

トンネルと地下 1

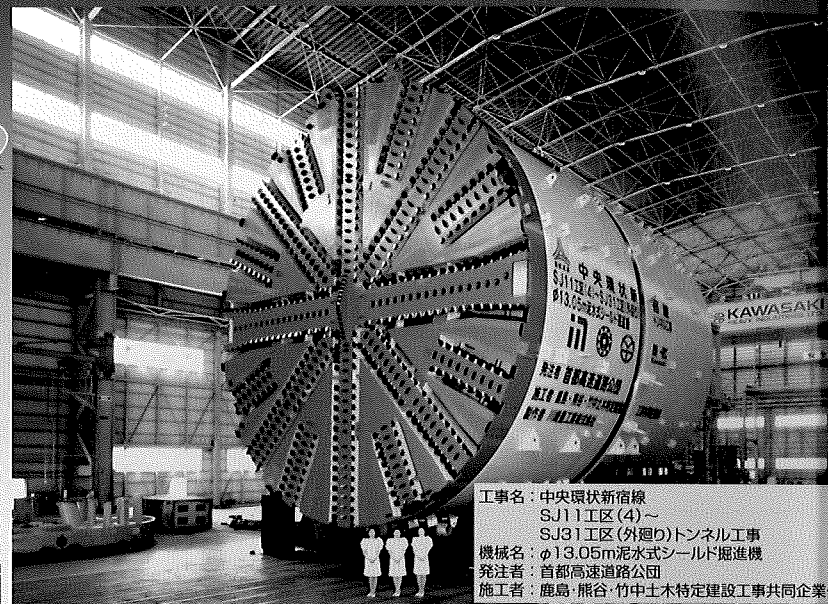
vol. 37
no. 1
2006

Tunnels and Underground

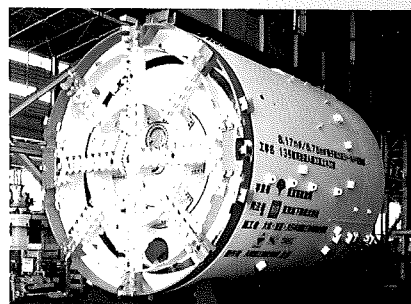
台湾新幹線プロジェクトにおける山岳トンネルの設計・施工
急傾斜不安定坑口部を大規模アンカー工で克服
都営地下鉄・浅草線と大江戸線をつなぐ
フライアッシュで坑内作業環境を改善
めがねトンネルから超近接トンネルへ

迎春

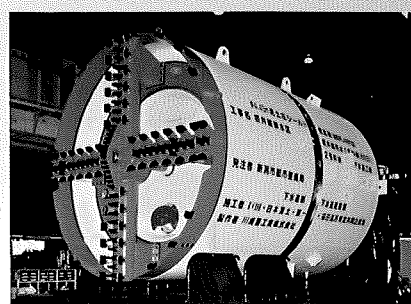
Kawasaki



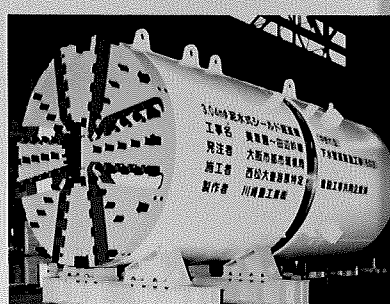
工事名: 中央環状新宿線 SJ11工区(4)~ SJ31工区(外廻り)トンネル工事
機械名: φ13.05m泥水式シールド掘進機
発注者: 首都高速道路公団
施工者: 鹿島・熊谷・竹中土木特定建設工事共同企業体



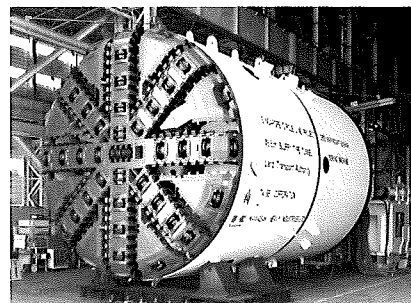
工事名: 13号線南池袋A線工区土木工事
機械名: φ8.17mφ/6.78mφ親子泥土圧シールド掘進機
事業者: 東京都建設局
発注者: 東京地下鉄株式会社
施工者: 大林・東亜・大日本建設工事共同企業体



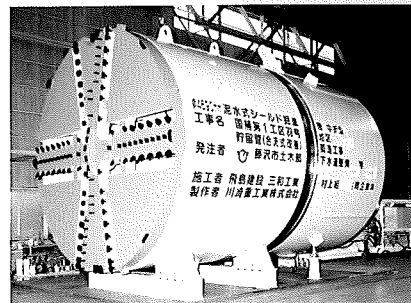
工事名: 坂井輪排水区坂井輪雨水1号幹線(その3)
機械名: φ4.43m泥土圧シールド掘進機(後胴押し中折れ型)
発注者: 新潟市都市整備局下水道部下水道建設課
施工者: 戸田・日本国土・第一・福田道路特定共同企業体



工事名: 美章園~田辺幹線下水管渠築造工事(その3)
機械名: 3.04mφ泥水式シールド掘進機(中折れ型)
発注者: 大阪市都市環境局
施工者: 西松・大豊・海原特定建設工事共同企業体



工事名: SINGAPORE CIRCLE LINE PROJECT C853 MARYMOUNT-BISHAN
機械名: φ6.63m SLURRY TYPE TUNNEL BORING MACHINE
発注者: Land Transport Authority
施工者: TAISEI CORPORATION



工事名: 国補第1工区羽島地区貯留管(合流式改善)築造工事
機械名: φ4690mm泥水式シールド掘進機(中折れ型)
発注者: 藤沢市土木部下水道整備課
施工者: 飛鳥建設・三和工業・村上組共同企業体

DSR工法研究会

(内胴引抜再利用型シールド工法)

株式会社新井組 株式会社鴻池組
株式会社白石 株式会社竹中土木
戸田建設株式会社 株式会社間組
株式会社フジタ 村本建設株式会社
石川島播磨重工業株式会社
三菱重工業株式会社
川崎重工業株式会社

web: <http://www.dsr.gr.jp/>
E-mail: jimukyoku@dsr.gr.jp

川崎重工

大型構造物ビジネスセンター 土木機械・機器営業

東京本社: 東京都港区浜松町2-4-1(世界貿易センタービル) 〒105-6116 (03) 3435-2387~
関西支社: 大阪市北区堂島浜2-1-29(古河大阪ビル) 〒530-0004 (06) 6348-8255

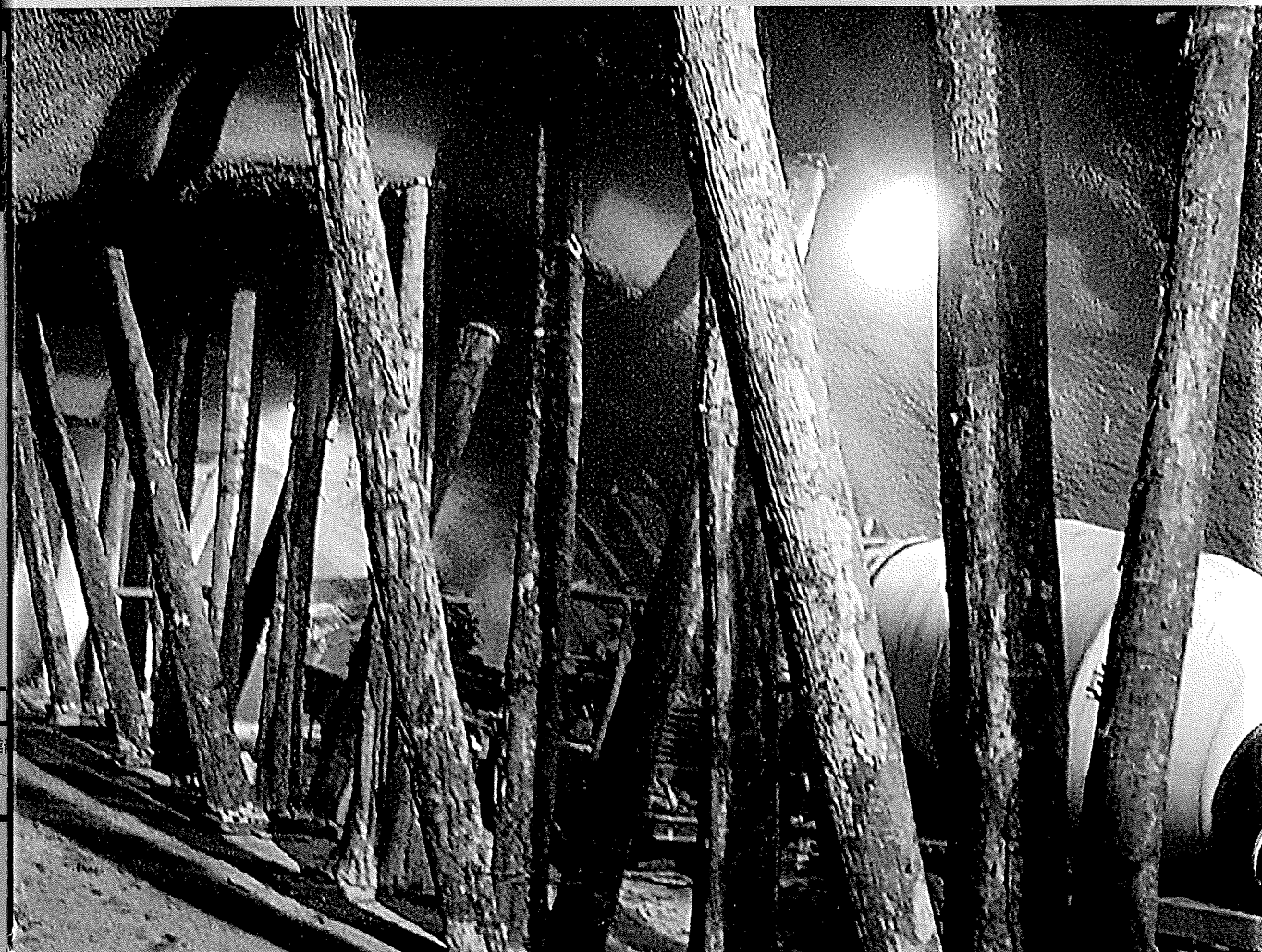
定価 1,575円
本体価格1,500円

雑誌06619-1



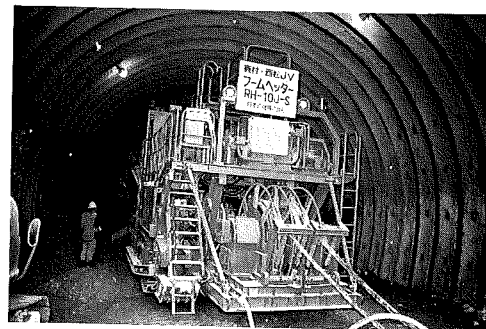
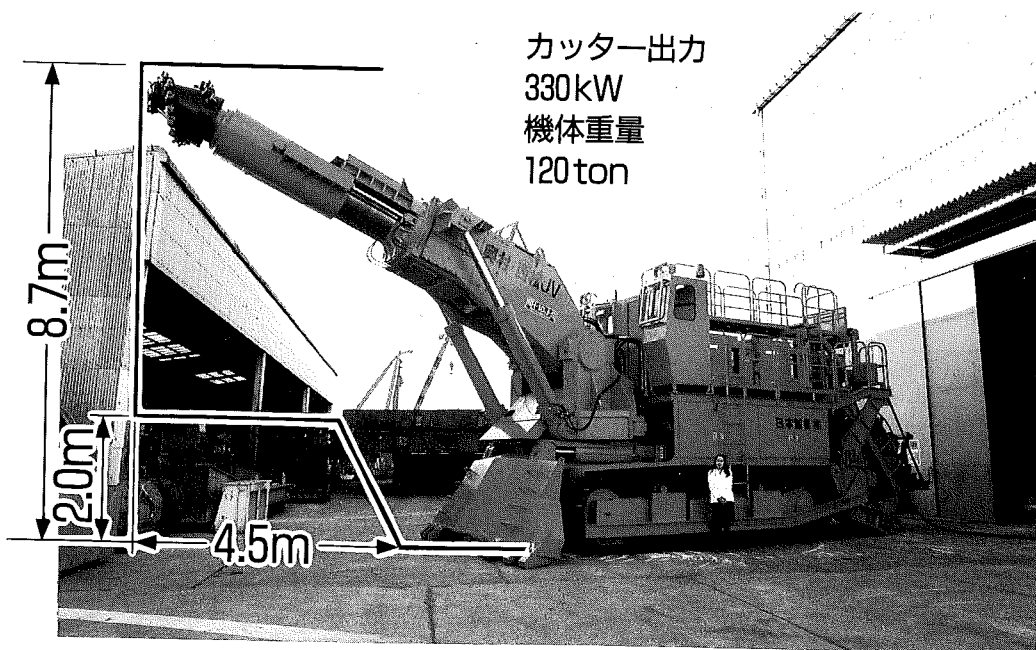
4910066190163
01500

日本トンネル技術協会誌



RH-10J-S ミニベンチ機械掘削工法 ブームヘッダー

カッター出力
330kW
機体重量
120ton



RH-10J-S型は

- ① 積込機、NATM関連機器等、従来機との組合せでミニベンチ工法が出来ます。
- ② トップデッキを外すことにより、ショートベンチ工法の上半にも使えます。

KYB カヤバシステム マシナリー株式会社 建設機械部

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO.,LTD.

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

旧社名: 日本鉦機株式会社

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6階 TEL 03-5733-9441

中部支店 〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町62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

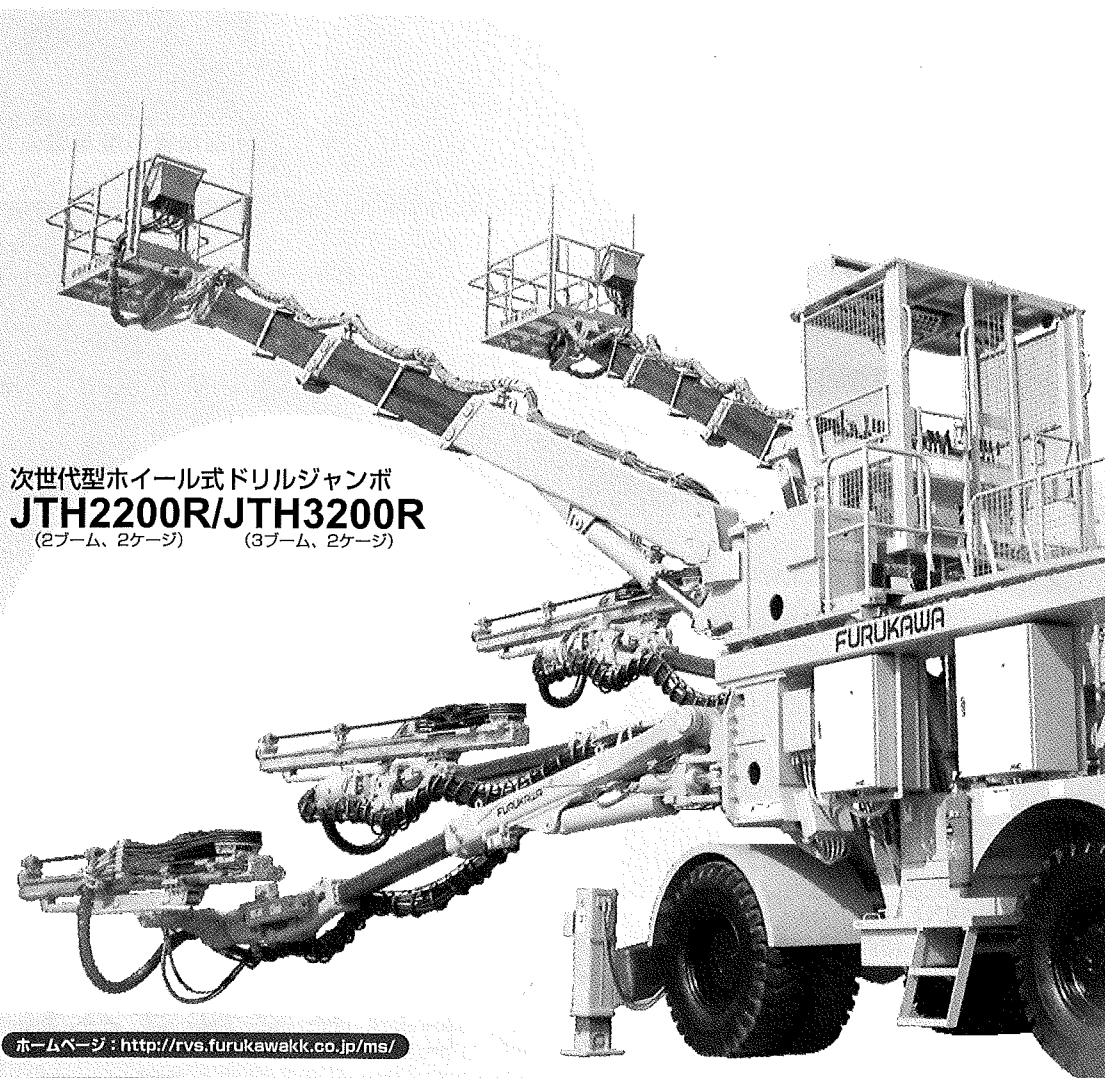
三重工場 〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町62番地2 TEL 059-234-4111



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

次世代型ホイール式ドリルジャンボ JTH2200R/JTH3200R

(2ブーム、2ケージ) (3ブーム、2ケージ)



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



△ 古河機械金属グループ 古河ロックドリル株式会社

(旧社名: 古河機械販売株式会社)

本社 〒101-0047 東京都千代田区内神田2丁目15番9号 古河千代田ビル 特機営業部 TEL: 03-3252-2544

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

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

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

NEW F-Sボルト
 長尺鋼管注入式鏡ボルト

NETIS登録完了
 No.KK-050087

F-Sボルト工法
 長尺鋼管注入式鏡ボルト

- 1. 低価格
- 1. 簡単施工
- 1. 超長尺施工
- 1. 産業廃棄物軽減

掘削後の廃棄物処理
 が簡単でスムーズ!

鋼管だから安全で確
 実な削孔が可能!

AGF工法
 補助工法全般

防水シート
 NATMシート

SKバーメッシュ
 ユニット化鉄筋

NETIS
 No.KT-000107

fujimori

フジモリ産業株式会社

〒141-0022

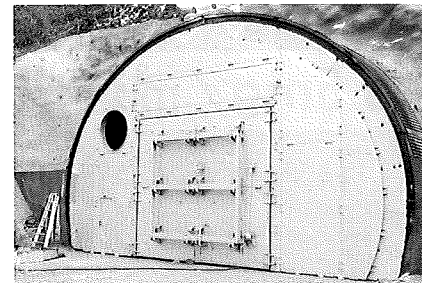
東京都品川区東五反田2-17-1

オーバルコート大崎マークウエスト9F

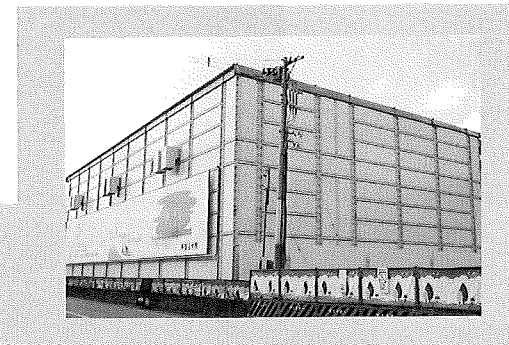
URL <http://www.fujimori.co.jp>

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

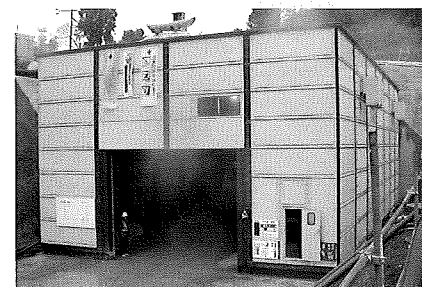
快適な作業環境を約束する騒音対策システム



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



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



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



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

【建設騒音対策協会】(旧 騒音対策研究会)

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

ISO9001取得～防音設備の設計、製造、施工、リース

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

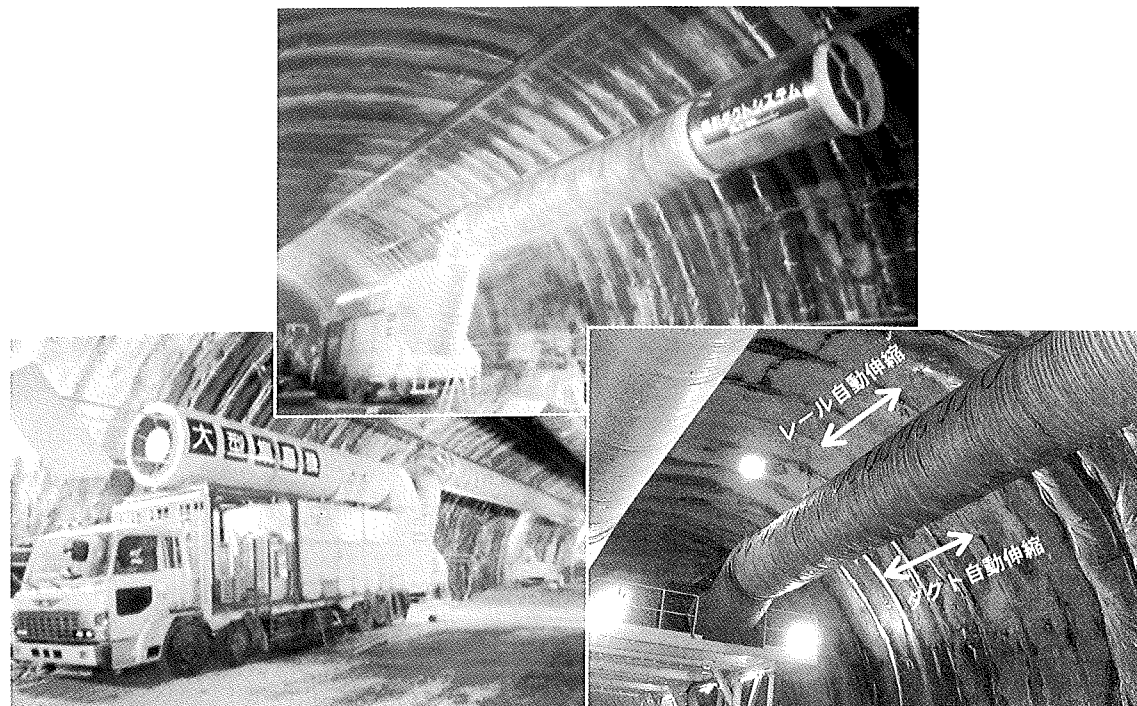


ヒューズ工業株式会社
 FUSE INDUSTRIES CO.,LTD.

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

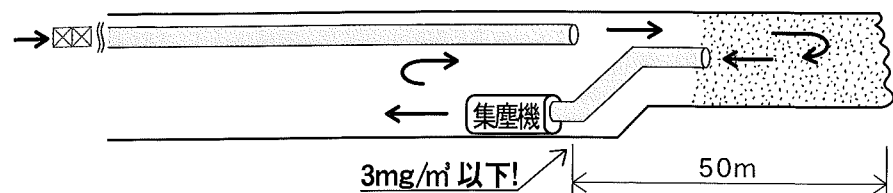
吸引ダクトシステム

ガイドラインをクリア(※) 0.5mg/m³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応。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。
- ・適応外径はφ600～φ1800、負圧-2kpa、収縮率1/5、100m以上もレンタルで対応可。



宇宙・原子力・環境など開発部門の人材を募集しています

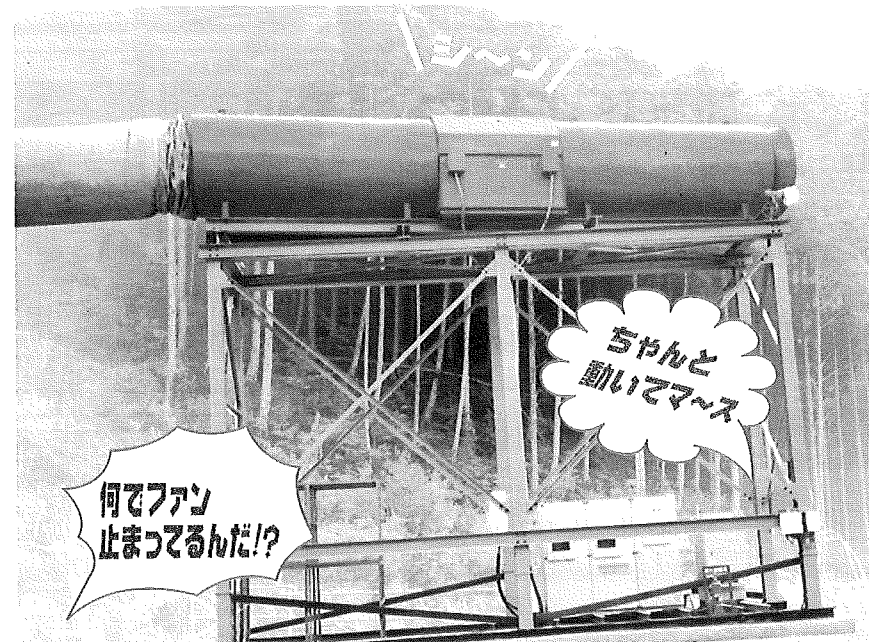
株式会社 流機 エンジニアリング

URL: <http://www.ryuki.com> E-mail: eigyobu@ryuki.com

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

超低騒音・二軸反転ファン エアロ★MAX

耳をすまして下さい! ●●♯♯〜これ、ファンの音なんです。



今時、静かなのは当たり前!!

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：標準78dB(A)、オプションサイレンサーで60dB(A)以下も可能。
- 省エネ：インバータでファンの回転数を制御するため無負荷電流がなく、人-△直動方式や可変ピッチ方式より大幅に省エネができます。
- 高効率：固定翼、インバータ制御で広い性能点で効率のいい運転。
- 制御：ダストセンサーによる自動制御、集塵機との連動運転が可能。
(特許 第1742880 ダストセンサーによるインバータ制御)
- 使い易さ：軽量、INV高調波対策も万全、ソフトスタートでダクトを痛めずファンのメンテナンスも軽減。
- 高価なフリッカ対策設備も不要。
- コンサルティング：長年にわたってつちかって参りました弊社の換気のノウハウを生かし、換気計画後、5.5kW×2～200kW×2の幅広い揃えで対応致します。
換気のご相談はお気軽に本社・営業部までどうぞ。

宇宙・原子力・環境など開発部門の人材を募集しています

株式会社 流機 エンジニアリング

URL: <http://www.ryuki.com> E-mail: eigyobu@ryuki.com

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

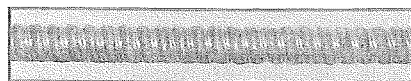
— NATM を支える —

技術と信頼!

ケー・エフ・シーの ロックボルト

全ネジFRP ロックボルト

CG22S



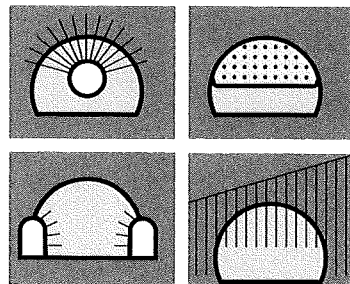
(中実タイプ)

CGR32

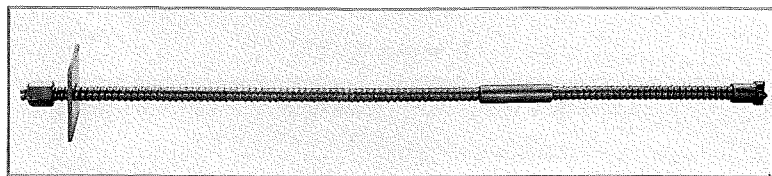


(中空タイプ)

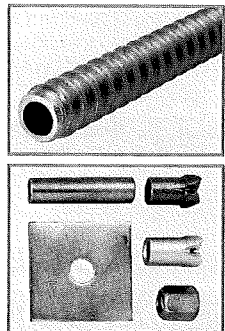
FRP ボルトに全ネジ加工することによって、ナット取付け、カプラー接続が簡単にできます。



自穿孔 IBO アンカー

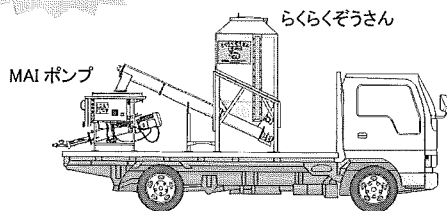


現場での取扱いが非常にし易い R32 ネジを全長にわたって転造した中空ロックボルトです。

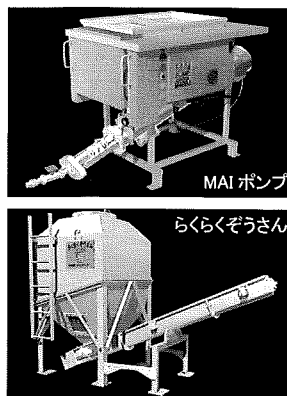


MAI ポンプ&らくらくぞうさん(モルタル投入システム)

ECO システム!



現場ゼロエミッションに貢献します。



特許第 3256532 号
(らくらくぞうさん)



環境にやさしいパッケージ
「ふたたびくん」

KFC 株式会社 ケー・エフ・シー

東京土木営業部 TEL(03) 3798-8511 FAX(03) 3798-8516
大阪土木営業部 TEL(06) 6363-1884 FAX(06) 6313-0755
名古屋支店 TEL(052) 223-1050 FAX(052) 223-1059
札幌支店 TEL(011) 751-4681 FAX(011) 751-4682

ホームページ <http://www.kfc-net.co.jp/>

1本1本が大切! だから

次世代 防食 ロックボルト

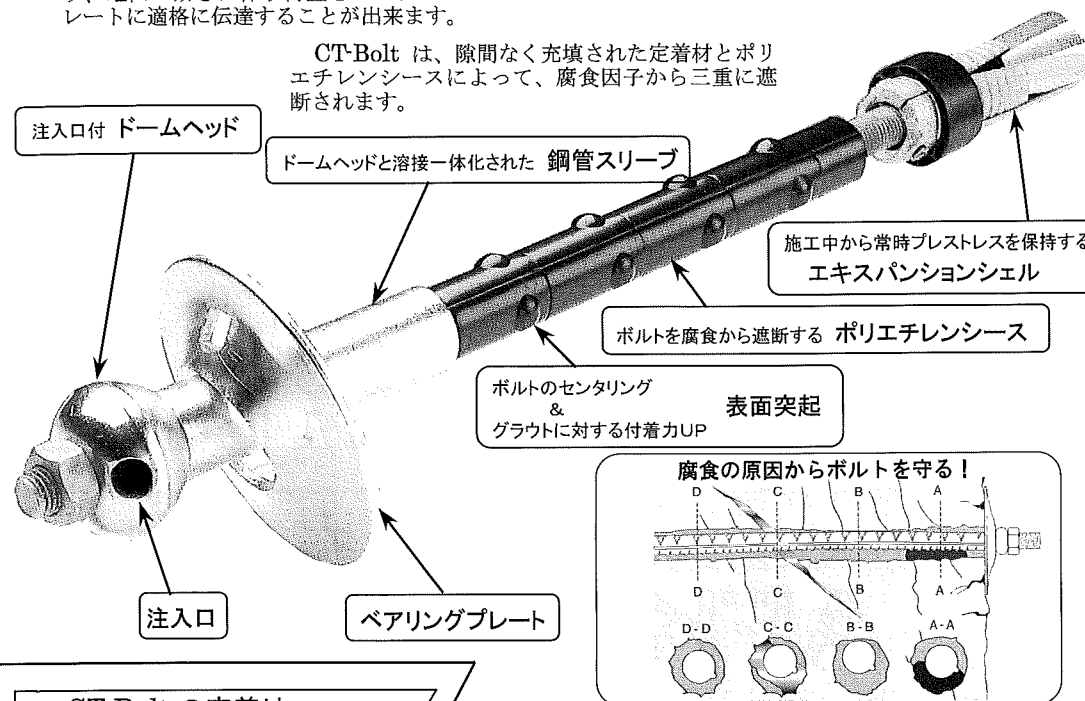
CT-Bolt

Ørsta Stål

通常施工により超長期支保

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

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



注入口付 ドームヘッド

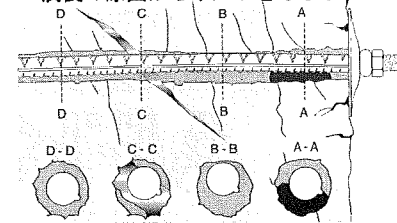
ドームヘッドと溶接一体化された 鋼管スリーブ

施工中から常時プレストレスを保持する
エキスパンションシール

ボルトを腐食から遮断する ポリエチレンシース

ボルトのセンタリング
&
グラウトに対する付着力UP
表面突起

腐食の原因からボルトを守る!

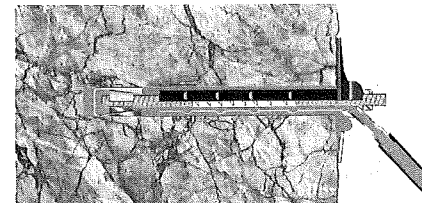


注入口

ベアリングプレート

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に充填して戻り、リターンによって全面定着が確認出来ます。

総発売元 Your Fastening Partner

KFC 株式会社 ケー・エフ・シー

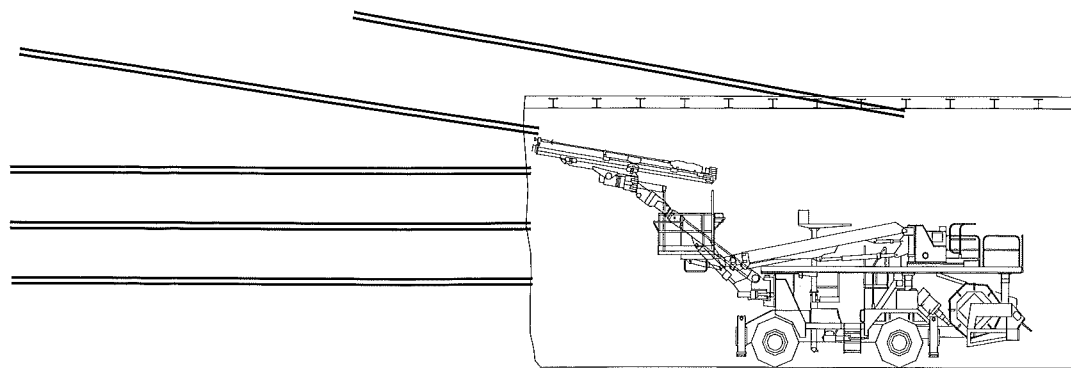
〒105-0014 東京都港区芝 2-5-10
お問い合わせ先 TEL: 03-3798-8517
技術部 FAX: 03-3798-8850

KATECS

全方位切羽補強工法

パノラマ工法

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



アルカリフリー型液体急結剤

AFK-777J

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

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



「ヨロケ」とは昔 鉱山で呼ばれたじん肺のことです

KATECS

発泡型シリカレジン

SR-L

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

注入式長尺先受工法

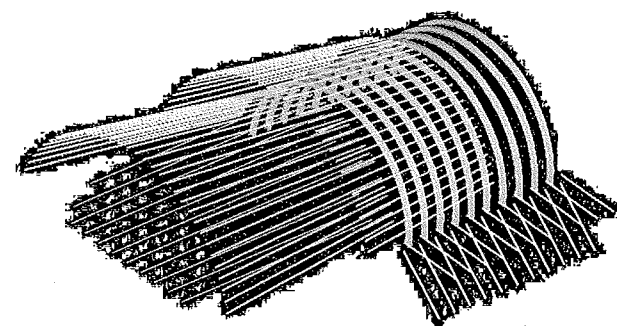
AGF工法

AGF-P工法

AGF-S工法

小口径長尺先受工法

Small-P工法



鋼管膨張型ロックボルト

タイムリーアンカー

無機系注入材

シリカセーフ

KATECS

株式会社 カテックス 建設資材事業部

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

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

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

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

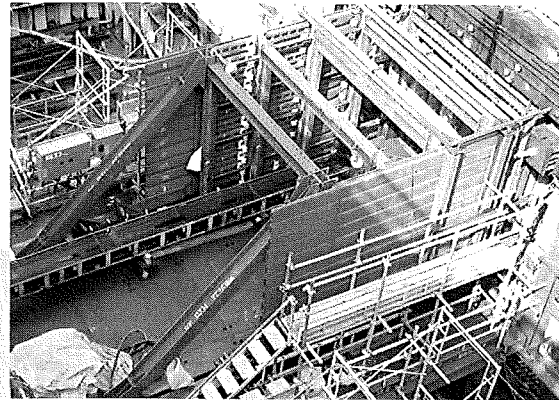
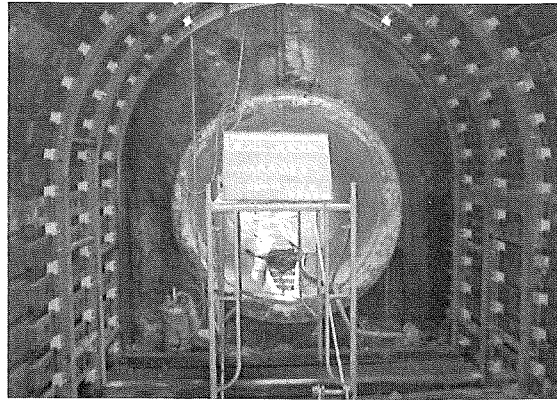
関西営業所 〒550-0015 大阪市西区南堀江4丁目1番18号
TEL 06-6578-3235 FAX 06-6578-3237

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

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

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

アーストンネル掘削工法に最適 SS-メッセル工法



30年の実績(工法指導致します)

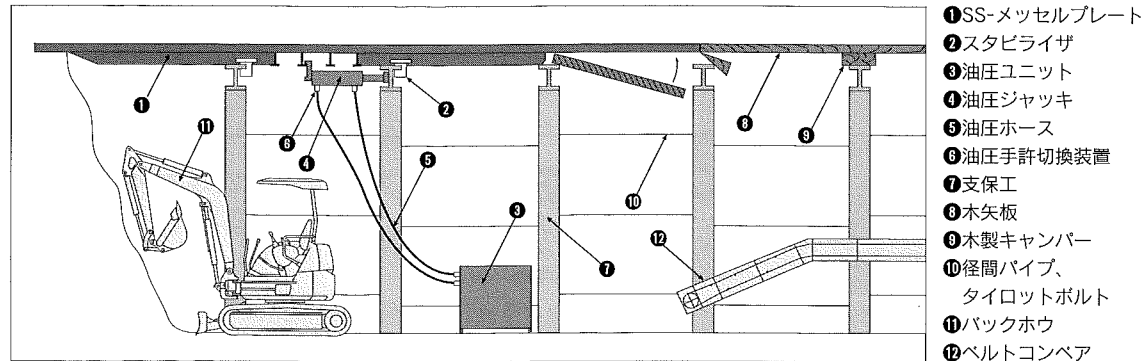
特徴

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

実績

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

SS-メッセル工法概略図



SIETECH 株式会社シーテック
URL <http://www16.ocn.ne.jp/~sietech/>

〒102-0072 東京都千代田区飯田橋4丁目4番5号 TEL.(03)3263-7457(代) FAX.(03)3262-0915

新製品 CyberWorksシリーズ **PictureMAGIC** 自動デジタルカメラ搭載型測量機と最新3Dステレオ処理による高精度空間測量システム

3Dカメラスキャナー
自動測量、自動撮影
遠隔リモートコントロール
軽量ポータブル

株式会社演算工房 本社 〒604-0847 京都市中京区烏丸通押小路上 日土京都ビル4階 TEL075-213-7200 FAX075-213-7201

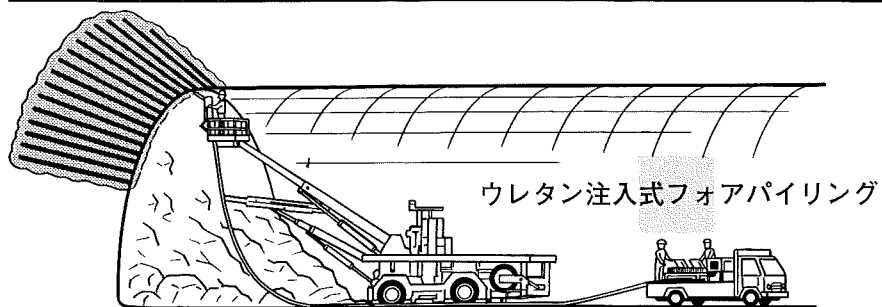
<http://www.enzan-k.com/> **enzan**

BRIDGESTONE

厳しい条件下の施工に
迅速な対応・信頼の
ブランド

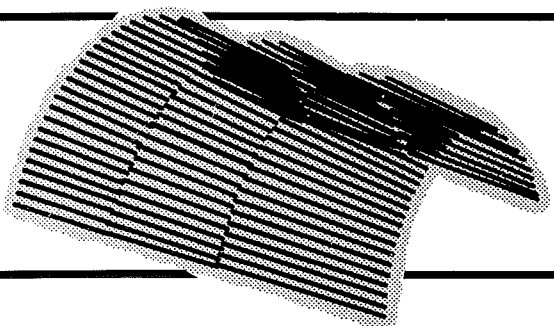
ブリヂストンのトンネル資材

切羽の安定化対策用補助工法
エバーライトGK工法 ウレタン注入式岩盤固結工法

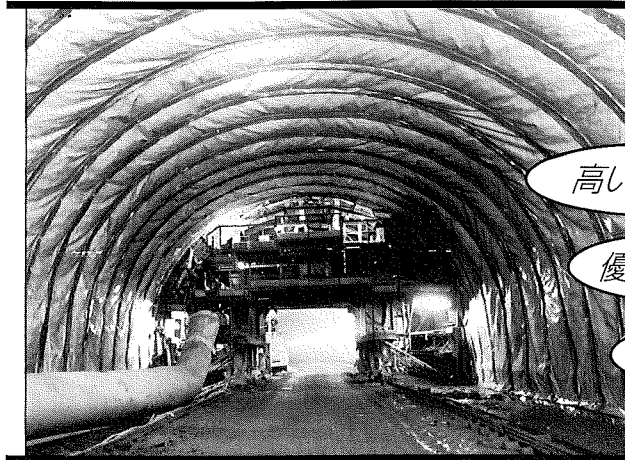


ウレタン注入式フォアパイリング

注入式長尺先受工法
(AGF工法)



ナトミックシート トンネル用防水シート



高い防水性

優れた耐久性

容易な施工性

株式会社ブリヂストン 土木・海洋商品販売部
東京都中央区八重洲1丁目6番6号 〒103-0028
電話 東京(03)5202-6870

degussa.

creating essentials

吹付けコンクリートの新方程式。
今だから考えられる環境と経済性を融合させました。

人に優しい作業環境を提供することはもちろん、経済性にも優れていることが望まれており、私たちはこれらを融合する液体急結剤を開発しました。それがメイコSAエコショットです。



NEW

アルカリフリー液体急結剤
メイコ®SAエコショット

湿式吹付けコンクリート用高性能減水剤
NT-1000シリーズ

- 高強度化・施工性の改善にはシリカフェーム「メイコMS610」
- 湿式吹付けコンクリートの練り置き時間を1~16時間できる「デルボクリート」

資料進呈/詳しくは、本社UGC営業部または、最寄りの事業所にお問い合わせください。

「メイコSAエコショット」は、従来の液体急結剤よりさらに硬化特性を向上させ、特に単位セメント量が360kg/m³の一般強度吹付けコンクリートに適した性能を有しています。そのうえ成分中にアルカリ分を含まない液体急結剤で、作業員に対する安全性が著しく高く、しかも粉じんおよびリパウンドを大幅カット。作業環境と経済性を飛躍的に改善します。また、単位水量を大幅に低減する湿式吹付けコンクリート用高性能減水剤「NT-1000シリーズ」を併用することにより、さらに付着性や急結性、強度発現性などが優れる、品質の安定した経済的な吹付けコンクリートの施工を可能にします。

株式会社 **エヌエムビー**
株式会社 **ボゾリス物産**

●本社/東京都港区六本木3-16-26 TEL03-3582-8814(直) FAX.03-3583-3800
●支店/東京、大阪 ●営業所/札幌、仙台、宇都宮、千葉、横浜、上越、松本、静岡、名古屋、高松、広島、福岡、鹿児島
URL/http://www.degussa-cc.jp



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

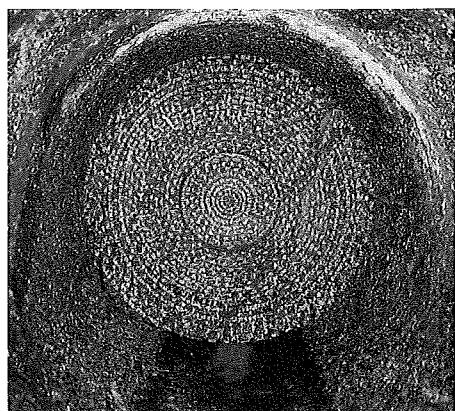
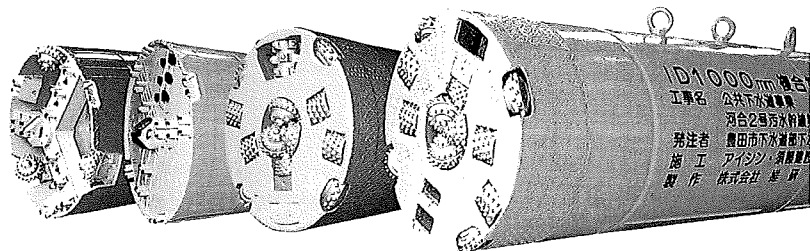
岩盤推進を創めて20年

軟弱土から硬岩まで!!

複合推進工法 (C.M.T工法)

- 800mm~3000mmまで対応
- 機内よりビット交換が可能です。
- 岩盤と普通土との互層土質も施工可能です。
- 長距離曲線推進も可能です。

■ CMT工法で使用される様々なカッターヘッドの一例

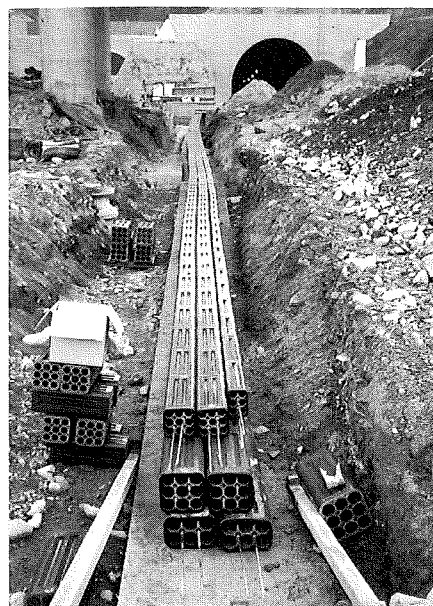


C.M.T工法協会
株式会社 **推研**

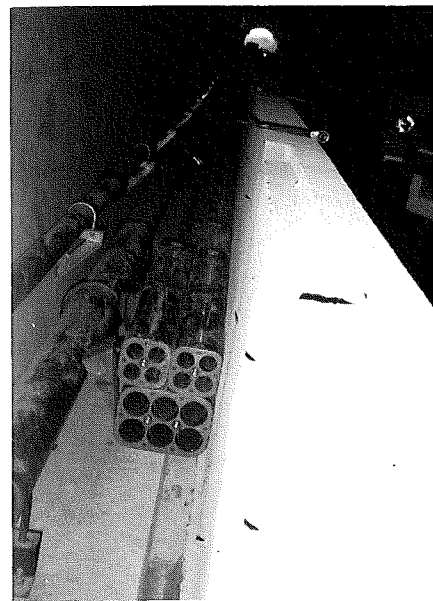
本社 〒547-0002 大阪市平野区加美東4-3-48
TEL 06-4303-6026
FAX 06-4303-6029

研究所 〒569-1044 大阪府高槻市上土室3-29-7
TEL 0726-94-6164
FAX 0726-92-0186

永久施設に永久管路



▲ 宇治トンネル (日本道路公団)



▲ 関南トンネル (日本道路公団)

地下ケーブルの保護に
杉江の多孔陶管

セラダクト

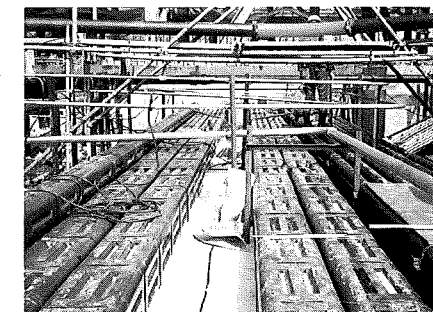
燃えない 錆びない 壊れない

地中配線管路材 (JIS C 3653)

トンネル内の狭い空間の
多条数のケーブル布設に
最適な管路です



▲ 川越火力発電所 (中部電力株)



▲ 広野火力発電所 (東京電力株)

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

sugie 杉江製陶株式会社

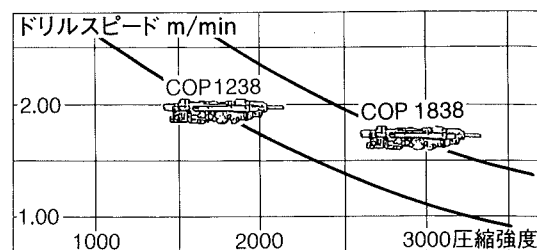
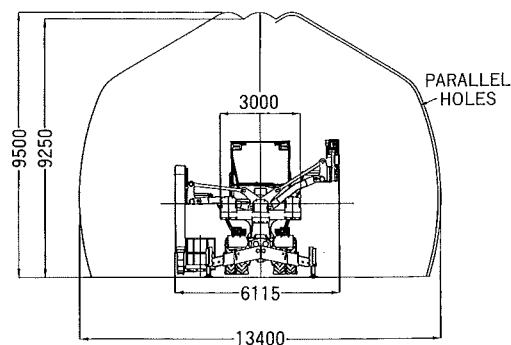
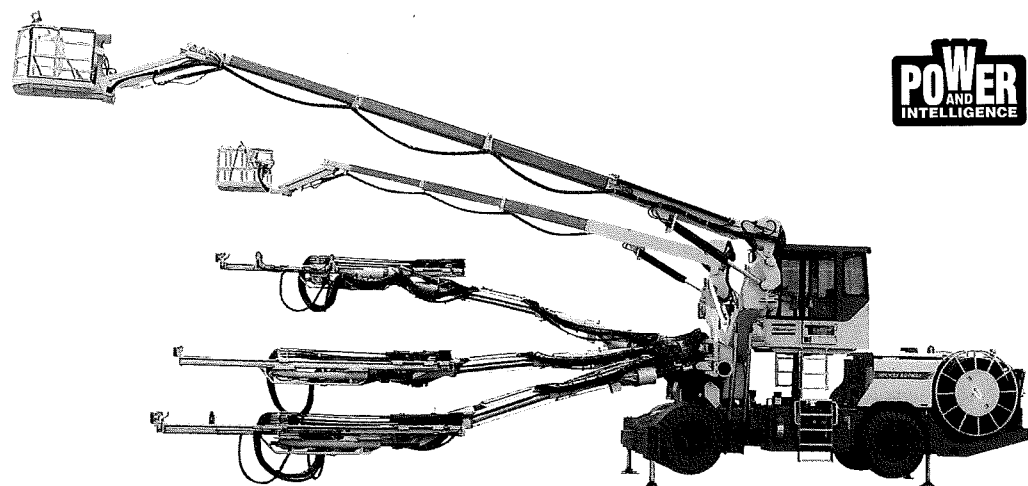
本社・工場 愛知県知多郡武豊町字上山1-76 ☎470-2387 ☎(0569) 35-2360(代) FAX (0569) 35-4087
東京支店 東京都渋谷区恵比寿1-21-8 ☎150-0013 ☎(03) 3442-6181(代) FAX (03) 3442-1691
大阪支店 大阪市都島区御幸町1-3-1 ☎534-0012 ☎(06) 6922-6991(代) FAX (06) 6922-2498
札幌連絡所 札幌市北区新川2条10丁目575-28 ☎001-0922 ☎(011) 763-8907(代) FAX (011) 763-8790

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.

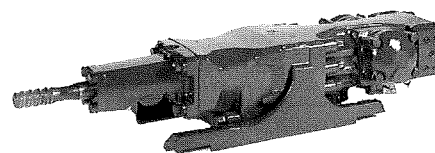
本社 〒116-0013 東京都荒川区西日暮里2-23-11
TEL (03) 3806-3377 番 FAX (03) 3806-8461 番
関西支店 〒657-0864 兵庫県神戸市灘区新在家南町5-8-4
TEL (078) 802-5551 番 FAX (078) 802-5528 番
九州支店 〒839-0841 福岡県久留米市御井旗崎1-6-14
TEL (0942) 43-5315 番 FAX (0942) 43-5832 番
焼津営業所 〒425-0072 静岡県焼津市大住638-1
TEL (054) 620-7301 番 FAX (054) 620-7303 番
兵庫工場 〒679-1332 兵庫県多可郡加美町大袋川端454-3
TEL (0795) 36-0461 番 FAX (0795) 36-0467 番

TOYO

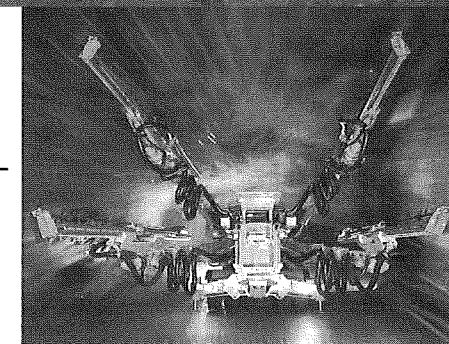
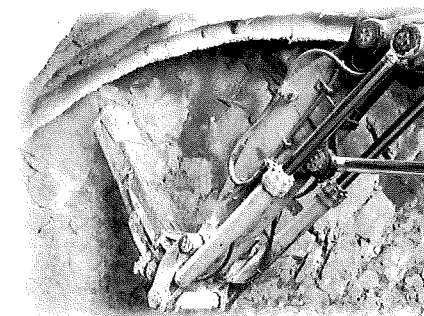
SANDVIK



サンドビクトーヨーは、高速さく孔と作業環境改善の実現をお約束します



新型高性能ドリフター
HLX5



サンドビクトーヨー株式会社

〒222-0033 横浜市港北区新横浜 2-15-12
共立新横浜ビル6F

TOYO EJE Rammer

TAMROCK TORO

Tel: 045-478-0660 Fax: 045-478-0661

URL: <http://www.SMC.sandvik.com>

ユニークな発想と高品質・自信の価格



※連続突起を有する鋼製シースを地山に引込み、芯材を挿入して固化材を注入。周辺地山にしっかりと“FIX”します。

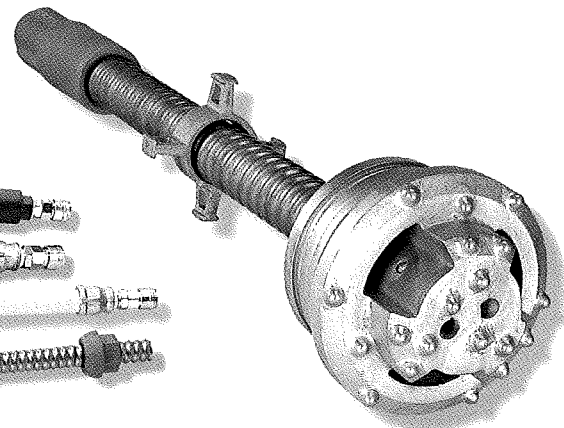
STD BITS

(ロストリング方式)

呼称	鋼管径	リングビット径
65A	φ76.3	φ86
90A	φ101.6	φ108
100A	φ114.3	φ124
125A	φ139.8	φ144

FIX TUBE 工法

長尺フェイスボルト工、水抜き工に最適。



自穿孔ボルト&注入管

名称	形状		降伏荷重 (kN)	破断荷重 (kN)
	外形形状	内径		
SPアンカー	R29	φ13	204	>255
	R32	φ17	204	>255
	R38	φ16	400	>500
SPミニパイル	R51	φ29	600	>750
	R73	φ50	960	>1200
注入管	鋼管	φ27.3 / φ15	155	>215
	GFRP	φ28 / φ17	-	>180

※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。

AGF-SP 工法

R38自穿孔ボルトで二重管打設してロッドを回収しない、高速・高剛性長尺先受け工法です。坑口などでのミニパイルーフとして最適。



エスティーエンジニアリング株式会社
ST ENGINEERING CORPORATION

〒581-0869 大阪府八尾市桜ヶ丘3丁目101番地

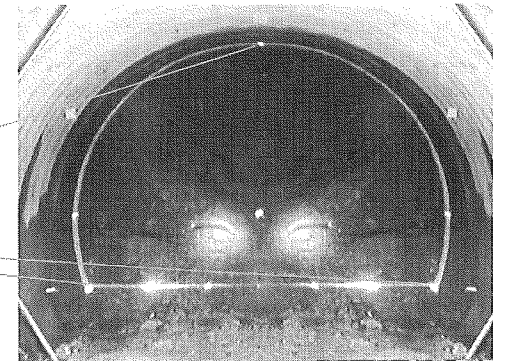
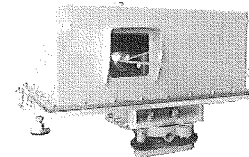
TEL.0729-90-0250 FAX.0729-90-0251

E-mail: steng@kawachi.zaq.ne.jp

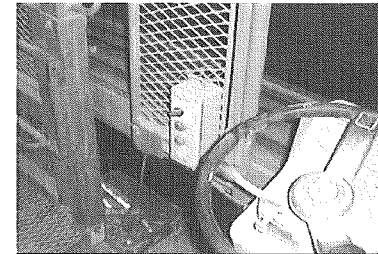
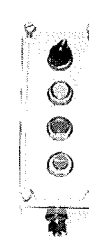
レーザーマーキングシステム

国内、海外特許取得済み

残像効果を使ったペイント不用の連続高速照射を実現

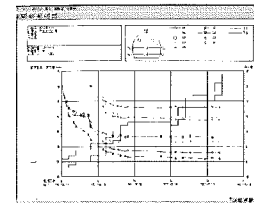


現場環境に耐え得る頑強なコントローラー

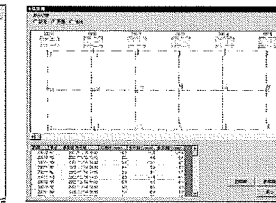


ジャンボに取付けて使用可
AC200V対応

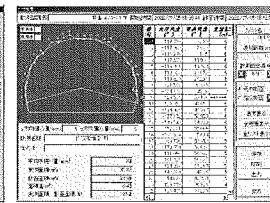
各種トンネル計測関連ソフトも標準装備。もちろんネットワークにも対応。



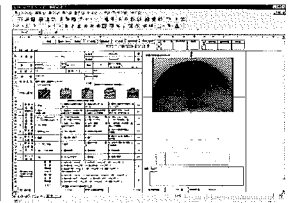
A計測データ処理



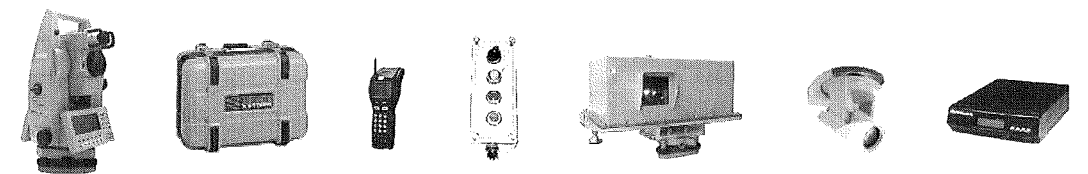
支保工立込精度、変形量



内空、巻厚検査



切羽観察、etc



豊富なキャリアと数多くの実績をもつ当社へ、是非お問い合わせ下さい。

MAC マック株式会社

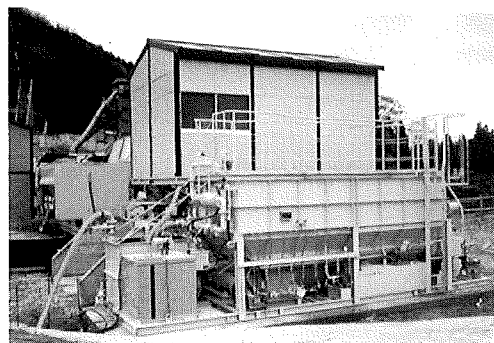
〒272-0832 千葉県市川市曾谷8-16-3
TEL (047) 371-3191 FAX (047) 371-3190

〔販売元〕

古河ロックドリル株式会社
伊藤忠建機株式会社
株式会社レント

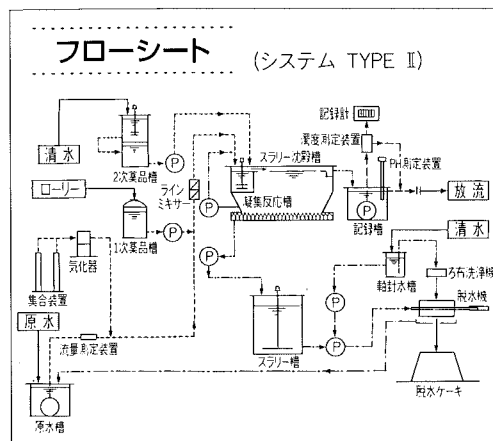
TWS型シリーズ 濁水処理装置

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常警報装置を標準装備している。



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

5. 多種多様な原水に対応出来る。
凝集反応槽攪拌機及び集泥用レーキにインバーターを採用し、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 (異常警報装置と連動)
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。

Waste Water Treatment System

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

大丸の防音システム



サイレントハウス(Bタイプ)

- 工期の早い標準型
- 音源対策から大型プラントまで

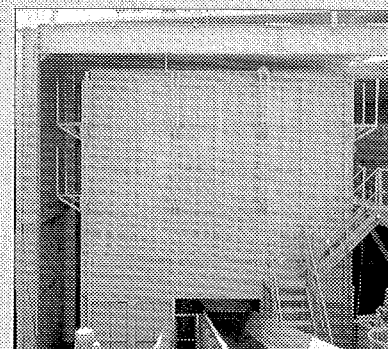
コスモス(Cタイプ)

- 防音効果が最大
- 環境問題の解決に



VLFシステム

- 超低周波音対策に
- 16Hzで-26dB(実績)



設計・施工 東京都知事許可(般-13)第76001号 鋼構造物工事業
建設コンサルタント登録 建13第5745号

DMR
Daimaru

大丸防音株式会社

http://www.daimaru-bouon.co.jp
本社 〒104-0043 東京都中央区湊2-4-1 TOMACビル2F
TEL.03-3537-6700 (代表) FAX.03-3537-6701
営業所 〒564-0062 大阪府吹田市垂水町3-28-16 オーベクスビル
TEL.06-6821-6151 FAX.06-6821-6477

ジェルフォー

無機系超微粒子地山改良注入材



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

- 完全無機系の為、BOD, CODの心配が無く、不燃性
- ゲルタイムが1~2分
- 3~4 μ mと超微粒子
- ホモゲルは1日で1.5~3.0MN/m²
- 1.5ショットで注入

自穿孔式

長尺先受工法

AGFST工法

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



止水シート防護キャップ

とめんぼ

高強度ねじふしロックボルト

NOSHボルト



岡部株式会社

土木事業部

ホームページ:

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

〒130-0002 東京都墨田区業平3-14-4 日土地押上ビル

TEL.03-3624-5116 FAX.03-3624-5189

ホームページ <http://www.okabe-doboku.com/>

北海道 電話 011-837-2030 東北 電話 022-288-8484 関東 電話 03-3624-5116

新潟 電話 025-287-7700 中部 電話 0568-78-5611 関西 電話 06-6535-0621

九州 電話 092-624-5878

高品質・SEC・高強度対応型 吹付プラント

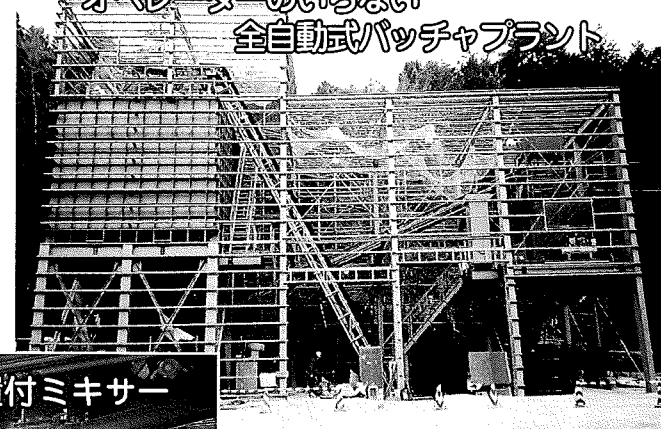
全自動式 バッチャプラント

吹付コンクリート用

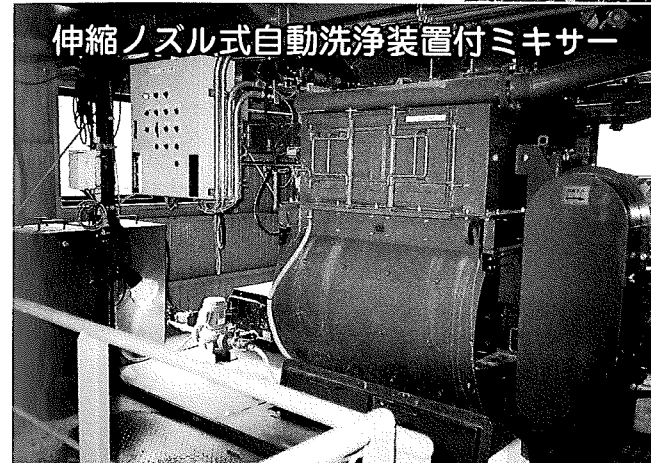
自動スランプ
調整装置

バッチャプラントの水分補正は
名岐の自動スランプに
おまかせ下さい。

オペレーターのいない
全自動式バッチャプラント



伸縮ノズル式自動洗浄装置付ミキサー



■ MKS-500KBE-TME型

生コン洗浄水処理装置

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

ミキサー洗浄水

トラミキ洗浄水

リサイクル

MK 名岐機器株式会社

本社 岐阜県養老郡養老町有尾600-100

〒503-1227 TEL (0584) 35-3735(代)

FAX (0584) 35-3736

本巢工場 岐阜県本巣市神海

〒503-1235 TEL (0581) 32-5066

FAX (0581) 32-5565

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〉

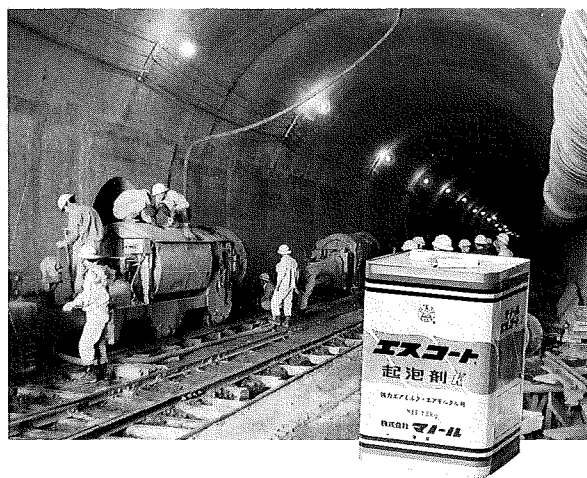
プレミックス急硬モルタルと
特殊ラテックスの
複合材で
短時間で実用強度が得られる
即日補修工法です。

- 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 ◆

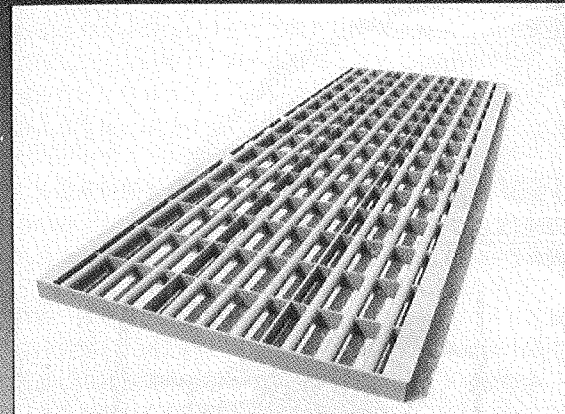


株式会社 **マニール**

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

NTロードマット

意匠登録済み特許出願中



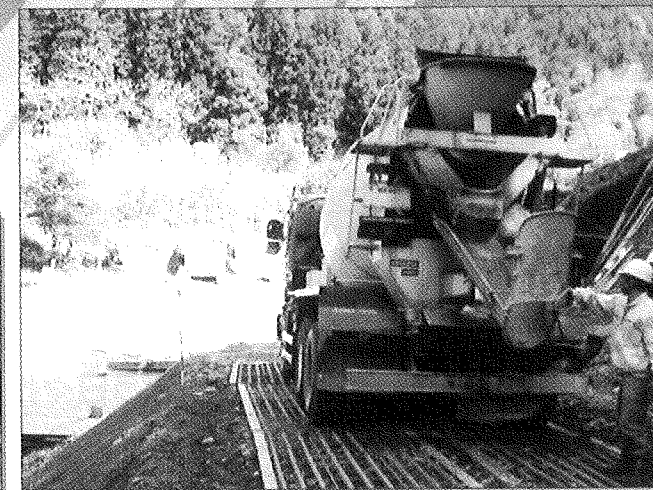
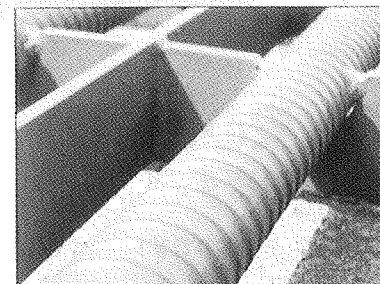
NTロードマットはパイプ表面の溝と
リブによって滑り止め効果が得られ
パイプによって沈み込みを防止し、
安定した仮設道路を作ることができます。

こんな現場に

- ・ 雨や湧水で敷設板が滑りやすい
- ・ 車のタイヤを痛めたくない
- ・ 坂道で滑りやすい
- ・ 軟弱地で沈み込みやすい

是非、お試し下さい。

寸法 4000×1500×90 (mm)
質量 440 (kg)



製造販売元

日東鐵工株式会社

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

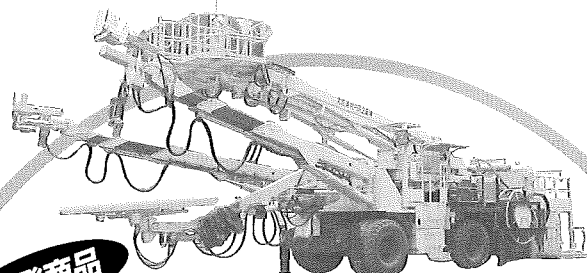
本社 〒142-0043 東京都品川区二葉4-1-20 MC中延ビル
TEL (03) 5702-0161(代) FAX (03) 5702-0165

中国営業所 〒700-0824 岡山県岡山市内山下1-5-11 YAF内山下ビル
TEL (086) 234-4800(代) FAX (086) 234-4400

相模原工場 〒229-1112 神奈川県相模原市宮下1-1-38
TEL (042) 773-4111(代) FAX (042) 774-0939

注:当仕様は改良のため予告なく変更させていただくことがあります。

安心と信頼

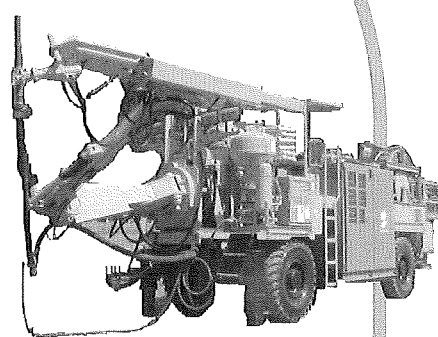


開発商品

コンプレッサー搭載型エレクター吹付システム
(ホイール式)



M26C型坑内用ダンプ
新キャタピラー三菱製



SFW1C-6S型合体型吹付機
富士物産製

〈経験と実績、メーカーとの一体型、安心と信頼〉
を追求し、お役に立つよう日々行動しています。

- TotalCost削減の為にサービスマン付レンタルを積極的に展開中です!
- メンテナンス対応=ご希望のサービス体制をお聞かせ下さい。
50名のメンテナンスサービス員が、迅速に対応致します。
- ユーザーニーズに合った提供システム=現場のご予算をお聞かせ下さい。
- 総保有機台数 500台=ブローカーにない強み! 途中入替もOK!

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

〈協賛〉

サンドビクターヨー(株)
新キャタピラー三菱(株)
富士物産(株)

【好評発売中】

セグメントの新技术

監修 小泉 淳

B5判 132頁 税込 2,100円 送料 290円

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

このような状況を受けてここ10年ほどの間に、急激にいろいろなセグメントが提案され実用化された。これらのセグメントのうちにはよく似たものも多く、名称もバラエティに富み、その特徴や適用範囲などが明確でないため混乱が起きている例もある。

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

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

〈セグメントの新技术〉

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

株式会社 土木工学社

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

きりりと線
《ご注文票》

セグメントの新技术 _____ 冊 申込みます。

所在地 〒 ()

事業所名

部 課 名

申込者名



近日発行予定

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 140頁程度 本体価格2,500円(予価)



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

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

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

【掲載工法】

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

本書は東京都立大学名誉教授の山本稔先生よりご推薦いただいております

問い合わせ先
(株)土木工学社 〒162-0832 東京都新宿区岩戸町16メイジャー神楽坂
TEL: 03-3267-2888 FAX: 03-3267-2807

コンパクトで計量精度は抜群…

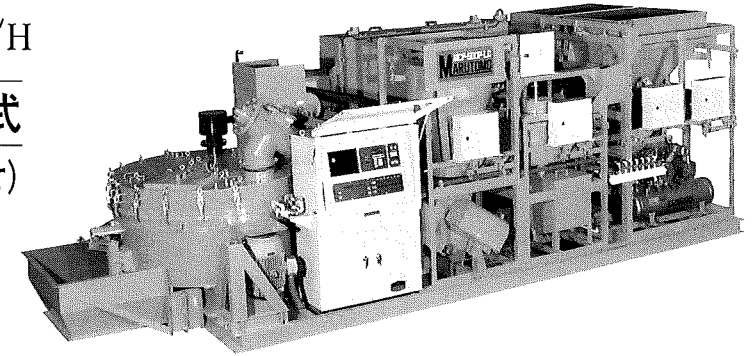
丸友の移動式コンクリートプラント

製造・販売・リース

生産量 10~90m³/H

電子制御自動式

(印字自動記録装置付)



丸友機械株式会社

本社 名古屋市東区泉一丁目19番12号
〒461-0001 電話(052)(951)5381(代)
東京営業所 東京都千代田区神田和泉町1の5
〒101-0024 ミツバビル 電話(03)(3861)9461(代)
恵那工場 岐阜県恵那市武並町藤字相戸2284番地
〒509-7121 電話(0573)(28)2080(代)

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)

東京

〒103-007
東京都中央区日本橋浜町2丁目5-3
浜町ビル4F

TEL/03 (3661) 5651
FAX/03 (3661) 5656

e-mail

r0kltoks@tces.scm.co.jp

アクセス

地下鉄

都営

新宿線/浜町駅より徒歩3分

浅草線/人形町駅より徒歩5分

東京メトロ線

日比谷線/人形町駅より徒歩5分

半蔵門線/水天宮駅より徒歩5分

klea

株式会社 ケイ・リー

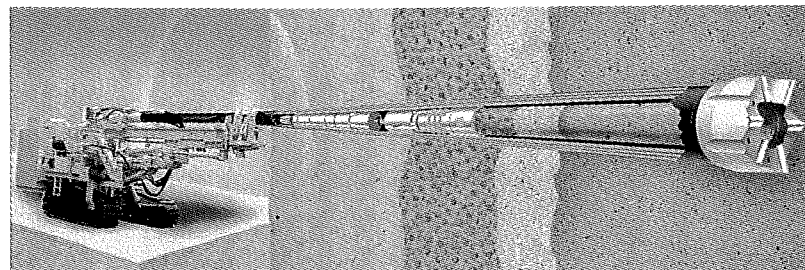
仙台：TEL.022-359-5331
東京：TEL.03-3661-5651
大阪：TEL.06-6838-1372



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

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。



本社 〒164-8650 東京都中野区中央1-29-15
TEL (03)3366-3111(大代表) FAX (03)3366-3341

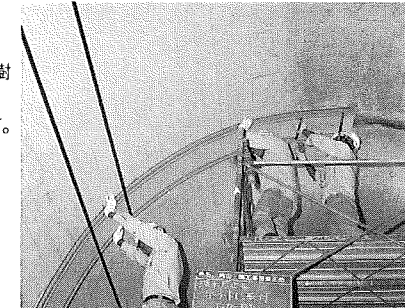
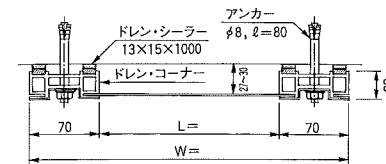
お問い合わせ先：エンジニアリンググループ
TEL. (03)3366-3123 FAX. (03)3366-3365
<http://www.koken-boring.co.jp/>

トンネル・カルバート・地下構造物の漏水対策に

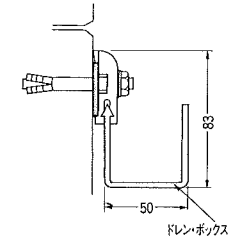
アーチ・ドレン導水樋

■ 特徴

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



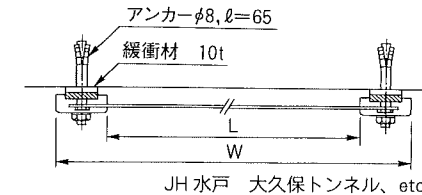
水平導水樋に
サイド・ドレン



■ 特徴

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

コンクリート剥落対策に
アーチ・パネル

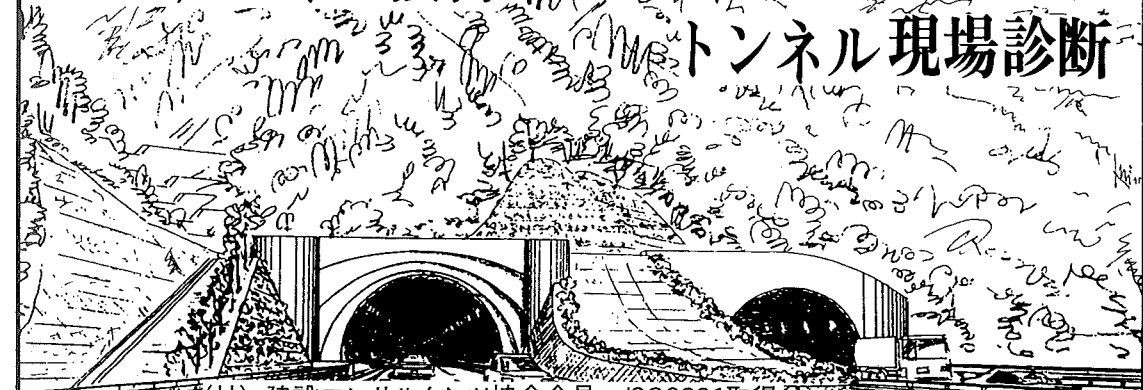


JH 水戸 大久保トンネル、etc。

ニホン・ドレン工業株式会社

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

道路、トンネル設計 (本体工、換気、防災、照明、施工管理他)



トンネル現場診断

株式会社 ロード・エンジニアリンク

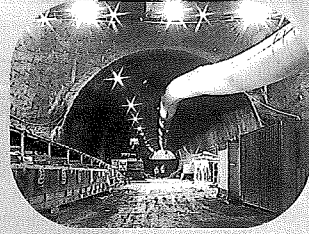
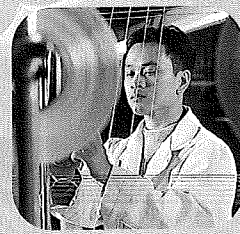
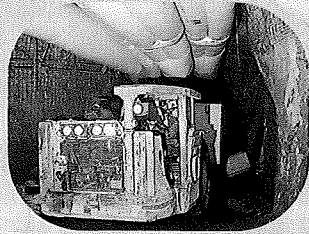
代表取締役社長 田島利男 常務取締役 山田憲夫
(技術士・土木学会フェロー会員) 本誌編集顧問
専務取締役 清水洋 福岡支店長 朽網新
(技術士)

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
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
沖縄事務所：〒901-2122 沖縄県浦添市字勢理客555-2 電話(098)870-6411

ABC

VENTILATION SYSTEMS

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



親愛なる日本の皆様

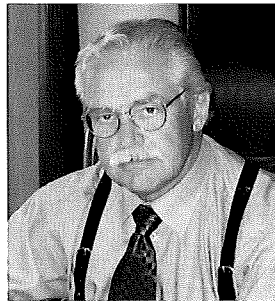
ABCカナダは、1968年の設立以来、トンネル掘削・鉱山用高品質換気システム開発に常に斬新な改革を続けてまいり、現在ではそれらの多くの現場において世界で最も優れた風管メーカーとしての地位を得ております。

ABCカナダの最も重要な使命は、風管メーカーとして如何にお客様の要望に応え、如何にお客様に満足を与えることが出来るか常に努力を続けることであり、それがお客様の幸せに貢献できるものと信じております。そのためにABCカナダはいち早くISO9001をクリアし、品質管理面においても常にお客様の満足度を満たすために努力をしております。

37年間の悲願としてこのたび日本のマーケットに参入できることはABCカナダにとり大きな喜びであり、日本国内総代理店である東友エンジニアリングと共に日本のお客様に十分満足していただける商品とサービスをお届けしていきたい所存です。

D. Yausie

Darryl C. Yausie
President
ABC Ventilation Systems



総代理店 **東友エンジニアリング株式会社** 代表取締役社長 泉 俊憲

〒102-0073 東京都千代田区九段北 3丁目2番地5号 東伸24九段ビル8階

TEL 03-3234-8901 FAX 03-3234-8900

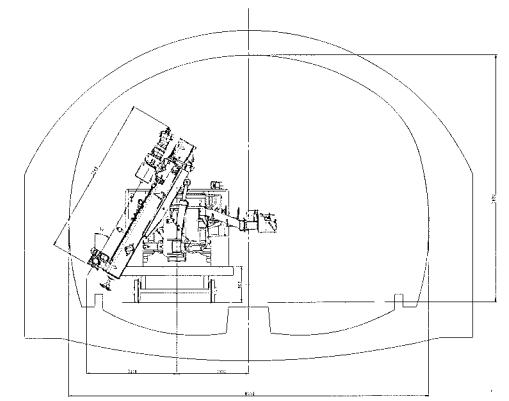
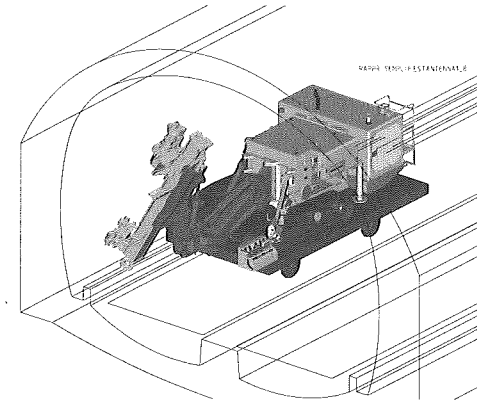
TOYU GROUP 株式会社 トーユーエコサポート TEL 03-5226-5971 FAX 03-5226-5974

(取り扱い商品：防音システム)

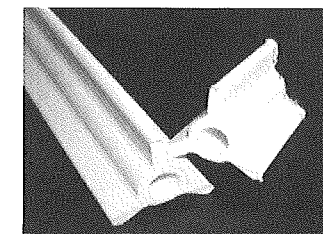
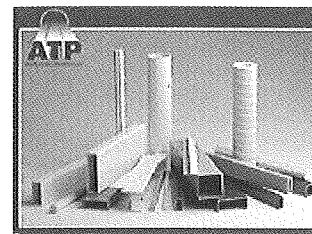
トーユーサービス株式会社石岡工場 TEL 0299-27-6211 FAX 0299-27-6233

トンネルの削孔機械・輸入資材

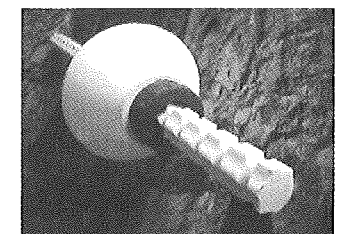
- 油圧削孔機 SM401 ショートマスト仕様
現場に応じたショートマスト長を選択可能 (ロッド長 1m ~ 2m)



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

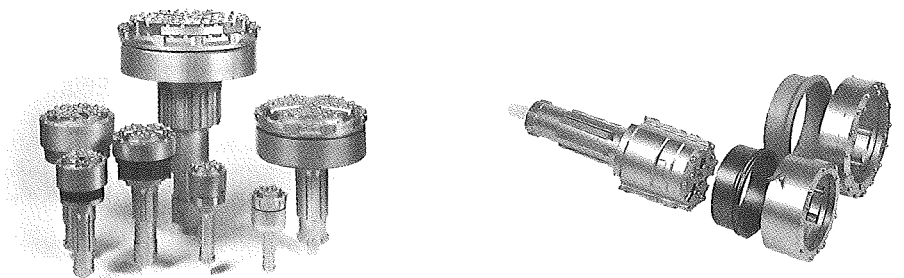


STAR 500S



WIBOLT STAR

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



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

〒103-0024 東京都中央区日本橋小舟町3-12 サンバードビル3F
TEL:03(5643)1271 FAX:03(3664)6451 <http://www.soilmec-j.com/>

CONTENTS CONTENTS CONTENTS CONTENTS CONTENTS CONTENTS CONTENTS CONTENTS CONTENTS CONTENTS CONTENTS CONTENTS CONTENTS CONTENTS CONTENTS

■巻頭言

年頭所感

小森 博 5

■研究

めがねトンネルから超近接トンネルへ

森田 篤・宮野前俊一・梨本 裕・今田 徹 55

■施工

台湾新幹線プロジェクトにおける山岳トンネルの設計・施工

—台湾高速鉄道 C210・C215工区—

松野 徹・山道 哲二 7

急傾斜不安定坑口部を大規模アンカー工で克服

—国道361号 番所トンネル1工区—

小林 康夫・高橋 剛士・駒村 一弥・菖蒲 幸男 19

都営地下鉄・浅草線と大江戸線をつなぐ

—汐留連絡線 東新橋工区—

佐野 正生・中村 茂之・平山 義貴・岩本 史生 29

フライアッシュで坑内作業環境を改善

—北海道電力 京極発電所放水路トンネル—

中井 雅司・村田 浩一・堀川 直毅 43

■連載講座

都市トンネル工事の計測(1)

—講座をはじめるとあたり—

佐藤 亘 65

■現場だより

「神秘の湖 大鳥池」山形県朝日村より

土内 満雄 28

「群馬の秘境」上野村から

寺田 丈夫 42

■資料

トンネル千夜一夜(13)

小野田 滋 40

工法・技術・製品ニュース

編集部 72

土木情報

編集部 64

トンネルワールドニュース

JTA国際委員会国内広報ワーキング 73

トンネルジャーナル

編集部 71

■会報

会報

日本トンネル技術協会 75

【表紙説明】 台湾新幹線プロジェクトにおける山岳トンネルの設計・施工



—台湾高速鉄道 C210・C215工区—
台湾高速鉄道プロジェクトは台湾北部中心地の首都台北と南部中心地の高雄間343.1 kmを営業速度300km/h, 所要予定時間89分を高速鉄道で結ぶもので, 日本の新幹線システムを採用している。設計はヨーロッパ仕様のスペックにのっとり, 設計水位82mの非排水トンネル, 耐用100年の排水工設計などのさまざまな課題のもと, 日本とは大分異なるコンセプトのものとなった。写真は施工中に起きた2度目の大崩落(7,000m³と15,000m³)で行ったバルクヘッド設置状況である。

[写真提供: (株)大林組] (本文7頁参照)

ヤマモト (さくがんき) 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 広島県比婆郡東城町36番地 ☎(08477) 2-2137(代)
 仙台営業所 (022) 262-4531(代) 大阪営業所 (06) 6531-1571(代) 高知営業所 (0888) 22-1367(代) 九州営業所 (092) 471-0381(代)

電力・通信ケーブル用多条保護管

Kanaflex
ISO9001
認証取得

カナパイプPV型

トンネル内埋設工事を 省力化・効率化

用途

- トンネル・道路・橋梁
- レジャール施設
- 電線共同溝 (C.C.BOX)
- 大規模プラント

難燃ポリエチレン製の多条ユニット(定R5m)
ワンタッチで管路接続、作業性抜群です。
配管間隔が狭い省スペース施工に威力を
発揮します。

カナフレックス コーポレーション 株式会社

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)6881-0776 FAX(06)6881-0760
 札幌営業所 TEL(011)271-8770 仙台営業所 TEL(022)792-3055 横浜営業所 TEL(045)241-7511 新潟営業所 TEL(025)226-5111
 静岡営業所 TEL(054)275-2258 金沢営業所 TEL(076)234-5660 名古屋営業所 TEL(052)955-1511 神戸営業所 TEL(078)360-6173
 広島営業所 TEL(082)240-0609 高松営業所 TEL(087)861-4600 北四国営業所 TEL(0875)57-6120 福岡営業所 TEL(092)474-2630
 鹿児島営業所 TEL(099)224-8404

直営工場 北海道工場 仙台工場 栃木工場 千葉工場 滋賀工場 愛東工場 広島工場 四国工場 九州工場

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

会誌委員会の構成 (五十音順・敬称略)

〔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

〔委員〕

- | | |
|--|---|
| 伊藤 範行
鹿島建設株式会社土木管理本部土木工務部
グループ長 | 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本社土木部門技術部長 | 松尾 勝弥
飛鳥建設株式会社土木本部トンネル統括部長 |
| 千葉 隆
清水建設株式会社土木技術本部
技術第二部部長 | 宮林 秀次
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 |
| 永島 茂
東京地下鉄株式会社鉄道本部工務部次長 | 山田 邦博
国土交通省大臣官房技術調査課技術企画官 |
| 長島 芳雄
株式会社竹中土木取締役技術本部長 | 山田 隆昭
中日本高速道路(株)中央研究所
トンネル研究主幹 |
| 端 則夫
大成建設株式会社土木本部土木技術部
トンネル技術室室長 | 山道 哲二
株式会社大林組東京本社土木技術本部技術
第二部部長 |

編集顧問の構成 (五十音順・敬称略)

- | | |
|-------------------------------|-------------------------|
| 伊吹山 四郎
攻玉社工科短期大学名誉学長 | 松本 崇義
(元)東京都理事 |
| 島田 隆夫
鉄建建設株式会社社友 | 丸安 隆和
東京理科大学教授 |
| 高橋 彦治
伸光エンジニアリング株式会社技師長 | 吉川 新吉
東京発電株式会社常任監査役 |
| 田島 利男
株式会社ロードエンジニアリング代表取締役 | 吉村 恒
吉村とんねる・らぼ |
| 西松 裕一
東京大学名誉教授 | 渡邊 和夫
株式会社熊谷組執行役員副社長 |
| 林 博
西松建設株式会社専務取締役 | |

トレンチャー

硬質地盤の溝掘はトレンチャーをお試し下さい。



トンネル中央排水路掘削状況



施工例

トレンチャーによる施工

トレンチャーの性能・諸元

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

※掘削岩の硬さは目安になります。詳細はご相談ください。

編集委員会の構成 (五十音順・敬称略)

〔編集委員長〕

大島 洋志 国際航業株式会社上席フェロー技術センター長

〔編集参与〕

今田 徹	東京都立大学名誉教授	橋本 定雄	中黒建設株式会社顧問
定塚 正行	株式会社コンテック代表取締役社長	濱 建介	株式会社アオバ取締役会長
鈴木 章	月島機械株式会社顧問	水谷 敏則	(財)先端建設技術センター専務理事

〔委員〕

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



ワールド開発工業株式会社

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

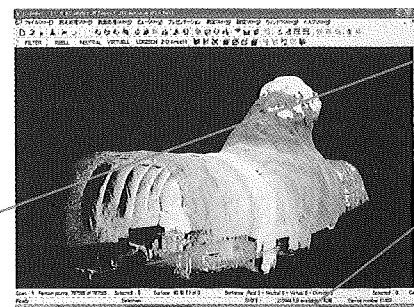
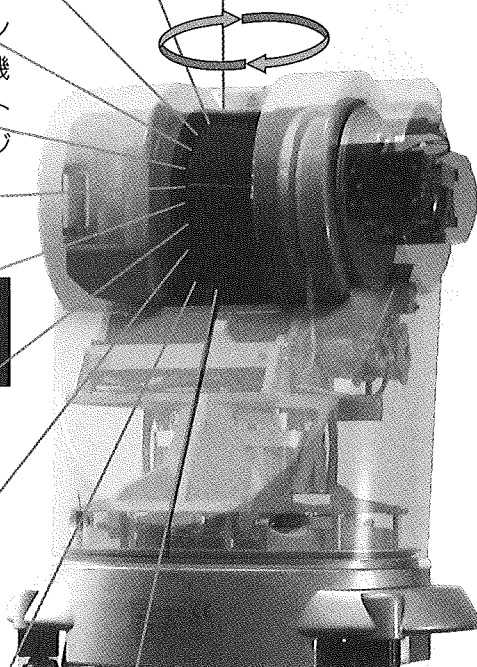
Callidus™ レーザースキャナー

3次元トンネル断面計測機

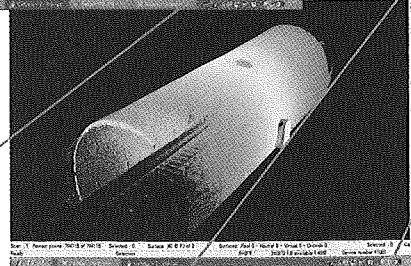
測距精度±5mmで、1秒に1000点以上計測する3次元トンネル断面計測機。1つの機械点からトンネルの約20m⁽¹⁾の範囲を10分で計測できます(機械点前後)。測定データの3次元展開図は、まさにトンネルを絵画のように詳細表示します。又、内蔵デジタルカメラで測定範囲を写真として記録可能です。

(1) 直径約8mのトンネルの場合

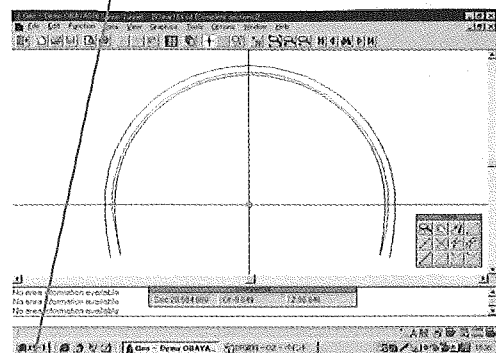
全周360°を10分でスキャン



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

台湾新幹線プロジェクトにおける山岳トンネルの設計・施工
—台湾高速鉄道 C210・C215工区—

(株)大林組 松野 徹

台湾高速鉄道プロジェクトにおいて設計・施工発注された土木工事C210・C215工区(総延長51.7km)のうち、山岳トンネル工事区間(トンネル総数8か所、総延長約15km)について紹介する。設計はヨーロッパ仕様のスペックにのっとり、設計水位82mの非排水トンネル、耐用100年の排水工設計などのさまざまな課題のもと、日本とはだいぶ異なるコンセプトのものとなった。施工においてもメタンガスが噴出する軟岩層や、被圧水をもった砂層の突破などさまざまな技術的課題を克服している。これら設計・施工の概要紹介を行うとともに、施工中に起きた2度の大崩落(7,000m³と15,000m³)について報告する。

Mountainous Tunnel Project of Taiwan High Speed Railway-Sections C210 to C215

By Toru Matsuno, Obayashi Corporation



写真はバルクヘッド設置状況

The length of sections C210 to C215 of Taiwan High Speed Railway Project is 51.7 km and these sections have 8 tunnels with the total length of 15 km. Some tunnels have the watertight system sustaining the water pressure of 8.2 bar and the rest have the drainage system with the longevity of 100 years in accordance with European standard that is different from Japanese one. Tunnels were excavated in soft rock having methane gas or sand rock having pressurized ground water. This paper reports the outlines of design and construction records of this project including the big collapses having ground volumes of 7,000m³ and 15,000m³.

掲載頁
19

急傾斜不安定坑口部を大規模アンカー工で克服
—国道361号 番所トンネル1工区—

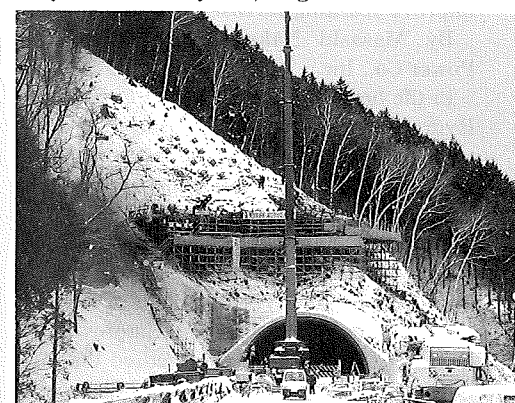
長野県 小林 康夫

長野県発注の国道361号番所トンネル1工区は、2003年7月よりトンネル掘削を開始した。当工区は、トンネル延長373mのうち、約60%が土かぶり2D未満(Dはトンネルの掘削径)の小土かぶり区間となっている。また、地質は中生層の粘板岩、砂岩であり、断層の影響で著しく破碎されている箇所もあった。トンネル掘削を開始して間もない2003年8月に大雨により坑口斜面に変状が見られ、トンネル掘削の中断を余儀なくされた。変状の原因や範囲を特定するための計測を実施した。その結果、坑口斜面に対して大規模なグラウンドアンカーを施すとともに、トンネル掘削再開にあたっては極力地山を緩めないような補助工法を採用した。

本稿は、トンネル坑口斜面の変状発生から、対策工の選定・施工までの経緯を報告するものである。

Ground Improvement of unstable Tunnel Portal in steep Slope by Ground Anchor Method-Section 1 of Bansho Tunnel of National Road No.361

By Yasuo Kobayashi, Nagano Prefectural Government



写真はグラウンドアンカーの施工状況

Bansho Tunnel Project Section 1 awarded by Nagano Prefectural Government that is located in National Road No.361 and has a length of 373 m started the excavation on July, 2003. The cover in 60% of this tunnel is less than 2D (D is the diameter of this tunnel). This tunnel was excavated in Paleozoic slate and sand rock and Mesozoic ones, and fractured zones. On August, 2003, a heavy rain deformed the tunnel portal and the unstable slope near it and the tunnel excavation was suspended. The measurement in the portal section was performed and the ground anchor method was used to improve the ground of slope at the portal. The auxiliary methods were adopted to excavate the tunnel safely. This paper presents the construction records of this tunnel project including the ground improvement of tunnel portal.

汐留連絡線は、大江戸線の車両の法定検査を浅草線馬込車両工場で行うために、大江戸線汐留駅と浅草線新橋駅～大門駅間の構築側壁を開口して結ぶ車両回送用の連絡線である。

東新橋工区建設工事は、この連絡線建設工事のうち、主として国道15号下で単線矩形トンネルを築造し、浅草線と連結する約230m区間の工事である。

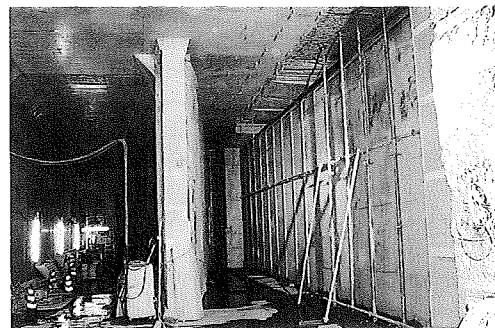
本工事の特徴は、営業している地下鉄構築に近接して開削工事をを行い、営業しながら構築側壁を開口して新旧のトンネルを連結することにある。

本稿は、施工中の浅草線構築や仮設物に対する計測管理と、浅草線側壁撤去工事を中心に、工事の概要を報告するものである。

Construction of Shiodome Connecting Passage between Two Subways

By Masaki Sano, Tokyo Metropolitan Government

The Shiodome Connecting passage is now under construction. This passage joins Shiodome Station of Tokyo Metropolitan Subway Oedo Line and the subway tunnel between Shimbashi Station and Daimon Station of Tokyo Metropolitan Subway Asakusa Line. The sidewall of subway tunnel was removed. This passage is a part of connection line for deadheads running from the depot that has a factory for rolling stocks to make legal tests. Higashi-Shimbashi Section of this passage with the length of about 230m is located beneath National Road No.15, has a rectangular section and leads to Asakusa Line. This passage is constructed by the cut and cover method and the construction works are done close to the existing subways under operation. This paper reports the construction records of this project including the measurements.



写真は切断撤去途中の連絡線中壁と浅草線側壁の状態

Metropolitan Subway Oedo Line and the subway tunnel between Shimbashi Station and Daimon Station of Tokyo Metropolitan Subway Asakusa Line. The sidewall of subway tunnel was removed. This passage is a part of connection line for deadheads running from the depot that has a factory for rolling stocks to make legal tests. Higashi-Shimbashi Section of this passage with the length of about 230m is located beneath National Road No.15, has a rectangular section and leads to Asakusa Line. This passage is constructed by the cut and cover method and the construction works are done close to the existing subways under operation. This paper reports the construction records of this project including the measurements.

本稿は、京極発電所放水路トンネルにおいて、坑内作業環境の改善を目的として実施したフライアッシュ使用吹付けコンクリートの現場吹付け試験結果および現場への適用結果について報告するものである。

吹付け試験の結果から、粉じん低減効果のほか品質、施工性、経済性を総合的に勘案するとセメント10%および砂10%を同時にフライアッシュに置換した配合が、もっとも優れているものと判断され、実施工に採用した。その結果、品質および施工上の問題は発生せず、低粉じん下で工事を進めることができ、かつコスト削減や産業副産物であるフライアッシュの有効利用を図れた。



写真は試験に使用した吹付け機

Headrace Tunnel Project using Fly Ash to improve Working Environment

By Masashi Nakai, Hokkaido Electric Power Co., Inc.

In the headrace tunnel project of Kyogoku Hydropower Plant, fly ash was used as a material of shotcrete to improve the working environment during the tunnel excavation. Some test of mix proportion of shotcrete proved that the best mix proportion was one having fly ash that replaces 10% of cement and 10% of sand. The shotcrete of this mix proportion reduced dusts and improved the working environment, and secured the high quality of lining and saved the lining costs. This paper reports the tests and construction works in site.

都市部における用地取得の問題などから、離隔距離がほとんどなく、先進坑と後進坑が支保工や覆工の一部を共有するめがねトンネルが施工されるようになって30年が経過している。

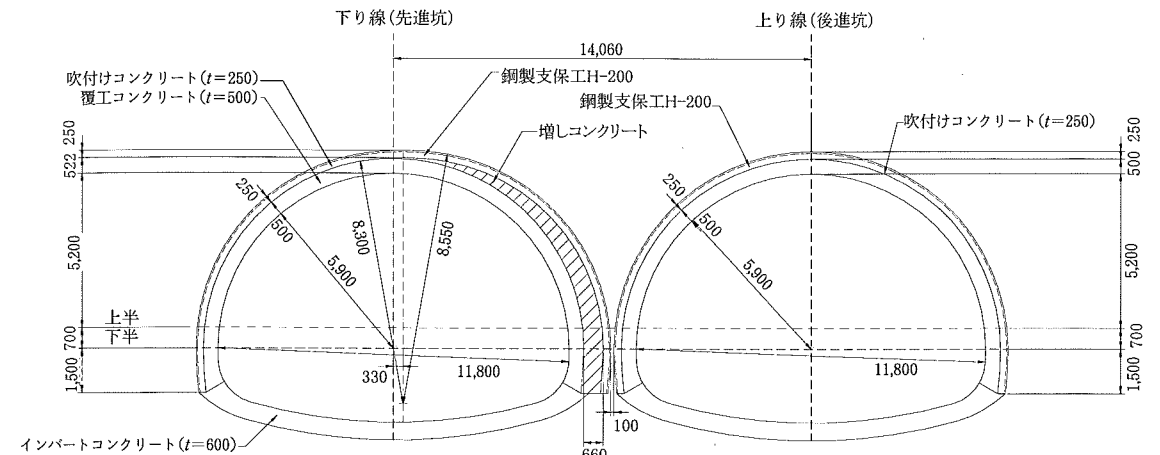
さらに最近では、離隔距離がめがねトンネルと同程度で、先進坑と後進坑が支保工や覆工の一部を共有しない超近接トンネルが施工されるようになった。めがねトンネルは施工上の問題点を多く有しているが、そのほとんどは超近接トンネルとすることで解決が可能である。

本稿では、筆者らの経験にもとづき、めがねトンネルに対する超近接トンネルの優位性や、超近接トンネルの設計・施工上の留意点を述べる。

History of Twin Tunnel-From Eye-Glass-Shaped Twin Tunnel System to Twin Tunnel System with very small Clearance between Tunnels

By Atsushi Morita, Maeda Corporation

Eye-Glass-shaped twin tunnels have been constructed for thirty years. It characterizes this tunnel that lining between advancing tunnel and following one is shared to reduce area of land acquisition in urban district. Recently, the twin tunnel system with very small clearance between both tunnels has been adopted because the eye-glass-shaped twin tunnel system has some structural problems in shared lining between two tunnels. This paper studies the technical advantage and features of twin tunnel system with very small clearance between both tunnels.



図は大門寺トンネル断面図

高品質なトンネル覆工に挑む

高品質なトンネル覆工を実現する
エレファントノズルシステム
第2東名高速道路・北陸新幹線工事で活躍中

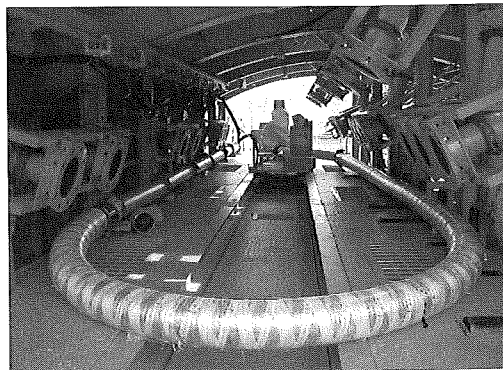
品質の向上

1. 多孔からのコンクリート投入が可能でブロック打設を実現します。
効果：コンクリート品質の低下を抑えられます。

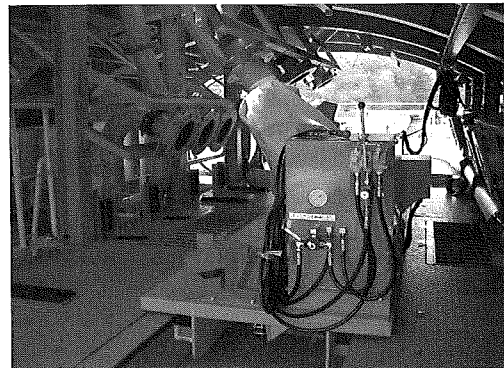
環境の改善

1. コンクリート配管を組解体する苦渋作業から解放します。
効果：迅速な配管切替えが可能で省力化が図れます。

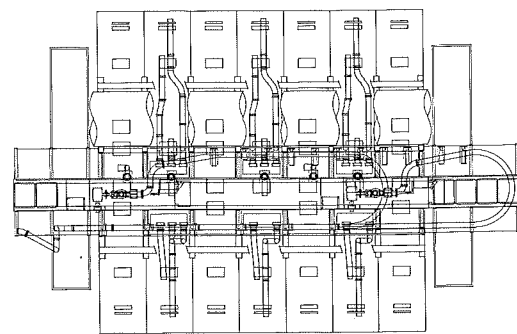
システム全景



配管挿入状態

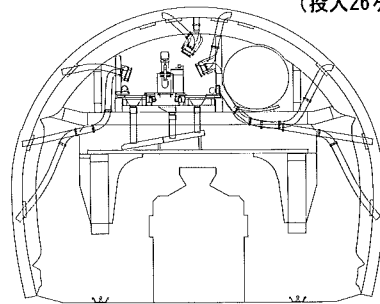


全体平面図



全体トンネル断面図

(投入26ヶ所)



岐阜工業株式会社
GIFUKOGYO CO.,LTD

本社 岐阜県本巣市十四条144番地 〒501-0464
本社工場 TEL (058) 323-2000(代) FAX (058) 323-1176

東京支店 (03) 3262-1285(代)
仙台営業所 (022) 259-2239
九州営業所 (092) 713-5265

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

巻頭言
(題字 小森 博会長)

年頭所感



(社)日本トンネル技術協会会長

小森 博

年頭にあたり、新年のお喜びを申し上げるとともに、会員の皆様の本年のご健勝を心よりお祈り申し上げます。旧年中は日本トンネル技術協会の活動に対しご支援ご協力をいただきましてありがとうございました。

昨年を振り返ってみますと、印象に残るのは8月の「郵政解散」と自民党の圧勝に終わった総選挙ではないでしょうか。さらに、道路公団の民営化や郵政をはじめとする各種民営化や公務員削減を巡る議論が盛んになっているのを見ると昔日の感があります。戦後60年の節目を迎えて、大げさな言い方をすれば戦後体制が大きく変わりつつあるような気がしますし、わが国社会におけるものの見方や価値観が大きく変わってきたような印象を受けます。

そうしたなか、われわれに関係するところでは、「公共工事の品質確保の促進に関する法律」(品確法)が4月に施行されたことが挙げられます。この法律により、公共工事の品質は、経済性に配慮しつつもそれ以外の要素も考慮して価格と品質が総合的に優れている契約が締結されることにより確保されるという理念が明確にされ、従来価格競争一辺倒だった公共工事の発注のあり方を大きく変えることが期待されています。法律の施行に引き続き、品質確保の推進に伴う基本方針の閣議決定、国土交通省を始めとする関係する省庁により、品質確保推進のガイドラインや総合評価マニュアルが制定され、法律にもとづく発注体制が整い本年度から総合評価による発注体制も整ってくると思われれます。その行方を見守っていくとともに、この法律では発注者の責務も明確にされており、従来ともすれば、片務的といわれていた契約のあり方も望ましい形に変わっていくことを期待したいものです。

一方、昨年にもまた内外ともに自然災害の多い年でありました。わが国においては、昨年3月の福岡県西方沖地震をはじめとして宮城沖地震、最近頻発する首都圏での地震など相変わらず地震の多い年でしたし、一昨年のように台風の「当たり年」ではなかったものの洪水・浸水・土砂災害が各地で発生しました。とくに、急激な都市化や異常気象などに伴い、都市部において新たな浸水被害が発生するという事態になって、人間の営

みが新たな災害を発生させているといえるかもしれません。

海外においても一昨年(2006年)の12月に発生したマグニチュード9.0というスマトラ島西方沖の大地震と地震により発生した津波の被害の甚大さや、死者7万人を超えるパキスタン北部地震などの地震災害が発生しました。アメリカ合衆国では南東部を襲った日本の台風をはるかに超える規模のハリケーンによる被害が、アメリカ国内において大きな社会問題化しつつあるようです。

また、昨年の大きな出来事として「京都議定書」の発効を挙げないわけにはいかないでしょう。1997年に採択されたもののアメリカの離脱により発効できなかったものが、ロシアの批准によりようやく2月に発効したものです。なかなか進まないわが国における温室ガス削減もさらなる努力を求められますし、私どもの分野でも一層の技術開発が求められることになるでしょう。

最近のわが国の直面する課題として、団塊の世代の大量退職に伴う「2007年問題」が指摘されています。この問題はもともと、団塊の世代の大量退職に伴う旧型のコンピュータをベースにしたシステムの技術継承問題です。しかし、建設業においてもここ数年若年層の減少が目立っているため、就業者数に占める55歳以上の割合が全産業平均の約19%に比べて約28%と突出しており、近い将来に団塊の世代の多数の技術者や熟練技能者がリタイアすることを考えると技術・技能の継承が大きな課題になることは間違いありません。土木技術というものは、本来自然と向き合うことによって進歩してきた技術で、そういう意味で経験が重視される技術であります。その最前線で豊富な経験を有する技術者・技能者が姿を消し、ノウハウが継承されないとしたらわが国にとっても大きな損失になると思います。世代を超えた〈時間軸〉の技術継承が必要ではないでしょうか。

わが国は有数の地震国。構造物の耐震設計や既存構造物の耐震補強など地震に関する技術の蓄積やノウハウは諸外国に比べても世界のレベルにあるといっても過言ではないでしょう。アジア地域は、過去何回も大きな地震に見舞われてヒトとモノに甚大な被害を受けています。そういう意味では、アジアの近隣諸国に対してわが国の技術を提供していくことが求められているのではないのでしょうか。地域を超えた〈空間軸〉での技術継承が必要だと思えます。

地震災害や地球環境問題については先進的な位置にあるわが国が指導的な立場に立って、技術やノウハウを積極的に提供していくことが、わが国の、東アジアの、ひいては地球全体のために必要なことのような気がいたします。今こそ、共に生きる〈共生〉という理念を今一度問い直すことが求められているのではないのでしょうか。

施工

台湾新幹線プロジェクトにおける山岳トンネルの設計・施工

—台湾高速鉄道 C210・C215工区—

(株)大林組土木技術本部技術第二部技術副部長 松野 徹
(株)大林組土木技術本部技術第二部部長 山道 哲二

1 はじめに

台湾高速鉄道(Taiwan High Speed Railway)プロジェクトは台湾北部中心地の首都台北と南部中心地の高雄間約343.1kmを営業速度300km/h、

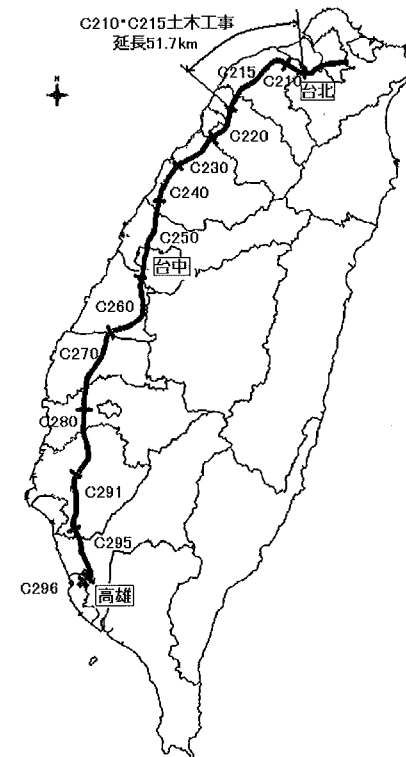


図-1 台湾高速鉄道土木工区

所要予定時間89分の高速鉄道で結ぶものであり、1996年9月にBOTプロジェクトとして発注された。BOTの主体となったTHSRC(Taiwan High Speed Railway Consortium:台湾高鉄)は台北駅から約15kmの政府直轄工事区間を除く約330kmの建設、35年間の高速鉄道の運営および駅特別地域の開発(50年間)を行うこととなった。THSRCは高速鉄道の車両・設備システムとして日本の新幹線システムを採用し、日本新幹線の初の海外輸出として話題になっている。

駅部を除く約330kmの土木工事は12工区に分割(図-1)されて設計・施工工事として国際入札が行われ、日本、韓国、ヨーロッパの企業が地元企業とJVを組み受注した。

本稿では、土木工事のうち北側2工区(C210・C215工区)における山岳トンネル工事の工事報告を中心に、国際プロジェクトにおける設計・施工体制や、日本とは異なる設計および施工の特色を紹介する。

2 工事概要

2-1 C210・C215工区概要¹⁾

C210・C215工区はもっとも台北よりに位置した総延長51.7kmの区間で、開削トンネルも含めた山岳トンネル区間は約15kmを占め、そのほか

表-1 C210・C215工区の山岳トンネル概要

名称	延長	掘削断面積	構造物の特色
廻龍トンネル	2,597m (山岳部 L=2,149m)	110m ²	メタンガス対策 排水トンネル
林口トンネル	6,503m+立坑2本	120~ 140m ²	設計水位85m 非排水トンネル
桃園トンネル	No.1(492m),No.2(792m), No.2A,2B(180m,144m: 開削),No.3(756m,228m: 開削)	140m ²	小土かぶり 排水トンネル
湖口トンネル	4,275m+横坑2本	140~ 180m ²	排水・非排水 区間が混在

の区間は高架橋、駅アプローチボックスカルバート、桃園地下駅(別契約)からなっている。土木工事は2000年4月開始で、軌道工事への引き渡しは2004年4~6月が約定工期であった。

山岳トンネル区間は北側から廻龍トンネル(延長約2.5km)、林口トンネル(延長約6.5km)、桃園トンネル群(総延長約2.3km)および湖口トンネル(延長約4.3km)の4つのエリアに分けられる。各トンネルの概要を表-1に示す。

2-2 設計・施工管理²⁾

契約は設計・施工契約であり、設計および施工に関する基本的な責任、他業種との調整責任などはすべて請負契約に含まれる。品質管理はISOにもとづく自主品質証明(Self Certification)が基本であり、JV組織内に設けた自主検査チームが管理を行う。また請負者は独立した検査エンジニア(CICE: Contractor's Independent Checking Engineer)を雇うことが義務づけられており、CICEは設計および施工の内容についてチェックを行うとともに品質証明を発注者に対して行う。また工期の遅れに対しては遅延損害賠償金(1,400~7,000万円/日、上限あり)が契約で定められており工程管理も重要である。発注者はパートナーおよび監督者としての立場であり、対外調整におけるJVの支援や、設計・施工内容に対する検査、CICEの業務内容に関する検査などを行う。

2-3 設計・施工組織

本現場では設計は台湾の設計会社、CICEはドイツのコンサルタント会社、トンネル施工は台湾、

日本、イタリアなどのトンネル専門業者が行った。また、検査を行う発注者側にはイギリス、アメリカ系のエンジニアが多くおり、各国エンジニアのトンネルに関する技術、思想を議論しあいながらの国際プロジェクトとなった。

3 台湾の地質構造³⁾

台湾は中国大陸側のユーラシアプレートと太平洋側のフィリピン海プレートの境界に位置し、ユーラシアプレートの東進とフィリピン海プレートの南東からの年間7cmの移動による衝突型造山帯といわれている。そのためユーラシアプレート上の大陸棚を構成する第三紀上部の泥岩類がフィリピン海プレートによってかき集められ、逆断層運動によって急上昇することにより台湾島は形成されている。台湾東海岸山脈は、主に火成岩類で構成されている。また、中央山脈から西海岸にかけては第三紀漸新世から中新世にかけての堆積物(数百年前に堆積した泥岩)、および第四紀層から構成され、地表部分には沖積層も存在する。台湾高速鉄道のルートとなっている北西海岸沿いから南方にかけては第四紀前半の砂礫を主とする扇状地および段丘堆積物の厚層が台地、丘陵をなしている。

4 山岳トンネルの設計

4-1 トンネル設計の特色

基本的な線形、内空断面は契約書類に定めてあり、そのほかの詳細については設計スペックにもとづいて設計を行う。設計スペックでは不十分な部分については、台湾、アメリカおよびヨーロッパなどの基準にもとづいて設計をすることが定められており、主要構造物の設計には100年の耐用年数が定められている。

全体工期短縮のために設計と施工の同時進行が認められており、山岳トンネルの場合、基本的な掘削工法、支保構造および断面形状の設計に承諾が得られれば掘削開始が可能である。詳細な覆工構造や坑門工、防水・排水設計は覆工打設開始までに終了し承諾を得ればよい。

山岳トンネルの標準断面(排水トンネル区間)を図-2に示す。また、日本の新幹線トンネル断面との比較もあわせて示す。軌道中心間距離が4,500mmと日本の新幹線よりも200mm長い。内空断面は桃園・湖口トンネルがR=6,250mmであるが、廻龍・林口トンネルはR=5,800, 5,900mm、と若干小さい。いずれにせよ日本の新幹線断面(R=4,750mm)と比較するとかなりの大断面である。断面が大きい理由は、幅1,200mmの緊急避難路をトンネル内に確保するためと、列車通過、すれ違い時の風圧減圧のためとされている。廻龍・林口トンネルの断面が小さいのも、始発・終着駅である台北に近く想定設計速度が小さい(300km/h、ほかのトンネルは340km/h)ためである。風圧への配慮は坑門工に対してもある(図-3)。廻龍および延長3km以上のトンネルではトンネル進入時の風圧減圧のため、通常断面の1.5倍以上の断面積を持ち、かつ頂部に減圧口(A=10m²×2)を持った坑口構造物を開削で設置することが規定されている。

また、トンネル火災への安全対策が重要視されており、前述した緊急避難路設置もその一部であるが、林口、湖口など延長が長いトンネルではそれぞれ2本の立坑、横坑が将来的に緊急避難出口

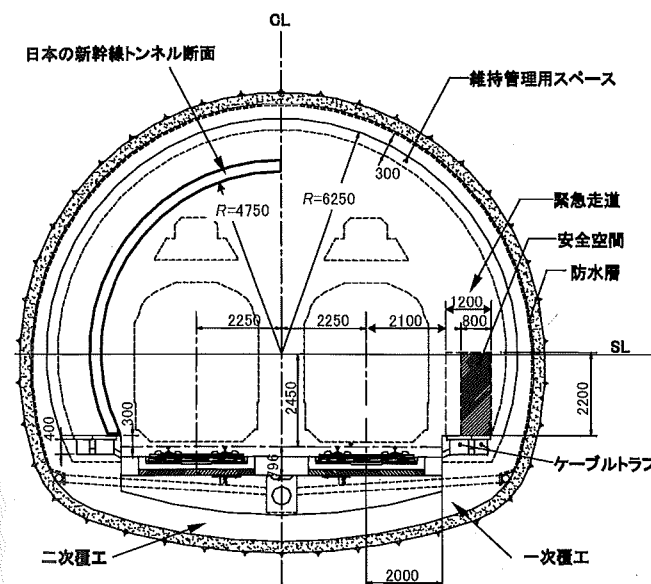


図-2 トンネル標準断面(桃園・湖口)および日本の新幹線トンネル断面との比較(台湾高鐵仕様を加筆・修正)

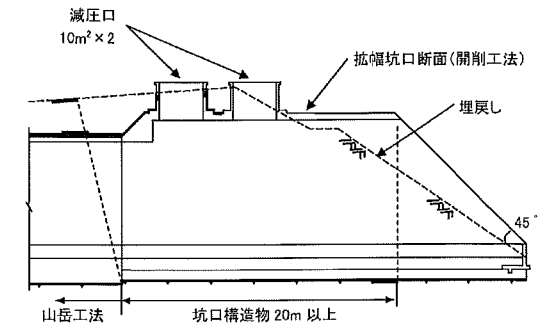


図-3 坑口構造物

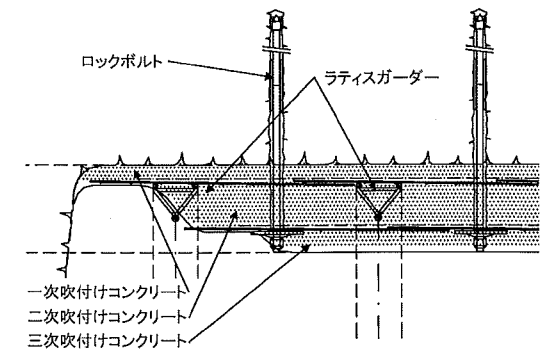


図-4 支保構造のコンセプト

として利用される。

4-2 掘削の設計

掘削工法や支保構造、管理基準値などの設計はすべてFEMなどの数値解析によって行うことが規定されており、トンネルごとに地質、土かぶり状況などに応じて何種類かの支保パターン設計を行った。

トンネル掘削断面積が日本の新幹線トンネルと比較するとかなり大きい、設計は上下半ショートベンチを基本に、必要に応じて補助工法を導入するコンセプトとした。支保設計の特徴としては、ヨーロッパのコンセプトを取り入れ、鋼製支保工にラティスガーダーを採用し、また三次(仕上げ)吹付けコンクリートによる吹付け内面の平滑化を取り入れたことがある(図-4)。ただし、地山不良箇所や崩落復旧箇所など大きな初期土圧が作用すると想定される場所ではH形鋼も支保工として採用した。

4-3 二次覆工の設計

二次覆工はRC構造の仕様にもとづいた

設計が要求されており、土圧、水圧に対する耐荷性能および最小鉄筋量の規定適用が求められた。

土圧としては、周辺地盤の変形係数を長期的に75%に落とし、その結果生じる変形によって発生する土圧を二次覆工に与えることが仕様で規定されている(ただし、剛性に応じて一次支保にも土圧分担をさせることは可能)。

また水圧に関しては、非排水トンネルにおいて最大可能水位の水圧に安全率1.2をかけた値を荷重として与えることが規定されているのみではなく、排水トンネルにおいてもトンネル頂部から5m上部までの水圧をかけることが要求されている。

設計手法は、トンネル掘削解析後二次覆工をビーム要素として入力し、周辺地盤の物性値を変更して引き続き解析を行い、二次覆工の断面力を評価する方法を基本として行った。また、緩み土圧式から求めた土圧を水圧とともに入力値とし、骨組構造解析を行う一般的な方法も設計の検証として補助的に用いた。解析ケースとしては、①土圧のみ、②水圧のみ、③土圧+水圧の3ケースを基本にRC設計を行った。RC設計に関してはアメリカのRC設計基準であるACIの荷重係数法の適用が要求された。

周辺地盤が岩盤などであれば、発生土圧が小さく、地盤反力も大きい。二次覆工への影響は小さいと思われるが、本現場のように地山強度が低い場合、排水トンネルにおいてもかなりの鉄筋量(アーチ部：D16~D25@150mm, t=400~500mm, インバート部：D22~D32@150mm, t=500~600mmなど)となり、日本国内のトンネルと比較するとかなり安全側の設計といえる。

また、高水位の非排水トンネルでは作用荷重が大きい。トンネル形状を円形に近づけるとともに、路盤コンクリートをRCとしてインバートと一体化させ水圧に対抗させるなどの対応も行った。

4-4 排水工の設計

ここでは排水トンネルの排水工の設計について述べる。

耐用100年の設計思想のもと、覆工外側側部に

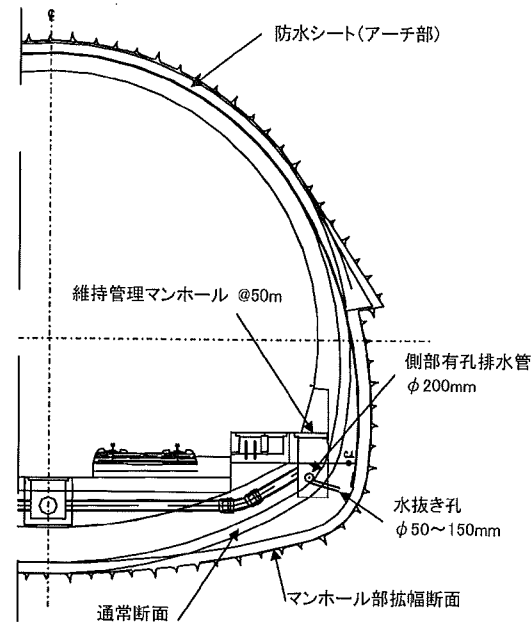


図-5 排水工コンセプト

径200mm以上の有孔管を排水管として設置し、さらにこの排水管内部のモニタリング・清掃が可能であることが設計スペックで要求された。この規定に対して、トンネル側部に維持管理用マンホールを50mおきに設置し、排水管内部のモニタリング・高圧水洗浄を可能とすることとした。標準断面例を図-5に示す。

また、トンネル全周にある吹付けコンクリートのブロッケージによるトンネルへの水圧発生リスクへの対策を求められたため、吹付けコンクリートにφ50~150mm程度の孔を定間隔で開け砕石を詰め、水抜き孔を設置することで対応した(図-5)。

4-5 防水工の設計

排水トンネルはアーチ部のみ、非排水トンネルは全周に防水シート設置となる。防水シートは排水、非排水トンネルとも厚み2.5mm以上のシートの使用が仕様で規定されており、PVC製2.5mmのシートを700g/m²の不織布とともに取り付けた。

非排水トンネルに対してトンネル完成後の許容漏水量を定める規定となっており、CICE, 発注者との協議のうえGerman Railway Code D853のClass 3に準じた0.1 l/m²/day(約2 l/min/km)を採用することとなった。許容漏水量を超える漏

水に関しては請負契約者の補修責任となるため、非排水トンネルである林口トンネルおよび湖口トンネルでは、防水シートに溶着させるウォーターストップの採用をはじめ十全な対策を設計に盛り込むこととした。

主な防水対策を表-2に示す。

表-2 主な防水対策

防水対策処置	目的・内容
3次(仕上げ)吹付けコンクリートの実施	吹付け内面の平滑化、ロックボルト頭部処理、防水シート保護
インバート下部へ仮排水管設置	防水シート取り付け時の水圧作用対策。仮排水管は後に閉塞する。
覆工コン打設後の頂部裏込め注入	頂部空隙を埋め、水圧作用時のシートへの負荷を防止する
防水シート上への保護シート設置(インバート部)	インバート鉄筋組み立て時の損傷防止
鉄筋吊り支保工設置	アンカーなどにより防水シートに孔を開けない
ウォーターストップの防水シートへの溶着	定間隔(12m)に設置し、覆工背面~防水シート間をパーテーション切りする。漏水時の他区画への拡散防止。
ウォーターストップへの注入管設置	ウォーターストップ部に生じた空隙からの漏水拡散防止。覆工打設後に注入して、確実に空隙充填する。
防水シートへの注入プレート(注入ホース付き)溶着	16m ² に1か所程度設置。注入ホース端末は覆工表面に出す。漏水発生時にパーテーション切りされた防水シート~覆工コンクリート間へ止水注入を行えるようにする。
覆工打ち継ぎ目に水膨潤ゴム設置	覆工間の打ち継ぎ目には止水のための水膨潤ゴム設置

5 廻龍トンネル^{4), 5)}

5-1 概要

廻龍トンネルは台湾高速鉄道では台北にもっとも近いところに位置するトンネルである。延長2,150mで高雄に向かってほぼ全線で約2%の上り勾配となっており、排水トンネルとして設計されている。

施工はアクセスなどの問題から南坑口からのブレイカを主体とした機械掘削により片押し施工で行い、掘削工法はベンチ長約100mの上半先進工法、切羽から約500~800mの距離でインバート栈橋を用いてインバート掘削・覆工を行った。

5-2 地形・地質概要

廻龍トンネルは単独の背斜構造をなす丘陵地帯を貫いており土かぶりは最大約200m、最大地下水位はトンネル上部150mに位置する。地質概要図を図-6に示す。

地質は新第三紀中新世に属する砂岩主体の地山で頁岩と互層になっている。砂岩は一軸圧縮強度が20MPa以下の泥質砂岩部と最大90MPaの硬質砂岩部があり、頁岩部は一軸圧縮強度20~30MPaの亀裂性岩盤である。南坑口から約200mの小土かぶり区間は台湾の主要断層の一つである新莊断層破砕帯に位置しており、また背斜構造と平行にのびる数本の断層がトンネル中央部を横切っている。同地域は過去に炭田として利用されており、地質調査ボーリング時にメタンガスが検出さ

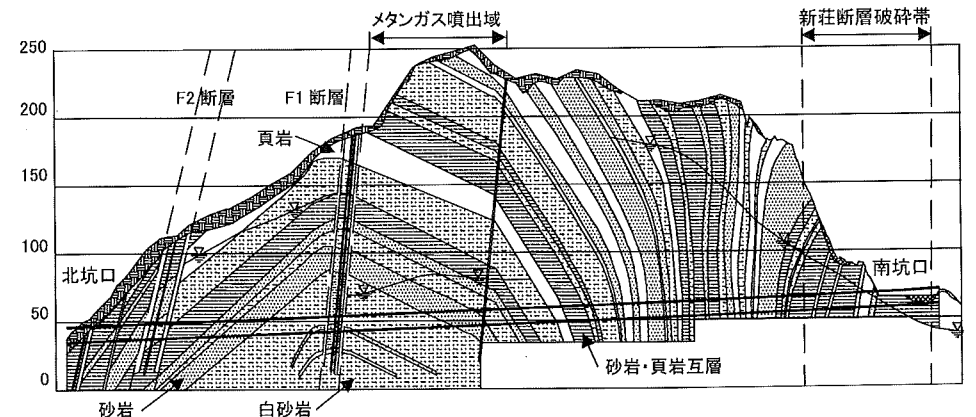


図-6 廻龍トンネル地質概要図

れ、施工時のガス噴出が予想された。

5-3 メタンガス対策

メタンガス対策として、当初より通常の2倍程度の送気量を確保する換気設備とメタンガス自動計測システムを設置した。メタンガスは主に、泥質砂岩・頁岩互層区間において粘土や炭層が層状に挟まれ、かつ帯水層により遮断されていた場所から発生した。ガス漏出が坑内濃度管理値(30%LEL)を大幅に越える48%LELに達して作業員全員退避の処置をとったこともあったが、全般的には十分な換気量による希釈措置で施工に大きな影響を与えずにすんだ。また、供用後にガスが溶存した地下水がトンネル内に漏出しないように排水は基本的にトンネル内部から隔離することとし、排水管の点検・清掃用の坑内マンホールについては気密性を持たせている。

5-4 そのほかの施工上の問題

南坑口近辺の断層破碎帯では押し出し変位や上半支保工沈下に遭遇したが、仮インバート閉合・フットパイルなどにより対応した。

トンネル中央部では、褶曲時に蓄えられた内部エネルギーの応力開放によるものと思われる大きな変位が断層部などで発生し、小崩落・支保工の座屈などにみまわれたが、縫い返し、補強などをくり返して乗り切った。施工中、昔の採炭鉱跡が1か所出現したが施工には問題なく、そのほか硬岩部における機械掘削の難渾や突発的な湧水などを克服し、無事工事を完了した。

6 林口トンネル³⁾

6-1 工区概要

林口トンネルは台湾鉄路において2番目の長さ(6,481m)をもつトンネルであり、トンネル中央付近の土かぶり小さいところに2本の立坑がある。また林口丘陵地は工業用水や農作物栽培に地下水が広く利用されており、非排水トンネルが採用されている。

施工は北、南の両坑口および2か所の立坑から南北方向への合計最大6切

羽で掘削を行った。掘削はブレイカ・バックホウを主体とした機械掘削とし、ショートベンチ工法によって行った。

6-2 地形・地質概要

林口トンネルは第四紀更新世～新第三紀中新世に属する林口台地を貫いており、土かぶりは最大120mほどで地下水位はトンネル天端上40～80mに位置している。地質は礫混じり砂質土を主体とするが、砂層、粘土層が互層となりほぼ水平に堆積している。礫混じり砂質土は透水係数が 3×10^{-3} cm/sであり、多量の湧水が生じたが、礫の含有率が60～80%で最大礫径は30cmと大きく自立性は良かった。

問題となったのはトンネル延長約800mにわたって出現した被圧水をおびた砂層であり、シルト分は20%程度で、全体の80%以上が0.1mm以下の非常に細かい砂で構成されていた。層厚が8～10mあり、下部には不透水層の粘土が介在していた(図-7)。被圧水圧は坑内からの測定で0.4MPa程度で、湧水量は最終的に4 tf/min程度であった。

6-3 被圧湧水と流出砂対策

被圧水をおびた砂層に対して南北両側から掘削を行ったが、北向き切羽が遭遇した地山状況①では手前から頂部に行った水抜き水平ボーリング孔から多量の砂が湧水とともに流出した。また南向き切羽が遭遇した地山状況②では切羽脚部より局所的に細砂と湧水が噴出し急激な支保工の沈下、クラックが発生した。これらの状況への対策として地下水位低下および切羽前方地山の改良を行った。

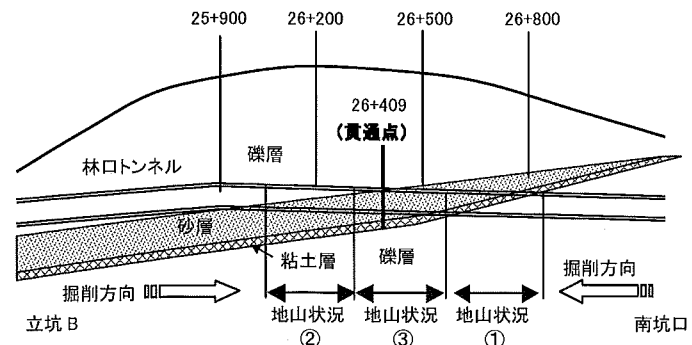


図-7 林口トンネル地質状況図

表-3 含水比試験結果

	含水比(%) (ASTM D2216)		備考
	砂	粘土	
改良前	18.7	19.0	調査井戸から採取
改良後	13.9	19.2	切羽面から採取

地下水位低下に関しては、まず掘削施工に先行して水位を低減させるため50～100mピッチでφ300mmのディープウェル11本(土かぶり80m)を設置した。さらに北向き切羽①ではAGF鋼管(φ114mm, L=12.5m)を用いた先行水抜きや自穿孔ボルト(φ45mm)を用いた切羽周辺の水抜きを行い、最大1,000 l/minの排水を行った。また、南向き切羽②ではバキュームを用いた切羽前方下部の水抜きボーリングを行い、1本あたり100 l/min程度の排水を行った。

切羽前方周辺の地山改良については、止水ゾーン形成と崩落防止の目的で天端・側壁部にはAGF-OFP(φ114mm, L=12.5m)の打設、鏡面には鏡ボルト(FRP, L=12.5m)打設を行った。注入材については試行錯誤を行ったが、最終的には6倍発泡のシリカレジンを量規定なしで注入圧3MPaの圧力管理のみで注入を行い、シリカレジンの膨張圧で砂層の圧密・含水の排除を行った。改良前と改良後の試料の含水比試験を行い、比較した結果を表-3に示す。

約800m区間に出現した被圧水をおびたシルト混じり細砂層は総量2,300tfに及ぶシリカレジンによる地山改良で大きなトラブルもなく貫通することができた。

7 桃園トンネル群⁶⁾

7-1 工区概要

施工場所は桃園県北部の丘陵地帯に位置し、高架橋を含む総延長約3.3kmの区間において、5本のトンネルが小土かぶりで丘陵を貫いていく。トンネルは山岳工法主体の桃園No.1～3トンネル(L=492m, 792m, 756m)と開削工法の桃園No.2A, 2Bト

ンネル(L=180m, 144m)があり、縦断勾配0.6～2.5%で高雄に向かって下り勾配となっている。また、この区間の山岳トンネルはすべて排水トンネルとして設計されている。

山岳トンネルはNo.3トンネルから施工を開始し、その後No.1, 2トンネルと順次進め、開削トンネルはこれらと並行して施工した。掘削方式はブレイカ・バックホウによる機械掘削で行い、地山状況に応じてショートベンチからロングベンチまでベンチ長を変更しながら施工した。

7-2 地形・地質概要

トンネルは第四紀更新世～新第三紀中新世の締まった砂礫主体の地層に位置しているが、未固結の砂層、粘土層がレンズ状に地層内に位置している。砂層は粒径がそろっており均等係数が5以下と小さく、少量の水とともに流出現象を示す。

トンネルの土かぶりは最大50m程度で、土かぶり10～20mの小土かぶり区間が多くある。地下水位は最大トンネル天端+10m程度と総じて低いものの、トンネル天端より上部に地下水位を持った区間が全体の半分近くを占めた。

7-3 細砂層の流出と対策

トンネル施工上もっとも問題となったのは含水した細砂層や緩んだ礫層の出現で、少量の水とともに地山の支持力を失い掘削面の剝落、すべり、支保工の沈下などを招いた。水平水抜きボーリングも行っていたが局所的に複雑に存在する帯水層からの確に水を抜くことが難しく、切羽崩落も何度か生じた(図-8)。

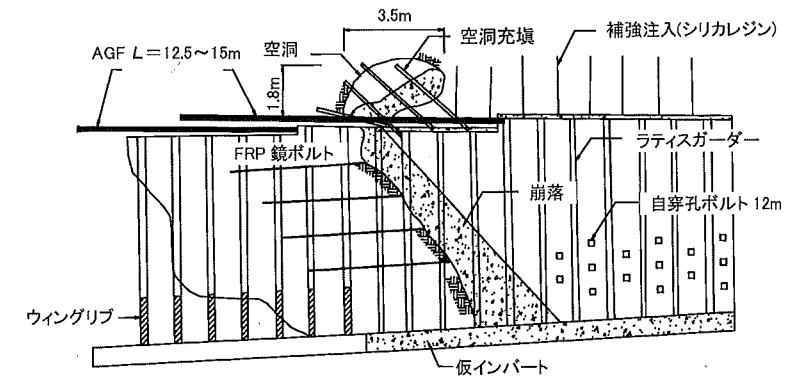


図-8 切羽崩落と対策例(桃園No.3トンネル)

不良地山への対策工としては、水抜きボーリングとともに、ウィングリブ支保工、仮インバートによる沈下対策、AGF-OFP工(L=12.5~21m@45cm, セメント系注入材またはシリカレジン)による天端対策、上半ミニベンチ、鏡ボルト(FRP φ25mm, L=6m), 鏡面パイル(PVC打ち込み, セメント注入)などによる鏡面対策など各種補助工法を組み合わせ対応した。

7-4 坑口対策

10個の坑口を抱えた桃園トンネル地区では、各坑口施工も重要課題となった。とくに不透水層となる粘土層上に含水したシルト質砂層が出現すると、1:1.2~1.5程度の緩い法面でも砂層の流出、斜面崩壊が連続し、当初設計になかった法枠工などの追加を行った。また、桃園No.3トンネル南坑口では2001年9月に台湾を襲ったNari台風による集中豪雨の影響で幅100m近い大規模な斜面崩壊が発生したほか、その影響によりその後も坑口近辺で斜面崩壊をくり返し、この区間が工程上のネックとなった。すべり対策として当初行った大規模な排土工や抑止杭工に加え、最終的にはグラウンドアンカー工の追加なども行い、約定工期内で引き渡しを行うことができた。

8 湖口トンネル⁷⁾

8-1 概要

湖口トンネルは新竹市に近いC215工区の最南部に位置する。トンネル延長は4,275mで途中に2

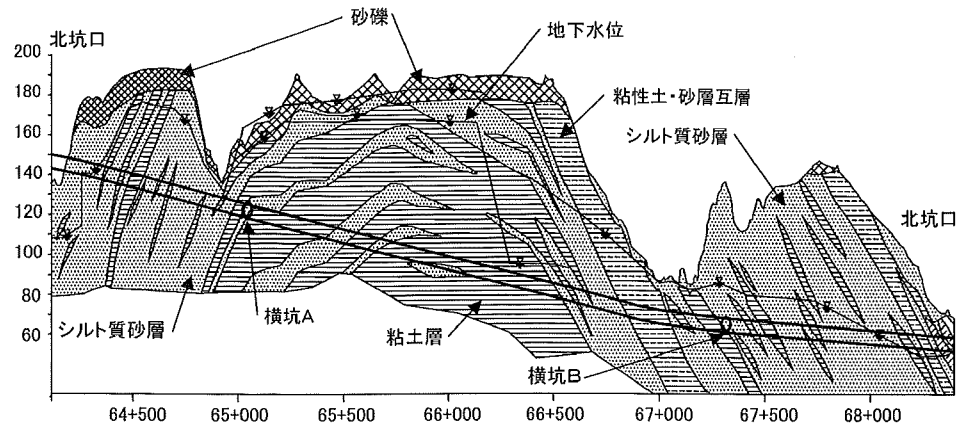


図-9 湖口トンネル地質概略図

雑に入り組んだ地層ではあまり効果が得られず、掘削は遅々として進まなかった。そこで抜本的な水抜き対策として、掘削に先行して水位を下げられるDW(ディープウエル)をトンネル全線にわたって行うこととした。しかしながら、 $1 \times 10^{-4} \sim 10^{-5}$ cm/sの透水係数ではひとつのウエルから十分な集水効果を得るのは難しいため、小口径(φ150~200mm)のDWを数多く設置する方針とし、当初25mピッチ程度でDWを打設した後、水位が下がらない部分についてはさらに打設ピッチを増やして行くこととした。ブロッキングや崩落による損傷などで再施工した分も含めると最終的に350本近くのDWの施工を行い、4年間の施工期間中の揚水量は700万 m^3 を超えるものと思われる。

DWにより切羽流出はなくなったものの、含水した砂層、シルト質砂層の地山支持力は低く、フォアボーリング、AGF、切羽ボルトなどの補助工法を併用しながらの施工となった。とくに問題となったのは地耐力不足による上半支保工の沈下であり、沈下量は100~150mm、最大200mmを記録した。ウィングリブ支保工やフットパイルなどの対応もとったが、最終的には上半仮インバート施工を行うこととし、仮インバート形状もR<20mの円形に近い形として、上半切羽近傍でいったんリング閉合を行った。

また、土かぶりが30mを超えてくると下半掘削時の側壁押し出しも大きくなり、内空変位が200mmを超えるところも多々あった。そのため下半施工対策として、下半・インバートをほぼ同時に施工しての全周早期閉合、そしてそれに対応した上下半斜路棧橋の導入などを行った。

したがって、試行錯誤を行ったうえでの最終的な掘削工法は、上半盤は仮インバートで閉合しながらロングベンチ、下半はインバートを同時施工しながらの早期リング閉合となった。

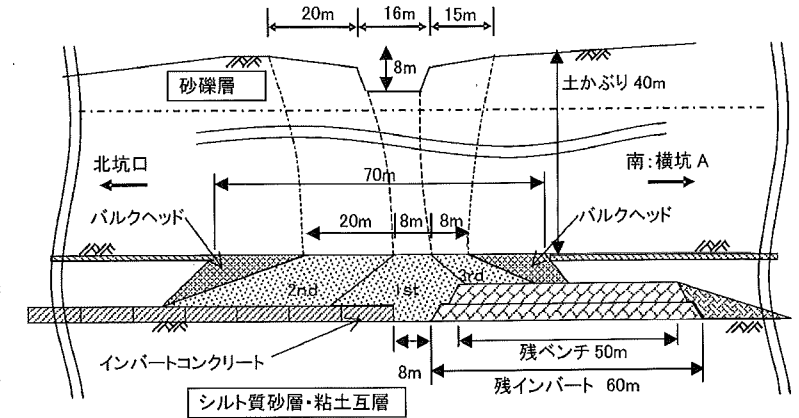


図-10 湖口No.1崩落状況図

8-4 1回目の崩落

2002年6月17日に北坑口と横坑A間の約800m間が貫通した後、1回目の崩落は2002年8月2日に北坑口から約250mの地点でベンチ・インバートの掘削中に発生した(図-10)。当初上半盤から1mほど上の西側壁部にクラックが入り、トンネル内部へ変形をはじめた。吹付けコンクリートの増し吹きなどの対応をとったが変形が収束しないため作業員は退避。その2時間後に1回目の崩落(推定約2,800 m^3)が発生した。その後20時間の間に断続的に2回の大きな崩落が生じ、最終的に崩落土量は約7,000 m^3 に達した。また、土かぶり約50mの地上には直径16m、深さ8mの陥没穴が生じた。

地表のクラックや陥没穴からの雨水流入を避けるため、陥没穴へコンクリート打設、ソイルセメントでの地表表層の置き換えを行うとともに、トンネル内では崩落部前後の支保の内巻き、増し吹付け、自穿孔ロックボルト打設・注入などの緊急対策を行ったところ、崩落の連鎖は止まり沈静化した。崩落により完全に閉塞された区間の延長が約70m、その前後で支保の変状が生じ、内巻き補強などを行った区間を含めると崩落による影響範囲は約160mとなった。

崩落時に出水は見られず、崩落の原因としては、下半・インバート施工時に急激に発生した土圧に対して支保剛性が不足したためと判断された。崩落箇所付近には主要断層から派生した断層があり、

もともと地山状況が悪かったことに加え、上半掘削時に地山をさらに緩めていた。上半掘削は仮インバート閉合により挙動が収束したものの、下半・ベンチ掘削で一挙に土圧が開放されたものと考えられる。これは崩落箇所の上半掘削時の上半脚部沈下が90mm程度だったものが、下半・ベンチ施工時に急激に370mmまで進行したことから推定された。

8-5 2回目の崩落

2回目の崩落は2002年10月31日に横坑Aから南向きの上半切羽後方約30m、横坑Aから約1km南で発生した(図-11)。

当時、横坑Aから南向きの切羽は、上部、下部に含水シルト質砂層があるものの上半切羽全般は固結し、粘土層に覆われた状態で湧水は少量であり、トンネル天端沈下も40mm以下と安定し、月進150mを超える進捗で掘削していた。

10月31日の未明、切羽後方50mの位置で突然天端部にクラック・吹付けコンクリートの剥離が発生し、それから数時間のうちに切羽反対側(北側)に向かって35mにわたり、天端部のクラック・コンクリート剥離が広がった。作業員は退避し、クラック発生から約4時間半後、切羽後方80mの位置で最初の崩落が始まった。その後、約1時間半の間に将棋倒し的にトンネル崩落が進行し切羽から200m後方の地点まで達した。この間土かぶり

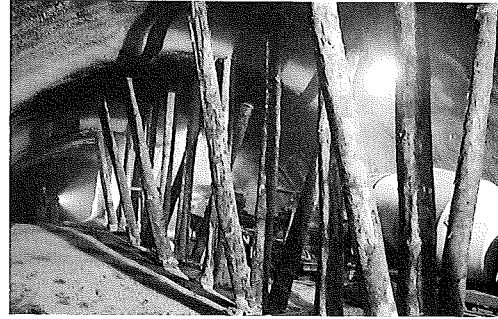


写真-1 バルクヘッド設置状況

90mの地表部でも直径8m、深さ6mほどの陥没穴が確認された。崩落開始直前に計測した結果では、崩落開始箇所の天端沈下は400mm、内空変位は200mmを超えていた。

その後、押さえ盛土などにより崩落連鎖を食い止めようと試みては、支保の変状・小崩落が伸びてきて退避するという一進一退をくり返し、最終的に切羽から約250mの地点にバルクヘッドを作ることと決定。トンネル中央部にドラム缶を積み上げ、金網、吹付けコンクリートで固めた柱を設置。そこから後方約30mの区間を支保工、吹付けコンクリートで内巻き補強したうえ、径50cmほどの丸太でボウズを立て補強した(写真-1)。その間にも小崩落をくり返しながら崩落区間の拡大はバルクヘッドまで迫ってきたが、バルクヘッド部は変位を生じず持ちこたえ11月3日に崩落の拡大は止まった。

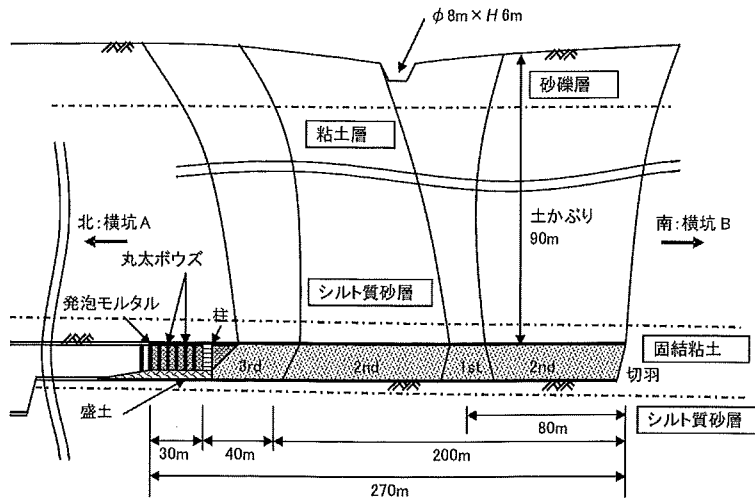


図-11 湖口No.2崩落状況図

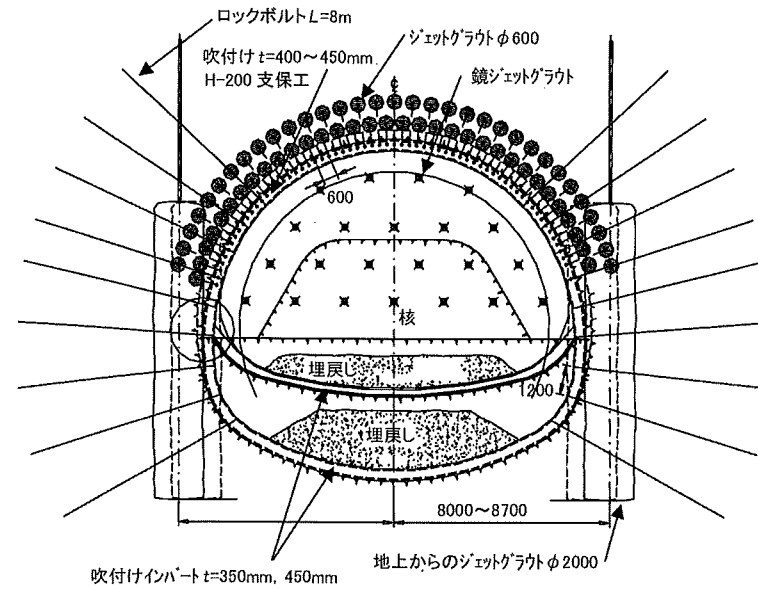


図-12 湖口トンネル崩落部再掘削支保パターン例

なったが、上部の未固結砂層を支えていた固結粘土層に緩みが徐々に広がり、その後急激に上部の未固結砂層の荷重が支保に作用したためと考えられた。緩みが拡大した原因としては、崩落発生箇所掘削時に断層面(鏡肌・滑面)が確認されていたことから固結粘土層に潜在的なクラックが存在したと考えられること、またトンネル掘削時に天端での砂層出現を警戒して鋼管パイプを頂部90°範囲に先受けとして打ち込んでいたことから、鋼管打設がかえって地山を痛めた可能性が考えられた。

8-6 崩落部の再掘削

崩落部の再掘削方法については、関係者で議論を重ね、No.1, 2崩落ともほぼ同じコンセプトで施工を行った。

まず、地表面から調査ボーリング(No.1崩落: 10本, No.2崩落: 8本)を行い地山状況を確認した。No.2崩落については比抵抗探査による地山内の空洞状況確認も行った。そしてそれと並行してトンネル内および地表から空洞・空隙充填の発泡モルタル打設、セメントミルク注入を行った。注入量はNo.1崩落で5,150m³、No.2崩落で19,000m³に達した。

トンネル掘削は工期短縮を考え、補助工法とし

て図-12に示すジェットグラウトによる天端、鏡面、下半側部の先行補強を中心に行うこととし、空隙充填の終了したところから順次掘削を開始することとした。

また鋼製支保工については、初期荷重に対する耐力を高めるためラティスガーダーからH-200に変更した。

崩落部の支保パターンについては、地質調査結果にもとづき、崩落の影響が大きいタイプI区間と、影響が小さいタイプII区間に分け、タイプIについては先受けジェットグラウト15mに

対して1掘削シフト長を5mとした3重先受け、タイプII区間についてはシフト長を7mとして2重先受けとした。

また、下半盤に砂層が存在するため下半側部の事前防護が重要であったが、工期を考え、地表部からの先行ジェットグラウトを試みることにした。しかしながらNo.2崩落部では土かぶりが90~100mと極端に深くなるため、事前に試験施工を行い工法の是非の確認を行った。当初掘削時に孔壁崩壊などの問題に遭遇したが、段階的な塩ビ管建て込みを行い、事前にCB注入による孔壁保護・地盤の荒詰めなどを行うことにより施工が可能であることを確認し実施工を行った。

再掘削は月進最大25mほどの遅々たるものであったが、早期に掘削再開にあられたこともあり、No.1崩落部は崩落から約12か月後の2003年7月27日、No.2崩落部は、崩落から15か月後の2004年1月31日に貫通を迎えることができた。

湖口トンネルは台湾高速鉄道の48本のトンネル工事のうち最後まで残った工事となり、事業計画全体のクリティカルパスと言われたが、最後にはセントル4台、インバート栈橋4台を投入する突貫工事を行い、ほぼ約定工期どおりに引き渡しを行うことができた。

9 おわりに

今回の工事は山岳トンネル工事としても技術的な課題が多い工事であったことに加えて、設計・施工発注、大型ロット工事であることなど請負業者としてのプロジェクトマネジメントの能力を試された。また設計・施工に関しては、当初から施工側の意見を設計に取り入れ効率化が図れる反面、山岳トンネルというリスクが高い工種を、請負者側の責任ですべて行うことの難しさを感じさせられた。国際プロジェクトとしてさまざまな国のエンジニアが互いの知恵を絞って行った今回の工事の紹介が、少しでも今後の参考になれば幸いである。

参考文献

1) FUKAYA MASAOKI : Design Codes and Standards? Civil Works in Taiwan High Speed Rail

Project, 土木学会第58回年次学術講演会, CS2-004, 2003.9.
 2) 深谷正明:台湾新幹線C210/C215工区の概要紹介, 土木学会岩盤力学委員会ニュースレター, No.5, 2004.9.
 3) 山道哲二:台湾新幹線プロジェクトにおける山岳トンネル施工, 土と基礎, Vol.53, No.2, 2005.2.
 4) Y.GOTO,R.ABE: Geological Analysis based on Tunnel Monitoring in Taiwan High Speed Railway Project, Field Measurement in Geomechanics, 2003 Oslo Norway, pp.67-73.
 5) 阿部玲子・後藤裕一・山田浩幸:計測, 観察に基づく地質工学解析の実証(台湾新幹線C210工区廻龍トンネル), 土木学会第59回年次学術講演会, 6-387p, 2004.9.
 6) 土原久哉・中垣秀昭・山田毅・吉川晃司:台湾新幹線C215工区桃園トンネル建設工事, 土と基礎, Vol.50, No.7, 2002.7.
 7) 松野徹・奈良田恵佐・山田毅:土砂地山のトンネルにおけるラチスガーターの作用効果の計測, 土木学会第60回年次学術講演会, 3-216p., 2005.9.

施工

急傾斜不安定坑口部を大規模アンカー工で克服

—国道361号 番所トンネル1工区—

長野県木曾建設事務所技師((現)長野県飯田建設事務所) 小林 康夫
 五洋・金本・山一建設共同企業体副所長((現)五洋建設(株)東北支店) 高橋 剛士
 パンフィックコンサルタンツ(株)交通事業本部次長 駒村 一弥
 応用地質(株)東京支社課長 菅 浦 幸 男

1 はじめに

国道361号番所トンネルは、図-1に示すように長野県伊那市と木曾郡日義村を結ぶ地域高規格道路「伊那木曾連絡道路」のうち木曾側の榎川村に計画された総延長828mの2車線道路トンネルである。当トンネル1工区は、長野県木曾建設事務所発注により、起点側(伊那側)の373mを施工するものである。当工区のトンネルの標準断面図を図-2に、工事概要を表-1に示す。

当トンネル計画域は、古生代二疊紀から中性代ジュラ紀の粘板岩、砂岩、チャートが混在するメランジュ相を成している。しかも、当該計画域に

は多くの派生断層を有する神谷断層系があり、事前の地質調査結果ではトンネル掘削域に複数の断層破砕帯が存在するものと想定されていた。

当工区は、2003年7月よりトンネル掘削を開始

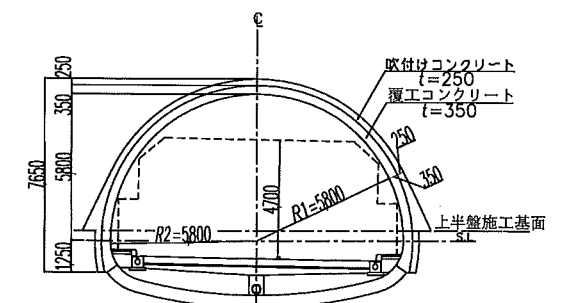


図-2 標準断面図(DIIIa)

表-1 工事概要

工事名	平成14年度国道補道路改良工事(番所トンネル1工区)
発注者	長野県木曾建設事務所
施工者	五洋・金本・山一建設共同企業体
工事場所	長野県木曾郡榎川村番所(施工当時)
工事延長	373m(トンネル部)
掘削断面積	93.5m ² (完成内空67.2m ²)
工期	平成14年12月20日～平成17年1月31日
施工方法	NATM(上半先進ショートベンチ)
掘削方式	機械掘削(ずり出し:タイヤ方式)

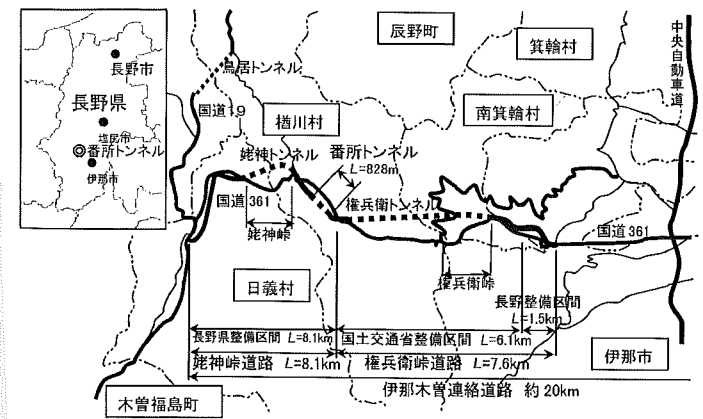
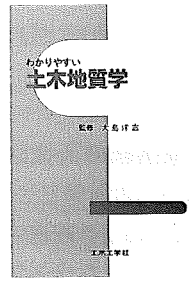


図-1 番所トンネルの位置図(施工当時)

【好評発売中】

わかりやすい土木地質学

大島洋志 監修 B5判 209頁 本体価格 2,500円 円340円



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

(主要目次)

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



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

したが同年8月に大雨に見舞われ坑口斜面にすべり崩壊を誘発するような変状が確認された。本稿は、変状が見られた起点側坑口斜面の安定対策工の選定から施工結果までの経緯について報告するものである。

2 地形および地質概要

2-1 地形概要

当工区の平面図を図-3に示す。当トンネルは、平行して流下する奈良井川左岸の標高1,120~1,170mの山腹に計画されている。当工区は、工区延長373mのうち約60%の区間が土かぶり2D未満(Dはトンネル掘削径)の小土かぶり区間である。また、起点側坑口から58mの地点では沢部と交差するため土かぶりが6m(0.5D)程度と小さくなる。

トンネルが山腹に計画されているため、ほぼ全線にわたり偏圧地形の条件下にある。写真-1に着工前の起点側坑口部の全景を示す。トンネルは、川側に突き出した細尾根に対して斜めに進入する

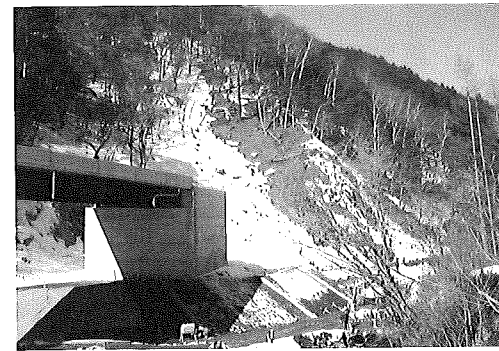


写真-1 起点側坑口部の全景(着工前)

ように計画された。

2-2 地質概要

図-4に当工区の地質縦断面を示す。当該トンネル計画域には、隣接する権兵衛トンネル木曾側工区と同様にジュラ紀付加体¹⁾として考えられている美濃帯が分布する。主な構成岩種は中生層の砂岩・粘板岩・チャートおよび緑色岩である。これらのうち砂岩と粘板岩は混ざり合ってメラング相を成し、粘板岩の優勢層となっていた。

また、当トンネル計画域は、神谷断層と奈良井断層が交差する付近にあたる。このため、当トンネル計画域の地山は著しい破碎作用を受けているものと推察された。

トンネル計画時のボーリング調査では、採取されたコアのRQD値はおおむね0%であり、断層破碎帯と想定される部分では断層粘土を伴っていることも確認された。

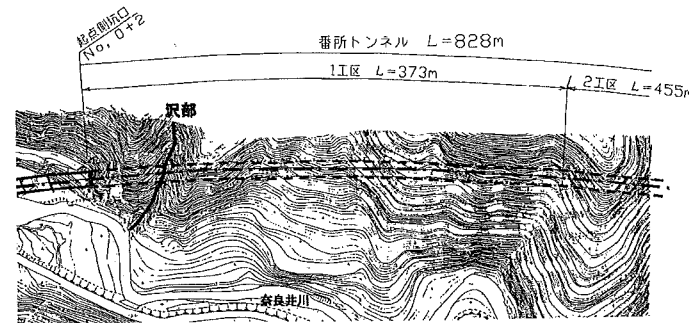


図-3 番所トンネル1工区の平面線形

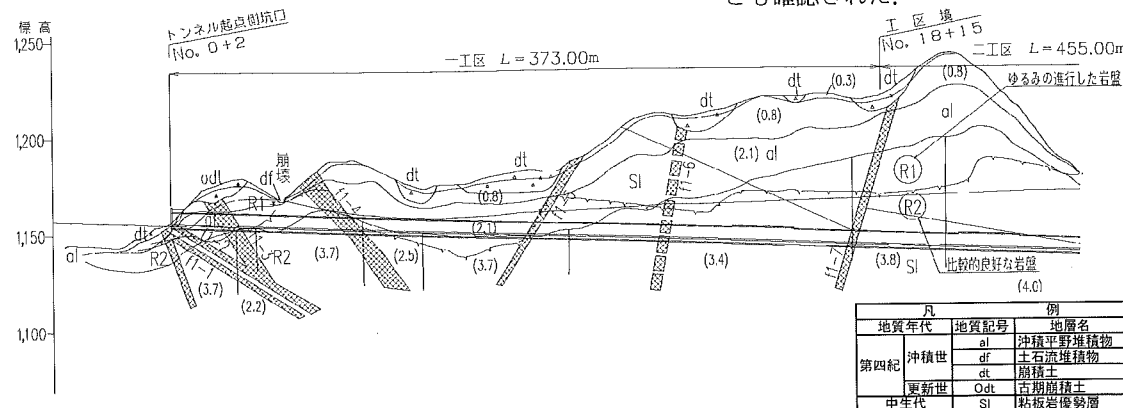


図-4 地質縦断面図

3 坑口の変状発生とその経緯

当工区は、2003年7月よりトンネル掘削を開始した。16m掘進した8月14日に90mm/日の降雨を観測した。翌15日、斜面に設置した伸縮計の観測

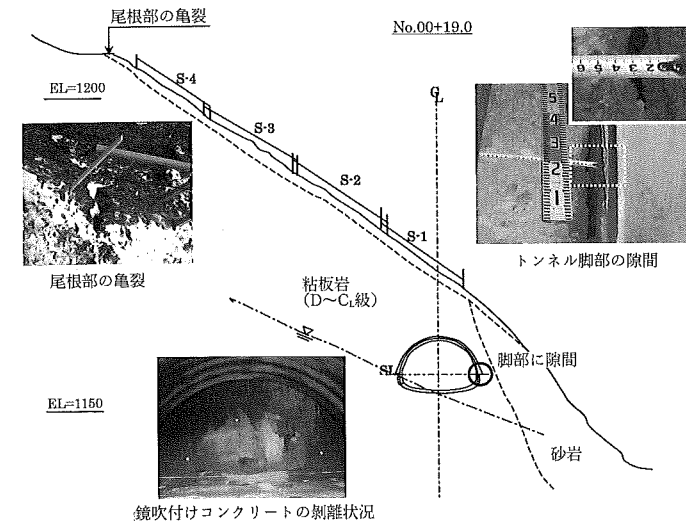


図-5 斜面の変状位置

記録に異常を確認したので、現地調査と地表面沈下測定および内空変位測定を行った。その結果、図-5に示すように各所で変状が確認できた。

坑口斜面の尾根部には斜面のすべりと思われる亀裂が発生していた。また、トンネル山側肩付近から出水があり、トンネル切羽は押し出され鏡吹付けコンクリートはひび割れ、剝離していた。さらには、坑口川側の抱き擁壁は川側に移動し、抱き擁壁と地山の間に3cm程度の隙間が生じ、坑口切土斜面の吹付けコンクリートにも亀裂が確認された。

4 計測・調査による変状原因の推定

4-1 計測および調査

坑口斜面の変状発生後、トンネル掘削を停止し、地表面伸縮計を増設するなど9月の台風シーズンに備えた斜面

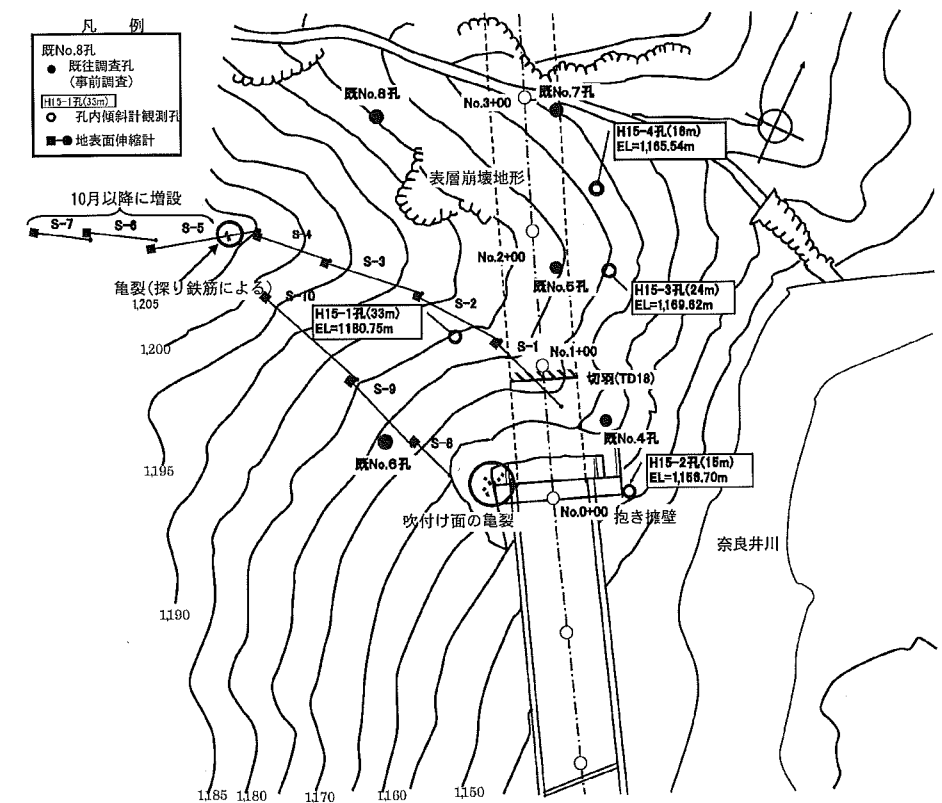
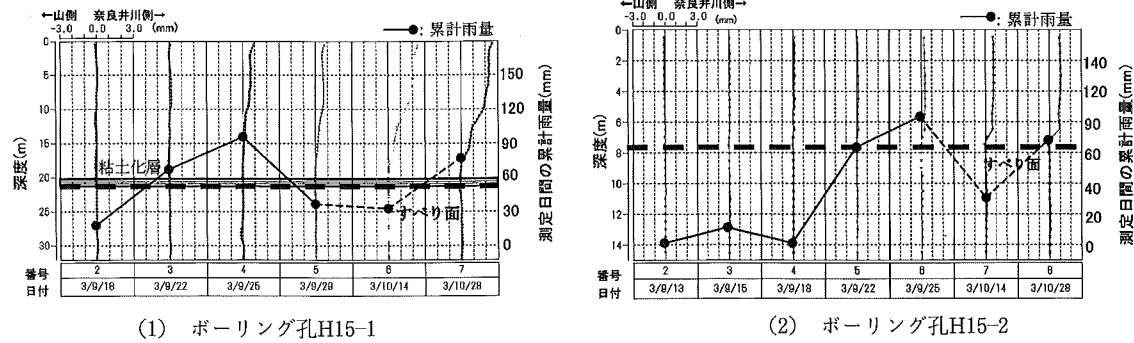


図-6 坑口部における調査機器の配置図



(1) ボーリング孔H15-1

(2) ボーリング孔H15-2

図-7 孔内傾斜計の観測記録

の監視体制を整えた。また、対策工の選定や設計に必要となるすべり面の位置や範囲を推定するためすべりの主測線であると思われる位置に孔内傾斜計H15-1およびH15-2と地表面伸縮計を設置した(図-6)。なお、孔内傾斜計のH15-1およびH15-2では、ボーリング時にコアを採取し、地質状況の確認も行った。H15-3およびH15-4は、トンネル掘削再開に備え11月以降に増設した。

4-2 変状範囲の推定

図-7の(1)、(2)にH15-1、H15-2で観測された孔内傾斜計の変位記録を示す。図中には、測定日間に観測された累計雨量を併記した。これらの図から、3日間累計で95mm程度の降水量を観測した9月22～25日の間に明確な変位が現れていることがわかる。2～3日間の降水量が累計で90mm程度を超えた場合には、斜面変状が発生する可能性が大きいものと推察された。このことから、10月以降の孔内傾斜計の観測は原則として2週間に1度ほど(図中の破線)とし、降雨開始からの連続雨量が90mm程度確認された場合に追加計測を行うこととした。

また、孔内傾斜計H15-1の変位観測結果では、深度18.0m以浅で変位が認められたが、採取されたコアから深度19.5～20.9mに粘土化が著しい部

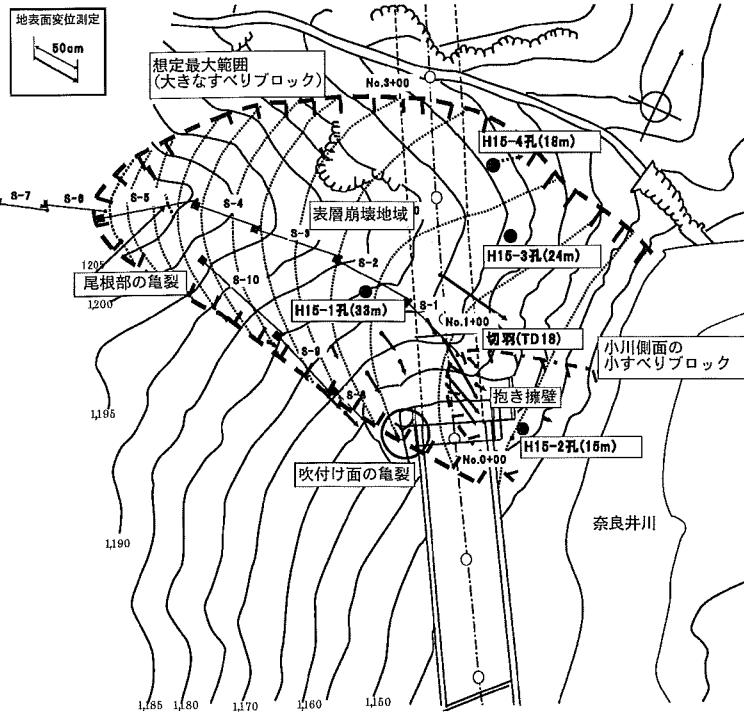


図-8 推定されたすべり域の平面図

分が確認された。このことから、H15-1の位置では、変位確認位置よりも深い地表面から20.9m付近にすべり面があるものと仮定した。また、ボーリング孔H15-2では、深度7.5m以浅で変位が明瞭に現れていることから、すべり面がこの位置にあるものと仮定した。

孔内傾斜計および地表面伸縮計の観測結果などから推定した坑口部のすべり域を図-8, 9に示す。すべりブロックは、大きく2つに分けられると考えられた。1つは坑口斜面全域を覆う大きなブロックと、もう一つは抱き擁壁を中心とする坑口川側

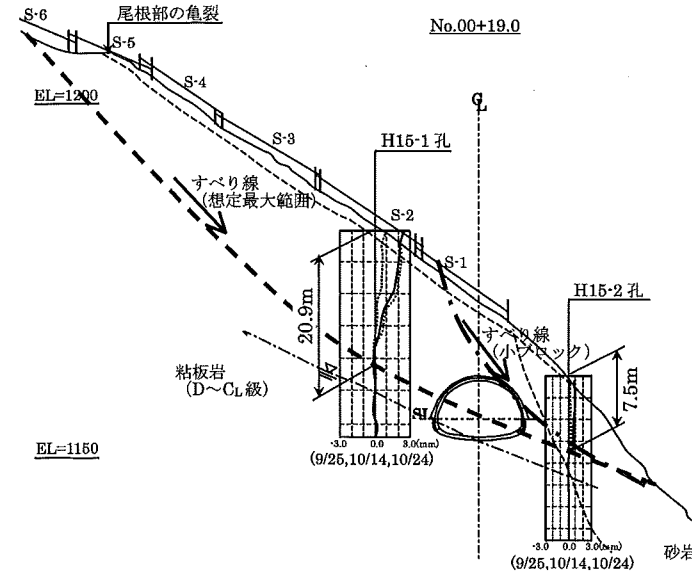


図-9 測線A-A'の断面図

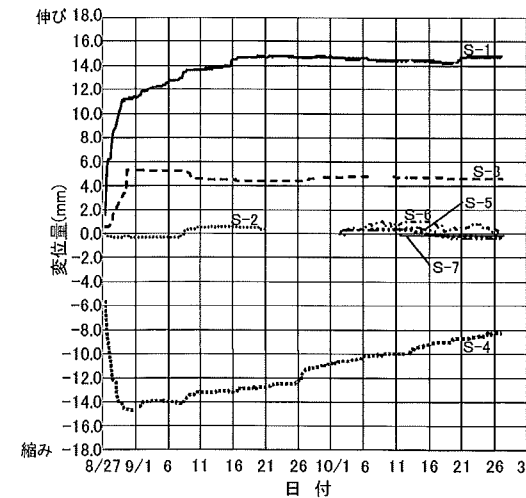


図-10 地表面伸縮計の測定記録

の小ブロックである。

大きなすべりブロックの坑口側端点は、坑口切土斜面の吹付けコンクリート面に亀裂が見られることから、坑口付近にあるものと推定した。トンネル掘進方向側端点については、変状発生後に実施した計測の結果で特定することができなかったため、測点No.3付近の沢部まで及ぶものと仮定した。すべり域の上端は、地表面伸縮計S-4で15mm(縮み)程度の変位を観測していた(図-10)。しかしながら、H15-1およびH15-2で推定されるす

べり面深度が比較的深いことを考慮すると、図-9に示すように地表面伸縮計S-6付近にまで達すると考えられた。

川側の小ブロックは、ボーリング調査の結果、砂岩の岩塊を含む比較的脆弱な粘板岩優勢層であった。地表面伸縮計の測定記録から、S-1で15mm(伸び)程度を観測していることから、ブロックの上端がS-1付近にあるものと推察された。坑口側の端点は大きなすべりブロックと同様トンネル坑口付近にあり、脆弱な粘板岩の分布状況、地表面の変位記録などから抱き擁壁付近の狭い範囲に限定されるものと推察された。この川側小ブロックは、孔内傾斜計の記録などから大きなすべりブロックと連動して移動するものと考えられた。

4-3 原因の推定

8月15日に確認された斜面およびトンネルの変状やその後実施された孔内傾斜計などの観測記録から発生原因を推定した。

図-9に示したように、トンネル掘削によって事前の地質調査では想定できなかった潜在的すべり面の一部を切除してしまったことが、斜面の安定度を低下させたものと考えられた。

また、当該トンネル計画域は、急傾斜地であるとともに亀裂の発達した岩盤で構成されていた。このため、降雨があったとしても、比較的早期に地表流下するか、岩盤の亀裂に沿って岩盤中に浸透するものと思われていた。しかしながら、今回経験したような大雨の場合には、岩盤内を流下しトンネル内もしくは奈良井川に流出する水量よりも岩盤内に蓄えられる水量が増加したものと推察された。その結果、図-11に示すような地下水状況となり地山の間隙水圧が上昇するとともにせん断抵抗が減少し、斜面を不安定化させたものと考えられた。トンネル周辺の地山で地下水位が上昇していたことは変状発生直後の8月15日にトンネル肩付近から地下水が坑内に流入していたことから裏付けられる。また、トンネル掘削後では、2～

3日の累計降水量が90mm程度以上になると坑口付近斜面が不安定化することが、変状発生後に実施された孔内傾斜計の観測記録などから確認できた。

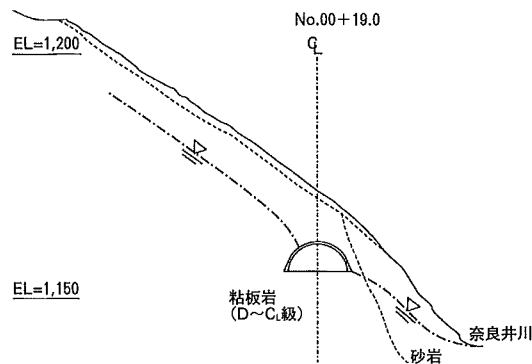


図-11 変状発生時の地下水状況推定図

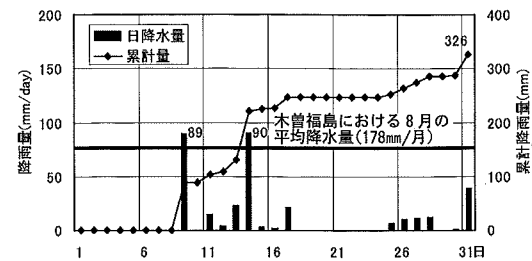


図-12 2003年8月の降雨記録

図-12に2003年8月の当該現場における降水量を示す。この図から、8月9日と14日の2回にわたって90mm/日程度の降雨があった。9日と14日の間にも4~20mm/日程度の降雨が観測されており、8月9~14日までの累計降水量は221mmであった。木曾福島における8月の平均降水量が178mm/月であることを考えると、5日間で平常並み以上の降水量があったことになる。

以上のことから、トンネル坑口部斜面の主な変状原因としては、想定できなかった潜在的すべり面の切除と予想外の大雨による斜面の安定度低下によるものと推察された。

5 対策工の検討および設計・施工

5-1 斜面の安定検討と対策工の設計

トンネル掘削を再開するにあたって、まず、不安定化した斜面の安定性向上を図る必要があった。

当該坑口部斜面の安定対策工として、変状斜面上部の排土と下部への押さえ盛土、抑止杭工、アンカー工が考えられた。これら対策工の比較検討表を表-2に示す。坑口斜面上部の不安定土塊を切

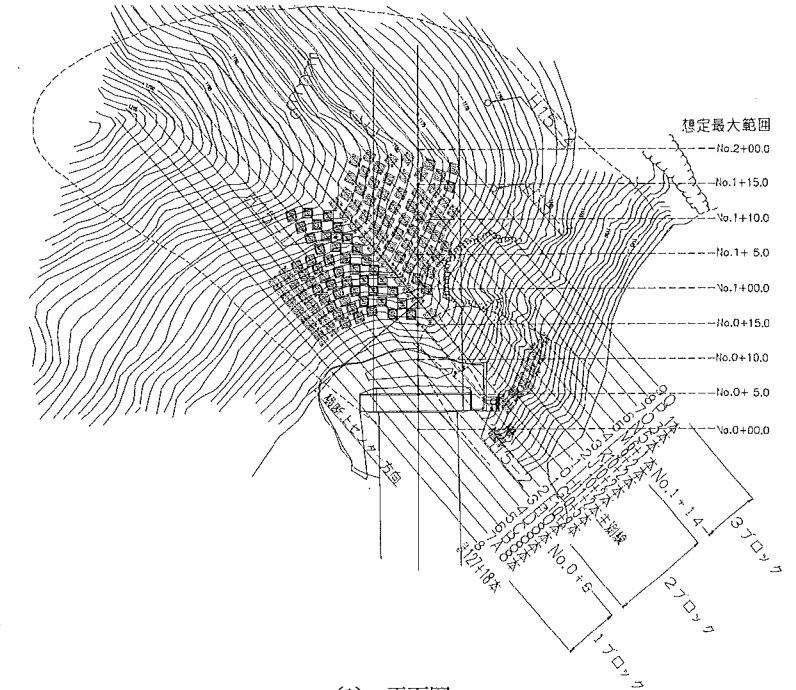
表-2 不安定土塊安定化工法の比較検討表

対策工	排土+押さえ盛土	抑止杭	アンカー工
概要図			
対策概要	不安定土塊上位を切り取り、端部に押さえ盛土を行う方法	不安定土塊を鋼管杭もしくは深礎杭で変位を抑制する方法	グラウンドアンカーで不安定土塊を基岩に固定する方法
対策効果	切り取りと盛土によって一時的な安定化は図れるが、長期的な安定対策が別途必要になる。	トンネルと不安定土塊の位置から効果的な杭配置が困難である。	斜面の保護も同時に行え、不安定土塊の安定化工法として、比較的確実度が高い。
経済性	切土のり面の長期安定対策工を含めると高価になる。	大口径杭と杭頭アンカー工が必要になるなど高価である。	3工法のなかでは、安価である。
施工性	急峻斜面であるため施工が困難である。	急峻斜面であるため、資材・機材の搬入など、施工が困難である。	比較的簡便な仮設足場で施工が可能である。
評価	×	△	○

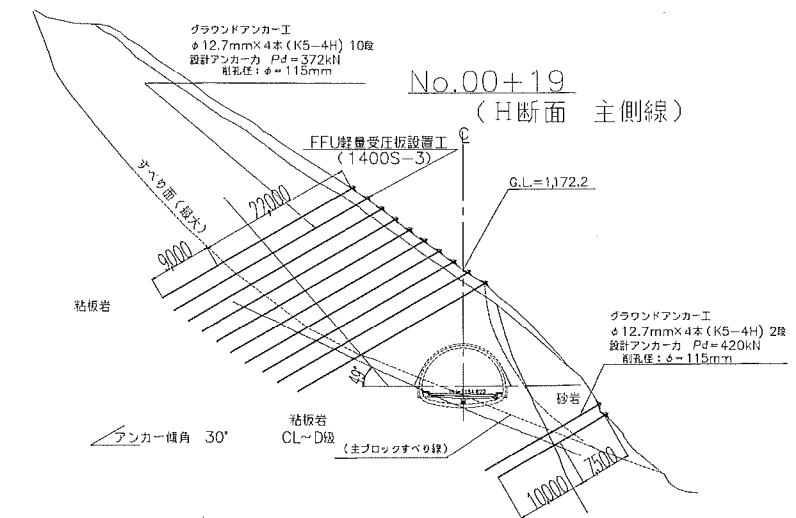
り取り、下部に押さえ盛土をする案は、切り取り・押さえ盛土によって、斜面は一時的に安定するものの、切り取り斜面や盛土斜面に恒久的な対策工がさらに必要となる。また、急傾斜地における効率的な施工が困難であると考えられた。抑止杭は、トンネルとの位置関係から効果的な杭配置が困難であった。このため、1本あたりの杭径が大きくなるとともに杭頭アンカーが必要となる。また、急傾斜地での施工も困難になると想定された。アンカー工は、比較的簡便な作業足場を用いて施工でき、しかも恒久的な斜面保護対策も同時に実施できる。以上のことから、当トンネル起点側の斜面安定対策工としてアンカー工を適用するものとした。アンカー工の施工概要を図-13に示す。

アンカーの設計は、大きなすべりブロックとトンネル川側の小ブロックの2つに対して行った。また、設計に用いる粘着力 c と内部摩擦角 ϕ は、斜面の安全率から逆算推定した。

図-13に示すように、大きなすべりブロックに対してアンカーをトンネルの山側に配置した。推定した粘着力 c と内部摩擦角 ϕ を用いて必要抑止力を算定した結果、斜面の長期安全率で1.2を確保するためには主測線(H測線)で1,925.2kN/mの抑止力が必要となった。よって、設計緊張力289~355kN/本のアンカー127本を配置するものとした。また、川側小すべりブロックの主測線(H測線)に必要な抑止力は382.5kN/mであり、設計緊張力276~420kN/本のアンカー18本を配置するものとした。



(1) 平面図



(2) 断面図(H測線)

図-13 アンカーによる斜面安定対策工の概要

以上のようにアンカーは、坑口斜面全域にわたる大きなすべりブロックと抱き擁壁付近の川側小ブロックのそれぞれに対して長期の安全率1.2を確保できるように設計した。ここで、川側小すべりブロックの挙動は、大きなすべりブロックと連動するものと考えられた。すなわち、大きなすべりブロックの安定が保たれていれば小ブロック

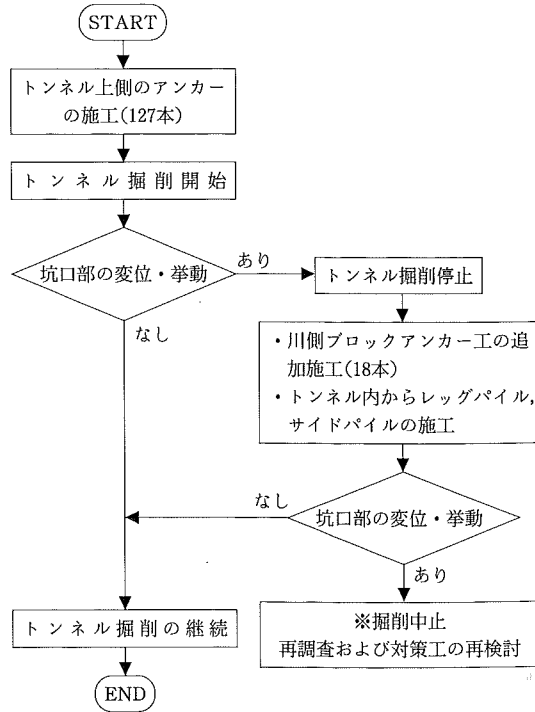


図-14 坑口部の施工フロー

の安定対策は不要となると考えられたのである。そこで、アンカーの施工は図-14に示すフロー図にもとづいて行うものとした。すなわち、トンネル山側のアンカー127本をまず施工した後に、トンネル掘削を再開することとした。その後の川側斜面の挙動やトンネルの変形状態にもとづいて、川側のアンカー18本の必要性を検討することとした。

5-2 トンネル掘削時の安定対策

上述したように、トンネル山側のアンカーを施工後にトンネル掘削を再開することとした。しかし、大きなすべりブロックの木曾福島側端点が特定できていないことなどからトンネルの掘削を再開すると、さらに斜面の不安定領域を拡大させることが懸念された。このため、再開後のトンネル掘削は、これまで以上に慎重な施工が必要であった。当トンネル計画域は、断層破碎帯の影響で亀裂が多く不安定な地山状況が連続するものと推定されていた。このことから、切羽天端のみならず切羽鏡面も不安定となり崩壊することが懸念された。切羽鏡面の崩壊は、周辺地山の緩みを助長し、

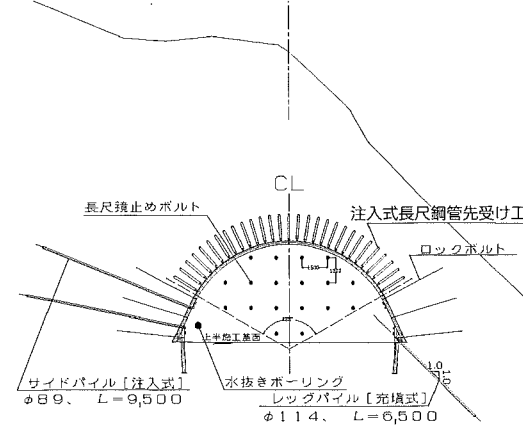


図-15 斜面不安定部の補助工法

斜面の不安定域を拡大させることが懸念される。とくに、掘削再開後は雪解けの季節を迎える。このことから、地山を極力痛めないでトンネル掘削を行う必要があると考えた。

当該起点側坑口部では、トンネル掘削開始から注入式長尺鋼管フォアパイリング(AGF工法)を切羽天端の安定対策工として採用していたが、トンネル掘削時の緩みをさらに抑制する目的で図-13に示した最大すべり範囲に限定して、長さ12mの長尺鏡止めボルトを注入式長尺鋼管フォアパイリングと併用することにした。また、トンネルの著しい沈下が想定される場合には、トンネル山側にサイドパイルを、川側脚部にレッグパイルを適用することとした。このときの施工パターンを図-15に示す。

なお、既施工区間についても、その後の計測結果で沈下が著しく、覆工コンクリートの設計厚さを確保できない場合には、図-15に示したサイドパイルとレッグパイルを施工することとした。また、トンネル山側の地下水位上昇に備えて、水抜きボーリングを実施することとした。

5-3 対策工の実施結果

2003年11月より、トンネルから山側のグラウンドアンカーの施工を開始した(写真-2)。トンネル山側のアンカーの施工が完了した2004年2月からトンネル掘削を再開した。

しかしながら、掘削再開後、坑口20m区間の上半天端および脚部で沈下傾向が見られ、このまま

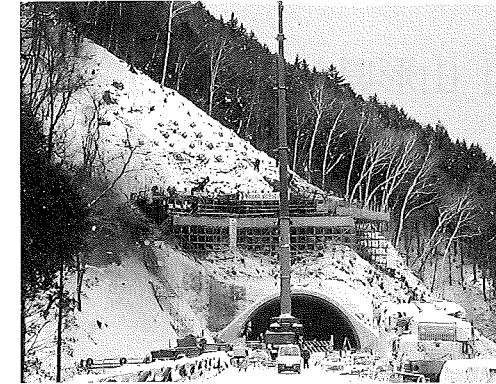


写真-2 グラウンドアンカーの施工状況



写真-3 トンネル坑口部の全景(2005年2月)

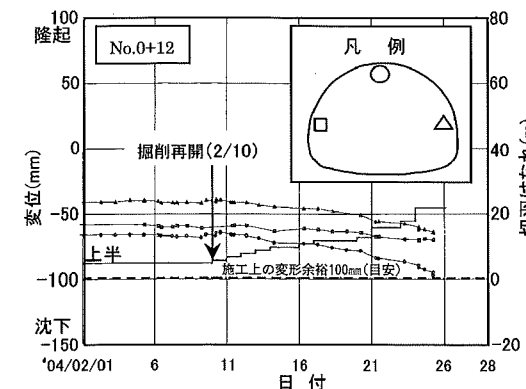


図-16 坑内の沈下記録(起点側坑口から約10m地点)

沈下が進行すると覆工コンクリートの設計厚さを確保できなくなる恐れが生じた。このときのトンネル上半の天端および上半脚部の沈下状況を図-16に示す。以上のことから、掘削再開から約25m、起点側坑口から約41mの地点で、上半切羽の掘削を一旦停止し、図-15に示したサイドパイルとレッグパイルを沈下の大きい坑口から20mの区間に打設した。

この時点で、トンネル山側および川側の斜面で目立った変状は確認できなかった。しかしながら、トンネル坑口部における長期的な安定性を確保するためには、図-13に示した抱き擁壁を含む川側斜面の小すべりブロックに対しても安定対策が必要と判断した。その結果、図-14に示したフロー図にもとづいて川側ブロックのアンカーを施工することとした。坑口から20m区間のサイドパイルとレッグパイルの施工が完了した後、上半切羽から起点側坑口に向かって下半掘削とインバートの

施工を順次行い、川側アンカーの施工が完了した時点で、沈下の大きい坑口20m区間の下半掘削とインバートの施工を行い、上半切羽の掘削を再開した。

改めてトンネル掘削を再開してからは、斜面およびトンネルに特筆すべき変状は確認されず、想定された最大すべり範囲を突破することができた。

6 おわりに

不安定化した斜面部を通過後も当工区では、著しく風化し、亀裂の発達した粘板岩が多く出現した。切羽が不安定と判断された場合には、ウレタン注入式フォアボーリングや短尺の鏡止めボルトを併用して掘削を継続した。

坑口部で不安定化した斜面に遭遇し、トンネル全線で風化し破碎された粘板岩が出現したが2004年9月に無事故・無災害で貫通することができた。また、全国で多くの被害をもたらした2004年10月の台風23号来襲の際にも、安定対策を施した当トンネル坑口斜面では変状が確認されなかった。このときの、木曾福島での降水量は148mm/日(10月20日)で当トンネル計画域周辺でも河川と隣接する道路斜面が崩壊するなどの被害があった。

当トンネルを含む「伊那木曾連絡道路」は、平成18年に開通を迎える予定である。

参考文献

- 1) ジェオフロンテ研究会：付加地質とトンネル施工、2004。



「神秘の湖 大鳥池」山形県朝日村より

土内満雄

山形県と新潟県の県境にそびえる磐梯・朝日国立公園・朝日連峰のふもとに位置する朝日村に、当荒沢トンネル作業所がある。

付近には「池中に怪魚棲み、その大なる五尺、口は兎に似て、味は鯨の如し」と伝えられている怪魚「タキタロウ」が生息すると言われる神秘の湖「大鳥池」がある。「タキタロウ」は目撃証言などによれば体長2m前後はあったといわれている、その真偽をたしかめるべく結成された大鳥池調査団が、得体の知れない巨大魚の捕獲に成功したとの話も残っているが、はたして、この魚が「タキタロウ」であるかどうかは議論のあるところだろう。いずれにしてもロマンにあふれた湖である。

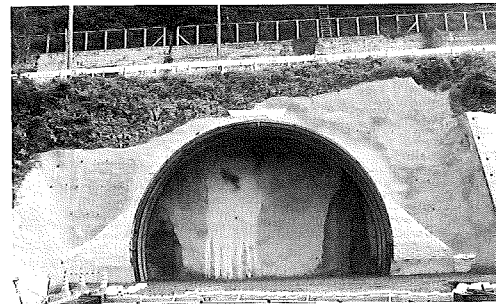
朝日村の歴史は古く、中でも、越中山遺跡は旧石器時代のもと考えられており、庄内でもっとも古い「くらしのあと」と言われている。今から1万数千年以上の昔、この一帯が海岸近くの日当たりの良い丘となっていて、原始の人々が狩猟・魚撈・採集の生活を営んでいたものと想像される。

平安時代以降になると、東北における修験道の中心地として、古くから修験者のみならず一般民衆の信仰を集めた霊山である出羽三山詣(月山・湯殿山・羽黒山)への参拝路として利用されてきた「六十里越街道」が開かれ、街道沿いの宿場町として栄えた田麦俣地区には家の中が3階・4階の構造になっている「多層民家」が現存する。

さて、荒沢トンネル工事は山形県と国土交通省の合弁施工である一般県道「鶴岡村上線」改築工事2,973mのうち、国土交通省が施工主体となるL=648mのトンネルをNATMで施工するもので、改築工事完成



大鳥池



坑口付け状況

後は安全な生活道路と上流地域に必要とされる多くの砂防施設建設のための運搬路として供用される。

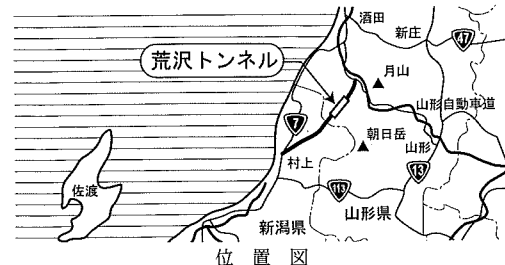
工事場所は庄内平野の南方部、赤川水系大鳥川中流部に位置しており、地質は新第三紀中新世東大鳥川層の安山岩・自破碎安山岩・凝灰岩で形成され、一部膨張性地山の発現も予想される。

大部分は機械掘削での施工となるが、起点側坑口は土かぶり小さく村道の直下となっていること、擁壁・スノーシェッドが近接していることなどを考慮して、注入式長尺先受け工法・割岩工法・制御発破工法を採用しながら慎重な施工を行う計画である。

今は森林の緑がとても豊かな環境の中で坑口付けを行っているが、トンネル掘削の最盛期となる冬になると、豪雪で覆われた真っ白な自然の中で工事を進めることとなるだろう。

平成19年1月の工事完成を目指し、発注者・関係諸官庁のご指導を賜り、地域住民の方々と良好なコミュニケーションを図りつつ、工事に携わる全員が「環境に優しく、安全に、より良いものを、早く」の意識をもって施工にあたる所存である。

(青木あすなる建設(株)荒沢トンネル作業所所長)



位置図

施工

都営地下鉄・浅草線と大江戸線をつなぐ

— 汐留連絡線 東新橋工区 —

東京都交通局建設工務部計画改良課長 佐野正生

東京都交通局建設工務部計画改良課工事係長 中村茂之

東京都交通局建設工務部計画改良課改良計画係主任 平山義貴

大成・三井住友・白石建設共同企業体環状2号線汐留作業所長 岩本史生

1 はじめに

大江戸線汐留駅と浅草線の新橋駅～大門駅間の既設トンネルを連絡接続する汐留連絡線の東京都交通局施行部分は、当初の予定工程どおり2005年3月31日に完了した。本稿はこの建設工事の施工の概要について、新設される汐留連絡線と営業中の浅草線とを連結する部分の施工と、浅草線の計測管理の実施計画とその結果を中心に報告するものである。

なお、本稿は既報(Vol.33, No.11, (2002年11月号))で設計および施工計画について報告されているので、工事内容については実際に施工した内容を前稿と重複のない範囲で触れるものとする。

2 汐留連絡線

汐留連絡線は、大江戸線の車両の法定検査を浅草線馬込車両工場で行うために、大江戸線汐留駅と浅草線新橋駅～大門駅間の構築側壁を開口して結ぶ車両回送用の連絡線である。

大江戸線の第一期開業(光が丘～練馬間; 1991年12月10日)時点の6編成の車両の法定検査は、地下に設置された光が丘検修場で実施していたが、第二期開業(練馬～新宿; 1997年12月19日)以後、全線開業(2000年12月12日)を経て、保有車両数は、

53編成424両と増大している。

東京都23区内を沿線とする大江戸線においては、上記のような法定検査のすべてを実施する工場機能を持つ地上車庫の用地を確保することは困難であった。

このため、大江戸線と浅草線の軌道間隔が共通であることに着目し、大江戸線と浅草線とが接近する汐留付近に連絡側線を設置して、大江戸線車両を馬込車両工場に回送し、各種検査を行うよう計画されたものである。

3 汐留連絡線東新橋工区

汐留連絡線東新橋工区は汐留連絡線延長約450mのうち、住友生命東新橋ビル跡地から国道15号下を206m進んで浅草線と連結する部分までの工事区間約230mを東京都交通局が東京都地下鉄建設(株)から受託施工した工区である。図-1に東新橋工区の平面図を示す。

4 汐留連絡線東新橋工区建設工事

4-1 工事の概要

汐留連絡線東新橋工区建設工事の内容は、

- ① 旧住友生命東新橋ビル跡地および国道15号下に、開削工事により単線矩形RC構造を築造し、浅草線と連絡接続する

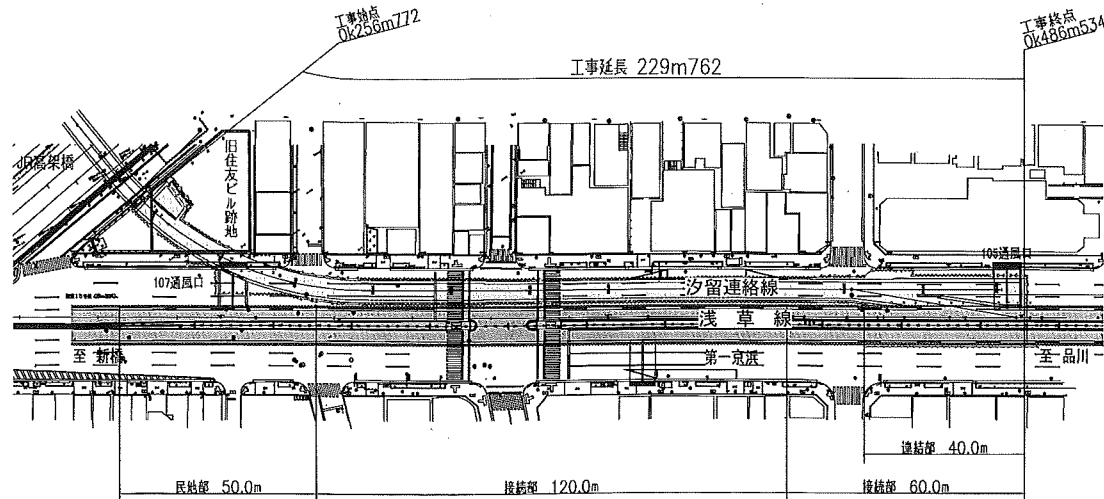


図-1 夕留連絡線東新橋工区平面図

表-1 実施工事数量

工種	単位	数量	摘要
土留め穿孔鋼杭工	m	2,490	施工数量=穿孔長；杭長18~25m
土留め鋼矢板工	m	9,545	V _L 型、矢板長15~17m；609枚
窓開防護高圧噴射攪拌工	本	185	φ1,800ほか、二重管方式
先行地中梁高圧噴射攪拌工	本	402	φ2,400ほか、三重管方式
路面覆工	m ²	2,548	—
掘削工(土工)	m ³	22,647	—
浅草線既設躯体取り壊し工	式	1	既設躯体90m ² 撤去
構築工	m ³	3,861	—
計測工	式	1	浅草線沈下、応力変動、軌道測量など

② 旧住友生命東新橋ビル跡地内に換気機械室を築造する

③ 浅草線の既設換気口2か所の改築を行うというもので、①の工事が主要なものである。主な工種の実施工事数量を表-1に示す。

4-2 工事区間の分割

工事は、旧住友ビル跡地内の作業ヤードを隣接するJR東日本施行の高架橋改造工事と期間を分けて使用すること、道路使用許可条件の制約とから、工事区間を始点側旧住友ビル跡地部分付近、終点側国道部、その中間国道部の3ブロックに分

割して、この順番で着手した(図-1参照)。

4-2-1 旧住友ビル跡地部分(民地部)

旧住友生命ビル跡地部分は、土留め工、覆工架設まで施工した後、いったんJR東日本に作業ヤードを明け渡し、その後短期間の作業ヤードのやりくりをしながら、先行地中梁などの補助工を行った。その後、工期終盤の3か月間はJR東日本からヤードを引き継いで換気機械室などの構築工事を行った。以下、この部分の延長23mを含む国道部と複合する始点側約50mの区間を「民地部」と称する。

4-2-2 終点側国道部(接続部・連結部)

当初の純作業帯延長は60m以内という道路使用条件に従って、国道の中央分離帯を順次撤去し、その後終点側国道部の延長60m区間の土留め工、覆工架設に着手した。この部分は地下では連絡線と浅草線の連絡接続部にあたり、後述する浅草線内の改造工程と密接にかかわっていること、浅草線構築上にある国道共同溝の防護のため、土荷重除去を掘削に先立って行う必要があること、大口径の水道管路、下水道管路の交差部・分岐部を抱えることから、先行して着手することとなった。以下この区間約60mを「接続部」と称する。また、このうち浅草線と連絡線構築とを一体化させてから浅草線南行側の側壁を開口する部分約40mを「連結部」と称する。

4-2-3 中間国道部(一般部)

道路使用条件が工事の進捗状況・交通状況により順次緩和されたため、残りの中間国道部約120m区間に接続部の7か月後に本格着手した。この区間を以下「一般部」と称する。

4-3 主な工種の工事内容

4-3-1 土留め工

土留め工は、計画どおりH形鋼杭を芯材とする穿孔鋼杭と鋼矢板V_L型を土留めとして施工した。埋設物や地中支障物のため大半の窓開き部が計画より広がったため鋼杭のサイズは大幅に変更となった。

4-3-2 側部高圧噴射注入工

窓開き幅が拡大したため、当初の窓開き防護工の一部に計画された薬液注入工法はとりやめ、すべての窓開き防護を高圧噴射攪拌工法(φ1,800；二重管方式)で施工した。

4-3-3 先行地中梁工

夕留連絡線の床付け付近のGL-11~13m付近はN値0の軟弱地盤であることから、土留めのゆるみ、盤ぶくれなどの対策として床付け底盤から厚さ3~3.5mの範囲を地盤改良した。

計画時の土質調査では、改良対象地盤はN値0の有楽町層が厚く覆っていると想定されていたが、施工前に改めて土質調査を実施したところ、始点側から約100m区間の改良対象地盤で有楽町層下部砂質土層(N値2~8)、東京層粘性土層(N値3~7)が優位に存在することが判明した。

このため試験工を実施のうえ、先行水切り(プレ切削)併用の高圧噴射攪拌工(φ2,400；原計画φ1,800；三重管方式)で施工した。連結部の浅草線下部の改良も同様の方法で実施した。

4-3-4 埋設物などの防護

接続部付近の埋設物は、φ1,000水道管曲管部とその分岐管、横断φ1,060下水道管、同人孔などで錯綜しており連絡線構築とも位置競合していたが、上流部下水道再構築工事との工程調整によ

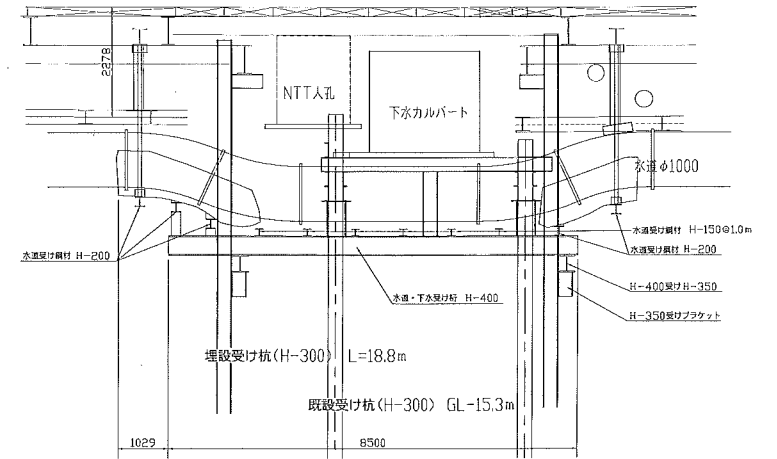


図-2 水道管φ1,000受け防護図

り、横断下水道を撤去することができた。このため、水道管の直管化を行うことで一般的な防護復旧方法で施工することができた。

また、一般部での□1,800×1,500下水カルバートとφ1,000水道管交差部の防護は管路が接近していること、別工事での下水道管受け防護が残置されていたことなどから、原計画の吊り防護から防護杭4本を打設しての受け防護に変更した。この部分の防護図を図-2に示す。

5 連絡線建設工事に伴う浅草線内工事

夕留連絡線を浅草線と接続し、構造体として一体のものとしたうえで浅草線側壁を開口し連絡できるようにするために、事前に浅草線構築を補強改造しておく必要がある。

また、工事中の出水対策、計測管理のための計器類の設置・撤去、南行線側壁の撤去のための鋼製防護壁の設置・撤去などが浅草線構内の作業となる。この項では、後述する計測管理、浅草線側壁撤去に関する構内工事以外について報告する。

浅草線内の工事の手順と連絡線工事との関係を図-3に示す。

5-1 既設換気口の閉鎖と止水壁の設置

4-1で述べたように、本工事では連絡線と競合する2か所の換気口を改造することとなる。

また、既設換気口は連絡線側の掘削とつながる

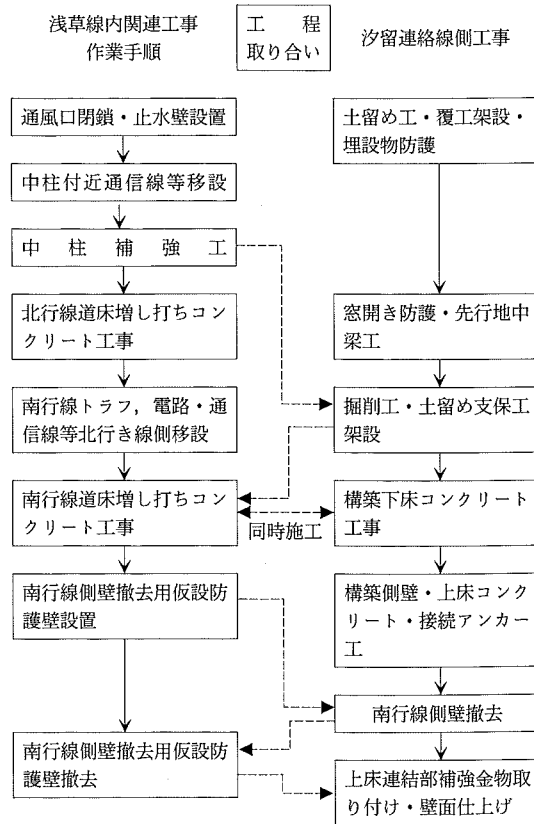


図-3 連結部の汐留連絡線側工事と浅草線内関連工事の関係

こととなるため、工事に先立ち換気口部にRC製の止水壁を設けて、出水があっても浅草線内に流入することのないよう処置した。

5-2 関連工事

汐留連絡線と浅草線を接続連絡するために、浅草線南行線側壁に設置されている電線、通信線などを開口しない北行線側にまとめる必要がある。この工事は、当局の大門電気管理所が施工担当した。

また、浅草線と汐留連絡線との連結部の構造検討から、接続部の浅草線の断面は下床部を30cm厚くし、上部鉄筋を連絡線側の下床上部鉄筋を通して配置することになっている。

このための浅草線下床増し打ちコンクリート工事は馬込保線管理所が施工担当した。図-3に示すように、連絡線

側工事との工事工程の調整を行いながら施工した。

5-3 中柱補強工事

連結部の浅草線構築は2.5mピッチの中柱構造になっており、連絡線側の掘削時および連結後の構造補強のために中柱の間にH-300の鋼材による補強柱を16本建て込んだ。

6 浅草線構築の状態について

連絡線と接続する浅草線の構築の状態、仮設物の残置状況は掘削が進行することで明らかとなった。

設計図上の構造物位置と実際に連絡線側の掘削によって確認された状況を図示したのが、図-4である。図から明らかなように、構築コンクリートが土留め鋼矢板まで打設されており、設計位置に対し150~650mmほど、連絡線側にはらみ出していた。このままでは新設される連絡線構築と競合してしまうため、既設の不要なコンクリート部分を撤去した。

撤去に先立ち浅草線躯体の鉄筋の位置を確認したところ、おおむね設計位置に入っていたので撤去影響代を考慮し、浅草線側壁の設計幅+30mmの680mmを既設構築部で確保して、残りのはらみ出し部分を撤去した。

7 計測管理の概要

汐留連絡線施工中の浅草線と浅草線上床に設置されている国道新橋共同溝の安全確認のため、浅

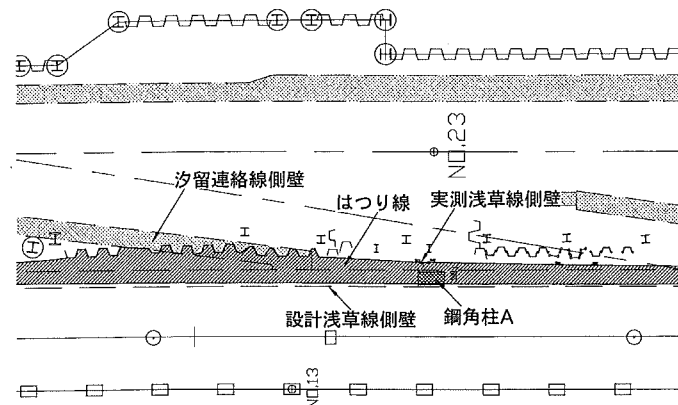


図-4 連結部の浅草線構築の状態

草線構内での各種計測管理、仮設構造物の計測管理を行った。その実施内容について表-2に示す。

本項では、計測管理のうち構築応力計測を中心に報告する。

7-1 沈下計測

構築の沈下計測は、水盛式沈下計を南行線、北行線に各16か所(連結部付近10mピッチ、一般部20mピッチ)取り付け、躯体の沈下と、断面方向の回転について計測した。

7-2 構築応力計測

7-2-1 管理値の設定

RC部材の場合、安全度は圧縮より引張りの方が小さく、鉄筋ゲージによる引張り応力度の計測管理が行われている。

しかし、今回の浅草線のように地下に設置され

た構造物は、引張り面が土と接している側にある場合、引張り側に鉄筋ゲージを設置することができないため、鉄筋のひずみから引張り応力の変化を計測管理することができない。また、構造物の初期応力状態については不明で計測できないので、計測開始時点での外力状態でのモデルで初期状態を仮定し、そこからの応力変動を計測することで、施工上の構築管理を行うことになる。

そこで、計器の設置が可能な構築内側(圧縮側)にコンクリートひずみ計を設置して、コンクリートのひずみから求められる圧縮応力度による管理値を設定することにした。図-5に圧縮側での計測管理値の考え方を示す。

7-2-2 管理値の設定方法

① 計測開始時のモデルを用いて構造計算を行

表-2 浅草線計測工の実施項目

計測項目	計測期間	計測方法など	実施計測箇所数	実施計測回数	備考
躯体の沈下、傾き計測	17か月	水盛式沈下計	南北行線各16か所	常時、24回/日以上	ほかに基準水槽4か所
躯体の応力変動計測	17か月	ひずみ計、ひずみゲージ	2断面各8ひずみ計、1ひずみゲージ	常時、4回/日以上	連結部は15か月で撤去
軌道の鉛直変動測量	21か月	測量器械	南北行線各52か所	施工前後+1回/3か月	
軌道の水平変動測量	21か月	測量器械	南行線17か所	施工前後+1回/3か月	
構築クラック調査	21か月	目視、クラック幅計測	施工前後+1回/6か月	施工前後+1回/6か月	
土留め壁の変形	13か月	埋設型傾斜計	No.18断面16点、No.23断面8点	常時、4回/日以上	掘削~埋戻しまで
土留め壁の応力計測	13か月	ひずみゲージ	No.18断面16か所、No.23断面8か所	常時、4回/日以上	掘削~埋戻しまで
切梁の軸力計測	13か月	ひずみゲージ	No.18断面8か所、No.23断面10か所	常時、4回/日以上	支保工架設中
周辺地盤の水位変動	13か月	間隙水圧計	掘削海・山側各2か所	常時、4回/日以上	掘削~埋戻しまで

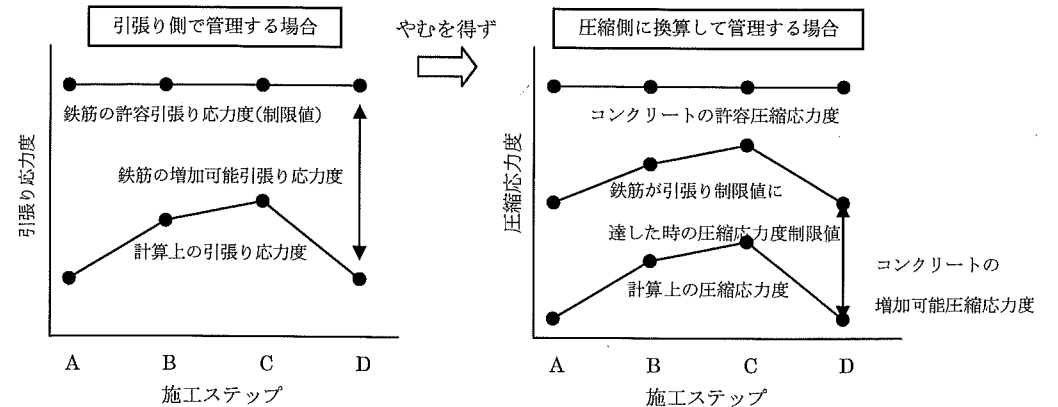


図-5 圧縮側での計測管理値の設定

い、現況応力度(引張り・圧縮)を算出する。
次に各施工ステップ(掘削段階)の発生断面力から計算上の応力度(引張り・圧縮)を算出する。

- ② 曲げモーメントのみ増加させ、鉄筋の引張り応力度が制限値に到達するときの圧縮応力度制限値を算出する。
- ③ ②で求めた圧縮応力度制限値と、計算上の圧縮応力度の差が、増加可能応力度となる。
- ④ 各施工ステップの応力状態で②~③を行い、ステップごとの増加可能圧縮応力度を求める。この増加可能圧縮応力度が各ステップでの管理値となる。

連結部断面での計測管理値と設計予想値の関係について図-6に示す。

実際の管理値設定としては、安全側を見て圧縮応力度制限値の最小値と計算上の発生応力度の差、

増加可能圧縮応力度の最小値を管理値にした(管理値一定にして管理する)。

7-3 測量機器による計測について

軌道の鉛直挙動については、測量機器での計測で管理した。掘削影響を受けない範囲に基準点を設定して、営業運転終了後定期的に計測した。

また、連絡線の掘削により浅草線の躯体が掘削側にはらみだす恐れもあるため、水平挙動についても計測した。計測方法は以下のとおりである。

新橋駅ホームに任意に設置した2点を不動点とし、2級トータルステーションで測定基線の観測をした。測定基線を4区間に分割し、各区間ごとにトータルステーションを据え、測定基線間の通りから水平変位点までの離隔を測定した。測定基線が枕木上にあり、電車の運行などで変動の可能性があるため座標管理(任意座標)を行い、この結果で水平方向変位測定値を補正した。

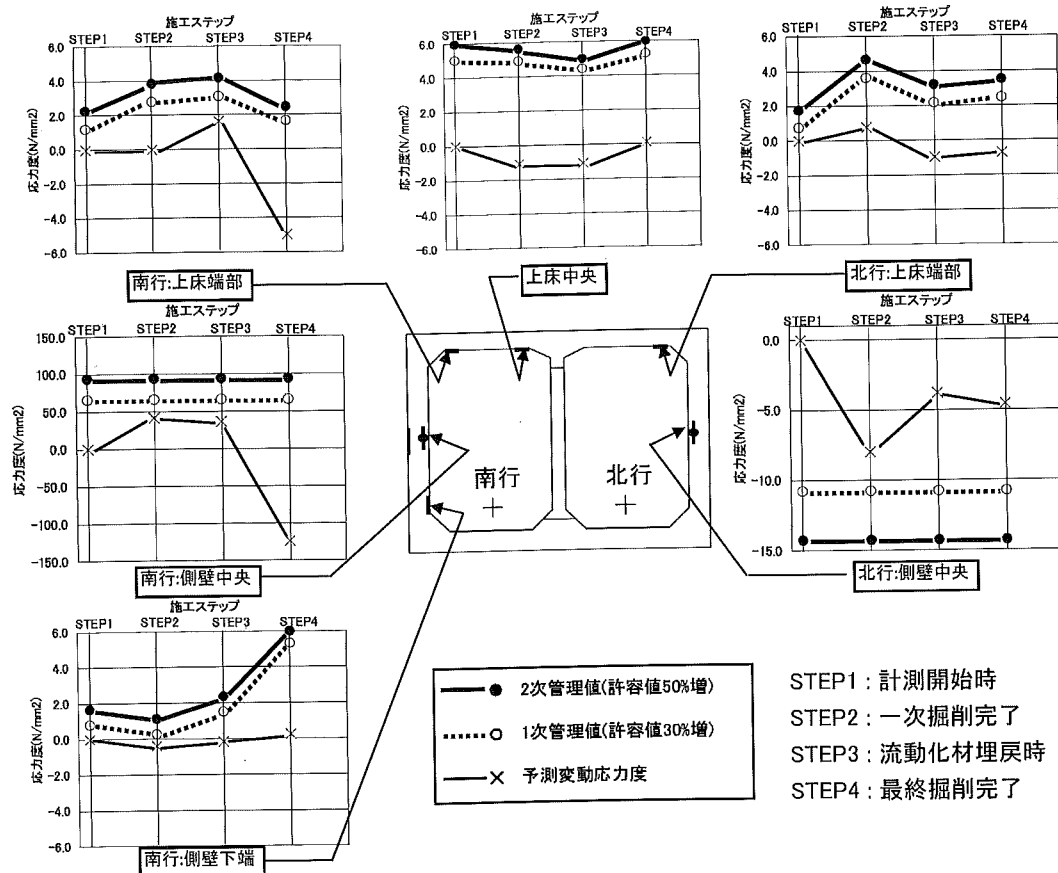


図-6 計測管理値と設計予測値の関係

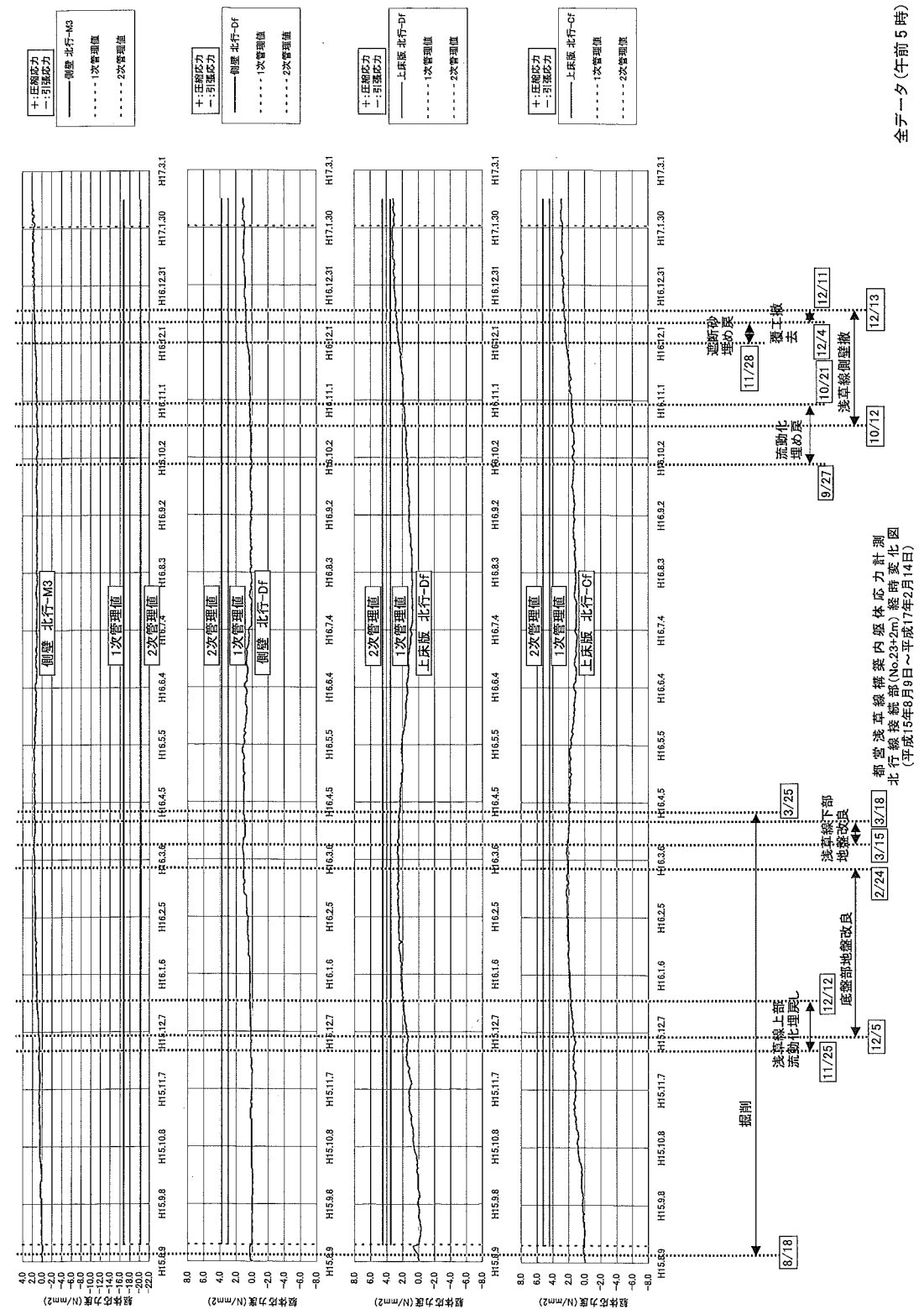


図-7 構築内躯体応力計測北行線接続部経時変化

都営浅草線構築内躯体応力計測
北行線接続部(No.237-2m)経時変化図
(平成15年8月9日~平成17年2月14日)

金タータ(午前5時)

7-4 計測結果

計測管理の結果は、各項目で管理値を超えるデータはなかったが、以下に計測結果の概要を報告する。

7-4-1 躯体の沈下・傾斜計測について

南行線では、接続部付近の計測点で掘削の進捗に合わせ隆起傾向となり、最大で3.14mmの隆起値となったが、掘削完了時に隆起傾向が収束し、その後の工程進捗の過程で沈下しながら、最終的には1~2mm沈下して収束した。

北行線も接続部付近で同様の傾向を示したが、数値的には、南行線より小さく、最大で2.32mm隆起した。傾斜の最大値は、一般部で1.18分となった。

7-4-2 躯体の応力変動結果

躯体の応力変動は、途中経過で変化量の増減があった測点もあるが、くり返しのあるなどらかな動きであり、構造物自体の収縮、膨張などの外的

要因による年周性の動きを考慮すると、とくに問題となる動向は見られなかった。

最大変動値は、接続部南行線側壁のひずみゲージで得られたもので圧縮側に20N/mm²変動した。これは側圧が除去されたためと考えられる。引張り側への最大変動値は一般部南行線側壁のひずみ計で得られた8.27N/mm²である。

工事期間を通したデータが得られている接続部北行線の計測経過を図-7に示す。

7-4-3 その他の計測結果について

そのほかの計測結果についてまとめた結果を表-3に示す。

8 浅草線側壁撤去

汐留連絡線の連結部と浅草線構築を構造物として連結した後、浅草線の南行線方側壁を撤去した。撤去手順を図-8に、撤去計画図を図-9にそれぞれ

表-3 計測管理基準値と計測結果

計測項目	使用計器	管理基準値		最大計測値	備考
		一次(70%)	二次(100%)		
躯体の沈下	水盛式沈下計	±4.9mm	±7.0mm	+3.14mm	+は隆起
躯体の傾き	水盛式沈下計	10.1分	14.4分	1.18分	
躯体の応力変動	ひずみ計、ひずみゲージ	別項参照		別項参照	
躯体の水平変動	測量器械	±4.9mm	±7.0mm	+4mm	
軌道の鉛直変動	測量器械	±4.9mm	±7.0mm	±4mm	
土留め壁の変形	埋設型傾斜計	34.8mm	49.8mm	40.8mm	接続部
		34.3mm	49.1mm	46.5mm	一般部
土留め壁の応力	ひずみゲージ	180N/mm ²	270N/mm ²	98.46N/mm ²	
切梁の軸力	ひずみ計	350kN/本	501kN/本	360.1kN/本	1段梁(接続部)
		645kN/本	922kN/本	528.0kN/本	2段梁(接続部)
		313kN/本	448kN/本	適正データなし	3段梁(接続部)
		617kN/本	882kN/本	適正データなし	4段梁(接続部)
		1,080kN/本	1,544kN/本	297.8kN/本	5段梁(接続部)
		345kN/本	494kN/本	143.7kN/本	1段梁(一般部)
		725kN/本	1,037kN/本	183.7kN/本	2段梁(一般部)
		489kN/本	699kN/本	157.9kN/本	3段梁(一般部)
384kN/本	549kN/本	60.7kN/本	4段梁(一般部)		

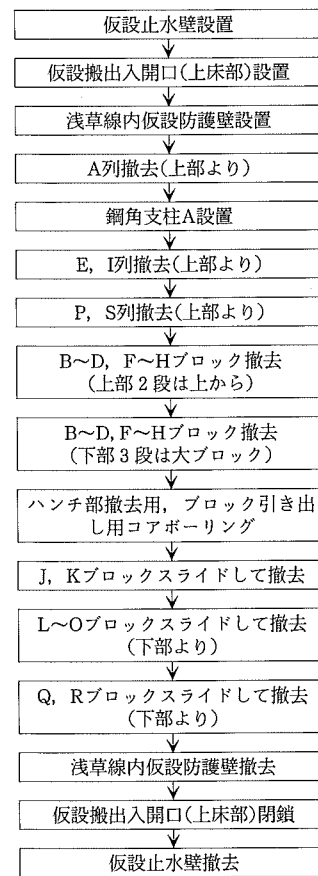


図-8 浅草線既設躯体撤去の手順

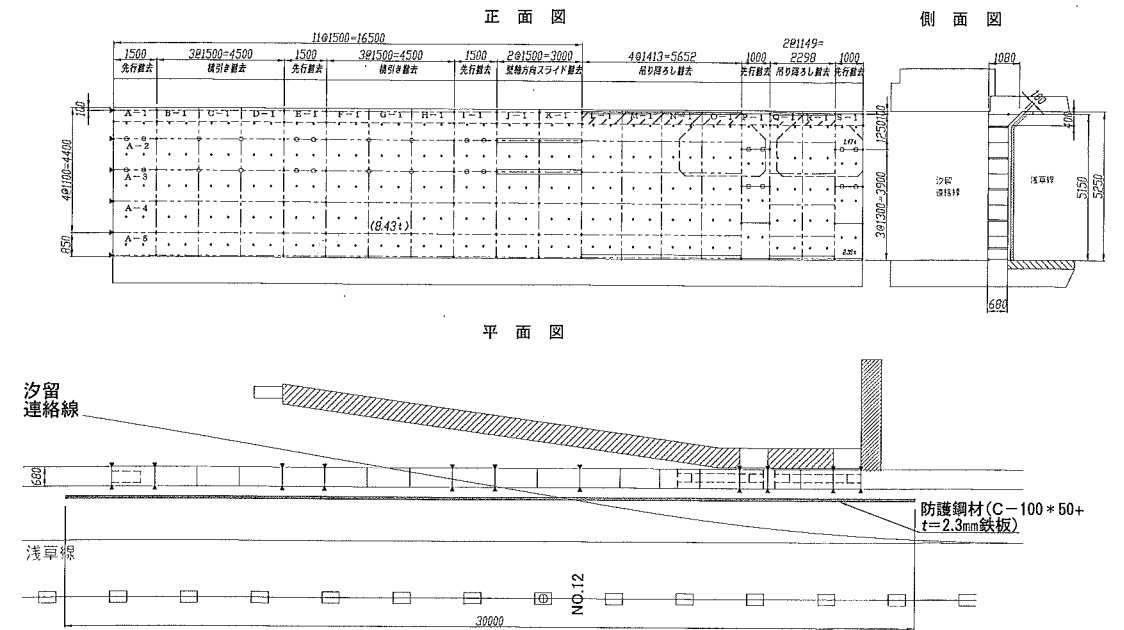
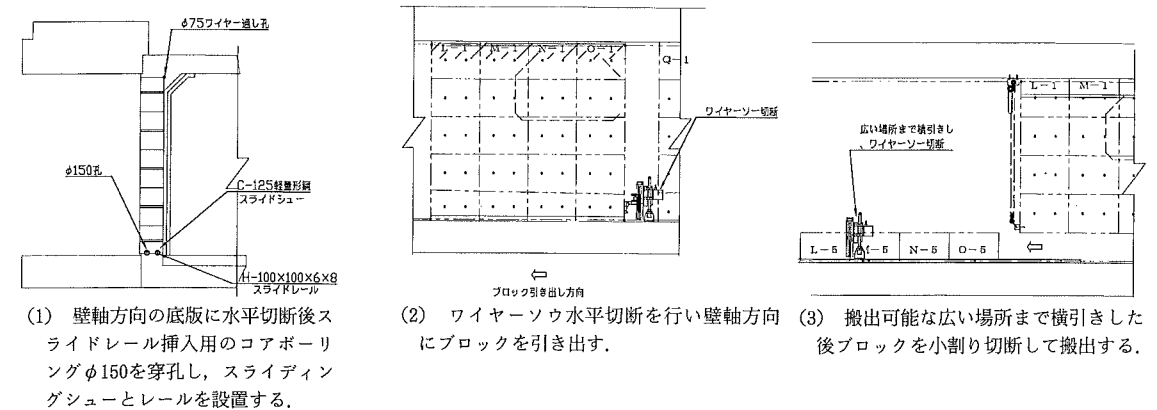


図-9 浅草線側壁撤去計画図



- (1) 壁軸方向の底版に水平切断後スライドレール挿入用のコアボーリングφ150を穿孔し、スライディングシューとレールを設置する。
- (2) ワイヤースウ水平切断を行い壁軸方向にブロックを引き出す。
- (3) 搬出可能な広い場所まで横引きした後ブロックを小割り切断して搬出する。
- (4) 天井アンカーを打設し吊り金物とチェーンブロックを装着したもので中段ブロックを吊り保持し、水平切断後横引きレール上に吊り降ろす。
- (5) 同手順で上段ブロックに吊り治具を盛り替え、ワイヤースウ水平切断を行い吊り降ろす。ブロックを引き出す。(以下くり返し)

図-10 浅草線側壁撤去手順

示す。

8-1 準備作業

側壁撤去する時点で一般部は掘削中のため、連絡部と一般部を区画する仮止水壁を連絡線構築内に設置した。

また、撤去に伴う廃材を路上に搬出するための仮設開口(出水対策の蓋付き)を上床部に設置し、覆工板下まで立ち上げた。連絡線側の準備に併行して、浅草線内には鋼製防護壁を設置し、作業空間と営業線を区画し、営業運転中の連絡線側作業からの漏水・粉塵対策と、安全対策を行った。

8-2 初期作業

浅草線上床と側壁をコア抜きで縁切りし、一番新橋方のA列をワイヤーソウ工法で上部から順次切断撤去した。

この後、A列の位置に上床縦桁の支点となる鋼角柱を設置し、連絡部の構造を確定した。これによって、残りの側壁を撤去する条件ができたことになる。

8-3 撤去作業

連絡線側に作業スペースが確保できる範囲は、

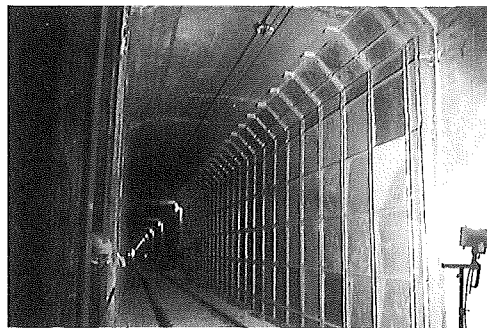


写真-1 浅草線内鋼製防護壁

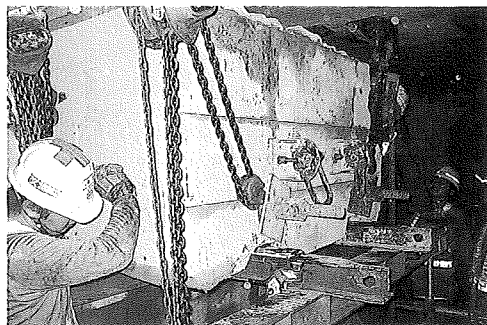


写真-2 A列最上段ブロックの切断後引き出し作業

図-9に示す、分割ブロックごとに上部から、順次撤去した。

連絡線の中壁が浅草線躯体に接近する部分はスペース不足となるため、側壁を下床側で切断し、下部のブロックを側壁に沿ってスライドさせて引き出した、その後、側壁を吊りながら上方に向かって順次切断撤去した。

この手順では側壁重量(8.0tf/m)が連絡部上床に作用するため、照査設計したうえで安全確認して施工した。この部分の作業手順の詳細を図-10

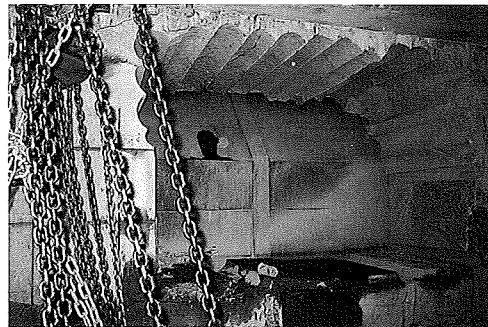


写真-3 A列最上段ブロックの撤去後の状態

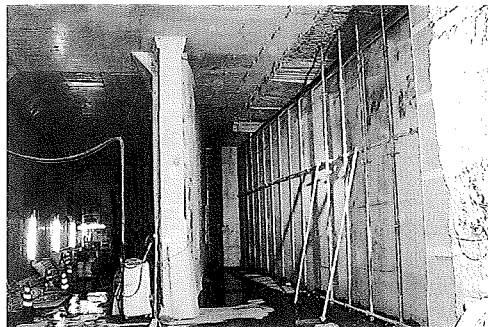


写真-4 切断撤去途中の連絡線中壁と浅草線側壁の状態



写真-5 開口完了後、連絡線側から見た浅草線通過電車

に示す。

また、作業状況と連結部開口後の状況を写真-1~5に示す。

9 おわりに

本稿をまとめるにあたり、計測管理の項については、八千代エンジニアリング(株)総合事業本部構造部の川崎誠氏に貴重な助言・指導をいただいた。この場を借りてお礼申し上げる。

営業中の地下鉄構築の側壁を約40mにわたって撤去して新設構造物を接続するのは、当局では初めての経験であったが、日常の営業・保守作業との調整に全面的な協力を得て、無事に工事を終えることができた。

現在、連絡線内では軌道工事、電気工事などが施工中であり、連絡線が開通するのは、2006年3月の予定である。

本稿を終わるにあたって、交通量の多い国道での工事にもかかわらず、道路管理者、交通管理者から多くの指導、協力を頂いて無事に工事を終わらせることができたことに感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) 三木彦彦・中村茂之・平山義貴・岩本史生：大江戸線と浅草線を結ぶ、トンネルと地下、Vol.33, No.11, pp.25-35, 2002.11.
- 2) (社)日本トンネル技術協会：地下鉄12号線汐留連絡線施工技術の検討委託報告書。

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

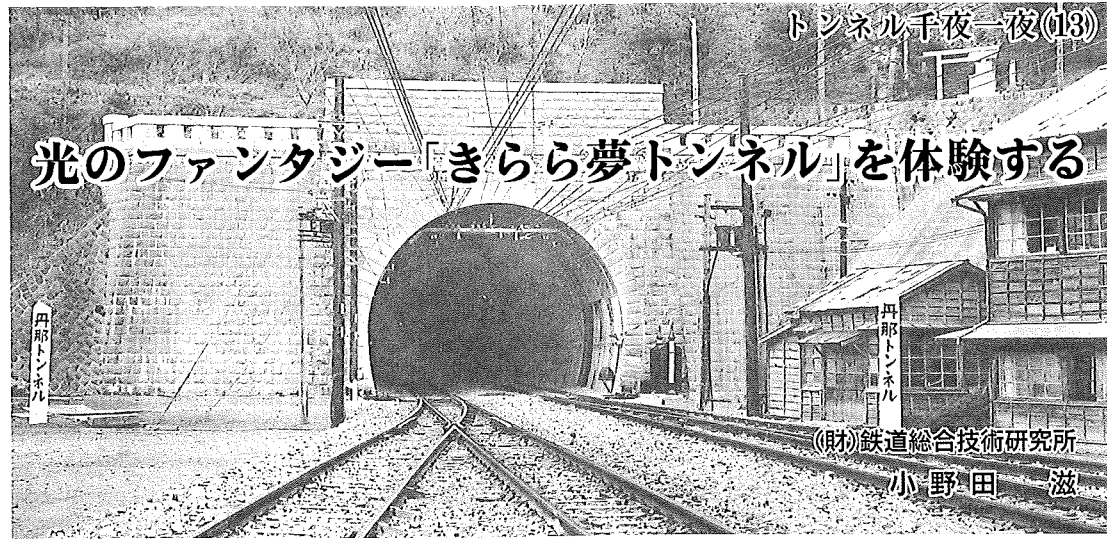
B5判 285頁 本体価格4,660円 円340円

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。

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

株式会社 土木工学社

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



■トンネルのリサイクル

トンネルが本来の役割を終え、使われなくなるとどうなるのだろうか。橋梁の場合、放置しておくことは河川管理上好ましくないため、ただちに撤去されることが多いようだが、トンネルは撤去することが容易ではないため、そのまま存置される場合がほとんどである。こうして不要となったトンネルは、文字通り「無用の長物」と化してしまうが、中には再利用されて第二の人生を送っているトンネルもいくつかある。もっとも多いのは、鉄道トンネルから道路トンネルへ転用したり、サイクリングロードや遊歩道として活用するケースだが、きのこ栽培や焼酎・ワインなどの貯蔵施設、宇宙線や地震計などの観測施設といった利用も行われている。今回は、トンネルの再利用のひとつの例として、山口県錦町の「きらら夢トンネル」を取り上げてみよう(図-1)。

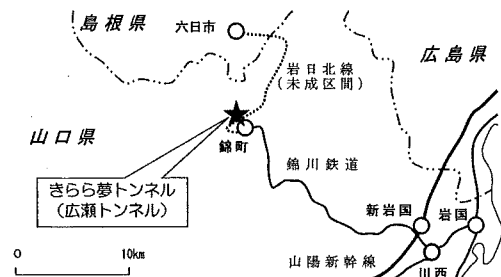


図-1 「きらら夢トンネル」の位置

■岩日北線と「きらら夢トンネル」

トンネルの再利用と言っても、「きらら夢トンネル」は一度も使われたことがないトンネルなので、厳密に再利用とは言いがたい。なぜなら、このトンネルは、もともと鉄道用として建設されたものの、赤字路線の見直しによって計画が中止され、ついに列車が通ることなく終わった幻のトンネルだからである。

「きらら夢トンネル」の正式名は広瀬トンネルと称し、岩徳線川西駅と山口線日原駅との間を結ぶ岩日線(延長73.7km)のトンネルのひとつとして、日本鉄道建設公団下関支社によって完成した。岩日線のルーツは1920(大正9)年の鉄道敷設法で陰陽連絡線のひとつに編入されたことにさかのぼり、このうち川西～錦町間は1953(昭和28)年に国鉄下関工務局によって工事が開始され、1960(昭和35)年11月に川西～河山間が、1963(昭和38)年10月に河山～錦町間が開業した。続く錦町～六日市間16.6kmの建設は鉄道公団によって岩日北線として行われることとなり、1970(昭和45)年9月に工事着手し、1981(昭和56)年3月までにトンネル11か所、高架橋8か所を含む全線の路盤工事を完成させた。広瀬トンネルは、1971(昭和46年)11月に工事着手、1974(昭和49)年1月に竣工した単線2号断面のトンネルで、延長は1,796mであった(写



写真-1 広瀬トンネルの銘板

真-1)。しかし、国鉄の経営悪化の中で1980(昭和55)年度で建設は凍結され、すでに開業していた川西～錦町間も第三セクター化され、1987(昭和62)年7月25日に錦川鉄道として再発足した。

こうして陰陽連絡の夢を絶たれた未開業部分は、鉄道用地の有効活用を前提として国鉄清算事業団から地元の錦町へ無償譲渡されることとなり、2001(平成13)年に登記の移転を完了した。地元では、鉄道用地の利用法についてアイデアをつのり、最終的に雙津峡温泉までの約6km間を岩日北線記念公園として整備し、遊覧車を走らせることとした。遊覧車は、2001(平成13)年に山口県阿知須町(現・山口市阿知須)で開催された「山口きらら博」で使用されていた会場内の移動カート2編成を再利用したもので、「とことこトレイン」の愛称で2002(平成14)年7月より運行を開始した。また、広瀬トンネル内は蛍光石(人体にほとんど影響のない近紫外線により赤、青、緑などの蛍光色に光る人造石)によるモザイク画で装飾することとなり、2003(平成15)年度と2004(平成16)年度の2年度にわたって、山口県立大学、山口芸術短期大学、沿線の小中学校、幼稚園、保育園、地元サークルなどに制作が委嘱され、「きらら夢トンネル」と命名された。

■「きらら夢トンネル」を体験する

「きらら夢トンネル」を体験するためには、錦川鉄道の終点の錦町駅で下車し、「とことこトレイン」に乗り換えなければならない。錦町駅を出発した「とことこトレイン」は、およそ10km/hの速度で宇佐川をさかのぼり、雙津峡温泉までの間を約40分かけてのんびりと走る。「きらら夢ト

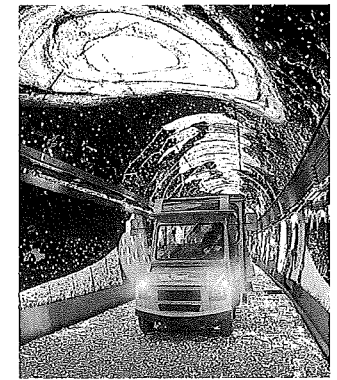


写真-2 光の壁画(提供：錦町観光協会)

ンネル」は、錦町駅を出発してすぐに入るトンネルで、光の壁画はトンネルの中央部の約600mにわたって飾られており、「とことこトレイン」は、この区間にさしかかると明かりを消して一旦停止し、しばしこのファンタジックな光の世界を堪能させてくれる。トンネル内の様子をカラー写真でお見せできないのが残念であるが、その光景はぜひ現地で確かめていただきたい(写真-2)。

「きらら夢トンネル」を抜けた「とことこトレイン」は、出市駅予定地を通過し、第一山根トンネル(延長1,158m)、深竜寺トンネル(延長20m)、道念トンネル(延長190m)、第一小山トンネル(延長190m)を抜けて終点の雙津峡温泉駅に到着する。筆者が訪れた日は、秋の行楽シーズンも手伝って、団体客などで往復とも満席の盛況であった。岩日線はついに全通することなく終わったが、地元の人々の熱意でトンネルに命が吹き込まれ、地域の活性化に貢献していることは喜ばしい。ちなみに、この取り組みは、地域活性化への貢献が評価され、2004(平成16)年度の日本鉄道賞(鉄道の日実行委員会選考)を受賞した。

「とことこトレイン」は、錦川鉄道が町からの委託を受けて運行しており、運行日時や予約方法は錦川鉄道のホームページで紹介されている。2005(平成17)年は4～11月の土日、祝日を中心に、1日3往復が運行されたが、2006(平成18)年の運行予定については出かける前に確認していただきたい。ちなみに、錦川鉄道の利用者は、料金が割引となる特典もある。



「群馬の秘境」上野村から

寺田 丈夫

群馬県の南西部、埼玉県と長野県との県境に位置する上野村の秋は、美しい紅葉に山が染まる。秋はもとより、四季を通じての景色の移ろい、美しい川面、滝、山頂や峠からのすばらしい眺望、鍾乳洞など、来訪者にとって魅力に満ちている。

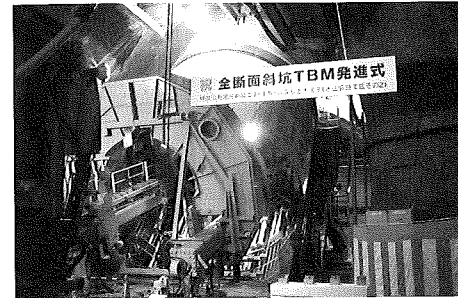
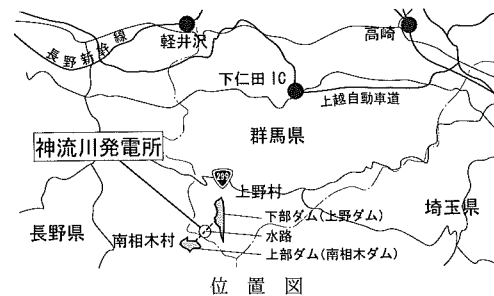
上野村の北部には、神流川が蛇行しながら東西に流れ、集落はその流域に多い。それに並行して長野県に通じる国道299号線があり、重要な交通基盤となっている。上信越自動車道が走る北部の下仁田方面には、昨年4月に、峠を貫く塩ノ沢トンネルが開通し、下仁田ICまで40分程度で往き来できるようになった。

関東山地の北部にあたる上野村には、神流川の南部に秩父帯からなる山地が広がっている。その山地に分布する石灰岩には鍾乳洞が確認されており、その中でも国の天然記念物である「生犬穴」、県の天然記念物であり、関東一の規模を誇る「不二洞」が有名である。

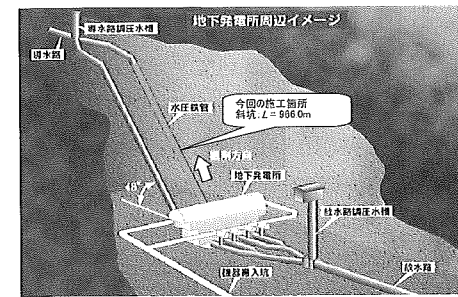
また、この村の縄文時代の遺跡から発見された黒曜石の矢じりや、川和神社をはじめとする長野県の諏訪神社の流れを汲む諏訪様の信仰が多いことなどから、現在の長野県との交流が大昔より行われていたと思われる。その交通の要所であったであろう十石峠は、旧来より信州と関東を結ぶ主要交通路で、一日に十石の農作物が取り引きされたことがその名の由来である。

また、北部とも塩ノ沢峠を挟んで物産品の交易が行われていた記述が残っており、旧来周辺各地との交流が盛んであったことが伺える。その歴史を伝える国の指定重要文化財である旧黒沢家などの名勝、旧跡がある。

この上野村で東京電力(株)が、環境に配慮しながら神流川発電所(純揚水式発電所)を建設中である。本共



全断面斜坑TBM発進式



今回施工箇所鳥瞰図

(「東京電力(株)神流川発電所」パンフレットより)

同企業体は、その中の上部調圧水槽から地下発電所に至る水圧鉄管トンネルを担当しており、上流側から2条の上段水平坑、斜坑、および下段水平坑(発電所には4条で接続)からなっている。この工事の特徴は、約715mの高低差を48°の勾配で、上向きに966m、φ6.6mのTBMを使用して下から一気に切り上げる全断面斜坑TBM工法である(本誌Vol.32, No.9参照)。

これから2条目の斜坑の掘削が始まるが、初心に戻り、さらに気持ちを引き締めて、無事故、無災害ですばらしい品質の斜坑トンネルを納品できるよう、所員一同日々、全力で施工に従事している。

最後に、去る昭和60年8月12日、この村の西南部、御巢鷹の尾根で、日航機が墜落したあの惨事があった。今年で20年目を迎える。われわれ工事関係者は毎年安全行事の一環として慰霊登山を行い、工事の無事故・無災害の竣工を誓っている。

(奥村・フジタ・銭高JV神流川工事所所長)

施工

フライアッシュで坑内作業環境を改善

—北海道電力 京極発電所放水路トンネル—

北海道電力(株)京極水力発電所建設所土木第一課副長 中井 雅 司

北海道電力(株)京極水力発電所建設所土木第一課課員 村田 浩 一

熊谷・清水・地崎共同企業体京極作業所所長 堀 川 直 毅

1 はじめに

京極発電所は、北海道電力(株)が虻田郡京極町に建設中の純揚水式発電所であり、羊蹄山北東に位置する本倶登山東側の標高850~910mの台地に上部調整池(アスファルト表面遮水壁型ロックフィ

ルダム)、尻別川水系ペーペナイ川と美比内川の合流点に下部ダム(中央土質遮水壁型ロックフィルダム)を設けて、この間の総落差394mを利用して、最大60万kWを発電するピーク対応電源である。発電所の全体平面図を図-1に、水路縦断面図を図-2に示す。

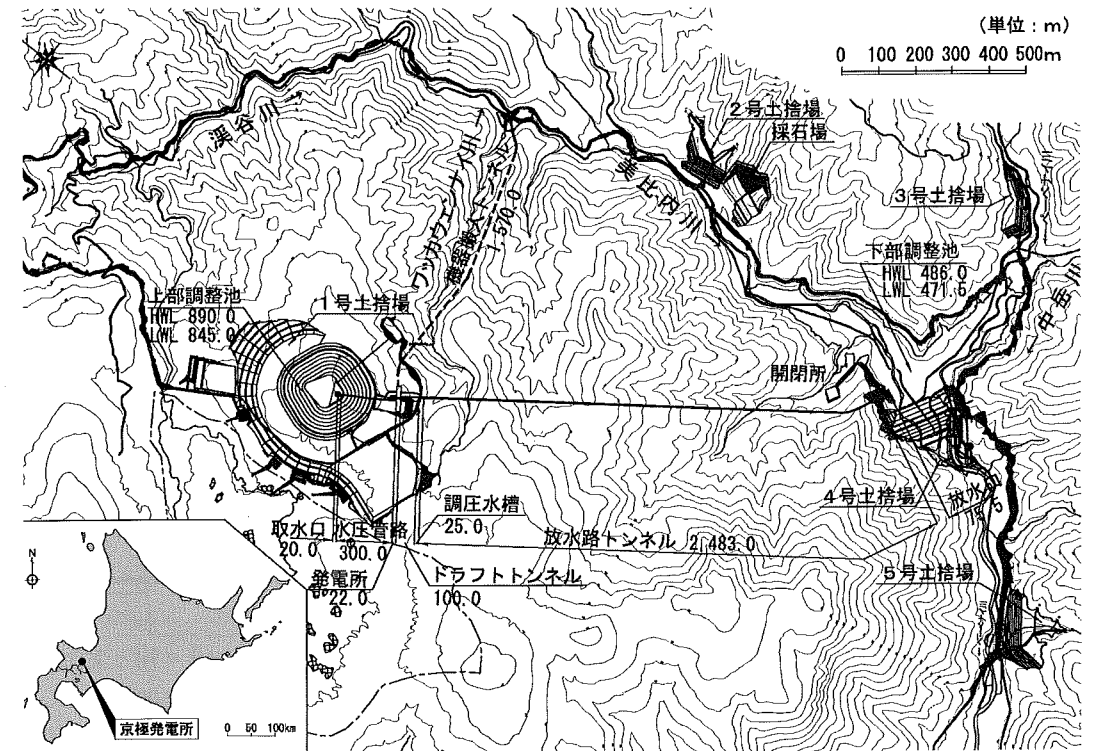


図-1 京極発電所全体平面図

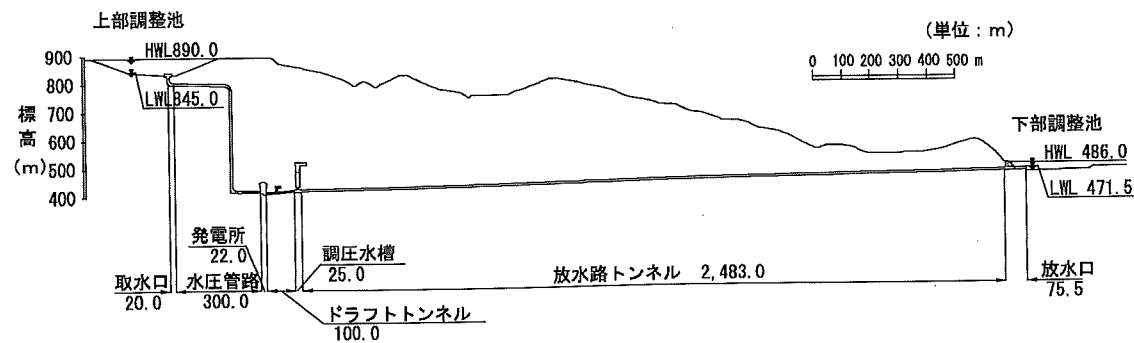


図-2 京極発電所水路縦断面図

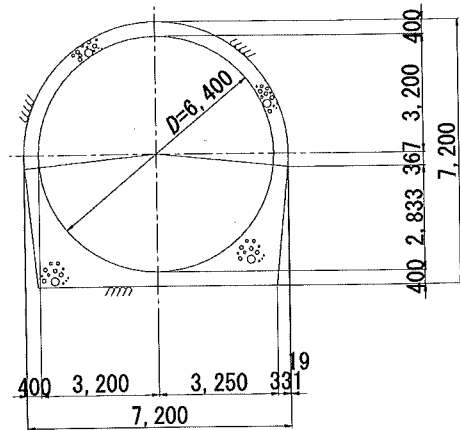


図-3 放水路トンネル標準断面図

放水路トンネルは、発電所と下部調整池を結ぶ内径6.4m、延長2,483.0mの円形圧力トンネルでトンネル内最大流速は5.9m/sec、内水圧は最大で0.95N/mm²が作用する。掘削にはNATMを採用しており、平成14年11月に掘削を開始し、平成16年10月に掘削を終了している。図-3にトンネル標準断面図を示す。

NATMは、吹付けコンクリートおよびロックボルトを主な支保部材とし、地山の持つ固有の強度を積極的に活用しトンネルを安定的に支持するものであり、山岳トンネルにおいては標準工法として定着しているが、近年におけるトンネルの大断面化や都市部における採用件数増加に伴い、吹付けコンクリートの信頼性向上・高品質化が求められている。とくに平成12年に旧労働省より「ずい道等建設工事における粉じん対策に関するガイドライン(以下、ガイドラインという)」が公示されて以降は、吹付けコンクリートの粉じん低減に



写真-1 放水路トンネル坑口

関する研究・開発が数多くなされており、その一つとして石炭火力発電所からの産業副産物であるフライアッシュをセメントや細骨材の一部と置換する方法が報告されている^{1)~3)}。これは粉体であるフライアッシュのコンクリートへの粘性付与効果に着目したものであり、粉じん濃度低減はもちろん、はね返り率の低減にも効果があるため、当トンネルにおいても作業環境改善とコスト縮減を図るために採用している。

本稿は、フライアッシュ使用吹付けコンクリートの採用にあたって、当トンネルにおいて実施した現場吹付け試験結果および現場への適用結果について報告するものである。

2 工事概要

2-1 地形・地質概要

放水路トンネルは、ペーペナイ川と美比内川の合流地点より美比内川をおよそ500m北上した地点を放水口として北北西-南南東方向を貫く形となっている(図-1、写真-1参照)。土かぶりは、放

水口より漸増し一時100m程度に達したのち、放水口から300~600mの地点で80m程度となるが、その後調圧水槽に向けて再び漸増し最大450m程度となっている(図-2参照)。

当地点は、グリーンタフ地域と称される熱水変質作用を強く被った第三紀の火山岩類が広く分布する地域に位置しており、地質的には安山岩・同質火砕岩類ならびにデイサイト・同質火砕岩類が広く分布し、流紋岩・玄武岩などの貫入岩が一部分認められる。大局的には標高が高いほど上位の地層が分布し、これらを第四紀の未固結堆積物(崖錐堆積物、段丘堆積物、現河床堆積物)が被覆している。

放水路トンネルには、デイサイト質安山岩を主体とする地層(中岳川層;坑口部~550m付近)および玄武岩質安山岩溶岩と同質火砕岩を主体とする地層(美比内川層;550m付近~到達部)が分布しており、掘削中に断層・破碎帯が12本確認されている。掘削中の湧水は、坑口からおよそ1,250mの位置で400ℓ/min程度が確認されたほかは滲水~滴水程度であり、湧水量は時間の経過とともに減少する傾向にあった。

2-2 施工実績

放水路トンネルには、発電用水の通水に伴い最大0.95N/mm²の内水圧が作用し、覆工コンクリートに周方向の引張応力が発生する。覆工設計においては、内水圧の一部を周辺地山に負担させる設計としていることから、地山負担をあまり期待できない地山不良箇所に関しては、複鉄筋による配筋を可能とするため、覆工巻き厚を一般部の40cmに対して65cmとしている。

表-1および図-4に掘削時の標準支保パターンを示す。支保パターンは、電力中央研究所考案の岩級区分にもとづきトンネル上半の岩級を部分的に判定したのち、その上半に占める比率により断面全体を評価し、最終的には破碎帯幅や湧水状況により補正し決定している。

掘削は、覆工時の施工性を考慮し馬蹄形断面

表-1 標準支保パターン一覧

支保パターン	吹付けコンクリート		ロックボルト			鋼製支保工		
	吹付け厚(cm)	金網	径	長さ(m)	軸ピッチ(m)	周ピッチ(m)	上半	下半
CH	5	—	D25	2.00	2.00	2.00	—	—
CM	10	—	D25	3.00	1.50	1.50	—	—
CL	10	—	D25	4.00	1.20	1.50	H-125	—
D	15	有	D25	4.00	1.00	1.20	H-150	H-150

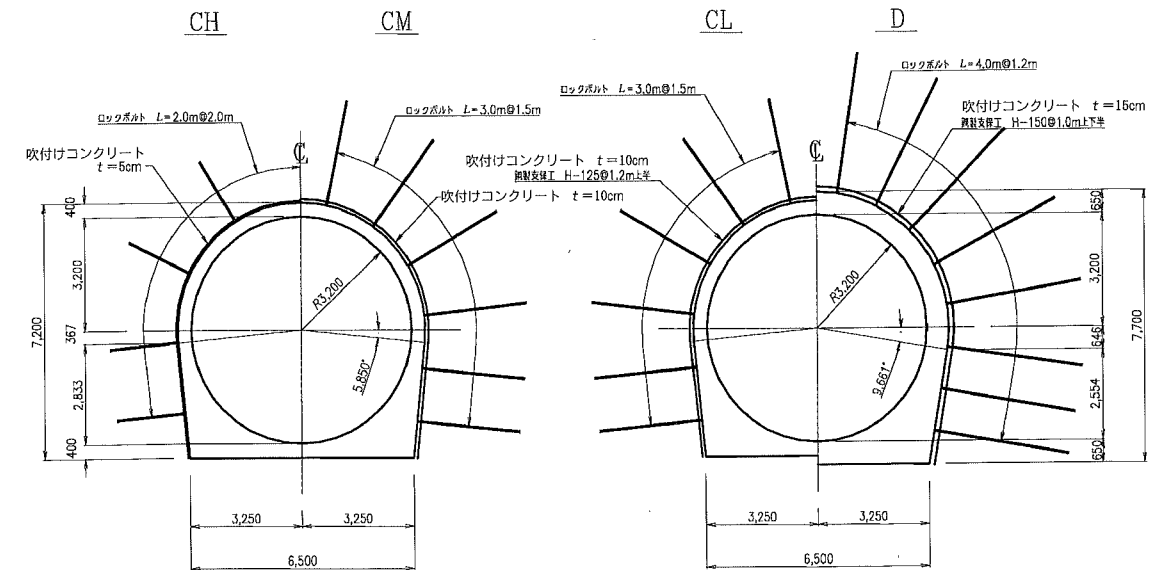


図-4 標準支保パターン図

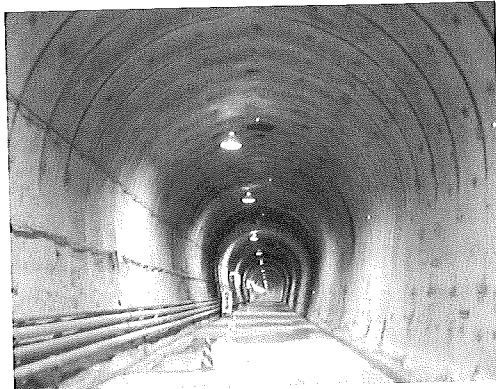


写真-2 掘削終了後の放水路トンネル

(掘削断面積46.0~53.8m²)で掘削することとし、ミニベンチ掘削工法(CH~CLパターン)と上下半交互併進掘削工法(Dパターン)を併用しており、支保パターンの実績は、CH級3%, CM級36%, CL級44%, D級17%である。

写真-2に掘削終了後の放水路トンネルの状況を示す。

3 現場吹付け試験

3-1 現場吹付け試験の概要

当トンネルにおいては、計画当初吹付けコンクリートにシリカフェームと石灰石微粉末を混合することにより細粒分を調整し、練り上がり時の粘性を増加させて粉じん濃度・はね返り率を低減させることが可能な配合(以下、高品質配合という)を採用する計画であった。

しかしながら、フライアッシュの使用は、高品質配合と同等の効果が期待されるうえ、フライアッシュがシリカフェームや石灰石微粉末に比べ安価で経済性に優れることから、現場吹付け試験を実施し、最適配合の選定および現場への適用性の検証を行った。なお、試験の実施にあたっては、セメントおよび細骨材との置換率を変化させた5種類のフライアッシュ使用配合のほか、微粉末を混合しない標準的な配合(以下、標準配合という)および高品質配合についても試験を実施した。

3-2 使用材料および配合

吹付け試験に使用した材料を表-2に示す。フライアッシュは、北海道電力(株)苫東厚真発電所2号機より産出されたフライアッシュのうち、代表的性状を有するものであり、JIS A 6201「コンクリート用フライアッシュ」のII種規格を満足している。粗骨材および細骨材は、材料入手の容易

表-2 使用材料一覧

材 料	名 称	記号	諸 元・成 分
セメント	普通ポルトランドセメント	C	密度: 3.16g/cm ³
水	地下水	W	
細骨材	砕砂: 京極町春日産	S	密度: 2.67g/cm ³
粗骨材	碎石: 京極町春日産	G	密度: 2.70g/cm ³
混和材	フライアッシュ: 苫東厚真発電所2号灰	FA	密度: 2.32g/cm ³ , ブレン比表面積: 3,540cm ² /g
	シリカフェーム: 中国産	Sif	密度: 2.30g/cm ³
	石灰石微粉末: 尻屋鉱山産	L	密度: 2.69g/cm ³
混和剤	高性能減水剤	A	ポリエチレングリコール系 高分子化合物
急結剤	セメント鉱物系粉体急結剤	SP	カルシウムアルミネート系

表-3 吹付けコンクリートの配合

試験ケース	SL (cm)	W/B (%)	単 位 量 (kg/m ³)							混和剤A B×(%)	単 位 粉体量 (kg/m ³)		
			水	結 合 材(B)			細 骨 材					粗骨材	
				W	C	FA	Sif	S	FA				L
標 準	N	12.0	62	223	360	-	-	1,030	-	-	694	-	360
高 品 質	Q	15.0	60	216	342	-	18	952	-	85	699	0.5	445
					324	36	-	1,033	-	-	697	-	360
FA 使用	FC ₁₀	12.0	60	216	288	72	-	1,025	-	-	691	-	360
					360	-	-	937	86	-	702	-	446
	FS ₁₀	15.0	60	216	324	36	-	930	85	-	697	-	445
					288	72	-	923	84	-	691	-	444

さと経済性を考慮し、当地点近傍の購入砕石および購入砕砂を使用することとした。粗骨材最大寸法はあらかじめフレッシュ性状(モルタルフロー、スランプ経時変化、モルタル凝結時間)ならびに硬化性状(圧縮強度)を確認し15mmとしている⁹⁾。

試験を行った吹付けコンクリートの配合を表-3に示す。フライアッシュ使用の配合は、標準配合を基準として、セメントの一部をフライアッシュに重量置換したFC配合、細骨材の一部を容積置換したFS配合、セメントおよび細骨材の一部を同時に置換したFSC配合に大別され、記号中SおよびCの右下に付記された数字がそれぞれ置換率を示している。

配合設計にあたっては、基本的な配合条件として単位結合材量を360kg/m³、細骨材率を60%、目標空気量を2.0±1.5%としているが、目標スランプに関しては単位粉体量が360kg/m³となる3配合(N配合, FC₁₀配合, FC₂₀配合)については12.0±2.5cm、単位粉体量が445kg/m³程度となる4配合(Q配合, FS₁₀配合, FS₁₀C₁₀配合, FS₁₀C₂₀配合)については15.0±2.5cmとしている。これは単位粉体量の増加に伴い同スランプでは圧送性が低下することが想定されたためであるが、フライアッシュ使用配合はスランプ15.0cmの配合においても、減水剤を用いることなく標準配合以下の単位水量で目標とするスランプが得られた。また、高品質配合はセメント重量の5%をシリカフェームに、細骨材容積の8%を石灰石微粉末に置換したものであるが、目標スランプでは単位水量が多くなったため、結合材量の0.5%の高性能減水剤を加えている。

3-3 試験方法

吹付け試験は、放水路トンネル内において空気搬送式吹付け機(湿式、最大吐出量18m³/hr)を用いて実施し、粉じん濃度やはね返り率を測定したほか、圧縮強度試験などを行った。コンクリートは、放水路トンネル坑口付近に設けたプラント(製造能力25m³/hr)にて強制二軸ボルテックスミキサ(容量0.5m³)で練り混ぜ、アジテータ車にてトンネル内に運搬し吹付け機に供給した。試験に

使用した吹付け機を写真-3に、コア箱への吹付け状況を写真-4に示す。なお、吹付け試験においては、吹付け機の回転数を一定とし、急結剤は単位時間あたり一定量を添加した。

吹付け試験において実施した試験項目を表-4に示す。吐出量、急結剤添加量、粉じん濃度およびはね返り率に関しては、コア箱への吹付け時に計



写真-3 試験に使用した吹付け機

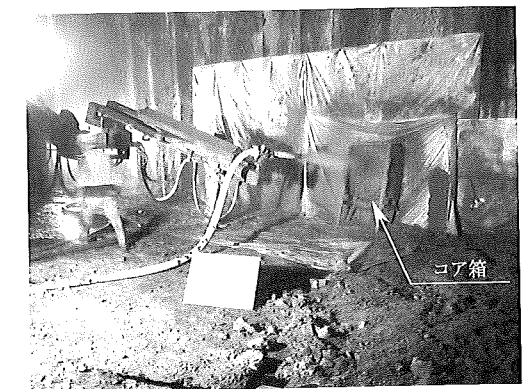


写真-4 コア箱への吹付け状況

表-4 試験項目一覧

試験項目	試験方法
ス ラ ン プ	JIS A 1101
粘 性	円筒貫入計にて測定
空 気 量	JIS A 1128
吐 出 量	吹付け量/吹付け時間で算出
急 結 剤 添 加 量	急結剤使用量/吹付け量で算出
初 期 強 度	JSCE-G 561(材齢3時間, 24時間)
長期強度(コア採取)	コア採取: JSCE-F 561 圧縮試験: JIS A 1108
長期強度(モールド作製)	JIS A 1108(材齢7日, 28日)
粉 じ ん 濃 度	ガイドラインに準拠
は ね 返 り 率	NATM 設計施工指針に準拠

測した。初期強度は引き抜き試験で評価することとし、長期強度に関してはコア抜き供試体のほかモールド作製の供試体でも試験を実施している。粘性は、高流動コンクリートの材料分離抵抗性評価に用いられる円筒貫入計⁹⁾(コンクリート中に挿入し、内部に流入するモルタル量からコンクリートの粘性を簡易的に評価可能)により評価することとした。

3-4 試験結果および考察

3-4-1 初期強度

初期強度は、引き抜き試験より推定される圧縮強度で評価することとし、供試体はブルアウト皿にコンクリートを吹付けて作製した。

図-5に材齢3時間ならびに24時間における各配合の推定圧縮強度を示す。材齢3時間、24時間ともすべての配合においてコンクリート標準方書を参考に定めた管理基準値を上回る結果となった。

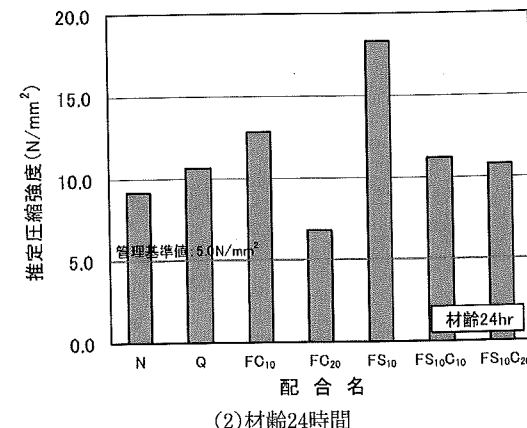
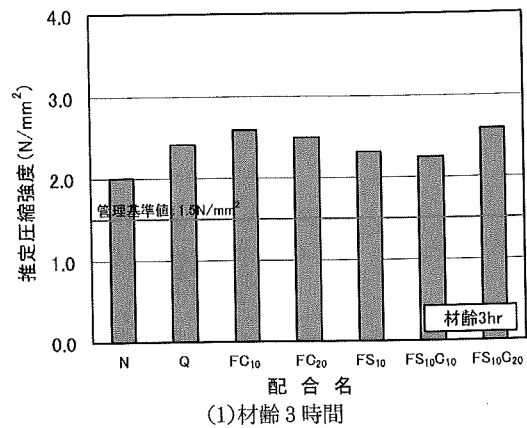


図-5 初期強度

ため、初期強度の観点からは実施工に十分適用可能であると判断される。

3-4-2 長期強度

長期強度は、コア箱より抜き取り採取した供試体による一軸圧縮試験結果で評価した。図-6に各配合の圧縮強度を示す。試験の結果、すべての配合で設計基準強度を大きく上回り、割り増し係数を考慮した配合強度をも満足していることから、長期強度の観点からは実施工に十分適用可能であると判断される。

また、コア採取供試体による試験に関しては、コア箱への吹付け施工状況に大きな影響を受けるため、試験結果のばらつきが大きくなる。このため、配合が本来有する性能の評価を目的として、アジテータ車よりフレッシュコンクリートを採取しモールド作製の供試体でも試験を実施した。図-7に各配合の圧縮強度を示す。モールド作製の供試体による圧縮強度は、コア採取供試体の結

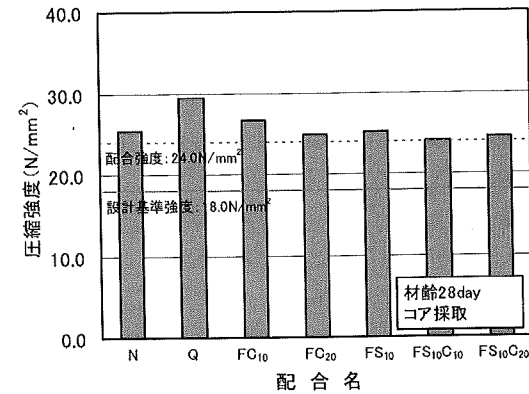


図-6 長期強度(コア採取)

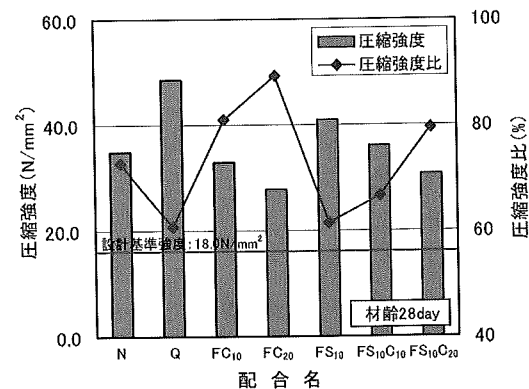


図-7 長期強度(モールド作製)

果に比べ高い数値が得られている。また、圧縮強度比(コア採取供試体/モールド作製供試体)は60~90%程度とばらついており、有意な傾向は認められなかった。

図-8に材齢7日と28日における圧縮強度の関係を示す。図より、材齢7日と28日の圧縮強度には明瞭な相関関係が確認できる。近似式より、材齢7日における強度発現率は、材齢28日の圧縮強度の57%(=1/1.766)程度であることがわかる。

図-9に単位セメント量と圧縮強度(材齢28日)の関係を示す。砂置換の有無に着目すると、「砂置換なしの配合」と「砂置換ありの配合」のそれぞれで、単位セメント量と圧縮強度に明瞭な相関関係が認められ、単位セメント量が1kg/m³減少すると、圧縮強度が0.10~0.15N/mm²程度小さくなっている。また、砂置換の有無で圧縮強度を比較すると、セメント置換率が同じ配合(N配合とFS₁₀配合、FC₁₀配合とFS₁₀C₁₀配合、FC₂₀配合とFS₁₀C₂₀

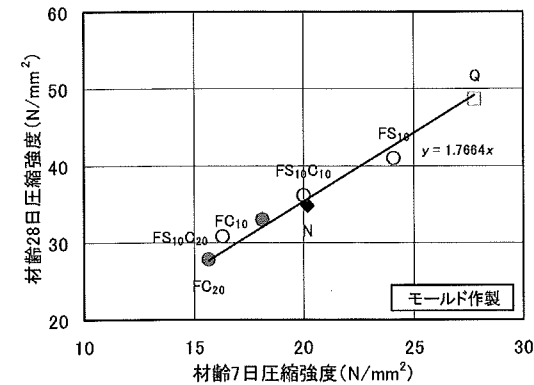


図-8 材齢7日強度と28日強度の関係

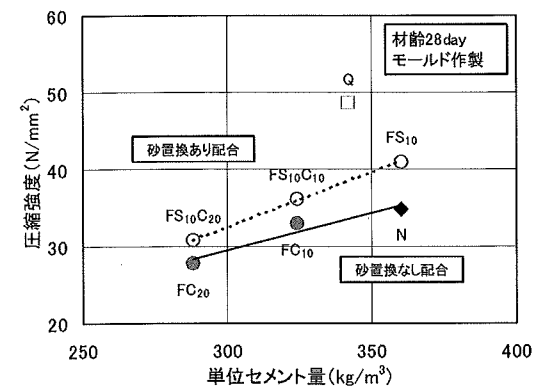


図-9 単位セメント量と圧縮強度の関係

配合)では、砂置換をしている配合が3~6N/mm²程度大きな数値が得られており、フライアッシュの強度発現への寄与が確認できる。これは、砂をフライアッシュに置換することで構造が緻密になったためと考えられる。

3-4-3 粉じん濃度

粉じん濃度は、吹付け位置より50m離れた位置でデジタル粉じん計を用いて計測した。図-10に粉じん濃度計測結果を示す。計測の結果、FC₂₀配合を除くフライアッシュ使用配合については、ガイドライン値およびN配合以下の粉じん濃度となっており、実施工に十分適用可能と判断される。とくにFS₁₀C₁₀配合ならびにFS₁₀C₂₀配合に関しては、粉じん濃度が1.0mg/m³・min以下と、N配合の半分程度の粉じん量となっており、粉じん量低減効果の大きい配合と言える。

また、上記粉じん濃度は人体に与える影響を考え、単位時間あたりの粉じん濃度により評価しているが、吹付け試験においては吹付け機回転数一定を条件としているため、各配合で吐出量が異なっており、吐出量の多い配合ほど過小評価されている可能性がある。このため、上記粉じん濃度を吐出量により補正し、単位吐出量あたりの粉じん濃度を算出し、配合との関連性について検討を行った。

検討の結果、単位ペースト容積の大きい配合ほど、粉じん濃度が小さくなる傾向が認められた(図-11参照)。これは既往の研究と同様の傾向であり、粉体量の増加に伴いコンクリートの粘性が

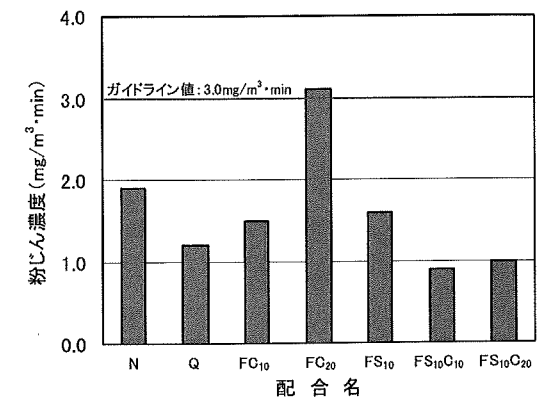


図-10 粉じん濃度計測結果

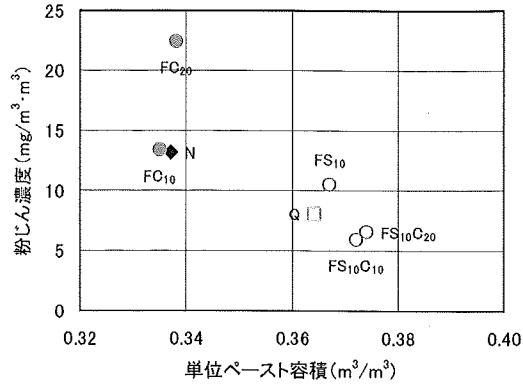


図-11 単位ペースト容積と粉じん濃度の関係

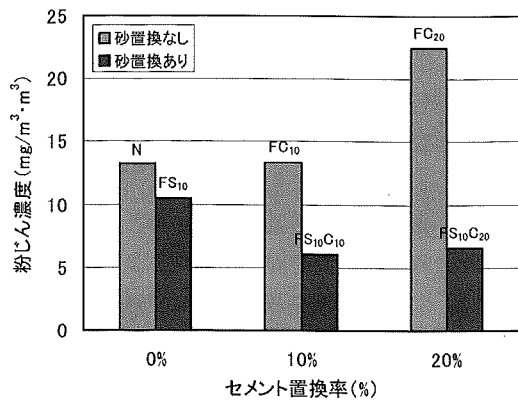


図-12 砂置換による粉じん濃度への影響

増大したためと考えられる。

図-12に砂置換の有無に着目し、粉じん濃度を比較した結果を示す。比較の結果、「砂置換ありの配合」の方が粉じん濃度が小さくなっていることから、粉体量増加による粉じん濃度低減効果を裏づける結果となっている。このため、粉じん濃度低減の観点からは、砂置換は有効な配合調整方法であると判断される。

3-4-4 はね返り率

はね返り率計測結果を図-13に示す。はね返り率に関しては、すべての配合においてコンクリート標準示方書による標準的なはね返り率の上限値を満足しており、実施工に十分適用可能であると判断される。

なお、一般的にはね返り率は粉じん濃度と相関関係があるとされているが、本吹付け試験結果からは明瞭な関係は認められず、同様に配合との関連性についても確認されなかった。

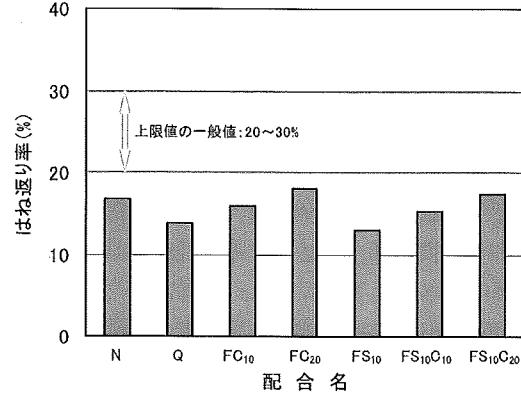


図-13 はね返り率計測結果

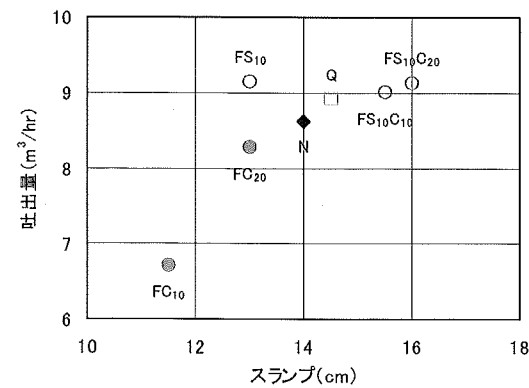


図-14 スランプと吐出量の関係

3-4-5 吐出量

施工性の評価を目的として、吐出量に着目し各配合のフレッシュ性状との関係について検討を行った。その結果、スランプと吐出量の間に関係が認められ、スランプが大きい配合ほど、吐出量が多くなる傾向にあった(図-14参照)。これはスランプが大きくなる(=流動性が増す)のに伴い管内抵抗が減少し、吹付け機先端への材料供給量が増えたためであると考えられる。また、既往の研究⁵⁾により同一スランプ下では、吹付けコンクリートの粘性を相対評価可能とされている流入モルタル値と吐出量との間には、明瞭な相関関係は認められなかった(図-15参照)。これは、スランプがフレッシュコンクリート全体の流動性を評価する指標であるのに対し、流入モルタル値がフレッシュコンクリート中のモルタル分の粘性を評価する指標であるため、本試験の範囲内においてはスランプの変動(11.5~16.0cm)による影響が大きく、モ

ルタルの粘性の差異による影響が相対的に小さかったためと考えられる。

吹付け試験においては、吹付け機回転数など機械的な設定を固定していることから、吐出量の多い配合ほど施工効率の良い配合と評価することができる。前述のとおり、スランプは吐出量と正の相関があり、施工効率を間接的に評価可能な指標と考えられることから、配合との関連性について

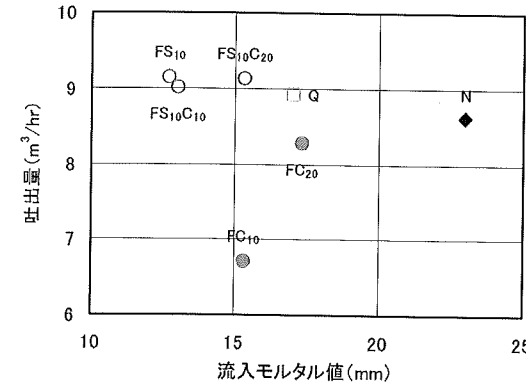


図-15 流入モルタル値と吐出量の関係

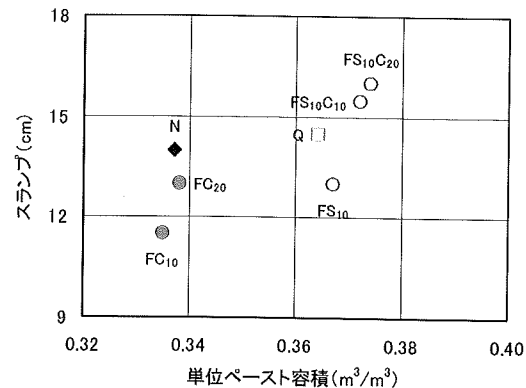


図-16 単位ペースト容積とスランプの関係

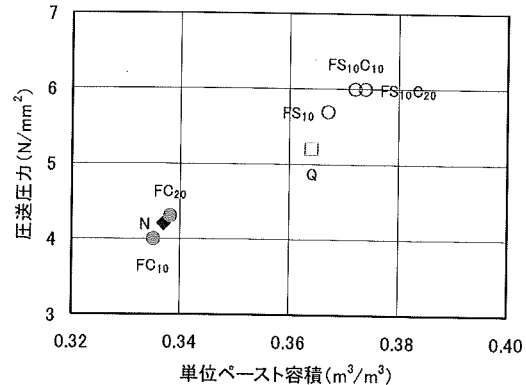


図-17 単位ペースト容積と圧送圧力の関係

検討を行った。検討の結果、図-16に示すとおり、単位ペースト容積とスランプに正の相関関係が認められた。N配合においては目標スランプを得るために単位水量を多くしており耐久性が懸念される点、Q配合では高性能減水剤を使用している点を考慮すると、フライアッシュの使用は安価に施工効率(流動性)を向上させる方法として有効であると判断される。ただし、単位ペースト容積が大きな配合は、吹付け機先端への材料供給量の増大・モルタル分の粘性増大に起因すると考えられる圧送圧力の増加が顕著であり、圧送圧力が高すぎる場合は脈動を起こす可能性もあるため、配合選定にあたっては十分な配慮が必要である(図-17参照)。

3-5 経済性に関する検討

吹付け試験を実施した各配合について、急結剤を除く材料費に着目し、経済性の評価を行った。比較検討結果を図-18に示す。

図は、各配合のN配合に対する材料費の比率を示したものである。Q配合に関しては、比較的高価なシリカフェームの使用による混和材費の増加や高性能減水剤の使用によりN配合の1.45倍もの材料費を要した。一方、フライアッシュ使用配合に関しては、安価なフライアッシュの使用により材料費が減少しており、その低減割合としてはセメント置換10%ごとに3~4%程度、砂置換10%で1%程度となった。

これらより、フライアッシュの使用はコスト縮減に有効であり、とくにセメント置換の効果が高いことが明らかとなった。なお、施工効率向上に

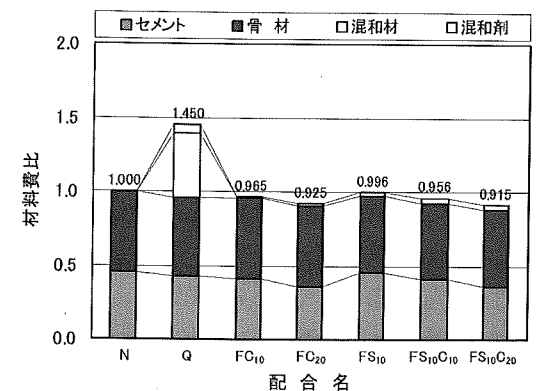


図-18 材料費の比較

表-5 吹付け試験結果一覧

要求品質	基準値	配合名													
		N		Q		FC ₁₀		FC ₂₀		FS ₁₀		FS ₁₀ C ₂₀			
初期強度(3時間)	≥1.5N/mm ²	2.0	○	2.4	○	2.6	○	2.5	○	2.3	○	2.2	○	2.6	○
初期強度(24時間)	≥5.0N/mm ²	9.1	○	10.6	○	12.8	○	6.8	△	18.3	○	11.2	○	10.8	○
長期強度(28日)	≥18.0N/mm ²	25.3	○	29.5	○	26.7	○	24.8	○	25.2	○	24.1	○	24.5	○
粉じん濃度	≤3.0mg/m ³ ・min	1.9	△	1.2	○	1.5	△	3.1	×	1.6	△	0.9	○	1.0	○
総合判定		△		○		△		×		△		○		○	

凡例 ○：基準値を満足し、Q配合と同等以上 △：基準値を満足するが、Q配合以下 ×：基準値を満足しない

よるコスト縮減効果については、施工効率が吹付け機の設定などに大きな影響を受けるため定量的な評価は困難であるが、砂置換実施配合の方が吐出量が多くなる傾向にあり、経済的に有利であると考えられる。

3-6 総合評価

吹付け試験結果の一覧を表-5に示す。FC₂₀配合を除く配合については、施工管理上の基準値をすべて満足しているため、実施工に適用可能であると判断される。本検討においては、これら配合のうち当初より採用を計画していた高品質配合(Q配合)と比較し、同等以上の性能を有する配合の中で、もっとも経済性に優れた配合を現場配合として選定することとした。

選定対象となるFS₁₀C₁₀配合およびFS₁₀C₂₀配合を比較すると、単純な材料費ではFS₁₀C₂₀配合が優れるものの、FS₁₀C₂₀配合ははね返り率が高く、材料費の増加、施工効率の悪化、廃棄材量増加に伴う環境への影響などが懸念される(図-13, 18参照)。このため、総合的にはFS₁₀C₁₀配合がもっとも優れるものと判断し、現場配合として適用することとした。

4 現場への適用結果

当トンネルにおいては、現場吹付け試験の結果をもって、坑口より200mの地点からフライアッシュ使用配合の適用を開始し、残延長2,280mおよび覆土工事用の作業トンネル190mにおいて吹付けを実施した。掘削工事における吹付けコンクリートの品質管理項目を表-6に、品質管理試験結果の一例を図-19~23に示す。

表-6 品質管理項目一覧

試験項目	試験頻度	基準値
細骨材表面水率	1回/日	—
スランプ	1回/日	15.0±2.5cm
温度		—
空気量		2.0±1.5%
初期強度(3時間)	1回/150m	≥1.5N/mm ²
初期強度(24時間)		≥5.0N/mm ²
長期強度(28日)		≥18.0N/mm ²
粉じん濃度	1回/半月	≤3.0mg/m ³ ・min
吹付け厚さ	3孔/50m	所定厚さ以上

初期強度の品質管理においては、150mに1回の頻度で引き抜き試験を実施しており、フライアッシュ使用区間では17回の試験を行っている。試験の結果、材齢3時間、24時間ともすべての試験値が管理基準値を満足しており、実施工においても十分な初期強度発現が確認された。

長期強度の品質管理についても、初期強度と同様に150mに1回の頻度でコア採取供試体による一軸圧縮試験を実施している。その結果、設計基準強度18.0N/mm²に対し、最低でも21.5N/mm²の試験値が得られており、十分な強度発現が確認された。

粉じん濃度は、ガイドラインにもとづいて半月に1回の頻度で測定を実施した。測定の結果、1回だけ2.5mg/m³・minを超過したのを除き、すべて測定値が2.5mg/m³・minを下回っており、かつ半分以上が2.0mg/m³・min以下の粉じん濃度であったことから、フライアッシュの使用により坑内の作業環境が改善されたものと考えている。

スランプについては、1日に1回の頻度で測定を行ったが、吹付け試験におけるスランプ値15.5

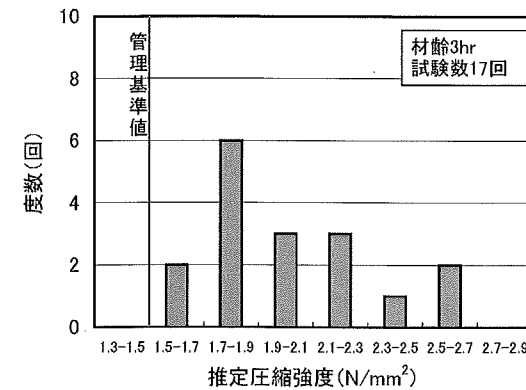


図-19 初期強度試験結果(材齢3時間)

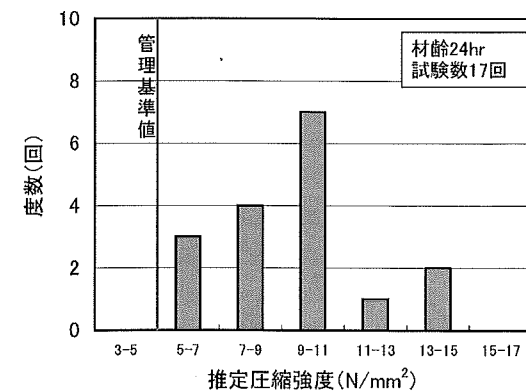


図-20 初期強度試験結果(材齢24時間)

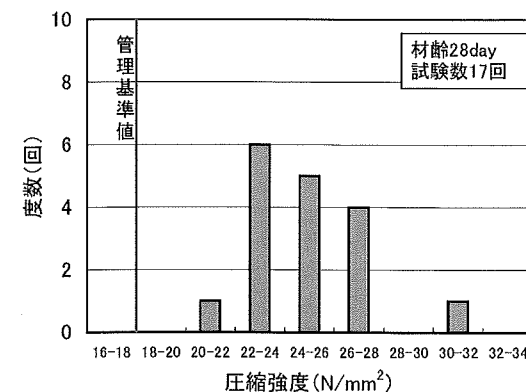


図-21 長期強度試験結果(材齢28日)

cmを中心にすべての測定結果が管理基準値内に収まる結果となった。また、懸念されていた脈動など圧送に関わる障害は発生しなかった。

以上のとおり、当トンネルにおけるフライアッシュ使用吹付けコンクリートの施工においては、品質および施工上の問題は発生せず、粉じん低減の効果が確認された。

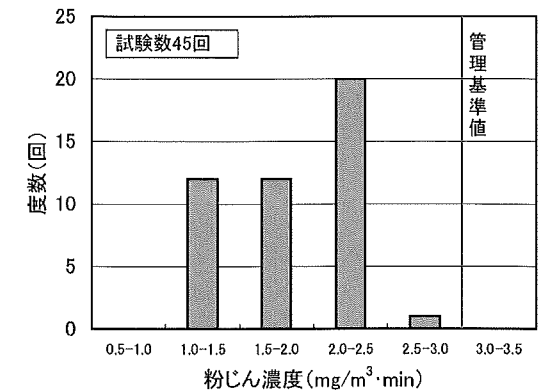


図-22 粉じん濃度測定結果

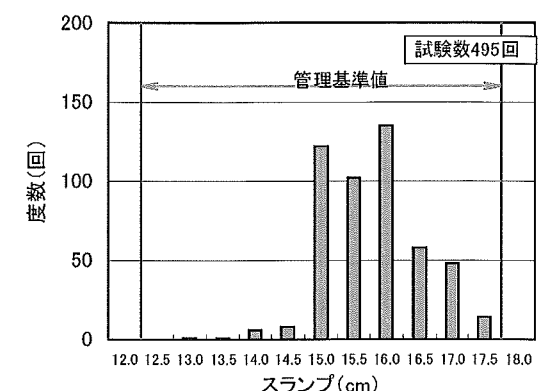


図-23 スランプ測定結果

また、2年に及ぶ掘削工事の中で、発電所運転上の都合により、産炭地の異なるフライアッシュを使用し施工を行ってきたが、フライアッシュの品質変動による吹付けコンクリートの品質・施工性への明確な影響は確認されなかった。

5 おわりに

京極発電所放水路トンネルにおいては、フライアッシュを使用した吹付けコンクリートの採用により、平成16年10月の掘削工事終了まで、低粉じん下で工事を進めることができた。また、同時にコスト縮減や本来産業副産物であるフライアッシュの有効利用(1,900tf)も図れたことから、今後が期待される工法であると思われる。本稿が、今後フライアッシュ使用による低粉じん工法の普及につながれば幸いである。

最後に当工事の施工や試験にご協力を頂いた関係各位に心から感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 飯島俊荘・桶野和俊・新谷登・松田敦夫：石炭灰原粉の吹付けコンクリートへの適用性について，土木学会第54回年次学術講演会，V-489，pp.978-979，1999.
- 2) 富加見徳治・石井光裕・油野邦弘・松野義治：分級フライアッシュ(JIS I種)のトンネル吹付けコンクリートへの適用，電力土木，No.288，pp.84-88，2000.
- 3) 芳賀宏・横屋和興・阿部健一・青屋文章：石炭灰を

- 利用した高品質吹付けコンクリートの開発と現場適用，電力土木，No.295，pp.110-114，2001.
- 4) 石関嘉一・堀川直毅・中井雅司・佐藤志将：フライアッシュの吹付けコンクリートの実構造物への適用(室内試験)，土木学会第58回年次学術講演会，V-598，pp.1199-1200，2003.
 - 5) 林透・小野寺収・石関嘉一・齋藤敏樹：フライアッシュを使用した吹付けコンクリートの塑性粘度，土木学会第58回年次学術講演会，V-598，pp.1193-1194，2003.

わかりやすい トンネルの力学

B5判 286頁 本体価格 5,825円 円340円

福島啓一 著

NATMの導入以来，トンネル工事の現場に計測が大幅に取り入れられるようになって，トンネルの力学がますます重要視されるようになった。

本書はトンネル力学の基礎的な事項に基づく問題点を経験則と理論則から説明し，設計・施工に携わる実務者がトンネルを掘るとき，また，計画・設計するときに考慮しなければならないトンネルの力学を主眼にした入門書である。

【目次】 ○従来のトンネル力学の考え方/トンネル力学の発展，NATM以前の考え方/ゆるみ高さの推定，ゆるんだ地山の釣り合い，沈下量の差により変わる土圧，切羽の安定，地山の分類による支保の設計，NATMの考え方/せん断破壊説，変形による圧力の低減，地山のゆるみ防止，アンカーボルトによる地山の補強，地山挙動の時間依存，せん断破壊説による設計法，経験的設計法，地山分類と地山等級に対応した支保工の標準設計，NATM力学についての問題点，○弾性論による解析/弾性学の基礎，軸対称円形トンネル，線対称円形トンネルの弾性解，円形トンネルの弾性解析，地表面に近いトンネル，だ円形のトンネル，球形空洞周りの応力と変位 ○弾そ性論による解析/そ性力学の基礎，軸対称円形トンネル，線対称円形トンネルの弾そ性解，円形トンネルで地山の自重を考えた弾そ性解析 ○弾そ性解以外の検討/トンネルの大きさの影響，時間の影響，表面の影響，山はね，ゆるみと締まり，地山のゆるみ，再圧密を考えた考察 ○その他の検討/二次覆工の役割とひび割れ，安全率，支保工の設計・観察・計測の解釈と逆解析，力学的に好ましい，または好ましくないトンネルの設計および施工法，有限要素法，トンネルと地下水



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

研 究

めがねトンネルから超近接トンネルへ

前田建設工業(株)土木技術部設計技術グループ課長 森田 篤
前田建設工業(株)土木技術部設計技術グループ 宮野前 俊一
前田建設工業(株)土木技術部部長 梨本 裕
東京都立大学名誉教授 今田 徹

1 はじめに

2本以上のトンネルを平行に併設する場合，山岳部では離隔距離(掘削面間)を $1d$ (d :トンネル幅)以上確保することが一般的である。しかし，都市部においては用地取得の問題などから，離隔距離が $1d$ 以下の近接トンネルや離隔距離がほとんどなく，先進坑と後進坑が支保工や覆工の一部を共有するめがねトンネルが施工されている。

このめがねトンネルに対して，最近では，離隔距離がめがねトンネルと同程度で，先進坑と後進坑が支保工や覆工の一部を共有しない超近接トンネルが施工されるようになった。めがねトンネルは施工上の問題点を多く有しているが，そのほとんどは超近接トンネルとすることで解決が可能である。そのため，超近接トンネルは，めがねトンネルに代わる施工方法として期待されており，2005年12月現在，実績も3件になっている。

筆者らは日本初の超近接トンネルを検討・施工したうえで，2件の超近接トンネルにおいて超近接トンネルのさまざまな施工方法を検討・実施するという幸運に恵まれた。さらに，3件のめがねトンネルにおいて解決が容易ではない問題点に数多く遭遇してきた。本稿では，筆者らの経験にもとづき，めがねトンネルに対する超近接トンネルの優位性や，超近接トンネルの設計・施工上の留意点について述べる。

2 めがねトンネルから超近接トンネルへの変遷

2-1 めがねトンネルと超近接トンネルの歴史

めがねトンネルと超近接トンネルの施工方式およびその特徴を表-1に示す。また，これらのトンネルの各施工方式における最初期の施工実績(一部検討実績も含む)を略史として表-2に示す。

めがねトンネルの大きな特徴は，先進坑と後進坑が支保工や覆工の一部を共有することである。施工方法は，3本導坑方式，中央導坑方式，導坑なし方式の3つに大別できる。めがねトンネルの施工実績は40件前後に達しているが，そのほとんどは3本導坑方式あるいは中央導坑方式で施工されたものである。日本で最初のめがねトンネルは伊祖トンネルであり，3本導坑方式が適用された。中央導坑方式は小名浜港トンネルで初めて適用された。これらの導坑方式は，中央部に導坑を掘削し，先進坑と後進坑を支持する中央壁(以下，センターピラーと呼ぶ)を構築することが共通の特徴であり，現在までめがねトンネルの標準的な施工方法として適用されてきた。

導坑なし方式が適用されためがねトンネルは，鷺羽山トンネルと三川内トンネルの2件のみである。鷺羽山トンネルでは，先進坑を中間地山側に拡幅掘削し，センターピラーを構築した後に後進

表-1 めがねトンネルと超近接トンネルの施工方式と特徴

施工方法	断面形状の一例	特徴
めがねトンネル	3本導坑方式	<ul style="list-style-type: none"> 先進坑と後進坑が支保工や覆工の一部を共有 離隔距離は0.1~0.2d以下(dはめがねトンネル片幅)
	中央導坑方式	
	導坑なし方式	
超近接トンネル	無拡幅方式(中間地山を残留)	<ul style="list-style-type: none"> 先進坑と後進坑が支保工や覆工の一部を共有せず、互いに独立した構造 離隔距離はめがねトンネルと同程度
	拡幅方式(中間地山を置換)	

表-2 めがねトンネルと超近接トンネルの略史

名称	路線名	施工時期	施工方法	掘削方式	特徴
伊 祖	一般国道330号	1974.6~1975.5	めがねトンネル(3本導坑方式)	機械	・日本初のめがねトンネル
小名浜港	幹線臨港道路2号線	~1979	めがねトンネル(中央導坑方式)	機械	・日本初の中央導坑方式めがねトンネル
鷺羽山	本四連絡橋児島坂出ルート	1982.10~1985.3	めがねトンネル(導坑なし方式)	発破	・日本初の導坑なし方式めがねトンネル ・センターピラーを構築
三川内	武雄佐世保道路	1986.7~1987.10	めがねトンネル(導坑なし方式)	機械	・先進坑の覆工がセンターピラーとして機能
小 東 山	第二神明道路	1994.3~1997.3	めがねトンネル(中央導坑方式)	機械	・センターピラーへの作用荷重の設定法を提案 ・超近接トンネルの適用を検討
下 到 津	北九州市下津ランプ連絡道路	1999.3~2002.3	超近接トンネル(無拡幅方式、一部拡幅方式)	機械	・日本初の超近接トンネル
五ヶ丘	東海環状自動車道	2002.3~2004.7	超近接トンネル(拡幅方式)	発破 機械	・全線拡幅方式の超近接トンネル
大 門 寺	府道茨木亀岡線付替道路	2002.5~2004.10	超近接トンネル(拡幅方式、一部無拡幅方式)	機械 発破	・拡幅方式を適用した区間では仮設の増しコンクリートを施工

坑を掘削している。三川内トンネルでは、センターピラーの構築を行わずに、先進坑の中間地山側の覆工を厚くし、後進坑の支保工を支持させて、センターピラーとしての機能を持たせている。これらの導坑なし方式のめがねトンネルは、導坑を掘削しない点では超近接トンネルと同様であるが、先進坑と後進坑が互いに独立した構造体とはなっていない。

これまでめがねトンネルを除く近接トンネルの施工実績において、離隔距離の最小値は4m程度であった。坑口部などきわめて短区間において、離隔距離がめがねトンネルと同程度である超近接トンネルとなった事例はあるが、全区間の大部分を超近接トンネルとしたものはなかった。南大沢トンネルでは、離隔距離5.5mをさらに小さくできるとの判断がなされたものの、超近接トンネルの適用には至らなかった。超近接トンネルがめがねトンネルと初めて比較検討されたのは小東山トンネル¹⁾であると思われるが、適用には至らなかった。下津トンネル^{2)~4)}において超近接トンネルが適用されるまで、離隔距離が4m以下の場合にはめがねトンネルが適用されてきた。

下津トンネルは当初、全区間が中央導坑方式のめがねトンネルとして計画されていたが、1999年に設計変更がなされ、2000年に全区間の大部分で超近接トンネルが適用された。

その後、設計変更によって、現在までに五ヶ丘トンネルと大門寺トンネル⁵⁾において全区間で超近接トンネルが適用されている。めがねトンネルは以下に述べる問題点を有することから、超近接トンネルの適用が

今後さらに増加するものと思われる。

2-2 めがねトンネルの問題点

めがねトンネルの問題点を以下に列挙する。

- ① 導坑を掘削し、センターピラーを構築するまで本坑掘削に着手できない。そのため工期が長く、工費が高くなる。
- ② 狭隘な導坑内での掘削やコンクリート打設などの作業は効率が悪く、危険が多い。
- ③ 構造的な弱点であるセンターピラー上部空間の充填が困難である。
- ④ 導坑の支保工撤去が容易ではなく、撤去時の本坑への影響や騒音発生が懸念される。
- ⑤ 漏水・止水対策が困難である。導水工が計画どおりには機能せず、化粧版を設置して対処した事例もある。
- ⑥ センターピラーの形状によっては転倒防止策が必要になる。埋め戻しを実施した事例もある。
- ⑦ センターピラーの形状によっては鉄筋補強が必要になる。
- ⑧ 地耐力が不足する場合、センターピラー下部への補助工法が必要になるが、導坑が狭く選択肢が限られる。
- ⑨ 設計法が必ずしも明確ではない。

以上の問題点は、導坑なし方式のめがねトンネルを適用することで解決できると考えられがちである。しかし、導坑なし方式のめがねトンネルにおいては、以下のような問題が生じる。鷺羽山トンネルと同様に、先進坑を中間地山側に拡幅掘削し、センターピラーを構築する場合には、扁平大断面の安定確保、コンクリートの打設と連結、さらに漏水・止水対策などに苦勞する。また、三川内トンネルと同様に、先進坑の中間地山側の覆工を厚くし、センターピラーとしての機能を持たせる場合には、後進坑の支保工を建て込むための箱抜き処理や防水機能の確保、支保工の建て込み精度の確保などに苦勞する。

めがねトンネルにおけるセンターピラーは、応力集中が発生する中間地山をあらかじめコンクリートで置き換え、トンネルの安定を図る目的を持つ

構造体である。しかし、弱点对策が新たな問題を生み出し、目的と結果が一致していないのが実状である。

一方、互いに独立した構造体である超近接トンネルを適用することで①~⑧の問題は解決できると考えられる。すなわち、品質が向上し、工期と工費を縮減できると考えられる。また、⑨の問題は、後述するように、過去のめがねトンネルの計測結果とFEM解析結果を慎重に比較検討したうえで新たにFEM解析を適用すれば解決できると考えられる。

2-3 超近接トンネルへの挑戦

2-3-1 超近接トンネルへの挑戦を拒んだもの

超近接トンネルの優位性は、導坑方式のめがねトンネルが多く適用されていたころから認識されていた。小東山トンネルでは、計画時に超近接トンネル、中央導坑方式めがねトンネル、3本導坑方式めがねトンネルがFEM解析により比較検討され、これらに有意な差はなく、いずれも施工可能であると判断されている。しかし、施工実績がないことや中間地山の補強が困難であることから、超近接トンネルの適用は見送られ、最終的には中央導坑方式めがねトンネルが適用された。ほかのめがねトンネルの計画においても、

- ・施工実績がない
 - ・中間地山の補強が困難であり、安定が確保されない場合には多額の補助工法が必要になり、導坑方式の方が確実で安価である
 - ・超近接トンネルは、導坑方式めがねトンネルに比較し、地表面沈下量が大きくなる解析結果が得られる。地表面沈下を抑制し、導坑方式めがねトンネルと同程度とするためには補助工法が必要になる
- などの判断から、超近接トンネルの適用が見送られたと思われる。

2-3-2 超近接トンネルへの挑戦を支えたもの

小東山トンネルは、センターピラーが先進坑と後進坑の支保工と覆工を支持する構造であったため、センターピラーへの作用荷重をできるだけ正確に予測する必要があった。それまで公表されて

いた数少ない計測結果と、これを補うための数多くのFEM解析にもとづき、センターピラーへの作用荷重を次式で設定した。

$$H \leq D \text{ の場合} \\ P = \gamma \cdot H \cdot D' \quad (1) \\ = \text{全土かぶり荷重}$$

$$H > D \text{ の場合} \\ P = \gamma \cdot D \cdot D' \quad (2) \\ = 1D \text{ 相当分の土かぶり荷重}$$

ここに、H：土かぶり、D：めがねトンネル全幅、P：センターピラーへの作用荷重、 γ ：地山の単位体積重量、D'：先進坑と後進坑の中心間距離である。

式(1)、(2)の妥当性の高さは、計測結果により確認できた。さらに、支保工応力、センターピラーの傾斜やその経時変化、地表面沈下量に関する予測結果も計測結果と一致しており、FEM解析が土かぶりの小さなめがねトンネルの設計にきわめて有効であることが確認できた²⁾(その後、戸吹トンネル³⁾の計測結果からも式(1)、(2)の妥当性の高さが確認できた)。

式(1)、(2)の妥当性が明らかになったことで、超近接トンネルにおける中間地山への作用荷重を予測することが可能となった。さらに、FEM解析におけるモデルや結果の妥当性が評価できるようになり、精度の高い設計が可能となった。

これらの成果は、日本で初めてとなる超近接トンネルの成功に結実した。下道津トンネルにおいても各種の解析結果は計測結果と一致しており、FEM解析が超近接トンネルへの挑戦を支える有効な手法であることを裏付けることができた²⁾⁻⁴⁾。

3 超近接トンネルの施工実績

超近接トンネルとして施工された下道津トンネル²⁾⁻⁴⁾および大門寺トンネル⁵⁾について、それぞれの施工の特徴を述べる。

3-1 下道津トンネル

3-1-1 地質・地形

地質は礫岩・砂岩を主体とした古第三紀層であり、延長280mのうち両坑口部から40~60m間は

風化部、中央部の約180m間は未風化部への漸移帯部であった。岩石試験結果から得られた一軸圧縮強度は、風化部で3MPa程度、未風化部で15MPa程度であった。

丘陵地形であり、土かぶりは坑口部で2~5m、中央部で最大20m程度と小さく、トンネル上部には市道・住宅・学校・墓地が存在していた。

3-1-2 施工方法

掘削方式は機械掘削、掘削工法は上半先進ショートベンチ工法を適用した。掘削開始側坑口部から40m区間(風化部)においては、中間地山の地質状況を直接確認する目的で導坑掘削を行い、中央導坑方式のめがねトンネル(図-1(1))で施工した。中央部の200m区間(未風化部への漸移帯部)においては、無拡幅方式の超近接トンネル(図-1(2))で施工した。再び中間地山の安定性が懸念される掘削終了側坑口部の40m区間(風化部)においては、先進坑を中間地山側に拡幅掘削し、中間地山の下半部を覆工コンクリートで置き換える、拡幅方式の超近接トンネル(図-1(3))で施工した。

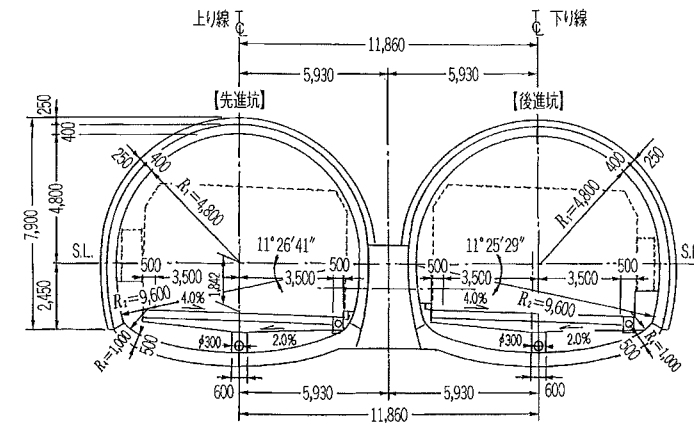
3-1-3 支保パターン

当初設計では、全区間が中央導坑方式のめがねトンネルとして計画され、両坑口部(風化部)付近においては厚さ25cmの吹付けコンクリート(設計強度18N/mm²)とH-200の鋼製支保工(SS400)、中央部(未風化部への漸移帯部)においては20cmの吹付けコンクリートとH-150の鋼製支保工からなる支保パターンが設定されていた。

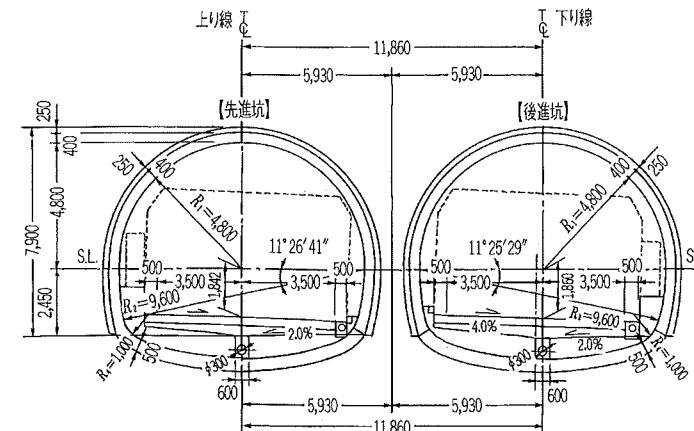
超近接トンネルの適用にあたり、後進坑の掘削時に先進坑と後進坑の支保工に発生する応力が想定以上となることが懸念された。そのため、FEM解析で支保工に発生する応力が許容応力度以内となることを事前に確認したうえで、全区間において厚さ25cmの吹付けコンクリートとH-200の鋼製支保工からなる支保パターンへと設計変更を行った。

3-1-4 覆工

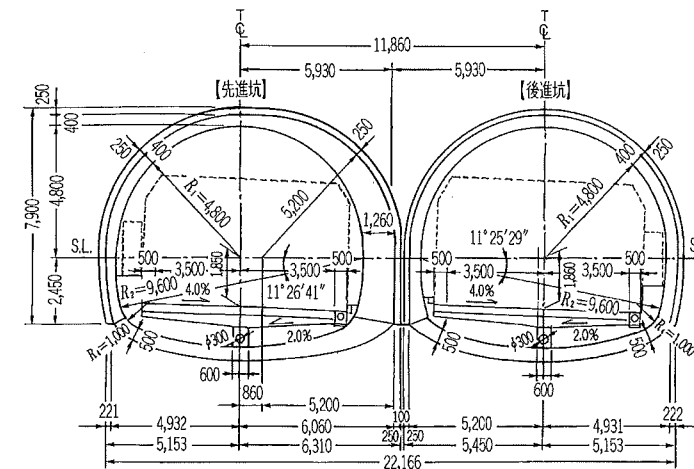
当初設計では、両坑口部(風化部)付近においては厚さ50cm(設計強度21N/mm²)、D19(200mmピッチ)の複鉄筋構造として、中央部(未風化部への漸



(1) 中央導坑方式めがねトンネル



(2) 無拡幅方式超近接トンネル



(3) 拡幅方式超近接トンネル

図-1 下道津トンネル断面図

移帯部)においては厚さ50cm、D19(200mmピッチ)の単鉄筋構造として覆工が設計されていた。超近接トンネルの適用にあたっては、後進坑の

掘削時の安定を確保するため、あらかじめ先進坑の覆工を打設しておく方法(以下、覆工先方式と呼ぶ)がある。下道津トンネルでは、日本で初めてとなる超近接トンネルの施工ということもあり、不測の事態に備えて覆工先方式を適用した。しかし、覆工先方式では、後進坑掘削の影響を覆工が強く受けることになり、変状が発生する可能性もあった。そのため、FEM解析で得られた断面力から応力度やひび割れに対する照査を行い、覆工全周を複鉄筋構造とし、さらに最大応力が発生すると予測された先進坑の中間地山側の側壁から脚部付近には100mmピッチで補強鉄筋を配置する設計とした。先進坑のインバートについても同様に補強鉄筋を配置した。後進坑の覆工とインバートについては、当初設計どおりとした。

3-1-5 中間地山の補強

無拡幅方式の超近接トンネルにとって、応力が集中する中間地山への技術的対応は、工期、工費も含めて大きな課題である。

中間地山(幅1m)の一体化を図る考えで、長さ2mのボルトによる補強を行った。亀裂や空隙が発達している区間では、先進坑の側壁部に周方向ピッチを1mとして4本のシリカレジンを注入式ボルトを適用した。それ以外の区間では、必要に応じて同様のパターンでモルタル充填式ボルトを適用した。ボルトは後進坑掘削時の施工性を考慮して、グラスファイバーボルト(GRP)を使用した。

3-1-6 超近接トンネルの挙動の特徴

超近接トンネルの挙動について、計測結果から得られた主な特徴を列挙する。

- 各種計測値や挙動は、FEM解析による予測結果とおおむね一致する。すなわち、FEM解析による設計は妥当であった。
- 中間地山への作用荷重は、式(1)、(2)と同程度である。
- 支保工や覆工に発生する応力は、先進坑の中間地山側で大きく、とくに後進坑の掘削時に中間地山側の肩部から下半脚部にかけての応力増加が顕著である。
- 支保工や覆工に発生する応力は、土かぶりが超近接トンネルの全幅以下の場合、土かぶりが大きいほど大きくなる。
- 先進坑の支保工に適切な補強を行えば、覆工先方式でなくとも施工できた可能性がある。ただし、どちらの方式がより適切であるかは地山条件やトンネル延長などの施工条件によって異なる。
- 無拡幅方式を適用した区間における中間地山の安定性は確保できた。

3-2 大門寺トンネル

3-2-1 地質・地形

トンネル掘削の対象となった地質は、中央部では主に花崗閃緑岩(健全部の V_p は2.9~3.5km/sec)、両坑口部では土砂化した強風化帯(V_p は0.5~0.9 km/sec)であった。

丘陵地形であり、最大土かぶりは35m、トンネル上部にはゴルフ場・住宅・神社・寺が存在していた。

3-2-2 施工方法

掘削方式は土砂化した強風化帯のDIII区間では主に機械掘削を、花崗閃緑岩主体のDII区間(延長242mのうち64m区間)では発破掘削を適用した。掘削工法は上半先進ショートベンチ工法を適用した。中間地山の安定性が懸念されるDIII区間においては、先進坑を中間地山側に拡幅掘削し、中間地山を増しコンクリートで置き換える、拡幅方式の超近接トンネル(図-2(1))で施工した。DII区間においては、無拡幅方式の超近接トンネル(図-2(2))で施工した。そして、下道津トンネルと異なり、先進坑の覆工を打設する前に後進坑を掘削

する方法(以下、覆工後方式と呼ぶ)を適用した。

3-2-3 支保パターン

支保パターンは、過去のめがねトンネルの施工実績を参考にして、図-2のように設定した。その妥当性についてFEM解析で検討したところ、鋼製支保工に発生する応力が許容値を上回ったため、鋼製支保工を高規格化(SS540)した。吹付けコンクリートに発生する応力も一部分で許容値を上回ったが、局所的であったため、通常の吹付けコンクリートを適用した。非常時にはボルトや増し吹きで対応する方針としたが、実施工では吹付けコンクリートに不安定化現象は見られず、実施には至らなかった。

3-2-4 増しコンクリート

下道津トンネルの施工実績から、後進坑の掘削時に先進坑の中間地山側の支保工に大きな応力増加が発生すると予想され、安定性が懸念されたため、DIII区間においては中間地山を増しコンクリートで置き換え、安定を図ることとした。増しコンクリートに発生する曲げモーメントが大きな場合、内面にクラックが発生し、トンネル全体が不安定化することも懸念されたため、FEM解析で得られた断面力に応じて鉄筋補強を行った。

3-2-5 中間地山の補強

FEM解析などによる事前検討から、無拡幅方式を適用した区間における中間地山(幅1m)の安定は確保できると予測したが、インバートを施工しないため、掘削時に地山観察を十分にを行い、状況に応じてボルトで地山の一体化を図る方針とした。実施工では中間地山は安定しており、補強の実施には至らなかった。

3-2-6 超近接トンネルの挙動の特徴

超近接トンネルの挙動について、計測結果からわかった主な特徴を挙げる。

- 各種計測値や挙動は、FEM解析による予測結果とおおむね一致する。すなわち、FEM解析による設計は妥当であった。
- 中間地山への作用荷重は、式(1)、(2)と同程度である。
- 増しコンクリートに発生する曲げモーメント

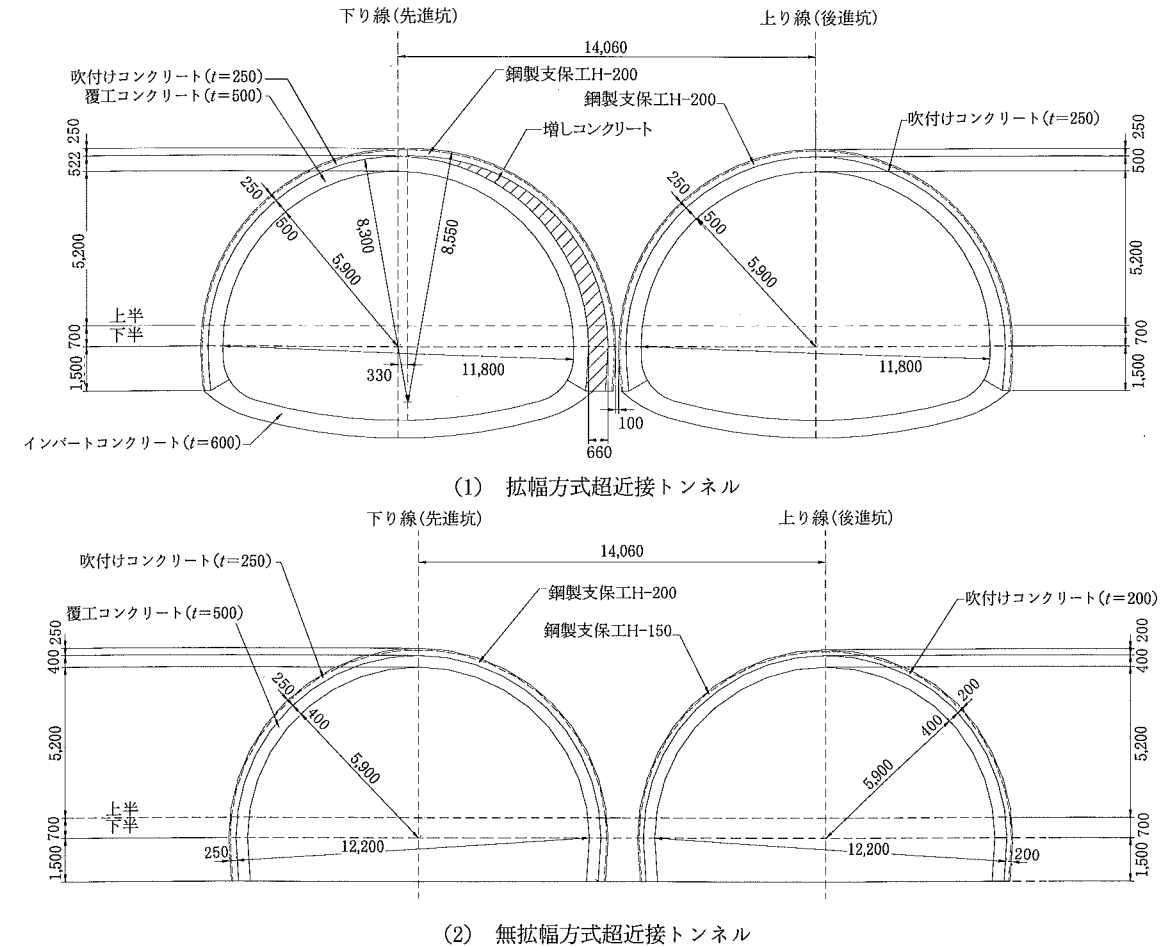


図-2 大門寺トンネル断面図

は後進坑の上半掘削時に最大になる。

- 増しコンクリートに発生する軸力は後進坑の下半掘削時に最大になる。
- 先進坑の支保工に適切な補強を行えば、地山条件が比較的悪くても、覆工後方式による超近接トンネルの施工が可能である。
- 無拡幅方式を適用した区間における中間地山の安定性は確保できた。

3-3 超近接トンネルの効果

下道津トンネルと大門寺トンネルの施工実績にもとづき、超近接トンネルの工期と工費の縮減効果を試算した結果を表-3に示す。試算においては、当初設計どおり全区間に中央導坑方式のめがねトンネルを適用した場合の工期と工費を100とした。下道津トンネルは全区間を無拡幅方式、大門寺ト

表-3 超近接トンネルの工期と工費の縮減効果

施工条件	縮減項目	中央導坑方式 めがねトンネル	超近接トンネル	
			覆工先方式	覆工後方式
下道津 トンネル	工期	100	71	68
	工費	100	85	88
大門寺 トンネル	工期	100	70	68
	工費	100	82	84

ンネルは全区間を拡幅方式の超近接トンネルとした。

超近接トンネルとすることにより、工期で約30%、工費で約15%の縮減効果が見込める結果となった。また、覆工先方式と覆工後方式には顕著な差がないが、工期に関しては覆工後方式が、工費に関しては覆工先方式がやや有利となる結果となった。ただし、これらは下道津トンネルと大門寺ト

ンネルの施工条件においてのものであり、地山条件、施工延長、投入機械台数などにより効果が異なることに注意を要する。

4 超近接トンネルの設計・施工上の留意点

4-1 設計上の留意点

これまで述べたように、めがねトンネルに対する超近接トンネルの優位性は明らかであり、今後超近接トンネルの計画がさらに増加するものと思われる。その場合、最大の課題となるのは、超近接トンネルの適用が優位と判断される地山条件や離隔距離の明確化である。これまでめがねトンネルでは、地山が悪く地耐力が不足するような場合には3本導坑方式が、地山が比較的良好な場合には中央導坑方式が適用されてきた。これまで施工された3件の超近接トンネルは、中央導坑方式のめがねトンネルが設計変更されたものである。その点から考えれば、中央導坑方式のめがねトンネルで施工できる地山条件であれば、超近接トンネルが適用でき、その優位性は高いと判断できる。

一方、従来であれば3本導坑方式のめがねトンネルで施工されるような地山条件の悪い場合には、阿部倉トンネルの施工事例^{7),8)}が参考になる。都市部の未固結泥岩層を3本導坑方式のめがねトンネルで施工した阿部倉トンネルでは、センターピラーの左右への傾斜や進行方向の不等沈下により、さまざまな不安定化現象が生じた。対策として力学的に有利となるようインバートの曲率を大きくし、インバート支保工による断面の早期閉合を行うことでトンネルは安定化した。これらのことから考えれば、先に述べたように弱点对策のためのセンターピラーの設置が新たな問題を生み出しており、インバート形状の変更や早期閉合、中間地山や脚部の補強を行うことで、地山条件の悪い場合でも、超近接トンネルの適用は可能であると思われる。優位性については今後詳細に検討する必要があるが、3本の導坑掘削やセンターピラーと側壁コンクリート打設を回避できるため、工期・工費の縮減量は新たな対策にかかる工期・工費の

増加量を上回ることが期待できる。

超近接トンネルの設計には、先に述べたようにFEM解析が必要不可欠である。ただし、FEM解析では、土かぶりめがねトンネルあるいは超近接トンネルの全幅より大きな場合において、変位や応力の結果が実際より大きくなることもある。FEM解析の実施にあたっては、モデル化の方法や結果の評価方法について十分検討する必要がある。

4-2 施工上の留意点

超近接トンネルの施工は、互いに独立した構造体である2本のトンネルを並列に掘削する単純な施工と考えられる危険がある。しかし、施工実績が少なく、設計手法が未確立な現時点では、施工中の課題は数多くある。従来のトンネル以上にトンネルの挙動計測が重要であり、何に着目して計測を行い、どのような評価を行うかが大きな問題となる。

従来、トンネルの安定性は、計測が比較的容易な変位によって管理されてきたが、施工条件の厳しい超近接トンネルでは、有意な変位が生じた後では対策が手遅れになる危険性がある。そのため、超近接トンネルにおいては、応力計測を主体としたトンネル安定性の評価が必要である。変位計測と比較して応力計測では、計測機器の選定や設置などに多くの経験が要求される。施工中は計測結果にもとづいて、既掘削部および未掘削部のトンネルの安定性を進捗に合わせて評価する必要があり、状況によっては掘削順序や補助工法さらには支保パターンの変更など、設計を含めて施工計画の大幅な見直しが必要となる。

以上のように、超近接トンネルは工期や工費の縮減が図れる合理的な施工方法である一方で、設計図面どおり施工すればよいという施工方法ではない。設計の妥当性と対策工の必要性を施工時の計測結果から判断し、必要な場合には適切な対策工を選択できる経験と技術が要求される。

5 おわりに

本稿では、筆者らの経験にもとづき、離隔距離

がほとんどない近接トンネルの施工方法として標準的に適用されてきためがねトンネルの問題点、それを解決すべく合理化を図った超近接トンネルの優位性、さらに超近接トンネルの設計・施工上の留意点について述べた。

単設のトンネルが施工可能であれば、必要な覆工厚あるいは必要な置き換え部を確保できるだけの離隔距離がある限り、超近接トンネルの施工は可能であると思われる。超近接トンネルの適用に際しては、FEM解析による設計が必要不可欠であるが、過去のめがねトンネルの計測結果にもとづいてFEM解析の長所と短所を把握しない限りFEM解析が有効なものとはならないことに注意する必要がある。本稿が、超近接トンネルの適用に際しての一つの判断材料となれば幸いである。

最後に、中川浩二・山口大学名誉教授には下津トンネルにおいて超近接トンネルの提案から施工までさまざまな側面からご支援いただきました。深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 豊里栄吉・岩島保・五十嵐瑞穂・梨本裕：土かぶりの薄いメガネトンネルを掘る，第二神明道路(改築)小東山トンネル，トンネルと地下，Vol.28，No.9，pp.27-40，1997.9.
- 2) 石川靖治・上村正人・米田裕樹・中川浩二：斬新な設計・施工のめがねトンネルで市街地に挑む，北九州市 下津ランプ連絡道路トンネル，トンネルと地下，Vol.34，No.5，pp.35-44，2003.5.
- 3) 上村正人・梨本裕・楳山孝司・青木宏一・進士正人・中川浩二：センターピラーを構築しないめがねトンネル工法の実用化と検証，土木学会論文集，No.756，VI-62，pp.75-87，2004.3.
- 4) 上村正人・梨本裕・楳山孝司・青木宏一・進士正人・中川浩二：作用荷重の比較に基づくめがねトンネル施工法の特徴，土木学会論文集，No.777，VI-65，pp.193-198，2004.12.
- 5) 高橋明生・木村文憲・本藤敦・櫻井孝臣：導坑も先進坑覆工もなしでめがねトンネルを施工，主要地方道茨木亀岡線 大門寺トンネル，トンネルと地下，Vol.36，No.2，pp.17-26，2005.2.
- 6) 田中隆行・黒川清和・荒川真一・森田篤：洪積砂礫層の小土かぶりめがねトンネル，南多摩 新滝山街道 戸吹トンネル，トンネルと地下，Vol.36，No.1，pp.17-25，2005.1.
- 7) 佐藤映・松長剛・小島正人・酒井照夫：市街地地すべり地帯のめがねトンネル(トンネル編)，久里浜田浦線 阿部倉トンネル，トンネルと地下，Vol.34，No.8，pp.21-29，2003.8.
- 8) 酒井照夫・宮野前俊一・黒木繁盛・森田浩二・櫻井孝臣・梨本裕：めがねトンネルにおけるセンターピラーの補強設計，土木学会論文集，No.770，VI-64，pp.33-42，2004.9.

『トンネルと地下』投稿原稿応募のご案内

1. 原稿は弊社ホームページ(<http://www.tunnel.ne.jp>)に掲載されている投稿規定により執筆して頂きます。
 2. 原稿のボリュームは、原則として刷上がりで8頁以内とします(図・表・写真含む)。
 3. 原稿掲載の採否は、本誌編集委員会で審査のうえ決定します。
 4. 掲載論文については当社規定の原稿料をお支払いいたします。
 5. 原稿は、原則として返却いたしません。
(注:「現場だより」の投稿は受付けておりません)
- 送付先 株式会社土木工学社 編集部 投稿係
〒162-0832東京都新宿区戸町16 メイジャー神楽坂
電話 (03) 3267-2888(代)

土木情報 No.391

今日の主な入札結果 (10月29日～11月30日)

事業主体	工事名	請負会社	請負額 単位 百万円
北開・旭川	一般国道12号旭川市旭川T	大林・地崎・荒井JV	2,700
北開・帯広	更別地区中央幹線排水路	東邦建設	416.5
東北農政	岩木川左岸(二期)農業水利事業左岸幹線用水路第二工区(その5)	鴻池組	208
関東農政	両総農業水利事業東部幹線用水路その3-1	大成建設	660
都市機構東日本	南八王子地区兵衛川7号雨水幹線外	早野組	360
日本下水道事業団	瀬戸内市邑久汚水幹線	福田組・荒木組JV	850
鉄道・運輸機構	東北幹, 上北T他	熊谷・本間・南・西田JV	3,220
"	九幹鹿, 大坊T他2	不動・株木・岩永・池田JV	1,000
中日本高速	第二東名高速道路静岡第5T	戸田・奥村組土木・安藤JV	6,150
"	近畿自動車道(紀勢線)昆沙野第一T	りんかい日産・大本組JV	3,200
"	東海北陸自動車道大瀬子T	青協建設	695
茨城県	国補那久流下第70の3号, 水戸幹線管渠(シールド)8工区	西松・鴻池・平和JV	1,237
都・水道局	板橋区前野町六丁目地先から同区前野町三丁目地先間配水本管(900mm)布設	日興建設・中江建設工業JV	498.5
都・下水道局	墨田区東向島五丁目付近再構築	足立建設工業	249
"	港区西麻布二丁目, 南青山二丁目付近再構築	日本国土開発	418
"	大田区田園調布一丁目付近枝線	星見建設	241.4229
"	新宿区大久保一, 二丁目付近管渠改良	東京三田組	114.38
"	北区中里一丁目, 西ヶ原四丁目付近再構築	戸田・村本JV	1,538
"	江東区越中島三丁目, 牡丹三丁目付近再構築その3	清水・大本・青木あすなるJV	609
"	江東区南砂一丁目, 北砂四丁目付近再構築	石川徳建設・東亜グラウト工業JV	312
都・新都市公社	町田市公共下水道鶴川雨水幹線その2	新開工業	131.8
京都府	荒堀汚水幹線管渠(その4)	大鉄工業	110
兵庫県	一般国道373号(円光寺バイパス)道路改築事業(仮称)円光寺T	吉田・神崎JV	625
大阪府	一級河川寝屋川松原南調節池築造	清水・国府JV	2,240
"	" 朋来調節池築造	鹿島・三井住友・奥村組土木JV	2,870
"	寝屋川流域下水道茨田(二)増補幹線(第2工区)下水管渠築造	佐藤・大末JV	1,595
和歌山県	国道425号(仮称福井2号T)道路改築	前田・初島・丸山JV	1,270
"	" (仮称新大峠T)特殊改良一種	三友・東JV	642
愛媛県	国道378号朝立T	佐藤・泉JV	1,088
福岡県	黒木幹線管渠築造	白石・原JV	186.5
"	主要地方道路田主丸黒木線道路改良(トンネル)	前田・大藪JV	685
熊本県	国道219号地域連携推進改築(球泉洞T)	西松・味岡・舛本・佐藤JV	2,830
函館市	銭亀沢3の14号汚水補助幹線ほか1下水暗渠新設	ハザマ・高木組JV	128
越谷市(埼玉県)	公下中川1号雨水幹線	鈴木組	680
千代田区	有楽町・銀座地区地下歩行者道路等整備	東亜・鉄建JV	855
横浜市	北部処理区市場地区下水道再整備(その7)	松尾工務店	195.83
"	第二山手隧道補強工事	三井住友建設	502
"	環状4号線φ1200ミリ配水管新設(その34)	大和建設産業	124.8
"	桜木線φ800ミリ配水管改良(その2)	鈴木土木	175
名古屋市	杜若雨水幹線下水道築造	村本建設	247
"	宝生雨水幹線下水道築造	五洋・浅沼・木原JV	1,540
京都市	有栖川中央幹線(雨水)(その2)	公成建設	219
神戸市	福谷中層配水池築造	熊谷組	315
松山市	小野川右岸雨水幹線(その1)	三井住友・二神組JV	811
呉市	隠渡汚水幹線(1工区)築造	若築・増岡組JV	696
高知市	長浜6号南浦長浜雨水幹線管渠築造	大成・大旺・須工JV	2,680



青木あすなる建設

AsunaroAoki

代表取締役社長 市木 良次

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

株式会社 浅沼組



代表取締役社長 浅沼 健一

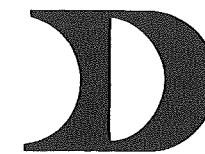
本社・大阪本店 〒543-8688 大阪市天王寺区東高津町12番6号 TEL. 06-6768-5222(代表)
東京本店 〒160-0007 東京都新宿区荒木町5番地 TEL. 03-5269-3111(代表)



安藤建設株式会社

代表取締役社長 山田 恒太郎

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



石田土木株式会社

代表取締役 石田 誠一

〒876-0814 大分県佐伯市東町11番19号

TEL0972-23-5811 FAX0972-22-3882

豊かな未来づくりのパートナー



梅林建設株式会社

代表取締役社長 梅 林 秀 伍

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

謹 賀 新 年



OBAYASHI

株式会社 大林組

代表取締役 脇村 典夫

〒108-8502 東京都港区港南2-15-2

謹 賀 新 年



CHALLENGE 21C
KIBE

木部建設株式会社

代表取締役社長 木部 信敏

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

好きです、大地。たいせつに築きます、未来を…



OKUMURA CORPORATION

取締役社長 奥村 太加典

本社 大阪市阿倍野区松崎町2-2-2 TEL06(6621)1101
東京本社 東京都港区芝5-6-1 TEL03(3454)8111

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

人と地球の未来を考える



熊谷組

取締役社長 大田 弘

〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2番1号 TEL:03-3260-2111

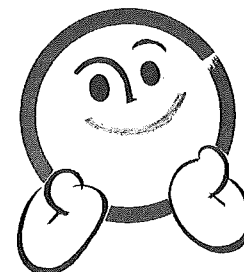
<http://www.kumagaigumi.co.jp>

100年をつくる会社。

鹿島

代表取締役社長 中村 満義

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



にしたいから。



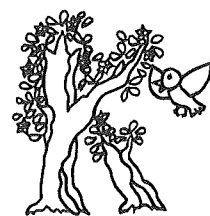
答えをいつも、



鴻池組

KONOIKE CONSTRUCTION CO.,LTD.

本社 〒541-0057 大阪市中央区北久宝寺町3-6-1
大阪本店 TEL. 06(6244)3500
東京本店 〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台2-3-11
TEL. 03(3296)7700



KABUKI

「テクテク」と 一歩 一歩 着実に前進します!

T Q T Q

TECHNOLOGY (技術)・QUALITY (品質)・TENDER TREATMENT (親切)・QUICK RESPONSE (迅速)



株木建設

取締役社長 株木 雅浩

東京都豊島区高田3丁目31番5号
電話 03(3984)4111(代表)



五洋建設株式会社

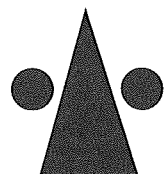
代表取締役社長 鉄村 和二郎

東京都文京区後楽2-2-8 www.penta-ocean.co.jp



Mr. PENTA

ワクワク未来
創りたい



木原建設株式会社

KIHARA CORPORATION SINCE 1899

代表取締役社長 木原 一治

本社 福井県越前市大虫町7号2番地
東京本社 東京都港区芝大門2-6-7 木原ビル内(4F~6F)

TEL.0778・24・2200(大代)
TEL.03・3436・4933(大代)

お渡しするのは「建設品質。」です。



佐藤工業

代表取締役社長 杉 晟

〒103-8639 東京都中央区日本橋本町4-12-20 TEL (03) 3661-1794

謹 賀 新 年

HEP&JES工法

High speed Element Pull method & Jointed Element Structure

JTC 株式会社 ジェイテック

代表取締役社長 森谷卓雄

〒101-0051 東京都千代田区神田神保町3-12-3 神保町スリービル 電話 03-5215-5614 FAX 03-5215-5624

人がつくる、人の場所。



清水建設

取締役社長 野村哲也

〒105-8007 東京都港区芝浦1-2-3(シーバンスS館) TEL (03) 5441-1111

地球にスマイル——総合建設エンジニア



株式会社
白石

土木・建築—設計・施工—

取締役社長 相馬 諄胤

〒101-8588 東京都千代田区神田岩本町1番地14
電話 03(3253)9111(代表)
<http://www.shiraishi.com/>

新しい技術とコストの提案/次世代への挑戦



新日本開発株式会社

代表取締役社長 箕井 伸

大阪本社 〒550-0012 大阪市西区立売堀2-4-19 代表TEL06-6543-1175
東京支店 〒101-0041 東京都千代田区神田須田町1-7 代表TEL03-3526-6660
(営業所/出張所) 和歌山・兵庫・京都・沖縄 (工場/倉庫) 兵庫・沖縄



株式会社 すばる建設

代表取締役社長 稲村 政彦 (旧稲村工務店)

〒341-0024 埼玉県三郷市三郷三丁目6番地6
TEL. 048-952-8338 FAX. 048-953-3654

謹 賀 新 年

大地への愛 人間への愛



銭高組
社長 銭高一善

本社 大阪市西区西本町2丁目2番11号
なにわ筋ツインズウエスト
TEL (06) 6531-6431
東京都千代田区一番町31番地
TEL (03) 3265-4611
支社・支店 大阪・東京・北海道・東北・北関東・千葉
横浜・北陸・名古屋・神戸・広島・四国・九州
URL <http://www.zenitaka.co.jp/>

DIA 第ダイヤモンド工事株式会社

代表取締役社長 霞流 巡

本社 東京都目黒区東目黒4-16-31 TEL03(3417)1911 FAX03(3417)3777
首都圏営業本部 〒158-0095 東京都世田谷区瀬田2-23-7 TEL03(3700)6636 FAX03(3700)6671
支店 さいたま・千葉・仙台・静岡
<http://www.daiichi-diamond.co.jp/>

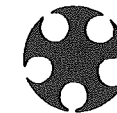


大成建設株式会社

社長 葉山 莞児

〒163-0606 東京都新宿区西新宿1-25-1 電話 (03) 3348-1111

信頼に応える確かな技術



大豊建設株式会社

取締役社長 内田 興太郎

〒104-8289 東京都中央区新川1丁目24番4号
電話 東京 03(3297)7006



TAIHEI KOGYO 太平工業株式会社

心をこめた技術を

代表取締役社長 澤田 靖士

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

謹 賀 新 年



株式会社 竹中土木

取締役社長 竹中康一

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



株式会社 地崎工業

代表取締役社長 北條 紘次

〒064-8588 札幌市中央区南4条西7丁目6番地 電話(011)511-8111
〒105-8488 東京都港区新橋5丁目11番3号 電話(03)3436-3172



信用と技術の 鉄 建

代表取締役社長 山本 卓朗

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

DOWA construction 同和工営株式会社

代表取締役社長 坂牧 靖昭

岡山本店 〒702-8609 岡山県岡山市築港栄町31番10号 TEL. 086-262-9200(代表)
支店・営業所 青森・大館・秋田・盛岡・東北(仙台)・東京・多摩・千葉・岡山・広島・九州(福岡)

戸田建設株式会社

代表取締役社長 加藤 久郎

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

謹 賀 新 年

飛島建設株式会社

代表取締役社長 池原 年昭

本社/東京都千代田区三番町2番地 〒102-8332 TEL. 03-5214-8200
支店/札幌・東北・関東土木・関東建築・千葉・埼玉・横浜・
名古屋・北陸・大阪・広島・四国・九州・国際

毎日ふれあう技術



西松建設

代表取締役 国澤 幹雄

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



日本基礎技術株式会社

JAPAN FOUNDATION ENGINEERING CO.,LTD.

代表取締役社長 湯澤 栄次

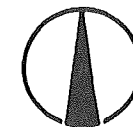
本 社 〒530-0037 大阪市北区松ヶ枝町6番22号 TEL 06(6351)5621 FAX 06(6355)2077
東京本社 〒150-0031 東京都渋谷区桜丘町15番17号 TEL 03(3476)5701 FAX 03(5489)7821
URL : www.jafec.co.jp

Hazama

代表取締役社長 新名 順一

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

こころを育む環境づくりをめざして



不動建設

取締役社長 高橋 昭夫

大阪本社/大阪市中央区平野町4-2-16 Tel(06)6201-1121
東京本社/東京都中央区日本橋小網町6-1 Tel(03)5644-8500

謹 賀 新 年



創ります。人と自然と文明の共存を。

株式会社本間組

代表取締役社長 本間達郎

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



前田建設工業株式会社

取締役社長 前田靖治

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

真柄建設株式会社

取締役社長 真柄宏司

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



三井住友建設株式会社

代表取締役社長 宮田博之

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



たくみの技と誠の心で 名工建設株式会社

代表取締役社長 増水防夫

■本店/名古屋市中村区名駅1-1-4 JRセントラルタワーズ34階 TEL.052-589-1501(代)



謹 賀 新 年



矢作建設工業株式会社

取締役社長 山田文男

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



吉岡建設株式会社

代表取締役社長 吉岡隆一

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



豊かな未来へ 技術のメッセージ

若築建設



代表取締役社長 彦坂義助

■本社 東京都目黒区下目黒2-23-18 TEL.03-3492-0271

計測コンサルタントの Esco 株式会社 エスコ

代表取締役社長 小林保男

本社 〒220-0023 横浜市西区平沼1-8-5 TEL.045(321)1077
東京事務所 〒104-0031 東京都中央区京橋1-6-8 TEL.03(3564)5801
大阪支店 〒532-0012 大阪市淀川区木川東3-9-24 TEL.06(6305)6468

「道づくり」「道まもり」「道づかい」を常に考えています。



株式会社 片平エゴリアゴ

代表取締役社長 藤波督

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

謹 賀 新 年

建設コンサルタント
Contec 株式会社 コンテク

代表取締役 定塚 正行

〒116-0014 東京都荒川区東日暮里5丁目41番2号 電話(03)5850-7811(代表)



EARTHON

「地球とずっと。」語り合い、「地球とずっと。」生きる。

代表取締役社長 田二谷正純
上席フェロー技術センター長 大島 洋志

国際航業株式会社

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



株式会社
ダイヤコンサルタント

代表取締役社長 田井中 彰

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



総合建設コンサルタント
株式会社 ドーコン

代表取締役社長 柳川 捷夫

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



土木計測の総合コンサルタント

株式会社 **東亜測器**

〒220-0051 横浜市西区中央1丁目28番8号 電話(045)321-1653(代)

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

謹 賀 新 年

総合建設コンサルタント



パシフィックコンサルタンツ株式会社

代表取締役社長 高橋 仁

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

都市トンネルの設計, 近接施工の設計・計測管理, 資機材の販売・リース



メトロ開発株式会社

代表取締役社長 大門 信之

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



道路, トンネル設計, トンネル現場診断

株式会社 ロード・エンジニアリング

代表取締役社長 田島 利男(フェロー)本誌編集顧問 大阪支店長 亀甲谷義高(技術士)
専務取締役 清水 洋(技術士) 福岡支店長 朽網 新
常務取締役 山田 憲夫

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 大阪府高槻市西町2丁目21番38号 電話 (072)691-0711
福岡支店: 〒812-0016 福岡県福岡市博多区博多駅南1丁目15番22号 電話 (092)436-1588



アトラスコプコ株式会社

土木鉱山機械事業部

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

トンネル工専用

各種配管材,R-P-Eロックボルト,足場板,風管,手摺材,パイプハンガー,シールド用二重枕木(T-S-T),
エア抜きパイプ(ANP),逆止弁,プラグ,ボルトボックス蓋,アルミレール,油圧トルクレンチ



「満足を売る」
株式会社 イズミ

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

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

謹 賀 新 年



奥村機械製作株式会社

OKUMURA MACHINERY CORPORATION

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

日本で生まれ、世界へ広がる。 NATMの補助工法

KATECS 株式会社 カテックス

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

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

KYB カヤバシステム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO.,LTD.

代表取締役社長 石井英勝

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

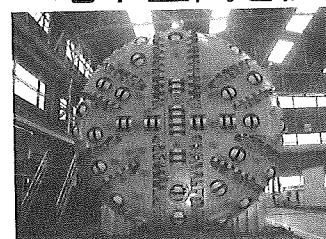
【取扱製品】 ブームヘッダー型トンネル掘削機、ミゼットマイナー型トンネル掘削機、
ブームカッターシールド掘進機、ウォーキングシールド掘進機、シャフトヘッダー(立坑掘削機)、HEP

クボタダクタイルセグメント/継手金物

株式会社クボタ <産業機材営業部>

本 社 ☎556-8601 大阪市浪速区敷津東1丁目2番47号 ☎06(6648)3731 FAX06(6648)2260
東京本社 ☎103-8310 東京都中央区日本橋室町3丁目1番3号 ☎03(3245)3528 FAX03(3245)3568
北海道支社 ☎011(214)3170/中部支社 ☎052(564)5011/中国支社 ☎082(225)5563/九州支社 ☎092(473)2471

地下空間を開拓するコマツのトンネル機械



営業本部トンネル機械営業部
〒107-8414東京都港区赤坂2-3-6
TEL03(5561)2725
FAX03(5561)2905

KOMATSU

謹 賀 新 年



SANDVIK サンドビックトーヨー 株式会社

〒222-0033 横浜市港北区新横浜2-15-12 共立新横浜ビル6F
TEL.045-478-0660 FAX.045-478-0661

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

ずい道用支保工並びに深礎工専用補強リング

三和工業株式会社

取締役会長 東 庄五郎

代表取締役社長 鈴木貞宏

本 社 〒236-0003 横浜市金沢区幸浦2丁目3番地1号 ☎045-785-2311(代)
工 場 横 浜 ・ 糸 魚 川

NATM・防水シートシステム・水膨張シール材を販売するメーカー



シーアイ化成株式会社

土木産業資材事業部

〒104-8321 東京都中央区京橋1丁目18番1号 東京(03)3535-4565

支 店/ 東京 大阪 名古屋 福岡 仙台 札幌

成和リニューアルワークス株式会社

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

〔営業品目〕

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



TAIKU

株式会社 タイクウ

代表取締役 赤 阪 全 七

〒144-0047 東京都大田区萩中三丁目6番5号

☎(03)3741-3131(代表) FAX(03)3741-6457

【取扱製品】 カッタローダ、タフロダ、エアモータ

謹 賀 新 年



デンカケミツウ 電気化学工業株式会社

代表取締役社長 晝間 敏 男
本社特殊混和材事業部長 武 富 邦 昭

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

H支保工・ロックボルト・自穿孔ボルト・モルタル等トンネル資材の総合商社

トピー実業株式会社

代表取締役社長 吉 田 泰 久

〒102-0081 東京都千代田区四番町5番地9(東亜ビル)
電話 東京 03(3230)6410(代表) FAX 03(3230)6458

トンネル用機械販売・リース、土木資材販売

日豊商事株式会社

代表取締役社長 中島 莞爾

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

未来への確かな技術

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

FRD 古河ロックドリル株式会社

代表取締役社長 加藤 洋一郎

〒101-0047 東京都千代田区内神田二丁目15番9号
特機営業部 TEL. 03-3252-2544 FAX. 03-3252-2548 URL: <http://rvs.furukawakk.co.jp/ms/>

トンネル補修工事・鋼アーチ支保工・ロックボルト

株式会社 マシノ

代表取締役社長 増野 裕人

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

謹 賀 新 年

代理店



ロードヘッダ、ツインヘッダ、コンクリート橋脚はつり機、トンネル換気設備

ミイケ機材株式会社

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

製造元
販売元



株式会社 三井三池製作所

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

ジオフロントに技術と実績で迫る 三菱トンネル掘削機(シールド,TBM)

三菱重工業株式会社

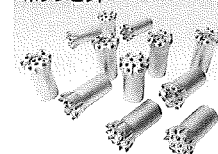
地中建機事業ユニット営業グループ
東京都港区港南二丁目16番5号 〒108-8215 TEL.03(6716)3111



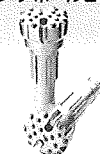
MITSUBISHI
DIABIT

三菱マテリアルの建設工具
MEET YOUR REQUEST!!

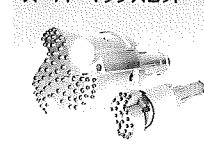
ボタンビット



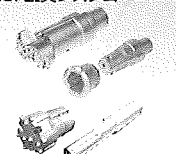
ダウンザホールビット



スーパーマックスビット



AGF工具システム



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

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

ヤマモトロックマシン株式会社

代表取締役 山本 勝 俊

東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル713区

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

株式会社 流機 エンジニアリング

代表取締役社長 西村 章

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

<http://www.ryuki.com/index.html> E-mail: eigyobu@ryuki.com

トンネル工事のコストダウンにご利用ください

高効率・低粉じん

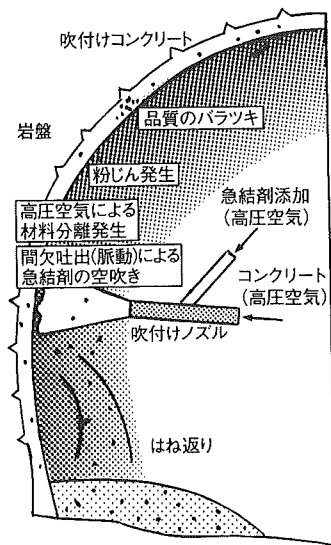
SEC吹付けコンクリート

建設技術審査証明(平成15年土木研究センター建技審証第0309号)

【性能向上のために分割練混ぜ(SEC)をしたコンクリート】

- はね返り率、粉じん発生量は、一括練りに対して10%以上減少する。
- 材齢28日コア圧縮強度は一括練りに対して10%以上高い。

吹付けコンクリートの課題



SECおよび高品質吹付け技術(シリカフェーム・石灰石微粉末を活用して粘性の向上を計る)による課題の改善

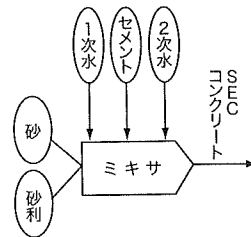
SECの造殻効果

- ・分離抵抗性の増大
- ・ホース内圧送抵抗の低減
- ・ポンプ圧送性の向上
- ・急結剤・混和剤使用量の低減

高品質吹付けの効果

- ・粘性の向上によるさらなる分離抵抗性の増大
- ・はね返り・発生粉じんの大巾な低減
- ・トンネル掘削コストの縮減

SEC対応のバッチャープラント



- 実績**
- 湿式吹付け(一般) : 140トンネル
 - 高品質吹付け(新幹線・他) : 120トンネル
 - 初期高強度吹付け(新幹線) : 4トンネル
 - 高強度吹付け(第2東名・他) : 5トンネル

SEC®(Sand Enveloped with Cement) 工法は、配合水を分割投入して練り混ぜることにより、低水セメント比のセメントペーストを骨材表面に付着(造殻)させるコンクリート工法です。

吹付けコンクリートにとって必要なコンクリートとは、過酷な加圧&外力(ポンプ圧送圧、空気圧、壁面への衝突圧)に抗することができる粘性をもった材料分離が少ないコンクリートです。

これをSEC工法により経済的に製造することで吹付けコンクリートの施工性能が向上します。

SECコンクリート機械協会がお手伝いさせていただきます。

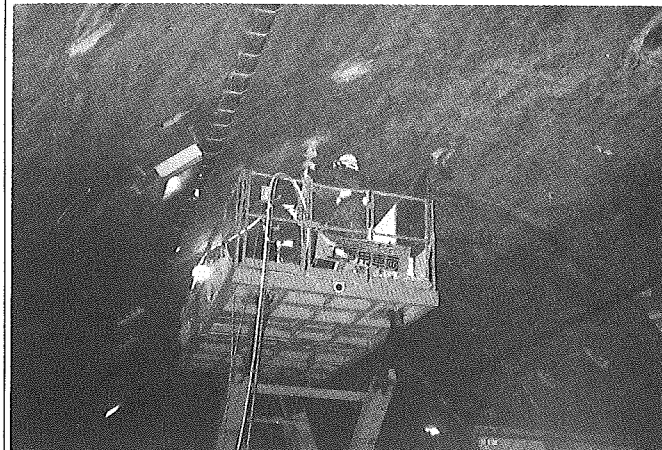
SECコンクリート機械協会

正会員	リブコンエンジニアリング(株)	石川島建機工業(株)	(株)東洋製作所	(株)北川鉄工所
	光洋機械産業(株)	成和機工(株)	石川島建機(株)	(株)ティーエムシー
	日工(株)	名岐機器(株)	丸友機械(株)	村上工業(株)
特別会員	大成建設(株)	(株)大林組	清水建設(株)	(株)熊谷組
賛助会員	ユアサ商事(株)	東友エンジニアリング(株)	グレースケミカルズ(株)	(株)ボゾリス物産
	伊藤忠建機(株)	(株)イゲタブロテック	新和商事(株)	(株)フローリック
	日産機(株)	電気化学工業(株)	太平洋マテリアル(株)	

事務局 〒100-0006 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号 新有楽町ビル リブコンエンジニアリング(株)内
電話 03(3287)8011(代) FAX 03(3287)8015 協会 <http://www5.ocn.ne.jp/~seckikai/>

硬質発泡ウレタン セットフォーム工法

急結性・高性能空隙充填材

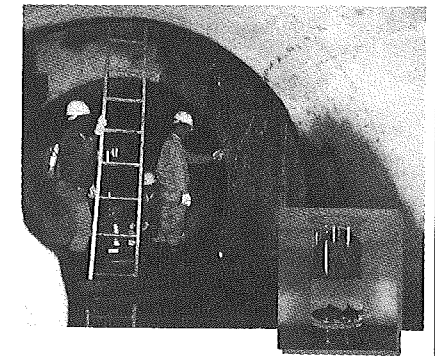


- シールドにおける滞水層、軟弱地盤の全面裏込め注入
- シールド急曲線部の裏込め注入(即時地盤反力の効果)
- トンネル構造物などの背面空洞充填
- 深基礎工法の裏込め(止水、裏込め後の即時掘削可能)

漏水を瞬時にストップ!

SF-A工法

長期耐久性に優れた
無溶剤タイプの
ウレタン系止水材



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

ケミカルフォーム協会会員

アルス株式会社	〒950-0944	新潟県新潟市愛宕	1-4-25	TEL 025-280-0337
エコシビックエンジ株式会社	〒135-0047	東京都江東区富岡	1-12-4	み満きビル TEL 03-3643-7241
株式会社共ショウ	〒103-0014	東京都中央区日本橋蛸殻町	1-12-6	TEL 03-3668-8416
株式会社共和	〒462-0832	名古屋市北区生駒町	7-148-1	TEL 052-911-3984
寿建設株式会社	〒960-0231	福島市飯坂町平野	字東地藏田 8-1	TEL 024-543-0511
四国リニューアル株式会社	〒780-0804	高知市日の出町	2-12	TEL 088-878-0050
ショーレジ株式会社	〒104-0032	東京都中央区八丁堀	3-14-4	直平ビル TEL 03-3551-8391
成和リニューアルワークス株式会社	〒163-0610	東京都新宿区西新宿	1-25-1	TEL 03-5326-0720
株式会社西日本サイベックス	〒755-0032	山口県宇部市寿町	3-5-23	TEL 0836-21-2666
日本総合防水株式会社	〒171-0022	東京都豊島区南池袋	3-11-10	ペリエ池袋 TEL 03-5950-8211
林建設工業株式会社	〒998-0023	山形県酒田市幸町	1-6-6	TEL 0234-23-3322
フジモリ産業株式会社	〒141-0022	東京都品川区東五反田	2-17-1	オーバルコート大崎マークウエスト TEL 03-5789-2206
株式会社マシノ	〒733-0822	広島市西区庚午中	1-19-23	TEL 082-507-2737
株式会社松井商店	〒007-0870	札幌市東区伏古	10条2丁目 11-8	TEL 011-782-4441
株式会社マノール	〒142-0043	東京都品川区二葉	1-18-8	TEL 03-3787-1131
株式会社三原工業	〒531-0073	大阪市北区本庄西	3-7-5	TEL 06-6371-9947
株式会社山三商事	〒103-0023	東京都中央区日本橋本町	2-6-13	TEL 03-3662-0253

協会事務局

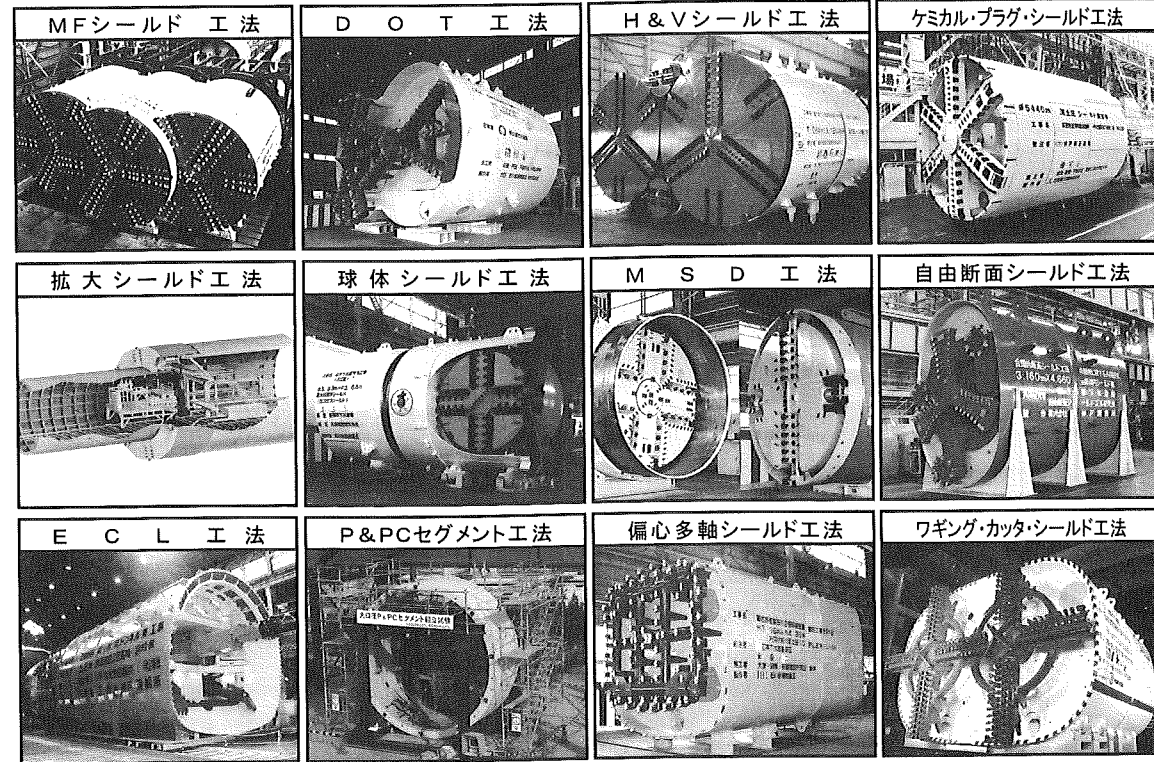
〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町3-34-5 浜町ビル
ニッシンボウ・エンジニアリング(株)内 TEL.03-3668-5671

製造元 日清紡 化成品事業本部

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

地下の空間を創る

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



シールド工法技術協会

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

正会員

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

清水建設(株)
白石
西武建設(株)
銭高組
大成建設(株)
竹中土木
大日本土木(株)
大豊建設(株)
地崎工業
鉄建建設(株)
テトラ
東亜建設工業(株)
東急建設(株)
東洋建設(株)
飛鳥建設(株)
西松建設(株)
日特建設(株)
日本国土開発(株)

間組
ビーエス三菱
フジタ
不動建設(株)
本間組
前田建設工業(株)
松村組
三井住友建設(株)
みらい建設工業(株)
村本建設(株)
名工建設(株)
森本組
りんかい日産建設(株)
若築建設(株)

日立建機(株)
日立造船(株)
三菱重工業(株)
石川島建機工業(株)
SMCコンクリート(株)
クボタ
新日本製鐵(株)
新和コンクリート工業(株)
JFE建材(株)
ジオスター(株)
住友金属工業(株)
都築コンクリート工業(株)
フジミ工研(株)

第一化成産業(株)
テルナイト
ベントナイト産業(株)
マルマテクニカ(株)
ミイケ機材(株)
新井組
安藤建設(株)
伊藤組土建(株)
植木組
勝村建設(株)
株木建設(株)
古久根建設(株)
JFE工建(株)
太平工業(株)
大旺建設(株)
大末建設(株)

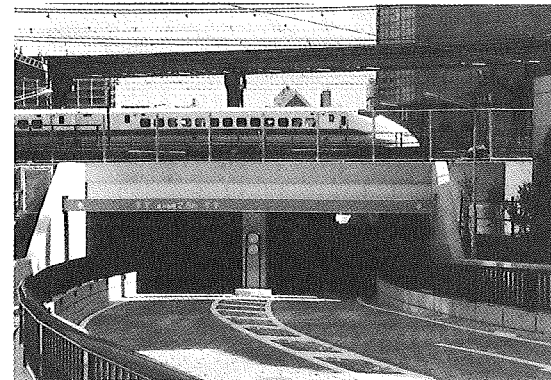
東鉄工業(株)
徳倉建設(株)
奈良建設(株)
福田組
真柄建設(株)
矢作建設工業(株)
アクトィオ
加マカロエンジニアリング
成和リニューアルワークス
中央工業(株)
東洋工業(株)
日本コンクリート工業(株)
朝日ネットワーカーズ

賛助会員

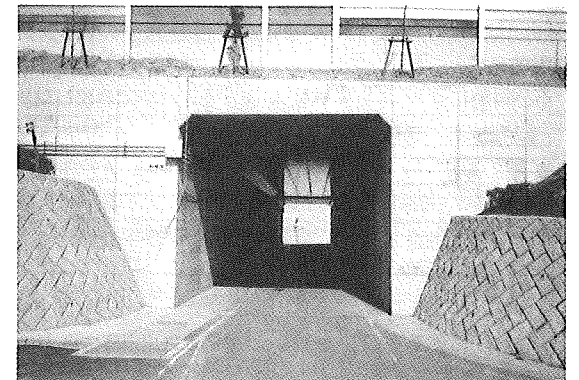
神崎商店
京浜ソイル(株)
太平洋ソイル(株)
立花マテリアル

新時代を構築するテクノロジー

URT工法 PCR工法



東海道本線川口架道橋 (2径間連続ボックス形式)



中央自動車道鳥沢西横断ボックス工事

URT協会会員 (五十音順)

アイサワ工業(株) 金下建設(株) 第一建設工業(株) 日本ケーモ-工事(株)
(株) 浅沼組 九鉄工業(株) 大成建設(株) 日本国土開発(株)
石川島建機工業(株) (株) 熊谷組 大鉄工業(株) (株) 間組
石川島播磨重工業(株) 広成建設(株) (株) 竹中土木(株) フジタ
伊藤組土建(株) (株) 鴻池組 (株) 地崎工業 不動建設(株)
(株) 植木組 五洋建設(株) 鉄建建設(株) 前田建設工業(株)
大木建設(株) 佐藤工業(株) 東亜建設工業(株) 三井住友建設(株)
(株) 大林組 三軌建設(株) 東急建設(株) 村本建設(株)
(株) 大本組 ジェイアール東海建設(株) 東鉄工業(株) 名工建設(株)
(株) 奥村組 清水建設(株) 東洋建設(株) (株) 森本組
オリエンタル建設(株) 西武建設(株) 戸田建設(株) ユニオン建設(株)
(株) 加賀田組 (株) 銭高組 飛鳥建設(株) りんかい日産建設(株)
鹿島建設(株) 仙建工業(株) 西松建設(株)

URT協会

事務局/〒100-0006 東京都千代田区有楽町1-12-1 石川島建機工業株式会社内 電話 03-3216-2933
URL <http://www.urt.jp/>

URT事務局分室

〒100-0006 東京都千代田区有楽町1-12-1
石川島建機工業株式会社内 電話 03-5221-7273

PCR事務局分室

〒140-0001 東京都品川区北品川1-8-11 ダヴィンチ品川II
日本ケーモ-工事株式会社内 電話 03-5462-8171

●カタログ請求・お問い合わせ先: URT事務局分室・PCR事務局分室

コストダウンを可能にする Kリング

特許出願中 (特願2001-309314号)

トンネル工事におけるインバート、アーチ鉄筋組立金物

トンネル施工時の覆工工事における、鉄筋補強工事は、坑内上部・壁部にアンカーを打ち、そのアンカー筋に段取り筋を溶着し、それにアーチ筋を取付けていましたが、“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。

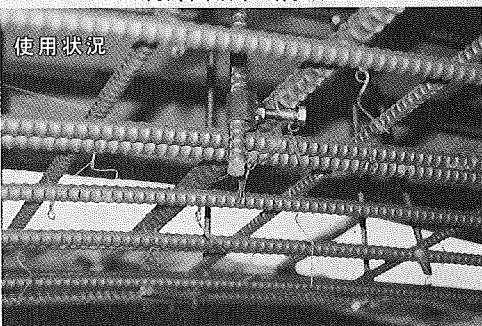
ご納入実績

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

製造・販売元

KTK
 ケーティーケー

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



Bits & Roller Cutters

カッタビット

ローラカッタ

TBM岩盤掘削、シールド式複合地盤等、各種組み合わせ対応
 サイズ：150m/m～483m/m (6インチ～19インチ)
 刃先・リング交換式、チップインサート式

自由断面機用ビット/ホルダ

STARLOYは、ローラカッタ、カッタビットの専門メーカーとして知られ、その独創的で多彩な製品群は国内外で広く使用されています。特に近年、ユーザーニーズに応えローラカッタのアフターサービス等にて、「トータルコストダウン」に寄与しています。

株式会社 スターロイ 営業本部 starloy0@oak.ocn.ne.jp
 TEL (06) 6621-1734

連載講座

都市トンネル工事の計測(1)

—講座をはじめるにあたり—

東京電力(株)工務部設備渉外・調整グループ課長 佐藤 亘

① はじめに

「トンネルと地下」の都市トンネルに関する連載講座では、これまでにシールド、立坑全般、セグメント、補助工法、立坑掘削技術などのテーマを取り上げてきた。本講座では、都市トンネルに関する計測を取り上げることとし、講座名を「都市トンネル工事の計測」とした。対象とする都市トンネル工事は、トンネル本体工事はもちろんのこと、トンネル機能に応じて必要となる駅舎部や道路ジャンクション部の開削工法による工事、あるいは関連する既設構造物防護とした。さらに、供用後の維持管理における計測データの活用まで含める予定である。

今回、都市トンネルの計測をテーマとして取り上げた理由は、新設工事における設計技術の検証および向上への寄与や、ライフサイクルコスト低減の観点から踏まえた既設構造物の維持管理状態に対する検証はもちろん、大深度地下使用法の施行に伴う大深度地下での長期計測の必要性という新しい時代の趨勢を考慮したためである。また、計測技術は構造物に対して横断的に適用でき、多くの技術者の興味ある分野でもあることから、現状を踏まえてある程度体系立てた計測技術に関する情報発信が適当と考えたためである。

② 連載講座のねらい

わが国では少子高齢化社会を迎え健康ブームに拍車がかかり、中高年の方は、健康食品へのこだ

「都市トンネル工事の計測」連載講座小委員会

小委員長	佐藤 亘	東京電力(株)工務部設備渉外・調整グループ課長
委員	粥川 幸司	(財)地域地盤環境研究所東京事務所主任研究員
〃	杉山 仁實	日本工営(株)総合技術センターセンター長
〃	田中 弘	日本シビックコンサルタンツ(株)事業統括本部取締役本部長
〃	中川 雅由	鹿島建設(株)土木設計本部プロジェクト設計部シールドグループグループ長
〃	名倉 浩	(株)間組土木事業本部技術第一部課長
〃	西田 義則	大成建設(株)東京支店土木第一部統括所長
〃	水上 博之	パシフィックコンサルタンツ(株)交通事業本部鉄道部技術部長

わり、ジムトレーニング、人間ドックでの健康診断にお金と時間を使い、異変を事前に察知し病気や不健康な状態にならないように留意している人が増えているように見受けられる。この事前察知の際に各種測定機器を使用し、その数値を確認、記録し、管理を行っており、その値の評価を酒の肴にしていることはしばしば見かけるところである。また、日常生活で不可欠な自動車は、工場での製造段階の材質や寸法のチェック、組立後の配管、制動機能のさまざまなチェックなど、計測によって品質が確認されている。また、ユーザーが自動車を運転する際には、エンジンの回転数や速度、ガソリンの量などが常に計測され、運転条件に応じて最適な性能が発揮されるような計測とリンクしたシステムが組み込まれている。このよう

に身近な生活の回りを見渡しただけでも製造から維持管理まで測定が必要不可欠な面が多く、異常な状況が発生した場合にその原因追求のため、定量データを抽出して評価する。このように身の回りには計測が欠かせなくなっている。

地中構造物の設計や施工に携わる技術者は「どのような工事に対して、どのような計測技術が適用可能か、どのような評価がなされるのか、どのような課題があるか」に関心があると思われる。しかし、構造物の計測は工事費低減の観点から十分にその機能やその設置条件を考慮されないことが多い。計測器の特性や計測計画立案に過去の実績やデータ評価を考慮することにより、構造物が受ける挙動をより正確に把握でき、更に効率的な構造物の設計や維持管理が可能となることが期待できる。

本講座では、このような背景を踏まえて「多様化している計測」について、計測器の原理や特性の紹介に加えて、適用にあたっての留意点や対象構造物別の施工現場での計測結果の評価や計測上の工夫についても記載する予定である。さらに、計測データの有効活用の観点から供用中の長期計測に向けた計測データ集約の新しいシステム案についても紹介する予定である。最終回は経験者による座談会形式とし、最新的话题を踏まえた原稿として書き下ろせなかったこれからの計測のあり方について記載する予定である。

以上のような本連載講座のねらいに沿って、掲載する計測技術は極力新しい技術を取り上げ、かつ、将来の設計・施工に役立てられることに配慮した。記載内容は、計測器の技術開発や現場での計測事例を予定しており、実際に開発や施工に携わった技術者に執筆をお願いし、小委員会を発足させた。

③ 計測の歴史

物を測ることの歴史的背景について振り返ってみたい。現世人の時代は、新石器時代のBC7000年より古い段階から農耕牧畜がはじまった。農耕で土を用いることから、地盤の掘削や地面を耕や

すことや用水路を構築する作業が行われていたと想像できる。これ以降、BC2500年ごろエジプトにフク王のピラミッド、BC700年ごろエルサレムで地下トンネルによる導水トンネル、BC110年ごろローマ大水道工事が完成した。このように紀元前の相当古い時代にダム、ピラミッド、運河、導水トンネル、水道工事が実施されている。これらの工事は考古学的な調査から、計測や測定技術なしでは達成できなかったと考えられる。さらに、人類の歴史が進むにしたがい、都市が形成され、その機能を確保するために建設工事も多岐にわたり各分野で発展を続け、今日に至っている。

これらの建設工事での計測は、測量、検尺が主であったと推定することは容易である。このため、初期には水を利用した水準器、重力を利用した垂玉糸が使用されていた。この時代に天文学の発達により望遠鏡の発明と同時に望遠鏡内に十字線を組み込んだ現在のタイプのレベル、トランシットの原型ができた。現在、土木計測で使用される土圧計、ひずみ計器に代表される計測機が開発されたのは1910年ごろGoldbeckによる土圧計であった。これは、土やコンクリート、鋼材による構造物がこのころ施工されたためと考えられる。これら計測器の変遷は以下のとおりである。

土圧計は、前述の1910年の開発時には、フィルダムの研究を目的としていた。また、その後、米国のBuricがGoldbeckのセル改造を行った。土圧計の直径と厚みの比率により精度が変化すると研究成果に着目して、WihilffinとMorrisがこの比率が、計測値に与える影響を評価した。現在では土圧計の地盤剛性との比や材料の剛性が真の土圧に与える影響が検討されている。

ひずみ計は、米国カリフォルニア大学のCarlson博士が考案し、一般にカールソンひずみ計と呼ばれている。これは種類が多く、長期測定を目的とした堅牢な構造とし、温度補正が可能となった。日本ではこの生産が昭和29年に始まった。

1950年以降日本で建設された大ダムでは、大部分でこの計測器が設置され、1960年代以降はその卓越した機能が高く評価され、ダム以外の土木、

建築分野で広く普及していった。

ワイヤーストレインゲージは、欧米で1850年代から抵抗線の張力と電気抵抗変化との現象について研究され、ドイツで航空機のプロペラ振動計測に使用された。その後、米国でコンクリートダムの内部応力測定に適用されている。このように当時は建設部門ではなく機械工業を中心とした一般工業界で多く利用された。とくに第二次世界大戦後の欧米でも研究が進み、国内では船舶と鉄道において先駆的に適用され、その後、建設業界でも利用されるようになってきた。

これ以外の計測器についても応力、圧力、ひずみのみではなく沈下、変位、傾斜計など多岐にわたりそれぞれ著しい進歩が見られた。一般的に現場測定に専用計器が開発されたのは、計測という精密な要素と相反する過酷な使用条件を満足させるためである。実験室や製造工程での環境に比較し土木、建築工事は、屋外、地中などの環境条件が厳しいこと、工事期間が長く計測期間も長いこと、工事に伴う施工環境変化も激しいことから保水性や耐候性が重要となった。

昭和30年代に埋設したセンサが機能を果たさなくなる例が多く、土圧計も設置技術の未熟さや計測値のばらつきが多いことから測定値の評価も課題となるケースが多く発生した。そのため、以下への対応が必要となる。

- ① 堅牢性が現場で要求され、熟練者が慎重に扱う必要があること。
- ② 広範な気温変化、湿度変化への順応力があること。
- ③ 長期計測に耐える耐候性と長期の安定性があること。

計測の歴史をふりかえると産業界の発展にしたがいその要求品質の高まりや計器使用時の不具合への対策や計測データ活用の変化を受けて計測器が発展しているようである。現在、さまざまな計測器を構造物や地盤に適用して計測し、より精度の高い計測の可能性、新しい計測対象物への応用や解析技術に対応した検証、長期計測が行われている。今後とも計測器の性能向上は続くと考えられ

る。

④ 本講座の構成

小委員会では、前述したように最近の計測状況について議論して、連載にあたっては同一の技術はなるべくまとめて対象を明確にした。この講座は本号を含めて10回の掲載を予定しており、以下に各号の内容と技術継承に関する事項も記載する。

第2回では最近の計測技術の概要として計測器別の作動原理と特徴、その長所と短所、計測の信頼性などについて記載する予定である。

技術者は、実現場での計測データ評価について設計との対比、対策有無の判断の観点から興味があると思われる。この対象として、都市トンネルでのシールドトンネルと発達立坑と地下鉄駅舎や道路トンネルのランプ部が特徴的な構造形態と考えられる。掲載にあたっては現場の計測例を計測の重要性、構造形状、規模、計測目的の観点から類別することが有効と考え、第3回以降に具体的な現場での適用事例を記載する予定である。

第3回では近年の大深度化や急曲線などの採用によりセグメントに大きな影響を及ぼすことが判明してきている施工時荷重を取り上げる。「トンネル標準示方書シールド工法編・同解説」では施工時荷重としてジャッキ推力、裏込め注入圧、エレクトラ荷重などを主な荷重としているが、その他の荷重としてのテールグリス圧、テールブラシ圧、ジャッキ推力の偏心荷重などもその影響は大きく、

掲載号と掲載内容(予定)

掲載号	掲載内容(予定)
1 1月号	講座の全体構成と概要
2 2月号	最近の計測技術の概要
3 3月号	シールド施工時荷重の計測例とその評価
4 4月号	土留め、リバウンド、地下水計測例とその評価
5 5月号	地下鉄における計測手法と事例
6 6月号	大断面道路シールドの計測例とその評価
7 7月号	鉄道シールドの計測例とその評価
8 8月号	NATMの計測例とその評価
9 9月号	計測データの維持管理
10 10月号	将来の計測(座談会形式)

これらの荷重の計測結果から、その実績と評価の事例などを紹介する予定である。

第4回では開削トンネルの工事での土留めやリバウンド、また環境保全上重要である地下水に関する計測について述べる。開削トンネル工事では、対象とする地山の性状により、その安全性が大きく左右される。一般に地盤は成層および等方性を有するとは限らず、現場では設計時点で想定したものと異なる場合が多い。また、地盤応力解放に伴うリバウンド量は、地盤の性状はもとより開削規模などにより異なり、明確な想定が困難なものである。そこで、計測を行い工事の安全性を確保すること、また計測結果を用いた次のステップでの工事の挙動を予測して経済的な施工をめざすことが重要となる。このような観点から、使用目的に応じた計測項目や計測事例について紹介する予定である。

第5回では地下鉄の駅舎工事やトンネル一般部の施工においてビルや高架橋の基礎が支障となる場合のアンダーピニング工事の計測について述べる。アンダーピニングの工事においては、既設構造物への影響を最小限にとどめることが工事の成否に直結する。そこで、計測を行いながら既設構造物の安全性や安定性をはかることが多い。このような観点から計測事例とあわせて、構造物の挙動の予測値と実測値とを比較し、構造物の挙動予測における注意点、品質のより高い施工とするために必要な計測項目などについて紹介する予定である。

第6回では大断面シールド工事での計測技術を取り上げる。わが国のシールドトンネル建設は、都市部の社会インフラである電力・通信・下水道幹線などから鉄道(地下鉄)トンネル、そして現在のシールド工事の中心と言える都市部の道路トンネルへと、既往経験および技術開発を蓄積しながらトンネルの大断面化に向かっている。大断面シールドトンネルを対象とする場合の計測作業上の課題や計測計画での留意点、また、計測事例が蓄積されている標準的な断面サイズと比較した場合の大断面トンネルの挙動や周辺への影響の比較に焦

点をあてた内容を計画している。

第7回では地下鉄における複円形駅舎シールド、および矩形シールドといった非円形トンネルにおける作用荷重と覆工挙動計測事例を取り上げる。駅舎部の複円形シールドでは中柱の受け替えに伴う荷重と応力の変化について、また、矩形シールドでは中柱のない構造から中柱を有する構造へ変化する箇所での荷重と覆工挙動についての計測実績について紹介するとともに、非円形シールド覆工の計画・設計における留意点についても言及する予定である。

第8回ではシールド工法が主流の都市トンネルにあって、東急東横線東白楽～横浜駅間地下化工事で適用された都市部山岳工法を取り上げる。同工事は営業線直下における施工で、通常のトンネル内外における計測に加え、営業線850mにわたり軌道計測を実施した。事前影響解析、計測方法、管理基準の設定から、施工時の土砂地山の挙動、計測結果の設計変更への活用などについて述べる。

第9回では計測データ管理方法についての新たな提案を行う予定である。構造物の維持管理の重要性が増し、また大深度地下化の活用が広がる中で長期計測に伴いデータ維持の必要性が高まるということが予想される。一方、施工時段階で得られた貴重な計測結果が有効に保存されず、維持管理に生かされていない現状もあるため、実際の設計と計測結果を対比することや、構造物の構築段階における応力状態を知るために、計測データをいかにわかりやすく、いつでも活用できる状態で長期に保存するかということが重要になる。そのための計測データ管理方法について新たな提案を行う予定である。

第10回では本連載講座の執筆者と協力者により現場施工に伴う計測に関して、発注者、施工者、コンサルタント、計測メーカーの立場から座談会形式での発言内容を掲載する予定である。各現場での計測実施およびデータ評価について工夫点や不都合やその対応および各種の知見に関する技術継承や計測データの活用などを考え、また今後の計測のあり方について議論を行う予定である。

⑤ 計測方針立案の際の改善ポイント

都市トンネル工事での計測の位置づけや課題について改善の余地のある点を述べる。

(1) 蓄積ノウハウの反映

シールド工事において、既設構造物や建築物や路面の沈下を抑える必要がある。シールド工法による沖積層掘進では工法確立の初期段階では図-1のようにシールド周辺に地中内変位計を複数箇所、地層別に設置すると同時に、地表面レベル測量を実施するケースが多々あった。その後、施工時の計測データの集積により地盤や工法種別による沈下傾向が判明し、地盤変状予測解析の精度が向上した。このため、解析での変状の予測結果での沈下量、沈下傾向などの知見を踏まえ、将来的には地表面沈下のみでの計測管理が可能となることが推定される。また、同じシールド掘進方向の沈下特性が判明すると、シールドの位置との関係を分析し、地盤変状が大きい部分は計測間隔を狭め、小さい部分は計測間隔を広げデータ管理を効率化させることがある。一方、これとは別に最近では、セグメント本体の作用荷重や発生応力の計測を効率的な設計に反映させるため、計測費用を増やし、本体工事費削減を指向するケースもある。

このように都市トンネルでの計測では、コスト削減、設計合理化、リスク分散の考え方により計測方法、計測点数、計測期間に対する考え方が変化しており、個人の経験、企業者の考え方によりそれぞれであり、悩ましいところである。

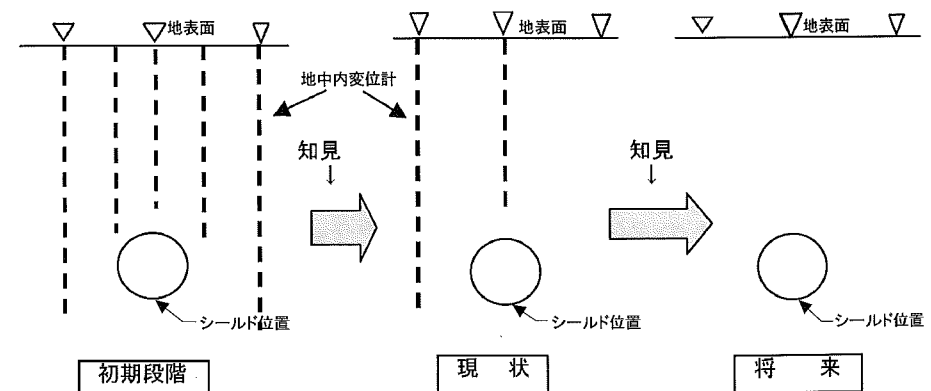


図-1 シールド工事での周辺地盤計測

(2) 施工時から供用時までの継続性の維持

都市トンネルの企業者により若干状況は異なるが、設計・施工を担当する技術者は、施工時の構造物や周辺地盤などの状況について管理すべき必要十分な計測器仕様と計測数量を決めて、発注することに全勢力を傾注する。その後、工事が最盛期を終えて計測データの取りまとめ、挙動などの評価が完了し、現場から手を引くので、現場担当はその後の構造物の状態を十分把握できない。一方、構造物本体とその図面は、保守部門が管理するが、施工時や地盤状況、設計情報、施工情報、およびセンサの設置状況や初期値、センサの特性などが正確に引き継がれない。このため、不具合が発生した場合、構造物の状態を把握することは困難となり、構造物変状の原因追求は、暗中模索となり原因追求と対策立案に多くの精力を使う。

また、設計ではトータルコスト低減の観点から維持管理で発生する荷重、材料劣化などを考慮することが主流になりつつある。

今後、施工から供用中の長期計測ができる計測器設置の考え方や計測体制の構築が必要と思われる。このような体制について具体的な検討が必要と考えられる。

⑥ 計測データ活用における改善ポイント

最近の都市トンネルの計測に関して、1章で述べたことから長期計測への対応および計測データの活用について簡単に述べる。

(1) 計測データ活用の品質確保

大深度地下使用法の制定により従来の道路下を主体としたインフラ建設は、民地下での利用の増加が予想される。この大深度地下利用を促進するうえで、地下水、地盤に関する対応方針が確立していない。そのため、今後の方向性は、高水圧への対応が可能で長期間にわたる信頼性の高い計測技術の開発、計測データを設計・施工にフィードバックするためのデータベースシステムの開発、広域かつ多種多様な計測データ伝送システムの開発、が必要とされる。

このため、計測方法や計測器について、既存文献や計測に関する識者からの意見から、計測器の信頼性を向上させる要因とそれに対する適切な対応方法を検討する必要がある。また、医療関係や環境測定など他分野での計測信頼性を左右する要因と改善策を必要に応じて反映させる必要がある。また、課題としてはセンサの物理的なリプレースとリプレース前後の計測データの連続性確保がある。リプレース前後においては、新旧のセンサそれぞれで計測データが不連続とならないよう注意することである。これに関して、第2回で詳しく述べる予定である。

(2) 計測データの維持管理

施工時と維持管理時の計測に関して都市トンネル企業者へのヒアリングを行い、「計測業務に関する今後の方策」や「計測結果の保存に関する考え方」について以下の回答が得られた。

- ・将来的に社会設備投資に必要不可欠な計測項目は、計測費への費用負担低減の課題があっ

てもその適用が認められる体制を確立する。そのため、建設コスト低減と計測コスト削減の違いを明確にし、現状での一般的な認識を改める努力をする。

- ・計測器の性能向上と信頼性向上を図る。
- ・計測結果を集約するデータベースシステムなどの仕組みを構築し、また、計測データを管理、結果の判断できる専属スタッフを擁するなどの体制を確立する。
- ・計測結果を有効に残すため、計測データそのものの単独保管ではなく、その分析結果もリンクさせた形にすることが望ましい。
- ・計測内容に関して集約すべき内容は、ガイドライン的なものを整備したうえで当該業務のある程度定型的な業務とする努力をする。

上記の諸問題を展開する手法として「プロジェクト認定制度」のような体制により計測データを一括管理する組織でデータ保存を行うと同時に、発注に際して必要な、計測内容と計測項目、数量と仕様を提案したい。このようなシステム構築により、計測データの活用が積極的に行われ、各企業者を越えた設計への反映が可能となり、設計投資削減が期待できる。これに関しては、第9回で詳しく述べる予定である

参 考 文 献

- 1) (社)土質工学会：現場計測と施工管理，1984.10.
- 2) 共和電業：現場計測における応力センサ，1991.11.
- 3) (社)地盤工学会：大深度地下利用における地盤および構造物の調査・計測技術，ワークショップテキスト，2002.7.

〔土木工学社図書案内〕

岩盤の計測と解析

工博 鈴木 光著

A5判 箱入 244ページ 本体価格4,200円 (〒380円)

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

このような理由から、建設工事では、従来にも増して計測や解析が重要となりつつある。

本書は、応用範囲も広く重要と思われる岩盤の計測と解析法の紹介と解説を試みた実務書である。

トンネル ジャーナル

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

新幹線トンネルの耐震計画策定

JR東日本は、大規模地震の発生に備えた対策事業の概要をまとめた。新潟県中越地震による被害状況を踏まえ、活断層から水平距離で5km範囲内にある新幹線トンネルを対象に「トンネル耐震計画」を策定、計画にもとづき耐震補強工事を実施する。

大窪トンネル貫通

香川県が一般国道377号弘川拡幅の一環として建設を進めている大窪トンネルが貫通した。

同国道は、徳島県鳴門市を起点とし、香川県観音市に至る延長130kmの幹線道路。対象となる地域は、東かがわ市五名～さぬき市多和までの区間で、山間部のため幅員が狭小で線形も悪く、異常気象時には通行規制が行われていた。この事業の主要構造物となる同トンネルは、延長322m、全幅8.5mをNATMで施工した。

唐桶山トンネル貫通

東日本高速道路(株)関東支社が建設中の北関東自動車道路・茨城県区間で唐桶山トンネル(仮称)下り線が貫通した。

同トンネルは、笠間市本戸地区から上加賀田地区にかけて、唐桶山西側から4車線、延長2,600m(うち、トンネル部1,070m、今回開通した下り線は1,064m)をNATMによる発破掘削で施工した。同トンネルは、計画・施工中の北関東道内にある9本のトンネルのうち最初の貫通となる。

主寝坂道路トンネル区間 供用開始

山形・秋田県境付近に位置する一般国道13号「主寝坂道路」の一部が完

成し供用開始した。

今回開通したのは、山形県金山町大字飛ノ森～真室川町大字及位間、全線9.9kmのうち、新主寝坂トンネル2,944mを含む5.5km。将来は高規格道路として東北中央自動車道の一部となる。

須磨浦汚水幹線布設その2 工事のシールドが発進

神戸市が発注した須磨浦汚水幹線布設工事その2のシールドが発進した。

同幹線は、市内5か所の下水道処理場間を大口径・大深度で連絡するネットワーク化事業の一つで、その1工事はすでに完成している。その2工事は、鹿島・戸田・佐藤・銭高JVが施工を担当し、西部処理場北隣の駒ヶ林公園から須磨区一ノ谷の須磨浦公園東端までの延長4,393mを泥水式シールド工法で施工する。掘削外径φ3,120mm、仕上がり内径φ2,400mm、2010年3月の完成を目指す。

NATMに初の総合評価

関東地方整備局は、首都圏中央連絡自動車道(圏央道)の建設事業に伴う「圏央道笠森トンネルその1」工事でNATMでの標準型総合評価を実施する。

総合評価は、トンネル坑口～小土かぶり部までの施工計画および補助工法をはじめとするVE提案と、掘削時の安全対策・品質確保をテーマとした施工計画を求める。

大深度トンネル技術検討 委員会を設置

国土交通省は、大深度地下空間に大断面長距離トンネルを構築する際の技術的課題を検討する「大深度トンネル技術検討委員会(委員長：今

田徹・東京都立大学名誉教授)」を設置した。

同委員会では、大断面トンネルの掘削技術、地中拡幅工法、シールド工法の合理化策、大深度地下使用法を適用する際の課題、供用後の避難方法などを検討する。検討結果は東京外かく環状道路(外環道)の関越道～東名高速間の約16kmの事業計画に反映させる。

「100万人の市民現場見学会」 の来場者100万人突破

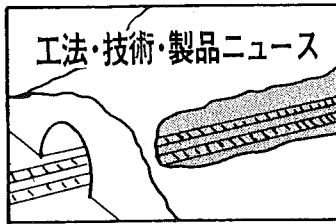
日本工業協会(葉山莞児会長)が2002年11月からはじめた「100万人の市民現場見学会」の来場者がこのほど100万人を突破した。

同見学会は、公共事業や建設産業の姿を多くの市民に直接みてもらい、誤解にもとづく公共工事の批判などをなくそうと企画した広報キャンペーンで、社会資本整備の必要性や建設業の役割をわかりやすく説明することに主眼をおいている。また、発注機関からも賛同を得られ、官民協調企画として発展し、学校の課外授業としても活用されている。今後は第2ステージとして、「暮らしを守る国土作り」を新たなキャッチコピーに掲げ、安心・安全な国土形成の必要性を訴えていく。

木ノ川トンネル貫通

近畿地方整備局紀南河川国道事務所が事業を進めている那智勝浦道路の木ノ川トンネルが貫通した。

那智勝浦道路は、国道42号の和歌山県新宮市と那智勝浦町の市街地をバイパスするもので、同トンネルは路線のほぼ中間部に位置する延長884mのトンネル。NATMにより那智勝浦町から片押しで掘削を開始。坑口部は、崩落防止対策として長尺フォアパイリングを施工した。

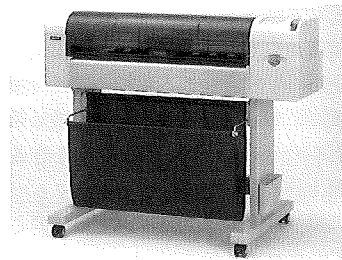


工法・技術・製品ニュース

A1対応の高速 インクジェットプロッタ

武藤工業は、従来機種デザインの一新し、印字速度を高めたインクジェットプロッタ「ドラフステーションRJ-901C」を発売した。

同機は、新開発の幅広ヘッドを採用することによって、A1サイズ対応カラーインクジェットプロッタでは、クラス最高速の44秒の高速作図を実現、用紙搬送の機構部を改善し薄手の用紙からマットフィルムまで、高精度の搬送を可能とした。新型ヘッドのバリアブルドット機能により、従来の親和性のある線画はもとより、3Dグラフィックなどの画像印字品質まで、大幅に向上させている。



トンネル覆工を高精度計測

鹿島は、コマツエンジニアリングと共同で、老朽化した山岳トンネルのコンクリートの巻き厚や空洞状態を電磁波で高精度に計測できる「速度解析型電磁波レーダ装置」を開発した。

同装置は、コンクリート表面から送信機で電磁波を送り、内部を透過して境界部から反射してくる波を送受信機に組み込まれた二つの受信機で捕捉し、コンクリートの厚さを調

査する仕組み。データ取得の精度を高め、構造物に損傷を与えることなく、連続的にコンクリートの厚さを測定できる。実証試験を行った結果、従来装置での覆工巻き厚推定誤差が20cm程度に対し、同装置では、2.5cm程度と高精度計測を確認済み。

非開削による分岐・合流部の構築の実用化にめど

清水建設は、精研の協力を得て複数のルーフシールドと凍結工法を組み合わせて超大断面道路トンネルの分岐・合流部(ランプ部)を非開削で構築する「SR-J工法」の実用化にめどをつけた。

同工法は、ランプシールド先端から発進する直径3mのルーフシールド20本で円を取り込むように掘進し、ルーフ間の地盤に凍結処理をすることで、支保機能や止水機能の高いランプを構築するもの。同社は、要素実験や縮尺モデルを使った実証実験の結果、必要な耐力を超える強度を確保できることを確認した。

センターランプを非開削

清水建設は、大都市圏の地下高速道路向けに新たに非開削分岐合流部シールド工法を開発した。

同工法は、すでに開発済みの「ES-J工法」の技術を応用した新しい工法で、ランプトンネルと接合する本線トンネルに切削可能な接合用セグメントを設置。同セグメントを切削しながらランプ部を掘り進めるもの。センターランプ方式は、サイドランプ方式に比べ、用地幅を抑えられ、1台のシールドで上・下線の分岐・合流部の築造が可能。従来の開削工法に比べ、コストを1～2割、工期を2割削減できる。

下水管渠非開削で更新

NTTグループのアイレック技建は、既設下水道管渠を非開削で新設

管渠に更新できる新改築推進工法「リバースエース」を開発した。

同工法は、既設管渠を推進工法によって周辺地盤とともに破碎・回収し、後方から新しい管渠を推進して敷設する仕組み。直径200～700mmの管渠を更新に併せて最大700mmの新設管渠に拡大させることが可能。また、管渠にズレやたるみがある場合でも、修正しながら新設管渠に敷設替え可能。破砕片は、搬出用の管が詰まっても泥土の搬出に支障をきたさないように破砕片の一部を取り込まず、新設管の周辺に泥土とともに固化して残置する。

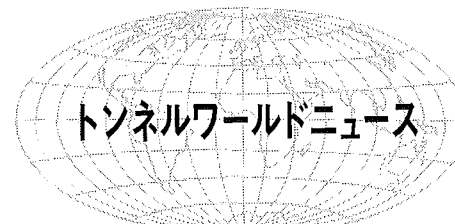
ハンディタイプレーザ距離計

ライカジオシステムズは、ハンディタイプレーザ距離計ディストシリーズの第6世代となるライカディストA5とライカディストA3の2タイプを発売した。

同距離計は、①従来品より大幅に小型化され、常に携帯でき、突然の計画変更やトラブルなどによる採寸などに対応可能、②5cmから200mまでの距離が測れるなど、屋外作業でも威力を発揮、③測定作業が一人でできるため、省力化と人件費の削減が図れる、④交通量の多い場所や高所での作業などにおける安全性がアップ、などの特徴がある。



第37巻1号



トンネルワールドニュース

(社)日本トンネル技術協会
国際委員会国内広報ワーキング

カラカス地下鉄4号線における トンネル部の完成

ベネズエラのカラカス地下鉄4号線プロジェクトにおいて、TBM掘削による直径5.87mの2本のトンネルが、請負者のOdebrecht社により完成した。

地下鉄4号線JVは、Odebrecht社のともに子会社であるNorberto Odebrecht社(85%)とCBPO de Venezuela社(15%)からなり、Herrenknecht製のTBMで、1本あたり延長3,666mのトンネルを掘削した。土圧バランス式のTBMは、6分割とキーセグメントから形成される内径5.16mのプレキャストコンクリートセグメントを取り付けるのに使用され、セグメント寸法は、幅1.4m、厚さ0.2mであった。

地下鉄4号線のルートは、1号線の乗客輸送能力を補う目的で、カラカスバレーの中で在来の1号線に平行して通る必要があるため、非常にさまざまな地質を通過する。それは、あらゆる種類の堆積物で、砂層、シルト層、粘土層から形成される沖積層と頁岩と岩盤の互層である。全線は、地下水位以下を通る。

現場代理人のAbdanur氏によると、今年4月時点で224百万US\$を費やし、総事業費は323百万US\$と予想される。総事業費のうちのトンネル事業費は、84百万US\$になる。融資は、ブラジルの銀行であるBNDESから100百万US\$、アンデス山脈に隣接する国々への開発銀行であるCAFから70百万US\$とベネズエラ政府から153百万US\$により調達された。

1999年後半の入札に続き、プロジェクトは2000

年に着工した。トンネル掘進は、2002年1月に始まり、今年4月に完成した。現場代理人によると、プロジェクト範囲には、NATMトンネル、駅舎部と開削部の構築も含んでおり、総進捗率は、TBMによる7,332mのトンネルの完成とNATMによる926mのトンネル掘削を含め、84%になった。現在、覆工作業が進行中である。

ベネズエラの不安定な政治状況は、カラカス市中心部で抗議行動と暴動が起こり、時にプロジェクトへ影響した。

ビットの消耗が非常に激しく、ビット交換は、たびたび圧気下で行われ、合計1,290回の圧気作動が、プロジェクトで起こった。

現在、作業はコンクリート打設が残っている駅舎部において進行中であり、プロジェクトは、2006年6月に完成する予定である。

(T&TI '05.6 担当:松浦浩一・東京都交通局)

スペインのトンネルのために Herrenknecht社が巨大TBMを製造

Herrenknecht社によって製造された直径15.2mの世界最大級のTBMが、ドイツで工場検査の後に発注者と請負者に受け渡される予定である。

巨大TBMであるS-300土圧バランスシールドは、マドリードのM-30都市高速道路における延長3.65kmの北トンネルの掘削を施工するスペインの建設会社であるNecso Entrecanales Cubiertas SA社とFerrovial Agroman SA社のJVによって使用される。6月6日に南ドイツのSchwanauにあるHerrenknecht社の工場において、M-30の発注機関とJVの責任者からなる代表団が立会いのもと工場仮組み検査が行われた。

Herrenknecht社は「この世界最大のTBMには技術面でとても独特な特徴がある。」と述べた。新しい回転カッタのコンセプトは、石膏を含む粘土層の地盤条件に対応でき、土かぶり最大75m、6気圧までを想定した世界最大級の直径をもつカッタの開発であった。シールドの先端は、直径7mの内シールドと、直径15.2mの掘削を行うことができる外シールドから構成されている。内外シー

ルドは右回り、左回りそれぞれ独立して回転することができる。

掘削土を排出するために、3つのスクリーコンベヤがシールド内に据え付けられている。2つの大きいスクリーコンベヤは、外シールドから発生するズリをシールドコンベヤへ運搬する。シールド先端の下部にある小さいスクリーコンベヤは内シールドから発生するズリを運搬する。

重量4,364tの巨大TBMは、これまでのTBMでは最高のトルク125,268kNmを達成した。これは長さ30mのレバーアームで荷物を満載したボーイング747型飛行機(410t)を吊り上げるのと同等の能力である。仕様書に記載されているTBMの巨大さは、直径以外にも400バール(40N/mm²)の油圧ジャッキを使用した場合の推進力316,000kNからも明らかである。

本誌取材時には、TBMはKehl貨物港から運搬するため工場で解体中であった。TBMは2隻の船に積み込まれ、1つはAlicanteへもう1つはBilbaoへ運ばれる。その後マドリードへ陸送され、現場での組み立ては、TBM発進立坑内で8月1日より行われる予定である。

試運転調整後、トンネルの掘削は今年の10月より行いたいと考えている。

(T&T '05.7 担当：山崎貴之・(独)鉄道・運輸機構)

ShirazのTBM, 掘進停止から好調な再スタート

イランのShiraz地下鉄で使用されている直径6.68mのNFM社のTBM 2基が、両基とも日進最大12リング(メートル換算で日進最大17m)の掘進速度で、路線設定上のNo.2 駅へ到達した。

トンネルの最初の掘削延長は770mだった。TBM 1は昨年の10月1日にAllah Squareより発進した。TBMの機械性能はすぐに認められ、6

週間後には2方施工となった。この効果は進捗曲線をこまかく調べると明らかである。

NFM社の代表者、Thierry Strohlは、地質は350m後は、部分的には短い砂礫区間はあったが、大部分は軟らかい粘土層であった、とT&TIに話した。この地質の変化は、出発点の最終設備工事のために機械が停止するのと同様であった。機械性能はこの停止により減少するようなことはなかった。実際、TBM 1で55リング(メートル換算で77m)の最高の進捗は再出発後の一週間に記録された。

2月28日までは、TBM 1は24時間の進行で12リング(メートル換算で17m)という最高の性能を記録した。

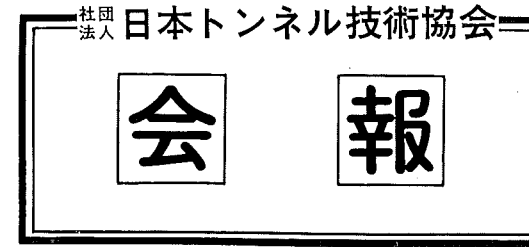
Strohlは、3月中旬から5月中旬までの2か月の遅れは、No.2 駅の駅部の構築によるもので、もし、この期間がダミーリングの撤去と転搬器を取り付ける時間と同時に短縮された場合には、週39mの平均性能を確保して20週で770m進捗をあげたであろうと言った。

さらに訓練され経験を積んだ作業員と、駅に到達すると直ちに行われるメンテナンスにより、No.3 駅までの次の650mの区間で週70mの進捗は可能となるとは推測した。

TBM 2はTBM 1の10週間後に発進し、同様の進捗曲線を描いた。著しい進捗は発進基地の設置による未稼働期間の後の2方施工により得られた。作業がシールドと後続台車を接続する通路とブリッジ上で行われたので、3週間近くの遅れがTBM 2に生じた。駅に到達する前の最終段階で、TBM 2は最高の週間進捗の59リング(メートル換算で82m)を達成し、TBM 1を超えた。

現在の計画は7月中旬までにTBM 1はトンネルの第二区間を発進する予定である。

(T&T '05.7 担当：藤原武司・大成建設(株))



1. 会員の現状

	10月25日現在	11月25日現在
正 会 員	2,036名	1,983名
団体会員	354名	343名
個人会員	1,682名	1,640名
名 誉 会 員	1名	1名
計	2,037名	1,984名

2. 第179回理事会, 第60回評議員会

日 時：平成17年12月7日(水)12:00~13:00

場 所：東京商工会議所8階「東商スカイルーム」

出席者：理事29名、監事1名、評議員31名

議 題：

①24名の入会と87名の退会を承認

②理事、評議員の交替を承認

1. 理 事

旧	新	所 属 役 職
田村 恒一	南部 隆秋	阪神高速道路(株)常務取締役
鈴木 紘	吉川 邦彦	西松建設(株)専務取締役
小山 忠	神田 志義	鉄建建設(株)専務執行役員

2. 評議員

旧	新	所 属 役 職
渡部 充成	住田 周三	三菱重工業(株)鉄構建設事業本部都市開発施設部長

③第32回通常総会開催日を平成18年5月22日(月)とすることを承認

3. 委員会の開催状況(11月1日~30日)

①調査研究関係委員会

◎施工技術委員会

都市トンネル小委員会幹事会：11/2(服部公一幹事長ほか7名)Q&Aを検討

◎研究開発委員会

トンネル技術白書小委員会総括WG：11/1 小野田滋主査ほか8名)原稿を検討

同 編集・校正WG：10/14(木梨秀雄主査ほか10

名)校正作業

同 同：11/28(木梨秀雄主査ほか8名)校正結果を確認

◎筑紫トンネル特別委員会幹事会：11/16(大島洋志幹事長ほか34名)現地視察

◎飯山トンネル他特別委員会：11/28, 29(足立紀尚委員長ほか43名)現地視察

同 幹事会：11/10(岡田勝也幹事長ほか29名)施工法を検討

◎小田急立体化特別委員会：11/11(小山幸則委員長ほか36名)地下水他を検討

◎効率的掘削工法特別委員会：11/4(西村和夫委員長ほか23名)実績資料を検討

同 同：11/25(西村和夫委員長ほか20名)取りまとめ方針を検討

◎耐震設計検討特別委員会：11/2(今田徹委員長ほか16名)作業方針を検討

同 幹事会：11/25(蔭野静幹事長ほか11名)指針案を検討

計 12回開催 257名出席

②運営広報関係委員会

◎総務委員会：11/28(日月俊昭委員長ほか7名)理事会議題を検討

同 幹事会：11/11(土谷幸彦幹事長ほか7名)今後の運営方針を検討

◎国際委員会

国内広報WG：11/22(光木香幹事長ほか8名)海外文献を査読

対外広報WG：11/30(光木香幹事長ほか8名)査読原稿を検討

◎事業委員会：11/15(桑原彌介委員長ほか13名)催物事業計画を検討

同 打合せ会：11/4(中島誠三委員ほか6名)トンネル技術特別講演会講師候補を検討

◎会誌委員会：11/9(大島洋志委員長ほか11名)12月号の会誌と3か月計画を検討

計 7回開催 67名出席

合計 19回開催 324名出席

4. 国際会議の開催予定

会 議 名	開 催 日	場 所	主 催 等	備 考
国際シンポジウム：地下掘削とトンネル技術 環境保護を考慮したトンネルの建設	2006. 2. 2～4	バンコク (タイ)	Underground Excavation and Tunnelling Group, Geotechnical Chapter, Engineering Institute of Thailand タイ技術協会, 地質工学会, 地下掘削・トンネル技術グループ	http://www.eit.or.th/engineering/geotech/ISUET2006
国際会議と展示会 21世紀におけるトンネルと非開削技術	2006. 3. 7～9	セランゴール (マレーシア)	The Institution of Engineers, Malaysia Tunnel and Underground Space Technical Division, IEM マレーシア工学会 トンネルおよび地下空間部会	http://www.iem.org.my/
第32回ITA総会およびコンgres「地下空間の安全」	2006. 4. 22～27	ソウル (韓国)	International Tunnelling Association Korean Tunnelling Association 国際トンネル協会 韓国トンネル協会	http://www.ita2006.com
第10回吹付けコンクリート国際会議	2006. 9. 12～16	ウィスラー (カナダ)	Engineering Conferences International 国際技師会議事務局	http://www.engconfintl.org/6ad.html
第4回アジア岩盤力学シンポジウム「都市部における地下空間利用」	2006. 11. 8～10	シンガポール (シンガポール)	International Society for Rock Mechanics (ISRM) and the Tunnelling and Underground Construction Society of Singapore (TUCSS) 国際岩盤力学協会 シンガポール地下建設協会	http://www.arms2006.org/Call for paper
第1回国際シンポジウム「都市部における地下空間の利用」	2006. 11. 6～7	シャルムエル シェイク (エジプト)	Egyptian Tunnelling Society エジプトトンネル学会	http://www.egyts.com/Call for paper

* 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

4. 平成17年度催物開催現況

催 物 名	開 催 日	人数	場 所
(見学会)			
イスタンブール国際トンネル会議技術調査	2005. 5. 7～18	26	トルコ, スイス, フランス
神戸市地下鉄現場研修会	2005. 7. 8	20	兵庫県
京都市地下鉄現場研修会	2005. 7. 22	25	京都府
大強度陽子加速器施設現場研修会	2005. 8. 24	19	茨城県
北陸新幹線現場研修会	2005. 9. 15, 16	15	新潟県
北海道地区道路トンネル現場研修会	2005. 10. 6, 7	27	北海道
九州新幹線現場研修会	2005. 11. 17, 18	18	佐賀県
HEP&JES工法現場研修会	2005. 11. 30	18	栃木県
(発表会)			
第56回(山岳)「特殊環境下におけるトンネル工事」	2005. 12. 12	200	東京都
第57回(都市)「都市トンネルにおけるリニューアルと補強工事」	2005. 12. 13	200	東京都
(討論会)			
第3回モグラ研究会「設計変更」	2005. 5. 26	15	東京都
第4回モグラ研究会「近隣対策」	2005. 7. 15	13	東京都
第5回モグラ研究会「技術の伝承」	2005. 10. 4	11	東京都
(講演, 講習会)			
第8回トンネル技術ステップアップ研修会(山岳部門)	2005. 6. 23, 24	32	富山県
第7回トンネル技術ステップアップ研修会(シールド部門)	2005. 10. 26, 27	36	東京都
トンネル技術特別講演会	2006. 2. 16	300	78頁参照

設立30周年記念トンネル技術特別講演会開催のご案内

本会設立30周年を迎え、今年はいままで各種の記念行事を実施してまいりましたが、このたびその締めくくりとして、特別講演会を開催することといたしました。

テーマは「21世紀の地下インフラ整備」と題し、技術革新を重ねてきたトンネルの各種技術が、今後の地下開発技術にどのような役割を果たし、そして評価を得ていくのか、トンネル技術者にとりましては将来を見据えたまたとない機会であると存じますので、多数ご参加下さいますようお願い申し上げます。

なお、本研修会は(社)土木学会のCPDプログラムに認定されているほか、土木学会トンネル工学委員会後援事業でもありますことを申し添えます。

—記—

開 催 日：平成18年2月16日(木)

場 所：北の丸公園 科学技術館地下「サイエンスホール」TEL：03-3212-8485

千代田区北の丸公園2-1 地下鉄東西線「竹橋」駅下車徒歩約7分(案内図参照)

プログラム：

司 会 〈事業委員会委員〉東京地下鉄(株)建設部沿道調整課長 中島 誠三

9:50 開会挨拶 (社)日本トンネル技術協会会長 小森 博

10:00 特別講演「首都直下型地震の被害想定と防災対策(仮題)」 東京大学名誉教授 溝上 恵

11:30 本格化しつつある大深度地下利用—制度の必要性和と神戸市大容量送水管事業—

国土交通省都市・地域整備局大都市圏整備課大深度地下利用企画官 松本 隆平

12:15 昼 食

13:00 整備新幹線建設におけるトンネル技術

(独)鉄道・運輸機構鉄道建設本部新幹線部長 元木 洋

13:45 首都高速道路建設におけるトンネル技術

首都高速道路(株)建設管理部技術管理室構造技術グループ総括マネージャー 小笠原政文

14:30 休 憩

14:40 放射性廃棄物地層処分と地下開発先端技術開発

(財)電力中央研究所地球工学研究所バックエンド研究センター長 河西 基

15:25 ポスボラス海峡横断鉄道工事の概要と現状

大成建設(株)土木本部理事土木設計部長 坪根 康雄

16:10 ITAとその有効利用

京都大学名誉教授

国立舞鶴工業高等専門学校校長

ITA(国際トンネル協会)主席副会長 小野 紘一

16:55 閉会挨拶

〈事業委員会委員長〉日本交通技術(株)代表取締役社長 桑原 彌介

17:00 閉 会

(都合により講演内容が変更になる場合がございます。)

定 員：300名

参 加 費：個人会員15,000円, 団体会員18,000円, 一般20,000円

申し込み方法：この案内文書添付の申し込み用紙に記載のうえ、郵送またはFAXをもってお申し込み下さい。

電話での申し込みは受けませんので、ご了承ください。

〒104-0041 東京都中央区新富2-14-7 新光第一ビル

社団法人日本トンネル技術協会 トンネル技術特別講演会係

TEL: 03-3553-6174 FAX: 03-3553-6145

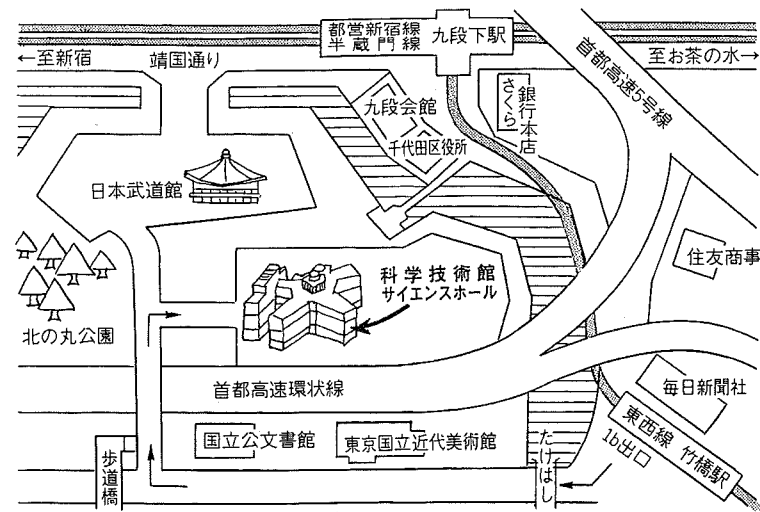
支払方法: 上記お申し込みののうち、郵便振替用紙通信欄に行事名と参加者名記入のうえ、下記にお振込み願います。現金書留でも結構です。

郵便振替口座00160-7-196331 日本トンネル技術協会

その他: 参加費の払い戻しはいたしかねますが、代理出席は差し支えありません。

トンネル技術特別講演会参加申し込み書					
ふりがな氏名		年齢	歳	TEL	— —
会社名					
所属役職					
会社住所	〒 —				

〔案内図〕



● 社団法人日本トンネル技術協会後援！本邦初のトンネル写真集のご案内 ●

ご購入受け付け中！

社団法人日本トンネル技術協会では、協会設立30周年記念事業の一環として、本邦で初めてトンネルをテーマにした西山芳一写真集「Tunnel/トンネル～地中の星にエールを！」を後援しております。

土木写真家・西山芳一氏が長年撮り続けた様々なトンネルの姿は、ふだん見なれた光景とはちがう新たな地下空間として大いに感動的です。1500部の限定販売のため、お早めのお申し込みをお勧めいたします。

- 出版&発売元/ (社)日本建設機械化協会・施工技術総合研究所
- ◎お申し込み方法/住所、氏名、電話、部数を明記の上、下記宛ファックスにて送信してください。なお、お申し込みやお支払いの詳細は下記ホームページに記載しています。 Fax.0545-35-3719 URL:<http://www.cmi.or.jp/tunnel/hanbai.html>
- お問合せ先/〒417-0801 静岡県富士市大淵3154 (社)日本建設機械化協会施工技術総合研究所 電話:0545-35-0212 担当:勝呂
- 版型280×245mm/本文88頁(カラー)+16頁(モノクロ)
- 予定価格/税込価格3,500円(本体価格3,334円)
- 制作/写真集「トンネル」を出版する会
- 後援/(社)土木学会/(社)日本トンネル技術協会/ジェオフロンテ研究会

絶賛発売中！

地中の星にエールを！

限定1,500部

今まさに地中を通る瞬間、地中を掘抜く掘削機の躍動、歴史を埋もれた土木遺産など、トンネルの様々な姿をいきいきと捉えた感動の写真集！

西山芳一写真集

Tunnel

トンネル

【掲載している主なトンネル】
 ■東京湾アクアライン/久慈石油地下備蓄/飛騨トンネル/鈴鹿トンネル/関越トンネル/第二東名神岡通トンネル/中山隧道/天城隧道/宇津谷隧道/琵琶湖疎水隧道 他

2月号予告[2月1日発売予定]

- SMW芯材を本体利用した立坑設計と計測
- JR吾妻線 八ッ場トンネル付替え工事
- 首都高中央環状新宿線 JR東中野駅付近交差工事
- つくばエクスプレス 南流山トンネル
- JTA-COB第8回技術交流会議報告【連載講座】
- 都市トンネル工事の計測(2)

*内容等は変更になる場合がございます

編集後記

新年あけましておめでとうございます

◆昨年、メディアによくのぼった土木の(穏やかな)話題として現場見学会がある。土工協が継続的に開催してきた「100万人の市民現場見学会」は10月末に参加者100万人を突破した。また、「社会化見学に行こう(<http://kengaku.org>)」という団体は、個人では簡単に見学できない施設について見学会を企画し、その希望者をサイト上でつのり、実施する催しを行っている。見学対象は、工場、史跡、工事現場など多岐にわたっているが土木施設は対象として人気が高い、とくに地下構造物は人気があるようだ。

◆ジオサイト(日比谷～虎ノ門共同溝)やトンネルリックス(首都高中央環状新宿線)といった名を冠した見学イベントには応募が殺到し、行列ができた。各イベントではいわゆるコラボレーション的な企画が試みられ、一昨年には外郭放水路で能、昨年は日比谷共同溝で狂言、音楽会、中央環状新宿線でファッションショウが、トンネル空間で開催された。

◆日常生活の中では存在が意識されにくく(とくにトンネルは!), その機能によって世間の生活を下支えることに満足してきた土木施設が、外部や異分野のちからを借りて、それだけではない魅力をみせたと言える。ここには、機能や形を含めたそのものの存在として世間と係わりとうとする土木の姿勢と、土木施設の実際のありようを生活のなかに位置づけようとする世間の姿勢があるように見える。でもそれは、とてもふり昔の、土木と人との関係だったのかもしれない。

◆このような土木と世間との対称的な関係がよりいっそう回復すること、その結果トンネルマニアな一般市民読者が増えることを、新年の抱負として思う次第です。

★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37巻 第1号 (通巻425号)

ISSN 0285-631X

Tonneru to chika

平成17年12月20日 印刷

平成18年1月1日 発行

社団法人日本トンネル技術協会

会長 小森 博

〒104-0041 東京都中央区新富2丁目14番7号(新光第一ビル)

TEL: 03-3553-6174

FAX: 03-3553-6145

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

発行所 株式会社土木工学社

〒162-0832 東京都新宿区岩戸町16

番地メイジャー神楽坂

TEL: 03-3267-2888

FAX: 03-3267-2807

<http://www.tunnel.ne.jp>

発行人 山本 育徳

編集人 山本 勝誉

印刷 新協印刷株式会社

本誌の購読について

■購読をご希望の方は、書店または土木工学社へ直接お申し込みください。

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

購読料

1冊 1,575円(送料108円)

(本体価格 1,500円)

1年 15,000円(前納)

振替 00110-8-190072

本誌広告のお申し込み方法

本誌への広告掲載は小社「トンネルと地下」営業部までご連絡ください。

TEL: 03-3267-2888

本誌掲載記事を無断で複写(コピー)

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

吹付けコンクリート用急結剤

「太平洋ショットマスター」



急結性に
優れています

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

2
短時間強度長期耐久性が
良好です

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

3
塩化物を
含んでいません

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 土木資材営業部 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町4-8-15 ネオカワイビル7F 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