

一般社団法人
日本建設機械施工協会誌 (Journal of JCMA)

2016

建設機械施工

Vol.68 No.4 April 2016(通巻794号)

特集

鉄道



大山ケーブルカー大規模設備更新



巻頭言 鉄道ネットワークと地域再生

技術報文

- 巨大地震に対する鉄道の取組み
- 鉄道函体直下への透し掘り連壁の施工
- 東武スカイツリーライン竹ノ塚駅付近連続立体交差事業
- 常磐快速線利根川橋梁改良工事
- 山中における大山ケーブルカー大規模設備更新 他

グラビア

CONEXPO LATINAMERICA

交流の広場

ホーム安全設備の紹介

JCMA報告

平成27年度 建設施工と建設機械シンポジウム
開催報告(その3)

一般社団法人 日本建設機械施工協会

KOBELCO

低燃費のコベルコ!
低炭素社会の実現へ

KOBELCO

低燃費の進化は、止まらない。

進化は、大胆に。次世代テクノロジーを結集した、コベルコの「新世機」。
燃費の限界を超えて、低燃費の最先端へ。

AGERA
Geospec **SK200**

−18%の低燃費^{※1}で、新登場。

新開発エンジンを搭載し、ECOモードで最大約18%の燃費を低減^{※1}。3つのカメラで約270°の後方視界を提供する「イーグルアイビュー」
を新採用^{※2}。さらに、カーナビのように掘削作業をナビゲーションしてくれる「ホルナビ」を新規設定^{※2}。
大胆な進化を遂げた、コベルコの次世代マシン。

※1. 従来機Sモード比/新ECOモード ※2. オプション設定



コベルコ建機株式会社

東京本社 / 〒141-8626 東京都品川区北品川 5-5-15 ☎03-5789-2111

www.kobelco-kenki.co.jp

2016年版 日本建設機械要覧

発刊ご案内

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。



発 刊 日

平成28年3月末

体 裁

B5判、約1,340頁／写真、図面多数／表紙特製

価 格

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（税込）となります。
（複数冊の場合別途）

特 典

2016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、2010年版及び2013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2016年版を含めると1998年から2015年までの建設機械データが活用いただけます。

2016年版 内容目次

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

今後の予定

「日本建設機械要覧」の電子版も作成し、より利便性の高い資料とするべく準備しております。御期待下さい。

◆ 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 2016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

（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 さつけんビル	TEL 011 (231) 4428 FAX 011 (231) 6630
東 北 支 部	〒980-0014 仙台市青葉区本町3-4-18 太陽生命仙台北町ビル5F	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 大阪府中央区谷町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/?page_id=422）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

本パンフレットは予告なく変更することがあります。

2016年版 日本建設機械要覧 電子書籍(PDF)版 発売予告

当協会では、国内における建設機械を網羅した『日本建設機械要覧』を2016年3月に刊行し、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。

このたびこの建設機械要覧に関して更に便利に活用いただくよう新たに次の2種類の電子書籍（PDF）版を発売準備中なので、ここにご案内申し上げます。

是非とも活用いただきたく、お願い申し上げます。

1	商品名	日本建設機械要覧2016 電子書籍（PDF）版		建設機械スペック一覧表、 電子書籍（PDF）版
2	形態	電子書籍（PDF）		電子書籍（PDF）
3	閲覧	Web、パソコン、タブレット、 スマホからアクセス		Web、パソコン、タブレット、 スマホからアクセス
4	内容	要覧全頁		spec一覧表
5	改訂	3年毎		3年毎
6	新機種情報 追加機能	（要覧クラブで対応）		（要覧クラブで対応）
7	検索機能	1.単語検索		1.単語検索
8	附属機能 注）タブレット・ス マートフォンは、 一部機能が使え ません。	・しおり ・拡大・縮小 ・付箋機能 ・ペン機能 ・切り抜き機能 ・印刷機能（パソコンのみ） ・目次からのリンク ・各章ごと目次からのリンク ・索引からのリンク ・メーカーHPへのリンク		・しおり ・拡大・縮小 ・付箋機能 ・ペン機能 ・切り抜き機能 ・印刷機能（パソコンのみ） ・メーカーHPへのリンク
9	予定販売 価格 （円・税込）	会員	54,000（3年間）	48,600（3年間）
		非会員	64,800（3年間）	59,400（3年間）
10	利用期間	3年間		3年間
11	同時ログイン	3台		3台
12	認証方法	ID＋パスワード		ID＋パスワード
13	購入方法	WEB上にて申込み		WEB上にて申込み

発売予定

平成28年5月末

Webサイト 要覧クラブ

2016年版日本建設機械要覧電子書籍（PDF）版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、2010年版及び2013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2016年版を含めると1998年から2015年までの建設機械データが活用いただけます。

また、同じ要覧クラブ上で新機種情報も閲覧およびダウンロードできます。

様々な環境で閲覧できます。

タブレットで外出先でもデータにアクセス

注）ファイルが大きいためスマホをお使いの場合
多少時間が掛かることがあります。



今後の予定

更に高機能の「日本建設機械要覧」の検索システム版も作成し、より利便性の高い資料とすべく準備しております。御期待下さい。

お問合せ先：業務部 鈴木英隆 TEL：03-3433-1501 E-mail：suzuki@jcmnet.or.jp

論文投稿のご案内

日本建設機械施工協会では、学術論文の投稿を歓迎します。論文投稿の概要は、以下のとおりです。なお、詳しいことは、当協会ホームページ、論文投稿のご案内をご覧ください。

当協会ホームページ <http://www.jcmanet.or.jp>

★投稿対象

建設機械、機械設備または建設施工の分野及びその他の関連分野並びにこれらの分野と連携する学際的、横断的な諸課題に関する分野を対象とする学術論文(原著論文)の原稿でありかつ下記の条件を満足するものとします。なお、施工報告や建設機械の開発報告も対象とします。

- (1) 理論的又は実証的な研究・技術成果、あるいはそれらを統合した知見を示すものであって、独創性があり、論文として完結した体裁を整えていること。
- (2) この分野にとって高い有用性を持ち、新しい知見をもたらす研究であること。
- (3) この分野の発展に大きく寄与する研究であること。
- (4) 将来のこの分野の発展に寄与する可能性のある萌芽的な研究であること。

★部門

- (1) 建設機械と機械設備並びにその高度化に資する技術部門
- (2) 建設施工と維持管理並びにその高度化に資する技術部門

★投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

★原稿の受付

随時受け付けます。

★公表の方法

当協会機関誌へ掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

★連絡先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

日本建設機械施工協会 研究調査部 論文担当

E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp

TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289

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、情報化施工技術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思います。

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

情報化施工のあらし

2

情報化施工技術の種類

3

情報化施工の適用工程

4

情報化施工の運用手順

5

建設機械・測量機器リスト

6

情報化施工データ

7

情報化施工の導入効果

8

導入事例

9

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

◆ 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864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処にあたります。(国土交通省各地方整備局との「災害応急対策協定」の締結)
- 付属機関として「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)3432-0289

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)	昭和 平成 年 月 日	
勤務先名		
所属部課名		
勤務先住所	〒 TEL _____ E-mail _____	
自宅住所	〒 TEL _____ E-mail _____	
機関誌の送付先	勤務先 自宅 (ご希望の送付先を○印で囲んで下さい。)	
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受けたとき。3.死亡し、又は失踪宣言を受けたとき。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。 ○抛出金の不返還:既納の会費及びその他の抛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。

一般社団法人日本建設機械施工協会 発行図書一覧表（平成 28 年 4 月現在）

消費税 8%

No.	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	送料
1	H28 年 3 月	日本建設機械要覧 2016 年版	52,920	44,280	900
2	H26 年 6 月	よくわかる建設機械と損料 2014	5,616	4,752	500
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	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
7	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,240		400
8	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,240		250
9	H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,160	1,851	400
10	H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,376	2,160	400
11	H21 年 9 月	道路除雪オペレータの手引	3,085	2,057	500
12	H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	3,024	2,560	500
13	H19 年 12 月	除雪機械技術ハンドブック	3,086		500
14	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
15	H17 年 9 月	建設機械ポケットブック（除雪機械編）	1,029		250
16	H16 年 12 月	2005「除雪・防雪ハンドブック」（除雪編）	5,142		600
17	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
18	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
19	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
20	H15 年 6 月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	540		250
21	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
22	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
23	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
24	H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,320		500
25	H11 年 4 月	建設機械図鑑	2,700		400
26	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
27	H9 年 5 月	建設機械用語集	2,160	1,944	400
28	H6 年 8 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,229	7,714	500
29	H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,172	5,554	500
30	H3 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,079	9,565	600
31	S 63 年 3 月	新編 防雪工学ハンドブック【POD 版】	10,800	9,720	500
32	S 60 年 1 月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック	6,480		500
33		建設機械履歴簿	411		250
34	毎月 25 日	建設機械施工【H25.6 月号より図書名変更】	864	777	400
			定期購読料 年 12 冊 9,252 円(税・送料込)		

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。

建設機械施工

Vol.68 No.4 April 2016 (通巻 794 号)

目 次

鉄道 特集

- 3 グラビア CONEXPO LATINAMERICA
- 11 巻頭言 鉄道ネットワークと地域再生 今城 光英
- 12 巨大地震に対する鉄道の取組み
強さと回復力を有する地震対策を目指して 室野 剛隆
- 17 鉄道函体直下への透し掘り連壁の施工
JR ゲートタワー新設工事 齋藤 力哉・平山 哲也・安斎 和雄
- 23 東武スカイツリーライン竹ノ塚駅付近連続立体交差事業
下り急行線高架橋工事にともなう軽量盛土工事および仮設地下通路施工にともなう鋼矢板圧入工
..... 北川 雄基
- 28 常磐快速線利根川橋梁改良工事 佐々木昭悟・斎藤 聡・成嶋 健一
- 35 画像処理技術を用いてトンネルを検査する 鷗飼 正人
- 41 ミャンマー大規模無償資金協力プロジェクト 竹村 喜市
- 44 香港地下鉄觀塘延伸線トンネル及び何文田駅新設工事
市街地における大規模オープン掘削と明かり発破 岩田 修
- 51 ライトレール 路面電車南北接続 第1期事業
富山駅南北接続線軌道施設(その1)工事(報告) 梶谷 修蔵
- 56 山中における大山ケーブルカー大規模設備更新 飯田 修一・江原 季映
- 62 首都圏における大規模な車両基地の整備・撤去工事
品川車両基地整備工事・品川旧車両基地撤去工事 磯部 浩史
- 67 新幹線軌道内で使用する重量軌陸運搬台車… 穴井 秀和・西尾 章・松本 俊彦
- 72 交流の広場 ホーム安全設備の紹介 中島 秀人
- 76 ずいそう 「はくたか」の思いで 長谷川正昭
- 78 ずいそう 中年土木エンジニア 帰省する 高田 美仁
- 80 JCMA 報告 平成 27 年度 建設施工と建設機械シンポジウム開催報告(その3)
- 87 部会報告 除雪機械の変遷(その17) 凍結防止剤散布車(3) 除雪機械技術委員会
- 94 部会報告 ISO/TC 195(建設用機械及び装置専門委員会)
チリ・サンティアゴ国際会議報告 標準部会
- 102 部会報告 CONEXPO LATINAMERICA 視察報告 標準部会
- 107 部会報告 平成 27 年度第2回若手現場見学会
「中之島フェスティバルタワー・ウェスト」 建設業部会
- 110 新工法紹介 機関誌編集委員会
- 111 新機種紹介 機関誌編集委員会
- 116 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
- 117 行事一覧(2016年2月)
- 120 編集後記 浅野・安川

◇表紙写真説明◇

大山ケーブルカー大規模設備更新

写真提供: (株)フジタ

大山ケーブルカーは、神奈川県伊勢原市の大山の麓と
中腹、標高差 278m を結ぶ鋼索軌道である。今回、開業

以来 80 年以上経過したコンクリート構造物を補強、健
全化し、老朽化した車体および軌道設備を 50 年ぶりに
リニューアルした。表紙の写真は、新しいケーブルカー
と新型車体の搬入の様子。

工事用道路の設置が困難な山中のため、資機材の搬入
に仮設モノレールやヘリコプターを活用し、新型車体に
ついては、民間最大級のヘリで仮設作業構台上に搬入、
荷卸した。

2016 年(平成 28 年)4 月号 PR 次

【ア】

朝日音響(株)..... 後付 1

(株)アイデック..... 表紙 3

【カ】

カヤバシステムマシナリー(株)..... 後付 10

コスモ石油ブリカンツ(株)..... 後付 8

コベルコ建機(株)..... 表紙 2

コマツ..... 表紙 4

【タ】

TOHTO (株)..... 後付 7

デンヨー(株)..... 後付 3

大和機工(株)..... 後付 4

【ハ】

富士物産(株)..... 後付 4

【マ】

マルマテクニカ(株)..... 後付 9

三笠産業(株)..... 後付 2

(株)三井三池製作所..... 表紙 3

三輪運輸工業(株)..... 後付 5

【ヤ】

吉永機械(株)..... 後付 5

平成 28 年度 建設機械施工技術検定試験のご案内

平成 28 年度 1・2 級建設機械施工技術検定試験（建設業法に基づく建設機械施工技士の国家試験）を以下のとおり実施いたします。なお、平成 28 年度より、試験実施年度末（平成 29 年 3 月 31 日）の時点で 17 歳以上となる方は、実務経験や学歴に関係なく 2 級の学科試験のみを受検することができます。

1. 申込み方法

受検申込みに必要な用紙が添付されている「受検の手引」を当協会等から購入の上申込み願います。

2. 申込み受付期間

3 月 4 日（金）～ 4 月 4 日（月）；終了

3. 試験日

学科試験：6 月 19 日（日）

実地試験：8 月下旬～ 9 月中旬

4. 受検資格

学歴等の資格区分に応じ実務経験年数が必要となります（2 級（学科試験のみ）は除く）。詳しくはお問合せ願います。

詳細問い合わせ先：

一般社団法人 日本建設機械施工協会

TEL：03-3433-1575

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

平成 28 年度 日本建設機械施工大賞 ご案内

1. 表彰の目的

大賞部門は、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、実用化等により顕著な功績をあげたと認められる業績を表彰します。地域賞部門は、地域に根ざした独自の視点に基づき、従来の施工方法・技術の改良、地域普及などの取り組みを通じ、地域へ貢献している業績を表彰します。いずれも国土の利用、開発、保全並びに経済・産業の発展に

寄与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

大賞部門：最優秀賞、優秀賞

地域賞部門：地域貢献賞

4. 応募締切

1 月 31 日（日）；終了

5. 選考

本協会が設置した「日本建設機械施工大賞選考委員会」で選考致します。

6. 表彰式

本協会第 5 回通常総会（5 月 27 日（金））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

TEL 03-3433-1501

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

論文投稿のご案内

日本建設機械施工協会では、学術論文の投稿を歓迎します。論文投稿の概要は、以下のとおりです。なお、詳しいことは、当協会ホームページ、論文投稿のご案内をご覧ください。

1. 投稿対象

建設機械、機械設備または建設施工の分野及びその他の関連分野を対象と

する学術論文（原著論文）であり、かつ所定の条件を満足するものとします。

2. 投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

3. 原稿の受付

随時

4. 公表の方法

当協会機関誌へ掲載します。

詳細問い合わせ先

一般社団法人 日本建設機械施工協会

研究調査部 論文担当

TEL：03-3433-1501

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

日本建設機械施工協会「個人会員」入会のご案内

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。

会費：年間 9,000 円

★個人会員の特典

○機関誌「建設機械施工」を毎月お届け致します。

本誌では、建設機械・施工技術に関わる最新情報や研究論文、本協会の行事案内・実施報告等のほか、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、会員価格で参加できます。

お問い合わせ・申込書の送付先

※お申し込みには本誌差込広告ページの申込用紙をご利用ください

一般社団法人 日本建設機械施工協会

個人会員係

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

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

CONEXPO LATINAMERICA

at エスパシオ リエスコ イベント & コンベンションセンター

チリ共和国首都州サンティアゴ市

2015年10月21日～24日

【レポート Part 1】（詳細は本文視察報告を参照）

2014年に報告した CONEXPO/CON AGG と同様に、ISO 専門委員会で行き扱う建設機械の適用範囲、定義及び分類に従い、使節団が調査した世界各国の展示製品を系統だて、可能な限り幅広く紹介する。

土工機械 — ISO/TC 127 Earth moving machinery

油圧ショベル — Excavator



Liugong (中国)



SDLG (中国)



Doosan Bobcat (韓国)



Hyundai (韓国)



Hidromek (トルコ)



Atlas (ドイツ)



Wacker Neuson (ドイツ)



Volvo (スウェーデン)

ホイールローダー — Wheel loader



Liugong (中国)



SDLG (中国)



Doosan (韓国)



Hyundai (韓国)

ブルドーザ — Track type tractor



Dressta (中国)



Bobcat (韓国／米国)

グレーダ — Grader



Hidromek (トルコ)



Bobcat (韓国／米国)

ダンパ（重ダンプトラック及び不整地運搬車） — Dumper



Doosan（韓国）



Piquersa（スペイン）

ローラー — Roller



Atlas Copco（スウェーデン）



Bomag（ドイツ）



Wacker Neuson（ドイツ）



Doosan（韓国）



SDLG (中国)

バックホウローダ — Backhoe loader



Hyundai (韓国)



Hidromek (トルコ)



New Holland (アメリカ)



MST (トルコ)

スキッドステアローダ — Skid steer loader



Volvo (スウェーデン)

← Volvo のスキッドステアローダは片持ち式リフトアームを採用することにより、キャブ左側からの乗降性を向上させている。



Hyundai (韓国)

↓ Wacker Neuson のスキッドステアローダは、キャブを前方にチルトできる構造による整備性の良さに加え、クイックカプラでフォークアタッチメントを容易に取り外す事ができる。



New Holland (アメリカ)



Wacker Neuson (ドイツ)

↓ Bobcat のスキッドステアローダがラパヌイ（イースター島）での土木工事に使用された様子のパネル展示。

↓ フロントアタッチメントをバックホウに交換し、拡張性の高さをアピール。



Bobcat（韓国／アメリカ）

コンパクトトラックローダ — Compact track loader



Bobcat（韓国／アメリカ）

↑ Bobcat のコンパクトトラックローダはフロントアタッチメント用トレンチャを展示し、スキッドステアローダ同様の拡張性の高さをアピールしている。

なお、グラビア P5 右下 Bobcat のグレーダも、コンパクトトラックローダ用フロントアタッチメントとして展示されたものである。

ワークツールアタッチメント — Work tool attachment



Xcentric Ripper (スペイン)



Cangini (イタリア)



Trevi Benne (イタリア)



MB crusher (イタリア)



Fecon (アメリカ)



Indeco (アメリカ)

〈以下 次号 Part 2 へ続く〉

巻頭言

鉄道ネットワークと地域再生

今 城 光 英



英国北部では、廃止されたローカル線の復活が相次いでいる。昨年9月には、エディンバラからガルシールズという都市に至る50kmのローカル線が全線複線で復活した。実に半世紀ぶりの復活である。復活開通式には、エリザベス女王とエディンバラ公が出席し、スコットランド自治政府の若き女性首相であるニコラ・スタージョンが見守る中で、除幕式が執り行われた。

復活した線の沿線人口は2万8,000人で、その大半がガルシールズ一か所に集まっている。総工費は3億ポンドで、予想される輸送量は1日1km平均1,300人程度とみられる。日本で、人口3万人足らずの都市のために、邦貨に換算して520億円を投じてローカル線を復活することは、まず考えられない。この程度の輸送量では、鉄道事業としての採算ラインを割っており、廃止対象になることはあっても復活はありえない。

ガルシールズのローカル線復活を推進したのは、地域住民と地方議員であり、復活のための費用を負担したのは、自治政府とネットワークレールである。廃止後も鉄道用地が保全されてきたから、新たに用地を取得する必要はなかった。路線を廃止した当時の鉄道は、国有のブリティッシュ・レールウェイズであったが、これは民営化によって現存しない。

英国の鉄道では、民営化の際に上下分離と呼ばれるインフラとオペレーションの分割が行われた。一旦は分割した上下とも民間企業になったが、インフラを担ったレールトラック社に問題が生じたため、「下」については事実上の再国有化が行われ、レールトラックの資産を引き継いだネットワークレールが誕生した。ネットワークレールは、保証有限責任会社という形態で、配当金を支払うことはなく利益を全て鉄道ネットワークに再投資する。

それでも、配当を支払わないからといって、ネットワークレールにローカル線を復活する費用を捻出するほど余裕があるわけではない。費用負担の主体は、自治政府である。一方、「上」のトレイン・オペレーションは、民間企業のアベリオが担い、ネットワークレール

に線路使用料を支払っている。英国のトレイン・オペレータは、一定期間の営業権を付与されるフランチャイズ制度の下で企業活動を行っている。

フランチャイジーは、採算がとれないと考えたときは、応札しなければいいということだが、複数の希望者があれば入札によってオペレータが決められる。現在のアベリオは、従来オペレーションを担ってきたファースト・グループから、入札によって代わったばかりの会社である。これが鉄道事業に導入された競争の姿である。アベリオは、オランダ鉄道の子会社であり、今までオペレータであったファーストは、バスを手広く営む英国の会社である。

念のためにいうと、トレイン・オペレータが代わっても、鉄道の従業員は所属する会社が代わるだけで、基本的に継続して鉄道輸送に従事する。さて、自治政府がローカル線を復活させた目的はどこにあるだろうか。一つは、地域再生（英国式に言えば地域振興）である。ガルシールズには、大きなバスターミナルがあるが、バスだけではエディンバラなど周辺との交流が不十分で、地域の衰退が深刻であった。

もう一つの目的は、鉄道敷設という一大プロジェクトを立ち上げることで、地域社会に雇用を創出することである。炭鉱地帯であった沿線地域には、閉山によって映画「プラス！」に描かれたような失業が襲いかかり地域社会が疲弊していた。ガルシールズに先立ち、アロアという都市でもローカル線が復活し、すでに7年が経っている。

アロアでは、人口と雇用が増えるという成果が表れている。在来産業が次々に廃業して地域社会が荒廃し、高校ですら安全ではなくなっていた地域が、ローカル線の復活で大都市通勤圏に含まれ息を吹き返した。これらのケースは、鉄道という全国ネットワークに繋がるインフラを再整備することが、地域の再生に役立つことを示している。それを可能としたのは、長年にわたる議論で合意を形成した自治の精神である。

巨大地震に対する鉄道の取組み

強さと回復力を有する地震対策を目指して

室 野 剛 隆

今後想定される巨大地震に対しては、鉄道の「強さ」と「回復力」が求められる。そのためには、地震発生前、発生時、発生直後の各フェーズにおいて、適切な対応をとることが重要である。本報では、鉄道総研の取組みとして、『強さ』を高める「事前対応」策としての新たな耐震化技術をまず紹介する。その後、『回復力』を高める「事前対応」策としての危機耐性向上技術、「緊急・即時対応」としての早期地震警報システム、「継続のための対応」策としての鉄道地震情報公開システムについて、それぞれ概説する。

キーワード：巨大地震、危機耐性、自重補償機構、早期地震警報システム、地震情報公開システム

1. はじめに

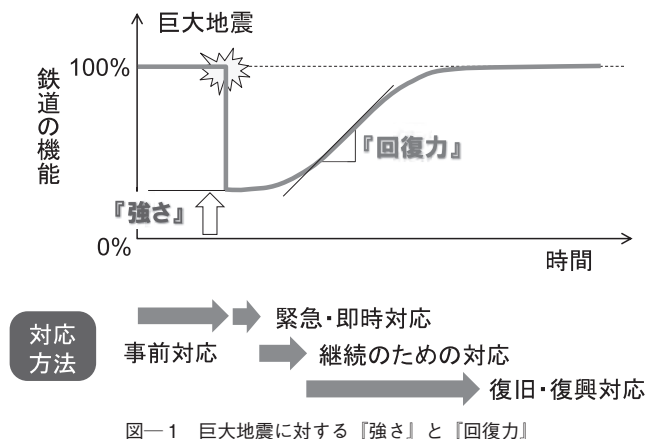
2011年3月11日、太平洋三陸沖を震源として、東北地方太平洋沖地震が発生した。地震規模を表すモーメントマグニチュードが9という日本の観測史上最大の地震であった。この地震では、いわゆる「想定外」に対する残余のリスクがあることを強く認識することとなった。今後もこのような巨大地震の発生が危惧されており¹⁾、鉄道の運営においても、その影響を織り込んでいくことが求められている。そのためには、鉄道がレジリエンスを有すること、つまり、「ある程度の地震に耐える強さ」と、「万が一災害・危機の影響を受けてもすぐに回復する力（回復力）」を併せ持つことが重要である。図—1にその関係性を概念的に示す。

地震に対する『強さ』を高めるには、「事前対応」が重要であり、地震に強い構造物等を設計・建設する

こと、もしくは既存構造物を耐震補強することが必要である。地震に対する『回復力』を高めるためには、事前対応と事後対応（緊急・即時対応、継続のための対応、復旧・復興対応）がある。「事前対応」としては、仮に想定以上の地震が発生した場合には、ある程度の被害は許容しつつ破局的な状態に至るのを防ぐように構造計画や耐震設計を行なうことである。「緊急・即時対応」としては、地震が発生して強い揺れが到来する前に警報を出して、利用者や社員の避難や安全を確保することが有効である。「継続のための対応」とは、巡回計画、復旧計画、要員・資材調達計画などを含めた初動対応であり、主には情報地震後速やかに、各種の情報を活用することが有効である。「復旧・復興対応」とは、実際に行われる復旧作業のことである。本報では、各フェーズにおける鉄道総研の最近の取組み事例について紹介する。

2. 地震に対する「強さ」を高める取組み

鉄道構造物の耐震設計は、鉄道構造物等設計標準・同解説—耐震設計—（以下、耐震標準）²⁾に基づき行われている。性能設計法が採用されており、L1地震動に対して列車の走行安全性、L2地震動に対して安全性を、重要構造物については復旧性を満足するように設計することが規定されており、飛躍的に安全性は向上している。このことは、耐震標準（H11年版）で設計された構造物は近年の地震でも大きな被害を受けなかったことから明らかである。また、設計想定地震に対する耐震性能を高める技術開発も進められてお



り、既に実用化されているものも多い。例えば、鋼板巻き立て補強は、せん断破壊を防止し、変形性能を向上させるために開発され、鉄道で最も実績がある補強技術である。ここでは、少し先を見据えた新しい技術について紹介する。

建築や道路分野では、制振装置や免震装置により構造物の応答を抑えるための技術開発が盛んであるが、鉄道では、より免震効果を高めるための工夫の1つとして負剛性摩擦ダンパーの開発を進めている³⁾。例えば、分散ゴム支承を有する場合を考えると、一般には、分散ゴム支承の剛性に依存して、桁と橋脚の相互作用力が発生し、場合によっては大きな力が橋脚に作用する。これに対して、負の剛性を有するダンパーを併用することで、ゴム支承の剛性を見かけ上低剛性化でき(図-2(a))、長周期化させて、支承部の相互作用力を低減できるとともに、摩擦ダンパーにより減衰も付加させることができる。この負剛性を実現するデバイスとして、図-2(b)を開発した。その有効性については、ハイブリッド試験により検証済みで、現在は、実大規模でのデバイスの検証を行っている。

また、全く新しい概念の構造型式として、超連続基礎の開発も進めている⁴⁾。これは、基礎を100m～に

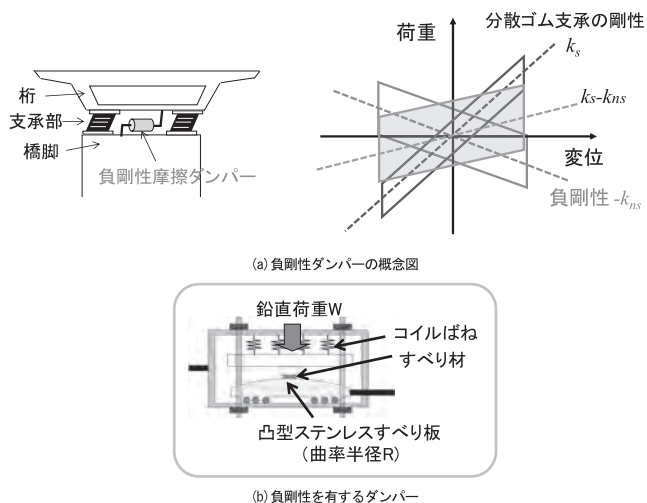


図-2 負剛性摩擦ダンパーの開発

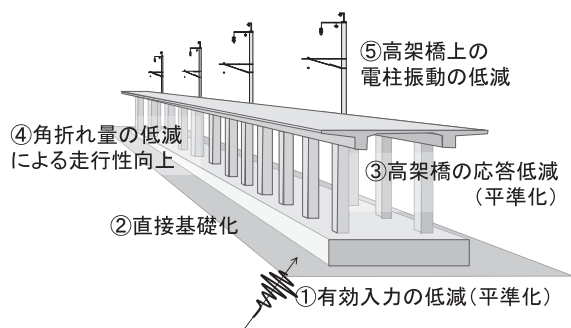


図-3 超連続基礎の概念図

わたり連続化させるものである。図-3にその概念図を示す。大きなフーチングの採用により大きな支持力が期待できるので、杭基礎を省略または本数や杭長を減らすことができる。また、フーチングを連続化させることで、各基礎位置での入力動が低減されるとともに平準化されるので、高架橋の応答も平準化・低減される。その結果、高架橋上の電柱や走行性が向上することが数値計算により確かめられている。

3. 地震に対する回復力を高める取組み

(1) 事前対応

(a) 危機耐性

設計の段階で、地震に対する回復力を高めるものとして、「危機耐性」という概念が近いと思われる。危機耐性とは、鉄道構造物の耐震標準の中で初めて導入された概念²⁾であり、「想定以上の地震が発生した場合にも破局的な状態に至るのを回避する」こととされている。危機耐性をもう少し分かりやすく解説したものが図-4である。設計地震動に対して強さを付与(安全性や復旧性などの要求性能を満足)させる行為が耐震設計であり、強さ以上の外力が作用した状況(耐震設計で制御可能な事象の補集合)に対応することが危機耐性である。危機耐性に対しては、構造的な対応以外にも、構造計画なども含めたソフトの対応も含まれる。巨大地震に対しては、従来の耐震設計・補強を最大限強化することがまずは必要不可欠であるが、どんなに強化しても、耐震設計の補集合の部分にゼロにすることは不可能であり、巨大地震に対して被害を最小化するためには、耐震設計と危機耐性の向上の両者が必要である。

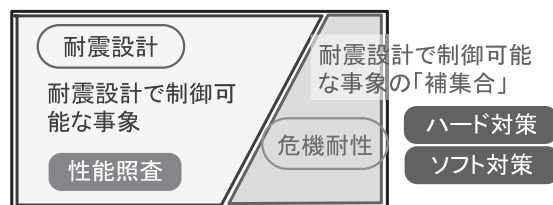
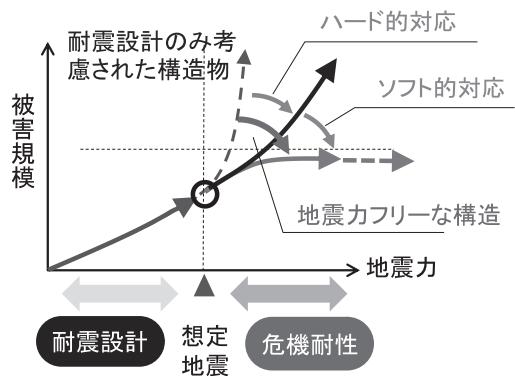


図-4 耐震設計と危機耐性の関係

危機耐性を向上させることは、設計地震動の数倍の大きさの地震動を想定し、構造物に大きな安全率を持たせるという単純な考え方を意味している訳ではない。大きな地震動を想定し、それに耐える構造物を設計するという従来の耐震設計の考え方では、コストが右肩上がりに増大し現実的ではない。そもそも、想定外の地震として、何倍の大きさの地震動を想定すれば

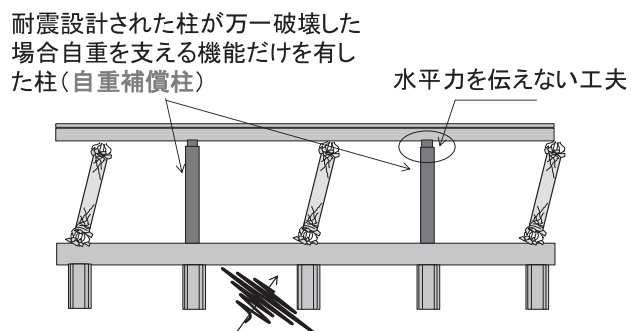


図—5 危機耐性で目指すもの

よいのか、という問いに対して明確に答えることはできない。これでは、危機耐性に配慮したとは言えない。図—5に示すように、想定地震に対して想定した被害になるように被害をコントロールしつつ、想定を超えた不測の事態に対しても、被害規模をある程度で飽和させたい。それが危機耐性で目指すものである。

(b) 危機耐性を向上させる新しい技術

構造物の倒壊という危機に対する強力な対策として“自重補償機構”が考えられる。自重補償機構とは、想定を超える地震に対して柱や橋脚などの鉛直方向の部材が破壊しても、上部工等を支持するための鉛直支持性能の喪失を防ぐことで、倒壊を防止するというコンセプトである。その1つとして、図—6に示すようなラーメン高架橋を考えている。“通常部材”と“自重補償部材”の2種類の柱から構成されている。通常部材は、従来のように、L2地震に対して性能を満足するように耐震設計された柱である。一方、自重補償部材は、鉛直荷重のみを分担し、地震力による水平荷重は作用しない構造とし、想定外の地震力を受けた際にも応力を負担せず無損傷とする。その結果、通常部材が想定を超えた地震で破壊しても、無損傷の自重補償部材が少なくとも上部工を支えてくれる。1層5径間のラーメン高架橋を対象に試計算を行った結果⁵⁾、例えば、10本ある柱のうち4本を自重補償部材に変更すると、L2地震に対して通常部材が負担すべき



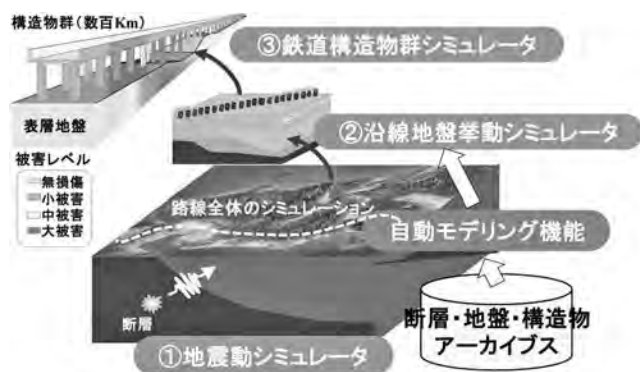
図—6 自重補償機構を有するラーメン高架橋

地震時慣性力が增大するため、従来よりも通常柱の耐力を増加させる必要があるが、その量は引張鉄筋数本程度であることが分かった。

一方、想定を超える地震動により、構造物が万が一倒壊した場合、その波及効果として倒壊に伴う人的被害の拡大、復旧性の著しい低下・喪失を予見して対応することも重要である。これに対しては、倒壊する方向をコントロールする機構の付与や倒壊の広がりやコントロールする機構⁶⁾の付与が有効である(図—7参照)。その機構の詳細は参考文献⁶⁾に譲るが、これにより、歩行者や周辺施設の利用者、緊急輸送道路などの災害復旧時における重要ルート、構造物を復旧するための専用道路やスペース等の確保が可能となり、危機耐性を向上できる。

図—7 倒壊方向の制御⁶⁾

危機耐性を高めるためには、想定外の事象が発生したら何が起こるのか、という想像力を高めて事前に訓練、つまり「仮想の演習」をすることも重要である。ただし、過去の知見や経験だけを基にした仮想演習だけでは、想定を超えた地震に対して想像力豊かに訓練するのが難しい。そこで、鉄道総研では、『地震災害シミュレータ』を構築した⁷⁾。仮想演習の道具としての活用が期待できる(図—8)。これにより、様々なシナリオに対する事前の演習が可能である。任意の地点・任意の規模の地震を想定することが可能であり、そのような地震が発生した場合の地震波の伝播を日本全土レベルで解析し、数百キロ区間の線区全体の構造物群の挙動を解析することが可能である。



図—8 鉄道地震災害シミュレータ

(2) 緊急・即時対応

地震発生時の緊急・即時対応には、地震の揺れをできるだけ早期に検知し、構造物が大きく揺れる前に警報を発し、列車の速度を速やかに低下または停止させる、早期地震警報システムの活用が有効である。鉄道では、1992年に東海道新幹線「のぞみ」導入に伴い世界で初めて実用化され（当時はユレダスと呼ぶシステム）、2004年にはアルゴリズムの見直しが図られた現行のシステムに置き換えられている。現在運用されている早期地震警報システムは、P波初動部2秒程度の加速度の成長から震央距離を求め（B-Δ法）、その震央距離と観測された変位振幅から距離減衰式を用いてマグニチュードを算出する（図-9）。このように推定されたマグニチュードと震央距離の組合せに応じて、鉄道への被害の可能性を即座に判断し、必要に応じて警報を発出し、列車を停止させる⁸⁾。

現在は、①より精度の高い警報を出すこと、②より早い警報を出すことに取組んでいる。より精度の高い警報を出すために、B-Δ法に替わるアルゴリズムとして新たにC-Δ法を開発した⁸⁾。P波初動部0.5秒程度における加速度成長を用いて、これを1次関数で近似することで震央距離を求めている。新しい手法により震央距離の推定精度が約13%向上し、また推定に用いるデータ長は従来の2秒から0.5秒に短縮された。

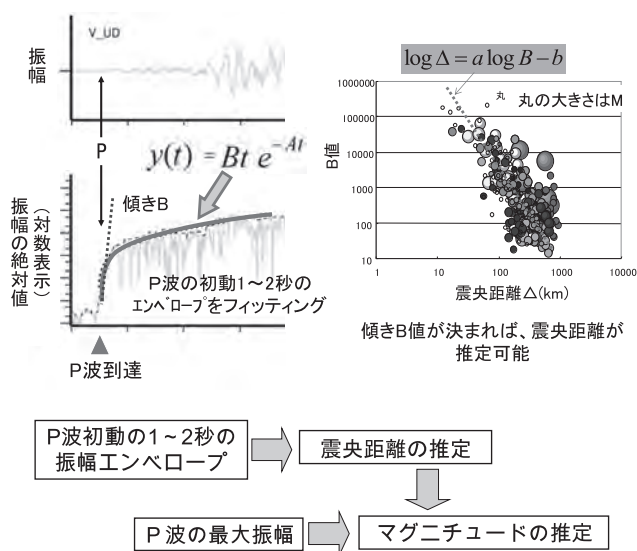


図-9 早期地震警報における震源情報推定アルゴリズム

(3) 継続のための対応

巡回計画、復旧計画、要員・資材調達計画などを含めた初動対応には、いち早く地震の揺れや被害の大きさに関する情報を取得することが最も重要であると言われている。そこで、鉄道総研では、2015年6月1

日より、「鉄道用地震情報公開システム」⁹⁾の実運用を開始し、既に100以上の地震に対して情報を公開した。

本システムは、公的機関が地震直後に発表する地震情報、地震波データに基づき、詳細な揺れの空間分布を即時に計算し、公開するものである。システムにおける処理の流れを図-10に示す。システムは、気象庁から配信される緊急地震速報の最終報を受信し、これが事前に定めた起動条件を満たす場合に処理を開始する。次に自動取得したK-NET波形データと事前に用意した地盤の増幅特性に関するデータを用いて揺れの空間分布を推定する。さらに、これらの推定結果に基づきホームページを更新し、登録されたユーザに対してホームページ更新のメールを送信する。公開されるホームページ画面の一例を図-11に示す。画面左側には推定された揺れの空間分布図が表示される。揺れの空間分布図で用いる地震動指標は鉄道事業者によく利用される警報用最大加速度、SI値、計測震度の3種類である。この他、各観測点での所要降伏震度スペクトルなどが表示可能であり、耐震標準で規定されたスペクトルと比較できるようにしている。

地震動の空間分布を求める際には、地盤の塑性化を考慮できる増幅率の評価手法¹⁰⁾を用いた。この手法を用いることにより、基盤に入力する地震が小振幅のレベルから大振幅のレベルまで増幅率を適正に扱うことが可能となる。本システムにおける揺れの推定精度を検証するために、過去に発生した様々な地震を対象

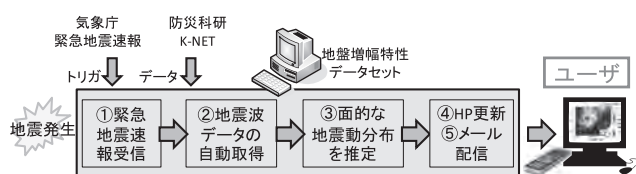


図-10 鉄道用地震情報公開システムの処理の流れ



図-11 鉄道用地震情報公開システム

にシステムによる推定値と K-NET 以外の地震計による観測値とのブラインドテストを行った。その結果、全データにおける誤差の平均は 0.61 であり、計測震度で ± 1 以内の誤差に収まっていることが分かった。

4. おわりに

鉄道は社会経済活動の基盤であり、今後想定される巨大地震に対しても、鉄道がレジリエンス性を発揮することが期待されている。そのために、鉄道総研は、研究開発および拠点化活動の両面から貢献することを目指していく所存である。

JCMA

《参考文献》

- 1) 地震調査研究推進本部・地震調査委員会：南海トラフの地震活動の長期評価（第二版），2013.
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説（耐震設計），丸善，2012.
- 3) 豊岡亮洋，本山紘希，河内山修，岩崎雄一：絶対応答低減のための独立型負剛性摩擦ダンパーの開発，鉄道総研報告 Vol.29, No.3, pp.35-40, 2015.
- 4) 田中浩平，室野剛隆：超連続基礎を有する高架橋の提案とその効果確認の検討，土木学会 第 17 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム論文集，2014.
- 5) 西村隆義，室野剛隆，本山紘希，五十嵐晃：危機耐性を高める自重保障構造の提案と成立性，第 70 回土木学会全国大会概要集 CD-ROM, 2015.
- 6) 齊藤正人，室野剛隆，本山紘希：地震時における構造物の倒壊に対する危機耐性機構の一考察，第 70 回土木学会全国大会概要集 CD-ROM, 2015.
- 7) 本山紘希，坂井公俊，井澤淳，室野剛隆：鉄道地震災害シミュレータの開発，鉄道総研報告 Vol.30, No.5（印刷中），2016.
- 8) 山本俊六，野田俊六：早期地震警報システムにおける P 波を用いたより高精度な震央推定手法，JREA, Vol.56, No.6, pp.15-18, 2013.
- 9) 山本俊六，岩田直泰，坂井公俊，岡本京祐：鉄道用地震情報公開システムの開発，鉄道総研報告 Vol.30, No.5（印刷中），2016.
- 10) 野上雄太，坂井公俊，室野剛隆，盛川仁：表層地盤と入力波の周期特性を考慮した表層地盤での地震増幅率の評価，土木学会論文集 A1（構造・地震工学），Vol.68, No.1, pp.191-201, 2012.

【筆者紹介】

室野 剛隆（むろの よしたか）
（公財）鉄道総合技術研究所
鉄道地震工学研究センター長



特集>>> 鉄道

鉄道函体直下への透し掘り連壁の施工

JR ゲートタワー新設工事

齋 藤 力 哉・平 山 哲 也・安 斎 和 雄

JR ゲートタワー建設工事にあたり、土留め壁に地中連続壁を採用した。地中連続壁の施工にあたり、建設する敷地の地下には私鉄の鉄道函体が横断していたことから、当初は、鉄道函体下を施工基面とする計画としていた。しかし、鉄道函体下の狭隘な施工空間かつ地下水位以下という条件で多くの仮設工事を行わなければならないという課題があった。そこで、安全性の向上を目的として検討を行い、地上から施工する透し掘り連壁工法¹⁾を採用することに変更し、課題の解消を図った。本報では、透し掘り連壁工法を採用するに至った経緯と、採用にあたって検討した施工上のリスクへの対策について紹介する^{2), 3)}。

キーワード：土留め壁、鉄道近接、透し掘り連壁工法

1. はじめに

現在、名古屋駅前において、高さ約 220 m（地上 46 階）、深さ約 35 m（地下 6 階）の超高層複合ビル「JR ゲートタワー」（以下「新ビル」という。）を建設中である（図—1）。本工事は、既存の名古屋ターミナルビル（以下「旧ビル」という。）を取り壊し、跡地に新ビルを建設するものである。新ビルの地下躯体は、敷地の外周に土留め壁を設けて掘削し、地上部の建方と同時並行可能な逆打ち工法にて構築する。

2. 現場条件

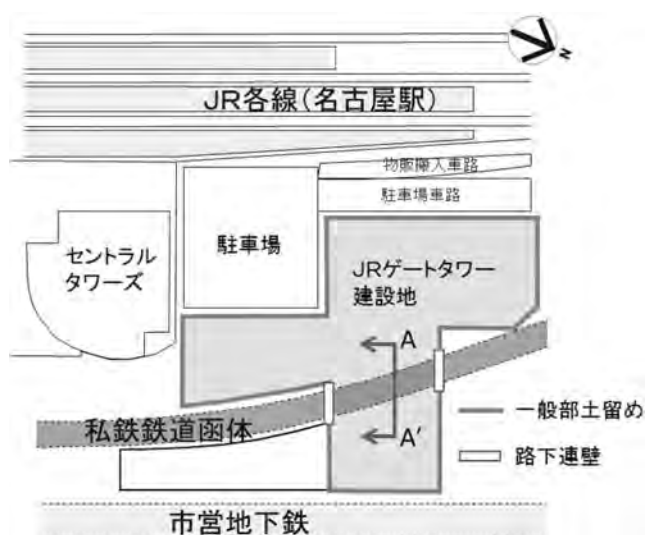
本現場の特徴は、①複数の鉄道営業線に近接していること（図—2）、②地下水位が GL-3 m と高いことが挙げられる。

特に、敷地中央の GL-9 m の位置には私鉄の鉄道函体が南北に横断しており、これを跨ぐように旧ビルが存在する。そのため、旧ビルを解体しながら、鉄道函体を約 50 m に亘って、一旦、杭・桁・ジャッキで仮受する。その後、鉄道函体下の空間に地下 3 階の床を構築し、その床に函体を受替えることで鉄道函体を地下の一室に取り込みつつ、更に地下 6 階まで新ビルを構築する（図—3）。

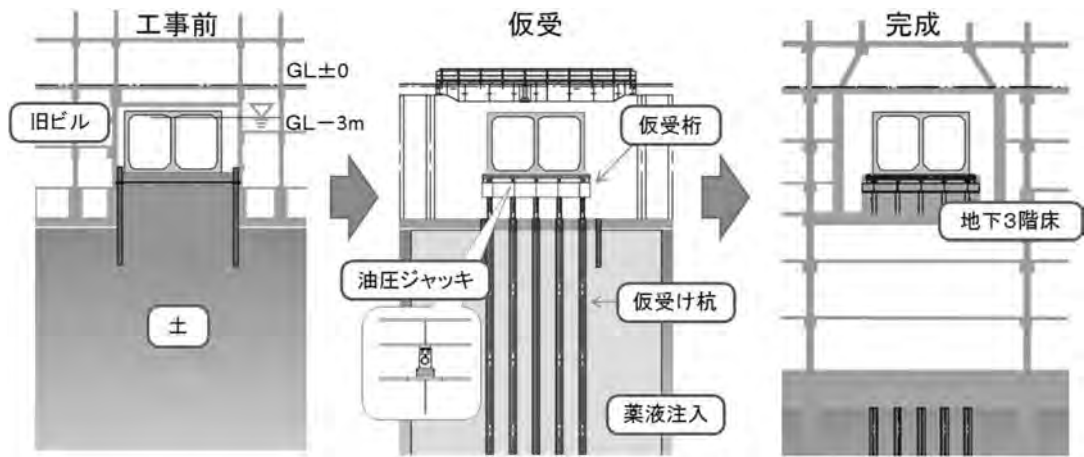
鉄道函体は昭和 16 年に完成した古い構造物であり、さらに他社営業線の重要線区でもあることから慎重に工事を進める必要がある。また、地下水位が高いことから、仮受工事に際して仮受杭周りに薬液注入等



図—1 JR ゲートタワー



図—2 平面略図



図ー3 ステップ図 (AーA'断面)

の止水対策を先行する必要がある。

3. 土留め壁の概要

敷地の外周を囲む土留め壁には遮水効果の高い地中連続壁工法を採用した。一般部の土留め壁はソイルセメント壁とし、GL-50 m まで H 鋼芯材を建込むこととした。また、盤ぶくれ防止を目的として土留め壁の掘削を延長し、GL-72.5 m の不透水層まで根入れさせて無芯のソイルセメント壁を構築することとした (表ー1)。



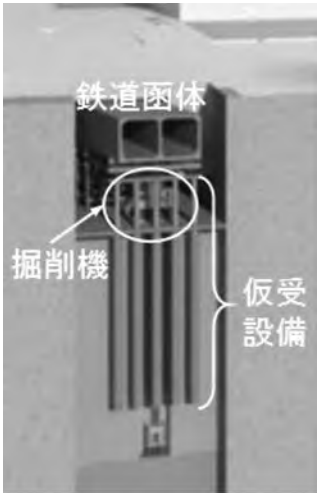
写真ー1 連壁掘削機

表ー1 土留め壁 (一般部) 諸元

項目	内容
施工方法	地中連続壁工法
土質条件	砂レキと粘性土の互層 (地下水位 GL-3 m)
土留め壁仕様	柱列式ソイルセメント壁
芯材	H-912 × 302 × 18 × 34 @450 H-900 × 300 × 16 × 28 @450 H-900 × 300 × 16 × 28 @750 H-588 × 300 × 12 × 20 @600 BH-700 × 300 × 30 × 80 @450 等
芯材長	49 m (GL-50 m)
エレメント形状	3.2 m × 1.15 m × 72.5 m 3.2 m × 0.95 m × 72.5 m 3.2 m × 0.80 m × 72.5 m 等
ソイルセメント 設計基準強度	$f'_{ck} = 0.5 \text{ N/mm}^2$

道函体と土留め壁が横断(交差)する部分においては、鉄道函体下での施工 (以下「路下連壁」という。)が必要であった。

路下連壁の施工方法について、当初計画では、鉄道函体の仮受工事を先行させることで事前に鉄道函体下に空間を確保し、その空間に掘削機を据え付けることとした (図ー4)。

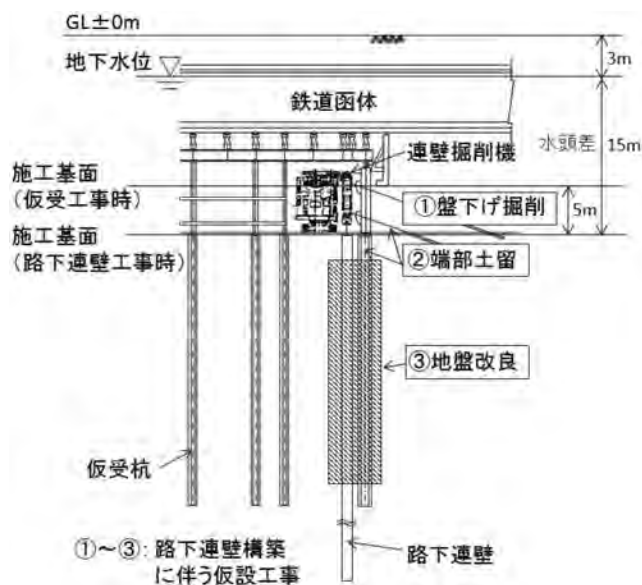


図ー4 当初計画イメージ

4. 当初計画の概要と課題

地中連続壁工法は、地上に据え付けた水平多軸回転カッター方式の掘削機にて掘削するが (写真ー1)、敷地の地下に先述の鉄道函体が存在することから、鉄

しかし、当初計画では、鉄道函体直下の狭隘な施工空間かつ地下水位以下という条件で以下の多くの仮設工事を行わなければならないという課題があった（図—5）。



図—5 当初計画図

課題① 盤下げ掘削が必要

掘削機を据え付ける空間を確保するためには、仮受工事の施工基面よりも更に5mの盤下げ掘削が必要であった。

課題② 端部土留が必要

盤下げ掘削用の土留めが必要であった。

課題③ 地盤改良が必要

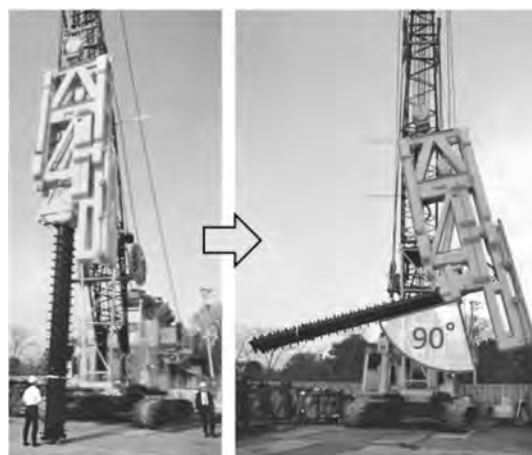
路下連壁の施工基面は、地下水位と15mの水頭差が生じることから、溝壁防護のために大規模な地盤改良が必要であった。

また、これらの仮設工事は全て、鉄道函体の仮受工事を終えた後から鉄道函体直下に集中して順次行うことから、全てがクリティカルパス上の直列工程となる。そのため、当初計画の課題を解消する目的で、より安全性の高い施工方法を検討した。

5. 透し掘り連壁工法の概要と課題

課題の根本は、施工基面が鉄道函体直下であることから生じていることから、掘削機を地上に据えて施工する方法として透し掘り連壁工法（SATT工法：Swing Arm Taisei Twincutter）に着目した。

この工法は、埋設物や構造物の障害物直下に地中連続壁を構築するために開発されたもので、あらかじめ障害物の脇に掘削したガイド孔内にツインカッター拡



写真—2 透し掘り掘削機

翼式掘削機のカッターを投入し、所定の位置でカッターを任意の角度に拡翼することができる掘削機をベースマシンに吊り下げ、障害物直下の掘削を地上から行うことが可能となる（写真—2）。

本工法は、当初計画で課題とした①盤下げ掘削、②端部土留、③地盤改良が不要となる。また、仮受工事に先立って路下連壁を施工できるので、仮受杭周りの薬液注入も不要となることから、鉄道函体直下での仮設工事を大幅に減らすことで安全性の向上が期待された。

しかし、当初計画の課題を解消できる一方で、以下の新たな課題が2点生じた。

- ・ 拡翼式掘削機のカッターと鉄道函体の離隔を目視確認できないため、鉄道函体を損傷してしまう恐れがあること。
- ・ 掘削中に、万が一鉄道函体に沈下が生じた場合の対処が極めて困難であること。

鉄道営業線の安全確保の観点から、本工法の採用には、これらの課題の解消が不可欠であった。

6. 新工法採用に向けた検討

透し掘り連壁工法を採用するための課題解消にあたり、改めて当初計画を振り返った。

当初計画では、連壁掘削機を鉄道函体直下に据え付けるために、先行して仮受工事を行うこととしていた。そのため、連壁掘削時には、鉄道函体は仮受杭により支持されており、掘削に伴い周辺地盤の緩みが発生してもその影響は受けない上に、万が一沈下が生じてもジャッキによる制御が可能である。また、路下連壁の施工基面が鉄道函体より下であるため、拡翼式掘削機のカッターが鉄道函体と接触する恐れもない。

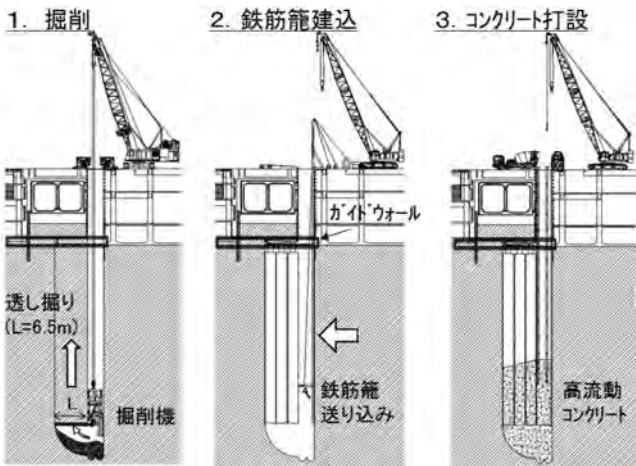
したがって、先行して仮受工事を行った後に新工法

の透し掘り連壁工法を行えば、仮受杭周りの薬液注入は必要となるが、先述の新たに生じた鉄道営業線の安全確保に関する課題は解消できると判断した。

以上から、透し掘り工法に仮受工事を組み合わせる案を検討したところ、当初計画と比較して、安全面に加えてコスト面や工程面でも優れていることが確認できたため、同工法の採用を決定した（表―2、図―6）。

表―2 透し掘り連壁諸元

項目	内容
施工方法	透し掘り連壁工法（SATT 工法）
土質条件	砂レキと粘性土の互層 （地下水位 GL-3 m）
支障構造物	RC ボックスカルバート 幅 11 m × 高さ 6.6 m
土留め壁仕様	鉄筋コンクリート地中連続壁
コンクリート	高流動コンクリート、60-68-20N
エレメント数	4 エレメント
エレメント形状	9.7 m × 1.15 m × 43.3 m
透し掘り長	6.5 m
空掘り長	13.2 m（先行仮受高さ）



図―6 透し掘り掘削ステップ

7. 施工上のリスクの抽出と対策の実施

透し掘り連壁工法は、鉄道営業線直下での作業実績がなかったため、施工の半年前から、施工上のリスクの抽出と、リスクへの対策を考案し、実施を図った。その中で代表的なものを以下に示す。

(1) 拡翼式掘削機の故障対策

透し掘り連壁施工箇所では、仮受工事の前に止水を目的とした薬液注入を実施しているため、使用した注入管や削孔ビットが土中に残置されたままとなってい

る。そのため、それらが拡翼式掘削機のカッターに絡まることで機械が故障し、掘削作業が中断もしくは困難となることがリスクとして考えられた。

そこで、注入管や削孔ビット等の支障物を入れた実物大の模擬土槽を地上に構築し、その土槽の土をトラブルなく掘削できるか確認する試験を行った。試験の結果、支障物を拡翼式掘削機のカッターにて切削、排出しながら、問題なく掘削できることを確認した（写真―3、4）。



写真―3 掘削機の刃



写真―4 排出されたビット

(2) 掘削精度の確保

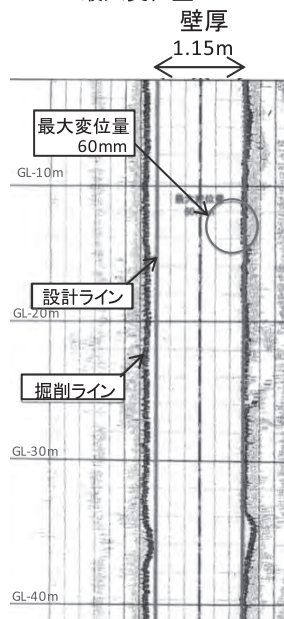
連壁の平面長さは、鉄道函体の幅から 13 m となり、溝壁の開放延長を短くすることと掘削精度を高める為に、6.5 m ずつ両側から掘削することとした。これは、過去に実績のない透し掘り長となった。そのため、鉄筋かごを溝壁に当てることなく建て込むためには、透し掘り連壁工法における掘削精度の確保が重要となるが、従来通りの掘削精度管理手法では、カッター先端の位置が分からず、所定の精度が確保できないことがリスクとして考えられた。

そこで、通常の連壁掘削時に多く使われる APS（絶対位置測定装置）を透し掘り掘削機に初めて搭載することとした。これにより、拡翼式掘削機のカッター先



写真—5 APS モニター

●測定結果
掘削変位管理値 64mm
最大変位量 60mm



図—7 超音波測定結果

端位置をオペレータ室にてリアルタイムにモニタリングし、掘削時のカッターの位置を、アジャスタブルガイドを用いて速やかに修正できることを可能にした。実施工において、掘削後の超音波測定により溝壁の形状を確認し、適切な掘削精度が確保されていることを確認した（写真—5、図—7）。

(3) コンクリートの確実な充填

コンクリートを打設する時、鉄道函体脇のガイド孔に配置したトレミー管から鉄道函体の中央部まで6.5mに亘って自己充填させる必要があるため、スランプフロー68cmの高流動コンクリートを採用した。しかし、高密配筋かつ安定液中での打設となるため、材料分離して自己充填されないことがリスクとして考えられた。

そこで、土木学会の『高流動コンクリート施工指針』に則り、事前に本施工の条件を模擬した上で、高流動コンクリート打設試験を実施した。試験の結果、先端までコンクリートが確実に充填され、材料分離がなく、設計値以上の強度が発現することを確認した（写真—6）。

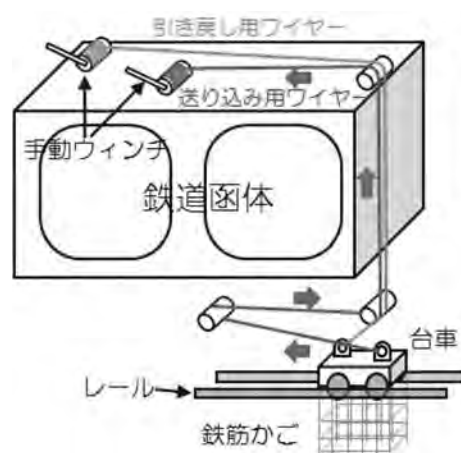


写真—6 高流動コンクリート試験

(4) 鉄筋かごの送り込み

鉄道函体下に長さ2mの鉄筋かごをガイド孔から3ロット送り込むために、手動ウインチを用いたワイヤリング装置を開発した。この装置は、あらかじめ鉄道函体の路下にガイドウォールと鋼製レールを設置し、鉄筋かご頭部に走行用台車を取付け、レール上に建込んだ後、地上の手動ウインチを用いて鉄道函体中央部まで鉄筋かごを送り出す。この時、鉄筋かごが安定液の抵抗を受けて鉛直に収まらず傾斜したままとなることがリスクとして考えられた。

そこで、鉄筋かごを押込む押付け装置を開発するとともに、加えて、押付けるアーム長を3段階に設定することで、各ロットの設計位置まで鉄筋かごを順調に送り込むことに成功した（図—8、写真—7）。



図—8 ワイヤリング装置概要



写真一七 押付け装置



写真一八 施工完了時の集合写真

8. おわりに

鉄道営業線の安全確保を最優先に施工方法を検討し、当初計画よりも安全性を向上させるとともに、低コスト・工期短縮が可能な施工方法を採用することができた。また、施工時のリスク対策を入念に実施した

ことにより、無事故で中断なく土留め壁工事を完遂することができた。引き続き、鉄道営業線の安全確保を最優先に、新ビル新設工事の完成に向けて工事を進めていく。

謝 辞

最後に、本稿で紹介した工法のみならずあらゆる場面において、多くの関係者の知恵と力を結集して本工事を進めてきました。まだ新ビル新設工事途中ではございますが、紙面をお借りしまして、ご指導、ご協力をいただいた関係者各位に深く御礼申し上げます。

J C M A

《参考文献》

- 1) 透し掘り連壁工法研究会：透し掘り連壁工法，施工マニュアル・積算基準（案），2006.4
- 2) 渡辺，片上，齋藤，小野寺：透し掘り連続壁工法（SATT 工法）による営業線直下の路下連壁の施工について，土木学会第 69 回年次学術講演会，VI -697，2014
- 3) 齋藤，森，小野寺：鉄道函体直下を横断する透し掘り連壁工事の施工，日本鉄道施設協会誌，2015.9

〔筆者紹介〕

齋藤 力哉（さいとう りきや）
東海旅客鉄道㈱
建設工事部 土木工事課
課長代理



平山 哲也（ひらやま てつや）
大成建設㈱
土木本部 機械部 機械技術室
課長



安斎 和雄（あんざい かずお）
成和リニューアルワークス㈱
名古屋事業所
所長



特集>>> 鉄道

東武スカイツリーライン竹ノ塚駅付近連続立体交差事業 下り急行線高架橋工事にともなう軽量盛土工事および 仮設地下通路施工にともなう鋼矢板圧入工

北 川 雄 基

東武伊勢崎線（竹ノ塚駅付近）連続立体交差事業（以下「本事業」という。）は、東武スカイツリーライン竹ノ塚駅付近の約 1.7 km の複々線区間において、道路と平面交差する鉄道を連続的に高架化する事業である。

本事業は仮線方式により高架構造物の施工を進めている。また、高架橋工事に支障する既存橋上駅舎は、仮設地下通路を設け、工事中のお客様動線と駅の改札機能に移転したうえで撤去する計画である。

本稿では、最初に高架化する下り急行線高架橋工事の内、仮路盤の盛土材料に気泡モルタルを用いた事例および仮設地下通路土留鋼矢板圧入工においてクリアパイラーを用いた事例について報告する。

キーワード：軽量盛土、気泡モルタル、圧密沈下、土留鋼矢板圧入、上空障害

1. はじめに

本事業は、竹ノ塚駅付近の上下急緩行線の本線 4 線に加え、引上線 2 線を高架化する事業であり、制度拡充により特別区が連立施行者となることの追加（平成 17 年度）および歩行者ボトルネック踏切を積極的に除却するための採択基準拡大（平成 18 年度）により、初の特別区施行として平成 23 年 3 月に都市計画決定、同年 12 月に足立区が都市計画事業認可を得て、平成 24 年 11 月に着工した。

今回除却する 2 箇所の踏切は、1 日約 950 本の列車（入換車両含む）が道路交通を遮断し、ピーク 1 時間の遮断時間が 57 分のいわゆる「開かずの踏切」である。事業効果として、踏切待ちによる慢性的な渋滞の解消、道路と鉄道の安全性向上、さらには、鉄道により東西に分断された街の一体化と駅前広場整備等による駅周辺地域の活性化が期待されている。

2. 気泡モルタルを用いた軽量盛土

(1) 仮線工事の計画

竹ノ塚駅の谷塚方には、上下急緩行線の本線 4 線（複々線）および上下線間に 3 線（4 編成収容可）の引上線があった。また、着工以前より都計道補助 262 号線と立体交差するため谷塚方に向かって 10 % の上り勾配となっており、引上線と本線との間に最大約 3.3 m の高低差が生じていた。

本事業では、下り急行線高架橋の建設用地を確保するため、引上線 2 編成分を撤去した跡地に下り緩行線に移設し、さらに、その跡に下り急行線に移設する計画とした。

そのため、図—1 および図—2 に示す箇所（図中網掛け部分）に仮線を支持する仮路盤を施工し、既設高架橋と地平とを現況勾配で取り付けることが必要となった。

(2) 施工箇所の特徴と課題

仮路盤は、下り緩行線と引上線間の線路 1 線分の狭小な敷地で施工をすることとなり、大型重機や複数の重機が必要な工法では夜間終列車から翌日初列車迄の短時間施工になることが避けられず、昼間施工に比べて工期が延びることが懸念された。

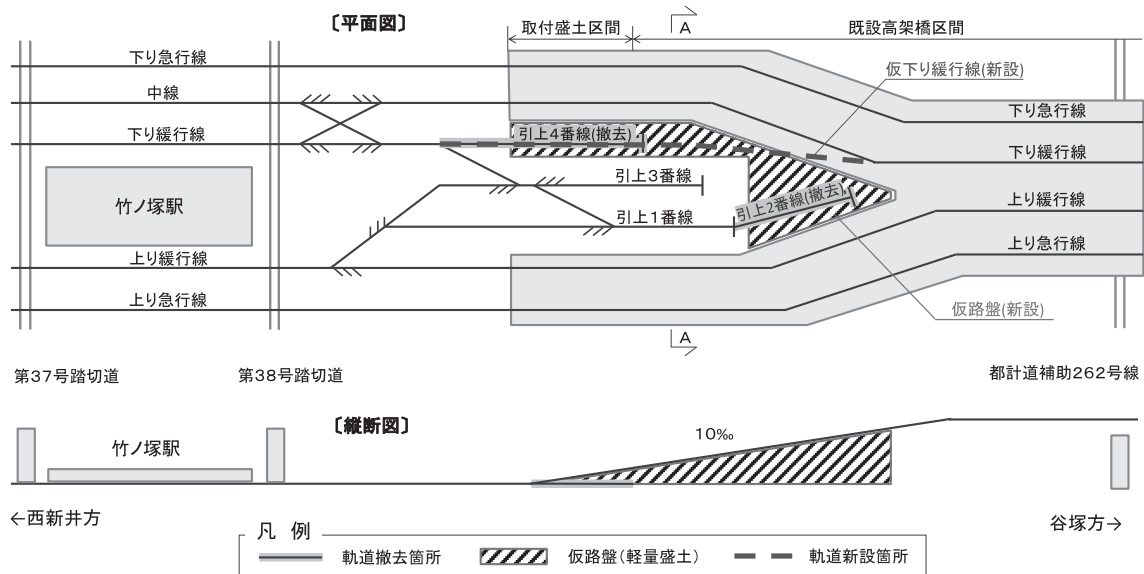
また、同駅付近の地層の特徴として、GL-6 m から GL-26 m にかけて軟弱な粘性土層が厚く分布しており、圧密沈下を考慮した構造とする必要があった。

(3) 仮線支持構造の検討

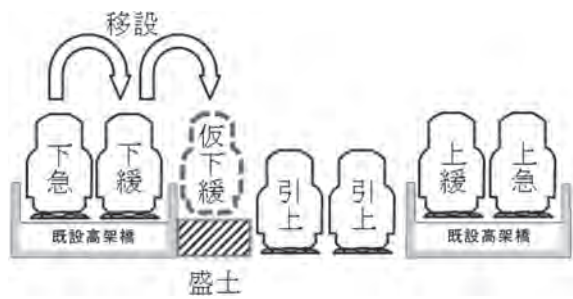
仮路盤の構造形式について、施工箇所の特徴と課題を勘案し、工事桁案と軽量盛土案に絞り表—1 のとおり比較検討を行った。

工事桁は、支持層に到達させた支持杭を橋脚とし、上部工は必要に応じて開床式と有道床式の桁を使い分ける構造とした。

軽量盛土は、圧密沈下による軌道変位が軌道整備に



図一 全体平面図・縦断面



図二 A-A 断面図

表一 構造形式の比較検討

	工事術	軽量盛土
工法概要	① 支持杭打設	① 表層地盤改良
	② 仮橋脚架設	② 土留壁設置
	③ 工事術架設	③ 盛土
実績	○ 当社実績あり	△ 他社実績あり
安全性	○ 完全支持杭とすることで沈下の恐れなし	○ 圧密沈下が発生するが変位は軌道整備にて対応可能
施工性	△ 大型重機使用のため夜間作業中心	○ 圧送可能な材料により昼間作業中心
周辺環境	△ 桁式のため現況よりも列車騒音が大きくなる	○ 現況と同等の列車騒音
工程	△ 約15ヶ月	○ 約8ヶ月
工費(比率)	△ 1.0	○ 0.8

よる保守にて対応可能な程度に収まる重量とし、表層は不等沈下抑制のため地盤改良を行うこととした。なお、土砂盛土は最終圧密沈下量が260mmとなり軌道保守が困難と想定されることから、検討対象から除外した。

比較検討の結果、表一の評価軸より軽量盛土を採用することとした。

また、軽量盛土の材料としては、プラントの規模が比較的小さく、施工実績があり、工費が安価に抑えら

れることから気泡モルタルを用いることとした。
なお、気泡モルタルの雨水による劣化や線路碎石のめり込みを防ぐため盛土の表層には路盤コンクリートを打設することとした。

(4) 軽量盛土の施工

気泡モルタルは、自重で気泡を潰さないよう1回あたりの打設高さを約1mとし、表二のとおり品質を管理するための規定値を設定した。

表二 気泡モルタルの品質管理規定値

試験項目	規定値
比重	0.85 + 0.1, - 0.05
フロー値	180 ± 20 mm
空気量	57 ± 5 %
圧縮強度(材齢28日)	1.5 N/mm 以上

実施工では、平成25年12月から地盤改良に着手し、平成26年1月から土留壁の設置、同3月から気泡モルタルの打設を始め、6ヶ月程で全ての仮路盤を構築した。

なお、仮路盤の構築が完了した部分から順次軌道工事を行い、平成26年7月に下り緩行線の仮線切替えを完了している。

(5) 軽量盛土の保守管理

図三に示すとおり、気泡モルタル打設直後から、盛土支持層の圧密沈下状況を土留H形鋼の沈下量により継続的に測定した。気泡モルタル打設後から平成27年5月時点までの圧密沈下量は最大で15mm(打

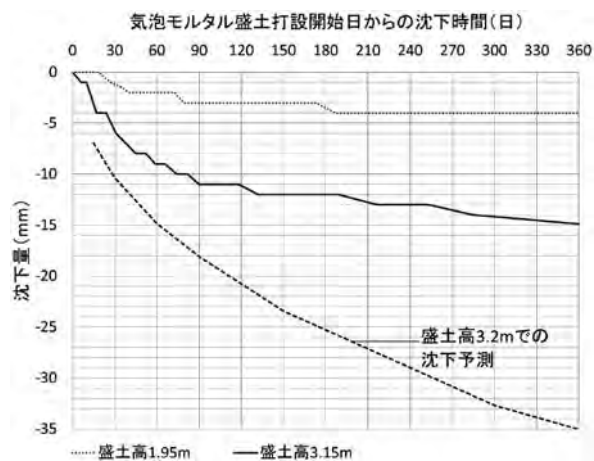


図-3 圧密沈下測定

設後約1年)となっており、盛土高さ3.2mでの予測沈下量35mm/年を下回る結果となった。

また、上記以外にも適宜軌道計測を行っており、高低変位に対して管理値を7mmと設定して軌道整備による保守を行った。

3. クリアパイラーを用いた土留鋼矢板圧入

(1) 仮設地下通路計画

本事業では、図-4に示す仮設地下通路を築造した上で橋上駅舎を撤去する計画としている。工事中の改札口および自動券売機は仮設地下通路内に、駅事務室は地上部に設ける仮設駅舎に移転する。

仮設地下通路の施工は、地下水位が高いこと、高架橋工事と並行して施工するためヤードが狭隘であること等を踏まえ鋼矢板土留による開削工法とし、軌道およびホームを仮受けした後、掘削・RC躯体の築造に着手する。

(2) 土留鋼矢板施工上の課題

図-4におけるA-A部およびB-B部の断面を図-5、6に示す。

鋼矢板施工箇所の地上部には、盛土構造の島式ホーム1面および上下急緩行線の本線4線と東京地下鉄日比谷線検車区への入出庫用の中線1線をあわせた計5

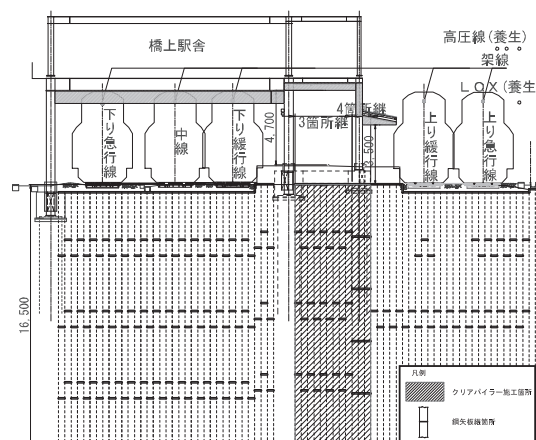


図-5 A-A断面図

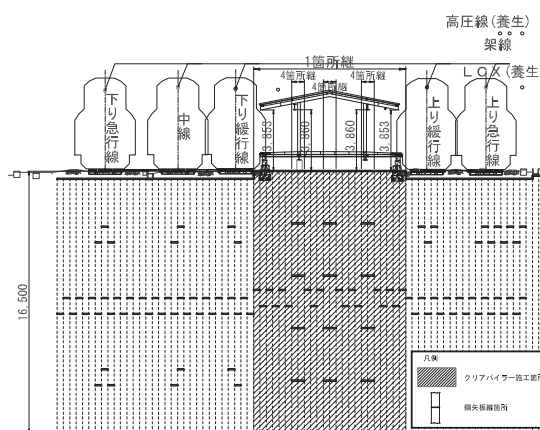


図-6 B-B断面図

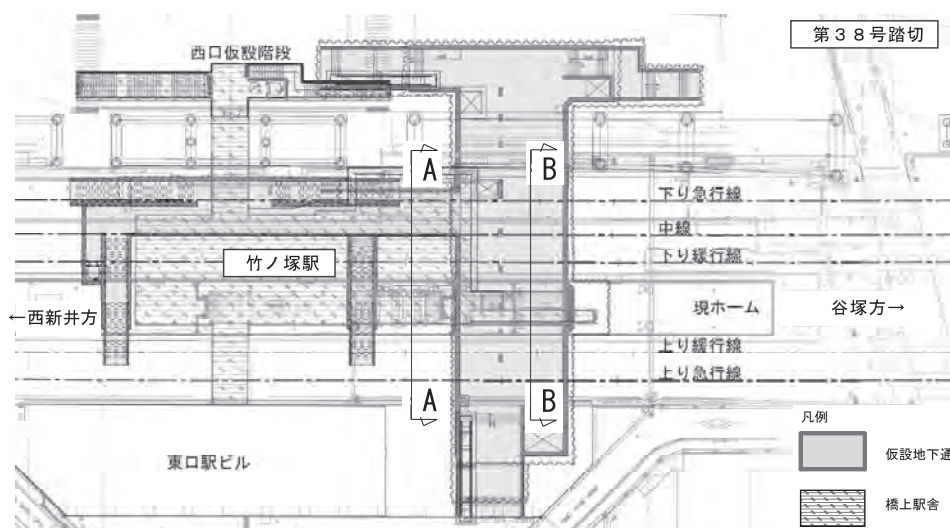


図-4 竹ノ塚駅構内 平面図

線の軌道がある。

上空には橋上駅舎およびホーム上家と5線の軌道上に架線がある。さらに、地下にはこれらの基礎および地中梁がある。

軌道およびホーム横断部においてこれらの鉄道施設を供用しながら鋼矢板を連続して圧入するには、準備作業から後片付けを含め終列車から翌日初列車までの夜間停電時間（概ね1:20～3:50）内に行わなければならない、時間的制約が大きい。

さらに、橋上駅舎などによる上空障害箇所においては鋼矢板の最大吊込み長が制限されるため、継手による継ぎ足し施工となる。

以上の課題に対し、限られた作業時間の中で効率的に工事を進めるため、施工方法の他、施工機械の設置や収容方法について検討した。

(3) ホーム部における圧入機の選定

土留鋼矢板の施工方法として、サイレントパイラーによる圧入を検討した。サイレントパイラーは旅客動線の支障となることからホーム上での留置ができず、作業毎に軌道外の施工ヤードから施工箇所へ移動する必要があった。

軌道部においては、軌道外の施工ヤードからクレーンによる移動が可能であるが、ホーム部は施工ヤードから距離があり、移動用クレーンが大型となることに加え、上空障害による制約があった。そのため、圧入機の自走による移動を検討したが、移動距離が長く時間がかかるため有効ではないことが判明した。

そこで、ホーム部では施工箇所を予め覆工とする計画であったことから、サイレントパイラーよりも機械の高さを抑えたクリアパイラーを用いた工法を採用し、ホーム覆工下にクリアパイラーを収容することで作業毎の移動を最小限に抑えることとした。

軌道部にて使用したサイレントパイラーと、ホーム部にて使用したクリアパイラーの比較を表―3に示す。

表―3 油圧式圧入機の比較

寸法 (mm)		サイレントパイラー	クリアパイラー
	長さ	2,070	2,430
	幅	1,000	1,210
	高さ	2,285	1,305
重量 (kg)		5,900	4,875
圧入力 (kN)		1,000	686
ストローク (mm)		750	600

(4) 覆工のユニット化と上家の仮設化

施工効率の向上および工期短縮のため、クリアパイラーによる施工に併せて以下の工夫を行った。

(a) ホーム覆工のユニット化

覆工板の撤去・復旧を短時間に行うため、覆工板のユニット化を行った。

ユニット化した覆工は重機を使わず人力で撤去・復旧が可能な構造（写真―1）としたことで、狭隘な作業スペースにおいて重機の錯綜を防ぐとともに、終列車後ホームの供用が終わり次第速やかに撤去作業を開始できた。



写真―1 人力による仮覆工の撤去状況

(b) ホーム上家の仮設化

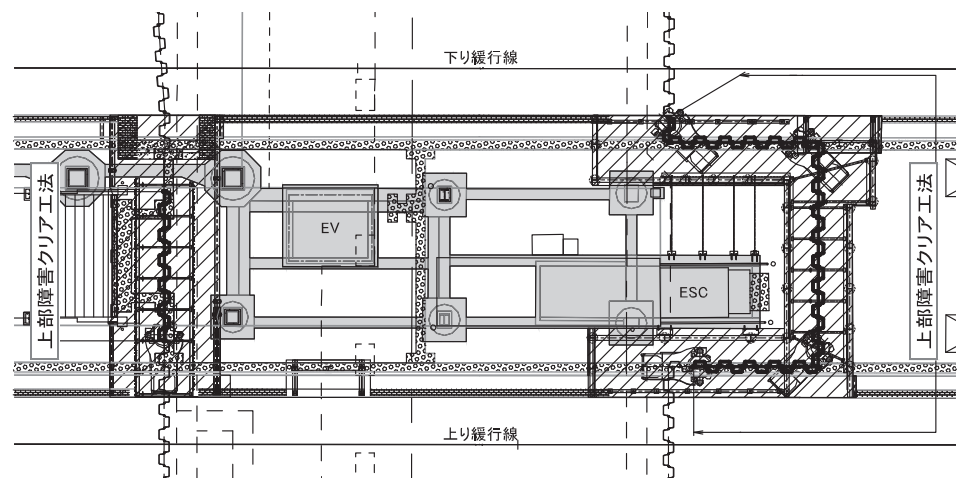
ホーム上家下における鋼矢板の最大吊込み可能長は3.3 mであり、施工長である16.5 mを圧入するには継手数が4箇所となり、継手施工に多くの時間を割かなければならなかった。

そこで、吊込み可能長を確保するため既存の波形スレート屋根を仮設の折板屋根に葺き替え、吊込み時に容易に撤去・復旧を行える構造とした（写真―2）。



写真―2 上家を撤去しての鋼矢板吊込み

これにより、ホーム横断部において圧入した鋼矢板54枚の内、撤去できない橋上駅舎および上家鉄骨梁下を除いた32枚を1箇所継とすることができた。



図ー7 クリアパイラーによる施工範囲

(5) ホーム部鋼矢板の施工概要

クリアパイラーによる施工とホーム覆工のユニット化、ホーム上家の仮設化を併用することで、ホーム部における鋼矢板の施工概要は表ー4 および図ー7に示す通りとなった。

表ー4 鋼矢板の施工概要

鋼矢板仕様：Ⅳ型 L = 16.5 m 54 枚				
施工箇所	継手数 (箇所)	施工枚数 (枚)	最大吊込み長 (m)	圧入時間 (分/枚) ※ 16.5 m あたり
上家折板下	1	32	9.0	26
橋上駅舎下	3	11	4.5	49
上家鉄骨梁下	4	11	3.3	62

4. おわりに

今回、気泡モルタルを用いた軽量盛土について以下の考察を得た。

- ①粘性土層が厚く堆積する軟弱地盤上においても、軌道保守を行い、尚且つ盛土重量を軽くして圧密沈下速度を抑制することができれば盛土の施工は可能となる。
- ②ポンプ打設が可能な盛土材料であれば、プラントから 200 m 以上離れた打設箇所への圧送が可能であり、線路間の狭小な場所においても昼間施工

が可能となる。

③比較的小型の重機で施工することができるため、複数班で施工することにより、工期の短縮を図ることが可能となる。

なお、盛土の沈下量が予測に対して半分程度であったが、これは、予測値が盛土幅中心位置での値（最大値）であることに対して、実際は気泡モルタルや地盤改良の剛性により盛土幅全体で平均して沈下したためであると考えられる。

また、クリアパイラーを用いた鋼矢板圧入では、覆工板のユニット化、ホーム上家の仮設化を併用することにより、夜間停電時間内における圧入作業を効率良くでき、工期の短縮に寄与した。

今後の工事においても、安全を最優先としながら、効率的な施工方法を検討のうえ工事を進め、本事業の安全で一日も早い完成を目指す所存である。

JCMA

[筆者紹介]
北川 雄基（きたがわ ゆうき）
東武鉄道㈱
鉄道事業本部 改良工事部
部員



常磐快速線利根川橋梁改良工事

佐々木 昭 悟・斎 藤 聡・成 嶋 健 一

常磐快速線天王台・取手間利根川橋梁は、1896年（明治29年）に単線で開業後、1923年（大正12年）に複線開業し、その後、1963年（昭和38年）の河川改修により現在位置に建設された。その際、上り線桁は旧桁を移設再利用し、約90年間供用されてきたが、上部工の老朽化の進行と下部工についても早い段階から変状が発生していた。それらの要因と今後の維持管理性・安全性等を総合的に判断し、別線方式による全面架替え計画を決定、2009年（平成21年）より架替え工事に着手し、2015年（平成27年）に完成した。本稿では、架替えに至った経緯と新橋梁の設計・施工について報告する。

キーワード：橋梁架替え、鋼管矢板井筒基礎、トラス桁架設、安全管理、線路切換

1. 変状概要および架替えに至った経緯

現橋梁は、全長約964m、高水敷部はデッキガーダ（ $L = 19.2\text{ m}$ 、23連）、流水部の上り線桁は曲弦プラウトトラス（ $L = 62.4\text{ m}$ 、8連）、下り線桁は平行弦ワーレントラス（ $L = 62.4\text{ m}$ 、8連）である（写真—1）。

上り線桁は移設再利用時に鋼桁フランジに型钢を溝型に組み合わせた溶接補強を行っているが、経年による腐食と列車の繰返し荷重等により補強部材本体や溶接線を起点とした亀裂が多数発生した。一方、下り線桁は、溶接が鋼桁に導入された初期のもので、技術の未成熟による構造上の課題が多く、部材接合部の疲労亀裂が多数発生し、その都度補修・補強を行ってきた。また、流水部前後の上路飯桁の下部工は直接基礎で、厚く堆積した軟弱な沖積粘性土の上部の薄い沖積砂質土層で支持されているため、建設当初から継続的に圧密による沈下が進行しており、数回にわたり桁座と軌

道のこう上を実施するなど、長年にわたり維持管理に苦慮してきた。

さらに、大規模地震時の地盤液状化による下部工の傾斜、上部工の落橋やRC橋脚の耐震性能の不足が懸念されたことから、今後のメンテナンス、トータルコスト等を総合的に勘案し、諸課題を包括的に解決でき、技術的に最も合理的かつ輸送の継続性を確保できる全面架替えを行うこととした。

2. 改良工事全体概要

新橋梁は、現常磐快速線と常磐線各駅停車との間（1896年開業時の位置）に新設する計画とし、上部工は、2～3径間連続の鋼トラス橋4連（延長約1.0km、鋼材総重量約9,400t）、下部工は、橋台2基、橋脚8基で構成した。起点方には、橋梁に接続するためのアプローチとして、ラーメン高架橋（延長約360m）、補強盛土（延長約140m）を新設した（図—1(a),(b)）。

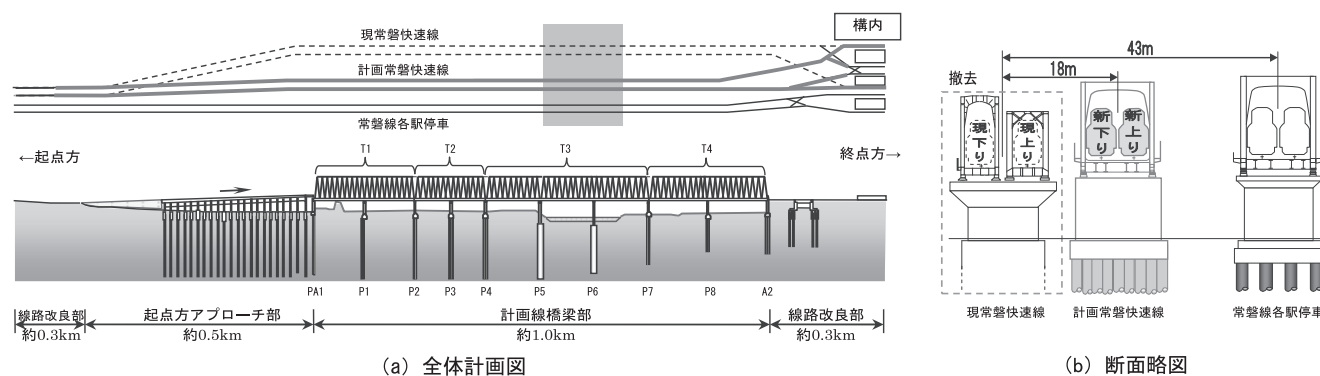
3. 設計

(1) 設計方針

本工事における構造選定にあたっては、以下の項目を基本に計画を行った。①現橋梁の変状進行を鑑み、可能な限り工期を短くできる工法であること、②営業線に近接した施工であることから営業線に影響を及ぼさない工法とすること、③今後のメンテナンスに要する労力を最小化できる構造であることなどである。



写真—1 現利根川橋梁全景



図一 橋梁架替え計画図

(2) 橋梁下部工の構造計画

下部工の構造形式の選定条件として2回の渇水期(11月～5月)で確実に施工を完了させることが、工事の全体工程を左右する重要な条件であった。また、基礎新設範囲には単線開業時の旧基礎が残置されており、旧基礎の効率的な撤去工法の選定と隣接線への影響が極力少ない構造・施工方法を検討した。

このことから流水部の基礎構造は、仮締切りを兼用でき、かつ旧基礎を取り囲み、支障物の撤去が最小限とすることが可能な鋼管矢板井筒基礎とした。基礎は、長径15.826m、短径12.931mの小判型であり、鋼管は $\phi 1,200$ mm, $t = 14 \sim 19$ mm, $L = 38$ m(P5), 34m(P6)である。仮締切り兼用であるため、鋼管矢板井筒内部の掘削・排水後は、土圧や水圧などにより鋼管矢板が変形した状態となり、その段階で発生するひずみや応力は、頂版コンクリートの打設・硬化により拘束され、基礎本体に残留することとなる。したがって、この残留応力を基礎完成後の外力による応力として設計に考慮した。高水敷の橋脚は、確実な杭断面形状を確保でき、孔壁崩壊がなく営業線への影響が少ないオールケーシング場所打ち杭を採用した。

(3) 橋梁上部工の構造計画

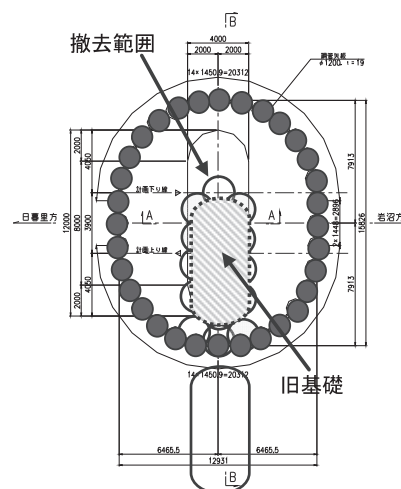
上部工の構造については、鋼材重量やメンテナンス性に優れ、下部工の躯体幅の最小化、また上部工の架設期間の短縮を可能とする鋼下路トラス形式とし、高水敷は2径間連続桁、流水部は3径間連続桁とした。床組み構造は、疲労に対する弱点構造を削減するため鋼床版による閉床式とした。起点方のT1桁は、県道170号線および河川の堤防を跨ぐため、空頭離隔を確保する必要があることから、低床式鋼床版を採用し、T2～T4桁は、縦桁式鋼床版とした。またトラス桁部材の塗装種別は、高い耐候性を有するふっ素樹脂塗料を上塗に用いた塗装系を鉄道の新設橋梁において初めて採用することし、施工にあたっては、仕様を道路

橋塗装便覧(道路橋の塗装基準)とした。

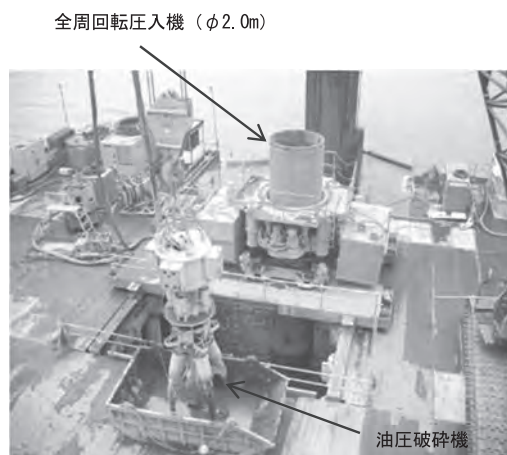
4. 基礎工・下部工の施工

(1) 施工概要

基礎構造は、地質条件、近接する営業線への影響度、工期、残存支障物撤去工等を考慮し、PA1・A2橋台は場所打ち杭基礎(リバース工法)、P1～P4・P7・



図二 旧基礎撤去範囲



写真一 旧基礎撤去状況

P8 橋脚は場所打ち杭基礎（オールケーシング工法）、流水部の P5・P6 橋脚は、仮締切兼用方式の鋼管矢板井筒基礎とした。基礎および橋脚躯体の施工範囲には、旧橋梁の基礎が残置されており、これらを効率的に撤去する工法として、はじめに支障する残存基礎に $\phi 2.0 \text{ m}$ のケーシングを全周回転圧入機で支障範囲の下端まで先行圧入し、ケーシング内に油圧破碎機を挿入、ケーシング内面と破碎機を油圧により一体化、その後ケーシングを回転させ撤去部位を分離・排出する工法とした（図—2、写真—2）。

(2) 基礎工（流水部）

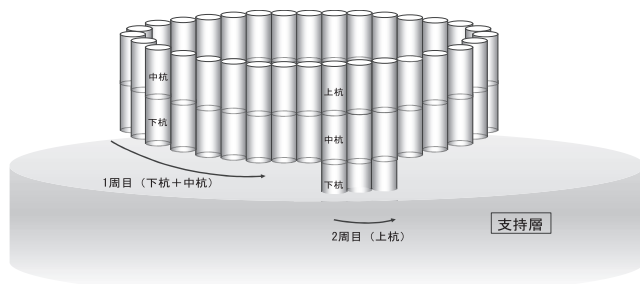
流水部橋脚の鋼管矢板井筒基礎工は、近接している既設橋脚への施工時の振動を最小限とするため、中掘りを併用した圧入工法とした。鋼管矢板打設開始時は、反力用として発進架台を設置し、打設時は、軽打ち（自沈）を行った後に圧入機で圧入した。鋼管矢板内の掘削は、中掘り装置（スクリュードリル）で行い、中掘り装置の先端は、鋼管矢板先端から 1.0 m 程度浅い位置までとし、掘削機が鋼管よりも突出することで地盤を乱すことのないよう細心の注意を払い施工した（写真—3）。支持層への圧入管理では、確実に支持力を発現させるため中掘りを併用せずに行い、サンプリングによる支持層確認と圧入時の負荷抵抗値を常時計測し、支持層に貫入したことを確認した。鋼管杭の先端処理は、支持層と一体化することを目的に、コンクリートを打設することとした。鋼管杭は支持層に 1D（D：鋼管径）以上根入れし、先端から 4D 以上の範囲にコンクリートを打設した。また、鋼管矢板井筒基礎の鉛直度を確保することと鋼管を精度良く閉合するため、打設は 2 周に分割し、1 周目に下杭と中杭、2 周目に上杭の順で打設した（図—3）。

底盤コンクリートは、 $150 \text{ m}^2 \times 1.5 \text{ m}$ （h）と施工面積、施工数量が多く、水中打設においての仕上がり

中掘装置（スクリュードリル） 鋼管矢板圧入機



写真—3 施工状況（鋼管矢板圧入）



図—3 鋼管矢板打設順序



写真—4 鋼管井筒内支保工設置状況



写真—5 スタッドジベル溶接状況

面の平滑性要求に対する施工品質確認が困難であることを考慮し、水中不分離性コンクリートを採用した。底盤コンクリート打設後の井筒内ドライアップに際しては、底部の盤膨れ対策として、地下水位低下工法を実施した。また、井筒内の水位低下状況に応じて支保工を順次設置して施工を進めた（写真—4）。

鋼管矢板と橋脚躯体との接合は、スタッドジベル方式を採用し、溶接ガン本体は、ガイドポストを配置した高能率かつ溶接部の高い品質が確保できる自動 4 連スタッドガンを使用し施工した（写真—5）。品質管理は、施工前確認試験、曲げ試験を実施し、全溶接箇所に対するモニタリングデータの確認を実施した。

(3) 基礎工（高水敷き部）

基礎施工による近接する既設橋脚への影響を最小限

とするため、橋脚基礎はオールケーシング工法を採用し、橋台基礎は、施工ヤードがより狭隘となるため、リバース工法を採用した。杭長管理、杭偏心量管理の実施と、サンプリングによる支持層確認を事前の地質調査結果と比較しながら入念に実施した。

(4) 躯体コンクリート工

橋脚形状は、小判型壁式のマッシブな構造であるため、躯体コンクリートの温度ひび割れ防止を目的に、事前に温度応力解析を行った。解析では引張応力とコンクリート強度の比である「温度ひび割れ指数 I_{cr} 」を算出のうえ、コンクリートの水和熱上昇を抑制する配合・打設計画の検討を行い、セメント種別は中熱ポルトランドセメント、打設条件は、打設回数:3回、打設間隔:10日、打設後の天端マット養生期間:7日、養生期間の側面型枠を存置と定めた。施工時の留意点は、冬期打設でのコンクリート温度と外気温の差を最小限とするため、外気温が極端に低温となる時期（日平均気温が4℃を下回る1月～3月上旬）を避け、3月下旬からの打設となるよう工程を調整した。またコンクリート内部温度測定を行い、温度上昇下降傾向を把握し、適宜練炭による保温養生を行った。型枠存置期間は、強度発現に要する期間とコンクリート内部温度の下降傾向が緩やかに推移する期間を検討し、型枠脱型は約2週間を目途に実施した。さらに型枠脱型後は、乾燥収縮による初期変状防止を目的に、橋脚側面にポリフィルム巻き養生を約3週間行った。

5. 上部工の施工

(1) 施工概要

架設工法は、高水敷き部（PA1～P5、PB1～A2）においては、クローラークレーンベント架設工法、流水部（P5～PB1）においては、トラベラークレーン架設工法を採用することとした（図—4）。

(2) クローラークレーンベント架設

高水敷き部では、クローラークレーンベント工法により架設を行った（写真—6）。特に T1 桁架設では、県道との交差部が存在したため、道路管理者との協議により、県道の夜間通行止めにより架設を行った。県道にはベント設備を配置できないことから、下弦材2パネルを地組みし、ボルト本締めの上、一括架設した。



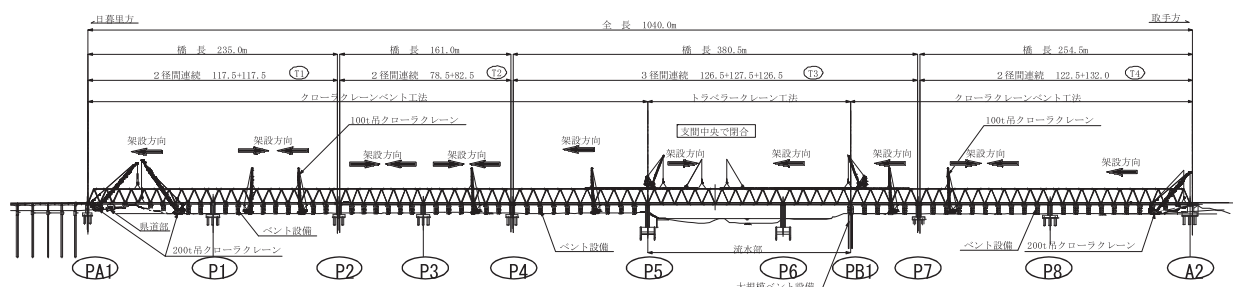
写真—6 架設状況（高水敷き部）

(3) トラベラークレーン架設

流水部（P5～PB1）においては、トラベラークレーンの張り出し工法により架設を行った（写真—7）。兩岸から2編成で架設し、P5-P6間の支間中央で閉合する計画とした。架設機材の編成は、架設用トラベラークレーン1基、材料荷上げ用トラベラークレーン1基、運搬台車1基をそれぞれ1編成とした。



写真—7 架設状況（流水部）



図—4 桁架設計計画図

トラス部材の架設順序は、部材のたわみ等を考慮し、斜材→上弦材→斜材→下弦材→横桁→ボルト本締め→鋼床版架設→クレーン軌条設備設置→トラベラー・クレーン移動のサイクルで架設を行った。これは、下弦材の張り出し架設を先行して行った場合、添接部の耐力不足（ボルト本数不足）となるためである。

トラベラー・クレーン張り出し架設は、高力ボルトを本締めしながら架設を進めることから、架設後に桁のキャンバーを調整することが困難である。このため、設計キャンバー、桁自重、架設機材の載荷位置と重量から各施工段階の桁たわみ量を事前に算出し、架設時は各格点部でのたわみ量を確認、検証しつつ施工を進めた。最大の桁たわみが発生する P6 橋脚到達時は、このたわみ量を補うため、PB1 上で油圧ジャッキによる桁の上げ越しを行い、P6 橋脚へ到達させた。なお、PB1 から P6 橋脚に向けての架設では、P7 橋脚において 1 主構あたり最大で約 400kN のアップリフト力が作用するため、あらかじめ P7 橋脚にアンカーを埋め込み、アップリフト力に抵抗させた。P6 到達後は、P5・P6 間での両岸からの張り出し架設を行い、桁閉合部で両岸からの部材を計画通り噛み合わせるため、先端部材の高さが揃うように上げ越し量の微調整を行いながら施工を行った。その結果、各施工段階において、概ね想定通りの挙動で架設が進捗し、無事に桁を閉合させることができた。

6. 営業線近接に対する安全対策

本工事は、全長約 2.1 km にわたり左右を営業線に挟まれた近接施工であり、施工にあたってはあらゆるリスクを抽出し、安全対策を実施してきた。新設橋脚の施工中は直近に位置する既設橋脚の変位量（沈下・傾斜）を常時監視するとともに、場所打ち杭施工では泥水位観測・孔壁監視および橋台部での仮設工事用使用時の軌道変位常時監視などの対策を実施し、営業線

への影響を一元管理できるシステムを構築し施工を進めた。また大型重機の使用にあたっては、建築限界を支障させないための対策として、レーザーバリアシステム（レーザー光を鉛直方向へ面状に照射し、レーザー光を遮断する物体を検知した場合に警報通知するシステム）を施工範囲と営業線範囲間に設置し、列車の安全運行に特段の配慮を行い、大規模工事を無事故で完遂させた（図—5）。

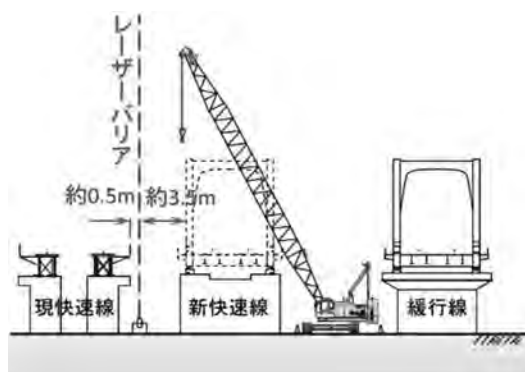
7. 線路切換工事

(1) 切換工事の概要

線路切換工事は、上り線 2013 年 12 月 7 日～8 日、下り線 2014 年 11 月 8 日～9 日にかけて実施した。切換当夜は、線路移動、分岐器撤去・新設、軌道こう上、路盤構築等を行った。分岐器撤去・新設においては、これまで分岐器交換で実績が多い 50t 軌陸クレーン 2 台による合吊りで施工を行った。軌道こう上は、施工可能な範囲を事前に行い、切換当夜の施工時間短縮を図った。またホーム部の線路移動に伴い、上り線切換では、最大 1.5m のホーム拡幅を実施し、下り線切換では、ホームを事前切削し、切換工事に備えた。

(2) 軌道こう上

起点方の線路切換部においては、現在線と新線のレールレベル差が約 600 mm あり、現在線の軌道をこう上させる必要があった（延長約 270 m）。軌道こう上を切換当日に実施することは、施工に多くの時間を要することから、軌道こう上作業を事前に行う計画とした。施工方法は、MTT（マルチプルタイタンパー）による絶対基準工法を採用し、1 回あたりのこう上量は、MTT の施工能力と軌道の初期沈下量を考慮して最大で 100 mm 程度とし、計 6 回の軌道こう上を行った。なお、施工時期がレール温度上昇期に近かったため、レール張り出し事故防止対策にも配慮し、事前の



図—5 レーザーバリアシステム設置状況



写真—8 MTT 編成群による軌道こう上状況

座屈防止板の設置、軌道こう上時のバラストレギュレーターを用いた道床整理、サイドコンパクターによる道床締め固めを実施した（写真—8）。

（3）各種リハーサル

起点方切換部における線路移動延長は最大で 312 m（下り線切換工事）と長く、本工事で最も時間を要する作業であった。その中でも線路移動後の道床補充時間の比率が高かったため、軌陸ダンプ 20 台により碎石を運搬・補充する計画とし、作業の効率化を図った。軌陸ダンプの移動および碎石取り降し作業を安全かつ効率的に行うため、軌道工事管理者から各重機の誘導員への指揮命令系統を確立し、当夜に従事する軌道工事管理者・軌陸ダンプオペレーター・誘導員で実機を用いたリハーサルを実施した。

終点方切換部における線路移動作業は、起点方切換部と比べて施工延長は短い、接続箇所が多いことに加え、線路移動方法が複雑であること、軌道低下を伴う特殊な作業、さらには 50 t 軌陸クレーンと競合しながらの作業となり、作業が非常に輻輳する状況であった。作業量に比例し、作業員が狭隘な箇所に密集することが想定されたので、保守基地線での線路移動リハーサルや、各作業班の線路立入りから退出までの作業の流れを実際に従事する全作業員に現地で周知した。特に取手駅構内の分岐器撤去・挿入作業は、他の作業工程に大きく影響することから、線路切換工事において最も重要な作業であった（図—6）。したがって、上り線、下り線ともに各 2 回 50 t 軌陸クレーンを使用したリハーサルを行い、下記項目を確認した。

- ・ 50 t 軌陸クレーンアウトリガー設置・旋回確認
- ・ 軌陸車（ダンプ・クレーン）の配置
- ・ モーター付き分岐器の吊り上げ可否
- ・ 作業手順（分岐器挿入時の確認事項等）

（4）線路切換の施工実績

上り線および下り線の線路切換工事は、事前施工可能な作業の洗い出しとその実施、各種リハーサルと工事関係者への周知会の実施、綿密な調整による軌道・土木・電気系統間の作業引き渡し条件の明確化と対面による責任者間のベアリングの実施など、万全な事前準備をした結果、計画通り完遂した（写真—9）。

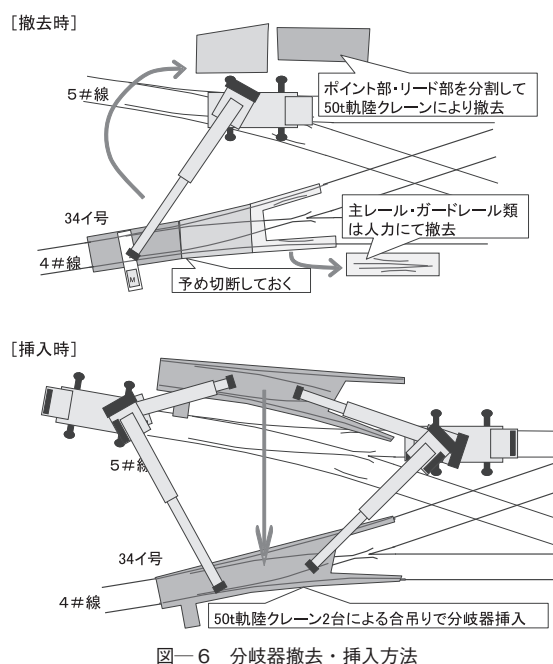


写真—9 50 t 軌陸クレーン合吊りによる分岐器挿入状況

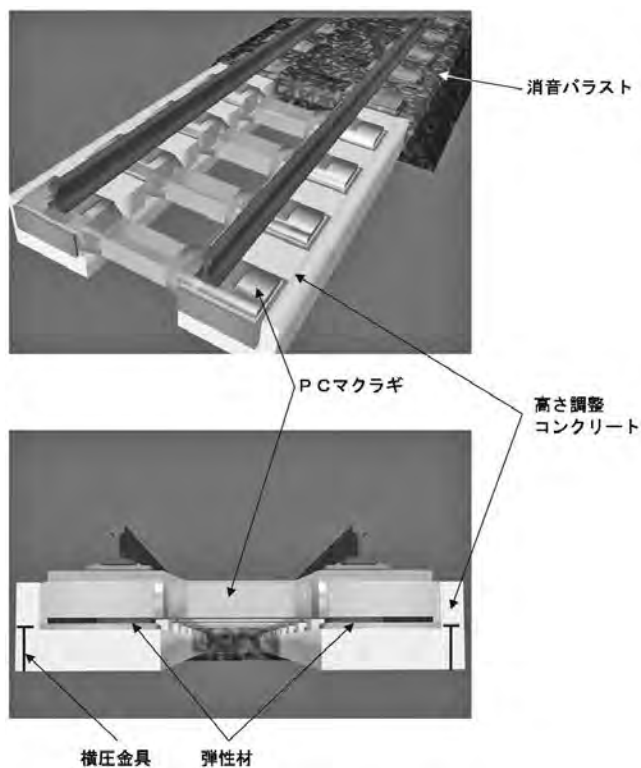
8. メンテナンスに対する配慮

本橋梁は、将来のメンテナンスの省力化を図る構造を採用した。桁構造は、メンテナンス性に配慮し、耐疲労性の高い縦桁式鋼床版トラス橋を採用、設計耐用年数 100 年を先取りした設計を行った。塗装には高い耐候性を有するふっ素系塗装を当社として初めて採用し、塗膜の長寿命化を図っている。

軌道構造は、騒音・振動の低減効果をもち、メンテナンスコストを大幅に低減できる弾性バラスト軌道を採用した（図—7）。弾性バラスト軌道を鋼床版へ適用するにあたって、軌道に生じる水平力に抵抗できる横圧金具を鋼床版上へ設置している。また、レールはロングレールとしており、桁の伸縮およびレールに作用する軸力に応じてレール長を設計した。その他、電車線については、インテグレート架線、取手構内の配線変更に伴う分岐器の新設については、軌道変位が生じにくいグリットマクラギとトングレールの摩擦抵抗を低減させるベアリング床板を組み込んだ次世代分岐器を配置し、今後のメンテナンスに配慮した構造とした。加えて橋梁の高欄に防風機能を付加した自社開発の FRP 製防風柵を設置し、列車運行に対する風対策



図—6 分岐器撤去・挿入方法



図ー7 弾性バラスト軌道の構造

を兼ねた構造とした。

9. おわりに

2009年（平成21年）11月の着工から5年の歳月を経て、橋梁新設工事の全施工が完了した。2013年（平成25年）12月には上り線，2014年（平成26年）11月には下り線の線路切換工事を実施し，現在新橋梁は上下線ともに使用開始している（写真ー10）。



写真ー10 施工完了後



写真ー11 撤去工事施工状況（H28.1月現在）

現在は，旧橋梁の撤去工事に着手しており，上部工の撤去が完了し，下部工の撤去工事を鋭意進めている。今後も列車の安全で安定した輸送を確保することを最優先に工事を進めていく所存である（写真ー11）。

JCM/A

《参考文献》

- 1) 鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物・杭土圧構造物，2000.6
- 2) 鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計，1999.10
- 3) 道路橋示方書・同解説 I 共通編 IV 下部構造物編，2002.3
- 4) 佐々木昭悟，吉田聖浩，吉川正治，工藤伸司，楠田広和，梅本喜久；長大鋼鉄道トラス橋の設計・製作，橋梁と基礎，2012.3
- 5) 斎藤聡，佐々木昭悟；常磐快速線利根川橋梁改良工事，JSSC，2015. SUMMER No.22

〔筆者紹介〕

佐々木 昭悟（ささき しょうご）
東日本旅客鉄道㈱
東京支社 施設部工事課
主席



斎藤 聡（さいとう あきら）
東日本旅客鉄道㈱
東京支社 施設部工事課
担当課長



成嶋 健一（なるしま けんいち）
東日本旅客鉄道㈱
東京支社 施設部工事課
副課長



画像処理技術を用いてトンネルを検査する

鵜飼 正 人

トンネルの通常全般検査は、「十分な照明を用いて徒歩等により目視を行い」と規定されているように、目視検査が維持管理の基本となっている。従来の目視やスケッチにかわり、ラインセンサカメラ及び高精細ビデオカメラを用いて覆工表面の高精細な展開画像を生成する技術、ひび割れを自動的に抽出する画像処理アルゴリズム、並びにトンネルの健全度診断につながるひび割れの進展計測手法について、具体的取り組みを紹介する。これらの技術は、トンネル検査の高度化に寄与するものと考えている。

キーワード：トンネル、全般検査、ひび割れ、画像処理、ラインセンサカメラ

1. はじめに

鉄道分野においても、高度成長期に建設されたインフラ設備が、高齢化・老朽化の時期を迎えているが、安全で安定した鉄道輸送サービスを提供し続けるためには、これら設備を健全な状態に維持しなければならない。トンネルを始めとした多くの鉄道設備は、「目視による状態の把握」が維持管理の基本となっている。ところが、目視検査は検査員の判断に左右されるため客観性に問題がある上、見落としが発生する可能性もある。また、目で確認するためにはその現場に行かなくてはならないが、頻繁に行くことは困難である。さらに今後、少子高齢化が進むと、検査保守要員の確保が困難になることが予想される。これら課題の解決に向けて、高精度な画像を効率よく記録し蓄積・伝送する技術、画像解析により設備の健全度を診断する画像処理技術に期待が寄せられている。本稿では、鉄道総研が取り組んでいるトンネルひび割れ検出のための画像処理を中心に、概要を紹介する。

表ー1 トンネル覆工表面の撮影・記録システム

手法	概要	実績
ラインセンサカメラ	トロッコや軌陸車に搭載したラインセンサカメラで、走行しながら覆工面を撮影し、得られる連続走査画像から展開図を作成	鉄道総研 JR
レーザー	レーザービームを搭載した専用の検査車で全周をスキャニングし、画像処理を施して連続画像を得、展開図を作成	JR
エリアカメラ	トロッコや軌陸車に搭載したビデオカメラで、走行しながら覆工面を撮影し、得られた動画像からイメージモザイク処理により、覆工面の2次元パノラマ画像を得、展開図を作成	鉄道総研
赤外線カメラ	走行しながらヒータで覆工面を強制加熱し、赤外線放射量を赤外線カメラで撮影し、画像処理後、剥離を検出。可視カメラ（CCD）によりクラック、漏水などを検出し、展開図を作成	地下鉄等

2. トンネル覆工表面撮影技術

(1) トンネル覆工表面の撮影・記録システム

トンネルの維持管理において、従来の目視観察・スケッチにかわり、覆工表面の鮮明な映像を連続的に撮影し、画像処理を行うことで変状展開図を作成したり、ひび割れなどの変状の自動抽出や健全度判定を行う技術が、鉄道総研や各鉄道事業者で研究され開発されている（表ー1）。代表的なものに、鉄道総研で開

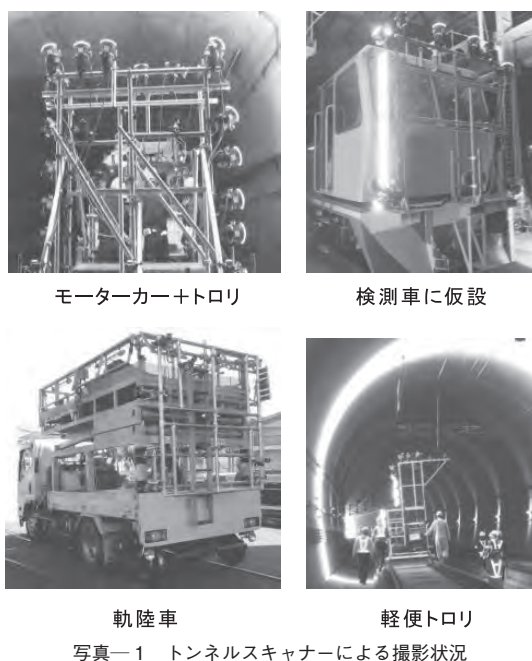
発した「トンネルスキャナー」¹⁾、JRのトンネル覆工表面撮影車「TuLIS」²⁾や「SATUZO」³⁾などがある。

(2) トンネルスキャナーの概要

(a) ラインセンサカメラ方式

高速・高解像度のラインセンサカメラを用いて、単線トンネルは1回、複線トンネルは上下線各1回の走行で全断面を撮影する。撮影速度は約20 km/hと高速で、1回の走行で数10キロの連続撮影が可能であ

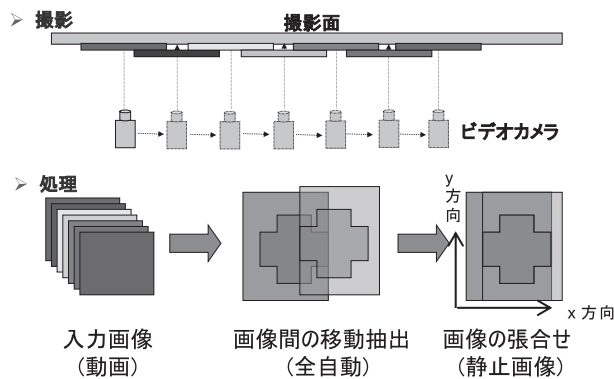
る。なお撮影装置は、工事用トロリのみならず、軌陸車や軌道検測車など様々な車両で使用できるように設計されている。車上では撮影・記録のみを行い、地上で撮影した画像を処理して全周の展開画像を作成する。静止した状態でラインセンサカメラのフォーカスを調整する機能や、撮影画像に対してカメラブレやトンネル断面及び延長方向の歪みを補正する機能を備えており、高精度な展開画像を効率よく作成することが可能となっている。多様な撮影形態を備えたトンネルスカナーの撮影状況を写真—1に示す。



写真—1 トンネルスカナーによる撮影状況

(b) 高精細ビデオカメラ方式

ビデオカメラ映像から、広視野・高解像度の2次元パノラマ画像を生成するものである。撮影動画は毎秒数十コマの静止画像から構成されるが、撮影された映像から、隣接するコマの一致する点を次々に自動推定して移動量を算出する（図—1）。ただし、算出した



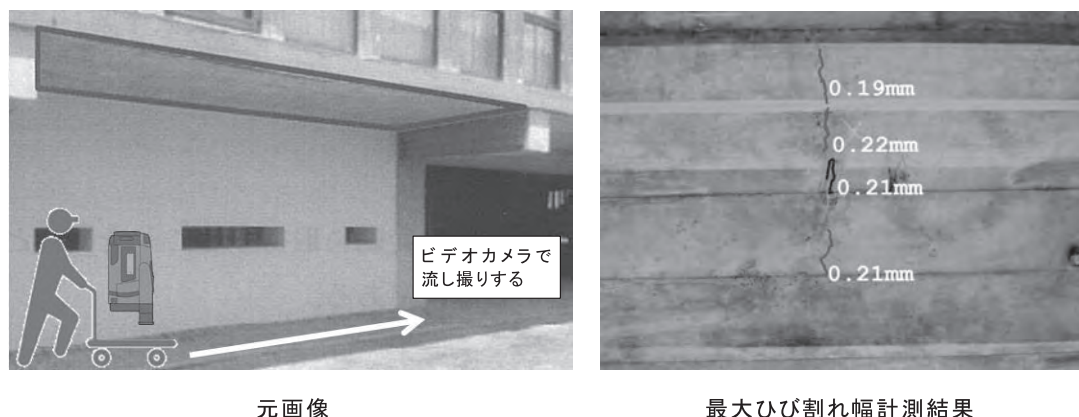
図—1 パノラマ画像生成の原理

値に極端な外れ値があれば除外する。移動方向に沿って、移動した幅だけ切り出した短冊状の領域を静止画に貼り合わせる。x方向及びy方向にずらしながら処理するので、画像の振れや撮影速度の変動に対しても、欠落や食い違いの少ない高精度のパノラマ画像が得られる。また、台車に乗せたカメラ、或いは手持ちカメラの映像からでも作成できるので、撮影自体は非常に手軽に行うことができる。張り出しスラブの下を台車で引いて撮影した映像からパノラマ画像を作成し、画像処理により0.2mm程度の微細なひび割れを検出した例を図—2に示す。

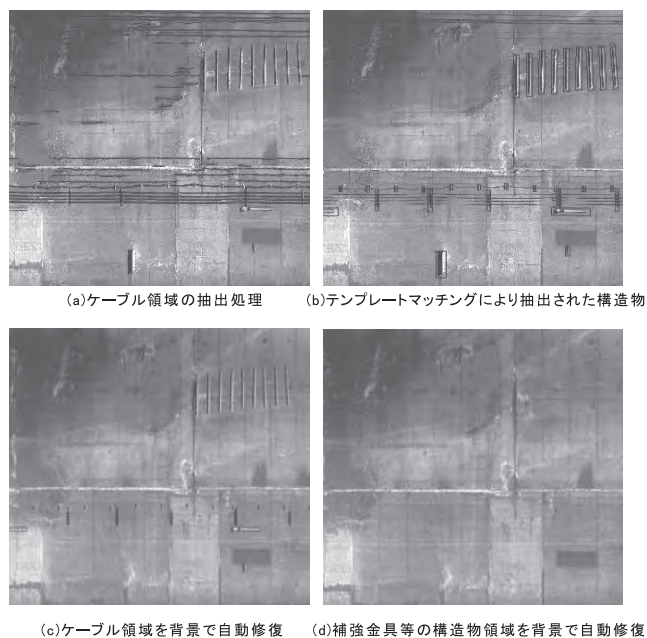
3. 展開画像に対する前処理

(1) 画像修復の方法

一般的な撮影画像には、ひび割れ以外にもケーブルや型枠などの地物が入り組んで映っている。この状態でひび割れ検出処理を行うと、これらひび割れ以外の地物もしばしば抽出されるので、検出性能が悪くなる。そこで、対象物の輪郭とその法線方向の濃淡値の変化に着目した方法で地物を検出し、当該領域を周辺画素で自動的に補間して、壁面のみの画像を生成する画像修復(inpainting)を適用した（図—3）。不要な地物が除去



図—2 張り出しスラブのひび割れ検出結果



図一 3 画像修復 (inpainting) 手法による壁面画像の生成

された画像においては、ひび割れ検出の誤りが減り、inpainting が有効な前処理であることを確認している。

(2) 距離の正規化のための補正処理

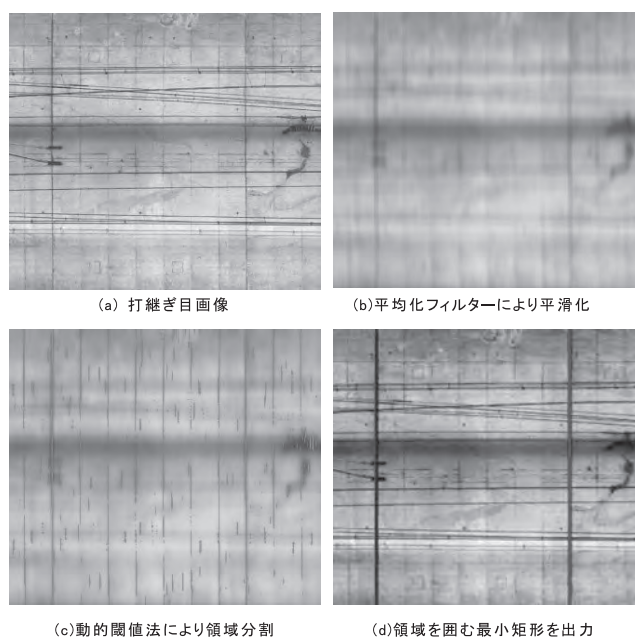
線路のカーブや撮影車の速度の影響で、撮影画像のトンネル延長方向の画素間隔にばらつきが出る。このまま処理を行うと、寸法計測など精度のよい画像処理は期待できない。ただし、画素間隔を一定にする正規化補正をトンネル全長に対して行おうとすると、計算負荷が大きく、かつ精度や処理時間が課題となる。そこで、覆工スパン単位で正規化補正を行うこととした。ただし、撮影画像は短冊状に分割された状態で記録されているので、画像から自動的に打継ぎ目を検出し、これをもとにスパン画像を生成した。打継ぎ目の自動検出と距離補正手法について、以下に述べる。

(a) 打継ぎ目の自動検出

周囲との輝度差により打継ぎ目を検出しようとする、打継ぎ目と近い明るさのノイズも一緒に多く検出されてしまい、打継ぎ目だけを抽出することが難しいという課題がある。そこで、打継ぎ目は垂直方向に延びる暗い直線成分であるという特徴に着目し、まず元画像に対して、打継ぎ目と同じ垂直方向に重み付けした平均化処理を適用する。次に、動的閾値法を用いて得られた平均化画像と元画像の差分を取ると、打継ぎ目の候補領域が抽出されるので、一定サイズ以上の高さを有する領域を打継ぎ目として検出した (図一 4)。

(b) スパン単位での距離補正

検出した打継ぎ目をもとにスパン画像を切り出し、その距離に応じて画像を拡大 (内挿) もしくは縮小 (間

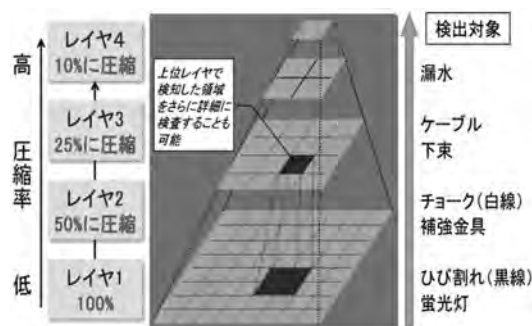


図一 4 打継ぎ目の自動検出処理結果

引き) することで正規化補正を行う。内挿/間引きの補間方法は、上下左右四つの近傍画素から当該画素の輝度値を決定する、双線形補間を適用した。なお、10数 m の標準的なスパン画像一枚あたりの処理時間は約 3 秒であった。

(3) 多重解像度化による抽出処理の最適化

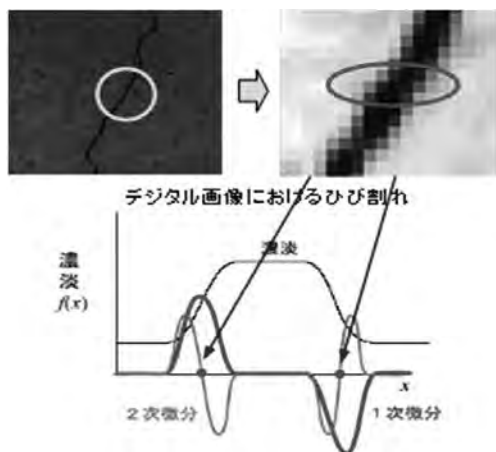
実際の詳細検査を考えると、全ての変状について位置や長さを mm 単位以上の精度で把握している必要はない。そこで、撮影画像に対して画像圧縮を行い、解像度の異なる画像を用意する。不鮮明な画像でも検出できる変状に対しては、圧縮率の高い画像を利用することでノイズの影響を軽減することができる。これは高周波成分を抑えるローパスフィルタを適用した状態に相当する。一方、微細なひび割れを検出する際には、圧縮率の低い画像を使用する。このように、検出対象毎に最適な圧縮率の画像を使用する、多重解像度化の考えを提案した (図一 5)。本手法により、変状検出の信頼性が向上すると共に、処理速度が向上した。



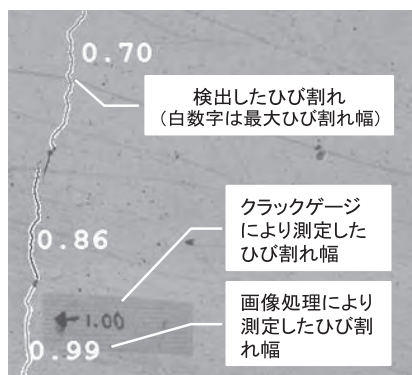
図一 5 解像度の異なる画像のレイヤ管理

4. 高精度のひび割れ検出画像処理

図—6に示すように、ひび割れの輪郭部分は、領域の外側から内側に向けて暗くなる所なので、ガウス関数による平滑化に1次微分を加えてエッジを抽出し、ひび割れ候補とした。ひび割れの検出性能を左右する三つのパラメータ（平滑化係数、2次微分値の上限／下限閾値）を操作しながら、幅約0.5 mmのひび割れを検出できることを確認している（図—7）。な



図—6 サブピクセル処理（輝度勾配の微分）



ゲージ測定との誤差は小さいことから、高精度の画像計測を実現した。（単位：mm）

図—7 最適パラメータ値によるひび割れ検出結果

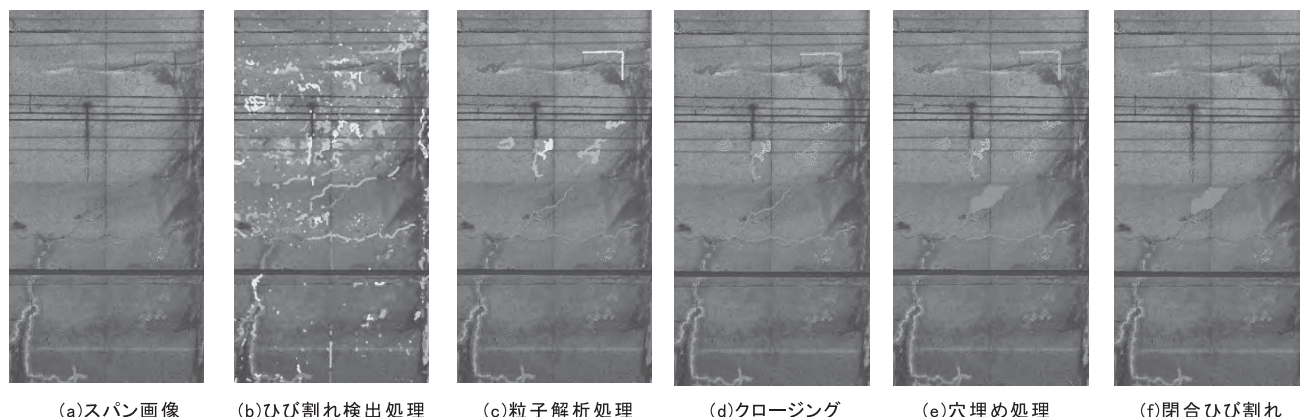
お、本処理はサブピクセル精度の結果が得られるので、高精度な画像計測が可能である。また、天端部に発生するトンネル延長方向のひび割れは注意する必要があるため、部位と方向に対して検出感度を調整できるようにしている。

ひび割れ同士がつながって、幾何学に閉じた領域となる「閉合ひび割れ」が発生すると、当該部分のコンクリートが落下する、はく落の危険性が高まる。この閉合ひび割れを、自動的に抽出する画像処理を検討した。まず、スパン画像に対してサブピクセル精度でひび割れ成分を検出する。近接する線成分を連結した上で、長さが閾値以下の線を除去する。画素領域を膨張させた後に収縮させるクロージング処理により小さな穴を閉じた画像と、その画像に対して穴埋め処理を行った画像との差を求める。その結果残った、一定以上の面積を有する領域を閉合ひび割れであると判定した。画像処理結果を図—8に示す。

5. ひび割れの進展の計測

ひび割れの進展は、ひび割れの有無と共に正確に把握することが求められている。前回検査時の画像と今回の画像を比較するためには、画像の精密な重ね合わせが必要となるが、走行状態など撮影条件が異なるため、そのままでは重ね合わせることができない。一般的に異なる時期の画像には、平行移動や回転、スケールの変化が内在するため、基準となる標点を用いて、画像を精密に正規化した上で差分をとる必要があるが、このような手法で実画像全体を精密に重ね合わせすることは困難である。そこで、画像の重ね合わせによらない方法として、ひび割れ形状を表す画素の連結性に着目して、進展を追跡する手法を開発した。

線幅が1画素の2値画像の黒の部分は、端点、分岐点、交差点に分類できる（図—9）。計測実験で使用



図—8 閉合ひび割れの自動検出処理結果

したひび割れの特徴点を図-10に示すが、画像の回転や平行移動に対しても端点と交差点の距離は変わらないので、撮影条件の変化にロバストである。検出した特徴点からこの距離を計測した結果を図-11に、さらに撮影時刻の違いによる位置ズレを想定して、同じ状況を1時刻目画像は時計回りに3°回転、2時刻目画像は反時計回りに3°回転、さらに3時刻目画像は上及び右方向に平行移動させて撮影した画像を用いて、同様に距離を計測した結果を図-12に示す。また、それぞれの端点と交差点の距離の推移を示すレーダーチャートを図-13に示す。図-13のチャートから、端点⑤と交差点の距離が伸びたこと、つまりひび割れAが上方に進展したことがわかる。一方、他の端点と交差点の距離にはほとんど変化が見られない。また(b)の結果を見ても、(a)とほぼ同一の軌跡が得られていることから、位置ズレの影響を受けることなくひび割れの進展を検出できている。以上か

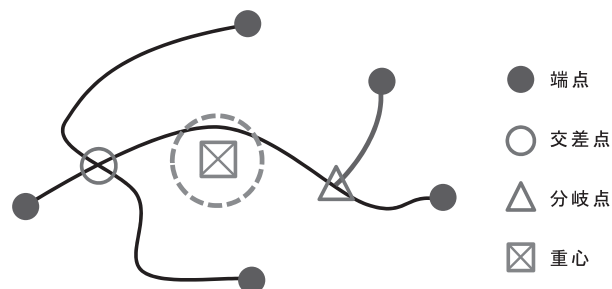


図-9 画素の連結性に着目した特徴点

端点	分岐点	交差点	穴の数	合計
6	0	2	0	8

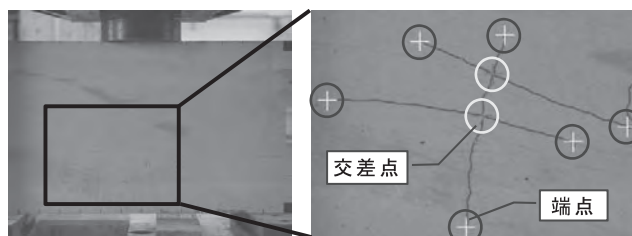
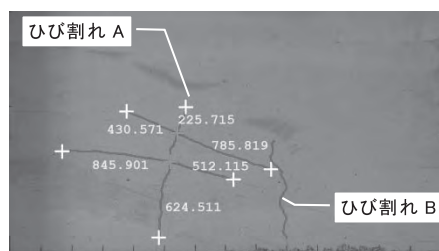


図-10 特徴点でひび割れを表現した例



(a) 1時刻目(元画像)

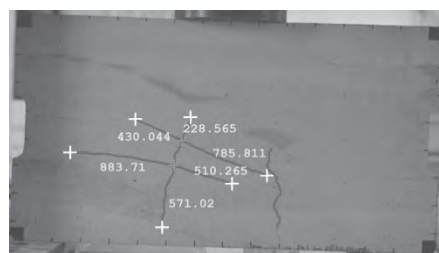


(b) 2時刻目(回転・平行移動無し)



(c) 3時刻目(回転・平行移動無し)

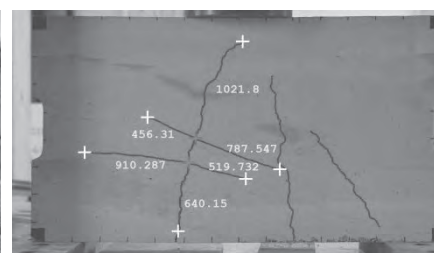
図-11 回転・平行移動のない画像による検出結果



(a) 1時刻目(時計回りに3°回転)

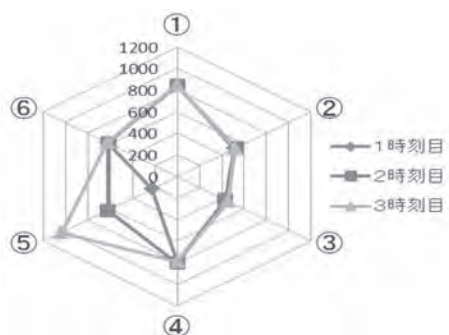


(b) 2時刻目(反時計回りに3°回転)

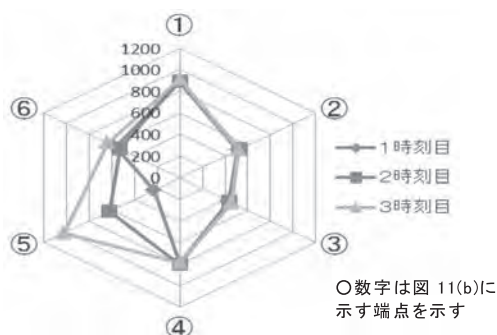


(c) 3時刻目(上及び右方向に平行移動)

図-12 回転・平行移動を加えた画像による検出結果



(a) 異なる時刻の画像間で回転・平行移動なし



(b) 異なる時刻の画像間で回転・平行移動あり

○数字は図11(b)に示す端点を示す

図-13 異なる3時刻画像における端点と交差点の距離

ら、画像の回転・平行移動に対しても特徴が維持されることが実証された。端点座標の移動量から実際の進展量を計算したところ、図—11に示すひび割れAが、2時刻目に縦方向に62.8 mm、横方向に22.8 mmの地点まで進展し、さらに3時刻目にはそれぞれ18.5 mmと6.3 mm進展したことがわかった。

6. おわりに

トンネル覆工表面の撮影技術、展開画像に対する前処理、並びにひび割れの検出と進展の計測を行う画像処理手法を紹介した。目視検査の高度化には画像処理の活用が期待されているので、今後は、トンネル特有の知見を反映した実用性の高い検査手法の開発を、引き続き実施していきたいと考えている。

JCMA

《参考文献》

- 1) 鵜飼正人・長峯望, 「新しい画像処理技術によりトンネルの高精度検査を実現する」, RRR, Vol.69, No.12, pp24-27, (2012)
- 2) 下山貴史・三宅浩一郎, 「鉄道土木構造物の維持管理マネジメントについて」, 建設マネジメント技術, 2010年1月号, pp.22-27 (2010)
- 3) 松尾廣和・樺田正人, 「トンネル覆工検査の精度向上等の取り組み」, 土木学会第57回年次学術講演会, (2002)

〔筆者紹介〕

鵜飼 正人 (うかい まさと)
公益財団法人鉄道総合技術研究所
主管研究員



ミャンマー大規模無償資金協力プロジェクト

竹村 喜市

本無償資金協力プロジェクトは、日本の鉄道技術をベースとした鉄道信号通信設備のインフラをミャンマー国に導入する国際協力機構（JICA）によるミャンマー国鉄道中央監視システムおよび保安機材整備案件である。

本報では、本プロジェクトの背景とともに、平成 27 年 10 月 30 日に使用開始されたチャンシッター踏切の自動踏切装置の導入、平成 29 年に予定しているヤンゴン中央駅とパズンダン駅の集中型電子連動装置の導入について紹介する。

キーワード：無償資金協力、連動装置、自動踏切装置、近代化、安全性

1. はじめに

ミャンマー連邦共和国の鉄道網の総延長は、5,876 km に及ぶ。ヤンゴン・マンダレー間を含む幹線は、英国植民地時代にほぼ完成しており、地方路線約 2,000 km は、1988 年以降に整備されたものである。しかしながら、既存鉄道への設備更新は、十分に実施されてきておらず、加えて保守体制も脆弱であったため、列車運行速度の余儀ない制限を受けて、列車の大幅な遅延が常態化している。更に、脱線事故やヒューマンエラーに起因した追突事故も頻発し、輸送サービスの品質低下に加え、安全を脅かす事態となっている。

また、踏切設備については、人手による踏切ゲートの開閉を行っており、主要都市ヤンゴン近郊の踏切では閉鎖時分が長くなり周辺道路の交通渋滞を引き起こしている。

ミャンマーでは、急速な経済発展に伴い、輸送力のある安全な鉄道インフラへのニーズが高まっている。こうした背景のもと、ミャンマー政府が進める鉄道整備を支援するため、「2011 年度インフラ・システム輸出促進調査等事業（ミャンマーにおける鉄道整備事業実施可能性検討調査）」では、ヤンゴン・マンダレー幹線鉄道の改良・近代化事業を対象とした基本計画の作成・実施可能性検討調査が行われた。また、JICA において、2012 年末より、「ミャンマー全国運輸交通マスタープラン」の検討がなされ、特に鉄道分野では、技術協力プロジェクト、無償資金協力、円借款の 3 スキームが有機的に協力展開される基盤が形成された。

2013 年 1 月に開催されたミャンマー開発協力フォーラムにおいて、鉄道運輸省はヤンゴン・マンダレー間幹線の改良および近代化を新たな実施優先事業と位置付けた。

これにより、2013 年 11 月、幹線改良及び近代化事業に対する円借款要請を行い、2013 年 12 月に両国の首脳会議にて円借款の供与が合意された。

続いて、ヤンゴン・マンダレー間幹線等の改良及び近代化に一段と弾みをつけるため、円借款案件に先行して、本無償資金協力事業が実施されるに至った。

これを受けて、無償資金協力事業に係わる計画準備調査が 2013 年 10 月から 2014 年 7 月まで実施された。この間の 2014 年 3 月に両国政府間で無償資金供与に関する覚書交換が締結された。

その後、コンサルタント（日本コンサルタンツ(株)・オリエンタルコンサルタンツグローバル(株)のコンソーシアム）による入札支援の下、入札が行われ、請負者が決定され、2015 年 5 月から施工に着手した。

2. 日本製鉄道信号設備の導入

(1) 踏切警報装置の設置

ミャンマーにおける主要道路の踏切では、列車からの警笛を確認することにより踏切ゲートの開閉を未だに人手で行っている（写真—1）。自動で列車検知する踏切警報設備が導入されている踏切が少ないため、踏切通行者の安全性は低い状態である。

そこでヤンゴン市内のチャンシッター踏切におい



写真—1 手動で行う踏切ゲート開閉の様子

て、自動列車検知により警報を可能とした踏切警報装置と電気踏切遮断機を2015年10月30日に使用開始した(写真—2)。この設置により道路利用者の安全性向上、踏切ゲート開閉者の負担軽減、踏切遮断時分の短縮を可能とした。また、列車に対して踏切警報機と遮断機が正常に動作していることを列車運転士に知らせ、「踏切動作反応表示灯」と踏切道における異常を列車運転士に知らせる「特殊信号発光機」も同時に導入し、安全性の更なる向上を図った(写真—3)。



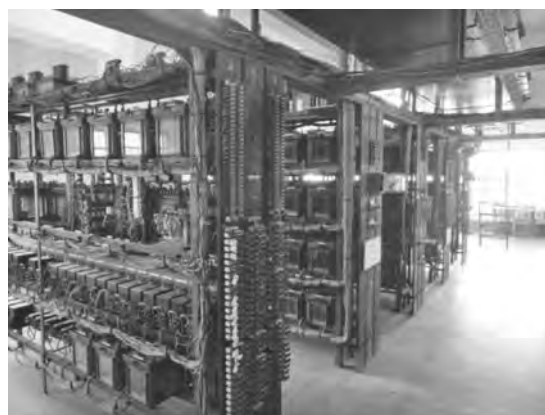
写真—2 日本製踏切警報機の設置



写真—3 「踏切動作反応表示灯」(柱上部)と「特殊信号発光機」(柱下部)

(2) 電子連動装置および信号諸設備の取替

ヤンゴン中央駅は、信号機と転てつ機に一定の連鎖関係を持たせて制御する連動装置を、英ウェスティンハウス製のものを1950年より使用している。現行の連動装置は、信号機や転てつ機を操作するレバーは手動で操作する機械式となっているため、大量安全安定輸送が難しい(写真—4)。また、ヤンゴン中央駅の隣駅であるパズンダン駅ではヤンゴン・マンダレー幹線とヤンゴン環状線の平面交差が存在し、両線区を一体的に監視する設備およびその運用となっていないため、列車遅延時等の運転取扱いの際、支障をきたす場合が少なくない。



写真—4 ヤンゴン駅信号扱所(現状)

今後、列車本数増加や制限速度向上に向けて確実な運転取扱いを実現できるよう、パズンダン駅・ヤンゴン駅の2駅を、ヤンゴン駅の1箇所で制御可能とする集中型の連動装置として設備更新を行い、制御をコンピュータや電子回路で行う電子連動装置を導入する。ヤンゴン駅を集中型電子連動装置とすることで、環状線とヤンゴン・マンダレー線との平面交差による運転支障を軽減できることが期待できる。



写真—5 老朽化が著しい現行機器室のリレー

また、その他にも連動装置に付随する信号諸設備として、信号制御リレーや主要信号ケーブルも使用開始当時の1950年から使用しているので老朽化が著しい(写真—5)。そこでそれらの信号諸設備についても、連動装置の取替に伴い新設する。

3. おわりに

本プロジェクトは、鉄道運輸省が当該幹線の改良および近代化を新たな実施優先事業と位置付けたことに始まり、ヤンゴン・マンダレー間の到達時分を8時間以内(現行の約半減)を実現する目的へ向けて、貢献の第一歩となるものである。MRは日本以外の有償支援も受けて過去にも連動装置の更新を実施しているが、ヤンゴン中央駅のような大規模駅としては本プロジェクトが初めてとなる。ヤンゴン中央駅およびパズ

ンダン駅の集中型電子連動装置の導入が実施され、鉄道信号設備の近代化が促進することは、将来的に到達時間短縮の目的達成に大きく寄与することになる。

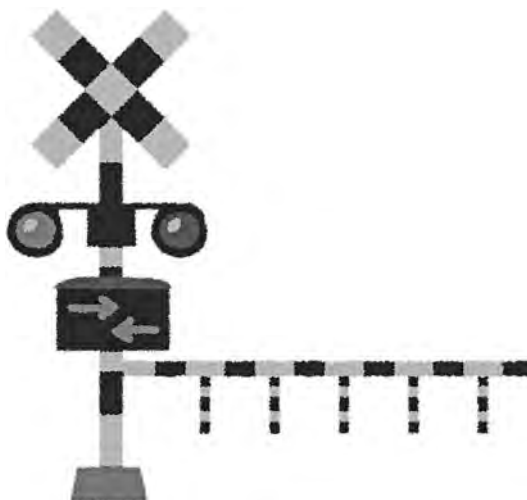
一方、チャンシッター踏切への自動列車踏切装置の導入により、列車運行ならびに踏切道の交通に対して安全性の向上も実現するものと考えている。

最後に、本プロジェクトは、後続のプロジェクトとの整合性および連続性を配慮しつつ、着実に実施されることが期待されている。

J C M A

[筆者紹介]

竹村 喜市(たけむら きいち)
日本コンサルタンツ
技術本部
副本部長



特集>>> 鉄道

香港地下鉄観塘延伸線クントントンネル及び何文田駅ホームンティン新設工事 市街地における大規模オープン掘削と明かり発破

岩 田 修

香港地下鉄観塘延伸線クントン工事は、香港九龍地区を東西に走る既設の観塘線の西側終点である油麻地駅ヤウマーティから黄埔地区までを結ぶ、総延長 2.1 km の地下鉄延伸工事である。当工事では、そのすべてのトンネルと、香港地下鉄で最大の駅舎となる何文田駅ホームンティンの新設を行っている。

幹線道路に隣接する市街地での施工でありながら、地下駅舎を発破・開削工法で掘削している。土被りの浅いトンネル発破掘削と共に、地表面沈下や飛石、騒音・振動に対する、厳しい制約下で施工を行っている。

当稿では、本工事のうち特徴的な工種である、大規模オープン掘削と明かり発破について報告する。

キーワード：香港、地下鉄、大規模オープン掘削、明かり発破、電子雷管

1. はじめに

香港では、経済発展、雇用の創出を目的とし、中国への返還 10 周年となる 2007 年の施政方針演説において、総額 3 兆円を超える 10 大インフラプロジェクトが打ち出された。これらのプロジェクトは中国本土との地理的・文化的結び付きを強化するという側面を持ち、2009 年頃から実現化し始めたが、香港特別行政区域内におけるその他複数の地下鉄網、道路網整備等の大型土木工事や再開発事業も相まって、現在の香港建設市場は過熱とも言える活況の様相を呈している。

2011 年 6 月に着工された観塘延伸線クントン工事は、香港九龍地区を東西に走る既設の観塘線の西側終点駅である油麻地ヤウマーティ（YMT）駅から黄埔（WHA）地区までを結ぶ、総延長 2.1 km の地下鉄延伸工事で、発注者は香港鐵路有限公司である。このうち、主要土木工事は二工区に分割して発注されており、当工事（1001 工区）では新規ターミナルとなる黄埔駅を除くすべてのトンネル及び何文田ホームンティン（HOM）駅の新設を行っている。また、本工事には既設油麻地駅の改造やトンネル避難及び換気立坑の新設のほか、近隣住宅地から何文田駅へのアクセスを提供する屋根付き歩道橋や連絡地下道、バス停留施設等も含まれる。

何文田駅は、観塘延伸（KTE）線と現在施工中の沙田・中環（SCL）線との乗換駅であることから、約 230 m の駅舎が十字に交差する二層構造となっており、香港地下鉄では最大の駅舎となる。市街地の地下

駅ながら、下層（KTE 線）駅両端のトンネル接続部でそれぞれ約 330 m² × 80 m の地下空洞となっている部分を除き、最深部 65 m、約 70 万 m³ を発破・開削工法で掘削し、掘削床から地表まで 7 階建の駅舎を構築する。また、駅舎直上は将来建物建設用地として活用されることから、駅舎はその基礎を兼ねており、壁厚が 1.5 m、スラブ厚が 1 m と非常に重厚な構造となっている。

トンネル工事は、テニスコート、公園等の公共地内に設置した 2 箇所の立坑から、住宅・商業ビルや鉄道営業線・幹線道路の直下を通る複線断面を、それぞれ東西両方向に掘削した。一部の機械掘削区間を除いては発破工法によって掘削を行うが、最小土被りが 15 m 程度と非常に小さいことから、発生騒音・振動の周辺環境への影響が懸念されるため、全線で制御発破を行う必要があった。また、すべての掘削ずりは立坑からクレーンとずりバケットで搬出したが、重機・爆薬等すべての掘削資機材の搬出入に加え、掘削切羽と同時施工となる覆工の資機材供給も立坑から行っており、アクセスが非常に限られた中での工事となった。

本稿執筆時点の 2016 年 2 月には、駅舎工事、トンネル工事とも掘削、構築工事を完了しており、床・壁・天井や天井版などの仕上げ工事及び駅舎周辺の外構工事を急ピッチで進めている。トンネルでは既に電車の試運転も開始され、2016 年第 3 または第 4 四半期の開通に向け、消防局や鉄道局の検査が開始されたところである。



図-3 地質平面図

20 余りの断層破碎帯が横断していることから、90 m 程度となる最大土被り部分においても岩盤線がトンネル天端付近まで落ち込んでいる区間が存在する。

3. 何文田駅舎北側 大規模オープン掘削

(1) 土留め支保工の検討

前述の通り、駅舎北側には岩盤線が大きく落ち込んだ谷部が存在しており、発注者は鋼管土留支保工による掘削計画を行っていた。この工法は地下水位低下のコントロールに優位性はあるものの、掘削時の支保設置に時間が掛かることから工程上不利となり、かつ構造物施工時にも切梁腹起し・中間杭の撤去・盛換が必要となることから、打設割付への制約や更なるタイムロスが発生する。一方、一般的な勾配での法面開削掘削では、土工数量が増大するための工程ロスが大きく、また市街地における施工のため工事現場範囲に限りがあることから、実施が不可能である。

このため、事前調査や現地踏査を踏まえ、安定計算や変動予測解析による検討を重ねた結果、グラウト遮水壁を構築したのち、吹きつけコンクリートとソイルネイルを法面補強材として使用した、最大勾配 75 度の急勾配法面で掘削を行うこととした。

ソイルネイルの標準的な配置は 2.0 m × 2.0 m で、法面安定解析の結果により 7 ~ 20 m の長さを用いている。将来建物基礎との競合を避けるため、一部では材料に GFRP を使用した。変動予測との整合性を確認するため、自動計測を含めた総合的な計測計画を立案し、傾斜計、地下水位計、ソイルネイルひずみ計、法面変位計、地表面沈下計等を実施し、観察計測により慎重に掘削を行った。また、掘削中には、計測結果をフィードバックし、逆解析により設計パラメータの確認を行った。図-4 に、ソイルネイルの配置断面図を示す。

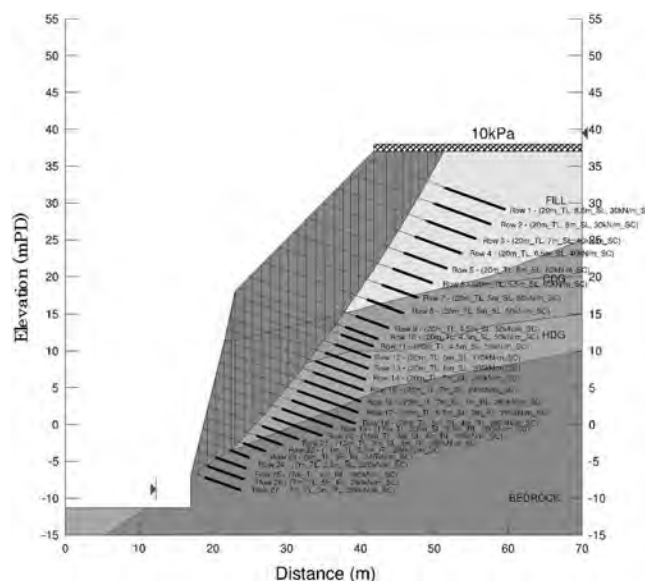


図-4 ソイルネイル配置断面図 (西側法面)

(2) 大規模オープン掘削

写真-2 に、掘削状況写真を示す。掘削にはブレイカーおよびバックホウ計 16 台を使用し、ピーク時で約 2,000 m³/日の土砂・軟岩掘削を行った。掘削残土は 15 トンダンブトラックで指定土捨場まで搬出しており、掘削が進むに連れ、一番レベルの高い西側一般道 (写真向って右) より北側一般道 (写真手前)、東側の幹線道路 (国道 5 号、写真奥) へとアクセスを切り替えながら施工を行った。

工事現場範囲が限られていることから、このアクセスは駅舎北側のオープン掘削部分だけでなく、駅舎南側の発破掘削部分 (写真奥) への共通アクセスとなる。このため、アクセス切換え時期は両施工箇所の進捗によって左右されるが、後述するように発破掘削の初期に遅延が発生したことから、掘削工程の短縮効果は縮小することとなってしまった。一方、支保方式の変更と土工数量増の最小化による所定のコストダウン効果



写真一2 何文田駅舎 オープン掘削状況（北側より望む）

は得られており、構造物の構築でも自由度の高い施工を達成した。

計測においては、図一4における45度法面掘削中に、一時計測値が急激に増加する現象が見られた。降雨量や地下水位との相関は見られず、エア掘り・ケーシング無しで実施していたソイルネイルの削孔による過剰排土が原因と考えられたことから、泡削孔・ケーシングを併用して以深の変位発生を抑制した。また、変位が急激に増加した箇所では追加ソイルネイルの打設により、斜面の安定を保持した。

4. 何文田駅舎南側 明かり発破掘削

(1) 市街地における明かり発破の適用と発破防護工

駅舎南側は岩盤線が高くなっているため、駅舎北側と同様に上層の土砂・軟岩部分を機械掘削したのち、明かり発破掘削で施工する計画であった。しかし、香港における過去の明かり発破は、採石場の採掘や造成工事など、比較的郊外に位置し居住者の少ない地域での施工に限られており、当工事のように幹線道路に隣接するような市街部では例が無い。このため、関係省庁への発破許可申請の過程は困難を極めた。

市街地での明かり発破による最大の懸念は飛石による事故であり、万に一つの可能性も排さなければならぬ。このため、飛石リスクによって発破ステージを後述する通り二分割し、それぞれ発破防護工の検討を行うことによって関係省庁の合意を得るに至った。

最大飛石距離については、香港の過去の明かり発破工事で使用された次式を用いて推定を行っている。

$$L_{\text{Max}} = (k^2/g) \times (\sqrt{m}/SH)^{26}$$

ここで、 L_{Max} ：最大飛石距離（m）

g ：重力加速度

m ：単位長さ当り装薬量（kg/m）

SH ：込め物長（m）

この式を用いて発破対象範囲内をグリッドに分割

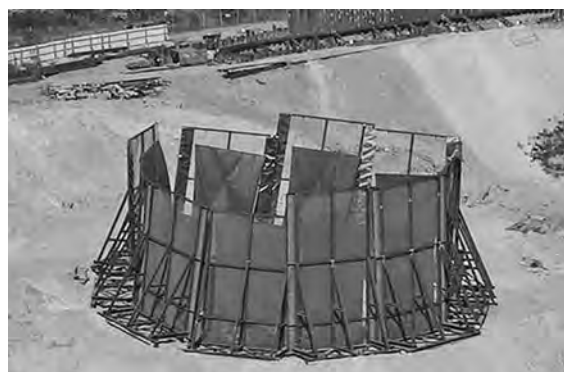
し、各地点・掘削レベルにおいて想定火薬装填量と込め物長を用いた感度分析（Sensitivity Analysis）を行い、さらに掘削レベルによる距離補正を行って、発破防護工が無い場合の最大飛石距離を検討した。

この結果、殆どの地点において44 m以内に収まるという結果が得られたため、駅のすぐ南に位置する幹線道路（国道5号）より掘削レベルが高い+5 mPD以上をステージ1とし、幹線道路から44 m以内を発破禁止区域とした。一方、幹線道路より掘削レベルが低く、飛石発生の可能性が非常に低い道路レベル以深をステージ2とし、幹線道路から44 m以内は追加の飛石防止対策を条件として発破を可能とした。

(a) ステージ1（幹線道路レベルより上） 発破防護工

香港の明かり発破で標準的に使用される発破防護工は、一次防護として発破部分をワイヤーメッシュ付きの鉄カゴで覆い、二次防護として12 m高さのワイヤーメッシュスクリーンで周りを囲ったケージ&スクリーン方式である（写真一3）。しかしながら、当工事ではそれ以上に強固な発破防護工を要求され、最終的に鉄カゴを更に大型の鉄カゴで覆ったダブルケージとすることで発破許可を得た（写真一4）。

内側の鉄カゴは、6 m × 8 m × 3 m 高さを2連で設置し、二次防護となる外側の鉄カゴは12.5 m ×



写真一3 標準的な発破防護工（ケージ&スクリーン方式）



写真一4 ステージ1 発破防護工（ダブルケージ方式）

16.5 m × 5 m 高さとした。

(b) ステージ2 (幹線道路レベル以深) 発破防護工掘削レベルが幹線道路以深は、坪掘りとなるために飛石のリスクが低下する一方、作業エリアが更に狭まり、鉄カゴの移動・設置が非常に困難となる。そこで、二次防護として発破エリア全体をワイヤーメッシュで覆うルーフオーバー方式を提案した (写真—5)。また、一次防護についてはブラストマット (裁断したタイヤをワイヤーで編み込んだもの) を自由面及び装薬後のベンチ上面に設置し、さらにワイヤーメッシュ及び防爆シートで覆って飛石対策を行った。



写真—5 ステージ2 発破防護工 (ルーフオーバー方式)

(2) 発破の制約条件

振動・騒音に対する規制に加え、万に一つの飛石の可能性も排するよう、発破の方向や発破設計にも厳しい制約が要求された。以下に、制約条件を述べる。

(a) 振動規制

駅舎は一般のビルに限らず、水道・ガス・電気等の埋設ライフラインや法面・擁壁、道路高架橋、歴史的建造物など、約700を数える振動受信体に囲まれている。高度に都市化が進んだ香港における発破は、明かり・トンネルを問わず、常に全発破孔に秒時差をつけた制御発破となる。

個々の発破箇所での1段当り許容火薬装填量は、香港の経験式である Li & Ng's による発破振動予測式を変形し、受信体毎にそれぞれ設定された許容振動値と、受信体から発破箇所までの距離から逆算し、全ての受信体の中で最小の火薬装填量を選択することで決定する。

$$\text{MIC} = (D / (K / \text{PPVa})^{(1/B)})^{0.5}$$

ここで、MIC : Maximum Instantaneous Charge,
1段当り許容火薬装填量 (kg)

D : 振動受信体から発破箇所までの距離 (m)

K : 現場定数, 香港鉱山局推奨値 (84%信頼度曲線) 644

PPVa : Allowable Peak Particle Velocity,

許容振動値 (mm/秒)

B : 現場定数, 香港鉱山局推奨値 (84%信頼度曲線) 1.22

表—1 代表的な許容振動値

項目	許容振動値 (mm/sec)	備考
水道管, ガス管, 高圧線	25	
高圧線接合部	13	
一般ビルディング	13 ~ 25	各建物の調査結果による
法面・擁壁	5 ~ 25	安定解析による
歴史的建造物	5 ~ 13	考古局の規定による

K と B は現場定数であるため、実際の振動計測値から随時回帰分析を行って、1段当り許容火薬装填量を増加させることが出来る。但し、当工事のように受信体と発破箇所の距離が近い場合、振動計測値の振れ幅が大きくなって回帰式の信頼度が低くなることから、許容火薬装填量の増加が困難となり、反対に減少する方向に働く場合もある。

(b) 騒音規制

発破時騒音は、地域や時間帯によって定められる通常の工事騒音規制値とは別個に規制され、一般に工事現場境界において 120 dBL 以下であることが求められている。当工事でも同様の規制が求められたことから、発破音圧レベルを下記の一般式によって推定している。推定値の評価に当っては、この式で考慮されていないブラストマットや防音シート等による音圧低減効果も含めて判断する。

なお、この推定式から1段当り許容火薬装填量 (MIC) を求めることも可能だが、実際に計測される発破音圧レベルは周辺環境等によって大きく左右されるため、この式の位置付けは前述の振動規制値による算出式より下位となっており、音圧推定値が規制値を超える場合でも、音圧低減対策工の追加や、実火薬装填量の低減等、「対策を行う」までに留めている。

$$\text{AOP} = 164 - (24 \times \text{Log}_{10} (D / W^{1/3}))$$

ここで、AOP : Air Over Pressure, 発破音圧 (dBL)

D : 工事現場境界から発破箇所までの距離 (m)

W : 1段当り実火薬装填量 (kg)

(c) 火薬類の制約

爆薬には日本で通常使用されているカートリッジ (薬包) 爆薬も使用するが、一般的には経済的に有利で、火薬類取締法の適用を受けない現地混合・ゲル状のバルクエマルションを使用するケースが多い。しか

し、破碎効果が高いことから飛石のリスクに配慮し、ステージ1はカートリッジ爆薬のみの使用となった。ステージ2ではバルクエマルジョンを使用しているが、幹線道路付近で飛石のリスクが高い部分（44 m 以内）は、カートリッジ爆薬に限定している。

香港では電気式雷管の使用が禁止されていることから、非電気式雷管（導火管付き雷管）を採用している。但し、ステージ2においては、装薬面に直接ブラストマット等の重量物を設置することから、養生は行うものの脚線／導火管を損傷するリスクを回避出来ない。このため、不可視状態でも発破回路の健全性を電氣的に確認できるよう、電子式雷管を採用することとした。

（d）発破方向の制約

発破の投石方向（ベンチ自由面の方向）は、比較的道路レベルの低い幹線道路側となる東向きまたは南向きが禁止された。これによりベンチ掘削の順序に制約を受け、ベンチレベル毎に北西から南東へ、順次発破を行うこととなった。

また、坪掘りとなる道路レベル以深では、ベンチレベルが下がる度に最初のベンチ自由面を形成するための盤下げが必要となるが、理論上投石方向が上向きとなることから、追加防護措置の有無に係わらず、リスクを鑑み発破掘削は禁止された。

（e）発破設計の制約

その他、発破設計においても、表—2の通り、細かな制約が課されている。

1段当り許容火薬装填量に限りがあることから、1つの装薬孔に親ダイと込め物を複数配置するデッキ装薬（1孔当り多段装薬）を行った。3段以上のデッキ装薬についても提案を行ったが、今回の工事では関係省庁の合意を得ることが出来なかった。

（3）ステージ1掘削

ステージ1ではベンチ高さが3～5.5 m、44回の発破で約16,300 m³の岩盤掘削を行った。振動受信体に

近く、1段当り許容火薬装填量が凡そ1.0～2.0 kgと小さいことから、全発破でデッキ装薬を行っている。表面にブラストマットを設置した外側の鉄カゴは40トン近くとなったため、その移動・設置には300トンの大型クレーンを使用した。

発破防護がダブルケージ方式であることから、発破可能エリアは内側の鉄カゴの大きさにより決定されてしまう。内側の鉄カゴは、施工範囲の制約により重量・大きさに限界のある外側の鉄カゴよりさらにひと回り小さくなってしまふことから、1回当り発破量は平均して370 m²程度に限られることとなった。また、発破ベンチから自由面側に突き出す形で設置する外側の鉄カゴにはコンクリートブロックによる仮受けが必要で、その移動・設置に非常に時間が掛かることから、発破回数は6回／月程度、最大9回／月と、3～4日に1回のサイクルに限られてしまい、工程上大きなインパクトを受ける結果となった。

進捗改善策として、別セットの防護工を製作し並行作業を行うことも考慮したが、施工範囲上の制約から別セット防護工の仮置場所確保が困難であり、かつ投石方向の制約によって複数個所で発破準備作業を行うのが困難であることから断念した。

また、1回当りの発破可能範囲に限りがあるため、進捗を上げるにはベンチ高さを高くする必要があるが、デッキ数が最大2と決まっていることから、振動計測結果の回帰分析による装薬量の増大が必要となる。しかし、前述の通り振動受信体と距離が近いことから1段当り許容火薬装填量がほとんど増大せず、また火薬原単位量（1 m³当り火薬量）他の発破設計にも厳しい制約が課されていることから、工程上のメリットが得られないと判断し、回帰分析による現場定数の見直しは協議しなかった。

このため、機械掘削を併用して掘削全体の進捗を改善し、発破可能エリアに自由度の高いステージ2への早期移行を図った。

表—2 発破設計の制約

項目	制約条件	備考
火薬原単位量 (kg/m ³)	0.45 kg/m ³ 以下	
抵抗線長・孔間隔 (m)	削孔径の25倍以上 または薬径の40倍以上	1.15 m ～ (カートリッジ) 1.85 m ～ (バルクエマルジョン)
込め物長 (m)	最小抵抗線長・孔間隔以上	
発破列数 (自由面から)	8列以下 (ステージ1) 10列以下 (ステージ2)	
ベンチ高さ	2.0 ～ 5.5m (カートリッジ) 4.5 ～ 10.5m (バルクエマルジョン)	
デッキ (多段装薬) 数	最大2段	



写真一6 ステージ1 発破防護工設置状況

(4) ステージ2 掘削

ステージ2では、ベンチ高さが3～7m、146回の発破で約129,200 m³の岩盤掘削を行った。ステージの発破開始直後の初期発破を除き、全てデッキ装薬を行っている。発破回数は13回／月程度、最大17回／月と、2日に1回を確保した上で連日の発破も達成しており、ステージ1に比しサイクルは飛躍的に改善している。また、1回当り最大発破量は2,240 m³となり、平均でも855 m³とステージ1の2.4倍となっていることから、掘削進捗率としては4倍以上の改善を達成した。

坪掘り部分で次のレベルのベンチに移る際の自由面の形成は、ダウンザホールで250 mm径の孔を約1 m間隔で削孔したのち、ブレイカー掘削を行った。掘削面が下がりアクセスが取れなくなったのちは、ルーフオーバーに開閉式の開口を6箇所設置し、400トンクレーン1台、250トンクレーン2台と、底開き式6.5～10 m³ずりバケットを使用してずり搬出を行った。これにより、地山勘算で約700 m³／日のずり搬出を行っている。

電子雷管には、南アフリカの火薬製造業者であるAfrican Explosives Limited社のSmartShotを採用した。当雷管は発破箇所では装薬後に1 ms単位の任意の秒時差設定が可能であるほか、比較的脚線の耐摩耗性



写真一7 ステージ3 発破防護工設置状況

が高く、明かりベンチ発破に適した製品である。

秒時誤差の精度の高さから、振動計測ではステージ1に比べて振れ幅が小さく安定した結果が得られたが、騒音計測では、プラストマットが発破中にめくれた等原因が明らかな場合以外に、程度は小さいものの音圧が規制値を超過する現象が発生した。発破毎の諸条件に違いが多過ぎるため、今回の工事でその関連を一意に結論付けるには至らなかったが、岩盤壁面での反響や岩盤内の伝播のほか、風向きや曇天等の気象条件によって到達距離や反響が左右されたものと考察される。

飛石を発生させなかったことは勿論であるが、騒音・振動に若干の規定値超過はあったものの、このような市街地で苦情を1件も受けることなく発破作業を完了したことは、特筆に値する。

5. おわりに

本工事では、本稿で報告した大規模オープン掘削や明かり発破の他にも、トンネル工事における振動制約下での芯抜き発破先行による急速施工の試みや、駅周辺整備工事における合計8車線の幹線道路を横断する既設コンクリート歩道橋撤去・鋼製橋架設など、市街地での工事で技術的に特徴のある工法を採用している。法令や慣習の違いもあり、これらの技術が直ちに日本を含む他国で適用できるものではないが、安全で経済的な施工を目指すという共通目的の参考となれば幸いである。

年内に開通する觀塘延伸線が周辺住民の足となり、香港の発展に寄与することを期待して、本稿の結びとする。

JCM A

《参考文献》

- 1) 杵築, 上田; ソイルネイルを使用した大規模オープン掘削工法の設計・施工と計測結果, 土木学会 土木建設技術発表会 2015, セッション III No.12
- 2) A. Pillay, 岩田; Electronic Detonators: Delivering the Advance in Hong Kong, The Journal of Explosives Engineering, Volume 32 Number 3, May/ June 2015, p28 - 37
- 3) 亀山, 岩田ほか; 発破振動制約下におけるトンネル急速施工, 土木学会 第24回トンネル工学研究発表会, 報告 I-37

〔筆者紹介〕

岩田 修 (いわた おさむ)

西松建設㈱

国際事業本部 香港支店 觀塘延伸線工事事務所
課長



特集>>> 鉄道

ライトレール 路面電車南北接続 第1期事業

富山駅南北接続線軌道施設（その1）工事（報告）

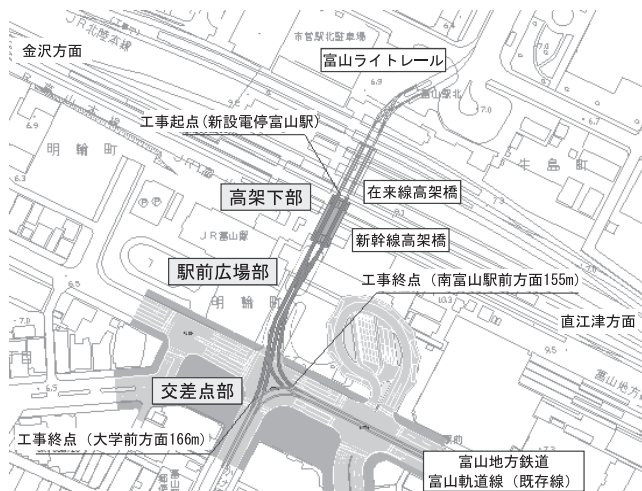
梶 谷 修 蔵

LRTとは、Light Rail Transitの略で、低床式車両の導入や軌道の低騒音化、駐車場のバリアフリー化など、これまでの路面電車のイメージと異なる次世代型の交通システムである。本工事は、富山市が推進する富山駅南側の富山地方鉄道富山軌道線と北側の富山ライトレール富山港線を新幹線・在来線高架下に新設する停留場で接続させる路面電車南北接続事業（事業延長約250m）のうち、先に高架が完成する新幹線高架下から富山軌道線までの延長約160mを1期工事として、施工したものである。本報では、工事の特徴及び施工記録について報告する。

キーワード：ライトレール、溝レール、樹脂固定軌道、プレキャスト軌道版、高架下停留場構築

1. はじめに

本工事では、図一1に示すように北陸新幹線高架下を起点として既設の路面電車（富山地方鉄道 富山軌道線）に接続させる軌道施設工事であり、南富山駅前方面155m、大学前方面166m区間において、軌道スラブ設置工、レール・分岐器、排水工、停留場整備工、消雪工、東西自由通路部整備、仮設工、き電線工事、電車線工事、電力工事、信号工事及び、通信工事を行った。施工期間は、周辺関連工事（北陸新幹線建設事業、JR在来線連続立体交差事業、関連街路整備事業、富山駅周辺土地区画整理事業、自由通路整備事業）の進捗に合わせ、平成26年2月から平成27年3月の約14箇月であった。



図一1 富山駅周辺図

2. 工事の特徴

(1) 施工条件

施工条件により、交差点部、駅前広場部、高架下部の3エリアに区分された。各エリアの特徴を述べる。

(a) 交差点部

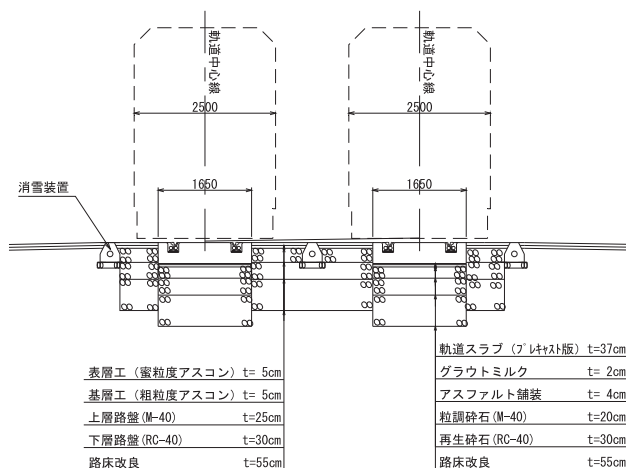
- ・営業中の既存線（路面電車）との近接施工
- ・通行量の多い主要道路上での施工（通行止不可）
- ・路面電車架線（ $H = 4.2 \sim 6.0$ m）直下での施工
- ・既存線（路面電車）改修工事と競合
- ・道路改良工事（盤下げ及び路床改良工）と競合

(b) 駅前広場部（写真一1）

- ・歩行者通路切替及び確保（関連工事と工程調整）
- ・関連工事車両の通路確保（軌道横断）
- ・関連工事との工事調整（資材置場、施工ヤード）



写真一1 交差点部及び駅前広場部 着工前全景



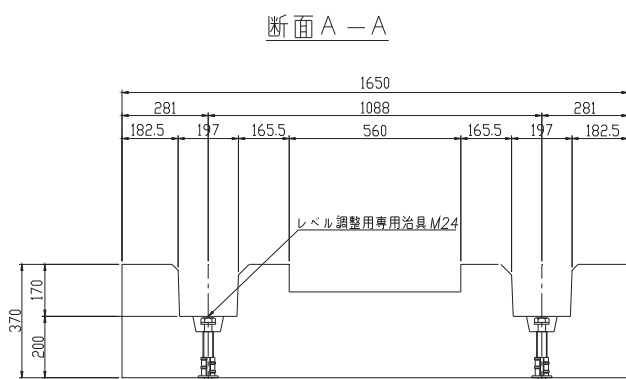
図—4 交差点部 標準断面図



写真—3 PC版据付状況

た。そのため、トラックで運搬してきたPC版をフォークリフトで荷受けし、据付箇所付近まで運搬することにより、ラフタークレーンの吊上げ高さ及び、旋回範囲を最小限に抑えた。

PC版の据付位置は、1枚毎に座標管理を行い、製品誤差は目地部で吸収させた。またPC版の天端高さは、図—5に示すように四隅に配置したレベル調整用治具（M24）で調整を行った。



図—5 レベル調整用治具 詳細図

(2) レール・分岐器設置

分岐器は、日本に輸入後、専門工場内で仮組検査を行った（写真—4）。検査項目は、分岐器については軌道4項目（軌間・水準・高低・通り）及び、機器の動作確認。また、レールについては、部材寸法及び反りやねじれの測定を発注者（富山地方鉄道株）立会のもと行った。



写真—4 仮組検査状況

現場施工においては、設置に先立ちレールケレン（錆落とし）を行った。樹脂固定軌道の場合、レールと樹脂の付着力が品質に大きく影響するため特に注意した。また、据付け順序は①クロッシング・分岐器②定尺レール③調整レールの順に行い、発注者立会のもと、軌道4項目の確認を行いながら、所定の位置に設置した（写真—5）。



写真—5 レール据付状況

(3) 樹脂てん充

(a) 準備作業

レール設置に先立ち、軌道スラブの溝清掃及び1次プライマーの塗布を行い、レールパッドの貼付けを行った（写真—6）。レール設置後、樹脂てん充直前にレールの乾燥及び2次プライマー散布を行った。ま



写真一六 レールパッド据付状況



写真一八 樹脂打設状況

た、樹脂てん充後の清掃を容易にするため、養生シートを軌道スラブ及びレール頭部に設置した。

(b) 樹脂練り混ぜ

樹脂の練り混ぜプラントは、てん充箇所付近に仮設テントを張り、その内部に設置した。これは、雨風を凌ぐだけでなく、樹脂の練り混ぜ温度（15℃～35℃）を確保するためである。練り混ぜ機械は、樹脂メーカーの指定機械を使用した（写真一七）。



写真一七 樹脂練り混ぜ状況

(c) 樹脂てん充・養生

樹脂てん充箇所もプラント同様にテントを張り、てん充箇所の養生を行った（樹脂てん充期間の大半が冬期（11月～12月）であったため、ジェットヒーターによる吸熱養生も行った）。樹脂てん充は、練り混ぜた樹脂を人力で運搬・投入し、練り混ぜからてん充完了までを8分以内、てん充完了から養生終了までを2.5時間以上として管理した。てん充箇所は有機溶剤（プライマー等）を使用しているため、換気を行うと共に、保護具（メガネ・防毒マスク・手袋）を着用し施工した（写真一八）。

(d) 品質確認

樹脂てん充工の品質管理について述べる。管理項目

及び、管理値は以下のとおりである。

- ① 1次プライマー塗布前のコンクリート含水率（8.0%以下）
- ② 樹脂の練り混ぜ温度（15℃～35℃）
- ③ 樹脂の可使時間（11分以内：気温30℃の場合）
- ④ 樹脂硬度 供試体 50 × 25 × 160
 $(\sigma 1: 55^\circ \pm 5^\circ, \sigma 7: 58^\circ \pm 5^\circ)$
 硬度の測定結果は75測点平均で、
 $\sigma 7: 59.64^\circ (+1.64^\circ)$ であった。



写真一九 交差点部及び駅前広場部 完了全景



写真一〇 駅前広場部 完了全景

(4) 高架下部での停留場整備

新幹線高架下の新設した電停富山駅は、高架橋柱間のスペースを最大限利用したホーム3面の構造であ

山中における大山ケーブルカー大規模設備更新

飯 田 修 一・江 原 季 映

大山ケーブルカーは、神奈川県伊勢原市の大山の麓と中腹を結ぶ、標高差 278 m、路線延長約 800 m の鋼索鉄道である。1931 年に開業し、1944 年に戦争のため不要不急線として廃止されたが、1965 年に大山観光電鉄(株)が再整備し、50 年間運行している。今回、80 年以上前に築造されたコンクリート構造物の健全化を実施して、安全性を向上させるとともに、約 4 ヶ月半の運転休止期間を設け、老朽化した車体および軌道設備を 50 年ぶりにリニューアルした。本報では、工事用道路の設置が困難な山中における、大山ケーブルカーの大規模設備更新工事について紹介する。

キーワード：ケーブルカー、運搬計画、仮設モノレール、ヘリコプター、仮設構台

1. はじめに

大山ケーブルカーは、丹沢山地の南東、神奈川県伊勢原市にそびえる大山の麓に位置し、標高 400 m にある大山ケーブル駅と、標高 678 m にある阿夫利神社駅とを結ぶ、最大勾配 47.7%、路線延長約 800 m の鋼索鉄道である。阿夫利神社への参拝客や大山への登山客が、年間およそ 50 万人利用している。

大山ケーブルカーは、山中の狭隘かつ急勾配な区間を運行している。そのため、沿線には工事用車両が横付けできる道路が無く、工事場所への資機材の運搬が極めて困難であった。また、今回の設備更新工事では、土木構造物の健全化の他に、運休期間約 4 ヶ月半という限られた工期のなかで、車体の交換および軌道設備の更新を一挙に行う必要があった。本報は、これらの課題に対処すべく採用した、資機材の運搬方法や施工方法について報告する。

2. 工事概要

全体平面図を図—1 に、工事概要を表—1 に示す。

表—1 工事概要

発注者	大山観光電鉄(株)
施工者	土木・建築工事：(株)フジタ 車両・軌道・電気工事：(株)小田急エンジニアリング
施工場所	神奈川県伊勢原市大山
工期	平成 26 年 5 月～平成 27 年 11 月 (運休期間：平成 27 年 5 月 18 日～平成 27 年 9 月 30 日)
工事内容	車両：車体新造・搬入・組立 2 両 旧車体搬出 2 両 軌道：レール交換 1720 m マクラギ交換 969 丁 電気：電車線撤去 1929 m 剛体架線新設 3 駅 誘導無線新設 (地上局・車上局・ケーブル敷設) 土木：橋梁下部補強工 2 橋梁 橋梁上部補修工 3 橋梁 工事用モノレール工 2 ルート 計 510 m 建築：ホーム上屋新設工 (大山ケーブル駅) 作業構台設置工 (大山ケーブル駅)



図—1 全体平面図

3. 運搬計画

本工事を進めるにあたり、大山ケーブルカー沿線には工事用車両が入ることのできる道路がなく、工事に必要な資機材の運搬方法が最大の懸案事項となった。そのため、工事用大型モノレールや既存の大山ケーブルカー（以下、既存ケーブルカーという）の活用、さらにヘリコプターを駆使する運搬計画とした。

(1) 工事用大型モノレール

工事用大型モノレール（以下、仮設モノレールという）は、土木工事や軌道工事における資機材の運搬を主目的に設置した。施工場所は国定公園内にあり、また林道終点部から沿線までの間は、保安林にも指定されている私有地であった。土地所有者や行政との協議が円滑に進むよう、極力伐採が少なく済む運搬経路を検討した。

採用した仮設モノレールは、最大積載重量が2t、最大45°の急勾配に設置可能である。木々のわずかな隙間を抜けていくことで、前述の条件にあった経路設定が可能となった。

資機材は、林道の終点部に設けた資材ヤードまで、4tユニックなどで運搬した。仮設モノレールの発進基地（写真—1）は、資材ヤードの脇に設置し、ここから既存ケーブルカー沿線2箇所に通じるルートを設定した。到達部には、第1電車橋と第2電車橋を選定した。これは、土木工事を行うにあたり、資機材を頻繁に運搬する必要があるためである。



写真—1 仮設モノレール発進基地

第1ルートは、全長360mで、途中砂防堰堤を横断し、沢筋を下り、スイッチバックした後、45°の急勾配を上って第1電車橋に到達する（写真—2）。設置に際しては、砂防堰堤の水流を妨げないよう工夫した（写真—3）。



写真—2 スイッチバックと45°の急勾配



写真—3 砂防堰堤部



写真—4 小型バックホウ運搬状況

第2ルートは、全長150mで、崖を這うように上り第2電車橋に達する。第2ルートは、小型重機の運搬（写真—4）や、運休2ヶ月前からは、軌道工事用のレールや枕木の運搬に使用した。

仮設モノレールは、毎分40mの速度で走行し、第1ルートにおけるスイッチバックの時間を含めても、15分程度で最大2tの資機材を運搬することが可能となった。

(2) 既存ケーブルカーの活用

軌道工事で使用するレールや枕木の運搬では、沿線

全域に間配る必要があった。ヘリコプターの使用も検討したが、沿線には木々が生い茂り、電線や架線が張りめぐらされているため開けた空間がなく、空からのアプローチは困難であった。そこで、仮設モノレールによって運搬した資材を既存ケーブルカーに積み替え、沿線全域に間配る方法を採用した。

まず、レールや枕木を仮設モノレールで第2電車橋まで運搬する。その後、山越し機を使用して、既存ケーブルカーの先端に連結した運搬用台車2台に積み替え、沿線全域に間配りした（写真—5）。この運搬用台車は、大山寺駅の分岐器を通過できるよう、既存ケーブルカーの台車と同等な車輪を特注して使用した。なお、この運搬作業は、運休の2ヶ月前から終列車後に日々4時間程度実施し、運休後は既存ケーブルカーが使用可能な2ヶ月間に集中的に行われた。



写真—5 既存ケーブルカーを活用した資機材運搬状況

(3) ヘリコプター

嵩と重量が大きい車体の運搬と工期短縮が課題となる大山ケーブル駅と阿夫利神社駅への資機材の運搬には、2種類のヘリコプターを使用した。ヘリポートは、丹沢山地内ヤビツ峠近くの菩提にあり、普段は地元の森林組合が管理している場所で、大型トラックでの搬入も可能である。大山ケーブル駅からは直線距離にして約3.6kmで、仮設材であれば荷の上げ下ろし時間を含めても6分程度で往復できる。

(a) 仮設材の運搬

仮設材の運搬には、主として最大吊上げ能力2tのヘリコプターを使用した。両駅とも、電線や木々などの制約が多々あったが、5m×5m程度の空間を確保すれば空輸が可能である。天候のリスクはあったが、積極的にヘリコプター空輸を採用したことで、仮設構台用資材の運搬では、総重量が40t近い仮設材を2日で搬入することができた。人力による運搬が計画されていた当初工程と比較して、12日という大幅な工



写真—6 仮設材空輸状況（大山ケーブル駅付近）



写真—7 仮設材空輸状況（阿夫利神社駅付近）

期短縮となった（写真—6、7）。

(b) 車体の運搬

車体の運搬には、民間機としては国内最大級となる最大吊上げ能力5tのヘリコプターを使用した。国内に1台しかないため故障時のリスクは大きかったが、今回の全体計画では車体の組み立て工程がクリティカルとなっていたため、少しでも工場製作の割合を増しクリティカルパスを短縮するために、最大吊上げ能力の大きいヘリコプターを選定した。

大阪の工場で作成した新型の車体を10t低床トラックで2日間かけ夜間陸送した。その後、ヘリポートにて夜明けまでに吊り金具を取り付け、早朝8時から空輸作業を開始した。ヘリコプターの最大吊上げ重量5tは、気象条件を満たした場合の最大能力であり、気温が低く空気密度の高い冬季ならば揚力を得やすいが、夏季は吊上げ能力が落ちる。搬入は6月～7月に



写真—8 新型車体搬入状況



写真—10 吊足場



写真—9 搬入時の新型車体内部



写真—11 橋面上での防水施工状況

なるため、少しでも気温が低い早朝に行う計画としたが、1回目の6月下旬の搬入時は3.8t以下、2回目の7月下旬の搬入時は3.5t以下に車体重量を制限する必要があった。完成時の車体総重量は5.6tとなるため、一部は搬入後に現地にて組み立てることとし、車体重量を抑えた（写真—8、9）。

4. 施工概要

(1) 土木工事

土木工事は、3箇所の電車橋に関して実施された健全度調査をもとに実施した。中性化が進行している桁については補修工事を、設計基準強度が満足されていない橋脚については補強工事を実施し、構造物を建設当時の性能まで回復するとともに、レベル1地震動に対して耐えられる設計とした。

(a) 橋桁補修

仮設モノレールにて資材を運搬し最初に行ったのが、桁の健全度調査用の吊足場（写真—10）の架設であった。コアの採取による圧縮強度試験や中性化深さ試験、打音調査、目視調査などを行った。その結果、中性化の進行により鉄筋には錆が生じ、コンクリート

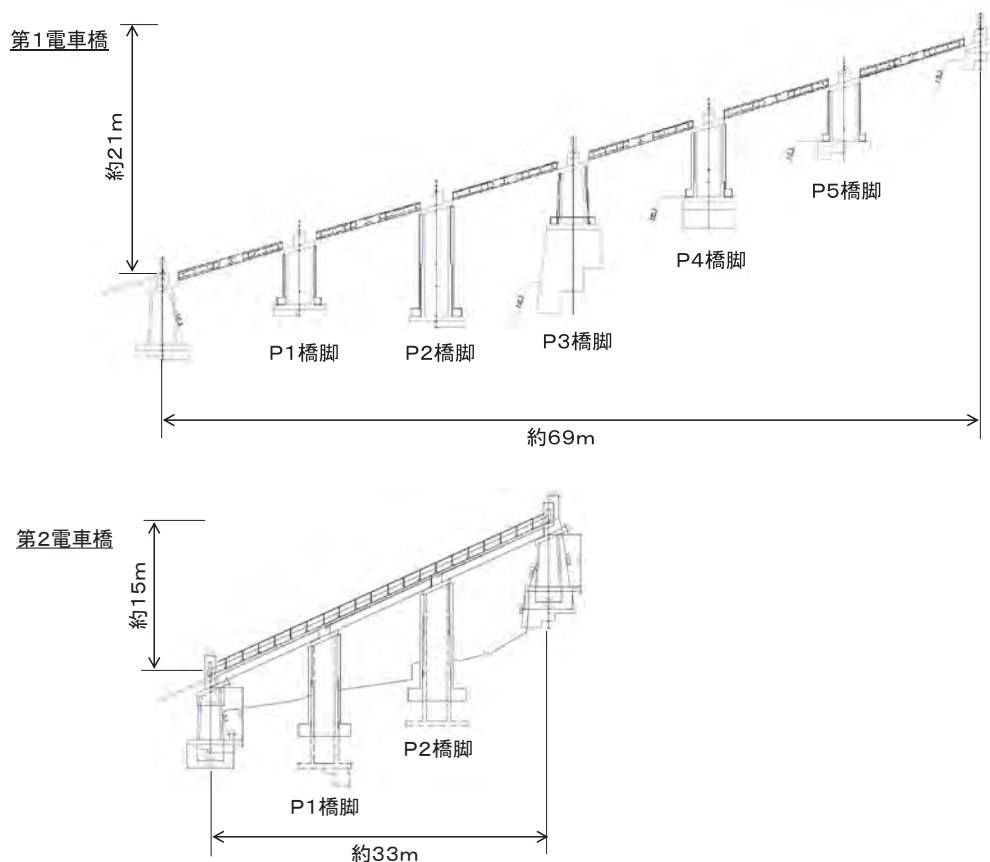
には浮きや、ひび割れからの漏水が確認された。調査結果を踏まえ、コンクリートの性能回復のため補修を施した。最初を実施したのは、橋面を流れる雨水が、豆板やひび割れを通して漏水するのを防ぐための、橋面上のウレタン塗膜防水（写真—11）である。防水を施したことにより、水の浸入を遮断し鉄筋の腐食を防止するとともに、橋下面での豆板やひび割れ補修を確実に行うことができた。コンクリートに浮きがみられた箇所は、浮きを除去後、鉄筋の防錆処理を行い、断面修復材にて修復を行った。その後、全面に中性化防止剤を塗布し、水切りを設置した。

(b) 橋脚補強

第1電車橋および第2電車橋に合計7基ある中空RC橋脚（図—2）について、コンクリートの圧縮強度試験を行った結果、既存躯体の強度が不足していたため、コンクリート巻き立て補強を施工した。工期短縮には、掘削した土砂とコンクリート打設に伴う運搬作業の効率化が課題となった。当初は、掘削した土砂は場外に搬出して仮置きを行い、コンクリートは現地製造が計画されていた。

そこで、土砂については、場外搬出せず現地の沢地形を利用して仮置場（写真—12）をつくることで1日の施工量を増やすこととした。

コンクリートの打設方法については、第2電車橋ま



図ー2 第1電車橋・第2電車橋縦断面図

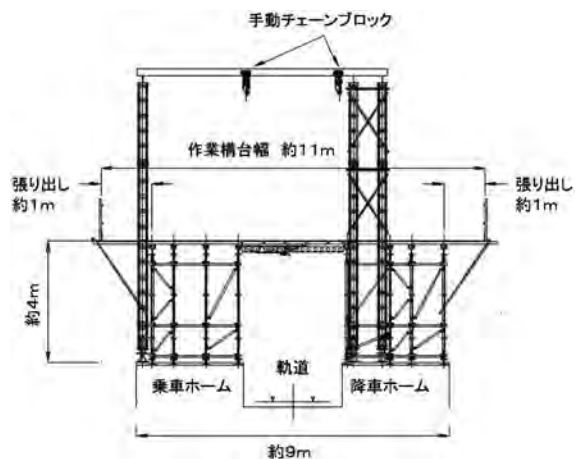


写真ー12 第2電車橋での土砂仮置き状況

では、仮設モノレールに沿って約190m配管し、コンクリートを圧送することとした。林道には、14tの重量規制があるために小型ミキサー車でコンクリート運搬となった。また、ミキサー車は林道終点部に1台しか待機できなかった。そこで、運搬によるスランプロスが少なく、圧送もしやすい冬季での施工を選択した。第1電車橋までは、延長が360mあり高低差約50mの下り勾配のため、コンクリートの圧送は困難であった。そこで、コストは増すが現地製造とした。均一な品質を確保するために、無収縮モルタルを採用した。

(2) 車体組み立て工事

車体組み立て工事で課題となったのは、ヘリコプターで空輸された車体の荷下ろし場所と、既存の台車との接続方法であった。大山ケーブル駅には道路がないため、大型のクレーン車は使用できない。そこで考えたのが、駅の既存屋根を撤去し、軌道の直上に仮設構台と門型クレーンを設置することであった。作業構台の構造は、くさび式支保工とし、門型クレーンは四角柱に横桁を流し2tの手動チェーンブロックを4基配置することとした。作業構台の当初計画寸法は、車体の寸法、ヘリコプターパイロットの要望、空輸した後の組み立てヤード等を考慮し、延長14m×幅11mであった。しかし、支保工の設置できるホーム幅員は約9mで、両端部1mは車体の荷重を受けることのできない張り出し構造としなければならなかった(図ー3)。そこで、空輸時の吊金具台座を車両中心から2mの範囲に設置すること、仮設構台に中心位置を明示し、車体の中心と合うよう慎重に降下させることで、荷下ろし精度の向上を図った。その結果、無事に新型の車体を空輸することができた(写真ー13)。その後、門型クレーンを使用して車体と台車を結合(写真ー14)し、総重量2.1tのパーツが現地にて組み立てられた。



図—3 作業構台断面図



写真—13 搬入直後の新型車体



写真—14 新型車体と台車の結合状況

(3) 軌道工事

軌道工事は、運休2ヶ月前から資機材の運搬を開始した。レールは、運搬上の制約から6.25mの長さで間配りしたものを、現場溶接を行った上で37.5mレールとして使用した。既存ケーブルカーの軌道構造は、枕木受けコンクリートの上に、直接アンカーボルトで枕木を固定している。固定用のアンカーボルトは、腐食したものを除き再利用した。そのため、交換用の合成枕木のアンカーボルト穴は事前加工できず、現地計

測結果をもとに加工した。

軌道工事の施工順序は、まず麓の大山ケーブル駅から中間の大山寺駅を施工し、その後、山頂の阿夫利神社駅から大山寺駅を施工した。そうすることで、既存ケーブルカーの活用を可能とし、資機材運搬の効率化を図った。

約半年間かけて路線延長約800mの枕木およびレールの交換を完了した。

5. おわりに

今回の山中での設備更新工事は、様々な運搬方法を駆使して進めることができた。しかし、大型機械が入れない山中では、人の力に頼るところも非常に大きかった。建設現場に就労する年齢の高齢化が進み、将来の労働力不足が危惧されているなか、人への技術の伝承、育成が重要であることを改めて考えさせられた。また、土木・建築・車両・軌道・電気と多種多様な工事が狭隘な箇所で競合したが、お互いが問題意識を共有し、発注者と一体で解決を図ったことにより、限られた工期のなかでの更新工事を無事完了（写真—15）することができた。



写真—15 完了全景

J C M A

[筆者紹介]

飯田 修一 (いいだ しゅういち)
 (株)フジタ
 交通事業部 土木工事部



江原 季映 (えはら としあき)
 (株)フジタ
 交通事業部 土木工事部



首都圏における大規模な車両基地の整備・撤去工事

品川車両基地整備工事・品川旧車両基地撤去工事

磯部 浩史

品川車両基地は、延長約 1.5 km あり留置線が 87 線・約 1,000 両の車両が留置できる設備を有する首都圏最大規模のものであったが、車両の電車化や廃止などによって平成 20 年の着工時は全盛期の半分の使用状況であった。

そのため、JR 東日本では品川駅への東北縦貫線の東海道線乗り入れと折返し設備の整備とあわせて新しい車両基地の整備を品川駅改良（Ⅰ期）として進めており、車両基地の撤去ならびに新設工事を行った。

本稿では首都圏でも最大規模となる車両基地整備にあたり、路盤工をはじめとした施工上の課題と対応、現在の工事の進捗状況及び安全対策の取り組みについて紹介する。

キーワード：車両基地、路盤工、旧高架橋撤去、大型重機、ボックスカルバート

1. はじめに

昭和初期より運用されてきた品川車両基地は、時代の変遷とともに全盛期の半分程度の運用形態となり、低効率な施設となっていたことから、JR 東日本では車両基地のスリム化と新たな輸送体系に対応した新車両基地の整備を進めてきた。平成 20 年秋より工事に着手し、旧車両基地施設の撤去から本体工事を経て、平成 25 年 11 月の第 3 回線路切換により新車両基地の暫定供用開始に至り、平成 28 年末には第 5 回線路切換にて品川駅改良（Ⅰ期、図—1）は完了する。また、第 3 回切換後の平成 25 年末より現在に至るまで旧車両基地において品川駅改良（Ⅱ期）の撤去工事ならびに高輪橋架道橋、高浜地下通路の新設工事を行って



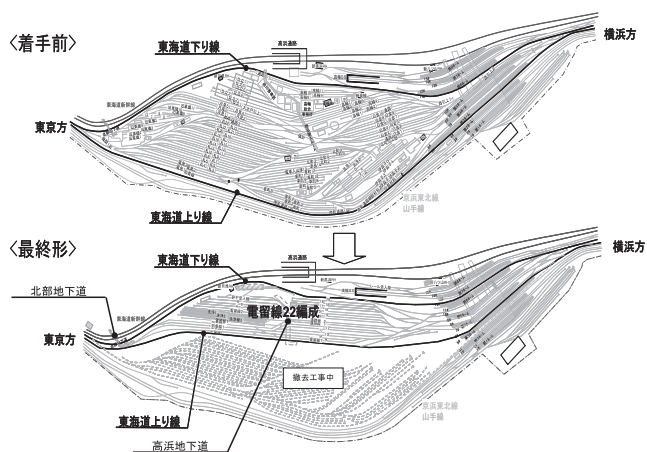
写真—1 品川車両基地全景
(左 旧車両基地撤去他工事中 右 暫定供用中車両基地)

る（写真—1）。

2. 工事概要

今回行った車両基地整備の主な工事内容は、路盤工約 9 万 m²、パンタグラフ点検台 3 箇所（コンクリート 280 m³、鉄骨 220 t）、車両洗浄線 3 編成（コンクリート 2,800 m³、鉄骨 410 t）、北部地下道（内空幅 3.0 m、内空高 2.8 m、延長 94.5 m）、高浜地下道（内空幅 7.0 m、内空高 4.55 m、延長 114.3 m）である。

また、現在施工中の旧車両基地撤去工事の主な工事内容は、バラスト撤去 6,000 m³、高架橋撤去 200 m、検収坑・洗浄台撤去 5,000 m³、土壌汚染対策工 1 式である。



図—1 品川駅改良（Ⅰ期）全体計画

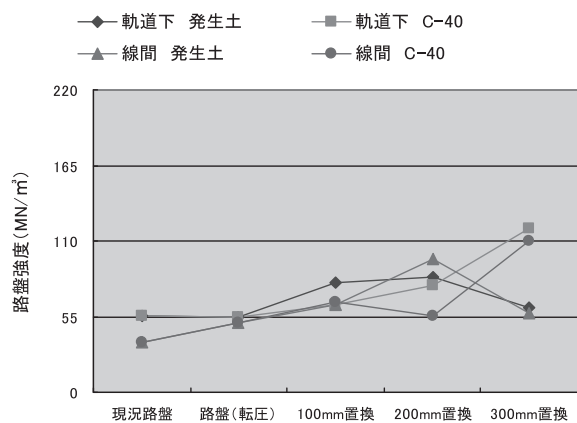
また、これらの車両基地整備工事とあわせて、車両基地直下を東西に横断する港区道 241 号線の改修工事（高輪橋架道橋）を一部先行して行うとともに、旧車両基地部においても撤去工事と並行して将来山手線・京浜東北線の線路直下となる部分のボックスカルバートの新設工事を行っている。

3. 施工上の課題と対策（路盤工・大型重機搬入について）

(1) 路盤工（試験施工～品質・施工管理）

品川車両基地における路盤工の施工面積は約 9 万 m^2 と広大で、当初は路盤厚さ一律 300 mm のクラッシャーラン置き換えで計画されていたが、本線となる部分や側線・基地線となる部分など使用形態は様々であることから、仕様の見直しについて検討を行った。

まず、路盤工着手前（平成 21 年 9 月）に車両基地内の 3 測点で路盤改良厚さ 100 ～ 300 mm の平板載荷試験を行い、ブロック毎・置き換え土の種類毎（発生土・クラッシャーラン）の置き換え厚さと路盤強度（K30 値）の関係を確認した。結果として、概ね 300 mm 置き換えを行えば K30 値 110 MN/m^3 は確保できること、場所によっては置き換えなしで現状地盤の転圧だけでも K30 値 110 MN/m^3 を確保できることが確認できた（図—2）。

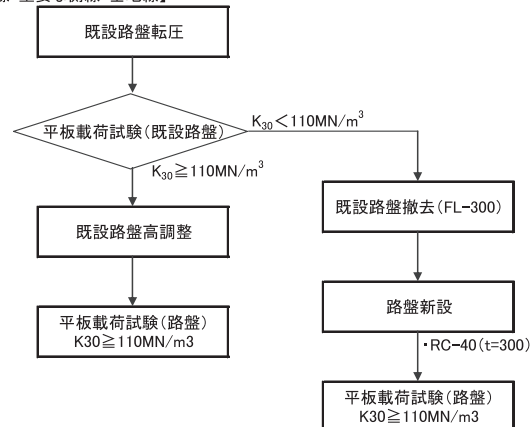


図—2 試験施工平板載荷試験結果

これらの試験施工を鑑み、本線・副本線は当初の計画通り路盤厚さ 300 mm のクラッシャーラン置き換えを基本としたが、側線・基地線では図—3のフローチャートに示すように、既設路盤を転圧後に平板載荷試験を実施し、路盤強度が満足できれば既設路盤のまま完了、満足しない場合は K30 値 110 MN/m^3 を確保できる値で路盤の置き換えを実施することとした（写真—2）。

これにより、路盤構築の効率化を図ることができた。

【側線・重要な側線・基地線】



図—3 路盤工施工フローチャート



写真—2 路盤試験施工状況

(2) 撤去工事等で使用する大型重機の搬入について

旧車両基地における撤去工事や高輪橋架道橋改修工事、高浜地下通路延伸工事の施工には $0.7 \sim 1.6 \text{ m}^3$ クラスのバックホウが必要であった。車両基地内への重機の搬入は、国道第一京浜側より京浜東北線・山手線・東海道上り線の夜間終電後に行った。

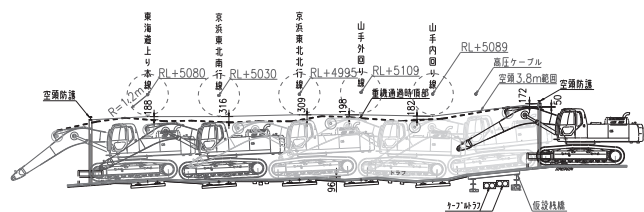
搬入に当たって、事前に山手線の脇にあるケーブル・トラフ類は簡易的な工事用栈橋を仮設し防護するとともに、線路内には軌道工事にて簡易連接軌道を敷設し車両や重機が通行できるようにした（写真—3）。また、線路内の上空にはトロリー線等が存在するため空頭高さ 3.8 m の空頭防護を設置し、空頭制限を超えた車両等が過って通行することがないように防護措置を行うとともに、重機のブーム先端に空頭 3.8 m の目安となるプラチェーンを設置し、常にプラチェーンが地面から離れていないことと上空の架空線との離隔双方を確認しながら架空線への接触等がないよう慎重に線路横断を行った（図—4）。



写真一3 重機線路横断状況 (0.16 m³ バックホウ)



写真一4 高浜橋架道橋改修 (奥がⅠ期工事, 手前がⅡ期工事)

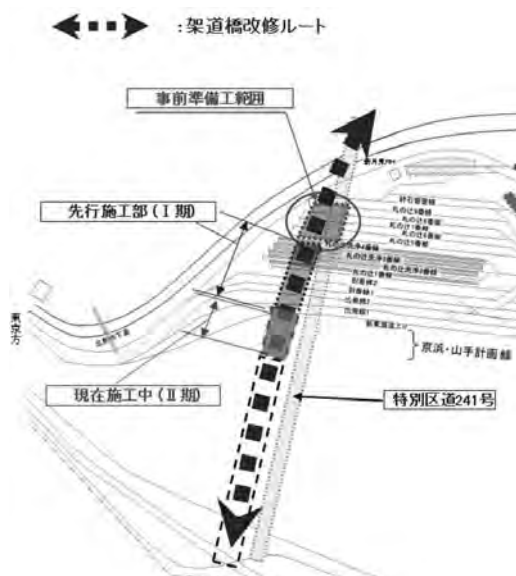


図一4 大型重機線路横断時検討軌跡図 (0.16 m³ バックホウ)

4. 工事進捗状況

(1) 高輪橋架道橋工事について

車両基地内地下に東西を横断する港区道 241 号線が内空幅 5.5 m、内空高 1.7 m であるが、十分な幅員及び空頭が確保されていないため地元住民より行政に対して改善要望が出されていた。港区および JR 東日本は、これを改善するため将来現道の北側に新たな地下道を移設することを決定し、当社にて品川車両基地の整備にあわせて更地化された状態で 39 m のボックスコンクリート躯体の先行施工と 27 m を事前準備工と



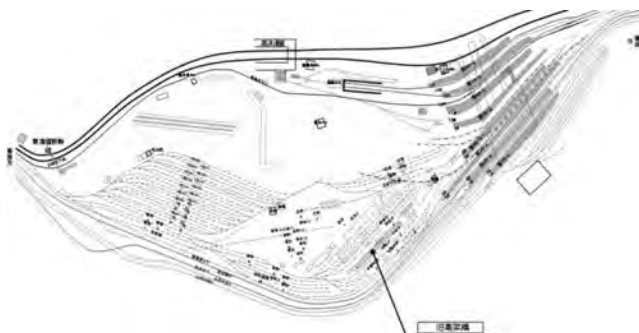
図一5 高輪橋架道橋概略図

して工事桁架設を高輪橋架道橋改修工事 (Ⅰ期) として行い第 3 回線路切換で品川車両基地の暫定供用開始を迎えた。第 3 回線路切換後には旧車両基地の撤去工事とあわせて、更に西側へ 40 m の延伸工事を高輪橋架道橋 (Ⅱ期) として施工を終えた (図一 5、写真一 4)。現在はボックスカルバート上部を埋め戻し路盤工を施工し、第 5 回線路切換に向けた軌道・電気工事を各専門会社にて施工中である。

(2) 幻の高架橋撤去工事

品川駅構内において、第二次世界大戦以前に構築された幻の高架橋の撤去工事を行った。この高架橋は昭和初期における鉄道輸送需要の増大に伴う対策として京浜線 (当時は京浜東北線と呼ばれていなかった) の一部を急行線として使用するために構築されたらしいが、品川駅構内約 200 m を構築後、第二次世界大戦の戦況の悪化に伴い計画が中止された。この高架橋の下には撤去工事前は現業部門の倉庫等に使用されていたが、第 3 回切換に伴う現業部門の移転により使用されなくなり、撤去に至っている (図一 6)。

工事は解体時のガラ飛散を避けるため東海上り線側に足場とパネルで飛散養生を行い、破碎機を搭載した大型のバックホウにて撤去工事を行った (写真一 5)。



図一6 旧高架橋位置図



写真—5 旧高架橋撤去状況

5. 安全管理について

(1) 列車防護訓練について

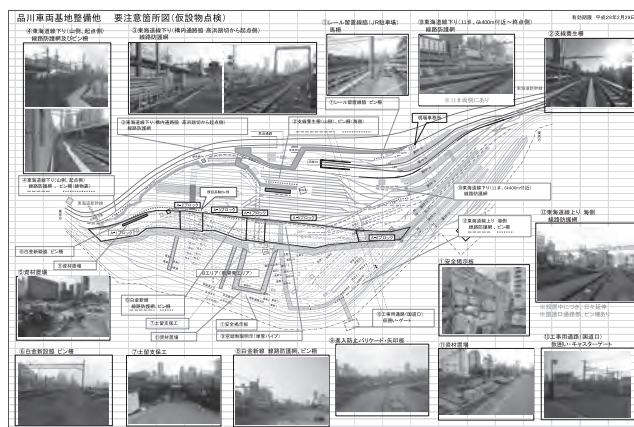
当作業所では、月1回工事従事者全員参加で列車防護訓練を実施している。方法は朝礼会場に列車を停止させる信号の代わりとなる模擬のLEDとそのLEDを点灯させるための模擬の列車停止押しボタンを設置し、異常事態を想定したシナリオに基づき押しボタンを押しLEDが点灯する臨場感のある通報訓練を実施している。さらに、工事用道路を使用し実際に列車防護を行う際に走る距離と同様の600m走って列車防護を行うことと列車の運転手とのやり取りの会話の訓練も行っている（写真—6）。



写真—6 列車防護訓練状況

(2) ハザードマップの活用

車両基地においては、重要な鉄道施設物（架空線・電柱・埋設管・信号設備他）や死活確認ができていない旧鉄道施設物等が多数存在し、工事を進めるにあたり施工上それらが支障することが多々ある。それら鉄道施設物の存在を全作業員に周知し、注意喚起するために鉄道施設物のハザードマップを作成し、施工計画書・作業手順書、日々のKY活動等に反映することに



図—7 ハザードマップ

より、鉄道施設物損傷事故防止に努めている。また、ハザードマップは毎月末現地を確認の上更新し、最新版を日々の安全管理に活用している（図—7）。

(3) 列車停止ボタンと現在地の明確化

前述のとおり品川車両基地は延長2km程度あり広大であるので、各エリアで施工箇所のキロ程を明確にするとともに、異常時施設指令等へ連絡するときにあわてないように、施工箇所のキロ程・施設指令等の連絡先・通報マニュアルを100mに1箇所設置している。更に施工計画書や作業手順書に列車停止ボタン・列車接近警報機の位置を図示したものを添付し、異常時に誰でも列車停止ボタンの場所へ行き通報できるように教育している（写真—7、8）。



写真—7 列車停止ボタン及びキロ程看板・通報マニュアル



図一 8 列車停止ボタン位置図



写真一 8 品川車両基地全景
(手前 暫定供用中車両基地 左 横浜方 右 東京方)

謝 辞

本工事を進めるにあたり御指導と御協力を賜った関係者の皆様に感謝の意を表するとともに、鉄道の安全・安定輸送を最優先に考え、引き続き工事に従事していく所存である。

J C M A

6. おわりに

品川車両基地整備工事は先行した平成 20 年 11 月の既設車両基地撤去工事の着手より 5 年歳月を経て、平成 25 年 11 月に第 3 回線路切換を終え、新車両基地の暫定供用開始をさせることができた(写真一 8)。平成 28 年末には品川駅改良(I 期)最後の線路切換である第 5 回線路切換を予定しており品川車両基地の全面供用開始となる。

《参考文献》

- 1) 小平和久：品川駅改良(I 期)，鉄道経営，2012.9
- 2) 小平和久：品川駅改良計画一駅改良の歴史と大規模な車両基地移転一，土木施工，2015.8
- 3) 磯部浩史：首都圏における大規模な車両基地の整備・撤去工事一品川車両基地整備工事，品川旧車両基地撤去工事一，土木施工，2015.8
- 4) 磯部浩史：首都圏における大規模な車両基地の整備工事一品川車両基地整備工事一，土木施工，2014.4

〔筆者紹介〕

磯部 浩史 (いそべ ひろし)
鉄建建設㈱
東京鉄道支店 品川駅作業所
所長



新幹線軌道内で使用する重量軌陸運搬台車

穴井 秀和・西尾 章・松本 俊彦

東北縦貫線整備計画とは、上野駅と東京駅の間に新たに線路を整備し、宇都宮線・高崎線・常磐線と東海道線との直通運転を可能とする計画であり、2015年3月に上野東京ラインとして開業した。本事業区間のうち神田駅付近では建設用地が無いため、東北新幹線の高架（橋脚・橋台）に鉄骨を継ぎ足し重層化して在来線を構築する必要がある、鉄骨架設を新幹線軌道内より行った。本稿では新規開発した施工機械のうち、新幹線軌道を利用した重量物軌陸運搬台車および安全対策について報告する。

キーワード：上野東京ライン、重量物軌陸運搬台車、100tオールテレーンクレーン、移動式制走堤、機械故障、復旧訓練

1. はじめに

東北縦貫線整備計画とは、宇都宮線・高崎線・常磐線への終着駅である上野駅と東京駅の間に新たに線路を整備し、東海道線との直通運転を可能とする計画である。「山手線・京浜東北線の混雑緩和」、「直通運転による速達性の向上」、「鉄道ネットワークの強化による地域の活性化」が期待され、2015年3月に上野東京ラインとして開業した。

東北縦貫線工事区間のうち神田駅付近では建設用地が無いため、新幹線の高架を重層化して在来線を構築した。施工手順は、新幹線の高架（橋脚・橋台）上部に鉄骨部材を継ぎ足して重層化したのち、PC桁・鋼

桁を計19橋架設した。

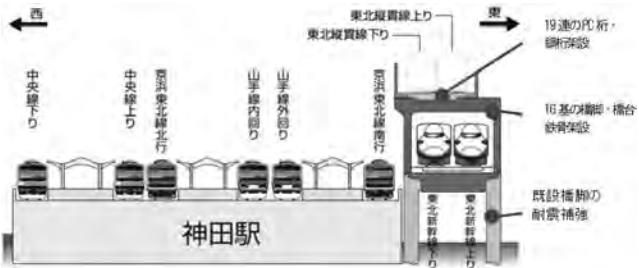
架設作業は新幹線のき電停止時間内で行う必要があり、作業条件を満足する既存設備がなかったため、新幹線軌道を利用した運搬・揚重設備機械、及びその架設方式を新たに開発した。本稿では重量物軌陸運搬台車について報告する。

2. 工事概要

東北縦貫線の整備区間は図-1に示す約3.8kmで、このうち用地取得が難しい約600mの新幹線高架を図-2のように重層化した。工事概要を表-1に示す。



図-1 工事位置平面図



図一 2 工事位置断面図

表一 1 工事概要

工事名	東北縦貫線南部工区建設工事
発注者	東日本旅客鉄道㈱
施工者	鹿島建設㈱
工事場所	東京都千代田区丸の内 1-10-5 地先 ～神田須田町 2-12-15 地先
工期	2008 年 3 月～ 2015 年 5 月
工事諸元	鉄骨架設 : 橋脚 8 基, 橋台 8 基 PC・鋼桁架設: PC 桁 17 連, 鋼桁 2 連

以下に鉄骨架設工事の特徴を示す。

- ①新幹線軌道内での作業である
- ②施工時間が新幹線き電停止間合いの約 4 時間(0 : 30 ～ 4 : 40)と限られている
- ③軌陸クレーンではなく、通常のクレーンを使用し
ての架設である
- ④クレーンと鉄骨部材の運搬は台車で行う

当初、鉄骨部材重量が最大 20 t であり、既存の 50 t 軌陸クレーンでは能力が不足するので、50 t 軌陸クレーン 2 台による相吊りを検討した。しかし、トロリー線間で双方のクレーンが荷重バランスを維持しながら架設を行うことは不可能と判断し、100 t オールテレーンクレーン（以下、100 t クレーン）1 台での架設工法を採用した。また、100 t クレーンは製作期間の制約により軌陸式ではなく一般仕様機を運搬する台車方式とした。

3. 重量軌陸運搬台車

台車は全 4 車両で構成し、1 両目に運転席付動力台車、2 両目に 100 t クレーンを搭載するクレーン台車(この 2 台を総称してクレーン運搬台車とする)、3・4 両目に鉄骨運搬台車の編成とした。3 両目には油圧ホースなどの緊急時の資材を、4 両目には架設する鉄骨を搭載した(図一 3)。

また、新幹線軌道内で台車を走行させるためには鉄道会社の保守用車認定を受ける必要がある。そのため軌道内では、クレーン及び鉄骨運搬台車は動力台車に牽引される形で走行し、ブレーキは牽引台車がブレーキを作動させると、全ての台車が一齐に作動する貫通ブレーキとした。各運搬台車の仕様を表一 2、3 に示す。

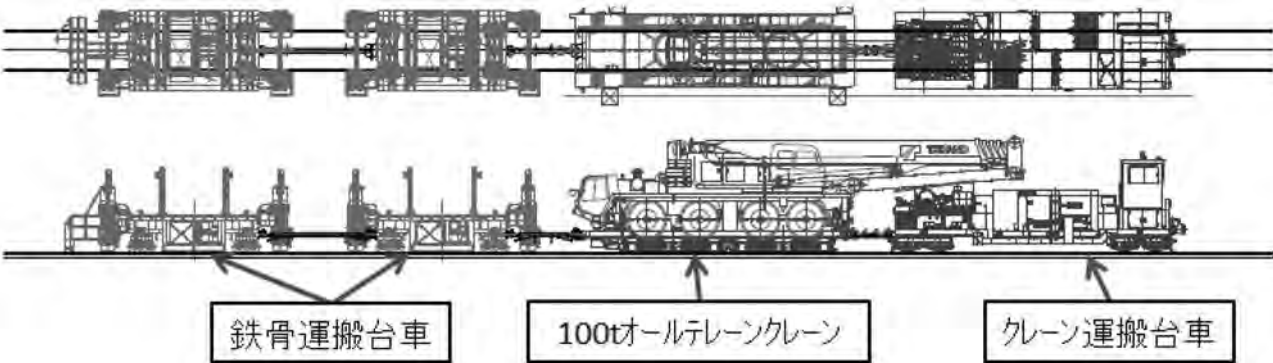
以下に、それぞれの運搬設備の特徴を述べる。

(1) 移動式制走堤

新幹線軌道を使用して 100 t クレーンを台車運搬するためには、東京駅の南部ヤードに留置しているクレーン運搬台車や鉄骨運搬台車と新幹線軌道を接続する必要がある。一方、新幹線の営業時間帯では、新幹線が逸走した場合の歯止めとなる制走堤（砂利盛り+

表一 2 クレーン運搬台車仕様

名 称	主仕様
牽引台車全重量	35 t
クレーン積載台車全重量	83 t
計	118 t
全長	23 m
全幅	2.85 m
全高	3.9 m
走行速度	最大 10 km/h
最大牽引重量	120 t
油圧ユニット	75 kW × 4 台
発電機	400 kVA × 2 台



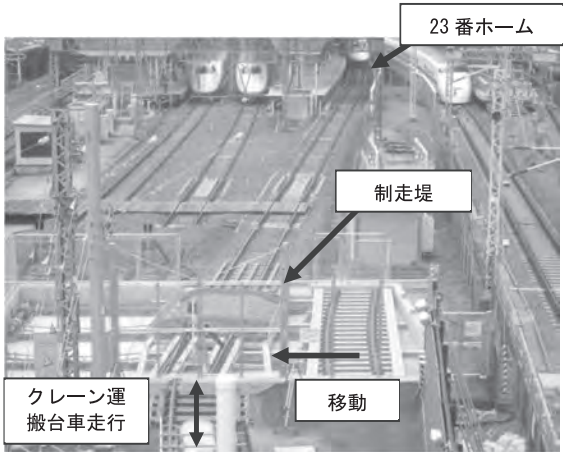
図一 3 台車全編成

表－3 鉄骨運搬台車仕様

名称		主仕様
総重量		25 t
軌道	車輪間ピッチ	1,359 mm
	車輪径	φ 504 mm
	フローティング	± 7 度
昇降装置	昇降能力	120 t
	最大速度	上昇 4.7 mm/sec 下降 2.6 mm/sec
	ストローク	400 mm
タイヤ走行	速度	1.5 ～ 2.5 m/min
	タイヤ径	φ 813 mm
	タイヤ走行	油圧駆動
	ステアリング	電動駆動
ブレーキ	貫通ブレーキ	4 kN × 2 台
	本体ブレーキ	4 kN × 2 台
	手動ブレーキ	ディスクブレーキ
その他	総重量	25 t
	ガイドポール	4 本
	発電機	20 kVA

鋼材止め) の役目を担う必要もある。

このため、写真－1 に示すような移動式の制走堤を設け、クレーン運搬台車が軌道を走行するときのみ留置場所から乗り入れができるようにした。これを設けたことにより、作業開始時のレール接続及び作業終了後の制走堤の復旧がそれぞれ約 10 分程度で行えるようになり、作業時間の確保に効果があった。



写真－1 移動式制走堤

(2) クレーン運搬台車

クレーン運搬台車は 400 kVA 発電機 2 台で油圧ユニットを作動させ、油圧モータで走行させる（写真－2）。油圧モータを採用した理由は、電動モータでは油圧モータと比較して台車高さが高くなり、移動中にクレーンのブームが新幹線の架線と支障するためであ



写真－2 クレーン運搬台車

る。また、油圧ユニットを搭載することで 100 t クレーンや鉄骨運搬台車の油圧ユニットが故障した場合にクレーン運搬台車の油圧ユニットから、各機械の油圧系統に油圧ホースを接続してバックアップを行うことができる。

(3) 鉄骨運搬台車

鉄骨運搬台車の軌道上の移動は、クレーン運搬台車に牽引されて車輪走行する。架設位置に到着後、90 度回転できるタイヤの上部に取付けられた油圧ジャッキにより、タイヤを覆工板に押し当てて軌道から離線する。上下線間の移動は、作業時間の制約から機動性を重視し、電動モータでタイヤ走行する。レールにカント（横断方向の傾き）がついている曲線区間では、台車の四隅に配置した油圧ジャッキのストローク長を調整しながら鉄骨部材を水平にして走行する（写真－3）。これにより縦横斜行の自由度を得ることができる。



写真－3 鉄骨運搬台車

4. 安全対策

(1) 機械製作時の対策

東北新幹線の東京～上野駅間は最重要路線であり、

表―4 運搬台車安全設備

共通	貫通ブレーキ	動力台車ブレーキ時、車両全体に対して一斉にブレーキを作動させるシステム
	常用・留置ブレーキ	油圧作動時に解除するタイプ 電源や油圧機器が停止時にブレーキがかかる
	手動ブレーキ	機械的にブレーキの作動が可能
	相互油圧供給	油圧装置故障時に他の台車からバックアップ可能
クレーン 運搬台車	動力の冗長化	動力を2系統にし、1系統故障時にも走行可能
	ブレーキ予備	貫通ブレーキ破損時の予備ホースを常備
	スクレーパ装置	レール上面の駆動輪空転防止のため レール表面の異物を掻き落す
	新幹線保守安全システム	保守車両や線閉作業箇所との干渉防止
	監視カメラ	運転席からの死角箇所を確認
鉄骨 運搬台車	動力の冗長化	油圧パワーユニットに2重系の装備
	クレーンリミッタ	モーメントリミッタ、トロリー線接触防止用の旋回リミッタ、ブーム起伏リミッタ
	伸縮ガイドポール	部材吊り上げ時の荷触れ防止
	鉄骨昇降装置	油圧ホース破損時、逆止弁により油圧を保持し自然に下降しない
	ノーパンクタイヤ	走行中のパンク防止

100tクレーン及び運搬台車がヤードへ撤収できないと新幹線を営業することができないため、あらゆる対策を講じた。以下に作業時間内に台車をヤードまで撤収するための安全設備を表―4に示す。

(2) 機械故障時の対策

(a) 移動式制走堤

移動装置故障時に人力で移動できるようにチルホール牽引設備を準備し、復旧訓練を定期的に行うことで作業習熟度を高めた（写真―4）。

(b) 鉄骨運搬台車および100tクレーン復旧

鉄骨運搬台車、100tクレーンの油圧装置の不具合時に、クレーン運搬台車に搭載している油圧ユニット



写真―4 人力牽引移動訓練



写真―5 油圧ホース接続訓練

を不具合発生車両に繋ぎ替えて運転する計画とした（写真―5）。

(c) 作業員編成

架設に携わる作業員、クレーン及び台車オペレータは試験工事から全員固定したメンバーで事前訓練を行い、作業習熟度の向上を図った。

(d) 台車脱線復旧

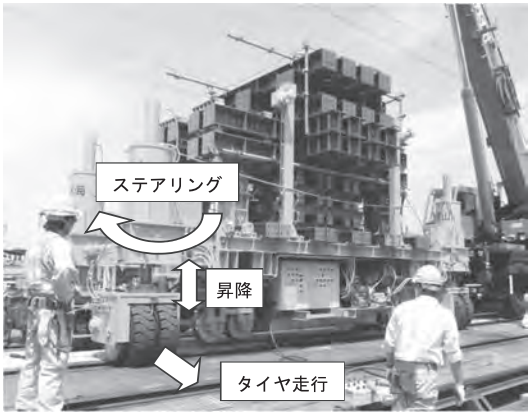
脱線時に速やかに復旧できるように復旧資材を鉄骨運搬台車に装備し、復旧訓練を行った（写真―6）。



写真―6 脱線復旧訓練

5. 鉄骨架設実績

新幹線軌道直上にはトロリー線があるため、架設作業を行うには100tクレーンを上下線間に移動する必要があった。そこで架設箇所に予めRCプレキャストの覆工板を敷設しておき、新幹線の架線を避けて鉄骨を架設した。鉄骨運搬台車も同様に上下線の軌道間に移動し、揚重を行った。移動は、ステアリングによってタイヤを走行方向に向けた後、昇降シリンダによって台車全体を持ち上げ、軌道から車輪を離線させてタイヤ走行を開始する。線路間の覆工板に傾斜がある場合には、搭載した鉄骨がほぼ水平になるよう昇降シリ



写真―7 鉄骨運搬台車離線状況

表―5 標準的なサイクルタイム

時間	作業内容
15 min	制走堤移動・レール締結
	新幹線のき電停止
20 min	搬送台車移動
30 min	台車引抜・100 t クレーン設置
15 min	鉄骨運搬台車横取り
10 min	玉掛・足場取付
10 min	揚重作業
70 min	添接部足場組立・仮ボルト締結
35 min	クレーン撤収作業
50 min	搬送台車帰還，片付け，跡確認
	き電停止の解除
4 h15 min	作業時間計



写真―8 鉄骨架設状況

ンダを調整した（写真―7）。

表―5 に標準的なサイクルタイム，写真―8 に鉄骨架設の状況を示す。

6. おわりに

新幹線軌道内での鉄骨架設開始から3年5ヵ月の年月を経て19橋の桁架設が完了した。途中，東日本大震災による被災への対応などさまざまな課題も生じたが，東日本旅客鉄道殿のご指導のもと，関係者の豊かな発想力と熱意で課題を解決してきた。ここに感謝申し上げる。

最後に本稿が今後の同種工事の参考になれば幸いである。

J C M A

[筆者紹介]
穴井 秀和（あない ひでかず）
鹿島建設㈱
東京土木支店（工事第3グループ）
外環本線トンネル（南行）東名北JV工事事務所
副所長



西尾 章（にしお あきら）
鹿島建設㈱
機械部 技術2グループ
課長



松本 俊彦（まつもと としひこ）
鹿島建設㈱
機械部 技術2グループ





ホーム安全設備の紹介

中 島 秀 人

公共交通機関を利用する高齢者や障害者の移動の利便性および安全性を確保することを目的としたバリアフリー法が施行されて久しく、列車の乗降客の安全を確保するホームドア（以下、「可動式ホーム柵」と言う。）が注目を集めている。また、可動式ホーム柵が普及するのに伴い、カープ駅やトンネル駅など、様々な設置条件において安全を確保することが求められるようになった。そのような状況において、当社では、ホームからの転落を防ぐ可動式ホーム柵をはじめ、列車とホームの隙間を埋めて乗降客の転落を防止する可動ステップ、乗降客の転落を検知し、列車に停止信号を出す転落検知マットなどの製品を提供し、乗降客の安全を守るニーズに応えている。本稿では、乗降客の安全を守るためのホーム安全設備について紹介する。

キーワード：ホーム安全、開口幅、転落防止、転落検知、装置の信頼性・安全性、世界初

1. はじめに

当社の可動式ホーム柵は、平成12年8月に東京急行電鉄(株)殿（目黒線）にて初めてご採用いただき、現在では、全国6,692開口の装置が運用されている。また、可動ステップ装置は、東京都内の各局各社路線で263台、転落検知装置は、全国18,370台が稼働している。近年、プラットホームにおける乗降客の安全対策が重視されるようになり、都市部の駅を中心に可動式ホーム柵の設置が進んでいることから、今後もさらにホーム安全設備の需要が増えることが予測される。本稿は、各ホーム安全設備の概要、特徴について解説すると共に装置の最新動向についても紹介する。



写真—1 フルハイトタイプの可動式ホーム柵

2. 可動式ホーム柵

可動式ホーム柵は、ホームと軌道の間を物理的に遮へいすることにより、ホームからの転落や電車との接触を防ぎ、乗降客の安全を守るための装置である。また、本装置により、転落事故の発生件数が減少し、列車の定時運行を確保する効果も期待されている。可動式ホーム柵には、ホーム端を天井まで塞ぐことができるフルハイトタイプ（写真—1）と上部が解放されている腰高タイプ（写真—2）がある。フルハイトタイプは、ホームと軌道の間を天井まで仕切ることが出来るため、安全性だけでなく気密性も高く、ホームの空調を効率よく運用できるメリットもあるが、設置コス



写真—2 腰高タイプの可動式ホーム柵

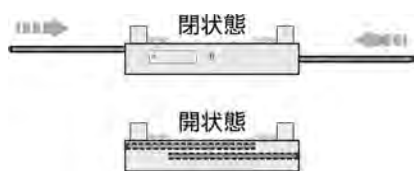
トが高く、既設駅における設置が困難である。一方、腰高タイプは、列車による装置の搬入が可能で、事前にプラットホームに基礎を設置することにより、深夜

の終電～始発のあいだに可動式ホーム柵を設置できる。そのため、既存の駅に可動式ホーム柵を設置する場合は、設置工事の手間が少ない腰高タイプが広く採用されている。

腰高タイプは、かつては構造が単純で安価な戸袋分離タイプ（図—1 参照）が主流であったが、最近では、広い開口幅を実現する戸袋一体タイプ（図—2 参照）がメインとなっている。以前は、可動式ホーム柵は、ATO（Automatic Train Operation 自動列車運転装置）や TASC（Train Automatic station Stop Control 駅定位置停止装置）などの列車の運転を自動で制御する装置と組み合わせて使用されていたため、ある程度の停止精度が確保できることを前提として設計されていた。また、多くの車種が混在する路線で使用する事も無かったため、開口幅を広く取る必要は無かった。しかし、可動式ホーム柵の設置需要が増え、ATO や TASC を使用せず、運転士の技量により停車位置を合わせて運用するケースや、各鉄道会社が相互に乗り入れるケースも増えている。そのような場合には、停止精度が確保できず、各車両の扉位置が微妙に異なるため、可動式ホーム柵の開口幅を広めに設定する必要がある、戸袋一体タイプが主流となっている。最近で



図—1 戸袋分離タイプの可動式ホーム柵



図—2 戸袋一体タイプの可動式ホーム柵



写真—3 透過タイプの可動式ホーム柵

は、駅構内のデザイン性を重視する需要に応えるため、筐体をガラスで構成し、広告媒体や非常脱出開口を搭載出来る高機能の透過タイプ（写真—3）の可動式ホーム柵を開発し、幅広いニーズに応えている。

3. 可動ステップ装置

可動ステップ装置は、曲線ホームにおいて列車とホームの隙間を解消し、乗降客の転落防止を目的とした装置である。装置は、隙間を解消するために自動的に車両側に張り出すステップ、ステップを動作させるための駆動部、駆動部を制御するコントローラ、ステップを格納する本体から構成される。可動ステップ装置は、可動式ホーム柵と組み合わせて運用され、可動式ホーム柵が開く前に車両とホームの隙間に可動ステップが張出すことにより、乗降客の転落を防止している。また、工事の際にホームへの影響を最小限に抑えるため、装置の厚みは可能な限り薄くなるよう設計した。

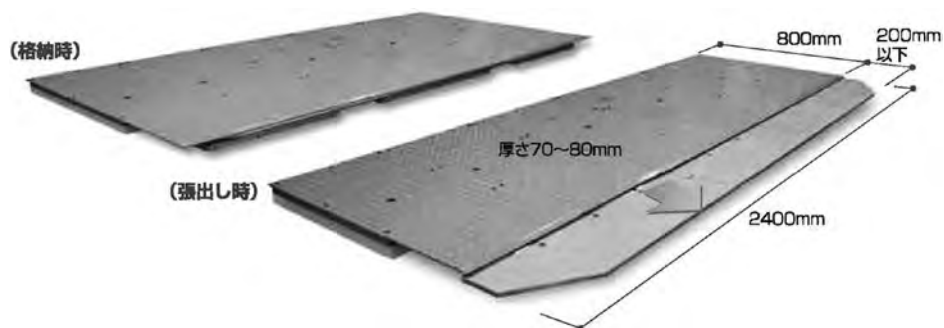
本装置は、動作時に建築限界*を超えて自動制御される機器としては、世界で初めての製品である。そのため、装置の駆動部には、当社独自の工作機械の技術をベースにした信頼性の高いサーボ機構を採用した。また、コントローラは、当社の電子連動装置や ATC 装置の技術を取り入れた高性能のフェールセーフマイコンを使った部品を使用している。本装置は、2004 年の導入から 10 年以上にわたり、継続して安全稼働を続けている。写真—4 に可動ステップ装置の構造、写真—5 に設置例を示す。

※建築限界：列車運行の安全を確保するために、軌道上において列車運行の障害となる機器の設置が許されない範囲を指す。

4. 転落検知装置

転落検知装置は、ホームから転落した乗降客をホーム下に敷設したセンサ（マットスイッチ）により検知し、信号設備への制御指令を出力することにより、列車に停止信号を出す装置である。さらに、本装置は乗務員、駅係員へ警報を出し、乗降客がホーム下に落下したことを知らせることが出来るため、非常事態に迅速に対応することが可能となる。

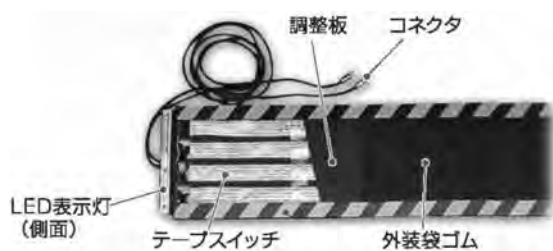
本装置に使用される転落検知マットは、高い信頼性が求められる。そのため、ホーム下の厳しい環境条件において使用できるように、検知センサを袋ゴムに入れた密閉式の構造としている。また、検知センサは、ジュースの缶やカバン等の落下物による誤検知を防ぐ



写真—4 可動ステップ装置の構造



写真—5 可動ステップ装置の設置例



写真—6 マットスイッチの構造



写真—7 転落検知装置の設置例

サである。写真—6にマットスイッチの構造、写真—7に転落検知装置の設置例を示す。

5. 可動式ホーム柵および可動ステップに適したセンサ装置

可動式ホーム柵が設置された駅では、乗務員や駅係員の死角が増え、目視だけで乗降客の安全を確保することが難しくなるため、車両と可動式ホーム柵の間を監視するセンサを使用している。車両と可動式ホーム柵の間に残り残された乗降客を検知するために一般に使用されるセンサの一つが、透過型センサである。これは、図—3に示すように可動式ホーム柵の開口部に、投光センサと受光センサを設置し、その間を通る赤外線直線の直線ビームを支障物が遮ることにより、支障物を検知する装置である。赤外線センサは、信頼性の高い装置として多く採用されており、可動式ホーム柵システムとしては最も実績のある装置である。

建築限界を超えて張り出す可動ステップ装置を使用する場合は、図—4に示すように可動ステップが張り出す位置までの広いエリアを監視する必要がある。カーテンセンサは、そのような、より広いエリアを検知するための装置である。従来のセンサが赤外線による直線ビームを使用しているのに対し、カーテンセン



図—3 透過型センサ

ため、信頼性の高いテープスイッチが採用されている。装置の故障による列車遅延のリスクがあるため、信号装置に接続できるセンサ装置は、限られたものになるが、マットスイッチはその要求を満たす数少ないセン

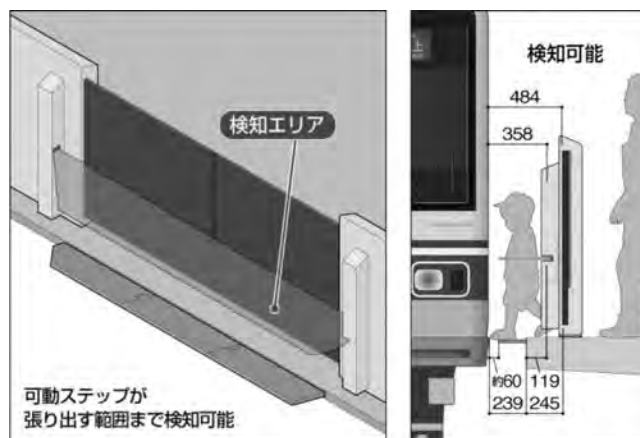


図-4 カーテンセンサ

サは、レーザビームを使用し、面で監視する装置である。本装置は、任意に検知エリアを設定できるため、可動ステップが張り出すことで発生するエリアや乗務員の乗降場所にも柔軟に対応できる。加えて最近では、列車のドアに挟まれた杖やカバンなどを検知できる3D センサも実用化されており、今後のセンサ装置の主流になるものと考えられている。

6. メディアウォール

メディアウォールは、耐環境性に優れた液晶ディスプレイで、運行情報、広告媒体など様々な情報を表示させることを目的とした装置である（写真—8）。近年、可動式ホーム柵に液晶ディスプレイを設置し、動画や静止画を使用した広告や列車の案内表示を提供するニーズが増加しているが、一般的に使用されるディスプレイは、振動や熱、防塵性能が不足し、必要な信頼性を確保することができなかった。そのような課題を解決するため、放熱構造に当社独自のファンレス構造を備えた液晶ディスプレイを使用している。この液晶ディスプレイは、ファンレス構造のため装置内部への埃や塵の吸い込みがなく、定期的なファン交換やフィルターの清掃など、日常のメンテナンス作業低減にも寄与している。本装置は、19 インチから42 インチまでのラインアップを揃え、列車の運行表示から広告媒体としての需要まで幅広いニーズに 대응している（写真—9）。大都市のターミナル駅に設置される可動式ホーム柵の需要が増えるにつれ、メディアウォールに対するニーズも、今後ますます増えることが期待されている。



写真—8 メディアウォール



写真—9 可動式ホーム柵とメディアウォール

7. おわりに

2020 年の東京オリンピック開催を控え、ホーム安全設備の普及が進む中で、可動式ホーム柵のデザイン性に対する要求や広告媒体としての役割などの新しい需要が増えてきている。また、他の装置についても、乗降客の安全を確保するためにより高い信頼性、安全性が求められるようになっている。さらに、既存駅への取り付け需要が年々増えており、より安価に、短期間、簡素な設置に対する要望もますます増加している。このような要求に応えるため、当社はホーム安全設備のパイオニアとして、様々なラインアップを提供することにより、社会に貢献したい。また、今後も、新製品開発を通じて新しい価値を創造し、さらなるホーム安全設備の発展に寄与していく所存である。

JICMA

〔筆者紹介〕

中島 秀人（なかじま ひでと）
株京三製作所
信号事業部 第3技術部
課長



ずいそう

「はくたか」の思いで

長谷川 正 昭



今年は北海道新幹線の開業が話題となっていますが、昨年は北陸新幹線の開業で東京から金沢、富山方面がぐっと近くなり、大いに賑わったのは記憶に新しいところです。

私も開業の喧騒がやや過ぎたところで金沢まで乗りに行きましたが、その帰路に快適な W7 系で車窓を楽しみながら、ふと四十数年前の自分自身の作文を思い出していました。そう、中学の夏休みの宿題でした。

題名「特急はくたか、始発から終着まで」

列車に乗るとき、始発から終着まで乗るというのは案外少ない。普通は途中駅から乗ったり、また途中駅で降りたりする。しかし途中から乗った場合、その列車の始発からいままでにどんなことがあったのかはわからないし、また途中で降りた場合、その列車がそれからどうなるかもわからない。始発から終着まで乗れば、その日のその列車のことがすべてわかる。

そんなことをしばしば考えていたが、ちょうど今年の夏の旅行で、帰りに特急「はくたか」の始発の金沢から終着の上野までを乗車することになった。

その日、8月24日の金沢は雨が降ったり止んだりの天気。この金沢は加賀藩前田百万石の城下町として戦災にも天災にもあわず、現在も昔の面影を残している。また金沢といえば日本の三大庭園の一つ、兼六園で有名であり、金沢に来たからには行かなくてはと短い時間だったが見物した。時間がないので早く回ったが、もっとゆっくり見たいような気がした。その兼六園からタクシーで約20分、金沢駅に着いたのが発車10分前。ホームに入るとすでに特急「はくたか」は出発を待っていた。

指定券を見ながら自分の座席にたどりつく。まもなく発車。これから上野まで517.9キロ、6時間40分の旅の始まりだ。

しばらくたち、鉄道唱歌のオルゴールがきこえ、案内放送が始まる。「本日は満員」だそう。が車内はガラガラ、自分の乗っている5号車は5、6人しかいない。そのうちに最初の停車駅、津幡に到着。ここは能登半島方面の乗換駅だ。能登地方は雨がひどく、列車が遅れているらしい。遅れている接続列車待ちでし

ばらく停車。

やがて発車、だが高岡、富山と走っては停まり走っては停まりで特急らしくない。

富山を出ると糸魚川まで停まらないが、この区間には有名な親不知の海岸がある。天気の良い日もあるのか日本海の海岸は太平洋の陽に対してまったく陰という感じがする。この前、国語のテストに、この詩が出たことがあったが、たしかその詩では海岸沿いに蒸機列車が通るのだと思ったが、市振、親不知の付近はトンネル続きで、この線も電化され、まったくイメージが狂ってしまった。

糸魚川を過ぎ、列車は直江津に着く。ここは信越本線との分岐点で、この「はくたか」も以前はここから信越本線を通して上野へ行っていたが、電車になってから少々遠回りするようになった。直江津あたりになると列車も多く、普通列車も客車ではなく一般の電車になってくる。

この付近は何も変化がないので、お土産を見たり雑談をしたりして時を過ごしていたが、急に線路がたくさん見えてきた。もう長岡だ。長岡で方向転換。もう半分は来た。列車も乗客もひと休みといったところだ。

ここから「はくたか」は上越線に入り、快調にとばす。上越線の清水トンネルは有名だが長いトンネルでも丹那や北陸と違い、単線で上り坂、カーブ、人家も付近にはほとんどない。まったくさびしいところだ。まして雨の降った夕方だからよけいにかもしれない。谷川岳、茂倉岳などの山々がうっすら見えている。

この辺から雨がだいぶ降りだした。高崎まで来るとかなりひどい雨になった。僕が高崎へ来るとたいいてい雨だが、今回もまた雨になってしまった。

高崎を5分遅れて発車した「はくたか」は、一路終着の上野へと驀進する。外はものすごい雨と雷。電車の屋根に穴が開きそう。大宮通過のころは小降りになり、列車は一段とスピードを上げた。5分の遅れを取り戻すためだ。上野駅は目前に迫っている。雨も上がった。そして517.5キロを走破した特急「はくたか」は静かに上野駅7番ホームに到着した。20時10分定時到着。

始発から終着までの夢は実現した。ホームの階段を

上がる僕の気持には満足感があった。そしてお世話になった特急「はくたか」は空っぽになってテールライトも鮮やかに走り去っていった。(昭和46年8月記)

以上、原文のまま記載させていただきました。いま読み返しますとやや疑問符がつくような表現もありますが、そこはお許し願うとして、幼少期から鉄道雑誌を愛読していた私としてはよく見る紀行文的に書いてみたところ、当時中学生としては変わった作文だったらしく、卒業文集に掲載されることになってしまったのがこの作文です。

これは夏休みに家族で北陸に旅行に行った帰りのことを記したもので、あの当時、金沢を13時30分に発車し、上野着が20時10分、文中にもあるように6時間40分の所要時間でした。あれから43年。今回の新幹線の開業で、最速列車「かがやき」で東京まで2時間30分、この時とほぼ同じ13時33分に金沢を発車する「はくたか566号」は比較的停車駅が多い列車ではありますが、それでも上野着が16時22分、所要2時間49分は驚異的な速さになったものです。一方で当時と同じコースをたどったらどうなるかを調べてみました。北陸本線は新幹線の開業とともに第三セクターに移管され、「IR いしかわ鉄道」「あいの風とやま鉄道」「えちごトキめき鉄道」の三社に分離しました。

またJRの信越線、上越線、高崎線にも優等列車はほとんどなく、13時に金沢を乗ったとしてもその日のうちには上野に到達できません。かつての特急街道は地域のローカル輸送に徹することになったわけです。

またこの時に乗ったのは、485系電車という国鉄を代表する特急型電車で、まだバリバリの新車のころです。その後この系列は昭和54年まで製造が続き、全国各地で見ることができました。JRとなってからは色や姿を変えながら長きにわたって活躍してきましたが、ついにこの3月で定期列車からすべて引退となってしまいました。おそらく使い勝手がよかったのでしょう、よくぞ長きに亘って頑張ったものだと思います。

それにしてもボンネットタイプの優美なスタイル。赤とクリーム色の美しいボディー、食堂車も連結された貫禄の列車編成。これに乗り込むときのワクワク感は何とも言えず、あの感覚は忘れ難いものです。別に昔を懐かしみ、最近の列車は云々などというつもりはありませんし、今は今で楽しいのですが、あのころの鉄道シーンは実に輝いていました。そうしてみるとあの時代に生まれて本当に良かったと思うのであります。

——はせがわ まさあき——

ずいそう

中年土木エンジニア 帰省する

高田 美仁



お正月の休暇を利用して、親子三世代6人で伊豆の富士箱根伊豆国立公園にある大室山^{おおむろやま}へ立ち寄りしました。

国の天然記念物にも指定されている大室山は、標高580mをわずか5分程度リフトに乗り、山頂へあがれる伊豆の観光名所です。山頂からは、富士山はもちろん、相模湾に浮かぶ大島、伊豆七島から天城連山、箱根へ続く眺望を存分に楽しむことができます。この大室山は、直径300mのすり鉢状の噴火口を持つ休火山で、全山をカヤ（イネ科の植物）だけで覆われているため、眺望をさえぎられることなく絶景が望め、その散策コースはお鉢めぐりとも呼ばれています。

大学進学と同時に、実家を離れて以来、たいした親孝行らしきこともできず、若い頃には帰省すら疎かにしていたものです。私も親になり両親も年をかさね、今では年に3回、お正月、お盆、ゴールデンウィークを利用して、孫の顔を見せに何泊か実家に帰省することがせめてもの親孝行というのが恒例になってきました。

私の実家である静岡県三島市ですが、生活していた当時は何も面白いものなどないと思っていましたが、伊豆の玄関口ということで、近隣には多くの観光名所がある大変恵まれた場所であることにあらためて気づかされます。

また、そこに長く住む両親も、近いからこそわざわざ立ち寄ることもしなかった伊豆の観光地を、‘孫と一緒に足をとばして伊豆を楽しもうか’といったところでしょうか。そんなわけで、今回のお正月は大室山へとファミリーカーを走らせ向かいました。

しかし、今年は暖かく天気のよいお正月の真ただ中ということもあり案の定、車を駐車するのも一苦労…、山頂へむかうリフトを待つ人の大行列…。

80歳近い父親は大病したこともあり、車の乗り降りもままならず杖をつく体、リフトに乗り降りするのは、危ないし迷惑になるから山頂にはあがらないで下で待っているとのこと。母親も父親に付き添うからと山頂にはあがりませんでした。

家族サービスもしなければいけない私を気遣ったことでしょう。両親の判断もやむをえないと、両親を

残し親子4人でリフトを待つことにしました。

そのときリフトを待つ大行列の中には、犬を抱いた人がとても多いことに気が付きます。お正月に観光地まで一緒に連れてきてもらえるお世話が行き届いた可愛いワンちゃん達は、リフトを待つ時間をもてあました子供にはありがたいものでその場が和みます。そんな可愛いワンちゃんを抱いたままリフトに乗って山頂にあがっていく方が、たくさんおられる光景はなんとも滑稽で子供たちも時間を忘れるようです。

ようやく私たちの順番となり、雪化粧された富士山を背景に、新春の暖かい日差しをあびながら、ゆっくりとリフトであがります。

待ちに待った山頂は、想像以上の絶景！！360度のパノラマが広がります。

お鉢めぐりといわれる遊歩道は、火口底を囲むように歩きやすく綺麗に整備されています。天空の中にある島でも歩いているような感覚です。

そんな遊歩道を子供たちは目を輝かせながら駆け回り、先ほどのお世話の行き届いたワンちゃんたちも、あちこちで散策する姿はなんとも可愛らしく平和な国だと感じます。

私の子供も、「うちのビッピーちゃんも連れてきてあげたら喜んだらうな」などと言うわけです。我が家の14歳にもなる老犬です。もとは妻の実家で飼われていた犬ですが、我が家が引き取り子供たちもかわいがっているキャバリアという種類の犬です。

子供たちの目には、犬をリフトに乗せてお正月の富士山を一望しながら山頂を散策していることが羨ましいかぎりなのでしょう。

しかし私の頭には、絶景など臆気で下で待っているであろう両親のことが頭をよぎります。いつの間にかリフトを乗るのも困難になってしまった老いた父親と、当たり前リフトに乗って絶景の中、散策しているワンちゃんがいることに、何とも言えないやるせない気持ちと時の流れを感じずにはいられませんでした。

気づけば20年以上建設業に携わり、職業病でどんな場所にいても土木目線で見ています。自然豊かな伊豆の観光名所には、峠や山岳、河川、海岸、



大室山と富士山

様々な地形があり、先人の土木技術の甲斐あってこそ、安全に楽しく観光名所や絶景にたどり着けるようになっていくことは言うまでもありません。

大室山の遊歩道も、高所であり休火山という特殊な条件にもかかわらず、景色と同様に人間にも動物にもとても優しい作りになっていました。つまりくようなものなど一切なく、景観もそこなわず自然になじんでいます。山頂に来ることができればバリアフリーの遊歩道が広がる人にやさしい山なのです。

大室山リフトは、係員に相談すれば車椅子を利用する人も乗車できるそうですが、山頂まであがるのに、体の不自由な方もその介助者もより積極的になれるよ

うな方法は他にないだろうか…今の土木技術で何かできることはないか…頂上に連れてこれなかった両親を想い、あらためてそんなことに思いをかけめぐらせましたが、現実味のある答えは見つからないまま。下山後、帰りの車の中で息子たちが多少なりともその絶景をおじいちゃんおばあちゃんに伝え、大室山をあとにしました。

インフラが整備された豊かな日本では、生活に求められることも多種多様化し、幸せの尺度も考え方も千差万別の時代にきています。また、社会情勢の変化に伴い、少子高齢化、環境保全、防災など、私たちの仕事に直結するさまざまな分野で多くの課題が生じていることも事実です。多方面からの意見や知恵を集約し、もうワンステップ上の優しい社会が求められている時代だということを今回の帰省にて肌で感じた次第です。

平和で優しい日本人ならではの考えに基づいた日本の土木技術は、世界に誇れるものがあり、さらなる発展を期待します。

私自身がそんな仕事に携わっていることを、両親にも子供にも、そろそろ胸をはり、誇りを持とう、そんなことを感じた今回の親子三世代旅行といったところでしょうか。

——たかだ よしひと 高田建設㈱ 常務取締役——

JCMA 報告

平成 27 年度 建設施工と建設機械シンポジウム開催報告（その 3）



論文賞



ダムコンクリート搬送用インクライン式ベルトコンベヤの開発 五ヶ山ダム（巡航 RCD 工法）におけるコンクリート運搬打設設備

青野 隆・林 健二・大林 信彦

1. はじめに

重力式コンクリートダムの高速施工に対応するため、当社は嘉瀬川ダム（発注者：国交省）や湯西川ダム（発注者：国交省）等の堤体コンクリート運搬打設設備に、パイプを用いてコンクリートを高所から低所へ運搬する SP-TOM (Special pipe Transportation Method) を実用化し様々な知見を得た。五ヶ山ダム（図—1 参照）では、最新技術である「巡航 RCD 工法¹⁾」により堤体を建設中である。本稿では主コンクリート運搬打設設備の SP-TOM に新規開発、導入した「インクライン式ベルトコンベヤ」を組合せて平成 26 年 2 月から平成 27 年 7 月までに堤体コンクリート約 52 万 m³ を運搬（17 ヶ月の累計打設量は約 85 万 m³）し、良好な結果を得たので開発内容について報告する。



図—1 五ヶ山ダム完成イメージ

2. 導入工事概要

インクライン式ベルトコンベヤを開発、導入した五ヶ山ダムの工事概要とダム諸元を以下に示す。

工 事 名：五ヶ山ダム堤体建設工事

企 業 者：福岡県五ヶ山ダム建設事務所

工 期：自：平成 24 年 6 月 27 日

至：平成 30 年 3 月 15 日（69 ヶ月）

請 負 者：鹿島・飛鳥・松本特定建設工事共同企業体

堤体形式：重力式コンクリートダム

堤 体 積：935,000 m³（減勢工含む）

堤 高：102.5 m，堤頂長：556.0 m

2.1 五ヶ山ダム堤体工の概要

堤体積 93.5 万 m³ の大規模な重力式コンクリートダムで、堤体コンクリートは 2015 年 7 月 9 日に終了した RCD 工法（河床～EL398.5 m）と拡張レーヤ工法（EL398.5 m～EL417.5 m）で打設中である。五ヶ山ダムは従来の RCD 工法でなく、ダムコンクリートの品質確保対策を目的とした、リフトの打上がり速度のコントロールが容易な巡航 RCD 工法（巡航 RCD 工法は RCD コンクリートの先行打設、外部コンクリートの独立・後行打設、型枠を用いない RCD 用コンクリートの打止めという特徴を有する 1 リフトを分割なしで連続打設可能な施工法¹⁾）を採用した。

3. SP-TOM のコンクリート供給設備の問題点

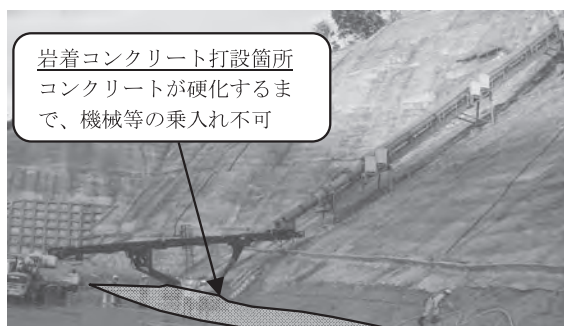
SP-TOM をコンクリート運搬打設設備として採用した嘉瀬川ダムや湯西川ダムでは、SP-TOM による RCD 用コンクリート搬送能力を最大限生かすことができなかった。主な原因として、SP-TOM 下方のコンクリート受取・供給方法に課題があり各現場において様々な工夫を試みたが、結果として RCD 用コンクリートを連続搬送できないという問題点が抽出された。問題点と開発内容（解決策）の詳細について以下に示す。

3.1 問題点その 1（進入制限）

(1) SP-TOM 搬送中止の原因

RCD 用コンクリートを連続搬送できない最大の原因は、写真—1 に示す嘉瀬川ダムでは SP-TOM 先端に自走式ベルトコンベヤ（以下、自走式ベルコン、表—1 参照）を配置し、重ダンプトラック（以下、重ダンプ）へコンクリートを供給するが SP-TOM 先端直下の岩着コンクリート打設直後は、当該コンクリートが硬化するまで、自走式ベルコンを配置できず、SP-TOM によるコンクリート搬送を停止しなければならなかった。

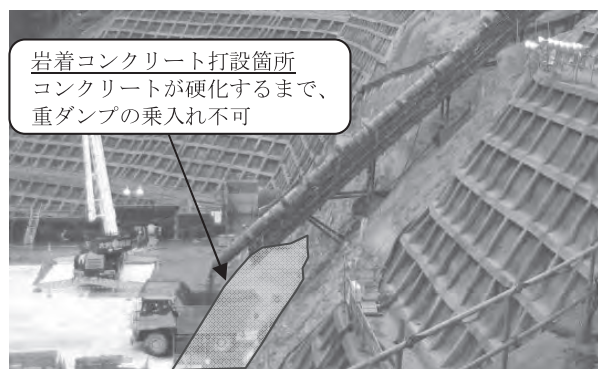
一方、写真—2 に示す湯西川ダムでは SP-TOM 先端まで重ダンプが進入し、コンクリートを直接受取る方式を採



写真一 SP-TOM 先端に自走式ベルコンを配置 (嘉瀬川ダム)

表一 自走式ベルコンの仕様と特徴

コンクリート供給設備	特 徴
自走式ベルトコンベヤ	機長：20 m, ベルト幅：900 mm 質量：12 t 能力：200 m ³ /h ・自走式なので設置、撤去が容易 ・機長が長いため堤体上下流幅が狭いと設置箇所が限定される ・ベルコン仰角は油圧シリンダ駆動で0～20度まで対応可



写真二 SP-TOM 先端直下に重ダンプ配置 (湯西川ダム)

用したが、岩着コンクリート打設直後は当該コンクリートが硬化するまで重ダンプは進入できず、SP-TOM によるコンクリート搬送を停止しなければならなかった。したがって、最大で24時間（岩着コンクリート硬化時間）の進入制限によって、SP-TOM によるコンクリート搬送が中止され、搬送能力低下を引き起こした。

(2) SP-TOM 搬送中止による搬送能力低下

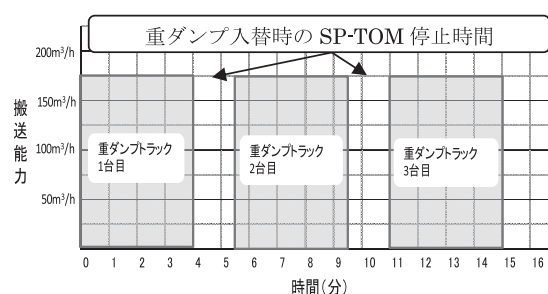
上述の原因による搬送能力低下を算出する。

- ・ SP-TOM 搬送能力：180 m³/h
- ・ 岩着コンクリート硬化までの進入制限時間：24 h
- ・ 効率：0.8 と設定
- ・ 搬送低下量 = 180 m³/h × 24h × 0.8 ≒ 3,400 m³/日
- ・ SP-TOM 搬送中止日：6 日（回）／月（打設速度を6リフト／月と設定し、SP-TOM 先端直下の岩着コンクリート打設直後の搬送中止は6回発生）
- ・ 1ヶ月当り打設低下量：3,400 m³/日 × 6 日 = 20,400 m³

3.2 問題点その2（重ダンプ入替え）

(1) 重ダンプ入替え中の SP-TOM 搬送停止

自走式ベルコンあるいは SP-TOM から重ダンプへ直接供給する方式を採用しても、重ダンプの入替え中は SP-TOM の運転を停止する必要がある。この入替え時間（約90秒）の SP-TOM 搬送停止が搬送能力低下を引き起こし、更にコンクリート製造設備も停止しなければならないケースがあった。このような場合、SP-TOM が搬送再開してもコンクリート製造・出荷が遅れるため、SP-TOM へのコンクリート供給が滞り更なる搬送能力低下を引き起こすことがあった。重ダンプ入替え時間中に発生する搬送能力低下イメージを図一2に示す。



図一2 重ダンプ入替え時の SP-TOM 搬送能力低下イメージ

(2) 重ダンプ入替え時間中の搬送能力低下

重ダンプ入替え時間中に発生する SP-TOM 搬送停止が原因による搬送能力低下量を以下に示す。

- ・ SP-TOM 搬送能力：180 m³/h = 0.05 m³/秒
- ・ 重ダンプへの供給時間：240 秒と設定
- ・ 重ダンプ入替え時間中のロス：90 秒と設定
- ・ 1時間当りの搬送回数：3,600 ÷ 330 ≒ 11 回
- ・ 1時間当りの停止時間：11 回 × 90 秒 = 990 秒
- ・ 1時間当りの能力低下量：
0.05 m³/秒 × 990 秒 ≒ 50 m³/h
- ・ 効率：0.8 と設定
- ・ 搬送低下量 = 50 m³/h × 24h × 0.8 ≒ 960 m³/日
- ・ SP-TOM 稼働日数：18 日間（打設速度を6リフト／月と設定時の月当り SP-TOM 稼働日）
- ・ 1ヶ月当り打設低下量：960 m³/日 × 18 日 = 17,280 m³

3.3 問題点その3（障害物）

(1) 障害物回避のための追加設備

特定の標高において堤体上の監査廊が SP-TOM 正面に位置し、重ダンプが SP-TOM 先端直下に進入できないケースや自走式ベルコンの配置も困難な場面がある。障害物があっても SP-TOM によるコンクリート搬送を継続するためには、障害物を回避可能な写真三に示す固定式ベルトコンベヤ（以下、固定式ベルコン）を新たに設置する必要があり、追加の製作コストおよび設置、撤去作業が発生する。



写真一3 監査廊回避 固定式ベルコン設置（湯西川ダム）

また、SP-TOM 近傍にクレーンを配置する場合は、写真一4に示すようにクレーンが障害物となり、重ダンプがSP-TOM 先端直下へ進入できないケースが発生する。このような場合、固定式ベルコンをずらした位置に盛替えが必要で、撤去・再設置の追加作業が発生し打設工程に影響を与えることがあった。



写真一4 固定式ベルコンをずらして配置（湯西川ダム）

(2) 追加発生設備と作業量

SP-TOM 正面の障害物に対応するために自走式ベルコンの他に、別途追加が必要となった設備と盛替え作業量を表一2に示す。

表一2 追加の固定式ベルコンと盛替え作業量

コンクリート供給設備	特 徴
固定式ベルトコンベヤ	機長：14 m, ベルト幅：900 mm, 質量：7.6 t 能力：200 m ³ /h ・ベルトコンベヤ脚部堤体内埋込方式の採用 ・打設標高に応じて都度、盛替え発生 ・ベルトコンベヤ平面位置は固定のため、移動毎に撤去、設置が必要 ・盛替え作業量（打設高3 m 毎に発生） ・50 tラフター使用、作業員1班(5名) ・撤去4 h + 設置6 h が必要

3.4 問題点その4（自走式ベルコンが障害物）

SP-TOM 先端直下周辺部のコンクリートを打設する場合、打設面上に設置している自走式ベルコン自体が障害となり打設できないエリアが発生する。また、写真一3に示す固定式ベルコンの場合、堤体コンクリートに埋め込んだ固定式ベルコンの脚高が打設進捗に応じて低くなり、打設高3 m の進捗毎に撤去と再設置が必要である。したがって撤去、再設置作業中は18 t級ケーブルクレーン（以下、18 tCC）の使用による拘束とSP-TOM 搬送停止により、打設工程に影響を与えることがあった。

4. インクライン式ベルトコンベヤの開発

SP-TOM は左右岸どちらか一方のダム堤敷斜面に設置しなければならず、岩着コンクリート打設部の進入制限は必ず発生するため、SP-TOM 搬送中止は致命的な欠点であった。また、重ダンプ入替え中もSP-TOM を連続運転するためには、入替え中も搬送されるコンクリートを貯蔵する必要があるが、90 秒間の入替え中に搬送されるコンクリート量は4.5 m³ (180 m³/h ÷ 3,600 秒 × 90 秒 = 4.5 m³) となり、大型のホッパをダム堤敷斜面に設置することが困難であった。従来の問題点を克服できる新たなコンクリート受取り・供給装置を開発できれば、SP-TOM による連続搬送が可能となり、コンクリート運搬打設速度が飛躍的に向上することが期待できた。そこで、高い打設能力を必要とする巡航RCD工法を採用した五ヶ山ダムでは、SP-TOM 1 条で18 tCC 2 基分相当の能力を確保するため、インクライン式ベルトコンベヤ（以下、インクライン BC）を開発し「SP-TOM + インクライン BC」を主コンクリート運搬設備とした。

4.1 具体的な開発内容

(1) 開発内容その1（問題点1の解決）

SP-TOM 先端直下に位置する硬化前の岩着コンクリート部を飛び越えて、重ダンプにコンクリートを供給可能なベルトコンベヤを配置すればSP-TOM を連続運転できるため、脚が不要なトラス構造の片持ち梁式のベルトコンベヤを開発することとした。片持ち梁式のベルトコンベヤ機長は、岩着部のコンクリート硬化前でもRCD（内部）コンクリート部に停止した重ダンプへ供給可能な長さ（L = 14.6 m）とすることで、SP-TOM 先端直下の岩着コンクリート硬化前でもSP-TOM + インクライン BC を用いてRCD用コンクリートを連続して搬送することが可能となった。しかも、片持ち梁式のベルトコンベヤは、下述の（2）で示すベルトフィーダから供給される大量のコンクリートを搬送可能な搬送能力300 m³/hを有する仕様とした。

(2) 開発内容その2（問題点2の解決）

重ダンプの入替え時間中もSP-TOM から供給され続ける4.5 m³のコンクリートを貯蔵可能な有効貯蔵容量6 m³

のホッパを常に SP-TOM 最先端に設置する方式を考案した。さらに入替え後の重 DT には、一時的に貯蔵したコンクリートと SP-TOM から追加供給されるコンクリートを合算したコンクリートを大量供給する必要があるため、供給能力 $300 \text{ m}^3/\text{h}$ のベルトフィーダも採用することとした。なお、ホッパとベルトフィーダは片持ち梁式のベルトコンベヤのカウンターウエイトとなる重芯位置を考慮した配置設計を行った。

(3) 開発内容その 3 (問題点 3 の解決)

障害物を回避して重ダンプへコンクリートを供給するために、片持ち梁式のベルトコンベヤに旋回機能を付加した設計を行った。様々な旋回装置の検討を実施した結果、高額であるがジブクレーン等で採用されている旋回環と減速機付旋回油圧モータを採用した。

(4) 開発内容その 4 (問題点 4 の解決)

図-3 に示すホッパ、ベルトフィーダおよび旋回機能付き片持ち梁構造のベルトコンベヤからなる設備は打設標高に応じて移動が必要である。移動に 18 tCC を使用すると打設工程に影響を与えるため、18 tCC を使用しないで移動できる方法として、インクライン方式を採用した。ただし、頻繁に移動しない、移動は上方のみ、移動速度も重要でないことから大型の巻上ウインチでなく、ワイヤと油圧チルホールを組合わせた簡便な牽引方法を考案した。

4.2 インクライン BC の概要

(1) トラス構造・片持ち梁式のベルトコンベヤ

岩着コンクリート打設範囲を考慮し、RCD (内部) コンクリート上に停止した重ダンプへ供給可能なトラス構造・片持ち梁式ベルトコンベヤ機長は最少限必要な 14.6 m として詳細設計を行った (写真-5 参照)。

(2) 一時貯蔵ホッパ

コンクリートを貯蔵可能なホッパは、

- ・重ダンプ入替時間：90 秒 = 1.5 分
- ・SP-TOM 搬送能力： $180 \text{ m}^3/\text{h} = 3 \text{ m}^3/\text{分}$
- ・貯蔵必要容量： $3 \text{ m}^3/\text{分} \times 1.5 \text{ 分} = 4.5 \text{ m}^3$

から「有効貯蔵 6.0 m^3 ホッパ」を採用した (写真-5 参照)。

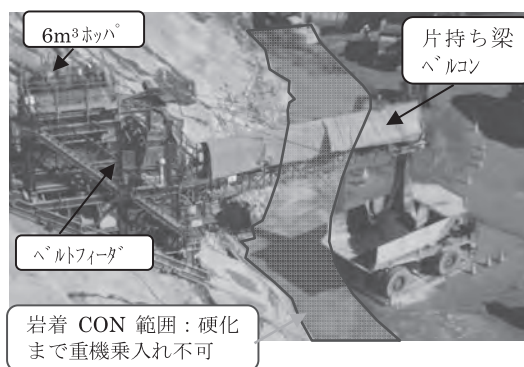


写真-5 インクライン BC 全景

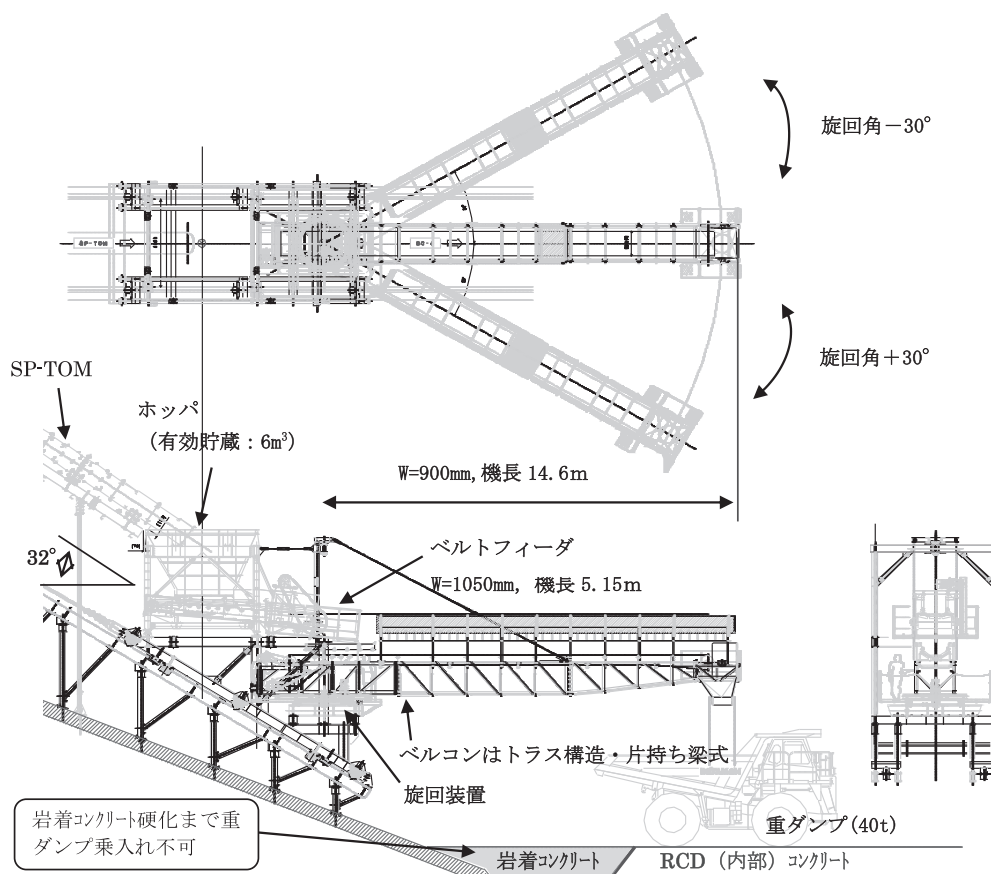


図-3 インクライン式ベルトコンベヤ側面・平面・正面図

(3) ベルトフィーダ

大量のコンクリート定量供給装置としてベルトフィーダを採用し供給能力は、

- ・貯蔵量：3 m³/分×1.5分（90秒）= 4.5 m³
- ・重ダンプ積込時間：240秒= 4分
- ・4分間のSP-TOMからの搬送量：3 m³/分×4分=12 m³
- ・4分間の必要供給量：4.5 m³ + 12 m³ = 16.5 m³
- ・必要供給能力：16.5 m³/4分÷ 250 m³/h

から、「供給能力は最大300 m³/hのベルトフィーダ」を採用した。なお、片持ち梁構造のベルトコンベヤの搬送能力も最大300 m³/hで計画した（写真—5参照）。

(4) 旋回機能

旋回機能を持たせるため、「旋回環」、「フレーム」および「減速機付旋回油圧モータ」を改造し、インクラインBC旋回装置とした。旋回して使用した状況を写真—6に示す。

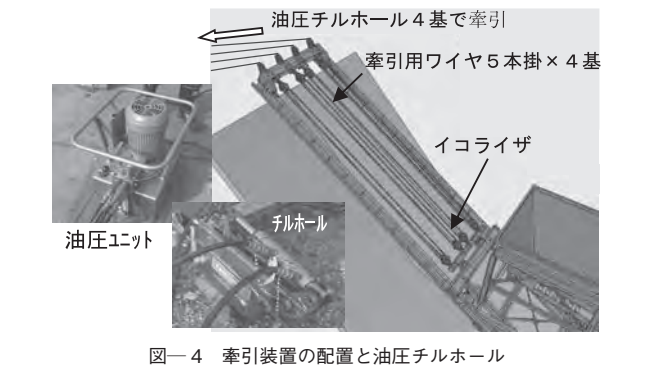


(5) 牽引装置

上述の各設備から構成されるインクラインBCの総質量は32,000 kg（無負荷時）であり、設置勾配32°で引上げに必要な牽引力は約17,000 kgfであった。大型の巻上ウインチで牽引する場合は、ウインチの導入費用が高額で納期も長期間であり、基礎も大型化するため、汎用の油圧チルホールを用いた牽引方法を検討した。その結果、油圧チルホール1基あたりのワイヤを5本掛けとし、全体で20本掛けとすることでインクラインBCを牽引可能であった。更に牽引装置の滑車部にはイコライザを用い油圧チルホールの牽引力が左右均等になるような工夫を行った（図—4参照）。

4.3 インクライン式ベルトコンベヤ詳細仕様

インクラインBCの詳細設計にあたり、三次元化を行うことで完成イメージを具現化でき、安全設備や機能面での修正事項が明確となると同時に組立工事の検討に大いに役に立った。詳細仕様を表—3に示す。



表—3 インクライン式ベルトコンベヤ仕様一覧

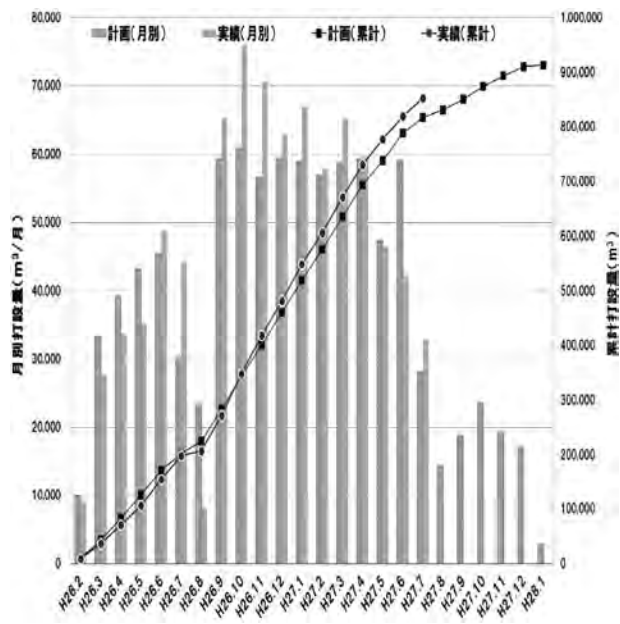
各設備	用 途	仕 様
1. ホッパ	40 tDT 入替時間中に SP-TOM から 180 m ³ /h で供給されるコンクリートを貯蔵	投入口寸法：3.75 m×3.25 m ホッパ高さ：2.4 m 有効貯蔵量：6.0 m ³
2. ベルトフィーダ	ホッパ内のコンクリートを先端ベルトコンベヤに定量供給	ベルト幅：1,050 mm 機 長：5.15 m 電 動 機：11.0 kW 供給能力：300 m ³ /h
3. 先端ベルトコンベヤ	ベルトコンベヤ脚の無い片持ち梁構造のベルトコンベヤで 40 tDT へ積込が可能	ベルト幅：900 mm 機 長：14.6 m 電 動 機：11.0 kW 供給能力：300 m ³ /h
4. 旋回装置	無負荷状態の先端ベルコンを左右に旋回し積込位置の変更が可能	旋回環 外環：PCD 1,975 mm 内環：PCD 1,750 mm 旋回可能角：± 30°
5. 走行台車フレーム	ホッパ、ベルトフィーダ、旋回装置、先端ベルコンのベースフレームでレール面を走行し移動	寸法：L10.0 m×W4.2 m×H2.8 m 走行輪：6 輪 サイドローラ：4 輪（浮上り防止ガイド付き）
6. 牽引装置	インクラインベルコン本体を打設進捗に合わせて4基の油圧チルホールで牽引	油圧チルホール牽引力：1,600 kgf×4 基 引上ワイヤ：φ 11.7 m、ワイヤ巻掛数：4 基×5 本= 20 本掛け

5. インクライン式ベルトコンベヤの導入実績

五ヶ山ダムにおける2014年2月17日から2015年7月31日までの総打設量は852,614 m³で、打設実績を図—5に示す。18 tCC 1基と「SP-TOM 1条+インクラインBC」の組合せで打設した結果、60,000 m³/月以上の達成は6回あり、一ヶ月当りの最大打設量は2014年10月の76,000 m³であった。

5.1 「SP-TOM +インクラインBC」の実績

図—5に示す打設実績のうち、「SP-TOM +インクラインBC」にて運搬した実績のみ抜粋したものを表—5に示す。従来の問題点であったSP-TOMの搬送停止は、開発したインクラインBC導入により大幅に改善された。その結果、巡航RCD工法のRCD用コンクリートは「SP-TOM +インクラインBC」のみで運搬可能となり、一ヶ月当り40,000 m³以上運搬打設した月の平均運搬速度は約164.1 m³/h（表—4網掛け部の平均）に達し、18 tCC 2基



図一五 五ヶ山ダムのコングリート打設実績

相当の運搬打設能力であった。一方、18 tCC 1 基は外部コンクリートの独立・後行打設や堤内で使用する資機材の揚重運搬に専念でき、理想的な施工を実現した。

5.2 岩着部と次層 RCD 部の同時打設の実現

SP-TOM 先端直下の岩着コンクリート打設中および打設完了後は、最大で 24 時間はコンクリートが硬化するまで重ダンプの乗入れができず、SP-TOM による搬送を停止していたが、インクライン BC の開発により写真一七に示すように SP-TOM 先端直下の岩着コンクリートを 18 tCC にて分離独立して後行打設しながら、次層の RCD 用コンクリートを「SP-TOM + インクライン BC」を用いて重 DT に供給することが可能となった。

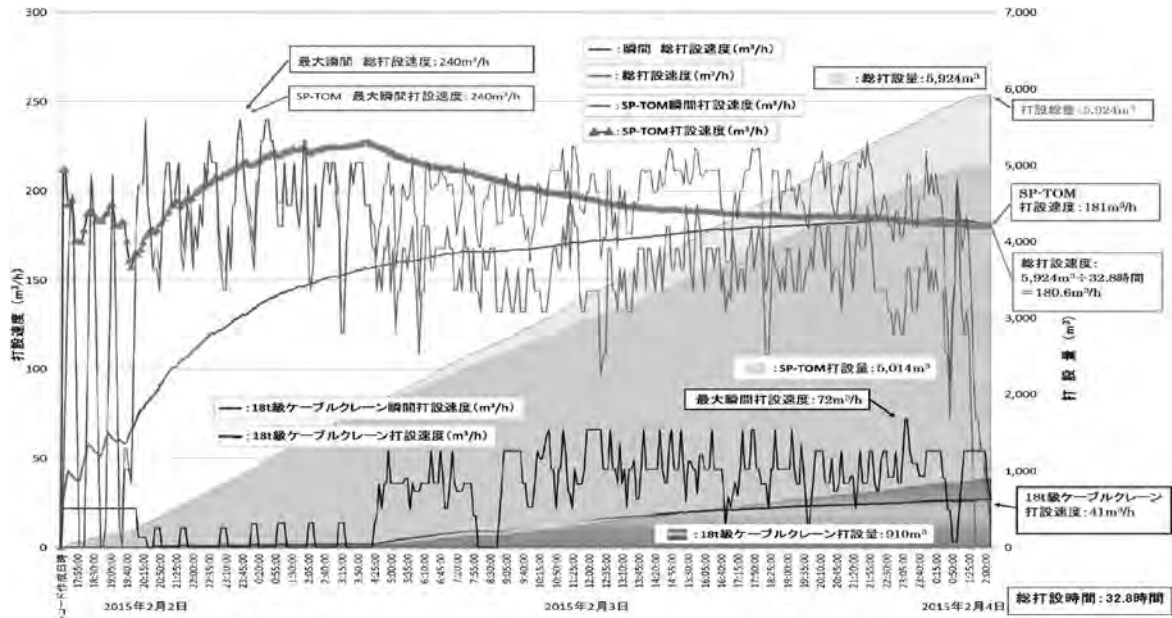
表一四 SP-TOM + インクライン BC 運搬量、平均運搬速度実績

年	月	種類	運搬量 (m³)	平均運搬速度 (m³/h)	最大運搬速度 (m³/h)
2014	3～5	有スランプ	28,952	91.1	171.3
	6	巡航 RCD	31,723	132.9	200
	7	巡航 RCD	27,012	142.3	203.3
	8	巡航 RCD ハーフ	5,133	129.8	178.5
	9	巡航 RCD	53,329	171.1	237.2
	10	巡航 RCD	53,672	155.2	228.8
	11	巡航 RCD	52,539	169.8	232
	12	巡航 RCD	46,657	162.6	224.3
2015	1	巡航 RCD	50,179	167	226.9
	2	巡航 RCD	41,693	175.5	228
	3	巡航 RCD	42,217	147.4	227
	4	巡航 RCD	38,343	119.8	214
	5	巡航 RCD	21,999	92.7	151.2
	6	巡航 RCD	21,254	77.1	144.1
	7	巡航 RCD*	6,292	58.4	128.3
計			520,993	—	—

※ 2015 年 7 月 9 日で RCD 施工終了



写真一七 岩着コンクリートと次層 RCD の同時施工



図一六 巡航 RCD 工法で堤体コンクリート（標高 369.5 m）を打設した時の打設速度

6. おわりに

標高 369.5 m において 2015 年 2 月 2 日から 2 月 4 日までの 32.8 時間, 巡航 RCD 工法で打設した時の打設速度データを図—6 に示す。5,924 m³ の総打設量のうち「SP-TOM + インクライン BC」による打設量は 5,014 m³ で, 最大瞬間打設速度は 240 m³/h を示しており, コンクリート製造設備能力 (240 m³/h) と同一であった。また, 「SP-TOM + インクライン BC」は, 平均打設速度は 181 m³/h (28 時間連続稼働) と高い打設速度を達成した。

SP-TOM 1 条 + 18 tCC 1 基で堤体積 100 万 m³ 級のダムを施工した例は無く, 今後も工夫改善を図り, コンクリート主運搬打設設備として高い生産性向上を目指す予定である。

《参考文献》

- 1) 財団法人ダム技術センター：改訂版 巡航 RCD 工法施工技術資料, pp.1 ~ 10, 平成 24 年 2 月

青野 隆

鹿島建設(株) 機械部

技術 1 グループ 次長

林 健二

鹿島建設(株) 九州支店

五ヶ山ダム堤体建設 JV 工事事務所 所長

大林 信彦

鹿島建設(株) 九州支店

五ヶ山ダム堤体建設 JV 工事事務所 機電課長代理

お断り

この JCMA 報告は, 受賞した原文とは一部異なる表現をしてあります。

部 会 報 告

除雪機械の変遷（その 17） 凍結防止剤散布車（3）

機械部会 除雪機械技術委員会

6-5-2 車載式小型散布機

平成 5 年に範多機械(株)は、低騒音タイプの車載式小型散布機（バッテリー式）MS-MG を開発したが、稼働時間が短かったため、後にサブエンジン油圧式に改良した。これは、昭和 56 年に開発されたサブエンジン油圧式 MS-MH（S）型の廉価版であった。特徴は、MS-MH（S）と同様で、ホッパ容量 $1.0 \sim 2.0 \text{ m}^3$ （バッテリー式は 1.0 m^3 ）で、広幅のベルトコンベアを採用し、詰まりやブリッジが起きにくく、安定した剤の送り出しが可能であったことである。電気式、サブエンジン油圧式があり、ニーズに合わせて選択可能である。散布幅がキャビン内で設定可能であり、設定散布量での散布は、キャビン外でのゲート操作および定速度での走行で行った。



写真 6-39 車載式小型散布機（バッテリー式及びサブエンジン油圧式）MS-MG 範多機械(株) 平成 5 年

平成 8 年、範多機械(株)は、低価格で搬送装置を装備せず、自然流下方式のホッパを採用した車載式小型散布機（バッテリー式）MS-A を開発した。散布剤は塩化カルシウム（粒状）専用で、電気式のため低騒音であり、平成 16 年まで生産された。散布幅は、3 m、6 m のキャブ外切替式（油圧バルブの開閉をキャブの外で手動で行う）であった。ゲートの開度調整は手動式である。ゲートは 2 枚の鋼板（ゲート）からなり、手動で内側のゲートの開度をボルト調整して、散布量を設定し、外側のゲートを電動シリンダで全閉、全開して散布停止を行うものであった。

同年、範多機械(株)は、車載式小型散布機（バッテリー式）MS-AD を開発した。電磁弁をリモコン制御し、3、4、5、6 m の散布幅の設定を行い、ホッパ出口の 1 枚の鋼板からなるゲートの開度を電動シリンダでリモコ



写真 6-40 車載式小型散布機（バッテリー式）MS-A 範多機械(株) 平成 8 年



写真 6-41 バッテリー式 MS-AD 範多機械(株) 平成 8 年

ン制御し 20、30、40 g/m^2 の散布量の設定を行った。

6-5-3 空港用凍結防止剤散布車

平成 3 年に範多機械(株)は、空港用散布車 MS-40BIT（D）特を開発し、山形県の庄内空港に納入した。

これは、ステンレス製回転円盤を左右に 1 個ずつ装備しており、正逆回転可能な Y 字形の可動羽根を設け、右散布、左散布が行えるものであった。広い散布幅と散布速度のアップによる搬送量増大のため広幅のベルトコンベアを採用している。

平成 7 年以降(株)日本除雪機製作所は、空港専用の湿式凍結防止剤散布車 NCS シリーズを稚内空港、函館



写真 6-42 空港用乾式凍結防止剤散布車 MS-40BIT（D）特 範多機械(株) 昭和 60 年



NCS25 形凍結防止剤散布車 (稚内空港)



NCS40 形凍結防止剤散布車 (函館空港)



NCS40 形凍結防止剤散布車 (釧路空港)



NCS40 形凍結防止剤散布車 (富山空港)

写真 6-43 空港用凍結防止剤散布車 NCS25, NCS40 (株)日本除雪機製作所 平成 7 年

空港などの地方空港向けに輸入し納入している。空港専用として設計された散布車で、以下の特徴を有している。

- (1) 滑走路面の凍結状況に応じて乾燥散布剤及び液体融雪氷剤を独立して $0 \sim 50 \text{ g/m}^2$ の範囲で散布が可能である。
- (2) 最大散布幅が 12 m と広いため、滑走路を一往復するだけで散布作業が完了する。
- (3) 即効性の高い液体融雪氷剤をより広範囲に均一散布できるよう、特殊な散布円盤により、凍結滑走路の短時間融氷を可能とした。

6-6 平成 10 年代以降

6-6-1 湿潤式凍結防止剤散布車

平成 6 年、範多機械(株)は、現国土交通省北陸地方整備局と新型散布車の共同開発契約を締結した。新型散布車の開発要求仕様はメンテナンスフリー、散布剤(塩)の定着性、散布効率向上による剤節減を目指したものであった。

平成 9 年、範多機械(株)は、湿潤式散布車 MS-SWT を完成し、平成 10 年より製造・販売を開始した。従来の湿式散布車と異なる特徴を持つため「湿潤式」という呼称を使用している。

平成 11 年、国土交通省は、湿潤式を正式に採用した。特徴は次の通りである。

- (1) 溶液タンクに水道水を充填し、そこにホッパか



写真 6-44 湿潤式凍結防止剤散布車 MS-SWT 平成 10 年
国交省北陸地方建設局と範多機械(株)の共同開発

ら塩を送り込んで塩水を生成する。

- (2) 搬送スクリュフィーダ内に塩水溶液を噴射して、散布剤と混合して湿らせる。
- (3) 溶液混合比は、一定(標準 10%)である。
- (4) 逆角錐形ホッパから落ちてくる塩をスクリュフィーダで搬送する。

6-6-2 乾式および湿式凍結防止剤散布車

平成 10 年、東洋運搬機(株)^(注1)は、乾式凍結防止剤散布車の型式名を ESD22, ESD25-2, ESD40-2 から JS22, JS25, JS40 に改名した。

平成 11 年、TCM(株)^(注2)は、散布距離を拡大すべくホッパ容量を大きくした自走式 3.5 m^3 級乾式凍結防止剤散布車 JS35, 高速道路向けに長距離散布を可能にした自走式 8 m^3 級 JS80 を開発した。

平成 13 年、TCM(株)^(注2)は、固形の凍結防止剤に



写真 6-45 乾式凍結防止剤散布車 JS25 東洋運搬機(株) (注1) 平成 10 年



写真 6-46 乾式凍結防止剤散布車 JS80 TCM (株) (注2) 平成 11 年



写真 6-47 湿式凍結防止剤散布車 JS25W TCM (株) (注2) 平成 13 年

溶液を混合し路面に散布する湿式散布仕様の自走式 2.5 m³ 級 JS25W を開発した。湿式散布は、乾式散布に比べて、散布後、凍結防止剤が風に飛ばされ難い特徴をもつ。

平成 13 年 新潟トランス(株)は、乾式凍結防止剤散布車（自走式 3 t 級 (2.5 m³)）NS25D を開発し、市場に参入した。



写真 6-48 乾式凍結防止剤散布車 NS25D 新潟トランス(株) 平成 13 年

平成 14 年 新潟トランス(株)は、乾式凍結防止剤散布車（自走式 4 t 級 (3.4 m³)）NS35D および湿式凍結防止剤散布車（自走式 湿式 3 t 級 (2.5 m³)）NS25W を開発した。平成 15 年 新潟トランス(株)は、湿式凍結防止剤散布車（粉体散布用自走式 3 t 級 (2.5 m³)）NS25WE を開発した。これは、ホッパに攪拌装置を設け、粉体の固着を防止している。平成 16 年 新潟トランス(株)は、車載搭載式散布機 2 m³ 級 NS20U を開発した。



写真 6-49 車載搭載式散布機 NS20U 新潟トランス(株) 平成 16 年

平成 16 年、TCM (株) (注2) は、湿式散布仕様の散布距離を拡大すべくホッパ容量を大きくした自走式 3.5 m³ 級湿式凍結防止剤散布車 JS35W を開発した。



写真 6-50 湿式凍結防止剤散布車 JS35W TCM (株) (注2) 平成 16 年

平成 19 年度より(株)日本除雪機製作所は、国内市場要求にきめ細かく対応するために輸入販売から国産へと切り替えて NWS5 シリーズとして販売を行っている。大型ディスプレイと漢字表記およびクリック感に優れた操作スイッチの採用により、視認性と操作性の向上を図った。

平成 11 年にワイ・エンジニアリング(株)は、乾式凍結防止剤散布車ストラトス B40 を首都高速道路(株) (旧首都高速道路公団) に納入した。平成 15 年には、東北地方に湿式凍結防止剤散布車ストラトス B120 (12 m³) を納入した。

6-6-3 車載式小型散布機

平成 14 年、範多機械(株)は、車載式小型散布機シリー



写真 6-51 湿式凍結防止剤散布車の国産化 (株)日本除雪機製作所 平成 19 年度



写真 6-52 乾式凍結防止剤散布車 ストラトス B40
ワイ・エンジニアリング(株) 平成 11 年



写真 6-53 湿式凍結防止剤散布車 ストラトス B120
ワイ・エンジニアリング(株) 平成 15 年



写真 6-54 車載式小型散布機 (サブエンジン油圧式) MS-03H
範多機械(株) 平成 14 年

開発した。これは、ホッパ容量 $0.5 \sim 1.5 \text{ m}^3$ の散布剤自然流下式による、電動油圧式散布機である。車両のバッテリーを電源とし、電気モータにて油圧ポンプを駆動し、散布作業を行う。

車載式小型散布機 (サブエンジン油圧式) MS-H の性能は、低騒音が要求される道路で使用されるバッテリー式 MS-AH とほとんど同じである。サブエンジン油圧式は、バッテリー式と比較して、充電を繰り返す手間が省ける点が優れている。



写真 6-55 車載式小型散布機 (バッテリー式) MS-AH
範多機械(株) 平成 15 年

ズを開発、モデルチェンジを含め 4 シリーズ (MS-MH (S), MS-MG, MS-A, MS-H) の製品群として発売した。

平成 14 年に範多機械(株)は、MS-A よりさらに安価な製品の要望に応え、汎用エンジンを動力とし、電気式 (A シリーズ) に比べ、メンテナンスの容易な車載式小型散布機 (サブエンジン油圧式) MS-H を開発した。これは、ホッパ容量 $0.3 \sim 1.5 \text{ m}^3$ の散布剤自然流下式のエンジン油圧駆動式散布機である。散布開始・停止・散布幅の設定が運転室内で行える。散布剤は、塩化カルシウム (粒状) のみであった。散布装置部を上方スイング収納式 (MS-03H は除く) としているので、シーズンオフおよび回送時は、直置きが可能である。散布量はゲート開度と車両の车速により設定する。

平成 15 年、範多機械(株)は、車載式小型散布機 MS-A, AD を改良し、油圧式でゲート開閉を行う MS-AH を

6-6-4 空港用凍結防止剤散布車

平成 11 年、範多機械(株)は、空港仕様湿塩式散布車 (広幅溶液散布装置付) MS-50BWT (特) を青森空港に 1 台納入した。

これは、散布車と溶液散布車の両方の機能を持っており必要に応じ切り替えられる。デュアルスライド式広幅溶液散布バーおよび広角スプレーイングノズルを取り付けることにより散布幅 12 m の高速散布作業を



写真 6-56 空港用湿塩式散布車 MS-50BWT (特)
範多機械(株) 平成 11 年

可能とした。

平成 17 年度、(株)日本除雪機製作所は、新千歳空港に湿式凍結防止剤散布車としては、容量・性能ともに最大級である 10 m³ クラスの NCS100TT2 形を納入した。

これは、ホップ容量が 10 m³ (過去最大容量) であり、2 本の散布シュートと 2 枚の散布円盤による散布幅 20 m の散布を特徴としている。新千歳空港に納入されたこの凍結防止剤散布車は、いち早く空港機能を確保するため路面状況に応じてスピーディに凍結防止剤を散布することができた。

平成 22 年にワイ・エンジニアリング(株)は、空港用乾式凍結防止剤散布車ストラトス II B40 を成田国際空港へ初めて納入した。その特徴は、尿素系薬剤の最大散布幅 20 m に対応したツインタイプ (2 枚) 散布円盤である。

平成 23 年に秋田空港へ納入されたコンビ式凍結防止剤散布車ストラトス II B40 の特徴は、路面状況に応じて溶液散布と剤散布を切替えて、また、溶液と剤を混合しても使用可能なことである。

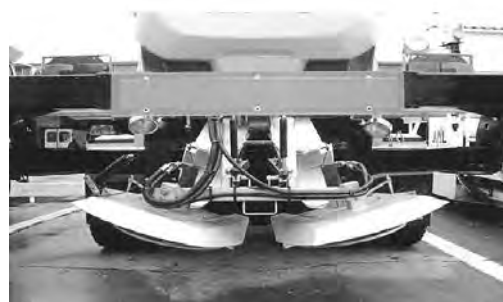


写真 6-58 空港用凍結防止剤散布車 ストラトス II B40 (成田空港)
ワイ・エンジニアリング(株) 平成 22 年



写真 6-59 空港用凍結防止剤散布車 ストラトス II B40 (秋田空港)
ワイ・エンジニアリング(株) 平成 23 年



写真 6-57 大形の空港用湿式凍結防止剤散布車 NCS100TT2 (株)日本除雪機製作所 平成 17 年

6-6-5 超小形手押し式散布機

超小形手押し式散布機は、小回りがきいて、きめ細かい作業にその威力を発揮する。手押し式で軽量、かつ取扱いが容易で、使用者のニーズを十分満足させるよう設計されている。

平成 11 年、範多機械(株)は、歩道等の手動小規模散布作業を目的として手押し式散布機 MS-01P 型を開発した。塩化カルシウム（粒状）専用であり、散布幅は一定（車輪間）で、定量かつ均一散布が可能である。車輪連動で、ロールが回転し散布剤が排出される構造となっている。日本道路公団名古屋管理局と中部メンテナンス(株)との共同開発である。



写真 6-60 手押し式散布機 MS-01P 型 範多機械(株) 平成 11 年

平成 15 年、範多機械(株)は、超小型手押し式散布機 MS-01D 型（OEM 製品）を発売した。MS-01P 型と同様、歩道等の小規模散布用であるが、利便性向上を目的としている。散布剤は塩化カルシウム（粒状）専用で、散布円盤を装備し、車輪連動方式で回転する。走行速度に比例して、散布幅が広がる。フラップ付で前方・左・右散布の方向制御が可能である。



写真 6-61 超小型手押し式散布機 MS-01D 型 範多機械(株) 平成 15 年

6-6-6 小形多機能車（散布機能付）

平成 14 年度、(株)日本除雪機製作所は、機動性を重視する国内初のセンターピンステアリング方式の車両をベースとした散布車を開発、札幌市に納入した。さらに同年、この頃問題となっていた歩道での歩行者の転倒事故防止、積雪地域における冬期バリアフリー化

に一役買う機械として小形凍結防止剤散布車 MV80 形を開発した。

車体幅は 1.3 m で、幅が狭くセンターピンステアリング方式を特徴とし、それまで散布のできなかった歩道や狹隘道路への散布が可能となった。フロントにアングリングブレード、リアに粗面形成装置と後方確認カメラを装着し、散布・除雪・粗面形成の 3 つの機能を一台でこなすマルチビークルである。



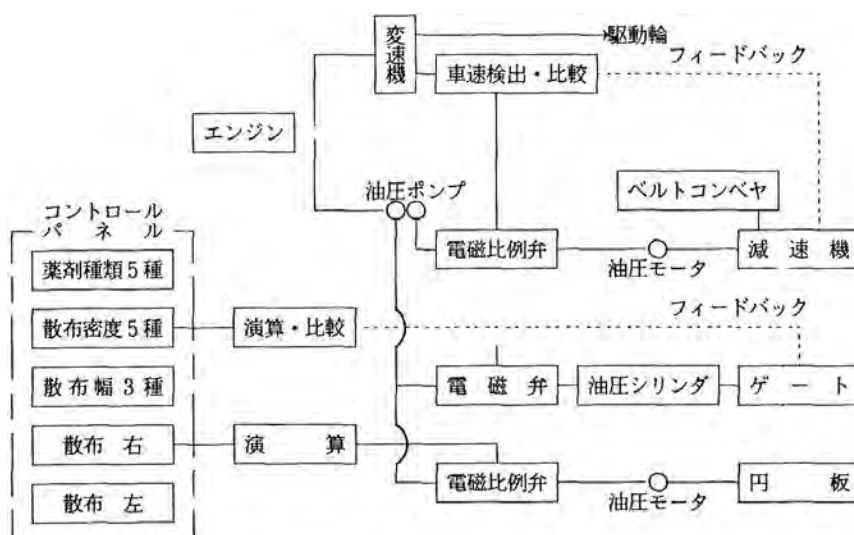
写真 6-62 小型多機能車 MV80 形 (株)日本除雪機製作所 平成 14 年

平成 16 年、(株)日本除雪機製作所は、札幌市の提案を受けフロントにタンデムアクスルを採用した MV80 形の後継機、MV81 形を開発した。

MV81 形は、MV80 形同様マルチ作業（ブラウ・ロータリ、凍結防止剤散布）が可能であり、粗面形成装置は回転式を採用し、かつ牽引力をアップし悪路走行にも対応している。



写真 6-63 小型多機能車 MV81 形 (株)日本除雪機製作所 平成 16 年

図 6-2 制御フローチャート³⁾

6-7 車速同調方式の導入

車速同調は、散布車の走行速度に比例して、散布剤の供給量を増減することで散布密度を一定に保持する機能である。図 6-2 は、昭和 48 年に設計された制御フローチャートである。

コントロールパネルに薬剤の種類、散布密度、散布幅、散布右または左を入力すると、必要な指令が出て、ゲート開度が電磁弁で制御され、円盤の回転数は、電磁比例弁により一定回転数に制御される。ベルトコンベア速度は、電磁比例弁により車速に比例した回転数

に制御される。

車速同調範囲は車速 5 ～ 40 km/h である。高速道路では、車速 5 ～ 60 km/h であり、平成 17 年には、車速 80 km/h も実施された。

J C M A

注 1：TCM (株)をへて現日立建機(株)

注 2：現日立建機(株)

《参考文献》

- 3) 除雪機械の歴史 平成 3 年 3 月 監修 建設省北陸地方建設局 発行
社団法人日本建設機械化協会北陸支部

部 会 報 告

ISO/TC 195 (建設用機械及び装置専門委員会)
チリ・サンティアゴ国際会議報告

標準部会

2015年10月19日～22日の4日間、チリ国サンティアゴ市で開催されたISO/TC 195 (建設用機械及び装置専門委員会)、SC 1 (コンクリート機械及び装置 分科委員会)、WG 8 (自走式破碎機 作業グループ) 及びWG 9 (自走式道路建設用機械の安全 作業グループ) の国際会議に日本代表として出席したので、その内容を報告する。

1. はじめに

ISO/TC 195 国際会議は例年5月に開催されてきたが、今年より10月開催となり、チリ国INN (国家標準化研究所) の招致により、サンティアゴ市にあるアトンホテル・エルボスケの会議室において表—1に示す日程で行われた。

今回、日本からは表—2に示す3名の関係者が参加した。

各国からの会議出席者は、ドイツ (6) (幹事国)、中国 (8) (ツイニング幹事国)、フランス (5)、米国 (4)、韓国 (3)、スウェーデン (1)、チリ (2) 及び日本 (3) の各TC 195関係者であり、8ヶ国 延べ32名であった。

なお、今年も経済産業省施策「平成27年度国際幹事等国際会議派遣事業」による支援を受けての出張となった。

【会議出席の目的】:

ISO/TC 195/SC 1 議長国として、日本から提案中の「モバイルミキサ—第1部:用語及び商業仕様」を推進するとともに、各国提案の進捗を図る。

米国がコンビナーを務めるWG 8会議及びドイツがコンビナーを務めるWG 9会議にも出席し、専門家の代表として日本の意見を具申する。

表—2 日本からの出席者

氏 名	役 割
大村 高慶	ISO/TC 195/SC 1 議長
清水 弘之	ISO/TC 195/SC 1/WG 4 コンビナー
小倉 公彦	協会 ISO/TC 195 事務局, ISO/TC 195/SC 1 国際幹事

さらに、ISO/TC 195 本会議に出席しSC 1決議事項の報告を行い、TC 195の方向性を確認するとともに、各プロジェクトの進捗状況を把握し、Pメンバ国として日本の意見を具申する。

2. 会議概要

1) 10月19日: ISO/TC 195/SC 1 本会議

【出席者】: 中国 (5)、ドイツ (4)、フランス (4)、韓国 (3)、米国 (3)、スウェーデン (1)、英国 (1)、チリ (1)、日本 (3) / 議長: 大村高慶、WG 4 コンビナー: 清水弘之、幹事: 小倉公彦 計9ヶ国; 25名

ISO/TC 195/SC 1 本会議では、次の決議が採択された。

決議1: SC 1 幹事による前回以降の活動報告が承認された。

決議2: CD 19711-1.2 モバイルミキサ: 第1部—用語及び商業仕様—日本提案 投票結果及び議論 第2次 CD 投票結果の報告及び討議

SC 1/WG 4 幹事による第2次 CD 作成の経緯及び第2次 CD 投票結果の報告が承認された。

WG 4 専門家らのコメント及びプロジェクトの進め方に関する指摘を踏まえ、WG 4 コンビナーは次の事

表—1 ISO/TC 195 各会議日程

日 時	会 議 名
10月19日 (月)	SC 1 (コンクリート機械及び装置: 日本が議長及び幹事国) 本会議
10月20日 (火) 午前	WG 8 (自走式破碎機) 会議
10月20日 (火) 午後～10月21日 (水)	WG 9 (自走式道路建設用機械の安全) 会議
10月22日 (木)	ISO/TC 195 本会議

項を要請された。

- －第2次CD投票でのコメントに対処する為、SC 1/WG 4 会議（Web 会議等）を設定する
- －WG 4 専門家らに受け入れられたコメントに基づくDIS投票用改訂ドラフトを作成する
- －作成したドラフトをSC 1 幹事へ提供する

決議3：CD 19720-1 コンクリート及びモルタル準備用プラント：第1部—用語及び商業仕様—中国提案プレゼンテーション

中国WG 5 コンビナーの報告が承認され、コンビナーは次の事項を要請された。

- －DIS投票用ドラフトを準備する
 - －作成したDISドラフトをSC 1 幹事に提出する
- また、SC 1 幹事は次の事項を要請された。
- －DIS投票が直ちに行われるよう、ISO 中央事務局へDISドラフトを提出する

決議4：ISO 19720-2 に関するCEN/TC151 とのリエゾン要求

2013 年バーリッジ国際会議での決議に基づき

- －将来、ウィーン協定の下で安全要求事項に関する第2部を作成する意向のあることを確認したが、（現在作業進行中の）EN 12151 改訂版とは適用範囲が一致しない可能性があることから、次の事項が決定された。

- EN 12151 が発行されるまで、作業は開始しない
- EN 12151 見直しの作業項目リエゾン（連携）につき、SC 1 幹事はCEN/TC 151 幹事とコンタクトを取る
- CEN/TC 151/WG 8 に登録されるリエゾンオフィサー（連携代表者）として、米国及び中国専門家を指名する

決議5：ISO 17740-1 定置式コンクリート打設システム：第1部—用語及び商業仕様—韓国提案 発行報告につき、次の事項が承認された。

- －韓国WG 3 コンビナーの報告を承認する
- －安全要求事項を網羅する第2部作成の為、WG 3 は引き続き活動する

決議6：ISO 13105-2 コンクリート表面こて仕上げ機械—第2部：安全要求事項及び検証の見直し—に関する米国WG 2 コンビナープレゼンテーション：手押し式コンクリート表面こて仕上げ機械における手腕振動計測方法の明確化につき、次の事項が承認された。

- －WG 2 コンビナー代理WG 2 幹事によるプレゼンテーションを承認する
- －多くの変動条件による、手腕振動計測の複雑さを理解する

- －SC 1 幹事は、メンバ国にWG 2 専門家指名を要請し、専門家を招集する

- －WG 2 コンビナーは、WG 2 専門家らと直接連絡を取り（テスト方法、収集したデータなど）タスクフォース設立のニーズについて協議するとともに、現時点で入手可能な規格またはデータがプレゼンテーションで提示された問題解決の支援に活用できる場合、タスクフォースを設立する

- －タスクフォースが設立され、何らかの結果／データが集められた際は、その結果を検討するようSC 1 幹事に要請する。また、必要に応じISO/TC 108/SC 4 幹事に連絡を取り、本プロジェクトにリエゾン参加する為の専門家を指名するよう要請する

決議7：定期的見直し案件 最近締め切られたISO 18652 外部振動機 及びISO 21592 コンクリート吹付機—用語及び商業仕様 定期的見直し（SR）投票の報告

- －SC 1 幹事の報告が承認された

決議8：定期見直し後、ISO 21573-1 コンクリートポンプ—第1部：用語及び商業仕様 改訂版 に対してBISより提出されたコメントにつき、次の事項が承認された。

- －ISO 中央事務局の意見を受諾する
 - －軽微な改正の原案を準備することに同意する
 - －SC 1 幹事を軽微な改正のプロジェクトリーダー（PL）として指名する
 - －PL が作成した原案を審議の為SC 1 メンバに回付し、コメントを回答するよう要求する
- コメントに対処し、SC 1 により承認されたドラフトをFDIS投票に付す為、SC 1 幹事はISO 中央事務局へ提出する

決議9：次回会議の開催

次回ISO/TC 195/SC 1 会議は、2016 年のISO/TC 195 総会に併せて開催する。

決議10：謝辞

ISO/TC 195/SC 1 は、サンチアゴでのSC 1 会議開催を準備したホストに謝意を表明する。

決議2において、第1次CD投票での各国意見を受け、第2次CDでは主に次の項目を修正した。

- ・表題の変更（Truck mixers → Mobile mixers）
- ・適用範囲にセミトレーラタイプを追加
- ・用語及び記述の変更（unit → device, blade → fin, open side pedestal → roller pedestal, closed side pedestal → drive pedestal etc.）とくにopen/closed side pedestalの代替用語について

ては米国へ助言を依頼し、提案された roller/drive pedestal を採用した。

第2次 CD 投票結果(賛成 6, コメント付き賛成 2, 反対 1, 棄権 5), 各国意見に対する修正案及び今後の予定について報告した。次段階の DIS ドラフト作成に当り、短時間でも席上で議論したいと考えていたが、第2次 CD 投票締切～会議開催までの期間が短かった為、修正案を各国専門家へ諮り事前検討を依頼する余裕がなかった。また、各国専門家が SC 1 会議に出席していなかった為、実質的な討議を行うことはできなかった。第2次 CD 投票での各国意見は、誤記・修正漏れ及び第1次 CD 投票で指摘され、既に修正した内容への繰り返し要求であり、予め準備した修正案を説明することで理解が得られるものと考えているが、決議 2 にある通り(賛成多数であり、CD 投票の成立条件を満足していても)WG 4 専門家が議論し合意形成する場を持つことが求められており、SC 1/WG 4 会議(Web 等)で各国専門家に修正案を説明・討議した上で、DIS ドラフトを作成する。決議 6 において、米国 WG 2 プロジェクトリーダーは今回不参加の為、米国 WG 2 幹事が報告した。決議 7 において、ISO 18652, ISO 21592 とともに日本が自ら提案した軽微な修正コメントのみであり、次回定期的見直しの機会、または更なる改訂の必要が生じるまで作業を保留することとした。決議 8 において、2014 年に改正版を発行した ISO 21573-1 に対して編集上の誤記修正を指摘したインド BIS が新たに P メンバ国となり、会議出席の意向を表明していたが(ビザ取得が間に合わなかった為か)今回の初参加は実現しなかった。また、ISO 中央事務局も今回参加できなかったが、「軽微な改正(マイナーリビジョン)の発行による対処が適切である」旨の助言を事前に得ており、SC 1 幹事が席上で紹介した。PL 作成のドラフトを ISO 中央事務局に提出した後、FDIS 投票(2 ヶ月)にかけられる。技術的な変更は行わない。

2) 10 月 20 日午前: ISO/TC 195/WG 8 会議

【出席者】: 米国 (4), 中国 (4), ドイツ (4), フランス (4), 韓国 (3), スウェーデン (1), 英国 (1), チリ (1), 日本 (3) / コンビナー: Young 氏, 幹事: Moss 氏 (米国) 計 9 ヶ国; 25 名

ISO/TC 195/WG 8 会議では、次の提言が採択された。



写真—1 ISO/TC 195/SC 1 会議風景

1. 開会: 自己紹介の後、署名用紙が回付された。各国の代表者及びゲストが出席した。
2. ドラフトアジェンダが承認された。
3. ISO 21873-1:2015 の発行 (第 1 部を再度見直し、適用範囲拡大の必要性を示唆するフランスのコメントに関する議論を含む): フランス Cleveland 氏及び Picard 氏は、CEN/TC 151/WG 9 に関連するフランスの視点を説明した。EN 1009 シリーズに含まれる適用範囲及びプロジェクトに関する文書 CEN/TC 151/WG 9 Doc N 135 を引用し、とくに同 WG 9 会議 (2015 年 9 月 21 日) における決定 15 及び 16 に注目した。洗浄プラント、自走式スクリーン、ロータリスクリーン (トロンメル)、自走式コンベヤ (ISO 20500 の一部) が EN 1009 シリーズに含まれる旨が追加された。2016 年 2 月に予定される次の CEN/TC 151/WG 9 会議において、CEN/TC 151/WG 9 及び EN 1009 シリーズの適用範囲にある機械の技術データを共有するよう関係者らに要求するので、それまで ISO 21873-2 の作成及び ISO 21873-1 の見直し作業を待つよう要望された。

実施項目:

- ① 2016 年 2 月に開催される CEN/TC151/WG 9 会議の後、Cleveland 氏は EN 1009 シリーズの適用範囲について CEN レベルで下される決定を説明するサマリ文書を ISO/TC 195/WG 8 プロジェクトチームに提供する。
- ② CEN/TC 151/WG 9 の連携窓口として Moss 氏を登録するよう TC 195 幹事に要求した。
4. NWIP+WD 21873-2 投票結果の検討: Moss 氏が NWIP 投票結果について振り返った。プロジェクトの受入れ基準を満足したが、ISO 技術管理評議会 (TMB) の定める新たな要求事項に基づく、提案承認の基準となる受入れ可能な根拠を殆どのメンバ国が提示しなかった為、ISO 中央事務局は投票結果を棄却した。

5. NP 不成立の理由及び救済方法に関する議論：(正当化の要求に関する ISO 中央事務局における変更) 投票不成立の理由となった受入れ基準について説明する中央事務局から TC 195 幹事宛てメッセージを Moss 氏が検討した。

6. NB (国家機関) コメントの決議：ISO コメント様式で提出されたコメントと同様、文書フォーム 6 によるコメントについても検討し、決議した。

7. 全ての WG 8 プロジェクトにおける次なる段階の決定：

提言 1：ISO 21873-2 見直しに関するプロジェクトの次なる開発段階の受入れ

TC 195/WG 8 は、次の事項を考慮した決議を TC 195 総会において採択するよう提言する：

- ①投票の不成立
- ② CEN/TC 151/WG 9 で進行中の作業との関連及び同会議における決定事項の要因
- ③ ISO/TC 195/WG 8 は、2016 年 3 月に第 2 次 NWIP を照会する



写真—2 ISO/TC 195/WG 8 会議風景 (米国使節団)

3) 10 月 20 日午後～10 月 21 日：ISO/TC 195/WG 9 会議

【出席者】：ドイツ (6)、中国 (4)、フランス (5)、

米国 (3)、韓国 (3)、スウェーデン (1)、英国 (1)、チリ (1)、日本 (3) / コンビナー：Hartdegen 氏、幹事：Kampmeier 氏 (ドイツ) 計 9 ヶ国；27 名
ISO/TC 195/WG 9 会議では、次の事項が議論された。

1. 代表者の点呼：Hartdegen 氏が全ての参加者を歓迎した。

2. ドラフトアジェンダの採択：Hartdegen 氏の提案により、3.4 項の報告から開始された。

3. 自走式道路建設用機械の安全規格 (EN ISO 20500-1～5)：

3.1 第 1～5 部へのコメントに関する議論及び文書見直し作業の継続

宿題事項となっていた、第 1～5 部への残るコメント全てを検討し、議論での決定事項をコメント表へ記入した。専門家らは、第 1 部のコメント表に記された宿題事項を精査すること。2016 年初めに EN ISO 20500-1 凍結版を呈示し、第 2～5 部との調和を図る。

表—3 の特設 (ad hoc) グループ (1)～(5) が設立されており、専門家を指名し Kampmeier 氏に連絡すること。

3.2 宿題事項の報告及び議論

3.3 第 1～5 部への追加コメントに関する議論

3.4 特設グループ報告

(1) 瀝青煙霧ガス：Cosmin Patrascu 氏 (フランス INRS) より報告された。基本設計に組み込まれていない場合、質量 7250kg を超える機械は排ガス低減装置 (ERD) を取り付けられるよう設計されなければならないこととされ、特設グループで合意した。ERD を備える場合、“新たな” 附属書 D の要求事項に合致すること。試験手順は NIOSH 試験に基づく。Patrascu 氏は、WG 9 で議論した上で文書に織り込む為の最終版を準備中。試験手順及び規格の修正／追加提案について説明する為、会議に出席していない専門家らへも簡単なプレゼンテーションを行うよう要請された。

表—3 特設グループ (1)～(5)

No.	特設グループ	プロジェクトリーダー	参加者	備考
(1)	瀝青煙霧ガス	Cosmin Patrascu 氏 (INRS)	指名済	会議開催済 ドラフト準備済
(2)	自走式道路建設用機械の視界性	Kurt Hey 氏 (BG Bau)	指名要	
(3)	専用性能レベルの附属書	Reinhold Hartdegen 氏	指名要	
(4)	コンベヤ	フランス (指名要)	Drees 氏 (ドイツ) Picart 氏 Cleveland 氏 更なる指名要	
(5)	遠隔操作	Reinhold Hartdegen 氏	指名要	

(2) 自走式道路建設用機械の視界性：Hartdegen 氏及び Hey 氏より土工機械の視界性に関する欧州で保留中の formal objection（異議申し立て）について報告された。欧州の“異議申し立て”に基づき、視界性の引用規格 ISO 5006 の見直し作業が進行中。主に、ISO 5006 の表 2 にある垂直試験体の高さに関する記述が修正される。ISO 5006 の見直しは道路建設用機械の視界性要求の作業にも反映される為、Hartdegen 氏は ISO 5006 改訂結果が発表されるまで待つよう推奨した。ISO 5006 改訂版が発行され次第、その性能要求事項を道路建設機械にも適用できるが、これら機械に特有の要求事項を考慮する（例：起立運転型、複数の運転位置）。

(3) 専用性能レベルの附属書：Hartdegen 氏より、前回 WG 9 会議以降会議は開催されなかったことが報告された。欧州での土工機械の EN 474 シリーズ見直しにおいて同じ問題が議論されている。土工機械の標準化グループである CEN/TC 151/WG 1 内で初稿が提案され、今後の議論の基礎となる。関心のある専門家は Kampmeier 氏に連絡し特設グループ配信リストに登録すること。

(4) コンベヤ：Picart 氏より、前回 WG 9 会議以降会議は開催されなかったことが報告された。ベルトコンベヤの欧州規格（EN 620）が現在見直し中であり、EN ISO 20500 シリーズの見直しにおいて考慮すべき旨も言及され、EN ISO 20500-1 にコンベヤの規定附属書を追加するよう提案された。BAUMA 展示会の後に、最初の特設グループ会議を予定する可能性がある。Kampmeier 氏は、EN 620 を WG 9 に提供するよう要求された。

(5) 遠隔操作：報告なし

3.5 ドイツ提案“汚染防護システム—汚染環境で使用される自走式道路建設用機械の運転室に呼吸用空気を提供するシステム”追加の附属書に関する議論
議論なし



写真—3 ISO/TC 195/WG 9 会議風景（ドイツ使節団）

4. 合意／決定事項及びとるべき行動の総括：コメント表による

5. その他の事項

6. 次回会議の日付及び場所：次回会議は、2016 年 3 月に ISO/TC 195/WG 5 と繋げて欧州（フランスの可能性あり）で開催するよう提案する。日付及び場所は追って確認される。更に、追加の会議を次回 TC 195 総会（欧州で 2016 年 10 月に開催）に繋げて予定するよう議論された。

4) 10 月 22 日 ISO/TC 195 本会議

【出席者】：ドイツ (6)、中国 (8)、フランス (4)、米国 (2)、韓国 (3)、日本 (3)、チリ (2)、スウェーデン (1)、英国 (1)／議長：Hartdegen 氏、幹事：Kampmeier 氏（ドイツ） 計 9 ヶ国；30 名

ISO/TC 195 本会議では、次の決議が採択された。

決議 1：提示されたドラフトアジェンダ第 5 版が承認された。

決議 2：Zhao 氏、Camsell 氏、Vecchia 女史、小倉氏、Young 氏及び Hey 氏が決議起草委員会に指名された。

決議 3：ISO/TC 195 幹事の報告が承認された。

決議 4：SC 1 大村氏、SC 1/WG 2 Moss 氏、TC 195/WG 5 Piller 氏、TC/195/WG 6 Kampmeier 氏、TC 195/WG 8 Young 氏及び TC 195/WG 9 Hartdegen 氏らによる、各 SC 及び WG における最近の活動に関する報告が了承された。

決議 5：プロジェクトのキャンセルを回避するため、ISO/TC 195 は作業項目 ISO/NP 11886 “杭打ち及び引抜き機—用語及び商業仕様”の取り下げを決定するとともに、ISO 11886 見直し新規作業項目の準備及びプロジェクトリーダーの提案をフランスに要求する。

決議 6：用語規格の構成及び様式を統一する作業計画を立てる為、ISO/TC 195 は用語規格見直し作業の調整を Hartdegen 氏に要求する。

決議 7：ISO/TC 195 は、ISO 15642 “道路建設及び維持用機械—アスファルト混練プラント—用語及び商業仕様”の確認を決定する。(改正／見直しを提案した) 日本は、案文を用意し、新規業務項目提案の意見照会の為、TC 195 幹事に提供すると同時に、WG 内で議論の為、WG 5 コンビナーへも提供する。

決議 8：(同上) ISO/TC 195 は、ISO 15644 “道路建設及び維持用機械—チップングシュレッダー—用語及び商業仕様”の確認を決定する。(改正／見直しを提案した) 日本は、案文を用意し、新規業務項目提案の意見照会の為、TC 195 幹事に提供すると同時に、WG 内で議論の為、WG 5 コンビナーへも提供する。

決議 9：ISO/TC 195 は、ISO 15689 “道路建設及び維持用機械—粉末結合剤散布機—用語及び商業仕様”の確認を決定する。

決議 10：ISO/TC 195 は、ISO 15878 “道路建設及び維持用機械—アスファルトペーパー—用語及び商業仕様”見直しの為の新規作業項目提案及び案文を提供するよう米国に要求する。NWIP 提出の目標期限は 2015 年末。

決議 11：ISO/TC 195 は以下を説明する WG 8 報告を了承する：

1) ISO 21873-2 投票の不成立

2) CEN/TC 151/WG 9 で進行中の作業への関与及び今後同会議で決定される事項の影響

ISO/TC 195 は、2016 年 3 月までに NWIP 用案文を提供するよう WG 8 幹事に要請する。

決議 12：ISO/TC 195 は、投票不成立に関し、NWIP において賛成投票する際の“受入れ可能な正当化”の構成について、各国機関代表者への教育訓練実施を ISO 中央事務局へ要求する WG 8 報告を了承する。

決議 13：ISO/TC 195 は、その適用範囲を以下（斜字体下線部）の様に見直す。

骨材処理、道路建設及び維持用機器、道路作業機械、穿孔及び基礎工事用機器、トンネル用機械を含む建設現場で用いられる機械及び装置の分野における名称、用途、分類、格付け、技術的要求事項及び試験方法、安全要求、運転及び保守マニュアル様式に関する標準化の分野で、以下を除く：

土工機械 (ISO/TC 127)、鉱山用に特化した機械及び装置 (ISO/TC 82)、クレーン (ISO/TC 96) 及び昇降式作業台 (ISO/TC 214)。

決議 14：重複を避ける為、ISO/TC 195 の適用範囲及びビジネスプランを、新たに設置された ISO/TC 297 “廃棄物マネジメント、リサイクル及び道路作業サービス”に知らせるよう TC 195 幹事に要求する。

決議 15：ISO/TC 195 は“穿孔及び基礎工事用機器”を扱う新たな SC の創設を承認し、委員会内投票に付すことを決定する。なお、スウェーデンは本決議を棄権する。

決議 16：ISO/TC 195 は“トンネル用機械”を扱う新たな SC の創設を承認し、委員会内投票に付すことを決定する。

決議 17：ISO/TC 195 は建設機械のリマニュファクチャリング方法及び評価要求に関する中国のプレゼンテーションを了承し、新規作業項目立ち上げを決定する前に、検討用の情報を ISO/TC 195 幹事へ提供するよう要求する。

決議 18：ISO/TC 195 は、ISO 6405 “土工機械—操縦装置及びその他の表示用記号”に含めるべき道路建設機械固有の記号について、各国機関に照会する。投票により改正の必要性が確認された場合、TC 195 幹事は TC 127/SC 3/WG 12 幹事に連絡をとり、ISO 6405 改正への連携作業を提案する。

決議 19：ISO/TC 195 は、ISO 中央事務局 Stephen Kennedy 氏の報告を了承する。

決議 20：ISO/TC 195 は、以下の各位に謝意を表明する。

—会議運営及び準備に尽力した VDMA René Kampmeier

氏及びチリ支局 Liliana Seelmann 女史

—会議を支援した INN Claudia Cerda 女史及び Francisco Maureira 氏

—リエゾンレポートを提供した ISO/TC 127, ISO/TC 82, ISO/TC 214, ISO/TC 110/SC 4 及び CEN/TC 151 の各コンビナー及び幹事

決議 21：ISO/TC 195 は、次回会議を 2016 年 10 月 10 日～14 日に開催することに合意する。場所は追って確定する。ISO/TC 195 は、2017 年の会議をホストする米国の申し出に感謝する。

決議 21 において、SC 1 本会議～TC 195 本会議の期間中に（今回の会議が CONEXPO ラテンアメリカの開催にあわせて設定された為か）「次回 TC 195 会議は、2016 年 4 月に開催される BAUMA（国際建機展）の前後に、ドイツ・ミュンヘン近郊で開催されるのでは？」との憶測が流れていたが、TC 195 議長 Hartdegen 氏は中立的である意向を表明し、SC 1 幹事より今回 10 月開催となった経緯（2013 年 5 月パリリッジ国際会議での日本提案を受け、各国意向を調査した上でドイツが決定）を改めて説明し、来年以降も 10 月に開催する方向性を確認した。（年度初め及び年度末の会議は、国の派遣事業対象外となる為、旅費支援が受けられなくなるのを回避する為）



写真—4 ISO/TC 195 本会議風景



写真—5 ISO/TC 195 本会議出席者

※1 ISO 関連用語の解説

ツイニング：2ヶ国による（幹事国）協同運営，コンビナー：（作業グループ）主査，プロジェクトリーダー：提案の推進責任者

※2 ISO 規格用語の解説

TC：専門委員会，SC：分科委員会，WG：作業グループ，NWIP：新規業務項目提案，WD：作業ドラフト，CD：委員会ドラフト，DIS：国際規格ドラフト，FDIS：最終国際規格ドラフト

※3 組織略語の解説

CEN：欧州標準化委員会，VDMA：ドイツ機械工業連盟，BG Bau：ドイツ土木建設職業保険組合，INRS：フランス国立安全研究所，NIOSH：米国立労働安全衛生研究所

5) 所感

この国際会議は今回で24回目になる。清水氏がSC 1/WG 4 コンビナーに就任し、日本提案（モバイルミキサ）を推進しているが、ほぼ同時にNWIP 投票開始した中国提案（コンクリート及びモルタル準備用プラント）がひと足先にCD 投票で承認され、DIS 段階へと進んでいる。近年ISO が推奨しているWebEx 会議を活用し、各国意見の調整を図ると共に引き続きSC 1の活動を促進し、TC 195 及び他WG へも積極的に意見具申ししていくことで建設用機械及び装置産業における日本の国際競争力維持・発展に貢献する。また、TC 82の活動再開、TC 297の新設などにより周辺TCと適用範囲が重複する懸念が増大しており、今後それらの活動を監視し、ISO 上層組織を通じた調整も必要になると考えられる。

6) その他

南米でのTC 195 国際会議開催は初めてであり、チ



写真—6 アトンホテル・エルボスケ



写真—7 Las Condes 地区で建築中のオフィスビル



写真—8 サンティアゴ市街と後ろに聳えるアンデス山脈



写真―9 Providencia 地区のランドマーク Gran Torre Santiago



写真―10 夜間 市街地で防音ビットへ入りコンクリ攪拌作業中のモバイルミキサ

リ共和国の首都サンティアゴ市にあるアトンホテル・エルボスケが会議場となった。ホテルは地下鉄 Tobalaba 駅に程近い Providencia 地区にあり、新市街にはショッピングモール Costanera Center 付き高層ビル Gran Torre Santiago（高さ 300 m）があり、隣接する Las Condes 地区にはガラス張りのオフィスビルが建ち並んでいる。

日本からチリへのアクセスは、北米経由サンティアゴ行きアメリカン航空を利用したが、長距離移動（搭乗 22～26 時間）に加え、米国を通過する為の入国審査で時間を費やす為、ダラス経由の往路に 2 日、ロスアンゼルス経由の復路に 3 日を要した。また、復路チリ―米国間は LAN 航空コードシェア便（B787）だが、途中ペルー・リマ空港で機内清掃の為に一旦降ろされ、真夜中に手荷物検査を受けて再搭乗するなど、予定通りとはいえ待ち時間の多い長旅となった。

サンティアゴ空港―ホテル間の交通手段はタクシーだが、ドイツ VDMA を通じて現地駐在員に予約を依頼したリムジン（ミニバン）を利用した。

なお、10 月 23 日～24 日には CONEXPO ラテンアメリカ会場で開催される TC 195 及び SC 1 議長／幹事／コンピナー会議出席の為、エスパシオ リエスコイイベント & コンベンションセンターを訪れ、ラテンアメリカ最大規模の国際建機展示会を視察したので別途報告する。

（協会標準部会事務局記）

J C M A

部 会 報 告

CONEXPO LATINAMERICA 視察報告

標準部会

1. はじめに

ISO/TC 195/SC 1 使節団一行は、2015 年 10 月 23 日（金）及び 24 日（土）の 2 日間、チリ・サンティアゴで開催されたラテンアメリカ最大規模の国際建機展示会 CONEXPO LATINAMERICA の視察を行ったので、以下にその概要につき報告する。

2. 展示会概要

[CONEXPO LATINAMERICA]

主催者：Association of Equipment Manufacturers (AEM) [米国機器工業会]

開催期間：2015 年 10 月 21 日（水）～ 24 日（土）

開催都市：チリ共和国首都サンティアゴ市

開催会場：エスパシオ リエスコ イベント & コンベンションセンター

会場面積：約 167,000 m²

出展社数：世界各国から 300 社

来場者数：90 ヶ国から約 326,000 人（入場登録者数）

入場料：有料 7,000 チリペソ（10 米ドル）（当日）
／無料（前日迄登録）

その他：各種セミナー開催 70,000 チリペソ（100 米ドル）（当日）
／60,000 チリペソ（85 米ドル）（前日迄登録）

[同時開催 Edifica 及び ExpoHormigón]

出展社数：計 1,000 社以上

来場者数：計 35,000 人以上

Edifica：住宅及び商業施設用建設材料・内装用品展

ExpoHormigón：モルタル及びコンクリートを主体とする各種建設材料展

図一 1 に会場の所在地を示す。エスパシオ リエスコ イベント & コンベンションセンターは、ISO/TC 195 国際会議が行われたアトンホテル エル ボスケから北へ約 2.5 km（タクシーで約 10 分）、サンティアゴ国際空港から東へ約 6 km（同約 20 分）の位置にある。

写真一 1 に会場入口の様子を示す。



写真一 1 展示会場 エスパシオ リエスコ 入口

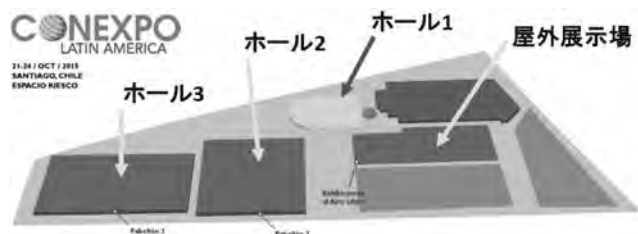
3. 主な展示品

米国で 3 年毎に開催される CONEXPO/CON AGG と同様、自走式・定置式建設機械、アタッチメント、アフターマーケットパーツ、プラント、工具、測量機器に加え、建設材料及び内装用品等、建設分野に関する製品及び技術が広く展示されていた。



図一 1 CONEXPO LATINAMERICA 会場所在地

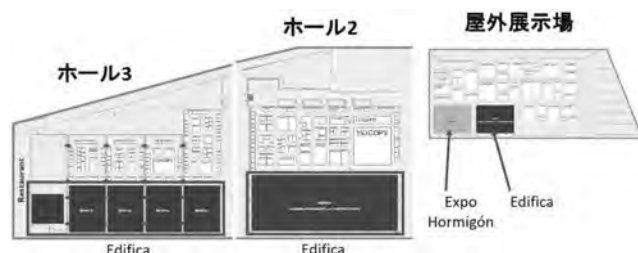
図一 2 に会場の全体レイアウトを示す。ホール1～3, 屋外展示場及びコンベンションセンター（入場登録窓口・事務局本部など）からなる。



図一 2 エスパシオ リエスコ イベント & コンベンションセンター 全体レイアウト

それぞれの展示場には大きなテーマに沿って製品が配置され、来場者はパンフレットに記載されたコード又は会社名で、目的とするブースの所在地を確認できる（同一会社で屋外・屋内両方の展示もあり）。欧米の国際建機展に比べればコンパクトな敷地面積であり、2日間で全てを見て回ることも困難ではなかった。

図一 3 にホール2, ホール3及び屋外展示場の詳細レイアウトを示す。CONEXPO LATINAMERICA ブースと並んで Edifica 及び ExpoHormigón のブースが配置され、ホール1は Edifica 及び ExpoHormigón のみの展示となっていた。



図一 3 ホール2, ホール3及び屋外展示場 詳細レイアウト

後出の写真一 2～7にこれら同時開催展示の様子を示す。

4. 会場の様子

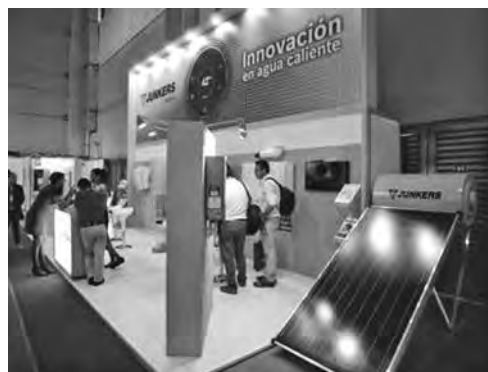
屋外には土工機械（油圧ショベル、ローラ等）、建設用機械及び装置（コンクリート工事用機械、道路建設及び保守用機器、自走式破碎機）、クレーン、フォークリフト及び高所作業車などが多数展示され、ホール内にもモバイルミキサーや道路維持作業車などが展示されていた。日本で知られている様な米・欧・日の大手メーカーが殆ど見当らず、南米・中国・イタリア等の中堅メーカーが目立った他、トルコ、ベルギー、ニュージー

ランド等、世界各国から出展していた。大型鉱山機械やプラントなどは、パネル展示のみというブースも多く見られた。

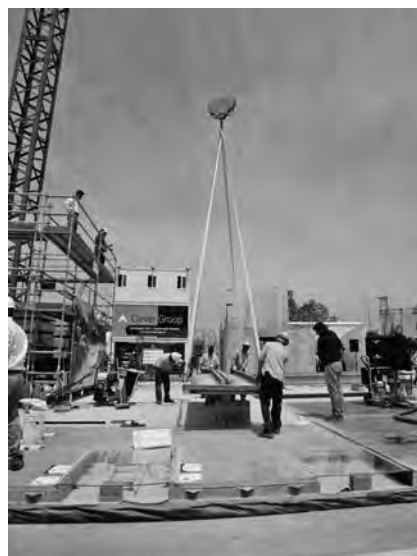
また、同時開催の Edifica では、ソーラー発電システムなど住宅用設備を屋内で展示しており（写真一 2, 3）、ExpoHormigón では、屋外でコンクリート製品の展示やクレーンを用いた吊り上げの実演、安全具及び命綱を装着した観客が垂直に立てた高さ5m程のコンクリート壁をクライミングするアトラクションなどが行われていたのも特徴的であった（写真一 4～7）。



写真一 2 Edifica 展示 (1)



写真一 3 Edifica 展示 (2)



写真一 4 ExpoHormigón 実演展示 (1)



写真一5 ExpoHormigón 実演展示 (2)



写真一6 ExpoHormigón 実演展示 (3)



写真一7 ExpoHormigón 実演展示 (4)

米国の CONEXPO で見られるような、小型建機が走り回る派手なデモンストレーションこそなかったが、屋外ステージで現地の人気バンド(?)が癒し系の楽曲を演奏するなど(写真一8)、いかにもラテンアメリカらしく、また、タワークレーンや自走式クレーンが屹立する会場近辺の上空をヘリコプターだけでな



写真一8 屋外ステージでのバンド演奏



写真一9 グライダーを曳いて会場上空を飛び回る小型飛行機

くグライダーを曳いた小型飛行機が飛び回るなど、独特の演出が見られた(写真一9)。

以下に主な出展機械及びメーカーを示す。グラビアページ(P.3~10)も参照されたい。

4.1 土工機械 (ISO/TC 127)

・油圧ショベル

Liugong, SDLG (中国), Doosan Bobcat, Hyundai (韓国), Hidromek (トルコ), Atlas, Wacker Neuson (ドイツ), Volvo (スウェーデン)

・ホイールローダ

Liugong, SDLG, Doosan, Hyundai

・ブルドーザ

Dressta (中国), Bobcat

・グレーダ

Hidromek, Bobcat

・ダンパ

Doosan, Piquersa (スペイン)

・ローラ

Atlas Copco (スウェーデン), Bomag (ドイツ), Wacker Neuson, Doosan, SDLG

- ・バックホウローダ

Hyundai, Hidromek, MST (トルコ), New Holland (アメリカ)

- ・スキッドステアローダ

Volvo, Hyundai, New Holland, Wacker Neuson, Bobcat

- ・コンパクトトラックローダ

Bobcat

- ・ワークツールアタッチメント

Xcentric Ripper (スペイン), Cangini, MB crusher, Trevi Benne (イタリア), Fecon, Indeco (アメリカ)

4.2 建設用機械及び装置 (ISO/TC 195)

4.2.1 コンクリート工事用機械及び装置 (SC 1)

- ・コンクリートポンプ

Putzmeister (ドイツ), Reed (アメリカ)

- ・バッチャプラント

Imer (イタリア), McLanahan (アメリカ)

- ・コンクリートミキサ

Deper (アルゼンチン), Lemaco (チリ), Sirl (ポルトガル)

- ・モバイルミキサ

Carmix, Fiori (イタリア)

- ・パワートロウエル

Lemaco, Socomaq (チリ), Allen, MultiQuip (アメリカ), Wacker Neuson, Masterpac (ドイツ)

- ・スクリード

MultiQuip, Somero (アメリカ)

- ・コンクリートバイブレータ

Northrock (アメリカ), Deper

- ・コンクリート吹付機

NORMET (フィンランド)

- ・打設ブーム

SINOCOMACO (不明)

4.2.2 道路建設及び維持用機械 (WG 5) / 自走式道路建設用機械 (WG 9)

- ・アスファルトペーバ／フィニッシャ

Carlson, Gomaco, Leeboy, Rosco (アメリカ), Volvo

- ・プラント

Astec (アメリカ)

- ・路盤材散布車

Bergkamp, Leeboy, Rayner, Roadtec, Rosco, Sealmaster (アメリカ), Bitumix (チリ)

- ・ランマ・振動プレート

Wacker Neuson, Bomag (ドイツ), Doosan,

Lemaco, Fujibull, Emaresa, Vielco (チリ), 三笠産業 (日本), Compactor (中国?), Weber (ニュージーランド)

- ・路面清掃車

Brocebroom (アメリカ)

4.2.3 骨材処理用機械 (WG 8)

- ・自走式破碎機

Invercas (チリ), Maximus, Tesab (イギリス), McCloskey (アメリカ), Rubble Master (オーストリア), Keestrack (ベルギー)

- ・定置式破碎機

Técnicas Hidráulicas (スペイン), Weir Minerals (イギリス), Eagle Crusher (アメリカ)

4.3 クレーン (ISO/TC 96)

- ・自走式クレーン

タダノ, Fassi (イタリア), Link-Belt, Manitowoc (アメリカ)

- ・定置式クレーン

Fassi

4.4 産業車両 (ISO/TC 110)

- ・フォークリフト

Hyundai, トヨタ, ニチユ (日本), Manitou, Navigator (アメリカ)

- ・テレハンドラ

JLG, Manitou, Xtreme (アメリカ), Bobcat, MST (トルコ)

4.5 昇降式作業台 (ISO/TC 214)

- ・高所作業車

Haulotte (フランス), Socage (イタリア), Manitou, JLG, Snorkel (アメリカ)

5. おわりに

ラテンアメリカ初の開催らしく、展示面積・出展台数など欧米の国際建機展に比べれば規模は小さいものの、新興市場に参入しようとする海外メーカの意欲が感じられた。他の建機展では見られないユニークな製品も出展されており、とくに平日早朝は観客も少なく、運転席に搭乗して仔細に観察することもできた。展示場内の看板類はほぼスペイン語で書かれていたが、主要なブースには英語を話せる解説員が付いており、操作方法等の説明を受けることができた。天候にも恵ま

れ、2日間を通じて有意義な視察となった。

なお、今回の成功を受け、次回ペルー国リマで CONEXPO LATINAMERICA SEMINARS の開催が 2016 年 10 月 10 日～11 日に予定されている。

6. その他

出張先での移動手段は、安全性・効率・価格のバランスで選択するが、使節団が宿泊したアトンホテル エル ボスケから展示会場エスパシオ リエスコへ至るには、サン・クリストバルの丘を越える山道、丘の地下を貫通するトンネル、又は東側へ大きく迂回するハイウェイのいずれかを通らねばならない（前出の図—1 参照）。バス及び徒歩では時間がかかり過ぎ、また、治安面でのリスクを回避する為、現地ガイドの推奨に従いリムジン（タクシー）を利用することとした（写真—10, 11）。

初日に通ったサン・クリストバルトンネルは慢性的に渋滞する経路らしく、最短距離ながら片道約 30 分を要した。翌日の運転手は「こちらの方が早く着く」と迂回路のハイウェイを通り、確かに渋滞はしない代



写真—11 リムジン（タクシー）（2日目）

わり倍近い距離を走った為か、或いは運転士の時給や車種の違いからか（初日の運転手は英語が通じず、多人数乗車のミニバンだった）前日より数割増の料金を請求され、所要時間は前日と大して変わらなかった。もっとも、彼我の安全レベルの差を考えれば、両日も無事に往還できたことを良しとすべきかもしれない。



写真—10 リムジン（タクシー）（1日目）



写真—12 会場全景

部 会 報 告

平成 27 年度第 2 回若手現場見学会 「中之島フェスティバルタワー・ウエスト」

建設業部会

1. はじめに

建設業部会主催の平成 27 年度第 2 回若手現場見学会を、2 月 18 日に『中之島フェスティバルタワー・ウエスト』新築工事の現場において実施したので本誌に紹介する。

参加者は事務局を含め 26 名であった。

2. 工事概要

中之島フェスティバルタワー・ウエスト建築工事は、大阪駅からほど近い北区中之島 3 丁目に位置し、朝日新聞ビルと大阪朝日ビルを解体し、そこへ地上 41 階・地下 4 階建て、高さ 200 m の複合施設を建築する工事である。低層階には文化交流施設の核として、中之島・香雪美術館（仮称）と、約 300 人収容の多目的ホール、その上の基準階には関西トップクラスの BCP 対応のハイグレードオフィスが 26 フロア、最上部のホテル階には大阪最高級のラグジュアリーホテルが配される。完成すると 2012 年 11 月に竣工した、東地区の中之島フェスティバルタワーと合わせて日本で最も高いツインタワーとなる（写真—1）。両タワーを地下でつなぎ、水都大阪の象徴である中之島に『フェスティバルシティ』が誕生する。



写真—1 建物完成パース

建物概要を以下に示す。

建 築 主：(株)朝日新聞社・(株)竹中工務店

施 工：(株)竹中工務店

設計・監理：(株)日建設計

工 期：2014 年 7 月 1 日～2017 年 3 月末(33 ヶ月)

敷地面積：8,377.84 m²

建築面積：約 6,100 m²

延床面積：約 150,000 m²（建築物全体）

用 途：事務所・ホテル・美術館・多目的ホール・店舗等

そ の 他：制振構造（耐震性能 S グレード、国内最高水準）

CASBEE- 新築 S ランク



写真—2 見学会説明会場

3. 現場見学

現場見学は、事務所の大会議室にて工事概要等の説明を受けた後、現場を案内して頂いた。

説明では、阪神高速を跨ぐ様に築造された朝日新聞ビルの体育館を、阪神高速の一斉点検時に 6 日間の昼夜施工で解体した事や、解体ガラを一度地下へ集め、まとめて搬出した施工方法（解体ガラ、スロープ直積み掘削）、既設地下外壁を利用した山留め壁計画、超大口径 RC 連続柱列山留め壁の施工による、近接する地下鉄四ツ橋線の構造物への影響防止と変位監視、建

物の制振ダンパーの設置位置や能力, BCP 対応として有事の際にも3日間建物全体が機能する為の3,500 kVA の非常用発電機や合計容量 100,000 l のオイルタンク設備等について教えて頂いた。

当日の作業は、ホテル階(32階～40階)では鉄骨建方と床躯体工事・ALC 工事, 基準階(6階～31階)では上層から低層に向けて、外装 ACW ⇒ ALC ⇒ 外周柱型下地ボード貼 ⇒ 耐火被覆 ⇒ 建具枠取付 ⇒ 一般壁下地ボード貼 ⇒ 天井内設備配管・配線 ⇒ 消化・空調・ダクト接続 ⇒ 天井器具取付 ⇒ システム天井下地 ⇒ トイレ・廊下仕上 ⇒ OA フロア工事が行われていた。また、地下階(B3階～B1階)では躯体工事が行われていた。

低層階の一部は土足厳禁の仕上げ工事だった為、見る事が出来なかったがその他は一通り案内して頂いた。

ホテル階の鉄骨建方では、外周に自動昇降式足場兼用養生枠(TAC)を採用していた。これはその名の通り足場と養生枠, 更には転落防止を兼ねた装置であり、建物外周を8つのブロックに分けて囲い、現場の進捗に合わせてブロック別に油圧ジャッキを使用し昇降させる装置である。現場では阪神高速上への資機材の二重の落下防止対策として、防護構台を設置していた(写真-3)。

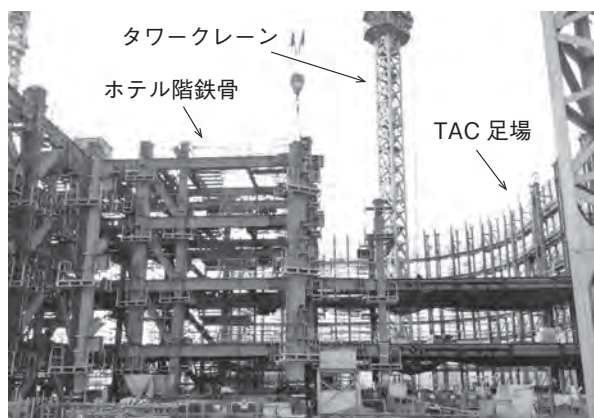


写真-3 鉄骨建方の状況

基準階は階を降りるにつれて、上記の作業内容の通り徐々にフロアが完成していく様子を見る事が出来、完成までの流れが非常に良く分かり勉強になった(写真-4, 5)。

尚、当日の就労人数は職員49名・作業員925名であった。職員全員がiPadを持ち歩き、朝礼では、プロジェクター4台にiPadの映像を出力し、当日の作業説明・調整に使用しているとの事であった。その他、職員間でデータを共有し連絡調整に使用していると説明を受



写真-4 天井工事の状況



写真-5 地下工事の状況

け、現場管理のIT化を実感した。

現場内は資機材が整理整頓されており非常に綺麗であった。また、安全面も二丁掛けの安全帯の掛替確認場や、傾斜を付けた平均台を毎日全作業員に渡ってもらう体調チェックを行う事で災害防止を図っていた。また、工事用エレベーター昇降時の掛け声の実施、現場入退場ルールの周知徹底等、非常に統率が取れた現



写真-6 現況の建物外観全景

場だと感じた（写真－6）。

4. おわりに

今回の参加者は30代前後が多かったが、私も含め大規模建築工事を見るのが初めての参加者が多く、見る物全てが新鮮で貴重な経験をさせて頂いたという声

が多かった。

最後にお忙しい中、丁寧に説明・案内して頂いた㈱竹中工務店大阪本店 作業所 品質・計画グループ 課長丸山様、同作業所 機械・安全グループ 主任春川様並びに現場スタッフの方々に厚くお礼申し上げます。

J C M A



新工法紹介 機関誌編集委員会

04-364	スイリモ —超長尺ボーリング 先端湧水圧・口元湧水量 連続自動計測システム—	鹿島建設
--------	--	------

▶ 概 要

山岳トンネルでは切羽前方の地質や湧水区間の状況を事前に把握することが地山の安定性確保や工事の安全上非常に重要である。特に掘削中の突発的な大量湧水は、工程の遅延のみならず施工トラブルにつながる恐れがあるため、湧水区間の位置や湧水の程度を事前に把握することが求められる。このため、長大山岳トンネルにおいては切羽前方の調査手法として、500 m以上の超長尺コントロールボーリング調査による前方の断層破碎帯等の地質状況の把握が行われている。

しかし、これまでの湧水に関する調査や計測は、口元で断続的に行う方法であり、複数存在する湧水区間の正確な湧水データを把握することは困難であった。湧水圧の正確な測定方法としては、ボーリング削孔後ロッドを一旦引き抜き、区間湧水圧測定用にパッカーを別途挿入する方法が考えられるが、作業に非常に大きな手間がかかるうえ、再挿入時に孔崩れのリスクが生じる等の課題があった。

そこで鹿島は、切羽前方の湧水区間の湧水圧・湧水量を超長尺ボーリング削孔と同時に正確にかつ連続的に計測できるシステム「スイリモ（水（すい）リサーチ・モニター）」を開発した。

▶ 特 徴

本システムは、以下の2つの計測技術を組み合わせたものである（図—1）。

①先端部湧水圧の測定

口元での湧水圧測定では、ボーリングが長くなった場合に距離による圧損や複数の湧水区間が存在することによる影響により、正確な湧水圧が測定できなかった。これに対し、ボーリン

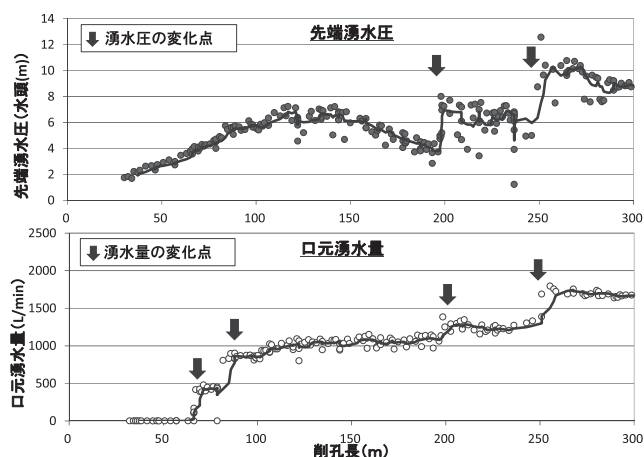
グマシン先端部に電源内蔵型水圧計測装置を装備することで、削孔中の先端部の湧水圧を計測することにより、別途パッカーを挿入するという手間をかけることなく、複数の湧水区間の位置や湧水の程度を精度よく把握することが可能になる。

②口元湧水量の自動計測

超長尺ボーリングではボーリング孔口元からの排水量から湧水量を把握しているが、これまでは作業員がバケツ等に水が一定量貯まる時間を手動で計測していたため断続的なデータに留まっていた。この口元に電磁流量計を設置することで、削孔中の湧水量を連続的に自動で計測することが可能になる。

超長尺ボーリングに「スイリモ」を適用した例を図—2に示す。削孔先端部の湧水圧測定と口元湧水量の連続自動計測を行い、湧水区間の情報を精度よく求めることができた。この結果とボーリング調査で得られる他の情報とを合わせて、湧水対策工の要否検討に役立てることが可能となった。

「スイリモ」を超長尺ボーリングに適用することで、切羽前方の水理情報を高精度に得られ、長大山岳トンネルの最適な地山安定工法の選定と工事の更なる安全性向上が期待できる。



図—2 削孔長毎の先端湧水圧・口元湧水量連続計測例

▶ 用 途

・超長尺ボーリング削孔時の湧水圧、湧水量の連続自動計測

▶ 実 績

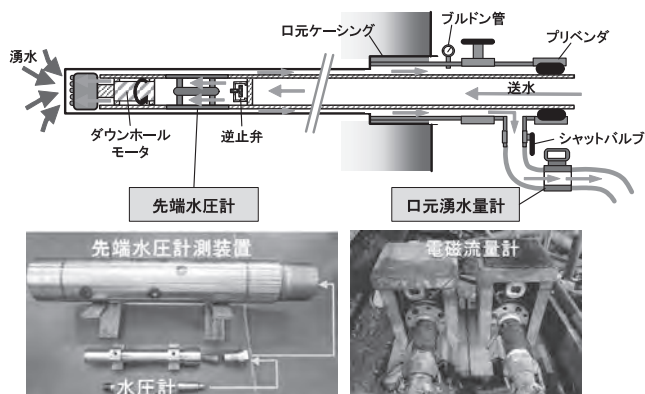
・新名神高速道路箕面トンネル西工事における超長尺コントロールボーリング

▶ 問 合 せ 先

鹿島建設(株) 土木管理本部 土木技術部

〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11

TEL：03-5544-0499



図—1 先端湧水圧・口元湧水量連続自動計測システム

▶ 〈06〉基礎工事機械

15-〈06〉-01	日立住友重機械建機クレーン アースドリル SDX612	'15.10 発売 新機種
------------	-----------------------------------	------------------

テレスコピックブーム方式による掘削作業の省スペース化や、高度な分解組立性など、大規模現場だけでなく市街地などの狭隘地での作業にも対応した大型アースドリルである。

高強度のテレスコピックブームと強力なウインチの組み合わせにより、2248 クラスの拡底バケットを使った作業が行え、また最大117 kN・mの掘削トルクにより作業の効率化を図っている。標準装備の5段×16.5 mのケリーバの掘削深度は63 mであり、18 mの深掘り用を使うことにより、70 m以上の大深度掘削ができる。

補巻ウインチの最大つり上げ能力は15 t（1本掛け）であり、さらにオプションとして最大つり上げ能力30 tの第3ウインチが装備できるため、大口径のケーシングや鉄筋カゴといった重量物のつり上げも行える。

本体の輸送幅を2.99 mとコンパクトにし、さらにテレスコピックブームの着脱をアシストする各種治具や、輸送トレーラから直接本体と着脱できるブーム着脱装置、シリンダ式のカウンタウエイト着脱装置、ジャッキアップ装置など、分解組立に関する各種装備も豊富である。

ブーム付きのジャッキアップ姿勢では、自力でサイドフレームをつり上げて着脱することができ、加えてアースドリルアタッチメントも全て自力で着脱可能であるため、輸送姿勢から作業姿勢への組み立て、あるいは作業姿勢から輸送姿勢への分解作業をほぼ自力で行える。

オペレータシートの横に操作レバーを配置するアームチェア方式により、大きな前方視界を確保している。また作業半径や深度計、傾斜計などオペレータに必要な情報を視認性の高い大型ディスプレイに一括表示し、作業時の視線移動が少なくなるようにしている。さらに、機械管理をサポートするため、ケリーロープ交換の目安として使える掘削長の積算機能や、機械の状況を遠隔管理できるリモートセンシング機能を有している。



写真一 日立住友重機械建機クレーン SDX612 アースドリル



写真二 アースドリル SDX612 の運転席

表一 SDX612の主な仕様

ブーム長さ	(m)	10.0～24.1
ケリーバ 段数×長さ	(m)	5×16.5
最大掘削径（軸掘り）	(m)	3.0
最大掘削径（拡底）	(m)	2.2-4.8
最大掘削深度 （バケット接続ピン位置）	(m)	63.0
最大掘削トルク	(kN・m)〈tf・m〉	117〈12〉
定格出力	(kW(PS)/min ⁻¹)	210(285)/1900
全長×全幅×全高（作業姿勢）	(m)	9.9×4.8×27.5
機械質量	(t)	91
価格	(百万円)	175

問合せ先：日立住友重機械建機クレーン(株)
〒474-8550 愛知県大府市朝日町 6-1

新機種紹介 機関連誌編集委員会

▶ 〈12〉モータグレーダ，ロードスタビライザ，締固め機械およびソイルプラント

15-〈12〉-09	日立建機 振動ローラ ZC35C-5, ZC50C-5, ZC35T-5, ZC50T-5	'15.09 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

道路工事など様々な現場の転圧作業に使用される振動ローラであり、環境への配慮と、整備性・安全性・作業性・信頼性の向上を図ってモデルチェンジしたものである。

環境への配慮としては、国土交通省の排出ガス対策型建設機械（3次基準）規制値をクリアした18.2kWの直噴式エンジンにより、ZC35C-5、ZC50C-5では従来機と同等の作業条件で約11％燃費を低減している。騒音に関しては、国土交通省の超低騒音型建設機械の基準値をクリアしている。また、鉛フリー化への対応として、部材にハンダを使用しない配線やアルミ製ラジエータ、オイルクーラを使用している。

整備性については、フルオープンエンジンカバーとし、点検・整備箇所へのアクセスを向上させるとともに、ワンタッチで脱着可能な散水・液剤ノズルにより、メンテナンスの負担軽減を図っている。

安全性については、低床・階段式のヒューマンステップにより、乗り降りが容易になっている。また、新たに停車時や作業時など、周囲への意思表示としてハザードランプを標準装備している。

作業性については、ZC50C-5、ZC50T-5において従来のHi、Loモードに加え、登坂力重視のスーパーLoモードを設定し、従来機同等以上の登坂力となっている。

信頼性については、コンタミの影響を受けにくく、空回しせずにポンプ内の水抜きが可能なインペラ式散水ポンプや、防塵・防水性に優れた電気部品を使用している。



写真－3 日立建機 ZC50C-5 振動ローラ

問合せ先：日立建機㈱ 経営管理統括本部 ブランド・コミュニケーション本部 広報戦略室 広報グループ
〒112-8563 東京都文京区後楽二丁目5番1号

▶ 〈14〉維持修繕・災害対策用機械および除雪機械

15-〈14〉-09	範多機械 搭乗式スクレーパ 「HBS-2000 ライノス」	'15.10 発売 新機種
------------	-------------------------------------	------------------

これまでの、搭乗式の剥がし機は、海外製で小型軽量の製品が主流で、屋内の絨毯（ジュウタン）やプラスチックタイルの剥がし等に使用されており、道路工事における、舗装路面下層の防水層剥がし作業などに対しては、パワー不足のため使用できなかった。また、LPG ガスエンジンを採用している機械が多く、冷却性能が不十分なため、夏季の連続使用に支障が出たり、海外製のため国内に流通している補修用部品が使用できず、作動油エレメントの交換にも苦労していた。

本機は、搭乗式剥がし機としては大型で、道路工事にも使用できるパワーを備え、メンテナンス性を向上させた、搭乗式スクレーパである。オフロード法2011年規制基準と同等の性能を有するディーゼルエンジンにより油圧を発生させ、油圧モータ、油圧シリンダーで機械を駆動する。運転席にある、操作レバー傾斜角度と、後輪の回転数が連動しており、左右の操作レバーの角度を操ることで、後輪の回転数および回転方向を制御し、機械を走行させる。

主な用途は、コンクリート床版上の防水層の除去、アスファルト舗装部（1cm～2cm）の除去、駐車場表面部のFRP層の除去、競技場ポリウレタン、合成ゴム舗装の除去等である。従来のコンクリート床版上の防水層の除去では、バックホーが主に使用されており、騒音（機械5m位置 約100dB）や振動等が大きく、粉塵も発生し、夜間作業ができないこともあったが、本機は、騒音（機械3m位置 約88dB）や振動も小さく、夜間作業も可能である。

表－2 ZC35C-5, ZC50C-5, ZC35T-5, ZC50T-5 の主な仕様

項目	ZC35C-5	ZC50C-5	ZC35T-5	ZC50T-5
運転質量 (t)	2.795	3.605	3.025	4.080
機械質量 (t)	2.520	3.220	2.760	3.705
静線圧 (前輪) (N/cm)	127	152	127	152
静線圧 (後輪) (N/cm)	－	－	120	155
動線圧 (前輪) (N/cm)	299	341	299	341
動線圧 (後輪) (N/cm)	－	－	291	344
振動数 (Hz)	55			
起振力 (kN)	20.6	24.5	20.6	24.5
走行速度 (Hi/Lo/ スーパーLo) (km/h)	12/9/－	12/8/5	11/9/－	11/7/5
最小回転半径 (m)	3.7	4.3	3.7	4.3
登坂能力 (％(度))	47(25)			
締固め幅 (m)	1.2	1.3	1.2	1.3
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	18.2(24.8)/2,200			
標準小売価格(税抜) (百万円)	5.95	6.75	6.15	6.95

新機種紹介 機関連誌編集委員会

表ー3 HBS-2000 の主な仕様

移動速度	(m/min (km/h))	91.5 (5.5)
燃料タンク	(L)	約 55
エンジン型式		クボタ V2403(水冷ディーゼル)
エンジン定格出力	kW/min ⁻¹	37.4/2700
全長	(mm)	約 2,815 (先端刃含む)
全幅	(mm)	約 1,070
全高	(mm)	約 1,580
重量	(kg)	約 2,450
価格	(万円)	1,150



写真ー4 範多機械 HBS-2000 ライノス 搭乗式スクレーバ



写真ー5 搭乗式スクレーバ HBS-2000 ライノス (施工時)

問合せ先：範多機械(株)特機開発部
〒 555-0011 大阪市西淀川区竹島 5-9-76

▶ 〈15〉 作業船

15-〈15〉-02	五洋建設, 大新土木 多機能型バックホウ浚渫船 BHC-2401	'15.10 建造 新船
------------	--	-----------------

国内最長のロングアームを備えたバックホウを搭載し、浚渫のみならず、各種アタッチメントによる作業が可能な多機能型バックホウ浚渫船である。

施工可能水深は水面下 24 m までであるが、浅海域での施工用の水面下 17 m 用アームを使用することにより、より大きな施工能力を発揮できる。

表ー4 BHC-2401 の主な仕様

船 体		
全長	(m)	50.00
全幅 (型)	(m)	21.60
深さ (型)	(m)	3.45
バックホウ		
型式		PC-2000-8
水深 24 m 仕様		
ブーム	(m)	17.5
アーム	(m)	11.0
水深 17 m 仕様		
ブーム	(m)	12.5
アーム	(m)	7.5
装着アタッチメント		
水深 24 m 仕様		
掘削バケット	(m ³)	1.0
岩掴みバケット		
法面バケット		
水中振動タンバ		
水深 17 m 仕様		
掘削バケット	(m ³)	5.0
水中ブレーカ		
水中振動リッパ		
水中振動タンバ		
甲板機械		
操船ウインチウインドラス	(台)	4
ウインドラス能力	(T) × (m/min)	30.0/15.0 × 12/24
ウインチ能力	(T) × (m/min)	24.0/12.0 × 17/34
キック式スパッド	(台)	1
スパッド	角 × (m)	1500 × 36
固定式スパッド	(台)	2
スパッド	角 × (m)	1500 × 34
価格	(百万円)	見積

新機種紹介 機関連誌編集委員会

船体に装備したキックスパッドにより水深 24 m でもアンカーの打ち替えなしで、船体の位置誘導を容易に行える。3 本のスパッドにはそれぞれ油圧式ジャッキアップシステムが装備され、海象気象による船体動揺を軽減できる。

多種類のアーム先端のアタッチメントを使用することにより各種作業が可能である。

施工管理システムにはバックホウ 3D ガイダンスシステムを装備し、船体の位置誘導、浚渫作業支援、バケットや各種アタッチメントの姿勢把握等を可能としている。



写真—6 五洋建設・大新土木 BHC-2401
多機能型バックホウ浚渫船

問合せ先：五洋建設 土木本部 船舶機械部
〒 112-8576 文京区後楽 2-2-8

▶ 〈18〉 原動機および発電・変電設備等		
15-〈18〉-04	デンヨー サイマルジェネレータ DCA-45LSKE-D, DCA-60LSIE-D	'15.07 発売 新機種

三相と単相大容量の同時出力が可能なエンジン発電機である。工事現場などで水中ポンプやコンプレッサなどの三相動力負荷と仮設事務所の照明やエアコンなどの単相負荷の両方を同時に使用したい時、1 台で対応可能である。

三相巻線と単相巻線をそれぞれ独立させる「独立巻線方式」により、単相側大容量化を図っている。

三相と単相 3 線の同時出力により出力の切り替えを不要とし、出力端子を各々専用に装備したことで負荷ケーブルの配線を確実にし、現場での作業性の向上を図っている。

サイマルジェネレータに標準装備のモニタにより、三相・単相のトータル電力、三相側、単相側各々の発電・使用電力状態を枠下の切替ボタンで表示可能としている。

またモニタ上部に表示のパワーゲージと力率を考慮した正確な kW 値にて、使用可能な残量の確認ができるため、三相・単相同時使用時の負荷率調整も簡単である。

さらに保護機能として三相・単相同時使用時のトータル電力で過負荷状態が続くと負荷遮断を行い、安全性の向上を図っている。

その他、万が一発電機内での燃料漏れ等が発生した場合でも機外への流出を抑える機能を標準装備し、かつ搭載エンジンも国内三次排ガス規制対応とし、河川や湾岸の汚染や住宅地での公共工事に配慮している。

表—5 DCA-45LSKE-D, DCA-60LSIE-D の主な仕様

	DCA-45LSKE-D		DCA-60LSIE-D	
周波数 (Hz)	50	60	50	60
三相定格出力 (kVA)	37	45	50	60
単相定格出力 (kVA)	25	30	35	40
燃料タンク容量 (L)	110		140	
エコベース空間容量 (L)	138		176	
全長×全幅×全高 (mm)	1930 × 880 × 1350		2160 × 980 × 1350	
乾燥質量 (kg)	1210		1350	
騒音値 (LwA dB)	86		90	
価格 (百万円)	4.18		5.44	



写真—7 デンヨー DCA-60LSIE-D
サイマルジェネレータおよびサイマルモニタ

問合せ先：デンヨー(株) 開発部門 技術部第三課
〒 919-1397 福井県三方上中郡若狭町 38-1

新機種紹介 機関連誌編集委員会

15-〈18〉-05	デンヨー ガソリンエンジン溶接機 GAW-190ES	'15.10 発売 モデルチェンジ
------------	----------------------------------	----------------------

高性能の永久磁石と独自に開発した発電体により、最大溶接電流を従来機の 185 A から 190 A に引き上げ、小形でありながら溶接性能と環境に配慮した溶接機である。

溶接特性切替機能により「定電流特性」と「垂下特性」を溶接作業に応じて切替えられる。また、短絡電流調整機能により「定電流特性」使用時のみでなく、「垂下特性」使用時でも垂下度の傾きを使用用途に合わせて調整できる。

電撃防止機能は、アークスタート性を極力損なわない特性とし、また、赤熱による事故や溶接機の加熱を防ぐ短絡継続保護機能を追加して安全性の向上を図っている。

標準装備の自動アイドリングストップ機能により、設定時間（1 ～ 30 分）中は、溶接作業や交流電源を使用する作業を中断するとエンジンが自動停止し、作業を始めるとエンジンが自動再始動する。これにより燃料消費量と CO₂ の排出量の削減を図っている（国土交通省新技術情報提供システム（NETIS）登録済み）。

e モード機能は、従来のスローダウン（負荷検出で自動的に高速回転に立ち上がる機能）方式と異なり、無負荷および、溶接出力、交流出力、溶接と交流の同時使用時に最適なエンジン回転数に制御することにより騒音防止、燃料節約を図っている。

補助電源は従来機より容量を 3.0 kVA から 3.5 kVA に増やし、電圧波形歪みの小さいインバータ電源を供給している。

オートチョークにより始動性能を高め、ボディは耐久性に優れたオールスチールとし、溶接の設定電流／実電流の電流計と積算時間計が一体になったデジタルモニタには、基板のエラー表示機能（油量低下、溶接過熱、交流過電流、交流過熱、過回転等）とエラー表示のメモリ機能が付いている。

表―6 GAW-190ES の主な仕様

		GAW-190ES
直流溶接電源		
定格出力	(kW)	4.56
定格電流	(A)	170
定格電圧	(V)	25.6
定格使用率	(%)	50
溶接電流範囲	(A)	30 ～ 190
適用溶接棒	(mm)	φ 2.0 ～ 4.0
単相交流電源		
定格出力	(kVA)	3.5
周波数	(Hz)	50/60
定格電圧	(V)	100
エンジン名称		富士重工業 EX35DS
総排気量	(L)	0.404
燃料		ガソリン
燃料タンク容量	(L)	15
始動方式		セル式リコイル付
全長	(mm)	555
全幅	(mm)	730
全高	(mm)	675
乾燥質量 [整備質量]	(kg)	105 [118]
価格 (税抜き)	(円)	690,000

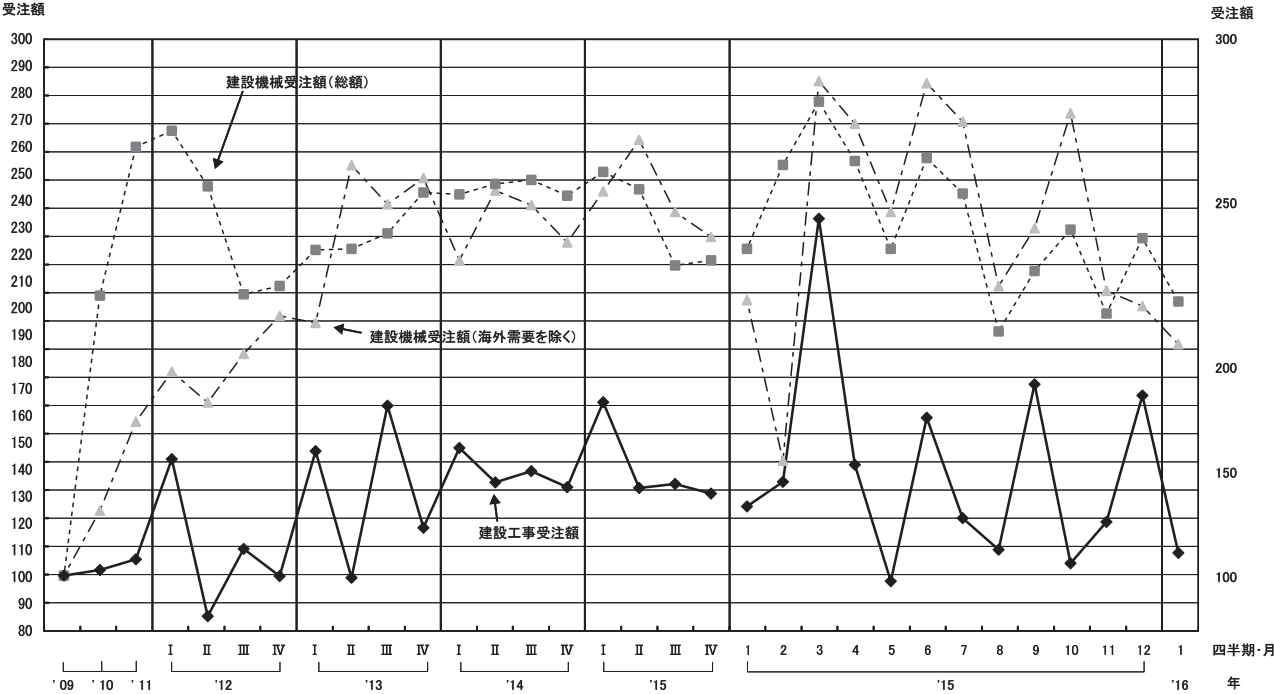


写真―8 デンヨー GAW-190ES ガソリンエンジン溶接機

問合せ先：デンヨー(株) 開発部門 技術部第一課
〒 919-1397 福井県三方上中郡若狭町相田 38-1

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 2009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 2009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							
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
2014 年	139,286	80,477	16,175	64,302	43,103	4,822	10,887	86,537	52,748	138,286	125,978
2015 年	141,240	96,068	19,836	76,235	35,633	4,993	4,546	95,959	45,281	141,461	141,136
1 月	10,538	7,525	1,502	6,023	2,490	360	164	7,817	2,721	147,814	10,220
2 月	11,306	7,809	1,174	6,635	2,910	438	148	7,788	3,517	136,998	10,628
3 月	19,543	12,683	1,855	10,828	6,342	407	112	11,622	7,921	140,330	19,823
4 月	11,836	8,791	2,135	6,656	2,383	557	105	8,489	3,347	145,449	9,296
5 月	8,193	5,622	1,131	4,491	1,958	353	260	5,284	2,908	145,260	9,626
6 月	13,316	8,635	1,525	7,110	3,445	502	734	8,758	4,558	146,253	12,424
7 月	10,167	7,221	2,122	5,099	2,454	372	120	7,202	2,965	146,731	8,728
8 月	9,178	5,975	1,867	4,108	2,455	370	378	5,928	3,251	142,165	10,141
9 月	14,360	10,758	1,572	9,187	2,877	450	274	10,831	3,529	143,650	14,223
10 月	8,754	5,681	1,632	4,049	2,439	377	258	5,862	2,893	141,723	10,835
11 月	10,045	5,942	1,466	4,477	2,670	417	1,016	6,293	3,752	140,930	11,339
12 月	14,004	9,426	1,855	7,572	3,210	390	977	10,085	3,919	141,461	13,853
2016 年 1 月	9,081	5,789	1,017	4,772	2,189	344	758	6,103	2,978	-	-

建設機械受注実績 (単位：億円)

年 月	09 年	10 年	11 年	12 年	13 年	14 年	15 年	15 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	16 年 1 月
総 額	7,492	15,342	19,520	17,343	17,152	18,346	17,416	1,388	1,584	1,732	1,593	1,388	1,600	1,517	1,195	1,336	1,433	1,237	1,413	1,265
海 外 需 要	4,727	11,904	15,163	12,357	10,682	11,949	10,712	920	1,024	1,075	973	844	945	895	715	806	804	761	950	835
海外需要を除く	2,765	3,438	4,357	4,986	6,470	6,397	6,704	468	560	657	620	544	655	622	480	530	629	476	463	430

(注) 2009～2011 年は年平均で、2012～2015 年は四半期ごとの平均値で図示した。
2015 年 1 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

(2016年2月1日～29日)

機械部会

■機械部会・運営連絡会

月 日：2月1日（月）

出席者：阿部里視副部会長ほか6名

議 題：①平成25～27年度中期事業計画の事業報告について ②平成28～30年度中期事業計画の策定について ③2/22開催の機械部会 幹事会に向けての確認について・平成28年度第1回技術連絡会のテーマ案について ④平成28年度第1回合同部会（幹事役は建設業部会）のテーマについて ⑤その他

■トンネル機械技術委員会・幹事会

月 日：2月2日（火）

出席者：藤内隆委員長ほか10名

議 題：①平成27年度の活動結果と平成28年度の活動計画について・建設生産システムの変革分科会の活動結果について・環境保全分科会の活動結果について・2/15の合同部会での発表準備について・平成28年度の活動テーマとその進め方について・現場見学会の計画について ②平成28年度 委員会 総会（4月予定）の発表テーマと開催日程について ③その他

■情報化機器技術委員会

月 日：2月5日（金）

出席者：白塚敬三委員長ほか5名

議 題：①平成27年度の活動報告と平成28年度活動計画について・協会の平成28～平成30年度中期事業計画(案)・平成28年度の活動テーマとその進め方について ②12/15開催の国交省 i-Construction 委員会の報告について ③1/27～28開催の情報化施工委員会 現場見学会の報告について（大分川ダム・三光本耶馬溪道路） ④規格関連の情報共有について ⑤トプコン白河トレーニングセンター見学の検討について ⑥その他情報交換

■コンクリート機械技術委員会

月 日：2月5日（金）

出席者：大村高慶委員長ほか9名

議 題：①前回（12/10）委員会の議事録内容の確認 ②1/14開催のWeb会議で審議したISOトラックミキサ用語と仕様のドラフトについての報告 ③平成27年度の活動結果報告と平成

28年度の活動計画について・協会の平成28～平成30年度中期事業計画(案)・平成28年度の活動テーマとその進め方 ④12/15開催の国交省 i-Construction 委員会の報告について ⑤1/27～28開催の情報化施工委員会 現場見学会の報告について（大分川ダム・三光本耶馬溪道路） ⑥その他

■基礎工事用機械技術委員会

月 日：2月10日（水）

出席者：山下高俊委員長ほか11名

議 題：①基礎工事用機械の分類とそのアタッチメントの委員長整理(案)について ②大深度（市街地）立坑の施工技術調査について ③平成27年度活動結果および平成28年度の活動テーマと活動計画について ④委員長の交替について ⑤見学会について・博物館「地球の宝石箱」（鉾研工業㈱ 保有）・都下水永田町シールド用アーバンリング立坑工事 ⑥その他

■路盤・舗装機械技術委員会 アスファルトプラント変遷分科会

月 日：2月16日（火）

出席者：吉野友純分科会長ほか14名

議 題：①アスファルトプラントの変遷 原稿1986年から1992年までの修正部分の確認について ②変遷原稿1993年以降について ③今後の編集作業について

■原動機技術委員会

月 日：2月19日（金）

出席者：六本木明人委員長ほか21名

議 題：①前回12/18議事録の確認について ②オフロード法2014年排出ガス規制の各実施要領等についての情報交換 ③海外排出ガス規制の動向についての情報交換 ④国土交通省 平成27年度地球温暖化対策検討分科会の3月開催予定について ⑤2/15開催の合同部会の報告について ⑥平成27年度の活動結果報告と平成28年度の活動計画について・来年度の活動テーマと活動体制について ⑦11/27開催の2015年度ディーゼル・省エネ環境セミナー発表紹介報告・「省燃費・排ガス規制対応トラックの最新技術動向について（日野自動車）」・「オフロードの排ガス規制について（日立建機）」 ⑧環境省 建設機械の使用燃料実態調査について ⑨国土交通省 建設機械の市場燃費調査について ⑩その他

■機械部会・幹事会

月 日：2月22日（月）

出席者：阿部里視副部会長ほか12名

議 題：①平成28年度～平成30年度中

期事業計画について（2/1の運営連絡会の報告） ②各技術委員会の平成27年度の活動結果報告と平成28年度の活動計画について ③平成28年度第1回技術連絡会の発表テーマと日程について ④その他

■トンネル機械技術委員会 建設生産システム変遷分科会

月 日：2月24日（水）

出席者：橘伸一分科会長ほか7名

議 題：①採取追加作成した技術比較表の確認について ②報告書の確認について ③その他

■トラクタ技術委員会

月 日：2月26日（金）

出席者：高松伸匡委員長ほか5名

議 題：①各社のトビックス ②平成27年度活動報告と平成28年度活動計画について ③建設車両用タイヤの選定・仕様・整備・基準の改定の関連法規について ④2/15開催の合同部会の報告について ⑤国土交通省の i-Construction（建設の生産性向上）のその後の動きについて ⑥環境省の L2-Tech 認証制度について ⑦その他

製造業部会

■小幹事会

月 日：2月3日（水）

出席者：西田悟幹事長ほか9名

議 題：①各WGの平成27年度の活動結果報告および平成28年度の活動計画について・作業燃費検討WGの活動報告・マテリアルハンドリングWGの活動報告 ②平成25～27年度中期事業結果報告および平成28～30年度中期事業計画策定について ③平成28年度第1回合同部会（製造業部会が幹事役）のテーマについて ④機械部会との平成28年度第1回合同技術連絡会のテーマについて ⑤その他

■合同部会

月 日：2月15日（月）

出席者：西田悟幹事長ほか67名

議 題：①競争法コンプライアンス体制整備に向けた取組について ②移動式破碎施設の設置申請審査と施設の種類・構造・稼働状況の紹介… 1) 移動式破碎施設の廃棄物処理法における設置申請審査について、2) 移動式破碎施設の種類・構造・稼働状況の紹介 ③トンネル工事中排出ガス対策型建設機械における現状の課題と今後の対策検討について ④その他情報・意見交換

■国土交通省・作業燃費検討WG代表・ 移動式クレーン分科会WG代表打合せ

月 日：2月29日（月）

出席者：尾上裕 WG リーダーほか13名
議 題：①3月開催予定の平成27年度第1回地球温暖化対策検討分科会に向けての確認について・ホイールクレーン（ラフテレーンクレーン）燃費基準設定について・先行3機種の新たな燃費基準値の設定について ②その他・環境省のL2-Tech 認証との関係について

建設業部会



■クレーン安全情報 WG

月 日：2月8日（月）

出席者：久保隆道主査ほか8名
議 題：①平成26年度事業計画の確認について・スケジュール・取組み事項の確認・討議 ②移動式・定置式クレーン事故情報の共有について・4.9tクロラクレーン転倒事故について・70tラフタージブ折損事故について・車載式クレーン敷鉄板挟まれ災害について・NYクロラクレーン倒壊事故について ③クロラクレーン転倒事故文書の確認について（～3月末）日立、コベルコ、建設業部会三役と調整、（3月～4月）情報発信 ④その他

■平成27年度第2回若手現場見学会

月 日：2月18日（木）

出席者：鈴木嘉昌会長ほか26名
場 所：中之島フェスティバルタワー・ウェスト新築工事
内 容：国内最高水準の耐震性能を実現したスーパー制振構造、関西最大級の無柱大空間建築、大型タワークレーンと特殊養生フレームを用いた安全施工…発注者：(株)朝日新聞社、(株)竹中工務店、施工者：(株)竹中工務店

■三役会

月 日：2月23日（火）

出席者：鈴木嘉昌会長ほか4名
議 題：①各WG報告 ②2/15（月）開催合同部会について ③2/18（木）開催若手現場見学会について ③3/3（木）開催予定建設業部会について・2/26提出期限：平成28-30中期事業計画・平成25-27中期事業計画取組結果報告・平成28事業計画報告・平成27事業報告原稿検討 ④その他

レンタル業部会



■コンプライアンス分科会

月 日：2月2日（火）

出席者：小野弘一委員ほか9名
議 題：①公開情報「レンタカー運用の適正化」の今後の展開について ②次期研究課題の選定について ③その他・マイナンバーによる個人証明での賃借申込みへの対応・オリンピック対応

各種委員会等



■機関誌編集委員会

月 日：2月3日（水）

出席者：渡辺和弘事務局長ほか17名
議 題：①平成28年5月号（第795号）の計画の審議・検討 ②平成28年6月号（第796号）の素案の審議・検討 ③平成28年7月号（第797号）の編集方針の審議・検討 ④平成28年2月号～平成28年4月号（第792～794号）の進捗状況の報告・確認

■新工法調査分科会

月 日：2月17日（水）

出席者：高橋浩史分科会長ほか1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

■新機種調査分科会

月 日：2月23日（火）

出席者：江本平分科会長ほか2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

■建設経済調査分科会

月 日：2月24日（水）

出席者：山名至孝分科会長ほか4名
議 題：①「建設技能労働者について」（3月号）執筆計画検討 ②「国土強靱化関係予算案の概要」について検討 ③その他

支部行事一覧

北海道支部



■平成27年度情報化施工推進連絡会

月 日：2月23日（火）

場 所：さつけんビル6階会議室
内 容：①情報化施工の取り組み状況（北海道開発局、北海道庁） ②「i-Construction」（北海道開発局） ③情報提供「スマート・コンストラクション」「UAV」の紹介 ④平成28年度推進

連絡会活動方針（案） ⑤その他
出席者：47名

東北支部



■第1回 東北震災復興i-Construction (ICT) 連絡会議

月 日：2月1日（月）

場 所：東北地方整備局 大会議室
出席者：川瀧弘之東北地方整備局長、高橋弘東北支部長ほか23名
内 容：①連絡会議について ②i-Construction の概要（国土交通省 技術調査課） ③東北地方整備局、自治体及び業団体等における ICT 取組状況の紹介 ④意見交換

■東日本大震災5年シンポジウム 参加団体打合せ

月 日：2月3日（水）

場 所：東北地方整備局 会議室
出席者：梅森総括防災調整官ほか18名
内 容：①シンポジウム概要 ②スケジュール ③会場（配置） ④費用及び準備依頼事項等について

■情報化施工技術委員会（施工部会）

月 日：2月4日（木）

場 所：東北地方整備局 会議室
出席者：鈴木勇治委員長ほか24名
内 容：①平成28年度の方針 ②平成28年度の開催場所 ③平成28年度の開催スケジュール ④担当者の選任 ⑤トップセミナー、高校生向けセミナーの進め方について

■ゆきみらい2016 in 盛岡における 除雪機械展示・実演会（施工部会）

月 日：2月9日（火）～10日（水）

場 所：盛岡市アイーナ協盛岡市所有地
参加者数：民間企業14社（うち会員7社）、東北地方整備局東北技術事務所計15団体
内 容：①展示機械数15団体32台 ②実演台数5団体6台 ③来場者数1900名

■企画部会

月 日：2月24日（水）

場 所：東北支部 事務局会議室
出席者：阿部新治企画部会長ほか5名
議 題：第3回支部運営委員会について ①平成28年度事業計画（案）について ②平成28年度事業予算（案）について ③支部会員動向について

■EE 東北 '16 第2回作業部会（広報部会）

月 日：2月24日（水）

場 所：仙台市 フォレスト仙台
出席者：狩野武志 東北技術事務所副所長ほか25名

内 容：①EE 東北'16 開催概要 ②EE 東北'16 実施計画（案）③EE 東北'16 広報（案）④EE 東北'16 予算（修正案）⑤今後の予定

■田瀬ダム・湯田ダム放流設備調査（技術部会）

月 日：2月25日（木）～26日（金）
場 所：北上川ダム統合管理事務所 田瀬ダム管理所、湯田ダム管理所
出席者：高橋弘東北支部長、佐藤伸吾北上川ダム統合管理事務所長ほか7名
内 容：機械遺産登録へ向けた現地確認…①田瀬ダム コンジットゲート ②湯田ダム コンジットゲート

北 陸 支 部

■ゆきみらい盛岡

月 日：2月9日（火）～10日（水）
出席者：丸山暉彦支部長、宮村兵衛事務局長、田邊事務局長
内 容：次回の北陸開催に向け視察団派遣

■「オペレータの手引き」改訂 WG 事務局会議

月 日：2月24日（水）
場 所：北陸支部事務局
出席者：青木鉄朗雪水部会委員ほか3名
議 題：改訂案の検討

■防災連絡会議第2回幹事会

月 日：2月26日（金）
場 所：北陸地方整備局会議室
出席者：宮村兵衛事務局長
議 題：①北陸防災連絡会議検討項目と各機関の取り組みについて ②隣接地域の大規模災害に対する取り組み ③その他

■「北陸 ICT 戦略研究会

月 日：2月26日（金）
場 所：北陸地方整備局会議室
出席者：宮村兵衛事務局長
議 題：①平成26年度の取り組み状況（速報）②平成26年度の取り組み状況（速報）③平成27年度の取り組み計画

中 部 支 部

■社会保険未加入対策推進中部協議会

月 日：2月5日（金）
出席者：永江豊事務局長

内 容：社会保険未加入対策に関する連絡調整会議

■応急組立橋見学会

月 日：2月10日（水）
出席者：災害対策協定協力会員会社10名
内 容：中部技術事務所構内に架設された応急組立橋の見学

■技術・調査部会

月 日：2月18日（木）
出席者：青木保孝部会長ほか9名
議 題：春季講演会について

■第1回「i-Construction 中部ブロック推進本部」委員会

月 日：2月29日（月）
出席者：所輝雄支部長
内 容：本部の設置及び事業の取り組みについて等

関 西 支 部

■建設用電気設備特別専門委員会（第423回）

月 日：2月3日（水）
場 所：中央電気倶楽部 会議室
議 題：①前回議事録確認 ②JEM-TR246 建設用電気設備の設置工事指針の審議

■平成27年度 施工技術報告会

月 日：2月16日（火）
場 所：建設交流館 グリーンホール
参加者：139名
内 容：①落差30mを超える道路崩壊箇所の災害復旧事例 ②都市部における超近接無導坑メガネトンネルの建設 ③T-iROBO UW（シャフト式遠隔操縦水中作業機）について ④国内最大級の大規模深層崩壊による河道閉塞対策工事事例 ⑤丹波綾部道路由良川橋の特殊性と工程短縮事例

■建設業部会、リース・レンタル業部会 合同討論会

月 日：2月23日（火）
場 所：ドーンセンター（大阪府男女参画・青少年センター）
出席者：寺口勝久建設業部会長、伊勢木浩二リース・レンタル業部会長以下39名
内 容：①「i-Construction（アイ・コンストラクション）」について…近畿地方整備局 企画部 機械施工管理官 川

崎 和来氏 ②「ダム再開発用仮締切に関する新構造・新工法（浮体式仮締切工法）」について…日立造船(株) 社会インフラ事業本部 水門部 設計1グループ 部長代理 神藤 拓也氏 ③「水中作業機によるダム湖掘削工事」について…(株)アクティオ 本社技術部 副部長 石田 一氏

中 国 支 部

■平成27年度土木機械設備関係意見交換会

月 日：2月16日（火）
場 所：広島合同庁舎2号館会議室
出席者：中国地方整備局企画部 錦織 豊 機械施工管理官・中国支部企画部会 鷲田治通部会長ほか25名
話題提供：施工企画課に係わる最近の話題について
意見交換：土木機械設備の点検・整備に係わる諸課題について…①入札契約方式について ②意見・要望について

四 国 支 部

■平成27年度四国地方整備局とJCMA 四国支部との技術交流会

月 日：2月22日（月）
場 所：サンポートホール高松・ホール棟5F 53会議室
参加者：畠中秀人四国地方整備局企画部長ほか29名
内 容：①公共工事に関する最近の動向について ②i-Constructionについて ③i-Construction・情報化施工等に関するJCMA 会員各社の現況 ④フリーターキング

九 州 支 部

■企画委員会

月 日：2月17日（水）
出席者：久保田正春企画委員長ほか7名
議 題：①平成28年度事業計画（案）について ②情報化施工講習会について ③平成27年度第3回運営委員会について ④九州支部役員候補者名簿（案）について ⑤その他

編集後記

いよいよ青葉、若葉の時季となりました。鉄道旅行にはもってこいの季節です。今月号は、その鉄道特集集します。

鉄道は、地球環境にやさしいエコな交通手段であり、生活の基盤となる社会資産であります。安全で正確な交通ネットワークを構築して維持していく活動に、国内・海外を問わず大きな期待と関心が寄せられています。本鉄道特集では、国内の鉄道施設の施工および耐震補強を含む維持管理、新技術、また海外における鉄道の施工や計画について取りあげています。

巻頭言は、大東文化大学経営学部の今城光英教授に執筆いただきました。鉄道ネットワークの整備が地域振興や雇用創出に繋がるという海外での事例をひいて、鉄道というインフラ構築が地域再生に役立つと提言されています。

技術報文は、新技術、橋梁、高架、駅、車両基地、軌道工事、海外工事など広範な分野に亘っています。常磐快速線の利根川橋梁工事は、別線方式による全面架け替え工事です。東武スカイツリーライン竹ノ塚駅付近の6線を高架にする連続立体交差事業の施工について。そして、40年ぶりの山手線新駅構想とリニア中央新幹線の基点として注目の品川駅周辺では、品川車両基地整備工事を投稿いただきました。名古屋駅前のJRゲートタワー新築工事では、基礎施工で鉄道函体直下へ透かし掘りで連壁工法を実施、その施工上のリスク

対策について紹介して頂きました。軌道工事としては、大山ケーブルカーの大規模更新工事を投稿して頂きました。狭隘な山中という施工環境で資材運搬や施工方法を工夫して完成させた施工報告です。ライトレール(LRT)で注目されている富山市の路面電車南北接続事業における軌道敷設工事の報告。海外での鉄道施工では、香港地下鉄觀塘線の延伸工事と何文田駅新設工事の施工についての報告。ミャンマー国における鉄道中央監視システムの導入や保安機材の整備というJICAによる無償資金協力プロジェクトを紹介して頂いています。上野駅と東京駅間の新線、東北縦貫線整備工事では、新幹線軌道内で用いる重量軌陸運搬台車の製作と施工を寄稿いただきました。

交流のひろばでは、駅ホームでの設置が進みつつある可動式ホーム柵など事故を防止する安全設備についてメーカーから投稿いただきました。

2020年の東京オリンピック・パラリンピックに向けた公共交通の整備、リニア中央新幹線工事などが相継いで着工されています。次の鉄道特集号が予定される頃には、これら施工途中の工事が姿を現してくるものと思われ、最先端の工法や技術の一端が報文として掲載されることを期待したいと思います。

本号の内容が建設施工に係わる皆さんほか読者の方々のものづくりの一助になれば幸いです。お忙しいなか、快く執筆依頼を引き受けていただいた執筆者のみなさん、執筆の取次ぎをいただいた皆様に厚く御礼申し上げます。

(浅野・安川)

5月号「トンネル特集」予告

・風化破碎地山における超大断面トンネルの施工 ・トンネル切羽前方探査システム ・新版・換気技術指針に対応した電気式集じん装置 ・硬岩トンネル掘削機の開発 ・「メッシュマッピングアシスト」をトンネル掘りの重金属含有岩石判定の補助技術として導入 ・長距離、急勾配トンネル工事に対応するバッテリーロコ最新技術 ・コンクリート構造物の機能保持技術 ・トンネル天井用乾式研掃装置の開発と現場適用 ・セグメント真円度とテールクリアランスの自動計測システム開発

【年間購読ご希望の方】

①お近くの書店でのお申込み・お取り寄せ可能です。 ②協会本部へお申し込みの場合「図書購入申込書」に以下事項をもなく記入のうえ FAX にて協会本部へお申込み下さい。

…官公庁／会社名、所属部課名、担当者氏名、住所、TEL および FAX

年間購読料(12冊) 9,252円(税・送料込)

建設機械施工

第68巻第4号(2016年4月号)(通巻794号)

Vol.68 No.4 April 2016

2016(平成28)年4月20日印刷

2016(平成28)年4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 本部 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 札幌市中央区北三条西 2-8	電話 (011) 231-4428
東北支	部 〒980-0802 仙台市青葉区二日町 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

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	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

新田 恭士	国土交通省
大槻 崇	国土交通省
田中 忠重	農林水産省
浅野 仁之	(独)鉄道・運輸機構
加藤 誠	鹿島建設(株)
赤坂 茂	大成建設(株)
岩野 健	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
中村 優一	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
竹田 茂嗣	鉄建建設(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)
中川 明	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)
原 幹生	(株)KCM
江本 平	範多機械(株)
太田 正志	施工技術総合研究所

事務局

日本建設機械施工協会

本誌上への
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

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・直接修理を实践中！

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 サテレタ リンカー 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
ボーバ 防爆形無線機

- ◆ 業界随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！

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

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

自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを
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

優れた
耐塵・防雨性能

送信機はIP65相当

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

(税抜価格)

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

(税抜価格)

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

マイコンケーブルレス

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

(税抜価格)

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段階押し・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リレーまで
対応可能

セットで
22万円

(税抜価格)

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。

N/U/Gシリーズ

頑強 ケーブルレス

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

ハンディなのに
特殊スイッチを
装着可能

特殊スイッチ

自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを
装着可能

裏面
スイッチ

オーダー対応例

防爆形はTX-8400型送信機で対応 (Nシリーズのみ)

マイティサテレタ

N/U/Gシリーズ

●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)

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

3ノッチジョイスティック型
RC-7132N

セットで
90万円

(税抜価格)

全押しボタン
RC-7126N

セットで
45万円

(税抜価格)

防爆形 対応可能 (Nシリーズのみ)

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

ジョイスティック
2本装着オーダー例

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

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

全押しボタン型
オーダー例

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

RC-7233UAN

チップケーブルレス

Nシリーズ

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

(税抜価格)

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

トコト機能に絞って
コストダウン

アルカリ乾電池なら
連続使用60時間以上

高い防水性能
送信機はIP65

ボタン部の突起
ボタン間の仕切 一体型の
シリコンカバーで
操作性が向上

従来の機と
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

コンパクトという選択肢!!

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

●3操作3リレー
最大5リレーまで対応可能

●2段階押し・特殊
スイッチ追加可能! (オプション)

標準型
RC-4303N/R

セットで
10万円

(税抜価格)

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

●微弱Nシリーズは240MHz化でより安定した電波の飛び!

●2段階押し・特殊
スイッチ追加可能! (オプション)

標準型
RC-4303N/R

セットで
10万円

(税抜価格)

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

取付例

リンカー 離操作

N/U/Gシリーズ

標準型
RC-2512N

セットで
22万円

(税抜価格)

●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LED電池残量告知ランプ付

軽量コンパクト
ショルダータイプ

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!

価格もサイズも
ハンディー並み!



吸塵式乾式カッター

MCD-RY14

NETIS No.TH-150001



Mr.LIGHT 2

MLP-1212A



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。



転圧センサー

バイブロコンパクター

MVH-308DSC-PAS

NETIS No.TH-120015



防音型

タンピングランマー

MT-55L-SGK

NETIS No.TH-100005



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

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: 080-1013-9328

www.denyo.co.jp

発電機・溶接機・コンプレッサは抜群の性能を誇るデンヨー製品で!



国土交通省
新技術情報提供システム
NETIS
設計・技術・施工
登録番号KT-100042-VE

三相・DCA

三相・単相同時出力機
DCA-60LSIE-D

国土交通省
新技術情報提供システム
NETIS
登録製品
自動アイドリングストップ機能付エンジン燃費改善装置
登録番号 KT-100112

GAW-190ES

国土交通省
新技術情報提供システム
NETIS
登録・公開製品
可変圧・可変容積エンジンコンプレッサー
登録番号 HR-110004

可変圧・可変容量型
DIS-200VPS-D
ドライエア仕様



●技術で明日を築く

デンヨー株式会社

本 社：〒103-8566 東京都中央区日本橋堀留町2-8-5
TEL:03(6861)1122 FAX:03(6861)1182
ホームページ：<http://www.denyo.co.jp/>

札幌営業所 011(862)1221
東北営業所 022(254)7311
信越営業所 025(268)0791
北関東営業所 027(360)4570
東京営業所 03(6861)1122

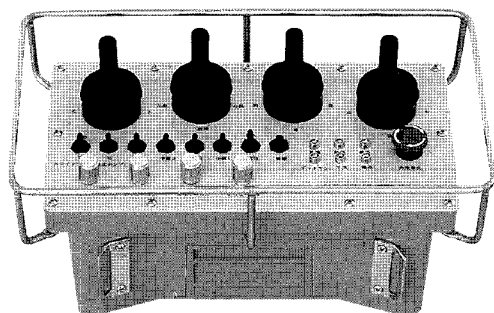
横浜営業所 045(774)0321
 静岡営業所 054(261)3259
 名古屋営業所 052(856)7222
 金沢営業所 076(269)1231
 大阪営業所 06(6448)7131

広島営業所 082(278)3350
 高松営業所 087(874)3301
 九州営業所 092(935)0700

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

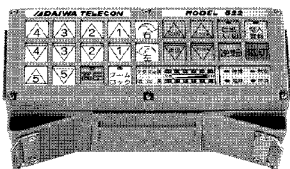
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



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

Aliva ローター式コンクリート吹付機

www.fuji-bussan.co.jp



- ▶ シンプル構造で操作や掃除は簡単！
- ▶ 耐火物からコンクリートまで幅広い材料に対応



AL-257

方 式：湿式／乾式
吐出量：1～9.6m³

AL-237

方 式：乾式
吐出量：0.4～4m³



▶ アフターフォローも安心

- AL237 / 257のレンタル1日から承ります。
- AL260 / 280 / 285の部品のご注文も弊社まで！
- ▶▶▶ まずはお問い合わせください。

AL-267

方 式：湿式／乾式
吐出量：4～21m³



AL-264

方 式：湿式／乾式
吐出量：8.4～12.1m³

総代理店 **FBK 富士物産株式会社**

お問合せ先

埼玉県さいたま市南区根岸5-17-5
TEL.048-861-2235 FAX.048-864-4002
E-mail : sales@fuji-bussan.co.jp

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、構造がシンプルなので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>

MIWA K-40N KIRUNA K-40N トンネルズリ運搬車

オフロード法
2014年

排出ガス基準
適合エンジン
搭載車



▶ 最新型コンテナ式運搬車

特徴

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

流れすみやかに! トランスポート・イノベーション ミワ・システム車両



三輪運輸工業株式会社

<http://www.miwa-gr.co.jp> >>

本社: 〒651-0072 神戸市中央区脇浜町2-1-16
TEL: 078-251-5001 FAX: 078-251-4525

プロダクトカンパニー: 〒675-0155 兵庫県加古郡播磨町新島39
TEL: 079-435-5115 FAX: 079-435-1565

建設機械施工

広告掲載のご案内

月刊誌 建設機械施工では、建設機械や建設施工に関する論文や最近の技術情報・資料をはじめ、道路、河川、ダム、鉄道、建築等の最新建設報告等を好評掲載しています。

■職業別 購読者

建設機械施工／建設機械メーカー／商社／官公庁・学校／サービス会社／研究機関／電力・機械 等

■掲載広告種目

穿孔機械／運搬機械／工事用機械／クレーン／締固機械／舗装機械／切削機／原動機／空気圧縮機／積込機械／骨材機械／計測機／コンクリート機械 等

広告掲載・広告原稿 デザイン — お問い合わせ・お申し込み

サンタナアートワークス

広告営業部：田中 san-mich@zam.att.ne.jp

TEL:03-3664-0118 FAX:03-3664-0138

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F

建設機械施工 カタログ資料請求票

本誌に掲載されている広告のお問い合わせ、資料の請求はこの用紙を利用し、ファクシミリなどでお送りください。

※カタログ／資料はメーカーから直送いたします。 ※カタログ送付は原則的に勤務先にお送りいたします。

お 名 前： 所 属：

会社名(校名)：

資料送付先：

電 話： F A X：

E-mail：

	広告掲載号	メーカー名	製品名
①	月号		
②	月号		
③	月号		
④	月号		
⑤	月号		

FAX 送信先：サンタナアートワークス 建設機械施工係 FAX:03-3664-0138

Stucchi

TOHTO®



ノンスピル
土壤汚染防止・水質汚濁防止

フラットフェース 油圧カップリング



VEP シリーズ
高圧大容量
残圧ありでの着脱可能
1/4～ 2 インチ
Max.600bar

FIRG/A/AX(SUS316)シリーズ
ISO16028 対応
シリーズ間で互換性有
1/8～ 2 インチ
Max.420bar



STOP! 環境破壊

「2016 NEW環境展」に出展致します
期間： 5月24日(火)～27日(金)
会場： 東京ビッグサイト



世界の大手建設機械メーカーが環境対応型カップリングを採用
CAT, HITACHI, KOMATSU, HOLMATRO, MITSUBISHI, ABB,
SONSUB, JCB, JOHN DEER, FIAT, VOLVO, KOBELCO 他



TOHTO 株式会社

TOHTO HYDRAULICS CO., LTD.

〈ホームページ〉

<http://www.tohto-hydraulics.co.jp>



本社 〒140-0013 東京都品川区南大井6-20-8 マルイト大森第2ビル9F E-mail: tohto@tohto-hydraulics.co.jp
TEL.03-3768-2371 (代) FAX.03-3768-2238 IPフォン.050-3785-5916
大阪営業所 〒532-0011 大阪市淀川区西中島3-7-13 新大阪サクスビル イースト501 E-mail: osaka@tohto-hydraulics.co.jp
TEL.06-6304-7995 FAX.06-6304-3067 IPフォン.050-3785-5920

それはいつまでも
青い空のために



コスモECOディーゼル

「DH-2」対応
ディーゼルエンジンオイル
SAE 10W-30 / SAE 15W-40

美しい地球、豊かな環境を目指して
ひた走るパワー、コスモルブ・ウェイ

コスモ石油ルブリカンツの 環境対応潤滑油



省電力型油圧作動油

コスモ
スーパーエポック **UF**



省電力型工業用ギヤー油

コスモ
ECOギヤー **EPS**

それはいつまでも
蒼い地球のために

地球環境へ、

さらに新しい対応を求められている今、オイルもまた、次の課題をクリアする進化が問われます。
コスモ・ルブは、地球に、人に、優しい環境LUBEソリューションを提案してまいります。

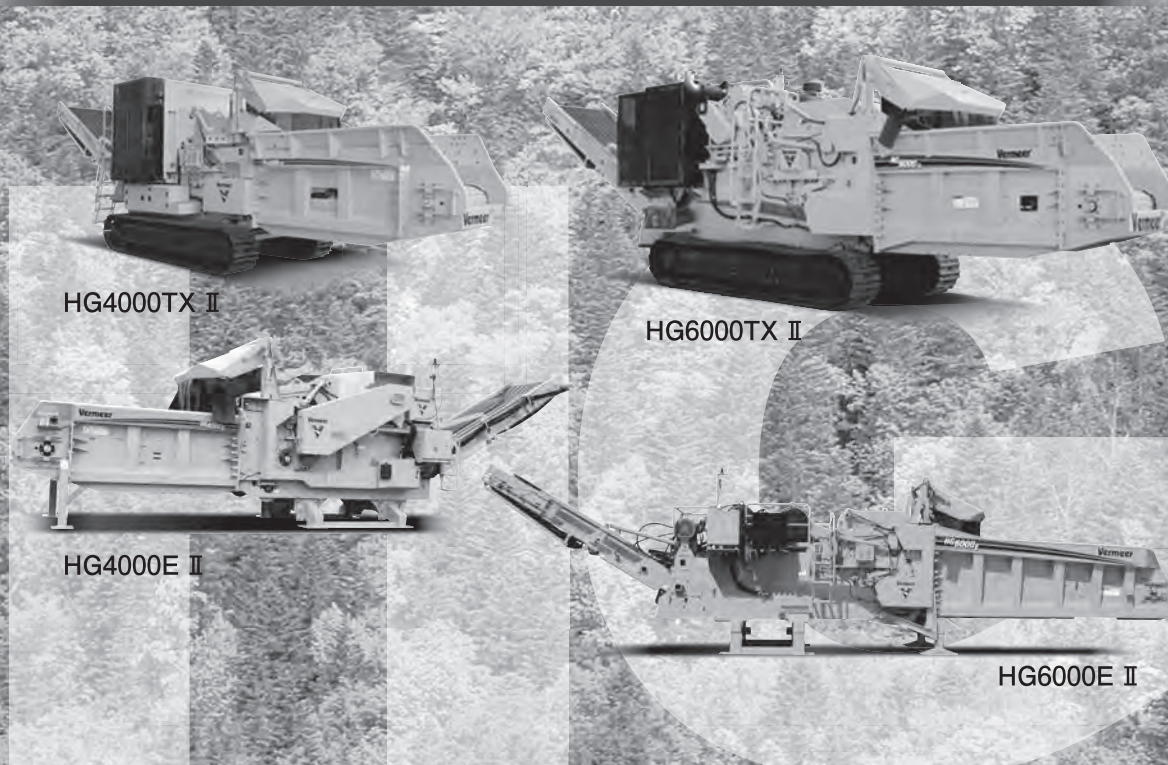


コスモ石油ルブリカンツ株式会社

<http://www.cosmo-lube.co.jp/>

カスタマーサポートセンター：0120-15-4899

マルマテクニカのホリゾントルグラインダー



1台の破碎機でピンチップも切削チップも生産できる!用途別に選べる2タイプ。



特長

- チップサイズは均一で、バイオマス発電向け燃料として実績が多数。
- 新車破碎機の在庫保有と新車の短納期体制で対応。
- 休車時間をなくすため、Vermeer 社破碎機部品の在庫を保有し、即納体制で対応。



マルマテクニカ株式会社

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

本社・相模原事業所	〒252-0331	神奈川県相模原市南区大野台6-2-1	TEL.042(751)3091	FAX.042(756)4389	E-mail:s-sales@maruma.co.jp
厚木工場	〒243-0125	神奈川県厚木市小野651	TEL.046(250)2211	FAX.046(250)5055	E-mail:atsugi@maruma.co.jp
東京工場	〒156-0054	東京都世田谷区桜丘1-2-22	TEL.03(3429)2141	FAX.03(3420)3336	E-mail:tokyo@maruma.co.jp
名古屋事業所	〒485-0037	愛知県小牧市小針2-18	TEL.0568(77)3313	FAX.0568(72)5209	E-mail:n-sales@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



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

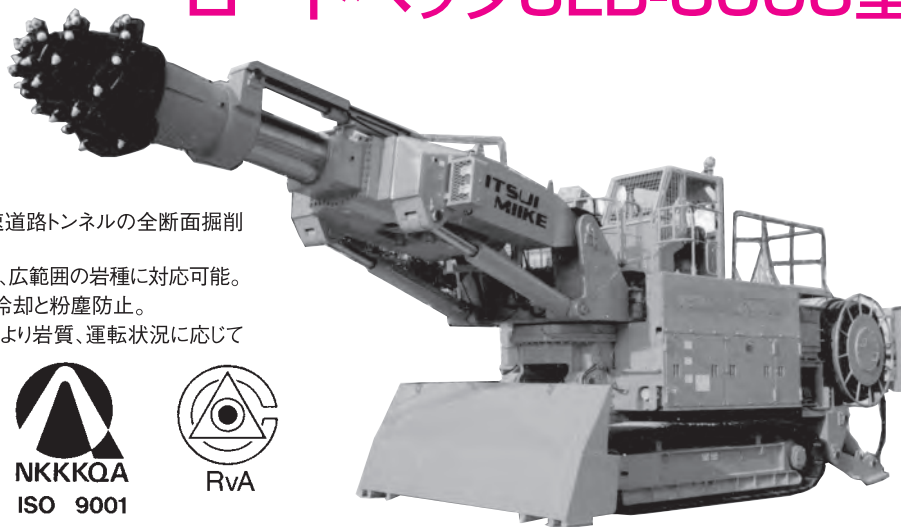
TEL. 03-5733-9444
TEL. 042-767-2586
TEL. 06-6387-3371
TEL. 092-411-4998
TEL. 059-234-4111

安全・高能率な掘削を実現!

全断面对応中硬岩用トンネル掘進機 ロードヘッドSLB-300S型

特長

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



製造・販売・レンタル及びメンテナンス

株式会社 三井三池製作所

本店/〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号 三井ビル2号館
TEL.03-3270-2005 FAX.03-3245-0203

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

E-mail : sanki@mitsumiike.co.jp

草刈り労災 対策ツール

石跳ねストップ!!

お手持ちの刈払機に取付け可能!

飛び石による **物損事故**

キックバックによる **切創事故** を
未然に防ぐ



飛び石で
ガラス破損



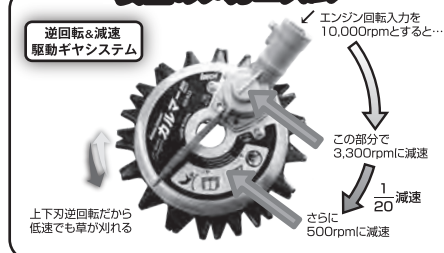
逆回転
ハサミ刈り



スーパー **カルマー** 7.0
Rotary Scissors

- 飛散を抑える
- キックバックを抑える
- 刈刃のブレーキ機能
- 刃の研磨・交換が簡単
- 市販の刈払機に取付 OK

安全のメカニズム



IDECH

株式会社 **アイデック**
IDECH CORPORATION

〒675-2302 兵庫県加西市北条町栗田 182
TEL.(0790)42-6688 FAX.(0790)42-6633
E-mail:info@idech.co.jp HP:<http://www.idech.co.jp>



動画をご覧になれます!!

詳しくはホームページへアクセス!

人と地球とテクノロジー

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>

