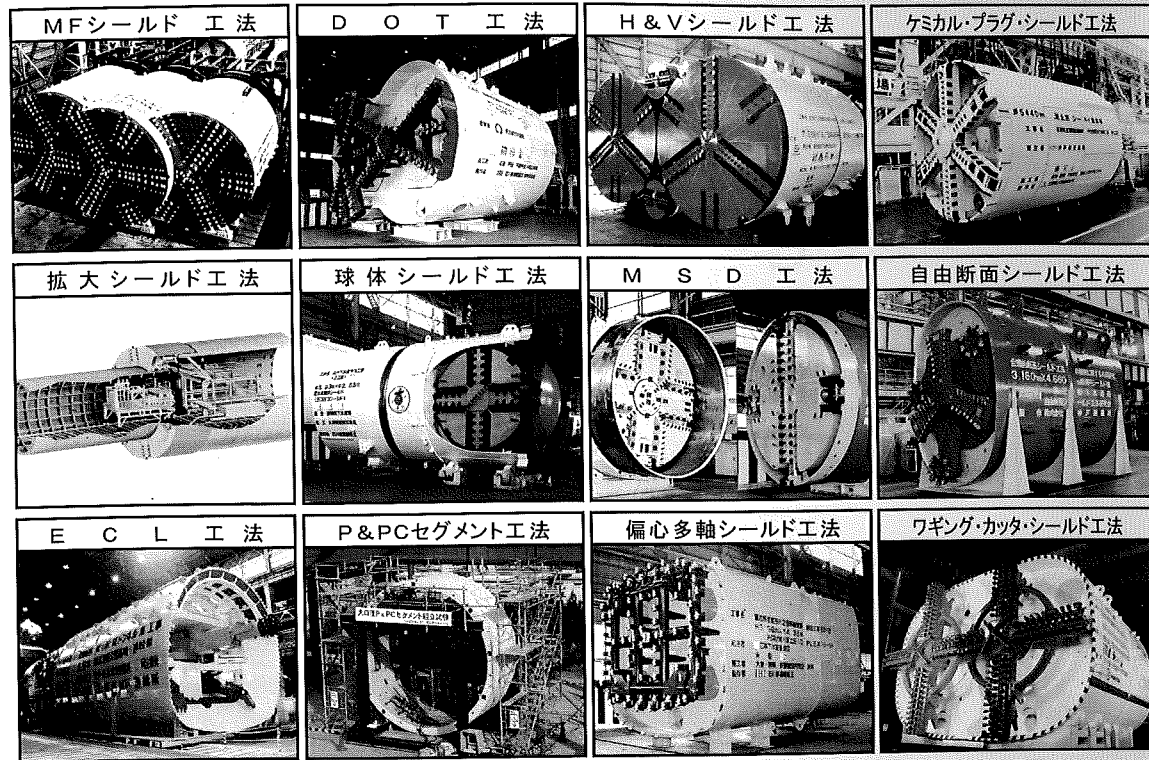
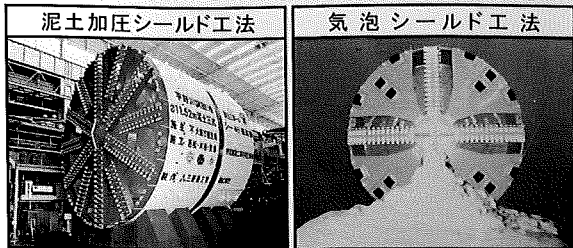


# 地下の空間を創る

近年、都市部の基盤整備には地下の利用が不可欠です。シールド工法は、地下空間を創造する方法として一段と重要さを増しています。ここに集まった14のシールド工法は、実績があり信頼できる最先端技術です。



# トンネルと地下 1

vol. 38  
no. 1  
2007

偏在する高圧帯水層中を切羽前方湧水圧調査による管理で掘削  
中折れ式大断面シールドの急曲線到達とUターン再発進  
TBM先進導坑および新割岩工法で新幹線直上部を掘る  
地下埋設物が輻輳する交差点内を開放型矩形シールドで施工  
複雑な多層地盤を急勾配で貫くシールド

日本トンネル技術協会誌



## シールド工法技術協会

事務局 〒105-8007 東京都港区芝浦一丁目2-3 シーバンスS館  
清水建設(株)土木技術本部内  
TEL 03-3348-6322 FAX 03-3348-7125  
URL: <http://www.shield-method.gr.jp> e-mail: [sta@shield-method.gr.jp](mailto:sta@shield-method.gr.jp)

### 正会員

- アイサワ工業(株)
- 青木あすなろ建設(株)
- 浅沼組
- 大木建設(株)
- 大林組
- 大本組
- 奥村組
- 小田急建設(株)
- 鹿島建設(株)
- 熊谷組
- 熊池組
- 国土総合建設(株)
- 五洋建設(株)
- 佐伯建設工業(株)
- 佐藤工業(株)
- 清水建設(株)
- 白石

- 西武建設(株)
- 銭高組
- 大成建設(株)
- 竹中土木
- 大日本土木(株)
- 大豊建設(株)
- 地崎工業(株)
- 鉄建建設(株)
- 東亜建設工業(株)
- 東急建設(株)
- 東洋建設(株)
- 戸田建設(株)
- 飛島建設(株)
- 西松建設(株)
- 日特建設(株)
- 日本国土開発(株)
- 間組
- ビーエス三菱
- フジタ

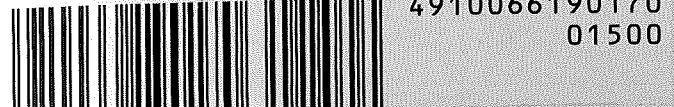
- 不動テトラ
- 本間組
- 前田建設工業(株)
- 三井住友建設(株)
- みらい建設工業(株)
- 村本建設(株)
- 名工建設(株)
- 森本組
- りんかい日産建設(株)
- 若築建設(株)
- 石川島播磨重工業(株)
- 川崎重工業(株)
- 小松製作所
- JFEエンジニアリング(株)
- 日立建機(株)
- 日立造船(株)
- 三菱重工業(株)
- 石川島建材工業(株)

- SMCコンクリート(株)
- クボタ
- 新日本製鐵(株)
- 新和コンクリート工業(株)
- JFE建材(株)
- ジオスター(株)
- 住友金属工業(株)
- 都築コンクリート工業(株)
- 日本コンクリート工業(株)
- フジミ工研(株)
- 鈴木建設(株)
- 古久根建設(株)
- 坂田建設(株)
- 太平工業(株)
- 大旺建設(株)
- 大末建設(株)
- 東鉄工業(株)
- 徳倉建設(株)
- 奈良建設(株)
- 福田組
- 真柄建設(株)
- 森組
- 矢作建設工業(株)

- 株立花マテリアル(株)
- タック
- 第一化成産業(株)
- 中央工業(株)
- テルナイト
- 東洋工業(株)
- 日本ネットワークサポート
- ベントナイト産業(株)
- マルマテクニカ(株)
- ミイケ機材(株)
- 新井組
- 安藤建設(株)
- 伊藤組土建(株)
- 植木組
- 奥村組土木興業(株)
- 勝村建設(株)
- アクティオ
- ガマイトエンジニアリング(株)
- 京浜ソイル(株)
- 成和リニューアブルワークス(株)
- 太平洋ソイル

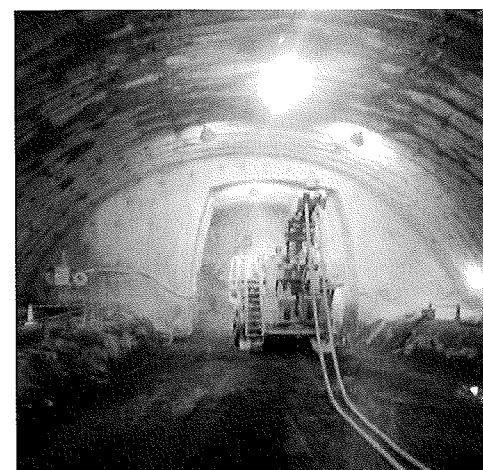
### 賛助会員

定価 1,575円 雑誌06619-1  
本体価格1,500円



ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

# RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー



### 主な特長

- ・カッター出力は330kWで、強力な切削力を発揮し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- ・機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m(ケーブルハンガーを除く)
- ・定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅9.5m
- ・高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- ・接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

**KYB** カヤバシステム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO.,LTD.

<http://www.kyb-ksm.co.jp>

(旧社名: 日本鉤機株式会社)

本社・営業  
カスタマーサービス 〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル TEL 03-5733-9444

中部支店 〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町6番地2 TEL 059-234-4139

西部支店 〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東2丁目6番26号 安川産業ビル TEL 092-411-4998

三重工場 〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町6番地2 TEL 059-234-4111



様々なトンネル工事に挑戦し、実績を積み重ねてきた各種ドリルジャンボ製品。全国に広がる安心のサービス網でお客様をバックアップします。



ホームページ: <http://rvs.furukawakk.co.jp/ms/>



△ 古河機械金属グループ  
**FRD 古河ロックドリル株式会社**

(旧社名: 古河機械販売株式会社)

本社 〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2丁目3番14号 古河ビル 特機営業部 TEL: 03-3231-6966

札幌 ☎011-861-3261 東北 ☎022-356-5771 関東 ☎027-322-5953 名古屋 ☎0568-77-7700 静岡 ☎054-620-1641

関西 ☎06-6475-8221 広島 ☎082-231-5621 四国 ☎087-833-4833 九州 ☎092-948-2010

整備工場 関東工場 ☎027-460-7011 名古屋工場 ☎0568-77-6363 大阪工場 ☎06-6475-8461 九州工場 ☎092-948-2010

**KATECS**

全方位切羽補強工法

# パノラマ工法

パノラマ工法は切羽から長尺樹脂管(GRP管)を打設しシリカレジン注入することで切羽前方地山を効果的に拘束するための全方位マルチパターン地山補強工法です。特殊強化樹脂管を切羽から全方位に打設することで、天端部の先受工と併せて鏡面補強も同時に施工することができ、切羽の安定性を高め、掘削の安全性を向上させます。



アルカリフリー型液体急結剤

# AFK-777J

『AFK-777J』は、コンクリートとの混合が良く付着性に優れ、液体急結剤を少量のエアで添加するため、従来の粉体急結剤と比較して、粉じんやリバウンドが低減されます。

また、液体急結剤吹付けコンクリート用高性能減水剤『404シリーズ』を併用することで、安定した品質の吹付けコンクリート施工が実現できます。



## 対策!

「ヨロケ」とは昔 鉱山で呼ばれたじん肺のことです

**KATECS**

発泡型シリカレジン

# SR-L

SR-Lは、シリカレジンベースとして従来のセメント系や無機系定着材の欠点を克服し、パノラマ工法の定着材として開発された発泡タイプの定着材です。砂層、粘土層及び亀裂の多い崩壊性岩盤や破碎帯に注入することにより、高強度の複合シリカレジン形成し芯材を確実に地山に定着させ、さらに発泡性能によって亀裂に充填されることにより芯材周囲の地山を改良できます。

注入式長尺先受工法

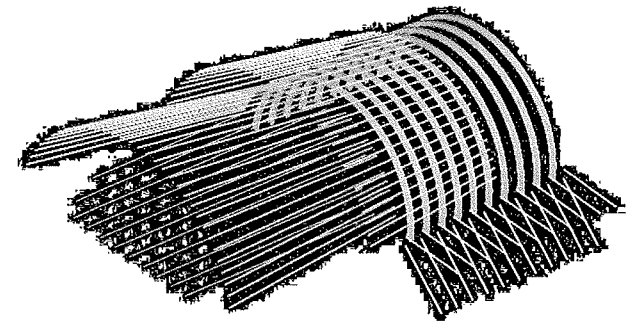
AGF工法

AGF-P工法

AGF-S工法

小口径長尺先受工法

Small-P工法



鋼管膨張型ロックボルト

タイムリーアンカー

無機系注入材

シリカセーフ

**KATECS**

株式会社 カテックス 建設資材事業部

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

本社 〒460-8331 名古屋市中区上前津1丁目3番3号  
技術営業部 TEL 052-331-8821 FAX 052-332-0164

中部営業部 〒460-8331 名古屋市中区上前津1丁目3番3号  
TEL 052-331-8821 FAX 052-332-0164

東京支店 〒112-0014 東京都文京区関口1丁目15番3号  
TEL 03-3260-8321 FAX 03-3266-1648

関西営業所 〒550-0015 大阪市西区南堀江4丁目1番18号  
TEL 06-6578-3235 FAX 06-6578-3237

広島事務所 〒735-0022 広島県安芸郡府中町大通1-2-13  
TEL 082-285-6601 FAX 082-285-6651

九州営業所 〒816-0932 福岡県大野城市瓦田4-15-26  
TEL 092-574-0856 FAX 092-574-0846

北海道地区 〒003-0011 札幌市白石区中央1条5丁目8番2号  
㈱エイチ・アール・オー TEL 011-821-5868 FAX 011-821-6644

— NATM を支える —

技術と信頼!

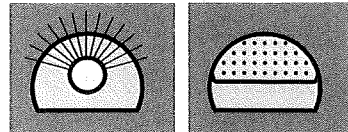
# ケー・エフ・シーの ロックボルト

## 全ネジ FRP ロックボルト

CG22S



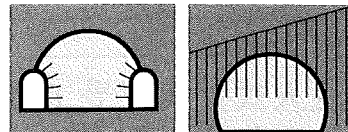
(中実タイプ)



CGR32

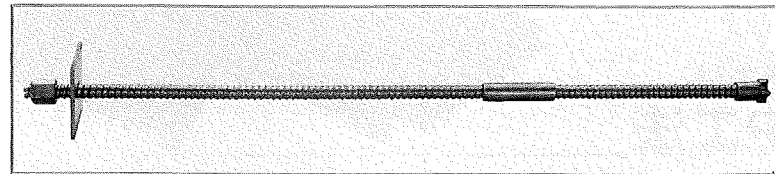


(中空タイプ)

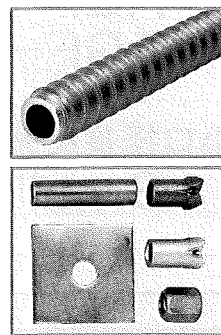


FRP ボルトに全ネジ加工することによって、ナット取付け、カプラー接続が簡単にできます。

## 自穿孔 IBO アンカー

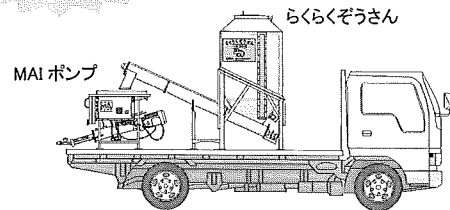


現場での取扱いが非常にし易い R32 ネジを全長にわたって転造した中空ロックボルトです。

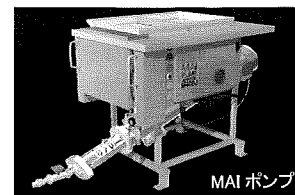


## MAI ポンプ & らくらくぞうさん (モルタル投入システム)

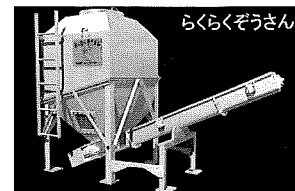
### ECO システム!



現場ゼロエミッションに貢献します。



MAI ポンプ



らくらくぞうさん

特許第 3256532 号  
(らくらくぞうさん)



環境にやさしいパッケージ  
「ふたたびくん」

KFC 株式会社 ケー・エフ・シー

東京土木営業部 TEL(03) 3798-8511 FAX(03) 3798-8516  
大阪土木営業部 TEL(06) 6363-1884 FAX(06) 6313-0755  
札幌支店 TEL(011) 751-4681 FAX(011) 751-4682

ホームページ <http://www.kfc-net.co.jp/>

1本1本が大切! だから

次世代 防食 ロックボルト

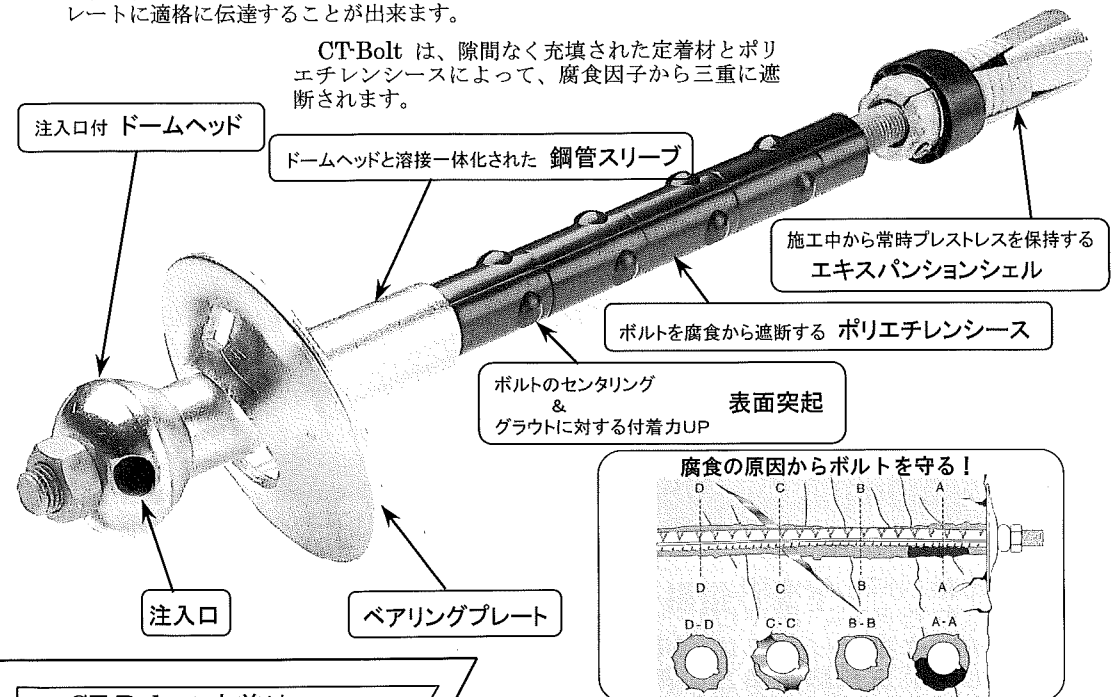
# CT-Bolt



## 通常施工により超長期支保

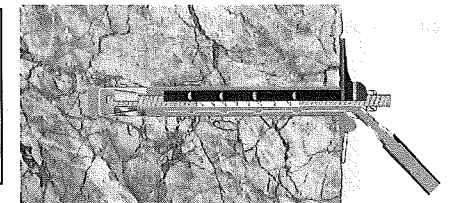
CT-Bolt は、施工直後からプレストレスを導入し、特殊半球型ドームヘッドにより、地山の動きに伴う荷重をベアリングプレートに適格に伝達することが出来ます。

CT-Bolt は、隙間なく充填された定着材とポリエチレンシースによって、腐食因子から三重に遮断されます。



### CT-Bolt の定着は・・・

即時に支保効果をもたらす先端定着と、時期を選んで行える全面定着グラウト充填のコンビネーションです。施工直後から施工後長期にわたって、ボルト支保効果を最大限に活用することが可能です。ポリエチレンスリーブがボルトを覆う構造により、仮に空洞や偏芯、或いは湧水によって部分的にグラウトが逸失している場合にも、腐食促進成分がボルトと接触しません。



用途：  
山岳トンネル・海底トンネルに  
立坑・地下空洞支保に  
石油備蓄基地等地下施設建設に  
斜面安定・補強土工に  
その他 腐食対策の必要な地盤に

完全充填

CT-Bolt は、広い範囲の粘度のグラウト注入が可能です。グラウトはポリエチレンスリーブ内に充填された後、先端部から孔壁とスリーブの間を充填して戻り、リターンによって全面定着が確認出来ます。

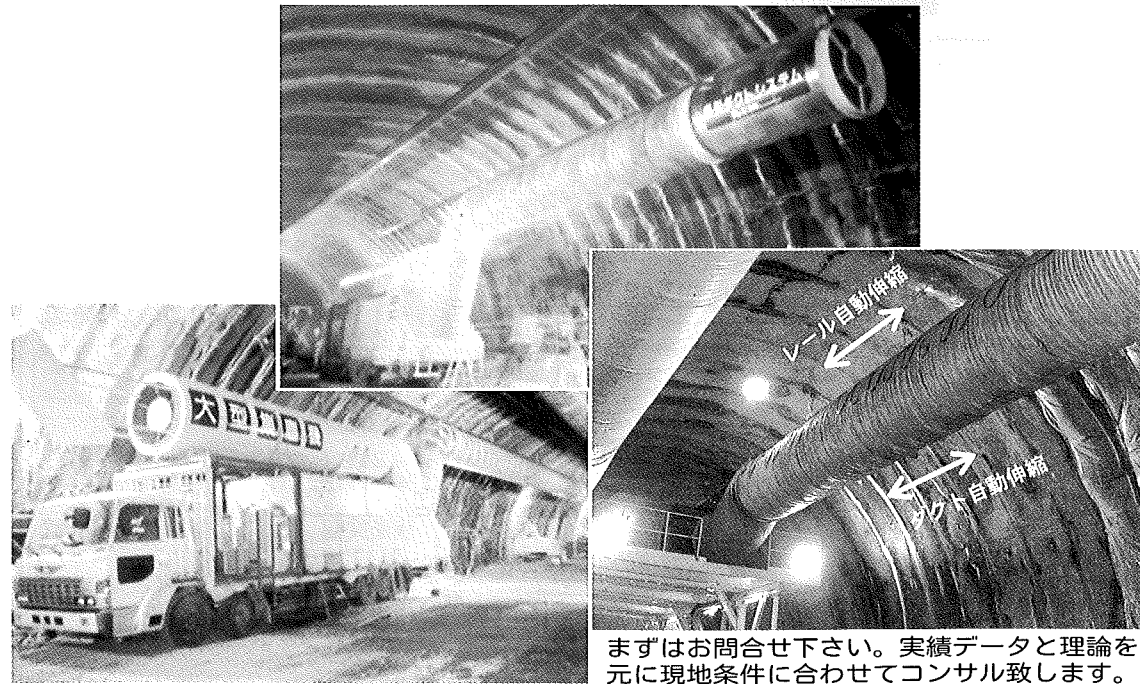
総発売元 Your Fastening Partner

KFC 株式会社 ケー・エフ・シー

〒105-0014 東京都港区芝 2-5-10  
お問い合わせ先 TEL: 03-3798-8517  
技術部 FAX: 03-3798-8850

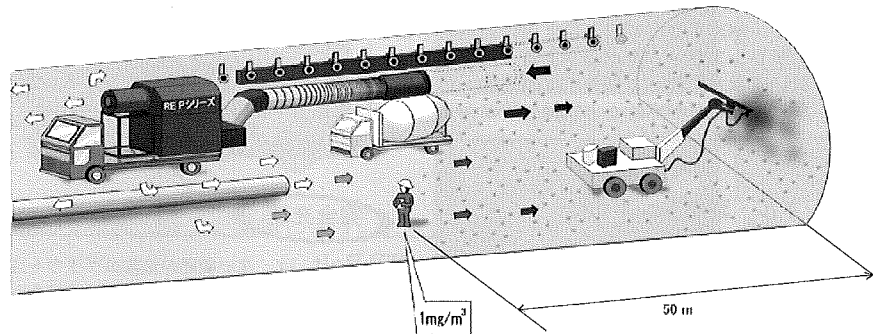
# 吸引ダクトシステム

ガイドラインをクリア(※) 0.5mg/m<sup>3</sup>達成!!



まずはお問合せ下さい。実績データと理論を元に現地条件に合わせてコンサル致します。

- ・発生源粉塵対策の決定版。
- ・ダクトはもちろん、吊下げレールも無線リモコンで楽々前進。
- ・掘削工法や作業サイクルに適應。操作にお手間をとらせません。
- ・最低限の切羽送気量と後方の高い清浄空間の確保で換気コストとランニングコストの大幅なコストダウンに。
- ・適應外径はΦ600~Φ1800、負圧-2kpa、収縮率1/5、100m以上もレンタルで対応可。



宇宙・原子力・環境など開発部門の人材を募集しています

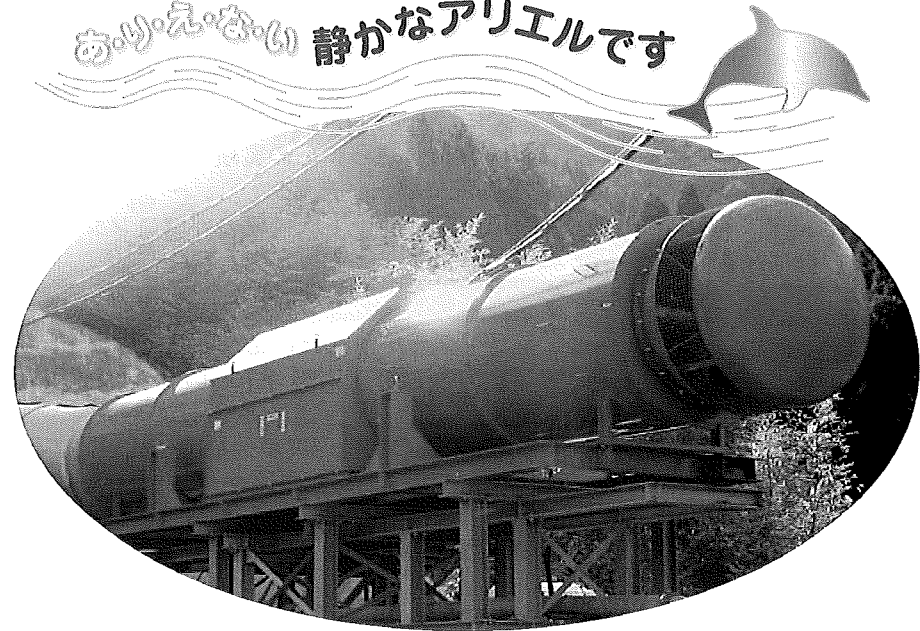
**株式会社 流機 エンジニアリング**

本社/〒108-0073 東京都港区三田 3-4-2 プロフィットリンク聖坂  
TEL: 03 (3452) 7400 (代) FAX: 03 (3452) 5370  
つくば/〒308-0114 茨城県筑西市花田84-6  
リースセンター TEL: 0296 (37) 7680 (代) FAX: 0296 (37) 7681

URL: <http://www.ryuki.com> E-mail: [eigyobu@ryuki.com](mailto:eigyobu@ryuki.com)

# 超低騒音・三軸反転ファン エアロ★MAX アリエル

あつ・え・な・み 静かなアリエルです



今時、静かなのは当たり前!!

ファンの性能を保持したまま、より低騒音に、よりスタイリッシュに。

シールド、都市NATMなどの都市環境や

大断面長大トンネルの施工環境に対応する換気ファンを400台以上保有。

必要なとき、必要な容量の設備を提供します。

- 超低騒音: エアロMAX 最小値75dB(A)、アリエル 当社比-5dB
- 省エネ: インバータでファンの回転数を制御するため無負荷電流がなく、人-△直動方式や可変ピッチ方式より大幅に省エネができます。
- 高効率: 固定翼、インバータ制御で広い性能点で効率のいい運転。
- 制御: ダストセンサーによる自動制御、集塵機との連動運転が可能。  
(特許 第1742880 ダストセンサーによるインバータ制御)
- 使い易さ: 軽量、INV高調波対策も万全、ソフトスタートでダクトを痛めずファンのメンテナンスも軽減。  
高価なフリッカ対策設備も不要。
- コンサルティング: 長年にわたってつちかって参りました弊社の換気のノウハウを生かし、換気計画後、5.5kW×2~200kW×2の幅広い揃えで対応致します。  
換気のご相談はお気軽に本社・営業部までどうぞ。

宇宙・原子力・環境など開発部門の人材を募集しています

**株式会社 流機 エンジニアリング**

本社/〒108-0073 東京都港区三田 3-4-2 プロフィットリンク聖坂  
TEL: 03 (3452) 7400 (代) FAX: 03 (3452) 5370  
つくば/〒308-0114 茨城県筑西市花田84-6  
リースセンター TEL: 0296 (37) 7680 (代) FAX: 0296 (37) 7681

URL: <http://www.ryuki.com> E-mail: [eigyobu@ryuki.com](mailto:eigyobu@ryuki.com)

## 吹付けコンクリートシステム



コンクリート吹付機  
**Sika®-PM500 PC**  
by Putzmeister

当社はこのたびコンクリートポンプ・コンクリート吹付機で世界的実績を誇るputzmeister社と契約し、今までの吹付機の発想をことごとく変え、さらにその実績と技術ノウハウの基に製造されたputzmeister・Sika®-PM500PCを国内に導入しました。



特にコンクリート吹付機の要はコンクリート圧送ポンプです。

### プツマイスター圧送ポンプの特長

- ① シリンダーが他社機と比較して長い  
プツマイスター L=1000mm  
他社機 L=600~700mm
- ② S型揺動管の切替速度が他社機と比較して速い  
プツマイスター 0.15sec  
他社機 0.20~0.30sec
- ③ 油圧回路に特許FFH(フリーフロー回路)機能を採用

この三大特長によって、吹付け時の脈動が非常に少なく、またそのことに関連して息つきが防止され、コンクリートの付着性が著しく向上、作業時間の短縮、飛散リバンドの減少、さらに部品の消耗、油圧ホース、油圧ポンプ等々を含めコストダウンその減額を可能とします。

**コンパクトで群を抜く使いやすさ!**

**機能性、機動性の基に理想的な機械化を実現!**

総販売元 東友エンジニアリング(株) 製造輸入元 プツマイスタージャパン(株)

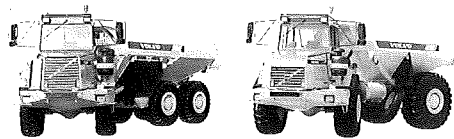
### トンネル関連製品

#### 吹付けコンクリートシステム

putzmeister・Sika®-PM500PCコンクリート吹付機  
Putzmeister S.A.

一体型吹付機・特殊型吹付機  
設計・製作: 東友エンジニアリング株式会社

**VOLVO** ダンプトラック  
(A25C-TS, A25C-TR, A20/30C-T)

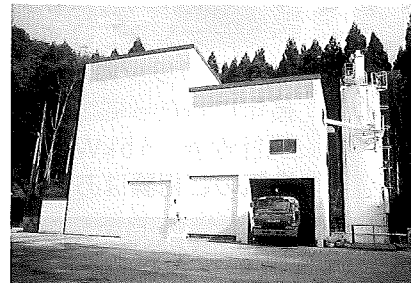


Volvo East Asia(Pte)Ltd

その他、トンネル施工機械全般

#### バッチャプラント

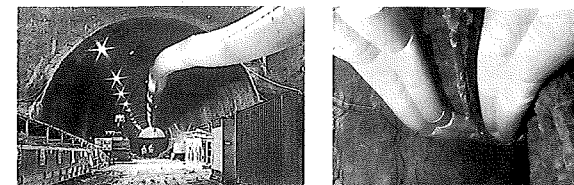
(全自動式, 3槽クラム式, 簡易型, 特殊型)



設計・製作: 名岐機器株式会社

## トンネル換気システム

**ABC**  
VENTILATION SYSTEMS



- ファスナー式風管
- ツインダクト風管
- スパイラル風管
- 帯電防止型風管

総代理店 東友エンジニアリング株式会社

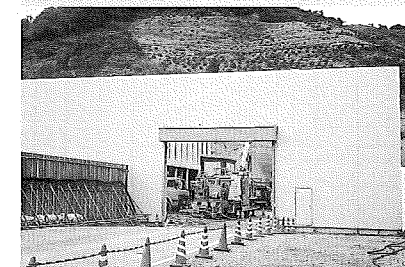
## 騒音防止システム

エコフラット -35db Cタイプ



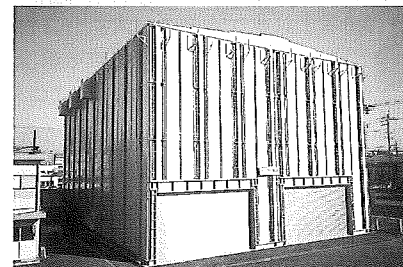
美観を重視した高性能の防音ハウス

エコパネル防音壁 -15db Aタイプ



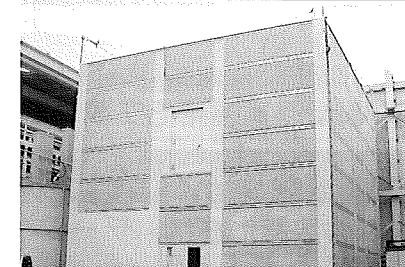
適応性の優れた防音パネル

エコユニット -30db Bタイプ



組立て容易な標準型防音ハウス

スーパーエコハウス 超低周波音 -25db



超低周波音対策に適した防音ハウス

設計施工 株式会社トユーエコサポート

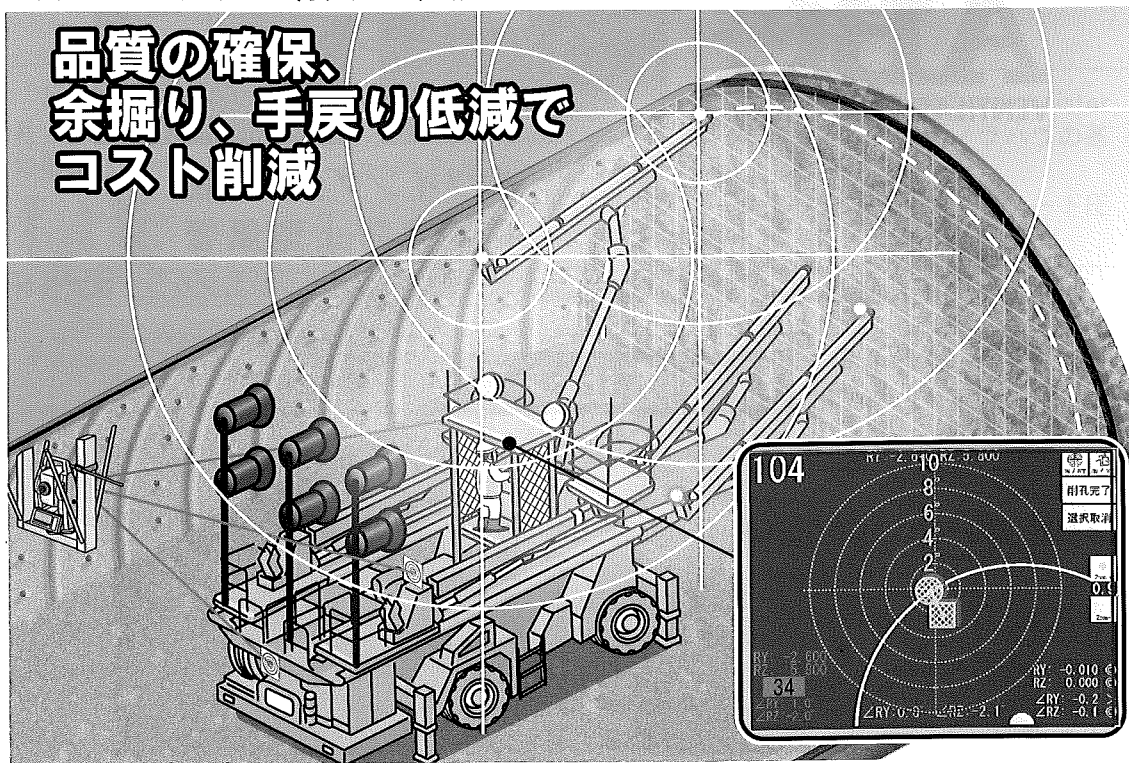
建設業界に貢献する TOYU GROUP

### 東友エンジニアリング株式会社

〒102-0073 東京都千代田区九段北 3-2-5 TEL: 03-3234-8901 FAX: 03-3234-8900  
株式会社トユーエコサポート TEL: 03-5226-5971 FAX: 03-5226-5974  
トユーサービス株式会社石岡工場 TEL: 0299-27-6211 FAX: 0299-27-6233

# ジャンボナビゲーションシステム

3次元リアルタイム画像処理と高精度自動測量により究極の余掘り管理を実現します



## ★最適な削孔位置、角度の割り出し

3次元リアルタイム画像処理技術によりガイドセルの位置、角度を正確に把握

## ★オペレーターの作業性UP

最適Pointを運転席モニターでガイダンス

## ★削孔情報のデータベース化

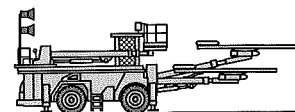
データは数値化され、データベースとして蓄積、次の削孔に活用

## ★リアルタイムモニタリング可能

オンライン化により事務所でも同時にデータ閲覧が可能

## ★従来のジャンボがグレードアップ

お手持ちのジャンボに搭載が可能



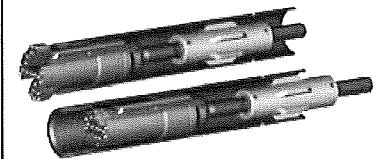
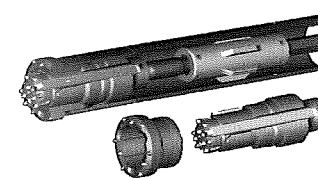
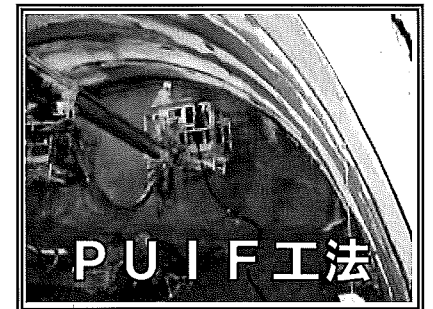
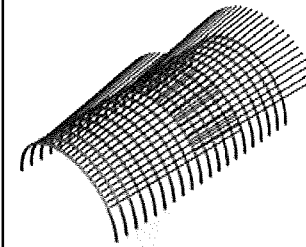
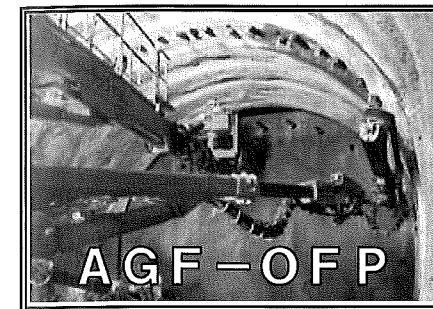
株式会社 演算工房 <http://www.enzan-k.com/>

■京都本社 〒604-0847 京都府京都市中京区秋野々町535番地 日土地京都ビル4階 TEL. 075-213-7200 FAX. 075-213-7201  
 ■東京Office 〒101-0054 東京都千代田区神田錦町三丁目15番5号 川崎パークビルI7階 TEL. 03-3518-2588 FAX. 03-3518-2589

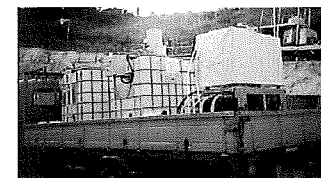


# トンネル補助工法【岩盤固結材他】

トンネル補助工法における資材の製造・販売



## R (リサイクル) コンテナシステム

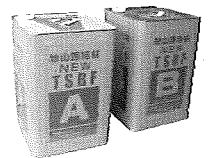


- ◎環境に配慮した注入システムであり1斗缶の産業廃棄物処理が無くなります。
- ◎R (リサイクル) コンテナが工場と現場を往復します。



## 岩盤固結材

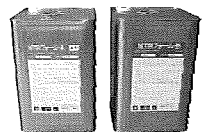
New-TSRF



New-TBU



NTRフォーム



\* 平成18年6月から東海ゴム工業㈱より岩盤固結材に関する事業を継承し製造・販売を行っております。

# TMC株式会社ティーエムシー

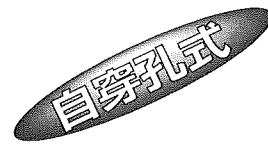
本社	〒116-0013	東京都荒川区西日暮里5-23-3 冠第2ビル5F	TEL. 03-3891-8211	FAX. 03-3803-6380
大阪支店	〒578-0903	大阪府東大阪市今米1-2-1 中辻第3ビル3F	TEL. 072-966-6280	FAX. 072-966-5720
仙台支店	〒984-0826	宮城県仙台市若林区若林2-5-5 SKビル3F	TEL. 022-286-5111	FAX. 022-286-5113
名古屋支店	〒486-0844	愛知県春日井市鳥居松町4-165 春日井中央ビル4F	TEL. 0568-56-4288	FAX. 0568-56-9219
九州営業所	〒839-0809	福岡県久留米市東合川3-12-40 7イ・キューションビル1F	TEL. 0942-40-8151	FAX. 0942-40-8152
富山営業所	〒933-0806	富山県高岡市赤祖父707 古川ビル2F	TEL. 0766-29-0001	FAX. 0766-29-0002

# ジェルフォー

無機系超微粒子地山改良注入材



新しく開発したジェルフォーは、山岳トンネル掘削補助工法に使用する完全無機系・ゲル化特性を持つ低価格・高浸透性・高強度の注入材です。



長尺先受工法

- 完全無機系の為、BOD, CODの心配が無く、不燃性
- ゲルタイムが1~2分
- 3~4 $\mu$ mと超微粒子
- ホモゲルは1日で1.5~3.0MN/m<sup>2</sup>
- 1.5ショットで注入

## AGFST工法

- 作業性が抜群(実績21m/本)
- ロッド外径 $\phi$ 78がロープねじの為、注入材との付着が良好
- 二段ビットにより、位置決めと直進性が良好
- 特別な作業足場は不要



高強度ねじふしロックボルト  
**NOSHボルト**

**岡部株式会社**  
okabe

ホームページ:  
<http://www.okabe.co.jp>

土木事業部

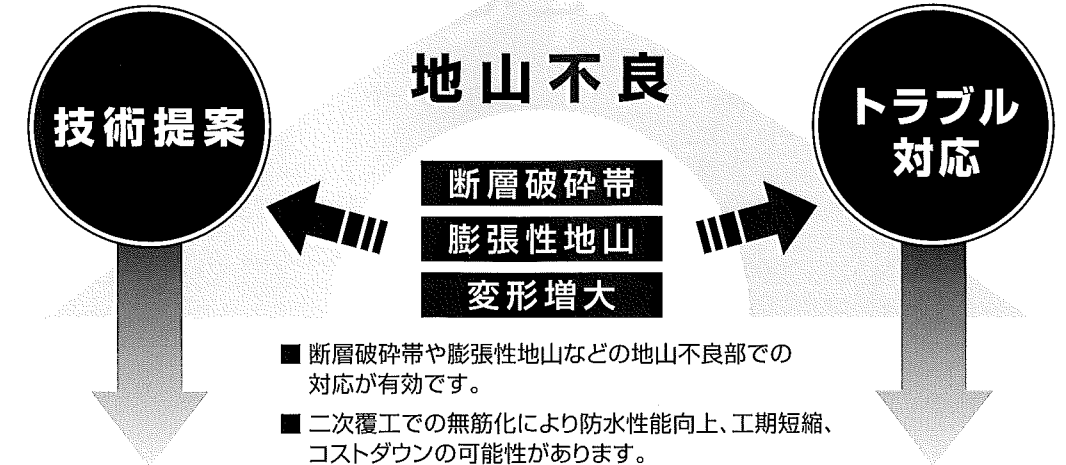
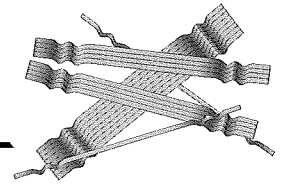
〒130-0002 東京都墨田区業平3-14-4 日土地押上ビル  
TEL.03-3624-5116 FAX.03-3624-5189  
ホームページ <http://www.okabe-doboku.com/>  
北海道 電話 011-837-2030 東北 電話 022-288-8484 関東 電話 03-3624-5116  
新潟 電話 025-287-7700 中部 電話 0568-76-5611 関西 電話 06-6535-0621  
九州 電話 092-624-5878

**BRIDGESTONE**

厳しい条件下の施工に迅速な対応・信頼のブランド

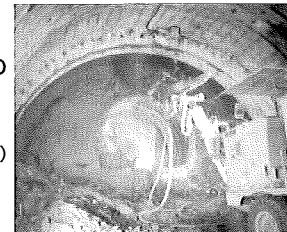
コンクリートをより強く、よりしなやかに。

**タフグリッ** コンクリート補強用鋼繊維



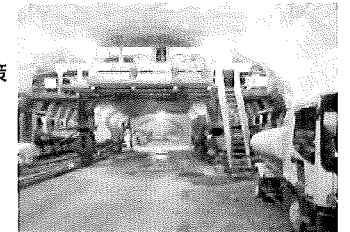
### 一次吹付

- 吹付のコンクリートの崩落防止(膨張性地山)
- 山はね対策
- メッシュ置換(安全対策)
- 切羽の自立補助



### 二次覆工

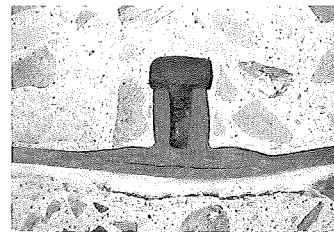
- 内空変位増大対策
- 無筋化
- 剥離・剥落防止



防水への信頼性・施行性の向上へ

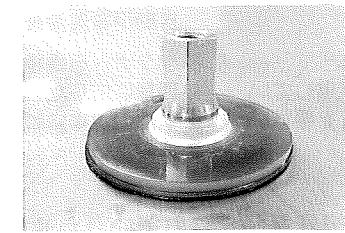
**ナトミックシート** トンネル用防水シート

### 高い防水性



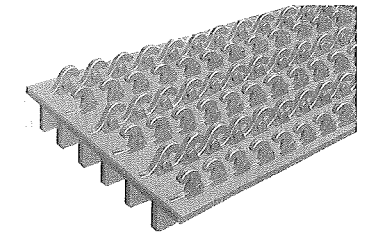
ウォーターバリア

### 豊富な品揃え



吊鉄筋金具

### 容易な施工性



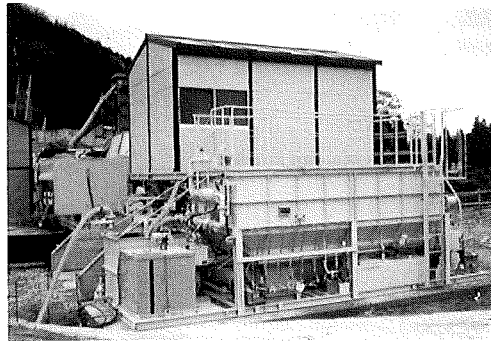
クイックバー

**株式会社ブリヂストン**

土木・建築資材販売促進第2部  
東京都中央区八重洲1-6-6 〒103-0028  
TEL.(03)5202-6872 FAX.(03)5202-6874

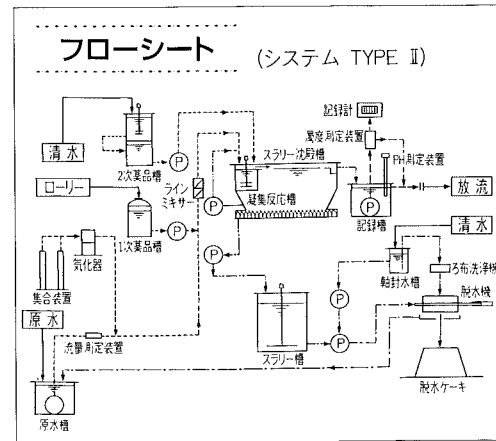
# TWS型シリーズ 濁水処理装置

コンパクトながら  
大きな処理能力



## 特長

1. 基礎、土木工事の期間が短く安価である。設置面積が小さくフラット基礎で設置可能である。
2. 運転経費が少ない。  
ラインミキサー及び余剰ガス循環システムの組み合わせにより効率の良い中和が出来炭酸ガス使用量の節約になる。角型シックナー沈降面積及び容積をより大きく設計しており又傾斜板を採用していることから一次、二次薬品が少量でも効率の良いSS処理が出来る。複式汙板型の脱水機を採用していることから汙布等の消費費が少ない。  
又、加圧型脱水方式の為無薬注で脱水出来る。
3. シックナー内流速を最少にする設計であることより清澄度の高い処理水が得られ、再利用が可能である。
4. 運転管理が容易である。  
原水流入に合せた自動運転方式を採用している。パトライトによる異状警報装置を標準装備している。



脱水機は、全自動無人化タイプを採用している。処理水の水質監視装置及び記録を自動化しており、運転状況の確認が容易である。

5. 多種多様な原水に対応出来る。  
凝集反応槽攪拌機及び集泥用レーキにインターターを採用し、水量及び濃度に幅広く対応する。
6. 豊富なオプション装置  
高分子凝集剤の自動溶解装置  
処理水返送装置 (異状警報装置と連動)  
炭酸ガス後中和処理装置  
鉄分除去処理装置 (エアレーション装置等)  
スラリー再濃縮装置  
脱水助材添加装置  
自動汙布洗浄装置

シックナー5機種、脱水機4機種を標準化し、処理量に応じた自由な組み合わせが可能です。あなたの現場にピッタリフィットのシステムを御検討下さい。

詳細資料請求、お問い合わせは

**株式会社 フジテックス**  
本社 〒930-0821 富山市飯野12-1  
TEL (076)452-1616(代) FAX (076)452-1617

Waste Water Treatment System

拡大された能力。  
継続的なお客さまへの  
コミットメント。



[www.oricamining.com](http://www.oricamining.com)

オリカ・マイニング・サービス  
——産業爆薬、起爆システムおよび高度な爆破ソリューションの世界的リーダー企業。

オリカは、ダイノ・ノーベルのアジア、中南米、欧州、中東およびアフリカ事業を買収しました。当社は、お客さまとの関係の維持、ならびに統合プロセス全般における滞りのない移行の実現に努めています。

当社は、オリカとダイノ・ノーベルの最良部分を活用し、お客さまの最終利益拡大をお手伝いいたします。

皆さまには、くさなる技術投資、  
◇供給のより高い安定性に向けて、より広範囲の製品およびサービス、ならびに拡大された製造施設/サプライポイント・ネットワークへのアクセス、  
◇爆薬、技術サービス、ANおよび起爆システム製品の信頼できるデリバリー——をご期待いただけます。

オリカは、鉱業および建設業界、ならびに当社のお客さまへのコミットメントをお約束します。

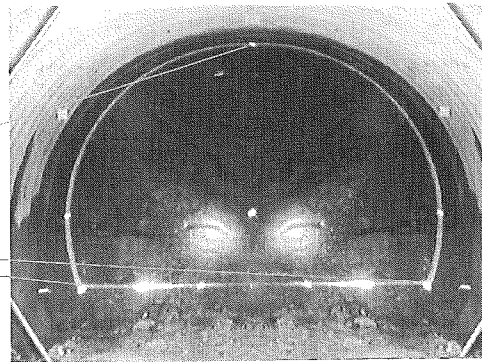
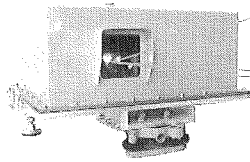
オリカジャパン株式会社  
〒105-0001  
東京都港区虎ノ門3丁目7-11  
虎ノ門三須ビル7階  
Tel: 03 5777 4681 Fax: 03 5777 4682

**ORICA**  
MINING  
SERVICES

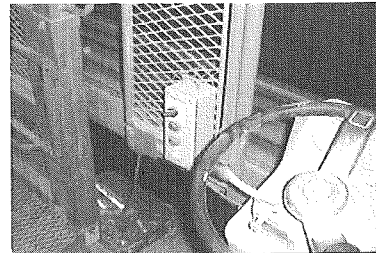
# レーザーマーキングシステム

国内、海外特許取得済み

残像効果を使ったペイント不用の連続高速照射を実現

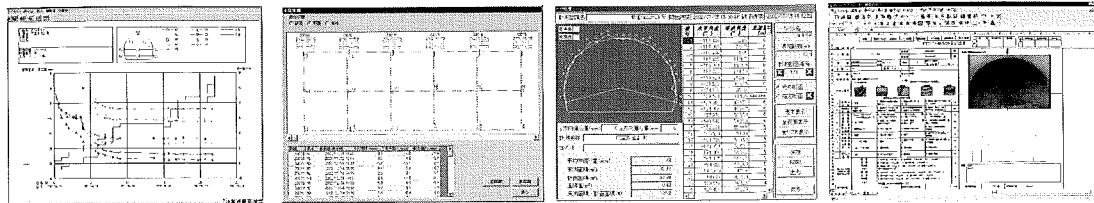


現場環境に耐え得る頑強なコントローラー

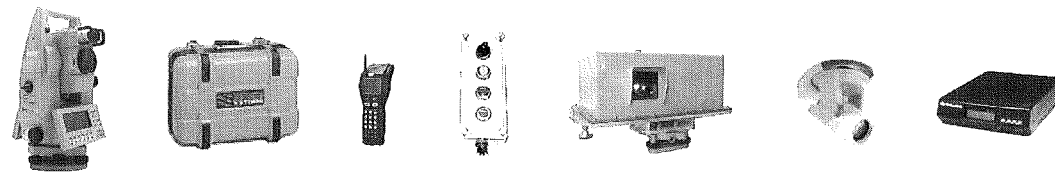


ジャンボに取付けて使用可 AC200V対応

各種トンネル計測関連ソフトも標準装備。もちろんネットワークにも対応。



A計測データ処理 支保工立込精度、変形量 内空、巻厚検査 切羽観察、etc



豊富なキャリアと数多くの実績をもつ当社へ、是非お問い合わせ下さい。

**MAC マック株式会社**

〒272-0832 千葉県市川市曾谷8-16-3  
TEL (047) 371-3191 FAX (047) 371-3190

〔販売元〕

古河ロックドリル株式会社  
伊藤忠建機株式会社  
株式会社レント

## 湿式吹付けコンクリート用高性能減水剤 NT-1000シリーズ

急結剤と併用することにより、高品質で経済的な吹付けコンクリートを実現。

- 単位水量を減少し、急結性・付着性・強度発現性などの諸性状を改善する。
- 急結剤の使用量を低減する。

## アルカリフリー・低アルカリ型液体急結剤 メイコ® SAシリーズ

成分中にアルカリ分をほとんど含まない液体急結剤。

- 作業員に対する安全性が高い。
- 粉じんの発生が少なく、良好な吹付け作業環境が得られる。
- 付着性に優れ、リバウンド量を低減する。
- アルカリ骨材反応を助長しない。

もっという吹付けコンクリートのために。  
現場のニーズに専用の混和剤システムがお応えします。

二酸化ケイ素を主成分とした球状で超微粒子のシリカフェウム。

- ワークアビリティ、材料分離抵抗性、ポンプ圧送性などを改善する。
- 硬化コンクリートを高強度化し、水密性を増大させる。

## シリカフェウム メイコ® MS610

吹付けコンクリートの練置きを1~16時間まで自由にセットコントロール。

- 長時間の運搬や現場での練置きを可能にする。
- 夜間のコンクリート製造作業を軽減し、吹付け工事を効率化する。

## 湿式吹付けコンクリート用セットコントロール剤 デルボクリート

株式会社 エヌエムビー  
株式会社 ポゾリス物産

- 本社/東京都港区六本木3-16-26  
TEL 03-3582-8814 (直) FAX 03-3583-3800
  - 支店/東京、大阪 ● 営業所/札幌、仙台、宇都宮、千葉、横浜、上越、松本、静岡、名古屋、高松、広島、福岡、鹿児島
- 資料進呈/詳しくは、本社混和剤営業部または、最寄りの事業所にお問い合わせください。

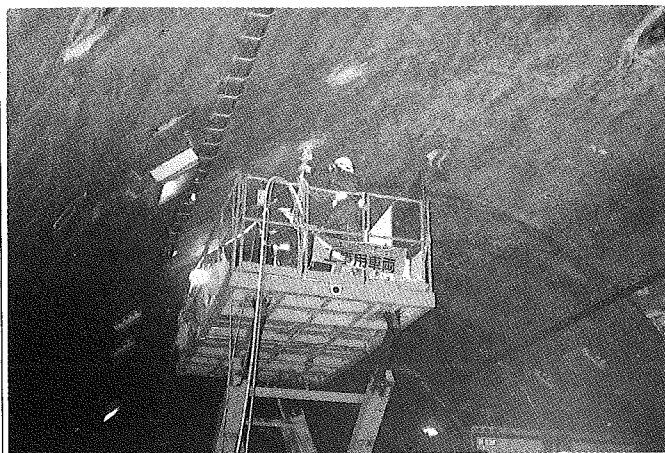


● (株) エヌエムビーは中央研究所と家ヶ崎工場において、ISO9001およびISO14001の審査登録をしております。

**BASF**  
The Chemical Company

# 硬質発泡ウレタン セットフォーム工法

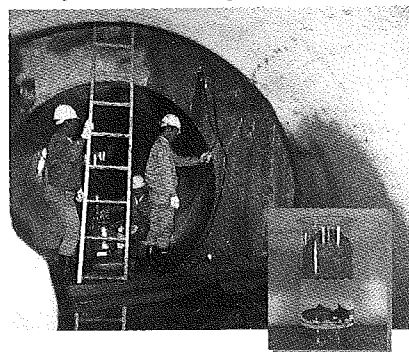
急結性・高性能空隙充填材



- シールドにおける滯水層、軟弱地盤の全面裏込め注入
- シールド急曲線部の裏込め注入(即時地盤反力の効果)
- トンネル構造物などの背面空洞充填
- 深基礎工法の裏込め(止水,裏込め後の即時掘削可能)

# 漏水を瞬時にストップ! SF-A工法

長期耐久性に優れた  
無溶剤タイプの  
ウレタン系止水材



- 山岳トンネル, 下水道, 共同溝, 地下鉄, 地下室, その他地下構造物の漏水補修
- 地下構造物の背面空洞の充填
- 地盤や岩盤の止水, および固結安定

## ケミカルフォーム協会会員

アルス株式会社	〒950-0944 新潟県新潟市愛宕 1-4-25	TEL 025-280-0337
株式会社内田工業	〒332-0032 埼玉県川口市中青木 2-12-2	TEL 048-257-0848
エコシビックエンジニアリング株式会社	〒135-0047 東京都江東区富岡 1-12-4 み満きビル	TEL 03-3643-7241
MC山三ポリマーズ株式会社	〒103-0023 東京都中央区日本橋本町3-6-2 小津本館ビル	TEL 03-3662-0253
株式会社共ショウ	〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸殻町 1-12-6	TEL 03-3668-8416
株式会社共和	〒462-0832 名古屋市北区生駒町 7-148-1	TEL 052-911-3984
寿建設株式会社	〒960-0231 福島市飯坂町平野字東地藏田 8-1	TEL 024-543-0511
四国リニューアル株式会社	〒780-0804 高知市日の出町 2-12	TEL 088-878-0050
ショーレジ株式会社	〒104-0032 東京都中央区八丁堀 3-14-4 直平ビル	TEL 03-3551-8391
成和リニューアルワークス株式会社	〒163-0610 東京都新宿区西新宿 1-25-1	TEL 03-5326-0720
株式会社西日本サイベックス	〒755-0032 山口県宇部市寿町 3-5-23	TEL 0836-21-2666
日本総合防水株式会社	〒171-0022 東京都豊島区南池袋 3-11-10 ベリエ池袋	TEL 03-5950-8211
林建設工業株式会社	〒998-0023 山形県酒田市幸町 1-6-6	TEL 0234-23-3322
フジモリ産業株式会社	〒141-0022 東京都品川区東五反田2-17-1 オールコート大崎マークウエスト	TEL 03-5789-2206
株式会社マシノ	〒733-0822 広島市西区庚午中 1-19-23	TEL 082-507-2737
株式会社松井商店	〒007-0870 札幌市東区伏古10条2丁目 11-8	TEL 011-782-4441
株式会社マノール	〒142-0043 東京都品川区二葉 1-18-8	TEL 03-3787-1131
株式会社三原工業	〒531-0073 大阪市北区本庄西 3-7-5	TEL 06-6371-9947

## 協会事務局

〒101-0032 東京都千代田区岩本町1-12-4 大洋ビル  
日清紡ポスターケミカル(株) TEL 03-5833-5161

製造元 日清紡 化成品事業本部

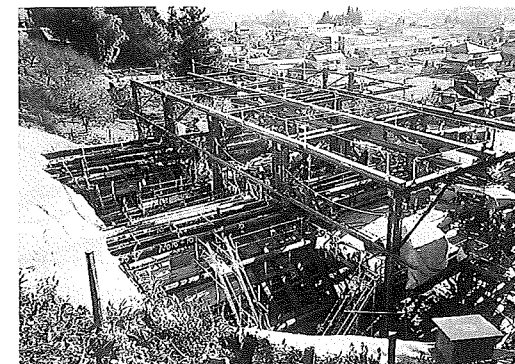
〒103-8650 東京都中央区日本橋人形町2-31-11 TEL 03-5695-8939

# THパイプルーフ工法

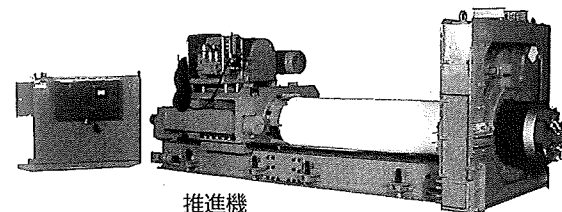
高精度、全地盤型水平鋼管圧入システム

## ★特徴★

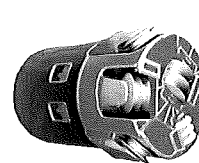
- 本体掘削時の沈下抑制補助工法です。
- 常時管芯チェックが可能で、方向修正方式を採用(精度が良いため支保作業が容易です。)
- オーガ中掘り掘削。地山との空隙に同時注入もできます。
- 推進途中でのビットの交換が可能で層変りに対応できます。
- 適応管径は、φ200~φ1200mmです。
- 最大推進長は、約70~100mです。
- 推進機は推力100t, 200t, 300tがあります。



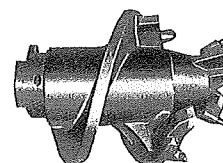
パイプルーフ打設状況(山岳トンネル)



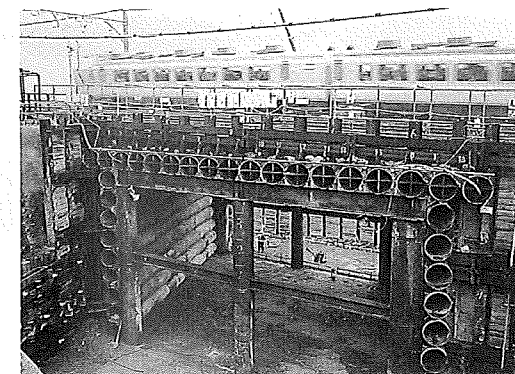
推進機



硬質地盤用ビット



土砂用ビット



パイプビーム工法

## 〔会員〕

九州基礎(株)	福岡県	TEL 0946-22-7445	最上機工(株)	山形県	TEL 0233-32-3885
小宮山土木(株)	長野県	TEL 0267-56-1299	ケミカルグラウト(株)	東京都	TEL 03-5575-0511
進栄機工(株)	北海道	TEL 011-382-8048	サン開発工事(株)	大阪府	TEL 0726-41-4951
東洋地工(株)	福井県	TEL 0776-53-5335	東邦地下工機(株)	東京都	TEL 03-3474-3143
日特建設(株)	東京都	TEL 03-3542-6401	日本基礎技術(株)	東京都	TEL 03-3476-5701
北條基礎(株)	大阪府	TEL 072-626-1002	山昌(株)	兵庫県	TEL 0727-59-8568

<http://www.piperroof.jp>



## THパイプルーフ技術協会

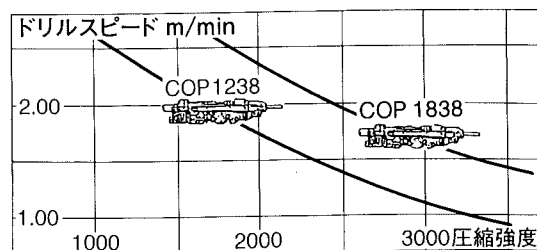
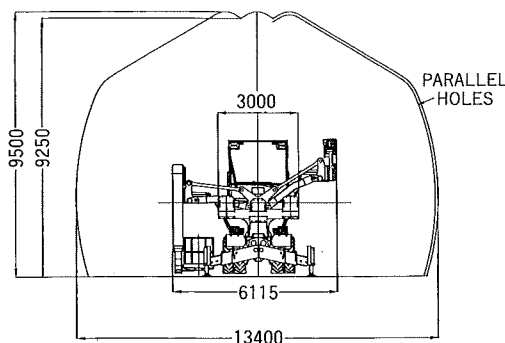
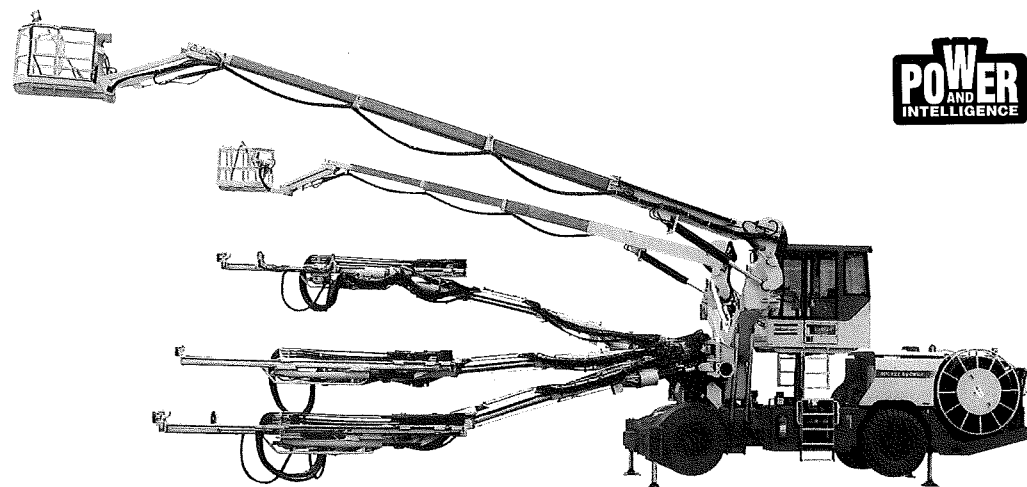
〒140-0002 東京都品川区東品川4丁目4番7号 東邦地下工機(株)内  
TEL 03(3474)3143 FAX 03(3474)3163  
E-mail:jimukyoku@piperroof.jp

# アトラスコプコ・コンピュータジャンボ

## The Next Generation ロケットブーマーL3C-2B

### COP1838油圧ドリフター搭載

### 3ブーム・2バスケット



## ドリルマシン株式会社 DRILL MACHINE CO., LTD.

本社 〒116-0014 東京都荒川区東日暮里6-16-8 桂ビル5階  
 TEL (03) 3806-3377 番 FAX (03) 3806-8461 番  
 関西支店 〒657-0864 兵庫県神戸市灘区新在家南町5-8-4  
 TEL (078) 802-5551 番 FAX (078) 802-5528 番  
 九州支店 〒839-0841 福岡県久留米市御井旗崎1-6-14  
 TEL (0942) 43-5315 番 FAX (0942) 43-5832 番  
 焼津営業所 〒425-0072 静岡県焼津市大住638-1  
 TEL (054) 620-7301 番 FAX (054) 620-7303 番  
 兵庫工場 〒679-1332 兵庫県多可郡多可町加美区大袋川端454-3  
 TEL (0795) 36-0461 番 FAX (0795) 36-0467 番

## NEW F-Sボルト

—長尺鋼管注入式鏡ボルト—

掘削後の廃棄物処理が簡単でスムーズ!

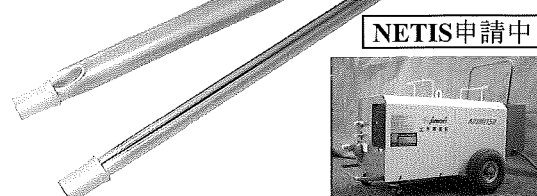
NETIS  
No.KK-050087

**F-Sボルト工法**  
長尺鋼管注入式鏡ボルト

1. 低価格
1. 簡単施工
1. 超長尺施工
1. 産業廃棄物軽減

## RPEロックボルト

—ZAM高耐食ボルト—



NETIS申請中



## FKパネル

—トンネル内面補強—

NETIS  
No.CB-050021

### AGF工法

—補助工法全般—

NETIS  
No.KT-000107

### 防水シート

—NATMシート—

### SKバーメッシュ

—ユニット化鉄筋—



## フジモリ産業株式会社

〒141-0022

東京都品川区東五反田2-17-1

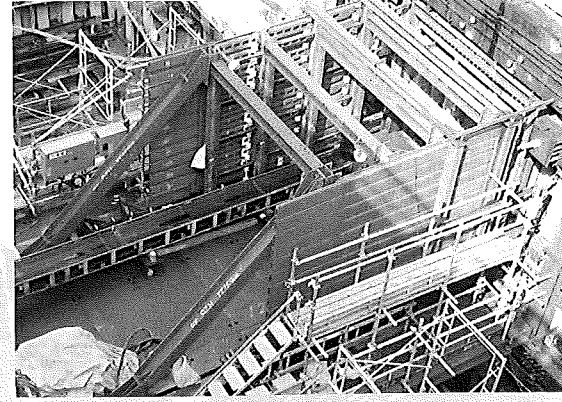
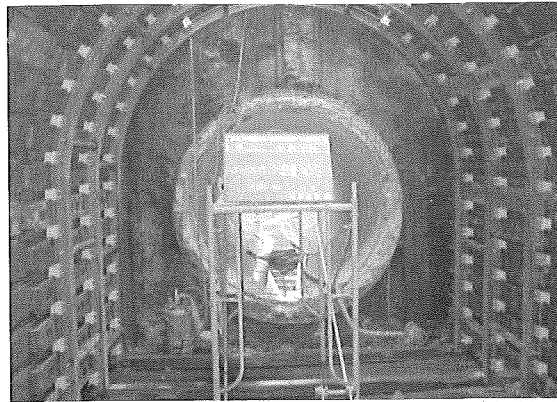
オーバルコート大崎マークウエスト9F

URL <http://www.fujimori.co.jp>

- |          |                    |                    |         |
|----------|--------------------|--------------------|---------|
| — 東京本社   | TEL : 03-5789-2384 | FAX : 03-5447-2073 | 担当 : 平山 |
| — 大阪支店   | TEL : 06-6228-3864 | FAX : 06-6228-3886 | 担当 : 南川 |
| — 北海道営業所 | TEL : 011-222-4171 | FAX : 011-221-1370 | 担当 : 大黒 |
| — 東北営業所  | TEL : 022-263-1591 | FAX : 022-223-0067 | 担当 : 村田 |
| — 九州営業所  | TEL : 092-262-8521 | FAX : 092-262-6750 | 担当 : 北村 |

# アーストンネル掘削工法に最適

## SS-メッセル工法



30年の実績(工法指導致します)

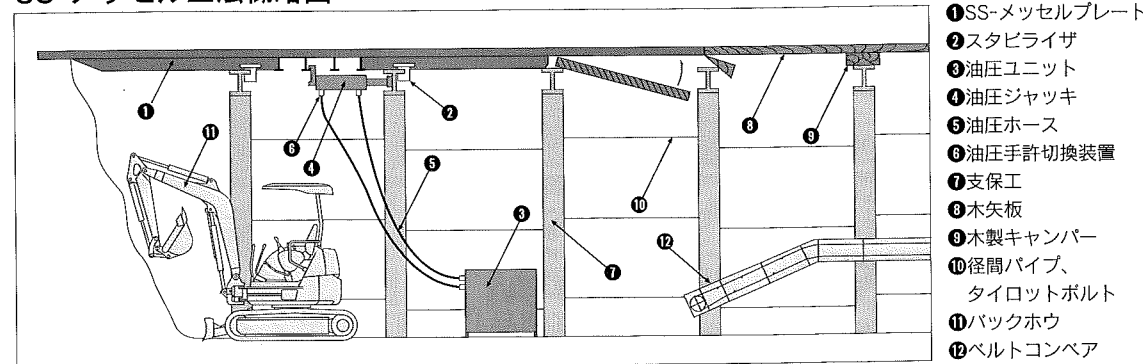
### 特徴

- 地山をゆるめず任意の断面形状のトンネル掘削ができます。
- 余堀りがなく切羽の掘削と一次覆工が同時に安全に施工できるので地表面が沈下しません。(都市トンネル工事では最適)
- SS-メッセルプレートとスタビライザとの組合せにより、メッセルの離脱及びノーズダウンを防止する構造になっています。直線・曲線掘進に適應します。
- SS-メッセル工法に使用される断面は、支保工の形状に従って、円形・角形・アーチ形・馬蹄形、のいずれでも自由に選べます。

### 実績

- JR線等線路直下横断工事。鉄道・道路・下水道・共同溝などトンネル工事に多数の実績をもっています。

### SS-メッセル工法概略図



**SIETECH 株式会社シーテック**

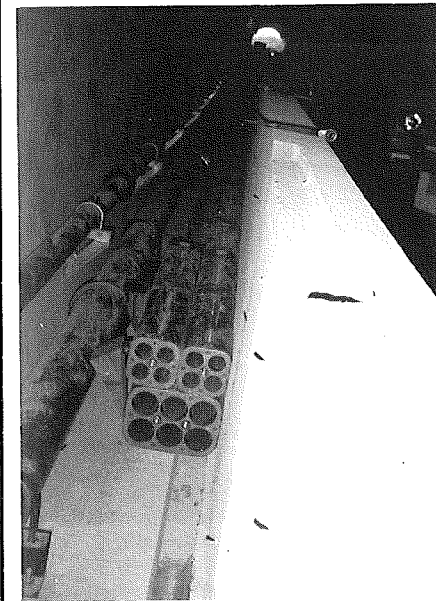
URL <http://www16.ocn.ne.jp/~sietech/>

〒102-0074 東京都千代田区九段南3丁目8番10号 TEL.(03)3263-7457(代) FAX.(03)3262-0915

## 永久施設に永久管路



▲ 宇治トンネル (日本道路公団)



▲ 関南トンネル (日本道路公団)

地下ケーブルの保護に  
杉江の多孔陶管

# セラダクト

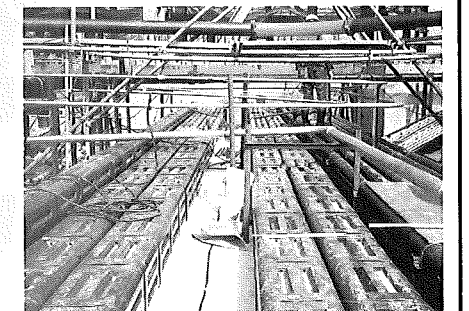
燃えない 錆びない 壊れない

地中配線管路材 (JIS C 3653)

トンネル内の狭い空間の  
多条数のケーブル布設に  
最適な管路です



▲ 川越火力発電所 (中部電力株)



▲ 広野火力発電所 (東京電力株)

狭い空間(トンネルetc)での制約された条件下でも施工が簡単、迅速に行える、杉江の“多孔陶管”は多条数ケーブル布設に最適です。予備孔も安価に設けられる等、管路省力化工事に是非お役立て下さい。

**杉江製陶株式会社**

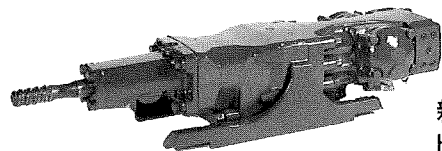
本社・工場 愛知県知多郡武豊町上山1-76 ☎470-2387 ☎(0569)35-2360(代) FAX(0569)35-4087  
 東京支店 東京都渋谷区恵比寿1-21-8 ☎150-0013 ☎(03)3442-6181(代) FAX(03)3442-1691  
 大阪支店 大阪市都島区御幸町1-3-1 ☎534-0012 ☎(06)6922-6991(代) FAX(06)6922-2498  
 札幌連絡所 札幌市北区新川2条10丁目575-28 ☎001-0922 ☎(011)763-8907(代) FAX(011)763-8790

TOYO

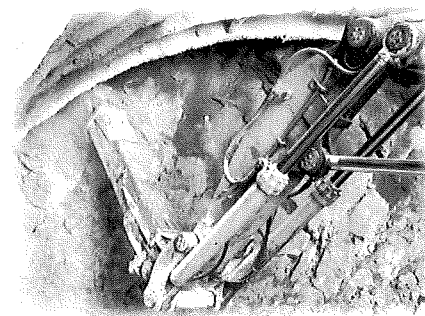
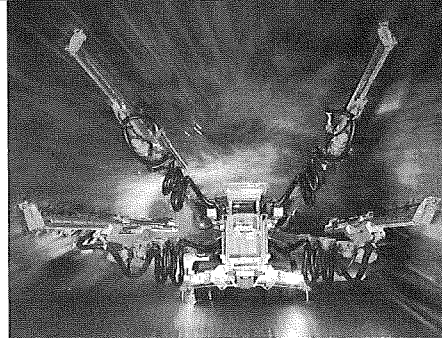
SANDVIK



サンドビクターヨーは、高速さく孔と作業環境改善の実現をお約束します



新型高性能ドリフター HLX5

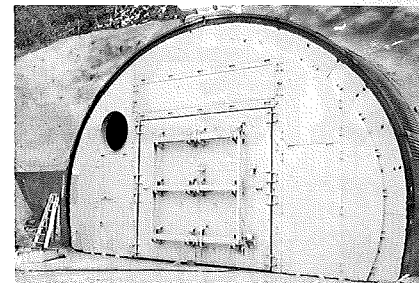


サンドビクターヨー 株式会社  
〒222-0033 横浜市港北区新横浜 2-15-12  
共立新横浜ビル6F

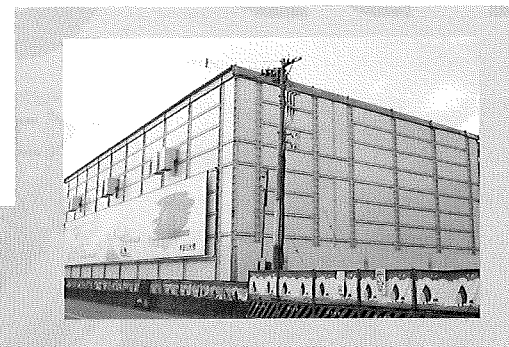
TOYO EJE Rammer  
TAMROCK TORO

Tel: 045-478-0660 Fax: 045-478-0661  
URL: <http://www.SMC.sandvik.com>

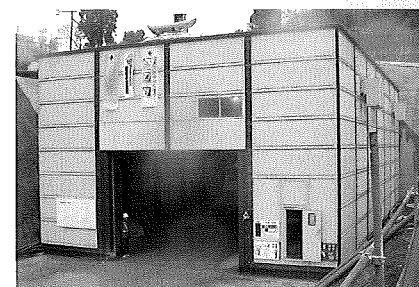
## 快適な作業環境を約束する騒音対策システム



- 防音扉-HFS型 マークII  
パネル厚さ=150mm
- 防音扉-HFS型 新・マークIIc  
(コンクリート充填タイプ)  
パネル厚さ=150mm+コンクリート=100mm



- 防音ハウス-Hタイプ  
(ハイデラックタイプ)  
HFD-125パネル使用 パネル厚さ=125mm



- 防音シェルター-Dタイプ  
(デラックタイプ)  
HFD-100パネル使用 パネル厚さ=100mm



- 防音壁-Sタイプ  
(スタンダードタイプ)  
HFS-100パネル使用 パネル厚さ=100mm

### 【建設騒音対策協会】(旧 騒音対策研究会)

株式会社牛尾商店	〒810-0801	福岡県福岡市博多区中洲5-4-19	TEL.092-281-2131
株式会社カテックス	〒460-8331	愛知県名古屋市中区上前津1-3-3	TEL.052-331-8821
株式会社ティーエムシー	〒116-0013	東京都荒川区西日暮里5-23-3	TEL.03-3891-8211
日豊商事株式会社	〒150-0002	東京都渋谷区渋谷2-12-12	TEL.03-3409-8041
株式会社野佐和商会	〒550-0013	大阪府大阪市西区新町2-10-3	TEL.06-6532-5451
株式会社ビーエスアイ	〒060-0031	北海道札幌市中央区北一条東13-1-1	TEL.011-241-6500
古河ロックドリル株式会社	〒101-0047	東京都千代田区内神田2-15-9	TEL.03-3252-6551
松茂工販株式会社	〒135-0061	東京都江東区豊洲4-1-23	TEL.03-3536-5531
幹事 ヒューズ工業株式会社	〒132-0035	東京都江戸川区平井6-35-5	TEL.03-3617-8111
	E-mail	souon@fuse-ind.co.jp	

ISO9001取得～防音設備の設計、製造、施工、リース

◆計量証明事業登録 騒音レベル第913号 ◆建設業登録 とび・土工事業(般-12 第75054号)



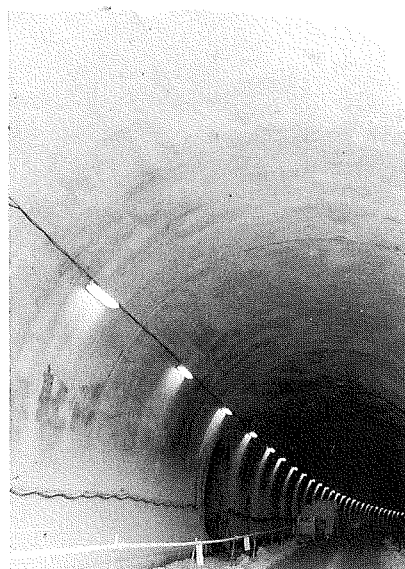
ヒューズ工業株式会社  
FUSE INDUSTRIES CO.,LTD.

本社 〒132-0035 東京都江戸川区平井6-35-5 TEL.03-3617-8111 FAX.03-3617-7565  
大阪営業所 〒531-0072 大阪府大阪市北区豊崎3-15-19 東洋東ビル TEL.06-6359-2611 FAX.06-6359-2288  
E-mail info@fuse-ind.co.jp URL <http://www.fuse-ind.co.jp>

コンクリートの劣化、欠陥箇所の改修、補修……

急硬性改修モルタル

# ドクターQ改修工法



〈工期短縮，即日仕上り〉

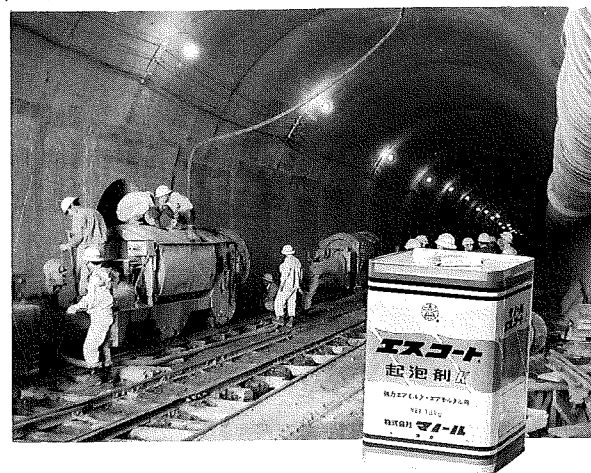
プレミックス急硬モルタルと  
特殊ラテックスの  
複合材で  
短時間で実用強度が得られる  
即日補修工法です。

- 短時間で高強度，即日仕上り
- 強力な接着力と収縮，ヒビ割れ防止
- 防水性，防錆力に優れ，中性化防止
- 既調合品で現場管理が簡単

エアモルタル裏込め注入……

## エスコート L & K 起泡剤

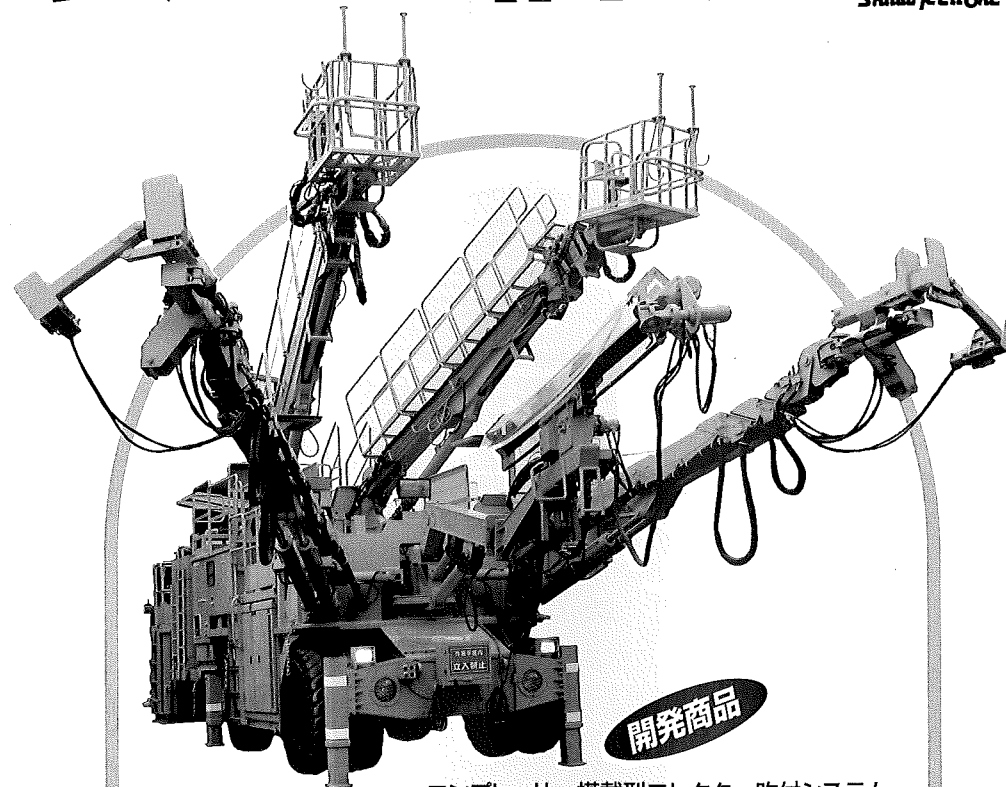
- 強力な分散性と安定した流動性
- ノーブリージング
- 任意の強度の選定
- セメント，骨材の種類が任意



◆ 土木資材の総合プランナー ◆  
**株式会社 マイール**

〒142-0043 東京都品川区二葉1丁目18番8号  
TEL 03 (3787) 1131 (代)

# 安心と信頼



コンプレッサー搭載型エレクター吹付システム  
(ホイール式)

## 〈1台2役のスグレモノです!〉

- 1台にて1次吹付、支保工建て込み、2次吹付可能です。
- 2バスケットによる効率UPが可能です。
- 最大荷重1200kgの支保工を運搬・建て込み可能です。
- コンプレッサー 90kw・37kwを搭載しています。

トンネル機械の総合レンタル

# 三興レンタル株式会社

高槻事務所 / 〒569-0836 高槻市唐崎西2-26-1  
TEL 072-677-2101(代) FAX 072-677-2109

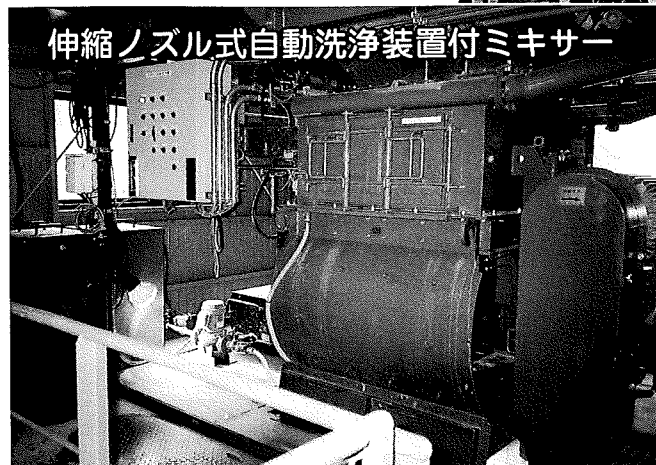
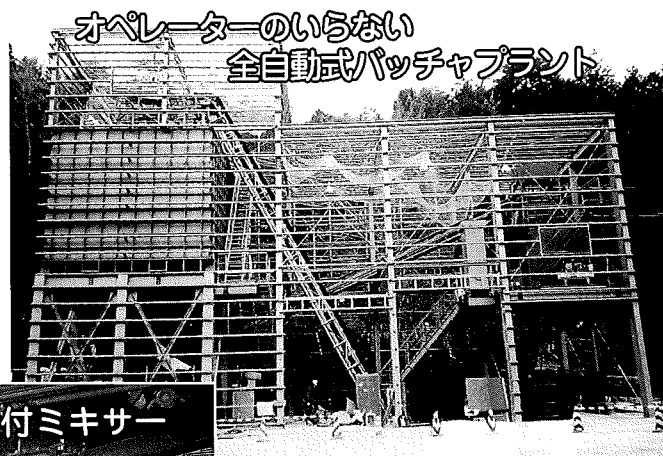
高品質・SEC・高強度対応型 吹付プラント

# 全自動式 バッチャプラント

吹付コンクリート用

## 自動スランプ調整装置

バッチャプラントの水分補正は  
名岐の自動スランプに  
おまかせ下さい。



■ MKS-500KBE-TME型

### 長工期 トンネルに適し 人件費の 大幅削減!

ミキサー洗浄水  
トラミキ洗浄水  
リサイクル

## 生コン洗浄水処理装置

- ◆ スチールファイバー供給設備
- ◆ 濁水処理プラント (能力 10T/H~100T/H) ユニットタイプ
- ◆ 砕石プラント・産廃プラント・ベルトコンベアー 設計・製作
- ◆ 油圧バケット、特殊クレーン設計・製作
- ◆ ターンテーブル (30<sup>ton</sup>・重タンク用・40<sup>ton</sup>通過)

## MK 名岐機器株式会社

本社 岐阜県養老郡養老町有尾600-100  
〒503-1227 TEL (0584) 35-3735(代)  
FAX (0584) 35-3736

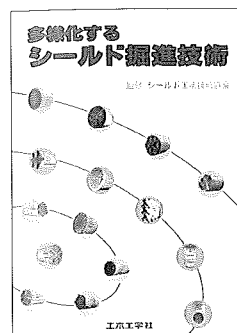
本巢工場 岐阜県本巢市神海  
〒503-1235 TEL (0581) 32-5066  
FAX (0581) 32-5565

好評発売中

# 多様化する シールド掘進技術

監修 シールド工法技術協会

B5判 141頁 本体価格2,500円



日本のシールド掘進技術は、国際プロジェクトに多くの日本企業が参画していることが示すように、国内はもとより海外でも高い評価を受けている。とりわけ、世界のスタンダード工法の感がある各種の泥土圧式や異形断面の掘進技術は、まさに日本が世界に発信している技術と言える。これらの掘進技術のほかにも、最近の技術開発の成果により実用化に至った掘進技術は数多く、毎年、新しい技術が更新を繰り返している。

このような背景を踏まえて、掘進技術を広くシールド技術者の参考となることを意図し、最近に開発、実用化された技術を中心に日本トンネル技術協会誌「トンネルと地下」に平成16年春より約1年にわたり『多様化するシールド掘進技術』という連載講座を設け紹介した。その結果、読者の方々より、掲載対象とした以外の技術との関係、従来工法との関わりなどの情報が欲しいとの意見が寄せられた。

このため、読者の声に応えるべく、連載講座には掲載しなかった工法、技術などを整理、体系化するとともに、各種工法の境界、システム・考え方の違い、適用での留意点が、よりわかりやすいように手を加え再度、同名の図書「多様化するシールド掘進技術」をシールド工法技術協会が監修を行い、発刊することとなった。

〔掲載工法〕

- ①ラチス式同時施工シールド工法
- ②F-NAVIシールド工法
- ③ハニカムセグメントを用いた同時施工法
- ④ロングジャッキ式同時施工シールド工法
- ⑤ダブルジャッキ式同時掘進シールド工法
- ⑥充填式シールド急曲線工法
- ⑦地下茎シールド工法
- ⑧T-BOSS工法
- ⑨球体シールド工法
- ⑩上向きシールド工法
- ⑪MMST工法
- ⑫拡大シールド工法
- ⑬偏心多軸(DPLEX)シールド工法
- ⑭ワギング・カッタ・シールド工法
- ⑮自由断面シールド工法
- ⑯OHM工法
- ⑰H&Vシールド工法
- ⑱単円～三連型駅シールド工法
- ⑲MFシールド工法
- ⑳DOT工法
- ㉑MSD工法
- ㉒親子シールド工法
- ㉓拡径シールド工法
- ㉔DSR工法
- ㉕泥土加圧シールド工法
- ㉖ケミカル・プラグ・シールド工法
- ㉗気泡シールド工法
- ㉘コンパクトシールド工法
- ㉙既設シールド撤去工法

本書は東京都立大学名誉教授の山本稔先生よりご推薦いただいております

申し込み先  
(株)土木工学社 〒162-0832 東京都新宿区岩戸町16メイジャー神楽坂  
TEL: 03-3267-2888 FAX: 03-3267-2807

【好評発売中】

# シールドトンネルの新技术

シールドトンネルの新技术研究会編 代表 鈴木 章

B5判 約280頁 本体価格4,660円 送料 340円

【推薦の言葉】

東京都技監兼下水道局長・工学博士 村田 恒雄

泥水式、土圧式シールドの開発と実用化により、切羽の崩壊や地盤沈下の防止はもとより、適用地盤の拡大、施工性や作業環境の改善なども飛躍的に進み、都市トンネルの施工法としてシールド工法は一般化されてきた。そして、今日では、立坑の設置や発進などの工夫や、特殊な断面形状や多円形のシールド工法の開発など、今日的なニーズや用途に応じた技術が誕生している。これらの技術は、国内はもとより英仏海峡トンネルの建設でも活用されるなど、広く海外でも日本で育ったトンネル技術として社会基盤造りに貢献している。

本書は、最近のシールドトンネルの新技术を実務経験者を中心にまとめたものである。本書の特色は、シールド工法の変遷と将来の技術開発の方向性の現況をまとめ、新技术について調査・計画編、設計・施工編とに分けて、その理論と実際についてソフト、ハードにわたり記載されている。また、これらのことを実務にすぐさま活用できるように、付録としてセグメントの設計、地盤変位予測解析、施工計画についての計画・設計例も紹介されており、実務者をはじめトンネル技術者のニーズに応えた内容となっている。

本書の刊行が、シールド工事のより一層の安全性や経済性に寄与するとともに、新しいシールド技術の発展に貢献するものと確信するものである。

## 目次

第一章 概説	1. シールド工法の変遷と将来の技術開発の方向性	○ シールド工法の歴史	○ シールド工法誕生以前のトンネル工法	○ シールド工法の登場	2. わが国におけるシールド工法の歴史	○ シールド工法の導入と発展の経緯	○ シールド工法の現況	3. 今後の技術開発の方向性																		
第二章 調査・計画編	1. シールド工法の調査技術	2. 断面および線形計画	3. シールド機種の種類と選定	4. 新しいシールド工法																						
第三章 設計・施工編	1. 覆工	○ 一次覆工の設計	○ 二次覆工の設計と施工	○ シールドトンネルの防水技術	2. 立坑の設計と施工設備	○ 立坑の設計と施工	○ シールド機の構造と装備	○ 仮設備の計画	○ シールド工事による自動化	3. 掘進と施工管理	○ シールド掘進と施工管理	○ シールド発進と到達	○ 裏込め注入工法と注入効果	○ 曲線施工と地中接合	○ 補助工法の種類と選定	4. 近接施工と環境対策	○ 近接施工と対策	○ アンダーピニングおよび支障物対策	○ シールド工事と環境対策	○ 新工法の現状と将来展望	○ ECL工法	5. 切羽の安定と地盤変状防止	○ 切羽安定の理論と実際	○ 泥水式シールド工法の切羽安定	○ 土圧シールド工法の切羽安定	6. 地盤変位の理論と実際
付録	1. セグメントの設計例	2. 地盤変位予測解析手法の例	3. シールド工事の施工計画																							

株式会社 土木工学社

〒162-0832 東京都新宿区岩戸16メジャー神楽坂  
電話 (03) 3267-2888(代) 振替 00110-8-190072

## 《ご注文票》

シールドトンネルの新技术 \_\_\_\_\_ 冊 申込みます。

所在地 〒 ( )

事業所名

部 課 名

申込者名

【好評発売中】

# セグメントの新技术

監修 小泉 淳

B5版 132頁 本体価格 2,000円 送料 290円

いわゆるバブルがはじけたここ数年、コスト削減はすべてに優先する至上命題となっており、シールド工事もその例外ではない。シールド工事の直接費に占めるセグメント費の割合は約4割程度と言われているが、シールド工事費の削減のためにはセグメントの製造コストの削減は避けて通ることのできない課題の一つとなってきている。

このような状況を受けてここ10年ほどの間に、急激にいろいろなセグメントが提案され実用化された。

これらのセグメントのうちにはよく似たものも多く、名称もバラエティに富み、その特徴や適用範囲などが明確でないため混乱が起きている例もある。

このため「トンネルと地下」の編集委員会では過去10年間に開発され、実用化されたセグメントを中心に開発中のものも含めてアンケート調査を実施し、また、土木学会の年次学術講演会における発表状況も参考にして34件のセグメントを抽出し、「セグメントの新技术」の連載講座を設けてこれらのセグメントを順次紹介した。セグメントの名称、特徴、開発目的、適用範囲などは同じフォーマットで掲載され、また、最終回では、そこで紹介されたセグメントを整理分類し、新しいセグメントの開発の動向や今後の展望を総括した。

本書はこの連載講座をもとに新たに「セグメントの新技术」編集委員会を作り、個々のセグメントに加筆、修正を加え、より充実した内容にまとめたものである。

## 《セグメントの新技术》

- |                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| 1. 薄型化・高強度セグメント         | 18. シンプロセグメント         |
| 2. サンドイッチ型合成セグメント       | 19. WBセグメント           |
| 3. 矩形トンネル用合成セグメント       | 20. リングロックセグメント       |
| 4. NMセグメント              | 21. KLセグメント           |
| 5. 二次覆工省略型ダクタイルセグメント    | 22. コーンコネクターセグメント     |
| 6. リングシールド工法用セグメント      | 23. FRP-Key継手         |
| 7. コンクリート中詰め鋼製セグメント     | 24. ほぞ付きセグメント         |
| 8. DNAシールド              | 25. HOTセグメント          |
| 9. ガイドロックセグメント          | 26. インサート継手(その1:アーチ形) |
| 10. ウイングセグメント           | 27. インサート継手(その2:NF型)  |
| 11. ハニカムセグメント           | 28. CPIセグメント          |
| 12. CONEX-SYSTEM        | 29. PPCセグメント          |
| 13. スパイラルセグメント          | 30. FBRセグメント          |
| 14. コッター・クイックジョイントセグメント | 31. NRTセグメント          |
| 15. ワンパスセグメント           | 32. タイドアーチセグメント       |
| 16. ASセグメント             | 33. 遠心力締固めRCセグメント     |
| 17. マルチブレード式継手セグメント     | 34. 高流動コンクリートセグメント    |

株式会社 土木工学社

〒162-0832 東京都新宿区岩戸16メジャー神楽坂  
電話 (03) 3267-2888(代) 振替 00110-8-190072

## 《ご注文票》

セグメントの新技术 \_\_\_\_\_ 冊 申込みます。

所在地 〒 ( )

事業所名

部 課 名

申込者名

## ブレーカ用エアコンプレッサ装置

水・ダスト等の浸入による作動油のコンタミ(有害物質による汚染), および内蔵部品(ブッシュ・ピストン等)の早期劣化・磨耗を防止するために油圧ブレーカの打撃室を加圧させて打撃室方向へのダスト浸入を強制的に防止するエアコンプレッサ装置を装備することにしました。



油圧モータ	最高使用圧力	[MPa]	21
	消費油量	[ℓ/min]	15~25
	許容背圧(タンク直戻し)	[MPa]	0.5
	最高回転数	[min <sup>-1</sup> ]	1450
コンプレッサ	コンプレッサ回転数 常用	[min <sup>-1</sup> ]	800
	最高吐出量	[ℓ/min]	400
	最高使用圧力	[MPa]	0.8
	安全弁セット圧	[MPa]	1.0
	潤滑油量	[ℓ]	0.9
	総重量(カバー・ベース付)	[kg]	65

**k lea**

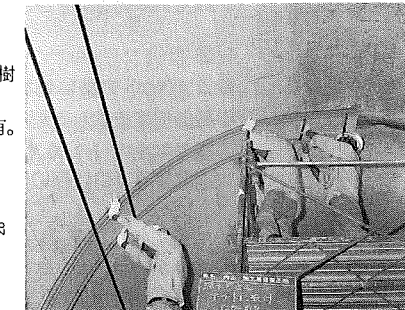
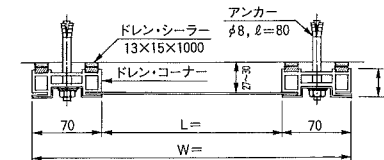
株式会社ケイリー  
 仙台: TEL.022-359-5331  
 東京: TEL.03-3661-5651  
 大阪: TEL.06-6838-1372

URL <http://www.klea-cat.com>

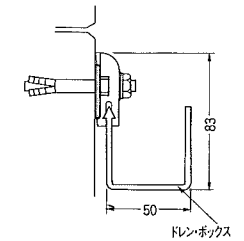
## トンネル・カルバート・地下構造物の漏水対策に アーチ・ドレン導水樋

### ■特徴

- ・漏水幅に応導水幅の選択が可能
- ・導水プレートはアクリル変性P.V.C強化樹脂で驚異的な耐衝撃性有り
- ・寒冷地型、Boxカルバート用勾配型、etc有。



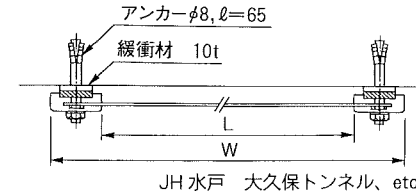
## 水平導水樋に サイド・ドレン



### ■特徴

- ・スプリングライン等の水平方向からの漏水対策に最適
- ・ドレン・ボックスは必要に応じサイズの変更が可能

## コンクリート剥落対策に アーチ・パネル



## ニホン・ドレン工業株式会社

〒910-2166 福井市小路町4-12-1  
 ☎0776(41)3725 FAX0776(41)3455  
 e-mail n-doren@sky.hokuriku.ne.jp

## トンネル工事からパンクを追放

# 坑内用特殊複層タイヤ



特許第1610830号

建設車両のタイヤのパンク、磨耗、破損を大幅に低減、車両の有効利用、修理に伴う人件費の削減等、工事の進捗に大いに貢献します。

- タイヤ間の間隙が無いため石を噛まない
- サイドの切断に強い
- 石および普通釘に強い
- 弾性波

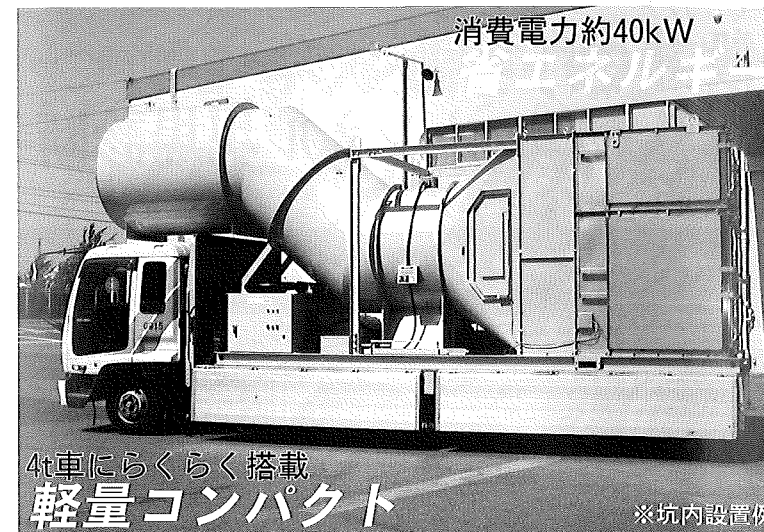
0~20 (約2年) 20~30 (1年6か月)  
 30~40 (約1年) 40~50 (6か月)

【営業品目】 複層タイヤ/油圧ホース/マテリアルホース/  
 各種中古車/触媒/線路(中古)

**中濃産業株式会社**  
 代表取締役 土田 義 式

本 社 〒501-1534 岐阜県本巣市根尾神所 362-1  
 TEL(0581)38-2241(代) FAX(0581)38-3383  
 営業所 〒501-1203 岐阜県本巣市文殊 64-387  
 TEL(0581)34-3990(代)

消費電力約40kW



4t車にらくらく搭載  
**軽量コンパクト**

※坑内設置例

National電気集塵機クリンジェット(2,000m<sup>3</sup>/minタイプ)

**RENT**

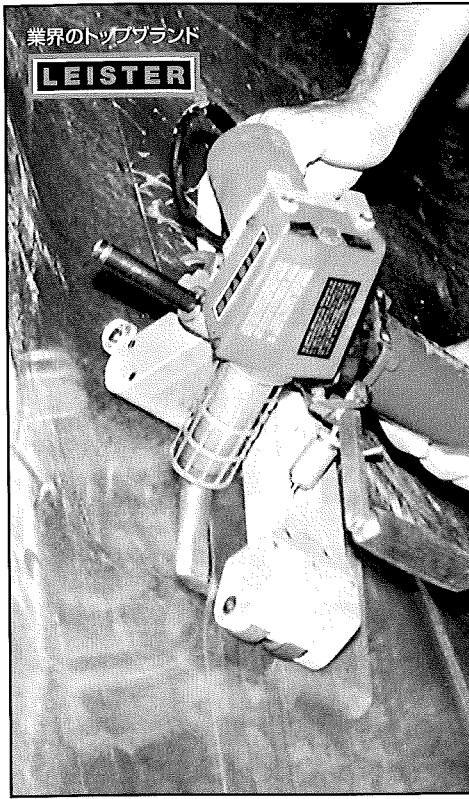
### 取扱レンタル商品

- フリッカー対策器
- MACレーザーシステム
- オアシス(坑内休憩室)
- 発電機エコ装置  
 (従来より小容量の発電機で  
 施工できる為、省エネ効果)

株式会社 **レント**

特機営業課 担当者 工藤・近江

〒134-0093 東京都江戸川区二之江町1409-1 TEL: 03-5659-7502 FAX: 03-5676-0167  
 URL: <http://www.rent.co.jp> E-mail: kudo.yuji@rent.co.jp



# トンネル用防水・シート (遮水プラスチック・シート) 熱風自動溶接機

**特徴**

- コンパクトで高い作業性を実現。
- 高品質で安定した溶接仕上がり。
- 様々な土木・トンネル工事用途に適合するプロ仕様の製品を用意。

**使用用途**  
スイスのライスター社が製造する、遮水プラスチック・シート熱風自動溶接機は、シビル・エンジニアリングにおける様々な用途に使用されています。

- トンネル土木
- 温水貯水池、養殖魚池
- アースダムのコア
- 工業用貯水池、工業用沈殿池
- 産業廃棄物最終処理場
- ゴルフ場のウォーターハザード

ライスター社製品の総販売元  
**株式会社 ライスター・ジャパン**  
〒160-0022 東京都新宿区新宿5-8-8 カールツァイス新宿別館4F  
TEL.03-5369-0352 FAX.03-5369-0353  
E-mail:info@leister.co.jp URL:http://www.leister.co.jp



# コストダウンを可能にする Kリング

特許出願中 (特願2001-309314号)

## トンネル工事におけるインバート、アーチ鉄筋組立金物

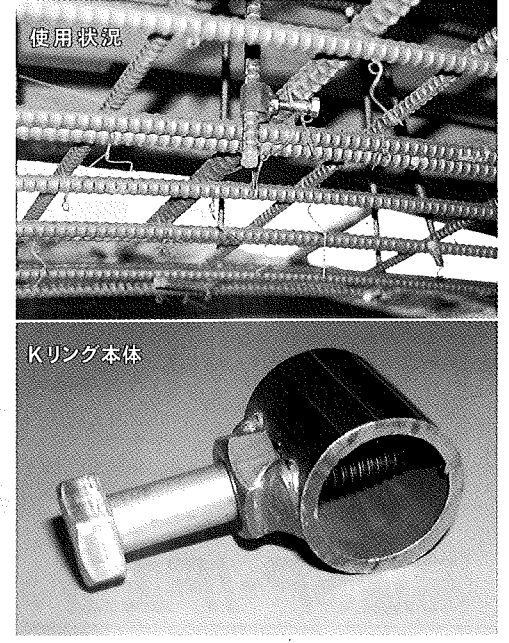
トンネル施工時の覆工工事における、鉄筋補強工事は、坑内上部・壁部にアンカーを打ち、そのアンカー筋に段取り筋を溶着し、それにアーチ筋を取付けていたが、"防水シートを焦がす"、"塵肺作業である"、"作業効率が悪い"等問題点が指摘されていました。当社開発のKリングを使用することにより、スピードアップ、コストダウンを可能にすると同時に諸問題をすべて解決することができました。

**ご納入実績**

鹿島・西松・大豊共同企業体	第二東名高速道路	富士川トンネル東工事
大林・白石・地崎工業共同企業体	第二東名高速道路	掛川第三トンネル工事
奥村組・名工建設・矢作建設工業共同企業体	第二東名高速道路	島田第五トンネル工事

**製造・販売元**

**KTK** ケーティーケー  
〒436-005 静岡県掛川市弥生町 105 番地  
Tel : 0537-24-5988 Fax:0537-24-3859  
E-mail : ktk@r5.dion.ne.jp  
URL : http://www.h7.dion.ne.jp/~ktk



## 道路,トンネル設計 (本體工,換気,防災,照明,施工管理他)

## トンネル現場診断

(社) 建設コンサルタンツ協会会員 ISO9001取得

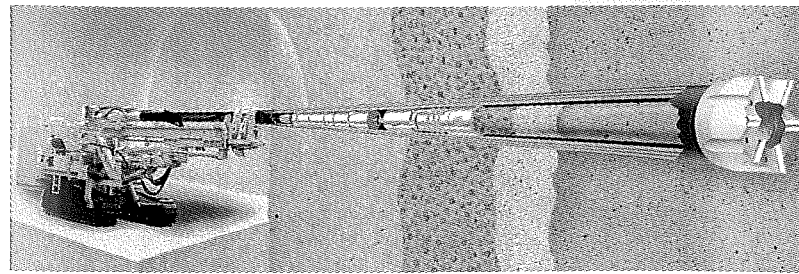
### 株式会社 ロード・エンジニアリング

会長 田島利男	代表取締役社長 清水洋 (技術士)
(技術士・土木学会フェロー会員) 本誌編集顧問	
取締役副社長 山田憲夫	常務取締役 堀内浩三郎 (工学博士)
大阪支店長 亀甲谷義高 (技術士)	福岡支店長 朽網新

本社: 〒116-0013 東京都荒川区西日暮里5丁目24番7号 電話(03)3891-0711  
 大阪支店: 〒569-1133 大阪府高槻市川西町2丁目21番38号 電話(072)691-0711  
 福岡支店: 〒812-0016 福岡県博多区博多駅南1丁目15番22号 電話(092)436-1588  
 沖縄営業所: 〒901-2122 沖縄県浦添市勢理客4丁目16番9号 電話(098)870-6411

# トンネル掘さくの安全施工に アロードリル前方探査システム

## パーカッションワイヤーライン サンプリング工法



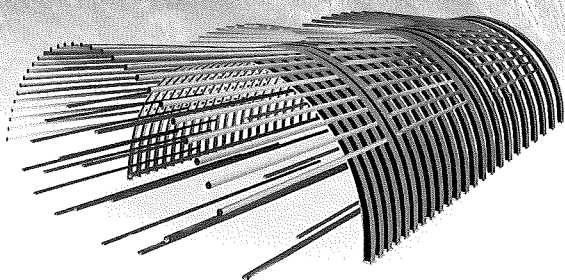
**■ 特長**

- ①断層破砕帯や湧水をともなう難地層のコアサンプリングをスピーディかつ確実に、施工時間が大幅に短縮できます。
- ②2重管ワイヤーライン サンプリングシステムにより、地質条件にかかわらず、コアサンプルの採取率が従来とくらべて大幅に向上しました。

**KOKEN 鉞研工業株式会社**  
 本社 〒171-8572 東京都豊島区高田2-17-22 目白中野ビル1F  
 TEL (03)6907-7888 (大代表) FAX (03)6907-7527

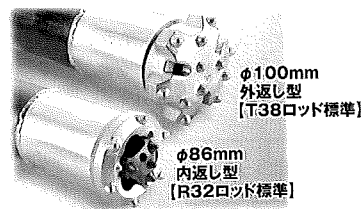
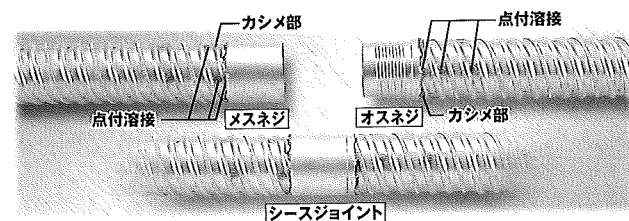
お問い合わせ先 : 工事営業本部  
 TEL. (03)6907-7512 FAX. (03)6907-7522  
<http://www.koken-boring.co.jp>

# ユニークな発想と高品質・自信の価格



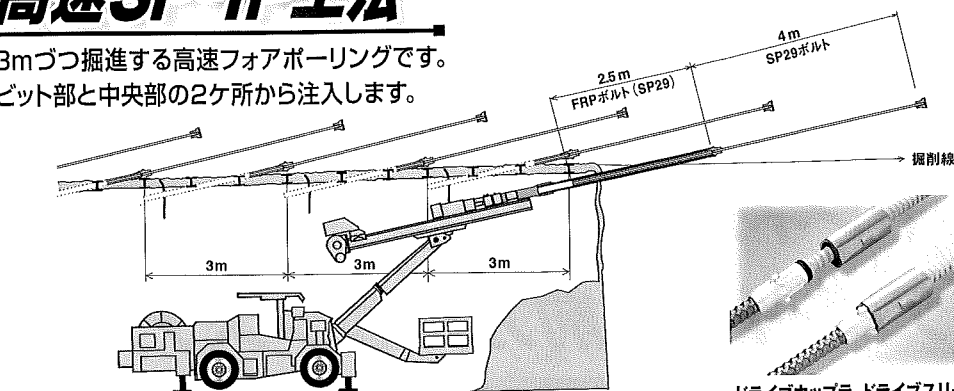
## FIXチューブ工法

※天端にφ76.3長尺鋼管、鏡部に連続突起を有する長尺鋼製シースを引込み薄肉鋼管を挿入して注入。周辺地山にしっかりと“FIX”します。



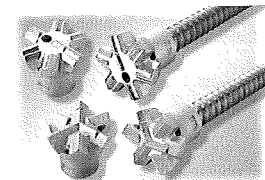
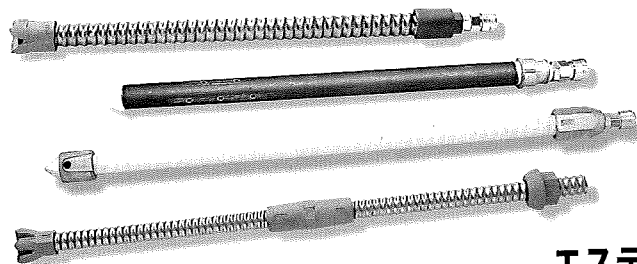
## 高速SP-IF工法

※3mづつ掘進する高速フォアポーリングです。ビット部と中央部の2ヶ所から注入します。



ドライブカップラ、ドライブスリーブ

## 自穿孔ボルト&注入管



φ65mm ロストビット (SP29)



エスティーエンジニアリング株式会社

ST ENGINEERING CORPORATION

〒581-0833 大阪府八尾市旭ヶ丘1丁目108番地2

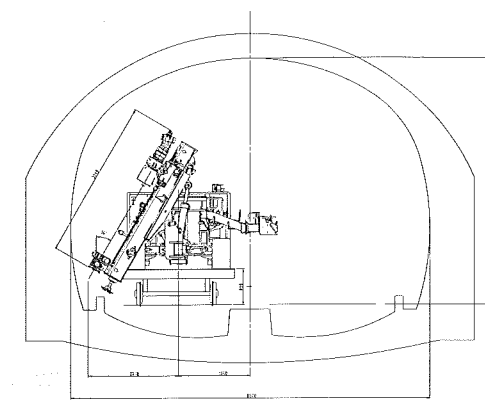
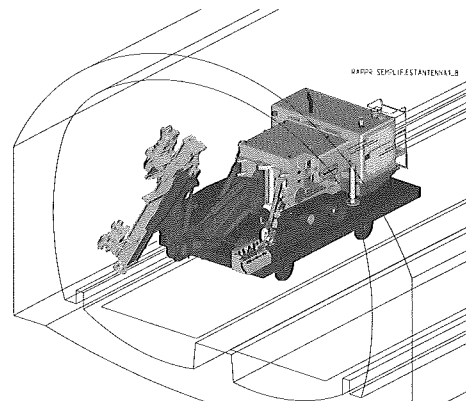
TEL:0729-90-0250 FAX:0729-90-0251

http://www.st-eng.co.jp

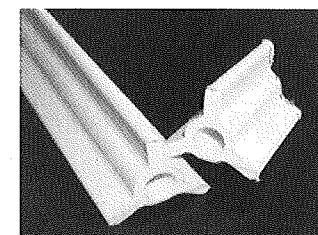
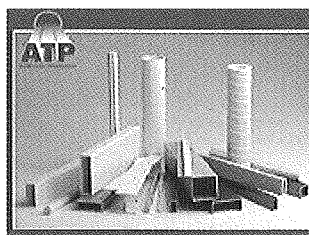
※他にも脚部や坑口周りに利用できる各種の補強土工法、マイクロパイル工法を準備しております。

# トンネルの削孔機械・輸入資材

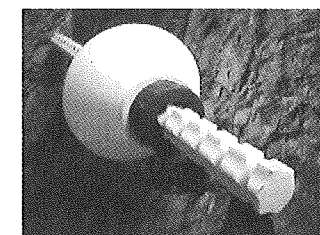
- 油圧削孔機 SM401 ショートマスト仕様  
現場に応じたショートマスト長を選択可能 (ロッド長1m ~ 2m)



- グラスファイバークューブ & ボルト  
トンネル切羽等の補強資材、その他注入用のチューブもございます。

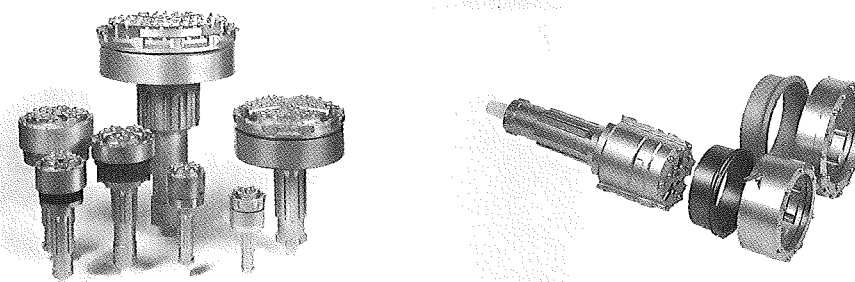


STAR 500S



WIBOLT STAR

- SOROFLEX [リングビット]  
小口径から大口径までケーシングを用いる二重管削孔に最高のビットシステム



**SOILMEC**  **ソイルメックジャパン株式会社**  
Drilling and Foundation Equipment

〒103-0024 東京都中央区日本橋小舟町3-12 サンバードビル3F

TEL:03(5643)1271 FAX:03(3664)6451 http://www.soilmec-j.com/

### ■巻頭言

#### 新年を迎えて

小森 博 .....5

### ■施 工

#### 偏在する高圧帯水層中を切羽前方湧水圧調査による管理で掘削

—北陸新幹線 飯山トンネル富倉工区—

依田 淳一・高原 英彰・高橋 秀典・川越 健 .....7

#### 中折れ式大断面シールドの急曲線到達とUターン再発進

—首都高速中央環状新宿線 本町シールド—

原田 哲伸・寺島 善宏・篠原 浩史・北浦 健 .....17

#### TBM先進導坑および新割岩工法で新幹線直上部を掘る

—国道2号三原バイパス 第5トンネル—

黒川 英知・梅田 一成・島津 嘉裕・木村 幸雄 .....33

#### 地下埋設物が輻輳する交差点内を開放型矩形シールドで施工

—大阪市営地下鉄第8号線 緑橋駅連絡通路—

馬場畑美敏・中谷 孝司・山下 清広・平岡 康之 .....39

#### 複雑な多層地盤を急勾配で貫くシールド

—東京都下水道 業平橋ポンプ所放流渠—

小松原修義・平野 保次・紺谷 郁夫・柴崎 貞典 .....47

### ■連載講座

#### 発破技術の現状(3)

—発破技術の基本(1)—

「発破技術の現状」連載講座小委員会 .....55

### ■現場だより

#### 「日本の原風景」庄内より

徳永 正夫 .....16

#### 「ヒメボタルの棲む豊かな自然」浜松市引佐町より

六百田圭二 .....32

### ■資 料

#### トンネル千夜一夜(25)

小野田 滋 .....28

#### 工法・技術・製品ニュース

編 集 部 .....30

#### 土木情報

編 集 部 .....46

#### トンネルジャーナル

編 集 部 .....54

#### トンネルワールドニュース

JTA国際委員会 .....63

#### 海外文献速報

JTA国際委員会 .....65

### ■会 報

#### 会 報

日本トンネル技術協会 .....70

#### 【表紙説明】

TBM先進導坑および新割岩工法で新幹線直上部を掘る  
—国道2号三原バイパス 第5トンネル—



三原バイパスは、広島県三原市内における国道2号の交通渋滞の緩和を目的とした全長9.9kmの道路で、全長の約6割を占める10本(合計5.6km)のトンネルが計画されている。そのうち、第5トンネル工事は、10本のトンネルの中でも最長の1,160mをNATMにより終点側(広島側)から掘削するものである。このトンネルは、既設の山陽新幹線備後トンネルに対し、最小離隔15.5mで上越し交差する計画であり、施工にあたっては、備後トンネルへの振動の影響を最小限に抑える必要があった。当工事では、TBM先進導坑およびEGスリッター+IC雷管による低振動発破による掘削工法を採用した。写真は、スリット削孔後の切羽の状況である。 [写真提供：国土交通省](本文33頁参照)

**ヤマモト (まがんき)** 無騒音 無振動 静かな破砕  
超大型油圧破砕機  
**YTB 1120**  
トンネルビッカー

**ヤマモトロックマシン株式会社**  
本 社 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号富士ビル ☎(03) 3201-0701(代)  
工 場 広島県庄原市東城町36番地 ☎(08477) 2-2137(代)  
仙台営業所 (022) 262-4531(代) 大阪営業所 (06) 6531-1571(代) 高知営業所 (0888) 22-1367(代) 九州営業所 (092) 471-0381(代)

# Kanaflexの電力・通信ケーブル保護管

## 都市部での電線集中化工事を省力化・効率化

電力・通信ケーブル用多条保護管 特許出願中

# カナレックスML

### 1. 独自構造 (波付き管と管台一体型リブの連続構造)

- ・リブに平面部があり、管を密着させて敷設できる為、掘削幅、深さを小さく出来る。
- ・従来品に比べ、良好な砂の充填ができ、一括埋め戻しが可能。

### 2. 可とう性に優れる

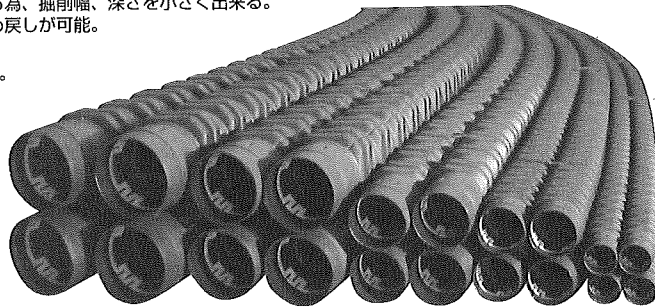
- ・上下左右に曲がり、既設物や障害物の回避が容易。

### 3. 優れた性能

- ・軽量で、全サイズワンタッチ接続の採用により、工事の省力化が図れる。
- ・ワンタッチ式のロングベルマウス、ベルブロックを採用することによりハンドホール接合部の省力化が図れる。
- ・JIS C3653 (附属書1及び3) の圧縮強度試験、難燃性試験をクリア。

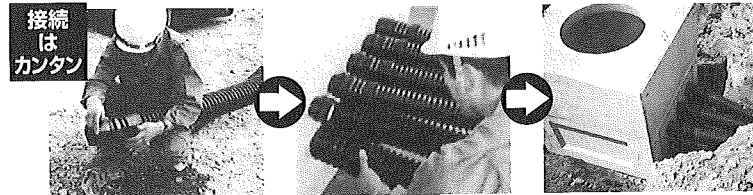
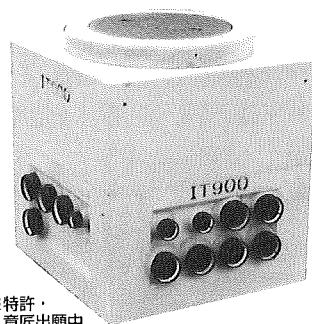
### 4. 摩擦係数が低く整直性が良い為通線がスムーズ

電線共同溝をはじめとする電力・通信ケーブルの埋設管工事  
情報化時代に伴う光ファイバーの多条敷設  
都市部での電線地中化工事を  
省力化・効率化



ハンドホール工事の工期短縮・工費削減に現場の  
加工作業を大幅に軽減できる

# ワンタッチ継手付ハンドホール



管路に継手差口をねじこみ 継手受口に差しこむだけ これで接続完了。

ワンタッチ継手 (ベルマウス付直材) を工場に取り付けてご納品。  
管路接続がスピーディー、確実に出来ます。

●本商品には、専用FEP管として、カナフレックスの「カナレックス」をご使用下さい。

※特許・  
意匠出願中

TVコマーシャル放映中 テレビ朝日系「サンデープロジェクト」(日曜 朝10:00~11:45)

**カナフレックスコーポレーション株式会社** ISO 9001 認証取得

**株式会社 インテック**

東京本社 〒106-6117 東京都港区六本木6-10-1 (六本木ヒルズ森タワー17F)

TEL(03)5770-5111 FAX(03)5770-5130

大阪本社 〒530-6017 大阪市北区天満橋1-8-30 (OAPタワー17F)

TEL(06)6881-0767 FAX(06)6881-0769

営業所 札幌・仙台・新潟・横浜・金沢・名古屋・神戸・広島・高松・北四国・福岡・鹿児島

直営工場 北海道・仙台・栃木・千葉・滋賀・愛東・広島・四国・九州

## 会誌 W G の 構成 (五十音順・敬称略)

### 〔主 査〕

大 島 洋 志 国際航業株式会社上席フェロー技術センター長

### 〔幹 事〕

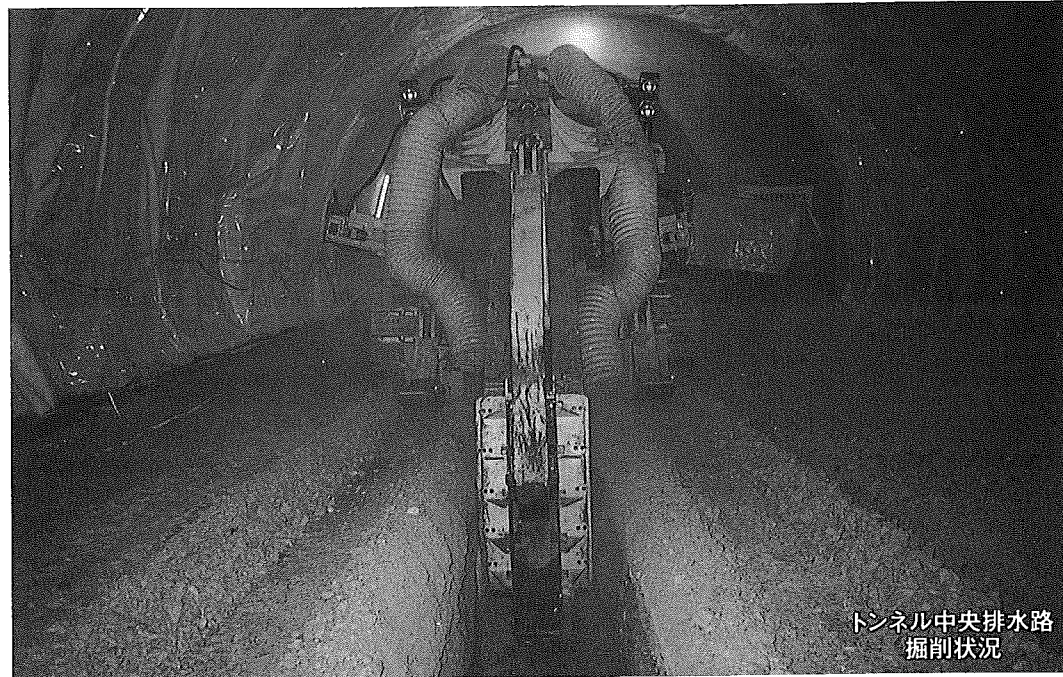
伊 藤 範 行 鹿島建設株式会社土木管理本部土木工務部 グループ長	端 則 夫 大成建設株式会社土木本部土木技術部 トンネル技術室室長
大 石 敬 司 東京地下鉄株式会社建設部工事課課長	濱 建 介 株式会社アオバ取締役会長
久多羅木 吉治 東亜建設工業株式会社土木部門技術部長	松 尾 勝 弥 飛鳥建設株式会社土木本部トンネル統括部長
鈴 木 明 独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構 鉄道建設本部計画部計画課長	山 田 邦 博 国土交通省大臣官房技術調査課技術企画官
千 葉 隆 清水建設株式会社土木技術本部 地下空間統括部部長	山 田 隆 昭 中日本高速道路(株)中央研究所 トンネル研究主幹
長 島 芳 雄 株式会社竹中土木取締役技術本部長	山 道 哲 二 株式会社大林組東京本社土木技術本部技術 第二部部长

## 編集顧問の構成 (五十音順・敬称略)

伊吹山 四 郎 攻玉社工科短期大学名誉学長	林 博 西松建設株式会社専務取締役
島 田 隆 夫 鉄建建設株式会社社友	松 本 崇 義 (元)東京都理事
高 橋 彦 治 伸光エンジニアリング株式会社技師長	丸 安 隆 和 東京理科大学教授
田 島 利 男 NPO法人いきいきハイウェイ支援全国ネット トンネル担当	吉 村 恒 吉村とんねる・らぼ
西 松 裕 一 東京大学名誉教授	渡 邊 和 夫 株式会社熊谷組執行役員副社長

# トレンチャー

硬質地盤の溝掘はトレンチャーをお試し下さい。



トンネル中央排水路掘削状況



施工例

トレンチャーによる施工

トレンチャーの性能・諸元

トレンチャーの種類	TRS-985	1175/D7	40/30	60/35
メーカー名	テスメック	テスメック	マステンブルグ	マステンブルグ
掘削幅(最小)cm	45	75	70	70
掘削幅(最大)cm	60	100	110	110
掘削岩の硬さ(最大)	500kg/cm <sup>2</sup>	700kg/cm <sup>2</sup>	700kg/cm <sup>2</sup>	1000kg/cm <sup>2</sup>
重量 t	36	53	50	59
長さ m	13.0	10.8	14.0	15.4
幅 m	2.5	3.2	2.95	2.98
高さ m	3.30	2.86	3.00	3.20
エンジンの出力 PS	300	402	450	600

※掘削岩の硬さは目安になります。詳細はご相談ください。

## 編集委員会の構成 (五十音順・敬称略)

### 〔編集委員長〕

大島 洋志 国際航業株式会社上席フェロー技術センター長

### 〔編集参与〕

今田 徹 東京都立大学名誉教授	高橋 良文 東京都下水道サービス株式会社技術部長
定塚 正行 日本シビックコンサルタント株式会社 参与・技師長(山岳トンネル担当)	橋本 定雄 中黒建設株式会社顧問
	濱 建介 株式会社アオバ取締役会長

### 〔委員〕

城戸 務 東京都水道局建設部工務課長	津金 昭一 独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構 鉄道建設本部工務部工務第一課総括課長補佐
木谷 日出男 財団法人鉄道総合技術研究所 防災技術研究部主任研究員	西村 聡 東京地下鉄株式会社建設部 新宿工事事務所所長
坂根 良平 東京都下水道局建設部設計調整課長	真下 英人 独立行政法人土木研究所 基礎道路技術研究グループ 上席研究員(トンネル担当)
佐藤 亘 東京電力株式会社電力流通本部・工務部 設備渉外・調整グループ課長	町田 俊二 東京都交通局建設工務部計画改良課長
清水 満 東日本旅客鉄道株式会社建設工務部 構造技術センター課長	山田 隆昭 中日本高速道路株式会社中央研究所 トンネル研究主幹



## ワールド開発工業株式会社

●本社/営業部 〒381-0101 長野県長野市若穂綿内7484  
☎(026) 282-3671(代) FAX(026) 282-5803  
<http://www.wkk.co.jp/>

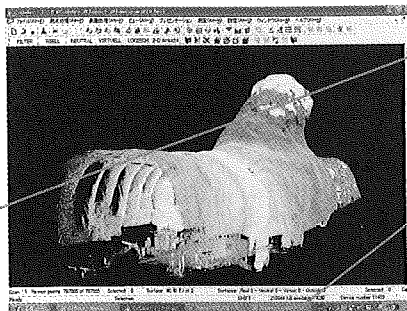
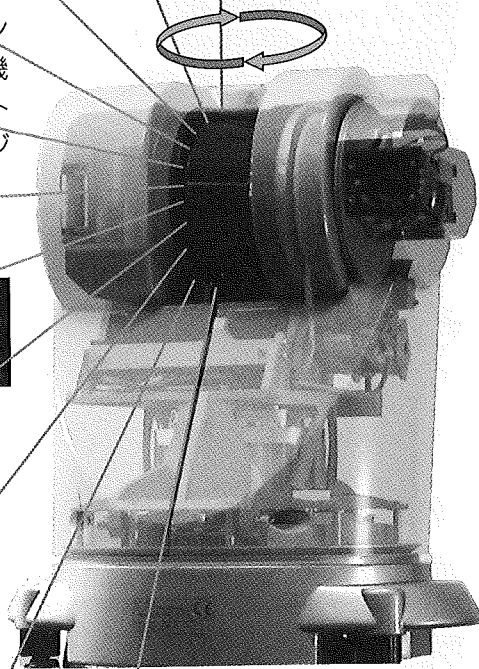
# Callidus™ レーザースキャナー

## 3次元トンネル断面計測機

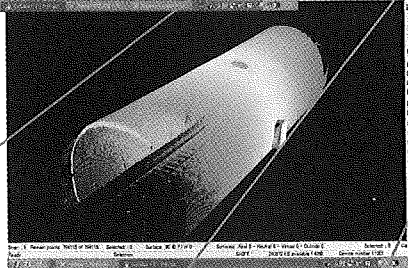
測距精度±5mmで、1秒に1000点以上計測する3次元トンネル断面計測機。1つの機械点からトンネルの約20m<sup>(1)</sup>の範囲を10分で計測できます(機械点前後)。測定データの3次元展開図は、まさにトンネルを絵画のように詳細表示します。又、内蔵デジタルカメラで測定範囲を写真として記録可能です。

(1) 直径約8mのトンネルの場合

全周360°を10分でスキャン



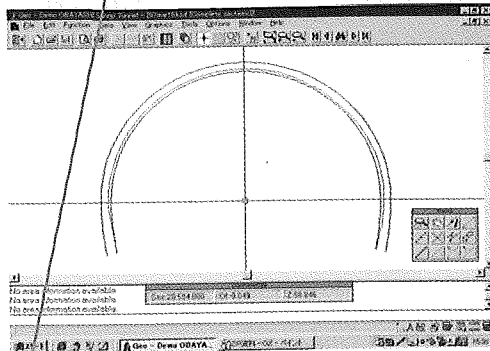
特殊なトンネル形状も対応可能です。



単独スキャンを合成し、トンネル全体を簡単に3次元表示できます。

### データ解析および製図「GEOWIN」

AUTOCAD搭載の後処理ソフト「GEOWIN」は、測量計算ソフトを中心としたトンネル管理システムです。カリダスで計測したデータを3次元メッシュ(ポリゴン)で補間した後、断面を指定するだけで設計断面との比較図、設計断面に対する各観測点の差、観測断面の円周長、観測断面の面積、観測範囲のボリューム計算などが計算・表示・出力できます。



■ 販売・レンタル 株式会社ソーキ

〒550-0025 大阪市西区九条南4-2-4  
TEL: 06-6586-1707 FAX: 06-6586-1277  
URL: <http://www.sooki.co.jp/>

■ 製造元 トリンブルジャパン株式会社

〒135-0007 東京都江東区新大橋1-8-2  
新大橋リバーサイドビル101  
TEL: 03-5638-5022 FAX: 03-5638-5016

掲載頁  
7

### 偏在する高圧帯水層中を切羽前方湧水圧調査による管理で掘削

—北陸新幹線 飯山トンネル富倉工区—

鉄道・運輸機構 依田 淳一

北陸新幹線飯山トンネルは全長約22kmの山岳トンネルであり、富倉工区はそのうち約4,500mの工区である。地質は砂岩や泥岩などに被圧帯水層が挟在する複雑な地質構造であり、一般的な水抜きボーリングだけでは帯水層の確認が困難なことが懸念された。また、未固結な土砂からなる地山においてトンネル掘削を行う場合、切羽の安定性の評価を行うには地山物性値とともに、掘削周辺の帯水状況を把握することが不可欠である。

そこで切羽前方および周辺の地下水の有無の確認、その湧水圧、湧水量の確認による新たな切羽管理手法を考案した。本稿では新たな水圧管理を用いたNATMトンネルの掘削について報告する。

Excavation of an Unevenly-Distributed Aquifer through Management using Face-Front Spring Water Pressure Examination—Hokuriku Shinkansen Iiyama tunnel, Tomikura Section—

By Jun-ichi Yorita, Japan Railway Construction, Transport and Technology Agency

Iiyama tunnel of Hokuriku Shinkansen is a mountainous tunnel of total length of 22 km, and Tomikura section is a part of the tunnel, and is a construction area of approximately 4,500 meters. The geology has a complex



写真は上倉工区崩落状況

structure; artesian aquifer narrowly existing between sandstone and mudstone, and it was a cause of concern that it would be difficult to check the aquifer with general drip-hole boring. Also, in order to excavate a tunnel in a ground that is composed of unconsolidated soil, it is essential to understand the aquiferous state of the excavation site along with ground property values. We have devised a new face management method by checking the existence of face-front and spring water in the neighborhood, and the pressure and quantity of spring water there. This report excavation by NATM using a new water-pressure management method.

掲載頁  
17

### 中折れ式大断面シールドの急曲線到達とUターン再発進

—首都高速中央環状新宿線 本町シールド—

首都高速道路(株) 原田 哲伸

首都高速道路中央環状新宿線は、目黒区青葉台の首都高速3号線から板橋区熊野町の首都高速5号線を南北に結ぶ延長11kmの路線である。このうち約10kmは環状第6号線(山手通り)の地下にトンネルを構築し、そのうち約7kmの区間でシールド工法を採用している。

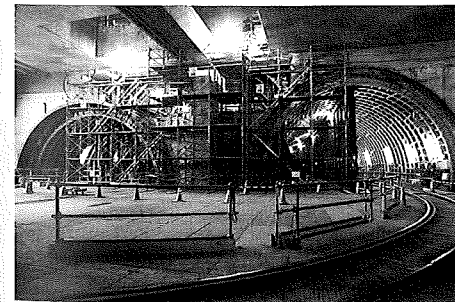
本町シールドは、中央環状新宿線と首都高速4号線を接続する連絡路がシールド本線と分合流する特殊構造を含む区間にあり、φ11.6mの大断面泥水式シールドを新宿区西新宿4丁目の西新宿立坑から発進して約760m先の渋谷区本町3丁目の本町立坑に到達させ、Uターンさせて掘削する往復約1,520mのシールド工事である。

Achievement on a Sharp Curve Section and Re-start with U-turn Method of Broken-Type Large Cross-section Shield—Metropolitan Expressway Chuo Kanjo (Circular route) Shinjuku Line—

By Tetsunobu Harada, Metropolitan Expressway Company Limited

Metropolitan expressway Chuo Kanjo (circular route) Shinjuku line is a route of total length of 11 km that connects metropolitan expressway line no. 3 to no. 5. A tunnel has been constructed for approximately 10 km under the Kanjo no. 6 route (Yamate Avenue), and shield method of construction has been adopted for approximately 7 km of the route.

Honcho section consists of a special structure where the road connecting Chuo Kanjo Shinjuku Line and metropolitan expressway line no. 4 merges with the main line. It is a construction in which a slurry shield with φ11.6m large cross-section is started from Nishi-Shinjuku shaft of Shinjuku 4-chome in Shinjuku ward up to Honcho shaft of Honcho 3-chome in Shibuya ward, which is at a distance of approximately 760 m, and a then the slurry shield is picked-up, rotated, and re-started thus making it a two-way shield construction of approximately 1,520 m.



写真は本町回転立坑

## TBM先進導坑および新割岩工法で新幹線直上部を掘る

—国道2号三原バイパス 第5トンネル—

国土交通省 黒川 英知

三原バイパスは広島県三原市内における国道2号の交通渋滞の緩和を目的としたものであり、全長9.9kmのうち、約6割を占める10本(合計5.6km)のトンネルが計画されている。

三原バイパス第5トンネル工事(以下、第5トンネル)は、10本のトンネルの中でも最長の延長1,160mをNATMにより終点側(広島側)から掘削するものである。

このトンネルは、既設の山陽新幹線備後トンネル(以下、備後トンネル)に対し、最小離隔15.5mで上越し交差する計画であり、施工にあたっては、備後トンネルへの振動の影響を最小限に抑える掘削工法を選定する必要がある。

本稿では、当工事で適用した掘削工法(TBM先進導坑およびEGスリッター+IC雷管による低振動発破)の実績について述べる。

**Excavation above the Shinkansen Tunnel using Drift Followed Excavation Method using TBM and EG Slitter—National Highway No. 2 Mihara Bypass Tunnel No. 5—**

By Eichi Kurokawa, Ministry of Land, Infrastructure, and Transport

Mihara bypass is being constructed with the aim of easing the traffic congestion on national highway no. 2 in Mihara city of Hiroshima prefecture. Ten tunnels have been designed, covering approximately 60% (total of 5.6km) of the total length of 9.9km.



写真はスリット削孔後の切羽

Mihara bypass no. 5 tunnel, with a length of 1,160m is the longest tunnel in ten tunnels, and has been excavated from the terminus side (Hiroshima) using NATM.

It is planned that this tunnel will cross above the already-existing Bingo tunnel of the Sanyo Shinkansen at a minimum distance of 15.5 m. Hence, it was necessary to select an excavation method that would have a minimum impact of the vibration on the Bingo tunnel.

This report explains the results of the excavation methods (low-vibration blasting using drift followed by excavation method using TBM and EG slitter and IC detonator) used for this construction.

## 地下埋設物が輻輳する交差点内を開放型矩形シールドで施工

—大阪市営地下鉄第8号線 緑橋駅連絡通路—

大阪市交通局 馬場畑美敏

大阪市営地下鉄第8号線建設工事のうち、緑橋停留場部における既設地下鉄第4号線との連絡通路工事では、交通量の多い交差点直下でかつ地下埋設物も輻輳しており、開削工法単独での施工は困難であったことから、開削工法と開放型矩形シールド工法の併用により工事を行った。

本稿は、開放型矩形シールド工法を採用した経緯とともに、狭隘な施工空間での作業状況や掘進時に直面したさまざまな課題や対処方策(地盤改良、地中障害物撤去、土砂搬出など)を紹介しながら、施工実績を報告するものである。

工事は無事に終了しており、適切な補助工法を採用することによって、開放型シールド工法の安全性・経済性が確認された。

**Construction of an Underground Walkway below an Intersection where Underground Installation Converged, using Rectangular Open Shield—Osaka City Subway Line no. 8 Midoribashi Station Walkway—**

By Misato Babahata, Osaka Municipal Transportation Bureau

In the construction of walkway with the already-existing subway no. 4 at Midoribashi stop, which is a part of the construction of Osaka subway line no. 8, the usage of only the open-cut method was difficult as the volume of traffic was high and there were underground installations. Hence, a combination of the open-cut method and the rectangular open shield method was used for the construction.



写真は開放型矩形シールド

This report explains the background behind adopting the open-type rectangular open shield method, and reports on the various problems when faced at the time of working in little construction space and the various solutions adopted (soil improvement, clear underground obstacles, mucking).

This construction has been completed without any problems, and the safety and economic efficiency of the open shield method could be confirmed by adopting an appropriate auxiliary method of construction.

## 複雑な多層地盤を急勾配で貫くシールド

—東京都下水道 業平橋ポンプ所放流渠—

東京都下水道局 小松原修義

東京都では、老朽化した下水道施設の能力、機能を回復し今日的な下水道の役割が達成できるように造り替える再構築事業を進めている。その一環として東京下町の江東デルタ地帯と呼ばれる平坦なゼロメートル地帯に位置する業平橋ポンプ所を計画的に再構築することとしている。

本工事は、老朽化したポンプ所の隣接地に同能力の施設を建設し、当面のポンプ機能確保を図りつつ、現在、雨水量の増大への対応と閉鎖性水域である北十間川の水質改善を図るために吐口・放流渠を北十間川から隅田川に変更するもので、シールド工法により建設するものである。将来計画を踏まえた発達立坑の設置深度が深く、また途中で障害物を避ける必要があることから隅田川へ放流するための放流渠が急勾配となり、これに伴いメタンガスが溶存するなど複雑な多層地盤での施工を余儀なくされた。

本稿では、複雑な多層地盤における急勾配シールドの施工に際しての問題点とその対応策などを中心に報告するものである。

**Shield that Penetrated Complex Multi-layered Ground with a Sharp Slope—Tokyo Bureau of Sewerage Narihira-bashi Pump Discharge Drain—**

By Nobuyoshi Komatsubara, Tokyo Bureau of Sewerage

In the metropolis of Tokyo, re-construction projects are being carried out to update the efficiency and functions of decrepit sewage facilities so that those facilities can achieve the role expected of contemporary sewage facilities. As a part of this project, there is a planned re-construction of the Narihira-bashi pump that lies in the flat, zero-meter land in the so-called Koto delta in downtown Tokyo.

This involved the construction of a pump with similar capacity next to the decrepit pump, thus securing the



写真は急曲線(20R)

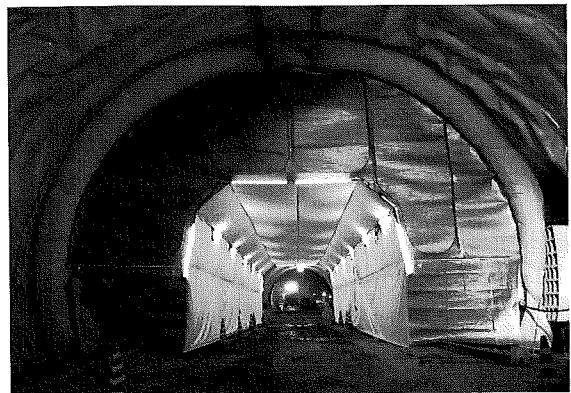
functions of a pump. At present, construction using shield method is on to support the increased amount of rainfall and change the drainage and discharge drain from Kitajukkengawa river that is a closed water area to Sumidagawa river, in order to improve the water quality of Kitajukkengawa river. The depth of the starting shaft was considerable considering future plan, and also to avoid the obstructions on the way, it was inevitable to have a steep slope for the discharge drain to discharge water into Sumidagawa river, and have complex construction in multi-layered ground such as dissolving methane.

This report centers on the problems and solutions at the time of construction of sharp-sloped drainage by shield in complex multi-layered ground.

# トンネルバルーン覆工コンクリート トータル養生工法

## 長期耐久性に優れた高品質な 覆工コンクリート施工を実現します！

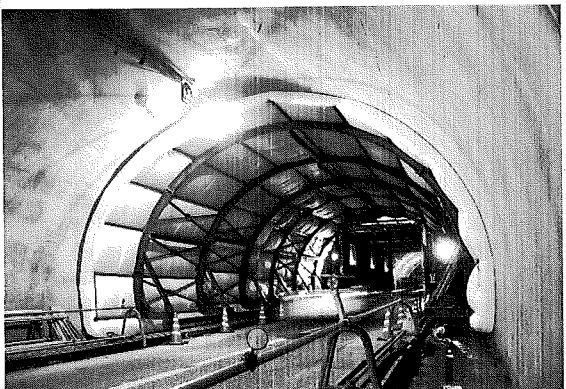
NETIS登録  
(No. HR-040005)



### セントル温度養生バルーン

打設後から脱型までセントルをバルーンで覆い温度養生をします。

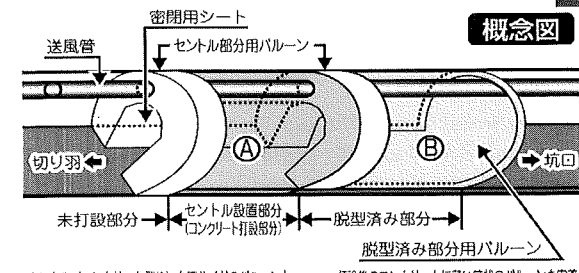
- 【特徴】
1. 若材齢時に温度管理をすることで初期強度が向上します。
  2. 高品質コンクリートの確保が可能です。  
(脱型時コンクリートの付着が減少します)
  3. サイクルタイムの短縮が可能です。
  4. 洗いが車両通行部に落ちません。



### 覆工養生バルーン

脱型後の覆工コンクリートを覆います。

- 【特徴】
1. 長期材齢の強度アップ
  2. 覆工コンクリートの表面を湿潤状態に保ちます。  
(乾燥収縮クラックの低減に貢献します)
  3. 断熱効果が期待できます。  
(内部と表面の温度差が少ない⇒  
温度応力の低減)



実績	セントル温度養生	覆工養生バルーン
新幹線	5現場	2現場
高速道路	2現場	2現場
国土交通省	3現場	8現場
地方自治体	7現場	5現場
JR東日本	2現場	1現場
合計	19現場	18現場

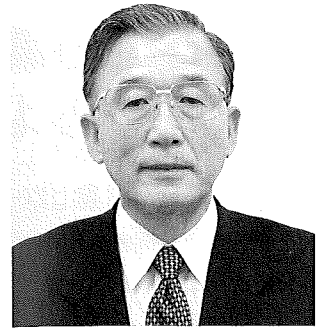
2005年『日経BP技術賞 建設部門』受賞

**岐阜工業株式会社**  
GIFU KOGYO CO., LTD.

本社・工場 岐阜県本巣市十四条144番地  
 Tel 058(323)2000(代) Fax 058(323)1176  
 東京支店 Tel 03(3262)1285(代) Fax 03(3262)6093  
 仙台営業所 Tel 022(259)2239 Fax 022(259)3664  
 九州営業所 Tel 092(713)5265 Fax 092(714)3028  
 URL <http://www.gifukogyo.co.jp/>

**TOUKOU 株式会社 東 宏**

本社 北海道札幌市東区北20条東5丁目1番7号  
 Tel 011(742)3331 Fax 011(742)3333  
 関東支店 Tel 027(352)2061 Fax 027(352)6065  
 道東営業所 Tel 0155(34)6311 Fax 0155(34)8494  
 URL <http://www.k-toukou.jp/>



## 新年を迎えて

(社)日本トンネル技術協会会長  
**小森 博**

年頭にあたり、新年のお喜びを申し上げるとともに、会員の皆様の本年のご健勝を心よりお祈り申し上げます。

新年を迎えるにあたって昨年を振り返ってみますと、コンプライアンスということが厳しく問われた年ではなかったでしょうか。複数の地方自治体の首長の逮捕にまで発展した一連の談合問題や東横インの不正改造問題や全国の高校における必修科目の履修漏れ、さらには一昨年のライブドアに引き続く村上ファンド問題や損害保険会社による保険金不払い問題。これらの問題の背景には、経済性といえば聞こえは良いが、利益を重視するあまりルールを無視することを意にも介さない風潮があるのではないのでしょうか。必修科目の履修漏れは、報道によれば全国で540校、8万人以上の生徒が単位不足になるという前代未聞の事態です。ルールを守ることが教えるべき教育の現場で平気でルール違反をしてしまうということがこのような問題の根深さを物語っています。

またルール違反ということでは、飲酒運転も大きな社会問題となりました。飲酒運転については、少しぐらいは酒を飲んでも大丈夫だと考えて運転したことのある方は少なからずおられるのではないのでしょうか。しかしこの問題も結果ではなく、飲酒をしたら運転してはいけないというルールを飲酒する本人もさることながら社会もあまりにも軽視していたのではないのでしょうか。自戒をしなければいけない問題です。

一方では、一昨年の松下電器のFF式石油温風器の欠陥発覚に続き、パロマ工業のガス湯沸かし器による一酸化炭素中毒事故やソニー製のパソコン用リチウム電池の不具合が発覚しました。自動車のリコールも続発しています。高品質を誇っていた日本の製造業の信頼が揺らぎかねない事態です。土木の世界でも施工不良や施工事故が頻発いたしました。こうしたことが発生するのは、しっかりとものを作るという気概が失われつつあるからではないのでしょうか。飲酒運転の問題と同じように、少くならなら、このくらいなら問題ないといった感覚が横行しているのかもしれませんが、技術者倫理という概念をどこかへ置き去りにしていないのでしょうか。とくに、建築士や会計士といった職業倫理で厳しく律せられていた人々のなかにもこうした風潮があることは、由々しきことだと思います。今こそ企業の社会的責任、すべてのステークホルダーに対する責任とい

うことを強く自覚する必要があると思います。

私ども土木技術者としても、社会資本整備という、未来の世代に向けた財産を築き上げているという原点にもう一度立ち返って何をなすべきかということ厳しく自覚しなければなりません。

こうしたなかで、今年から800万人ともいわれているいわゆる団塊の世代の大量退職が始まります。かつての日本経済の高度成長を担ってきた世代が退職していくことは、多数の技術者や熟練技能者が第一線から退くことであり、技術・技能の継承が大きな課題です。ものづくりの現場では多くの人の、地道でたゆみない努力の集積で支えられているため、継承すべき技術・技能は決して独特のものである必要はないし、むしろ書物では伝えにくい簡易な技術こそ継承すべきだという指摘もあります。ある製造業では、工場の工程のうち、コンピュータに代替できるものが4割、マニュアル化できるものが5割、残りの1割は人から人へ技術の承継をしないとできないといわれています。

一方、建設業では現場に出る機会が減少してきているために、「現場感覚の衰退」といった事態が生じています。土木というものは、自然との対話を通して技術を進歩させてきた歴史を背景に、われわれは現場である時は失敗をすることで技術力を身につけてきたのではないのでしょうか。そうした意味で、土木の技術力は「現場からの情報量とそれを解決していく過程での知識の集積」だという指摘もあります。しかし、最近の建設業界の経営状況から現場での失敗が許されない環境になりつつあるという話も仄聞するなかで、どうすれば現場経験を通して得られたノウハウを次の世代に伝えていくことができるかを模索していく必要があるでしょう。われわれが高度成長期に青函トンネルや本四架橋、新幹線や高速道路といった大プロジェクトの現場で身につけてきた技術力が消滅してしまうかもしれません。

一方では、これまで築き上げられてきた社会資本の維持ということもわが国の大きな課題ですが、維持・補修の分野こそ技術の継承が大変重要な要素だと思います。こうしたことから、そのためには、私どもが何を次の世代に継承するかを強く意識して、確実に伝えていく必要があるのではないのでしょうか。

わが国では、これからは青函トンネルや本四架橋などのビッグプロジェクトはそう多くはないなかで、今の若い人たちにどのようなモチベーションをもってもらうのかということも考えなくてはならない問題です。グローバル化が進むなか、世界に目を向けて土木世界を切り拓いていけばまだまだやるべきことはたくさんあるし、若い人たちに期待するところは大きいです。日本という国にとらわれることなく、将来に向かっての「夢」を若者に示していくことがわれわれに課せられた役割だと思います。

## 施工

# 偏在する高圧帯水層中を切羽前方湧水圧調査による管理で掘削

—北陸新幹線 飯山トンネル富倉工区—

鉄道・運輸機構北陸新幹線建設局工事第2課課長補佐((前)飯山鉄道建設所所長) 依田 淳 一  
 鉄道・運輸機構北陸新幹線建設局飯山鉄道建設所 高原 英 彰  
 熊谷・日本国土・大本特定建設工事共同企業体飯山トンネル作業所所長 高橋 秀 典  
 (財)鉄道総合技術研究所防災技術部地質主任研究員 川越 健

## 1 はじめに

山岳トンネルの切羽管理は地山物性値や切羽観察、掘削によって生じる変形の評価などにより行われてきた。固結度の低い地山では、地下水の水頭や流動の影響が大きく、切羽周辺に分布する高水圧で多量の地下水を含む帯水層は崩落の原因になると考えられる。そのため、切羽管理のうえでは地下水の状況を把握することが重要となる。しかし、切羽周辺に偏在する局所的な帯水層を対象とした湧水圧による切羽管理はほとんど行われていない。

そこで、局所的な帯水層の存在が懸念されていた飯山トンネル富倉工区では、切羽前方および周辺の地下水の有無の確認、その湧水圧、湧水量の確認による新たな切羽管理手法を考案した。本稿では新たな湧水圧管理手法を用いたトンネルの掘削について報告する。

なお、本稿で報告する切羽管理手法ならびに掘削方法は「飯山トンネル他特別委員会(以下、トンネル委員会)」(委員長:足立紀尚・京都大学名誉教授)で議論していただき、同委員会のご指導を受けて検討したものである。

## 2 工事概要

### 2-1 飯山トンネルの概要

北陸新幹線は、東京都を起点として、長野市、富山市を経由し、金沢市に至る延長約500kmの路線である(図-1)。このうち、東京・高崎間は東北・上越新幹線と路線を共用している。高崎・長野間は平成9年10月に開業し、長野・金沢間の平成26年度末完成を目指し、鋭意工事を行っているところである。

飯山トンネルは現在建設中の北陸新幹線長野・

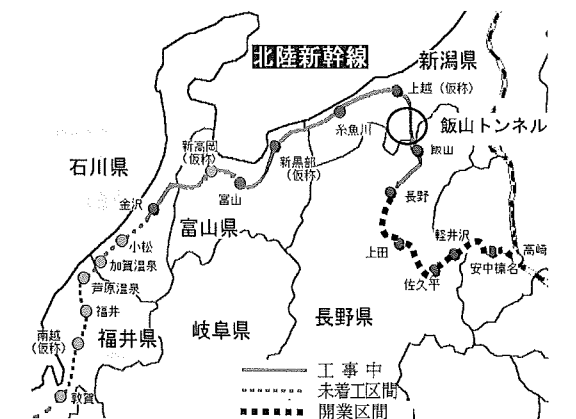


図-1 北陸新幹線ルート

金沢間、高崎起点147km940m～170km191mに位置し、長野県飯山市と新潟県上越市を結ぶ延長22km251mの山岳トンネルである。本トンネルは6工区に分割施工しており、富倉工区は長野方から2番目の延長4,574mの工区である。

土かぶりはおおむね200mを超え、勾配は長野側から30%の上り勾配で、高崎起点152km700m付近をサミットとして上越側は30%の下り勾配である。

平成10年に着手し、上越方は無事貫通し、長野方に向かって掘削中である。

### 2-2 地形・地質概要

飯山トンネルは東頸城丘陵南部を南北～北北西—南南東に貫く線形となっており、新第三系および第四系が厚く分布し、褶曲と多くの断層により複雑な地質構造を呈している。

富倉工区の上越方には富倉背斜軸があり、背斜軸付近にこの地域でもっとも下位の地層である寺泊層が分布している。富倉工区はこの背斜軸の東側に位置しており、長野方に向かって順次新しい地層である椎谷層、西山層、灰爪層および小国層を掘削対象とする。

本稿で述べる掘削区間は調査地である灰爪層(大川層に相当<sup>1)</sup>)は、新第三紀鮮新世後期～第四紀更新世前期に形成された地層で、泥岩・砂岩の互層を主体とし、砂礫岩、凝灰岩類および安山岩を挟在している。調査地の大局的な地質構造は北北東—南南西走向で東側に60～80°で傾斜している(図-2)。

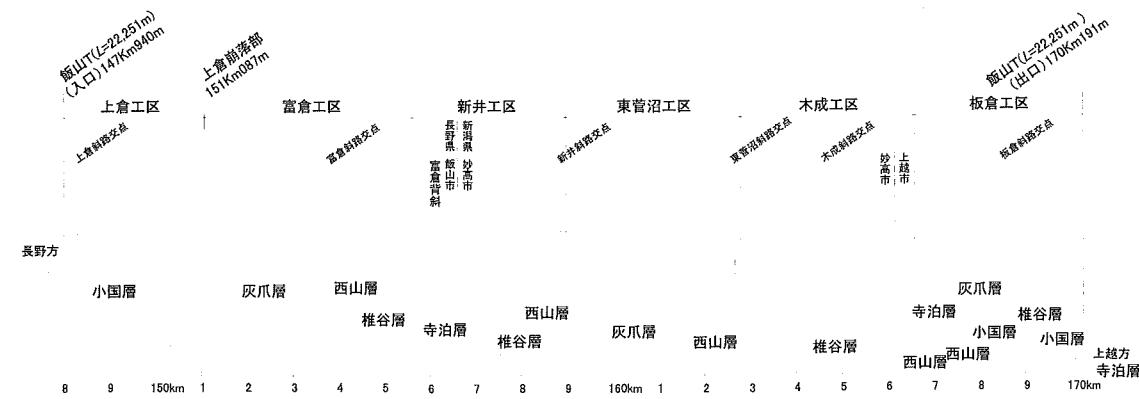


図-2 飯山トンネル地質縦断面

### 3 崩落事故の概要

平成15年9月11日未明、富倉工区の長野側の上倉工区で崩落が発生した。崩落は高崎起点151km087m、飯山トンネル入口から約3,000m上越方(土かぶり190m)を掘削中に発生し、トンネル坑内に流出した土砂は約26,000m<sup>3</sup>、地上部の陥没部の規模は最終的に直径約50m、深さ約20mであった(写真-1, 2)。トンネル委員会では、現地調査な

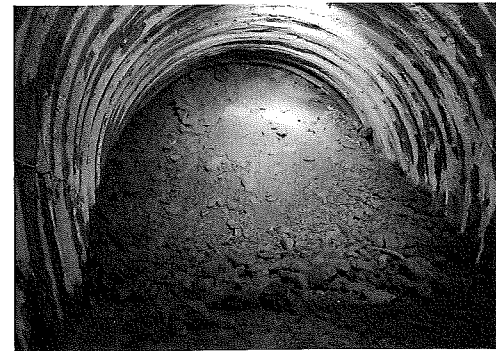


写真-1 上倉工区崩落状況



写真-2 上倉工区陥没部状況

らびに各種調査結果から、崩落事故の発生原因とその後の掘削方法(切羽の管理手法)について検討を行った。その結果、この崩落の発生原因は、高い地下水位(トンネル天端より約100m上方)を有する未固結で脆弱な砂層ならびに砂礫層が比較的固結した泥岩層に挟在され、切羽の接近に伴いこれらの泥岩層が未固結な砂層の水圧により破壊し、切羽崩落につながったと推定した。崩落前に実施された上倉工区からの水抜きボーリングでは少量の湧水しか観測されていなかった。このことから、崩落部周辺では高水圧で多量の地下水を有する帯水層が局所的に分布している可能性が指摘された。このような帯水層に対しては、一般的な水抜きボーリングだけでは分布の有無や地下水の賦存状況を確認するのは困難なことが懸念された。

### 4 湧水圧による切羽管理手法について

#### 4-1 経緯

従来、地下水の存在が切羽を管理するうえで問題となる場合は、事前に水抜きボーリングで地下水を低下させた後に、切羽での探り穿孔にて湧水状況を定性的に把握する手法が主に取られている。しかし、先に述べた崩落事故の調査結果より推定された、局所的に分布する帯水層に対しては、長尺の水抜きボーリングでは湧水圧、湧水量の低下を十分に行うことができない。そのため、切羽周辺で局所的に分布する帯水層の湧水圧を定量的に把握することが、切羽の管理を行ううえで必要であった。

そこで、切羽前方の地質および湧水量・湧水圧の確認を目的とした長尺、短尺ボーリングと、切羽周辺に局所的に存在する帯水層の把握と水抜きを目的とした探り穿孔を組み合わせた掘削管理手法がトンネル委員会より提案された。そして、施工性などの検討を重ねた結果、富倉工区の掘削に際してこの管理手法を採用することとした。

#### 4-2 長尺・短尺ボーリング

##### 4-2-1 施工方法

長さ100～200mの長尺および短尺ボーリング

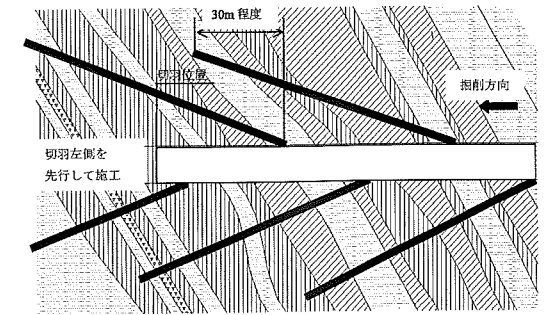


図-3 長尺ボーリング施工概要

(以下、これらを長尺ボーリングとする)で切羽前方の地質分布、帯水層の分布の確認を目的とする。湧水が確認された場合には、口元で湧水量、湧水圧を測定し、4-2-2で示す管理手法を用い切羽管理に反映させる。このボーリングの基本的な考え方は以下のとおりである。

- ① 全区間の地質状況を把握するために、前回のボーリングで把握した層準と同じ層準を次のボーリングで30m程度重複するように施工する。また、湧水が確認された場合には水抜き孔とする。
- ② 地質の傾斜や堆積状況などを考慮して、早期に地下水位の低下ができるような施工箇所を選定し、先行させて施工する。

先行して施工するボーリングの施工位置の決定は、できるだけ早い段階で地質を把握するために非常に重要である。富倉工区では大局的には地層はトンネル掘削方向に対し左側から出現する。このため、より早期に地下水位を低下させるために切羽に対して左側のボーリングを先行して施工することとした(図-3)。

##### 4-2-2 管理手法

長尺ボーリングでは、掘削の是非を判断するために、管理基準として限界動水勾配を考慮した。切羽前方のバルクヘッドを土塊(幅 $a$ ×高さ $a$ ×奥行き $L$ )とみなし、下記のように土塊に作用する水圧( $P_w$ )と水圧に抵抗する土塊の抵抗力( $F$ )のバランスを考慮し、管理基準とした(図-4)。

$$P_w = \gamma_w \times h_w \times a \times a$$

$$F = \gamma' \times (4h_c + 2a) \times a \times L \times \tan \phi + 4a \times L \times C$$

$a$  : 土塊(トンネル)断面辺長(m)  
 $L$  : 土塊長(バルクヘッド長)(m)  
 $\gamma_w$  : 水の単位体積重量(1.0tf/m<sup>3</sup>)  
 $h_w$  : 被圧水頭(m)  
 $h_r$  : 抵抗力に寄与する土かぶり厚さ(m)  
 $\gamma'$  : 土の水中単位体積重量(tf/m<sup>3</sup>)  
 $C$  : 土塊の粘着力(tf/m<sup>2</sup>)  
 $\phi$  : 土塊の内部摩擦角(°)  
 ここで、本来土かぶり厚に相当する鉛直力に対す

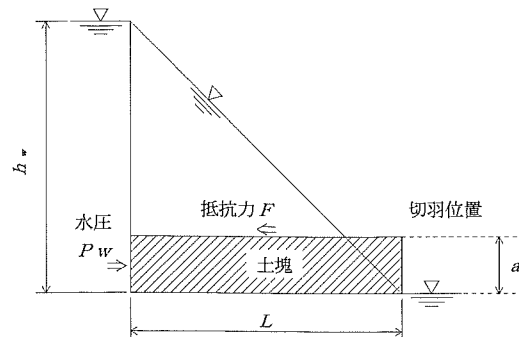


図-4 動水勾配模式図

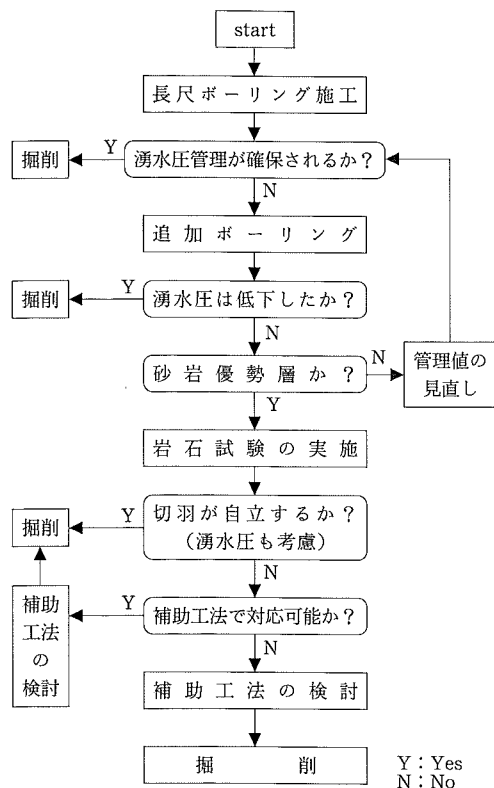


図-5 長尺ボーリング管理フロー

る摩擦力が抵抗力として見込まれるが、トンネル周辺での緩みや流出時の条件に関する検討実績が少ないことから安全側に考えて、土かぶり厚 $h_r$ はゼロとして評価した。

$P_w = F$ とすると、限界動水勾配( $I_c = h_w/L$ )は以下のようになる。

$$I_c = (4C + 2a \times \gamma' \times \tan \phi) / a \times \gamma_w$$

土塊断面辺長 $a$ をトンネル断面辺長の10mとし、また、未固結な土砂地山であることから、 $C=0$ 、 $\phi=30^\circ$ とすると限界動水勾配 $I_c$ は約1となる。さらに安全率を考慮し、 $L/h_w \geq 1.5$ を管理基準とした。つまり、水頭をバルクヘッド長の1.5分の1の高さまで低下させることとする。ただし、切羽前方の地山の状態が未固結な土砂地山と大きく異なる場合は、 $C$ 、 $\phi$ を見直して新たに管理基準を設定することとした。ボーリングの管理フローを図-5に示す。

### 4-3 切羽での探り穿孔

#### 4-3-1 施工方法

切羽での探り穿孔は長尺ボーリングでは捕らえられなかった、切羽周辺の局所的な地下水の有無を確認し、地下水が存在する場合には水位を低下させることを目的とした。長尺ボーリング同様に湧水量、湧水圧を測定し、4-3-2に示すように切羽管理に反映させた。先受け工に利用されているFIT(Fiber Reinforced Plastic Injection Tube)管を利用し、切羽の進行9mごとに、切羽断面内の上半両肩部と下半左右側壁付近の計4か所を標準的な計測位置として計測を行った(図-6)。削孔長は前方に高圧地下水が存在し、崩壊しやすい地層が分布する場合も切羽とその地層との間バルクヘッドとなりうるために15~20mとした。トン

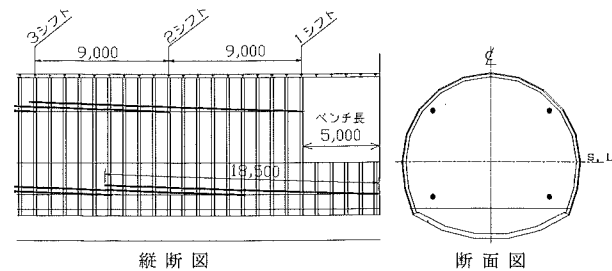


図-6 探り穿孔施工概要図

ネル委員会で示されたこの探り穿孔の基本的な考え方は以下のとおりである。

- ① 切羽が安定している場合も、前方の地質の不均質性に伴う局所的な地下水分布を確認するために常時施工するものとする。
- ② 新たに滴水の見られる箇所においても実施する。
- ③ 長尺ボーリングの結果により、実施位置や頻度などを変更する。
- ④ 高圧湧水が確認された場合には、掘削を中止し、必要な対策の検討を行う。

#### 4-3-2 管理手法

帯水層の水圧が地山に作用した場合に、未掘削延長がバルクヘッドとして抵抗できる抵抗力を確認し、切羽の安定を確保できるような管理値とする。『鉄道構造物等設計標準 都市部山岳工法トンネル』<sup>2)</sup>では、掘削時の切羽前方圧力水頭が切羽中心より+10m未満であることを砂質土地山の適用条件とし、+10m以上の場合は別途水位低下工などの検討を要すると記載されている。このことから、探り穿孔では湧水圧測定当初は、水頭で約10mに相当する湧水圧0.1MPaを管理基準として設定した。この基準値は暫定的なもので、データを蓄積することで、より適切な基準値の検討を行うこととした。

暫定の基準値で管理しながら掘削し、湧水による切羽の不安定化が認められた場合には、切羽安定化のための補助工法および水抜き工を行い、基準値の下方修正の検討を行うこととした。また、基準値を上方修正する場合には、分布する地山の湧水圧に対する抵抗性を、地山試料を用いた試験などにより別途評価する必要がある。

## 5 湧水圧管理による掘削実績

### 5-1 局所的な帯水層の評価実績

高崎起点151km541m地点における探り穿孔の上半右肩部で、管理基準値(0.1MPa)以上を記録した(図-7)。この地点での経過は以下のとおりである。

- ① 長尺ボーリングを施工しながら、事前に地

No.	湧水量 (ℓ/min)	湧水圧 (MPa)	記事
①	4	0	
②	約70	—	湧水圧測定不能
③	43	0.115	
④	4	0	
⑤	9	0.003	
⑥	2	0	
⑦	4	0	

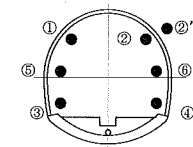


図-7 湧水量、湧水圧測定結果

- 下水位を低下させて掘削を実施していた。
- ② 掘削中に切羽数m手前のロックボルトが約20cm押し出されていることが確認された。
- ③ 再度、水抜きボーリングを施工したところ、多量の湧水が再噴出した。
- ④ 掘削を中止し、探り穿孔を施工した。上半右肩部以外ではほとんど湧水は確認されなかったが、上半右肩部の削孔中には高い湧水圧を確認し、約12m時点で削孔不能となった。
- ⑤ 切羽近傍より再度探り穿孔を行い、湧水量43ℓ/min、湧水圧0.115MPaを確認した。
- ⑥ 湧水圧が管理基準値を超えているため、 $L=30m$ の水抜きボーリングを2本施工した。
- ⑦ 水抜きボーリングの湧水量、湧水圧の低下を確認後、再度151km541mの上半右肩部で探り穿孔を行い、湧水量、湧水圧の減少を確認した後、掘削を再開した。

同地点における上半右肩部以外の探り穿孔では湧水はほとんど確認されなかったことから、地質が不均質であったと考えられる。また、この付近は長尺ボーリングで比較的多量の湧水(450ℓ/min)を確認した地層であり、長尺ボーリングにおいて十分に水位低下させることのできなかつた局所的な帯水層を、探り穿孔によって事前に確認することができたものとする。

### 5-2 崩落部付近での地下水管理への適用

崩落部を掘削するための補助工法として、薬液注入工法を採用した。そのため、薬液注入が確実に施工できる地点まで掘削する必要があった。ここでは、注入切羽までの掘削実績について述べる。

#### 5-2-1 崩落部付近の地質状況

前述した崩落原因を究明するための地質調査の

結果、崩落部付近に3つの断層(長野側からF1, F2, F3断層)が確認された(図-8)。崩落部はF1断層とF2断層に挟まれた部分(Ⅲユニット)にあたり、固結度が低く、高い地下水位を有する砂層(Ⅲ<sub>css</sub>)の分布が判明した。また、F2断層とF3断層に挟まれた部分(Ⅱユニット)でも、同様の砂層(Ⅱ<sub>css</sub>)が確認された。

5-2-2 Ⅱユニットの水抜き工の実施

Ⅱ<sub>css</sub>においてボーリング掘削中に土砂の噴出が発生した。湧水量が最大600 l/min、湧水圧が1.0 MPaの地下水を確認した。また、上倉工区からトンネル掘削断面内に実施したコアボーリングにおいても、Ⅱ<sub>css</sub>が分布する151km150m付近で土砂の噴出が確認された。そのため、崩落部から130m程度、上越方の安山岩層が分布する区間で掘削を一時中断し(151km203m)、水抜きボー

リングによるⅡ<sub>css</sub>の水圧低下を実施した。

Ⅱユニットは難透水層となる断層に挟まれており、局所的な溜まり水の存在が懸念された。そこで、図-9に示すようにトンネル全周に7本の水抜きボーリングを配孔し、広域的な地下水位低下を試みた。その結果、ボーリング湧水量は最大で100 l/min以下であり、湧水圧は0.1MPa以下であった。また、ボーリング孔からの湧水量も時間とともに減少したことから、Ⅱ<sub>css</sub>の地下水位は十分に低下したことが確認された。

5-2-3 崩落部の高い地下水位に対する対策

崩落部周辺に設置した水位観測井の水位データから、崩落部の水位は恒常的にトンネル天端上方100mと高い位置にあった。湧水圧に対する切羽の安定性の観点より、注入切羽を決定するために必要なプラグ長の検討を行った。

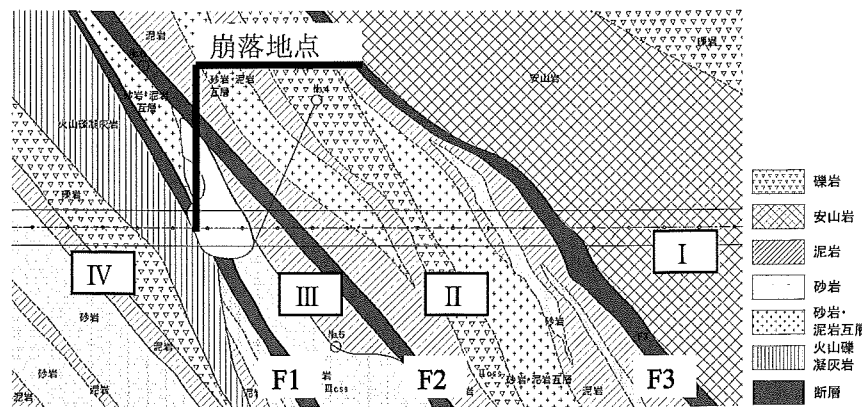


図-8 崩落部付近の地質平面図

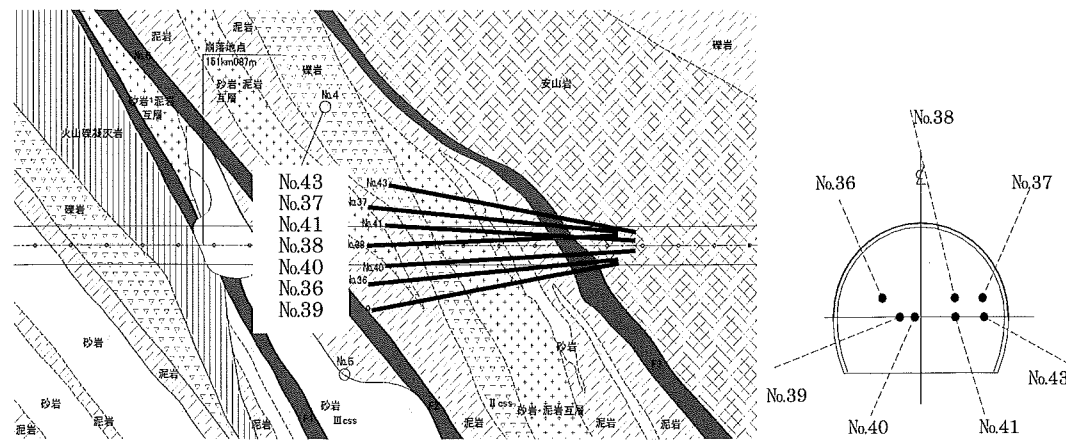


図-9 長尺ボーリング施工状況(151km203m)

崩落地点より上越方は泥岩優勢層であることから、粘着力Cと内部摩擦角φを再検討した結果、崩落部(151km087m)より54m(151km141m)まで掘削可能であるという結果を得た。また、崩落部を対象とした注入切羽である151km127m(崩落部

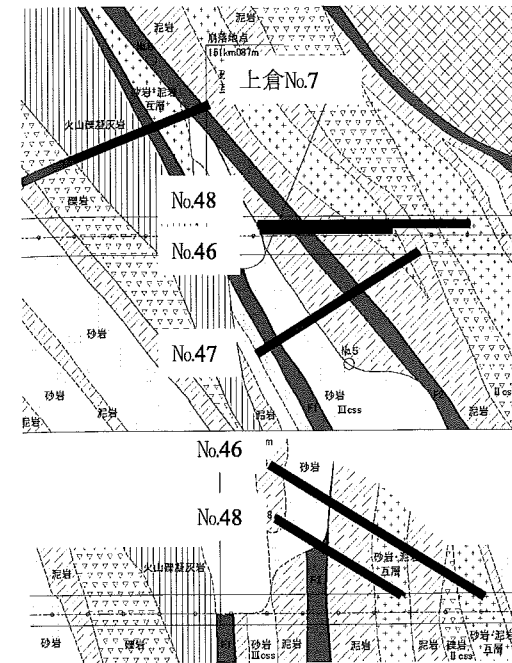


図-10 崩落部付近長尺ボーリング施工状況

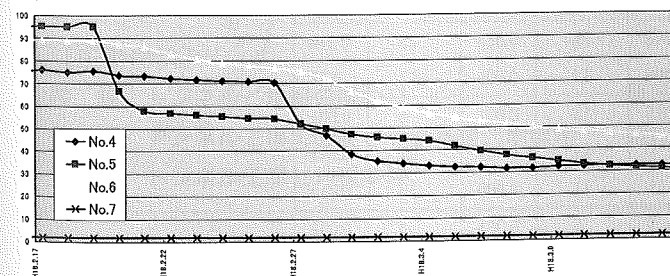
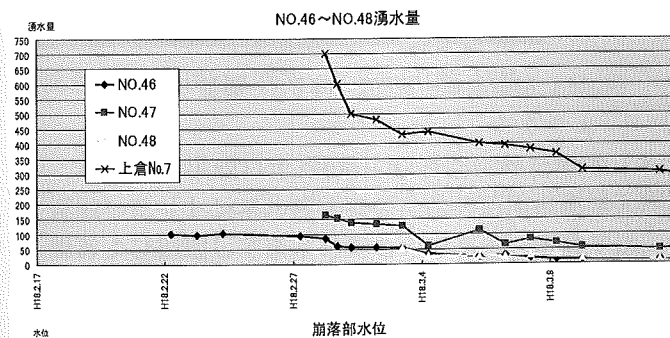


図-11 ボーリング湧水量と崩落部水位変化状況

(151km087m)より40m)まで掘削するために、崩落部の地下水位をトンネル天端から65m上方まで低下させる必要があることが判明した。

探り穿孔による切羽での湧水圧測定を継続して実施しながら、切羽を進めたが崩落部周辺に設置した観測井の水位に顕著な水位低下が認められなかった。そのため、崩落部(Ⅲ<sub>css</sub>)を対象として新たに水抜きボーリングNo.46~48を実施し、加えて上倉工区からも水抜きボーリングを実施した(図-10)。このときの各ボーリングの湧水量と崩落部の水位低下状況を図-11に示す。ボーリングNo.46を施工すると、崩落部のボーリングNo.5は急激に水位が低下したが、その他のボーリングの水位はそれほど低下しなかった。そのほか、ボーリングNo.47および上倉工区のボーリングは崩落部のボーリングNo.4,6に、ボーリングNo.48は崩落部のボーリングNo.5に主に影響を与えた。これは、難透水層としての断層に挟まれたユニットごとに地下水位が異なっていることを示しており、異なる帯水層が複雑に分布していると判断された。坑内から新たに施工したボーリングにより、崩落部の水位はトンネル上方65mより低いレベルまで低下したことから、注入切羽まで掘削が可能と判断した。

崩落部の水位低下を水抜きボーリングにより行い、探り穿孔による切羽近傍の地下水の有無の確認を行いながら、平成18年3月8日に注入開始切羽まで掘削を完了できた。なお、注入切羽到達時には、崩落部周辺のすべての水位観測井の水位は、トンネル天端から上方に約30~45m程度まで低下させることができた。

6 湧水圧測定結果のまとめ

6-1 長尺ボーリング結果

長尺ボーリングの測定結果の一部を表-1に示す。これまでに実施した長尺ボーリングの湧水量の傾向は以下のと

おりである。

- ① 先行させている左側のボーリングで多量の湧水が確認されているのに対し、後から施工する右側のボーリングでは湧水量、湧水圧が低い。
  - ② 前回のボーリングで達していない層において、多量の湧水が確認される。
- 以上のことから、長尺ボーリングによってトン

表-1 長尺ボーリング結果

No.	施工キロ程	削孔長 (m)	湧水量 (ℓ/min)	湧水圧 (Mpa)
1	151km840m L	200	850.0	0.700
11	151km608m L	200	173.0	0.340
16	151km475m L	100	90.0	0.207
17	151km440m L	120	340.0	1.500
18	151km428m L	120	390.0	1.011
19	151km412m L	116	930.0	1.513
20	151km396m L	110	900.0	1.300
21	151km396m R	165	209.0	1.043
22	151km385m L	110	1,400.0	1.250
23	151km360m L	200	5,000.0	1.100
24	151km360m R	160	297.0	0.640
25	151km360m L	100	1,740.0	0.820
26	151km355m R	105	583.0	0.160
27	151km358m T	100	7.5	-
28	151km352m R	136	1,500.0	0.310

※L：切羽左側，R：切羽右側，T：天端

ネル周辺の広域的な地下水位低下を確認することができたと考えている。

### 6-2 切羽における探り穿孔による湧水圧を用いた切羽管理の結果

探り穿孔の測定結果の一部を図-12に示す。同図から以下のことがわかる。

- ① 湧水量が少なくても比較的高い湧水圧を示す場合がある。原因としては、透水性の低い地層が高い水頭を有して帯水している場合や、地下水が被圧している場合などが考えられる。
- ② 同じ切羽において1か所のみ湧水量や湧水圧が高い場合や切羽ではほとんど湧水が確認できない地点でも、天端部や肩部、ロックボルトから湧水が認められることから、地質の不均質性に伴い地下水が局所的に存在していると考えられる。

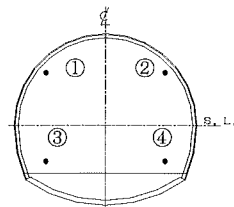
以上より、水抜きボーリングでは低下させることのできない局所的な帯水層を、切羽における探り穿孔で把握でき、また湧水圧の有無を定量的に評価できた。また、探り穿孔は先受け工や鏡止めボルトを利用して、切羽周辺の水圧管理を行うため、新たに別途削孔する必要がなく、補助工法の一環で簡易に施工できた。

## 7 おわりに

長尺、短尺ボーリングおよび切羽での湧水測定

キロ程	上半左①		上半右②		上半左③		上半右④	
	湧水量 (ℓ/min)	湧水圧 (MPa)	湧水量 (ℓ/min)	湧水圧 (MPa)	湧水量 (ℓ/min)	湧水圧 (MPa)	湧水量 (ℓ/min)	湧水圧 (MPa)
151km657m	17	0.033	0	0	9	0.003	34	0.019
151km639m	4	0.003	1.4	0.002	12	0.008	13	0.005
151km621m	2	0.001	47	0.076	4	0.001	10	0.002
151km612m	13	0.002	20	0.041	0	0	0	0
151km603m	0	0	10	0.048	25	0.012	25	0.010
151km567m	6.5	0.008	7.2	0.009	8.1	0.009	13.3	0.01
151km549m	0	0	53	0.075	13	0.001	5	0.001
151km537m	0	0	0	0	4.7	0.001	7.2	0.001
151km393m	1	0	0	0	11	0.005	18	0.013
151km366m	0	0	0	0	5	0.001	4	0.001
151km316m	0	0	0	0	0	0	0	0

図-12 探り穿孔測定結果



断面図

を施工サイクルの中に組み込んだ、湧水圧による切羽の管理手法は、常に前方地山の地質性状と切羽周辺の地下水の有無を把握できるため、長期的な対策と切羽での対策を検討するうえでは非常に有効であった。

この湧水圧にもとづく切羽管理手法の開発に伴い、多量の地下水を有する固結度の低い地山におけるトンネル掘削の際に、崩落の要因となる切羽周辺の地下水の存在と湧水圧を的確に評価し、地下水位を十分低下させて、より安全に掘削を行うことができると考えられる。地質条件が著しく変化する地山や、帯水層による切羽の不安定が懸念される地山などのトンネルの掘削において、ボーリング(長尺、短尺)による水抜きと切羽での探り穿孔時の湧水圧測定にもとづく切羽管理を用いる

ことで、低コストで安全な掘削を行うことができると考えられる。

なお、本稿で述べた湧水圧にもとづく切羽管理手法は、鉄道・運輸機構と鉄道総研の共同で特許出願中である。最後に本工程の掘削にあたり、多大なご助言をいただいた足立紀尚・京都大学名誉教授をはじめとする「飯山トンネル他特別委員会」の委員の方々にここに記して謝意を表します。

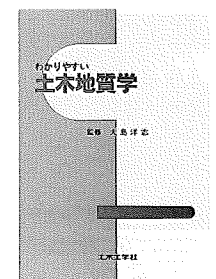
### 参考文献

- 1) 柳沢幸夫・金子隆之・粟田泰夫・釜井俊孝・土谷信之：飯山地域の地質，地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)，地質調査所，2001。
- 2) (財)鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 都市部山岳工法トンネル(国土交通省鉄道局監修)，pp.47-49，2002。

### 【好評発売中】

## わかりやすい土木地質学

大島洋志 監修 B5判 209頁 本体価格 2,500円 円340円



本書は、平成11年3月号より17回にわたって「トンネルと地下」に連載した「トンネル技術者のための応用地質学入門」をベースに、加筆および整理してまとめたものである。本書では、最新のトンネル技術、地質学、ならびに、地質調査法などを挙げ、学生から実務者まで広範に満足させる内容となっている。

#### 〔主要目次〕

- 序編 トンネルと地質の関わり
- 第I編 トンネル工事に必要となる基礎的地質学
- 第II編 トンネル工事と地質条件
- 第III編 地質調査法
- 第IV編 工事を対象とした地質調査の進め方



〒162-0832 東京都新宿区岩戸町16メイジャー神楽坂  
電話 (03)3267-2888 (代) 振替00110-8-190072



## 「日本の原風景」庄内より

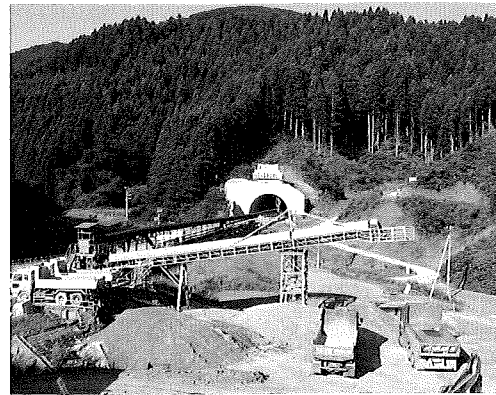
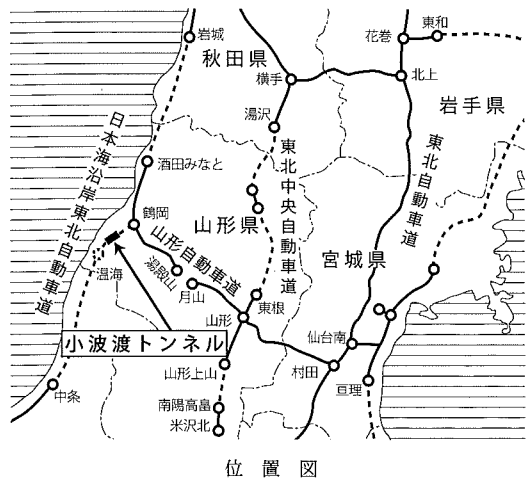
徳永正夫

山形県の西部に位置する庄内地方は、広大な庄内平野があり、南に月山、北に鳥海山を望み、その両峰を水源とする豊富な雪解け水は田畑を潤し、江戸時代より米の大産地として有名である。この地方は古くは庄内藩(正式には鶴岡藩)といわれ江戸初期に藩主として徳川四天王のひとりである酒井忠次の子孫が13万8千石で入封し、代々治めてきた。

また、豊かな自然と古き良き日本の原風景が残っていることや、鶴岡市出身の時代小説作家・藤沢周平の作品背景でもあることから、その映画化にあたり多くのロケが行われている。NHKのドラマの後に映画化された『蝉時雨』や『たそがれ清兵衛』などがそうである。藤沢文学のなかでは、庄内藩は架空の海坂藩として描かれており、その文中の繊細な情景描写に合う気候風土やたたずまいなどが制作者をひきつけている。

鶴岡市は平成17年10月11日に藤島町・羽黒町・榎引町・朝日村・温海町と合併し面積が1,311.49km<sup>2</sup>(東京都の6割強)となり、月山の頂上から庄内浜までの広大さで全国4番目、東北地方ではもっとも広い市となっている。

われわれが工事を進めている三瀬・小波渡・堅苔沢地区は近くの由良地区を含めて昭和30年に鶴岡市に編入されるまでは、豊浦村といわれており、海岸は岩礁や砂浜が連続し、四季を通じての磯釣りや夏の海水浴



北側坑口と連続ベルトコンベヤ設備

はとくに賑わいを見せ、春には山菜採りも多い。そして、西日本では旬が過ぎたころの5月過ぎから出回るこちらの孟宗竹は、この地区や湯田川地区が北限となっており、シーズンには朝市で朝採りの孟宗を買求める地元の方々の姿が見受けられ、それを使用した味噌仕立ての孟宗汁は美味である。

また、この地区に鎮座している気比神社は地元の方々のルーツの一つである福井県敦賀市の気比神宮より勧請したものであり、毎年4月12日の大祭の日には地区民が総出で祭りに参加し、若衆による「走り御輿」はとくに勇壮である。この日は私たちも仕事は休日として(工所用資材の搬入路が祭りの主会場となる)お祭り見物に参加している。

さて、小波渡トンネルは新潟市を起点として日本海に沿って青森に至る日本海沿岸東北自動車道の一部として新直轄方式で施工しており、内容は2,496mのトンネルと775mの明かり工事で、平成17年の6月より機械掘りで本格的に掘進を進めている。今までに3回の大量湧水(未だ湧水帯を掘進中)や地山崩落、膨張性の地山の掘削など、当初考えていた以上に厳しい山ではあるが、連続ベルトコンベヤによる排土の採用など、事業主体者・発注者・関係各位の指導のもと、環境や作業員にも優しく、安全な施工を目指し、頑張っている。(五洋・熊谷小波渡トンネル工事特定建設工事共同企業体所長)

# 施工

## 中折れ式大断面シールドの急曲線到達とUターン再発進

—首都高速中央環状新宿線 本町シールド—

首都高速道路(株)計画・環境部事業計画グループ担当マネージャー 原田哲伸  
 首都高速道路(株)東京建設局設計第一グループ上級メンバー 寺島善宏  
 飛島・三井住友・日本国土共同企業体現場代理人 篠原浩史  
 飛島・三井住友・日本国土共同企業体工事主任 北浦健

### 1 はじめに

首都高速中央環状新宿線は、目黒区青葉台4丁目から板橋区熊野町までの約11kmの自動車専用道路である。このうち本工事は、新宿区西新宿4丁目の西新宿立坑から渋谷区本町3丁目の本町立坑までの約760mの区間に大断面双設トンネルを泥水式シールド工法により構築するものである(図-1)。

本シールド工事は、環状第6号線(山手通り)内回り側を西新宿立坑から掘進を開始し760m先の本町立坑に到達させ、立坑内でシールドをUターンさせた後、本町立坑(写真-1)から外回り側を掘進する往復1,520mのシールド工事である。

また、当該区間には、中央環状新宿線と首都高

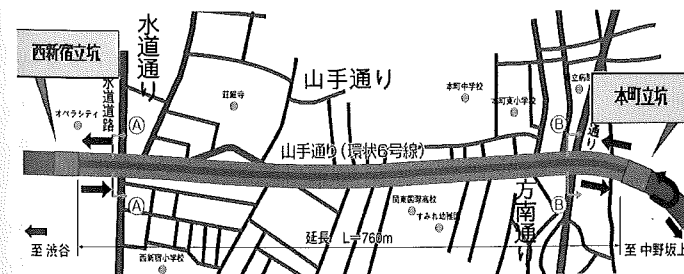


図-1 位置図

速4号線を接続する西新宿JCTの新宿北連絡路がシールド本線に分合流する区間があり、シールドトンネルを開削工法、非開削工法で切り開いて接続する工事がある(図-2,3)。

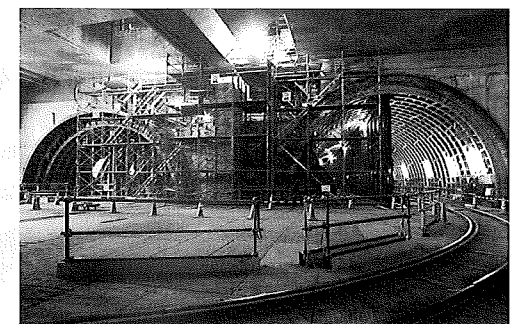


写真-1 本町回転立坑

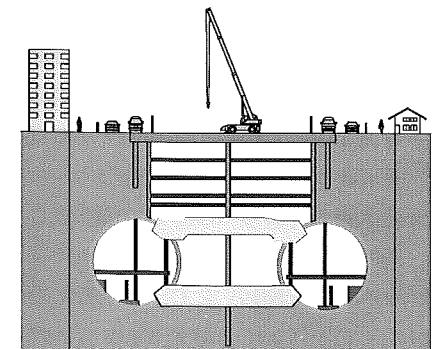


図-2 開削切り開き断面

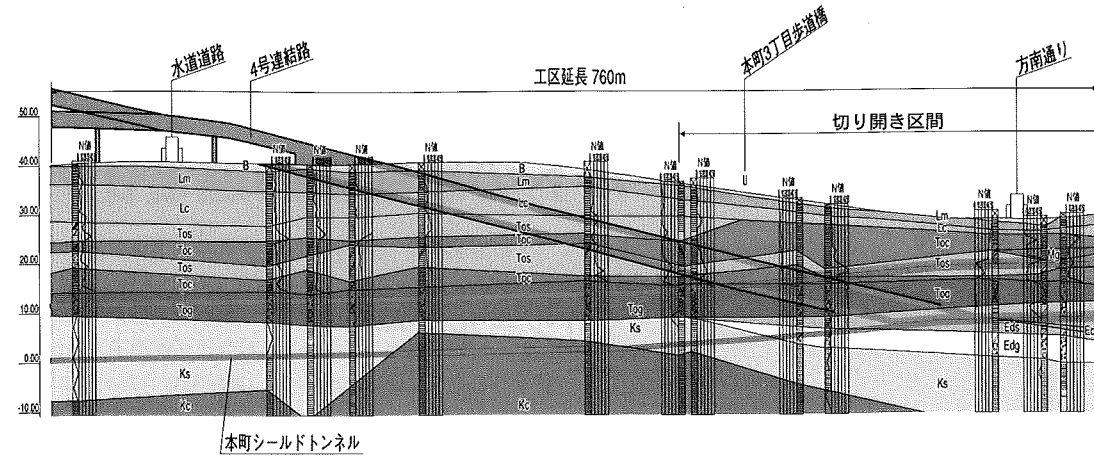


図-3 シールド縦断面図

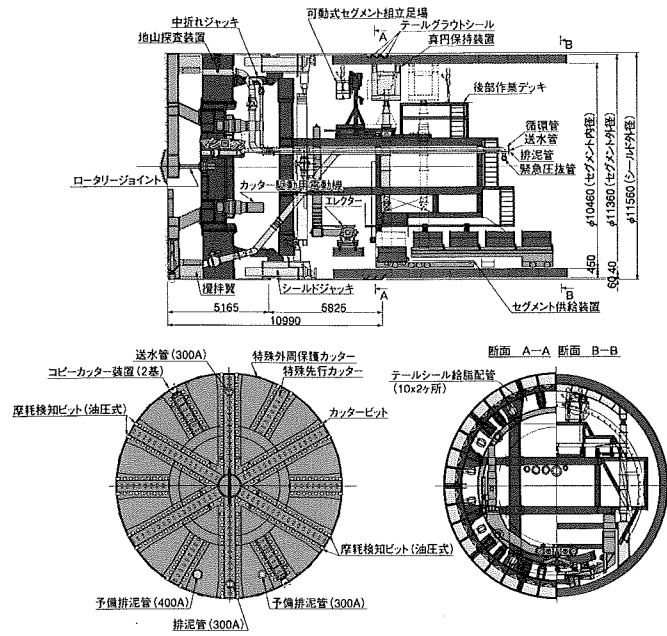


図-4 シールド概要図

1-1 シールド工事の概要

シールドは、外径φ11.56mの泥水式シールドであり、総推力126,000kN、最小半径270mに対応可能な中折れ機構を装備している(図-4)。

- セグメント外径 φ11.36m
- 最大土かぶり GL-27.0m
- 最小土かぶり GL-8.0m
- セグメント種類 RC 587リング
- 鋼殻 245リング
- DC 233リング

1-2 地質概要

シールドが通過する断面の土質は、トンネルの上半部は径300mm大の玉石を含む東京礫層で、下半部は東京層および上総層の砂層である。東京礫層は地下水が多く、粒径がそろった崩壊しやすい地層であるため、逸水対策と切羽の安定を維持するため泥水が劣化しないよう泥水管理に配慮した。

2 小土かぶり東京礫層下におけるシールド掘進

当該工事のシールド掘進における施工上の留意点として、①最小土かぶりが8.0mと小さいうえ、途中切り開き工区がありその掘削作業と同時期に掘進するため、この区間も小土かぶりとなること、②東京礫層は玉石が多い地層であるため、シールド掘進時の閉塞などによる工程遅延リスクに対する対策が必要である(表-1)。

掘進の管理として切羽水圧は、主働土圧+シールド中心間隙水圧+予備圧(0.02~0.03MPa)を管理値とした。一方、切り開き区間の小土かぶり部については、あらかじめ予備圧を0.01MPaと低く設定して掘進を行い、路面の沈下測量、地上の監視結果、逸泥量により0.01MPa単位で増加させ(最大変動圧0.03MPa)、切羽が安定する切羽水圧

表-1 シールド掘進と切り開き工程表

	平成16年			平成17年										
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
切り開き工区1	一次掘削													
	二次掘削													
切り開き工区2	一次掘削													
	二次掘削													
切り開き工区3	一次掘削													
	二次掘削													
シールド掘進														
シールド回転工														

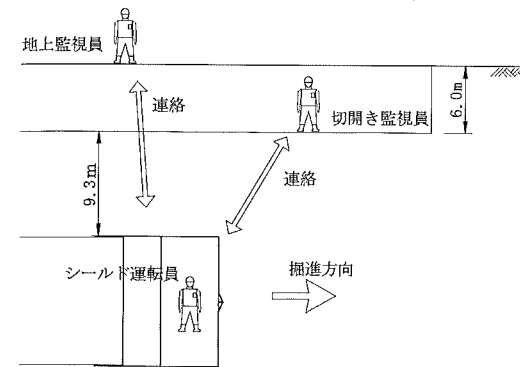


図-5 小土かぶり区間における切り開き掘進時の連絡体制

を調整した。

小土かぶり区間における切り開き工区での掘進は、泥水が噴発しやすく地盤が崩壊するリスクが高ことから、シールド運転員、切り開き監視員、地上監視員の連絡を密に取り、入念な後続沈下測量や泥水逸水量監視を行い掘進した(図-5)。切り開き工区の掘削はシールドの通過前に、約6m掘削を行いシールド通過時は土かぶり9.3mであった。

また、この掘進区間は、隣接する中高層建築物の基礎と同深度を掘進するため、振動・騒音に配慮し夜間の作業を抑制しながら施工を行った。

流体輸送設備は掘進中に閉塞が生じた場合、切羽泥水圧が急激に上昇し、泥水の噴発や路面への影響が懸念されるため、以下の切羽圧変動対策を講じた。

- ① 送泥側緊急圧抜き弁PV1、排泥側緊急圧抜き弁PV2の設置
  - ② バイパスバルブへのアキュムレータ設置
  - ③ 機械式緊急圧抜き弁(ウォーターハンマープロテクタ)
  - ④ 礫対応流体輸送ポンプインペラの使用
- 礫地盤の玉石対策としては、処理プラント設備にトロンメルを装備させ一次処理を行う振動篩に排泥が輸送される前に礫の荒取りを行い振動篩への負担を軽減させた。

3 曲線到達とシールド回転、曲線再発進

3-1 曲線到達

当該工事の路線線形は、内回りトンネル到達部R=284m、外回りトンネル再発進部R=305mの曲線到達・再発進になっている(図-6)。

一般に、シールドは曲線部を掘進する場合、曲線半径に応じてコピーカッターや中折れを使用しながら掘進する(図-4)。

内回りトンネルの到達は曲線半径Rが小さくコピーカッター・中折れ装置を使用しながらの到達となる。ここで課題となるのが中折れを使用したまま到達しシールドを引き抜くことである。

まず曲線部コピーカッターによる余振りによりテールボイドが増大しシールド中心がエントランスに対し偏心する。このため本町立坑に到達したとき

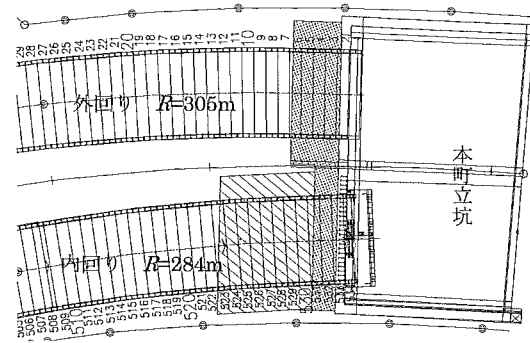


図-6 到達・再発進立坑平面図

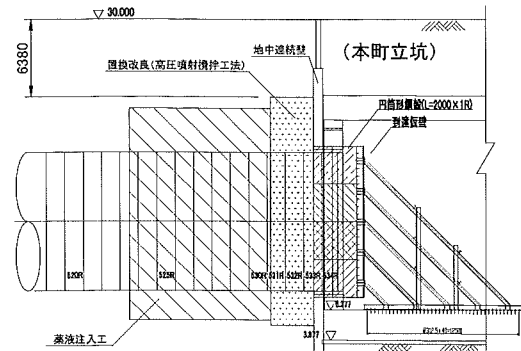


図-7 到達部の仮壁側面図

の湧水量が増える恐れがある。また、曲線到達したシールドの引き抜きをどのように行うかということである。図-7に到達部の仮壁側面図を示す。

前者については本町立坑に円筒形鋼殻・仮壁設置時にあらかじめ薬液注入用バルブをエントランス周辺につけておき、シールドが到達し、仮壁撤去時に円筒形鋼殻内の湧水量・圧力を確認する。この結果、湧水量が多い場合には設置してある薬液注入バルブより補足注入を行えるよう止水対策を準備して到達させた。

また、後者は、立坑内でのシールドの受けをどのように行うかである。中折れを戻さないままシールドを引き抜くためには曲線にあった受け架台を製作し立坑内に曲線に沿って設置する方法が考えられるが、中折れ装置を使用した状態ではシールドの安定が悪く、重心の位置が明確にわかりにくいことや曲線架台の製作時間・コストが大きいことから中折れを徐々に戻しながら受け架台に載せる方法を採用した。

施工手順としては、まず、到達部の仮壁撤去後

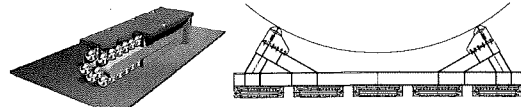


図-8 ボールスライダー模式図

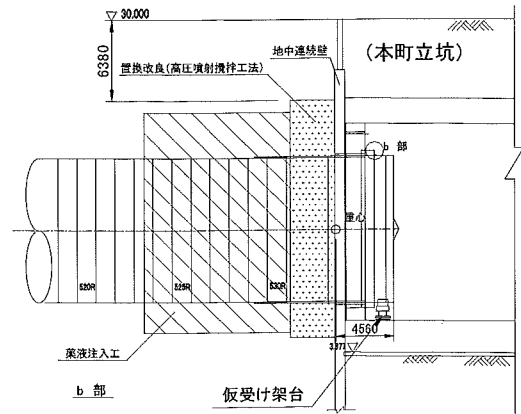


図-9 中折れ戻し図(仮受け架台)

に止水パッキンを取り付けることにより止水対策を行った。次に、中折れを戻すためにボールスライダー(径90mmの鉄球を60個収納した鉄箱)を取り付けた仮受け移動架台を設置した。

ボールスライダーは移動方向が前後左右自由に動くことができる移動式箱台車のようなもので、架台の下に取り付けるだけの簡単な構造であり、作業床に鉄板を敷設することにより使用できる工法である。

シールドの回転方法はさまざまな方法がこれまで実施されているが、狭隘な立坑内で中折れを戻し、シールドを回転するためにはボールスライダーを使用する方法が最適と判断した(図-8)。

立坑内でシールドを空押ししながら徐々に中折れを戻し、仮受け架台に重心が移行する前に中折れを完全に戻しシールドを元の状態にする(図-9)。

中折れ装置を元に戻した状態で本受け架台に載せ、仮受け架台、止水パッキンを撤去する。本受け架台はシールドが架台レール上を滑りやすくなるようにグリスを塗布しておき、止水パッキン撤去後の湧水を十分に確認しておきシールドを空押

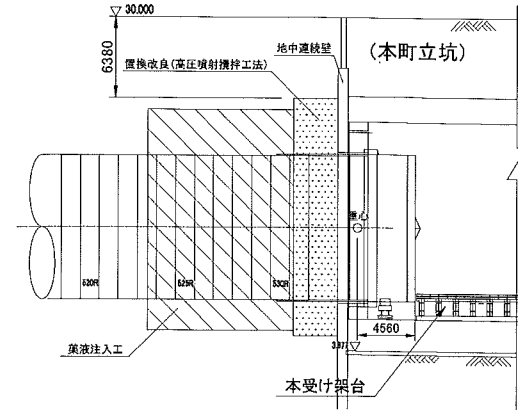


図-10 本受け架台設置図

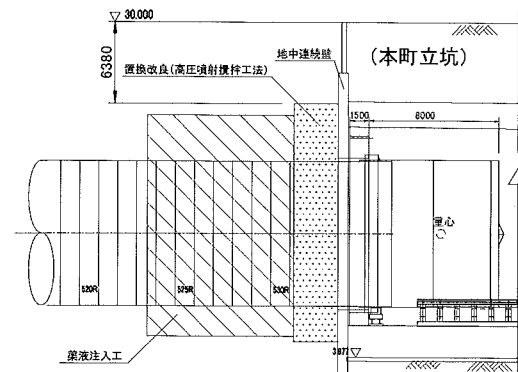


図-11 シールド空押し架台移動

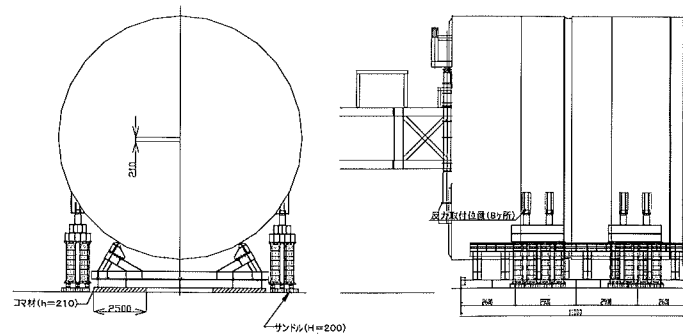


図-12 シールドジャッキアップ(ボールスライダーセット時)

しし、湧水量に応じて坑口より薬液注入を行った(図-10, 11)。

### 3-2 シールド回転

本受け架台に載せた後、シールドを架台に固定しシールドを回転するための艀装を行う。まずシールドと架台を一体でジャッキアップし、ベント材を設置した後、架台の下にボールスライダーをセットする。

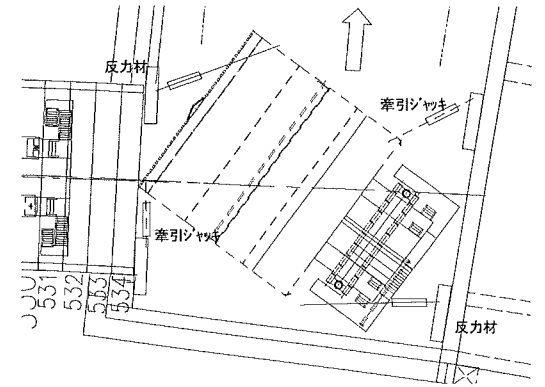


図-13 シールド回転

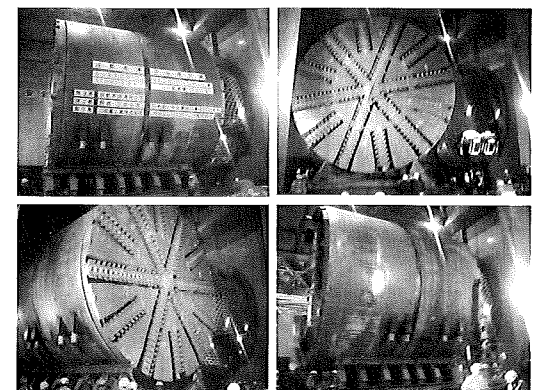


写真-2 シールド回転状況

その後シールドを架台に固定し、前胴と後胴が動かないように中折れ部の中胴を固定する。カッタディスクも回転しないよう架台に固定しておく(図-12)。

シールドの回転は立坑内に回転用反力材を取り付け牽引ジャッキ4台にて180度回転させた。1台あたり1,000kNの牽引ジャッキを使用した

が実際回転時に使用された力は700~900kNであった。つまり総牽引力4,000kN程度で回転し、約7時間で20,000kNのシールドの回転作業を終えることができた(図-13, 写真-2)。

回転作業が終了した後、外回り側発進位置まで牽引ジャッキで横移動させる。

再発進の位置は内回り側より1m高くなるため所定の位置に移動完了後、さらにシールドをジャッキアップさせて発進架台の下に補足架台を組み立



写真-3 シールドの再発進位置へのセット

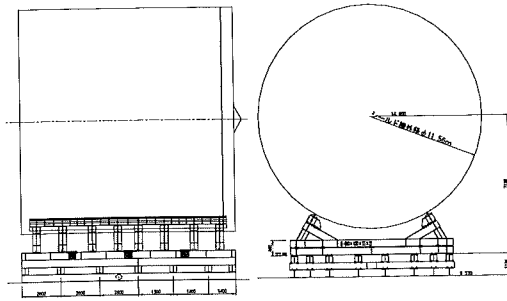


図-14 シールド架台嵩上げ図

て、発進位置にセットした(写真-3、図-14)。

### 3-3 曲線再発進

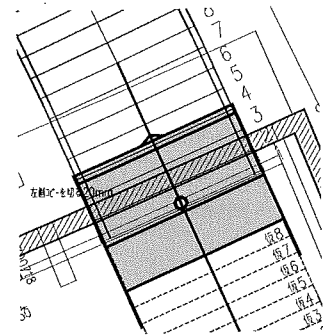
外回りはR=305mの曲線発進になっているが、後述する理由から中折れを使用した状態で発進することができないためシールド機長分進んだ曲線の位置と発進エントランス中心位置を結んだ直線に沿って掘進することとした。しかしながら線形を確保することは必要条件であるため、シールド掘進は直線的に行うが、セグメントの組み立ては設計で算出した曲線に従って組み立てるものとした(図-15)。

シールド掘進は、常に曲線の内側にシールドが位置するよう管理し、テールクリアを確保した。

曲線発進のとき中折れを使用できない理由は、シールド重心位置が地山に貫入するまではシールド全体の安定が悪いためである。以下に再発進時のシールド掘進を示す。

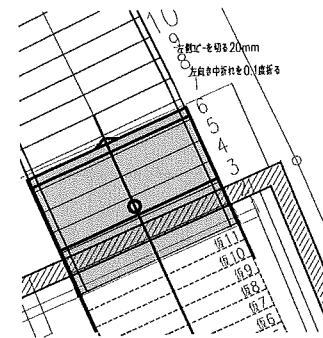
重心が地山に入った時点でまずコピーを切りはじめ、中折れ使用準備に入る。そしてコピー掘進で中折れが使用できるオーバーカットを確保したときに中折れを徐々に使用していく。中折れを徐々に曲げていくのはセグメントとシールドのテールクリアランスを急激に変化させないためである(図-16)。

中折れを曲げていきシールド機長分掘進が完了



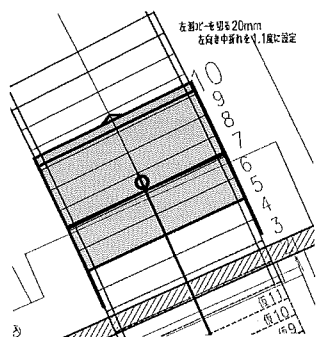
シールド重心が立坑内にある段階、コピーカットでテールクリアを確保する

図-15 再発進平面図



シールド重心が地山に入った段階

図-16 中折れ装置使用時のシールド位置図



シールド機長分の掘進が完了した段階

図-17 所定の中折れ角度使用時のシールド位置図

した段階で所定の中折れ角度にする(図-17)。

### 3-4 外回り到達

西新宿立坑到達部の外回り側には立坑連壁背面にグラウンドアンカーがあり、掘進の支障となることが予想されていた。そのためシールド製作時にカッタディスクの開口率を25%にし、チャンバ内攪拌翼方式を使用することにより礫地盤掘進におけるチャンバ内閉塞およびグラウンドアンカー

ワイヤ絡みにより閉塞する可能性を軽減させるようにした。

当初、西新宿立坑到達工ではシールドが連壁に到達してから鏡切りを行い、立坑内に再掘進させる設計であった。しかし、地下40mの高水圧下で連壁撤去が完了するまでシールドを停止させることは多大なリスクを伴うとともに、工程上も日数を要す。そこで鏡切りを下端から4分割施工で貧配合モルタルに置換しながら、鋼殻蓋を取り付けた隔壁構造とした。これにより最終到達位置まで停止することなく掘進できたため、異常出水などのトラブルもなく、工程も2週間余り短縮することができた。

図-18に到達部の断面図を、到達したときのカッタディスクの様子を写真-4に示す。攪拌翼がアンカーワイヤを絡みとり排泥バルブにワイヤが閉塞することなく到達することができた。

チャンバがアジテータ方式の場合、アンカーワイヤが絡んでしまい閉塞する可能性があるため、本工事の施工にあたっては事前に上記リスクを考慮して、排泥バルブにワイヤが閉塞しない限り掘進できる利点がある攪拌翼方式を採用した。

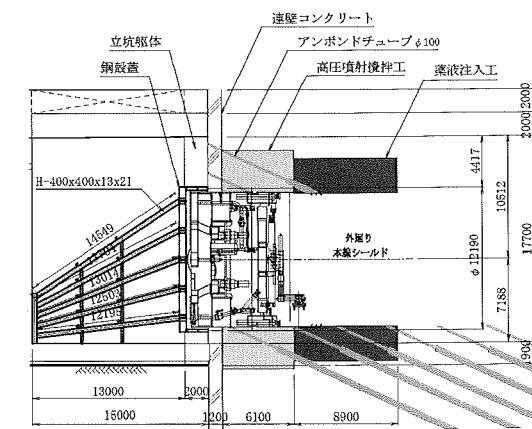


図-18 到達仮壁断面図

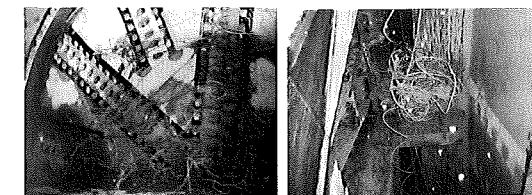


写真-4 到達時のカッタディスク

## 4 シールドの姿勢制御と同時掘進 (ロスゼロ工法の採用)

### 4-1 シールド姿勢制御

当工事のシールド掘進管理として推力の変化に対し、ジャッキの圧力制御とモーメント調整によりシールドの姿勢を制御するシステム(FLEX)を採用した。この方式は、各ジャッキの圧力を連続的に調整して任意の推力勾配を作り、シールドの姿勢を制御するものであり、既に30件以上の実績がある確立した技術である。図-19は推力制御の概念図である。θ方向を最大値とし半径(r)に比例した勾配の推力分布を定義して各ジャッキの推力を制御する。

$$P_i = 1 + \left\{ \frac{(\phi_i - \theta) + 1}{2} - 1 \right\} \times r \quad (1)$$

P<sub>i</sub> : ジャッキ推力

i : ジャッキ番号

φ<sub>i</sub> : ジャッキの取り付け角度

上記の方向と勾配を変えることによりシールドの姿勢を自由に制御することができる。

図-20は姿勢とジャッキ操作点の関係を示した

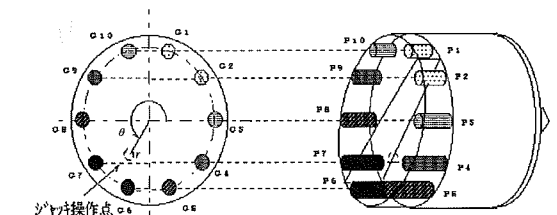


図-19 圧力制御の概念図

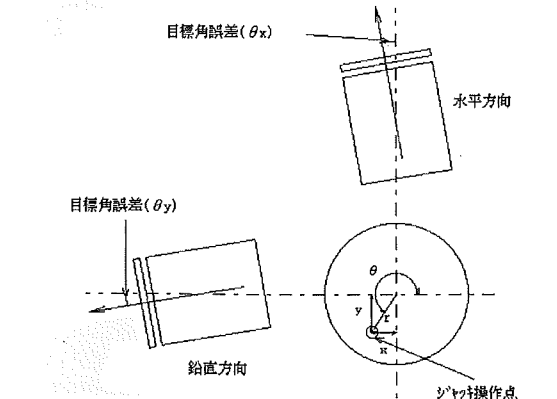


図-20 姿勢とジャッキ操作点の関係

ものである。ジャッキ操作点の  $r$ ,  $\theta$  は、目標方向に対する水平、鉛直方向の姿勢偏差  $\theta_x$ ,  $\theta_y$  から求まる。

掘進にはこのシステム(FLEX)とジャイロを使用した自動測量システム、線形管理システムの3つを使用した。

具体的には、1リングごとの座標を線形管理システムに反映させておき、シールドはジャイロ値を基準にその設計線形の座標に向かい、シールドジャッキの圧力を制御し掘進することから、手動ジャッキ選択操作が不要になる。また、ジャッキ推力がセグメントに対し、点でなく面で当たることから、セグメントに対して片押しによる割れ・クラックを軽減することができる。

シールドの位置管理は、直線部は前胴、後胴が同じ方向角で、その方向角と距離により管理する。一方、曲線部は前胴、後胴の方向角が異なるがシールドは前胴方向角とその距離にて管理し、中折れ

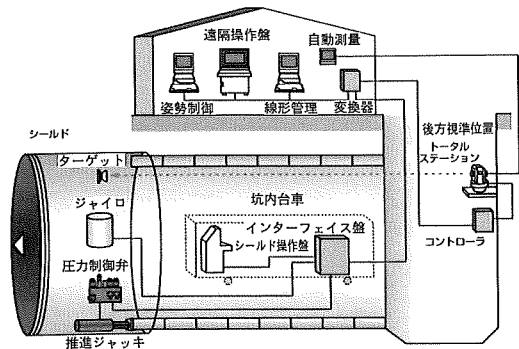


図-21 システム概念図

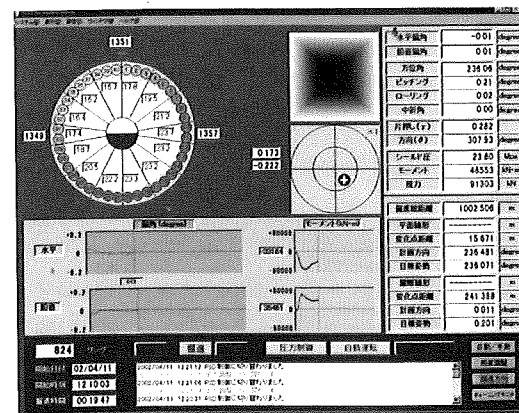


図-22 姿勢制御モニター

による余掘りのコピー量も自動算定して掘進することができる。

また、セグメントとシールドのテールクリアランスからセグメントの潰れ状態の把握が可能となり、セグメントの割り付けシミュレーションをすることができ、より正確に設計線形にあわせた掘進をすることが可能である。これにより通常の日常基線測量の回数を減らし、シールド管理の迅速化・省力化を図った(図-21, 22)。

4-2 ロスゼロ工法

施工期間を短縮するために、掘進と同時にセグメントを組み立てる工法(ロスゼロ工法)を採用した。

当工事で使用しているKセグメントは、トンネル軸方向から挿入する構造である(図-23)。これはくさび効果により自重による落ち込みを防ぐもので、中口径以上のシールド工事で広く採用されている。この軸方向挿入式セグメントを用いた工事では、図-24に示すようにセグメント幅の約1/2~1/3の挿入代が必要であり、常にシールドのテール部には余分な空間が存在する。

そのため、Kセグメント以外のセグメントの組み立て空間は早期に確保されることになり、掘進

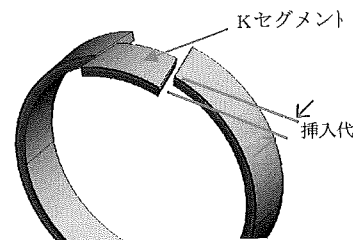


図-23 セグメントの挿入代

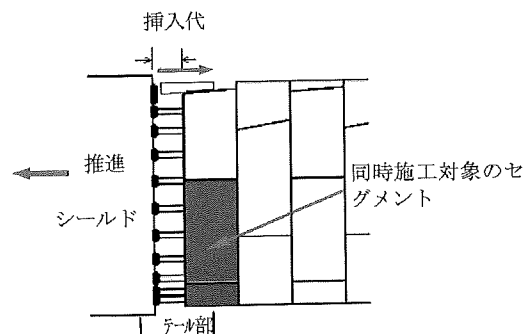


図-24 テール部の挿入代

の途中から組み立てが可能になる。この挿入代を掘進する時間に同時施工を行うことで施工サイクルの短縮が図れる。

同時施工できるセグメント組み立て範囲は下記に示すように3ピース区間(甲・乙組に関係ない)になっており、4ピース目は組み立て位置まで移動することができるので、実質3.5ピース分のセグメント組み立て時間の短縮が可能になった(図-25)。

表-2に外回り区間750mにおける実施率およびサイクル短縮の効果を示す。施工サイクル短縮効果は平均して15.7%であるが、実施率の72%を考慮した全体の施工サイクルの短縮効果は11.3%であった。

図-26、写真-5は掘進と同時に3ピース目のセグメントの組み立てを行っている状態を示している。図-26は、左上シールド断面の白抜き部分のジャッキ5本を引き抜き、引き抜いているジャッキの両隣のジャッキ推力を上げることでシールドの姿勢を制御していることを示している。右下のシールド断面は組み立て完了後の低圧推進ジャッキ

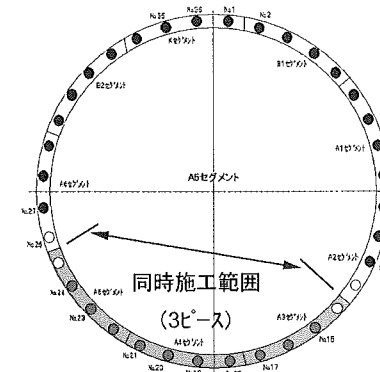


図-25 同時施工の範囲

表-2 工程短縮の効果

種類	実施率 (%)	掘進時間 (分/R)	組み立て時間 (分/R)	短縮時間 (分/R)	サイクル短縮効果 (%)
RC		150	98	38	15.3
DC		120	73	28	14.5
ST		150	94	42	17.2
平均	72				15.7

施工サイクル短縮の効果: 11.3%



図-26 施工状況(システム画面)

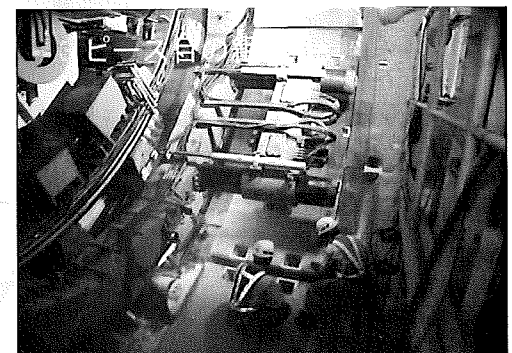


写真-5 施工状況(組み立て状況)

キを表示したものである。

本工法の適用には組み立て時のジャッキ推力の差(引き抜きジャッキと両隣の推進ジャッキ)によるセグメントへの影響の把握が不可欠である。これには「3次元セグメント応力変形解析システム」(飛鳥建設開発)を利用し、今回の工事におけるセグメントへの影響度を予測した。さらに工事の品質確保を確認することを目的としてセグメントの歪計測を実施した。

その結果セグメントにひび割れなどの損傷を与えるような大きな負荷が加わっていないこと、また解析システムによる予測値と実測値に大きな差異がないことから解析システムが妥当なものであることを確認することができた。図-27は今回の施工時とは異なる過大なジャッキ推力を作用させた場合の応力分布図であるが、このように、解析によりセグメントに与える影響(危険度)の予測を可能にすることで、本工法を安全に提案、また適用することができる。

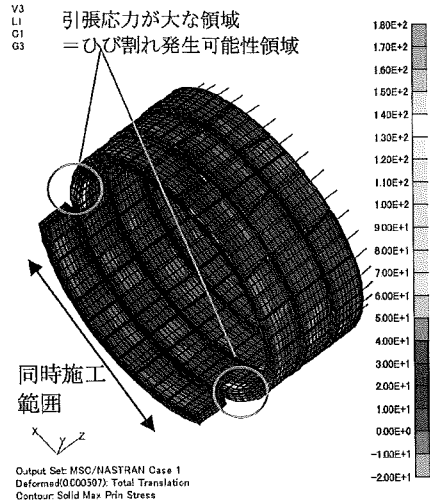


図-27 3次元解析システムによる応力予測分布

### 5 おわりに

シールド工と平行作業で床版工事(インバート工, 側壁工, 中壁工, 床版工)を行った(図-28, 写真-6, 7)。

床版工事は移動式型枠を用いた現場打ちコンクリートで計画していた。しかし、シールド工にかかわる材料搬送作業と平行して狭隘な軌条下での型枠・鉄筋組み立て、コンクリート打設、養生に日数を要し、工法を見直す必要があった。そこで、インバート・中壁・側壁コンクリートを先行させ、トンネル直角方向にプレストレスを導入したハーフプレキャスト床版を敷設し、上部鉄筋を配筋後現場打ちコンクリートを打設して一体化する「BARD床版工法」を採用し工期の短縮を図った。

また、隣接工事と作業が競合するため床版を坑内に仮置きして施工することになった。重量が1枚100kNの床版を坑内に仮置きすることは、枕木の許容応力から仮置きする枚数に制限を受けるが、ハーフプレキャスト床版を採用したことにより、従来の半分の重量で運搬・仮置きすることができた。

現在床版工事に引き続き立坑躯体工、耐火用内装工、上下線連絡坑と複数の工事について安全に最大の注意を払いながら施工中である。これらの

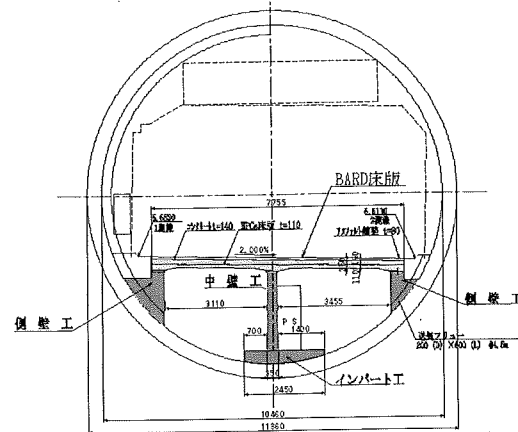


図-28 床版断面図

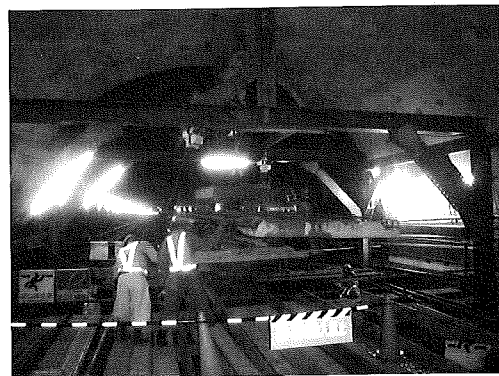


写真-6 床版設置状況

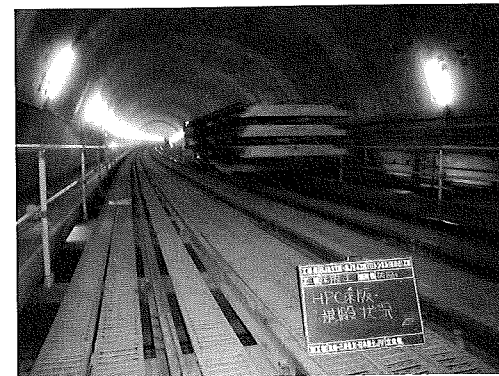


写真-7 床版運搬状況

施工結果については別途報告したい。

### 参考文献

- 1) 土木学会：トンネル標準示方書(シールド工法編)・同解説, p.172, 1996.
- 2) シールドトンネルの新技术研究会編：シールドトンネルの新技术, 土木工学社, pp.118-146, 221-227,

1995.1.

- 3) JTA都市トンネル小委員会：シールド発進・到達工実態調査報告(3), pp.61-260, 2005.3.
- 4) 西明良：圧力制御推進方式によるシールド大断面、大深度工事の施工, 平成7年度建設機械と施工法シ

ンポジウム論文集, pp.82-87, 1995.

- 5) 西明良・神谷眞一：シールド部分同時施工法「ロスゼロ工法の開発」, 土木建設技術シンポジウム2005論文集, 2005.

P.A.ドミニコ, F.W.シュワルツ著

## 地下水の科学

各B5判  
全3巻

地下水の科学研究会 大西 有三 監訳

- 第I巻 地下水の物理と化学 価格4,281円 円340円
- 第II巻 地下水環境学 価格4,485円 円340円
- 第III巻 地下水と地質 価格3,873円 円340円

本書は様々な環境問題を地下水理学の立場から本格的に取り扱うため、水の物理学・化学的性質、地球の状況、水資源としての地下水の状況、地下水の水理学的特性とその調査方法など多岐にわたっており、地質学者、水理地質の実務者、地球化学者ならびに流体力学に関心のある地球物理学者、または、地質学を学ぶ学生など広範に満足させる内容となっている。

#### <第I巻 主要目次>

■序論 ■岩石における空隙の起源と透水性 ■地下水の動き ■岩石の弾性的な性質と流れの方程式 ■水理試験(モデル, 方法と応用) ■溶質と粒子の輸送 ■汚染物質の水理地質学入門

#### <第II巻 主要目次>

■地下水の化学 ■化学反応 ■物質輸送の数字理論 ■地下水による物質輸送(水質編) ■地下水による物質輸送(地質編) ■物質の輸送のモデル ■輸送プロセスとパラメータ同定 ■水質浄化の対策

#### <第III巻 主要目次>

■水資源 ■堆積盆水環境における地下水 ■地殻における地下水 ■地下水流動における熱輸送

株式会社 土木工学社 〒162-0832 東京都新宿区岩戸町16メイジャー神楽坂  
電話 (03)3267-2888 (代) 振替00110-8-190072



## ■田谷の洞窟と真言密教

明治以前のわが国の地下空間技術は、鉦石の採掘や用水路などの建設によって培われ、明治以降の西洋土木技術の受容にあたって、その下準備をなしたと言われている。こうした近代以前に造られた人工的な地下空間の中でも、田谷の洞窟は、当時としては規模も大きく、特異なもののひとつである。

田谷の洞窟(正式名は「田谷山<sup>ゆが</sup>瑜伽洞」)は、横浜市栄区田谷町に位置する真言宗大覚寺派・定泉寺の境内にあり、洞窟の総延長は、崩壊部分なども含めると1km近くに及ぶと推定されている(実測可能な部分は約540m)。その起源は、古代の住居や古墳にさかのぼることができるとする説

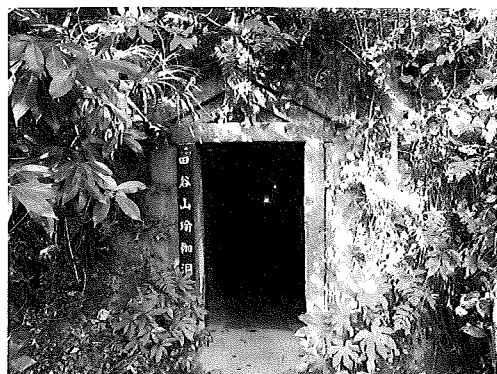


写真-1 田谷の洞窟の入口

もあるが、記録に登場するのは鎌倉時代以降で、『吾妻鏡』の1189(文治5)年の記事にその名が見える。やがて、江戸時代末期には真言密教の修行の場として大々的に整備され、現在に至っている。田谷の洞窟については、郷土史家の吉田孝による『田谷の洞窟』(宗教工芸社:1977)に詳しいが、今回はこれを参考としながら、その歴史や見どころなどを紹介してみたい(写真-1)。

## ■田谷の洞窟の歴史

田谷の洞窟は、鎌倉時代にこの地に住んだ朝日奈三郎義秀が、清水の湧く洞窟の奥に弁財天を祀ったのがその起源とされ、このころにはすでに原形となる空洞が存在していたようである。義秀は、1213(建保元)年の和田合戦と呼ばれる反乱で鎌倉幕府に反旗を翻し、この洞窟を利用して落ち延びたという。その後、鶴岡八幡宮二十五坊の修禅道場として洞窟が利用され、元寇の襲来ではここで国家鎮護の祈祷が行われたと言われる。

田谷の洞窟が真言密教の場として使われるようになったきっかけは、1532(天文元)年、田谷山定泉寺がこの地に開山してからであるが、江戸時代の中期まで、洞窟の入口は崩壊したまま放置されていた。その後、1830(天保元)年に、灌漑用水の水源を求めるために洞窟の整備が開始され、やがて三会寺(定泉寺は三会寺の末寺)第29世住職・寂

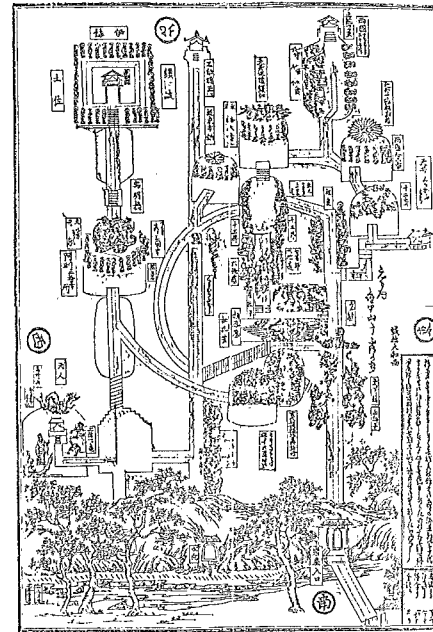


図-1 江戸時代に描かれた『瑜伽洞絵図』(所蔵:定泉寺) 照が定泉寺に隠居してから、信仰の場としての洞窟の拡張工事が本格的に開始された。時あたかも弘法大師の入定千年にあたり、近郷の諸寺、町民、農民、石工、大工の寄進や工事への参画によって洞窟の延伸が行われた。工事は寂照が入寂した後も続けられ、およそ30年間にわたると伝えられる。

江戸時代の洞内の様子は、『瑜伽洞絵図』として残るが(図-1)、この図面には東半分しか描かれておらず、西半分はさらに後年になって拡張されたのではないかと推定されている。また、定泉寺には、工事の際の人足帳が寺蔵文書として残るが、洞窟の由来を記した『田谷山岩屋万有伝』と称する古文書は、1923(大正12)年の関東大震災の混乱で失われ、その行方は杳としてわからない。

その後、明治時代の廃仏毀釈によって定泉寺もしばらく無住となり、洞窟の入口も閉鎖されてしまったが、大正時代に再興され、1927(昭和2)年からは洞内も一般に公開されるようになり、現在に至っている。

## ■田谷の洞窟を訪ねる

田谷の洞窟がある定泉寺へは、東海道本線大船

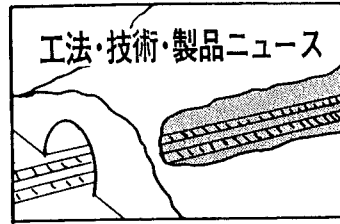
駅西口からバスまたは徒歩で行くことができる。バスの場合は戸塚バスセンター行に乗って10分ほどの「洞窟・ラドン温泉前」で下車するが、徒歩でも30分程度でたどり着く。

受付で拝観料400円を納めると、蝋燭を渡されるので、入口に置かれた手燭に蝋燭を立てる。洞内はところどころに蛍光灯があるため、蝋燭なしでも歩くことはできるが、蝋燭は仏様への灯明の意味もあるそうなので、入口にある別の蝋燭から明かりをもらってから入る。

洞窟の内部は、あちこちに掘りかけの通路や、枝道などが存在するが、公開されている部分は一方通行になっているので、「行者道」と書かれた案内板に従って進めば迷うことはない。通路は、一部に身をかがめるような場所もあるが、大人が立って歩けるくらいの断面は十分に確保されており、随所に設けられたドーム状の空洞を連絡している。暗闇に目が慣れてくるに従って、素掘りによる洞窟の壁面のあちらこちらにさまざまな彫刻が彫られているのに気付くが、このうち、阿吽の獅子や、上り竜、下り竜は、すでに鎌倉時代に彫られたものと言われている。また、入口付近に彫られた家紋は、洞窟の工事に際して奉納した家々を記したものとされている。

さらに奥へ進むと、弘法大師、厄除大師、不動明王、十八羅漢、十六羅漢といった仏像や、胎藏界、金剛界の曼陀羅、この洞窟の元になったとされる朝日奈弁財天が、壁面や空洞を利用して刻まれている。こうした彫刻の中には、秩父三十四観音、西国三十三観音、四国八十八霊場、坂東三十三観音といった諸国霊場めぐりや、安達ヶ原の鬼婆、足柄山の金時と乳母などの水子霊に因むと思われるもの、十二支、金翅鳥、蝙蝠などの通俗的なものもあり、当時の人々にとって、真言密教という厳粛な修行の場であると同時に、宗教的なテーマパークのような世界だったのだろう。

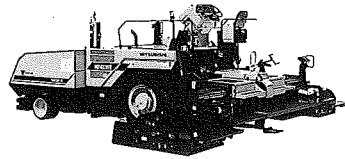
洞内の撮影は禁じられているため、その様子を写真で紹介することはできないが、ノミヤタガネの時代にこれだけの地下空間を掘削し、彫刻を彫り続けた人々の執念には、驚かざるを得ない。



## アスファルトフィニッシャー

新キャタピラ三菱は、舗装幅2.3~6.0mのホイール式アスファルトフィニッシャー「MF61WE SERIES II」,「MF61E SERIES II」を発売した。

両機種は、従来機で初めて導入した二段目伸縮スクリーン(舗装面を平滑に仕上げる敷き均し装置)の剛性を強化し、作業性や耐久性、仕上げ精度の向上、ならびにオペレータの振動軽減対策を施し、より快適な作業環境を実現。



## 可塑性グラウトを実用化

強化土エンジニアリングは、電源開発と共同で、フライアッシュモルタルを主材とする可塑性FMグラウトの実用化に成功させ、大阪大学を加えて、可塑性ゲル圧入工法を開発した。

可塑性FMグラウトは、ブリーディングがほとんどないうえ、材齢28日で1㎡あたり5~6MNの高強度が確保できる。可塑保持時間を配合によって数秒~数十時間に調整でき、トンネルの空洞充填などの補修工事に幅広く活用可能。

また、3者で開発した圧入工法は軟弱地盤に可塑状ゲルを圧入することによって、周辺地盤を圧縮・高密度化、同時に高強度の固結柱を形成させる複合地盤強化工法で、既存の

薬液注入設備で施工可能。

## 2種類の耐火セグメント

清水建設は、シールドトンネル内で火災が発生した場合のコンクリートの爆裂を防止するセグメントとして、すでに開発済みの「耐火型RCセグメント」に加え、新たに「耐火型合成セグメント」を開発した。

RCセグメントは、コンクリートにポリプロピレンやポリアセタールでできた合成繊維を混入することで、コンクリートの爆裂を抑制する。今回開発した合成セグメントは、合成繊維を混入したコンクリートをセグメントの外郭部の鋼棒に充填し、火災時の鋼棒の温度上昇を抑えるため、耐火被覆塗料を塗布した。2種類の耐火セグメントを組み合わせることにより今後予定される大断面トンネルに提案していく。

## 沈下抑制して国道直下を掘削

戸田建設は、青森県八戸市内で施工中の東北新幹線高館トンネル(延長1,237m)の国道直下区間を、集水能力が高い大深度真空排水(スーパーウェルポイント)工法と止水のための薬液注入(二重間ストレーナー)工法を併用し、沈下を抑制した。

同区間は、小土かぶりでも帯水砂層を有する土砂地山で、沈下抑制と地下水対策が課題であった。そのため、2工法の併用を行い、沈下を抑制し、長尺先受け工で切羽を安定させ、直下部の掘削を完了させた。

## 高精度地下浅部探査システム

大日コンサルタントは京都大学と共同で、高精度地下浅部探査システムを開発した。

同システムは、電磁波の伝搬定数を構成する誘電率、誘磁率、導電率の3物性を3つのセンサーで同時かつ連続的に測定し、地下浅部の多様な構造の探査を実現。

## 大深度トンネルを合理的に止水

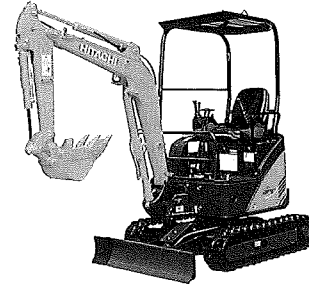
西松建設は、都市部の大深度地下トンネル工事に適用できる合理的な止水技術を開発した。

同技術は、土質調査と詳細サンディング調査の結果をもとに、粘土層に介在する砂層の位置や層厚、範囲を把握し、注入外管を利用した限界注入速度試験を実施し、最適な注入速度マップを作成。続いて独自に開発した多数孔同時注入制御システムを使って砂層だけを狙って止水注入を行う。これにより、効率化を図り、高品質な改良層の構築を実現。従来技術に比べ約15%のコスト低減が可能。

## 1.5t級ミニショベル

日立建機は、後方超小旋回型ミニショベルZX17U<sub>2</sub>とZX15URを発売した。

両機は、EX15U<sub>3</sub>とEX15URの後継機でクローラ幅1,000mm以内に伸縮できる可変脚式クローラを標準装備し、狭隘な場所での作業が行える。



## TDRショット工法

飛鳥建設は、コンクリート構造物の断面修復工法として開発した「TDRショット工法」を鉄道構造物に適用し、鉄道振動下での工事において十分な品質と施工性能の確保が得られることを確認した。

同工法は、中性化、塩害、凍害、アルカリ骨材反応などにより損傷を

受けたコンクリート構造物の湿式吹付けによる断面修復工法。

## レーザー距離計

ライカジオシステムズは、レーザー距離計ディストシリーズの新製品 Leica DISTO™ A8(ライカディスト A8)を発売した。

同機は、屋内外を問わず、測距が可能。内蔵されたデジタルビューファインダー(×3ズーム)とチルトセンサー(傾斜角度測定)のコンビネーションによって、測定が難しい環境下(周囲が明るい)でレーザーポイントが視認できなくても実測作業が可能。また、内蔵のチルトセンサーで間接測定がさらに容易になり、今まで測ることができなかった場所の長さを求めることができる。



## 高周波誘導加熱装置による除去式アンカー

飛鳥建設は、高エネルギー加速器研究機構と共同で仮設土留め支保工のアンカー工法において、従来の機械的除去式アンカーの課題を解決する高周波誘導加熱技術を利用した除去式アンカーを開発した。

同工法の特徴は、①奇数本のPC鋼より線も採用可能、②耐荷体先端でのループ加工がないので、PC鋼より線許容荷重の低減がない、③PC鋼より線引き抜き時に特殊ウインチなどが不要、④直線的に切断されるので、従来方式に比べ除去後の

PC鋼より線の処理が容易、⑤除去費用を含めたトータルコストの低減が可能。

## PSS-Arch工法を改良

熊谷組は、曲がり鋼管先行支保工による地山補強工法「プレ・サポーティング・システムアーチ(PSS-Arch)工法」を改良し、地下鉄現場に初適用した。

同工法は、先端部に取り付けた刃口とウォータージェット、圧縮空気を併用しながら刃口を地山に圧入していく非回転式の削孔システム、山岳トンネルでの実績はあったが、埋設物が輻輳する都市部の地層に高い精度で鋼管支保工を構築するため、刃口先端部の掘削方式などを再検討し、ウォータージェットの噴射ノズルをスイング式にすることで、削孔性能を大幅に高めた。

## 2tクラスの後方超小旋回型ミニショベル

新キャタピラ三菱は、2tクラスの後方超小旋回型ミニショベルCAT®302C CR「REGA」を発売した。

同機は、掘削力や牽引力をアップし、作業範囲を拡大するなど高い基本性能を備えている。



## 潜函工法で完全無人化

白石は、千葉市発注の「明神第2ポンプ場建設工事」でニューマチックケーソン工法の完全無人化施工の実現に向けて確立した独自技術「SI

ニューマ」を適用した。

同工法は、IT技術を駆使したロボット技術を導入、騒音の低減、漏気による地下水などの水質汚濁を防止するなど周辺環境に配慮するとともに、構造解析技術などで最適な掘削形状を決定できる設計システムも取り入れている。

## ウォータースクリーンを土木工事で初適用

鹿島は、中部地方整備局発注の「春日井共同溝瑞穂工事」で微細な水の幕で防災区画を形成する「ウォータースクリーン」を土木工事で初適用した。

シールドの解体ではガス切断による火花が残存潤滑油に着火・燃焼し、大量の煙が発生する。従来は集塵機などにより排煙しながら作業を行っていたが、坑内に煙が充満し、作業環境の悪化や発生した煙が地上開口部から排出されるという課題があった。ウォータースクリーンを仮設としてシールド解体場所の前後に設置することで200μmの微細な水粒子が燃焼時に生じる煙粒子を洗い落とし、拡散する煙量や臭気を減少させる効果がある。また、地上開口部から排出される煙量も約8割低減できる。

## 無線計測システムの共同開発を推進

フジタとグループ会社のFBSは、無線計測製品を販売する米国のマイクロストレーンと無線計測システム事業で業務提携をした。

提携により、共同開発をFBSが、外販、事業受注をフジタグループの高環境エンジニアリングが担当する。すでに、地下鉄の現場で掘削時に生じるセグメントの相対的な動きを無線で連続的に計測する「SRW計測システム」を共同開発しており、その有効性を確認している。



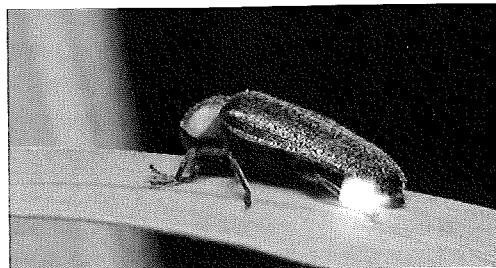
# 「ヒメボタルの棲む豊かな自然」浜松市引佐町より

六百田 圭 二

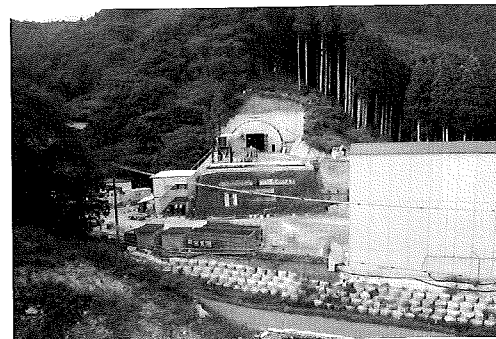
ここ浜松市引佐町は、静岡県西部、鰻で名高い浜名湖の北東部に位置し、遠州の奥座敷と呼ばれている。戦国時代まで遡ると、武田軍と徳川軍が戦った三方ヶ原の合戦は有名だが、この戦いの前哨戦は、ここ引佐町北部で激戦が繰り広げられた。その戦の死者を祀った場所の名残が「ふろんぼ様」と呼ばれ、現代まで残されている。ちなみに「ふろんぼ様」とは「古坊」といわれ、伊平伝坂観音堂下の旧鳳来街道脇の山中にあり、ここには戦国の宝篋印塔が建立されている。この近傍に、「方広寺」、「龍潭寺」、「井伊谷宮」などの神社仏閣が多く存在することは、この地が数々の戦乱の地となったことと無縁ではないように思える。

また、引佐町には井伊谷地区を中心に井戸や井戸水にまつわる伝承や信仰が数多くある。白岩神社の鰻井戸の伝承をはじめ、遠州七不思議に数えられる柳井戸、さらには伊井氏の氏祖共保公出生にまつわる鰻井戸や龍潭寺前の井戸などである。もっとも古い神社とされる滑井神社は、水神を祀った神社といわれ、井を源とする滑井の地は、奈良・平安時代に滑井郷とされ、現在の井伊谷の地名に引き継がれている。「4～6世紀に存在した井の国の王は、この地に実りをもたらす大切な水を連綿と祀っていた」との記述や古代からの深い信仰を考えると、水を大切に文化と自然豊かな源泉があるといえる。

現場は、引佐町の北部古久蔵地区の山中にあり、この地域を流れる清流古久蔵川沿いでは、初夏ともなる



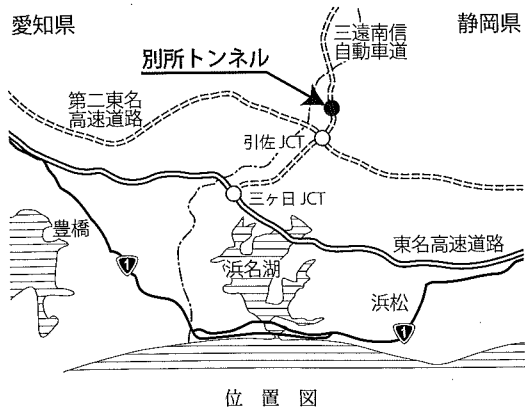
ヒメボタル



起点側坑口

と「ヒメボタル」の乱舞の様を見ようと、遠くは東京方面からも観光客が訪れる。「ヒメボタル」は、ゲンジボタルやヘイケボタルと間違えられることもあるが、スギやヒノキに生息し、幼虫は陸生の巻貝を食べる。その光の色から別名「金ボタル」とも呼ばれ、われわれを癒してくれている。一見の価値は十分にある。

さて、(仮称)別所トンネル(L=940m)は、長野県飯田市から静岡県浜松市に至る三遠南信自動車道のうち、第二東名高速道路引佐JCTから最初のトンネルとなる。地質は、トンネル全般に「三波川変成岩類の黒色片岩」が分布し、緑色片岩、蛇紋岩が介在している。破碎帯および切羽の急激な変化に対応すべく、切羽前方探査(SSRT)を導入しながら、慎重に掘進している。11月末現在、730mまで掘削が進み、覆工コンクリートも約1/3が打設完了している。関係各位の指導のもと、自然にやさしく安全かつ高品質なものづくりを心掛け、本年2月の貫通を目指し鋭意奮闘中である。  
(株)フジタ 別所トンネル作業所所長



位置図

# あけまして

# おめでとうございます

平成19年 元旦

- |                |                   |                  |
|----------------|-------------------|------------------|
| 青木あすなろ建設株式会社   | 飛鳥建設株式会社          | 株式会社カテックス        |
| 安藤建設株式会社       | 中黒建設株式会社          | キャバシステムマシナリー株式会社 |
| 石田土木株式会社       | 西松建設株式会社          | 株式会社クボタ          |
| 梅林建設株式会社       | 日本基礎技術株式会社        | 株式会社ケー・エフ・シー     |
| 株式会社大林組        | 株式会社間組            | 株式会社小松製作所        |
| 株式会社奥村組        | 株式会社不動テトラ         | サンドビクターヨー株式会社    |
| 鹿島建設株式会社       | 株式会社本間組           | 三和工業株式会社         |
| 株木建設株式会社       | 前田建設工業株式会社        | シーアイ化成株式会社       |
| 木原建設株式会社       | 真柄建設株式会社          | 株式会社スターロイ        |
| 木部建設株式会社       | 三井住友建設株式会社        | 成和リニューアルワークス株式会社 |
| 株式会社熊谷組        | 矢作建設工業株式会社        | 株式会社タイクウ         |
| 株式会社鴻池組        | 吉岡建設株式会社          | 株式会社ティーエムシー      |
| 五洋建設株式会社       | 若築建設株式会社          | 電気化学工業株式会社       |
| 佐藤工業株式会社       |                   | 日豊商事株式会社         |
| 株式会社ジェイテック     | 株式会社片平エンジニアリング    | 古河ロックドリル株式会社     |
| 清水建設株式会社       | 国際航業株式会社          | 株式会社マシノ          |
| 新日本開発株式会社      | 大日コンサルタント株式会社     | 株式会社三井三池製作所      |
| 株式会社銭高組        | 株式会社ダイヤコンサルタント    | 三菱重工業株式会社        |
| 第一ダイヤモンド工事株式会社 | 株式会社ドーコン          | 三菱マテリアル株式会社      |
| 大成建設株式会社       | パシフィックコンサルタンツ株式会社 | ヤマモトロックマシナリー株式会社 |
| 太平工業株式会社       | メトロ開発株式会社         | ライカジオシステムズ株式会社   |
| 大豊建設株式会社       | 株式会社ロード・エンジニアリング  | 株式会社流機エンジニアリング   |
| 株式会社竹中土木       |                   |                  |
| 株式会社地崎工業       | アトラスコプロ株式会社       |                  |
| 鉄建建設株式会社       | 株式会社イズミ           |                  |
| 戸田建設株式会社       | 奥村機械製作株式会社        |                  |

(掲載順)

謹 賀 新 年



青木あすなる建設

AsunaroAoki

代表取締役社長 市木 良次

〒105-0014 東京都港区芝二丁目14番5号 Tel (03) 5419-1011



安藤建設株式会社

代表取締役社長 山田 恒太郎

本社 〒108-8544 東京都港区芝浦三丁目12番8号 ☎(03)3457-0111(代表)  
支店 札幌・東北・横浜・静岡・名古屋・大阪・広島・九州



石田土木株式会社

代表取締役 石田 誠一

〒876-0814 大分県佐伯市東町11番19号  
TEL0972-23-5811 FAX0972-22-3882

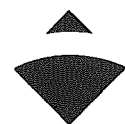
豊かな未来づくりのパートナー



梅林建設株式会社

代表取締役社長 梅 林 秀 伍

本社/〒870-0044 大分市舞鶴町1-4-35 (大分三井ビル) TEL (097) 534-4151 FAX (097) 536-4151



OBAYASHI

株式会社 大林組

取締役社長 脇 村 典 夫

〒108-8502 東京都港区港南2-15-2

謹 賀 新 年



OKUMURA CORPORATION

代表取締役社長 奥村 太加典

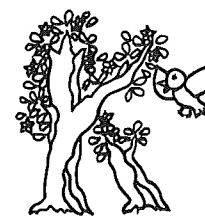
本社:大阪市阿倍野区松崎町2-2-2 TEL:06(6621)1101 東京本社:東京都港区芝5-6-1 TEL:03(3454)8111 www.okumuragumi.co.jp

100年をつくる会社。

鹿島

代表取締役社長 中村 満 義

本社 東京都港区元赤坂1丁目2番7号  
電話 東京03(3404)3311(代)  
http://www.kajima.co.jp/



KABUKI

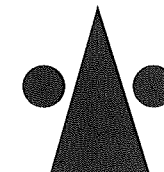
「テクテク」と一歩一歩 着実に前進します!  
T Q T Q  
TECHNOLOGY (技術)・QUALITY (品質)・TENDER TREATMENT (親切)・QUICK RESPONSE (迅速)



株木建設

取締役社長 株 木 雅 浩

東京本社 東京都豊島区高田3丁目31番5号  
電話 03(3984)4111(代表)



さらなる挑戦。その先の感動へ…。

木原建設株式会社  
KIHARA CORPORATION SINCE 1899

代表取締役社長 木原 一 治

本社/福井県越前市大虫町7号2番地 TEL.0778・24・2200(大代)  
東京本社/東京都港区芝大門2-6-7 木原ビル内(4F~6F) TEL.03・3436・4933(大代)



CHALLENGE 21C  
KIBE

木部建設株式会社

代表取締役社長 木部 信 敏

〒180-0005 東京都武蔵野市御殿山1丁目6番10号  
TEL 0422-48-7221 FAX 0422-47-6967



謹 賀 新 年

 **TAIHEI KOGYO 太平工業株式会社** 心をこめた技術を

代表取締役社長 澤 田 靖 士


〒104-0033 東京都中央区新川一丁目23-4 電話 03-5543-6000

信頼に応える確かな技術

 **大豊建設株式会社**

代表取締役 岡 村 康 秀

〒104-8289 東京都中央区新川1丁目24番4号  
電話 東京 03(3297)7000

 **株式会社 竹 中 土 木**

取締役社長 竹 中 康 一

〒136-8570 東京都江東区新砂1-1-1 TEL.03(6810)6200  
<http://www.takenaka-doboku.co.jp/>

 **株式会社 地 崎 工 業**

代表取締役会長 北 條 紘 次  
代表取締役社長 釘 本 光 治

本 社 〒060-0051 札幌市中央区南1条東2丁目6番地 電話 011-350-8111  
東京本社 〒105-8488 東京都港区新橋5丁目11番3号 電話 03-3436-3172  
<http://www.chizaki.jp>

 **鉄 建** 信用と技術の

代表取締役社長 神 田 志 義

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

謹 賀 新 年

 **戸田建設株式会社**

代表取締役社長 加 藤 久 郎

本社/〒104-8388 東京都中央区京橋1-7-1 ☎(03)3535-1354  
<http://www.toda.co.jp/>

防災のトビシマ 建ててから始まる真のお付き合い

 **飛島建設株式会社**

代表取締役社長 池 原 年 昭

本社/〒102-8332 東京都千代田区三番町2番地 Tel.03-5214-7297 URL <http://www.tobishima.co.jp>

新技術で社会に貢献

 **中黒建設株式会社**

代表取締役社長 中 黒 憲 一

本 社 〒933-0806 富山県高岡市赤祖父 718 番地 TEL.03-3517-5668  
東京支店 〒101-0021 東京都中央区日本橋本石町3丁目2番7号(常盤ビル5F) TEL.0766-25-5448

毎日ふれあう技術

 **西松建設** 代表取締役 国澤 幹雄

東京都港区虎ノ門1丁目20番10号  
TEL 03(3502)7648 〒105-8401

 **日本基礎技術株式会社**  
JAPAN FOUNDATION ENGINEERING CO.,LTD.

代表取締役社長 湯 澤 栄 次

本 社 〒530-0037 大阪市北区松ヶ枝町6番22号 TEL 06(6351)5621 FAX 06(6355)2077  
東京本社 〒150-0031 東京都渋谷区桜丘町15番17号 TEL 03(3476)5701 FAX 03(5489)7821  
URL : [www.jafec.co.jp](http://www.jafec.co.jp)

謹 賀 新 年

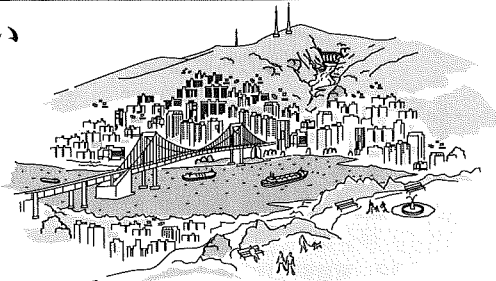
# Hazama

代表取締役社長 新名 順一

〒105-8479 東京都港区虎ノ門2-2-5 Tel. 03(3588)5700

これからの時代に欠かせない  
コンストラクションを。

不動テトラは、陸上・海洋の土木事業、地盤改良事業、ブロック  
事業など、さまざまな社会資本の構築に参画してきた独自の技術と  
ノウハウをさらに高め、災害に強い国土づくりや地域社会づくりなど  
のあらたな時代の期待やニーズにお応えしてまいります。



株式会社 不動テトラ www.fudotetra.co.jp



創ります。人と自然と文明の共存を。

# 株式会社本間組

代表取締役社長 本間 達郎

新潟本社 〒951-8650 新潟市西湊町通三ノ町 3300-3 TEL 025(229)2511(代)  
東京本社 〒101-0033 東京都千代田区神田岩本町四番地 TEL 03(3256)0920(代)



# 前田建設工業株式会社

取締役社長 前田 靖治

本 社 / 東京都千代田区富士見 2-10-26 ☎ 03(3265)5551(大代)

# 真柄建設株式会社

取締役社長 真柄 宏司

〒920-8728 金沢市彦三町1丁目13番43号 ☎(076)231-1266

謹 賀 新 年



# 三井住友建設株式会社

代表取締役社長 五十嵐 久也

〒160-0023 東京都新宿区西新宿7丁目5番25号 TEL.03(5332)7203



# 矢作建設工業株式会社

取締役社長 山田 文男

■本 社 / 名古屋市東区葵三丁目19番7号 TEL 052(935)2351  
■東京支店 / 東京都中央区湊二丁目2番5号 TEL 03(3555)3611



# 吉岡建設株式会社

代表取締役社長 吉岡 隆一

〒569-1136 大阪府高槻市郡家新町 41 番 2 号  
TEL 072(681)1861(代) FAX 072(681)1866



豊かな未来へ 技術のメッセージ

# 若築建設

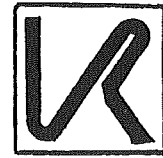


代表取締役社長 彦坂 義助

■本 社 東京都目黒区下目黒2-23-18 TEL.03-3492-0271

謹 賀 新 年

「道づくり」「道まもり」「道づかい」を常に考えています。



株式会社  
**片平エンジニアリング**

代表取締役社長 藤 波 督

●本 社：〒112-0002 東京都文京区小石川2-22-2 TEL 03(5802)1616



**EARTH EON**

「地球とずっと。」語り合い、「地球とずっと。」生きる。

代表取締役社長 田二谷正純  
上席フェロー技術センター長 大島 洋志

**国際航業株式会社**

本 社 〒102-0085 東京都千代田区六番町2番地 TEL 03-3262-6221(代)



総合建設コンサルタント

**大日コンサルタント株式会社**

<http://www.dainichi-consul.com/>

本 社 岐阜市藪田南3-1-21 〒500-8384 tel:058-271-2501  
支 社 東京・名古屋・大阪・高山  
事 務 所 仙台・山梨・静岡・北陸・下呂・飛騨・恵那・各務原・三重・広島・福岡・ソフトピア分室・イスラマバード

代表取締役社長  
篠 井 力

地球と人の調和を考える



株式会社  
**ダイヤコンサルタント**

代表取締役社長 田井中 彰

■本社 〒101-0032 東京都千代田区岩本町1-7-4 東急岩本町ビル TEL:03-5835-1711 FAX:03-5835-1712



総合建設コンサルタント  
**株式会社ドーコン**

代表取締役社長 柳川 捷夫

本 社 〒004-8585 札幌市厚別区厚別中央1条5丁目4番1号 TEL.011-801-1500 FAX.011-801-1600  
<http://www.docon.jp>

謹 賀 新 年

総合建設コンサルタント



**パシフィック コンサルタント** 株式会社

代表取締役社長 高 橋 仁

本社 〒206-8550 東京都多摩市関戸1丁目7番地5 TEL 0423(72)0111

都市トンネルの設計、近接施工の設計・計測管理、資機材の販売・リース



**メトロ開発株式会社**

代表取締役社長 大 門 信 之

〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町11番9号日本橋小伝馬町ビル8階 電話03(5847)7800



道路、トンネル設計、トンネル現場診断

**株式会社 ロード・エンジニアリング**

本 社	〒116-0013	東京都荒川区西日暮里5丁目24番7号	TEL 03(3891)0711	FAX 03(3891)0701
大 阪 支 店	〒569-1133	大阪府高槻市川西町2丁目21番38号	TEL 072(691)0711	FAX 072(691)0711
福 岡 支 店	〒812-0016	福岡市博多区博多駅南1丁目15番22号	TEL 092(436)1588	FAX 092(436)1589
仙 台 営 業 所	〒983-0803	仙台市宮城野区小田原3丁目4番43号	TEL 022(298)7311	FAX 022(298)7312
新 潟 営 業 所	〒956-0866	新潟市下興野町24番5号	TEL 0250(21)0922	FAX 0250(21)0923
名 古 屋 営 業 所	〒460-0024	名古屋市中区正木3丁目13番8号	TEL 052(324)6306	FAX 052(324)6316
沖 縄 営 業 所	〒901-2122	沖縄県浦添市勢理客4丁目16番9号	TEL 098(870)6411	FAX 098(870)6412

謹 賀 新 年

Atlas Copco

# アトラスコプコ株式会社

土木鉱山機械事業部

取扱製品：トンネルジャンボ，クローラドリル，ロッド・ビット，ロックボルト，油圧ブレーカ  
〒105-0014 東京都港区芝2-13-4 住友不動産芝ビル4号館 11F ☎(03)5765-7890

## トンネル工事に

各種配管材，R・P・Eロックボルト，足場板，風管，手摺材，パイプハンガー，シールド用二段枕木(T・S・T)，  
エア抜きパイプ(ANP)，逆止弁，プラグ，ボルトボックス蓋，アルミレール，油圧トルクレンチ



URL: <http://www.izmiweb.co.jp>

本社営業所 〒651-1431 西宮市山口町阪神流通センター1丁目108番地 TEL078(903)0200 FAX078(903)2671  
東京営業所 〒101-0047 東京都千代田区内神田1丁目16-13中澤ビル2F TEL03(3233)1701 FAX03(3233)1715  
九州営業所 〒811-2307 福岡県糸島郡粕屋町大字原町372グレイス松浦202号 TEL092(957)1570 FAX092(939)4615  
工場・倉庫 兵庫・広島



# 奥村機械製作株式会社

OKUMURA MACHINERY CORPORATION

設計・製作 本社 〒555-0033 大阪市西淀川区姫島3-5-26 TEL.(06)6477-8540  
相模原工場 〒229-1116 相模原市清瀬8-20-80 TEL.(042)774-2451  
取扱製品 シールド掘進機・スチールセグメント・自動倉庫システム・自動測温サンプリング装置  
自動クレーン・自動搬送設備・トンネル工事に用設備・製鉄，製鋼関連設備

日本で生まれ，世界へ広がる。 NATMの補助工法

# KATECS 株式会社 カテックス

〒460-8331 名古屋市中区上前津1丁目3番3号 TEL:052(331)8821

中部営業所/〒460-8331 名古屋市中区上前津1丁目3番3号 TEL:052(331)8821  
東京支店/〒112-0014 東京都文京区関口1丁目15番3号 第2麻生ビル2F TEL:03(3260)8321  
関西営業所/〒550-0015 大阪市西区南堀江4丁目1番18号 十川産業西長堀ビル7F TEL:06(6578)3235  
九州営業所/〒816-0932 大野城市瓦田4丁目15番26号 リバーサイド大野城 A号 TEL:092(574)0856

# KYB カヤバシステムマシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO.,LTD.

代表取締役社長 石井英勝

〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル TEL(03)5733-9441

【取扱製品】 ブームヘッダー型トンネル掘削機，ミゼットマイナー型トンネル掘削機，  
ブームカッターシールド掘進機，ウォーキングシールド掘進機，シャフトヘッダー(立坑掘削機)，HEP

謹 賀 新 年

# クボタ ダクティルセグメント/継手金物

株式会社クボタ <産業機材営業部>

本社 ☎556-8601 大阪市浪速区敷津東1丁目2番47号 ☎06(6648)2285 FAX06(6648)2260  
東京本社 ☎103-8310 東京都中央区日本橋室町3丁目1番3号 ☎03(3245)3528 FAX03(3245)3568  
北海道支社 ☎011(214)3170/中部支社☎052(564)5011/中国支社☎082(225)5563/九州支社☎092(473)2471

ロックボルト FIT工法 防水シート

# KFC 株式会社 ケー・エフ・シー

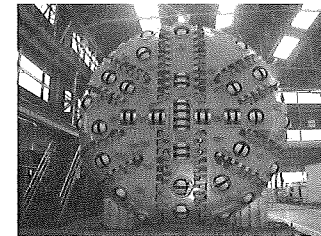
土木資材事業部

〒105-0014 東京都港区芝2丁目5-10 TEL03-3798-8511 FAX03-3798-8516

〒530-0047 大阪市北区西天満3丁目2-17 TEL06-6363-1884 FAX06-6313-0755

<http://www.kfc-net.co.jp/>

## 地下空間を開拓するコマツのトンネル機械



営業本部トンネル機械営業部

〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6

TEL03(5561)2725

FAX03(5561)2905

# KOMATSU



# SANDVIK サンドビクトーヨー 株式会社

〒222-0033 横浜市港北区新横浜2-15-12 共立新横浜ビル6F

TEL.045-478-0660 FAX.045-478-0661

取扱製品：トンネルジャンボ，クローラドリル，ブレーカ，ローダ，ロードヘッダ，ツインヘッダ，ロッド・ビット ほか

ずい道用支保工並びに深礎工事に用補強リング

# 三和工業株式会社

代表取締役社長 鈴木貞宏

本社 〒233-0002 横浜市港南区上大岡西1-12-5 電話 045(840)3311

工場 〒941-0066 新潟県糸魚川市寺島3-7-43 電話 025(552)9014

謹 賀 新 年



NATM・防水シートシステム・水膨張シール材を販売するメーカー

# シーアイ化成株式会社

土木産業資材事業部

〒104-8321 東京都中央区京橋1丁目18番1号 東京 (03) 3535-4565  
支 店 / 東京 大阪 名古屋 福岡 仙台 札幌



シールド、TBM、ローラカッタ、カッタビット

## 株式会社 スターロイ

本社・工場 〒709-3612 岡山県久米郡久米南町上弓削1317-1  
TEL 0867-28-4511 FAX 0867-28-4512  
営業本部 〒545-0053 大阪市阿倍野区松崎町2-10-22  
TEL 06-6621-1734 FAX 06-6621-1867

## 成和リニューアルワークス株式会社

〒163-0610 東京都新宿区西新宿1-25-1 新宿センタービル 電話03-5326-0710

〔営業品目〕

シールド掘進機 / 荷役機械 / 泥水・濁水処理装置  
地中壁 / 場所打杭 / 地盤改良 / リニューアル工事



TAIKU

## 株式会社 タイクウ

代表取締役 赤 阪 全 七

〒144-0047 東京都大田区萩中三丁目6番5号  
☎(03)3741-3131(代表) FAX(03)3741-6457

【取扱製品】カッタローダ, タフロダ, エアモータ

トンネル工事用資機材、補助工法・注入材のことなら



## 株式会社 ティーエムシー

代表取締役 中澤 博数

〒116-0013 東京都荒川区西日暮里5-23-3-5F TEL:03-3891-8211  
支店・営業所 / 大阪 仙台 名古屋 九州 HP / <http://www.tmc-net.com/>

謹 賀 新 年



デンカケミカル

# 電気化学工業株式会社

代表取締役社長 川 端 世 輝  
本社特殊混和材事業部長 宇田川 秀 行

〒103-8338 東京都中央区日本橋室町2-1-1 電話(03)5290-5358

トンネル用機械販売・リース, 土木資材販売

## 日豊商事株式会社

代表取締役社長 中島 莞爾

本社 / 〒150-0002 東京都渋谷区渋谷2-12-12三貴ビル3F TEL03(3409)8041  
営業所 / (大阪) TEL06(6267)0838 (九州) TEL0942(82)1703

未来への確かな技術

次世代型ホイール式ドリルジャンボ・コンクリート吹付け機・トンネルワークステーションなど、様々なトンネル工事に挑戦し実績を積み重ねてきたトンネル各種製品。全国に広がる安心のサービス網でお客様をバックアップします。



## 古河ロックドリル株式会社

代表取締役社長 加藤 洋一郎

〒103-0022 東京都中央区日本橋室町二丁目3番14号  
特機部 TEL.03-3231-6966 FAX.03-3231-6993

URL: <http://rvs.furukawakk.co.jp/ms/>

トンネル補修工事・鋼アーチ支保工・ロックボルト



## 株式会社 マシノ

代表取締役社長 増野 裕人

本 社: 〒733-0822 広島市西区庚午中1-19-23 TEL.(082)507-2737  
大阪支店: 〒564-0062 大阪府吹田市垂水町3-16-3 TEL.(06)6389-6400

代理店



ロードヘッダ, ツインヘッダ, コンクリート橋脚はつり機, トンネル換気設備

## ミイケ機材株式会社

本社 〒132-0021 東京都江戸川区中央1丁目13番19号 TEL.03-3241-4711 FAX.03-5678-4105

製造元  
販売元



## 株式会社 三井三池製作所

本店 〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号 三井2号館 TEL.03-3270-2006代 FAX.03-3245-0203

# ジオフロントに技術と実績で迫る 三菱トンネル掘削機(シールド,TBM)

三菱重工業株式会社  
地中建機事業ユニット営業グループ  
東京都港区港南二丁目16番5号 〒108-8215 TEL.03(6716)3111



MITSUBISHI  
DIABIT

三菱マテリアルの建設工具  
MEET YOUR REQUEST!!



東京支店 03-5819-5263 大阪支店 06-6355-1053 九州営業所 092-573-7372 海外グループ 0584-27-5011 岐阜製作所 0584-27-4334

HCD-101・301・401 油圧クローラードリル YTB-1120 トンネルビッガー

## ヤマモトロックマシン株式会社

代表取締役 山本 勝 俊

東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル713区

TEL(03)3201-0701 FAX(03)3201-5702

URL <http://www.yrm.co.jp> E-mail: [tokyo@yrm.co.jp](mailto:tokyo@yrm.co.jp)

最高の成果は正しい選択から

- when it has to be right



ライカ ジオシステムズ株式会社

代表取締役社長 小原 勉

本社 〒113-6591 東京都文京区本駒込2-28-8 文京グリーンコート Tel. 03-5940-3020

●大阪支店 Tel. 06-6910-3871 ●福岡営業所 Tel. 092-432-8201 ●札幌出張所 Tel. 011-669-1101 ●空間画像グループ Tel. 03-3526-5291 ●テクニカルセンター Tel. 03-5940-3035

## 株式会社 流機 エンジニアリング

代表取締役社長 西村 章

本社/〒108-0073 東京都港区三田 3-4-2 プロフィットリンク聖坂 TEL: 03(3452)7400

<http://www.ryuki.com/index.html> E-mail: [eigyobu@ryuki.com](mailto:eigyobu@ryuki.com)

# 施工

## TBM先進導坑および新割岩工法で新幹線直上部を掘る

—国道2号三原バイパス 第5トンネル—

国土交通省中国地方整備局福山河川国道事務所三原国道出張所所長 黒川 英 知  
西松・飛鳥特定建設工事共同企業体所長 梅 田 一 成  
西松・飛鳥特定建設工事共同企業体副所長 島 津 嘉 裕  
西松・飛鳥特定建設工事共同企業体工事主任 木 村 幸 雄

### 1 はじめに

三原バイパスは広島県三原市内における国道2号の交通渋滞の緩和を目的としたものであり、全長9.9kmのうち、約6割を占める10本(合計5.6km)のトンネルが計画されている(図-1)。

三原バイパス第5トンネル工事(以下、第5トンネル)は、10本のトンネルの中でも最長の延長1,160mをNATMにより終点側(広島側)から掘削するものである。このトンネルは、既設のJR山陽新幹線備後トンネル(以下、備後トンネル)に対し、最小離隔15.5mで上越し交差する計画であり、施工にあたっては、備後トンネルへの振動の影響を

最小限に抑える掘削工法を選定する必要があった。本稿では、当工事で適用した掘削工法(TBM先進導坑およびEGスリッター(自由面(連続孔)形成装置; Elastic Guide-rod Slitter)+IC雷管による低振動発破)の実績について述べる。

### 2 工事概要

工事件名: 三原バイパス第5トンネル工事  
発注者: 国土交通省中国地方整備局  
工事場所: 広島県三原市糸崎町～東町地内  
工期: 自 平成15年3月11日  
至 平成18年2月28日  
工事内容: トンネル工(NATM) L=1,160m  
(掘削断面積63.046~148.711m<sup>2</sup>)  
掘削工法: 上半先進ベンチカット工法  
L=699m(上下半交互併進)  
補助ベンチ付き全断面工法  
L=251m  
導坑先進ベンチカット工法  
L=210m  
NATM先進導坑 L=50m  
TBM先進導坑 L=251m  
ずり出し方式: タイヤ方式



図-1 位置図

### 3 地質概要

本トンネル区間の地質は、白亜紀～古第三紀火成岩類の高田流紋岩および広島花崗岩である。広島側坑口から840m付近に、流紋岩と花崗岩との地質境界が位置している(図-2)。

JR備後トンネルとの交差部の地質は、広島花崗岩である。複数回実施したブロックサンプリングによる一軸圧縮強度試験では、いずれも150MPa程度を示した。また、TBM先進導坑を利用して行った弾性波探査(重合法)の結果、 $V_p=3.5\sim 4.7\text{km/s}$ であることが判明した。これらのことから、TBM掘削のゆるみを考慮しても、当該区間の地山区分はB級と評価した。

### 4 新幹線交差部の施工方法

#### 4-1 管理体制および計測項目

備後トンネルへの影響として、施工時の振動および第5トンネルが備後トンネル上部に位置して新設される構造となることから、応力解放による変形が想定された。

計測は、備後トンネル内に設置した自動計測器により測定したデータを電話回線を利用し、適宜、関係各所に配信するシステムを採用した。

図-3に計測管理フローを、図-4, 5に計測器の設置位置図を示す。

#### 4-2 規制基準値

当初設計段階では、新幹線交差部における振動

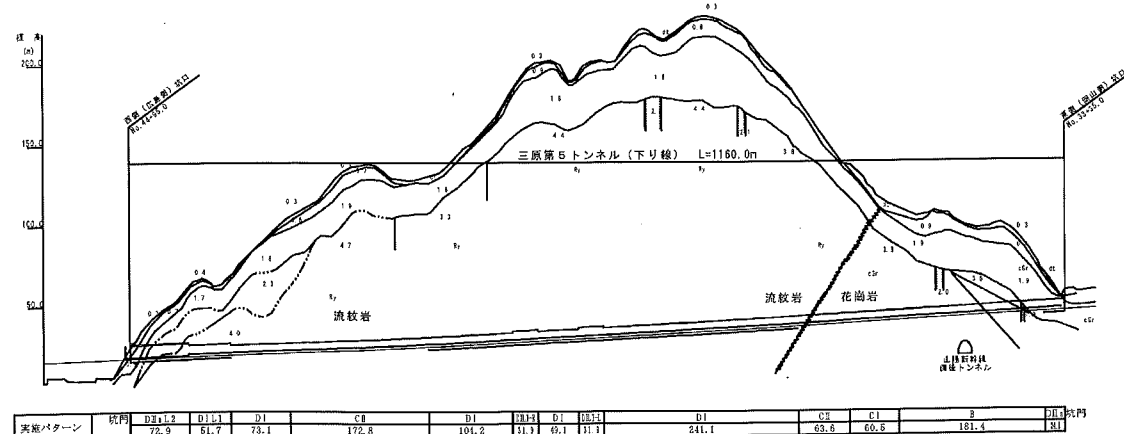


図-2 地質縦断面図

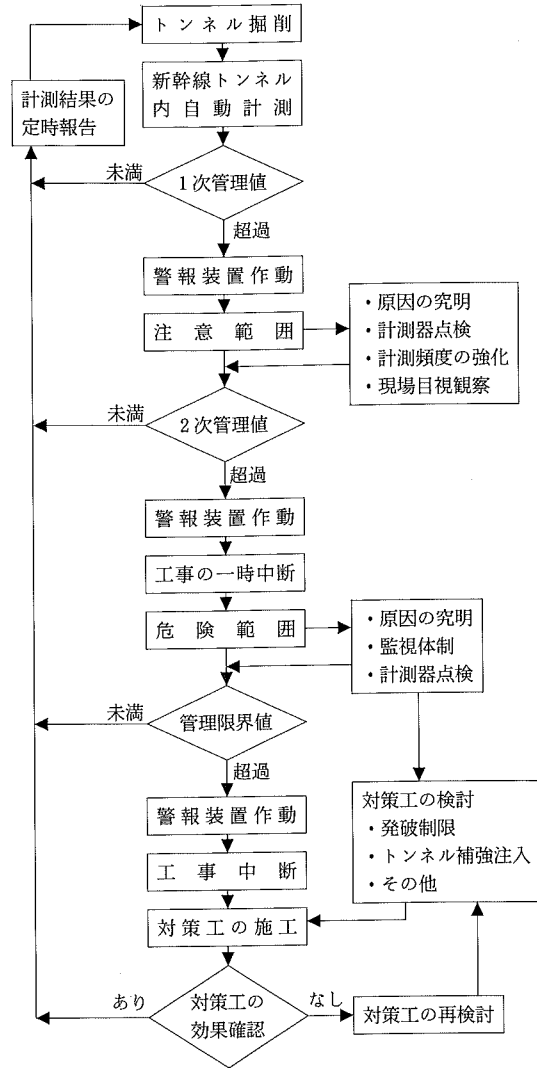


図-3 計測フロー図

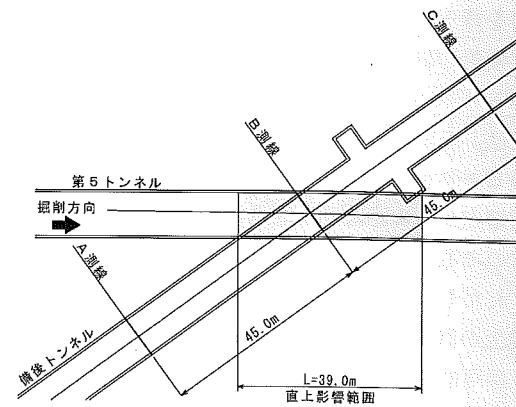


図-4 計測器設置位置図

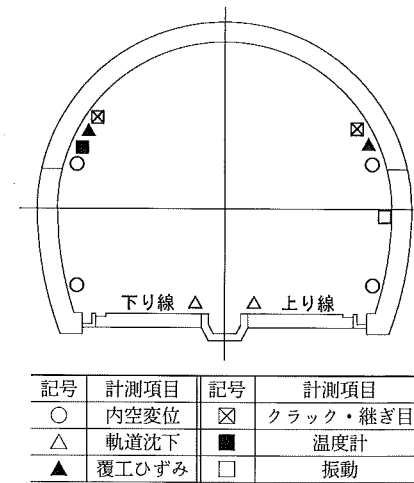


図-5 計測器設置断面図

速度の規制基準値は4.0kineで検討されており、IC雷管による制御発破で施工することになっていた。しかし、被害が生じた場合のリスクを考慮し、JR側から次の規制値が提示された。

(1) 備後トンネルに設けられた計測器による計測値の規制値を表-1のとおりとする。また、各管理値を超えた場合の措置を以下に示す。

一次管理値：現場の目視観察および原因の究明

二次管理値：工事の中断および原因の究明

管理限界値：工事の中断および対策工の施工

(2) 直上影響区間(L=39.0m)の施工は、新幹線営業時間外(0:30~4:40)とし、発破時間は0:30~1:40の間とする。

#### 4-3 掘削工法の選定

前述の規制基準より、一次管理値を超えると現場の目視観察(新幹線営業時間外しか行うことが

表-1 管理値の一覧

計測項目	一次管理値	二次管理値	管理限界値
内空変位	±1.5mm	±2.3mm	±3.0mm
鉛直変位	±1.5mm	±2.3mm	±3.0mm
トンネル覆工歪 (+引張)	+1.5kgf/cm <sup>2</sup>	+2.3kgf/cm <sup>2</sup>	+3.0kgf/cm <sup>2</sup>
[応力にて管理] (-圧縮)	-5.0kgf/cm <sup>2</sup>	-7.5kgf/cm <sup>2</sup>	-10.0kgf/cm <sup>2</sup>
クラック変位	±1.0mm	±1.5mm	±2.0mm
継ぎ目変位	±1.0mm	±1.5mm	±2.0mm
トンネル覆工振動速度	1.0kine	1.5kine	2.0kine

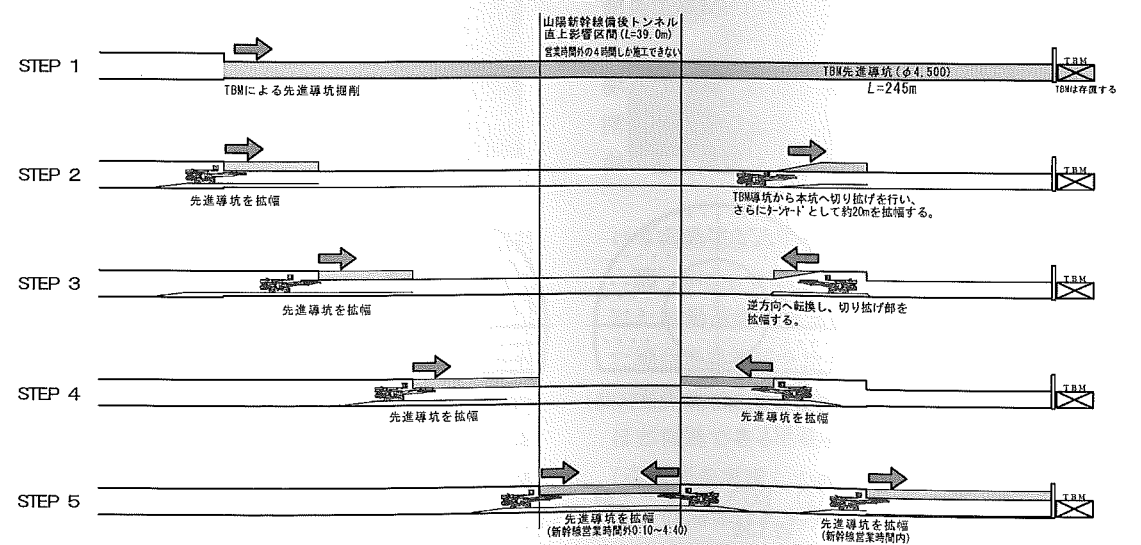


図-6 TBM先進導坑拡幅工法による3切羽同時施工工次第図

できない)が必要なため、工事を中断せずに円滑に進めるためには、とくに振動の一次管理値(1.0 kine)を超えない掘削工法を選定する必要があった。これらの条件を踏まえて掘削工法を検討した結果、既存の掘削工法では工期的な制約(平成17年度中に工事を完成)を満足することができず、もっと画期的に工程を短縮する工法の選択が必要となった。

そこで全国でも実績のない短距離(L=245m)においてTBMを導入し、TBM先進導坑を利用して切り抜けを行い、施工に時間を要する新幹線直上部を両側から掘削し、また直上部施工可能時間外は他切羽を施工することにより、工程を大幅に短縮する工法(3切羽同時施工)を選択した。図-6に施工次第図を示す。

### 5 EGスリッター+IC雷管による低振動発破

#### 5-1 採用に至る経緯

当工事では、TBM先進導坑を施工後の拡幅工法として割岩工法を選定していた。しかし、岩質が想定以上に硬く、亀裂も少ないため、日あたり進行は積算上の進行1.4m/日に対して1.0m/日程度であった。また、当初4時間で見込まれていた新幹線直上区間の作業可能時間は、約3.0時間しかないことが判明した(直上区間のTBM施工実績より)。

したがって、割岩工法による拡幅を継続した場合、工期、工費を増大させる結果となるため、割岩工法よりも進行の見込める低振動掘削工法の検

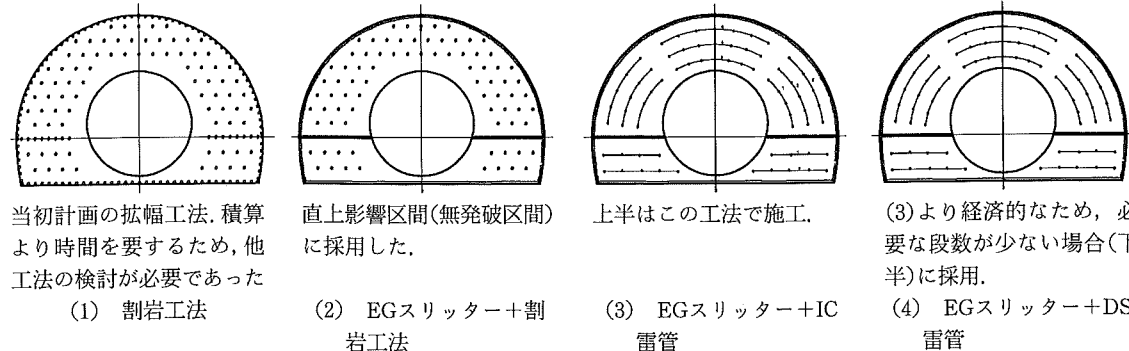


図-7 当工事で施工した掘削工法

討を行う必要が生じた(図-7)。

検討の結果、既往の論文報告<sup>1),2)</sup>に記載されている「スリッターとIC雷管を併用する低振動発破工法」を試みることにした。この工法は振動速度のピーク値を通常のDS雷管による発破に比べ、起爆点からの距離25m地点で最大で94%低減するものである。

ただし、備後トンネル直上部(39m)については、机上の計算では振動値を1.0kine以下に抑えることが可能であるが、地質などの不確定要素および被害が生じた場合のリスクを考慮して、発破を行わず割岩工法にて施工することとした。

表-2に拡幅工法比較表を示す。

#### 5-2 EGスリッターの特徴

EGスリッターは、ドリルジャンボのガイドセル先端部に簡単に装備できるアタッチメント方式の自由面(連続孔)形成装置である。概要図を図-8に示す。類似工法と比べて、以下の特徴を有する。

- ① ドリルジャンボに専用装置を装着するので専用機を必要としない。
- ② 高剛性ロッドの採用により孔曲がり抑制し、削孔効率を向上させている。
- ③ ガイド管長を短縮化したことにより、パイロット孔への挿入時のトラブルを軽減し、くりこの排出が容易である。
- ④ 伸縮ガイド管により、単独孔削孔時にガイド管取り外しが不要である。
- ⑤ ガイド管が伸縮自在であるため、ロックボルトを同一の機械で施工することが可能である。

表-2 拡幅工法比較表

工法名	スリッターとIC雷管を併用する低振動発破工法	割岩工法
工法概要	掘削断面の外周に連続孔を穿孔し、先に施工したTBM導坑によって、外周および中央部に自由面を形成し、IC雷管を用いて払いを行う工法(連続孔により、掘削岩塊と地山との縁切りを行い、極限まで振動値を低減)	油圧削岩機で割岩孔を穿孔後、ピッカーにより割岩掘削を行う工法
進行(積算上)	上半: 2.5m/日 下半: 3.1m/日	上半: 1.4m/日 下半: 2.9m/日

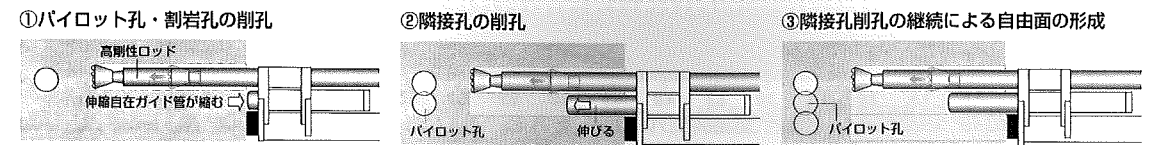


図-8 EGスリッター概要図

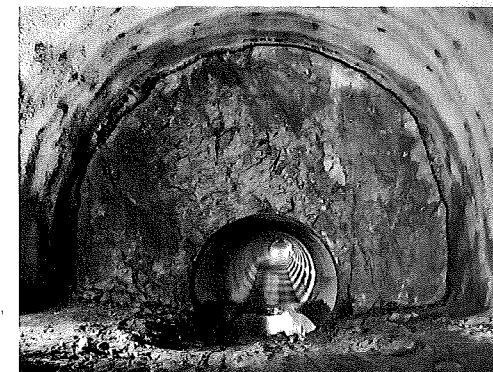


写真-1 スリッター削孔後の切羽

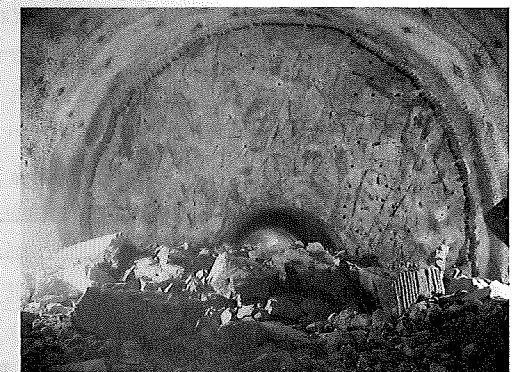


写真-2 制御発破後の切羽

- ⑥ ガイド管とビットが接触しないため、損耗が少ない。

#### 5-3 振動値(実績)

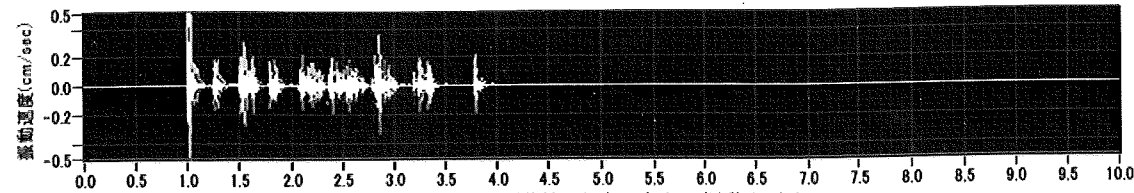
当工事では、前述の計測システムより配信されるデータをもとに、最適な掘削工法の選定を行った。その中で振動速度の波形データは、発破における進行長や薬量の調整を行うためにとくに参考とした。

図-9に当工事で得られた交差中心(B測線)にお

ける振動速度波形を示す。

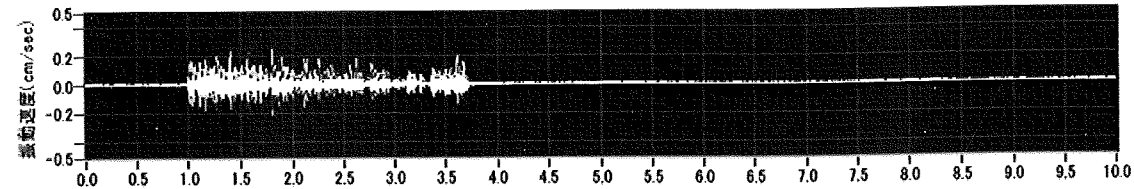
図-10に示すのは、交差中心(B測線)で測定された振動速度の実測値と、通常のDS雷管を用いた場合の計算値を比べたものである。

本工法による発破時の振動速度の低減は近距離ほど有効であることがわかる。交差中心より15m(高低差を考慮した直線距離で21.5m)での振動速度の低減率は約90%であり、既往の論文報告<sup>1),2)</sup>の記述どおりの効果を得ることができた。



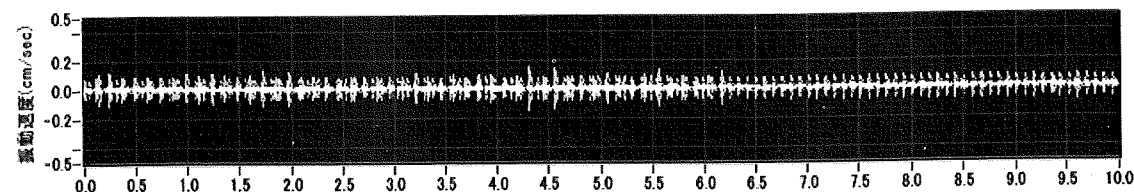
DS雷管(10段)を用いた発破による波形である。瞬発(芯抜き)時に大きな振動を示す。

(1) 通常発破の波形



すべての孔が段発であるため、DS雷管の波形のように突出した値はない。

(2) 制御発破(IC雷管)の波形



交差直上部でブレーカ掘削を行ったとき(営業時間外)の波形である。硬質な岩盤( $q_u=150\text{MPa}$ )、離隔15.5mで、最大0.2kineの振動を記録した。

(3) ブレーカ掘削の波形

図-9 測定された振動速度波形

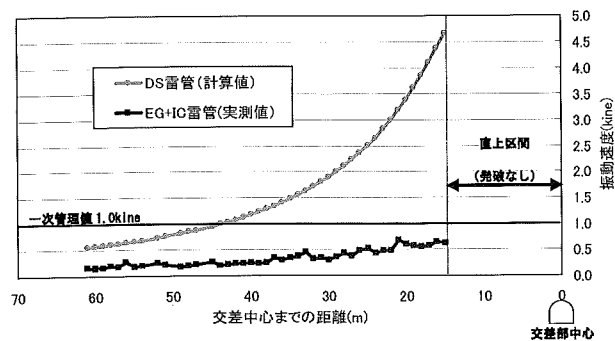


図-10 EGスリッター+IC雷管(上半掘削)における振動速度

TBMによる芯抜き、EGスリッターによる縁切り、IC雷管による振動低減効果が相乗的に作用し、交差直上区間手前までの発破が可能であった。

### 6 おわりに

三原バイパス第5トンネル工事では、掘削作業日数の短縮と騒音対策を考慮した施工方法の提案に対して総合的な評価を行い落札者を決定する入札時VE方式(総合評価落札方式)が採用された。

そのため、近隣への環境対策とともに厳しい工程管理が必要な工事であった。このような状況下で、TBMおよびスリットを併用した制御発破工法により、当工事は所定の工期内に完了することができた。

近年、市街地や重要構造物に近接したところでのトンネル工事が増えてきており、通常発破が使用できない状況が多くなってきている。騒音の問題さえ解決できるのであれば、確実に進行の見込める工法として、当現場で採用した掘削工法は、工法検討時の選択肢の一つになると考える。

### 参考文献

- 1) 須田博幸・古賀成樹・塚本耕治・栗田猛志：スロットとIC雷管を併用する低振動発破工法の開発，土木学会第55回年次学術講演概要集，2000.9.
- 2) 野間達也・土屋敏郎：外周スリットと電子雷管を用いた制御発破の試験施工，土木学会第55回年次学術講演概要集，2000.9.

# 施工

## 地下埋設物が輻輳する交差点内を開放型矩形シールドで施工

—大阪市営地下鉄第8号線 緑橋駅連絡通路—

大阪市交通局建設技術本部建設部新線建設担当課長 馬場畑 美 敏

大阪市交通局建設技術本部建設部古市建設事務所副所長 中 谷 孝 司

大成・青木あすなる・不動・松村特定建設工事共同企業体地下鉄8号線緑橋作業所長 山下 清 広

大成・青木あすなる・不動・松村特定建設工事共同企業体地下鉄8号線緑橋作業所監理技術者 平 岡 康 之

### 1 はじめに

大阪市営地下鉄第8号線は、大阪市東部の東淀川区井高野～東成区今里間、約12km・11駅を整備する新線建設工事(図-1)で、平成18年12月に今里筋線として開業予定である。

このうち、緑橋停留場第4号線地下連絡通路工事は、新設する第8号線緑橋停留場と既設の中央線(以下、「第4号線」と称す)緑橋停留場とを改札内で結ぶ連絡通路を、開削工法と開放型矩形シールドにより築造する工事である。

本稿は同工事で開放型矩形シールドが採用された経緯、施工計画から実施工について報告するものである。

### 2 埋設管路が輻輳する交差点直下の施工

緑橋交差点は、今里筋と中央大通りが交わる所で、交差点直下には、第4号線緑橋停留場が築造されている(図-2)。当初この連絡通路工事は、すべて開削工法で計画されていたが、図-3に示すように、交差点直下での施工であるうえ、埋設管路も輻輳していることから、開削工法では全土留め線に対し約50%の土留め欠損が生じ、近接する埋設管路へ与える影響、工事期間が長期に及ぶことなどの問題点があった。

そこで、躯体形状を一部変更のうえ、非開削工法を採用(図-4)することとし、土留め安全性の確

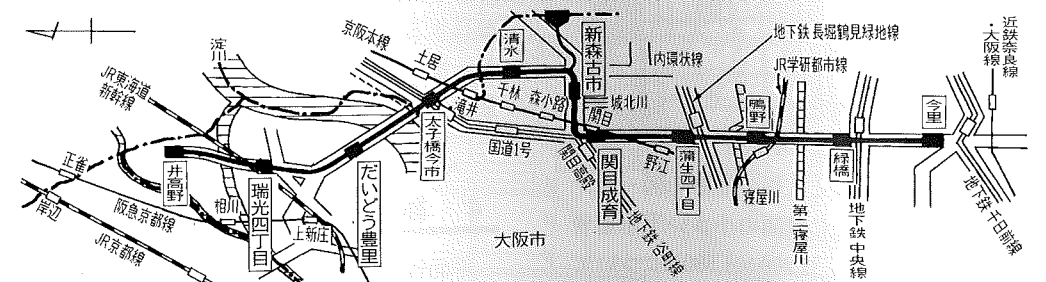


図-1 地下鉄第8号線路線概略図

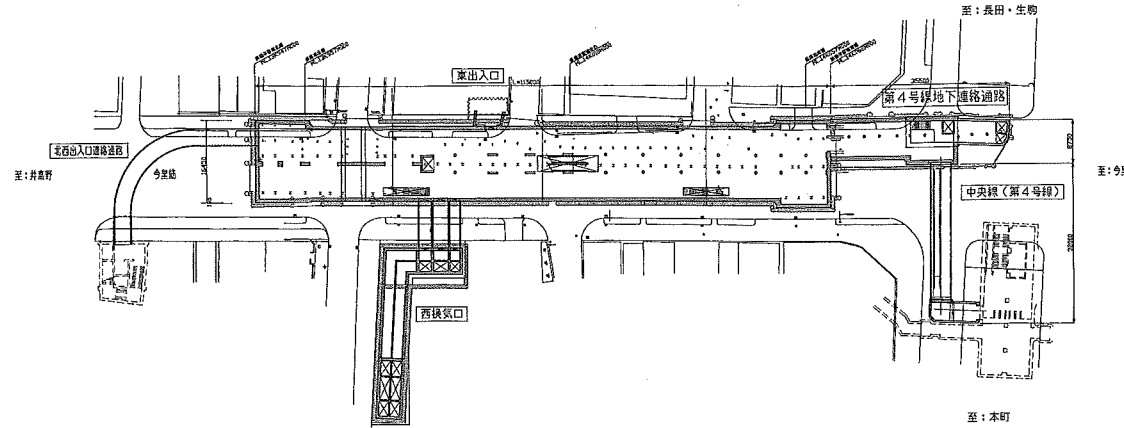


図-2 緑橋停留場全体平面図

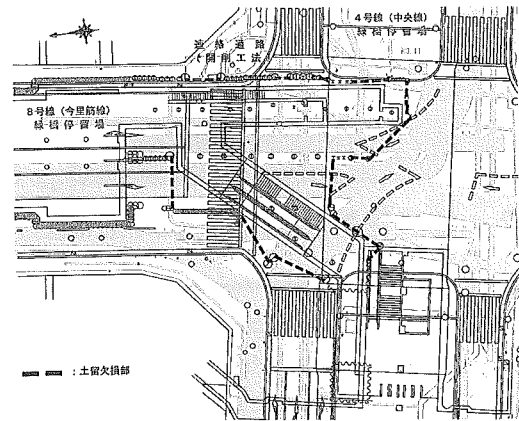


図-3 当初計画平面図

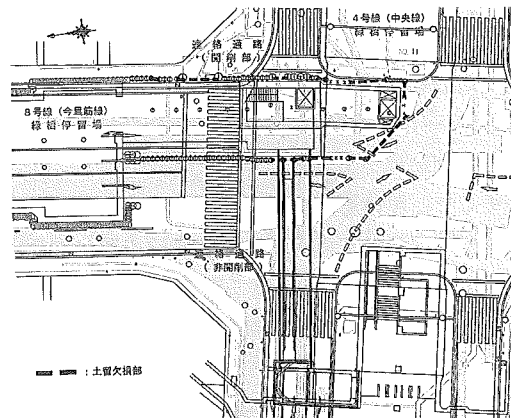


図-4 非開削案平面図

保・防護埋設管路の減少と工程の短縮を図った。埋設管路の中でもとくに離隔の小さい下水道管(外径φ4,300シールド・□2,200×1,580)については、高圧噴射攪拌工法(RJP)による防護を実施し

た。

### 3 工法選定

適用工法として、推進工法とシールド工法の二つを候補として検討した。各埋設企業者との協議の結果、埋設管路直下を通過した後、テールボイドを裏込め注入により速やかに充填することにより埋設管路への影響を軽減するという観点から、シールド工法を採用することとした。

線形を決定した後に、埋設管路や第4号線構築築造時の施工記録などを調査した結果、多数の残置鋼杭が存在していることが確認された。シールドの掘進は、この残置鋼杭の撤去をしながらの施工となるため、開放型シールド工法が適していると判断した。

ほかの理由として、掘進延長が27mと短いためシールドが工事費に占める割合が非常に高く、密閉型のシールドではコストが上がってしまうこと、後方設備ヤードに著しく制約があること、埋設管路の防護のために掘進延長のほとんどを地盤改良する必要があったことなどが挙げられる。なお、掘削断面は鋭敏な沖積粘性土であるため、開放型シールドの採用にあたり、切羽の自立を目的に、全区間地盤改良を事前に実施することとした。

### 4 線形および断面計画

平面線形は図-4に示すように直線である。一方縦断線形は、第8号線緑橋停留場の改札階・第4

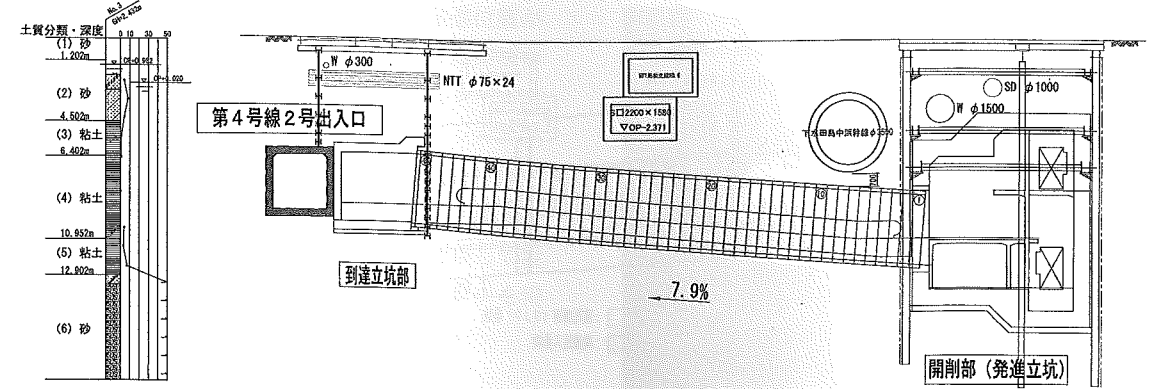


図-5 縦断線形

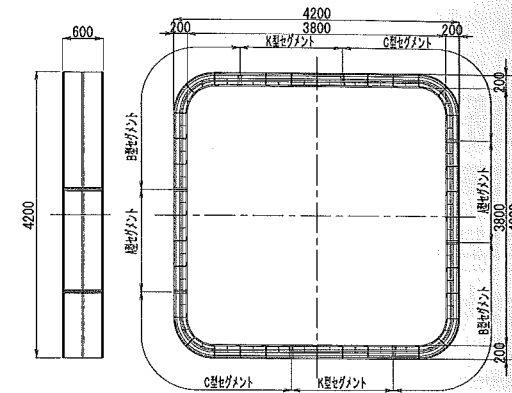


図-6 セグメント

号線緑橋停留場の改札階および埋設管路の位置関係から、図-5に示すような7.9%の上り勾配となる。

連絡通路内の勾配区間には、ムービングウォーク(動く歩道)を設置することとしたため、必要内空は3.8m×3.8mとやや大きめとなった。掘削断

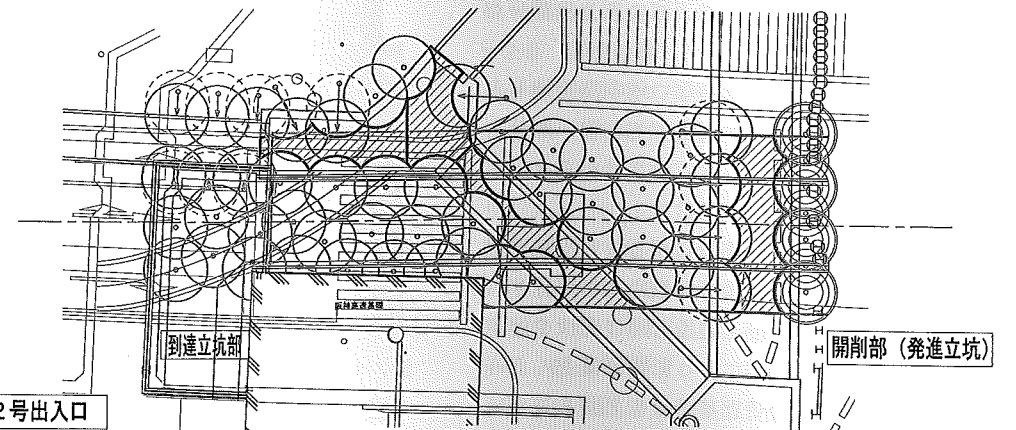


図-7 高圧噴射攪拌工配置平面図

面は上記必要内空を確保したうえで、埋設管路・地下構造物との離隔を確保するため、4.41m×4.41mの矩形断面に決定し、セグメントの外径は4.2m×4.2m・桁高200mmとした(図-6)。

なお、セグメント幅は、シールド機長と後方の資材投入余裕との兼ね合いから600mmとした。

## 5 施工

### 5-1 地盤改良

前述のとおり、地盤改良は高圧噴射攪拌工法(RJP)で行うことから、排泥ピットも兼ねて地盤改良工専用の仮覆工を設置して作業を行った。作業箇所は交差点内で占用時間(22:00~6:00)に制約があったうえ、連絡通路工事と併行して作業していた停留場工事の工程促進を図る必要から、道路使用形態を停留場工事優先としたため、地盤改良工の施工には長期間を要した。

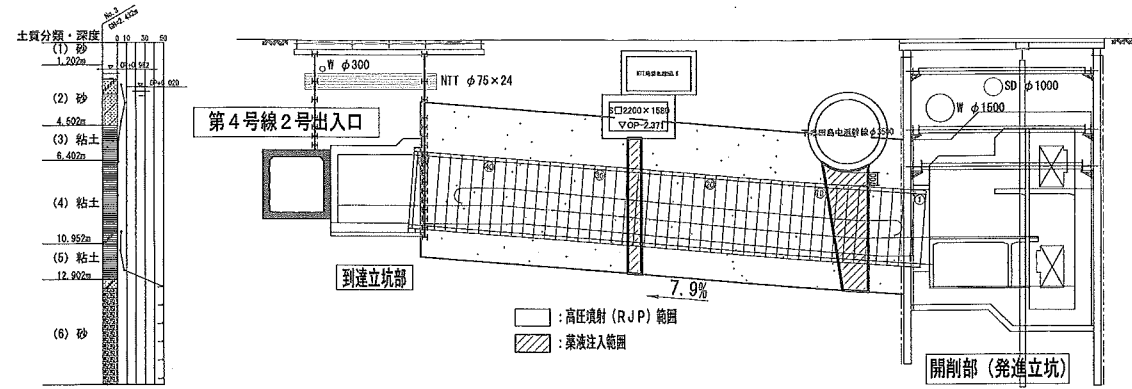


図-8 高圧噴射掘削工縦断面図

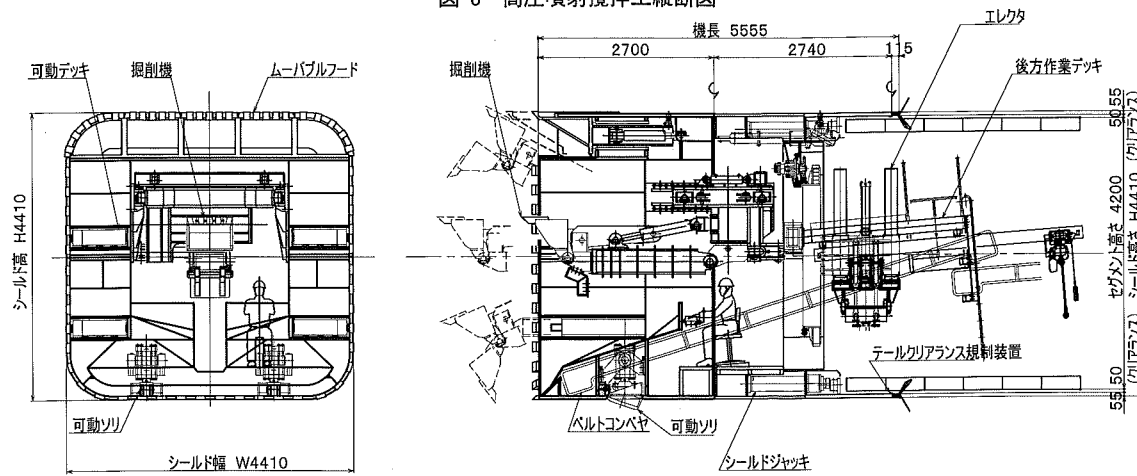


図-9 開放型矩形シールド

図-7に地盤改良の配列図を示す。埋設管路を避けて配置し、埋設管路下部も可能な限り改良できるよう斜め削孔を行ったが、図-8に示すようにシールドとの離隔が小さい外径φ4,300mm下水シールドと、ボックスカルバートの下水道下部に未改良部分が残った。

また、記録には記されていない地中障害物も多数存在し、計画配置どおりに施工できない部分もあった。この部分については、両立坑から水平注入を行い、切羽の自立を確保した。

掘削時に改良の状態を確認したところ、障害物周辺を除き、湧水もなく良好な改良体が確認された。また掘進中は地表面・埋設管路の変状を測定したが、地盤改良の効果により影響はほとんどみられず、下水道管路の管理基準値を上回ることはなかった。

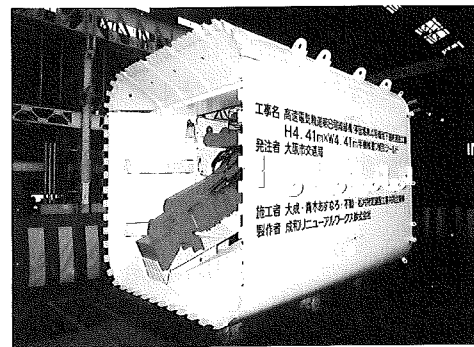


写真-1 開放型矩形シールド

### 5-2 設備計画

設備計画にあたり、問題点とその対応を以下に示す。

#### 5-2-1 シールド投入

投入開口が3.0m×2.4mと小さいため、幅4.41mのシールド(図-9、写真-1)を水平に投入する開口

が確保できなかった。また、シールド発進位置が交差点内であること、直上に阪神高速の高架橋があることなどの理由により、投入開口はシールド発進位置から約18m離れた位置となり、シールドを横移動する必要があった。このため、シールドの分割ブロックを縦向きに吊り上げ、坑内投入後に電動チェーンブロックにより水平に調整して設置した。また、横移動については、ウインチを用いた。

#### 5-2-2 覆工耐力の検討

停留場工事施工中により、投入開口周辺はすべて路面覆工の状態であったので、シールド投入用クレーン(160t吊り)の据え付け位置、路面覆工の耐力検討を必要とした。クレーンの据え付け位置を詳細に検討した結果、覆工桁に大きな負担がかからない位置に配置することにより、覆工構造を補強することなく投入することができた。

#### 5-2-3 坑内運搬設備

縦断勾配が7.9%と急であるため、掘削土搬出やセグメント運搬には通常のバッテリー機関車を採用することができず、補助装置を必要とした。急勾配施工の場合、バッテリー機関車に補助装置を設置するのが一般的であるが、本工事の場合は掘進延長が短いこともあり、材料台車をウインチで牽引する形態(写真-2)を採用した。台車には逸走防止装置を考案し、搭載することとした。一方で残土搬出は、7.9%の下り勾配を実車で運搬すると十分な安全性が確保できないと考え、連続ベルコン方式を採用した。

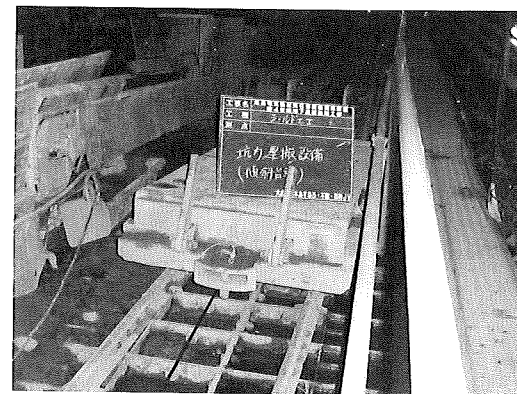


写真-2 坑内運搬台車

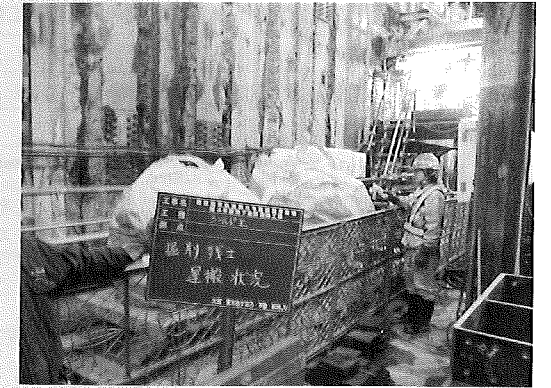


写真-3 大型土のうによる残土集積

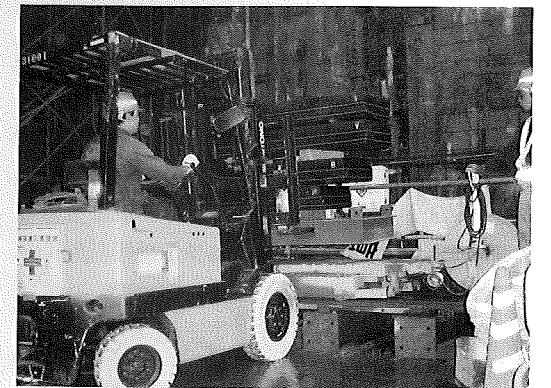


写真-4 資材運搬用フォークリフト

#### 5-2-4 土砂搬出

開口は車道部にしか設けることができなかったため、残土搬出は夜間に限定された。

また、後方のヤードが地下鉄駅舎内であるため、土砂ピットを設置することができなかったため、作業効率・衛生面を考慮し、大型土のうによる集積・搬出を実施した(写真-3)。

#### 5-2-5 荷役設備

一部完成済みの停留場構築内に資材ヤードを設けたが、荷役設備(天井クレーン)が設置できないため、資材の運搬方法として天井クレーンに替わり、フォークリフトを用いることによりスムーズな資材運搬を確保した(写真-4)。

以上の対策の結果、設備面においては大きな問題もなく施工を進めることができた。

### 5-3 掘進管理

線形の管理については、直線・一定勾配という特性を考慮し、山岳トンネルで用いられるレーザー

照射器を用いた。これにより簡易に、しかもリアルタイムでシールド・セグメントの蛇行量を把握することができ、即座に掘進指示に反映することができた。その結果蛇行量は最大で鉛直40mm・水平30mmとなり、全線にわたり±50mmという許容値を満足することができた。

計画段階では、開放型シールドは切羽土圧を受けないため、シールドの自重により下方へ蛇行するものと考えていた。そこで上向き修正用として、シールド下面に調整ジャッキを設けた。また掘削完了後に掘削下面の整正を行い、下方への蛇行に留意して推進した。しかし、実際にはシールドは上方へ蛇行する傾向が見られた。当工区では本工事のほかに、出入口への連絡通路も同種の工法により施工しているが、同じような傾向が見られた。これは下面の地盤改良が良好であったことに加え、余掘りにより上側の拘束力が小さかったことなどが要因ではないかと推察される。

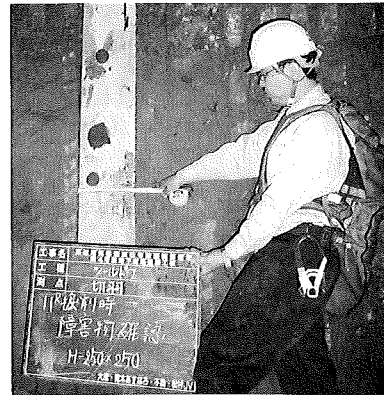


写真-5 地中障害物(残置鋼杭)

### 5-4 障害物撤去

実際の掘進においては、試掘結果以上の地中障害物が存在した(写真-5)。撤去した地中障害物を図-10に示す。

地中障害物の多くは第4号線緑橋停留場構築時の土留め杭で、既設埋設管路の下部では、土留め矢板が残置されている箇所もあった。矢板の背面は地盤改良が完全でない部分も存在し、この部分は停留場構築後の埋め戻し土であるため、自立性に乏しい土であったが、補足注入により対応した。

残置杭の撤去は、1日(昼・夜)あたり平均して2本程度であった。撤去した杭の数量を表-1に示す。

表-1 残置杭撤去数量

種類	本数(本)	重量(kg)
H-250×250×9×14	26	8,436.5
H-300×300×10×15	13	5,440.5
H-400×400×13×21	2	1,548.0
合計		15,425.0

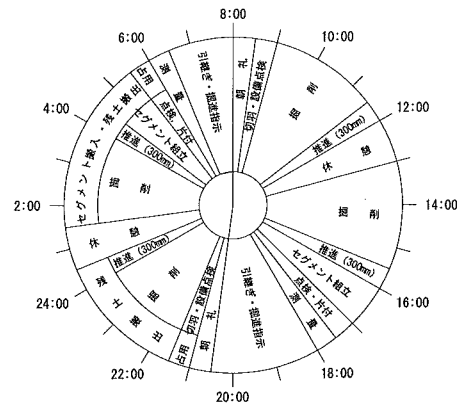


図-11 1日(昼・夜)あたり施工サイクル

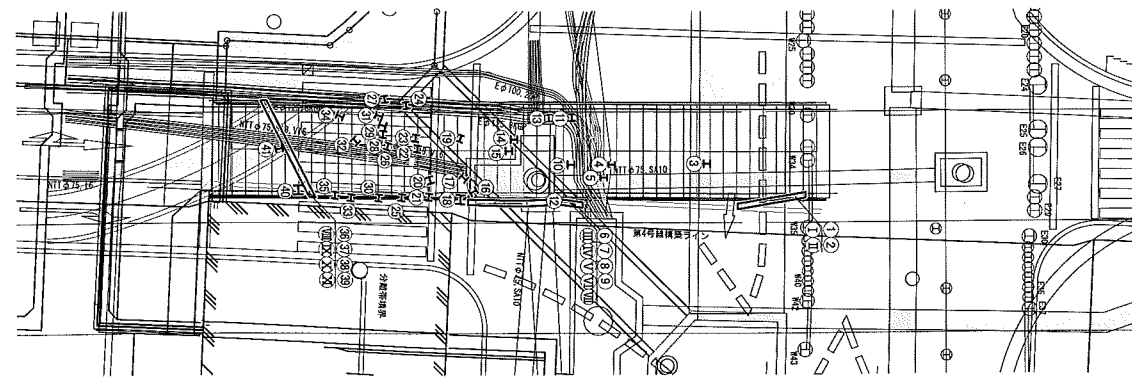


図-10 残置鋼杭撤去位置図

表-2 実施工程表

工種	平成17年						平成18年						
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	
仮覆工	[Bar chart showing work from July to August]												
地盤改良工				[Bar chart showing work from September to November]									
掘進準備工			[Bar chart showing work in August]										
シールド組み立て			[Bar chart showing work in August]										
掘進工													
シールド解体													

す。杭の撤去においては、画期的な方法はなく、人力掘削により杭周辺の土を除去し、杭を人力で運搬できる大きさに切断した後、後方へ搬出した。

### 5-5 実施工程

標準的な施工サイクルを図-11に示す。

昼夜連続施工で、1日あたり0.6mの進捗であった。ただし残置杭が多数存在し、標準的なサイクルで施工できた日数は非常に少なかった。

表-2は非開削部の実施工程である。地盤改良に多くの時間を要しているが、停留場工事・連絡通路工事開削部の施工を優先する必要性から、同時進行で施工した開削部分の底版改良を優先したためである。

シールドの投入・組み立てと併行して後方設備の組み立てを行い、3月20日に鏡切り、掘進を開始した。

障害物の撤去に時間を費やしたものの、おおむね順調に掘進することができた。実質的な掘進期間は約1か月であった。

シールド解体部は、通常終端覆工を施工するが、本工事ではさらなる工期短縮のため、解体部には空伏せセグメントを組み立てることとし、5月末日をもってすべての作業を完了した。

## 6 おわりに

第8号線では、開放型矩形シールドを用いた地下連絡通路工事が過去2例あり、今回の第4号線地下連絡通路工事は3例目にあたる。これらは、いずれも都市部の地下埋設物や重要構造物が輻輳した場所での施工であり、これらに悪い影響を与えることなく安全に工事を進めるうえで、万全の施工管理体制の確立が求められたが、無事に工事を終えることができた。

また、近年のシールド工事では密閉式が主流となっているが、適切な補助工法を採用することにより、開放型シールドの安全性と経済性が確認された。今後、この方式の用途が拡大されることが期待される。

## 『トンネルと地下』投稿原稿応募のご案内

1. 原稿は弊社ホームページ(<http://www.tunnel.ne.jp>)に掲載されている投稿規定により執筆して頂きます。
2. 原稿のボリュームは、原則として刷上がりで8頁以内とします(図・表・写真含む)。
3. 原稿掲載の採否は、本誌編集委員会で審査のうえ決定します。
4. 掲載論文については当社規定の原稿料をお支払いいたします。
5. 原稿は、原則として返却いたしません。  
(注:「現場だより」の投稿は受付けておりません)

送付先 株式会社土木工学社 編集部 投稿係  
〒162-0832東京都新宿区岩戸町16 メイジャー神楽坂  
電話 (03) 3267-2888(代)

# 土木情報 No.403 今月の主な入札結果

(9月26日~10月24日)

事業主体	工事名	請負会社	請負額 単位 百万円
水資源機構	豊川用水二期西部幹線併設水路上平井工区	戸田建設	832.5
"	" 片山工区	竹中土木	998
中国四国農政	吉野川流域農地防災事業南部幹線水路(その1)	大木建設	162.5
北開・室蘭	一般国道230号洞爺湖町青葉T	鹿島・三井住友・北興工業JV	197
北開・帯広	札内川第二(二期)地区外1地区勢雄送水幹線用水路東4号外	フジタ	358.7
"	" 勢雄送水幹線用水路東7号工区	三井組・大川組・河向組JV	223.7
"	" " 東8号工区	平田建設・川村組JV	207
北開・留萌	深川留萌自動車道留萌市藤山1号T	荒井建設	630
北開・釧路	北海道横断自動車道釧路市阿寒T	清水・竹中土木・岩倉JV	261
北開・網走	雄武中央(二期)地区北雄武送水幹線水路	日東建設・石井組JV	175.5
九州地整	福岡201号鳥尾T2期	前田建設工業	674
首都高速	KJ132工区(2-2)立坑躯体	西松・勝村JV	688
都・水道局	墨田区墨田四丁目地先配水間本管(1,500mm)撤去	清水建設・前川建設JV	388
"	足立区谷在家二丁目地先送水管(1,300mm)新設	大日本土木	180
"	江東区豊洲二丁目から同区豊洲六丁目地先送水管(1,800mm)新設	佐藤・本間・長田組土木JV	1,576
都・下水道局	品川区中延三, 四丁目付近枝線	東急・大日本土木JV	959
"	台東区谷中二丁目, 文京区根津二丁目付近再構築	森本組	274.4
"	" 浅草二丁目, 西浅草三丁目付近再構築	青木あすなる建設	640
"	" 浅草橋一丁目, 千代田区東神田三丁目付近再構築	林工業	244
"	" 蔵前四丁目付近再構築	多賀建設・金寿建設JV	289.84
"	港区赤坂六, 八丁目付近再構築	松井建設・日鋪建設JV	248.05
"	上目黒幹線人孔設置	若築建設	203.7
"	豊島区長崎一, 二丁目付近枝線	大起建設	212.2
"	音無川幹線再構築	浅沼組	435
"	墨田区菊川一, 二丁目付近再構築	佐藤工業	650
"	足立区花畑七丁目付近枝線立坑設置	大日本土木	259.5
"	千代田区三崎町二丁目, 神田神保町二丁目付近再構築その5	鉄建	315
"	中央区日本橋小伝馬町付近再構築	奈良建設	225
都・新都市建設公社	八王子市川口町495番地先外下水道築造52(公9工区)	片倉建設・バンダムJV	337.89
"	町田市公下小山町, 下小山田町汚水枝線	大日本土木	229.38
"	" 小山田町, 広袴町外汚水枝線	古久根建設	219.04
埼玉県	利根川右岸流域下水道上里幹線管渠築造2工区2号	金子組・本庄土建JV	253
"	" 児玉幹線管渠築造4工区1号	田部井・外塚建設JV	285
"	" 美里幹線管渠築造1工区	真下建設・木村工業JV	267
"	" 神川幹線管渠築造1工区	エムテック・上野組JV	213.5
神奈川県	藤沢市長後~高倉地内配水管布設(シールド)	フジタ・佐伯・林間JV	1,009
愛知県	新川東部流域下水道事業管きょ布設(西之保工区)	徳倉・水野・松浦JV	980
"	日光川流域下水道事業管きょ布設(須成第1工区)	矢作・河村・戸谷JV	1,013
広島県	芦田川流域下水道事業沼隈幹線(9工区)管渠	宮田建設	340
大分県	道改国第2-2号中津1号T(仮称)	熊谷組・安部建設・協和産業JV	2,286
"	平成18年度交付地改佐第1-6-3号県道西野浦河内線道路改良工事	梅林・山口JV	940
函館市	東部4の1号幹線ほか1排水区・1地区下水暗渠新設	竹中土木・関本建設JV	130.5
横浜市	北部処理区市場地区下水道再整備	水村建設	202.3
京都市	七条西幹線(その1)公共下水道	佐藤・竹中土木・公成JV	1,697
大阪市	国道479号清水共同溝設置	西松・鉄建・青木あすなる・福田JV	389.6
広島市	三入地区下水道築造18-3号	肥海建設	190

## 施工

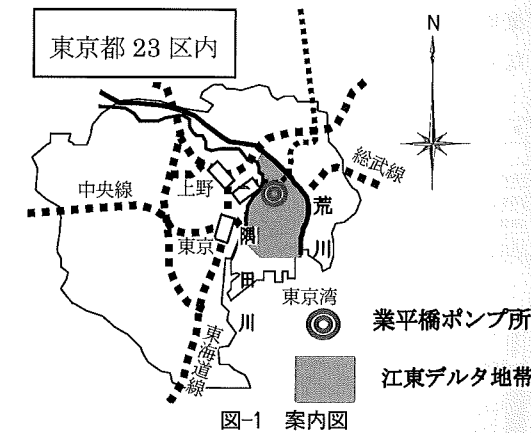
### 複雑な多層地盤を急勾配で貫くシールド

—東京都下水道 業平橋ポンプ所放流渠—

東京都下水道局北部建設事務所工事第一課長 **小松原 修 義**  
 東京都下水道局北部建設事務所工事第一課工事第二係主任 **平 野 保 次**  
 (株)奥村組東京支社業平ポンプ所工事所長 **紺 谷 郁 夫**  
 (株)奥村組東京支社機械部工務課長 **柴 崎 貞 典**

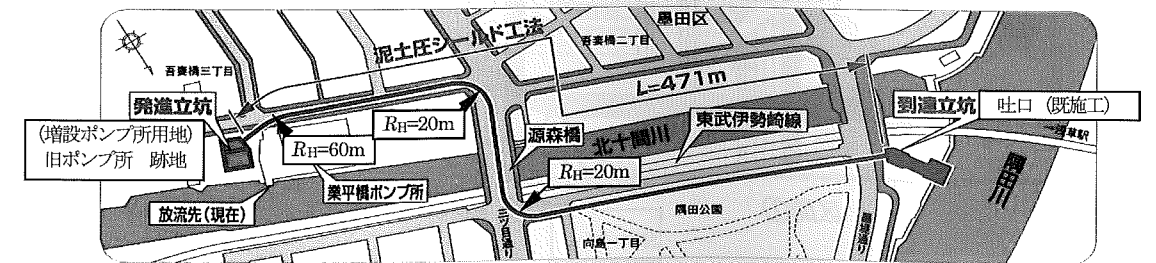
#### 1 はじめに

東京都では、老朽化した下水道施設の能力、機能を回復し今日的な下水道の役割が達成できるように造り替える再構築事業を進めている。その一環として東京下町の江東デルタ地帯と呼ばれる平



坦なゼロメートル地帯に位置する業平橋ポンプ所(図-1)を計画的に再構築することとしている。

当ポンプ所は、昭和4年に稼働した施設で、墨田区の向島、吾妻橋、東駒形などの地域の汚水、雨水を汲揚し、汚水は臨海部の砂町水再生センターへ送水し、雨水は最寄りの北十間川に放流する役割を担っている。しかし、施設の老朽化が進んだことから昭和63年に休止させ、その隣接地に同能力の施設を建設し、当面のポンプ機能確保を図りつつ、現在、雨水量の増大(雨水整備水準50mm/hr-80%相当)への対応と閉鎖性水域である北十間川の水質改善を図るために吐口・放流渠を北十間川から隅田川に変更する工事を進めている。図-2に示すように、本工事はシールド工法により旧ポンプ所跡地に予定している増設ポンプ所用地に築造した発進立坑から既施工の吐口に到達する放流渠を建設するものである。将来計画を踏まえた



発進立坑の設置深度が深く、また途中で障害物を避ける必要があることから隅田川へ放流するための放流渠が急勾配となり、これに伴いメタンガスが溶存するなど複雑な多層地盤での施工を余儀なくされたものである。

本稿では、複雑な多層地盤における急勾配シールドの施工に際しての問題点とその対応策などを中心に報告するものである。

## 2 地質および工事概要

### 2-1 工事概要

図-2の路線平面図に示したように、本工事は増設ポンプ所用地を発進し、途中20Rの急曲線で三ツ目通り(都道)を下り、北十間川を横断し、再び20Rの急曲線で区立隅田公園内を通過、東武伊勢崎線に沿って墨堤通り(都道)を横断し既施工吐口に到達する仕上がり内径5,000mm(シールド外径5,800mm)、延長約471mの放流渠をシールド工法により施工するものである。一方、縦断的には図-3に示すように、発進立坑位置での土かぶり40mと大きく、路線途中の源森橋の基礎杭との離間を約1D確保する必要があることから、区間①~②において縦断方向に60Rの急勾配(≒20%)で上向きに

方向を変え掘進する。そして、区間③~④に移る位置で再び縦断方向に60Rの曲線施工を行い既設吐口部に摺り付け到達する。到達部での土かぶりはわずか6mになっている。

### 2-2 地質概要

図-3に示すように、シールドは、凡例に示す地層のうち、埋土層(B)を除く7層もの多層地盤を急勾配で貫くものである。多層地盤の性状は以下のとおりである。

発進部から急勾配部手前までの土かぶり40mの大深度区間は、締まった東京礫層(Tog)が主体で、この東京礫層(Tog)の中に溶存メタンが存在し、部分的にレンズ状硬質粘性土の東京層(Toc)を含んでいる(区間①)。

急勾配区間に入ってすぐに層厚が約2mの東京層(Toc)が現れ、東京層(Toc)が主体になったときには、切羽上部に埋没段丘礫層-2(btg-2)、下部に東京礫層(Tog)の土質構成となり、掘進とともに切羽の土質性状が複雑になる(区間②)。

その後は埋没ローム層(bl)と有楽町層下部(粘性土)(Ylc)を挟んで、埋没段丘礫層-2(btg-2)・有楽町層上部(礫質土)(Yug)の2種類の砂礫層となり、とくに有楽町層下部(粘性土)(Ylc)と有

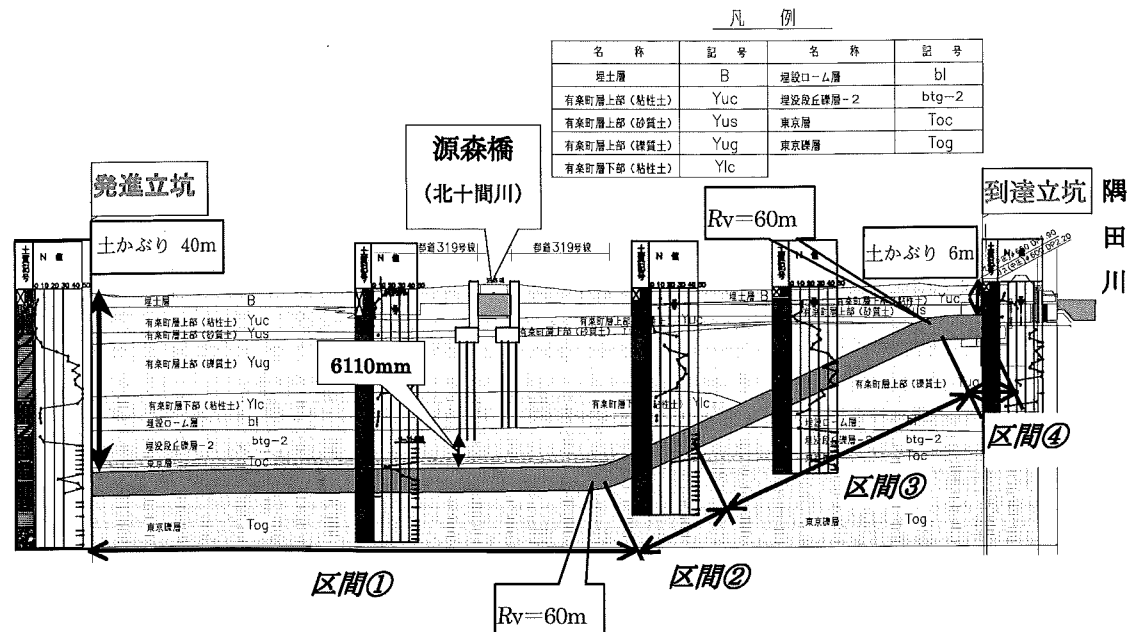


図-3 路線および地質縦断面図

楽町層上部(礫質土)(Yug)の層境付近に崩落性の高い箇所が存在する(区間③)。

到達前の水平区間に入ると、有楽町層上部(礫質土)(Yug)・有楽町層上部(砂質土)(Yus)・有楽町層上部(粘性土)(Yuc)の互層になるが、大部分が地盤改良区間であることから比較的地盤が安定している(区間④)。

### 2-3 シールド

シールドは、急曲線・急勾配および多層地盤的確に対応できるように以下の対策を施した。

- ・多層地盤に起因する切羽土圧変化に対応できるように泥土圧シールドタイプとした。

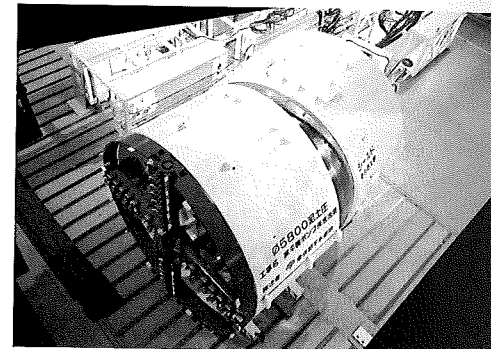


写真-1 シールド中折れ状況

- ・礫層対策としてスクリーコンベヤの後に礫破砕用のラインクラッシャーを装備した。
- ・R=20mの急曲線対策としてシールドに左右の中折れ機構(左右11.1°)(写真-1)を装備し、シールド前胴部に固定しているスクリーコンベヤのつけ根を球体にし、首振り機構を採用することで急曲線施工時にシールド後胴との緩衝を防止した。
- ・R=60mの縦断曲線対策として上下の中折れ機構(上下4.0°)を装備した。
- ・東京礫層から湧出する溶存メタンガス対策として機長+3D=25mの区間において防爆仕様とするため、シールド内の電気系統の防爆化およびエアカーテンの設置、立坑外への排気および局所送気による換気システムを採用した。

### 2-4 セグメント配置

直線部は二次覆工を省略することを目的に二次覆工一体型のRC(ハニカム)セグメントを採用するほか、平面曲線部は構造上の理由と20R部分でレジャーサー(縮小・拡大)セグメントを用いないとシールドとセグメントが緩衝することと袋付き

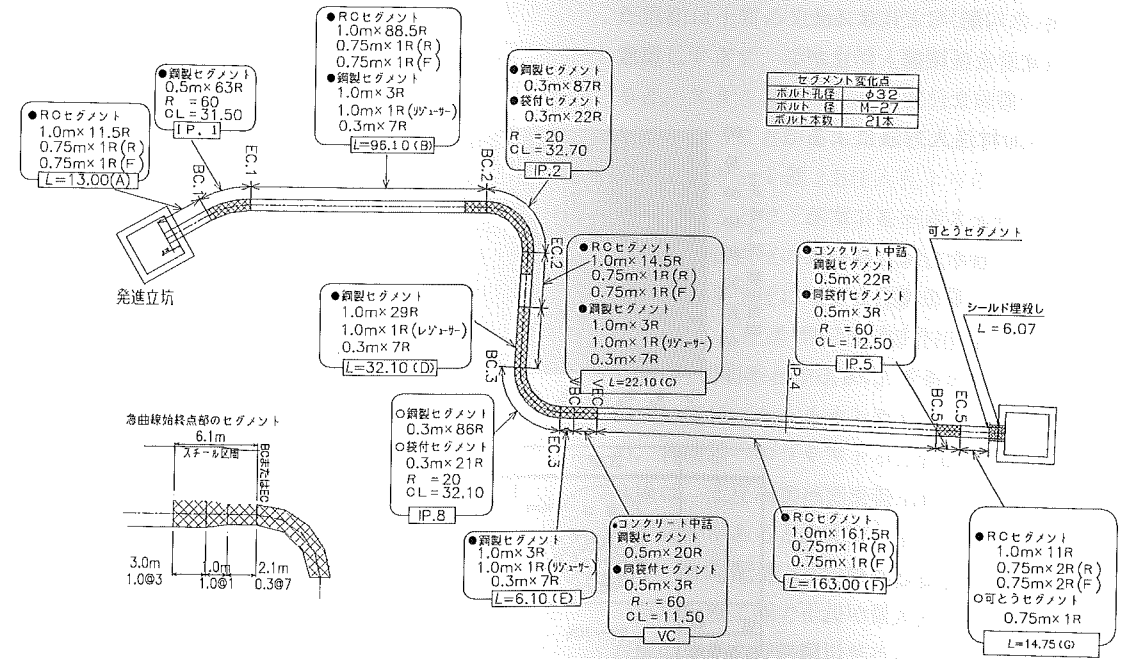


図-4 セグメント割り付け図

セグメントを使用することからスチールセグメントとし、縦断曲線部は急勾配時に作用するとくに下側の推進偏力に対抗するため、CPセグメント(Concrete Packed Steel Segment: 工場で、鋼殻中にコンクリートを中詰めしたセグメント)を採用することとした。

また、高被圧水下的施工であるため、RCセグメントでは水膨張性の止水シールを2段配置した。

図-4にセグメント割り付け図を記す。

### 3 複雑な多層地盤における施工管理と安全管理

#### 3-1 土砂圧送に関する問題点

##### 3-1-1 問題点の整理

掘削土砂は、圧送ポンプによって排出するもの立坑深さが45m、配管高さが55mもある(高水圧)ため、配管内の閉塞が懸念された。同時に切羽の安定も図るの必要があり、添加材の配合・注入量(率)・注入箇所など土砂圧送のあり方が課題となった。

また、土質・圧送配管ルート(急曲線)・切羽土圧の変動(急勾配)などによる土砂の「噴発」と「閉塞」防止が懸案事項であった。

##### 3-1-2 添加材注入方法による対策

土砂の圧送をスムーズにするためには、土砂が分離しないように添加材注入量を増やしていけばよいが、添加材注入量を増やすと、高水圧であるため、スクリーコンベヤのフライトと土砂の摩擦力が低下し、「プラグ効果」が損なわれ、排出ゲートで「噴発」しやすく、切羽土圧が不安定になることが懸念される。一方添加材注入量が低下すればスクリーコンベヤ以降の配管ルートで「閉塞」しやす

くなる心配がある。

このため、添加材注入を「切羽の安定」と「圧送に最適な土砂状態に保持」ができるような管理方法を採用することとした。具体的には、切羽安定に最適な添加材注入率の模索とサンプリングによる目視・触感・スランプ計測で得られた結果から、圧送に適した土砂性状とするための補足注入率をリングごとに決め施工することとした。その結果、当現場の砂礫層においては、通常の施工と比較して若干高めの結果であるが、25~40%の注入率で切羽が安定し、スクリーコンベヤ部分で「噴発」、「閉塞」を防ぐことができた。

一方、土砂の圧送については、50%以下になる

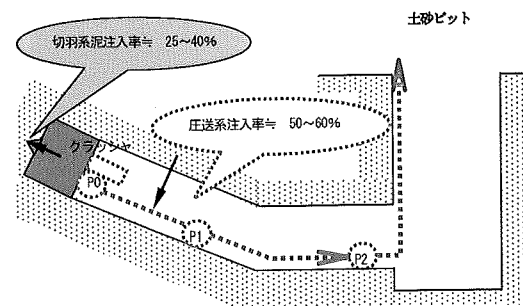


図-5 添加材注入模式図

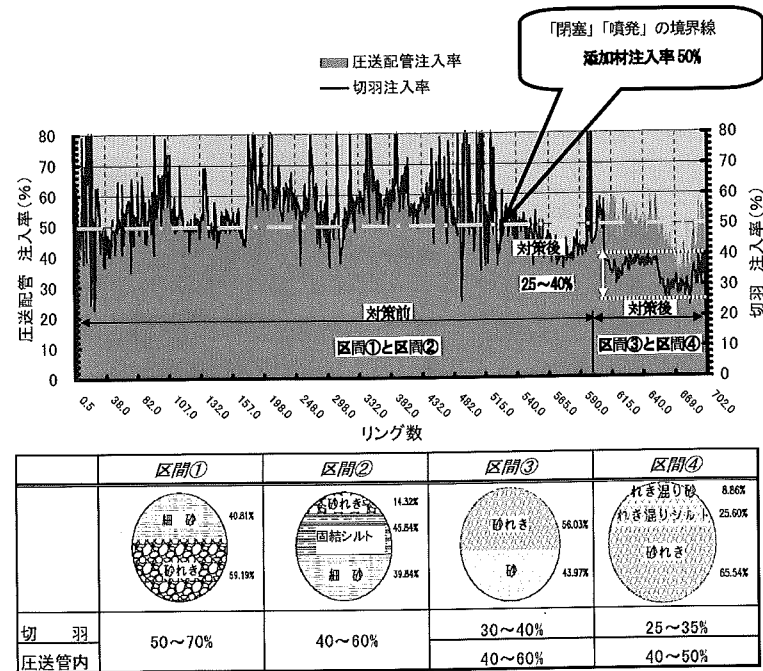


図-6 切羽と圧送管内添加材注入率比較

と擬似閉塞が起こり、継続すると配管内、とくに立坑直下部で閉塞した。このため、この問題を解決する方法として、図-5に示すように「切羽」と「土砂圧送ライン」それぞれの系統で注入することで切羽土圧の安定と「噴発」、「閉塞」の双方を防止することとした。図-6には各区間での切羽と圧送管内での添加材注入率の比較を示す。

#### 3-2 土圧および排土管理

急勾配区間では、掘進するにしがたい土かぶり圧が変化するため、切羽土圧がリングごとに変化する。このため、圧送ポンプのホッパー部分の土圧計を活用し、噴発土砂のブレーキング効果を調圧装置として利用した。

図-7にその概念図を示す。圧送ポンプ<P0>ホッパー土圧の制御範囲(「切羽土圧+ $\alpha$ 」)を調整することによる「噴発防止」対策は、「切羽土圧+ $\alpha$ 」で一定の成果があったものの、土質が急激に変化する場合や土圧・水圧の変化に対して頻りに制御値を調整する必要があった。とくに、土

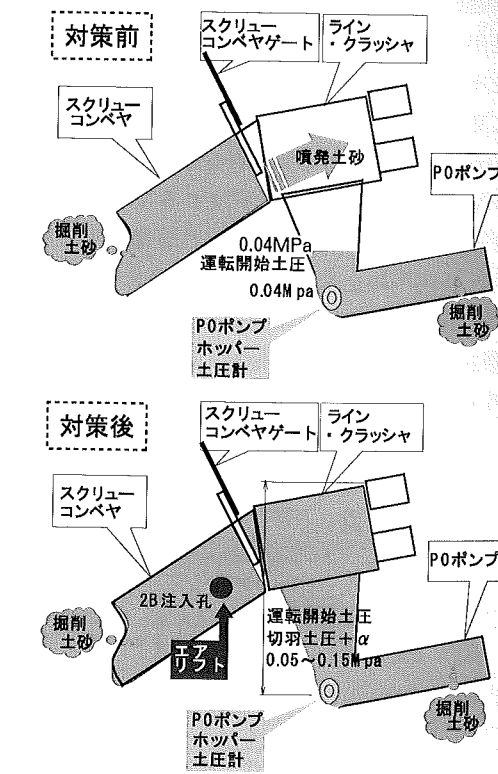


図-7 圧送ポンプ土圧制御概要図

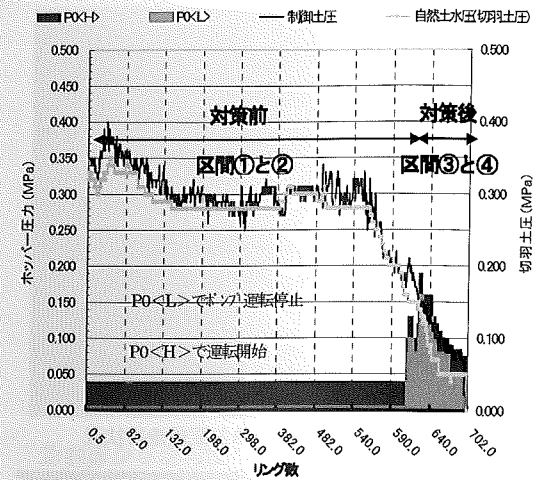


図-8 圧送ポンプ土圧計による制御グラフ

かぶりが小さくなり、土質変化が激しくなるにつれて顕著になった。また、スクリーコンベヤ回転数、ゲート開度などリング掘進途中での大幅な調整が必要となるほか、マシン操作も重要なファクターであり、掘進途中・完了時点で土砂をサンプリングし、目視・触感評価なども総合的に判断し注入率、マシン操作にフィードバックした。以上の作業を確実に実施することで、土砂圧送を安定して行うことができた。とくに、急勾配に入った当初は土質の急激な変化に戸惑い、「噴発」を意識しすぎて、添加材注入量が適量より低下すると、スクリーコンベヤ部分で頻りに「閉塞」してしまうことがあったものの、コンプレッサを常設し、ゲート部2B注入孔よりのエアリフトを併用することで「閉塞」を回避することが可能になり、土砂性状の適合範囲が広がり、後半は、安定した切羽土圧になった(図-8)。

今回は、「圧送ポンプ制御土圧」と「添加材の2元管理(切羽系と圧送系)」で対応できたが、管理については、ヒューマンコントロールであったため、各機器へのフィードバックに時間を要した。今後は、土圧制御機器を付加させた自動運転を目指す必要があると考えている。

#### 3-3 急勾配施工における安全管理

急勾配施工部では、バッテリー機関車などの動力車の逸走や資機材の落下に伴う労働災害発生の危険が高くなることが考えられる。その対策とし

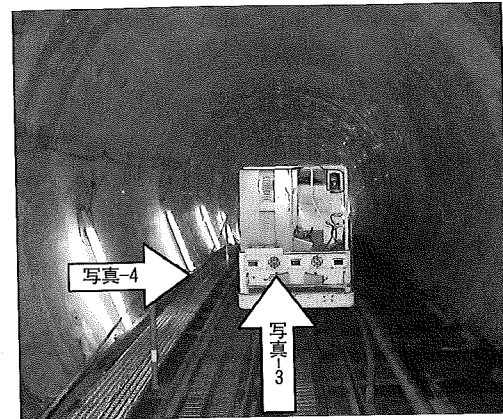


写真-2 サervo・ロコ急勾配部走行状況

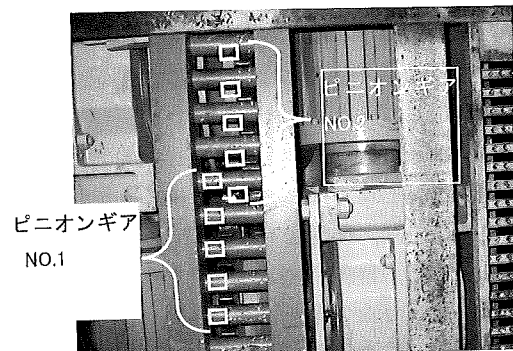


写真-3 サervo・ロコ下側ピンラック

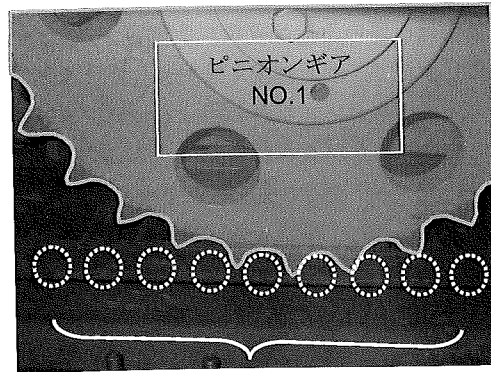


写真-4 サervo・ロコ側面ピニオン・ギア

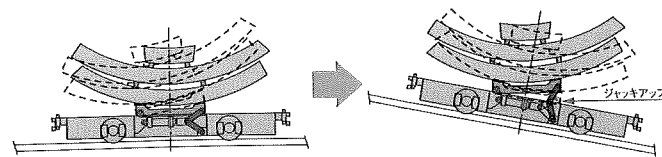


図-9 傾動式セグメント台車

て、本工事では、電車(サーボ・ロコ)の登坂方法として、ピニオンギアとピンラックによる、ラック&ピニオン方式を採用した(写真-2~4)。

これによりサーボロコの逸走、転倒、浮き上がり防止した。また、急勾配区間でのセグメント搬送時の荷崩れおよび一次ホイスでセグメントを吊り上げる際の荷振れによる労働災害を防止する目的でセグメント台車に角度調節装置を設け傾動できるようにした。これにより、急勾配部の走行時およびセグメント吊り上げ時には、セグメントを水平にした状態で吊り上げることが可能になり安全に作業することが可能になった(図-9)。

### 4 急曲線施工

急曲線施工では、シールドのテールとセグメントの干渉を防ぐため、標準セグメントに対して外径が70mm小さい縮径セグメントを使用した。標準セグメントと縮径セグメントの接合部分ではラッパ状の縮径セグメント(幅W=500mm, レジャーサ外径5,580~5,650mm)を接合開始箇所と終了箇所を使用した。セグメント縮径時には、シールドテールとセグメントのクリアランスが最大35mm増加することから、テールシールド内の止水グリス必要容量が増え、当初設置していた止水グリス充填用ポンプ(3l/分)では能力が不足することから、止水グリス充填用ポンプ(10l/分)を増設し、テールシールド内への止水グリス注入が掘進サイクルに対して遅れないように対応した(図-10参照)。

急曲線施工時には、掘進推力がセグメントの曲線外側方向に伝達されることで起こるセグメント

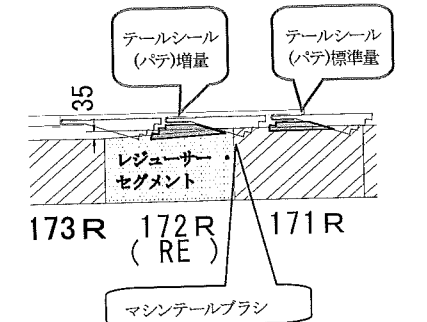


図-10 レジャーサセグメントのテール部詳細図

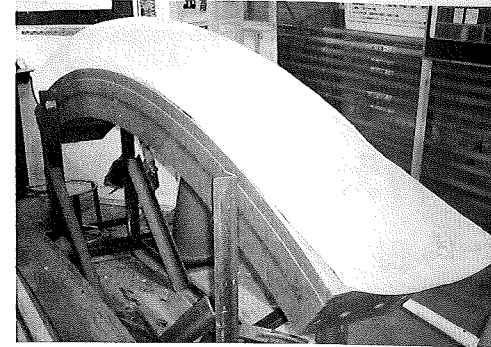


写真-5 袋付きセグメント(袋充填イメージ)

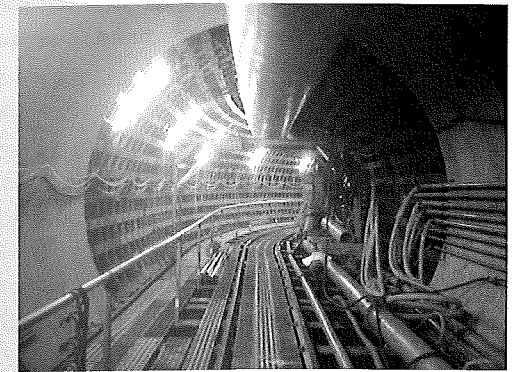


写真-6 急曲線(20R)

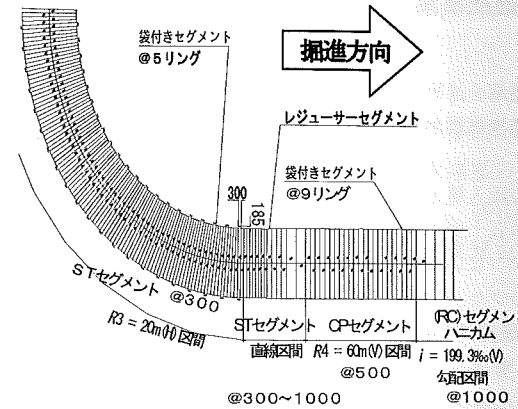


図-11 袋付きセグメント使用状況図

の蛇行・変位を防止するために、袋付きセグメントを5リングに1か所使用した(写真-5, 図-11)。これは、セグメント背面に設置した袋に裏込め材を充填して膨張させたドーナツ状のリングを作ることによって、テールポイドをなくし、即時に反力を持たせて急曲線の掘削を行ったことで、線形管理上の問題なく急曲線を通過することができた(写真-6)。

急曲線から急勾配への移行区間では、シールドのコピーカットによる余掘り領域が、平面20Rと縦断60Rで重複している3次元的な余掘り部分が存在したため、当初心配されたが、事前にCADによるシミュレーションと掘進中の同時測量が効果的に機能し、良好な結果であった。

### 5 おわりに

本工事は、高水圧・急曲線・急勾配に加え、可燃性ガス、既設構造物(源森橋直下通過)および在来営業鉄道(東武線)との近接施工など、数多くの厳しい施工条件下であった。そのため、東京都建設局および東武鉄道と協議し計測管理を実施した。計測管理は、源森橋橋台に4か所、東武鉄道橋脚においては11か所の沈下計測を行い、測定値はすべての箇所において管理基準値を満足し、平成18年5月、無事到達することができた。文末ではあるが、関係機関、関係者の方々に謝意を表すものである。

(土木工学社図書案内)

### 岩盤の計測と解析

工博 鈴木 光 著

A5判 箱入 244ページ 本体価格4,200円(¥380円)

最近では、有限要素法を利用し、地盤や構築物の変形や応力分布に関する予想解析が行われるようになりつつある。そのために入力などに信頼度の高い各種計測値が要求されるようになってきた。

このような理由から、建設工事では、従来にも増して計測や解析が重要となりつつある。本書は、応用範囲も広く重要と思われる岩盤の計測と解析法の紹介と解説を試みた実務書である。

## トンネル ジャーナル

TUNNEL JOURNAL・TUNNEL JOURNAL・TUNNEL JOURNAL・TUNNEL JOURNAL・TUNNEL

東九州自動車道大分、宮崎県境  
～北川間設計協議完了

新直轄方式で計画されている東九州自動車道大分、宮崎県境～北川間16.5kmの設計協議が完了し、早ければ本年度中にも工事用道路などの一部の工事を着工する。

同区間は、山間を抜けるルートを通るため、全体延長の約5～6割を構造物が占める。そのうち、トンネルは、陣ヶ峰トンネル(約2,740m)、古江トンネル(約2,400m)、熊野江第1トンネル(約830m)、熊野江第2トンネル(約1,080m)、須美江トンネル(約1,300m)、家田第1トンネル(約490m)、家田第2トンネル(200m)。

中国国際タイヤ・ゴム  
技術展覧会に出展

横浜ゴムは、11月20～22日に上海国際展覧中心(INTEX Shanghai)で開催された第6回中国国際タイヤ・ゴム技術展覧会に出展した。

同展覧会は、中国で開かれるゴム業界最大の国際イベントで、中国ゴム(集団)総公司、中国ゴム工業協会などの主催で1998年から開催されている。同社が展示したのはベルトとホース配管。パネルとサンプル品で高技術、高性能をアピールした。また、すでに中国には、コンベヤベルト、ホース配管、乗用車用シーラント、乗用車用タイヤ、トラック・バス用タイヤの生産販売会社5社、タイヤ販売会社1社、中国事業全体の統括会社1社を設立し、幅広い産業分野で中国国内需要に対応できることも紹介した。

送水トンネル崩落の  
事故調査委員会を設置

広島県は、平成18年8月25日に発

生した送水トンネル崩落事故の原因、メカニズムを解明するとともに、今後のトンネルの点検のあり方などを検討するために「広島県送水施設事故調査委員会」を設置した。

同県では、この報告を踏まえ、具体的なトンネル点検の実施方法について、送水先の市町や企業と協議・調整を行う。

鬼怒川上流ダム群連携事業  
が竣工

関東地方整備局が、整備を進めていた鬼怒川上流ダム群連携事業が竣工した。

同事業は、河川からの流入量と貯水能力の関係が正反対の五十里ダムと川治ダムをトンネルでつないで水をやりとりする全国初のプロジェクト。導水トンネルは、延長865m、内径3m、取水トンネルは、延長225m、内径3m。

## 徳山バイパス開通

水資源機構中部支社が、岐阜県揖斐川町で建設を進めていた徳山ダム建設に伴い水没する既存道路の機能回復を目的とした「一般国道417号徳山バイパス」の未開通区間11.1kmが完成し、全線開通した。

同バイパスは、岐阜県揖斐川町鶴見～同町塚までの18.8km。1980(昭和55)年3月に着工し、鶴見～開田区間約7.7kmが2000年5月に供用を開始、残りの11.1kmの建設を進めていた。今回開通した区間は、ダム流域内の自然環境を保全するためルート変更を行い、構造物が全体の約9割を占める。そのうち、トンネル部は、約8km(6か所)で、中でも塚白樫隧道は岐阜県内で2番目の長さとなる延長3,330m。施工面では、全断面掘削と24時間施工でコスト縮減と工期短縮を図った。

アングルモールスーパー  
工法で交差点直下に挑む

近畿地方整備局が、京都市西京区上桂三ノ宮町～御陵塚ノ越町で整備を進めている「9号京都西立体千代原トンネル本体工事」で、国内最長となる150mのパイプルーフに挑んでいる。

同工事は、慢性的な交通渋滞を緩和するための立体交差工事。地表より3.5mと浅く、地下埋設物が複雑し、30～50mmの玉石を含む砂礫と粘性土の互層で透水性が高く無水という非開削工法には不向きな厳しい条件のため「アングルモールスーパー工法」を採用した。パイプルーフは、水平部(φ812.8mm、L=6m)19本、垂直部(φ1,016mm、L=6m)17本の合計36本を泥水式推進機でパイプを継ぎ足しながら行う。施工を担当する鹿島・鴻池JVは、シールド掘進管理システムを推進工事に改良するなど独自の技術を多用している。

## 06年度の選奨土木遺産

土木学会は、06年度の「選奨土木遺産」として、25件を選定した。

このうちトンネル関係は、中山隧道(新潟県)、東隧道・大原隧道(神奈川県)、西天竜幹線水路(長野県)、安治川トンネル(大阪府)、関門トンネル(在来線用)(福岡県・山口県)である。

中之島新線第2工区  
シールド発進

中之島新線は、天満橋駅～玉江橋に至る延長2,928mを7工区に分け施工を行う。開削区間は、ほぼ掘削が完了しているが、シールド区間では、第2工区のシールドが初めてとなる。シールドトンネルは、仕上がり内径6,200mm、延長289m。

## 建設講座

## 発破技術の現状(3)

## —発破技術の基本(1)—

「発破技術の現状」連載講座小委員会

## ① はじめに

近年、トンネル工事の発破作業に伴う事故が大幅に減少している。この理由として含水爆発の普及をはじめとする火薬類の安全性の向上、穿孔機械の進歩による省力化と遠隔作業化、火薬類を扱う作業員の安全意識の向上が挙げられる。

しかしながら、依然として火薬類の使用法や管理を誤ると非常に危険なものであることに変わりはない。安全で効果的な発破作業と火薬類の管理を行うために、法令の下での適正な取り扱い方法と発破技術の基本を認識して施工の管理にあたるのが求められる。

この章では以上のような観点から発破作業の基本となる知識と技術について述べる。

法令にかかわる記述に関してはその要点を示すにとどめている。内容の詳細については関係法令を参照していただきたい。

## ② 現場における火薬類使用時の基礎知識

## 2-1 火薬類を使用するには

## 2-1-1 火薬類を使用するための法律と官庁、各種組織

火薬類を使用する場合の基本となる法令は「火薬類取締法(同施行令、同施行規則)」である。この法令のうち、火薬類の製造、販売、貯蔵、消費、廃棄などについては経済産業省(都道府県知事)の所管、運搬については内閣府国家公安委員会(都

道府県公安委員会)の所管となっている。

第1条に、「火薬類の製造、販売、貯蔵、運搬、消費その他の取り扱いを規制することにより、火薬類による災害を防止し、公共の安全を確保することを目的とする」とされている。

火薬類を管理し消費する場合、この法令の主旨を十分に理解し運用に努めなければならない。法令の運用上不明確と思われる事項については所管の官庁や関連組織と十分協議して、安全で実際の運用に努めることが重要である。

このほか火薬類の保安と発破作業の安全確保のため、以下のような組織、団体が活動を行っている。

## (1) (社)全国火薬類保安協会

火薬類の製造、販売、消費にわたる幅広い業界の自主的な組織。火薬類の保安に関する調査、講習、教育、広報を実施。

## (2) 五団体合同安全対策本部(火薬類対策部会)

建設業関連の自主的な安全管理のための組織。火薬類の事故防止対策の推進のため、事故事例の研究や自主基準にもとづく消費現場の点検・指導、さらに教育広報活動を行う。

## 2-1-2 火薬類の消費に至る流れ

トンネル工事を発破工法で行う場合の火薬類の消費に至る手順を以下に示す。

まず、火薬類保安責任者を選任し、全体工事計画にもとづく火薬類消費計画書を作成、消費許可の取得、火薬庫、取扱所、火工所の設置と許可を受ける手順が必要となる。

表-1 火薬類消費に関する手続き(例)

譲受・消費許可申請時	
No.	提出書類
1	火薬類譲受消費許可申請書
2	火薬類消費計画書 (従事者名簿, 付近の見取り図, 現場案内図含む)
3	保安教育計画認可申請書
4	火薬類取扱保安責任者選任届
5	火薬類取扱所設置届
6	火薬類取扱所設置仕様書
7	火工所設置届
8	火工所設置仕様書
9	消費地の承諾書(所有地・管理地の承諾書)
	付近の民家および施設の承諾書 (消費地からおおむね50m以内に保安物件がある場合の承諾書)
	火薬類の保管承諾書 (販売業者の火薬庫に貯蔵を依頼する場合)
10	工事証明書
11	消費地承諾および工事証明書 (工事発注者と消費地の所有者が同一の場合)
12	委任状 (県外業者が, 現場作業所長等で申請する場合)
13	出向通知書(雇用証明書) (共同企業体として工事をする場合等)

火薬類消費中	
No.	提出書類
1	火薬類譲渡・譲受許可証書換申請書 (代表者, 住所, 貯蔵場所の変更があった場合)
2	運搬届
3	火薬類消費許可申請書記載事項変更届 (消費の方法, 従事者等に変更があった場合)
4	火薬類消費計画書記載事項変更届 (消費の方法, 従事者等に変更があった場合)

火薬類消費終了時	
No.	提出書類
1	許可証返納(知事)

提出書類は県によって異なる場合がある。

火薬類の譲受・消費許可申請時, 消費中, 消費終了時の手続きの例を表-1に示す。

消費中は厳重な安全管理とともに, 火薬類受払いの確認, 保安責任者・従事者の把握(資格, 異動), 保安教育, 巡回点検, および書類・帳票類の確認・整備などが重要な事項である。

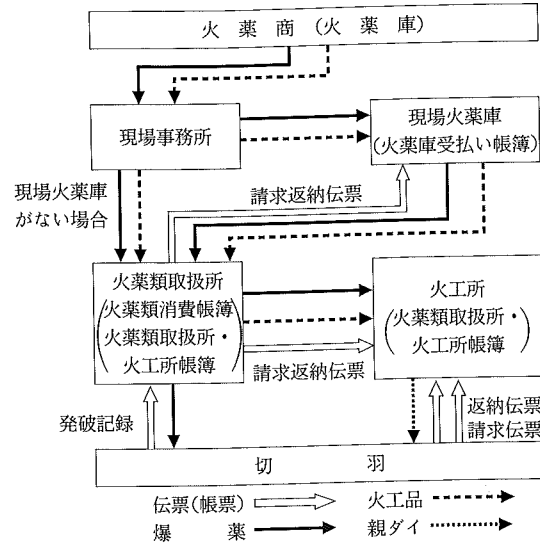


図-1 トンネル発破作業における火薬類の管理の流れ

2-1-3 トンネル発破作業の流れ

トンネル発破作業における火薬類の管理の流れを図-1に示す。

周到な作業計画により1日の消費見込み量を想定し, 切羽状況を十分確認したうえで切羽持ち込み量を決定して, できるだけ過不足のない管理に努めるとともに, 火薬類の消費量, 移動量, 存置量, 貯蔵量が間違いなく把握できる帳票の記入と整備が求められる。

2-2 火薬類消費のための基礎知識

2-2-1 火薬庫

火薬類を貯蔵できるのは少量の場合を除き火薬庫だけである。また, 異なった貯蔵火薬類区分の火薬類(例えば, 爆薬と電気雷管)を同一の火薬庫に貯蔵できない(一部のケースを除く)。

火薬庫設置許可申請時の手続きを表-2に示す。

火薬庫設置に際しては事前に火薬類の貯蔵量, 立地条件を綿密に検討し, 火薬庫の規模, 構造, 自動警報装置をはじめとする保安設備を決定する。

火薬庫を現場に設置する場合と設置しない場合がある。火薬商(火薬庫)からの運搬距離や経路, 現場周囲の立地条件を十分考慮して, 安全な方策を選択すべきである。

地域によっては現場に火薬庫の設置を義務づけている場合がある。

表-2 火薬類貯蔵に関する手続き(例)

火薬庫設置許可申請時	
No.	提出書類
1	火薬庫下見願
2	火薬庫設置等許可申請書
3	火薬庫工事設計明細書
4	火薬庫の平面図・正面図・断面図 (火薬庫の構造・設計図含む)
5	火薬庫の外扉の構造図
6	外柵仕様書および構造図
7	火薬庫付近の地図
8	火薬庫の積載要領図
9	火薬庫取扱保安責任者選任届書
10	土堤構造図
11	避雷装置設置仕様書
12	定期自主検査計画書
13	設置場所の土地の謄本および承諾書

火薬庫設置工事完了届	
No.	提出書類
1	保安検査申請書(年1回)
2	指定保安検査機関保安検査受検届 (指定機関の検査を受けた場合)
3	火薬庫の定期自主検査の結果報告書 (年2回以上)
4	避雷装置の接地抵抗検査報告書 (年1回<5月末までに>)
5	火薬庫軽微変更届
6	貯蔵火薬類等の変更届
7	事故報告

火薬庫使用中	
No.	提出書類
1	保安検査申請書(年1回)
2	指定保安検査機関保安検査受検届 (指定機関の検査を受けた場合)
3	火薬庫の定期自主検査の結果報告書 (年2回以上)
4	避雷装置の接地抵抗検査報告書 (年1回<5月末までに>)
5	火薬庫軽微変更届
6	貯蔵火薬類等の変更届
7	事故報告

火薬庫の廃止等	
No.	提出書類
1	火薬庫の廃止届

提出書類は県によって異なる場合がある。

2-2-2 火薬類の運搬

火薬類の荷送人は都道府県公安委員会から「運搬証明書」の交付を受け, 運搬計画表を1日ないし2日前(複数の公安委員会管轄地域経由の場合)に届け出る必要がある。運搬の届け出を要しない



写真-1 取扱所の設置例

数量は爆薬の場合100kgである。無用の危険を避けるため, 運搬は計画的に行い余分な運搬や現場への存置は避け, 届け出を要しない数量であっても無計画な運搬は避けるべきである。

2-2-3 火薬類取扱所

消費場所において火薬類の管理および発破の準備のため, 1つの消費場所について1か所の火薬類取扱所の設置が義務づけられている(少量の場合を除く)。火薬類取扱所に存置できる火薬類の数量は1日の消費見込み量以下である。

2-2-4 火工所

消費場所において薬包に工業雷管, 電気雷管もしくは導火管付き雷管を取り付け, またはこれらを取り付けた薬包を取り扱う作業を行うために火工所の設置が義務づけられている(いわゆる親ダイの作製と取り扱い作業)。火工所に火薬類を存置する場合は見張人の常時配置が義務づけられている。火薬類取扱所, 火工所は火薬類の貯蔵設備ではなく一時的な存置が認められているだけである。必要最低限の火薬類の存置に努めなければならない。

2-2-5 親ダイの取り扱い

親ダイとは雷管を取り付けた薬包のことを指し, 切羽からの請求により, 1発破に必要な数量の親ダイを火工所において作製する。

切羽への運搬は親ダイと増しダイ(親ダイと同一孔に装薬する雷管の付いていない薬包)を異なった容器に収納して運搬する。

2-2-6 装填

火薬類の装填を行う場合は摩擦, 衝撃, 静電気などに対し安全な装填機または装填具を使用するこ

ととなっている。機械装填を行う場合は法令に規定された設備、装填方法に従うこと。また、前回の発破孔を利用しての削岩、装填は禁止されている。

2-2-7 結線と抵抗測定

電気発破による場合は電気雷管の脚線を直列に結線して発破母線(安全な発破に十分な長さ:30m以上)に接続する。電流回路は点火前に導通または抵抗を試験し、回路の異常の有無を確認する。

2-2-8 母線の処理

発破母線を敷設する場合には、電線路その他の充電部または帯電するおそれの多いものから隔離すること。点火前においては点火器側を短絡し、雷管側の心線を長短不揃いにしておく。これは発破器側からの万一の通電による暴発防止と、雷管側の短絡による不発を防止するためである。

2-2-9 不発残留薬の処理

発破後不発残留薬を発見した場合、不発残留薬回収箱(切羽付近に設置された上面に回収用の穴をあけた施錠された箱)に回収して、図-2の要領で処理し、発破記録の記事欄に記入する。

不発残留の原因は多様であるが、主要な原因としては「殉爆不良(殉爆:親ダイで増ダイを起爆すること)」、「カットオフ(前段の爆発の亀裂による増ダイの飛び出し)」、「死圧現象(過度な圧力を受けて親ダイの爆薬が不爆となること)」などが考えられ、不発残留防止のためには以下のような対策が必要である。

- ・適正な発破計画(最小抵抗線と段発秒時差)
- ・装填時の正確な段発雷管の配置
- ・穿孔精度の確保
- ・装薬孔の孔壁保持と清掃

近年では含水爆薬の普及により、ダイナマイト使用時のような爆薬のノミ当て事故は皆無となった。しかし、注意すべき点として、たとえ含水爆薬を使用している親ダイの場合には、ノミ当てによって「雷管」が起爆する可能性があり、その際には親ダイの含水爆薬も起爆してしまう。

不発残留薬が増ダイか親ダイかは取り取りの段階ではわかるはずもないため、含水爆薬を使用しているノミ当てには十分な注意が必要である。

2-2-10 雷対策、静電気

落雷による火薬の暴発を防止するため、雷対策が重要な事項となっている。図-3にその事例を示す。

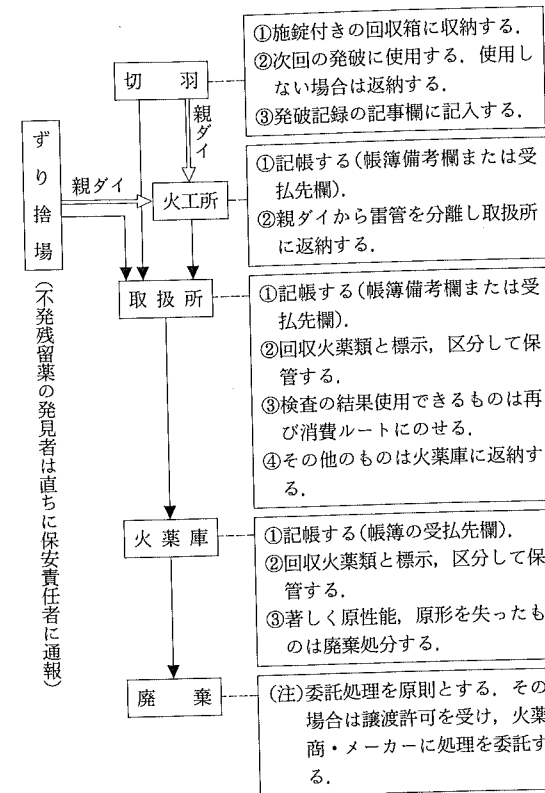


図-2 不発残留薬処理の流れ

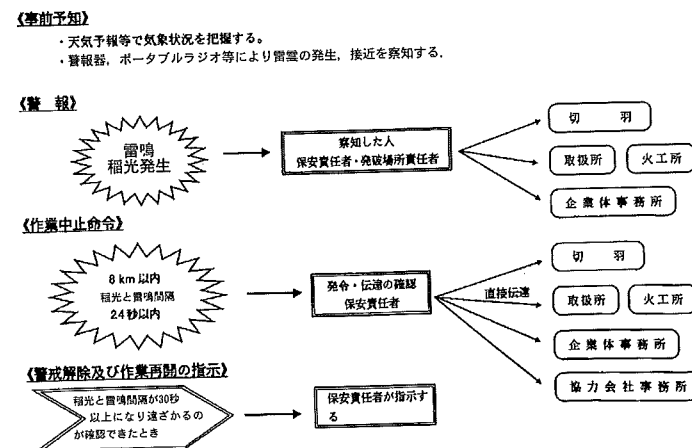


図-3 雷発生時の管理基準(例)

す。

雷以外でもいろいろな原因で地盤に迷走電流が生じている場合があり、あらかじめ漏洩電流検知器により電流値を確認し、規定値以下(100mA以上で発破作業中止)であることを確認して発破作業を行わなければならない。

このほか静電気に対しても十分な配慮が必要であり、着衣に配慮するほか人体の静電気除去のための除電棒(ESバーなどでも可)を作業場所(火薬庫、火薬類取扱所、火工所ほか)に設置する対策がとられている。除電棒のない切羽付近で火薬類を使用する場合には、火薬類に触る前に地面に手をつくなどで人体静電気を逃がすことが好ましい。

2-2-11 保安教育

火薬類取扱法で従業者に対し、保安教育を反復実施することを義務づけており教育の重点は以下のようなものである。

- ・保安意識の高揚
- ・盗難予防その他火薬類の管理に関すること
- ・火薬類一般の性質
- ・危険時の応急措置

また、従業者の職務内容に応じ教育すべきことを定めており、とくに未熟練者については作業従事前に十分な保安教育を実施すべきと定めている。

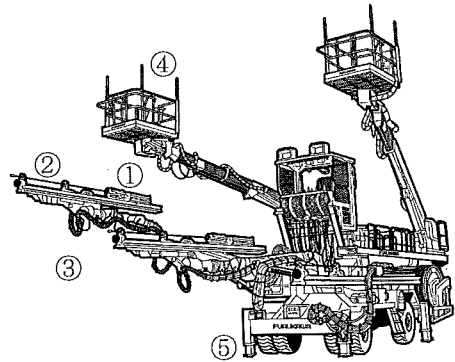
表-3に保安教育の種類と内容、頻度を示す。

表-3 保安教育の種類

種類	内容・説明	留意点
1. 定期教育 (1)総合教育 (2)重点教育 (切羽関係者および火薬庫・取扱所・火工所関係者向け)	幹部従業者および火薬類関係従業者全員 6か月ごと 発破作業指揮者および同作業員、発破記録責任者、切羽運搬員、その他切羽作業従業者 火薬庫出納責任者、取扱所・火工所責任者および同作業員、運搬員、見張り員 2か月ごと(総合教育を行った月は省略できる)	1. 幹部従業者とは、元請けの火薬関係従業者 <sup>注1)</sup> 以外の職員および火薬類の消費を行う協力会社の火薬関係従業者以外の幹部 <sup>注2)</sup> である。 2. 保安教育計画は作成されているか。 3. 保安教育は計画どおり実施され、かつ、実施記録があるか。 4. 教育内容は作業実施に即したものであるか。
2. 新規入場時教育	教育実施後でなければ、火薬類取扱作業に従事させない。	
3. 着工時教育	発破作業開始前に改めて関係従業者に対して行う。	
4. 計画変更時教育	発破作業計画の内容を変更したときは、その都度関係従業者全員に対して行う。	

注1) 火薬類関係従業者とは、保安責任者と火薬類取扱者をいう。

注2) 「火薬類の消費を行う協力会社の火薬関係従業者以外の幹部」の意味は、発破作業を行わないまでも、当該現場の発破に関連する協力会社すべての幹部従業者を対象とするということである。発破作業以外の業種でも発破の際に退避を要する作業を行うなどの会社の幹部も対象者とするということである。



No.	分類名称	役割
①	削岩機	穿孔
②	ガイドシェル	送り機構
③	ブーム	孔位置決め
④	チャージング ケージ	切羽マーキング・装薬・ロック ボルト挿入・計測
⑤	台車	本体移動

図-4 3ブームホイールジャンボ

盤環境が悪かったことなどが、タイヤ式の普及を阻害したものと考えられる。現在では8~9割がタイヤ式であり、トンネル掘進速度の高速化が進んでいる。

ドリルジャンボの本体走行はエンジン駆動式が一般的であるが、切羽作業での動力源は環境も考慮し、穿孔などすべて電動油圧式が用いられ、削岩機1台あたり出力55kWの電動モータが一般的に搭載されている。削岩機は、送り機構を備えたガイドシェル上に搭載され、支持ブームを穿孔オペレータが本体側より操作し、目的の発破装薬孔を1発破進行長に合わせて穿孔することになる。

また、チャージングケージは、とくに日本では切羽作業において重要な役割を担い、通常2台装備されている。装薬作業のほか、切羽マーキング・ロックボルト挿入および計測作業など、現在多様な使い方がなされている。このような多様化の流れがもたらされたのは、補助ベンチ付き全断面工法の普及により切羽作業の効率化が推進された時期と合致するようだ。

ただし、海外では俗に「ヨーロッパスタイル」と言われる分業化が進み、チャージングケージに代わり一般的に専用の作業台車が用いられる場合が多いようだ。

発破掘削を対象としてドリルジャンボの選定を

行う場合は、トンネル技術者として最低限、次の項目について注意する必要がある。

- ① 掘削対象断面に対してドリルジャンボの大きさおよび穿孔範囲が適切であるか。
- ② 掘削対象地山に対する削岩機の能力は十分であるか。
- ③ 掘削サイクルに対し、削岩機1台あたりが受け持つ孔数が適当か。
- ④ 発破孔穿孔長、ロックボルト長および補助工法などを考慮しガイドシェル全長を決定する。一般的にはフィード長(穿孔長)で表され、3.3mのものが約8割を占め、残りが4.0mである。

### 3-1-2 削岩機の基礎知識

一般的にドリルジャンボに搭載される削岩機は、打撃穿孔タイプと呼ばれるものである。打撃穿孔の原理は、必要な推力に代わり打撃による衝撃波を利用し、少ない推力で穿孔できる特徴がある。穿孔用ビットのチップに打撃を与えることにより、チップを岩盤に押し付けチップ周辺を圧縮破碎するものであり、チップに掛ける推力は打撃による岩盤からの反発を押さえる程度で十分である。このようにビットを使用した打撃穿孔は比較的小型で簡便な装置で作業ができる利点がある。図-5に削岩機の内部構造図を、また、図-6には削岩機の穿孔原理概念図を示す。

削岩機における穿孔には打撃・回転・推力・フラッシングの4つの要素がある。

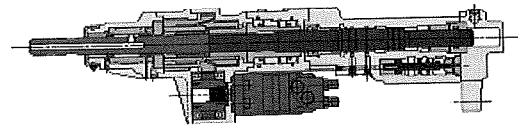


図-5 削岩機の内部構造図

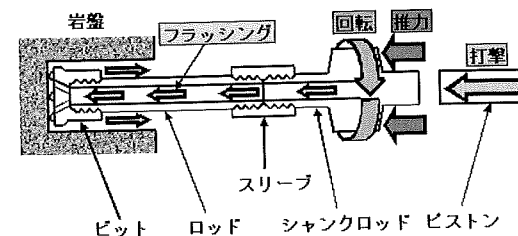


図-6 削岩機の穿孔原理概念図

打撃はピストンの往復動によってロッドを介し衝撃応力として先端のビットに伝達され、岩盤を破碎するエネルギーとなる。一般には、おおよそ50回/秒という高速で打撃されている。なお、今後の傾向としては高打撃数化が進むものと考えられる。近年削岩機の技術革新が著しい背景には、コンピュータ解析技術や高速撮影技術など進歩の恩恵が大きく、岩盤からの反発の悪影響を防ぐために内蔵された応力吸収ダンパー技術の向上などもその一つであろう。

回転の役割は2つあり、1つはビットのチップを新しい破碎面に移動させる役割であり、回転数と穿孔速度の間には一定の関係が成立し、岩質やビットゲージにより異なる。もう1つの役割は、写真-2のロックツールズ(シャンクロッド・スリーブ・ロッド・ビット)の接続ネジ部の緩みを防止することで、打撃エネルギーをビットへ有効に伝達するために、ある程度のトルクで常に締め付けている。

削岩機の穿孔に推力をかける目的は、ピストンの前進加速時の反力や、岩盤からの反発を受けた削岩機が後退するのを抑え、打撃による破碎に対してビットを常に前進させ、岩盤との隙間を極力少なく保つことである。削岩機の穿孔において推力の設定は、穿孔速度に関係するのみでなく、ロックツールズや削岩機の各部品の寿命にきわめて大きな影響を及ぼすことになる。なお、推力不足はビットと岩盤に不適切な隙間をもたらす、いわゆ

る「遊び」の状態を生み、ロックツールズの接続ネジ部の緩みおよび摩擦などに消費され、発熱やネジの早期摩耗の原因となる。

削岩機の穿孔におけるフラッシングは、穿孔効率の向上に重要な役割を果たす。ビットで破碎した岩粉や岩片(緑り粉)は、次の打撃破碎までの間に極力早く破碎表面から取り除き、孔の外に排出する必要がある。排出がスムーズに行われなければくり返し破碎(二次破碎)されることになる。緑り粉の介在はビットと岩石の理想的な隙間の妨げとなり、穿孔性能の低下やビットの摩耗を促進することになる。また、滞留した緑り粉が抵抗となってロッドが抜けなくなるなどのジャミング現象(竹の子)を引き起こす恐れもあり、フラッシング能力には十分な注意を払う必要がある。

削岩機の穿孔における要素の調整は、一般的に硬岩の場合は打撃エネルギーを大きく、回転数は少なく、推力は十分与えるように調整する。一方軟岩の場合は逆に打撃エネルギーを小さく、回転数は多く、推力は抑えるように調整する。

### 3-1-3 ビットの基礎知識

ロックツールズでとくに穿孔性能へ及ぼす影響度が高いものはビットである。ドリルジャンボで用いられる打撃穿孔用ビットは、鋼からなる台金(ホルダ)と超合金からなる刃体(チップ)で構成され、形状的な特徴からクロスビット(写真-3)とボタンビット(写真-4)の2つに大別することができる。

クロスビットは、刃先が山型をなす角状のチップが十字状に配置されることを特徴とし、台金とチップはロウ付けによって接合されるのが一般的である。一方、ボタンビットは円柱状のチップがいわゆる「締め込み」によって植設され、岩質

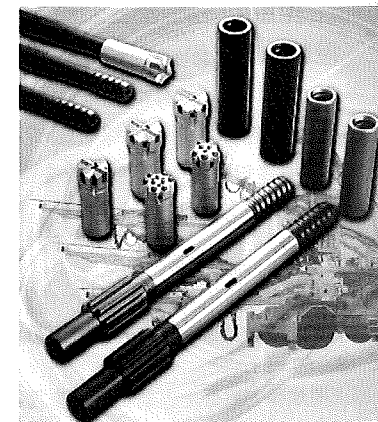


写真-2 ロックツールズ

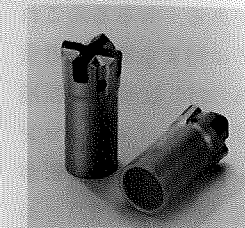


写真-3 クロスビット

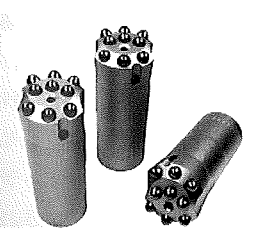


写真-4 ボタンビット

形状名	A: ボタンタイプ	BB: セミパリスティックタイプ	B: パリスティックタイプ	SA: スパイクタイプ	W: Wコニカル
チップ形状					

図-7 チップの先端形状

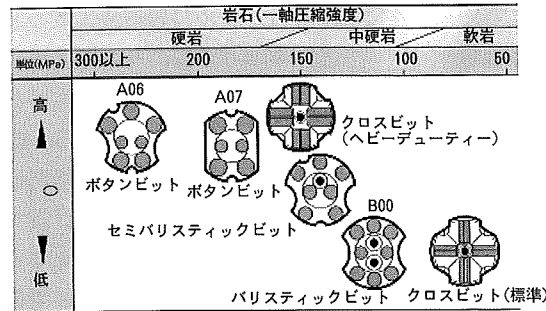


図-8 打撃穿孔用ビットの選定目安

によってチップの先端形状や個数・配置など、適切なデザインを選択できる。

クロスビットは、打撃力の伝達ポイントが十字状に限定されるのに対し、ボタンビットは穿孔面全体に分散させることができ、加えてクロスビットは外周側に向かうに従い、伝達ポイントの円周方向距離が必然的に長くなるのに対し、ボタンビットはチップの配置や個数によって適切な距離とすることができる。したがって、一般的にはボタンビットの方が穿孔性能に優れていると言え、現状では打撃穿孔用ビットの9割以上はボタンビットが使用されている。

次に、代表的なチップの先端形状(図-7)と打撃穿孔用ビットの選定目安(図-8)を示す。

一般的には、硬質で岩石摩耗性の高い岩質にはチップボリュームが大きく、チップ先端形状が緩やかなデザインが、軟質で岩石摩耗性の低い岩質にはチップ個数が多く、チップ先端形状が先鋭なデザインが選定され、前者はビットライフを後者は穿孔速度を重視した選択である。もちろんこれは一つの目安であって、とくに目まぐるしく岩質が変化する日本の地層においては、数種類の候補から比較穿孔試験を通して、コストパフォーマンスが最大となるビットデザインを選定することが重要である。

参考として、クロスビットおよびボタンビット

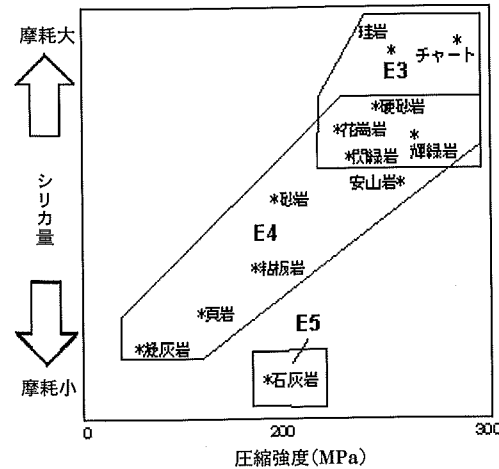


図-9 クロスビットの超硬材種(JIS)と適合岩種

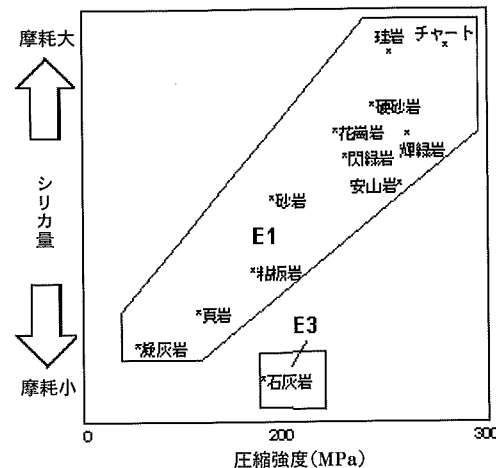
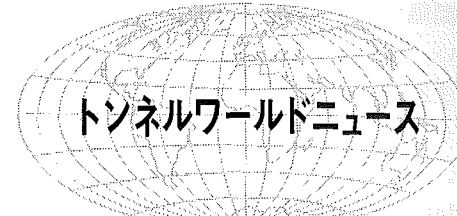


図-10 ボタンビットの超硬材種(JIS)と適合岩種の関係を図-9, 10に示す。トンネル技術者は、ビットの材種を選定する際の目安として欲しい。

参考文献

- 1) 五団体合同安全公害対策本部：火薬類管理自主基準，p.9, 39, 58, 60, 67, 68, 2004.5.
- 2) (社)全国火薬類保安協会：火薬類取締法令の要点，148p. 2005.3.



(社)日本トンネル技術協会  
国際委員会

Herrenknecht社は  
TBM直径の記録を上げる

Herrenknecht社は、中国上海の揚子江をアンダーパスする3車線の双設高速道路建設工事において、2台の直径15.43mの複合型シールドを製作し世界最大を樹立した。

今までのTBM直径の世界記録は、スペインのマドリッドM30号線国道建設向けに使用されたHerrenknecht社とDuroFelguersa社の15.2mであった。

1台目のシールド(S-317)は4月に発注者であるShanghai Changjiang Tunnel & Bridge Construction Co.に引き渡された。Herrenknecht社の中国側のパートナーであるShanghai Tunnel Engineering社によると、この複合型シールドは同社のShanghai Wuhaogou(Putong)にある工場においてわずか4か月で建造されたという。

このS-317機は現在Herrenknecht社の監督のもとSTECの工場で6km離れたトンネル工事のできるだけ早く掘進開始できるように解体中である。このマシンは、揚子江の河川下を対岸のChangxing島に向かって地下26mの発進立坑より本年の9月に掘進開始予定である。

道路中心間距離23mを隔てて平行掘進されるこの三車線道路の2台目の複合型シールドS-318機は本年の12月に掘進開始が予定されている。このシールドも現在STEC社で製作されている。

この2本のトンネルは2010年に開催される上海万博までに開通する計画である。

第一区間のトンネルはChongmin川を横断する高速道路の主要な一部となっており、第二区間は

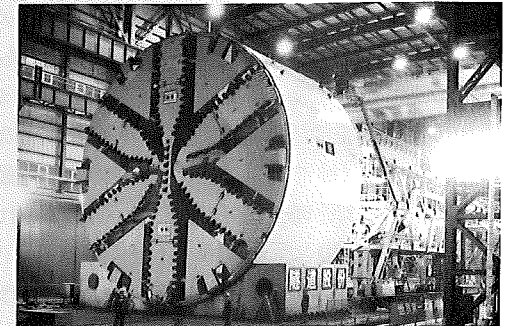


写真-1 上海STEC社の工場で建造中の複合型シールド

Changxing島とChongming島を斜張橋で結ぶルートである。Chongming島は揚子江のデルタ地帯の島で中国でも3番目に大きい島であり、現在上海市とはフェリーによる往来のみである。このような土地柄から、地域の人口の多くが農民で、その経済レベルは上海の市民の平均の20%にも満たなかった。

しかし、この2つの地域は(ChangxingとChongming)この10年間で(開発によって)爆発的に経済成長し、今もその区域は広がりつつある。この2本のトンネルと1本の橋梁建設投資は15億USドルと見積もられている。

この斜張橋のケーブル支間も世界一となり橋梁の主塔間距離は1.2kmとなる。この橋梁の設計はHalcrow社でFlint & Neill Dissing & Weitling ArchitectsさらにShanghai Municipal Engineering Design Instituteとの共同設計である。

Herrenknecht社は、2台の複合型シールド(泥水シールド工法)の建造を14か月前の2005年の初めに落札した。中国にとっては最先端技術を有する会社に初めて発注したばかりではなく、世界最大の掘削外径のシールドを2台発注したという偉業である。

この2本のトンネルは両線とも延長約7.2kmで全長にわたって65mの深さを通す。トンネル掘進時においてはこのシールドは6.5barの水圧を受けることになる。したがって、厳しい安全基準を遵守しながらのカッタービットの交換作業は、選ばれた技能者だけに許されるのである。このシールドの6本のカッターヘッドスポーク内は大気圧下

でアクセスが可能な構造である。これによりカットピットの交換の際に潜水夫の必要性を少しでも低減できる。

このマシンの主油圧回路系統と主要電気系統のコンポーネント(推進ジャッキ, カッタ駆動装置ほか)のプロセス管理や運転制御, さらにこれら2台のシールドのカッタヘッド装置は, Herrenknecht社のドイツSchwanau工場で製作された。カッタヘッド駆動装置(カッタ出力: 3,500kW)の重量は170tあり, 輸送には陸路ではなく特殊なフローティングクレーン船が使用された。この2台のシールドで約7,500リング分のセグメントを組み立てることになるだろう。1リングのセグメント分割数は11ピースで重量は約16tなる。この2本のトンネル貫通時の掘削土量は270万m<sup>3</sup>にも達する。この最初の複合型シールドの到達立坑であるChangxingへは2008年末に到達が予定されている。

(T&TC '05.6 担当: 篠原慶二・前田建設工業(株))

### ボローニャのトンネルで 高速掘進に成功

イタリアのNodo di Bologna双設トンネルの第5工区(延長6.11km)が, 5月31日に貫通した。このトンネルは3か月連続で平均月進500m以上を記録した。

このトンネルの完成により, ミラノ-ナポリ間の高速鉄道がボローニャまでつながった。このトンネルは, ボローニャ北東部の郊外を通過して, 町の北部に建設されるNew Central Station(第6工区に計画)までの, 延長6,112mの単線並列トンネルである。セグメント内径8.3mのトンネルは,

中心間隔で15m, トンネル相互の離隔は5.6mしかない。

発注者であるTAV RFI社は, イタリア高速鉄道ネットワークを運営している。設計はItalferr社が, 施工計画とTBM製作コンサルタントはGeodata社が担当している。地盤計測を行っていたGolder Associates and Stone社は, TBMの計測業務も任されていた。トンネル工事の施工は, スペインのAcciona社, イタリアのSalini Costruttori社とGhella社で構成するSan Ruffillo JVが担当していた。

Geodate社のVittorio Guglielmetti氏は, 「Geodate社は, 施工計画とTBM掘削の運転とJVへの技術支援に責任を負っていた。施工管理を徹底するために, 切羽圧, ずりの見かけの密度, 運び出されたずりの重量, テールボイドグラウトの注入量や注入圧といったさまざまな掘削パラメータをリアルタイムに計測した。トンネルはクラウン部で0.15~0.18MPaで掘削された」と語った。

TBMの最高日進は, 2台ともに25リング(1.5m幅広セグメント)の37.5mであった。最高月進は, 片側のTBMで3月に記録した612mと, もう片側のTBMで4月に記録した635mである。さらに4月には, 2台合計で最大の1,182mの掘削を記録した。

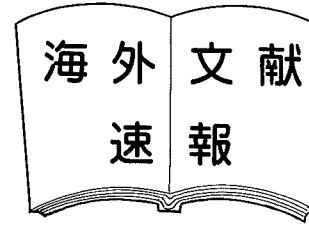
Guglielmetti氏は, 「最初の長期間の掘削停止(2004年10月~2005年5月)は契約上の問題によるもの(T&TI '05.11, p.12)だったが, 2006年1月に発生した2回目の掘削停止は, 片側のTBMの切羽前方に地盤改良が必要となったことと, もう片側のTBMの変速装置に機械的な問題が発生したことによるものである。」と語った。

(T&TI '06.6 担当: 山崎貴之・鉄道・運輸機構)

**きみも金鉱を発見できる**  
金鉱の有望地域と探し方

理学博士 石井康夫著 新書判 202頁 本体定価 980円 (〒210円)

**株式会社 土木工学社** 〒162-0832 東京都新宿区岩戸町16メイジャー神楽坂  
電話 (03) 3267-2888 (代) 振替 00110-8-190072

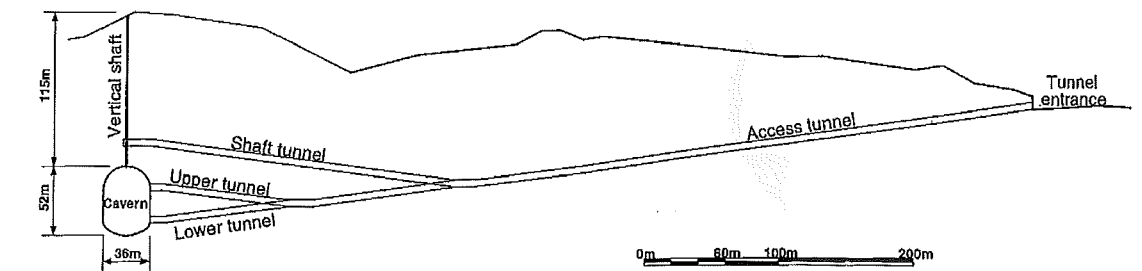
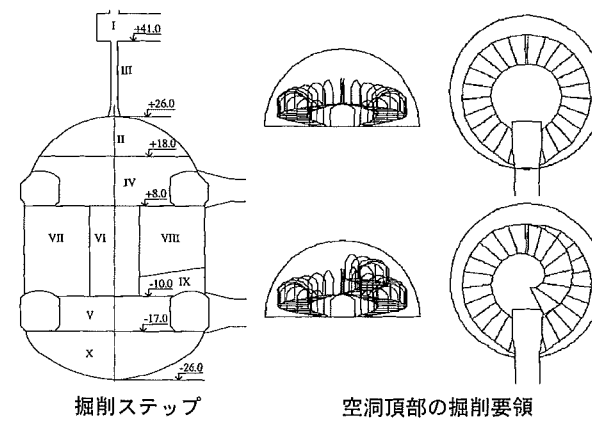


### (社) 日本トンネル技術協会 国際委員会

#### 天然ガス用高圧貯蔵空洞の掘削/Excavation of a cavern for high-pressure storage of natural gas

By R. Glamheden, P. Curtis: Tunnelling and Underground Space Technology, January 2006, pp.56-67

LRC(lined rock cavern)の概念は1980年代中ごろ以降Sydkraftによりスウェーデンで開発され, 世界最初の商業規模のガス高圧貯蔵用岩盤空洞(LRC Demo plant)がスウェーデンのSydkraftとフランスガス公社のJVにより, スウェーデン



LRCデモプラント概要図

南西のSkallenに建設された。

工事は掘削が2000年に完了し, 工事全体は2002年6月に完了した。1.5年の試験期間の後, 2004年初頭から, スウェーデンのガス供給網の一部として商業運転中である。

当施設は地上施設, 地表から115m深にある40万m<sup>3</sup>の地下空洞, およびガス供給網へ接続するための3.2kmのパイプラインからなっている。地下空洞は内圧(ガス圧)作用時のライニングのひずみを一様にするため, 高さ52m×径36mのシリンダー形状をしており, 頂部は球形, 底部は丸い皿のような形状になっている。

岩盤空洞は亀裂の多い貫入岩を避けて, 亀裂の少ない良好な片麻岩(RQD ≥ 80%, V<sub>p</sub> = 5,100~5,300m/s)に配置された。本論文では, 岩盤調査結果, 空洞の掘削方法, 空洞掘削解析結果と実際の計測結果の比較が行われている。なお, 空洞の内空変位量は最大で数mm程度と小さかった。

(文責: 岩田充功・鹿島建設(株))

#### Uetlibergトンネル: 拡幅掘削機TBEによる初貫通/Uetliberg Tunnel: First Breakthrough with the TBE

By O. Schnell, S. Maurhofer, M. Glättli, J. Bolliger: TUNNEL, June, 2005, pp.66-75

Uetlibergトンネルは, チューリッヒ西パイパスの延長4.4km, 最大土かぶり約320mの双設道路トンネルである。トンネルは, 主に, 岩盤(モラッセ)部のEichholz, Uetliberg両区間と, 軟弱地盤部のGjuch区間, Diebis区間, Juchegg区間に分けられる。Eichholz区間と軟弱地盤部の掘削は終了している。

2005年2月1日に、Uetliberg区間の双設トンネルのうち、北側のBaselトンネルにおいて、back-cutting方式による拡幅掘削機TBEが最初の貫通を迎えた(写真-1)。直径5mのTBMで延長約2.7kmの中央導坑を掘削した後、直径14.4mのTBEを使用し、22か月間でトンネル拡幅を完了した。

拡幅掘削機TBEについては、「トンネルと地下(Vol.36, No.12)」ですでに紹介している。写真-2でTBEの全体構造が見られるが、中央導坑にグリッパを固定してカッタヘッドを引き付けることにより推力を与え、カッタヘッドを回転してローラーカッタにより岩盤を掘削する構造である。写真-3には、あらかじめ掘削されていた双設トンネルの連絡トンネル部にTBEが到達した様子を示す。

双設トンネルのもう一方、Churトンネルでは700m区間の発破掘削が行われたので、TBEと発破掘削の実績を比較した。その結果、TBEの採用によって、支保軽減、コスト低減、工期短縮の効果が認められる。標準断面図を図-1に示す。TBEの円形断面の面積160m<sup>2</sup>は発破工法の馬蹄形断面積よりも12m<sup>2</sup>ほど大きい。掘進速度を2交代制の週進で比較すると、TBEが25~35mであるのに対して、発破工法では、上半掘削：週進6~8m、下半部とインバート部：週進20mであった。標準支保パターンを表-1に示す。同一支保パターンで比較すると、円形断面のTBE区間は発破区間よりやや軽く設定されている。一方、支保

実績で見ると、発破工法：AST1/85%、AST2/11%、AST3/4%、TBE：AST1/33%、AST3/67%であった。TBEでは、カッタヘッドの回転に伴う連続的な引張力により、モラッセの水平堆積構造の天端などに崩落を生じやすいため(写真-4)、重めの支保パターン(AST3)が多く採用されている。発破工法では、発破により生じる衝撃は激しいが、一瞬であるために上記のような剥落が生じなかった。支保設置後の内空変位量は、両者とも1~2cmで大差ない。比較対象とした700m区間における掘削・支保のコストは、TBEにお

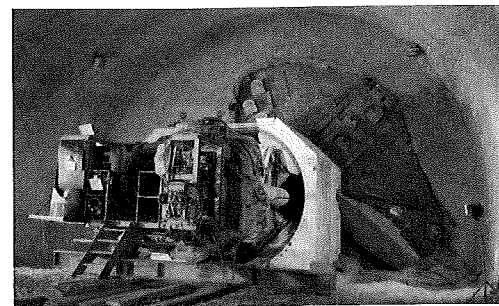


写真-1 貫通時の様子

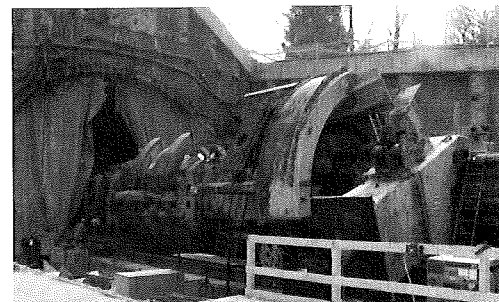


写真-2 TBE再設置状況(Chur区間)

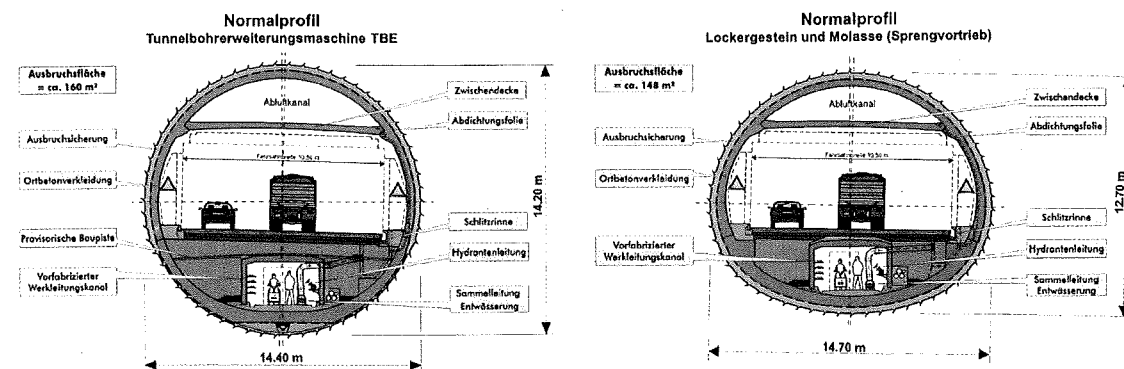


図-1 トンネル標準断面(左: TBE区間, 右: 発破区間)

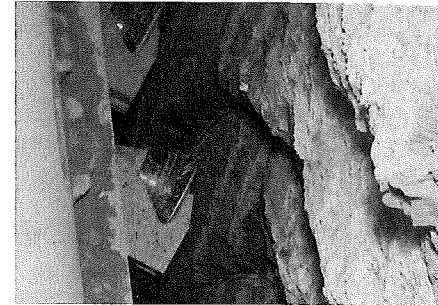


写真-3 カッタと掘削面

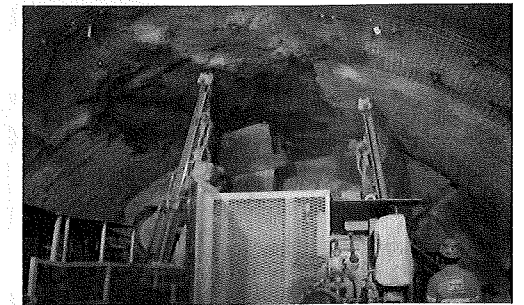


写真-4 天盤崩落の状況

表-1 TBEと発破工法の標準支保パターンの比較

支保パターン	支保材	TBE (Baselルート)	発破工法(Churルート)
AST1	断面積	156.7m <sup>2</sup>	147.0m <sup>2</sup>
	アンカー	9 Stk./Tm, L=5.0m 1次区域: Swellex+ケーブルボルト 2次区域: ケーブルボルト	11Stk./Tm, L=5.0m 1次, 2次区域: ロックボルト
	金網	1層, d=6mm 1次区域: 100×100mm 2次区域: 150×150mm	1層, d=6mm 1次, 2次区域: 150×150mm
	吹付けコンクリート(天井)	10cm(L1区域: なし)	25cm(L1区域: 5cm)
	吹付けコンクリート(底盤)	10cm(無筋)	20cm(鋼繊維使用)
AST2	断面積	156.7m <sup>2</sup>	147.0m <sup>2</sup>
	アンカー	9 Stk./Tm, L=5.0m 1次区域: Swellex+ケーブルボルト 2次区域: ケーブルボルト	17.1Stk./Tm, L=5.0m 1次, 2次区域: ロックボルト
	金網	1層, d=6mm 1次区域: 100×100mm 2次区域: 150×150mm	1層, d=6mm 1次, 2次区域: 150×150mm
	吹付けコンクリート(天井)	20cm(L1区域: 5cm)	25cm(L1区域: 5cm)
	吹付けコンクリート(底盤)	10cm(無筋)	20cm(鋼繊維使用)
AST3	断面積	159.4m <sup>2</sup>	149.2m <sup>2</sup>
	アンカー	15.4Stk./Tm, L=5.0m 1次区域: Swellex+ケーブルボルト 2次区域: ケーブルボルト	24.5Stk./Tm, L=6.0m 1次, 2次区域: ロックボルト
	金網	2層, d=6mm 1次, 2次区域: 100×100mm	2層, d=6mm 1次, 2次区域: 100×100mm
	吹付けコンクリート(天井)	25cm(L1区域: 5cm)	30cm(L1区域: 5cm)
	吹付けコンクリート(底盤)	10cm(無筋)	20cm(鋼繊維使用)
AST4	断面積	159.4m <sup>2</sup>	149.2m <sup>2</sup>
	アンカー	15.4Stk./Tm, L=6.0m 1次区域: Swellex+ケーブルボルト 2次区域: ケーブルボルト	24.5Stk./Tm 1次区域: L=8.0m ロックボルト 2次区域: L=6.0m ロックボルト
	金網	2層, d=6mm 1次, 2次区域: 100×100mm	2層, d=6mm 1次, 2次区域: 100×100mm
	吹付けコンクリート(天井)	30cm(L1区域: 5cm)	30cm(L1区域: 5cm)
	吹付けコンクリート(底盤)	10cm(無筋)	20cm(鋼繊維使用)

ける円形断面の過掘削土量による追加費用を考慮しても、TBEは発破工法より経済的であった。

現在、このTBEは解体・検査後、Churトンネルに再設置され、2005年6月に掘削開始する予定である。

(文責：山本 肇・大成建設(株))

### EPBM切羽圧力分布について/Pressure gradients at the EPBM face

By A. Bezuijen, A. M. Talmon, J. F. W. Joustra *et al.*: Tunnels & Tunnelling International, December, 2005, pp.14-17

EPBM(土圧式シールド)のチャンバ内圧力を計測した結果と考察について紹介する。土圧式シールドの場合、泥水式シールドとは異なりチャンバ内泥土の圧力分布と密度との関係が明確にされているわけではない。Botlekトンネルプロジェクト、掘削外径φ9.75m土圧式シールド(Herrenknecht社製：添加材は気泡を採用)工事において、チャンバ内圧力分布を確認するために、計測と試料のサンプリングを実施した。チャンバ隔壁に9個(E1~E9)の土圧計と3個(W1~W3)の間隙水圧計を設置して観測した(図-1)。試料については、隔壁に取り付けた抽出孔とバルブ付きのパイプを利用してサンプリングを行った。

図-2にサンプリングした試料の構成状況を、図-3に施工に伴う各土圧計の時間による圧力状況を示す。

図-3から各測点における圧力変動が読み取れE1, E2およびE4, E5ではおおむね1barの圧力差がでている。横軸は掘進~セグメント組み立て工程の時間スケールである。

掘進時と掘進停止時は当然ながら圧力の変化が確認される。図の上部は測定圧力から換算した圧力分布の変動である。横線はサンプリングした泥土の密度から換算した単位あたりの圧力分布値(13kPa/m)である。間隙水圧分布は10kPa/mである。しかしながら、掘進時の圧力分布変動は5~25kPa/mとなっている。

図-4は土圧計E1, E3と間隙水圧計W1, W2の

圧力状況を示したものであるが、間隙水圧計の値が若干大きいものの両者が近い値を示している。この関係から泥土の有効応力はほとんど無視してもよいと思われる。

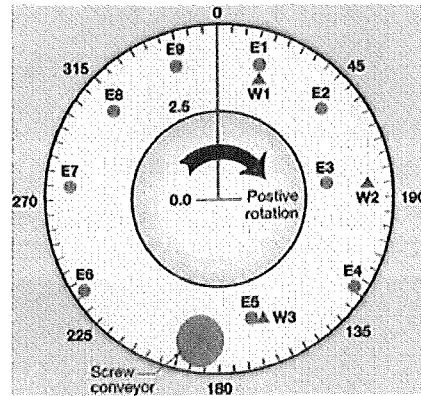


図-1 計測器取り付け位置図

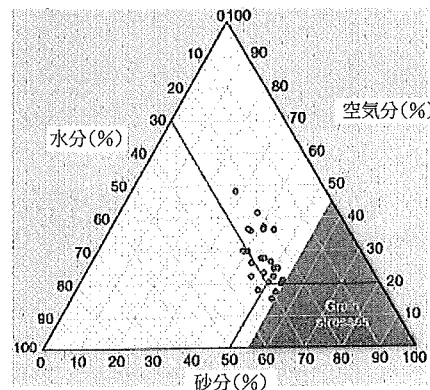


図-2 サンプリング試料構成図

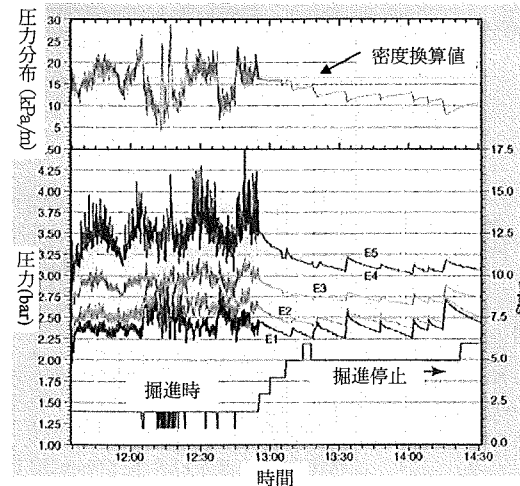


図-3 No.318リング施工時計測圧力

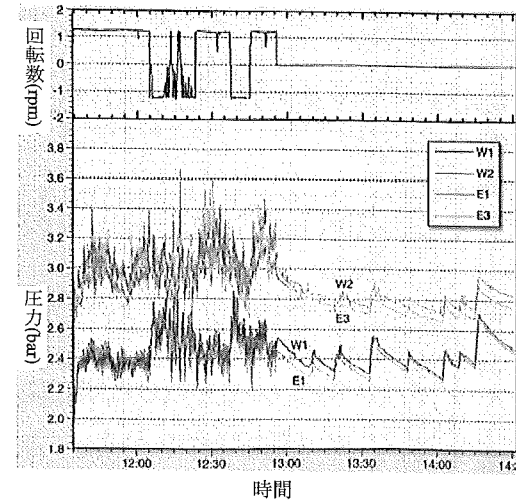


図-4 No.318リング施工時 cutter 回転と計測圧力

### 鉛直圧力勾配について

今回の計測およびサンプリング結果から次のことが言える。Cutterヘッドとチャンバ隔壁間の距離をL(チャンバ厚に相当)、Cutterヘッドあるいはバルクヘッドとチャンバ内泥土との付着力を $\tau_a$ 、泥土密度を $\rho_m$ とすると、チャンバ内鉛直流れの力のつりあい関係から次式が導かれる。

$$dP/dx = \rho_m g \pm 2\tau_a/L$$

上式は、チャンバ内圧力分布が泥土密度に相当する $\rho_m g$ を基本に変動値 $2\tau_a/L$ を有することを示している。本施工では、掘進停止後のセグメント組み立て時においても切羽安定を確保するため、気泡注入を実施した。気泡材の構成は10%の水分と90%の空気である。切羽面からの地下水浸入に

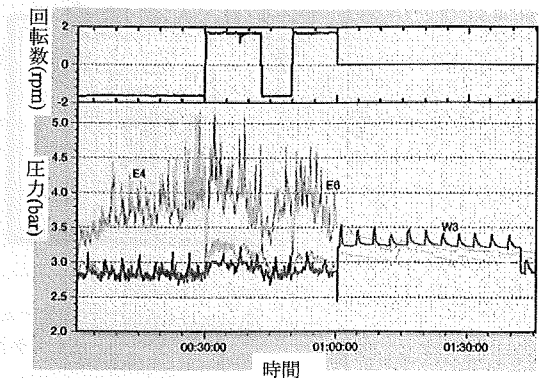


図-5 No.813リング施工時 cutter 回転と計測圧力

よって泥土の密度が低下し、結果として圧力勾配が減少する。その値は通常の泥水シールドで想定される圧力分布よりも低い値を呈するといったことも見られた。

### 水平方向の圧力分布について

図-5は別の掘削地点におけるE4, E6, W3の圧力状況図である。図の上部はCutter回転数と回転方向を正逆にした場合を示している。E4, E6の圧力はCutter回転を逆にした場合、おおむね1bar程度の圧力差が見られ、低い圧力レベルはE4, E6, W3とも同程度である。チャンバ内における水平方向の圧力分布は、Cutter回転方向やスクリーコンベヤ排土口付近の圧密状態に支配される泥土の有効応力の変化に依存するものである。現状でその傾向を定量化することは困難であり、今後の研究課題として挙げておきたい。

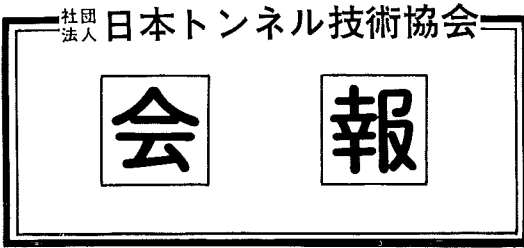
(文責：山口 英・五洋建設(株))

## 研究論文募集のお知らせ

弊誌「トンネルと地下」では、研究論文(実験、技術開発など)を募集いたします。大学や技術研究所などからの貴重な研究成果を多数お待ちしておりますので奮ってご応募下さい。とくに若手トンネル技術者の技術向上を主眼としておりますので、平易・簡潔にまとめていただくようご配慮のほどお願い致します。なお、応募方法の詳細につきましては45頁に掲載の『投稿原稿応募のご案内』を参照のうえ、ご応募下さい。

問い合わせ先 株式会社 土木工学社 編集部

〒162-0832 東京都新宿区岩戸町16メイジャー神楽坂 電話(03)3267-2888(代)



1. 会員の現状

	10月25日現在	11月25日現在
正 会 員	2,290名	2,290名
団体会員	405名	405名
個人会員	1,885名	1,885名
名 誉 会 員	1名	1名
計	2,291名	2,291名

2. 第183回理事会, 第62回評議員会

日 時: 平成18年11月13日(月)12:00~13:00

場 所: 東京商工会議所 8階「東商スカイルーム」

出席者: 理事28名, 監事2名, 顧問1名, 評議員22名  
議 事:

①131名の入会と154名の退会(前回理事会以降)を承認,

②役員, 評議員の交替を承認.

1. 理 事

旧	新	所 属 役 職
只腰 憲久 吉田 幸一 神田 志義	中村 益美 林 康雄 加納 清	東京都下水道局流域下水道本部長 東日本旅客鉄道(株)建設工事部長 鉄建建設(株)専務執行役員

2. 監 事

旧	新	所 属 役 職
前田 泰生	砂道 紀人	電源開発(株)水力エンジニアリング部長

3. 評議員

旧	新	所 属 役 職
小森 和男 石崎 浩 砂道 紀人	安藤 憲一 南 淳 杉山 弘泰	首都高速道路(株)建設事業部長 阪神高速道路(株)技術管理室長 電源開発(株)水力エンジニアリング部土木技術室長
中村 益美 伊藤 泰司	小川 健一 中井 雅彦	東京都下水道局計画調整部長 東日本旅客鉄道(株)東京工事事務所長
熊 新六 笠原 繁雄	有賀 長郎 柴田 陽一	(社)日本土木工業協会専務理事 りんかい日産建設(株)専務執行役員
木村 哲夫	川端 規之	新日本製鉄(株)建材事業部長

③第33回通常総会の開催日を平成19年5月21日(月)とした.

3. 委員会の開催状況(11月1日~30日)

①調査研究関係委員会

◎技術委員会

保守管理小委員会: 11/7(林康雄委員長ほか15名)

作業計画を検討

都市トンネル小委員会Q&A施工WG: 11/28(北川

滋樹幹事ほか15名)原稿を検討

◎筑紫トンネル特別委員会幹事会: 11/15(大島洋志

幹事長ほか33名)現地視察他

◎小田急下北沢地区線増連続立体交差事業技術委員会:

11/20,21(小山幸則委員長ほか10名)現地視察他

◎東北新幹線トンネル特別委員会: 11/20~22(足立

紀尚委員長ほか51名)現地視察他

◎耐震設計検討特別委員会幹事会: 11/27(蔣宇静幹

事長ほか10名)事前地震対応他検討

◎効率的掘削工法特別委員会: 11/28(西村和夫委員

長ほか24名)解析データを検討

計 7回開催 165名出席

②運営広報関係委員会

◎総務委員会: 11/6(日月俊昭委員長ほか12名)理事

会議題を検討

広報小委員会

会誌WG: 11/8(大島洋志主査ほか14名), 12月号の

会誌と3か月計画を検討

◎国際委員会

海外文献小委員会

ニュースWG: 11/24(平澤泰作主査ほか8名)海外

ニュースを翻訳

ITA統括WG: 11/22(福本勝司主査ほか6名)WG

活動方針を検討

◎事業委員会: 11/7(桑原彌介委員長ほか14名)催し

物計画を検討

計 5回開催 59名出席

合計 12回開催 224名出席

4. 国際会議の開催予定

会 議 名	開 催 日	場 所	主 催 者 等
第1回 国際フォーラム 「道路・鉄道トンネルの安全」	2007. 4. 23~25	リスボン (ポルトガル)	Tunnel Management International (トンネルマネジメントインターナショナル社) http://www.tmi-intelligence.com
第33回ITA総会およびコンgres 「地下空間: 巨大都市の4次元利用」	2007. 5. 5~10	プラハ (チェコ共和国)	Czech Tunnelling Committee (チェコトンネル協会) International Tunnelling Association (国際トンネル協会) http://www.wtc2007.org
第34回ITA総会およびコンgres 「より良い環境と安全のための地下 空間を目指して」	2008. 9. 22~27	ニューデリー (インド)	CBIP(灌漑・水力中央委員会) International Tunnelling Association (国際トンネル協会) http://www.cbip.org

\*論文募集に関する詳細は事務局(担当: 関)までお問い合わせください。(社)日本トンネル技術協会 TEL: 03-3553-6174

5. 平成18年度催物開催現況

催 物 名	開 催 日	人数	場 所
(見学会)			
大阪市地下鉄現場研修会	2006. 4. 17	16	大阪府
横浜市地下鉄現場研修会(駒林工区)	2006. 5. 30	28	神奈川県
東京地下鉄13号線現場研修会(新宿工区)	2006. 6. 2	24	東京都
首都高速新宿線現場研修会	2006. 6. 20	25	東京都
名古屋地区高速道路現場研修会	2006. 8. 25	13	愛知県
北関東自動車道蓬田トンネル現場研修会	2006. 9. 8	25	茨城県
東京地下鉄13号線現場研修会(南池袋工区)	2006. 9. 15	18	東京都
横浜市地下鉄現場研修会(日吉駅工区)	2006. 10. 3	32	神奈川県
京都高速道路伏見工区トンネル現場研修会	2006. 10. 20	25	京都府
LPG国家備蓄基地現場研修会(倉敷, 波方)	2006. 10. 30, 31	17	岡山県, 愛媛県
上野地区地下構造物建設現場研修会	2006. 12. 12	20	東京都
中之島新線トンネル現場研修会	2007. 1. 26	20	大阪府
(発表会)			
第58回(山岳)「最近注目されるトンネル工事」	2006. 11. 29	104	東京都
第59回(都市)「密集した市街地におけるトンネル工事」	2006. 11. 30	90	〃
(講演, 講習会)			
第9回トンネル技術ステップアップ研修会(山岳部門)	2006. 9. 28, 29	23	青森県
第8回トンネル技術ステップアップ研修会(シールド部門)	2006. 11. 1, 2	32	東京都

詳細は, 協会ホームページ(http://www.soc.nii.ac.jp/jta)を参照ください.

## 2月号予告[2月1日発売予定]

- 数値解析による地表面沈下の評価に関する考察
  - 北陸新幹線 新木浦トンネル
  - 東海北陸自動車道 飛驒トンネル先進坑
  - 東京地下鉄13号線 新宿工区
  - 東京ガス 中央幹線
- 【連載講座】
- 発破技術の現状(4)

\*内容等は変更になる場合がございます

### 編集後記

新年あけましておめでとうございます

◆今月号に掲載されたトンネルは、シールドが3本、NAT Mが2本でした。シールドは、φ11.56mの大断面泥水式シールド、□4.41m矩形の開放型シールド、平面20R・縦断60Rの急曲線に対応可能な中折れ式泥土圧シールド、とバリエーションがありました。

◆シールドトンネルの報文の原稿には、シールドの姿図や断面図が図版として添付されることが多いのですが、これらの図面には、地質縦断面図や配筋図といった土木系の図面とは違った雰囲気があります。メカニカルな感じが、SF、近未来的興奮を想起させるというか、幼児が「はたらくるま」の絵本のクローラクレーンやダンプトラックをみてキャッキョと騒ぐのと、同種の興奮を覚えます。そのため、編集の作業をつい忘れ、細部を拡大して眺めいってしまう次第です。トンネル用掘削機械では、多ブーム式のドリルジャンボなどもSF的な雰囲気を持っていると思うのですが、残念ながら報文の図版として添付されることが少ないようです。機会があればそっと添付していただくと幸いです。

◆図面についてのお願ひですが、当社ではCADを導入しておりませんので、dwg等の図面が添付されていると、編集作業に難渋いたします。CAD画面はご面倒でもpdfファイルにする、ワープロに貼り付けるなどの加工を施したうえで、ご送付いただくようお願いいたします。

(k.k)

★購読の申し込み、または、送付先変更などの問い合わせは(株)土木工学社までご連絡ください。

★(社)日本トンネル技術協会会員の方の住所(送付先)変更は直接(社)日本トンネル技術協会へご連絡ください。

## トンネルと地下

第38巻 第1号 [通巻437号]

ISSN 0285-631X

Tonneru to chika

平成18年12月20日 印刷

平成19年1月1日 発行

社団法人日本トンネル技術協会

会長 小森 博

〒104-0041 東京都中央区新富2丁目14番7号(新光第一ビル)

TEL: 03-3553-6174

FAX: 03-3553-6145

http://www.soc.nii.ac.jp/jta

発行所 株式会社土木工学社

〒162-0832 東京都新宿区岩戸町16番地メイジャー神楽坂

TEL: 03-3267-2888

FAX: 03-3267-2807

http://www.tunnel.ne.jp

発行人 山本 育徳

編集人 山本 勝誉

印刷 新協印刷株式会社

### 本誌の購読について

■購読をご希望の方は、書店または土木工学社へ直接お申し込みください。

■お申し込みの際は、誌名、購読期間、住所、所属、氏名などを明記のうえ、FAX(03-3267-2807)にてお申し込みください。後日、小社より振込用紙をお送りいたします。

### 購読料

1冊 1,575円(送料108円)  
(本体価格 1,500円)

1年 15,000円(前納)

振替 00110-8-190072

### 本誌広告のお申し込み方法

本誌への広告掲載は小社「トンネルと地下」営業部までご連絡ください。  
TEL: 03-3267-2888

本誌掲載記事を無断で複写(コピー)および転載することは、著作権上での例外を除き、禁じられております。本誌から複写または転載を希望される方は、小社(03-3267-2888)までご連絡ください。

## 吹付けコンクリート用急結剤

# 「太平洋ショットマスター」



**1 急結性に優れています**  
セメント鉱物系ならではのシャープな急結性が得られます。そのため、吹付けコンクリートを急速に硬化させ、岩盤への優れた付着性・跳ね返りの低減が実現できます。

**2 短時間強度・長期耐久性が良好です**  
吹付け後、短時間で高い強度が得られ、以後の強度発現性も優れています。また、セメント鉱物系ですので、長期耐久性も良好です。

**3 塩化物を含まない**  
塩化物を含まないため、ロックボルト・鋼製支保工等の鋼材を腐食させません。

## 優れた付着性!!

「太平洋ショットマスター」は、太平洋セメント株式会社が特殊セメントやセメント用各種混和剤の開発技術をもとに、鋭意研究開発したセメント鉱物系を主成分とした吹付けコンクリート用急結剤です。セメント鉱物ならではの急結性を有し、吹付けコンクリートの岩盤への優れた付着性・跳ね返りの低減が実現できます。

 太平洋マテリアル株式会社

●営業本部高機能建材営業部 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町4-8-15 ネオカワイビル8F TEL.03-3278-5319  
○北海道支店/TEL.011-221-5855 ○東北支店/TEL.022-221-4511 ○東京支店/TEL.03-3278-5331  
○北陸支店/TEL.076-234-1670 ○中部支店/TEL.052-452-7141 ○関西支店/TEL.06-6228-6660  
○中国支店/TEL.082-261-7191 ○四国支店/TEL.087-833-5758 ○九州支店/TEL.092-781-5331