

一般社団法人

日本建設機械施工協会誌 (Journal of JCMA)

2014

建設機械施工 5

Vol.66 No.5 May 2014 (通巻771号)

特集 鉄道

新幹線鉄道トンネルの耐震対策工事

巻頭言 鉄道整備の課題

行政情報

- 鉄道の海外展開
- 鉄軌道駅のバリアフリー化に関する国の取り組み

グラビア

CONEXPO-CON/AGG 2014 & IFPE 2014

部会報告

コンクリート機械の変遷 (3)

技術報文

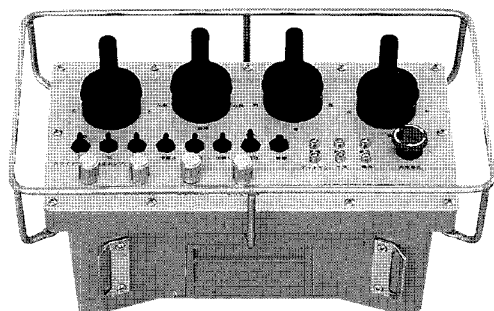
- 新幹線鉄道トンネルの耐震対策急速施工技術の開発と実用化
- 列車運行時間帯における営業線に近接した大口径場所打ち杭の施工
- 減災、建設・維持管理費用低減を目指した新橋梁形式
- 豊肥本線 坂の上トンネル災害復旧
- 阪急電鉄今津線と都市計画道路荒地西山線の立体交差工事

一般社団法人 日本建設機械施工協会

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

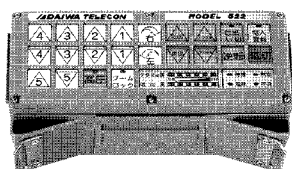
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御 4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

- スイッチ・ジョイスティック・その他、混在装備で最大操作数驚異の**96CH**。
- コンパクトな指令機に業界最大**36**個の押しボタンスイッチ装着可能。
- 受令機の出力はオープンコレクタ（標準）リレー・電圧（比例制御）又は**油圧バルブ**用出力仕様も可能。
- 充電は急速充電方式（一△V検出+オーバータイムタイマー付き）
- その他、特注品もお受けいたします。お気軽にご相談ください。

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

本社工場 〒474-0071 愛知県大府市梶田町 1-171

TEL 0562-47-2167（直通） FAX 0562-45-0005

ホームページ <http://www.daiwakiko.co.jp/>

e-mail mgclub@daiwakiko.co.jp

営業所 東京、大阪、他

ダム工事用コンクリート運搬テルハ（クライミング機能付）

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

- コストパフォーマンスに優れる。

機械重量が比較的軽量で、構造がシンプルな為運搬能力に対して安価である。

- 安全性に優れる

コンクリートバケットが堤体上空を横切らないので安全性に優れる。

- 環境に優しい。

河床に設置されるので、ダム天端付近の掘削を少なくできる。

- 大型機材の運搬も可能

専用吊り具で車両等の大型機材の運搬が可能。



吉永機械株式会社

〒130-0021 東京都墨田区緑4-4-3 TEL. 03-3634-5651

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

情報化施工研修会のご案内 ～ I C T 建設施工の实地研修 ～

I C Tを活用した新しい施工技術である情報化施工は、施工品質の向上や熟練度に左右されない高い精度の施工などを実現する方法として、更なる普及が期待されています。2013年3月、国土交通省が設置した『情報化施工推進会議』は、新たな「情報化施工推進戦略」を提言しましたが、その中でも「人材育成」が非常に重要であることを指摘しています。

一般社団法人日本建設機械施工協会は、3次元データを利用した建設機械制御等に関する実践的な教育により、情報化施工に対応できる技術者を育成することを目的として、「情報化施工研修会」を開催しております。次回の研修会は下記日程で実施することとしておりますので、研修生の募集についてご案内申し上げます。

記

1. 開催日程：

平成26年 7月24日(木)～25日(金)

平成26年 8月28日(木)～29日(金)

2. 主 催：一般社団法人 日本建設機械施工協会

3. 場 所：一般社団法人 日本建設機械施工協会施工技術総合研究所（静岡県富士市大淵3154）

『情報化施工・安全教育研修センター』

アクセスマップはこちらです。(→) <http://www.cmi.or.jp/cmi/map.htm>

4. 対 象：建設現場管理者、建設機械オペレーター、その他マシンコントロール（MC）、マシンガイダンス（MG）、トータルステーション（TS）による出来形管理の体験あるいは習得を希望する方。

5. 研修会のコース

コース名	研 修 目 標	受 講 費 用	備 考
TS出来形管理コース (1日間) 定員:20名	○情報化施工の概要を把握する ○TSによる出来形管理用データを作成し、実習により出来形管理の基本を習得する	10,000円/人	OCPDS認定研修(6unitを予定) ○開催期間の初日の1日
実務コース (2日間) 定員:20名	○設計図面を読みMC、MG用データ作成をマスターする ○測量データを利用しデータ作成、出来形管理の基本を習得する ○実機を用いた実習によりMC、MG施工の基本を習得する	一般: 50,000円/人 会員: 40,000円/人	OCPDS認定研修(14unitを予定) ○研修用パソコンの利用(一人1台) ○「研修修了証」を発行 ○(独)雇用・能力開発機構のキャリア形成促進助成金制度に基づき、受講料及び賃金の助成を受けられる場合がありますので、雇用・能力開発機構都道府県センター等でご確認いただくことをお勧め致します。

・受講資格は特にありませんが、「車両系建設機械(整地・運搬・積み込み用及び掘削用)運転技能講習」修了者であれば、施工機械の運転が可能です。

・旧体験コースを既に受講した方が**実務コースを再受講する場合、35,000円/人**で受講できます。

・受講費用には、建機・機材のレンタル費、パソコンの利用、傷害保険、テキストなどの費用が含まれています。宿泊費、食事代は含みません。

・ヘルメット、安全チョッキは当方で準備します。なお、実習の際は安全靴の着用をお願いします。

・平成26年7月の研修会は、主にトプコン機器、8月開催の研修会は、主にニコン・トリンプル機器による研修を予定しております。

・諸般の事情により内容を変更する場合があります。

6. お問い合わせ先：一般社団法人 日本建設機械施工協会（担当：小櫃）
〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5-8（機械振興会館）
TEL：03-3433-1501 Fax：03-3432-0289
又は、一般社団法人 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所
TEL：0545-35-0212（担当：研究第三部 上石・椎葉、総務部 引地）

7. お申込み方法：参加申込書（当協会HP（<http://www.jcmanet.or.jp>）からもダウンロードできます）に必要事項をご記入の上、下記までメール又はFaxにてお申込み下さい。お申し込みは開催日2週間前までにお願います。申込み受付後、確認メールを送付致します。
〒417-0801 静岡県富士市大淵3154
一般社団法人 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所（担当：総務部 引地）
電 話：0545-35-0212 Fax：0545-35-3719 E-mail：joho-kenshu@cmi.or.jp

「情報化施工研修会」参加申込書

2014年 月 日

No. _____

(フリガナ) 参加者氏名	(年齢： 才)			
機関名(会社名)				
所属・役職				
連絡先住所	〒			
	TEL		Fax	
E-mail				
希望日程	※希望の日程に○をお付け下さい 1. 平成26年 7月 2. 平成26年 8月			
希望コース	※希望のコースに○をお付け下さい。 1. TS出来形管理コース (10,000円/人) 2. 実務コース (一般：50,000円/人、 会員：40,000円/人) 3. 実務コース(再受講) (35,000円/人)			
受講にあたって の確認	※どちらかに○をお付け下さい。 1) 「車両系建設機械運転技能講習 (整地・運搬・積み込み用及び掘削用)」の修了 ・ 済 ・ 未 2) パソコン (エクセル等の使用) 経験 ・ あり ・ なし			
請求書	※どちらかに○をお付け下さい。 必 要 ・ 不 要 通			
	※その他必要な送付書類 (見積書、領収書等) をご記入下さい。			
送金日	※あらかじめお分かりでしたらご記入下さい。 月 日 銀行 支店より送金			
昼食の希望 (1食500円)	※どちらかに○をお付け下さい。 必 要 ・ 不 要			

※申込の人数が少ない場合、中止する場合があります。また、定員オーバーなどの場合、受付をお断りする場合もありますので、予めご了承ください。

初の
実務者向け入門版!!

情報化施工 デジタルガイドブック

2014.3
発刊!

土木工事の施工現場においては、施工および施工管理の省力化、品質向上を目的として、モーターグレーダやブルドーザなどのマシンコントロール技術やトータルステーションを用いた施工管理・出来形管理技術をはじめ、ICT技術の活用事例が大規模工事現場はもちろんのこと、小規模工事においても適用されはじめています。

このような中、国土交通省は、平成25年3月に今後の情報化施工の普及促進のための新たな施策「情報化施工推進戦略」～「使う」から「活かす」へ、新たな建設生産の段階に挑む!!～を発表しています。

当協会では、情報化施工を考えておられる実務者の皆様のために新しい情報化施工入門書「情報化施工デジタルガイドブック」を刊行いたしました。本書によって、情報化施工技术を理解していただき、現場施工に役立てていただきたいと考えています。

特 徴

本書では、情報化施工を担当する現場技術者の皆様を対象として作成したもので、DVD版の主な特徴は以下のとおりです。

- ★画像・映像による解りやすい技術紹介
- ★業務の流れに沿った解説
- ★導入効果の概説
- ★50項目以上の用語説明
- ★インターネット・エクスプローラ等のブラウザを使用して画面を切り替えながら見ることができる

主な内容

1	2	3	4	5	6	7	8	9
情報化施工のあらし	情報化施工技術の種類	情報化施工の適用工種	情報化施工の運用手順	建設機械・測量機器リスト	情報化施工データ	情報化施工の導入効果	導入事例	用語の説明

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館
TEL (03) 3433-1501 FAX (03) 3432-0289 <http://www.jcmanet.or.jp>

JCMA 図書

検 索



Windows版

デジタルブックDVD版
(デジタル画像・動画等)
プレビューA4版冊子付

定 価

一般価格

2,160円 (本体2,000円)

会員価格

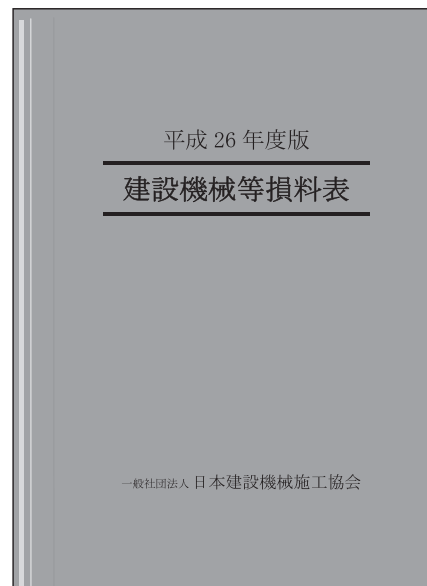
1,944円 (本体1,800円)

※送料別途

「平成26年度版 建設機械等損料表」を発売しました。

一般社団法人 日本建設機械施工協会(会長:辻靖三)は、5月14日に書籍「平成26年度版 建設機械等損料表」を発売しました。

本書は建設工事で使用される各種の建設機械や建設設備等に関する機械損料諸数値(国土交通省の”建設機械等損料算表(平成26年度版)”の内容に準拠)を掲載したものです。また、機械経費・機械損料の解説や、これらの具体的な算出方法、損料設定機械の概要についても併せ掲載しており、工事費の積算や施工計画の立案、施工管理等、いろいろな場面において有効・有益な資料と考えます。



書籍の表紙イメージ

- 発売時期 : 平成26年5月14日
- 体裁 : B5版、モノクロ、約650ページ
- 価格(送料別)

一般 : 7,920円(本体 7,334円)

会員 : 6,787円(本体 6,285円)

■内容・特長

- (1) 国土交通省制定「建設機械等損料算定表(平成26年度版)」に準拠
- (2) 機械経費・損料等に関する通達・告示類を掲載
- (3) 損料表の構成・用語や損料積算例を解説
- (4) 燃料・電力消費率を掲載
- (5) 主要建設機械は写真・図で概要を紹介

***** 以上 *****

《PS》 「よくわかる建設機械と損料2014(仮称)」は、5月末ごろ発売予定。

上記の「平成26年度版 建設機械等損料表」の記載内容を解説した書籍「よくわかる建設機械と損料2014(仮称)」は、5月末ごろに発売する予定です。

■書籍に関するお問い合わせ先

東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館内)

一般社団法人 日本建設機械施工協会

電話 (03)3433-1501

FAX (03)3432-0289

橋梁架設工事の積算

平成 26 年度版

∞ ∞ ∞ 改訂・発刊のご案内 ∞ ∞ ∞

平成 26 年 5 月 一般社団法人 日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

平素は当協会の事業推進について、格別のご支援・ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準が改正され、平成 26 年 4 月以降の工事費の積算に適用されることに伴い、また近年の橋梁架設工事の状況、実績等を勘案し、当協会では「橋梁架設工事の積算 平成 26 年度版」を発刊することと致しました。

なお前年度版同様、橋梁の補修・補強工事の積算に際し、その適用範囲や積算手順をわかりやすく解説した「橋梁補修補強工事積算の手引き 平成 26 年度版」を別冊(セット)で発刊致します。

つきましては、橋梁架設工事の設計積算業務に携わる関係各位に是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。

敬 具

◆内容

平成 26 年度版の構成項目は以下のとおりです。

- 〈本編〉 第 1 章 積算の体系
- 第 2 章 鋼橋編
- 第 3 章 PC 橋編
- 第 4 章 橋梁補修
- 第 5 章 橋梁架設用仮設備機械等損料算定表
- 〈別冊〉 橋梁補修補強工事 積算の手引き
- (補修・補強工事積算の適用範囲・手順の解説)



◆改訂内容

平成 25 年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

1. 鋼橋編

- ・ 送出し架設 留意項目の追加
- ・ 橋梁補修 (掲載歩掛一覧表、塗替塗装用足場工、仮設ブラケットの設置・撤去、素地調整 (ブラスト工法、コンクリート補修歩掛) の追加
- ・ 積算例題の見直し

2. PC 橋編

- ・ 工事用エレベーター運転費の電力設備に発動発電機を追加
- ・ 外ケーブル工予備孔の設置歩掛りを追加
- ・ 外ケーブル PE 管グラウトタイプ PC ケーブル工歩掛の変更
- ・ 重量型伸縮継手装置の設置歩掛りを追加
- ・ 検査孔蓋の設置歩掛りを追加
- ・ 複合損料の改定
- ・ 積算例題の見直し

● B 5 判／本編約 1,100 頁 (カラー写真入り)
別冊約 120 頁 セット

●価格

一般価格：8,640 円 (本体 8,000 円)
会員価格：7,344 円 (本体 6,800 円)

※ 別冊のみの販売はいたしません。

※ 送料は一般・会員とも

沖縄県以外 600 円

沖縄県 610 円 (但し県内に限る)

※ なお送料について、複数又は他の発刊本と同時に申込みの場合は別途とさせていただきます。

● 発刊予定 平成 26 年 5 月 20 日頃

大口径・大深度の削孔工法の設計積算に欠かせない必携書

大口径岩盤削孔工法の積算

平成26年度版

∞∞∞ 改訂・発刊のご案内 ∞∞∞

平成26年4月 一般社団法人 日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

平素は当協会の事業推進について、格別のご支援・ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。

本協会では、平成24年5月に「大口径岩盤削孔工法の積算 平成24年度版」を発刊し、関係する技術者の方々に広くご利用いただいております。

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準及び建設機械等損料算定表等が改正され、平成26年4月1日以降の工事費の積算に適用されること等に伴い、当協会では、内容をより充実し、また解りやすく説明した「大口径岩盤削孔工法の積算 平成26年度版」を発刊することと致しました。

つきましては、大口径岩盤削孔工事の設計積算業務に携わる関係各位の皆様には是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。

敬 具

◆ 内 容

平成26年度版の構成項目は以下のとおりです。

第1編 適用範囲

第3編 アースオーガ掘削工法の標準積算

第5編 ケーシング回転掘削工法の標準積算

第2編 工法の概要

第4編 パーカッション掘削工法の標準積算

第6編 建設機械等損料表

◆ 改定内容

平成24年度版からの主な改定事項は以下のとおりです。

- ・国土交通省の損料改正に伴う関連箇所の全面改訂
- ・オーガ、パーカッション、ケーシング回転掘削工法の施工機械を最新情報に改定
- ・工法写真、標準積算例により解りやすく解説
- ・施工条件に対応した新たな岩盤削孔技術事例を追加
- ・施工実績の改定に伴う掘削工法の種類と選定資料の部分改定

●A4版／約250頁（カラー写真入り）

●価格

一般価格：6,048円（本体5,600円）

会員価格：5,142円（本体4,762円）

※ 送料は一般・会員とも

沖縄県以外 500円

沖縄県 350円（但し県内に限る）

※ なお送料について、複数又は他の発刊本と同時申込みの場合は別途とさせていただきます。

●発刊予定 平成26年5月20日

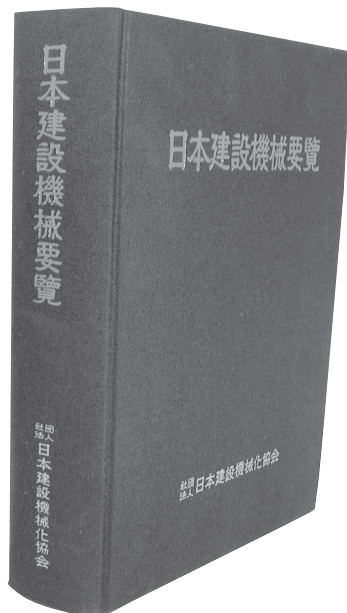


2013年版 日本建設機械要覧

ご案内

本協会では、国内における建設機械の実態を網羅した『日本建設機械要覧』を1950年より3年ごとに刊行し、現場技術者の工事計画の立案、積算、機械技術者の建設機械のデータ収集等に活用頂き、好評を頂いております。

本書は、専門家で構成する編集委員会の審査に基づき、良好な使用実績を示した国産および輸入の各種建設機械、作業船、工事用機械等を選択して写真、図面等のほか、主要緒元、性能、特長等の技術的事項、データを網羅しております。購読者の方々には欠かすことのできない実務必携書となるものと確信しております。



体 裁

B5判、約1,320頁／写真、図面多数／表紙特製

価 格

価格は次の通りです（消費税8%含む）

一般価格 52,920円（本体49,000円）

会員価格 44,280円（本体41,000円）

（注）送料は1冊900円となります。

（複数冊の場合別途）

特 典

2013年版日本建設機械要覧購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版、2004年版、2007年版及び2010年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2013年版を含めると1998年から2012年までの建設機械データが活用いただけます。

2013年版 内容目次

- ・ブルドーザおよびスクレーパ
- ・掘削機械
- ・積込機械
- ・運搬機械
- ・クレーン、インクラインおよびウインチ
- ・基礎工事機械
- ・せん孔機械およびブレーカ
- ・トンネル掘削機および設備機械
- ・骨材生産機械
- ・環境保全およびリサイクル機械
- ・コンクリート機械
- ・モータグレーダ、路盤機械および締固め機械
- ・舗装機械
- ・維持修繕・災害対策機械および除雪機械
- ・作業船
- ・高所作業車、エレベータ、リフトアップ工法、横引き工法および新建築生産システム
- ・空気圧縮機、送風機およびポンプ
- ・原動機および発電・変電設備等
- ・建設ロボット、情報化機器、ウォータージェット工法用機器、CSG工法用設備、タイヤ、ワイヤロープ、検査機器等

◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

日本建設機械要覧 2013年版	冊
-----------------	---

上記図書を申込み致します。平成 年 月 日

官 公 庁 名 会 社 名			
所 属			
担当者氏名	TEL		
	FAX		
住 所	〒		
送 金 方 法	銀行振込 ・ 現金書留 ・ その他（ ）		
必 要 事 項	見積書（ ）通 ・ 請求書（ ）通 ・ 納品書（ ）通 （ ）単価に送料を含む、（ ）単価と送料を2段書きにする（該当に○） お願い：指定用紙がある場合は、申込書と共に送付下さい		

◆ 申込方法 ◆

①官公庁：FAX（本部、支部共）

②民 間：（本部へ申込）FAX

（支部へ申込）現金書留のみ（但し会員はFAX申込可）

※北海道支部はFAXのみ

※沖縄の方は本部へ申込

（注）関東・甲信・沖縄地区は本部へ、その他の地区は最寄の下記支部あてにお申込み下さい。

〔お問合せ及びお申込先〕

本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL 03 (3433) 1501 FAX 03 (3432) 0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8 さっけんビル	TEL 011 (231) 4428 FAX 011 (231) 6630
東 北 支 部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1 二日町東急ビル	TEL 022 (222) 3915 FAX 022 (222) 3583
北 陸 支 部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL 025 (280) 0128 FAX 025 (280) 0134
中 部 支 部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 三愛ビル	TEL 052 (962) 2394 FAX 052 (962) 2478
関 西 支 部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	TEL 06 (6941) 8845 FAX 06 (6941) 1378
中 国 支 部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL 082 (221) 6841 FAX 082 (221) 6831
四 国 支 部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイトビル	TEL 087 (821) 8074 FAX 087 (822) 3798
九 州 支 部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30 いわきビル	TEL 092 (436) 3322 FAX 092 (436) 3323

ご記入いただいた個人情報は、お申込図書の配送・支払い確認等の連絡に利用します。また、当協会の新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）送付に利用する場合があります。

（これらの目的以外での利用はいたしません）当協会のプライバシーポリシー（個人情報保護法方針）は、ホームページ（http://www.jcmanet.or.jp/privacy_policy.htm）でご覧いただけます。

当協会からのダイレクトメール（DM）送付が不要な方は、下記口欄にチェック印を付けてください。

☐ 当協会からの新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）は不要

増刷出来 !!

建設施工における地球温暖化対策の手引き

当協会では地球温暖化問題を学び、建設施工における本問題を理解し、実践するための必携書として、これらを簡潔に分かりやすく纏めた「建設施工における地球温暖化対策の手引き」を発刊しておりましたが好評を頂き御要望を多く頂いているため、この度急遽コピー版で増刷致しました。本書によって地球温暖化と建設施工における地球温暖化対策を理解し、建設現場での実践に役立てて頂きたく思います。

◇主な内容

- ・建設施工における工法、資材、建設機械及びその運転方法等について、CO₂の排出を削減するための一般的な対策手法や留意事項を示した。
- ・各工種の標準的な工法におけるCO₂排出量を算出すると共に、その排出量の削減が可能な対策と削減量を対策効果例として示した。
- ・国土交通省の土木工事積算システムにアクセスが多く、地球温暖化対策に関連する8工種を選定した。

◇掲載工種

土工／法面工／擁壁工／基礎工／仮設工（鋼矢板工）／道路舗装／トンネル工／橋梁工（参考資料のみ）

◇体裁・定価

A4判, 85頁

定価 会員 1,470円（本体1,400円）、送料600円

非会員 1,575円（本体1,500円）、送料600円

官公庁（学校関係を含む）は会員価格です。

建設施工における地球温暖化対策の手引き

平成15年7月

一般社団法人 日本建設機械施工協会

(旧 社団法人 日本建設機械化協会)

「建設施工における地球温暖化対策の手引き」準拠 地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル

本書は「建設施工における地球温暖化対策の手引き」に準拠して作成・発行したもので、地球温暖化対策を実施する際に稼働する建設機械の省エネ運転のための操作方法を、具体的に簡便にイラストを使って分かりやすく記載したものです。是非とも上の「手引き」と併せて利用下さい。

◇主な内容

基本事項、油圧ショベル、ブルドーザ、ホイールローダ、ローラ、ホイールクレーン、クローラクレーン、ダンプトラック、点検整備

◇体裁・定価

B5判, 50頁

定価 会員・非会員共 525円（本体500円）



◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内 ◆

会 費 : 年間 9,000円

個人会員は、日本建設機械施工協会の定款に明記されている正式な会員で、本協会の目的に賛同され、建設機械・施工技術に関心のある方であればどなたでも入会頂けます。

★個人会員の特典

- 「建設機械施工」を機関誌として毎月お届け致します。(一般購入価格 1冊840円/送料別途)。
「建設機械施工」では、建設施工や建設機械に関わる最新の技術情報や研究論文、本協会の行事案内・実施報告などのほか、新工法・新機種の紹介や統計情報等の豊富な情報を掲載しています。
- 協会発行の出版図書を会員価格(割引価格)で購入できます。
- シンポジウム、講習会、講演会、見学会等、最新の建設機械・建設機械施工の動向にふれることができる協会行事をご案内するとともに、会員価格(割引価格)で参加できます。

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非入会下さい!!

◆ 一般社団法人 日本建設機械施工協会について ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会は、建設事業の機械化を推進し、国土の開発と経済の発展に寄与することを目的として、昭和25年に設立された公益法人です。国土交通省および経済産業省の指導監督のもと、建設の機械化に係わる各分野において調査・研究、普及・啓蒙活動を行い、建設の機械化や施工の安全、環境問題、情報化施工、規格の標準化案の作成などの事業のほか、災害応急対策の支援等による社会貢献などを行っております。今後の建設分野における技術革新の時代の中で、より先導的な役割を果たし、わが国の発展に寄与してまいります。

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

- 建設機械及び建設機械施工に関わる学術研究団体です。(特許法第30条に基づく指定及び日本学術会議協力学術研究団体)
- 建設機械に関する内外の規格の審議・制定を行っています。(国際標準専門委員会の国内審議団体(ISO/TC127、TC195、TC214)、日本工業規格(JIS)の建設機械部門原案作成団体、当協会団体規格「JCMAS」の審議・制定)
- 建設機械施工技術検定試験の実施機関に指定されています。(建設業法第27条)
- 災害発生時には会員企業とともに災害対応にあたります。(国土交通省各地方整備局との「災害応急対策協定」の締結)
- 附属機関として「施工技術総合研究所」を有しており、建設機械・施工技術に関する調査研究・技術開発にあたっています。また、高度な専門知識と豊富な技術開発経験に基づいて各種の性能試験・証明・評定等を実施しています。
- 北海道から九州まで全国に8つの支部を有し、地域に根ざした活動を展開しています。

■会員構成

会員は日本建設機械施工協会の目的に賛同された、個人会員(個人:建設施工や建設機械の関係者等)、団体会員(法人・団体等)ならびに支部団体会員で構成されており、協会の事業活動は主に会員の会費によって運営されています。

■主な事業活動

- ・学術研究、技術開発、情報化施工、規格標準化等の各種委員会活動。
- ・建設機械施工技術検定試験の実施。
- ・機関誌「建設機械施工」をはじめ各種技術図書・専門図書の発行。
- ・建設機械と施工技術展示会“CONET”の開催。除雪機械展示会の開催。
- ・シンポジウム、講習会、講演会、見学会等の開催。海外視察団の派遣。 etc.

■主な出版図書

- ・建設機械施工(月刊誌)
- ・日本建設機械要覧
- ・建設機械等損料表
- ・建設機械図鑑
- ・建設機械用語集
- ・地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル
- ・建設施工における地球温暖化対策の手引き
- ・建設機械施工安全技術指針本文とその解説 etc.

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます !

<http://www.jcmanet.or.jp>

※お申し込みには次頁の申込用紙を使用してください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係
〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館
TEL:(03)3433-1501 FAX:(03)3433-0401

一般社団法人 日本建設機械施工協会会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会個人会員に入会します。

平成 年 月 日

個人会員入会申込書		
ふりがな		生年月日
氏名 (自署)		大正 昭和 平成 年 月 日
機関誌の送付先	A. 勤務先 B. 自宅 (ご希望の送付先に○印で囲んで下さい。) ※「勤務先」に送付の場合は下記(A)の項目に、「自宅」に送付の場合は下記(B)の項目にご記入下さい。	
(A) 勤務先名		
(A) 所属部課名		
(A) 勤務先住所	〒 TEL _____ E-mail _____	
(B) 自宅住所	〒 TEL _____ E-mail _____	
その他 連絡事項	平成 年 月より入会	

【会費について】年間 9,000円

- 会費は当該年度前納となります。年度は毎年4月から翌年3月です。
 - 年度途中で入会される場合であっても、当該年度の会費として、全額をお支払い頂きます。
 - 会費には機関誌「建設機械施工」の費用(年間12冊)が含まれています。
 - 退会のご連絡がない限り、毎年度継続となります。退会の際は必ず書面にてご連絡下さい。
- また、住所変更の際はご一報下さるようお願い致します。

【その他ご入会に際しての留意事項】

- 個人会員は、定款上、本協会の目的に賛同して入会する個人です。○入会手続きは本協会会長宛に入会申込書を提出する必要があります。
- 会費額は総会の決定により変更されることがあります。○次の場合、会員の資格を喪失します: 1.退会届が提出されたとき。2.後見開始又は保佐開始の審判をうけたとき。3.死亡し、又は失踪宣言をうけたとき。4.1年以上会費を滞納したとき。5.除名されたとき。○資格喪失時の権利及び義務: 資格を喪失したときは、本協会に対する権利を失い、義務は免れます。ただし未履行の義務は免れることはできません。○退会の際は退会届を会長宛に提出しなければなりません。○拠出金の不返還: 既納の会費及びその他の拠出金品は原則として返還いたしません。

【個人情報の取扱について】

ご記入頂きました個人情報は、日本建設機械施工協会のプライバシーポリシー(個人情報保護方針)に基づき適正に管理いたします。本協会のプライバシーポリシーは http://www.jcmanet.or.jp/privacy_policy.htm をご覧下さい。

No.	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	送料
1	H26 年 5 月	平成 26 年度版 建設機械等損料表	7,920	6,787	600
2	H26 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 26 年度版	8,640	7,344	600
3	H26 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 26 年度版	6,048	5,142	500
4	H26 年 3 月	情報化施工デジタルガイドブック【DVD 版】	2,160	1,944	400
5	H25 年 6 月	機械除草安全作業の手引き	972	864	250
6	H25 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 25 年度版	8,640	7,344	600
7	H25 年 3 月	日本建設機械要覧 2013 年版	52,920	44,280	900
8	H24 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 24 年度版	6,048	5,142	500
9	H23 年 4 月	建設機械施工ハンドブック（改訂 4 版）	6,480	5,502	600
10	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,240		400
11	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,240		250
12	H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,160	1,851	400
13	H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,376	2,160	400
14	H21 年 9 月	道路除雪オペレータの手引	3,085	2,057	500
15	H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	3,024	2,560	500
16	H19 年 12 月	除雪機械技術ハンドブック	3,086		500
17	H18 年 2 月	建設機械施工安全技術指針・指針本文とその解説	3,456	2,880	400
18	H17 年 9 月	建設機械ポケットブック（除雪機械編）	1,029		250
19	H16 年 12 月	2005「除雪・防雪ハンドブック」（除雪編）	5,142		600
20	H15 年 7 月	道路管理施設等設計指針（案）道路管理施設等設計要領（案）	3,456		500
21	H15 年 7 月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,620	1,512	400
22	H15 年 6 月	道路機械設備 遠隔操作監視技術マニュアル（案）	1,944		400
23	H15 年 6 月	機械設備点検整備共通仕様書(案)・機械設備点検整備特記仕様書作成要領(案)	1,944		400
24	H15 年 6 月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	540		250
25	H13 年 2 月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック（第 3 版）	6,480	6,048	500
26	H12 年 3 月	移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル（第 2 版）	2,675	2,366	400
27	H11 年 10 月	機械工事施工ハンドブック 平成 11 年度版	8,208		600
28	H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,320		500
29	H11 年 4 月	建設機械図鑑	2,700		400
30	H10 年 3 月	大型建設機械の分解輸送マニュアル	3,888	3,456	500
31	H9 年 5 月	建設機械用語集	2,160	1,944	400
32	H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,172	5,554	500
33	H6 年 8 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,229	7,714	500
34	H3 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,079	9,565	600
35	S 63 年 3 月	新編 防雪工学ハンドブック【POD 版】	10,800	9,720	500
36		建設機械履歴簿	411		250
37	毎月 25 日	建設機械施工【H25.6 月号より図書名変更】	864	777	400

購入のお申し込みは当協会 HP <http://www.jcmanet.or.jp> の出版図書欄の「ご購入方法」の「図書購入申込書」をプリントアウトし、必要事項を記入してお申し込みください。

目 次

鉄道 特集

3	グラビア CONEXPO-CON/AGG 2014 & IFPE 2014 at 米国ラスベガスコンベンションセンター	
9	巻頭言 鉄道整備の課題	森地 茂
10	行政情報 鉄道の海外展開	日笠弥三郎
15	行政情報 鉄軌道駅のバリアフリー化に関する国の取り組み	高桑 圭一
20	近鉄京都駅ホーム増設とホテル建設工事	伊達 光洋
26	新幹線鉄道トンネルの耐震対策急速施工技術の開発と実用化	
	 土屋 尚登・下垣 正宏・岡村 直利	
34	列車運行時間帯における営業線に近接した大口径場所打ち杭の施工	
	信越線新潟駅高架化工事における孔壁防護併用場所打ち杭工法の適用...	柴崎 佑典・山田 宣彦
39	減災、建設・維持管理費用低減を目指した新橋梁形式	
	三陸鉄道北リアス線の災害復旧工事における補強盛土一体橋梁の施工	
	 白仁田和久・進藤 良則・筒井 光夫	
44	泥土圧シールドで営業線直下・小土被りを掘進	辻 忠彦
50	豊肥本線 坂の上トンネル災害復旧	
	豪雨で被災・崩落した鉄道トンネルの復旧	岡 照雄・坂本 興一
62	阪急電鉄今津線と都市計画道路荒地西山線の立体交差工事	
	ボックスカルバート上床版ジャッキアップ	米田 保之・向 弘晴
69	鉄道新線建設プロジェクト 国際空港と首都台北を結ぶ	
	台湾初の DOT 工法による鉄道シールドトンネル工事	西川 泰司
76	シンガポール地下鉄トンネル工事における圧気作業	久保田祥一
82	工事用の軽便軌条小史 戦前の機械化施工	岡本 直樹
89	交流の広場 鉄道車両のデザイン 公共交通機関のあるべき姿と地域性	南井 健治
93	ずいそう 鉄道の思い出	田中 徹
94	ずいそう 今は昔、直営コンクリート舗装工事	高野 浩二
95	JCMA 報告 CONEXPO-CON/AGG 2014 & IFPE 2014 視察報告	鈴木 勝・小倉 公彦
101	CMI 報告 電磁誘導加熱による鋼橋の塗膜除去工法に関する研究	
	 小野 秀一・渡辺 真至	
105	部会報告 コンクリート機械の変遷 (3)	機械部会
111	部会報告 第 17 回 機電技術者意見交換会報告	建設業部会
117	新工法紹介	機関誌編集委員会
118	統 計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移	
	 機関誌編集委員会	
119	行事一覧 (2014 年 3 月)	
122	編集後記	(伊藤・安川)

◇表紙写真説明◇

新幹線鉄道トンネルの耐震対策工事

写真提供：東鉄工業㈱

新幹線鉄道トンネル耐震対策工事は、東北新幹線エリア、上越新幹線エリアで平成 20 年 9 月に開始し、平成 25 年度末に完了した。新幹線の運行をしていない深夜の短い

時間帯での施工、新幹線の運行に支障しない安全施工の遂行、工期短縮など、厳しい条件が課せられたロックボルトなどによる耐震対策工事であった。
この写真は、既存の施工機械ではこの条件に対応できないことから、今回新たに開発した裏込注入工の削孔、シート工、及びロックボルト工の緊張等の高所作業足場である。

情報化施工により東日本大震災の復興を支援

施工部会情報化施工委員会(委員長:植木睦央 鹿島建設株式会社東京建築支店機材部)は、情報化施工を通じ災害に強く信頼性の高い復興事業を実現できるように被災3県の施工者や発注者などを支援することとしました。

まずは、一般社団法人日本建設機械

施工協会のサイトに復興支援のためのホームページを立ち上げ、情報化施工に対する疑問や現場での困りごとについての相談に応えていくこととしました。次に、復興事業において情報化施工を取り入れ、自社のレベルアップを図ろうと考える施工者を、被災3県の

中から募り、業務受注後から竣工までをトータルサポートしていくこととしています。

<http://www.jcmanet.or.jp/sekou/hukkou/index.html>

平成26年度 一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞 ご案内

下記の通り、「一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞」をご案内致します。

1. 表彰の目的

我が国の建設事業における建設機械及び建設施工に関連する技術等に関して、調査、研究、技術開発、実用化等によりその高度化に顕著な功績をあげたと認められる業績を表彰し、もって建設事業の高度化を推進することを目的とします。

2. 表彰対象

本協会の団体会員、支部団体会員、個人会員又は関係者のうち表彰目的に該当する業績のあった団体、団体に属する個人及びその他の個人。

3. 表彰の種類

本賞(会長賞)、貢献賞及び奨励賞

4. 応募

1月31日(金);終了

5. 選考

本協会が設置した「一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞選考委員

会」で選考致します。

6. 表彰式

本協会第3回通常総会(5月28日(水))終了後に行います。

詳細問い合わせ先:

一般社団法人日本建設機械施工協会
阿部宛

E-mail:t-abe@jcmanet.or.jp

TEL: 03-3433-1501

FAX: 03-3432-0289

平成26年度建設機械施工技術検定試験

— 1・2級建設機械施工技士 —

平成26年度1・2級建設機械施工技術検定試験を次の通り実施いたします。

この資格は、建設事業の建設機械施工に係る知識や技術力を検定します(以下の記載内容は概略ですので、詳細は当協会ホームページを参照又は電話による問い合わせをしてください)。

1. 申込み方法

所定の受検申込用紙に必要事項を記

載し、添付書類とともに郵送。

平成26年3月7日(金)～4月4日(金)まで、受検申込み用紙を含む「受検の手引」を当協会等で販売します。

2. 申込み受付

平成26年3月7日(金)～4月4日(金);終了

3. 試験日

学科試験:平成26年6月15日(日)

実地試験:平成26年8月下旬から9月中旬

詳細問い合わせ先:

一般社団法人日本建設機械施工協会
試験部

TEL: 03-3433-1575

<http://www.jcmanet.or.jp>

第14回建設ロボットシンポジウム 論文募集のご案内

「第14回建設ロボットシンポジウム—建設産業をリードするロボット技術(RT) & 情報通信技術(ICT)—」(8月28日(木)、中央大学 後楽園キャンパス)開催に伴い、次の通り発表論文を募集致します。

1. 論文募集内容

- (1) 建設生産についての将来展望
- (2) 建設生産技術の高度化
- (3) アプリケーションと新領域

(4) ライフサイクルへの適用

(5) ロボット・キーテクノロジー

2. 論文募集要項

(1) 応募者は論文要旨を送付してください。

(2) 論文要旨提出締切日:1月31日(金);終了

(3) 審査の上、採用決定論文については本論文の作成を依頼します。

(4) 論文提出締切:4月25日(金);

終了

(5) 論文発表時間:20分/編(予定)

詳細問い合わせ先:

一般社団法人日本ロボット工業会
建設ロボットシンポジウム事務局

TEL: 03-3434-2919

FAX: 03-3578-1404

E-mail:forum@jara.jp

URL <http://www.jara.jp/>

CONEXPO-CON/AGG 2014 & IFPE 2014 at 米国ラスベガスコンベンションセンター

2014年3月4日～8日（詳細は本文視察報告を参照）

コマツ



ホイールローダ WA320-7, WA500-7, WA600-6



油圧ショベル PC88MR-10, HB215LC

日立建機・ジョンディア



油圧ショベル ZAXIS 210LC



リジッドダンプ EH1100



油圧ショベル 180G LC



運転シミュレータ

コベルコ建機



BEAST BOWL バルーンフィギュア



油圧ショベル SK7000D LC, SK210 LC

キャタピラー



油圧ショベル 335F LCR



ホイールローダ 982M



アーティキュレートダンプ 730C 改造 特殊仕様 MT-450T

Terex



自走式選別機 パワースクリーン



フロントディスチャージ式トラックミキサ FD5000



コンパクトトラックローダ PT110

ケース



油圧ショベル CX160D + プレーカアタッチメント



モータグレーダ 885B VHP

クボタ



小型・ミニ油圧ショベル KX080, U17



コンパクトトラックローダ SVL90-2

竹内製作所



ミニ油圧ショベル TB240



コンパクトトラックローダ TL8, TL10

ヤンマー



ミニ油圧ショベル ViO35-6



クローラダンプ C50R

KCM



ホイールローダ 80Z7

前田製作所



かにクレーン MC285C-2

タダノ



オールテレーンクレーン ATF220G-5



オールテレーンクレーン Mantis GTC-1200

諸岡



クローラダンプ 星条旗塗装

酒井重工業



振動ローラ SW800, CR271, ランマ RS45, RS65, RS75

マニトウグループ



マニトウ テレハンドラ MHT 10120



マスタング スキッドステアローダ 2700V

SANY



トランスフォーマー風モックアップフィギュア



油圧ショベル SY16C, SY35U, SY335C

ヒュンダイ



油圧ショベル R220LC-9A 水陸両用足回り仕様



ホイールローダ HL760-9A ごみ処理仕様

ドゥーサン・ボブキャット



アーティキュレートダンプ DA40-4



コンパクトトラックローダ T770 + グレーダアタッチメント

MERLO



テレハンドラ バケット仕様



テレハンドラ フォークリフト仕様, 高所作業車仕様



テレハンドラ クレーン仕様

ウィルトゲングループ



ウィルトゲン 路面切削機械 W 250i



クリーマン 自走式破砕機 Mobicat MC 110 Zi

ボルボ



ホイールローダ L60G 星条旗塗装



コンパクトトラックローダ MCT135C + ドーザアタッチメント



モータグレーダ G946C

Wacker Neuson



振動プレート DPU6555



コンパクトダンパ 5001



タイヤ式油圧ショベル 6503

JCB



テレハンドラ 540 フォークリフト仕様



コンパクトトラックローダ 190T + ドリルアタッチメント

巻頭言

鉄道整備の課題

森 地 茂



鉄道ネットワークが相当なレベルまで整備されてきたこと、及び、人口減少期に入ったことから、新線の計画は極めて限定的になっている。実現に向けての努力がなされているリニア中央新幹線や羽田空港アクセス鉄道、海外の新幹線や都市鉄道などに対して批判的な議論も見受けられる。

もう十分豊かになったからこのままでいいという考えは、国際競争下で各種努力なくして豊かな状態での安定はありえないことを理解しないものであり、デフレ状態を続ける選択を意味する。予測されている年0.4%程度の人口減少のために市場規模が縮小するという議論も誤りである。OECDは、日本の長期経済成長率を年1.3%と予測しており、例えばドイツは、移民も含めた人口減少下でも経済成長を続けているのである。また、人口研の東京都人口予測は20年間過少予測を続けており、2015年から減少するという直近の予測も信じがたい。人口減少期だからこそ、豊かさの維持のために各種改革を進めて生産性を上げるべきなのである。

ただし、鉄道プロジェクトに係わる課題も多い。例えば、リニア中央新幹線は1時間圏内に7500万人の世界最大の都市圏を実現し、国際競争力からも、生活空間としても大きな効果をもたらすことが期待される。高速鉄道の効果はまちづくりを伴うとより大きな効果をもたらす。新大阪、新横浜、品川、仙台は大規模な都市再開発の例であり、名古屋、京都などは駅ビルと直近のまちづくりが限定的に行われた例である。地方部でも熊本駅は再開発を伴ったのに対し、新青森駅は都心商店街の反対で周辺開発が限定的である。全国的にも、地域的にも大きな効果をもたらすために、リニア新幹線駅周辺まちづくりの推進を期待したい。

東京圏の都市鉄道の議論も始まっているが、人口減少を理由に整備を躊躇する意見が存在する。現状を越える人口と需要が40年以上続く可能性が大きいことを無視した議論と言えよう。一方で、都市計画の規制緩和による高層ビルの急増で駅容量が不足した勝どき駅や豊洲駅のような事例が続出すると推定され、危険な状況になる前の対応が求められる。新橋駅や高田馬

場駅などのように深刻な容量不足にもかかわらず、周辺の再開発なしには大規模改修が困難なため、対応できない事例も多い。その上、耐震改修法の改正で、耐震化を迫られる駅ビルも多くなる。本年度予算で認められた日比谷線の新駅を最初の適用事例とする駅と周辺開発に対する補助スキームと調整、負担制度に期待したい。

また、200%を超える車内混雑率の路線が残っていることに加え、高頻度運行による線路上の混雑のために、わずかの遅れが次々と後続列車に拡大波及する状況が多くみられる。ダイヤ乱れが長時間に及ぶ事例も多発している。さらに、高密度ネットワークと相互直通運転のために、ある線の遅れが、他路線へ面的に広がるのである。世界一の都市鉄道サービスという東京の鉄道神話が崩れる危機に瀕している。鉄道神話を実現する原動力であった高頻度運行、高密路線網、相互直通運転の副作用が東京の鉄道神話を危うくしている皮肉な状況の解消が急務である。

この他にも、LCC（低価格航空）など国際路線の増大に対応する空港アクセス鉄道や、臨海部など鉄道不便地域への路線整備、混雑解消のためのターミナル容量増大、地下鉄の急行運転化、遅れ解消のための折り返し施設と列車制御の改善、ホームドアやユニバーサルデザインの導入など高齢者対応等々、課題は山積している。鉄道網は概成したとの議論は東京都市圏では場違いである。

海外では、新幹線、都市鉄道ともに、安全性、信頼性、まちづくりとの連携で諸外国に勝る実績を有する日本への期待が大きい。欧米の専門家が、アジアの巨大都市で将来需要に対応できないLRTやBRTを推奨する場合が多いが、急速な人口増加や経済成長を見据えた選択を誤らないことが肝要である。また、PFI事業が多いのに対し、日本の鉄道事業者は運営に参画することに消極的であった。JR東日本によるバンコクの鉄道経営や、東京メトロによるハノイの地下鉄会社設立支援などの先進事例は朗報である。

——もりち しげる 政策研究大学院大学 教授

政策研究センター 所長——

行政情報

鉄道の海外展開

日 笠 弥三郎

鉄道システムの輸出は、アベノミクスの「3本目の矢」である「日本再興戦略」(昨年6月閣議決定)を支える重要な柱の1つとして位置づけられている。国土交通省においては、これまでもトップセールス、相手国政府との日常的な接触、国内の体制づくりなどを進めてきたが、その実現に向けた取組みを充実強化することが必要である。

今回は、これまでの国の施策を振り返るとともに、今後の方向性を展望する。

キーワード：トップクラスでの働きかけ、国際標準化、案件形成支援、(株)海外交通・都市開発事業支援機構

1. 我が国鉄道システムの強み、海外展開の意義

我が国の鉄道システムは、省エネルギー性、高い安全性と信頼性等の面で優れており、特に、新幹線は高い注目を集めている。我が国の鉄道システムを海外に展開することは、相手国の経済・社会の発展に寄与し、二国間関係の強化に貢献することはもとより、地球環境問題への貢献に大きく寄与するものである。また、海外市場における競争を通じ、技術力やコスト競争力を向上させていくことは、我が国鉄道産業の維持発展の観点からも重要である。

2. トップクラスでの働きかけ

我が国鉄道システムの海外展開を推進するためには、日本の鉄道システムを、相手国に理解してもらうとともに、相手国政府等との間で太いパイプを構築することが必要不可欠である。このために、官民一体となったトップクラスでの働きかけが非常に重要となる。

3. 規格の国際標準化等への対応

欧州が欧州規格の国際標準化を積極的に推進し、先行する中、我が国鉄道システムの海外展開に当たって、規格の国際標準化への対応は重要な課題である。一昨年、国際標準化機構(ISO)の鉄道分野専門委員会(TC269)の議長に日本人が就任したが、その第2

回総会を昨年11月に日本で開催するとともに、当該TCにおいて中心的な役割を担うべく、(公財)鉄道総合技術研究所内に設立された「鉄道国際規格センター」などとともに活動している。

さらに、一昨年、我が国初の鉄道分野における国際規格の認証機関となった(独)交通安全環境研究所は、認証室設立以来、着実に認証実績を積み重ね、我が国鉄道システムの海外展開に寄与している。

4. 発注国の案件形成支援、人材育成

構想段階から日本のノウハウを生かしたプロジェクト提案を積極的に行い、相手国の策定する計画に反映させることができるよう、相手国における鉄道プロジェクトの案件形成を支援するための予算を確保している。プロジェクトの「川上」から相手国を支援するとともに、新興国や途上国の案件形成に対し、官民連携して積極的に関与していきたいと考えている。

また、新たな分野に参入していくためには、それらの知識、知見を持ったグローバル人材の確保、育成や海外からの留学生や留学経験者の活用も必要である。

5. 各プロジェクトの動向

(1) インド

高速鉄道についてインド政府は、7路線、総延長約4,600kmの構想を発表しており、現在、予備的調査(プレF/S; Feasibility Study)を順次実施している。その中でも、ムンバイ～アーメダバード間の第1路線

は、インド政府が優先的に整備を計画している。

昨年5月の日印首脳会談において、ムンバイ・アーメダバード路線の日印共同調査を実施することが決定し、12月から調査を開始した。本年1月には、インドにて首脳会談が開催されたが、その中でも両首脳が同調査の開始を歓迎した。また、安倍総理の訪印に合わせて実施した「日印科学技術セミナー」や、同月に東京で開催した「日印鉄道セミナー」において、官民一体となったトップクラスでの働きかけを実施している。

今後とも、インド側と十分な意見交換を行い、本共同調査を進める中で日印間の協力を強化し、我が国の技術・経験を活用したインド高速鉄道計画の早期実現を目指していく。



写真—1 日印鉄道セミナーの様子

(2) タイ

タイ政府は、バンコクを中心とした4路線、総延長約1,400 kmの高速鉄道整備構想について、事業化調査を実施しており、中、仏等諸外国も高い関心を寄せている。国土交通省においても、一昨年に大臣間で締結した鉄道分野の協力に関する覚書に基づき、次官級WGを開催し、高速鉄道及び都市鉄道分野に関する意見交換を実施している。最近では、昨年9月に、太田国土交通大臣がタイを訪問し、チャチャート運輸大臣に高速鉄道と都市鉄道の我が国技術の高さを紹介した。

また、昨年11月にはバンコク都市鉄道で、我が国企業がパッケージで受注した（車両や信号、軌道等の地上設備の供給・保守請負業務）。本案件は、バンコクの都市鉄道で、我が国車両が初めて導入されることになるとともに、我が国鉄道事業者による海外プロジェクトへの事業参画が初めて実現した案件であり、大変画期的な事例である。

タイの鉄道分野において、我が国の技術・経験を活かせるように、今後とも様々な場を通じて両国間の協力を強化していきたいと考えている。

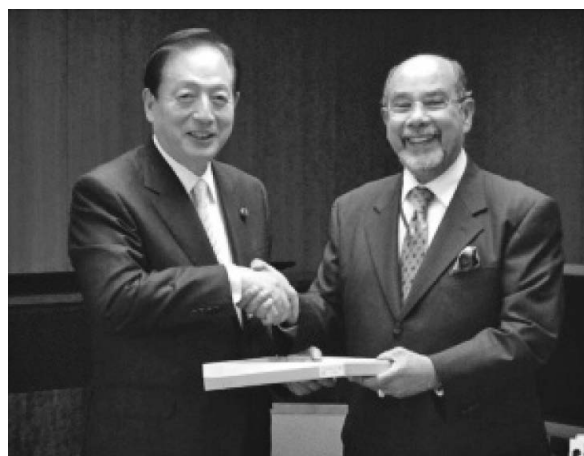
(3) マレーシア・シンガポール

クアラルンプール・シンガポール間約350 kmを90分で結ぶこの計画は、2010年10月、マレーシア政府が高速鉄道整備計画を公表したことに始まる。昨年2月には、マレーシアのナジブ首相とシンガポールのリー首相が高速鉄道建設に正式合意し、両国間の合同閣僚会議と作業部会で詳細の検討が進められている。

最近の働きかけとして、昨年11月には、高速鉄道計画を所掌するマレーシア陸上公共交通委員会サイド・ハミド議長の来日に合わせ、太田大臣が新幹線システムの優位性について働きかけを行うとともに、東北新幹線の試乗や関連施設、北海道新幹線建設現場の視察等を通して、我が国新幹線システムを高く評価していただいた。

また、昨年12月には、安倍総理が日ASEAN特別首脳会議出席のために訪日中のマレーシア・ナジブ首相、シンガポール・リー首相と会談し、新幹線の高い技術と安全性を説明して採用への期待を表明した。これに対し、ナジブ首相からは、日本の技術力を認識しているとの趣旨の発言があるとともに、日本企業の入札参加への期待が示された。

マレーシア政府は、2020年までに先進国入りするという国家目標を有しており、高速鉄道事業についても同じ2020年の開業をターゲットにしている。今後は、マレーシア及びシンガポールとの協力を強化することで、我が国の技術・経験を活用したマレーシア・シンガポール間高速鉄道計画の早期実現を目指していく。



写真—2 ハミド議長と太田大臣の会談

(4) ベトナム

ベトナムでは、ハノイとホーチミンを結ぶ延長約1,700 kmの南北高速鉄道計画がある。ベトナム政府の要請を受け、(独)国際協力機構(JICA)がF/S調査を実施し、昨年夏にベトナム側に最終報告書を提出した。同報告書をもとに、ベトナム交通運輸省は、今後の整備計画をまとめた「鉄道発展計画」を首相府に提出しており、我が国としてはベトナムにとって最も適した鉄道プロジェクトの実現に向けて協力していく所存である。

また、旺盛な都市の成長を背景に、ハノイ市、ホーチミン市において、都市鉄道の計画も進められている。我が国では、円借款の供与をはじめ、技術面での協力や人材育成・運営ノウハウの提供等を実施している。

ハノイ市においては、我が国の鉄道事業者によって都市鉄道マネジメントに対する技術的支援が実施されている。昨年3月には、東京メトロが現地事務所を設置し、日本コンサルタンツ(JIC)とともに、同市都市鉄道の運営・維持管理組織の設立支援等に当たるとともに、12月にはJICA等と協力し、現地で都市鉄道セミナーを開催した。本年2月には、東京メトロがハノイ市都市鉄道管理委員会との間で友好・協力に関する覚書が締結し、その結びつきをより強固なものとしている。

また、ホーチミン市では、1号線について、一昨年5月に高架土木工事を、昨年6月には車両・信号システム等の工事をそれぞれ我が国企業が受注した。本路線は、我が国企業による建設工事が最も進んでいるという点でも注目すべきものである。

(5) インドネシア

インドネシアでは、ジャカルタ・バンドン間を結ぶ、約150 kmの高速鉄道計画がある。本計画はインドネシア政府の定める首都圏投資促進特別地域構想(MPA; Metropolitan Priority Area)の優先事業とされている。インドネシア政府からの要請を受けて、昨年5月と10月に、日インドネシア政府関係者間による調整会議を実施するとともに、本年1月からJICAが事業性調査を開始した。

また、ジャカルタにおいて都市鉄道の計画も進められている。ジャカルタ市中心部と南西部郊外を結ぶ約23 kmの南北線について、円借款により事業を実施している。昨年10月には我が国企業が受注している土木工事が着工している。

さらに、我が国鉄道事業者が、現地鉄道会社の中古

車両を譲渡するとともに、技術支援を行うため技術者を短期派遣するといった動きもある。

昨年末には、太田国土交通大臣がインドネシアを訪問し、マンギンダアン運輸大臣と鉄道分野の協力について会談した。また、日インドネシア次官級会合も定期的に開催している。今後も、我が国の鉄道分野における技術・経験を活かしながら、両国間の関係を強化していきたいと考えている。

(6) ミャンマー

ミャンマーには、主要都市ヤンゴンと首都ネーピードーを経由し、中部の主要都市であるマンダレーを結ぶ約600 kmの幹線鉄道やヤンゴン市内を環状で結ぶ鉄道があるものの、軍政下において十分な投資が行われなかったため、施設の老朽化が進んでおり、早急なリハビリや近代化が必要とされている。

昨年6月、ゼーヤー・アウン鉄道運輸大臣(当時)を招聘した際、同国鉄道近代化に向けたロードマップを提案するとともに、鉄道運輸省との間で陸上輸送分野における協力覚書の調印を行った。8月には、太田国土交通大臣がミャンマーを訪問してタン・テー鉄道運輸大臣と会談し、ヤンゴン・マンダレー幹線鉄道の近代化支援、保線にかかる人材育成への協力、信号・運行システム改良への協力を加速させることを確認した。さらに12月には、協力覚書に基づく次官級会合を開催し、さらなる協力について意見交換した。また、同月に開催された日ミャンマー首脳会談にて、鉄道整備等の支援のための円借款供与が決定された。

今後も、次官級会合の開催等を通じて、協力関係を維持・発展させていきたい。

(7) 英国

我が国企業が一昨年受注した高速鉄道車両更新プロジェクト(IEP; Intercity Express Programme)について、昨年7月、さらなる270両の車両製造の追加受注が内定した。これを合わせると、本プロジェクトは、英国鉄道史上最大規模であり、事業規模は約58億ポンド(約8,700億円(1ポンド150円で換算))、調達車両は約870両に及ぶとともに、約30年の車両保守業務等を行うものである。日本企業の技術力・企業努力、総理指揮の下での国土交通大臣をはじめとする関係閣僚によるトップセールス、公的金融による支援等、官民一体となったオールジャパンの取組みが実を結んだ案件と言える。

また、英国には、ロンドン～バーミンガム等を最高時速約400 km/hで結ぶ「High Speed 2」という高速

鉄道整備計画がある。

昨年2月には、サイモン・バーズ運輸閣外大臣（当時）が訪日し、東北新幹線の試乗や指令所の視察などを行うとともに、梶山副大臣（当時）と会談した。さらに、昨年10月には、ロンドンにて、英国運輸省、海外鉄道推進協議会等と「日英鉄道協力セミナー」を共催した。スティーブン・ハモンド運輸省政務次官をはじめ、英国政府関係者や鉄道事業者等、全体で180名強が参加され、両国の鉄道政策や日本の最新の鉄道システム等について発表が行われた。併せて開催した「日英鉄道協力展」では、鉄道分野における両国の協力の歴史を中心に、我が国鉄道技術について展示を行い、期間中、約700名が来場された。

国土交通省としては、引き続き、英国との緊密な協力関係を維持・発展させていきたいと考えている。



写真—3 日英鉄道協力展の様子

(8) 米国

米国に対しては、我が国の最先端技術である超電導リニアの導入を働きかけている。安倍総理は、昨年2月の日米首脳会談にて、オバマ大統領に対し、超電導リニア技術の米国への導入を日米協力の象徴として提案した。また、9月には、ニューヨーク証券取引所にて、超電導リニア技術を含むスピーチを実施した。

さらに、同月にはボカリ米国運輸副長官、11月には、トム・ダシュル元米国上院院内総務が来日し、超電導リニアを試乗するとともに、総理や太田大臣をはじめとする我が国関係者を表敬された。官邸のもと、国土交通省では関係省庁等と連携して、技術開発や米国側への働きかけを実施している。

カリフォルニア州高速鉄道計画については、初期工費等を確保するための州債発行に関する法案が議会で可決され、米国連邦鉄道局が一部区間の建設着工を承認するなど、着工に向けて前向きな動きを見せている。また、本年1月には、カリフォルニア及び北東回廊用の高速鉄道車両の共同調達について、入札開始が

公告された。今後も様々なチャネルを通じて、我が国鉄道システムについての理解を深めて頂くための働きかけや信頼関係の醸成を行い、米国との協力関係を維持・発展させる所存である。

(9) スウェーデン

スウェーデンでは、冬季における雪害への鉄道の対策が問題となっているとともに、ストックホルムから伸びる西部幹線（ストックホルム～ヨンショッピン～ヨーテボリ間）及び南部幹線（ストックホルム～ヨンショッピン～マルメ間）の高速鉄道計画が策定され、このうち一部区間について、優先着工して整備する方針が同国政府より発表されている。

このような背景から、昨年5月、日スウェーデン鉄道協力覚書を締結し、鉄道に係る交流及び協力を実施してきた。9月には、同覚書に基づき、同国企業・エネルギー通信交通省が主催した「スウェーデン高速鉄道セミナー」に、国土交通省をはじめ、(独)鉄道・運輸機構及び海外鉄道推進協議会が参加し、雪害対策を含めた新幹線の建設技術、新幹線のオペレーション技術等についての説明を行った。

今後とも、覚書や昨年9月に策定、調印した「行動計画」に沿った交流を通じて、スウェーデンとの緊密な協力関係を維持・発展させていきたいと考えている。

6. (株)海外交通・都市開発事業支援機構の創設

昨今、鉄道をはじめとする各国のインフラ案件は、民間の事業参画や資金を期待する民間活用型が増加してきている。一方で、インフラ事業には大きな初期投資や需要リスク等といった特性がある。我が国事業者の海外市場への参入を促進するため、出資と事業参画・運営支援を一体的に行う(株)海外交通・都市開発事業支援機構（新機構）の創設に努める。昨年末、政府予算案で1,095億円が認められたところである。

新機構による支援は、「民間との共同出資」、「役員・技術者の派遣」「相手国との交渉」の3つの側面を中心に行われる予定である。

①民間との共同出資

日本企業が海外で事業参画する際、関係企業は現地に事業体を設立し、この現地事業体が施設の整備と運営を行うこととなる。新機構は、関係企業と共同して現地事業体に出資することで、日本企業の海外進出を支援する。

②役員・技術者の派遣

日本企業が参画するプロジェクトの実施にあたって

は、運営段階において安全性や信頼性といった「日本方式の強み」を着実に実現することが求められる。出資後、新機構は現地事業体に対し役員や技術者の派遣など人的な支援を行い、現地事業体が、日本の経験や技術を活かして事業を運営できるよう支援する。

③相手国との交渉

交通分野や都市分野のプロジェクトは運営期間が長期にわたるため、相手国政府のサポートを確保することが重要である。新機構は、日本政府の出資機関として相手国と交渉できる立場にある。交渉を通じて相手国政府に由来するリスクを減少させることで、現地事業体の安定した事業運営を確保する。

引き続き、新機構の設立に向けた法案の検討や、具体的な制度設計が必要であり、民間企業の皆様のご支援をいただきつつ、新機構の設立に向けた準備を行っていく。

7. おわりに

我が国の優れた鉄道システムに対して、様々な観点から期待が高まっているのは、本稿でご紹介した通り

である。その一方、鉄道システムの海外展開を図ろうとしている国や企業は世界に数多くあり、その中で我が国のプレゼンスを示すことが必要である。

今年は、1964年に東海道新幹線が開業して50周年を迎える記念すべき年であり、高い安全性と信頼性を誇る我が国鉄道システムをより強力に働きかけたいと考えている。マレーシア～シンガポール間高速鉄道等の進捗が見込まれるほか、我が国鉄道システムの海外展開にとって重要な年になると考えている。

海外展開推進のためには、官民すべての関係者が連携し、活動を大きく展開することが必要と考える。

J C M A

【筆者紹介】

日笠 弥三郎（ひかさ やさぶろう）

国土交通省

鉄道局 国際課長



行政情報

鉄軌道駅のバリアフリー化に関する国の取り組み

高 桑 圭 一

今後、超高齢化社会が到来し、高齢者や障害者の増加が見込まれる中、鉄軌道駅（以下、「駅」）のバリアフリー化は、ますますその重要性が高まっている。また、近年増加傾向にある駅のホームからの転落事故を防止するため、ホームドア（可動式ホーム柵を含む）の整備要望が強まっている。

本稿では、駅のバリアフリー化について、その現状と課題、国や地方自治体、鉄道事業者の取り組み、そして近年特に注目されているホームドアの整備促進について、紹介する。

キーワード：バリアフリー法、移動等円滑化整備ガイドライン、エレベーター、スロープ、ホームドア、内方線付き点状ブロック、障害者対応型トイレ、支援制度

1. 駅のバリアフリー化の状況

(1) バリアフリー法

平成12年に、駅や空港等の旅客施設や、旅客施設周辺の歩行空間のバリアフリー化を進めるため、「交通バリアフリー法」（高齢者、身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律）が制定された。その後、「どこでも、だれでも、自由に、使いやすく」という「ユニバーサルデザイン」の考え方や、バリアフリー化の促進に関する国民の理解を深め、協力を求める「心のバリアフリー」の概念を取り入れ、建築物のバリアフリー化を進める「ハートビル法」（高齢者、身体障害者等が円滑に利用できる特定建築物の建築の促進に関する法律：平成6年制定）と交通バリアフリー法を統合する形で、平成18年に「バリアフリー法」（高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律）が制定された。

これらの法律により、駅のバリアフリー化が義務（既存駅については努力義務）化され、さらに、バリアフリー法に基づき主務大臣が告示する「移動等円滑化の促進に関する基本方針」（以下、「基本方針」）により、既存駅についても段差の解消等バリアフリー化の目標が定められた。

「基本方針」は、バリアフリーのスパイラルアップ及び地方部へのバリアフリーの展開を図るため、平成22年度末に改正され、現在は1日当たり平均利用者が3,000人以上の駅について、平成32年度までに原則全てバリアフリー化を図ることとされている。

基準として遵守しなければならないバリアフリー施設等の整備の内容は「移動等円滑化のために必要な旅客施設又は車両等の構造及び設備に関する基準を定める省令」に規定されており、さらに多様な利用者のニーズに応えるため「公共交通機関の旅客施設・車両等に関する移動等円滑化整備ガイドライン」を策定し、具体的な整備のあり方を示している（図—1）。

一 移動等円滑化の意義及び目標に関する事項

2 移動等円滑化の目標

(1) 旅客施設

① 鉄道駅及び軌道停留場

一日当たりの平均的な利用者数が三千人以上である鉄道駅及び軌道停留場（以下「鉄軌道駅」という。）については、平成三十二年度までに、原則として全てについて、エレベーター又はスロープを設置することを始めとした段差の解消、ホームドア、可動式ホーム柵、点状ブロックその他の視覚障害者の転落を防止するための設備の整備、視覚障害者誘導用ブロックの整備、便所がある場合には障害者対応型便所の設置等の移動等円滑化を実施する。この場合、地域の要請及び支援の下、鉄軌道駅の構造等の制約条件を踏まえ可能な限りの整備を行うこととする。また、これ以外の鉄軌道駅についても、地域の実情に鑑み、利用者数のみならず、高齢者、障害者等の利用の実態等を踏まえて、移動等円滑化を可能な限り実施する。

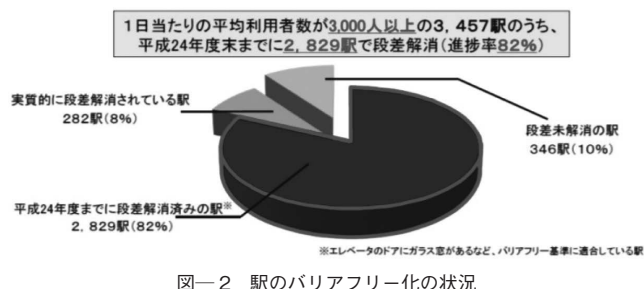
ホームドア又は可動式ホーム柵については、視覚

障害者の転落を防止するための設備として非常に効果が高く、その整備を進めていくことが重要である。そのため、車両扉の統一等の技術的困難さ、停車時分の増大等のサービス低下、膨大な投資費用等の課題について総合的に勘案した上で、優先的に整備すべき駅を検討し、地域の支援の下、可能な限り設置を促進する。

図一 移動等円滑化の促進に関する基本方針〔抄〕(平成 23 年 3 月 31 日)

(2) 駅のバリアフリーの達成状況

駅のバリアフリー化については、バリアフリー法に基づき、毎年度国が鉄軌道事業者から報告を受けてその進捗状況を確認しているところだが、「基本方針」の目標に定められている 1 日あたりの平均利用者数が 3,000 人以上の鉄道駅は全国で 3,457 駅あり、このうち、平成 25 年 3 月末時点で 2,829 駅の段差が解消されている（進捗率 82%、図一 2）。



図一 駅のバリアフリー化の状況

2. 駅のバリアフリー化に対する国の財政支援制度

駅のバリアフリー化は、社会的要請が非常に強い施策である一方、それ自体では投資額に見合った採算が合わないことから、国がその整備に対して財政的な支援制度を設けている。また、駅のバリアフリー化には、現状の駅構内にエレベーター等をそのまま設置すれば達成できる場合から、エレベーター等を設置するのに駅の建て替えが必要な場合まで様々なケースがあるため、バリアフリー化工事の内容や目的に応じて、支援制度も様々なメニューを用意している。

(1) 駅のバリアフリー化を主目的とする場合の補助制度

駅のバリアフリー化のみを目的としてエレベーター等のバリアフリー化設備を整備する場合には、「地域公共交通確保維持改善事業費補助金」と「都市鉄道整備事業費補助」の各補助制度があり、前者は JR や民

鉄事業者、後者は地下鉄事業者が対象である。基本的には、バリアフリー化に必要な各設備（エレベーター、スロープ、障害者対応型トイレ、ホームドア等）の整備費用に対して、鉄軌道事業者に一定割合を補助するが、各設備の設置に必要な改良工事（跨線橋、連絡通路の新設やホームの補強工事等）の費用も補助対象としている。

(2) 駅機能の総合的な改善を目的とする場合の補助制度

鉄道利用者の利便性、安全性の向上を図るための駅機能の総合的な改善や他路線・他交通機関との乗継円滑化、駅への生活支援機能の整備による駅機能の高度化（コミュニティ・ステーション化）などと一体的に駅のバリアフリー化を図る場合には、「鉄道駅総合改善事業費補助」と「都市鉄道利便増進事業費補助」の各補助制度を用意している。これらの補助制度は、バリアフリー化設備の整備を、「駅の総合的な改善」の一部として支援するものであり、第三セクターが補助対象設備を保有し、それを鉄道事業者に貸し付ける形態をとっている（補助対象事業者は第三セクター（コミュニティ・ステーション化は法定協議会））。

(3) 都市側事業でバリアフリー化を図る場合の補助制度

まちづくりの一環として駅舎の橋上化・自由通路設置等の駅改良工事と合わせて駅のバリアフリー化が都市側事業として行われることがある。この場合、主に都市側の費用負担でバリアフリー化が進められるが、都市側が負担する費用の一部について、国が交付金（社会資本整備総合交付金）を交付して、バリアフリー化を含むまちづくりとしての駅改良を推進している。

(4) 駅のバリアフリー化設備に対する税制特例措置

鉄道駅のバリアフリー化設備のうち、整備費用が大きいエレベーターとホームドアについては、固定資産税及び都市計画税の特例（減税）措置があり、設備整備後の税負担を緩和することでエレベーター等の整備を推進している。

(5) 駅のバリアフリー化に対する地方公共団体の財政支援を支える補助制度

その他、鉄道駅のバリアフリー化に要する費用について地方公共団体が補助金等の形で負担する場合、当該負担額は特別交付税の交付対象となるほか、一定の条件で地方債の発行対象とすることで、鉄道駅のバ

アフリー化に係る地方公共団体の財政支援を後押ししている。

3. ホームドアの整備促進

近年、ホームにおける目の不自由な方々などの接触・転落事故が増加しており、転落事故等の防止に効果の高い対策の必要性が高まっていることを踏まえ、各鉄道事業者の間での整備に関する知見を情報交換・共有してホームドアの整備等、転落防止対策の推進を図る

ため、鉄道事業者を構成員とする「ホームドアの整備促進等に関する検討会」を平成23年2月、国土交通省内に立ち上げた。

一方、同年3月に改正された「基本方針」では、ホームドアは視覚障害者のホームからの転落を防止するための設備として非常に効果が高く、その整備を進めていくことが重要であり、優先的に整備すべき駅を検討し、可能な限り整備を促進することとされた。

これらの状況を踏まえ、平成23年8月に発表した上記「ホームドアの整備促進等に関する検討会」の「中



図—3 ホームドアの設置状況 (平成25年9月末現在)

方式	戸袋移動型	昇降ロープ式	昇降バー式
開発メーカー	(株)神戸製鋼所	日本信号(株)	(株)高見沢サイバネティックス
概要	 20m・4扉車(例) 18m・3扉車(例)	 上昇時	 上昇時
	 戸袋	 下降時	 下降時
特徴	・異なる扉位置や、車両の停止位置がかなりずれた場合でも、戸袋が移動することにより対応が可能。	・従来のホームドア部分を昇降するバーやロープとすることで、開口部を広くし、複数の扉位置に対応可能。また、軽量化により、設置コストの低減を図る。	

図—4 新しいタイプのホームドアの技術開発 (平成25年度)

間とりまとめ」では、視覚障害者からの整備の要望が高い駅や、利用者の多い（1日当たり平均利用者数10万人以上等）駅において、ホームドア又は内方線付き点状ブロックの整備を優先的に実施することとしたところである。

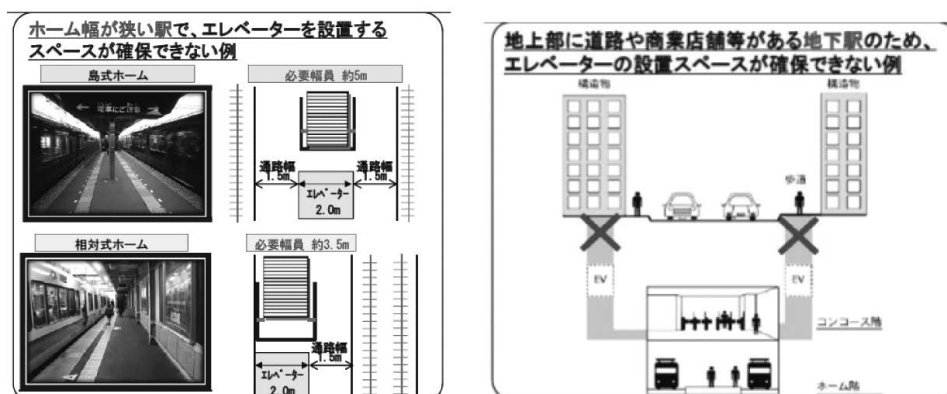
ホームドアの整備については、上述Ⅱ.の財政支援制度の対象であり、前記「中間とりまとめ」等を踏まえて国が後押ししているところだが、平成25年9月末時点で、全国574駅にホームドアが整備されている（図一3）。優先的にホームドア等を整備することとされた利用者数10万人／日以上以上の駅は240駅あり、うち44駅でホームドアが整備されている。

また、ホームドアの整備にあたって課題となっている車両の扉位置の相違やコスト低減に対応するため、国では新たなタイプのホームドアの技術開発を支援している（図一4）。平成25年度は実際の駅を使って現地試験を実施し、今後の実用化に向けた検討を進めたところである。

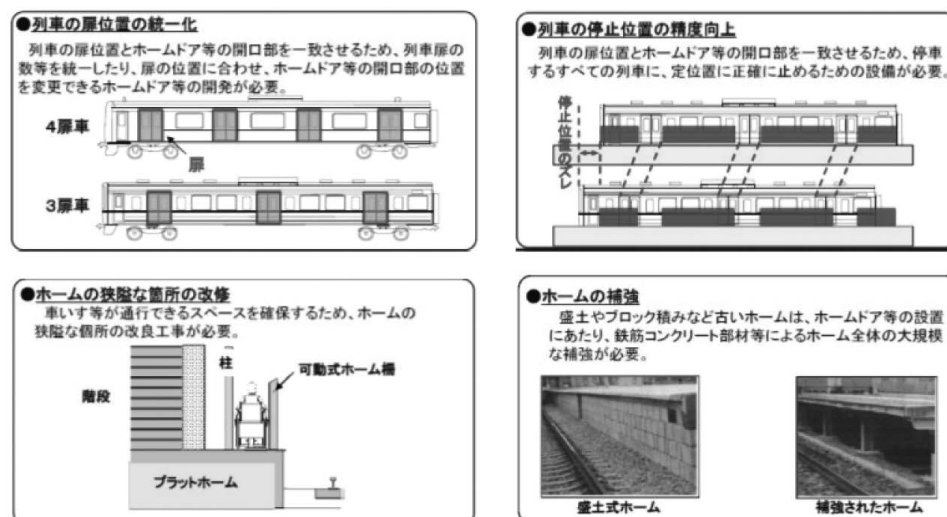
4. 駅のバリアフリー化に係る課題

駅のバリアフリー化にあたっては、エレベーターや障害者対応型トイレの設置にスペースを要することから、特に既存駅のバリアフリー化では、バリアフリー化設備の設置スペース確保が最大の課題である。特に、プラットホーム及びその敷地が狭い駅や、地下駅で地上にエレベーターの設置スペースがない駅は、エレベーター等の設置工事そのものが実施できず、バリアフリー化の大きな課題となっている。

エレベーター等の設置スペースが確保できたとしても、駅の立地・構造、設備・構築物の状況によっては、エレベーター専用の跨線橋の新設や、昇降路整備のための掘削工事、場合によってはエレベーターの乗降場所となる人工地盤の構築が必要な場合もあるため、1駅のバリアフリー化について10億円以上の費用がかかる場合もある。もともと、バリアフリー化事業は投資額に見合った利益が上がらない事業であることから、こうした多大なコストはバリアフリー化を実施する上で大きな課題となっている（図一5、6）。



図一5 エレベーターの整備が技術的に困難な例



図一6 ホームドア整備の課題

また、ホームドアの整備については、ホームドアの開閉口に合わせて列車の扉位置を統一する必要があるほか、列車の停止精度をホームドアの開閉幅に抑えることが必要である。そのため、場合によっては車両の交換やTASC（列車定位置停止装置）の整備が必要になる。それ以外にも、ホームの構造によってはホームドア本体の重量に耐えられないため、ホームの大規模な補強工事を行う必要があり、これらの課題に対応する結果、1駅にホームドアを整備するのに数億円～10数億円の費用がかかることもある。

現在進めている新たなタイプのホームドアの技術開発では、ホームドアの軽量化や形状変更により上記の課題を解決し、整備コストの縮減を目指しているところである。

駅のバリアフリー化はバリアフリー法の趣旨に則り、国、地方自治体、鉄道事業者が三位一体となって取り組むものであり、エレベーターなどの段差解消のための施設整備に対しては多くの地方自治体においても補助制度を設けて整備に活用されているが、比較的新しい社会的ニーズであるホームドアに対する地方自治体の補助制度の創設も進みつつあり、支援制度の充実が今後のホームドア設置駅の増加の鍵となっている。

なお、交通バリアフリー法制定後、駅のバリアフリー化はエレベーター等の設置により急速に進んだが、これに伴い、エレベーターの維持管理費用も増加している。また、交通バリアフリー法の制定から13年が経

過し、これまでに設置したエレベーター等が更新時期を迎えるが（エレベーターの耐用年数は17年）、短期間に集中してエレベーター等の設置を進めたため、設備の更新時期も集中することから、更新に係る費用、人員、期間への対応も重要な課題である。

5. おわりに

平成12年度に交通バリアフリー法が制定されて以来、全国の駅でエレベーターの設置をはじめとするバリアフリー化が急速に進み、鉄道利用者数の95%をカバーする、利用者数3,000人／日以上駅の8割以上で段差が解消されている。しかし、残るバリアフリー化未整備駅はその整備が困難な駅が多いほか、ホームドアのように新たな社会的ニーズを受けて、その整備が強く求められているものもあるので、今後も、国、地方公共団体、鉄道事業者が三位一体となってバリアフリー化を強力に推進して行きたいと考えている。

JCMA

【筆者紹介】

高桑 圭一（たかくわ けいいち）
国土交通省
鉄道局 都市鉄道政策課
駅機能高度化推進室長



近鉄京都駅ホーム増設とホテル建設工事

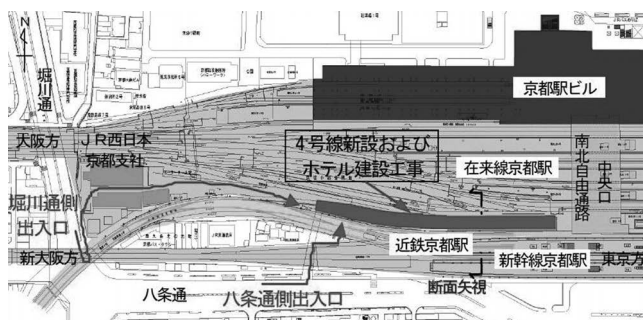
伊 達 光 洋

重要な公共交通機関である鉄道は、少子高齢化などの人口構成の変化やモータリゼーション（鉄道から自動車へのシフト）などの影響で利用者数は減少し需要拡大による増収が望めない状況となっている。しかし、その中でも安全性や利便性の向上など継続的な投資が必要である。近鉄京都駅では駅構内での収益事業（ホテル建設事業）を組み合わせることにより安全性や利便性を向上させるホーム増設工事を実現した。本工事は、幹線鉄道に囲まれた狭隘な敷地条件の中で、投資計画に見合う設定工期で行うという難易度の高いものであったが、無事故で完成させた工事の課題と施工結果を報告する。

キーワード：駅改良、ホーム増設、狭隘敷地、駅直上建築、タワークレーン

1. はじめに

京都駅は1日約60万人が利用する一大ターミナルであり、そのうち約9万人の乗降客が利用する近鉄駅は3面3線の櫛型ホーム配置の終端駅であるが、狭隘なため混雑緩和対策が要請されていた。この工事は近鉄駅とJR東海道本線とのわずかな近鉄敷地に1面1線のホームを増設し、その上空にホテルを建設したものである。北側をJR東海道本線、南側を新幹線・近鉄の三社の営業線に挟まれ、さらに寄付き道路が西側のみという狭隘で細長い敷地の中に用地全幅への構築を行うという難易度の高い工事であった（図—1）。



図—1 位置平面図

2. 工事の概要と課題

(1) 工事概要

幅約12mで延長約250mの敷地に1面1線の線路及びホームを増設する土木工事と、この上空にホテルを新設する建築工事を一体的に行うもので、各諸元を

表—1 京都駅ターミナル整備工事 諸元一覧

【土木工事】 軌道4号線新設工事
軌道床版:幅12m×延長200m、ホーム:幅3m×延長144m
【建築工事】 京都駅ホテル建設工事
RC造 地上8階・塔屋1階(軒高30.35m・最高35.0m)
中間免震構造
建築面積:2,465.87m ² 、延床面積:14,299.49m ²

（表—1）に示す。

(2) 施設の構造概要と配置

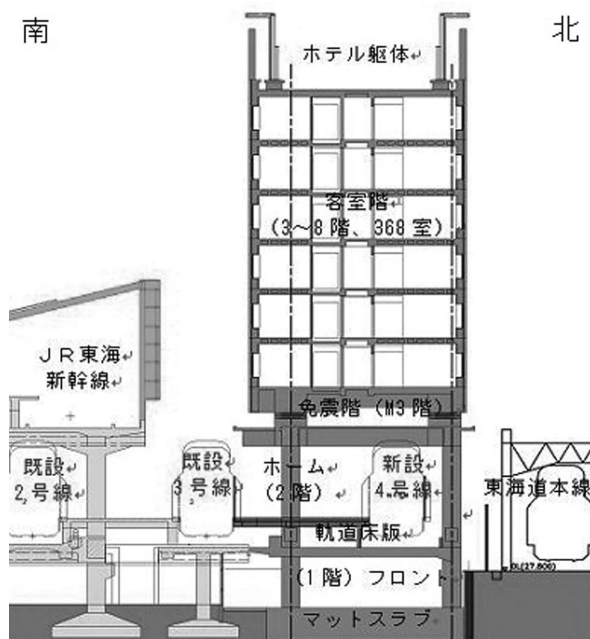
施設の配置は、東側はJR京都駅南北自由通路に接して外部道路との接続がなく、西側はJR西日本京都支社の構内を経て堀川通りに接続するほか、近鉄高架下通路（高さ制限3.0m）を経て新幹線高架下から八条通りに接続するものとなっている（図—1参照）。

新設線路は、既設部と同じ高さに軌道床版を構築し、この上にホームを新設する。ホテルはRC造で、新設線路及び新設ホームの直上に免震階、免震装置を配置し、その上に6層階の客室をもつ中間免震構造である。これらの共通の基礎であるマットスラブは、厚さ2m×幅10.8m×延長175mのRC一体構造物である（図—2）。

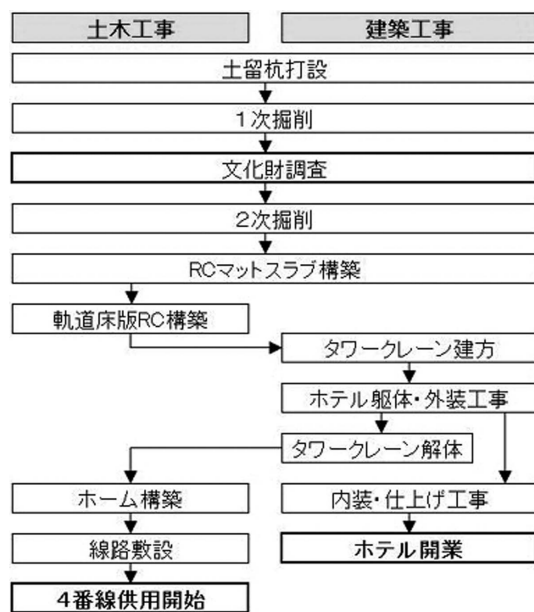
(3) 施工の要領

(a) 横断面方向の施工要領

フロー（図—3）に示す手順で施工したが、地下に遺跡包蔵層があるため掘削途中で発掘調査を行った。



図ー2 ホーム・ホテル断面図



図ー3 施工フロー図

構築では、マットスラブから軌道床版まで建築躯体の柱と共に土木工事を施工し、軌道床版完成後はこの上にタワークレーンを設置して建築工事を行った。建築躯体と外装工事完了後にクレーンを撤去し、ホーム新設の土木工事を行った。

(b) 縦断方向の施工要領

軌道床版完成後に建築工事に着手する手順だが、軌道床版全延長の完成を待ってから着手したのでは長大な工期設定が必要で、ホテルの事業計画が遅延するため、全長を3工区に分けて軌道床版完成区間から順に建築工事に着手する計画とした。このため、工事の縦

断方向では土木・建築の工事が同時進行する場面が生じる事になる。

(4) 工事の課題

(a) 鉄道営業線近接工事

工事場所は、わが国でも有数の重要な幹線鉄道に両側を挟まれた場所で、「想定外の事故」も許容されない「絶対の安全確保」が至上命題であった。このため、選定する施工法だけでなく、自然災害に対する安全対策についても確実な施工計画を求められた。

(b) 資機材の搬入ルートの確保

工事場所が東西に細長く、寄付き道路が西側の一方のみで敷地全幅に構造物を構築するため、この敷地をそのまま運搬ルートに設定して工事を行うと、東側奥から片押し施工する事になる。これでは、長大な工期設定が必要となるため、各施工段階の工事内容に適した搬入計画を策定する必要がある。

(c) 事業工期の確保

収益事業の投資計画に見合う工期設定（ホテル45ヶ月、ホーム48ヶ月）で工事工程を計画する必要があり、上記の厳しい条件を考慮したうえで工事工程を策定した。

3. 工事の課題に対応する施工計画

(1) マットスラブの分割施工計画

用地全幅にマットスラブを構築するので、これを連続して全幅掘削すると東奥へのRC工事資材の搬入ができなくなる。このため1パーティー施工単位の延長20m程度で、埋蔵文化財調査を含めた掘削～構築を繰り返すと全体工期が長大になる。これを解決する方法としてマットスラブを縦断方向に南北分割して施工する計画とした。

先に北側半分を構築するため敷地の中央部に三点式杭打機（一部SKT工法）により土留杭を打設して南側を工事用道路として残し、マットスラブの半分の構築する。次に北側の完成したマットスラブ上を工事用道路として南側を掘削し構築する計画とした。

(2) 揚重工事の計画

(a) タワークレーン工法

揚重作業は、新幹線京都駅の側部上空での工事となるため、新幹線近接工事で多くの実績があるタワークレーン工法で計画した。タワークレーンの基礎を軌道床版に設置するため、床版の構造耐力から設置可能なクレーンを選定した。タワークレーンの設置・撤去は

軌道床版上に移動式クレーンを据付けて行うが、撤去時にはホテル躯体が建ち上がるので、西側に据付ける移動式クレーンでは届かないものがある。このため建物の屋上でマストを台車に変換する事により自走して移動できるタイプの機種を使用する計画とした（表—2）。

表—2 タワークレーン規格表

メーカー	小川製作所	
機種	OTS-60NⅢ	OTS-50N
定格荷重	1.2 t	1.1 t
作業半径	30m	30m
最大揚程	50m	50m
備考	走行型変換可	

(b) 建築躯体工事の3工区ブロック分け

ホテル建物は東西に175mの延長があり、事業計画に従って部分完成させるために、（図—4）のように東中西の3工区に区分して建築工事を施工する計画とした。区画された工区毎に1基のタワークレーンを配置するように計画し、軌道床版が完成した区画から順次建築工事に着手することとした。

(c) 免震装置の施工

3基のタワークレーンでも重量物である免震装置（最大1.9t）の据付けは、カバーできない範囲があり、その能力を補うため免震階の床版上に4.9tクロールクレーンを配置して設置する計画とした。このク

ローラクレーンは軌道階から移動式クレーンを使用して揚重する計画とした。

(3) 土木・建築同時施工時の工事資機材搬入計画

(a) 鋼製覆工通路

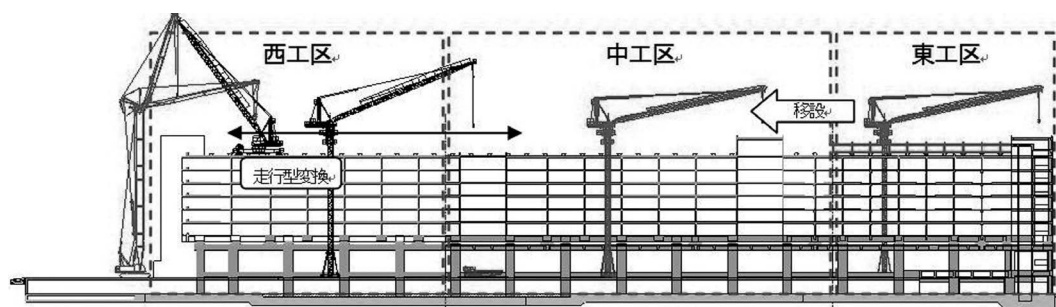
建築で先行する東工区に資機材を搬入するためには、土木工事で施工中の軌道床版構築部を通過する必要がある、搬入路の設定を検討した。軌道床版躯体は地下鉄開削トンネルと相似の形状であり、地下鉄工事と同様に床版上空に路面覆工を架設して通路とし、（図—5）のようにこの下でRC床版を施工する計画とした。

(b) 軌道床版上の通路

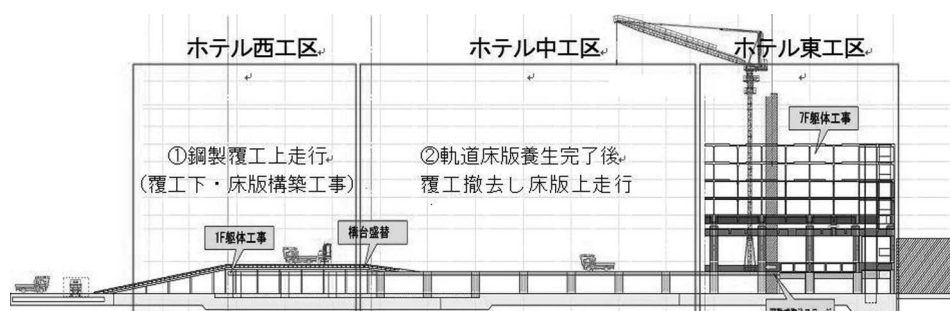
軌道床版は電車対応で強度が大きく、タワークレーンの基礎を設置することもあり、軌道床版構築後に養生硬化が完了した区画は、鋼製覆工通路を撤去して車両を床版上に進入させて、建築工事の施工ヤードとして活用することにした。通路の支障になるホームの構築は建築躯体工事が終了してから着手する計画とした。

(c) 生コンクリート運搬計画

土木・建築とも躯体の構造がRC造であり、生コンクリートの搬入計画が重要であった。マットスラブ通路および鋼製覆工通路は大型生コン車の通行可能な幅員で計画し、コンクリート打設箇所直近まで生コン車が搬入する計画とした。



図—4 タワークレーン設置計画図

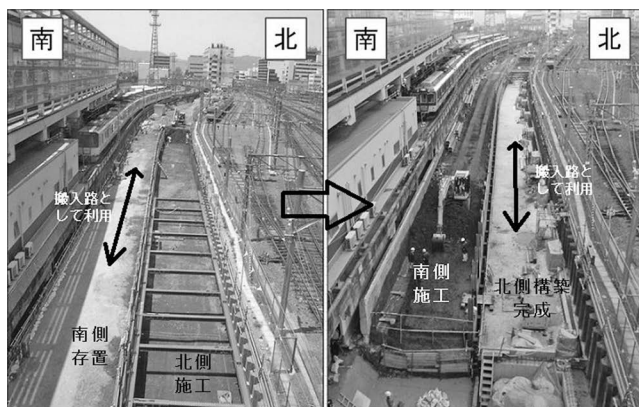


図—5 鋼製覆工設置計画図

4. 工事計画の課題を克服した施工結果

(1) マットスラブの施工結果

南北の分割施工は事前の施工計画通り実施した。掘削では1段目を全長掘削し、京都市埋蔵文化財研究所の専門家による埋蔵文化財調査を実施したが、南北の2回の発掘調査に分割となったことと、重要な文化財の発見があり詳細調査が行われたため、当初工程に対する遅延を生じ、工程を逼迫させた。マットスラブ躯体構築については生コンの搬送方法の変更（詳細は後述）を行ったが、構築工程を満足する結果であった。マットスラブ2分割施工の状況を(写真—1)に示す。



写真—1 (左) 北側 (右) 南側 施工状況

(2) タワークレーンの施工結果

(a) 旋回・起伏等規制

揚重作業は外部足場の防護設備の内側だけで稼働させ、クレーンブームが防護設備からはみ出す反転旋回は夜間線路閉鎖にて行う事として、各鉄道業者と安全協定を締結した。吊荷が営業線の上空に出ることがないように、旋回や起伏操作にリミッターを取り付けて範囲を制限し、また、外部足場の高さより吊荷が上がらないように巻き取り高さも制限した。さらに荷を吊上げている状態が列車の運転士などに不安感を与えないように、荷揚げ場所は足場で囲いをつけてその中で揚重するようにした。

(b) 設置・撤去の状況

建築工事3工区（東・中・西）で、それぞれタワークレーンを1基ずつ配備したが、東工区を最小に設定して建築躯体工事の終了を中工区の軌道床版工事完了に合わせることで、東工区のタワークレーンを中工区に移設転用した。これにより、タワークレーンの最大同時稼働台数は2台となった。

計画通り西工区のタワークレーンを走行式に変換することが可能な機種とした。躯体工事完了後に屋上を走行して中工区のタワークレーンに近づいて解体し、

その後に地上に据えた移動式クレーンで解体することのできる西端まで走行し、地上クレーンにより撤去した(図—4 参照)。

(c) 台風対策

タワークレーンは強風に対する安全上の弱点があり、気象条件によるそれぞれの安全確保対策を実施した。通常台風時の対策としては、ブームを15°に倒して旋回ブレーキを解除し強風を受け流す方法が採用される。しかし当現場でこの方法を採用すると、風の向きによっては営業線の上空を旋回することになるため不適格であった。このため暴風警報の発令が予想される場合は、予めクライミングダウンさせてジブ角度を約15°とし、ジブの先端をジブ受架台に載せて固定する方法を採用した。実際の台風接近時に実施したが、問題なく台風をやり過ごすことができた(写真—2)。



写真—2 タワークレーン台風対策状況

(d) 地震対策

タワークレーンは設計上震度5強でも耐える設計となっているが、それ以上の大地震が発生した時の対策として、クレーンが破壊しても敷地内建物範囲の被害に留める（営業線に被害を及ぼさない）ことに重点を置いた。

アンカーボルトの破断による被害は重大な影響を及ぼすので、震度7にも耐えられるようアンカーボルトの有効径を大きくした。また、工事進捗にあわせてマスト1本ごとのクライミングを実施し、上部の振幅を押えた。

阪神大震災時のクレーンの破壊状況を研究した結果、当現場で使用したクラスのタワークレーンはジブの破壊が大半であった。このためジブが折れても下まで落下しないこと、又は敷地内での落下に留めるため、ジブ内に落下防止ワイヤーを配備して根元と先端及び想定される座屈位置を結束した。

作業中の対策では、緊急時地震速報システムのアラームをキャビンに設置し、速報が入れば直ちに吊荷

をできるだけ低く降ろし、ジブを建物方向に向けて約15°の起伏状態で待機するよう指導した。また日々の作業終了時はフックアンカーを利用してジブ先端をワイヤーロープで固定することとした。

(e) 今後の課題

台風など数日前から接近が把握できる災害については、わかりやすい工事休止基準を策定し実施した。しかし地震については、クレーン供用中に東日本大震災があり京都でも震度3を記録したが、緊急地震速報が作動することはなかった。この時は地震対応計画が有用であったが、大きな地震に対応可能か否かは今後の課題であり、ハード面では有用な機器が登場しているが、ソフト面での運用手法の確立が必要と考える。

(3) 中間免震階の施工結果

埋蔵文化財調査による工程遅延で中工区の軌道床版構築が遅れていたため、東工区の免震階にミニクローラークレーンを吊上げるための移動式クレーンを軌道床版上に据付けることができない状況となった。このため、タワークレーンの能力範囲内で揚重可能な分解組立式48tクローラークレーン(日本車両製NTC48L₂)を調達し、免震階に部品を荷揚げして現地で組立て使用することにより、工程が遅延することなく免震装置を設置できた(写真—3)。



写真—3 組立式クローラークレーン

(4) 工事用通路の施工結果

(a) 鋼製覆工通路の設置

マットスラブ上に支柱を建てて鋼製覆工を架設した。支柱は軌道床版を貫通するため貫通箇所の鋼材はコンクリートに埋め込みとした。鋼製覆工直下で軌道床版を施工する事により、東側のホテル構築への資材搬入を途切れさせることなく施工することができた(写真—4)。

(b) 軌道搬送設備への変更

埋蔵文化財調査の遅延で、中工区のタワークレーン



写真—4 鋼製覆工通路

設置までの工程短縮が必要となり、中工区の鋼製覆工の架設撤去工程を省略する事とした。鋼製覆工の計画は床版より上に運搬路を設定したものの、マットスラブ上にシールドトンネル工事の軌道搬送装置を設置し、床版より下での運搬路を設定することにした。短期間で敷設できる軌道装置を採用し、周囲に型枠支保工を設置して軌道床版構築を先行したことで、建築の工程を確保することができた。ただし東工区への建築資機材運搬の面では、軌道台車(3t積)への積替えが発生するため、10tトラックで直接搬入するよりも効率は落ちたが、全体工期を守るためには有効であった(写真—5)。



写真—5 軌道搬送設備

(c) 軌道床版上の通路

軌道床版施工完了後、鋼製覆工通路を撤去して、建築躯体工事及び外装工事完了段階まで軌道床版上を工事用通路として活用した。建築躯体工事完了後に新設ホームの構築工事を開始したが、全体工程を守る事ができた。

(5) 生コンクリートの搬送

各段階での工事用通路を利用してコンクリート打設箇所近傍まで生コンを運搬する計画であった。しかしコンクリート工の数量が大きいので、他工種作業の搬入路を度々閉鎖することになる。このため、他工種作業に影響なくコンクリート打設を行うため、新幹線高架下の八条通側出入口付近に大型ポンプ車を設置し、打設箇所まで約 250 m 配管し長距離圧送を行った（図—1 参照）。

これによりコンクリート打設時の搬入路には圧送配管が設置されるだけで、通常の資機材搬入を遅滞なく行うことができた。また建築躯体工事では、軌道床版通路に中継ポンプを配置し、高強度コンクリートを上階に支障なく圧送し打設できた（写真—6）。



写真—6 中継ポンプ車による打設状況

(6) 鉄道に対する安全対策

(a) 防護柵などのハード面について

鉄道営業線に対する防護設備は、地上で JR 東海道本線の線路に対する防護柵と、2 階で近鉄線路の対する防護柵を設置した。建築躯体施工時の外部足場にはメッシュシートを張り、内側に特殊クランプを用いて養生金網を固定した防護工を設置した。これらの外部足場の組立・解体は、全て夜間休電作業で施工した。

(b) 保安体制などソフト面について

新幹線（JR 東海）及び JR 東海道本線（JR 西日本）は、近鉄により近接工事協議を行い保安体制を取り決めた。工事着工後は、主要工種毎に着手前に詳細な施工計画や保安体制を近鉄と請負者で再確認し、鉄道事業者間の定期的な協議の場で周知して施工した。

(c) 近接する鉄道施設の安全管理について

マットスラブの掘削時には周辺地盤の変位が予想されたため軌道監視を行った。JR 西日本の東海道本線については、土留め壁の変位計測（3 回／日）及び軌道検測（JR 西日本委託 1 回／週程度）を行い、異常が計測された際の対応を取り決めた。また近鉄及び東海道新幹線の高架橋については、自動計測装置（沈下計測、傾斜計測）を取り付けて 24 時間監視し、異常発生時の対応を取り決めた。

5. おわりに

今回の工事はわが国有数の重要鉄道幹線に挟まれた厳しい条件下での工事であったが、2008 年 4 月に着手し 2011 年 9 月にホテルが、2012 年 2 月に増設ホームが無事故で完成した（写真—7）。

事業の成果として、ホーム増設により乗降客が分散されたことや、線路増設による列車停車時間の増加が、乗客の早期乗車につながったことなどからホームの混雑は大幅に改善された。また乗務員の交代時間にゆとりができることにより負担が軽減され安全性が増した。

収益事業であるホテル事業「ホテル近鉄京都駅」については 2011 年 10 月の開業以来、集客も好調とのことである。

施工技術について特筆すべきは、施工の確実性や安全性に実績のある既存の建設技術を土木・建築が一体となって工夫し運用することにより、収益事業の採算性に見合うコストで工事を完成させることができた点である。



写真—7 完成後（京都駅ビルより望む）

J C M A

〔筆者紹介〕

伊達 光洋（だて みつひろ）
（株）奥村組
西日本支社 土木技術部 技術 4 課



新幹線鉄道トンネルの耐震対策急速施工技術の開発と実用化

土 屋 尚 登・下 垣 正 宏・岡 村 直 利

平成 16 年 10 月 23 日に発生した新潟県中越地震により、震源断層に近接した上越新幹線魚沼トンネル等が覆工の崩落等の大規模な被害を受けた。そのため、斯界の学識者を含めた「新潟県中越地震鉄道トンネル被害原因調査等検討委員会」を設置し、鉄道トンネルにおける地震対策の必要性および対策方法等について検討を行い、活断層の近くに位置する、いくつかの新幹線トンネルについて耐震対策を実施することとした。

新幹線における耐震対策工事は、新幹線の運行をしていない深夜の短い時間帯での施工であること、トンネル付近には工事用資材置場がなく約 20 km も離れた保守基地から作業機械を搬入しなければならないこと、新幹線という特別な公共輸送の運行に支障しないよう安全施工を遂行しなければならないこと、より短い工期で耐震対策を完了させることなど、厳しい条件が課せられた。

一方、既存の施工機械ではこの条件に対応できないことから、今回新たに、施工の高速化・効率化、安全性が高い施工体制を目的に、専用施工機械編成群の技術・システムを開発・実用化することとした。

キーワード：新幹線、鉄道トンネル、メンテナンス、耐震対策、急速施工、安全施工

1. 耐震対策の概要

(1) 対策の考え方

(a) 裏込注入工

トンネルの背面に空隙が存在する箇所では、空隙を埋めて、覆工に作用する地圧を分散、均一化させ、局所的な応力集中による覆工の損傷を防ぐことが必要であった。

トンネル覆工表面からの電磁波探査により、覆工背面に空隙があると判定された箇所について、可塑性の注入材料（JETMS）を注入する裏込注入工を実施することとした。

(b) ロックボルト工

覆工を地山に縫い付け、覆工塊の大規模な崩落を防止するとともに、覆工と地山を一体化することを目的として、ロックボルト工を計画した。

対策対象は、トンネル覆工ひびわれ等の変状が著しく特に閉合ひびわれが発生している箇所とした。工事誌等の記録から地山が悪く施工が難航した経緯を踏まえ、1 晩 2 時間程度の実施工時間において安全かつ効率的な施工を確実に実施するために、削孔とボルト挿入が同時に出来る自穿孔ロックボルトを採用し、確実な施工と施工速度を上げることとした。長さは 4 m

を使用、引抜き耐力は 100 kN／本以上とし、引抜き試験を実施して耐力確認を行うものとした。

なお、営業中の新幹線トンネルにおいて、夜間間合の短時間に継続してロックボルトを施工するのは初めての工事である。

(c) 当て板工

軸方向ひび割れが覆工に入り、地震時にひび割れ部で覆工が大きくずれる事を防ぐ目的で当て板工を計画した。当て板は、等辺山形鋼 75 × 75 × 6 以上、アンカーボルト M16 以上とした。

平成 17 年 7 月に上越新幹線湯沢トンネルにおいて、トンネルの覆工ひび割れ位置をもとに当て板及びアンカーボルトの設置の設計調査を行った。3 時間の試験時間で 8 本程度のマーキングしか出来なかった。さらにアンカーボルトの位置は、他の周辺のクラックを避けて位置決めするため、当て板のボルト孔は現地の写し取りとなり、時間と手間がかかることが分かった。また、当て板は将来の腐食等による落下が懸念されていた。再度検討した結果、当て板を全てロックボルトに変更することとした。

(d) シート工

建設時の設計よりトンネル覆工厚が小さい箇所や、ひびわれ等の変状が広範囲に分散している箇所に対す

る対策は、シート工（AAA 工法）を計画した。

(2) 対策項目設計数量

表—1 に主要な対策項目の設計数量を示す。

表—1 対策項目設計数量

対策エリア	対策項目	単位	概略設計	詳細設計
東北新幹線 エリア	裏込注入削孔工	本	3976	3976
	裏込注入工	m ³	2385	2385
	ロックボルト工	本	2764	5938
	当て板工	m	5719	0
上越新幹線 エリア	裏込注入削孔工	本	3239	3239
	裏込注入工	m ³	1943	1943
	ロックボルト工	本	580	4743
	当て板工	m	9219	0

(3) 専用の施工機械の開発

まずは、本工事を機械製作含め7年間で完遂させるという意思決定をした。当初、施工は汎用機械の組合せを検討した。主工事のロックボルト施工は図—1に示すようなクローラ式ドリルジャンボ、クローラ式高所作業車を台車に載せて、モーターカーで牽引して使用する計画を立てた。しかし、この編成では1台当たり2本/日の施工しか行えないため多くの編成を同時に入線させて施工することとなるが、保守基地の箇所数や広さも対応困難であるほか、多くの編成を夜間間合いに投入すると他の保守工事に支障をきたしてしまう。また、工期は9年以上もかかる。このため、専用の施工機械を開発して迅速・的確・安全な施工体制とすることが得策と考えた。

(4) 施工機械の開発に当たっての制約条件

(a) 全ての施工機械に対する制約条件

- 1) トンネルの覆工は、無筋コンクリートで構築されており、覆工厚は最大約1mである。覆工コンクリートの内部には、線路方向に0.5m～1.5mの設置間隔で鋼製支保工が建て込んである。
- 2) 施工時間については、概ね2時間/日とする。この時間には、跡確認時間も入っている。
- 3) 施工するトンネルは、新幹線トンネルであり、直線、曲線がある。軌道に200mmのカントがついている箇所もある。

- 4) トンネルの断面は、複線断面であり、片側線路については、別の維持管理工事で使用することがあるため、隣接線の建築限界に入らないこととする。
- 5) 保守基地から施工場所までは車両限界内で移動し、施工位置においては、建築限界内での作業を基本とする。
- 6) トンネル断面という限られた空間での施工となる。
- 7) トンネル内には架線やケーブル等の添架物があるが、移設、仮撤去等は行わない。
- 8) 作業時間を少しでも長く確保するため、高出力で安定走行が可能なモーターカーを整備して基地から現場までのアクセス時間の短縮を図る。
- 9) モーターカー故障による新幹線運行への影響を防ぐため、モーターカーを前後に配置し、この2台を重連制御走行させて、確実に保守基地に帰還できる編成群を構築する。

(b) ロックボルト施工機械に対する制約条件

- 1) 地山への定着長を3m確保するため、ロックボルト長を4m、ロックボルト径はφ32mmとする。ロックボルトは、写真—1に示すような自穿孔ロックボルトを使用する。削孔径はφ50mmとする。



写真—1 自穿孔ロックボルト

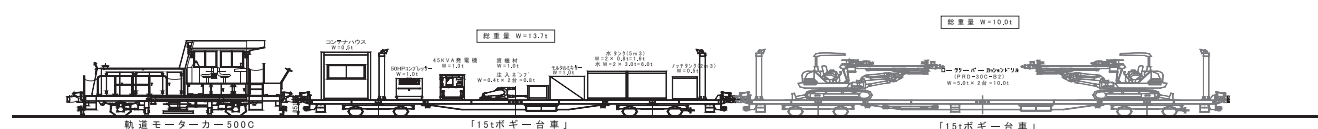
- 2) 削孔方法としては、図—2に示す基本削孔パターンを考えている。ただし、片側線路に居ながらパターン2の右の最下段から左の最下段までトンネル中心から放射状に任意の位置の削孔ができることが必要である。
- 3) ロックボルトは、トンネル覆工面に対し、垂直に施工することを原則とする。

(5) 施工機械の開発

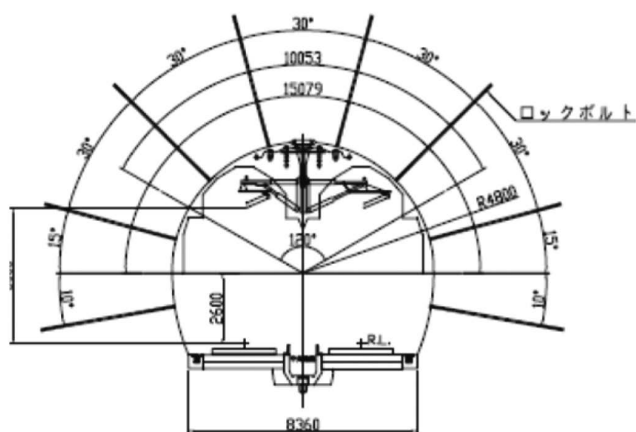
(a) 施工機械の高速化・効率化に向けた対策

- 1) 自穿孔ロックボルトの施工方法は、覆工コンク

汎用機によるロックボルト施工機械編成



図—1 施工機械編成



図ー2 基本削孔パターン

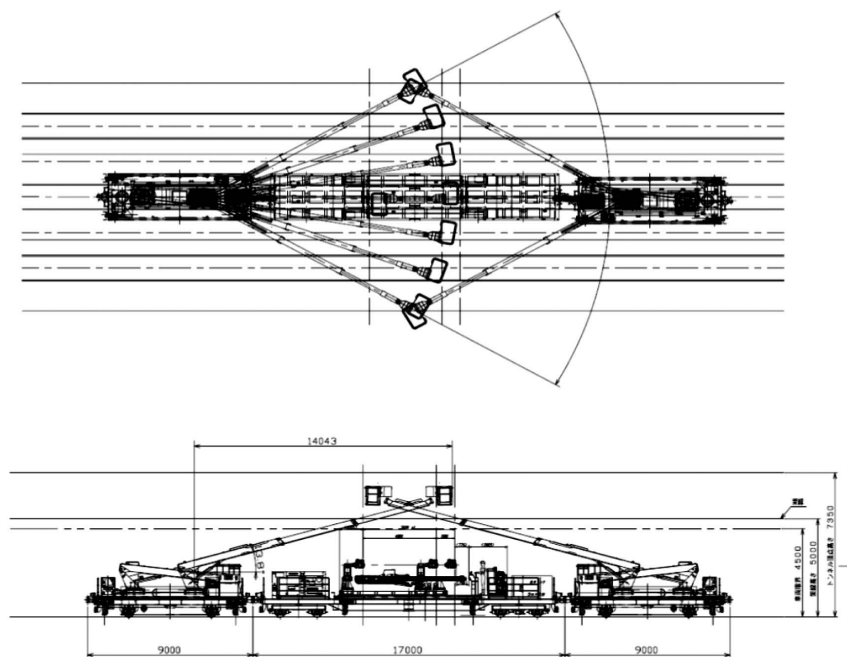
リートをコアドリルで削孔する1次削孔, 続いて地山をドリルマシンで削孔する2次削孔の2回の削孔が一般的である。削岩機油圧モータの性能をアップし, 自穿孔ロックボルトの1次削孔で覆工コンクリートと地山を一連で削孔することに変更した。

- 2) 既存の汎用ドリルジャンボは新設のトンネル掘削を目的としており, 複雑に動く構造となっているため, 自由度が大きい一方, 本工事で使用した場合はロックボルト施工の位置出しに手間取ることが実機による作動確認試験により判明した。このため, ロックボルトのガイド部分について, ロックボルトの打設に必要な回転と伸縮だけの動きに絞り, ロックボルトの施工に必要な動きを省いて, 迅速的確に位置出しを行える施工機械を開発した。
- 3) ロックボルトは, トンネル覆工面に対して, 常に垂直に施工するため, ガイドセルとブームとの接合位置の回転軸がトンネル断面中心に来た時にランプが点灯し, 容易に, 確実にガイドセルの回転軸がトンネル中心にセットされるようにした。

- 4) 削孔位置の位置決めについては, 施工機械編成群全体の移動による修正では微妙な位置決めにかかった。ロックボルト施工機械について, 施工機械と台車の間に線路方向へ水平に移動する水平移動装置を設けた。一日の施工分の移動については, 車両編成群をモーターで動かすのではなく, その水平移動装置で移動することで施工スピードと安全性を高めた。
- 5) ロックボルト施工において, 削孔時に排出される削孔水, スライムによるトンネル内の汚損を防止するためにマルチリンクドリルの先に削孔水, スライムを吸引するバキューム装置, ロックボルトを施工する台車, ロックボルトの口元での施工を行う作業台車には, 写真ー2に示すような出し入れ容易な巻き取り装置がついた涎掛けタイプの作業用シートを配備し, 施工後の掃除時間の短縮と作業員の削減および安全性の向上を図った。
- 6) ロックボルトの口元での施工を行う作業車について, バスケットを現在の位置から前方の位置へ移動するときには, 細かくアームの伸長とアームの水平移動を繰り返すこととなり, 時間がかかり, かつ吊下物に接触し, 破線する危険性があった。ロックボルトの口元での施工を行う作業車についてもクレーン式高所作業車と台車の間に線路方向へ水平に移動する水平移動装置を設け, 機械編成群をモーターで小移動させるのではなく, その水平移動装置で移動することで施工スピードと安全性を高めた。
- 7) 図ー3に示すようにロックボルト施工機械を挟むように設置されるロックボルトの口元での施工を行う作業車のバスケットについては, ロックボルト施工機械の水平移動に合わせ, ロックボルトの施工機械がどの位置に居てもどちらのバスケットでも口元作業ができるようにし, ロッ



写真ー2 シート巻き取り装置



図一 3 高所作業機械施工範囲

クボルト削孔終了とともに一台がロックボルトの口元を固定する作業を行うと同時に他の一台は次のロックボルト打設位置への誘導と安全確認を行い、次の作業への移行時間を削減した。

(b) 開発した施工機械

1) STARS (Shinkansen Tunnel Aseismic Repair Staging-car)

写真一 3 に示す STARS は、急勾配での低速時牽引力を高性能化し、2 軸駆動を用いた全速度域油圧走行方式を採用して低速連続移動作業を可能にした。従来のトルクコンバータ方式のモーターカーは、低速走行が不安定で作業性・安全性で劣っていた。また、トンネル耐震対策工事の作業内容を考え、上部作業用のブーム式足場と側部作業用の足場を備えており、ブーム式足場のカーゴは架線等支障物の隙間に入れるような形状とした。STARS は単体でも相応の作業が可能な仕様とした。

2) STAR — WL (Wide Lift)

写真一 4 に示す STAR — WL は、主に裏込注入工の削孔、シート工、及びロックボルト工の緊張等の高所作業足場として、トンネル覆工面に対し、広範囲な作業床を確保することを目的として開発した。写真一 5 に示すように工事箇所において、昇降する作業床（側方への拡幅スライド機能搭載）を、き電線に支障しないところまで上昇し、油圧により側方にスライドし拡幅させ、その後、最上部においては簡易足場を組み立てる。側部および下部は、折り上げてある作業床を回転させて下ろして、足場とする。広範囲な作業床を、短時間に組立て解体ができることが特長で、工事だけでなく、トンネル検査にも使用可能である。

3) STAR — MD (Multilink Drill)

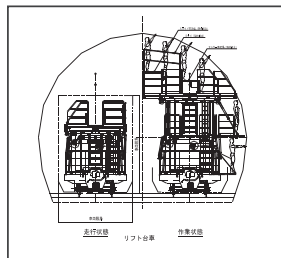
写真一 6 に示す STAR — MD は、き電線等の施工支障となる吊下物を安全かつ迅速に避けるため、ガイドセルの回転軸に、関節を 2 箇所設けて、軸方向・軸



写真一 3 STARS



側面

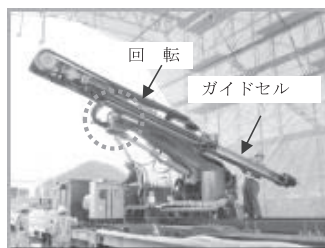


断面

写真—4 STAR—WL

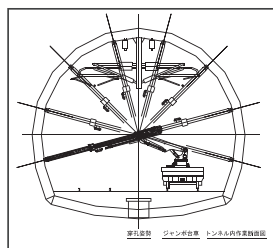


写真—5 STAR—WL 施工状況



回転

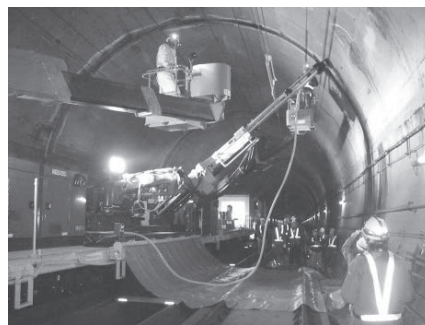
ガイドセル



写真—6 STAR—MD

直角方向への回転機能を与え、新幹線の片側線路にしながら、トンネル中心部に回転軸が容易に移動して複線断面を放射状にロックボルト打設が行えることが特長である。

写真—7に示すように実際の施工では、自穿孔ロックボルトの先端ビットにより、トンネル覆工コンクリートと地山を同時に削孔して、ロックボルトを建込んでいる。削孔時間だけに限れば、覆工コンクリート



写真—7 STAR—MD 施工状況

と地山合わせて、数分で削孔可能である。

なお、この台車には転倒防止用のアウトリガーが4台装備され高い安全性を確保している。

4) STAR—SB (Slide Basket)

写真—8に示すSTAR—SBは、き電線等の施工支障となる吊下物を安全に避けながら、裏込注入時には注入の口元に、ロックボルト削孔時には削孔部の口元に、作業員を移動させる目的で製作した。通常の高所作業用バスケットと同様の動きの他、バスケットとブーム本体が台車上で水平移動できるのが特長である。

なお、この台車には転倒防止用のアウトリガーが4台装備され高い安全性を確保している。

(6) 施工機械編成の開発

施工機械編成について、以下に述べる(図—4参照)。

(a) 編成1

裏込注入のトンネル覆工の削孔・シート工・ロックボルトの緊張工等で、広い作業床を必要とする工事用である。STAR—WLを連結し、前後にSTARSを連結して重連制御走行する編成とした。2編成分を連結して牽引する編成とした。トンネル内で1編成ずつに分割可能である。

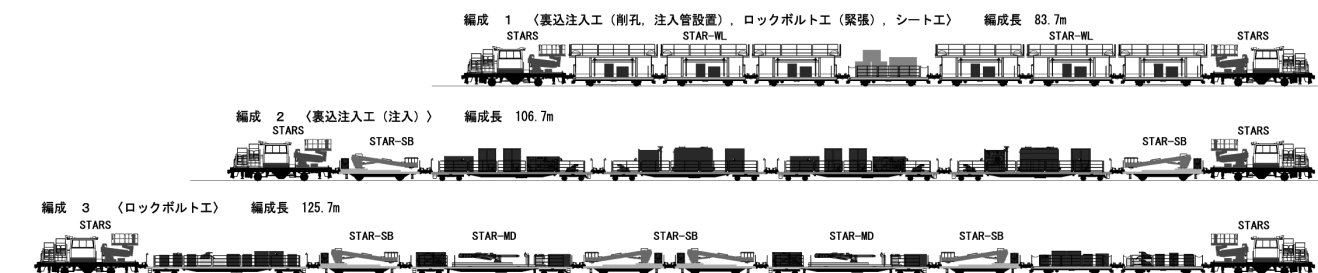
(b) 編成2

裏込注入工の注入用で、注入機材を載せる平台車2



写真—8 STAR—SB

新規開発による施工機械編成



図一 4 施工機械編成

台, 注入孔用 STARS, 確認孔用 STAR—SB を使用する (1 編成)。2 編成分を連結して走行する編成とした。トンネル内で 1 編成ずつに分割可能である。

(c) 編成 3

ロックボルト工の削孔・注入用で, 注入機材を載せる平台車, STAR—MD, STAR—SB2 台を使用する (1 編成)。2 編成分を連結し, 前後に STARS を連結して走行する編成とした。トンネル内で 1 編成ずつに分割可能である。

(7) 安全性に関する開発

(a) STARS

STARS には, 重連制御運転装置を設備し, 作業用台車を STARS2 両で両側から挟み込んで走行することにより, 一方の STARS が運行不能となっても, もう一方の STARS で走行して保守基地に帰還できる。また, 故障診断モニターを搭載して STARS の状態監視を常時行い, 異常に瞬時に対応できるようにしている。

(b) STAR—MD

新規ロックボルト施工機械の操作不慣れによるトンネル内でのき電線, 吊下線等の切断, トンネル壁面の損傷が懸念されるため, 写真—9 に示す模擬トンネルを保守基地に製作し, 写真—10 に示すように作業



写真—10 施工訓練状況

員の訓練を行った。なお, 施工訓練を実施したのち, 操作試験を行い, その試験に合格したものだけを操作員として認定し, 実作業に従事させた。

さらにトンネル内の実施工に先立ち, トンネル内に施工機械編成を持ち込んで, ロックボルト打設の模擬施工を実施して, 再度施工の問題点を確認した。

(c) STAR—MD, STAR—SB

これら施工機械の台車には, 転倒防止用のアウトリガーが 4 台装備されており, アウトリガーを完全に張り出すまでは, ロックがかかっており, マルチリンクドリル, スライドバスケット等が稼動しないように安全装置が設置されており, 特にカント部分での転倒を防止している。

(d) STAR—WL

作業時における足場からの転落を防止するため, 作業状況に合わせた手すり, 安全帯の親綱を設置している。

工事箇所において, 昇降する作業床を, き電線に支障しないところまで上昇し, 作業床をり側方に拡幅させ, その後, 最上部においては簡易足場を組み立て作業においても, 作業時の転落防止を考慮し, 手すり先行型足場組み立てとして計画している。

(e) 共通事項

すべての建築限界外での作業を行う機器の収納し忘れによる移動時のき電線等の吊下物の破損を防止する



写真—9 模擬トンネル

ため、それらの機器が正規の位置に収納することをランプの点灯により確認するとともに移動装置が稼働しないロック機構を装備している。

STARS, STAR — MD, STAR — SB, STAR — WL はいずれも油圧駆動となっているため、油圧機器の故障による車両限界内に収納できない場合は、トンネル内を移動し、保守基地に帰還することができなくなる。これらを補完するために油圧駆動を解除し、人力による収納ができるシステムを組み込んでいる。

また、全ての油圧機器による作業・移動に際して、作業員及び他の機器との接触事故を防止するため、それぞれ異なる音、回転灯の点滅により知らせるシステムを装備している。

2. 開発の経緯

平成 19 年 3 月より施工機械調査、施工機械、施工機械編成群の考え方をまとめ基本設計を行った。その後、平成 20 年 1 月より詳細設計、施工機械の製作を行った。東北新幹線エリア、上越新幹線エリア合わせて、平成 20 年 7 月に表—2 に示す台数の機械が完成した。平成 20 年 9 月から新幹線トンネル耐震対策工事を開始した。

表—2 施工機械製作実績

施工機械・台車	単位	製作台数
STARS	台	12
STARS — MD	台	6
STARS — WL	台	12
STARS — SB	台	12
台車	台	44

3. 実績

(1) 施工数量

表—3 に詳細設計時の数量と実績数量を示す。

当初想定していた以上に裏込注入が入り、さらに施工中にロックボルト工の数量が追加された。

表—3 施工数量

対策エリア	対策項目	単位	詳細設計	実績数量
東北新幹線 エリア	裏込注入削孔工	本	3976	5414
	裏込注入工	m ³	2385	15969
	ロックボルト工	本	5938	6431
上越新幹線 エリア	裏込注入削孔工	本	3239	4188
	裏込注入工	m ³	1943	12268
	ロックボルト工	本	4743	4952

(2) 施工効率

表—4 に詳細設計、および実績の平均日当り施工量を示す。

表—4 平均日当り施工量

対策項目	単位	詳細設計	実績
裏込注入削孔工	本／日	10	16
裏込注入工	m ³ ／日	14	17
ロックボルト工	本／日	6	12

(3) 工期

工期については、上記の施工効率で、詳細設計時に汎用機械で施工した場合の工期を算出したところ、全体工期として 9 年の工期を要した。トンネル耐震工事を早期に終了することが重要なテーマとなっており、少しでも早く完成するということで目標工期が 7 年と設定された。そこで 6 年の工期で完了できることを想定し、施工方法を見直し、新規施工機械、施工システムの開発により施工効率を改善した。修正設計時から比べると、ロックボルト工および裏込注入が大幅に増えているにもかかわらず、さらなる施工方法の改善等を含め、大幅な施工効率の改善により工事施工としては、平成 20 年 9 月に開始し、平成 25 年度末に完了した。

(4) コスト

ロックボルト施工に伴うコストについては、開発した機械の施工効率の向上、施工方法の改善等により、全体工期が 10 年から 6 年に短縮され、4 割減と大幅なコストダウンを図ることができた。

(5) 安全

吊下線、き電線等の支障物を損傷することなく、また列車運行に支障をきたす事故なく、安全に施工が終了した。開発した機械に対する安全性への配慮が大きく寄与したことは言うまでもないが、日々の管理、月、年単位の定期点検等を確実に実施して故障の芽を事前に潰していたことも見落とすことはできない。さらに定期的に緊急時対応訓練を実施したことも職員、作業員の安全への意識を高め、緊張感の維持につながったと考える。

4. 東日本大震災への対応

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災において、当工事でも工事中であり、大きな揺れを受け、緊急

に高架橋、トンネルの点検を行った。高架橋の橋脚、架線柱を中心に大きな被害を受けた。東北新幹線エリアのメイントンネルである蔵王トンネルの進捗率は、裏込注入工、ロックボルト工等ほぼ50%の進捗率であった。蔵王トンネルについては、地震の影響は全く受けず、無傷の状態であった。しかし、その両隣の耐震対策対象外の志賀トンネル、福島トンネルで軽微ではあるが損傷を受けていた。トンネルのアーチ部、側壁部の補強には蔵王トンネルで施工しているこの機械編成群をそのまま両トンネルでの補強工事に使用することができた。さらに両トンネルの被害は、インバートにも及んでおり、その対策のために下向きロックボルト工に改造して使用した。このように東北新幹線の復旧に大きく寄与したと考えている。

5. おわりに

工事が完了し、新幹線運行に支障する運転事故や作業員の傷害事故は皆無であり、工事の途中ではあったが、東日本大震災での影響を受けなかったのは、耐震対策工事の成果であるとともに、蔵王トンネル工事がなされていなければ、両トンネルの復旧には多くの時間を費やしたことになる。

開発した機械であるSTARS, STAR—MD, STAR—WL, STAR—SBは、長期的視野に基づいて設計・開発されており、トンネル耐震対策工事だけでなく、トンネルの点検・検査・修繕工事にも有効活用が可能なものである。今後、これらの機械を幅広く活用し、

より効果的な検査・工事の施行体制を構築したいと考える。また、本工事で得られた技術・技能は後世に継承していくべきものと考えている。

JCMA

《参考文献》

- 1) 土木学会年次学術講演会 2009 年 9 月： 新幹線トンネル耐震対策工事の考え方および施工機械編成の概要
- 2) 「トンネルと地下」2009 年 10 月号： 大規模機械編成による効率的なトンネル耐震対策
- 3) 「建設機械」2010 年 4 月号： 大規模機械編成による新幹線鉄道トンネルの耐震対策
- 4) 「日本鉄道施設協会誌」2010 年 4 月号： 大編成機械群による効果的なトンネル耐震対策
- 5) 日本鉄道施設協会 総合技術講演会 2010 年 10 月： 大規模な機械編成によるトンネルの耐震対策

【筆者紹介】



土屋 尚登（つちや なおと）
東日本旅客鉄道㈱
東京支社 耐震補強対策室
室長（担当部長）



下垣 正宏（しもがき まさひろ）
東日本旅客鉄道㈱
大宮支社 大宮土木技術センター
副所長



岡村 直利（おかむら なおとし）
東鉄工業㈱
環境本部 ECO₂推進部長
兼 土木本部 土木エンジニアリング部担当部長
兼 研究開発センター所長

列車運行時間帯における営業線に近接した 大口径場所打ち杭の施工

信越線新潟駅高架化工事における孔壁防護併用場所打ち杭工法の適用

柴 崎 佑 典・山 田 宣 彦

線路に近接した狭隘な箇所でも薬液注入などの補助工法を施工することなく、安全に列車運行時間帯における杭の施工が可能な工法として、孔壁防護併用場所打ち杭工法を開発した。新潟駅付近連続立体交差事業に伴い、営業線に近接して高架橋を構築する工事において、営業線のホーム上で施工する大口径（φ2,800 mm）場所打ち杭 15 本に対して、孔壁防護併用場所打ち杭工法を適用し、その安全性を実証することができた。

キーワード：営業線近接、大口径場所打ち杭、孔壁防護

1. はじめに

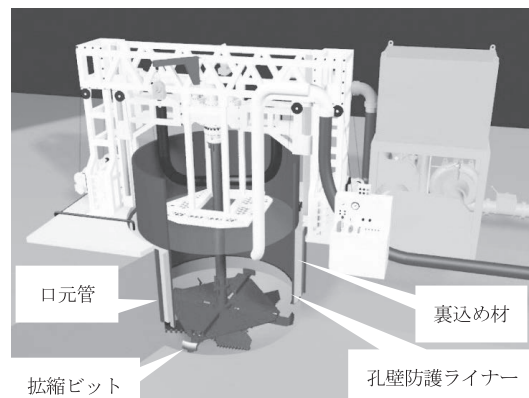
駅改良工事等のプロジェクトでの場所打ち杭は、施工環境が狭隘かつ軌道にも近接していることから、万が一孔壁が崩壊した場合には、列車運行安全性が確保できないため、列車運行時間帯外の線路閉鎖間合いでの作業が多くなる。また孔壁崩壊を防止するためには、薬液注入等の補助工法による大規模な防護工が必要であることから、工期や工事費が増大する傾向にある。これらの問題を解決するため、杭孔の掘削と同時に孔壁の防護を施し、線路に近接した狭隘な箇所においても、孔壁崩壊による軌道変状リスクを極限まで減らすことにより列車運行時間帯での施工を可能とした、孔壁防護併用場所打ち杭工法（以下「本工法」という）（機械名称：ポータル JET-32、以下「本掘削機」という）を開発した。本稿では本工法の概要および新潟駅高架化工事への適用例について報告する。

2. 本工法の概要

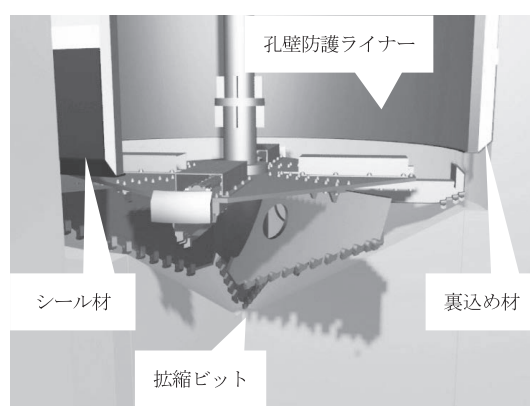
本工法で使用する掘削機（本掘削機）の形状を図—1に示す。

（1）工法特徴

- ・土質条件により孔壁崩壊の危険性が高い範囲に、孔壁防護用のライナープレート掘削と同時に沈設する。ライナープレートと地山の間に裏込め材を充填しながら沈設することで、掘削の進行にあわせて即時に孔壁を防護する¹⁾。なお、ライナープレート下



図—1 本掘削機の形状



図—2 孔壁防護機構

端には、孔壁の凹凸に追従できる裏込め材漏出防止用のシールを取付けている（図—2）。

- ・孔壁崩壊防護範囲と、以深の設計杭径との杭径の違いに対応可能な拡張ビットを装備。
- ・空頭および幅の制約に対応したコンパクトな門型フレーム構造で、直径3 m 級の杭も、ホーム上の小

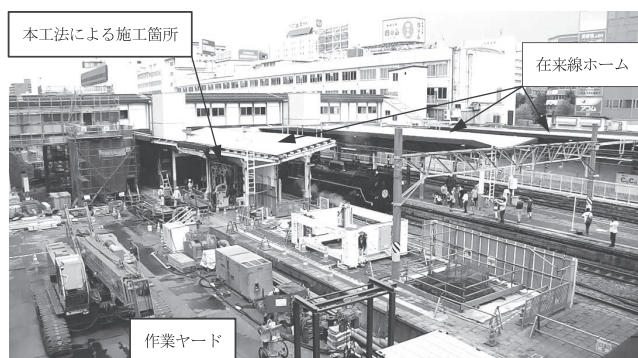
さな仮囲い内（5 m × 8 m 程度）で施工が可能。

(2) 本掘削機の仕様

- ・形式：トップドライブ式リバーサーキュレーションドリル
- ・外寸：(H) 3,200 × (L) 5,000 × (W) 2,200 mm
- ・穿孔能力：深度 50 m, 孔径 ϕ 800 ～ ϕ 3,000 mm, 孔壁防護部掘削径： ϕ 2,000 ～ ϕ 3,400 mm
- ・掘削機本体重量：約 10 tf
- ・リバーサロッド：8 インチ, L = 1.5 m (120 kgf/本)

3. 工事概要

新潟市が事業主体となる新潟駅連続立体交差事業は、新潟駅付近の約 2.5 km について道路と鉄道との連続立体交差化を行うものであり、JR 東日本が鉄道関連工事の施工監理を実施している。本工事は、新潟駅高架化駅東工区を構築するものである（写真—1）。本工法による施工箇所は、図—3 に示す平面図のうち、営業線ホーム上の場所打ち杭 15 本（ ϕ 2,800 mm, L = 22.0 m ～ 28.0 m）である。



写真—1 施工箇所全景

4. 施工実績

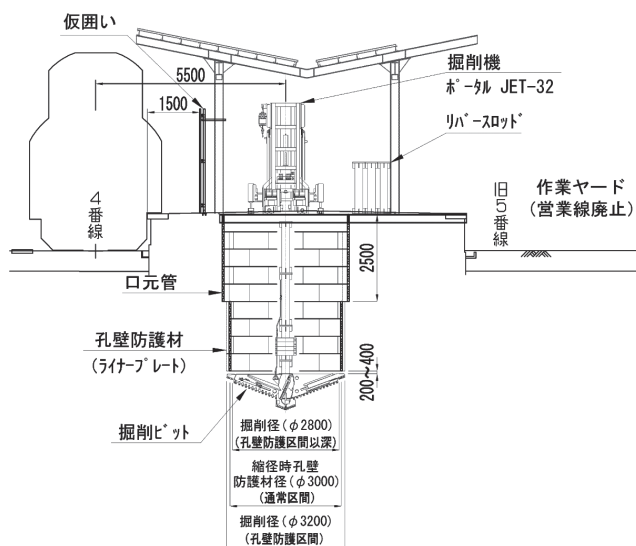
杭径 ϕ 2,800 mm, 杭長 L = 22.0 m の場所打ち杭を、本工法にて施工した。作業箇所の断面図を図—4 に、施工フローを図—5 に示す。

(1) 準備工

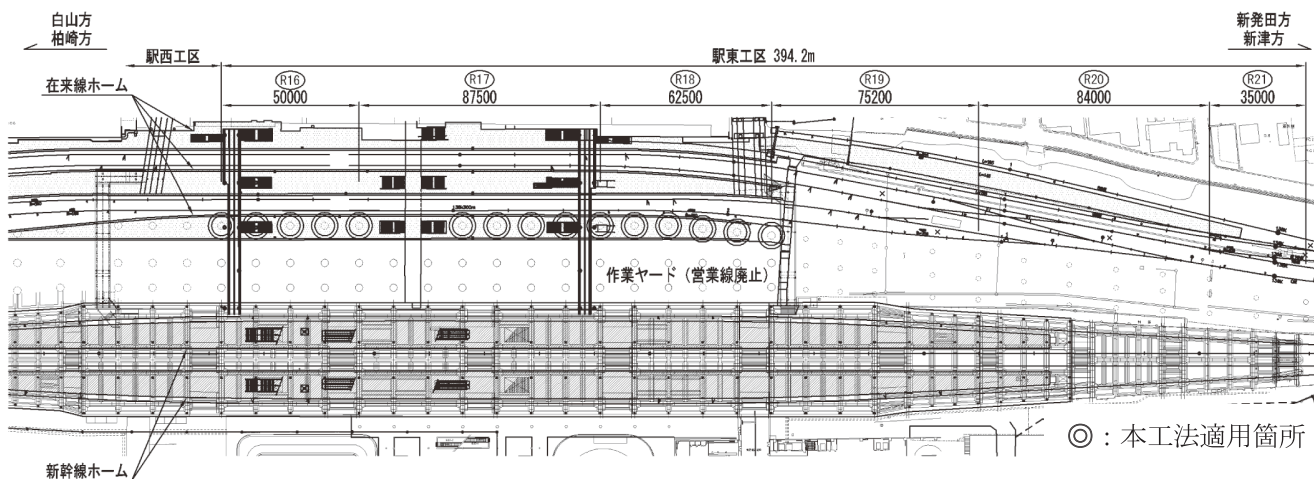
旅客の乗降スペースとして、営業線側ホーム縁端からの離隔を 1.5 m 確保して仮囲いを設置した（写真—2）。表層地盤の崩壊防止および掘削ビットのセットのため、口元管として ϕ 3,400 mm のライナープレート（ライナープレート）を 2.5 m の深さまで設置した。

(2) 孔壁防護区間掘削工

孔壁防護は、 ϕ 3,000 mm のライナープレート（写真—3）を、孔壁崩壊の危険性が高い口元管下端から 9.0 m の範囲（地表面より 11.5 m）に、 ϕ 3,200 mm

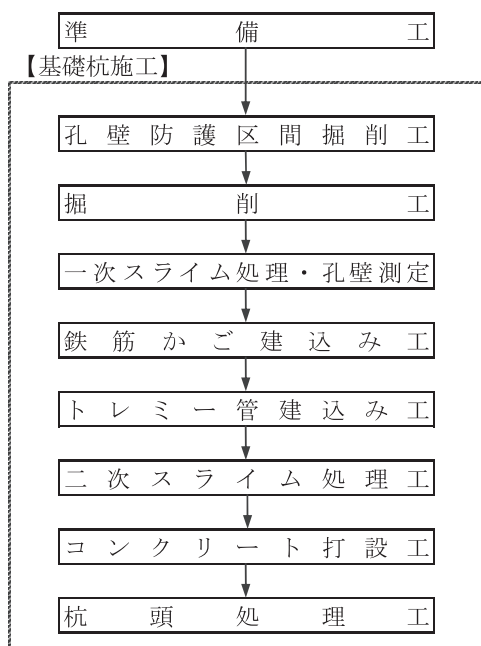


図—4 作業断面図

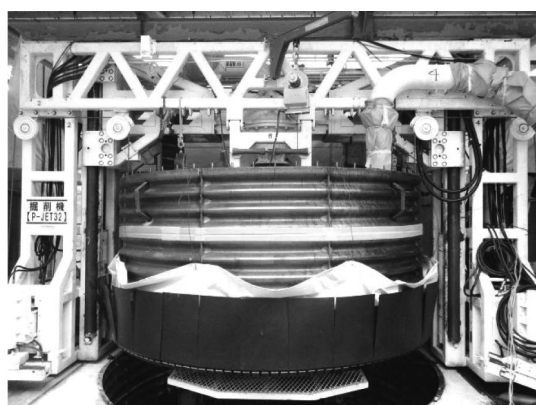


図—3 信越線新潟駅付近高架化駅東工区平面図

◎：本工法適用箇所



写真一2 ホーム上仮囲い



写真一3 本掘削機, 孔壁防護材および裏込めシール材

での掘削と併行して沈設した。ライナープレートは、地上で人力にて組立（写真一4）、順次積上げ、門型フレームから吊り下げられるワイヤーを用いて、自重により沈設した。孔壁面とライナープレートとの隙間には、自己充填性の裏込め材を充填した（写真一5）。裏込め材は、掘削中断などトラブルへの対応として、



写真一4 ライナープレート組立

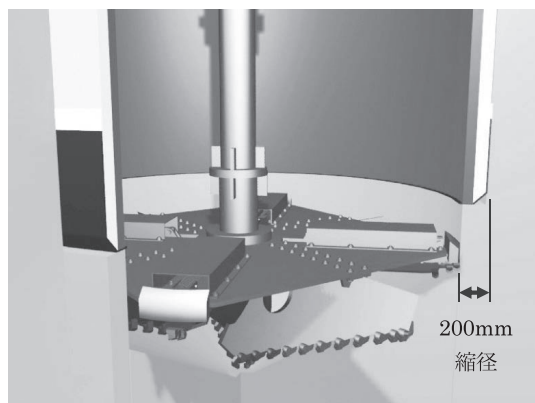


写真一5 裏込め材充填

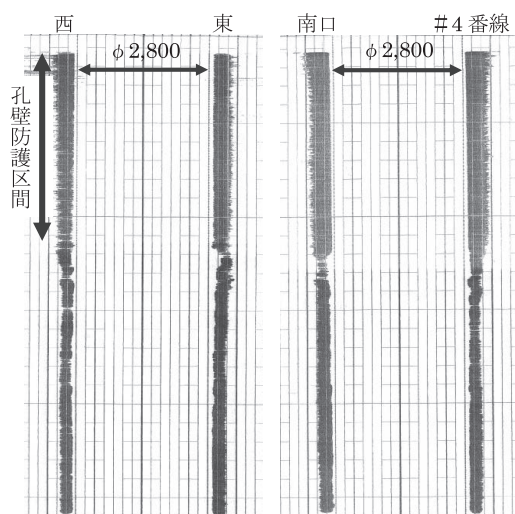
48時間程度流動性を確保できる配合とし、比重は1.13程度である。掘削時には、掘削ビットとの接触によるライナープレートの損傷防止および先掘り防止のため、ライナープレート下端と掘削ビット上面との離隔を常時200 mm～400 mm以内に納まるように管理した。ライナープレートの組立時間は、1リング（高さ500 mm）あたり10分程度であり、孔壁防護区間の掘削速度は平均20 mm/分程度であった。掘削作業は、昼間の列車運行時間帯に実施した。

(3) 掘削工

計画深度までライナープレート沈設完了後、掘削ビットをφ3,200 mmから杭設計径のφ2,800 mmに縮径し（図一6）、所定の深度まで掘削を行った。掘削速度は平均25 mm/分程度であった。掘削完了後、超音波測定機を用いて孔壁測定を行った。表層部から支持層までの地層は、緩い中砂および粗砂である。図一7に示す孔壁測定結果から、崩壊もなく鉛直に掘削できていることがわかる。掘削作業中の軌道への影響を把握するため、作業開始前と作業終了後に隣接線のレールレベルを光波測距儀にて測定した。施工中の計測は毎回行っているが、変位量は1 mm程度であるため、軌道への影響はないと判断した。



図—6 掘削ビット縮径

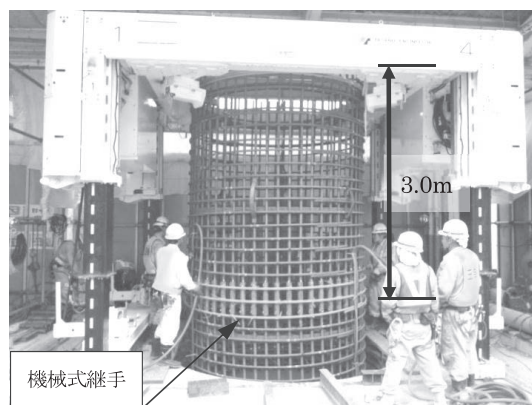


図—7 孔壁測定結果

(4) 鉄筋かご建込み工

場所打ち杭施工時のホーム上家の撤去復旧およびそれに伴うケーブル移設を不要とするため、鉄筋かごの建込みは、鉄筋かごを 3.0 m に分割し、機能追加型リフターによる建込みを行った（図—8）。機能追加型

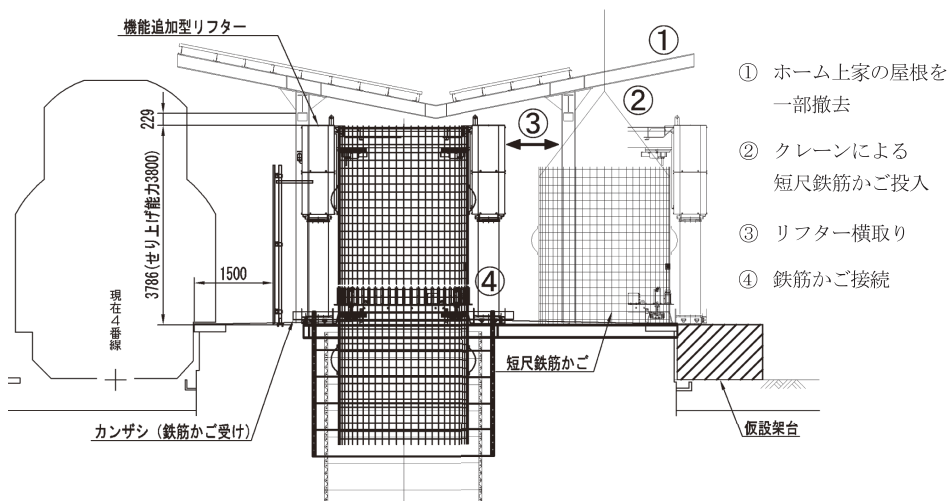
リフターは、ホーム上家による空頭制限下で、鉄筋かごの建込みを限られた時間内に効率的に施工すること、杭の大口径化に伴い鉄筋かごの重量が大幅に増加することへの対応を目的として開発した（写真—6）。表—1 にその仕様を示す²⁾。主筋（D32）の継手は機械式継手（グラウト充填タイプ）を使用した。



写真—6 鉄筋かご建込み

表—1 機能追加型リフター仕様

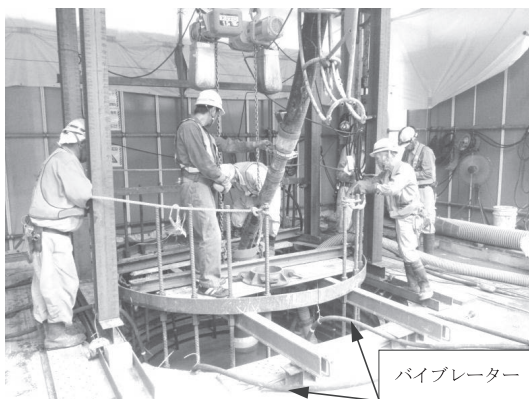
せり上げ能力	32 t（荷重中心はリフター中央部）
揚程	225 ～ 3,555 mm
ストローク	3,130 mm = 1,250 mm（ビーム昇降） + 1,880 mm（リフト伸縮）
昇降速度	上昇 1,000 mm／分，下降 1,500 mm／分
走行フレーム	車輪 4 輪 × 4 = 16 輪（人力駆動）
油圧ユニット	AC 三相 200 V/220 V モータ出力 3.7 kW × 4 基
外径寸法	幅 3,887 mm，奥行き 5,259 mm 高さ 3,879 mm ～ 2,000 mm （適用杭径 φ 2,800 ～ 3,000 mm）
質量	約 9.6 t



図—8 鉄筋かご建込みステップ

(5) コンクリート工

コンクリートは、トレミー管を用いてポンプ車による打設を行った（写真－7）。過去の大口径杭のコンクリート打設実験結果³⁾より、コンクリートが充填可能なスランブを、トレミー管口元で20.5 cm以上として管理した。スランブの許容誤差を考慮し、打設するコンクリートの配合は30-23-25Nとした。杭頭部付近は、帯鉄筋 D32 が100 mm ピッチで配筋されている。かぶり部の充填不良を防止するため、杭設計天端より2.8 mの区間（1D区間）は、バイブレーターを用いて締固めを実施した^{4), 5)}。バイブレーターは10本用意し、コンクリート打設前に計画の高さに設置しておいた。



写真－7 コンクリート打設

5. おわりに

営業線のホーム上、上家による空頭制限下における作業環境で、本工法を適用した。現在大きなトラブル

もなく施工中である。孔壁崩壊の危険性が高い地盤において、スタンドパイプや薬液注入工等の補助作業なしに、列車運行時間帯に軌道に対して影響を与えることなく施工できることを確認した。引き続き本工事の施工にあたり、関係者の皆様のご協力のもと安全に工事を進めていく所存である。

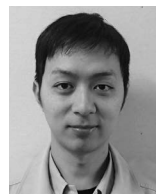
J C M A

《参考文献》

- 1) 大塚隆人・高崎秀明・池本宏文・和田旭弘・栗栖基彰・山田章史：掘削同時孔壁防護機能を有する大口径場所打ち杭の防護機構，土木学会第66回年次学術講演会概要集，Ⅲ -241, pp.481-482
- 2) 岡田尚千・滝沢聡・溝口洋一・竹田茂嗣：機能追加型リフターによる鉄筋かごの建込み，土木学会第67回年次学術講演会概要集，Ⅳ -413, pp.825-826
- 3) 山内真也・上田学・池本宏文・柳博文：大口径場所打ち杭を模擬したコンクリート打設実験，土木学会第66回年次学術講演会概要集，Ⅳ -367, pp.733-734
- 4) 池本宏文・鈴木啓晋・柳博文・山内真也：大口径場所打ち杭における杭頭部コンクリートの締固めに関する基礎試験，土木学会第67回年次学術講演会概要集，Ⅳ -406, pp.811-812
- 5) 山内真也・柳博文・鈴木啓晋・池本宏文：大口径場所打ち杭における杭頭部コンクリートの締固めに関する大型試験，土木学会第67回年次学術講演会概要集，Ⅳ -407, pp.813-814

【筆者紹介】

柴崎 佑典（しばさき ゆうすけ）
鉄建建設㈱
関越支店 鉄建・前田・東亜・加賀田組共同企業体
工事管理者



山田 宣彦（やまだ のぶひこ）
鉄建建設㈱
土木本部 エンジニアリング部
課長代理



減災，建設・維持管理費用低減を目指した 新橋梁形式

三陸鉄道北リアス線の災害復旧工事における補強盛土一体橋梁の施工 GRS 一体橋梁

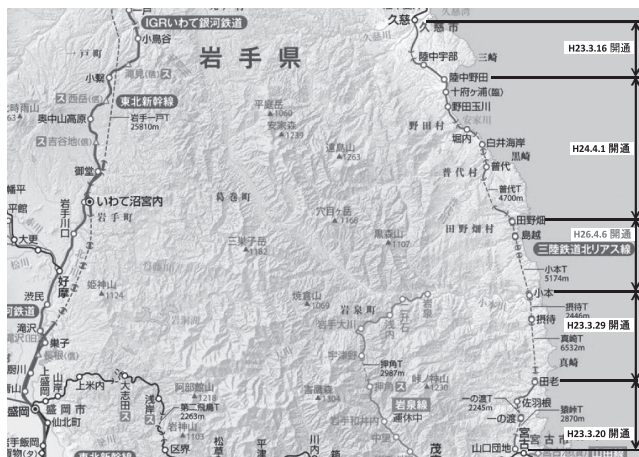
白仁田 和 久・進 藤 良 則・筒 井 光 夫

東日本大震災において、三陸鉄道北リアス線は甚大な被害を受けた。特に被害の大きかった島越駅～田野畑駅間の災害復旧に際しては、減災・費用低減の観点から復旧工法が検討された。その結果、島越駅付近の旧高架橋区間は盛土構造により、流出した3つの従来式橋梁（橋台・橋脚＋桁）は補強盛土一体橋梁により、復旧されることとなった。本稿は、流出した橋梁の復旧に採用された補強盛土一体橋梁の概要及び実施工について記述するものである。

キーワード：新橋梁形式，GRS 一体橋梁，インテグラル橋梁，補強土工法，建設費用低減，維持管理費用低減

1. はじめに

三陸鉄道北リアス線は、岩手県沿岸北部の宮古・久慈間を結ぶ71.0 kmの路線であり、先の東日本大震災において、甚大な被害を受けた。特に、陸中野田駅から野田玉川駅間においては道床が、島越駅付近においては駅舎・高架橋および松前川橋梁が、島越駅から田野畑駅間においてはコイコロベ沢橋梁・ハイペ沢橋梁が流失する等、被害が深刻であった。しかし、懸命の復旧により、平成24年4月までに、宮古～小本間および田野畑～久慈間において、営業運転が再開されており、小本～田野畑間のみが不通区間となっていたが、平成26年4月6日に全線で運転が再開された（図—1）。



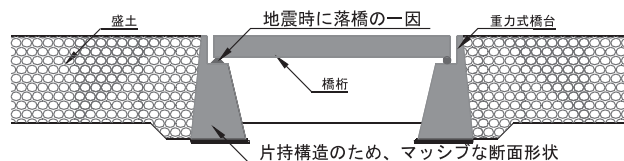
図—1 北リアス線の復旧経緯

本稿は、小本～田野畑間の復旧工事において、ハイペ沢橋梁の再構築に採用された補強盛土一体橋梁（GRS（Geosynthetic-reinforced Soil）一体橋梁，以下「本工法」という）の概要および施工について記す。

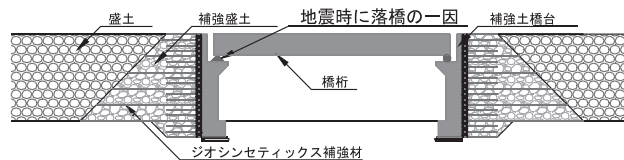
2. 本工法の概要

従来式橋梁（橋台＋桁）には、以下のような問題があった（図—2（a））。

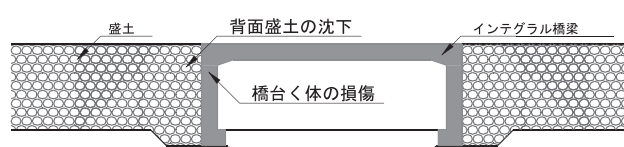
①橋台は、土圧に対し片持構造となるため、マッシュな断面形状となる。



(a) 従来式橋梁の場合



(b) 補強土橋台の場合



(c) インテグラル橋梁の場合

図—2 各橋梁形式での主な問題点

②橋桁と橋台の接触部には、温度変化の影響に対応できるように支承構造が採用されており、地震時の落橋の一因となっている。

①は盛土に起因する問題であり、②は構造形式に起因する問題である。これまでに、各々の問題への対応策として補強土橋台やインテグラル橋梁が開発されてきた。しかし、補強土橋台には引続き支承の問題が残っており（図-2 (b)）、インテグラル橋梁には温度変化の影響による背面地盤の沈下および橋台く体の損傷という問題が発生した（図-2 (c)）。

そこで、それぞれの特長を生かしつつ、互いの弱点を補える橋梁形式として、本工法が開発された¹⁾。本工法は、盛土や地山の中に補強材を入れ法面勾配を急勾配化する工法である「補強土工法」と、支承を省略し上部工と下部工をラーメン構造化した橋梁である「インテグラル橋梁」を融合させた新しい橋梁形式である（図-3）。

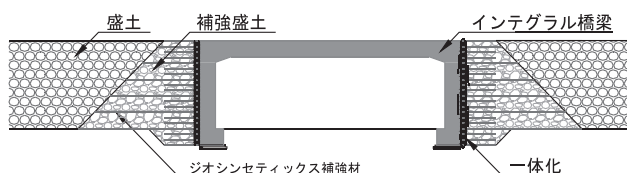


図-3 GRS 一体橋梁の概略図

この橋梁形式で重要となるのは、補強盛土とインテグラル橋梁との一体化である。具体的には、側壁コンクリート打設時、背面側の裏型枠を設けずに、補強盛土のジオテキスタイルに直接コンクリートを打ち込むことにより、一体化する。仮に、裏型枠を設け、一体化が図られない場合には、背面盛土の沈下抑制の効果が低減する。

3. ハイペ沢橋梁の再構築

(1) 概要

ハイペ沢橋梁は、防潮堤のない切り立った海食崖に挟まれた区間で、海岸から 50 m 程度のところに位置



図-4 ハイペ沢橋梁位置図



写真-1 ハイペ沢橋梁の被災状況

しており（図-4）、両端部の橋台および中間橋脚を有する 2 径間の単純桁橋（PC 下路桁（ $L = 32.1$ m）+ RCT 形桁（ $L = 16.6$ m））であった。東北地方太平洋沖地震による津波で、起点側橋台と桁 2 連が流失し、中間橋脚は流失を免れたが、躯体基部が洗掘された（写真-1）。

ハイペ沢橋梁の再構築に当っては、減災、建設費用及び維持管理費用の低減を考慮した本工法が採用された^{2), 3)}。

再構築されるハイペ沢橋梁の特徴としては、以下の点が挙げられる。

①径間長は、起点方が 30.36 m、終点方が 26.04 m と長く、また、起点側径間において、県道との離隔が小さいため、SRC 下路桁構造が採用された。

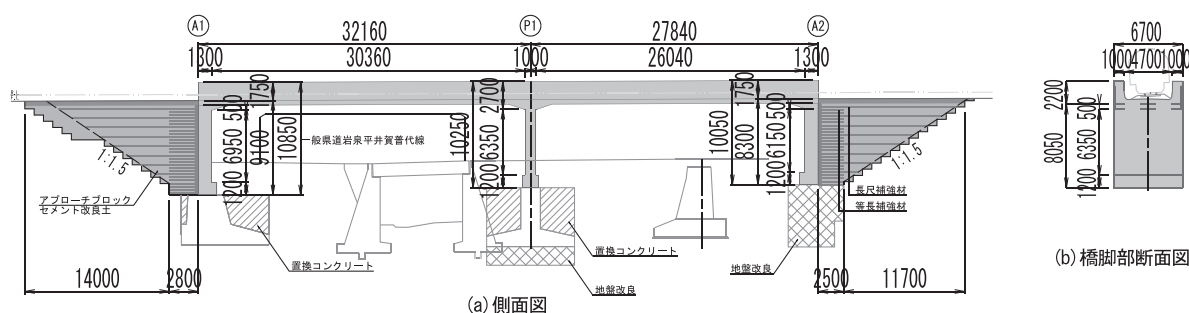


図-5 ハイペ沢橋梁一般図

- ②直下の県道および迂回路の建築限界と桁下面の離隔内での支保工の設置が不可能であったため、桁下面には埋設型枠が採用された。また、桁側面に関しても塩害対策として、埋設型枠が採用された。
- ③起点方スパンの8割以上となるよう再配置したA2橋台を除いた既設橋梁の基礎部分は、建設廃棄物を抑制するため、再利用された。
- ハイペ沢橋梁の一般図を図—5に示す。

(2) 施工順序

ハイペ沢橋梁の施工順序は、以下の通りである（図—6）。

- ①既設A2橋台上半部の撤去およびその背面の段切掘削を行うとともに、河川を埋戻し、迂回道路を整備する。また、中間橋脚部の土留杭を打設する。
- ②P1橋脚部およびA2橋台部の地盤改良を行い、土留掘削・段切掘削を行い、P1橋脚部には、置換コンクリートを打設する。
- ③道路を迂回路へ切廻し、A1橋台部の土留杭を打設する。
- ④既設A1橋台上半部を撤去するとともに、土留掘削・段切掘削を行い、置換コンクリートを打設する。
- ⑤アプローチブロックの構築を行う。
- ⑥橋台・橋脚の下半部のコンクリートを打設し、埋戻す。
- ⑦道路を元の位置へ戻し、終点方のベント組立・鋼桁架設を行う。
- ⑧道路を再度、迂回路へ切廻し、起点方のベント組立・鋼桁架設を行う。
- ⑨鋼桁架設完了後、埋設型枠を設置し、鉄筋を組立て、コンクリートを打設する。また、補強盛土側面の壁面コンクリートを打設する。
- ⑩適宜、道路を切廻しながら、ベントを解体した後、最後に、P1部の埋戻し・護岸整備を行うと共に、河川埋戻しを撤去し、施工完了となる。

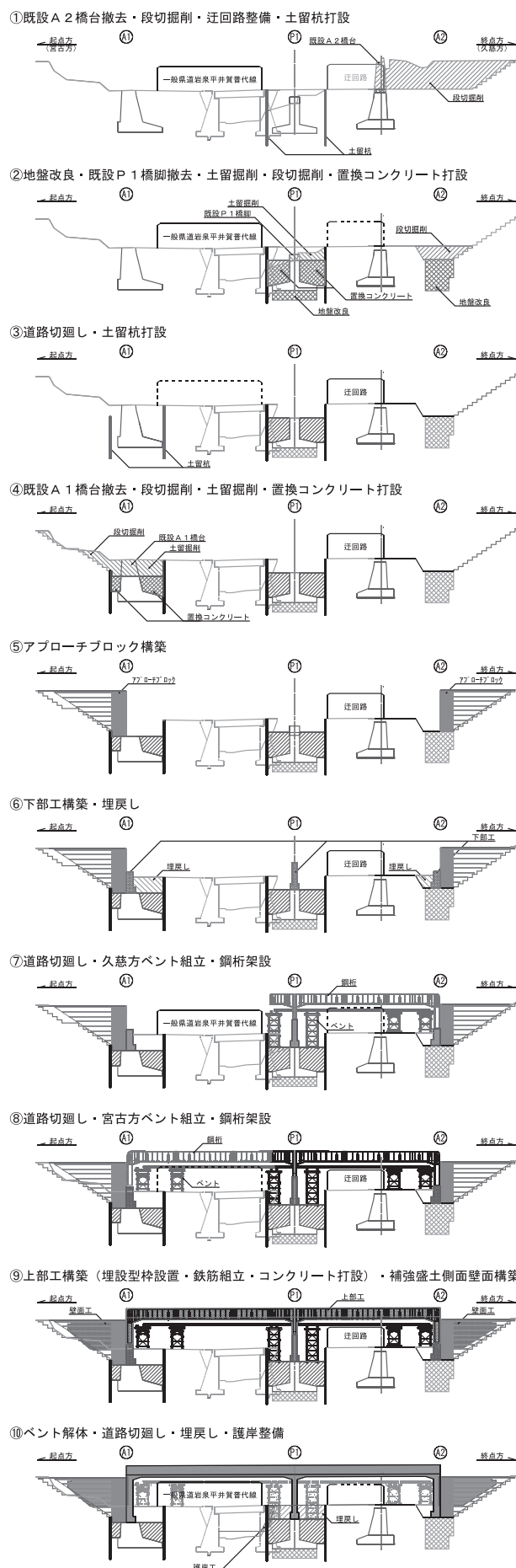
(3) アプローチブロックの施工

(a) ジオテキスタイルの敷設

ジオテキスタイルは、30 cm 毎に等長補強材として30 kN/m 級を、3層に1層を長尺補強材として、60kN/m 級を敷設した。また、仮抑え工としては、省力化が図れる溶接金網を用いた（写真—2）。

(b) 盛土材撤出しおよび締固め

アプローチブロックの盛土材は、配合試験の結果、添加量重量比3%のセメント改良を行った粒度調整碎石を用いることとなっていた。実際の施工においては、施工性を考慮し、20 m³ 水槽に粒度調整碎石



図—6 施工順序図



写真一2 ジオテキスタイル敷設・溶接金網設置状況

18 m³ およびセメント 1 t を投入し、バックホウにて攪拌することで、添加量重量比 3% 以上のセメント改良粒度調整碎石の作製を行った。

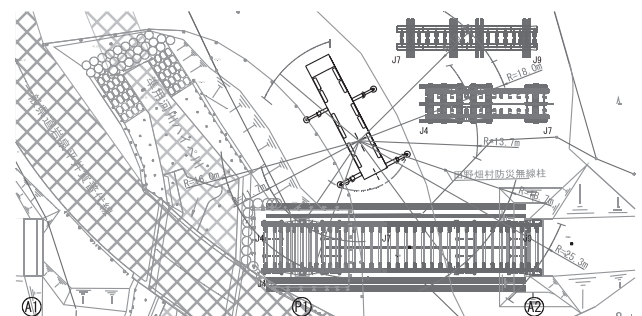
締固めは、本盛土に先立ち、試験盛土を行い、仕上り厚が 15 cm となるよう、撒出し厚を 18 cm, 1 t ローターにて 3 往復 6 回の転圧を行うこととした（写真一3）。また、締固め管理に関しては、3 層毎に 9 点の RI 測定を行い、各締固め度が 92% 以上、かつ、平均締固め度が 95% 以上であることを確認した。



写真一3 転圧状況

(4) 鋼部材の架設

鋼部材の架設は、トラッククレーンベント工法にて行った。先ず、25 t 吊ラフタークレーンにてベントを組立て、次に、架設用足場を組立てる。その後、160 t 吊トラッククレーンを使用し、作業ヤード内から、主桁、横桁の順番で架設した。主桁は、単材または 2 ~ 3 の単材を地組した状態で架設した。架設時の車両配置を図一7、架設状況を写真一4に示す。



図一7 架設時車両配置図（終点方架設時）

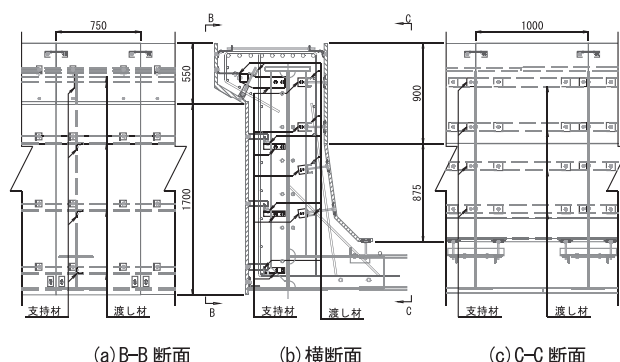


写真一4 鋼部材架設状況（終点方架設時）

(5) 埋設型枠の設置

ハイベシ橋梁では、施工性および耐久性を考慮し、上部工に埋設型枠を採用しており、適用箇所は、U 型断面の主桁内外側面およびスラブ底面である。

主桁側面の埋設型枠は、断面形状を考慮して上下二分割とし、幅は施工重量を考慮し決定した。埋設型枠の設置は、取付治具として主桁補剛材に支持材を、この支持材に渡し材を設置し、これにボルト等にて固定することとした。埋設型枠取付治具の配置要領を図一8に示す。また、スラブ底面の埋設型枠は、横桁方向に 5 分割とし、横桁下フランジ上に、掛り代を設けて載せる構造とした。



図一8 埋設型枠設置要領図

(6) コンクリート打設

下部工は、フーチング、側壁を上下二分割の 3 回打設とし、上部工は、径間中央部、両端部および中間部の隅角部の 5 回打設とした。本工法においては、アプローチブロックとインテグラル橋梁との一体化が重要となるため、下部工の両端部側壁の打設の際には、背面側には型枠を設けず、ジオテキスタイルに直にコンクリートを打込む。上部工の打設順序は、ひび割れを抑制できるよう径間中央部を先行して打設し、残りの隅角部には膨張材を添加した上で、両端部、中間部の順とした（写真一5）。



写真-5 コンクリート打設状況

(7) 計測工

ハイベ沢橋梁に関しては、本工法では、初めてとなる2径間連続橋、また、SRC下路桁形式を採用したことから、橋梁の挙動を把握するため、動態計測を行っている。主な計測項目は、鉄筋、鉄骨およびジオテキスタイルのひずみであり、計測位置を図-9に示す。この動態計測は、運転再開後も1年程度継続される予定である。

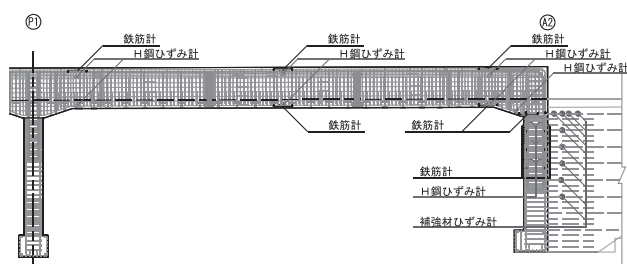
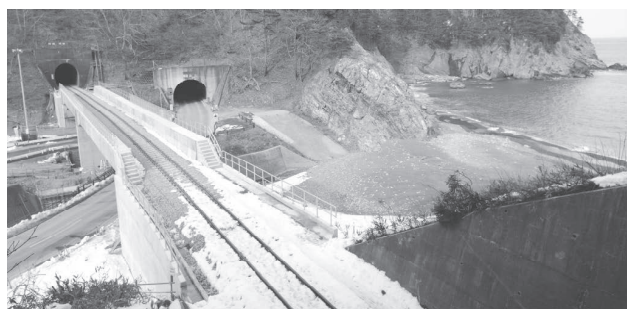


図-9 主な計測機器配置図

4. おわりに

三陸鉄道北リアス線復旧工事において、本工法



(a) 起点方より撮影



(b) 山側より撮影

写真-6 完成したハイベ沢橋梁全景



写真-7 運転再開した北リアス線 (ハイベ沢橋梁)

GRS一体橋梁は、本橋以外に松前川橋梁およびコイコロベ沢橋梁に採用されており、いずれの橋梁も施工は、完了している(写真-6)⁴⁾。現在、三陸鉄道は、平成26年4月5日に南リアス線、翌6日に北リアス線が運行再開(写真-7)し、全線で運行再開を果たした。但し、一部の土木附帯工事および島越駅舎の建築工事が継続して行われており、6月末の竣工まで、活線での工事を安全に留意し、行っていく所存である。最後に、沿線部の完全復興は、未だ、達成されておらず、三陸鉄道の運転再開が弾みとなり、さらなる復興が進むことを願っております。

J C M A

《参考文献》

- 1) 野中隆博, 神田政幸, 館山勝, 龍岡文夫: 補強盛土一体橋梁 (GRS一体橋梁) の開発, 橋梁と基礎, Vol.47, No.8, pp.54-56, (2013.8)
- 2) 小田文夫, 進藤良則: 三陸鉄道北リアス線の復旧工事における GRS 一体橋梁の適用, 橋梁と基礎, Vol.47, No.8, pp.106-108, (2013.8)
- 3) 陶山雄介, 進藤良則, 阿部雅史: GRS 一体橋梁を用いた三陸鉄道北リアス線の復旧計画と設計, ジオシンセティックス論文集, Vol.24, pp.375-382, (2013.12)
- 4) 白仁田和久, 筒井光夫, 森澤仁, 阿南直幸, 田中卓也, 服部尚道: 三陸鉄道北リアス線における補強盛土一体橋梁の施工事例, ジオシンセティックス論文集, Vol.24, pp.383-388, (2013.12)

【筆者紹介】

白仁田 和久 (しらにた かずひさ)
東急建設㈱
土木本部 土木技術設計部
課長代理



進藤 良則 (しんどう よしのり)
(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構
東京支社 三陸鉄道復興鉄道建設所
所長



筒井 光夫 (つつい みつお)
東急建設㈱
東日本支店 三陸鉄道北リアス線災害復旧 JV 作業所
現場代理人



泥土圧シールドで営業線直下・小土被りを掘進

辻 忠彦

鉄道路線の地下化に伴い、営業線直下で新線を構築する工事が増えている。本工事は2駅間（約861m）の上下線をシールド工法により掘進し、狭隘な駅部でシールド機の回転・こう上を行ったものである。今回は営業線直下の小土被りでの掘進と、シールド機の回転・こう上の概略を紹介する。

キーワード：営業線直下、小土被り、近接施工、狭隘な場所での回転・こう上

1. シールド工事概要

(1) 工事概要

本工事は、2駅間の861mを泥土圧シールドにて施工する工事である。シールドトンネルは一部縦列配置の上下線2本からなり、延長1,722m（ $L = 861\text{m} \times 2$ 本）を1台のシールドでUターン施工を行う。

(2) 地質概要

土質縦断図を図-1に示す。

シールド掘削対象地盤の大半を占める立川礫層（Tag）は、玉石状の砂礫を含む砂礫層であり、玉石の最大径は300mmで、いずれの深度においても径200mmクラスの玉石が3～10個/ m^3 程度混入し、バインダー分が5%以下という特徴を有している。また、透水係数は概ね $10^{-2} \sim 10^{-1}\text{cm/s}$ を示している。

上総層群砂質土層（Ks1）は、比較的均質な細砂～粗砂が互層状をなしており、所々に粘性土薄層を介在する。N値は最上部で20～40程度であるが、概ね50以上の非常に締まった地層である。

上総層群粘砂性土層（Ksc）は、固結シルトと砂の互層で、N値は35～50以上を示し、多くは50以上の非常に硬い地層である。

また、地下水位はGL-5.5～-7.3mであり、トンネル断面の上半部から天端付近まで季節変動する。

(3) セグメント構造

第2工区シールド工事では、ダクトイルセグメント、およびはRCセグメントを用い、二次覆工省略で計画した。

このうち、上下線2本のトンネルが左右の併設から上下の併設へと暫時変化し、土被りが13.7mまで深くなる区間の上り線259m（185リング）においては鉄道トンネルとして初めて鋼繊維補強高流動コンクリートセグメント（以下、SFRCセグメント）を採用した。本セグメントは、鋼繊維の補強効果により曲げ耐力の増加が見込める。また、鉄道トンネルでは、コンクリート片のはく落は重大な事故に直結するが、その防止効果が期待できる。

さらに、一般部のRCセグメントにおいても、トン

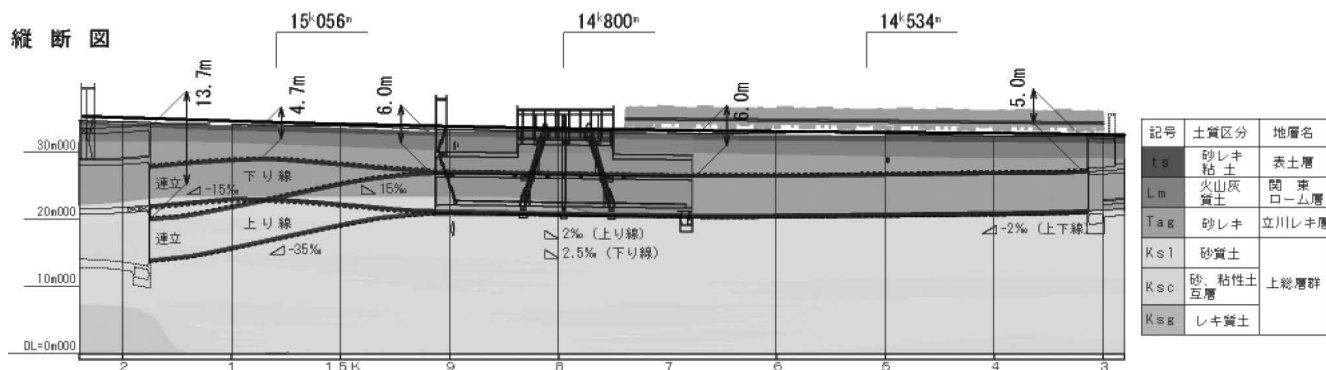


図-1 土質縦断図

ネル覆工のはく離・はく落を防止するため、セグメントの内表面に「耐アルカリガラス繊維シート」を設置したEXP（エキスパート）セグメントを採用した。

(4) 本工事の特徴

本シールド工事の特徴を以下に示す。

- ①営業線の直下を小土被り（最小土被り 4.7 m/0.69D）で縦断方向に連続して掘進
- ②掘削対象地盤は立川礫層が主体のため、バインダー分が少なく最大礫径 300 mm を想定
- ③地下水位はシールド掘削断面に対し不飽和で季節変動
- ④上下線のシールドトンネルの最小離隔が 400 mm と超近接
- ⑤営業線直下の回転立坑において、約 300 t のシールドを回転・扛上

以上に示すとおり、これまで日本国内でも例を見ない極めて厳しい条件のシールド工事といえる。今回は、このような条件下における泥土圧シールドの施工計画、課題と対策、施工実績について報告する。

2. 営業線直下・小土被り・SEW 発進到達・礫層掘進対策

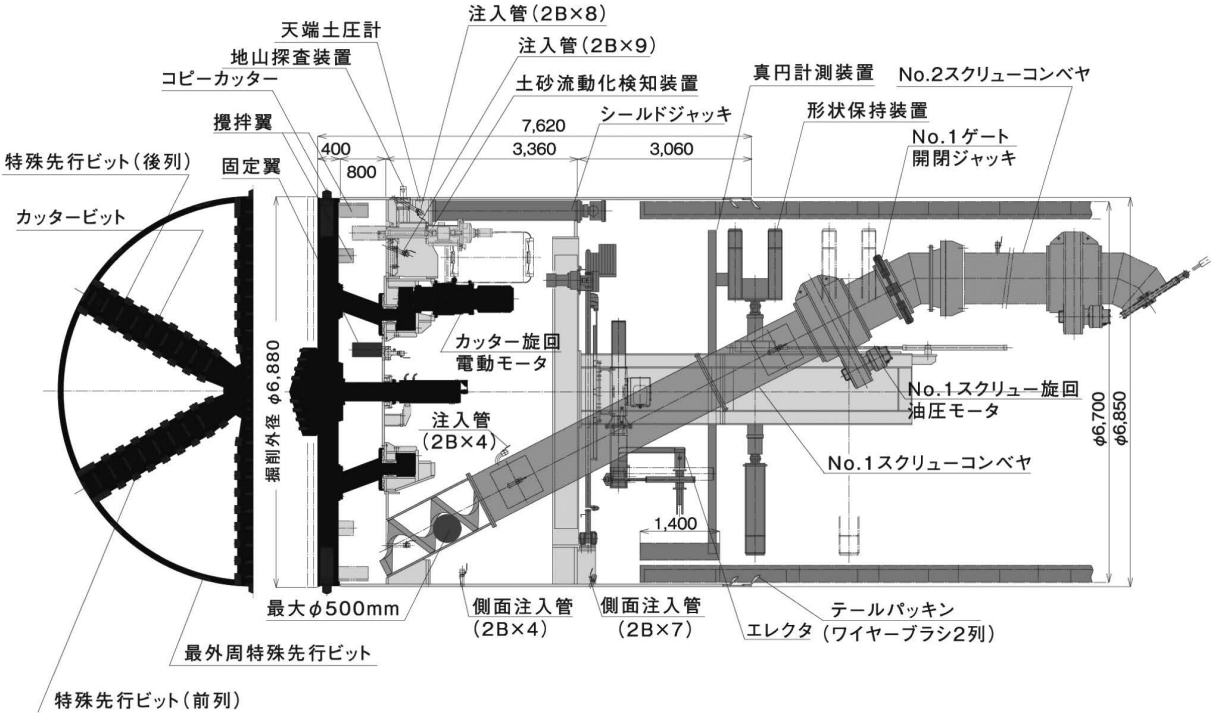
(1) シールドの仕様

本工事で使用した泥土圧シールドの仕様を表―1に示す。シールド形式は、立川礫層への対応、低土被り

表―1 シールド仕様

項目	詳細項目	
シールド本体	外径	φ 6,850 mm
	機長	7,620 mm
	テールシール	ワイヤブラシ耐圧型 2 列
推進機構	シールドジャッキ	2,000 kN × 21 本
	総推力	42,000 kN
カッター装置	スポーク本数	6 本
	開口率	約 68%
	支持方式	中間支持方式
	装備トルク	6,674 kN・m (100%)
	カッター回転数	0.94 rpm
土砂攪拌装置	余掘装置	コピーカッター 2 基
	攪拌翼	外周部 2 本・内周部 2 本
裏込注入	固定翼	外周部 1 本・内周部 1 本
	注入方法	同時注入
土砂搬出設備	注入箇所	セグメントグラウトホール
	形式	リボン式スクリーコンベヤ φ 850 mm
	排土能力	約 165 m ³ /hr
	排土可能礫径	φ 500 mm

掘進、発進基地の用地等を考慮して泥土圧シールド工法を採用した（図―2 参照）。カッターヘッド形状は、立川礫層に対して破碎よりも取り込みを優先してスポークタイプを採用し、玉石を取り込むスクリーコンベヤは排土可能径 φ 500 mm のリボン式を採用し、確実なプラグゾーンを確保するため 2 次スクリーコンベヤを設置した。



図―2 シールド

また、地表面への影響を小さくするため、シールドには同時裏込注入装置を設けず、セグメントからの同時注入方式を採用し、できる限り早いタイミングで裏込注入を開始するために、形状保持装置の上部を二股構造とした。さらに、止水性向上および再注入が可能な二重止水裏込注入孔を採用した。

さらに、本シールドは、礫層を長距離掘進することに加えて、発進部および到達部にシールドで直接切削可能なSEW壁を採用しているため、カッタービットの形状、耐久性を確保し、切削性能を維持することを目的として、特殊先行ビットを段差配置することとした。

(2) 切羽の安定対策

(a) 塑性流動化対策

①掘削用添加材

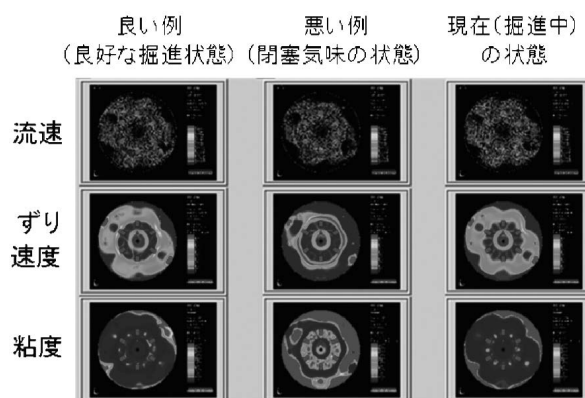
主たる掘削対象地盤である立川礫層はシルト以下の細粒分が不足しているため、ベントナイト系加泥材を添加することでこれを補うとともに、気泡を添加することにより、安定したチャンバ内の塑性流動および排土性状の確保とカッタートルクと推力の低減を図った。注入量・注入位置は掘進状況および排土状況に応じて調整した。

②土砂流動管理技術の適用

シールド施工時の切羽の安定保持に必要なチャンバ内土砂の塑性流動状態を定量的に評価・把握するため、リアルタイムに視覚的に捉えることが可能なチャンバ内の土砂流動管理技術を導入した(図—3参照)。

(b) 切羽土圧管理

小土被り条件下では当然ながら有効土被り圧が小さく、土圧係数から求められる有効静止土圧との差も小さくなる。そのため、切羽土圧の許容幅が狭くなり、わずかな管理誤差でも周辺地盤に影響を与える可能性



図—3 土砂流動管理技術

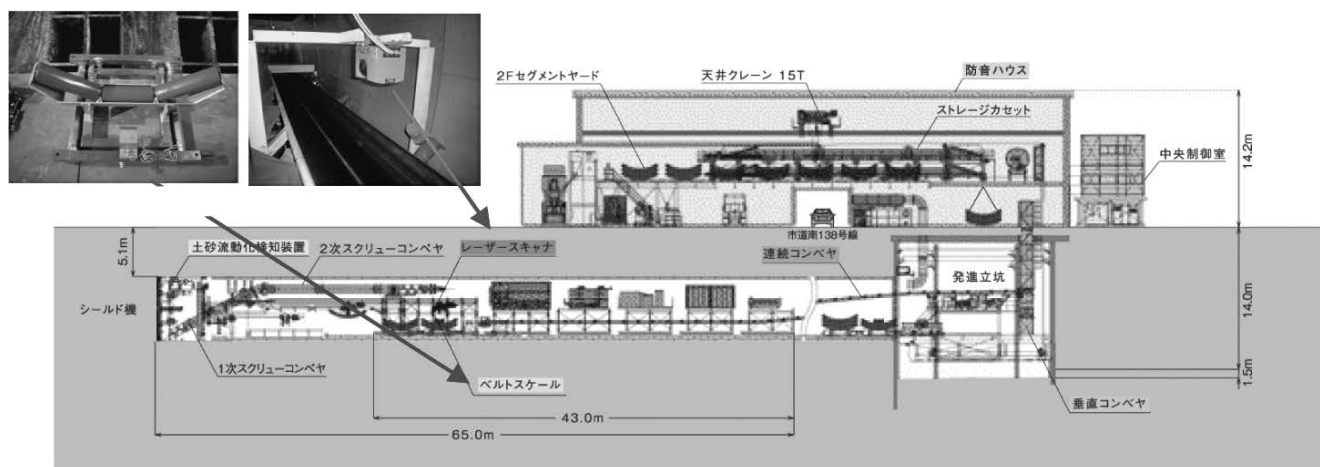
がある。従来以上に繊細な切羽土圧の調整を行うために、以下の対策を講じた。

- ・チャンバ内に土圧計を6箇所(上部・中央・下部各2箇所)配置
- ・上部土圧計をメインの管理土圧とし、下限値と上限値を設定
- ・上部土圧計の下限値は「有効静止土圧 + 地下水压 + 予備圧」、上限値は「土被り圧」
- ・中央の土圧計は下限値を上部土圧計と同様に設定
- ・下部土圧計はチャンバとスクリーコンベヤの閉塞防止のための目安として監視

さらに、営業線の運行が切羽に与える影響を考慮し、上記設定土圧に列車荷重による動的荷重成分を付加した。

(c) 効率的な掘削土砂の排出と排土管理

本工事は礫地盤における営業線直下・小土被り条件であることから、最も効率的かつ連続的に掘進を行うことを目的として、坑内の土砂搬出には延伸式の連続ベルトコンベヤを、掘削土砂の垂直搬送には垂直ベルトコンベヤを採用することとした(図—4)。排土量



図—4 土砂搬出設備と計測装置

の管理は、切羽に近い後続台車上的中継コンベヤに体積式のレーザースキャナと重量式のベルトスケールを設置し、統計的手法を用いて、掘進中にリアルタイムグラフで監視することにより、異常時に直ちに対応できるシステムを構築した。

(3) 計測管理

運行の安全確認を目的に、掘進状況を把握するため、24時間の自動計測ほか各種計測による情報化施工を行うこととした。

(a) トライアル計測

周辺地盤および営業線に影響を与えない掘進管理方法を早期に確立するため、営業線の直下に侵入するまでの発進立坑から約90mまでの区間をトライアル掘進区間とし、トライアル計測断面を3断面設置し、各種計測装置によりデータを収集することとした(図-5)。

(b) 軌道・地盤計測

軌道の安全確認と、地盤の変状を掘進管理へリアルタイムにフィードバックし地盤変状を最小限に抑えるため、トータルステーションによる自動計測を実施した。測定箇所は、上下線の内軌側レールとシールド直上地盤とし、測定ピッチは10mとした。

(4) 掘進結果

上記、各対策を施し、掘進を行った結果を示す。

(a) 添加材管理結果

発進当初は気泡を主体に添加材を使用した但、切羽の安定が困難となり、ベントナイト系加泥材を主体に変更したところ切羽の安定を確保することができた。

また、断面が深く飽和された上総層および地下駅構築のために先行薬液注入を実施した地中切掘り区間の掘進においては、気泡での掘進が適していた。

添加量および注入位置の選択は土砂流動管理技術のリアルタイムシミュレーション結果を判断材料として活用した。

(b) 土圧管理結果

トライアル計測において土圧管理方法を確立させ、軌道・地盤計測結果をフィードバックしながら土圧管理結果を行った結果、営業線直下において概ね管理目標値の $\pm 5\text{ mm}$ 以内(平均 -2 mm)の変位量に抑えることができ、列車の運行を妨げることなく掘進することができた。なお、その結果、後続トンネルの掘進では同条件の先行トンネル掘進時よりも高い切羽土圧を必要とすることがわかった。

さらに、掘進停止時におけるチャンバ内土圧の減少によって直上の営業線に影響を及ぼすことがないように、ベントナイト系加泥材を用いてチャンバ内土圧保持を行った。

また、掘進開始当初は直上の営業線の進行による列車動的荷重の影響が懸念されたが、土圧計実測値がシールド天端で約2~3kPaと非常に小さいものであった。これは軌道のバラスト道床がクッション材の役割を果たしたと想定される。

3. 上下線最近接部 400 mm 以下の近接施工対策

(1) セグメント計測

本工事では、双設されるトンネル間の離隔が極めて

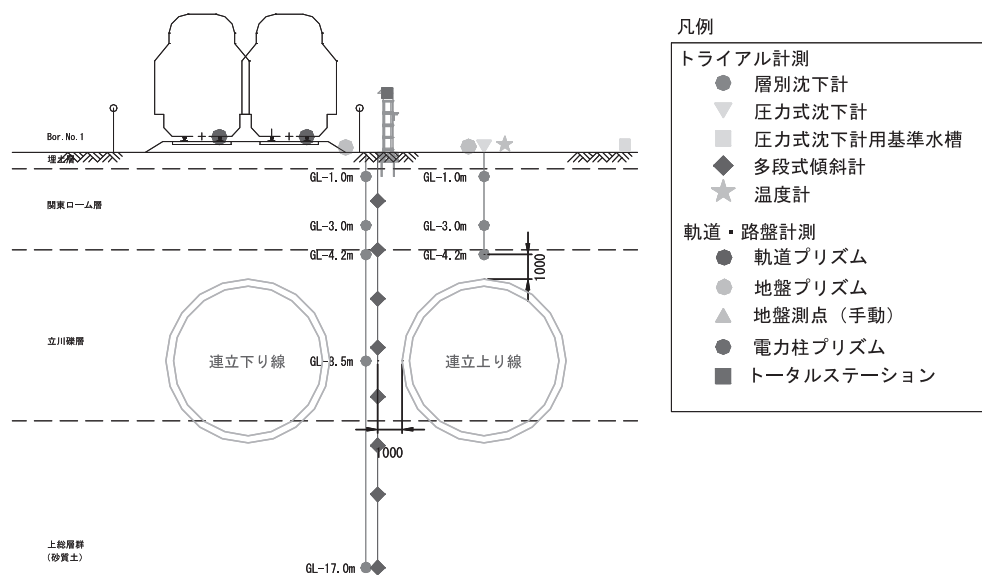


図-5 トライアル計測断面

小さいため、後続トンネル（下り線）掘進時の切羽圧力や裏込め注入圧などが、先に構築された先行トンネル（上り線）に影響を及ぼす可能性が考えられた。上り線のセグメント計測を行い、掘進管理にフィードバックするとともに、後続トンネル掘進の影響が大きいと判断される場合には、仮設支保工の設置など、先行トンネルの補強を検討することとした。

(2) 近接施工結果

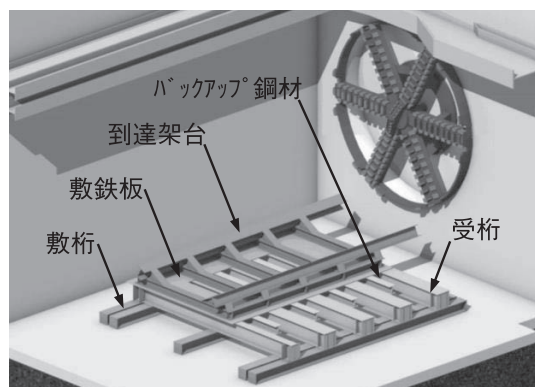
後続トンネルが計測断面①（トンネル離隔 550 mm）を通過する際に得られたセグメントの計測結果から、上下線のトンネルが最も近接する計測断面③（トンネル離隔 400 mm）の位置でのセグメントの応力状態を予測し、特別な対策は不要であると推定された。さらに計測断面②（トンネル離隔 1400 mm）にて上記推定の妥当性を確認して、計測断面③を通過した結果、先行トンネルに有害な影響を及ぼすことなく、当該箇所での施工を実施することができた。なお、ひずみゲージの測定値から推定した断面力は軸力が卓越し、セグメントの応力状態は設計値に比べて安全側であることが明らかとなった。

4. 狭隘な回転立坑におけるシールドの回転・扛上

(1) 回転

乾性摩擦低減材による工法を採用し、シールドの回転を行った。これは回転架台接触面に乾性摩擦低減材を塗布することで回転時の摩擦力を低減する方法であり、湿式のグリスのように落下せず現場環境を悪化させることがない二硫化モリブデンを主剤とした灰黒色の乾性被膜潤滑材を使用した。

回転架台は、下部より敷桁、受桁、敷鉄板、到達架台、バックアップ鋼材



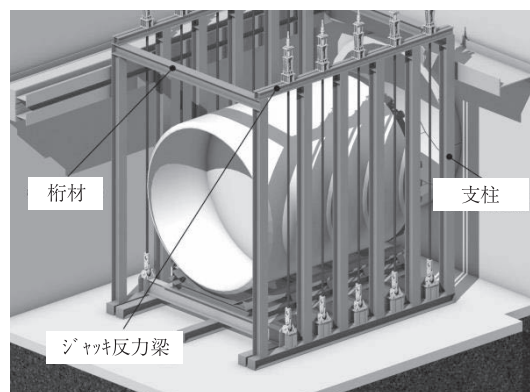
図一六 シールド回転状況

(図一六 参照)。

架台を含むシールドの重量は約 300 t であり、回転作業に必要な牽引力はおよそ 15 t であった。

(2) 扛上

回転立坑が営業線直下で空頭が小さく、シールド上部に吊り桁を設置できないため、シールドの側面に設置した支柱・ジャッキ等の反力設備により、シールドを載せた受桁を吊り上げる、吊上げ方式を採用し、約 7.9 m シールドを扛上させた（図一七 参照）。



図一七 シールド扛上状況

使用した機材は、センターホールジャッキ（揚重能力 700 kN、ストローク 200 mm）と PC 鋼より線（φ 28.6 mm）10 セットで、各ジャッキにはストローク計を装備した。また、補助ストランドを装備し、ジャッキトラブルや PC 鋼より線の破断による万一の落下に備えた。

1 サイクルあたりの扛上量を 200 mm、上昇速度を 100 mm/分とし、各ジャッキの相対変位が 5 mm 以内となるよう自動運転制御しつつ、人為計測の結果をもとに手で微調整を行った。

懸念されたシールドと支柱材の接触については、受桁および支柱の剛性向上と、全ジャッキの一元管理により、各受桁・ジャッキの作用荷重が均等となるとともに変形量が抑えられ、ジャッキ操作に伴うシールドの横ぶれもなく、扛上作業を無事に完了することができた。

(3) 仮セグメントを省略した再発進

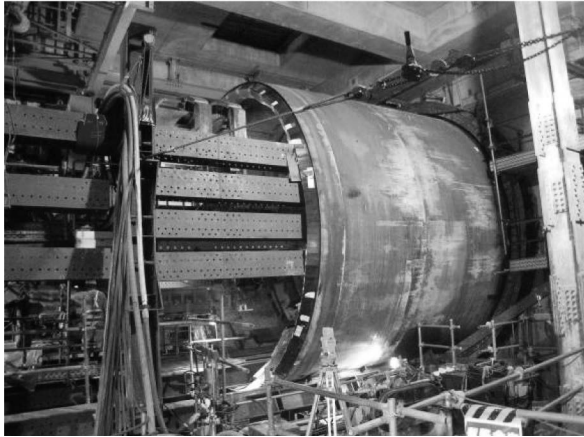
初期掘進時におけるシールド推力の伝達部材として、仮セグメントを用いる方法が一般的であるが、本工事では、下り線工事にてシールド内に設置した初期掘進用の小型連続バルコンが仮セグメントの組立て作業に支障するため、組立て用スペースが機内に確保されるまでの発進から 2 m の区間を仮セグメントに依

らない方法で掘進した（写真－1 参照）。

仮セグメントの省略によって，初期掘進用の小型連続バルコンの利用が可能となり，土砂の運搬作業が効

率化されたとともに，初期掘進工程において5日間の工期短縮効果も得られた。

J C M A



写真－1 シールド再発進状況



【筆者紹介】

辻 忠彦（つじ ただひこ）

㈱大林組

土木本部本部長室

部長

豊肥本線 坂の上トンネル災害復旧

豪雨で被災・崩落した鉄道トンネルの復旧

岡 照 雄・坂 本 興 一

JR 九州豊肥本線は、平成 24 年 7 月の九州北部豪雨で宮地～豊後竹田間（34.6 km）にわたり甚大な被害を受けた。本工事では、水害により一部崩落した坂の上トンネルの復旧と、流出した軌道路盤の撤去・復旧を行った（工区延長は約 2.3 km）。早期の運転再開が求められる中でトンネル復旧には、崩落部分を開削しコンクリート二次製品（モジュラーチ）を据え付けた。昼夜 24 時間体制で工事を行い、九州では珍しく、冬場は－16℃まで気温が下がる厳しい作業環境下でもあったが、実質 8 カ月という短工期で無事運転再開を迎えることができた。

キーワード：モジュラーチ、短工期、崩落原因

1. はじめに

JR 九州豊肥本線は、世界有数の規模を持つ阿蘇のカルデラの中を横切って九州中部を横断し、大分市と熊本市を結ぶ路線である。阿蘇や竹田は昔から多雨で知られ過去にも甚大な被害を受けてきた。平成 24 年 7 月の九州北部豪雨では時間雨量 100 mm 以上、総雨量 800 mm 以上を記録した。それにより豊肥本線はほぼ全線にわたり被害を受け、特に宮地～豊後竹田間においては坂の上トンネルの一部崩落をはじめとして、多数の築堤崩壊など、甚大な被害を受けた（写真－1～4）。

坂の上トンネルは、昭和 3 年に竣工した（施工業者現存せず）全長 2,283 m（平面線形：直線，勾配：25%）の単線非電化トンネルである。トンネル構造は、

馬蹄形断面のアーチ部がブロック 2 層積み、側壁部が場所打ちコンクリートとなっている。トンネル崩落箇



写真－2 坑内の被災状況



写真－1 熊本方坑口でのレール流出状況



写真－3 トンネル崩落部の地表陥没状況



写真—4 トンネル崩落部からの土砂流入状況

所は大分方坑口から約70mの地点であり、崩落規模は延長50m、幅20m、深さ5m程度であった。

本工事は、坂の上トンネルの復旧工事を主とする。崩落した一部区間を国内ではあまり例がない土留め開削工法で掘削してコンクリート二次製品（モジュラーチ）を据付ける方法により復旧し、既設トンネル内の流出した軌道（レール、枕木、バラスト）の撤去・軌道路盤の復旧を行った。

2. 工事概要

工 事 名 宮地・波野間62k795m付近外3災害復旧

工事場所 熊本県阿蘇市波野

工 期 平成24年9月7日～平成25年10月29日

工事数量

作業用トンネル： $i=13\%$ ，NATM小断面機械掘削， $L=88.5\text{m}$ ， $A=21.0\text{m}^2$

薬液注入工： $V=1,089,430\text{L}$

仮土留工： $A=4,845\text{m}^2$ ，最大鋼矢板長：23.5m（鋼矢板Ⅳ・Ⅴ_L型）

掘削工： $V=17,556\text{m}^3$ （1～4，8段支保工：切梁方式，5～7段支保工：除去式アンカー）

コンクリート二次製品据付工： $L=66.0\text{m}$ （モジュラーチ）

トンネル内路盤復旧工： $L=2,283\text{m}$

トンネル背面空洞充填工： $V=667\text{m}^3$

トンネル内面補強工：1式

計画段階で崩落部のトンネル復旧方法を3パターン比較検討した結果、トンネルの崩落状況がわかり、崩落箇所および崩落していない本坑内の軌道路盤を早期に復旧できる方法として、表—1に示す②案が採用された。

3. 地形・地質概要

(1) 地形概要

図—1に阿蘇周辺の地表地質図を示す。阿蘇は世界でも有数のカルデラ地形であり、今から30万年からの4回の大噴火によって形成されたものである。施工箇所は、阿蘇外輪山の東部に位置しカルデラ縁から外側に傾く緩やかな傾斜になっており広大な草原が広がっている。今回トンネルが崩落した位置では第4期噴火による阿蘇4火砕流堆積物が分布し、その上に降下火山灰が厚く分布している。また、現場は標高約800mに位置し地下水位は観測されなかった。

(2) 地層・地質概要

施工箇所の代表的な地層は、上部よりローム層（Lo），上部火山灰層（Ash2），軽石層（Kpfa），下部

表—1 復旧方法の比較検討案

NO.	① 案	② 案	③ 案
復旧方法	崩落部復旧：開削工法 本坑進入：開削案	崩落部復旧：開削工法 本坑進入：横坑案	崩落部復旧：トンネル方式 本坑進入：横坑案
概要図			
施 工 手 順 等	【崩落部復旧方法】 ① 崩落箇所埋戻し（地山掘削土） ② 親杭鋼矢板・切梁方式にて掘削（矢板背面地盤改良・アンカー打設） ③ アレキスト覆工設置・既設取合部覆工コンクリート施工・埋戻し 【本坑内進入方法】 ① 親杭鋼矢板・切梁方式にて掘削して既設本坑を一部撤去して進入	【崩落部復旧方法】 ① 崩落箇所埋戻し（地山掘削土） ② 鋼矢板圧入（硬質地盤対応）・切梁方式にて掘削（アンカー打設） ③ アレキスト覆工設置・既設取合部覆工コンクリート施工・埋戻し 【本坑内進入方法】 ① 横坑にて崩落部を先回りして進入	【崩落部復旧方法】 ① 崩落箇所の補強（エアモルタル充填・注入） ② NATM工法にてトンネル再構築 ③ 覆工コンクリート施工（バラセントル使用） 【本坑内進入方法】 ① 横坑にて崩落部を先回りして進入
崩落状況の確認	◎	○	×
工 期	△	○	○



図－1 阿蘇周辺の地表地質図¹⁾ (一部加筆)

火山灰層 (Ash1), 阿蘇4火砕流堆積物層となっている。

- ・ローム層：1.3万年前から現在までに堆積した降下火山灰が土壌化し黒ボク土となっている(地質：ローム，N=1～4)。
- ・上部火山灰層：降下火山灰層で赤ボクと呼ばれる(地質：火山灰質シルト，N=1～10)。
- ・軽石層：3.1万年前に草千里ヶ浜火山から噴出した草千里ヶ浜軽石層である(地質：風化軽石，N=0～6)。
- ・下部火山灰層：降下火山灰層で赤ボクと呼ばれる(地質：火山灰質シルト，N=1～50)。
- ・阿蘇4火砕流堆積物層：全体的に軽石を若干含んだ溶結凝灰岩である。ただし，自然発生的な空洞や亀裂が多数存在する(地質：溶結凝灰岩，N≥50)。

4. 土留め掘削工

(1) 概要

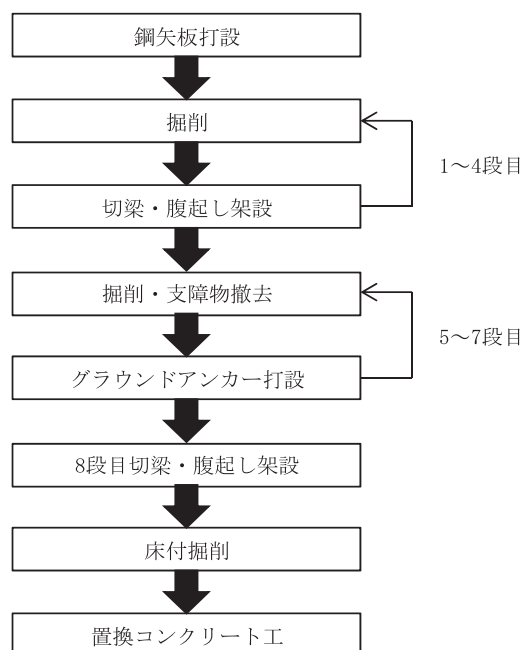
崩落箇所の開削工法による掘削深さは，最大18mと深いものになった。また，仮土留め鋼矢板(Ⅳ・Ⅴ_L型，L=19.0～23.5m)の施工は，溶結凝灰岩(N≥50)への根入も必要であったため，硬質地盤対応型圧入機(クラッシュパイラー)にて行った。掘削工事は，夜間に掘削し昼間で切梁・腹起しを設置することにより工程の短縮を図った。1～4段目及び8段目支保工は切梁・腹起し方式(写真－5)，5～7段目支保工はトンネル覆工を再構築する部分に相当するため，除去式グラウンドアンカー方式(写真－6)とした。



写真－5 切梁・腹起し架設状況



写真－6 グラウンドアンカー削孔状況



図－2 土留め掘削工施工フロー

(2) 施工フロー

図－2に土留め掘削工施工フローを示す。



写真一七 鋼矢板打設状況



写真一九 空洞部継矢板パイプロ打設



写真一八 鋼矢板建込状況

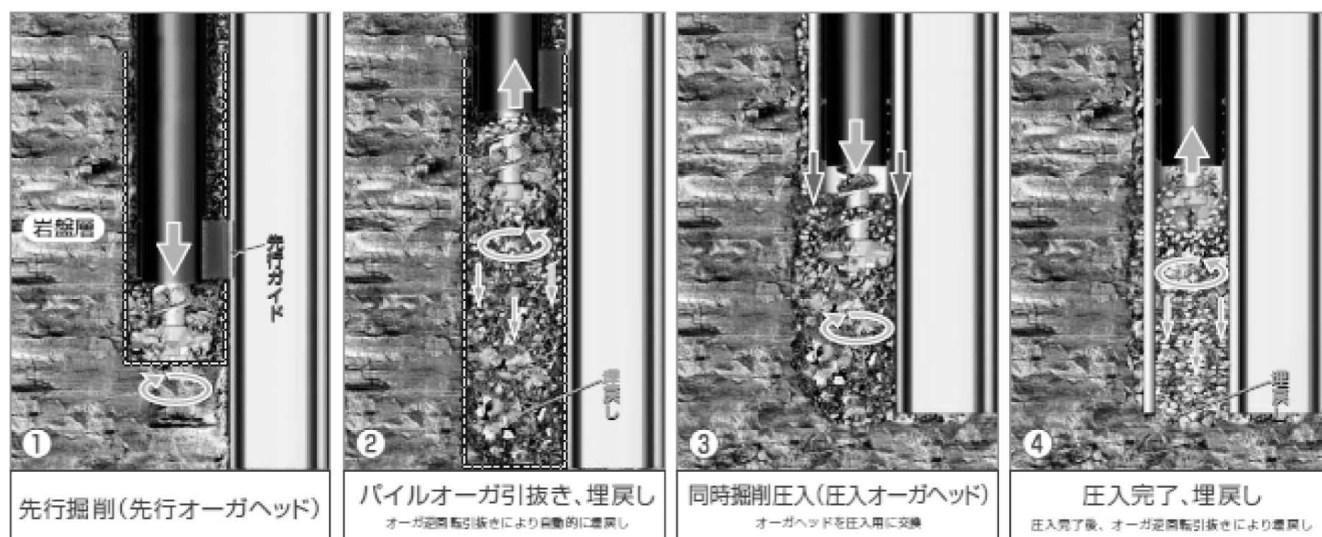
(a) 鋼矢板打設

硬質地盤対応型圧入機は、パイルオーガで最小限の先行掘削を行った後に鋼矢板を圧入する方法によって岩盤への施工が可能である。また、岩盤掘削と鋼矢板圧入を1台の施工機械で行えるため、効率のよい施工が行えた(写真一7, 8)。図一3に圧入手順を示す。

溶結凝灰岩はまれに火山性ガスの通過に起因する空洞部が点在する場合がある。当現場でも何箇所もあり、特に鋼矢板先端部分に空洞が存在していた箇所については鋼矢板を継ぎ足して空洞を抜ける深さまで打ち込み対処した(写真一9)。

(b) 掘削工

主な掘削機械として、0.7 m³級テレスコピック式コラムシェル×2台、0.7 m³級ロングアームバックホウ×1台、0.2 m³級バックホウ×3台を使用した(写真一10, 11)。掘削地山は降下火山灰が堆積した土質性状であり、また掘削深さが最大18 mにもなることか



図一3 硬質地盤クリア工法 先行掘削圧入フロー

ら土留め工に大きな土圧が作用することが想定された。そのため、土留め工の変状を確認するために切梁に土圧計を設置し、水平変位は下振りで確認したが、結果的には大きな変状は観測されなかった。



写真一10 掘削全景



写真一11 掘削内部状況

また、床付面は岩着確認を目視で行いコンクリートにて置き換えた。床付面は溶結凝灰岩であり多くの浮石や亀裂が確認されたため（写真一12）、浮石については全て取り除き、亀裂については急結型のセメントミルクを注入して処理した（写真一13）。

(3) 崩落トンネルの状況

今回、開削工法を用いた理由の一つは、既設トンネルの崩落状況の確認と記録をすることであった。既設トンネルは、下半が場所打ちコンクリート側壁、上半がブロック積2層のアーチ構造で構築されている。崩落した箇所の基礎部分には、水分を多く含むシルト層が帯状に存在し、そこに下半のコンクリート側壁が食い込む形で倒壊していた（写真一14）。上半ブロック



写真一12 床付完了



写真一13 亀裂箇所セメントミルク注入状況



写真一14 崩落部下半側壁倒壊状況

部分については、ほぼそのままの形で落下した状態で残っていた（写真一15、16）。取壊しは、崩落した部分（写真一17）はブレーカと圧碎機で行い、既設トンネルをそのまま利用する部分までの取壊しは、ワイヤーソーで縁切りを行い圧碎機で行った（写真一18、19）。



写真—15 崩落部上半アーチ部崩落状況



写真—18 取合部取壊し状況



写真—16 崩落境界部上半



写真—19 切断および取壊し完了



写真—17 取壊し状況

崩落部の状況は、毎日スケッチと実測、写真とビデオ撮影により記録を取りまとめた。図—4に最終的に取りまとめた図面を示す。

大分方坑口から流入した雨水が、熊本方に向かって25%の下り勾配の坑内を大量に流下し、覆工側部コンクリートの基礎地盤を洗掘することにより、側部コン

クリートが倒壊、アーチ部分が落下、上部地盤が陥没したものと想定された。

5. コンクリート二次製品敷設工

(1) 概要

崩落箇所のトンネルは、コンクリート二次製品（モジュラーチ）を敷設し復旧した。部材重量は最大で約23tであるため、使用クレーンの選定から土留め工への影響等を考慮しながら据付計画を作成した。

(2) 施工フロー

図—5にモジュラーチ敷設工ステップ図を示す。岩盤面までの掘削・床付完了後に置換コンクリート（最大厚さ $t=2.0\text{ m}$ ）を施工し（写真—20）、その上にモジュラーチ横引用の基礎レールを高さ・位置精度5mm以内で配置し基礎コンクリートを施工した。土留め鋼矢板は引抜きを予定していたため、置換コンクリートと鋼矢板の接する箇所はラス金網とエラストイ

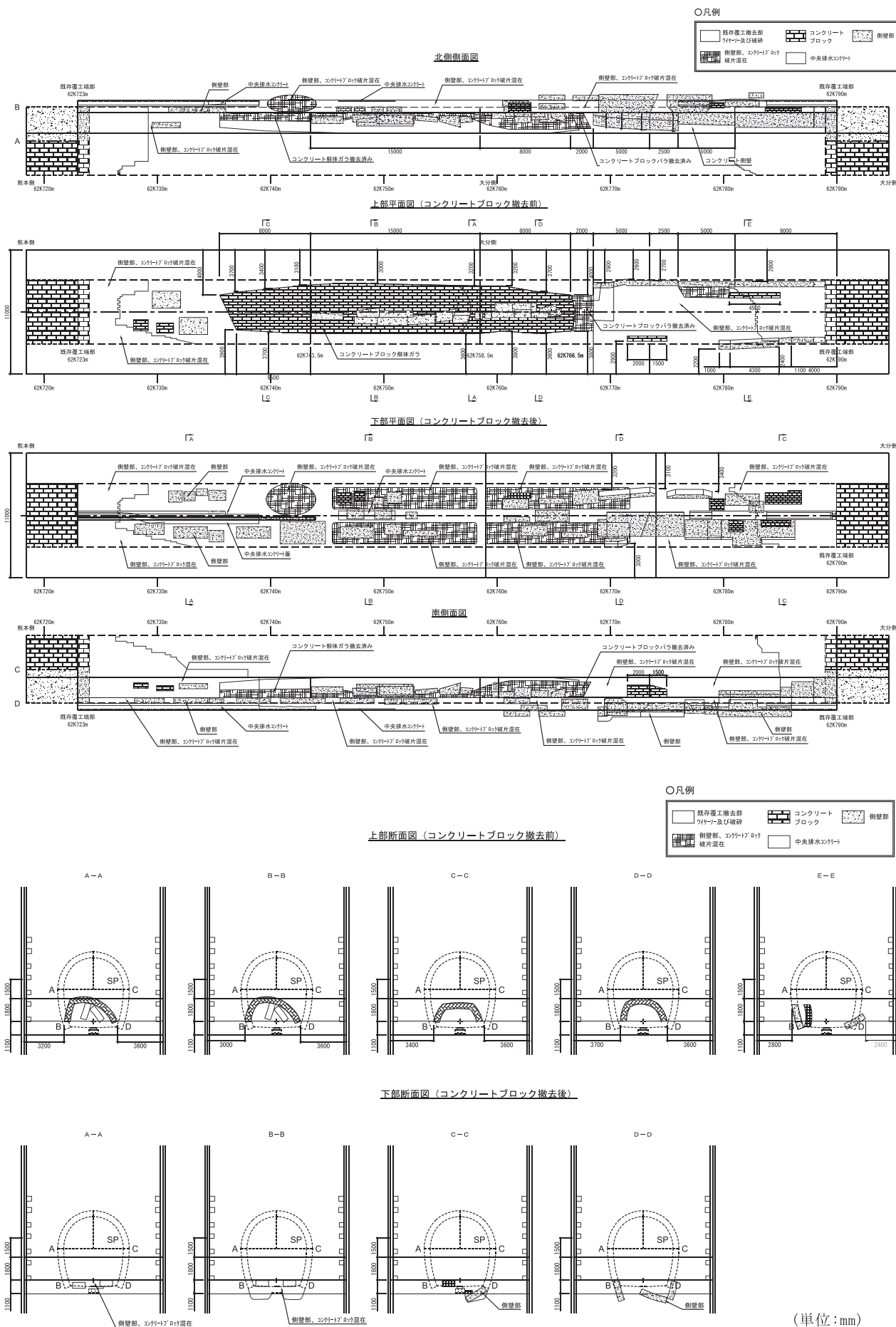
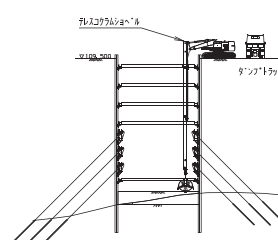
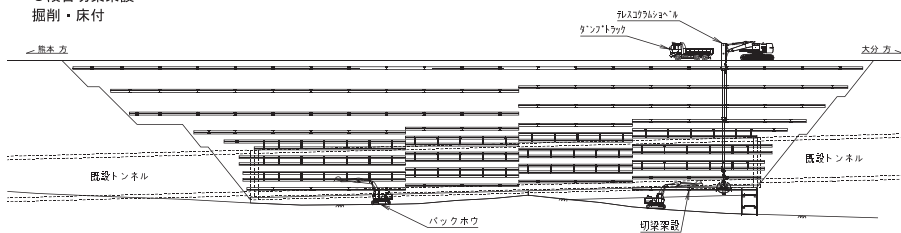
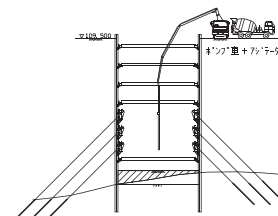
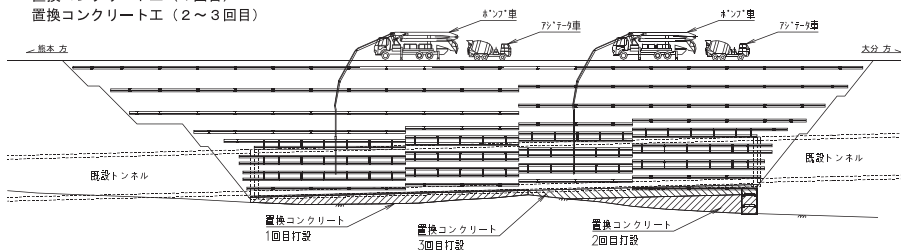


図-4 崩落部トンネル露出状況図

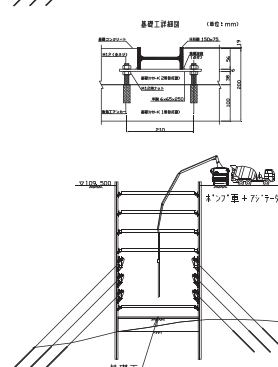
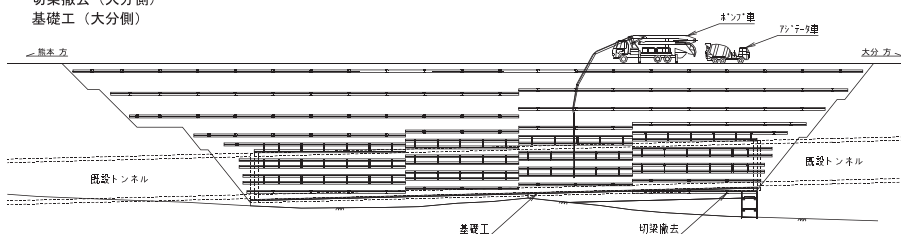
STEP-1

8段目切梁架設
掘削・床付

STEP-2

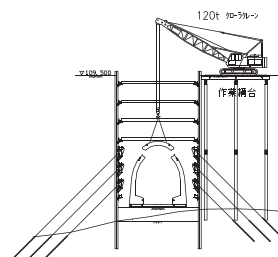
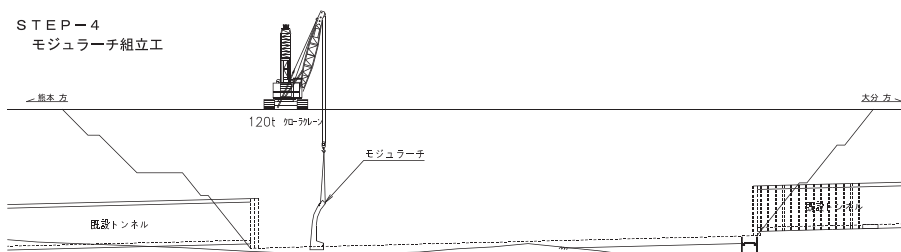
置換コンクリートエ（1回目）
置換コンクリートエ（2～3回目）

STEP-3

切梁撤去（大分側）
基礎工（大分側）

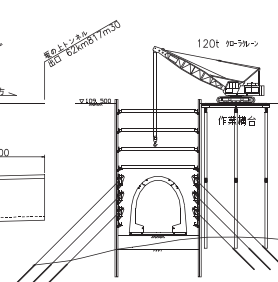
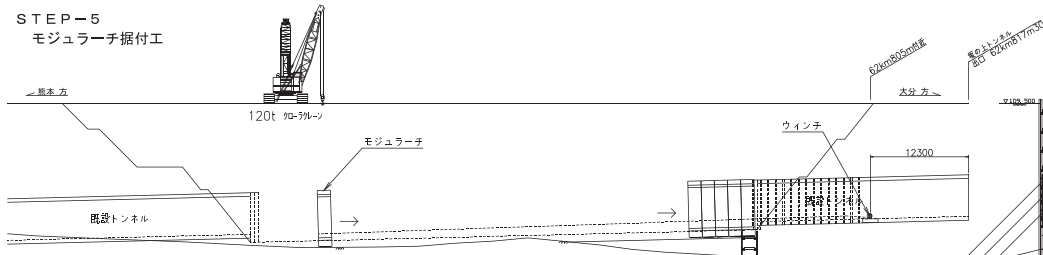
STEP-4

モジュラーチ組立工



STEP-5

モジュラーチ据付工



STEP-6

モジュラーチ据付調整工

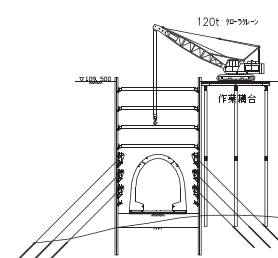
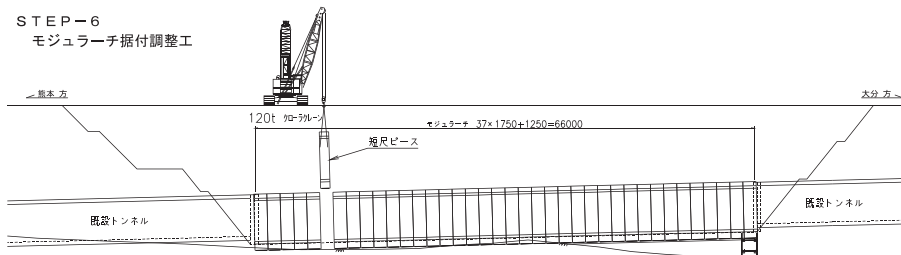


図-5 モジュラーチ敷設工ステップ図



写真-20 置換コンクリート施工状況



写真-22 120tクレーン作業構台



写真-21 縁切型枠組立完了



写真-23 鋼球敷均し状況

トにて縁切りを施した（写真-21）。

モジュラーチ設置延長は66m、セット数は38基であり、組立箇所を1箇所設け基礎レール上を横移動させ、所定の位置に設置した。架設には120tクローラークレーンを使用した。軟弱地盤であることと土留め鋼矢板に作用する土圧が増加することを考慮し、杭基礎方式の作業構台を設置し作業した（写真-22）。基礎レールの上にはφ11mmの鋼球を面積比で約50%敷き詰め（写真-23）、その上に3分割されたモジュラーチを組立て、6tウィンチ2台で横引き所定の位置にセットした。

写真-24、25にモジュラーチ施工状況を示す。モジュラーチ据付完了箇所よりモジュラーチ接続部に外防水としてアスファルト系防水材を溶着し（写真-26）、吊穴等の切欠部の穴埋めをプレミックス型の無収縮モルタル（太平洋プレユーロックス）にて行った（写真-27）。写真-28、29にモジュラーチ据付完了状況を示す。



写真-24 モジュラーチ組立状況

(3) 取合躯体工・インバート工

(a) 取合躯体工

既設トンネルと新設したモジュラーチとの接合部分は、新たに鉄筋を組立てコンクリートを施工し一体化させた（写真-30）。また、接合部分には既設トンネル部の凹凸が激しかったため吹付けアスファルト防水



写真-25 モジュラーチ横引状況



写真-28 モジュラーチ据付完了（上部）



写真-26 アスファルト系外防水

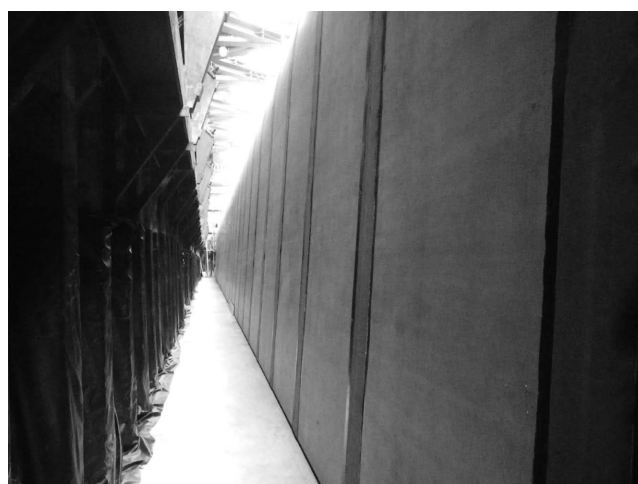


写真-29 モジュラーチ据付完了（側面）



写真-27 切欠部への無収縮モルタル詰め

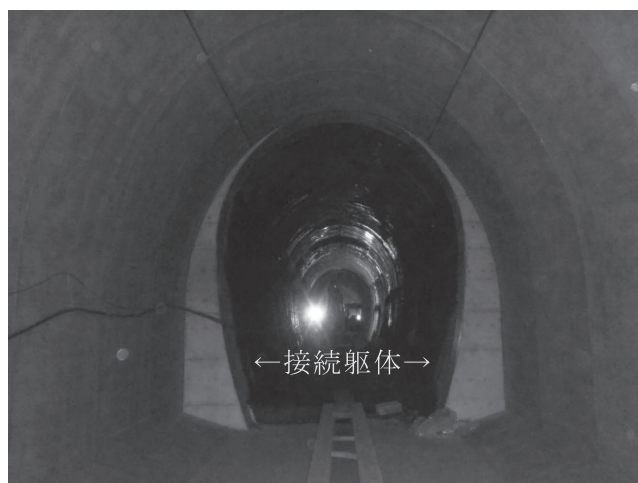


写真-30 取合躯体完了

を施し、既設トンネル内への雨水等の浸入防止対策を行った（写真-31）。

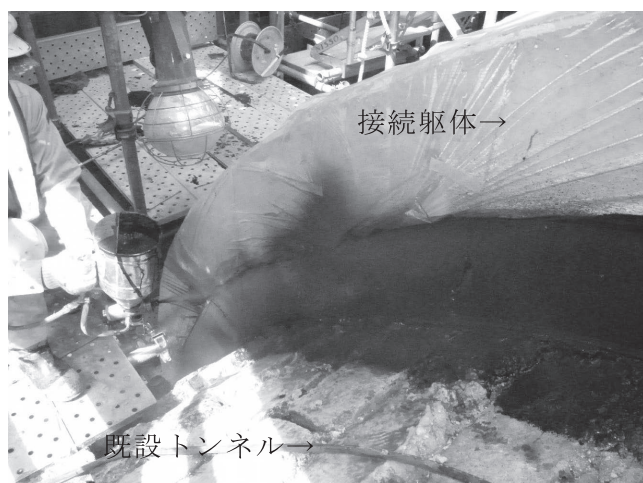
(b) インバート工

モジュラーチ据付完了後、モジュラーチに写真-32のように機械式継手を取り付けて鉄筋を組立て（写真-33）、一体化したインバートコンクリートの施工

を行った（写真-34）。

(4) 埋戻し工

埋戻しは、既設トンネルへの影響と狹隘部埋戻しの時間効率を考慮しFCB工法（軽量発泡モルタル）にて実施した。FCB工での埋戻しはモジュラーチ天端



写真—31 吹付け外防水状況



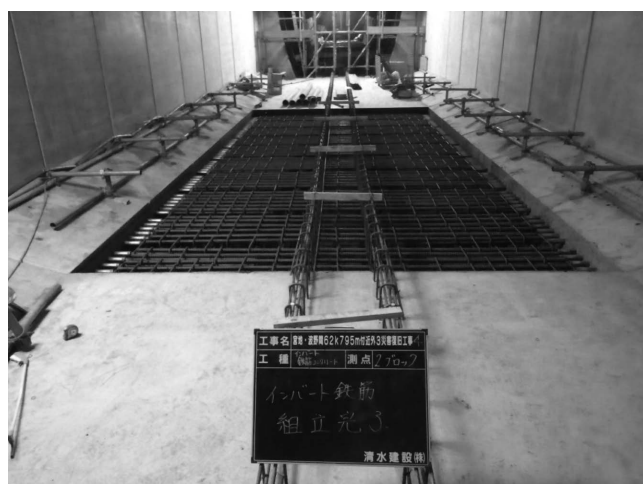
写真—34 インバート施工完了



写真—32 機械式継手トルク管理



写真—35 試験練り状況



写真—33 インバート鉄筋組立完了



写真—36 発泡モルタル施工状況

表—2 発泡モルタル現場配合

単位量 (kg/m ³)					品質管理 設計値			
セメント	細骨材	混練水	起泡剤	希釈水	生比重	フロー値	空気量	圧縮強度
(kg)	(kg)	(kg)	(%)	(kg)		(mm)	(%)	(N/mm ²)
280	800	250	1.19	16.7	±0.05	±20	±5	以上
					1.35	200	33.0	2.5

から+600 mm, 両端部既設トンネル上部については+5.0 m までとした。この他の部分については発生土を埋戻した。埋戻しに当たっては、本坑内部にひずみ計を設置しひずみ計測とトンネル幅員の測定を行い、変状を確認しながら実施した。埋戻し土の設計単位体積重量は 14 kN/m^3 であるためエアモルタルの配合は表—2 を満足するものとした。写真—35 に現場試験練り状況を示す。施工は現地プラントを設置し施工厚さ 1 m/日 (施工量 $30 \text{ m}^3/\text{h}$) で行った (写真—36)。

6. おわりに

今回ここでは取り上げなかったが、既設トンネル内の流出した軌道の撤去や復旧、既設トンネルの補強についても工期内で可能な限り実施した。経験したことのない災害現場での施工であったため、本工事は短い工期・厳しい施工条件の中で、24 時間体制で休みなく工事を進捗させた。毎日の作業の見極め、手配の遅れなどのちょっとしたミスも許されない状況の中で、軌道工事への引渡しギリギリまで高い緊張感を保ち、作業所員全員が一丸となって土木工事を完成させることができた。

平成 25 年 8 月に運行を再開し (写真—37)、現在は本線上を豪華クルーズ列車が通過中である。

最後に現場サイドに多大な御尽力と御理解を示していただき、工事がスムーズに進められるように御協力をいただいた皆様をはじめ、現場支援をしていただきました関係各位に厚く御礼を申し上げます。



写真—37 運転再開一番列車 (大分方坑口)

J C M A

《参考文献》

- 1) 地質調査所：阿蘇火山地質図 (5 万分の 1), 1985 年

〔筆者紹介〕



岡 照雄 (おか てるお)
九州旅客鉄道(株) 建設工事部 施設課
担当課長



坂本 興一 (さかもと こういち)
清水建設(株) 九州支店 土木部
工事長

特集>>> 鉄道

阪急電鉄今津線と都市計画道路荒地西山線の 立体交差工事

ボックスカルバート上床版ジャッキアップ

米 田 保 之・向 弘 晴

本工事は宝塚市の都市計画道路荒地西山線整備事業のうち、阪急電鉄今津線をアンダーパスする区間に、ボックスカルバートとU型擁壁を新設する工事である。

盛土形式の阪急今津線を工事桁で仮受し、その直下を開削工法で掘削した後、ボックスカルバートを構築した。ボックスカルバート上床版構築において、ジャッキアップによる合理的な施工を行ったので、その結果を報告する。

キーワード：鉄道直下、アンダーパス、ジャッキアップ、上床版、RC版、ボックスカルバート、工事桁

1. はじめに

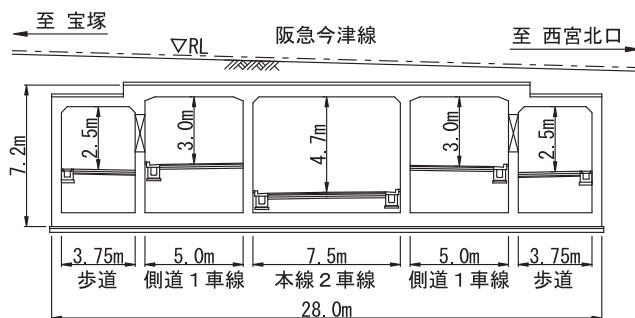
都市計画道路荒地西山線（小林工区）整備事業は、阪急今津線で分断されている宝塚市の武庫川右岸地域における、緊急輸送路の整備と交通渋滞の緩和を目的とした、事業延長633mの重点道路整備事業である（図—1）。



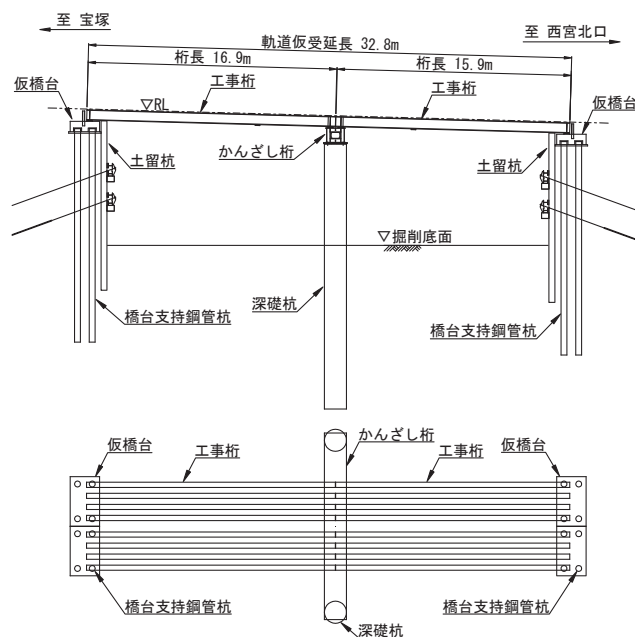
図—1 施工位置図

線路との交差部は、幅員が3mから27mへ拡幅され、有効高さは2.0mから4.7mとなる。

荒地西山線立体交差工事は、この事業のうち阪急電鉄(株)に委託された範囲で、阪急今津線をアンダーパスする区間にボックスカルバート（図—2）とU型擁壁を新設する工事である。工事桁は、鋼管杭形式の仮橋台と深礎杭形式のかんざし桁を支点とする2径間の単純桁構造である（図—3）。



図—2 ボックスカルバート構造一般図



図—3 仮設一般図

2. 工事概要

工 事 名：宝塚市委託 荒地西山線立体交差工事のうち土木工事

発 注 者：阪急電鉄㈱

施 工 者：鹿島建設・森組共同企業体

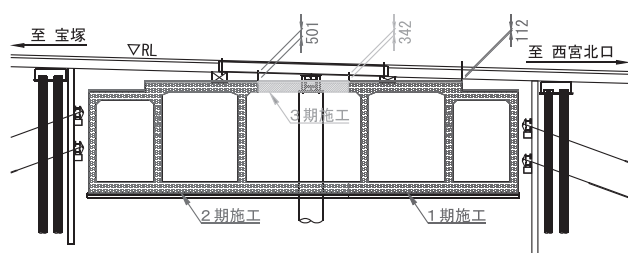
工事場所：兵庫県宝塚市小林1丁目

工 期：2008 (H.20).12.12～2015 (H.27).3.31

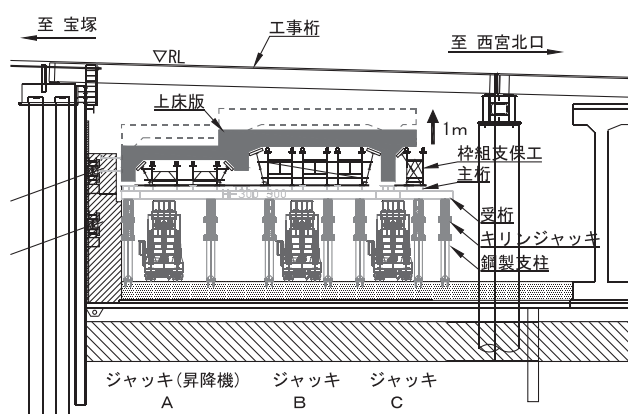
3. 工法選定

ボックスカルバートと工事桁との離隔が、最小で10 cm と狭いため、鉄道営業線が走行する工事桁直下での施工は、後述する品質面と安全面における問題点を考慮して、設計位置より約1 m 下方において、上床版を構築し、ジャッキアップ昇降機を使用して設計位置までジャッキアップを行った（図—4、5）。

ジャッキアップするボックスカルバート上床版の諸元を記す（表—1）。



図—4 ボックスカルバートと工事桁との最小離隔



図—5 ジャッキアップ計画図（2期施工）

表—1 ボックスカルバート上床版の諸元

構造	鉄筋コンクリートスラブ
寸法	幅 11.1 m × 長さ 9.4 m × 厚さ 0.6 m
重量	250 t（上床版 230 t、支保工 20 t）

以下に、ジャッキアップせずに設計位置で施工した場合に、想定される品質面と安全面における問題点を記述する。

<品質面>

①工事桁と上床版との離隔は約10 cm、工事桁は幅2.6 m、延長17 mで2列あり、狭隘な場所での施工となる。夜間作業でのコンクリート打設において、高流動コンクリートを使用してもセルフレベリングが可能な範囲を超えており、工事桁を巻き込む等の不具合が生じる。

②上床版のシート防水工と保護コンクリートにおいても、離隔が小さいため、塗布防水への変更や保護コンクリートの省略等、構造変更が発生する。

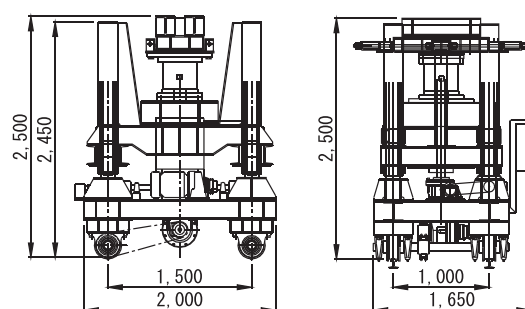
<安全面>

①鉄筋組立、型枠組立は、営業線の工事桁直下直近における作業となるため、列車運行阻害が発生する可能性がある。

②コンクリート打設等の夜間騒音が、近隣住民からの苦情原因となる。

4. ジャッキアップ使用機械

1台当たり60 tの能力を持つ昇降機を6基使用して、250 tのボックスカルバートをジャッキアップする（図—6）。

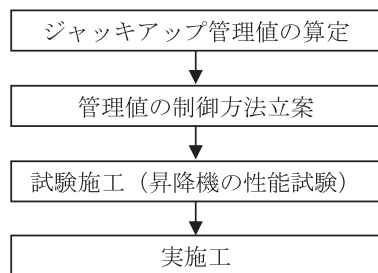


図—6 ジャッキアップ昇降機

ジャッキアップに使用する昇降機は、橋梁桁架設などで用いられる「電動PC桁横取装置（マイティービートル）」を使用した。

5. ジャッキアップ事前検討

ジャッキアップ時に、上床版がどの程度まで変形に耐えられるのか、昇降機がその変形を制御できるのか、について検討することが必要と考え、以下のフローに従って、施工計画を立案した（図—7）。



図一七 施工計画

(1) 管理値の決定

(a) ジャッキアップ管理値の算定

上床版を支えているジャッキの挙動誤差により上床版にひび割れや鉄筋降伏が生じることが懸念された。そこで、上床版の健全性を確保できる許容値を解析により検討しジャッキアップ時の管理値を設定した。

検討断面は、条件の厳しくなる横断面方向とした。検討モデルは、上床版、型枠支保工そして受桁 H 鋼の部材ごとに材質を反映した平面骨組モデルを作成した。設計荷重は、各部材の自重のみを考慮した。断面力を平面骨組計算で算出した後、ひび割れ発生等の部材耐力照査を RC スラブ断面計算で行った。

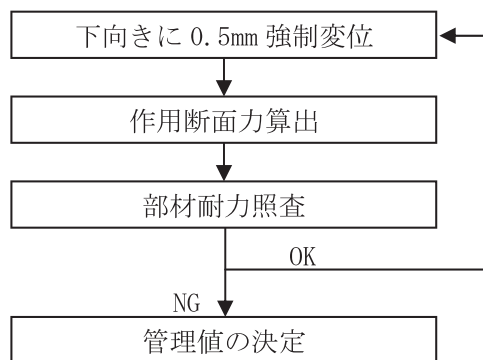
平面骨組モデルにおいて、「上昇が遅れたジャッキ」に相当する節点に下向きに強制変位を与え、断面力を算出し、部材耐力の照査を行う。照査結果が NG となる直前の値を、「ジャッキ相互のストローク差」の許容値とした。

なお、上床版は上載荷重を想定して設計されており、凹形の変形には強いので、同時に 2 個のジャッキが遅れた場合の検討は省略した。

検討手順のフローを、図一八に示す。

解析結果（表一）から、管理値を以下のとおり決定した。

管理値:「ジャッキ相互のストローク差 3.5 mm 以下」



図一八 検討手順

表一 解析結果（図一八 参照）

ジャッキ位置	構造	「ジャッキ相互のストローク差」の管理値
A	張出梁	4.5 mm
B	単純梁	—
C	張出梁	3.5 mm

(2) 管理値の制御方法

管理値内で昇降機を制御する方法を立案した。その内容を以下に示す。

(a) 機種選定

ジャッキアップ時は荷重管理ではなく変位管理するため、油圧式ジャッキではなく、変位管理に適し、突然の動力停止時も変位を保持できるスクリージャッキ（ネジジャッキ）を選定した。

(b) 1 サイクルのストローク量の設定

機械性能を考慮して施工上の相対鉛直変位の管理値を 3 mm に設定し、ストローク差 3 mm を発生させない 1 サイクルのストローク量を、試験施工にて決定した。

(c) 自動制御システム

昇降機 6 台の操作を一括管理し施工上の管理値 3 mm を超えないよう自動的に制御できるシステムを採用した。

(3) 試験施工（昇降機の性能試験）

(a) 目的

スクリージャッキは、モーターの回転数によりストローク量が決まるため、荷重に影響されにくい、昇降機間の荷重差が大きい場合や昇降機の個体差により、若干モーターの回転数に差が生じる。そこで、実際に使用する昇降機を用いて、試験施工を行った。その目的を以下に示す。

- ・ 1 サイクルのストローク量の決定
- ・ 自動制御システムの的確性の確認

(b) 試験条件

6 基の昇降機を実施工と同様に配置し、集中制御システムで、それぞれのストローク量と荷重を一括管理する（写真一）。さらに、自動制御システムが偏荷



写真一 試験施工

重にも的確に対応できるかを検証するため、極端な偏荷重状態を設定した（試験施工時の荷重差は43tで、実施工時はその差12tである）。

(c) 試験方法

<試験①>

自動制御システムが作動するストロークを知るため、1サイクルのストローク量を設定せずに、ジャッキアップする。

<試験②>

試験①の結果を踏まえて1サイクルのストローク量を決定して、ジャッキアップし、自動制御システムが作動しないことを確認する。

(d) 結果

試験①で1サイクルのストローク量を設定せずにジャッキアップを行った結果、ストローク180mmで、ストローク差の修正動作である自動制御システムが作動した。次に、試験②で1サイクルのストローク量を100mmに設定して計7回のジャッキアップを行った結果、自動制御システムは1度も作動せず、ストローク差3mmが発生しないことを確認した（表-3）。この試験結果から、1サイクルのストローク量を100mmと決定するとともに、自動制御システムの的確性が確認できた。

表-3 試験施工結果

試験	1サイクルのストローク量	自動制御	停止操作	総ストローク
①	設定しない	作動した	手動	187 mm
②	100 mm に設定	作動しない	自動	700 mm

(4) 自動制御システム

実施工の昇降機配置図を図-9に示す。

集中制御盤を配置して、昇降機6基の操作及び制御を一括管理し、モニターにてリアルタイムで監視できるようにした。

集中制御は、スクリューの回転を監視しており、スクリューの回転量によりストロークの管理を行っている。そのためストローク計測に関しては、メカニカルな機構によりほとんど誤差は無い。スクリュージャッキを用いた鉛直変位制御を行うことによって精度の良い施工が可能であり、試験施工においてもその妥当性を検証できた。

さらに、集中制御盤により各リフターを監視し、ストローク差を3mm以内で自動制御できるように設定した。

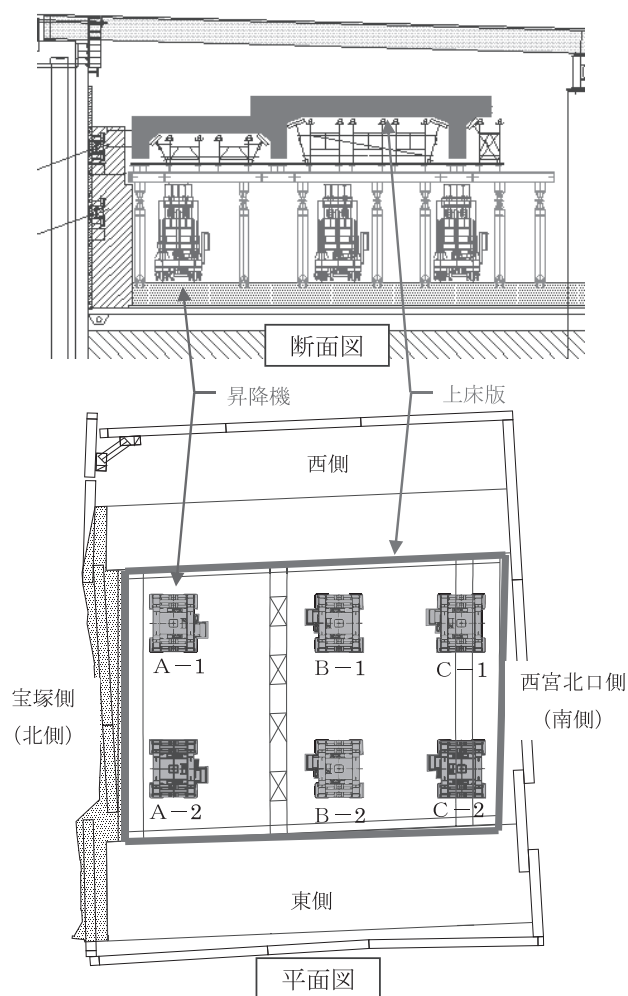


図-9 昇降機配置図

(5) 調整装置

(a) X方向調整（東西方向）

集中制御をOFFにし、リフター車輪を個別に操作して、X方向（東西）の調整を行った。

- ・宝塚側：宝塚側の調整を行う場合、グループAの2台を動かし調整。
- ・西宮側：西宮側の調整を行う場合、グループCの2台を動かし調整。

(b) Y方向調整（南北方向）

Y方向調整は、ロードセルと梁の間に配置したスラ

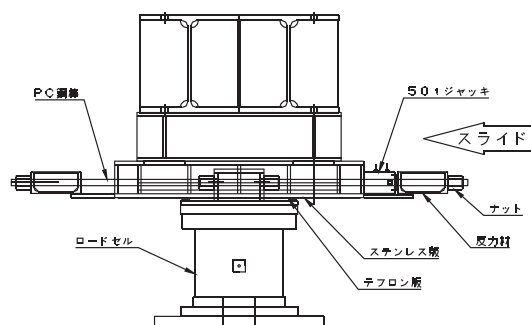


図-10 スライド装置

イド装置を、油圧ジャッキにて押し調整を行うこととした（図—10）。ジャッキは50tジャッキを使用し、2台もしくは4台をセットして同時に押す。ジャッキポンプは、個別の電動ポンプを使用し同時に操作できるように配置した。

スライド作業を行う時は、スライド装置全台数の油圧ジャッキの向き及びPC鋼棒のロックの解放状態等を確認してからスライドを開始する。スライドは、合図により同時に油圧ジャッキを操作することとした。

スライド量は100mm以内とする。

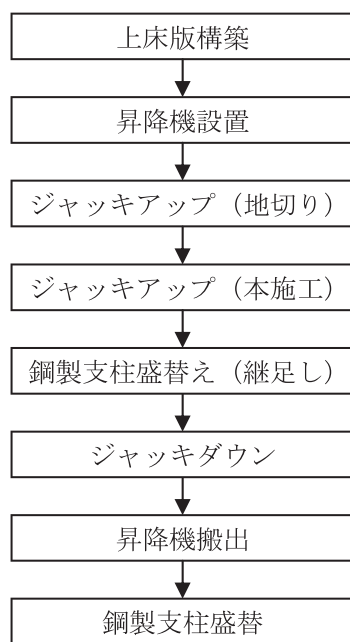
(c) 調整完了・固定

再度X・Y位置測定とレベル測定を行い、管理値内に収まっていることを確認して、調整完了とした。

6. ジャッキアップ施工概要

(1) 施工フロー

施工フローを、図—11に示す。



図—11 上床版ジャッキアップ

(2) 計測管理

施工中、構造物の変化を実際に計測し、昇降機の制御状態を確認した。

管理項目である鉛直変位量を集中制御システムで一括管理する一方で、レベルとトランシットにて上床版本体を実測する計測班を配置し、上床版本体の挙動を管理した。ジャッキアップの1サイクルごとに実測を行い、集中制御システムによる変位管理と計測による変位管理のダブルチェックを行った。

(3) 施工実績

(a) 上床版構築

設計位置より約1m低い位置で、ボックスカルバート上床版を構築した。支保工形式は、昇降機を配置する下部には、空間を大きく取れるH鋼型支柱支保工（以降「鋼製支保工」）を、上床版を直接支保する上部には、枠組支保工を使用した（図—5参照）。鋼製支保工は、鋼製支柱と受桁に山留材H300を、主桁にH200を、鋼製支柱頭部には支柱ジャッキ（キリンジャッキ）を設置した。主桁上に敷板を並べ、枠組支保工を設置した。

(b) 昇降機設置

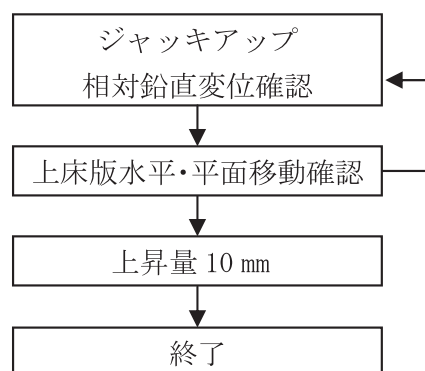
鋼製支保工内部に6基の昇降機を設置した。昇降機は、上床版の防水工まで完了した後、下床版上に設置した仮設レール上を横移動させ設置した。

鋼製支柱から昇降機への荷重移動時における偏荷重発生を未然に防ぐため、各昇降機のジャッキにロードセルを設置し、荷重管理機能を追加した。さらに、上床版の平面微調整が必要となる場合を想定し、スライド装置による微調整機能を追加した。

(c) ジャッキアップ（地切り）

ジャッキアップは、鋼製支柱のキリンジャッキと支柱とを切り離し、昇降機により受桁ごと上床版を持ち上げる。地切りにおける1サイクルのストローク量は、2mmに設定した。

施工フローを、図—12に示す。



図—12 ジャッキアップ（地切り）

以下のように要求品質を満足できる精度で地切りを完了した。

地切り最終時の上床版上昇量：10mm

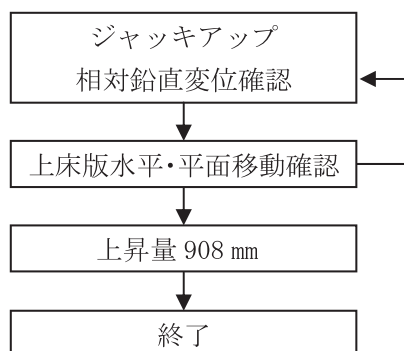
レベル相対差：0mm

平面移動：0mm

地切り途中におけるレベル相対差：最大2.5mm

施工中、ロードセルにより荷重の移動状況を把握しながら行った。

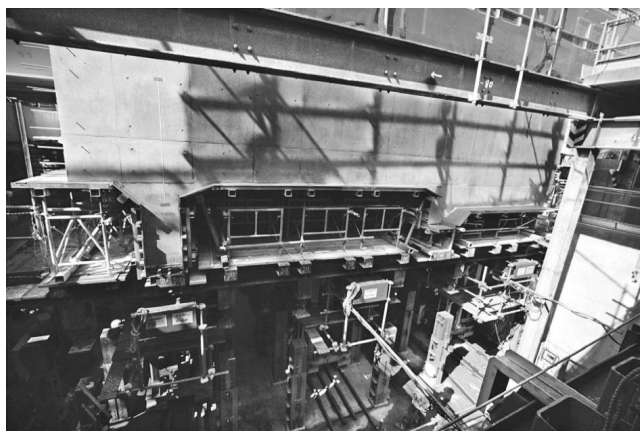
(d) ジャッキアップ（本施工）
施工フローを、図－13 に示す。



図－13 ジャッキアップ（本施工）

1 サイクルのストローク量は、試験施工の結果を踏まえ 100 mm と設定した。地切り同様、一括操作のジャッキアップと計測による上床版確認を行った。

908 mm の上昇量に達するまで、一括操作 10 回のジャッキアップを行った。本施工最終時の上床版上昇量は 908 mm，レベル相対差は 0 mm，平面移動は 0 mm であった。本施工途中でのレベル相対差は 0 mm であり，ストローク差が生じた場合に作動する自動制御システムは作動せず，各回 100 mm のジャッ



写真－2 ジャッキアップ後（全景）



写真－3 ジャッキアップ後（鋼製支保工内側）

キアップ途中も上床版を水平に保持できた。

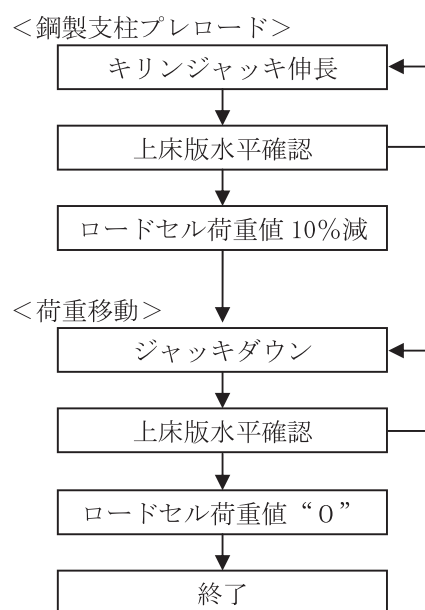
また，微調整用に準備していたスライド装置も使用することはなかった（写真－2，3）。

(e) 鋼製支柱盛替え（継足し）

ジャッキアップした後，キリンジャッキの下に 1 m の鋼製支柱を継ぎ足した。

(f) ジャッキダウン

上床版を昇降機から鋼製支柱へ受け替えるに伴い，上床版の荷重は昇降機から鋼製支柱へ移動する。施工フローを，図－14 に示す。



図－14 ジャッキダウン

上床版の荷重が鋼製支柱に作用すると，上床版と鋼製支柱のいわゆる“馴染み”により，上床版が想定以上に降下する危険性がある。これを防ぐため，鋼製支柱にプレロードを掛けた。具体的には，鋼製支柱のキリンジャッキを伸長させ，昇降機に作用している荷重の 10% を鋼製支柱に移動させた。キリンジャッキの伸長は少量ずつ，レベルで上床版の水平を計測しながら行った。

荷重移動は，昇降機のジャッキダウン操作で行い，1 サイクルのストローク量は 2 mm で行った。鋼製支保工プレロード時と同様に，上床版の水平を計測しつつ，昇降機に作用している荷重が“0”になるまで行った。

ジャッキダウンにおける上床版の最終降下量は約 1.5 mm，水平を表す端部の最大相対差は 0.3 mm であった。

(g) 昇降機搬出

ジャッキダウン終了後，昇降機を搬出した。

7. おわりに

ジャッキアップ工法により、高品質なボックスカルバート上床版の施工を安全に行うことができた。

現在、インフラの老朽化が進み、その改修工事が増加している。このような中、本工法は既設構造物との離隔が小さい場所での躯体構築などの同種の工事への適用も可能である。合理的な施工方法の実績として、次工事への助力となれば幸いである。

J|C|M|A



〔筆者紹介〕

米田 保之（よねだ やすゆき）
阪急電鉄㈱
都市交通事業本部 技術部



向 弘晴（むかい ひろはる）
鹿島建設㈱
関西支店土木部
鹿島・森共同企業体
所長

特集>>> 鉄道

鉄道新線建設プロジェクト 国際空港と首都台北を結ぶ

台湾初の DOT 工法による鉄道シールドトンネル工事

西 川 泰 司

台湾では空の玄関となる桃園国際空港と首都台北市を結ぶ MRT 方式による鉄道新線（延長 51.5 km）の建設工事が進められてきた。そのうち、台北駅に近接する河川横断区間は、台湾では初めてとなる DOT シールド工法が採用された。本稿は高精度なローリング管理が要求される DOT シールド工法によるシールドトンネル工事について、その施工実績を報告するものである。

キーワード：DOT シールド工法，ローリング

1. はじめに

台湾の空の玄関となる桃園国際空港は 1979 年の開港以降、台北市へのアクセスは高速道路が主たる手段である。毎年 2,000 万人以上が利用する空港としては交通アクセスの点で脆弱であると言える。そのため 2005 年に基幹の交通手段となり得る MRT 方式による鉄道新線（延長 51.5 km）の建設が決定された。当社が担当した工事区間は、最も台北駅側の 3.5 km の区間である。施工区分としては①シールドトンネル区間、②開削区間、③高架橋区間に区分される。

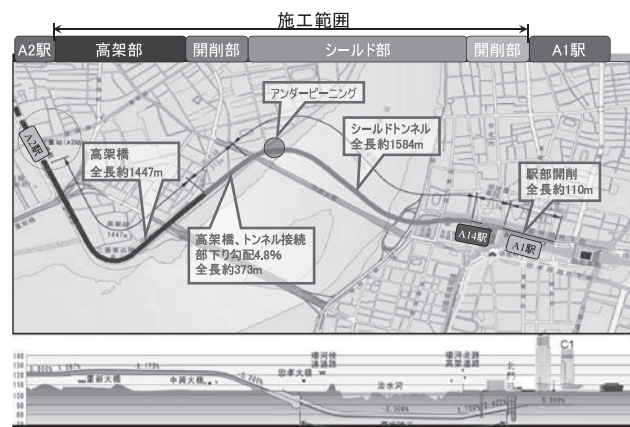
2. 工事概要

工事概要を下記に示す。

- ① DOT シールド機外径 6.42 m × 11.62 m, 延長 1,585 m
土被り最小 7.6 m ～最大 26.0 m



図一 1 計画路線と施工位置



図一 2 施工区分

最小曲率半径 $R=280\text{m}$ 最大勾配 4.9%。

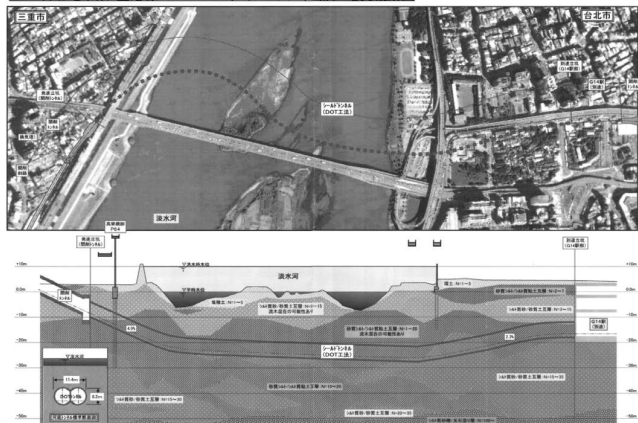
- ②アンダーパッシング工事 1箇所
③高架橋工事 延長 1,456 m
④開削工事 481 m

図一 1 に計画路線と施工位置，図一 2 に施工区分を示す。施工起点は台北市と隣接する三重市に位置し，到達地点は台北駅付近である。

3. 地質概要

本工区は台北の盆地に位置し，かつては湖底であった。よって，土質は軟弱な沖積層が大部分を占め，その厚さは 40 m ～ 60 m に達する。トンネル掘削部は全線にわたり N 値 10 以下であり，シルト質細砂や砂質シルトが大部分を占め極めて軟弱であった（図一 3）。

3.3 台北地下鉄・空港線CA450A工区(シールドトンネル部)・地質縦断面図

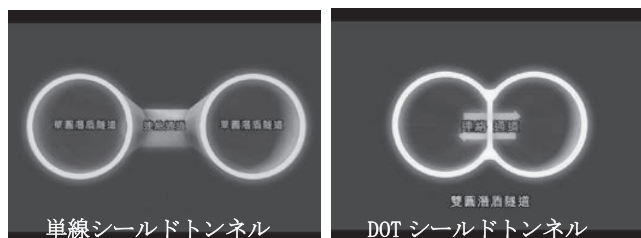


図—3 土質概要図

4. DOT シールド工法の選定理由

日本では、占用面積が最小化できるという有利性を根拠として DOT 工法が採用されることが多い。

台湾では一般的に、鉄道シールドトンネル工事は単線で施工され、そのトンネル間を接続する連絡通路を一定の間隔で設置する。しかしながら、連絡通路設置工事は安全性・施工性の点で課題が多い。さらに本工事では、軟弱な粘性土層、かつ河川横断という厳しい施工条件を有しているため、確実に連絡通路が設置できる優位性を考慮し、DOT 工法が採用された（図—4）。



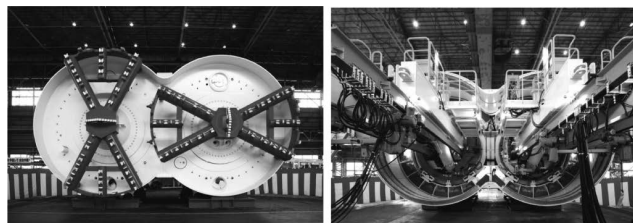
図—4 DOT シールド工法の優位性

5. DOT シールド機

シールド機は、DOT シールド機の製作実績が最も多いメーカーにより愛知県内の工場にて製作された（写真—1）。12カ月の製作期間を経て、台湾へ海上輸送された。

6. DOT シールド工法の技術的課題

DOT シールド工法は通常の水平方向、垂直方向の方向制御に加えてシールド機のローリングの制御が重要となる。ローリングが過度に進行すると、建築限界



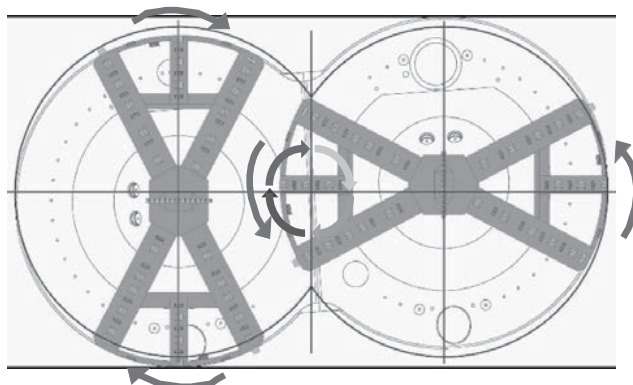
写真—1 DOT シールド機

に影響を与え、さらに過大に進行すると掘進不能となることも考えられる。本工事のトンネル線形には、最大勾配 4.9% の縦断曲線と最小半径 280 m の平面曲線の三次元複合曲線が存在する。このような線形条件では幾何学的にローリングが発生するため、シールドトンネルのローリング制御が最も重要な管理項目であった。

7. シールド機のローリング制御方法

(1) カッタスポーク回転方向

ローリングが微小である場合、カッタスポークの回転方向により、ローリングを制御することができる。カッタスポークをシールド機中心位置で下方向に回転させた場合、シールド機には右回転のモーメントが発生する。カッタスポークをシールド機中心位置で上方向に回転させると、シールド機に左回転のモーメントが発生する（図—5）。

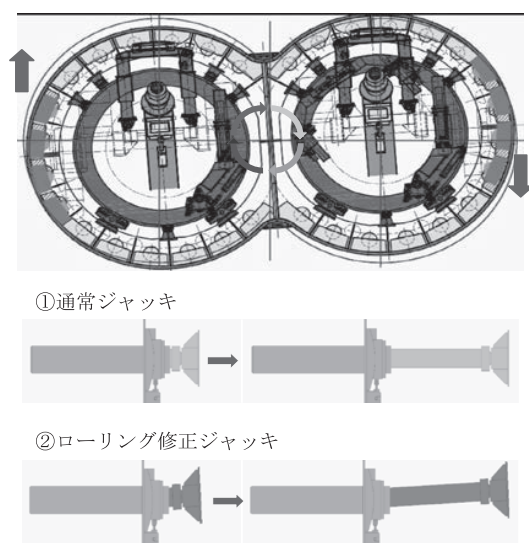


図—5 カッターの回転により機体にかかるモーメント

(2) ローリング修正ジャッキ

本 DOT シールド機には、左右に 4 本ずつトンネル円周方向にスライド機構を有するジャッキを装備している。左右各 4 本のローリング修正ジャッキを相反する方向にスライドさせ、シールド機に回転モーメントを発生させローリングを制御する。

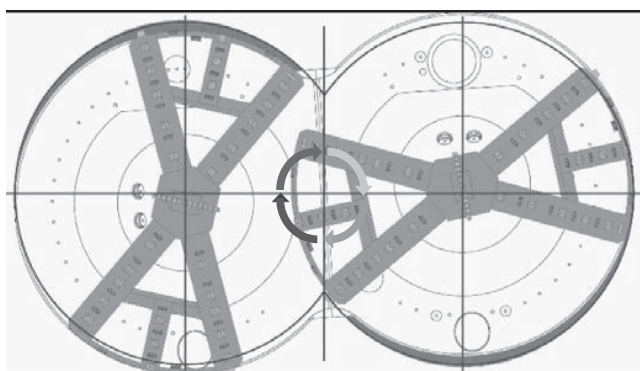
シールド機を右回転に制御する場合、右側ローリング修正ジャッキを上側にスライドさせ、左側ローリング修正ジャッキを下側にスライドさせシールド機に右回転のモーメントを発生させる（図—6）。



図—6 ローリング修正ジャッキ

(3) コピーカッタによる制御

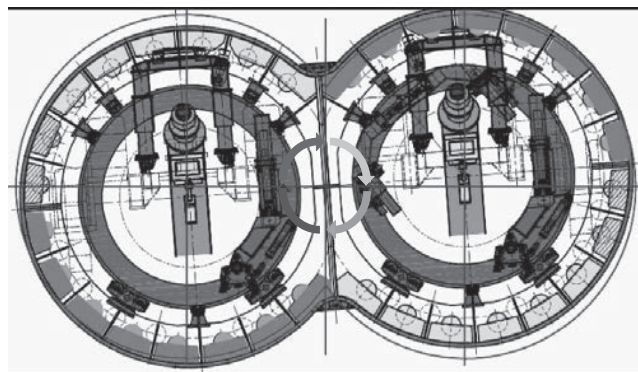
コピーカッタを使用し、シールド機構造中心を原点とした点対称に余掘りする。シールド機外殻を余掘り部（図—7）に誘導しローリングを制御する。



図—7 ローリング制御時の余掘り部

(4) 点対称ジャッキパターン

シールド機構造中心を原点とした、点対称なジャッキパターンを選択することにより、シールド機に回転モーメントを発生させローリングを制御する（図—8）。

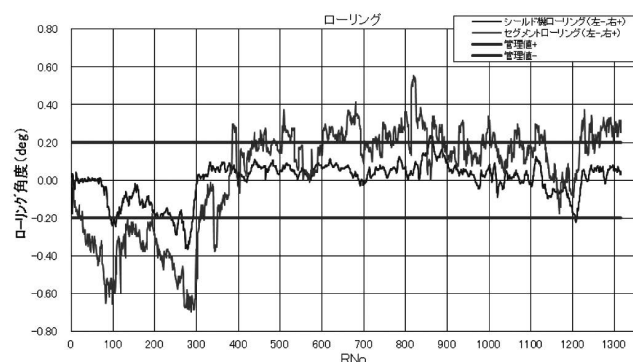


図—8 ジャッキパターンによるローリング修正

(5) ローリング制御実績

本工事におけるローリング制御は、その発生量の程度により、前述した 4 つの方法を組み合わせ対応した。

図—9 にシールド機およびセグメントの発生ローリング量実績を併せて示す。



図—9 ローリング発生量実績

8. セグメントのローリング制御

シールド機のローリング制御は十分に可能であったが、懸念していた三次元複合曲線区間では、セグメントのローリングが発生した。そのため、以下対策を検討、実施した。

(1) リング間ボルト孔を 2 mm 拡径

リング間ボルト孔を 2 mm 拡径した。このとき生じる「遊び」を利用し、ローリングを修正する向きに 1 ピースごとに調整して組立てることにより、ローリングを修正した（図—10）。

(2) 裏込即時注入

セグメントに回転モーメントが発生するようにグラウホールからの即時注入方式に切り替えた（図—11）。

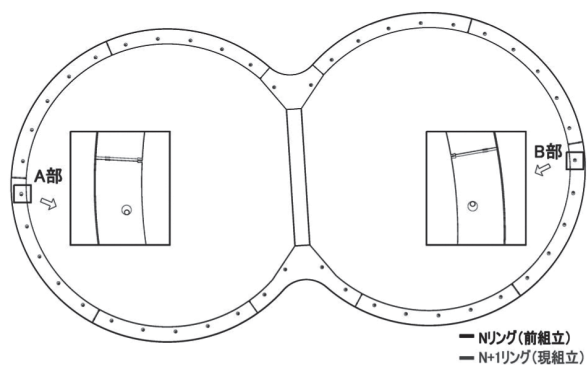


図-10 ローリング修正リング

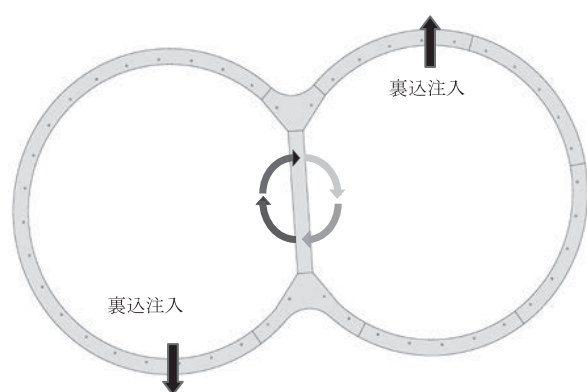


図-11 裏込即時注入

9. DOT シールド工法のセグメント

セグメント A 型×8 個, B 型, C 型, D 型各 1 ピースの計 11 ピースで構成される (図-12)。セグメントの組立手順を図-13 に示す。中柱組立は専用のエレクターを使用する。

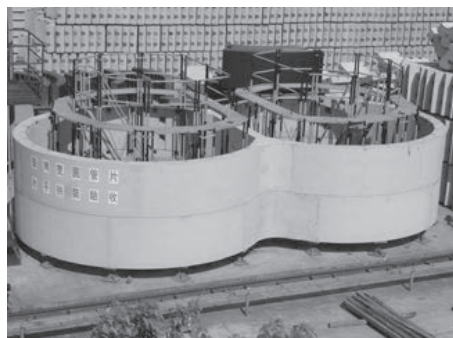
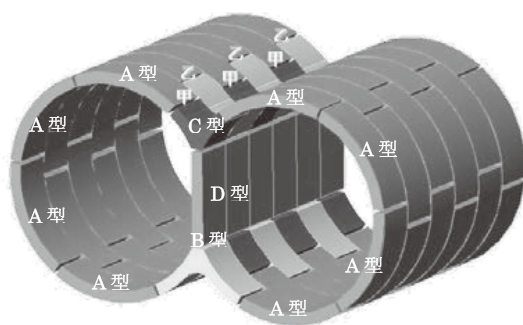


図-12 セグメント構成ピースと仮組状況

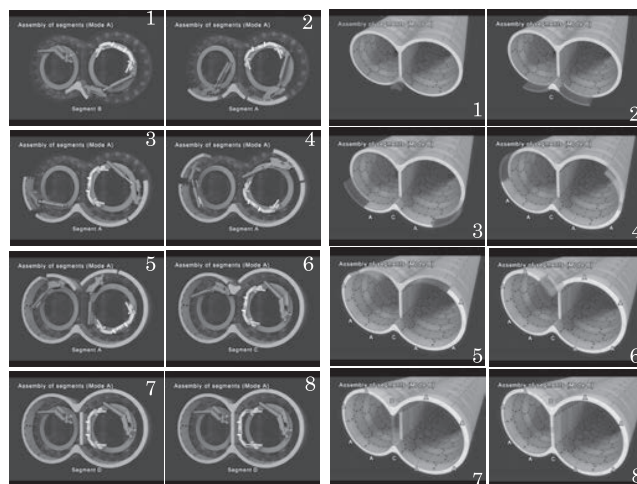


図-13 エレクター動作・セグメント組立手順

10. 仮設備

(1) 発進基地・発進立坑

発進基地用地面積は, 2,100 m² 程度であった。発進坑口には河川横断を考慮して遮水壁を設置した (写真-2)。

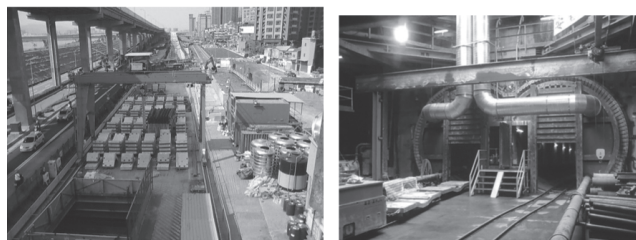


写真-2 発進基地および発進坑口全景

(2) シールド発進架台

縦断線形は起点位置より 4.9% の下り勾配である。しかし, 発進架台に勾配があるとシールド機の組み立てが困難である。よって発進架台は最初に水平の状態で設置し, シールド機組立を行った。

組立完了後にシールド機と発進架台上部をジャッキアップして, 予め計画していた後発進架台の支柱のコマ材を取り外し, シールド機, 発進架台上部を所定の勾配に再設置した (図-14)。

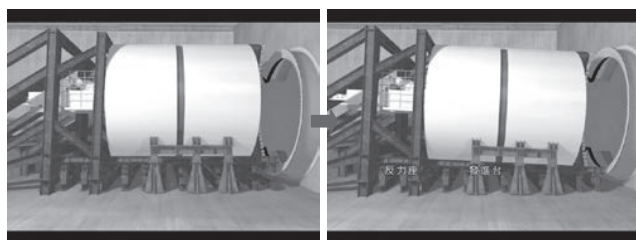
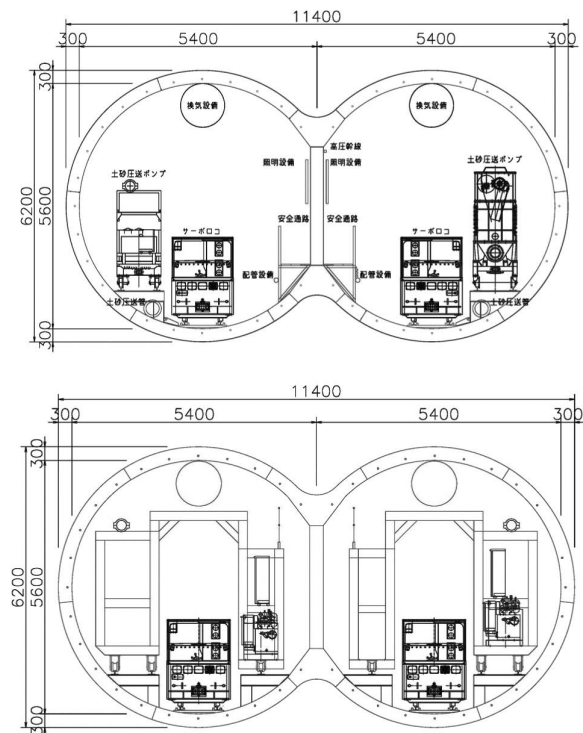


図-14 発進架台

(3) バッテリーロコ・軌条設備

バッテリーロコについては、下り勾配区間の安全性を考慮して、制動能力の評価が高い日本製の12tサーボロコを採用した。

坑内標準断面を図—15、坑内軌条設備の設置状況を写真—3に示す。軌条は単線で枕木を設置せずインバートに直接敷設する方式とした。



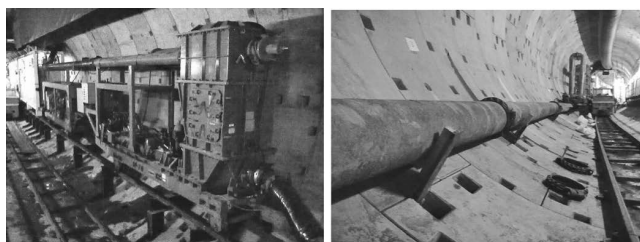
図—15 坑内標準断面図



写真—3 坑内軌条設備

(4) 土砂搬送設備

立坑スペースが狭小であったため、ずり鋼車方式では対応不可能であった。そのために本工事では、土砂



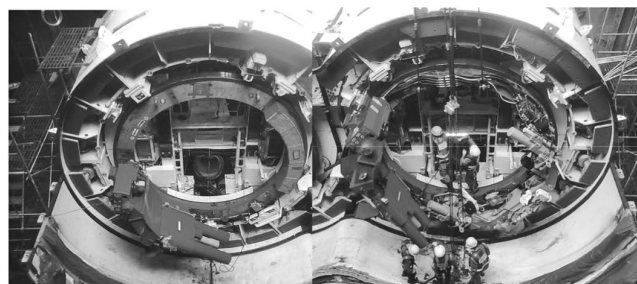
写真—4 土砂圧送設備

圧送方式を採用した。土砂圧送ポンプは片線ごとに4台ずつ、最大時で合計8台設置した(写真—4)。

11. 施工状況

(1) シールド機組立

シールド機は6分割で搬入した。最大重量部材は前胴カッタブロックで1基74tであった。組立には500tクレーンを使用し、順次立坑へ投入した(写真—5)。



写真—5 シールド機組立状況

(2) シールド初期・本掘進

初期掘進開始時の進捗量は4R/日程度であった。構造が複雑なDOTシールド工法ならではの事象であるが、当初セグメントの組立に1リングあたり2時間程度費やした。ただしセグメント組立習熟後は8R/日程度可能となった。

本掘進の施工サイクルは、1リングの掘進時間が50分程度(掘進速度30mm/分)、セグメントの組立時間は70分程度で、1サイクル2時間程度であった。その結果、昼夜稼働での標準施工能力は10R/日であった(最大日進量は11R/日)。また掘削土は、加泥注入率5%以下でも排土状況が液状に近い状態が続くため、土砂圧送には最適であった(写真—6)。

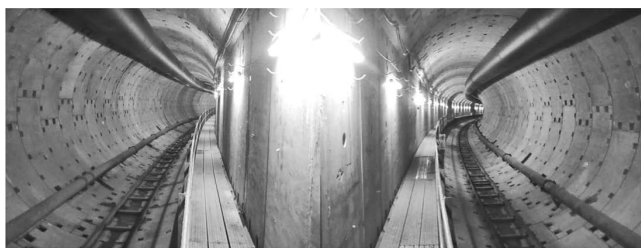


写真—6 残土搬出状況とシールド発進状況

写真—7に本掘進切羽状況、写真—8にトンネル坑内全景を示す。



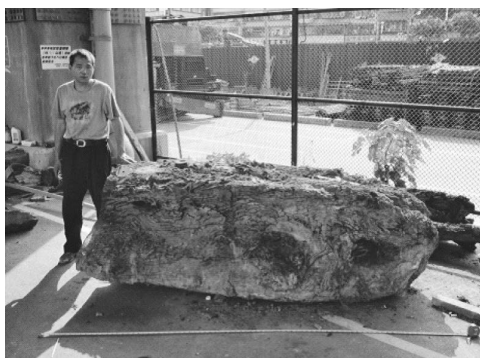
写真—7 本掘進切羽状況



写真—8 本掘進坑内状況

(a) 流木対策

河川下でかつ中洲の下での施工においては、流木の出現が予想され、掘進不能となる事態が懸念された。立坑掘削時に発見された流木を写真—9に示す。

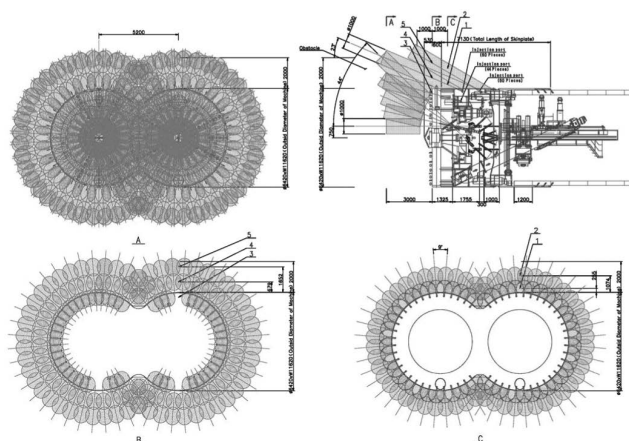


写真—9 立坑掘削時に発見した流木

対策としてシールド機内より、トンネル断面の全範囲を薬液注入可能な機構を装備した(図—16)。この薬液注入は切羽内への人の立ち入りを可能としているのではなく、流木ごと地山を固化させ切削可能な状況にすることを目的としている。実施工では、巨大な流木に遭遇することはなかったが、細かく裁断された流木により、土砂圧送ポンプのスクリーンが閉塞する事態が多発した(写真—10)。しかしながら人力での除去は可能であったので、清掃の頻度を上げる等の対応により、掘進の進捗には影響を及ぼさなかった。

(b) 近接施工

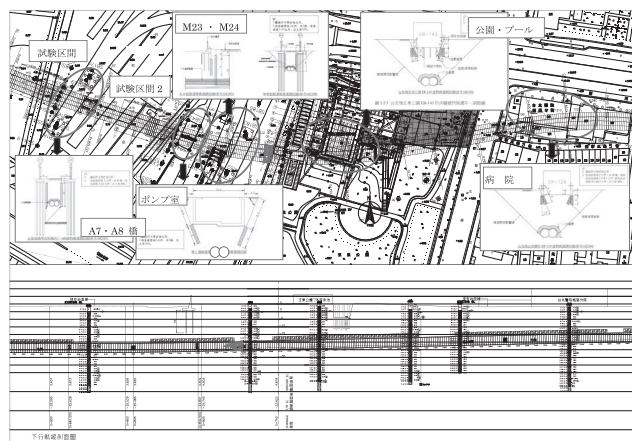
シールド路線には様々な近接構造物が存在した。図—17に近接施工箇所概要図を示す。



図—16 シールド機内注入管および注入可能範囲



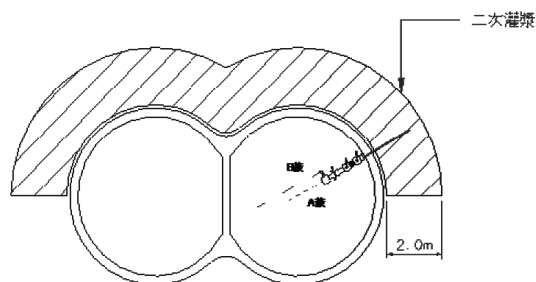
写真—10 スクリーンの閉塞状況



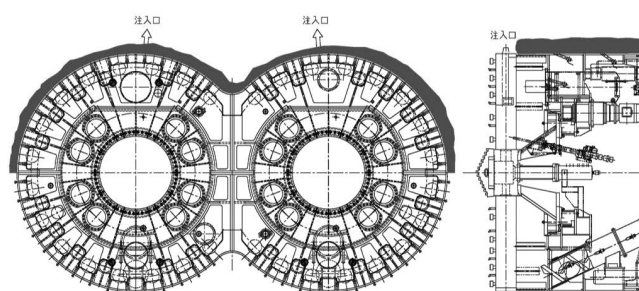
図—17 近接施工箇所概要

原設計では「FEM 解析等による近接施工の影響検討は実施せず、近接構造物への影響はセグメントのグラウトホールから注入(二次注入と称する)により抑制する」というのが基本的な考え方である(図—18)。

しかしながら、シールド掘進にともなう地表面沈下は、切羽面が通過することによる先行沈下に起因するため、二次注入に十分な効果は期待できないと判断した。施工に先立ち、各所について地盤変状 FEM 解析を行ったところ、最大 6 cm 程度の変状が想定された。



図—18 二次注入（原設計）概要図



図—19 可塑性材充填概要図

しかしながら、大規模な防護工への設計変更は不可能な現状であり、別途既設構造物への影響を最小限とするための補助工法として、機内より可塑性充填材を注入する方法を選定、検討した。図—19に可塑性充填材の注入概念を示す。

事前にトライアル区間を設定し、充填材の配合・注入量や管理土圧を変更しながら地表面の変位を計測し、一定の効果を確認した後、近接施工箇所での採用を決定した。実施工では変状を管理値以内に抑制することができ、効果が実証された。

(3) 到達工～貫通

到達坑口は深度が30m程度あり、かつ土層が砂質土と粘性土の互層であった。地盤改良の效果に懸念があるため遮水壁を設置した。到達部の箱抜形状は、国内同種工事の施工例では長方形が多い。しかしながら本工事では一律シールド機外径+150mmの形状で



写真—11 シールド機到達状況

あった。

到達時には地盤改良区間の中で高精度な線形管理が要求されたが、所定の精度で無事到達した（写真—11）。到達完了後約3ヶ月後にマシン解体が完了しトンネルは無事貫通した。

12. おわりに

本工事は、DOTシールド工法としては困難さが予測される三次元複合曲線、河川横断および軟弱な粘性土層等の複数の懸念事項があり、予測がつかない困難さが特徴であった。このような状況下で思ったことは「いかに失敗せずにこの業務を完遂させるか」の一念のみであった。そのため、事前にあらゆるリスクを想定して施工に挑んだ。施工に着手してから約2年半に渡ったが、幸いなことに大きなトラブルもなく、比較的順調に施工を完了することができたと考えている。

ここで改めて、献身的に困難な業務に立ち向かってくれた現場のスタッフ、そして日本および台湾の協力会社各位に感謝の意を表して本稿を終える。

J C M A

【筆者紹介】

西川 泰司（にしかわ やすし）
清水建設㈱
北陸支店土木部 九頭竜川シールド作業所
現場代理人・監理技術者



シンガポール地下鉄トンネル工事における圧気作業

久保田 祥 一

現在シンガポールでは地下鉄新設路線の建設ラッシュである。そして全ての工区のTBM(トンネルボーリングマシン)に圧気作業の行える設備の搭載、また一定区間毎(当工区で言えば約200m毎)に圧気作業によるチャンバー内のカッター等の検査・交換をすることになっている。本稿ではシンガポールのトンネル工事における圧気設備とその作業の流れ、安全管理のシステムについて報告するものである。

キーワード：シンガポール、シールド工法、圧気作業、安全管理

1. はじめに

当工区(ダウタウンライン3 C932工区)は駅部(MATTAR駅)を開削工法、路線部をシールド工法で施工するものである。シールド工事はセグメント外径6,350mm、延長1,350mの上下線を2台の土圧式シールド機(TBM)にて施工する。地質はN値100以上の硬い粘土と砂からなる洪積世堆積土(オールダルヴィウム)と軟弱粘土と非常にルーズな砂層からなる沖積土(カランフォーメーション)という異なった地層を掘削するのが大きな特徴の一つである。

TBMカッター等の点検・交換時は作業員がTBMチャンバー内に入り作業する。その際に作業員の安全を確保するためコンプレッサーにて圧縮空気(圧気)をチャンバー内(圧気作業空間)に送り込み、土水圧に抵抗させることで湧水の浸入、地山の崩落を防止する。

日本ではあまり多く採用されない圧気作業であるが、シンガポールでは地山が複雑に変化するとともに非常に硬質な層も多いことからカッターの摩耗、設備の破損が懸念される。そのため場所を問わず頻繁にチャンバー内に入り点検・作業する必要がある、簡易な設備で様々な状況下での作業の可能な圧気作業が一般的となっている。

圧気作業における危険性については、多数の工事経験からむしろシンガポールの方が熟知しており、安全性を確保するため非常に細かく法律で規定されている。

シンガポールのトンネル工事における圧気作業設備の一般的な概要・流れ、作業・管理方法、作業中の安

全性の確保について当工区の設備を例にとって述べるものとする。

2. 圧気作業設備の概要・流れ

一般的にシンガポールでのトンネル工事における圧気作業設備は次のものが挙げられる。

・コンプレッサー

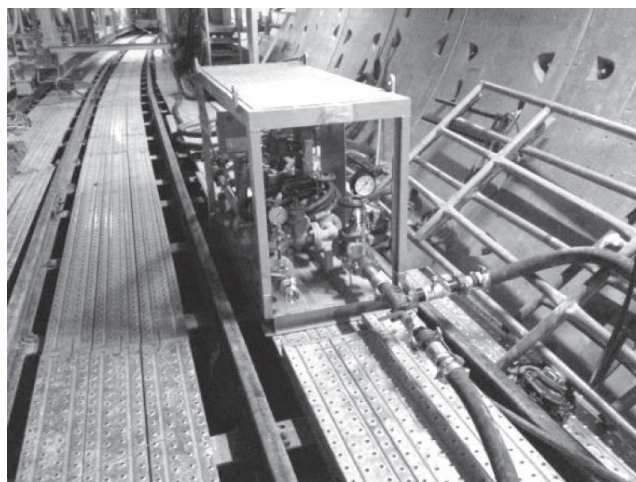
圧縮空気をチャンバー内に送り込む設備。

・マンロック

バルクヘッド上部に搭載し、作業員が圧気されたチャンバー内に入るために体を慣らすための圧力調整室。圧気作業終了後、作業員の減圧を行い、外へ出るための調整にも用いる。

・マスコントローラー(チャンバー用、写真—1)

チャンバー内の圧力を一定に保つための圧力調整装

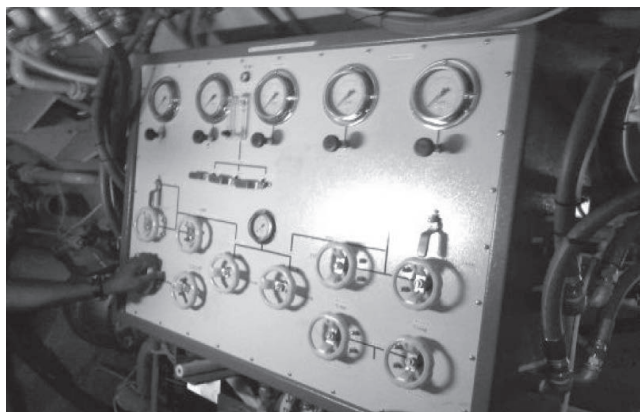


写真—1 マスコントローラー(チャンバー用)

置。内蔵された圧力計で設定圧力を指定し、チャンバー内の圧力を自動でコントロールする。圧力のコントロールはチャンバー内の圧力に応じて送気バルブを自動開閉し、送気量を調整することで行う。送気量の調整と圧力コントロールの関係は後述する（(3) 参照）。

・マスコンローラー（マンロック用、写真—2）

マンロック内の圧力調整装置。圧力コントロール原理はチャンバー用と同様であるが、コントロールは自動ではなく専用のオペレーターが内部の状況を確認しつつ手動で行う。



写真—2 マスコンローラー（マンロック用）

・送気管

一般的に配管破裂等のトラブルを避けるため、鋼管を用いる。当工区では4インチ鋼管を用いた。

・メディカルロック（写真—3）

圧気作業時に発症する減圧症等を治療するための圧力調整室。ここには減圧治療用の圧力容器と共に酸素吸入器等の治療設備も設置されている。作業場所になるべく近い所に設置されるのが良いとされ、当工区では発進立坑側に設置した。圧気作業時は専用のオペレーターが常駐し、緊急時の作業員の治療を行う。またマンロックと電話をつなぎ、常時連絡を取り合える

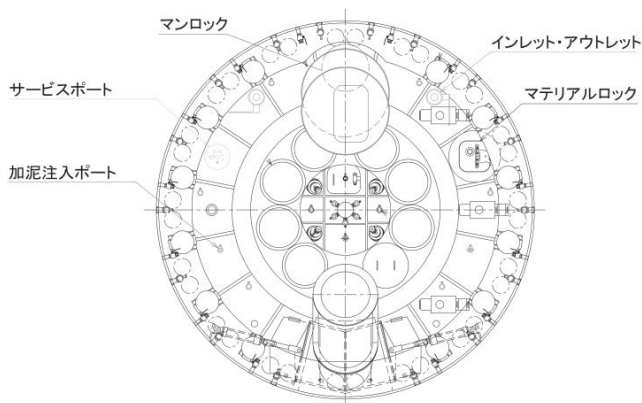


写真—3 メディカルロック

ことが義務付けられている。

・インレット・アウトレット（送排気）バルブ

バルクヘッドに設けられた送気・排気用バルブ（図—1）。基本的に圧気作業時のみ開放される。当工区ではインレット（送気）に5インチ、アウトレット（排気）に2インチバルブを用いた。



図—1 バルクヘッド側圧気設備

・クーリングユニット

圧縮空気の発熱を冷却するための装置。

コンプレッサーから送気される圧縮空気温度は 50～60℃に達する（外気温 30℃の場合）。シンガポールでの圧気作業環境基準は 29℃以下であるため、クーリングユニットの設置は必須である。また、このユニットには圧縮空気内の塵や水分を除去するフィルターも含まれている。通常、コンプレッサーの側に設置される。

・レシーバタンク

定量の圧縮空気をストックする圧力容器。圧気作業時に何らかの理由で送気が不能になり、チャンバー内圧力のコントロールが出来なくなった場合、作業員は直ちに作業を中止しマンロックで減圧調整を行い室外へ退避しなければならない。その退避用圧気供給に用いる。当工区では地上コンプレッサー側に 10 m³、後続台車内に 1 m³ のレシーバタンクを設置した。

・マンライダー、マンケージ

圧気作業後の作業員を坑外まで搬送する設備。シンガポールでは圧気作業後の作業員個人による徒歩での坑外への退避を認めていない。作業員は圧気作業終了後、安全担当の指示に従い全員集合し、マンライダー（人車）、マンケージ（ゴンドラ）に乗り込み坑外まで搬送され、メディカルロックにて健康診断を受けなければならない。当工区では、セグメント台車を加工してマンライダーを作り、バッテリーロコにて立坑まで搬送、15人乗りのマンケージを門型クレーンで吊上

げて作業員を坑外まで搬送した。

・サービスポート

圧気状況下のチャンバー内において清掃、ガス切断、溶接作業を行う際、そのままホース・ケーブル等を機内からチャンバー内まで延長することは出来ない(密閉された空間であるため)。そのためバルクヘッドにサービスポートを設け、使用が予想されるホースやケーブルをあらかじめ埋め込んでおく。サービスポートは通常チャンバー内側で蓋をされており、圧気作業時に作業員がチャンバー内で蓋を取り外しサービスポートからケーブル、ホースを取り出して使用する。

・マテリアルロック

材料をチャンバー内に搬送するための压力容器。マテリアルロックの前後にはバルブ付扉があり、バルクヘッド内外において作業員がバルブを開けてマテリアルロック内の圧力を各々の側の圧力と合わせて扉を開けることで材料の出入れを行う。当工区ではバルクヘッド右側のスプリングライン上部の位置に設けた。

(1) 圧気設備の選定

設備の選定においては、設計時の事前地質調査結果を基に圧気作業箇所の必要圧力を算定し、決定する。

当工区は採用している切羽土圧等から圧気作業では2.0~3.0 bar (1 bar=0.1 MPa) の圧力をかける必要があると判断された。

その結果、当工区では元圧 7.0 bar、送気量 11.5 m³/min 容量 75 kW の電動コンプレッサーを選定した。また、それに付随してクーリングユニットは大容量の 1,800 m³/h を選定した。

(2) 圧気設備検討の留意点

圧気設備の検討において最も重要なのはチャンバー内の環境管理である。作業員が中に入って作業する以上、チャンバー内の排熱も含めた十分な換気を行わねばならない。またチャンバーからの排水ラインも確保しなければならない。密閉された高圧空間であるチャンバー内においてファンによる換気は出来ない。同様にポンプによる排水も出来ない。また突発的な漏気によるトラブルを防ぐため圧気作業中はスクリュコンベアは使用出来ない。

これらの留意点を検討して当工区で採用した方法を次項に述べる。

(3) 圧気設備検討例 (C932 工区)

当工区で採用したチャンバー内の環境管理方法は圧縮空気を送気しながらチャンバーから定量の排気を行

い管理するというものである。排気のポートはバルクヘッドに円周状に設置された注入ポート (2 インチ) を用いる。

チャンバー内の容積は 30 m³ である。これを考慮して圧気作業の前段階として半分の 15 m³ 程度の土砂を排出した後、天端付近の注入ポートを開放し、チャンバー内の換気を行う。排気されたエアの酸素濃度、有毒ガスの有無をチェックした上で作業員が中に入りチャンバー内の状況をチェックする。チャンバー内に入った作業員はチャンバー内土量レベルを確認し、排水ポートとして利用するのに最も適した位置の注入ポートを選定し、開放して圧気圧を利用して排水する。この状態を保持した上で、作業員は作業場所をチャンバー上半部と限定し、例えばカッター交換であれば上半部のカッター交換が終了した後、カッターヘッドを半回転させて残りのカッター交換を上半部で行う。

この送排気方法について最も留意しなければならないのは、チャンバー内圧気圧の保持である。風船をイメージしてもらうと理解し易いが、風船を膨らまして口を閉じ、その状態を保持すること(圧気圧を保持する)は容易い。しかし穴の開いた風船を膨らませ、絶えず送気することで風船の状態を保持することは難しい。当工区では圧気作業の 12 時間前からチャンバー内送排気(圧気)を行い、チャンバー内空気の循環を図るとともにチャンバー内圧力を安定させる送排気のバランスをはかった。排気ライン側にマスコンローラーを設け圧力自動調整も考えたが、水・土砂の侵入する恐れのある排気・排水ラインにマスコンローラーを取り付けることは出来ない。そのため排気・排水ホースの口には手動バルブを設け、マスコンローラーのオペレーターが手動によるバルブ開閉により圧力調整を行った。この措置により当工区では圧気圧を一定に保持しながら圧気作業を行うことが出来た。また微妙な圧力調整は送気のマスコンローラーよりもむしろ排気バルブでの調整で行う方がコントロールし易いことも確認できた。

3. 実務における圧気作業の流れ(例:C932 工区)

シンガポールでは、トンネルでの圧気作業を行う作業員は 1 チーム最低 3 名(以上)と規定されている。

1 名は必ずマンロックに残り、作業状況の確認と外部への連絡、そしてアクシデントが起こった際の救助作業を行う役割とする。

残り 2 名(以上)がチャンバー内に入り 1 名を主、

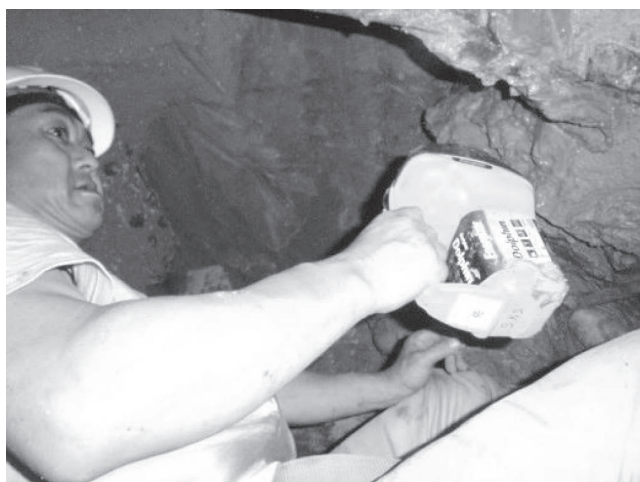
もう1名を補助作業員とし、補助作業員は主作業員がアクシデントに遭った際の救助任務も兼ねる。作業員はこの役割を交代しながら規定時間内でチャンバー内圧気作業を行う。当工区ではメイン圧気作業が Cutter 交換という重量物作業であることを考慮し、1チーム3～4人とし、24時間体制で作業を行った。

圧気作業時のチャンバー内設定圧力は作業前の切羽状況チェックにて決定される。最初に地質調査結果から選定された設定圧力で、技術者を含む3人1チームでチャンバーに入り地山状況（地山の強度、土質、湧水の有無等）をチェックする。

切羽状況のレポートをコンサルタントに送り良好と判断されれば、0.5 bar ずつ圧を下げ、チェック・報告・許可を繰り返す（写真—4）。

最終的な設定圧力は現場にて決定し、圧気作業を開始する。

設定圧力が低いほど作業員に掛かる負担は軽くなるが、作業空間の安全も考慮しながら慎重に判断した。



写真—4 チャンバー内切羽状況チェック

1チーム当りの作業時間はチャンバー内の設定圧力によって細かく定められている。海軍の定める Black Pool Table（圧力別圧気作業時間表）を用いて作業時間と Decompression Time（減圧調整時間）を決定する（例：設定圧力2.0 bar で3時間作業するのであれば、減圧調整時間は1時間46分）。

作業時間の記録はマンロックアテンダント（オペレーター）が行い、マンロックでの加圧調整時から作業時間としてカウントする。また作業終了15分前にチャンバー内作業員に連絡し、作業終了準備と減圧調整準備を促す。

減圧調整を終えた作業員はマンロックから出た後、マンライダー・マンケージ（写真—5）にて坑外に搬

送され、メディカルロックにて健康診断を受ける。そしてそのチームの作業は終了となり、24時間の休息を取る（シンガポールでは法で規定されている）。次チームは前チームの退出後、速やかにマンロックに入室し加圧調整を受け、チャンバーでの圧気作業を再開する。この流れを作業終了まで続けることとした。



写真—5 マンケージ（立坑内作業員搬送用ゴンドラ）

4. 圧気作業における安全管理

圧気作業における安全管理についてはシンガポールの安全法により厳しく規定される。

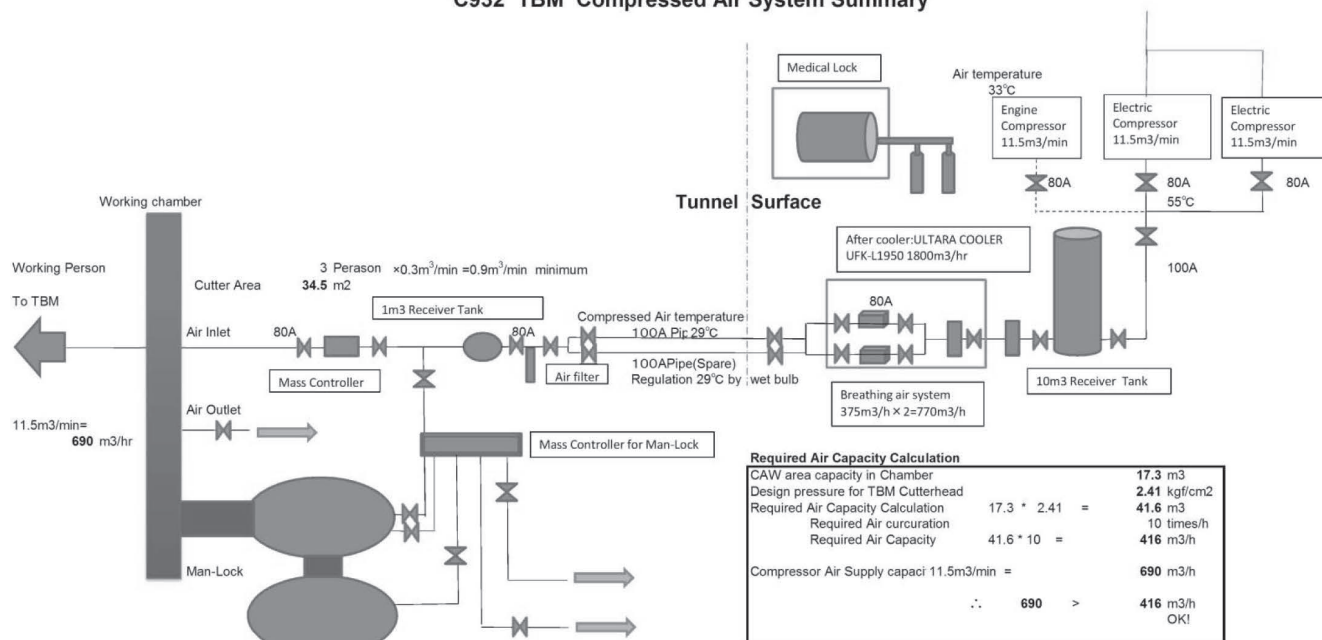
圧気作業設備計画時に発注者の指定する圧気作業の有識者による第3者機関のチェックを受け、圧気設備の承認を受けねばならない。最も指摘されるものはアクシデント時の緊急用予備設備の設置である。この指摘を受け当工区では送気コンプレッサーは3台設置（電動2台、エンジン式1台）した（図—2）。

通常、圧気作業時は電動コンプレッサー2台を稼働させ、片方のコンプレッサーが故障した際も、他方が引き続き送気供給を維持できるようにした。また、停電等のトラブルにより2台共コンプレッサーが停止した場合の緊急措置として、速やかにエンジンコンプレッサーを稼働し圧気作業環境を維持させることとした。

送気管については本管と緊急用予備管（共に4インチ）の2系統を坑内配管し、配管破裂等のトラブルが起こった際に速やかに配管を切替え、チャンバー作業環境を保持するようにした。

また、圧気作業に従事する作業員についても厳しい基準がある。圧気作業に従事する作業員は、事前に圧気専門の病院に赴き、健康診断及び専門検査（耳抜き、肺活量、採血等）を行い医師の承諾を得た者だけが1

C932 TBM Compressed Air System Summary



図一 2 C932 工区で最終的に決定した圧気設備概要図

年間の圧気作業資格を得る。

その後、現場メディカルロックを用いて圧気作業資質検査を行う。

これは 0.5 bar の加圧状況下で耳鳴り、めまい、頭痛等の症状を起こさないか確認する検査であり、これに合格した者のみが圧気作業資格を得る。さらに圧気作業直前には専門の医師による最終健康診断を行い、これに合格した者のみが 2 週間の圧気作業許可を得る。

この時風邪等の体調不良を訴える者に作業は許可されない（圧気作業中に 2 週間を過ぎた場合は特例として当該作業終了までの延長が可能）。

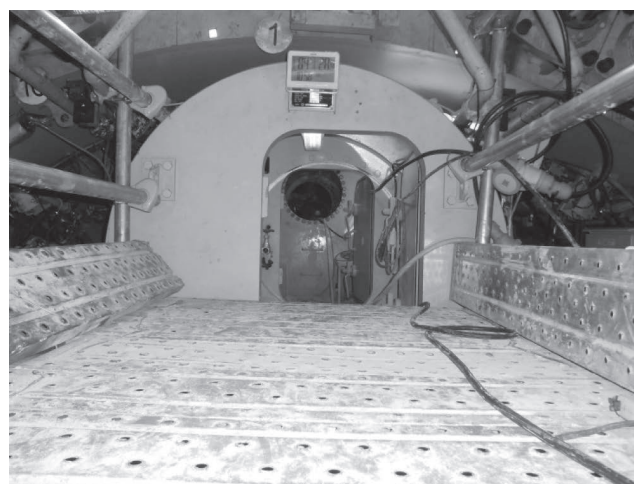
圧気作業中の圧気圧管理については、TBM 掘進管理装置土圧計、マスコントローラー（チャンパー用）圧力計、マスコントローラー（マンロック用）圧力計を用いて管理する。

最も精度の高い TBM に装備されている圧力計のデータをモニタで監視するとともにそのグラフを作成し記録する。

各計器には専任の監視員が付き、常時チャンパー圧気圧をチェックする。マンロックアテンダント・メディカルロックアテンダント（オペレーター）については専門の資格が必要であり、当工区では専門業者と契約し、圧気作業時の安全管理を行った。

マンロックアテンダントは随時作業員の健康管理記録をチェックし、作業不可と判断した者については作業許可を出さない。

また、アクシデント時に自力で歩けない者を担架に



写真一 6 圧気作業時の専用通路（マンロック側）

乗せて速やかにマンロックからマンライダーまで運ぶために、当工区では圧気作業ごとに TBM 機内に専用

通路を設けた（写真—6）。

連絡体制については、圧気作業担当責任者を選任し、圧気作業中は常時現場状況全体を管理する。万が一 TBM やトンネル坑内において火災等発生し、圧気作業の継続が困難と圧気作業担当責任者が判断した場合には直ちに作業を中止し、作業員をマンロックにて減圧調整後、避難させる。その際の外部への連絡（発注者・現場・病院等）も圧気作業担当責任者が行うこととした。

これを徹底することにより圧気作業中の速やかな連絡・指示・対応・記録を行うことが出来た。

5. おわりに

今回 C932 工区での圧気作業を終えて感じたことは、シンガポールは圧気作業をよく研究し、その危険要素を出来るだけ排除することで一般的な作業にまで普及させているということである。

シンガポールは国土が狭い。地上は道路と建築物でひしめき合っている。そして地下は配管・配線・補強杭等埋設物で隙間も無い。このような状況で TBM 機外へ出てカッター交換等の作業を行わねばならない時、圧気作業は有効である。

シンガポールでは、安全管理システムを整備・徹底することにより圧気作業をより安全なものに変えた。

今回の作業に当たり、シンガポールでの労働安全衛生法や専門業者からも話を聞き、この国における圧気作業方法を学んだが、総じて圧気作業における安全管

理システムについては日本以上に整備され、良く出来ていると感じた。

日本では圧気作業を避けるために地盤改良や凍結工法、中間立坑等の圧気の代替案とも言える技術を発達させてきた。しかしこれらの工法は施工の場所を選ぶこと、コスト、そして設備に時間が掛かることがネックになっている。近年の大量の地下埋設物の中をすり抜けるように掘削しなければならない地下掘削工事の現況を考えると、圧気作業を行わねば対応できない状況は多々あると考える。

少なくとも圧気作業は危険でさえ無ければ簡易な設備で汎用性も高く、メリットの多い工法である。安全管理システムを整えることで日本でも圧気作業を再認識させることが出来るのではないか？ そのような事を考えさせられた今回の工事であった。

最後に今回の圧気作業に当たり、様々な情報を提供して下さった全てのシンガポール関係者の方、厳しい圧気環境下でのカッター交換に全力を尽くしてくれた全ての作業員に感謝の言葉を送ります。

JICMA

【筆者紹介】

久保田 祥一（くぼた しょういち）
佐藤工業㈱ シンガポール支店
C932 工区担当



工事用の軽便軌条小史

戦前の機械化施工

岡 本 直 樹

戦前の機械化施工は軌条工法によるものであった。その軌条工法の概要を記し、工事用の軽便軌条小史として蒸気の時代からディーゼルの時代への変遷を代表的な工事とトピックで示す。しかし、戦後はブルドーザの時代を迎え、軌条工法は終焉へと向かうことになる。

キーワード：軽便鉄道、工事用軌道、レール工法、土工機関車、建設機械史、土木史

1. はじめに

軽便鉄道とは、低規格で安価なナローゲージの鉄道施設のことで、本稿ではその工事用軌条について記す。機械化施工は戦後始まったと思っている人が多いが、実は明治時代から本格的な機械化施工は始まっていた。しかし、現在の機械化施工と違って、軌条（レール）工法であった。戦前の陸上の主力輸送手段は鉄道であり、工事用の資材運搬も軌道輸送が主で、大規模土工も然りである。

それでは、軌条工法の概要を説明した後、代表的な工事やトピックの歴史を辿ってみる。

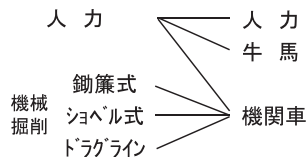
2. 軌条工法について

軌条工法は図—1のような掘削・積込とトロッコ輸送の組合せで行われる。機械掘削の鋤簾式は、バケットトラダーク式の連続掘削機（図—2）のことで、河川土

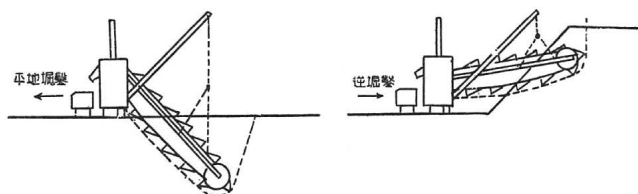
工の定番掘削機として土工機関車と組合せて使われた。ショベル式とドラグラインは、初期のものは軌道式であったがクローラ式に遷移して行った。

トロッコの動力は、土量や運搬距離等の工事規模によって選択する。人力トロは、800 m 以下、10,000 m³ 以下が目安である。牛馬は供給豊富な地域で利用できるが、適用運搬距離は400～1200 m 程度であり、それ以上の場合には機関車牽引となる。機関車には、小型のガソリン機関車（GL）と蒸気機関車（SL）、ディーゼル機関車（DL）がある。機関車の優劣は、SLは内燃機関車に比べて運転と修理が容易で、購入価格比はSLに対し、GLが2割増し、DLが5割増しである。燃料費は、100 m³ 当り SL が4.2 円/300 kg、GL が3.5 円/10 kg、DL が1 円/6.5 kg となり、運転経費はSLに比し、GLは7割程度、DLは5割以下であった¹⁾。また、SLは給水・給炭時間に加え暖気運転時間を要する。

＜掘削・積込＞ ＜トロッコ動力＞



図—1 軌条工法の組合せ



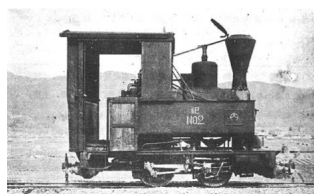
図—2 鋤簾式掘削機（バケットトラダーク）



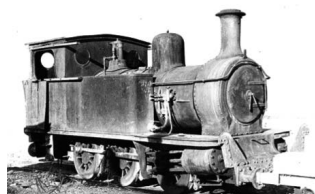
写真—1 人力鍋トロ



写真—2 馬力箱トロ



写真—3 5tB タンク型 SL¹⁾



写真—4 20tC タンク型 SL¹⁾

軽便軌条は、一般鉄道より低規格で安価に敷設される鉄道で、1,067 mm より狭いナローゲージが殆どである。表一1は、軽便軌条の規格と機関車、トロッコとの標準的な組合せを示している。

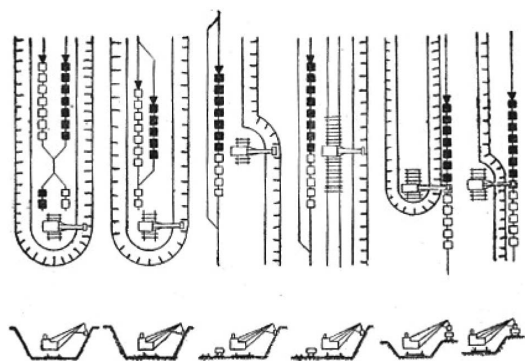
河川工事以外では、上方掘削が多くなるのでショベル式掘削機が使われるようになる。図一3に、ショベル式掘削機の掘削法と土工線配置の関係を示す。

昔は道路工事でも軌条が使われており、道路土工指針の初版(S.31)では、まだ機関車土工の作業能力や歩掛が掲載されていた。

表一1 機関車・軌条等の組合せ

機関車タイプ	GL	GL, SL	DL, SL	DL, SL	DL, SL
機関車重量 (t)	3	5	7	10	20
軌条重量 (kg/m)	6.0~8.9	8.9~9.9	8.9~11.9	11.9	14.9~22.3
(lb/yd)	12~18	18~20	18~24	24	30~45
軌間 (cm)	45~60	60~90	60~90	90	90~107
木製土箱	0.72	0.72~0.9	0.9	—	—
土運車容量	ワゴン	0.72	0.9~1.2	1.2	3
m ³ ダンプカー	—	—	0.9~1.2	1.2	1.5
					3.0~4.5

GL: ガソリン機関車, SL: 蒸気機関車, DL: デイズル機関車



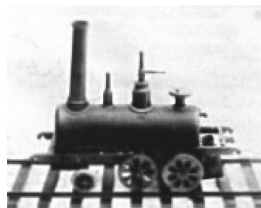
図一3 ショベル掘削法と土工線配置

3. 軽便軌条小史

我が国の建設機械史の黎明期は眞田秀吉²⁾が記録し、戦中・戦後の混乱期の記録を加藤三重次³⁾が引継ぎ全体を俯瞰できる。戦後の資料は豊富であるが、戦前は内務省中心の記録で、正史に残っていない重要な記録もある。埋もれていた記録も交えて軽便軌条史をかいつまんでみる。

(1) 前史

嘉永6年(1853):ペリーの来航時、蒸気機関車の模型を持参しデモ運転を行い、幕府に献上した話は有名であるが、プチャーチンのロシア艦隊が翌月、長崎に来航した折、船内でSL模型を見学した佐賀藩士が衝撃を受け、藩主鍋島直正に報告し、精錬方で蒸気船と蒸気車の雛形(模型)製作に取掛かり2年後に蒸気車の雛形が完成する(写真一5)。



写真一5 鍋島藩雛形



写真一6 品川沖の築堤敷設

(2) 蒸気の時代(明治~大正期)

明治2年(1869):北海道茅沼炭鉱で、英技師ガールが坑口から海岸まで2.2 kmに本邦初の軌条を敷設し、石炭をトロ運搬している。坑口から山麓までの急傾斜にインクラインを用い、山麓から海岸までは緩勾配を利用して自重走行、空車の帰路は馬力を用いた。米沢藩士の記した「恵曾谷日誌」に絵図が残されているので、その様子を窺える。軌条は鉄板補強の木製である。

明治3~5年(1870):新橋~横浜間に鉄道敷設

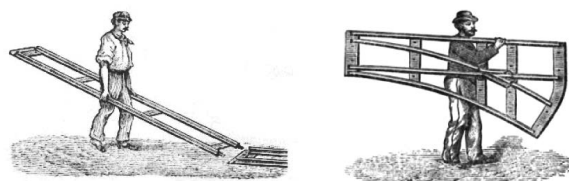
兵部省等の反対派を避け、高輪海岸(現在の品川駅付近)では沖の海上に築堤し敷設(写真一6)。

明治13年(1880):写真一7は、幌内鉄道建設時における木橋の橋脚建込みの様子をジオラマで示している。



写真一7 橋脚建込(小樽総合博物館ジオラマ)

明治13年(1880):工事用簡易軌条ドコービルを平野富二が輸入した。この簡易軌条は、軽量レールと鉄板の枕木を梯子状の一体構造として、敷設と移設を容易にした可搬式ナローゲージである。後年、工事によく用いられる。



図一4 ドコービルの簡易軌条

明治15年(1882):敦賀線建設

本線機関車で土工列車を牽引した。

明治 18 年 (1885)：横浜水道工事

9 ポンド軌条, 5 勾積鍋トロを英より輸入して使用。

明治 18 年 (1885) ～：琵琶湖疎水事業を若き田辺朔郎が計画, 9 ポンド軌条, 5 勾積鍋トロを英国より輸入して施工する。明治 23 年 4 月に琵琶湖疎水事業が完成し, 同年, 蹴上水力発電所工事を起工し, 翌年に送電を開始した。その電力を利用して, 28 年には本邦初の路面電車 (京都) を走らせる。

明治 23 年 (1890) ～：木曽川改修

軌条 (9 ポンド, 木造トロ) を使用。

明治 24 年 (1891) 9 月：上野～青森間の鉄道が全通

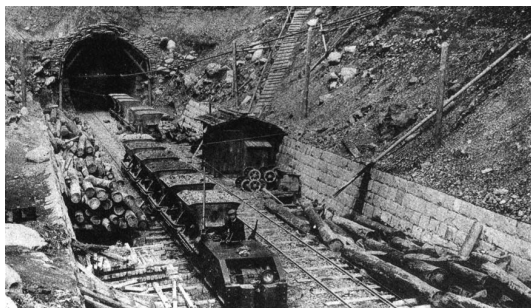
明治 26 年 (1893)：国産 1 号機関車をトレシビックの指導により鉄道庁神戸工場で製造する。

明治 29 年 (1896)：河川法制定

内陸輸送が舟運から鉄道網に移行し, 河川改修も低水工事から高水工事への転換が要請される。また, 日清戦争の賠償金により社会資本整備の拡大が可能となり, 河川法が制定され, 指定河川の直轄河川改修工事の契機となる。これにより本格的な機械化土工が導入されることとなる。

明治 29 ～ 36 年 (1896 ～ 1903)：笹子隧道工事

中央線新設におけるトンネル延長 4,656 m の最難関工事に古川阪次郎の設計・監督で最新技術を導入, 自家発電による構内電灯・電話を設置し, 架空式電気ロコ, ダンプカーを導入してズリ出し, 資材運搬を行う。電気雷管も採用し, 昭和 20 年までの山岳トンネルの標準掘削工法を確立した。



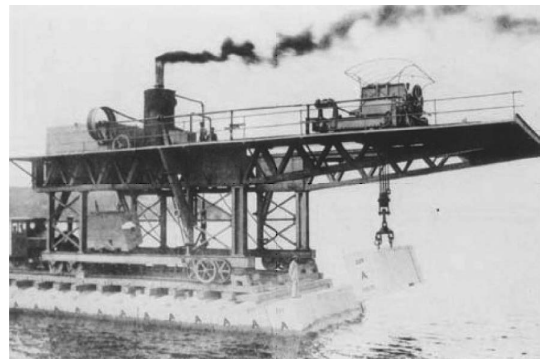
写真—8 笹子隧道坑口

明治 30 年 (1897)：小樽築港工事

小樽築港工事を計画した廣井勇が機械化施工 (工所用機関車 4 tB タンク型 SL, 軌道起重機ゴライオス, 24 t 積畳機タイタン) を導入。

明治 32 年 (1899)：淀川改修工事⁴⁾

明治 29 年の河川法制定により, 河川改修は低水工事から高水工事へ転換し, 初の本格的な機械化土工が計画される。改修工事は, 沖野忠雄が計画し, 河川土工機械化の濫觴となる。投入機械：仏アッシブルレ



写真—9 小樽築港工事のタイタン

製ラダーエキスカベータ (120 m³/h) 3 台, 23.2 tC タンク型 SL (Nasmyth Wilson 製) × 5 台, 30 ポンド軌条, 半坪 (3 m³) 積木造傾潟式土運車 600 台等を輸入, ドコービルの 9 ポンド軌条 5,847 m と 5 勾 (0.05 坪 0.3 m³) 鍋トロ 760 台を導入。



写真—10 淀川改修工事のラダーエキスカベータ

明治 42 年 (1909) ～：大河津分水工事⁵⁾

明治 8 年に断念した分水工事を機械化施工で再開, 掘削土量 2,878 万 m³, 投入機械: 200 坪 (1,200 m³/10 h) 掘長梯鋤簾式掘鑿機 (80 t ラダーエキスカベータ: 写真—11) 12 台, 200 坪掘短梯鋤簾式掘鑿機 (40 t ラダーエキスカベータ: 写真—12) 4 台, 100 坪 (600 m³/10 h) 掘ナビー (英国製 46 t スチームショベル: 写真—13) 2 台を導入して, 東洋一の大規模機械化土工となる。土砂部をラダーエキスカベータで, 軟岩部をナビーで掘削。運搬は, 20 t 機関車 + 3 m³ 積土運車 25 台を一



写真—11 長梯鋤簾式掘鑿機と 20 t SL

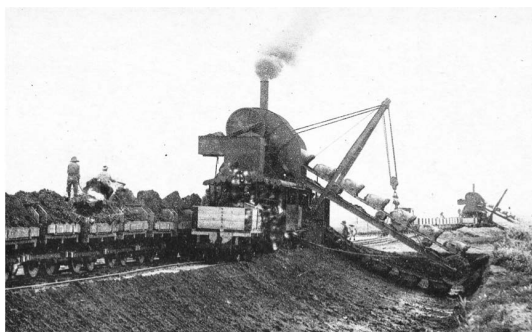


写真-12 短梯鋤簾式掘鑿機



写真-14 利根川改修の女土工

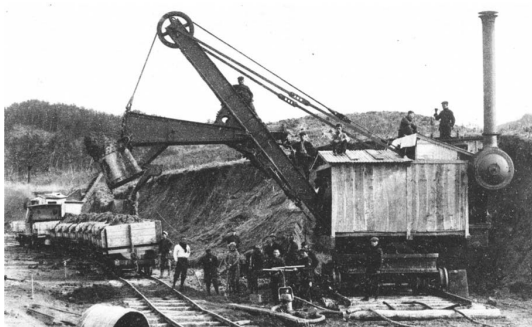


写真-13 スチームナビー

列車とし、20 tC タンク型 SL (Hawthorn Leslie 製と大河津工場製) 20 両、10 tC タンク型 SL (Kerr Stuart 製) 2 台、5 合 (3 m³) 積土運車 1,700 台、軌条 30 kg × 10 マイル、15 kg × 56 マイル。人力ドコービルは、5 勺 (0.3 m³) 積土運車 × 2,029 台、軌道 4.5 kg × 40 マイル。

明治 42 年～昭和 5 年 (1909 ～ 1930)：利根川第三期改修 (取手～芝根 110 km)

200 坪ラダーエキスカベータ 16 台、20 tC タンク型 SL (Borsing 製) を 17 台使用。掘削数量 2 億 1,400 万 m³ (パナマ運河の 1914 年開通時の掘削量 1 億 8,000 万 m³ を上回る)。

明治 44 年 (1911) ～：品川操作場敷地造成工事⁶⁾

鉄道工事の機械化土工の嚆矢となる大規模造成工事を大丸組 (鈴木辰五郎) が請け負う (何故か大丸組の名は正史に残っていない)。大井の浅間台丘陵の土砂を採取して、田町・品川沿線地先の海面を埋め立て、埋立地に品川駅を移設し、操作場を建設する。大井掘削跡地は車輛工場敷地として新橋工場を移す。埋立地 185,391 立坪 (1,114,000 m³)、大井工場敷地盛土 28,655 立坪 (172,000 m³)。掘削にスチームショベル 2 台、運搬にコッペル社製 9 tC タンク型 SL を 5 台、67 才 (1.8 m³) 土運車 200 両を投入し、18 ポンド軌条に 1 列車 20 両編成で、施工に 2 年 2 ヶ月を要す。

明治 44 年 (1911)：第 1 次治水計画

直轄改修河川に 65 河川指定、第 1 期 20 河川の 18

年以内完成を目指し、その後 2 期 45 河川に着手予定とする。

明治末葉から軌条の国産化が進む。

写真-14 は、この頃の利根川改修工事で 20 tC タンク型 SL (Borsing 社製) の前に勢揃いした女土工達。

大正 2 年 (1913)：荒川放水路工事

荒川下流が人工河川と知る人は少ない。その荒川放水路改修工事の高水敷掘削は大正 2 年に開始された。ラダーエキスカベータ (1,200 m³/10 h) と 20 tC タンク型 SL (川崎造船製と千住工場製) + 3 m³ 積土運列車を 8 組投入、9 年からは 11 組に増車した。また、3 年には浚渫船を投入し低水路掘削を開始している。

大正 5 年～昭和 2 年 (1916 ～ 1927)：村山貯水池

(多摩湖) のアースダム工事、軽便軌条 (羽村～村山線・村山～境線) を敷設し、資材運搬及び盛立運搬に利用し、締固めには蒸気ローラを導入。

大正 7 年 (1918)：荒川改修にドラグラインを輸入。

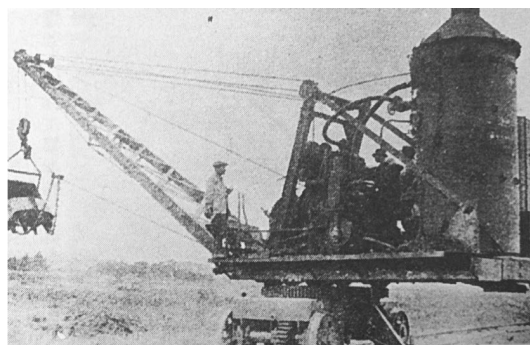


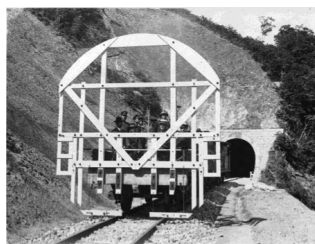
写真-15 初のドラグライン

大正 7 年～昭和 9 年 (1918 ～ 1934)：丹那トンネル工事

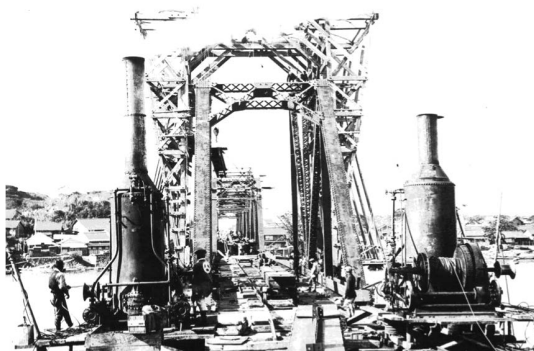
御殿場廻りの東海道線を短絡させるために丹那盆地の下、熱海～函南間 7,840 m の複線大断面隧道に着手するが、富士火山帯を通過し、膨張性の温泉余土、断層群、大量の高圧地下水脈に遭遇し、世界のトンネル建設史上に残る大難工事となり、完成まで 16 年の歳月を費やした。セメント・薬液注入、圧気工法、シー



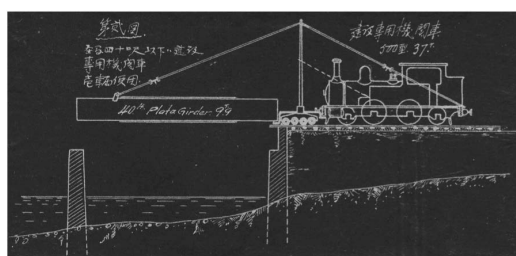
写真—16 SL 分解渡河：大正 8 年



写真—17 TN 検査



写真—18 ゴライアスクレーン：大正 9 年



写真—19 SL による架桁（因美線）

ルド工法，側壁先進導坑，電気ロコ等の最新技術を導入し，この経験が日本のトンネル技術を世界レベルに上げた。

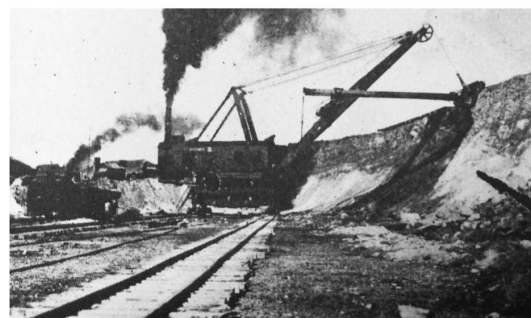
写真—16 は分解して渡河舟積中の SL である。写真—17 はトンネルの検査車両である。また，写真—18 は，木製のゴライアスクレーンを使って鋼材を吊上げ，トラス橋を組み上げている。手前に蒸気ホイス ト 2 基がある。写真—19 は，蒸気機関車を利用して橋桁を架けている。

大正 10 年～昭和 2 年（1921～1927）：呉海軍工廠敷地造成工事

8 年 7 月に着工していた呉海軍工廠敷地造成工事に当時世界最大のスチームショベル等を輸入，Bucyrus

225B（6yd³ 全旋回型 337 t）1 台，Bucyrus 110C（5yd³ 機関車型 130 t）1 台，42 tB タンク型 SL（Lima 製）を 2 台，32 tB タンク型 SL（ALCO Cooke 製）を 2 台，20yd³ Air Dump car（Western Wheeled Scraper 製 トロ，軌間 4'8½"，鋼製 20 両，木製 20 両）。

組立・試運転の後，大正 11 年 2 月から掘鑿開始し，掘鑿量は 18 万立坪。14 年 5 月からは船渠掘鑿として 75 千立坪を掘削。



写真—20 呉海軍工廠の 225B

大正 10 年～昭和 10 年（1921～1935）：阿賀川本格改修（捷水路開削等）に，大河津分水工事の大型ラダーエキスカベータを転用する。

大正 11 年（1922）～：上越線の鉄道建設に大規模機械化施工を導入，工事用に上越軽便北線 12.6 km（含む支線），南線 26.5 km を敷設する。

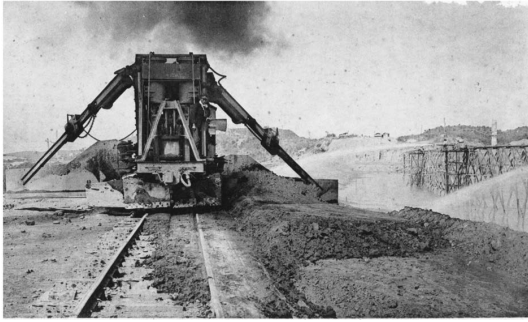
大正 12 年（1923）：台湾／嘉南大圳・烏山頭ダム工事用機械群を輸入

東洋一のアースダム（堤長 1,273 m，堤高 56 m，堤体積 297 万 m³）と灌漑施設の建設工事（技師：八田與一）

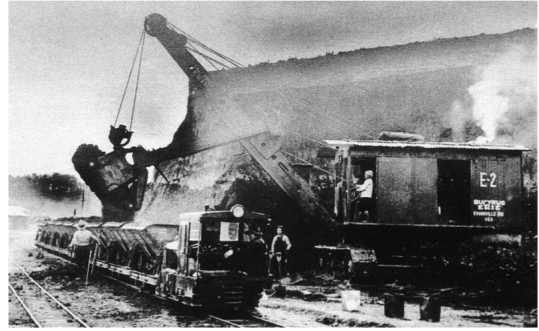
大正 9 年から着工していた本工事に，本格的機械化土工を大正 13 年から導入，盛立にはセミハイドロリックフィル（半水成式）工法を採用する。投入機械は，クローラ式スチームショベル等（Bucyrus 大型ショベル 5 台，Marion 小型 2 台，ドラグライン 2 台，45.6 tD タンク型 SL（独 Henschel 社製）を 12 台，13.5 tC タンク型 SL（汽車製造製），10.5 tB タンク型 SL（日本



写真—21 嘉南大圳の水路掘削



写真—22 嘉南大圳のスプレッダ



写真—23 ディーゼルショベルと4.5tプリマウス

車輛製), 16yd³ エアーダンプカー (トロ) 100 台, 60 ポンド軌条 21 マイル, スプレッダ 1 台等を輸入。ゲージ幅は 1,080 mm と 762 mm である。

大正 13 ~ 15 年 (1924 ~ 1926): 東京電燈(株)猪苗代第三・第四発電所工事にスチームショベル Bucyrus20B × 2 台を導入, 60 馬力オースチン・クラッシャ等。専用軌道 (大寺専用鐵道・廣田専用軌道) 25 ポンド軌条, 軌間二呎六吋の専用軌道を布設し, 電気機関車を運転, 砂利・洗砂を 7 マイルの索道 (玉村式) で運搬する。

大正 10 年頃から昭和初期にかけて, 各地で労働者不足により機械化施工が浸透・普及する。また, 昭和に入ると機関車運搬から次第にトラック運搬が増加する。

(3) ディーゼル化の時代へ

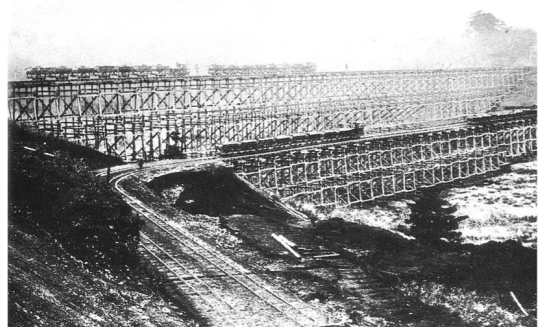
昭和 2 年 (1927): 紀ノ川改修工事にディーゼルショベルを初輸入。

昭和 2 ~ 9 年 (1927 ~ 1934): 山口貯水池工事⁷⁾

東京市水道局山口貯水池 (狭山湖) 工事は, 当時, 内地で最大級のアースダム (150 万 m³, 堤長 691 m)。昭和 4 年に堤体掘削に着手, 堤体盛立は 5 年 3 月に開始し, 2 千人が昼夜 3 交代により 2 年 4 ヶ月で盛立を完了した (720 立方坪/日)。初めて盛土材の物理的・力学的試験による管理が行われた。蒸気ローラ (英製 10 t × 2, 米製 8 t × 2, 補助英製 6 t × 1) により, 盛土締固め厚 3 寸 (敷均厚 5 寸), 粘土止水壁は締固め厚 1.5 寸 (敷均厚 3 寸) で施工した。資材運搬に軽便鐵道線を敷設, 運土も鍋トロ使用し, 盛体内の線路は 18 ポンド軌条, 250 間 × 15 線を敷設。最新の内燃機関建設機械を輸入した。1.5yd³ ディーゼルショベル (DS) × 3 台 (新規購入), 3/4yd³ DS × 1 台 (鐵道省より借入), 3/4yd³ スチームショベル (SS) × 2 台 (東電より購入), 5/8yd³ SS × 1 台 (東京市土木局より譲受), 計 Bucyrus 製ショベル 7 台。3.5 ~ 7 tGL (ホイットコム, 加藤, プリマウス) × 20 台, 5 ~ 7 tDL (ド



写真—24 堤体敷の線路網



写真—25 堤体盛土棧橋

イツ社) × 6 台, 5 tSL (大日本軌道部) × 2 台, 2 合積ダンプカー (トロ) × 300 台等を投入 (写真—23 ~ 25)。

昭和 4 年 (1929): ディーゼル機関の発達が顕著となり, 河川改修工事に 7 tDL 8 台を契約, 9 月に鬼怒川改修工事に 3 台納入 (ドイツ發動機社製)。

昭和 6 年 (1931): 荒川上流改修工事の 20 t 機関車と 40 t 掘削機を蒸気機からディーゼル機に置換。機関車はドイツ發動機社製を購入。掘削機は, 在来のラダーエクスカータ (蒸汽短梯鋤簾式掘鑿機) の蒸気機関をディーゼル機関に換装した。

昭和初期は大恐慌による失業匡救事業と公共事業が活発化し, 建設技術は大いに発達する。しかし, 雇用確保のために機械使用を禁止し, 機械化は中断する。更に昭和 6・7 年頃よりの戦時体制 (満州事変・支那事

変・太平洋戦争)で、時局匡救事業も9年で打切られる。公共事業は不急不要事業として凋落期に。建設機械化も終焉。

昭和22年9月(1947):カスリーン台風で利根川決壊復旧工事中の写真—26は、まだ、河川土工の伝統的な土工機関車で運土して、タコで締固めている(人の群れ)。この昔ながらの工法に新鋭ブルドーザ4台が敷均しに参加しているのが写っている。



写真—26 カスリーン台風利根川決壊復旧工事

(4) ブルドーザの時代

昭和24年(1949):東京操機工事事務所設立

国鉄による東京操機工事事務所の設立は、軌条工法からブルドーザ等の戦後型工法への転換を象徴している。米軍払下げブルドーザを中心とした全国の施工機械を集中し、機械化施工部隊を統括的に機動運用、三島・横浜に操機区を置き、国鉄の戦後型機械化施工のパイオニアとなる(昭和39年まで運用)。昭和26~29年には、国鉄信濃川水力発電・小千谷発電所調整池



写真—27 山本貯水池工事

土堰堤工事(山本調整池)を実施、戦後初の大規模機械化土工、土工量160万 m^3 、施工速度 $\text{max}10,000 \text{m}^3/\text{日}$ となる。

4. おわりに

鉄道ファンの人口は100万人ともいわれ、軽便鉄道のジャンルもあり、その中には営業路線、鉱山、林業、廃線等を研究している人も多い。しかし、工事用路線は工事中の仮設線路であるため、痕跡を殆ど残さない。従って、まとまった資料は少なく単行本も上梓されていない。しかし、奇特定の鉄道ファンが機関車の車歴を調べて残しているため、工事毎の投入機関車の個体をほぼ割り出すことができる。それに対して、そんなファンのいない建設機械は、戦前の数少ない主要機械に限っても車歴は残っていないようである。

- i) Bタンク型のBは動輪が2軸、Cは3軸を意味する。タンク型は、炭水車(テンダー)を繋いだテンダー型に対して、水・石炭を機関車本体に積載するタイプのことである。

《参考文献》

- 1) 谷口三郎:土木施工法,風間書房,'62.3
- 2) 真田秀吉:内務省直轄土木工事略史・沖野博士伝,'59.2
- 3) 加藤三重次:建設機械化の10年,'59.5.JCMA
- 4) 淀川百年史,'74,近畿地建
- 5) 五百川清:大河津分水双書資料編第五巻'05.5,長岡工事事務所
- 6) 白井茂信:工事用軽便鉄道と機関車,鉄道ファン,'83.5
- 7) 村山・山口貯水池建設工事写真集,'95.10,武蔵村山教育委員会
- 8) 岡本:機械化土工のあゆみ,土木施工'09.8
- 9) 岡本:建設の機械化・前夜,土木技術,'11.4
- 10) 土木学会デジタルアーカイブ:土木写真
- 11) 工事絵葉書(大河津分水,烏山頭ダム)
- 12) 「土工塾」<http://hw001.spaqqs.ne.jp/geomover/index.htm>

【筆者紹介】

岡本 直樹(おかもと なおき)
建設機械史研究家



交流のひろば/agora—crosstalking—



鉄道車両のデザイン

公共交通機関のあるべき姿と地域性

南 井 健 治

このごろ、鉄道車両のデザインが耳目を集めている。豪華列車や新しい新幹線だけでなく地下鉄や通勤電車、LRVと言われる路面電車に至るまで、その車両デザインが話題になっている。筆者は、現在は企画の仕事をしているが、1979年に入社して以来30年以上にわたって車両のデザインを担当してきた。今の車両デザインを取り巻く状況は、入社当時と比べると、隔世の感がある。当時は「鉄道車両のデザインって何をデザインするのですか？」と聞かれたぐらいであった。今ではそんなことを言う人はいないし、しっかりと市民権を得た感のある鉄道車両のデザインであるが、自動車や家電品など個人の所有するモノ、いわゆる消費材のデザインとは考え方や方向性が異なる部分がある。本稿ではそうした鉄道車両デザインの概要についてご紹介することとしたい。

キーワード：デザイン、鉄道車両、公共性、地域性、輸送サービス、ドバイメトロ

1. はじめに

デザインはものの価値や独自性を創り上げることであり、中でも工業デザインは1930年頃から「商品売るために」出てきたものである。日本では自動車や電気製品などが戦後さかんに研究され、取り入れられてきて、メイドインジャパンの製品の価値を高めてきた。鉄道車両がそのデザインという切り口で、評価されるようになったのはそんなに以前からのことではない。もちろん、技術面や人間工学的な面、いわゆる機能性については昭和30年代から研究されてきたし、輸送の商品性という観点も言われてはいた。しかし、それらがデザインには結びついていなかった。

鉄道車両は、鉄道事業者（鉄道会社）が投資して輸送サービスに供されるものであり、極端なことを言えば工場の機械と変わりがない。投資した以上に稼げればよい。そして鉄道は需要があればどんなデザインの車両であっても（いやでも）乗客は利用するものであり、デザインによって売り上げが大きく変わることもなかった。鉄道創業以来、鉄道に求められてきたのは輸送需要に見合う輸送量であって、乗客の快適性は優先度の低い問題であった。乗れるか乗れないかが問題である時には、座席の座り心地よりもいかに本数を増やすかが優先されたのは当然であろう。戦後の国鉄では、毎年輸送力増強が叫ばれ、続々と新しい車両が投入されたが、全国一律の標準車両で、運用面や保守性

を重視したものであった。

陸上の交通機関の主役が鉄道であった時代はそれでよかったが、自動車の普及など移動の選択肢が増えてくると、だんだんと鉄道のシェアは落ちてくる。需要と供給の関係が逆転してきたのである。それまでの、需要に応える鉄道ではなく、需要を作り出す必要がでてきた。こうなると初めてデザインが注目されるようになってきたのである。これは1980年代の話で、国鉄で初めてデザイナーの意見が入れられて造られたのが、1985年の100系新幹線であった。そして関西だけの新快速電車であるとか伊豆専用の特急電車であるとかが登場し、全国一律同じ車両という原則もくずれていった。こうした流れの中で1987年のJR化—地域分割—を迎えることとなり、この辺りから車両の開発にデザインが重要な要素となっていった。

一般の商品と鉄道車両のデザインは同じ側面もあるが異なった面もある。以下に車両デザインの特徴を述べることにしたい。

2. 公共のためのデザイン

一般の商品をデザインする場合、どういう層に売べきものであるかが重要なポイントとなる。顧客のニーズを調査し、需要を把握すること、そしてそれに対応したデザインがまとめあげられる。たとえば、「中高生向けの携帯端末」とか、「40代4人家族向けのファ

ミリーカー」であるとかからスタートする。ターゲットとした層の需要（ニーズ）をうまくつかむことができれば、よく売れるものとなるし、いいデザインであると言えることができる。またよくないもの、ターゲットにあわなかったものは売れないことによって淘汰されることになる。

一部の特殊な車両を除いて、鉄道車両ではそうしたターゲット設定をすることはできない。子供からお年寄りまで、大きな方も小柄な方も、力の弱い方や、ハンディのある方も利用されるものであり、すべての人に安全で安心、快適に使っていただけるものでなければならない。たとえば特急電車でも、遊びに行くファミリーもあれば出張のビジネスマンもいる。急な用事で急ぐ人もいれば、のんびりと過ごしたい人もいるだろう。そうした様々な人の感情や好みに対して100%応えることは非常にむずかしい。もっと日常的な通勤電車でも同様に、特定の層の人のみを満足させるのではなく、最大多数の人を対象にせざるを得ない。これが鉄道車両の公共性であり、デザインで考えなければならない点である。

鉄道は一般商品のように購入して所有されるものではなく、利用されるものである。座席指定も、ある区間の座席の占有利用を購入しているのであり、座席そのものを買っている訳ではない。料金さえ払えばどんな人でも利用できるという点からデザインされなければならない。

たとえば、常に美しさを維持できるデザインであることが要求されるのも公共物であるからである。自分の前にどんな人が座っていたか、わからないのである。自分の所有物についた傷や手あかは思い出にもつながるし、味や風格にもなろう。しかし、誰かが傷をつけたり汚したりしたものは、とてもいい気持ちにはならない。通勤電車で握り棒が鏡面処理されているのは、そのほうが清潔に感じられるからであるし、耐久性に優れた材料、清掃性を考えた納まりとしているのも、美しさの維持を考えてのことである。

3. 安全のためのデザイン

鉄道車両は、最高速度 300 km/h 以上のものでさえも、交通機関の中で唯一と言ってよい「シートベルト不要」のものである。車内は立っていることも考慮して設計され、吊り手や握り棒が設けられているし、車内の移動にも何の制約もない。

もちろん走行に伴う加減速や動揺、振動はなくすことはできないので、そうした状況下でも事故が起きな

い車内デザインは最優先の事項となる。通常の家具では当たり前の 90° のコーナーやエッジは、車両のインテリアではいっさい用いられないし、ドアノブやハンドルもそでに引っかからない形状とされている。用いられる材料も車両材料燃焼試験をパスしたものしか認められない。

1 列車あたりの乗客数が大きく、様々な人が利用するものであるだけに、安全性は車両デザインを進める上でもっとも重要なものと言える。

4. ローカルデザイン

言うまでもなく、鉄道は地域に根ざしたものである。もっと言えば、その地域限定であると言ってよい。日本の鉄道システムが世界のトップレベルであることは事実であるが、それは人口稠密な日本の都市圏やベルト地帯と言われる都市間の鉄道にもっともふさわしいシステムであって、世界中どこでも通用するものではない。逆にヨーロッパの車両がいくらカッコいいからと言って、そのまま日本に持ち込んでも使えない。それどころか、JR 化以降 25 年以上が経過し、同じ日本でも関西と関東では通勤電車の考え方やデザインコンセプトそのものが異なっている。

自動車ではグローバルデザインが存在するが、鉄道車両ではありえない。鉄道はその地域の輸送需要に基づいて計画されるものであり、そこを走行する鉄道車両はその地域の実情にあわせたものとなる。環境や気象条件、また当然人々の好みも慣習、文化も違うものであり、車両デザインにも違いが出てくる。

実際、筆者は長年にわたって携わってきた海外向け車両のデザインや、日本各地の車両デザインを通じて、様々なケースを経験してきた。以下にその具体的な例をご紹介します。

(1) 香港の車両デザイン

1999 年に受注した香港 KCRC（現在は MTR）向けの通勤電車は、21 世紀最初の通勤電車と位置づけられ、デザインもアドバンスティックなものが要求された。現地に出張し、地下鉄やこれまでの車両を調査すると、座席はステンレス製であり、ロングシートなのでブレーキをかけるとお尻がつるつると滑り出す始末。もちろん硬くて、日本のふんわりクッションに慣れたわれわれとしては、日本の方が進んでいる、と思い込み、デザイン提案したがあえなく却下。検討さえもなされない。どうしても納得いかなかったので、後で聞きに行くと、相手の担当マネージャーが懇切丁寧に

教えてくれた。すなわち、香港の人は冷たさがもてなしだと考えているということであった。

ご承知のように、香港は高温多湿であり、空調も涼しければ涼しいほど良い環境と皆が考えていると言うのである。車両においても、長さが日本の2割増ぐらいの室内空間で空調能力は2倍が要求されていた。座席も座っていた人が降車し、次にそこに座った時に前の人のお尻のぬくもりが感じられるのは気持ちが悪くて耐えられない、と言うのである。ステンレスであればひんやりとしていて清潔感があり、これこそが快適であるし当然のことである、と言われた。納得したわれわれは、せめて滑らないように表面にエンボス加工したステンレス板で座席をデザインしたが、日本との考え方の違いに驚いたものであった（写真—1, 2）。



写真—1



写真—2

(2) 美しさの定義

2005年に三菱商事、重工グループがドバイメトロを受注、当社はその車両395両の納入を担当した。筆者はこの案件の車両デザインマネジャーをつとめた。

顧客からの仕様書の最初に、「美しさがコンセプト」とあり、話を聞くと「世界で一番美しい車両を造れ」と言う。実はこういった数値化されない条件がもっとも難しい。「十分に堅牢であること」とか「快適であること」と書かれても、どこまで強度を持たせれば「十

分に堅牢」なのか、「快適」とは何を言うのか、その定義から始めなければならないからである。たとえば「65db以下にせよ」とあれば騒音レベルとして非常にはっきりしているし、検証することもできる。「美しさ」というものには好みが大きく作用するものであり、定量的な基準はない。それぞれの社会では普遍的な美しさがあるのかもしれないが、何をもって美しいと言えるのか、わからない。

欧米文化が情報としてポピュラーな日本の社会では、アメリカやヨーロッパの「美しさ」イメージなら想像のつく部分もある。しかしアラブ社会における「美しさ」は情報も少なく、まったく想像もつかない。最高気温50℃超、植栽を維持するのに多額のお金が必要な砂漠の厳しい環境に生活する人が何を美しいと感じるのかは、日本においてはイメージすらできない。担当した筆者らは、ドバイにホテルアパートを借り、ドバイのイメージを探って歩いた。当然のことながら、決められたスケジュール内に内外のデザインを決定できないと、車両の工程遅れを引き起こし、大きな損失となる。デザインの最終決定は絶対的な君主である首長（王様）が行う、と決められているので、王様が「美しい」と思うものを提案しなければならないのである。

先頭形状や外部の塗装イメージについては、様々な提案の末、承認をいただくことができた。日本では屋根の上はデザインの範疇外とされるが、高層ビルの上から見えるということで、屋根にもパターンが要求されたり、最高速度80 km/hというのに空力の解析が求められたり、色の反射率や乗客の視界検討まで出さなければならなかったが、とにかく決めることができた。屋根にパターンを入れるというのは世界でも類を見ないデザインである。日本では普通の、クーラーやパンタグラフが屋根に載っているのですえ我慢できないと言われた。

室内のデザインについては繰り返し提案をしたが、なかなか決まらない。われわれが直接王様にプレゼンをする訳ではなく、間に立つ方がこれなら、と思うものでなければ上奏してくれないのだが、なかなかうんと言ってくれない。タイムリミットはどんどん迫ってくるし、どこが気に入らないのかもわからない。途方に暮れて藁をもつかむ気持ちで、紹介してもらった現地のホテルをデザインしているコンサルタントに意見を聞いた。彼は即座に、床がデザインされていない、と言った。普通、車両の床はゴムや樹脂の長尺ものを敷き詰めてまとめる。防水のためには継ぎ目は少ない方がいいし、汚れや傷のためにはそれらが目立たない細かな柄の単色が常識である。ところがそういうデザ

インはドバイでは受け入れられないというのである。イスラムであるドバイの人々は、お祈りをするために床との距離が近く、砂目とか石目といった床は受け入れられないのだ、と言う。彼の助言に従ってデザイン提案をしたところ、なんとか期限ギリギリで承認を得ることができ、2009年から営業開始することができた。

後になってわかったのだが、ドバイの建築デザインでは床に柄、というのは常識とのことで、駅のプラットフォームにもコンコースにもとてもユニークなパターンが持ち込まれていた。床や壁はインテリアの背景、というわれわれの常識ではわからなかっただけなのであった（写真—3、4）。



写真—3



写真—4

5. おわりに

鉄道はその沿線・地域の人々に愛されるものでなければならぬし、その中でも車両は大きな部分を占めるものである。特に海外輸出の際には、その相手先の文化や嗜好、慣習を尊重しなければならない。日本の常識は場合によっては世界の非常識となることもあるし、その逆もあり得る。デザインは価値を創るものであるだけに、車両においては走行する社会、地域性の意識が重要である。

さらに詳しく車両デザインをお知りになりたい方は、拙著「鉄道車両のデザイン」（学研パブリッシング 2013）をご参照ください。

J C M A

【筆者紹介】

南井 健治（みない けんじ）
近畿車輛株
営業本部 営業企画・マーケティング部



ずいそう

鉄道の思い出

田 中 徹



私は九州長崎市内の出身です。長崎駅は終着駅で、町の中心地にあります。始発の為、席には必ず座れました。高校までは親元で暮らしました。その時代の汽車の思い出は、修学旅行でいった雲仙や高体連の応援でいった佐世保への思い出しかありません。トンネルに入ると、窓を閉めろと先生からしかられました。大学は親元を離れました。長崎駅で、同級生の女の子たちがホームの端まで手を振ってくれました。また長崎に帰る時に切符をなくしてしまい、車掌さんともめ困っていたところを、同乗していた知らないおじさんが助けてくれて切符代を支払ってくれた思い出があります。

就職は東京でしたので、長崎から夜行の寝台車で行きました。チッキで布団を会社の寮に送りましたが、家から駅まで持っていくのが大変だった記憶があります。汽車の同部屋のおばさんからみかんを頂き食べた覚えがあります。就職した後、水上・北海道青函トンネル、吉岡・青森・竜飛・新潟・岩手・神戸・熊本などの現場に汽車で赴任しました。

日本国内での移動は必ず鉄道で行っていました。

その後初めて飛行機に乗り、シンガポールへ赴任しました。彼の地は自動車か飛行機での移動でした。一度だけ、家族とマラヤ鉄道に乗ってクアラルンプールーシンガポールを往復しましたが、飛行機や車で行くより2倍以上の時間がかかった記憶があります。その他にクアラルンプールからパタリンジャヤまでの近くの距離を蒸気機関車に乗っていく企画に参加しました。駅での乗車ではなく引込み線からの汽車への乗車でしたので、汽車の入り口が1メートル位の高さがあり、重たいお嫁さんを引き上げ、また子供を外人さんに受け取ってもらった記憶があります。中国上海に出張の折には、出来たばかりだったリニア鉄道と称する乗り物に乗り飛行機に行きました。外国人ばかり乗っていて地元の人たちは使っていませんでした。海外での仕事は主に水井戸・ダム・港湾関連・地下鉄でしたので鉄道関連には全く縁がありませんでした。

日本に帰国後も海外での仕事と同じ関連をしていましたので無縁でしたが、阪神・淡路大震災で大阪に赴任後、道路関連のトンネル工事に関係し、東京に再赴

任後も道路の他鉄道関連のトンネル工事に関連してきました。幸い鉦研の名前を知っていた方々もいたので、今までお付き合いのない方々ともお知り合いになることが出来、現在も御世話になっています。

東北新幹線や長野新幹線・九州新幹線のトンネル工事に主に関係していました。今、北海道新幹線・北陸新幹線・長崎新幹線建設工事に関連し、リニア中央新幹線の建設工事が始まるときいています。

外国での移動で、私の場合は赴任先が先進国ではありませんが、電車ではなく車や飛行機による移動が多く、そもそも線路が主要都市だけであり、鉦研が工事施工するような場所には東南アジアでも中近東でもアフリカでも南米でも全くありません。幸い我々は現地人の車運転手を雇い乗るだけですが、アフリカナイジェリアでは、朝早く出て車で100 km/時以上のスピードで夕方現場に到着して一泊し、翌朝現場を訪問して帰りましたが、サハラ砂漠の真ん中を薄暗い中を1台だけで走るのが非常に心細い思いをした記憶があります。

経済交流・人的交流が国の発展のために必ず必要です。その交流基盤が鉄道であり道路であり港であり飛行場です。港や飛行場の施設は海外のものに比べると日本の施設はまだまだの感じがしますが、日本国内の道路網の整備（北海道の北端から鹿児島島の南端まで、舗装されていない道路はない）や鉄道整備は、先人の努力によって世界に誇れるものが日本にはあると思えます。

資源の少ない日本の発展には、材料を輸入し加工して製品を輸出する貿易が必須ですが、そのためには交流基盤の整備が今後の発展の為には必要です。弊社はボーリング機械メーカーとして鉦山業界の方々ともお付き合いしていますが、資源は有限であり、資源効率が良い鉄道網の整備こそが日本の発展には必要だと考えます。その鉄道建設に今後も関連できるよう、弊社も技術開発や新製品開発を皆様のご指導を受けながら行っていきたくと思っていますので宜しくお願い致します。

ずいそう

今は昔、直営コンクリート舗装工事

高野 浩二



これは、今から60年ほど昔の話、直営舗装工事の情景の一コマである。全て筆者の記憶による。間違いの多々あることはお許しの上、私と共に、往時を偲んでいただければ幸いである。

昭和30年代当初、大津工事事務所、水口出張所は、国道1号のコンクリート舗装工事を担当する大出張所である。石部、水口、土山、の工区に大別し、それぞれコンクリートプラントと舗設用機械群を備えていた。セメントは、伊吹山に近い工場から、バラセメントのまま専用のトラックでサイロに送り込まれ、野洲川産の極良質の砂利・砂は骨剤置き場に大量に蓄えられる。コンクリートミキサは、日中、休みなく運転され、横転ダンプで舗設現場へと運ばれる。

コンクリートについての合言葉は「ノースランプ」。事実、4～5km離れた舗設現場に到着したダンプトラックの上のコンクリートは、積まれた時点に近い円錐形を保っていた。当然、材料の品質管理は、常に厳格に行われ、圧縮、曲げのテストピースは、試験室の回りに山積していた。

舗設の現場は、グレーダ・ローラで整形された路盤の上に、8寸角2間長の舗装型枠を据え、タイバー、スリップバー、目地材を整えて、コンクリートの到着を待つ。横転ダンプは、当出張所の発想によって開発されたと聞く。路盤との絶縁の為に敷かれたターポリン紙の上に降ろされたコンクリートの山は、まず、平面バイブレータと人力とで均し、隅々を大切に18cm厚に整形し6mm筋の鉄網を敷き、次のコンクリートの到着を待って、設計厚さの24cmに仕上げる。この頃、コンクリートフィニッシャが開発され、油谷式は、歯のあるバイブレータ、渡辺式は平面バイブレータで、多少使い勝手は違ったが、施工時間が飛躍的に改善されたことは申すまでもない。

表面仕上げはまずフロートで、その後、竹箒で摩擦の大きい面に仕上げて、養生枠で覆う。2、3日後には筵に替えて、散水を続ける。完成面の凹凸を厳格に

チェックするため、計測機と共に往復40kmもを這いまわったことも懐かしい記憶である。

かくて、舗装コンクール3年連続1位受賞の榮譽に輝く国道1号舗装工事は完成した。当時、出張所職員の子が作ってくれた標語「舗装道路は日本一、無事故で走れ東海道!」。事実、このコンクリートは硬過ぎるほど硬く、何十年か後にも、タイバー、スリップバーが切断してもコンクリート版が割れず、路面がのこぎり状の段となり、路面の補修に特別の工法を要した、との逸話を残している。

現場入門は用語から…。面木、という材料が判らなくて、尋ね回った恥ずかしい記憶も残る。丁張り掛けは勿論、太い番線の取り扱い、重い生コンの撥ね方にも、それ相応の技能の工夫がある。昼休みや定時以降、出張所の作業広場でのテニスは、ステテコ、長靴のスタイル。およそ体裁を気にしないことも現場の明るさの一つである。

その後、私は土木の技術者として、調査・計画・設計・施工の諸段階を経験することができた。それぞれの業務には、それぞれの知識の習得が必要であり、工夫が必要である。そして、必ず楽しさがあり、歓びを伴っていた。

とりわけ、施工は、人・機械・材料・安全・時間・気象・環境・経費・その他もろもろの条件から最善の組み合わせを選び出す技術であって、ある意味では、最も高度な技術であるともいえる。もとより当初から最善があるのではなく、日々刻々の改善の努力の中にこそ、技術の真髄が存在し、大きな歓びもある。だから私は、“施工こそ土木技術の華”と讃えたいのである。

直営コンクリート舗装工事に、青春の血を沸かせたあの頃、もう60年も昔。仲間たちと交わしたあの杯。蜚声を張り上げてのあの歌。生き活きとしたあの笑顔、笑顔。明日も元気に現場で会おうね!

——たかの こうじ 関西支部 名誉支部長——

JCMA 報告

CONEXPO-CON/AGG 2014 & IFPE 2014 視察報告

元技師長 鈴木 勝
標準部 小倉 公彦

1. はじめに

当協会では、2014年3月3日（月）から9日（日）までの行程で、アメリカ・ラスベガスで開催されたCONEXPO-CON/AGG 2014 & IFPE 2014（4・5日の2日間）及びロスアンジェルス建設現場（7日の1日間）の視察を行った。

以下に、CONEXPO-CON/AGG 2014 & IFPE 2014の概要について報告する。

なお正式名称は、Construction Exposition - Concrete /Aggregate 2014 and International Exposition for Power Transmission 2014（建設・コンクリート及び碎石機器展示会2014及び動力伝達機器国際展示会2014）である。

また、これよりはCONEXPO-CON/AGG 2014とIFPE

2014を区別せず、特別の断りがない限り両者を併せてCONEXPO-CON/AGG 2014（または単にCONEXPO）として扱うこととする。

2. 展示会概要

以下にCONEXPO-CON/AGG 2014の概要を示す。

主催者：Association of Equipment Manufacturers（AEM）〔(米) 機器工業会〕

National Fluid Power Association（NFPA）
（IFPE 2014を主催）

開催期間：2014年3月4日（火）～8日（土）

開催都市：ネバダ州クラーク郡ラスベガス市

開催会場：ラスベガスコンベンションセンター及び周辺ホテル

会場面積：約218,000 m²（CONET2003の約22倍）

展示者数：約170の国（と地域）から約2,400展示者

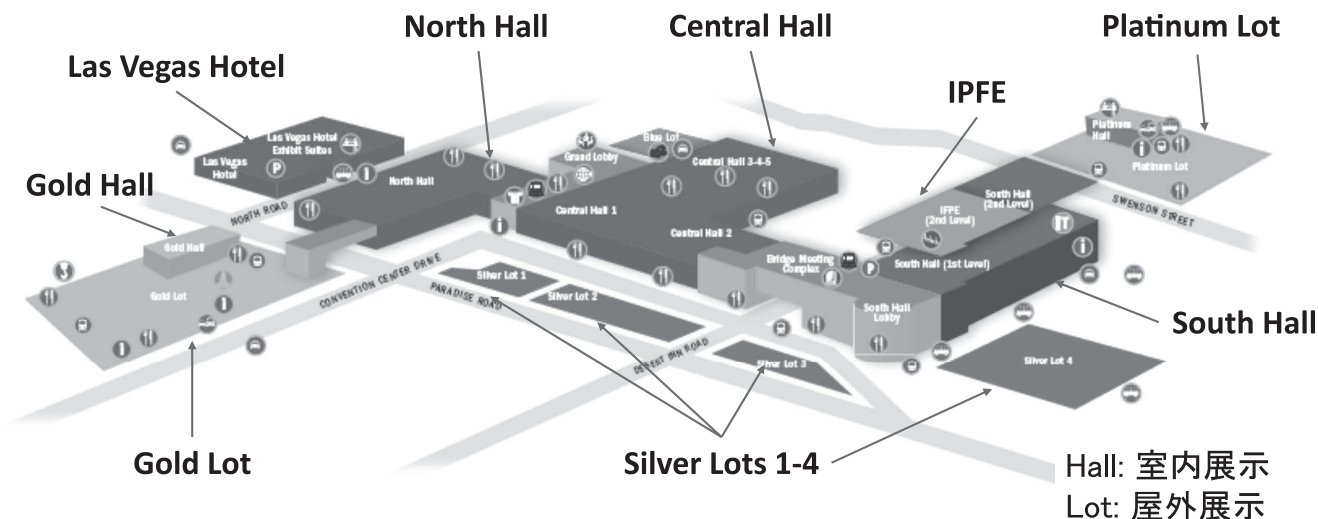
来場者数：約130,000人（入場登録者数）（内訳：建設業（45%）、製造業（10%）、商社（11%））
（約30,000人が米国外）

入場料：有料 90ドル（1月18日以降及び当日申込）
／60ドル（～1月17日申込）

その他：各種セミナーを開催（有料 約300ドル）

3. 主な展示品

独・仏で開催される他の展示会（BAUMA及びINTERMAT）と同様、建設機械、建設用車両、プラント、アタッチメント、工具、測量機器、摩耗部品、材料、ITソリューション等の建設機械に拘らず建設分野全般が展示されていた。



図一1 ラスベガスコンベンションセンター等 展示エリア区分

図-1に会場の展示エリア区分を示す。

なお、それぞれの展示エリアには、テーマ等が明確に設定されていないように見受けられた（展示を見るとなんとなく区分されているようではあった）。従って、来場者は個々人でコード又は会社名で特定（スマホアプリあり）してアプローチする必要がある（同一会社で複数箇所の展示の場合あり）。

4. 会場の様子

お膝元のキャタピラー、ジョンディアといった米国企業が広い面積で展示を行っているのは当然として、コマツもそれに負けじと広い面積で展示を行っていた。

また、情報化施工については、建設機械メーカーでは最早当然の技術として扱っているのか、測量機器メーカーの方が積極的な展示が目立った。

屋外では、屋内で展示できないようなクレーン、基礎工事用機械及び移動式プラントが所狭しと展示されていた。

さらに、このような展示会では、日本においてはビジネスマンの来場が殆どとなるところであるが、老若男女の来場が多くみられた（旅行代理店の現地スタッフの意見では「国民性の違い」とのこと）。

以下に展示エリアごとの内容を示すが、グラビアページも参照されたい。

(1) Las Vegas Hotel

ラスベガスコンベンションセンターに隣接するラスベガスホテル（LVH、旧ヒルトンホテル、写真-1）では、当日受付及び事前登録済入場者へのランヤード（名札を首から提げる為のストラップ）配布を行って



写真-1 North Road 沿いに聳え立つ Las Vegas Hotel 看板

おり、大小約40の会議室・パビリオンではCONEXPOに関連する会議が多数行われていた。

(2) North Hall

入口から最も近い室内展示場であり、大手メーカーの土工機械・運搬機械・道路機械等が最初に目に飛び込んでくるように配置されていた。米国〔キャタピラー（写真-2）、ケース、ジョンディア〕と並んで、欧州〔ボルボ〕、日本〔コマツ、日立建機〕、韓国〔ヒュンダイ〕が大きな面積を占めており、また、日本ではあまり馴染みがないが、米国マニトウグループ〔Manitou, Gehl, Mustang〕も多くの製品を展示していた。

North HallとCentral Hallの間にはGrand Lobby（吹き抜け空間、写真-3）があり、軽食コーナーやイベントグッズの販売ブースが盛況であった。



写真-2 North Hall 室内展示場



写真-3 Grand Lobby

(3) Central Hall 1, 2, 3, 4, 5

最大面積の室内展示場であり、土工機械・道路機械・鉱山機械及びそのアタッチメント・ツール、測量機器等

が展示されていた。米国 [Astec, Gomaco, McLanahan], 欧州 [アトラスコプコ, ダイナパック, サンドヴィック, ボーマク, ヴィルトゲングループ (写真—4)] 日本 [クボタ, KCM, 酒井重工業, 竹内製作所, トプコン・ソキア] 等, 大型機械は勿論, 中・小型機械でも, 自社製品の全ラインナップを前後左右等間隔に並べてブースを埋め尽くすなど, 各メーカーが工夫を凝らし存在感を競い合っていた。

また, Central Hall と South Hall を結ぶ連絡橋からは Silver Lots 屋外展示場 (写真—5) が見渡せる。同連絡通路の間には, 沢山の会議室が並び (Bridge Meeting Complex), AEM 事務局の詰所 (写真—6) が置かれると共に, 此处でも CONEXPO に関連する会議が多数行われていた。

(4) South Hall

コンクリート機械 (トラックミキサ, 打設ブーム付きポンプ車)・道路維持用機械・トラッククレーン等が展示されていた。車台サイズの制約が緩やかな北米



写真—4 Central Hall HAMM (ヴィルトゲングループ) ローラー群



写真—5 Silver Lots 屋外展示場



写真—6 AEM 事務局詰所 (Trade Center) 入口



写真—7 シュヴィング ブーム付きコンクリートポンプ車



写真—8 ヤマハ 3人乗り ROV

市場向け故か, 米国 [Mack, Vermeer], 欧州 [プツマイスター, シュヴィング (写真—7)] 製の大型トラック搭載型機器ばかり目立ったが, 唯一日本製 [ヤマハ] ROV (娯楽用不整地走行車両, 写真—8) が展示されていた。

(5) IPFE

South Hall の2階に IPFE 展示場があり、建設機械の動力伝達を担う油圧機器に関する展示が行われていた。

(6) Gold Lot & Gold Hall

North Road に面した屋外展示場であり、超大型クレーンや高所作業車の他、各種土工機械及び特装車、自走式破碎機、不整地運搬車等が展示されていた。米国 [ボブキャット、キャタピラー、Gradall, JLG, Terex], 欧州 [ボルボ、JCB, リープヘル], 日本 [タダノ、ヤンマー、諸岡], 韓国 [Doosan] 等 (写真—9)。



写真—9 Gold Lot 屋外展示場

敷地内に設けられたカマボコ型テント (Gold Hall) 内では、解体用アタッチメント、不整地用運搬車、超々湿地用足回り装置等が展示されていた (写真—10)。

Gold Lot の一角では英国 JCB による実演ショーが約1時間毎に開催され、小型建機 (バックホウローダ、スキッドステアローダ、テレハンドラ) 数台がライブ演



写真—10 Gold Hall 室内展示場 Terramac 不整地運搬車



写真—11 JCB デモンストレーション

奏に合わせて屋外ステージを駆け回り、作業装置を動かすデモンストレーションを行っていた (写真—11)。

また、別の一角では米国キャタピラーによる実演ショーが行われ、装輪式マテリアルハンドラのクラムシェルバケット先端でバスケットボールを掴み、屋外ステージのゴールに見事シュートできるかチャレンジしていた (写真—12)。



写真—12 CAT バスケットボールチャレンジ

さらに別の一角では独国リープヘルによるイベントが行われ、力自慢の参加者が500kN-mのトルクで基礎工事用機械のドリルを回転させる事ができるかチャレンジしていた (写真—13)。

(7) Silver Lot 1, 2, 3, 4

Paradise Road に面した屋外展示場であり、モノレールの軌道や隣接するホテル・ビル群をも凌ぐ高さがあるロングアーム解体機、超大型クレーン、コンクリート打設ブーム等の他、可搬式・自走式の各種大型機械が展示されていた。米国 [Bell, Pettibone], 欧州



写真—13 リープヘル トルクチャレンジ (部分拡大)



写真—14 Silver Lot 屋外展示場 Sany クローラクレーン

[Merlo, Wacker Neuson], 日本 [コベルコ, 前田製作所], 中国 [Sany (写真—14), Zoomlion] 等。

Silver Lot の一角では, MB Crusher による実演ショーが行われ, 骨材を投入しては破砕するデモンストレーションを繰り返し行っていた (写真—15)。

(8) Platinum Lot

ラスベガスコンベンションセンターの最も奥に位置する屋外展示場であり, 基礎工事機械などが展示されていた模様。米国 [McCloskey], 欧州 [サンドヴィック] 等。



写真—15 MB Crusher デモンストレーション

5. おわりに

2日間では駆け足での視察とならざるを得ず, 展示すべてを詳細に見て協会活動に結びつけようとするれば, さらに2日間が必要であると感じたところである。

視察団が宿泊したザ・クワッド (旧インペリアルパレスホテル) は, ストリップと呼ばれるラスベガス市街のほぼ中心に位置し, モノレール Harrah's-The Quad 駅につながっており, CONEXPO-CON/AGG 2014 会場へのアクセスは非常に良いが, ラスベガスの超高級ホテル群においては相対的にリーズナブルな価格設定のせいか, 最小限のサービスであった。

日中, 約5分間隔で運行されるモノレールは, カラフルな「ラスベガス模様」の他に CAT® ロゴ入りのラッピングが施された車両もあった (写真—16)。ザ・クワッドの目の前には高さ 167 m (完成時点で世界一) の大観覧車「ラスベガス・ハイ・ローラー (写真—

17)」が立ち、3月31日の営業開始を控えていた。

次回の視察として、仏国パリで開催される、“Intermat 2015”（平成27年4月20日（月）～25日（土））が予定されている。



写真—16 ザ・クワッド隣の Flamingo-Caesars Palace 駅を行き交うモノレール



写真—17 ホテル前の大観覧車 ラスベガス・ハイ・ローラー

J C M A

CMI 報告

電磁誘導加熱による鋼橋の
塗膜除去工法に関する研究

小野 秀一・渡辺 真至

1. はじめに

高度経済成長期に建設された多数の橋梁が、経年による老朽化が進み社会問題となっている。鋼橋における劣化は、一般に疲労と腐食と言われており、腐食に対しては塗装の塗り替えなどのメンテナンスを定期的に行うことで対応しており、各管理機関で定められる所定の間隔で塗装の塗り替えが行われる。このようななか、近年は高耐久性のグレードの高い塗装が開発されている一方で、これらの性能を十分に発揮するために素地調整が重要な検討課題となってきている。

これまでの塗装塗り替えにおける素地調整については、一般にはグラインダ等を用いた3種ケレンであるが、再塗装後の耐久性を考慮するとより高いグレードのケレンが求められ、従来工法としては、ブラストや塗膜剥離剤を用いた工法が挙げられる。しかしこれらの工法は、騒音や粉じんの発生、廃材処理、施工時間などの課題があり、特に都市内高速道路においては騒音問題や、有害物質を含む塗装材料の産廃問題などからブラスト工法は本格採用されにくい面がある。

このような状況に鑑みて弊所では、関係機関と共同で、北欧で大型船舶の塗膜剥離に用いられている電磁誘導加熱による塗膜除去工法の鋼橋への適用に向けた各種の試験施工や実験研究などを行ってきており、これらの検討成果はこれまでに、シンポジウムや論文発表会等^{1, 2)}で公表してきている。

本稿では、電磁誘導加熱による鋼橋への塗膜除去工法を紹介するとともに、本工法の鋼橋への適用性を目的として実施した基礎的塗膜除去性能、加熱による鋼材への影響及び裏面の塗膜への影響、加熱条件等を把

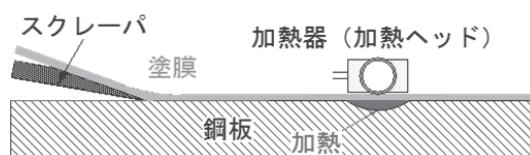
握するための各種施工試験の結果を紹介する。なお、本稿で紹介する各種実験検討等の結果は、既に公表されている参考文献1), 2)の内容と重複することをあらかじめ承知いただきたい。

2. 装置の概要と特徴

電磁誘導加熱による塗膜除去工法（以下、「電磁誘導塗膜除去工法」と称す）とは、図—1に示すように、電磁誘導加熱式塗膜除去装置の加熱ヘッドにより鋼材表面を加熱することで塗膜と鋼板を剥離させ、その後スクレーパなどを用いて塗膜を除去する工法である。加熱範囲は加熱ヘッドの直下のみで、塗膜が剥離する鋼板温度は、メーカー公称値で140～240℃と言われており、鋼材に対して影響の無い範囲の加熱である。

本装置による塗膜除去の特長として、加熱後、すぐに塗膜除去が可能であり、作業時には粉塵や騒音がほとんど発生しない（発動発電機の作動音が騒音と言える程度）こと、剥離した塗膜のみを容易に回収することが可能であることなど、従来のグラインダ工法やブラスト工法などと比べて、作業環境や周辺環境への負荷が小さい工法であることが挙げられる。

図—2に電磁誘導塗膜除去装置の構成を示す。本検討で使用した装置は、ノルウェーのRPR Technologies社のもので、本体および本体にケーブルで接続されるコンデンサ、加熱ヘッドで構成される。これらの他には電源（400 V、150 kVA 程度）と冷却装置が必要である。また本体と加熱ヘッドまでの距離は最大100 m



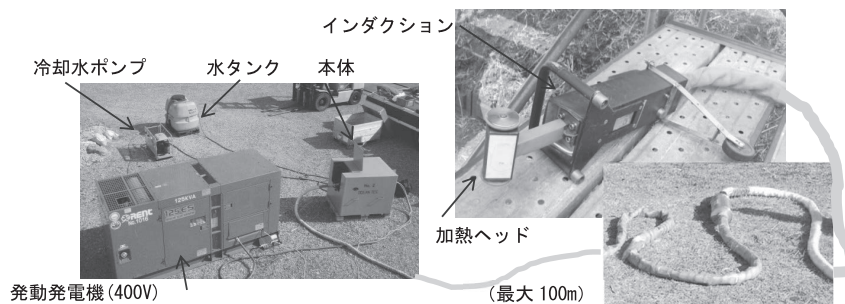
電磁誘導により鋼板を加熱し、塗膜を剥離する工法

- 特長・加熱後、すぐに塗膜除去可能
- ・粉塵、騒音がほとんど発生しない
 - ・剥離した塗膜のみを容易に回収可能

図—1 塗膜剥離のイメージと特長



写真—1 電磁誘導加熱塗膜除去装置



図一 2 電磁誘導加熱式塗膜除去装置の構成

まで対応が可能である。冷却水タンクなども含めた装置一式は、写真一1に示すように、4tトラック2台程度で運搬が可能であり、機動性にも優れている。

3. 性能確認試験および加熱試験の概要

鋼橋への適用性を確認するため、まず、A系塗装が施された試験体を用いて、基本的な塗膜除去性能の確認試験を行った。性能確認試験では、塗膜の剥離性能を確認するとともに、施工速度、銅板や塗膜の温度を熱電対等によって計測した。また、塗膜除去後の再塗装への影響や裏面の塗膜への影響についても目視観察や付着強度試験によって調査した。

その後、薄板での加熱条件の検討を行うため、鋼Iげた橋への適用を想定して、鋼Iげた試験体を用いて、加熱試験を行った。

(1) 塗膜除去性能確認試験

(a) 試験体

試験体は実橋から撤去した鋼製橋脚を用いた。試験体の板厚は、部位によって $t = 12 \text{ mm}$ 、 $t = 21 \text{ mm}$ および 27 mm であり、それぞれの部位で試験を行い、板厚と塗膜剥離性能の関係を調査した。試験体とした鋼製橋脚の既存塗膜は、しゅん功図書や事前調査で塗装が8層見られたことから、A系塗装の上に2層追加されたものと推測される。また裏面はタールエポキシ樹脂塗装である。膜厚は表面（加熱面）がおよそ $330 \mu\text{m}$ で、裏面はおよそ $360 \mu\text{m}$ であった。

(b) 加熱装置の設定

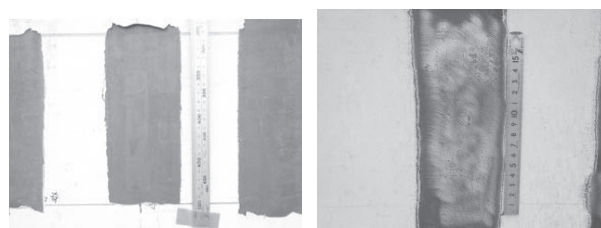
加熱装置には、加熱ヘッドの移動速度に応じて出力電圧が自動で増減されるプログラムが組み込まれており、状況に応じて数十パターンあるプログラムの中から選ぶことになっている。本試験では、事前にいくつかの設定で予備試験を行い、塗膜の剥離状況等から、適切と考えられるプログラムを選定した。

(c) 塗膜除去性能確認試験結果

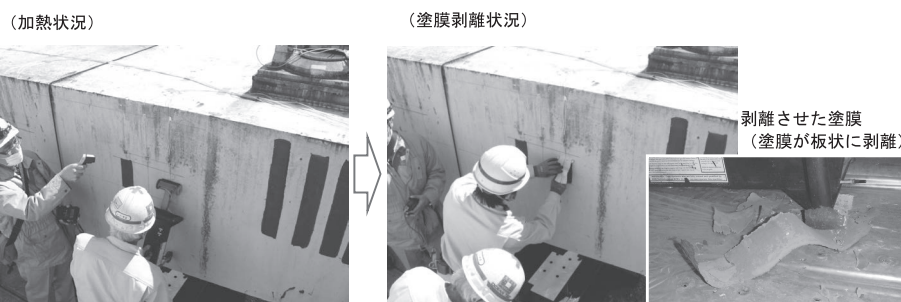
① 塗膜除去性能

塗膜除去試験時の状況を写真一2に示す。加熱後、スクレーパによって塗膜が板状に剥離されていることが確認される。

塗膜剥離後の鋼材表面は、写真一3に示すように、下塗りと考えられる塗膜が残存している。これはスクレーパの刃先が鋭利でなかったために残存したものと考えられ、残存塗膜の膜厚は $30 \sim 40 \mu\text{m}$ であった。そこで、グラインダを掛けたところ簡単に鉄肌が現れた。よって加熱によって塗膜が銅板から剥離していたものと考えられ、本工法で簡単な研削工具の併用により2種ケレン相当が可能であることが確認された。



写真一 3 塗膜除去後の仕上がり状況



写真一 2 塗膜除去試験状況

②温度測定結果

塗膜除去試験時における塗膜表面の温度を赤外線カメラによって確認したところ、図—3に示すように、加熱範囲は局所的であり、加熱ヘッドの直下のみが加熱されていることが確認された。また、熱電対によって計測した鋼板表面の鋼板温度と板厚の関係については、図—4に示すとおり鋼板温度は板厚に関係なく一定、あるいは僅かに板厚が大きくなるにしたがって低下する傾向が見られる。施工速度と鋼板温度については、図—5に示すとおり加熱装置の出力電圧が施工速度に比例して上昇する間は、鋼板温度は概ね一定となる傾向が見られる。

③再塗装および加熱裏面側の塗膜への影響

表—1に、鋼板の加熱裏面側の塗膜の付着強度および再塗装部の付着強度試験結果を示す。

表に示すように、電磁誘導加熱による塗膜除去後に再塗装を行った部位での付着強度は8.8 N/mm²であった

表—1 鋼板裏面および再塗装部の付着強度

板厚 (mm)	加熱前 (N/mm ²)	加熱後 (N/mm ²)	再塗装 (N/mm ²)
12(裏面)	11.7	4.6	—
21(裏面)	10.7	9.5	—
12(加熱面)	4.6	—	9.3(IH) 8.8(グラインダ)
21(加熱面)	8.4	—	—

ことから、本工法で除去した後の再塗装には問題はない。

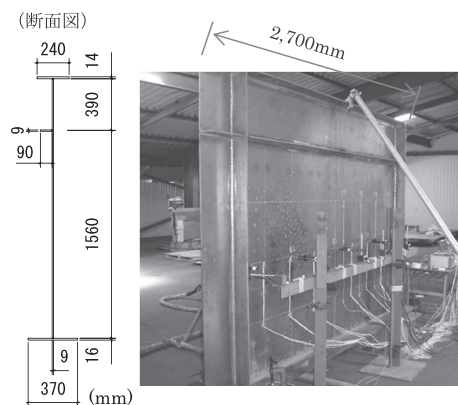
加熱後の裏面側塗膜の付着強度については、板厚12 mmのケースで、未加熱時11.7 N/mm²であった箇所が加熱後4.6 N/mm²と約4割程度に低下した。基準値2 N/mm²を満足するが、裏面の塗膜に少なからず影響を与えることが確認された。

(2) 加熱試験

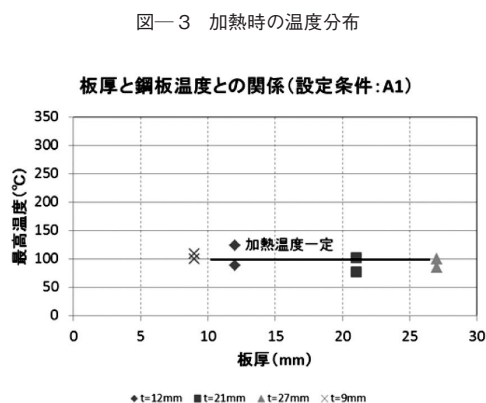
先述の通り、板厚が12 mmと薄いケースで加熱裏面側の塗膜への影響が確認された。また、薄板への加熱によって、鋼板の変形も懸念されたことから、薄鋼板を対象とした加熱試験を行って、加熱方法を検討するための基礎実験を行った。

(a) 試験体

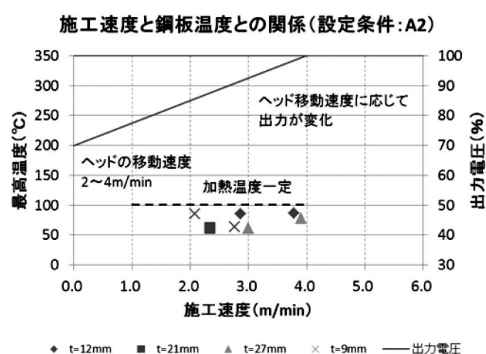
試験体は、図—6に示すようにウェブ厚9 mm、ウェブ高さ1,950 mm、長さ2,700 mmの鋼Iげた模擬試験体とした。



図—6 鋼Iげた模擬試験体



図—4 板厚と鋼板温度の関係



図—5 施工速度と鋼板温度の関係

(b) 試験方法

加熱の間隔や加熱温度が、鋼板温度や鋼板の変形に及ぼす影響を確認するため、加熱は図—7に示す順で、表—2に示す3条件で試験を行った。ここで「30秒間隔」とは1列を加熱した後、次列を加熱するまでの間隔30秒とし、「連続」は加熱列間を連続して加熱した。

(c) 試験結果

条件①、②の鋼板温度の推移を図—8に示す。連続加熱では30秒間隔と比べ高い温度が保持された状態となることが確認される。また、加熱によるウェブ

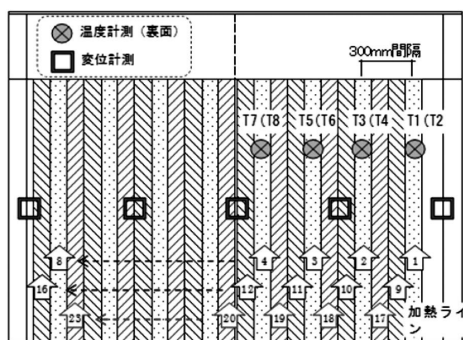


図-7 加熱要領

表-2 加熱条件

条件	加熱温度(℃)	加熱間隔(秒)
①	150	30
②	150	連続
③	200	30

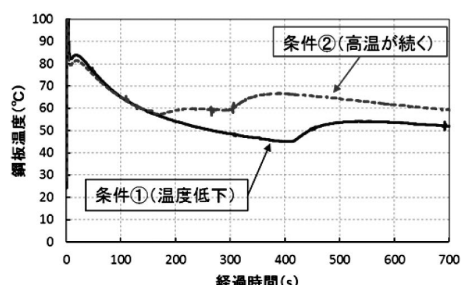


図-8 温度の推移

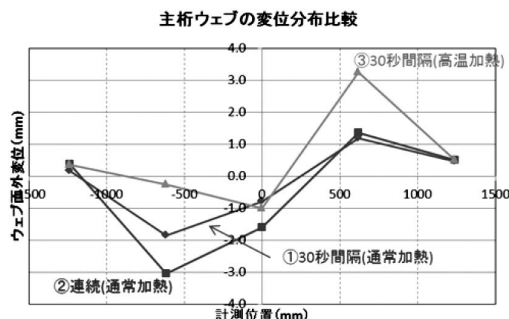


図-9 ウェブの面外変形量

の面外変形を図-9に示すが、通常加熱、30秒間隔で加熱した「条件①」が最も変形量は小さくなる結果となった。このようなことから、適切な温度で、適度な間隔で加熱する必要があることが判明した。

4. まとめ

電磁誘導加熱による塗膜除去工法を鋼橋に適用することを目的に各種試験を行った結果、概ね実橋に適用が可能な工法であると考えている。以下に、本試験で得られた結果をまとめる。

- (1) 電磁誘導塗膜除去工法は2種ケレン相当の塗膜除去性能を有している。
- (2) 塗膜剥離作業後の裏面側塗膜の付着強度が低下する結果が得られた。基準値は満たしているが、耐久性については要検討である。
- (3) 特に板厚が薄い場合には、加熱条件を適切に設定し、間隔を置いた加熱が必要である。
- (4) 電磁誘導加熱塗膜除去工法を適用しても再塗装に及ぼす影響はない。

5. おわりに

本研究は、首都高メンテナンス東東京(株)、(株)ナプコ、望月工業(株)と共同で実施したものである。この場を借りて関係各位に感謝の意を表したい。

ここで紹介した本工法の実橋への適用性検討では、鋼橋のウェブ面を想定した平坦部を対象にしたものであるが、この他にボルト添接部や部材交差部の狭隘部への適用性についても実験検討を行っている。これらの成果については、別の機会をいただいた際に紹介したいと考えている。

また本工法はNETIS登録「登録番号:CB-130001-A」しており、今後の普及・展開を期待するものである。施工技術総合研究所では今後も新技術・新工法について積極的な検討・性能評価を行い、有効な技術・工法については普及促進につながる活動に取り組んでいきたいと考えている。

J C M A

《参考文献》

- 1) 小野、吉川、岡部:「電磁誘導加熱による鋼橋の塗膜剥離工法に関する研究」、平成24年度 建設施工と建設機械シンポジウム、No.37、2012.11
- 2) 岡部、吉川、小野:IH(誘導加熱)塗膜除去工法の鋼橋への適用性検討、第30回日本道路会議、5P04、2014.10

【筆者紹介】



小野 秀一 (おの しゅういち)
施工技術総合研究所
研究第二部
次長



渡辺 真至 (わたなべ まさし)
施工技術総合研究所
研究第二部
主任研究員

部 会 報 告

コンクリート機械の変遷 (3)

機械部会 コンクリート機械技術委員会

第2部 トラックミキサの変遷

1. まえがき

日本の生コン事業は、1949年頃から開始されたが米国では既に1913年に生コン事業が興り、その運搬車も1926年には開発されていた。

当時の日本では、現場練りのミキサ装置で練るか、あるいはトタン板の上でスコップを用いて練る程度の作業であった。1951年頃には、防波板付きダンプが開発され生コンをこぼれないよう工夫した運搬車として使用された。中には揺動式の攪拌翼を設けた運搬車も開発されたが、分離を十分に防ぐ物ではなかった。

同じ頃国産初の傾胴型トラックミキサが開発されている。1953年頃には、強制攪拌式のハイロー型ミキサが登場し、生コン品質が良いということで公共事業の工事に指定されていた。しかし、上部開放型のため積載量の確保がむずかしく1971年頃から製造されなくなり、傾胴型が現在まで主役となっている。

2. 輸送車のはじまり

1950年頃から生コンをトラックで運ぶことが始まっている。当初は平ボデイトラックにそのまま、あるいは大きな鉄桶に生コンをいれトラックの荷台に載せ又は直接ダンプで運んでいた。

生コン打設では低スランプの生コンの場合打設が大変な仕事になり、手扱いしやすい高スランプいわゆるザブコンと称する生コンが多く使われるようになった。しかし、ザブコンはやわらかいため液体状であり、ダンプや平ボデイで運搬中荷台の中を前後左右勢いよく動きこぼれ落ちてしまうことや現場に着くころにはモルタルと骨材が分離し、練られていない生コンになっていることがあった。こぼれに関してはダンプの荷台に防波板を設けて対処しそれなりの効果を上げたが、分離に関しては揺動式の翼を設け攪拌させる機構を取入れた。しかし、特に高スランプ生コンでは逆に分離を促進させてしまい、数台の試作車のみで終わってしまった。

しかし、ダンプトラックによる運搬は今でも健在で、スランプ2.5 cmの舗装コンクリートを運搬する場合に限り使用される。

3. トラックミキサの登場

1951年頃犬塚製作所で国産初の傾胴型トラックミキサが開発され、さらに三荒商会と金剛製作所との共同開発により水平胴型トラックミキサが開発された。やがて市場の要求に応え米国のトラックミキサも輸入されるようになった。

同じ頃富士物産は米国のコンクリート・トランスポート・ミキサーズ社と技術援助契約を結びハイロー型ミキサ(写真—1)を萱場工業(現KYB)に製作依頼した。



写真—1 ハイロー型トラックミキサ

同社は当初、ハイロー型(オーブントップ型)のボデイを輸入し国産トラックに架装する方式で生産を開始し、1955年から自社設計による国産ハイロー型トラックミキサを製作するようになった。

また市場には米国のチャレンジ社やウオシントン社製品が輸入されたり提携を進める会社が出てきて、新潟鉄工所や新明和工業川西モータサービスも市場に参入した。

萱場工業も強制攪拌式(ドラムの中でロータを回転させて強制攪拌する方式:ハイロー型)から重力式(ドラムそのものを回転させる方式:傾胴型)への転換期に入り、1959年コンクリート・トランスポート・ミキサーズ社から傾胴型の技術を富士物産経由で導入

し、業界の趨勢に焦点を合わせた。

1963年頃萱場工業は舟形トラックミキサを導入し改良開発も試みた(写真—2)。米国での商品名は“アジター”で主に道路工事などの低スランプ生コンを扱う機種である。ダンプ機構でベッセル前方の持ち上げと攪拌翼を回転させて行うものである。上部開放型であるため走行時生コンがこぼれる等の理由から長くは続かなかった。



写真—2 舟形トラックミキサ

数々の試行錯誤の上、量産化まで生き残ったのはハイロー型と傾胴型であった。

4. ハイロー型トラックミキサ

ハイロー型トラックミキサはドラムの中に水車状のパドルロータが組み込まれ回転することにより、生コンを練り上げるものである。生コンを開放されたドラムの上部から投入し、混練または攪拌走行した後ドラム後部のゲートを開放し排出する。

パドルロータの先端にあるゴムブレードやワイパなどにより、ドラム内壁に付着したモルタルや骨材などを完全に排出するものである。ドラム上部が開放されているため①投入された生コンの量や排出後のドラム内生コン残量が目で確認しやすい②排出前の生コン練り上り状況が確認しやすい③内部の点検整備が容易で

あるなどの利点があると共に、強制攪拌翼でドラム内部をあまねく攪拌できることから生コン品質には定評があり、当時公共事業にはこのハイロー型トラックミキサが指定されていた。

しかし、このハイロー型トラックミキサの欠点として所要動力が大きかったことが挙げられる。同容量の傾胴型ミキサに比較して約4倍の動力を必要としていた。燃料を余計に消費すると共に機械部品の摩耗などによる交換費用などランニングコストのアップがあった。さらに骨材事情も変わり玉砂利から碎石に変わりつつあり、また骨材の大きさも最大径40mm、80mmが扱われ駆動力アップとなった。

また運搬車の使命である積載量の確保がむずかしい点もあった。1963～1965年頃ディーゼルトラックメーカー4社から大型3軸車が発売され、標準車の積載量が10tを超えるものができた。傾胴型はドラムの長さを延ばすことでドラム容量を増加させることができたが、ハイロー型はロータの半径を伸ばしたりロータ軸を2本にする案もあったが所要動力が大幅に増加し商品として成り立たなくなり、衰退の道をたどることになった。

ハイローの語源はHigh Quality Low CostのHiとLoの文字をとり商標化したものである。1953年より37台を米国コンクリート・トランスポート・ミキサーズ社から輸入し架装、1955年から国産化し、合計2,512台生産し、1964年東京オリンピックを境に全盛時代は終わり、傾胴型ミキサに移り変った。

KYB社では、このハイローミキサをたたえ、同社熊谷工場正門脇にその勇姿を記念保存してある(写真—3)。

5. 傾胴型ミキサ

現在のトラックミキサはほとんど傾胴型でトックリ型のドラム内壁にスパイラル状に二条のブレードを備え、投入・攪拌時はドラムを正転(後方から見て通常



写真—3 記念保存ハイロー型トラックミキサ

製造	1968年
駆動方式	油圧式
ドラム容量	4.5 m ³
ミキシング容量	2.5 m ³
最大混合容量	3.0 m ³
架装重量	2700 kg
シャシ	日野ボンネットキャブ

左回転)し、排出時は逆転させるものである。

前方鏡板部分に駆動用動力を伝えるフランジがあり、後部の開放部にシールパイプがある、シールゴムを介してホッパをフレームに組付けている。生コンはホッパからドラム内に導かれる、ドラム内の生コンは二条のブレードと前方部のミキシングブレードによって攪拌され品質を維持している。排出時はドラムの逆回転により二条の連続したブレードにそって生コンが後方に運ばれ、ドラム後端から出てフローガイド・シュートを流れ所定の場所に排出される。シールパイプ(脱着シール含む)は、積載容量に余裕を持たせるもので山間地の走行・急停車時等の生コンのこぼれを防止するのが目的である。この方式をシールホッパ型と呼んでおり、日本固有の方式と考えられる。これに対しシールパイプのないものをオープンホッパ型と呼んでいる。諸外国では、オープンホッパ型が主流を占めている。オープンホッパ型では、生コンがこぼれやすいため同一積載量の運搬ではドラム容量を大きくしなければならない。

プラントで練られた生コンを運搬する手段としてトラックミキサを利用しているが、このトラックミキサはアジテータ車として使われている。すなわちプラントで練り上げた生コンをドラム内に受け入れ、その品質を維持するために攪拌しながら運搬している。ドラムを回転することにより、二条のブレード・ミキシングブレード・混練孔などにより生コンの対流が起き、生コンどうしのせん断運動も含めて分離を防ぐと言われている。この対流作用を起こさせるためには、空間

容積が必要である。ドラムの空間容積を利用して生コンが上下・左右・前後に移動することにより生コン品質が均一に保たれている。

傾胴型ドラムの開発当初は、分離や低スランプ生コンの投入・排出に難点があり、ハイロー型トラックミキサに勝てなかったが、関係者の努力により今では性能も向上しスランプ0に近いものや尻上りの傾斜地でも排出できるようになってきている。

6. 現状のドラム

トラックミキサのドラムは特殊な形状のため、新規検査等に際してその都度書類を揃え、ドラムに水または生コンを積載して受検するため、業務の複雑さが大きな悩みとなっていた。

日本自動車車体工業会(以下車工会と称する)は受検手続きの簡素化を図るため、運輸省に要望し1961年新型ドラムの届出制を実施することになった。ドラム型式届出制は新型ドラムについて車工会が自主審査した上で当局に申し出を行い、当局はこれを全国の運輸局に通知するものでこれにより受検業務の合理化が図られた。その後、数回の見直し・追加を行い現在に至っている。

1960年～1970年頃は、積載量競争が続いたがこの競争に終止符を打つべく車工会ではドラムの統一を図った。標準車の最大積載量別に区分け(表一)し、ドラム容量を決め、さらにドラムの取付け角度も統一したため積載量競争も下降ぎみになった。

表一 トラックミキサドラムの諸元

車両総重量区分 (トン)	標準車の最大 積載量区分 (トン)	ドラム容量 (m^3)	最大混合容量 (m^3)	ドラム取付 角度 ($^\circ$)
20 超	12.00 以上	10.2	5.2	16
18 以上 20 以下	10.00 以上 12.00 未満	8.9	4.5	
8 以上 18 未満	7.50 以上 10.00 未満	6.3	3.2	18
	6.00 以上 7.50 未満	5.6	2.8	
	5.00 以上 6.00 未満	4.4	2.2	
8 未満	4.00 以上 5.00 未満	3.4	1.7	20
	3.25 以上 4.00 未満	2.8	1.4	
	2.75 以上 3.25 未満	2.5	1.2	
	2.75 未満	1.9	0.9	

ドラム容量は、車両総重量区分または標準車の最大積載量区分のどちらかを満たしていればよい

7. トラックミキサの駆動方式

7.1 動力取出し

自動車の走行用エンジンから動力を取る方法には、以下の4つがあげられる。装置名を PTO (Power Take Off) という。

(1) フロントエンド PTO (FEPTO)

エンジン前方のクランクシャフト前端にあるプーリ部から動力を取るもの

(2) ミッション PTO (MPTO)

ミッションの横壁にある動力取出し窓にギヤボックスを装着し動力を取るもの

(3) フライホイール PTO (FWPTO)

トラックミキサのために作られたと言える方式でエンジンフライホイール外周部付近に動力取出し軸を設けて取るもの

(4) トランスファ PTO (TPTO)

プロペラシャフトの中継点 (センタベアリング) などにギヤボックスを装着し動力を取るもの

トラックミキサは当初 MPTO から動力を得ていたが、この PTO は停車作業を行う特装車用に作られており走行時も動力を必要とするトラックミキサには不向きであった。1958 年頃から大型トラックミキサの動力取出しは、FEPTO が採用されているがエンジン前端から得た動力をドライブシャフトでキャブ後方のミキサ装置に伝えるのはスペースの関係上至難の技であった。中・小型車は特に空間が極端に少ないことから MPTO を利用する車が多かった。現在のミキサ用シャシには、FWPTO が全車に取付けられ、架装性が大幅に向上した。

7.2 主動力伝達方式

機械駆動方式は 1965 年頃までのミキサ車に採用されていたもので、PTO から取出した動力をユニバーサルジョイントとスプライン継手を組み合わせた不等速ジョイントによりキャブ後方の減速機まで伝達しチェーン等を介してドラムまたはロータ軸を回転するものであった。生コンのユーザにとって、いかに均質の生コンを 1 回に大量入手できるかが重要な購買要因となるので、機械駆動式では走行中のエンジンから得た動力とドラム回転が不均衡となり、生コンの品質に悪影響が生じるという欠点もあった。

1962 年頃から各社とも油圧を利用する駆動方式を採用する動きが見られた。大型ミキサには、ピストン方式のポンプ・モータが採用され、中・小型ミキサはギヤ方式のポンプ・モータが採用された。

油圧化により、FEPTO を採用した大型車はドライブシャフトの代わりに油圧配管を通すだけなので作業が大変楽になった。しかし装着したポンプはエンジンダリルから前方に突き出しており、ドライバーには不評であった (図-1)。

やがてミキサ用シャシに FWPTO が装備されるようになりポンプが前方に突き出している姿は消え現在に至っている。

1982 年に萱場工業では大型車にドラムコントロールの自動制御機構を取入れたポンプの商品化に成功した。これはエンジン回転数 1500 rpm 以上ではエンジンの回転数に関係なく、ドラムのスピードを一定に保つものであり、省エネはもちろんのこと従来機械式で問題であった生コン品質の均質化に寄与した。今では各社ともこの方式を採用している。

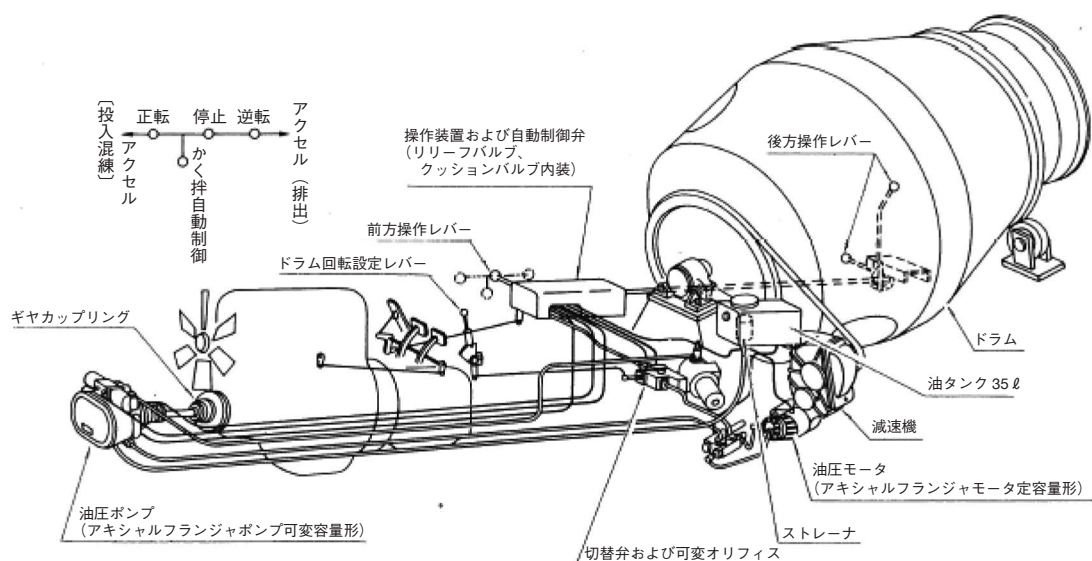
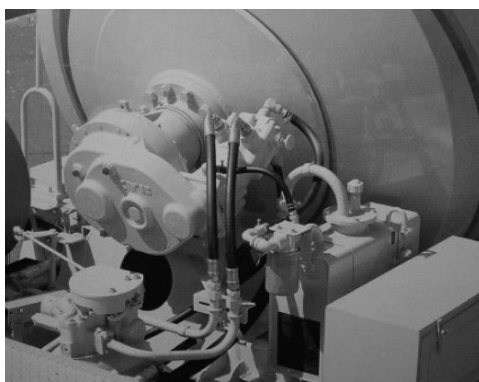


図-1 FEPTO 式駆動系統図

中・小型車には、二系統ポンプ方式を採用した大小2台のギヤポンプを使用し小ポンプはファンベルトから動力を取出し、大ポンプはMPTOで動かすもので、走行中は小ポンプのみで停車時の作業（投入・排出など）では大ポンプからも動力を得て大きな負荷・高速回転に対応させるものである。この方式は故障の少ない機種としてユーザの評価は高く、ピストン式に変わるまでの長期にわたり採用されていた。今では中型車にもドラムの自動制御機構が取り入れられている。

また1982年にはドラム先端中央に遊星歯車減速機（写真—4）を採用し、チェーンドライブ（写真—5）から外観イメージが様変わりした。



写真—4 ダイレクト駆動式



写真—5 チェーンドライブ式

8. 電子制御トラックミキサ

2004年にKYBは電子制御式油圧ポンプを搭載した低騒音・省エネルギー型トラックミキサを開発し販売した。トラックミキサは停車してエンジン回転を上げて作業することが多く、騒音問題・燃費が劣るなどの環境悪化、さらにまれにはあるが誤って生コンを路上への垂れ流す事故を起すことがあった。そこでドラム駆動制御・操作系を電子化しこの課題を改善したので電子制御トラックミキサである（写真—6）。

電子制御トラックミキサは油圧モータを2速可変制御式とし、使用頻度の高い建築用の生コンや洗浄などの停車中の作業はモータ2速側へ制御することにより



写真—6 電子制御式

エンジン回転を高速にすることなくドラム回転を上げることができる。よって作業騒音の低減・燃費向上・CO₂削減に貢献した環境対応のミキサ車となっている。また、ミキサ車の走行時には自動的に攪拌回転になるよう制御し、生コンの垂れ流し防止に対応している。追加機能として排出前の自動混練機能やドラム洗浄時の自動洗浄回転制御機能も追加している。

9. 今後のトラックミキサ

ユーザの立場にたって、昇降性の改善・洗浄性の改善・排出性能や攪拌性能の向上など種々の改良を行い効果を上げてきたが、より一層ユーザに満足してもらえるトラックミキサにするため、今後の課題としては以下があげられる。

①ドラムはつりの容易化

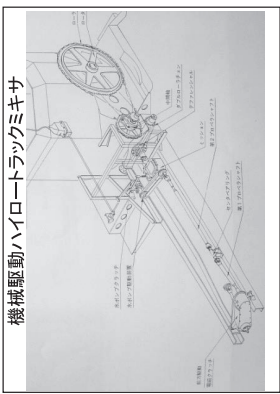
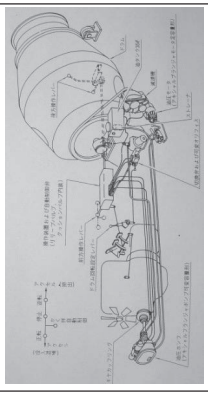
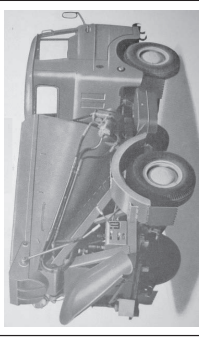
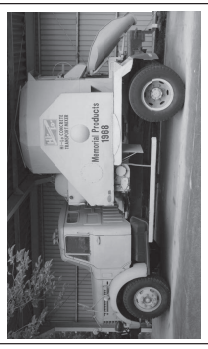
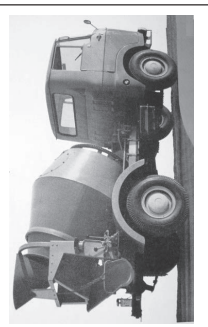
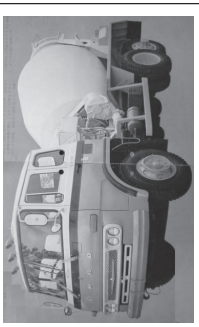
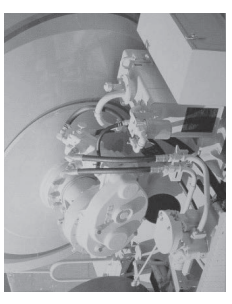
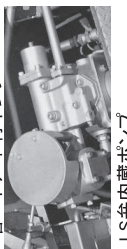
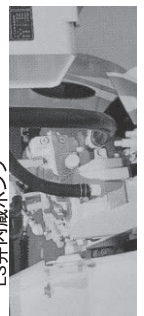
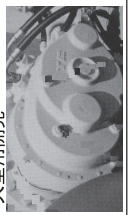
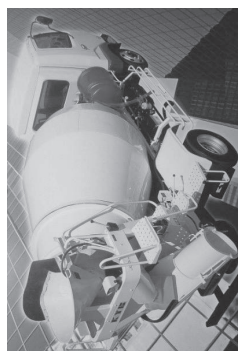
ブレードの洗浄孔・脱着式シールの採用などにより改善されてきているものの鉄と生コンは仲がよく付着するものであり、付着しにくい材料の開発や、はつりしやすい構造の取入れが必要である。

②洗浄性の向上

生コン排出後ドラムブレード・シュートなどにモルタルが付着しやすいため、その洗浄装置としてシャワーにより洗い流す方法を取入れているが、完全に洗い流すまでにはいたらずブラシがけ作業も必要であり、今後ブラッシングレス化も課題である。

③環境対策

現在生コン品質維持のためトラックミキサだけがアイドリングストップができない。走行中に充電しエンジンOFF時でも電動でドラムを攪拌回転できるハイブリッドミキサの開発が急がれる。これができれば現場待ちでエンジンOFFにでき、CO₂排出低減や燃費向上がさらに可能になる。

年度	1950～1965	1965～1980	1980～1995	1995～
市場の要求と開発	【トラックミキサの導入期、機械式誕生】 1953年生コンJISが制定され生コン運搬専用トラックの開発要求が強まる - 生コンの練りは強制攪拌、重力攪拌方式など各種の生コン専用運搬車を開発	【機械式から油圧式、ハイロー型から傾胴型へ】 - 機械駆動式の問題点の改善要望（操作性、騒音、応急駆動等）の要望が強まる - ドラム駆動は回転制御可能な油圧駆動式を開発 - メンテナンスの楽な傾胴型が主流になる	【ダイレクト駆動、省エネ型へ】 - 安全性、耐久性等の改善要求が強まる - 生コン重量増で軽量化が求められる - 安全性に優れるダイレクト駆動を開発 - 省エネサーボ付ポンプを先行開発	【多様化・電子化の時代へ】 - 生コンの多様化が進み品揃えが要求される - 騒音低減、汚水飛散防止など環境重視が強まる 2～22トン車、8機種種のシリーズ化完了 - ミキサ業界初の電子制御ミキサを市場投入
製品の変遷	1953年 ハイロー機械駆動式強制攪拌ドラム 機械駆動ハイロートラックミキサ  1959年 機械駆動式傾胴ドラム ロケットトラックミキサ（チェーンタイプ）  1962年 ダンプ併用式 船型トラックミキサ 	1966年 油圧駆動式強制攪拌ドラム 油圧駆動ハイロー型トラックミキサ  1962年 全油圧駆動傾胴小型ドラム 油圧駆動傾胴トラックミキサ（チェーンタイプ）  1965年 全油圧駆動傾胴型大型ドラム 油圧駆動傾胴トラックミキサ（チェーンタイプ） 	1982年 センタードライブ型（大型、中型） MR45型トラックミキサ  1982年 新型油圧機器を搭載 省エネサーボ付ポンプ  LS弁内蔵ポンプ  1988年 軽量型減速機を搭載 小型用開発  大型用開発 	1996年 22トン車対応 MR52型トラックミキサ  1995～1998年 7、8トン車対応 MR28、MR32型トラックミキサ  2004年 電子制御トラックミキサを発売 MR44E型 

図－2 トラックミキサの歴史

部 会 報 告

第 17 回 機電技術者意見交換会報告

建設業部会 機電技術者交流企画 WG

1. はじめに

当協会の業種別部会のひとつである建設業部会では、52 の会社や団体が所属して会員相互の共通課題をテーマに取り上げ活動している。

時代の要求や業界の状況を反映して様々な事業活動が実施されてきたが、特に建設の生産性向上と品質の確保および環境の保全といった業界普遍のテーマに取り組むための『人づくり』、『場づくり』については、当部会の大きな柱として捉えている。

近年、情報化施工に伴い建設機械の自動化、ICT 化などの分野に機電技術者の必要性が増している。機電技術者は会社の中でも少数で、いまひとつ世間に機電技術職の認識が乏しいこと、そして機電技術職の人材の確保、技術の伝承といった課題への取り組みとして当部会では、「機電技術者意見交換会」を平成 9 年から実施し、今回で 17 回目になる。業界の課題をテーマとして取り上げ、対象とする参加者を募り、一泊二日の合宿型式でグループ討議や発表を通して機電技術者相互の意見交換によって、切磋琢磨と会社を超えた交流を実施している。

以下、17 年目となる機電技術者意見交換会の概要と参加者の感想をまとめたダイジェストを報告する。
※詳細報告書は、協会のホームページ (http://www.jcmanet.or.jp/jcma/?page_id=117) に、過去第 1 回から第 17 回までの機電技術者意見交換会報告書として掲載されているので確認いただきたい。

2. 第 17 回機電技術者意見交換会

(1) 概要

①機電技術者意見交換会参加者の選出基準

機電技術者 30 歳以上～40 歳程度

(協会会員会社のグループ会社で現場施工業務が主体の社員も含む)

②開催日時：平成 25 年 10 月 17 日(木)～18 日(金)

③場 所：国立オリンピック記念青少年総合センター

④テ ー マ：あなたは機電技術者として今、何を頑張

りますか

～10 年後の夢を語ろう～

⑤講演会

演 題：『海に浮かぶ巨大都市構想～水没の危機に瀕した国々を救え！壮大な“環境アイランド”計画～エネルギーも食料も自給・自活』

講 師：清水建設 環境・技術ソリューション本部 竹内真幸様

⑥スケジュール

1 日目

10:30～11:00 参加者受付
11:00～11:30 オリエンテーション
12:30～14:30 自己紹介(自己アピールシート PPT による)
14:50～17:00 グループ別討議(班構成 Ver.1)
18:30～ 全体懇親会→グループ別懇親会

2 日目

8:30～10:00 グループ討議(班構成 Ver.2)
Ver.1 の班をシャッフル
10:00～12:00 グループ討議 Ver.1 & 討議成果のまとめ
13:00～14:00 講演会
14:15～16:50 討議成果発表会 & 講評
16:50～17:00 閉会

(2) 参加者

参加者は、ゼネコン、海洋系、道路、会員会社のグループ会社から 21 社 23 名でその内訳は表 1 のとおり。

グループ討議および発表の班編成の内訳(表 2)。

表 1 参加者内訳

会社系	職種	人	備考
ゼネコン	建築系	4	
ゼネコン	土木系	6	
ゼネコン	海洋系	2	
道路系		7	
会員のグループ会社		4	海洋系 1, ゼネコン系 3
合 計		23	

表—2 班編成 Ver.1

班編成	人	平均年齢（歳）
1 班 建築系	5	39.8
2 班 道路系	7	33.3
3 班 ゼネコン土木系+海洋系	5	31.8
4 班 ゼネコン土木系+海洋系	6	33.7

二日目の最初のグループ討議は、Ver.1の班編成をシャッフルして機電の中でも扱う分野を越えた班編成Ver.2とした。内訳は表—3のとおり。

表—3 班編成 Ver.2

シャッフル後の班	人	平均年齢（歳）
1' 班	5	33.2
2' 班	6	33.8
3' 班	6	33.5
4' 班	6	37.2

(3) グループ討議と成果発表

あなたは機電技術者として今何を頑張りますか～10年後の夢を語ろう～という討議テーマに対して班毎の討議4時間、またシャッフルした班編成のメンバーと視点を変えて1時間半、お互いの抱えている悩みや問題点を含めおもしろい解決策を討議した。各社の機電職が抱えている悩みは、おおそ似通った傾向にあり、各班の報告書では、“建設業界、機電イメージ

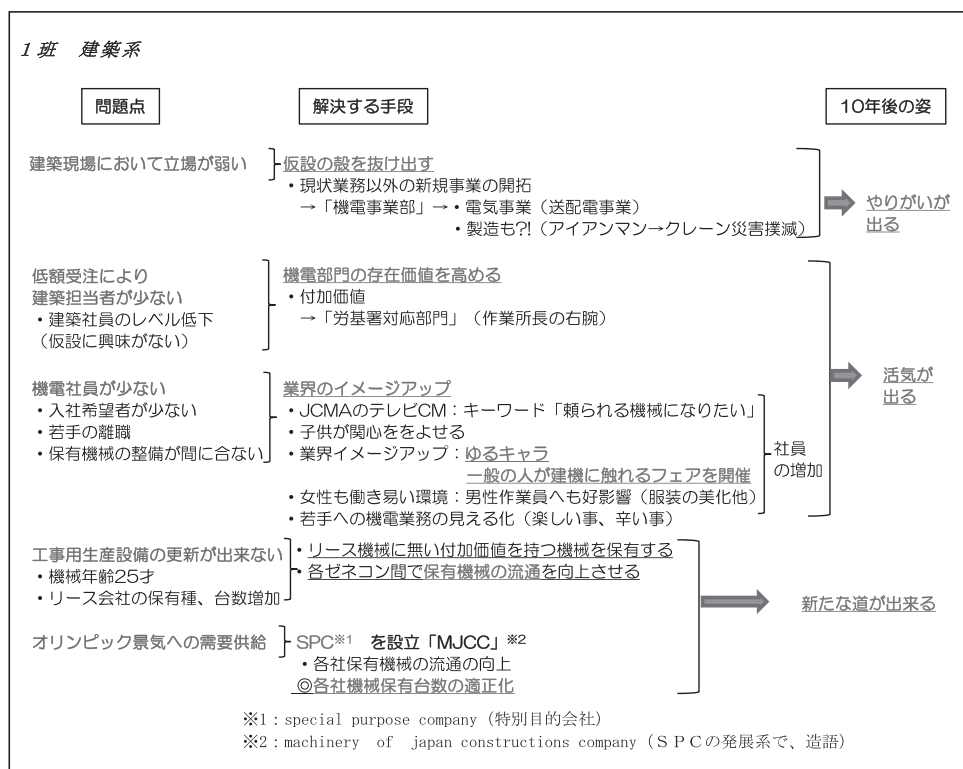
の向上”や“自らの存在価値を高める技量の向上”，“プライドを継承する人材育成”，“所長を目指す”というキーワードが並んでいる。詳細は、班毎の報告書を図—1～4に示すので参考にして頂きたい。

最後の成果発表の時間では、各班の代表が討議の内容を解説し、成果を発表した。更に今回は、グループ討議の参加メンバー全員の発言を促すため、一人ひとりに討議テーマや意見交換会に参加した感想を3分程度で発表する時間を設け、個人としての考えを発表してもらった。

(4) 総評抜粋（参観した先輩管理職の感想）

自社機電社員の討議状況、発表を参観した上司である管理職の皆さんから全体を通した総評をもらっている。その抜粋を以下に示す。

- ・建設業界を魅力的なものとするには、革新を起こし活気にあふれる産業とすることが必須であり、参加者自身が革新に挑戦することが重要である。
- ・この会に参加したことが有意義なものとなるために感じたことを10年後の自分へ送るメッセージのつもりで整理しておくこと。
- ・子供のころに見たアニメやロボットなどが実現してきた、夢を持った創意工夫を心掛けることで現実を変化させていくことが大切である。
- ・自分を売り込み、人に理解してもらおうプレゼンの能力をこの機会に向上させてもらいたい。



図—1 成果発表①

2班 道路系

〈議 事〉 テーマ(あなたは機電技術者として今何を頑張りますか～10年後の夢を語ろう～)
機電技術者として10年後の自分になりたいもの・なるべきもの

- ・現場のエキスパート
- ・現場所長
- ・工場長

そこに至るまでに必要なスキル

- ・知識
- ・技量
- ・人材育成



- ・現場の場数を踏む
- ・他社との技術交流
- ・心のケア
- ・人の動かし方
- ・社内へのアピール能力

現在何をすべきか？

- ・いち工事職員として現場をこなす(マネジメント)[知識・技量]
- ・可能な範囲での現場視察[知識・技量]
- ・関連書物にて知識を深める[知識・技量]
- ・愛情いたわりをもって接する[人材育成]
- ・人間性を見抜けるよう努める[人材育成]
- ・社内報などで機電職員の貢献度を発信する[知識・技量・人材育成]

以上のことを自分たちは行なう必要がある。

知識・技量は、個人によるものが大きいですが、人材育成に関しては、成長してもらう人材が必要である。

しかし、業界全体を見ても就職希望者が少なくまた、離職率も高いのが現状である。

それは、機電職員に関しても同じことが言える。

そこで、人材育成を行うに当たり、必須条件のようなものを討議した。

・人材確保

- ・業界のイメージアップ(CM・ゆるキャラ)

世間の認知度を高める

- ・イベント開催(重機の展示など)

子供や若い世代に興味を持ってもらう

- ・インターンシップ

学生に仕事内容を理解してもらい就職してからのイメージのズレを減らす

・環境改善

- ・事務所と宿舍の分離

仕事とプライベートの切り離し

- ・機械のオートメーション化

作業を簡略化・簡便化でき、効率化および安全に作業を行える

- ・女性職員の採用

環境改善を行うことにより女性職員にも働ける場となり、人材確保にもつながる

これらのことを踏まえて、これからの機電技術者としての指針としていきたい。

以上をもちまして、第17回機電技術者意見交換会の報告書とさせていただきます。

図一2 成果発表②

3班 ゼネコン土木海洋系

〈議 事〉

1. 建設業界の現実とは？(夢の前に・・・)

- ・人がいない。入ってこない。
- ・仕事のアピールが下手

①

- ・一人当たりの仕事の質が、以前と比べて重い。
- ・給料と休日が少ない。

②

- ・仕事の達成感が大きい。

③

2. 建設業界の現実に対する10年後の夢

1-①に対して

- ・建設業に対するイメージの向上(イメージ向上委員会の設立？)
- ・機電職の人が、大学などで具体的な仕事内容などの説明を行う(会社の垣根を越え集団で行う)

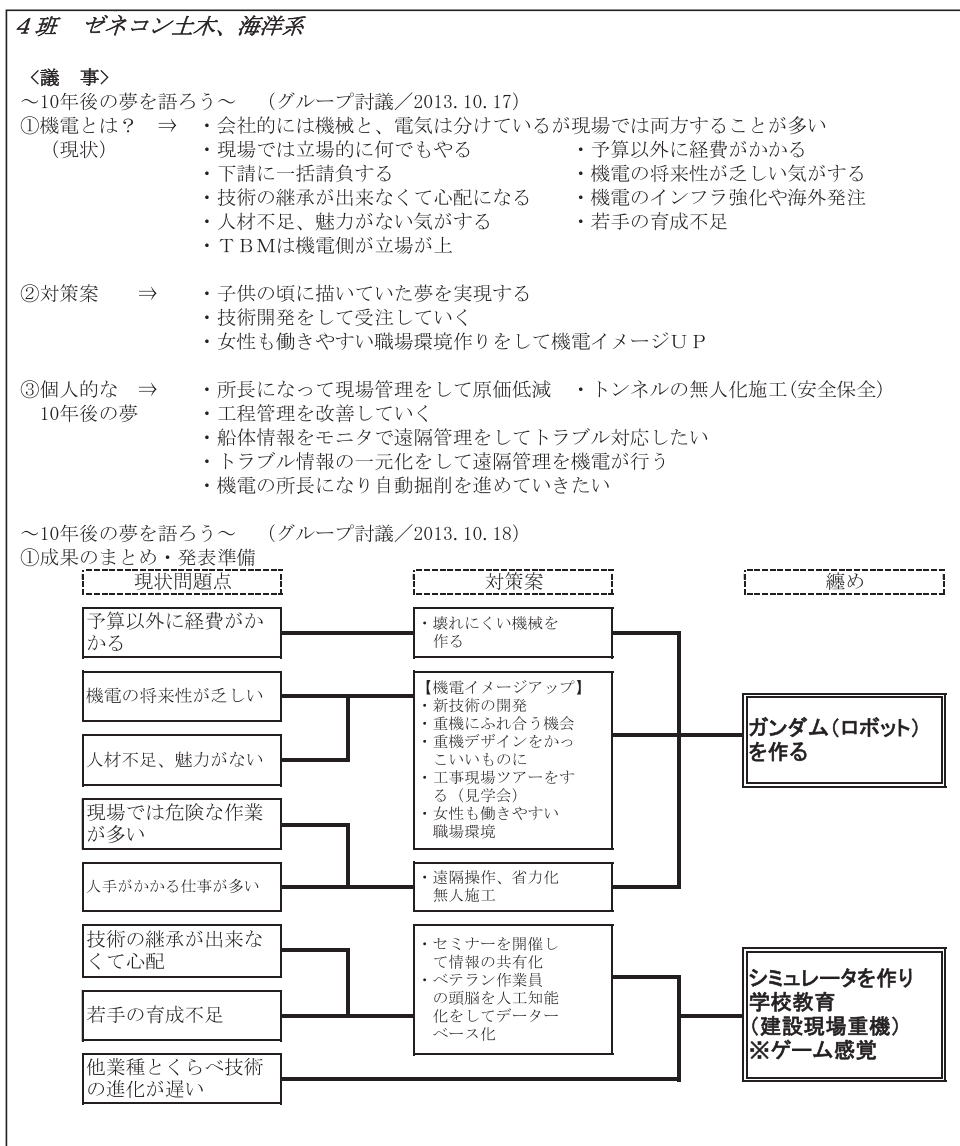
1-②に対して

- ・機電職全体の待遇の改善

1-③に対して

- ・機電職としてのプライドを次世代に継承する
- ・社会に「必要な仕事だ」と認識して貰う

図一3 成果発表③



図－4 成果発表④

(5) 参加者アンケートの整理と分析

意見交換会終了後参加者に提出してもらったアンケート結果を整理した（図－5～8）。

機電技術者意見交換会の開催意義については、参加者全員（100％）が参加して「有意義であった。」という回答であり、また社内への展開についても87％の人が意見交換会の内容を社内展開したいという回答であった。今後も継続して意見交換会を開催することが必要である。

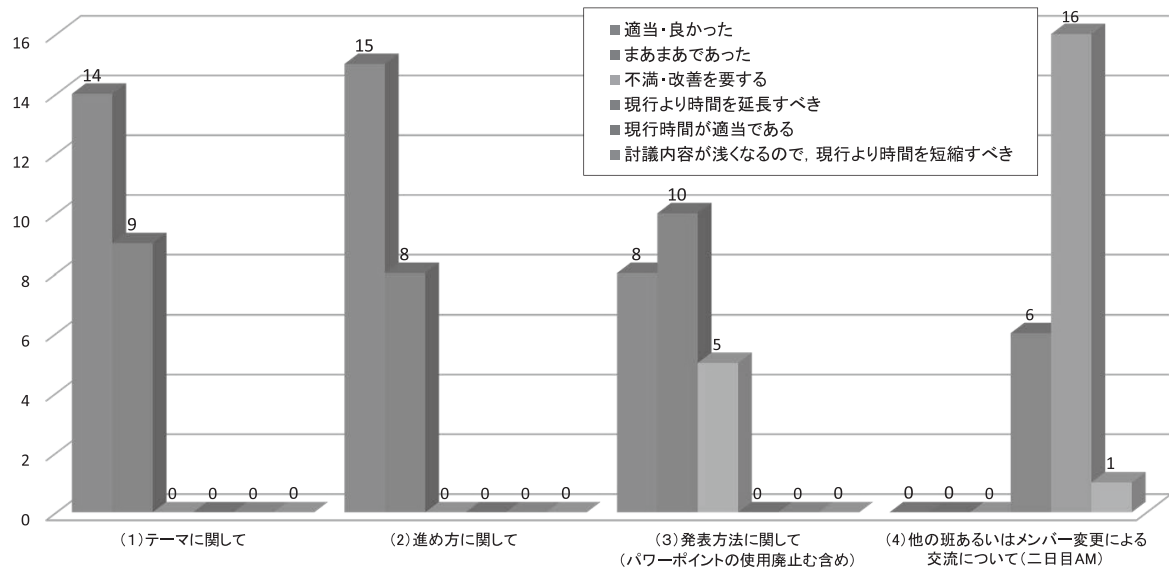
テーマや班編成については、「良かった。」という意見が多く、分野別の班編成では、「各班の編成人数も良く業務内容が同じなので積極的な意見交換ができた。」という意見があった。また2日目のシャッフルした他分野の班編成では、「違った意見交換ができ新

鮮であった。」という意見もあり、参加者からは好評であった。

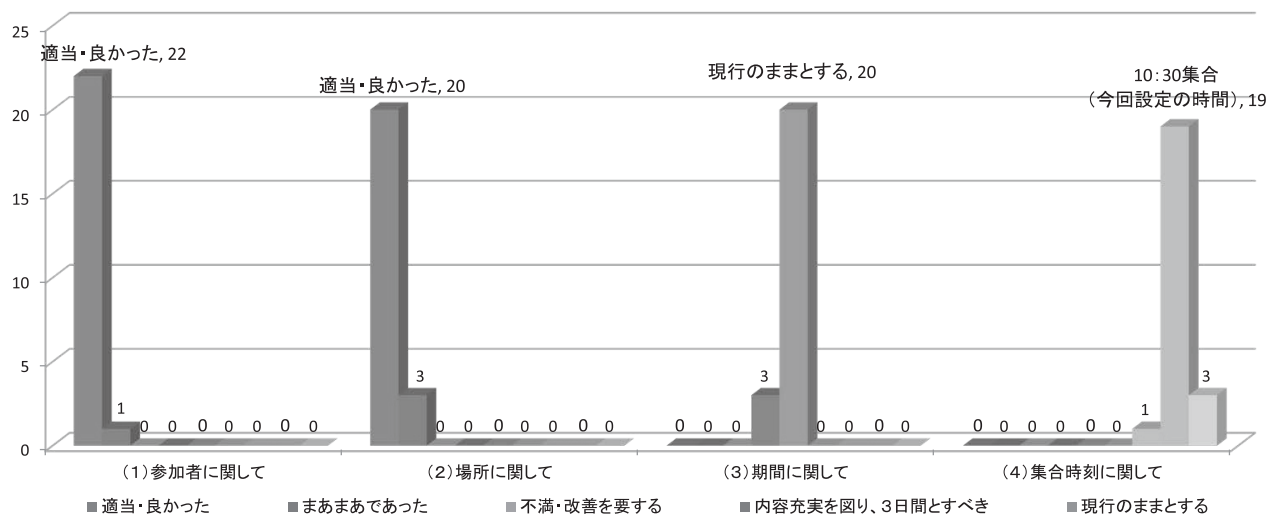
講演会については、夢があり興味を引く内容で、参加者全員から有意義であった。という回答が得られた。

全体を通して参加者から、「意見交換会が有意義であり適当・良かった。」という回答が多かった。その要因を考察すると、

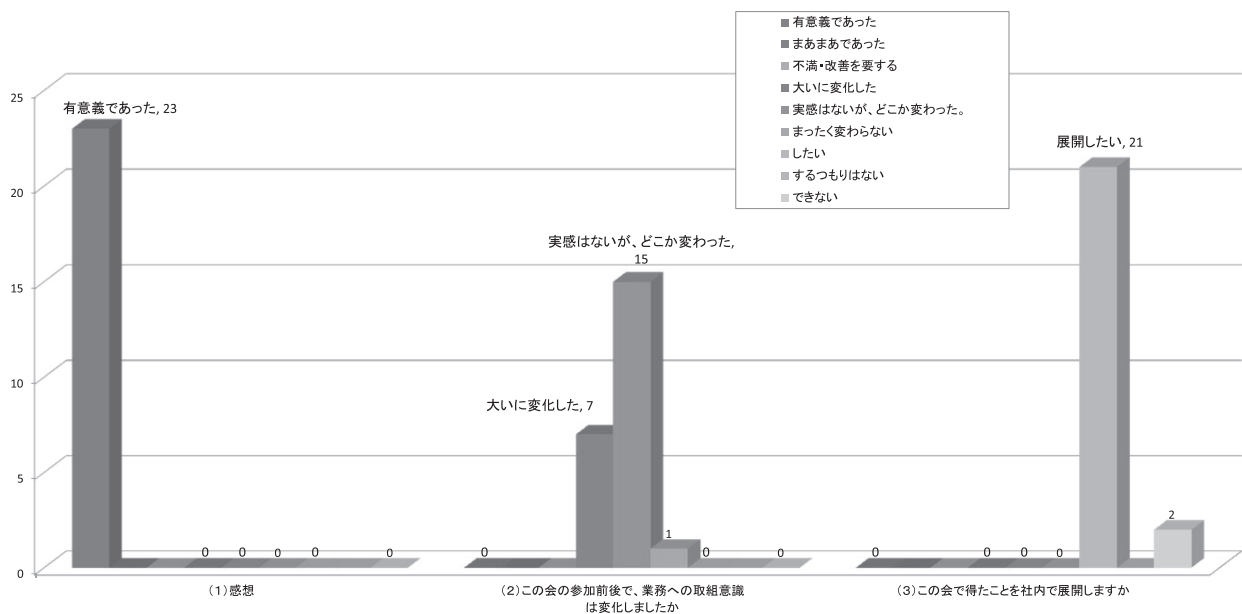
- ・参加者の対象年齢範囲を引き上げたこと
 - ・現場施工に携わるグループ会社の機電技術者にも参加を募ったこと
 - ・グループ討議の班編成にあたって、『土木（海洋）』、『道路』に加えて『建築』の班を作ることができたため工種や仕事の分野で意識が共有できた。
- ということが考えられる。



図一五 テーマ、進め方、発表方法について(択一式)



図一六 参加者、場所、開催期間について



図一七 参加した感想

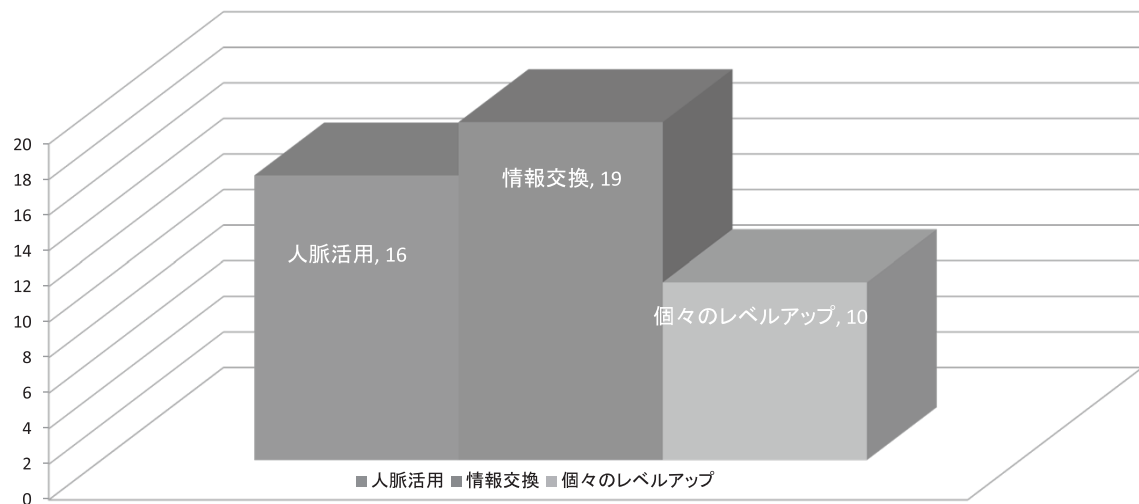


図-8 今回の意見交換会から得たもの (3 択複数回答可)



写真-1 発表の様子



写真-3 個人発表の様子



写真-2 ホワイトボードを使ったグループ討議



写真-4 発表会全景

3. おわりに

建設業部会の活動である機電技術者意見交換会が機電技術者の育成、交流という『人づくり』、『場づくり』に寄与していることが明らかであり、今後も活動を継続していく方針である。第18回となる2014年度の機

電技術者意見交換会は、10月2日～3日に国立オリンピック記念青少年総合センターで開催する予定であり、討議テーマやスケジュールについて機電技術者交流企画WGで現在検討中である。

JCMA

(文責：機電技術者交流企画WG)

05-69	丸太打設液状化対策 & カーボンストック (LP-LiC) 工法	飛鳥建設
-------	----------------------------------	------

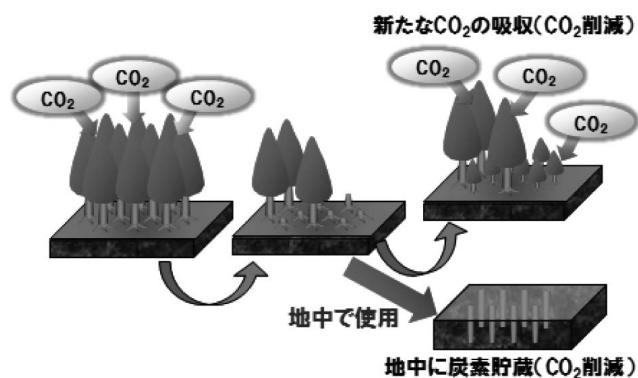
▶ 概 要

東日本大震災では広域で地盤の液状化が発生し、液状化対策の重要性が再認識された。首都圏や西日本などで逼迫する大地震でも、広域での液状化が予測され、その備えが急がれる。

「丸太打設液状化対策&カーボンストック (LP-LiC) 工法」は、間伐材などの丸太を地盤に打設することで、砂地盤を密実化し、信頼性の高い液状化対策を行う工法である。液状化対策の実現と同時に、成長過程で大気中から炭素を吸収固定した丸太を大量に使用することで、地中に新たな森をつくり、炭素を貯蔵（カーボンストック）する（図—1）。地下水位以深に打設された丸太は、酸素の供給がないため腐朽することなく、半永久的に健全な状態で炭素を貯蔵する。さらに、丸太は製造時の消費エネルギーが小さい材料であり、他工法の材料に比べ省エネルギー効果大きい。このように本工法は、大気中の温室効果ガスを削減して地球温暖化緩和に大きく貢献する工法である。

既に、戸建て住宅や公共施設における地盤改良工事（写真—1）や大型模型振動実験などにより、本工法の有効性を検証している。これらの実験や工事より、密度増大工法と同レベルの液状化対策効果があること、炭素貯蔵量が極めて多く工事をするごと自体が温室効果ガス削減に寄与すること、小型の機械で低振動低騒音での施工が可能であり市街地での施工に適していることなどを確認している。

なお、本工法は、飛鳥建設㈱・兼松日産農林㈱・昭和マテリア㈱の3社で共同開発したものである。



図—1 丸太打設液状化対策 & カーボンストック (LP-LiC) 工法によるCO₂の削減



写真—1 丸太の打設状況

▶ 特 徴

①安全・安心

- ・従来工法と同レベルの液状化対策効果を発揮する。
- ・信頼性の高い密度増大を対策原理としている。

②地球温暖化緩和

- ・炭素を地中に長期間貯蔵することができる。
- ・丸太を使用するので、省エネルギーである。

③近隣への配慮

- ・自然素材を用いるので、地下水汚染などの心配がない。
- ・地盤に静的に圧入するので、低振動・低騒音である。
- ・小型・中型の重機を用い、市街地での施工が可能である。
- ・丸太は無排土で圧入するので、建設残土が発生しない。
- ・プラントなどの設備を必要としない。

④間伐材等の木材の活用

- ・使用する丸太は、構造材のような高品質である必要はなく、間伐材など森林資源の有効活用につながる。
- ・森林・林業の活性化に貢献できる。

▶ 用 途

各種施設の液状化地盤・軟弱地盤対策

- ・戸建て住宅、低層建築
- ・公園、グラウンド、駐車場、土構造物（盛土）等

▶ 実 績

- ・集会所（改良面積 150 m²，改良深度 12 m）
- ・公園（改良面積 700 m²，改良深度 5 m）等

▶ 問 合 せ 先

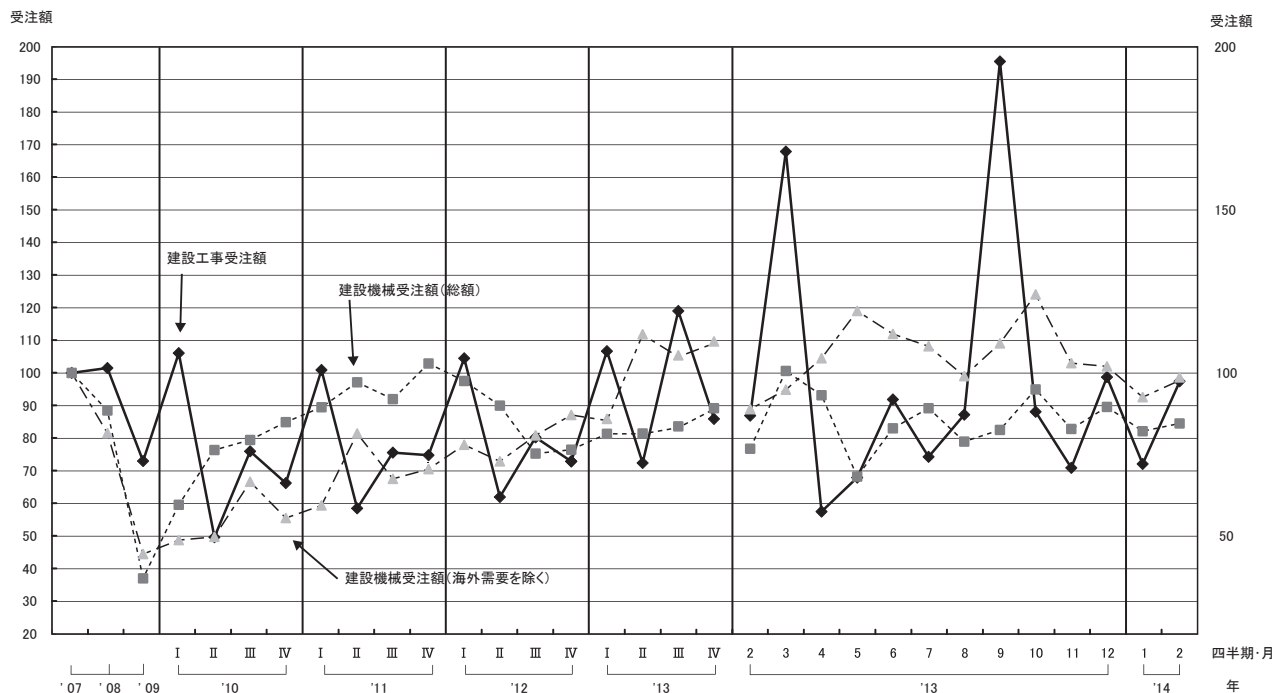
飛鳥建設㈱ 技術研究所

〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472

TEL：04-7198-1101

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 2007年平均=100)
建設機械受注額：建設機械受注統計調査(建設機械企業数24前後) (指数基準 2007年平均=100)



建設工事受注動態統計調査（大手50社）

(単位：億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非製造業							
2007 年	137,946	103,701	21,705	81,996	19,539	5,997	8,708	101,417	36,529	129,919	143,391
2008 年	140,056	98,847	22,950	75,897	25,285	5,741	10,184	98,836	41,220	128,683	142,289
2009 年	100,407	66,122	12,410	53,712	24,140	5,843	4,302	66,187	34,220	103,956	128,839
2010 年	102,466	69,436	11,355	58,182	22,101	5,472	5,459	71,057	31,408	107,613	106,112
2011 年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059
2012 年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	113,146	111,076
2013 年	132,378	89,133	14,681	74,453	31,155	4,660	7,127	90,614	41,463	129,076	120,941
2 月	9,974	6,394	1,028	5,366	2,725	395	460	6,631	3,343	112,221	10,849
3 月	19,344	12,545	2,117	10,428	4,900	476	1,423	12,473	6,870	117,754	13,225
4 月	6,570	4,870	866	4,004	1,238	366	97	4,489	2,081	118,464	7,025
5 月	7,781	5,423	1,109	4,314	1,738	351	269	5,680	2,101	118,273	8,090
6 月	10,557	6,865	1,132	5,734	2,333	448	911	6,701	3,856	118,261	10,614
7 月	8,514	5,238	926	4,312	1,881	390	1,004	6,008	2,506	120,698	7,633
8 月	10,014	6,610	1,044	5,566	2,783	347	274	6,791	3,224	120,239	10,464
9 月	22,548	17,296	2,265	15,031	4,252	440	558	17,817	4,730	131,341	12,640
10 月	10,119	7,241	963	6,278	2,075	372	431	7,157	2,962	132,297	8,985
11 月	8,130	4,788	988	3,800	2,026	369	947	4,784	3,346	130,327	11,403
12 月	11,351	6,929	1,329	5,600	3,493	383	545	7,109	4,242	129,076	12,518
2014 年	8,264	5,240	1,033	4,207	1,946	353	725	5,827	2,438	129,300	7,914
2 月	11,197	5,220	1,233	3,987	3,777	390	1,810	7,264	3,933	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	07 年	08 年	09 年	10 年	11 年	12 年	13 年	13 年 2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	14 年 1 月	2 月
総 額	20,478	18,099	7,492	15,342	19,520	17,343	17,152	1,307	1,717	1,588	1,161	1,414	1,521	1,345	1,407	1,619	1,412	1,528	1,399	1,441
海 外 需 要	14,209	12,996	4,727	11,904	15,163	12,357	10,682	843	1,222	1,042	539	829	956	828	837	970	874	995	916	926
海外需要を除く	6,269	5,103	2,765	3,438	4,357	4,986	6,470	464	495	546	622	585	565	517	570	649	538	533	483	515

(注) 2007～2009 年は年平均で、2010～2013 年は四半期ごとの平均値で図示した。

2013 年 2 月以降は月ごとの値を図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査

内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

…行事一覧…

(2014年3月1日～31日)

■ 機 械 部 会

■除雪機械技術委員会 幹事会

月 日：3月11日（火）

出席者：江本平委員長ほか16名

議 題：①ホームページの作成について
②ロータリ除雪車性能試験方法の改訂について
③除雪機械の変遷について
④除雪機械技術ハンドブックの見直しについて
⑤除雪グレーダ・ドーザ分科会の活動状況について
⑥2/18（火）開催の機械部会 幹事会の報告について
⑦その他（平成26年度工場見学について）

■原動機技術委員会

月 日：3月11日（火）

出席者：長瀬隆二委員長ほか20名

議 題：①陸内協フォーラム発表「EPA Tier4 Final/EU Stage3b 規制対応 産業用ディーゼルエンジンの開発」の紹介
②2/18開催の機械部会 幹事会の報告・平成25年度活動報告と平成26年度の活動計画について
③土木研究所 車載型排ガス測定装置によるBDF（B100）排ガス測定試験の見学報告
④海外排出ガス規制の動向についての情報交換
⑤6/6開催の機械部会・製造業部会 合同技術連絡会での当委員会発表テーマについて
⑥その他

■ショベル技術委員会

月 日：3月14日（金）

出席者：尾上裕委員長ほか10名

議 題：①2/18開催の機械部会 幹事会の報告・平成25年度活動報告と平成26年度活動計画について
②JCMAS H020 エネルギー消費量試験方法・油圧ショベルの改定の状況確認について
③同上 JCMAS の国際規格化を前提としたクラス分類の検討について
④2/13開催のクレーン協会との3t未満の移動式クレーンの安全対策打合せの報告
⑤2/17開催の木材伐出機械に係る労働安全衛生規則の改正（平成25年11月29日付公布・平成26年6月1日施行）に伴い建設機械から見た懸念・確認についての打合せ報告
⑥その他

■建築生産機械技術委員会 移動式クレーン分科会 WG

月 日：3月19日（水）

出席者：石倉武久分科会長ほか4名

議 題：①国土交通省の平成26年度クレーン作業燃費試験の業務発注内容の確認について・3月下旬～末の国交省とのスケジュール・内容の確認打合せについて
②ラフテレーンクレーンの作業燃費試験方法の検討について
③走行燃費の試験方法の検討について
④その他

■トンネル機械技術委員会 安全・安心分科会

月 日：3月19日（水）

出席者：岩切満行分科会長ほか8名

議 題：①成果品の最終確認（委員全員による）について
②4/8（火）開催のトンネル機械技術委員会 幹事会での報告
③4/22（火）or 23日（水）に開催予定のトンネル機械技術委員会 総会での発表用PPT資料案（分科会長作成）の内容確認
④その他

■トンネル機械技術委員会 環境保全分科会

月 日：3月19日（水）

出席者：林正也分科会長ほか8名

議 題：①成果品の最終確認（委員全員による）について
②4/8（火）開催のトンネル機械技術委員会 幹事会での報告について
③4/22（火）or 23日（水）に開催予定のトンネル機械技術委員会 総会での発表内容について
④その他

■ダンプトラック技術委員会

月 日：3月20日（木）

出席者：大貫廣明委員長ほか5名

議 題：①各社トビックスについて
②2/18開催の機械部会 幹事会の報告・平成25年度の活動結果報告と平成26年度の活動計画
③安全作業ガイドの内容審議について
④6/6（金）開催の機械部会 技術連絡会での安全作業ガイド発表について
⑤福岡県五ヶ山ダムの現場見学会の日程と方法について
⑥「建設車両用タイヤの選定・使用・整備・基準」の改訂へのトラクタ技術委員会からの投げ掛けについて
⑦その他

■路盤・舗装機械技術委員会 総会

月 日：3月20日（木）

出席者：行川恒弘委員長ほか26名

議 題：1) 平成25年度活動経過報告および平成26年度活動計画発表
2) 技術発表①情報化機器保有状況の調査結果について
②安全活動の動向調査について
③建設機械メカニズム研究会の活動紹介
④なでしこエンジニアの会の活動紹介
3) 事務連絡

■ 建 設 業 部 会

■三役会

月 日：3月12日（水）

出席者：立石洋二部会長ほか3名

議 題：①2/20（木）の建設業部会について
②平成26年度活動内容及び委員の選任について
④4月の建設業部会開催について
⑤その他

■ レン タ ル 部 会

■レンタル業部会

月 日：3月6日（木）

出席者：中島部会長ほか12名

議 題：①分科会の活動状況について
②次年度部会活動計画について
③次年度の部会開催予定
④各社の取組事項、部会員共通の問題、課題について
⑤その他

■ 各 種 委 員 会 等

■機関誌編集委員会

月 日：3月5日（水）

出席者：田中康順委員長ほか18名

議 題：①平成26年6月号（第772号）の計画の審議・検討
②平成26年7月号（第773号）の素案の審議・検討
③平成26年8月号（第774号）の編集方針の審議・検討
④平成26年3～平成26年5月号（第769～771号）の進捗状況の報告・確認

■新機種調査分科会

月 日：3月27日（木）

出席者：江本平分科会長ほか5名

議 題：①新機種情報の持ち寄り検討
②新機種紹介データまとめ
③その他

…支部行事一覧…

■ 北 海 道 支 部

■広報部会

月 日：3月4日（火）

場 所：（一社）日本建設機械施工協会 北海道支部

出席者：峰友博副部会長ほか8名

内 容：①平成25年度の事業報告について
支部だより107号の発行について
②平成26年度の事業計画について
支部講演会について
③その他

■調査部会

月 日：3月5日（水）

場 所：（一社）日本建設機械施工協会
北海道支部

出席者：渡辺総悦部会長ほか7名

内 容：①平成25年度の事業報告について ②平成26年度の事業計画について ③その他・平成26年度国土交通省土木標準歩掛の改定概要について・施工パッケージ型積算方式について・平成26年度建設機械損料の改定概要について

■技術部会

月 日：3月6日（木）

場 所：（一社）日本建設機械施工協会
北海道支部

出席者：服部健作部会長ほか8名

内 容：①平成25年度の事業報告について ②平成26年度の事業計画について ③その他・除雪機械技術講習会の取組について・講習会テキストの改訂概要について

■2014ふゆトピア・フェア in 釧路 第2
回実行委員会

月 日：3月18日（火）

場 所：札幌第1合同庁舎 15階 特別会議室

出席者：鬼澤正美事務局長

内 容：①開催報告 ②実行委員会予算収支報告

■ 東 北 支 部

■支部運営委員会（企画部会）

月 日：3月6日（木）

場 所：KKR ホテル仙台

出席者：高橋弘支部長ほか20名

議 題：①平成26年度事業計画（案）について ②平成26年度事業予算（案）について ③支部監査役就任報告 ④その他

■施工部会（情報化施工技術委員会）

月 日：3月13日（木）

場 所：ハーネル仙台

出席者：小山茂施工企画課長補佐ほか21名

議 題：①新規委員紹介 ②委員会活動目的について ③情報化施工委員会復興支援WGからの報告 ④情報化施工講習会実施内容事例 ⑤セミナー活動計画 ⑥今後の活動における役割分担 ⑦その他

■ 北 陸 支 部

■平成25年度第1回企画部会

月 日：3月7日（金）

場 所：新潟県建設会館 4F 会議室

出席者：穂苅正昭企画部会長ほか11名

議 題：平成25年度事業報告（中間）
平成25年度決算報告（見込み）
平成26年度事業計画（案）
平成26年度予算（案）
その他

■平成25年度第1回運営委員会

月 日：3月17日（月）

場 所：新潟県東映ホテル

出席者：丸山暉彦支部長ほか18名

議 題：平成25年度事業報告（中間）
平成25年度決算報告（見込み）
平成26年度事業計画（案）
平成26年度予算（案）
その他

■新技術活用評価会議

月 日：3月17日（月）

場 所：北陸地方整備局会議室

出席者：藤田明施工技術部会長

議 題：新技術の活用評価

■ 中 部 支 部

■第2回部会長・副部会長会議

月 日：3月7日（金）

出席者：三宅豊企画部会長ほか10名

議 題：平成25年度事業報告（案）、平成25年度決算報告（概算）、平成26年度事業計画（案）、平成26年度収支予算（案）等

■「建設技術フェア2013in 中部」事務局
会議

月 日：3月12日（水）

出席者：永江事務局長

内 容：次年度の計画について

■第3回運営委員会

月 日：3月13日（木）

場 所：愛知県名古屋市中区桜華会館

参加者：小川敏治支部長ほか13名

議 題：平成25年度事業報告（案）、平成25年度決算報告（概算）、平成26年度事業計画（案）、平成26年度収支予算（案）等

■企画部会

月 日：3月17日（月）

出席者：三宅企画部会長ほか3名

議 題：平成26年度総会についての打合せ

■東海・東南海・南海地震対策中部圏戦略
会議幹事会

月 日：3月18日（火）

出席者：永江事務局長代理出席

場 所：愛知県中区アイリス愛知

議 題：優先的に取り組む連携課題（10課題）等について

■平成26年度木曽三川連合総合水防演習・
広域連携防災訓練連絡会議

月 日：3月25日（火）

出席者：永江事務局長

場 所：三重県桑名市木曽川下流事務所

議 題：実施要領等について

■ 関 西 支 部

■企画部会

月 日：3月4日（火）

場 所：関西支部 会議室

出席者：溝田寿企画部会長以下8名

議 題：①平成26年度事業計画（案）、平成26年度予算（案）について ②会員入退会について ③優良建設機械運転員等表彰について ④その他

■運営委員会

月 日：3月10日（月）

場 所：大阪キャッスルホテル 6F 会議室

出席者：深川良一支部長以下30名

議 題：①平成26年度事業計画（案） ②平成26年度予算（案） ③その他

■平成26年度 施工技術報告会 幹事会

月 日：3月12日（水）

場 所：関西支部 会議室

出席者：松本克英事務局長以下6名

議 題：①平成25年度施工技術報告会実績報告 ②運営要領の確認 ③会告文

■建設用電気設備特別専門委員会(第407回)

月 日：3月18日（火）

場 所：中央電気倶楽部 会議室

議 題：①前回議事録確認 ②JEM-TRI04 建設工事用受配電設備点検保守のチェックリスト審議 ③その他

■ 中 国 支 部

■第3回開発普及部会

月 日：3月5日（水）

場 所：中国支部事務所

出席者：阿土繕部会長ほか4名

議 題：①平成25年度建設技術フォーラム実施結果について ②第34回新技術・新工法発表会の準備について ③その他懸案事項

■第6回部会長会議

月 日：3月11日（火）

場 所：広島YMCA会議室

出席者：高倉寅喜企画部会長ほか13名

議 題：①3月期運営委員会について（平成26年度事業計画（案）同収支予算（案）について） ②中国地方整備局との意見交換会（建設機械振興）について ③その他懸案事項

■運営委員会

月 日：3月20日（木）

場 所：広島YMCA会議室

出席者：河原能久支部長ほか25名

議 事：①平成26年度事業計画（案）に関する件 ②平成26年度収支予算（案）に関する件 ③その他懸案事項

■四 国 支 部

■四国地方整備局と（一社）日本建設機械
施工協会四国支部との技術交流会

月 日：3月3日（月）

場 所：高松サンポート合同庁舎

参加者：国交省側…石井一生企画部長ほか6名、JCMA側…島弘支部長ほか11名

内 容：①四国地方整備局からの情報提供 ②情報化施工に関するJCMA会員各社の取組状況について ③情報化施工に関するJCMA会員会社からの意見について

■災害対策用油圧ショベル分解組立訓練見学会

主 催：国土交通省四国技術事務所

月 日：3月5日（水）

場 所：国土交通省四国技術事務所（高松市牟礼町）

参加者：JCMA四国支部から岩澤委式事務局長ほか27名

内 容：①災害対策用油圧ショベルの概要について ②分解・組立状況の見学 ③意見交換

■平成25年度第3回運営委員会

月 日：3月17日（月）

場 所：ホテルマリンパレスさぬき（高松市）

参加者：島弘支部長ほか18名

内 容：①平成26年度事業計画（案）について ②平成26年度予算書（案）について ③その他

■九 州 支 部

■企画委員会

月 日：3月11日（火）

出席者：久保田正春企画委員長ほか11名

議 題：①第3回運営委員会の運営について ②本部及び支部の総会等開催計画について ③整備局との意見交換会について

■運営委員会

月 日：3月11日（火）

出席者：江崎哲郎支部長ほか13名

議 題：①平成26年度事業計画書（案） ②平成26年度収支予算書（案） ③平成26・27年度支部役員候補者

編集後記

新緑が色増す時期になりました。5月号は、鮮やかな緑と遠くの山肌の残雪を車窓から眺めるといった旅愁に想像を膨らませる鉄道旅行ファンのみならず、鉄ちゃんにも一読いただきたい鉄道特集号です。鉄道駅舎建設・改良工事、高架、橋梁、トンネル、アンダーパス、海外の地下鉄の施工、また1世紀以上昔の建設施工と工事用軽便鉄道の歴史、そして最新の鉄道車両のデザインと、盛りだくさんの内容で編集担当の手前味噌ではありますが、どこから読み始めても興味溢れるものばかりです。

さて、5月号の巻頭言は、社会インフラ、都市の未来、都市鉄道などが専門の政策研究大学院大学教授で政策研究センター所長の森地 茂先生にお願いしました。世界に誇る日本の鉄道技術、サービスがまちづくりへの貢献や国際舞台への進出など期待が大きいところであるが、都市圏における課題の解消も急務である旨の提言をされています。行政情報は、駅ホームドアの設置、エレベーター、スロープ、誘導ブロックなど、鉄軌道のバリアフリーに関する国の取り組みと、我が国が誇る新幹線などの鉄道システム技術を総理指揮の下、大臣、官僚のトップセールスと官民一体となった取り組みで海外に展開し売込むという『日本再興戦略』について国土交通省鉄道局に解説していただきました。

鉄道工事には運行を止めないで施工する“ながら工事”が必須であります。技術報文では、近鉄京都駅のホーム増設とその上空にホテルを建設する工事、新潟駅における高架化工事を紹介しています。災害復旧工事として、三陸鉄道北リアス線の復旧で採用された補強盛土一体橋梁工法と豪雨で

崩落した豊肥本線のトンネル復旧工事の報告。海外工事では、台湾で初のDOT工法による地下鉄シールドトンネル工事とシンガポールの地下鉄トンネル建設における圧気作業の施工報告を掲載しています。その他、都市鉄道トンネルや施設、アンダーパスの施工などの報告を掲載しています。九州新幹線長崎ルートの施工、15年3月に金沢までの運行が予定されている北陸新幹線工事や北海道新幹線工事の加速化、また都心部と郊外との広域鉄道ネットワークの形成、そして東京オリンピック・パラリンピックを見据えたスポーツ、芸術イベント会場周辺の公共交通の環境整備など鉄道建設整備に期待が高まっています。それら期待が高い案件を中心に技術報文を企画いたしました。いずれの事案も基本構想や工事施工を発表できる段階ではなく、時期尚早ということで執筆を辞退される例もありました。またの機会に、ぜひ執筆していただければと思います。

工事施工報告ではありませんが、工事用の軽便軌条の歴史について読み物を投稿いただきました。「交流の広場」では、鉄道車両のデザインについてメーカーに勤務されておられ、車輻デザインについての著作もある南井様に執筆いただきました。鉄道ファンには垂涎の読み物となっています。

本特集により、鉄道建設技術という「ものづくり」が産業の発展を牽引し、国内外のたくさんの人々の生活の利便性に繋がっている状況を皆さんに届けることができ、またものづくりに貢献する読者の皆さんの参考になれば幸いです。

お忙しい中、快く執筆依頼を引き受け、寄稿していただいた皆様にこの場を借りて厚く御礼申し上げます。

(伊藤・安川)

機関誌編集委員会

編集顧問

今岡 亮司	加納研之助
後藤 勇	佐野 正道
新開 節治	関 克己
高田 邦彦	田中 康之
塚原 重美	中岡 智信
中島 英輔	橋元 和男
本田 宜史	渡邊 和夫

編集委員長

田中 康順	鹿島道路(株)
-------	---------

編集委員

吉田 潔	国土交通省
三浦 弘喜	農林水産省
伊藤 健一	(独)鉄道・運輸機構
篠原 望	鹿島建設(株)
立石 洋二	大成建設(株)
藤内 隆	清水建設(株)
赤井 亮太	(株)大林組
久保 隆道	(株)竹中工務店
安川 良博	(株)熊谷組
川西 健之	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
岡田 英明	五洋建設(株)
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
相田 尚	(株)NIPPO
岡本 直樹	山崎建設(株)
太田 順子	コマツ
大塚 清伸	キャタピラー・ジャパン(株)
小倉 弘	日立建機(株)
上田 哲司	コベルコ建機(株)
石倉 武久	住友建機(株)
和田 一知	(株)KCM
江本 平	範多機械(株)
藤島 崇	施工技術総合研究所

事務局

日本建設機械施工協会

6月号「インフラ特集」予告

- ・交通政策を総合的かつ計画的に推進するための枠組みを構築
- ・開放型シールドを採用したURUP工法の施工実績
- ・舗装を85cm削って道路を切り替え - 外環道京葉ジャンクション建設工事
- ・局面切羽で低強度地山の全断面掘削に挑戦 中部横断自動車道八之尻トンネル
- ・高水圧下で曲線バイブルーフを利用した地下接続工(Uターン路)の同時施工
- ・OFFランプにおける鋼製連壁の施工 東関東自動車道谷津船橋インターチェンジ工事
- ・立て坑7本を上向きシールドで掘る
- ・月面のメガソーラー発電 月太陽発電「ルナリング」構想
- ・メガソーラー発電によるmmGPSを利用したソーラーパネル設置レベル施工法
- ・浮体式の風力発電設備、千葉港から福島県沖へ航
- ・国内初の着床式洋上風力発電設備が運転開始

建設機械施工

第66巻第5号(2014年5月号)(通巻771号)

Vol.66 No.5 May 2014

2014(平成26)年5月20日印刷

2014(平成26)年5月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 辻 靖三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 一般社団法人日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

電話 (03) 3433-1501 : Fax (03) 3432-0289 : <http://www.jcmanet.or.jp/>

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支	部 〒060-0003 札幌市中央区北3条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支	部 〒980-0802 仙台市青葉区二丁目16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支	部 〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話 (025) 280-0128
中部支	部 〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10	電話 (052) 962-2394
関西支	部 〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支	部 〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話 (082) 221-6841
四国支	部 〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支	部 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30	電話 (092) 436-3322

本誌上への
広告は



有限会社 サンタナ アートワークスまでお申し込み、お問い合わせ下さい。

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F TEL : 03-3664-0118 FAX : 03-3664-0138

E-mail : san-mich@zam.att.ne.jp 担当 : 田中

KOBELCO

低燃費のコベルコ!
低炭素社会の実現へ

小旋回機の未来は、 いつもコベルコから。

「狭い所で自由に働ける建機を」
重機で初めての本格後方超小旋回機は
現場の声をなによりも大切にする
コベルコから生まれました。
コンパクトな作業範囲。
後方への安心感と操作のしやすさ。
これまでなかった機能を生み出したのは
独自の発想とテクノロジー。
そしてその技術力で、つねに時代の
最先端マシンへと進化を続けています。
iNDRが革新した静かさ。
新たに、最大で21%向上した圧倒的な低燃費*。
都市工事のニーズを理想のかたちにする
ものづくりの力は、コベルコのDNAとして
未来へ続いていきます。



ACERA
GEOSPEC
SK135SR

—21%の低燃費で、新登場。

13トンクラスは、コベルコ

SK125SR SK130UR SK130SR+

コベルコの
新世機

圧倒的な燃費性能で新たな世代をリード
するコベルコの「新世機」。その技術で、
低燃費のコベルコは、もっと低燃費の
コベルコになる。



2020年燃費基準達成度
★★★をクリア。



オフロード法 2011年基準適合
排出ガス中のPM (粒子状物質) を大幅削減。



約270°の後方視界で
安全性を確保。
(オプション設定)

※従来機Sモード比/新ECOモード

コベルコ建機株式会社

東京本社 / 〒141-8626 東京都品川区東五反田 2-17-1 ☎03-5789-2111 www.kobelco-kenki.co.jp



吸塵式乾式カッター
MCD-RY14



低騒音型

プレートコンパクター
MVC-F40S
NETIS No.TH-100006



低騒音型

バイブレーションローラー
MRH-601DS
低騒音指定番号5097



転圧センサー



バイブロコンパクター
MVH-306DSC-PAS
NETIS No.TH-120015



防音型

タンピングランマー
MT-55L-SGK
NETIS No.TH-100005



高周波バイブレーター
FX-40/FU-162

未来へ伸びる、三笠の技術。

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社／〒101-0064 東京都千代田区猿樂町1-4-3 TEL:03-3292-1411 (代)

大阪支店 TEL:06-6541-9631
札幌営業所 TEL:011-892-6920
仙台営業所 TEL:022-238-1521
新潟出張所 TEL:090-4066-0661

北関東営業所 TEL:0276-74-6452
長野出張所 TEL:080-1013-9542
中部営業所 TEL:052-451-7191
金沢出張所 TEL:080-1013-9374

中国営業所 TEL:082-875-8561
四国出張所 TEL:087-868-5111
九州営業所 TEL:092-431-5523
南九州出張所 TEL:080-1013-9558

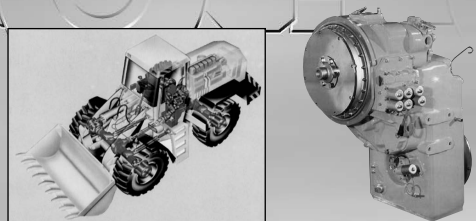
沖縄出張所 TEL:090-7440-0404

MARUMA

あらゆる建設機械／シールドマシン・・・ 油圧機器の整備・再生

建設機械用ZFトランスミッション

点検・整備は、日本ではマルマのみが対応



建設機械のあらゆる油圧機器

斜板式ダブルポンプ



斜板式ピストンポンプ



斜軸式ピストンモータ



シールドマシン用油圧機器



シールド用ジャッキ

電動モータ付ピストンポンプ

建機と共に半世紀以上。確かな「信頼」をお届けします！

整備・再生された各Ass'yは、自社独自開発の多機能油圧機器試験機により性能を確認。各テストのデータはデータベースとして保存され、出荷後、マッチング調整や、搬送されてきた同等品の確認テストに活用します。この万全を期した体制がマルマの高い信頼性のゆえんです。



マルマテクニカ株式会社

本社・相模原事業所 営業部 整備油機課

〒252-0331 神奈川県相模原市南区大野台6丁目2番1号

TEL042 (751) 3809 FAX042 (756) 4389

E-mail:yuki@maruma.co.jp

東京事業部 〒156-0054

E-mail:tokyo@maruma.co.jp

名古屋事業所 〒485-0037

E-mail:n-service@maruma.co.jp

東京都世田谷区桜丘1-2-22

TEL03 (3429) 2141 FAX03 (3420) 3336

愛知県小牧市小針2-18

TEL0568 (77) 3311 FAX0568 (77) 3719

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

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー



カッター出力 330kW
総質量 120ton



主な特長

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

KYB カヤバ システム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

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

本 社 ・ 営 業
カスタマーサービス相模事業所
大 阪 支 店
西 部 支 店
三 重 工 場

〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル
〒252-0328 神奈川県相模原市南区麻溝台1丁目12番1号
〒564-0063 大阪府吹田市江坂町1丁目23番20号 TEK第二ビル
〒812-0016 福岡県福岡市博多区博多駅南1丁目7番14号 ボイス博多
〒514-0396 三重県津市雲出長常町1129番地11

TEL. 03-5733-9444
TEL. 042-767-2586
TEL. 06-6387-3371
TEL. 092-411-4998
TEL. 059-234-4111

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他 産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。
日本国内 自社自力生産・直接修理を実践中！

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機 フルラインアップ!!

ケーブルレス サテル-タ リンソーサー 離操作

Nシリーズ 微弱電波
Rシリーズ 産業用ラジコンバンド
Uシリーズ 429MHz帯 特定小電力
Gシリーズ 1.2GHz帯 特定小電力
ポーバ 防爆形無線機

- ◆ 業界唯一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応！
- ◆ 常に！業界一のコストパフォーマンス！
- ◆ 迅速なメンテナンス体制！
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい！
代々互換性を継承、補修の永続制

新 スリムケーブルレス

より安価なオーダー対応を実現！

マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階スイッチ
装着可能

モデルチェンジ！
内部設計を一新

全ての
互換を優先
しました

自由度の高い
多様なオーダー対応
ボタン配置自在／最大32点

優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

自社開発 高耐久性
2段階スイッチを
装着可能

パネルゴム突起で
操作クリック感が
向上

8操作標準型
RC-5808N

●8操作8リレー
●軽量コンパクト
受信機

セットで
15万円
(税別価格)

12操作標準型
RC-5812N

●12操作12リレー
●照明出力リレーの
保持を標準採用

セットで
17万円
(税別価格)

16ボタン
モデル

16操作標準型
RC-5816N

●16操作16リレー
●同じ外形で
16個のボタンを
コンパクトに配置

N/U/Gシリーズ

標準型
RC-6016N

●16操作16リレー
最大25リレーまで
対応可能

セットで
20万円
(税別価格)

防爆形 対応可能 (N/Uシリーズ)

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階・特殊
スイッチ装着可能

標準型
RC-8616N

●16操作16リレー
最大32リレー迄
対応可能

セットで
22万円
(税別価格)

モデルチェンジ！ 内部設計を一新！
全ての互換を優先しました。

堅牢なボディ
耐衝撃性能が向上

優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

自社開発 高耐久性
2段階スイッチを
装着可能

ハンディなのに
特殊スイッチを
装着可能
特殊スイッチ

N/U/Gシリーズ

標準型
RC-8616N

●16操作16リレー
最大32リレー迄
対応可能

セットで
22万円
(税別価格)

マイティ サテル-タ

N/U/Gシリーズ

防爆形 対応可能 (Nシリーズのみ)

3ノッチジョイスティック型
RC-7132N

セットで
90万円～
(税別価格)

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

全押しボタン
RC-7126N

セットで
45万円～
(税別価格)

ジョイスティック
2本装着オーダー例

操作信号数 最大32点
(またはプロボ最大6項目と入出力信号26点以下)

旧アンリツ製 デジタルテレコン
入替専用モデル

新型ジョイスティック
3ノッチ
ジョイスティック型
RC-7233UAN

スイッチガード付き押しボタン
全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

セットで
45万円～
(税別価格)

ジョイスティック
2本装着オーダー例

チップケーブルレス

Nシリーズ

コンパクトという選択肢!!

微弱電波モデル
対応

標準型
RC-3208N

●8操作
8リレー

セットで
12万円
(税別価格)

片手で握り替えずに
正逆操作が行えます！

チップ部品採用で
ポケットサイズ化

アルカリ乾電池なら
連続使用60時間以上

ボタン部の突起
ボタン間の仕切り 一体型の
シリコンカバーで
操作性が向上

トコトン機能を絞って
コストダウン

高い防水性能
送信機はIP65

従来の
信号互換あり！

受信機は既設のままで送信機のみ取替も可

ケーブルレスミニ

ポケットサイズの本格派!

微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応

標準型
RC-4303N/R

●3操作3リレー
最大5リレーまで対応可能

セットで
10万円
(税別価格)

ジョイスティック
2本装着オーダー例

特許! テルハには
ゼロ線電源*で
電気配線工事 不要!!
更に、おんぶ! だっこの金具*で
取付簡単!! (*オプション)

取付例

取付例

取付例

リンソーサー
離操作

N/U/Gシリーズ

価格もサイズも
ハンディー並み!

標準型
RC-2512N

●12操作12リレー
最大32リレーまで対応可能
●見易くなった電池残量告知ランプ付

セットで
22万円
(税別価格)

軽量コンパクト
ショルダータイプ

標準型
RC-2512N

●12操作12リレー
最大32リレーまで対応可能
●見易くなった電池残量告知ランプ付

セットで
22万円
(税別価格)

軽量コンパクト
ショルダータイプ

データケーブルレス

工次第で用途は無限!

微弱電波・特定小電力
ラジコンバンド
全モデル対応

N/R/U/G
シリーズ

●機器間の信号伝送に!
●多芯の有線配線の代わりに!

標準型 セットで
TC-1305R 20.5万円 (税別価格)
TC-1308N(微弱電波) 22万円 (税別価格)

送信機
(外部接点入力型)

写真は
Uシリーズ

受信機

7100型
6300型
5700型
3200型

標準付属品付
セットで
40万円
(税別価格)

無線式火薬庫警報装置
発破番 ES-2000R

標準付属品付
セットで
40万円
(税別価格)

●長距離伝送
到達距離約2km～(6km)
●受信機から
電話回線接続機能
●高信頼性
異常判定アルゴリズム
●音声メッセージで
異常箇所を連絡(受信側)
●大音量警鳴音発生
110dB/m

ER-2000R(受信機) ET-2000R(送信機) 110dB/m

MAX サテル-タ

Uシリーズ
Gシリーズ

特定小電力
専用モデル

標準型
RC-9300U

●多機能多操作
(比例制御対応も可)

セットで
95万円
(税別価格)

金属シャーシの
多操作・特注仕様専用機!!

全押しボタン
装着タイプ

無線変速ジョイスティック
2本装着例

無線式火薬庫警報装置
発破番 ES-2000R

標準付属品付
セットで
40万円
(税別価格)

無線式火薬庫警報装置
発破番 ES-2000R

標準付属品付
セットで
40万円
(税別価格)

無線式火薬庫警報装置
発破番 ES-2000R

標準付属品付
セットで
40万円
(税別価格)

無線化工事のことならフルライン、フルオーダー体制の弊社に今すぐご相談下さい。また、ホームページでも詳しく紹介していますのでご覧下さい。 朝日音響 検索

常に半歩、先を走る



朝日音響株式会社

〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部
FAX: 088-694-5544(代) TEL: 088-694-2411(代)
http://www.asahionkyo.co.jp/

本カタログの価格は、全て税別表示となっています。

進化した、 本物の ハイブリッド。

2008年から発売を開始した
コマツハイブリッド油圧ショベルは、
国内で1,200台を超える実績を重ね、
確かな信頼を得ました。
さらなる進化を遂げて誕生した
コマツ第三世代ハイブリッドHB205-2は、
油圧ショベルのスタンダードとなります。

NEW

- 特定特殊自動車排出ガス2011年基準適合車
- 低炭素型建設機械
- 超低騒音型建設機械
- NETIS登録商品(登録番号KT-120070-A)



- 燃料消費量

PC200-8N1 比 **30% 低減/時間**
PC200-10 比 **20% 低減/時間**

※ KOMTRAXの解析による平均作業パターン時。
実際の作業では、作業内容により上記以下に
なる場合があります。



KOMATSU

コマツ 国内販売本部

〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 <http://www.komatsu-kenki.co.jp>

「建設機械施工」

定価 本体八〇〇円(税別)

雑誌 03435-5



4910034350544
00800