

平成27年8月1日発行(毎月1回1日発行) 第46巻第8号 通巻540号 ISSN 0285-631X

トンネルと地下

8

vol. 46
no. 8
2015

Tunnels and Underground

日本トンネル技術協会設立40周年記念号
—暮らしを支え、夢を叶えるトンネル・地下空間—

日本トンネル技術協会誌



FRD
FURUKAWA

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

ホイール式ドリルジャンボ

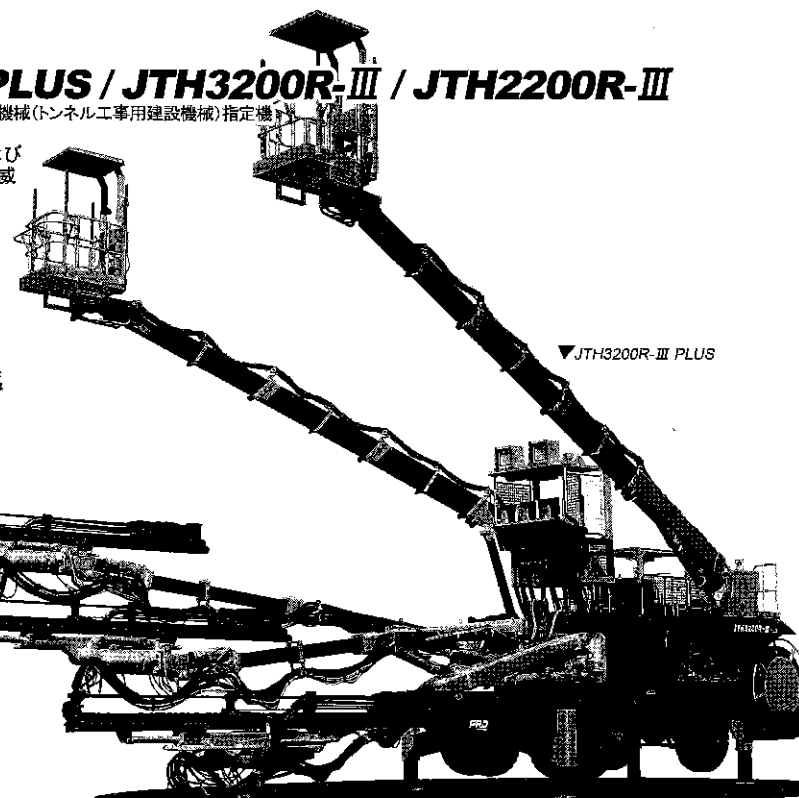
JTH3200R-III PLUS / JTH3200R-III / JTH2200R-III

国土交通省 第3次排出ガス対策型建設機械(トンネル工事用建設機械)指定機

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



新型油圧ドリフタHD220搭載



▼JTH3200R-III PLUS

◆主な仕様	JTH3200R-III PLUS 3ブーム、2ケージ	JTH3200R-III 3ブーム、2ケージ	JTH2200R-III 2ブーム、2ケージ
質量	48.5 ton	44 ton	35.5 ton
全長 x 全幅 x 全高	15.6m x 3.1m x 4.2m	14.8m x 3.1m x 4.2m	14.2m x 2.7m x 4m
水平さく孔範囲(幅 x 高さ)	16m x 10.5m	13.2m x 8.8m	12.8m x 8.5m

自走式コンクリート吹付機(コンプレッサ搭載型)

CJM2200E-V

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

質量	24 ton
全長 x 全幅 x 全高	16 m x 3 m x 4 m
水平吹付範囲(幅 x 高さ)	13.3 m x 10 m

△古河機械金属グループ

FRD 古河ロックドリル株式会社

www.furukawarockdrill.co.jp

本社 〒103-0027 東京都中央区日本橋一丁目5番3号

特機部 ☎03(3231)6966

札幌 ☎011-786-2222 東北 ☎022-384-8991 宮古 ☎0193-77-4245 関東 ☎027-326-9611
名古屋 ☎0568-77-7700 関西 ☎06-6475-8221 中四国 ☎082-832-3542 九州 ☎092-948-2010

長尺鋼管切羽補強工

高付着型長尺鋼管切羽補強工

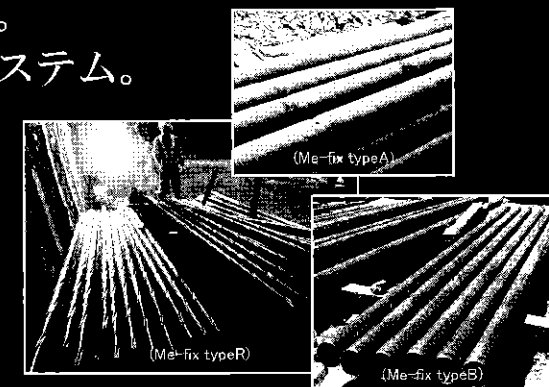
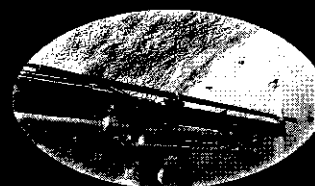
特許第 3882118 号

特許第 4942211 号

Me 工法
Metal eco

Me-fix
Metal eco

エコロジー&地山拘束効果。
新しい長尺鋼管切羽補強システム。



特徴① 分別回収による鋼材のリサイクル化 ※特別仕様

NETIS 番号:KT-080027

「Me 工法」、「Me-fix」の切除管は、掘削時に鋼管と注入材を分別回収できる構造で、鋼管のリサイクルが図れます。

特徴② 接続部補強により鋼管の薄肉化

「Me 工法」、「Me-fix」は接続部拡径・縮径によりネジ部耐力の増強を図り、小口径薄肉鋼管(φ76.3×4.2~4.5mm)の使用を可能とし、軽量化に伴い経済性、施工性が向上します。

特徴③ 長尺鋼管切羽補強工の付着耐力の向上

「Me-fix」はこれまでの鋼管による切羽補強工の弱点であった付着耐力の向上を図り、確実な地山拘束力が期待できる長尺鋼管切羽補強工です。適用条件によって「type A」、「type B」、「type R」の選択が可能です。

NEW!

	Me	Me-fix (typeA)	Me-fix (typeB)	Me-fix (typeR)
形状	φ76.3 (t=4.2)	φ76.3 (t=4.2)	φ76.3 (t=4.5)	φ76.3 (t=4.2)
概要図				
1m当り付着耐力 (kN/m)	50	150	500 以上	150

※付着耐力は室内試験結果。プレミックスモルタルは材令 24hr(qu≧12N/mm²)

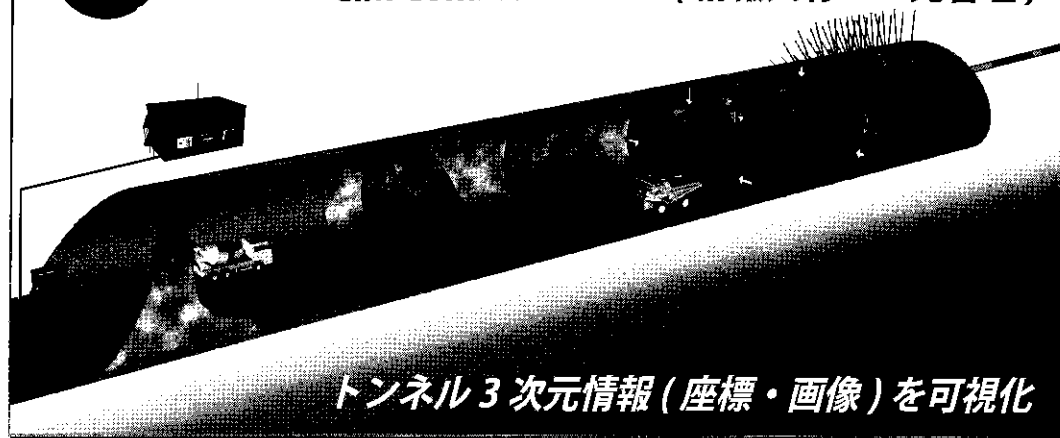
KFC 株式会社 ケー・エフ・シー

東京土木営業部: 東京都港区芝公園芝パークビル B 館 ☎03-6402-8251
大阪土木営業部: 大阪府北区西天満 3 丁目 2-17 ☎06-6363-1884
技術部: 東京都港区芝公園芝パークビル B 館 ☎03-6402-8257

トンネルCIM元年 2015



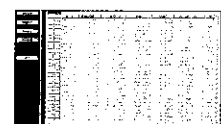
3D可視化プラットフォームによる
CIM Communication (情報共有・一元管理)



トンネル3次元情報(座標・画像)を可視化

基礎資料の収集

モデル作成に必要なデータや管理したい調査データを収集します。



線形情報(設計)



支保パターン情報(設計)



CyberNATM

① 初期モデルの作成

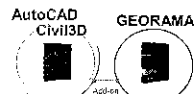
基礎資料をもとにCivil3D/GEORAMAを利用してモデル化を行います。



初期構造モデル



初期地盤情報モデル



② 施工モデルの作成

計測データや施工属性データをモデル化に反映し、日々の工事状況を可視化、管理していきます。



A計測データなど



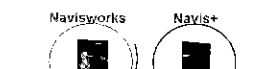
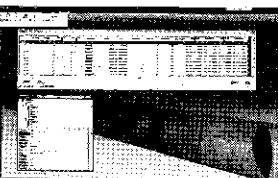
CyberNATM



日々更新

③ 維持管理モデル

施工時に作成したモデルを利用して維持管理側でも利用します。追加の情報はエクセル等を用いて、その都度更新が可能です。



現在稼働中も含めて多数の実績があります。CIMに関する相談は、下記にお問い合わせ下さい。



株式会社 演算工房

■ 本社 〒602-8268 京都府京都市上京区智恵光院通中立売下ル山里町 237 番地 3
TEL: 075-417-0100 FAX: 075-417-0200

日本で生まれ、世界へ広がる。 NATMの補助工法

当社は、注入式フォアポーリングや長尺フォアパリング、長尺鏡ボルトなど山岳トンネル工事の補助工法における樹脂系の注入材のパイオニアとして、数多くの実績を築いてきました。

スーパーSRFは「湧水地山においても水の白濁や泡立ちがなく確実に発泡固結し、湧水に流されることなく効果を発揮する」という他の樹脂系注入材にはない圧倒的な優位性があります。更に、多くの特許を取得しているため、他が追従できない商品です。

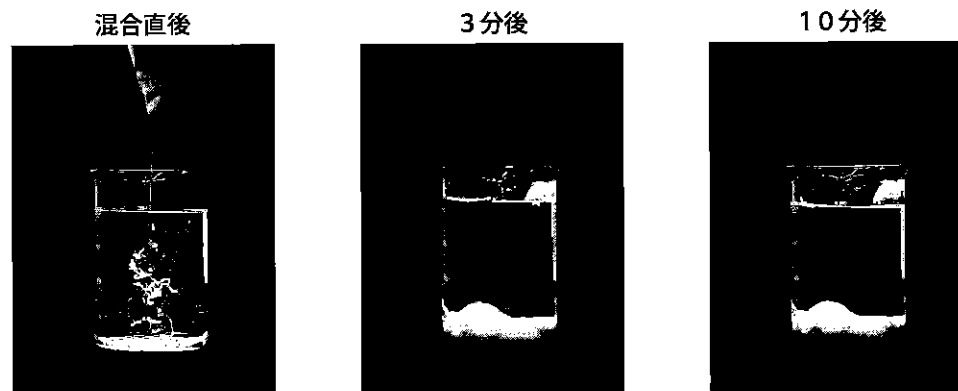
補助工法ラインナップ

- ⇒ 注入式フォアポーリング
- ⇒ 各種長尺フォアパリング
- ⇒ 多重式長尺フォアパリング
- ⇒ エコリムーブ工法
- ⇒ パノラマ工法
(φ60.5MRS, φ76.3, φ89.1)

※特許取得、NETIS登録されているものがありますので、お問い合わせください。

スーパーSRFの優位性

スーパーSRFは、水に溶解、希釈することなく反応して発泡固結体を形成するため、湧水地山においても、水の白濁や泡立ちが発生せず、地山中に沈着し強固に結合するため、湧水に流されることなく卓越した効果を発揮します。これが他の樹脂系注入材には存在しない圧倒的な優位性であり、多くの特許を取得した「唯一無二」の技術です。



KATECS

株式会社 カテックス
建設資材事業部

ホームページ <http://www.katecs.jp/>

技術部・中部営業部

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

東京支店

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

東京支店(仙台事務所)

TEL) 022-344-6041 FAX) 022-344-6042

関西営業所

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

九州営業所

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

北海道地区(㈱エイチ・アール・オー)

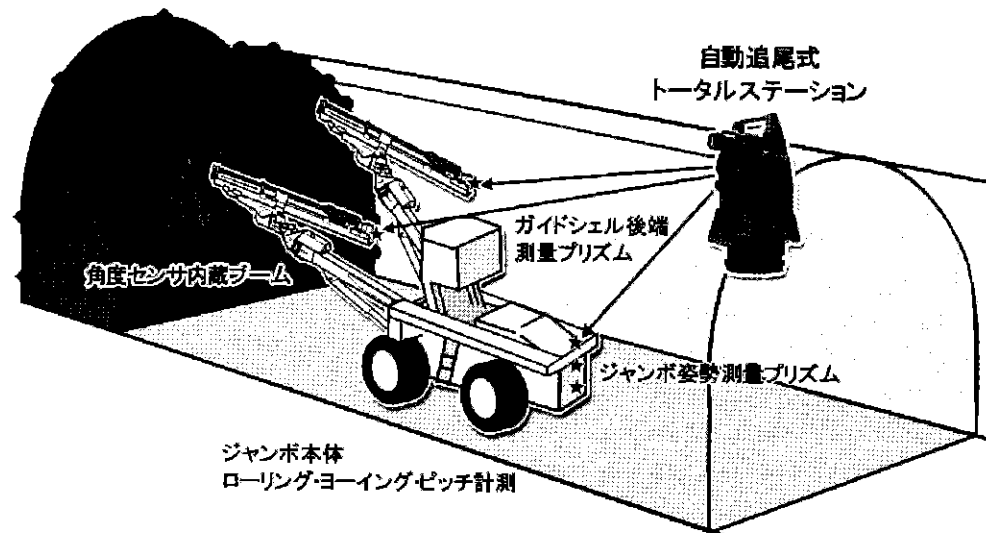
TEL) 011-821-5868 FAX) 011-821-6644

NETIS登録番号:KK-100049-A

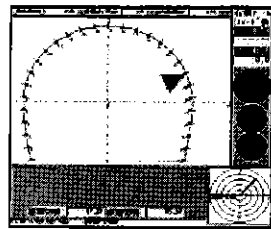
自動追尾式余掘り低減システム

国土交通省 公共工事等における新技術活用システム『NETIS』に登録。

自動追尾式測量器(トータルステーション)との連動により、外周装葉孔の高精度さく孔を可能にしました。余掘量の低減に効果を発揮し、余吹き・覆工コンクリート量を低減することが可能です。



■ディスプレイ表示



さく孔位置・さし角表示

1. 最も重要な外周孔(追尾視準範囲)に限定することにより、従来のナビゲーションと比較し低コストを実現しました。
2. ガイドシエルの後端のターゲットを自動追尾することにより常に高い精度を得る事ができます。
3. 自動測量により本体セットアップが簡単に行なえます。
4. 操作方法が簡単でオペレータへの特別な教育を必要としません。

多数の採用実績および余掘り低減の実績を有する本システムのご用命は

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

FRD 古河機械金属グループ
古河ロックドリル株式会社

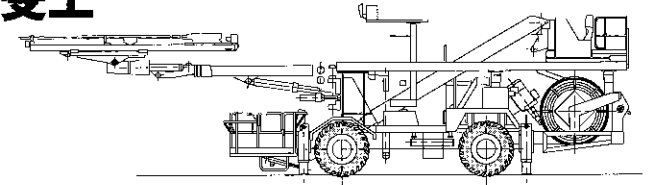
〒103-0027 東京都中央区日本橋1-5-3
特機部

TEL: 03-3231-6966 FAX: 03-3231-6993

環境対応型長尺鋼管先受工

TOHO **AGF** System

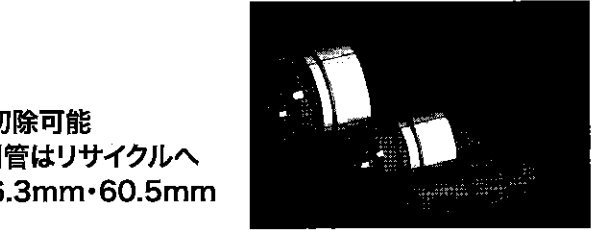
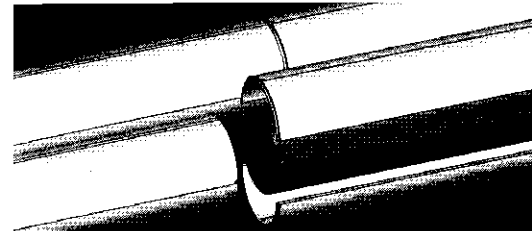
All Ground Fastening;
Long-Distance, Fore-Pilling Method



AGF-Me工法

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

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



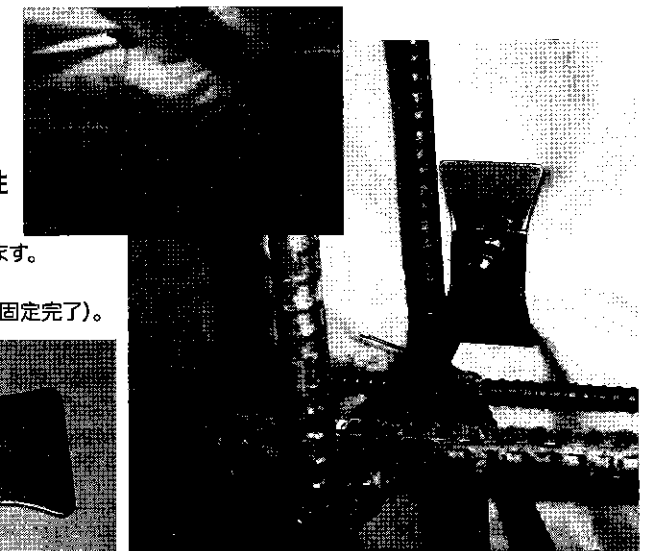
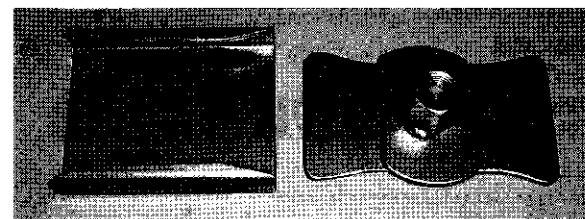
防水シート非貫通型鉄筋吊り金具

TKグリッパー

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

固定方法は3ステップ

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



東邦金属株式会社
TOHO KINZOKU Co., LTD

営業部

〒541-0051
大阪府大阪市中央区備後町2-4-9 日本精化ビル2階
Tel: 06-6229-9881 Fax: 06-6229-8150
URL: <http://www.tohokinzoku.co.jp>

株式会社 トーキョーオール

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

月刊推進技術

購読のご案内



年間定期購読料金 **12,337円** 1冊1,130円 (本体952円 税76円 送料102円)

わが国のライフラインなどのインフラ整備またはその再構築や新たな地下空間の築造に、掘削残土量やCO₂排出量を抑制し、なおかつ耐震性の高い推進工法のニーズが高まっています。月刊推進技術では、円滑かつ適正に推進工事を行っていただくため、必要とされる技術情報をわかりやすく解説しております。また、推進関連のニュースはどことよりも早く、かつ情報満載でお届けしており、管路敷設に限らず、地下インフラの再構築の計画・設計・施工の業務にお役立ていただける内容となっています。

申込方法

お申込は、郵便局備え付けの払込取扱票に口座番号：00130-3-576039 加入者名：株式会社エルエスプランニングとして、通信欄に購読開始月を明記し年間定期購読料金12,337円をお支払いください。

詳しくは、月刊推進技術編集室にてご案内いたします。



<http://www.lswb.co.jp/micro-tunnelling/> 月刊推進技術

月刊推進技術 編集室

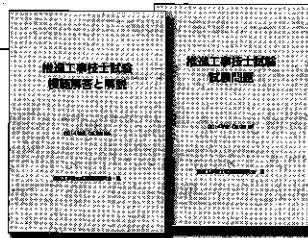
<http://www.lswb.co.jp/micro-tunnelling/>

〒135-0033 東京都江東区深川2-12-4-201 株式会社 LSプランニング内
電話 03-5621-7850 FAX 03-5621-7851 E-mail akasaka@lswb.co.jp

推進工事技士試験 過去13年間(平成14~26年度)

試験問題と模範解答・解説集

推進工事技士試験問題研究会編



平成26年度版発売中!!

推進工事技士試験は、推進工法に係わる技術、技能を適正に認定することを目的に(公社)日本推進技術協会が平成4年度より実施している制度で、管路施工の安全性と品質を確保する上で有益な制度です。

解答付きの解説書に対する受験者の皆様からのご要望に応じて、この程、推進工事技士試験過去問題集を刊行しました。受験対策書としてご活用いただければ幸いです。

1. 内容と特長

- 過去13年間の試験「学科」と「実地」問題を一年単位に収録
- 各年度の試験問題と模範解答・解説集は別冊になっており実力テストに最適
- 解説には設問に採用された図書(推進工法体系)の出版箇所を明記

2. 価格

各年度単体に1set 2,000円(消費税・送料込)

3. 申込方法

本図書のお申込は前金でお願いしています。

ご購入ご希望の方は、郵便局備え付けの払込取扱票に①「通信欄」に購入したい年度と冊数②「ご依頼人」欄に発送先の郵便番号、住所、会社(団体)名、氏名、電話番号を記入して郵便局からお申込下さい。

これらのことをインターネットでご案内しています。

株式会社 LSプランニング

http://www2.ocn.ne.jp/~ls_siken/

〒135-0033 東京都江東区深川2-12-4-201
電話 03-5621-7850 FAX 03-5621-7851 E-mail oda@lswb.co.jp

【好評発売中】

セグメントの新技术

監修 小泉 淳

B5判 132頁 本体価格 2,000円 送料 290円

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

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

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

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

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

《セグメントの新技术》

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

株式会社 **土木工学社**

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

きりーとーりー線

《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

㊞

スーパージャッキシステム

トンネル・地下工事に貢献!

立坑スリップフォーム工法

1ロット3mのコンクリート打設用ジャッキアップフォーム設備

- コンクリート連続打設で工期短縮
- 型枠・足場組ばらし不要
- 掘削・グラウトスカフォード兼用でコストダウン

2箇所が爪がロッドをつかんで、装置全体をスライドアップします。

ジャッキアップ作業機 スライド型枠

新しく投入し硬化したコンクリート型

コンクリート投入機

立坑外壁

鉄筋

センターホックジャッキ

支持ロッド

ジャッキアップ作業機

スライド型枠

配置、コンクリート打設

底部、支持ロッド整合作業機上昇

シールドマシン・TBMアップダウン

- 安全確実で経済的なステップロッド方式
- イコライザー機構で荷重・変位のバラ付きを解消
- 複数ジャッキを高精度制御

地下鉄シールドマシンのリフトアップ (東京メトロ副都心線工事)

1,950トンのTBM リフトアップ (船橋トンネル工事)

2%勾配で掘削

ジャッキ

ステップロッド

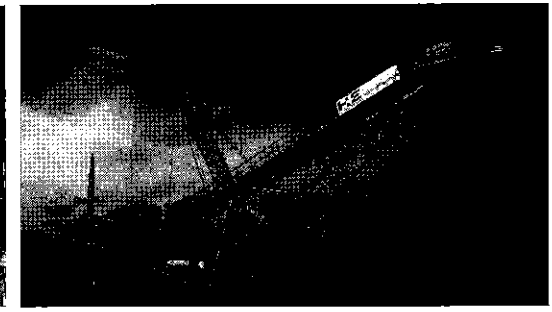
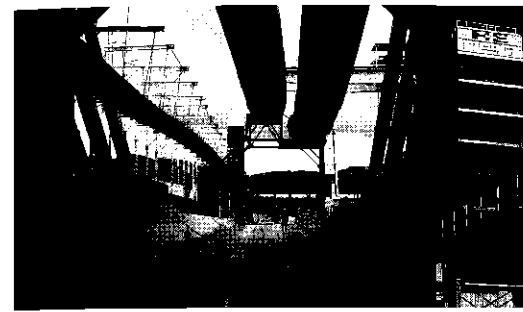
営業品目 ■ジャッキリース・オペレータ ■架台・型枠足場 設計・製作・据付工事

JFE シビル 株式会社
JFE 都市基盤営業部 特殊工法グループ

〒111-0051 東京都台東区蔵前2丁目17番4号 (JFE蔵前ビル)
TEL:03-3864-5293 FAX:03-3864-7319
URL <http://www.jfe-civil.com/> E-mail jack@jfe-civil.com

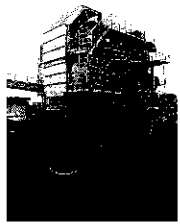
H+E
H+E LOGISTIK GMBH

Clever Conveying



Tunnel Diameter: 7.10 m
Min. Radius: 1,000 m
Minera I: EPB
TBM Supplier: Herrenknecht
Conveyor Length: 2,500 m
Belt Width: 1,200 mm
Capacity: 2,000 t/h
Installed Power: 2x 355 kW
Belt Storage Capacity: 400 m / vertical

Tunnel Diameter: 11.30 m
Min. Radius: > 457 m
Minera I: EPB, Hard Rock
TBM Supplier: Herrenknecht
Conveyor Length: 5,410 m
Belt Width: 1,000 mm / 1,600 mm
Capacity: 1,200 t/h
Installed Power: 4x 160 kW, 2x 90 kW
Belt Storage Capacity: 2x 300 m / horizontal



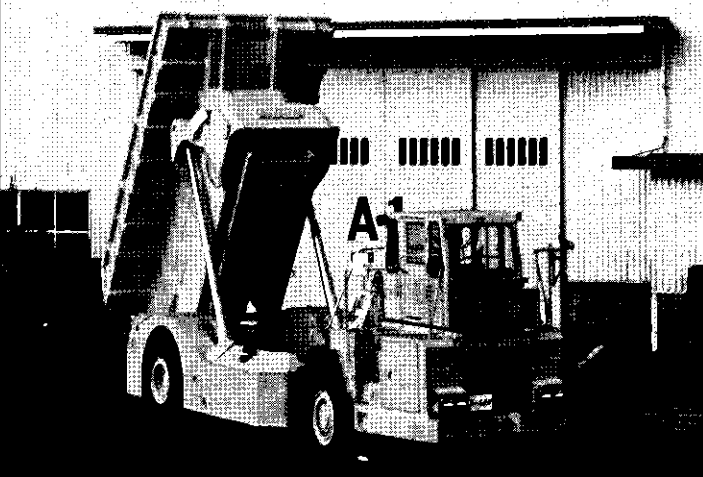
H+E Logistik GmbH
日本代理店



山崎マシーナリー株式会社 担当: 渡邊
〒438-0216 静岡県磐田市飛平松 216 番地 1
代表 TEL0538-66-1211 FAX0538-66-6410

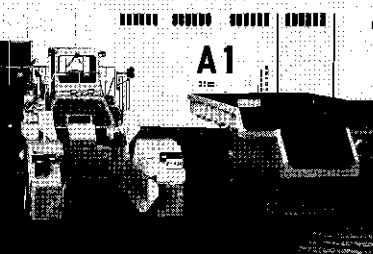
MIWA K-40N KIRUNA

K-40N トンネルズリ運搬車
オフロード法 2014年排出ガス基準適合エンジン搭載車



最新型コンテナ式運搬車

- 特徴
1. 工期短縮
 2. 運搬車両台数の削減
 3. 坑内作業環境の向上
 4. ズリ搬出制約の対応
 5. 多目的使用



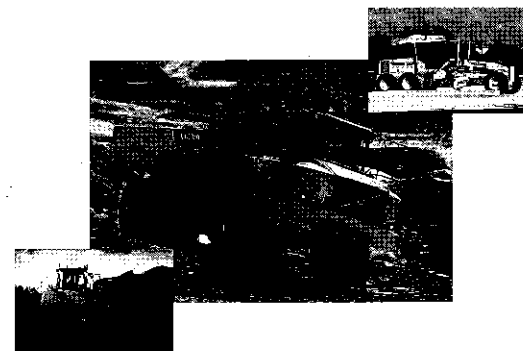
流れすみやかに!トランスポート・イノベーション ミワ・システム車両
MIWA 三輪運輸工業株式会社

本社 〒651-0072 神戸市中央区脇浜町 2-1-16
TEL:078-251-5001 FAX:078-251-4525
プロダクトカンパニー 〒675-0155 兵庫県加古郡播磨町新島 39
TEL:079-435-5115 FAX:079-435-1565
<http://www.miwa-gr.co.jp>

VOLVO 建設機械

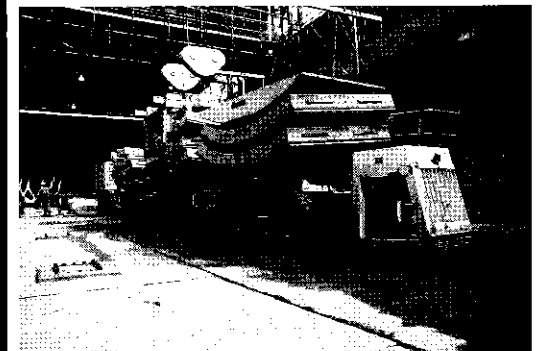
TMS Techni-Metal Systemes

高い作業性とクールなデザインが人気
年々強化される排ガス規制にも対応



ボルボ建機社 日本代理店 担当: 浅野
(直通) TEL0538-66-1215 FAX0538-66-6162

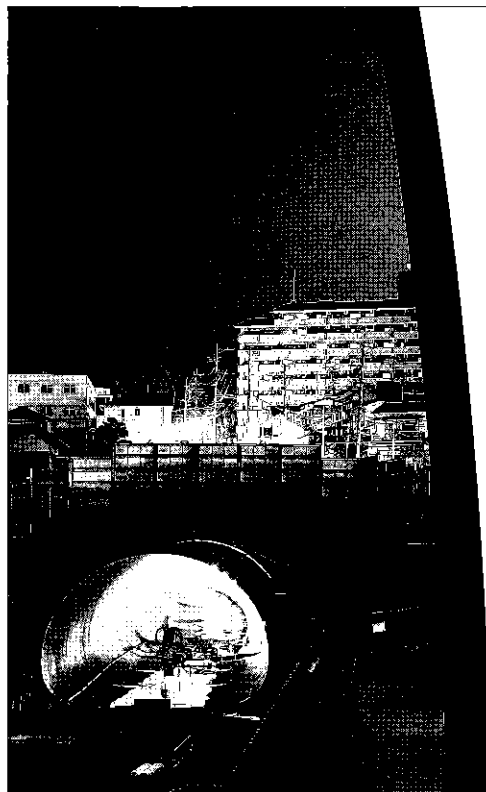
多目的運搬台車
4次オフロード法取得 レールからの解放



TMS社 日本代理店
担当: 渡邊



山崎マシーナリー株式会社
〒438-0216 静岡県磐田市飛平松 216 番地 1
代表 TEL0538-66-1211 FAX0538-66-6410



振動 マネージメント ソリューション

近接地に住居が存在する場合、振動の予測と管理を複雑高度な技術に頼らざるを得ません。利害関係は多岐にわたるので失敗をする余地は殆どありません。トンネル、道路、トレンチ、港湾、パイプライン等の掘削は、今後ますますコスト高となり、時間のかかる作業となっております。

オリカ社は、日々直面するチャレンジに対する方策を見出す為に、全世界の技術研究所と技術力を使って前向きな考え方で取り組んでおります。その成果は電子雷管eDevilや発破デザインソフトであるShotPlus-T また、各種の爆薬に表れておりご理解頂けるものと思えます。

一日でも早く完工する為に、日々の発破のモデル化、計測をして効率化を図っております。オリカ社がどのような形で貴社のお手伝い出来るかについて orica.com/edevil にアクセスしてeDevil Case Studyのビデオをご覧になって下さい。

orica.com



ゴムクローラ式エレクトラ付 コンクリート吹付システム 『新型スコピオン NSCPI-TN』



安全・操作性を徹底的に追求した次世代型吹付機！
状況に応じキャッチャーやポンプの選択が可能！

項目	規格	仕様	項目	規格	仕様
1. 長さ	mm	10000	2. 重量	kg	110
3. 最大掘削径	mm	4800	4. 最大掘削深	m	100
5. 最大掘削速度	m/min	100	6. 最大掘削角度	deg	0°~90°
7. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	8. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
9. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	10. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
11. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	12. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
13. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	14. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
15. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	16. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
17. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	18. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
19. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	20. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
21. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	22. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
23. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	24. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
25. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	26. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
27. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	28. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
29. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	30. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
31. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	32. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
33. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	34. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
35. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	36. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
37. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	38. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
39. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	40. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
41. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	42. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
43. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	44. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
45. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	46. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
47. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	48. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
49. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	50. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
51. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	52. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
53. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	54. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
55. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	56. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
57. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	58. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
59. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	60. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
61. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	62. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
63. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	64. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
65. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	66. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
67. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	68. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
69. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	70. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
71. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	72. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
73. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	74. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
75. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	76. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
77. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	78. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
79. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	80. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
81. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	82. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
83. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	84. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
85. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	86. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
87. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	88. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
89. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	90. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
91. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	92. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
93. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	94. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
95. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	96. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
97. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	98. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°
99. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°	100. 最大掘削傾斜	deg	0°~90°

T&M
Tunnel & Mining
ニシオティアンドエム株式会社
山岳トンネル施工機械等の総合レンタル企業
<http://www.nishio-tm.co.jp>

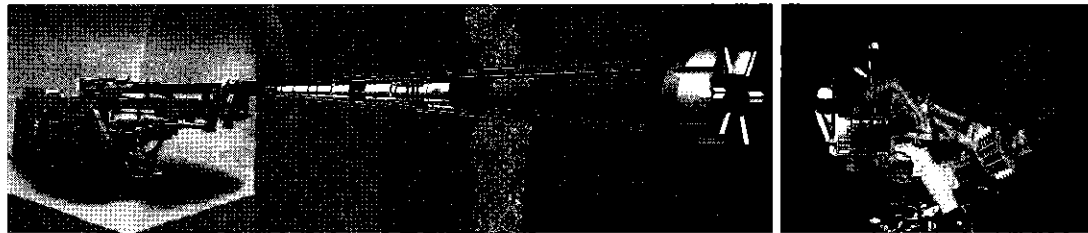
- 〒569-0836 大阪府高槻市唐崎西2-26-1
- 北海道営業所 TEL:0133-72-3715
- 東北営業所 TEL:0197-71-2405
- 東日本支店 TEL:0268-62-1426
- 浜松営業所 TEL:0538-66-0166
- 西日本支店 TEL:072-677-2101
- 九州支店 TEL:0982-26-2111
- 福岡営業所 TEL:092-976-6331



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

- 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こなえ、施工時間が大幅に短縮できます。
- 2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比べて大幅に向上しました。



KOKEN 鉦研工業株式会社

本社 〒171-8572 東京都豊島区高田2丁目17番22号 目白中野ビル1階
TEL(03)6907-7888(大代表) FAX(03)6907-7527

お問合せ先: エンジニアリング本部 エンジニアリング部
TEL. 03-6907-7512 FAX. 03-6907-7522

<http://www.koken-boring.co.jp>

- 北海道支店: (011) 561-4961
- 東北支店: (022) 762-6075
- 信越支店: (025) 275-6877
- 首都圏事業部: (03) -6907-7511
- 大阪支店: (06) 6385-0350
- 中国支店: (083) 972-8757
- 九州支店: (092) 924-5001
- 海外事業部: (03) -6907-7515

好評発売中 地形にも人相がある 地形の性質を知ろう!



トンネル技術者のための 地相入門

大島洋志 監修 木谷日出男 編著
B5判 203頁 定価3,200円+税 送料別

《主要目次》

- 序編 まえがき 地相は人相 山の性状
- 第I編 地形から読み取れる情報
地形から地相を読む方法 / 地形から得る具体的な情報
- 第II編 地形種とトンネルの施工事例
段丘・台地 / 崖錐・沖積錐・扇状地 / 傾斜層 / 地すべり /
マスマーブメント・消落崖 / 断層(断層変位地形) /
断層(断層削剥地形) / 火山地形 / カルスト地形・残丘 / 地形変遷
- 第III編 路線選定 地相をよく観て路線選定を行う
あとがきにかえて 座談会

図・表・写真
288点収録

お申し込みは当社へFAX、または、お近くの書店にてお申し込みください

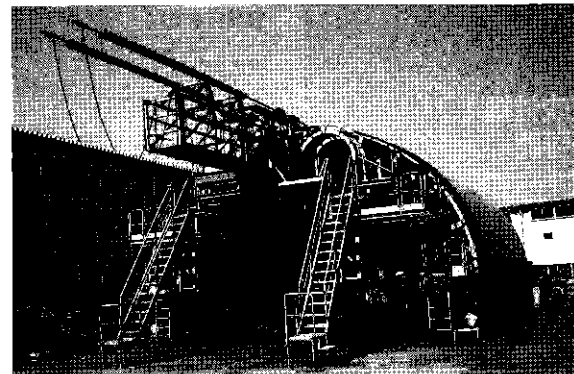
株式会社 土木工学社 〒162-0892 東京都新宿区若戸町16メイジャー神楽坂
TEL 03-3267-2888 FAX 03-3267-2807

要求性能を満たす 覆工コンクリートの品質向上技術

鉄筋区間併用タイプ

天端引抜バイブレータ装置

NETIS 登録 No.HR-080001-V
(平成 26 年度活用促進技術)



期待される効果・特徴

- ・トンネルクラウン部の締固めと密充填が出来る
- ・高品質な覆工コンクリートが形成出来る
- ・鉄筋区間で一部主筋をずらして使用することが出来る
(但し、カーブ区間はケーブル式を推奨します)
- ・覆工表面の縮模様を減らすことが出来る

コンクリート湿潤養生システム

NETIS 登録 No.CG-080012-A (製造:株式会社マシノ)



期待される効果・特徴

- ・セントルと養生台車を連続してシートで覆い、坑内通気から遮断し、乾燥収縮クラックを防止する
- ・脱型直後の覆工コンクリートに水を噴霧し、湿潤状態を保持し、初期強度を向上させる
- ・養生中に追加噴霧することで湿潤状態を長期保て、覆工コンクリートの長期強度が増進する
- ・3台連結することにより7日間の湿潤養生が出来る

北陸鋼産株式会社

URL <http://www.hokuriku-kosan.co.jp>

北野工場: 〒936-0806 富山県滑川市北野新 888 番地 TEL076(476)2155 FAX076(476)2177

滑川工場: TEL076(476)0333 FAX076(475)9121 東北営業所・工場: TEL0223(32)2420 FAX0223(32)2423
東京支店: TEL03(3851)1016 FAX03(6908)6789 大阪支店: TEL06(4963)3520 FAX06(4963)3521

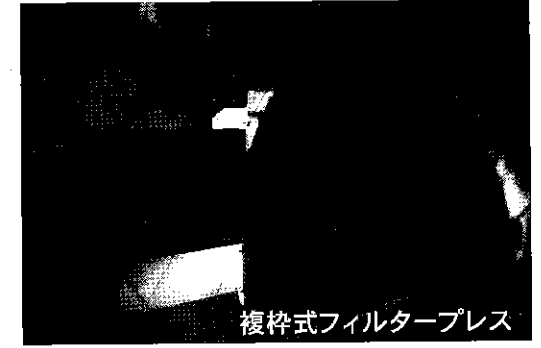
濁水処理からズリ出しまで トータルにフォローアップいたします

環境にやさしい TWS 型濁水処理シリーズ

小規模のpH中和装置～ダム骨材用の大規模処理装置まで対応します



100.0 m³/Hr 濁水処理設備



複枠式フィルタープレス

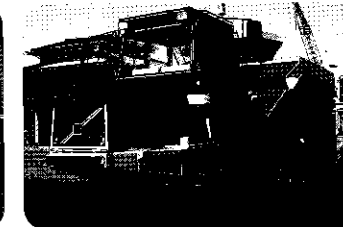
【TWS型濁水処理装置の特徴】

1. シックナーを大型化し、沈降面積を増やし槽内流速を抑えています
2. 複枠式フィルタープレスにより、確実な自動運転を実現しています
3. 砂ろ過装置、高分子自動溶解装置等豊富なオプション設備で様々な条件に対応します

《汎用車両全般》



VOLVO ダンプトラック (A25CTS,A25CTR,A20/30CT)



10T ミキサー



4.5 m³ ベッセル搭載ダンプ



10T 低床ダンプ



10T ダンプ

各種車両 取り扱っております

株式会社 フジテックス

〒930-0821 富山市飯野 12-1 TEL (076)452-1616(代) FAX(076)452-1617

CONTENTS CONTENTS CONTENTS CONTENTS CONTENTS CONTENTS

■巻頭言

設立40周年を迎えて

佐藤 信彦5

■祝辞

徳山日出男・廣瀬 典昭・宮本 洋一7

■挨拶

木村 宏10

■座談会

暮らしを支え、夢を叶えるトンネル・地下空間

JTA設立40周年記念事業実行委員会11

■記念講演

多様な入札契約制度を活用した価値の高いインフラ事業の創出

小澤 一雅22

■解説

プロジェクトの現況と技術的課題28

保有トンネルの現況と維持管理上の課題42

工事量の推移と現況48

トンネル工事における労働災害の推移と安全施工上の留意点51

温泉とは？ 温泉の有効利用は？ この1冊であなたの疑問を解決します！！



続 きみの庭にも温泉が出る

その後の温泉開発と建設の考え方

石井 康夫・俣野 恭寛 共著

新書判217頁 本体価格1,200円(税込1,296円)

【主要目次】 1. バブル景気と『ふるさと創生一億円』 2. バブル崩壊後の温泉景気 3. 温泉とは
4. 温泉の分布と特徴 5. 温泉の成因と寿命 6. 温泉の探査技術 7. 温泉談義アラカルト
8. 外国の温泉 9. 日本の地熱開発 10. 将来の温泉開発と建設の考え方

お申し込みは当社へFAX,または、お近くの書店にてお申し込みください



株式会社 土木工学社

〒162-0832 東京都新宿区岩戸町16-メイジャー神楽坂
TEL 03-3267-2888 FAX 03-3267-2807

■報告

ITA活動状況54

JTA活動現況55

映像ライブラリーの紹介57

「安全標語およびフォトコンテスト」結果報告58

■連載講座

山岳トンネル覆工の長寿命化技術(7)

—覆工の点検法—

「山岳トンネル覆工の長寿命化技術」連載講座小委員会71

■現場だより

豊かな自然と文化を育む本明川の畔から

野口 達朗60

■語り継ぎ 言ひ継ぎ行かむ

地図に残るトンネルの仕事(その思い出)

勝村 健二61

■資料

土木情報 編集部80

工法・技術・製品ニュース 編集部82

トンネルジャーナル 編集部81

海外文献速報 JTA国際委員会83

■会報

会報 日本トンネル技術協会85

【表紙説明】 トンネル・地下空間フォトコンテスト最優秀賞：「中野坂上」



設立40周年事業の一環として「トンネル・地下空間フォトコンテスト」を実施した。本コンテストは、一般の方に写真をとおして、トンネルや地下空間に興味を持っていたくことを目的とし、345名の方から634作品の応募があった。写真は、最優秀賞に輝いた徳川弘樹氏が撮影した「中野坂上」である。

管理しながらコンクリートを育てる

NETIS登録No.CB-120032-A

コンクリートトータル養生システム

セントル型枠

加温しながら初期強度を上げる
加温養生（型枠）



第二養生

加温と湿潤を同時に行い品質向上
加温・湿潤養生



第三養生

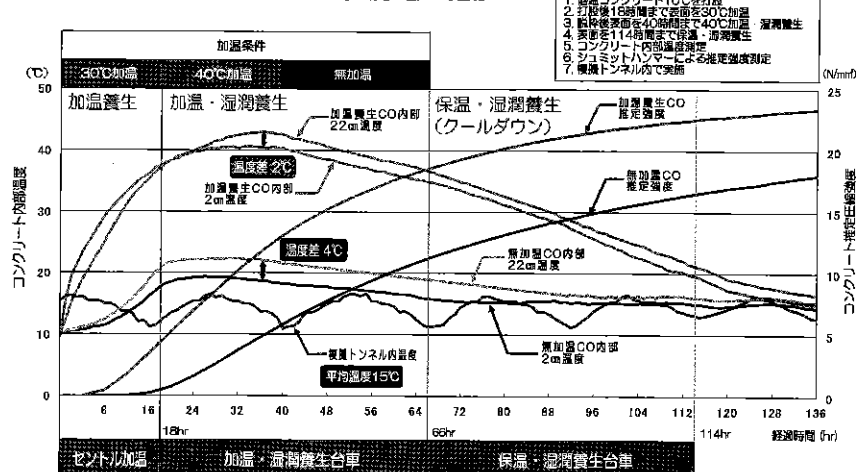
保温湿潤しながら急激な変化を防ぐ
保温・湿潤養生



コンクリートの強度を予測管理
養生管理システム

コンクリート打設完了から養生完了までのコンクリート内部温度及び推定強度を表示します
必要なコンクリート強度から使用者の判断で任意に加温設定が可能です

◆覆工コンクリート温度・圧縮強度(推定)の推移



岐阜工業株式会社

本社 岐阜県瑞穂市田之上 811 番地 TEL 058-257-1000(代) FAX 058-257-1013
営業部本部 TEL 058-257-1001 東京支店 TEL 03-5836-0531 札幌営業所 TEL 011-374-7027
仙台営業所 TEL 022-259-2239 九州営業所 TEL 092-918-3880 宮古出張所 TEL 0193-77-5472

【製作・販売協力】
TECHNO
テクノプロ株式会社

株式会社 東 宏

総務委員会広報小委員会誌WGの構成 (五十音順・敬称略)

〔主 査〕

大 島 洋 志 国際航業株式会社技術本部最高技術顧問
首都大学東京客員教授

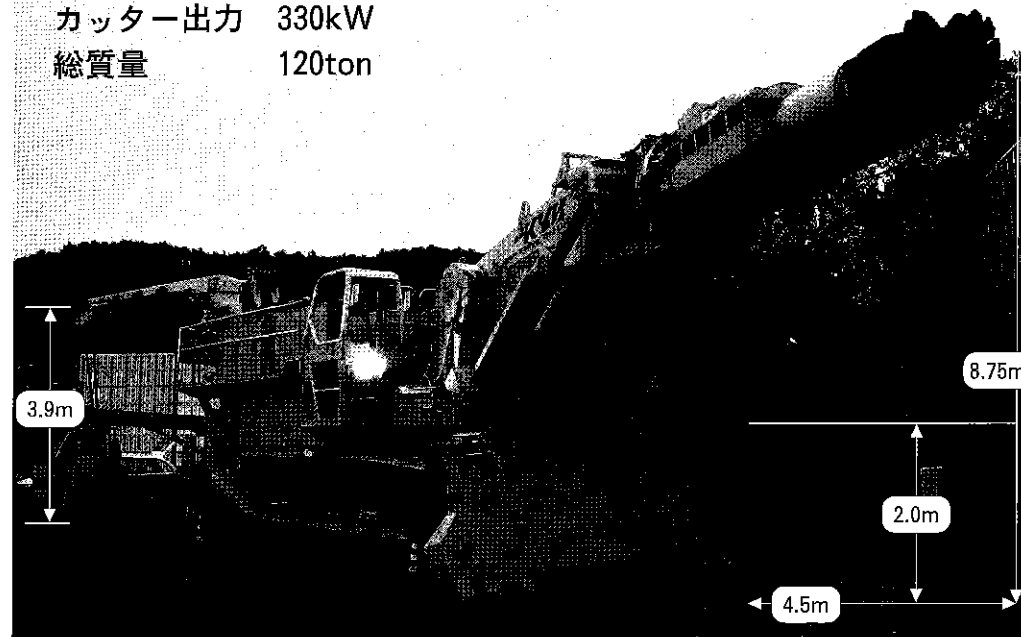
〔幹 事〕

居 相 好 信 株式会社大林組生産技術本部統括部長	西 岡 和 則 鹿島建設株式会社土木管理本部統括技師長 (兼)土木管理本部土木工務部トンネルグループ長
伊 藤 聡 東京地下鉄株式会社鉄道本部改良建設部 改良建設企画課長	藤 井 義 文 株式会社竹中土木常務執行役員
岩 田 美 幸 国土交通省大臣官房技術調査課技術企画官	松 原 利 之 飛島建設株式会社土木事業本部 エンジニアリング部部長
久多羅木 吉治 東亜建設工業株式会社土木事業本部技術部長	八 木 弘 株式会社高速道路総合技術研究所参与(外環担当) 道路研究部トンネル研究担当部長
小 松 敏 彦 前田建設工業株式会社土木事業本部土木部 担当部長(トンネル)	吉 富 幸 雄 大成建設株式会社土木本部土木技術部 トンネル室参与
志 岐 寛 清水建設株式会社土木技術本部地下空間統括部 部長	渡 邊 修 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

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー

カッター出力 330kW
総質量 120ton



主な特長

- ・カッター出力は330kWで、強力な切削力を実現し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- ・機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m（ケーブルハンガーを除く）
- ・定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅4.5m
- ・高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- ・接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

KYB カヤバシステム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO.,LTD.

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

本社・営業 〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル TEL 03-5733-9444
カスタマーサービス 相模事業所 〒252-0328 神奈川県相模原市南区麻溝台1丁目12番1号 TEL 042-767-2586
大阪支店 〒564-0063 大阪府吹田市江坂町1丁目23番地20号TEK第二ビル TEL 06-6387-3371
福岡支店 〒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 三重県津市雲出長常町1129番地11 TEL 059-234-4111

編集委員会の構成 (五十音順・敬称略)

〔編集委員長〕

大島 洋志 国際航業株式会社技術本部最高技術顧問
首都大学東京客員教

〔編集参与〕

木谷 日出男 国際航業株式会社フェロー技術本部 土地盤研究担当	今田 徹 東京都立大学名誉教授
小山 幸則 立命館大学総合科学技術研究機構客員教授	高橋 良文 東京都下水道サービス株式会社技術顧問
	松浦 将行 地方共同法人日本下水道事業団理事

〔委員〕

家壽田 昌司 東京都下水道局建設部設計調整課長	真下 英人 国土交通省国土技術政策総合研究所 道路構造物研究部長
清水 満 東日本旅客鉄道株式会社構造技術センター次長	松田 信夫 東京都水道局建設部工務課長
高橋 晃 東京電力株式会社パワーグリッド・カンパニー 工務部流通土木グループマネージャー	八木 弘 株式会社高速道路総合技術研究所参与(外環担当) 道路研究部トンネル研究担当部長
谷内 雅之 東京都交通局建設工務部計画改良課長	焼田 真司 公益財団法人鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部トンネル研究室長
沼田 敦 東京地下鉄株式会社鉄道本部改良建設部 技術基準担当課長	山本 武史 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

トンネル・地下空間フォトコンテスト結果

最優秀賞



「中野坂上」中野坂上駅 徳川弘樹(東京都豊島区)

優秀賞



「夢・幻想の地下空間」ルーマニア サリーナ・トゥルダ 赤木徹也(東京都日野市)

優秀賞



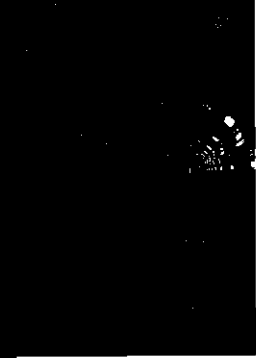
「青春の光と影」大日影トンネル遊歩道 川田夏菜(東京都千代田区)

会長賞

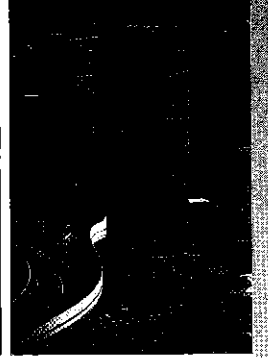


「戦い済んで日が暮れて」豊田市安永川トンネル 小林直弘(愛知県名古屋市)

特選



「一本道」
福岡市市営地下鉄
橋本視寛(福岡県福岡市)



「都市の進化」
新梅田シティー空中庭園
石川利範(大阪府大阪市)



「地底に咲く」能登/珪藻土砕石現場
四方伸季(東京都葛飾区)



「生きる昭和地下街」浅草地下商店街
栗原隆幸(東京都足立区)



「切羽計測異状ナシ」豊川市安永川トンネル
千葉晃一(愛知県犬山市)

巻頭言

(題字 佐藤信彦会長)

設立40周年を迎えて

(一社)日本トンネル技術協会会長

佐藤信彦



日本トンネル技術協会は、1975(昭和50)年8月に発足して40年になりました。

ここに40周年を迎えることができましたのは、ひとえに関係する政府関係機関、業界、学界をはじめとして本協会の会員各位のご理解とご支援の賜物であり、ここで改めて謝意を表する次第であります。

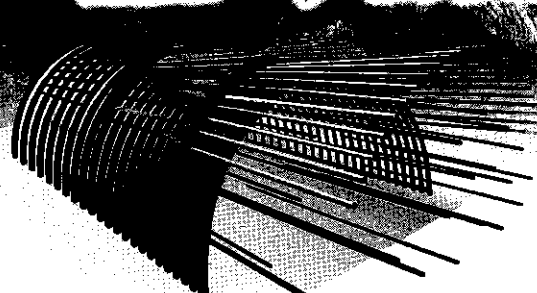
当協会は、設立以来、国土の保全と公共の福祉増進に寄与することを目的として、トンネルの建設および維持管理に関する調査や研究を行い地下利用技術の向上を目指して活動して参りました。これらの成果は、国内のトンネル事業の合理化に資することができたことに留まらず海外への貢献もできたものと自負しております。

この40年間のトンネル建設の需要の増大および技術の進歩には目覚ましいものがありました。山岳部のトンネル建設においては標準的な工法が矢板工法からNATM(New Austrian Tunnelling Method)に変わりました。都市部の軟質な地盤でのトンネルではシールド工法が開放型から密閉型へと移行することやニーズに応じた多様な特殊工法の開発などにより飛躍的な発展を遂げてきました。これらに対して、当協会の会員各位は積極的に取組み、その成果を活用してきました。

高度経済成長に伴うビッグプロジェクトが進む一方、オイルショックやバブル経済の崩壊により、トンネルの建設業界も他の産業に変わらず厳しい環境下におかれる時期もありましたが、こうした時代の流れの中でも、トンネル建設の効率化や経済性、安全や環境の向上を目指して各種トンネル技術が着実に開発され、こんにちの発展につながっています。

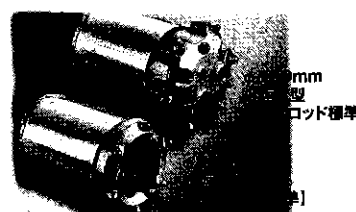
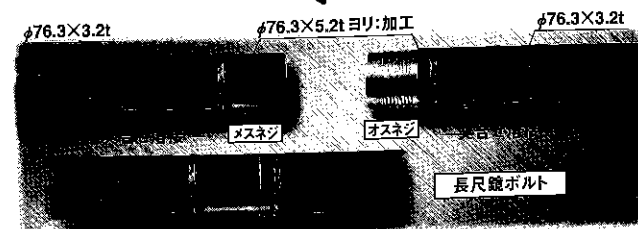
近年、道路の分野では、東京外かく環状道路、横浜環状道路、新東名・新名神高速道路など、鉄道の分野では、北海道・北陸・西九州の整備新幹線、リニア新幹線などのビッグプロジェクトが進められているところでありますが、これらのプロジェクトにおいて

ユニークな発想でVEを提案



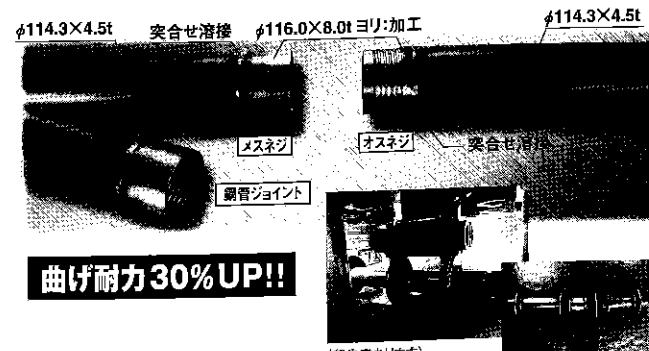
ストロング FIXチューブ(S型)

- ※長尺鏡ボルトは凹み面状の鋼管で周辺地山をしっかりとFIXします。
- ※長尺フォアパイリングのねじ強度改善!
- ※鋼製シースで環境に優しい無拡幅施工!



AGF-STD工法

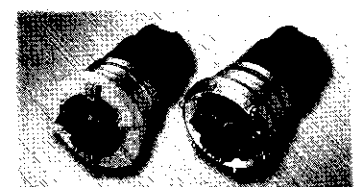
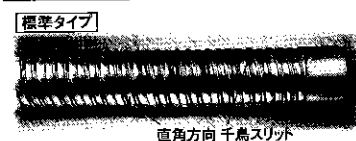
- ※軽量化による作業性とねじ強度の改善!
- ※鋼製シースで環境に優しい無拡幅施工!



曲げ耐力30%UP!!

(報告書あります) 接続部の抗折力試験

撤去管の選択



径	長さ	スリット径
100A	φ114.3	φ124

注入材・その他工法

- ※ウレタン系注入材: NEW-TSRF、NEW-TBU
- ※セメント系注入材: コロイダルスーパー、デンカES
- ※セメント系充填材: デンカPモル
- ※高速フォアボーリング: SP-IF工法
- ※高速ルートパイル: SPフィックスパイル工法
- ※φ27.2注入管、自穿孔ボルト各種在庫あり



エスティーエンジニアリング株式会社

ST ENGINEERING CORPORATION

〒581-0833 大阪府八尾市旭ヶ丘1丁目108番地2

TEL:072-990-0250 FAX:072-990-0251

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

トンネルの建設は不可欠な要素となっております。ここでは、これまでに蓄積したトンネル建設技術が活用されるとともに、さらなる合理化に向けた技術の発展、改善が求められているところです。当協会は、これらのニーズに応えられるよう、これまでに蓄積した技術をもとに、新たな技術の改善、開発にも取り組んでいきたいと考えております。

一方で、これまでに蓄積されてきた多くのトンネル構造物のストックがあります。これらを安全・安心して利用できるようにするとともに、健全な資産として後世に引き継ぐためには、適正な維持管理や更新が不可欠であり、これらに関する技術開発、技術革新を進めていくことも喫緊の課題であります。このような社会的なニーズにも応えるべく、当協会は会員の英知を結集して取り組んでいくこととしております。

さて、当協会発足の当時を振り返ると、トンネル技術の効果的な開発と地下利用の促進を目的としたOECD(経済協力開発機構)の勧告により国際トンネル協会(International Tunnelling Association)が設立され、これを受けてITAの加盟国である日本の唯一の代表機関として当初から参画することになりました。これが契機の一つとして1975年に運輸・建設両省が認可した公益法人として当協会が設立されることになったのであります。その後、当協会はITAの総会、理事会、作業部会、シンポジウムなどの各種事業に積極的に参加協力し、各国との間の技術情報交換を活発に行い、国際技術交流などに寄与して参りました。

最近では、海外におけるビッグプロジェクトにおける日本企業の躍進・活躍が多くみられるようになってきております。日本の優れたトンネル技術を海外で展開することも今後きわめて重要なことでもあります。ITAの加盟国の代表機関である当協会がその一翼を担うことができるよう努めていきたいと考えております。

なお、当協会は2013(平成25)年に、新公益法人法にもとづく一般社団法人へ移行しましたが、これまでに蓄積された研究開発の成果や技術を礎として、新しいニーズに応えるよう協会の活動をさらに活性化していく所存であります。

当協会は、わが国のトンネル技術の資質向上や技術の伝承などを目的とした活動およびITA加盟国としての国際的な技術交流を推進し、安全で安心できる「トンネルと地下空間」の建設と維持管理技術の発展に貢献できるよう尽力する所存です。今後とも関係各位のますますのご助言ご支援を賜りますようお願いいたします。

祝辞



(一社)日本トンネル技術協会の 40周年を祝して

国土交通省技監
徳山日出男

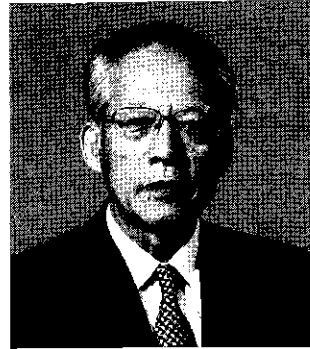
このたびは設立40周年、誠におめでとうございます。心よりお祝い申し上げます。

国土面積の約7割を山地が占めるとともに、とくに大都市部が高度利用されているわが国において、インフラとしてのトンネルが果たす役割はきわめて高く、そのストック効果は経済活動や地域間交流に大きく貢献しています。例えば、道路トンネルとして日本一の長さとなった首都高中央環状線山手トンネルの開通(本年3月)では、中央環状線内側の交通量は約5%の減少でしたが、同エリアの渋滞が約5割も減少するなどしました。さらに物流や観光事業においても具体的な効果が現れ始めており、アベノミクス第3の矢「民間投資を喚起する成長戦略」を支え、2020年東京オリンピック・パラリンピックに向けたわが国の活力を増大させることが期待されます。

一方、2012(平成24)年12月には中央道笹子トンネルにおいて天井板が落下し、9名の尊い命が失われるという痛ましい事故が発生しました。これを契機に、国土交通省では2013(平成25)年を「メンテナンス元年」と位置づけるなど、老朽化対策、メンテナンスを公共事業のメインストリームの一つと位置づけて取り組んでいるところです。具体的には、全国に約1万本あるトンネルのおおむね半数が20年後には建設後50年以上経過を迎える見込みとなっており、5年に1回の近接目視による橋梁、トンネルなどの全数監視を義務化するための道路法改正を行うとともに、全国のトンネルのうち約7割を管理する地方公共団体も構成員に含む「道路メンテナンス会議」を全都道府県で設置するなど、メンテナンスサイクルを回す仕組みを構築したところです。

昨年12月には、三大都市圏を結び、スーパー・メガリージョンを構築することが期待される中央新幹線(リニア)の整備が始まりましたが、その路線の大部分はトンネルが占めています。また、三環状の一つ、東京外かく環状道路でも大断面のシールドによる整備が行われます。長距離化、大断面化などの観点から、いまだ進歩を続けるトンネル技術が、これら事業を支えています。国土交通省としても事業の計画的な実施など、全力で取り組んでまいり所存です。

最後になりますが、協会のますますのご発展と、会員の皆さまのご健勝を祈念して、ごあいさつとさせていただきます。



日本トンネル技術協会 設立40周年を祝して

(公社)土木学会会長
廣瀬典昭

このたび、日本トンネル技術協会が設立40周年を迎えられましたことを、心からお祝い申し上げます。また、長年にわたり、国内外のトンネル技術、地下開発技術の発展、普及に貢献されましたことに対して敬意を表する次第であります。

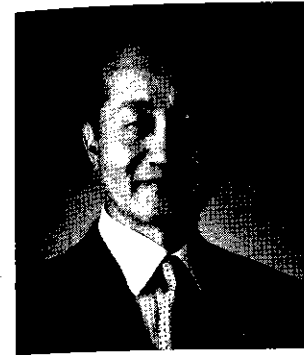
遡ると、貴協会の設立は、1969年、OECD(経済協力開発機構)が開催を決定した国際トンネル会議への対応が発端であったと聞いています。当時、運輸・建設両省より検討を依頼された土木学会が、一学会では対応が難しく新組織の設立が必要との提案を行ったことがきっかけで、産学官の関連団体により貴協会が設立されたとのことです。

これまで、私自身、国内外でいくつものトンネル工事現場や地下施設を視察する機会に恵まれました。その中で最近気づくことは、トンネル施工技術などのハード面もさることながら、安全・防災面や地下であることを感じさせない過ごしやすさに配慮した地下空間計画・デザインなどのソフト面の工夫がなされていることです。これらのわが国で培われた最新のトンネル・地下開発技術は、世界をリードするものであり、これまでのシールド掘削技術同様、国内のみならず、発展著しい途上国や新興国のインフラ整備において大いに活用されていくものと推測されます。

また、近未来のわが国の繁栄にとって、トンネル・地下利用技術は欠くことができないものです。来るべきオリンピックに備えて、都市圏内の交通網を急ピッチで整備する必要があり、老朽化した地下施設の延命化や再構築も急がれています。さらに、わが国の大動脈として期待されている超電導リニア中央新幹線計画の推進は、大深度、長大トンネル技術なしには成し得ません。

昨年、土木学会は創立100周年を迎え、「社会と土木の100年ビジョン」を策定しました。シビルエンジニアの原点に立ち返り「あらゆる境界をひらく」ことを掲げ、関連機関や土木以外の分野との連携強化に取り組んでいるところです。貴協会とは、これまでおもに土木学会内のトンネル工学委員会や地下空間研究委員会を通じてともに活動して参りましたが、今後ともこの協力関係を発展させ、お互いその役割を果たしていけるよう努めたいと考えています。

最後に、貴協会のますますの発展を祈念いたしまして、祝辞とさせていただきます。



設立40周年を祝して

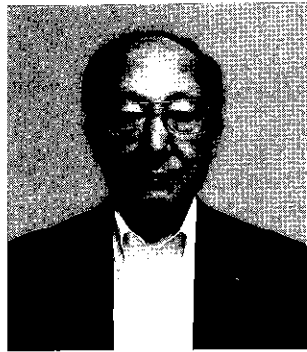
(一社)日本建設業連合会副会長・土木本部長
宮本洋一

このたび、(一社)日本トンネル技術協会が設立40周年を迎えられましたことを、心からお喜び申し上げます。協会設立当初から、今では一般的な工法となっているNATMの導入や、密閉型シールドの開発など、革新的な取組みを積極的に推進され、さらに、その技術を進展・洗練させるとともに、わが国の複雑な地質条件に挑戦し続け、さまざまな地下空間を実現し、かつ国民の生活を支える社会インフラ形成の一翼を担ってきた会員ならびに関係各位にあらためて敬意を表します。

さて、建設業界においては、円滑な世代交代に向けた担い手の確保、育成が喫緊かつ最重要の課題になっております。日建連におきましても、技能労働者の処遇改善、技術者の育成を視野に入れた資格要件緩和など、さまざまな活動を引き続き強力に進めていくこととしております。あわせて、中長期的に労働力人口が減少していく中で、建設現場の省力化・省人化など、生産性を向上させるための建設生産システム改善を、産官学を挙げてすすめています。同時に、建設業は国民の命と暮らしを守り、かつ、わが国の発展を支える基盤を築く役割を担っている重要な産業であることや、それを実現する高度な建設技術など、その役割と魅力をしっかりと発信することの重要性をあらためて痛感しているところです。

トンネルについては、鋭意建設中の東京外かく環状道路事業や、本年度から発注が始まるリニア中央新幹線、整備新幹線といったビッグプロジェクトを抱えているだけでなく、維持・補修、更新といった分野への展開も急務です。そして、高速施工と経済性の向上、労働環境や安全性の向上など新しい生産システムに向けた取組み、さらに、大深度や大空間さらには地下での拡幅・連結など地下利用の領域や可能性を広げています。これらのフロンティアに積極果敢に活躍の場を広げることを通じ、トンネル技術のさらなる発展に寄与され、トンネルの魅力を向上させ、ひいては建設産業の活性化にもつながることを期待しております。

最後になりますが、日本トンネル技術協会が、今後ますますご発展されることと、会員ならびに関係各位の一層のご発展を祈念いたし、ご挨拶とさせていただきます。



設立40周年記念号の 編集にあたって

JTA設立40周年記念事業実行委員会委員長
木村 宏

一般社団法人日本トンネル技術協会は、1975(昭和50)年に設立され、2015(平成27)年に設立40周年を迎えました。この間、官民各方面のご協力により幾多の成果を得るとともに、各種事業を活発に行って参りました。そして、2013(平成25)年には、新しい法人組織である一般社団法人へ移行し、新たな組織として、従来と変わらない役割を果たしております。

協会では、この設立40周年を記念して、2013(平成25)年度より設立40周年記念事業実行委員会を組織して、記念事業に取り組んでまいりました。とくに、今回の記念事業においては、トンネルを巡る社会情勢を反映して、初めて記念事業に統一テーマ「暮らしを支え、夢を叶えるトンネル・地下空間」を掲げ、常設の各委員会のもと、会員向けに、あるいは、若手のトンネルエンジニアには、今後新たに会員となっていただけるように、さらに、一般の方々へのPRを目的として、個別の事業を実施してきております。事業の充実を図るため、それぞれの委員会では、記念事業のためのワーキンググループを設けて、事業の具体化を進め、記念事業実行委員会のもとで、全体の相互調整を行ってまいりました。

記念事業そのものは、2014(平成26)年2月にスタートした安全標語の募集を皮切りに、2015(平成27)年6月の定時総会とそこで開催した特別記念講演会を中心に、2016(平成28)年3月に予定されているシールド技術変遷史の記念出版まで、平成27年度を中心に実施しておりますが、その記念事業の一環として、今回、機関誌である『トンネルと地下』の2015(平成27)年8月号を設立40周年記念号として編集することになりました。

編集にあたっては、記念事業のテーマをもとに実施した特別座談会を中心に、2015(平成27)年度総会に特別講演をお願いした東京大学の小澤先生による契約システムについての特別講演や近年の話題であるリニア中央新幹線、整備新幹線、横浜環状北西線、外環道都内区間工事のビッグプロジェクトの現況と技術課題の紹介、また、2012(平成24)年12月に発生した笹子トンネル事故以来、喫緊の課題として挙げられてきた現在供用中のトンネルの現状と維持管理上の技術的課題についての解説や近年のトンネル工事量、労働災害の推移と災害防止上の留意点についても、関係委員会のご協力のもと、盛り込んだものとなりました。

会員の皆様方には、トンネルを取り巻く技術的、社会的な状況と今後の展開について、少しでもお役に立つ内容になればと思っております。併せてトンネル工事や当協会の取り組みに興味や関心を抱いていただき、より活発な活動にご協力を賜りますよう祈念いたします。

暮らしを支え、夢を叶えるトンネル・地下空間

JTA設立40周年記念事業実行委員会

座談会出席者

出席者(五十音順)

はじめに

司会 本日は、JTA設立40周年記念の座談会にご出席いただき誠にありがとうございました。私は、本日司会を仰せつかりました設立40周年記念事業実行委員会委員長の木村でございます。不慣れですが、ご出席の皆様方のご協力・ご支援よろしく願いたします。

トンネル技術協会(以下「JTA」)が、昭和50年8月に社団法人となってから40年経つことを記念した事業は、「暮らしを支え、夢を叶えるトンネル・地下空間」をテーマとして、これまでのJTAの歩みを振り返るとともに、今後の活動を展望し、国民生活の安全向上、経済活動に不可欠なトンネルに対する一般国民の意識を高め、トンネル関係事業に携わる関係者に情報提供などを行うこととして各種事業を実施しています。

本日の座談会はその一環として実施するもので、「つなぐ=伝える」をキーワードとして、40年の思い出を振り返りながら、ご自身の経験の中から若手技術者に伝えたい技術的なこと、取り組んで欲しいこと、精神論的なこと、大切にしたいことについて語っていただきたいと思っております。

この40年を技術面で振り返るとその進歩は目覚ましく、山岳工法では、標準工法が昭和50年代に矢板工法からNATMへ移り、高速施工を求めて小断面から大型機械を用いた施工や不良地山、都市域におけるNATMも可能となりました。その間、覆工のひび割れに大いに悩まされ、その原因の一つである防水シートのアイソレーション効果やその本質的な役割などを検討し、今日では、覆工コンクリートの耐久性や品質が議論されるよう

〈司会〉	〈出席者〉
木村 宏	(独)鉄道・運輸機構参与
秋田 勝次	(独)鉄道・運輸機構鉄道建設本部新幹線部参与
江戸川 修一	清水建設(株)土木技術本部地下空間統括部部長
高橋 良文	東京都下水道サービス(株)技術顧問
中間 祥二	(株)大林組生産技術本部トンネル技術部部長
西岡 和則	鹿島建設(株)土木管理本部統括技師長
野焼 計史	東京地下鉄(株)鉄道本部改良建設部長
三隅 宏明	大成建設(株)土木本部土木技術部 トンネル技術室室長
八木 弘	(株)高速道路総合技術研究所参与道路研究部 トンネル研究担当部長

になってきました。

また、シールドでは、都市部でのシールド工法は開放型シールドから密閉型シールドへ移行し、さらに効率的掘削を求めた異形断面シールドや縦横シールドなどが開発されました。その結果、近年ではシールド工法での超近接施工、拡幅、急勾配、急曲線など各種施工条件に対応したトンネルの施工が可能になりました。

労働災害の面では、その種類も切羽付近での地山の肌落ちや施工機械などからの落下、交通事故などへと技術とともに変化してきました。災害件数も近年ではかなり減少してきました。

また、契約体系では、一般競争入札方式から技術提案方式へと大きな転換があり、さらに技術力の差を的確に評価する新たな方式が望まれる声が出てきております。

この間、本日出席の皆様も第一線でご活躍するとともに、JTAとかかわってきたと思っております。

それでは、ご自身の携わったトンネルとJTAとのかかわりを振り返っていただき、若手に伝えたいことをお話いただければと思っております。まず



木村 宏 氏

は、青函トンネル工事に携わるとともにそのころからJTAの活動に参加しておられる秋田さんからお願いします。

私 と J T A

秋田 鉄道・運輸機構(前)鉄道公団で、青函トンネルの建設を17年もの長いこと現地と本社で担当させていただきましたが、青函トンネルが貫通したことを契機として、日本で「海底トンネルの国際会議を開催」の機運が盛り上がり、JTAと鉄道公団が主催となり「青函コロキウム」が開催されることとなりました。このとき初めてJTAとの縁ができ、コロキウム開催まで縁の下の仕事をさせていただきました。その後、鍋立山トンネルや整備新幹線のトンネル委員会などで、また最近では『トンネルと地下』のずり処理の連載講座、若い技術者への研修会などで多くかかわっており、たいへんお世話になっています。

JTAは40年の歴史を刻んだわけですが、日本の高度成長期のトンネル建設に後押しされ、その位置を確立したと思います。また、協会誌の『トンネルと地下』は、現場の視点を大切にすることで長く愛され、非常に参考となる異色の技術書だと思います。

若い人に伝えたいこととしては、できるだけ現場を良く観て判断することが大切だと思います。

最近現場で起きていることの実事より、現場から乖離した計算やビジュアルな手法に支配され過ぎもあるような気がします。できるだけ現場を良く観察し、なぜこうなっているのかを問い、調

べ、そして広く技術を蓄積している方に聞いて対策をしていただければ素晴らしいと思います。

司会 次に山岳トンネルの防水シートの品質向上に貢献したと聞いていますNEXCO総研の八木さんお願いします。

八木 JTAとのかかわりといえば、平成元年～3年NATMの防水工に関する調査研究が最初です。高速道路では昭和58年にNATMが標準工法として採用され、数年が経過していました。当時は、支保工である吹付けコンクリートやロックボルトなどの設計方法や品質管理、施工性の向上などが技術的な関心事でした。しかし、完成後に漏水が発生しているトンネルが見られたことから、防水工の材料仕様や施工方法などについて調査研究を行うことになりました。

当時の防水シートは、矢板工法で使用していた湧水処理工という0.4mm厚さのシートを使用していました。そこで課題解決に向けて、覆工コンクリートを打設する際の対破損性とか、シート同士の接合に使用していたブチルテープの接着性の問題とか、漏水が発生する要因をすべて拾いあげて、室内試験や現地実験を徹底的に行いました。その結果、防水性や施工性、経済性を総合的に勘案して、0.8mmのシートと裏面緩衝材を組み合わせたものが、最適だと結論づけました。

この研究には、メーカーやゼネコン、コンサル、大学の先生方のご協力をいただきました。幸い約25年経った今でも標準仕様となっていることは、すばらしい研究をしていただいた結果と感謝しております。

司会 次に首都圏の足となり、全国地下鉄の先駆的活動を実施している東京地下鉄で活躍するとともにJTAの運営にもかかわっている野焼さんお願いします。

野焼 JTAとのかかわりで忘れられないのは何と言っても「7号線建設に伴う国立自然教育園環境保全に関する調査研究」を平成2～18年度までの17年間にわたって受託研究をお願いしていたことです。7号線(現)南北線の建設で、目黒・白金台駅間で国立自然教育園に近接した道路下を



秋田 勝次 氏

通過するにあたり、同園の地下水位や地盤沈下の観測、植物や生態系に与える影響を調査するもので、工事着手前から工事中の7年間に加えて工事完成後10年間調査を行うことになっていました。私は平成13年から2年間、建設本部工事部環境対策課長として、自然教育園側との協議を行い、工事完了後は地下鉄工事の影響が見られないので調査の早期打ち切りをお願いしてきましたが、植物や生態系に与える影響は長期観測が不可欠との指導により、結局17年間、継続してJTAにお願いすることになりました。

その後、平成22～25年度までは監事を、同じく平成22年度～現在も継続して、総務委員会企画運営幹事会の幹事を、平成25年度からは評議員を担当させていただいています。企画運営幹事会では、JTAの事業の運営方針や予算立案、広報活動について議論しておりますが、とくに、平成25年度の公益法人制度改革の時期には水谷専務理事をはじめ協会事務局のみなさんのご苦労やご努力を身近に拝見し、とても感心したものです。

司会 次に東京都の下水道シールドトンネルに深く携わり、また会誌編集委員会委員として深く携わってきた(元)東京都下水道局の高橋さんお願いします。

高橋 JTA活動に初めて参加したのは昭和50年代半ばで、研究開発委員会でした。委員長の山本稔先生のもと、毎月国内外の最新の情報や論文の抄録などを産官学の若手研究者、実務者が集まり熱心に議論したのを懐かしく思います。

当時の東京の下水道は、100%普及達成に向けて地盤が軟弱な周辺区部へと建設事業が重点化された時期でした。このため、シールド工法を年間60件以上も施工するなど、シールド工法は下水道整備に欠かせない工法になっていました。その一方で、シールド掘進に伴う地盤沈下による家屋被害への対応に迫られ、大規模な現場調査を実施していました。調査方法や対策の立案などに協会活動などで知己を得た方々から情報やアドバイスを受けるなど大いに助けられました。委託研究面では、ECL工法や縦横連続シールドなど施工の合

理化や特殊環境での施工性、地盤変状特性などを調査、検証するための委員会を設けて幅広い検討をしていただき、下水道事業の円滑な推進のために大いに貢献していただきました。また、平成9年ごろにJTAの大深度地下利用技術調査にかかわり、その代表として国土庁が開催した大深度利用に関する座談会(技術・安全・環境分野)に参加したことがもっとも記憶に残っています。このようなJTAとのかかわりの中、現在まで約20年間にわたり協会誌である『トンネルと地下』の編集委員としてトンネルの世界に接しているところで

司会 次に建設業に携わっている方々に五十音順にうかがっていきます。まずは清水建設の江戸川さん、トンネル技術と建設業の観点でお願いします。

江戸川 山岳トンネルの施工には30年ほど前からかかわっており、間接的ではありませんが長い間、JTAのお世話になって参りました。この間、機械は大型化し、一次吹付けを容易にする支保工建込み兼用の吹付け機械が普及するなど、技術の進歩によって人が無普請の切羽に近づく作業時間が少なくなり、切羽作業の危険は以前よりかなり減ったと思います。また、コストを掛けてでも安全を確保しようという意識が当たり前のようになりました。しかしながら以前にもそのような安全意識が強かった時期があり、トンネルの3Kを改善しようと本当に真剣に考えて、お金を掛けて安全設備を、快適な現場事務所を、女性が働く設備の充実を、と頑張っていました。ところがその後、景

気の低迷、価格競争などを背景に、建設事業だけでなく日本全体がコスト削減に走り、かつて安全衛生の充実を目指した勢いがやや衰えた時期がありました。そして今、震災復興を経て建設業が世間の認知を再び得て元気になろうとしていると感じます。元気になれば余裕も生まれて、安全衛生の更なる充実を実行に移し、新しい発想を技術の進歩に生かす機運が生まれ、魅力あるトンネル業界を築くチャンスが再び訪れてきたと思いたいのです。これからは、現場の作業所長が利益ばかりでなく新しいことに挑戦できる環境作りを目指したいと思います。

司会 次に大林組の中間さん、JTAとのかかわりと活動に参画して感じたことの視点でお願いします。

中間 私は昭和58年に大林組に入社し、主に山岳トンネル現場に従事していました。入社した頃はちょうどNATMが標準化される過渡期で、最初に配属された近鉄東大阪線(現)けいはんな線生駒トンネルもNATMを採用していました。当時の坑夫はまだNATMに慣れておらず、管理する元請け職員も発注者もNATMの原理をあまり理解していませんでした。そんな中で当時の所長から、「お前たち、『トンネルと地下』という本を読んでもっと勉強なさい」と言われたことをはっきり覚えています。これが私と『トンネルと地下』の初めての出会いです。それ以降、浅学非才の私が新しい理論や施工方法、施工機械を学ぶのはもっぱら『トンネルと地下』でした。その後7本の山岳トンネル、1本のシールドトンネルを経験し、



江戸川修一 氏

平成23年から本社トンネル技術部勤務となり、JTAの各種委員会に参画するようになりました。委員会のメンバーは、著名な先生方をはじめ各社のトンネルを代表する方々で、皆さんの知識見識人柄に触れてとてもよい経験をさせていただいています。この活動を通してトンネルの技術向上にいささかでも貢献できればと思っています。このような場を与えていただいたJTAには心から感謝しています。技術交流や技術発信という意味で、誠に重要な協会だと思っています。

司会 次に海外経験がおりと聞いています鹿島建設の西岡さん、また、ITA(国際トンネル協会)の対応組織であるJTAの委員会でもご活躍の経験がおりと聞いていますが、お願いします。

西岡 私は国内工事に加えて、海外プロジェクトにも約14年間携わってきました。30~40歳半ばまでの大半を海外で過ごしたため、帰国して再び国内工事を担当することになったときは浦島太郎状態が右往左往し、結構たいへんな思いをしました。そのころからJTAの委員会活動にかかわるようになり、国内の事情や技術情報、発注者や他社さんとの交流を通じていろいろな情報に接することができ、国内に順調に復帰できました。また、ITAの委員もさせていただき、欧米の技術者とも意見交換などをする機会にも恵まれ、視野を広げることができました。このように協会活動にかかわることで、技術者として随分成長することができたと思っています。

司会 次に長く現場に携わってきたと聞いています大成建設の三隅さん、現場で聞こえてくるJTAという視点をお願いします。

三隅 JTAの事業委員会に参加させてもらったのはこの1月からですが、私は現場の経験が長く、JTAといえば『トンネルと地下』という時代が長く続きました。現場にいて自分の現場ばかりで、井の中の蛙状態となってしまうところを『トンネルと地下』によって辛うじて、助けていただきました。また、自分で現場を仕切るようになると、新しい技術に挑戦したり、一つの技術を深く追及したりして、『トンネルと地下』に載せ

てもらえるような工事をしようと常に心がけていたこともいい思い出です。現在は、JTAと直接かかわる立場に変わりました。JTAの活動は、各種研究や、図書の刊行、見学会や発表会などとバラエティに富んでおり、さすが日本のトンネル業界の要の団体だと感心する反面、そこに携わる責任をひしひしと感じながら参加させてもらっています。

司会 みなさんありがとうございました。若いときは諸先輩方から『トンネルと地下』の有用性を教えられ、ある程度の年齢になってから、JTA活動に参画する機会が多く、JTAを介しての自社以外の技術者との情報交換、技術交流をしているようですね。また、技術者の集まりであり、各種委員会など通じた学界の研究者の方々ともお付き合い、ご指導を受けることができるというJTAの人脈を事業の展開に活用していくところにJTAの価値や利用のお勧めがあるかなと感じました。

トンネル分野の課題と改善に向けた提案

司会 次に話題を変えて、最近、技術的課題のほか、技術提案型入札制度、技術者の確保、少子高齢化、魅力ある職場などソフト的な課題が浮き彫りとなっているように思いますが、それぞれの立場でトンネル分野の課題と改善に向けた提案についてご意見ををお願いします。

まずは、技術的な視点からいかがでしょうか。

野焼 当社に限ったことではないと思いますが、ベテラン社員の急激な減少に伴い技術の伝承が希薄になっていること、2020年オリンピック・パラリンピック開催を控えて業務量が増加する中で、工事事務所の社員が管理者などとの協議に忙殺され、現場へ行く機会が減少しており、従来発注者としてとても大切にしてきた計画から設計・積算・工事管理までのトータル知識や経験をバランス良く、若手社員に身に付けさせる機会が減少していることが問題だと考えています。技術の伝承、スキルアップなどの技術力の維持向上のためには、



高橋 良文 氏

今まで以上に若手技術者に対する教育・研修プログラムの充実が必要であると痛感しているところです。

高橋 最近、おや？と思うような事故や施工を仄聞することがあります。現場で起きた現象や不具合が何に起因したのか？ それにより誘発されることは？ そしてその対策や確認方法は？ など、中には初歩的な判断ミスとともに、これまで培ってきた経験や知識が活かされていないようなところもあると思います。言い尽くされてはいませんが、技術や技能、ノウハウなどの継承に真正面から取り組む必要があると考えます。例えば、個々人が体得した計画や設計、施工のポイント、失敗や成功例などを次の世代が活用できるように組織的に記録に残し、活用すべきと考えます。

司会 技術の伝承という意味で、私たち年輩の役割は大きいとともに、JTAの役割もまた大きいということを感じなければならぬということでしょうか。次に技術提案型入札制度についてはいかがでしょう。

中間 技術提案型入札制度は、透明性、公平性のある入札制度として定着していますが、実情は得点を取るために多くの労力と時間をかけ、多額の費用を施工者が負っています。現制度の次のステップとして、竣工現場で提案技術の効果検証を行い評価結果の公表、また有効な技術の設計への反映を検討すべき時期にきていると思います。

一方、技術者確保は喫緊の課題です。今後新規建設の減少が見込まれる中、維持補修ばかりでは若い技術者にとって魅力ある産業とは言えません。



中間 祥二 氏

人生設計を描けて、夢や文化を語れる新しい仕事の在り方、新しい市場を考える必要があると思います。

司会 今、技術者の確保というお話がありましたが、ほかにはいかがでしょうか。

西岡 東北の震災復興工事などの影響もあり、工事量が一時的に膨らみ、技術者や労働者の確保がたいへんになっています。今現場で頑張っている若手技術者の皆さんは目の前の業務に忙殺され、トンネル工事の面白さを感じる余裕もないのではないかと心配しています。次世代の技術者に上手くバトンタッチしていかねばならないと思いますが、八方塞がりの状態です。なんとか打開しなければならぬと思っています。

司会 技術者不足とともに、少子高齢化に突入し今後の労働力不足も考えられますが、いかがでしょうか。

江戸川 今は少子高齢化が進み労働者人口が減少する中で、他産業と競争して技術者を確保する時代です。所得や労働環境など働く技術者の待遇を正當に改善し、他産業に勝る労働環境を整えるのが理想です。幸いにも今、震災復興の需要に支えられ雇用条件の改善が見えてきたと考えたいです。当面の人材不足の対症療法として外国人労働者を坑夫として活用する方法があります。また、女性が技術者や職人として活躍できる場所が現場にあれば、他産業との競争に負けずに技術者を確保できると思います。

司会 技術者不足や少子高齢化、技術提案型契約方式に伴う労働力の増に対する妙案がほしいと

ころですが、いかがでしょうか。

八木 今、日本は少子高齢化や人口減少時代を迎えて、巨大地震などの災害を克服し持続可能な社会をどのように構築していくかという大きな岐路に立っていると思います。そのためには、これまで作った社会資本をいかに維持更新していくか、地震や災害から国民の安全・安心を守るために限られた資源をいかに有効に投資していくかという課題があります。

これらの課題解決にあたっては、行政が中長期的施策を提示し、この施策に必要な民間の技術開発を促すこと、そしてその技術をインセンティブとして与え活用することが重要になると思います。そのために、トンネルに関係する工事においても、現在の技術提案型入札制度をさらに進化させて、性能評価型の契約方式の活用などに取り組んでいくべきと考えます。

司会 発注者と受注者の関係も変わっていく必要がありますね、トンネル工事を魅力ある仕事にしていくためには、どう協力して取り組んでいくか、癒着や談合体質という一般にある偏見を払拭する関係の構築も必要ですね。

次に、魅力ある職場という視点ではどうでしょうか。

三隅 トンネル分野のもっとも大きな課題は、トンネル施工そのものの改善です。トンネルは3Kのトップランナーとしてゆるぎない地位を築いてきましたが、やはりそれではいつまでも魅力ある産業にならないと思います。快適な坑内環境・労働環境・休憩施設・生活環境の中で、一定の高収入を得られるような職場でなければ、今後の発展は難しいのではないのでしょうか。そのために、今まではしょうがないとすまされて来たことに対しても厳しくメスを入れて常識を変えていく必要があると思います。近い未来に、トンネル現場が若者の人気の職場となって欲しいと思います。

秋田 意欲ある若い技術者がトンネルを多く志望するために重要なことは、その仕事(プロジェクト)が大いに魅力あることに尽きるような気がします。

私も、青函トンネルや鍋立山トンネルなどの仕事に恵まれ、このようなプロジェクトを計画・推進してきた先人の偉大さを改めて思い感謝しています。確かに古くて新しい課題であるトンネルの労働環境や組織の活性化への改善などは重要なのは当然ですが、まずは国や社会が長い眼でやりがいの持てる仕事を若い技術者に作り続けることが大切であり、若い人が育てられる職場環境と、参画した若い技術者に達成感が生まれる仕事の存在が欠かせないものと思います。

司会 ありがとうございます。技術の伝承、技術者を含むトンネルに従事する労働力の確保には、やはり魅力や将来の希望のある業種を目指す活動が必要と感じます。とは言え、なにぶんトンネル技術者が相手にするのは、いつまでたってもわからないところの多い地山や環境という大自然であるということのを再認識して、その大自然に挑む気概がまだ必要だという気がします。生活していくうえでインフラを維持していくには建設業が元気であり続けることが大切であり、とくにトンネルはとの思いがあります。また、技術だけでは解決できないと思いますので、産官学で英知を出し合って、できることから実行していただきたいものです。

今後のトンネルに求められる技術

司会 これまでの各工法の変遷や社会のニーズを見つめ、これからのトンネル計画、設計、施工、維持について「今後のトンネルに求められる技術について」や「こんな技術があったらいいな」という夢を語っていただきたいと思います。

これまで、日本のトンネル技術の進歩の背景には、コンピュータを利用した情報処理技術があると思いますが、いかがでしょうか。

秋田 最近、若い女性技術者がトンネル現場で測量や計測に駆け回っている様子を眼にしますね。土木女(ドボジョ)や建設小町が増え、学生時代と同様に成績も優秀と聞いています。このような女性技術者が大いに活躍できる環境を整備し、より女性技術者が増えていくことが若い男性技術者に

とっても出会いがあり、将来的にも良い流れになると思います。トンネルの仕事に若い女性技術者が集まりだしてくるということは、われわれのような「女性入坑厳禁世代」にとっては劇的なことですが、大いに定着させてほしいものと思っています。

土木女の活躍で、土木の負のイメージを大いに払拭したいものですね。

トンネル全体の調査に言えることだが、とくに施工前の事前調査をより大切にするために、より精度良く、できれば立体的に評価でき、実効性の大きい調査方法などが開発され定着すればと思います。現状でも各種の探査技術が開発されていますが、探査技術がボーリングコアの観察精度近くまで向上できれば素晴らしいと思います。

八木 保全技術と建設技術で一つずつ挙げると、保全技術では、トンネルの健全度の調査技術や老朽化したトンネルのリフレッシュ技術などが必要になると考えています。この技術は、トンネルが使用されている状態で行う必要があることから、確実性と効率性を備えた技術が求められています。建設技術では、山岳トンネルは現在NATMが主流となっていますが、シールドのように機械化・省力化を進めるとともに、安全性も向上させる必要があると思います。そのためには、トンネルボーリングマシン(TBM)をもっと発展させ、NATMとTBMの双方の特徴を活かしたハイブリッド工法を開発できたらと考えています。

野焼 近年、当社では既設線の輸送改善やバリアフリー設備整備を目的とした改良工事が増加し



西岡 和則 氏

ていますが、既設構造物に新設構造物を接合する際の設計や構造細目などの技術的課題の解決や耐震設計手法の確立が必要であると考えています。そのため、平成26年度より協会への委託研究として「既設構造物と新設構造物との接合等に関する設計・施工法検討委員会」を立ち上げ、調査・検討を行っております。

また、開口部や接続部の施工にあたり、既設構造物に埋設された管路で図面にない管路を損傷し営業線の列車運行に影響を与えるリスクがあります。鉄筋コンクリートに埋設された管路の径や深さを事前に探査できる埋設管路探査機の開発も注視したいと思っています。

司会 記念事業の一環として維持管理の講習会をということで、準備していますが、これから求められる技術として、効率的な維持管理技術は欠かせないと思いますが、いかがでしょうか。

高橋 下水道施設の老朽化への対応は、避けては通れない課題と考えます。東京都では、昭和37年からシールド工法を採用し始めて50年以上経過しています。下水道管路は常に下水が流れており、中には晴天時でも人が立ち入ることができないものもあります。これまで比較的小規模なトンネルに対してはテレビカメラでの老朽化調査、診断そして更生技術を開発、実用化してきましたが、規模が大きく水位が高くて、人が立ち入れないトンネルに対する調査・診断技術と無人化更生技術の開発が待たれます。

西岡 高度成長時代に築かれたインフラ施設の維持管理が課題として挙げられていますが、やは



野焼 計史 氏

り今後築くインフラは、メンテナンスフリーとまでいかないかもしれませんが、維持管理の負担を軽減できるような、LCC(ライフサイクルコスト)を見据えた技術が求められているのだと思います。また、少子高齢化を考えると、少ない技術者、労働者で施工ができるような自動化、省力化技術の開発により、生産性の向上を図る必要もあると思います。

司会 安全対策の面では、いかがでしょうか。

三隅 安全面と言うと、トンネルで一番危険な箇所である切羽に人が入らないで作業ができる技術とか、重機と人が絶対接触しないための技術などが必要だと思います。トンネル重機も大型化していますが、まだ依然として人が危険な箇所に入らざるを得ない作業はあまり変わっていないのが現状ではないでしょうか。

江戸川 暮らしを支えるトンネルもいずれ修理が必要なときが来ます。日々の暮し、つまり人やモノの流れを変えないで道路、鉄道などのトンネルをリニューアルできる活線作業の技術が進歩すれば、まさに暮らしを支えるトンネル技術と言えます。また、防災のための地下空間利用技術、例えば雨水・河川水の浸水防止技術、火災の自動消火・防煙・断熱の技術などの進歩により、地震に強いとされる地下空間の防災拠点化が可能となれば、都市部の安全な避難所として地下空間を提供できるようになります。

中間 言い古されたことですが、ポストNATMの開発は必須です。また、近年進められているCIMシステムの設計から維持管理まで一気通貫で管理運営する制度開発、供用中に支保工や覆工を取り換えられるような、維持更新を見込んだ新設トンネルの施工技術、働く人の肉体・健康への負担が軽くできる技術、トンネル掘削で地山がどのように動くか、地下水がどうなるかを事前に正確に把握できる調査技術、地山挙動に合わせて自ら剛性を変化させてトンネルを安定化させる支保など、まだまだ開発の余地はあります。他産業のスペシャリストとの融合で積極的に新しい技術を取り入れることも重要だと思います。

司会 ご意見ありがとうございました。今後のトンネルに求められる技術としては、建設とメンテナンスがあり、いずれも効率化が望まれているように感じました。また、究極的には全自動化・ロボット化が望まれているようです。コストのバランス、産官学と他業種とコラボして少しでも早く実現していただきたいものと感じます。

協会の果たす使命と今後の期待

司会 協会の独自性を活かした活動が望まれるところですが、これまでの活動を顧み、将来を見据えて、今後、協会活動に望むことを語っていただきたいと思います。

秋田 協会は、日本のトンネル技術者が広く交流し意見交換の場の提供、技術の紹介、評価、トンネルにかかわる基準作成・整理、各種委員会のコーディネイトなど、多くの仕事をこの40年間にわたり貢献してきたと思います。トンネル技術全体を見渡し、今後ともトンネル技術者に貴重な情報を提供していただければと思います。また、トンネルの建設は自然相手であり、不具合や失敗が止むを得ないところもあるので、失敗から学んでいく姿勢も技術者と共有していただければ、なおありがたいと思っています。

八木 JTAは、これまでトンネルの共通的な技術課題に対する指針などを提示したり、個々のトンネルの技術的課題を解決する役割を担ってきました。JTAには、メーカーやゼネコン、コンサル、発注者、研究機関など多くの分野の会員がおり、これらの方々に臨機に集めた検討・研究体制を構築できる強みがあると思います。今後も、さまざまな課題に対して産官学が一体となった取組みを期待したいと思います。

野焼 わが国から新たなトンネル建設がなくなることは考えられないですが、今後は既設トンネルの機能更新や維持管理などに関する新たな技術に対するニーズが従来に増して求められます。既設構造物と新設構造物の接合に関する設計や構造細目などの技術的課題もこの一例です。これらの調査・研究の受け皿としての協会の役割は今後ま



三隅 宏明 氏

ずますます高くなるものと思います。

また、講習会、発表会に加え、国内外の現場視察などを通じて、若手技術者が見聞を広める教育の機会を設定していただくことを期待しています。

高橋 冒頭に述べたように、JTAの活動で得たものに多様な分野の研究者、技術者との交流があります。また、民も官も経営の効率化や人員の削減などにより、技術情報の収集も十分ではないと思います。情報の収集と発信とともに、委員会などの運営に際しては産官学の参画を意識して技術者、研究者の交流の場としての機能を強化していただきたいと思っています。何度か大事故に遭遇し、その都度協会活動などで接点を持った先生や他分野の方にご協力をいただき、対応ができたという経験があります。

西岡 東京オリンピックが終わるころには国内工事量は減少すると予想されます。そのころには、人口増を続ける東南アジアなどの発展途上国で建設工事に携わる機会が多くなることも予想されます。国内外で活躍するトンネル技術者の交流の場として、いろいろな情報発信やイベントを継続していただきたいと思っています。また、各種技術委員会を通じて次世代への技術の伝承にも貢献していただきたいと思っています。

三隅 JTAは、異なる価値観を持つステークホルダーが「日本のトンネル」という価値観で集まれる稀有な存在だと思っています。日本や世界のトンネル技術をとりまとめ、日本のトンネル関係者一人一人にその情報を発信していただくだけでなく、日本のトンネル技術を世界へ発信していく中



八木 弘氏

心的な組織として今後も精力的に活動して欲しいと思っています。また、業界内にとどまらず、トンネルの有用性について、広く一般に伝えていく活動にも力を入れていただければと思います。

中間 JTAは産官学の集まりで独立性、公平性を保っているため、社会にさまざまな提言ができるはずですが、これまで行っていたトンネル技術のとりまとめや発信のほか、発注者や研究機関、建設会社、コンサル、調査会社が単独でできなかった問題について、解決の方向性を示す団体になっていただきたい。例えば次世代の若手技術者を育成するための方策を編み出したり、新技術やポストNATMの開発や評価など、産官学の英知を集める場になっていただきたいです。一方で協会の経営基盤を強化することも重要です。会員増を念頭においた企画も是非お考え下さい。

江戸川 トンネル技術・情報の共有という点で協会は、事業施設の建設・維持管理にかかわる施工技術を蓄積し伝承する情報ネットワークのハブの役割が期待されていると思います。また、施工会社は協会を技術力がアピールできる場所として活用し、JTAを通じて個々のプロジェクトにおける技術開発などの技術の進歩に貢献することができるでしょう。さらに、時には40周年記念事業など世間一般向けのアピールを行うことも、将来の業界へのリクルートにつながる活動として期待しています。

司会 貴重なご意見ありがとうございました。会長に代わりお礼申し上げます。交流の場として

の機能維持、積極的な情報提供、世界への情報発信、一般の方への情報発信など、初心に立ち返り活動を実施していただきたいものです。

若者へ一言

司会 最後になりますが、これまでの経験から、トンネルとのかかわりを振り返り、若手技術者に伝え、つないでいきたいことをできれば格言風に一言お願いします。

高橋 トンネル工学は経験がものを言います。先輩や経験者に聞くこと、温故知新の精神を大切に。

西岡 格言風に言うのは難しいですが、今後日本の産業はグローバル化の波に揉まれて行くと思います。資源を持たない日本の強みはやはり「ものづくり」ではないでしょうか。「ものづくり」のできる技術者になってください。

三隅 高い志を持って行動し、みんなのモチベーションが上がる明るい楽しい現場を目指して下さい。

中間 温故知新を旨として、立止まらず委縮せず出る杭となれ。革新はいつも若者から始まる。

江戸川 技術が進歩しても、切羽では山との会話が不可欠だ。山はね、突発湧水、膨張性地山、自然は強大である。打ち負かされないためには自然とうまく付き合うという気持ちが大切で、謙虚な気持ちを忘れると痛い目に合う。

野焼 歌って踊れる技術者になってもらいたい。発注者側の技術者としては、現場の経験をベースに、計画・設計・積算・工事をバランス良く身に付け、判断できるエンジニアを目指してほしい。

秋田 トンネルだけではなく、どんな仕事でもそうだと思いますが、情報の宝庫である現場を良く観察し、テーマには真直ぐに取り組むと次第に見えてくる。目処が立ってくると一段と興味も沸いてくる。そして仕事が面白くなるのが一番です。

八木 一言でいうと「社会に喜ばれるトンネルを！」山岳地の多いわが国では都市間交通にはもちろんのこと、近年では土地利用が進んだ都市部



座談会の風景

においても都市環境や防災上、トンネル技術が不可欠な時代となっています。自分がかかわったトンネルが社会の発展や人々の安全・安心な生活に寄与することは、技術者冥利につきると思います。

司会 皆さんの熱い思いありがとうございました。

まとめ

司会 いくらでも話は続きそうです。ご出席の皆様には、協会40周年記念ということで、協会そしてトンネル技術者の過去、現在、未来を通して私とトンネルというテーマでJTAがトンネル技術者とどのようなかかわりを持っている組織なのかを話していただきました。また、トンネル分野の課題と改善に向けた提案というテーマでは、今のトンネルの仕事を進めるために日頃から取り組んでいる契約の問題や社会構造の変化によって生まれてきた問題、さらに、将来展望や職場環境改

善に対する提案もいただきました。そして、トンネル技術者が期待する将来に向けての技術の道標とも言うべき今後のトンネルに求められる技術についてのお考えを聞かせていただくとともに、JTAかくあるべきという強い要望と激励、さらに、今後を担う若者に対する温かい励ましも頂戴しました。

本日は、お忙しいところありがとうございました。そろそろ時間が参りましたので、このあたりで終わらせていただきたいと思います。いろいろな場で語り合う機会があると思います。大いに語り次代を担う若者に協会とともに歩んできたトンネル屋の思いを伝えていきたいものです。最後に本日の座談会の文が多くの方の目に触れ、JTAとトンネルについて考えるきっかけとなれば幸いです。

(平成27年4月13日JTA会議室にて収録。役職は当時のまま)

多様な入札契約制度を活用した価値の高いインフラ事業の創出

東京大学大学院工学系研究科教授 小澤 一 雅

本稿は、去る6月5日定時総会における特別講演会の内容をもとにとりまとめたものである。

わが国の公共工事における入札契約制度は、この20年余りの間に大きな変化を遂げた。指名競争入札を中心としたシステム(図-1)から一般競争入札へ舵を切るとともに、VE(ヴァリューエンジニアリング)方式、CM(マネジメント技術活用)方式(図-2, 3)や設計施工一括発注方式の導入、さらに総合評価方式の導入(図-4)が図られてきた(表-1)。これらは、この間に発生した談合問題、日米構造協議、コスト削減、品質確保や低入札問題など、それぞれ対応するために当初は導入された制度である。また、東北地方の復興事業においては、急激に増大した事業を早期に実施するため、事業の上流段階に民間の技術力を導入するしくみ(図-5)やアットリスク型のCMとコストプラスフィー方式などを組み合わせた制度(図-6, 7)などが試行されている。公共事業を実施する現場で発生するニーズに対応して、新しい制度は生み出されるものである。現在、インフラ施設の維持管理の問題に対応するために、維持管理事業を持続的に、確実に、かつ効率的に実施可能な入札契約制度の検討が始まっている。

一方で、入札契約制度を運用する発注者側の体制や技術力についても、時代の流れの中で大きく変化している(図-8)。公務員の定員削減や団塊世代の大量退職などの影響により公共事業にかかわる発注者側の人数は、減少を続けている。規模の小さい地方公共団体においては、技術職員を抱えることが困難であったり、公共事業の経験を十分



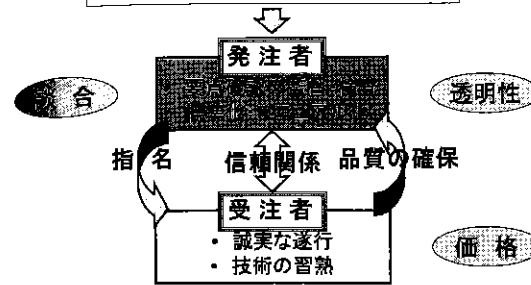
平成27年度定時総会での講演の様子

に積むことが難しいケースが増大したりしている。技術職員を有する発注者においても、とくに現場の事務所において、若手職員の減少により、その技術力育成にも大きな課題を抱えている。インフラサービスを持続的に提供するためには、今後も価値の高い公共事業を実施する必要があり、発注者側の体制に応じた入札契約制度を構築することは必要不可欠である。

わが国の入札契約制度の基本は、会計法(地方公共団体の場合は、地方自治法)に規定されており、その原則は、明治会計法に遡る。1900年に指名競争入札が、1961年に低入札調査制度と価格以外の要素を考慮することが可能な制度(総合評価方式の根拠規定)が導入される以外は、大きな改訂はされていない。時代の要請に応じて、官公需法、WTO政府調達協定、独占禁止法、品確法などの制度が制定あるいは改訂されたものの、会計法は変わらぬまま、入札契約制度は、その運用で時代の要請に応えようとしてきた。一方で、実施される公共事業は、インフラの新設だけでなく維

指名競争入札を中心としたシステム

優れた実績を有する信頼性の高い企業の中から入札に参加する者を選定。

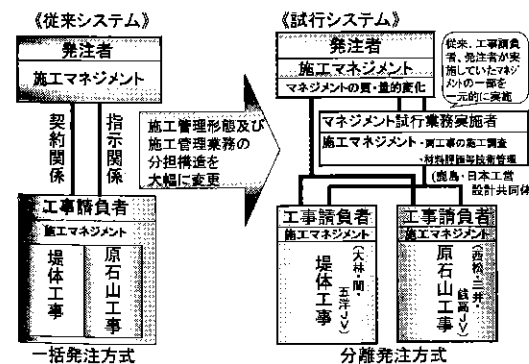


発注者責任懇談会資料に加筆修正

図-1 指名競争入札を中心としたシステムでは、発注者と受注者の信頼関係にもとづく品質確保のサイクルが構築されていた

導入時期	事業名称/業務名称	発注事務所	導入目的	マネジメントのタイプ
H13.3	清洲IC北下り工事	中部地方整備局 東知国事務所	官民のマネジメント技術の明確化	施工者のマネジメント
H13.12	23号西中高架橋下部工事	中部地方整備局 名古屋事務所	人員の補充	発注者のマネジメント
H14.3	東海環状自動車道 愛知県ICマネジメント業務	中部地方整備局 岐阜国道事務所	高度な専門技術力の活用	発注者のマネジメント
H14.3	森吉山ダム建設事業 森吉山ダム本体工事監理代行業務	東北地方整備局 森吉山ダム工事事務所	人員の補充	発注者のマネジメント
H17.7	信濃川下流河川災害復旧等備運 緊急事業	北陸地方整備局 信濃川下流河川事務所	人員の補充	発注者のマネジメント
H19.10	川内川水系滋養災害対策特別 緊急事業	九州地方整備局 川内川河川事務所	人員の補充	発注者のマネジメント
H19.12	日本海沿岸東北自動車道 日本海沿岸東北自動車道建設工事 監理代行業務	北陸地方整備局 新潟国道事務所	人員の補充	発注者のマネジメント
H20.8	東横瀬南北道路整備事業 姫路河川国道事務所	近畿地方整備局 姫路河川国道事務所	人員の補充	発注者のマネジメント

図-2 国土交通省直轄事業におけるCM方式の導入状況 (出典：国土交通省直轄事業における発注者支援型CM方式の取組み、事例集)

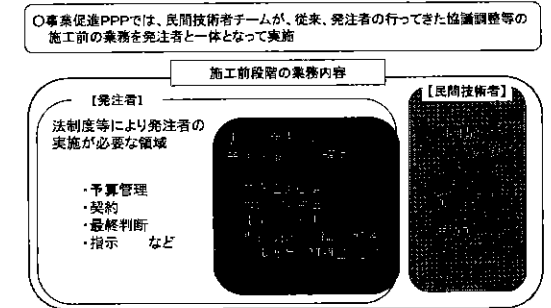


出典：マネジメント技術を活用したロックフィルダム建設工事発注方式に関する検討委員会資料

図-3 森吉山ダム本体工事に試行導入されたCM方式では、マネジメント業務実施者は、工事間の調整や材料評価などの技術管理を実施した(出典：マネジメント技術を活用したロックフィルダム建設工事発注方式に関する検討委員会、資料)

	標準ガイドライン (2000)	新通達 (2002)	品確法 (2005)	建設公共工事品質確保促進法 (2006)
高度技術提案型				
標準I型		必須評価項目 (総合評価方式)		必須評価項目 (総合評価方式)
標準II型	必須評価項目 (総合評価方式)	必須評価項目 (総合評価方式)		必須評価項目 (総合評価方式)
簡易型				
目次	—	—	—	2006:50% 2007:60% 2008~100%
金額	—	2002:2004:20%	2005:40%	2006:80% 2007:90% 2008~100%

図-4 国土交通省直轄事業に導入された総合評価落札方式における技術評価点(加算点)は、15年余りの間に増大してきた(出典：国土交通省直轄工事における総合評価落札方式の運用ガイドライン)



※PPPに特有な業務内容については、発注者と民間が協議して判断。ただし、最終的な責任は発注者となる。

図-5 復興道路事業に導入された事業促進PPPでは、従来発注者が実施していた事業の上流段階の業務に民間技術力が投入された(出典：事業促進PPP説明資料、国土交通省東北地方整備局)

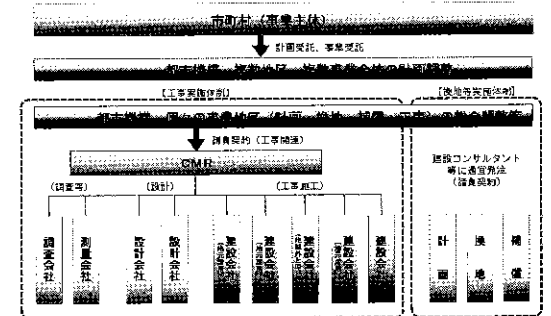


図-6 フルパッケージ事業受託タイプのアットリスク型CM方式を活用した実施体制(出典：CM方式を活用した復興まちづくりモデル事業について、UR都市機構)

表-1 公共工事の入札契約制度に関する動向(1990~2015年)

1989年	日米構造協議
1993~1994年	ゼネコン汚職
1993年12月	「公共工事に関する入札・契約制度の改革について」(建設省・中央建設業審議会)
1994年 3月	工事実績情報システム(コリンズ)運用を開始
1995年 4月	業務実績情報システム(テクリス)の運用を開始
12月	WTO政府調達に関する協定を締結(一般競争入札の導入)
1997年10月	設計VEの試行に関する手続きについて(建設省技調発第117号)
1998年 2月	一般競争入札方式における入札時VEの試行について(建設省厚契発第9号, 建設省技調発第36号, 建設省官計発第15号) 建設省北陸整備局において設計・施工一括発注方式の施工を開始(白岩砂防堰堤右岸部岩盤補強工事)
1999年 6月	建設省関東地方整備局において総合評価方式の導入(今井1号撤去工事) 「民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律(PFI法)」施行
2000年11月	「公共工事の入札及び契約の適正化の促進に関する法律」成立
2002年 2月	CM方式活用ガイドライン
7月	「入札談合等関与行為の排除及び防止並びに職員による入札等の公正を害すべき行為の処罰に関する法律」成立
2003年 3月	指定管理者制度施行
2004年10月	鋼製橋梁談合事件
2005年 4月	「公共工事の品質確保の促進に関する法律」施行
9月	国土交通省直轄工事における品質確保促進ガイドライン作成
2006年 1月	「私的独占の禁止及び公正取引の確保に関する法律」(独禁法)改正 独禁法改正を受けて、大手建設会社等による談合決別宣言
2006年12月	国土交通省において施工体制確認型総合評価方式の試行など、緊急公共工事品質確保対策を実施
2007年 3月	水門談合事件
2008年 5月	調査設計業務における総合評価方式について財務省と包括協議締結
2010年 4月	調査設計業務において履行体制確認型総合評価方式を試行(国土交通省)
2012年 6月	国土交通省東北地方整備局が、復興道路事業に事業促進PPPを導入
10月	(独)都市再生機構が、宮城県女川町の復興事業にCM方式を導入
2014年 6月	「公共工事の品質確保の促進に関する法律の一部を改正する法律」施行
12月	(公社)土木学会建設マネジメント委員会が、公共土木設計施工標準請負契約約款を発刊
2015年 3月	(公社)土木学会建設マネジメント委員会が、『維持管理等の入札契約方式ガイドライン(案)~包括的な契約の考え方~』を発刊

持管理や更新の事業が増え多様化するとともに、事業の実施体制も民間企業の技術力の発展にとともに、大きく変化している。今後の価値の高い(Value for Money)調達の実現のためには、入札契約制度の基本から再構築することが求められているといえる(図-9, 10)。

入札制度は、調達する内容に応じて企業を評価し、契約相手を確定させるための企業の選定制度である。現在の会計法のもとでは、一般競争入札が原則であり、価格で競争することを前提としている。例外規定として、指名競争入札および随意

契約が規定されており、価格競争の例外規定として価格以外の要素を考慮することが可能となっている。一方で、公共事業のプロセスには、調査計画や設計段階に必要なコンサルティングサービスなどのように価格よりも品質を重視して調達すべきものも含まれる。運用においては、企画競争方式やプロポーザル方式と呼ばれる選定方式が活用されているが、これらは、法律上は、随意契約として扱われることとなっている。また、交渉方式の規定がなく、予定価格制度のもとで価格(総価)による申込みをもって契約の相手方を特定する規

定しか存在しないため、工事において頻繁に発生する設計変更においても、予定価格を定め、入札によって変更契約が確定する運用が執られている。調達する内容に応じて企業の選定方法と契約内容の確定方法を適切に選択し、説明責任を果たせる制度の再構築を目指して制度の基本から見直す必要がある。

契約制度は、受発注者間の責任分担や支払い条件などを定め、契約内容の変更のための手続きや受発注者間で紛争が発生した場合の対処のプロセスを定める制度である。契約書に規定すべき事項については、予算決算および会計令と建設業法に規定があり、会計法において、契約保証金の納付の規定および免除規定が定められている。また、建設業法により、中央建設業審議会が建設工事の

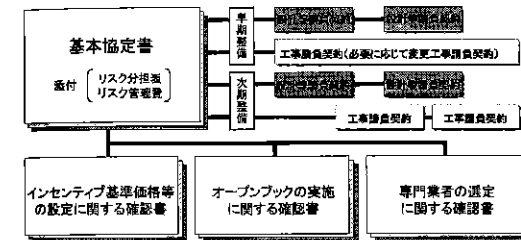


図-7 フルパッケージ事業受託タイプの契約では、設計業務や工事の契約書とともにリスク分担などを示した基本協定書とインセンティブ基準価格などの設定、オープンブックの実施、専門業者の選定に関する確認書などが作成された(出典:CM方式を活用した復興まちづくりモデル事業について、UR都市機構)

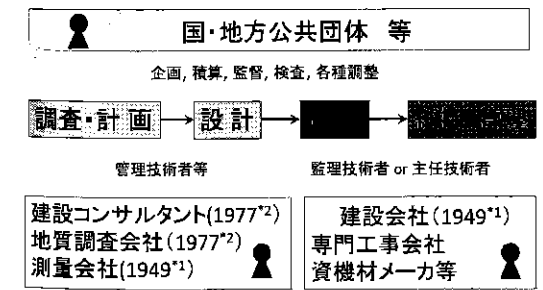


図-8 インフラ事業を実施する体制は、民間企業の技術力の向上、インハウス技術者の体制の変化にとともに、時代とともに変化してきた

標準請負契約約款を作成し、その実施を勧告することができることとなっており、現在、公共土木工事の標準請負契約約款、下請負工事の標準契約約款、設計業務などの委託契約約款が作成されている。多様な契約方式に対応しやすい契約制度を構築するためには、共通仕様書、適用すべき諸基準などを含めた契約図書の体系や積算基準を含めた見直しも考える必要がある。

2014(平成26)年6月に施行した改正品確法では、インフラの品質確保とその担い手の中長期的な育成・確保を目的として、多様な入札契約制度の導入および活用が謳われている。これを受けて、『公共工事の入札契約方式の適用に関するガイドライン(案)』および『国土交通省直轄工事における技術提案・交渉方式の運用ガイドライン(案)』が国土交通省から発刊されている(図-11, 12)。事

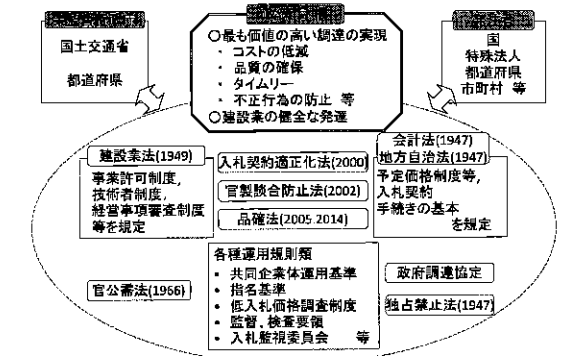


図-9 公共事業の入札契約にかかる諸法令

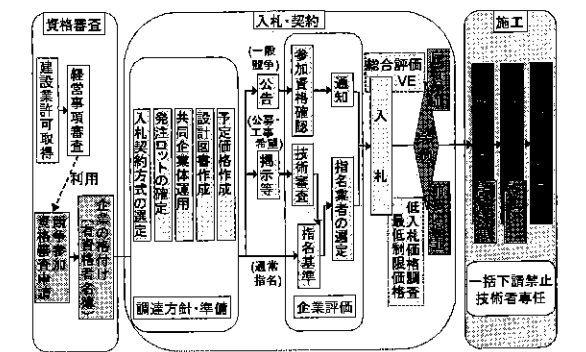


図-10 公共工事における入札契約制度の再構築を考えると、企業資格審査から入札・契約、さらに施工の完了する段階に至るプロセス全体を見直す必要がある

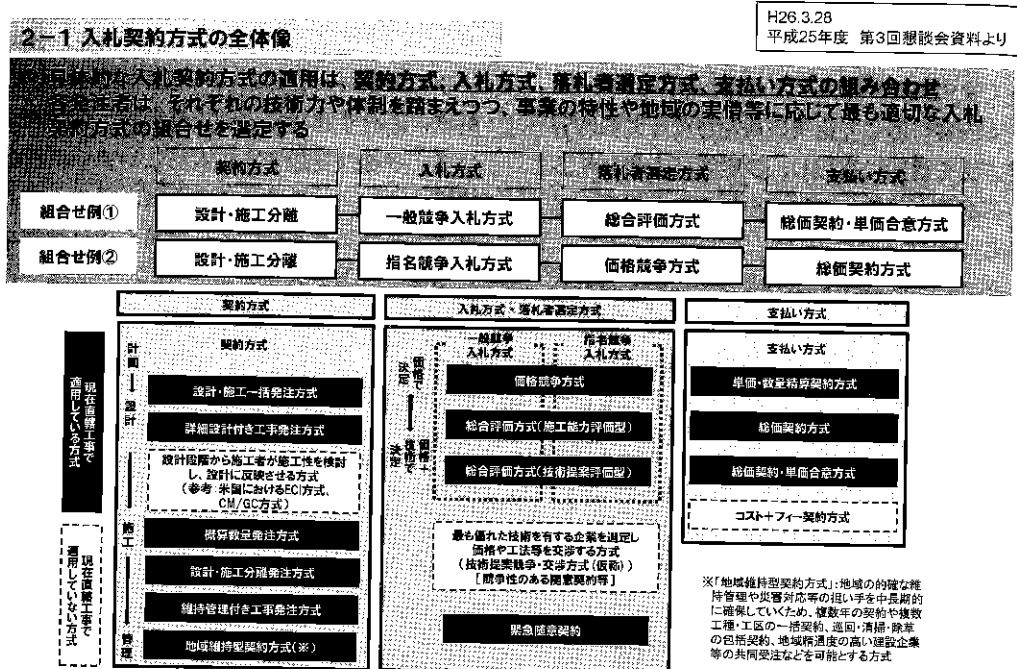


図-11 事業の特性などに応じた入札契約方式の適用においては、契約方式、入札方式、落札者選定方式、支払方式などを適切に組合せて選定する必要がある(出典：国土交通省、第3回発注者責任を果たすための今後の建設生産・管理システムのあり方に関する懇談会、資料)

3. 契約方式

【事業プロセスの対象範囲に応じた契約方式(案)】

契約方式	調査・計画 設計者	事業プロセス					維持管理
		調査・計画	概略設計	予備設計	詳細設計	施工	
①設計・施工一括発注方式 構造物の構造形式や主要諸元も含めた設計を施工と一括して発注する方式	設計者	■	■	■	■	■	■
②詳細設計付工事発注方式 構造物の構造形式や主要諸元、構造一般図等を確定した上で、施工のために必要な仮設をはじめ詳細な設計を施工と一括して発注する方式	設計者	■	■	■	■	■	■
③施工を単独で発注する方式 別途実施された設計に基づいて確定した工事の仕様により施工を単独で発注する方式	設計者	■	■	■	■	■	■
④維持管理付工事発注方式 施工と供用開始後の初期の維持管理業務を一体的に発注する方式	設計者	■	■	■	■	■	■
⑤設計段階から施工者が関与する方式(ECI方式) 設計段階の技術協力実施期間中に施工の数量・仕様を確定した上で工事契約を結ぶ方式(設計業務は設計者と別途契約)	設計者	■	■	■	■	■	■

図-12 契約方式には、従来方式以外に、設計施工一括発注方式、維持管理付き工事発注方式、設計段階から施工者が関与する方式などの多様な方式がある(出典：国土交通省、第3回発注者責任を果たすための今後の建設生産・管理システムのあり方に関する懇談会、資料)

見直しの要素 改善目的	(数量・業務施設発注者) 発注ロットの拡大	契約期間の複数年化	複数企業による共同受注	プロポーザルの連携	性能規定型契約	入札手続きの迅速化 (フレームワーク方式)	民間資金の活用	発注者を支援する仕組み
拒い手の確保	○	○	○	○	○	○	○	○
業務の効率化	○	○	○	○	○	○	○	○
民間事業者の能力の活用	※	※	※	※	※	○	○	○
技術力確保	○	○	○	○	○	○	○	○

※：民間事業者の能力の活用にあたり、一般的に併用する基本的要素

図-13 維持管理の実施体制上の課題を改善する目的に応じた、適切な入札契約方式を選択し、これらを組合せて実施することが可能である(出典：土木学会建設マネジメント委員会『維持管理等の入札契約方式ガイドライン(案)』)

業の特性やサービスを提供する民間企業の技術力、発注者側の体制などを考慮し、契約方式、競争参加者の設定方法、落札者の選定方法、支払方式などを適切に選択し、組み合わせて適用することが重要であり、これまでの適用事例における効果や留意事項を合わせて示している。

(公社)土木学会建設マネジメント委員会は、2014(平成26)年12月に『公共土木設計施工標準請負契約約款』を発刊した。また、2015(平成27)年3月に『維持管理の入札契約ガイドライン(案)～包括的な契約の考え方～』を取纏めている(図-13)。長期間で担い手の確保が困難な維持工事や小規模で設計段階で仕様を確定することが困難な修繕工事に効率的に民間の技術力を投入するための包括的な契約方式を提示し、効率的で効果的な維持管理体制を構築するための考え方を示したものであり、地方公共団体における維持管理体制の改善に役立てることを狙っている。

英国では、土木学会が発刊する新しい契約体系 New Engineering Contract を活用し、公共事業の早期の段階に施工者を参加させる Early Contractor Involvement (ECI) 契約と呼ばれる方式が導入されている。米国においても、同様に施工者を事業の早期に参画しプレコンストラクションサービスを提供するCM/GC契約と呼ばれる方式が活用されている。豪国においては、Alliance

契約と呼ばれる発注者、設計者、施工者が一体となって事業を実施するしくみが導入されている。いずれも、従来の事業方式を改善し、それぞれの事業の課題を解決するために創出された新しい契約方式である。わが国においても、今後の事業の特性、発注者の体制、民間企業の技術力などを考慮し、より価値の高いインフラ事業を実現可能とする入札契約制度のイノベーションを期待したい。

参考文献

- 1) 木下誠也：公共調達研究，日刊建設工業新聞社，2012.6.
- 2) 高直人・小澤一雅：高度技術提案型総合評価方式における入札結果の現状分析，土木学会論文集F4，Vol.68，No.3，2012.
- 3) 高直人・小澤一雅：入札結果が応札行動に影響することに着目したWTO標準型総合評価方式の現状分析，土木学会論文集F4，Vol.69，No.1，2013.
- 4) 秀島喬博・小澤一雅：総合評価方式(加算方式)における価格評価方法と応札行動の比較分析，土木学会論文集F4 特集号，Vo.69，No.4，2013.
- 5) 土木学会建設マネジメント委員会公共調達制度研究特別小委員会：公共調達制度を考えるシリーズ①，②，③，建設マネジメントシリーズ01，03，05，2008.
- 6) 国土交通省：公共工事の入札契約方式の適用に関するガイドライン(案)，2015.3.
- 7) 国土交通省：国土交通省直轄工事における技術提案・交渉方式の運用ガイドライン(案)，2015.3.
- 8) 土木学会建設マネジメント委員会：公共土木設計施工標準請負契約約款，2014.12.
- 9) 土木学会建設マネジメント委員会維持管理に関する入札・契約制度検討小委員会：維持管理等の入札契約方式ガイドライン(案)～包括的な契約の考え方～，2015.3.
- 10) 土木学会建設マネジメント委員会：公共調達制度を考える一総合評価・復興事業・維持管理一，建設マネジメントシリーズ06，2015.3.
- 11) 田辺充洋・小澤一雅：英国道路庁ECI契約の我が国の公共土木事業への適用性評価，会計検査研究，No.48，2013.9.
- 12) 岡田康・小澤一雅：米国におけるCM/GC契約方式の特徴，建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集，土木学会建設マネジメント委員会，2013.12.
- 13) 玉井昭雄：ニュージーランドでのアライアンス契約による高速道路プロジェクト，建設マネジメント技術，2013年1月号.

プロジェクトの現況と技術的課題

中央新幹線

東海旅客鉄道(株)中央新幹線推進本部企画推進部

中央新幹線は、2011(平成23)年5月26日に国土交通大臣が東京都～大阪市間の整備計画を決定し、同大臣から建設の指示を受けた当社が、第一段階として東京都～名古屋市間の環境アセス手続きを進め、2014年10月17日に同区間での工事实施計画の認可を受け、同年12月17日には、工事の両端となる品川駅、名古屋駅において、工事安全祈願式を執り行い、両駅での準備工事を進めている。

東京・名古屋・大阪を結ぶ日本の大動脈輸送については、現在この役割を担う東海道新幹線は、2014(平成26)年10月に開業50年を迎えており、鉄道路線の建設・実現に長い期間を要することを踏まえれば、将来の経年劣化や大規模災害に対する抜本的な備えを考えなければならない。このため、その役割を代替する中央新幹線について、自己負担を前提に、超電導リニアにより可及的速やかに実現し、東海道新幹線と一元的に経営していくこととしている。

このプロジェクトの推進にあたっては、安全・安定輸送の確保と競争力強化に必要な投資を行うとともに健全経営と安定配当を堅持し、そのうえで、まずは東京都・名古屋市間を実現し、さらに、経営体力を回復させたうえで、速やかに大阪市まで実現する。

中央新幹線は、超電導リニア走行方式、直線的な線路線形という点で、これまでの新幹線とは異なった特徴を有しており、以下、それぞれの特徴について概要を述べる。

1 超電導リニア方式

超電導リニアは、東海道新幹線開業よりも前の1962(昭和37)年に国立の鉄道技術研究所(現:(財)鉄道総合技術研究所)で研究が開始され、1977(昭和52)年には宮崎実験線で走行試験を開始した。1997(平成9)年に走行試験を開始した山梨リニア実験線においては、2003(平成15)年に世界最高速度である581km/hを達成し、2014(平成26)年には、累計走行距離が100万kmを超えた。また、本年4月には、603km/hを記録し、世界最高速度を更新した。

超電導リニアの技術については、国土交通省の超電導磁気浮上式鉄道実用技術評価委員会において、節目節目で総合技術評価を受け、2009(平成21)年には、「営業線に必要となる技術が網羅的、体系的に整備され、今後詳細な営業線仕様及び技術基準等の策定を具体的に進めることが可能となった」との評価を受け、2011(平成23)年12月および2012(平成24)年8月には国土交通大臣より超電導リニアの技術基準が定められた。

現在は、実用技術として完成した超電導リニア技術のブラッシュアップと営業線の建設・運営・保守のコストダウンに取り組んでいる。超電導リニアは、コンクリート製の強固なガイドウェイの中を走行するため、物理的に脱線しない構造であり、強力な磁気バネの作用により、常に車両をガイドウェイの中心に保持する力が働くため、地震に強いシステムである(図-1)。また、超電導リニアは、電磁誘導作用により浮上力を得ることから、地震などにより地上からの給電が停止した場合においても、走行速度に応じた浮上力を得ながら減速し、低速走行になったところで車内電源により

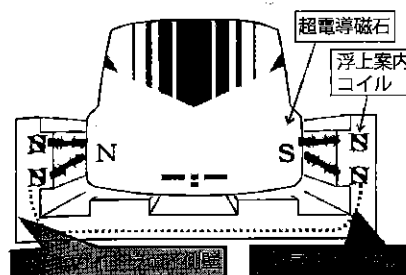


図-1 浮上走行中のイメージ図

車輪走行に移行し、停止する。高速走行から停止するまでのブレーキは幾重ものバックアップ機能を備えている。

超電導リニアにより発生する磁界の強さは、国際的な基準であるICNIRPの数値を大きく下回っており、その安全性は、山梨リニア実験線における公開測定により実証済みである。

超電導リニアの車両は、在来型新幹線の車両に比べて、小さくて軽いことから、同じ速度域と比較すれば騒音は小さい。しかし、超電導リニアは、500km/hで走行することから、その騒音対策として、地上を走行する区間においては、半円形のコンクリート部材で走行空間を覆う防音防災フードや板状の防音壁を設置する計画である。地上から構造物を見上げた際の圧迫感を軽減し、また、沿線から超電導リニア車両が見えるようにという要望を踏まえ、今後、地元自治体とともに、土地利用計画と合わせた総合的な環境対策についての検討を深度化していく。

2 直線的な平面線形

中央新幹線は、超電導リニアの超高速性を踏まえ、できる限り短い距離で結ぶことを基本としており、東海道新幹線に比べ直線的な路線である。これは、東海道新幹線の品川～名古屋間の線路延長336kmと比較して、中央新幹線のそれが286kmと短いことからわかる(図-2)。

超電導リニアは、高速走行において、地上の施設と非接触で走行し、500km/hで40%の最急勾配を走行することが可能である。この性能を生か

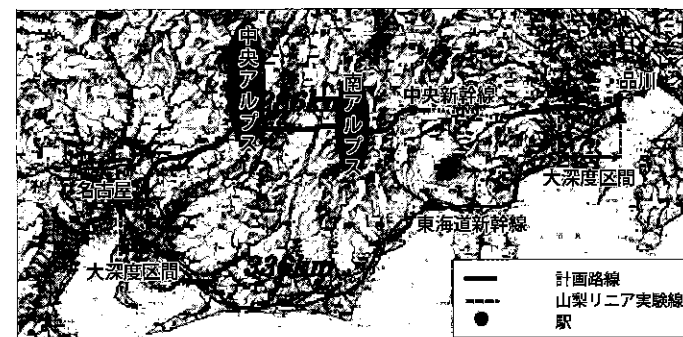


図-2 品川～名古屋間の平面線形

して、大都市部では、ターミナル駅を出てすぐに、通常補償すべき損失が発生しない大深度地下に入ること、より直線的な平面線形とした。また、山岳部においては、トンネル両坑口間を急勾配の拝み線形とし、トンネル中央部付近の土かぶりを極力抑えつつ、より直線的な平面線形とした。なお、品川～名古屋間286kmのうちトンネル区間が247km、明かり区間が39kmであり、トンネル区間が多いことも特徴である。

大深度地下部は、首都圏で約35km、中京圏で約20kmである。中京圏の一部を除いて、外径約14mのシールドトンネルであり、非常口の数は、首都圏で9か所、中京圏で4か所である。大深度地下は、支持地盤-10mか、地下40mのいずれか深い方と定義されているが、都市部では、地下深くまで公共的利用が進んでおり、中央新幹線のトンネルは、それらの施設との離隔を確保するため、地下40mよりもさらに深い空間に設置することになる。また、都市近郊の丘陵部を通過する際は、谷部においても大深度地下としての深さを確保する必要があり、地形の起伏により、トンネルがもっとも深くなる場所では、地下約110mとなる(図-3, 4)。

大深度地下におけるシールドトンネルの建設については、東京外かく環状道路が、すでに大深度地下使用法の使用認可を受けているところであり、中央新幹線についても、同法の認可に向け、支持地盤の連続性の確認、比較的堅固な地盤におけるシールドセグメントの合理的な設計などについて、今後、検討を深度化していく。

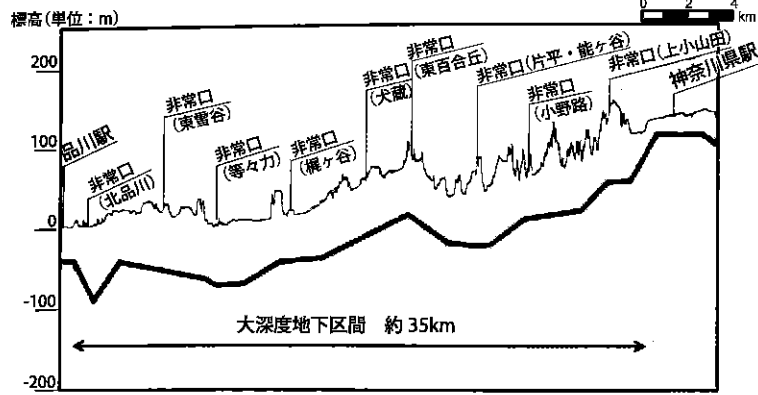


図-3 首都圏の縦断線形

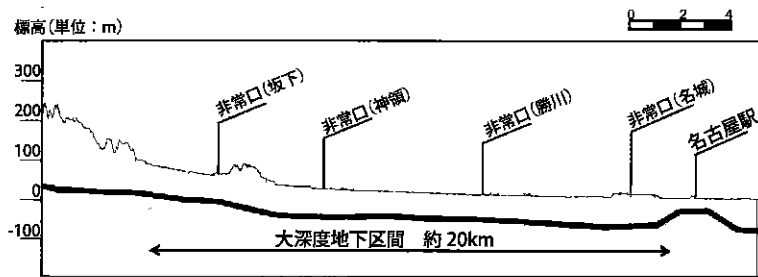


図-4 中京圏の縦断線形

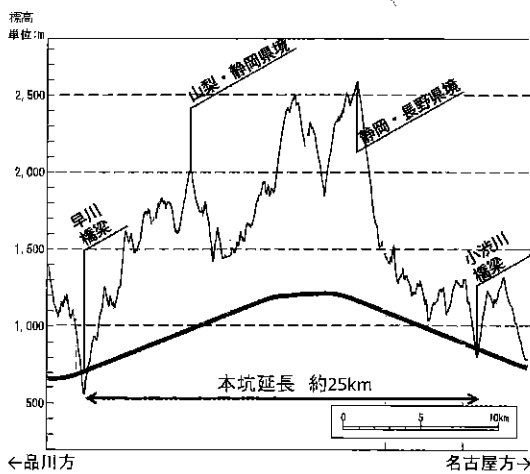


図-5 南アルプスの縦断線形

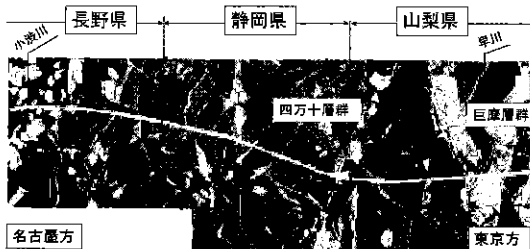


図-6 南アルプスの想定地質平面図

一方、山岳トンネルに関しては、南アルプスにおける長大トンネルが代表的なトンネルである。南アルプストンネルは、山梨県、静岡県、長野県にかけて、本坑の延長が25kmであり、最高到達地点は静岡県と長野県の県境付近で標高約1,200m、そこでの土かぶりは約1,400mである(図-5)。

地質は、山梨県内で交差する糸魚川・静岡構造線を境界として、東側が凝灰角礫岩を主体とする巨摩層群、西側が砂岩、頁岩、粘板岩を主体とする四万十層群であり、どの地層も南北方向に走行している(図-6)。7か所の斜坑から掘り進み、本坑に並行して先進坑を掘削し、地質や湧水の状況を確認しながら、その後、本坑を掘削する計画である。7か所の斜坑のうち、静岡県内の大井川上流に設置する2つの斜坑は、本線に向けて下向きの掘削となり、また、地表と本線との高低差から延長が3kmを越え、斜坑掘削だけでも規模の大きな工事となる。

南アルプスは、地形が急峻で、地表から鉛直方向にボーリングできる箇所は限られることから、長尺水平ボーリングによる調査を行い、これらに加え、路線南方における電源開発のための導水管工事の実績をもとに、南アルプス全体の地質概要を掴んできた。前述の糸魚川・静岡構造線については、中央新幹線と交差する箇所付近における長尺水平ボーリングおよび長尺水平ボーリングのための作業坑により、性状を直接確認している。

長尺水平ボーリングについては、本誌2010年8月号(Vol.41, No.8)に掲載のとおり、従来から実施してきたコア採取方式だけではなく、高速で、長距離を、正確に掘ることを優先したノンコアコントロールボーリングマシンの開発に取組み、ケーブル管路新設などで実績のある大型掘削機を坑内

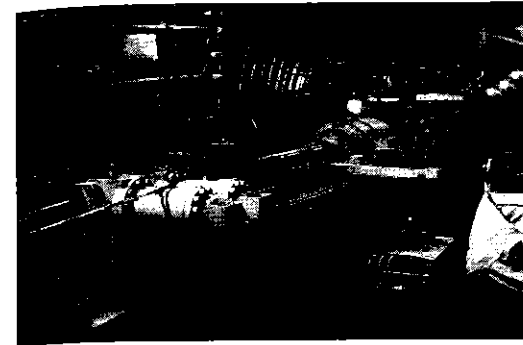


写真-1 長尺水平ボーリングマシン

から掘削できるようにダウンサイズして、南アルプスにおいて4か所の調査を実施した(写真-1)。

従来のコア採取ボーリングでは、日進は5~10m程度であり、長距離になると計画線に対して地質に沿うように孔曲がりが生じていたのに対し、開発したボーリングマシンでは、日進20m以上の実績があり、1,000mの長距離でも最大孔曲がり±5mに収まっている。また、ノンコアボーリングでは、コアを採取できないものの、ずりによる岩種の確認や湧水量の把握、さらには、ボーリングの掘りやすさ度合いが、その後のトンネル施工時の有効なデータとなる。加えて、ボーリング掘削中の回転力や推進力といった各種データとその後のトンネル掘削時の地山評価との照合を重ねることにより、ボーリング掘削時のデータを活用した切羽前方の地山評価手法の確立に取り組んでいるところである。

今後、斜坑や先進坑の掘削においては、切羽付近からノンコアコントロールボーリングを実施し、前方の地質状況や湧水状況を把握しながら、トンネル施工に反映させていく考えである。

中央新幹線は、東京都~名古屋市間において、測量や用地取得の手続きを進めるとともに、本格的な土木工事に取り掛かるところである。

引き続き、関係者のご理解やご協力をいただきながら、安全と環境、地域との連携を重視して、早期実現に向けて取り組んでいく。

整備新幹線

鉄道建設・運輸施設整備支援機構新幹線部

1 事業概要と現況

1-1 事業概要

東海道および山陽新幹線以降の新幹線鉄道は、1970(昭和45)年5月に施行された「全国新幹線鉄道整備法」にもとづいて建設されている。同法施行後、東北新幹線(東京・盛岡間)が国鉄により、上越新幹線(東京・新潟間)が日本鉄道建設公団(現)鉄道・運輸機構、以下「機構」により建設された。

整備新幹線とは、これら2路線に次いで1973(昭和48)年11月に整備計画が決定された東北新幹線(盛岡市・青森市間)、北海道新幹線(青森市・札幌市間)、北陸新幹線(東京都・大阪市間)、九州新幹線(福岡市・鹿児島市間)、九州新幹線(福岡市・長崎市間)の5路線を指す。このうち、去る2015(平成27)年3月14日に開業した北陸新幹線(長野・金沢間)を含めて3路線6区間約780kmが開業している。現在は北海道新幹線(新青森・新函館北斗間、新函館北斗・札幌間)、北陸新幹線(金沢・敦賀間)、九州新幹線(武雄温泉・長崎

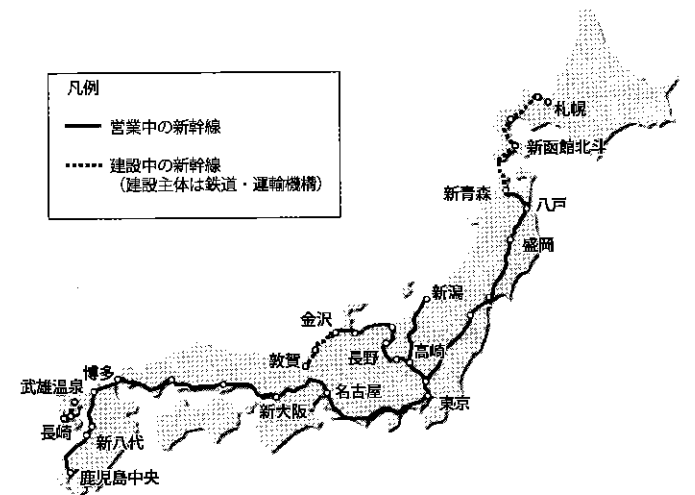


図-1 全国新幹線鉄道網

間の3路線4区間約550kmを建設中である。

1-2 建設の現況

1-2-1 北海道新幹線(新青森・新函館北斗間)

本区間は、2005(平成17)年4月に工事実施計画が認可された延長約148kmの区間である。このうち、青函トンネルを含む約82kmは、1988(昭和63)年3月に津軽海峡線として開業し、現在、在来線として供用されている区間であり、路盤などの設備を在来線と新幹線が共用する共用走行区間となる。この共用走行区間を除く延長約66kmが新設区間となる。

新設区間のトンネル延長は約24.6kmで、おもなトンネルとしては渡島当別トンネル(延長8.1km)や、SENS(シールドを用いた場所打ち支保システム)による機械化施工を採用した津軽蓬田トンネル(延長6.2km)などがある。

現在、工事はほぼ完了し、実車を用いた試験走行を開始しており、2015(平成27)年度末の完成を目指している。

1-2-2 北海道新幹線(新函館北斗・札幌間)

本区間は、2012(平成24)年6月に工事実施計画が認可された延長約212kmの区間である。トンネル延長は約160.2kmで、おもなトンネルとしては、完成すれば八甲田トンネルを抜き、わが国最長の陸上トンネルとなる渡島トンネル(延長約26.5km)、蝦夷富士と呼ばれる羊蹄山の山裾を通る羊蹄トンネル(延長約9.8km)、昆布トンネル(延長約10.4km)などがある。

現在は、用地買収や設計など業務と並行してトンネル工事を中心に工事を進めている。

1-2-3 北陸新幹線(金沢・敦賀間)

本区間は、2012(平成24)年6月に工事実施計画が認可された延長約125kmの区間である。トンネル延長は約36.5kmで、代表的なトンネルは、新北陸トンネル(延長20.0km)である。

現在は、新北陸トンネル(奥野々工区)において掘削を行っている。その他の区間についても鋭意工事に着手する準備を進めている。

1-2-4 九州新幹線(武雄温泉・長崎間)

本区間は九州新幹線(西九州ルート)として、武

雄温泉駅から長崎駅に至る延長約66kmの区間である。2008(平成20)年3月に新幹線鉄道規格新線(スーパー特急)として武雄温泉・諫早間が工事実施計画の認可を受けて着工したが、その後、2012(平成24)年6月に着工済みの区間も含めて武雄温泉・長崎間が一体としてフル規格で認可され、現在、建設を進めている。トンネル延長は約40.8kmで、おもなトンネルは、新長崎トンネル(延長約7.5km)、俵坂トンネル(延長約5.7km)などがある。

先行して着手した武雄温泉・諫早間では三坂トンネル(延長約1.4km)や鈴田トンネル(延長約1.8km)などが貫通済みであり、その他の区間でも鋭意工事を進めている。諫早・長崎間においても新長崎トンネル(東工区)で掘削が始まっており、その他の区間も今後、順次、工事に着手していく予定である。

1-3 トンネル工事事例

本稿では、すでに完成が近づいている北海道新幹線(新青森・新函館北斗間)を除き、今後建設を進める3区間において、現在施工中で特徴のあるトンネル工事について、概要および今後想定される課題と対応を述べる。

2 北海道新幹線(新函館北斗・札幌間)昆布トンネル

2-1 概要

昆布トンネルは新青森起点263km495m~273k905m間の延長10,410mのトンネルである。このうち桂台工区は起点側より延長4,800mの区間であり、工期は2013(平成25)年12月~2022(平成34)年3月(99か月)で、2014(平成26)年12月に掘削を開始したところである。

(1) 位置

本トンネルは長万部駅と倶知安駅の間付近に位置する。トンネル入口は蘭越町、ニセコ町、豊浦町の町境となり、坑口はニセコ町となっている。平面位置図を図-2に示す。

(2) 地形と地質

本トンネルの位置する昆布岳は、周囲にいくつ

かの成層火山を擁しているが、現在は活動していない。

トンネル入口付近の昆布川は、周囲の山体の辺縁部に小規模な氾濫原を形成しながら南から北に向かって流下し、尻別川と合流する一級河川である。

当該工区の地質は、新第三紀鮮新世に堆積した美和層の礫岩・凝灰岩・泥岩からなり、上位には、安山岩の火砕岩、さらにその上に昆布岳の安山岩溶岩が載っている。また、当該工区の土かぶり厚は、平均90m程度(最大180m程度、最小15m程度)で

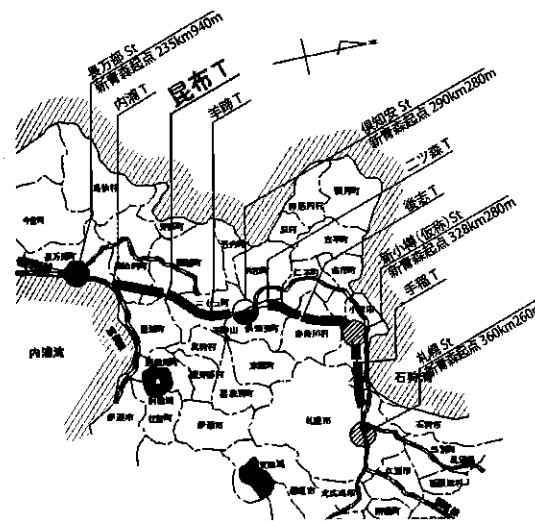


図-2 昆布トンネル平面位置図

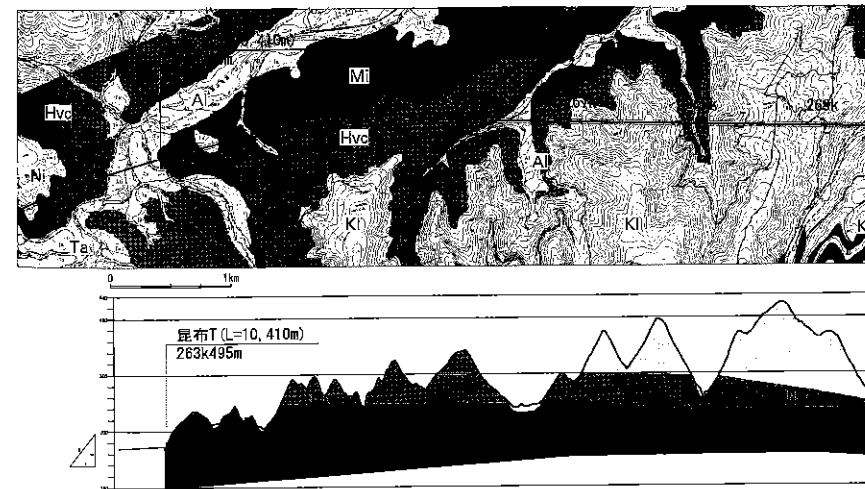


図-3 昆布トンネル(桂台)地質平面図および縦断図

ある。地質平面図および縦断図を図-3に示す。

2-2 トンネル工事におけるおもな課題と対応

(1) インバート変状対策

これまで、新生代の凝灰岩などを含む地層において、施工中に異常のないことを確認したうえでインバート施工を行ったにもかかわらず、施工後しばらくしてから変状した事例がある。本トンネルにおいても新生代の凝灰岩などを含む地層が介在するため、インバートの長期変状について検討の必要があると考えている。対応としては、凝灰岩などの出現状況と物性値および地山強度比を切羽で確認し、必要に応じて直接インバート部の地山変位について計測を行い、対策が必要と判断した場合には、吹付けコンクリートによる仮閉合や

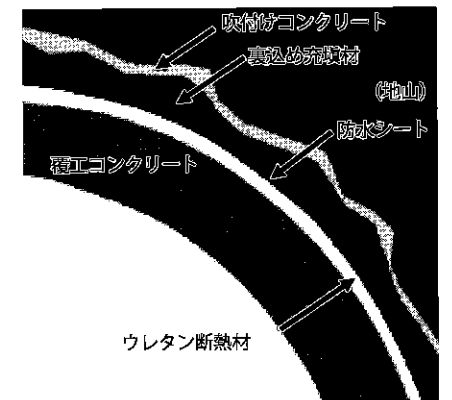


図-4 断熱工概念図

中央集水管からの水の供給を極力抑える方法などを検討・実施し、対策の有効性を検証しながら、継続的に見直しを行っていく予定である。

(2) トンネル背面地山の凍害対策

北海道新幹線では各トンネルにおいて、100年確率の積算寒度といった気象条件、地山条件およびコンクリートの各種物性値をもとに、必要な断熱材厚さを検討し、坑口からトンネル内の必要な区間に防水シートと覆工コンクリートの間にウレタン断熱材を吹付けることによる断熱工(図-4)を施工する計画である。

昆布トンネルの地山条件で検討した結果、断熱工は坑口部において施工することとしている。

2-3 さいごに

北海道新幹線の新函館北斗・札幌間では、上記に述べたインバートの長期変状対策や、寒冷地での凍上対策を適宜採用すること、またそれらの品質管理を適正に行うことにより、長期的に安定した高品質な構造物を構築していきたいと考えている。

3 北陸新幹線(金沢・敦賀間) 新北陸トンネル

3-1 概要

北陸新幹線(金沢・敦賀間)で最長となる新北陸トンネルは、福井県南条郡南越前町から敦賀市にかけて位置する延長約20.0kmのトンネルである(図-5)。平面線形は、起点方は坑口部に一部緩和

曲線区間があるもののほぼ直線であり、終点方にR=7,000mの曲線区間を有している。縦断線形は、南越前町と敦賀市との市町境を頂点とする線形になっており、土かぶりは最大で540m程度である。

本トンネルは、両坑口からの掘削に加え、斜坑を設置し、工区を分割して掘削する計画となっており、現在4工区が発注されている。本トンネルの掘削は、山岳工法による発破掘削で施工する計画である。

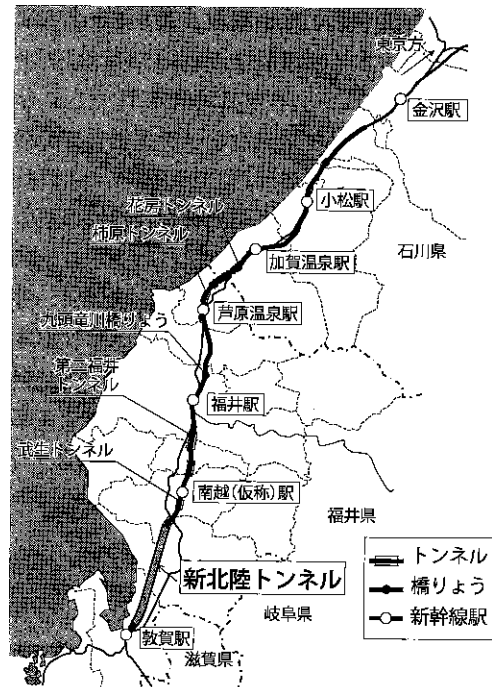


図-5 新北陸トンネル位置平面図

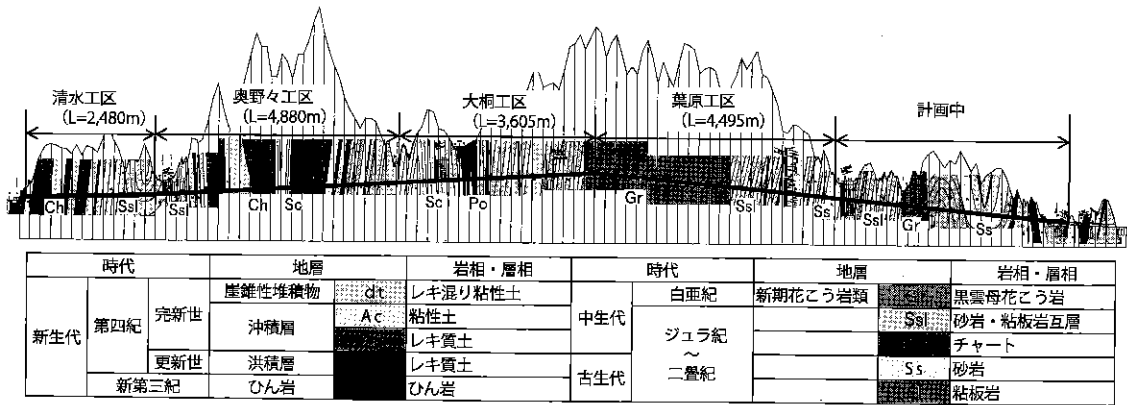


図-6 新北陸トンネル地質縦断図

3-2 トンネル工事における課題と対応

現在想定している本トンネルの地質縦断図は図-6に示すとおりである。

本トンネルが位置する南条山地および敦賀湾東縁山地は、美濃帯に属す古生代から中生代ジュラ紀の堆積岩で構成されており、おもに砂岩、粘板岩(頁岩)およびチャートから形成されている。南条山地と敦賀湾東縁山地の間には、柳ヶ瀬断層が存在しており、断層や貫入岩の狭在により、地質が著しく変化することが予想される。

また、周辺の地層も亀裂が発達しており、亀裂内などに蓄積された帯水により多量の湧水が発生することが考えられる。断層などの地山の急変が出現した場合には、突発的な湧水が想定されるとともに、地表部の漏水も懸念される。

本坑掘削においては、トンネル坑内からの探り削孔や長尺先進ボーリングにより、前方の湧水・地質状況を確認し、想定される地質状況の見直しを行いながら掘削を進めていきたいと考えている。また、大桐工区と葉原工区の工区境付近で、柳ヶ瀬断層帯と交差することが予想されており、当該箇所のトンネル直上に北陸自動車道敦賀トンネルが存在(大桐工区内)している。交差箇所におけるトンネル間の離隔が約50m程度あるが、影響も懸念されるため、同トンネルおよび近傍で施工されたJR北陸本線の北陸トンネルの施工記録を参考にし、施工方法などを検討し、道路管理者との協議を進めていきたいと考えている。

3-3 さいごに

新北陸トンネルの奥野々工区(L=4,880m、斜坑延長298m)は、2014(平成26)年6月に斜坑の掘削に着手後、2015(平成27)年1月から本坑掘削を進めている。大桐工区(L=3,605m、斜坑延長485m)および葉原工区(L=4,495m、斜坑延長570m)は、斜坑掘削中である。

本トンネル工事は、これからが本格的な施工となるため、安全第一を念頭に置きながら、今後の金沢・敦賀間の完成全体工期に支障しないよう、十分な工程管理を行うとともに経済的で合理的、かつ高品質な施工を進めていきたいと考えている。

4 九州新幹線(武雄温泉・長崎間) 木場トンネル

4-1 概要

(1) 位置

木場トンネルは、長崎県大村市に位置する延長2,885mの山岳トンネルであり、起点方坑口は新大村(仮称)駅から約1.8km終点方に位置している。位置平面図を図-7に示す。トンネル終点方に横坑(延長89m)を設置し本坑掘削を進める計画である。2015(平成27)年4月現在、掘削の準備を進めており、5月ごろから横坑、7月ごろから本坑の掘削にそれぞれ着手する予定である。

(2) 概要

本トンネルは、当初、途中で明かりをはさむ隣接トンネルの計画で、三城城跡を切土で通過する予定であったが、三城城跡の文化財保護およびトンネル直上の住宅密集地に対する掘削中や開業後の騒音・振動の軽減を目的として、縦断を下げた全体をトンネル化したことでV字形の縦断線形となった。その結果、三城城跡の直下をトンネルで通過し、住宅地直下の土かぶりも40~50m程度確保できることとなったが、恒久的なトンネル湧水の排水設備を設置する必要が生じた。

(3) 地形と地質

地質縦断図を図-8に示す。当該地質は、第四紀更新世の火砕岩を主体とし、起点方坑口から約1

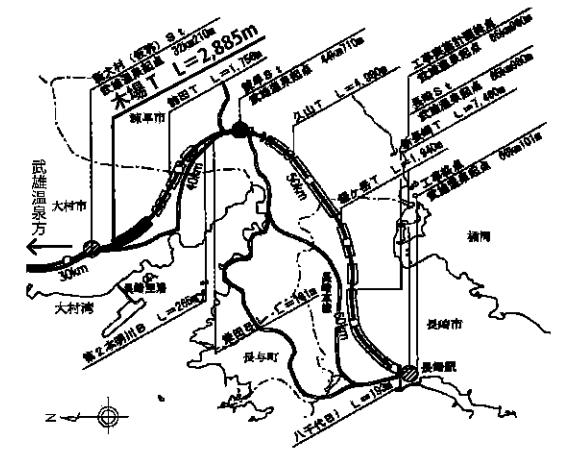


図-7 木場トンネル位置平面図

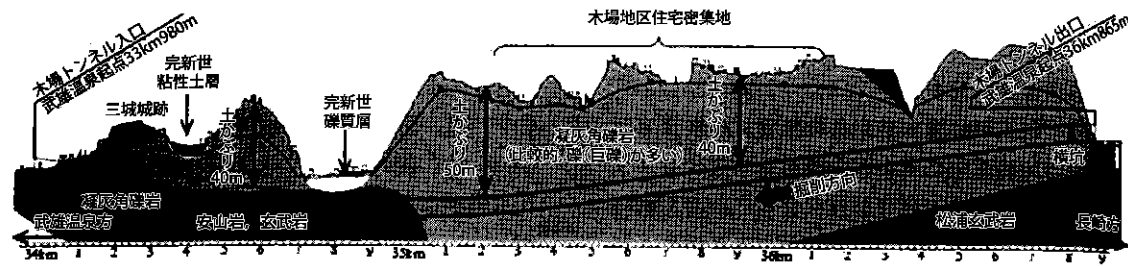


図-8 木場トンネル地質縦断面

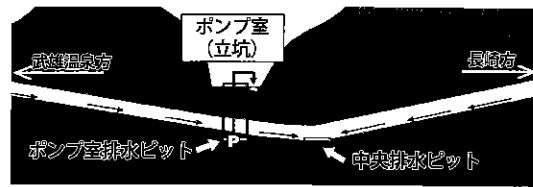


図-9 恒久的な揚水・排水設備のイメージ

km間は安山岩・玄武岩の上部に固結度の低いものを含む凝灰角礫岩、安山岩および玄武岩、そこから終点方坑口までは固結度の高い凝灰角礫岩が堆積している。終点方の凝灰角礫岩の掘削対象深度付近には、巨礫が多く含まれている。

また、地表部は部分的に浸食を受けて谷地形を形成しており、とくに34km850m付近は河川堆積物である完新世の崩壊性が著しい砂礫層または粘土混じり砂礫層が厚く堆積している。

4-2 トンネル工事におけるおもな課題と対応

(1) 割岩併用の機械掘削

終点方の凝灰角礫岩区間においては、一軸圧縮強度が100MPa以上にもなる巨礫が多く分布している。通常なら発破掘削を採用するが、トンネル直上に住宅密集地が存在するため、掘削に伴う振動の影響が問題となる。対策として、必要に応じて割岩工法を併用した機械掘削を採用する。なお、トンネルの全体的な環境面や地質面の条件が類似する、長崎県長崎市のながさき出島道路オランダ坂トンネルの施工情報も参考にしながら掘削を進めていく予定である。

(2) トンネル湧水の恒久的な揚水・排水設備

トンネル湧水は、V字形の縦断線形のため、凹部において揚水し、坑外へ排水する必要がある。掘削中は終点側の横坑口から排水することとして

いる。完成後の恒久的な揚水・排水設備は、図-9のように35km010m付近のトンネル最深部で集水し、自然流下により小土かぶり部に設けたポンプ室排水井戸に集水して地上に揚水し、大村市が管理する雨水幹線に排水する計画である。なお、設備の設計にあたっては、揚水・排水設備の不良により列車の運行に支障することのないように、かつ保守管理・維持管理上問題が生じないように留意して進める予定である。

4-3 さいごに

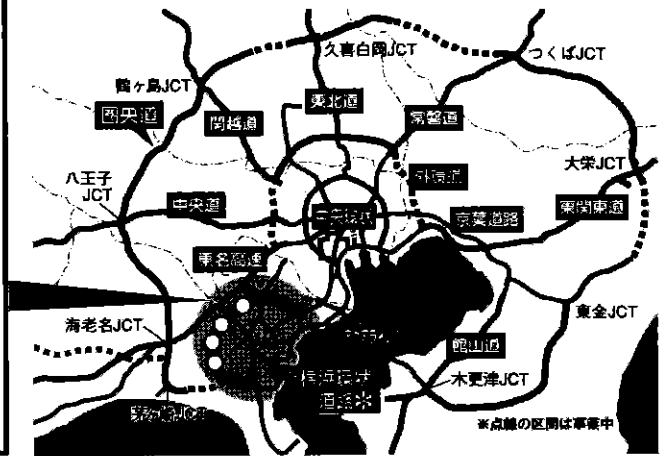
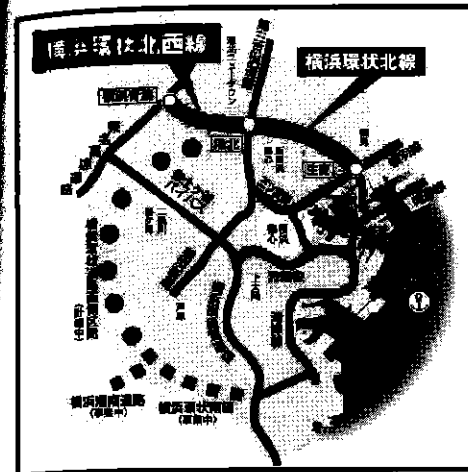
九州新幹線の西九州ルートでは、今後土木工事の最盛期を迎える。木場トンネル以外にも技術的な課題を抱えている工区があり、これらを含め安全第一を心がけ、所定の工期までに高品質の構造物を構築できるよう、進めていきたい。

高速横浜環状北西線

横浜市道路局横浜環状北西線建設部横浜環状北西線建設課
首都高速道路(株)神奈川建設局設計課

1 事業概要

高速横浜環状北西線(以下、「北西線」)は、横浜市青葉区下谷本町(東名高速道路横浜青葉インターチェンジ)を起点とし、終点の横浜市都筑区川向町(第三京浜道路港北インターチェンジ)に至る延長約7.1kmの自動車専用道路であり、横浜の都心から半径10~15kmを環状に結ぶ横浜環状道路の一部を構成する。



*横浜環状道路:横浜環状道路は横浜市の骨格となる自動車専用道路で、横浜市の都心から半径10~15kmを環状に結ぶ計画。現在は南線、北線、北西線が事業中。

図-1 横浜環状道路および首都圏の高速道路ネットワークの概要図

北西線は、2003(平成15)年度よりPI(パブリックインボルブメント)手法により、構想段階から市民などの皆様に情報を提供し、広くご意見をいただきながらルートや構造などについて検討を行い、2002(平成17)年8月に『概略計画』を策定した。その後、都市計画および環境影響評価の手続きを進め、2011(平成23)年3月に都市計画決定、2012(平成24)年7月に都市計画事業認可を受け、横浜市と首都高速道路(株)が事業を進めている。横浜環状道路および首都圏の高速道路ネットワークの概要図を図-1に示す。

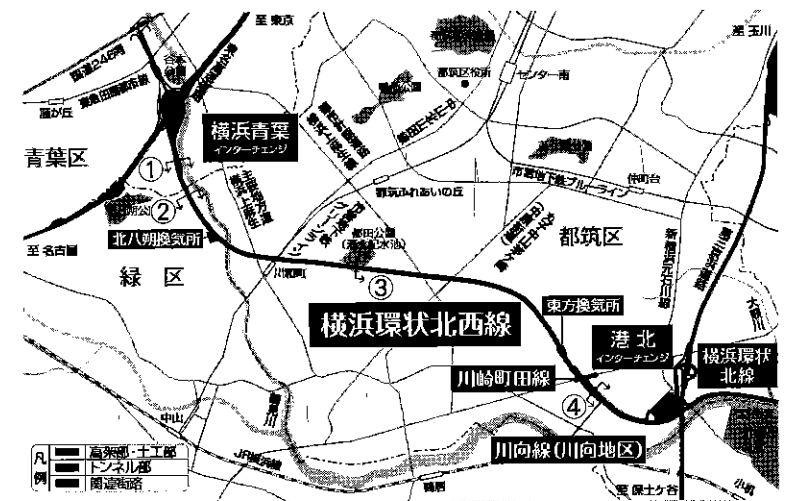


図-2 北西線の位置図

2 整備効果

北西線が完成すると、現在建設中の高速横浜環状北線(以下、「北線」)と一体となり、東名高速道路から横浜港までのアクセスが向上するとともに、横浜市西北部と横浜都心・湾岸エリアとの連絡強化が図られ、経済活性化への貢献が期待できる。また、大規模災害の発生時にも、リダンダンシーが確保されることにより、迅速かつ効率的な応急対応が可能となる。さらに、道路ネットワークの

充実により、保土ヶ谷バイパスなどの混雑緩和が期待できるとともに、スムーズな走行が実現し、大気環境の改善も期待できる。

3 構造概要

北西線は、往復4車線、設計速度60km/hの第2種第1級の道路構造にて計画している。以下、現時点における計画にもとづき、構造概要などを記載する。

北西線の概要図を図-2~4に示す。延長約7.1kmのうち、約4.1kmをトンネル構造とし、起点側

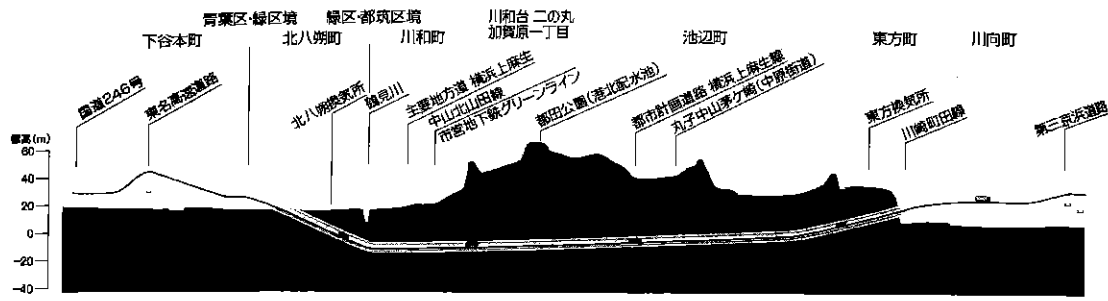


図-3 縦断面図

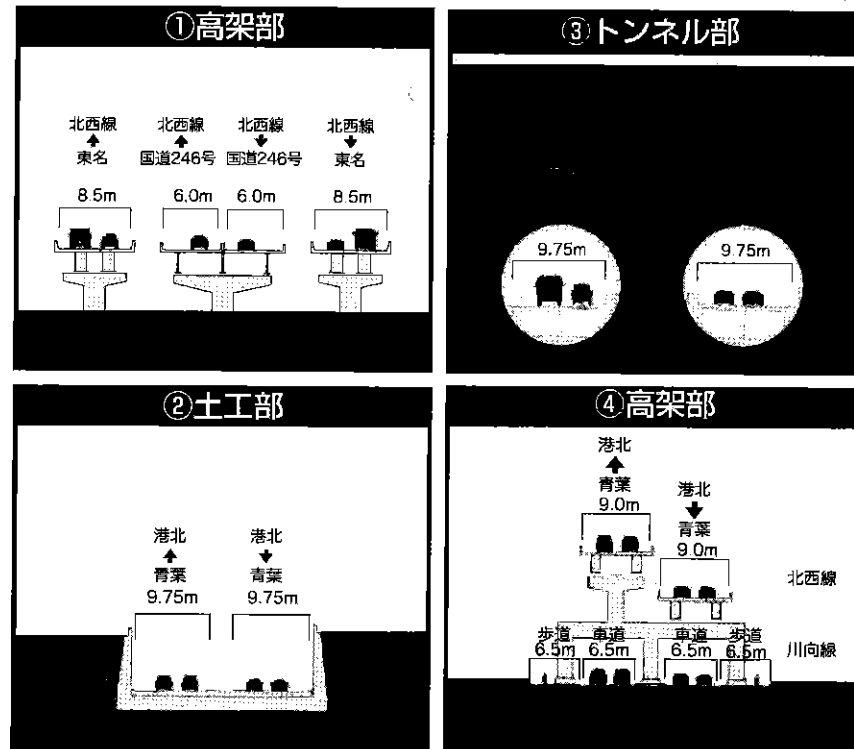


図-4 横断面図

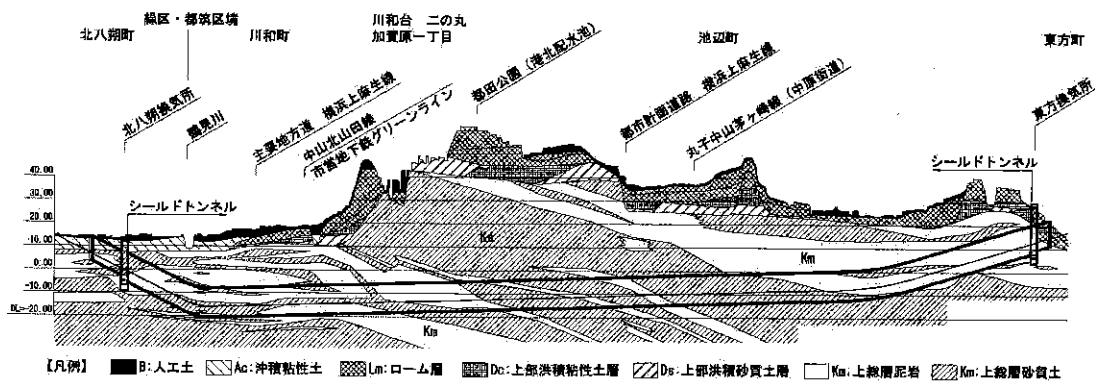


図-5 地質概要図

の東名高速道路接続部付近、終点側の第三京浜道路接続部付近を高架構造とする。起点側においては、既存の横浜青葉インターチェンジの料金所付近に接続し、国道246号との出入りを可能にする。終点側においては、出入口を新設する。また、トンネルの両坑口付近に1か所ずつ換気所を設置する。

延長約4.1kmのトンネル構造区間のうち、中央部の約3.9kmをシールド工法にて構築し、両端部を開削工法にて構築する。シールドトンネルについては、起点側に発進立坑を、終点側に到達立坑を構築し、泥水式シールド2機を用いて内径11.5m以上の2本のトンネルを構築する。地質は、上総層群の硬質地盤で、最大土かぶりは約67mとなっている。

地質概要図を図-5に示す。

2本のトンネルは、左右並列とし、離隔をトンネル径の半分程度確保する。

セグメントは、RC製を基本とし、2か所設置予定のUターン路部には鋼製セグメントなどを用いる。RC製セグメントについては、コンクリートに有機繊維を混合することによりセグメント自体に耐火機能を持たせ、二次覆工を設けない計画としている。鋼製セグメントについては、耐火パネル設置により耐火工を施す計画としている。RC製セグメントのピース間およびリング間継手には、ワンパス施工が可能な継手を採用することとし、組立て時間の短縮を図っている。

Uターン路については、シールドトンネルを構築したあとに、非開削工法にて2本のトンネル間を掘削して躯体を構築し、鋼製セグメントの一部を撤去して両トンネル間を接続する。

4 おわりに

北西線については、2章に示したように、経済活性化、災害に対する備え、大気環境改善へ効果が期待できること

から、早期の完成を目指し、鋭意事業を進めている。地元住民の皆様、関係機関の皆様、建設に携わる皆様には、これまでのご理解とご協力に厚く感謝を申し上げます。恐縮ながら、引続きのご協力・ご配慮をお願い申し上げます。

東京外かく環状道路 (関越～東名)

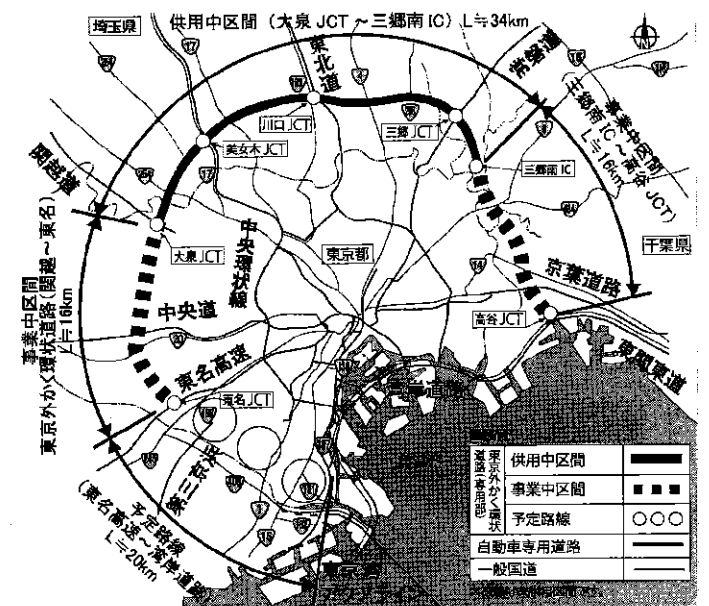
国土交通省関東地方整備局東京外かく環状国道事務所
東日本高速道路(株)関東支社東京外環工事事務所
中日本高速道路(株)東京支社東京工事事務所

1 事業概要と現況

1-1 事業概要

東京外かく環状道路は、首都圏3環状道路を形成し、都心から約15kmの圏域を環状に連絡する延長約85kmの高規格幹線道路である(図-1)。

そのうち、関越自動車道から東名高速道路までの区間(延長約16.2km)(以下、「外環」という)は、2009(平成21)年5月に事業化され、その大部分



【JCT・ICは仮称・供用区間は除く】

図-1 全体計画と幹線道路網図(平成27年3月末現在)

は、「大深度地下の公共的使用に関する特別措置法」にもとづく「大深度地下」を使用したトンネル構造である。本線トンネルは、片側3車線であることもあり、直径約16mの国内最大のシールドトンネルの計画となっている。連絡施設として、それぞれ関越道、中央道、東名高速と接続する大泉JCT、中央JCT、東名JCTのほか、目白通りと接続する目白通りIC、東八道路と接続する東八道路IC、青梅街道と接続する青梅街道ICを設置する予定である。なお、青梅街道ICは大泉JCT方向のみ乗り降りできるハーフインター構造となっている(JCT、IC名は仮称、図-2)。

1-2 工事現況(2015(平成27)年3月末現在)

1-2-1 本線シールドトンネル

2014(平成26)年3月28日に大深度地下の使用認可を得たことを踏まえ、2014(平成26)年4月3日に、本線シールドトンネルの4工事が契約となっている。北行きの本線トンネルについては中日本高速道路(株)、南行きの本線トンネルについては

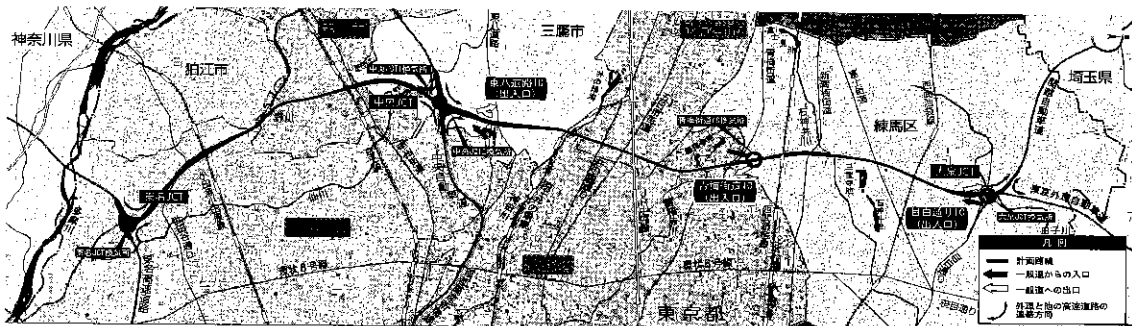


図-2 東京外かく環状道路(関越～東名)平面図

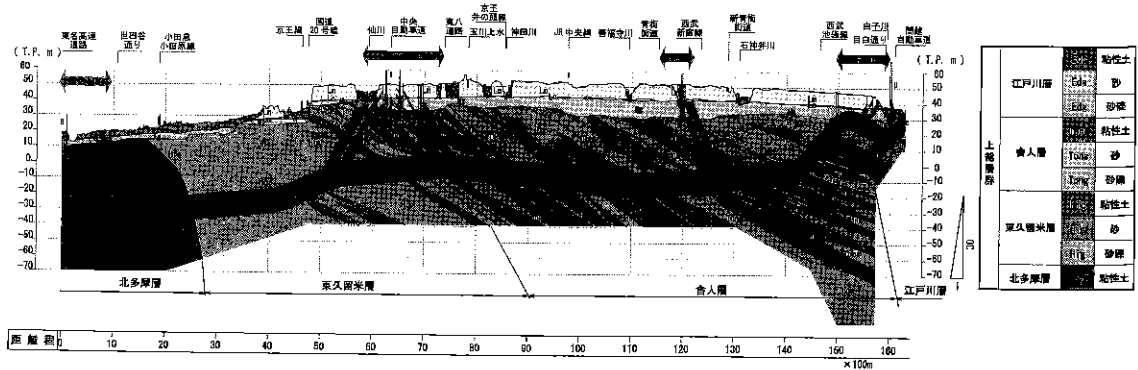


図-3 東京外かく環状道路地質縦断面図

粘性土の互層(舎人層、江戸川層)が北に向かって傾斜し分布している(図-3)。

3 トンネル工事におけるおもな課題と対応

3-1 本線シールドトンネル

本線シールドトンネルは「大断面、長距離、高速施工」という厳しい条件下での施工となり、掘進距離が長くなるにつれ、シールドの停止などのトラブル発生リスクも高くなる。また、外環トンネルの建設条件や期待される早期供用を考慮すると、リスクが顕在化した場合、その社会的影響が大きくなる。よって、安全かつ確実に施工するため、東名側および大泉側からの両側掘進を採用している。なお、予期せぬトラブルが発生した場合に、対向するシールドの掘進距離を延伸して対応する可能性があることも考慮している。

また、本線シールドトンネルの施工に先立ち、高速施工において安定した長距離掘進を可能とするため、モニタリングなどの施工管理技術およびその対処技術について、技術の検証を行うこととしている。大泉側から発進する工事については、既設橋梁の基礎鉄筋コンクリート杭に干渉することから、シールドトンネルに干渉する既設杭の対処技術についても技術の検証を行うこととしている。

3-2 地中拡幅部

本線シールドトンネルと、東名JCT、中央JCT、青梅街道ICのランプトンネルとは、非開削による地中での切掘げによる接合(以下、当該部分を「地中拡幅部」という)が必要となってくる。

地中拡幅部の施工は、首都高速道路中央環状品川線の大橋連結路工事などで実績があるが、外環

の地中拡幅部は、市街化された地域の地下部での大規模な非開削による切掘げ工事となるため、有識者などからなる「東京外環トンネル施工等検討委員会」を設置し、本線シールドトンネルの施工技術とあわせて、地中拡幅部の構造・施工技術などについて検討を進めてきた。2014(平成26)年6月に、委員会の成果として「とりまとめ」が公表され、地中拡幅部には、

- ① 施工時の安全性を高めるため、施工中の高い止水性能、十分な耐力の確保が必要
- ② 長期的な構造物の健全性を確保するため、完成時の構造物のひび割れ発生抑制、応力の集中の回避、漏水を防ぐ止水性能の確保が必要

とされ、より確実な安全性や健全性の確保が可能な構造として、「円形形状を基本」とし「十分な止水領域を確保」することが提言された。この提言を踏まえ、2015(平成27)年3月に都市計画範囲の変更を行っている。また、「各JCT・IC(東名・中央南・中央北・青梅街道)の地質・地下水・断面形状などの施工条件に適した工法を選定し、技術の実証などを通じた検証を行う必要がある」との提言を受け、各JCT、ICで3工法を選定し、2015(平成27)年8月末までの予定で地中拡幅工法の技術検証を進めている。

4 おわりに

本事業は、地下構造を主とする、高度な技術力を要求される事業である。大都市部における事業のモデルとなるよう、安全性や周辺環境にも十分に配慮し、関係機関、有識者、地元の協力もいただきながら、着実に事業を進めてまいりたい。

保有トンネルの現況と維持管理上の課題

JTA保守管理小委員会

1 はじめに

トンネル構造物は、多くの人々が直接利用する鉄道や道路などのほか、電力、通信、下水道など各種インフラにも適用されており、その総延長は日本国内において2万kmを超えている。また、整備新幹線をはじめ大都市圏内の大深度地下に建設が計画されている東京外かく環状道路やリニア中央新幹線などのビッグプロジェクトの建設推進に伴い、長大トンネルなどの増加が想定され、維持管理を必要とするトンネル構造物はまだ増える傾向にある。

その一方で、現在供用されているトンネル構造物の中には経年が100年を超えるものも多数存在し、維持管理に苦勞している現状がある。しかしながら、経年による高齢化は避けて通れない命題であるとともに、トンネル構造物は容易に取替えができない構造物であることから、長期間にわたり耐力を維持し、供用し続けなければいけない。

また、労働年齢人口が減少している現状に対して、今後それらの多くのトンネル構造物の維持管理を効率的に実施することは重要な課題となっている。

それらトンネル構造物の維持管理における状況に対して、対象となるトンネルの現状を確実に把握するとともに、維持管理上の課題を把握し対応していくことが必要となるため、当小委員会では従来から調査・研究を行ってきた。

当小委員会は、日本トンネル技術協会(JTA)の自主委員会であり、鉄道、道路、電力、通信、下水道用の既設トンネルを維持管理する事業体と、実際にトンネルを建設している企業や維持管理の

コンサルティングを実施している法人や企業からの委員を中心に構成されている。

小委員会では、トンネルの維持管理にかかわる技術的検討・提言、新技術の導入・普及、情報交換を主とした広範囲にわたる活動を行っている。これらの活動成果は、1984年以降7回にわたり本誌にシリーズで連載してきており、各事業体の所有するトンネルの維持管理技術情報を順次、取りまとめて報告してきた。

今回は「保有トンネルの現況と維持管理上の課題」と題して、各事業体が保有するトンネルの現状とトンネルを維持管理するうえでの課題について報告し、最後に今後のトンネルの維持管理上の課題解決に向けた取組みの展望を述べる。

なお、今回の掲載内容については、保守管理小委員会の各委員がそれぞれの事業体や企業体などで取り組んでいる事例をもとに取りまとめたものであり、国内のすべてを網羅したものではないことをご了解いただきたい。本稿が、トンネルを保有している事業体における今後の保守管理の一助になれば幸いである。

2 保有トンネルの現況

2-1 概要

日本国内には、2万kmを超えるトンネル構造物が存在している。これらは道路や鉄道のみならず、生活上不可欠な電力や下水道など、各種インフラとして整備されている。ここでは、鉄道、道路、電力、通信、下水道の各事業体におけるトンネルの整備状況について紹介する。

2-2 JR東日本の場合

JR東日本では、営業キロで約7,500kmの路線を

保有し、そのうちトンネル延長は900kmを超え、路線の1割強を占めている。建設年代をみると、明治から平成まで幅広く(図-1)、もっとも古いトンネルの経年は120年を超え、平均経年も60年を超えるなど、その高齢化は進んでいる。覆工材料はレンガ、石積み、コンクリートブロック、無筋コンクリート、鉄筋コンクリートなどと幅広く使われている。また、首都圏ではシールドトンネルや開削トンネルのほかに、沈埋トンネルも管理するなど、維持管理の対象トンネルの構造は非常に多岐にわたっている。

2-3 国土交通省の場合

2013(平成25)年4月時点では、道路トンネル延長は約4,100km(図-2)に及んでおり、道路トンネルは年々増加している。このうち、一般国道は、約1,900kmと、全道路トンネルに対して供用延長で約46%を占めている。

建設年代をみると、1980年代以降に建設されたものが多く(図-3)、供用延長約2,650kmで全道路トンネルに対してそれぞれ、約75%となっている。

供用後50年を経過したトンネルは、2013(平成25)年4月時点において、約3,300か所、供用延長約360kmとなっているが、2025(平成37)年には延長約1,160kmとなり、今後、急速に高齢化が進展する。

2-4 東京電力の場合

電力会社が保有するトンネル設備は、水力発電所の水路トンネル、火力発電所の取水路、放水路、電気洞道、ガス導管トンネル、原子力発電所の冷却水路、電気洞道、地中送電線のケーブル洞道など、その用途は多様である。

東京電力では、水力発電所で約680km、火力発電所で約70km、原子力発電所で約30km、地中送電線のケーブル洞道で約490kmのトンネル設備を保有している。ここでは、水力発電用の水路トンネルについて述べる。

東京電力では、図-4に示すとおり、明治から大正にかけて建設され、高齢化した水路設備を多く保有しており、その設備の使用は平均で約80年を

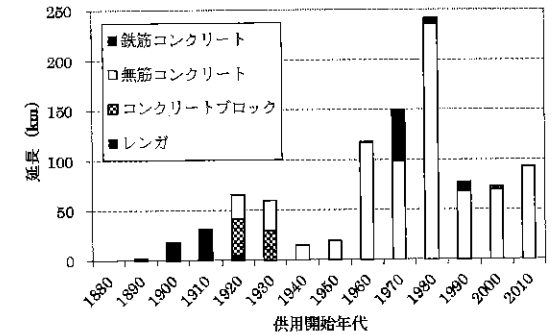


図-1 JR東日本のトンネルにおける各年代別の延長

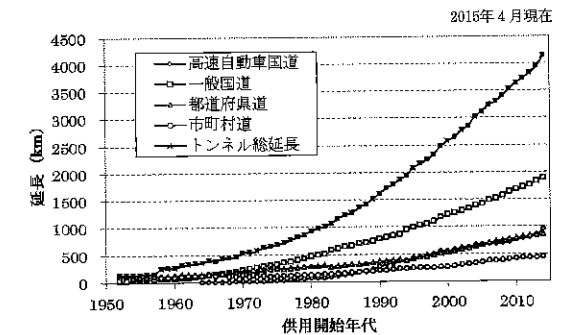


図-2 道路トンネルの供用延長の推移

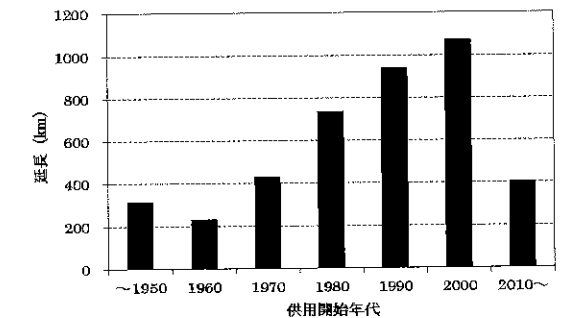


図-3 道路トンネルにおける各年代別の延長

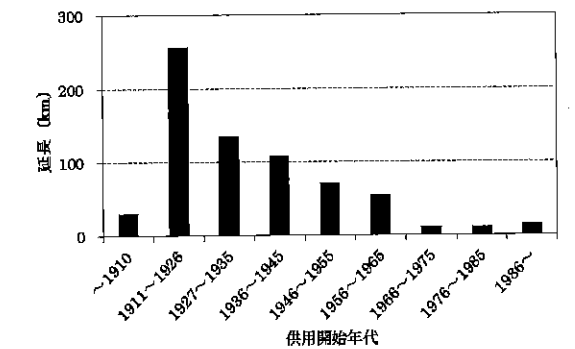


図-4 東電水路トンネルにおける各年代別の延長

経過する。

水路設備は、導水路、水圧鉄管路、放水路などの設備用途で分類され、設備構造としてはトンネル、暗渠、開渠、管路、水路橋などに分類される。これらのうち、水路トンネルと称する設備は、トンネルおよび暗渠を指しており、水力発電所(164か所)の水路設備延長879kmのうち、導水路のトンネル設備は約680km(水路の77%)を占めている。

2-5 東京都下水道局の場合

東京都区部の管渠管理延長は2015(平成27)年3月現在で約16,000km(幹線1,100km, 枝線14,900km)を超え、東京の都市活動を地下から支えている。

現在、これらの管渠の約1割にあたる約1,500kmが法定耐用年数の50年をすでに超えており、今後は高度経済成長期に整備した管渠が耐用年数を迎え、老朽管渠が急増することとなる(図-5)。

2-6 NTTの場合

NTTにおいて保有する通信用トンネルの総延長

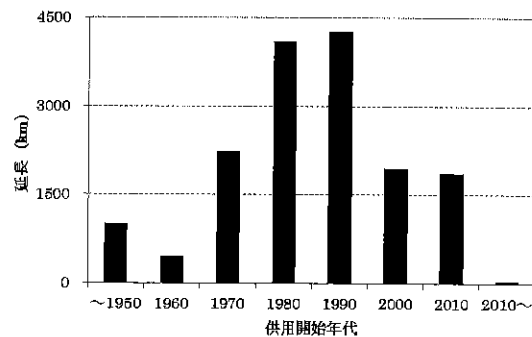


図-5 下水道管渠における各年代別の延長

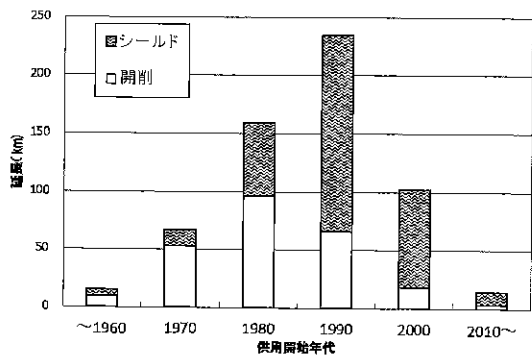


図-6 通信用トンネルにおける各年代別の延長

長は約600kmである。構造種別をみるとシールドトンネルと開削トンネルで約99%を占めている(図-6)。供用開始年ごとの延長推移をみると1960年代前半までは開削トンネルが多く、1960年代後半からシールドトンネルが採用され始め、1970年代後半に入るとシールドトンネルと開削トンネルの採用割合がほぼ半数になり、1980年代後半にはそのほとんどがシールドトンネルである。

NTTにおけるトンネルは、一般に「とう道」と呼称している。1926(大正15)年に東京都中央区で開削式にて構築されたものが初めてのとう道である。また、シールド式は、1963(昭和38)年に東京都港区に初めて構築された。

とう道は大量の通信ケーブルの収容と保守作業空間を確保するために構築された構造物である。利用者まではNTTビルからとう道、管路、電柱を通してつながっている。また、地震などの大規模災害から通信ケーブルを守る目的もある。

3 維持管理上の課題

保有トンネルの現状から、経過年数や材料だけでなくその用途や環境もさまざまであることがわかった。維持管理を行う際に生じる課題には、「日常点検・調査時」で生じる場合、「変状発生時」に生じる場合、「対策時」に生じる場合と、時間別に分類することができる。また、これら課題を分析することで、その要因別に「構造面による要因」「利用面による要因」「環境面による要因」

表-1 維持管理上の課題整理表

		課 題
時間別分類	点検・調査	点検・調査の円滑な実施
	変状発生	発生原因の確定(推定)
	対策工	対策の円滑な実施
要因別分類	構造面	維持管理上、点検・対策などを容易に実施するための空間の確保
	利用面	求められる機能の確保
	環境面	維持管理上、点検・対策を容易に実施するための環境の確保
	情報面	維持管理上、必要な情報の確保
	知識面	維持管理上、必要な知識の確保

「情報面による要因」「知識面による要因」と、分類することもできる。

ここでは、表-1の時間別分類における「点検・調査」「変状発生」、要因別分類における「構造面」「情報面」を抜粋して説明する。

3-1 時間別分類

3-1-1 日常点検・調査時の課題(制約を受ける空間内での円滑な点検、調査の実施)

トンネル構造物においては、定期点検や緊急点検、詳細点検などさまざまな点検を実施しているが、いずれの点検も、おもに目視で実施している。しかし、トンネルによっては円滑に目視点検を実施するため、工夫が必要とされる場合がある。例えば、鉄道や道路トンネルにおいては、列車や自動車が走行していないタイミングを見計らって、限られた時間の中で計画的に点検を行わなければならないケースが挙げられる。

このように、点検・調査を円滑に実施するためには工夫が必要とされることが、「日常点検・調査時の課題」として考えられる。

3-1-2 変状発生時の課題(迅速に発生原因を推定するための確実な情報収集)

トンネルに変状が発生した場合、対策を実施するためには原因を特定する必要がある。しかし、ひび割れひとつをとってみても、その原因はさまざま、原因を特定するためには多くの調査が必要であり、時間を要する場合やその原因を特定するための知識や経験を必要とする場合がある。このように、変状発生原因の特定には多くの調査や時間が必要な場合があることが、「変状発生時の課題」として考えられる。

3-2 要因別分類

3-2-1 構造面での課題(維持管理上、点検、対策などを容易に実施するための空間の確保)

構造面からみた課題を表-2に示す。特徴として、空間の制約などに関するものが多いことが挙げられる。トンネルの維持管理は、閉ざされた空間の中で実施しなければならないため、その空間の広がり方が作業の良否を左右することとなる。使い勝手の良い適度なサイズの検査機器や工事車両が

表-2 構造面での課題

要 因	おもな課題
空間が狭い	・点検時に必要な空間の確保。 ・補修材の設置余裕から、対策工法に制約がある。
極端に空間が広い	・点検時に天端部を至近距離から目視するための検査方法に制約がある。
躯体が覆われている	・化粧パネル、懸架物、補修材などで、構造体である覆工が覆われている。 ・覆工背面の状態は直接目視することができない。
延長が長い	・トンネル延長が長いと、点検に時間がかかる。 ・列車走行や自動車走行への影響から、供用中の点検には時間がかかる。 ・対策工を行う際に、材料や機材の搬入に時間がかかり、効率が落ちる。
照度不足	・坑内が暗いため、点検・補修作業時には照明設備の準備が必要となる。
部材が多い	・さまざまな種類の部材が使用されており、点検においては広範な知識が必要である。

容易に搬入でき、人間の目や手が届く範囲ですべての作業ができる場合は、良好な空間と考えられる。逆に、化粧パネルを施工している場合や大規模に補修材を設置している場合、極端に大断面の場合、懸架物などが多数配置されている場合、さらに通常は通水がありトンネル内に入れない場合など、トンネル躯体を目視するために工夫が必要とされる構造や環境となっている場合も多々ある。

また、いずれのトンネルにおいても言えることだが、供用開始後に覆工の外側(地山側)を直接目視することは物理的に不可能である。そのため、各種調査方法を駆使することや建設時の情報を頼りに覆工の外側についてある程度の情報を得ることは可能であるが、橋梁や地上の建築物のように全貌が確認できるわけではない。このように構造面での課題は、維持管理上、点検・対策などを容易に実施するための空間を確保することの難しさが挙げられる。

3-2-2 情報面での課題(維持管理上必要な情報の確保)

情報面からみた場合の課題を、表-3に示す。特徴として、変状発生時のものが多いことが挙げられる。トンネルに限らず橋梁や土構造物においても、構造物は変状が発生すると原因分析や対策検討のために多くの情報を必要とする。しかし、構

表-3 情報面での課題

要因	おもな事例
構造の情報	・建設年代が古く設計図書や財産図が存在しないため、トンネルの構造を知るために多くの調査が必要。
環境の情報	・トンネル周辺の地質図が存在しないため、変状原因の推定や、対策工の選定のために新たに地質調査が必要。 ・建設年代が古く(100年近いものも多く存在する)施工時の記録が残っていないため、変状原因の推定や、対策工の選定のために多くの調査が必要。
情報の質	・古い記録が多く、不確かなため、変状原因の推定や対策工の選定に対し適切な判断を下すために再調査が必要な場合がある。

造に関する情報や周辺環境に関する情報などは、健全に使用されている場合は必要最小限のものしか存在しないことが多い。変状が発生した際など、通常の維持管理を超える状態になって初めて必要となる情報については、その時点で確保する必要がある。このように、情報面での課題は、維持管理上、必要な情報を確保することの難しさが挙げられる。

4 維持管理上の課題解決に向けた取組みの展望

表-3のように課題はさまざまな面で生じるものの、各事業体では、よりよい維持管理に向けて取組みを実施している。最後に、本稿で説明した課題解決に対する取組みとして「点検・調査を円滑に実施するための取組み」「躯体が覆われている箇所を点検するための取組み」「情報の質を高めるための取組み」に関する内容について示し、今後の展望を述べる。

4-1 点検・調査を円滑に実施するための取組み

点検・調査時に時間が限られるケースがあることは前述したが、その課題に対する取組みとして近年実施されているのが検査機器の導入である。

JR東日本、NEXCO東日本など多くの事業体で、トンネルの覆工表面のひび割れなどの状況の把握を効率的かつ正確に行うためにトンネル覆工表面撮影車を開発、導入している。

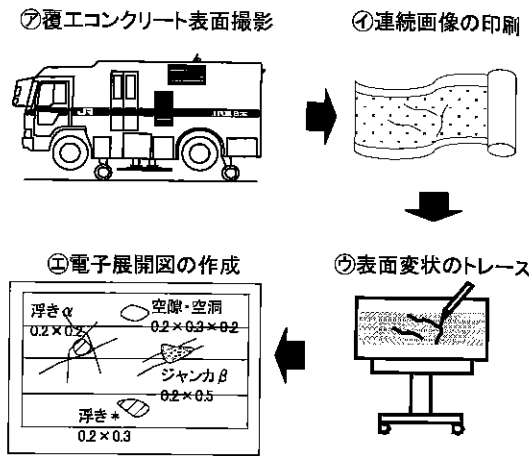


図-7 覆工表面撮影の流れ(JR東日本)

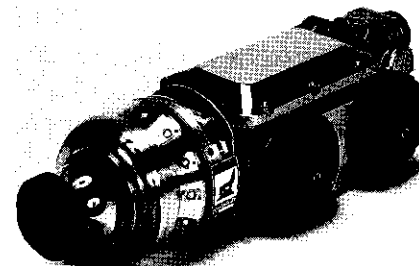


写真-1 ミラーカメラ(東京都下水道局)

また、東京都下水道局では道路や鉄道とは特徴の異なる下水道の管渠に対して、写真-1に示すような全方位パノラマセンサーを採用したミラー方式テレビカメラシステムを導入し、点検・調査の効率化を図っている。

以上の取組みのように、限られた時間の有効活用とともに、年々減少している点検、調査員に対するひとつの方法として専用の検査車両の導入、開発が実施されている。また、保有しているトンネルの条件はさまざまであるため、それぞれに適した検査用機器の開発が今後も望まれる。

4-2 躯体が覆われている箇所を点検するための取組み

東京メトロでは、点検時に容易に撤去、設置が可能のように化粧パネルの小型化を進めている。

躯体が覆われている箇所に対して覆っている材料の構造を変更することによって点検、調査の作業性を高めている。今後も躯体が覆われているなどにより直接的な目視による点検・調査が困難な

箇所に対して個別的な取組みが求められる。

4-3 情報の質を高めるための取組み

各事業体において、点検・調査記録を適切に管理・活用するためにさまざまなデータベース化・電子化の取組みが行われている。

各事業体の多くでは、図-8に示すように構造物の諸元、検査記録、補修、補強記録を相互に管理するためのデータベースを構築している。

前述した検査機器の開発、導入と相まって、検査履歴や変状展開図などの維持管理におけるデータは、機械化、IT化を活用し記録、保存、継承する手段が整備されている。今後は、それらの蓄積されたデータベースを有効に活用できる人材の育成や、目的に則したデータベースの構築に必要とされる記録、管理方法の検討が望まれる。

5 おわりに

今回の報告では、各事業体の保有トンネルの現状、それらを維持管理していくうえでの課題、さらに課題に対する取組みについて述べた。

トンネル構造物としては、各種プロジェクトに

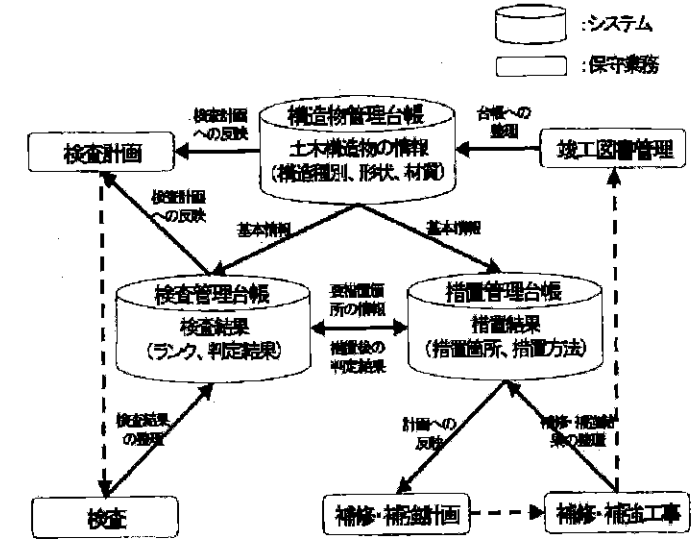


図-8 データベースのイメージ

よる新設構造物の増加と既設の構造物の経年が進む一方で、維持管理においては効率化、精度の向上が望まれる。当小委員会では引き続き維持管理に関する議論を行っており、昨年「トンネル保守管理の現状と今後の課題」について講演会を実施したところである。トンネルに携わる業界全体においても、さまざまな技術の進歩が目覚ましい現代において、それらの最新の技術を有効活用するとともに、経験工学的先人たちが蓄積してきた知識、技術を次世代へ継承し、更なる維持管理技術の進歩が実現されることを切に願うものである。

工事量の推移と現況

JTA映像記念誌ワーキング

① はじめに

40周年記念事業の一環として、協会の『40年のあゆみ』が編纂された。ここでは、その中からトンネル工事量の推移について紹介する。

② トンネル工事量の推移

会員の皆様から提供いただいたデータをもとに編集している『トンネル年報』から、全体の工事量の推移と工事量の多い山岳トンネルとシールドトンネルにおける掘削工法などの推移を中心に紹介する。なお、『トンネル年報』のデータは、各年12月1日現在施工中であること、完成内空断面積2m²以上(推進工法にあっては0.5m²以上)、トンネル完成延長100m以上(駅部などの工事は100m以下も含む)であることとしている。

また、データは、請負者の手持ち工区数(以下「トンネル件数」という)、手持ち延長、手持ち請負額であるので解釈にあたっては注意を要する。

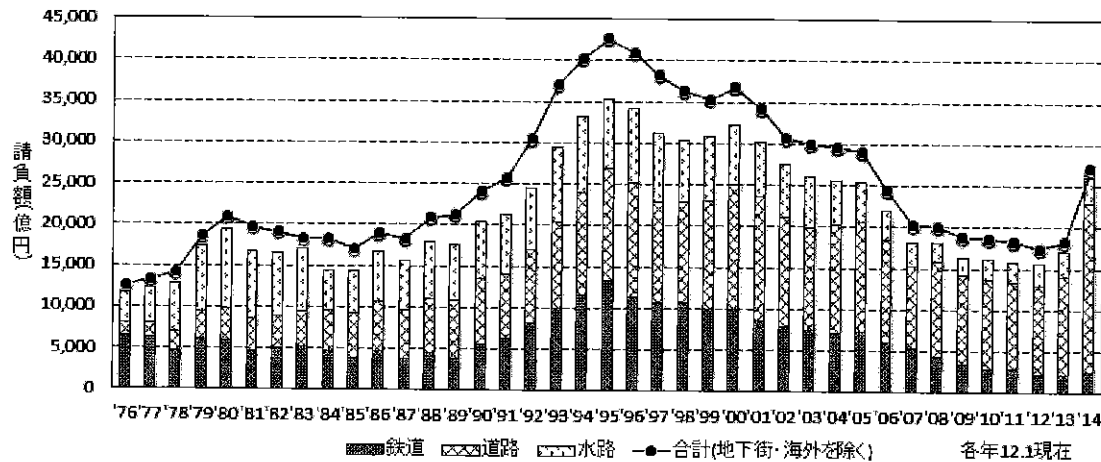


図-1 トンネル工事量(手持ち工事量)推移

以下「手持ち」を省き単に件数、延長、請負額と表現する。

図-1に、1976~2014年の毎年のトンネル工事量(手持ち工事量)推移のグラフを示す。図-2に、建設投資とトンネル工事の請負額の推移を示す。

建設投資は1988(昭和63)年ごろより急激に拡大し、それに伴ってトンネル需要も増大した。バブ

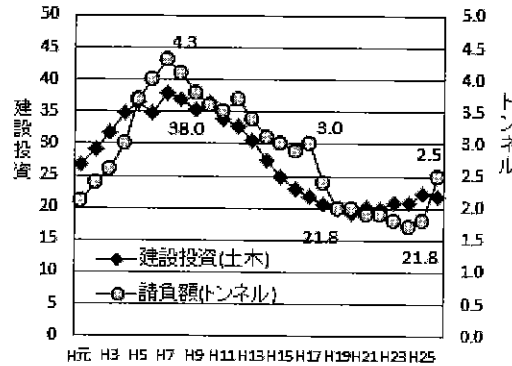


図-2 建設投資と手持ち請負額(地下街など除く)の推移(単位:兆円, 出典:国土交通省ホームページ)

ル崩壊後も1995(平成7)年まで増加傾向を示し、総需要約4兆3,000億円に達したが、1995(平成7)年以降は民間投資の冷え込みと公共事業の縮減により、減少傾向が続いた。しかし、2014(平成26)年には、東北地方太平洋沖地震とこれに伴う国土強靱化の推進により、約2兆7,145億円と前年に比べ急増している。

用途別現況の割合では、道路75%、水路12%が全体の87%を占め、次いで鉄道9%、洞道・管路などとなっている。

③ トンネル施工法別工事量の推移

図-3に、1989~2014年まで5年ごとの山岳工法、シールド工法など、施工法別のトンネル件数の構成比率を示す。山岳工法はつねに最多を占めており、2009(平成21)年には50%を超えている。その他の施工法別の構成比率は、おおむねシールド工法>推進工法>開削工法の順となっている。

図-4に、内空断面積別のトンネル件数構成比率を示す。1989年代に比べ、大断面(50~100m²)の比率が21%から51%に増加している。反面、小断面(10m²以下)は、60%から27%と半分に減少している。

図-5に、契約延長別のトンネル件数構成比率の推移を示す。0.5~3km未満の工事が1989年代に比べ49%から62%に増加している。また、10km以上の工事が増えつつあり、2014年では7%となっている。反面、0.5km未満のトンネルが50%から31%と減少している。

以上が、トンネル施工法別工事量の推移であるが、用途の違いはあるものの、全体を見ると、大断面、長距離と1件あたりの工事規模が、大きくになっている。

④ 山岳工法による工事量の推移

図-6は山岳工法で施工したトンネルを、どのような掘削工法(加背)で施工したかを構成比率の推移として示したものである。導坑先進や中壁分割は限りなくゼロに近く、特殊な箇所での採用となっている。その反面、ベンチカット工法や補助ベン

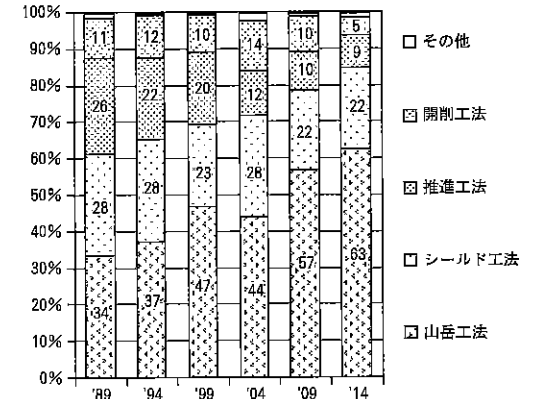


図-3 トンネル件数の施工法別構成比率

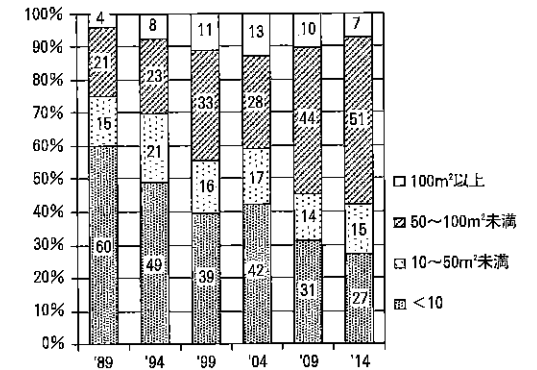


図-4 内空断面積別のトンネル件数構成比率

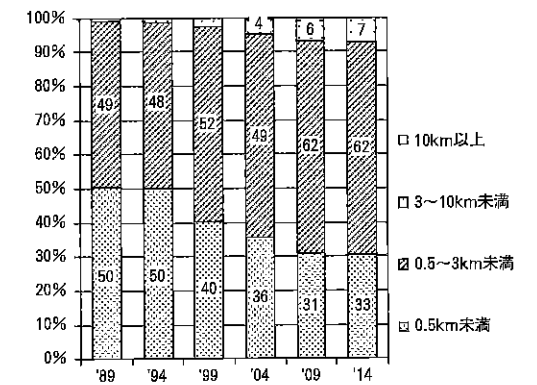


図-5 契約延長別のトンネル件数構成比率

チ付きを含む全断面工法が増加し、現況ではそれぞれ全体の42%、57%となり、掘削工法の主流となっている。

図-7に、掘削方式(掘削手段)構成比率の推移を示す。掘削方式は1989年以降、発破掘削から機械掘削に推移する傾向にあった。しかしながら、現

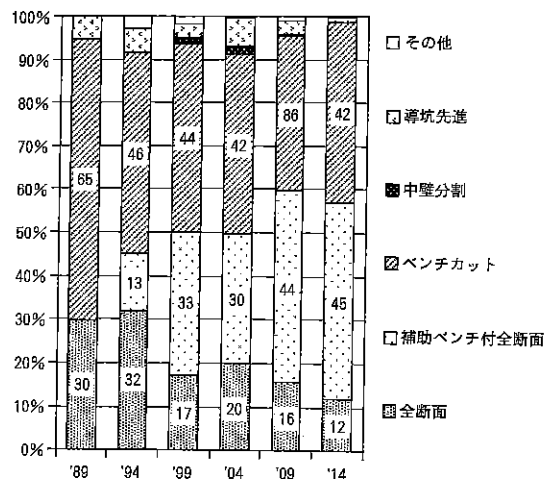


図-6 山岳トンネル掘削工法別件数構成比率

在では再び発破掘削が主流となっていることがわかる。一時期、自動化・機械化の流れのなかで期待されたTBMが皆無に近くなってきている。

以上が、山岳工法によるトンネルの推移であり、地山の状況に左右されるが、大断面に対応した掘削工法が一般的となっている。

5 シールド工法による工事量の推移

シールド工法による施工では、マシンの開発により開放型から密閉型へ移行し、中断面から大断面トンネルへ、直線施工から曲線施工へなどさまざまな条件での施工が可能となってきた。密閉型シールド工法には、切羽の安定を図る方式により、土圧式シールド(土圧、泥土圧)と泥水式シールドがあり、いずれも広範囲にわたる土質において採用されている。

図-8に、密閉型シールドの形式別構成推移を示すが、土圧式シールド工法のうち土圧は、14%から2%に減少している。1985(昭和60)年代に登場した泥土圧は、1989年の48%から71%と急増した。また、泥水に所定の圧力を与え切羽の安定を図りながら、循環させて掘削土の流体輸送を行う泥水

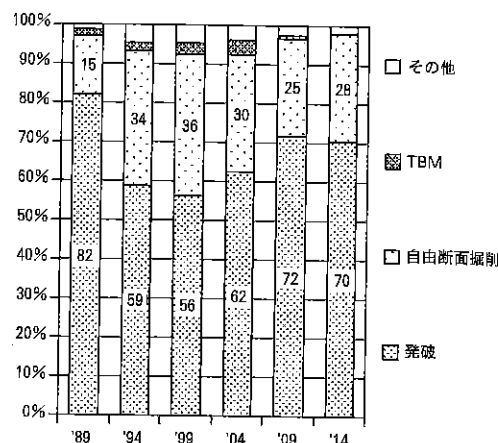


図-7 山岳トンネル掘削方式別件数構成比率

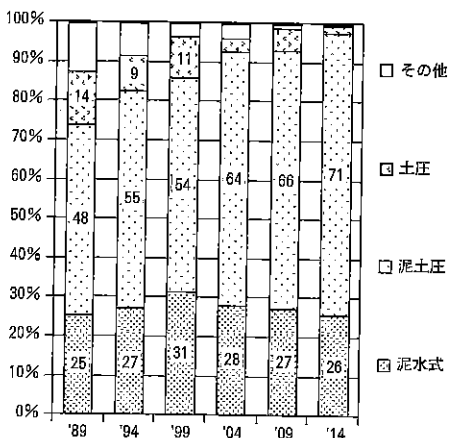


図-8 シールド工法の型式別トンネル件数構成比率

式は、25%から31%とほぼ横ばい状態である。

以上が、シールド工法によるトンネルの推移であるが、全般的には泥土圧シールド工法が主流となっている。

6 おわりに

トンネル年報は、2001年版(2000年12月1日現在データ)から、エクセルデータの電子版(CD-R)を発行している。データの加工が可能であるため利用範囲はかなり広がるので、各社での各種分析にご活用いただきたい。

解説

トンネル工事における労働災害の推移と安全施工上の留意点

JTA安全啓発ワーキング

1 はじめに

本小委員会では、設立40周年記念事業の一つとして「Safe Work JTA 40th Anniversary」をキャッチフレーズに、「トンネル建設工事に係る安全標語の募集、選考および発表」「トンネル施工業者および作業員が着用する安全シールの作成、配布・着用活動」とともに「トンネル工事における安全対策をまとめた広報資料の作成、配布」を行うこととして活動している。本稿では、40周年記念安全運動広報資料「ゼロ災害を目指せ」から、全建設業およびトンネル建設工事に於ける労働災害の発生率の推移と近年の山岳工法、シールド工法における労働災害の推移と安全施工上の留意点の概要を記載する。

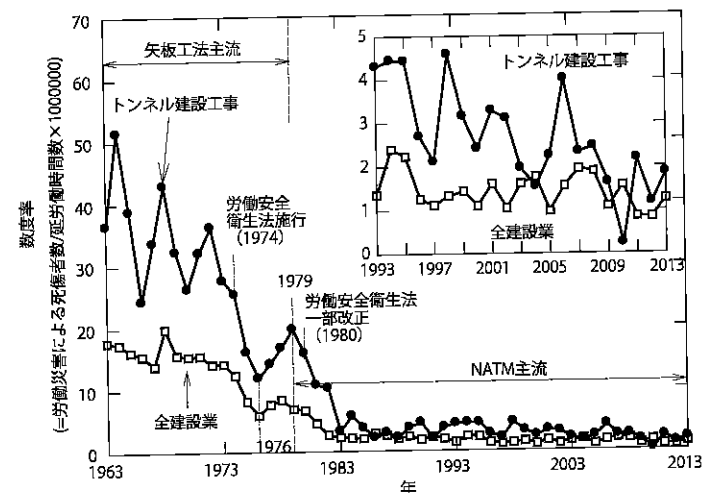


図-1 全建設業およびトンネル建設工事に於ける度数率の推移

2 労働災害の推移と施工における留意点

2-1 トンネル建設工事に於ける労働災害の発生状況の推移

全建設業およびトンネル建設工事に於ける度数率の推移を図-1に示す。死亡者数の推移と同様に法律の施行、技術革新、関係機関の施策などにより、1983年までにトンネル建設工事に於ける度数率は激減した。しかしながら、同図右上に示す近年の度数率の推移を見ると、まだ全建設業の度数率よりも高い状態にある。

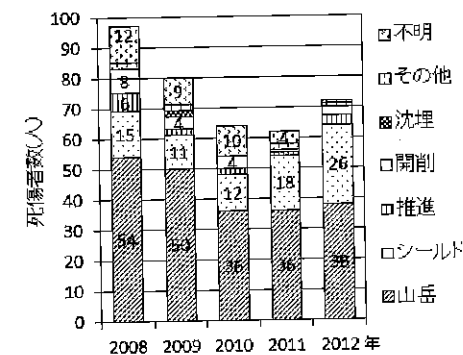


図-2 各工法における死傷者数の推移(休業4日以上, 2008~2012年)

図-2に各工法における死傷者数の推移を示す。2010~2012年の3年間で山岳工法、シールド工法ともに死傷者数が増加している。これらの工法の中では山岳工法が施工件数、死傷者数ともに多いが、シールド工法でも死傷者数が増加し、山岳

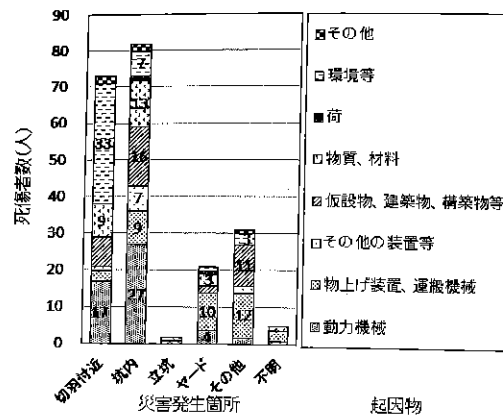


図-3 山岳工法における災害発生箇所と起因物の関係
(2008~2012年, 休業4日以上)の死傷者数)

工法の死傷者数に漸近している現状にある。

2-1-1 山岳工法

図-3に山岳工法における災害発生箇所と起因物の関係を示す。同図を見ると災害の発生は坑内だけでなく切羽付近でも多い。坑内では「動力機械」により被災するケースが多く、切羽付近では「環境等」により被災するケースが多い。「動力機械」とは、おもに建設機械であり、トンネル坑内の狭いスペースに作業員と建設機械が共同で施工にあたるため、作業員と建設機械が接触し災害に至るケースが多い。「環境等」には地山、岩石が含まれ、肌落ちにより岩石が作業員に当たり被災するケースが多い。

事故の型からは、「飛来・落下」による死傷者がもっとも多い。次いで、「はさまれ・巻き込まれ」「激突され」とが多い。次に、足場などの仮設物からの「墜落・転落」となっている。

2-1-2 シールド工法

図-4にシールド工法における災害発生箇所と起因物の関係を示す。ここでの切羽付近はシールド内も含めている。同図から坑内において被災するケースが多い。坑内では、「物上げ装置、運搬機械」「仮設物、建築物、構築物等」「物質、材料」の順に災害が多い。「物上げ装置、運搬機械」ではクレーン、チェーンブロックなどに起因した災害、セグメント運搬台車やずり台車に起因した災害が

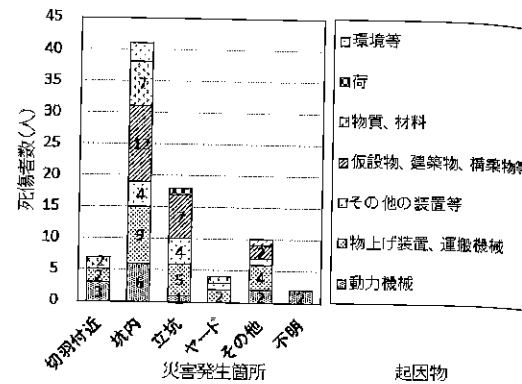


図-4 シールド工法における災害発生箇所と起因物
(2008~2012年, 休業4日以上)の死傷者数)

多い。「仮設物、建築物、構築物等」は足場からの「墜落・転落」やセグメントの「崩壊・倒壊」による被災が多い。

シールド工法では、シールドおよびセグメントにより密閉されるため、直接的に作業員が地山と接する機会が少ない。そのため切羽付近において被災するケースも少なくなっていると考えられる。切羽付近における災害は、セグメントの搬送中、または組立て中に、セグメントと台車やエレクタに「はさまれ・巻き込まれ」て被災するケースが多い。

2-2 労働災害の発生状況に応じた工法別の安全対策のポイント

2-2-1 山岳工法

(1) 建設機械(ドラグショベル, トラクターショベルなど)との接触による災害

建設機械との接触による災害は、例えば、ドラグショベルを巡回させたとき、ドラグショベルと地山の間で作業員が挟まれる災害である。同種災害の防止対策として、作業員をドラグショベルの巡回半径内に立入らせないことを原則として、誘導員を配置し、誘導員による指示のもとドラグショベルの運転者は作業に従事する必要がある。また、ドラグショベルの運転者の死角の範囲をできる限り小さくするため、照度の確保、バックモニタの設置が望まれる。それでも万が一、作業員が立ち上がった場合のことを考慮して、センサなどを取付

け、作業員が巡回半径内に立入った場合は警報を鳴らすなどの対策が望まれる。

(2) 切羽における肌落ちや落盤による災害

肌落ち災害とは、切羽からいくつかの岩石が落下し、作業員に当たる災害である。とくに、装束や支保工建込みといった作業中に肌落ちにより作業員が被災するケースが多い。同種災害の防止対策として、種々の対策が考えられるが、鏡吹付け、鏡ボルト、浮石落とし(コソク)、導水・さぐり削孔、切羽変位計測、切羽監視員の配置、十分な照度の確保、設備的防護対策、個人用保護具などが挙げられる。

(3) 可燃性ガスによる爆発災害

近年発生した新潟での可燃性ガスによる爆発災害が記憶に新しい。同種災害の防止対策としては、可燃性ガス検知器の設置、自動警報装置の設置、ボーリングなどによるガス抜き、換気、火源の管理(喫煙具、ガス溶断の炎、電気スパーク、建設機械などの動力源など)が挙げられる。とくに、作業を長期間停止した状態から再開する際には、十分に可燃性ガスの濃度を計測し、安全を確認する必要がある。

2-2-2 シールド工法

(1) エレクタによるはさまれ災害やバッテリーロコとの接触による災害

エレクタによりセグメントを組立てる際に、エレクタやセグメントに挟まれたりする災害が多い。また、バッテリーロコによりセグメントなどを搬送する際、バッテリーロコが逸走して作業員と衝突する災害も発生している。同種災害の防止対策として、誘導員の配備、逸走防止装置の設置、照度の確保などが挙げられる。

(2) 立坑における墜落災害

建設業において、墜落災害はもっとも発生件数の多い災害である。シールド工法によるトンネル建設工事においても「はさまれ・巻き込まれ」に

次いで多い災害である。同種災害の防止対策として、安全带(フルハーネスを推奨)などの着用、安全带などの取付け設備の設置などが挙げられる。

(3) セグメントなど搬入時の飛来落下による災害
セグメントなどを立坑上部から底部に吊り降ろす際に、過荷重、吊り具の不具合などにより、吊り荷が落下し、作業員が被災するケースもある。同種災害の防止対策として、吊り具の健全性の確認、吊り荷荷重の確認、玉掛けの確認、吊り荷の下に入らない、誘導員の配備などが挙げられる。

(4) Kセグメントの抜出しによる災害

Kセグメントは、Aセグメント、Bセグメントを組んだのち、セグメントリングを閉合させるためのキー(Key)となるセグメントである。近年、セグメント間の継手を突合せ構造とするケースも多く、Kセグメントが抜出す事例も報告されている。同種災害の防止対策として、既設のセグメントリングとKセグメントをPC鋼棒などで連結させる方法、セグメント間の継手を突合せ構造とするのではなくボルトなどによりセグメント間を締結する方法などが挙げられる。

③ おわりに

トンネル建設工事のさらなる安全性向上を図っていくためには、施工時のみならず計画・設計段階から、災害の防止や発生時の対策などを考慮することが重要と考えられる。なお、施工時の災害は技術の変遷とともに変化していくと考えられることから、継続的な災害事例調査の実施と安全対策の提案、普及が望まれる。

参考文献

- 1) 厚生労働省：職場のあんぜんサイト、労働災害(死亡・休業4日以上)データベース、http://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen_pgm/SHISYO_FND.aspxほか。
- 2) 日本トンネル技術協会：ゼロ災害を目指せ、2015.5.

ITA活動状況

JTA国際委員会

当協会は、設立以来、国際委員会を窓口としてITA(国際トンネル協会: International Tunnelling and Underground Association)の加盟国、日本を代表する機関として、トンネルに関する国際技術交流の活動を実施してきている(72加盟国: 2015年)。

ITAの会合は、毎年、世界各地で開催されるWTC(世界トンネル会議: World Tunnel Congress)と併せて開催され、世界各国の加盟国からの参加を得て、ITAの運営に関する協議、各作業部会などにおける作業の進捗状況および成果の発表を通じてトンネルに関する技術情報の交流を図っている。

作業部会は、各国から収集した情報を分析、検討し、報告書やITAとしての勧告を出版することを目的としている。これまでに21の作業部会が設置されたが、当初の目的を達成したものもあり、現在ITAで活動している作業部会は、以下の13である。

- WG-2: 研究開発
- WG-3: 地下工事の契約
- WG-5: 作業の安全と健康
- WG-6: トンネルの維持と補修
- WG-9: 地震の影響
- WG-11: 沈埋・浮きトンネル
- WG-12: 吹付けコンクリート
- WG-14: 機械化掘削
- WG-15: 建設工事と環境
- WG-17: 長大土かぶりのトンネル
- WG-19: 在来工法(NATM)

WG-20: 都市問題解決策のための地下利用
WG-21: ライフサイクルアセットマネジメント
また、数年前からITAの傘下に特定課題の委員会を設けて独自の活動を展開している。委員会には、それぞれのテーマに関心のある会員が参画し、活動している。

- ITA-COSUF(安全運用委員会)
- ITA-CET(教育訓練委員会)
- ITA-CUS(地下空間利用委員会)
- ITA-Tech(技術情報委員会)
- ITA-YMG(若手会員グループ)

国際委員会では、ITAの運営に関する課題や作業部会などへの対応のための検討を進めており、2015年5月にクロアチアのドゥブロブニクで開催されたITA-WTC 2015には、9つのWG(2, 3, 5, 9, 12, 14, 15, 19, 21)に代表を送り込んでいる。また、ITA-COSUF、ITA-CUSに参加している。なお、これまでのITA総会への参加報告については、本誌の既刊各年10月号を参照されたい。

また、ITAの活動については、ITAのWebサイト(<http://www.ita-aites.org/>)を参照されたい。

今後、ITAの活動と当協会技術委員会の活動を有機的に連携することにより、国際的な技術交流を積極的に進めていきたいと考えている。

一方、日本企業の海外事業への躍進・活躍が期待されている。日本の優れたトンネル技術を海外に広報、展開するためにも、ITAの加盟国の代表機関である当協会がその一翼を担うことができるよう努めていきたいと考えている。

JTA活動現況

日本トンネル技術協会

① はじめに

本協会は、トンネルおよび地下空間の建設および維持管理に関する調査研究を行い、地下利用技術の進歩向上を図ることによって、国土の保全と公共の福祉の増進に寄与することを目的として設立され、本年で40周年を迎えた。この間、本会の活動に賛同して入会していただいた個人、法人、または団体が、協会という場のもとで切磋琢磨して、今日の日本の合理的なトンネル技術の向上に努めていただけてきたと考えている。

本稿では、現在の活動母体である会員の実態、活動原資、現在の活動内容について、図表をもとに紹介する。

② 会員の实態

設立当初、団体会員は160名であり、事業の発展に伴って会員数は逐年増加した。団体会員のピークは2005(平成17)年3月で359名に、個人会

表-1 会員の現況

区分	会員数	備考
正会員	1,286	
団体会員	202	
特級	1	
特A級	23	
A級	5	
B級	10	
C級	15	
D級	148	
個人会員	1,084	
個人会員	866	
推薦会員	206	会社推薦
特別会員	12	理事会推薦
名誉会員	0	総会推薦
賛助会員	169	
合計	1,455	

員は2008(平成13)年3月で2,188名に達した。2015(平成27)年3月現在、団体会員202名、個人会員1,084名となっている。表-1に会員の現況を示す。また、個人会員の業種別構成比率を図-1に示す。建設業が全体の63%を示している。

③ 活動原資

活動原資について、グラフ化したものを図-2に

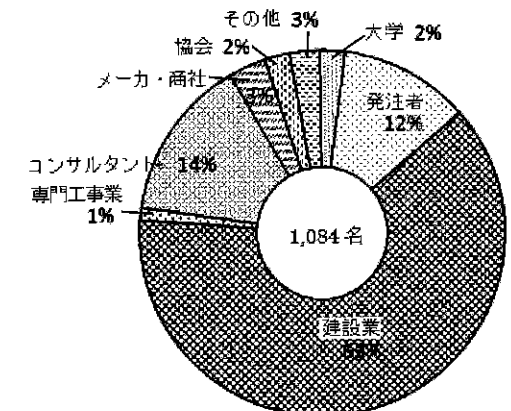


図-1 個人会員の業種別構成比率

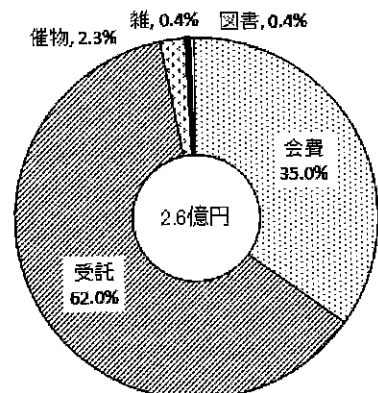


図-2 収入比率

示す。受託業務の収入が62%と高い値を示している。この比率は、この40年間を振り返っても高い値を示しており、本会の特質のひとつである。

4 事業の活動内容

活動目的達成のため、協会内に委員会を組織し、具体的な活動を実施している。各種事業は、総務委員会、国際委員会、事業委員会、技術委員会の4つの委員会のほか、受託研究に応じるため設置する特別委員会のもとで実施している。

(1) 総務委員会

本委員会では、協会事業の運営方針や予算を立案のうえ理事会に提案している。また、協会の広報活動として、会誌『トンネルと地下』の内容確認、会報原稿の作成、ホームページとE-mailを活用した積極的な情報発信に努めている。さらに、技術委員会などでの成果品の頒布活動も実施している。2015(平成27)年度以降は、設立40周年記念事業の一環として整理した映像ライブラリーを引継ぎ、技術の伝承に役立つよう広報活動を実施する予定である。

(2) 国際委員会

1974(昭和49)年9月に当協会が加盟国代表機関としてITA(国際トンネル協会)に登録されて以来、国際委員会が窓口となって国際技術交流活動を実施している。具体的には、ITA活動などへの参加や海外からの来訪者への対応などを通じて、トンネル技術に関する各国の情報収集、わが国からの情報発信および国際協力に努めている。

(3) 事業委員会

本委員会では、講演会などの催物事業を企画、実施している。協会設立以来、国内においては、関係機関のご協力を得て、各種委員会の成果品をもとにした講習会、シンポジウム、興味あるトンネル工事現場での研修会、ステップアップ研修会、施工体験発表会などを実施してきた。また、海外においても、会員のニーズを反映したトンネル技術の収集と日本の技術情報を広めることを目的とした技術調査団を構成し、現地視察を実施してきた。

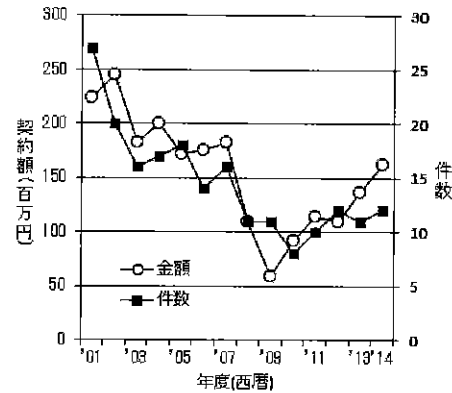


図-3 受託件数と金額の推移

近年、国内では、毎年10回程度の現場研修会(見学会)と講演会、講習会、施工体験発表会、技術研修会などを開催している。海外については、2008(平成20)年ごろから経済環境の悪化や単独で海外へ出張できる環境へ移行した影響で調査団に参加する人が少なく、企画を見送っている。

(4) 技術委員会

技術委員会は、トンネル工事の施工技術、安全、環境、保守管理など、トンネルの技術に関する今日的な課題や会員のニーズを反映した協会独自の調査研究に努めている。

近年においては、山岳トンネルのインバート、自然由来の重金属、山岳トンネルにおける設計と現場の乖離、シールドトンネルのトラブル事例、維持管理対策などについて検討を実施している。

なお、委員会での検討結果は、報告書としてまとめた図書資料の発刊や会誌掲載による会員への情報提供を行っている。

(5) 特別委員会

各種機関から業務をいただき、その研究テーマについて検討を実施し要望に応じてきた。

図-3は、受託件数と金額の推移を示したものであり、設立以来この40年間に受託を受けた総数は、667件(年平均17件)に及んでいる。

5 おわりに

今後とも、トンネル技術の情報交換の場、情報の収集源として、協会の活動に参加、活用していただけるようお願いいたします。

映像ライブラリーの紹介

JTA映像記念誌ワーキング

1 はじめに

記念事業の一環として、会員各社にトンネル工事映像資料の提供にご協力をいただき、協会内にあるビデオライブラリーの充実化とさらなる利活用を図ることとしたので報告する。

2 ビデオライブラリーの活用依頼

ビデオライブラリーは、映像による技術解説、映像を介した技術伝承、温故知新、会員の技術研鑽の観点から、トンネル技術者の皆様方の技術・情報習得の一助としておおいに活用していただきたい。現在の映像資料の所蔵数は、会員各社のご協力により約200点となっている。詳しくは本会のホームページを参照願いたい。以下に、映像資料貸出し手続きを紹介する。

3 映像資料貸出し手続きの案内

- (1) 映像資料貸出し対象者
本会の会員の方を対象とする。
- (2) 貸出し方法
申込書をあらかじめ提出し、審査後、下記方法により、無料で貸出しを行う。

- ① 貸出し本数
一度に貸出を受けることのできる映像資料は3点までとする。
- ② 貸出し期間
貸出し期間は送付期間を含め、原則1週間以内とする。
- ③ 貸出し条件
貸出し資料についての複製行為(媒体複製・

複写、画面コピーなど)を禁止する。

- ④ 貸出し
事務所での貸出しを原則とする。郵送希望の方は、着払いの宅配便により送付する。
- ⑤ 返却
映像資料を返却し、申込書に返却確認印を受けてください。持参による返却ができない場合は、返却日までに到着するように、宅配便などの元払いで返送ください。
- ⑥ 映像資料の視聴
映像資料は、無料で本協会の会議室(希望日が空いている場合)で視聴できる。上記同様、申込書を提出し、審査後、連絡する。
- ⑦ 申込書送付先
〒104-0045
東京都中央区築地2丁目11番26号
築地MKビル6階
一般社団法人日本トンネル技術協会
映像資料担当係
電話：03-3524-1755
FAX：03-5148-3655

4 映像資料利用申込書

申込みの際は、ホームページからダウンロードし、必要事項記載のうえ、提出願います。

5 おわりに

ビデオライブラリー設置の主旨を理解のうえ、新たな映像資料があれば、本会に提供いただくようお願いいたします。

「安全標語およびフォトコンテスト」結果報告

JTA安全啓発ワーキング/作品展示等ワーキング

設立40周年記念事業の一環として、昨年度「安全標語」募集と「フォトコンテスト」を実施した。去る5月13日それらの応募作品に対する審査結果を踏まえ、優秀作品についての表彰式を実施したのでここに報告する。

表彰式では、佐藤会長、木村記念事業実行委員長からご挨拶をいただいたあと、「安全標語」および「フォトコンテスト」の表彰式を実施した。

1 安全標語

企画実施した安全啓発WGを統括する豊澤安全環境小委員長より、以下のとおり経過報告があった。

記念事業の一環として、多くの方に「トンネル建設工事の安全」についての意識を深めていただくために、昨年6～7月にかけて、トンネル建設工事の安全標語を募集した。その結果、293人の方から666作品の応募があった。応募者を内訳で見ると、性別では女性16%、男性84%、職業別では建設業46%、学生・教師11%、公務員・製造業・農業・自営業・主婦43%と幅広い層からの応募をいただいた。

選定にあたっては、安全環境小委員会委員19名で第1～3次審査、そして最終審査と段階を踏んで行い決定した。

今後は、選ばれた標語をトンネルの建設現場へ配布し、ゼロ災害を目指した活動に活用していただく予定である。

受賞作品は、特選1名、入選2名、佳作6名で、当日出席いただいた2名に表彰状などを授与した。

表-1に受賞作品と氏名、写真-1に安全標語受賞記念写真を示す。

表-1 安全標語入選作品の紹介

特選(1作品)	みんなで目指す ゼロ災害 進む切羽に 輝く未来	武藤 文夫(山梨県)
入選(2作品)	慣れた顔 危険が顔出す トンネル工事	服部 静子(静岡県)
	整理整頓 狭い坑内広くして 安全作業の第一歩	志岐 寛(神奈川県)
佳作(6作品)	入坑前にまず確認 酸欠・手順・保護具ヨシ	中嶋 竜二(兵庫県)
	トンネルに 誓う無事故の貫通を	八木比呂子(愛知県)
	安全を つらぬく誇りが道になる	梶浦 公靖(東京都)
	いつもいる 大事な仲間がチーム	声を掛け合い無事故の貫通
	掘り起こせ 現場の安全 見えるまで	中原 修(大阪府)
	気の緩み 締めて前進 トンネル工事	大井田雄策(東京都)



写真-1 安全標語受賞記念写真

前列左から、特選：武藤氏、佐藤会長、入選：志岐氏、後列左から、木村実行委員長、豊澤安全環境小委員長

2 フォトコンテスト

フォトコンテストは、一般の方に写真をおして、トンネルや地下空間に興味を持っていただくことを目的として実施した。応募期間は、2014年6月1日から11月30日までとした。公募にあたっては、国土交通省、東京都、(独)鉄道・運輸機構、



写真-2 選考会の風景

表-2 フォトコンテスト審査委員

委員長	西山 芳一	土木写真家
委員	大西 成明	東京造形大学
	西村 和夫	首都大学東京
	平野 隆	東京地下鉄(株)
	阿部 友香	(株)大林組
	若林 寧子	清水建設(株)

東日本高速道路(株)、中日本高速道路(株)、西日本高速道路(株)、東京湾横断道路(株)、首都高速道路(株)、阪神高速道路(株)、東日本旅客鉄道(株)、東海旅客鉄道(株)、西日本旅客鉄道(株)、東京地下鉄(株)、電源開発(株)、(公社)土木学会、(一社)日本建設業連合会、(公社)日本道路協会、(一社)日本民営鉄道協会、(一社)日本地下鉄協会のご後援やご協力のもと実施した。

結果は、345名の方から634作品の応募があった。応募者の内訳をみると、一般の方55%、トンネル関係者と考えられる方45%であった。

表彰に先立ち、審査委員長を務める土木写真家の西山芳一氏より、以下のように報告があった。

応募を締切ったあと、6名の審査委員で選定したが、素晴らしい作品が多く、全作品を並べ縦横視点を変えて審査し、各賞を決めさせていただいた。また、当初、賞として設定していなかったが、コンテストの趣旨から考慮すべき作品と団体に対して、「歴史賞」と「現場賞」を設け、表彰することとした。なお、協会には、今回を機会に継続的なフォトコンテストを実施していただくことを希望する。

受賞作品は、最優秀賞1名、優秀賞2名、特選5名、会長賞1名、入選10名、歴史賞1名、現場賞1組(計20名・1組)で(2, 3頁参照)、当日は入選を除く方々にご案内し、出席いただいた7名を表



写真-3 フォトコンテスト受賞記念写真

前列左から、特選：四方氏、最優秀賞：徳川氏、優秀賞：赤木氏、川田氏(代理松浦氏)、後列左から、現場賞：落河氏(豊田市)、越川氏(鹿島建設)、木村実行委員長、佐藤会長、西山委員長、特選：千葉氏、栗原氏

表-3 フォトコンテスト受賞者一覧

最優秀賞(1点)	徳川 弘樹 「中野板上」中野板上駅
優秀賞(2点)	赤木 徹也 「夢・幻想の地下空間」ルーマニア
	川田 夏菜 「青春の光と影」大日影トンネル歩道
特選(5点)	橋本 禎寛 「一本道」福岡市市営地下鉄
	栗原 隆幸 「生きる昭和地下街」浅草地下商店街
	石川 利範 「都市の進化」新梅田シティー空中庭園
	四方 伸季 「地底に咲く」能登/珪藻土砕石現場
	千葉 晃一 「切羽計測異常ナシ」豊田市安永川トンネル
会長賞(1点)	小林 直弘 「戦い済んで日が暮れて」豊田市安永川トンネル
入選(10点)	瀧浪 秀元 「夜の帳に輝くねじりまんぼ」
	尾崎 和宏 「父の故郷にあるなぞのトンネル」
	伊藤 秀樹 「安永川トンネル 光 輝くワーク」
	鳴坂 規子 「つなごれ! ほくらのトンネル」
	中根 英治 「地下神殿」
	清水 敬 「狭小S字トンネルに行く」
	梶山 亮 「トンネルに遊ぶ」
	松本 新 「トンネルウォーク(走らないでね)」
	阪野 直彦 「もうすぐ行くよ」
	長野 淳 「峠を切り開く円弧」
歴史賞(1点)	永田 亮 「レグ台車」
現場賞(1組)	豊田市、鹿島・藤本建設共同企業体

彰状などを授与した。

最後に、本事業がトンネル工事のゼロ災害に役だったことを願うとともに、一般の方がトンネルに興味を持ち好意を持っていただく一助になればと期待する。

コンサルタント業ほか

Japan Asia Group 国際航業株式会社

代表取締役社長 土方 聡

- ・持続可能な社会へ寄与する新しいインフラ整備
- ・空や地上地下から地形地質を調査計測し、多様なニーズに応えるデータ構築サービスを提供
- ・山岳トンネルの調査・解析・計画・設計・点検

問い合わせ先：技術本部社会インフラ部道路アセットマネジメントグループ
〒183-0057 東京都府中市晴見町2-24-1
TEL：042-307-7435 FAX：042-330-0027
E-mail：naoki_muto@kk-grp.jp
URL <http://www.kk-grp.jp>

メトロ開発株式会社

代表取締役社長 矢萩 秀一

- 都市トンネルの調査・設計・施工管理●トンネル近接施工の渉外業務・影響検討・計測管理●建築・電気設備設計・施工管理●IPH(内圧充填接合補強)の施工●海外都市鉄道建設の支援業務

問い合わせ先：技術部 技術管理課
〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町11-9
TEL：03-5847-7807 FAX：03-5847-7825
E-mail：y-yamakoshi@metro-dev.co.jp
URL <http://www.metro-dev.co.jp>

株式会社 ロード・エンジニアリング

代表取締役 清水 洋

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

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

建設業

株式会社 奥村組

代表取締役社長 奥村太加典

長年にわたり築き上げてきた「堅実経営」と「誠実施工」という社風を堅持しながら、社会から必要とされ続ける企業として、これからも持続可能な未来の発展に全社一丸となって貢献してまいります。



問い合わせ先：土木本部
〒545-8555 大阪府大阪市阿倍野区松崎町2-2-2
TEL：06-6621-1101 FAX：06-6627-5295

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

新日本開発株式会社

グループ代表取締役 箕井 伸

トンネル補助工法(AGF、切羽補強ボルト、脚部補強工)、先進ボーリング及び前方探査、コア採取、各種パイプルーフ工事、マイクロパイル、気泡削孔、斜面安定工、重金属環境汚染対策、地盤改良工他

問い合わせ先：技術部
〒550-0012 大阪府大阪市西区立売堀2-4-19
TEL：06-6543-1175 FAX：06-6543-1170
E-mail：info@njd.co.jp または、gijutu@njd.co.jp
URL <http://www.njd.co.jp>

大林組

代表取締役社長 白石 達

『さまざまなニーズにマッチした工法・技術を活用してトンネルをスマートに施工します』

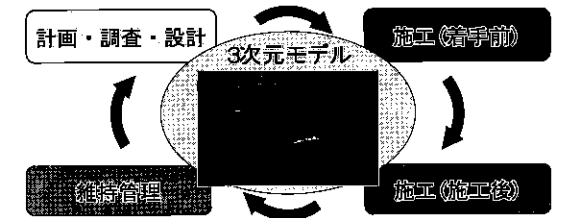
- URUP工法(地上発進・到達シールドによる合理的施工法、NETIS:KK-050117-A)
 - ・工期短縮：地上発進・到達の実現で、アンダーパス全線の連続施工が可能となり工期短縮。
 - ・交通渋滞・騒音・振動を低減：立坑・開削工事が不要。工期短縮により、早期供用が可能。
 - ・環境にやさしい：大型重機を使わず、必要最小限の掘削断面で排出ガス・発生土量を低減。

[実績] 中央環状品川線大井地区トンネルなど4件
[受賞歴] 第14回国土技術開発賞最優秀賞ほか多数



- CIMシステム(3次元モデルを利用して情報を共有し、建設生産システムを効率化・高度化)
 - ・業務効率化と品質向上：施工情報を一元管理でき、3D可視化により課題の早期発見、合意形成の迅速化。
 - ・施工段階と維持管理段階の連携：一元管理された施工情報を、そのまま維持管理時に利用。調査、補修履歴も追加可能。

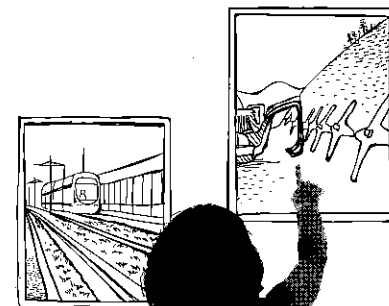
[実績] 近畿自動車道紀勢線見草トンネルなど67件(全工種)
[受賞歴] 平成26年度土木学会関西支部技術賞



問い合わせ先：土木本部 生産技術本部 シールド技術部
〒108-8502 東京都港区港南2-15-2品川インターシティB棟 TEL：03-5769-1318 FAX：03-5769-1924
E-mail：moriya.yoichi@obayashi.co.jp URL <http://www.obayashi.co.jp>

竹中土木

代表取締役社長 竹中 康一



私たちは、未来に誇れる環境を
これからも創造し続けます。



人と地球の架け橋に 竹中土木

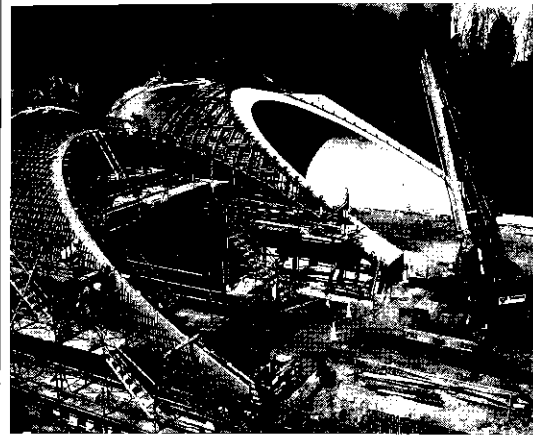
本社 〒136-8570 東京都江東区新砂1丁目1-1 電話 03-6810-6200
WEB <https://www.takenaka-doboku.co.jp>

問い合わせ先：技術・開発本部
〒136-8570 東京都江東区新砂1-1-1 TEL：03-6810-6214 FAX：03-6660-6304
URL <https://www.takenaka-doboku.co.jp>

木部建設株式会社

代表取締役社長 木部 哲実

トンネル・ダム工事および首都高速・地下鉄工事の専門工事業者として、安全な良質施工に心掛けています。



問い合わせ先：本社 営業部 もしくはホームページより
〒180-0005 東京都武蔵野市御殿山1-6-10
TEL：0422-48-7221 FAX：0422-47-6967
E-mail：t.takahashi@kibekensetsu.co.jp
URL <http://www.kibekensetsu.com>

DIA 第ダイヤモンド工事株式会社

代表取締役 川嶋 常男

- ・コンクリート切断穿孔
- ・コアドリリング
- ・ワイヤーソーイング工事
- ・ケミカルアンカー工事

問い合わせ先：本社(世田谷)、営業所(仙台・埼玉・千葉・静岡)
〒157-0067 東京都世田谷区喜多見3-14-27
TEL：03-3417-1911 FAX：03-3417-3777
E-mail：eigyo@daiichi-diamond.co.jp
URL <http://www.daiichi-diamond.co.jp/>

日本基礎技術株式会社

代表取締役社長 中原 巖

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

問い合わせ先：東京本社 技術本部 技術部
〒151-0072 東京都渋谷区幡ヶ谷1-1-12
TEL：03-5365-2500 FAX：03-5365-2522
E-mail：gjutsu-as@jafec.co.jp
URL <http://www.jafec.co.jp>

三井住友建設

代表取締役社長 新井 英雄



明日にわたす

西山トンネル(京都府)

人びとの大切な想いをひとつに束ね、豊かな未来につなげていきたい。

問い合わせ先
〒104-0051 東京都中央区佃2-1-6
TEL：03-4582-3000

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

吉岡建設株式会社

代表取締役社長 吉岡 隆一

伝統のトンネル技術を中心に、ダム・シールド・都市土木工事などの得意分野で、高品質施工に挑戦しています。

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

FBK 富士物産株式会社

代表取締役社長 柏 忠信

新型コンクリート吹付機AL257の能力と特長

- ・吐出能力：1.0~9.6m³/h
- ・乾式・湿式吹付けが1台で行えます
- ・コンパクトでシンプルな機械構成のため、設置、撤去、メンテナンスが容易に行えます
- ・トンネルの他、法面、耐火物、断面修復等にも
- ・用途に合わせて機種多数あります 0.2~21m³/h



問い合わせ先：営業部
〒336-0024 埼玉県さいたま市南区根岸5-17-5
TEL：048-861-2235 FAX：048-864-4002
E-mail：sales@fuji-bussan.co.jp
URL <http://www.fuji-bussan.co.jp>

建設機械業

ケンサンリース株式会社

代表取締役社長 晴披 保

トンネル、シールド工用機器類、資材のリース、および販売
バッテリーロコ、ズリ等運搬台車、掘削積込み機械、覆工コンクリート関連機械、レール、分岐器ほか

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

複合推進工法株式会社推研

代表取締役社長 田中 基紀

- ・CMT岩盤・玉石推進工
- ・CMT切羽障害物除去推進工
- ・CMT超長距離推進工
- ・CMT改築推進工(中大口径対応)

問い合わせ先：本部 営業部
〒547-0002 大阪府大阪市平野区加美東4-3-48
TEL：06-4303-6026 FAX：06-4303-6029
E-mail：info@suiken-cmt.co.jp
URL <http://www.suiken-cmt.co.jp>

FRD 古河ロックドリル株式会社

代表取締役社長 三村 清仁

トンネルドリルジャンボ、油圧クローラドリル、油圧ブレーカ、油圧圧砕機、コンクリート吹付機、スロットドリル、インパクトオーガドリル、空圧さく岩機、エキセントリックリッパー

問い合わせ先：本社 特機部
〒103-0027 東京都中央区日本橋1-5-3
TEL：03-3231-6966 FAX：03-3231-6993
URL <http://www.furukewarockdrill.co.jp>



株式会社 三井三池製作所

代表取締役社長 平川 幸知

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

問い合わせ先：営業本部 産業流体営業部
〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2-1-1
TEL：03-3270-2005 FAX：03-3245-0203
E-mail：sanki@mitsuimiike.co.jp
URL <http://www.mitsuimiike.co.jp>

ヤマモトロックマシン株式会社

代表取締役 山本 勝俊

油圧・空圧さく岩機・ドリフター、油圧・空圧クラッドドリル、アタッチドリル、法面せん孔機、ドリルジャンボ、401・301・201・101ロックボルトせん孔機、立坑・石材せん孔機、トンネル用油圧割岩機、電撃・静的破砕剤、製鐵・ゴミ溶融炉開孔機関連機器・機材。



HCD油圧ロックボルトせん孔機

問い合わせ先：東京営業部
〒100-6309 東京都千代田区丸の内2-4-1丸の内ビルディング903区
TEL：03-3201-0701 FAX：03-3201-5702
E-mail：y-hirasawa@yrm.co.jp
URL <http://www.yrm.co.jp>

建設資材業

カヤク・ジャパン株式会社

代表取締役社長 川崎 勝樹

産業用火薬類の製造・販売：含水爆薬(アルテックス、ランデックス)、アンホ爆薬、電気雷管、電子雷管(EDD)、導火管付雷管(アイデット) 危険性評価試験：消防法試験、国連試験、その他

問い合わせ先：営業本部
〒130-0015 東京都墨田区横綱1-6-1(国際ファッションセンタービル9F)
TEL：03-5637-0901 FAX：03-5637-0939
E-mail：info.901@kayaku-japan.co.jp
URL <http://www.kayaku-japan.co.jp/>

JAPEX 株式会社ジャベックス

代表取締役社長 角谷 文彦

トンネル用爆薬遠隔装填装置セーフチャージャー 含水爆薬(ハイジェックス、快力)、ダイナマイト アンホ爆薬、電気雷管、導火管付き雷管ハイネル 導爆線、発破器類、発破技術サービス

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

（その想い出）

勝村 健二

(元)大成建設(株)

はじめに

私は、1966(昭和41)年に大成建設に入社し、ただちに東名日本坂トンネル工事現場に配属となりました。その後の四半世紀を国内外のトンネル工事に従事したのち、営業部門を含めさまざまな業務を経験しました。

退社した今、改めて会社人生を振り返ってみますと、トンネル工事に従事していた期間が一番深く心に残っています。

入社当時のトンネル掘削工法は、鋼製支保工と矢板を施す在来工法(矢板工法)で、工事環境は今から見ればかなり劣悪でした。しかし、その後のトンネル技術の進展は著しく、NATMが導入されたことにより掘削技術は数段向上し、トンネル工事環境も大幅に改善されました。

私がトンネル工事に従事した時期は、勤と経験の在来工法からNATM理論にもとづく情報化施工への過渡期であったと思います。

第六十八回
語り継ぎ
言ひ継
ぐ
村
か

トンネル工事は先が見えず、事前の地質調査が不十分で、あるいは調査されていても部分的であり、実際に掘ってみなければわからない難しさがありました。

難しいだけに、素早い判断と的確な対応が求められて、面白い、工事をやり遂げたときの喜びはひとしおです。「問題解決の手掛かりは現場にしかない」ということを学びました。

若かりしころ、いずれ地質調査技術の向上で地質状態が容易にかつ正確に想定され、どんな環境下でも掘れるトンネルボーリングマシンが開発されることを夢想していたものです。それはいまだ叶っていませんが、過去半世紀のトンネル技術は目覚ましい進展を遂げています。

今では当たり前前のトンネル技術でも、過去を知ることは、少しは今後の参考になるかもしれません。この機会に私が得た経験や教訓を思い出すままにお伝えしますので、何らかの一助になれば幸いです。

従事したおもなトンネル工事

■東名日本坂トンネル火災事故復旧工事

東名日本坂トンネルは、私が新入社員として初めて携わったトンネルです。諸先輩から「山を見ろ、山を読め」と口酸っぱく言われましたが、何のこともやらさっぱりわからないまま、それでも無我夢中で日々汗水を流し、無事竣工を迎えた思い出深い現場です。

ところが開通10年後の1979(昭和54)年7月11日、その日本坂トンネルにおいて追突事故が発生し、炎は4昼夜にわたり燃え続け、死者7名、焼失車両173台に及ぶ大火災事故に進展しました。この火災事故は高速道路開通以来の大惨事となり、日本列島の動脈が分断されました。

トンネル坑内は、焼けた車体の上に天井板が崩れ落ち、覆工コンクリートは剝離が多く、剝離していない箇所でも亀甲状に亀裂が入り、表面には劣化が見られました。焼失車の排除作業は炎熱と酸欠状態のため難航を極め、排出作業が完了したのは10日後のことでした。

日本坂トンネル延長2,045mのうち、火災による被害区間は中間部の1,122mで、トンネルのアーチ部や側壁との打継ぎ目で20cm前後の剝脱が見られ、爆発があったと思われる箇所では70cmもの剝脱を起こしていました。剝脱していない箇所では20cm程度の亀甲状のクラックが生じ、表面から1~3cm程度の深さに中性劣化が認められました。



恵那山トンネル作業所にて



日本坂トンネル坑内被災状況

わが国の交通動脈の早期通行回復が求められ、建設時の施工者である大成建設が急速復旧工事の計画および施工にとりかかりました。工程はトンネル覆工および舗装の復旧工事を2週間で完了させるといった厳しいものでした。

建設時に配属されていたことがか

著者略歴	
昭和41年	大成建設(株)入社
昭和41年	東名自動車道・日本坂トンネル工事
昭和43年	静岡県・天城トンネル工事
昭和47年	東北新幹線・黒石トンネル
昭和54年	本社トンネル技術室(日本坂トンネル火災事故復旧工事)
昭和55年	中央自動車道・恵那山トンネル工事
昭和59年	インドネシア・チラタ水カマ電所工事
昭和61年	関越自動車道・関越トンネル工事
平成7年	本社土木営業本部統括営業部長
平成11年	(株)ジェイファースト取締役
平成14年	(株)エフエムシー代表取締役社長
平成17年	(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構技術顧問
平成23年	同社退職

ら、私も真っ先にこの復旧工事に呼ばれました。私が駆けつけたときには、現場はまだ炎熱と油煙が立込めておりましたが、自分が初めて携わったトンネルの無残な姿を前に感傷に浸る暇もなく、さっそく施工計画にかかりました。

火災により損傷を受けた覆工コ

ンクリートの補修、補強工事には、断面力の維持と外観の補修が要求されます。さらに、早期開通のために工事期間を最小限とする急速施工が至上とされ、それらの条件を勘案して鋼繊維補強コンクリート(SFRC)吹付け工法が採用されました。施工方法は、覆工コンクリート表面を削ったあとにアンカーボルトを打設し、これらのアンカーボルトに溶接金網を固定してからSFRCを吹付けるという工法です。

今ではみなさん想像に難くないでしょうが、NATMも吹付けコンクリートも普及していない当時のことです。SFRC吹付け工事は、国内では初めての施工であり、いったいどうやって施工するのかも手探りで、ましてや要求された2週間で完了させられるのかずいぶん悩んだものです。

当時はSFRCに関して、私たちは全くの無知でした。多くの方々に教えを受け、一夜漬けながらも猛勉強しました。そして、求められる1日の施工量から、施工区間1,122mを6工区に等分し、各工区に門型作業台車を配備して、各台車に2台の乾式吹付け機をセットすることにしました。

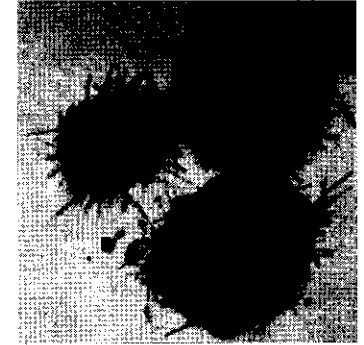
吹付け機を14台(予備2台)、それを昼夜3交代で施工する労務を全国からかき集めました。青函トンネルをはじめとする全支店・全作業所と専門業者から労務・機械・資材などを調達し、社員100名、作業員500名という大変大きな規模で臨むことになりました。そして、それだけの材料を供給できる体制づくりのため、近隣のバッチャ

プラントを借上げ、寝る間もなく対応に追われました。

さて、いざ工事を始めてみると、心配した吹付け工自体は問題なく施工できました。「よし、これならいける」と現場に着任して以来、初めて小さな達成感と安堵を感じました。ところがそれもつかの間、各作業箇所から「トラミキが来ないぞ!」と苦情がきます。「そんなはずはない」、借上げたバッチャプラントの能力は、吹付け機12台に供給するに十分のはずです。急いでプラントに駆けつけてみますと、ミキサーの吐出口にファイバー

コンクリートが詰まり、思うように排出できていません。スチールファイバー投入用にファイバーディスペンサー(分散機)を設置していたのですが、十分ではないようです。「ああ、これか!」とさっそく作業員を張付けてエアージェットで混練りしたコンクリートを強制排出するようにしました。これでなんとかコンクリートの供給も間に合いそうです。吹付けも再開し、現場を走り回っていますと、トラミキは来ているのですが、またまた作業員が集まって騒いでいます。「マリモだ、マリモ!」

何のことかと思いきや、吹付け作業中に圧送管の中でファイバーがソフトボール大の「ファイバーボール」となって詰まっているのです。ファイバーボールができないように、スチールファイバーの形状や材料投入順序、練混ぜ時間を検討・工夫して、支障なく吹付け作業ができるように計らいました。予期しない事態にも即時に対



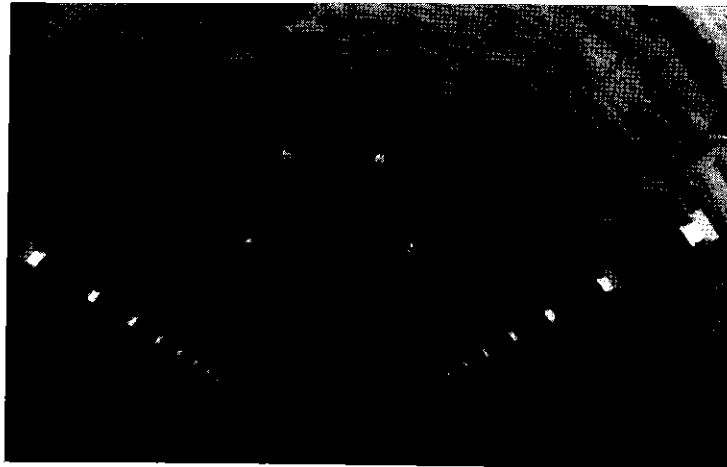
ファイバーボール

応しなければならず、試行錯誤の連続であったことが思い出されます。

最終的には吹付け施工能力360m³/日を確認でき、休みなしの3交代、24時間フル稼働の突貫工事で、SFRC吹付け工による覆工コンクリートの復旧は、予定よりも早く、9日間で完了することができました。引続き舗装と施設関係の復旧工事が施工され、9月10日に全面供用となりました。

SFRCはコンクリートの欠点であるひび割れに対する脆さを改善し、靱性が非常に高いことを認識しました。このSFRC吹付け工事を経験したおかげで、のちに従事した恵那山トンネルの分岐部や関越トンネルの山はね対策に生かすことができました。また、開発されたばかりの吹付けロボットを試験使用し、その性能の高さを実証することができ、その後の吹付け技術の普及、向上に寄与できたと思っています。

SFRC吹付け工事は初めてのことで、多くの方々に教えを受けました。当時、日本坂トンネル技術対策検討委員長の三谷健先生には多大なるご指導をいただきました。



復旧工事の完成時

三谷先生は師とも仰ぐ恩人で、私がトンネル現場に従事した新入社員の時代から、つねにご指導いただき、感謝いたしております。

永島鉄郎氏(KFC)からは、SFRCについてご教示いただき、協力も得ました。また、永島氏には折に触れて海外の最新情報を伝えていただき、トンネルボーリングマシン調査のために、一緒にヨーロッパを旅行したのも懐かしい思い出です。

トンネル工事に多大な貢献をされたお二方ともお亡くなりになり、当時を語り合うこともご高説をお聞きすることもできないのは、寂しい限りです。

道路公団の方々とは、火災事故直後に復旧対策を徹夜で話し合い、ご指導いただきました。その後従事した恵那山トンネルと関越トンネルでもお世話になり、感謝いたしております。

■中央自動車道恵那山トンネル中津川方(Ⅱ期線)工事

恵那山トンネル(Ⅱ期線)は、中央アルプスを貫く延長8,625mの

長大道路トンネルです。中津川方は、わが国有数の活断層である阿寺断層の南端部近くの強破碎帯に位置しており、多数の断層が分布しています。さらに熱水変質も受けて脆弱化しており、地質は複雑に変化しています。土かぶり厚さは最大1,000mあり、強大な地圧が作用します。そのため、本坑掘削に先立ち、補助坑を先進させて水抜きと地質の確認をするよう計画されていましたが、補助坑が断層破碎帯や熱水変質帯に遭遇し、たびたび変状に見舞われ、被圧水の噴出、切羽の崩壊、土砂流出、そして膨圧と、補強工や補助工を施しながらの掘削を余儀なくされました。

私は、1980(昭和55)年4月1日に恵那山トンネル(中津川方)工事に赴任しましたが、その前日に補助坑の切羽が崩壊し、坑内は60mにわたって流出土砂で埋まっていた。補助坑復旧対策工事が最初の仕事となり、水抜きボーリングや薬液注入などで崩壊した破碎帯を突破するのに2か月を要しま

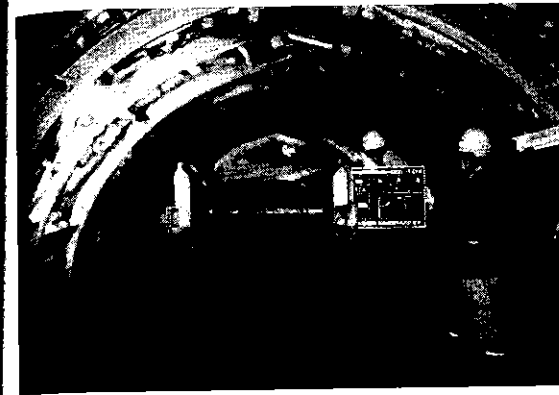
した。赴任早々、手荒な歓迎を受け、前途多難を実感したものです。

本坑掘削は、鋼製支保工と矢板を用いた在来工法による側壁導坑先進リングカット工法で施工していましたが、坑口より1,400m付近で膨圧地山に遭遇しました。膨圧区間での側壁導坑の変形は内空変位45~75cm、天端沈下15~25cm、盤膨れは50~60cmに達し、最大90cmに及びました。初期地圧は1,000t/m²とも推定され、粘土鉱物を多く含む地山の強度が著しく小さいことが膨圧現象を発生させたと考えられます。繰返しをくり返し、増し枠や根巻きコンクリートなどで補強しましたが、変形を拘束することはできませんでした。

そこで、掘削直後の地山の変形を極力拘束し、切羽での緩みを少なくすることが重要であると判断し、当時導入されたばかりのNATMによる施工を試みることとなり、次のように施工方法を改善しました。

- ・掘削後ただちに吹付けコンクリートを施す。
- ・ロックボルトを打設し、地山の強度と剛性の向上を図り、塑性化の拡大を防止する。
- ・早期に断面を閉合する。
- ・観察・計測システムを開発して「情報化施工」を行う。

先ほども述べましたが、諸先輩から「山を見る、山を読む」と言われました。しかし、切羽の先がどうなっているのかわかりません。先輩方が何をどうやって「山を読んでいる」のか、ついにその教え



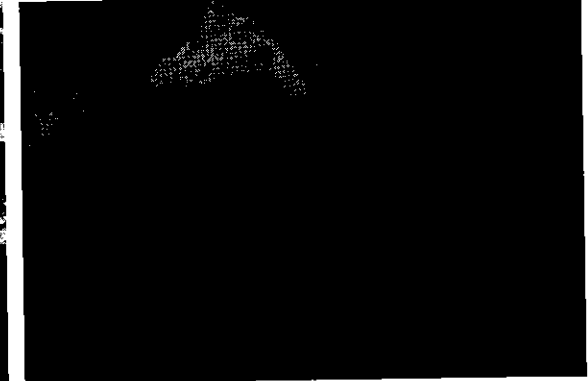
補助坑内の土砂流出状況

を乞うことはできませんでしたが、彼らは、矢板のしなりやパッキンの効きぐあい、山なり、湧水の濁りぐあいなど、感覚的に「観察・計測」をしていたのかもしれませんが、本当に必要に迫られ、自分の頭と心をフル稼働させて計測を行い、施工にフィードバックしていく中で、ふと、そんなふうになりました。こんにちの言葉で言えば、「山を見る」とはすなわち「観察」、「山を読む」とは「計測」だったのではないのでしょうか？

上記の対策を行うことにより、側壁導坑の変状を最小限に止め、上半掘削ではほとんど変状もなく突破することができました。その後の計測でも安定したトンネルが築かれていることを確認し、膨張性地山におけるNATMの支保効果の優位性と、観察・計測を採り入れた情報化施工の重要性を実証することができました。

Ⅱ期線の新たな特徴は、換気方式に世界でも初めての集塵機付き立坑送排気型縦流換気システムが採用されたことです。

集塵機室や換気所などを設ける必要から、本坑と同断面のパイパ



側壁導坑鋼製支保工の座屈状況

ストーンネルを構築しなければなりません。このため、交差部でももっとも合理的な耐荷構造であるトンネルのアーチが切欠かれ、不安定な形状になります。交差部の構造は3次元的であり、掘削に伴う地山の挙動は複雑な3次元性を呈します。しかも、地質はきわめて脆弱です。このような大断面交差部工事の前例はなく、当初からその対策の検討を重ねました。

その結果、交差部の施工にあたっては以下の対策工を実施することにしました。

- ・数値解析を実施し、管理値を事前に設定する。そして、施工中は綿密な計測によって安全性と合理性を確認しながら施工を進める。
- ・計測結果が事前に設定した管理値を超える箇所は、地山を薬液注入(LW)で固め、自立性を高める。
- ・交差部は1次巻きで対処し、掘削終了後に仕上げ巻きを行う。1次巻きには大きな曲げ引張応力が発生するので、鋼繊維補強コンクリート(SFRC)を用いて対応する。

・地山改良およびアーチ1次巻きコンクリートの吊下げを目的として、ロックボルトを打設する。ロックボルトの長さは9mとし、取合い部に沿う部分には、長さ12~15mのPCボルトを配置する。

・側壁からの押し出しを阻止するために、インバートを施す。

・本坑取合い部のコンクリートと支保工の切断は極力静的に壊す必要があるため、超高圧水ジェットに研磨剤を添加したアブレーション・ウォータージェットを使用し、厚さ60cmの巻立てコンクリートを切断する。

計測の有効性は本坑一般部で習熟済み、SFRC吹付けは日本坂トンネル復旧工事で経験済みでしたので、交差部の施工では、ロックボルト工がとりわけ問題となりました。ロックボルトは交差部の不安定な構造を支える重要な支保部材で、9~15mの長尺ボルトを確実に地山に定着させなければなりません。ところが、岩質は硬くても亀裂がおびただしく発達し、粘土層や破碎帯を挟むために、穿孔中の孔崩れが激しく、従来のロックボルト工では確実なボルトの挿



大断面交差部

入と定着が不可能だと予想されました。

「長尺ロックボルトの的確な施工なくしては、交差部の大断面掘削は克服できない」と認識し、全社一丸となって新工法の開発に当たりました。開発のターゲットは、「特殊穴明きビット付きケーシング工法」(ロックメイトアンカー工法)に定まりました。穿孔後にチクソ性を有する高粘性モルタルをロッド内に圧送し、先端ビットの開口部からモルタルを排出して、密充填しながらロッドを引抜き、その後、ロックボルトやPC鋼棒などの棒材を挿込み、挿入する工法です。モルタルは孔壁安定材として働くために、孔崩れは最小限に食止められ、地山状態の変化に影響されず、確実な施工が期待できます。

この開発には1年半かかりましたが、交差部の施工に間に合わせることができ、長尺ボルトを確実に打設することができました。

数々の断層破砕帯と、前例を見ない大断面分岐部に挑戦を続けた恵那山トンネル(Ⅱ期線)でしたが、ついに、補助坑は4年間の歳



貫通式 左側筆者

月を要して1982(昭和57)年4月に、本坑工事は1983(昭和58)年9月に5年を掛けて掘削を完了しました。

恵那山トンネルが難工事であることは、Ⅰ期線工事から予測されたことですが、「Ⅱ期線工事は、失敗は許されぬ。うまくいって当たり前」との思いが、新たな挑戦と的確な対応への心掛を高め、解決に結びつけてくれたように思います。NATMが導入され、膨圧部ではその支保効果の優位性を実証することができ、計測システムも開発して「情報化施工」の先駆けになりました。

また、現場の問題点や重要課題を早期に見つけ出し、その重大性を認識し、解決策の検討を重ねて、技術開発や新工法導入などを、全組織を挙げて実行することの必要性を強く認識しました。

■インドネシア・チラタ水力発電所工事(仮排水路・余水吐トンネル工事)

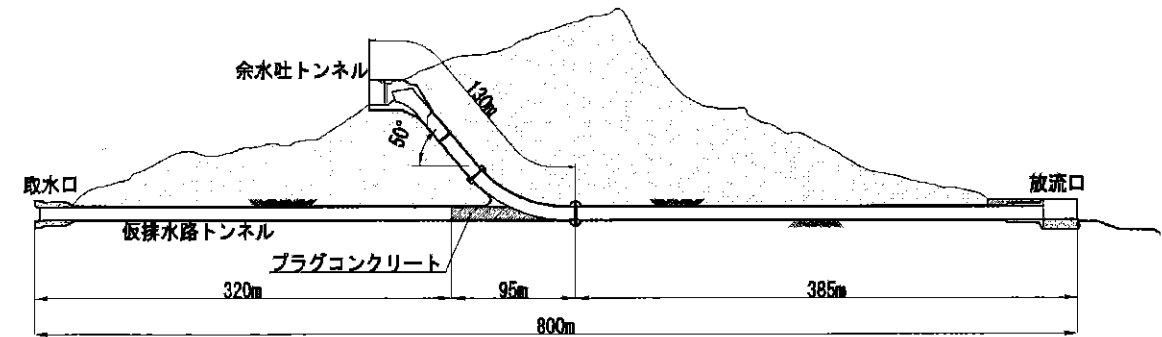
チラタ水力発電所工事は、ジャワ島西部を流れるチタルム川中流に、高さ126mのロックフィルダムを築き、最大出力100万kWの地下発電所を建設する工事です。

私は、1984(昭和59)年1月の工事着手時からチラタ水力発電所トンネル工事に赴任となりました。当時インターネットはなく、当初、現地には電話などの通信手段もない状況でした。工事現場のチタルム川は泥流が滔々と流れており、その流れに死体が流されてきたのには驚かされました。

仮設道路の造成、ベースキャンプの設営、資機材の調達、測量などを雨期の悪条件の中で開始しました。トンネル工事で使用する重機はすべて、日本をはじめスウェーデンなどから調達しました。現地作業員の雇用は、基本的には直僱方式を採用しましたが、レイバースプライヤを通しての提供も受けました。

起工式では、坑口でファーストプラスティングの発破を行うのですが、肝心の火薬係が持ち場を離れて起工式場に行ってしまう、火薬を準備するのに慌てたものです。日本では考えられないことばかりで、これがインドネシア、海外工事ではなにが起こるかわからないと思い知らされました。

私の担当した仮排水路・余水吐



仮排水路・余水吐トンネル縦断面図

トンネルは、ダム本体工事中は仮排水路として用いられ、完成後は余水吐として使用される非常に変わった構造のトンネルでした。仮排水路トンネルは、延長800m、仕上り径10mの円形トンネル2本からなります。そして、このトンネルの中間部で、斜度50°の余水吐トンネル斜坑部と接合されているのです。これは、地形的な面と経済性を考慮した結果なのですが、なかなかトンネル屋泣かせの構造でした。

河川水の仮排水路への転流が、ダム本体工事へのクリティカルパスとなります。乾季中に河川締切りと転流を行う必要があり、間に合わずに雨期になってしまうと、半年以上工程が遅れペナルティを科されます。

仮排水路トンネル工事は工期が厳しく、非常に緻密な工程管理が求められました。そこで、2本のトンネルを取水口側と放流口側から2切羽、合計4切羽での同時施工としました。掘削は、NATMによる上部半断面先進工法を採用し、坑口部では鋼製支保工(H-200)を使用しました。しかし、放流口側坑口部は地すべり地形を呈する泥



仮排水路トンネル貫通時 日本人スタッフとインドネシア作業員

質礫岩で、土かぶり小さく、切羽の崩落が激しく、掘削は難航しました。鏡吹付けコンクリート、鏡ボルト、地上からの垂直縫い地ボルトなどで補強して突破しましたが、海外工事における限られた資機材での対応の難しさを痛感させられました。

資材不足、機械の度重なる故障、未熟な作業員などに悩まれた仮排水路トンネル工事でしたが、休日ほとんど取らず鋭意フル稼働の結果、工事開始から1年10か月後の1985(昭和60)年10月に、無事チタルム川の流れを坑内に導くことができました。悪条件にもかか

わらず予定工期内に転流できたのは、まさに身を削って昼夜分かたず働いた日本人スタッフとインドネシア作業員の奮闘の賜物です。

仮排水路トンネルの掘削完了後にも、さらに困難な斜坑工事が待っていました。余水吐トンネルは、延長130m、斜度50°という非常に急勾配の斜坑です。呑口部は斜坑では類を見ない120m²の大断面であり、さらに仮排水路トンネルとの接合点では高さが30mを超える長円形断面を有し、施工の最大の難所となりました。

いかにしてこの急勾配・大断面斜坑を安全かつ迅速に掘削するか、

所内で検討をくり返しました。その結果、仮排水路トンネルからアリマック・クライマーで導坑を掘上げ、次にその導坑をずり出し坑として上部呑口から全断面掘削で切下がることにしました。導坑掘削は1次、2次と分割し、20m²に拡大しましたが、それでも導坑がずりで閉塞(穴詰まり)することがたびたびありました。穴詰まり解消には、ウォータージェットを使用したり、遠隔発破を行ったりしましたが、多大な時間と労力を要しました。まさに大断面斜坑工事は危険極まりない難工事でありました。

海外工事に従事して、感じたことを以下に述べます。

- ・海外工事では、とくに事前の調査とそれにもとづく入念な施工計画の立案が大切です。現地には対応できる人材も資機材もありません。日本などから持ち込んだ資機材のみでの対応となり、変更することは困難です。とくにトンネル工事では地山に適合した設備が必要で、地質の変化やあらゆるリスクを考慮して準備しておかなければなりません。
- ・機械の故障への対応が不十分で

悩まされました。油圧削岩機(ジャンボ)は長期間船で運ばれてきたため、電気系統やホース部材が次から次へと故障し、それらの部品が準備されていないのと、修理ができる人材が少ないために、当初は満足に稼働しませんでした。専門修理工と十分なスペアパーツの準備が必要だと痛感しました。

- ・機械部品や資機材の盗難にも悩まされました。資材の盗難は日常茶飯事で、とくに休日に機械部品が盗難に合い、休日明けは機械が稼働しないことがたびたびありました。もちろん警備員を配置していましたが、防ぐことはできませんでした。
- ・インドネシア作業員にとってトンネル工事は初めての経験ですから、最初から多大な期待するのは無理です。掘削開始前の1か月間、油圧ホイールジャンボや吹付けロボットの操作を教育しましたが、呑込みが遅く、四苦八苦しました。掘削開始当初は、彼らに対して一挙手一投足にわたる細かい作業指示が必要で、日本人スタッフは悪戦苦闘の連続でした。それだけに、日

本人スーパーバイザーの役割は重大です。スーパーバイザーには現地作業員の管理、監督ができる資質が要求され、その指導力が工事を成功に導きます。海外工事では、その民族や宗教が労務管理に大きな影響を与えます。インドネシアの80%以上はイスラム教徒であり、その信者数は世界一とされています。礼拝の時刻になるとトンネル坑内でもお祈りがはじまり、作業は止まります。とくに、ラマダンの断食月では、作業時間も短縮され、作業員の体力も落ちて作業効率は著しく低下します。その国の文化や宗教も鑑みて、工程を立てる必要があります。クレームという言葉の響きは、われわれ日本人には、あまり良いイメージを思い浮かべさせません。しかし、Claimとは「権利を有する者がそれを請求する行為」であることを知らされました。とくにトンネル工事では、実際に遭遇する地質は、事前にと与えられた情報と合致しないことが多く、クレームの素因が潜在します。国際契約工事においては、施工と手続きが、契約書

に沿って進められることによって、初めて正当な対価を得る機会ができます。日本以上に徹底的に契約書に沿った施工計画・工程の立案および積算を行い、施工はそれを忠実に実施するとともに、契約上の手続きを着実に踏むことを心掛けなければならないのです。

チラタを想うとき、転流までの苦しかった工程と大断面斜坑の危険な掘削を思い出し、今でもぞっとします。厳しい工期に間に合わせるためには、休みを最少にして作業時間を増やす以外になかったのですが、当時のトンネル工事従事者からは今でも「正月も元旦の1日だけしか休暇を取らせてくれなかった」と非難されています。ともに苦難を乗り越え、工期に間に合わせたトンネル工事関係者に心底感謝しております。

■関越自動車道関越トンネル湯沢側(Ⅱ期線)工事

関越トンネルは、谷川岳連峰を貫く延長11kmの、当時日本一の道路トンネルです。本工事の特色は、早期4車線化実現のために、急速施工を最大の目標として求められたことです。

1986(昭和61)年に関越トンネルの4車線化の施工命令が出され、



ジャンボ3台



ホイールローダ積み込み状況



コンテナ

早急に工事に着手するとの報に、私はインドネシアから帰国し、関越トンネル湯沢側(Ⅱ期線)工事に赴任しました。

湯沢方の地質は概して堅硬な石英閃緑岩からなっており、坑口部の風化帯を上半先進工法とするほかは、全断面NATMを採用することとなりました。

私は帰国後ただちに急速施工法を調査、検討し、使用する機械、設備を求めて各地を訪ね歩きました。急速施工を可能にし、工期短縮を図ることを最重要課題として、以下の事項を考慮して施工計画を立てました。

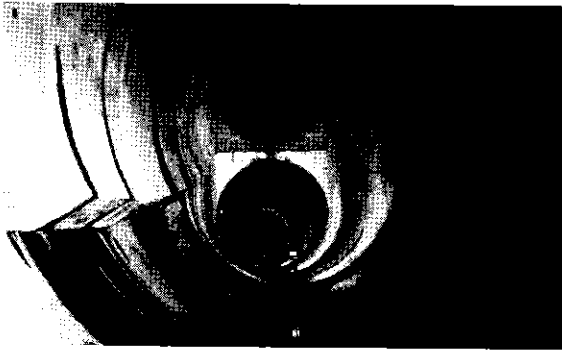
- ・最新かつ最高性能の大型機械を使用して、施工速度を上げる。
 - ・長孔発破(3m)を実施し、周辺孔はスムーズブラスティングを採用する。
 - ・ずり処理は坑内仮置き方式を採用し、切羽でのずり処理時間を短縮する。
 - ・坑内環境を良好な状態に保つ。このため、換気方式は避難連絡坑を利用した坑導換気方式を採用する。また、本坑の路盤に仮舗装を施す。
- 削岩機は、スウェーデンのアトラスコプコ社で最新鋭ホイールジャンボの説明を受けて導入しました。

機動性を重視して、150kgf級の油圧削岩機を搭載した3ブームホイールジャンボ2台と2ブームホイールジャンボ1台の組合せとしました。ロックアウト機構で差し角を一定に保って長孔削孔に対応しました。

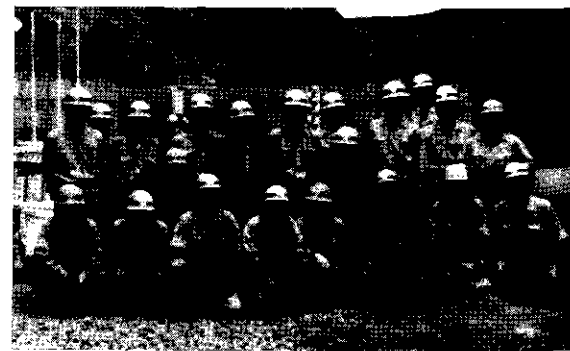
長孔発破による大量のずり処理するため、ずり積み機はホイールローダ(4.2m³)を使用し、積込み方式はサイドダンプ方式としました。

ずり積み機を大型化した分、その能力に見合ったずり出しシステムが必要です。切羽作業の空白時間をなくして、坑内延長(最長5,500m)にかかわらず一定したサイクルタイムに収めるため、コンテナ方式を考えました。神戸製鋼所で運用されていたコンテナと運搬車を見て、「これだ!」と決めました。掘削ずりをいったんコンテナ(22m³)に積込んで、切羽後方150~400m付近に仮置きし、その後、吹付けコンクリート、ロックボルトなどの作業と並行して坑外へ2次搬出しました。コンテナは1発破の掘削量に合わせて20台準備しましたが、運搬車(ミワキルナコンビK250)は3台の使用で済みました。

また、Ⅰ期線工事の実績から、



仮排水路・余水吐トンネル接合部



転流式の日本人スタッフ

山はねの発生が予想されていました。工期と安全に支障をきたさないよう、その防護対策については計画当初から検討を重ね、以下の対策工を実施しました。

鏡面には、吹付けコンクリート(5cm)を施し、鏡ボルトを打設して防護する。

山はね防護には、打設直後に定着効果があり施工性も良いボルトが必要です。そのために、早い時期から各種ボルトを試験施工し比較検討して、フリクション型ボルト(スウェレックスボルト4m)を採用しました。スウェレックスボルトは発破後、切羽面で切断され、後処理が容易なことに加え、残ボルトが切羽を押える役割を果たしてくれました。

坑壁部には、SFRC(7cm)を吹付け、スウェレックスボルト(3m)を打設する。

掘削直後の坑壁の安全を確保し、長期の安定を保持するためには、支保部材は初期強度が得られ、長期強度も高める必要があります。これを満たす方策として、SFRC吹付け工法を採用しました。SFRCは、ひび割れ、引張、韌性に優れており、山はねに対して、期待どおりの効果を十分に発揮してくれました。

AE(Acoustic Emission)計測を行い、山はねを予知して、適切な対策工を施す。

AE計測では、避難坑内にAEセ

ンサーを設置し、事務所に置かれた計測装置と光ファイバーケーブルで結び、切羽付近で発生したAEイベント数、最大振幅値などを計測しました。計測結果により山はねを判定し、現場施工にただちに反映させました。

以上の計画趣旨を施工に移して実施した結果、急速施工を最大の目標としたⅡ期線工事は、掘削期間をⅠ期線より1年半短縮して3年で貫通しました。「Ⅱ期線工事はさらにうまくやる」との思いから、月進170m以上を確保し、工期を短縮することができました。

おわりに

若いときには、トンネル工事で何度か失敗をしました。失敗の原因は、無知、誤判断、調査・検討不足、不注意であり、未熟であったためです。当時は、NATMがシステムとして導入される以前で、あとから考えると、本質を十分には理解していませんでした。1970年代に訪れたゴットハルトトンネル工事現場などの欧州トンネル工事の真似事をして、半端な知識と安易な対応が失敗につながったことを学びました。

私たちの時代は、海外から採入れたトンネル技術を、日本なりに取込み改善していた面があります。その後、NATMが本格的に導入され、その基本原理や理論が紹介されて、計測を採入れた情報化施工

の必要性が認識され、日本のトンネル技術は発展してきました。私自身も試行錯誤をくり返し、いろいろなチャレンジをしてきました。今となってはありふれた施工法になったものもありますが、問題点をひとつひとつ解決していき、技術として改善され、普及していった結果だと思えます。

NATMが日本に導入されてから30年余、今や日本のトンネル技術は、さまざまな場面に対応できる知識や技術を誇れるようになりました。ですが、私が若かりしころに思い描いた「夢のトンネル技術」はまだ実現していません。前方の地質を正確に把握し、どんなところでも安定して急速に掘削できる技術。また、当時と比較すれば格段によくなったとはいえ、安全と衛生環境もまだまだ改善できるはずです。若いみなさんも大いに試行錯誤をしてください。そして、自信と誇りを持って、日本のトンネル技術を世界に発信していただきたいと期待しております。

トンネル工事を想うとき、ご指導いただいた諸先輩や苦勞をともした方々を懐かしく思い出し、感謝の念に堪えません。そして今、トンネルにかかわっておられる皆様には、日本はもとより広い世界でグローバルにご活躍され、「地図に残るトンネル」を大いに築いていただきたいと強く願っております。

連載講座

山岳トンネル覆工の長寿命化技術(7)

—覆工の点検法—

「山岳トンネル覆工の長寿命化技術」連載講座小委員会

表-1 過去の連載講座の構成²⁾

- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| I. 序論 | 1. 連載をはじめににあたって |
| | 2. トンネル検査の現状と問題点 |
| | 3. 従来の検査方法と問題点のまとめ |
| II. トンネル覆工表面の検査手法 | 1. 活用されている技術の概要 |
| | 2. 赤外線カメラを利用した検査手法 |
| | 3. CCDカメラおよびレーザーを利用した検査手法 |
| | 4. CCDカメラを利用した検査手法 |
| | 5. テレビカメラを利用した検査手法 |
| | 6. ラインセンサーカメラによる覆工表面の検査 |
| | 7. レーザーによるクラック探査装置の開発 |
| | 8. レーザー光による覆工表面撮影を活用した検査 |
| III. トンネル覆工内部の検査手法 | 1. 活用されている技術の概要 |
| | 2. 電磁波法による覆工内部の検査手法 |
| | 3. マルチパス方式レーダーを利用した検査手法 |
| | 4. 電磁波探査による二次覆工コンクリート調査 |
| | 5. 打音法による覆工内部の検査手法 |
| | 6. 小径コアによる覆工内部の検査手法 |
| IV. その他の検査手法および変状監視手法 | 1. 活用されている技術の概要 |
| | 2. 油圧探針装置による覆工背面地山の探査 |
| | 3. 光ファイバーセンシング技術を利用した変状監視 |
| | 4. 光ファイバーによる変状監視 |
| | 5. 導電塗料による変状監視 |
| V. 連載のおわりに | |

① はじめに

前回の「覆工の点検技術」に続いて、今回は覆工の点検法に関する新技術について紹介する。これらの新技術は、人力で行う近接目視や打音検査、計測などの代替えを主たる目的として、かなり以前から開発・導入されてきているが、その手法は多岐にわたり、実用化の程度や適用上の制約条件なども異なる状況にある。また前回で紹介したように、道路トンネルでは定期点検の方法が省令¹⁾などにもとづいて規定されたことから、今後の新技術の定期点検への適用に関しても課題を整理しておく必要があると考える。

以上のような観点で、本稿では現時点での覆工の点検法に関する新技術の実態について取りまとめるものとする。

② 点検の新技術とは

本誌の過去の連載講座²⁾では、JTA保守管理委員会(委員長:吉田幸一・東日本旅客鉄道(株))の執筆による「各種装置を活用した新しいトンネル検査手法」を2006(平成18)年4~10月にかけて掲載した。

このときの概要は表-1に示すように、「II. トンネル覆工表面の検査手法」として、赤外線カメラ・CCDカメラ、レーザー光による撮影手法などを、「III. トンネル覆工内部の検査手法」として、非破壊検査である電磁波レーダー法や音響機器を用

いた打音検査、微破壊試験である小径コア(直径20mm程度)採取による各種試験などを、「IV. その他の検査手法および変状監視手法」として、光ファイバーによるモニタリングなどを紹介した。

これらの手法については、掲載当時から10年近く経過した現時点でも活用されているものが多い。このため本稿では、2006年10月号以降に開発され

たものも含め、これらを再整理して、機器を用いた点検の概説と、計測機器(以下「センサー」という)の高精度化を受けて開発された、新技術の適用事例について紹介する。

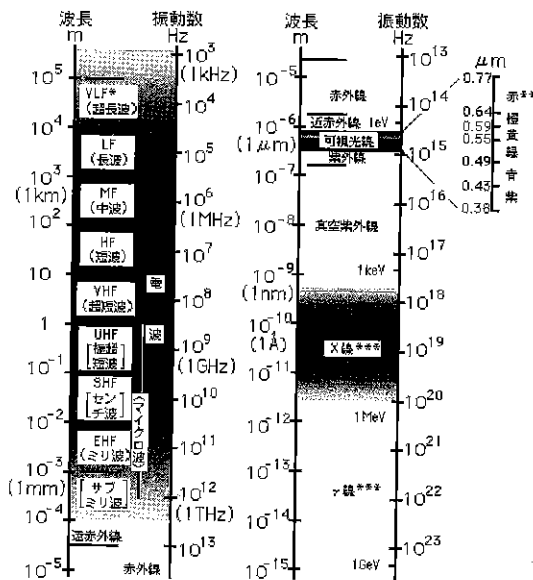
③ 機器を用いた点検の概説

トンネル内では、電磁波や音波、弾性波などの波形を電気信号に変換するセンサーがよく用いられている。

電磁波は真空でも到達し、光速の値は約30万km/sに対し、音波は波源から媒介する物質が振動することで伝わるため、標準大気中の音速1,225km/hと異なる性質を持っており、毎秒に対し毎時と伝播速度が著しく異なるため、1つのセンサーで補足するのは難しく、それぞれ専用のセンサーが必要になる。

3-1 トンネル壁面の画像や距離の取得

前号でも紹介したトンネル壁面の画像取得は、電磁波のうち可視光付近の波長の反射波を、



* 電波の周波数帯の英字による呼び方は国際電気通信条約無線規則による。
 ** 可視光線の限界ならびに色の境界には個人差がある。
 *** X線とγ線の区別は波長(振動数)によるのではなく、電子の状態の遷移によって発生するものをX線、原子核の状態の遷移によって発生するものをγ線という。

図-1 電磁波の波長と振動数⁹⁾

CCD(Charge Coupled Device: 電荷結合素子)などを用いて画素(ピクセル)ごとに、反射光量(濃淡)や分光した周波数(カラー)を電気信号に変える。この点群データから画像に表示する技術で、高精画像化の技術革新が進んでいる分野である。

このとき、光源は赤外線照明やLED照明などセンサーとは別に必要であり、その光源の反射波を画像にする技術である。

電磁波のうち光を、共振増幅させ波形を整えることによって、直進性の良い強い光を発生できる。これをレーザー光と呼び、反射波の時間(位相差)でセンサーと反射面の斜距離を算出できる。さらにセンサーの照射角度と位置がわかると、3次元の測距が可能であり、光波測距機(トータルステーション)や断面測定器として使われている。

また、反射波の周波数から画像取得と同様な反射光量(濃淡)のデータが取得できるため、走査線を高密度に覆工全周をスキャンすることで、連続画像の作成が可能であり実施例も多い。

3-2 覆工内部欠陥の把握

一方、目視では見えない覆工コンクリート内部の欠陥は、電磁波のうち可視光より波長の長い(=周波数の低い)電波領域の送信波と反射面からの反射波の往復時間より距離を求める技術を用いている。このようなレーダー探査のセンサーもよく使われている。

いずれも、ターゲットのない反射波の解析という共通点があり、センサー機器単体の精度より、反射面や反射波の伝播環境に影響を受けやすい。

一方、モニタリングで継続的に観測するひび割れ変位計や振動計などのセンサーは、構造物に直接設置しており、微小な変位を検出できる精度を持っている。

④ 新技術の適用事例

点検の新技術は、電磁波を利用するセンサーを、移動体(車両、台車など)に搭載することで、連続的なデータ収集が可能となり、点検作業の効率化を図っている例が多い。

以下、実施例を紹介する。

4-1 道路トンネルの点検法

4-1-1 覆工表面画像撮影

高速道路のトンネルにおいては、「トンネルの詳細点検は、近接目視かつ触診や打音により実施することを原則としているが、事前にトンネル覆工表面画像を撮影し、展開図を作成した上で重点的に打音を行う箇所を抽出することで、点検作業の安全性および効率化を図ることが可能である」¹⁰⁾としている。

これまで、アルゴンレーザーやビデオカメラなどによる調査法を実用化してデータの蓄積などを実施してきたが、新たに検出精度が向上したラインセンサーカメラ(赤外線照明)による調査法が開発された。この手法については4-1-3項で詳述する。

以下、これまでの覆工表面画像撮影⁹⁾について紹介する。

レーザーによるトンネル覆工コンクリートのひび割れ調査法は、レーザー光線を覆工コンクリート表面に走査し、それからの反射光の強弱によってひび割れを検出するものである。反射光量は、センサーで受光したのちにデジタルデータに変換されるので、精密な壁面展開画像が得られる。ひび割れ測定状況を写真-1示す。

一方、ビデオカメラによる覆工ひび割れ調査法は、測定用台車上の架台に(複数台の)ビデオカメラと照明機器を用いてトンネル坑口から連続で撮影し、画像処理によりひび割れを検出するものである。

本手法は、ビデオカメラを用いているため、ひび割れの検出以外にも漏水、エフロレッセンス、坑内設備の錆などの検出も可能である。測定状況を写真-2に示す。

画像処理は、複数台のビデオカメラにより撮影した画像とトンネル縦断方向の画像を静止画の状態貼り合わせ処理を行い、展開画像とするものである。

4-1-2 覆工コンクリートまたは背面空洞の調査

国土交通省が直轄で管理するトンネルの定期点検では、対策区分を判定するにあたり、原因の特

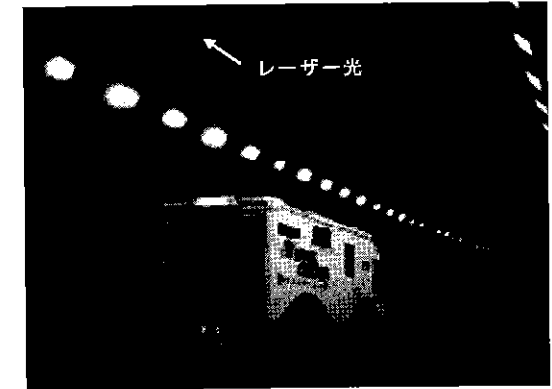


写真-1 ひび割れ測定状況(1)⁹⁾

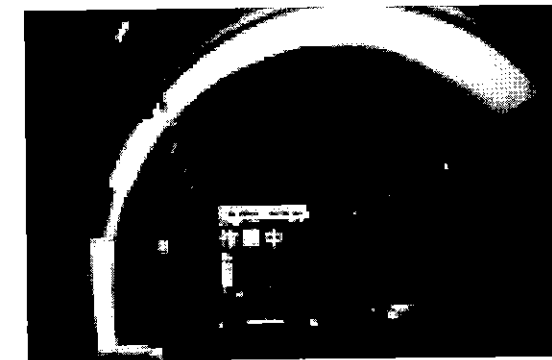


写真-2 ひび割れ測定状況(2)⁹⁾

定など調査が必要な場合は、変状の原因推定や対策工の設計に必要な資料を得ることを目的に、点検時に調査を実施する。この点検時の調査の代表的手法を表-2に示す。

このうち「覆工厚・背面空洞調査」について紹介する。

(1) 非破壊検査による調査例

電磁波レーダー法は、電磁波を用いて覆工の厚みや覆工背面の空洞の分布状況を探査する。覆工コンクリートの内空側から、地山方向に向けて電磁波を照射し、電気的性質の異なる物質(空洞など)からの反射波を受信し、到達時間から深度を推定する。調査例を写真-3に示す。

アンテナ部を覆工面に沿って移動させることで、覆工巻厚および覆工背面を連続的に画像化することが可能であり、覆工を破壊することなく短時間で調査することができる。

電磁波がある物体の中を通過するとき、真空

表-2 調査の代表的な手法⁹⁾

構造物および覆工背面の調査	ひび割れ進行性調査	ひび割れ進行性調査は変状の進行の有無とその進行状況を確認する目的で行われる。 ひび割れは、温度変化によるコンクリートの膨張、収縮に伴い、開閉をくり返す。したがって、ひび割れの測定と併せて坑内温度も測定することが望ましい。また、ひび割れ進行の有無を判断するためには通常の場合1年以上継続して測定を継続することが望ましい。	
	漏水(状況)調査	漏水の調査は、位置、量、濁りの有無、凍結および既設漏水防止工の機能の状況などについて実施する。	
		位置	漏水位置が車両運転、坑内設備の機能を阻害する位置にあるか否かについて調べる。
		漏水量	トンネル内の漏水量や漏水状態および側溝などの排水状態を調べる。
		濁り	漏水が透明なものであるか、濁ったものであるかによって、土砂が漏水とともに流出しているかについて調べる。
凍結	凍結については次の項目について調査する。 位置：トンネル延長方向断面方向の分布 程度：つらら、側氷、路面凍結の発生時期、大きさ、成長速度 気温：積算寒度、最低気温、トンネルが長い場合には坑内気流分布		
既設漏水防止工の機能調査	すでにを行った漏水防止工事の種類、箇所および排水設備の状況を明らかにし、それらの効果と機能状況について調査する。		
漏水水質試験	水質試験は、覆工コンクリートなどの劣化原因や漏水の流入経路の推定を行うことを目的としている。調査項目としては水温、pHおよび電気伝導度である。水温は温度計などによって測定される。水温の箇所ごとの季節的変動をみることによって、漏水が地下水に関係するものか、地表水に関係するものかの判別に利用できる。pHの測定は、覆工コンクリートの劣化に及ぼす影響を把握するために行われる。		
覆工厚・背面空洞調査	覆工コンクリートの巻厚や背面の空洞および背面の地山状況を調査し、変状原因の推定および対策設計などに必要な資料を得ることを目的とした調査である。 調査方法には、局所破壊検査と非破壊検査に大別される。		
	a) 局所破壊検査による調査	局所破壊検査とは簡易ボーリングにより覆工コンクリートの一部を削孔し、採取したコアによる物性や劣化状況を調査するとともに、削孔時のボーリング孔を利用して覆工コンクリートや背面空洞の有無、背面地山の状況を観察把握する調査方法である。	
	b) 非破壊検査による調査	非破壊検査に使用されている手法として実用化されているのは電磁波法(地中レーダー)による覆工巻厚、空洞の有無や大きさの調査である。	

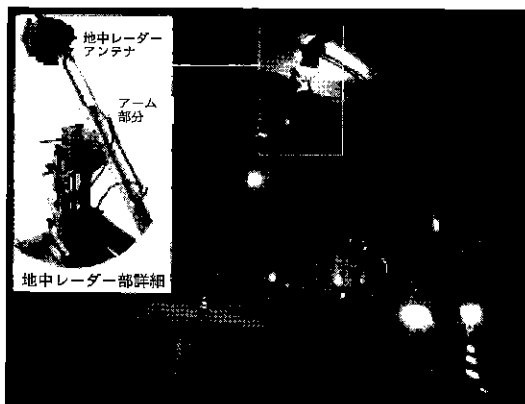


写真-3 電磁波レーダー法による調査例

中の速度から減衰する割合を誘電率という。通常、真空中で電磁波の誘電率は1である。電磁波がもっとも透過しにくい水中では誘電率は81となる。コンクリートの誘電率は4~10程度であるが、現場打ちコンクリートの場合にはバラツキがあり、ト

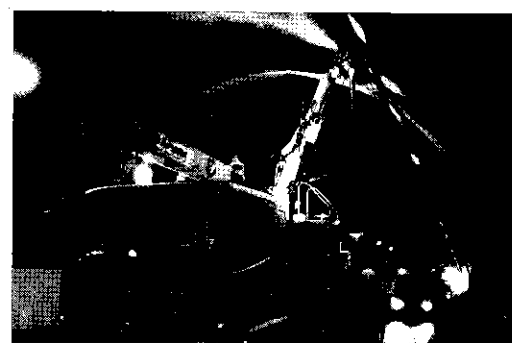
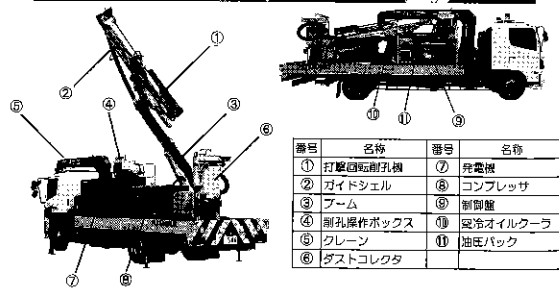


写真-4 回転打撃削孔による調査例⁷⁾



ンネルの調査で覆工コンクリートの誘電率を決定するときは、調査測線において削孔し、キャリブレーション(整合)を行うことが必要である。測定可能な部材の厚さや探査深度は、アンテナの周波数に關係しており、中心周波数が1,500~400(MHz)程度のアンテナが選定されている場合が多い。

(2) 新しい局所破壊検査による調査例

電磁波を利用した点検調査は、反射面や反射波の伝播環境に影響を受けやすい。これを補うため、電磁波を用いずに、直接、覆工厚や背面空洞を実際に確認する直接的な手法⁷⁾が開発された。

これは、覆工コンクリートを高速で回転打撃削孔し、掘削時の削孔速度、打撃圧、回転圧、フィード圧、打撃数、エアフラッシング圧、ストロークの7項目の計測データを、削孔中に0.2秒間隔で自動計測し、送信、図化、解析する。1か所あたりの削孔時間は5分程度と高速で、削孔径がφ33mmと小さく、調査後、裏込め注入工を実施する場合は、削孔した孔を注入用に拡張するため、非常に合理的である。現位置による地点のデータであり、実施例が増えている。調査例を写真-4に示す。

4-1-3 新しい点検手法

高速道路のトンネルにおいては、従来技術のトンネル覆工点検システムに代わり、新たにラインセンサーカメラを使用したトンネル覆工点検システムを開発した。測定状況を写真-5に示す。

本システムは、

- ① 7台のラインセンサーカメラを搭載した専用車両で、現地トンネルの覆工表面を走行しながら撮影する「覆工表面画像撮影システム」
- ② 撮影した各カメラの画像を合成する「覆工表面画像合成ソフトウェア」
- ③ 合成した覆工表面画像を解析してひび割れを自動的に抽出・図化する「ひび割れ自動抽出ソフトウェア」

で構成する。

本システムの核となる撮影ユニットは、赤外線領域のバンドパスフィルタを設置したラインセンサーカメラと赤外線LED照明ユニットで構成し

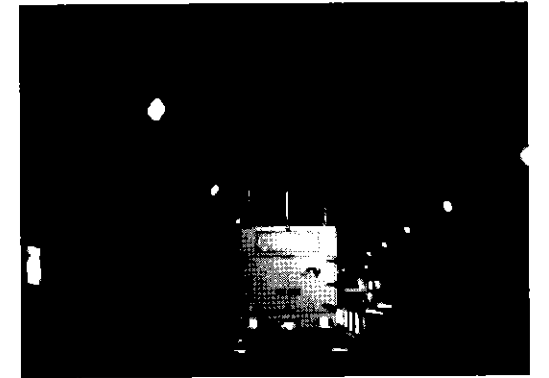


写真-5 ひび割れ測定状況(3)^{*}

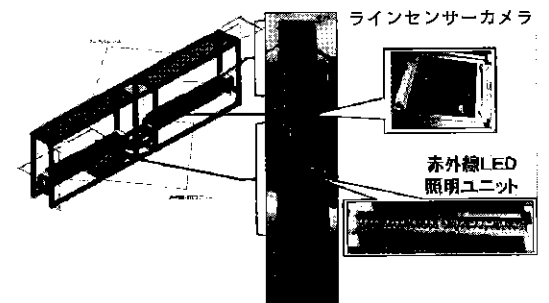


写真-6 撮影ユニット^{*}

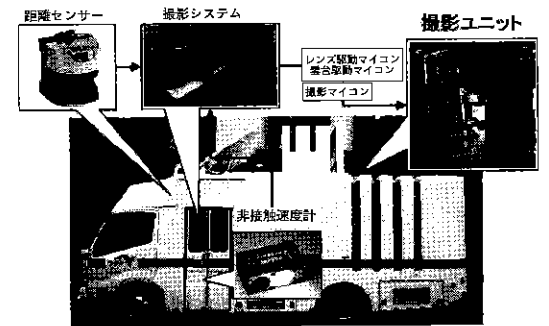
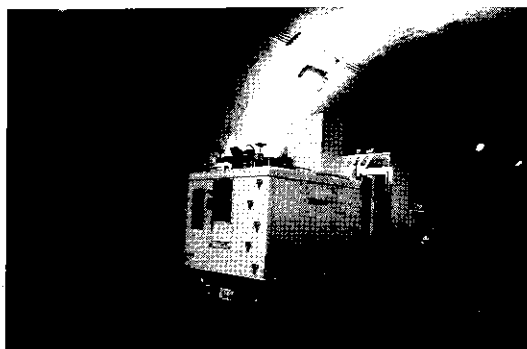


写真-7 新型トンネル覆工撮影車両^{*}

ている。赤外線領域での撮影により以下の効果が期待できる。

- ① 450nm付近の波長がもっとも強い太陽光の影響を1/5~1/10に低減できるため、明かり部からトンネル内へ進入する際の太陽光の影響を抑制できる。また、トンネル内既設照明光も同様に影響をほとんど排除できる。
- ② 使用する赤外線照明は不可視領域であるた

* 提供：西日本高速道路(株)・西日本高速道路エンジニアリング九州(株)

写真-8 本計測車両⁹⁾

め、撮影走行時に周辺を走行する運転者のわき見運転防止に寄与できる。

撮影ユニットを写真-6に示す。新型のトンネル覆工撮影車両は、この撮影ユニットを7台搭載し、2車線トンネル半断面を1回で撮影可能である。

新型トンネル覆工撮影車両を写真-7に示す。

本システムは、赤外線領域での撮影効果として、コケなどが覆工表面に付着している場合も、ある程度透過して撮影可能である。

一方、一般のトンネルにおいても、各種センサーを搭載した専用車両が開発されている。参考文献8)によると「本計測車両は、交通規制を必要とせず、高精度な地形測量、トンネルレーザー計測及び変形モード解析、トンネル画像計測及び損傷度評価、トンネルレーザー計測及び空洞の評価が可能である」とされている。本計測車両を写真-8に示す。

4-1-4 まとめ

国土交通省は、すべての道路トンネルを対象として、5年ごとを基本として近接目視による定期点検を実施し、報告することを義務づけた。しかし、新しい点検要領では「今後、調査技術者が近接目視によって行う評価と同等の評価が行えると判断できる新技術が開発された場合は、新技術の併用を妨げるものではない⁹⁾」として、新技術の活用も促している。

一方、同省では、次世代社会インフラ用ロボットの開発・導入の重点分野にトンネルも位置づけ、「近接目視の代替または支援ができる技術・システム」を公募して、実用可能と思われる技術の現

場検証・評価を行った¹⁰⁾。2015(平成27)年3月に、公表された結果によると、「車両に取り付けたカメラ等により、車両を走行させながらトンネル壁面の撮影あるいはスキニングする技術(車両走行型検査技術)を用いて変状展開図を作成し、従来手法による変状展開図と比較した結果、今回の現場検証における精度は、従来手法の近接目視による調査精度のレベルには至らず変状の検出精度の向上が望まれる¹⁰⁾とされた。

微細なひび割れまで記載する変状展開図は、見える位置まで近づく目視の方が、現在のスペックで撮影した画像から抽出するより、検出精度が高い結果となったと考えられるが、双方の利点を生かして併用・活用することで、「4.新技術の適用事例」で示すように、全体的な近接目視点検の効率化を目指して実施している例もある。

4-2 鉄道トンネルの検査技術

鉄道トンネルにおいては、機器を用いた検査として、前号で紹介した軌道上を自走するトンネル覆工表面を連続撮影する車両や、非破壊検査のマルチパス方式レーザーを搭載したトンネル覆工検査車を10年以上前から複数台導入し、検査精度の向上を図ってきた例もある²⁾。

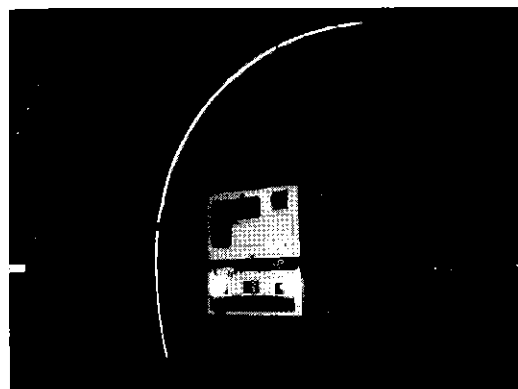
また、鉄道・運輸機構では、工事竣功時のトンネル覆工コンクリートの品質確認のため、打音検査に加えてマルチパス方式のレーザーを用いた覆工の非破壊検査と、デジタル方式での覆工表面の撮影を行っている。

機器やシステムの詳細は、『鉄道構造物等維持管理標準¹¹⁾』に記載されており、前掲の「連載講座¹²⁾」から、概要を抜粋する。

4-2-1 トンネル覆工表面撮影車

測定原理はレーザースキナーでレーザー光線をトンネル壁面に照射し、壁面で反射した光線の微妙な輝度の強弱を車両にある6個(車両左右側面および屋根上各2個)の光センサーで計測するものである。

レーザー計測が採用された理由としては、非常に鮮明な画像が得られ、撮影時に照明が不要、撮影時のピント合わせが不要、画像の拡大、縮小が

写真-9 トンネル覆工表面撮影車¹²⁾

容易といったことが挙げられている。

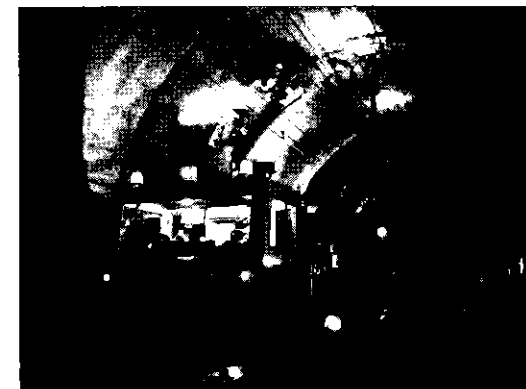
トンネル覆工撮影装置による画像、展開図は、基本的には全般検査を補完する位置づけであり、全般検査として現地の目視検査は省略されていない。ただし、展開図を活用することで全般検査時に注意して見るべき箇所などが容易に判断できるため全般検査自体の効率を上げることが可能であると考え、おおむね4年に1回の周期で撮影し、展開図の更新および検査業務への活用が図られている。写真-9に検査状況を示す。

2000年以降逐次導入され、現在2号機と3号機が運用されている。導入から14年が経ち全トンネルの初回点検が終了し、現在、2順目以降の撮影を継続している¹⁰⁾。

4-2-2 トンネル覆工検査車

トンネル覆工検査車は、検査装置(マルチパス方式レーザー)を搭載した走行車両と、屋内用の解析装置から構成される。今回採用したマルチパス方式レーザーは、16個の送信アンテナと16個の受信アンテナの組合せにより得られる256(16×16)とおりのデータを処理することで、覆工コンクリート内部の状態を立体的に解析することが可能である。マルチパス方式レーザーによるトンネル覆工の計測状況を写真-10に示す。

走行車両は、新幹線用の自走式保守用車であり、計測時は油圧駆動方式による低速走行が可能である。検査装置は3基のレーザーから構成されており、1基あたりの計測幅は1mで、探査深度は覆工表面から25~40cm程度である。また、トンネ

写真-10 トンネル覆工検査車²⁾

ル内設備(架線、下束(架線などを支持する設備)、信号ケーブルなど)を回避しながら連続的に効率よく計測するために、レーザーを支持するアームについては、下束を回避しながらクラウン付近を計測するオフセットアームと、下束横を通過しながら計測するスライドアームの2本構成としている。計測対象トンネルは、フル規格新幹線の複線円形断面トンネルである。

計測方法は、レーザーの計測幅に応じて14測線に分割したトンネル覆工面を、3基のレーザーにより複数回に分けて計測走行する方式であり、計測時の走行速度は最高3.5km/hである。

2004(平成16)年より新幹線に導入され、2014(平成26)年現在では3台が運用されており、在来線用の軌陸車タイプも2010(平成22)年に開発された¹²⁾。

4-2-3 新しい検査手法

レーザーリモートセンシングシステムによるコンクリート部材の非破壊検査法¹³⁾を開発中である。

このシステムは、加振用と計測用に異なるレーザーを用いている。これは、加振用レーザーでは、コンクリート表面を加振する必要があるため、高出力のパルスレーザーを用いており、一方、計測用レーザーでは、コンクリート表面および内部欠陥の程度とコンクリート表面の振動特性に相関があることから、コンクリート表面の振動を計測する必要があり、連続発振のレーザーを用いている。

この検出された振動から、コンクリートの欠陥を非接触で検査する技術である。

また、検査環境の支援として、現場第一線で働く全ての社員にタブレット端末(iPad)を配備し、検査関連資料をダウンロードして「いつでも」「どこでも」資料を確認できる環境を整備している例がある¹²⁾。

鉄道事業者は、全般検査で従前より多くの変状を観察し、通常全般検査では、これら変状の進行状況を限られた時間内にすべて確認し、新たな変状を観測した場合に確実に記録しなければならない。また、検査後の事務作業負担(データ入力や調書作成)も増えてくる。これらのことから、軽量のタブレット端末を検査に導入して効率化を図ることとし、これに伴い検査用アプリケーションソフトと、検査データの管理運用システムを開発した例がある。このシステムに、新しくトンネル内の位置情報を付加する試みが行われている¹⁰⁾。

効率的な検査には、タブレット端末上に位置情報を自動取得することや、例えば、検査者がいる位置に応じて、監視すべき過去の変状を自動的に表示する機能や、新規変状を観測した場合に位置(キロ程)記録を簡素化できることが必要である。

しかし、トンネル内ではGPSが使用できないことから、試験的に1路線のトンネル内に位置情報発信装置(以下「Beacon」という)を10mごとに設置することとし、平成27年度の通常全般検査でその効果を検証する予定としている。写真-12にBeaconの本体と、防水防塵ケースに入れたBeaconの設置状況を示す。

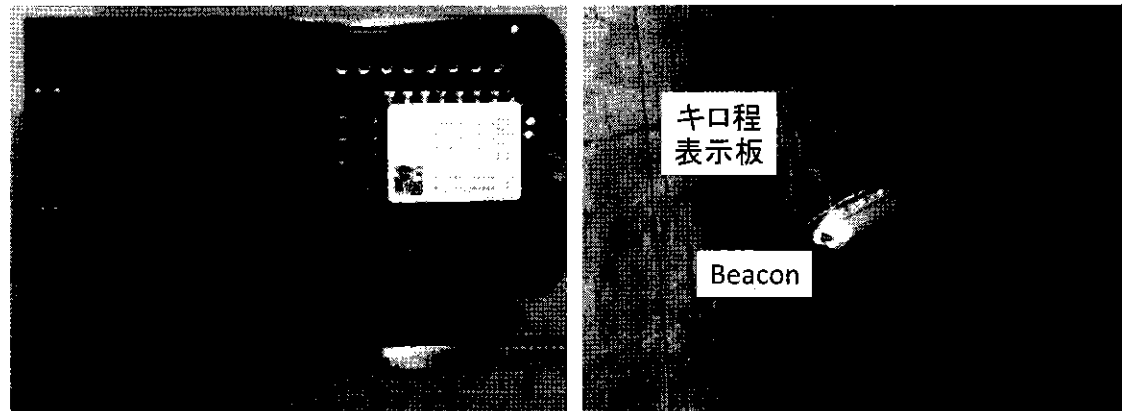


写真-11 Beaconと設置状況¹⁰⁾

⑤ 新技術導入に向けた今後の課題

トンネルなどの社会インフラの維持管理は、定期的な点検で変状を早期に発見して、症状の軽いうちに的確な措置(予防保全)で延命化を図るとともに、トンネル構造のその時点での状況を的確に把握することで、ライフサイクルコストの削減を目指すことを求められる。このための点検作業において危険作業の低減、時間短縮、コスト削減といった観点から、人力に代わる新技術の導入が急務となっている。

一方で、新技術の現場への導入に際しては、以下に示すような課題があり、本格的な導入に向けて今後、更なる改善が必要と考える。

5-1 近接目視の代替手法としての導入上の課題

前述のように覆工展開画像撮影システムでは、微細なひび割れが検出できる性能を有する技術が既に導入されているが、撮影機器の特性によっては、例えば覆工表面の汚れが顕著な箇所や漏水箇所などでは変状画像を正確に取得できないおそれがある。

また現在の技術では、画像から変状を抽出、評価するのは、最終的に人の手によって行っており、読み取り者の熟練度によって抽出精度が異なる場合もある。このような観点で、変状の再現性の精度を向上させる必要がある。

さらに、道路トンネルでは照明灯具など添架物

が多く、画像撮影ではこれら添架物背面の覆工の状態や取付状態(固定ボルトなど)の情報を取得できず、このような死角は、結果的に人力で点検せざるをえない状況にある。

5-2 打音検査の代替手法としての導入上の課題

人が行う打音検査は、異常音を聞き分けているだけでなく、検査用ハンマーによって「たたき落とし」(応急措置)も並行して実施しているのが実態である。とくに横断目地などの凹部や灯具背面などで、小さい覆工片の浮き、剝離などは、ハンマーを差し入れて変状を除去できるが、打音検査装置として、このような細部の箇所まで打撃、除去できる装置の開発は現状ではかなりハードルが高い。また赤外線法などの非破壊検査でも、こうした見にくい箇所、あるいは細片化した変状箇所の抽出には限界がある。

5-3 新技術の導入に向けた取組み

上記のように新技術をトンネル点検に導入するにあたってはさまざまな課題があり、それに対応するために、以下に示すような取組みが、今後必要と考える。

① 変状の検出や再現性の精度向上

複数の技術を組み合わせた死角の克服、あるいは自動抽出の精度の向上などによって、変状の検出や再現性の精度を向上させる。

② 小規模な変状箇所の補修技術の開発

非破壊検査で検出が難しい小規模な覆工コンクリート片などの剝離箇所を除去・補修するロボット技術を開発し、検査と併用する。

③ 被検査側である覆工などの改善

新技術を導入しやすいように被検査側である覆工などの改善を図る。例えば死角となりやすい横断目地(凹部)や照明灯具背面などでは、事前に当て板工などで補修を行い、点検では適用した補修材の設置状態の異常を検知できるように新技術の導入を図る、という方法も点検コスト削減や交通規制時間短縮などでメリットがあれば、検討に値すると考える。

⑥ おわりに

今回は、覆工の点検法として導入が進んでいる新技術に関して、現段階での動向や課題について整理を行った。次回以降は、引き続き維持管理における、覆工の補修・補強(概論)の方法について紹介する予定である。

(文責：武藤直樹・国際航業(株)/太田裕之・応用地質(株))

参考文献

- 1) 道路法施行規則(昭和二十七年建設省令第二十五号)。
- 2) JTA保守管理委員会：連載講座 各種装置を活用した新しいトンネル検査手法、トンネルと地下、Vol.37, No.4-10, 2006.4-10。
- 3) 丸善出版：理科年表プレミアム
- 4) 東日本高速道路・中日本高速道路・西日本高速道路：保全点検要領(構造物編)、2015.4。
- 5) 東日本高速道路・中日本高速道路・西日本高速道路：(1)トンネル本体工保全編(変状対策)、設計要領第三集トンネル、2014.7。
- 6) 国土交通省道路局国道・防災課：道路トンネル定期点検要領、p.31, 2014.6。
- 7) 大島健二・伊藤哲男・本田真・西村晋一：ロータリーパーカッションによる覆工背面の空洞調査、トンネルと地下、Vol.36, No.4, pp.57-67, 2005.4。
- 8) 安田亨・山本秀樹・北澤隆：時速50 kmでトンネル空洞探査、建設機械施工、Vol.66, No.12, pp.51-56, 2014.12。
- 9) 国土交通省道路局：道路トンネル定期点検要領、p.2, 2014.6。
- 10) 次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会トンネル維持管理部会：トンネル維持管理技術の現場検証・評価の結果、2015.3。
- 11) 国土交通省鉄道局監修・鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等維持管理標準・同解説(構造物編)、トンネル、2007.1。
- 12) 友利方彦・鈴木尊：JR東日本における土木構造物の維持管理に関する取り組み、日本鉄道施設協会誌、pp.24-26, 2015.2。
- 13) 御崎哲一・篠田昌弘・島田義則・朝倉俊弘：レーザを用いた覆工コンクリート剝離検知装置の開発、トンネルと地下、Vol.45, No.1, pp.33-40, 2014.1。
- 14) 川上幸一：東京メトロの土木構造物検査におけるICT活用、日本鉄道施設協会誌、pp.40-41, 2015.2。

土木情報 No.506

今月の主な入札結果

(6月10日～7月9日)

事業主体	工事名	請負会社	請負額 単位 百万円
北海道開発局	R274夕張市登川T補修外一連	道興建設	19.01
関東地整	東京外環中央JCT北側Aランプシールド	清水・竹中土木JV	14,270
"	" Hランプシールド	清水・竹中土木JV	9,170
近畿地整	鍋谷峠道路鍋谷峠T(大阪側)	福田組	2,058.4
中国地整	鳥取道智頭用瀬T南	安藤ハザマ	1,906.88
沖縄総合事務局	宮古伊良部農業水利事業仲原地下ダム(新垣北部)建設	西松・屋部JV	1,122.58
水資源機構	小石原川ダム栗河内水路T	梅林建設	930
中日本高速	新東名高速高取山T東	大林・鴻池JV	8,730
"	東京外環道中央JCT南側ランプシールドT立坑	オリエンタル白石	1,781
阪神高速	神戸長田T天井板撤去(27-山手)	鹿島建設	795
山梨県	県道富士川身延線(仮称)身延山IC和和15工区道路改良(0005)	飯塚工業	140
都・下水道局	北区神谷一丁目付近再構築その2	渡辺建設	329.5
"	東大島幹線立坑設置	大豊建設	561
都・水道局	美住ポンプ所(仮称)築造及び送水管(2000mm)連絡	エムテック	1,747
神奈川県	(県土経1-2)H27酒匂川流域下水道箱根小田原幹線管渠築造(1-2工区)公共(その1)	伊達建設	271.54
和歌山県	R425(仮称川又1号T)道路改良	中井組	521.91
"	R370(仮称1号T)道路改良	小池・益田JV	1,141.9
埼玉県・鶴ヶ島下水道局	汚水管渠築造(中央幹線-1)	中村組	115.1
昭島市	昭島都計公下中部排水区枝線	都市建設工業	111.15
横浜市	平沼町シールドT(下り線)補修(その2)	奥村・日本国土・NB JV	2,685
相模原市	R413(仮称)横山T道路改良	木本・大斗JV	177.15
茅ヶ崎市	公下柳島地内(雨水)通常27-9	湘南いざわ	123.4
厚木市	H27公下相模川右岸第11-1排水区幹線2工区	滝美園	100.7

『トンネルと地下』投稿原稿応募のご案内

- 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。
 - 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)。
 - 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。
 - 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。
 - 原稿は、原則として返却いたしません。
(注:「現場だより」の投稿は受け付けておりません)
- 送付先 株式会社土木工学社 編集部 投稿係
〒162-0832東京都新宿区岩戸町16 メイジャー神楽坂
電話 (03) 3267-2888(代)

トンネルジャーナル

平成26年度「土木学会賞」が授与

土木学会は6月12日、ホテルメトロポリタンエドモント(東京・飯田橋)で、平成27年度定時総会を開催し、平成26年度土木学会賞を授与した。

推薦または応募のあった232件のうち、受賞した個人や業績は97件で、おもな授賞は以下のとおり。

■技術賞

先進的な地中拡幅工法による大断面シールドトンネル分岐・合流部の建設(首都高速中央環状品川線大橋連結路工事)、首都高速道路ほか。

自由断面分割施工による小土被り・高速道路横断トンネルの構築(谷津船橋インターチェンジ工事のうちオフランプトンネル工事)、東日本高速道路ほか。

府中3・4・7号線と京王線との立体交差化事業(先行地中底版にハーモニカ工法を採用したアンダーパス構築)、東京都ほか。

マレー半島を貫く全長44.6km、東南アジア最長の水路トンネルの建設(パハン・セランゴール導水トンネル)、清水建設ほか。

我が国初の既設RC高架橋を長スパン化して受替える函体構築技術(JR総武線市川・本八幡間外環こ道橋新設工事)、東日本旅客鉄道ほか(写真左)。

花崗岩を対象とした深度500mに及ぶ我が国初の



先端建設技術研究開発助成の募集

先端建設技術センターは今年度の先端建設技術の研究開発に対する助成の募集を開始した。

先端建設技術を活用し、建設事業の効率的な推進に資する土木技術分野の調査研究および開発を対象に、①大学、高等専門学校およびこれらの付属研究機関に属する研究者および研究グループ、②法人格を有する民間企業など、③その他の研究者および研究グループを募集する。

助成規模は原則として、1件につき年間200万円

を上限とした2件程度。申請期間は7月1日(水)～9月30日(水)となっている。詳細は、同ホームページ(URL: <http://www.actec.or.jp/>)を参照。

【問合せ先】

(一財)先端建設技術センター企画部
研究開発助成事務局

〒112-0012 東京都文京区大塚2-15-6

ニッセイ音羽ビル4階

電話: 03-3942-3991, FAX: 03-3942-0424

工法・技術・製品ニュース

製品 オフロード法2014年基準をクリアする中型ブルドーザ



キャタピラージャパンは、オフロード法2014年基準をクリアする環境性能を備えたCat D6Tブルドーザ(運転質量:湿地車22,950kg, 乾地車21,000kg)を発売した。

同機は、Cat D6T(オフロード法2011年基準)の後継機。一定時間アイドリング状態が続くと自動的にエンジンを停止させるほか、改良型オートシフトにより、作業状況に応じてもっとも効率の良い速度段を自動的に選択して最適な走行速度にすることで、燃料消費やCO₂の排出量を低減させる。

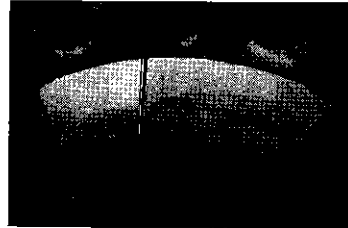
また、窒素酸化物(NOx)を低減する「NOxリダクションシステム」および尿素SCRシステムを採用したの

に加え、一酸化炭素、炭化水素、粒子状物質(PM)を低減、除去するディーゼル酸化触媒(DOC)およびディーゼルパーティキュレートフィルタ(DPF)からなる「Catクリーンエミッションモジュール」などを装備。これらにより最新の排出ガス規制であるオフロード法2014年基準をクリアする環境性能を備えた。

このほか、燃料の給油や尿素水補給などのメンテナンス作業時の安全性を確保するフェンダガードレールやシートベルトの未装着時に警告するランプのほか、Catプロダクトリンクを標準装備することで、オペレーター環境と安全性の向上にも配慮している。

キャタピラージャパン(株)広報室
TEL. 03-5717-1122
E-mail: cjl-public@cat.com

製品 断面修復材リペアエースの性能確認



(上)吹付け工法の実験状況
(下)既設シールドの?落防止

(株)熊谷組ファテック開発営業部
TEL. 03-3235-6268
URL. <http://www.kumagaigumi.co.jp/>

熊谷組、ファテック、RECOエンジニアリングは、3社が共同で開発した断面修復材ポリマーセメントモルタル「リペアエース」がNEXCOの『構造物施工管理要領』に示される要求性能と農林水産省の『農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路補修編】(案)』に示される品質規格に適合したと発表した。

同製品はセメント、細骨材、ポリマー、混和剤、補強用繊維で構成されるプレミックスのポリマーセメントモルタル。コンクリート構造物のかぶり剥離、剥落して断面欠損した箇所を原形復旧するために用いられる。左官工法用と吹付け工法用があり、施工数量や箇所により使い分けのほか、吹付け用は、急結剤を併

用して吹付け厚さを厚くしたい場合や早期の強度発現が必要な場合にも適応できる。補修以外の用途として、剥離、剥落の予防やセグメントのボルトボックスの充填、鋼製セグメントの凹部充填なども挙げている。

熱膨張率、弾性係数が通常のコンクリートと同程度で、圧縮強度は40 N/mm²以上を発現するほか、水中、湿潤、乾湿/温冷くり返し条件でのコンクリートとの付着強度が1.5N/mm²以上あるなど、既設コンクリートとの一体化が確保される。また、長さ変化率が500μ以下で、ポリマーの働きにより組織構造が緻密となり中性化抵抗性、凍結融解抵抗性、塩塩性が高いことや、水流による摩耗量はJISモルタル以下で、高い耐久性を有しているとしている。



(一社)日本トンネル技術協会 国際委員会

硫酸塩劣化を受けるトンネル構造の損傷メカニズムに関する実験的研究 / Experimental Study on the Damage Mechanism of Tunnel Structure Suffering from Sulfate Attack

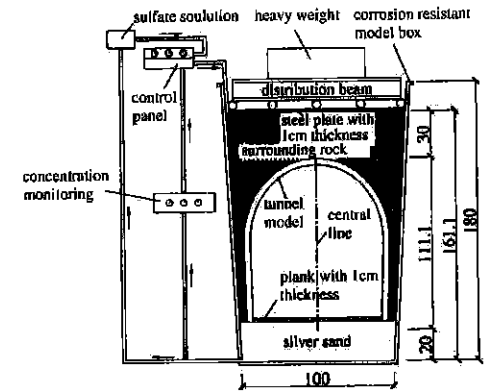
By M. Lei, L. Peng, C. Shi, S. Wang: TUNNELLING and UNDERGROUND SPACE TECHNOLOGY, June, 2013, pp.5-13

中国西部では、近年インフラの整備に伴い多くの鉄道・道路などが建設されてきたが、そのうち多くのトンネルが、硫酸塩を含有するような地質条件下で構築されている。その結果として一部のトンネルでは、剥離・剥落の危険あるいは覆工自体の強度低下に起因する耐荷力不足により、補修・補強工事を余儀なくされており、また運営にも多大な影響を与えている。

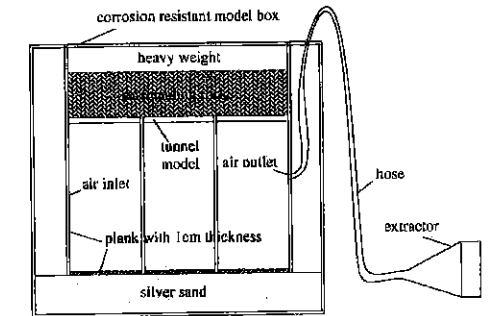
実際に成都-昆明鉄道の10以上のトンネルの覆工コンクリートについて調査を行った結果、SO₄²⁻

が多量に検出され、覆工の劣化を招いていることが明らかとなった。

本研究は、このような調査結果を受けて硫酸塩劣化を受けるトンネル覆工コンクリートの損傷に関してひび割れの進展、構造変位および安全率について実験的に検証を行っている。

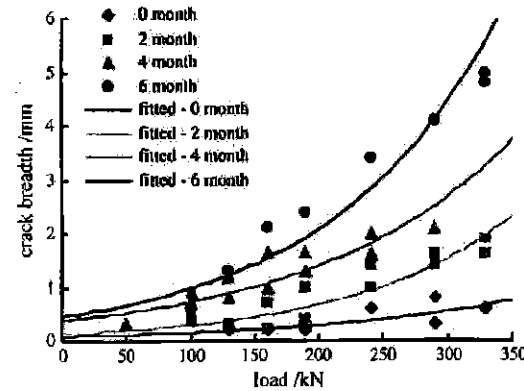


(a) 断面図

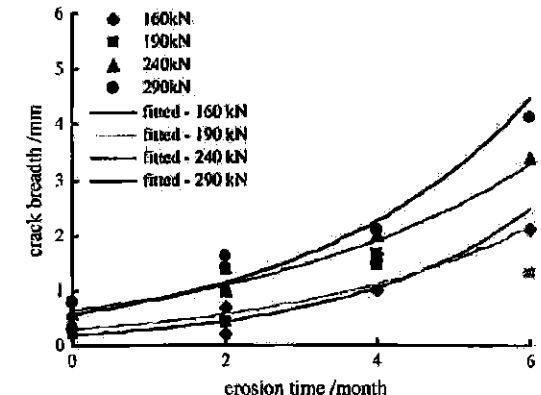


(b) 側面図

図-1 試験システム



(a) 荷重との関係



(b) 浸食時間との関係

図-2 ひび割れ幅の進展に関する実験結果

実験に用いたモデルは図-1に示すとおりである。

トンネル坑内環境は温度(25℃)と湿度(80%)をコントロールし、周辺地盤の環境としては、土圧を作用させた。さらに硫酸塩環境を再現するために硫酸塩溶液(濃度5%)を毎日定時にモデルボックス内に供給した。浸食期間は0, 2, 4, 6か月とした。

覆工コンクリートに発生した主な損傷はひび割れ、剝落、漏水、劣化や浸食であり、すなわち物理的損傷や化学的損傷の双方を受けることになる。

ひび割れに関しては、トンネル天端で発生・進展し、ひび割れ幅は図-2に示すように荷重の増加や浸食の進行に伴い指数関数的に進行する。

(文責：満尾淳・東急建設(株))

沈埋トンネルの設計/Extreme Immersion Design

By F. Deurinck, R. Lensen and G. Jonkheijm: TUNNELS & TUNNELING, November, 2013, pp.22-26

オランダのA10自動車専用道路は、アムステルダムと北部地方の交通渋滞を改善するプロジェクトである。Coen第2トンネルは、全長1,270mの沈埋トンネルであり、沈埋区間は714m、函体は幅30m×高さ8.6mであり、4車線と2車線の道路である。水深は北海運河の中央部で16mである(図-1, 2)。

(1) 函体の長さ

函体の長さは、沈設回数を少なくするためにできるだけ長くする。ただし、Barendrechtの建設ドックおよびNoordersluis(北閘門)の寸法の制約を受け、最終的に1セグメント長25.5m(7体で1函体)、1函体長178.5m(全4函)となった。

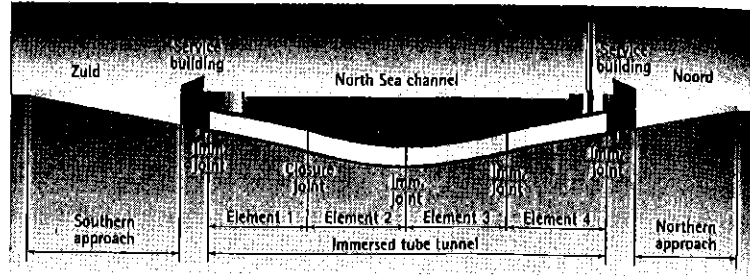


図-1 トンネル縦断面図

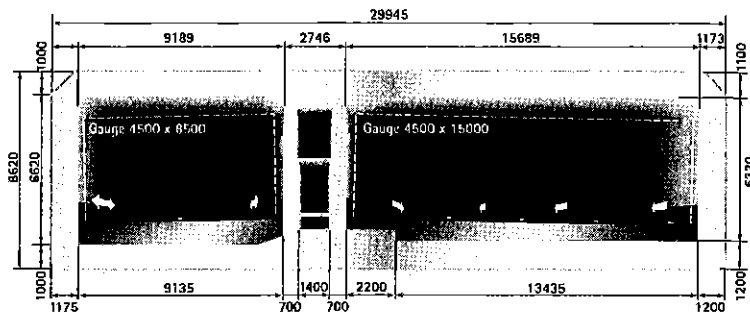


図-2 函体断面図

(2) 防水性

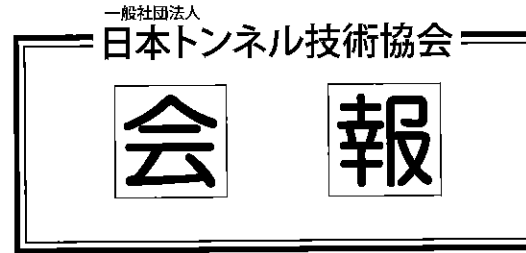
Coen第2トンネルは、構造的視点からみると、軟弱な海底上に設ける高剛性の要素(セグメント)の連続構造体である。函体およびセグメントは3種類の継手を設けている。それは、函体間の水中接合継手、セグメント間の膨張継手、最後の函体を沈設した後、トンネル閉塞を行う端部継手である。トンネルの水密性確保にはラバーシールを用いた。

(3) 函体の一体性

函体は曳航を考慮し、十分な海上デッキ部を確保したうえで、淡水および海水中を輸送できるよう重量を大幅に低減する必要があった。

その他の設計上の課題は、フローティング、曳航、沈設の各期間にわたって、函体は単体構造物として挙動することが求められた。このため函体は、セグメント相互間に膨張目地を設け、さらにセグメント自体はプレストレスを与えることによって一体性を持たせた。このプレストレスは、函体を海中に設置後、ケーブル切断によって開放した。

(文責：畑生浩司・鉄建建設(株))



1. 会員の現状

	6月30日現在
個人会員	879名
団体会員	201名
推薦会員	207名
特別会員	12名
名誉会員	3名
賛助会員	153名
合計	1,455名

2. 平成27年度第2回理事会

日時：平成27年6月5日(金) 14:30~15:00

場所：アーバンネット大手町ビル「LEVEL 21(オリオンルーム)」

出席者：理事11名、監事3名、計14名

議事：

①入退会について

個人会員15名、推薦会員1名、賛助会員14名の計32名の入会と個人会員8名、賛助会員37名の計45名の退会を承認した。

②評議員の推薦

旧	新	所属
-	遠藤 元一	東日本高速道路(株)

③定時総会進行次第について

平成27年度定時総会議案の進行次第を了承した。

3. 平成27年度定時総会

日時：平成27年6月5日(金) 15:00~16:00

場所：アーバンネット大手町ビル「LEVEL 21(スタールーム)」

出席者：出席182名、委任状698名、計880名

議案：

第1号議案 平成26年度事業報告について(内容省略)

第2号議案 平成26年度事業収支決算について(別表1参照)

第3号議案 平成27年度事業計画について

トンネルや地下空間の建設および安全環境や保守管理に関する種々の事業を展開すること、ITA加盟国

代表機関としての期待に応えるべきこと、更には平成27年度の本会の設立40周年記念事業を協会組織一体となって進める。

第4号議案 平成27年度事業収支予算について(別表2参照)

第5号議案 名誉会員の推薦について

名誉会員として歴代会長の岡田宏氏、萩原浩氏、三谷浩氏、小森博氏の推薦があり決定した。

第6号議案 役員の選任について(別表3参照)

任期途中の辞任の申し出と任期満了に伴う理事について候補者の提示があり、満場異議なく承認された。その後、総会を一時中断し、新役員による平成27年度第3回理事会を開催し、会長、副会長、専務理事の互選を行った。理事会終了後、会長には佐藤信彦氏、副会長には斎藤浩司氏、宮本洋一氏、専務理事には水谷敏則氏との報告があった。

①常設委員会の委員長は次表のとおり指名された。

委員会名	委員長名	所属
総務委員会	服部 修一	東日本高速道路(株)
国際委員会	中村 武夫	中日本高速道路(株)
事業委員長	桑原 彌介	日本交通技術(株)
技術委員長	西村 和夫	首都大学東京

②施工体験発表会における最優秀発表の表彰式

事業委員会の桑原彌介委員長立会いのもと施工体験発表会における2名の最優秀発表者を表彰した。

最優秀賞：第74回(山岳)平成26年6月開催

竹市篤史 鹿島建設(株)

(演題)新型テレスコピックセントル「TAF工法」による覆工コンクリートの施工

—国道47号 岩古谷トンネル建設工事—

最優秀賞：第75回(都市)平成26年6月開催

安井克豊 清水建設(株)

(演題)気泡シールド工事の環境負荷を従来の25分の1に低減

—堺石津シールド、平塚貯留シールド—

4. 委員会の開催状況(6月1日~30日)

①運営広報関係委員会

◎総務委員会

・広報小委員会

会誌WG(6/4)

大島洋志主査ほか10名、7月号の会誌と3か月計画を検討

◎設立40周年記念事業実行委員会

催物企画等WG打合せ会(6/25)

中間祥二主査ほか3名、若手技術者の座談会計画を検討

作品展示等WGサブWG(6/30)

早川淳一主査ほか6名, 展示品準備状況および課題の整理

◎国際委員会

海外ニュースWG(6/29)

清水健志主査ほか10名, 海外文献の査読
計 4回開催 33名出席

②調査研究関係委員会

◎技術委員会

・山岳工法小委員会

支保WG(6/9)

丸山修委員長ほか18名, シンポジウム対策および

サブワーキング報告

・都市トンネル小委員会

シールド変遷史編集WG第3GサブWG(6/23)

守屋洋一主査ほか6名, 原稿を検討

◎受託研究特別委員会

・北鎌倉隧道安全性検証等委員会(6/25)

西村和夫委員長ほか19名, 現地調査および安全性を検討

計 3回開催 43名出席

合計 7回開催 76名出席

5. 国際会議の開催予定

Table with 5 columns: 会議名, 開催日, 場所, 主催者等. Includes ITA conferences in San Francisco, Norway, and UAE.

* 会議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。 TEL: 03-3524-1755 FAX: 03-5148-3655

6. 平成27年度催物開催予定

(平成27年6月現在)

Table with 5 columns: 催物名, 開催日, 人数, 場所, CPD取得単位. Lists various tunneling seminars and conferences.

催物の案内は逐次協会のホームページに掲載いたしますのでご覧ください。 http://www.japan-tunnel.org/event_japan

(別表1)

平成26年度事業収支決算書(損益ベース)

平成26年4月1日~平成27年3月31日

(単位:円)

Large financial statement table with multiple columns for categories like 経常収益, 経常費用, 経常利益, and 当期純利益. Includes sub-totals and grand totals.

(別表2)

平成27年度事業収支予算書(損益ベース)

平成27年4月1日~平成28年3月31日

Table with columns for '科目' (Item), '実施事業等会計' (Implementation Business Accounting), 'その他会計' (Other Accounting), '法人会計' (Corporate Accounting), and '合計' (Total). It details various financial items like '経常収益' (Regular Income) and '経常費用' (Regular Expenses).

(別表3)

役員・顧問・評議員名簿

平成27年6月5日現在

Table listing board members, advisors, and auditors. Columns include '区分' (Category), '氏名' (Name), '所属' (Affiliation), '区分' (Category), '氏名' (Name), and '所属' (Affiliation). Lists names like 佐藤 信彦 and 岡田 宏.

会長1, 副会長2, 専務理事1, 理事16, 監事3, 役員計23名 顧問4名, 評議員29名

「ITAトンネル大賞(ITA Tunnelling Awards-2015)」募集のご案内 国際委員会

国際トンネル協会(International Tunnelling and Underground Space Association)は第1回「Tunnelling Awards」を設立いたしました。応募の詳細は下記のとおりです。奮ってご応募ください。

—記—

- 応募項目：1)年間優秀事業(工事規模：5千万ユーロまで)
2)年間優秀掘削事業(工事規模：5千万ユーロから5億ユーロ)
3)年間優秀主要事業(工事規模：5億ユーロ以上)
4)年間優秀補修・補強事業
5)年間優秀技術革新
6)年間優秀環境対策
7)年間優秀安全対策
8)年間地下空間利用の革新
9)年間優秀若手トンネル技術者

応募締切り：2015年8月14日(金)

申し込み方法：<https://awards.ita-aites.org/>

参考YouTube：<https://www.youtube.com/watch?v=wDlxysuGgQU&feature=youtu.be>

申し込み先：ITA事務局

E-mail：awards@ita-aites.org ウェブサイト：www.ita-aites.org

表彰式ならびに受賞祝賀会：

2015年11月19日(木)

場 所：ハーゲルバッハ試験場内会議場, スイス

問い合わせ先：一般社団法人日本トンネル技術協会 関

〒104-0045 中央区築地 2-11-26 築地MKビル 6階

TEL：03-3524-1755 FAX：03-5148-3655

E-mail：noriko.seki@japan-tunnel.org

小野紘一氏 ITA WTC 2015で表彰される

京都大学名誉教授の(故)小野紘一氏が、5月にクロアチアで開催されたITA(国際トンネル協会)総会において、ITA-CET基金*から“Award 2015”を授与された。

この賞は、ITA-CET基金がトンネル技術に関する教育訓練の活動に貢献が認められた個人や団体などを表彰することを目的として2014年に創設されたもので初年度のITA元会長のAndres Assis氏に続いて、2015年4月に氏への授与が決定した。日本人としては初めての名誉ある賞である。

氏は、(株)鴻池組を経て、京都大学大学院教授、舞鶴高等専門学校校長を歴任されるなか、当協会の評議員を務めるとともに、当協会を代表してITAのWG12吹付け部会長、理事、副会長、筆頭副会長としてITAの活動に長年積極的に取り組んでこられた。

なかでもITAの委員会のひとつであるITA-CET(ITA-Committee on Education and Training:教育訓練委員会)については、その創設の準備から設立まで推進者のひとりとして貢献されるとともに、運営に関連してアジア地区におけるトンネル技術に関する人材育成にも尽力された。

*ITA-CET基金はトンネル掘削と地下空間利用の種々の分野における専門技術者の訓練と教育を推進することを設立目的の一つとして掲げ、この目的に賛同する公共または民間団体により構成されている。この基金のもとで、ITA-CETがITA加盟国を対象とした17の教育訓練プログラム、研修コース(機械化掘削、在来工法、吹付けコンクリート、リスク管理、沈埋トンネル、共同溝、計測管理、数値解析、現地調査、地下空間利用など)を企画・運営している。加盟国からの要望があれば講師の派遣や技術講演、トレーニングセッションなどの催物も開催している。また大学や教育機関との連携、e-ラーニングや教材の開発を目的とした活動も展開しており、毎年ITA WTCの開催期間中は2日間の教育訓練コースを開催している。



謝辞を伝える小野夫人



授賞式後の記念ショット

表彰式は、ITA WTC(世界トンネル会議)の開会式の冒頭に行われ、ITA-CET基金の副会長 Piergiorgio GRASSO氏より小野正子夫人に記念の盾とメダルが授与された。

夫人は「教育者として技術者の育成と教育の奨励に情熱と夢を注いできたことが今後次世代を担う若手技術者へ継承されることを願っています。」と謝辞を伝え、表彰式は参加者の温かい拍手で締めくくられた。

本協会を代表してITAで活躍してこられた方が、国際的な評価を受け表彰されることは、たいへん喜ばしく今後も氏に続き日本のトンネル技術と技術者が海外で評価されることが期待される。

(文責：関 徳子・JTA)

目次予告 [9月1日発売予定]

- 全断面早期閉合トンネル施工方法に関する実証的研究
 - 国道253号 八箇峠トンネル
 - みなとみらい線 高島トンネル
 - 東京都水道局 多摩丘陵幹線
 - 東京下水道 北多摩二号・浅川水再生センター間連絡管
 - 【連載講座】
 - 山岳トンネル覆工の長寿命化技術(8)
- *内容等は変更になる場合がございます

編集後記

協会設立40周年おめでとうございます
編集部一同

◆設立40周年記念号の編集を機に過去の特集号・記念号を調べてみました。「トンネルと地下」ではこれからも適時、特集号・記念号などを企画してまいります。
1号「創刊号」、42号「特集・トンネル工事の環境対策」、100号「創刊100号記念号」、117号「日本トンネル技術協会設立50周年記念号」、149号「新春特大号」、151号「青函トンネル導坑貫通記念号」、173号「特集・海外トンネル建設工事」、180号「JTA設立10周年記念および創刊15周年記念号」、200号「発刊200号特集号」、212号「青函トンネル開業記念特集号」、300号「協会設立20周年・創刊300号記念号」、330号「東京湾アクアライン開通記念特集号」、361号「協会設立25周年記念号」、366号「大江戸線全線開業記念特集号」、400号「発刊400号・江戸開府400年記念特集号『東京の地下構造物』」、421号「日本トンネル技術協会設立30周年記念号」、431号「特集：東京湾横断のガス導管用シールド工事」、449号「海外のトンネル工事」、459号「飛騨トンネル開通記念特集号」、500号「創刊500号記念特集『地震とトンネル』」、501号「新東名高速道路(御殿場JCT~三ヶ日JCT)開通記念号」、524号「小特集 アジアとヨーロッパを結ぶ夢のプロジェクト完成—ボスポラス海峡横断鉄道トンネル(総集編)—」、535号「復興に貢献するトンネル技術—三陸沿岸道路を柱とする復興支援道路網—」

(I.Y)

★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。
★(一社)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(一社)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46巻 第8号 [通巻540号]
ISSN 0285-631X
Tonneru to chika
平成27年7月20日 印刷
平成27年8月1日 発行

一般社団法人 日本トンネル技術協会
会長 佐藤 信彦
〒104-0045 東京都中央区築地2丁目11番26号(築地MKビル6階)
TEL: 03-3524-1755
FAX: 03-5148-3655
http://www.japan-tunnel.org

発行所 株式会社土木工学社
〒162-0832 東京都新宿区岩戸町16番地メイジャー神楽坂
TEL: 03-3267-2888
FAX: 03-3267-2807
http://www.tunnel.ne.jp

発行人 山本 育徳
編集人 山本 勝誉
印刷 新協印刷株式会社

本誌の購読について

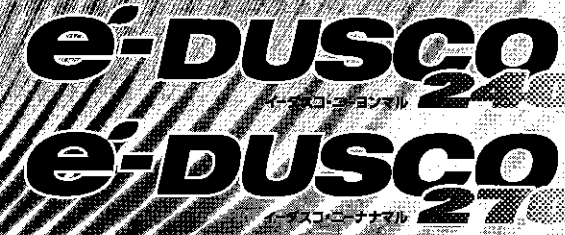
■購読をご希望の方は、書店または土木工学社へ直接お申し込みください。
■お申し込みの際は、誌名、購読期間、住所、所属、氏名などを明記のうえ、FAX(03-3267-2807)にてお申し込みください。後日、小社より振込用紙をお送りいたします。
購読料
1冊 1,575円(送料108円)
(本体価格 1,500円)
1年 15,000円(前納)
振替 00110-8-190072

本誌広告のお申し込み方法

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

本誌掲載記事を無断で複製(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。本誌から複製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。

トンネル工事用 電気集じん器



たった37kWで
2750m³/min



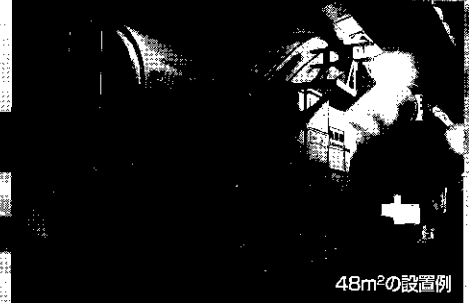
新版・換気技術指針でも全ての断面、全ての延長に対応。

全てのトンネルに適用可能!



- クラス最高の集じん効率95%*
- 有害な微細粉じんも逃さない電気式
- 現場メンテナンスは手間いらず
- 大風量と省エネを同時に実現

吸引捕集方式にも対応



48m²の設置例

希釈封じ込め方式での計算例

- ① 粉じん発生量
 $Fo = 360 \times 22m^3/h \times 0.75 = 5,940 (mg/min)$
- ② 所要換気量
 $Q_{4a} = \frac{5,940}{3.0-0.07} = 2,027 (m^3/min)$
 $Q_a = 54.0 + 2,027 = 2,081 (m^3/min)$
- ③ 集じん機の選定
 $Q_s = 1.2 \times \frac{2,081}{0.93} = 2,686 (m^3/min) \leq 2,750 (m^3/min)$

品名	e-DUSCO240	e-DUSCO270
型式	FTE2400-E	FTE2700-E
集じん装置の性能	1800・2100・2400m³/min 任意設定の4モード	1800・2100・2700m³/min 任意設定の4モード*
全長*	7411mm (サイレンサ含む)	7411mm (サイレンサ含む)
全幅*	2350mm	2350mm
全高*	3700mm	3700mm
本体重量	10t	11t
電源仕様	3相3線400V58kVA	3相3線107kVA
ファン動力	30kW	37kW
消費電力	23kW・28kW・33kW・任意 (伸縮風管接続時同し)	23kW・28kW・40kW・任意 (伸縮風管接続時同し)
洗浄水	2.4m³/回* <td>2.4m³/回* </td>	2.4m³/回*
捕集ダスト処理	濾式	濾式
集じん効率*	95%以上	99%以上

*1 入口ダクト及び吸口ダクトは含まれません。*2 台車の高さを含みません。*3 機種により多少異なります。*4 JIS Z 8908 並びに 換気技術指針(H24.3)に定める試験方法に基づき測定した値です。
*5 任意設定にて2,750m³/minまで可能です。

古河機械金属グループ
古河産機システムズ株式会社 URL: http://www.furukawa-sanki.co.jp/

本社 〒100-8370 東京都千代田区丸の内2-2-3 第三営業部 ☎03-3212-6575
大阪支店 ☎06-6344-2532 名古屋支店 ☎052-561-4580 札幌支店 ☎011-784-1179
東北支店 ☎022-221-3532 九州支店 ☎092-741-5193 小川工場 ☎0285-23-8662

トンネル技術者のための地相入門

大島洋志 監修, 木谷日出男 編著
3,200円+税 B5判

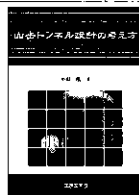
トンネルの計画・設計・施工にあたって留意すべき“地相”について、施工事例をもとに、豊富な図版と地形図を用いて、ていねいに解説した、画期的な入門書。



山岳トンネル設計の考え方

今田 徹 著
3,200円+税 B5判

地山の力学状態を表す理論式から導かれる地山挙動の特徴を図表などを用いて手際よく説明した。トンネル掘削における工学的な理解を深化させる一冊。



わかりやすいトンネルの発破技術

山田隆昭 監修
1,500円+税 B5判

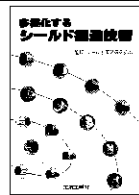
火薬類や発破技術の基礎的な知識から最新の技術まで幅広く取り上げ、また、火薬類を使用するうえで避けては通れない振動や騒音などの環境対策についても詳しく解説。



多様化するシールド掘進技術

シールド工法技術協会 監修
2,500円+税 B5判

近年に開発、実用化された29工法を整理、体系化するとともに、各工法の境界、システム・考え方の違い、適用での留意点などをわかりやすく説明した。



推進工法の理論と実際

マックス・シェルレ 著, 野田典宏 訳, 中本 至・石橋信利・金成英夫 監修
8,500円+税 B5判

推進工法の理論を、多くの挿図を用い解説した。日本の現在の推進工法の基本となった原著を斯界の権威が翻訳・監修。



わかりやすい土木地質学

大島洋志 監修
2,500円+税 B5判

土木工事にかかわりのある地質学の基礎知識を盛り込み、土木工事において問題となる地質事象や、各種地質調査の原理についてわかりやすい解説を与えた。



セグメントの新技术

小泉 淳 監修
2,000円+税 B5判

1990年代から急速に機能が拡大したシールド用セグメント34種を掲載。セグメントの設計・施工の際に利用しやすいよう各々の特徴を整理して掲載した。



続きみの庭にも温泉が出る

石井康夫・俣野恭寛 共著
1,200円+税 新書判

温泉開発における一般論から探査技術についてまとめ、今後の温泉開発の考え方を、外国の事例も交えながらわかりやすくまとめた。



建設工事の保安地質学〔改訂版〕

石井康夫 著
6,000円+税 A5判

建設技術者に必要な地質・岩石・岩盤などの基礎知識と酸欠・有害ガス・ガス爆発・湧水などの建設災害について、著者の経験を交えながらまとめた。



地質工学概論

菊地宏吉 著
4,757円+税 B5判

土木構造物や岩盤構造物の計画・調査から設計・施工において必要と地質や岩盤に関する情報を得るために必要な理論および技術を平易に解説した。



地下水の科学 I～III(全3巻)

P.A.ドミニコ・F.W.シュワルツ 共著, 地下水の科学研究会・大西有三 監訳

地球という複雑なシステムを循環する水、とくに地下水循環を考え、汚染地下水など環境問題を地下水理学の立場から取り扱うため、水の物理的・科学的性質、地球の状況、水資源としての地下水の状況、地下水の水理学的特性とその調査方法などをわかりやすく解説した。



第I巻 地下水の物理と化学
4,078円+税 B5判

第II巻 地下水環境学
4,272円+税 B5判

第III巻 地下水と地質
3,689円+税 B5判

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
4,660円+税 B5判

シールド工法について変遷から将来の開発の動向にいたるまで広範にわたり掲載した。シールドトンネルの計画・設計・施工に用いるときに参照しやすくまとめた。



ブロック理論と岩盤工学への応用

R.E.グッドマン・G.H.シー 共著, 吉中龍之進・大西有三 共訳
4,855円+税 A5判

岩盤内に分布する不連続面と、掘削面など自由面の間の三次元的幾何学的関係から安定に影響する岩塊を見出す新手法を解説。



山岳トンネルの新技术

ジェオフロンテ研究会 編
14,573円+税 B5判

NATMによるトンネルを施工する際の基本事項を概説するとともに、1990年頃までに実用化された各種工法・補助工法について理論から施工のポイントを掲載した。



ジオテクスタイル設計マニュアル

T. A. Haliburton・J. D. Lawmaker・V. C. McGuffey 共著, 田中 茂・山岡一三・廣田泰久 共訳
8,000円+税 A5判

ジオテクスタイルの交通施設への利用について詳述された1981年の報告書を完訳。



岩盤地下空洞の設計と施工

E.フック・E.T.ブラウン 共著, 小野寺透・吉中龍之進・齊藤正忠・北川 隆 共訳
9,800円+税 B5判

岩盤内に地下空洞の設計を行うための地盤工学上の基本的事項について詳述した。



建設工事の地質診断と処方

石井康夫・矢嶋壯吉 共著
4,300円+税 A5判

地質の基礎知識を説明して、調査・試験方法とその判断と評価について解説を加え、地すべり・斜面崩壊・山岳・都市トンネル・ダムなどの地質診断の要点を解説。



トンネル工事の衛生と環境保全

臼谷三郎・橋本康孝・友田 孝 共著
3,200円+税 A5判

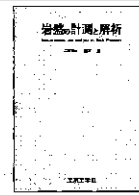
トンネル工事の際の労働衛生と環境保全の検討に有用な項目について、医学分野の知見から職業性疾患や有害環境条件、健康障害、衛生管理、保護具などを解説した。



岩盤の計測と解析

鈴木 光 著
4,200円+税 A5判

地質や地盤の事前調査と測定、工事中の施工管理計測、さらには、地盤や構造物の変形や応力分布に関する予測解析などの計測法と解析法を解説した。



わかりやすいトンネル技術入門(都市トンネル編)

橋本定雄・松本崇義・松本正敏 共著
2,800円+税 A5判

都市の代表的な地下施設である地下鉄、上水道、下水道の各トンネルについて、それぞれの主だった工法ごとに計画から施工まで実例をまじえてわかりやすく解説した。



海洋資源開発

稲田善紀 著
3,400円+税 A5判

海洋の石油・天然ガス・石炭などのエネルギー資源と、マンガン・ジュールの鉱物資源、また、海洋エネルギーなどの開発と利用についてまとめた。



トンネルと地下

1,500円+税 B5判 月刊(毎月1日発売)

日本で唯一のトンネルと地下構造物の専門月刊誌。研究、調査・設計から施工にいたるまで、その時点での技術的問題点を中心に、業界の動向などをあわせて網羅しながら、新鮮な情報を提供する。

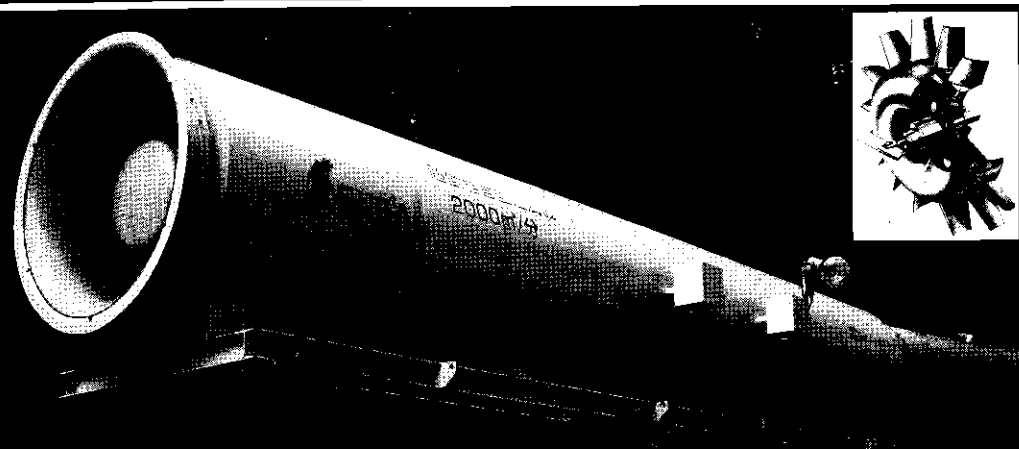


書籍のお申し込み

ご注文は当社へFAXまたは、書店にてお申し込みください。FAXでご注文の際は、書名、部数、送り先、氏名、電話番号を明記のうえ下記までお送りください。

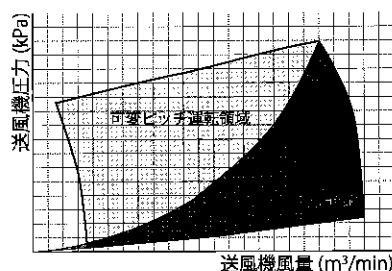
(株)土木工学社
〒162-0832 東京都新宿区岩戸町16 メイジャー神楽坂
TEL: 03 3267 2888 FAX: 03 3267 2807

トンネル工事の必需品 可変ピッチ軸流送風機 BIG-LOG



BIG-LOG は当社の開発商品です

- 可変ピッチとは……必要に応じ羽根の角度を変えて風量調整をおこなう方式 (右上図)
- 風量を減らした場合でも圧力変動が少なくインバータ制御には無い幅広い運転領域を確保できます (右図)
- 風管抵抗に合わせて自動可変をおこない圧損調整をするため無駄な電力を消費しません
- 風量設定が数値で出来るため一定風量で運転が可能 (風量の見え化)



型 式	能 力	電 動 機	騒 音 値 機側 5m
CDH1120-30-60(4)W	1000m ³ /min × 3.92/4.9kPa	60kW×4P×2台 50/60Hz 400/440V	74 dB
	1500m ³ /min × 3.5/2.6kPa		
CDH1250-26-80(4)W	1500m ³ /min × 3.92/4.9kPa	80kW×4P×2台 50/60Hz 400/440V	74 dB
	2000m ³ /min × 1.76/1.76kPa		
CDH1250-26-110(4)W	2000m ³ /min × 4.11/4.9kPa	110kW×4P×2台 50/60Hz 400/440V	74 dB
	3000m ³ /min × 1.8/2.45kPa		
CDH1400-30-175(4)W	3000m ³ /min × 4.6/4.9kPa	175kW×4P×2台 50/60Hz 400/440V	77 dB

※2段で記載の機種はどちらか選択ができます

長距離でも無駄な風量を自動制御できるという可変式の特性を活かした省電システム「E-Res」を開発しました

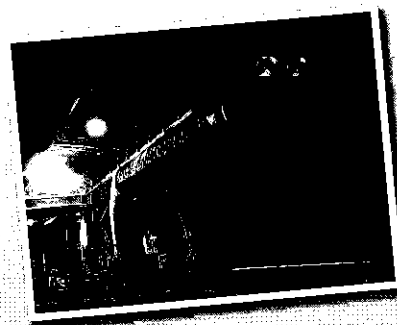


菅機械工業株式会社

URL <http://www.suga-kikai.co.jp>



本社・大阪支店	〒550-0015	大阪府大阪市西区南堀江3-9-27	TEL 06(6541)7931
東京支店	〒101-0042	東京都千代田区神田東松下町12番地	TEL 03(5296)0551
福岡支店	〒812-0013	福岡県福岡市博多区博多駅東1-16-8	TEL 092(431)7181
名古屋営業所	〒455-0008	愛知県名古屋市港区九番町3-37	TEL 052(653)2491
京都営業所	〒615-0022	京都府京都市右京区西院平町25	TEL 075(314)4460

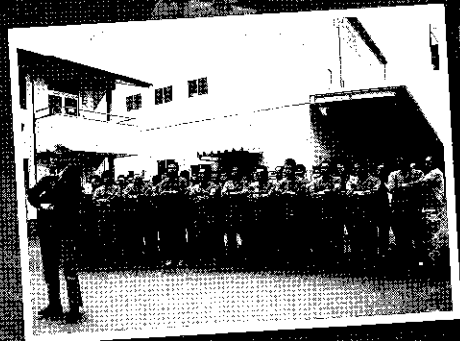


大型集じん機 300 台！
送風機 650 台！
世界最大の換気設備保有メーカー！

いままでにない技術。いままでにない挑戦。

なんとかする力

「トンネル環境」のトータルソリューションは当社へお任せください。



1977年創業から、平素よりお世話になっております。
昨年10月、39期より西村司が代表取締役社長に就任し、新しい「風」とともに全社員一丸で邁進しています。
手に握めない「流」体を「機」械で「エンジニアリング」する会社として、様々な分野の『最適環境の創造』をして参ります。

最適環境を創造する
株式会社 流機 エンジニアリング

〒108-0073 東京都港区三田 3-4-2
TEL: 03-3452-7400
URL: <http://www.ryuki.com/>
E-mail: eigyobu@ryuki.com



ビットで斬る! 杭を斬る!

三菱の支障物切削技術は、シールドのカッターに杭切削用の特殊ビットを取り付けた円錐形状のカッターヘッドで、接触した支障物を中央部から外周部へと徐々に切削するシステムです。地中に残置されたH型鋼、鋼矢板、RC杭、PHC杭、松杭の切削が可能です。

支障物用ビット



鋼矢板

H型鋼

特長

切羽に人が出る必要がなく安全性が高い。

泥土圧・泥水式どちらでも適用可能。

切削時の騒音、振動がほとんどなく、
昼夜施工が可能。

周辺地盤の沈下などはほとんどなく、
近接物への影響が小さい。

施工実績



φ2680泥土圧シールド
H型鋼(300H)×8本
鋼矢板(IV型)×2面



φ4240泥土圧シールド
H型鋼(350H)×6本
鋼矢板(V型)×2面



φ4680泥土圧シールド
H型鋼(250H)×2本
鋼矢板(III型)×2面



φ2780泥水式シールド
RC杭(φ800, φ1000)×6本
PHC杭(φ350)×6本



φ2690泥水式シールド
鋼矢板(II, IV型)×12面

三菱重工メカトロシステムズ(株)の支障物切削技術

三菱重工メカトロシステムズ株式会社 都市開発部

神戸市兵庫区和田宮通五丁目4番22号 TEL.078-672-2872 FAX.078-672-2869

東京都港区港南二丁目16番5号 TEL.03-6716-4092 FAX.03-6716-5833

定価 1,620円

本体価格1,500円

雑誌06619-8



4910066190859
01500