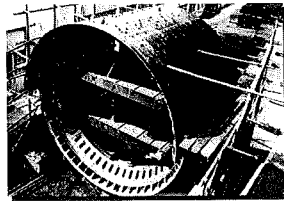


三菱重工

地下開発に夢を広げる三菱重工のトンネル技術



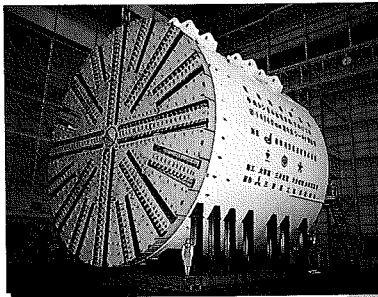
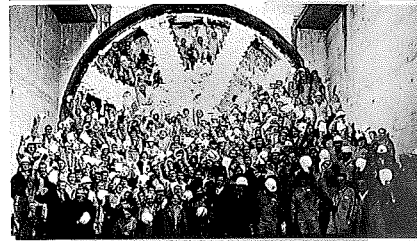
(交通新聞提供)

●日本最初の本格的シールド
関門トンネル工事で活躍(昭和14年)

1939

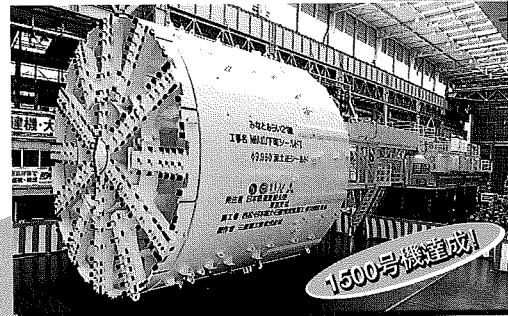
●英仏海峡トンネル T-5工区貫通式
歓声にわく関係者たち(平成元年)

1989



●世界最大級の泥水式シールド
東京湾横断道路工事で活躍

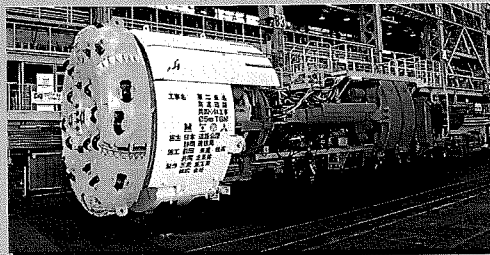
1993



●多軸式泥水矩形シールド
首都高川崎縦貫道路
トンネル工事で活躍

1997

●泥土圧シールド
みなとみらい21線工事で活躍



●オープンTBM
第二東名高速道路
(岡部トンネル)工事で活躍

2000

2001

21世紀を掘る

三菱重工業株式会社 本社 搬送システム部 地中建機グループ 東京都千代田区丸の内2-5-1 〒100-8315 TEL03(3212)3111
神戸造船所 建設機械部 営業課 神戸市兵庫区和田崎町1-1-1 〒652-8585 TEL078(672)3111

トンネルと地下 2

vol. 32
no. 2
2001

大江戸線全線開業記念特集号

大江戸線建設の目的と効果
大江戸線全線開業までの歩み
建設計画
土木工事の概要
新技術および新工法の採用と施工例
●道・建築・設備・電気工事
車 両
大江戸線環状部の建設工事を終えて

日本トンネル技術協会誌



世界に誇る日本のNATMトンネル

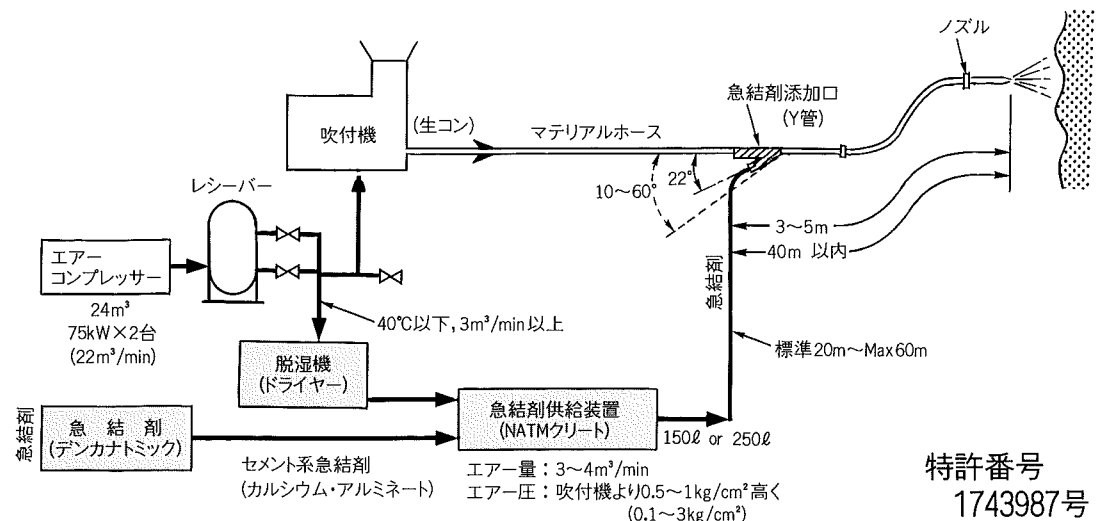
安全性・経済性・高品質

技術者が選ぶ

デンカナトミック

吹付けコンクリート用急結剤

NATMトンネル吹付けシステム(デンカナトミック使用時)



特許番号
1743987号
2060759号
2118718号

湧水、剥落をシャットアウトする

急結力

- 湧水に強い
- 急結性が優れている
- 付着性が大きく、はね返り損失が少ない
- 短時間強度・長期強度とも優れている

《デンカナトミック》 種類 * : TYPE-Lは、液状急結剤です。

TYPE	かさ比重(標準)		真比重(標準)	標準使用量(×C%)	主成分	性能および主な用途
	有振動	無振動				
3	1.03	0.73	2.48	3~6(標準5)	無機塩	一般吹付け工事、用排水路・法面吹付け工事、他
5	1.22	0.78	2.68	5~10(標準7)	急結性セメント鉱物	高急結性一般吹付け工事、湧水部の吹付け工事、ナトムトンネル用万能タイプ
10	1.18	0.70	2.86	10~25	超急硬性セメント鉱物	高強度用緊急・補修吹付け工事、ぼうあつトンネル工事、膨張性地山工事、地下貯蔵用タンク
L*	—	—	1.47	4~8	無機塩	一般吹付け工事 トンネル・用排水路・法面吹付け工事

■トンネル関連製品

- デンカ エーショット…高強度吹付けコンクリート用混和材
- デンカ FTN…吹付けコンクリート用高機能混和剤
- デンカ サブショット…小断面トンネル(TBM)用吹付けモルタル
- デンカ フロック…長尺ボルト・ケーブルボルト用定着材
- デンカ ウレタン/MIF…地盤注入およびコアライニング定着材
- デンカ AGF…AGF工法用セメント系定着材
- デンカ ES…無公害な土質安定用硬材
- デンカ OSA 100R…トンネル2次巻きのひびわれ抑制に(水和抑制型膨張材)
- デンカ GK-10…セメント系裏込注入材

チャレンジする化学



本社 ● 特殊混和材事業部
東京都千代田区有楽町1-4-1 〒100-0006
電話 03-3507-5358

Normet Spraymec 9150 WPC

大断面トンネル対応型 コンクリート吹付け機 フィンランドから上陸

トンネル工事はタフな仕事です。NORMET (ノルメット) は、トンネル建設業者のパートナーです。Normet Spraymec (ノルメット スプレイメック) は、ヨーロッパの主要国・香港・韓国・中国・オーストラリア等大型トンネル建設プロジェクトでのコンクリート吹付け作業を手掛け、豊富な経験と実績を有しております。

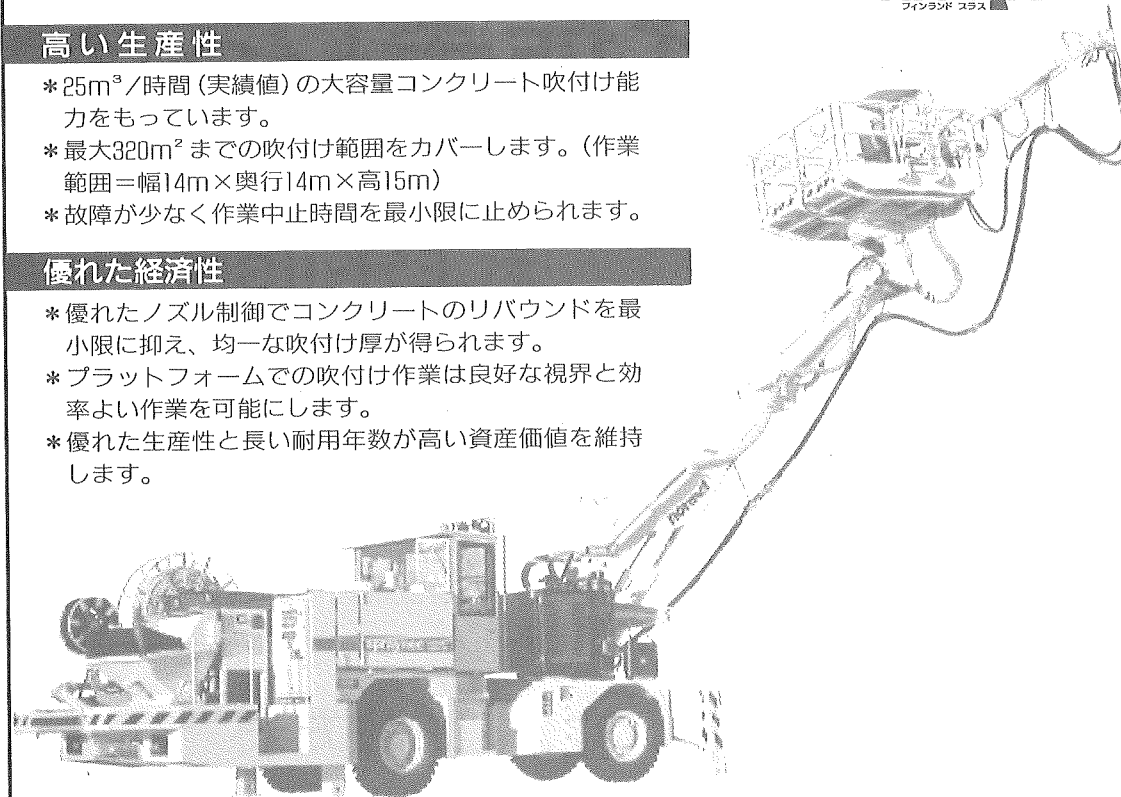


高い生産性

- * 25m³/時間(実績値)の大容量コンクリート吹付け能力をもっています。
- * 最大320m²までの吹付け範囲をカバーします。(作業範囲=幅14m×奥行14m×高15m)
- * 故障が少なく作業中止時間を最小限に止められます。

優れた経済性

- * 優れたノズル制御でコンクリートのリバウンドを最小限に抑え、均一な吹付け厚が得られます。
- * プラットフォームでの吹付け作業は良好な視界と効率よい作業を可能にします。
- * 優れた生産性と長い耐用年数が高い資産価値を維持します。



normet
Your partner for tough jobs

総発売元
株式会社 ケー・エフ・シー
〒105-0014 東京都港区芝2-5-10
TEL: 03-3798-8511
FAX: 03-3798-8516

技術と材料で

VAを提案します

by **KATECS**

NATMトンネル防水

カテックス スーパーシート

KATECS

コンクリート吹付液体急結剤 アルカリフリー

MAPEI AFK777

KATECS

コンクリート吹付用減水剤

MAPEI X-504

KATECS

無拡幅長尺先受工法

AGF-PI法

KATECS

切羽対策工法

Small-PI法

KATECS

ロックボルト孔壁自立工法

ホールキーパー

KATECS

カタログ等お問い合わせは ◆

日本で生まれ、世界へ広がる。 **NATMの補助工法**

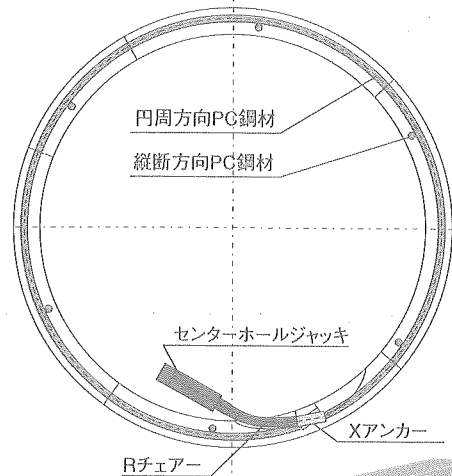
株式会社 カテックス 建設資材事業部

本社 〒460-8331 名古屋市中区上前津1丁目3番3号
E.S.グループ TEL 052-331-8821 FAX 052-332-0164

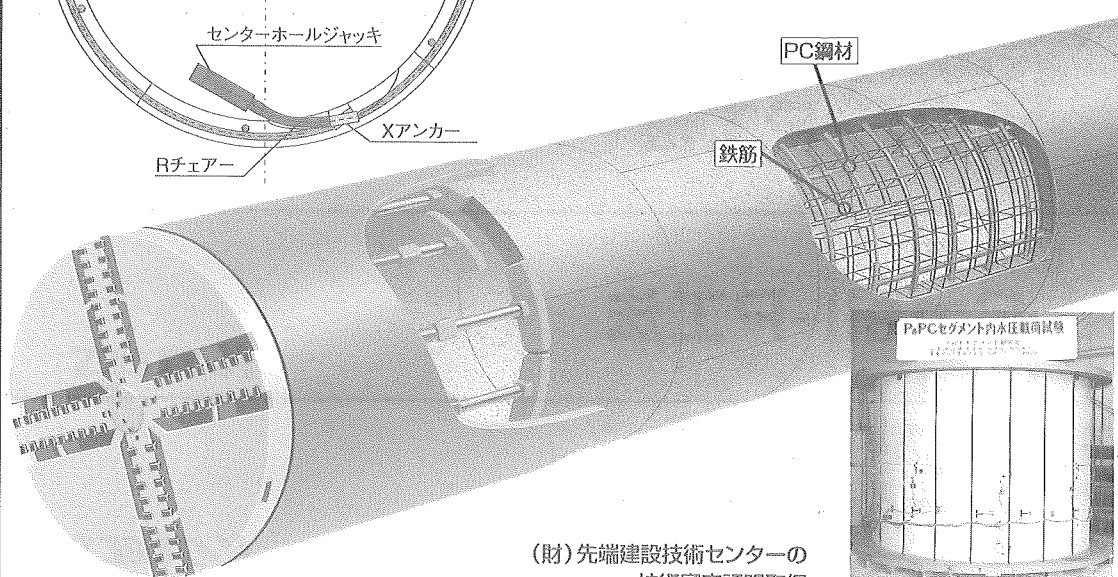
東京支店	〒112-0014 東京都文京区関口1丁目15番3号 TEL 03-3260-8321 FAX 03-3266-1648	関西営業部	〒550-0005 大阪市西区西本町1丁目6番6号 TEL 06-6578-3235 FAX 06-6578-3237
中部営業部	〒460-8331 名古屋市中区上前津1丁目3番3号 TEL 052-331-8821 FAX 052-332-0164	九州営業所	〒816-0932 福岡県大野城市瓦田623-4 TEL 092-574-0856 FAX 092-574-0846

プレストレスを導入した新しいシールド用セグメント

P&PC セグメント



- 経済性と高品質を実現
- 内面平滑で二次覆工省略に適合
- 内水圧抵抗型セグメント
- 耐震性、真円性、止水性の向上



(財)先端建設技術センターの
技術審査証明取得

■内水圧載荷試験

P&PCセグメント工法研究会

■正会員

大木建設株式会社 五洋建設株式会社 株式会社テトラ 日本国土開発株式会社
 株式会社大本組 佐伯建設工業株式会社 東亜建設工業株式会社 株式会社本間組
 株式会社鴻池組 住建コンクリート工業株式会社 東洋建設株式会社 三井不動産建設株式会社
 国土総合建設株式会社 住友建設株式会社 日東大都工業株式会社 りんかい建設株式会社

■賛助会員

新和コンクリート工業株式会社 住友電気工業株式会社 日本鋼管ライトスチール株式会社

開発会社

住友建設株式会社 東亜建設工業株式会社 日本国土開発株式会社 住建コンクリート工業株式会社

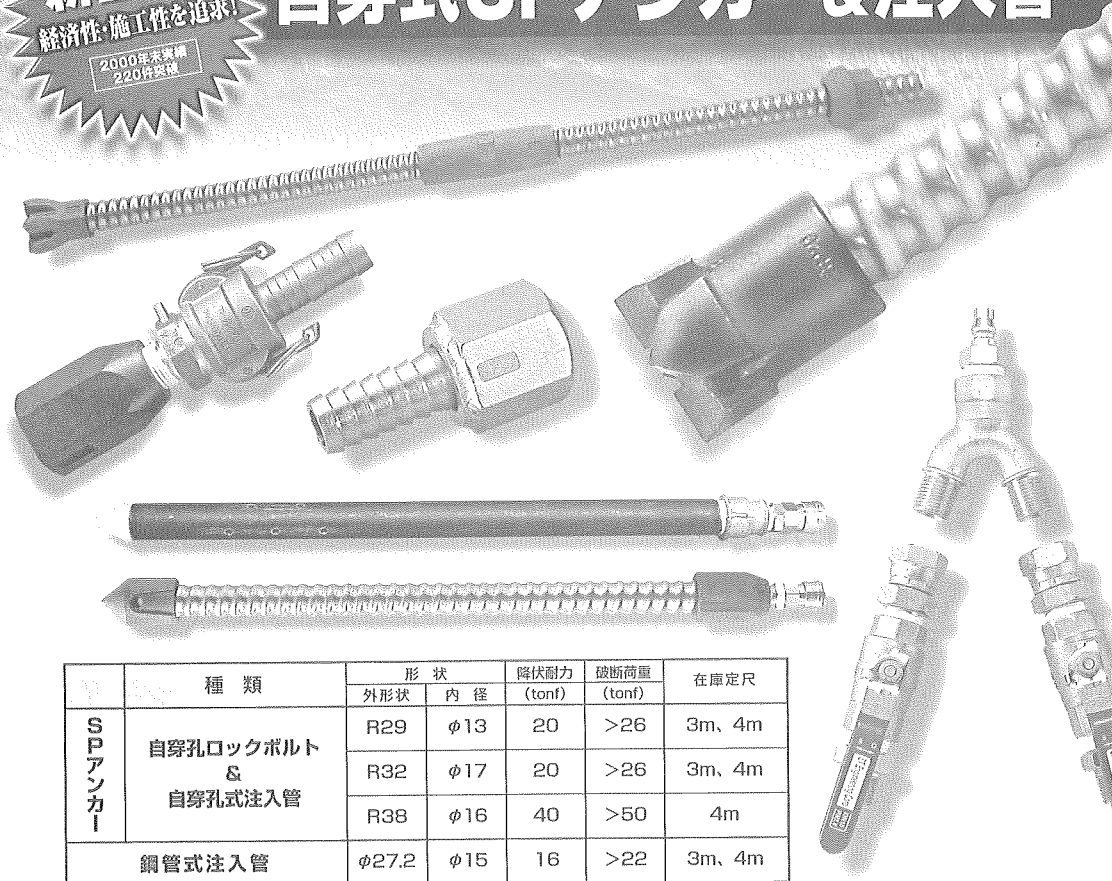
事務局 〒160-8577 東京都新宿区荒木町13番地の4 住友建設株式会社内
 TEL.03-3225-5196 FAX.03-3356-9662

新登場!

経済性・施工性を追求!

2000年末実績
220件受注

自穿式SPアンカー&注入管



種類	形状		降伏耐力 (tonf)	破断荷重 (tonf)	在庫定尺	
	外形形状	内径				
SPアンカー	自穿孔ロックボルト & 自穿孔式注入管	R29	φ13	20	>26	3m, 4m
		R32	φ17	20	>26	3m, 4m
		R38	φ16	40	>50	4m
鋼管式注入管		φ27.2	φ15	16	>22	3m, 4m

トンネル用 磁質タイル

厳選された高級原料をイタリア製最新式設備で製造したトンネル用タイル。弊社は(株)三陽商会と協同で、(財)土木研究センターより「KIMHIN CERAMICS,上海」社(ISO9002-1994)で製造する日本向けトンネル用磁質タイルの認証を取得。ご採用実績増加中。

- *認証を取得したサイズ: 1) 二丁掛け (227×60×10t)
 2) 100角二丁 (200×100×10t)

STE

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

〒581-0869 大阪府八尾市桜ヶ丘3丁目101番地
 TEL.0729-90-0250 FAX.0729-90-0251

E-mail: taniyama@pearl.ocn.ne.jp

電力・通信ケーブル用多条保護管

カナパイプPV型

Kanaflex
ISO9001
認証取得

トンネル内埋設工事を 省力化・効率化

用途

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

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



トンネル

C.C.BOX

カナフレックス コーポレーション 株式会社

東京本社 〒107-6024 東京都港区赤坂1-12-32アーク森ビル24F
大阪本社 〒530-6017 大阪市北区天満橋1-8-30 OAPタワー17F

TEL(03)3584-5111 FAX(03)3584-5220
TEL(06)6881-0776 FAX(06)6881-0760

札幌営業所 TEL(011)271-8770 仙台営業所 TEL(022)792-3055 横浜営業所 TEL(045)241-7511 新潟営業所 TEL(025)226-5111
静岡営業所 TEL(054)275-2258 金沢営業所 TEL(076)234-5660 名古屋営業所 TEL(052)955-1511 京滋営業所 TEL(077)526-1022
神戸営業所 TEL(078)360-6173 広島営業所 TEL(082)240-0809 高松営業所 TEL(087)861-4600 福岡営業所 TEL(092)474-2630
鹿児島営業所 TEL(099)224-8404

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

製品に関する技術的なお問い合わせは
☎0120-40-2177
テクニカルセンター

さらにパワーアップ!

全断面对応中硬岩用トンネル掘進機

ロードヘッド SLB-300S型

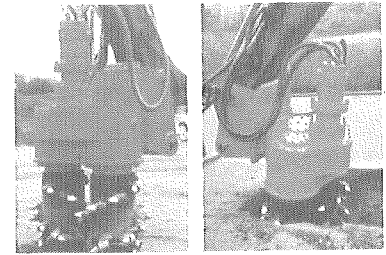


特長

1. 最大8.8mの掘削高さで、新幹線、高速道路トンネルの全断面掘削が可能。
2. 300kW:2速切換型電動機の採用により、広範囲の岩種に対応可能。
3. ピック先端に高圧水を散水させ、ピック冷却と粉塵防止。
4. 運転操作に優れ、全操作がリモートコントロールで運転可能。
5. モード切換式パワーコントロール装置により岩質、運転状況に応じて作動設定の変更が可能。
6. ケーブルリール装置により、電源ケーブルの取扱いが容易で移動が迅速。

ツインドラム式掘削により
綺麗な仕上り!
ツインドラム式トレンチャー
(溝掘削機)

TR-600型
TR-1000型



安全・高能率な掘削を実現!

製造元 **三井三池株式会社** 本社/〒132-0021 東京都江戸川区中央1丁目13番19号
販売代理 **三井三池株式会社** TEL.03-3241-4711 FAX.03-5678-4105

札幌営業所 TEL.011-644-9110 FAX.011-644-9125/仙台営業所 TEL.022-247-7155 FAX.022-247-7560
新潟営業所 TEL.0258-47-1085 FAX.0258-47-1290/大阪営業所 TEL.06-6308-1090 FAX.06-6306-2881
広島営業所 TEL.082-921-8778 FAX.082-921-8806/福岡営業所 TEL.092-592-7510 FAX.092-572-6316

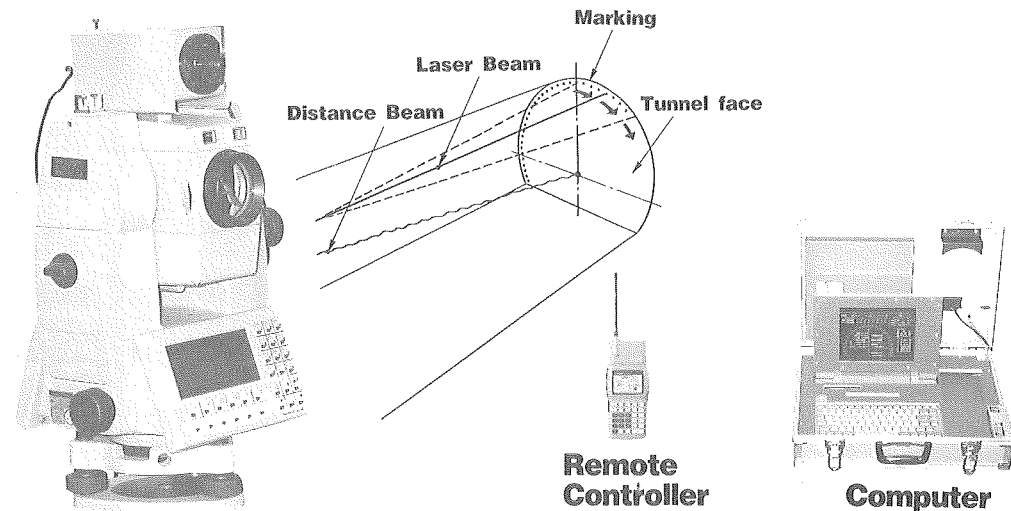
製造元 **株式会社 三井三池製作所** 本店/〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号 三井ビル2号館
TEL.03-3270-2006 FAX.03-3245-0203

http://www.mitsumiike.co.jp E-mail koken@mail.mitsumiike.co.jp

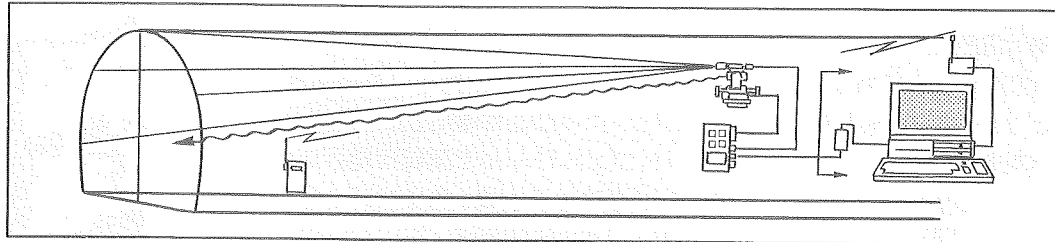
我が国最大の実績を誇る レーザープロットシステム

断面測定機能付

国内、海外特許取得済み



余振り・アタリが大幅に減少、手動測量と同レベルの高精度を実現します。



□ 新型レーザーマーキングシステムの特徴

1. ノンプリズム光波測距装置によって、トンネル断面形状測定が可能
2. 360°全周駆動により、急曲線、大断面掘削にも対応
3. レーザー管を従来タイプより小型化し、駆動モーターを本体内部としたため、コンパクトで設置が容易
4. 3"の測角精度により、施工精度を向上
5. 2次覆工におけるセントル位置決め等の切羽と逆向きの作業も全自動で可能

□ その他営業品目

- ジャンボ搭載型穿孔パターン照射システム
- ノンプリズム断面計測器
- 急曲線の座標計測 (ビームライナー・開発中)
- 多機能変位計測 (内空変位)
- シールド掘進機位置検出器

お問い合わせは

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

〔販売元〕

伊藤忠建機株式会社
エヌアイ建機株式会社
古河ドリルテック株式会社

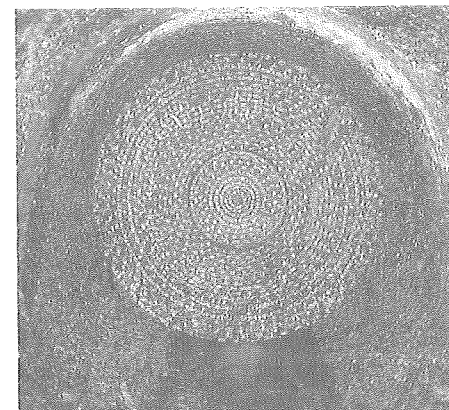
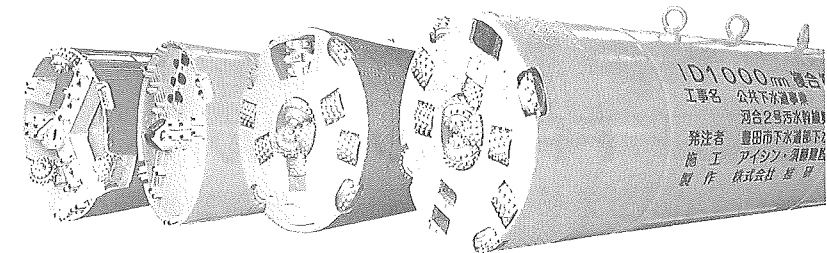
岩盤推進を創めて20年

軟弱土から硬岩まで!!

複合推進工法 (C.M.T工法)

- 800mm~1650mmまで対応
- 機内よりビット交換が可能です。
- 岩盤と普通土との互層土質も施工可能です。
- 長距離曲線推進も可能です。

■ CMT工法で使用される様々なカッターヘッドの一例



C.M.T工法協会

株式会社 **推研**

本社 〒547-0002 大阪市平野区加美東4-3-48

TEL 06-4303-6026

FAX 06-4303-6029

研究所 〒569-1044 大阪府高槻市上土室3-29-7

TEL 0726-94-6164

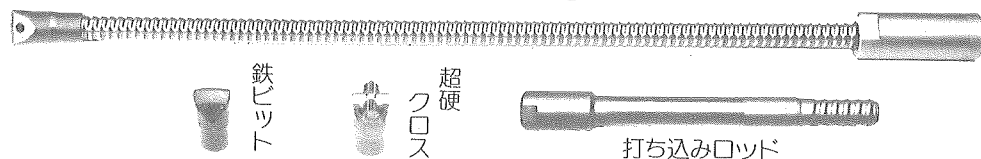
FAX 0726-92-0186

トンネル工事の
安全施工で活躍する
「ロックボルト」

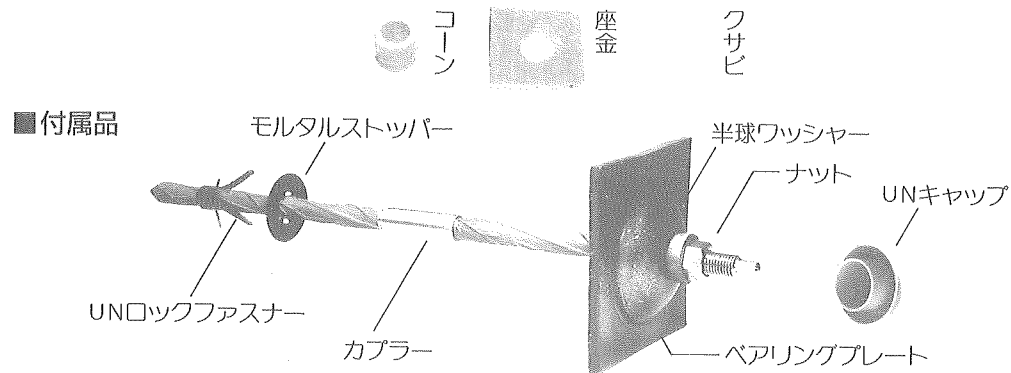


- 抜群の挿入性と
高引抜強度を確保！
- 一貫生産体制の確立により、
経済的に！安定供給！

自穿孔ボルト (UND29)



FRPロックボルト



製造・発売元



北越メタル株式会社

(旧社名 株式会社 アールディメタル)

本社 〒940-0028 新潟県長岡市蔵王三丁目三番一号
TEL 0258-24-4540(土木営業部直通)
FAX 0258-24-7743(土木営業部直通)

MITSUBISHI
玉石・転石混り

DIABIT

砂礫層掘削に多数実績有り!

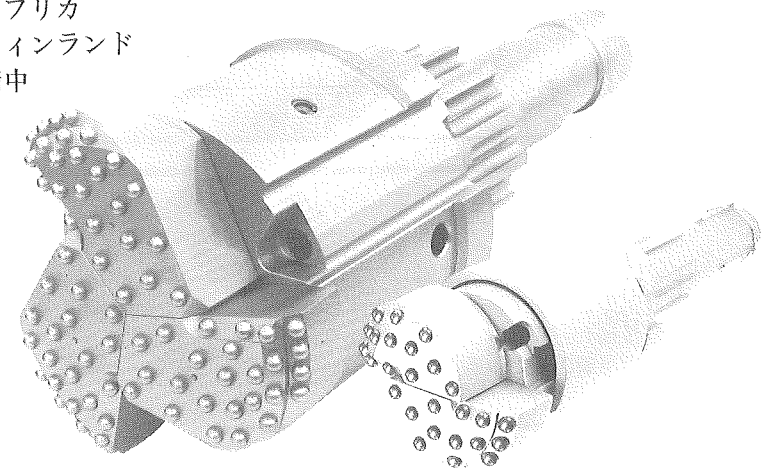
ダウンザホールドリルのスピードを活かす

スーパーメックスピット

“科学技術庁『注目発明賞』受賞”

特許製品

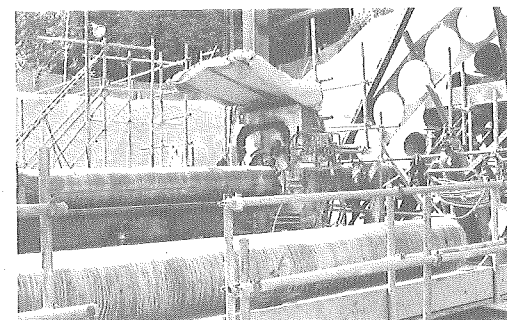
- 日本
- オーストラリア
- アメリカ
- アフリカ
- 欧州
- フィンランド
- ★ その他特許申請中



★今までにない確実な拡張径機構を試してみませんか？

★大幅な作業性向上とコストダウンが期待できます。

★拡張時のビットゲージ125mm～685mmのワイドバリエーション。



硬質地盤の推進 (パイプルーフ工事)

用途	機械 (適用例)
● 基礎工 ● 土留め工 ● 水井戸工	オーガマシン 電動モーター } +エアハンマー 油圧モーター }
● 各種アンカー工事	アンカー用ドリフター } +エアハンマー アンカー用ドリフター } +エアハンマー ボーリングマシン } +エアハンマー
● パイプルーフ	ボーリングマシン } +エアハンマー 小径推進機 } +エアハンマー
● フォアパイル	アンカー用・ジャンボ用ドリフター } +エアハンマー アンカー用ドリフター } +エアハンマー

※回転+パーカッション装置の組み合わせで種々の工事に応用できます。

三菱マテリアル ホームページアドレス <http://www.mmc.co.jp/japanese/sector/rocktool.html>

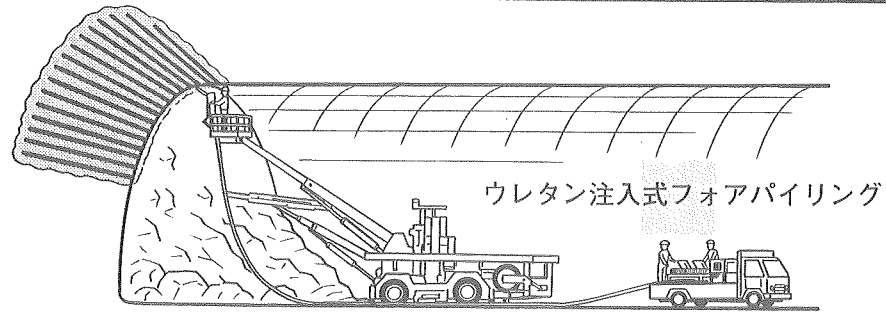
東京支店 ☎(03) 3660-0318 名古屋支店 ☎(0584) 27-4331 大阪支社 ☎(06) 6538-5146
九州支店 ☎(092) 271-3035 海外グループ ☎(0584) 27-5011

BRIDGESTONE

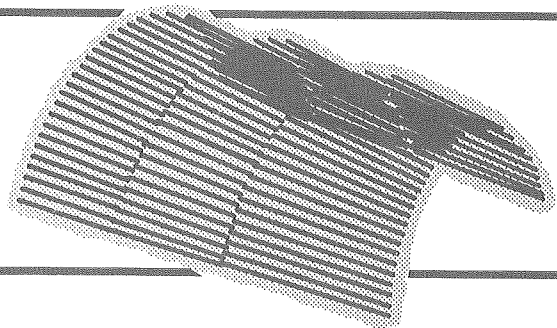
厳しい条件下の施工に
迅速な対応・信頼の
ブランド

ブリヂストンのトンネル資材

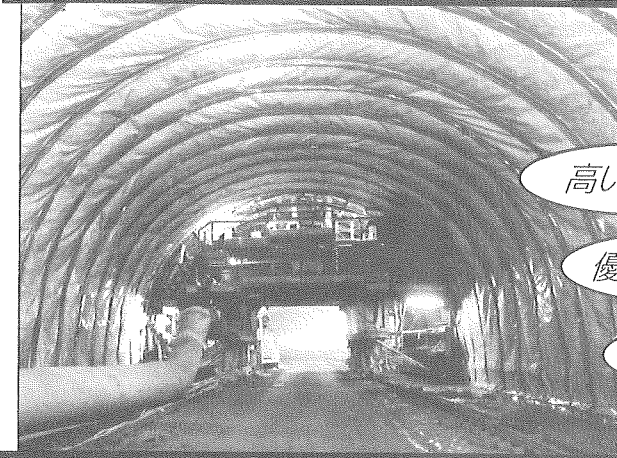
切羽の安定化対策用補助工法
エバーライトGK工法 ウレタン注入式岩盤固結工法



注入式長尺先受工法
(AGF工法)



ナトミックシート トンネル用防水シート



高い防水性

優れた耐久性

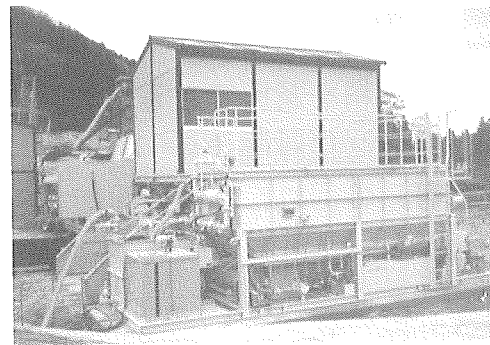
容易な施工性

株式会社ブリヂストン

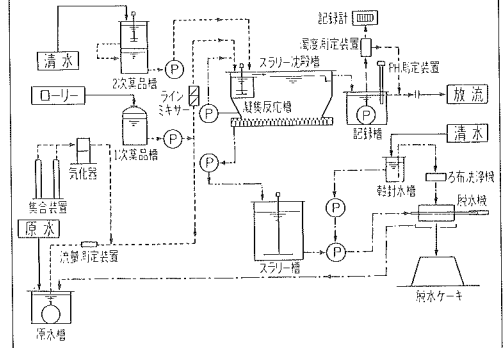
土木・海洋商品販売部
東京都中央区京橋1丁目10番1号 〒104-0031
電話 東京 (03) 5202-6873

TOWAハイクリーンII

コンパクトながら
大きな処理能力



フローシート (システム TYPE II)



特長

- 基礎、土工の期間が短く安価である。
設置面積が小さくフラット基礎で設置可能である。
 - 運転経費が少ない。
ラインミキサー及び余剰ガス循環システムの組み合わせにより効率の良い中和が出来炭酸ガス使用量の節約になる。角型シックナー沈降面積及び容積をより大きく設計しており又傾斜板を採用していることから一次、二次薬品が少量でも効率の良いSS処理が出来る。複式汙板型の脱水機を採用していることから汙布等の消耗費が少ない。
又、加圧型脱水方式の無薬注で脱水出来る。
 - シックナー内流速を最少にする設計であることより清澄度の高い処理水が得られ、再利用が可能である。
 - 運転管理が容易である。
原水流入に合わせた自動運転方式を採用している。パトライトによる異状警報装置を標準装備している。
 - 多種多様な原水に対応出来る。
凝集反応槽攪拌機及び集泥用レーキにインバーターを採用し、水量及び濃度に幅広く対応する。
 - 豊富なオプション装置
高分子凝集剤の自動溶解装置
処理水返送装置 (異状警報装置と連動)
炭酸ガス後中和処理装置
鉄分除去処理装置 (エアレーション装置等)
スラリー再濃縮装置
脱水助材添加装置
自動汙布洗浄装置
- シックナー5機種、脱水機4機種を標準化し、処理量に応じた自由な組み合わせが可能です。あなたの現場にピッタリフィットのシステムを御検討下さい。

詳細資料請求、お問い合わせは

東和工業株式会社総販売店
株式会社フジテック
本社 〒930-0821 富山市飯野12-1
TEL (0764) 52-1616(代)
FAX (0764) 52-1617

東和工業株式会社
〒930-0834 富山市問屋町2-3-5
TEL (0764) 51-3981(代)
(0764) 51-3768 (直通)
FAX (0764) 51-0964

Towa Waste Water Treatment System

トンネル、法面補強および擁壁補強らに貢献する

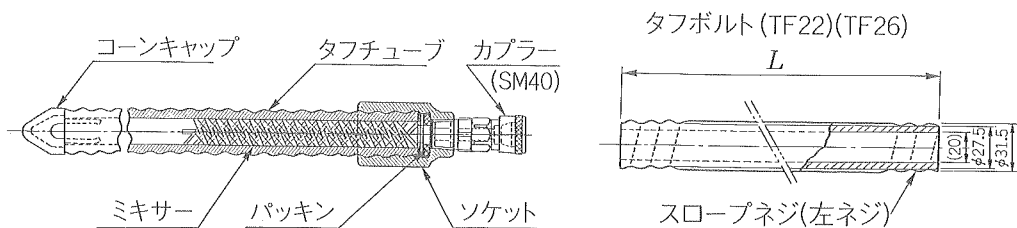
TFTの中空ロックボルト

新製品

タフボルトTF22(タフチューブ)でコスト削減を!

TFTタフボルトの特徴

1. 種類が豊富……目的に適った合理的な材料を選択できることにより大幅なコストダウンが可能。
2. 自穿孔、注入管(フォアパイリング等)の何れにも使用可能。
3. 最大6mまでの長尺が可能。
4. 孔径が大きく施工性が良い。



タフボルトシリーズ主要諸元

種類	外径 (孔径) mm	引張り荷重 Tf	降伏荷重 Tf
タフボルト TF32 (自穿孔型ボルト)	φ34.0 (φ20)	32以上	25以上
タフボルト TF26 (自穿孔型ボルト)	φ31.5 (φ20)	26以上	20以上
タフボルト TF22 (自穿孔型ボルト)	φ31.5 (φ20)	22以上	18以上
タフチューブ (注入ボルト)			

TFT 株式会社 ティーエフティー

〒220-0051 横浜市西区中央一丁目29番16-402号
☎ 045-320-1701 ☎ 045-320-1702

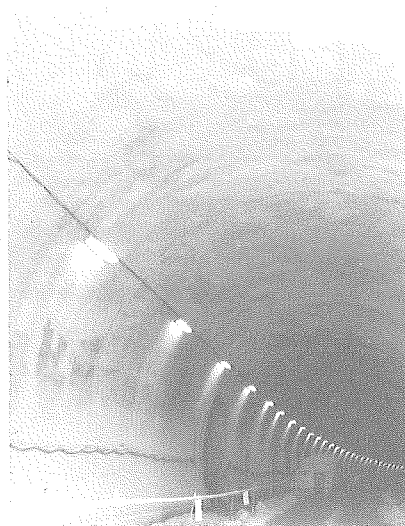
コンクリートの劣化、欠陥箇所の改修、補修……

急硬性改修モルタル

ドクターQ改修工法

〈工期短縮、即日仕上り〉

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

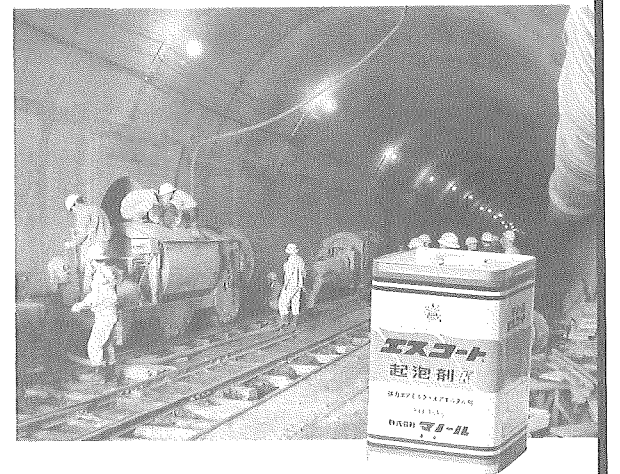


- 短時間で高強度、即日仕上り
- 強力な接着力と収縮、ヒビ割れ防止
- 防水性、防錆力に優れ、中性化防止
- 既調合品で現場管理が簡単

エアモルタル裏込め注入……

エスコート L&K 起泡剤

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



◆ 土木資材の総合プランナー ◆



株式会社 マール

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

トンネル工法の革命児・アトム

PC-ATM

プレキャストアーチトンネル工法
Pre-Cast Arch Tunnel Method

アトムは21世紀を築き上げていく
アーチトンネル工法です。

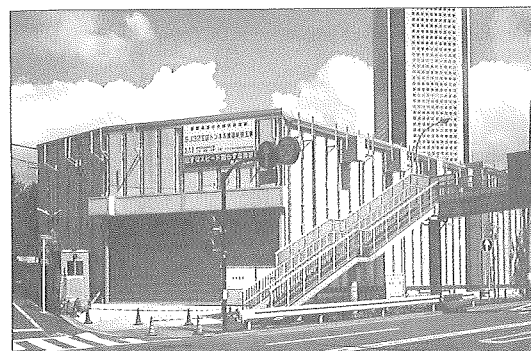


PC-ATM PC-ATM 研究会

事務局 〒100-0006 東京都千代田区有楽町1-12-1
石川島建材工業(株)内 TEL (03) 5221-7263
FAX (03) 5221-7296

三井物産(株) TEL (03) 3285-3060 丸藤シートパイル(株) TEL (03) 3242-7658
岡三リビック(株) TEL (03) 3436-0710 興建産業(株) TEL (03) 5281-1220
石川島建材工業(株) TEL (03) 5221-7263

大丸の防音システム



サイレントハウス(Bタイプ)

- 工期の早い標準型
- 音源対策から大型プラントまで

コスモス(Cタイプ)

- 防音効果が最大
- 環境問題の解決に



VLFシステム

- 超低周波音対策に
- 16Hzで-26dB(実績)



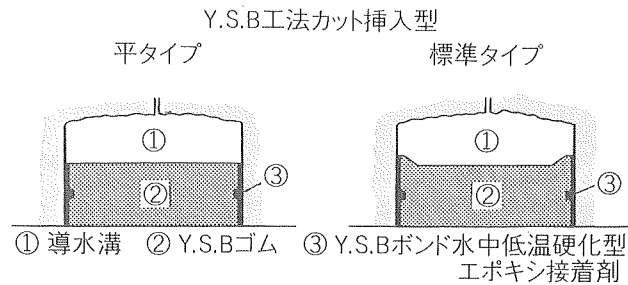
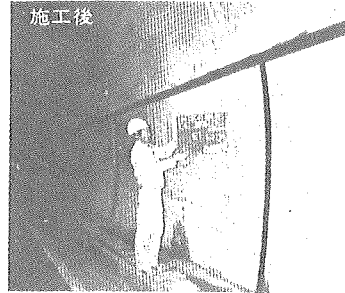
DMR
Daimaru

大丸防音株式会社

設計・施工 東京都知事許可(般-8)第76001号 鋼構造物工事業
建設コンサルタント登録 建8第5745号

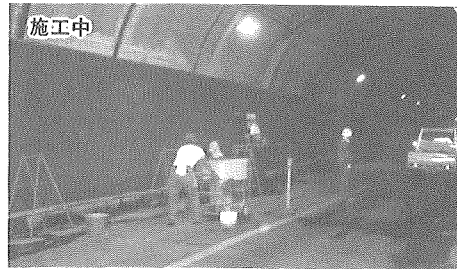
本社 〒104-0042 東京都中央区入船1-3-9 長崎ビル2F
TEL.03-3537-6700(代表) FAX.03-3537-6701
営業所 〒564-0062 大阪府吹田市垂水町3-28-16 オーベクスビル
TEL.06-6821-6151 FAX.06-6821-6477

トンネル漏水、氷結防止工事Y.S.B工法



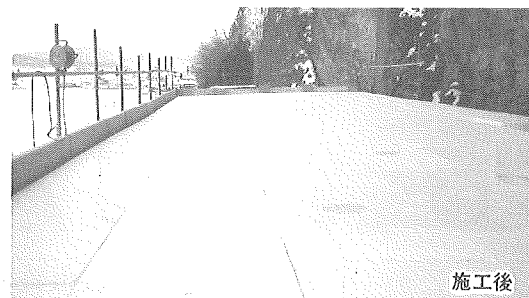
難燃性のある、クロロレン系独立気泡スポンジゴム(Y.S.Bゴム)を用いて導水路を形成し、側溝など排水路へ導水するのがこの工法で、「漏水」「氷結」のあるトンネルの防水、導水工事には最適です。またトンネル壁面照度向上塗装前の水処理には、カット挿入型が欠かせません。

トンネル壁面塗装 Y.T.P-SF工法 PAT第2592956



常乾型フッ素塗料を用いて、トンネル内の照度、洗浄拡散反射率を向上させ、トンネル内の安全性を飛躍的に増大させます。Y.T.P-SFは塗装面の表面張力が低くなるように作られており、水を弾く力が非常に強くなっているため、塵が付着しにくく、水洗いだけでも元の光沢になります。

ロックシェッドの荷重軽減構造 PAT第2124291



ロックシェッド上の敷設土に、比重の軽い発泡体ブロックやハニカム構造体を、組み上げ又は発泡させて、岩石崩壊からロックシェッド・スノーシェッド・トンネル坑門部等の構造物を、保護する工法を考えました。



株式会社 吉澤総合防水

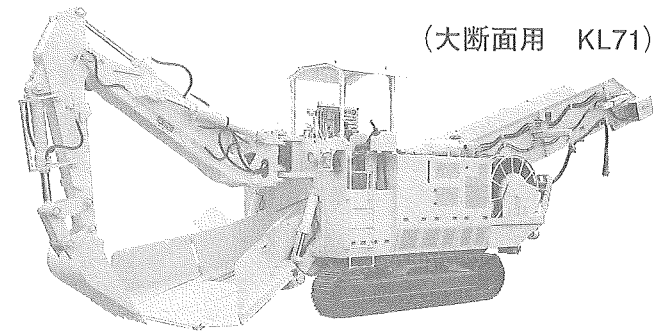
〒390-0851 長野県松本市大字島内3487-17
TEL (0263) 47-5281
FAX (0263) 47-2018

関東連絡事務所 〒270-0021 千葉県松戸市小金原8-16-14 TEL(0473)45-5866 FAX(0473)46-6858

トンネル 急速施行の最新鋭機!

KEMCO Schaeff ロータ

ドイツの特殊建機専門メーカーKarl Schaeff社とコトブキ技研工業㈱が、締結した技術提携に基づき製作・販売されるもので国内のニーズに応え、開発された新方式のずり積込機です。トンネル工事(断面積5~150㎡)又、碎石現場、道路工事等幅広く活用でき、作業能率の向上に威力を発揮。

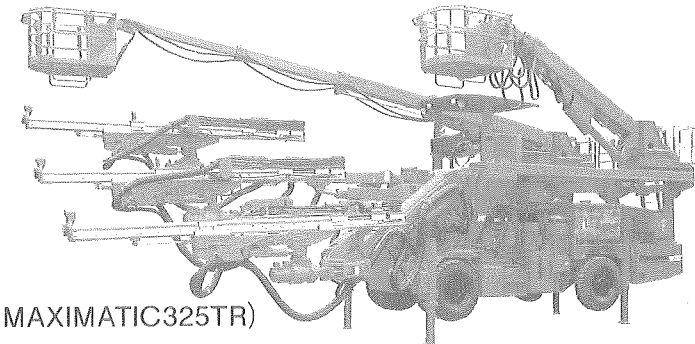


(大断面用 KL71)

型式	KL7	KL20	KL41	KL41CN	KL71
適用ずり取り断面	5~12m ²	10~30m ²	30~80m ²	30~80m ²	30~100m ²
油圧パワーバック	30kW×1	45kW×1	90kW×1	90kW×1	110kW×1
コンベア能力	70m ³ /h	150m ³ /h	300m ³ /h	250m ³ /h	450m ³ /h
重量	8.5TON	13.0TON	27.5TON	27.0TON	35.0TON

KEMCO TAMROCK 油圧モビル・ジャンボ

フィンランドTAMROCK社の高度な技術と、日本の岩石と戦って半世紀の歴史を持つKEMCOのノウハウが、コンパクトな油圧モビルジャンボを完成。小断面用レールジャンボから、ミニベンチ対応の3ブーム2バスケット油圧モビルジャンボSUPER326GRまで各種販売。



(大断面用 MAXIMATIC325TR)

型式	RMH205	MH215TR	MAXIMATIC325TR	SUPER325GR
適用掘削断面	4~40m ²	16~100m ²	25~110m ²	25~139m ²
油圧パワーバック	45kW×2	45kW×2	55kW×2.45kW×1	55kW×2.45kW×1
エンジン出力	—	180PS/2,200rpm	160PS/2,300rpm	160PS/2,300rpm
重量	13.0TON	31.0TON	42.0TON	42.0TON

コトブキ技研工業株式会社

建設機械事業部

■本社 〒160-0022 東京都新宿区新宿1-8-1 大橋御苑駅ビル2F ☎03(3226)3366
 ■広島営業所 〒737-0191 広島県呉市広白岳1-2-2 ☎0823(74)5141
 ■盛岡営業所 ☎019(654)2171 ■福岡営業所 ☎092(471)8819
 ■支店/大阪 ■営業所/札幌・東京・名古屋・松山 ■広島営業所 ☎0823(73)1134

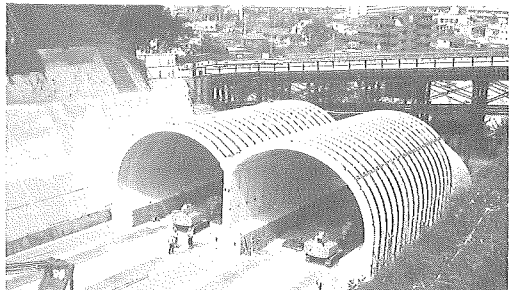
美しさと合理性をもつ多分割式アーチシステム モジュラーチ®

「モジュラーチ」(MODULARCH)は、フランスのマティエール社(Matiere®)が開発した新製品を日本に技術導入した、大型の鉄筋コンクリート二次製品です。アーチ特有の形状・美しさと合理性をもつ多分割式アーチ形構造物です。モジュラーチの特長の主なものは次の通りです。

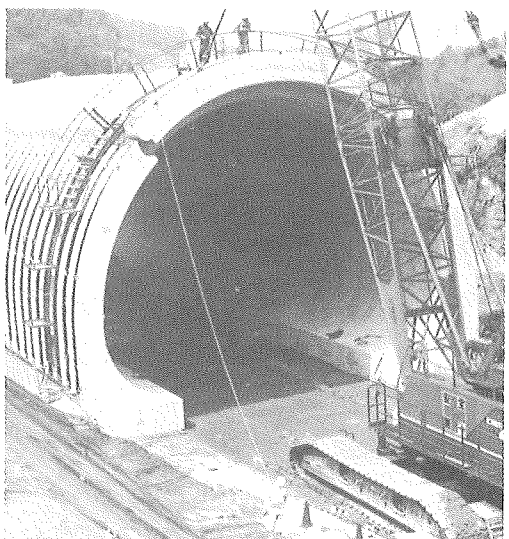
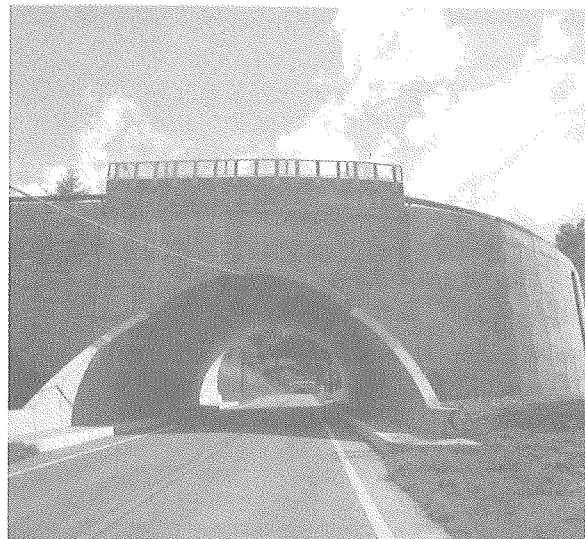
- (1) 多分割式のため大断面の構造物が構築できます。
- (2) アーチ型構造物に加わる荷重によるモーメントが、最も小さい箇所分割する合理的な分割方式です。
- (3) 頂版部と側壁部の継手はヒンジ構造となっており、耐震性に優れた構造です。
(財)土木研究センターによる「モジュラーチ工法の耐震性向上に関する研究委員会」において、地震時に対する安全性について実験を行い、部材、継手とも安全上まったく問題ないことが確認されております。
- (4) 側壁部材が自立する構造になっており、安全性、施工性に優れています。

モジュラーチには次のものがあります。

- (1) シングルアーチ
4分割1組を単体としたもの
- (2) マルチアーチ
4分割で中間側壁をもつ2連以上のもの



マルチアーチ



シングルアーチ



モジュラーチ工法協会

MODULARCH
本部・事務局 〒103-0004 東京都中央区東日本橋2-24-14 タヴィンチ東日本橋
日本ゼニスパイプ(株)内 TEL 03(3865)2618 FAX 03(3865)2625

会員会社 日本ゼニスパイプ(株) TEL(03)3865-2611 FAX(03)3865-2630
ジオスター(株) TEL(03)5232-1400 FAX(03)5232-2651
日本ヒューム(株) TEL(03)3433-4114 FAX(03)3436-3275
オリエンタル建設(株) TEL(03)3261-1174 FAX(03)3234-1949
日本コンクリート工業(株) TEL(03)5462-1051 FAX(03)5462-1042

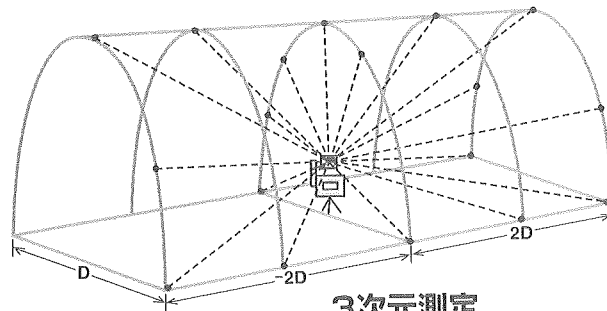
新製品

トンネル3次元形状管理

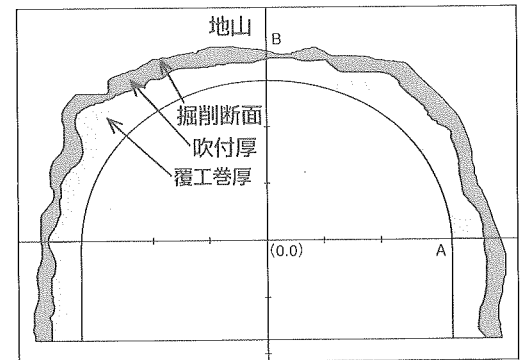
本機は、トンネルコンサルタントとして世界的に有名なアンベルグ社(スイス国)のグループが開発した画期的なトンネル3次元断面測定専用機です。

A. MT. プロファイラー4000トンネル断面測定機

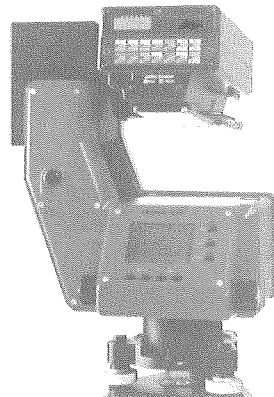
(Patent P.)



3次元測定



測定断面図



(プロファイラー 4000本体)

- トンネル建設における掘削断面・吹付厚・覆工巻厚の管理に最適です。
- 1ヶ所の測定位置で、広範囲(上図 $-2D \sim 2D$)を高密度、高精度($\pm 3mm$)しかも、独特の機構により測定ポイントに死角がなく測定でき、切羽の様な危険な場所での測定作業が回避できます。
- 3次元測定は、指定した距離程ごとに自動で断面に沿って測定出来るため、巻厚評価のような同一断面での重ね合わせが正確に出来ます。
- 測定から評価まで、日本のトンネル施工管理に合わせて作られた専用ソフトを使用しています。(Windows 対応日本語版)

総代理店

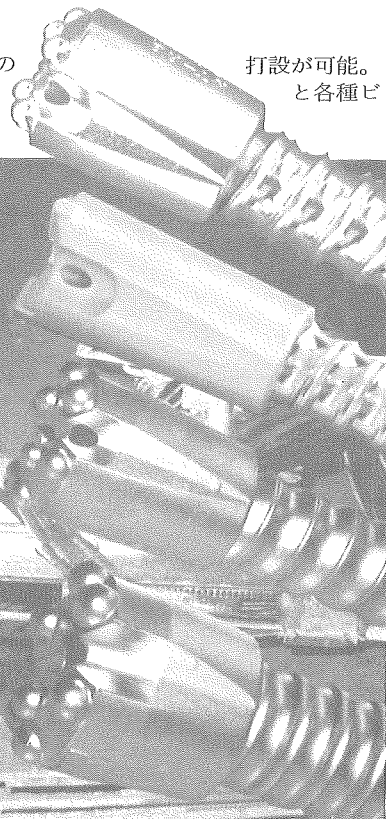
FBK 富士物産株式会社

〒103-0026 東京都中央区日本橋兜町21番7号兜町ユニ・スクエア
TEL 03(5649)7121 (代)
FAX 03(5649)7125
E-mail: sales@fuji-bussan.co.jp

自削孔 NTロックボルト PAT.P

特徴

- 自削孔:** 削孔時には、ビットとロッドの役割をなし、削孔後には、中空ロッド内からグラウト材を充填し、完了するもので、中空ロッド自体がロックボルトの役割をなす。
- 施工性:** スイベルスリーブを使用し、グラウト材をフラッシングとして、削孔すれば、削孔完了が注入完了となり、施工性が大幅に上昇する。
- 左ネジ:** 削孔時のズリ排出が容易。
グラウト材との付着が良く引抜き抵抗が高い。
- 多様化:** 全長左ネジで、カップリングで接続でき、長尺ボルトの適応地山、使用目的に適應した4種類のロックボルトがある。



打設が可能。
と各種ビットがある。

NTロックボルト本体仕様

種類	RB-30	RR-32	RA-40	FP-73
材質及び形状	特殊鋼、台形ネジ	特殊鋼、ローブネジ	特殊鋼、台形ネジ	特殊鋼、台形ネジ
寸法	28.5D*11d(P13.0)	31.0D*16d(P12.7)	39.6D*18d(P13.0)	72.0D*54d(P8.0)
重量	3.5kg	3.5kg	6.6kg	12.5kg
耐力	≥19tf	≥19tf	≥35tf	≥60tf
破断荷重	≥25tf	≥25tf	≥50tf	≥80tf

製造元



日東鐵工株式会社

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

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

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

切羽安定対策用補助工法

天端肌落ち防止 / 切羽安定 / 鏡押さえ / 根固め
縫い返し / 拡幅 / 空洞充填 等

PUIF ウレタン注入式フォアポーリング

山岳工法でのトンネル掘削において、ウレタン系注入材とボルト材を組み合わせる先受けを行う工法。



注入工

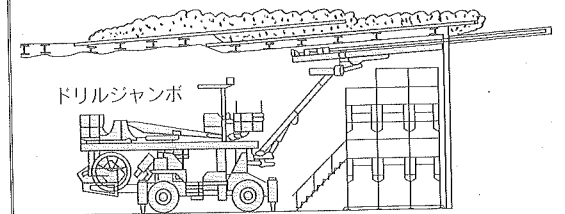
長尺鏡押さえ

樹脂ボルト(FRPボルト)を鏡に打ち込み
定着剤FSRを注入し固定

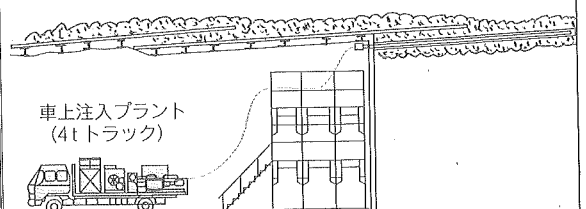


注入式長尺先受工法 (ウレタン注入式フォアポーリング (AGF工法))

長尺の先受を鋼管打設と注入により構築し①通常のドリルジャンボで施工②鋼管を先端で引っ張る方式を採用③地質に応じた削孔システム選定にて、地質の範囲が広く、効率の高い施工が可能。

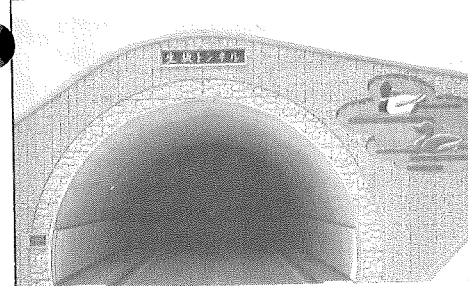


削孔・鋼管打設工



☆注入工(注入機3台同時注入)

TBU ウレタン	FCU 瞬結性	TSRF シリカレジン	EPU 超浸透性	FSR 長尺ボルト用シリカレジン
低粘度、高発泡により、あらゆる地山に対応可能	瞬結性にすぐれている為、湧水対策に最適 空洞充填にも適す	従来のウレタン薬液に対し、ウレタン反応の一方に水ガラスを利用。発泡性能も有し経済性、難燃性を大幅に改善	発泡性能を有し、浸透性が従来の薬液より高く、マサ土や細砂等の地山に最適	ポアホール内を確実に充填し、早期に高い定着力が得られます。



坑口部景観材料

- ◇化粧型枠・レリーフ(オリジナルデザインも可能)
- ◇銘板・標示板(セラミック、みかげ石、鋳物、ブロンズ)

※詳細は各種カタログ有り、資料請求は下記まで



本社 愛知県小牧市東3丁目1番地 ☎(0568)77-8523(直通)

東京支社 東京都港区赤坂2丁目17番22号(赤坂ツインタワービル本館16階) ☎(03)3595-1557(代表)

大阪支社 大阪市西区新町1丁目4番26号(四ツ橋中央ビル16階) ☎(06)6533-2125(代表)

名古屋支店 名古屋市中村区名駅南2丁目14番19号(住友生命名古屋ビル12階) ☎(052)562-8411(代表)

福岡支店 福岡市博多区博多駅前2丁目10-35(JT博多ビル3階) ☎(082)248-1991(代表)

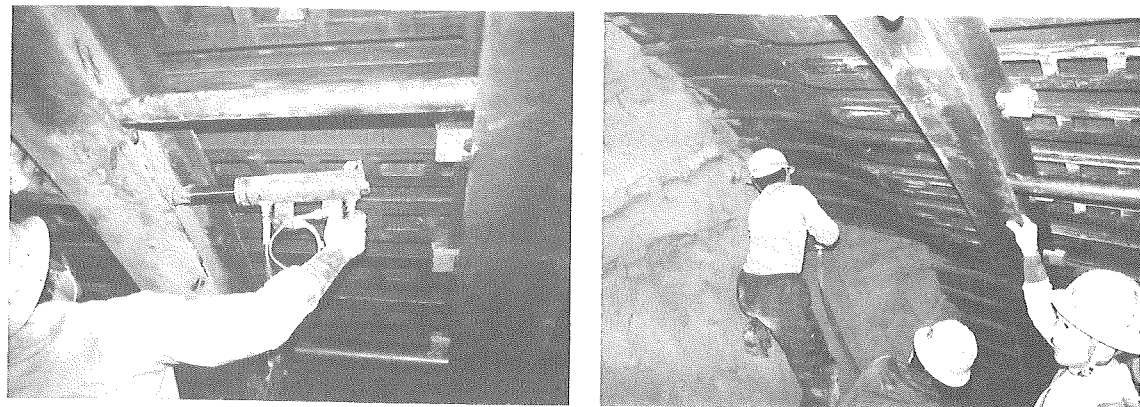
広島支店 広島市中区紙屋町1丁目3番2号(住銀広島ビル5階) ☎(082)451-3261(代表)

札幌支店 札幌市中央区南1条西12丁目322番地(新永ビル6階) ☎(011)261-5586(代表)

東北支店 仙台市宮城野区宮城野1丁目26-15 ☎(022)293-3035(代表)

四国営業所 高松市城東町1-6-26(蓮井ビル4階) ☎(0878)51-0558

アーストンネル掘削工法に最適 SS式メッセル



30年の実績（工法指導致します）

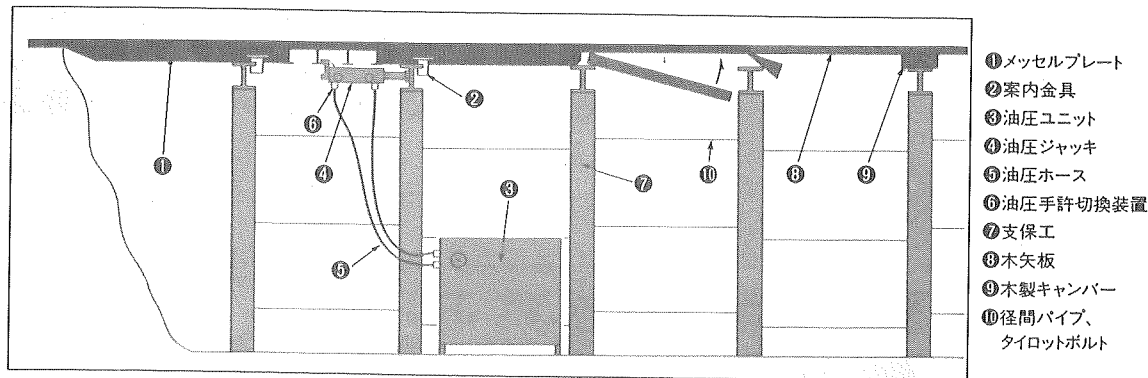
■特長

- メッセルプレートにより内部が保護されているので、地山の肌落ちがなく安全です。
- 余堀が非常に少なく、地山の弛みもなく、地表面の沈下がない。
- メッセルプレートと特殊な案内金具との組合せにより、メッセルの離脱及びノーズダウンを防止する構造になっている。直線・曲線掘進に適應します。

■実績

- メッセル工法に使用される断面は、支保工の形状に従って、円形・角形・アーチ形・馬蹄形、のいずれでも自由に選べます。
- 実績では、JR等線路直下横断工事、トンネル（鉄道・道路・下水道・共同溝）などに多数の実績をもっています。

メッセル工法概略図



 **SHINOHARA CO., LTD.**

〒102-0072 東京都千代田区飯田橋4丁目4番5号(ポンピアンビル) TEL(03)3263-7457 FAX(03)3262-0915 本社営業部

大断面用トンネル集塵機Pシリーズ

環境重視／省エネ・コスト削減

納入実績70件以上



- 送風量より大きい集塵風量で100%捕集・リフレッシュするため、モヤモヤが一気に解消
- 外気と同じ0.1mg/m³以下に清浄化
- 送風量が少なくすむため大幅な省エネ・コスト低減（電気料金が半分）
- フィルターの自動クリーニングにより24000H（実績）のメンテナンスフリー
- 機側77dB(A)の超低騒音
- 10t車マウントで移動・盛替が簡単

（先端集塵換気システム） バイバック、レンタルで提供します。

機種	処理風量(最大)	適用断面
RE-1000P	1200m ³ /min (1300)	65m ²
RE-1500P	1800m ³ /min (2000)	100m ²
RE-2000P	2400m ³ /min (2650)	130m ²
RE-3000P	3000m ³ /min (3300)	200m ²

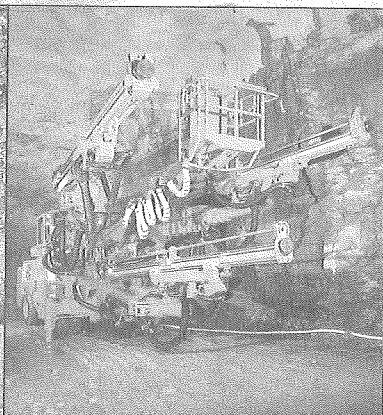
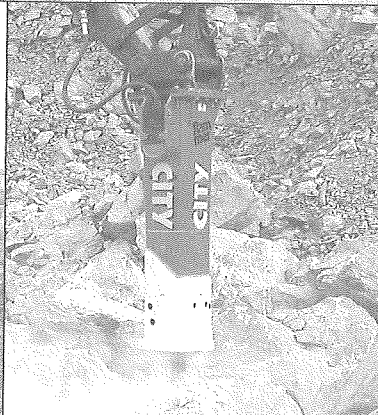
TBM, 小断面用TDシリーズもあります。

 **株式会社 流機 エンジニアリング**

本社 〒108-0014 東京都港区芝5-16-7(芝ビル)
 ☎(03)3452-7400代表 FAX.(03)3452-5370
 つくば 〒308-0114 茨城県真壁郡関城町大字花田字西山84-6
 リースセンター ☎(0296)37-7680 FAX(0296)37-7681

TAMROCK

Your best business partner
in Construction



TAMROCK

Ram mer®

サンドビック タムロック ジャパン株式会社

〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-20

Benex S-1 10F

TEL. 045-476-4111(代) FAX. 045-476-5531

高品質・SEC・高強度対応型 吹付プラント

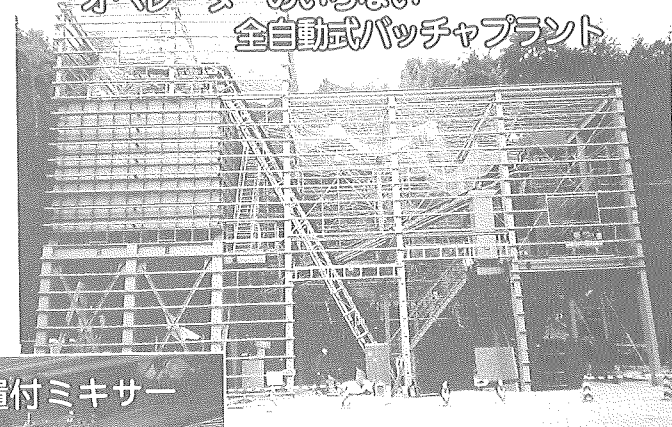
全自動式 バッチャプラント

吹付コンクリート用

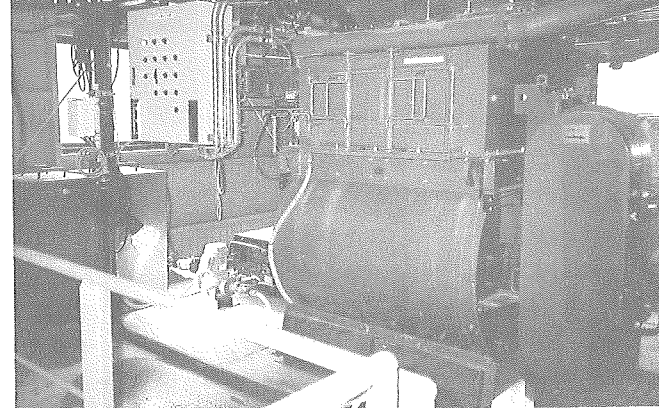
自動スランプ
調整装置

バッチャプラントの水分補正は
名岐の自動スランプに
おまかせ下さい。

オペレーターのいない
全自動式バッチャプラント



伸縮ノズル式自動洗浄装置付ミキサー



MKS-500KBE-TME型

生コン洗浄水処理装置

ミキサー洗浄水

トラミキ洗浄水

リサイクル

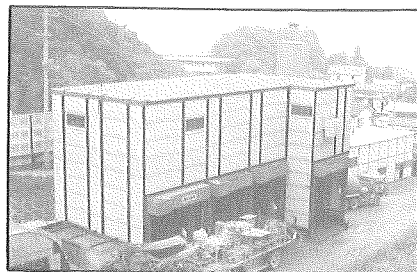
- ◆ スチールファイバー供給設備
- ◆ 濁水処理プラント (能力 10T/H~100T/H) ユニットタイプ
- ◆ 砕石プラント・産廃プラント・ベルトコンベアー 設計・製作
- ◆ 油圧バケット、特殊クレーン設計・製作
- ◆ ターンテーブル (30^{ton}・重タンブ用・40^{ton}通過)

MK 名岐機器株式会社

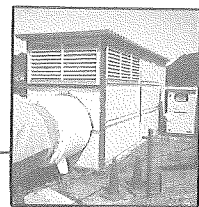
本社 岐阜県大垣市内原2丁目133-1
〒503-0936 TEL (0584) 89-7885(代)
FAX (0584) 89-3693

本巢工場 岐阜県本巣郡本巣町神海
〒501-1235 TEL (0581) 32-5066
FAX (0581) 32-5565

快適な環境と理想的作業空間を創造



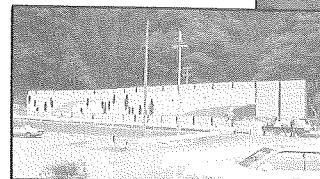
防音ハウス



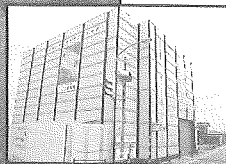
コントラファン用BOX



坑口壁



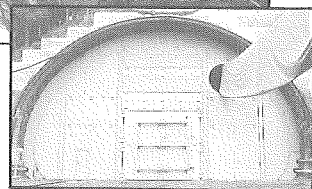
防音壁



スリ板置場用防音壁



坑口用防音シェルター



防音扉(コンクリート充填型)

- URL <http://www.fuse-ind.co.jp>
- E-mail info@fuse-ind.co.jp

リース・レンタルに関し、ご相談下さい。



◆計量事証明業登録 騒音レベル 第913号 ◆建設業登録 とび・土木工事業 第75054号

ヒューズ工業株式会社

FUSE INDUSTRIES CO., LTD.

本社 〒132-0035 東京都江戸川区平井6-35-5 HFビル TEL 03(3617)8111 FAX 03(3617)7565
 大阪営業所 〒531-0072 大阪府大阪市北区豊崎3-4-14 ショーレイビル TEL 06(6359)2611 FAX 06(6359)2288
 つくばテクセンター 〒300-2431 茨城県筑波郡谷和原村大字上小目191-2 TEL 0297(52)2844 FAX 0297(52)3680

急結剤を選ぶなら、 アルカリフリーの時代です。

付着性を向上させる高性能減水剤が
コンビで威力を発揮します。

作業環境にやさしい
アルカリフリー液状急結剤

メイコSA160

シリーズ

吹付けコンクリートの
品質を向上する混和剤

NT-1000

シリーズ

コンクリートの品質向上と材料の安全対策が強く求められる吹付け工事。「メイコSA160シリーズ」はアルカリフリーで、しかも先進の吹付けコンクリート用液状急結剤です。アルカリ分を全く含まないため、作業員に対する安全性が高く、作業環境を飛躍的に改善します。また、単位水量を大幅に低減する湿式吹付けコンクリート用高性能減水剤「NT-1000シリーズ」を併用することにより、さらに付着性と急結性や強度に優れ、はね返りや粉塵量の少ない、品質の安定した吹付けコンクリートの施工を可能にします。

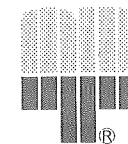
アルカリフリー液状急結剤

メイコ® SA160シリーズ

湿式吹付けコンクリート用高性能減水剤

NT-1000シリーズ

- 高強度化・施工性の改善をするシリカフェーム
「メイコMS680」(スラリー) 「メイコMS610」(粉体)
- 湿式吹付けコンクリートの練り置き時間を1~16時間までコントロールする
「デルボクリート」



Master Builders
Technologies

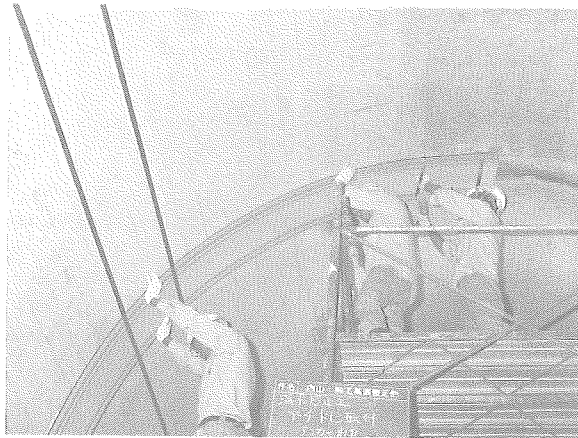
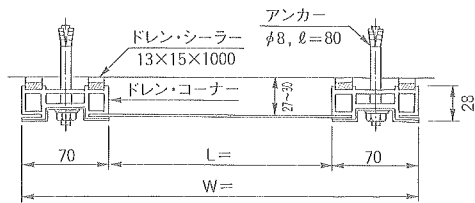
株式会社 エヌエムビー
株式会社 ポゾリス物産

- 本社/東京都港区六本木3-16-26 TEL03-3582-8814(直) FAX.03-3583-3800
 - 支店/東京、大阪 ●営業所/札幌、仙台、宇都宮、千葉、横浜、上越、松本、静岡、名古屋、高松、広島、福岡、鹿児島
- 資料進呈/詳しくは、本社UGC営業部または、最寄りの営業所にお問い合わせください。

Building Tomorrow Together

skw.mbt

トンネル・カルバート・地下構造物の漏水対策に アーチ・ドレン 導水樋

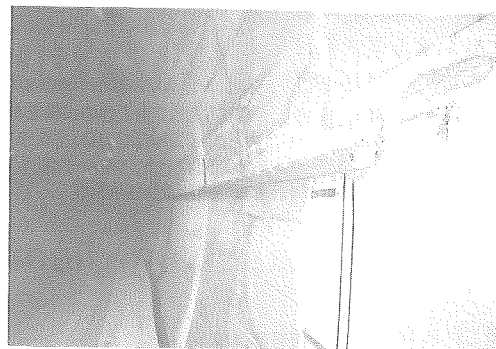
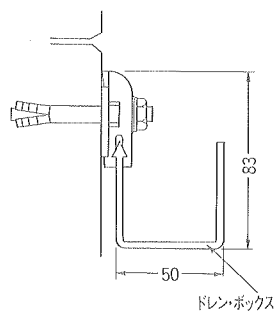


■ 特徴

- ・漏水幅に応じ導水幅の選択が可能
- ・導水プレートはアクリル変性P.V.C強化樹脂で驚異的な耐衝撃性有り
…アイゾット強度240kgハンマー破断せず…
- ・寒冷地型、Boxカルバート用勾配型、etc有。コンクリート剥落対策にも最適です。

水平方向からの漏水対策や壁面流下水処理に

サイド・ドレン 導水樋



■ 特徴

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

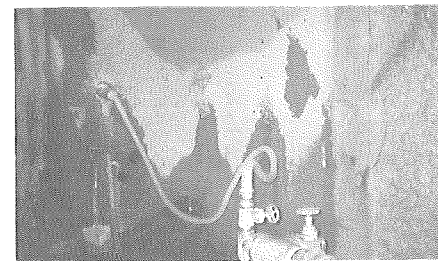
ニホン・ドレン工業株式会社

〒910-2166 福井県福井市小路町4-12-1
TEL 0776-41-3725
FAX 0776-41-3455

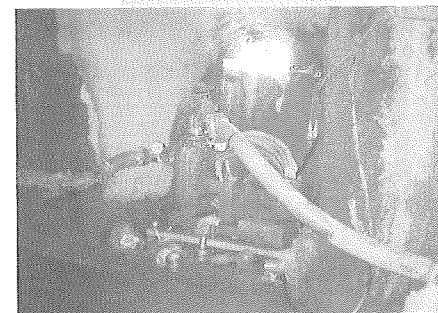
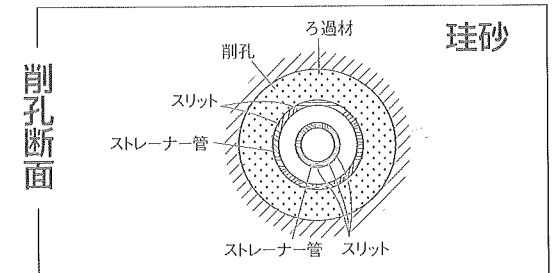
作業環境を守る 考えて動くスタッフ会社

トンネル坑内強制排水システム

<湧水ろ過処理方法> 特許出願中



吸引ポンプ

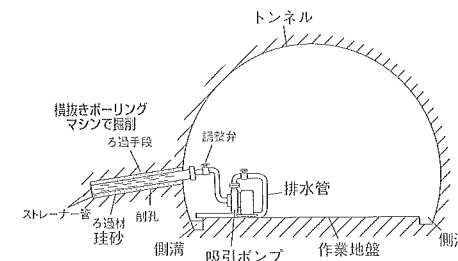


濁水でなく清水



施工後効果

- ① 湧水点またはその付近に横抜きボーリングマシンで削孔を掘削し
- ② この削孔に装着したろ過手段（ストレーナー管と珪砂）で湧水をろ過し
- ③ その清水を所定の吸引ポンプで吸引して排出する湧水ろ過処理方法である
- ④ 湧水を強制引き込みする事によって崩壊防止



トンネル内断面

株式会社 阪本商会 本社

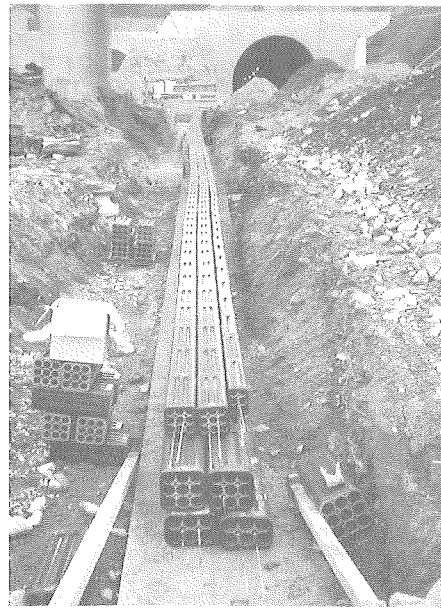
〒556-0023 大阪市浪速区稲荷1-10-4

TEL 06 (6562) 7657

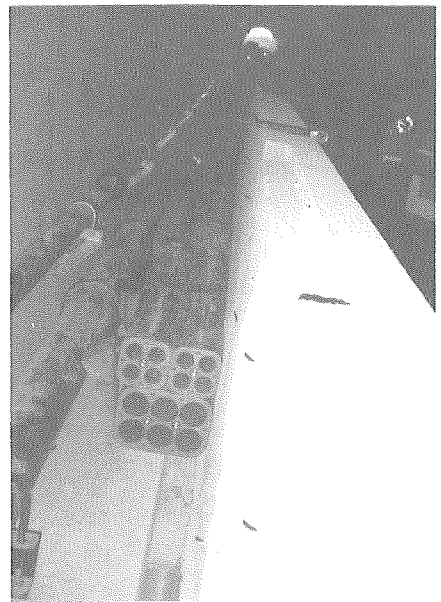
FAX 06 (6562) 7650

E-mail: sakamotosyoukai@mc.newweb.ne.jp

永久施設に永久管路



▲ 宇治トンネル (日本道路公団)



▲ 関南トンネル (日本道路公団)

地下ケーブルの保護に
杉江の多孔陶管

セラダクト

燃えない

錆びない

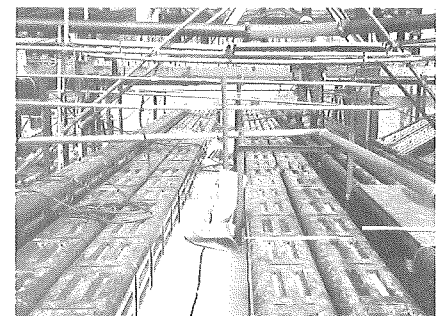
壊れない

地中配線管路材 (JIS C 3653)

トンネル内の狭い空間の
多条数のケーブル布設に
最適な管路です



▲ 川越火力発電所 (中部電力株)



▲ 広野火力発電所 (東京電力株)

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



杉江製陶株式会社

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

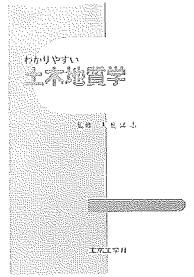
土木工学社の地質学書

(新刊図書)

わかりやすい土木地質学

大島洋志 監修 平成12年11月 発行

B5判 209頁 価格2,500円(税別) 〒340円



主要目次

序 編 トンネルと地質の関わり

1. 地質学とは、応用地質学とは 2. トンネルと地質

第I編 トンネル工事に必要となる基礎的地質学

1. 地球の構造 2. 地層や岩石の分類 3. 地質作用 4. 地質構造 5. 地形と地質との関わり 6. 日本の地質 7. 地下水

第II編 トンネル工事と地質条件

1. 路線選定と地質条件 2. トンネル工法・掘削工法と地質条件 3. 掘削方式と地質条件 4. トンネル掘削に伴う地質的現象

第III編 地質調査法

1. 地形・地質調査一般 2. 既存資料調査 3. 空中写真判読 4. 地質踏査 5. 弾性波探査 6. 電気探査 7. その他の物理探査法
 8. ボーリング調査 9. ボーリング孔を利用して行う調査 10. 室内試験 11. 調査坑調査(施工・維持管理段階の調査含む)
 12. 水文調査・地下水調査 13. 立地条件調査

第IV編 工事を対象とした地質調査の進め方

1. 調査の基本 2. 地山条件の調査の流れ 3. トンネル工事のための地山評価法 4. 調査の成果

(既刊図書)

建設工事の保安地質学 [改訂版] 石井康夫 著 A5判 475頁 価格6,000円(税別) 〒380円

建設工事の地質診断と処方 石井康夫・矢嶋壯吉 共著 A5判 324頁 価格4,300円(税別) 〒380円

地下水の科学 P.A.ドミニコ・F.W.シュワルツ 共著 大西有三 監訳

第I巻 地下水の物理と化学 B5判 235頁 価格4,078円(税別) 〒380円

第II巻 地下水環境学 B5判 252頁 価格4,272円(税別) 〒380円

第III巻 地下水と地質 B5判 197頁 価格3,689円(税別) 〒340円

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・斎藤正忠・北川隆 共訳

B5判 444頁 価格9,800円(税別) 〒450円

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

A5判 360頁 価格4,855円(税別) 〒380円

岩盤の計測と解析 鈴木光 著 A5判 244頁 価格4,200円(税別) 〒380円

地質工学概論 菊地宏吉 著 B5判 276頁 価格4,757円(税別) 〒380円

続きみの庭にも温泉が出る 石井康夫・俣野恭寛 共著 新書判 217頁 価格1,200円(税別) 〒240円

きみも金鉱を発見できる 石井康夫 新書判 200頁 価格980円(税別) 〒240円

お申し込みは、当社へFAXまたはお近くの書店にてお申し込みください。FAX(03-3267-2807)にてお申し込みの方は、書名・部数・送付先・氏名・電話番号を明記のうえ、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
 電話 (03)3267-2888 (代) 振替00110-8-190072

トンネル工事からパンクを追放

坑内用特殊複層タイヤ



特許第1610830号

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

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

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

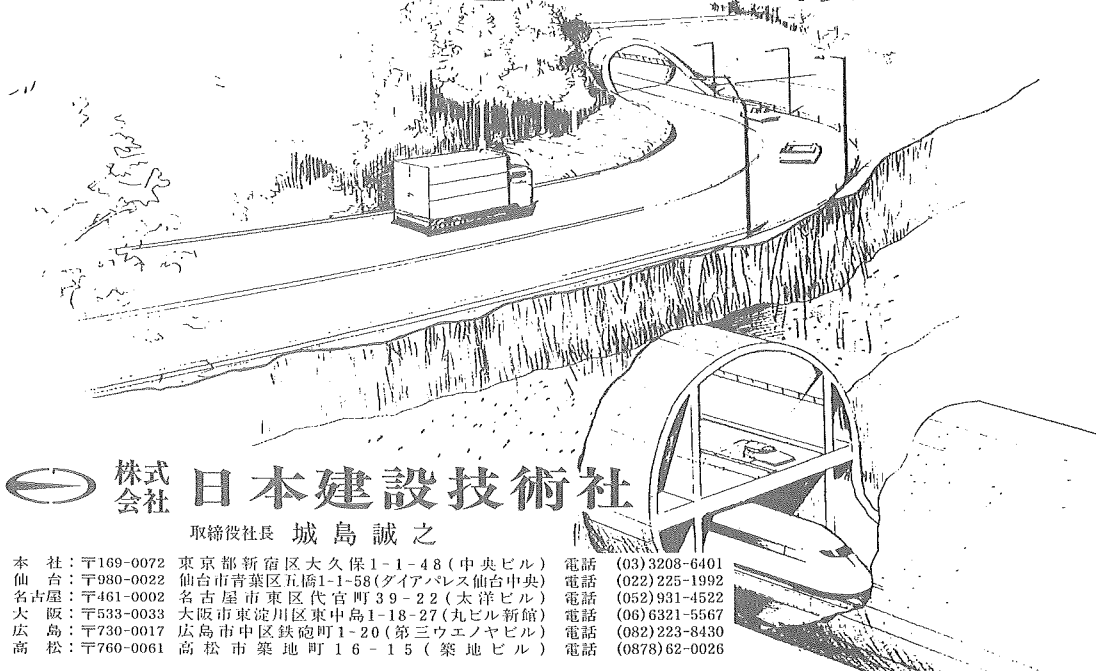
【営業品目】 複層タイヤ/油圧ホース/マテリアルホース/
各種中古車/触媒/線路 (中古)

 **中濃産業株式会社**
代表取締役 土田 義 式

本 社 〒501-1534 岐阜県本巣郡根尾村神所362-1
TEL(0581)38-2241(代) FAX(0581)38-3383
営業所 〒501-1203 岐阜県本巣郡本巣町文珠64-387
TEL(0581)34-3990(代)

昭和34年創立 総合建設コンサルタント (社)建設コンサルタンツ協会会員

トンネル・道路・共同溝設計

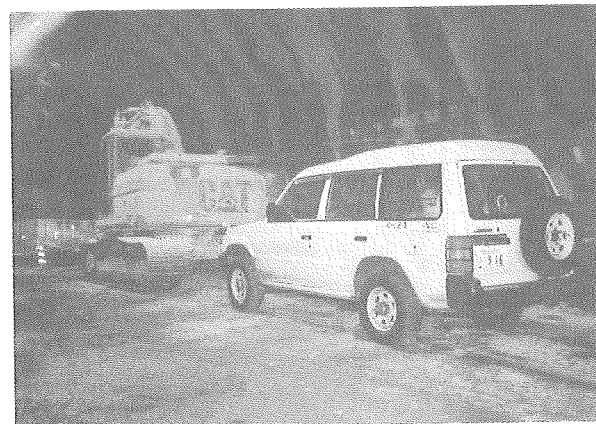


 **株式会社 日本建設技術社**

取締役社長 城島 誠之

本 社 : 〒169-0072	東京都新宿区大久保1-1-48(中央ビル)	電話 (03) 3208-6401
仙 台 : 〒980-0022	仙台市青葉区五橋1-1-58(グイアパレス仙台中央)	電話 (022) 225-1992
名古屋 : 〒461-0002	名古屋市東区代官町39-22(大洋ビル)	電話 (052) 931-4522
大 阪 : 〒533-0033	大阪市東淀川区東中島1-18-27(丸ビル新館)	電話 (06) 6321-5567
広 島 : 〒730-0017	広島市中区鉄砲町1-20(第三ウエノヤビル)	電話 (082) 223-8430
高 松 : 〒760-0061	高松市築地町16-15(築地ビル)	電話 (0878) 62-0026

《現場が現場ですから・・・》



点検のため、巡回訪問のインスペクター・カー

休車は避けられません。
それでも高い稼働率は、CAT製品に共通する特長です。その上、プロダクト・サポートが下支えしています。
全国、津々浦々CATファミリーのサービスネットワークが待機しています。

株式会社 ケイ・リー

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

CATERPILLAR (キャタピラー) 及びCATはCaterpillar Inc.の登録商標です。

数々の技術・豊富な実績が 明日を築く東急の濁水処理設備



◀北陸新幹線碓氷峠トンネル(東)濁水処理設備

◆営業品目◆

トンネル工事濁水処理設備
都市土木工事
P.Hコントロール設備
炭酸ガス中和設備
水処理各種計器器材
上記 設計、施工、管理



東建産業株式会社

(旧 東急設備株)

本 社 東京都渋谷区渋谷1-16-14
〒150-0002 TEL 03(5466)9511
関西事務所 大阪市北区豊崎3-19-3
〒531-0072 TEL 06(6371)6447

■巻頭言 新たな交通ネットワークの形成に向けて……………東京都地下鉄建設(株) 熊代 健… 5

■大江戸線全線開業記念特集
 大江戸線建設の目的と効果……………東京都 寺内 廣壽… 7
 大江戸線全線開業までの歩み……………東京都 金安 進… 9
 “ 平野 元哉
 建設計画……………東京都 野崎 春己… 12
 “ 湊 勇人
 土木工事の概要……………東京都 木場 武美… 15
 新技術および新工法の採用と施工例……………東京都地下鉄建設(株) 森田 幹男… 23
 “ 中村 益美
 “ 高相 恒人
 “ 堤 多喜男
 “ 山崎 秀幸
 “ 横瀬 信夫
 “ 内山 博文
 東京都 木場 武美
 (株)復建エンジニアリング 伊藤 良行
 ほか

軌道・建築・設備・電気工事……………東京都 本山 宗一… 65
 “ 大西 俊雄
 “ 田淵 俊和
 “ 井尻 廣

車 両……………東京都 渡辺 典秋… 69
 大江戸線環状部の建設工事を終えて……………19工区現場代理人… 71
 本誌に掲載された大江戸線に関する文献……………編集部… 81

■連載講座 吹付けコンクリート・ロックボルトに関するQ&A(7)……………JTA支保幹事会… 83
 線路下横断工法(5)……………「線路下横断工法」連載講座小委員会… 89
 EAS工法

■資料 土木情報……………編集部… 22
 トンネルジャーナル……………編集部… 70
 海外文献速報……………JTA研究開発委員会… 99
 トンネルワールドニュース……………JTA国際委員会国内広報ワーキング… 103
 工法・技術・製品ニュース……………編集部… 104

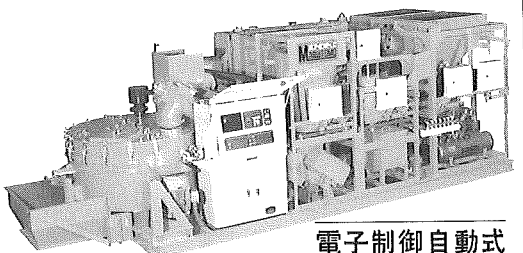
■会 報 会 報……………日本トンネル技術協会… 105
 ■グラビア 眼で見るトンネル工事……………編集部… 1

表紙説明 都営地下鉄大江戸線全線開業
 20世紀最後のビッグプロジェクトである本路線は、昭和61年6月の放射部の着工以来、多くの人の力と新技術・新工法を結集し、14年6か月を経て昨年12月12日全線開業となった。全線38駅のうち、26駅で地下鉄やJR各線と連絡し、首都圏の新しい鉄道ネットワークとしての利便性向上に貢献することとなった。 [写真：編集部]

コンパクトで計量精度は抜群…

丸友の移動式 コンクリートプラント

製造・販売・リース
生産量 10~90m³/H



電子制御自動式
(印字自動記録装置付)

丸友機械株式会社
 本社 名古屋市東区泉一丁目19番12号 電話 (052) (951) 5381 (代)
 東京営業所 東京都千代田区神田和泉町1の5 電話 (03) (3861) 9461 (代)
 恵那工場 岐阜県恵那市武並町藤字相戸2284番地 電話 (0573) (28) 2080 (代)

Furukawa ROCK DRILL

信頼の実績

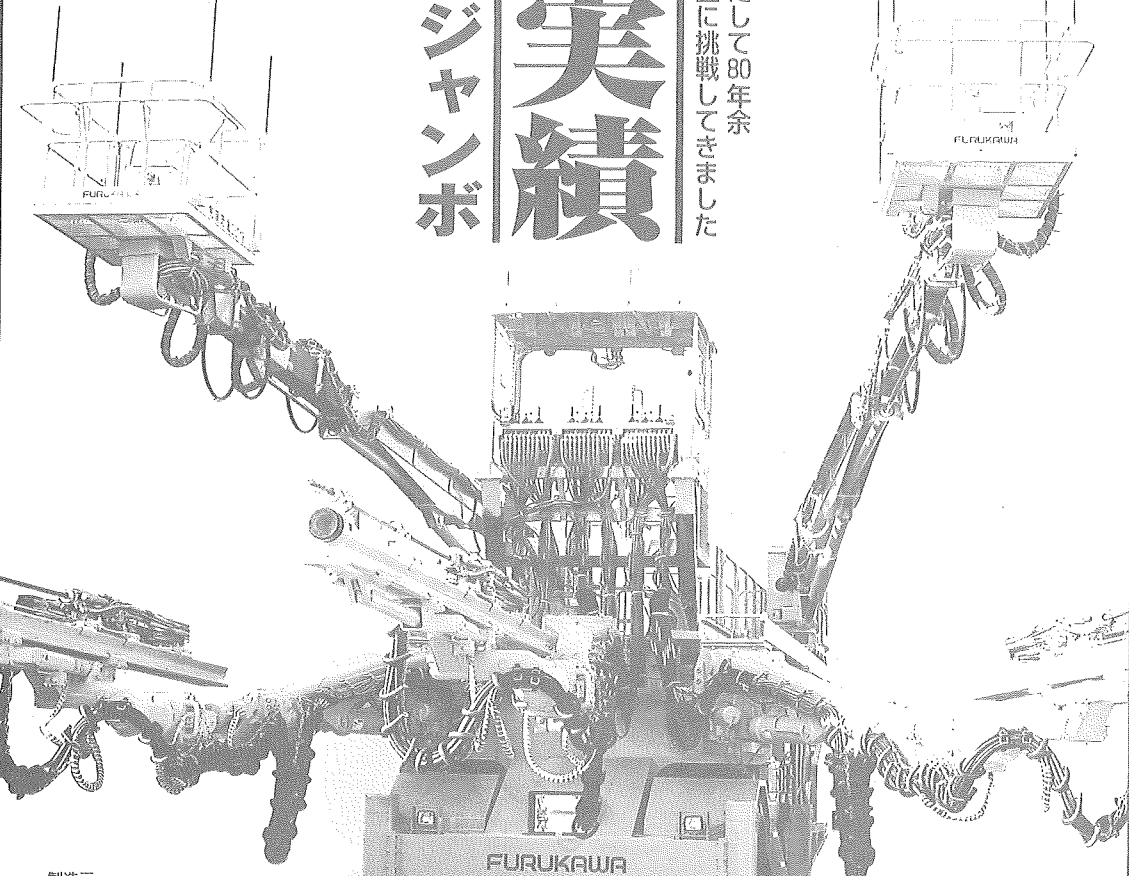
油圧式ホイールジャンボ

古河さく岩機は国産第一号を生みだして80年余
 様々なトンネル工事であらゆる岩盤に挑戦してきました

FIDSにより最高の動力効率
 柔軟で知能的なドリフタ制御を実現

新型ドリフタ搭載

JTH3RS-190EX
 ◆主な仕様
 ○全長 14,350 mm
 ○全幅 3,100 mm
 ○全高 4,200 mm
 ○水平さく孔範囲：幅 13.0 m
 高さ 8.6 m



製造元 古河機械金属

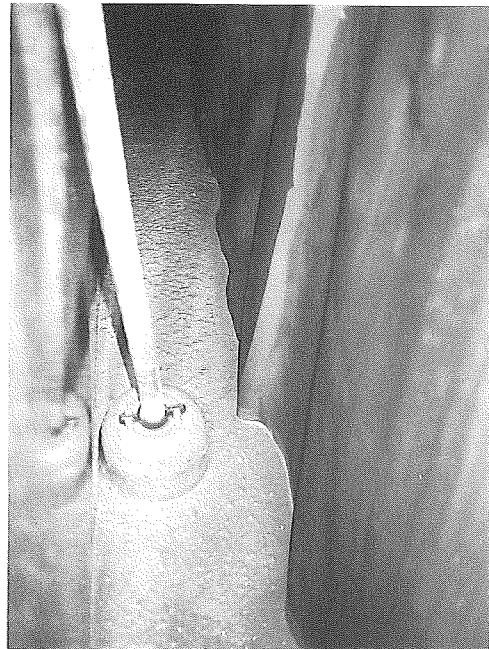
(新幹線・道路・水路等の全断面及びマイクロベンチ工法のトンネルさく孔)

総販売元 古河機械販売株式会社 (旧社名：古河さく岩機販売株式会社)
 本社：東京都千代田区内神田2-15-9(古河千代田ビル) 電話 03(3252)2542
 札幌営業所 011(864)1251 東北営業所 022(384)1301 高崎営業所 027(326)9611
 東京営業所 0424(72)2821 名古屋営業所 0560(76)7755 大阪営業所 06(6475)0251
 広島営業所 082(232)7729 高松営業所 087(862)4077 九州営業所 092(948)1088
 大館出張所 0186(42)1765

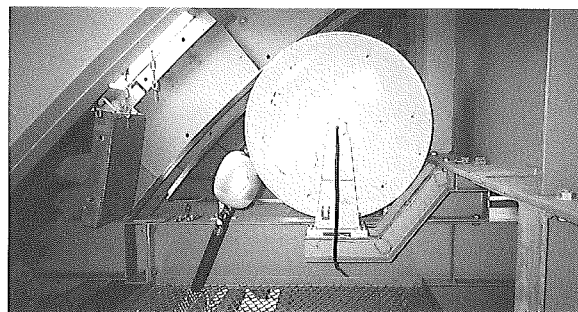
販売代理店 全国に張り巡らされたサービス網
 FDT 古河ドリルテック株式会社
 本社：東京都千代田区内神田2-15-9(古河千代田ビル) 電話 03(3252)6551
 関東営業所 027(322)5953 札幌営業所 011(861)3261 仙台営業所 022(356)5771
 名古屋営業所 0560(77)7700 大阪営業所 06(6475)8221 広島営業所 082(231)5621
 福岡営業所 092(948)2010 神奈川出張所 0274(59)3146 松本出張所 0263(82)0271
 青海出張所 0255(62)3125 高松出張所 087(833)4833

コンクリート打設の新技術

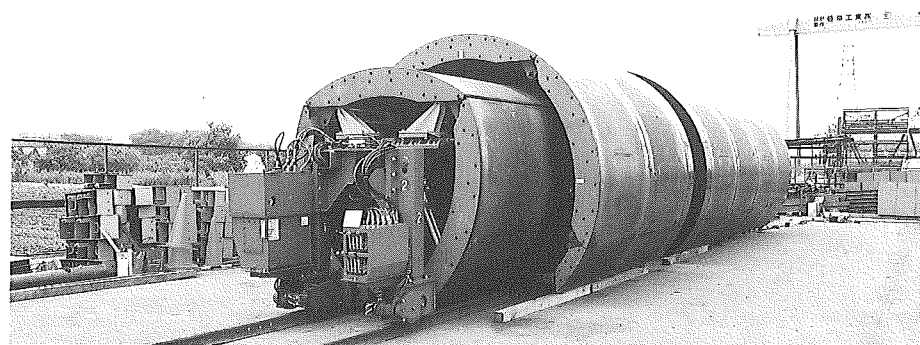
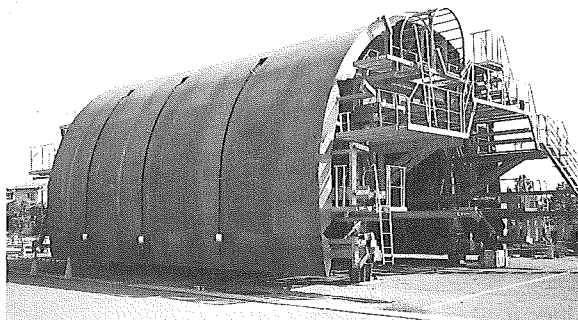
浮きバイブレーターシステム



打設中の浮きバイブレーター



上段：浮きバイブレーターバルancer
下段：浮きバイブレーターを装備した全断面スチールフォーム



上下水道の地下シールドトンネル用テレスコピック円形スチールフォーム



岐阜工業株式会社

GIFU KOGYO CO., LTD.

本社 〒501-0464 岐阜県本巣郡真正町十四条144

本社工場 TEL (058) 323-2000 (代) FAX(058)323-1176

東京支店 (03)3262-1285 (代)

仙台営業所 (022)259-2239

九州営業所 (092)713-5265

Tunnels and Underground

CONTENTS

Vol. 32, No. 2 February

[Memorial Issue for Total Traffic Opening of Ōedo Subway Line]

Purpose and Expected Effect of Ōedo Subway Line Construction (pp.7)

By Hirojyu Terauchi, Director General, Tokyo Metropolitan Office Transport Bureau

The Ōedo Subway Line is expected to play its vital role in enhancing traffic benefits as a new railway network, interconnecting with the other subway and JR lines at 26 junctions out of 38 existing stations in total. It will serve to support urban development of Tokyo Metropolitan Area, covering a wide range of its improving effects on 'traffic functions', 'environment', 'community building' and 'economy', stepping up further from mere means of transport for the citizens.

The Way We Have Come to Successful Opening of the Ōedo Subway Line (pp.9)

By Susumu Kaneyasu, General Manager of Construction & Engineering Tokyo Metropolitan Office Transport Bureau

In the text, mention is made as per the following items:

- Initial planning and social circumstances of those days.
- Scale-reducing efforts and radial section construction.
- Start of activities by the Tokyo Metro. Subway Construction and Management Council.
- Establishment of Subway Line No.12(the origin for Ōedo Line)Construction Promotion Headquarters.
- Construction of radial section.
- Historical background prior to total opening of the Ōedo Subway Line.

Construction Scheme for the Ōedo Line (pp.12)

By Harumi Nozaki, Section Chief of Project Planning Tokyo Metropolitan Office Transport Bureau

The master plan for the Project includes the following items:

- Proposed routing and location of stations.
- Line arrangement and operating mode.
- Planning for sheds and maintenance shops.
- Traffic demand forecast.

As the proposed measures for construction cost saving, mention is made of the following items:

- Adoption of small-section tunnels.
- Introduction of small-sized cars.
- Standardized design application to station facilities on a reduced scale.
- Omission of the secondary lining process.
- Reduction of the right-of-way acquisition costs to minimum.
- Shortening of construction time for completion.

Civil Work Outline for Ōedo Subway Line Construction (pp.15)

By Takemi Kiba, Tokyo Metropolitan Office Transport Bureau

For construction of the radial section the following methods were adopted specifically to meet time requirement for the earliest completion of the total line all at once with the limited number of working personnel:

- 1) Award of construction contract including detailed design services(then, the contractors are to be contracted with design and construction services).
- 2) Large work section divisions(work sections are to be divided by an optimum length with comprehensive view of economy, efficiency, time for completion, local specialties and difficulties, etc.).
- 3) Commissioning of site supervision services(to outsourcing up to the maximum possible limit).

The Ōedo line is planned to cross other existing lines with 7 junctions in the radial section and 40 junctions in the loop section. Then, for the benefit of walking passengers special

consideration was given to the way how to shorten the time to be required for transfer from the one line to the other.

Furthermore, the Ōedo line has its 13 crossings with rivers and 12 bridges through the total route.

Application and Working Examples of New Construction Technologies and Methods (pp.23)

Jointly by M. Morita, M. Nakamura, T. Takaso, T. Tsutsumi, H. Yamazaki, N. Yokose and H. Uchiyama, Tokyo Metro. Subway Construction Co. T. Kiba, Tokyo, Metropolitan office Transport Bureau, Y. Ito, Fukken Engineering Co.

The following new construction methods were adopted for this Project:

- Four-core circular type slurry shield(Roppongi Station).
- New mechanically-jointed segment(for radial section & Roppongi Station).
- Honeycomb segment(Tsukishima shield).
- Keyed segment(Haramachi shield).
- Acute-curve shield(Sendagaya shield).
- Component-member converted shield(Draw-out track).
- U-turn shield(Morisita section).
- Shield equipped with air compressor for obstruction removal(Hongou shield).
- Special cut-and-cover method(Nakai, Shiodome and Shin-Okachimachi Stations).
- Underpinning protection(Daimon and Ueno-Okachimachi Stations).
- Underpinning protection for existing shield tunnel(Roppongi Station).
- Use of backfill soil treated by fluidization.

Trackwork, Building and M&E Installation for Ōedo Subway Line Project (pp.65)

Jointly by S. Motoyama, T. Onishi, T. Tabuchi and H. Ijiri, Tokyo Metro. Office Transport Bureau.

Trackwork: The design concept for the trackwork was based generally upon such structural features as to be able to mitigate and simplify the future maintenance works.

Measures against vibration and noise: The structure was designed with compatibility to the proposed linear-motor operating system.

Building construction: The optimum scale was contemplated to be well matched to the car bodies of a small size, with particular importance attached to the overall economy. As the result, the total construction volume could be reduced by about 20 percent.

Mechanical & electrical installation works: Because of excavation at a deep layer and through not a few shield sections, the ventilation system is designed comprehensively with due consideration to ventilation, air cooling and flue gas emission.

Fifteen(15)substations are operated by remote monitoring control from Daimon Power-dispatching Station.

The signaling system is comprised of PTC(Programmed Traffic Control), ATC(Automatic Train Control) and ATO(Automatic Train Operation).

Running Cars for Ōedo Subway Line(pp.69)

By Noriaki Watanabe, Tokyo Metro. Office Transport Bureau

Two(2)cars are combined into one(1)unit and one(1)set of linear motor is provided for each truck. The car body is made of aluminum.

In the middle of a train formation, there is a space provided for a wheel chair. Car sheds are located in Hikirigakoka and Kiba.

Comments on Completion of Ōedo Subway Line Loop Section (pp.71)

By Site Representatives assigned to 19 work sections

Supervision

Japan Tunnelling Association
Shinko Dai-ichi Bldg., 14-7,
2 chome, shintomi, Chuo-ku,
Tokyo, 104-0042, Japan.

Publisher

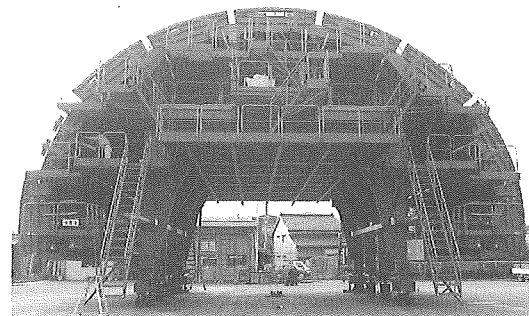
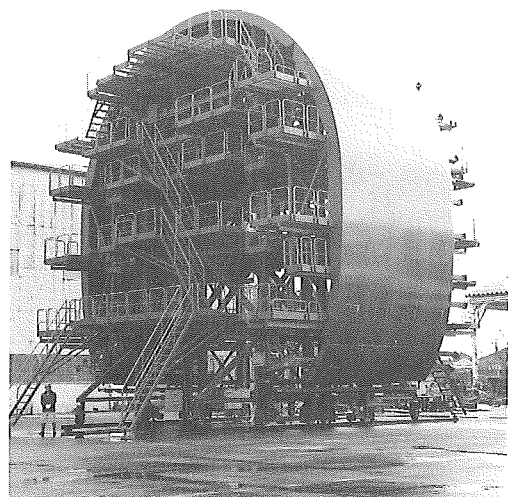
Doboku Kogakusha Co., Ltd.
Major Kagurazaka, 16 Banchi,
Iwatocho, Shinjyuku-ku,
Tokyo, 162-0832, Japan.

Tunnels and Underground

One copy : US \$ 15 (Seamail)
Subscription Rate
One year : US \$ 180 (Seamail)

SAGA'S TUNNELLING FORMWORKS & MACHINERY

大断面トンネル用スチールフォーム



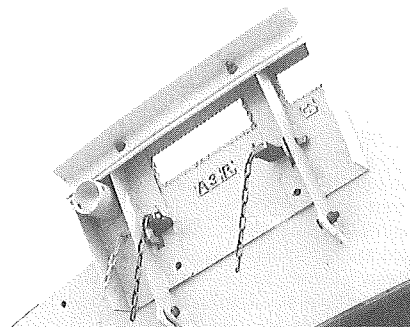
↑ 大断面NATM (第二東名神高速道路)
H=9.6m W=16.9m L=10.5m

← 大断面都市NATM (地下調整池)
H=16.5m W=15.4m L=6.0m

High Performance 高機能妻板をお薦めします

HP 妻板により二次覆工コンクリート打継ぎ部分の品質が向上します//【特許出願中】

- ☆妻板のメッシュから余剰水などが排出できます
- ☆妻板から棒状バイブレーターを水平に挿入して、
コンクリートの締固めができるようになりました
- ☆妻部の脱水、締固め作業が容易にできます
- ☆余剰水などは樋で流下させ作業床を汚しません
- ☆妻板付近のコンクリート品質が向上します
- ☆施工中のセントルに取付けが可能です
- ☆妻板全周への取付けをお薦めします



佐賀工業株式会社

- 本 社：〒933-0073 富山県高岡市荻布209番地 ☎0766-23-1500(代) FAX 0766-25-5629
- 東京営業所：〒101-0047 東京都千代田区神田1-11-10(コハラビル) ☎03-3293-9551(代) FAX 03-3291-3770
- 大阪営業所：〒532-0011 大阪市淀川区西中島3-19-13 ☎06-6390-2670(代) FAX 06-6390-2673
- 仙台営業所：〒989-2445 宮城県岩沼市桑原4-9-12 ☎0223-22-4316(代) FAX 0223-22-4315

会誌委員会の構成 (五十音順・敬称略)

〔委員長〕

橋本定雄 不動建設株式会社特別顧問
(元)東京都下水道局長

〔委員〕

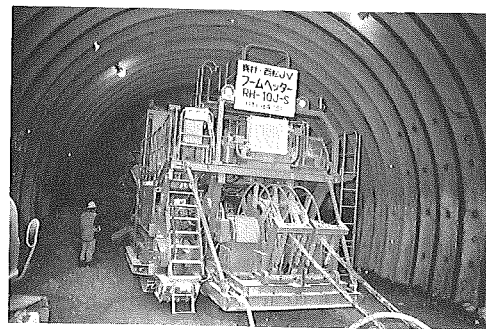
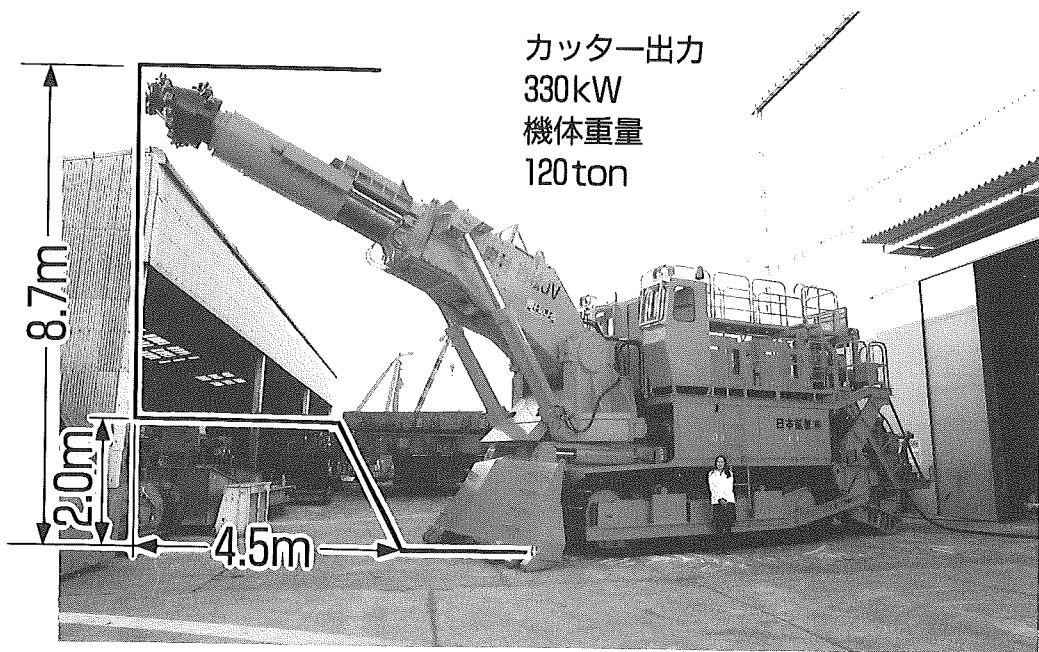
- | | |
|---|--|
| 伊藤 範行
鹿島建設株式会社建設総事業本部土木技術本部
工務部担当部長 | 高山 博文
日本鉄道建設公団計画部計画課長 |
| 猪俣 正
飛鳥建設株式会社土木事業本部副本部長 | 田川 弘義
株式会社竹中土木常務取締役 |
| 岩崎 辰郎
日本道路公団技術部調査役 | 竹林 亜夫
清水建設株式会社土木本部技術第二部担当部長 |
| 遠藤 浩三
三菱地所株式会社顧問 | 端 則夫
大成建設株式会社土木本部土木技術部
トンネル技術室室長 |
| 栗田 幸男
帝都高速度交通営団建設本部設計部
設計第一課課長 | 濱 建介
前田建設工業株式会社顧問 |
| 下保 修
建設省大臣官房技術調査室技術企画官 | 三浦 正彦
株式会社大林組土木技術本部技術第二部長 |

編集顧問の構成 (五十音順・敬称略)

- | | |
|-------------------------------|------------------------|
| 伊吹山 四郎
攻玉社工科短期大学学長 | 林 博
西松建設株式会社専務取締役 |
| 島田 隆夫
鉄建建設株式会社相談役 | 松本 崇義
(元)東京都理事 |
| 高橋 彦治
伸光エンジニアリング株式会社技師長 | 丸安 隆和
東京理科大学教授 |
| 田島 利男
株式会社ロードエンジニアリング代表取締役 | 宮川 房夫
株式会社熊谷組常務取締役 |
| 長友 成樹
株式会社構造技術センター取締役 | 吉川 新吉
東京発電株式会社常任監査役 |
| 西松 裕一
東京大学名誉教授 | 吉村 恒
佐藤工業株式会社常任顧問 |

RH-10J-S ミニベンチ機械掘削工法 ブームヘッダー

カッター出力
330kW
機体重量
120ton



RH-10J-S型は

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

油圧カヤバの建機部門

日本鉦機株式会社 建機部

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

本社 〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目11番1号(富士ビル) 電話(03)3431-9331(代)
 福岡支店 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2丁目6番26号(安川産業ビル9階) 電話(092)411-4998
 工場 〒514-0301 三重県津市雲出鋼管町(カヤバ工業(株)三重工場) 電話(0592)34-4111

編集委員会の構成 (五十音順・敬称略)

〔編集委員長〕

橋本定雄 不動建設株式会社特別顧問
(元)東京都下水道局長

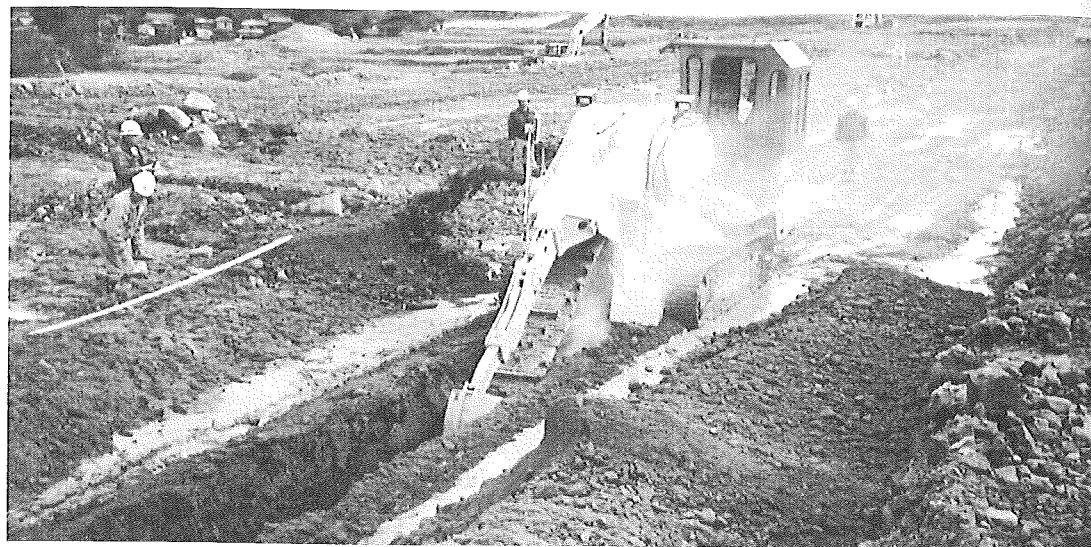
〔編集参与〕

伊藤良行	株式会社復建エンジニアリング 技術第一部部长	定塚正行	株式会社コンテック代表取締役社長
遠藤浩三	三菱地所株式会社顧問	鈴木章	NTT都市開発株式会社常務取締役
大島洋志	国際航業株式会社 執行役員技術センター長	濱建介	前田建設工業株式会社顧問
今田徹	東京都立大学工学部教授	水谷敏則	(財)先端建設技術センター 先端建設技術研究所長

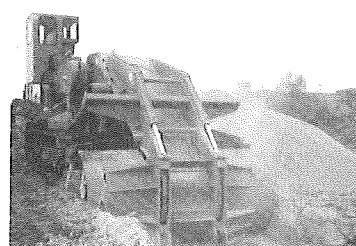
〔委員〕

岩崎辰郎	日本道路公団技術部調査役	中島誠三	帝都高速度交通営団建設本部工務部 工事渉外課課長
木谷日出男	財団法人鉄道総合技術研究所 防災技術研究部(地質)研究室長	野崎春己	東京都交通局建設工務部計画課長
小島宗隆	日本鉄道建設公団工務部工務第一課総括補佐	橋本博之	東京都水道局建設部工務課長
高橋良文	東京都下水道局計画部副参事	真下英人	建設省土木研究所道路部トンネル研究室室長
土井博己	東日本旅客鉄道株式会社建設工務部 構造技術センター課長	山崎剛	東京電力株式会社工務部地中送電グループ 管路建設技術担当課長

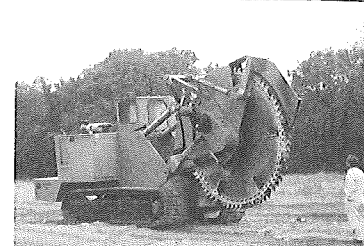
岩盤切削機 トレンチャー **TRENCOR** Inc.



トレンチャー



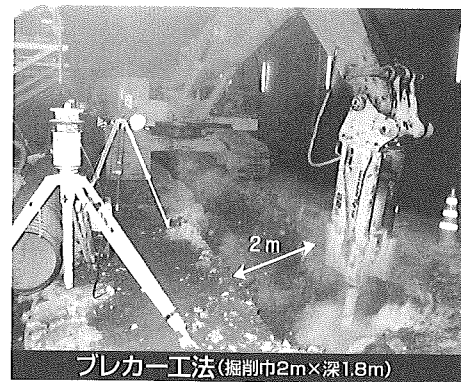
ロードマイナー



ロックソー

	切削巾	切削深	用途
トレンチャー	0.3~2.4m	0.5~10.0m	深溝掘削 ⇒ トンネル中央排水溝、道路、造成地内溝
ロードマイナー	3.0~4.8m	0.9~1.9m	広幅掘削 ⇒ トンネル下半、道路盤、造成工事
ロックソー	0.1~0.3m	0.9~1.4m	狭溝掘削 ⇒ 光ケーブル、電力線、その他

どちらの工法を選びますか？



ブレイカー工法(掘削巾2m×深1.8m)



トレンチャー工法(掘削巾0.8m×深1.8m)

眼で見るトンネル工事

祝 大江戸線全線開業



都営地下鉄大江戸線全線開通式典(平成12年12月11日)

都営地下鉄大江戸線全線開業(平成12年12月12日)に先立ち、前日の11日には大江戸線新宿西口駅構内にて開通式典が行われた。式典冒頭のあいさつでは石原慎太郎東京都知事より「開業に浮かれてばかりいることはできず、これからどれだけ多くの方に利用いただけるかが重要」とのコメントがあった。その後、同知事、扇千景・運輸・建設大臣、北里敏明・自治大臣官房審議官(自治大臣代理)、渋谷守生・東京都議会議員、小倉基・地下鉄12号線促進連絡協議会会長(渋谷区長)、熊代健・東京都地下鉄建設(株)代表取締役社長によりテープカットが行われ、華やかなうちに式典が終了した。

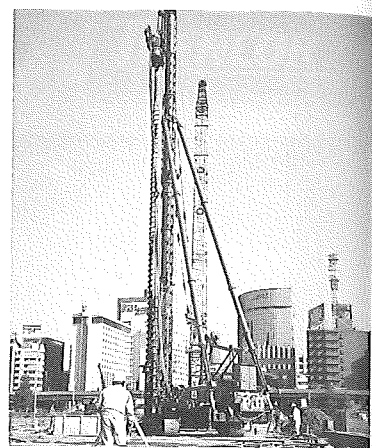
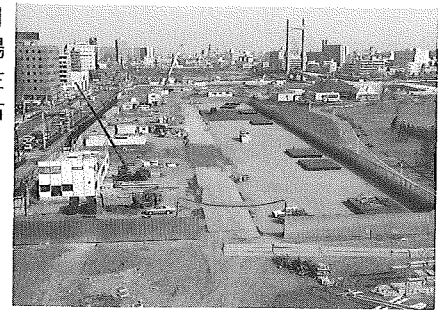
(所属名および役職名は、平成12年12月11日時点による)

TRENCOR INC.
TEXAS, U.S.A
www.trencor.com

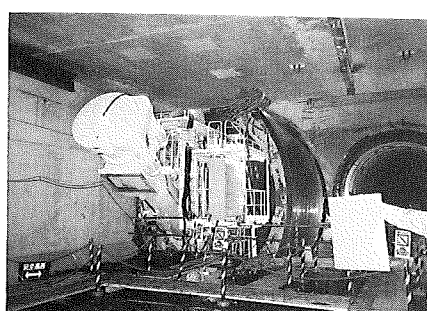
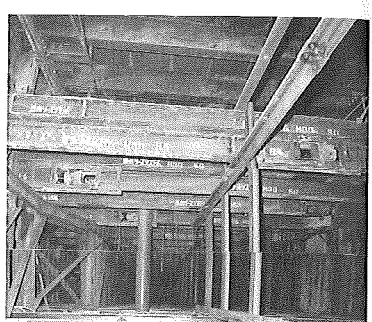
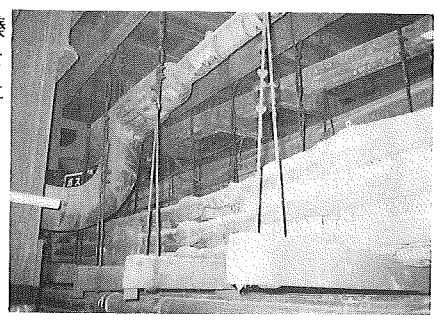
総代理店 **オオヤマ & Co.** (Ohyama & Co.)
〒121-0813 東京都足立区竹の塚 1-27-9
TEL.03-3885-0864 FAX.03-3885-0864
mail: ohyama@mui.biglobe.ne.jp

大江戸線環状部建設の歩み

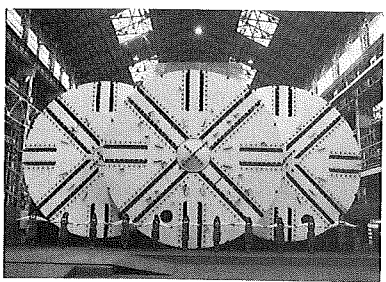
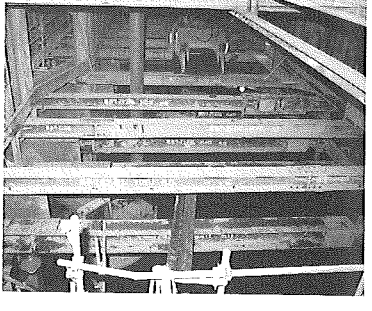
環状部着工（平成4年2月1日に環状部で最初に木場車庫の工事が着工した。左は着工当初の木場車庫、右は汐留駅の杭打工事）



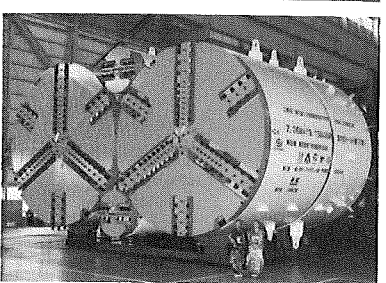
駅部の開削工事では、輻輳する埋設物の防護、移設などに時間を要した。右は土留め支保工。



西新宿シールド発進（環状部で最初のシールド発進。この後、次々とシールドが発進した；平成7年5月18日）

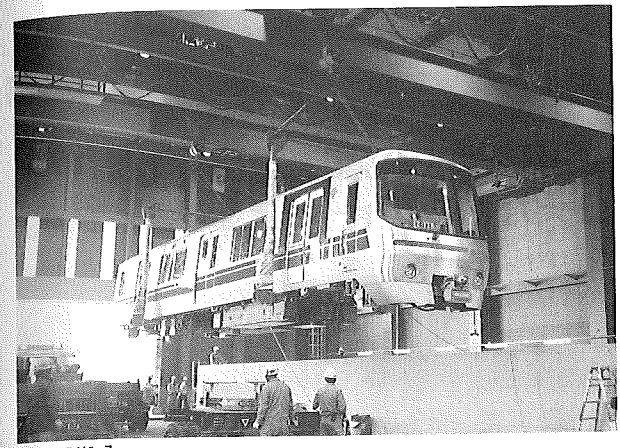


飯田橋駅の3心円泥水式駅シールドと施工後の状況（シールド発進は平成9年5月20日）

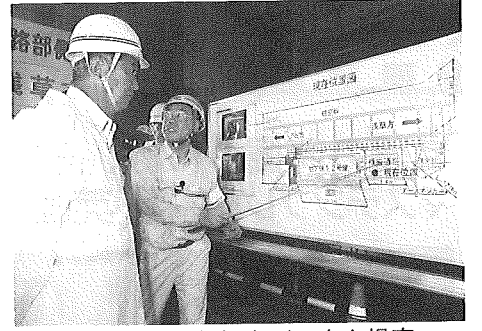


六本木駅の4心円泥水式駅シールドと施工後の状況（シールド発進は平成10年9月12日）

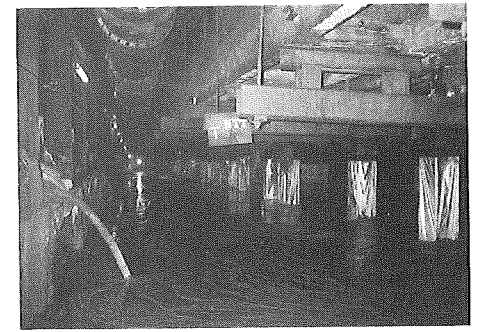
大江戸線のシールド工事では飯田橋駅および六本木駅で多心円シールドが採用され注目を浴びた



車両搬入（木場車庫へ車両を搬入開始；平成11年2月22日）



石原慎太郎東京都知事が工事を視察（平成11年7月21日）



流動化処理土による埋め戻し状況（開削部では全面的に採用された）



汐留シールドが環状部で最後に到達（汐留シールドの到達により環状部のトンネルがつながった；平成12年1月18日）



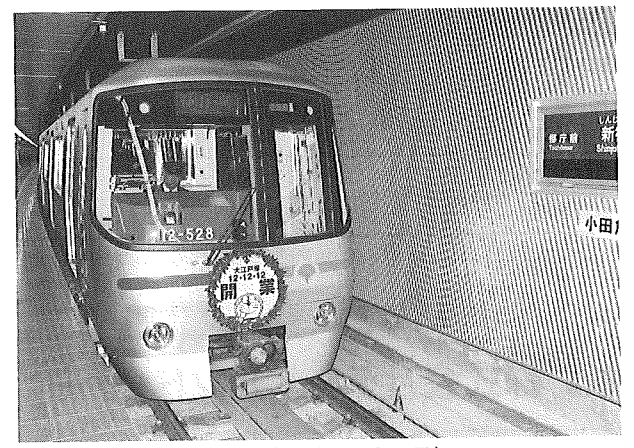
大門駅での入線式（環状部最後の入線式；平成12年7月10日）



開業に向け地上部では路面復旧が急ピッチで行われた



東京都地下鉄建設(株)より東京都交通局へ鉄道施設を譲渡（平成12年11月29日）



大江戸線全線開業（平成12年12月12日）

巻頭言

(題字 萩原 浩会長)



新たな交通ネットワークの形成に向けて

熊代 健

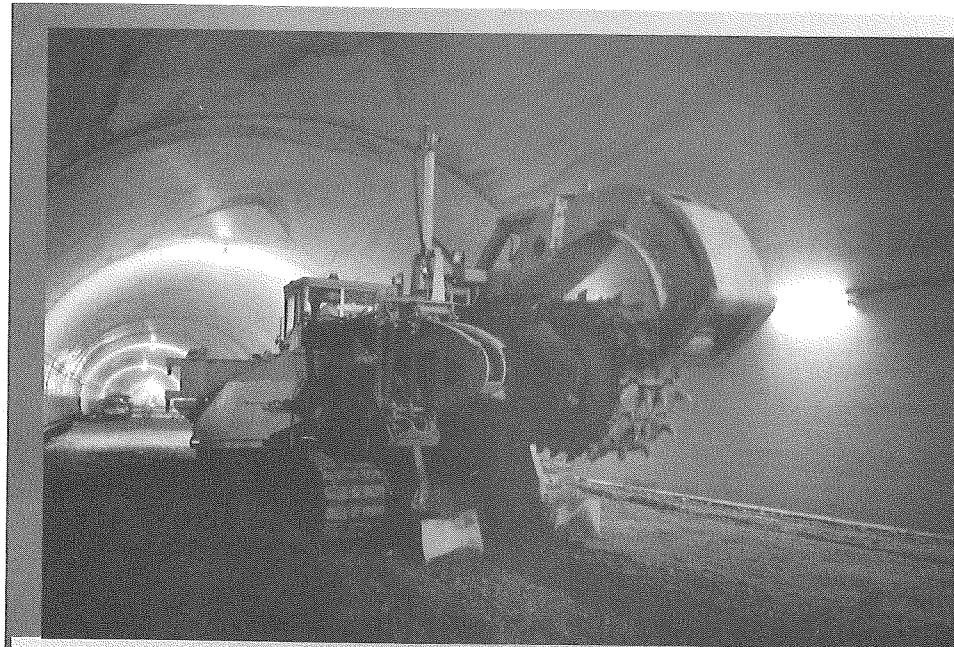
東京都地下鉄建設株式会社は、昭和63年7月に東京都の第三セクターとして創設され、平成元年5月に鉄道事業法に基づく第三種鉄道事業(鉄道線路を第一種鉄道事業を経営する者に譲渡する目的を持って施設する事業等)免許を取得しました。平成4年から逐次、全工区で建設工事に着手し、以来、地下鉄大江戸線環状部約29kmの早期完成にむけて全力を傾注してまいりました。このたび、平成12年11月30日、環状部全線の完成を迎えることができました。これもひとえに、関係機関の皆様方のご理解、ご協力と工事関係者の皆様のご尽力の賜物と心より感謝申し上げる次第です。

大江戸線は、東京の都市構造を一点集中から多心型に改造し、都市機能をもっとも有効に働かせるための基幹的役割を担う公共交通として皆様に早くからその完成が待たれてきたところです。東京から横浜の距離に匹敵する約29kmに及ぶ環状部の建設にあたっては、土木をはじめ軌道、建築、電気、設備など各々の分野にわたる180余の企業体の力が結集され、安全を第一に「早く、安く、より良いものを」をモットーに工事を進めてまいりました。とりわけ、都心部における典型的な都市土木工事となった建設工事においては、平成4年の着工以来、工事関係者は交通対策、沿道対策をはじめ、営業中の他の鉄道との交差に伴う防護、輻輳する埋設物の処理、作業時間の確保、そして、平成12年中の開業にむけた限りある工期など極めて厳しい制約の中での施工を余儀なくさせられました。

この間、新宿駅～国立競技場駅間約2kmにつきましても、平成12年3月に先行的に鉄道施設を東京都に譲渡し、同年4月20日に先行開業をみたところです。残る国立競技場～清澄白河駅～都庁前駅間約26kmにつきましても、工程管理を徹底し、全社員一丸となって建設に取り組んでまいりました。おかげをもちまして、この工事を無事しゅん工させ、平

ロックトレンチャー

岩盤の溝掘りには、日本の環境を考慮して設計製造されたマステンブレック社(英国)のロックトレンチャーをお試し下さい。



「日経コンストラクション」1998年12月11日号p62～63から転載

ロックトレンチャーの性能・諸元

トレンチャーの種類		ロック・トレンチャー			
トレンチャーの種類		小型	中型	準大型	大型
性能	掘削幅(最小)cm	23	30	リクエスト	リクエスト
	掘削幅(最大)cm	70	110	110	110
	掘削岩の硬さ(最大)	400kg/cm ²	800kg/cm ²	1000kg/cm ²	1300kg/cm ²
諸元	重さ t	25	32	50	59
	長さ* m	11.1	12.4	14.0	15.4
	幅 m	2.5	2.95	2.95	2.98
	高さ m	3.0	3.0	3.0	3.20
エンジンの出力 PS		250	330	450	600
保証期間		6ヶ月または1000時間のいずれか早い方			

*長さはフォワードコンペア、水タンクなしの場合。

我が国におけるマステンブレック社のロックトレンチャーによるトンネルの中央排水溝掘削の実績

売木トンネル中央排水溝工事	長野県
城端トンネル中央排水溝工事	富山県
清内路トンネル中央排水溝工事	長野県
中山トンネル中央排水溝工事	愛媛県
白路トンネル中央排水溝工事	徳島県
栃原トンネル中央排水溝工事	兵庫県
袴腰トンネル中央排水溝工事	富山県
津久井導水路中央排水溝工事	神奈川県

株式会社テー・アンド・オー 〒102-0073 東京都千代田区九段北4丁目1-16
TEL.03-3262-5961 FAX.03-3261-1940

成12年11月10日には建設省から運輸開始の承認をいただくとともに、同年11月22日には運輸省の工事完成検査に合格をいたしました。

このたびの完成に至るまでには、関係者の皆様方のこうした8年余にわたる昼夜をわかないご努力があったことは言うまでもありません。大江戸線の建設を契機に沿線では再開発計画が進み、都心への回帰という新たな動きも生まれてきています。

建設された環状部の施設は、厳しい施工条件の中で各々の企業体が技術の粋を集め、創意工夫を凝らして、一人ひとりの技術者の手によってつむぎ上げられたものです。こうした困難な過程を克服する中でいくつかの世に問うべき新技術も生まれ、関係方面の技術的評価もいただきました。

その中で、駅施設につきましては、多様で個性的なデザインを、コストを抑制しながら26駅に結実させるとともに、各駅改札付近にアート手法を柔軟に織り込むことで、地下空間における閉塞感や狭隘感を和らげ、乗降客に“安らぎ”や“潤い”を提供すると共に、機能性や利便性だけを追求しがちな地下空間の質的向上を目指して、29のパブリックアートを設置しました。これは「ゆとりの空間」という名称で呼ばれていますが、いわば年中無休の地下の美術館のようなもので、利用者にアメニティ(快適環境)を提供しています。土木と建築が融合した駅デザインの新しい方向性については、ぜひ一度大江戸線に乗車していただきご自身で体感していただければと存じます。

昨今のもづくり、とりわけ公共事業に対するさまざまな評価の中で、東京都における20世紀最後のプロジェクトがこうして完成をみたことは、都民の皆様はもとより、当社にとりましても極めて意義深いものがあります。私共はこの建設において培った技術を、機会を捉え、ぜひとも関係の皆様方にお伝えしてまいりたいと考えております。そういった意味でこのたびの本誌の特集に取り上げていただきましたことは、まさに機を得たものと感謝いたしております。

最後に本誌が読者の皆様方の参考になりますことを切望しますとともに、環状部の建設というプロジェクトをご指導をいただきました皆様および、御尽力いただきました工事関係者の皆様方に厚く御礼を申し上げ巻頭の言葉といたします。

東京都地下鉄建設株式会社代表取締役社長

〔大江戸線全線開業記念特集〕



大江戸線建設の目的と効果

寺内 廣 壽
(東京都交通局長)

平成12年12月12日、一路線の地下鉄(営業キロ40.7km)としては、わが国で最長となる大江戸線が全線開業しました。

この路線の整備は、まさに20世紀の掉尾を飾るビックプロジェクトであり、都民の皆様をはじめ関係各方面から、東京の鉄道網を飛躍的に向上させる路線として、大きな期待が寄せられておりました。昭和61年6月、放射部の練馬～光が丘間の工事に着手して以来、14年6か月の歳月を経て、晴れて全線開業となった次第です。

大江戸線は、都心を放射状に走る既設の地下鉄、JRなどの他路線と全線38駅のうち26駅で連絡するなど、新しい鉄道ネットワークとしての利便性向上に大きな役割を果たします。

また、鉄道利用者の分散化による鉄道路線の混雑緩和とともに、自動車利用者の公共交通機関利用への転換が進み、道路混雑の緩和や環境負荷の軽減が図られるなど、東京都がすすめる「交通需要マネジメント(TDM)」の施策に資するものであります。

さらに、大江戸線は交通不便地域の解消や、駅を中心としたまちのにぎわいを創出する沿線地域の活性化と連携を強化するとともに、多心型都市構造へと再編・誘導する重要な役割を果たします。

このように、大江戸線全線開業の果たす役割は大きく、とくに環状部においては様々な効果が期待され、その整備効果を試算すると次のようになります。

第一に、大江戸線は、お客様に多様な経路を提供するとともに、乗り継ぎ回数の減少も図られ、移動時間の短縮と料金の節減が期待できます。

時間短縮効果では、一人一日あたりにすると約4.3分、料金節減効果では約18円で、総

額で年間約630億円の効果が見込まれます。

また、都内のほとんどの地下鉄路線と乗り換えが可能であるため、これらの路線では最大で約7%、JR山手線では約3%の混雑緩和が期待できます。

さらに、山手線の内側では鉄道駅から徒歩5分以内のエリアが64%に、10分以内はほぼ全域になります。

第二に、自動車利用から公共交通機関利用への転換が進み、環状3号線では最大で約7%減少するなど自動車交通量が削減され、道路の走行環境が改善されます。このため、自動車利用者にとっても移動時間の短縮や走行経費軽減、交通事故回避といった波及効果が期待できます。

第三に、自動車交通量の削減に伴い、自動車からの窒素酸化物が年間約50t削減されるほか、二酸化炭素などの排出量も削減され、大気汚染や地球環境問題への貢献も期待できます。

第四に、沿線のまちづくりの支援に関しては、大江戸線環状部沿線では開業30年後で、居住人口で約4万人、就業人口で約11万人の人口増加が見込まれるなど、駅周辺でのにぎわいを創出し、地域の活性化を支援します。また、空洞化が進んでいる居住・生活地域の活性化や小規模商業地域の育成にも寄与します。

そのほか、大江戸線の整備により、全国で約2兆1,000億円の経済波及効果を創出するとともに、約14万人の雇用が増加すると見込まれます。

以上のように、大江戸線は「新しい都民の足」にとどまらず、『交通機能』、『環境』、『まちづくり』、『経済』など、その整備効果は広範に波及し、東京のまちづくりを支えるものとなります。

東京都交通局といたしましては、今後も駅施設のバリアフリー化を進め、都民をはじめとする多くの皆様に、安全で快適な都営交通として愛され、お役に立てるよう努力して参りますので、暖かいご支援とご協力をお願い申し上げる次第であります。

最後に、環状部の建設に携わり、多大な御尽力をいただきました東京都地下鉄建設株式会社の熊代社長はじめ多くの皆様方に、深く感謝申し上げます。

〔大江戸線全線開業記念特集〕

大江戸線全線開業までの歩み

1. 大江戸線の誕生と社会情勢

大江戸線(地下鉄12号線)は、昭和47年3月、都市交通審議会から「東京圏高速鉄道網整備計画」(答申第15号)として答申された13路線の中の1路線で、放射部、環状部からなる「6の字形」の形態をした総延長40.7kmに及ぶ長大な路線である。

答申が出された当時は、オイルショック前の高度経済成長期にあり、東京における人口および産業の集中が著しく、輸送力の増強、到達時間の短縮および副都心の育成を図るため高速鉄道網の整備が急務とされた。

このような状況の下に、東京都は昭和49年8月、大江戸線全線の免許を取得し、答申の内容に沿って建設計画を進めていた。しかし、昭和48年の第一次オイルショックによる社会経済状況の激変により、東京都の財政はきわめて厳しい状態となり、また、人口および産業の集中の鈍化傾向もあって、大江戸線の建設を一時見合わせることにした。

2. 小型化と放射部の建設

昭和53年5月、都知事の諮問機関である東京都交通問題対策会議は、「都営交通の安定と発展のための方策について」の報告書をまとめ、その中で大江戸線については、「再度交通需要の予測を行い、路線立地、交通機関の構造、経済性、補助制度などを検討のうえ建設されるべきである」と提言した。

こうした状況の中、グラントハイツ跡地(光が丘)における大規模住宅団地建設に伴う交通機関の整備の必要性が高まり、東京都は昭和57年12月に策定した「東京都長期計画」の10か年計画の中で、大江戸線放射部(新宿～練馬～光が丘間)の整備を図ることとした。

この放射部の建設にあたっては、先の東京都交通問題対策会議の提言を受けて、①輸送需要に見合った適正規模の規格とする、②新技術の導入を図る、③建設費、運営費の節減に努める、こととし再検討を開始した。

最新の資料にもとづき経済の低成長下の諸条件を勘案して、輸送需要を推計し直した結果、従来の規模(20m車、10両編成)の地下鉄に比べ、小型化が可能であること、また、大江戸線は他線と相互乗り入れをしない独立した路線である、などにより独自の規格・規模の地下鉄

とすることを前提に、車両の小型化(16.5m車、8両編成)、トンネル断面の縮小、駅などの諸施設のコンパクト化を図ることを決定した。

放射部のうち、練馬～光が丘間については昭和60年8月に工事施行認可を取得し、昭和61年6月に大江戸線の最初の工事に着手した。つづいて、平成2年8月、新宿～練馬間の工事を開始した。そして、平成3年12月に練馬～光が丘間の開業に引き続いて、平成9年12月に新宿～練馬間を開業した。

放射部着手後の昭和63年12月、後に詳述する地下鉄12号線建設推進本部が車両の推進力にリニアモーター駆動方式(鉄車輪式)を採用することを決定している。

3. 東京都地下鉄建設・経営調査会の発足

環状部についてはその規模が大きく、巨額の資金を必要とするなど財政上の課題から、具体的計画は保留していた。

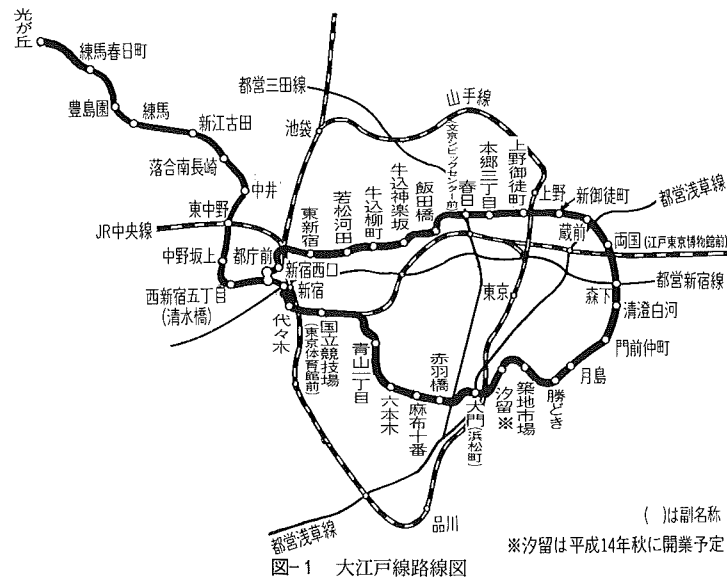
一方、わが国の国際化は急速に発展し、その進展とともに東京は日本の首都として、情報、金融、文化など様々な面において、ニューヨークなどと並ぶ国際都市となりつつあった。

21世紀に向けて名実ともに世界をリードする国際都市東京とするためには、都市構造での整備を図っていくことが都政の重要な課題であった。

こうした状況の中、昭和60年7月、運輸政策審議会は「東京圏における高速鉄道網の整備に関する基本計画について」(答申第7号)において、今後の都市政策の基本は都市圏の無秩序な拡大に歯止めをかけるとともに、東京都心部への一極依存構造に代わって、都市機能の分散化により多核分散型都市構造への誘導を図っていくことが肝要であるとし、首都圏の業務機能の分散、放射状路線相互の連絡などに資するため、環状方向の路線の設定に配慮することを基本的考え方として取り入れた。

この答申において、平成12年までの整備目標として大江戸線(新宿～柳町～春日～御徒町～蔵前～森下～清澄～門前仲町～月島～浜松町～麻布十番～六本木～青山～丁目～新宿～東中野～西落合～練馬～豊島園～光が丘～大泉学園新座市方面)の建設が再度答申された。

これを受けて東京都は、環状部の建設に積極的に取り組むこととした。しかし、建設には巨額の資金を必要と



するなど建設をめぐる状況には厳しいものがあることから、昭和61年4月、学識経験者などから構成される「東京都地下鉄建設・経営調査会」を設置し、建設促進を図るための諸方策について専門の見地から調査検討を行った。

同年11月にこの調査会の中間報告を受け、「第二次東京都長期計画」において、環状部の新宿～六本木～月島～春日～都庁前間を昭和70年代の早期に完成することを長期目標として掲げた(図-1)。

4. 地下鉄12号線建設推進本部の設置

東京都は昭和62年3月、「東京都地下鉄建設・経営調査会」の最終報告を受け、環状部の建設を都政の最重要課題の一つとして位置づけ、都をあげてその建設促進を図るため、同年4月知事を本部長とする「地下鉄12号線建設推進本部」(以下、推進本部という)を設置した。

この推進本部は昭和62年、環状部のルートと駅位置を確定するとともに、遅くとも平成3年度に着工し、平成8年度末の全線同時開業を目途に建設を進めることを決定した。

つづいて、推進本部は環状部の建設にあたっては、巨額の資金を必要とし、かつ、短期間に約29km(建設キロ)に及ぶ大規模な建設工事を行わなければならないため、多様な民間資金を導入し、建設要員の確保と効率的で柔軟な事業執行体制を整備する必要があるとして、東京都が主体となって第三セクターを設立すべきであると決定した。

さらに、第三セクターが建設した鉄道施設は、東京都が長期分割支払いで譲り受け、放射部と一体で大江戸線

の経営を行うこととした。これを受けて東京都は、同年11月「東京都総合実施計画」において計画を具体化するとともに、翌年の昭和63年7月に東京都を主体とした日本鉄道建設公団等出身の職員で構成される「東京都地下鉄建設株式会社」を設立した。ここに環状部の建設主体を同社とし、建設後の経営主体は東京都交通局として、新たな前進が開始された。

5. 環状部の建設

東京都地下鉄建設(株)は、平成元年5月、環状部の新宿～六本木～月島～春日～都庁前間について、第三種鉄道事業免許を受け、東京都と密

接な連携のもとに、環状部の一連の許認可などの行政手続き、各種都市施設管理者との交差協議などを積極的に進め、平成3年4月に運輸大臣の工事施行認可、平成4年3月に建設大臣の工事施行認可を受けた。

建設工事については、平成4年2月に木場車庫から着手し、平成5年4月には全区間の工事に着手した。

環状部は当初、平成9年3月の全線同時開業を目指して取り組んでいたが、都心部を通るため鉄道、河川などの多くの主要都市施設との交差があり、さらには商業施設、業務施設が密集する繁華街であることから、厳しい施工環境の下での工事となり、工期の遅延が避けられず完成を平成12年中と延伸せざるを得なかった。

このような中、比較的工事が順調に進んだ新宿～国立競技場間は、平成12年4月に先行して開業し、残る全区間については平成12年12月12日に開業した。

ここに、放射部の練馬～光が丘間を着手して以来、14年6か月の歳月を経て、全線の完成をみるに至った。

なお、路線名称については、公募により募集(約3万通)し、有識者などによる「都営地下鉄12号線名称選考委員会」の推薦を得て、平成11年12月「大江戸線」と決定した。

この新名称は、新宿～国立競技場間の開業に合わせ正式に使用している。

また、大江戸線の大泉学園町への延伸については、平成12年1月、運輸政策審議会は答申第18号において、平成27年まで、大泉学園町まで整備着手することが適当であると、かつ、武蔵野線方面への整備について、今後検討すべきであったとした新たな東京圏における高速鉄道の整備に関する基本計画を策定した。

(文責：金安 進・東京都交通局建設工務部長/平野元哉・同 建設工務部計画課環状部連絡係長

表-1 大江戸線の経緯

1972(昭和47)年3月1日	都市交通審議会「東京圏高速鉄道網整備計画」答申第15号
1974(昭和49)年8月30日	都営12号線(大江戸線)*西新宿～*高松町間免許取得
1984(昭和59)年8月9日	都市計画変更決定(練馬～光が丘間、高松車庫含む)東京都告示第748号
1985(昭和60)年7月11日	運輸政策審議会答申第7号(光が丘～大泉学園町間追加)
1985(昭和60)年8月7日	練馬～光が丘間工事施行認可(運輸省)
1986(昭和61)年2月20日	練馬～光が丘間道路下敷設許可(建設省)
1986(昭和61)年6月1日	練馬～光が丘間工事着工
1987(昭和62)年3月17日	東京都地下鉄建設・経営調査会最終報告
1988(昭和63)年7月28日	東京都地下鉄建設(株)発足
1988(昭和63)年12月21日	地下鉄12号線建設推進本部「リニアモータ方式」決定
1989(平成元年)年5月31日	東京都地下鉄建設(株)*西新宿～新宿間第三種鉄道事業免許取得
1989(平成元年)年11月7日	新宿～練馬間環境影響評価書公示(東京都告示第1145号)
1990(平成2)年2月5日	新宿～練馬間工事施行認可(運輸省)
1990(平成2)年2月16日	都市計画変更決定(新宿～練馬間)東京都告示第157号
1990(平成2)年2月20日	新宿～練馬間道路下敷設許可(建設省)
1990(平成2)年6月29日	新宿～練馬間工事施行認可(建設省)(環状6号線部分を除く)
1990(平成2)年8月1日	新宿～練馬間工事着工
1991(平成3)年1月16日	新宿～練馬間工事施行認可(建設省)(環状6号線部分)
1991(平成3)年4月19日	*西新宿～新宿間工事施行認可(運輸省)
1991(平成3)年5月13日	都市計画変更決定(環状部*西新宿～新宿間)東京都告示第567号
1991(平成3)年5月30日	*西新宿～新宿間道路下敷設許可(建設省)
1991(平成3)年12月10日	練馬～光が丘間開業
1992(平成4)年2月1日	*西新宿～新宿間工事着工
1992(平成4)年3月19日	*西新宿～新宿間工事施行認可(建設省)(汐留地区を除く)
1992(平成4)年8月19日	*西新宿～新宿間工事施行認可(建設省)(汐留地区)
1997(平成9)年12月19日	新宿～練馬間開業
2000(平成12)年1月27日	運輸政策審議会答申第18号(光が丘～大泉学園町間平成27年まで着手)
2000(平成12)年4月20日	新宿～国立競技場間開業
2000(平成12)年12月12日	全線開業

※許認可時の駅名は当時の仮称(現在の正式駅名：高松町→光が丘、西新宿→都庁前)

【新刊のご案内】



セグメントの新技术

監修 小泉 淳

B5判 132頁 定価(本体価格2,000円+税) 円310円

本書は「トンネルと地下」の連載講座として、過去10年間に開発され、実用化されたセグメントを中心に開発中のも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、同じフォーマットで紹介したものをもとに、新たに「セグメントの新技术」編集委員会を作り、個々のセグメントに加筆、修正を加え、より充実した内容にまとめたものである。

株式会社 工木工学社 〒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

〔大江戸線全線開業記念特集〕

建設計画

1. 基本計画

1-1 ルート、駅位置計画

東京都が昭和49年8月に従来型の規格で免許を受けていたルート、駅位置については、推進本部が決定した大江戸線の建設基本方針および運輸政策審議会答申第7号を基本におきながら、沿線の諸計画との整合性、乗客の利便性の向上、乗客数の増加、施工性、工期の短縮などを図るため、次の視点から再検討を行った。

- ① 主要ターミナルとの接着を図るとともに、交差する既設路線や計画路線の各駅との乗り換え、接着機能を高める。
 - ② 新都庁舎をはじめ、公共施設、大規模施設などとのアクセスに配慮する。
 - ③ 大規模再開発計画との整合を図る。
 - ④ 道路、公園などの公共空間を可能な限り利用する。
- その結果、放射部では練馬付近ルート、環状部では新宿付近、飯田橋付近、汐留付近および六本木付近のルートについて、免許時のルートを変更した。

そのほか、小型規格への変更やリニアモータ車両の採用などに伴い、急曲線、急勾配での建設が可能となった利点を生かして、ルートの一部を民有地の下から道路、公園下などへ変更して公共用地の有効活用を図り、コスト削減を図った。

駅は、乗客の利便を基本に放射部で10駅、環状部で28駅、全線で38駅を設置した。とくに他線と接続する26駅(工事中路線を含む)については、乗り換えの利便性を第一に考えるとともに、そのほかの駅については、駅間距離、沿線周辺の交通状況、建設費、表定速度などを考慮して決定した。

1-2 配線と運転方法

大江戸線は、放射部と環状部とからなる「6の字形」の形態をした路線である。

配線および運転方法を検討するにあたり、次の点を考慮して決定した。

- ① 乗客の流れは、光が丘方面から都庁前を経由し、新宿、六本木、大門方向への流れがもっとも多く顕著である。
- ② 新宿、新宿西口付近の道路形状、幅員、地形は環状運転を行うための配線を行うには、建設費、費用

対効果、技術面などから困難であること、などの理由から「6の字」を描くような運転を行う配線とした。

配線は図-1に示すとおり、都庁前は放射部と環状部の結節点の駅であるため、ホーム2面、4線の配線とし、折り返しのための引き上げ線を設置した。

光が丘は、高松車庫との接続駅としての機能と本線方向への折り返し線を兼ねた配線とし、清澄白河は、木場車庫との接続と本線方向への運転ができるよう、ホーム2面、3線の駅とした。

新御徒町と汐留は、都庁前方向へ折り返し運転が行えるよう引き上げ線を配置するとともに、牛込神楽坂、赤羽橋、国立競技場、練馬の各駅には、非常渡り線を配置した。

具体的な運転方法は図-2に示すとおり、光が丘から都庁前、六本木、飯田橋などを経由して都庁前まで運行し、都庁前で折り返した後、再び同じ経路を逆に通って光が丘に戻る運転方式である。

また、人件費をはじめとする諸経費の抑制を行うことは、大江戸線の効率的な経営に必要なとの判断から、ワンマン運転を導入することとし、安全確保の観点からワンマン運転の支援策として、定位置停止機能を持ったATOを搭載した車両を採用した。

1-3 車庫、工場計画

大江戸線には、放射部の営業に対応する車庫として先ず高松車庫が建設され、環状部の建設に合わせて都立木場公園直下に木場車庫が建設された。両車庫とも地下2層構造で、用地費、建設コスト、工期、車両運用の効率性などを勘案して設置されたものである。

この二つの車庫は、車両の留置、検車および保守管理用の作業車の留置機能を持ち、検車修繕機能は地下車庫であるため、防災上の規制から車両の解操、ぎ操、車輪転削など簡易な修車のみを行う車庫である。

このように、大江戸線内には主要部分の検車修繕を行う施設がないため、大江戸線は浅草線と軌間が同一であること、馬込車両基地改修計画があることなどの理由から、大江戸線の車両を馬込工場に回送して検車修繕を行う計画とし、汐留付近に両線を結ぶ連絡線(延長483mの単線箱形トンネル)を設置することとした。

なお、車庫の収容能力は高松車庫は128両、木場車庫

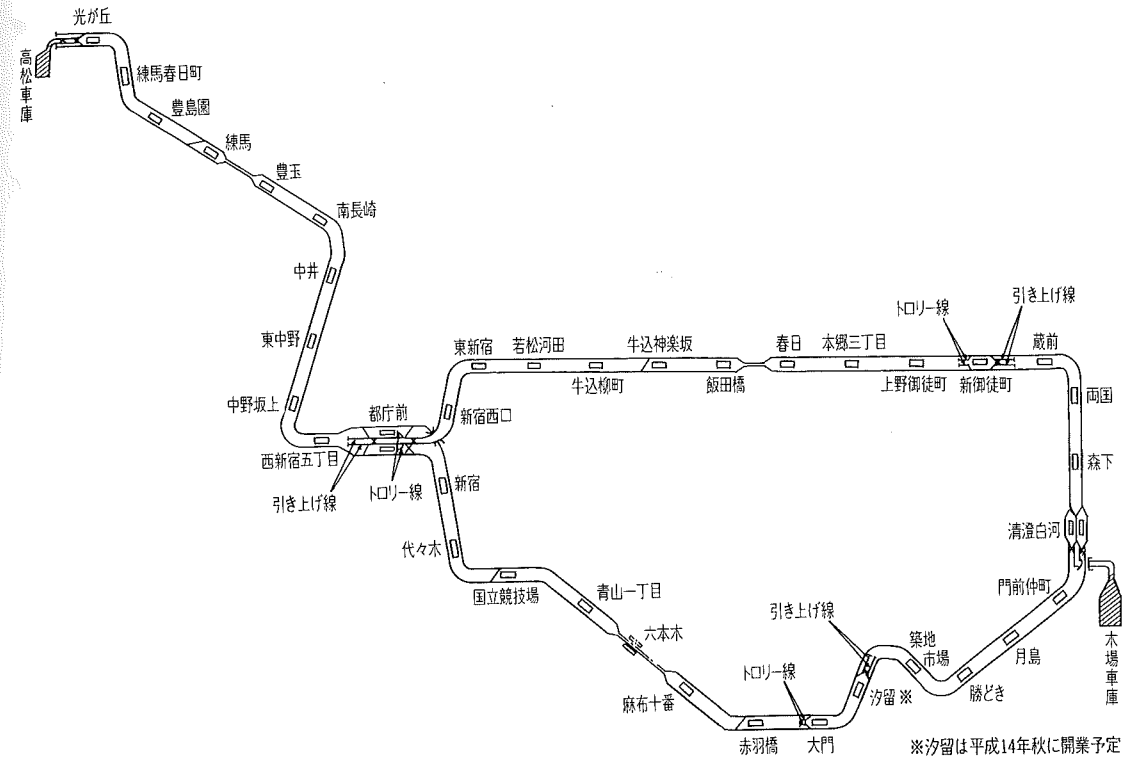


図-1 配線略図

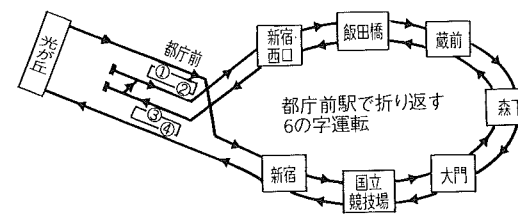


図-2 運転方法

は312両である。

1-4 輸送需要

平成元年3月時点の輸送需要の予測では、全線開業時(当時予定の平成9年3月)の終日乗客数を100万人と推計していた。

しかし、その後の経済情勢や人口動態などの変化から、平成11年に再度推計し直した結果、全線開業時(平成12年12月)の終日乗客数を82万人に変更して今回の全線開業をむかえている。

本誌が発行される時点では、全線開業から既に約50日を経過しているため、大江戸線の実際の乗客数が、今後どのように推移するかを見極めることが可能になるとされる。

2. 建設費削減の方策

大江戸線の整備にあたっては、その膨大な建設費をいかに削減していくかが課題であった。このため、計画・設計段階より様々な検討を行い、以下の建設費削減の方策をとった。

2-1 小断面トンネルの採用

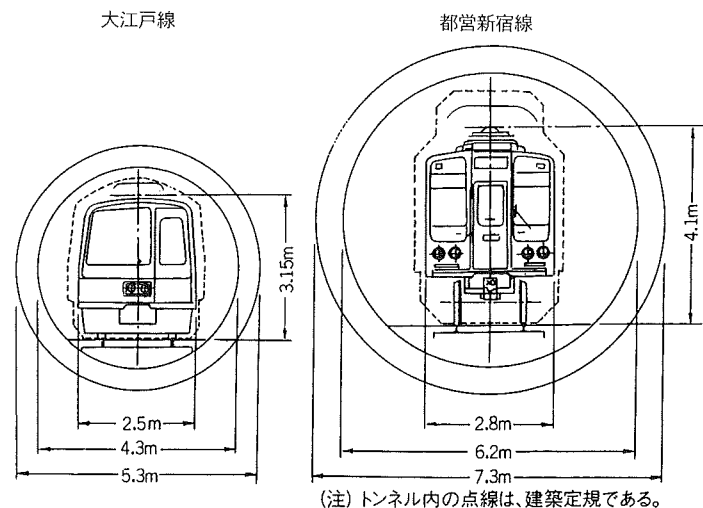
建設費削減のためには、建設費のほぼ半分を占める土木費を節減することがもっとも効果的である。大江戸線は他線との相互乗り入れを前提としない単独路線であり、独自の規模のトンネルを採用することが可能であることから、トンネル断面を極力縮小した。

トンネル断面については、図-3に示すとおり都営新宿線の断面積に対し大江戸線は約1/2まで縮小して建設費を削減することが可能となった。

2-2 小型車両の導入

車両については、客室内の居住性などサービス面の維持、向上に十分配慮するとともに、道路下を有効に利用することにより、用地費、工事費、工期の縮小を図るため、急曲線、急勾配を運転できるリニアモータ駆動方式(鉄車輪式)の小型車両を採用することとした。

また、今回の全線開業用として新製した304両は、全



諸元比較表

項目	規模	大江戸線	都営新宿線
建築定規面積 (m ²)		9.1 (65)	13.9 (100)
車両定規面積 (m ²)		7.1 (66)	10.8 (100)
単線円形 トンネル	内径 (m)	4.3 (69)	6.2 (100)
	内空断面積 (m ²)	14.5 (48)	30.2 (100)
	掘削断面積 (m ²)	23.5 (53)	43.6 (100)

注) ()内は「都営新宿線」の諸値を100としたときの指数を示す。

図-2 トンネル断面比較

車一括発注し、コストの削減を行った。

2-3 駅施設の標準化・小型化

車両、トンネル断面の縮小に合わせ、駅においても利便性、快適性、安全性に十分配慮するとともに経済性を重視して、構築内空高の縮小や駅施設をコンパクト化、標準化して駅規模の縮小を図った。

また、駅のホーム形式についても、経済性、利便性に優れている「島式駅」を基本とし、駅の深さは極力浅くした。

エスカレーター、エレベーターについては、海外の市場調査を行い外国製を導入した。

2-4 二次覆工の省略

地下鉄の二次覆工は漏水防止、防錆など、鉄道トンネルとしての機能の充実を図ることを目的として施工している。しかし、近年シールド材や裏込め注入材の改善による止水性の向上があり、また、施工技術も進歩している

ことから、二次覆工の要否について検討の結果、良質地盤や間隙水圧の低い箇所では省略することとした。

また、ほぞ付きセグメント、ハニカムセグメントなどの新型セグメントを採用して、コスト削減に努めている。

2-5 用地費の削減

大江戸線は地価の高い都心部に建設しなければならないため、用地費を削減することがきわめて重要であった。

このため、ルートについては道路下や公園など、極力公共用地を利用し、用地費の削減や用地取得期間の短縮を図った。

駅出入口については、公共施設および駅周辺建築物との合築を可能な限り行い、建設費の削減を図ることとした。

なお、東京都は平成元年7月、大江戸線建設のため公有地を使用する場合は、特別の措置として無償使用することを決定した。また、沿線の関係各区に対しても公有地と同様の措置を講ずるよう要請した。

2-6 工期短縮

放射部の工事発注は、従来の方式により発注したが、環状部については、全線同時開業が重要な課題であることから、建設期間を短縮するために次のような種々の方策を講じた。

- ① 構造物や施設の標準化による設計・積算業務の簡素化。
- ② 環状部全線の同時着工。
- ③ 大工区制の採用。
- ④ 詳細設計付き発注。
- ⑤ 工事監理業務委託。

また、環状部においては都心部で約29km(建設キロ)の長大路線を同時に施工することは道路交通に与える影響が大きいため、道路管理者、交通管理者に対して理解と協力を要請し、工期短縮に努めた。(文責：野崎春己・東京都交通局建設工務部計画課長/湊勇人・同 同 計画課環状部連絡係主任)

〔大江戸線全線開業記念特集〕

土木工事の概要

1. 工事発注と施工体制

東京都交通局(以下、「交通局」という)が施工した放射部の新宿～光が丘(高松車庫を含む)間は指名競争入札方式で契約し、施工監理は交通局が直営で行った。

環状部の建設については、限られた要員の中で早期に全線同時開業を図る必要があるため、

- ① 詳細設計付き工事発注
- ② 大工区制
- ③ 工事監理業務委託

などの手法を取り入れた。

1-1 詳細設計付き工事発注

詳細設計付き工事発注は詳細設計(工事数量算出を含む)の実施と工事の施工を請負者に行わせることを目的とした契約方法である。

まず、東京都地下鉄建設(株)(以下、「地下鉄建設」という)は、交通局から引き継いだ基本計画(駅部は開削工法、駅間はシールド工法を基本)や各種資料をもとに基本設計を進めるとともに、工事発注に必要な実測平面図、縦断面図の作成ならびに埋設物試掘調査、地質調査を実施した。

詳細設計にあたっては、あらかじめ地下鉄建設が指定したコンサルタントの中から地下鉄建設の同意を得て請負者が選定したコンサルタントが行った。請負者は地質調査を実施し、地下鉄建設と同行して対外折衝、交差協議などを行い、これをもとに防護工法を決定し、コンサルタントとともに仮設計と詳細設計を行った。なお、設計管理者も届け出ることを条件にした。

工事発注にあたっては、橋梁、鉄道、その他重要都市施設との交差、近接部や河川横断部の施工法などについて、各管理者の許可や承認が必要となるがその調整には時間を要するため、出入口、ポンプ所など付帯設備工事とともにこれらの部分を除外して、駅本体構造物およびシールド部について、基本設計をもとに交通局の基準類を準用して積算し、工事発注した。

このため契約工事費は概算額とし、詳細設計確定後に数量などを見直し、工事数量が確定した時点で、この詳細設計数量などをもとに契約した。

また、この基本設計にもとづく契約の中に詳細設計と土木工事を含めていたので、土木工事の着手日などに

いては、地下鉄建設から工事着手指示書を別途出して定めた。詳細設計の工期については、契約の日から18か月間とした。

なお、工事を進めていく段階で現場条件に見合った最適な工法を検討し、工事変更を原則年一回行なった。

この利点は、コンサルタントおよび請負者の豊富な経験と技術の活用により、

- ① 発注者側の委託設計・対外折衝・工事変更などの業務を減じ、少数の建設要員で業務を効率的に進めることができる
- ② 契約後、早期に工事着手が可能となる
- ③ 現場に即した工法や新技術のタイムリーな採用により、建設の早期化が図られる

などである。

1-2 大工区制

延長約29km、26駅の同時開業を図るため、経済性、効率性、工事の困難性、沿線の地域特性および施工期間を総合的に勘案して適切な規模となる工区割とした。

このため、1工区を駅部(開削工事)と駅間トンネル(シールド工事)とを組み合わせる駅端部で工区割し、2駅1シールドか1駅2シールドを標準に全長3kmを限度として、できるだけ大工区制となるよう地下鉄建設が最終的に以下の19の工区割りを決定した。

1 シールド・発進立坑	1 工区
1 駅	2 工区
1 駅・入出庫線シールド	1 工区
1 駅・2 シールド	2 工区
1 駅・3 シールド	1 工区
2 駅・1 シールド	4 工区
2 駅・2 シールド	3 工区
2 駅・3 シールド	3 工区
車庫	1 工区
搬出入庫線	1 工区
計 19工区	

1-3 工事監理業務委託

地下鉄建設は、工事執行にあたり、工事本部制を敷き、工事本部長、専任本部長、副本部長のもとに、工事調整部、工事第一部、同二部、同三部の担当部を設置した。最盛期でも総員88名で、限られた要員の中で環状部約29kmの土木工事を進めなければならないため、どうし

でも発注者側の職員でなければ従事できない許認可などの一連の行政手続き以外の業務については、極力外部能力を活用した。

また、請負者の責任施工体制をより一層強化するため、現場代理人や監理技術者のほか、これらの人々と同等の力量経験を有する人を「仮設工事確認技術者」として加え、仮設構造物の設計、施工の指導、点検に専念させ現場に常駐させることを義務付けた。

一方、発注者側に代わって工事の安全性、出来高を照査するため、基本設計で躯体を設計したコンサルタントによる工事監理業務委託方式を採用し、環状部を3ブロックに分割して、工事第一部、同二部、同三部の下に、工事監理共同企業体をそれぞれ配置した。

業務委託内容は、

- ① 基本測量などに関する検査
- ② 工事の施工状況確認のための立会い・巡回
- ③ 工事の材料の試験、品質および数量検査
- ④ 工事の出来形検査(施工上の検査)
- ⑤ 工事請負者から監督員へ提出される各種書類の照査
- ⑥ 対外協議における調整や工事変更に必要な協議書のチェック

などで単年度契約とした。

また、施工に伴い工事変更などの必要性が生じた場合など、請負者側と工法の妥当性や技術的課題などに関する事前協議、地下鉄建設への技術的助言も委託業務に入れた。このため、監理業務の遂行には、地下鉄の建設に深く精通し、技術的にもその豊富な経験と知識が必要不可欠であることから、責任者に交通局をはじめとする地下鉄業務の経験豊かなOBの力を活用した。

監理会社の組織は、監理会社ごとにそれぞれ総括監理員、副総括監理員、主任監理員、監理員で構成し、最盛期の要員は60人であった。

監督員は、工事監理会社が行った業務内容(各種検査など)の報告を受け確認することで、間接的に工事請負者の施工を監理でき、これによって少数の監督員で効率的な建設執行体制が取られた。

2. 施工方法(ポンプ所)

トンネル内への漏水に対し、設計・施工段階でさまざまな対策を講じているが、地下深く築造される地下鉄において漏水を完全に防ぐことは現状では困難である。そこで、トンネル区間を一定区間に区切り集水のポンプ所を設置し河川などに放水する。また、片勾配の場合は自然流下により各駅のポンプ室に集水され、駅で河川に放水、または、雑排水・汚水などととも公共下水道に

表-1 大江戸線ポンプ所一覧

放射部	ポンプ所名	ポンプ所名
放射部	早宮ポンプ所	隅田川第一ポンプ所
	豊玉北二丁目ポンプ所	平野二丁目ポンプ所
	東中野一丁目ポンプ所	隅田川第二ポンプ所
	神田川ポンプ所	隅田川派川ポンプ所
計	4か所	汐留ポンプ所
環状部	百人町一丁目ポンプ所	芝公園二丁目ポンプ所
	新宿七丁目ポンプ所	千駄ヶ谷四丁目ポンプ所
	湯島四丁目ポンプ所	
合計		14か所

排水する。

大江戸線では駅ポンプ室を除き、駅間のポンプ所は放射部4か所、環状部10か所に設置された(表-1)。

3. 工区別一覧表

大江戸線の工区割りは、交通局が施工した放射部は24工区で、延長14k223m、地下鉄建設が施工した環状部は19工区で延長29k154mであった(表-2)。

以下に、工事数量を示す。

掘削土量 (m³)	放射部	環状部	合計
掘削土量	2,202,000m³	4,577,000m³	6,779,000m³
コンクリート量	放射部 392,000m³	環状部 775,000m³	合計 1,167,000m³
シールド延長	放射部 単線 φ 5.3m 10本 10k194m(並列) φ 5.4m 8本 7k320m(並列) φ 8.1m 2本 331m(並列) 複線 φ 8.5m 2本 1k857m φ 8.9m 1本 127m 計 23本 19k829m	環状部 単線 φ 5.3m 50本 38k343m(並列) 複線 φ 8.5m 1本 1k130m φ 8.8m 2本 1k401m 4心円 φ 12.8m 2本 236m(上下) 3心円 φ 17.1m 1本 275m 計 56本 41k385m	合計 シールド 79本 延長61k214m

4. 都市施設との交差(鉄道、河川・橋梁)

大江戸線と他線との連絡は、L字接着・T字接着・十字接着などできるだけ利用者の利便性を考慮し、乗り継

表-2 大江戸線土木工区別

工区件名	請負会社	工事延長 (m)	工法	掘削土量 (m³)	構築	工事概要
高松車庫第二工区	西松・戸田・日産	95.5	開削工法	84,200	車庫2層一部1層	高松車庫土留め(ソイルモルタル壁)
高松車庫第一工区	前田・清水・住友	235.0	開削工法	143,400	車庫2層一部1層	トレンチ工法 高松車庫土留め(ソイルモルタル壁) トレンチ工法
入出庫線工区	五洋・日本国土・フジタ	365.0	開削工法	68,100	入出庫線2層一部1層	普通部土留め(ソイルモルタル壁)
光が丘第二工区	鴻池・地崎・森本	260.0	開削工法	65,600	普通部1層一部2・3層	普通部土留め(ソイルモルタル壁)
光が丘第一工区	間・不動・松村	145.0	開削工法	34,500	光が丘駅2層一部1層	光が丘土留め(ソイルモルタル壁)
春日町第二工区	栗村・佐藤・大日本土木	1,310.0	開削およびシールド工法	71,100	線馬春日町駅1層 駅間シールド	春日町土留め(ソイルモルタル壁) 線馬春日町駅土留め(ソイルモルタル壁)
春日町第一工区	大林・東急・東亜	170.0	開削工法	57,600	線馬春日町駅2層一部1層	線馬春日町駅土留め(ソイルモルタル壁)
豊島園第二工区	飛島・鉄建・青木	1,290.0	開削およびシールド工法	86,500	駅間シールド	立坑土留め(ソイルモルタル壁)
豊島園第一工区	大成・大豊・大本	200.0	開削工法	63,600	豊島園駅3層一部1・2層	立坑土留め(泥水固化壁)
線馬第二工区	熊谷・銭高・竹中土木	665.0	開削およびシールド工法	53,900	立坑1層	立坑土留め(泥水固化壁)
線馬第一工区	鹿島・三井・西武	255.0	開削工法	73,400	線馬駅3層一部2層	線馬土留め(泥水固化壁)
豊玉第二工区	飛島・地崎・東洋・新井・矢作	1,475.0	開削およびシールド工法	89,400	新江古田駅2層 駅間シールド	豊玉土留め(泥水固化壁) 新江古田駅土留め(泥水固化壁)
豊玉第一工区	鹿島・白石・不動・奈良・石井	1,530.0	開削およびシールド工法	90,500	新江古田駅2層 駅間シールド	新江古田駅土留め(泥水固化壁) 南長崎単線土留め(泥水固化壁)
南長崎工区	熊谷・鴻池・松村・西武・大木	1,290.0	開削およびシールド工法	109,400	落合南長崎駅3層一部2層 駅間シールド	落合南長崎土留め(泥水固化壁)
中井工区	佐藤・三井・株木・伊藤・徳倉	160.0	開削工法	167,400	中井駅4層	中井土留め(地下連続壁・本体利用)
東中野第二工区	西松・日本国土・東亜・村本・富士工	690.0	開削およびシールド工法	107,700	東中野駅4層一部2層 駅間シールド	東中野土留め(地下連続壁・本体利用)
東中野第一工区	間・戸田・竹中土木・勝沼・松尾	990.0	開削およびシールド工法	124,600	東中野駅4層 駅間シールド	東中野土留め(地下連続壁・本体利用)
中野坂上工区	鉄建・銭高・大本・森・坂田	160.0	開削工法	156,300	中野坂上駅4層一部3層	中野坂上土留め(地下連続壁・本体利用)
十二社工区	前田・青木・東急・淺沼・名工	1,170.0	開削およびシールド工法	121,600	西新宿五丁目駅3層一部2層 駅間シールド	十二社土留め(中折れ)、二次無 西新宿五丁目土留め(泥水固化壁)
引上線工区	清水・フジタ・日産・三菱・三井不動産	127.4	シールド工法	8,200	引上線シールド	引上線複線泥水式
西新宿第二工区	清水・フジタ・日産・三菱・三井不動産	522.0	開削およびシールド工法	78,900	都立前駅2層 駅間シールド	西新宿単線土留め(ソイルモルタル壁、地下連続壁) 都立前駅・立坑土留め(泥水固化壁)

西新宿第一工区	大成・大日本・住友・福田・小田急	336.0	開削工法	196,800	都庁前駅 2層一部3層	都庁前駅土留め(親杭横矢板、地下連続壁)
新宿第二工区	奥村・アイサワ	572.0	シールド工法	26,400	駅間シールド	新宿単線泥土圧式(中折れ)、二次無
新宿第一工区	大林・五洋・大豊・森本・若菜・京王	210.0	開削およびシールド工法	127,500	新宿駅7層 駅シールド	新宿駅土留め(地下連続壁、リバーズ杭) 新宿駅単線泥土圧式、二次無
新宿・大久保工区	大成・住友・西武・福田・三井不動産	2,892.0	開削およびシールド工法	295,700	新宿西口駅4層一部2層 東新宿駅3層一部2層 駅間シールド	西新宿複線泥土圧式(中折れ)、二次無 新宿西口駅土留め(親杭横矢板、地下連続壁) 百人町単線泥土圧式(中折れ)、二次無 東新宿駅土留め(ソイルモルタル壁) 新宿七単線泥土圧式、二次無 若松河田駅土留め(地下連続壁) 原町単線泥土圧式(中折れ)、二次無 牛込柳町駅土留め(地下連続壁・本体利用) 津久戸単線泥土圧式(中折れ)、二次無 牛込神楽坂駅土留め(地下連続壁・本体利用) 牛込神楽坂駅土留め(地下連続壁・本体利用) 山伏単線泥土圧式(中折れ)、二次無 立坑土留め(大口径地下連続壁) 3心円泥水式駅シールド、二次有 立坑土留め(泥水固化壁) 後菜園線泥水式、二次無 春日駅土留め(ソイルモルタル壁、泥水固化壁) 本郷三丁目駅土留め(ソイルモルタル壁、泥水固化壁) 湯島単線泥土圧式(中折れ)二次無 上野御徒町駅土留め(田形鋼矢板・ソイルモルタル壁) 東上野単線泥土圧式、二次無 元浅草単線泥土圧式、二次無 蔵前駅土留め(ソイルモルタル壁) 陣田川単線泥土圧式(中折れ)、二次有 両国駅土留め(ソイルモルタル壁) 両国単線泥土圧式、二次有 森下駅土留め(ソイルモルタル壁) 高橋単線泥土圧式、二次有(Uターン) 清澄台河駅土留め(ソイルモルタル壁) 木場複線泥土圧式(中折れ)、二次有 高橋架管え
若松	五洋・株木	820.0	開削およびシールド工法	131,700	若松河田駅3層一部4層 牛込柳町駅3層 駅間シールド	
神楽坂工区	鉄建・畿沼	1,753.5	開削およびシールド工法	156,800	牛込神楽坂駅3層一部4層 駅間シールド	
飯田橋工区	熊谷・白石・森・坂田	321.5	開削および3心円駅シールド工法	70,000	飯田橋側立坑3層	
飯田橋工区	白石・森・坂田	738.5	開削およびシールド工法	80,800	飯田橋駅シールド 後菜園側立坑6層一部5・4層 駅間シールド	
春日・本郷工区	三井・不動・新井	1,896.5	開削およびシールド工法	224,800	春日駅3層一部4層 本郷三丁目駅3層一部5層 駅間シールド	
上広・元浅草工区	清水・戸田・東洋・矢作	1,790	開削およびシールド工法	425,600	上野御徒町駅2層一部3層 新御徒町駅2層(常磐新線4層)	
蔵前・両国工区	佐藤・東亜・富士工	1,390.0	開削およびシールド工法	173,300	駅間シールド 蔵前駅3層	
森下工区	鴻池・森本	1,299.0	開削およびシールド工法	125,500	両国駅2層 駅間シールド 森下駅3層 駅間シールド	
清澄工区	前田・地崎・三菱・大木	1,439.5	開削およびシールド工法	219,600	清澄台河駅2層 車庫間シールド	

門仲・月島工区	奥村・大日本・大豊・勝村・村本	2,830.0	開削およびシールド工法	292,100	門前仲町駅3層一部1層 月島駅2層 駅間シールド	深川単線土圧式(中折れ)、二次有 門前仲町駅土留め(ソイルモルタル壁) 相生単線泥土圧式、二次有 月島駅土留め(ソイルモルタル壁) 月島単線土圧式二次有
勝どき・築地工区	銭高・東急・石井	1,680.0	開削およびシールド工法	215,300	勝どき駅2層一部1層 築地市場駅2層一部3層 駅間シールド	勝どき駅土留め(ソイルモルタル壁) 勝どき単線泥水式(中折れ)、二次有 築地市場駅土留め(ソイルモルタル壁)
木場車庫工区	飛鳥・大木・名工	607.1	開削および横穴式開削工法	498,000	木場車庫2層一部3層	木場車庫土留め(地下連続壁、柱列式地下連続壁)、逆巻き工法、アイランド工法 仙台掘川ケーソン・パイプ工法 搬出入庫土留め(ソイルモルタル壁)
木場車庫	飛鳥・竹中土木	187.9	開削工法	29,100	車両搬出入庫4~1層	
搬出入庫線工区	鹿島・竹中土木・日本国土・若菜・奈良	2,745.0	開削およびシールド工法	410,500	汐留駅引上線3層 大門駅3層一部5層 駅間シールド	築地単線泥水式(中折れ)、二次有 汐留駅引上線土留め(ソイルモルタル壁、泥水固化壁) 汐留単線泥水式(中折れ)、二次有 大門駅土留め(ソイルモルタル壁) 芝公園単線泥土圧式(中折れ)、二次無 汐留駅土留め(ソイルモルタル壁) 赤羽橋駅土留め(ソイルモルタル壁) 東麻布単線泥水式、二次無 麻布十番駅土留め(ソイルモルタル壁、泥水固化壁) 六本木単線泥水式、二次無 到達立坑土留め(ソイルモルタル壁1次、泥水固化壁2次) 六本木駅4心円泥水式、二次無 到達立坑土留め(ソイルモルタル壁1次、泥水固化壁2次)
汐留駅工区	鹿島・竹中土木・日本国土	285.0	開削工法	267,500	汐留駅2層	
赤羽橋・麻布工区	西松・日産・松尾	1,840.0	開削およびシールド工法	286,500	赤羽橋駅2階 麻布十番駅5層一部6層 駅間シールド	
六本木・青山工区	ハザマ・青木・アイサワ・徳倉・伊藤	1,440.0	開削および駅シールド・シールド工法	273,400	六本木駅シールド4心円 上下2段 到達及び発進部共7層 青山一丁目駅5層 駅間シールド	
外苑・代々木工区	大林・フジタ・松村・小田急・京王	3,098.276	開削およびシールド工法	403,000	国立競技場駅3層 代々木駅3層 駅間シールド	南青山単線泥土圧式(中折れ)、二次無 青山一丁目駅土留め(泥水固化壁) 神宮寺線泥水式(中折れ)二次無 国立競技場駅土留め(泥水固化壁) 千駄ヶ谷複線泥水式(中折れ)、二次無 代々木駅土留め(泥水固化壁・普通部、親杭横矢板・駅部1次、地下連続壁・駅部2次本体利用) 代々木単線泥水式、二次無 二次有・二次無はシールド部の二次覆工の有無

表-3 大江戸線と他鉄道との交差点

他線鉄道	交差線名	接続 か所	交差 か所	計
放射部	西武鉄道 池袋, 新宿線	1	1	2
	営団地下鉄 東西, 丸の内線	1	1	2
環状部	JR東日本 中央線	1		1
	都営地下鉄 新宿線	1		1
	京王電鉄 京王本線	1		1
	計	5	2	7
	営団地下鉄	丸の内(3), 東西(2), 有楽町(2), 南北(3), 千代田(2), 銀座(2), 日比谷(2), 半蔵門(2), 13号線(2)	17	3
JR東日本 JR東海	中央, 山手・埼京(2), 山手京浜東北(2), (東海道・新幹線)京葉, 横須賀, 総武, 新幹線	3	6	9
西武鉄道	新宿線		1	1
都営地下鉄	三田(2), 浅草(3), 新宿線	4	2	6
首都圏鉄道	常磐新線	1		1
ゆりかもめ	ゆりかもめ	1		1
小田急電鉄	小田原線		1	1
計		26	13	39

ぎ時間の短縮を図った。

大江戸線は、他鉄道と放射部7か所、環状部39か所で接続・交差(工事中を含む)をしている(表-3)。

河川・橋梁との横河箇所は、その大半が駅間シールド部にあり、河川13か所、橋梁11か所で交差している(表-4)。

5. 受・委託工事

5-1 JR(JR東日本, JR東海)委託

地下鉄建設と、東日本旅客鉄道(株)(JR東日本)および東海旅客鉄道(株)(JR東海)は、既設線の防護、仮移設、出入口および構築などの協定を締結し、工事を委託した(表-5)。

5-2 常磐新線(首都圏新都市鉄道(株))受託

地下鉄建設と首都圏新都市鉄道(株)は、大江戸線新御徒町駅と常磐新線元浅草駅(仮称)との一体駅建設に伴い協定を締結し、地下鉄建設が工事を受託した。なお、元浅草駅は平成17年度の常磐新線開業に向けて工事中である。

5-3 自転車駐車場整備事業(建設省, 区)受託

鉄道駅としての結節機能の向上と、駅周辺の放置自転車の抑制のため、38駅において建設時の掘山空間を利用して国および区などの道路管理者を事業者とする地下駐

表-4 大江戸線と河川・橋梁との交差点

河川名	橋梁名	橋梁部	河川 横河方法	施工等
放射部	石神井川 中之橋	隣接迂回	シールド	
	妙正寺川 富士見橋	橋梁下	シールド	
	神田川 長者橋	橋梁下	シールド	
計	3	3		
環状部	神田川 船河原橋	橋梁下	シールド	
	隅田川 厩橋	隣接迂回	シールド	
	堅川 二之橋	橋梁下	シールド	架替え受託
	小名木川 高橋	橋梁下	開削 バイブル ーフ	架替え受託
	仙台堀川			
	仙台堀川 海辺橋	橋梁下	シールド	架替え受託
	大横川 黒船橋	橋梁下	シールド	下受け防護
	隅田派川 相生橋	隣接迂回	シールド	
	月島川 月島橋	橋梁下	シールド	下受け防護
	隅田川			シールド
計	10	8		

合計 河川 13か所, 橋梁 11か所

表-5 委託箇所

工事箇所	委託会社	内容
御徒町駅交差点	JR東日本	交差点部築造
両国駅交差点	JR東日本	交差点部築造
浜松町付近交差点	JR東日本	交差点防護・線路仮移設
浜松町付近交差点	JR東海	交差点防護・線路仮移設
代々木駅	JR東日本	出入口部築造・防護

輪場の検討を行った。その結果、放射部2か所、環状部8か所に設置した(表-6)。

5-4 防災ネットワーク(東京都総務局)受託

東京都が策定した「第6次東京都震災予防計画」にもとづき、災害に強い地下鉄の輸送力を活用した「防災ネットワーク」の一環として、大江戸線環状部建設に伴う駅舎部の掘山空間を利用して、防災備蓄施設を清澄白河駅、麻布十番駅の2か所に設置した。事業の実施にあたって設計・施工は環状部建設に合わせて地下鉄建設が受託した。完成後、施設の維持管理は福祉局が行っている。

5-5 中央環状新宿線(首都高速道路公団)受託

交通局と首都高速道路公団は、首都高速道路中央環状新宿線との一体構造区間について、工事の施工などに関する協定を締結した。この協定にもとづき、東京都都市計画道路環状部第6号線(通称, 山手通り)道路内の併設区間のうち、一体構造となる大江戸線中野坂上駅, 東中野駅, 中井駅の3駅を交通局が受託した。

表-6 自転車駐車場一覧

駅名	区名	設置事業者	駐輪台数	備考
放射部	東中野駅	中野区 中野区	約1,030台	供用中
	中野坂上駅	中野区 中野区	約1,130台	供用中
計2か所			約2,160台	
環状部	春日駅	文京区 東京国道 工事事務所	約890台	工事中
	上野御徒町駅	台東区 東京国道 工事事務所	約720台	工事中
	新御徒町駅	台東区 台東区	約680台	供用中
	森下駅	江東区 江東区	約570台	供用中
	清澄白河駅	江東区 江東区	約280台	供用中
	月島駅	中央区 中央区	約750台	供用中
	勝どき駅	中央区 中央区	約700台	供用中
	築地市場駅	中央区 中央区	約500台	供用中
計8か所			約5,090台	
合計 10か所			約7,250台	

5-6 街路(汐留地区)橋梁, 受託

地下鉄建設と東京都建設局は、汐留地区における補助313号線下に築造する、地下構造物と大江戸線汐留駅との一体構造物に関する協定を締結した。

一体構造物は、地下1階は歩行者専用道路、地下2階は車路と汐留駅改札口・通路、地下3階は汐留駅ホームと共同構からなる構造であり、一体構造物のうち汐留駅を除く構造物を受託した。

また、あわせて(株)ゆりかもめからは、臨海地区の足となる、ゆりかもめの基礎部を受託・先行施工した。

汐留駅の開業は、ゆりかもめと同時に一部完成する補助313号線などにあわせ、平成14年秋を予定している。

その他、大江戸線の通過する路線で、東京都建設局から堅川・二之橋, 小名木川・高橋, 仙台堀川・海辺橋の架替えを、また、国立競技場駅の神宮外苑橋は道路復旧に伴い高床版取り付け工事をそれぞれ地下鉄建設が受託した。

(文責: 木場武美・東京都交通局建設工務部計画課環状部連絡係主任)

【新刊図書】

わかりやすい土木地質学

大島洋志 監修 B5判 209頁 本体価格2,500円(税別) 円340円

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

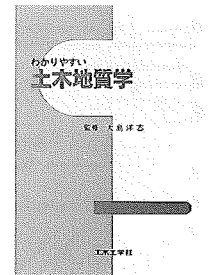
【主要目次】

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



株式会社 土木工学社

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



土木情報 No.332 今月の主な入札結果

(11月17日～12月10日)

事業主体	工事名	請負会社	請負額 単位 百万円
小樽開建	国道229号沖T	大林・岩田・福津JV	4,900
"	" キナウシT	三井・鉄建・佐々木JV	1,938
三港建	高知空港市道地下道北	ハザマ・香長JV	690
"	大阪港夢洲T咲洲側アプローチ部	西松・奥村・本間JV	840
"	" " その2	鹿島・大本・森本JV	2,950
"	" 夢洲側アプローチ部	東洋・若築・竹中土JV	3,280
"	" " その2	東亜・三井不・フジタJV	2,600
中国地建	生口島道路瀬戸田T	東亜建設工業	1,240
"	岡山西第10共同溝	福田組	720
"	" 第11共同溝	大森工務店	880
九州地建	斧淵取水樋管新設	地崎工業	387
"	福岡202号外環状共同溝片江第6工区	不動建設	690
"	" 第7工区	日本国土開発	665
鉄公・東京	MM県庁前St他3	銭高・三井・不動・淺沼JV	472
鉄公・北陸	北幹飯山T新井工区その2	ハザマ・鴻池・加賀田・丸山JV	3,560
道公・四国	高知道黒田T	鹿島・株木JV	2,950
首都高	SJ43工区1-2 T	前田・三井・白石JV	9,550
"	OJ41工区(1)半地下	丸紅建設	515
千葉県	天津小港夷隅線荒木根第2 T	清水建設	113
都・水道局	江東区森下5丁目地先～亀戸給水所間送水管T	鹿島・フジタ・白石JV	3,260
"	町田市小山町2215～八王子市南大沢3丁目地先送水管用立坑	清水建設	315
都・下水道局	千代田区二番町, 六番町付近再構築	大旺建設	217
"	馬込東2号幹線	五洋・西松・白石JV	1,340
"	足立区千住旭町, 千住曙町付近再構築立坑	戸田・日産・伊藤JV	583
新潟県	佐渡一周線南片辺T南片辺工区	福田・第一・丸運JV	1,720
"	" 鹿ノ浦工区	本間・植木・近藤JV	1,870
静岡県	西遠流下浜名幹線第2工区	大豊建設	300
愛知県	中部空港幡豆地区土砂採取2工区	清水・石川島・神戸・新日鉄・近藤・まるひJV12,230	
"	三ヶ峰瀬戸線第3工区送水管その2	鉄建・不動JV	597
奈良県	村道不動線不動T	戸田・三井・浅川JV	1,187
長崎県	伊王島香焼線香焼T	不動・三和・中嶋JV	1,600
船橋市	多喜野井地区管渠その1	日東大都工業	119
"	" その11	大豊建設	160.5
横浜市	恩田川左岸雨水幹線その2	三橋建設	530
美濃加茂市	上野T	フジタ・宮下JV	1,115
名古屋市	第2次南郊北部幹線下水道	竹中土・東洋JV	460
"	" 山屋敷雨水幹線	真柄建設	158
"	第3次平田雨水幹線	大日本土木	180
池田市	八王子川雨水増補幹線	大林組	2,010
加古川市	神野1・5号污水幹線	大日本土木	258
"	別府北污水準幹線第2工区	クボタ建設	178
"	別府雨水準幹線	東亜建設工業	268
三田市	有馬富士地区処理場および管路ほか	大林組	965
松山市	中央4号污水幹線その2	五洋建設	126
高知市	初月都市下水路2号幹線	三井・新進・晃立JV	529
"	米田都市下水路1号幹線その2	前田・ミタニ・西部JV	396

〔大江戸線全線開業記念特集〕

新技術および新工法の採用と施工例

1. 新技術のシールド

1-1 4心円シールド(六本木)

六本木駅は、東京都港区の元防衛庁正門前から六本木交差点にいたる区間に位置し、周囲は4～13階のビルが林立し、深夜営業を行う飲食店が多数軒を連ねる日本有数の繁華街である。

また、駅が位置する外苑東通りは幅員が20～25mと狭いうえに交通混雑が慢性化し、地下には東京電力の青麻洞道(外径φ3,350mmおよびφ4,100mm)という重要なライフラインが埋設されている(図-1)。

このような施工条件下で開削工法による駅建設は施工性・工期などの面からみても有効でなく、六本木駅の建設にあたっては、4心円泥水式シールドを用いた非開削工法による施工方法を採用した。

1-1-1 工事概要

六本木駅は延長215mで、開削工法で施工した駅両端部の立坑延長97m(発進立坑47m, 到達立坑50m)と、4心円シールド工法を用いて施工した駅中央部118mで構成されている。

駅ホーム部は、上下二段になっており、最小曲線半径はR=502m, 勾配2%, 土かぶりは上段28m, 下段38mである。施工にあたっては上下段各1台, 計2台の4心円泥水式シールドを用いて施工し、上段と下段の離隔が2.7m(0.4D)という超近接での掘進であった。

1-1-2 4心円泥水式シールドの概要

六本木駅シールドは、左右の回転カッタ(φ6,560mm)および上下の回転カッタ(φ1,720mm)の4つのカッタを同一平面上に有する、高さ7.06m, 幅13.18mの泥水式のシールドである(図-2)。

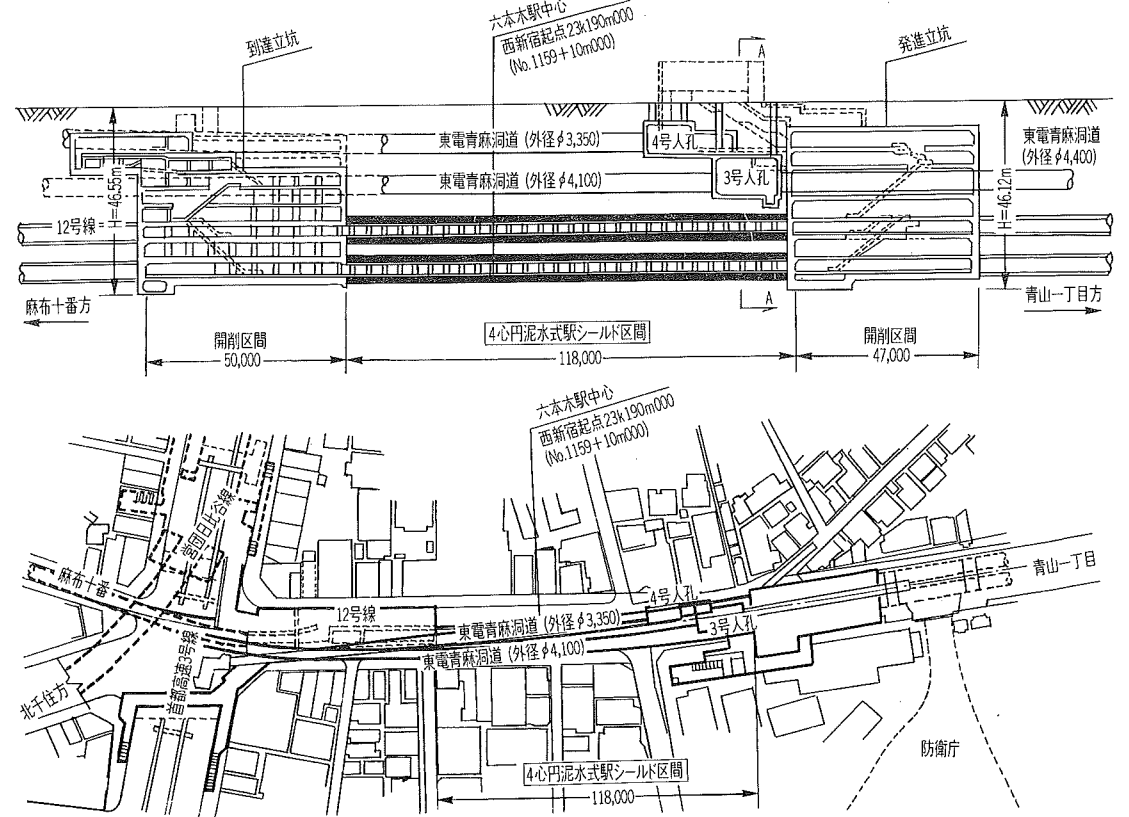


図-1 六本木駅の平面・縦断面

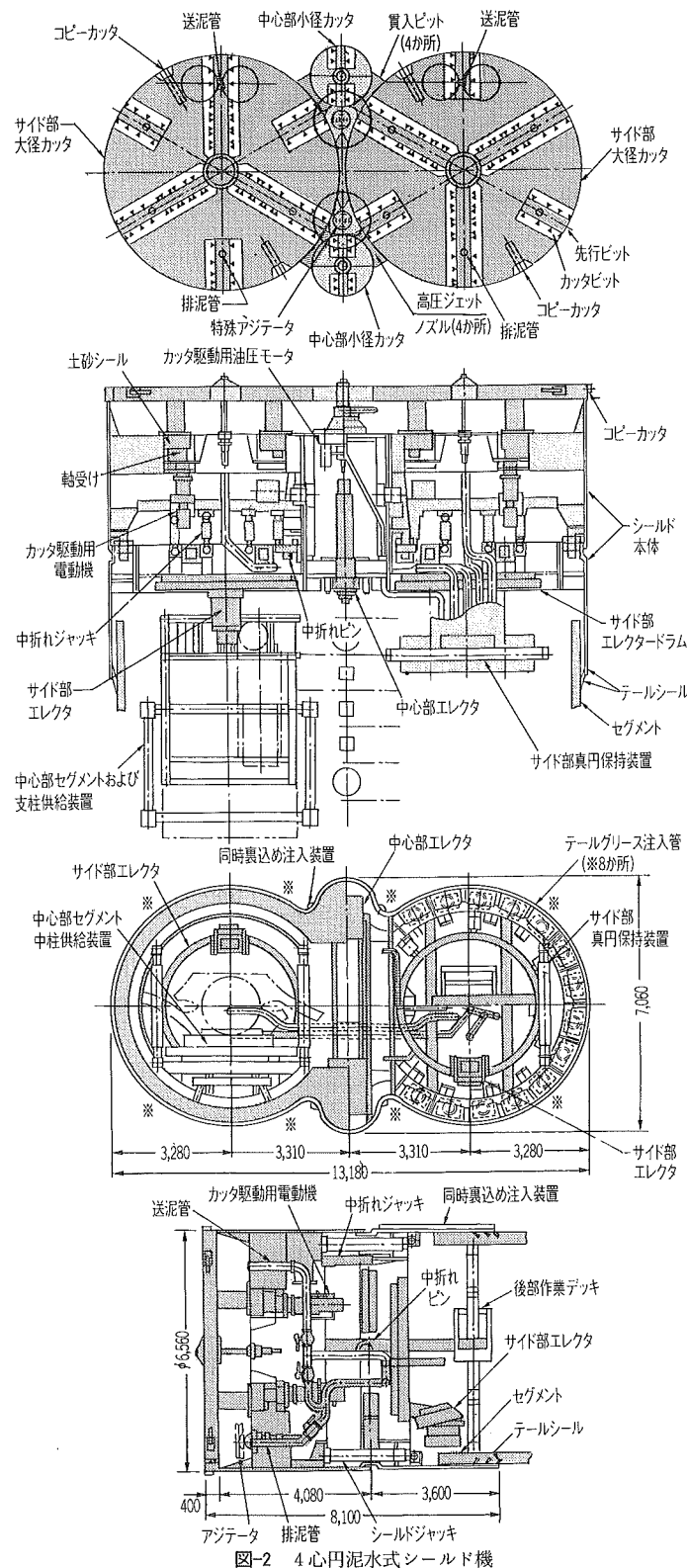


図-2 4心円泥水式シールド機

(1) 支持方式

断面の大部分を占める左右側円部のカッタは、偏心荷重に対する安定性が高く、排土効率が良いなどの理由により中間支持方式とした。また、中央上下の小カッタは構造がシンプルで実績の多いセンターシャフト方式とした。

(2) カッタヘッド

カッタヘッドの形状は面板タイプとすることにより、山留め効果を期待している。左右側円部のカッタはメインスポーク3本、補助スポーク3本、開口率約22%、スリット幅は275mmである。また、中央上下の小カッタはメインスポーク2本、開口率10%、スリット幅は同じく275mmである。

(3) 駆動方式

駆動方式は、油圧装置が簡素化でき後方台車が小規模になり、坑内の温度上昇および騒音を抑え作業環境が向上するなどの理由から、左右側円部の大カッタは電動式を採用した。なお、中央上下の小カッタは油圧式を採用している。

(4) 推進機構

装備された推進力は、側円部が250tf×28本、中心部が150tf×6本で総推進力は7,900tである。ちなみに、所要の推進力(シールド外表面と土との摩擦による抵抗、前面抵抗、テール部内面とセグメントとの摩擦による抵抗の加算値)は上段シールドで2,580tf、下段で3,349tfである。

(5) セグメント組み立て機構

六本木駅シールドトンネルは、上部と下部に特殊な形状をした中央部セグメントを含むリング状セグメントと中柱(本柱および仮柱)で構成されており、これらをシールドの掘進に合わせて1リングずつ組み込んでいく。とくに中央部は特殊な構造をしており、エレクタ、セグメント供給装置などのセグメント組み立て機構は特殊なものとなっている。

(6) 姿勢制御装置(方向制御装置)

4心円シールドの掘進にあたっては、トンネル断面が幅広であるために左右端での上下の傾き(ローリング)が心配され、

短い掘進距離で姿勢制御が容易に行えるシールドが要求された。

六本木駅シールドは、両サイドに上下の中折れ機構(中折れ最大角度1度)を装備し、両サイドのコピーカッタで行う上下の余掘りと併用することにより、ローリング修正などが容易にできるH&V機構を採用している。

1-1-3 覆工

六本木駅シールドの覆工は、箱桁を内蔵した特殊な形状の中央部セグメント、側部セグメント、仮柱、または本柱から構成されており、セグメント幅は1,000mmである。

(1) 覆工構造

覆工構造の設計にあたっては、従来工期短縮を図るうえで大きな障害となっていた桁の受け替え作業を省略するため、セグメント組み立てと同時に駅構築が可能な覆工構造が検討された。その結果、中央部セグメントに内蔵された箱桁を高力ボルトで摩擦接合することにより一体化し、トンネル軸方向の桁を構築する方法を採用している。

なお、掘進中は本柱を4mピッチで設置し、その間を仮柱1mピッチで設置するが、掘進完了後は仮柱を撤去、4mピッチで設置された本柱のみで支持している。

(2) セグメント

当シールドトンネルで使用しているセグメントは、中央部セグメントがスチール、側円部セグメントは鋼棒とコンクリートを合成したボルトレスセグメント(NMセグメント)を採用している。NMセグメントは継手が嵌合構造になっており、止水はセグメント嵌合部に貼付した水膨張シール材と、嵌合部の充填モルタルにより行う。なお、二次覆工は省略している。

(3) セグメントの組み立て

セグメントの組み立て作業では、セグメント重量が大きいため吊り具、ホイストクレーンなどの点検を行うとともに、挟まれ事故のないよう安全管理には細心の注意を払った。組み立て作業は供給から、セグメントと柱の一体化、先行リングの連結までを20ステップに分け、各ステップごとにエレクタの各種動作油圧ジャッキのモードを制御し、組み立ての円滑化ならびにセグメントなどの変形、破損防止を図った。

セグメントの組み立て作業は、上下段あわせ218リングを大きなトラブルもなく組み終え、箱桁の連結におけるボルト締結(下段約590本/R、上段約460本/R)を含めたセグメント組み立て時間は、習熟後4~5時間/Rであった。

なお、シールドは平成10年9月に下段シールドが発進し、平成11年7月には後続の上段シールドが到達、わずか10か月という短期間で上下二段の駅構築を実現した。

1-2 3心円シールド(飯田橋)

飯田橋駅は、大久保通りが外堀通りと交差する飯田橋交差点付近から外堀通りを通り、警視庁飯田橋庁舎付近に至る延長376.5mが施工区間である。駅は発進立坑(後楽側)55.0mと到達立坑(飯田橋側)46.5mおよび駅シールド部275.0mで構成されている。

駅が位置する飯田橋交差点は、大久保通り、外堀通り、目白通りが交差する複雑な平面形状をしており、昼夜を問わず交通量の多い交差点である。また、同駅は地上に首都高速5号池袋線、神田川分水路、地下には営団地下鉄東西線、有楽町線、南北線、東電後楽洞道などといった重要構造物が輻輳しているため、開削工法による駅建設は非常に困難であった(図-3)。このため、これらの近接構造物への影響を最小限に抑えることを目的に、全長367.5mのうちホーム部などに相当する275.0mを3心円泥水式シールド工法を用いて施工した。

1-2-1 工事概要

縦断勾配は発進立坑から到達立坑に向かって2%の上り勾配であり、平面線形は、発進側から57.5mの区間は通路部で曲線区間(R=140m)となっており、次の137mはホーム部で直線区間、残りの到達までの80.5mは再び通路部で曲線区間(R=125m)になっている。最小曲線半径はR=125mであるが、3心円泥水式シールドの幅がB=17.44mあるためR/B=7.17となり、多心円シールドでの急曲線施工となった。なお、土かぶりは約27m、シールドはN値50以上の江戸川砂層を通過している。

1-2-2 3心円泥水式シールドの概要

飯田橋駅シールドは、中央の回転カッタ(φ8,846mm)および左右の回転カッタ(φ8,140mm)を有する、高さ8.85m、幅17.44mの泥水式シールドである(図-4)。

(1) カッタ機構

カッタヘッドの形状は面板タイプとし、切羽の安定を考慮しカッタ機構は中央先行、左右後行とした。支持方式は中央カッタはセンターシャフト支持方式、左右のカッタは中間支持方式を採用している。また、カッタは電動駆動であり、回転方向は独立制御となっている。

(2) 推進機構

装備された推進力は、上部が250tf×32本、下部が350tf×20本で総推進力は15,000tである。なお、ローリング修正用として偏向ジャッキを装備している。

(3) 中折れ装置

飯田橋駅の曲線区間(R=140m および R=125m)を掘進のため、飯田橋駅シールドには中折れ装置がついており、最大中折れ角は右方向に2度となっている。

1-2-3 覆工

飯田橋駅シールドのセグメントは、3つの円が重なっ

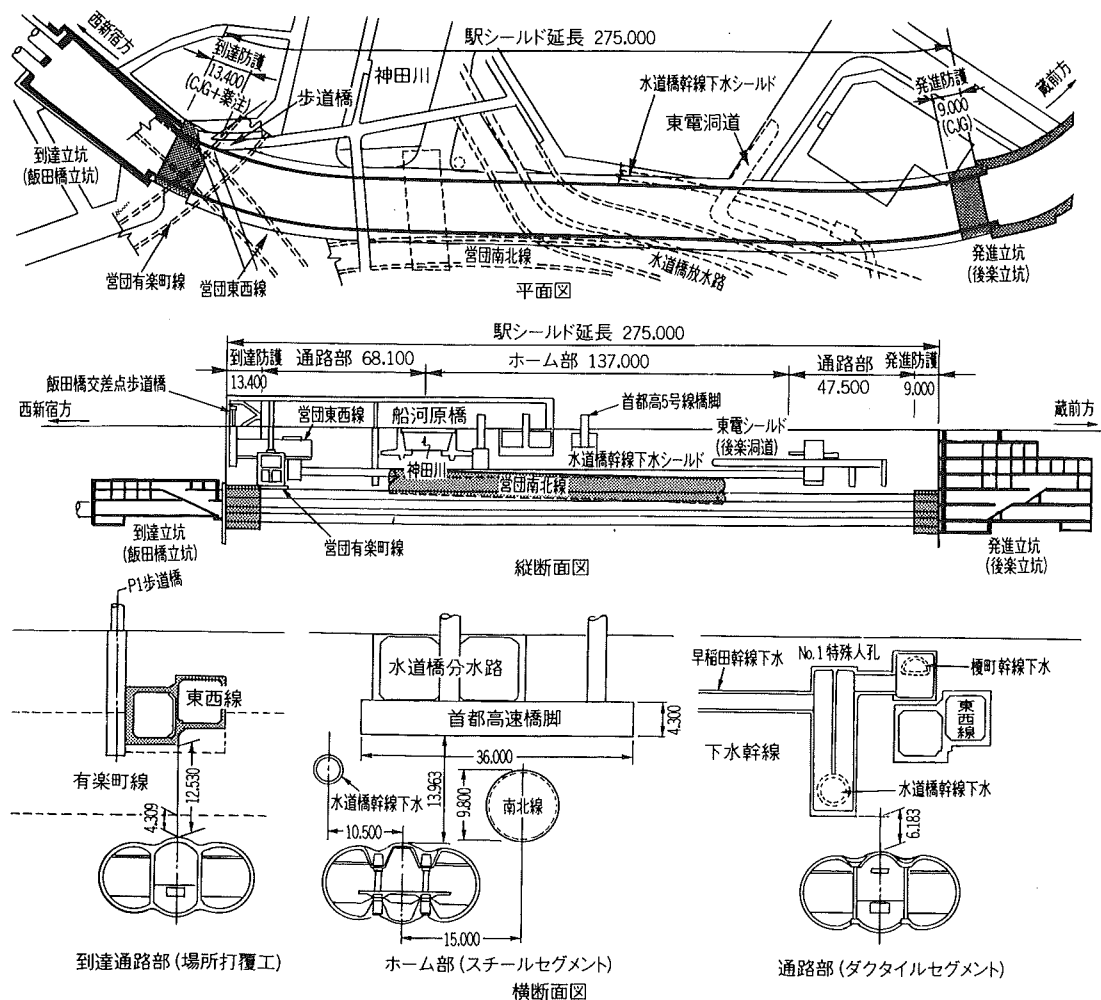


図-3 飯田橋駅平面・縦横断面図・近接状況図

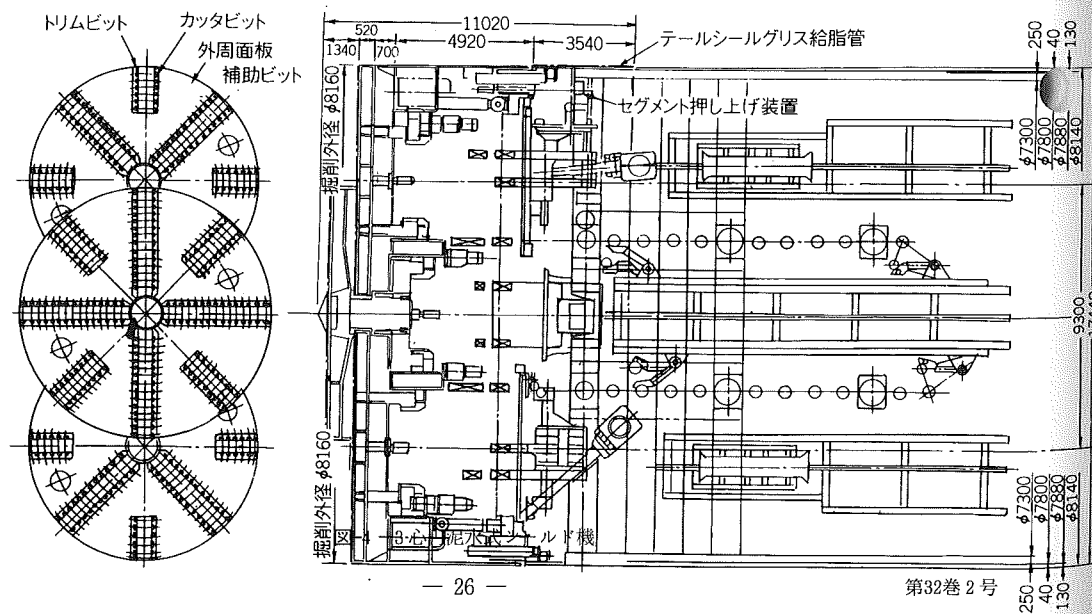


図-5 駅部ウイングセグメント

た構造となっており、円の交点を支えるための鋼管柱、鋼管柱を受けるウイングセグメントおよび一般の舟型セグメントから構成されている。

(1) ホーム部の覆工構造

ホーム部の一次覆工にはスチールセグメントを採用し、セグメントの幅は1m、桁高は250mmとなっている。ホーム部は乗降口の確保のため鋼管柱の本柱を4リングに1本の割合で設置している。このためウイングセグメント内に箱桁を内蔵した構造を採用、リング間の箱桁を高力ボルトで摩擦接合することで高剛性の桁をトンネル軸方向に設置している(図-5, 6)。

なお、掘進中は本柱は4mピッチで設置し、その間に仮柱を1mピッチで設置したが、仮柱はシールド推力の影響が減衰した時点(12リング程度後方)で撤去し再利用した。

(2) 通路部の覆工構造

通路部の一次覆工にはダクタイルセグメントを採用し、セグメント幅は0.8m、桁高は250mmとなっている。通路部もホーム部同様中柱が存在し、掘進中は1リングごとに中柱を設置する。しかし、通路部の中柱は軌道と通路を仕切るための仕切り壁となるため、設置した柱は全リング残置した。このためホーム部のような桁構造は不要であり、リング間継手はウイングセグメントにおいても通常の継手を採用している。

なお、通路部はR=140mおよびR=125mの急曲線となるためテーパセグメントが必要となり、左右テーパウイングセグメント

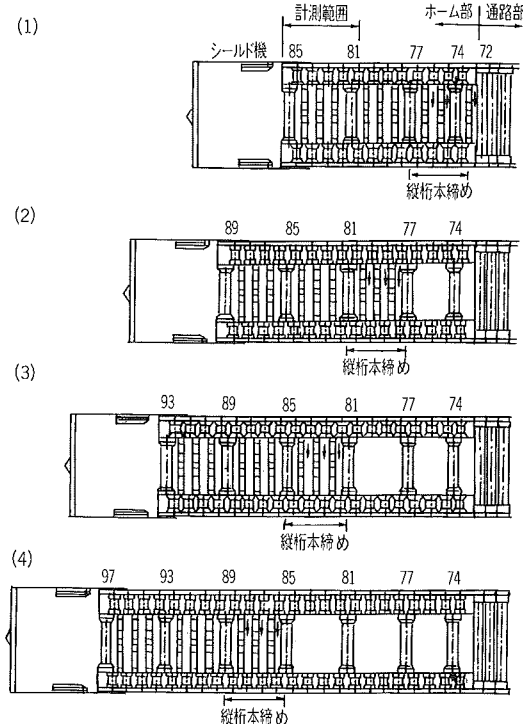


図-6 ホーム部鋼製セグメント組み立て順序

パーセグメントはテーパ量を両側で合計150mmとした。また、蛇行修正のため、テーパ量25mmの上下テーパセグメントを製作した。

(3) セグメントの組み立て

通路部のダクタイルセグメントは、ウイングセグメントがキーセグメントになっているため、左右どちらかのウイングセグメントを最後に組み立てた。一方、駅部の鋼製セグメントは左右のウイングセグメント組み立て後に柱を設置し、左右および中央のセグメントを組み立てた(鋼製はウイングセグメントの重量が4t/ピース程度と重いため、後の組み立てになるほど取り扱いが困難になるため)。

本設柱としては、4mスパンで鋼管柱を設置し、本設柱の設置されないリングは組み立て時に仮柱を設置し、本締め後に撤去した。本締め(増締め)はシールドジャッキの推進力が減衰した時点でを行い、当該シールドでは9リング以上シールド機が先行すれば推力の影響が薄れるということが計測により判明した。

2. 新型セグメントの採用と施工

2-1 NMセグメント

NMセグメントはトンネル覆工の耐久性、経済性に着目し開発が進められ、新宿シールド(放射部)で東京都としては初めて採用した。これに改良を加え六本木駅シールド機

ルド工事において側円部に再び採用し、所期の成果を得ることができた。ここでは、NMセグメントの構造特性や施工性などに関して概要を紹介する。

2-1-1 セグメント構造

NMセグメントは図-7に示すように、継手ボックスのない平板構造のセグメントであり、この4辺は鋼材で拘束され、背面は鋼板のスキンプレートで覆われ、その内部にはコンクリートが充填されている。このセグメント名称のNMとは次のセグメントの特徴で述べる新連結機構を意味する「New Mechanically-Joint」を略したものである。

セグメントリングは、A型、B型、K型で構成され、Kセグメントは軸方向挿入型である。

2-1-2 セグメントの特徴

(1) 新連結機構

NMセグメントは従来のボルト接合による連結方法とは全く異なる連結機構を採用している。すなわち、リング継手における連結は図-7に示したリング継手・雄が先行組み立て済みのリング継手・雌に挿入され、そのカム構造により機械的に緊結される機構を採用している。そして、このリング継手の連結動作と同時にセグメント継手も緊結できるように、図-7に示す雄・雌の構造が取り入れられている。このことにより、エレクタのセグメントの位置合わせと推進ジャッキの一押しにより、One Way(一方向・一動作)挿入のみでリング継手・セグメント継手の各雄・雌が自動的に連結されることとなる。この新連結機構の開発でNMセグメントが完全なボルトレスセグメントとなっている。

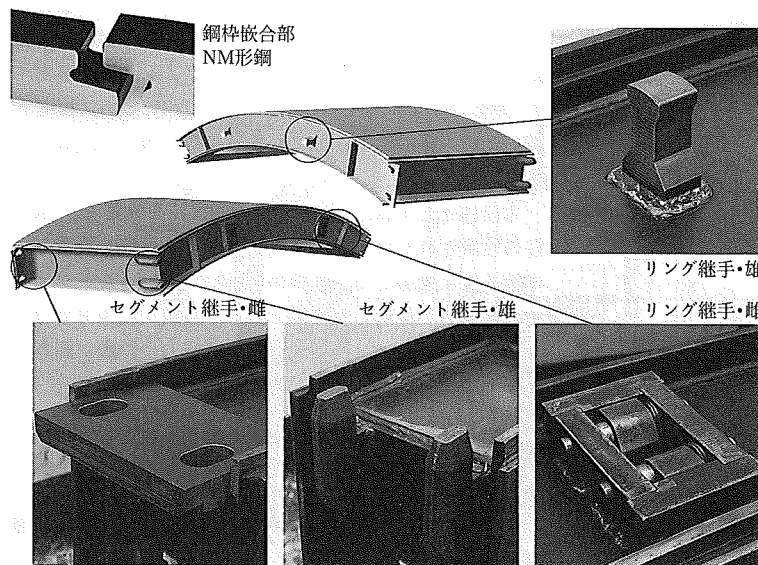


図-7 NMセグメント概念図

(2) 嵌合構造

セグメントの4辺に配置された鋼材はH形鋼で構成されている。このH形鋼のフランジ部に図-7に示すNM形鋼を用いることにより、その組み合わせがホゾ・ミゾ嵌合構造となる。継手部での鋼材の嵌合により高いせん断強度を確保することができ、リング周部のずれせん断変形が抑制できる。そして、覆工の真円性が得られるとともに耐震性の強化も図ることを可能としている。

(3) 合成構造

4辺がH形鋼の鋼材で囲まれ、この中に充填されたコンクリートが拘束されることにより鋼材とコンクリートとの一体性を確保した合成構造を実現している。

一般には、鋼材とコンクリートの一体化のためにジベルなどの機械的なずれ止めが必要とされているが、NMセグメントでは鋼材とコンクリートとの支圧機能に着目し一体化を図っている。この構造により、コンクリートの圧縮特性、鋼材の引張特性を活用し変形に対する破壊抵抗力を強化している。

(4) 止水機構

NM形鋼に止水溝を設け、セグメントの内縁と外縁に水膨張性の止水材を貼りつけることにより、組み立て後は4重の止水効果を得ることができる。さらに、継手部の空隙には組み立て後に充填材を注入している。このように多重止水機構となっており、六本木駅築造工事のように深く高い水圧を受けるシールド工事においても良好な止水性能が発揮されている。

(5) 鋼面防食

トンネルの内空側の鋼面は被覆防食が行われている。素地調整としてサンドブラスト処理した後にエポキシ系塗装による被覆防食を行った。

素地調整としてサンドブラスト処理した後にエポキシ系塗装による被覆防食を行った。

2-1-3 載荷試験

NMセグメントの性能試験として、実施工に先立ち、単体曲げ試験、継手曲げ試験、添接曲げ試験などを行った。設計荷重に対して十分な耐力を有していることとセグメント継手における荷重伝達性能を確認した。また、トンネル全体の性能確認のため、実物大3リング載荷試験を行い、構造的・安全性および設計手法の妥当性の検証も行っている。

2-1-4 設計

この工事においてNMセグメントは修正慣用設計法($\eta=0.8$, $\zeta=$

0.6)にて解析を行った。同時に、はりばねモデルやFEM解析も行い、全体リングと構造詳細の評価を行った。

2-1-5 製造について

NMセグメントの生産工程は、4辺の鋼材加工・スキンプレート取り付けの鋼殻製造とコンクリート充填・防食塗装に大別される。

このコンクリート充填工程において高流動コンクリートを採用した。充填方法としては、鋼殻に内型枠を取り付け、この閉塞された空間にコンクリートポンプにより充填する方法とした。

高流動コンクリートは配合試験・充填試験などを経て、高性能AE減水剤を用いた高炉セメント粉体系のものとした。具体的には、強度48N/mm²、スランプフロー60±5cm、水セメント比36%のものを用いた。

2-1-6 現場施工

- (1) 本掘進時での、セグメント各ピースの組み立ては3~5分程度であり従来にない組み立て効率であった。
- (2) 覆工から漏水のない、高い止水性能を示した。
- (3) 最初のリングの組み立て精度が後に続くリングの組み立て精度に大きく影響するため、第1リングは3mmの精度で組み立てた。その結果、中央部・側円部ともに顕著な目違い・段差は発生せず、きわめて高い真円性が確保できた。
- (4) 嵌合部が組み立て時の挿入ガイドになっているため、組み立て後の継手の目開き量は目視では確認されない程度であった。
- (5) エレクタ回転範囲の外で組み立て作業を行うことができるので、現場における作業の安全が確保された。
- (6) ボルトの継手孔の断面欠損がない平滑な内面仕上がりであり、トンネルの美観性が保たれた。

2-1-7 総合的評価

今後、大口径・長距離トンネルや大深度、近接施工、軟弱地盤、内水圧の負荷などの荷重条件を負荷されるトンネルの企画・計画・築造において、今回の経験を踏まえ次の効果が期待できると考えられる。

(1) 外径の縮小化

二次覆工の省略と一次覆工桁高の低減が同時に図れ、シールド外径の縮小、掘削土量や排土量の低減、および裏込め注入量の低減などの経済効果が得られる

(2) 組み立ての効率化

組み立て時間はボルト締結の約半分程度に、また他のボルトレスの約7割程度に短縮され、急速施工が実現できる。

また、全自動装置までの複雑さを要さないで半自動機構程度の装置にてセグメントの組み立てが可能であるので、シールドの軽減化も図れる。

(3) 付帯工事の省略

継手ボックスなどの断面欠損部の孔埋め作業は全く不要であり、二次覆工を必要としないで一次覆工のみのトンネルが築造可能である。

2-2 ほぞ付きセグメント

一般に用いられる平板形セグメントは、セグメントリングに発生する断面力を継手金物とボルトの締結により伝達する構造となっている。このため、セグメント内面に多くの金属製箱抜きがあり、断面欠損の問題とともに、耐腐食性や平滑性から二次覆工が必要となる場合が多い。また、ボルトボックスは鋼板とアンカー筋により構成され、これがセグメント製作費に占める継手費用の割合を大きなものとしている。

このような中で、海外で多数の施工実績のある、ほぞ付きセグメントを技術導入した後、1993年の実物大性能確認実験を経て、新技術の導入とコスト削減の一環として高速施工とセグメント制作費の低減を追求したほぞ付きセグメントを大江戸線環状部(新宿七丁目・原町・山伏・本郷・東上野・芝公園・東麻布・南青山・神宮外苑の各シールド)に採用することとした。

このうち、若松・柳町工区の原町シールドにおける、ほぞ付きセグメントの施工について報告する。

2-2-1 ほぞ付きセグメントの特徴

ほぞ付きセグメントは、リング継手が凸凹ほぞの嵌合、

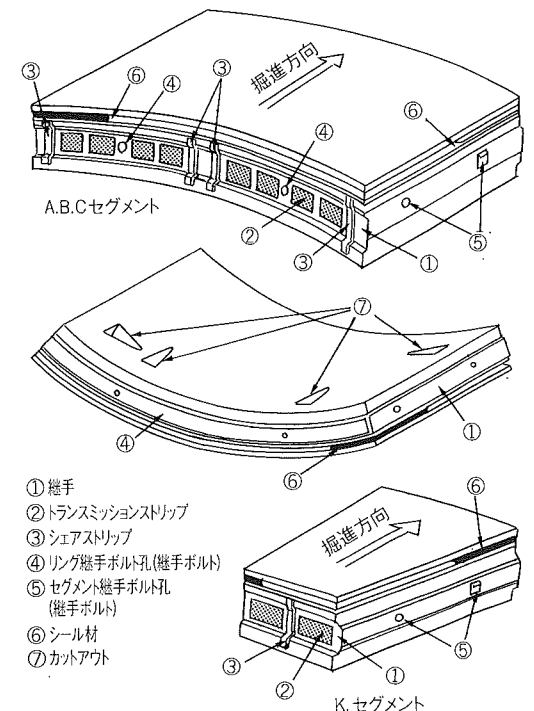


図-8 ほぞ付きセグメント概念図

セグメント継手は突き合わせ構造という独特の構造を有している。このことにより、以下のような特徴がある(図-8)。

- ① セグメント間、リング間の継手ボルトは組み立て用であり構造部材でないため撤去可能であり、鋼製ボルトボックスがないため耐腐食性および経済性に優れている。
- ② リング間の凸凹ほぞの嵌合により真円度が高い。
- ③ セグメント内面のカットアウト部分が小さく数が少ないため内面の平滑性に優れている。
- ④ 継手構造が簡略化され組み立てが容易なため、高速施工・自動化施工に適する。

2-2-2 工事概要

(1) シールド路線

原町シールドは延長989.9m(内・外回り合計)で若松河田駅を発進基地とし、抜け弁天通りから大久保通りに抜け、牛込柳町駅を到達立坑としたシールド工事である。

周辺には各種医療・教育・官公庁施設などの商住地域となっており、急曲線部(R=121m)では一部民地下での施工となった(図-9)。

2-2-3 一次覆工材料

(1) ほぞ付きセグメント

図-10に単SR(ほぞ付きセグメント)-I型<標準タイプ

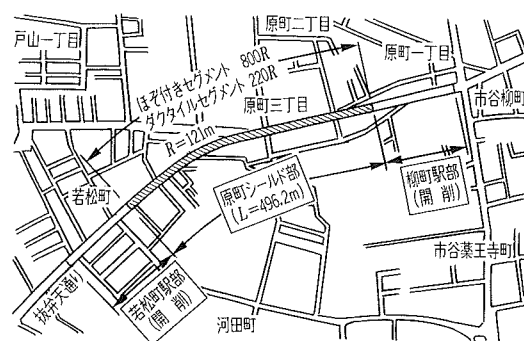
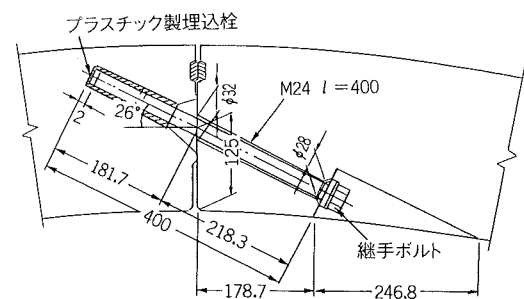


図-9 原町シールド路線図



(a) セグメント継手断面

のセグメント一般図を示す、図-11に組み立てボルト挿入図を示す。

発進立坑である若松河田駅の坑口から最初の20リングと、到達立坑である牛込柳町駅の到達口から20リングは、耐震上の観点から通常の組み立てボルト以外に、1リング断面あたり10本の通しボルトにてトンネル軸方向にすべて締結した構造となっている。

(2) インターレア材

インターレア材(材質:発泡ポリエチレン、合成ゴム、硬質繊維板)は、リング継手面のコンクリート同士が直接接触することを避けるための緩衝材として、あるいは裏込め注入材や土砂が隙間に流入して起こるシール材の損傷を防止することを目的として設置した(図-8参照)。

(3) シール材

シール材としてガスケットを使用した。

2-2-4 施工概要

(1) 仮組みセグメント組み立て

仮組みセグメントについては10リングとし、R=121m区間で使用するダクトイルセグメントを使用した。ほぞ付きセグメントは、周辺地山から均一な拘束を受け、リングに発生する断面力として軸力が卓越するほど安定し

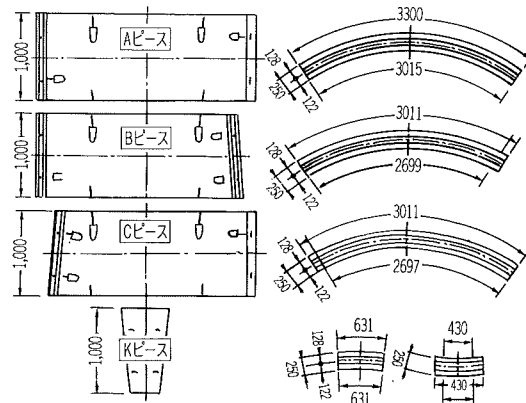
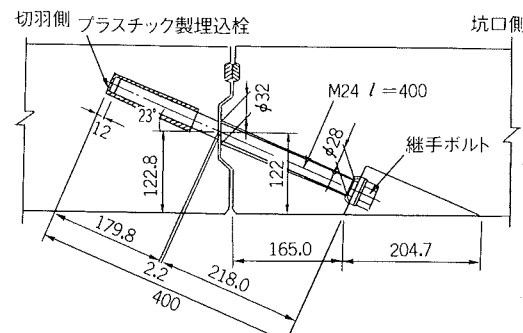


図-10 単SR(ほぞ付きセグメント)-I型<標準タイプ



(b) リング継手断面

図-11 組み立てボルト挿入図

た構造となる。そのため、本リング以降のほぞ付きセグメントの真円度は、仮組みセグメントの真円度に多大に影響される。よって、リング仮推進するたびに全ボルトの増締めを行い、途中で真円度が低下すれば随時修正した。またシールド推力の影響によるセグメントリングの変形を防止するため、すべてのリングに胴締めを施した。

(2) 掘進管理

ほぞ付きセグメントのボルトの役割は、シールドテール内で組み立てられたセグメントリングが、その各ピースの自重によって真円度を崩し変形するのを防ぐ形状保持である。したがって、リング間ボルトの本数が一般的なRCセグメントと比較して少ないため、シールドジャッキ「片押し」によって発生するトンネル軸方向の引張力に対して目開きが発生しやすい構造といえる。

そこで、以下の点に留意して掘進管理を行った。

- 1) 蛇行修正および曲線時の姿勢制御は、原則としてジャッキパターン操作ではなく、掘進しながらの中折れ操作にて対処した。
- 2) シールドジャッキ選択は原則として全数使用。やむを得ず2~3本抜く場合は、セグメント1ピースあたり最高1本までとした。全数同調回路の使用。
- 3) シールド後胴とセグメントリングのトンネル軸方向の向きを同じにして、差が生じた場合は即座に蛇行修正セグメントを組んだ。
- 4) シールドに装備した「テールクリアランス計」にて常時シールドテールとセグメントのクリアランスを監視し、姿勢制御およびセグメントの割付けに反映させた。

(3) ほぞ付きセグメントの組み立て

- 1) 標準タイプ
 - ① A、BおよびCピースについては、セグメント内面のボルト孔位置に明示した「アイマーク」を前リングのアイマークに合わせて組み立てる。
 - ② 1ピースにつきリング間2本、セグメント間2本のボルトを締め付けて、該当するシールドジャッキを全数張り、ガスケットを確実に押しつぶす。
 - ③ Kピース挿入時のセグメント継手側の「ほぞ」の欠損とガスケットのめくれを保護するため、エレクトアのセグメント拡張装置にて挿入クリアランスを5mm程度確保する。
 - ④ Kピースのセグメント継手面に潤滑剤を塗布する。
 - ⑤ 真円保持装置3基にて、組み上がったセグメントリングから1~3リングまでを保持する。
 - ⑥ 次リング掘進。
 - ⑦ 真円保持装置を使用した3リングが、掘進に伴って推力、テールブラシおよび地山からの拘束力を受け、それによって緩んだボルトの増締めを行う。

真円保持装置を併用しての作業のため、当初は1リング組み立てに若干時間を要したが、15~20分弱にて組み上げることができた。

2) 軸方向連結タイプ

軸方向連結タイプのセグメント組み立てには、標準タイプの斜ボルト以外にトンネル軸方向に連結される10本の通しボルトを使用した。セグメントの組み方は、基本的に標準タイプと変わらないが、斜ボルトと比較して軸方向連結ボルト孔クリアランスが小さいため、リングの組み立てには標準タイプのセグメントの真円度より高い精度が求められる。したがって、標準タイプと比較して組み立て時間を要した。

(4) 裏込め注入工

1) 注入材料

注入材料は、二液型可塑性固結系裏込め材(スラグ系: TGS工法)を使用した。

2) 注入管理

同時注入装置をシールド機上半に4基装備し、曲線におけるコピーカットによるオーバーカット量やほぞ付きセグメントに対する偏圧の影響を考慮しながら注入箇所を換えて施工した。

注入量および注入圧力は、1リングあたりの目標注入量および圧力の上限値を設定し、掘進スピードに合わせた自動調整装置にて掘進終了と同時に目標値を注入できるシステムを用いた。これにより掘進時における注入圧のバラッキ・偏圧を防ぐことができた。目標注入量に達しなかった場合は、セグメントグラウトホールより補足注入を実施した。

以上のような注入管理を行ったことにより、ほぞ付きセグメントの挙動についてはセグメントピース・リング全体ともに変位などは見受けられなかった。

(5) 施工結果

以上のようなほぞ付きセグメントの施工では、従来のRCセグメントに対し若干の配慮が必要とされたが、ボルト数の低減もあり平均日進量を確保しつつ、仕上がり

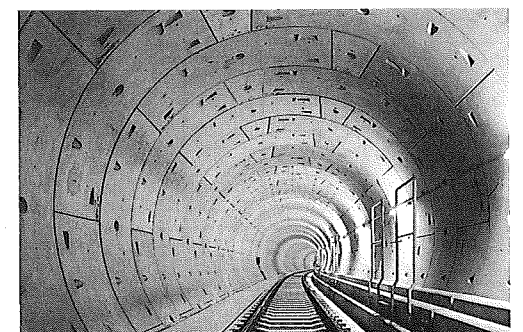


写真-1 出来形状

内面の美しいシールドトンネルを構築することができた(写真-1)。

2-3 ハニカムセグメント(月島シールド)

大江戸線門仲・月島工区建設工事には、月島駅から門前仲町駅間の1,156m区間を泥土圧シールドで単線並列トンネル(外径φ5,300mm)を構築する相生シールドと月島駅から勝どき駅間の415m区間を泥土圧シールドで単線並列トンネル(外径φ5,300mm)を構築する月島シールドがある。

ここに、新技術の導入とコスト削減の一環として、請負者からの技術提案という形で、シールドトンネルの急速施工と省力化およびセグメント制作費の低減を追求したハニカムセグメントを、相生シールドにおいては一部区間、主な地層が沖積世軟弱粘性土(N値 0~2)である月島シールドについては全区間において採用することになった。

2-3-1 ハニカムセグメントの特徴

ハニカムセグメントは、シールド掘進とセグメント組み立ての同時施工に適した形状として開発された六角形状の鉄筋コンクリート平板セグメントである。このセグメントは組み立て形態が蜂の巣状であることから“ハニカムセグメント”と呼ばれている。セグメント間の締結は斜辺中央に斜辺に平行に配置した斜辺間継手ボルトならびにトンネル軸方向に配置したリング間継手ボルトで行うため、従来型のセグメントと異なり継手金具類がなく、覆工内面がコンクリート面であり平滑となっている。

2-3-2 ハニカムセグメントの構造

(1) 基本形状

ハニカムセグメントは、隅角部をすべて120°とし、正六角形をリング方向に長く伸ばした形状を基本としている。分割数は、4以上の偶数分割を原則とし、継手位置が常に同一になるため、覆工断面力の小さくなる箇所に継手を配置すれば継手への作用力を軽減することができる。

(2) 継手形状

ハニカムセグメントの斜辺継手は、図-12に示すよう

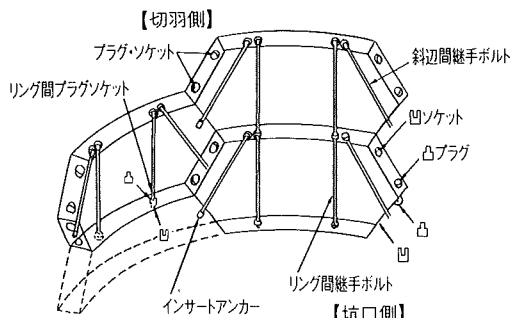


図-12 ハニカムセグメントの継手構造

にセグメントの切羽側端面から長ボルトを斜辺間継手間およびリング間に連結する構造としている。この斜辺間継手ボルトは、従来の矩形セグメントのセグメント継手ボルトに相当する応力部材である。リング継手ボルトは組み立て精度と止水性向上を狙いとした施工部材である。この長ボルトを用いた継手構造とすることにより、セグメント内面に継手の連結部が露出しないため二次覆工省略時にはボルト孔の防錆、防食処置が不要となる。また、斜辺継手には、組み立て時のガイド効果と組み立て精度の向上のため、凸凹状のプラグとソケットを配置している。

2-3-3 ハニカムセグメントの設計

施工に先立ち、慣用計算法やはりばね計算方法の構造計算で得られる設計断面力をもとに設計し、実物大継手曲げ試験、リング載荷試験などを行い、強度上の信頼性と安全性の確認を行った。

(1) 実物大載荷試験の結果

実地盤を想定してのリング方向に軸力を導入した試験では、軸力が大きいほどリングや継手の剛性は高くなる結果が得られており、継手の許容曲げモーメントが作用した状態でも内空変位量は小さく、継手は十分な剛性を有していること、および継手目開き量は非常に小さく、止水性に対して問題ないことが確認された。

また、斜辺継手ボルトの軸力計測からは、ボルトの引張応力度が計算値とほぼ一致した。さらに継手の許容曲げモーメントに達するまではほぼ剛性一様なリングとして挙動を示すことも確認され、ハニカムセグメントの設計では、リング剛性が一様であることを前提条件とした慣用計算法などの構造計算法の適用が可能であることが検証された。

2-3-4 月島シールドへの適用

わが国で過去に例のないハニカムセグメントを実施工に適用するためには、前述の実物大載荷試験などによって覆工の強度上の信頼性と安全性が確保されたうえで、基本的な覆工機能としての組み立て精度や止水性、および組み立て速度が従来のRCセグメントと同様に確保されなければならない。このため、斜辺継手の止水性試験や組み立て試験、シールド施工設備の検討を行い実施工に当たった(図-13, 14)。

(1) 月島シールド工事

セグメント組み立てにあたっては、とくに継手ボルト軸力に留意した。これは、ハニカムセグメントが内面に継手ボルトの締結孔がないため、通常のRCセグメントのように組み立て後に継手ボルトの増締めができず、継手ボルトが大幅に緩めば覆工の強度と機能に支障することが懸念されたためである。このため、先行した相生シールドにおいて継手ボルト軸力の経時変化を計測し、軸力

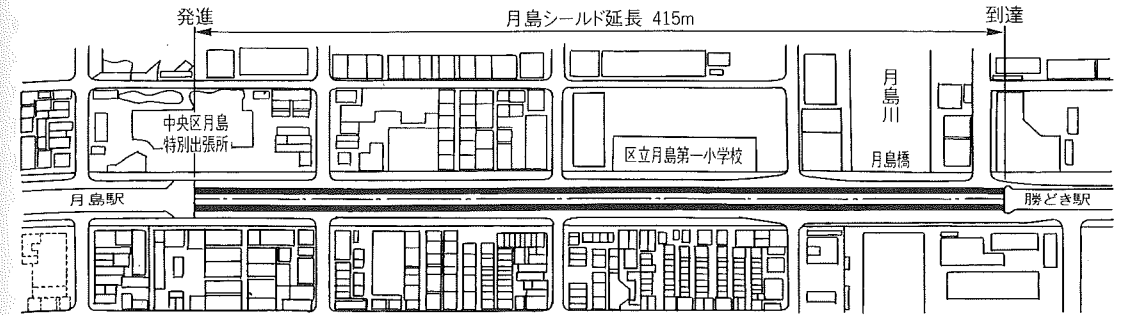


図-13 月島シールド工事区間の平面図

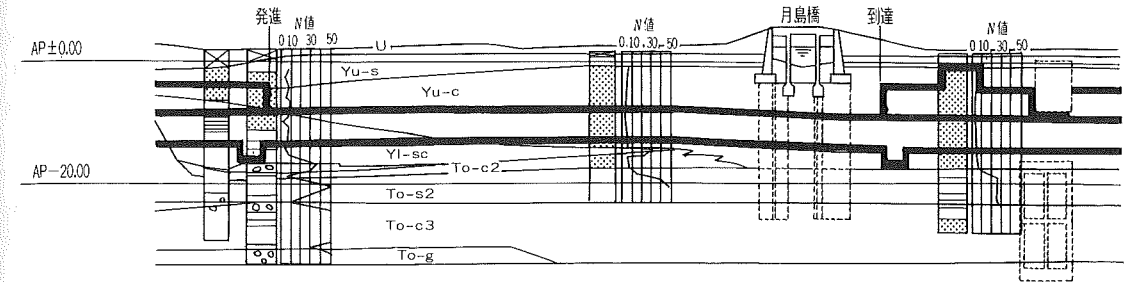


図-14 月島シールド工事区間の縦断面図

の低下量とセグメントの変形や止水性との関係を調べたが支障のないものであった。また、通常のRCセグメントでは組み立て後にシールド推力やテール拘束によつて継手目開き量が縮小することによりボルト締め付け力が開放され緩んだ状態となることがあるため、継手ボルトの増締めが要求されるが、ハニカムセグメントの継手ボルトは通常の短ボルトの20倍程度長いので、セグメント組み立て後に継手目開き量が縮小してもボルト締め付け力の低下が少ない。このことから、継手ボルト軸力の計測結果と同様にハニカムセグメントの継手ボルトの増締めは必要ないと結論した。

シールド掘進とセグメント組み立て(図-15)を交互にくり返す通常の施工形態で昼間施工のみで日進4.5R(4.5m/日)の施工を継続した。相生シールドは人力作業により斜辺継手ボルトを締結したが、月島シールドではセグメントの組み立て時間の短縮と切羽作業の安全性を考慮し、ボルト締結を自動化した。その結果、相生シールドに比べセグメント組み立て時間は平均32分/Rに短縮された。

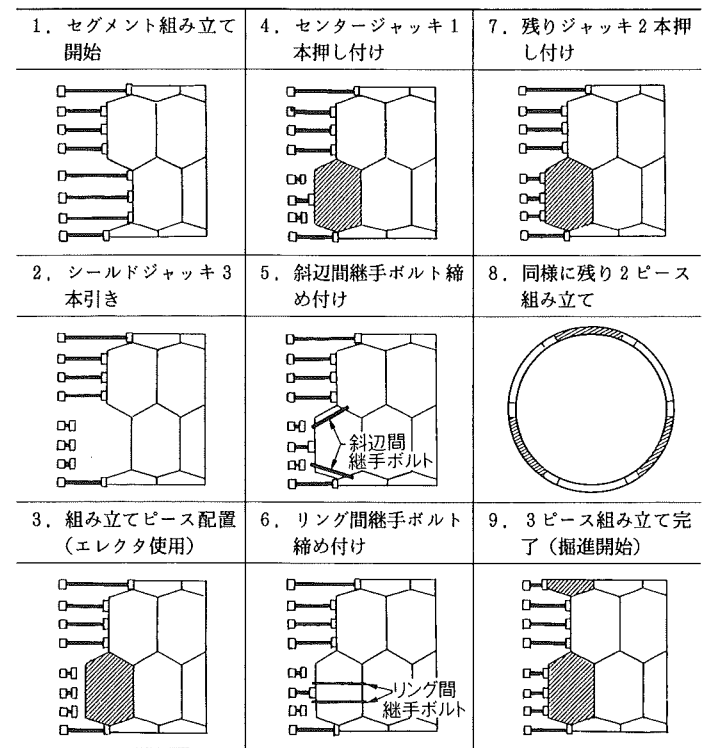


図-15 ハニカムセグメントの組み立て手順

(2) 月島シールドでの出来形結果

月島シールド工事における出来形を表-1の内空変位量測定結果で示す。継手目開き量や目違い量は平均0.5mm

表-1 内空変位量測定結果(月島シールド)

管理項目	鉛直方向			水平方向		
	外回り	内回り	全線	外回り	内回り	全線
内空変位量(mm)	-5.4	-8.9	-7.1	+8.0	+12.3	+10.1
下段:セグメント径比	D/935	D/567	D/711	D/631	D/411	D/500

+ : 外側, - : 内側

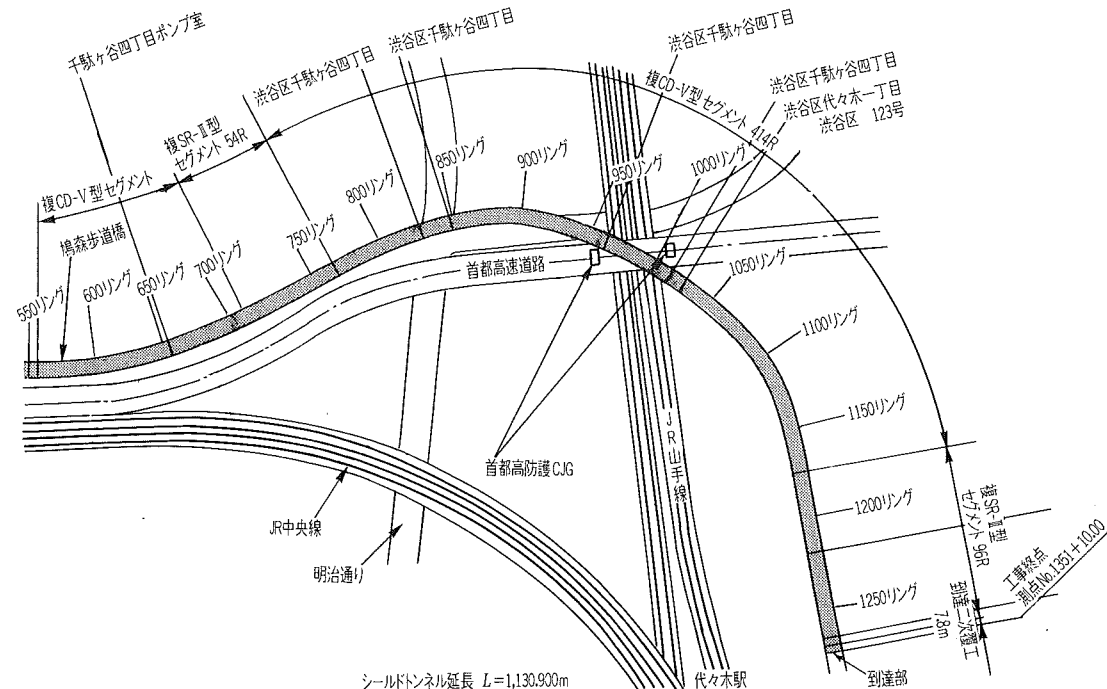


写真-2 出来形状況(月島シールド)

程度に留まったが、内空変位量は鉛直方向で全線平均-7mm(D/700)水平方向で全線平均+10mm(D/500)程度であった(写真-2)。

2-3-5 おわりに

相生シールド、月島シールドの実施工より、いずれも曲線施工を含めたシールド施工の各ステップで施工上の支障はなく、従来のセグメント以上に高い組み立て精度



シールドトンネル延長 L=1,130,900m
図-16 千駄ヶ谷シールド平面図(首都高交差部)

と止水性が確保された。また、施工速度も通常のシールド施工と比べ遜色なく、セグメント組み立て時間はシールド掘進時間(35~40分/R)よりも短く、条件が整えばシールド掘進とセグメント組み立ての同時施工による連続掘進も可能であることも示唆された。

3. シールド特殊施工

3-1 急曲線シールド(千駄ヶ谷シールド)

3-1-1 工事概要

千駄ヶ谷シールドは、国立競技場前駅から代々木駅に達する施工延長約1,131m、トンネル外径φ8,500mmの複線断面のシールドである。当該シールドは、国立競技場前駅部の北西側端部より発進し、JR千駄ヶ谷駅前を通過、首都高速4号新宿線に沿って明治通りを横断、JR山手線と首都高速4号新宿線交差部分を急曲線として、代々木駅端部へと到達した(図-16)。曲線長は全体の約6割を占める720mで、最小曲線半径はR=104mの急曲線である。

縦断勾配は発進部から約600m(中間ポンプ場)までは2%の下り勾配であるが、縦断曲線(VR=4,000m)を経て45%という急勾配に変わり、再び縦断曲線(VR=4,000m)を経て代々木駅に到達する。トンネルの高低差は約14mに及び、最浅土かぶり約9m(1.0D)である(図-17)。

千駄ヶ谷シールドが通過する区間の地層は、江戸川砂

層(Eds : N≧50)が主体で、一部東京層(Toc : N=10~20, Tos : N=30~50, Tog : N≧50)を掘進する。なお、千駄ヶ谷シールドが急曲線で首都高速道路と交差する箇所の地質は、おおむねN値50以上の砂質土層および砂礫層である。

3-1-2 複線シールドの概要

千駄ヶ谷シールドは、シールド外径φ8,660mm、機長7,700mm(センターカッタを除く)の泥水式シールドである(図-18)。

(1) 支持方式

カッタヘッド支持方式は大別して、センターシャフト方式、周辺支持方式、中間支持方式があるが、当該シールドでは偏心荷重に対する構造的安定性を得るために中

間支持方式とした。なお、カッタヘッドの支持ビーム数は、ビームの強度、カッタヘッドの形状を考慮して8本とした。

(2) 駆動方式・駆動トルク

カッタの駆動方式は、定性的に比較して効率面および騒音、坑内温度などの作業環境面で有利な電動駆動方式を採用した。電動機出力軸と減速機の間にはクラッチを設け、電動機起動時、無負荷起動、順次起動を行い起動電流を抑えることを可能とした。

カッタ駆動トルクは定格(100%)で879.4tf・m、最大(120%)で1055.3tf・mである。旋回抵抗の計算値(掘削トルク)が354.96tf・mであるため、本機の装備トルクの安全率は定格で2.48となっている。

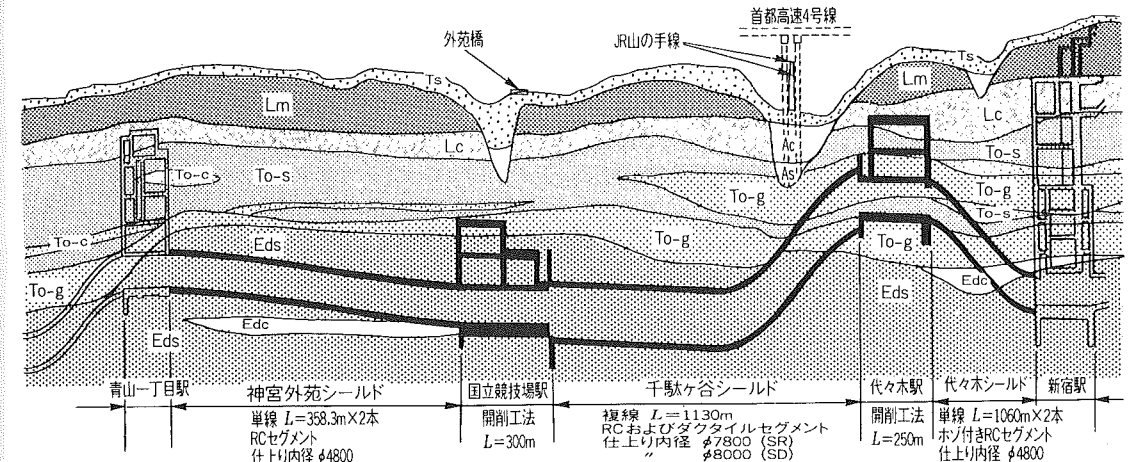


図-17 千駄ヶ谷シールド断面図

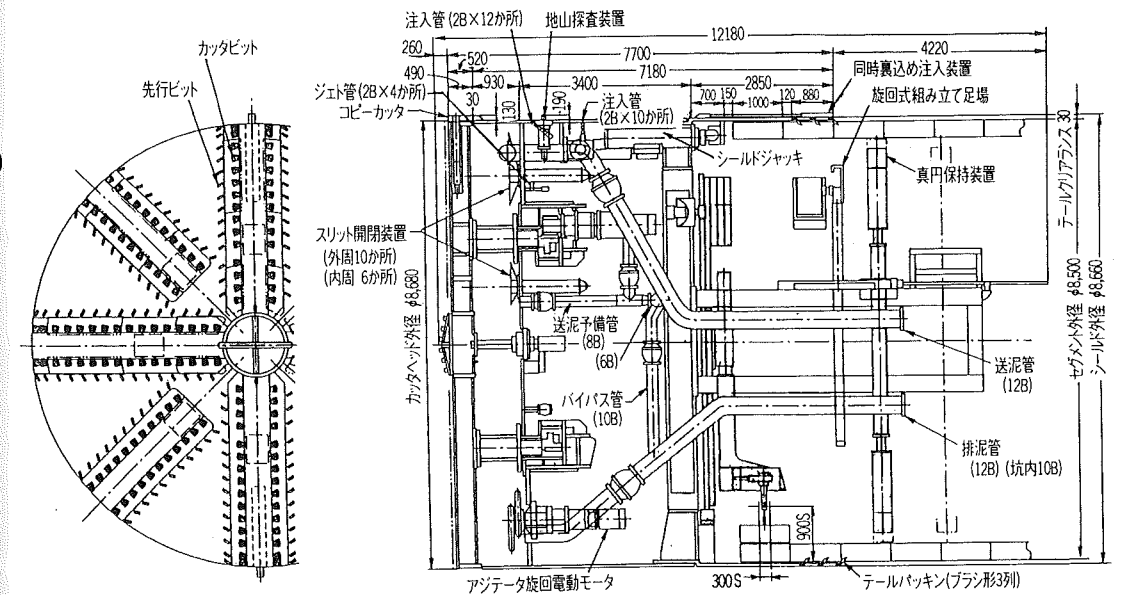


図-18 シールド機

(3) 推進機構

装備した推進力は、300tf×26本で総推進力は7,800tfである。掘進諸抵抗の計算値(所要推力)が3,081.4tfであるため、安全率は2.53となっている。

(4) カッターヘッド

カッターヘッドの形状は面板タイプとすることにより、山留め効果を期待している。掘削土の均一な取り込みを行うため主スポーク4本、補助スポーク4本とし、スリット幅は300mm、スリット開口率は25%である。

(5) 中折れ装置

曲線施工を確実にを行うためと、施工余掘り量を少なくし、地盤に与える影響を最小限に抑えるために中折れ装置を装備している。中折れ装置はフラット中折れ方式(油圧ジャッキ式)を採用し、最大中折れ角は左右2度、上下0.5度である。

3-1-3 覆工

一次覆工には、幅1,000mm、厚さ350mmのRC平板型セグメントを用いている。一方、急曲線部については内空寸法確保のため、幅800mm、厚さ250mmのダクタイルセグメントを採用している。また、急曲線部テーパリングは両テーパ形を採用し、テーパ量は132mmとした。普通リングの数(n)とテーパリングの数(m)の比率n:mは1:1となっている。

3-1-4 掘進

前述のとおり千駄ヶ谷シールドは、JR山手線と首都高速4号新宿線交差点部分を急曲線で下越しする。このためシールドの掘進にあたっては、周辺地盤や構造物の変状計測管理、さらに泥水の地下構造物などへの噴出防止や綿密なシールドの線形管理が重要であった。

掘進管理の基本方針は以下の3点である。

- ① 切羽の安定とテールボイドの適正充填を図り、周辺地盤への影響を防ぐ。
- ② 機械の能力を十分に発揮させ、効率よく掘進する。
- ③ トンネルの計画線形に沿って精度良く掘進する。

当該シールドの掘進にあたっては、大量のデータ収集、記録の統計処理、図表化を迅速かつ正確に行う必要があり、これらの処理にあたっては「シールド工法管理システム」を導入した。線形の管理についても現在のシールドの位置をジャベルシステムを利用し、リアルタイムで連続的に測量、同システムにより、リング掘進中の方位、位置の変化、計画線からの離れを逐次自動的に演算し、結果をもとにシールドの方向制御を行った。このジャベルシステムは、方位角、ピッチング、ローリングなどを測量し平面線形を管理するジャイロシステムと、水圧式のレベルセンサーによって水準測量をし縦断線形を管理するレベルセンサーによって構成されている。

また、並行して坑内測量を行いシールド掘進の進捗に伴うシールドの方向を把握した。測量頻度は5~6リングに1回を原則とし、曲線部掘進の場合は回数を増やした。測量後は速やかに電算機にデータを入力し、出力された測量結果にもとづき以後の掘進指示を行った。

3-1-5 首都高橋脚防護

シールド掘削ラインに近接している首都高速道路4号新宿線の橋脚基礎について検討した結果、構造物の健全性を維持すべくコラムジェットを用いて地盤改良を実施した。地盤改良範囲は、おおむねN値50以上の砂質土層および砂礫層であり、各橋脚ごとにφ1,800mm、L=17.72mのコラムジェット5本を打設し基礎を防護した。

掘進中は、沈下・傾斜計を設置、自動計測し、安全を確認しながら交差点の施工を進めた。

3-1-6 施工結果

掘進データから見て、あらゆるデータはJR山手線の手前の明治通り付近を通過する時点で変化している。この位置は、45%の上り急勾配の縦断線形で、掘削土質が比較的均質で安定した江戸川砂層から、次第に東京礫層が出現している地点である。また、平面線形についてもJR山手線と首都高速道路4号新宿線の交差点を半径104mの急曲線で通過している。この区間の掘進にあたってはジャッキスピードを施工上の限界である約10~12mm/分まで下げて慎重に掘進を進めた。線形についてはトンネル全線の水平変位量、垂直変位量ともに値は小さく、非常に美しいトンネルが構築されている。

次に裏込め注入は、おおむね裏込め注入率120~150%の範囲で実施しており、テールボイドは可塑性モルタルで十分に充填したものと考えられる。なお、シールド到達後6か月経過時点での調査では、地盤沈下や建造物の傾斜などの経過は見い出せなかった。また、トンネル内の漏水も発生しておらず、裏込め注入は良好に施工されたものと考えられる。

3-2 部材転用シールドおよびUターンシールド

シールド工法により、短距離のトンネルを施工する場合、シールドの費用の占める割合が高くなることから、距離が長い場合に比べ掘削単価が割高となる。

とりわけ大口径のシールドの場合は、シールドの費用の突出が顕著となる。このため、コスト削減の方策として、都庁前駅~西新宿五丁目駅間の単線並列トンネルと引き上げ線の複線トンネルにおいてシールド相互の部材の転用、森下工区の高橋シールドにおいては、シールド1基による単線往復の施工を行った(図-19)。

3-2-1 部材転用シールド

(1) 部材転用シールドの概要

都庁前駅の車両の折り返しに使用する延長127mの引

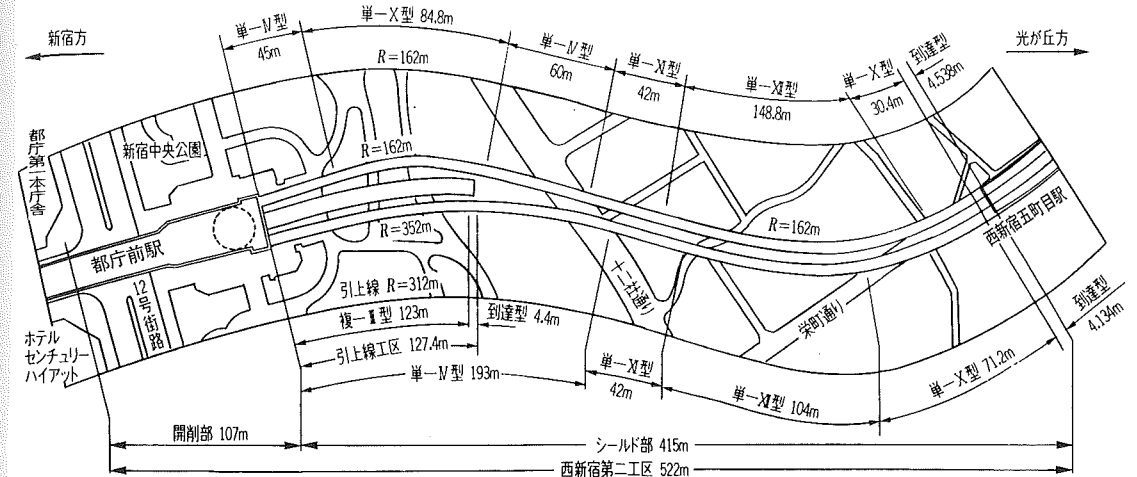


図-19 西新宿第二区路線平面図

き上げ線(複線断面・外径φ9,040mm)の両側に、単線トンネル(外径φ5,440mm)を築造するにあたり、複線シールドに使用した部材を最大限単線シールドに転用することによって、コスト削減を図ったものである。

コスト削減のための方策を検討するうえで決め手となった施工条件は以下の4点である。

- ① 複線シールドの施工延長が127mときわめて短い。
- ② 複線シールドと単線シールド2本が隣接しており、立坑が共通であることから、機材の輸送上の問題がない。
- ③ 発進基地、発進立坑が公園内にあり、シールドの引き上げ組み立て時の作業スペースが十分確保できる。
- ④ 複線シールドの線形、勾配が平坦でかつ、十分な土かぶりかとれており、シールドの仕様が標準仕様であることから転用が図りやすい。

(2) 部材の転用

部材の転用は、φ9,040mm泥水式シールドに使用した部材をφ5,440mm泥水式シールド(単線2台)の部材に再使用するもので、設計段階においてリストを作成して最大限転用することとした(表-2)。

とくに、シールドの心臓部であり、製作費の中でもっとも大きな比重を占める軸受け部の転用を第一に考え、複線シールドは軸受けにかかるトルクが小さくて済む泥水式シールドを採用した。

(3) 軸受け部の取り出し

軸受け部の転用にあたっては、シールドの到達のうちに、解体を安全に行うためチャンパ内の泥水を完全にモルタルに置換し、更に薬液注入を行い止水性を万全なものとした。

軸受け部の坑内運搬作業は揚重機械が使用できないシ

ールド坑内において、総重量74tの部材を30tおよび20t吊りの手動チェーンブロックおよび油圧式ジャッキを使用して引き出し、反転させた。

軸受け部はさらに台車にてインバート上の軌条を使い、ウィンチで引き出し、200t吊りクレーンにより発進立坑から地上へ引き上げ、単線シールドへの組み込みを行った。

3-2-2 シールドのUターン施工による単線往復トンネルの施工

(1) 工事概要

高橋シールドは森下駅を発進基地として、森下駅~清澄白河駅間を単線往復トンネルで結んだものである。

シールドは、当工区が地盤のN値が非常に小さく、主として軟弱な粘性土地盤を掘進するため、切羽の安定を図りやすい泥土圧シールド工法を採用した。

当該シールド工区の特徴は、シールドの施工延長が329mと短いことから、建設費の削減を図り、同一のシールドによる単線の往復トンネルとしたことである。

往復トンネルは、外回り線を先行させ、シールドを森下駅から発進し、清澄白河駅へ到達後立坑内でUターンさせ、方向転換を図ったのち、再度、清澄白河駅から発進し、森下駅に到達させて内回り線を施工した。

(2) Uターン施工の概要

高橋シールドの外径はφ5,440mm(セグメント外径5,300mm)、土かぶり12.3~19.2m、最大勾配は上り・下り35%で、平面線形は直線である。

森下駅を発進したシールドは清澄白河駅に到達後、立坑内でUターンし、再度清澄白河駅から発進し森下駅に到達した。施工順序としては、①森下駅発進→

②外回り線掘進→③清澄駅シールド到達準備工→④地盤改良区間掘進→⑤清澄駅(Uターン)立坑到達→⑥シ

表-2 転用品リスト

		φ9.04m泥水式シールド(複線×1台)	φ5.44m泥土圧式シールド(単線×2台)
カッタ部およびバルクヘッド部	カッタヘッド部および支持ビーム部	×	①切羽保持上転用不可, 新製 ②不足につき新製
	バルクヘッド部および支持ビーム受け部	×	カッタチャンパ内固化剤注入により解体不可, 新製
	軸受け・シールブロック部	○	①外周ビームとして使用 ②不足につき新製
	フード部および軸受け部支持部	○	①使用 ②不足につき新製
	カッタEM駆動装置(30kW×1/185×15台)	○	①8台転用 ②7台転用(不足分1台新製)
	ロータリージョイント	○	①使用 ②不足につき新製
	アジテータ装置本体(2基分)	×	不要
推進装置	シールドジャッキ	150t×335k×1150st×40本	○
	ジャッキシュー	150t用40組	×
	エレクトラ本体	回転フレームφ4,640mm	×
	旋回用油圧モータ	ME175-FS型×2台(754kg・m×140k)	○
	セグメント真円保持装置	上下サポート式	×

※凡例: ○転用可能品, ×転用不可能で新製必要

シールド位置確認→⑦坑口パッキン取り付け→⑧鏡切り工→⑨シールド引出し工→⑩シールド空推進工(坑口止水工)→⑪シールド回転・固定→⑫清澄駅部発進→⑬内回り線掘進→⑭森下駅部到達, となる。

(3) 工法の選定

シールドの回転は, 清澄白河駅端部の立坑内でシールドを引き出したのちUターンさせるが, 9.7m×15.0mの回転ヤード内でスクリーコンベヤを含め機長10.1mのシールドをUターンさせるには, シールドを回転させながら横移動させる必要があった。

このため, 次の4案について工法検討を行った。

- ① コロ曳きによる方法,
- ② 油圧ジャッキによる方法,
- ③ 旋回装置を用いる方法,
- ④ エアーキャスターを用いる方法,

検討項目は次のとおりである。

- ① 仮受け架台と本体設備の規模
- ② 移動・回転・昇降などの作業の施工性
- ③ 安全性
- ④ 作業工程
- ⑤ 経済性

以上の検討から結果的にエアーキャスターによる施工

を採用した(図-20)。

(4) 方向転換の施工手順(図-21)

- ① 作業床として, 回転立坑下にH形鋼を連続して敷設した。
- ② シールドが土留め杭背面に達したら, 杭を切断しカッタフェースを露出した。
- ③ シールド位置の測量を行い, シールド受け架台を設置した。
- ④ シールドチャンパおよびスクリーコンベヤ内を空にし, 清掃のうえ, 後続台車とNo.2スクリーコンベヤをシールド本体から切離し, No.1スクリーコンベヤのみを残した。
- ⑤ シールド受け架台をジャッキアップさせ, 作業床面にポリエチレンシートを敷設した。
- ⑥ シールド受け架台の下にエアーキャスター(キャスターバック)6台を挿入し, コンプレッサーで圧縮空気を供給し, シールドの浮上試運転・調整を行った。
- ⑦ 回転・移動のためのウィンチ(直曳1t用4台), レバーブロックを壁・作業床に固定した。
- ⑧ 圧縮空気を供給しながら, シールドを浮上させ, ウィンチ, レバーブロックでけん引しながら移動と

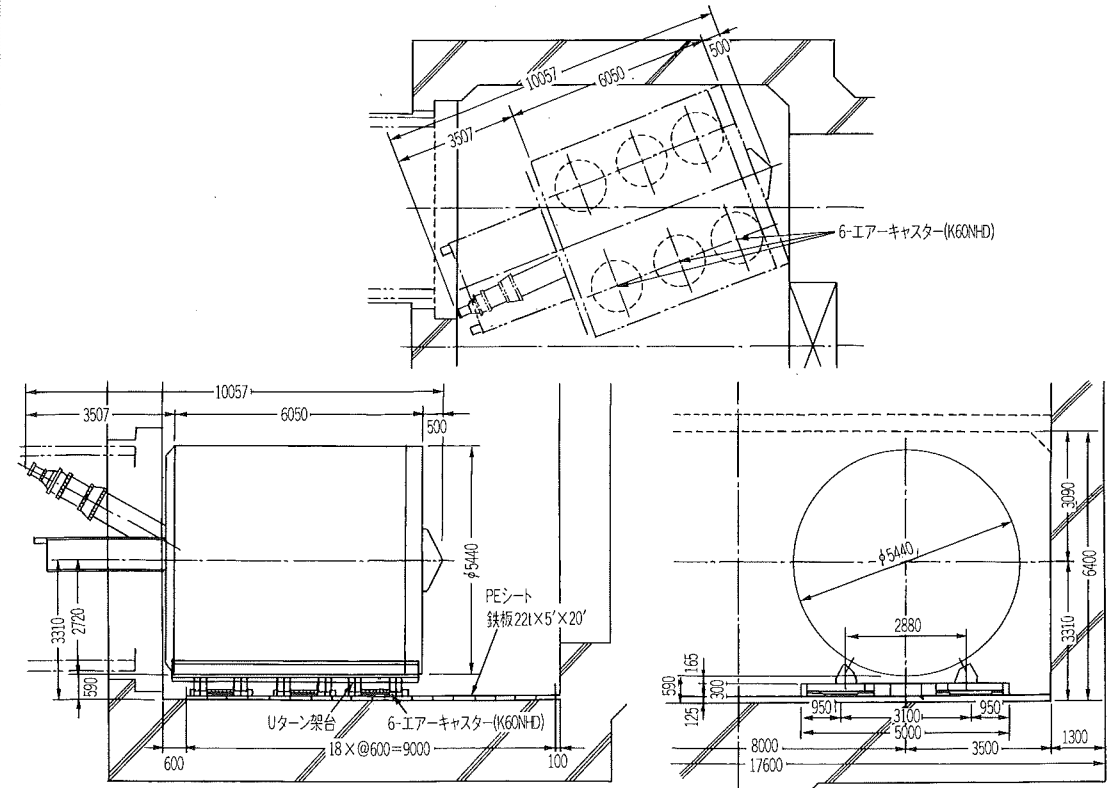


図-20 シールド受け架台およびエアキャスター配置図

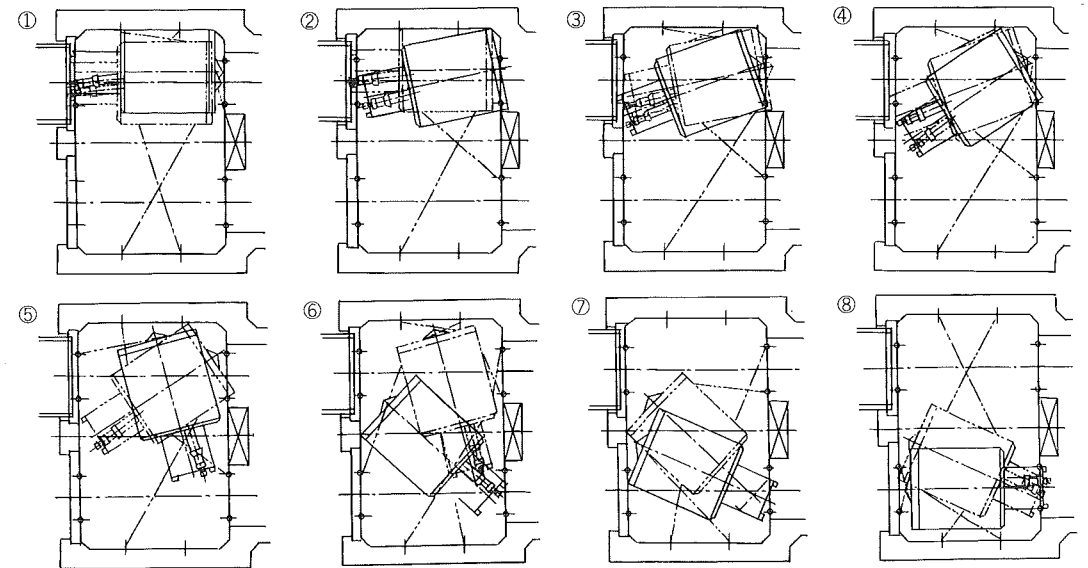


図-21 方向転換ワイヤリングフロー図

回転をくり返し所定の位置にセットし, 回転作業を完了した。

(4) 施工結果

大口径シールドを立坑内に引き出し, 回転および横移

動を行う作業をエアーキャスターを使用して, シールドを浮上させて行った。

結果的には, 油類を塗り, 油圧ジャッキを使用して方向転換をするという従来の工法に比べ, 前後・左右の移

動が容易となり、短時間で作業をすすめることができた。

工程的には、架台設置、および回転準備工に5日間、回転・移動作業は実働4～5時間で完了するなどきわめて効率的な作業となった。

3-3 新宿駅の工事

3-3-1 新宿駅の概要

大江戸線新宿駅は、都営新宿線・京王新線新宿駅との連絡およびJR線、小田急線、京王本線との乗り換えの利便性に配慮し、国道20号を挟み都道四谷・角筈線下に設置した。

施工当時の沿道状況は、代々木方にはJR鉄道病院、ホテル、各種専門学校や、中小商業ビルが建ち並び、道路幅員は18mと狭く、地下では京王電鉄本線が斜め横断していた。新宿方には大規模業務ビルや中小商業ビルが混在し、地下には駐車場・地下街がほぼ全面にある。また、国道20号は1日約67,000台と都内有数の交通量があり、地下には都営新宿線・京王新線新宿駅が敷設されている。

新宿駅のホームは都営新宿線・京王新線の下に設け、深さが地表面下約40mである。また、当駅のラッシュ時1時間あたりの利用客は約36,500人と推計され、ホーム幅員は10.5mが必要となる。しかし、箱型トンネルでは幅員18mの道路内に収めることができず一部は民地に入り、ビルの撤去やアンダーピニングが必要となる。そこで、軌道階はホームを設置できる外径8.1mのシールドトンネル2本を、中心間隔10mで施工した。改札口、

駅務室、コンコース、電気室、機械室などの駅施設は、道路内に開削工法で3層の構造物を築造して設け、地下3階と地下7階のホームとは3連のエスカレータとエレベータで連絡した。改札階とホームを連絡するエスカレータ部95m区間は普通部坑内で路下杭を打設し開削工法で施工した。

地下3階では、都営新宿線・京王新線と連絡し、地上への出入りならびにJR線、小田急線、京王本線との連絡は、都営新宿線・京王新線地下1階の自由通路に改札口を2か所設け、既設の都営新宿線・京王新線出入口を利用した。また、代々木方に1か所出入口を設けた(図-22)。

3-3-2 地質概要

(1) 地質

当地区は、地形区分で淀橋台と称され、地盤高はAP±40mと、山の手ではもっとも高い面となっている。当台地の地質構成は、上部から立川・武蔵野ローム層、下末吉ローム層(ローム質粘土層)、東京層、東京礫層、江戸川層より構成されている。新宿駅の掘削底面はGL-40m(AP±0.0)付近で、江戸川砂層に位置している。

(2) 地下水

地下水の帯水層は、東京礫層、江戸川礫・砂層で、東京層の粘性土、または、江戸川層の粘性土の不透水層の影響で被圧水となっている。それぞれの水位は東京礫層AP+21m(GL-18.73m)、江戸川層AP+19m(GL-20.73m)にある。

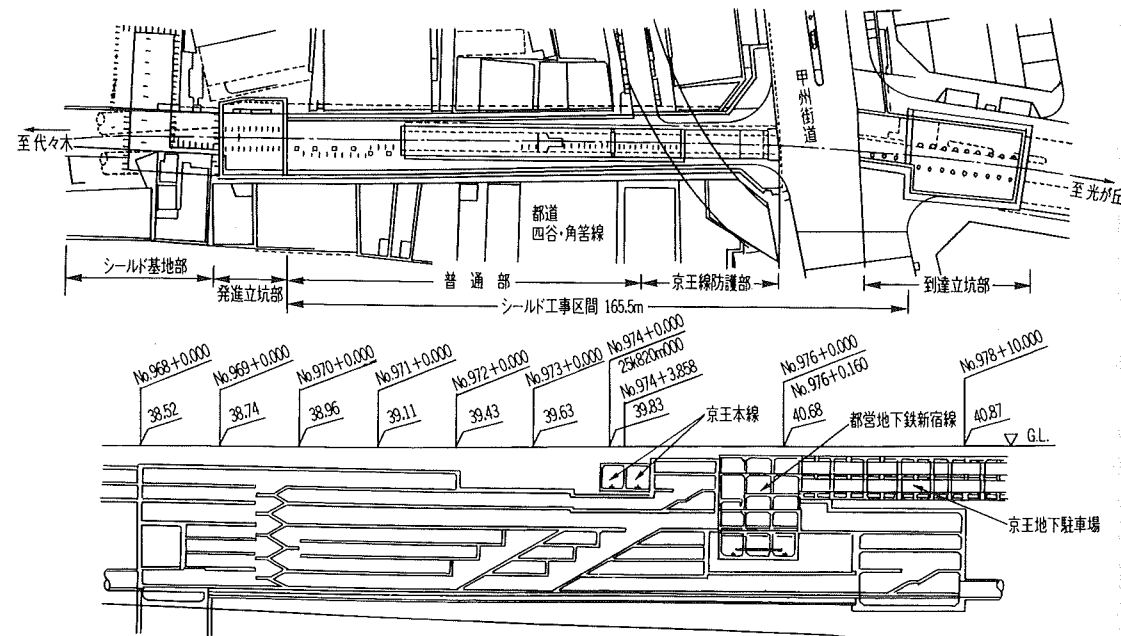


図-22 大江戸線新宿駅概要図

3-3-3 発進立坑部

発進立坑部は、開削工法で施工し、幅21m、長さ17m、深さ42mである。土留め壁は、掘削深さ、地質、地下水位などを考慮し、地下連続壁として、地下鉄縦断方向は路上から、横断方向は埋設物が多いため路下施工とした。壁厚は1mで路上施工の壁長は52m、路下施工の壁長は42mである。地下連続壁の路下施工およびシールドの発進との関係から路面受け桁は、H-1400×600(L=21m)の特殊大桁とした。地下2階、軌道階の上床版は逆巻き工法で築造した。なお、地下連続壁は、一体壁として本体利用した。

3-3-4 普通部

普通部の開削幅は15.4m、長さ約165m、深さ約21mである。普通部の土留め壁は道路幅員が狭く、地下水位がGL-20mと低いため柱列式地下連続壁とした(図-23)。

3-3-5 到達立坑部

到達立坑部の掘削規模は、幅20m、長さ20m、深さ43mで京王モール地下街、地下駐車場の直下にあるため、アンダーピニング工法により、到達立坑を築造した。連絡通路部より横穴式に掘り進み、地下駐車場の深礎杭

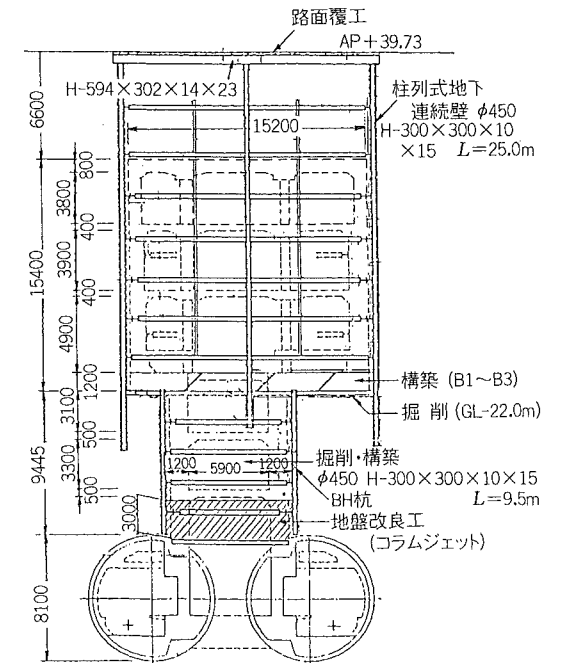


図-23 普通部

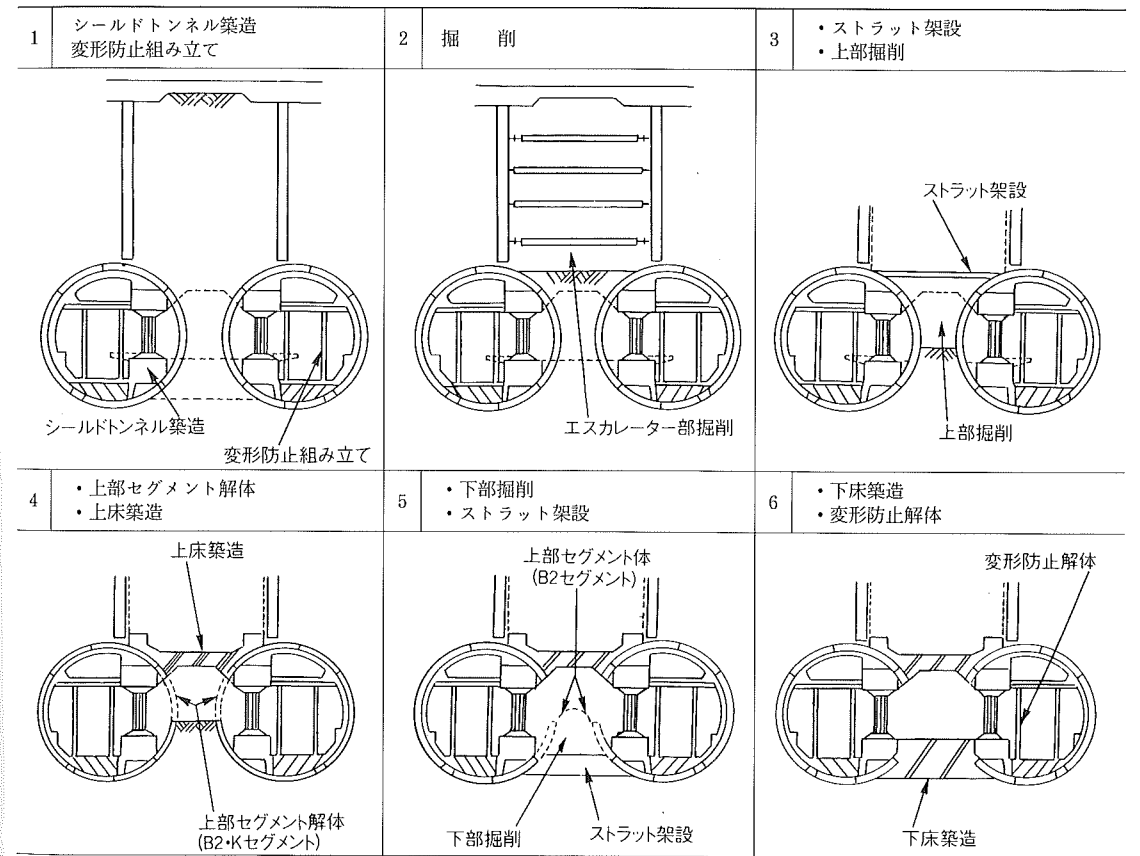


図-24 エスカレーター部順序図

(φ2,000)を利用しながら、この駐車場下に空頭高さ4mの作業空間を作り、土留め壁(柱列式地下連続壁)とアンダーピニング用の支持杭を打設した。これらの杭は、リバース工法にて施工し、穿孔径は1.2mであった。路下施工の土留め壁背面には止水注入した。

アンダーピニングは、上床版を逆巻き施工した後、ジャッキで下受けした。

3-3-6 シールド部

地下7階の軌道階165.5m区間は泥土圧式シールド工法で施工した。

シールドの外径8.1m、中心間隔10m、土かぶり35mで、幅1.0m、厚さ35cmのダクティルセグメントを使用し、二次覆工厚さは25cmとした。また、掘進延長は短い到達立坑部でのUターンが困難なため、シールドは2機とした。作業基地は、都道部の路上と路下に設置し、路上設備には防音壁を設けた。土砂搬出は流体輸送とした。

3-3-7 エスカレータ部

シールド掘進完了を待って、普通部地下3階下床面で、エスカレータ部の土留め壁をBH工法で施工した。

土留め壁の先端はセグメントの上で止めるため、セグメントの上3mの土留め

壁間をCJGで改良するとともに、ディーブウェルも併設し水位の低下を図った。

また、掘削にあたっては最終掘削時に土留め壁の根入れは全くなくなるため、施工段階ごとに土留めの安全性を弾塑性法で検討しながら、掘削方法、土留め壁の断面、土留め支保工の架設位置、断面を決めた。

土留め壁打設後、普通部3階の下床版(エスカレータ部の上床版)を逆巻きでコンクリートを打設し、土留め壁の頭部は床版コンクリートで固定した。

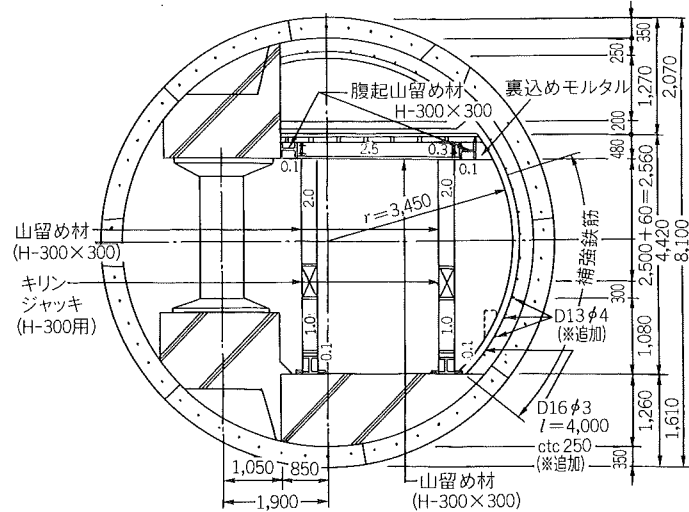


図-25 変形防止工

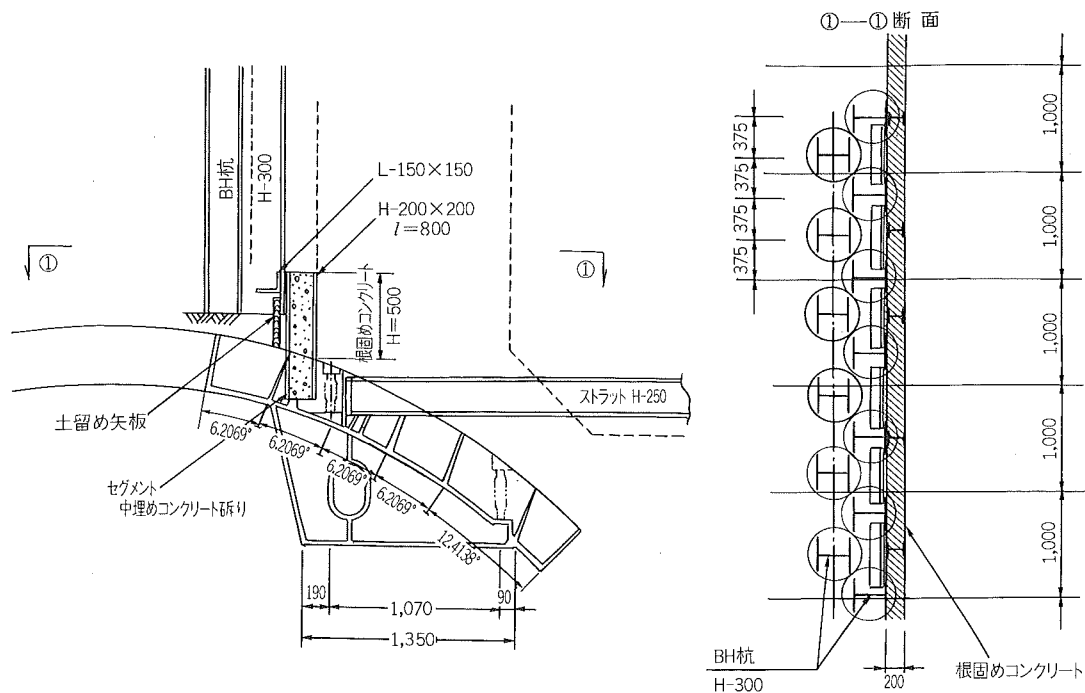


図-26 BH杭根固め図

ホームを築造するためのエスカレータ部の掘削については、トンネルや土留めの安定性を2次元FEMで解析し、施工順序・方法を決めた。

施工順序・方法を図-24に示す。

セグメント内にインバートを打設し、下床縦桁、柱、上床縦桁を打設した。次いでH-300で変形防止(図-25)を施したのち、エスカレータ部を上部から掘削した。セグメント上部を露出させ、セグメント背面のコンクリートを撤去し、そこにH-200を設置・固定して土留め壁の根止まりを補強した。そして、このH形鋼にH-250のストラットを架設した(図-26)。スプリング部分まで掘削し、上床版を逆巻き工法で打設してトンネル上部を閉合した。

次に、セグメントを解体撤去しながら下床部まで掘削し、ストラットを架設して、下床版コンクリートを打設した。そのあと変形防止工を撤去し、二次覆工をした。

なお、シールド間の上部掘削、下部掘削は、安全性を高めるため奥行き10mに小分割して施工した。

3-4 支障物撤去および圧気設備付きシールド

支障物撤去のための圧気設備付きシールドとして、①都営三田線下通過に際し残置杭(H鋼)を撤去する本郷シールド、②JR浜松町架動橋下通過に際し基礎杭(木杭)を切削する汐留シールド、③水道本管残置杭(H鋼)を撤去する築地シールドがある。

ここでは、春日交差点付近の都営三田線および共同溝建設の際に残された土留め杭、中間杭を地中で撤去しながら施工した本郷シールド工事の概要について報告する。

3-4-1 本郷シールドの概要

本郷シールドは、本郷三丁目駅と春日駅間600mを単

線並列トンネルで結ぶものである。本シールドは本郷三丁目駅を発進後、本郷共同溝、営団丸の内線と交差および並進し、春日交差点で都営三田線と交差し大江戸線春日駅に到達する路線であり、東京層の粘性土層、砂質土層およびその互層を掘削するもので、全線を泥土圧シールドにより施工した(図-27)。

春日駅手前の白山通りと春日通りの交差点は都営三田線、共同溝集合人孔など多くの既設構造物があり、それらの土留め杭、中間杭の残置杭が外回り線約70m、内回り線約46mにわたって支障する線形となっている(図-28)。これらの支障杭を泥土圧シールドから撤去するために特殊なシールドを使用した。

3-4-2 特殊シールド機

本シールドに現れる支障杭はすべてH形鋼であり本数が多く、また支障する長さも0.3~4.5mと様々で、切羽において複数現れるものや、位置、方向もまちまちであ

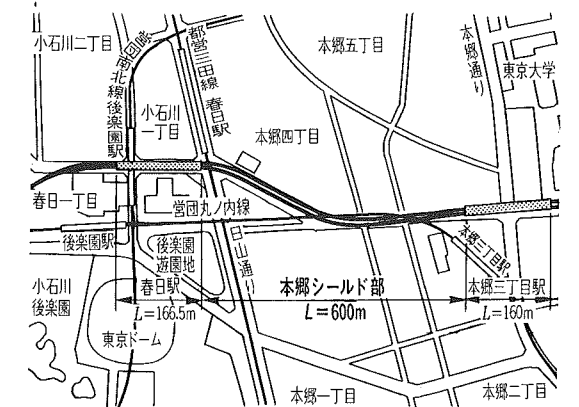


図-27 本郷シールド路線図

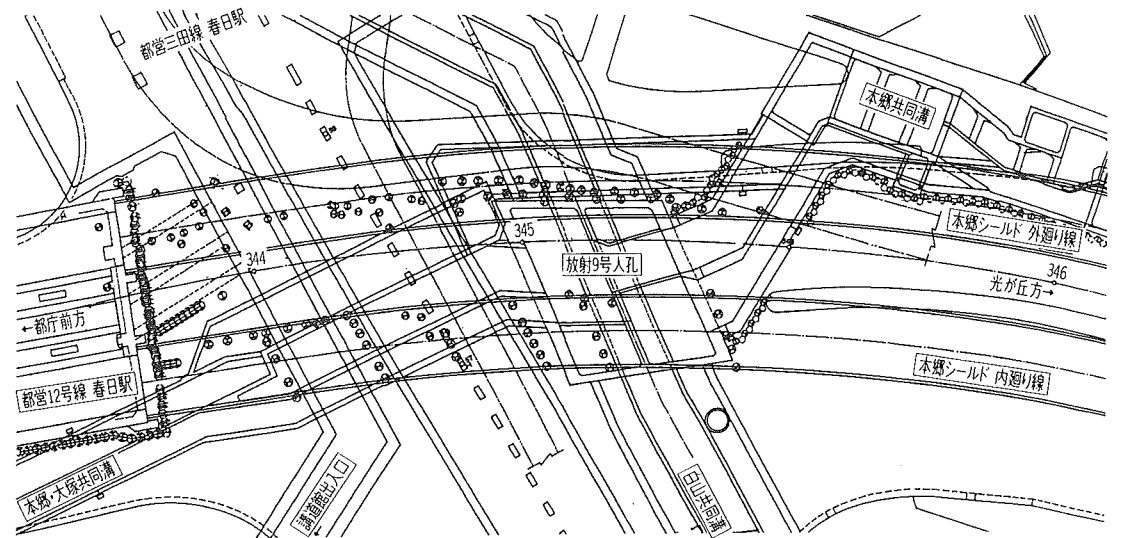


図-28 支障構平面

る。このため機械的な撤去は困難と判断し、チャンバ内に作業員がでて、切羽前面に現れた支障杭を撤去する方法を採用した。

また、切羽での支障杭切断には、撤去杭を、チャンバ外に撤去可能な大きさとするために、もっとも確実なガス溶断とすることにした。そのため、切羽前面での支障杭撤去の安全性を高めるためにムーバブルフードジャッキ、フェイスジャッキを装備するとともに補助工法である機内薬液注入を施工可能とする構造とした。とくにムーバブルフードジャッキを面板型のシールド機において使用可能とするために、面板形状を非対称型の一部切り欠き型とし、カット停止時には切り欠き部からムーバブルフードジャッキをカット前面の地山に貫入させることが

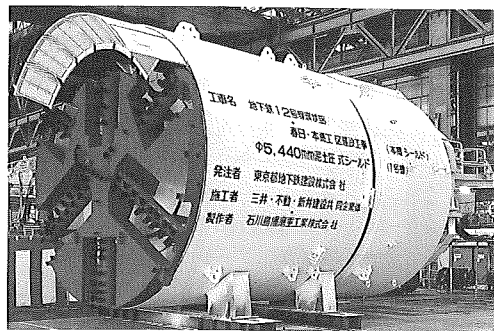


写真-3 ムーバブル全伸時

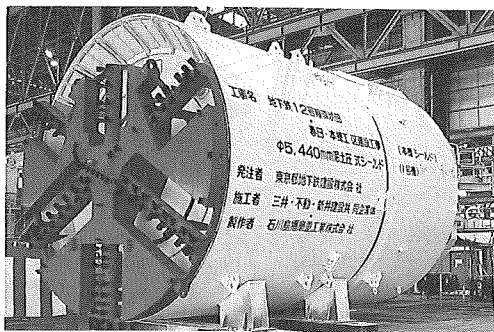


写真-4 ムーバブル全縮時

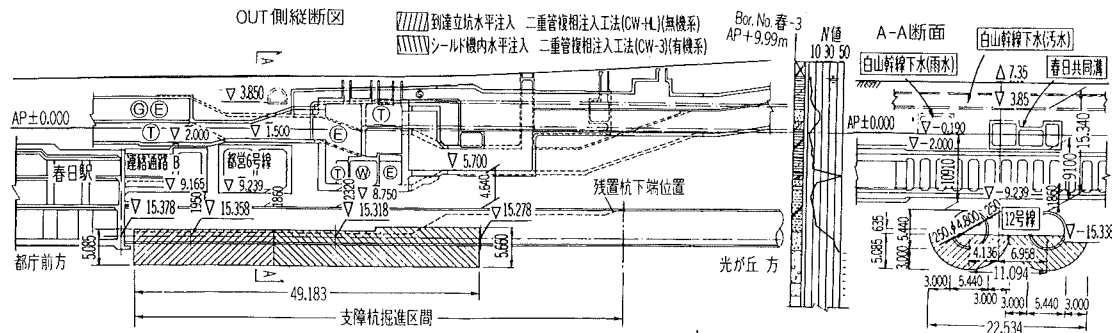


図-29 薬液注入縦横断面図

可能な構造とした(写真-3,4)。

また、機内薬液注入を行うため小型穿孔機(ミゼットドリル)をカット旋回部に2基搭載した。このミゼットドリルは全方向の断面内外への注入を可能とするもので、注入作業時以外も搭載したまま掘進などの他の作業が可能である。

3-4-3 支障杭部の補助工法

(1) 薬液注入工法

支障杭撤去区間の地山は東京層の粘性土層、砂質土層およびその互層であるが、シールド下半部には砂質土層が分布し被圧地下水が存在している。この砂質土層の揚圧力に抵抗する薬液注入改良厚は約6mであったが、機内薬液注入の施工性および工事工程を考慮し、地下水位低下工法を併用させることにより改良厚を3mに抑える計画とした。

ミゼットドリルによるシールド内からの水平注入は、シールド機前方に6mのバルクヘッドを設定して、その前方6mの範囲を改良することをくり返した。

なお、施工可能な範囲については、大江戸線春日駅からシールド工事に先立って水平注入を行った(図-29)。

(2) 地下水位低下工法

薬液注入の改良厚を抑えるため、ディープウェル工法により地下水位を低下させた。春日交差点付近は埋設物が輻輳しており、必要排水区域において打設可能な井戸は6本であった。この6本のディープウェルにより、ほぼ計画どおり必要な地下水位低下が得られた。

(3) 圧気工法

ディープウェルによる地下水位低下工法、薬液注入工法によっても十分な効果が得られない場合、また急激な異常出水に備えて圧気設備を準備した。支障杭区間の始点からシールド長および後続台車長を考慮した位置に圧力隔壁を配置し、シールド基地である本郷三丁目駅にブロー設備を配置した。外回り線においては上部構造物との離隔がとれる区間に圧気工法のみで施工する区間を設けていたが、地下水低下工法の効果もあり試験的に圧気

設備を稼働させた以外には使用する必要がなかった。

3-4-4 支障杭掘進

本郷シールドにおける支障杭は、ほとんどがH-300×300の打込み杭で、外回り線約94本、内回り線48本が見込まれた。

シールド内からこれらの支障杭を撤去するために、支障杭手前のシールド改造区間で、シールドを改造して支障杭掘進区間に突入した。改造項目は次のとおりである。

- ① フィッシュテールピットの撤去。
- ② 切断作業スペース確保のため、面板一部切断。
- ③ 機内注入用ミゼットドリルの組み付け。

ムーバブルフードジャッキを地山に貫入させることで、天端に地山が露出した状況下の作業をなくすとともに、左右のマンホールを極力大きくしたことで、切断杭の撤去が容易となった。

支障杭の撤去に先立ち、チャンバ内から地山の点検を行い、必要に応じて鏡留めを行った。鏡留めは矢板を用いたが、鏡留めを要する地山の場合には支障杭撤去にも相当の時間を要した。

杭の撤去はマンホールから搬出可能な30~100cmの大きさにチャンバ内からガス溶断して人力で搬出を行った。支障杭は長さ、向き、断面内での位置もまちまちなため、1本ごとに撤去方法を検討し、安全に撤去ができるように努めた。支障杭がほぼ正面に現れ、長さ4.2m程度と長い場合、標準的には1本あたりの撤去時間は約4~6時間であったが、杭の向き、地山によってはそれ以上に時間がかかったこともあった。

当初予想された支障杭の他、不明杭に遭遇したり、予定の位置に杭が現れないこともあったが、最終的には130本(外回り線83本、内回り線約47本)の杭を機内から処理、撤去した。

支障杭掘進部においては切羽を開放した状態で杭撤去が行われた。しかも、上部構造物との離隔(1.86~2.32m)がきわめて小さいことから綿密な計測を行った。その中でも都営三田線の場合、相対変位:5mm、傾斜:2.5分の管理値を設定し、交差点施工時には2分ごとの計測管理を行った。

3-4-5 おわりに

本郷シールドは、平成10年9月に本郷三丁目駅を発進し、同年12月より支障杭区間の施工を開始した。

切羽全面の地山の状況は、シールド上半部の粘性土層が非常に安定した地盤であった。また、シールド下半部の砂質土層は、補助工として採用した薬液注入、ディープウェルの効果により、当初想定された湧水の発生を抑え、地山の安定を確保する中で施工することができた。支障杭区間では、施工に全掘進工程の約6割を要した

が、綿密な管理と細心の注意を払い、近接した既設構造物に大きな影響を与えることなく、平成11年4月に春日駅に無事到達した。

4. 開削特殊施工

4-1 首都高と大江戸線との一体施工(中井駅)

4-1-1 概要

大江戸線は、交通局が施工(新宿~光が丘間)した放射部13.9kmのうち、都道環状6号線(通称、山手通り;以下環6という)の地下を約3.3kmにわたって通過している。この区間には起点方から、中野坂上駅、東中野駅、中井駅の3駅が設置された。また、環6の幅員を22mから40mに拡幅する事業があり、その地下には、首都高速道路中央環状新宿線(以下、首都高という)が、現在工事を進めている。

大江戸線の駅部は開削工法で、駅間はシールド工法で施工した。このため当該区間の大江戸線と首都高が上下で並行する開削部分は、一体同時施工とし、駅部区間(中野坂上、東中野、中井)のみ、大江戸線と首都高を一体構造にして、その設計・施工を交通局が受託した(図-30参照)。

4-1-2 中井駅の概要

中井駅は、環6と妙正寺川、西武新宿線が交差する付近に位置しており、地上連絡で西武新宿線中井駅に乗り換えることができる。

駅の構造は、3駅ともほぼ同じ構造で、地下5階(一部4階)の鉄筋コンクリート箱形ラーメン構造で、地下1階は、改札口やコンコース、地下2、3階は首都高の車路や各施設、地下4階は駅の換気、給排水、消火設備など、最深部の地下5階は延長137mのホーム階で、幅員7.8mの島式ホームである。開削延長は両端の駅間シールドの到達立坑部を含み160mである。地上から駅ホームまでの深さは、35.1mで大江戸線では六本木駅内回り線、新宿駅に次いで深く都内でも屈指の深い駅である。

4-1-3 地形および地質

中井駅は、荒川と多摩川の間広く発達した武蔵野台地と呼ばれる洪積台地の東北部に位置している。

環6は中井駅付近で標高約20mの台地上を通過している。また、付近に神田川、桃園川、妙正寺川が横断して開削谷を形成しており、地形の変化がもっとも激しい区間である。駅の北側は、妙正寺川と西武新宿線を跨ぐ箇所で盛土となっている。

中井駅の主な地質構成は、上位より盛土・埋土層(Ts)、ローム層・ローム質粘土層、武蔵野礫層(Mg)、東京礫層(Tog、N値14~50)、江戸川層砂質土上部層・下部層(Eds、N値28~50以上)、江戸川層粘性土(Edc、N値30

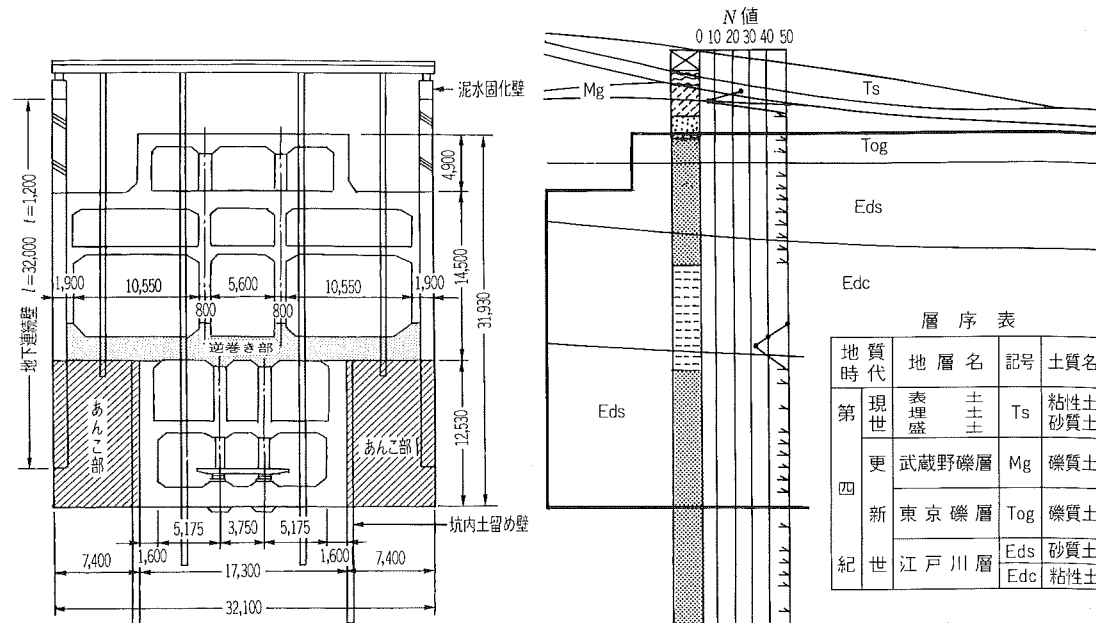


図-30 中井駅標準面

～50以上)の順となっており、掘削底面の土質は、下部江戸川層砂質土である。

各層間に不透水層を挟み江戸川粘性土層を境にして上部帯水層での地下水位はGL-3.6m、下部帯水層では被圧水頭が13.5mであった。

4-1-4 主要工事

駅部の掘削規模は延長160m、幅32.1m、深さ40mで、掘削土量は約17万m³である。

(1) 準備工

本工事に先立ち、支障となる埋設物・道路付属物などを管理者と協議により移設撤去した。環6は現道幅22mより18m拡幅され40m道路となるために、用地取得完了箇所より切り廻し道路工を行い、盛土部は栈橋を設置して、常設の作業帯(21.5m)を確保した。

(2) 土留め壁・坑内土留め壁

土留め壁は、地下連続壁とし、壁厚1.2m、壁長32mであった。

地下連続壁は土留め壁として利用した後、首都高の側壁として本体利用するため、根入れ長は、部材の残留応力などにも対応するため、首都高速道路公団の「仮設構造物設計基準」の大規模土留めの設計手法により、弾塑性法によるモーメントの安定する根入れ長を採用した。

また、現場揚水試験の結果から、ディープウェルで被圧地下水位を首都高床付けまで低下させることが可能とわかり、工程促進のため、側部土留め壁の壁長48mを32mに変更し、妻部土留め壁の壁長は地下鉄部掘削を考慮し当初どおり48mとした。

施工は、沿道対策の一環として、残土を無処理運搬可能な低騒音、低振動のRC地下連続壁(バケット式)工法にて行った。

首都高の床付け完了後、下床版逆巻き施工に先立って、地下鉄部掘削のための坑内土留め壁をBH工法で千鳥配列施工した。壁長は22m芯材はH-594を連続的に建て込み、土留め壁背面には止水のため注入(スーパーウィングジェット)した。

(3) 計測工

掘削に伴い地下連続壁首都高本体利用の安全確認と、土留め支保工と周辺地盤への影響を確認するため、埋設型傾斜計、鉄筋計、土圧計、水圧計、表面ひずみ計、温度計を設置して測定を行いながら施工した。

(4) 掘削

中井駅の掘削土量は、21万m³にも及ぶため、

- ① 首都高下床部分の「あんこ部」を残置する
 - ② 首都高と側壁部を土留め壁と一体壁とする
- などの対策をとり4万m³の土量を削減した。
- 大断面の掘削方法として、
- ① 首都高下床までの一段掘削
 - ② 首都高下床版を逆巻きで構築を築造
 - ③ 地下鉄下床までの二段掘削

による二段階掘削方式とした。

当工区では下部江戸川砂層(Eds)の被圧水頭が13.5mにも達していたため、被圧水頭をカットする方法として、ディープウェル工法を採用し、不透水層部の地下水位を首都高速道路床付面-2.0mまで低下させた。

なお、ディープウェルの排水は下水放流ではなく、リサイクルとして妙正寺川へ河川放流し、河川の浄化および清流復活に役立てた。

(5) 構築

中井駅は、5階(一部4階)箱形ラーメン構造である。首都高の下床版(3階)を逆巻きで施工した後、工程促進のため地下鉄部掘削工および構築工と、上部の首都高部構築工と同時施工して、工期短縮を図った。

地下連続壁(厚120cm)は、2、3階の首都高速道路構築の一部として利用し、各床版の主筋と地下連続壁の外側鉄筋とは、機械継手(FDグリップ)で接合し、打ち足しのコンクリートは、ジベル筋で一体化を図り、応力計算は一体壁として計算した。

防水範囲は、底部および側壁(地下1階)頂部(地下1階、地下2階)となっており、側壁の地下連続壁部は一体壁で、また、地下鉄部は側部を直打ちコンクリートのため施工しなかった。

なお、拡幅部分の用地取得が難航し、最後まで一家屋が未解決として残ったため、構造変更により地下鉄構築を完成させることができた。

(6) 復旧

埋設物(NTT、上・下水道)は鋼材で受ける方法で復旧した。

埋め戻しは、従来どおり埋め戻し用砂を使用し、十分な転圧を行い復旧を行った。また、東中野方の到達付近の山側に用地未取得箇所が残ったため、用地買収後、その隣接付近の埋設物の再移設が発生することが予測されたため、埋設管復旧の鋼材受け防護に変わる一部流動化処理土約2,700m³を用いて復旧を行った。栈橋部は、引き続き工事を行う首都高速道路公団に引き継ぐために、栈橋補強杭を建て込み栈橋部をより強固なものとし、覆工板はT-20型をT-25型に盛替えた。

4-2 ゆりかもめの駅、街路との一体構造(汐留駅)

旧国鉄汐留貨物駅跡地である当該地区は、地下鉄工事に合わせ、東京都の区画整理事業による大規模な再開発計画が策定され、高度な空間利用と効率的な都市機能をもった街造りが現在進められている。また、江戸時代には、諸藩の武家屋敷が、明治時代には、わが国初の鉄道(新橋～横浜間)の起点となった新橋停車場があった場所であり、これらの埋蔵文化財調査が行われているところである。ここに、この地区を南北に縦断する都市計画道路補助313号線(以下、補助313号線)というのと、これを横断する環状2号線、それに区画街路が計画されている。このうち、補助313号線には、上空に新交通「ゆりかもめ」(以下「新交通」という)、地下には地下歩道、車道、共同溝が、大江戸線汐留駅と一体構造で構築され

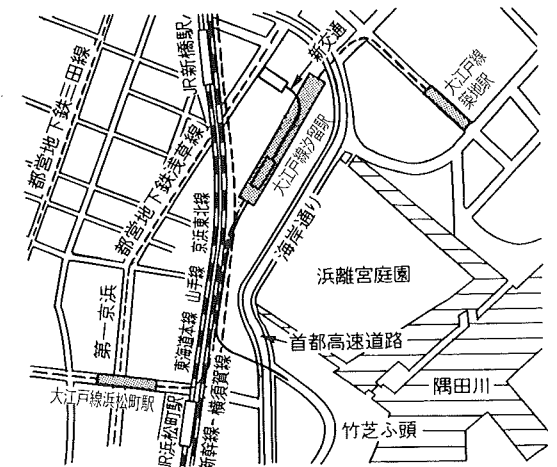


図-31 汐留再開発計画

ることになった。汐留駅は、汐留地区の核をなすとともに、都心部を環状線につなぐ大江戸線と臨海副都心へのアクセスの新交通の乗換え駅としての役割をも期待されている(図-31)。

4-2-1 汐留駅の構造

(1) 工事範囲

補助313号線において、大江戸線と道路の途中で新橋に向かう新交通のルートは競合している。新交通は世界都市博覧会に間に合うように計画されていたので、埋蔵文化財の調査、新交通の工事を優先し、その橋梁基礎を大江戸線の中柱として兼用する構造が採用された。このため、工事は大きく分けて地下鉄の中柱が新交通の橋梁基礎を兼用する汐留駅部(幅員40～42m、延長285m)と大江戸線の引上線を有する引き上げ線部(幅員40m、延長162m)の2工区に分割して施工を行った(図-32)。

(2) 一体構造

汐留駅の構造は、補助313号線の幅員40mを有効に活用し、汐留地区再開発の各種インフラを取り込んだ地下3層5径間の鉄筋コンクリート箱形ラーメンである(図-33参照)。

地下1階部分は地下鉄出入口を含めた歩行者自由通路、地下2階部分は中央の地下鉄コンコースと両側の車路、地下3階部分は中央の地下鉄島式ホームおよび軌道と両側の共同溝で構成され、周辺の開発地域と有機的な連絡を図っている。駅部の新交通基礎部分は、その荷重を一体構造物が受けるため、鋼製補強した底版、頂版およびそれを連結する鋼角柱で構成されている。新交通の橋梁と駅舎は頂版に埋め込んだアンカーフレームより単独の橋脚を立ち上げ支持している。また引上線部は、本線が深くなっているため一部4層構造になっている。駅部と引上線部をあわせると幅員約40m、全長447m、平均掘

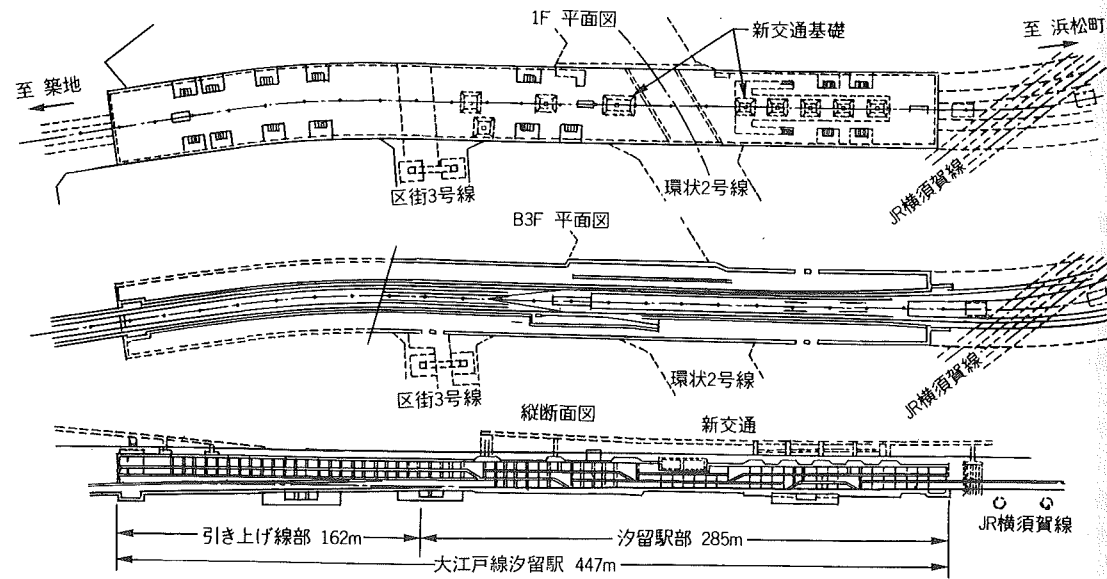


図-32 平面図, 縦断面図

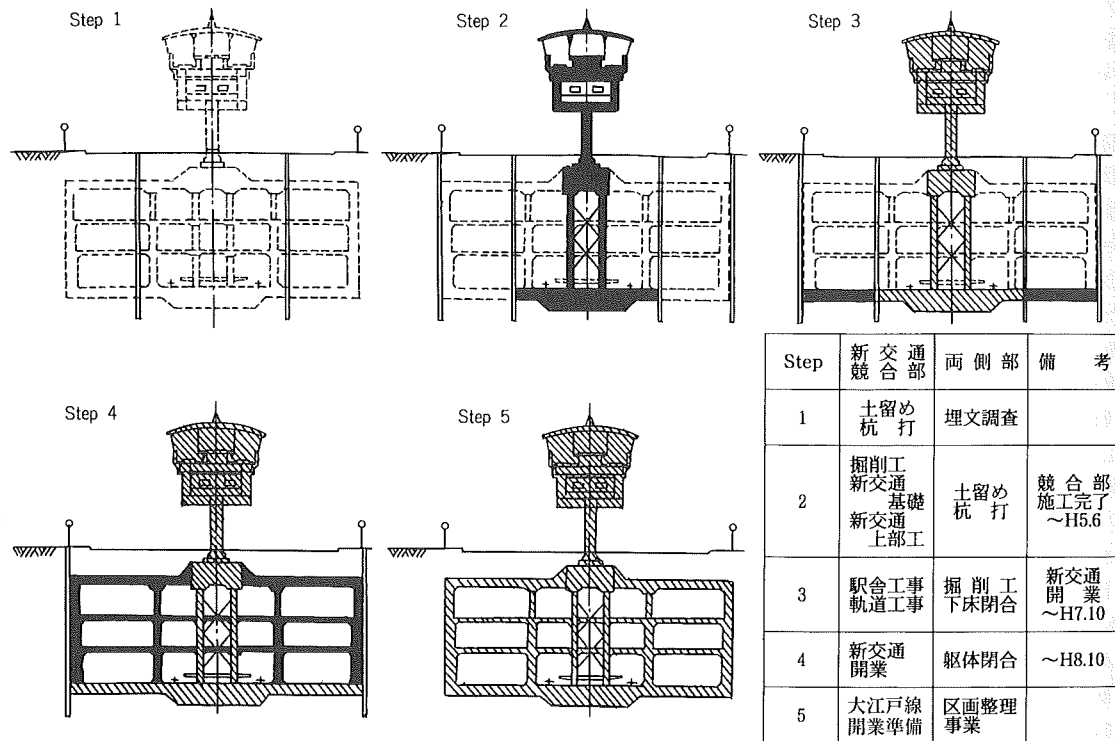


図-33 施工順序

削深度25mとなり、掘削量が44万m³を越す都心では類を見ない大規模掘削工事となった。

4-2-2 工事方法

(1) 工事の条件

工事は全断面開削工法が採用されたが、以下の4点が

課題となった。

- ① 新交通開業に向けての工程遵守
- ② 幅員が40mに及ぶ端部土留めの方法
- ③ 駅部開削に引き続き施工するシールド工事を兼ねた地下鉄工事全体の工程(築地シールド、汐留シ-

ルドとも汐留駅が発進立坑となっている)

④ 44万m³にも及ぶ掘削土量の効率的処理

上記条件を念頭に、埋蔵文化財調査との調整を図りながら各種工法の経済性、工期を比較検討した結果、以下に示す施工順序を基本に施工を行った。

(2) 施工の手順

文化財調査を先行して実施している新交通競合部および浜松町方立坑部は、新交通の上部工の工程にあわせ、本来なら中間杭を打つ位置に単独の土留め壁を打設掘削し、下床コンクリートを打設した。その後鋼角柱を建て上床を打設し、橋脚を立ち上げ新交通の上部を施工した。地下鉄と新交通が競合する区間についての橋脚8基と、橋梁桁の架設は東京都地下鉄建設(株)が東京都建設局から受託施工した。

新交通の上部施工と同時に、埋蔵文化財調査の終了した場所から両側部の杭打ち掘削を進め、全断面の掘削完了段階で3層5径間の構造物を立ち上げた。築地方端部は、後続のシールド工事が都営浅草線、首都高速道路などの各種重要都市施設と近接しており、防護のための地盤改良(構内注入)が必要で工期的に厳しいこと、および妻部の幅員が40mあり、通常の火打ちでは安全性に問題があることから立坑部を先行して構築を立ち上げた。

先行施工する新交通競合部と築地方立坑部間の残置場所については、端部構築を土留め擁壁として掘削し、シールド工事完了まで構築を完了させた。結果的に工事は、10区分に分割し、3期に分けて施工した(図-34)。

(3) 工事の方法

土留め壁はソイルモルタル壁を基本とし、築地方端部の発進立坑や共同溝特殊部など掘削深度が30mを越す場所については、重機の施工能力および施工精度確保のためケーリバケット式の泥水固化壁を採用した。また、一般的に地表面近くより締まった砂層、礫層および固結泥岩を主とした地層であり、30m程度の掘削深度により施工精度の低下が予想されたため両工法とも補助工法としてロックオーガーによる先行削孔を併用した。下部地盤の地下水位はGL-10~15m程度であるが、掘削深部は22~30mである。土留めの根入れ部分の地盤は砂と固結泥岩の互層であり、掘削にあたっては、ボーリングと盤ぶくれが懸念された。その対策としては、土留め壁の根入れを十分とるのが一般的であるが、工事地域の特殊性、経済性、工程短縮を勘案し、補助工法として下部地盤の地下水位低下工法を採用し土留めの根入れを短くした。また、観測井戸を含めた土留め計測を実施し、掘削時の土留め安定確認と周辺地盤の影響を常時観測した。当計測データをもとに、掘削途中および終了段階で土留めの逆解析を実施し、施工時の土圧、水圧を把握し、以降の

掘削、土留め支保工撤去などに積極的に活用した。

当駅の中柱間隔は6m(標準は5m)とし、周辺のビル街のサンクンガーデンと接続する所の鋼管柱と床版の接点は固定点とした。

新交通基礎部の下床には、その基礎である鋼角柱(□-800×1200・4本、地下鉄の中柱を兼用)を支持する鋼棒と、これを固定するアンカー(φ115・12本)を設置、所定の配筋をしてコンクリートを打設した。

ついで鋼角柱を建て込み、その頭部に□-800×1200を、□□にした鋼棒(写真-5参照)を設置し、これにピアの下部を取り付け固定し、上床の配筋をした。上床版と縦

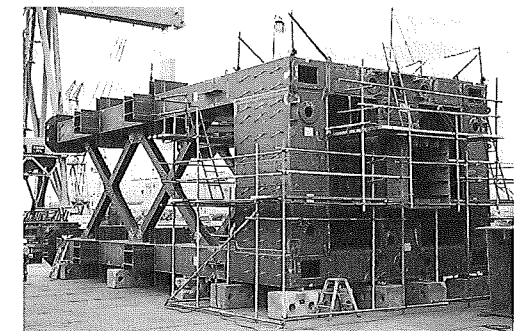


写真-5 鋼角柱(工場での仮組み)

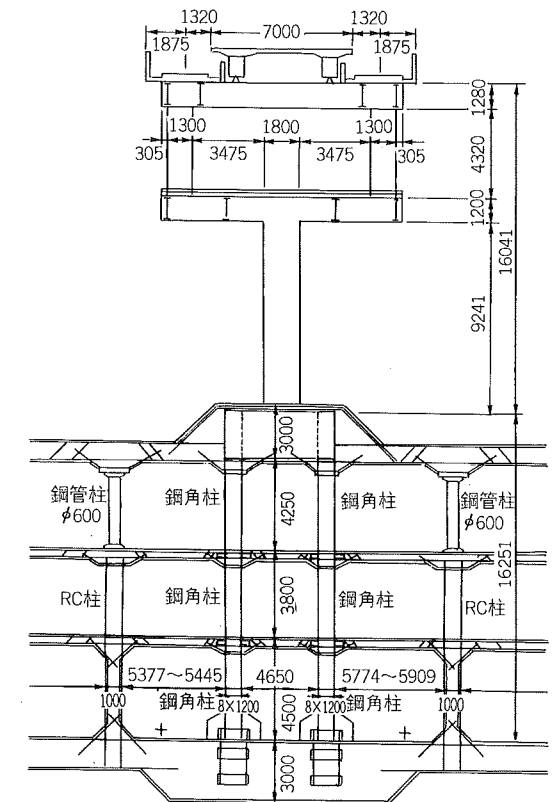


図-34 新交通基礎部躯体

桁の上筋は鋼棒を一状に上越し、下筋は鋼棒に溶接した。配力筋やスターラップは、鋼棒や鋼角柱に溶接した。

両側の掘削や構築中に、鋼角柱が偏荷重や不測の荷重を受けないようにするため、箱形ラーメンと一体構造になるまでは新交通基礎は単独基礎として設計した。このため鋼角柱にはブレースングを取り付けた。躯体の立ち上げ時、中床版は箱抜きにし、上床版を打設して躯体が閉じたのち、ブレースングを撤去し閉じた。中床版の配筋は、鋼角柱に取り付けた(図-34)。

4-2-3 実施工程

工事開始に先立ち平成2年から汐留地区遺跡調査会による遺跡調査が開始された。再開発区域全面に及ぶ広大なものであるが、工事に関わる部分を優先的に行うこととし、新交通競合のため先行施工する部分を平成4年12月末に、残りの工事範囲についても平成5年12月にほぼ終了した。

遺跡調査の完了した新交通競合部では、平成5年1月より支障物などの撤去を開始し、杭打ち、掘削を行い底版部(厚さ3.0m)を同年12月に打設した。底版打設後は、新交通の上部荷重を受ける鋼角柱(橋脚8基分)を架設し、頂版コンクリートを打設した。

平成6年7月上旬に橋梁の架設が完了、新交通駅舎工事に引き渡し、平成7年11月に新交通の開業を迎えた。

新交通を挟む内外廻りについては、平成6年8月から掘削開始、同年12月より順次下床コンクリートを打設し、平成7年5月より新交通基礎と一体化を図るための躯体構造物(地下1~3階)の施工に取りかかり、平成8年2月に完了した。一体構造となっていない浜松町方端部は、平成6年5月より掘削開始、平成8年8月に構築を完了した。上床打設後は、構築を浜松町駅に向かう汐留シールドの設備ヤードとして利用し、平成11年12月の汐留シールドの到達、二次覆工完了後、シールド設備を撤去、軌道などの後続工事の完了をまって仮設開口部を閉塞し、

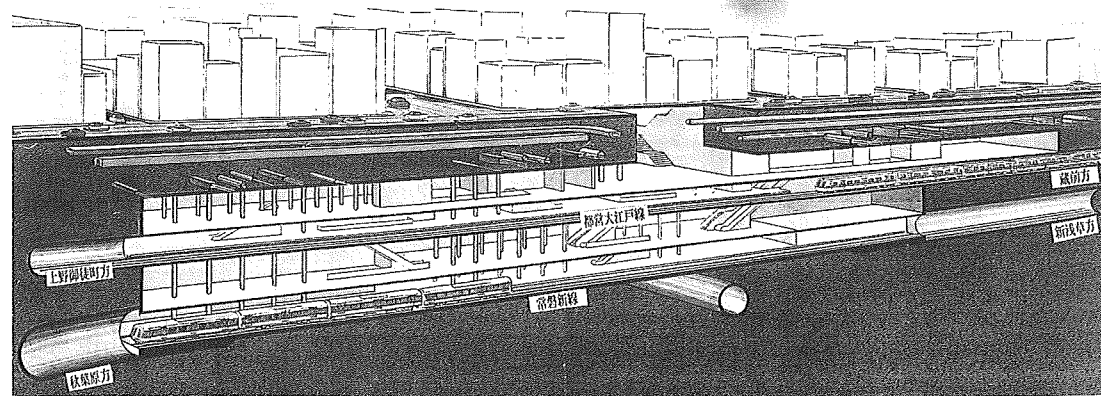


図-35 新御徒町駅

埋め戻し・復旧を完了した。なお、埋め戻し材は周辺の再開発区域の発生土砂を流用した。

築地方の引き上げ線部については、平成5年10月末より杭打ちを開始、平成6年4月より築地駅に向かう築地シールドの発進立坑部の掘削を開始、平成7年8月に構築工を施工した。その後、築地シールドの準備工に取りかかった。残りの引き上げ線部については、築地シールドの工事と並行して行い、平成6年8月に掘削を開始、平成9年9月までに構築を立ち上げ、平成9年10月より埋め戻し・復旧を開始した。

4-2-4 おわりに

汐留駅施工にあたっては、新交通、再開発事業、そして遺跡調査との調整に並々ならぬものがあった。現在、汐留地区の再開発事業は順調に進み、日ごとに高層ビル群の様相を呈している。

大江戸線汐留駅は、新交通汐留駅と同様に当面は通過駅であるが、平成14年秋の街区の開発をまって新交通汐留駅と同時に開業する予定である。

4-3 常磐新線との一体構造(新御徒町駅)

4-3-1 駅概要

新御徒町駅については、当初、地下2層構造の駅で計画されていたが、常磐新線の計画により駅構造の整合および施工などについて検討する必要性が生じることとなった。その結果、工期、工法ならびに工事費のうえからも同時に施工することが適切であるとの検討報告がなされた。これにより、図-35に示すように、地下4層構造の駅に変更され、一体構造の駅として設計、施工することとなり、日本鉄道建設公団より東京都地下鉄建設(株)が受託して、一体施工することとなった。

駅の概要は、以下のとおりである。

構築延長	350.0m(4層部)
	107.5m(2層部) 全長457.5m
構築幅	19.0m

構築高さ	26.3~26.6m(4層部)
	10.4~11.0m(2層部)
掘削幅	20.0m(道路幅員22.0m)
掘削深さ	35.4m(4層部, 最深部)
	18.0m(2層部)

掘削土量 約27万³
鉄筋コンクリート 約7万³

4-3-2 土留め壁

駅の構築幅は19.0m、道路幅員は22.0mであり、近隣家屋に近接して土留め壁を施工する必要があった。また、掘削深さ34.0mとかなり深い開削であり、剛性の高い土留め壁が要求された。このため、土留め工の選定にあたっては、地下鉄12号線環状部特別委員会において検討がなされ、柱列式鋼管矢板工法を採用することとなった。

使用した鋼管は、普通部φ600mm、不連続部φ700mm、鋼管長40.0~42.0mである。施工にあたっては、上記のような長い杭を運搬することが道路交通上不可能なため、現場で溶接して所定の杭を現場製作することが必要となった。このため、三分割した鋼管を現場溶接するために、道路中央部に縦穴を削孔した。この縦穴に鋼管を建て込み、水平・垂直誤差を許容値内に収めながら半自動溶接にて接合し、所定の長さの鋼管を製作した。杭打設にあたっては、水平・鉛直に十分配慮し、ベントナイト泥水にて孔壁を保護しながら、オーガーにより削孔した。削孔後、都市部の中、とりわけ繁華街において使用されることが皆無に近い100tクレーンにより接合された鋼管杭の建て込みを行った。

土留め壁の施工においては、前述したように建物に近接しており、大部分が公私境界から1m程度の離隔であった。このため、商店・ビルなどの看板を一時撤去しての

作業であった(写真-6)。

4-3-3 掘削工

覆工架設・地下埋設物(ガス、水道など)防護完了までは、バックホウなどの機械および人力による併用掘削により施工した。その後、GL-22.0m付近までは、油圧クラムシェルなどにより掘削した。これより深い掘削については、後述するが、大江戸線下床部(地下2階)を先行して築造したため、仮設開口を5か所設けて、クラブリフターにより床付け面まで掘削した。掘削総土量は約27万³と膨大な量で、これは大江戸線における標準的な駅の4倍以上の掘削土量であった。

4-3-4 逆巻き工

新御徒町駅の施工にあたっては、一体構造となる部分で逆巻き工法を採用した。大江戸線下床部の構築を先行して施工することとし、これにより地下1、2階部は構築工、地下3、4階部は掘削工を並行して施工することが可能となり工期を短縮することができた。

逆巻き工の施工は土留め鋼管矢板の表面にジベル筋を溶接し、これと逆巻きスラブおよび地下1、2階構築の側壁とを一体化した。また、逆巻き重量を支持するには既打設の中間杭のみでは支えきれないので中間杭の間に路下杭を増し打ちし大江戸線下床部を下受けした。

4-3-5 構築工

構築工の施工は、大江戸線部も常磐新線部も基本的には通常の施工方法である順巻き工法を採用しているが、一体構造となる部分で逆巻き工法を採用しているため、地下2階下床部と地下3階側壁部の接続にあたっては、無収縮モルタルを使用して構築物を築造した。

構築の標準的な断面は4層3径間であるが、各階の内空高において地下3階部の内空高が一番大きい。このため、地下2階下床部に発生する応力がきわめて大きい。とりわけ、4層階両端部においては、常磐新線部のシールド到達部のため地下3、4階部は無柱構造の構築形式となっている。このため、地下2階部床版厚が2.1m、地下4階部床版厚が2.7mと一般的なラーメン構造物に比較しても厚いものとなっている。施工にあたっては、一般的なマスコンクリートとして扱い、散水などの養生に配慮し施工した。側壁部においても1.2~2.0mと厚いため同様の施工をした。

また、構築工の施工箇所が最深部においては地下35.4mと深いため、

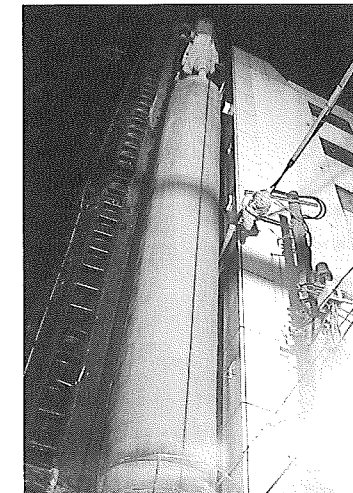


写真-6 柱列式鋼管矢板建て込み状況

コンクリートの打設時においては、コンクリートと骨材などの分離に十分注意して施工した。

4-3-6 計測工

計測にあたっては、図-36に示すように、土留め壁の鋼管に傾斜計、ひずみ計、切梁にひずみ計を配置した。計測は、24時間自動計測を実施し、計測データについては、NTT回線を使用して施工業者の計測室に送られ、管理した。計測の結果、近隣建物などを含め、大きな影響が生ずることなく、工事を無事に完了することができた。

5. 受け防護

5-1 大門駅(浅草線との交差点)

大門駅は、JR浜松町駅と大門交差点(国道15号)間の港特別区道1021号線下に延長235m、地下3~5層の駅で開削工法により施工した(図-37)。このうち大門交差点の約50m間が都営地下鉄浅草線大門駅の下で交差している。その施工に際しては、範囲が約22x50mと大規模であり、また、浅草線構築下端と12号線構築天端とのクリアランスが約940mmと小さく桁構造での受防護が困難であるため

に、杭受け構造により路面荷重を含め約8,800tの浅草線大門駅を受け防護した。

この大門駅の受け防護を含め浅草線との交差点の施工概要を報告する。

5-1-1 浅草線交差点の施工

(1) 地質概要

この付近の地形分布は東京低地と呼ばれ、起伏に富んだ埋没段丘が見られる沖積層の薄い低地に属する。地層

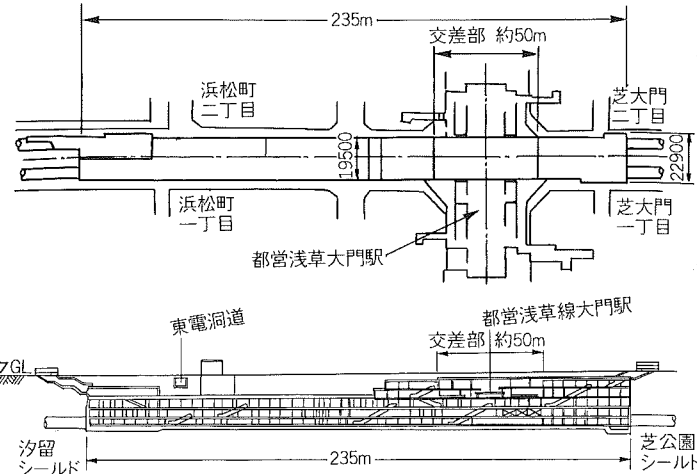


図-37 大門駅平面・縦断面

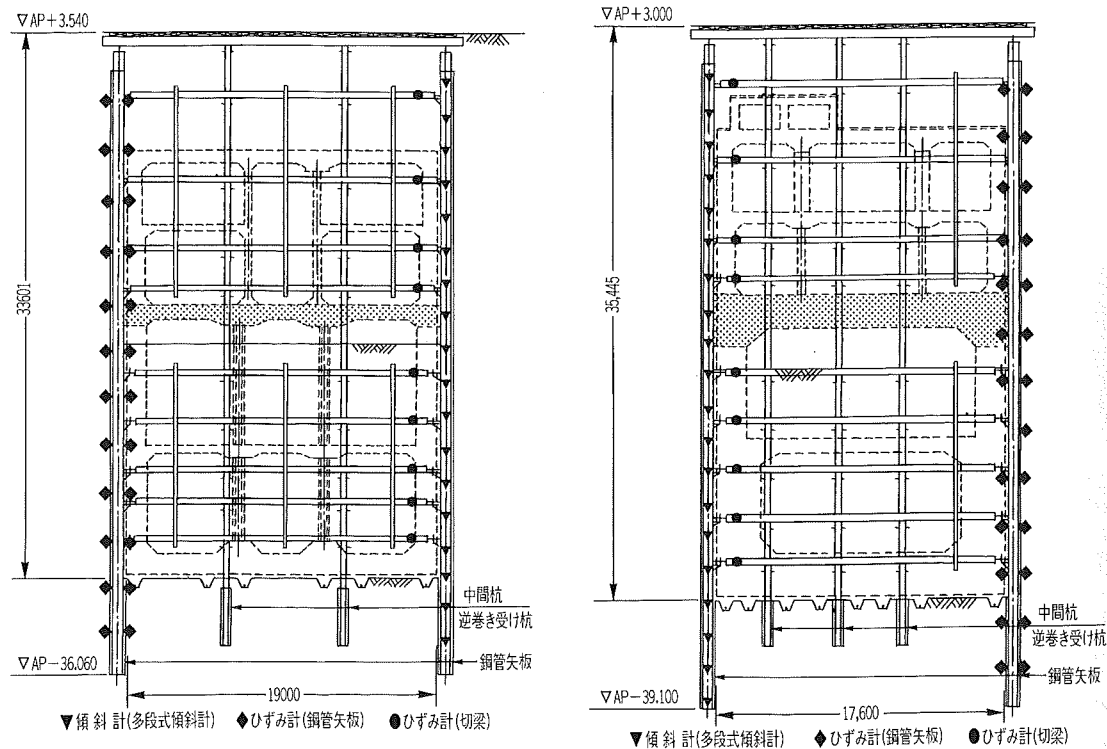


図-36 計測機器配置図

は上部より、有楽町層、東京層、東京礫層、上総層群へと続く。上総層群の出現深度は、浅草線大門駅からJR浜松町駅にかけて深さ12~13m程度以深に下がっている。

受け防護のための導坑掘削は、東京礫層を約2m、上総層約2mの掘削となっている。また、導坑内からの杭打設は上総層群であるが、坑内杭施工面より3m程度下に厚さ2~3mの礫層が介在している。

(2) 施工手順

大門駅交差点の施工順序図を図-38に示す。

1) 大門駅中柱の補強および地盤改良

受け防護に先立ち、中柱の補強、躯体下の空隙填充と止水のためのCB注入、導坑掘削時の躯体下地盤の安定確保のための薬液注入をした。なお、端部導坑の外側は超高压噴射注入で改良した。

2) 導坑掘削

導坑掘削は、C導坑をはじめに、次いでBとD、AとEの順に施工した。

A~E導坑の形状はそれぞれ縦断方向・横断方向とも

に一部で変断面となっている。高さ4.0mの導坑の掘削は、上半掘削後、人力にて躯体基礎砂利、防水アスファルト、保護モルタルを壊した。その後下半掘削を行い、人力にて支保工を建て込み、矢板を掛け、矢板裏を埋め戻し、1サイクルを完了させた。高さ5.65m部の施工は、下半2.0mを残し上半を先行施工後、下半施工を行うベンチカット方式を採用した(図-39, 40)。

3) 受け防護杭打設

導坑掘削完了後、低空頭型(H=3.2m)のTBH掘削機でφ600mmの孔を2.0~2.5mピッチで削孔し、芯材としてL=2.0mのH-350を継ぎ足しながら建て込んだ(図-41)。

4) 縦桁架設

受け杭打設後、杭を継ぎ足し杭頭処理を実施した後、導坑支保工を中段に盛替え、杭頭に縦桁を順次架設した。

縦桁架設後、支持杭上部の縦桁上に170tfフラットジャッキ(t=30mm, 揚程30mm)を配置し、設計死荷重の120%まで全杭に対してプレロードを加えた。死荷重の120%まで全ジャッキを加圧後、80%まで減圧し桁と構築の隙間

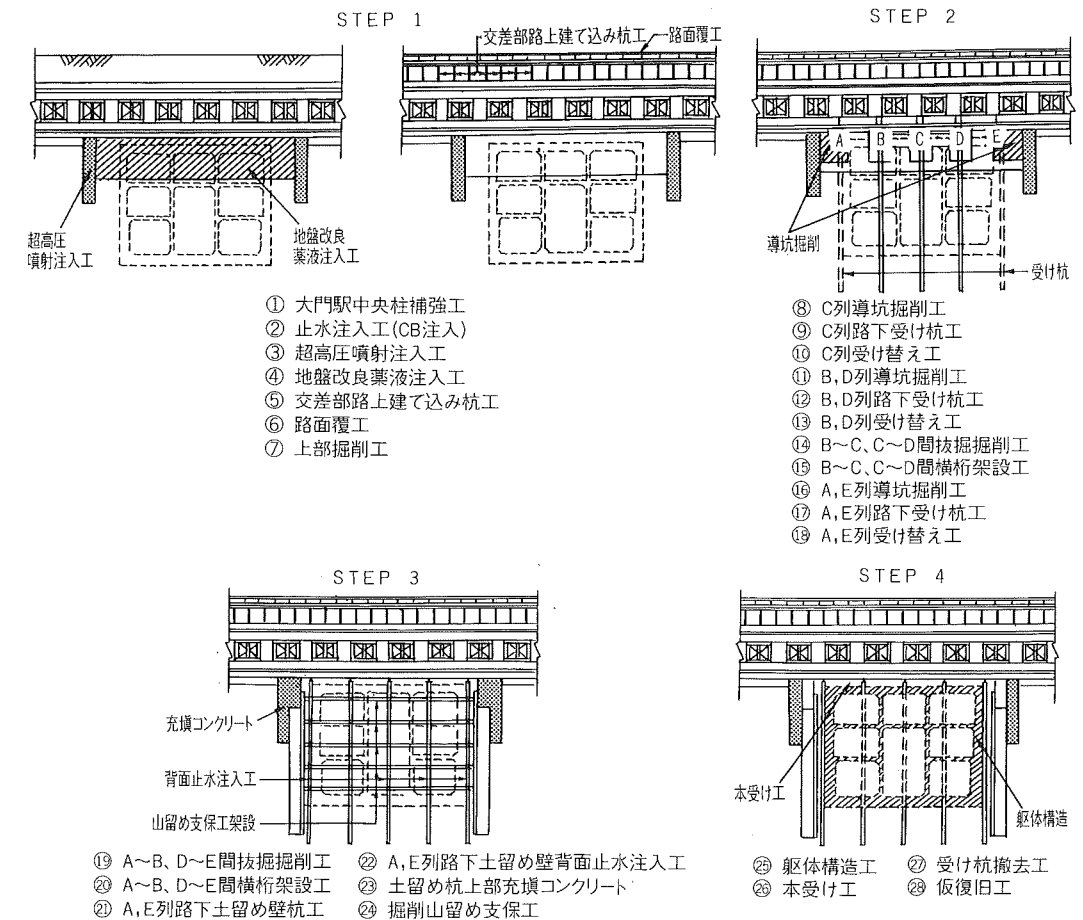


図-38 浅草線大門駅交差点施工順序

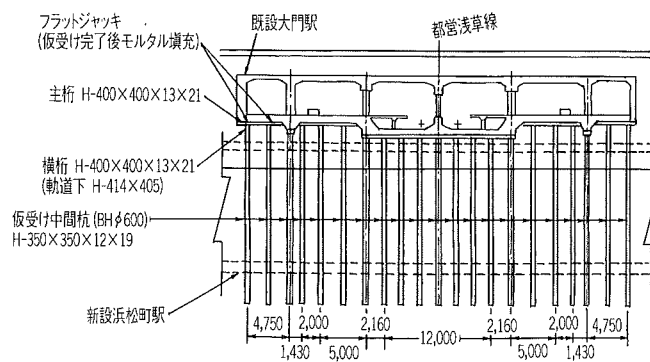


図-39 C導坑縦断面

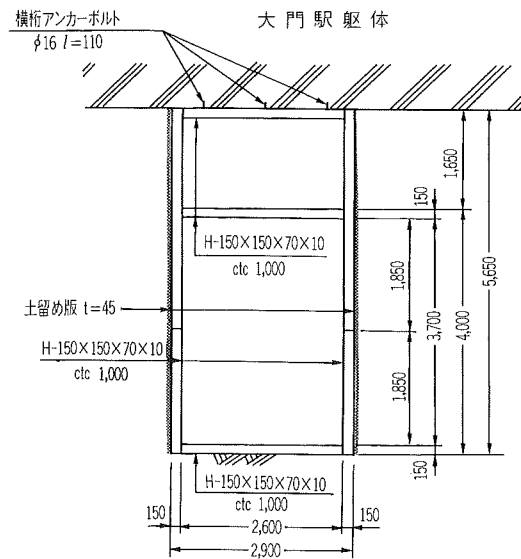


図-40 導坑支保工詳細図

に鋼製金物、ライナープレートを挿入した後、フラットジャッキを完全に減圧し、受け防護を完了した。

5) 掘削機掘削、横桁架設

隣接する受け防護工が完了次第、受け防護全体の安定性向上のため、導坑間に残った地山の上半断面を掘削し、掘削機掘削を5m程度先行させ、後方より横桁を順次架設した。横桁架設は掘削機掘削の地山上をウィンチにて所定の位置まで人力にて引き込み、チェーンブロックなどにて杭頭に設置後、桁と構築の隙間に鋼製金物、ライナープレートを挿入した。

6) 土留め壁、薬液注入

土留め壁は受け杭と同様に低空頭型のTBH掘削機を使用し、杭打ち精度の確保と作業効率を図るため、ガイドウォールを設置して、導坑内で打設した。穿孔径はφ600mmで、芯材(H-390)はすべての孔に2mの短材を高力ボルトで接合して建て込んだ。

また、掘削時の土留め壁からの漏水防止のため、その

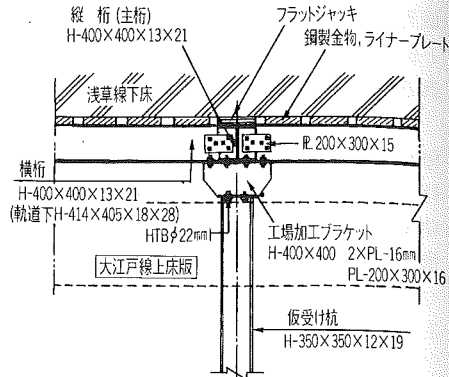


図-41 受け杭頭部詳細図

背面に薬液を注入した。周囲への影響が少なく、止水効果が優れた複相式二重管工法で注入し、注入幅は複列式の1.5mとした。なお、薬液注入完了後、土留め壁上部を大門駅構築下面までコンクリートにて間詰をした。

① 軌道部下本受け工

当初計画では、コンクリートと無収縮モルタルで充填する予定であったが、近年の高流動コンクリートの実績向上を背景に高流動コンクリートを使用した。充填範囲は幅約22m、奥行き約17mとなるので、流動距離も6mとして、打設ブロックは4ブロックに分割した。充填完了の確認は、各ブロック2本ずつ配置したφ100mmの塩化ビニール管からのコンクリートの流出により行った。また、エア抜き用φ50mmの塩化ビニール管も10本/ブロックごとに設けた。

② コンコース下本受け工

コンコース部は、側壁および床版の一部を取り壊して12号線構築と接続するので、接続完了後に本受けを行った。浅草線構築下約30cmまでを流動化処理土、浅草線構築下約30cm間を、1:3モルタルに流動化剤を使用し、それぞれ充填して本受けを完了した。

(3) 計測管理

浅草線構築の変位計測は、躯体の応力状態の把握および軌道の安全性を目的に表-3に示す項目について行った。計測結果は事務所のパソコンにデータが随時(計測頻度:常時1時間毎)送られ、警戒管理値を超えた場合は、警報ブザーにより直ちに異常を察知できるシステムとした(図-42)。

5-1-2 おわりに

浅草線大門駅の受け杭による仮受け工は、形状が複雑で広範囲にわたっており、かつ狭隘な作業スペースでの工事であった。

プレロードおよび受け防護作業では、構築の浮き上がり杭の沈下などに細心の注意を払い、計測管理を行った

表-3 計測項目

計測項目	測定機器	設置場所	数量	測定頻度	備考
沈下	水盛式傾斜計	構内	39	1回/時	自動計測
柱傾斜	固定式傾斜計	構内	12	1回/時	自動計測
中柱補強材応力	表面ひずみ計	構内	40	1回/時	自動計測
軌道レールレベル	レベル	レール		1回/月	
プレロード時躯体変位	変位計	受杭頭部		プレロード導入時	自動計測
受け杭変位	変位計	受杭頭部		プレロード導入時	自動計測
	レベル			1回/月	

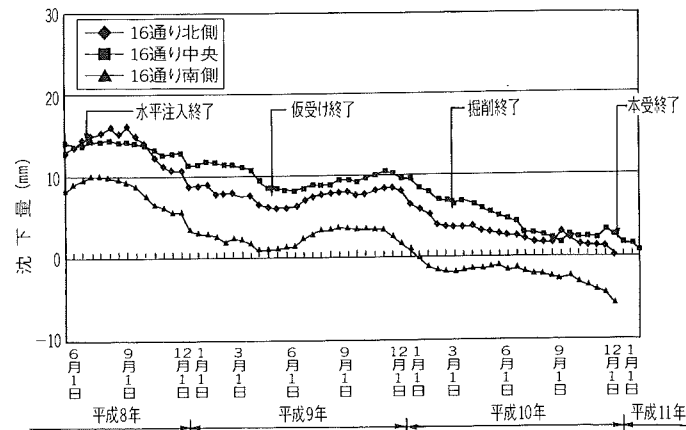


図-42 浅草線大門駅沈下量測定結果

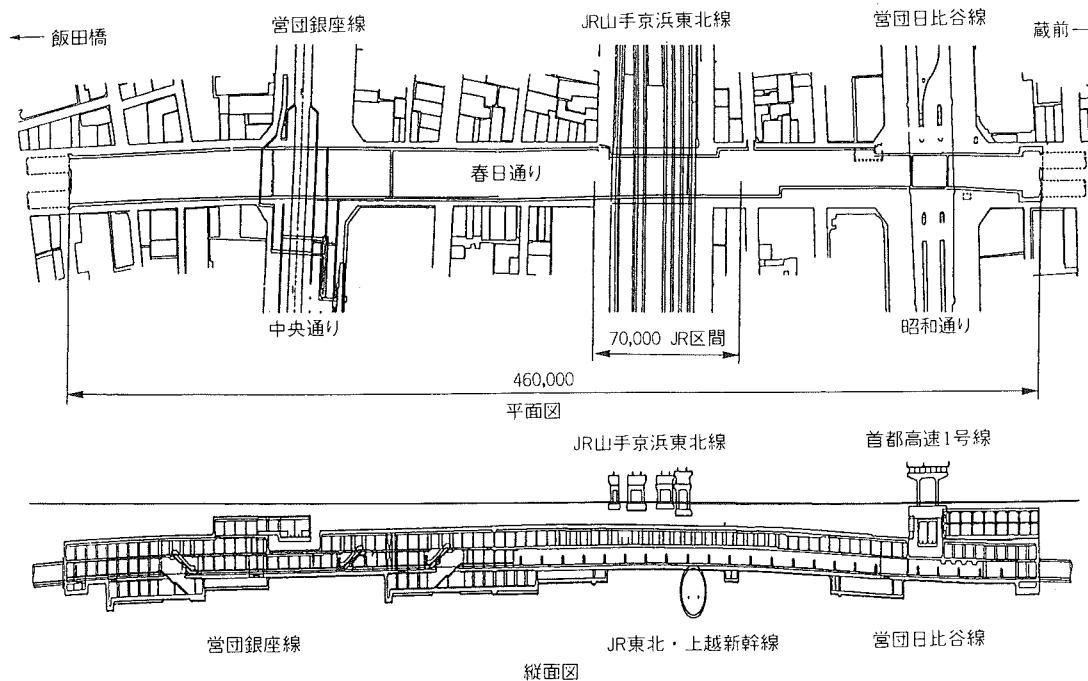


図-43 上野御徒町駅平面図・縦断面

ことにより、既存構築に大きな影響を及ぼすことなく、無事本受けまで完了することができた。

5-2 上野御徒町駅(日比谷線、銀座線との交差部)

上野御徒町駅は、中央通りで営団銀座線を下越し、JR御徒町駅高架下で東北・上越新幹線のシールドトンネルを上越し、昭和通りの首都高速1号線の下で営団日比谷線を下越し、構築延長460mの鉄筋コンクリート2層~3層3径間RC構造の駅である。これらの営業線との連絡を行うため、標準的な大江戸線の駅構築延長(160m)の約3倍の長い開削工事となった(図-43)。

ここでは、この工事の中で営団銀座線・日比谷線の受け防護を含めた交差部の施工概要を報告する。

5-2-1 銀座線交差部の施工

(1) 地質概要

当該地は、洪積世の海面変動を伴い浸食された東京下町低地と称される沖積低地に位置する。地質構成は上部より、沖積層(有楽町層)、東

京層、東京礫層、江戸川層へと続く。東京礫層は、最大径φ300mm程度が確認されており、N値は50以上を示している。

(2) 銀座線の構造

銀座線上野広小路駅は、昭和4年に築造され、構造形式は框構造という縦断方向4.572mごとに平鋼などで組み上げた鉄骨を配置し、鉄骨間を鉄筋コンクリートで連結している構造である。横断面的にはホーム部とコンコース部に分かれ、ホーム部が1.5m高くなった4径間ボックスラーメンとなっている。また、鉄骨間の鉄筋コンクリートの厚さは薄く、鉄筋量も少量であるため、縦断方向の連続性はきわめて弱い構造となっている。

(3) 施工法の検討

銀座線アンダーピーニングの計画にあたっては、銀座線の構造、施工条件などを考慮し比較検討を行った結果、

- ① 構造に変状が生じた場合、ジャッキで直接調整することが可能
- ② 構築真下に障害物が存在しても、掘削作業が可能
- ③ 構築を比較的傷付けることなく施工することが可能

以上の特徴を有する受け桁工法を採用した(図-44)。コンコース部と線路部は1.5mの段差があるため、別々の受け桁を設置し2スパンで受けることとし、荷重受け替え時には、受桁のたわみの影響を銀座線構築に極力与えないようジャッキを使用してプレロードを加えた。

(4) 施工手順

1) 構内中柱補強

銀座線上床下に配置した建て込み杭から路面荷重の分散を図る目的と、銀座線

構築の縦方向連続性を高める目的で構内にH形鋼(H-300)、溝型鋼を用いて中柱の補強をした。

2) 構内薬液注入

下受け桁を挿入するため、銀座線構築下に導坑掘削を行う。これに伴う銀座線構築直下の地山の緩みを極力少なくするため、銀座線構内から事前に地盤改良を行った(図-45)。

注入対象地盤は上部東京層砂質土層で、銀座線への影響を少なくすることが可能な二重管複合注入とした。なお、銀座線構築直下は基礎砂利などで空隙があることが予想されたので、事前にセメントベントナイトによる間詰め注入を行った。

3) 路面覆工

銀座線構築は、駅部のため幅が約26mあり、1スパンで路面覆工桁を架設することができない。このため、路

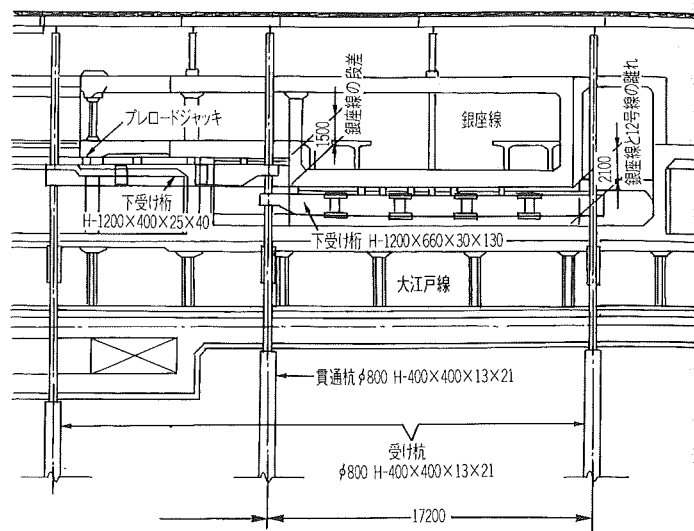


図-44 銀座線下受断面図

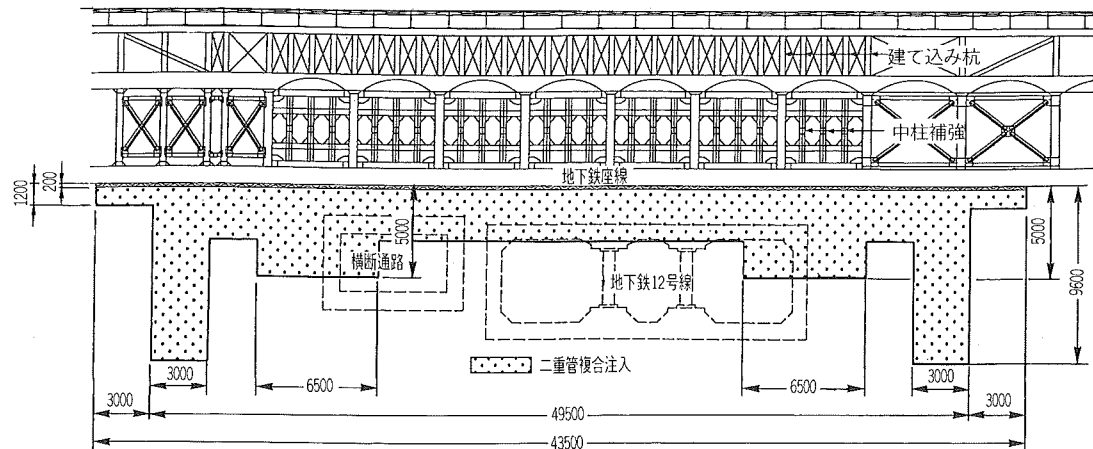


図-45 中柱補強・薬液注入・建て込み杭施工位置図

面覆工を支持する建て込み杭を銀座線中柱直上の上床下に深礎を用いて設置し、4スパンの路面覆工桁で銀座線を横断することとした。路面覆工完了後、銀座線上床まで掘削し、路面荷重の分散を図るため中柱直上に設置した建て込み杭間に各三本の建て込み杭を追加設置した。

4) 貫通杭

銀座線上床までの掘削完了後、銀座線構築中央付近に路面覆工と構築の下受け桁を支持する目的で、路上より銀座線構築を貫通して杭を打設した。貫通杭(L=27m、φ800)は砂礫層の穿孔が可能であり、杭底のスライム処理が確実に行えるリバース杭を採用した。なお、施工にあたっては、銀座線駅構内にベントナイト液が流入しないようにケーシングをセットして打設した。

5) 導坑掘削

導坑掘削は銀座線構築への影響を考慮し、施工区間のほぼ中央の框直下から始め、下受け桁挿入に必要な最小形状、幅2.0m×高さ2.0mの断面でH形鋼・強力サポート・土留め板で補強しながら人力で掘削し、その後、導坑を1.143m(下受け桁のピッチ)づつ両側に切り拓げて下受け桁を挿入する手順をとった(図-46)。

6) 下受け桁設置

線路部の下受け桁は、投入作業スペースが狭いので5分割、コンコース部は2~3分割で現場に搬入し路面覆工下に投入した。導坑内へは掘削底面に設けた作業床および導坑内にレールを敷き、分割して挿入された下受け桁を順次ボルトで接合しながら台車に乗せ、ウィンチを用いて挿入し、所定位置に設置した。

7) プレロード工

銀座線構築荷重を下受け桁に載荷する前に、下受け桁や桁受け桁のたわみおよび受け桁の初期沈下などの変位を促進させ、仮受け替え完了後にたわみ、沈下などが生じないようにプレロードを作用させた。プレロードジャッキは柱および壁の位置を中心に、電車荷重が作用するレール直下にも配置し、銀座線構築上床下に制御室を設け集中制御を行った。

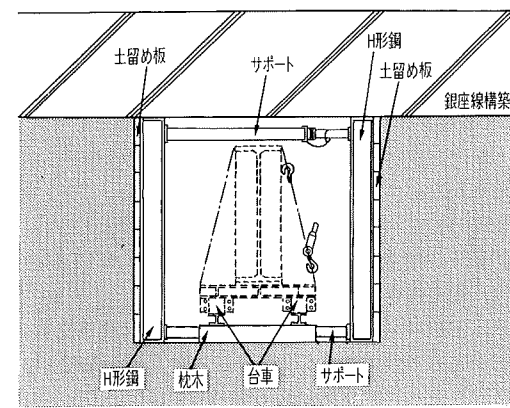


図-46 導坑掘削状況図

ル直下にも配置し、銀座線構築上床下に制御室を設け集中制御を行った。

プレロード荷重(死荷重+自動車荷重)は、銀座線構築の変化などを考慮し設計荷重の80%を目標荷重として行った。荷重載荷は20%ごとに分けて載荷し、各段階ごとに下受け桁の相対変位量の進行が15分間に0.03mm以下、または下受け桁・桁受け桁・支持杭・銀座線構築に異常がないのを確認した後、次の載荷段階に移した。以上の作業を各下受け桁ごとに繰り返しプレロードを導入した。

8) 本受け工

大江戸線構築施工完了後、線路部は下受け桁を残した状態で、銀座線構築下15cmまでを流動化処理土、銀座線構築下15cm間を無収縮モルタルでそれぞれ充填し本受けを完了した。

なお、コンコース部は銀座線との合築構造となるため、下受け桁を切断撤去して構築を施工した。

(5) 計測管理

銀座線構築への施工による影響を最小限に抑えるため、銀座線構築・下受桁の変位、油圧ジャッキの荷重値などの計測を行い、24時間体制でリアルタイムな情報を的確に施工に反映できるようにした。

銀座線構築の変位に対する管理値は、構築の安全および電車の安全管理を確保するため、銀座線構築の軌道整備基準をもとにした(図-47、表-4)。

5-2-2 日比谷線交差部の施工

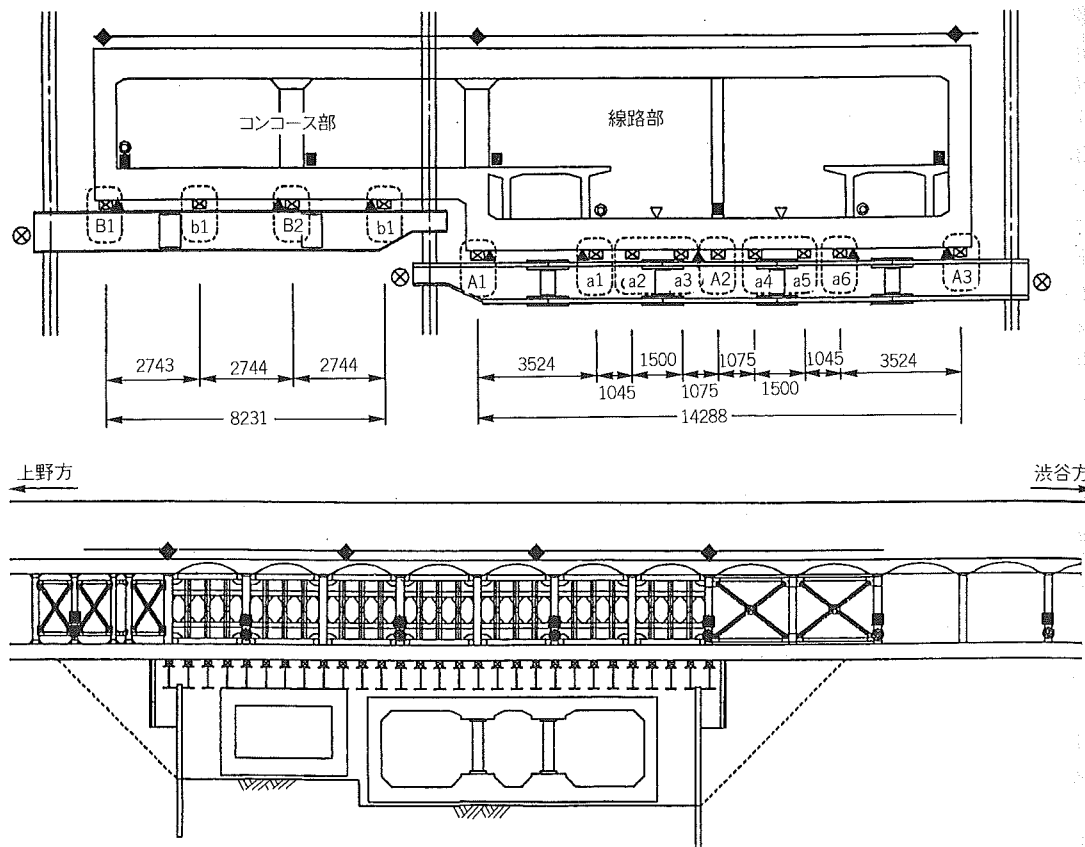
(1) 交差状況

大江戸線は、営団日比谷線と春日通りと昭和通りの交差点部でほぼ直交した形で下越する。日比谷線の敷設されている昭和通り上空には、首都高速道路1号線が並走し、橋脚地中梁が日比谷線を跨ぐ形で築造されている。交差点における日比谷線の構築形状は1層2径間RCのボックスラーメン構造の線路部となっており、交差点南側20m程で仲御徒町駅となる。

(2) 施工方法

日比谷線のアンダーピーニングは銀座線と同様に下受け桁方式で行った。下受け桁のスパンは12.5mと比較的短いため、1スパンの下受け桁を用いた。構内薬液注入をした後、構築下を導坑掘削し下受け桁(9本)を挿入し、ジャッキでプレロードを与え、路面荷重、構築荷重を受け替えた。これらの施工手順は銀座線とはほぼ同様である。

また、首都高速道路橋脚基礎と近接した状態での施工となるため、プレロード時の計測は、日比谷線構築下受け桁のみでなく、首都高速道路、大江戸線の土留め杭などの挙動を同時に把握しながらとなった。日比谷線構築の計測管理項目は、銀座線構築と同様であり、すべて管理値内に収めることができた。



凡例

記号	計測項目	計測数量	記号	計測項目	計測数量
◎	水盛式沈下計	17台	◆	躯体絶対変位(縦断)	11台
□	自動基準水槽	3台	▲	下受桁相対変位	57台
■	水準測点	31台	⊗	受杭変位	10台
▽	レール天端点	18台	-	温度変化	1台

図-47 計測機器配置図

表-4 計測管理管理値

項目	1次管理値	2次管理値	実測値
構築沈下 ^{※1}	±3mm/10m	±5mm/10m	±2.5mm/10m
下受桁たわみ	9mm	12mm	3.2mm
支持杭沈下 ^{※2}	5mm		1.8mm

※1 銀座線構築の安全性検討結果・軌道整備基準より

※2 管理参考値

5-2-3 おわりに

本工事は平成4年7月に着手し、錯綜する重要都市構造物の中での大規模開削工事であったが、銀座線・日比谷線のアンダーピーニングにおいても、構内薬液注入時、掘削時、プレロード導入時には多少の変動は見られたも

の、電車の運行に支障をきたすまでにはならず、無事本受けを完了することができ、工法の妥当性が確認された。

5-3 既設シールドトンネルの受防護

大江戸線環状部は、26駅のうち10駅でシールド工法で築造された都市施設と交差・近接している。このうち掘削に伴い施設が露出を余儀なくされ、受け防護または吊り防護をしたものが8例(東電洞道が4例、NTT洞道が2例、水道管きょが2例)ある。

六本木駅は全長215mで、青山一丁目方に発進立坑を、麻布十番方に到達立坑を開削工法で施工し、両坑間は上下2段の泥水式シールド工法で施工した。

到達立坑には、東電洞道φ3,350(土かぶり5.5~7.5m)

と東電洞道φ4,100(土かぶり15.8m)が、発進立坑には東電洞道φ4,400(土かぶり16.5m)と水道管きょφ2,350(土かぶり9.7m)があり、これらはいずれもシールド工法で敷設された。東電洞道は、一時タイロッドと帯鋼で吊り防護しておいてから後で受け桁で受け替えたものと、初めから桁で受け防護したものと2とおりの防護をし、水道管きょは吊り防護した。

ここでは、発進立坑のφ4,400青麻洞道の防護方法と洞道の挙動について報告する。

5-3-1 立坑の掘削規模

当該付近の地盤高さはA.P.+32m程度で、地質は一般

的な山手台地の分布をしている。

柱状図を図-48に示す。

自然水位はG.L.-10m付近に、下部帯水層の水位はG.L.-16mにある。

発進立坑の掘削規模は、幅27~32m、深さ43~45m、長さ47mで、土留め壁は泥水固化壁を原則とし、窓開き部には路下でTBH工法を用いて柱列壁を施工した。

φ4,400青麻洞道は、昭和46年にシールド工法で敷設されたもので、覆工は幅80cm、厚さ30cmのRC中子型セグメントで、二次覆工はない。

平面線形はほぼ直線で、縦断もほぼ平坦になっている。

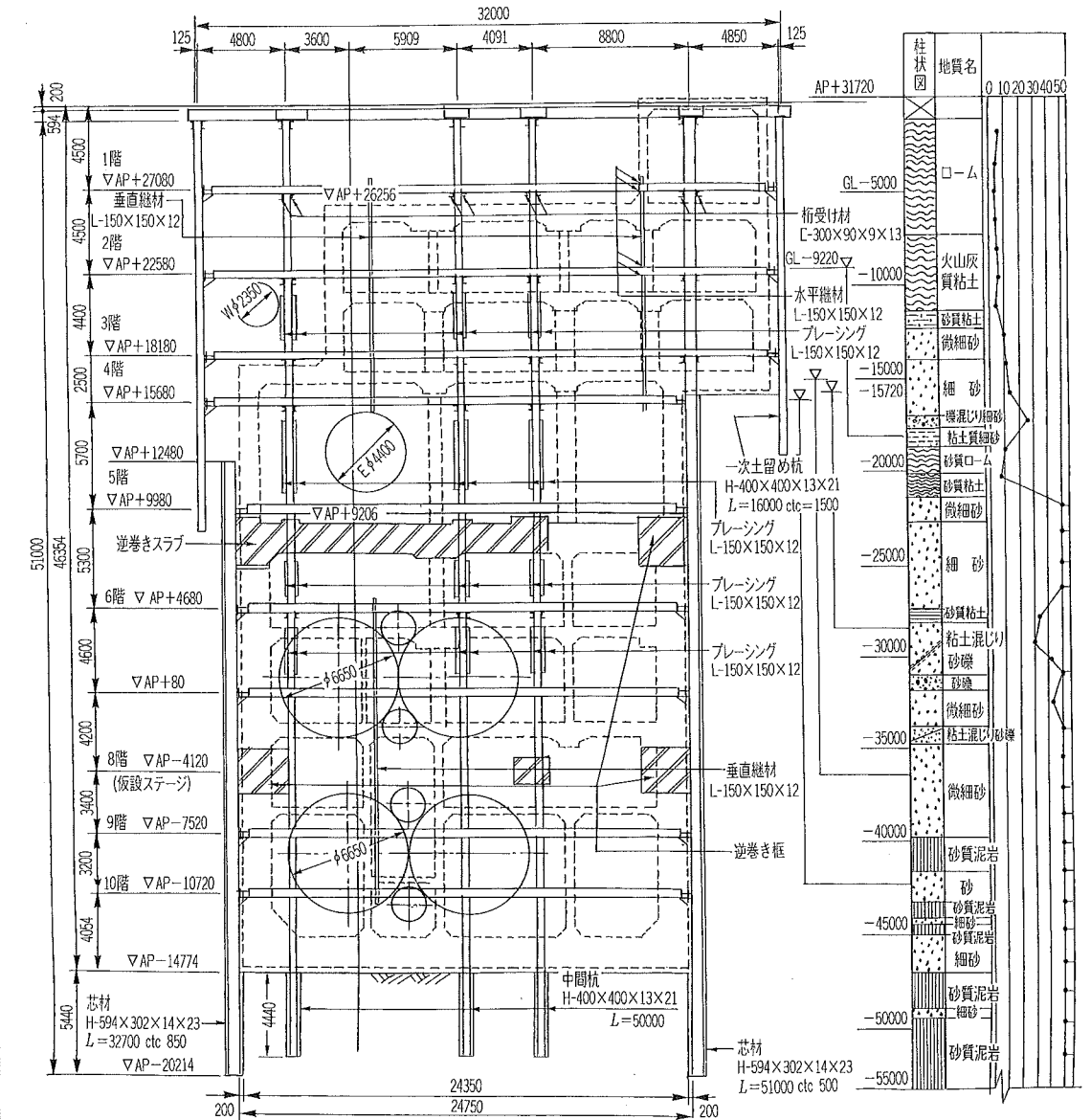


図-48 発進部断面図

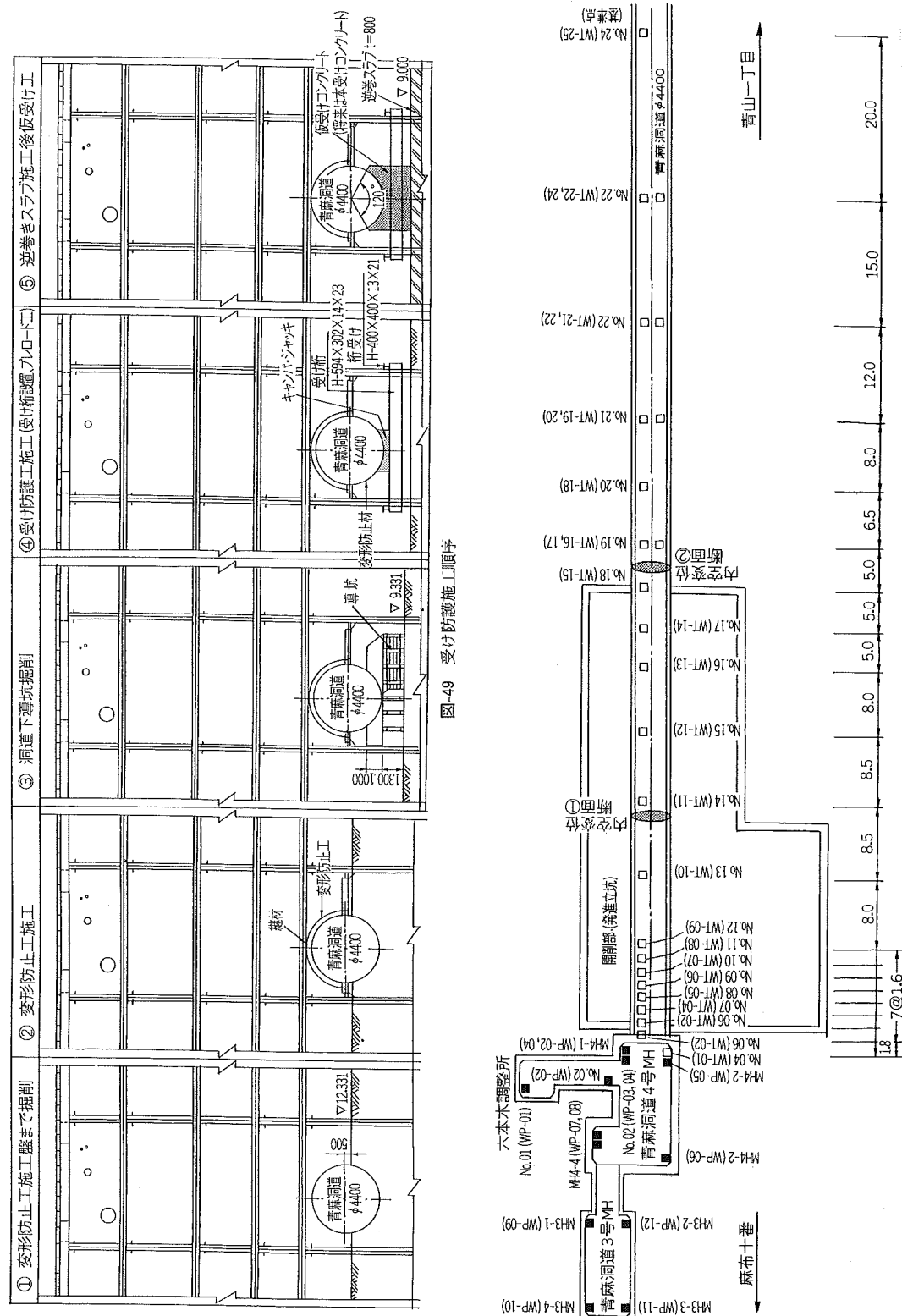


図-49 受け防護施工順序

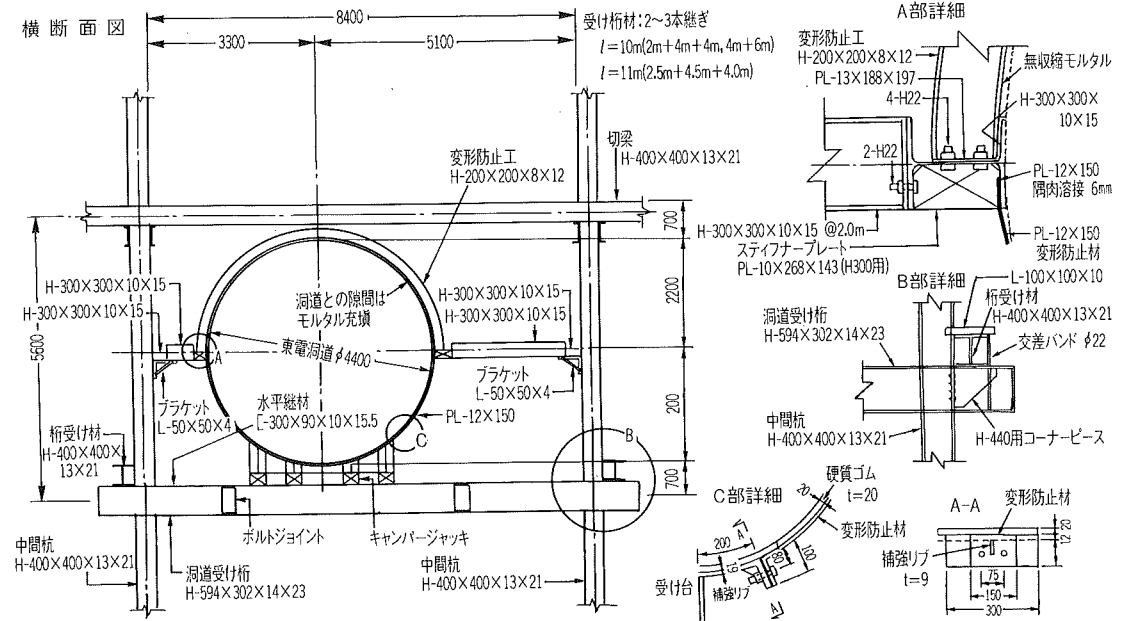


図-50 変形防止工図

5-3-2 φ4,400 青麻洞道の防護

φ4,400洞道のみならず、近接交差する洞道は掘削に伴うリバウンドなどにより悪影響を受ける恐れがあった。このため東京都地下鉄建設(株)と東京電力(株)(以下、東電という)は、「地下鉄12号線(環状部)建設工事に伴う電気工作物の計測に関する協定」を締結し、計測について東電に委託、地下鉄の施工法については協議しながら以下のように施工した。

まず、洞道のスプリング下50cmまで掘削して、H形鋼を加工した変形防止材を取り付けた。中間杭に土留め板をかけた。法勾配をつけ、洞道の両側をその下端1.3mまで掘削した。

次いで洞道の下を幅2mでトレンチ掘削し、最初の受け桁を架設、桁と洞道間にキャンバーとジャッキを設置した(図-49, 50参照)。次にトレンチを1m幅掘削し、2本目の桁を設置した。2本目の桁を設置したところで、2本の桁にプレロードを加えた。

以後、トレンチを掘削し、順次桁を架設した。受け桁は2~3分割してトレンチ内に搬入し、ボルト接合した。プレロードは桁を設置したときに設計荷重の60%を、隣の桁が入ったときに80%、その隣の桁が入ったときに90%を加え固定した。

5-3-3 洞道の挙動

受け桁架設は無論、地下鉄施工は洞道の計測(測定は

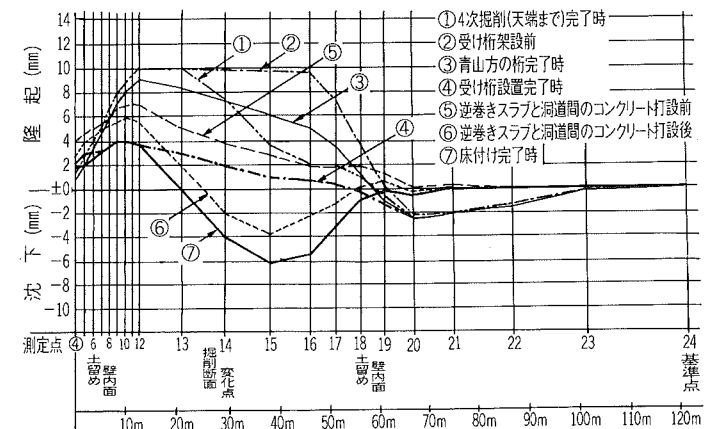


図-52 青麻洞道(φ4,400)変位図

東電)をしながら実施した(図-51)。東電から東京都地下鉄建設(株)に提出された報告書から、その動きをまとめたものが図-52である。

これを見ると掘削に伴い隆起し、桁架設直前には洞道の露出部全体が約10mm程浮き上がっている。

桁架設に伴い沈下が見られ、桁架設完了時には青山一丁目方で1mm、麻布十番方で4mm程度の隆起になった。

その後、掘削に伴い再び隆起し、逆巻きスラブ打設のためGL-25mまで掘削した時点では、No.11, 12は約7mmまで隆起した。

青山一丁目方について、逆巻きスラブと洞道間にコンクリートを打設し、洞道を逆巻きスラブで受け替えた。洞道は6mm程沈下し、No.14~17は元の位置より低く

なった。そして床付け時にはNo.14~17は3~6mm程元の高さより低くなった。

5-3-4 洞道などの復旧

露出受け防護された青麻洞道は、地下鉄躯体の地下3階の一部分に取り込んだ。洞道と地下鉄躯体の壁との間にはコンクリートを洞道の天端まで充填し、頂部は空洞にした。

3号人孔と棲土留め壁の間は、流動化処理土で埋め戻した。

また、吊防護した水道管きよは、到達立坑にあるφ4,100、φ3,350と同様流動化処理土で埋め戻し、これで支持して復旧した。

6. 流動化処理土を使用した施工例

6-1 流動化処理土採用の経緯

流動化処理土(以下、「流動化土」と記す)とは、ゴミ、ガラ、木根、産業廃棄物などの異物や有害物質を含まない原料土と水を混和した泥水に、セメントあるいはセメント系固化材ほかを添加したものをいう。

大江戸線建設工事に際し、環状部は汐留駅を除く全駅と、放射部は新宿~中井駅の道路部の埋め戻し材をそれまでの埋戻し用砂(山砂)から流動化土に変更した。

1995(平成7)年7月25日付で、東京都建設局「道路掘削占用工事に伴う埋戻し検討委員会」から交通局建設工務部工事課長あてに、1996(平成8)年11月1日付で東京都地下鉄建設(株)(以下「都地建」と記す。)工事部長あて、「道路の陥没防止および掘削土の抑制ならびに発生土の再利用を図るため、『道路の埋戻し(流動化処理土)の試験施工』の依頼」があった。

これを受け、交通局および都地建は、

- ① 道路管理者は、埋め戻し材が道路陥没の一因ととらえていること
- ② 試験施工の依頼ではあるが、将来の本格実施に向けたもので、実質的には道路占用の許可条件と考えられること
- ③ 建設省でも1992(平成4)年度から「建設副産物の発生抑制、再利用技術の開発」プロジェクトを発足させ、流動化土の利用を検討していること
- ④ 材料費のみで比較すると、流動化土の方が山砂よりも高いが、埋設物復旧の受け構造物は不要となり、その費用の削減と埋め戻し工期の短縮が図られること
- ⑤ 埋め戻し完了後、仮復旧することなく道路の本復旧ができるので、仮復旧の費用と、従来2年以上にわたり実施していた道路本復旧までの道路維持管理が不要となり、この費用も節減できること

⑥ 埋設物が輻射している箇所では、埋め戻し用砂を用いた場合には、それらの周囲を完全に砂で埋めることは大変困難であった。流動化土を用いれば、ほぼ完全に充填でき、道路陥没の恐れはなくなり、陥没に伴う諸々の費用を削減できること

⑦ 環状部だけでも埋め戻し土量は約87万m³もあるが、これを山砂で埋戻すとすれば幾つかの山を切り崩さなければならなくなり、自然保護が叫ばれている今日、社会的に受け入れられないこと

以上のことを考慮し、「後日復旧」の埋戻し材を山砂から流動化土に変更した。

東京都は、1998(平成10)年4月1日付で道路占用工事要綱の一部を改正し、埋め戻し材料に流動化土を加え、その取り扱い基準を制定した(表-5)。この基準には、試験施工依頼時にはあった即日復旧(短期)の項目は削除されている。

国道についても1998(平成10)年3月18日付で流動化土を埋め戻し材として使用する承認申請をし、了承を得て

表-5 流動化処理土取り扱い基準

試験項目	基準値	試験頻度	
		配合設計	施工管理
原料土の土質区分	火山灰質粘性土、粘性土砂質土	同一土質について3個以上	
最大粒径	管回り部……13mm以下 その他……40mm以下	同一土質について3個以上	
一軸圧縮強度	後日復旧の場合 交通開放時 13N/cm ² 以上 (1.3kgf/cm ² 以上) 28日後 55N/cm ² 以上 (5.6kgf/cm ² 以上)	同一土質について配合組み合わせ5個以上	同一土質について「土木材料仕様書」一般用レディミクストコンクリートの試料採取に準ずる
		各時期1本以上組	同上
フロー値	180~300mm	同上 1回/組	同一土質について 1日/3回以上
ブリージング率	1%未満	同上 1回/組	同一土質について「土木材料仕様書」一般用レディミクストコンクリートの試料採取に準ずる
水質区分	本品に使用する水は、工業用水道(東京都工業用水道条例第17条1の乙地区)の水質基準値を満たすこと。(塩素イオン含有量については、200mg/l以下など)		
試料採取試験頻度	30m ³ 未満	試験省略	
	30m ³ ≦200m ³	1回	
	200m ³ ≦300m ³	2回	
	300m ³ ≦400m ³	3回	
	400m ³ ≦500m ³	4回	

施工した。

6-2 流動化土の特徴

流動化土の性状はその中の水の量(調整含水比)に左右されると言われ、流動化土の性状に関する指標として、フロー値、ブリージング率、一軸圧縮強度がある。

フロー値は調整含水比が大きくなるほど、また固化材の量が少なくなるほど大きくなり流動性を増す。

ブリージング率は調整含水比が小さくなるほど、また固化材が多くなるほど小さくなり、材料の分離が生じにくくなるといわれている。

一軸圧縮強度は調整含水比が小さくなるほど、また固化材が多くなるほど大きくなるとされる。

原料土として海砂、土丹、腐食土は埋設管、とくに炭素鋼管や鋳鉄管の腐食を促進させる恐れがある。また、礫質土は長期強度が過ぎて問題がある。

6-3 流動化土の施工

埋め戻しに使用した流動化土の配合は、各メーカーごとに試験練りを行い各試験を実施して決めた。その一例を表-6に示す。

流動化土は、運搬車からホースで打設場所に流し込んだ。ブロックの仕切りには木矢板や土のうを用いた。施工状況を写真-7に示す。

打設された流動化土の品質については、施工監視員が

立会いのうえフロー値を測定し、一軸圧縮強度用のテストピースとブリージング測定用の資料を採取した。

一軸圧縮強度試験は、施工監視員立会いのうえ各メーカーの試験室で実施し、ブリージング率は採取24時間後メーカーの自主検査とした。試験結果の一例を表-6に示す。

流動化土の1回の打設高さは50cmとし、同一ブロックは連続して施工した。施工中に流入する地下水や雨水などは、釜場を設けポンプで排水した。

流動化土の埋戻しが埋設物の下まで進むと、埋設物管理者立会いのうえ、山中式土壌硬度計による貫入試験を行い、その値が定められた範囲にあることを確認した。

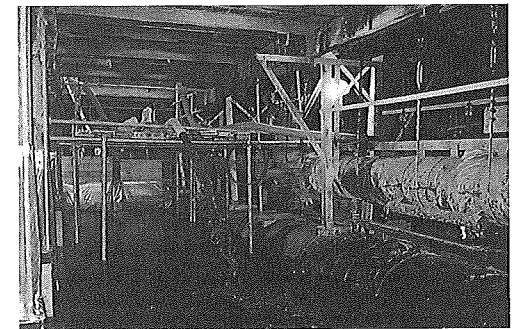


写真-7 流動化処理土施工状況

表-6 流動化処理土配合および試験結果例

流動化処理土 1m ² あたりの配合(kg)	赤羽橋駅部	4週強度(kgf/cm ²) (一軸圧縮強度)	フロー値 (mm)	ブリージング率 (%)
	プラント名			
泥 水 : 1350 セメント : 60	メトロ開発 (カワセ)	2.79	242	0.80
		最大 : 3.91 最小 : 1.96	最大 : 300 最小 : 190	最大 : 0.84 最小 : 0.68
湿潤土 : 787 乾燥土 : 417 土中水 : 365 水 : 469 セメント : 100	ドウ技研 ・大平洋JV	2.87	266	0.10
		最大 : 4.46 最小 : 2.05	最大 : 290 最小 : 185	最大 : 0.20 最小 : 0
原料土 : 1210 水 : 420 セメント : 50	T.I.C (大井マンメイド)	3.48	252	0.80
		最大 : 5.39 最小 : 2.05	最大 : 290 最小 : 235	最大 : 0.90 最小 : 0.69
原料土 : 840 砂 : 240 水 : 334 セメント : 100	トネックス	3.37	251	0.90
		最大 : 4.55 最小 : 2.70	最大 : 290 最小 : 200	最大 : 0.95 最小 : 0.78
泥 水 : 1350 セメント : 60	メトロ開発 (カワセ)	2.60	259	0.80
		最大 : 4.35 最小 : 2.21	最大 : 290 最小 : 215	最大 : 0.85 最小 : 0.70
湿潤土 : 787 乾燥土 : 417 土中水 : 365 水 : 469 セメント : 100	ドウ技研 ・大平洋JV	2.76	259	0.10
		最大 : 4.01 最小 : 2.07	最大 : 290 最小 : 205	最大 : 0.20 最小 : 0
湿潤土 : 787 乾燥土 : 417 土中水 : 365 水 : 469 セメント : 115	ドウ技研 ・大平洋JV	4.98	269	0.10
		最大 : 5.46 最小 : 4.70	最大 : 295 最小 : 210	最大 : 0.20 最小 : 0
原料土 : 1210 水 : 420 セメント : 50	T.I.C (大井マンメイド)	3.04	266	0.80
		最大 : 5.12 最小 : 1.70	最大 : 290 最小 : 235	最大 : 0.95 最小 : 0.65

つづいて埋設管の継手や破損箇所から、流動化土が流入しないようビニールなどで被覆し、埋設管を枕木あるいは土のうで受け替え、流動化土の浮力による浮き上がり防止策を施し、管路の1/2程度まで埋め戻した。その後吊ワイヤーなどを切断撤去し流動化土を埋め戻した。

大型埋設物では、左右の埋め戻し高さの差異による悪影響を受けないよう慎重に施工した。

中間杭部分はその引き抜き長が大きい所では、板やビニールでその周囲を囲み、引き抜き長が小さい場合は特別の措置をせずに埋め戻した。

中間杭引き抜き跡は防護したところには流動化土を、特別な措置をしなかった所には現場練りのセメントペースを流し込んだ。

土留め壁はGL-3.5m以深は残置させてもらい、3.5m以浅は引き抜いた。

土留め壁と中間杭の引き抜きは、覆工撤去と同時に施工した。このため、中間杭跡は点であるが、土留め壁撤去跡は布状になり、ここに「後日復旧」の流動化土を埋めたのでは、即日交通開放できないのでこの部分については従来どおり砂で埋め戻した。

流動化土の含水比は大きいので、粘性土系の原材料を用いたものの、凝固に伴う収縮が心配される。種々な実験結果からは取り扱い基準で定められたものを使用すればその恐れはないとされている。

しかし、実際施工してみた結果、凝固に伴う体積変化によるクラックや沈下が生じている。これらのクラックや沈下分は次回の流動化土で充填されたり補充されるものと考えられるが、沈下がないことを確認するため、歩道のGL-1.7mに沈下板を設置し測定した。測定結果を表-7に示すが、沈下はほとんど生じていないことがわかる。(文責：森田幹男・東京都地下鉄建設(株)工事本部長/中村益美・同 工事副本部長/高相恒人・同 工事本部工事調整部長/堤多喜男・同 工事調整部技術管理課長/山崎秀幸・同 同 工事第三部工事第三課長/横瀬信夫・同 同 工事調整部技術管理課長補佐/内山博文・同 同/木場武美・東京都交通局建設工務部計画課環状部連絡係主任/伊藤良行・(株)復建エンジニアリング技術第一部部长/小浦場博・ハザマ・青木・アイサワ・徳倉・伊藤建設共同企業体所長/山元澄男・熊谷・白石・森・坂田建設共同企業体所長/山口隆志・新日本製鐵(株)土木加工建材技術グループマネージャー部長代理(技術開発)/川上治・五洋建設(株)土木本部土木設計部設計課長/荒川賢治・(株)奥村組技術本部技術開発部課長/高柳千栄雄・大林・フジタ・松村・小田急・京王建設共同企業体所長/白石隆・鴻池・森本建設共同企業体所長/竹内一郎・三井・

不動・新井建設共同企業体所長/齋藤健・鹿島・竹中土木・日本国土建設共同企業体所長/柿谷達雄・清水・戸田・東洋・矢作建設共同企業体所長)

参考文献

- 1) 金安進・新治均・五十畑徹：大型埋設物直下で4心円シールドの上下二段施工、都営地下鉄12号線環状部六本木駅、トンネルと地下、Vol.30, No.11, 1999.11.
- 2) 小浦場博・大西亮・粥川幸司：4心円シールド工法による上下二段の地下鉄駅の建設、都営地下鉄12号線環状部六本木シールド工事、地下鉄12号線環状部の施工技術、2000.11.
- 3) 金安進・岩本利美・開米章：都市施設が輻輳する被圧帯水砂層の3面シールド駅、地下鉄12号線環状部飯田橋駅、トンネルと地下、Vol.29, No.5, 1998.5.
- 4) 山元澄男・梶山雅生：3心円泥水式駅シールド工法による駅ホームの築造、地下鉄12号線環状部の施工技術、2000.11.
- 5) 川上治・坂本式隆：ほぞ付セグメントを用いたトンネル施工、地下鉄12号線環状部の施工技術、2000.11.
- 6) 金安進・新治均：地下鉄にハニカムセグメントを採用、都営12号線相生シールド、トンネルと地下、Vol.29, No.10, 1998.10.
- 7) 相馬誠人・高橋忠・荒川賢治：ハニカムセグメントを使用したトンネルの急速施工、地下鉄12号線環状部の施工技術、2000.11.
- 8) 大林・フジタ・松村・小田急・京王建設共同企業体：工事記録(千駄ヶ谷シールド工事編)
- 9) 瀧脇平人・阿部優・渡辺幸喜：短距離大断面トンネルにおけるシールド機の有効利用、地下鉄12号線放射部の施工技術、1998.2.
- 10) 鴻池・森本建設共同企業体：シールド機回転工事報告書
- 11) 大林・五洋・大豊・森本・若菜・京王JV：都営地下鉄12号線新宿第一工区建設工事工事記録
- 12) 三木克彦・堤多喜男・倉持豊・松本伸：双設シールドによる大深度地下鉄、都営地下鉄12号線 新宿第一工区、トンネルと地下、Vol.28, No.3, 1997.3.
- 13) 森田幹男・鈴木貞三・南雲敏夫：新宿新都心での大規模開削、都営地下鉄12号線新宿駅、トンネルと地下、Vol.22, No.11, 1991.11.
- 14) 佐野正生・儀間潔・竹内一郎・合原博：支障杭群を撤去しながら泥土圧シールドを掘進、トンネルと地下、Vol.30, No.8, 1999.8.
- 15) 佐藤・三井・株木・伊藤・徳倉JV：都営地下鉄12号線中井工区建設工事工事記録
- 16) 丸茂健・羽生田茂：地下鉄駅部・高速道路地下立体構造の同時施工、都営地下鉄12号線放射部・首都高中央環状線、トンネルと地下、Vol.25, No.7, 1994.7.
- 17) 岡田泰一・上根徳治郎・山本康裕：都営地下鉄12号線中井駅大規模掘削工事、土木施工、37第3号、1996.3.
- 18) 古川俊明・土肥稔：地下鉄と高架駅の一体同時施工、トンネルと地下、Vol.27, No.2, 1996.2.
- 19) 齋藤健・瀧澤仁・亀岡哲夫：再開発地区におけるインフラと一体構造の地下鉄駅建設、地下鉄駅舎中柱が新交通ゆりかもめの橋脚を兼用 地下鉄12号線環状部の施工技術、2000.11.
- 20) 齋藤健・岩間紀夫・亀岡哲夫：既設地下鉄の地下鉄トンネルの横断 都営浅草線大門駅の下受け工事) 地下鉄12号線環状部の施工技術、2000.11.
- 21) 山崎秀幸・富永武敏・池田謙太郎・栗木秀治：銀座線・日比谷線直下に長大駅 地下鉄12号線環状部上野御徒町駅 トンネルと地下、Vol.30, No.9, 1999.9.
- 22) 柿谷達雄・犬伏俊通・池田謙太郎：繁華街における錯綜する都市重要構造物の中での大規模開削工事、地下鉄12号線環状部の施工技術、2000.11.
- 23) 小浦場博・左高茂樹・西尾誠高：地下鉄駅舎における既設洞道の受防護工

〔大江戸線全線開業記念特集〕

軌道・建築・設備・電気工事

1. 軌道工事

1-1 線形

大江戸線は、他の都営地下鉄と比べ急曲線、急勾配が多く、ルートも民地下を通過することが多いという特色がある。

線形は、表-1に示すとおりであり、曲線半径200m以下の軌道延長比率は17%である*。勾配は他線と比較すると急勾配となっており、最急勾配は50%である**。

1-2 軌道構造の基本的考え方

軌道構造(写真-1)は、次のような考えにもとづき設計した。

- ① 保守作業の軽減化と簡略化が図れる構造

表-1 軌道概要

軌道線形		
項目	内容	
最小曲線半径	100m	
最急勾配	50%(50/1000)	
最大カント	150mm	
軌道構造		
軌間	1,435mm	
レール	50kgNレール	
レール締結装置	二重弾性締結装置	
道床	コンクリート道床	
まくらぎ	環状部	放射部
	PCまくら625mm(40本/25m)	
	PCまくらぎ(弾性)	PCまくらぎ(防振)
リアクションプレート	合成まくらぎ	
	種別	備考
ガードレール	アルミ	・惰行区間 ・分岐区間
	銅	・力行区間 ・回生ブレーキ区間
ガードレール	設置条件	設置箇所数
	曲線半径160m以下を原則	53か所

- ② 周辺の環境(振動・騒音)対策に配慮した構造。
- ③ リニアモーター方式に対応できる構造(リアクションプレート(写真-1中央)を軌道構造の一部として設置するため。)

1-3 軌道構造

軌道構造の概要は、表-1のとおりである。

1-3-1 レール

基本的に分岐器部前・後端の絶縁箇所を除いた全線にわたって、レールをロングレール化している。継目部をガス圧接などで溶接することにより、振動・騒音に対処した。ロングレール延長は、最長5.4kmに及ぶ。

1-3-2 道床

軌道強化、保守の省力化の観点から、全線防振型コンクリート道床を採用した***。

通常コンクリート道床は、砕石道床と比較すると振動・騒音が大きくなるが、防振まくらぎの採用によって、これを低減することができた。

1-3-3 まくらぎ

環状部では全線にわたり防振まくらぎを使用し、放射部では急曲線部および民地下において防振まくらぎを使用した。

これらの防振まくらぎは、ポリウレタン樹脂、合成ゴムなどの弾性材により振動を抑え、通常のPCまくらぎと比べ10dBの振動低減効果が得られる。

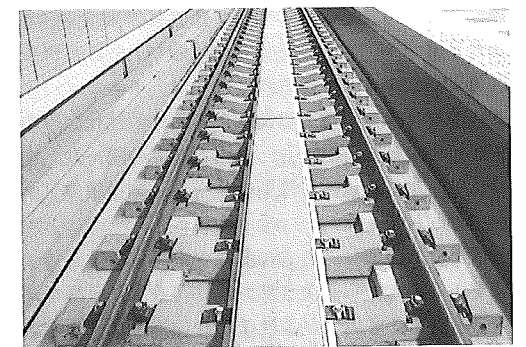


写真-1 軌道構造

* : R ≤ 200 以下の軌道延長比率(浅草線 : 5% , 三田線 : 3% , 新宿線 : 1%)
 ** : 最急勾配(浅草線, 三田線, 新宿線 : 35%)
 *** : コンクリート道床化率(浅草線 : 33% , 三田線 : 55% , 新宿線 : 56%)

1-3-4 リアクションプレート

機能的にはモーターの一部であるが、軌道中心に設置され、まくらぎに固定されることから、保守の作業性などからも軌道構造の一部として組み込まれた。アルミ式、銅式の2種を設置している。

2. 建築工事

2-1 駅計画の基本

経済性を重視し、ホーム延長は列車編成長+5m(137m)、ホーム天井高を2.5mにするなど車両の小型化に見合う適正規模を志向した結果、2層駅標準断面で見ると、大型規格に比較して約20%の縮減になっている。このほか、駅計画の基本は、概略次のようなものである。

- ① 改札口を1か所に集約し、駅務諸室を一群にまとめる(ただし、他線連絡駅では必要に応じて改札口を増設)。
- ② 出入口は原則2か所とし、換気塔や宿泊所を併設する。駅周辺に都市整備、あるいは再開発事業計画がある場合は整合を図る。
- ③ エレベーターをホーム～改札口間と改札口～地上間に設ける。誰もが利用しやすい配置を考え、ホームにおいては、できるだけ中央部に設置する(これに合わせ列車の中央部車両に車いすスペースを設けている)。

2-2 駅デザイン

駅デザインについては、多彩な地域を走る特色ある大江戸線にふさわしいデザインを考えることが、美しく魅力ある都市づくりに不可欠であり、また、快適で親しみのある新しい駅を生み出すために、駅デザインについて十分な検討を重ねることが非常に重要との考えから、学識経験者などの外部委員に委嘱して「都営地下鉄12号線駅舎等デザイン検討委員会」を組織し、「同デザイン検討報告書」がまとめられた。

これにより、放射部では調和と対比、個性化、ゆとりをデザインの基本方針とし、路線としての統一性、地域性をイメージした個性、識別性を考慮して各駅のデザインが決定されている。

環状部においては、さらに多様な伝統と個性を持った地域を走ることから、より地域性に密着した多様なデザインを志向し、多数の創造性豊かな建築家に駅の建築設計を委託することとした。

2-2-1 プロポーザル

この方針により建築家を公募し、特定モデル駅(月島駅、国立競技場駅)についてのデザイン構想の提示を求め、審査により15名を選定することとした。一方、外部の学識経験者を委員とするデザイン審査会を設け、公

募デザイン構想の審査、および基本設計における各駅デザイン調整を委嘱した。

公募プロポーザルに対しては、77の設計事務所から応募があった。第2回の審査で30の事務所を選抜し、第3回の審査で15の事務所を基本設計の委嘱候補者とし、5の事務所を補欠に選定した(平成3年3月、15の事務所に駅建築基本設計を委託)。

2-2-2 設計調整

基本設計の成果については、土木設計との調整、交通局の基本了解、駅建築費の制限枠内に納めるための修正などを経たのち、実施設計に移された。

2-3 バリアフリー

障害者対策は、小型規格での建設計画段階(昭和57年頃)から検討され、国際障害者年(昭和56年)を契機とするノーマライゼーションの高まり、および同東京都行動計画の主旨を踏まえて、障害者だけでなく交通弱者全体を対象として考えるという基本線から、従来の施策に加えて新たにエレベーター、障害者対応トイレ、2段手すり、車両の車いすスペースなどの導入を図り、開業当初から全駅、全列車に設備することとした。

また、その後の国の基準、および都における福祉対策基準の整備に伴い、バリアフリー対策を進めるとともに、開業後に障害者団体から寄せられた改善要望を受けて、ホーム転落防止柵の延長(ホーム有効長に対する国の基準改正により可能となった)なども実施している。

3. 機械設備工事

3-1 換気・排煙設備

大江戸線は深層化しており、かつ、シールド区間が多いことなどから、換気、冷房、排煙を総合的に考慮した換気設備とした。

構内環境は、小型地下鉄、かつ、リニアモーター駆動方式の導入により、早い時期にトンネル内の温度上昇が予想された。そこで社会的状況、温度上昇による影響と費用などを考慮し、駅部は冷房、トンネル部は換気のみとした。

地域暖冷房の施行地域では、その熱源を導入した。

各駅の冷房容量は、ホームおよびコンコースについては駅の規模および乗降人員などに応じた負荷により必要な容量とした。

練馬駅～練馬春日町駅においては、平成3年当時はフロン対策の施された冷凍機がまだ開発中であったため、R-11使用のターボ冷凍機を設置した。落合南長崎以後はR-134a使用のターボ冷凍機を設置した。

光が丘、都庁前、新宿、青山一丁目および汐留駅においては、地域冷暖房区域に含まれていたため、当該ステー

表-2 駅構内の換気方式

ホームおよび機械室	第1種換気(給排気)
コンコースおよび駅務諸室	第2種換気(給気のみ)
手洗所および污水ポンプ室	第3種換気(排気のみ)

ションより冷水の供給をうけることとした。

また、将来のモデル駅として新宿駅においては、冷水の供給を受けるだけでなく、冬期は駅構内の排熱をヒートポンプで回収し温水をステーション側に供給した。

駅務諸室および主な機器室については、別系統の冷房設備を設置した。

駅構内の換気方式を表-2に示す。

ホーム部の排煙は、排風機および排煙機を運転して排煙し、ホーム階段部で下降気流2m/secの下降気流が起きるようにした。また、火点ブロックの容積に見合った換気量を確保した。

コンコース部の排煙は、当該区画の専用排煙機により排煙する。

駅務諸室の排煙は、建築基準法に準拠した排煙設備とし、各部屋の排煙口を開けると連動して専用排煙機が運転する。

各機器室の排煙については、排煙は駅務室(防災室)からの遠隔操作により当該機器室などの排風機などを運転排煙操作を行い排煙することとした。

トンネルの換気方式は、新鮮外気の供給の他、大江戸線のトンネルは従来のシールドに比べて閉塞率が高く、列車の運行に伴う列車風の影響が大きくホーム上や階段の乗降客などに対してその影響が大きい。その緩和対策の一つとして縦流方式による第1種換気(単線シールドにおいては列車の進行方向に給気し、その隣駅で排気する)を行っている。

また、その換気量はトンネル内の温度上昇を抑制し、車両冷房機の機能を確保するに足りる量、上記の列車風緩和対策などのため風速2m/sec程度とする。

3-2 給排水設備

駅構内への給水は、受水槽を設け、給水ポンプにて駅各部へ給水する。

消火設備は、駅構内については屋内消火栓、送水口を付置した連結送水管(トンネル内を含む)、駅務諸室については送水口を付置したスプリンクラー設備を設置している。その他、機械室、駅務諸室については粉末消火器を設置している。

出入口に併設する宿泊所の污水および雑排水は公共下水道へ排出する。雨水については可能な限り浸透管および浸透枳を設置した。

駅構内の雑排水は、トンネル内の漏水と分離し雑排水

ポンプにて公共下水道に排出している。

手洗所の污水は污水槽へ蓄えた後、污水ポンプにて公共下水道に排出している。

トンネル内の漏水は、大江戸線については中間換気所がなく、換気所から排出が不可能であるため中間ポンプ所の排水は隣接駅まで、圧送し駅部で排出した。

手洗所の床はコンコースと同一レベルとし、出入りが容易にできるようにしている。さらに、各駅に車椅子対応の手洗所も設置した。

3-3 昇降機設備

エレベーターは「東京都福祉のまちづくり整備指針」にもとづいたものを各駅に設置し、ホーム階～コンコース階とコンコース階～地上出入口の1ルートを確保することによって車椅子使用者の利便性を図っている。

エスカレーターは、原則としてホーム～コンコース間の階段に併設し、他線連絡通路に設置したエスカレーターは車椅子対応型を原則としている。また、主要な出入口にはエスカレーターで地上までの1ルートを確保し、階高が16mを超える場合は、上下2台のエスカレーターを設置することを原則としている。

4. 電気設備工事

4-1 変電設備

東京電力から66kV二回線で受電する受電変電所を3か所設置し、12か所のき電変電所に特高22kV二回線で送電し、また、6.6kVの1号高圧線で各駅の電気室へ電力を供給している。そのうち、2か所の受電変電所には、すべての受電線が停電したときの対策として、非常用発電設備を設置しており、1号高圧線で防災設備に電力を供給している。

き電変電所は、交流22kVを直流1,500Vに変換する整流器(3,000kW×30台)を設置し、電車に電力を供給している。また、各駅の空調設備用として、6.6kVの空調高圧線で、各駅の電気室へ電力を供給している。そのうち、5か所のき電変電所には、車両の回生電力の有効利用、回生失効の防止およびトンネル内温度上昇の抑制などを目的として、直流1,500Vを交流22kVに変換する電力回生インバータ(500kW×5台)を設置している。なお、これら15か所の変電所は、大門電力指令所から遠隔監視制御を行っている。

4-2 電路設備

駅、庁舎および車庫の46か所の電気室へは、6.6kVの1号高圧線および空調高圧線の二回線で電力を供給しているが、電気室ではこれを単相105-210V、三相210Vおよび三相415Vに降圧して各駅設備に配電している。高圧回線の片系が停電しても電気室の切り替え装置によ

り、他方の健全な系に切り替えて電力を供給し、列車運行には支障しないようにしている。

電車線の方式は、溶断防止と保守性を考慮して剛体吊架式を採用している。電車線には15kgの導電鋼レールを使用し、これに240mm²×2の銅バーを組み合わせて電流容量を増強している。

また、セクションオーバー防止対策として「2セクションによるデッドセクション方式」を採用しており、先行列車が第1セクションでパンオーバーしているときは、次列車はATC停止信号により、第2セクションに同時に進入できないように2セクションを配置することにより、セクションオーバーを防止している。

4-3 信号設備

大江戸線の信号保安設備は、以下で説明する設備を設置している。本設備は、放射部の設備と同仕様である。

運行制御装置(PTC:Programed Traffic Control)は、列車の追跡、進路制御、ダイヤ管理を行い、分散型を採用している。

自動列車制御装置(ATC:Automatic Train Control)は、列車の運転速度を制御するもので、連続誘導式のATC地上装置を設置している。

自動列車運転装置(ATO:Automatic Train Operation)は、車両に搭載された運転制御用のROMが軌道上の3つの地上子が送信する情報にもとづいて演算し、力行やブレーキを自動で行い運転する。

電子連動装置は、車庫・駅構内の転つ機制御や信号制御を行い進路を確保する重要な装置である。

列車検知装置は、軌道回路へ信号を送信して列車の在

線を検知する。

駅システム監視装置は、各信号機器室に設置され、信号機器の異常を監視し、故障情報の表示や警報を出力する。

4-4 通信設備

環状部における通信設備の設置形態は、基本的に放射部のシステムを増設する形で設置している。ただし、情報伝送路は、増大する情報に対して「質と量」の改善を主眼に新たな伝送路を構築している。情報を大別すると、

- ① 列車の運転に関わる保安性の高い情報
例：運行制御、電力制御、列車無線、画像伝送などのワンマン支援設備の制御、表示、
- ② 駅構内の防災・設備監視などの保守情報、駅の営業および管理に関わる情報
例：防災設備、設備監視、車歴管理、駅務システム
- ③ 駅構内に設置された機械設備の運転、履歴情報
例：空調設備、機械設備

などがある。①については放射部の光LANを延長し、②はFDDI、③はギガビットの方式を採用している。また、鉄道電話の携帯化、通話エリアの隧道内への拡大など「利便性」を大幅に向上させている。

(文責：本山宗一・東京都交通局建設工務部保線課軌道係主事/大西俊雄・同 同 建築課課長補佐(計画係長)/田淵俊和・同 同 建築課課長補佐(設備係長)/井尻廣・同 車両電気部電力課課長補佐(電路係長))

投稿原稿応募のご案内

1. 原稿用紙は当社所定(25×12行=300字詰、ご請求があり次第お送りします)のもの、またはワープロでご提出の場合は横25字詰で打ち、現代用字・用語を用いて執筆してください。
 2. 原稿は50枚(15,000字)以内(ただし、図・表・写真のスペースも含む)とし、仕上がりがページにして8ページ以内とします。
 3. 原稿掲載の採否は、本誌編集委員会が審査のうえ決定します。
 4. 掲載論文については当社規定の原稿料をお送りします。
 5. 原稿には、題名・勤務先・役職名・住所・電話番号を明記してください。
 6. 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)

〔大江戸線全線開業記念特集〕

車 両

1. 車両概要

12-000形は2両1ユニットで1台車に1台のリニアモータを持つ全電動車である。

今回の全線開業用に8両×38本=304両を4次車として新製した。これにより12号線車両は53編成424両となった。4次車は、新宿開業用に増備した3次車と同一仕様とし、東京都地下鉄建設(株)により発注された。

車体は、アルミ製であるが無塗装とした。側面腰部に路線色のマゼンダの濃淡2色のストライプを入れ、先頭腰部には東京都のシンボルマークを配したレインボーカラーのストライプを入れた。先頭部は、乗務員室を拡大し狭隘感をなくすために、傾斜を起こした形とした。

また、中間の連結面には転落防止外幌を設け、車椅子スペースを編成中間の4、5号車に設けた。

乗務員室は、島式ホームによるワンマン運転のため右側運転台としている。運転台前面にはホーム監視用ディスプレイを2台設けている。また、運転席に座ったままで通常の操作が可能な機器配置としている。

台車は、610mmの小径車輪を用いたリニアモータ方式空気バネ自己操舵台車である。円弧踏面を採用し、従来踏面より曲線通過性能を向上させた。

制御装置は、磁歪音の減少を目的に1、2次車のGTO素子からIGBT素子を用いたものに変更した。素子の冷却には従来のフロンでなく、水を用いてオゾン層破壊などのない環境に配慮したものとした。IGBT化により騒音はホーム上で約15dB低下した。

ATC、ATO装置は、一体化構成として機器の小型化を図った。各機器は、2重系構成として信頼性を向上している。また、ATC、ATO装置のうち、ATC速照部、ATC共通部、ATO制御部は編成で1組みとし、8号車に集約してコストと保守の低減を図った。

ATI装置(車両情報制御装置)は、光ファイバー伝送系を用いて機器の制御、監視などを行う総合的な情報システムである。運転士の操作やATOの指令を各機器に伝える「制御機能」、機器の動作状態や故障情報の運転台への表示、故障情報の記録、処置のガイダンス表示を行う「モニタリング機能」、客室案内表示、自動放送を制御する「サービス機能」、さらに、主要機器の月検査相当の自動検査を車上でできる「検査機能」を持っている。

大江戸線では、ワンマン運転のためにホーム画像を光伝送により運転台に送り、ホーム進出入時のホーム監視が運転台で行えるようにしている。同時に4画面を表示できるように、運転台のホーム監視用ディスプレイ(10.4インチ、カラー液晶)を2台とし、画面分割により1台で2画面を表示する。

2. 車両諸元

下記に、車両諸元を示す。

項目	諸元
車種	全耐食アルミニウム合金製連結電車
軌間	1,435mm
電気方式	DC1,500V 架空剛体電車線方式
自重	MC=24t, M1=25t, M2=24.5t
定員 (()内は座席)	MC=90(36), M1・M2=100(44) M1(4,5号車)=100(40)
台車	リニアモータ駆動式空気バネ台車 軸距1,900mm, 車輪径610mm
基礎ブレーキ装置	ディスクブレーキ方式
主電動機	三相リニア誘導電動機 自然冷却, 台車枠装架120kW
制御装置	VVVF制御装置(IGBT)
ブレーキ装置	全電気指令式
低圧電源装置	静止形インバータ110KVA
冷房装置	セミ集中式12500kcal/h×2台
自動運転装置	車上演算フェジィ制御方式
画像伝送装置	近赤外線光空間伝送方式 運転台モニタ2画面
電車性能	最高運転速度: 70km/h 加 速 度: 3.0km/h/s 減 速 度: 常用3.5km/h/s 非常4.5km/h/s 保安4.5km/h/s

3. 修車と車庫

車庫は光が丘と木場にあるが、組織的には木場車両検修場として一つになっている。

車両の検査には、3日ごとの列車検査、3か月ごとの月検査、オーバーホールを行う4年ごとの重要部検査、と8年ごとの全般検査がある。

車両検査の分担は、全般、重要部検査を工場機能を持っている光が丘で行い、木場が月検査を受け持っている。列車検査は両方で分担して実施している。

(文責：渡辺典秋・東京都交通局車両電気部車両計画課課長補佐(車両係長))

笹谷トンネル貫通

山形自動車道4車線化の一環として宮城・山形県境に掘削中の新しい笹谷トンネルが11月15日貫通した。98年12月の掘削開始から23か月ぶり、日本道路公団東北支社によると、来年度中にトンネル本体を完成、02年度には供用中の現トンネルリフレッシュ工事を実施したい考え。

同トンネルは、全長3,283m。地質は流紋岩・凝灰岩・花崗閃緑岩で大変硬く、供用中の既設トンネルとの距離が20mと近接する中、発破掘削を行った。1か月あたりの平均掘進長は75mだった。

西航路沈埋トンネル貫通

東京臨海臨海道路の第1期工事となる西航路トンネルが11月29日に貫通した。湾岸道路の渋滞緩和や物流の効率化などを目的に、大田区城南島と中央防波堤外側埋め立て地とを結ぶトンネルで、99年3月から工事が開始された。02年3月には、江東区青海から海底トンネルを通して埋め立て地に伸びる道路と直結される。

同トンネルは延長1,329mと沈埋トンネルとして国内第2位の長さを誇り、11函の沈埋函を接合して構築された。沈埋函の設置水深は16mと国内最深で、1日に180隻もの船舶が頻りに往来する東京西航路の切り廻しなど、様々な課題を克服しながらの施工となった。さらに、全長に対し、許容誤差は39mmしかなかったが、実際の誤差は24mmに抑える高精度の施工を実現した。

塔坂トンネル貫通

日本道路公団中国支社が整備を進めている岡山自動車道(岡山JCT~賀陽IC)4車線化工事で、岡山県総社市内に建設中の塔坂トンネルが12

月5日に貫通した。同トンネルは、延長1,457m、99年3月から発破方式による補助ベンチ付き全断面掘削NATMにより工事着手されていた。

大深度地下マップ作成

国土庁は東京・名古屋・大阪の3大都市圏の中心部を対象に、大深度地下のおおよその範囲を示す「大深度地下マップ」を作成した。

先の通常国会で成立した「大深度地下の公共的使用に関する特別装置法」(大深度地下利用法)では、同法を適用して地下に構造物を構築する場合、①地表面から40m以下、②建築物の基礎杭を打ち込む支持層の上面から10m以下、のいずれかの条件を満たすことが規定されている。

「大深度地下マップ」は同法にもとづく大深度地下の範囲を、10m刻みの深さ別に色分けし図面化したもので、範囲の特定に必要な支持層の位置を示した図面も併せて作成した。同法を適用して大深度地下に公共構造物を構築する際、利用することで事業計画の内容検討が容易になる。

支持層図面は大深度地下に関するプロジェクト以外にも、大規模な公共施設、民間建築物などの基礎を支える支持層の把握に活用できる。

敦賀火力発電所2号機完成

北陸電力が、福井県敦賀市泉地内に建設を進めていた敦賀火力発電所2号機が完成し、11月15日、1号機も含めた発電所全体の完成工事が行われた。97年3月に着工した2号機は、建設工事が順調に進捗し、9月28日に営業運転を開始している。

2号機は、出力70万kW、国内最高水準の蒸気条件を誇り、最新鋭の排煙脱硝・脱硫装置を備えている。

土木工事の特徴としては、復水器冷却水として毎秒31.5tの海水を取

水する取水路トンネルを施工するにあたり、内径5.4m、延長220mを外径6.34mの泥土圧式シールドで海底下を掘進した。最大の特徴は、セグメントの接続と組み立てに新型継手(リング方向に挿入型、セグメント間に楔形ジョイント)を採用することでセグメントの欠損部を少なくして錆防止を図り、二次覆工を省略したこと。また、到達立坑を設けずに、トンネル完了後に陸上で製作した取水口をクレーン船で運搬し、海上からトンネルと接続した。

新主寝坂トンネル着工

東北地方建設局が建設する新主寝坂トンネル(2,940m)が12月11日着工した。同トンネルは、現トンネルでの大型車のすれ違い困難や老朽化、冬季間の事故多発などの問題により建設されたもの。起点が山形県最上郡金山町大字中田字主寝坂、終点が同真室川町大字及位字真及位。工期は02年11月30日。

新豊洲変電所運開

東京電力が東京圏の電力需要増に対応するため東京・江東区豊洲で建設を進めていた地下式では世界初の50万V変電所となる新豊洲変電所が11月21日に運転を開始した。

建設にあたっては、随所でコストダウンを図り、約258億円を削減した。その一つとして、建物形状は四角形でなく土圧を均等に分散する円形(直径144m、深さ約30m)を地下変電所としては初めて採用。梁が不要となり、四角形に比べて約1年工期が短縮し、約74億円のコストダウンを達成できた。また、施工時の構造安定性を念入りに検討するとともに、応力や変形の状況、水位などの計測管理に万全を期し、大口徑の円形自立山留め壁を構築した。

〔大江戸線全線開業記念特集〕

大江戸線環状部の建設を終えて



高橋 靖 男

新宿・大久保工区建設工事
大成・住友・西武・福田・三井不動産建設共同企業体所長

私は、平成6年1月1日付で当建設工事の新宿工区担当として着任いたしました。新宿工区は、JR新宿駅西口に近接し、超繁華街のど真ん中で、歩行者17万人/日、通行車両8万台/日と施工条件は決して良いとは言えない場所での施工でした。

当工区は、西新宿シールド(複線断面：φ8,800mm、L=502m)と新宿西口駅(地下4層階、L=190m、B=24m、H=27m)および連絡通路(営団丸ノ内線新宿駅に接続)を築造するものです。西新宿シールド施工路線には重要構造物(都道4号街路矩形隧道、新宿西口地下駐車場、営団丸ノ内線、新宿西口歩行者デッキ)が1D以内にすべて既存しており、また、発進坑口は放射部の単線並列シールドが施工完了の状態、私どものシールドとのセグメ



梶 見 順 一

若松・柳町工区建設工事
五洋・株木建設共同企業体副所長

ント離隔が75cmと厳しい条件が揃っていました。各重要構造物は協議の結果、沈下・傾斜・ひずみなどの自動計測を実施しながら、泥土圧式工法で掘進し、支障なく到達しました。

新宿西口駅部と連絡通路の沿道には飲食店がぎっしり建ち並び、交通頻繁で、地下には多くの埋設物がある特殊条件の揃った場所での施工です。まず、沿道対策ですが、私自身が地元の住人になりきっての対応を工事完了まで行ってきました。トラブルはいく度かありましたが、工事をストップさせるようなことは一度もなく施工できました。また、地下埋設物も大型(W:φ2,000,1,500,1,100,800mm、T:φ3,500mm)の洞道・大型人孔、共同溝など工事の埋設物のほか数多くの埋設物が縦横無尽に存在し、この処置に各管理企業者と協議を行い、無事完成できました。

着任時に、この工事は本当に工期内に終わるのかな、第三者に災害はないのかな、埋設物の支障事故はないのかな、などを考えると夜も眠れない精神状態になりましたが、一つ一つの対策を所員全員で考え、これを全員で守ってやっていくことで成功しました。この対策とは「第三者・沿道の方の立場になって優しく工事を行う。勝手な判断は絶対しない。埋設物は目で見て確認してから施工する」これを完成まで実行してきました。地元の方、通行人から「きれいになりましたね」と労いの言葉をかけられますと今までの苦労を忘れてしまいます。最後に、大変お世話になりました諸官庁の皆様、地元商店会の皆様に厚く感謝致します。

平成2年6月の工事請負契約と同時に着任し、平成12年10月の工事完了、同年12月の全線開通まで10年をこえるときを大江戸線環状部とともに過ごし、開業電車を迎えたときはうれしさと安堵の気持ちで一杯でした。

過去にいく度かの地下鉄工事を経験してきましたが、二駅一シールド区間という超大型工事は初めての経験であり、設計付き発注という新しい契約形態も未経験でした。大型プロジェクトに参加できる喜びと不安を持ったスタートでした。

われわれが担当した工区は道路幅が狭く、急勾配の道路における施工であり、関係者全員で過去の経験から知恵を集め、また、ほぞ付きセグメントなどの新しい技術を生かしつつ工事を進めた結果が今日の工事完成に結び

ついたものと確信しています。

工事箇所周辺は都心の商住混在の地域です。地下鉄工事に対する住民の関心は高く、家屋にきわめて近接した施工でもあり、住民対策には特段の配慮を要しました。

そんな中で家屋に大きな影響を及ぼすことなく工事を完成できたのは、沿道住民のご協力と地下鉄開通への熱い希望があって初めてできたことであり、住民の期待に応えることができてうれしく思っています。



諸 房 隆 雄

神楽坂地区建設工事
鉄建・浅沼建設共同企業体所長

平成12年12月12日に大江戸線の開業を迎えるにあたり、平成2年6月より「神楽坂工区」に着任して以来、詳細設計から始まり、平成12年10月の工事完了までの10年余りは、長くもあり、また日々追われ短くもありましたが、とうとう開業までできたことを非常にうれしく、また達成感を感じている次第です。

私が入社以来、多くの地下鉄工事に携わってきた経験上、「神楽坂工区」のある都道大久保通りは、余りにも狭隘な道路幅の中での施工であり、駅、シールド構造物



山 元 澄 男

飯田橋駅(仮称)工区建設工事
熊谷・白石・森・坂田建設共同企業体所長

工事施工にあたっては計画段階から今日まで発注者の皆様をはじめとして、交通管理者、道路管理者、埋設物管理者、各位と綿密な打合せを重ね、ご指導を頂きながら工事を進めてきましたが、様々な悪条件を克服して今日の開通をみる事ができたのは関係各位のご指導の賜物であり、感謝に堪えません。

大江戸線建設工事に携わった一人として、ここで得られた貴重な経験は今後に生かし、社会への貢献の一助にしたいと思っています。

が、計画図面上には、道路下に収めてありますが、土留め杭など(地下連壁)が民家の軒下まで接近しており、本当に施工できるのか、シールドを含めた仮設備が設置できるのかなどの色々な疑問点、問題点が、当初私の頭の中に過りました。

しかし、12号線開業にあたって、それぞれの問題は杞憂であったと言わざるを得ませんが、発注者である東京都地下鉄建設株式会社の皆様の御指導とJV職員および作業員が「ここに地下鉄を造る」という信念のもとに技術的提案、指導、施工における工夫、沿道との調整と沿道の方々からの御協力、御理解により、今ここに実を結んだと思います。

工事は10年5か月を費やし、延べ労働者が26万人、延べ労働時間が220万時間を越える、今更ながらにして大規模工事であったと思いますが、昨今の機械化施工による省力化が進められる中で、やはり人間の手に頼る部分が相当あり、地下鉄工事の難しさ、また、マンパワーのすばらしさを再認識するものでもありました。

最後に、工事完了に際しまして、東京都地下鉄建設株式会社のそれぞれの部所の方々、関係企業者の方々、また、直接作業に携わった作業員の皆様に感謝いたしますとともに厚く御礼申し上げます。

平成12年12月12日大江戸線が全線開通の運びとなり、まずはホッとしております。ここ2年半は、土木工事はもちろん、建築・後続工事を含め、飯田橋駅が原因で開業が遅れたら、大変だと思つていました。

私は、平成3年11月当JVが、飯田橋駅工区受注と同時に主任技術者として当工区に着任しました。当時の所長に「山元君、これからやる工事は、規模も大きいけれど、おもしろい仕事だぞ」と笑顔で話されたことを思い出します。経験豊富な所長の思いやりだったと思います。私は逆に、このようなビッグプロジェクトに参加できる喜びと同時に身震いがし、自分の責任が果たせるのか非常に不安に思いました。

当工区には、2つのメイン工事がありません。3心円

駅シールド工事と東西線アンダーピニング工事です。とくに開削部(L=46.5m, W=21.5m, D=38m)には、東西線が縦走しており、当初から工程上問題がありました。

平成4年10月に開削工事を着手し、上下にずれた(異高型)東西線躯体のアンダーピニング工事が完了したのが平成10年5月です。実に着工から69か月、全体工期の70%が経過しました。

一方、3心円駅シールドは平成7年5月着手し、同年中に投入組み立ての作業を完了させ、白石JVとの調整の結果、平成9年6月発進させ平成10年3月到達しました。その後2次巻き、ホーム部・通路部の構築工事を完成させ、平成11年3月までに軌道業者に引き渡しました。当工区の2つのメイン工事は、工程・近接構造物への影響・品質とも満足のいくものだったと自負しております。

問題はその後発生しました。東西線アンダーピニング後、その下で(GL-20.5m付近)杭を打設しているとき、地下水が杭穴より吹上げる現象があり、その場は薬注併用で杭打設を実施、新たに9か所で地質調査を試み、地層の確認をしました。

その結果、根入部分の地層(粘性土)が50mの開削区間で15m落ち込んでいることが判明し、不透水層として期



片 寄 秀 紀

飯田橋工区建設工事
白石・森・坂田建設共同企業体

工事は平成2年7月に始まりましたが、路線の許認可・施工計画・仮設計に2年間を要し、その後本格的な着手となり、幸い区道を挟んだ駅部立坑位置が民地部(小石川運動場と飯田橋職安)のため、許認可が降りる前に、他工区よりも先に土留め工の施工ができました。

当工事は、駅部立坑、掘削面積1,200m²、深さ40m(地下6階)の開削工事とセグメント外径5.3m、延長683m、単線並列の泥水シールド2本の工事でした。

立坑が深いため高水圧・高土圧となり、土留め壁は連続壁、支保工は13段となり、床付けの盤ぶくれ対策は、最深部の被圧水をディープウェルで下げながら慎重に掘

待していた粘性土は薄く、しかもその下に高水圧帯礫層の存在が確認され、いろいろな角度から検討した結果、床付けまであと15.0m、このままでは危険で掘り進めないと判断すると同時に、工期がずれ込むことを覚悟で工事を止め、補助工(地下水対策工)を行いました。同時に地下水対策が終わった時点の工期の遅れ6か月の回復策も検討し、予定どおり平成11年9月1日に軌道階の引き渡し、平成12年3月1日の入線日を、なんとか迎え入れた日は格別にうれしく感じました。

飯田橋駅工区は、非開削工法も実施しました。出入り口の階段部を山岳工法で、また換気ダクトの部分を手掘りの推進工法を採用させていただきました。技術の先端を行く機械化施工の実施と、人間ひとりひとりの力の融合から完成できたと思っております。みんなの力と方向が一致したときのパワーの大きさは身を持って実感しました。土木屋冥利につきた仕事でしたが、工事に従事した280,000人日の作業員の方々と、2,800人月のJV職員に、改めて敬意を表します。

最後に、多くの方々から、ご指導・ご協力をいただきました。関係各位の皆様には深く感謝しますとともに厚く御礼申し上げます。

削しましたが、床付け間近になって連壁ジョイントから数度の出水があり、薬注などで対応し何とか事無きを得るなど、深い連壁の怖さを実感したものです。

シールドは、途中で左右並列から上下並列になり民地の下を通過した後、左右並列に戻す複雑な線形のため、最小離隔(1.8m)、急勾配(45%)、急曲線(102m)の条件でのシールド掘進管理は比較的順調でしたが、線形測量および計測管理には苦労しました。

この工区の最大の問題は工程管理でした。契約時の段階では熊谷工区(3心円駅シールド)が先発し、駅部の構築をしている間に当工区シールドを掘進完了させる予定でしたが、到達立坑施工の遅れから工程の見直しを図り、両発進立坑シールド機3機を一度に投入して、泥水処理プラント・防音ハウスなどを共有し連続掘進を行ったため、シールド掘進の工期を短縮することが可能となりました。

この工事を順調に終えたのは、問題点の事前検討と数多くの手順検討を踏んで工事を施工したことで、安全面においては東京都地下鉄建設株式会社や他工区の関係者および構成3社の本支店の協力のもとで、作業所全員がメリハリをつけた安全管理を行った結果と思っております。同時に、発注者である東京都地下鉄建設株式会社はじめ、関係各社からの貴重なご指導、ご意見をいただいたことに感謝して誌面をお借りして厚くお礼申し上げます。

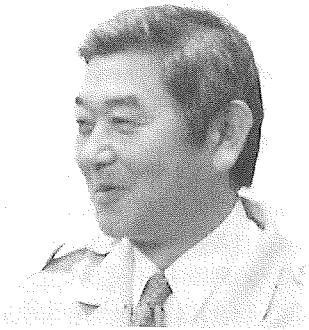


竹内 一郎

春日・本郷工区建設工事
三井・不動・新井建設共同企業体所長

12年12月、10年以上にわたる大江戸線環状部の工事が完了し、無事開業となりました。

工事は詳細設計付きで発注されましたが、当春日・本郷工区は、実質の工事着手が平成6年11月と他工区に比べ約2年ほど遅く、駅部の杭打ち開始も平成7年7月とスタートからハンディのある工事となりました。開業予定から逆算すると、平成11年5月には軌道工事に引き渡しが絶対条件になります。この遅れを取り戻すため、休



柿谷 達雄

上広・元浅草工区建設工事
清水・戸田・東洋・矢作建設共同企業体所長

なんと人通りが多いのだろう。商店街は賑やかだし、首都高速も横断してる、地下には営団銀座線・日比谷線、新幹線も走っている。これは大変な工区になるだろうなあ。平成2年6月に工事を受注させて戴き、春日通りを蔵前から湯島まで全工区を初めて踏査したときの率直な感想でした。

早いものであれから10年の月日が経ち、私の40歳代を捧げた本工事でも無事完了できました。

われわれが担当したのは湯島三丁目の交差点から蔵前駅の手前までの約1.8kmで、開削駅部2区間とシールド

日返上の突貫工事を行うとともに、最盛期には作業員の数も両駅・シールド工事合わせて、400名以上も動員しました。

技術的には最大の懸案であった本郷シールド工事における、都営三田線の直下1.8mのかぶりがかつ残置されたH鋼杭を130本撤去する工事や湯島シールドの最深部の横に計画された立坑掘削深さ約50mに及ぶ中間ポンプ所の築造など難工事も多く、今思い起こすとよく完成できたというのが実感です。

また、駅部、シールド部ともに営業線、共同溝、幹線下水などの重要地下構造物を数多くかかえ、とくに三田線春日駅連絡通路工事では営業線の直下を幅10mにわたっての掘削となったため、毎日神経のすり減る思いでした。

20世紀最後の大プロジェクトといわれる工事でしたが、厳しい施工管理と安全管理のもと、日々ともに頑張ってきた職員、作業員全員とこの完成の喜びを分かち合いたいと思います。

最後に、困難な工事を予定どおり完成できたのは、東京都地下鉄建設株式会社の皆様を始めとして、建設省、東京都など関係各方面の皆様のご指導とご協力の賜と深く感謝し、心より御礼申し上げます。

部2区間の計4区間からなる工区です。この工区の特徴はなんといっても、上野御徒町駅460m、新御徒町駅475.5m、合計917.5m(工区の半分以上)にも及ぶ大規模開削工事を、湯島・御徒町という都内有数の繁華街で行ったことにあります。技術面では、営団銀座線・日比谷線をアンダーピニングし、首都高速道路の橋脚と50cmの離隔で交差するのをはじめ、多くの都市重要構造物と近接・交差する工事となり、数多くの工法が採用され、工種の多さから都市内開削工事の集大成を行ったような現場となりました。

開削工事の宿命として、労務集約型の工事形態となり、最盛期には1日約1,000人の作業員が工事に従事していました。

延べ労働者数にすると約97万人にも達する大人数で仕事をしたことになりました。

今日、無事しゅん工を迎えることができたのも、多くの人々の努力の賜物であることはもちろん、ご指導・ご協力頂いた東京都地下鉄建設株式会社の皆様をはじめ、帝都高速度交通営団、首都道路公団などの各関連企業者、さらに地元住民の方々の御協力を抜きにして語ることはできません。誌面をお借りして、改めて深謝申し上げます。



加藤 勇

蔵前・両国工区建設工事
佐藤・東亜・富士工建設共同企業体所長

平成12年8月31日に、全工期10年3か月、延べ労働時間280万時間、作業所在籍職員数延べ100人となった当工区はしゅん工となりました。当工区の主な特徴は次の点です。

(1) 多様な地盤を開削工法2か所と102Rの急曲線および45%の急勾配のシールド工法にて施工したこと。

① 蔵前駅部は、有楽町層と東京層で各々砂層および粘土層が複雑に構成されている。両国駅部は、軟弱な有楽町層粘土層で占められている。そのため、土留め壁などの施工にあたっては、各条件に適した工

法の選定が要求されました。

② 特殊工法としては、国道6号線交差点直下での在来地下鉄線の下受け防護工事、およびシールド工事では、隅田川横断に伴う橋脚・橋台その他近接構造物の防護工事などがあります。したがって、構造物変状防止が要求されました。

(2) 施工場所が広範囲にわたったため、安全管理を含めた統制のとれた施工管理体制が必要となりました。

(3) 交通量が多く、ビルおよび民家が密集した市街地での工事であったため、第三者への配慮および環境問題への配慮が、とくに要求されました。

このような点に対し、各種対策を検討し、計画・実施してまいりましたが、①複雑な地盤および高水圧などによる異常出水および近接建物への被害発生、②大型台風による集中豪雨によるシールドマシンおよび駅構内の冠水災害、③シールド坑内火災による交通支障発生、などでは、各方面に多大の御迷惑をおかけいたしました。

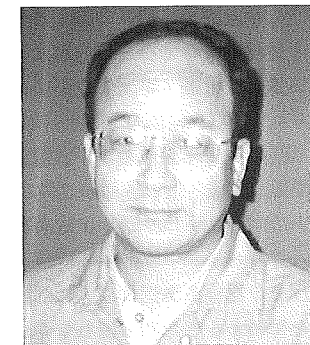
改めて、都市土木の難しさを感じております。

今後の課題としては、①災害の未然防止を含めた危機管理体制の徹底、②地質調査を含めた事前調査は十分過ぎるほど綿密に行い不安材料に対しては万全の対策を計画し、実施する、などが重要と思います。

後は工程調整に苦勞するとともに、地元住民の方々の大江戸線工事に対する思いが各々違うという認識を持ち、日々の折衝に現在もあたっています。

本工事は、森下駅・シールド工事(2ルート)を施工しました。森下駅は営業している都営新宿線との接続のため、営業線対策の計測工事を実施し安全施工に万全を期しました。軟弱地盤は生石灰杭で改良し、地下水対策として高圧噴射注入、遮水壁、揚水工事を行い、土留め壁はソイルモルタル壁(φ650)にて止水性を考慮しました。以上の各工種において、地山・山留めなどの計測および点検に細心の注意を要しました。

シールド工事は、両国・高橋の2ルートで両国シールド(810m)は首都高7号小松川線・二之橋橋台、両国共同溝(国道14号線)、緑一丁目歩道橋、JR総武線亀沢架道橋などの重要構造物との近接施工でした。とくにJR総武線はシールド通過が5月の連休の直前であったため、JV職員から先端作業員までが昼夜一体となって無事連休前に通過・到達できました。また、高橋シールド(329m)は延長が短いため、シールド機は森下を発進し、隣駅(清澄白河)に到達した後、Uターンして再び森下に戻る往復方式でトンネルを築造しました。シールド機を立坑内に引き出し、回転ならびに横移動を行う工事はエアーキャスターを使用してシールド機を浮上させる工法を採



白石 隆

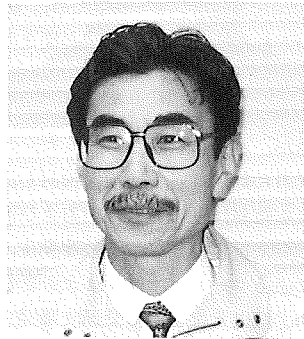
森下工区建設工事
鴻池・森本建設共同企業体所長

平成2年6月に工事契約をし、調査設計・土木工事・駅建築工事と工事に従事し、土木工事は11年7月、建築工事は12年3月に完了しました。

着任して工事計画、対外折衝などを行って行く中、地元商店振興組合および個人所有のアーケード撤去・仮設テントの設置工事に伴う補償交渉が難航、平成3年10月にアーケード撤去説明会を実施し、平成5年11月に撤去が完了するまでの間の度重なる地元折衝にまず苦勞しました。その間隣接工区は杭打ち工事の土木工事に着手し、当工区は約1年遅れの土木工事着手となりました。その

用しました。着手前に十分な検討を重ね対策をたてることにより多くの見学者が見守る中、無事完了しました。

以上の点が当工区の特徴に伴い苦労したことでしたが、職場のチームワークと発注者の御指導のもと無事完成することができました。



鈴木 精一

清澄工区建設工事
前田・地崎・三菱・大木建設共同企業体所長

平成2年契約、4年夏より着手した清澄工区は、12年9月に主工事が完了、同年12月12日に全線開通の運びとなりました。10年余りのビッグプロジェクトも幕を閉じ、この偉業の一部を担えた感激と色々な思いが交錯し感無量です。

振り返りますと、平成7年10月に黒澤前所長の後に、環状部の中で最長の開削部を含む当工区に赴任しました。隅田川東側の江東ゼロメートル地帯に位置し、清洲橋通りと交差する清澄通りの交差点を中心に南北541mの駅部開削工事(高橋部除く)では当時、路面覆工終了後の1次掘削・埋設物吊り防護などを順次行っていました。



相馬 誠人

門仲・月島工区建設工事
奥村・大日本・大豊・勝村・村本建設共同企業体所長

昭和41年に奥村組に入社した私は、5号線門前仲町工区土木工事の現場に配属され、20数年後に現役最後の現

最後に、工期内に無災害で土木工事、建築工事がしゅん工できたことは、発注者である東京都地下鉄建設株式会社を始め、多くの方々にご指導・ご協力をいただいたおかげだと感じています。関係各位の皆様にご心から感謝いたしますとともに、厚く御礼申し上げます。

また小名木川と交差する高橋部(118m)では、中央締め切り部の旧橋脚撤去など、左岸側では2次掘削・吊り防護などが真最中でした。これまでになるための先人達の苦労は並大抵ではなく、幅25mの通りに23mの構築を築くには、杭は沿道の住宅や店先すれすれに打たなければなりません。沿道の方には大変無理をお願いしました。また、道路下の江戸時代以降の遺物(多くの松杭・墓石・人骨など)にも手を焼かされました。

その後、駅と木場車庫を結ぶシールドの発進・急曲線防護を8年春より始め、9年10月にφ9mの防爆仕様泥土圧シールド(延長899m)を発進させました。N値0~2の軟弱地盤、R=84mの急曲線・45%の急勾配での発進を含む複雑な線形でした。メタンガスの存在・幅11mの区道敷一杯に通過させる悪条件を克服しつつ、突貫体制で掘削し、10年7月無事到達させることができました。

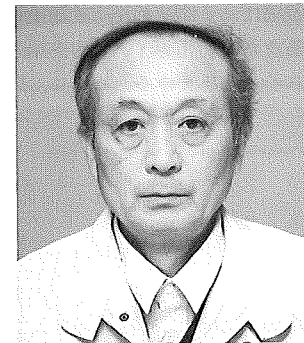
並行して、駅部・高橋部も諸難問を解決しつつ掘削・構築・埋戻し・建築・設備工事と順次進め、平成12年1月には木場車庫より車両を先駆けて迎え入れ、責任を果たした安堵感・達成感は今でも忘れられません。

最終工程である覆工撤去・路面仮復旧・道路施設物復旧も9月中に終え、清澄白河駅を地図上に誕生させることができました。発注者である東京都地下鉄建設株式会社を始め、沿道の皆様、関係各位の皆様のご指導・ご協力のお陰と感謝いたしますとともに、厚く御礼申し上げます。

場として、再びその構築を下受けし、一部解体したり継いだりすることにあたることは知る由もなく、建設現場そのものを吸収しようとしておりました。当時、都内の主な道路には都電が走り、門前仲町も、永代通りには大手町から錦糸町への路線が、清澄通りには勝どきから向島への路線が走っていました。都電が走っていると、杭打ち機の移動は送電が停った後、架線を落としてからになり、路面覆工はレールを外し、始発までに設置しなければならず、常設作業帯は歩道に沿って設けることになりました。当時のこのようなことを知る人も少なくなりました。シールド工法は、地下鉄ではまだ少なく、圧気工法のため、隅田川の横断にはケーソン工法が採用されていました。土留め支保工は、ようやく木製から鋼製主体に替った時代であり、土留めとしては鋼矢板をデルマックのハンマーで一晩中打ち込んでもあまり苦情もなかった

という、今考えれば工事のしやすい時代ではありましたが、

平成2年6月に工事が発注され、12月に現場へ乗り込みました。現場での私の仕事は、技術以前とにかく工事を止めないことと決め、工程を妨げる要素を解決することを第一としました。交通管理者、地元商店会、20あ



戸澤 幸彦

勝どき・築地工区建設工事
銭高・東急・石井建設共同企業体所長

平成12年12月12日地下鉄大江戸線全線の開業となり、沿道各地域の皆様方も、大きな期待と喜びで一杯のことと思います。

平成4年6月に工事着手以来、約8年間の長い工事期間を要し、無事完成の運びとなり、平成12年1月12日、待ちに待った入線の日を迎えることができました。当日は、本工事に従事した土木・建築設備などの各社職員および協力会社の作業員が全員で、プラットホームに整列し、喜びの万歳三唱で試験列車を迎え感激にひたりました。それまでの苦労が報われ、全員で喜び合い祝福できたことは、関係各位の方々とJV関係者が一体となり完成に邁進した賜物と、感謝しております。

当工区は、勝どき駅と築地市場駅の2駅および駅間を

る町会などとの協調を大切に、3年に1度の富岡八幡、住吉神社の大祭に積極的に協力するなどにより、地域の人々に後押しをして頂いたことが、比較的順調に工事を完成させられた、大きな要因ではなかったと考えております。

結ぶ、勝どきシールドにより構成された約1.7kmの工事です。勝どき駅においては、将来晴海通りに、首都高速道路が計画されており地下鉄と交差する部分の首都高の仮設工事(連続地中壁、RCD杭など)を先行して施工しています。また地下鉄上部には、中央区の地下自転車駐輪場も施工し、乗降客の利便性を確保しております。

築地市場駅においては、築地市場および国立ガンセンターの関係で、作業時間帯が10時より21時までの変則的な条件となり、沿道・警察などとの連絡調整を密にし施工しました。築地市場駅にも勝どき駅と同様に、中央区の地下自転車駐輪場を築造し、乗降客の利便性を確保しております。勝どきシールド工事においては、築地市場内の施設の基礎杭(径15mのコンクリート杭)が2本シールドに支障することが、精査の結果判明しました。到達するまでに撤去すべく、現地調査のうえ施工計画および対外調整を入念に行い、昼夜間施工で撤去作業を行いシールド掘進を止めることなく築地市場駅へ到達しました。

また、隅田川第2ポンプ所の築造において、P=3kg/m²の高水圧下で薬液注入と圧気掘進を併用してセグメントを取り外し掘削するという、施工例のきわめて少ない工法を採用するにあたり、いく度となく検討会を実施し安全第一に施工を進め、無事完成することができました。

最後に、地下鉄大江戸線勝どき・築地工区建設工事に計画から完成までご指導・ご協力をいただいた発注者である東京都地下鉄建設株式会社をはじめとする関係各位の皆様にご心より感謝するとともに、厚く御礼申し上げます。

平成4年2月、大江戸線環状部工事の先陣をきって、木場車庫工事が着工しました。当時私は、都下東村山市でシールドの現場にいましたが、このビッグプロジェクトの注目されていた工事にまさか自分がその後携わるとは想像もつきませんでした。着任早々職員の数、事務所、現場の大きさに圧倒されたのを覚えています。

木場車庫工事は、古くから有名な木場の貯木場跡を埋立てた木場公園の下に、最大幅約107m、延長約607mの地下2層式の世界でも例をみない地下車庫を築造する工事でした。また道路部、河川部を除いた本体部はすでに公園基盤として上床版が施工されていて、工事は公園の一部を使用し、数箇所の仮設開口を利用し施工しました。

基本的な施工方法は、中央部の掘削を先行するアイラ



川島 幸雄

木場車庫工区建設工事
飛島・大本・名工建設共同企業体所長

工法と斜梁を採用しました。公園がすでに開園していることや、仮設の開口が小さかったことにより、掘削、残土積み、山留め支保工、構築材料の搬出入には苦勞しましたが、本体部は計画どおりに施工することができました。

また、遅れて施工を開始した仙台堀川交差部は、仙台堀川の両岸にニューマチックケーソンを沈設し、パイプ工法施工時のそれぞれの発進・到達立坑とし、アンダーピニングにて河川を受け、その下をトンネル掘削し、本体部と接続させる工事でした。



富田 淳一

木場車庫搬出入庫線工区建設工事
飛鳥・竹中建設共同企業体所長

本工事は、車両基地である木場車庫に連絡し、地下鉄車両の搬出入、換気などを行うことを目的とした構造物を築造するものであった。

平成5年4月1日～平成7年12月31日の工期でスタートしましたが、工事用地関係などの問題を抱え、工事の



齋藤 健

汐留駅工区建設工事
鹿島・竹中土木・日本国土建設共同企業体所長
汐留・浜松町工区建設工事
鹿島・竹中土木・日本国土・若築・奈良建設共同企業体所長
平成12年12月12日都内最大のプロジェクトといわれた地下鉄12号線が、都営地下鉄大江戸線と名を改め開業し、

施工中は最終コンクリートが打設完了となるまで、細心の注意を払い施工しましたが、最終コンクリートを打設して木場車庫607mがすべてつながったときの気持ちは、今思い出しても感無量でした。着工から完成まで約7年の間携わったJV職員100名、協力会社作業員全員一丸となって完成させた実感しております。

最後に、発注者である東京都地下鉄建設株式会社をはじめ、多くの方々から御指導・御協力を頂きました。関係各位の皆様にご心から感謝するとともに、厚く御礼申し上げます。

一部中止を経て、平成10年3月31日に無事工事を完了することができました。

他工事と異なり、大半が工事用地内での施工ということで、比較的条件には恵まれていたが、工事延長の約6割を占めるR=60～65mの曲線区間の施工や、木場庁舎の建築工事との接合部において、山留め支保工が複雑な構造となるため、荷重のバランスが片寄ることが懸念され、常に山留め構造の変状、応力を計測データにて監視しながらの施工となり苦勞がありました。

また、計画路線から1mの背面にφ1,200mmの水道本管が近接していたため、常に地山の挙動を監視しながら施工を進めていく必要があった。このような作業の中で、無事故・無災害で工事を完遂し、しゅん工できたことに對し、十分な満足感を得ることができました。

最後になりましたが、施工につきまして多くの助言を頂きました東京都地下鉄建設株式会社の皆様と、最後まで苦樂をともにした現場職員・協力業者の方々にご心から感謝し、厚くお礼申し上げます。

鹿島JVが担当した汐留・浜松町工区も12月末無事竣工しました。平成2年の調査設計から伊崎所長、亀岡所長と続き、平成11年1月から所長として大プロジェクトの一翼を担い、今は無事工事を成し遂げたという充実感と安堵感に感無量という心境です。平成7年1月の着任当時、汐留駅は掘削工事、大門(浜松町)駅は杭打ち工事の最盛期という段階でした。大江戸線放射部練馬駅工事からの異動でしたが、一工区の延長が3kmを超えるという今までの地下鉄工事にはないスケールの大きさや都内有数の交通量を誇る第一京浜国道を目の前にしたときの緊張感、そしてその後の難工事の多さに身の引き締まる思いをしたことが昨日のように思い出されます。

工事では、大門駅の仮受け工事と汐留シールドがとくに印象に残ります。仮受け工事は都営浅草線大門駅下に新駅を作るため、総重量8,000tに及ぶ既設構造物を下から支えるという工事でしたが、駅下の狭い導坑内での

杭打ち、受替え工は毎日が苦勞の連続で、職員全員この緊張がいつまで持つのか心配するほどでした。

また、汐留シールドは、JR山手線、京浜東北線、東海道本線、新幹線という日本の大動脈の直下を通過するトンネルであり、工期的にも大江戸線環状部全体の開業を左右する最重要工事となりました。並行して施工した防護工事や新幹線切回し工事など、JR各社や担当部所と緊密な連携をとりつつ11年12月無事貫通したときには、



森田 隼志

赤羽橋・麻布工区建設工事
西松・日産・松尾建設共同企業体所長

当共同企業体が担当した赤羽橋および麻布十番駅のある東麻布、麻布十番付近は、江戸の川柳に「とむらいを麻布ときいて人だのみ」とあるように、遠くで出かけるのが大変…と敬遠された時期もあり、営団南北線とこの都営大江戸線が開通するまでは、交通手段がバスだけという不便さから陸の孤島と揶揄されることもあるほどでした。

平成2年6月に契約、8月に事務所を開設すると同時に土質調査工事に取り掛かってから早や10年余り。長い道のりでしたが、この新しい世紀に、地元の悲願であっ



小浦場 博

六本木・青山工区建設工事
間・青木・アイサワ・徳倉・伊藤建設共同企業体所長

難工事を克服した充実感と、環状部全体が文字どおりひとつの輪になったという大きな喜びを味わい、土木技術者としての自信と誇りを大勢の人々と分かち合うことができました。これも発注者および関係各位のご指導のもと、鹿島ならびにJV構成会社の総合力、技術力の賜物と自負する次第です。最後に、東京都地下鉄建設株式会社をはじめ、関係各位の多くの方々のご指導・ご協力で改めて感謝致しますとともに、厚く御礼申し上げます。

た地下鉄の開業を大きな喜びを持って迎えられることとなり、発注者、施工監理の皆様方のご指導ならびに地元の方々のご協力に感謝すると同時に、多くの企業体職員および協力会社作業員とともに、建設に携わることができた幸運を味わい、また思いを新たにします。

大区制による全線同時着工・同時開業という画期的な方式を成し遂げるについては、発注者の計り知れない苦勞があったものと推察しますが、工事の施工においても数多くの難問に直面しました。年々増加の歩をたどる交通量の処理、輻輳する地下埋設物ならびに地下構造物の防護、近接する建築構造物・首都高構造物の防護、軟弱地盤における大規模かつ大深度の掘削、被圧地下水の処理、都心部における長期間にわたる夜間作業のため、とくに必要とされる騒音・振動など建設公害の抑制など、これからの都市土木工事が当然直面しなければならない問題ばかりで、その対応・処理に十分な成果を収めたとはいえませんが、将来あるべき方法について考えさせられる契機にはなったと言えます。

今でき上がった地下鉄を見て、どんなに大規模で近代的な工事でも、究極的には一人一人の人間の手作業の積み重ねであること、そして力を結集することにより実に偉大な事業が成し遂げられるということを改めて実感しました。

思い起こせば、当工区、なかでも六本木駅は、常に工程短縮との戦いの歴史でした。日本有数の繁華街であるうえ、地下には大小の重要埋設物が輻輳しており、それらの移設工事に丸2年かかりました。そして本工事の始まりである中間杭の施工に着手したのは、工事受注から4年経過した平成6年の夏でした。他の工区では、杭打ちも終りかけ、早いところではそろそろ掘削にかかろうかという時期です。

ようやく、掘削を開始したのは、平成8年の春です。そうして、これから本格的に工事を進めようと思いついた矢先の同年8月3日に、忘れもしない水道の漏水事故が起きました。土曜日の早朝に発生した漏水は、断水処

の地下室への浸水、道路陥没などを引き起こし、丸1日にわたり、外苑東通りを通行止めにした。地元の皆様はじめ、関係各位に多大な御迷惑をおかけしましたことを、改めて深くおわびいたします。

こうした中で、何とか開業に間にあう目処がたったのは、駅本体工事において、平成11年7月中旬に4心円駅シールドが最終到達したときであったかと思われます。この駅シールド技術の開発と実用化に際しては、学識経験者による技術委員会において、約4年に及ぶ審議・検



高柳 千栄雄

赤羽橋・麻布工区建設工事
大林・フジタ・松村・小田急・京王建設共同企業体所長

平成2年6月地下鉄12号線環状部外苑・代々木工区建設工事を詳細設計付きで受注したことに始まります。

当工区は、環状部のうち青山一丁目～新宿間の延長3,098mであり、開削工事による駅部2か所(国立競技場駅 $L=300m$ 、代々木駅 $L=250m$)とシールド工事によるトンネル部3か所(神宮シールド $L=1,060m$ 、千駄ヶ谷シールド $L=1,130m$ 、代々木シールド $L=358m$)です。

討を経て施工に臨みました。結果的にこの駅シールドの成功が、開業工程遵守のキーポイントであったと思います。その他、地元町会、商店会との調整難航など、いろいろなことがありましたが、今では貴重な思い出です。

この10年間に及ぶビッグプロジェクトに最初から携わり、何とか開業までこぎつけることができましたことは、協力業者をはじめ、関係諸氏の支援と努力の賜であると深く感謝いたします。この貴重な経験を今後の業務に生かすとともに、次世代に引継いで行きたいと思ひます。

詳細設計とその他の手続きが完了し、平成4年7月に着工。まず国立競技場駅部、続いて代々木駅部に着手し両駅とも約4年の工期を必要としました。トンネル部については、国立競技場駅部を基地にして(泥水シールド)平成7年10月からシールド工事が始まり、計5台のシールド機を投入し、厳しい作業環境を克服して平成12年4月20日に新宿駅～国立競技場駅間が他工区に先駆け先行開業が無事にできました。

その後外苑橋および道路復旧工事を引き続いて施工し、全線開業となりました。

詳細設計から土木工事完了まで、10年の長期に及ぶ工事となりましたが、その間当工区に従事された延べ50万人を超える多数のご尽力により大江戸線全線開業ができました。地域の皆さんの工事に対するご理解、ご協力に対しても報いることができ誠に喜ばしく思います。

無事に完成できたこの工事を振り返ればこの職場での多くの人が幸せに人生の一部を過ごされたものと想像され良い思い出となりました。

最後に工事完成まで多くの難題解決にご支援いただいた関係者の方々に深く感謝いたします。

研究論文募集のお知らせ

弊誌「トンネルと地下」では、研究論文(実験、技術開発など)を募集いたします。大学や技術研究所などからの貴重な研究成果を多数お待ちしておりますので奮ってご応募下さい。なお、本誌では、とくに若手トンネル技術者の技術向上を主眼としておりますので、平易・簡潔にまとめていただくようご配慮のほどお願い致します。なお、応募方法の詳細につきましては68頁に掲載の『投稿原稿応募のご案内』を参照のうえ、ご応募下さい。

問い合わせ先 株式会社 土木工学社 編集部

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

〔大江戸線全線開業特集記念〕

本誌に掲載された大江戸線に関する文献

- 三好 迪男：新しいタイプの地下鉄をつくる，都営地下鉄12号線，Vol.17. No.1, 1986.
鈴木 貞三・平野 元哉・野崎 春己：滞水砂礫層における大規模掘削，都営地下鉄12号線高松車庫，Vol.18, No.10, 1987.
金安 進・柚木 豊・黒澤 秀樹：新しい地下鉄車庫をつくる，都営地下鉄12号線高松車庫，Vol.20, No.1, 1989.
金安 進・飯尾 豊・大野 宏紀・都甲 博二：東京礫層を泥土圧シールドで掘る，都営地下鉄12号線春日町第二工区，Vol.21, No.2, 1990.
金安 進・大野 宏紀・坂本 孝典：洪積層を大断面泥土圧シールドで掘る，都営地下鉄12号線豊島園第二工区，Vol.21, No.11, 1990.
福井 正憲：21世紀の東京の交通ネットワーク拡大を目指す，地下鉄12号線環状部，Vol.22, No.1, 1991.
丸茂 健・大野 宏紀・川枝 眞夫：洪積砂礫層を気泡併用大断面泥土圧シールドで掘る，都営地下鉄12号線練馬第二工区，Vol.22, No.3, 1991.
森田 幹男・鈴木 貞三・南雲 敏夫：新宿新都心での大規模開削，都営地下鉄12号線新宿駅，Vol.22, No.11, 1991.
橋本 勝行・小林 一昭：21世紀の地下鉄駅をめざして，都営地下鉄12号線西新宿駅，Vol.23, No.2, 1992.
柚木 豊：奈良井満洲雄：公園直下5mに2層式大規模車庫をつくる，都営地下鉄12号線木場車庫，Vol.24, No.8, 1993.
福島 昭男：21世紀の交通ネットワーク拡大を目指す新技術(1)，都営地下鉄12号線環状部，Vol.24, No.12, 1993.
福島 昭男：21世紀の交通ネットワーク拡大を目指す新技術(2)，都営地下鉄12号線環状部，Vol.25, No.1, 1994.
園田 徹士：シールドトンネルの覆工技術(17)，断面の多様化(2)，Vol.25, No.1, 1994.
丸茂 健・羽生田 茂：地下鉄駅部・高速道路地下立体構造の同時施工，都営地下鉄12号線放射部・首都高中央環状線，Vol.25, No.7, 1994.
平出 亨・福島 昭男：ホゾ付きセグメントの性能確認実験，Vol.25, No.10, 1993.
野崎 春己・長谷川孝治・中川 貢・太田 博昭：ボルトレスセグメントによる自動組み立て，都営地下鉄12号線新宿第二工区，Vol.25, No.12, 1994.
平出 亨・伊崎 元：汐留跡地の道路重層利用，都営地下鉄12号線環状部，Vol.26, No.1, 1995.
丸茂 健・古田 昌弘：並列から上下に変わる双設シールド，都営地下鉄12号線，豊玉第二工区，Vol.26, No.2, 1995.
平出 亨・福島 昭男・相馬 誠人：ハニカムセグメントの実大載荷試験，Vol.26, No.4, 1995.
野崎 春己・千葉 茂・阿部 優・瀧脇 平人：大口徑シールドの機械費低減の工夫，都営地下鉄12号線西新宿第二工区・引上線工区，Vol.26, No.9, 1995.
堤 多喜男・石垣 久良・足立 千次・桜庭 烈：大規模地下駐車場の立坑の柱列杭工事，都営地下鉄12号線新宿第一工区，Vol.27, No.1, 1996.
古川 俊明・土肥 穰：地下駅と高架駅の一体同時施工，都営地下鉄12号線環状部・汐留駅，Vol.27, No.2, 1996.
片山 正・岡 誠司・小菅 誠・高山 暢彦：大断面泥土圧式シールドで全区間1D以下の近接施工，地下鉄12号線環状部西新宿シールド，Vol.27, No.5, 1996.

- 井上 英雄・新治 均・西尾 誠高・粥川 幸司：4心円駅シールド工法の開発，セグメント実物大載荷試験，Vol.27, No.6, 1996.
- 田戸 哲夫・相馬 誠人・山中 龍治：基礎杭に近接した高水圧下の土圧シールド，都営地下鉄12号線相生シールド，Vol.27, No.9, 1996.
- 新津 強・小林 紘治・河村 隆・小室 真一：地下鉄開削工事に近接する既設洞道の計測監視，Vol.27, No.12, 1996.
- 三木 克彦・堤 多喜男・倉持 豊・松本 伸：双設シールドによる大深度地下駅，都営地下鉄12号線新宿第一工区，Vol.28, No.3, 1997.
- 古川 俊明・亀岡 哲夫：輻輳した大型地下埋設物を縫って掘る，地下鉄12号線環状部築地シールド，Vol.28, No.10, 1997.
- 矢萩 秀一・森 義也・斉藤 富嗣：開放型馬蹄形シールドの施工，営団7号線・都営地下鉄12号線連絡通路(麻布)，Vol.28, No.12, 1997.
- 岡田 泰一・臼杵 進・大和田 裕：逆巻き工法で首都高トンネルと一体施工・都営地下鉄12号線中野坂上工区，Vol.29, No.3, 1998.
- 「シールドトンネルの掘進管理」連載講座小委員会：シールドトンネルの掘進管理(10)，実施例，Vol.29, No.3, 1998.
- 「シールドトンネルの掘進管理」連載講座小委員会：シールドトンネルの掘進管理(最終回)，実施例，Vol.29, No.4, 1998.
- 金安 進・岩本 利美・開米 章：都市施設が輻輳する被圧帯水砂層の3面シールド駅，地下鉄12号線環状部，飯田橋駅，Vol.29, No.5, 1998.
- 才口 六男・西村 良・西尾 誠高：地下2線を受けて新駅をつくる，地下鉄12号線環状部，青山一丁目駅，Vol.29, No.8, 1998.
- 金安 進・新治 均：地下鉄にハニカムセグメントを採用，都営地下鉄12号線相生シールド，Vol.29, No.10, 1998.
- 谷 秀雄・高柳千栄雄：供用70年 π 形ラーメン橋のアンダーピニング，地下鉄12号線環状部国立競技場前，Vol.30, No.4, 1999.
- 榎尾 恒次・星野 高廣・加藤 勇・奥村 恒夫：隅田川を横断する泥土圧シールド，地下鉄12号線環状部蔵前・両国工区，Vol.30, No.6, 1999.
- 佐野 正生・儀間 潔・竹内 一郎・合原 博：支障杭群を撤去しながら泥土圧シールドを掘進，地下鉄12号線環状部本郷シールド，Vol.30, No.8, 1999.
- 山崎 秀幸・富永 武敏・池田謙太郎・栗木 秀治：銀座線・日比谷線の直下に長大駅，地下鉄12号線環状部上野御徒町駅，Vol.30, No.9, 1999.
- 金安 進・新治 均・五十畑 徹：大型埋設物直下で4心円シールドの上下二段施工，都営地下鉄12号線環状部六本木駅，Vol.30, No.11, 1999.
- 森 信之・前田 啓太・米澤 敏行：開削における連続地中壁の本体利用，都営大江戸線代々木駅，Vol.31, No.5, 2000.
- 榎尾 恒次・高橋 正治・榎見 順一・山口 英：狭隘・急勾配の道路における地下連続壁，地下鉄大江戸線環状部牛込柳町駅，Vol.31, No.8, 2000.
- 横山 正夫・吉田 一・藤沢 充哲・鈴木 好実：新幹線トンネルを切り欠いて地下鉄を構築，JRと交差する大江戸線御徒町工区，Vol.31, No.11, 2000.

連載講座

吹付けコンクリート・ロックボルトに関するQ & A (7)

JTA支保幹事会

吹付けQ.23 掘削壁面での吹付け前の事前処置はどのような点に留意すべきでしょうか？また、適切な処理方法は？

A. 吹付け作業は，掘削後すみやかに吹付けコンクリートで掘削面を被覆することが基本です。このとき，地山と一体化した品質の良い吹付けコンクリートを得ることは，支保部材としての十分な機能を発揮させるうえで重要なことです。

とくに付着が十分に確保できない場合，吹付けコンクリートの品質が劣化するばかりでなく，浮き石や吹付けコンクリートの剝落が生じ，切羽の作業員が危険にさらされることも考えられるため，十分に留意する必要があります。

このような点からも，吹付け前の事前処理として，以下のようなことに留意して対策を講じておく必要があります。

(1) 掘削壁面からの湧水

吹付け面に湧水があると，吹付けコンクリートの付着性が悪くなるばかりでなく，吹付けコンクリート背面に水圧が作用して悪影響を及ぼすこととなり，吹付けコンクリートが洗い流されたり，剝落し，作業の能率が低下します。したがって，適切に湧水を処理した後に，吹付けを行うことが重要です。ただし，湧水処理をシートなどで面的に行うと，地山と吹付けコンクリートの付着が十分に得られないため，湧水箇所限定して処理することが望まれます。

湧水処理方法については，後掲する「湧水が大量に発生している箇所への効果的な吹付け方法を教えてください」にて詳細を説明しますが，ここでは，湧水箇所限定した半割パイプによる導水状況を写真-1に示します。

(2) 掘削壁面の清掃

掘削壁面には，浮き石があったり，粘土分などの土砂分や掘削時の粉塵などが付着しています。これらの上に吹付けコンクリートを施工した場合，地山本体との付着

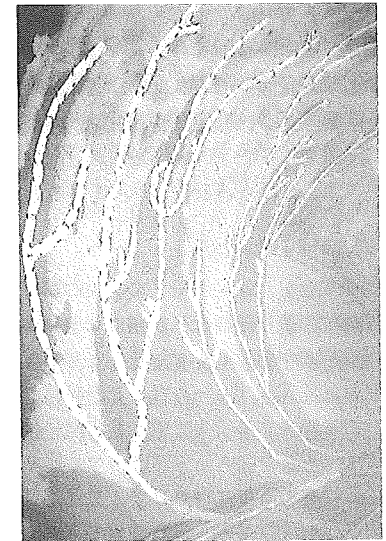


写真-1 取水樋と下部での集水・排水状況



写真-2 吹付け前の水洗い状況(ノルウェー)

が十分に確保できなかったり，地山と吹付けコンクリートの間に空隙を生じるなど，支保工として十分な機能を果たさなくなる恐れがあります。したがって，吹付け前に圧縮空気や水で洗浄し，浮き石や粘土，ダストなどを除去しておくことが望ましいと考えます。

北欧では，吹付け前の準備として，掘削面の洗浄が義務づけられています。写真-2は，吹付け機を用いて洗浄している例ですが，洗浄水の勢いにより浮き石も除去さ

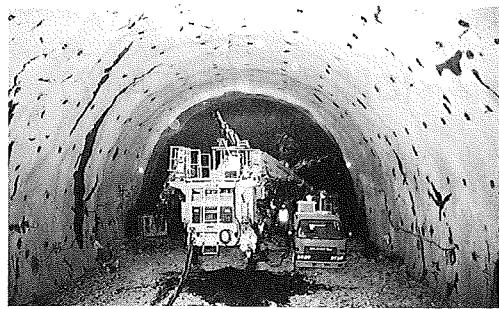


写真-3 ドリフター自動制御によるドリルジャンボ

れています。土砂山のように地質が水洗いに適さない場合もありますが、地山にあった方法で事前に清掃することが望まれます。

(3) 掘削壁面の平滑性確保

掘削後の壁面をできるだけ平滑に仕上げると、吹付けコンクリートの食い込み量(余吹き量)が少なくなります。岩盤付着面の凹凸が多いとはね返りが確実に多くなり、吹付け面の平滑性は吹付けコンクリートのはね返りに対し相関があると考えられています。

発破掘削の場合は、払い部分での発破の影響により、弱層部が部分的に抜け落ちたり、壁面に亀裂が多く生じることで浮石などが発生しやすい状況となります。このような場合は、油圧式ブレーカなどで十分にコックを行い、浮石などを除去することで壁面を平滑に仕上げることがあります。また、スムーズブラッシングは、発破後の壁面平滑性を得るのに有効です。最近では、削孔位置や削孔角度(刺し角)などの削岩機のドリフター操作をコンピューター制御とすることで、正確な掘削と余削りの低減、壁面の平滑性を実現することができるようになってきています(写真-3)。

(文責：岩田広己・(株)フジタ)

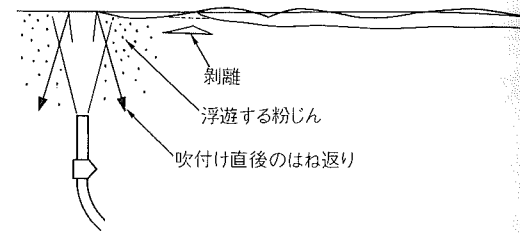
参考文献

- 1) (社)日本トンネル技術協会：TBMハンドブック，2000.2.
2) 土木学会：トンネル標準示方書【山岳工法編】・同解説，1996.7.
3) (社)日本トンネル技術協会：トンネルの吹付けコンクリート，1996.2.
4) (社)工業火薬協会編：新・発破ハンドブック，山海堂，1993.

吹付けQ.24 吹付けによるはね返り・剝離を低減する方法を教えてください。

A. (1) はね返りとは

吹付けコンクリートの作業形態は、吹付け機のノズルからエアによりコンクリートを噴出させ、材料の付着力によって壁面に所定の厚さを形成するものです。この作



はね返り：吹付け面に到達して直ちにはね返り、落下する
剝離：吹付け面に一旦留まり、ある程度厚みを形成した後、自重や次の材料の吹付け圧に耐えられないことや、湧水の影響で付着力が低下して剝離落下する

業形態のために、吹付け面に留まらずに離脱するものや、吹付け面に到達せずに落下したり、あるいは微量ですが浮遊したりするものもあります。

これらのうち、一旦吹付け面に到達した直後に、吹付け面に留まらずに離脱するものを一般的に「はね返り」もしくは「リバウンド」と称しています。また、吹付け面に一旦留まり、ある程度厚みを形成した後に落下する現象を「剝離」と称します。なお、はね返り測定時に分離することが困難であるため、吹付け面に到達せずに落下する材料もはね返りとはしますが、微量であるため、ここでは到達後離脱するものについて考えます(図-1)。

この挙動から考えると、はね返り・剝離の原因は主に材料が付着するのに必要な付着力を有していないこと(とくに分離した骨材)や、付着した後の強度不足に起因すると考えられます。

(2) はね返り・剝離の要因

はね返り・剝離の量を左右する要因としては①地山の状態(湧水の有無)、②コンクリートの配合、③施工方法、④鋼製支保工、金網の有無、⑤吹付け方式(乾式・湿式)、などがあります。はね返りを減少させるためにはこれらの要因を把握し、必要に応じて対策を講ずることが有効です。

1) 地山の状態

掘削後の壁面の平滑性は、はね返り量と大きな相関を持っています。はね返りの大半は、岩盤との付着面に吹付けているときに発生し、岩盤付着面の凹凸が多いと、それだけのはね返り量は多くなります。これは後述しますが、壁面とノズル(吹付け方向)が直角に保ちにくいことが起因すると考えられます。また、コックが不十分で浮石が残存していると、地山が吹付け圧や吹付けコンクリートの自重に耐えきれなくなり、剝落が多くなります。このため、掘削後の地山はできるだけ平滑に仕上げるとともに、浮石や汚れなどを除去することが望ましいといえます。海外(ノルウェーなど)では、施工前に吹付け面を高圧水やエアを地山に噴射し、洗浄、浮石を飛ばす作業

を行っています。

また、地山に湧水が存在すると吹付けコンクリートの付着性が著しく悪くなるため、状況に応じて吹付け前に導水処理などを行うことが有効です。また、湧水により著しく施工性が落ちる場合は、配合の変更や密着性の良い材料(瞬結性モルタルなど)への変更を検討する必要もあるでしょう。

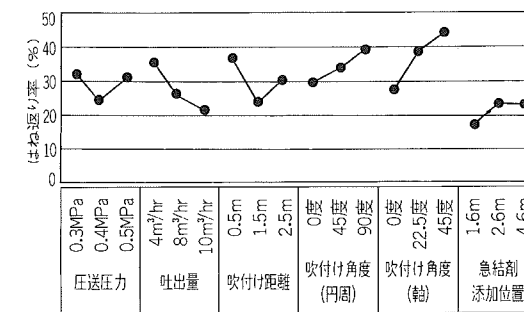
2) コンクリートの配合

はね返り・剝離に影響を与える要因としては、コンクリートの粘性、粗骨材の大きさ・形状、急結剤量などがあります。近年、日本鉄道建設公団ではシリカフェームと石灰石微粉末を混入することにより粘性増加を図り、はね返り量を減少させています(高品質吹付けコンクリート)。また、日本道路公団が取り組んでいる高強度吹付けコンクリートにおいても、シリカフェームの添加やセメント量増加により粘性が増加し、結果的にははね返り量は減少しています。また、コンクリートの粘性を向上させる粉塵低減剤などを添加することも有効です。

3) 施工方法

はね返り量は施工方法に大きく左右され、その要因としては圧送圧力、吹付け距離、吹付け位置、吹付け角度、吐出量、ノズルワークなどがあり、魚本らにより研究が進められています。このうち吐出圧や吹付け距離については、材料があまり大きな速度で壁面に衝突した場合、壁面に付着せずにはね返りますので、適切な値に設定する必要があります。また吹付け面の位置や吹付け面との角度も影響し、天端に近いほどはね返りは多くなり、吹付け角度は壁面に直角に近いほど少なくなります(図-2参照)。図-2の例はある施工条件での例であり、実際にはそれぞれの要因が関係しますので、適切な値は各現場において確認する必要があります。

また、一度に厚い層を形成すると、付着強度が自重に耐えきれなくなり剝離が発生しやすくなるため、多層に分けて吹付けを行うことも重要です。一般的に凹部分を



標準条件：圧送圧力0.4MPa、吐出量：8m³/hr、吹付け角度(円周、軸)：0度、急結剤添加位置：2.6m
吹付け角度(円周)0度=天端位置
図-2 施工方法とはね返りの関係(参考)

埋めるような吹付けでは、壁面にノズルを近づけて行い、仕上げ段階で表面を平滑にする場合には、やや遠め気味で材料を多く分散するように吹付けを行う方が良いと考えられます。

粉塵によりノズルマンの視界が悪くなることや、安全性を考慮するとノズルマンが切羽に近づけないことにより、効率的なノズルワークができないことも考えられます。このため、換気や照明を十分に行うことや、マンケージ付きの吹付け機(図-3)などにより、ノズルマンの作業性を向上させることも有効です。

4) 鋼製支保工、金網の有無

鋼製支保工としてH形支保工を使用する場合、その背面に空隙が生じないように吹付けを充填する必要があります。このとき、H形支保工からはね返りや、施工性の悪さからはね返り量は多くなります。はね返り量だけに着目すれば、鋼製支保工としてU形支保工を用いる方法や鉄筋支保工を用いることも有効で、海外では鉄筋支保工(鉄筋)を使用する例もあります(図-4)。

また、はね返りの原因の一つとして金網の振動による材料の落下もあります。このため、振動を少なくするために金網を確実に固定することや、金網の代わりに吹付けコンクリートに鋼繊維を混入することもはね返り低減に有効であるといえます。

5) 吹付け方式

吹付け方式としては乾式吹付けと湿式吹付けがあります。従来は湿式吹付けの方がはね返り量は少ないとされてきました。これは、乾式吹付けの材料の練り混ぜが十分でないことに起因していましたが、最近ではノズルの改

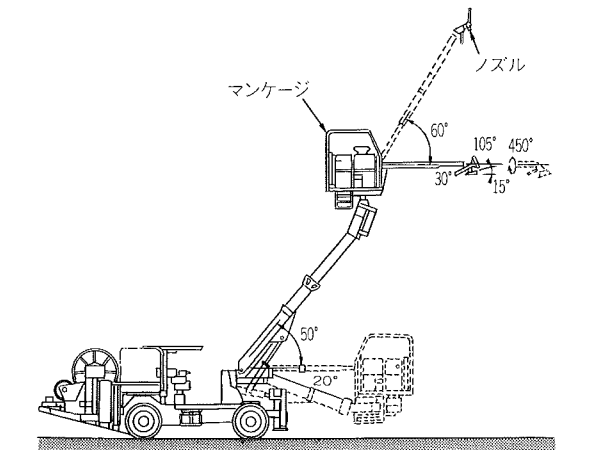


図-3 マンケージ付き吹付け機
図-4 鋼製支保工の種類
H形支保工 U形支保工 鉄筋支保工

表-1 積算基準によるはね返り率(建設省)²⁾

掘削工法	加背名	掘削区分	設計吹付け厚	余吹き厚	はね返り率
発破工法	上半	B	5	4	25%
		C I	10	5	25%
		C II	10	7	25%
	下半	D I	15	7	30%
		D II	20	7	30%
		D I	15	7	20%
機械工法	上半	C I	10	5	30%
		C II	10	5	30%
		D I	15	5	30%
	下半	D II	20	5	30%
		C I	10	5	20%
		C II	10	5	20%
工法	下半	D I	15	5	20%
		D II	20	5	20%
		D I	15	5	20%
		D II	20	5	20%

良や吹付け機械などの進歩により同程度となっています。

また、新技術として型枠を設置して、コンクリートを吹付けまたは打設する方法(NTL工法)により、はね返りをなくす方法についても研究・開発が進められています。

参考として表-1に建設省積算基準におけるはね返り率を示します。

(文責：荒木田憲・(株)間組)

参考文献

- 1) 魚本健人：吹付けコンクリートの特性と技術の現状，コンクリート工学，Vol37，No.8，pp3~13，1999.8.
- 2) 建設省：平成12年度版 建設省土木工事積算基準.

吹付けQ.25 高強度吹付けコンクリートを使用した場合、防水シートの固定方法が難しいのですが、良い方法があれば教えてください。

A. 高強度吹付けコンクリートとは、どのようなものを指すのか？ これについては、吹付けQ.6 (Vol.31, No.9)でも触れていることですが、改めて概略を説明しますと、配合セメント量を増やすことで設計基準強度を通常の18N/mm²から36N/mm²程度にすることで、曲げ圧縮応力度を高めることと、吹付け前の生コンクリートに鋼繊維(スチールファイバーなど)を混入することで、靱性を高め、引張応力度に対抗できる吹付けコンクリートです。このような吹付けコンクリートを使用する場合と

して、例えば、モンモリナイトを多く含んだ膨張性地山を掘削する場合や、掘削中に大きな偏圧荷重を受けたか、もしくは受ける恐れがある場合などです。最近では、日本道路公団で施工されている第二東名・名神における偏平率の高い大断面トンネルにおいても標準設計として取り入れられているようです。

これらの高強度吹付けコンクリートを使用した場合、通常のコンクリート釘打ち機では防水シートを固定しづらいこと、また、吹付け表面の補強繊維が覆工コンクリートを打設する際に、防水シートに損傷を与え漏水の原因となることが報告されています。ここでは、この2点の対策として、現在取られている方法を以下にまとめます。

(1) 防水シートの固定方法

通常の防水シートの取り付け方法は、コンクリート釘を用いるか、あるいは取り付け金具を介して吹付け面に取り付けます。取り付け方式には、防水シート表面からコンクリート釘を打ち込んでシートを取り付ける外打鉋式と、防水シートには打鉋せず、シート背面に取り付けたヒレや裏面緩衝材にコンクリート釘を打ち込んで取り付ける内打鉋式とがあります(図-1,2参照)。

内打鉋式は主として複合積層シート(防水シートと裏

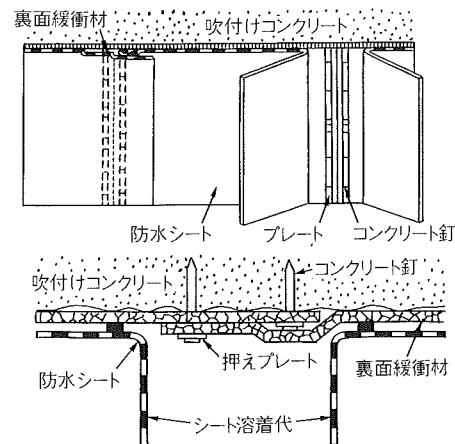


図-1 内打鉋式による防水シートの取り付けの例¹⁾

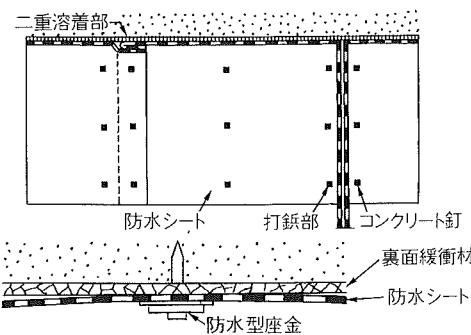


図-2 外打鉋式による防水シートの取り付けの例¹⁾

表-1 形状、構成による防水シートの分類¹⁾

構成形態	構成要素	形状	備考
単体単層	防水シート	フラットシート 防水シート	使用する場合は厚さが1.5mm程度以上のもの
		リップ付きシート	下地がある程度平滑な場合に使用され、リップなどにより裏面排水効果と緩衝効果をもたせたもの。 参考 $t_b=1.0\sim 1.5(\text{mm})$ $t_A=2.0\sim 2.5(\text{mm})$ $P_r=5\sim 10(\text{mm})$
複合積層	防水シート + 裏面緩衝材 (一体構造)	裏面緩衝材付きフラットシート 裏面緩衝材 工場溶着加工 防水シート	防水シートと裏面緩衝材とが予め工場などで積層加工されているもの。
	防水シート + 裏面緩衝材 (分離構造)	フラットシート + 裏面緩衝材 裏面緩衝材 現場取り付け 防水シート	防水シートと裏面緩衝材とを別々にはって積層するもの。

面緩衝材を重ね合わせたもの)の取り付けに用いられます。外打鉋式では打鉋時の貫通箇所止水処置を行うか、止水パッキンなどが装着された防水座金を用います。打鉋方式の選択は、主として貫通箇所止水の信頼性を考慮して決定します。

また、取り付け箇所についても、覆工コンクリート打設時には、吹付け面の凹部付近において、防水シートに引張力が発生することがあります。この傾向は、覆工コンクリートの打設順序が脚部→側壁→肩部→天端と上がってくるため、天端付近にもっとも大きな張力が働きやすくなります。したがって、防水シートを取り付ける際、コンクリート釘は吹付けコンクリートに確実に打ち込むとともに、天端付近の打鉋本数を側壁部よりも多くすることが必要です。

標準的な打鉋本数は、天端付近で平均5本/m²、側壁部で平均3本/m²程度です。また、単位重量の大きな防水シートを用いる場合や、大断面で周長の長いトンネルでは、ヒレ付きの裏面緩衝材の使用などにより打鉋ピッチを小さくする必要があります。コンクリート釘打ち機は、現在はエア式がほとんどであり、使用空気圧も4.5~7kg/cm²のものが使われています。

以上のような方法で、高強度吹付けコンクリートに打鉋した場合、吹付けコンクリートは設計基準強度36N/mm²に対して、現場推定強度はそれ以上の一軸圧縮強度であると考えられ、コンクリート釘の先端は突き刺さるものの、ハンマー打撃で軽く抜けてしまい確実な固定方法とはなりません。この対策としては、釘打ち機の打鉋作業が同一釘で複数回打鉋できる機械を使用するか、釘打ち機の圧縮空気圧を従来の0.7N/mm²(7kgf/cm²)から2.3N/mm²(23kgf/cm²)の連発式(MAX HN120)を使用して打鉋力を高めると同時に、従来のコンクリート釘に変えて、より強度の高いコンクリートピン(アルミニウム合金)を使用することで釘の強度を高める方法が試行されています。

(2) 鋼繊維補強吹付けコンクリートによる防水シートの耐破損性

吹付けコンクリートに鋼繊維を混入した場合、その表面には鋼繊維が突起します。この表面の突起部が、覆工コンクリート打設時の側圧により防水シートに穴をあけてしまい、漏水の可能性が指摘されています。これを防

止するためには、吹付け面にモルタルを塗布することで、吹付け面自体を平滑にする方法や、急結剤を粉体急結剤から液体急結剤に変えることで、より平滑な吹付け面の形成が可能との報告もあります。また、裏面緩衝材の厚みを厚くしたり(例えば、不織布の厚みを3mmから6mmに変更)、防水シートの背面にコルゲート(リップ)を付けたシート(表-1参照)を用いることで緩衝効果をもたせるなどで、耐破損性を図ることなどが試みられています。

これらの防水シートに対する効果は現在も試験中であり、定まった指針があるわけではありません。また、シート自体の重量が重くなることで、吹付け面への展張り作業などの施工性への影響もあるため、取り付け方法も含めた検討を行う必要があります。

(文責：岩田広己・(株)フジタ)

参考文献

- 1) シート防水工ハンドブック[NATM編]:トンネル防水シート協会, 1998.4.

吹付けQ.26 吹付けの仕上がりを良くする吹き方を教えてください。

A. 一般的な吹付け作業において、品質が良く(所定の強度、密実性など)、出来形を満足したコンクリートを施工することは、ノズルマンの技量・経験によるところが大きいと言えます。吹付けの仕上がりに極端な凹凸が

残る場合、防水シートの取り付け作業が困難となるばかりか、覆工コンクリートの打設によりシート防水材に局部的に大きな引張力を生じたり、覆工背面に空隙が残るなどの問題が発生することがあります。したがって、吹付け面はできるだけ平坦に仕上げることが必要となります。

また、支保構造をトンネル構造とするシングルシェル・ライニングでは、その仕上げを吹付けコンクリートで行う場合が多く、その出来映えの点からも、吹付け面の平滑性が求められる場合があります。

このような点からも、吹付け作業において均一な施工を満足するためには、以下のような事項に注意する必要があります。

- ① 吹付け作業は十分な照度のもとで行わなければならない。
- ② ノズルは常に吹付け面に直角になるように保持し、適切な吹付け距離と吹付け圧力を保たなければならない。
- ③ 吹付けは、コンクリートがたれ下がない範囲の適切な吹付け厚さで吹付け、所定厚さになるまで反復して吹付けなければならない。
- ④ 鋼製支保工の設置箇所には、地山と鋼製支保工との間に空隙ができないように吹付け、かつ吹付けコンクリートと鋼製支保工が一体になるように注意しなければならない。
- ⑤ 吹付けコンクリートの表面は、とくに必要のある場合の他は、吹付けのみによる仕上げを原則とする。

①について：吹付けにあたり、地山状況の判断、吹付けの品質管理、吹付け作業を安全に行うため、適性な照明を行う必要があります。

②について：吹付けは、ノズルから射出される材料が適当な衝突速度で壁面に直角にあたった場合、もっとも圧密され付着性も良いと考えられています。吹付け角度が斜めになると、すでに吹付けられた部分を傷つけ、はね返りや剝離が多くなります。吹付け距離は、衝突速度と付着密度とが最適状態となるよう定めなければなりません。近すぎると、先に吹付けたコンクリートがえぐれたり、あばたになり、遠すぎると骨材が分離してはね返りが多くなり所定の強度が得られなくなります。これらを踏まえ、吹付け距離は通常1~2m程度と言われています。ただし、仕上げの際には、吹付け面を平滑にするために、ノズルを少し離して吹くことが平滑面を形成するのに効果的です。また、スランプの大きい生コンクリートはポンプ圧送における流動性・吐出性には効果的ですが、あばた発生の原因にもなることから、スランプ

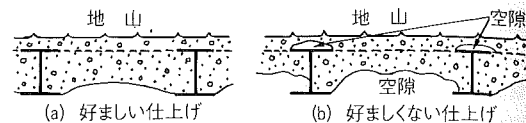


図-1 吹付けコンクリートの仕上げ

管理には十分な注意が必要です。

③について：1回で吹付ける吹付け層の厚さは、吹付け面の位置および乾湿の状態、吹付け材料の相違ならびに急結剤使用の有無、吹付け方式の相違や、ノズルマンの吹付け技術などによって異なりますが、吹付けられた材料が垂れ下がったり、剝離しない厚さを限界とし、先に吹付けた層が、次の層を保持できるまで硬化したら、ただちに次層を吹付けることが望ましいと思われま。数層に分けて吹付ける際、先に吹付けたコンクリートの表面に付着した粉じんなどを圧縮空気などで清掃した後、吹付けなければなりません。また、最近の吹付け機械は生コンクリートの吐出量が多くなっているため、ノズルの移動速度を上げるなどの工夫が必要となります。

吹付け厚さは、吹付け面の凹凸などにより均一にしにくく、一度吹付けコンクリートで表面を覆ってしまうと、その厚さがわかりにくいのが現状です。したがって吹付け後、レーザーマーキングなどにより、所定の吹付け仕上がり面が確保されているかを確認し、不足している箇所については増し吹きなどの処置を行う必要があります。

④について：鋼製支保工より薄い吹付け厚の場合は、支保工と壁面の接触の連続性を確保することが困難になります。また、変位を受ける鋼製支保工のフランジが、吹付けコンクリートを引き離す傾向を示すので、鋼製支保工のウェブにコンクリートを十分に充填して、地山や吹付けコンクリートと一体となる支保を形成する必要があります(図-1参照)。

また、鋼製支保工のない掘削パターンでは、H-100×50などを定規(ガイド)代わりにして、厚み管理を行いながら、平滑な吹付け面を実現している例もあります。

⑤について：吹付け完了後に仕上げを行うことは、仕上げの際、部材表面に損傷を与えたり、吹付けコンクリートと鉄筋あるいは吹付け面との付着に悪影響を与えるおそれがあるので、できるだけ避けた方が良いでしょう(文責：岩田広己・(株)フジタ)

参考文献

- 1) 土木学会：トンネル標準示方書[山岳工法編]・同解説，1996.7.
- 2) 土木学会：コンクリート標準示方書[施工編]，1996.3.
- 3) 日本鉄道建設公団：NATM設計施工指針，1996.2.

連載講座
線路下横断工法(5)

ESA工法

「線路下横断工法」連載講座小委員会

1. 工法の概要と特徴

1-1 工法開発の経緯と現状

ESA工法は、非開削での長距離地下構造物(以下、函体という)の構築方法で、この工法の前身であるフロントジャッキング工法(本講座第3回; Vol.31, No.12)や推進工法の特徴を継承し、改良を加え考案された。

従来のフロントジャッキング工法による場合、到達側の反力体をアンカーとして、けん引部材であるPC鋼線で函体をけん引するが、PC鋼線の設置方法や伸び量の

関係で施工延長に限度があった。

また、元押しの推進工法では、発進立坑後方に反力壁を設置し、推進力の伝達部材としてストラット鋼材などを用いた設備となるが、工事規模に準じて設備が大きくなり、反力壁体には強固な剛性も必要となることから、大規模工事への採用は少ないのが現状である。

これらの部分を改良し、到達側の反力体や、発進立坑後方の反力壁、およびストラット部材を必要としないで、複数に分割した函体を、長距離に前進する施工方法として開発された。

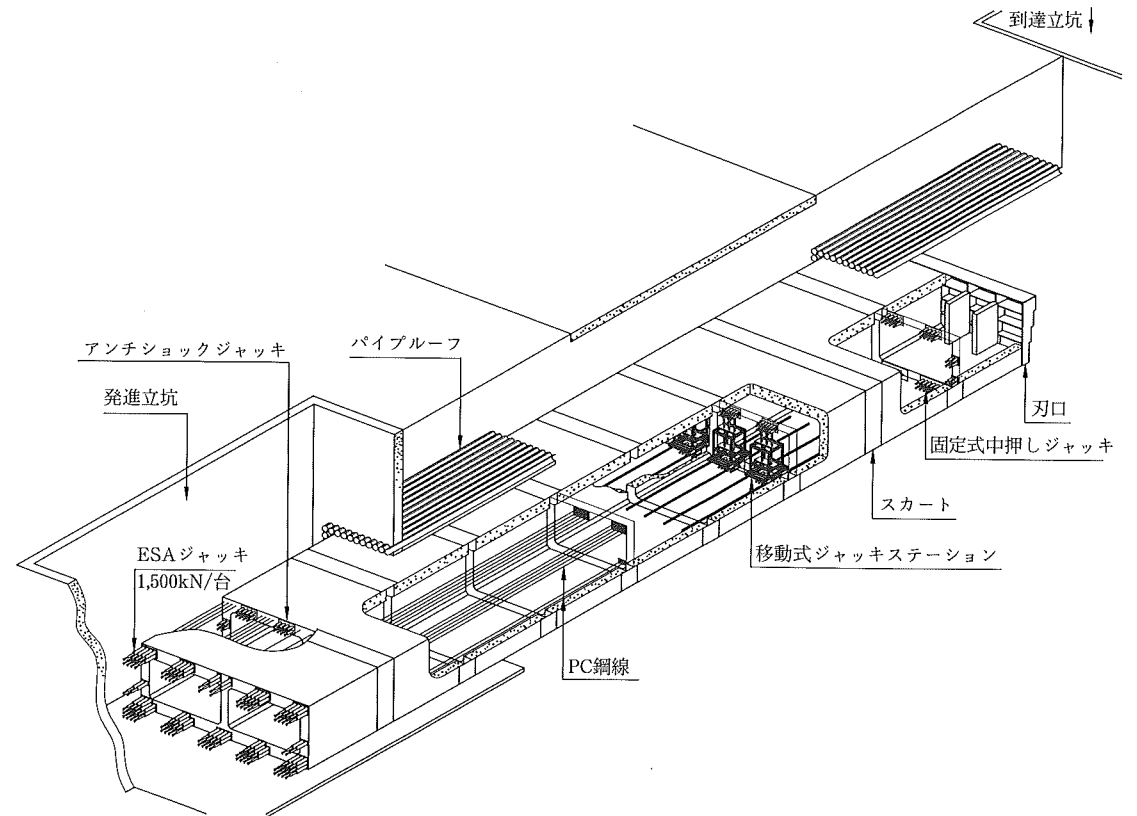


図-1 ESA工法概念図

採用事例としては、線数の多い駅構内の自由通路新設や、道路線形に沿った曲線施工のほか、到達側に用地の制約がある場合などの事例がある。

1-2 名称の由来

ESA工法は、長距離をイメージした施工方法であり、函体の無限自走前進(Endless Self Advancing)工法とも称され、英文の頭文字を取ってESA工法(通称、エッサ工法)としている。

1-3 工法のしくみ

複数に分割した、矩形で等断面の函体を非開削で施工する工法である(図-1)。

その原理は、尺取り虫の動きに似ており、まず、尾部を固定(反力)して頭部を前進させ、次に頭部を固定(反力)して尾部を引き寄せるといったように動いていく。

これを交互にくり返し、前進していくものである。

基本的には、複数(3函体以上)の函体を貫いてPC鋼線で連結し、各函体間と最後部に油圧ジャッキを設置してESA設備を構成する。

一つの函体が前進するときは、他の複数の函体が反力抵抗体となり、油圧ジャッキで1函体ずつ順次前進させるものである。

また、反力抵抗は、推進する函体を受ける土圧および自重による摩擦抵抗力の総和としている。

このように、基本的には外部に反力体を必要とせず、ESA設備の構成内で相互の函体を反力として自走前進する施工法である。

1-4 施工法の特徴

- ① 長距離のトンネル施工が可能である。
- ② 函体製作は容易で品質管理が良い。
- ③ 構造はRC造のラーメンボックスである。
- ④ 一般に基礎杭は不要である。
- ⑤ 大断面や異形断面トンネルの施工が可能である。
- ⑥ 掘削土砂が少ない。
- ⑦ 相互に函体を反力として行うため、基本的に外部には反力体を必要としない。
- ⑧ 曲線施工が可能である。

2. 計画・設計のポイント

2-1 計画について

本工法の特徴には、外部に反力体を必要とせず函体をけん引するものとしているが、発進側の用地立地条件の制約や函体の大きさによっては、初期段階において補助反力設備を必要とする場合がある。

現地の諸条件を考慮して計画は行われるが、ESA工法の初期発進を含め次の事柄に留意して計画を行うものとする(図-2)。

- ① 反力抵抗の取り方。
- ② 函体の分割数と長さ。
- ③ 立坑内で同時期に構築する函体の数。

2-2 設計について

2-2-1 推進力と反力抵抗の関係

(1) 函体、推進抵抗力の算出

$$T = (P1 + P2 + P3) \cdot \alpha 1$$

T : 総推進抵抗力(kN)

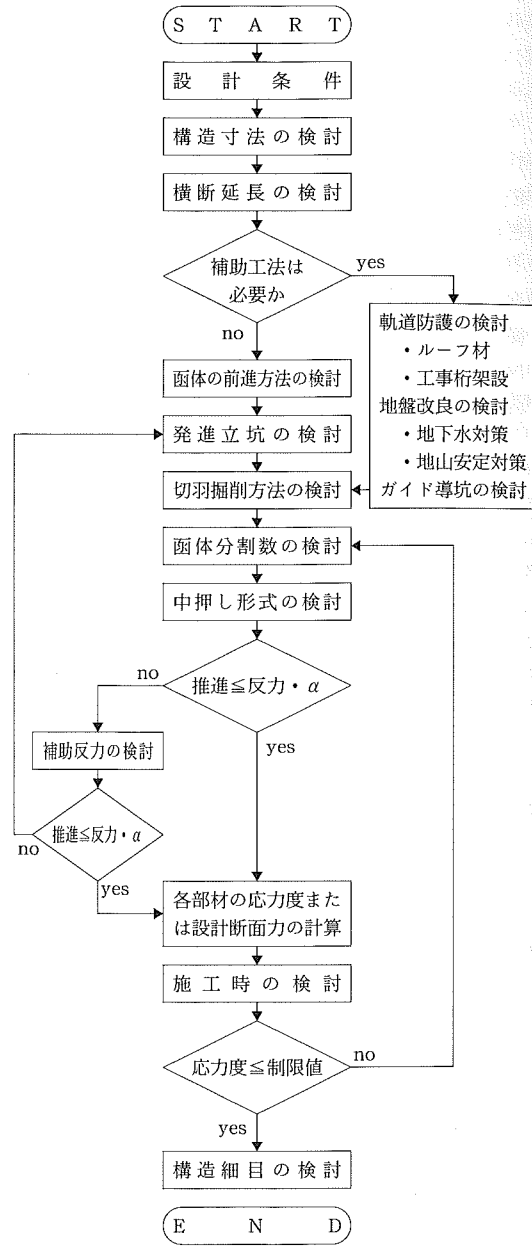


図-2 計画のフロー

- P1 : 刃口先端抵抗力(kN)
- P2 : 函体の外周摩擦抵抗力(kN)
- P3 : フェースジャッキの作動荷重(kN)
- α1 : 安全率(一般に=1.2)

(2) 反力抵抗の考え方

$$\Sigma R \geq T \cdot \alpha 2 \quad (\text{条件1})$$

ΣR : 総反力抵抗力(kN)

$$\Sigma R = R1 + R2 + \dots + Rn$$

R (1~n) : 各函体の反力抵抗力(kN)

α2 : 安全率(一般に=1.3)

ESA工法において、推進する函体以外の函体を反力とする場合は、次の条件とする。

- ・発進台上にある函体を反力とする場合は、函体自重の40~60%を反力抵抗とする。
- ・土中に推進(埋設)された函体を反力とする場合は、その函体の推進時の実摩擦抵抗力の50~70%を反力抵抗とする。

計算例(図-3参照)

$$\text{case1} : \Sigma R = (R2 + R3 + R4)$$

$$\text{case2} : \Sigma R = (R3 + R4)$$

$$\text{case3} : \Sigma R = (R2 + R4)$$

$$\text{case4} : \Sigma R = (R2 + R3)$$

※いずれのケースでも、条件1を満たしていることが必要であり、不足の場合函体分割数および分割長さの調整、または初期補助反力設備(図-4参照)の有無を検討する。

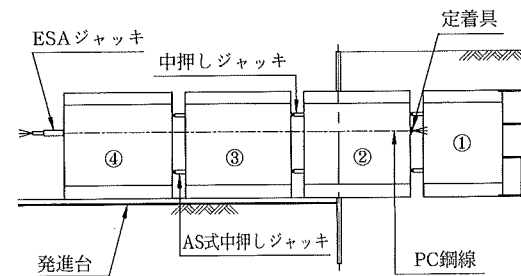


図-3 ノーマルなESA設備

2-2-2 作業ヤード(立坑)

発進立坑は、パイプーフ推進スペース、または函体製作スペースのいずれか、大きい値の形状寸法を確保し、立坑周辺には必要能力のクレーン設置箇所や、資材置き場などを考慮したスペースを必要とする。

また、函体製作スペースは、全体の工程にも関わってくるので、現地の状況・ESAの設備構成との関係・経済性・施工性などを検討し、決定するものとする。

2-2-3 ガイド導坑工

ガイド導坑とは、掘進する函体を導くガイド部材を有する小規模なトンネルであり、函体断面の底部位置に設置して、函体掘進の施工精度向上を図るほか、次の目的がある。

- ① 導坑を掘削することで横断面土質の事前確認。
- ② 地下水を有する場合は、水平水抜き坑として地下水処理の一環をなすものとする。
- ③ 初期反力設備を必要とする場合、到達側へのPC

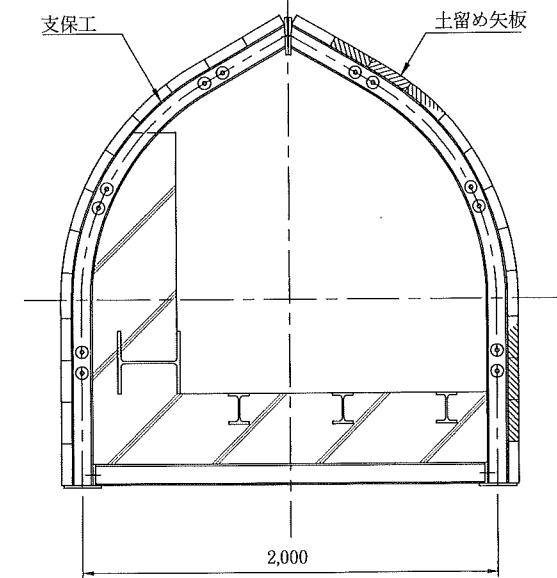


図-5 ガイド導坑標準断面図

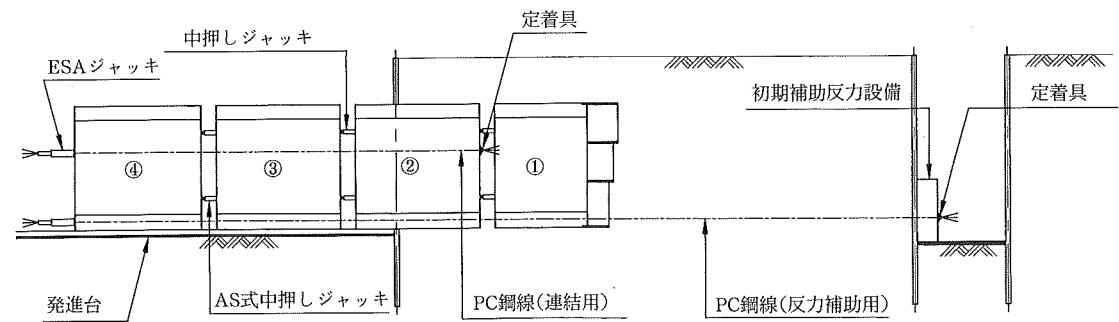


図-4 補助反力(例)を用いたESA設備

鋼線設置坑とする。

④ ガイド部材を有する構造であり、函体掘進時のピッチングや揺動を抑え、周辺地山に対する影響を少なくするものである。

また、導坑は函体の掘進に伴い、支障する部材を切断撤去するため、通常H形鋼による支保工と土留め矢板を使用した構造としている(図-5)。

2-2-4 刃口工

刃口は、切羽で掘削作業を行うための作業空間と、土留め設備を有する構造で、掘進する函体の先頭部に設置する。

函体全断面を複数の小断面に分割して、外部土圧に耐える十分な強度を有する鋼製の部材である(写真-1)。

一般に、工場製作を主体として製作し、運搬可能な大きさに分割して、現場へ搬入し、現地で組み立てる。

刃口形式として、入力掘削方式と機械掘削方式があり、工事規模、函体内空面積、既存機械の適用性、土質、施工延長などを考慮して選択する。

2-2-5 スカート工

刃口同様、外部土圧に耐える十分な強度を有する鋼製の部材であり、各函体間の目地部で函体の後端部に取り付ける。

スカート内部には中押し設備を装備し、函体掘進時はスカート部材の中で、前後の函体がスライドする構造と

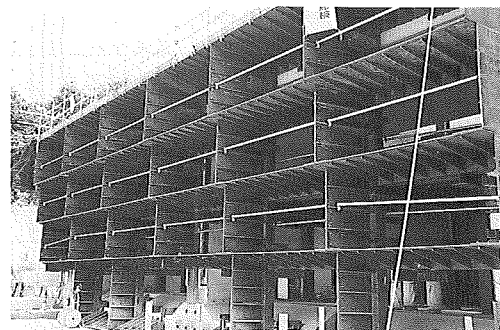


写真-1 刃口

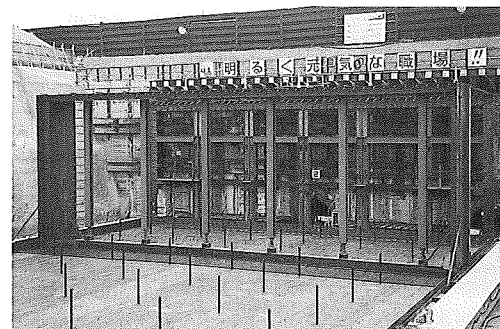


写真-2 スカート組み立て

なっている(写真-2)。

2-2-6 函体製作工

函体製作は、工事発注または管理する公的な機関の設計示方書、施工管理基準などによるほか、現場の施工条件およびESA工法特有の設計を講じて行うものとする。

ESA工法の特有なものとしては、

- ① 函体底部敷き鋼板の設置
- ② ジャッキ受圧部の局部載荷に対する補強
- ③ スカート内、スライド函体の断面(欠損)変化などがある。

2-2-7 ESA設備工

主なESA設備には次のものがある。

(1) ESA ジャッキ

メインジャッキとして、函体の引き寄せと函体間の応力伝達部材である、PC鋼線の緊張用として使用する。

センターホールの機構で、能力1,500kN、ストローク850mmを有する(写真-3)。

(2) PC鋼線と定着具

必要な函体数を連結し、反力抵抗の伝達と最終函体の引き寄せ部材として使用する。一般にPC鋼線は8T15.2mm(SWPR7BL)、定着具は8T15を使用している(写真-4)。

(3) 移動式ジャッキステーション

施工延長が長く、函体の分割数が多くなると、中押し設備の数もそれに比例して増えるため、設備費の増大に

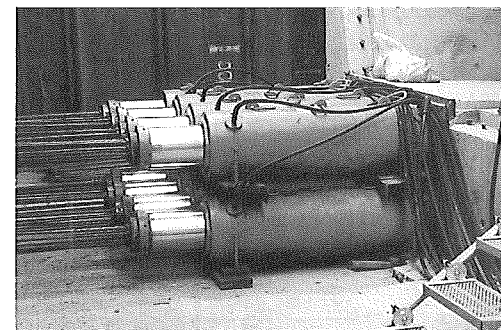


写真-3 ESA ジャッキ

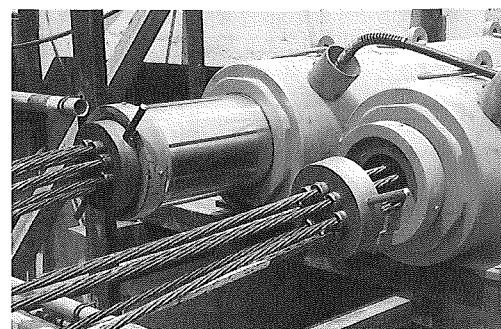


写真-4 ESA ジャッキにセットする定着具

つながる、この装置は1組の中押し設備を装備した台車を移動させ、所定の函体を順次推進させるための、自走式の台車装置である(写真-5, 6, 図-6)。

工事規模に応じ、経済性と施工性を考慮し採用の是非を決定するものとする。

(4) 中押しジャッキ

函体分割部に設置する推進装置で、函体の推進を行うほか、他の函体推進時には、反力抵抗の伝達部材ともなる設備である(写真-7)。

(5) アンチショック(AS)ジャッキ

ショックアブソーバーの機能を油圧回路に、組み込む中押しジャッキであり、全函体をスムーズな動きとするための装置である。一般にPC鋼線を使用して引張る場合、函体の動きがPC鋼線の伸びと関連して瞬時に動く場合があり、アンチショックはこれを改良している。

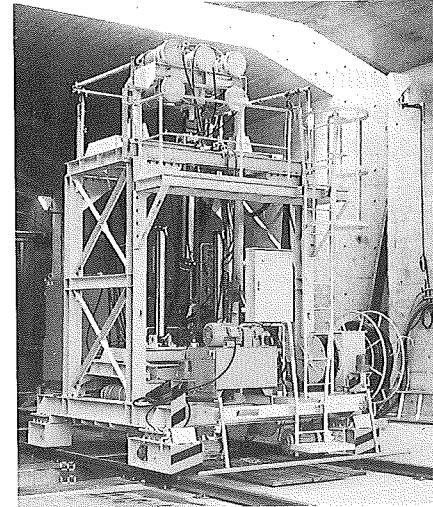


写真-5 移動式ジャッキステーション

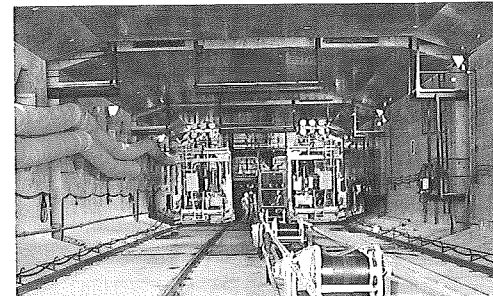


写真-6 軌条の上を走行中

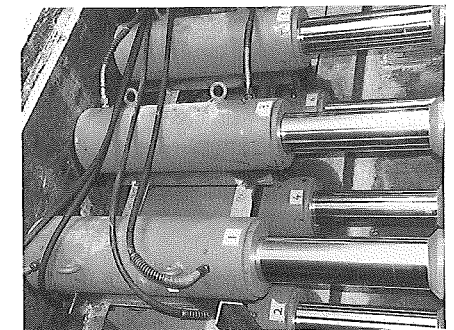


写真-7 中押しジャッキ

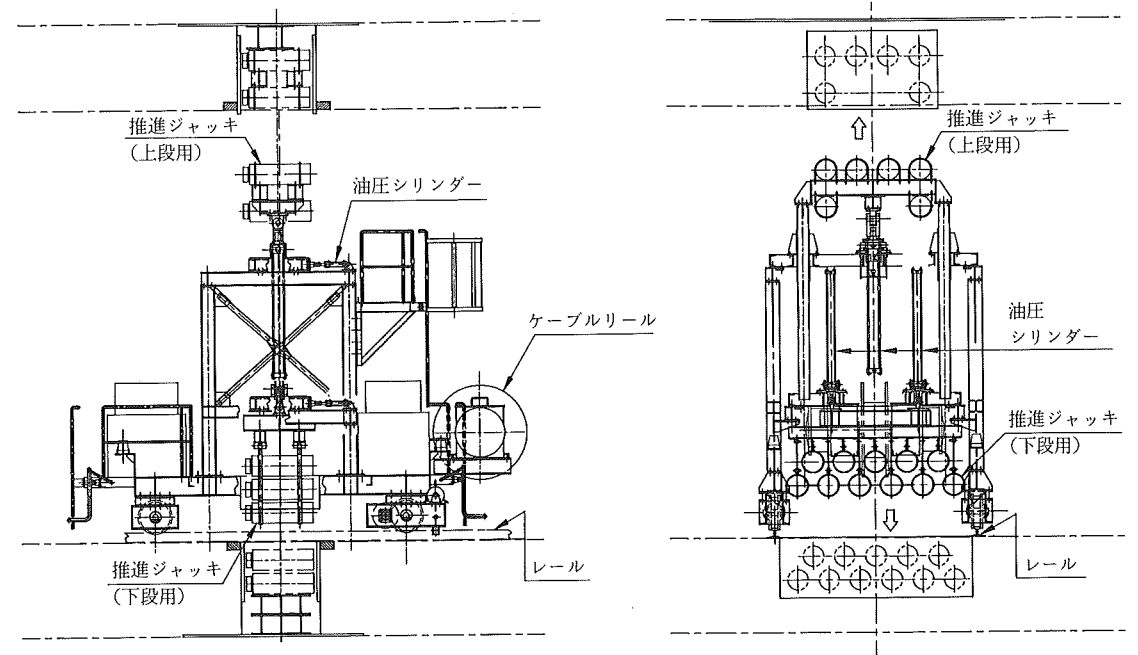


図-6 移動式ジャッキステーション

(6) 初期反力設備

発進基地が大きく取れない場合など、初期発進時には少数の函体製作で行うため、函体の大きさによっては、初期反力の不足が予想される。

その場合、初期反力を補うため到達立坑側に反力壁を設置し、PC鋼線を挿入して、けん引方式との併用で対処するものである。

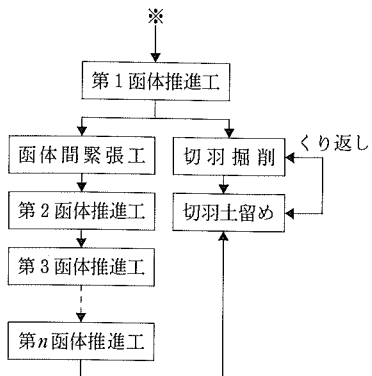


図-7 函体掘進のフロー



写真-8 切羽掘削中

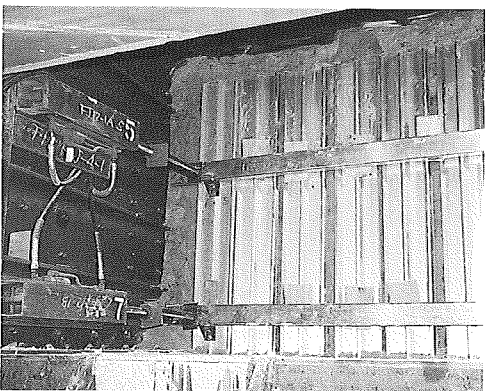


写真-9 フェースジャッキによる切羽土留め

2-2-8 函体掘進工

函体の掘進は、先頭函体から順に行い、第1函体推進後、切羽の掘削作業と併行して、第2函体以降の後続函体を推進することで、作業効率を上げる(図-7)。

切羽の掘削は、刃口を小断面に仕切った格子状の各ブロックごとに行い(写真-8)、掘削後フェースジャッキで切羽の土留めを行う(写真-9)。

また、函体掘進中はフェースジャッキで、全断面の切羽土留めを行い、一定の土留め力を保持した状態のまま、函体の掘進を行うことで、切羽の安全を図るものである。

2-2-9 函体接続工

先頭函体到達後、順次前方の中押し設備を撤去して、後続函体を接続する。

3. 施工のポイント

本工法は、施工延長の長い計画や、到達立坑の取れない計画などに有利であり、採用事例では、その特徴がでている。ただし、その反面発進立坑スペースに制約がある場合など、一時に構築する函体の数によって、工期の増大や補助工法の併用が発生するため、用地確保などに十分に検討を要す。

4. 施工例・実績表

4-1 施工例

大型の矩形断面でスパンの長い(L=303.0m)施工やフロンテジャッキング工法、あるいはR&C工法との併用事例のほか、曲線(R=1,000m)施工などの特殊なケースでの採用もあり、次に主な事例を紹介する。

(1) 施工事例①:「第二阪奈有料道路事業宝来トンネル工事」は、大阪と奈良の両県を結ぶ道路として施工し、このうち奈良県側の終点付近に位置する奈良国際ゴルフ場の下に構築したトンネル工事である。到達側の工事との関係で一方向からの施工で、函体掘進と函体構築を同時施工とした。また、土かぶり最大9.0mでありパイプルーフを使用していない(写真-10、図-8、9)。



写真-10 宝来トンネル

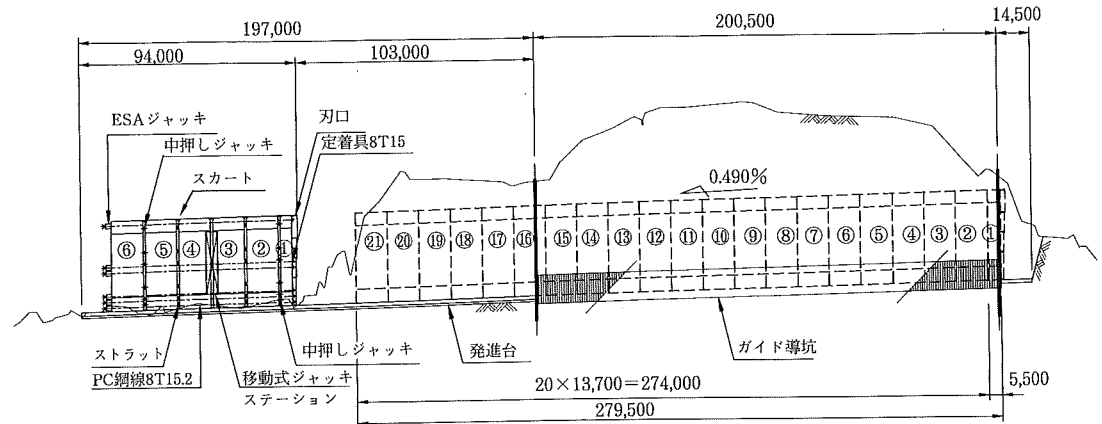


図-8 宝来トンネル縦断面図

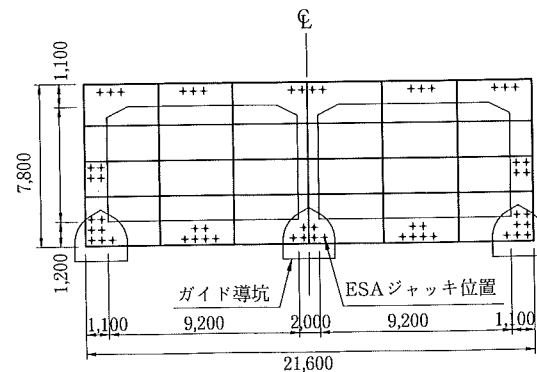


図-9 宝来トンネル正面図

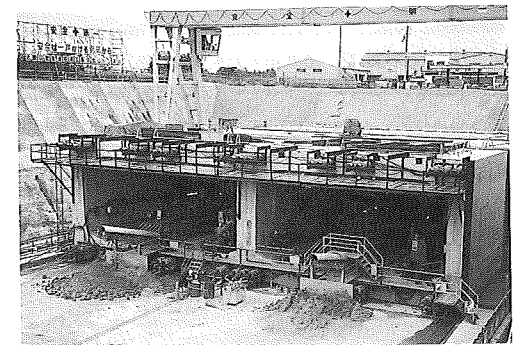


写真-11 信太山トンネル ESAジャッキ設備

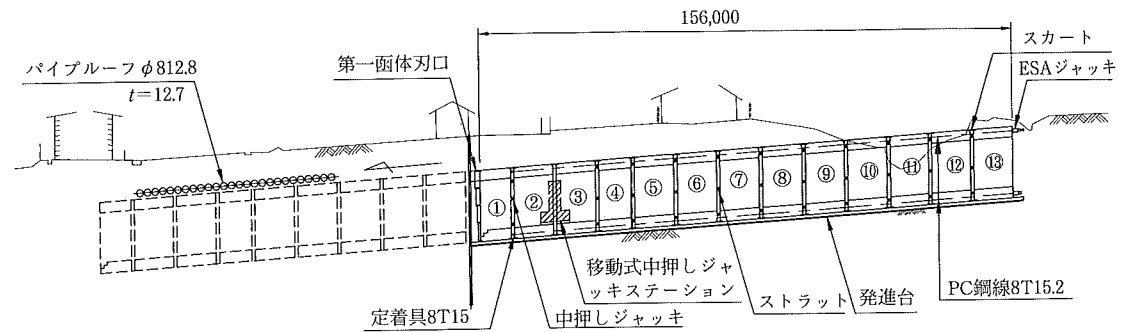


図-10 信太山トンネル縦断面図

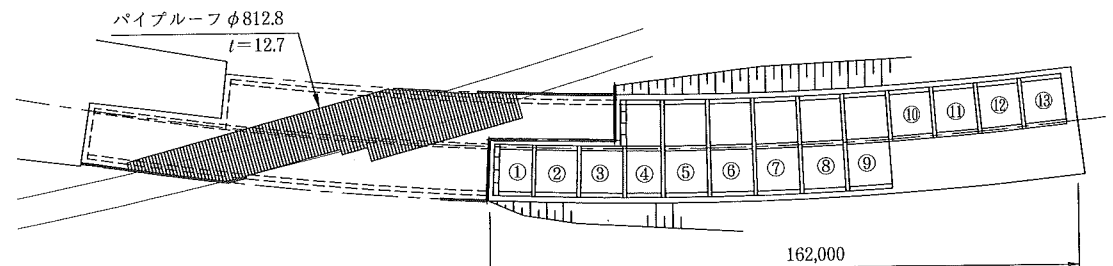


図-11 信太山トンネル(曲線施工)正面図

(2) 施工事例②: 「近畿自動車道松原海南線松尾工事」は、近畿自動車道天理吹田線と連結する大阪府松原市を起点とし、和歌山海南市に至る約70kmの高速道路のうち、大阪府和泉市内を通る府道下の横断工事(信太山トンネル)として、施工されたトンネル工事である。本工

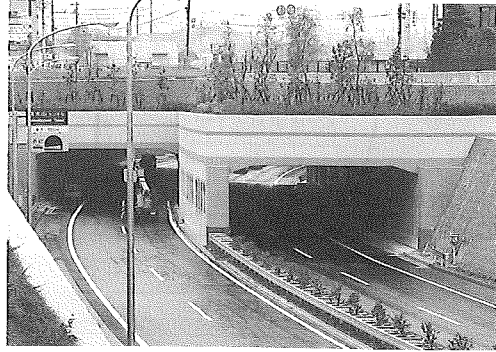


写真-12 信太山トンネル曲線施工

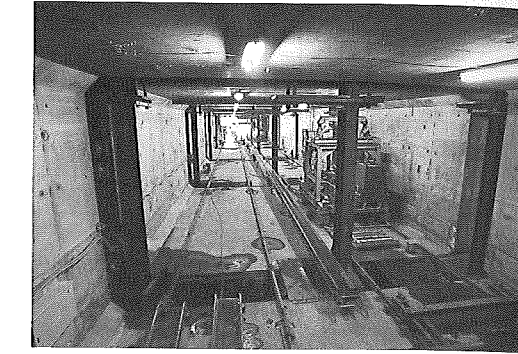


写真-14 台湾松山機場ジャッキステーション



写真-13 台湾松山機場発進立坑

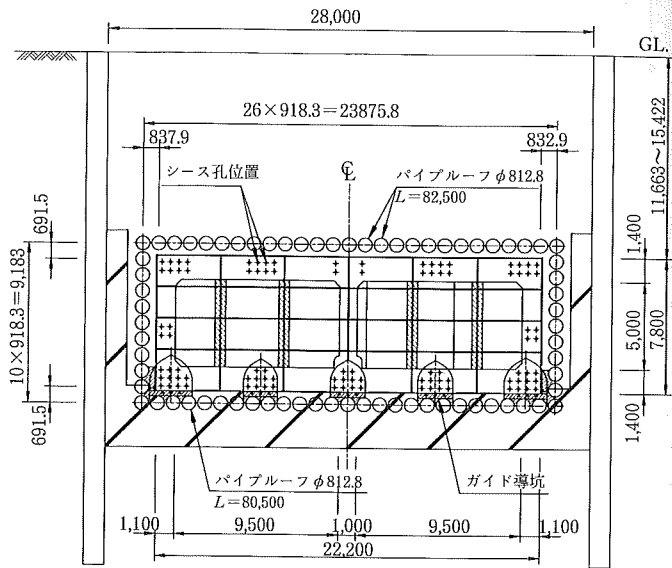


図-12 台湾松山機場正面図

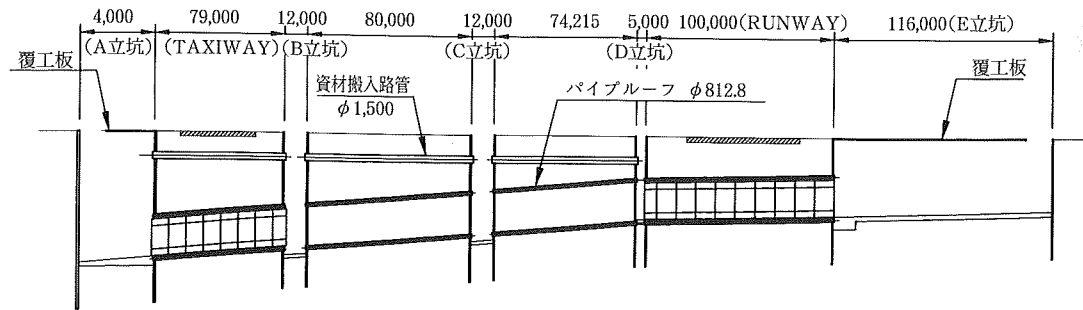


図-13 台湾松山機場横断面図

事の特徴は曲線(R=1,000m)施工と下り勾配(i=2.83%)施工の組み合わせであり、線形に沿った施工のため各種の工夫がなされた(図-10, 11, 写真-11, 12).

(3) 施工事例③: 台湾の「復興北路穿越松山機場地下道工程」は、台北市内に所在する軍と民間が共用する松

表-1 ESA工法施工実績表

No.	発注者	工事(略)名/工事場所	用途	幅	高さ	延長	躯体分割数	土かぶり(m)	備考
1	宮城県土木部	仙台市福田町国道45号線横断工事	自転車道	3.70	3.30	20.00	4	GL-2.5	道路横断
2	国鉄長野鉄道管理局	信越線 長野駅構内 東西自由通路	歩道	7.48	5.20	133.50	10	RL-3.0	鉄道横断
3	国鉄札幌工務局	石北線 北見駅構内 自由通路	歩道	6.50	4.30	52.00	7	FL-2.4	鉄道横断
4	神奈川県川崎市	川崎運河入船橋下 河川改良	河川	4.20	3.40	55.00	5	GL-1.0	河川横断
5	国鉄下関工務局	山陽本線 幡生駅構内	河川	8.40	5.50	62.00	6	RL-1.8	鉄道横断
6	国鉄天王寺鉄道管理局	紀勢本線 松坂駅構内	歩道	5.20	3.90	62.65	6	RL-2.0	鉄道横断
7	近畿日本鉄道(株)	近鉄山田線 松坂駅構内	歩道	5.20	3.90	23.25	4	RL-2.1	鉄道横断
8	JR仙台工務事務所	東北本線 郡山駅構内 郡計道大町横塚線	歩道	27.50	7.85	42.00	5	RL-2.1	鉄道横断
9	JR仙台工務事務所	東北本線 郡山駅構内 郡計道大町横塚線	歩道	27.50	7.85	37.35	5	RL-1.6	鉄道横断
10	建設省都道府県道事務所	千葉県市川市二俣地区湾岸道路横断	歩道	5.40	3.80	98.50	9	GL-1.7	高速道路横断
11	金沢市駅西開発事務所	駅西再開発地区 国道8号線横断共同溝	共同溝	5.45	3.15	70.00	8	GL-3.6	道路横断
12	日本道路公団大阪建設局	阪和自動車道 信太山トンネル	道路	26.60	8.30	156.00	13	GL-4.0~7.0	道路横断・曲線(R=1,000)
13	新東京国際空港公社	成田新空港自動車道横断	鉄道	12.02	7.60	87.50	9	GL-2.0~10.1	高速道路横断
14	JR東日本 長野支社	信越線 長野駅構内 自由通路新設	歩道	3.80	3.60	56.50	7	RL-2.28	鉄道横断
15	JR西日本 金沢支社	北陸線 魚津駅構内連絡地下通路新設	歩道	5.50	3.65	78.80	8	RL-2.59	鉄道横断
16	JR西日本 金沢支社	北陸線 魚津駅構内鬼江こ線橋新設	歩道	4.30	3.65	31.00	6	RL-1.55	鉄道横断
17	日本道路公団大阪建設局	名神高速道 栗東町川辺栗東町道	歩道	7.10	6.15	49.14	5	GL-1.0	道路横断
18	奈良県道路公社	第2阪奈有料道路 宝来トンネル	車道	21.60	7.80	279.50	21	GL-2.7~8.4	ゴルフ場下横断
19	小田急電鉄(株)	小田急線 相模大野駅ビル連絡通路新設	歩道	7.80	12.00	35.47	5	FL-1.584	鉄道横断
20	JR西日本	東海道線 草津駅構内駐車場連絡通路新設	車道	8.50	6.35	45.50	6	FL-1.562	鉄道横断
21	JR西日本	東海道線 東淀川・吹田間、庄内新庄線	歩道	25.50	9.00	82.00	6	FL-3.18	鉄道横断
22	JR東日本 上信工	信越線 長野駅構内 新七瀬架道橋	歩道	24.90	7.45	41.00	5	RL-0.9~2.1	鉄道横断
23	JR東日本 上信工	飯山線 十日町駅構内 自由通路新設	歩道	5.00	4.05	23.60	5	FL-2.41	鉄道横断
24	台北市政府工務局	松山空港地下横断工事	車道	22.20	7.80	100.00	10	GL-15.4~11.7	空港滑走路横断
25	台北市政府工務局	松山空港地下横断工事	車道	22.20	7.80	79.00	8	GL-5.8~4.8	空港誘導路横断
26	福井県敦賀港務事務所	金ヶ崎臨港トンネル工事	車道	13.40	8.10	64.50	6	GL-3.0	鉄道横断
27	JR九州	鹿児島本線 八幡駅構内南北通路新設	歩道	8.20	4.20	47.30	5	FL-2.14	鉄道横断
28	神戸市都市整備公社	中国自動車道神戸JCT付近	歩道	4.70	4.35	64.05	6	GL-10.25	高速道路横断

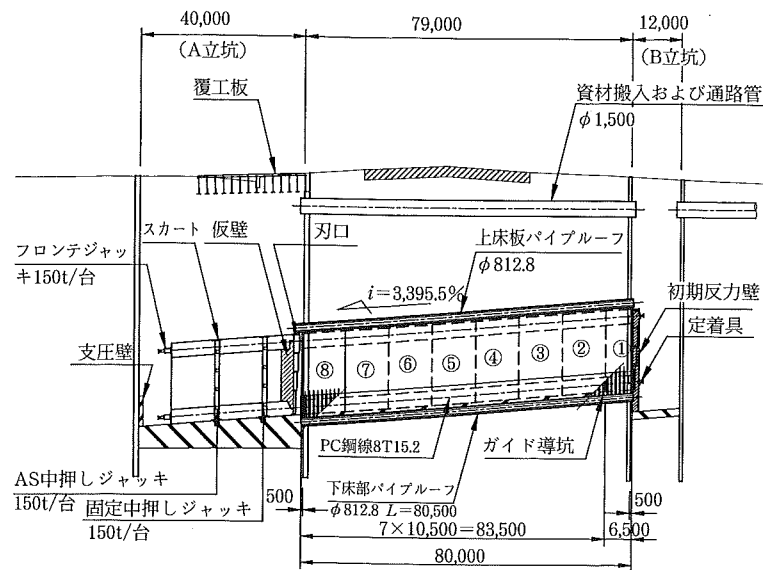


図-14 台湾松山機場縦断面図

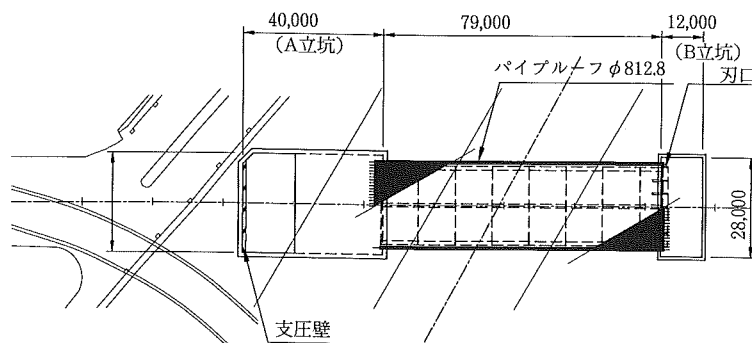


図-15 台湾松山機場平面図

山空港の滑走路直下を横断して建設する往復2車線の道路トンネル工事であり、現在2スパンを施工中である。土かぶり $h=12.0\sim 15.0$ m区間と $h\approx 5.0$ mの区間であり、地下水の豊富な軟弱地盤での施工となっている(写真-13, 14, 図-12~15)。

4-2 施工実績

施工実績を表-1に示す。

5. おわりに

ESA工法の特徴は、地下構造物を非開削で構築する施工法として、長距離施工が可能であることである。構造は、シンプルなRC造のボックスラーメン構造であり、将来の維持管理がほとんどなく、利用しやすい施工法である。

本稿が、今後地下立体交差などのトンネル施工の参考になれば幸いである。

(文責：丸田新市・植村技研工業(株)取締役部長)

E. フック・E. T. ブラウン共著
岩盤地下空洞の設計と施工

理学博士小野寺透・工学博士吉中龍之進・斉藤正忠・北川隆 共訳

B5判・442頁・上製本 本体価格9,800円(〒450円)

株式会社 土木工学社

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

**海外文献
速報**

(社)日本トンネル技術協会
研究開発委員会

タルテーギュトンネルの施工—粘性岩盤の掘削/LA TRAVERSEE DES ARGILES DU TUNNEL DE TARTAGUILLE

D. ANDRE, B.DARDARD, A. BOUVARD, J. CARMES : TUNNELS ET OUVRA-GES SOUTERRAINS MAI/JUIN, 1999.

1. 施工概要

山岳トンネル工法による新TGV地中海線(リヨン・マルセイユ間)のタルテーギュトンネルの建設が行われた。同トンネルはモンテリマルの東方20kmに位置し、延長2,430m(明り巻き部を含む：トンネル部実延長2,338m)、内空断面積100m²、当初設計覆工厚(インバートを除く)は500mmである。工事は1995年10月2日に両坑口より開始され、33か月の工期が予定された。

2. 地山特性

当該地山は北北東の方向に向かって傾斜角10度の単傾構造を形成し、トンネル路線内に北北東より南南西に走るマルサーヌ断層を有する。ボーリング調査および研究所における土質試験により、地山は、北坑口より以下のとおりであることが判明した。

- ① スタンプ階前期(第3紀漸新世)の石灰岩(北坑口より365m)：区間1
- ② スタンプ階後期(第3紀漸新世)の泥灰岩質粘土層(365~1,285m)：区間2
- ③ オープ階(中生代白亜紀)の砂岩(1,260~1,520m)：区間3
- ④ アプト階(中生代白亜紀)の青色マール(1,520~2,338m(南坑口))：区間4

地下水位に関しては、石灰岩中には約100mの水頭が確認されたが、他の地山においては地下水位に関する十分な情報が得られなかった。各地山の物理特性を表-1に示す。

3. 支保パターン

掘削は全工区バックホウによる機械掘りを行うが、地山条件にもとづき、支保パターンを表-1のように決定した。

ここで、青色マール区間(区間4)に関しては、再度のボーリング調査により、トンネル軸方向の側圧係数が $K_{01}=1.2$ 、トンネル軸直角方向の側圧係数が $K_{02}=0.86$ と偏圧を受け、かつ、異方性を示しており、また、掘削完了後、変形係数が $E_1=400$ MPaより $E_2=260$ MPaに軟化することが判明したため、早期のインバートの閉合が必要と考えられ、インバートを除く全断面掘削を行った後、切羽より20~50m後方にて覆工コンクリートを打設した(図-1参照)。区間4の施工がもっとも困難であると予想された。

表-2において、支保パターン1~3の内空断面は当初の内空断面をカバーしている。

4. 青色マール区間(区間4)の施工実績

青色マール区間(区間4)は南坑口より掘削を開始し、計測施工が行われた。同工区では、外周部をコンクリートにて充填する延長24mのロックボルトを用いて前方12mまでの切羽の補強が実施された。切羽あたりのロック

表-1 地山特性

地山	石灰岩	泥灰岩質粘土層	砂岩	青色マール
単体重量(kN/m ³)	25	21.5	22.5	22
変形係数(短期)(MPa)	300~1500	200	500	1500
変形係数(長期)(MPa)	225~1125	120	375	1125
内部摩擦角(Deg)	45	35	45	30
粘着力(MPa)	1	0	1	0.2
側圧係数	0.50	0.66	0.50	0.50

表-2 地山区別支保パターン

支保パターン	当初設計	支保パターン1	支保パターン2	支保パターン3
対象地山	一般的提案	石灰岩, 砂岩(区間1, 3)	泥灰岩質粘土層(区間2)	青色マール(区間4)
掘削の分割	検討せず	3分割 上半, 下半 インバート	3分割 上半, 下半 インバート	2分割 インバートを除く 全断面, インバート
一次支保	検討せず	鋼製支保工(H-220) 吹付け トンネル断面法 線方向のロック ボルト	鋼製支保工(H-220) 吹付け 上半のみ切羽より トンネル軸方向 のロックボルト	鋼製支保工(H-220) 吹付け インバートを除く 全断面トンネル軸 方向のロックボルト
覆工コンクリート厚(mm)	500	550	700	1000

覆工コンクリート厚は一次支保の厚さ(鋼製支保工の桁高)を除く。

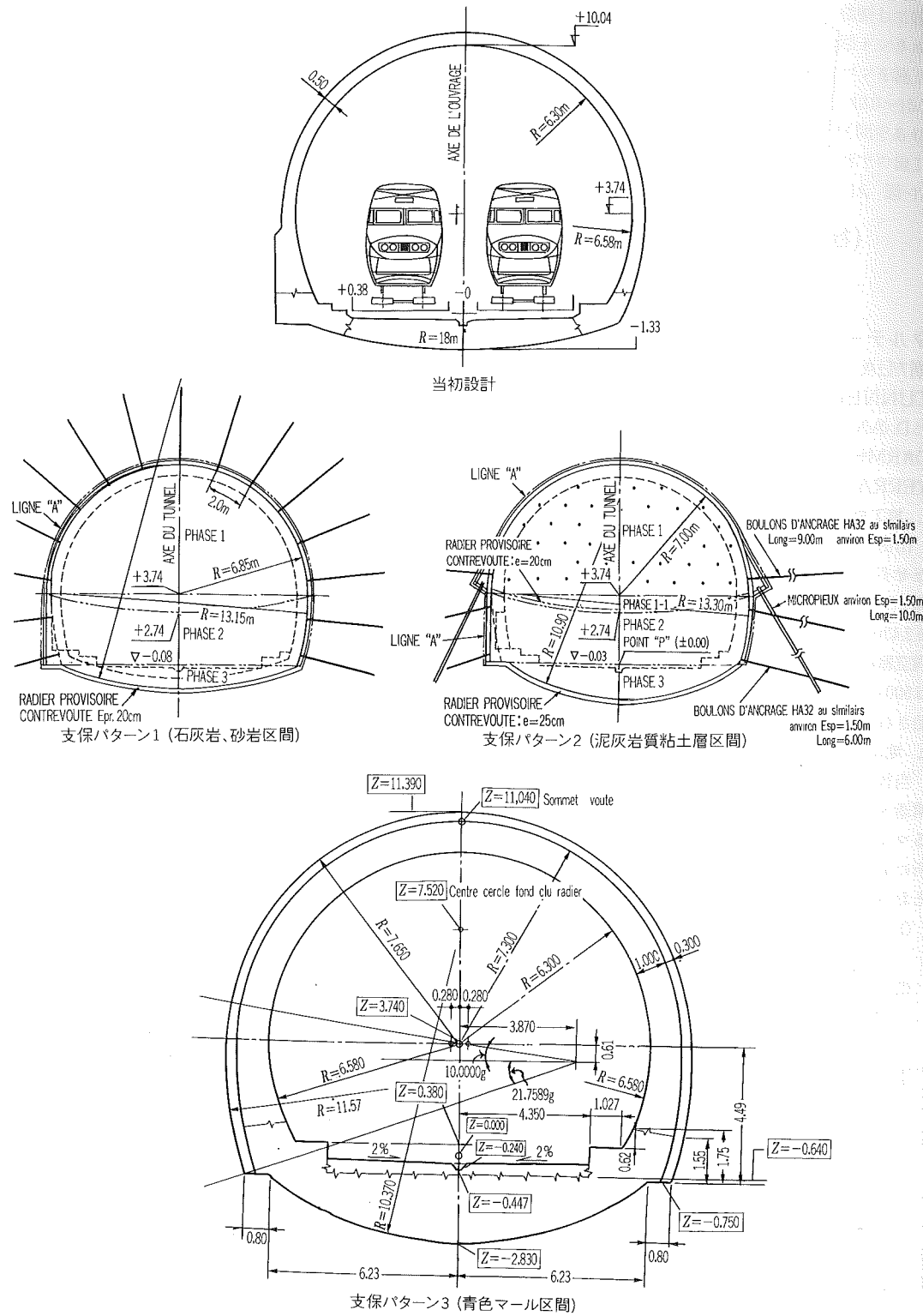


図-1 地山別支保パターン

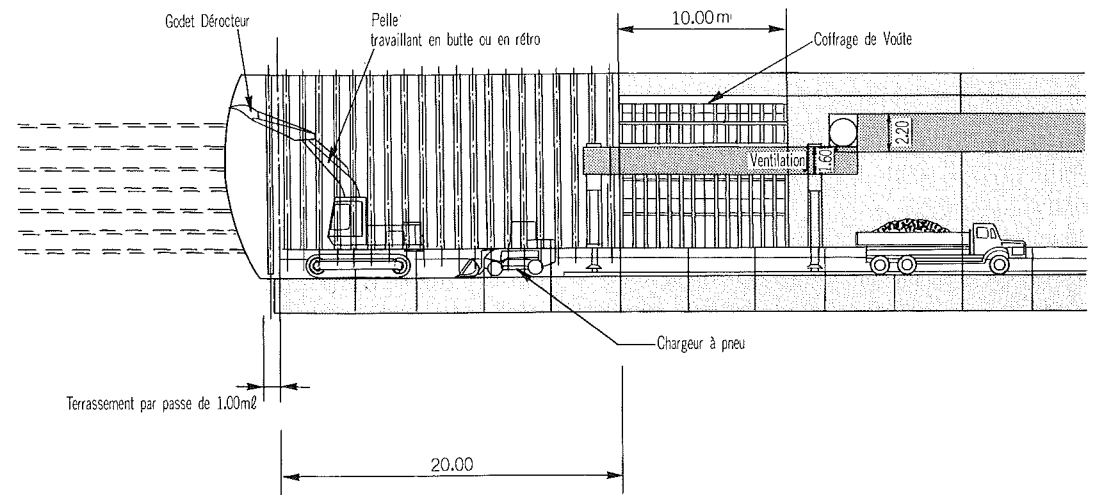


図-2 青色マール区間の施工図

ボルトの数量は、当初計画では、地山強度に応じて、90、120または150本とすると決定された。切羽における地山状態の計測結果に従い、実施工においては、90本のロックボルトが打設されることが通常であった。ロックボルトの径は100mmで、イタリア製の特殊材料が使用された。

このロックボルトは、3本のグラスファイバーを引張材とし、その全強度は800kNで、その外周部をアルミナセメントを主材料とする膨張モルタルで充填したものである(膨張モルタルの膨張率は35%で、24時間強度は1.5MPaである)。

一次支保は、鋼製支保工(H-300、1mピッチ)と覆工厚20cmの鋼繊維補強吹付けコンクリートにて行い、その後方50m以内で、10mを1スパンとする覆工厚1m(鋼製支保工の桁高30cmを除く)の無筋コンクリート(B32)による二次覆工が施工された(図-2参照)。進行に関しては、90本のロックボルトを打設するのに48時間を要し、当初は日進1.33m/日であったが、後に、1.5m/日に改善された。平均月進は40m/月であった。

1995年10月2日に南北両坑口より掘削された2切羽のトンネルは、1998年7月に、測点1,026(北坑口より1,026m)にて貫通した。

5. 結論

施工時の計測と合わせて、解析ソフトADINAを用いた解析が行われた。解析による最大地山変位量(沈下量)は15mm程度であったが、実測値はこれ以下であった。また、覆工コンクリート中にひずみ計を設置したが、発生応力は3MPa程度で支保の安全性が確認された。

熟練工が減少すると予測される中で、今後は、計測施工、機械化施工がますます重要になると思われる。

革新的なガス貯蔵ドーム / Innovative Gas Storage Cavern

Martin Hunt : Tunnels & Tunnelling, May, 2000, Vol. 32, No. 5. pp. 24-26.

スウェーデン南西部のHalmstad北方において、世界初となる天然ガス貯蔵用のコンクリートとスチールライニングを施した地下ドームが掘削中である。

この地下施設は、最大耐圧力25MPa(250kg/cm²)で

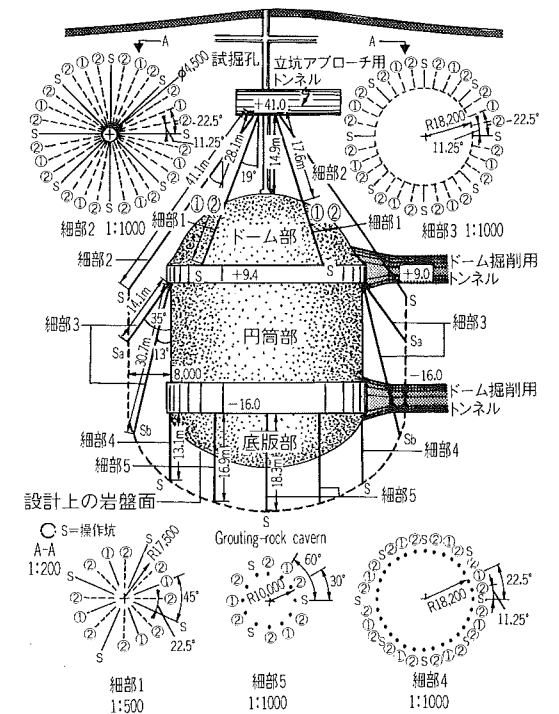


図-3 岩盤注入手順図

約1,000万m³の貯蔵能力をもち、総建設費はトータルで約2,300万ドルにのぼる。

施設の基本構造は、図-3に示すように、直径35mのシリンダー部分とその上下のドーム部分から構成されており、全高は50mにも及ぶものである。

地山は良質な片麻岩により構成され、その圧縮強度は189MPaとなっている。

地下ドーム掘削のため、4本のアクセストンネルが施工された。この断面積28m²、総延長1,041mのトンネルは掘削を12か月で完了した。掘削中の漏水はほとんど見られなかったが、脆弱な箇所が一部に見られたので、吹付けコンクリートおよびボルトなどにより補強した。

掘削量はトンネル部で30,000m³、空洞部で45,000m³

にのぼる。

洞穴部の掘削は、施工精度0.3mを要求されるものであり、掘削時に使用する水については、ポンプで地上に吸い上げて、処理施設で不純物を除去している。

地下ドームが完成すると、岩は厚さ10~12mmのステールライニング(全溶接)と厚さ1mのコンクリートによりライニングされる。

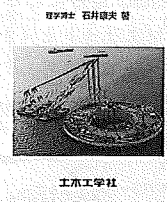
この工法は、粘土質などの堆積岩には不向きであり、洞穴内の圧力を岩盤にどのように吸収させるかが重要となる。

完成後には長さ3kmの既存のガスネットワークとリンクすることとなる。(文責:川上・五洋建設(株))

【図書のご案内】

ユニークな手法を駆使// 建設災害を考慮してまとめた地質学書の決定版!!

建設工事の
保安地質学
(改訂版)



建設工事の
保安地質学
(改訂版)

理学博士 石井康夫 著

A5判 上製本 475頁 本体価格6,000円 円380円

本書は、以前より発行されていた「建設工事の保安地質学」を改訂・補充し、改訂版としてまとめたもので、筆者の多年にわたる土木・鉱山技術の体験をもとに、地質にもっとも関係の深い災害をとりあげ、実践に即した独特の手法で災害の発生原因・対策・処置法について解説している。

構成は、一般地質編と保安地質編の2編からなる。一般地質編では、建設技術者に必要な地質・岩石・岩盤の基礎知識を、保安地質編では、自然発生の災害とある種の発破災害について述べ、安全に関して筆者の発明・考案による各種の装置や工法を紹介している。

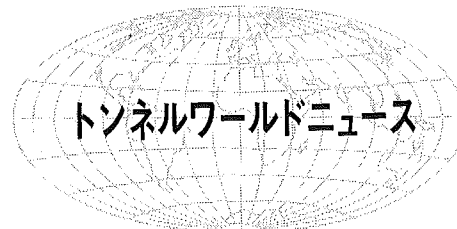
筆者の意とするところは、多くの人が『地質の知識を通して、安全を守る』という点の理解を深めることにあり、本書が仕事の余暇の伴となり、安全教育の資料、あるいは災害時に直接役立つように各種のエピソードや適用法規まで加えている。内容的には読者に親しみやすく、飽きさせまいとする筆者の意欲が各所ににじみでており、他の技術専門書とは異なったタイプのユニークな地質専門書である。

★主要目次★

- | | | |
|---------------|---------------|----------------|
| 第1章 一般地質編 | 7. 地震 | 12. 有害ガス |
| 1. 宇宙とわれわれの地球 | 8. 地下水と温泉 | 13. ガス爆発 |
| 2. 地球の構造 | 9. 重要な地形と地質構造 | 14. 落盤と肌落ち |
| 3. 地殻の変遷 | 10. 地質調査法 | 15. トンネルと湧水 |
| 4. 日本列島の地質 | | 16. 地盤沈下と地盤陥没 |
| 5. 岩石 | 第2章 保安地質編 | 17. 斜面とりのり面の崩壊 |
| 6. 鉱床 | 11. 酸素欠乏症など | 18. 発破 |

株式会社 土木工学社

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



(社)日本トンネル技術協会
国際委員会国内広報ワーキング

Strood 鉄道トンネルの立坑補修

2000年8月、Railtrack社は、Kent州にあるStroodトンネルの再開の時期はまだ未定であるが、延長2.5kmのトンネルについて「今後数週間のうちにUK's Railway Inspectorate(英国鉄道検査局)と話し合いたいと思っている」と述べている。

同社は、立坑の補修の完了後、「できるだけ早い時期に再開することを目指している」としている。この路線の閉鎖によって英国の鉄道路線の保有者である同社は、これまでに£800万(\$1200万:12億8,400万円)の損失を蒙っている。

7本ある立坑のうちの1本が6月に崩壊し、トンネル直上にある果樹園では地表面陥没が生じて、崩壊土砂がその下方の鉄道線路上へ堆積したため鉄道は閉鎖された。

初めに崩壊した立坑は、依然として補修方法を検討する前段階の調査中であるが、同様な危険性がある第5および第6立坑は部分的にすでに気泡コンクリートで充填されたと、Railtrack社のスポークスマンは語っている。

コンサルタントであるScott Wilson社による調査結果は、崩壊は極端な地下水の変動によって引き起こされたことを示している。同様の原因で1999年12月に鉄道トンネルの覆工が部分的に崩壊し、その結果、列車の脱線事故が発生している。この覆工の補修が完了し、トンネルも再開していたところで、今回の立坑の崩壊が発生した。

7本の立坑すべてで調査が実施された。これまでに行われた補修は、ファイバースコープによる調査をしたうえで実施された。地盤改良を専門とするFondedile社が、第5立坑およびStrood郊外の住宅地にある第6立坑の出口を塞ぎ、気泡コンクリートで充填した。

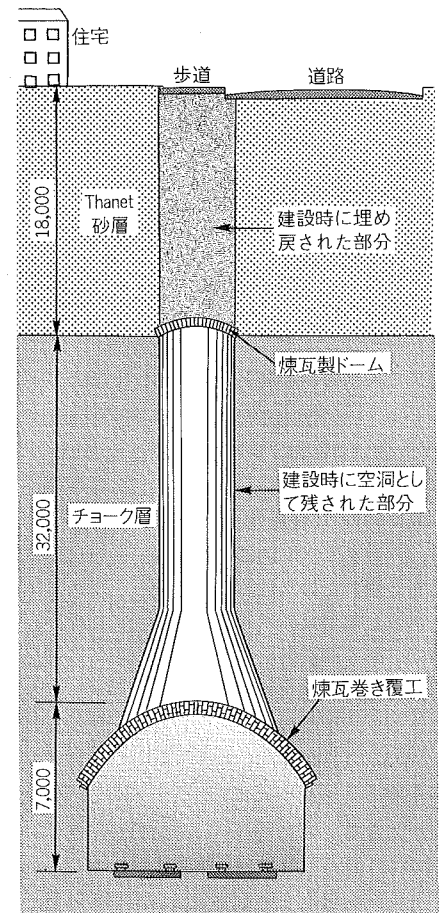
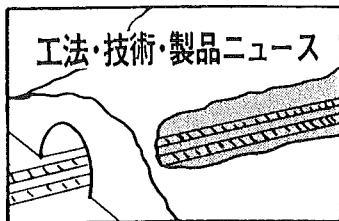


図-1 第6立坑断面図

立坑の深さは20~50mであり、1830年代に複線鉄道トンネルが建設されたときに、煉瓦のドームで閉じられた。これらの立坑には、坑底部分で閉鎖され上部が埋め戻されたものと、頂部付近で閉鎖されてその下部が空洞として残されたものがある。崩壊した立坑の閉鎖部は立坑の下から3/4の位置にあった(図-1)。

技術者達は、地下水状況の変化が覆工や閉鎖部の劣化を引き起こしたと考えている。水道幹線の破裂が原因の一つとして考えられたが、これは地元の水道会社によって否定された。今や、トンネル上部の新しいバイパス道路の排水設備に調査の焦点が絞られている。

(T&T'00.8 担当:笠 博義)

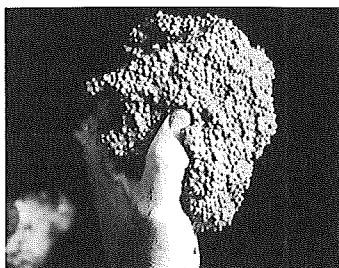


人工骨材

フランスのアグレガ・アルティフィシエル社は、コンクリートを軽量化するために天然骨材の代わりとしてポリマーをベースにした人工骨材「POLYS BETO(ポリベト)」(国際特許製品)を開発、発売した。

同製品の特性は、軽量性、断熱・防音特性、コンクリート内部の均質な骨材分布、優れた撥水性および低消費量である。重量は天然骨材の1/60から1/80と軽く輸送力に優れ経済的である。また、鉄筋やあらゆるタイプのセメント、生産機材に適応し、500kg/m³から1,800kg/m³までのあらゆる密度のコンクリートを製造することができる。

同社では、ライセンス権の譲渡するパートナーを求めている。フランス大使館産業技術センター(FAX: 03-3435-7457)



緩衝キー付きセグメント

ハザマとハザマ興業が開発した「KL(Key Lock)セグメント」が、先端建設技術センターから先端建設技術・技術審査証明を取得した。

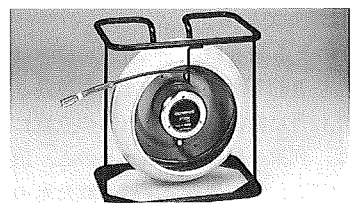
KLセグメントは継手面の全周に“緩衝キー”と呼ぶ曲率の異なる円弧状の凹凸を配慮したセグメント。

円弧状の凹凸面でセグメント接触部の応力が放射状に分散するため、これまで必要だった継手部材を簡易な構造にでき、クラックの発生を抑制するという。同セグメントは95年に開発され、これまでに地下鉄や電力用管路、共同溝などで施工実績があり、中・大口径(50~70m²)構造物での性能は確認済み。

細径管の観察最適

オリンパス光学工業は、外径φ23mm、長さ40mと細径化、長尺化を実現し、大型プラントのφ23~φ50mm各種細径管の配管検査に適したケーブルドラム式先端カメラヘッド部(D23N)の交換が可能なパイプ検査システム「OLYMPUS PT400」を新発売した。

同製品は、小型・軽量のケーブルドラムを現場に設置し、電源スイッチを入れるだけの操作で簡単に観察できる。挿入部は3mの水浸が可能で、先端カメラヘッド部とケーブルジョイント部にステンレス・スプリングを巻き、優れた耐久性を実現している。



変質部、亀裂を事前把握

戸田建設と西松建設は、両社が保有する地山性状探査技術を有効活用した「高精度切羽前方探査システム」を実用化した。

同システムは、戸田建設のTDEMと西松建設のTSP、DRISSの3技術を応用。地表からの探査法のTDEM法で電磁波による比抵抗値とともに熱水変質部の有無や場所を概査し、坑内中距離探査法のTSP法で熱水変質部の位置、規模を推定する。

推定位置近くまで掘削が進んだ時点で、穿孔探査法のDRISSで位置、規模を確定する。

両社は今後、様々な地質条件や施工条件での有効な探査の組み合わせを検証し、より高精度で効果的な探査システムを完成させる方針。

ラテラルジェット工法

鉄建、日本総合防水は鉛直方向の地盤改良技術の高圧噴射攪拌(ジェットグラウト)工法「ラテラルジェット工法(L-JET)」を、水平方向に応用させた技術を確認した。

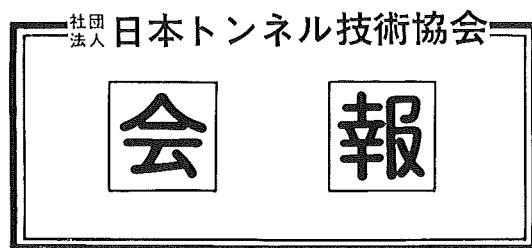
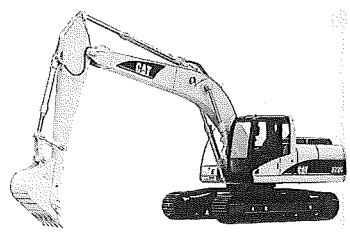
造成管と排泥管を分離させ、周辺地盤や既設構造物への影響を抑制しながら、水平方向に円柱形の改良体を構築する。鉛直方向からの施工が難しい既設構造物直下や大深度地下などにおいて、狭い場所から精度の高い地盤改良を低コストでできる。

とくに30m以深の大深度地下でコストメリットを発揮するという。

油圧ショベル2機種追加

新キャタピラー三菱は、油圧ショベルで2Tクラスの標準機のモデルチェンジ機2機種を新発売した。

2機種は、各々CAT322C「REGA」(バケット容量:1.0m³)と同322CL「REGA」(同:1.1m³)で、エンジン出力や油圧ポンプ流量を増やし基本性能全般をアップ。作業に応じて流量配分を最適化するスマートワークシステムや、多様なアタッチメントの装着にも対応が容易な追加式アタッチメントバルブの採用などと相まって、生産性・汎用性が大幅に向上している。



1. 会員の現状

	11月25日現在	12月25日現在
正会員	2,444名	2,444名
団体会員	282名	282名
個人会員	2,162名	2,162名
名誉会員	1名	1名
計	2,445名	2,445名

2. 委員会の開催状況(12月1日~12月31日)

①調査研究関係委員会

◎契約積算委員会

山岳トンネル小委員会幹事会: 12/13(峰田勲幹事長ほか11名)濁水処理マニュアルを検討

◎施工技術委員会

覆工ワーキング: 12/4(生馬道紹幹事長ほか15名)マニュアル原稿を検討

支保幹事会: 12/15(富澤直樹主査ほか22名)掲載原稿を検討

同 吹付け分科会: 12/4(富澤直樹主査ほか6名)掲載原稿を検討

新技術幹事会: 12/14(伊藤隆幹事長ほか20名)稼働率を検討

TBM支保構造特別幹事会: 12/22(島屋進幹事長ほか11名)作業項目を検討

都市トンネル小委員会幹事会: 12/18(田中和彦幹事長ほか7名)チェックシートを検討

覆工特別小委員会: 12/18(今田徹委員長ほか15名)薄肉化を検討

◎安全環境委員会

軌道装置安全特別小委員会: 12/11(西松裕一委員長ほか14名)取りまとめ方針を検討

◎研究開発委員会: 12/1(今田徹委員長ほか16名)文献速報および抄訳を検討

トンネル技術白書幹事会: 12/13(岩田充功主査ほか5名)分析結果を検討

大深度地下利用技術小委員会: 12/12(大久保誠介委

員長ほか10名)今後の方針を検討

◎特殊トンネル特別委員会: 12/15(今田徹委員長ほか22名)設計方針を検討

同 幹事会: 12/4(大野清幹事長ほか10名)作業方針を検討

◎探査手法特別検討会探査WG: 12/12(笠博義主査ほか8名)作業方針を検討

同 管理WG: 12/14(岡村光政主査ほか15名)作業方針を検討

◎常磐新線常磐道トンネル設計施工技術検討特別委員会: 12/1(山本稔委員長ほか23名)現地視察

◎上飯田連絡線瀬古トンネル施工検討会: 12/11(岡二三生委員長ほか27名)施工状況を確認

◎環境調査特別委員会: 12/8(久野悟郎委員長ほか20名)計測データを検討

◎立坑限界状態設計特別委員会: 12/18(前川宏一委員長ほか10名)設計法を検討

◎阿部倉隧道・新沢隧道施工検討委員会打合せ会: 12/25(今田徹委員長ほか9名)施工法を検討

◎換気設備調査特別検討会: 12/18(横田高良委員長ほか15名)発生源を検討

TBM施工技術特別検討会: 12/8(高津荘太座長ほか26名)改良計画案を検討

同 同: 12/22(高津荘太座長ほか19名)地質およびマシンを検討

◎首都高速道路における地中構造物に関する調査研究委員会幹事会: 12/15(真下英人幹事長ほか13名)作業方針を検討

◎汐留連絡線検討委員会: 12/22(松本嘉司委員長ほか15名)検討内容を確認

計 26回開催 410名出席

②運営広報関係委員会

◎国際委員会

広報幹事会・国内広報WG: 12/20(小島健一幹事長ほか6名)ワールドニュースを検討

◎事業委員会: 12/13(桑原彌介委員長ほか15名)催物開催結果を報告

◎会誌委員会: 12/4(橋本定雄委員長ほか13名)1月号の会誌と3か月計画を検討

計 3回開催 37名出席

合計 29回開催 447名出席

3. 国際会議の開催予定

Table with 5 columns: 会議名, 開催日, 場所, 主催等, 備考. Lists international conferences such as '第4回国際会議「道路・鉄道トンネルの安全」' and '第27回ITA総会およびコンgres "2000年以降のトンネル施工における進展"'.

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

4. 平成12年度催物計画(予定)

Table with 4 columns: 催物名, 開催日, 人数, 場所. Lists events like 'ダーバン国際トンネル会議技術調査' and '高取山トンネル現場研修会'.

*催物に関する詳細は事務局(担当:山之内)までお問い合わせください。社団法人日本トンネル技術協会 TEL:03-3553-6174

本協会出版図書実費頒布一覧

Table with 4 columns: 種別, 図書名, 頒布価格(税込) (団体, 個人, 一般). Lists books like '山岳トンネル工事の仮設電力設備の現状' and 'トンネル年報'.

申し込み・問い合わせ先: 〒104-0041 東京都中央区新富2-14-7 新光第一ビル 社団法人日本トンネル技術協会 TEL:03-3553-6174 FAX:03-3553-6145

編集後記

■今月号は、大江戸線全線開業記念として特集号を企画いたしました。約29kmの環状部は、東京から横浜までの距離に相当し、しかも東京という大都会での工事であり、関係者の努力は、はかり知れません。

■施工を終えて各JV所長の感想は、大プロジェクトに参加できた喜び、施工場所での苦勞、近隣対策が圧倒的に多いようです。なかでも、近隣対策に相当ご苦勞されたと伺っております。約29kmの沿道数百mの範囲には、いったい何人の人が生活をしているのか想像もできません。工事に理解を示してくれる人、関心のない人、やたらと文句を言う人、と様々な人がいます。

■弊社は、大久保通り沿いに面した雑居ビルの中にあり、目の前が大江戸線の神楽坂工区の施工現場でした。

ちょうど、牛込神楽坂駅の付近です。道路に覆工がかかり、日によって作業帯が変わっていききました。毎日歩道を掃除する作業員の方、大型車を誘導する警備員の方の姿を見ると、近隣の方々にはできるだけ迷惑をかけることが理解できました。

■施工状況は、覆工の上からではよくわかりませんが、シールドが搬入されたのはおそらく120tか160tクレーンが来ていたあたりではないでしょうか。多少トンネル関係の仕事をして頂いたおかげで一般の方よりも状況把握ができたと思います。

■10年を超える長い工事期間中には、バブルのはじけ、阪神大震災、地下鉄サリン事件が起こり、携帯電話やコンピュータが普及し大きな変化を遂げてきました。東京の新しい交通の核となる大江戸線が多くの人に利用され、「ゆとりの空間」として楽しんでいただければ関係者の苦勞も喜びに変わることは間違いない。

次号(3月号)予告

巻頭言	山崎 八郎
砂質土の切羽自立性評価試験法の提案	木谷日出男
断層破砕帯を120°薬液注入工法で突破	安東 祐三
東北新幹線 金田一トンネル北工区	渡辺 康司
東京港に日本最大級の沈埋トンネル貫通	上松瀬義人
東京港臨海道路	渡邊 篤
	石崎 博
	小山 文男
一軸圧縮強度200MPa以上の硬岩をロードヘッダーで掘る	田中 秀夫
5号線新桜トンネルにおける硬岩機械掘削	佐藤 涼一
	日根 幸雄
	高木 希典
	中川 浩二
全断面隣層区間をφ10m大断面泥土圧シールドで突破する	木村 光夫
みなとみらい21線・山下町シールド	荒井 治
	鈴木 久一
軟弱地盤における大角度急曲線・急勾配推進の連続施工	鶴岡 祐
東京電力・水元4丁目付近管路新設工事	寺内 保男
	鹿野 聡

[連載講座]

吹付けコンクリート・ロックボルトに関するQ & A(8)……JTA 支保幹事会
線路下横断工法(6)……「線路下横断工法」連載講座小委員会

トンネルと地下(通巻366号)

(無断転載を禁ず)
ISSN 0285-631X
Tonneru to Chika

平成13年1月20日 印刷
平成13年2月1日 発行
(毎月1日発行)

社団法人日本トンネル技術協会
会長 萩原 浩
〒104-0041 東京都中央区新富2丁目14番7号(新光第一ビル)
電話(03)3553-6174番

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
電話(03)3267-2888(代)
FAX(03)3267-2807

編集・発行人 山本 育徳

印刷所 新協印刷株式会社
〒112-0006 東京都文京区小日向4丁目2番5号(安田ビル2F)

本誌の購読について

※購読ご希望の方は、書店または小社へ直接お申込みください。
※小社への申込みは振替用紙をご利用ください。その他適宜ご送金ください。
※お申込みの節は、誌名、購読期間、住所、氏名、所属などを明記のうえ、送金を添えてお申込みください。

購読料

1冊 1,230円(送料108円)
(本体価格1,171円)

6か月 7,380円 送料共

1か年 14,760円 送料共

※振替番号 00110-8-190072

※取引銀行

富士銀行九段支店
(普通)152-511019
東京三菱銀行丸ノ内支店
(普通)002-4361131

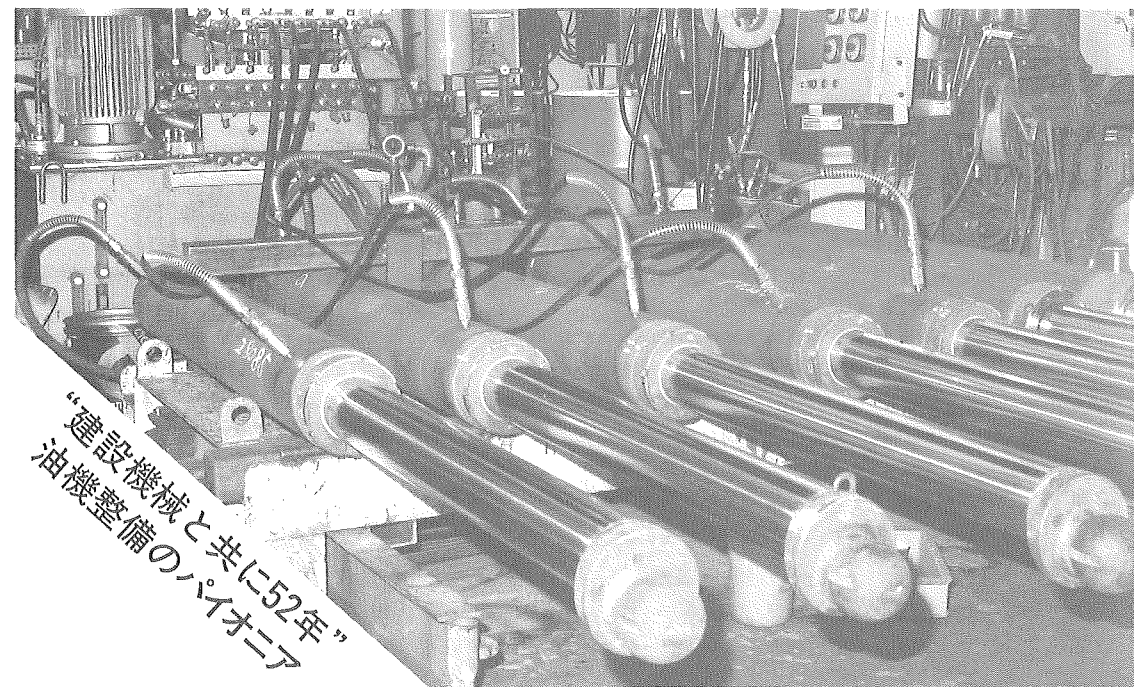
本誌広告のお申込み方法

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

シールドマシン・建設機械

油圧機器の再生・リース

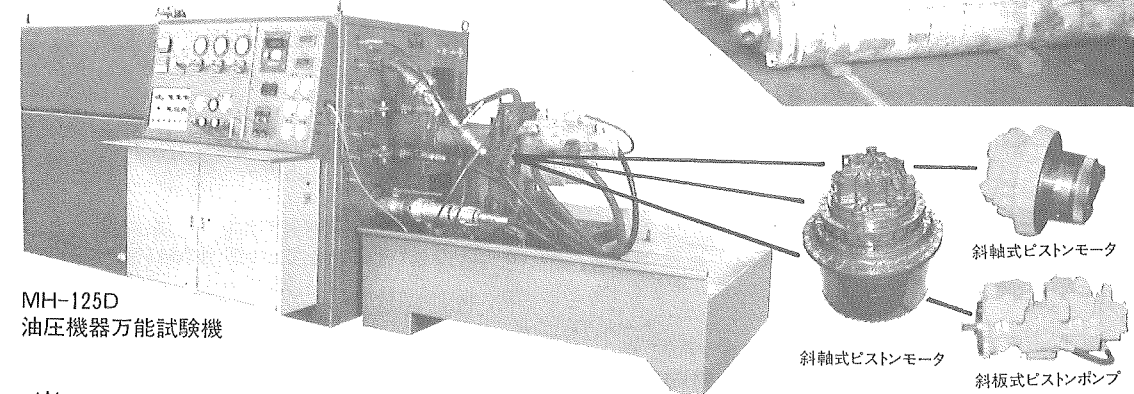
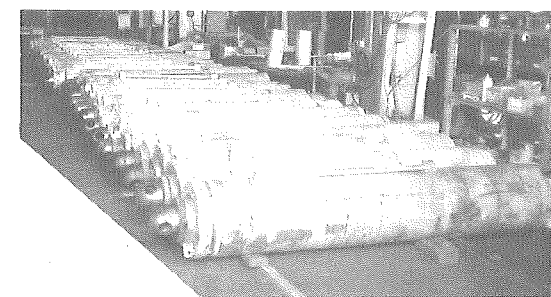
確かな技術で世界を結ぶ
MARUMA



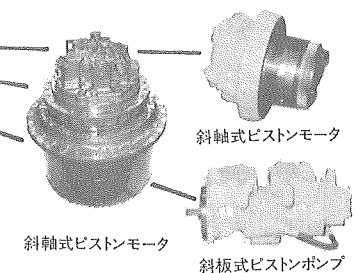
“建設機械と共に52年”
油機整備のパイオニア

◎全て保証付ユニットで応えます

- 建設機械用油圧ユニット
- シールドマシン用油圧ユニット
- シールドジャッキ各種シリンダー
- MH-125D、MH-250試験機で万全テスト



MH-125D
油圧機器万能試験機



斜軸式ピストンモータ
斜軸式ピストンポンプ

マルマテクニカ株式会社

■相模原事業所(油機地下建機部)
神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号 〒229-0011
電話 042(751)3809(ダイヤルイン) FAX.042(756)9767(直通)

■本社・東京事業部 東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号 〒156-0054
電話 03(3429)2141(大代表) FAX.03(3420)3336
■名古屋事業部 愛知県小牧市小針町中市場25番地 〒485-0037
電話 0568(77)3311(代表) FAX.0568(72)5209
■厚木事業部 神奈川県厚木市小野651 〒243-0125
電話 0462(50)2211(代表) FAX.0462(50)5055

【好評発売中】

セグメントの新技术

監修 小泉 淳

B5判 132頁 定価(本体価格2,000円+税) 円310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た。

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ティルセグメント | 22. コーンコネクターセグメント |
| 6. リングシールド工法用セグメント | 23. FRP-Key継手 |
| 7. コンクリート中詰め鋼製セグメント | 24. ほぞ付きセグメント |
| 8. DNAシールド | 25. HOTセグメント |
| 9. ガイドロックセグメント | 26. インサート継手(その1:アーチ形) |
| 10. ウイングセグメント | 27. インサート継手(その2:NF型) |
| 11. ハニカムセグメント | 28. CPIセグメント |
| 12. CONEX-SYSTEM | 29. PPCセグメント |
| 13. スパイラルセグメント | 30. FBRセグメント |
| 14. コッター・クイックジョイントセグメント | 31. NRTセグメント |
| 15. ワンパスセグメント | 32. タイドアーチセグメント |
| 16. ASセグメント | 33. 遠心力締固めRCセグメント |
| 17. マルチブレード式継手セグメント | 34. 高流動コンクリートセグメント |



株式会社 土木工学社

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

きりりとーり線

《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 _____



現在から未来への地球環境を見つめる土木専門図書

トンネル工学

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

B5判 285頁 本体4,660円(円380円)

セグメントの新技术

監修 小泉 淳

B5判 132頁 本体2,000円(円310円)

山岳トンネルの新技术

ジェオフロンテ研究会編

B5判 500頁 本体14,573円(円450円)

わかりやすいトンネル力学

福島啓一 著

B5判 286頁 本体5,825円(円380円)

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

A5判 204頁 本体2,800円(円310円)

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

A5判 211頁 本体3,200円(円380円)

岩盤工学・地質工学

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

第Ⅰ巻 地下水の物理と化学

B5判 235頁 本体4,078円(円380円)

第Ⅱ巻 地下水環境学

B5判 252頁 本体4,272円(円380円)

第Ⅲ巻 地下水と地質

B5判 197頁 本体3,689円(円340円)

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

B5判 444頁 本体9,800円(円450円)

FAXでのお申し込みは03-3267-2807



株式会社 土木工学社

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

A5判 360頁 本体4,855円(円380円)

岩盤の計測と解析

鈴木 光 著

A5判 244頁 本体4,200円(円380円)

建設工事の保安地質学 [改訂版]

石井康夫 著

A5判 474頁 本体6,000円(円380円)

建設工事の地質診断と処方

石井康夫・矢嶋壯吉 共著

A5判 324頁 本体4,300円(円380円)

わかりやすい土质地質学入門

池田和彦・大島洋志 共著

A5判 224頁 本体1,900円(円310円)

地質工学概論

菊池宏吉 著

B5判 276頁 本体4,757円(円380円)

土木一般・その他

海洋資源開発

福田善紀 著

A5判 247頁 本体3,400円(円380円)

ジオテキスタイル設計マニュアル

T. A. Jaliburton・D. Lawmaker・V. C. McGuffey 共著

田中 茂・山岡一三・廣田泰久 共訳

A5判 405頁 本体8,000円(円380円)

続 きみの庭にも温泉が出る

石井康夫・俣野恭寛 共著

新書判 220頁 本体1,200円(円240円)

きみも金鉱を発見できる

石井康夫 著

新書判 200頁 本体980円(円240円)

〒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

TAIKU



CL301E型 カッタローダ

強力な掘削

最大掘削高さ6.6m

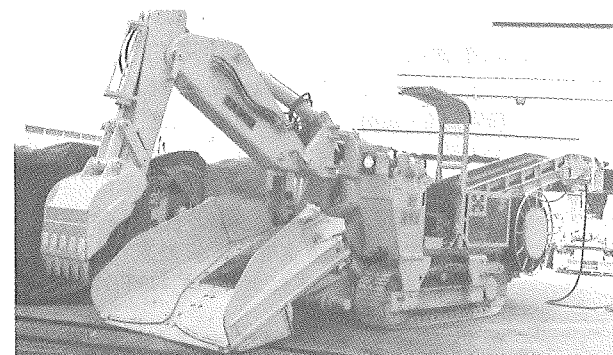
特長

1. カッタ駆動モータは、110kW電動機搭載
2. 散水装置により、ビット冷却と粉塵抑制
3. パワーコントロールにより、岩質等に応じて、自動的にドラム送り制御
4. ケーブルリールにより、電源ケーブルのさばきが容易
5. 走行移動用ディーゼルエンジン搭載

トンネル掘進機の本命・カッタローダ

山岳土木の豊富な実績を基に、なお開発に挑戦します。

RL型タフローダ



RL10

油圧式ズリ積機

アタッチメントとして
カッタヘッド
油圧ブレーカ搭載可能

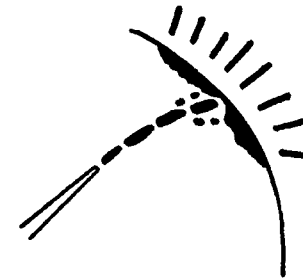
型式	RL10	RL5
適用ズリ取断面	7~30m ²	4~14m ²
油圧パワーパック	45kW	31kW
ベルトコンベヤ能力	150m ³ /H	70m ³ /H
重量	12.6トン	9.2トン

製造・販売・レンタル 株式会社 **タイクウ**

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

4つの特長を備えた吹付けコンクリート用急結剤

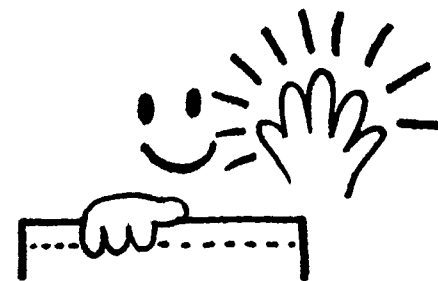
1 モルタル、コンクリートを急速に硬化させるので、岩盤に良く付着する。



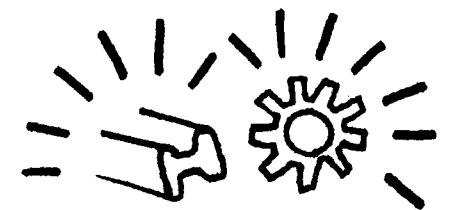
2 吹付け後、短時間で硬化しますので、地山の崩壊の防止等に寄与できます。



3 鉱物系急結剤ですので、従来の薬品系の急結剤に比較し、肌荒れ等の公害はありません。



4 塩化物を含有していないので、工事に付随した鋼材を腐食させません。



T-ROCK

株式会社 小野田

- | | | |
|---------|--|-----------------|
| 本社・営業本部 | 〒135-0016 東京都江東区東陽4-1-13 東陽セントラルビル | ☎ 03(5683) 2016 |
| 関東支社 | 〒135-0016 東京都江東区東陽4-1-13 東陽セントラルビル5F | ☎ 03(5683) 2032 |
| 関西支社 | 〒532-0011 大阪市淀川区西中島6-1-1 新大阪プライムタワー6F | ☎ 06(6886) 0180 |
| 北海道支店 | 〒060-0004 札幌市中央区北四条西5-1-4 三井生命札幌共同ビル5F | ☎ 011(221) 5855 |
| 東北支店 | 〒980-0811 仙台市青葉区一番町2-8-10 同和火災仙台ビル4F | ☎ 022(221) 4511 |
| 横浜支店 | 〒231-0012 横浜市中区相生町6-113 桜木町ANビル 8F | ☎ 045(651) 6248 |
| 中部支店 | 〒453-0801 名古屋市中村区太閤3-1-18 名古屋KSビル 9F | ☎ 052(452) 7141 |
| 四国支店 | 〒760-0028 高松市鍛冶屋町3番地 香川三友ビル4F | ☎ 0878(51) 6505 |
| 中国支店 | 〒732-0828 広島市南区京橋町1-23 三井生命広島駅前ビル5F | ☎ 082(261) 7191 |
| 九州支店 | 〒810-0001 福岡市中央区天神4-2-31 第2サンビル6F | ☎ 092(781) 5331 |
- 営業所 / 東北北部・福島・関東・静岡・北陸・神戸・松山・岡山・山陰・山口・大分・長崎・熊本・鹿児島・沖縄