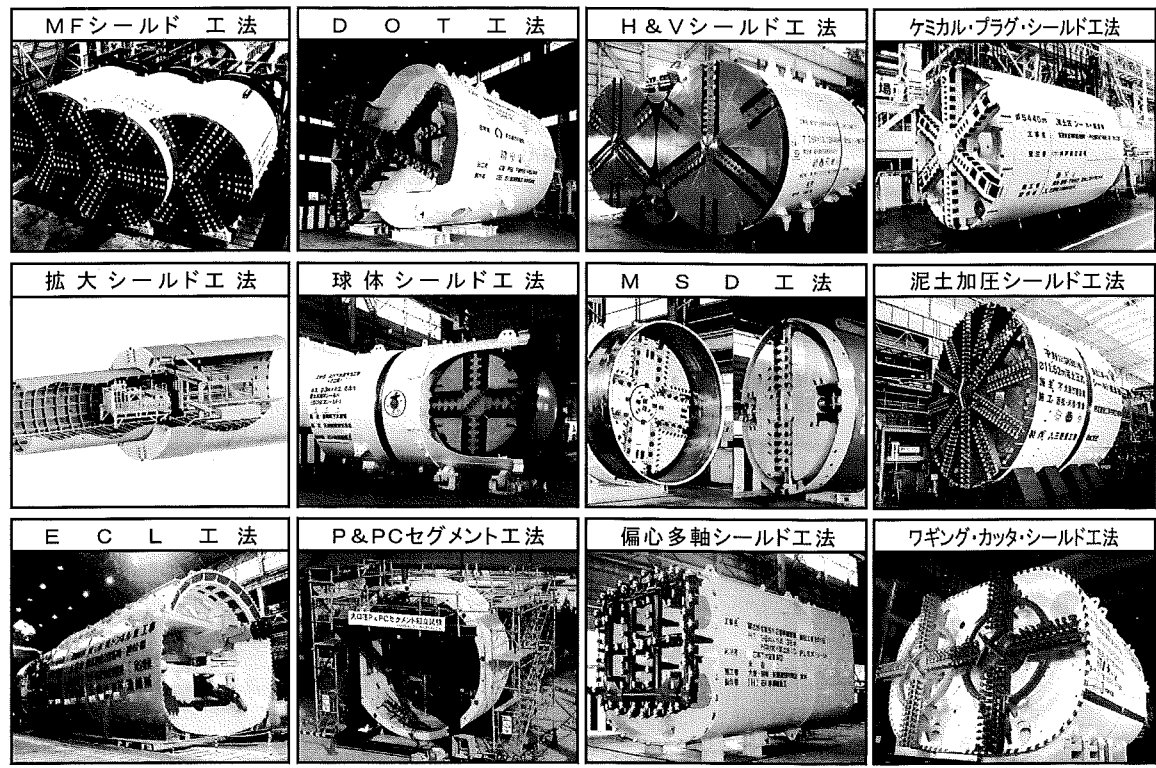
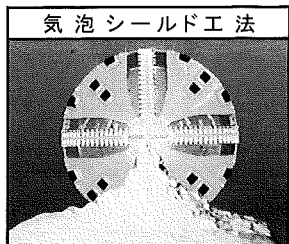


# 地下の空間を創る

近年、都市部の基礎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13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。



## シールド工法技術協会

事務局 〒163-0806 東京都新宿区西新宿1-25-1 新宿センタービル  
大成建設(株)土木本部内  
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)

- |              |           |             |                |                 |               |
|--------------|-----------|-------------|----------------|-----------------|---------------|
| <b>正 会 員</b> | 佐藤工業(株)   | 間組(株)       | 小松製作所(株)       | <b>賛助会員</b>     | 成和リニューアークス(株) |
| アイサワ工業(株)    | 清水建設(株)   | ビーエス三菱(株)   | JFEエンジニアリング(株) | 第一化成産業(株)       |               |
| 青木あすなろ建設(株)  | 西武建設(株)   | フジタ(株)      | 日立建機(株)        | 太平洋ソイル(株)       |               |
| (株)浅沼組       | (株)銭高組    | (株)不動テトラ    | 日立造船(株)        | (株)立花マテリアル      |               |
| (株)岩田地崎建設    | 大成建設(株)   | (株)本間組      | 三菱重工地中建設機(株)   | (株)タック          |               |
| (株)大林組       | (株)竹中土木   | 前田建設工業(株)   | 石川島建機工業(株)     | 中央工業(株)         |               |
| (株)大本組       | 大日本土木(株)  | 三井住友建設(株)   | SMCコンクリート(株)   | (株)テルナイト        |               |
| (株)奥村組       | 大豊建設(株)   | みらい建設工業(株)  | 新日本製鐵(株)       | 東洋工業(株)         |               |
| 小田急建設(株)     | 鉄建建設(株)   | 村本建設(株)     | 新和コンクリート工業(株)  | (株)日本ネットワークサポート |               |
| オリエンタル白石(株)  | 東亜建設工業(株) | 名工建設(株)     | JFE建機(株)       | マルマテクニカ(株)      |               |
| 鹿島建設(株)      | 東急建設(株)   | (株)森本組      | ジオスター(株)       | ミイケ機材(株)        |               |
| (株)熊谷組       | 東洋建設(株)   | りんかい日産建設(株) | 都築コンクリート工業(株)  |                 |               |
| (株)鴻池組       | 戸田建設(株)   | 若築建設(株)     | 日本コンクリート工業(株)  |                 |               |
| 五洋建設(株)      | 飛島建設(株)   |             | フジミ工研(株)       |                 |               |
| 佐伯国総建設(株)    | 西松建設(株)   |             |                |                 |               |
|              | 日本国土開発(株) |             |                |                 |               |
|              |           | (株)IHI      |                |                 |               |
|              |           | 川崎重工業(株)    |                |                 |               |
|              |           |             | (株)アクティオ       |                 |               |
|              |           |             | カジママトロエンジニアリング |                 |               |

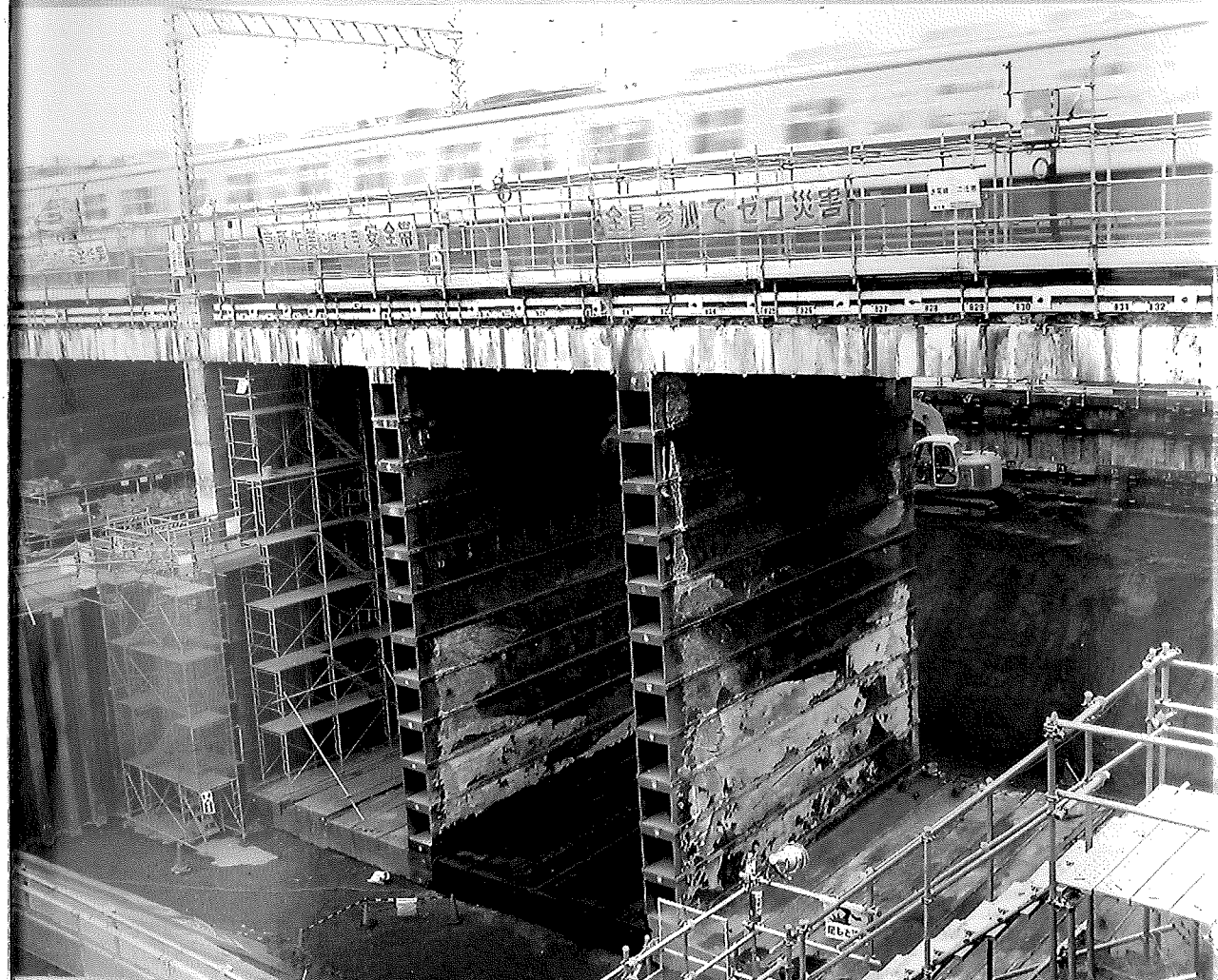
# トンネルと地下 7

vol. 39  
no. 7  
2008

Tunnels and Underground

道直下に幅50mの大断面函体を構築  
土かぶり大断面超近接双設トンネルの地山挙動  
秦に伸びる古都京都の地下鉄  
海の珊瑚礁下を環境に配慮した推進工法で貫く  
&PCセグメント工法のPCグラウト施工  
ールドを用いた場所打ち支保(SENS)の耐荷機構に関する研究

## 日本トンネル技術協会誌



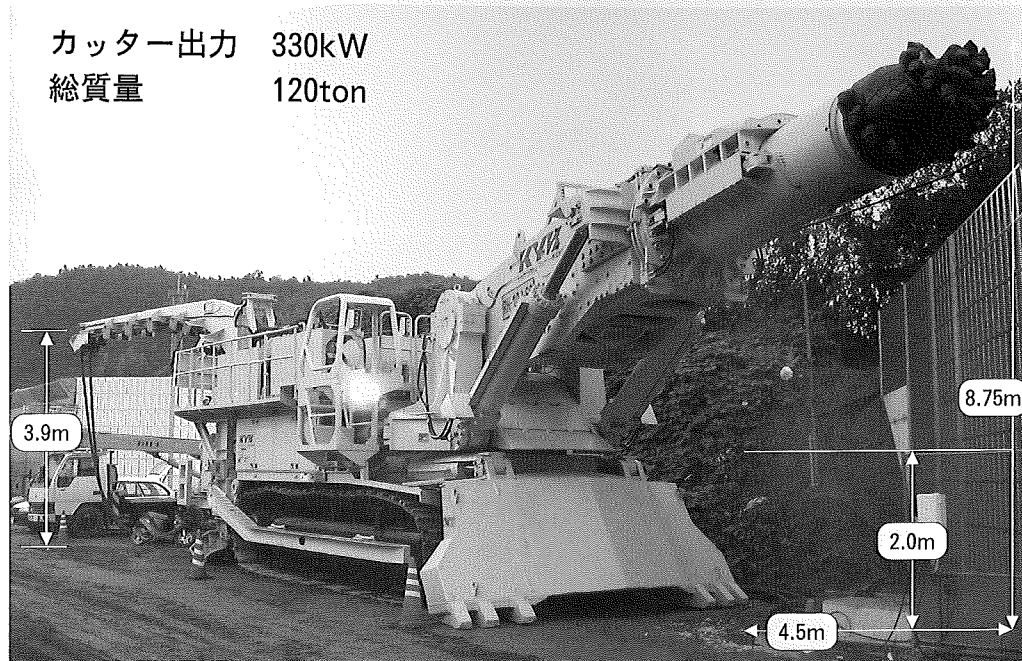
定価 1,575円 雑誌06619-7  
本体価格1,500円



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

カッター出力 330kW  
総質量 120ton



## 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4.5m
- ・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: 日本銃機株式会社)

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

**FURUKAWA**  
ROCK DRILL

**FRD**  
FURUKAWA

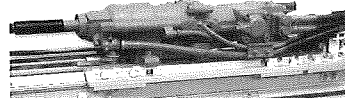
様々なトンネル工事に挑戦し、実績を積み重ねてきた各種製品と  
全国に広がる安心のサービス網でお客様をバックアップします。

ホイール式ドリルジャンボ

## JTH2200R/3200R

新幹線・道路・水路等の全断面および補助ベンチ  
工法のトンネルさく孔に威力を発揮します。

新世代型油圧ドリフタHD210II搭載。

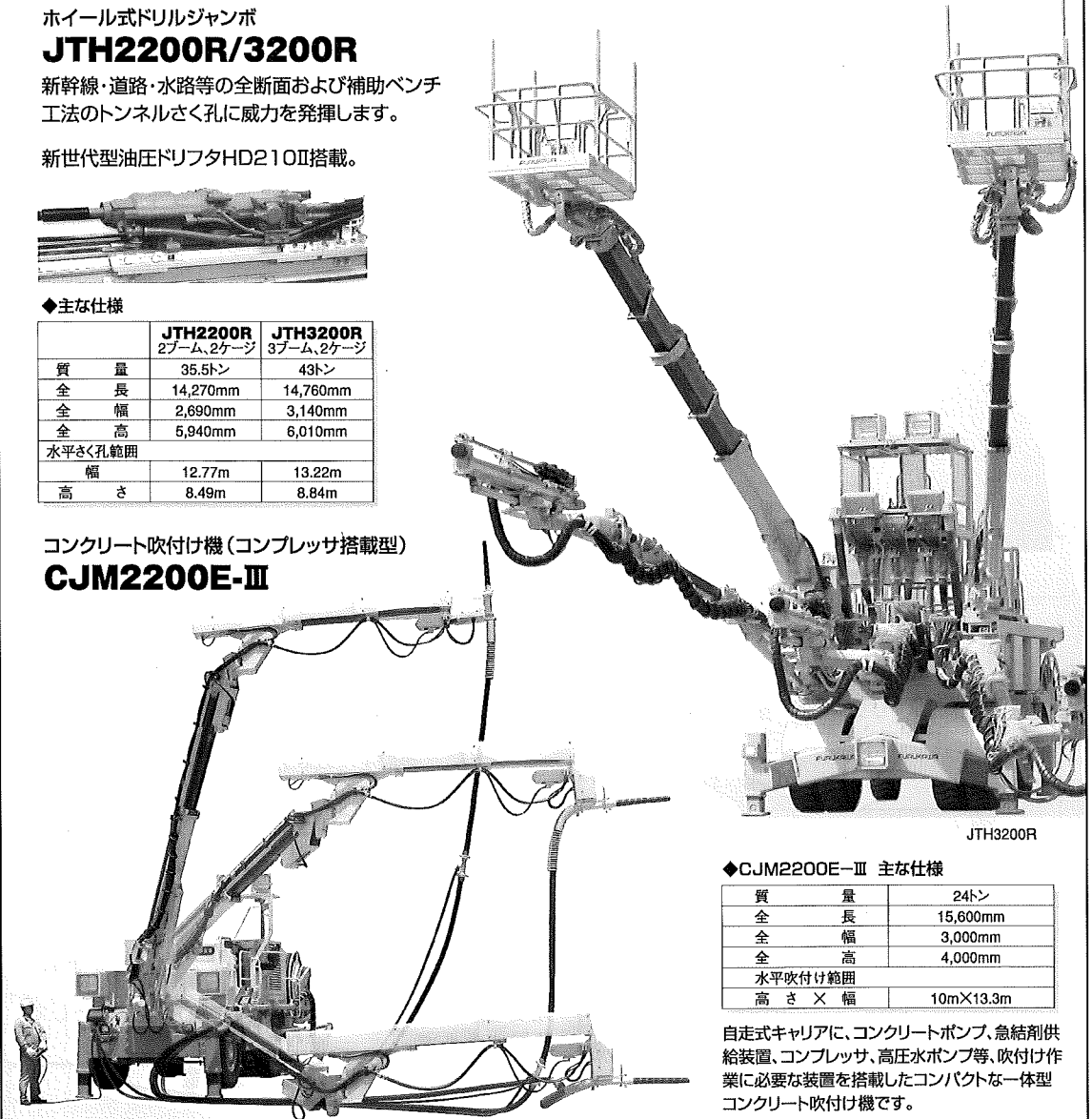


### ◆主な仕様

	JTH2200R 2ブーム、2ケーブ	JTH3200R 3ブーム、2ケーブ
質量	35.5トン	43トン
全長	14,270mm	14,760mm
全幅	2,690mm	3,140mm
全高	5,940mm	6,010mm
水平さく孔範囲		
幅	12.77m	13.22m
高さ	8.49m	8.84m

コンクリート吹付け機（コンプレッサ搭載型）

## CJM2200E-III



JTH3200R

### ◆CJM2200E-III 主な仕様

質量	24トン
全長	15,600mm
全幅	3,000mm
全高	4,000mm
水平吹付け範囲	
高さ×幅	10m×13.3m

自走式キャリアに、コンクリートポンプ、急結剤供給装置、コンプレッサ、高圧水ポンプ等、吹付け作業に必要な装置を搭載したコンパクトな一体型コンクリート吹付け機です。

写真は吹付け姿勢の合成写真です。

△ 古河機械金属グループ

**FRD** 古河ロックドリル株式会社 <http://www.furukawarockdrill.co.jp/>

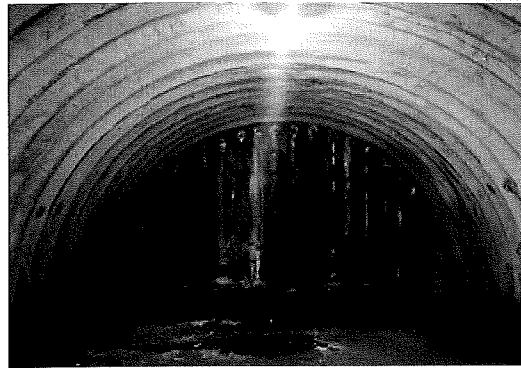
本社 〒103-0022 東京都中央区日本橋室町二丁目3番14号 古河ビル8F 特機部 電話：(03) 3231-6966

札幌支店 011-861-3261 東北支店 022-384-8991 関東支店 027-326-9611 名古屋支店 0568-77-7700

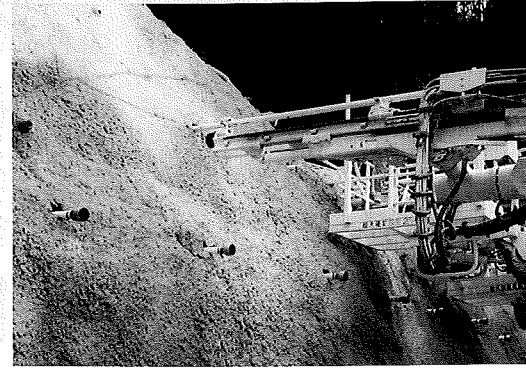
関西支店 06-6475-8221 広島営業所 082-832-3542 四国営業所 087-815-1708 九州支店 092-948-2010

# 日本で生まれ、世界へ広がる。 NATMの補助工法

当社は「AGF工法のパイオニア」として、数多くの実績を築いてきました。この豊富な施工実績を基にした技術対応力で、バックアップ体制をとっています。さらに、豊富なビットシステムと多様な注入システムを保有しているため、「AGF工法～小口径二重管削孔システム」まで、地山条件や施工条件など目的に応じたご提案ができます。



〈施工例〉断面内からの無拡幅AGF工法



〈施工例〉鏡面への小口径二重管削孔システム

## AGF工法のバリエーション

プロトタイプ  
無拡幅タイプ  
最小拡幅タイプ

## 小口径二重管削孔システム

鋼管径φ89.1mm～60.5mmまで対応ができ、鋼管・スリット管・特殊樹脂管が選べます。

↓  
先受け以外にも長尺鏡ボルトや水抜きパイプとして使用できます。

施工性や経済性を追及して、注入式フォアポーリングとAGF工法の間を埋める工法！

注入機搭載台車

ドリルジャンボ

長尺フェイスボルト

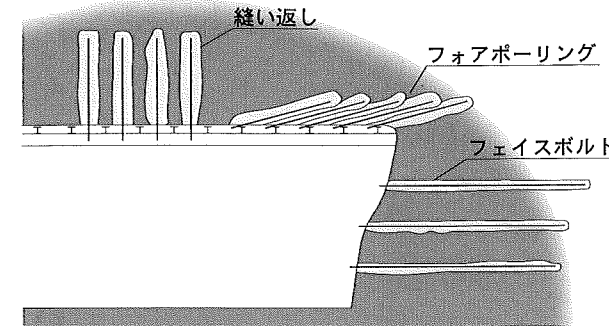
## 注入材のバリエーション

- シリカレジン注入材
  - ・スーパーSRF(標準タイプ)
  - ・スーパーSRF(Sタイプ)
  - ・スーパーSRF(低粘度タイプ)
- ウレタン注入材
  - ・ガンバンスーパーS
- 無機系注入材
  - ・シリカセーフ



〈施工例〉固結状況

## 注入ボルトのバリエーション



注入式フォアポーリングや鏡ボルト等に使用する注入ボルトとして、

- ・PUボルト
- ・KATアンカー
- ・GPRマルチタイプロックボルト

等があり、地山条件や使用目的に応じて選択できます。

## 主要営業品目

- ・スーパーシート(防水シート)
- ・ツイストロックボルト
- ・異形ロックボルト
- ・KAT自穿孔ロックボルト
- ・GRPマルチタイプロックボルト
- ・各種注入材
- ・アルカリフリー型液体急結剤AFK-777J
- ・各種AGF工法
- ・Small-P工法/パノラマ工法
- ・注入式フォアポーリング
- ・濁水処理設備
- ・建設資材全般

# KATECS

株式会社 カテックス  
建設資材事業部

ホームページ <http://www.katecs.co.jp/>

技術営業部

TEL)052-331-8821 FAX)052-332-0164

東京支店

TEL)03-3260-8321 FAX)03-3266-1648

九州営業所

TEL)092-574-0856 FAX)092-574-0846

中部営業部

TEL)052-331-8821 FAX)052-332-0164

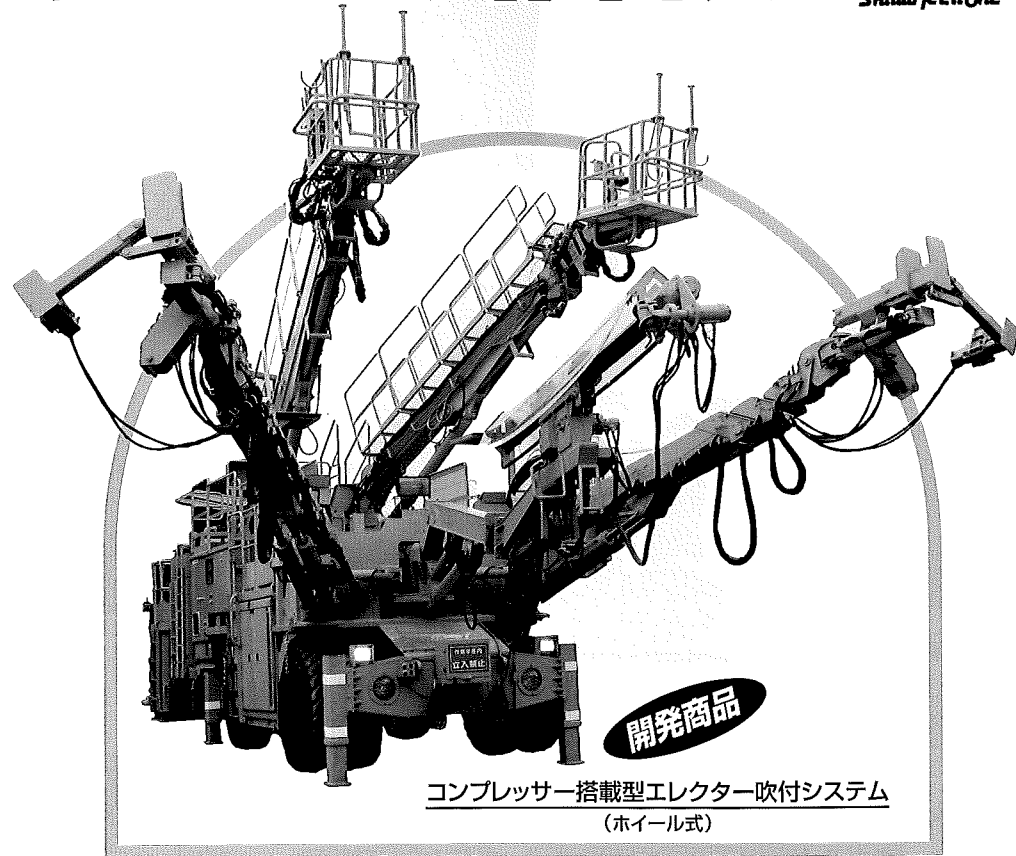
関西営業所

TEL)06-6578-3235 FAX)06-6578-3237

北海道地区(株エイチ・アール・オー)

TEL)011-821-5868 FAX)011-821-6644

# 安心と信頼



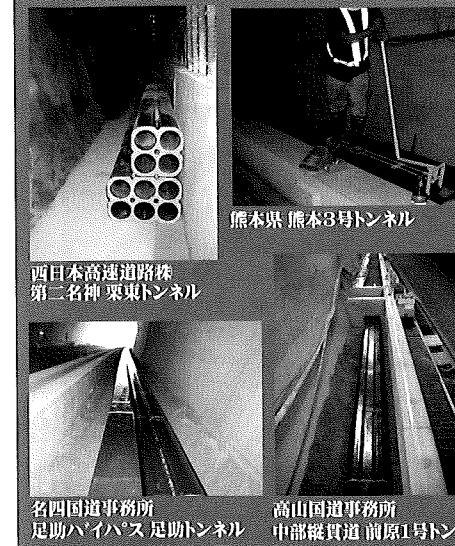
開発商品  
コンプレッサー搭載型エレクトー吹付システム  
(ホイール式)

## 〈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  
TEL072-677-2101(代) FAX072-677-2109

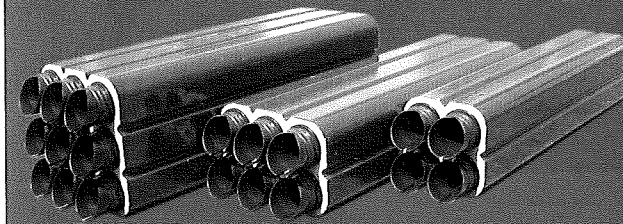


西日本高速道路株  
第二名神 栗東トンネル

熊本県 熊本3号トンネル

名四国道事務所  
足助ハイパス 足助トンネル

高山国道事務所  
中部縦貫道 前原1号トンネル



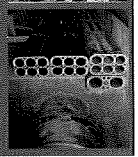
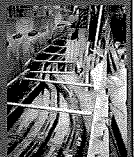
### — 特長 —

標準管の長さは65cmの新規格  
※従来のセラダクトAは60cm。

接続はカップリンク方式で簡単  
スピーディー  
※従来のセラダクトAはバッキン介在ボルト締め

# トンネル内専用として セラダクト A<sup>エース</sup> ネオ neo

長年の多くの実績から得た豊富なノウハウという「宝物」を新しい技術に。  
いらなくなった物で必要な物を作り出す。それが私たちの技術です。  
トンネル、電線共同溝、空港、工場敷地内、ありとあらゆるニーズにお答え出来ます。  
資源循環型リサイクル製品「セラダクトA」。



再生材料を使用  
緑色および黒色樹脂、肉厚超過 50%以上  
セラダクトAはエコマーク認定商品です  
第 04 131 014 号

セラダクトAシリーズは「エコマーク認定基準」に適合し、財団法人 日本環境協会から「エコマーク商品」として認定されました。

産業用樹脂  
(当社が主たる製造者、  
商標所有)

その他の原料  
(採石及び製業機士等)



建設用

ISO 9001:2000取得



杉江製陶株式会社

本社・工場 愛知県知多郡武豊町字上山一丁目76番地 〒470-2387  
TEL(0569)35-2360(代) FAX(0569)35-4087  
東京支店 東京都渋谷区恵比寿一丁目21番8号セラ51ビル 〒150-0013  
TEL(03)3442-6181 FAX(03)3442-1691  
大阪支店 大阪府都島区御幸町1丁目3番1号 〒534-0012  
TEL(06)6922-6991 FAX(06)6922-2498

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

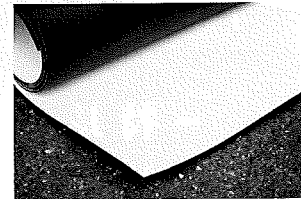
# ウォータータイトトンネル 防水システム



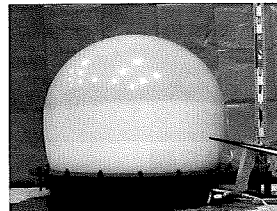
非排水型防水システム用メンブレン  
KFCタイトライナー

## シート防水材

- **KFCタイトライナー**  
追随性・溶着性・耐破損性の優れた防水シート
- **シグナルレイヤー**  
防水シート損傷部の発見が容易なシグナルレイヤー付防水シート
- **裏面緩衝材**  
長繊維不織布から透水性の優れた立体網状体まで豊富なバリエーション



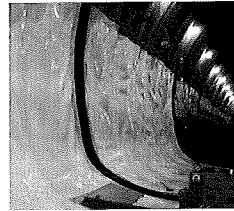
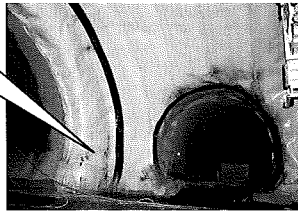
シグナルレイヤー付防水シート



シート多軸伸び試験



シグナルレイヤーに付いた傷



## 基本システム

- **ウォーターバリア**  
打継目からの漏水防止および漏水範囲の限定
- **コンタクトグラウト**  
被圧された地下水から防水シートの損傷防止

## 漏水対策システム

- **ストリップグラウト**  
打継目からの漏水対策  
漏水発生ブロックの特定
- **リペアシステム**  
クラックや打継目からの恒久止水対策

**KFC** 株式会社 ケー・エフ・シー

環境資材事業部(東京) TEL (03) 3570-5262 FAX (03) 3570-5233  
環境資材事業部(大阪) TEL (06) 6361-6038 FAX (06) 6363-3979

1本1本が大切! だから

次世代 **防食** ロックボルト

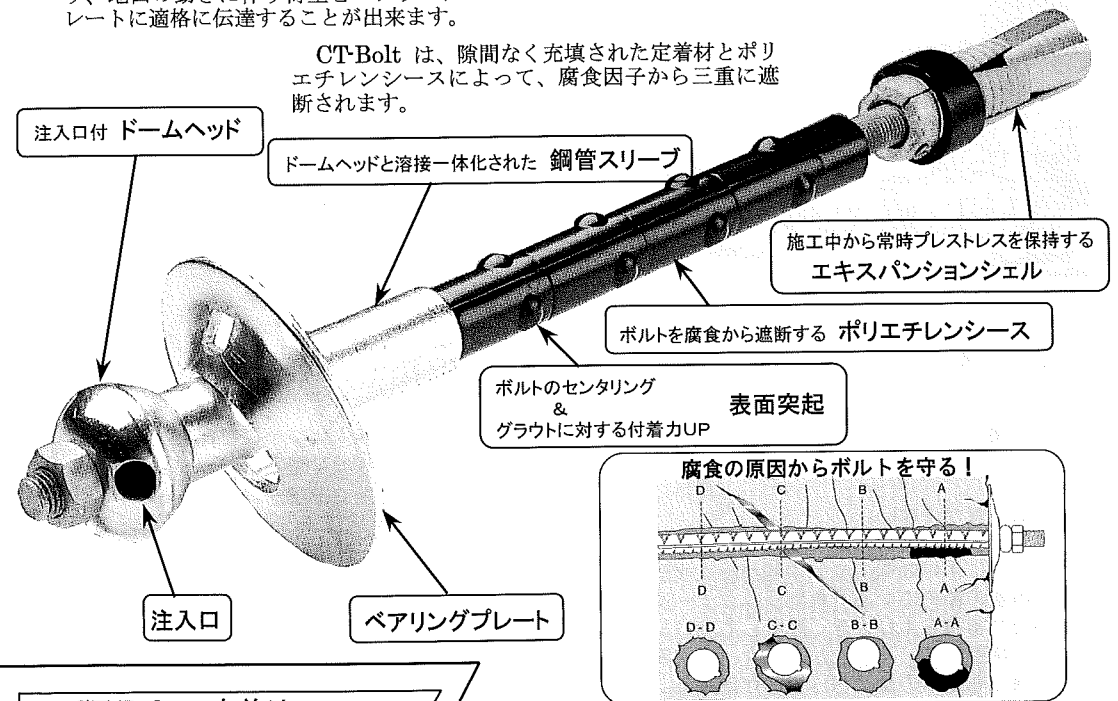
# CT-Bolt



## 通常施工により超長期支保

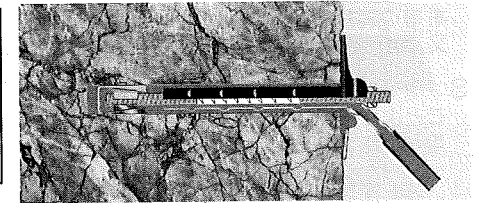
CT-Bolt は、施工直後からプレストレスを導入し、特殊半球型ドームヘッドにより、地山の動きに伴う荷重をベアリングプレートに適切に伝達することが出来ます。

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。

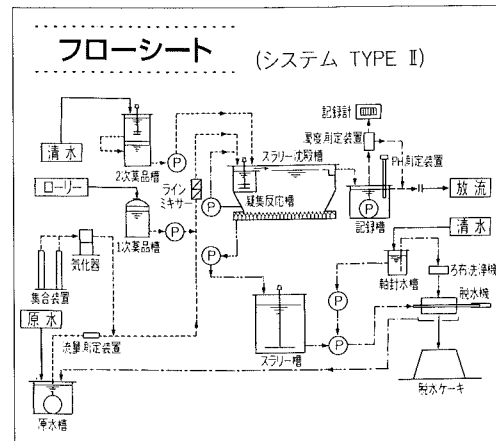
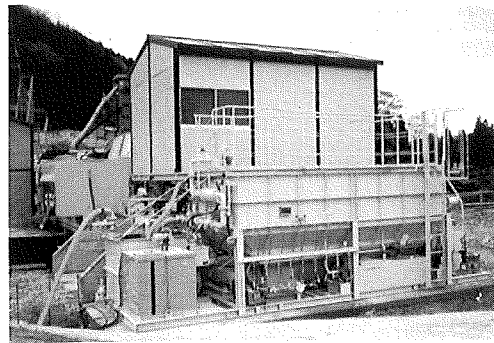
総発売元 **Your Fastening Partner**

**KFC** 株式会社 ケー・エフ・シー

〒135-8073 東京都江東区青海2丁目45番タイム24ビル  
お問い合わせ先 TEL: 03-3570-5182  
技術部 FAX: 03-3570-5191

# 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。処理水の水质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バーターを採用し、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

## 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、リパウンド量を低減する。
- アルカリ骨材反応を助長しない。

より良い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ューム。  
●ワーカビリティ、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。

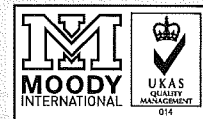
## シリカフューム メイコ®MS610

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

## BASFポゾリス株式会社

●本社/東京都港区六本木3-16-26  
混和剤営業部: TEL03-3582-8811(直) FAX.03-3583-3800  
●支店/仙台、東京、名古屋、大阪、福岡  
●営業所/札幌、宇都宮、千葉、横浜、上越(松本・金沢)、静岡、広島、高松、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。  
URL <http://www.pozzolite.basf.co.jp>

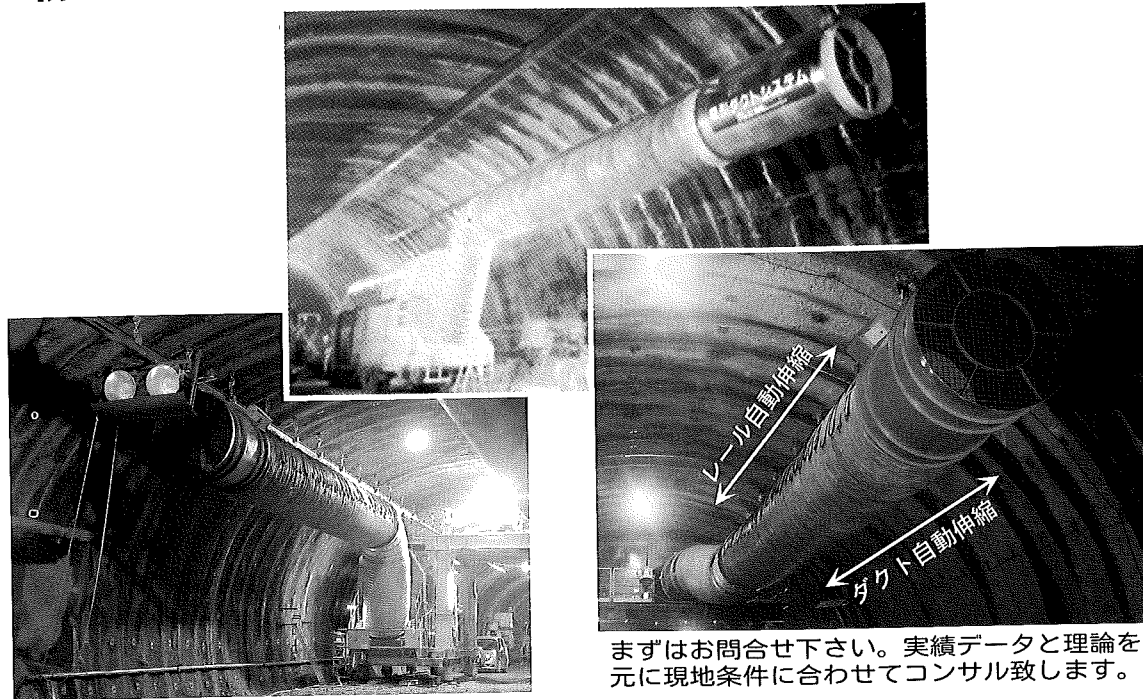


●BASFポゾリス(株)は開発センターと茅ヶ崎工場において、ISO9001およびISO14001の審査登録をしております。

**BASF**  
The Chemical Company

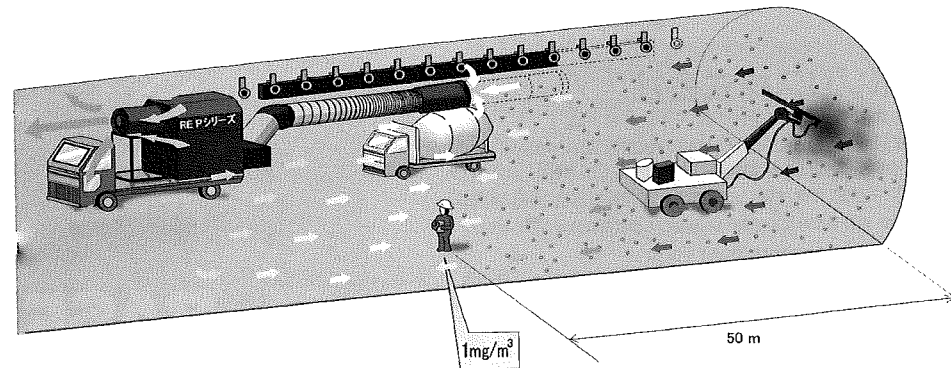
# 吸引ダクトシステム

**業界初** 吸引ダクトシステム特許取得〔第3883483号〕  
 粉じん障害防止規則を大幅に満たす  $1\text{mg}/\text{m}^3$  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。
- ・適應径はΦ600～Φ1650、負圧-2kPa、収縮率1/5、100m以上もレンタルで対応可。移動照明を使用することで切羽作業効率、安全性が大幅にアップ。その他の口径・延長はご相談下さい。



**株式会社 流機 エンジニアリング**

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

本社/〒108-0073 東京都港区三田 3-4-2 COI聖坂ビル  
 TEL: 03 (3452) 7400(代) FAX: 03 (3452) 5370  
 つくば/〒308-0114 茨城県筑西市花田90-1  
 テクノセンター TEL: 0296 (37) 7680(代) FAX: 0296 (37) 7681

# 超低騒音・三軸反転ファン エアロ★MAX アリエル

あーいゑゐゐ 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。**

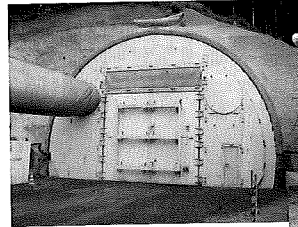
- 超低騒音:** エアロMAXは最小値78dB(A)、アリエルは当社比-5dB
- 省エネ:** インバータでファンの回転数を制御するため無負荷電流がなく、人-△直動方式や可変ピッチ方式より大幅に省エネができます。
- 高効率:** 固定翼、インバータ制御で広い性能点で効率のいい運転。
- 制御:** ダストセンサーによる自動制御、集塵機との連動運転が可能。  
 (特許 第1742880 ダストセンサーによるインバータ制御)
- 使い易さ:** 軽量、INV高調波対策も万全、ソフトスタートでダクトを痛めずファンのメンテナンスも軽減。  
 高価なフリッカ対策設備も不要。
- コンサルティング:** 長年にわたって経験し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の幅広い品揃えで対応します。  
 換気のご相談はお気軽に本社・営業部までどうぞ。

**株式会社 流機 エンジニアリング**

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

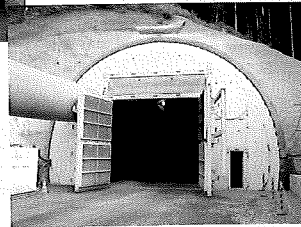
本社/〒108-0073 東京都港区三田 3-4-2 COI聖坂ビル  
 TEL: 03 (3452) 7400(代) FAX: 03 (3452) 5370  
 つくば/〒308-0114 茨城県筑西市花田90-1  
 テクノセンター TEL: 0296 (37) 7680(代) FAX: 0296 (37) 7681

## 快適な作業環境を提供する騒音対策システム ～25年の実績が最大級の安心をご提供いたします～

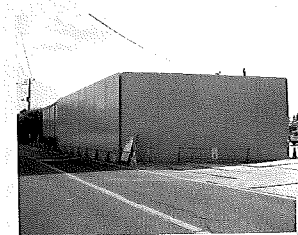


【防音扉】

- HFS型マークII
- HFS型ロック式
- HFS型マークII 10c
- HFS型マークII 15c

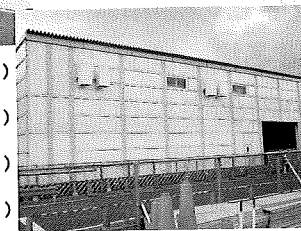


防音扉には生産物賠償責任保険(対人)が付いております。



【防音壁】  
【防音ハウス】  
【防音シェルター】  
【防音ボックス】

- Sタイプ(スタンダードタイプ)
- Dタイプ(デラックスタイプ)
- Hタイプ(ハイデラックスタイプ)
- SUタイプ(ステンレスタイプ)



『防音扉マークII』の音響性能

対策	騒音レベル	低周波音圧レベル
1基設置	19 dB(A)	13 dB
2基設置	28 dB(A)	19 dB

『防音扉ロック式』の音響性能

対策	騒音レベル	低周波音圧レベル
1基設置	19 dB(A)	17 dB
2基設置	28 dB(A)	26 dB

『防音扉マークII 10c』の音響性能

対策	騒音レベル	低周波音圧レベル
1基設置	19 dB(A)	20 dB
2基設置	29 dB(A)	33 dB

『防音扉マークII 15c』の音響性能

対策	騒音レベル	低周波音圧レベル
1基設置	21 dB(A)	23 dB
2基設置	30 dB(A)	36 dB

『防音パネルSタイプ』の音響性能

項目	1/1オクターブバンド中心周波数 [Hz]					
	125	250	500	1k	2k	4k
透過損失 [dB]	14	18	29	36	43	49
吸音率 [%]	33	80	89	84	81	76

『防音パネルDタイプ』の音響性能

項目	1/1オクターブバンド中心周波数 [Hz]					
	125	250	500	1k	2k	4k
透過損失 [dB]	22	32	37	38	37	43
吸音率 [%]	51	77	75	81	71	62

『防音パネルHタイプ』の音響性能

項目	1/1オクターブバンド中心周波数 [Hz]					
	125	250	500	1k	2k	4k
透過損失 [dB]	32	32	38	46	50	53
吸音率 [%]	57	48	61	76	86	91

『防音パネルSUタイプ』の音響性能

項目	1/1オクターブバンド中心周波数 [Hz]					
	125	250	500	1k	2k	4k
透過損失 [dB]	20	28	44	54	59	64
吸音率 [%]	61	100	100	100	100	100

### 【建設騒音対策協会】

株式会社 牛尾商店  
福岡県福岡市博多区中洲 5-4-19  
〒810-0801 TEL. 092-281-2131

株式会社 カテックス  
愛知県名古屋市中区上前津 1-3-3  
〒460-8331 TEL. 052-331-8821

株式会社 ティーエムシー  
東京都荒川区西日暮里 5-23-3  
〒116-0013 TEL. 03-3891-8211

日豊 株式会社  
東京都渋谷区渋谷 2-12-12  
〒150-0002 TEL. 03-3409-8041

株式会社 野佐和商会  
大阪府大阪市西区新町 2-10-3  
〒550-0013 TEL. 06-6532-5451

株式会社 ビーエスアイ  
北海道札幌市中央区北一条東 13-1-1  
〒060-0031 TEL. 011-241-6500

古河ロックドリル 株式会社  
東京都中央区日本橋室町 2-3-14  
〒103-0022 TEL. 03-3231-6961

松茂工販 株式会社  
東京都江東区豊洲 4-1-23  
〒135-0061 TEL. 03-3536-5531

協会幹事: 株式会社 ヒューズ  
東京都江戸川区平井 6-35-5  
〒132-0035 TEL. 03-3617-8111

お問い合わせ E-mail souon@fuse-ind.co.jp

- ◆ISO9001取得 ~ 防音設備の設計、製造、施工、リース
- ◆建設業登録 東京都知事許可 般-20 第130153号  
土木工事業、とび・土工工事業、鋼構造物工事業

【販売会社】株式会社 ヒューズ

□本社 東京都江戸川区平井 6-35-5  
〒132-0035 TEL. 03-3617-8111 FAX. 03-3617-7565

□大阪営業所 大阪府大阪市北区豊崎 3-4-14 ショーレイビル  
〒531-0072 TEL. 06-6359-2611 FAX. 06-6359-2288  
E-mail info@fuse-ind.co.jp

- ◆建設業登録 東京都知事許可 般-17 第75054号  
とび・土工工事業
- 創立 1981年

ヒューズ工業株式会社

□本社 東京都江戸川区平井 6-35-5  
〒132-0035 TEL. 03-3617-8333 FAX. 03-3617-7565

□つくばセンター 茨城県下妻市村岡 998-1  
〒304-0824 TEL. 0296-30-7888 FAX. 0296-30-7655  
E-mail hf@fuse-ind.co.jp

URL http://www.fuse-ind.co.jp

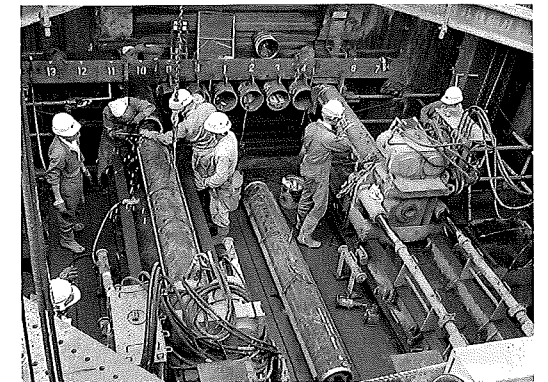
# THパイプルーフ工法

## 空間を確実に確保

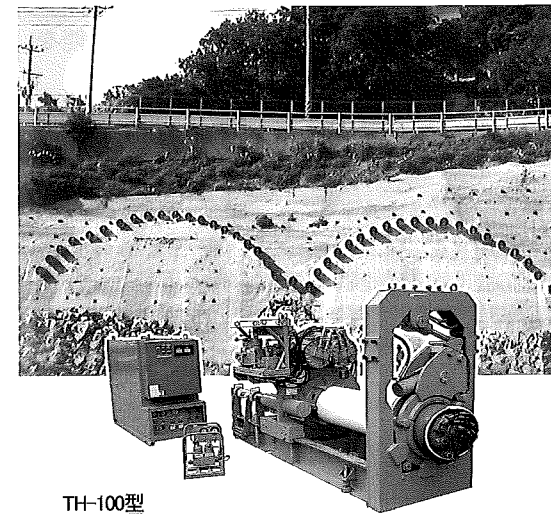
高精度・全地盤型 水平鋼管圧入システム

### ★特徴★

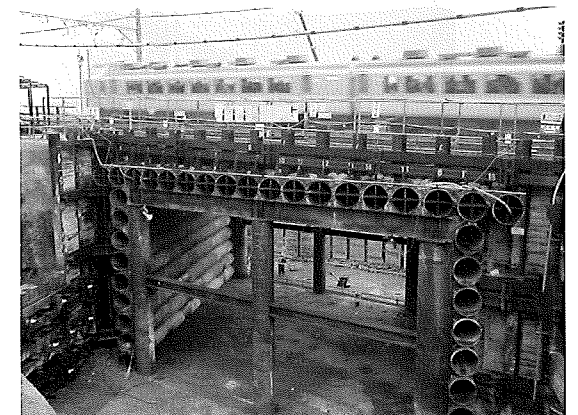
- ・本体掘削時の沈下抑制補助工法です
- ・常時管芯チェックが可能で、方向修正方式を採用(精度が良いため支保作業が容易)
- ・オーガ中掘り掘削、地山との空隙に同時注入も可能
- ・推進途中でのビットの交換が可能で地層変化に対応
- ・適応管径は、φ200A～φ1200A
- ・最大推進長は、約70～100m
- ・推進機は、推力 1000kN(100t) 2000kN(200t) 3000kN(300t)



パイプルーフ打設状況(立坑内)



TH-100型



パイプビーム工法

【会員】 ※会員募集中【お問い合わせは 下記 事務局へ】

九州基礎(株) 福岡県 TEL 0946-22-7445  
 (株)小宮山土木 長野県 TEL 0267-56-1299  
 (株)進栄機工 北海道 TEL 011-382-3361  
 東洋地工(株) 福井県 TEL 0776-53-5335  
 日特建設(株) 東京都 TEL 03-3542-6401  
 ケミカルグラウト(株) 東京都 TEL 03-5575-0511  
 (株)最上機工 山形県 TEL 0233-32-3885

サン開発工事(株) 大阪府 TEL 0726-41-4951  
 東邦地下工機(株) 東京都 TEL 03-3474-3143  
 日本基礎技術(株) 東京都 TEL 03-3476-5701  
 (株)大阪防水建設社 大阪府 TEL 06-6762-5621  
 多田建設(株) 福島県 TEL 024-535-6161  
 九州グラウト(株) 福岡県 TEL 092-583-3232  
 (順不同)

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 東邦地下工機棟内  
 TEL 03-3474-3143 FAX 03-3474-3163  
 E-mail: jimukyoku@piperroof.jp

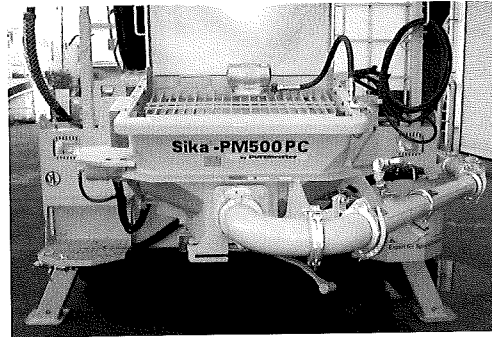


## 吹付けコンクリートシステム



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)

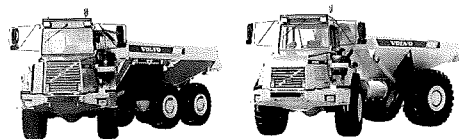
### トンネル関連製品

#### 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

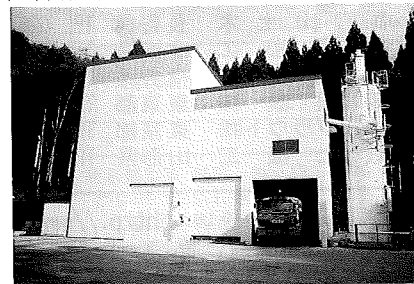
**VOLVO** ダンプトラック  
(A25C-TS, A25C-TR, A20/30C-T)



Volvo East Asia(Pte)Ltd

その他、トンネル施工機械全般

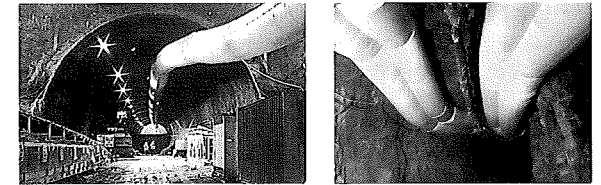
バッチャプラント  
(全自動式、3槽クラム式、簡易型、特殊型)



設計・製作：名岐エンジニアリング株式会社

## トンネル換気システム

**ABC**  
VENTILATION SYSTEMS

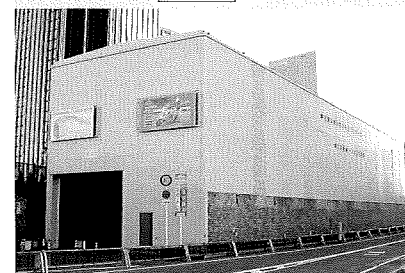


- ファスナー式風管
- ツインダクト風管
- スパイラル風管
- 帯電防止型風管

総代理店 東友エンジニアリング株式会社

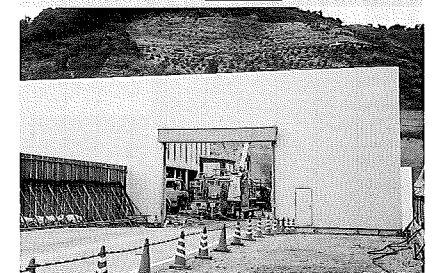
## 騒音防止システム

エコフラット -35db Cタイプ



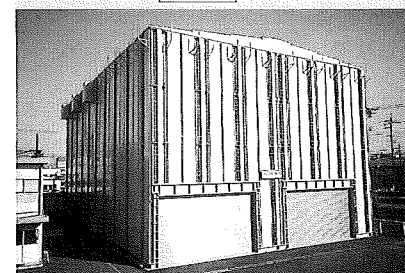
美観を重視した高性能の防音ハウス

エコパネル防音壁 -15db Aタイプ



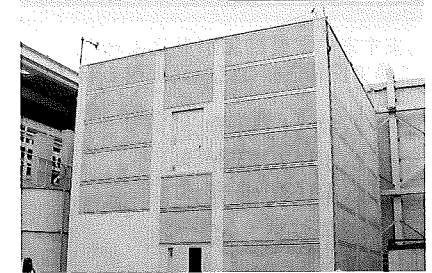
適応性の優れた防音パネル

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**

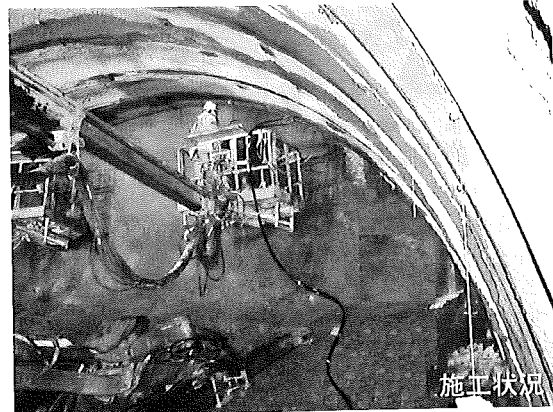
<http://www.toyu.co.jp>

〒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

## 補助工法・注入材のことならティーエムシー

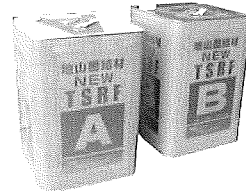
### ■AGF-OFP工法

当社が提案するAGF-OFP工法(注入式長尺先受工法)は、長尺の先受を鋼管打設と注入により構築するもので、現場で通常使用されているドリルジャンボで施工できる、汎用性の高い長尺先受工法です。鋼管・削孔資材から注入材まで、全部まとめてお任せください。



施工状況

■各種注入材  
NEW-TSRF  
(シリカレジン)  
NEW-TBU  
(ウレタン)



※その他各種工法、セメント系注入材など、詳しくは当社ホームページをご覧ください。

## 環境に配慮したリサイクルコンテナシステム



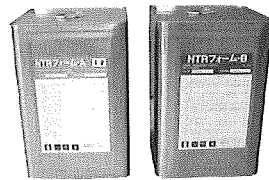
◎リサイクルコンテナ(左)と現場への搬入風景 当社のリサイクルコンテナシステムなら、一斗缶の産業廃棄物処理がなくなるため、工事もスムーズに進みます。現場にも環境にもやさしいシステムです。

## トンネル補修もティーエムシーにお任せください

これからますます需要増加が見込まれるトンネル補修工事。当社では、補修工事で使用される空洞充填材も取り扱っております。

NTRフォーム12(12倍発泡)  
NTRフォーム30(30倍発泡)  
NTRフォーム40(40倍発泡)

※強度等詳細は当社ホームページにてご確認ください。



上記の各種注入材の他、ドリルジャンボ、集塵機をはじめ各種機械も取り扱っております。お気軽にお問い合わせください。

**TMC** 株式会社ティーエムシー ホームページ : <http://www.tmc-net.com/>  
お問い合わせ・お見積のご相談はお近くの当社事務所まで

本社	〒116-0013	東京都荒川区西日暮里5-23-3 冠第二ビル5F	TEL: 03-3891-8211
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
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
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
富山営業所	〒933-0806	富山県高岡市赤祖父707 古川ビル2F	TEL: 0766-28-8355
九州営業所	〒839-0809	福岡県久留米市東合川3-12-40 アイ・ソリューションビル1F	TEL: 0942-40-8151

# 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、さらなる技術投資、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

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

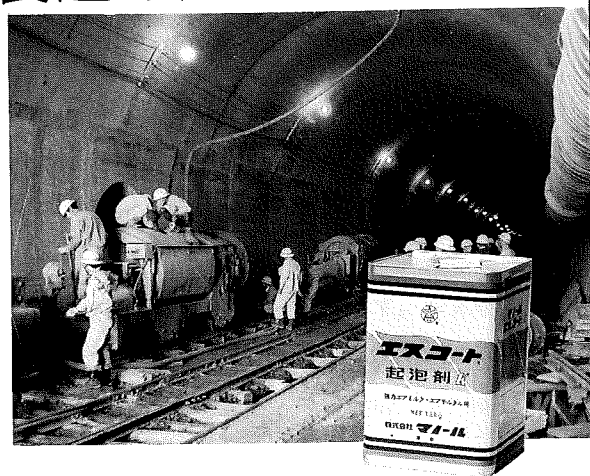


エアモルタル裏込め注入……

## 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

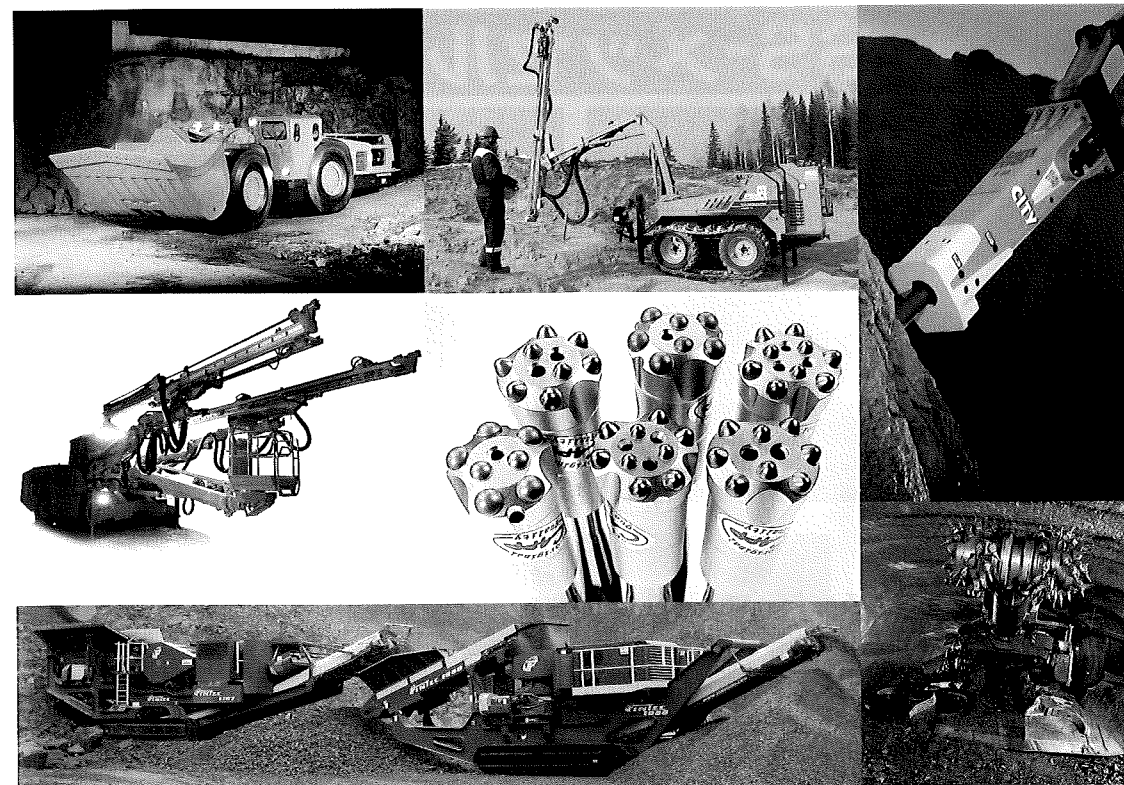


◆ 土木資材の総合プランナー ◆



株式会社 マルイ

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



Productivity  
in Action

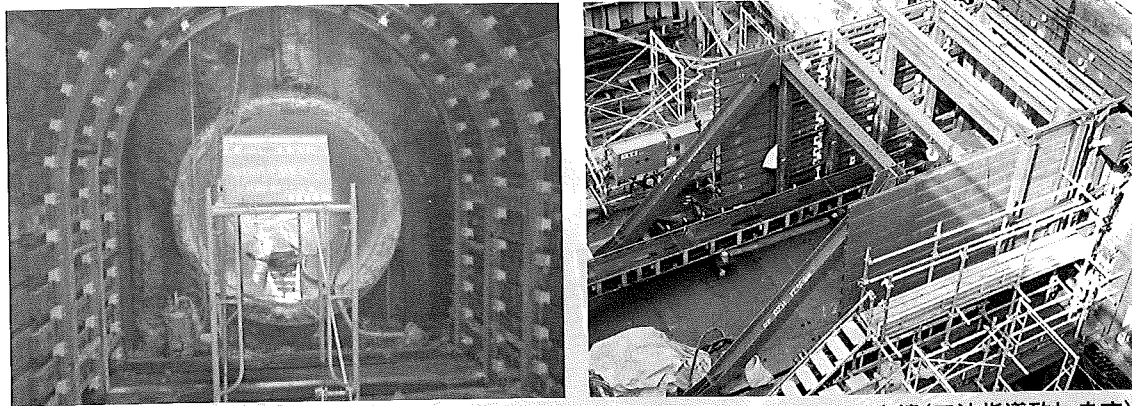
サンドビック マイニング アンド コンストラクションは、鉱山、建設業界においてトータルソリューションをご提供する世界のリーディングカンパニーです。私たちの製品は、鉱山機械、建築機械、一般土木機械に広く対応し、製品群は、掘削機、クラッシャー、油圧ブローカ、スクリーン、及びその消耗品類と広くカバーしております。それらは、長い歴史で培った経験と知識が生かされた優れた設計に基づいた製品であり、また万全のアフターセールスサポートにより貴社を強力にバックアップいたします。長い歴史を持つサンドビックは、お客様とのパートナーシップを大切にします。私たちは、お客様とのより密なパートナーシップにより、お客様の生産性、収益性を改善する斬新なソリューションを絶えず提案し続けます。

サンドビック マイニング アンド コンストラクション ジャパン株式会社

〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜2-15-12 共立新横浜ビル6階 TEL045-478-0662/FAX045-478-0661

URL <http://www.miningandconstruction.sandvik.com/jp/>

# 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)

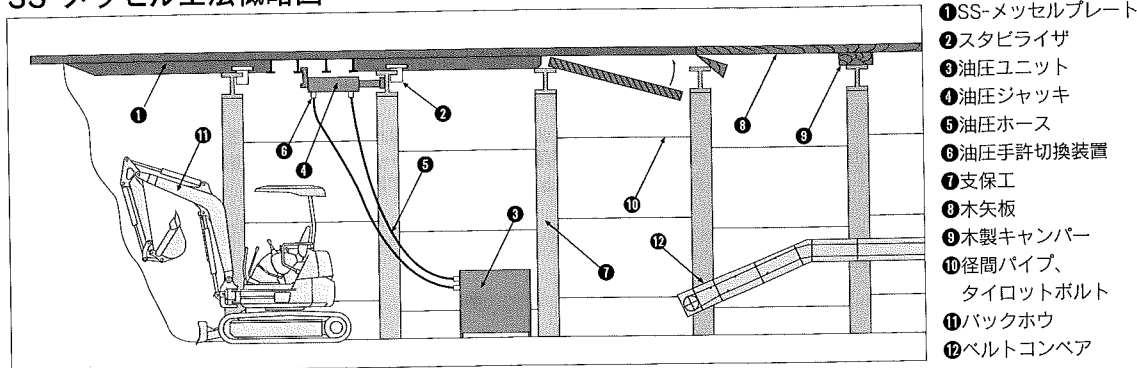
## 特徴

- 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よります。

## 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



- ①SS-メッセルプレート
- ②スタビライザ
- ③油圧ユニット
- ④油圧ジャッキ
- ⑤油圧ホース
- ⑥油圧手許切換装置
- ⑦支保工
- ⑧木矢板
- ⑨木製キャンパー
- ⑩径間パイプ、  
タイロッドボルト
- ⑪バックホウ
- ⑫ベルトコンベア

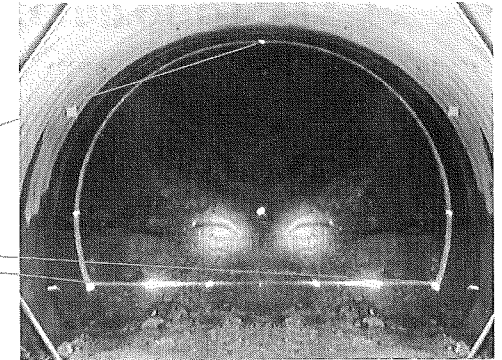
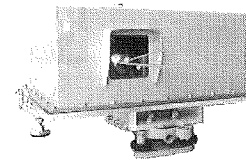
**SIETECH 株式会社シーテック**  
URL <http://www.16.ocn.ne.jp/~sietech/>

〒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

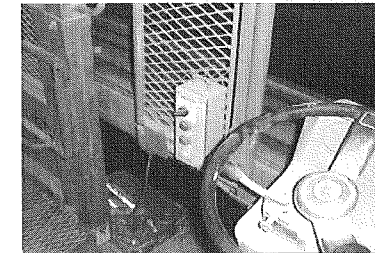
# レーザーマーキングシステム

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

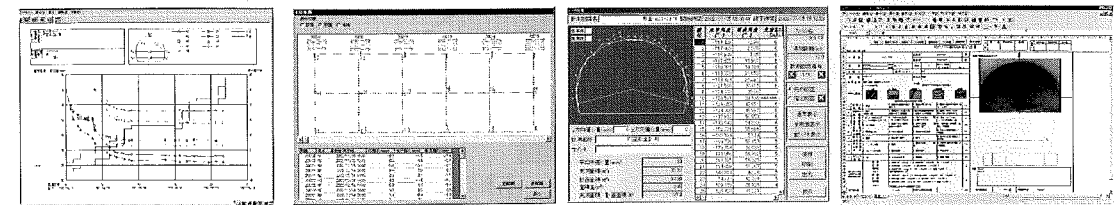


現場環境に耐え得る  
頑強なコントローラー



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。

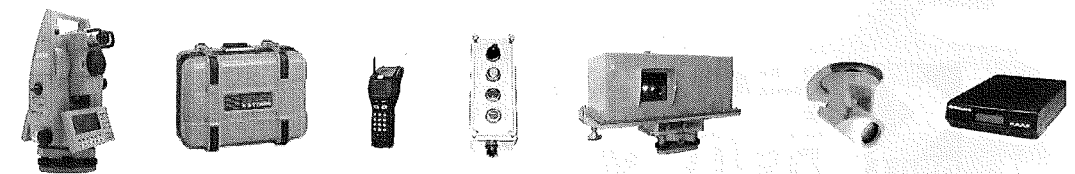


A計測データ処理

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 千葉県市川市首谷8-16-3  
TEL(047)371-3191 FAX(047)371-3190

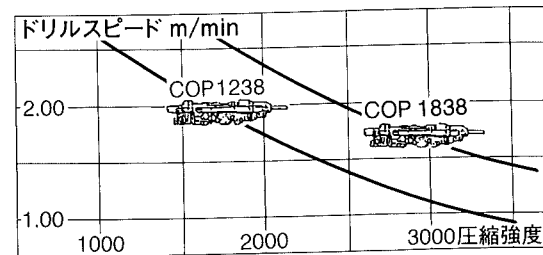
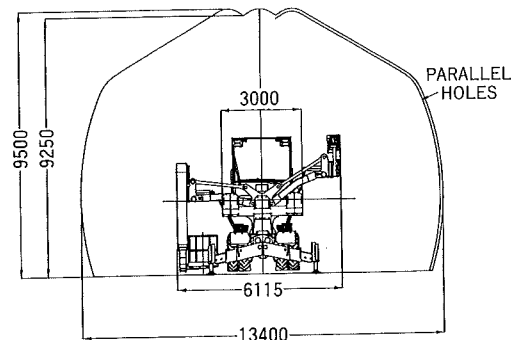
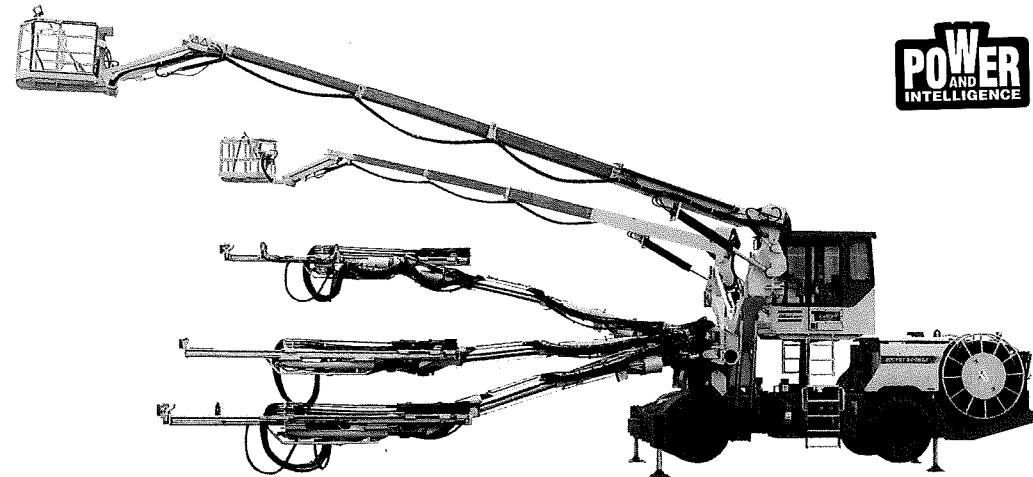
〔販売元〕  
古河ロックドリル株式会社  
伊藤忠建機株式会社  
株式会社レント

# 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

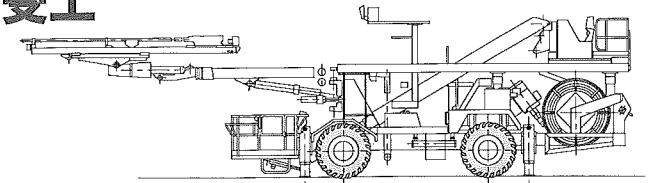
DRILL MACHINE CO., LTD.

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

## 環境対応型長尺鋼管先受工

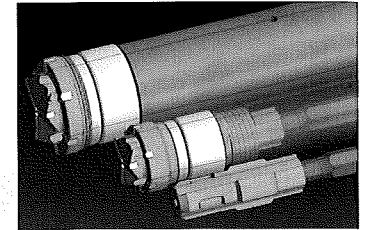
TOHO **AGF** System

All Ground Fastening;  
 Long-Distance, Fore-Piling Method

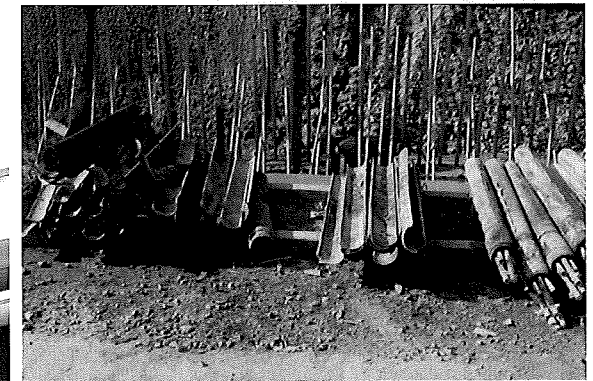
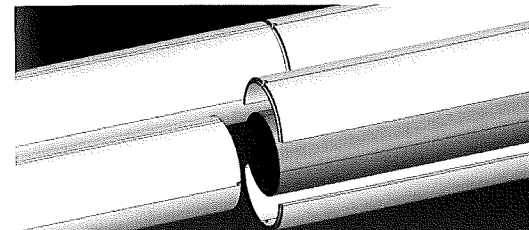


### AGF-Me工法

- ・トンネル掘削時に露出した末端管を容易に切除可能
- ・硬化注入材と鋼管を容易に分別処理して、鋼管はリサイクルへ
- ・豊富なサイズ、114.3mm・101.6mm・76.3mm・60.5mm



最後端部に接続される鋼管は、縦貫通スリット管を用いることにより、掘削時に露出した鋼管を折り曲げ除去するだけで、内部の硬化した注入材と鋼管とを分離して、分別処理を簡便に行えるようにした環境対応型長尺鋼管先受工です。



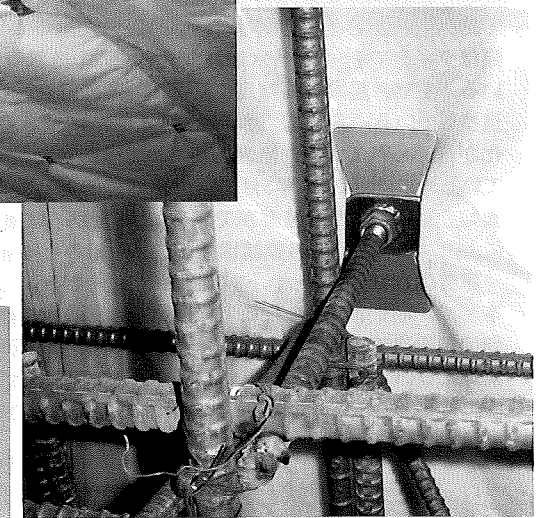
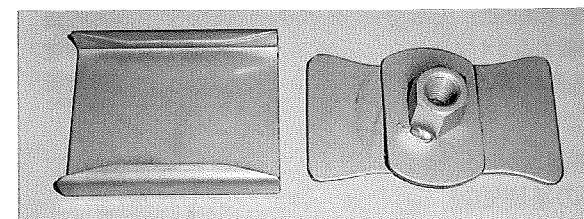
### 防水シート非貫通型鉄筋吊り金具

### TKグリッパー

- ・防水シートへの穴あけ不要
- ・一人で容易に取り付けが可能
- ・外れ防止機構付き、施工後の高い安全性

固定方法は3ステップ

1. 支保工へ溶接したグリッパーに防水シートを当てます。
2. 回転プレートを押込みます。
3. ナットを回し、止め位置まで90度右回転します(固定完了)。



**東邦金属株式会社** 東京営業部  
 TOHO KINZOKU Co., LTD

〒105-0003  
 東京都港区西新橋3丁目2番1号 共同ビル(西新橋)10F  
 Tel: 03-5401-6211 Fax: 03-5401-6218  
 URL: <http://www.tohokinzoku.co.jp>

**株式会社 トーキソール**

〒210-0854  
 神奈川県川崎市川崎区浅野町4-11  
 Tel: 044-333-0012 Fax: 044-333-0321  
 (お問い合わせ先)

## 新刊案内

トンネル発破技術のバイブル

わかりやすい

# トンネルの発破技術

監修 山田隆昭 B5判 76頁 定価 1,500円+税(送料別途)

火薬類や発破技術の基礎から最新技術まで!  
振動や騒音の環境問題を詳述!!

山岳トンネルといえば、何を思い出すであろうか。「貫通発破」を思い出す方が多いのでは。発破の響きとともに岩が壊れ、外の光が差し込み、風が流れる。この感動は昔も今もトンネル関係者にとって普通である。しかし、意外にも発破技術について詳しい人は少ないのが現状である。近年、機械の性能の向上に伴い、TBMを含めた機械掘削は増加の傾向にあるが、硬岩掘削は効率の良さから従来と変わらず発破が多用されており、発破技術はトンネル技術者にとって基本事項である。また、発破も時代とともに進歩しており、火薬類はダイナマイトから含水爆薬が主流となり、電気雷管も耐静電気性のもとなり安全性は格段に向上している。また、起爆を高精度に制御できるIC雷管も登場し、振動の軽減を図るための制御発破技術も一段と進歩している。さらに、近年のトンネル作業の効率向上と安全環境の確保の面から、発破の機械化、自動化が進められている。削岩機においては、自動的に位置を決めて穿孔するコンピュータジャンボも開発されている。また、2004年3月には火薬取締法施行規則の改正により、含水爆薬に関して移動式製造設備で火薬類を製造しながら装薬ができるようになり、爆薬の機械装填についても準拠できる基準が示された。これにより、含水爆薬の自動装填技術の取り組みも積極的になされている。

本書は、「トンネルと地下」に連載した「発破技術の現状」に若干の加筆、整理をして書籍化したものである。本書は、若いトンネル技術者にも発破技術が理解できるように、火薬類や発破技術の基礎的な知識から最新の技術まで幅広く取り上げるとともに、火薬類を使用するうえで避けては通れない振動や騒音などの環境対策についても詳しく説明している。これだけまとまった発破技術の書籍が少ないため、ぜひ、多くの技術者に参考書として手元において愛読していただきたい。

### 〈主要目次〉

第1章 現状と展望、第2章 火薬類の基礎知識、第3章 発破技術の基本、  
第4章 新しい発破技術、第5章 発破と環境問題、資料

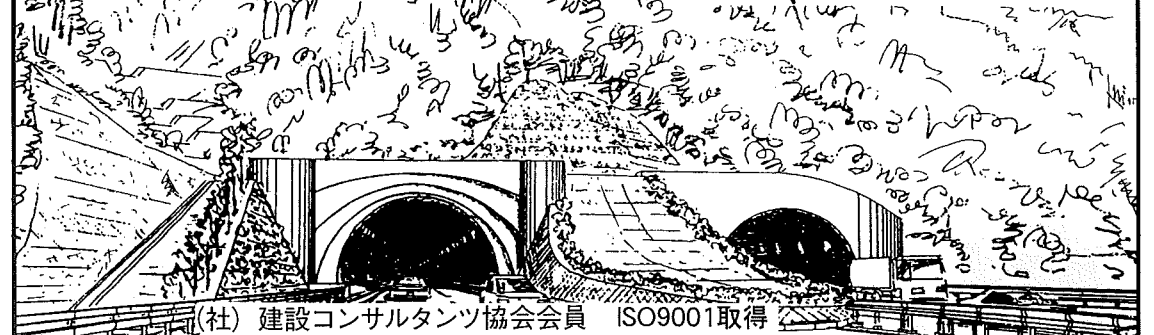
お申し込みは当社へFAX、または、お近くの書店にてお申し込みください。FAX(03-3267-2807)にてお申し込みの方は、書名・部数・送付先・氏名・電話番号を明記の上、お申し込みください。

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  
TEL 03-3267-2888 FAX 03-3267-2807

道路、トンネル設計 (本土工、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)  
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。

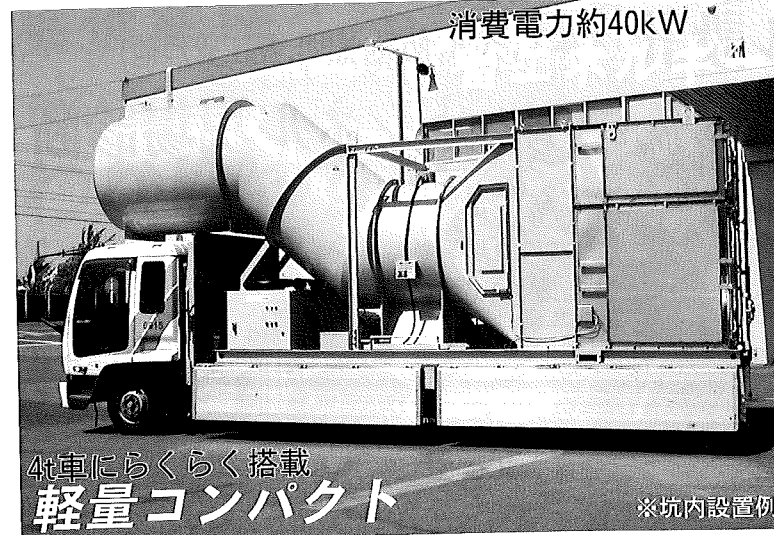
- タイヤ間の間隙が無いため石を噛まない
- サイドの切断に強い
- 石および普通釘に強い
- 弾性波

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・篠崎

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町3-12-9 NIビル8階 TEL: 03-5642-6750 FAX: 03-3249-0415  
URL: <http://www.rent.co.jp> E-mail: [kudo.yuji@rent.co.jp](mailto:kudo.yuji@rent.co.jp)

# コストダウンを可能にする Kリング

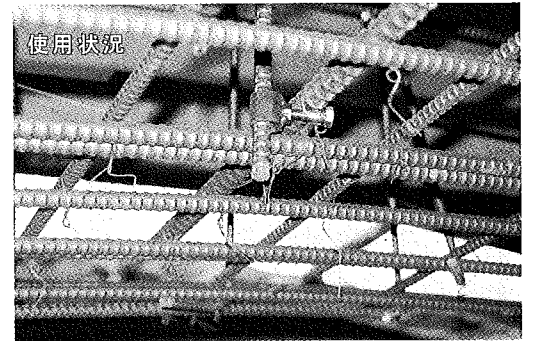
特許出願中 (特願2001-309314号)

**①アーチ鉄筋組立金物**

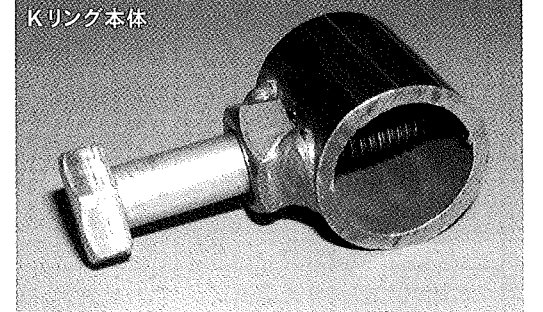
トンネル施工時の覆工工事における、鉄筋補強工事は、坑内上部・壁部にアンカーを打ち、そのアンカー筋に段取り筋を溶着し、それにアーチ筋を取付けていましたが、“防水シートを焦がす”、“塵肺作業である”、“作業効率が悪い”等問題点が指摘されていました。当社開発のKリングを使用することにより、スピードアップ、コストダウンを可能にすると同時に諸問題をすべて解決することができました。

**②鉄筋加工業務**

「トンネル」「セグメント」の請負業務を開始いたしました。“正確な加工”、“鉄筋の品質管理”、“Kリングとの同時搬入”で皆様から幅広いご支援をいただき県内はもとより県外からも鉄筋加工のご用命を頂いております。どんな鉄筋加工のご相談にもお応えいたしますのでご一報ください。



Kリング本体

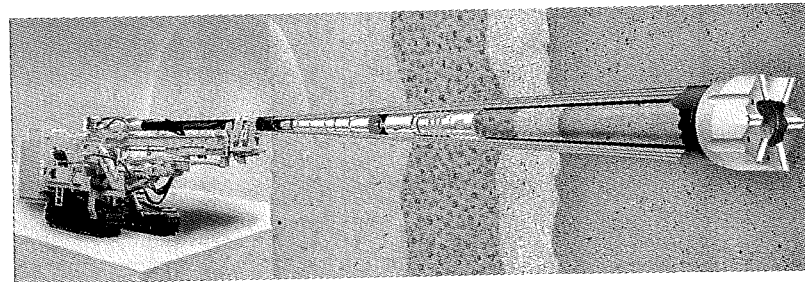


製造・販売元 **静岡スチール**

〒436-0342 静岡県掛川市上西郷765-1  
Tel: 0537-24-3886 Fax: 0537-24-3859  
E-mail: [ktk@r5.dion.ne.jp](mailto:ktk@r5.dion.ne.jp)  
URL: <http://www.h7.dion.ne.jp/~ktk>

## 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

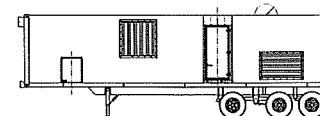
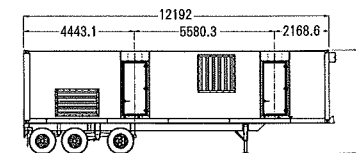
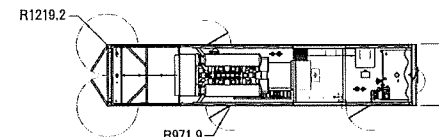
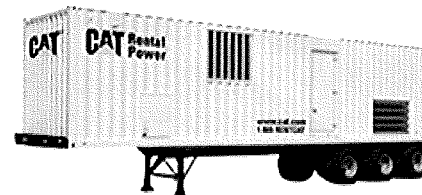
- ①断層破砕帯や湧水をとまなう難地層のコアサンプリングをスピーディかつ確実に、施工時間が大幅に短縮できます。
- ②2重管ワイヤーラインサンプリングシステムにより、地質条件にかかわらず、コアサンプルの採取率が従来とくらべて大幅に向上しました。

**KOKEN 鉦研工業株式会社**

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>

## 大型発電機レンタル



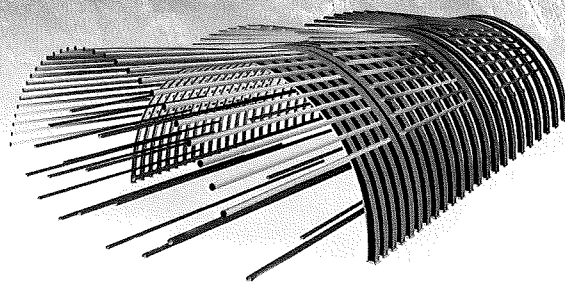
		2000kVA	
		50	60
周波数	Hz	50	60
出力	KVA	2,000	2,281
出力	kW	1,600	1,825
電圧	V	400	440
電流	A	2,887	2,993
燃料		軽油	軽油
容量/燃料タンク	L	4,730	4,730
燃料消費量	L/h	260	307
燃料消費量(75%負荷時)	L/h	—	—
全長	mm	13,500	13,500
全幅	mm	2,439	2,439
全高	mm	4,115	4,115
乾燥質量	kg	40,370	40,370
整備質量	kg	33,636(車台含む)	33,636(車台含む)

**klea**

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

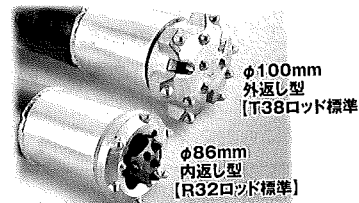
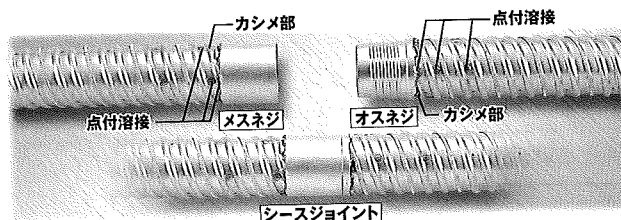
URL <http://www.klea-cat.com>

# ユニークな発想と高品質・自信の価格



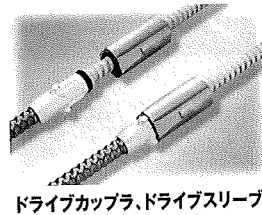
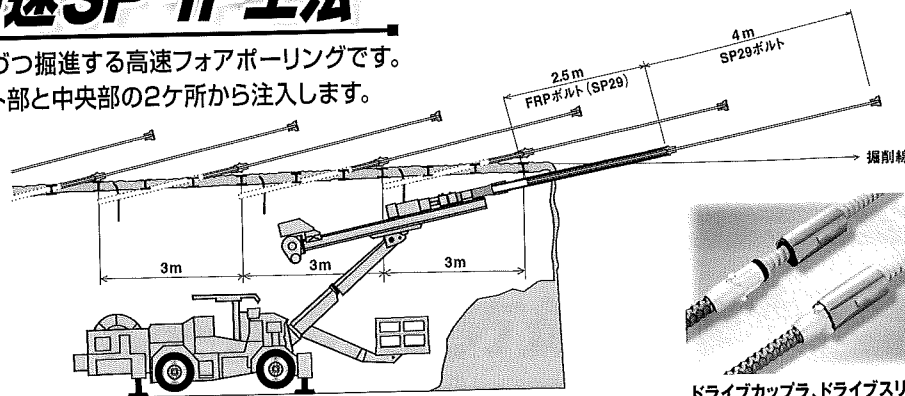
## FIXチューブ工法

※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。

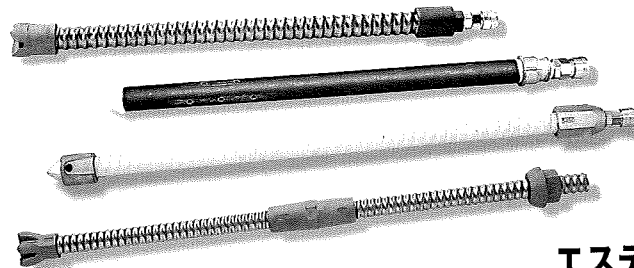


## 高速SP-IF工法

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



## 自穿孔ボルト&注入管



※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。



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

soilmec  
Drilling and Foundation Equipment

TREVI Group

## ソイルメック多目的油圧削孔機 SM-401のご紹介

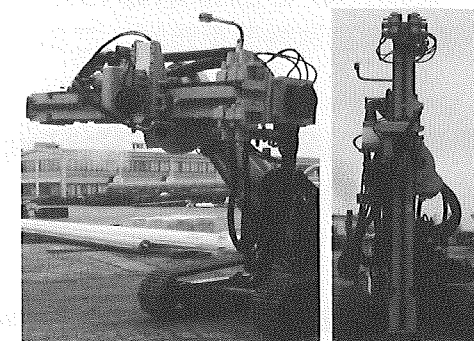
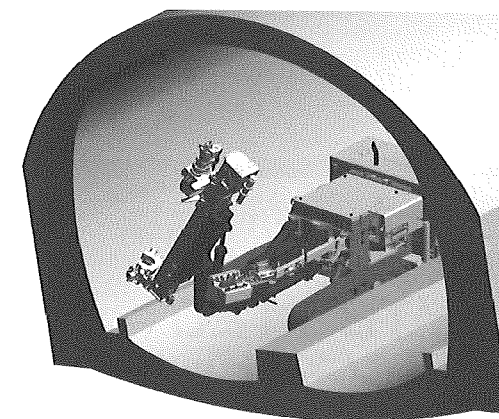


マイクロパイル、アンカー、ジェットクラウト、コア採集、ドレーン、井戸掘削、など様々な施工現場に対応可能な多目的油圧削孔機であるSM401

世界中でベストセラーとなっているこのSM401のもうひとつの顔として、ショートマストバージョンがあります

このショートマスト仕様により、狭いトンネルの中でも削孔可能。SM401の万能性を証明しております。(現場に応じたロッド長く1-2m)を選択可能)

是非、御社の施工マシンとしてご検討ください！



ソイルメックジャパン株式会社

〒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

■巻頭言

技術進歩と海外市場

吉川 邦彦.....5

■研究

シールドを用いた場所打ち支保 (SENS) の耐荷機構に関する研究

飯田 廣臣・野々村政一・磯谷 篤実 .....51

■施工

軌道直下に幅50mの大断面函体を構築

—京成電鉄千葉線 稲毛～みどり台駅間—

山ノ内健志・川崎 豊・吉田 朝雄・百瀬 昌.....7

小土かぶり大断面超近接双設トンネルの地山挙動

—新東名高速道路 今里第一トンネル—

田中 貞俊・池田 克樹・志岐 寛・石井 孝広 .....15

太秦に伸びる古都京都の地下鉄

—京都市高速鉄道東西線 二条～太秦天神川間—

古川 衛・清水 稔也・京谷 百恵 .....25

南海の珊瑚礁下を環境に配慮した推進工法で貫く

—奄美大島海水取水管築造工事—

山本 宇宙・勘如 重樹 .....37

P&PCセグメント工法のPCグラウト施工

—さいたま市南浦和2号幹線(雨水貯留管)—

山口 匡・吉田 英信・堤 和大・柳井 修司 .....43

■連載講座

シールド工事の施工に関するQ&A(13)

JTA都市トンネル小委員会 .....61

■現場だより

「日本最寒の地」幌加内町より

吉田 久男 .....13

「酪農と落のまち」釧路市音別町より

萬 正己 .....14

「甘い香りが漂う大笹生トンネル」より

大沼 正浩 .....36

■資料

トンネル千夜一夜(43)

小野田 滋 .....34

土木情報

編集部 .....60

トンネルジャーナル

編集部 .....71

工法・技術・製品ニュース

編集部 .....72

トンネルワールドニュース

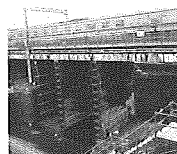
JTA国際委員会 .....73

■会報

会報

日本トンネル技術協会 .....75

【表紙説明】



軌道直下に幅50mの大断面函体を構築  
—京成電鉄千葉線 稲毛～みどり台駅間—  
千葉市により計画された都市計画道路3・4・33新港横戸町線は、掘割部に片側2車線の上下本線、両側は現道高さ部に副道および歩道を配置している。  
本工事は、京成電鉄千葉線の稲毛～みどり台駅間で立体交差する部分を「HEP&JES工法」による非開削工法で本線・副道・歩道すべてを含む大断面ボックスカルバートを構築するものである。写真は5径間函体内部掘削完了状況である。

〔写真提供：京成電鉄(株)〕(本文7頁参照)

**ヤマモト (やまもと)** 無騒音 無振動 静かな破碎

超大型油圧破碎機  
**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) 792-4534(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

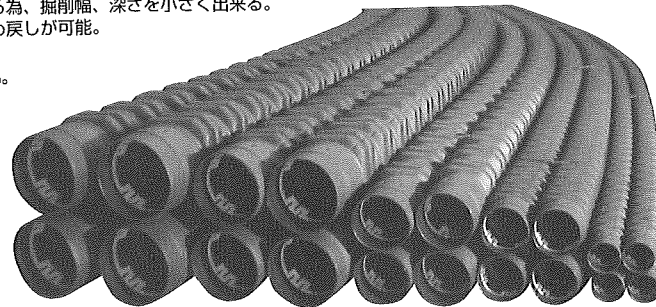
## 都市部での電線集中化工事を省力化・効率化

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

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

- 1. 独自構造 (液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**



## 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



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、確実に行えます。

●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・横浜・金沢・名古屋・神戸・広島・高松・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

## 総務委員会広報小委員会誌WGの構成 (五十音順・敬称略)

〔主 査〕

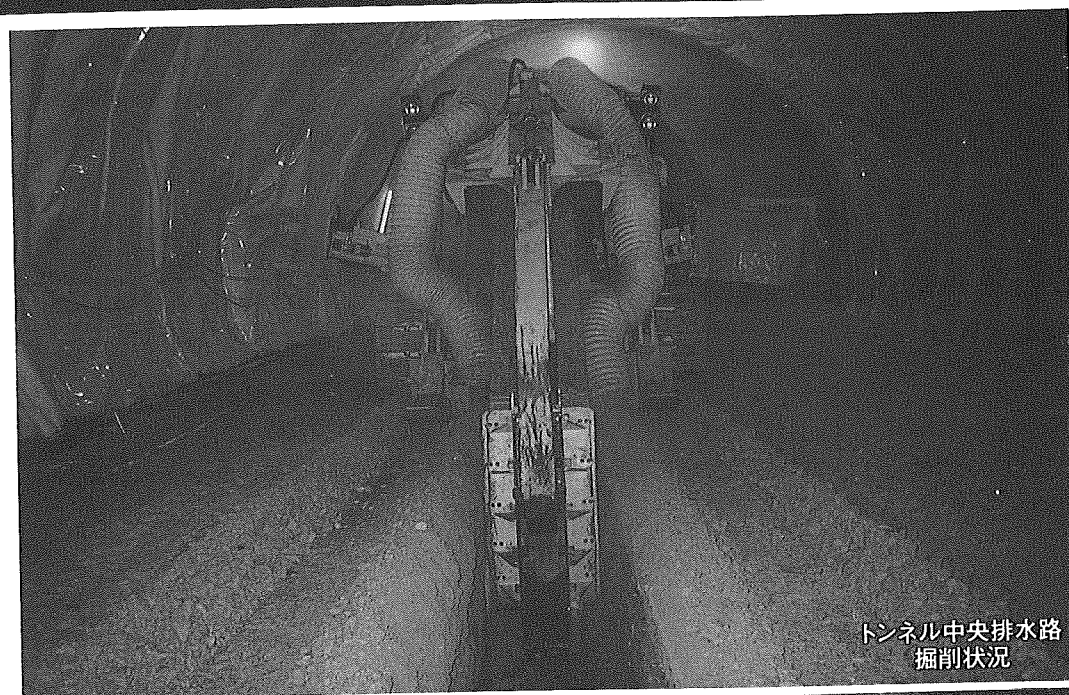
大 島 洋 志 国際航業株式会社上席フェロー技術センター長

〔幹 事〕

池 田 豊 人 国土交通省大臣官房技術調査課技術企画官	長 島 芳 雄 株式会社竹中土木常務取締役
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事業本部技術部長	福 家 佳 則 鹿島建設株式会社土木管理本部土木工務部 トンネルグループ長
城 間 博 通 株式会社高速道路総合技術研究所 道路研究部トンネル研究担当部長	松 原 利 之 飛鳥建設株式会社土木事業本部技術統括部 トンネル技術グループ部長
高 瀬 昭 雄 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 道 哲 二 株式会社大林組東京本社生産技術本部 統括部長
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	領 家 邦 泰 大成建設株式会社土木本部土木技術部 トンネル技術室部長

# 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



トレンチャーによる施工例

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。



## 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/>

## 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 東京都下水道局技術開発担当部長
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 (元)東京都公営企業管理者下水道局長
	濱 建介 株式会社アオバ取締役会長

### 〔委員〕

木谷 日出男 財団法人鉄道総合技術研究所 防災技術研究部部長	田村 聡志 東京都水道局建設部工務課長
坂根 良平 東京都下水道局建設部設計調整課長	中本 忠道 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
佐山 順二 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	西村 聡 東京地下鉄株式会社鉄道本部改良建設部 第二工事事務所所長
清水 満 東日本旅客鉄道株式会社東京工事事務所 立体交差課長	野邑 敏行 東京都交通局建設工務部計画改良課長
城間 博通 株式会社高速道路総合技術研究所 道路研究部トンネル研究担当部長	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 首席研究員(トンネル担当)

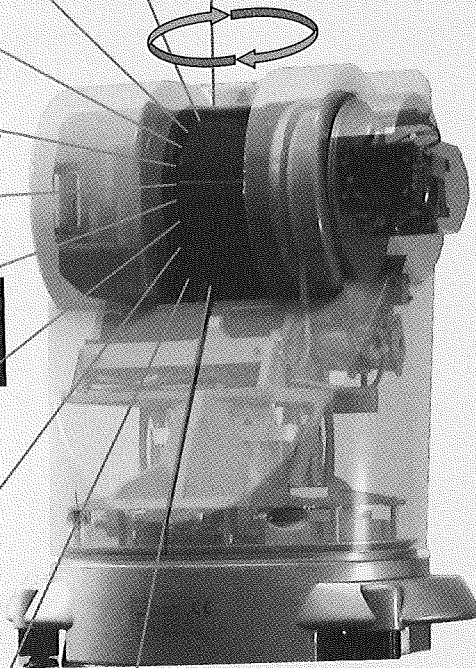
# Callidus™ レーザースキャナー

## 3次元トンネル断面計測機

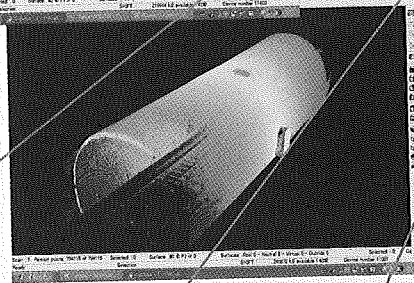
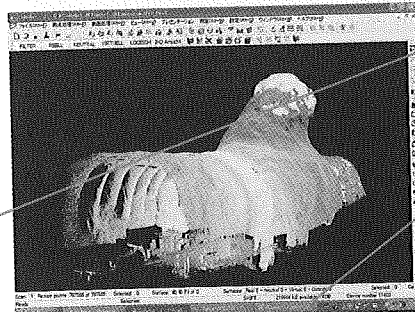
測距精度±5mmで、1秒に1000点以上計測する3次元トンネル断面計測機。1つの機械点からトンネルの約20m<sup>(1)</sup>の範囲を10分で計測できます(機械点前後)。測定データの3次元展開図は、まさにトンネルを絵画のように詳細表示します。又、内蔵デジタルカメラで測定範囲を写真として記録可能です。

(1) 直径約8mのトンネルの場合

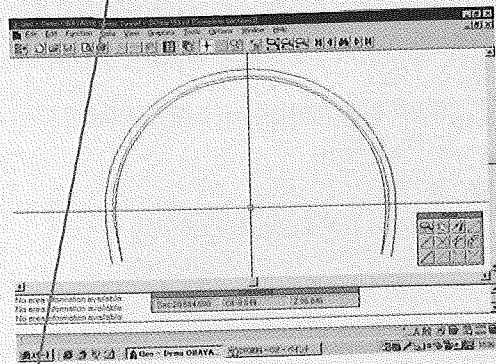
全周360°を10分でスキャン



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、観測範囲のポリウム計算などが計算・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

## 軌道直下に幅50mの大断面函体を構築 —京成電鉄千葉線 稲毛～みどり台駅間—

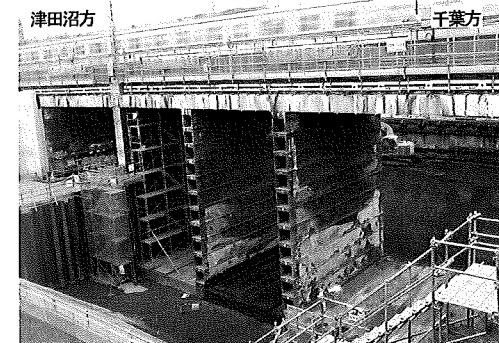
京成電鉄(株) 山ノ内健志

千葉都市計画道路3・4・33新港横戸町線は、千葉市稲毛区において、山側を走る国道16号と海側を走る国道14号、さらには美浜区海岸線を走る海浜大通りを結ぶ幹線道路として、千葉市により計画された都市計画道路である。代表的な道路構造は、掘割式で掘割部に片側2車線の上下本線、両側は現道高さ部に副道および歩道を配置している。

本工事は、京成電鉄千葉線の稲毛～みどり台駅間で立体交差する部分を「HEP&JES工法」による非開削工法で本線・副道・歩道すべてを含む大断面ボックスカルバートを構築するものである。

### Construction of a 50m-wide Box Culvert Directly under Railroad Tracks—Keisei Electric Railway Chiba Line Between Inage and Midoridai Stations—

By Takeshi Yamanouchi, Keisei Electric Railway Co., Ltd.



写真は5径間函体内部掘削完了

The Chiba City planning road 3/4/33, Shinminato Yokodocho Line, is a trunk road planned in Inage-ku by Chiba City that will link National Highway 16 along the mountainside and National Highway 14 along the seaside and Kaihin Odori that runs along the coast. Typical road structure was arranged on four vehicle lanes for trunk road and service roads and sidewalks on both sides of main lanes that has the same height as the current road.

This reports about the construction of a large box culvert including all lines through the "HEP & JES Method" under the Chiba Line of Keisei Electric Railway in service.

掲載頁  
15

## 小土かぶり大断面超近接双設トンネルの地山挙動 —新東名高速道路 今里第一トンネル—

中日本高速道路(株) 田中 貞俊

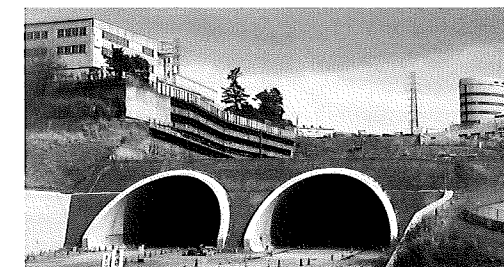
新東名高速道路今里第一トンネルは、堅硬な玄武岩溶岩と自立性の悪い自破砕溶岩という極端に物性の異なる地層の互層を、小土かぶりでも大断面超近接双設トンネルである。トンネル直上には民間研究施設や市道が存在し、坑口付近には工場や民家などが多数近接しているが、自由断面掘削機(ロードヘッダー)を主体とした機械掘削と制御発破を併用した中壁分割工法(Center Diaphragm: CD工法)を採用し、周辺環境に配慮した施工を行った。

既報(Vol.37, No.8)では、主にトンネル周辺地山の事前地盤改良とその結果を踏まえたトンネル掘削工法の変更について報告を行った。本稿では、各掘削段階での地山挙動の特徴と市街地トンネル施工に起因する諸問題への対応を中心に報告する。

### Ground Behaviour during Construction of Large Twin Tunnel with Small Cover—Imazato Tunnel No.1, Shintomai Expressway—

By Sadatoshi Tanaka, Central Nippon Expressway Company Limited

The Imazato Tunnel No.1 is a large twin tunnels excavated through an alternation of strata with extremely different physicality such as hard basalt lava and unstable autobrecciated lava under small overburden. Directly above the tunnel, there were private research facilities and municipal roads and there were a number of factories and houses in the vicinity of the portal, however, the CD (Center Diaphragm) method that jointly uses mainly machine excavation by a Road Header and controlled explosions was employed and we conducted construction while considering the surrounding environment.



写真は名古屋方坑口全景

A previous report (Vol.37, No.8) focused mainly on the changes in tunnelling methods based on prior soil improvements to the surrounding bedrock and the results of this. This report focuses on the characteristics of ground behaviour in each stage of excavation and dealing with the various problems that arise during constructing tunnels in built-up areas.

太秦に伸びる古都京都の地下鉄  
—京都市高速鉄道東西線 二条～太秦天神川間—

京都市建設局 古川 衛

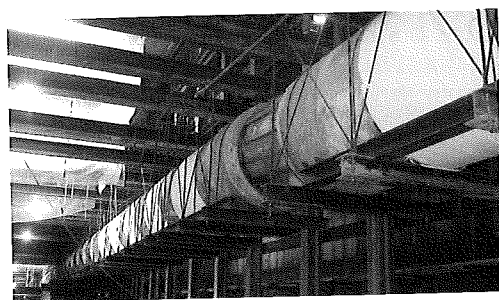
京都市高速鉄道東西線二条～太秦天神川間は、全線地下構造で、営業中の二条駅から西大路御池駅を経由して太秦天神川駅に至る延長2.4kmの路線である。

建設ルートは、交通量の多い道路下に大規模埋設物が縦断的に敷設されている非常に厳しい条件下であった。とくに中間に位置する西大路御池駅では、外径1.65mの大口径導水管を断水することなく土留め背面に移設する必要があった。西大路御池～太秦天神川間の渡り線を含む一般部については、外径9.3mの複線トンネルを泥土圧式シールド工法で施工した。駅上部およびシールドインバート部の埋め戻しには、現場発生土を再生利用した流動化処理土を用い、建設費の削減を図った。

Kyoto Subway Extends to Uzumasa—Kyoto City Subway Between Nijo and Uzumasa Tenzingawa—  
By Mamoru Furukawa, Kyoto Transportation Bureau

This is 2.4 km track extension within the structure of all underground lines conducted from the operating Nijo station via Nishioji-oike station to Uzumasa Tenzingawa on the Kyoto City Subway Tozai Line.

The constructed line had extremely difficult conditions as it involved a buried large-scale longitudinal structures under a road with high traffic volume. In particular, it was essential to relocate the large (1.65 m outer) diameter water conveyance pipes behind retaining wall while avoiding water outage in Nishioji-oike station. In the general section between Nishioji-oike and Uzumasa Tenzingawa that includes a crossover, we constructed a 9.3 m outer diameter double track tunnel using the slurry shield. We reduced construction costs for the cover soil on the station and the invert section using recycled requefied stabilized soil originating from the construction waste soil.



写真は吊り防護の状況

南海の珊瑚礁下を環境に配慮した推進工法で貫く  
—奄美大島海水取水管築造工事—

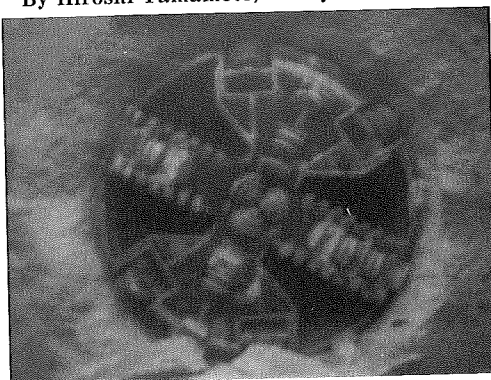
(株)拓洋 山本 宇宙

奄美大島は、九州の南、屋久島と沖縄のほぼ中間に位置し、年平均気温21℃と温暖な気候に恵まれた南の島である。本工事は、海産物の種苗に使用する外海の水を利用して、外洋性の魚(真鯛やトラフグなど)を10～15cmに育てるために使用する、揚水量10万トン/日の海水を取り込むための取水管を築造するもので、海岸から約350m沖の海面下15mの海中にφ1,650mmヒューム管を推進工法で埋設した。本稿では、珊瑚礁岩層での環境に配慮した推進と、推進完了後に海中から掘進機を回収するという特殊性のある施工例を報告する。

Penetrate beneath a Coral Reef in the Southern Seas using the Jacking Method Considering Environment  
—Construction of Seawater Intake Pipe at Amami Oshima—  
By Hiroshi Yamamoto, Takuyou Co., Ltd

Amami Oshima is situated almost at the centre point between Yakushima and Okinawa and is a southern island blessed with a temperate climate with an annual mean air temperature of 21°C.

We constructed a seawater intake pipe with capacity of 100,000 tonnes per day used for hatchery to rear open sea fish to between 10 and 15 centimetres (such as red sea bream or pufferfish). The site was approximately 350 metres from the shore 15 metres below sea level in a bay, and we installed φ1,650 Hume concrete pipe by pipe jacking. This report is the results of construction that is conducted with consideration to the environment of coral reef rock and of recovering the excavator from the sea after construction was completed.



写真は掘進機水中到達状況

P&PCセグメント工法のPCグラウト施工  
—さいたま市南浦和2号幹線(雨水貯留管)—

さいたま市 山口 匡

南部第10処理区分南浦和2号幹線は、P&PCセグメント工法を採用したシールド工法により構築されている。P&PCセグメント工法では、トンネル周方向にプレストレスを導入した後、シースとPC鋼より線の間には円弧状にグラウト材を充填する。構造上もっとも重要となるPC鋼より線を長期にわたって防食するためには、PCグラウトの確実な充填が必要不可欠となる。

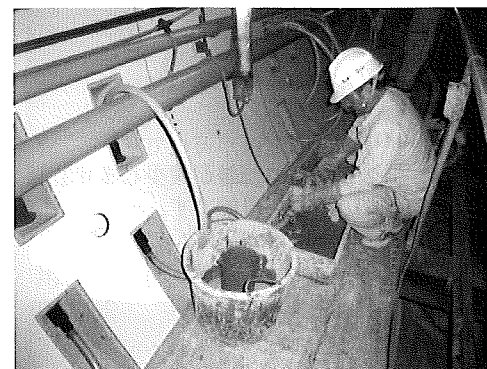
本工事では、過去に実施された実規模注入実験の結果を参考にして、高い充填性が得られる高チクソトロピー性を有するグラウト材を採用した。本稿では、工事の全体概要を紹介するとともに、PCグラウトに関する検討結果と施工実績について報告する。

PC Grout Construction with P & PC Segment Method—Minami Urawa No. 2 Main Line (stormwater storage pipe), Saitama City—

By Tadashi Yamaguchi, Saitama City

The south section of the No. 10 treatment sub-district, Minami Urawa No.2 Main Sewage Line is being constructed by the shield employing the P&PC Segment Method. In the P&PC Segment Method, after having applied compression along circumference direction, the sheath is grouted. In order to protect the prestressing steel strand from corrosion, the most important element in the work, for a long period of time, it is imperative that it is reliably filled with grout.

This construction used the past results of full-scale grouting experiments and employed the highly thixotropic grout that obtain a high ability of filling. This report contains an overall outline of the construction, results of an investigation into the grouting and the results of the works.



写真はPCグラウトの注入状況

シールドを用いた場所打ち支保(SENS)の耐荷機構に関する研究

鉄道・運輸機構 飯田 廣臣

シールドを用いた場所打ち支保システム(SENS)は、密閉型シールドによりトンネルを掘削して同時に切羽の安定を図るとともに、シールドの掘進と併行してシールドテール部でコンクリートを打設し、加圧して施工するライニングをNATMの一次支保材と同様に位置づけて、地山を保持しながらトンネルを構築する工法であり、シールド工法とNATMとの境界領域にあたる含水未固結地山を対象としている。

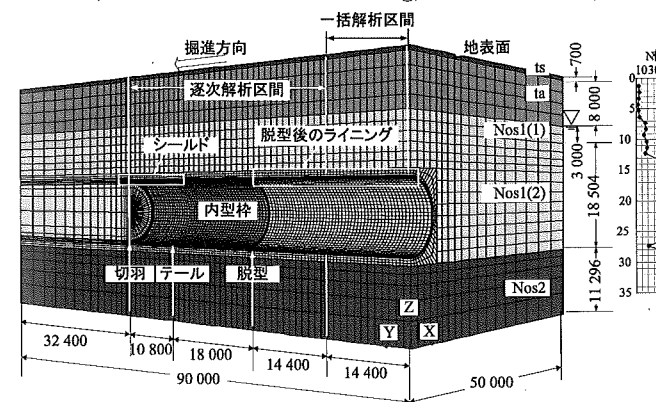
本稿では、初めてSENSを適用した東北新幹線三本木原トンネルにおいて、得られた実測データを分析してライニングとトンネル周辺地山の挙動を明らかにした。つぎに、計測結果と三次元解析結果とを比較することにより、ライニングの耐荷機構に考察を加えた。

Study of Load-bearing Mechanism for Tunnel Lining Constructed by SENS

By Hiroomi Iida, Japan Railway Construction, Transport and Technology Agency

SENS, a new method for tunnelling, is constituted by excavating the ground and supporting the face by confined shield, constructing the cast-in-place lining extruded by shield and thrusting, and designing the lining as shotcrete lining of NATM. It is for unconsolidated ground with high groundwater level in the borderline area between the shield method and NATM.

This report clarifies the behaviour of the lining and the ground by analyzing the measurement data for the Sambongihara tunnel to which SENS was applied for the first time. It also includes an enquiry into the load-bearing mechanism of lining through the comparison of measurement results and three-dimensional analysis results.

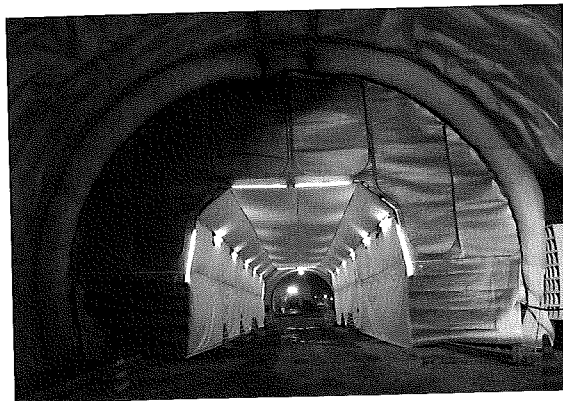


図は解析モデル(掘削終了後)

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)



特許出願中

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】

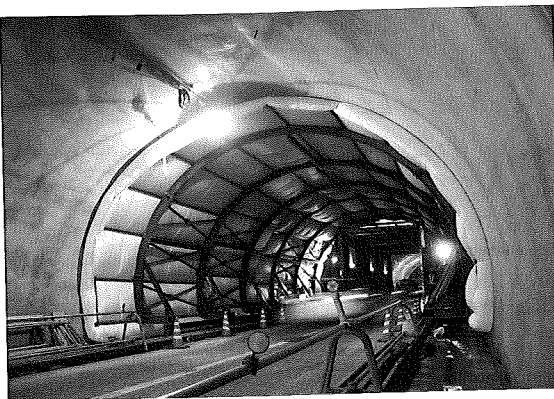
1. 長期材齢の強度アップ
2. 覆工コンクリートの表面を湿潤状態に保ちます。  
(乾燥収縮クラックの低減に貢献します)
3. 断熱効果が期待できます。  
(内部と表面の温度差が少ない⇒  
温度応力の低減)

セントル温度養生バルーン

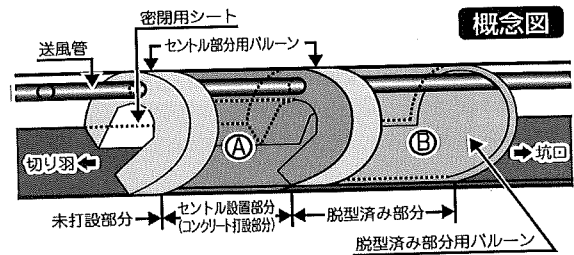
打設後から脱型までセントルをバルーンで覆い  
温度養生をします。

【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. 洗い水が車両通行部に落ちません。



特許3811478号



① セントル(コンクリート型物)を両サイドのバルーンと密閉シートで密閉空気層をつくり保温・保湿する  
② 打設後のコンクリートに薄い橋状のバルーンを密着させ保温・保湿する

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(5836)0531 Fax 03(5836)0532  
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  
東京支店 Tel 03(3683)8011 Fax 03(3683)8028  
道東営業所 Tel 0155(34)6311 Fax 0155(34)8494

URL <http://www.k-toukou.jp/>

技術進歩と海外市場



西松建設(株)代表取締役副社長(本協会理事)

吉川 邦彦

2008年7月5日、東海北陸道の最後の未開通区間、飛驒清見IC～白川郷IC間25kmが開通を迎え、これをもって185kmの全線が開通する。この区間内で、本邦初の全断面TBMを採用した飛驒トンネル約11km(当社も施工JVに参加)が、予想外の出水と脆弱な地質にさいなまれ続け、NATMとの併用に切り替えて、10年を超える長い苦闘の末晴れて開通を迎えた。当初の予想では土かぶりは最大1,000m以上あり、芯まで硬岩が続く山であり、これこそ全断面TBMに打ってつけの山であるとの判断が支配的であった。ところが、思わぬ苦闘が待ちうけていた。当社は新名神高速道路の鈴鹿トンネル工事(口径5mのTBM掘進)も担当し、月進886mという日本新記録を樹立したこともあって、飛驒トンネルでの苦戦は全く予想外であった。旧国鉄OBで地質の大家、故M氏の話では、現役時代鈴鹿の山は“がさがさ”の手ごわい山で、トンネルを抜くのは困難であるとの判断から、やむを得ず現東海道新幹線を、羽島、関が原ルートに迂回させたとのことであった。1960～1970年代当時の在来工法によっては、鈴鹿の山脈を抜くのは、リスクが大きいとの判断であったらしい。加えて、伊勢湾岸の軟弱地盤地帯での、橋梁高架基礎、なかでも50m超の杭基礎施工は当時の技術では不可能との判断も手伝ったという。現在では新名神高速道路がこれを克服して伊勢湾岸から鈴鹿山脈を越えて完成を見たのであるから、土木技術はこの30～40年で着実に進歩している。その結果、東京～大阪間高速道路ルート延長は、50km短縮され、旧名神高速から新名神高速へと高速交通の流れが大きく変わったようである。“山”という言葉は、“山師”や“山を掛ける”などと、微妙なニュアンスで使われることが多いことから、“山”はしょせんたいそう把握しがたい、難しいものなのかと納得ができないわけでもないが、地質調査の重要性をしみじみと感じた次第である。TBMは事前の地質予想情報に従って設計されるからである。しかし、実際のところ事前の調査で、11kmの地質を工学的精度で、正確に把握するのは、不可能だというのが大方の見方である。しかし、よく言い古された言い回しであるが、月に

2008年(平成20年)7月

人間が着陸する時代に、なぜ身の回りの地面の中身がわからないのか。関係者の探査技術の開発改良へ一層の奮起を期待したい。

わが国は申すまでもなく山国であり、国土の約70%が丘陵と山地で占められている。山がちな37万km<sup>2</sup>という狭隘な国土に1.2億人の人口を抱えて、30%の平野部分に市街地が連なる社会構造となっている。必然的に日本では交通施設にかかわるトンネルが、世界に例を見ない密度で構築されている。正確なデータベースがあるわけではないが鉄道、道路のいずれを取っても、トンネル数は群を抜いて世界一であることに疑いの余地はない。

話変わって、最近の建設業は国内マーケットの収縮に対応して、海外市場へ積極的に展開しているように見受けられる。しかしながら、当社を含めて当今の海外事業は、決して甘いものではなく、20~30年前に比較してはるかに利幅の薄い、リスクなものに変わってしまっている。その背景としては、新興国の同業者の参入増、先進国同業者の体制強化および参加増による競争の激化が挙げられる。新興国、なかでも外貨獲得に奔走する中国などは、きわめて廉価な価格で競争を仕掛けてくるので、よほど技術的優位性や外交的優位性がない限り、厳しい競争に勝ち残るのは難しいと思われる。また欧米建設業は、M&Aや金融機関との提携、さらには地元企業の買収を通じて総合力を醸成してきている。もともと建設事業は、地場産業であり、現地で作業員を適切に指導し発注者と対等に話し合えるコミュニケーション力と、契約マネジメント力が求められる。国際市場では、FIDICを代表とする国際契約ビジネスが常識となって、クレーム主義が主流である。日本の契約ビジネスはといえば、いまだに話し合いをもとにした、“和”文化の枠の中にあるうえ、すぐれて片務的である。

最近の数字で見ると、公共事業関連国内市場規模は、最盛期の50~60%までに落ち込んで、今後の回復の見通しはほとんど絶望的である。財政事情、世論情勢など、どれを取っても明るい材料はない。必然的に現在の事業規模を維持ないし、拡大するには海外市場へ目を向けざるを得ない。これはかつて欧米建設業がたどった道であり、海外市場での、彼らとの激しい競争を避けては通れない。それには、官民一体となった大きな胎動が必要なのではないかと思えてならないのである。この中で、前述したように、わが国の技術的優位性をPRし、相手を説得する材料として、わが国が技術的優位にあると思われるトンネル工事や大規模橋梁工事などの海外向けデータベースを整備し、PRに活用することを積極的に進める必要があると思われる。また外交的優位性については、ODA、PPPなど広範囲な支援策の発動、活用を政府にお願いしたい。

## 施工

# 軌道直下に幅50mの大断面函体を構築

—京成電鉄千葉線 稲毛~みどり台駅間—

京成電鉄(株)鉄道本部建設部建設課課長 山ノ内 健 志  
 京成電鉄(株)鉄道本部建設部建設課課長補佐 川 崎 豊  
 京成電鉄(株)鉄道本部建設部建設課 吉 田 朝 雄  
 京成・清水建設共同企業体黒砂作業所所長 百 瀬 昌

## 1 はじめに

京成電鉄千葉線の稲毛~みどり台駅間で立体交差を行う、千葉都市計画道路3・4・33新港横戸町線は、千葉市稲毛区において、山側を走る国道16号と海側を走る国道14号、さらには美浜区海岸線を走る海浜大通りを結ぶ幹線道路として、千葉



図-1 施工位置図

市により計画された都市計画道路である。

施工位置は、図-1のとおりである。

代表的な道路構造は、掘割式で掘割部に片側2車線の上下本線、両側は現道高さ部に副道および歩道を配置している。また、京成電鉄千葉線との交差部はボックスカルバート形式となっている。

今回、京成電鉄千葉線営業線下は「HEP&JES工法」による非開削工法により、図-2に示すとおり、本線・副道・歩道すべてを含む大断面ボックスカルバートを構築することとなった。本工事について以下に報告する。

## 2 工事概要

本工事は、京成電鉄千葉線稲毛~みどり台駅間鉄道盛土区間において、千葉都市計画道路3・4・33新港横戸町線との交差部にボックスカルバートを新設するものである。完成時のボックス形状は、図-2に示すとおり一部2層の5径間でL=11.60m(内空高h=11.35m、最大径間B=10.50m)であるが、施工時は、図-3に示すように1層の5径間でL=11.00m(内空高h=11.90m、最大径間B=13.68m)である。これは、内空φ3,500mmの既設下水管が構築を行うボックスカルバート内を斜めに横断しており、本設の壁位置にJES鋼製エレメントを配置できないため、いったん仮エレメントで

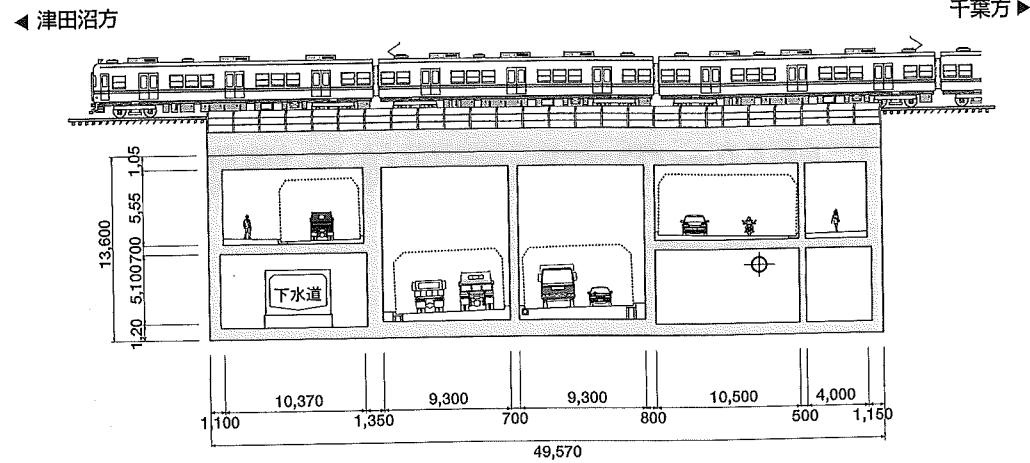


図-2 完成予想断面図

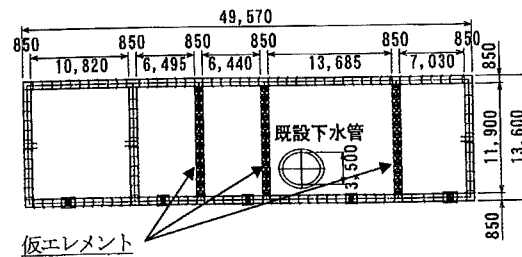


図-3 JES箱体断面図

ボックスカルバートを仮構築し、下水管を移設、撤去した後に、RC構造の本設壁を所定の位置に構築し、受け替えて仮エレメントを撤去する手順によるものである。

本設下水道については、図-3に示すように、津田沼方2層のボックスカルバートの下層部に設置される。

HEP & JES工法は、標準寸法850mm×1,035mmの角型鋼製エレメントにけん引ワイヤーを接続し、センターホールジャッキにて到達側立坑よりけん引、鋼製エレメントを地中に挿入する工法で、順次JES継手で隣り合う鋼製エレメントを接続しながら挿入する。調整エレメントで閉合させ、鋼製エレメント内部を高流動コンクリートで充填し、ボックスカルバート構造が完成するものである。本工事においては、本設および仮エレメント合計160本の掘削けん引施工を行った。

当該工事区間の1日あたり列車通過本数は、上下合せて208本、軌道はバラスト複線構造である。

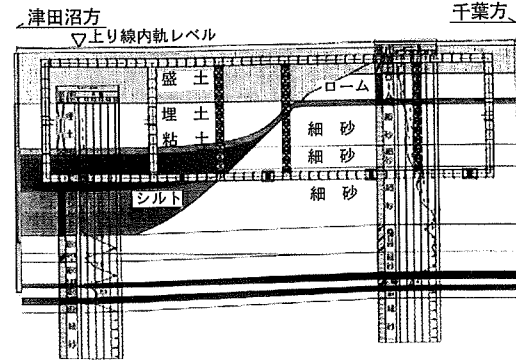


図-4 地質概要図

線路線形は半径600mの曲線終端から直線への緩和曲線区間で、土かぶりは施工基面から約700~1,000mmと少なく、軌道への影響が懸念される状況であった。

### 3 地質概要

施工位置の地質は、図-4に示すとおり、ボックスの津田沼方半分がシルト・腐植土・埋土を主体としたN値2以下の軟弱地層である。また、千葉方半分はN値20以下の緩い細砂・ロームを主体とした地層による地盤となっているため、津田沼方と千葉方では地盤強度に違いがあり、地盤変状を起こしやすい地形区間である。

### 4 工事順序

本工事は、平成15年1月に工事着手し、現在6年

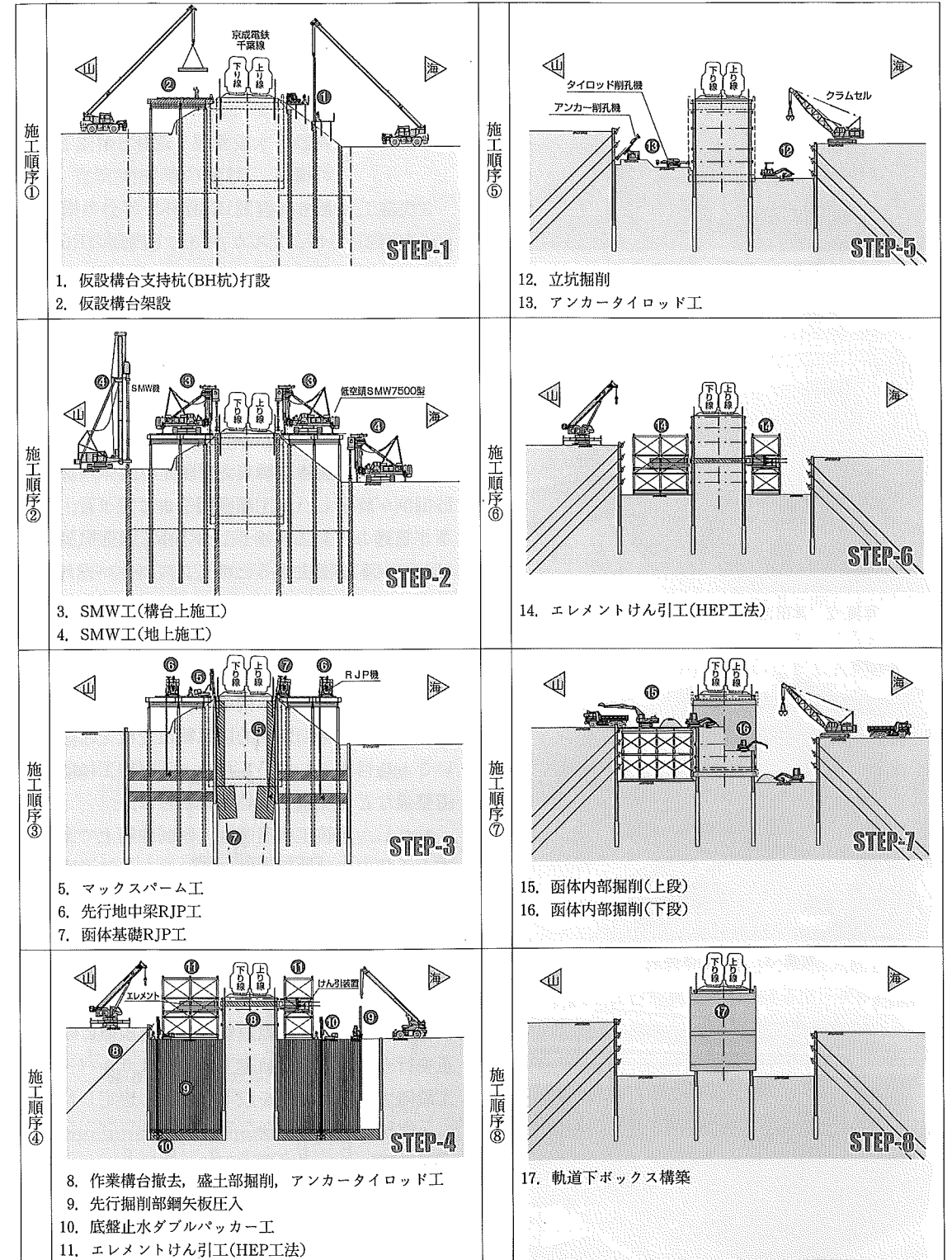


図-5 施工順序図

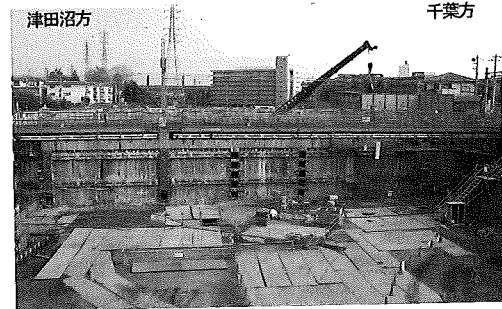


写真-1 函体上半部完成

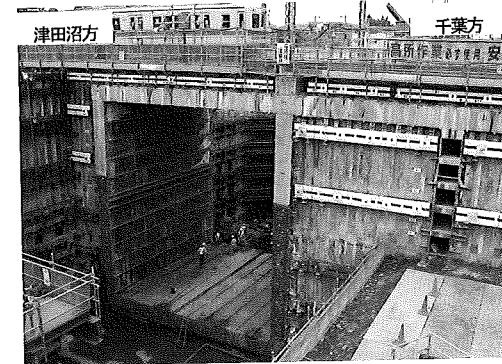


写真-2 津田沼方1径間ボックス完成



写真-3 JES函体完成

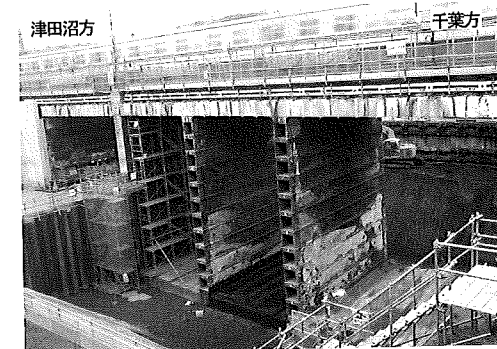


写真-4 5径間函体内部掘削完了

目に入っており、完成は平成21年末の予定である。工事は以下に示す5段階の施工となった。

- 1次施工：鉄道盛土部5径間JES函体上半部の構築
- 2次施工：新設下水設置部1連JES函体下半分の構築
- 3次施工：残り4径間JES函体下半分の構築
- 4次施工：ボックスカルバート内部のRC構築部の構築
- 5次施工：立坑内のU形RC擁壁の構築

図-5に施工順序図を示す。また、写真-1~4に各段階の工事状況を示す。

### 5 工事進捗現況

現在、JES函体の構築、5径間の函体内部の土砂掘削が終了し、施工順序図⑦まで完了し、軌道下が貫通している。今後、本設RC壁を構築し仮エレメントを撤去するとボックスカルバートの完成形となる(施工順序図⑧で完了)。

### 6 軌道変状について

京成電鉄(株)では、列車の安全・安定運行確保のため、施工時、原則的には軌道変状を起こさないことを目標としているため、工事施工に伴う軌道整備などは実施しないこととした。

ただし、当該工事区間は、軟弱地層上で津田沼方と千葉方では地盤強度に違いがある鉄道盛土部であること、また、線路線形が半径600mの曲線から直線に変わる緩和曲線部という特殊区間であった。このため、各工程で予測される微細な軌道変状については、定期軌道整備時に正規値に軌道修正を行うこととし、軌道下ボックスカルバート施工段階での軌道変状を以下のように想定した。

- ・立坑完成時の変状
- ・上床エレメントけん引時の変状
- ・底盤エレメント閉合時の変状
- ・ボックス完成時の変状
- ・ボックス内部掘削時の変状
- ・ボックス完成後ボックス上残置路床土噴泥化

による変状

### 7 軌道変状抑止対策

軌道変状抑止について、実施した対策を時系列順に下記に示す。

#### 7-1 立坑完成時の変状

ボックスカルバートは幅=49.57m、高さ=13.60mと大断面である。これに対し延長=11.60mと短い。

図-6に示すとおり、軌道両側の立坑が完成すると、軌道断面は幅=10.19m、高さ=15.40mで延長=54.51mの羊羹の上に軌道がのったような不安定な状態となる。

このため、立坑の山留め壁はSMWを採用し剛性を高め、軌道下地盤改良材部をタイロッドで緊張し山留め壁との一体化を図った。

また、既設下水管の切り替え工程との調整もあり、HEPの施工を以下に示す3段階(図-7参照)に分けて施工を行い、軌道の安定を図った。

- ① 鉄道盛土部であるボックスの上半を施工する。
- ② 新設下水が入る津田沼方1径間立坑を掘削し、ボックスを完成、中床までを埋め戻す。

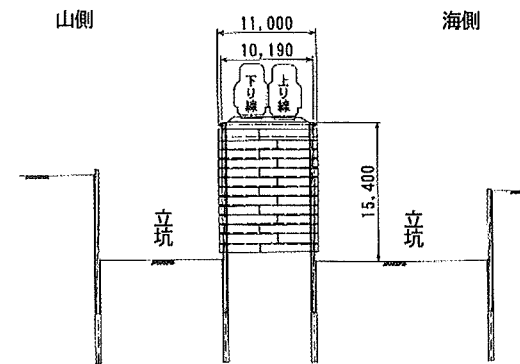


図-6 ボックスカルバート側面図

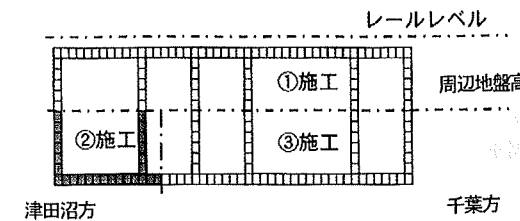


図-7 HEP施工順序図

- ③ 残り4径間分の立坑を掘削し、全ボックスを完成させる。

#### 7-2 ボックス完成時の変状

このボックスカルバートは、底盤下の地盤反力によって支持されている。津田沼方の支持地盤が腐食土層およびその下層のシルト層であるため、設計支持力不足による沈下防止および、千葉方砂層との支持力の不均等による不等沈下防止を図るため、ボックスカルバート底盤下にセメント系地盤改良を実施した。

#### 7-3 上床エレメントけん引時、完成後路床土噴泥化による変状

完成後の路床土噴泥化防止対策として、路床土の地盤改良計画を行った。エレメントけん引前に路床土を高炉スラグ系路盤材に置換し、けん引時の路床安定にも効果をもたせることとした。

さらに、当初は、基準エレメントのみ人力掘進であったが、土かぶりも1,000mm以下と小さく、エレメントけん引時による軌道の押し上げが懸念されたため、上床版エレメントすべてを鉄道営業列車終了後の線路閉鎖間合いによる人力掘進とした。これによりエレメント先端掘削断面率を100%とし、機械掘進時(先端掘削断面率約60%)の軌道の押し上げ防止対策とした。ただし、軌道への影響が少ないと予想された縦部および底盤部エレメントについては昼間時機械掘進による施工とした。

人力掘進の場合、エレメント周辺に余掘りが生じやすいため、裏込め注入材硬化前の路床支持および裏込め注入材のJES継手への流入防止対策として図-8および写真-5に示すように、グラウトジャケットによるエレメント上部の無収縮モルタル注入を実施した(特許出願中)。

#### 7-4 底盤エレメント閉合時の変状

底盤部エレメント閉合時には、閉合前まで底盤下全断面で受け持っていたボックス内部の土および上床にかかる上載荷重が、壁近辺の底盤エレメントのみにかかり、支持面積の減少による地盤反力不足が懸念された。そこで、図-9に示すとおり、エレメントの完全閉合前門形形状になった段階で

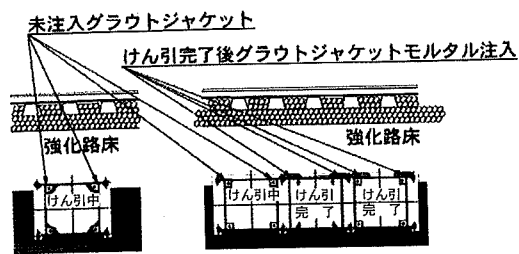


図-8 グラウトジャケット施工図

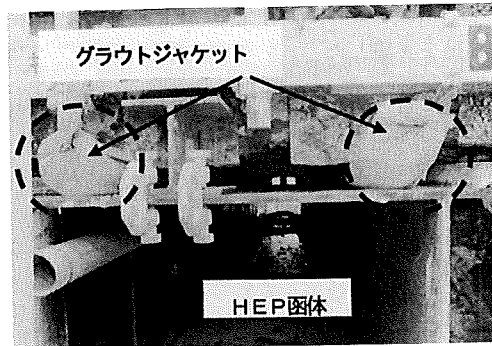


写真-5 グラウトジャケット施工写真

中埋めコンクリートを充填し、脚部をSMWで受ける沈下防止対策を実施したうえで閉合せた。

### 7-5 ボックス内部掘削時の変状

設計上、最大径間において8mmのたわみが発生する。これはボックス内部を掘削開始し、上床と内部の土が離れたときに発生する。しかし、実際には底盤エレメント閉合時に上床下の土は支持力を失っており、ボックス完成前にたわみが生じる。その値は10mmと予測された。このため、最大径間

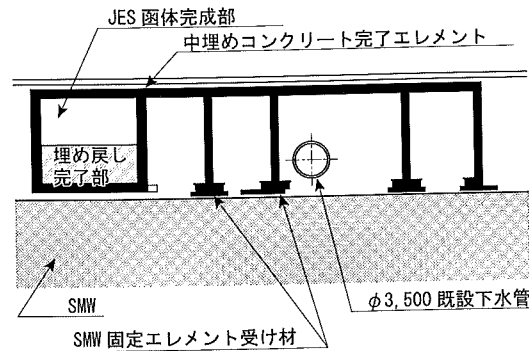


図-9 SMW泥下防止対策図

底盤エレメント閉合施工を定期軌道整備時期に合わせ実施したが、軌道の変状はほとんど発生しなかった。

## 8 軌道変状抑止対策の効果

以上の軌道変状抑止対策により、軌道管理において警戒値を超えることなくJES函体施工を完成できた。これも、関係各所のご協力の結果と感謝する次第である。

## 9 おわりに

JES函体が完成し、軌道は安定状態となったが、本設RC壁への上床受け替え、完成形へと工事は続く。今後も、営業線の列車運行に支障することなく工事を完了させるべく、関係者のご協力を得ながら引き続き管理監督を行い、無事故で工事を完了させる所存である。

## 『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」の投稿は受け付けておりません)
- 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)

## 「日本最寒の地」幌加内町より

吉田 久 男



北海道の内陸部に位置する幌加内町は、南北に50km以上もある広大な土地の四面を、夏は緑に囲まれ、冬は雪に覆われる町、訪れる人々をやさしく包み込んでくれる自然豊かな町である。「幌加内」とは、アイヌ語で「逆流する川」を意味し、幌加内原野に長蛇のように曲がりくねっていた幌加内川を、アイヌの人には川の流が戻っていくように見えたためと言われている。明治30年の入植開始から平成9年には開基百年を迎え、新しい二世紀に向かって更なる発展を目指し歩み出している。

幌加内町はコメの転作作物としてそばの栽培に早くから着目し、1980年以来そば畑の作付面積、収穫量とも日本一を続けている。清涼な大地と大きな寒暖差という恵まれた自然条件に加えて、人々の高品質化への情熱や取り組みが、日本一の「そばの里」としての原動力となっている。夏に一齐に花開くそば畑は純白のじゅうたんのように、満開のころに開かれる「そば祭り」には毎年3万人を超える人々が訪れて賑わっている。

幌加内町はさらに「日本で一番寒い町」でもある。1978年2月17日に幌加内町母子里で記録した氷点下41.2℃は国内最低気温として記録され、積雪量の多さも加えて、北海道の中でも冬の厳しさは群を抜いている。

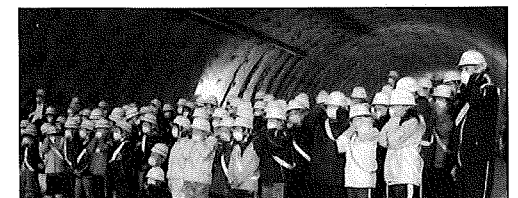
幌加内町を南北に縦断する一般国道275号は、札幌市を起点として東北に伸びる全長282kmの幹線道路であり、オホーツク海側の浜頓別町まで続いている。幌加内町南側の深川市との境に位置する幌加内峠は、急カーブ・急勾配が連続する狭隘な道路区間となっており、とくに冬期間の事故発生や通行支障は地域住民の生活や輸送業界に大きな影響を与えてきた。深川市から幌加内町への公共交通手段であったJR深名線も



位置図



深川市側より幌加内峠を望む



トンネル機械を見学する深川小学校のみなさん

平成7年に廃線となり、路線バスへの転換以降はさらに幌加内峠の交通安全確保が急務となっている。

幌加内峠の道路線形や勾配を緩和するための改良事業は平成8年の着手以降継続し、改良事業区間4.6kmのうちトンネル部分1,241mの完成にて全線供用となる見通しである。当トンネル工事は脆弱な蛇紋岩主体の地質で覆われ、当初よりDI~Eパターンにて設計されている。また、坑口付近には地すべり地形による崖堆積物が分布しており、集水井、押さえ盛土、地盤改良により斜面の安定化を図っている。

トンネルは平成18年9月より掘削開始し、変位抑制対策として上半反閉合やベンチ長の抑制、地すべり対策として長尺鋼管先受け工、切羽安定対策として鏡吹付け・長尺鏡ボルトなどを駆使しながら620mの掘進を完了し、深川市から幌加内町側に入ったところである。またトンネル掘進に伴い、小中学生の現場学習会や商工会の現場見学会などの開催回数は10回に達し、工事の進捗状況や施工方法について十分なご理解を得ている。

今後も、発注者および関係各位のご指導やご協力のもと、無事故・無災害での完成を目指して鋭意努力していく所存である。

(佐藤・奥村・岩田特定建設工事共同企業体幌加内作業所長)



## 「酪農と蔭のまち」釧路市音別町より

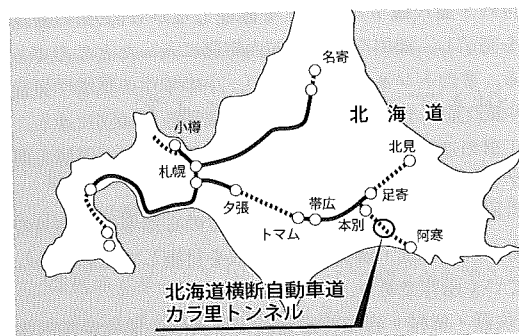
萬 正 己

釧路市音別町は北海道釧路支庁最西部に位置する。旧音別町は平成17年10月11日に釧路市、阿寒町と合併し釧路市音別町となった。町の産業は主に酪農と林業であり郊外には牧場が多く、主に乳牛を飼っており、毎日、牛乳の集荷トラックが当JV事務所横を通るのを見かける。地元の方からは自家製の牛乳豆腐などを戴き、新鮮な乳製品を味わうことができる。

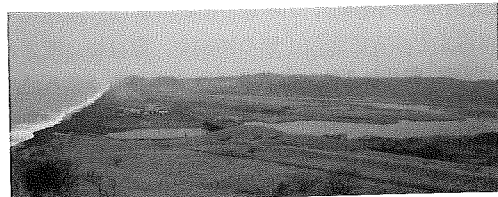
音別町は町の形がミロのビーナスの胴体部分に似ていることと、美しい自然環境に恵まれていることから「北のビーナス」として町づくりを進めている。また、地元では良質な蔭が採れ、特産品となっており、毎年6月には町内東部に広がるパンクル沼で「北のビーナス蔭まつり」と銘打ち、生蔭の即売会など、蔭づくしのイベントが盛大に開かれる。このイベントは町内の有志で結成された「北のビーナス発見隊」という組織が企画、運営している。当JVからも3名がこの組織に所属し、イベントのお手伝いをしている。

カラリトンネルの坑口はJV事務所から約30km離れており、職員も作業員も毎日1時間弱をかけて通勤している。現場までは道道・林道を通るが、道中、季節によってさまざまな動物と出会う。エゾシカやキタキツネは珍しくないが、タンチョウが飛来しているときは思わず車を止めて眺めていたくなる。しかし、出会いたくない動物もいる。ヒグマである。朝と夕方に目撃されることが多いが、幸いこれまでヒグマによる被害はない。

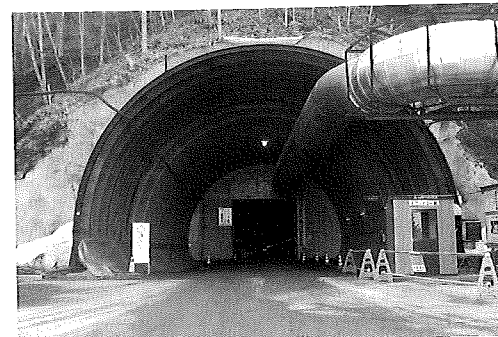
北海道横断自動車道は現在、千歳～夕張、トマム～



位置図



「蔭まつり」が開催されるパンクル沼



カラリトンネル西坑口全景

本別が供用されており、夕張～トマム、本別～阿寒が工事中である。これらの区間が開通すると札幌から釧路へのアクセス時間が大幅に短縮される。

カラリトンネルは本別～阿寒の中心部に位置する計画全長3,016mのトンネルであり、当工事は西側坑口より2,248mを掘削するものである。現場は山間部で電力会社からの電力供給がないことから発電機(400kVA×4基)により施工を行っている。また、固定電話・携帯電話が通じないため現場との通信手段は主に無線で、緊急用に衛星電話を設置している。

カラリトンネルの地質は新第三期の上茶路層が主体である。上茶路層は軟質な泥岩で、スレーキング率は100%と非常に劣化しやすいため、全線インバートありの設計となっている。平成20年4月末の進捗は掘削1,530m、インバート860m、覆工650mとなっている。今後の掘削区間に小土かぶり部(約10m)が3か所あるため、これまで以上に慎重な施工を行い無事に通過し、高品質なトンネルを構築できるよう、作業所一丸となって頑張る所存である。

(前田・大本・若築JVカラリトンネル作業所所長)

# 施工

## 小土かぶり大断面超近接双設トンネルの地山挙動

—新東名高速道路 今里第一トンネル—

中日本高速道路(株)横浜支社沼津工事事務所工事長 田中 貞 俊

中日本高速道路(株)横浜支社沼津工事事務所 池田 克 樹

清水建設・アイサワ工業・ピーエス三菱特定建設工事共同企業体所長 志 岐 寛

清水建設・アイサワ工業・ピーエス三菱特定建設工事共同企業体工事課長 石 井 孝 広

### 1 はじめに

今里第一トンネルは、新東名高速道路の御殿場JCT～長泉沼津IC(仮称)間の裾野市に位置し、富士山の噴火により生じた溶岩地山を貫く小土かぶりトンネルである。

トンネル上部には民間研究施設の建物や市道、名古屋方の坑口部には本線に近接して自動車工場の建屋、坑口直上には工場の駐車場や電気室などがある。また、名古屋方、東京方とも坑口周辺には会社の寮や民家があり、裾野市の都市計画では準工業地帯に指定されているなど、市街地のトンネル工事であり、以下のような特徴を有している。

- ① 新東名の三車線トンネルで、掘削断面積が約206m<sup>2</sup>の大断面トンネルである。
- ② 全延長にわたり、土かぶりが小さい。
- ③ 西側に工場、東側に民間研究施設とトンネル両側に用地的な制約があるため、上下線が非常に近接している。
- ④ トンネル直上に建築物が存在することから、断面形状は一般的な上半三芯円の扁平な形状ではなく、応力的に有利な上半単芯半円のトンネル形状を採用し

た。  
⑤ トンネルの掘削対象となる地山は富士山の噴火によって形成された、堅硬な玄武岩溶岩と自立性の悪い自破碎溶岩という極端に物性の異なる地層の互層である。

平成15年12月に下り線の掘削を開始し、計測結果や原位置試験の結果をもとに、当初計画の見直しを図りながら効率的な施工を行い、とくに大き

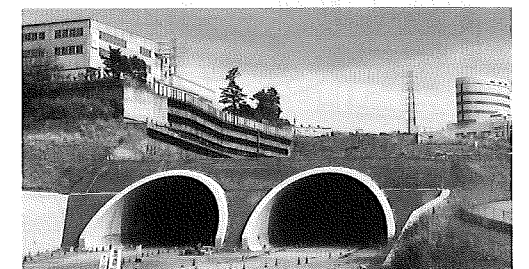


写真-1 名古屋方坑口全景

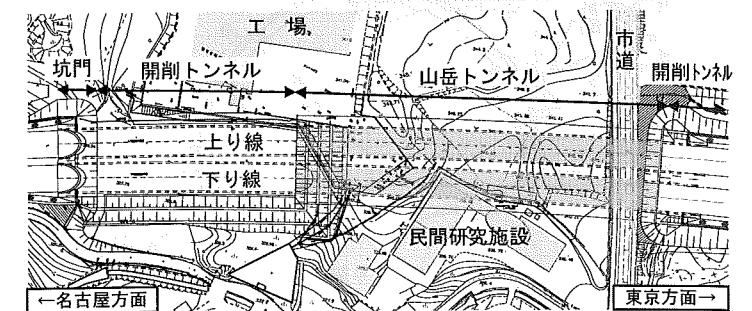


図-1 平面図

な変状もなく、平成20年2月までに開削部の構築も含めてすべてのトンネル構築を完了した。

本トンネルの設計および施工については、主にトンネル周辺地山の事前地盤改良とその結果を踏まえたトンネル掘削工法について既に本誌Vol. 37, No.8で報告を終えている。

本稿では、各掘削段階での地山挙動の特徴と市街地トンネル施工に起因する諸問題への対応を中心に報告する。

### 2 工事概要

本トンネルは、山岳トンネル区間(NATM)230m、開削トンネル区間124mに坑門部2か所各20mを含めて、全長394mで計画された。

掘削工法は、自由断面掘削機(ロードヘッダ)を主体とした機械掘削とセリ矢方式の割岩工法を併用し、トンネル部と地表部での変形抑制、および

切羽安定対策を目的として中壁分割工法(Center Diaphragm: CD工法)を採用した。

名古屋方坑口部では、工場の稼働に必要な敷地を確保したうえで工事を行うため、本線西側に高さ30m、延長100mを超える規模の土留め壁を設置した。

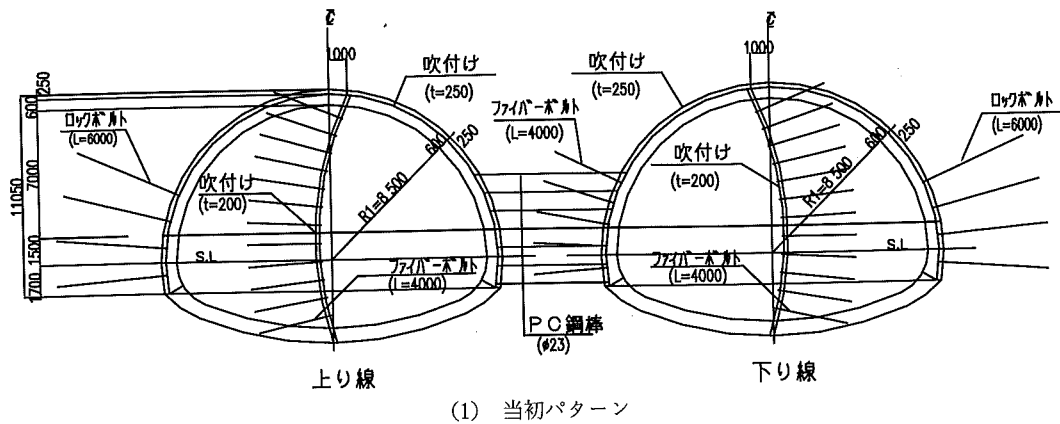
地山は、堅硬な玄武岩溶岩と自立性の悪い自破砕溶岩の互層であり、トンネル掘削に先立ち、地表よりセメント注入による自破砕溶岩層の地盤改良を実施した。

なお、地盤改良工とトンネル周辺地山の地質の詳細については既報を参照いただきたい。

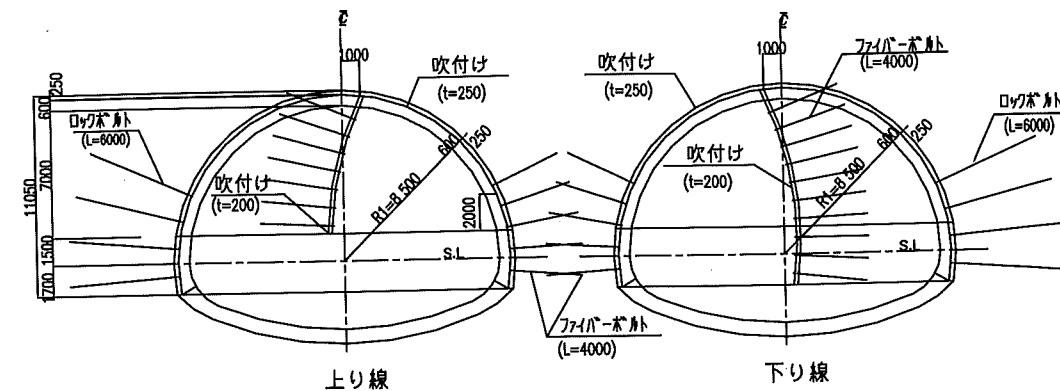
### 3 トンネル掘削工

#### 3-1 トンネル支保部材

主要支保部材は、高強度吹付けコンクリートと高規格鋼アーチ支保工および長さ6mの高耐力ロ



(1) 当初パターン



(2) 変更パターン

図-2 支保パターンの比較(当初と変更)

クボルトである。上下線の離隔が4~6m程度と非常に近接しているため、センターピラー部における力学的安定の確保から、センターピラー部の補強として7段のPC棒鋼が計画された。

しかし、地盤改良で設計値を上回る自破砕溶岩の改良効果が得られたので、PC棒鋼に替えて、長さ4mのファイバーボルトをパターン化して打設した(図-2)。

補助工法は、フォアポーリングと鏡吹付けを採用した。両坑口および市道直下の土かぶりがとくに小さい区間では、4mの充填式フォアポーリングを打設した。また、トンネル内空部の地盤改良をしなかった区間では、ブレーカの振動や吹付けの吐出圧により、天端部分や鏡面から自破砕溶岩の抜け落ち現象が続いたため、厚さ5cmの鏡吹付けを実施した。

#### 3-2 掘削工法の変更

先行した明かり部の掘削状況から、玄武岩溶岩が想定以上に堅硬であることが判明した。また、坑口部の掘削状況より、自由断面掘削機では、自

破砕部改良体の掘削は可能であったが、玄武岩溶岩部の掘削は困難を伴うことから、機械掘削と制御発破を併用した掘削工法に変更した。

また、民間研究施設付近では、トンネルと建築物の離隔が近すぎるため、一部区間では当初計画の割岩工法を併用する計画とした。

CD工法による断面分割施工では、セメント注入による地盤改良効果が当初設計値を上回ったため、断面分割数を当初設計の1坑6分割から3分割へ順次少なくしたことは、既報のとおりである。地盤改良と掘削パターンの実績を図-3に示す。図-3, 5に示すA~Dは地盤改良パターンを、1~3は掘削パターンを表す。

#### 3-3 掘削順序

図-4に実績工程を示す。本トンネルは230mと短いトンネルであるが、試験区間における支保構造の検証や加背割りの変更のため、掘削順序は複雑なものとなった。

また、発破騒音を防止するため、トンネルの途中部分からの掘削や逆方向からの掘削を行った区

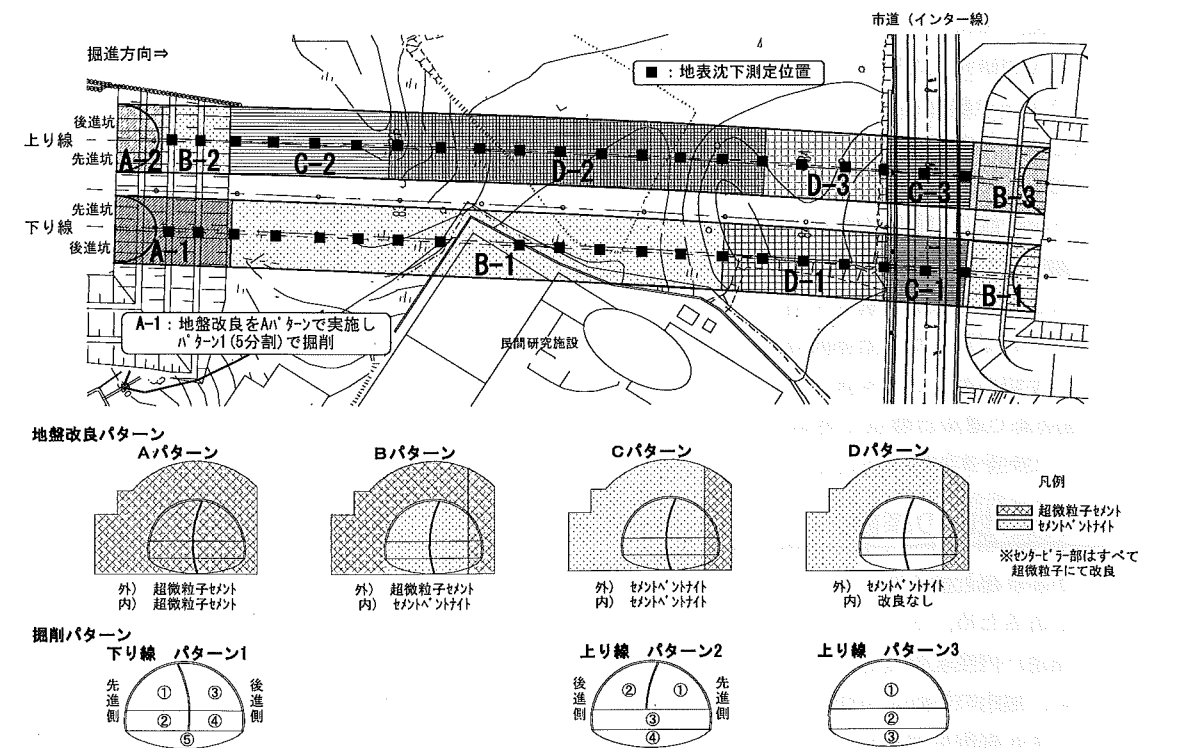


図-3 地盤改良パターンと掘削パターン

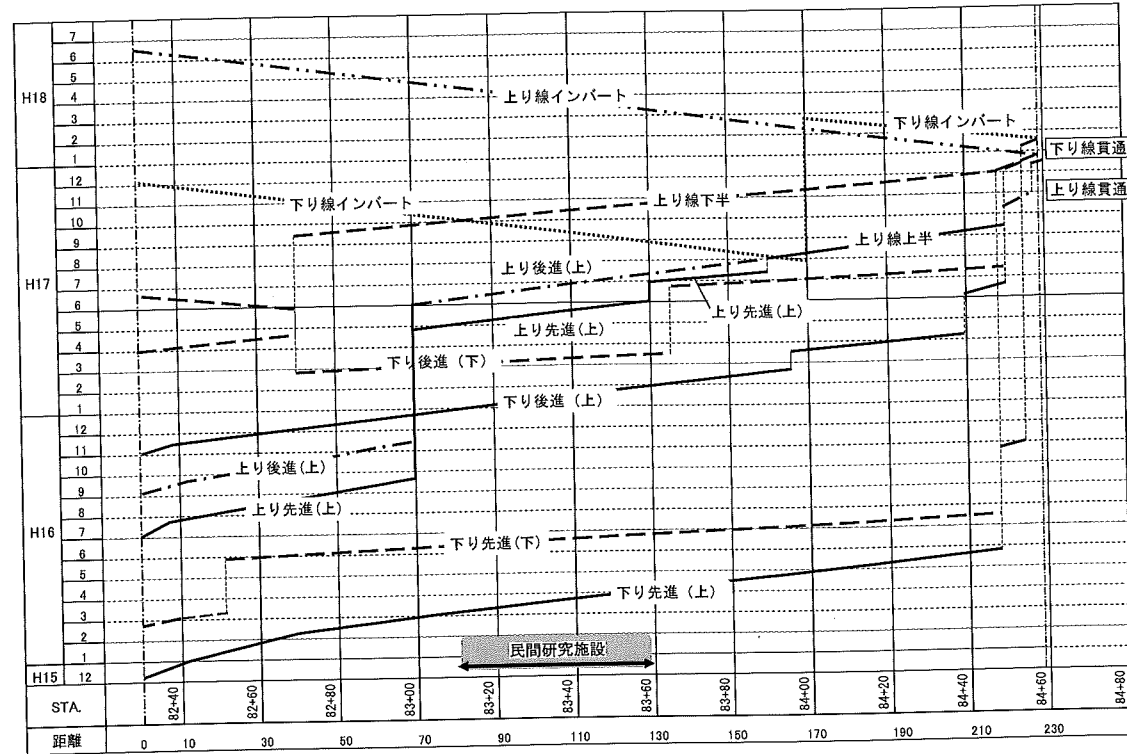


図-4 トンネル実績工程

間も生じた。

掘削は民間研究施設側の下り線先進坑より開始し、上下半を全線掘削した。次にCD工法から上半先進工法への変更を検討するため、上り線先進坑上半70mと後進坑上半70mを掘削した。その後、建物の下を先行して固めるため下り線後進坑の上下半を掘削したが、この間、トンネル掘削による影響が大きくならぬよう慎重を期し、上下線の同時掘削は行わなかった。上り線の掘削は、下り線後進坑下半切羽がトンネル直上から建物が外れる135m地点まで進んだ時点で再開し、その後上下線併行してトンネル掘削を行った。

#### 4 周辺地山の挙動

小土かぶり超近接大断面トンネルで直上に重要構造物があるため、トンネルの地表沈下測定、天端沈下測定、内空変位測定を全線にわたり10m間隔で行い、地山の挙動を早期に、確実に把握しながらトンネル掘削を進めた。主な計測結果を図-5に示す。

#### 4-1 地表沈下

地表面沈下は事前の地盤改良工での地表隆起を除き、トンネル掘削開始前の観測データを初期値として最大で3mm程度と小さな値であり、下り線トンネル直上の民間研究施設や市道への影響はほとんど見られなかった。

地表沈下は、上半切羽通過時と下半切羽通過時に現れ、インバート掘削の影響は小さい。これは、インバート掘削時に下半の吹付けコンクリート下部に1m程度の追加吹付けを実施し、地山との一体化を図った効果が現れたものと考えられる。この際、下半支保工脚部についてはウイング状に吹付けを行い、支保工の力が吹付けコンクリートを介して確実に地山に伝達されるよう留意した。

また、下り線に比べて、上り線の方が沈下量は少ない結果となった。

#### 4-2 天端沈下

天端沈下量は下り線が最大6.6mm、上り線で最大3.6mmであった。地表面沈下と同様に、上り線の方が沈下量が少ない。

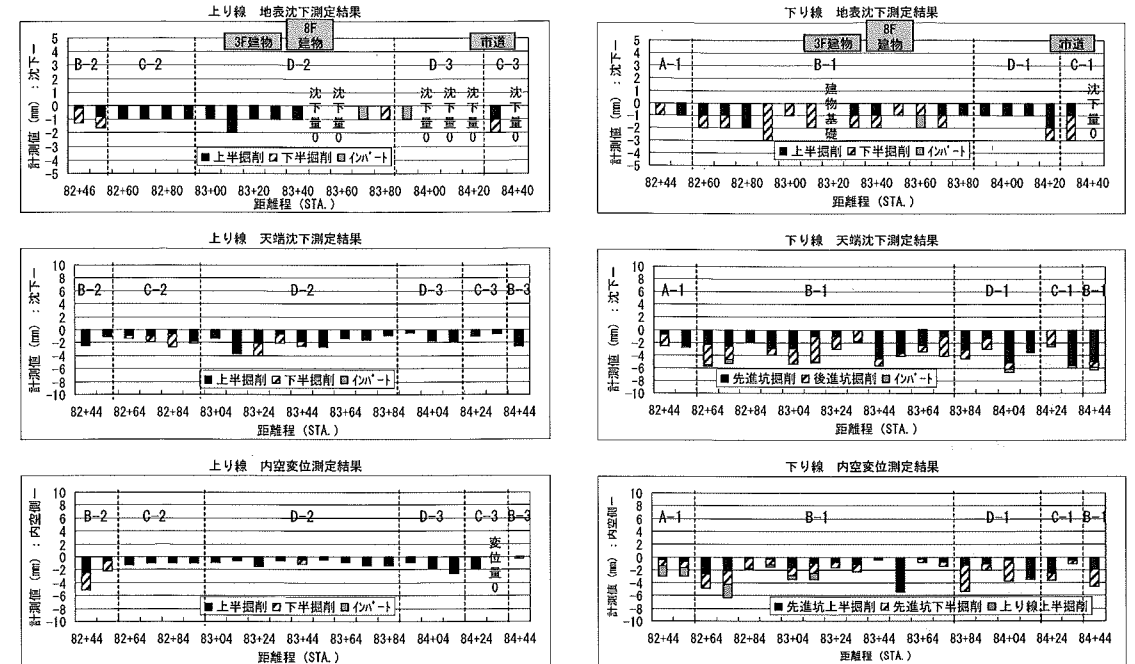


図-5 トンネル変位計測結果

上下線ともに上半切羽を2分割で掘削した測点では、下半切羽の接近・通過に伴い天端沈下量も増加する傾向が見られた。

#### 4-3 内空変位

民間研究施設に近い下り線先進坑の上下半掘削を終えた時点で、内空変位は最大5mm程度であった。その後、トンネル上部の民間研究施設の安全性を確保するため、建物の影響範囲に入る前の上り線区間を上半2分割施工で掘削し、計測データによりトンネルの安定確認を行った。その結果、センターピラーの計測ボルトに生じる張力も小さく、下り線の内空変位は0~2mm程度の増加にとどまり、トンネル支保構造体は安定していることが確認できた。

一方、上り線の内空変位量は、坑口部を除いて2mm程度と小さく、地盤改良パターンや掘削パターンの違いによる明確な差異は見られなかった。

#### 4-4 パターン変更と地山の挙動

##### 4-4-1 改良パターンの違い

図-3に示すように、重要度に応じて地盤改良パターンを切り替えて施工した。

表-1 地盤改良パターンの違いによる変位量の違い(mm)

	内空変位	天端沈下	地表沈下
パターンA 平均値	-1.5	-2.7	-1.0
パターンB 平均値	-2.6	-3.9	-1.7
パターンC 平均値	-1.4	-2.3	-1.1
パターンD 平均値	-1.8	-2.6	-0.9

地山変位の測定結果は表-1に示すように、地盤改良パターンの違いによる明確な差異は認められない。

##### 4-4-2 中壁撤去時期の違い

図-3の上り線D-2パターンにおいて、上半掘削で先進坑の掘削を完了させたのち、後進側の吹付けコンクリートがある程度強度を発現してから中壁を撤去する区間(A区間)と、強度発現を待たずに後進側の掘削と同時に中壁を撤去する区間(B区間)を設定し、計測により地山の挙動を確認した。

主要な支保部材である後進坑の吹付けコンクリートが十分な強度を発現するまで中壁を存置するA区間の方が、B区間に比べて大きな支保効果を有し、変位も小さくなると予想した。しかし、A区

間とB区間で測定されたトンネル変位は、地表沈下量1mm、内空変位量1mm程度と同等であり、中壁撤去時期の違いによる明確な差は認められなかった。

これは、トンネル掘削前の地盤改良により、地山による良好なグランドアーチが形成され、トンネル支保部材への負荷が少なかったことを示すと考えられる。

### 5 都市NATMの諸問題

#### 5-1 発破騒音

発破併用機械掘削に対する発破騒音対策は、先進坑断面坑口にスライド式防音扉を設置した。後進坑掘削時はこの扉を後進坑側まで拡幅した。その後、上半中壁を撤去した段階で密閉型防音扉を設置した(写真-2)。

また、到達側にも民家や寮があるため、貫通後の下半掘削などの騒音が坑外に漏れるのを防ぐ必要があった。そのため、到達側にもスライド式防音扉を設置することにより、近隣施設に大きな影響を与えることなく発破作業を行うことができた(写真-3)。

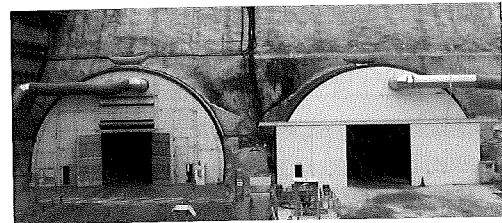


写真-2 防音扉(左:密閉型, 右:スライド式)

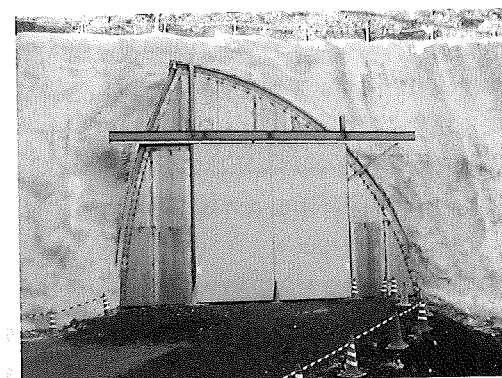


写真-3 到達側防音扉(スライド式)

#### 5-2 発破振動について

##### 5-2-1 発破方式

トンネル上部の民間研究施設に配慮し、導火管付き雷管による制御発破を実施し、発破振動を抑制した。発破振動では、変位速度の大きさは1段あたりの斉発薬量で決まるので、発破の段数を増やし、1段あたりの斉発薬量を低減させた。

今回採用した発破は、25段までの導火管付き雷管と9, 25, 50msの延時機能を有する結線材の組み合わせにより、1段1孔の分割発破で最大100段までとする振動抑制を計画した(図-6)。

##### 5-2-2 防護対象と管理目標

防護対象は民間研究施設であり、この一部がトンネルの真上まで覆いかぶさる3階建ての「研修棟」とトンネル真横に接する8階建ての「宿泊棟」よりなる(図-11参照)。この「研修棟」と「宿泊棟」に対する発破振動の管理目標値は、表-2に示す既往の研究成果<sup>9)</sup>を参考にして、建物より敏感な人に対する影響を考慮し0.25kineとした。

##### 5-2-3 発破計画

トンネル掘削は、名古屋方から東京方に向かっ

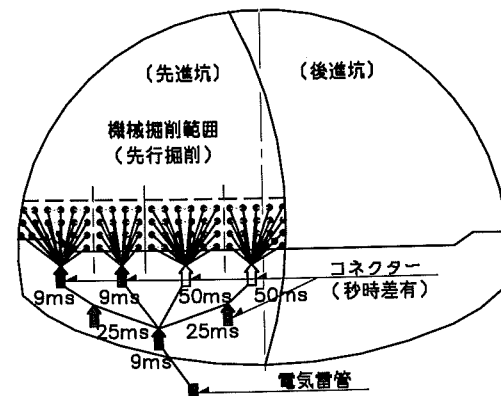


図-6 発破パターン

表-2 発破震度階

変位速度(kine)	記事
~0.05	ほとんど無感
0.05~0.10	ようやく感じる
0.10~0.25	よく感じる
0.25~1.00	家屋などの被害はないが、不快感を与える
1.00~3.00	家屋によっては亀裂などの被害が生じる

て進めていき、発破防護は「研修棟」から「宿泊棟」に移っていった。

発破開始当初は防護対象までの距離が80m程度と比較的遠かったため、1段あたりの斉発薬量は0.8kgとした。切羽が「研修棟」に接近し、変位速度が0.25kineを超えた時点で0.6kgに減らし、それでも0.25kineを超える近接箇所では割岩による機械掘削に切り替える計画とした。

また、建物直近の発破による影響が大きい区間では、発破作業の時間帯を制限し、研修棟は夜間のみ、宿泊棟は昼間のみとした。

##### 5-2-4 発破振動の測定結果

###### (1) 研修棟

下り線上半先進坑発破振動の研修棟における測定結果を図-7に示す。図の横軸は水平距離を表すが、発破点と建物基礎の高低差は約15mあるため、実距離は15mになる。

発破振動測定と建物管理者へヒヤリングを行いながら発破掘削を進めた。その結果、一時的に管理目標値の0.25kineを超えたが、おおむね管理目標値以下におさまり、計画していた割岩掘削を行うことなく発破掘削で施工できた。

変位速度は図-7より、斉発薬量を0.8kgから0.6kgに低減したあと大きく減少する。これは斉発薬量の低減効果に加えて、この付近で図-8, 9のように硬岩分布に変化があったためと考えられる。

図-8は研修棟発破振動測定箇所付近の硬岩分布図を示し、図-9はこれの20m程度手前のものであり、発破振動の伝播経路となる建物付近の硬岩の割合が減少し、改良体の割合が増加していることがわ

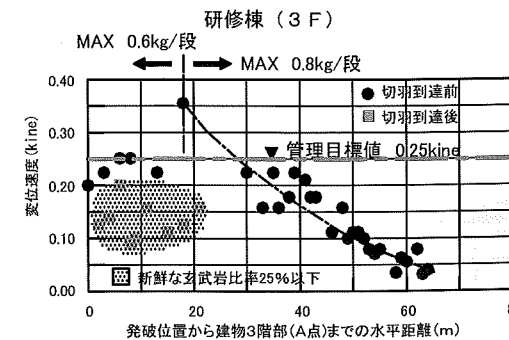


図-7 研修棟発破振動測定結果

かる。

###### (2) 宿泊棟

図-10は宿泊棟における発破振動の測定結果である。こちらは研修棟に比ベトンネルとの離れが若干大きいため、斉発薬量0.8kgで施工できた。

##### 5-3 トンネル上部建物の挙動

本トンネルの上部地表には図-11に示すような配置で民間研究施設の建物がある。事前の地盤改良時を含め、工事中の建物の挙動を以下に述べる。

この建物の基礎はベタ基礎であり、計画当初より、トンネル掘削に伴い不等沈下が発生し、建物が傾くなどの重大被害の発生が懸念されたので、

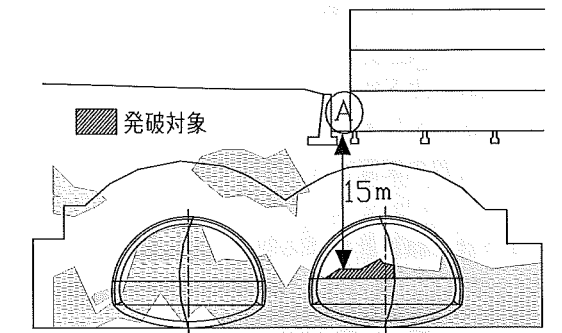


図-8 硬岩分布図(STA.83+20)

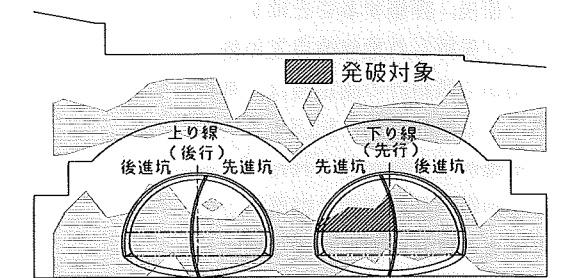


図-9 硬岩分布図(STA.83+00)

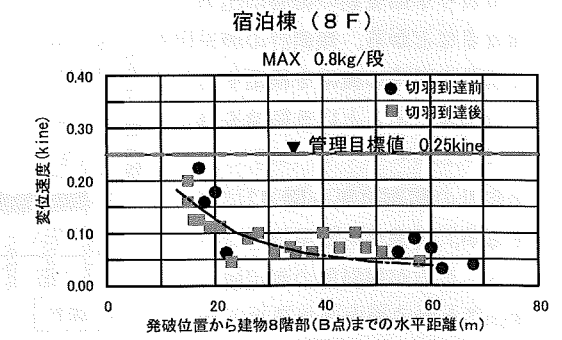


図-10 宿泊棟発破振動測定結果

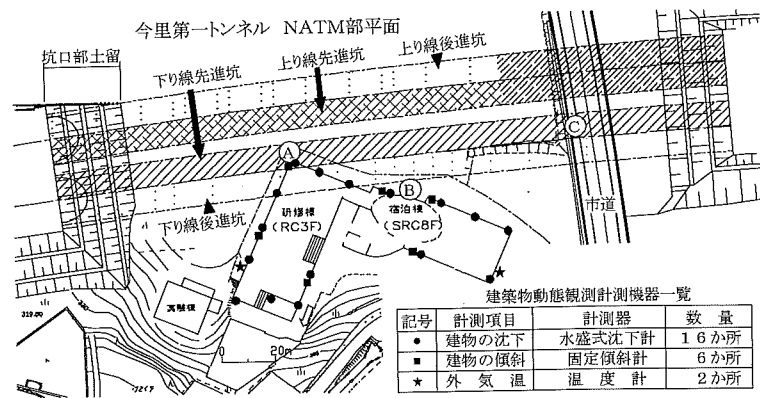


図-11 動態観測計器配置図

表-3 管理目標値

相対沈下量(mm)	変形角(rad)
10	$0.7 \times 10^{-3}$

建物周辺に沈下計と傾斜計を配置し、地盤改良の施工時からトンネル周辺地山の動態観測を実施した。各計器の配置状況は図-11に示すとおりである。

沈下計と傾斜計による管理目標値は、各種基準<sup>2)</sup>を準拠し、表-3のように定めた。

当初は、施工に伴う建物挙動の異常の早期発見に、沈下計と傾斜計で監視、評価することにしてしたが、先行した地盤改良工の施工当初から傾斜計の測定値は、外気温による季節変動に起因するような不確かな変動が見られた。しかしながら、長期観測の結果、この変動と外気温の間に明確な相関が見出せず、また計器の設置位置の違いにより季節変動の影響の出方が異なるなどから、傾斜計のデータによる施工中の異常を検出することは困難であるという結論を得た。

傾斜計の観測結果を図-12に例示するが、実線が外気温、○でプロットの方が傾斜角の測定値を表す。これからわかるように、観測点により季節変動を受けてない

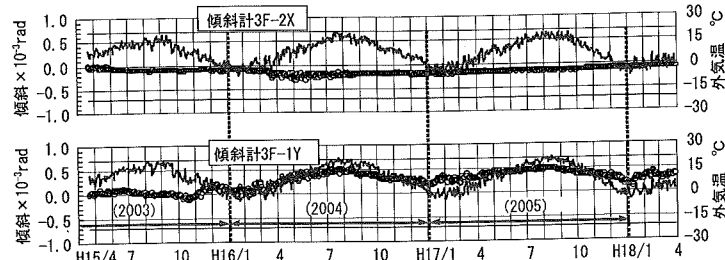


図-12 傾斜計観測結果(研修棟)

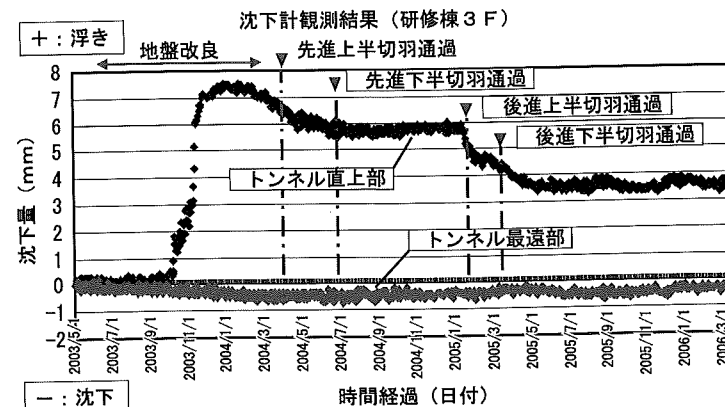


図-13 沈下計観測結果

位置と年周期の変動が見られる位置があり、建物の構造特性が測定値に表れた結果と推察される。

一方、沈下計については外気温による季節変動は少なく、安定した観測データが得られたことから、地盤改良からトンネル掘削完了まで沈下計による監視を行った。

沈下観測では、トンネルに近い観測点間では値は異なるものの、同傾向の動きを観測した。地盤改良時の建物下への斜め注入では、注入圧により0~8mmの地表面隆起が生じた。上半切羽通過時には2~4mmの沈下が起こり、下半通過時には0~2mmの追加沈下が観測された(図-13)。

一方、トンネルから離れた観測点では全観測期間を通じて緩やかな動きであり、0~2mmの沈下であった。

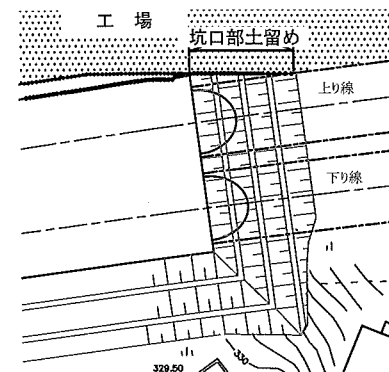


図-14 NATM坑口付近平面図

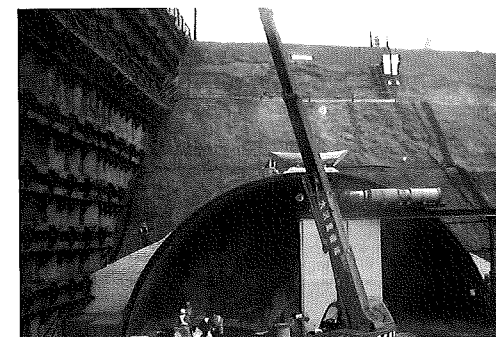


写真-4 上り線坑口と土留め壁

### 5-4 坑口部土留め工

図-14に示すように、名古屋方坑口部は、工場の一部を借地しての施工となるため、直高30mに及ぶ土留め壁を構築した。

このような土留め壁の近傍でトンネルを掘削すると、設計上期待していた受働側の土が排除されたり、トンネル掘削時に塑性領域が発生し、受働土圧域が緩むなどの懸念があり、FEM解析による検討を行った。

その解析結果を踏まえ、NATM区間坑口部の二次土留め壁は、トンネル掘削によって不安定にならないような構造とするため、土留め壁の根入れを図-15のように計画した。

また、トンネル掘削時の安定を確認するため、親杭の変形と応力、アンカー軸力の測定を行ったが、すべての観測値は設定した管理基準値より小さく、土留め壁の安定が確認できた。

図-16に上り線のトンネル掘削と土留め親杭の水平変位の関係を示す。変位量の観測点高さはト

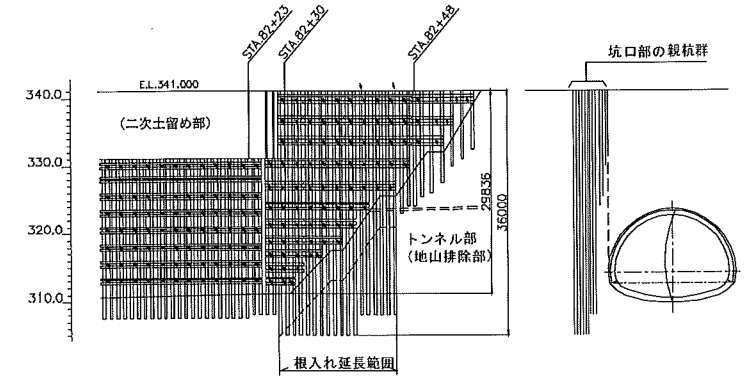


図-15 坑口部親杭展開図

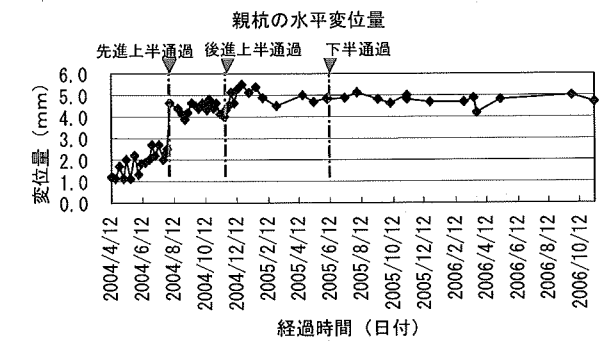


図-16 親杭水平変位の経時変化

ンネル天端より4m下である。図より先進坑上半掘削時にトンネル内空側への変位が生じ、後進坑掘削で変位が若干進行するが、それ以後は安定していることがわかる。

## 6 おわりに

トンネル直上部に建築物が存在する環境下において、小土かぶりで自破碎溶岩層を通過する超近接大断面双設トンネルを、事前の地盤改良工とCD工法を採用して掘削した。トンネル計測をはじめとする情報化施工のもと、発破工法を併用した機械掘削方式への変更や切羽分割数を変更しながら、効率的な施工ができた。

また、施工に際しては、トンネル直上の民間研究施設やトンネル坑口付近の民家に対しても十分な対策を行い、周辺環境に配慮した施工を実現することができた。

今里第一トンネル工事は都市部の施工で必要となるいろいろな要素を含んでおり、今回の報告が

今後の市街地におけるトンネルの計画で少しでも参考になれば幸いである。

最後に、本工事にあたり「第二東名高速道路愛鷹地区トンネルの設計・施工に関する検討委員会」今田委員長をはじめとした委員会委員ならびに関係各位より貴重なご意見をいただいたことをここに記して、感謝する次第である。

参考文献

- 1) 田中貞俊・池田克樹・志岐寛・本村浩志：小土かぶりの超近接大断面双設トンネルをCD工法で貫く，トンネルと地下，Vol.37, No.8, pp.17-27, 2006.8.
2) 日本建築学会：建築基礎構造設計指針，2001.10.
3) 旭化成：技術資料，発破振動について，第1集，1992.1.

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メジャー神楽坂 電話 (03)3267-2888 (代) 振替00110-8-190072

施工

太秦に伸びる古都京都の地下鉄

—京都市高速鉄道東西線 二条～太秦天神川間—

京都市建設局建設企画部建設企画課長((前)交通局建設室総括担当課長) 古川 衛
京都市交通局高速鉄道部施設課軌道係長((前)交通局建設室総括担当係長) 清水 稔也
京都市交通局高速鉄道部営業課((前)交通局建設室総括担当) 京谷 百恵

1 はじめに

京都市では、21世紀を展望し、市民すべてが生き生きと豊かに、安心して住み続けることができるまちづくりを目指し、その基盤となる総合交通体系の基幹として、都市空間を有効に活用し、環境にやさしい地下鉄の整備に市の総力をあげて取り組んでいる。

本市における高速鉄道計画は、図-1に示すように、都心部を南北に貫通し、各鉄道と有機的に連絡する烏丸線と、都心部を東西に横断し、本市東部山科・醍醐方面と西部洛西方面を結ぶ東西線の2路線となっている。このうち、烏丸線は昭和56年5月に北大路・京都間を開業し、その後順次延伸工事を進め、現在では、国際会館・竹田間の計13.7kmを営業している。一方、東西線は、平成9年10月に醍醐・二条間、平成16年11月に六地藏・醍醐間、そして、平成20年1月

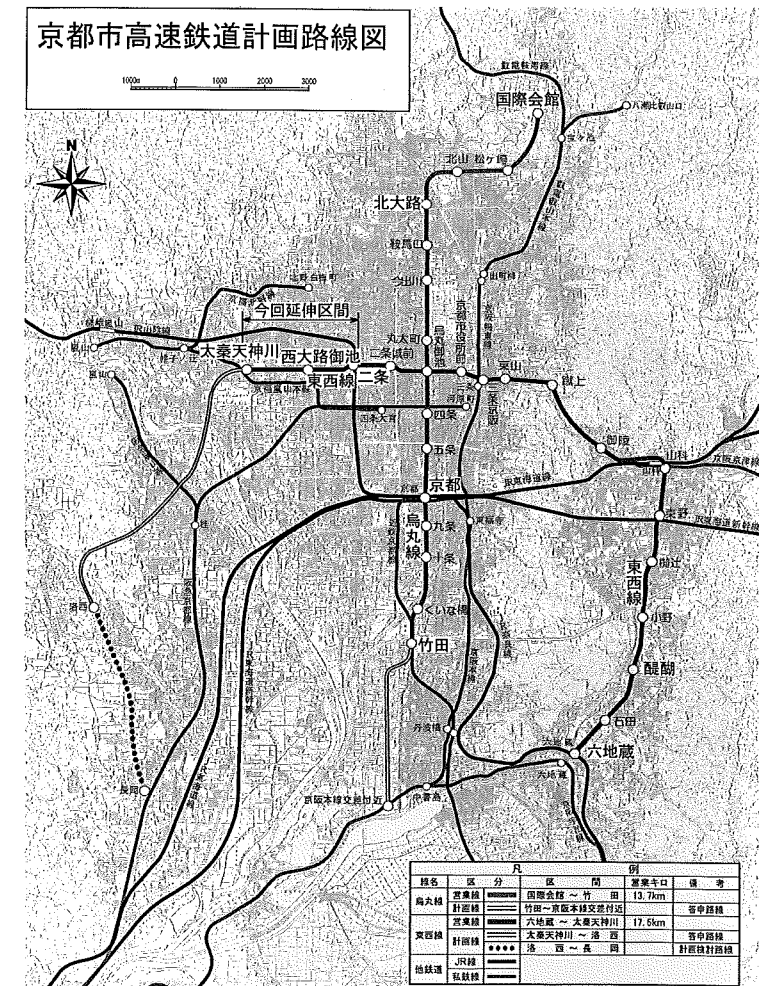


図-1 京都市高速鉄道計画路線図

16日には二条・太秦天神川間を開業し、現在、六地蔵・太秦天神川間の計17.5kmを営業している。

本稿では、東西線二条・太秦天神川間の延伸区間2.4kmにおける建設の軌跡について紹介する。

## 2 工事概要

### 2-1 全体概要

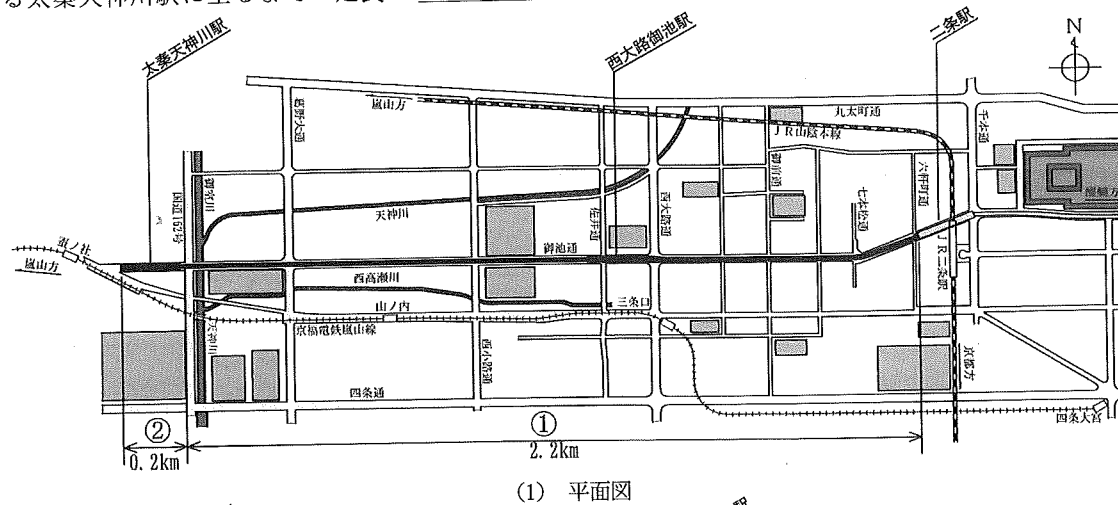
本延伸区間は全線地下構造であり、JR山陰本線と交差している営業中の二条駅西端から、京都市の幹線道路である御池通沿いに西大路御池駅を経て、国道162号の西側に位置する太秦天神川駅に至るまでの延長

2.4kmの工事であった。

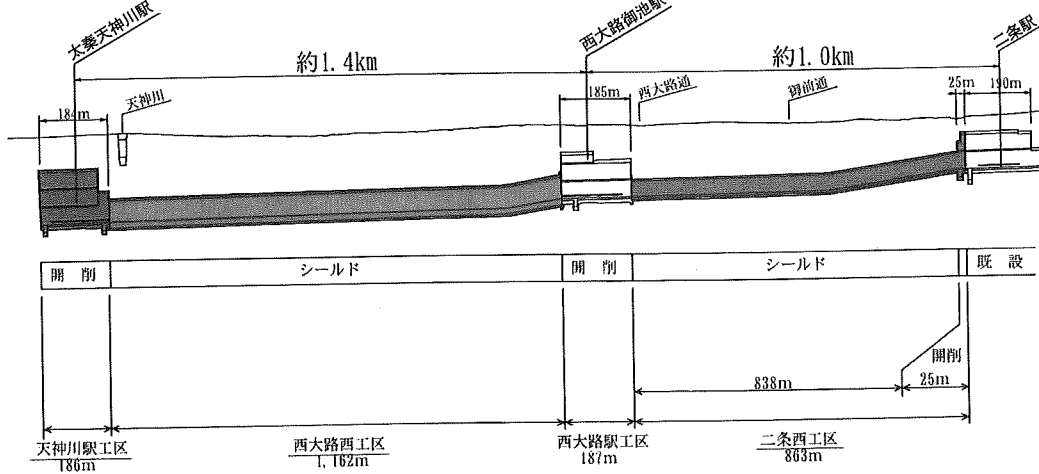
太秦天神川駅では、地下鉄事業とあわせて土地区画整理事業および市街地再開発事業として、駅

表-1 各工区の概要

工区名	二条西工区	西大路駅工区	西大路西工区	天神川駅工区
延長(m)	863.21	186.80	1,162.00	186.00
種別	トンネル	駅	トンネル	駅
工期	自 H14.11.8 至 H19.6.26	自 H14.11.8 至 H19.12.18	自 H14.11.8 至 H18.6.6	自 H14.11.8 至 H18.10.5
工事方法	シールド	開削	シールド	開削
構造種別	単線並列シールド RCセグメント	2層2,3径間 (一部3層)	複線シールド RCセグメント	3層2,3径間
請負業者名	大林・鹿島・鴻池・ 公成・ケイコン共 同企業体	前田・三井住友・ 大本・仁木・吉川 共同企業体	大成・熊谷・ 間・吉村・古 瀬共同企業体	清水・銭高・鉄 建・岡野・長村 共同企業体



(1) 平面図



(2) 縦断面図

図-2 東西線(二条・太秦天神川間)建設概要図

前広場、地下駐輪場、御池通、市街地再開発ビルの整備が進められた。また、京福電鉄嵐山線と結節することにより、市中西部の交通便利性が大幅に向上するとともに、地域の活性化やまちづくりの促進効果が期待されている。

地下鉄建設ルートの大部分は、御池通直下での工事であり、導水管や幹線下水道管などの大規模埋設物が縦断的に敷設されていた。

工事計画の策定にあたっては、開削工法区間を少なくするため、図-2に示すように、駅部以外の一般部をシールド工法で施工することとした。工事は開削工法となる西大路御池駅と太秦天神川駅の2工区、シールド工法となる二条～西大路御池間、西大路御池～太秦天神川間の2工区、計4工区に分割して施工した。

### 2-2 二条西工区

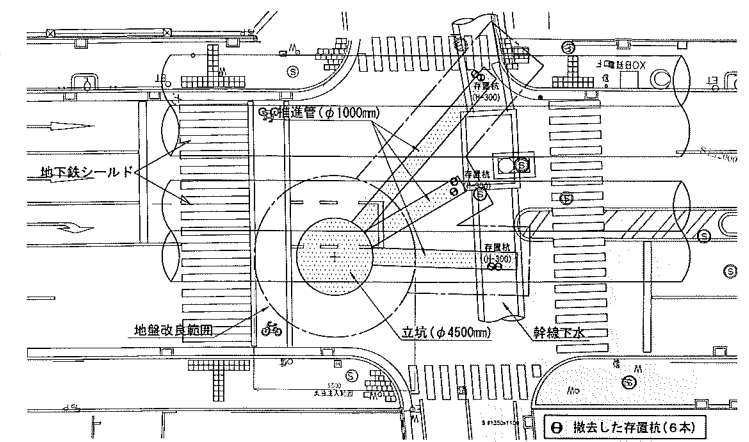
二条西工区は、営業中の二条駅西側に開削工法で発進立坑を築造し、泥土圧式シールド2基を用いて西大路御池駅に向けて掘進し、外径5.7mの単線トンネル(延長838.1m)を2本構築した。

#### 2-2-1 存置杭撤去

当工区の間中部には、下水人孔施工時の土留め杭が存置されており、存置杭の位置および長さを詳細に確認するため、磁気傾斜センサーによる磁気探査を実施した。その結果、存置杭6本が約30~70cmトンネルに支障することが判明したため、深礎工法にて築造した立坑(φ4,500mm)から直径1mの鋼管3本を推進させて、存置杭をガス切断により撤去した。存置杭撤去工の平面図・横断面図を図-3、状況を写真-1に示す。

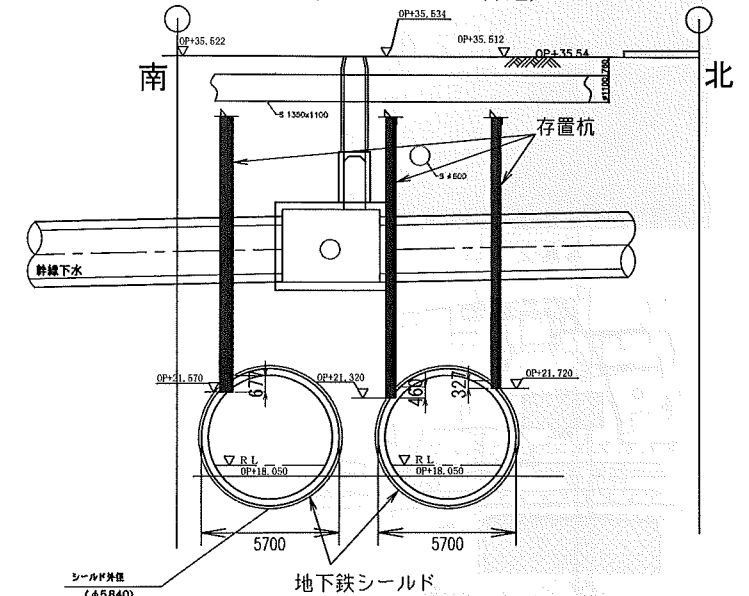
#### 2-2-2 シールドの近接工事

発進立坑部では、シールド発進部分の土留め杭



(1) 平面図

(13k 258M 318 付近)



(2) 横断面図

図-3 存置杭撤去図



写真-1 存置杭撤去状況

に硬質発砲ウレタン樹脂をガラス繊維で強化した新素材FFU(Fiber Reinforced Formed Urethane)を使用することによりシールドによる直接切削が可能となるSEW工法(Shield Earth Retaining Wall System)を採用した(写真-2)。

本工区は、トンネル相互の離隔距離が1mという近接施工であったことから、後行トンネルが先行トンネルに影響を及ぼさないように、先行トンネルの裏込め注入材が所定の強度に達し、地山の変動が収束した後に、後行トンネルの掘進を開始

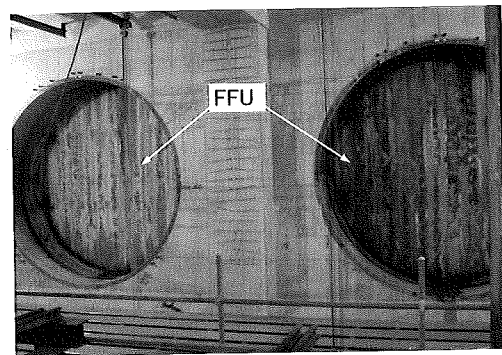


写真-2 SEW工法状況

した。両シールドは150mの離隔を確保しながらの掘進となった。

初期掘進区間において沈下計測をした結果、地表面沈下の大部分がシールド停止時の切羽土圧低下時に発生していたことから、シールド停止時の土圧低下を防止するために、自動計測しているチャンパ内の土圧が80MPaを下回ったときに、加泥ポンプが自動的に作動してチャンパ内に加泥できるシステムをシールドに装備した。

シールドは平成17年2月に発進し、同年9月に先行トンネル、同年11月には後行トンネルがそれぞれ西大路御池駅に到達した。地表面沈下量は最大で5mmと小さな値であった。

### 2-3 西大路駅工区

西大路駅工区は、二条駅と太秦天神川駅の間に位置する西大路御池駅を開削工法により構築した。工区延長は186.8m、掘削幅は14~19m、掘削深さは20~24mであり、交通量の多い御池通と西大路通の交差点部での工事であった(図-4)。

当工区には、地下埋設物が多数敷設されており、

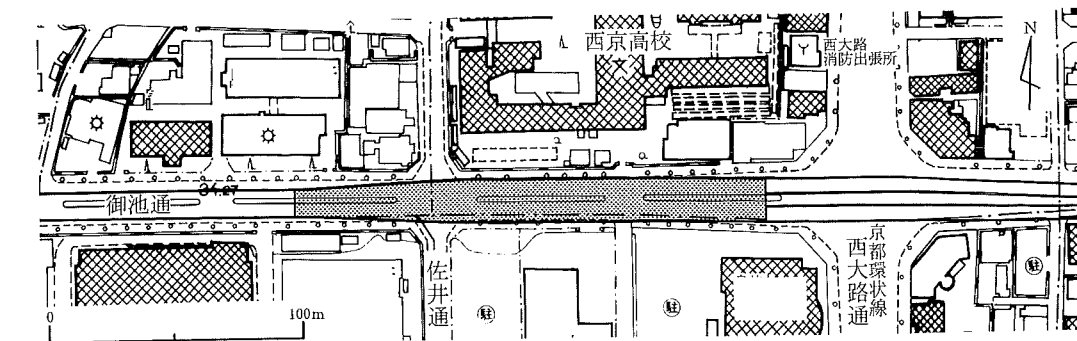
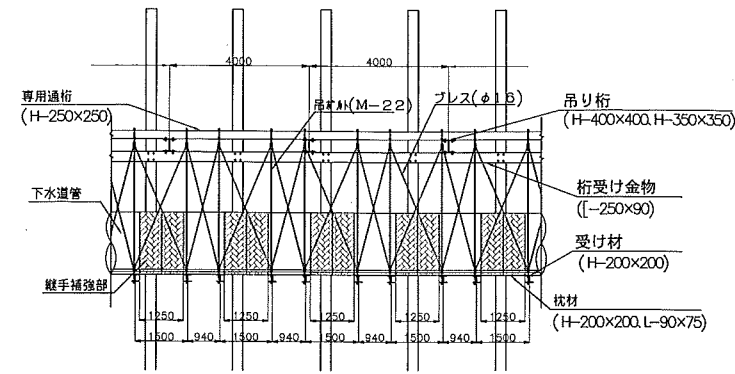
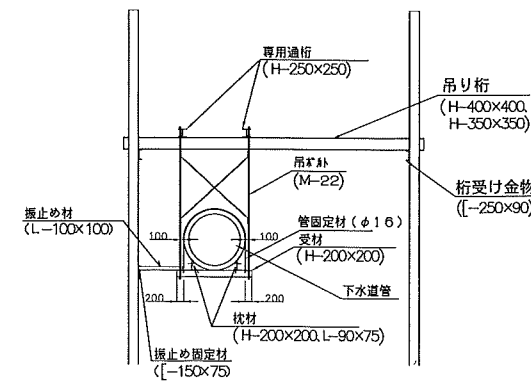


図-4 西大路駅工区平面図・縦断面図



(1) 側面図



(2) 断面図

図-5 吊り防護施工図

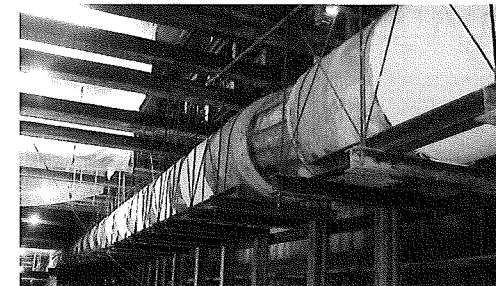


写真-3 吊り防護の状況

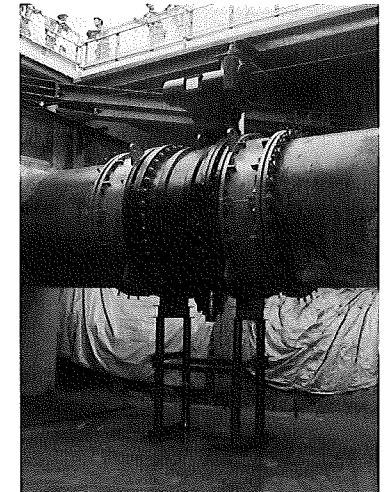
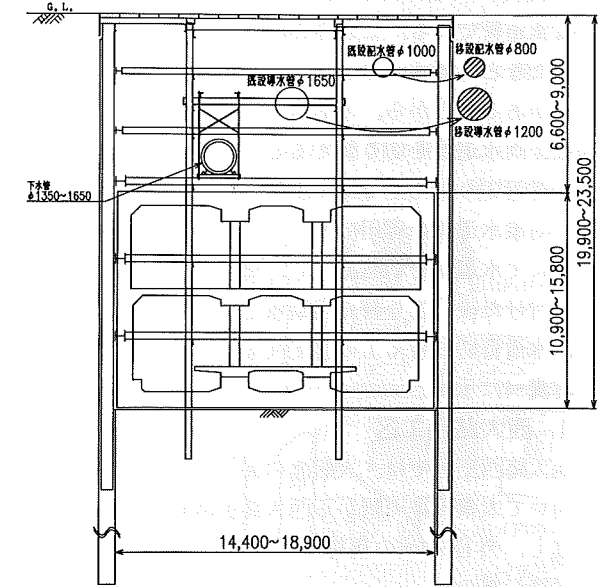
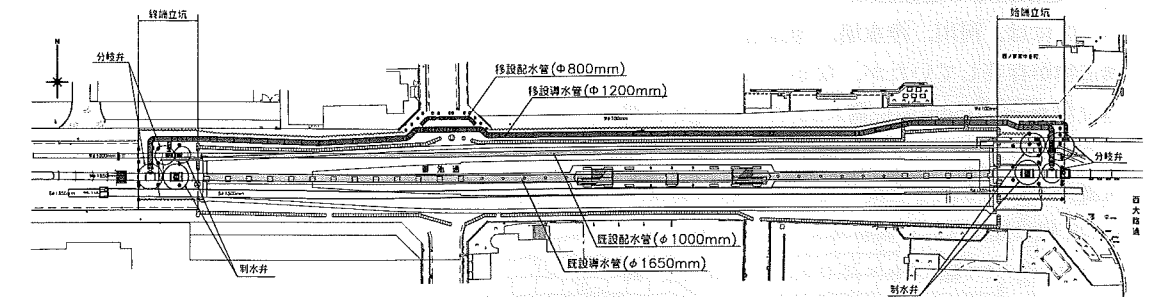


写真-4 水道管切り替えの施工状況



(1) 断面図



(2) 平面図

図-6 水道管切り替え施工図

なかでも、大口径の山ノ内幹線下水道管、山ノ内導水管、西ノ京幹線配水管の防護工事が、全体工程に影響を及ぼす、厳しい条件下での工事であった。

### 2-3-1 下水道の防護

昭和50年代に推進工法により施工された山ノ内幹線下水道管(外径φ1,350~1,650mm)については、継手部を耐食性に優れ、軽量で施工性の良いアラミド繊維シートにより補強し、吊り防護を行った。吊り防護の施工図を図-5、状況を写真-3に示す。

### 2-3-2 水道管切り替え工(不断水インサート工法)

昭和39年に敷設された山ノ内導水管(外径φ1,650mm)は、琵琶湖疏水から一日約14万m<sup>3</sup>の原水を浄水場へ送水している。また、西ノ京幹線配水管(外径φ1,000mm)は1日約2万m<sup>3</sup>を配水する重要な水道管である。これらの移設にあたっては、一瞬たりとも断水することなく、切り回しを行う必要があることから、不断水インサート工法を採用し、両水道管を切り替えることとした。

水道管切り替え工では、工区端部に設けた立坑部で対象水道管に専用のタンクを取り付け、タンク内にて水道管を切断撤去し、分岐弁と制水弁を取り付けた後、切り替え用鋼管を接続し、通水した。水道管切り替え工の施工図を図-6、施工状況を写真-4に示す。

### 2-4 西大路西工区

西大路西工区では、大断面の泥土圧式シールドを用いて太秦天神川駅から西大路御池駅に向けて掘進し、外径9.3mの複線トンネル(延長1,162m)を構築した。

#### 2-4-1 送水渠との近接施工

本工区には、河川、浄水場、埋設管などの多くの構造物が存在していたが、なかでも、シールド発進立坑から約150mの位置には地下送水渠が埋設されており、シールドとの離隔はシールド外径にも満たない約5mと近接していた。送水渠は、昭和40年代に建設された鉄筋コンクリート製のボックスカルバート(幅5.4m×高さ6.3m)であり、御池通の南北に立地する山ノ内浄水場と配水池を地下で接続しており、自然流下により浄水場から排

水池へ1日に13万m<sup>3</sup>の飲料水を送水するきわめて重要な施設であった。

このため、送水渠通過時のシールド掘進による影響を最小限に抑えるため、施工にあたっては、送水渠の耐力検討を行ったうえで、送水渠に作泥材が浸透しないよう対策を講じた。検討フローを図-7に示す。

#### (1) 送水渠耐力検討について

初期掘進時に実施した事前計測にもとづき、シールドの通過による送水渠の沈下量を想定(最大沈下量は約0.7mm)し、それを設計外力として耐力検討を行った。その結果、シールド通過時の送水渠への影響は少ないことが確認された。また、当工区で使用するシールドは同時裏込め注入方式を採用しているため、テールボイドによる沈下を抑制することができ、対象地盤は非常に堅固であるため、後続沈下についても問題はないと判断した。

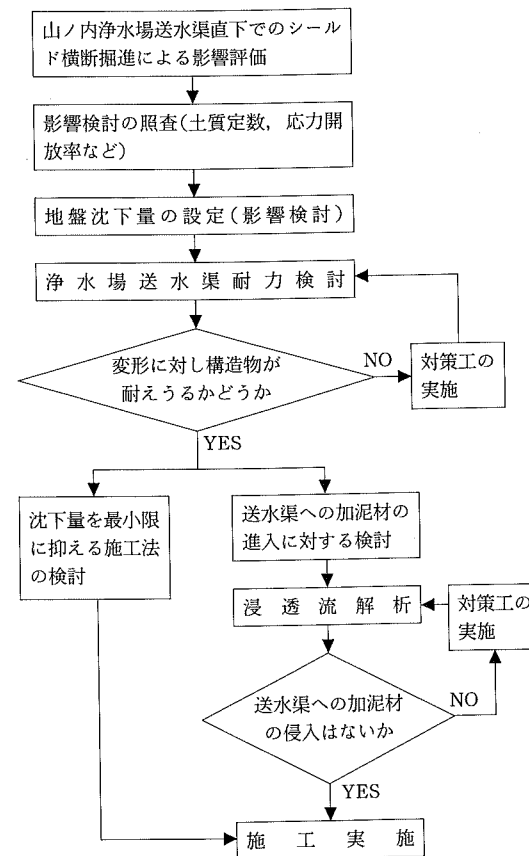


図-7 送水渠検討フロー図

しかし、施工条件が極めて厳しいことに加え、送水渠の施工年次が古いことから、シールド通過時の地盤変位を低減させるよう、通過時にはオーバーカットを行わず、シールド外周部の緩み領域に減摩材(高粘性度塑性流動化ゲル)を充填し、地山の安定を図ることとした。また、裏込め注入圧、切羽圧は通常よりも高めに設定した。

以上のような対策を講じた結果、送水渠上部にある通路部において観測した送水渠の挙動は、先行沈下は0.1mm程度、シールド通過時、通過後の



写真-5 トンネル全景

沈下も各々0.4、0.7mmと小さな値であった。

#### (2) 送水渠への作泥材の浸透について

送水渠は飲料水を送水する非常に重要な施設であるため、シールド切羽前面から噴射される作泥材が送水渠のジョイント部から混入し、飲料水を汚染することがないかを確認するために、浸透流解析を行った。

解析は、シールドが送水渠直下で停止し、切羽面から作泥材を注入し続けた状態を想定し、3次元浸透流解析を用いて送水渠への浸透圧を求めた。

解析の結果、作泥材の地盤内応力は約26kN/m<sup>2</sup>で、送水管内の水圧(約44kN/m<sup>2</sup>)より小さいことが確認でき、作泥材が飲料水を汚染する懸念はないと考えられた。しかし、万が一の事態を想定し、送水渠影響範囲内での掘進時に使用する作泥材については、食品添加物マニュアルに記載された成分(ポリアクリル酸ナトリウム)で構成されたものを使用した。

シールドは、平成17年2月に発進し、一級河川天神川の直下を横断した後、同年11月には西大路

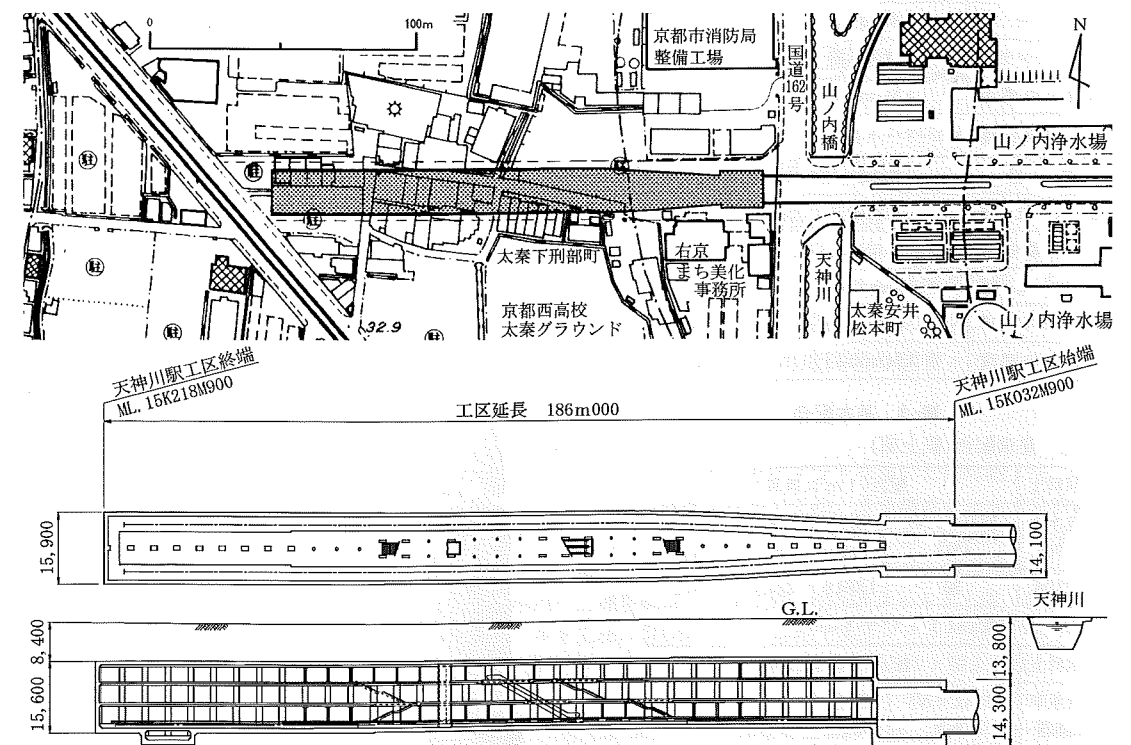


図-8 天神川駅工区平面図・縦断面図

御池駅に到達した。トンネル全景を写真-5に示す。  
**2-5 天神川駅工区**

天神川駅工区では、3層の駅舎を延長186mにわたり連続土留め杭による開削工法で施行した。掘削幅は12~16m、掘削深さは24~28mと、本延伸区間でもっとも深い工区であった(図-8)。

本延伸工事では、トンネル発生土を再利用した流動化処理土により埋め戻しを行うことで、建設費の削減を図った。

流動化処理土は、当工事ヤード内に設置したプラントにより製造し、両駅躯体上部(躯体上からGL-2.0mまで)および西大路西工区のインバート部に使用した。シールドインバート部は、通常コンクリートで埋め戻しを行うが、西大路西工区

表-2 要求品質

(1) 要求品質(駅上部)

項目	目標値	試験頻度
最大粒径	40mm	-
一軸圧縮強度	$\sigma_1: 0.2N/mm^2$ 以上 $\sigma_{28}: 1.0N/mm^2$ 以下	1回(3本)/日
フロー値	160mm以上	1回/50m <sup>3</sup>
ブリージング率	1.0%未満	1回/日
処理土の密度	1.5t/m <sup>3</sup> 以上	1回/50m <sup>3</sup>

(2) 要求品質(インバート部)

項目	目標値	試験頻度
最大粒径	20mm	-
一軸圧縮強度	$\sigma_{28}: 2.0N/mm^2$ 以上	1回(3本)/日
フロー値	200mm±30mm	1回/50m <sup>3</sup>
ブリージング率	1.0%未満	1回/日
処理土の密度	1.5t/m <sup>3</sup> 以上	1回/50m <sup>3</sup>

表-3 基本配合

(1) 要求配合(駅上部)

試料土	配合(1m <sup>3</sup> に換算)			
	W/(C+N) (%)	原土 (kg)	水 (kg)	セメント (kg)
23.08	30	1,604.9	224.9	90.0

(2) 要求配合(インバート部)

試料土	配合(1m <sup>3</sup> に換算)			
	W/(C+N) (%)	原土 (kg)	水 (kg)	セメント (kg)
23.08	30.0	1,170.0	290.0	320.0

は、埋め戻し量が1万m<sup>3</sup>と非常に多いことから、建設費削減のため、流動化処理土を使用した。

2-5-1 流動化処理土の製造

工事ヤードは、当工区に隣接していた土地区画整理事業および市街地再開発事業の施行予定地を利用し、約3,000m<sup>2</sup>の敷地を確保することができたため、定置式プラント(バッチ式、製造能力40m<sup>3</sup>/h)と土砂ストックヤードを設けた。

(1) 品質

流動化処理土の要求品質は、『流動化処理土利用基準マニュアル』<sup>9)</sup>を参考として、表-2のとおりとした。

(2) 基本配合

室内配合試験により決定した基本配合を表-3に示す。

なお、施工にあたっては、使用する原料土の土質が一様でなく、搬入先も複数であるため、原料土に応じて現場内試験を行い、その都度対応しながら施工を行うこととした。

3 トンネルウォークと駅名公募

3-1 トンネルウォーク

開通へ向け順調に工事が進む中、トンネル工事(土木)が完了した平成18年12月には、営業開始後には見ることのできないトンネル内部の状況や駅の構造を広く一般の方々に見学いただき、地下鉄建設工事に対する理解と、今後の地下鉄利用促進を図るために、抽選で選ばれた市内在住の方約1,000名を対象としてトンネルウォークを実施し

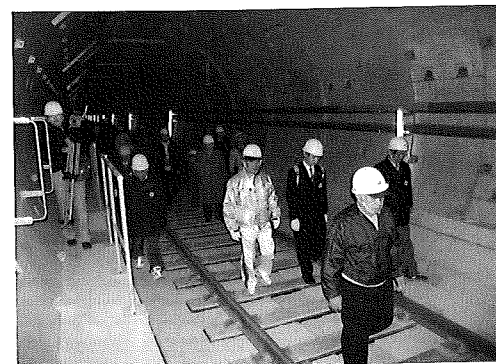


写真-6 トンネルウォーク

た(写真-6)。

3-2 駅名公募

本延伸区間で新設する2駅の駅名称については、建設中には仮称「西大路駅」、仮称「天神川駅」としていたが、「わかりやすく、親しみやすい駅名」であることが第一であることから、新駅名称を公募することとした。4,000通を超える応募があり、寄せられた提案をもとに、わかりやすく、入洛客の方々にも親しまれる駅名となるよう「西大路御池」、「太秦天神川」と決定した。

4 おわりに

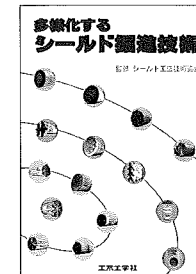
本延伸工事は平成14年11月に工事に着手して以来、5年の歳月を経て、無事開業を迎えるに至っ

た。建設にあたっては、建設発生土を埋め戻しに再生利用するなどして建設費の削減を図り、環境面にも配慮した工事を行うことができた。

本延伸区間の整備により、京都市西部地域の人々をはじめ、京都市民の交通利便性が大きく向上された。太秦天神川駅においては京福電鉄嵐山線と結節するとともに、同時に実施した京阪電鉄京津線の太秦天神川駅までの乗り入れにより、大津市と京都市内有数の観光地である嵐山や嵯峨野方面へのネットワークが拡大された。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所：流動化処理土利用技術マニュアル，1997.12.



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

本書は、「トンネルと地下」に約1年間にわたり連載した『多様化するシールド掘進技術』をベースとして、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としてシールド工法技術協会が監修を行ったものである。

【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・カット・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



〒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



■京都帝国大学土木工学科と卒論

1897(明治30)年、京都帝国大学の創設と同時に設置された土木工学科は、多くの有能な人材を世に送り出してきたが、その卒業生たちが提出したすべての卒業論文は、後身である京都大学工学部地球工学科に整理・保管され、わが国における土木技術の歩みを知るうえでの貴重な歴史的史料となっている。その第13番目に、『隧道修繕工事』と題した1編の論文がある(写真-1)。

1903(明治36)年に同校を卒業した奥平清貞が提出したこの論文は、当時の鉄道トンネルの中から変状の著しかった4か所のトンネルを選び、その変状原因と対策工事について考究したもので、当

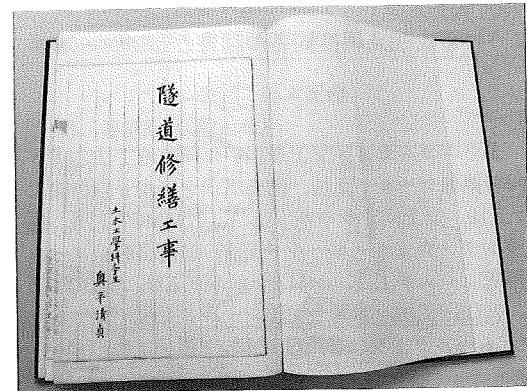


写真-1 奥平清貞『隧道修繕工事』(京都帝国大学土木工学科卒業論文, No.13, 京都大学所蔵)

時のトンネルの状況や技術水準を具体的に知ることができる。

今から百年以上前のトンネル保守管理技術がどのようなものであったのか、奥平の卒業論文を紹介しながらとどることとしてみたい。

■『隧道修繕工事』の内容

卒業論文は、「京都帝国大学理工科大学」の用紙に書かれた約140ページに及ぶもので、縦書きで丁寧に書かれた墨書が時代を感じさせるとともに、奥平自身の几帳面な性格が想像される(図-1)。論文の構成は、第1章「総論」、第2章「日本鉄道鳥越隧道」、第3章「官設鉄道北陸線倶利伽羅隧道」、第4章「官設鉄道東海道線牧ノ原隧道」、第5章「北海道官設鉄道釧路線古瀬隧道」、第6

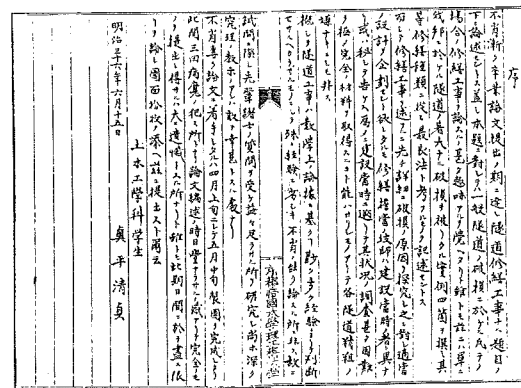


図-1 『隧道修繕工事』の「序」

章「隧道修繕工事」、第7章「経費概算」の7章に分かれ、さらに「序」と「結論」が前後に追加されている。

「序」によれば、卒論を提出する時期になったため、『隧道修繕工事』をテーマに選び、トンネルが大きく破損した4か所の実例を選んでその原因を調べ始めたとされる。そして、論文に着手したのが、4月上旬で、5月中旬に製図を完成したものの、この間に3回ほど病魔に犯されたため、完全なものに仕上げることができなかったとある。論文の提出日は、1903(明治36)年6月15日付となっているので、わずか2か月という短期間で仕上げたことになるが、この間に病をおして各地のトンネルを調査し、論文にまとめることは至難の技であったと考えられ、すでに現場実習などで事前に調査を終えていたか、担当教官や先輩からデータの提供を受け、病床で書き上げたのではないかと推定されるが、そのあたりの事情は論文にも触れていないため、想像の域を出ない。

「総論」では、トンネルの変状原因に触れており、1)トンネルの建設時に用いた支保工や掘削方法が適切でなかったこと、2)畳築工(覆工)の煉瓦や石を積む作業が適当でなかったこと、3)トンネルの断面形状が不良か、覆工の巻厚不足、4)インバートが施工されていないか、その施工が遅れたこと、5)裏込めが十分でなかったこと、6)排水が不良であったこと、7)横圧が作用したこと、8)「山滑り」でトンネルが移動したこと、9)トンネルの下部および両側に潜む穴の多い間隙の破損、10)水によりトンネルの路盤が洗い流されたことを挙げ、1)~6)は技術者の注意不足による人為的なものであり、その他の原因は予知が難しいものであるとした。そして、大規模な修繕を必要とする場合の対策工事として、1)側壁の改築、2)インバートの施工、3)トンネルの全面改築、4)覆工巻厚の増加が必要であるとした。

これらの記述から、変状原因とその対策に対する基本的考え方が、この当時、ある程度まで整理されていたことが理解でき、すでに現場の担当者レベルでは、トンネルの変状に対する認識が浸透

していたことを示している。

■取り上げられた4か所のトンネル

論文で取り上げられたトンネルは、いずれも明治20年代から30年代にかけて建設された鉄道トンネルで、完成から数年~十数年足らずですでに保守管理上の問題が生じていたことがわかる。

奥平論文に登場する4か所のトンネルのうち(牧ノ原トンネルは複線化されているので、実質的には5か所となる)、もっとも古いトンネルは、1889(明治22)年に竣工した東海道本線金谷~菊川間・牧ノ原トンネル(延長1,048m)で、次いで1890(明治23)年に竣工した東北本線一戸~北福岡間の鳥越トンネル(延長1,055m)、1898(明治31)年に竣工した北陸本線倶利伽羅~石動間の倶利伽羅トンネル(延長976m)、1901(明治34)年に竣工した東海道本線・牧ノ原トンネル(上り線、延長1,059m)、1903(明治36)年に竣工した根室本線・音別~白糠間の古瀬トンネル(延長211m)である。

古瀬トンネルの竣工年と同じ年にこの卒業論文が書かれていることからわかるように、これらのトンネルの大半は建設時からすでに何らかの変状に悩まされた要注意トンネルで、倶利伽羅トンネルのように1900(明治33)年に早くも補強工事を行ったトンネルもあった。

当時は、トンネルの施工技術が未熟であったことに加え、トンネル工事に先立って地質調査を行う慣習がなかったため、不良な地質に対して十分な対策工を施すことができなかったものと考えられる。

一方、鉄道の建設工事が急速に全国各地へと広がるにつれて、トンネル工事に不慣れな業者が新規に参入する機会が増えるとともに、発注者側も複数の現場を監督しなければならないため、細かい指示が末端に行き届きにくくなったという時代背景もあったと考えられる。いずれにしても、こうしたさまざまな要因が重なって鉄道構造物の一部に機能を十分に発揮できないものが現れはじめ、構造物の維持・修繕という概念が顕在化した時代に『隧道修繕工事』が書かれたと言えるだろう。



## 「甘い香りが漂う大笹生トンネル」より

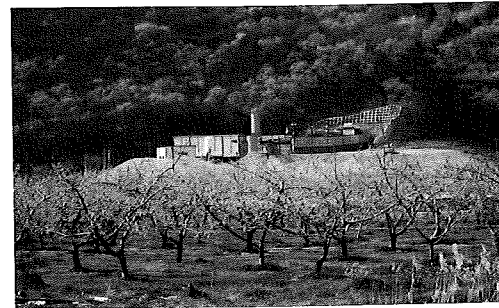
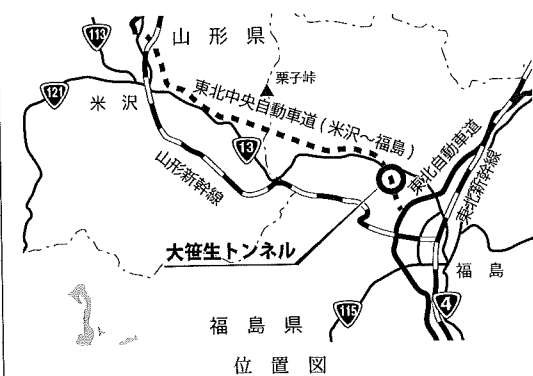
大沼正浩

私事で恐縮であるが、中学生のころ、なぜか大作を読みたいと手に取ったのが吉川英治著『三国志』全八巻で、読み始めの桃園の巻では主人公の劉備玄德と関羽・張飛の三人が出会い、満開に咲き誇る桃の木の下で義兄弟の契りを結び、力を合わせて国の統一を目指す行があった。桃畑を見たことなかった当時の私には、温かい日差しとさわやかな風が吹き、桃の甘い香りが辺り一面に漂う、なんともどかな風景をイメージしたのを覚えている。

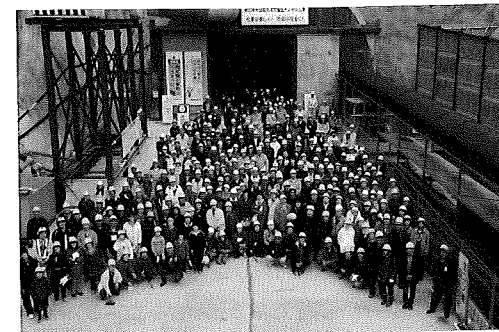
東北中央自動車道大笹生トンネルはそんな桃園のど真ん中にあり、いままさに百花繚乱、桃・梨・林檎の花の饗宴である。ひょっとしたら著者の吉川英治も、この桃園を見て作品を書いたのではないかと推測してしまうほど、私が勝手に想像したイメージそのままの風景が坑口前に広がる。

ここは福島県福島市の北西部に位置し「フルーツ王国福島」を代表する果樹園地帯で、近くの県道(通称フルーツライン)沿いの観光農園には、季節の果実を求め他県ナンバーの大型バスが何台も駐車している。大笹生作業所もそんな中にある。

工事は福島県相馬市から山形県米沢市を經由し、秋田県横手市で秋田自動車道に連結する総全長268kmの東北中央自動車道の一環として、東北自動車道の福島JCT(仮称)から米沢ICまでの区間を暫定2車線の高規格道路で結ぶもので、国土交通省の直轄事業として進められている。区間内には延長9kmとなる栗子トンネル(未着工)を始め9本のトンネルが計画されてお



桃の花が満開の桃園と仮設ヤード



3月16日の地元見学者288名、累計の見学者数は432名となり、大笹生トンネルは福島から米沢へ向かう最初のトンネルとなる。トンネル延長は2,090mで、特徴としては坑内連続ベルトコンベヤを明かり盛土区間へ延長させ、切羽のずりを直接盛り立てる方式を採用していることである。これは周辺の住宅や果樹園に対し、ダンプトラック運搬に伴う騒音や粉塵の発生を防止する対策の一つで、工事用道路の仮舗装・散水と合わせ大きな効果を上げている。また周辺には住宅も多く、定期的に現場の進捗状況や地域の情報を盛り込んだ「工事だより」の発行や現場見学会を開催し、地域の方へ公共工事に対する理解を深めていただくよう努力している。

この「現場だより」が掲載されるころには、現場周辺には桃の甘い香りが漂い、農家の方が収穫に忙しく汗を流す姿が見られ、トンネル掘削も1,000m程度に進捗していると思われる。

(飛島建設(株)大笹生作業所長)

# 施工

## 南海の珊瑚礁下を環境に配慮した推進工法で貫く

—奄美大島海水取水管築造工事—

(株)拓洋代表取締役 山本宇宙  
機動建設工業(株)企画本部部長 勘如重樹

### 1 はじめに

本工事は、奄美大島において海産物の種苗に使用する外海の水を利用して、外洋性の魚(真鯛やトラフグその他)を10~15cmに育てるために使用する、揚水量10万トン/日の海水を取り込むための取水管築造工事で、海岸から約350m沖の海面下15mの海中にφ1,650mmヒューム管を推進工法

で埋設した。一般的な下水道工事とは違った工事目的と、珊瑚礁岩層下での環境に配慮した推進施工と、推進完了後は海中から掘進機を回収するという特殊性のある施工であった。

### 2 工事概要

本工事は、図-2に示すように陸部に発進立坑を設け、海中に到達立坑となる回収桝を事前に築造し、その後、推進工法で取水管を埋設して掘進機を回収桝内に到達させ、掘進機を海中より回収するものである。

- ・管内径：φ1,650mm
- ・施工延長：420.679m
- ・推進延長：411.967m
- ・中押し設備：1段
- ・曲線：水平曲線R=192m 1か所  
鉛直曲線R=800m 1か所
- ・勾配：-33.77~0.0‰
- ・工法：アルティミット泥水式推進工法
- ・土かぶり：4.42~1.10m

### 3 地質概要

奄美大島の大部分は、山地が海岸線までせまり、その海岸線は海食崖となっており、島周辺部には珊瑚礁が発達している。現場は沖積低地で海浜砂丘と遠浅の珊瑚礁リーフ(環礁)のある場所である。事前の土質調査では、図-3に示すように推進管

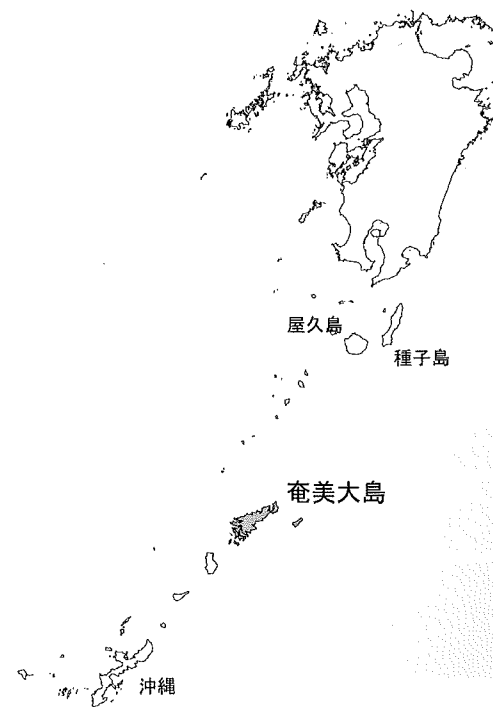


図-1 奄美大島

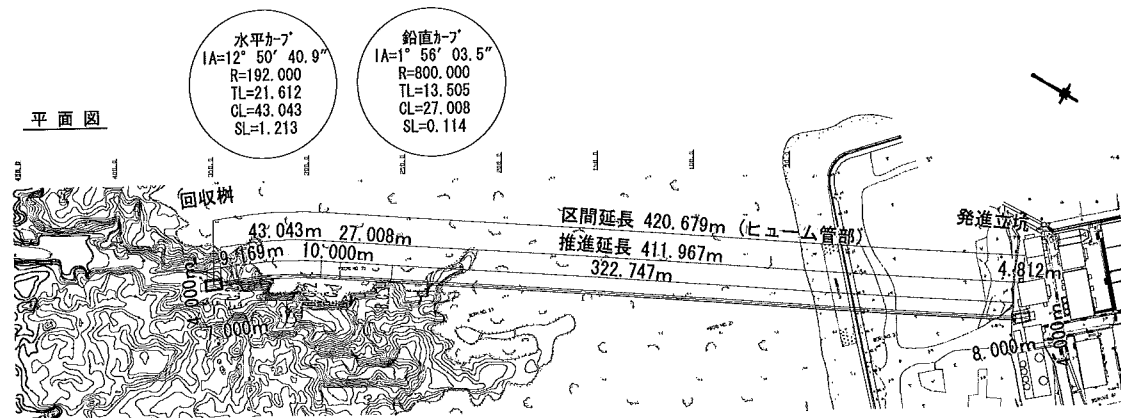


図-2 管渠布設計画図

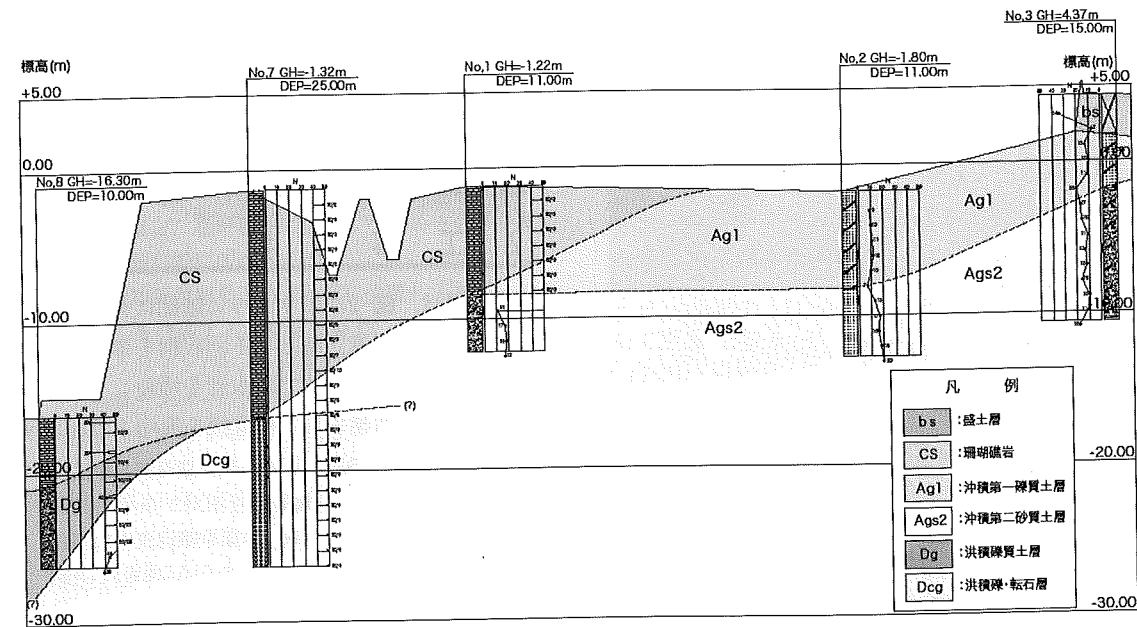


図-3 地質概要図

現地調査部(クレバス部)全景

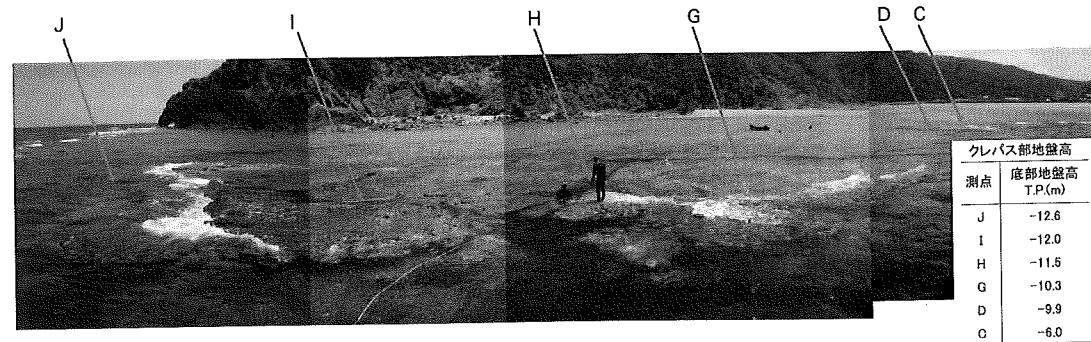


写真-1 現地調査部全景

調査日：平成19年7月29日

クレバス部地盤高	
測点	底部地盤高 T.P.(m)
J	-12.6
I	-12.0
H	-11.5
G	-10.3
D	-9.9
C	-6.0

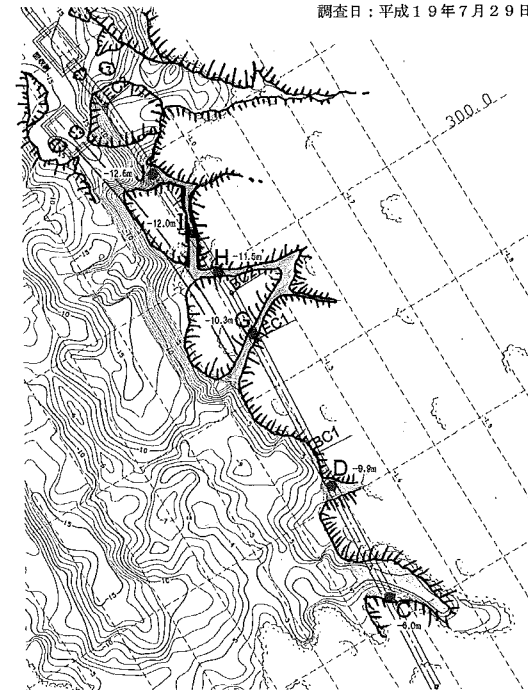
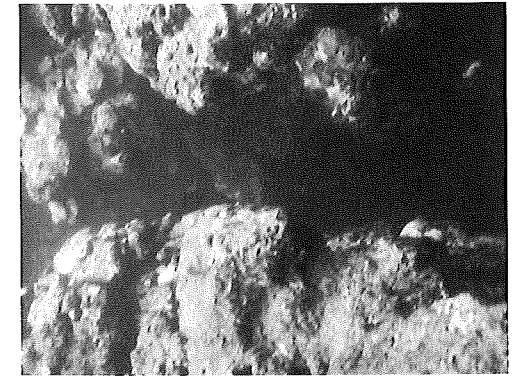


図-4 現地調査平面図

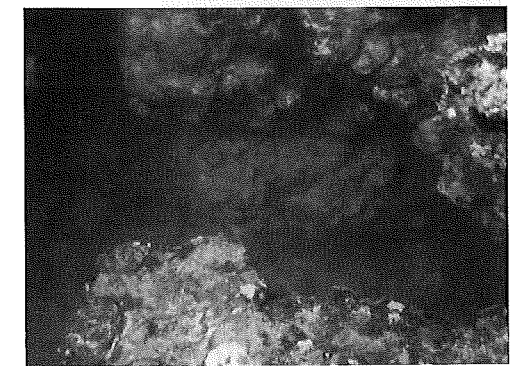
路部の地盤は沖積第一礫質土層、沖積第二砂質土層、珊瑚礁岩盤で、沖積第一礫質土層と沖積第二砂質土層はルーズで崩壊性が高く、また、珊瑚礁岩盤は一軸圧縮強度が $\sigma_c=15,300\sim 58,000$  kN/m<sup>2</sup>とばらつくものの大きな値を示しており、非常に硬質部分の存在が予想された。

推進延長約412mのうち、約300mまでは珊瑚礁岩を含む砂礫層地盤で、残り約112mは珊瑚礁岩層であった。珊瑚礁岩層は、一部に非常に硬質で緻密な緑色岩層(一軸圧縮強度 $\sigma_c=71,300$  kN/m<sup>2</sup>)の混じる可能性もあったため、掘進機面板のビット選定、配置はそれに十分耐えうる構造とする必要があった。

また、写真-1に示すように施工前の現地海底詳細調査で当初の海底調査ではわからなかった詳細な海底地形が判明した。さらに当初の計画推進ルートでは、図-4に示すように管路部に達するクレバスが多数存在することもわかり、回収樹の位置や推進ルートおよび深度の変更を余儀なくされた。写真-2は、規模の大きいH部とJ部のクレバスを示す。



(1) H部(水深10.5m)



(2) J部(水深12.6m)

写真-2 H部、J部クレバス

#### 4 使用した掘進機

工事の目的が、取水管築造工事であることから掘進機を海中から回収する必要があった。また、海面下15mの海水を取水するために-33.77‰という急勾配推進でもあった。前述のとおり推進延長の約300mは、珊瑚礁岩を含む砂礫層の海底下推進であり、推進中の海上部や掘進機内からの掘進機ビットの交換は到底不可能という厳しい条件となる。また、珊瑚礁岩層は、一部に非常に硬質で緻密な緑色岩層が混じることが想定されたことから、これらに対応できる掘進機面板構造が検討された。

図-5に示すように面板全体にわたって効率良く巨礫・岩盤を破碎するトリコンビット、チップインサートローラービット、ゲージカッタを配置し、さらに、珊瑚礁岩の切削により主ビットなどの摩耗・損耗が著しいと想定されることから特殊シェ

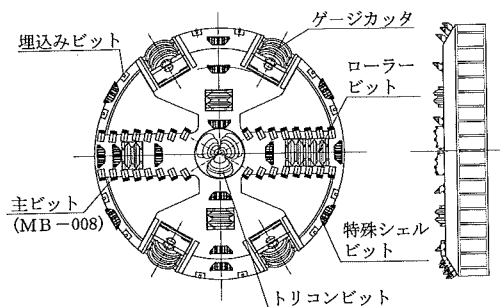


図-5 特殊面板図

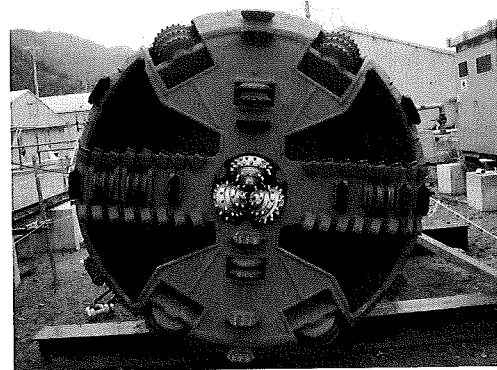


写真-3 掘進機特殊面板

ルビットを外周部から中心に向かって所定の間隔において複数列に配備して対処した。写真-3は、掘進機の特特殊面板を示す。

### 5 環境対策

奄美大島は、海水の透明度が高く澄んでおり、この海で生計をたてている人がたくさんいる。環境対策は、工事着工にあたっての最重要の検討事項であった。

掘進機を回収するための回収樹は、海洋汚染を極力抑えるために、現地近くの港で底版と躯体を

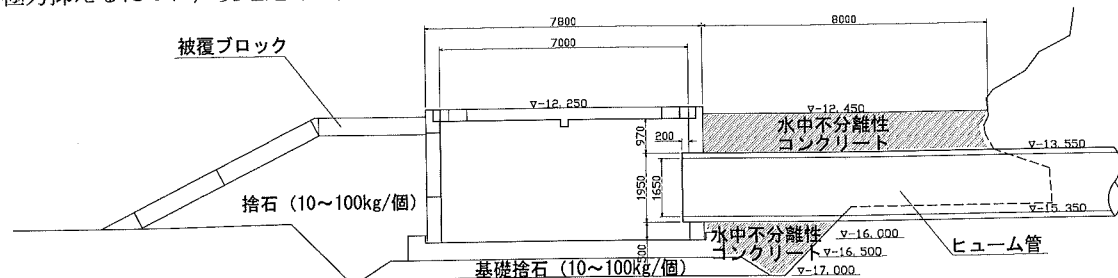


図-6 回収樹図

製作し、起重機船で現場まで運び、図-6に示すように海中に沈設する方法を採用した。その回収立坑への管接続部分には、あらかじめ水中不分離性コンクリートを使用し、海洋汚染を最小限に抑えた。また、推進中に発生する汚泥は、三次処理(濁度調整と中和処理)を行い、万全の環境対策を施した。

### 6 推進施工管理

推進工を安全で高精度に施工するための重要な管理方法は、掘進機によって造成された推進管と地盤の空隙を保持し、この空隙に専用の滑材を計画的に充填することで、効率的に推進抵抗力を低減させることである。

しかしながら、本工事の土質条件は、珊瑚礁岩を含めた変化する砂礫層であり、高い間隙率による滑材の浸透や散逸、塩分を含む地下水による希釈や変質が懸念された。また、岩盤推進においてとくに注意しなくてはならないこととして、岩盤の切り粉による推進管の締め付け現象の発生がある。岩盤を削った粉が管外周に回り込み推進管の重量により圧密脱水状態となり、推進管を締め付け推進抵抗力が上昇し、ついには推進不能に陥る場合がある。

これらを防止するために、図-7に示すように一次、二次注入を行い、管と地盤の空隙に十分な滑材充填を行う滑材注入システム(ULIS)を計画した。一次注入材としては、超高粘性で耐イオン性に優れた超高粘性滑材を使用して塩分による滑材の変質と地中への散逸を防止した。二次注入材としては、減摩効果に優れた高粘性滑材を使用して推進管の外周と超高粘性滑材の間に充填して、推

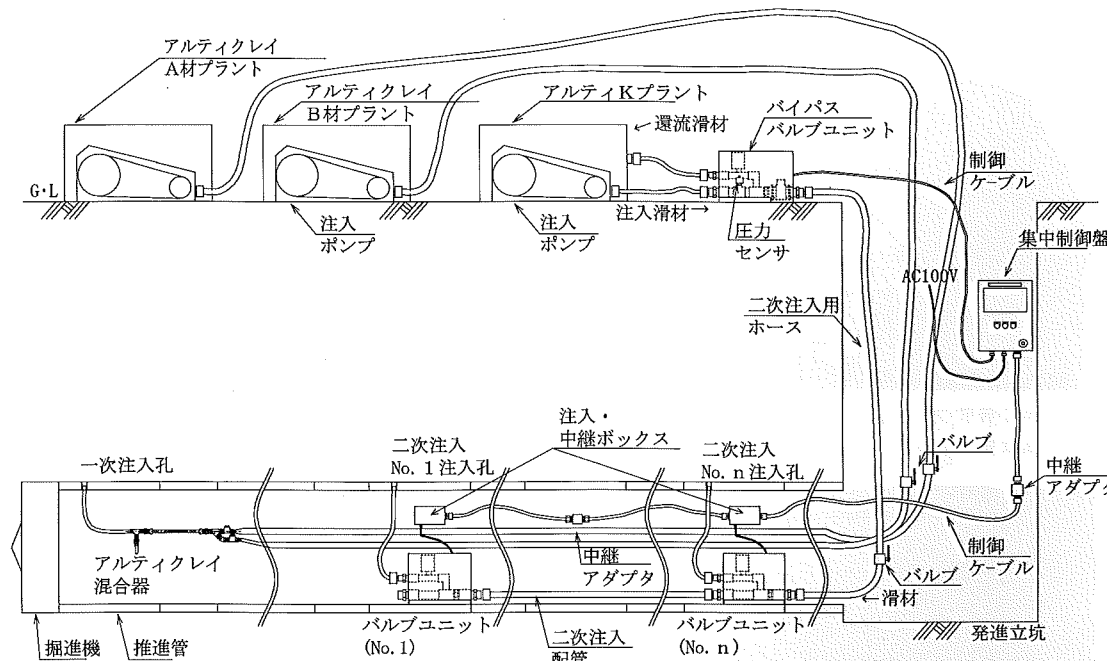


図-7 滑材注入システム図

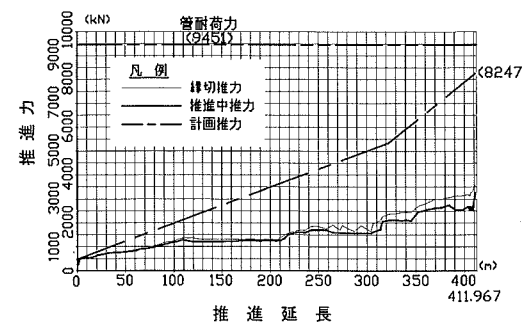


図-8 推進力管理図

進抵抗力を効果的に低減させた。なお、前述の環境保全の問題から、一次注入材、二次注入材ともに安全性が高い中性の滑材となっている。

さらに、本工事の管路部岩盤は、珊瑚礁特有の多孔質岩であり、また土かぶり最小1.1mと非常に小さくなる場所もあるため泥水が海中に逸泥しないように逸泥対策も必要となった。通常、逸泥対策には泥水中に目詰り材を投入したり比重と粘性の管理で対処するが、今回の場合は珊瑚礁岩の透水性が非常に高いため、切羽水圧≦海水圧に設定し、これにより発生した余剰泥水はデカンタで比重低下処理を行い再利用した。

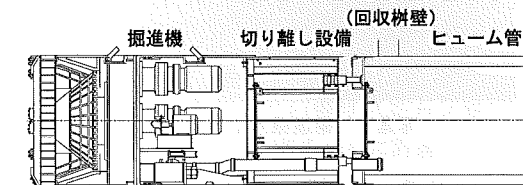


図-9 切り離し設備図

最終推進力は、図-8の推進力管理図に示すように、計画推進力の約40%、到達精度はリアルタイム計測システムにより、左10mm、-2mmであった。また、回収した掘進機は、カッタビットの摩耗も予測した範囲内であった。

### 7 海中到達、掘進機回収

本工事は、海中の回収樹内に到達した掘進機を、海中から安全で効率良く回収できる「切り離し設備」を採用した。奄美大島の北側、東シナ海側に面しているため、毎年11月以降になると海上が荒れ、船による掘進機回収が非常に困難になる。このため、10月中の掘進機回収を目指し昼夜作業を行った。

掘進機の回収のために、図-9に示すように前後

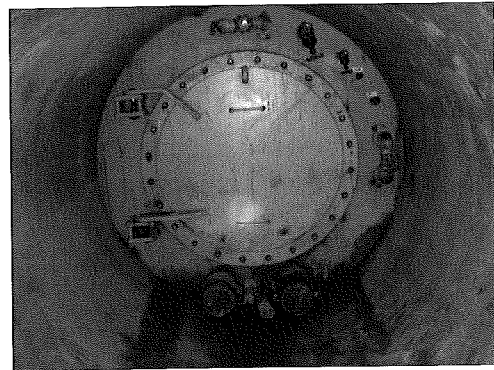


写真-4 第2隔壁(水中回収システム, このドアの向こう側は東シナ海)

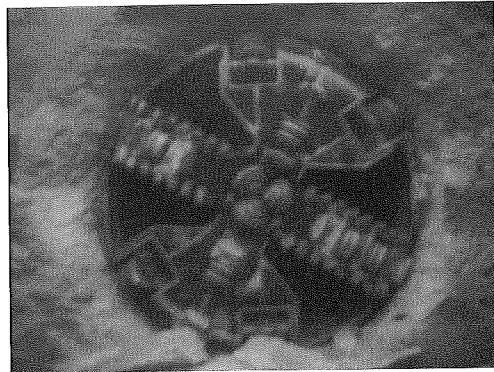


写真-5 掘進機水中到達状況

に隔壁を装備した「切り離し設備」を、掘進機の後方に設置した。「切り離し設備」の前部隔壁と後部隔壁により掘進機後端と推進管前端はそれぞれ密閉されて海水の流入を防止できる。「切り離

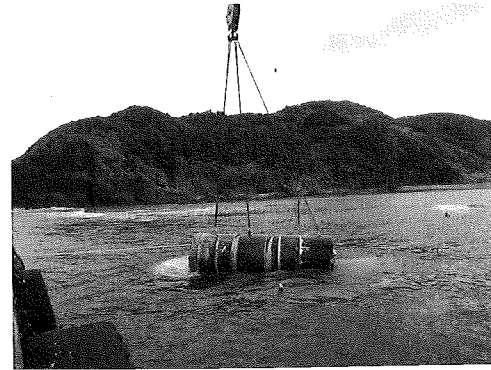


写真-6 海中からの掘進機回収

し設備」は推進管内から油圧機器によって遠隔操作で切り離しできる機構となっており、この機構により安全で効率よく掘進機および推進設備の撤去・回収することができた(写真-4, 5)。

## 8 おわりに

本工事は、海底に取水管を推進埋設し、海中から掘進機を回収するという特殊な施工条件であったが、過去にも同様の施工が1例あり、本工事では、その経験を活かし工事の計画段階から綿密な検討と計画が行われた。これが実施工においても活かされ、環境を保全しながら安全に高精度で工事が完成できたと考える。

今回の報告が、推進工法の新たな分野への展開、多方面にわたる採用、また、安全でかつ工事コストの縮減の一助になればと考えている。

## 推進工法の理論と実際

B5判 437頁 価格8,925円 送料450円

マックス・シェルレ 著

野田典宏 訳 中本 至・石橋信利・金成英夫 監修

本書はドイツ人工学博士マックス・シェルレの著「Scherle Rohrvorrieb」の翻訳本である。挿図を多く用い推進工法の理論をわかりやすく解説している。研究・開発、計画・設計、あるいは、施工に携わる多くの実務者に最適。

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

## 施工

# P&PCセグメント工法のPCグラウト施工

—さいたま市南浦和2号幹線(雨水貯留管)—

さいたま市建設局南部建設事務所下水道建設2課 山口 匡

鹿島・ユードイケー・三ツ和特定共同企業体南浦和幹線シールドJV工事事務所所長 吉田 英信

鹿島・ユードイケー・三ツ和特定共同企業体南浦和幹線シールドJV工事事務所工事課長 堤 和 大

鹿島建設(株)技術研究所土木構造・材料グループ主任研究員 柳 井 修 司

## 1 はじめに

本工事は、さいたま市の急激な都市化による雨水流出量の増加や多発する集中豪雨に対応するために、貯留量約40,000m<sup>3</sup>の貯留管を築造する工事である(工事名:南部第10処理分区南浦和2号幹線築造工事)。貯留管は、仕上がり内径φ4,750mm、路線延長2,260mであり、P&PCセグメント工法<sup>1)</sup>を採用した泥土圧式シールドトンネル工法により構築される。P&PCセグメント工法では、PC鋼材によりコンクリート製セグメントを円周方向に緊結した後、シースとPC鋼材の間に鋼材の防食を目的としてPCグラウトを注入する。本工法においては、PCグラウトの充填性の良否が構造物の耐久性に及ぼす影響が大きく、材料の選定や注入方法について十分な検討が必要である。

本稿では、南浦和2号幹線築造工事の工事内容について概説するとともに、この工事で採用したPCグラウトに関する材料や施工方法の検討ならびにその施工実績について報告する。

## 2 工事概要

### 2-1 工事の背景

さいたま市の下水道事業は、昭和28年以降、合流式下水道として着手され、現在も約1,900haが

合流式下水道の区域である。近年、この区域は、急激な都市化による雨水流出量の増加や多発する集中豪雨に対して、既設の下水管では許容量を超える状況となっている。さいたま市は、平成12年度より、浸水対策を目的とした合流改善事業に着手しており、この事業の一環として、笹目川とJR京浜東北線に挟まれた白幡地区から文蔵地区一帯の浸水被害の軽減を図るために計画されたのが、南浦和2号幹線である。

### 2-2 工事概要

貯留管は、泥土圧式シールド工法により構築され、セグメント外径φ5,400mm、仕上がり内径φ4,750mm、路線延長2,260m、貯留量約40,000m<sup>3</sup>の規模を有する。

図-1に路線図を示す。掘削ルートは、発進立坑がある白幡地区から到達立坑がある文蔵地区までであり、最小でR=30mの急曲線を含む。また、4.6‰の下り勾配が発進立坑から到達立坑に向かって設定されている。

掘削する地盤は、洪積世の粘性土層が大半であり、到達立坑付近では砂礫層となる。発進立坑および到達立坑の土留め工には、ともにSMW工法を採用している。

#### 2-2-1 シールド

表-1にシールドの主な特徴を、写真-1にシール

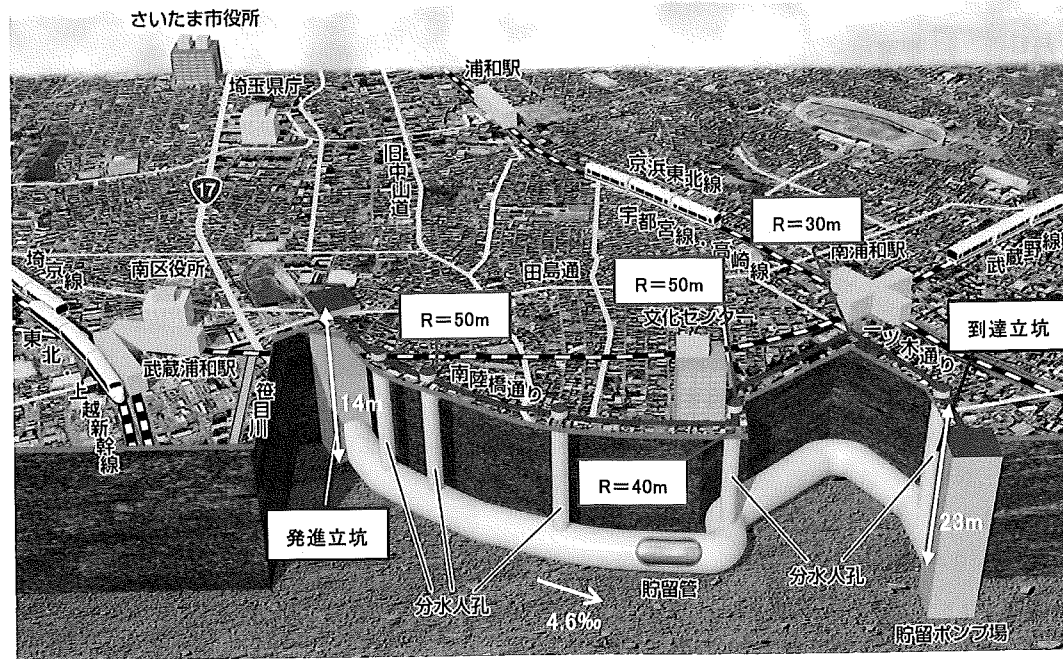


図-1 シールド路線図

表-1 シールドの主な特徴

主仕様	外径φ5,580mm、機長7,875mm、中折れ方式、排土スクリーコンベヤ シールドジャッキ：総推力32,000kN ストローク1,450mm
長距離施工対策	カットビット材質にE5種を採用 テールシールド最後部はウレタン注入型を採用 テールシールドは機内から自動給脂装置を装備
急曲線施工対策	中折れ角：左右9.0°、 余掘り部へボイド充填材を注入
その他	同時裏込め注入装置、テール内形状保持装置

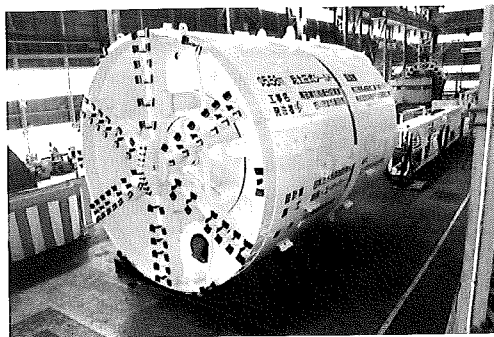


写真-1 シールドの全景

ドの全景をそれぞれ示す。

2-2-2 セグメント

セグメントは、耐久性と内面平滑性を高めるた

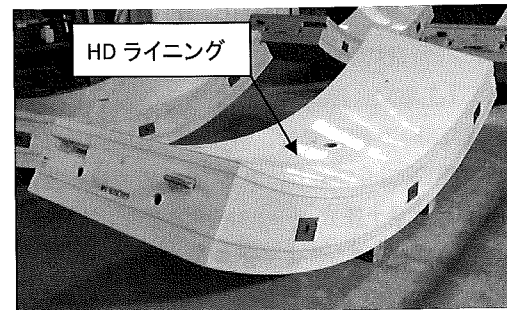


写真-2 二次覆工省略型セグメント

め、高耐久性樹脂被覆「HDライニング」を用いた二次覆工省略型のものを用いている(写真-2)。継手部は、施工性を上げるため、セグメントのリング間およびピース間にそれぞれワンタッチタイプのDS(Locked Disk Spring)継手およびコネクタ継手を用いている。図-2にそれぞれの継手構造を示す。

直線部およびR=200mの曲線部には、P&PCセグメント工法を採用している。この工法は、あらかじめシースを埋め込んだコンクリート製のセグメントを1リング組み立てた後、セグメントに設けたPC鋼線緊張BOXからPC鋼より線をシース内に挿入して緊張・定着することにより、トンネ

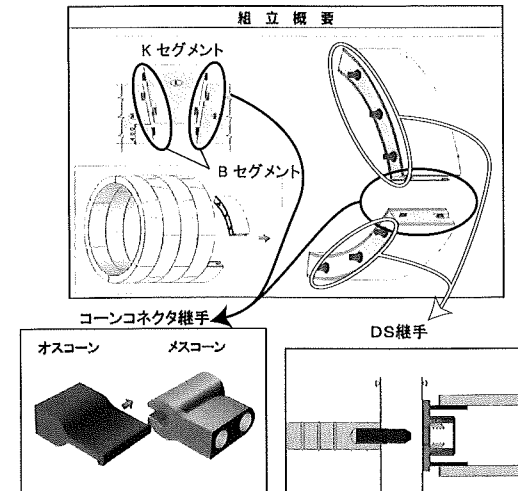


図-2 継手の構造

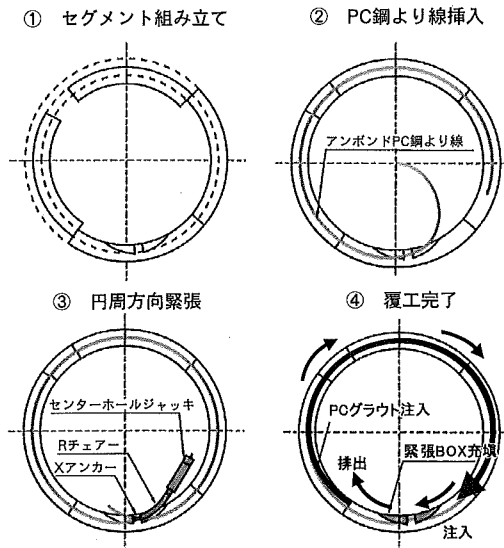


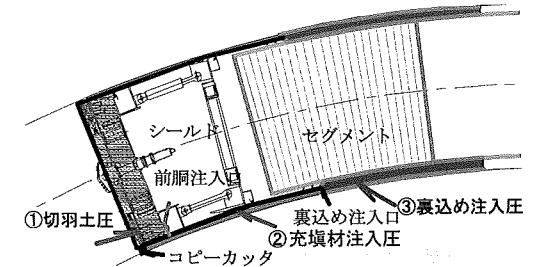
図-3 P&PCセグメントの組み立て概要

ル円周方向にプレストレスを導入するものである。本工事では、1リング(1m)あたり2本のアンボンドPC鋼より線(1S17.8)を用いている。図-3にP&PCセグメントの組み立て概要を示す。

R=100m以下の曲線部および人孔設置のための開口部には、コンクリート中詰め鋼製セグメント(SSPCセグメント)を採用している。

2-2-3 急曲線余掘り部

急曲線部ではマシンを大きく曲げて掘進するため、余掘り量は急曲線部で最大100mmにもなる。そこで、地表面の沈下を防ぐため、余掘り部を充



・圧力の関係：①切羽土圧<②充填材注入圧<③裏込め注入圧

図-4 急曲線余掘り部充填工法のイメージ

填しながら掘進する急曲線余掘り部充填工法を採用している。

図-4に急曲線余掘り部充填工法のイメージを示す。

充填材は、ベントナイトと水からなるA液と珪酸を主成分とするB液からなり、注入の手前でショットするタイプのものを採用している。使用材料は、裏込め材と同じであり、サイロやミキサなどの設備を兼用できるというメリットがある。

2-2-4 PCグラウト

P&PCセグメント工法では、構造上もっとも重要となるPC鋼より線を長期にわたって腐食から保護することが重要であり、グラウト材を確実に充填することが必要不可欠となる。

本工法では、図-3のように、セグメントの円周方向にグラウト材を注入するため、最大90°の下り勾配を介して充填が行われる。しかしながら、従来のセメント系PCグラウト材では、下り勾配部の先流れ現象<sup>2)</sup>によってシース内にエア溜まり(残留空気)が発生して未充填部が残る可能性が高くなる(図-5)。

本工事ではこの先流れ現象を回避するために、高チクソトロピー性を有するグラウト材<sup>3)</sup>(以後、「高チクソ型グラウト材」と記す)を採用している。この材料は、マヨネーズのような性状を有しており、写真-3に示すように、力の作用しない状態では流動性を示さないものの、少しの力が作用すると簡単に流動性を発揮する性質を有する。この性状により、ポンプによる注入を行いながら、流動先端部での先流れ現象を抑制しようとするものである。

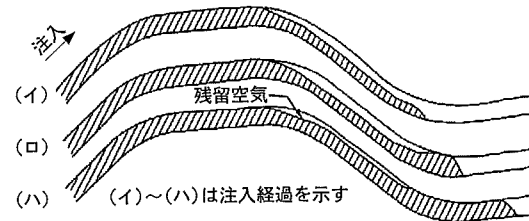


図-5 先流れ現象による未充填部の発生<sup>2)</sup>

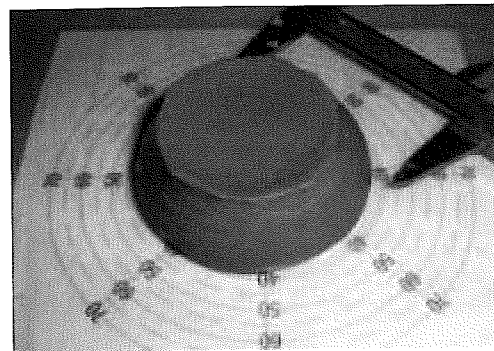


写真-3 高チクソ型グラウト材

### 3 PCグラウトに関する検討

#### 3-1 PCグラウトに関する既往の検討

本工事に適用するグラウト材ならびに注入方法の選定に際しては、既往の実験結果(表-2)を参考にした。以下に既往の報告から得られた見解を示す。

表-2 既往の実験結果

試験体	検討事例 1 <sup>1)</sup>		検討事例 2 <sup>2)</sup>		検討事例 3 <sup>3)</sup>	
	中心内径	2,840mm	5,000mm		5,000mm	
シース内径	25mm	28mm	36mm	38.1mm	36mm	38.1mm
PC鋼より線	10mm	16mm	21mm	21mm	21mm	21mm
空隙率	84.0%	67.3%	66.0%	69.6%	66.0%	69.6%
グラウト材の種類	高粘性型(2種類)	高粘性型	低粘性型, 高チクソ型	高チクソ型	高粘性型, 高チクソ型	高チクソ型
排気口の有無	あり(最頂部), なし	なし	あり(22.5°, 45°), なし	なし	なし	
注入方法	片押し注入 2か所注入	片押し注入	片押し注入 両押し注入	片押し注入	片押し注入	
結果の要約	小口径のシールドトンネルを対象、高粘性型のグラウト材を使用することで、頂部に空隙が残らず、全周充填が可能。片押し注入と2か所注入との差異なし。施工性が良好な片押し注入が適している。		中口径のシールドトンネルを対象、高チクソ型はプレミックスタググラウト材。低粘性型は先流れが発生したが、排気口を設け、両押し注入を行えば、充填性の確保が可能。高チクソ型は先流れが発生せず、片押し注入によって良好な充填が可能。		中口径のシールドトンネルを対象、高チクソ型はプレミックスタグタイプと混和剤タイプを使用。高粘性型は注入速度を速くしても、先流れが生じ、頂部に未充填部が発生。高チクソ型は、混和剤タイプのものでも先流れが生じず、良好な充填が可能。	

#### 3-2 本工事における課題

本工事で高チクソ型グラウト材を片押し注入する方法を採用するにあたっては、以下の項目が課題となった。

- 高チクソ型グラウト材の施工要領  
高チクソ型グラウト材は、最近開発された新しい材料であり、試験施工の実績はあるものの<sup>3)~5)</sup>、実工事での使用実績がなかった。とくに、実施工で使用する機械(練り混ぜ用のミキサ, 注入ポンプなど)で製造, 注入が可能であるかどうかを確認する必要があった。また, 注入速度や注入圧力の管理, 注入方法の管理といった一連の施工要領が整備されておらず, これらの管理方法を確認しておく必要があった。
- グラウト材の品質管理基準  
既往の報告では, グラウト材としての品質管理基準(管理幅)が明らかにされておらず, 例えば, 未充填部を発生させないためのフロー値の上限が不明であった。構造物の品質にかかわる充填性を保証するための品質管理基準を設定しておく必要があった。

上記課題を解決するために, PCグラウトの施工に先立ち, 工事現場において充填性確認実験を実施した。

#### 3-3 現場充填性確認実験

##### 3-3-1 実験概要

図-6に実験設備を, 表-3に使用したシース管およびPC鋼線の仕様を示す。実験設備は, シールドトンネルの内壁面を利用して設置し, シース管には実構造物に採用しているポリエチレン製シースを用いた。シース管内には実構造物に用いているアンボンドPC鋼より線(1S17.8)とほぼ同径のプラスチックチューブを挿入し, 鋳鉄製一体型定着体(Xアンカー)で接続した。

表-4にグラウト材の配合を示す。セメントには高炉セメントB種を用い, 混和剤には高チクソトロピー性が得られるものを用いた。実験では水セメント比(W/C)をパラメーターとし, W/Cの変化に伴うグラウト材のフレッシュ性状の違いが充

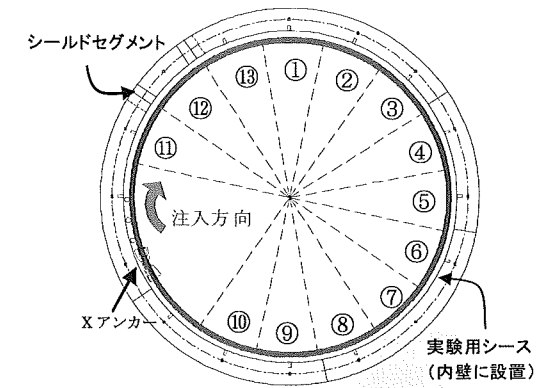


図-6 実験設備と硬化後のシース切断位置

表-3 シース管とPC鋼線の仕様

	仕様	径(mm)	断面積(mm <sup>2</sup> )	空隙率(%)
シース	ポリエチレン製シース	36.0 (内径)	1,018	—
PC鋼線	1S17.8(PC鋼より線) (実構造物)	21.8 (外径)	373	63.3
	プラスチックチューブ (充填確認実験)	22.0 (外径)	380	62.8

表-4 グラウト材の配合

Case	W/C (%)	計量値(kg/バッチ)		
		水	セメント (高炉セメントB種)	混和剤 (高チクソ型)
A	38.0	28.5	75 (3袋)	3 (1袋)
B	40.0	30.0	75 (3袋)	3 (1袋)
C	42.0	31.5	75 (3袋)	3 (1袋)
D	44.0	33.0	75 (3袋)	3 (1袋)

填性に及ぼす影響を評価した。また, 流動先端部でのグラウト材の性状が充填性と密接な関係があると考え, とくに排出口ホースから排出されたグラウト材の性状に着目して実験を行った。そのうえで, 実施工におけるグラウト材の品質管理基準を見出すことを試みた。

練り混ぜには高速グラウトミキサ(容量100ℓ, 回転数1,000r.p.m)を用い, 注入にはインバータ制御式スクイーズポンプ(理論吐出圧力2.5MPa, 吐出量35ℓ/分)を用いた。いずれの機械も実施工で使用予定のものとした。練り混ぜ方法は, 試し練りを行って決定し, 水に混和剤を投入して1分間攪拌後, セメントを投入して3分間攪拌, 掻き

落としを行った後、さらに2分間攪拌する方法とした。

測定項目は、練り上がり直後および排出口におけるグラウト材のJASSフロー値(コーンの大きさ:  $\phi 50\text{mm} \times h 51\text{mm}$ ), JP漏斗流下時間(JSCE-F531)およびブリーディング率(JSCE-F532)とした。また、注入したグラウト材が硬化した後、図-6の破線に示す位置でシースを切断して、充填状況を確認した。

3-3-2 実験結果

表-5および写真-4に試験結果とシーす切断後のグラウト材の充填状況の例を示す。

グラウト材のJASSフロー値は、W/Cが大きいものほど大きくなり、W/Cを大きくするとチクソトロピー性が損なわれていくものと考えられた。また、排出口でのフロー値は、練り上がり直後のフロー値よりも20mm程度大きくなる結果となった。これは、注入による圧力とそれに伴う変形が生じることで、材料の性状(チクソトロピー性)がわずかに変化するためと考えられた。なお、注入作業においては、シーすの破裂を考慮して注入圧が0.9MPa以下となるように注入速度を制御した。結果として、注入速度は3~5l/分となった。

注入時には投光器でシーすを照らして下り勾配部の先流れ現象の有無を確認したが、いずれのCaseにおいても明瞭な先流れ現象は確認されなかった。

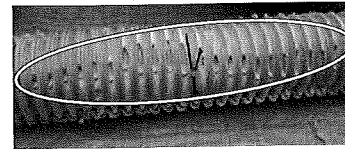
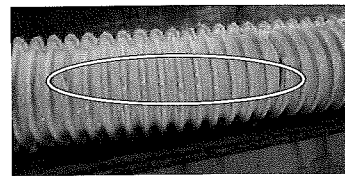
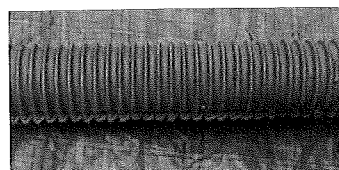
硬化後の充填状況については、Case Aは、写真-4(1)に示すようにシーす全周にわたってリブ頂部にまで完全にグラウト材が充填されていた。Case BおよびCでは、写真-4(2)のようにリブ数箇所に材料に含まれていたエントラップドエアと思われる非常に微細な独立した空隙が確認されたが、リブ頂部までほぼ完全にグラウト材が充填されていた。これに対して、Case Dにおいては、写真-4(3)のように、下り勾配部に連続空隙に近い未充填部が確認された。このときのグラウト材のJASSフロー値は、練り上がり直後で109mm、排出口で130mmであった。実施工においては、Case Dと同程度のフロー値であっても、材料のばらつきや注入方法のわずかな違いによって充填性が低下し、未充填部が発生することが懸念された。そこで、充填性に対する安全側の管理として、少なくともCase Cよりも水セメント比やフロー値が小さい範囲でグラウト材の品質を管理していく必要があると判断された。

表-5 実験結果

Case	W/C (%)	坑内温度 (°C)	水温 (°C)	練り上がり温度 (°C)	JASSフロー (mm×mm)				注入中の先流れ	硬化後の評価	
					練り上がり直後	排出口	判定	コメント			
A	38.0	25.0	24.0	31.5	66×65	66	95×94	95	なし	○	空隙なし
B	40.0			32.0	90×89	90	112×111	112	なし	○	③の外側リブ先端に深さの非常に小さい独立した空隙あり
C	42.0			32.0	99×99	99	120×119	120	なし	○	⑧、⑨の内側リブ先端に深さの非常に小さい独立した空隙あり
D	44.0			32.0	109×108	109	130×128	130	なし	△	⑥の内側に連続空隙の一手前の空隙あり ⑦の内側リブ内の空隙径が大きく、多い

JP漏斗はいずれも流下せず。ブリーディング率はいずれも0%

実施工では、この状況が発生しないように、Case A~Cの範囲でW/Cとフロー値を管理



(1) 空隙なし (Case A) (2) 非常に小さい空隙あり (Case B, C) (3) 連続空隙あり (Case D)

写真-4 シーす内の充填状況

4 PCグラウトの施工

4-1 PCグラウトの施工管理

実施工においては、充填確認実験の結果を踏まえてグラウトの施工管理を以下の要領で実施している。

4-1-1 グラウト材の品質管理

グラウト材の品質管理は、安全側の管理として、練り上がり直後のJASSフロー値が60~80mmになるようにW/Cを42.0%以下の範囲で調整・管理する。品質管理試験の頻度は、施工日ごとの1バッチ目ならびに5バッチ目を基本とする。また、高チクソ型グラウト材の実施工への適用が初めてであることから、排出口のJASSフロー値の確認を適宜行う。

4-1-2 PCグラウトの作業手順の管理

以下の作業手順を設定し、その施工管理を行う。

- ① 注入ホースからコンプレッサで圧縮空気を送り、シーす内の閉塞がないことを確認する。
- ② 練り上がり直後のグラウト材が所定の性状(JASSフローの管理値60~80mm)を有することを確認する(1バッチ目, 5バッチ目)。
- ③ 注入圧が0.9MPaを超えない範囲(注入ホースの耐圧性や接続部のはずれ防止を考慮)で、できるだけ速い注入速度でグラウト材を注入する。
- ④ 排出口からグラウト材を排出し、グラウト材が所定の濃度であること(水が含まれていないこと)を確認する。
- ⑤ 排出口を閉じ、ポンプで加圧した状態で注入口を閉じて注入作業を終了する。

4-2 PCグラウトの施工実績

写真-5にトンネル坑内に設置したPCグラウトの製造・注入設備を、写真-6にグラウトの注入状況を示す。グラウトミキサ、ホッパ、注入ポンプなどの施工機械は、坑内の資機材の運搬の障害にならないように移動式台車の上にコンパクトに設置している。グラウ

トの注入は、1日10~20リング(シーす20~40本)のペースで実施している。

図-7に現在までの施工におけるグラウト材の品質管理試験の結果を示す。練り上がり直後のJASSフロー値が60~80mmになるようにW/Cを42%以下の範囲で調整・管理することで、排出口でのJASSフロー値が120mm以下となることが確認

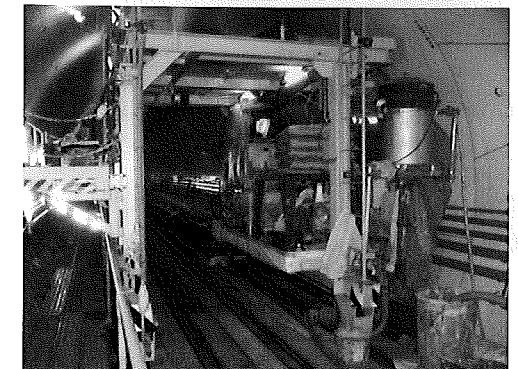


写真-5 PCグラウト製造・注入設備



写真-6 PCグラウトの注入状況

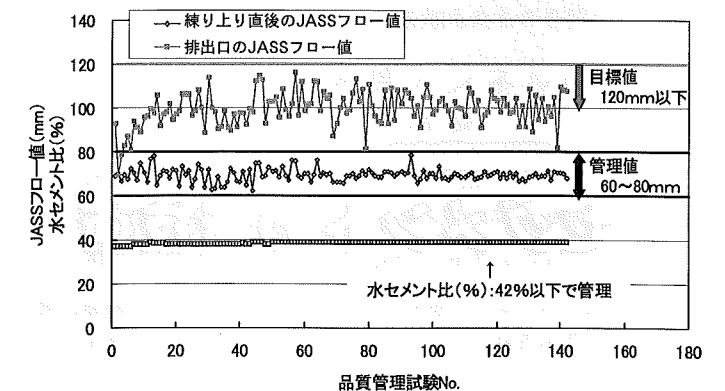


図-7 水セメント比の調整とグラウト材の品質管理

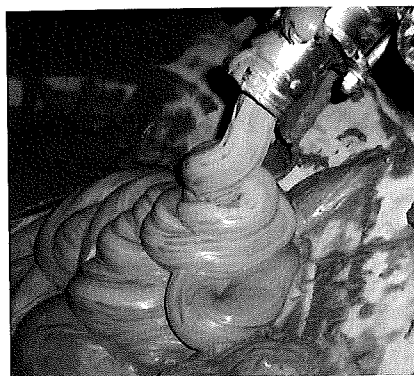


写真-7 排出口のグラウトの性状

されている。このことから練り上がり直後のJASSフロー値を適切に管理することで、実構造物においてもシース内にグラウト材を良好に充填できていると判断している。写真-7に排出口のグラウト材の性状を示す。

平成20年3月現在、P&PCセグメント1,939リング中1,085リングの施工を終えており、グラウトの注入は、ほぼ工程どおり進捗している。

## 5 おわりに

南部第10処理区分南浦和2号幹線築造工事の概要とP&PCセグメント工法におけるPCグラウトの検討および施工実績について紹介した。本工事は、設計・施工の合理化と耐久性確保の観点から、P&PCセグメント工法、HDライニング被覆を施した二次覆工省略型セグメントならびに新しいグ

ラウト材を用いたPCグラウトなど多くの特殊な技術を集結させたシールドトンネルである。平成20年3月現在、従来の工事とは違った細かい検討と工夫を行いながら、 $R=50m$ 、 $40m$ の急曲線部の施工を終え、延長約1,600mまで進捗している。本報告が同種工事の参考になれば幸いである。

最後に、本工事におけるPCグラウトの検討に際しては、シールド工法技術協会・P&PCセグメント工法窓口会社および開発WGの方々、ならびに(株)デイ・シイの方々にご多大なご協力とご指導をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) (財)先端建設技術センター：先端建設技術・技術審査証明報告書、P&PCセグメント工法、2004.10.
- 2) (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会：PCグラウト&プレグラウトPC鋼材施工マニュアル。
- 3) 蛇名貴之・二戸信和・丸岡正知・藤原浩巳：高チクソトロピー性グラウトの研究開発、プレストレストコンクリート、Vol.47, No.3, pp.64-70, 2005.5.
- 4) 新井崇裕・柳井修司・滝本邦彦・須田悦弘：中口径P&PCセグメント工法に適したPCグラウト充てん工法に関する実験的検討、プレストレストコンクリート技術協会、第15回シンポジウム論文集、pp.475-478, 2006.10.
- 5) 滝本邦彦・杉本雅人・植竹克利・犬伏義徳・金子正士・白石哲也：中口径P&PCセグメント工法におけるPCグラウト実規模注入実験、土木学会第62回年次学術講演会、3-182, pp.363-364, 2007.9.

## セグメントの新技术

監修 小泉 淳  
B5判 132頁 本体価格 2,000円

本書は「トンネルと地下」の連載講座として、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34件のセグメントを抽出し、同じフォーマットで紹介したものをもとに、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。

## 研究

# シールドを用いた場所打ち支保(SENS)の耐荷機構に関する研究

鉄道・運輸機構工務統括役 飯田 廣 臣

(株)レールウェイエンジニアリング技術管理部長((前)鉄道・運輸機構設計技術部設計技術第二課長) 野々村 政 一

鉄道・運輸機構東京支社成田鉄道建設所担当副所長((前)設計技術部設計技術第二課担当係長) 磯谷 篤 実

## 1 はじめに

近年、コストの低減を目指して、周辺環境に与える影響の許容範囲内で、地下水位低下工法、先受け工法などの対策工を単独あるいは組み合わせる施工することにより、都市部の土砂地山においてもNATMが適用されるケースが増えてきている。その結果、NATMとシールド工法との境界領域では両工法が競合して施工され、境界は不明瞭になるとともに、境界領域における施工法の選定、トンネル覆工体の設計法、トンネルに作用する荷重の評価方法などが大きな課題となっている。

東北新幹線(八戸・新青森間)の三本木原トンネル(延長4,280m)では、当初、地下水位対策工と切羽の安定対策工とを併用したNATMにより施工を開始したが、掘削対象の地山が砂質土層に粘性土層が挟在した複雑な互層状態であることから、地下水の影響を非常に受けやすく、切羽が不安定化し、突発的な切羽の崩壊がしばしば発生した。

施工法を再検討した結果、切羽の安定性と経済性に優れた工法として、従来の場所打ちライニング工法をもとに、ライニングに従来とは異なる機能を期待する新しいトンネル構築工法を考案し、採用することとした。

この新しい工法は「密閉型シールドによりトンネルを掘削して同時に切羽の安定を図るとともに、

シールドの掘進と併行してシールドテール部でコンクリートを打設し、加圧して施工する覆工を、NATMの一次支保材と同様に位置づける工法である。一次の場所打ちコンクリートライニングがトンネルを支保し、トンネルの安定を確認した後に、防水工として力学的機能を付加しない二次覆工を施工してトンネルを完成させる工法」であり、SENSと名付けた。

三本木原トンネルにおけるSENSによる掘進は、平成16年7月に開始し、平成18年11月までに所定の約3,000m間を無事施工し、貫通した。

本稿では、掘削から覆工の完成までのSENSの施工過程におけるライニングとトンネル周辺の地山の挙動について、計測結果と三次元解析結果とを比較することにより、SENSにおけるライニングの耐荷機構に考察を加えたものを紹介する<sup>1)</sup>。

## 2 三本木原トンネルにおけるSENSの概要

### 2-1 トンネルの形状寸法

三本木原トンネルのSENSによる施工区間は、延長2,973.8mで、図-1に示すように、外径11,440mmの新幹線複線円形断面を泥土圧シールドで掘削した。シールドの1掘進長(1リング)は1,200mmである。シールドテール部で打設されるライニングは厚さ330mm(有効厚さ300mm)で、300mmの二次

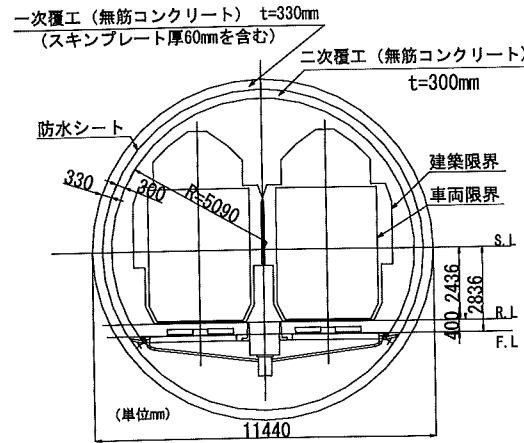


図-1 トンネル断面図

覆工を施工した後の仕上がり内径は10,180mmである。

2-2 ライニングの施工法

ライニングの施工手順を図-2に示す。

場所打ちコンクリートは、シールドの掘進開始と同時に、妻型枠に取り付けられた12か所のコンクリート打設ポートから、シールドの前進に伴って発生する地山と内型枠、妻型枠および既設の場所打ちコンクリートに囲まれた空間(テールボイド)に、地山の緩みや崩落を防止するため加圧充填されながら連続して1リング打設される。また、妻型枠のジャッキにはアキュムレーター機構が装備されており、打設されたコンクリートは一定の圧力で加圧した状態に保たれている。

1リング分の掘削とコンクリート打設が終了すると、シールドジャッキを縮めてテール部に装備したエレクターで内型枠を組み立てる。このとき、妻型枠のジャッキはその圧力を保持したままである。組み立てられた内型枠は、シールドが前進するとテール部から遠ざかり、16リング(19.2m)施工後、切羽から約27m後方位置にある内型枠の脱型装置の設置箇所と到達すると脱型され、再び切羽方のシールドテール部に移動された後、次のリングの組み立てに利用される。内型枠は脱型と組み立てとをくり返すことにより順次転用され、連続掘進施工状態ではコンクリート打設から2日後に脱型される。

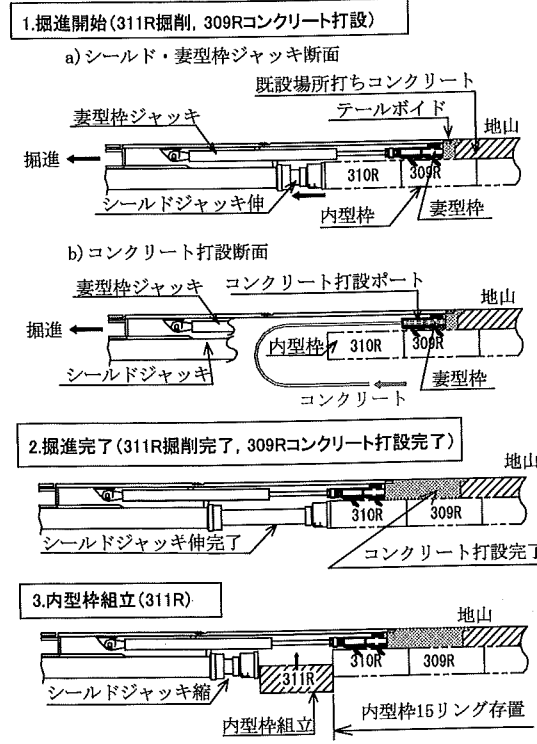


図-2 ライニング施工手順(309~311リングの例)

表-1 コンクリートの品質

品質項目	要求性能
高流動性	締め固めなしで型枠内に確実に充填可能であること。練り上がり時のスランプフローで、60cm±5cm。
フレッシュ保持性	練り上がりから4時間までフレッシュ性状を保つこと。4時間後のスランプフローが練り上がり時の80%以上。
早強性	所定の推進反力を内型枠とライニングとの付着力から得るために必要な材齢1日強度 15N/mm <sup>2</sup> を発現すること。
ポンプ圧送性	施工で使用するポンプを用い、3インチ配管で30mの距離に5m <sup>3</sup> /hourを打設可能であること。
材料分離抵抗性	ポンプ圧送および充填時に材料分離をおこさないこと。
水中不分離性(耐久性)	地下水の作用する環境下で打設してもセメント分の散逸が抑えられ必要な強度が確実に発現すること。

表-2 コンクリートの標準配合

水セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				増粘剤A (W×%)	増粘剤B (W×%)	高性能AE 減水剤 (C×%)
		W	C	S	G			
35	38	190	543	597	948	4.0	4.0	3.2

2-3 場所打ちコンクリートの性能

ライニングに用いるコンクリートは、品質の確保と施工性の面から表-1に示す性能が要求される。これらの性能は室内試験などで確認した。表-2は場所打ちコンクリートの標準配合を示したものである。

3 三本木原トンネルにおけるSENSの計測

3-1 計測方法および計測位置

三本木原トンネルのSENSの施工時に、掘削から、場所打ちコンクリートの打設と硬化、内型枠の脱型、覆工の完成までのSENSの施工過程におけるライニングと内型枠およびトンネル周辺の地山についての挙動を経時的に計測した。

計測位置は、掘進を開始した八戸方坑口から約400m奥の616km200m付近であり、図-3および表-3は計測位置付近のトンネル周辺地山の地質とその物性値を示したものである。地山は新第三紀鮮新世から第四紀更新性初期にかけて堆積した砂質土が主体で、土かぶりは約17.8m、地下水位はト

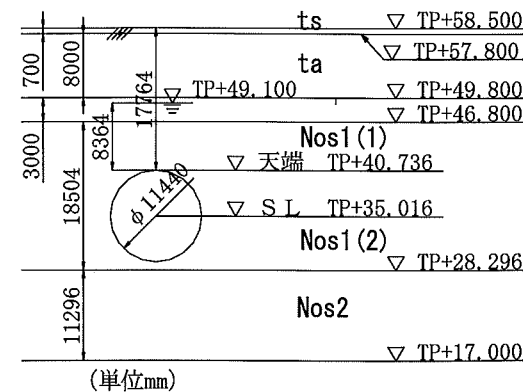


図-3 地質断面略図(616k203m)

表-3 地山の物性値

地層名	土質分類	平均N値	単位体積重量γ (kN/m <sup>3</sup> )	細粒分含有率Fc(%)	均等係数Uc	透水係数k(cm/s)	記事
ts	砂質土	4	14.0	-	-	-	
ta	粘性土	13	14.0	-	-	-	
Nos1(1)	砂質土	24	19.0	9.6	5.25	4.5×10 <sup>-4</sup>	*1
Nos1(2)		>50					
Nos2	砂質土	>50	20.0	20.7	41.38	1.07×10 <sup>-4</sup>	

\*1: 616k203m付近の値。他は坑口より約1,500m間の平均値。

ンネル天端から約8.4m上部にある。

計測項目は、①ライニング内部のトンネル周方向のひずみ、②内型枠のトンネル周方向および軸方向のひずみ、③トンネル周辺の地山の変位で、ライニングおよびトンネル周辺の地山の計測位置は616km203m7の内型枠番号309Rを中心に306Rから312Rまでの7リング間とした。

表-4は計測項目と計測位置を示したものである。

3-2 トンネル周辺の地山の挙動

図-4,5はトンネル直上部と側部の地山の鉛直変位をそれぞれ示したものである。地山の挙動についてまとめると以下のとおりである。

- ① 切羽が近づくと緩やかなトンネル内空反対方向への変位を示した後、さらに切羽の接近に伴いトンネル内空方向への変位に反転し、切羽の通過後も掘進ごとに変位が増加する。
- ② その後、場所打ちコンクリートの打設圧の影響によりトンネル内空の反対方向へ変位し、変形前のほぼもとの位置付近まで押し戻される。

表-4 計測項目と計測位置

計測項目	計測位置(R)						
	306	307	308	309	310	311	312
ライニング	周方向ひずみ			○			
	軸方向ひずみ	○		○		○	○
	周方向ひずみ		○		○		○
内型枠	コンクリート圧力			○			
	直上部鉛直変位				○		
トンネル周辺地山	側部鉛直変位				○		
	側部水平変位				○		
	上部間隙水圧				○		

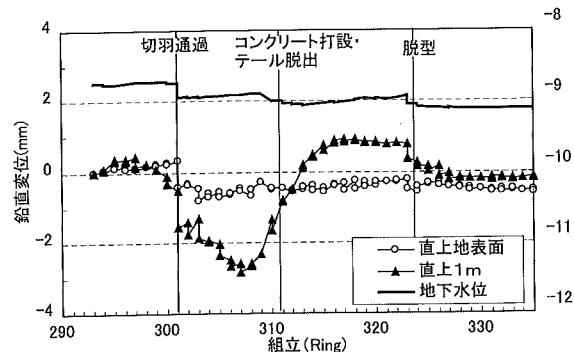


図-4 トンネル直上の地山の鉛直変位

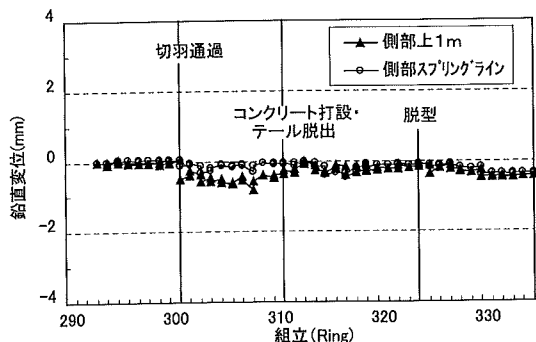


図-5 トンネル側部の地山の鉛直変位

③ その後の内型枠の脱型により再びトンネル内空方向へ変位するがその変位量は小さい。これらのことから、トンネル周辺の地山の挙動はシールドによる掘削の影響とコンクリートの打設圧の影響が支配的であることを確認した。

3-3 内型枠の挙動

内型枠の挙動についてまとめると以下のとおりである。

- ① 内型枠のトンネル周方向の応力は、コンクリートが打設され、テールを脱出するときに応力の変化がもっとも大きく、その変化はテールの脱出から6リング後までに発生することを確認した。
- ② 軸力は、テールの脱出後にほぼ全周で圧縮力が発生し、ほぼそのままの分布形状で脱型まで至ること、曲げモーメントは、形状保持装置の影響を大きく受けることを確認した。
- ③ 内型枠のトンネル軸方向の応力は、ジャッキ推力に支配され、掘進に必要な推進反力のほとんどがコンクリートの打設後の6リング

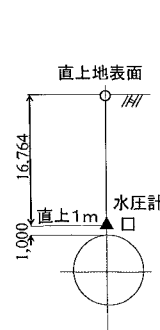


図-6 ライニング内部のひずみ計設置位置

間のライニングと内型枠の摩擦およびせん断抵抗で受け持たれると考えられる。

④ テール部と硬化後のライニングで拘束された内型枠は、剛性の高い円筒構造梁として浮力に抵抗している。内型枠内のライニングは浮力の影響をほとんど受けないものと考えられる。

3-4 ライニングの挙動

ライニング内部のひずみの計測は、新しく開発した押し込み装置を用いた計測方法により、コンクリートの打設直後から行った。図-6はひずみ計の設置位置を示したものであり、トンネル周方向の地山側ならびに内空側に設置した。

図-7はコンクリートの打設から硬化に至るまでの内型枠の内面圧力(コンクリートの圧力)と場所打ちコンクリートのひずみと温度を示したものである。

打設直後の場所打ちコンクリートのひずみは、コンクリート圧力の変化に連動した挙動を示す。コンクリートの打設から約6時間経過後は、掘進に伴う内型枠の内面圧力の変化が鈍化するとともに、ライニング内部の地山側と内空側のひずみ量に差が生じてきている。また、コンクリートの温度は打設から約6時間後より上昇が顕著となる。

図-8は内型枠の脱型前から脱型28日後までのライニングの曲げモーメントとクリープ補正後の軸力を示したものである。

曲げモーメントの経時的な変化は比較的小さい。軸力は、内型枠の脱型まで比較的小さいが、内型枠の脱型前後の変化は大きい。軸力の増加は、全

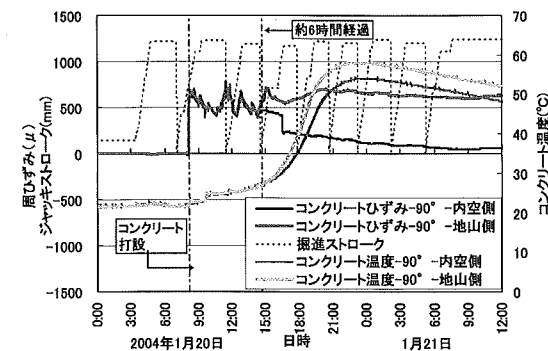
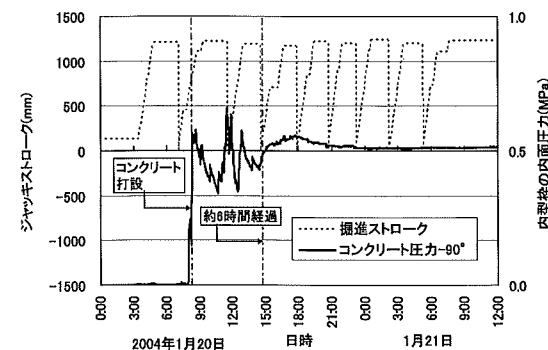
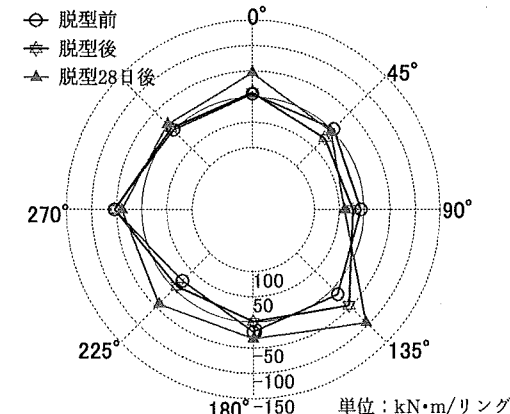


図-7 内型枠の内面圧力とコンクリートのひずみおよび温度(309R, SL位置)

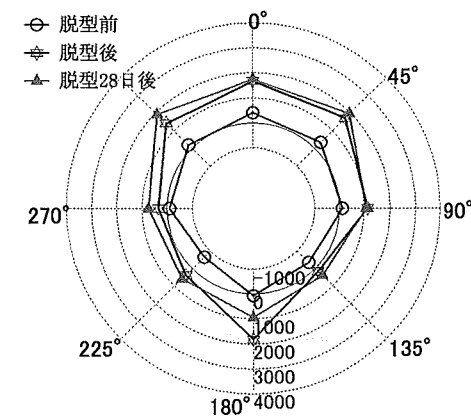
断面内に及び、トンネルの上半部での脱型前後の増加は1リングあたり約1,200kNである。軸力は、脱型後も大きく増加し、とくにトンネルの上半部ではそれが顕著である。

SENSの施工過程におけるライニングの挙動についてまとめると以下のとおりである。

- ① 打設直後のライニングのコンクリートは液状で、その液圧はトンネル頂部でコンクリートの打設圧(配管圧)と同等で、下方にコンクリートの比重相当の圧力が加わるような圧力分布で作用している。
- ② その後、加圧された状態のまま硬化し、内型枠の残留圧力相当の等方に近い応力がライニングの内部応力として残留しているものと考えられる。
- ③ コンクリートの硬化初期段階において、シールドの施工時荷重がライニングに与える影響はコンクリートの打設からおおむね1日後の6リング(7.2m)までであった。また、硬化した時点で曲げひずみの発生が認められたが、



(1) 曲げモーメント図



(2) クリープ補正後の軸力図

図-8 ライニングの断面力(309R)

応力として評価するときわめて小さいものであった。

- ④ 内型枠の脱型に伴い、内型枠とライニングとの境界面に作用していたと考えられる応力が解放されるが、そのときのライニングの断面力の変化は、軸圧縮力の増加が支配的で、曲げモーメントの増加は小さい。この変化は、内型枠に変形を生じさせていた応力(液圧的な応力、内型枠を隣接リングの形状に変形させる応力など)、円筒梁として生じていた応力が関与しているものと考えられる。
- ⑤ ライニングの軸力はトンネル下半部よりも上半部で大きくなる傾向がみられた。これは、解放された応力が上向きの方が卓越し、全

体的にはトンネル下半部に作用する上向きの有効応力が減少するため、内型枠の脱型後のライニングの乾燥収縮とライニングに作用する浮力の影響と考えられる。

なお、応力解放法で別途計測を行った結果、ライニングの内部では、ひずみ計を用いて計測した結果と同一の傾向を示す結果が得られた。このことから、ひずみの計測結果から得られた軸力の分布は、SENS特有の現象であることが確認できた。

#### 4 SENSにおけるライニングの挙動の解析

##### 4-1 解析手法

三本木原トンネルにおける計測地点の地山条件と施工時の荷重条件を考慮したうえで、SENSの施工過程におけるライニングの挙動について三次元解析を行った。

なお、用いた解析手法は、三次元有限差分法の解析プログラムFLAC3Dである。図-9は用いた解析モデルである。

##### 4-2 トンネル周辺の地山の挙動

一般の砂質土の側方土圧係数と比べてやや大きな値を用いて解析した結果、計測結果と同様な挙動を確認できた。とくに、コンクリートの打設圧により掘削時の地山の応力解放による変位を押し戻す現象を確認できた。

図-10は、解析結果の一例として、トンネル直上の地山の鉛直変位を示したものである。

##### 4-3 内型枠の挙動

内型枠のトンネル周方向の応力の経時的な変化はテール脱出から3~4リング後に最大応力となり、その後は圧縮応力状態での収束を示す結果となったが、施工時の影響を大きく受けた計測結果とはかい離があった。

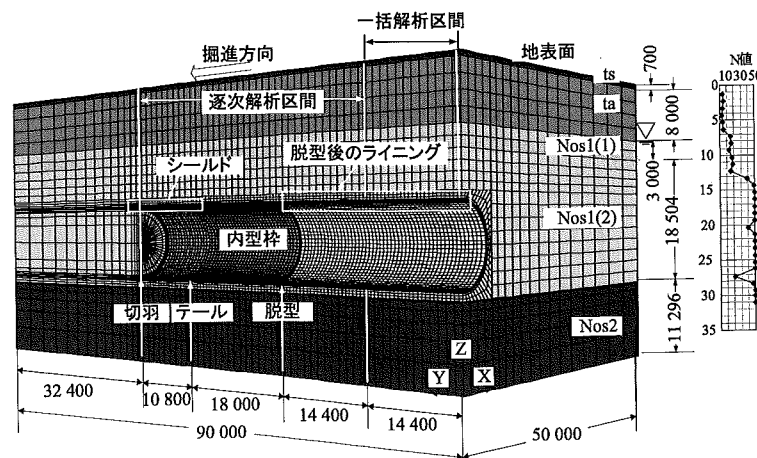


図-9 解析モデル(掘削終了後)

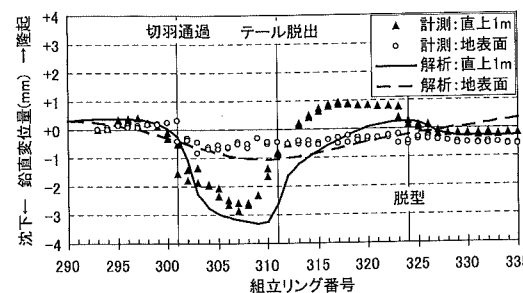


図-10 トンネル直上の地山の鉛直変位

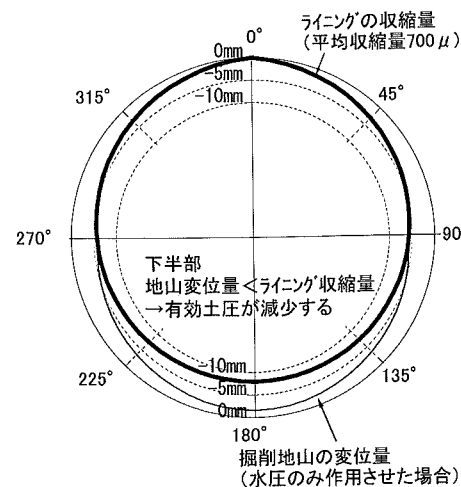
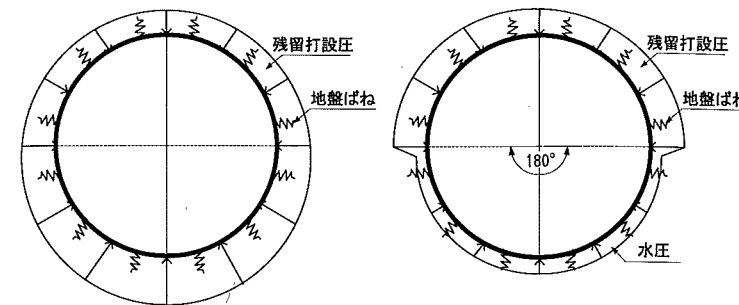


図-11 ライニングの収縮量と地山の変位量

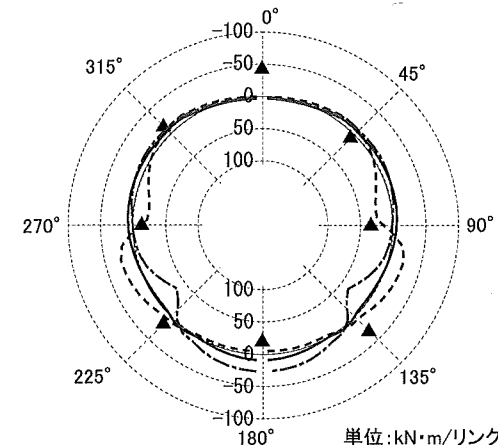
##### 4-4 ライニングの挙動

解析の結果、ライニングの断面力はコンクリートの打設圧に大きく依存し、軸力による応力が支配的で曲げモーメントによる応力は小さく、また、トンネル周方向の応力は内型枠の脱型により圧縮

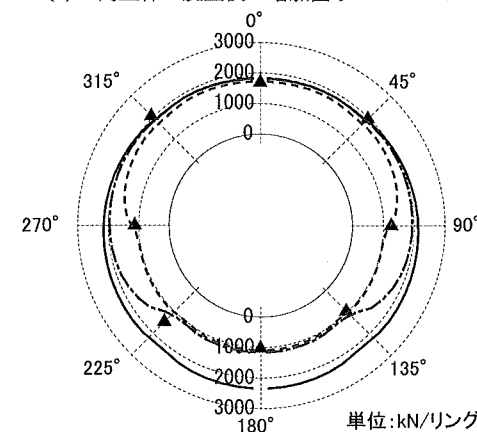


(1) 有効土圧減少なし (2) 下半部の有効土圧減少範囲180°

図-12 ライニングに作用する荷重の概念図



(1) 内型枠の脱型後の増加曲げモーメント



(2) 内型枠の脱型後の増加軸力

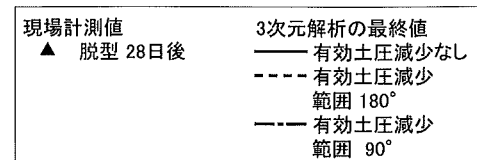


図-13 ライニングの増加断面力の比較

側に著しく増加し、ライニングの完成まで全断面圧縮状態で保持されることが確認された。

しかし、ライニングの完成時の軸力は下半部が上半部より大きくなり、計測結果と異なる分布形状となった。これは、内型枠の脱型に伴う解放応力の差に起因するものと考えた。そこでライニングの乾燥収縮によりライ

ニングの外径が縮小し、浮力によりトンネルが上方に押し上げられ(図-11)、トンネル下半部では上向きの有効土圧が減少して水圧のみが作用する状態を仮定して解析した(図-12)。ライニングの軸力はトンネル頂部で最大の軸力が生じる分布形状を示して計測値の傾向と一致し、曲げモーメントについても計測値に近似した結果となった(図-13)。

#### 5 SENSにおけるライニングの耐荷機構の考察

SENSにおけるライニングは、地山の掘削時、場所打ちコンクリートの打設時および硬化時、内型枠の脱型時および脱型後の五つに区分される施工過程において、地山の応力解放、コンクリートの打設圧による地山の応力の変化、場所打ちコンクリートの強度の変化、内型枠の脱型による支持状態の変化など、多様な影響を受けながら構築される(図-14~18)。

三本木原トンネルにおける計測結果および三次元解析の結果から、SENSにおけるライニングの耐荷機構を以下のとおり考察した。

- ① ライニングに作用する荷重は、コンクリートの打設圧のうち、内型枠の脱型時まで残留する圧力である。この大きさは初期の打設圧、地山の变形特性、コンクリートの性状に大きく依存すると考えられる。
- ② コンクリートの打設圧は、初期には内型枠で支保され、その分布は液圧的な形状となっており、内型枠の変形の影響は受けていない。

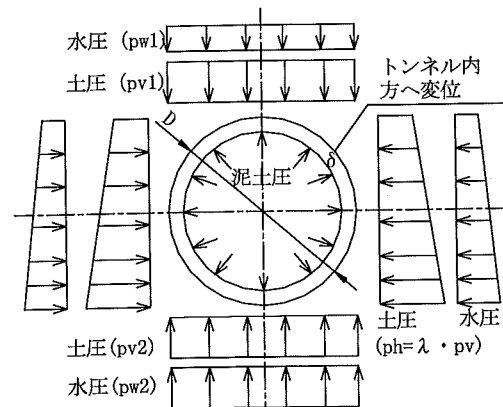
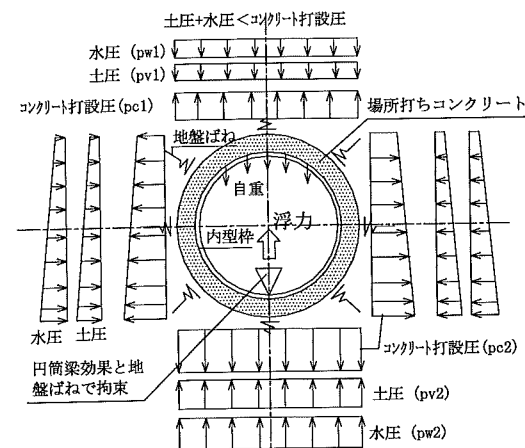
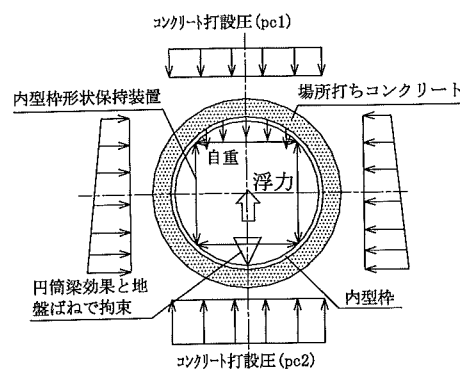


図-14 掘削時の荷重模式



(1) 地山の土水圧の支持状態



(2) コンクリートの打設圧の支持状態  
図-15 コンクリートの打設時の荷重模式

この圧力がわずかに漸減しながら残留するため、脱型時に内型枠からライニングに転移する荷重も、この液圧的な形状となり、ライニングに生じる断面力は曲げモーメントが小さく、軸力が卓越する。

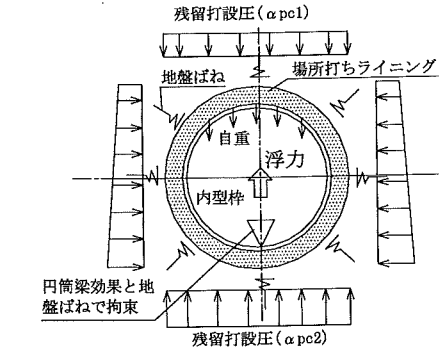


図-16 コンクリートの硬化時の荷重模式

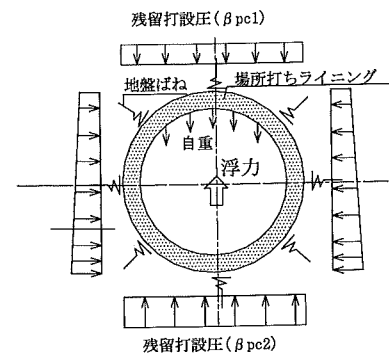


図-17 内型枠の脱型時の荷重模式

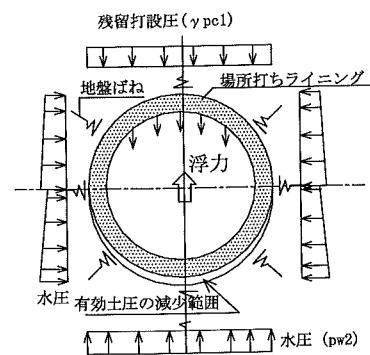


図-18 内型枠の脱型後の荷重模式

- く、軸力が卓越する。
- ③ 内型枠の脱型に伴い、ライニングは径が収縮するが、周辺地山は変形係数が大きいにもかかわらずに変位することで安定する状態になる。その結果ライニングに作用する荷重は上向きの成分が大きいことから、ライニングは上方に移動し、上向きの有効土圧が減少し、極端な場合には下半部に水圧のみが作用する状態が生ずる。
- ④ 前項の結果、ライニングのトンネル周方向

の断面力は、下半部の軸力の減少と上半部の軸力の増加、付加的な曲げモーメントの発生が生じる。この現象は、その後のライニングのクリープや乾燥収縮によりさらに進行する。

⑤ 以上の過程では横断面の1リングのみを取り出して考察しているため、鉛直方向の荷重が平衡していないが、内型枠と硬化したライニングからなるトンネル軸方向の円筒梁により荷重が伝達されて平衡を保つことになる。なお、この梁効果によるライニングの応力などへの影響は小さい。

## 6 おわりに

本研究の結果として、三本木原トンネルのような地山におけるSENSの優位性を示すことができ、また、その設計法および施工法がほぼ明らかになった。

しかし、本研究では有効土圧の減少の発生範囲をライニングの計測ひずみから計算したライニング外径の縮小量と、ライニングを取り去って地山の壁面に水圧のみを作用させた場合のトンネル内

空の縮小量との比較から求めたが、この決定法についてはさらに検討の余地が残されている。また、若材齢時の計測結果と解析結果では、ライニングの発生曲げモーメントにばらつきがみられ、必ずしもよい一致を示してはいない。これは場所打ちコンクリートの若材齢時の施工時荷重の不均衡、内型枠のずれや変形などの影響と考えられる。本研究の解析ではこれらの影響を考慮していないため、実際の設計や施工に際しては、このことを十分に念頭に置いておく必要がある。

最後に、本研究は対象地山を地下水の影響を受けやすいが比較的よく締まった砂質土を対象地山として検討した結果をまとめたものである。したがって、これをそのまま粘性土地山などに適用することはできない。砂質土以外の地山への適用については今後の研究が必要と考えている。

## 参考文献

- 1) 飯田廣臣：含水未固結地山におけるシールドを用いた場所打ち支保システムに関する研究，早稲田大学大学院創造理工学研究科博士論文，2008.2.

## 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12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)

# 土木情報 No.421

今月の主な入札結果  
(5月10日～6月9日)

事業主体	工事名	請負会社	請負額 単位 百万円
北陸農政局	九頭竜川下流(二期)農業水利事業春江北部用水路その3	銭高組	242
"	" " " " " その4	アイサワ工業	238
東海農政局	宮川用水第二期地区新導水路その2	アイサワ工業	340
北海道開発局	北海道横断自動車道白糠町庶路T	岩田地崎・田中・堀口JV	3,930
関東地整	外郭放水路第1・第3工区覆工	フジタ	475
中日本高速道路	舞鶴若狭自動車道国富T	清水建設	5,256
首都高速道路	SJ11工区(4)下層T接続	鹿島・熊谷・竹中土木JV	360
阪神高速道路	正蓮寺川西工区開削T	清水・奥村JV	14,150
都・財務局	中央環状品川線大井地区T	大林・西武・京急JV	12,400
都・水道局	昭島市緑町四丁目地先から拝島ポンプ所(仮称)間送水管(1100mm)新設	清水・坂田JV	918
"	目黒区自由が丘三丁目地先から世田谷区奥沢七丁目地先間配水本管(800mm)布設替	立石・高橋JV	432
都・下水道局	浮間水再生センター放流渠その3	佐藤工業	427
"	小菅水再生センター(東)合流改善施設	大成建設	460
"	勝島幹線	大日本土木	578
"	中央幹状品川線事業に伴う目黒川幹線整備その2	鹿島・熊谷・五洋JV	874
"	足立区千住河原町付近再構築	大豊建設	556
"	北区中十条三丁目、十条仲原二丁目付近再構築	鉄建建設	740
"	台東区松が谷三、四丁目付近再構築	青木あすなろ建設	348
"	" 谷中五丁目、荒川区西日暮里三丁目付近再構築	池野通建	392.68
"	文京区根津一丁目、千駄木二丁目付近再構築	市原組	143
"	向原団地建替に伴う板橋区向原三丁目付近管渠改良	東栄建工	179.4
"	世田谷区成城四、五丁目付近枝線	三登建設	260.15
水戸市	都第1号都市下水路新設	田口・第一熱学JV	160
昭島市	昭島都計公下残堀川第3排水区枝線	都市建設工業	176.45
相模原市	公下西大沼地区雨水幹線整備(1工区)	相模土建	151.52
"	" 麻溝台地区 " (1工区)	八木土木興業	139.84
"	" " " (4工区)	アコック	147.87
茅ヶ崎市	合流式下水道緊急改善(土木)	小田急・土志田・浅岡JV	1,315.8
二宮町	町道7号線雨水対策	戸田建設	114.8
久留米市	公下合川善導寺污水幹線管渠布設その11	浅沼・向江JV	293

## 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。

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

## 建設情報

# シールド工事の施工に関するQ&A(13)

JTA都市トンネル小委員会

Q 42. 発進方法をNOMSTで考えていますが、地盤改良は必要ですか。

A. NOMSTは仮壁直接切削方式による発進・到達方法の一つであり、シールドのカッターで切削できる特殊な材料や部材で構成された発進・到達用の開口部に位置する土留め壁やケーソン躯体(仮壁)を直接切削して発進・到達する方式です。この特殊な仮壁の材料によりFFU部材によるSEW工法などさまざまな方法がありますが、ここでは質問にあるNOMSTを例に取り上げ、地盤改良の必要性について回答します。

### (1) NOMSTの概要

NOMSTは、仮壁を構成する特殊な材料として、炭素繊維などでできたロッドや格子形状をした連続繊維補強材と石灰砕石コンクリートなどを使用します。また、仮壁の種類や断面力の大きさにより、現場打ちコンクリートとプレキャスト材を使用する方法とに分類されます。

従来の発進・到達方法は、地盤改良により開口部の地山の自立と止水を行ったのち、鋼製または鉄筋コンクリート製の仮壁を撤去し、そのあとにシールドの発進・到達を行います。一方、NOMSTでは直接切削が可能なNOMST壁により、仮壁撤去に伴う地盤改良を省略することができます。

しかしながら、シールドがNOMST壁を切削し通過するまでの間に、施工条件によっては、さまざまなリスクがあり、そのような状況下においても地盤の安定性、坑口の止水性とNOMST壁の切削性を確保することが必要です。

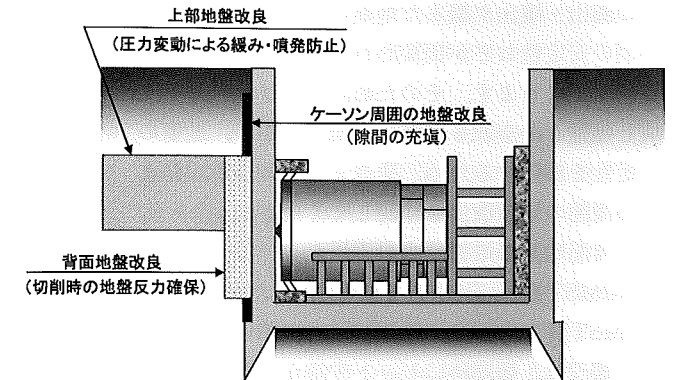


図-1 地盤改良の実施例<sup>1)</sup>を加筆修正

### (2) 地盤改良の必要性

NOMSTによる発進・到達を円滑で安全に行うために、後述する立坑の施工法、土質、土かぶり・地下水位、シールド形式、外径などの施工条件に対しては、地盤改良の要否の検討が必要です(図-1)。

#### 1) 崩壊性地盤や小土かぶり下での発進

泥水式シールド工法では、NOMST壁の切削時に大きな切削片が排泥管に詰まり、閉塞が発生することがあります。この閉塞により泥水圧の急激な変動が生じ、とくに崩壊性の高い地盤では地盤の緩みが、小土かぶり下での施工では地表面への噴発が発生する可能性があります。これらを防止するため、シールド上部および側部の地盤改良を検討してください。一方、土圧式シールド工法では、掘削土砂の搬出で圧送ポンプ方式を採用する場合に掘削片による閉塞が課題となりますが、排出可能な切削片が比較的大きいため閉塞の発生頻度が少ないこと、排土機構から閉塞しても圧力変動が小さいことなどから泥水式に比べ影響は小さく、一般的に地盤改良の必要性は少ないと考えます。

2) ケーソン周囲の充填

ケーソンで発進(もしくは到達)立坑を築造した場合、その外側にフリクションカットによる空隙ができ、ケーソン沈設に伴う緩みが生じることがあります。そのため、ケーソン沈設終了後、躯体の注入孔からコンタクトグラウトで空隙の充填を行います。十分な充填や沈設で緩んだ部分の改良までは期待できません。このままでNOMST壁を切削して発進すると、空隙からの泥水・裏込め材の漏出・噴出や緩んだ地盤の存在などにより、切羽の安定性などが損なわれ、地盤変状などが生じやすくなります。そのため、ケーソンによる立坑と地盤との空隙を確実に充填し、かつ、地盤の安定性を確保するため、発進または到達坑口部とその周囲の地盤改良を検討してください。

3) 背面地盤の地盤反力の不足

NOMST壁を安定して切削するためには、NOMST壁の背面地盤の地盤反力の確保が重要です。図-2は、切削時にビット先端から背面の地盤に支持されているNOMST壁に推力の一部が集中荷重(カッタ荷重)として作用している状況を示します。切削が進むにつれて部材が薄くなり、剛性が急激に低下します。とくに地山側の炭素繊維でできたロッドおよびその外側のかぶり部の切削時には、剛性が非常に小さくなり、コンクリートから補強材であるロッドの剥離が生じてかぶり部のコンクリートが割れやすくなります。

とくに背面の地盤が軟弱つまりNOMST壁を支える地盤反力が小さい場合には、薄くなったNOMST壁はカッタ荷重により背面側にたわみ、いっそう大きな塊で割れやすくなり、閉塞などを誘発します。硬質地盤に比べ軟弱地盤におけるたわみは、数倍から数十倍の大きさになります。また、たわみによりビットが十分に切り込めなくなることから、切削性も大幅に低下します。以上のことから、軟弱地盤においてはNOMST壁を支持する背面側地盤の地盤反力を高め、大割れを防ぐ目的で地盤改良を検討してください。

4) 高水圧、異形断面、円形立坑や斜め発進など高水圧下の発進や異形断面など坑口エンタラン

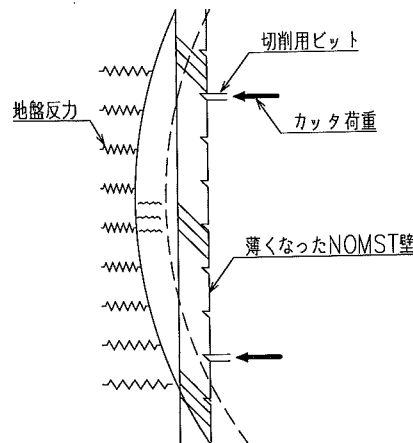


図-2 大割れの模式図



写真-1 大割れしたNOMST部材

スパッキンだけでは出水が懸念される場合には、止水用の地盤改良を検討してください。

また、円形立坑や土留め壁に対して斜めに発進(または到達)する場合には、カッタの一部が地山に出始めてからカッタ全体が地山に貫入するまでにタイムラグが生じ、高い強度のNOMST壁と相対的に強度が小さい地山を同時に切削しなければなりません。

このほか大口径シールドの発進のように地盤の緩みが生じる可能性が比較的大きい場合には、発進部の地盤の安定性を確保するために、地盤改良を検討してください。

(3) 地盤改良を併用した実績

NOMST研究会が行ったサンプリング調査による地盤改良の併用実績とその理由を紹介します。

1) 併用実績

図-3はNOMSTにおける地盤改良の併用実績の件数を示し、約7割の工事で何らかの地盤改良を

併用しています。

シールド工法別では泥水シールド工法で併用する割合が高いことがわかります。

2) 併用の理由

図-4は地盤改良併用の理由を示し、発進では「切削時のNOMST壁の変形防止」、「切羽圧力の変動に伴う地山崩壊防止」が多く、理由の約80%を占めています。そのほか、高水圧対策、土留め柱列杭間の止水、地盤振動の低減などがあります。

(4) NOMST発進における留意点

円滑にNOMSTで施工するためには、次の2点についても留意する必要があります。詳細については参考文献1)を参照してください。

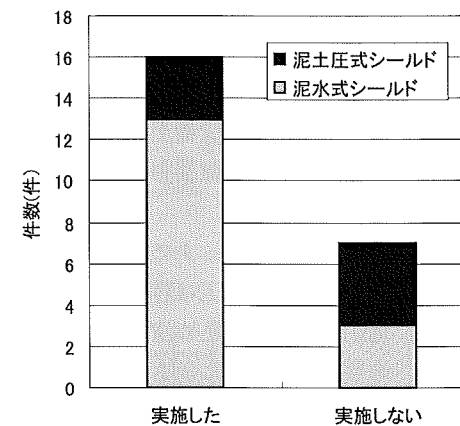


図-3 地盤改良併用の有無<sup>1)</sup>

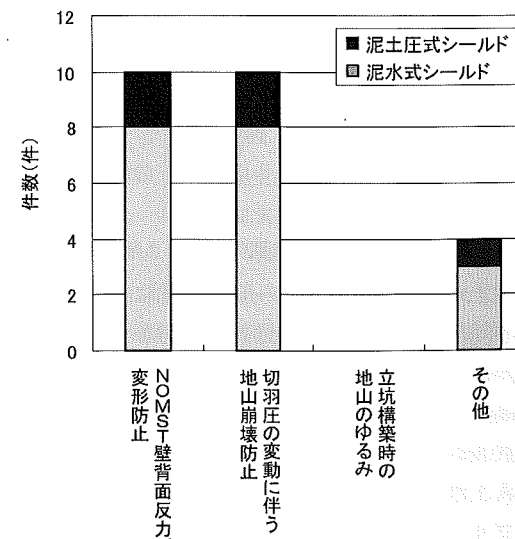


図-4 地盤改良併用の理由<sup>1)</sup>

1) 切削性の確保と安定した切削

NOMST壁のコンクリートの強度はプレキャスト製で70N/mm<sup>2</sup>、場所打ちでも40N/mm<sup>2</sup>程度とかなり高強度であり、それに適した先行ビットなど切削用ビットの装備が必要です。また、数mm/minの非常に遅い掘進速度で切削できる推進機構と十分な大きさのカットトルクの装備が、安定した切削には必要であり、泥水式シールドでは閉塞を回避する礫取り装置などの装備も必要です。また、推力やカッタトルク、切削片の排出状況などを見ながら掘進速度の調節が必要です。

2) 坑口の止水性確保

発進時には、NOMST壁の切削からシールドが地山に貫入するまで、切羽圧力の保持と地下水の流入防止ができる坑口設備が必要です。そのため、坑口コンクリート(もしくは坑口金物)、エンタランスパッキンとその取り付け部は、この切羽圧力や閉塞時の過大な圧力(円形の坑口構造に内側から作用するフープテンション)に耐えうる構造とし、過大な圧力に対しては圧抜き孔などを設ける必要があります。また、シールドの中折れ部やセグメントとの段差などによる地下水の噴出を防止するため、高水圧下での発進に使用するエンタランスパッキンに対して、パッキンの二重化や止水性・追従性の高いチューブ式パッキンの活用などの対策が必要です。さらに、同時裏込め注入管などの突出部は止水の弱点や切削時の障害となるので、事前に対策を考えておく必要があります。

(文責：名倉浩/(株)間組)

参考文献

- 1) NOMST研究会：NOMST発進・到達工の手引き、2006。

Q 43. 急曲線補助工法の必要性和有効な方法について教えてください。

A. シールド急曲線は、都市部の合理的なトンネル構築に有用であり、軟弱な地盤や強度の低い地盤が対象となる場所では、補助工法を併用して実施されてきました。以下に、急曲線補助工法を整

理・分類したうえで、その目的と必要性および最近の急曲線施工の動向を踏まえながら、有効な方法について解説することとします。

(1) 急曲線補助工法の分類

標準的な急曲線施工の補助工法<sup>1)</sup>としては、「薬液注入工法」や「高圧噴射攪拌工法」「高粘性の充填材を注入する方法(中間充填材工法)」が挙げられます。また、『「シールド曲線施工」に関する実態調査報告(2)」<sup>2)</sup>によれば、急曲線対策として、「セグメントへの対策」や「裏込め注入への対策」、「方向制御のための補助的な対策」などが報告されています。

ここでは、トンネル標準示方書に示される標準的な工法と実態調査報告に示される対策の双方を合わせて「急曲線補助工法」と考えます。このうち、前者を「周辺地盤を対象とする方法」ととらえ、後者を「セグメントを対象とする方法」ととらえます。さらに、これらを施工位置や目的などにより整理すると図-1のように分類できます。

なお、「方向制御のための補助的な対策」として、シールドとセグメントとの間にテンションジャッキやけん引用ロッドなどを用いる機械的な方法も従来から行われていましたが、シールド性能の向上などにより、最近では実施事例が少ない<sup>2)</sup>ので、図-1の分類からは除外しています。

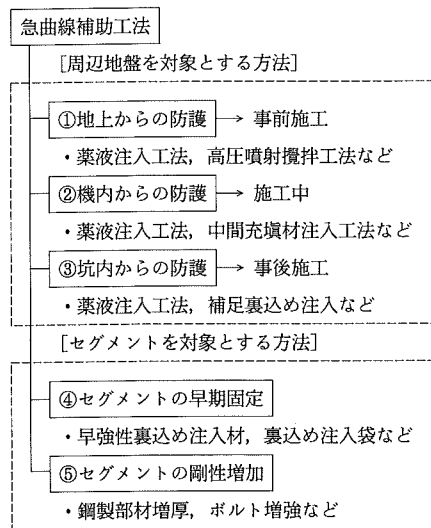


図-1 シールド急曲線補助工法の分類

(2) 急曲線補助工法の必要性

シールド工法における周辺地盤を対象とする急曲線補助工法は、一般に次の二つの目的で実施されています。

- ① 強度の低い地盤において、シールドジャッキ推力に伴う曲線外側の地盤反力を確保する(地盤改良による反力壁防護)。
- ② コピーカッターで掘削された掘削面の変形(地山崩壊, 肌落ち)を防止し、シールドの回転に必要な余掘り量を確保する。また、余掘り部の緩みやシールド外周面での摩擦およびせん断破壊などによる地盤沈下を抑制する(外周面防護)。

①に対しては、急曲線施工時にシールドが曲線方向に回転を行うのに必要な地盤反力について検討を行います。このとき、ジャッキ推力に伴い発生する地盤反力が原地盤の受働土圧強度より大きい場合は、曲線部外側に地盤反力確保のための地盤改良などを行います。

②に対しては、コピーカッターで掘削された余掘り量が大きければ急曲線施工は容易となりますが、その反面、地山の緩みや裏込め注入材の切羽への回り込み、地盤反力の低下によるトンネル変形の助長などの問題も多くなります。したがって、余掘り量は最小限必要な範囲で抑えるように検討し、急曲線の施工性や安全性などを考慮した余掘り量を設定したうえで、曲線部内側などの外周面に地盤改良などを行います。

(3) 有効な急曲線補助工法

図-1に分類した方法について、その特徴と施工上の留意点などを解説します。

1) 地上からの防護

地上からの防護は、シールド掘削に先立って行う事前施工であり、掘進進捗に影響を与えない利点があるとともに、従来から行われている信頼性の高い方法でもあります。

代表的な適用工法は、地盤改良工法のうち薬液注入工法(二重管ストレーナ工法<複相タイプ>, ダブルパッカー工法など)と高圧噴射攪拌工法(二重管工法, 三重管工法など)であり、それぞれの

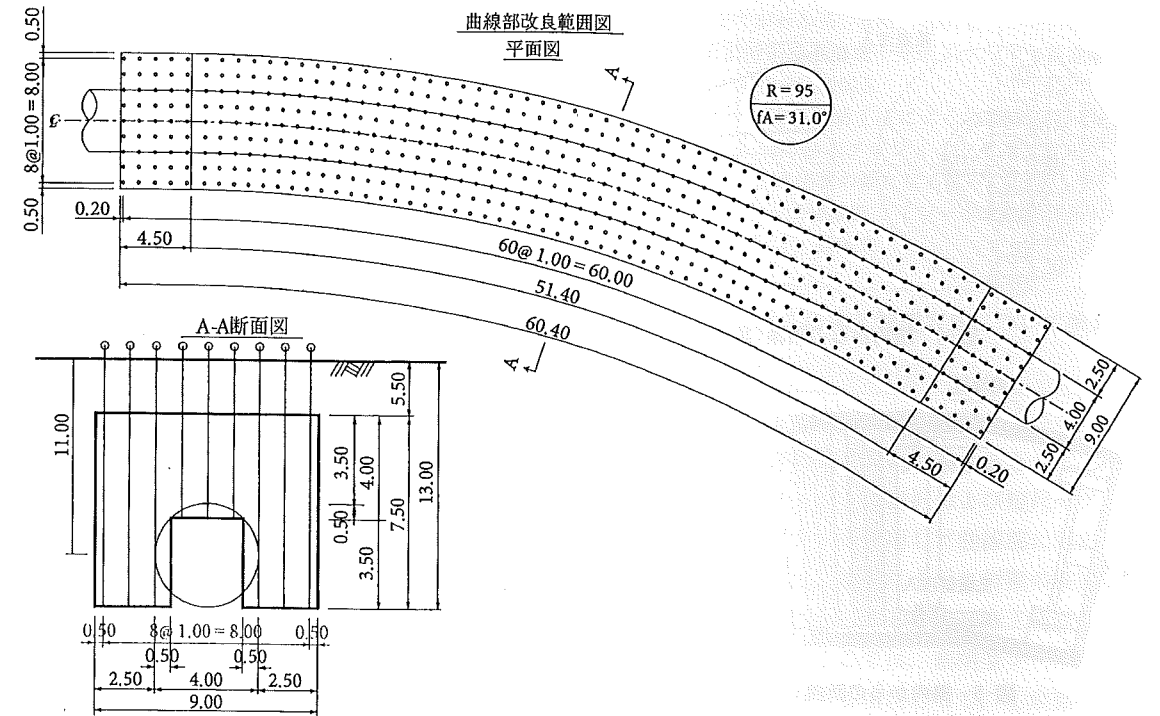


図-2 地上からの防護参考図(薬液注入単独)<sup>3)</sup>

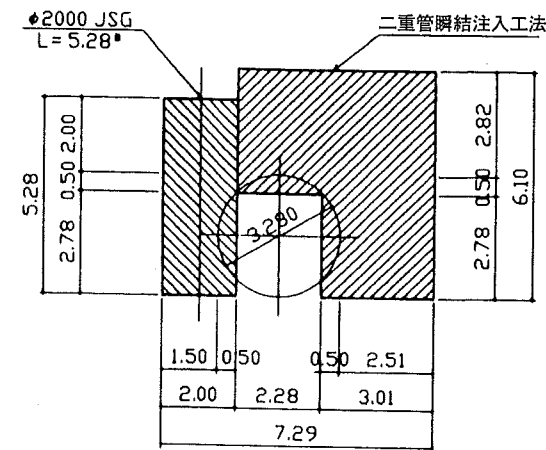


図-3 地上からの防護参考図(薬注+高圧噴射)

単独もしくは両者の組み合わせで適用します。断面形状は、小口径の場合は全断面にて、中大口径の場合は門形断面にて計画されることが一般的であり、反力壁や余掘り部などの外周面の防護が目的となります。改良範囲としては、急曲線の進入部と脱出部の直線箇所シールド機長程度の余裕を設ける必要があります(図-2, 3参照)。

最近では、混雑する路上交通や輻輳する地下埋

設物、防護範囲が官民境界を越境するなどの地上施工が困難となる状況が多く、路上工事の削減を図るため、注入用立坑からの水平注入や以下に示す2)~5)の方法の検討が行われるケースが増えています。

2) 機内からの防護

機内からの防護は、シールド掘進と交互もしくは同時に行うものであり、余掘り部などの外周面の防護が主目的となります。適用工法としては、薬液注入工法(二重管ストレーナ工法<複相タイプ>)などと中間充填材注入工法の二つがあります。

機内からの薬液注入工法は、シールド内で小型水平削孔機(ミゼットドリルなど)を使用して行うもので、隔壁や外殻に配置した注入孔から円形やドーナツ状などの断面の改良を、シールド掘進進捗に見合う範囲に分割して施工します。通常、シールド掘進と機内薬液注入を交互に行うため、掘進進捗への影響が大きくなり、急曲線施工に日数がかかることとなります(図-4参照)。

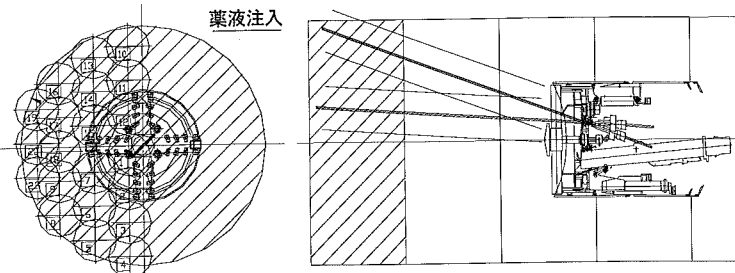


図-4 機内からの防護(薬液注入)参考図

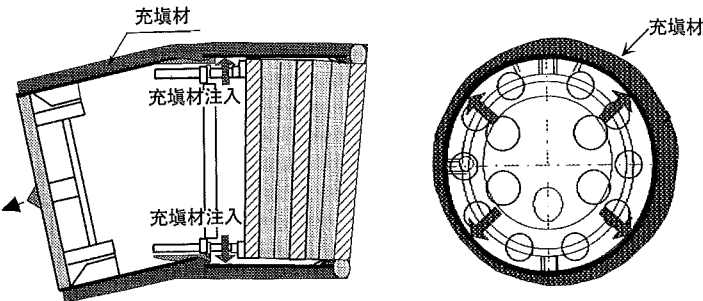


図-5 機内からの防護(充填材注入)参考図<sup>9)</sup>

中間充填材注入工法は、添加材注入などを行う切羽と裏込め注入を行うテールボイドとの中間で行う充填材注入です。この工法は、中折れ装置付近に配置した注入孔から余掘り部などの外周部の空隙に液体と固体の中間の性状を呈する可塑性の充填材を注入して、余掘り部を保持し外周面摩擦を低減するものです。掘進と同時に施工するので、掘進進捗への影響は少ない利点があります。適用土質には十分な配慮が必要で、シールドジャッキ推力に伴う曲線外側の地盤反力を確保できることが第一条件としてあり、軟弱粘性土や崩壊性砂質土などの自立性が著しく低い地盤については適用できない場合があります(図-5参照)。

3) 坑内からの防護

急曲線部は裏込め注入が不十分になりがちであり、坑内から施す補足裏込め注入は、従来から行われていました。現在では、充填性の良い2液型裏込め注入材料の普及やシールド掘進と連動した裏込め注入管理システムの充実などにより、補足注入を行うことは少なくなりました。

また、坑内から行う薬液注入については、シールド掘進で乱した地盤の緩み防止や強度回復など

の外周面防護の目的で行われることがあります。この際は、注入施工の時期や後続設備との位置関係などに配慮が必要となります。

4) セグメントの早期固定

シールドジャッキ推力に伴う地盤反力の確保や線形精度の確保のため、テール部から離脱した直後のセグメントを遅滞なく固定することが重要となります。この方法については、強度発現の早い裏込め材料で対応する方法とセグメントに取り付けた裏込め注入袋を使用する方法があります。

裏込め注入袋には、あらかじめ工場で袋が組み込まれた「袋付きセグメント」と現場で注入孔に後付けする「ミニパッカー」があり、袋に裏込め材が限定注入されるためシールド余掘り部への流入がなく確実なセグメントの早期固定が可能です。また、裏込め注入袋と2)に示した中間充填材注入工法を組み合わせシステム化した工法もあります(「充填式シールド急曲線工法」<sup>9)</sup>、「クレーショック・ミニパッカー工法」<sup>9)</sup>)。

5) セグメントの剛性増加

急曲線部のセグメントを補助する方法としては、従来からジャッキの片押しなどに対応するため、

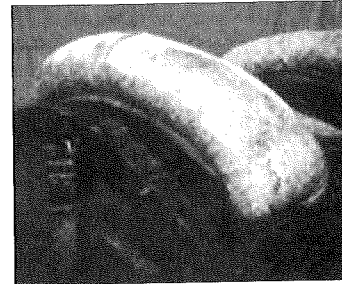


写真-1 袋付きセグメント

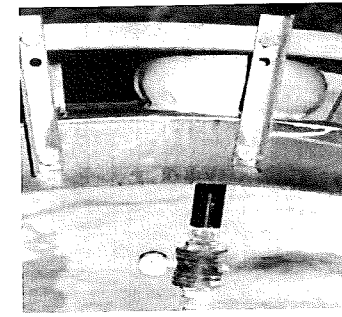


写真-2 ミニパッカー

縦リブの補強やリング間の目開き防止措置などが講じられてきましたが、後胴押し方式シールドの普及などにより極端な片押しは必要なくなり、これらの事例も少なくなっています。

現在では、セグメント自体の軸方向剛性を高め、曲線外側に発生する地盤反力をトンネル全体で負担してこれを低減させることにより、地盤改良による反力壁を省略または低減させる「急曲線部の合理的な設計手法」<sup>9)</sup>が提案されており、その設計施工実績も多くなっています。

(4) おわりに

近年、後胴押し方式シールドの普及や中折れ機構の改良、姿勢制御システムの充実などのシールド急曲線施工における周辺技術が格段の進歩を遂げ、R=10m以下の超急曲線施工の実績もできています。また、カッタのスライドや傾斜などのカッタ移動機構、機長短縮機構などの新しい発想の補助装備も実用化されています。

このように、現在では曲げるための機械的装備が整ってきた状況にある中、急曲線施工に伴い曲線外側に発生する地盤反力が従来に比し小さくできるなどの考え方もあります。さらに、路上工事削減やコスト削減などの社会的要請とも相まって、前項1)に示した地盤改良による反力壁などを省略する検討もなされるようになってきています。

このような動向の中で、急曲線補助工法の計画にあたっては、シールドの姿勢制御機能を適正評価したうえで、地上・地下の状況や対象土質などの現地条件、周辺影響抑止や線形精度確保などの施工要求、環境性や経済性などの社会的要請を考え合わせ、適切な工法を選定することが肝要となります。

(文責：生野泰宏/日本国土開発(株))

参考文献

- 1) 土木学会：2006年度制定・トンネル標準施工方書、シールド工法編・同解説、pp.190-191、2006.7.
- 2) JTA施工技術委員会：「シールド曲線施工」に関する実態調査報告(2)、トンネルと地下、Vol.30、No.6、pp.71-72、1999.6.
- 3) 日本グラウト協会：新訂正しい薬液注入工法、この

一冊で全てがわかる、p.81、2007.5.

- 4) 下水道新技術推進機構：充填式シールド急曲線工法技術マニュアル、2000.3.
- 5) 加納洋一：坑内補助工法による急曲線施工【ICAM アイカム】、(有)日本プロジェクト・リサーチ「シールド工法」技術提案の新たな試み、2007.7.
- 6) 東京都下水道局建設部：「シールド急曲線部」の設計検討の手引き、2002.9.

Q 44. 急曲線での施工管理方法について教えてください

A. 急曲線施工では、余掘り装置および中折れ装置を用いて曲線掘進を容易にするとともに、適切なテーパーセグメントの選択および短尺セグメントや縮径セグメントを使用して曲線部に対応します。そのためには、事前に十分な対策の検討が必要であり、施工においても綿密な施工管理を行う必要があります。ここでは、密閉型シールドでの急曲線施工を左右する項目として、①余掘り、②中折れ、③線形管理測量、④セグメント組立て、⑤裏込め注入についての施工管理とその留意点を紹介します。

(1) 余掘りの施工管理と留意点

余掘りに関しては、余掘り量、余掘り開始位置と終了位置についての管理が必要です。また、余掘り装置についてもその特徴を十分に把握した管理が必要となります。余掘り量は、少ないとシールドの屈曲が困難となり推進抵抗が増大する要因となります。一方、余掘り量が多い場合、掘進と姿勢制御は容易になりますがテールボイドの発生に伴う地表面沈下や地下埋設物・近接構造物への影響が大きくなるほか、裏込め注入材の切羽への

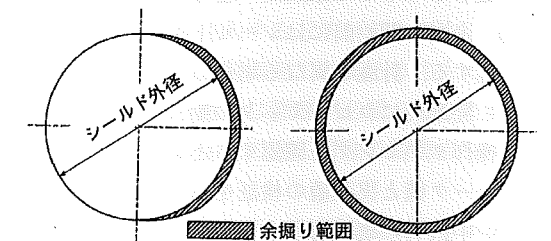
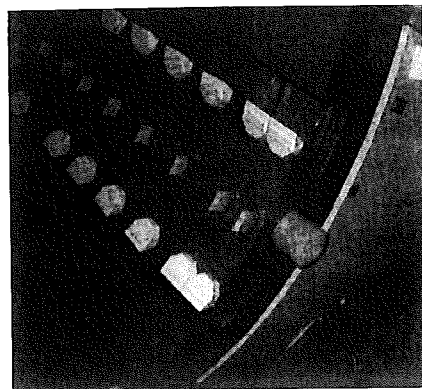


図-1 余掘り範囲<sup>9)</sup>

写真-1 コピーカッタの設置例<sup>9)</sup>

回り込みによるシールドの拘束の可能性が大きくなります。そのため、余掘りは地山の自立性やシールド機長、中折れ装置を考慮した必要最低限の量と範囲で管理することが重要です。

余掘り装置には、コピーカッタとオーバーカッタがあり、この中で使用例が多いコピーカッタの留意点について説明します。コピーカッタは、カッタヘッドの外周から油圧ジャッキにより突出させ、任意の範囲の余掘りが可能な装置です。突出時は片持ち状態となることから、地山や余掘り量によっては大きな掘削抵抗が作用するので強度については検討が必要です。また、装備するストローク量は、計画余掘り量に対して十分余裕をもった構造とする必要があります。

以上より、余掘り管理の留意点は以下の項目が挙げられます。

- ① シールドの姿勢や位置を常に計測し、線形の確保が困難な場合は早期に余掘り量の見直しを行う。
- ② 下部余掘りは、シールドの上方姿勢修正が難しくなるので原則的に避ける。
- ③ 余掘り開始前にはシールド位置と姿勢を把握する。計画と異なる場合は早期に修正する。
- ④ 発進前にコピーカッタの動作状況を把握し、操作タイミングを確認するとともに表示ストローク値と実測値の検証を行う。

#### (2) 中折れの施工管理と留意点

中折れに関しては、中折れ角、中折れの開始時期と終了時期についての管理が必要です。また、

中折れ装置について、その構造の特徴を十分把握した管理が必要となります。中折れは、シールドを2段または3段に折り曲げることにより、余掘り量を少なくしシールドの操作性を高め、セグメントへの偏圧や偏心を低減し、テールクリアランスを確保することを目的として装備されています。また、中折れの開始時期と終了時期は、早めの開始と遅めの終了が多いようです。

次に、中折れ装置について説明します。中折れ装置には方式別では前胴押しと後胴押し方式、機構別ではX中折れとV中折れ機構とに大別されます。曲線推進中、シールド外側に作用する地盤反力が小さく中折れ角が大きく取れることなどから後胴押し方式、X中折れ機構の採用が多いようです。また、中折れ装置の構造は油圧ジャッキを使用しているため、油圧特有の性状を理解した管理や操作が必要となります。

以上のことから中折れの施工管理の留意点は以下の項目が挙げられます。

- ① 中折れ角は、テールクリアランスを常に実測して管理に反映させる。クリアランス確保が困難な場合は早期に中折れ角などの見直しを行う。
- ② 中折れ開始前には、シールド位置・姿勢を把握する。
- ③ 曲線施工中、シールドは中折れ状態なので軟弱地盤などではノーズダウンが発生し、これに起因するローリングが発生しやすいことに注意する。
- ④ 中折れジャッキストローク値は実測によりチェックが必要である。
- ⑤ 中折れ操作はシールドの運転状態で行う。
- ⑥ 中折れ装置の急激な操作(中折れジャッキの出し入れ)はジャッキの破損につながるので注意を要する。

#### (3) 線形管理測定の施工管理と留意点

従来、急曲線での測量は測点の盛替え回数が増えることから測量回数の増大や測量精度の低下などが問題となっていました。最近では測量機器の機能向上もあり、測量とシールド制御、掘進作業

とを連携させた総合的な線形管理測量システムの採用などにより急曲線施工の測量管理が容易になっています。しかし、一般部の測量に比べてより正確な測量精度が必要なことや、使用機器の特性などによるトラブルが発生する機会が多いため、定期的に人力によるチェックが必要となります。

以上のことから、急曲線測量での施工管理の留意点は以下の項目が挙げられます。

- ① 曲線前後でのシールドとセグメントの位置関係および両者の方向を測量し、余掘り、中折れ操作に反映させる。
- ② 測量機器による測量データは人力測量などによる二重、三重のチェックにより精度を検測する必要がある。
- ③ ジャイロコンパスは、横すべり現象を検出できないので、ほかの方法により確認するよう留意する。
- (4) セグメント組立ての施工管理と留意点  
急曲線施工では、セグメントの組立てを容易にする目的で曲線半径に応じたテーパセグメントや短尺セグメントを採用します。また、急曲線では縮径セグメントを用いてテールクリアランスを確保する場合があります。これらの採用についてはセグメント形状、強度を考慮するほか、使用割合・組み合わせでは余裕を加味した計画が大切になります。

セグメントの組立てでは、シールドの姿勢やテールとセグメントの相対位置などの条件によって組立精度が左右されるため十分な管理のもとに組み立てることが重要となります。以下に、セグメント組立ての施工管理の留意点を挙げます。

- ① 事前にセグメント割付図を作成し、この図にもとづいた組立管理を行う。なお、実施工での組立てが困難となる場合は、
  - ・必要テールクリアランスに計画と施工の差が発生する。
  - ・シールド方向に対してセグメントテーパ量が過不足となる。
  - ・セグメントの目開き、変形、横ずれによりセグメントテーパ量が過不足になる。

・セグメントのローリングによりセグメント上下にテーパが発生する。

が挙げられますので留意が必要です。

- ② テールとの競りを抑止するため、テールクリアランスをリングごとに測定し、シールドとセグメントの相対的な位置関係を常に把握して施工に反映させる。
- ③ 真円度測定の実施、目違い防止(セグメントの位置合わせ)・目開き防止(ボルトの締め付け確認)を確実に行う。
- ④ 縮径セグメント使用は、通常径に戻した時に裏込め材の流入固結による大きな競り力に留意する。

#### (5) 裏込め注入の施工管理と留意点

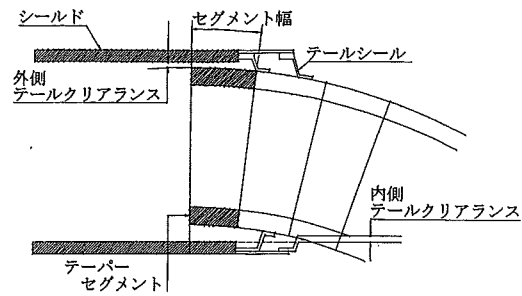
余掘りによりテール部に発生した空洞は早期に裏込め材を充填し、地山の緩みを防止し、早期にセグメントの地山への固定を図る必要があります。このため、急曲線施工での裏込め注入では、とくに注入材の選定、注入時期について十分な事前検討を行い、実施工では、これらの各項目についての施工管理が重要となります。裏込め材は、ゲルタイムが短く初期強度が大きい裏込め材が適しています。このため、注入材としては、材料分離が少なく地下水の影響を受けにくい、硬化時間を調整できる、必要により早期に所要強度を与えることができる、などの性質が求められることから、一般的には二液型の瞬結性注入材が採用されているようです。

次に、注入時期は、早期充填が必要なことから同時注入方式の採用が多いようです。この方法にはシールド本体テール部に設けられた注入管から掘進と同時に注入する方法とセグメントに設けられた注入孔より注入する方法があります。

このように、急曲線施工の裏込め注入では一般部に比べてより綿密な管理が必要となります。

以下に裏込め注入の施工管理の留意点を挙げます。

- ① ゲルタイムの短い初期強度の大きいグラウトを使用するので、注入圧や注入量の変化に留意するなど、綿密な施工管理を行う。

図-2 曲線施工時のテールクリアランス<sup>3)</sup>

② シールドテールシール内部への浸入、またシールドテール外周面への固着に注意を要する。

③ 充填状況の確認は頻度を高めて行い、充填不足時は二次注入を実施する。

#### (6) 急曲線特有の裏込め注入方法

急曲線では、早期注入による切羽への回り込みにより余掘り量を確保できない問題があります。

この対策として、最近採用例が見られる裏込め注入方法(限定注入方法)について紹介します。

##### 1) 袋付きセグメントによる方法

この方法は、セグメント背面に事前に袋状のものを取り付け(一般的には3リングに1リングの間隔)ておき、セグメント組立て後、直ちに袋内注入することにより、余掘り部とテールボイドを仕切り、袋内への注入によりセグメントの早期固定を図るとともに、袋の後部の注入により地山の崩壊を防止することができる利点があります。しかし、短所として、袋間の空隙に泥水や添加材が

満たされている場合の対処や余掘り部の崩壊防止が困難な場合がありますので留意が必要です。

##### 2) ミニパッカーによる方法

この方法は、セグメントの注入孔に布製の袋を装着した筒を差し込んで、セグメント組立て後直ちに注入し、セグメントの早期固定を図る方法です。袋付きセグメントに比べ比較的軽微な構造ですが、効果の確認が困難なことや一部の作業性が劣る場合があります。

以上紹介した方法のほかに、崩壊性地山を考慮した方法として、中間充填材注入工法(シールド内の注入孔から外周部の空洞に可塑状の充填材を注入して余掘り部を保持する方法)と前述した方法を組み合わせた「充填式シールド急曲線工法」や「クレーショック・ミニパッカー工法」もあります。

(文責：大山 繁/鉄建建設(株))

### 参考文献

- 1) 土木学会：2006年制定・トンネル標準示方書、シールド工法編・同解説、2006.7.
- 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、2001.10.
- 3) 土木学会土木施工研究委員会第3施工小委員会：土木施工なんでも相談室、1996.4.
- 4) 下水道新技术推進機構：充填式シールド急曲線工法技術マニュアル、2000.3.
- 5) (株)TAC：急曲線補助工法「クレーショック+ミニパッカー」、<http://www.tac-co.com/etc/info3.html>

## 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 285頁 本体価格4,660円 円340円

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たうえで、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している。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・設計例も紹介し、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。

## トンネル ジャーナル

TUNNEL JOURNAL · TUNNEL JOURNAL · TUNNEL JOURNAL · TUNNEL JOURNAL

### 推進技術関連11団体 合同懇親会開催

推進技術関連11団体(ユニコン協会、SHスーパー工法協会、ケコム協会、エスパー探査協会、ロックマン工法協会、コマンド工法協会、エンビ・ホリゾン推進協会、ベビーモール協会、沈設立坑協会、PIT&DRM協会、エースモール工法協会)は、4月24日にグランドプリンス赤坂別館(東京)で各協会の通常総会終了後、合同の懇親会を開催した。

懇親会冒頭、11団体を代表して、菊地眞・ユニコン協会会長より、推進技術60周年を迎え、社会のニーズに応えるべく、更に技術の創意工夫に尽力していきたいと挨拶があった。

その後、国土交通省都市・地域整備局下水道部下水道企画課下水道事業調整官の加藤裕之氏から更なる下水道普及率アップと老朽管対策および地震対策に努めていきたいとあいさつがあり、次に日本下水道事業団理事長の石川忠男氏からはマスコミの落札率の報道に苦言を呈し、価格だけでなく技術力を含めた総合評価の重要性を述べられた。

来賓挨拶の後、山岡礼三・日本下水道管渠推進技術協会会長の発声で乾杯が行われ、懇親会は技術談義に花を咲かせ大盛況のうち幕を閉じた。



### シールド工法技術協会 平成20年度定時総会開催

シールド工法技術協会は、5月26

日、セルリアンタワー東急ホテル(東京)で定時総会を開催した。

冒頭、小林将志会長は、「当協会も10年目を迎え、業界での位置も確固なるものとなった。発足に携わった方の先見の明に敬意を表したい。建設業界の景気はあまり芳しいものではないが、わが国の狭隘な都市の中では、ただ円形を掘るということではなく、さまざまな条件に対応し、多種多様な断面を掘削できれば、まだまだ発展の要素はあると思う」と述べた。

総会では平成19年度事業報告・収支決算、平成20年度事業活動計画・収支予算を審議し、満場一致で承認され閉会した。



### 4連めがねトンネルの貫通

国土交通省とNEXCO西日本で建設を進めている第二京阪道路における(仮称)小路トンネルが、5月8日に貫通した。

同トンネルは大阪府寝屋川市の丘陵部を貫き、自動車専用部2本、一般部2本の計4本からなる「4連めがねトンネル」となっている。

開削工法区間が約515m、NATM区間が約265mで、合計約780m。今回、貫通したのは、NATM区間で、これにより2002年10月から約1年8か月かけて、4本すべてのトンネルが貫通した。

掘削は、センターピラーを構築するための導坑を3本同時に掘削し、掘削完了後、鉄筋コンクリートでセ

ンターピラーを構築。トンネル本坑掘削は、先進坑掘削(一般部下り線、専用部上り線)と、後進坑掘削(専用部下り線、一般部上り線)に分けて掘削し、先進坑掘削が約150m進んだところで後進坑の掘削を開始した。土かぶり最大でも10mと非常に小さい未固結の砂質土層を掘削するため、トンネル掘削部の地盤改良を行うなど、安全にトンネルを掘るための補助工法も採用している。

現在、阪神高速8号京東線接続部~枚方東IC間の約11.4kmが供用し、残る枚方東IC~門真JCT(仮称)間の約16.9kmについて、平成21年度末の完成を目指して整備している。

### 花仙トンネルが貫通

鳥根県が整備する一般県道浜乃木湯町線「花仙トンネル」で5月21日、貫通式が行われた。

同トンネルは、L=190mで11月の竣工予定。

### 船越トンネルが貫通

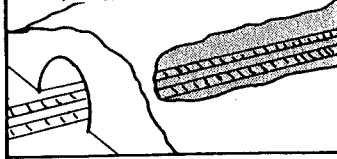
兵庫県が整備する余部道路に位置する船越トンネルで、5月24日貫通式が行われた。

同トンネルは、L=2,983.5kmのNATMトンネル。余部道路(5.3km)の大半を占め、2010年度の完成予定。完成すれば、供用済みの香住道路と接続し、鳥取と京都を結ぶ地域高規格道路「鳥取豊岡宮津自動車道」の一区間として、地域交流の促進や救急医療の確保など大きな効果が生まれると期待されている。

### (仮称)養瀬トンネルが貫通

徳島県が整備する主要地方道神山鮎喰線の養瀬バイパス工区における(仮称)養瀬トンネル(L=531m)で6月13日貫通式が行われた。来月9月の完成を目指している。

## 工法・技術・製品ニュース



## 新しい覆工コンクリート工法

鴻池組は、覆工コンクリートの流動性を高めることにより充填性の向上を図り、トンネルの覆工コンクリートの品質および耐久性を向上させる「高品質高充填覆工コンクリート工法 K-FTL」を開発し、実施現場に適用した。

同工法は、通常のトンネル覆工用のコンクリートに代えて新たに配合設計を実施したコンクリート(W/C=50%)を用い、これまで充填性確保が困難となる場合があった補強鉄筋区間アーチ天端部への充填性を向上させ、覆工の品質および耐久性の確保、向上が可能な工法。

配合の特徴としては、①高性能AE減水剤を用い単位水量を低減、②単位水量、単位セメント量および細骨材率を変化させることなく、高性能AE減水剤の添加量の調整のみによりワーカビリティを調整、管理することが可能、③膨脹材を添加することにより収縮補償コンクリートとしたこと、などが挙げられ、通常の生コン工場、設備で供給できるものとしている。

同工法の適用効果としては、流動性に優れ補強鉄筋区間のアーチ天端部での充填性の向上が図れるほか、コンクリートの密実化(緻密化)により覆工コンクリートの品質・耐久性の向上が得られる、流動性の異なるコンクリートを打設部位により使い分けることにより、トンネル覆工用型枠の補強が不要となる、などが挙げられる。

現状では高品質高充填覆工コンク

リート配合はコストが高く、適用区間が限定される場合もあるが、今後コスト低減を図り高品質、高耐久性の覆工コンクリートの実現を目指すものとしている。

電源と外部配線がいら  
ないひずみ計測システム

戸田建設、太平洋セメントおよび沖電気工業は共同で、コンクリート構造物施工管理・維持管理を使用目的とする、「電源と外部配線がいら  
ないひずみ計測システム」の実用化試験に成功した。

同システムは、電池を搭載しないパッシブ型ひずみセンサ付きRFIDタグをコンクリート内部に埋め込むことにより、構造物に作用するさまざまな荷重や劣化によって生じる変位・変形を、外部より電波を当てて非接触で測定するもの。

パッシブ型ひずみセンサ付きRFIDタグとは、電池を持たず電波を自ら出さないタイプの無線による個別認識技術でひずみ計測を可能としたもので、RFIDはRadio Frequency Identificationの略。リーダーから電波エネルギーを利用することから、電池寿命を気にせず計測が可能となる。

およそ $10 \times 10^{-6}$ の分解能でひずみが測定でき、施工中の荷重や、土圧などによる変形を非接触で直接モニタリングすることで、施工における品質確保や完成後の維持管理に活用できるとしている。

大型油圧ショベルを  
モデルチェンジ

新キャタピラー三菱は、45トンクラスの大型油圧ショベルCAT 345D「REGA」(バケット容量 $1.9m^3$ 、写真)と同機のロングクローラ仕様であるCAT 345D L「REGA」(同 $2.1m^3$ )を発売した。

「ACERT」エンジンの搭載や高

効率油圧システムの採用、エンジン回転やメインポンプトルク設定の最適化などにより、燃料消費量を最大9%低減。

また、碎石・ブレーカ仕様に新採用したブーム押付力切替機能は、作業に合わせてブーム押付力を2段階に切替可能。高圧モードではブーム押付力をフルに利用してパワフルな掘削作業を実現するとともに、低圧モードではかき落としなどのアーム引き寄せ時にブームが自動的に上昇して機体の浮き上がりを抑制、振動や衝撃を低減する。また強度アップを図って鋳物製アイドラを新たに装備。足回りの寿命を延長し、ランニングコストの低減に貢献する。



## 小型油圧ショベル

## 後方超小旋回機 2機種を新発売

新キャタピラー三菱は、狭隘地での作業性に優れ、土木、トンネルなどの用途に活躍する小型油圧ショベル後方超小旋回機 2機種を発売した。

新発売の2機種は、13トンクラスのCAT 313D CR「REGA」(バケット容量 $0.45m^3$ 、写真)と、CAT 314D CR「REGA」(同 $0.50m^3$ )。

昨今の省燃費へのニーズに応え、従来機と同等の時間あたり作業量を維持しつつ、大幅に燃料消費量を低減。新たに採用した「エコノミーモード」もさらなる燃料消費量の低減に貢献する。



## トンネルワールドニュース



(社)日本トンネル技術協会  
国際委員会

Cabreraトンネルが驚異的スピード  
で掘進

スペインの高速鉄道ネットワーク延伸事業で、Cabreraトンネルの最初の双設トンネル掘削を行っているTBMの掘進速度は、5か月で延長6.2kmの4分の3以上が掘削される驚くべき速さである。

Herrenknecht社製の直径9.69mダブルシールド(S-373)TBMは7月末に発進し、月進1,598m、週進430.4m、日進83.2m、12時間掘進は44.8mの最高掘削記録を達成した。

トンネルの総延長は7.25kmであり、86%がシールドで施工される。

双設トンネルは400mごとの連絡坑により接続される。

Cabreraトンネルは、ValenciaとMadrid間を連絡する高速鉄道であり、Cabrera山脈の石灰岩、白雲岩帯を掘削する。

カットヘッド能力は4,900kWで、13台の後続台車がある。7ピースのコンクリートセグメント覆工は直径8.75mの幅1.6mである。

プロジェクトの請負人はFCC建設会社とSanchez Domiunguez-Sando建設会社の共同企業体で、プロジェクトの発注者はスペイン鉄道管理運営公社(ADIF)である。

Cabrera工事は高速鉄道連絡線のSiete AguasとBunol区間11.2kmの主要トンネル掘削工事で、他に2トンネル(延長1,856mのBunolトンネルと延長424mのSiete Aguasトンネル)がある。さらに、JV契約には2橋の高架橋工事も含まれる。

Valencia-Madrid間の鉄道連絡線のSiete Aguas-Bunol区間では、3トンネルの総延長は

9,527mになり、区間延長の85%になる。

工期は41か月間である。

Cabreraトンネル=7.25km

Bunolトンネル=1,856km

Siete Aguasトンネル=0.424km

計 =9.53km

(T&TI '08.1 担当:中野清人, 下田哲史・(株)高速道路総合技術研究所)

 Robbins社製TBMがレバノンの  
給水システムを推進

レバノンのインフラに約26億米ドルの損害をもたらしたうえ、多数の人命を失った2006年の対イスラエル戦争があったにもかかわらず、レバノンは早くも再建を開始した。

その何よりの証はベイルート近郊の沿岸部で始まった長さ4kmのEl Madiqトンネルの掘削工事である。これは首都の北方約20kmにある人口稠密なKesrouane地区への導水トンネルである。

このプロジェクトを進めているのはBaresel AG社とAl Tadj Est社の合弁事業である。請負業者のOceanside社による掘削は、一軸圧縮強度が20~60MPaの範囲からなる一部粘性土を含む石灰岩と泥岩の層を貫通するために、直径3.8mのRobbins社製のオープン型TBMを使って行われている。

支保工は地質の状況次第だが、吹付けコンクリートと金網からなる。TBMは355mmのフェイスカットとゲージカットおよび304mmのセンターカットを組み合わせて、-0.35%の勾配で掘削している。

承知のとおり、このプロジェクトは問題を抱えた過去を持っている。レバノンにおけるほとんどの建設工事と同様に、紛争が始まった2006年にはこのトンネル工事も中止された。

Al Tadj Est社のNicolas Ghanem氏は、「戦争が始まったときには、TBMはまだ発進されていなかった。われわれの作業員は直ちに作業現場を離れた。TBMもその他設備も紛争で何の損害も受けなかったが、プロジェクトは約半年間遅れた」と語った。

2006年12月に、作業員は現場に復帰してTBMを組み立て、トンネル工事を再開した。工事は今年中に完了する予定である。これはもっと広範囲のKesrouane沿岸地帯給水プロジェクトの一部であり、このプロジェクトが完成すると一日あたり89,000m<sup>3</sup>の飲料水を供給することになっている。(WT '08.1,2 担当：日熊秀行・東京都交通局)

### イタリアの水力発電用導水路トンネルが掘削開始

Monti社・Giacomini Comm. Alberto社・Seli社による共同企業体が、ENEL社(電力会社)から受注したCrevola Toce III水力発電プロジェクトの延長9.15kmの導水路トンネルを6月から掘削開始する予定である。

トンネルは、外径4.2m、内径3.9m、掘削断面積13.85m<sup>2</sup>であり、8,589m区間でTBM掘削、565m区間で発破掘削が予定されている。

トンネル沿いの地質は、細粒花崗片麻岩・変堆積岩・大理石・苦灰岩・石灰粘土質片岩・硬石膏・雲母岩と多様である。

Seli社は、輸送・組み立て・運転を容易にすると同時に、進行の確保とコストダウンを図るため、ダブルシールドTBMをコンパクトに設計した。

イタリアのSeli社Aprilia工場で作られるTBMには、地質に応じて、ロックボルト・溶接金網・鋼製支保工・吹付けコンクリート・グラスファイバーボルト・鉄筋などの従来の支保工が施工できるように、DSU(Double Shield Universal) Compact TBMシステムが装備される。

トンネル工事は、2010年9月15日に完了予定である。

(WT '08.3 担当：伊藤 彰・(株)間組)

### 武漢でNFM社製シールドが1本目のトンネル掘削を終了

中国鉄道トンネルグループが武漢の揚子江の下に建設する直径11.38m、NFM社製のスラリー式TBMによる、双設道路トンネルの1本目の掘削が、先月貫通した。

1本目のトンネルと平行して同じTBMにより掘削している2本目のトンネルは、2月末に貫通すると予想され、ちょうど1年前から掘削を開始し、2.7kmの地点まで到達している。1本目のTBMは、2本目と200m程度差をつけて掘進してきた。

TBMのディスクカッターやビットを交換する必要がなかったため、このような掘進速度が得られた。

TBMには、中国ではじめてTunnel Tec社によって、バケットとスクレーパービットが取り付けられた。

NFM社の説明によれば、

- 掘削延長のうち1.7kmの区間では水圧が最大で7気圧もかかる厳しい条件であったので、高圧下でのビット交換を行う可能性があった。
- 地山は粘土や大きな岩塊が介在したシルト層や砂層であった。
- このような難しい地質条件下で掘進速度を日進15~20mにまで上げることができた。

とのことだった。

揚子江を横断する3.63kmの双設トンネルは、揚子江と漢水によって隔てられた武漢を南北に横断する新しい幹線道路である。この幹線道路は各トンネル2車線で計4車線となる予定である。

(T&TI '08.2 担当：大村洋史・大成建設(株))

を行うとともに、国際トンネル協会の加盟国代表機関としての責務を果たす。各種委員会委員長は次表のとおり。

委員会名	委員長名	所属役職
技術委員会	今田 徹	東京都立大学名誉教授
総務委員会	日月 俊昭	首都高速道路(株)常務取締役
国際委員会	猪熊 康夫	中日本高速道路(株)技術開発部長
事業委員会	桑原 彌介	日本交通技術(株)代表取締役社長

第4号議案 平成20年度事業収支予算(別表参照)

第5号議案 役員を選任(別表参照)

### 4. 委員会の開催状況(5月1日~31日)

#### ①調査研究関係委員会

##### ◎技術委員会

保守管理小委員会：5/28(林康雄委員長ほか12名)作業方針を検討

計 1回開催 13名出席

##### ◎運営広報関係委員会

◎総務委員会：5/23(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：5/7(大島洋志主査ほか13名)6月号の会誌と3か月計画を検討

##### ◎国際委員会

対外広報WG：5/1(小島宗隆主査ほか5名)査読原稿を検討

同：5/19(小島宗隆主査ほか8名)査読原稿を検討

##### 海外文献小委員会

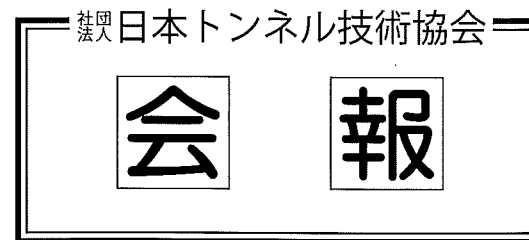
海外ニュースWG：5/20(小島宗隆主査ほか8名)海外ニュースを翻訳

海外文献紹介WG：5/27(大久保誠介主査ほか17名)海外文献を査読

◎事業委員会：5/29(桑原彌介委員会ほか17名)催物事業を検討

計 7回開催 87名出席

合計 8回開催 100名出席



### 1. 会員の現状

	5月25日現在
正会員	2,043名
団体会員	383名
個人会員	1,660名
名誉会員	1名
計	2,044名

### 2. 第191回理事会

日時：平成20年5月23日(金)15:30~16:00

場所：東京商工会議所8階「東商スカイルーム」

出席者：理事24名、監事3名

議題：

①4名の入会と1名の退会を承認

②評議員の交替を承認

旧	新	所属役職
西松 裕一	大久保誠介	東京大学工学系研究科システム創生学専攻教授
逢澤 潔	—	

◎第34回通常総会進行次第を承認

### 3. 第34回通常総会

日時：平成20年5月23日(金)16:00~17:00

場所：東京商工会議所7階「国際会議場」

出席者：招集総数2,043名のうち

出席169名、委任状975名 計1,144名

議案：

第1号議案 平成19年度事業報告(内容省略)

第2号議案 平成19年度事業収支決算(別表参照)

第3号議案 平成20年度事業計画

公益法人制度改革の施行をふまえ、新制度への移行を念頭にトンネル技術の諸問題についての調査研究

### 続 きみの庭にも温泉が出る

その後の温泉開発と建設の考え方

石井康夫・俣野恭寛 共著 新書判 217頁 本体定価 1,200円(〒210円)



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

## 5. 国際会議の開催予定

会 議 名	開 催 日	場 所	主 催 者 等
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. 19~25	ニューデリー (インド)	CBIP(灌漑・水力中央委員会) International Tunnelling and Underground Space Association(国際トンネル協会) http://www.cbip.org
第35回ITA総会およびコンgres 「都市と環境のための安全なトンネ ル工法」	2009. 5. 23~28	ブタペスト (ハンガリー)	Hungarian Tunnelling Association (ハンガリートンネル協会) International Tunnelling and Underground Space Association(国際トンネル協会) http://www.wtc2009.org 論文概要募集中 *詳細は下記を参照

\*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

## 6. 平成20年度催物開催現況

催 物 名	開 催 日	人 数	場 所
(見学会) 名古屋市下水道現場研修会	2008. 6. 19	15	愛知県
名古屋市地下鉄現場研修会 (施工体験発表会)	2008. 6. 20	30	愛知県
第62回(山岳) 「周辺の環境条件を配慮し、新技術を駆使したトンネル工事」	2008.10.23	200	東京都
第63回(都市) 「都市部の特殊条件下でのトンネル工事」 (講演、講習会)	2008.10.24	200	東京都
第10回トンネル技術ステップアップ研修会(シールド部門)			
第11回トンネル技術ステップアップ研修会(山岳部門)			

## 第35回 ITA総会および国際コンgres論文概要募集のご案内

さて、このたび標記会議開催に伴う論文概要を下記のとおり募集致します。奮ってご応募いただきますようご案内申し上げます。

—記—

と き：平成21年5月23~28日

と ころ：ブタペスト(ハンガリー)

主 催：ハンガリートンネル協会(The Hungarian Tunnelling Association (HTA))

共 催：国際トンネル協会(ITA)

テーマ(原文参照)：

都市と環境のための安全なトンネル

Safe Tunnelling For The City and For The Environment

(1)危機分析、財政と契約の関係：Risk analysis, finances and contractual relationships

(2)地質と地質工学調査：Geological and geotechnical investigations

(3)吹付け工法による土砂山トンネル：Tunnelling in soft ground with shotcrete method

(4)開削トンネル工法：Cut and cover constructions

(5)機械掘削：Mechanized tunnelling

(6)沈下管理の計測：Monitoring settlement control

(7)品質管理：Quality management

(8)その他(貯蔵施設等)：Miscellaneous (storing facilities, etc)

(9)建築設計、工法計画、管理方針：

Architectural design, structural design management policy

(10)都市、トンネル、環境と安全：City, tunnel, environment and safety

(11)維持、補修、修復：Maintenance, repair and rehabilitation

(12)特別なトンネル(長大トンネル)：Special tunnels(long tunnels)

応募要領：①応募論文は国際会議などで未発表のものに限ります。

概要(英文200~300words)と必要事項(英語と日本語でご記入願います)を電子データでご提出願います。

〈必要事項〉

1)論文概要(英文300~500words)、トピックナンバー(上記の中からご記入ください)

2)論文概要のタイトル

3)執筆者全員の氏名

4)連絡先(電話番号・ファックス・E-mailアドレスは必ずご記入ください)

②概要は序文(目的)、手法、結論、総括でまとめてください。また発表の種別(口頭発表もしくはポスター発表)をご記入ください。

③応募希望者は、平成20年7月25日までに(期日厳守)下記宛にご送付願います。協会が一括してブタペストの事務局に送付します。

提出・問い合わせ先：

(社)日本トンネル技術協会

〒104-0041 東京都中央区新富2-14-7 新光第一ビル TEL:03-3553-6174

担当：関(noriko.seki@japan-tunnel.org)

平成19年度事業収支決算ならびに平成20年度事業収支予算総括表

(単位:円)

科 目	平成20年度予算 予算額①	平成19年度決算		増 減①-②
		予 算 額②	決 算 額	
(収入の部)				
1. 会費収入	119,940,000	128,360,000	120,881,000	△ 8,420,000
2. 事業収入	120,090,000	148,090,000	201,544,000	△ 28,000,000
①講演会等事業収入	27,010,000	27,010,000	17,538,000	0
(1)講演会収入	4,710,000	4,710,000	2,053,000	0
(2)討論会等収入	2,400,000	2,400,000	3,129,000	0
(3)見学会収入	19,900,000	19,900,000	12,356,000	0
②受託業務収入	90,000,000	120,000,000	182,973,000	△ 30,000,000
③図書事業収入	3,080,000	1,080,000	1,033,000	2,000,000
3. 雑収入	110,000	110,000	706,500	0
当期収入計(A)	240,140,000	276,560,000	323,131,500	△ 36,420,000
(支出の部)				
1. 事業費	134,700,000	160,910,000	200,168,250	△ 26,210,000
①一般事業費	31,880,000	34,790,000	31,362,302	△ 2,910,000
(1)調査研究費	6,730,000	6,730,000	4,456,535	0
(2)会誌配布事業費	20,810,000	22,320,000	21,898,760	△ 1,510,000
(3)国際関係事業費	4,340,000	5,740,000	5,007,007	△ 1,400,000
②講演会等事業費	23,920,000	23,920,000	15,256,642	0
(1)事業企画調整費	850,000	850,000	514,842	0
(2)講演会費	3,480,000	3,480,000	2,206,328	0
(3)討論会等費	1,680,000	1,680,000	1,419,774	0
(4)見学会費	17,910,000	17,910,000	11,115,698	0
③受託調査研究費	76,100,000	101,400,000	153,179,763	△ 25,300,000
④図書関係事業費	2,800,000	800,000	369,543	2,000,000
2. 管理費	105,440,000	115,650,000	112,509,392	△ 10,210,000
①人件費	79,490,000	81,370,000	80,380,110	△ 1,880,000
②会議費	5,400,000	5,400,000	5,080,927	0
③借室料	10,560,000	18,120,000	14,337,822	△ 7,560,000
④事務費	9,990,000	10,760,000	12,710,533	△ 770,000
3. 什器備品除却損	0	0	233,014	0
4. 長期前払保証金償却損	0	0	943,460	0
当期支出計(B)	240,140,000	276,560,000	313,854,116	△ 36,420,000
当期正味財産収支差額(A)-(B)=(C)	0	0	9,277,384	0
期首正味財産額(D)	125,757,815	116,480,431	116,480,431	9,277,384
期末正味財産額(C)+(D)	125,757,815	116,480,431	125,757,815	9,277,384

(1)財産増減支出 什器備品購入費100万円とする。  
 (2)借入限度額 無担保借入金の限度額は、2,000万円とする。

平成20年度 役員・顧問・評議員名簿

区 分	氏 名	所 属 役 職	区 分	氏 名	所 属 役 職
会 長	小森 博	(社)海外鉄道技術協力協会理事長	顧 問	尾之内由紀夫	
副 会 長	佐藤 信彦	(財)道路保全技術センター理事長	"	内田 隆滋	
"	葉山 亮児	大成建設(株)代表取締役会長	"	浅井新一郎	
専務理事	水谷 敏則	(社)日本トンネル技術協会専務理事	"	岡田 宏	
(常務兼務)			"	萩原 浩	
理 事	青野 捷人	東日本高速道路(株)常務取締役	"	三谷 浩	
"	横田 耕治	中日本高速道路(株)常務執行役員	評 議 員	伊吹山四郎	攻玉社工科短期大学名誉学長
"	小川 篤生	西日本高速道路(株)執行役員管理事業本部長	"	山本 稔	東京都立大学名誉教授
"	日月 俊昭	首都高速道路(株)常務取締役	"	今田 徹	東京都立大学名誉教授
"	高山 博文	(独)鉄道・運輸機構理事	"	小野 紘一	京都大学名誉教授
"	北川 信	本州四国連絡高速道路(株)常務取締役	"	大久保誠介	東京大学教授
"	南部 隆秋	阪神高速道路(株)常務取締役	"	山口 温朗	(独)水資源機構技師長
"	林 康雄	東日本旅客鉄道(株)取締役建設工務本部長	"	安藤 憲一	首都高速道路(株)建設事業部長
"	矢萩 秀一	東京地下鉄(株)専務取締役	"	山内 幸裕	阪神高速道路(株)技術部長
"	鈴木 進	東京都交通局建設工務部長	"	豊島 英明	(独)鉄道・運輸機構鉄道建設本部東京支社長
"	中村 益美	東京都下水道局流域下水道本部長	"	河口 浩二	本州四国連絡高速道路(株)東京事務所上席調査役
"	吉越 洋	東京電力(株)フェロー	"	西村 高明	東京地下鉄(株)改良建設部工務部次長
"	橋本 徳昭	関西電力(株)常務執行役員土木建築室長	"	中里 隆	日本下水道事業団品質管理センター長
"	岡崎 治義	(社)日本建設機械化協会副会長	"	杉山 弘泰	電源開発(株)水力エンジニアリング部土木技術室長
"	金井 誠	(株)大林組常務取締役	"	榎尾 恒次	東京都交通局参事(技術管理担当)
"	神原 裕一	(株)奥村組代表取締役副社長	"	小川 健一	東京都下水道局計画調整部長
"	増永 修平	鹿島建設(株)常務執行役員	"	大塚 正博	東京電力(株)工務部長
"	船本 隆則	(株)熊谷組専務執行役員	"	森本 浩	関西電力(株)土木建築室土木部長
"	山田 俊郎	五洋建設(株)執行役員副社長	"	中井 雅彦	東日本旅客鉄道(株)東京工事事務所長
"	杉 晟	佐藤工業(株)代表取締役社長	"	桑原 彌介	日本交通技術(株)代表取締役社長
"	小野 武彦	清水建設(株)代表取締役副社長	"	有賀 長郎	(社)日本土木工業協会専務理事
"	加納 光正	(株)竹中土木専務取締役	"	小鷲 茂	(社)日本建設業団体連合会副会長
"	加納 清	鉄建建設(株)常任顧問	"	大貫 富夫	(社)日本鉄道建設業協会専務理事
"	香西 慧	戸田建設(株)執行役員副社長	"	鷲尾 淳俊	青木あすなろ建設(株)常務執行役員
"	戸村 和彦	飛鳥建設(株)取締役執行役員専務	"	大本 栄一	(株)大本組代表取締役会長
"	吉川 邦彦	西松建設(株)代表取締役副社長	"	株木 雅浩	株木建設(株)代表取締役社長
"	山口 徹	(株)間組土木事業本部副本部長	"	大迫 哲	(株)銭高組執行役員
"	剣持 三平	(株)フジタ常務役員待遇理事	"	日野 峻栄	大日本土木(株)代表取締役副社長
"	山田 和男	前田建設工業(株)常務執行役員	"	岡村 康秀	大豊建設(株)代表取締役会長
"	熊谷紳一郎	三井住友建設(株)執行役員副本部長	"	鈴木 行雄	東亜建設工業(株)代表取締役社長
監 事	入江 健二	東京地下鉄(株)鉄道本部改良建設部長	"	赤井 憲彦	東洋建設(株)代表取締役社長
"	砂道 紀人	電源開発(株)水力エンジニアリング部長	"	市川 正美	東急建設(株)代表取締役社長
"	伊藤 廉	(株)鴻池組執行役員	"	原田 喜文	りんかい日産建設(株)執行役員
"			"	中原 昭夫	日本国土開発(株)常務執行役員
"			"	高橋 昭夫	(株)不動テトラ代表取締役社長
"			"	清水六三郎	若築建設(株)専務執行役員
"			"	川端 規之	新日本製鐵(株)建材事業本部長
"			"	井上 年史	三菱重工地中建機(株)副社長

## 8月号予告[8月1日発売予定]

- 青函トンネルの覆工の長期的挙動に関する研究
- 北陸新幹線 飯山トンネル(上倉工区・富倉工区)
- 第二京阪道路 国守工事
- 中之島線 第4工区
- 大阪国際空港内雨水貯留施設管路施設築造工事【連載講座】
- シールド工事の施工に関するQ&A(最終回)

\*内容等は変更になる場合がございます

### 編集後記

◆最近どうやら「土木ブーム」のようです。NHKの『BS熱中夜話』というトーク番組では「巨大建造物ナイト」と題し、3週にわたって取り上げられました。深夜放送でしたので(?)ご覧になった方も多かったのではと思います。かつて放送されていたNHKの『プロジェクトX』でも、土木もの人気は高かったと聞きますが、今回のブームのポイントは、30前後の若者の中で「ダム萌え」「シールド萌え」…などの怪しげな言葉とともに広がっている点でしょう。私の考えでは、このブームの下地を作ったのは三つあり、ひとつはアニメ『エヴァンゲリオン』(1995)で、背景として描かれたインフラ群のなかに土木構造物の「カッコよさ」が発見されたこと。もうひとつは『アースダイバー』(中沢新一、講談社、2005)で、人と自然(地形)との関係をインフラを介した結びつきとして、技術的でなく人類学的な文脈で捉え直されたこと。そして、最近の「100万人の市民現場見学会」をはじめとした現場見学会の積極的な開催です。

◆私も5月に東京で開催された土木関係イベントに二つほど参加してきましたが、普通の現場写真を見て、「ほ〜」とか「うぉ〜」とか唸る人たちが結構いるものです。参加者のなかには、ひとつの現場の見学に10回以上も訪れた方もいて、話を聞くと現場見学の魅力は、行くたびに現場が進行し変わっていくこと、竣工すれば見られなくなる「一期一会感」とおっしゃっていました。気候のいい5月はまちの建築や土木をツアーを組んでめぐる「まち歩き」も多く開催され、建築関係では“open! architecture”として、普段非公開の建築物をまとめて見学対象として開放してもらったイベントを行っていました。土木でも普段は絶対見られないような供用中の構造物を見学できる“OPEN Infrastructure”も実現しないものかなと夢想しています。ちなみに無理を承知で参加してみたいイベントを挙げるとすれば、「水の貯まった状態の外郭放水路をボートで漕ぐ」です。

(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39巻 第7号 (通巻455号)

ISSN 0285-631X

Tonneru to chika

平成20年6月20日 印刷

平成20年7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.japan-tunnel.org

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。

# 2008年版

# 業

# 界

# 案

# 内

### 目次

コンサルタント業	III
建設業	IV
建設機械業	VI
建設資材業	VIII

### 掲載内容の説明

会社名	
代表者名	および 役職
業務内容、取扱商品名 など	
問い合わせ先 所在地 TEL: (XXX)XXX-XXXX FAX: (YYY)YYY-YYYY E-mail: XYZ@ZZZ.jp URL http://www.ZZZ.jp	

## 【コンサルタント業】

## 株式会社 演算工房

代表取締役 林 稔

建設分野における情報化施工システムの開発・販売。主にトンネル工事(山岳・都市)での施工管理(測量・計測)システムを手がけている。現在、トンネル以外の土木工事全般に適用可能な情報化施工システムの開発を目指している。

問い合わせ先：京都本社 営業部  
〒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  
E-mail：info@enzan-k.com  
URL <http://www.enzan-k.com>

## 川崎地質 株式会社

代表取締役社長 齋藤 善悦

建設コンサルタント 16-9  
地質および土質調査、土質・岩石・水質試験、レーダ探査、検層、コンクリート劣化診断、設計(道路、トンネル)、環境(土壌・地下水汚染など)、測量、海洋調査、工事(地すべり・法面対策)、情報処理

問い合わせ先：本社 技術本部  
〒108-8337 東京都港区三田2-11-15  
TEL：03-5445-2077 FAX：03-5445-2093  
E-mail：post-master@kge.co.jp  
URL <http://www.kge.co.jp>

## 国際航業 株式会社

代表取締役社長 中原 修

空間情報サービス  
地質調査/海洋調査  
建設コンサルタント

問い合わせ先：技術センター  
〒183-0057 東京都府中市晴見町2-24-1  
TEL：042-307-7110 FAX：042-330-1031  
E-mail：naoki\_muto@kkc.co.jp  
URL <http://www.kkc.co.jp>

## パンフィックコンサルタンツ 株式会社

代表取締役 高橋 仁

総合建設コンサルタント

問い合わせ先：交通技術本部トンネル部  
〒163-0730 東京都新宿区西新宿2-7-1 新宿第一生命ビル17F  
TEL：03-3344-1903 FAX：03-3344-1906  
E-mail：  
URL <http://www.pacific.co.jp/>

## 株式会社 ロード・エンジニアリング

代表取締役 清水 洋

道路、道路構造物、付帯設備の調査、設計、施工管理およびトンネル点検・調査・補修設計、とくにトンネルに関する部門を完備

問い合わせ先：本社  
〒116-0013 東京都荒川区西日暮里5-24-7 冠ビル  
TEL：03-3891-0711 FAX：03-3891-0701  
E-mail：info@road-eng.co.jp  
URL <http://www.road-eng.co.jp/>

**【建設業】**

**青木あすなろ建設 株式会社**

代表取締役社長 市木 良次

総合建設業

問い合わせ先：技術営業本部  
〒105-0014 東京都港区芝二丁目14番5号  
TEL：03-5419-1019 FAX：03-5419-1018  
E-mail：  
URL <http://www.aconst.co.jp>

**木原建設 株式会社**

代表取締役社長 木原 一治

総合建設業

問い合わせ先：本社  
〒915-8585 福井県越前市大虫町7号2番地  
TEL：0778-24-2200 FAX：0778-24-3677  
E-mail：info@kihara-kensetsu.co.jp  
URL <http://www.kihara-kensetsu.co.jp/>

**木部建設 株式会社**

代表取締役社長 木部 信敏

総合建設業，専門トンネル工事，都市土木工事

問い合わせ先：本社 建設本部工務部  
〒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  
E-mail：s.ouchi@kibekensetsu.co.jp  
URL <http://www.kibekensetsu.co.jp>

**株式会社 熊谷組**

代表取締役社長 大田 弘

総合建設業

問い合わせ先：土木事業本部  
〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1  
TEL：03-3260-2111 FAX：03-5261-7590  
E-mail：info@ku.kumagaigumi.co.jp  
URL <http://www.kumagaigumi.co.jp>

**佐藤工業 株式会社**

代表取締役社長 杉 晟

総合建設業

問い合わせ先：土木事業本部  
〒103-8639 東京都中央区日本橋本町4-12-19  
TEL：03-3661-4794 FAX：03-3661-9484  
E-mail：skip@satokogyo.co.jp  
URL <http://www.satokogyo.co.jp>

**清水建設 株式会社**

取締役社長 宮本 洋一

総合建設業

問い合わせ先：土木技術本部 地下空間統括部  
〒105-8007 東京都港区芝浦一丁目2-3 シーバンスS館  
TEL：03-5441-0567 FAX：03-5441-0510  
E-mail：y-fujiwara@shimz.co.jp  
URL <http://www.shimz.co.jp>

**新日本開発 株式会社**

代表 箕井 伸

トンネル補助工法(バイブルーフ，マイクロパイル，AGF工法，DIP工法ほか)，各種杭工事，注入工事，地盤改良工事，地すべり対策工事(集水井，水抜き工，アンカー工)，地質調査業，構造物補修補強工，ウォーターハンマー工法

問い合わせ先：土木部  
〒550-0012 大阪市西区立売堀2丁目4番19号  
TEL：06-6543-1175 FAX：06-6543-1170  
E-mail：info@njd.co.jp  
URL <http://www.njd.co.jp>

**成和リニューアルワークス 株式会社**

代表取締役社長 西野 誠二

シールド掘進機/泥水・濁水処理装置/各種クレーン/吹付ロボット/法面舗装設備/各種型枠  
地中連続壁工事/法面グラウト工事/シールド工事  
地盤改良工事/環境・リニューアル工事・耐震補強工事(PHb)

問い合わせ先：本社 営業統轄部第1営業部  
〒163-0610 東京都新宿区西新宿1-25-1(新宿センタービル)  
TEL：03-5326-0713 FAX：03-5326-0726  
E-mail：aal52320@nyc.odn.ne.jp  
URL <http://www.seiwarw.co.jp>

**大豊建設 株式会社**

代表取締役 水島 久尾

総合建設業

問い合わせ先：土木本部土木第一営業部  
〒104-8289 東京都中央区新川1-24-4  
TEL：03-3297-7007 FAX：03-3551-4005  
E-mail：  
URL <http://www.daiho.co.jp>

**株式会社 竹中土木**

取締役社長 竹中 康一

総合建設業

問い合わせ先：技術・生産本部  
〒136-8570 東京都江東区新砂1-1-1  
TEL：03-6810-6215 FAX：03-6660-6304  
E-mail：webmaster@takenaka-doboku.co.jp  
URL <http://www.takenaka-doboku.co.jp>

**西松建設 株式会社**

代表取締役社長 國澤 幹雄

総合建設業

問い合わせ先：施工本部土木部  
〒105-8401 東京都港区虎ノ門一丁目20番10号  
TEL：03-3502-7648 FAX：03-3502-0714  
E-mail：webmaster@nishimatsu.co.jp  
URL <http://www.nishimatsu.co.jp/>

**日本基礎技術 株式会社**

代表取締役社長 中原 巖

トンネル補助工事，地盤汚染対策工事，ダムグラウチング工事，斜面安定工事，地すべり対策工事，地盤改良工事

問い合わせ先：東京本社 技術本部技術部  
〒150-0031 東京都渋谷区桜丘町15番17号  
TEL：03-3476-5701 FAX：03-3476-4551  
E-mail：etsuroou\_imabayashi@jafec.co.jp  
URL <http://www.jafec.co.jp/>

**株式会社 間組**

代表取締役社長 小野 俊雄

総合建設業

問い合わせ先：本店 土木事業本部  
〒105-8479 東京都港区虎ノ門2-2-5  
TEL：03-3588-5760 FAX：03-3588-5755  
E-mail：terauchi@hazama.co.jp  
URL <http://www.hazama.co.jp>

**吉岡建設 株式会社**

代表取締役社長 吉岡 隆一

建設業  
土木工事施工(トンネル・シールド・ダムほか)

問い合わせ先：工務部  
〒569-1136 大阪府高槻市郡家新町41番2号  
TEL：072-681-1861 FAX：072-681-1866  
E-mail：yoshiokakensetsu@e-yoshioka.com  
URL <http://www.e-yoshioka.com/>

**【建設機械業】**

**カヤバシステムマシナリー 株式会社**

代表取締役社長 石井 英勝

自由断面トンネル掘削機：ブームヘッダー(RH-10 J, RH-250-MB-SL, RH-8J, RH-7J, RH-3J), ミゼットマイナー(MM-90, MM-49), ブームカッターシールド(BCS), シャフトヘッダー(SH-37)

問い合わせ先：本社 営業統轄部 営業1部  
〒105-0012 東京都港区芝大門2-5-5 住友不動産芝大門ビル  
TEL：03-5733-9444 FAX：03-5733-9506  
E-mail：  
URL <http://www.kyb-ksm.co.jp>

**ケンサンリース 株式会社**

代表取締役社長 晴波 保

トンネル工事、シールド工事用各種機械、資材のレンタルおよび販売  
主な取扱い機械：バッテリーロコ、ズリトロ、各種運搬台車、コンクリート関連機械、レール、分岐、ジャンボ、送風機、集塵機、フリッカー装置、ほか

問い合わせ先：本社  
〒171-0022 東京都豊島区南池袋3-13-15  
TEL：03-5396-9331 FAX：03-5396-9333  
E-mail：l.kensan@oregano.ocn.ne.jp  
URL <http://www9.ocn.ne.jp/~l.kensan/>

**株式会社 小松製作所**

代表取締役社長 野路 國夫

各種シールド機械  
各種岩盤用トンネル掘削機  
小口径管推進機

問い合わせ先：建機マーケティング本部営業本部地下建機営業部  
〒107-8414 東京都港区赤坂2丁目3-6  
TEL：03-5561-2725 FAX：03-5561-2905  
E-mail：  
URL <http://>

**株式会社 佐賀**

取締役社長 中川 一勝

トンネル用各種セントル(スチールフォーム、移動セントル、テレフォーム)  
建設用機械設計・製作(移動栈橋、特殊各台車、ターンテーブル、プロテクター)

問い合わせ先：本社 営業部  
〒934-0056 富山県射水市寺塚原720-1  
TEL：0766-82-1500 FAX：0766-82-1501  
E-mail：saga-d15@p2332.nsk.ne.jp  
URL <http://>

**サンドビックマニングアンドコンストラクションジャパン 株式会社**

取締役事業部長 松本 啓志

ジャンボ、ブレーカ、ロックツール、ロードホウルダンプ、ダンプトラック、ロードヘッダー、ツインヘッダー、さく孔具、モバイルクラッシュ&スクリーン、ほか

問い合わせ先：セールスサポート部  
〒222-0033 横浜市港北区新横浜2-15-12 共立新横浜ビル6階  
TEL：045-478-0662 FAX：045-478-0661  
E-mail：mayuko.yoshida@sandvik.com  
URL <http://www.miningandconstruction.sandvik.com/jp>

**新キャタピラー三菱 株式会社**

取締役社長 平野 昭一

トンネル掘削機械各種  
トンネルズリ運搬機械各種  
環境リサイクル機械各種

問い合わせ先：本社 直販部  
〒158-8530 東京都世田谷区用賀4丁目10番1号(SBSタワー)  
TEL：03-5717-1151 FAX：03-5717-1177  
E-mail：kenichiro\_hirai@scm.co.jp  
URL <http://www.scm.co.jp>

**株式会社 スターロイ**

代表取締役社長 本並 義弘

ローラカッタ、カッタビット対応機種(トンネル掘削機用、基礎工事用、せん孔機械用、路盤機械用)

問い合わせ先：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  
E-mail：starloy0@oak.ocn.ne.jp  
URL <http://www.starloy.com/>

**株式会社 タイクウ**

代表取締役 赤阪 全七

トンネル掘削機的设计・製作・販売・レンタル  
山岳トンネル用自由断面掘削機カッタローダ各種/半機械式シールド掘削機マイクロカッタローダ/油圧式ズリ積機タフロダ各種/立坑掘削機、硬岩掘削機WAV300H/エアーモーター各種

問い合わせ先：本社 営業部  
〒144-0047 東京都大田区萩中3丁目6-5  
TEL：03-3741-3131 FAX：03-3741-6457  
E-mail：taikuu@par.odn.ne.jp  
URL <http://>

**古河ロックドリル 株式会社**

代表取締役社長 加藤洋一郎

トンネルドリルジャンボ/クローラドリル(油圧・空圧)/油圧ブレーカ/油圧圧砕機・油圧鉄骨カッター/コンクリート吹付機/電動式坑内積込機/スロットドリル/インパクトオーガドリル/ハンドドリル・レグドリル/ハンドブレーカ/ビット・ロッド

問い合わせ先：本社 特機部  
〒103-0022 東京都中央区日本橋室町二丁目3番14号  
TEL：03-3231-6966 FAX：03-3231-6993  
E-mail：  
URL <http://www.furukawarockdrill.co.jp>

**株式会社 三井三池製作所**

代表取締役社長 平川 幸知

ロードヘッダ、ツインヘッダ、小口径シールド機等の掘削機、および動翼可変ピッチ制御コントラファン、エムデックス(バグフィルタ式集じん機)といったトンネル工事用換気設備を提供しています。

問い合わせ先：産業機械事業本部 産業機械営業部  
〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2-1-1  
TEL：03-3270-2008 FAX：03-3245-0203  
E-mail：sanki@mitsuimiike.co.jp  
URL <http://www.mitsuimiike.co.jp>

**ヤマモトロックマシン 株式会社**

代表取締役 山本 勝俊

油圧・空圧さく岩機、ドリフター、油圧・空圧クローラドリル、アタッチドリル、法面せん孔機、ドリルジャンボ、401・301・101ロックボルトせん孔機、立坑せん孔機、石材せん孔機、油圧割岩機、静的破砕剤、溶融炉開孔機、関連機器。

問い合わせ先：東京営業部  
〒100-0005 東京都千代田区丸の内3-2-3 富士ビル713区  
TEL：03-3201-0701 FAX：03-3201-5702  
E-mail：tokyo@yrm.co.jp  
URL <http://www.yrm.co.jp>

**株式会社 流機エンジニアリング**

代表取締役 西村 章

開発事業・レンタル事業の二つを軸に、流体技術を主体とした集塵機、送風機、高圧ブロー、脱臭、冷房、等の技術サービスを提供する開発提案型のメーカーです。換気効率が良くなる吸引ダクトシステムや漏風ほぼゼロのダクト等も展開しております。

問い合わせ先：(株)流機エンジニアリング  
〒108-0073 東京都港区三田3-4-2 COI聖坂ビル  
TEL：03-3452-7400 FAX：03-3452-5370  
E-mail：eigyobu@ryuki.com  
URL <http://www.ryuki.com>

## 【建設資材業】

### エステーエンジニアリング 株式会社

代表取締役 谷山 慎吾

●自穿孔ボルト(大小5サイズ)/●FIXチューブ工法(鏡補強)/●AGF-SP工法, STDビット/●PUIF注入管, 高速SP-IF工法/●SPルートパイル工法/●高耐力SPマイクロパイル工法

問い合わせ先: 本社  
〒581-0833 大阪府八尾市旭ヶ丘1丁目108番地2  
TEL: 072-990-0250 FAX: 072-990-0251  
E-mail: info-enter@st-eng.co.jp  
URL <http://www.st-eng.co.jp/>

### オリカジャパン 株式会社

代表取締役社長 安藤 宏

火薬類輸入・販売・製造  
産業用硝安輸入・販売  
含水爆薬(エミュライト・セナテルシリーズ)  
火工品(電子雷管・導火管付雷管・電気雷管)

問い合わせ先: オリカジャパン(株)  
〒105-0001 東京都港区虎ノ門三丁目7番11号虎ノ門三須ビル7階  
TEL: 03-5777-4681 FAX: 03-5777-4682  
E-mail: kiminobu.yokoyama@orica.com  
URL <http://www.oricaminingservices.com>

### 株式会社 ジャペックス

代表取締役社長 黒川 孝一

●産業用火薬類の販売  
含水爆薬, ダイナマイト, 硝安油剤爆薬  
電気雷管, 導火管付き雷管, 導爆線  
発破用アクセサリ(発破器, テスター他)  
●発破技術サービス 発破設計, 振動騒音測定

問い合わせ先: 営業本部  
〒105-0003 東京都港区西新橋1-11-5 新橋中央ビル4F  
TEL: 03-3506-9061 FAX: 03-3580-8244  
E-mail: japex-staff@highjex.jp  
URL <http://www.highjex.jp>

### 太平洋マテリアル 株式会社

代表取締役社長 安西 幸男

急結剤: ショットマスター(一般・高品質吹付け)  
ショットマスターH(高強度吹付け)  
ショットマスターF(初期高強度吹付け)  
地盤注入材: アロフィクス・スーパーハード  
ひびわれ低減剤: クラックセイバー・エクспан

問い合わせ先: 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  
TEL: 03-3278-5319 FAX: 03-3278-5359  
E-mail: post-koukinou@taiheiyo-m.co.jp  
URL <http://www.taiheiyo-m.co.jp>

### 電気化学工業 株式会社

代表取締役社長 川端 世輝

吹付けコンクリート用急結剤<デンカナトミック>  
TBM後吹きモルタル<デンカPFモルタル>  
先受け工法用注入材, 地盤注入材<デンカES>  
覆工コンクリート用養生剤<デンカクラックフ>  
覆工コンクリート用膨張剤<デンカパワーCSA>

問い合わせ先: 特殊混和材部 トンネル材料グループ  
〒103-8338 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号(日本橋三井タワー)  
TEL: 03-5290-5358 FAX: 03-5290-5085  
E-mail: dk010313@denka.co.jp  
URL <http://www.denka.co.jp>

### 合資会社 日高商会

代表 川守田政臣

[ドリフター用さく孔ツール類製造販売]  
ショックロッド, 中継ロッド, カップリング, ビット  
[長尺先受け工法用ツール類製造販売]  
AGF工法用鋼管, さく孔用ビットNSXビット, フェースボルト用鋼管, その他特殊工具類

問い合わせ先: 営業部  
〒103-0023 東京都中央区日本橋本町4-14-2 ミマツビル102  
TEL: 03-3663-0561 FAX: 03-3667-5443  
E-mail: info@nikko-shokai.com  
URL <http://www.nikko-shokai.com>

### 三菱マテリアル 株式会社

代表取締役社長 井手 明彦

ビット・ロッド・カッタービット  
対応機種(穿孔機用, トンネル掘削機用, 基礎工  
用, 補強・補助工用)

問い合わせ先: 加工事業カンパニー超硬製品事業部岐阜駐在  
〒503-2394 岐阜県安八郡神戸町横井1528-1  
TEL: 0584-27-5011 FAX: 0584-27-5022  
E-mail:  
URL <http://mrt.mitsubishicarbide.com/>

## 吹付けコンクリート用急結剤

# 「太平洋ショットマスター」



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

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

3 塩化物を  
含んでいません  
塩化物を含んでいませんので  
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