

一般社団法人
日本建設機械施工協会誌 (Journal of JCMA)

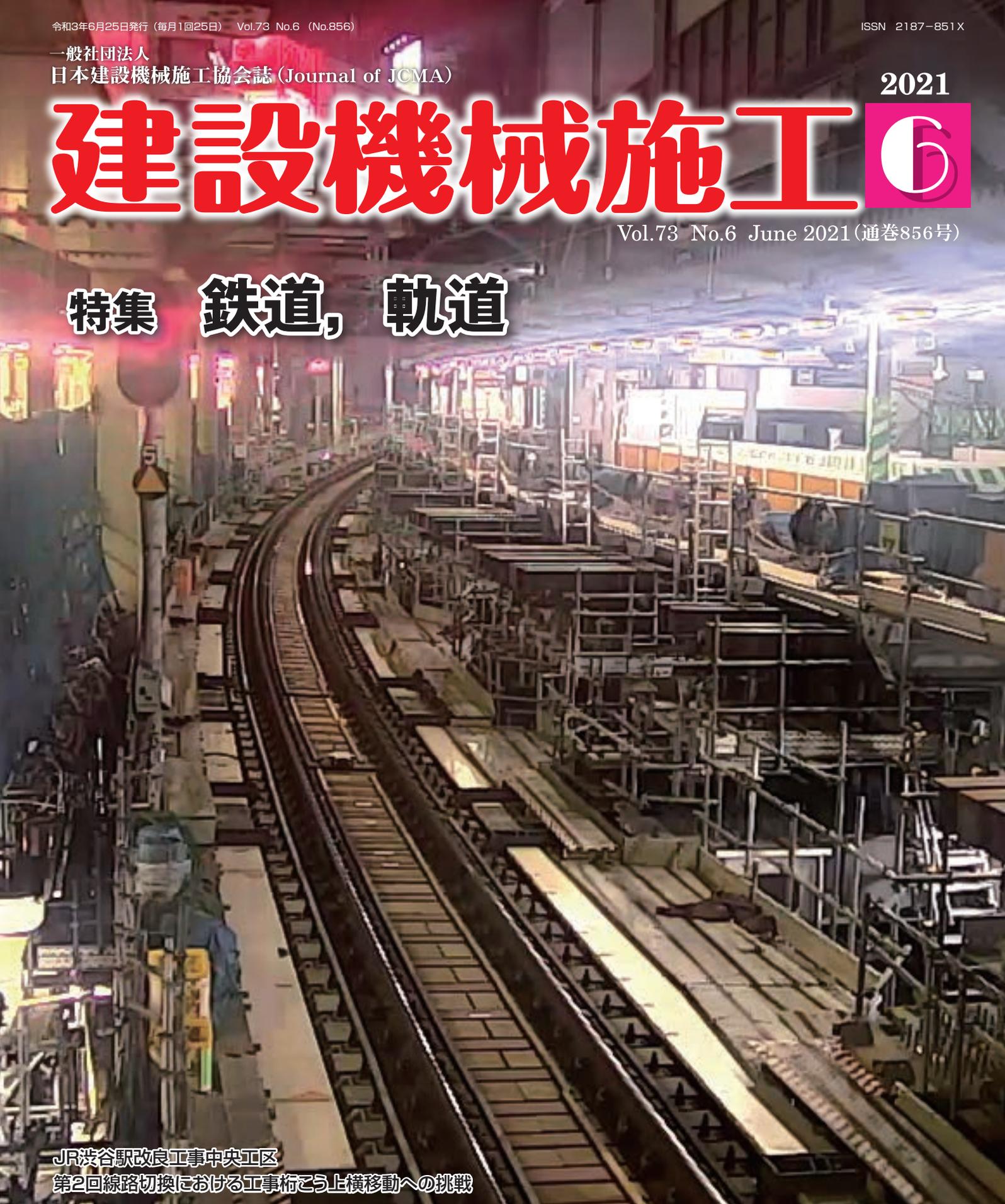
2021

建設機械施工



Vol.73 No.6 June 2021 (通巻856号)

特集 鉄道, 軌道



JR渋谷駅改良工事中央工区
第2回線路切換における工事桁こう上横移動への挑戦

巻頭言 Withコロナ, Afterコロナ時代の鉄道輸送

技術報文

- 整備新幹線におけるフラッシュバット溶接の導入
- 新しい新幹線用トンネル覆工表面撮影車の開発と導入
- 切土のり面形状に合わせたアンダーパスの計画と施工
- 狭隘な都市部での鉄道高架橋工事におけるBIM/CIMの活用
- 鉄道営業線近接部などの防護工及び杭の新しい試みと今後の展開 他

行政情報

- 鉄道国際規格センターの活動と最近の国際規格審議の状況
- 鉄道構造物の建設技術における生産性向上の取り組み

すいそう

- 初の海外出張「極寒の地カザフスタン共和国」
- 犬のいた人生

KOBELCO

掘削サイクル
タイムアップ
8%
従来機とのHモードでの比較



新型13t 特設サイト

Performance **X** Design

それは未来に挑むための
次世代のパフォーマンス。

サイクルタイムを8%向上させた掘削性やNETISに新規登録された先進技術。
快適性、操作性を高めたインテリアデザイン。
数々の技術を磨き上げ、進化を遂げたSK135SRの誕生です。

NETIS登録
省工率技術搭載型バックホウ
登録番号: KT-200147-A
イーグルアイビューステム
登録番号: KT-200085-A

2020年燃費基準達成建設機械 ★ ★ ★
国土交通省 燃費基準達成建設機械認定制度
SK125SR-7は申請予定。



SK135SR
SK125SR SK130SR+

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

関係部署にも回覧をお願いします

橋梁架設工事及び設計積算業務の必携書

橋梁架設工事の積算

令和3年度版

〇〇〇〇 改定・発刊のご案内 〇〇〇〇

一般社団法人 日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

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

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準が改定され、令和3年4月以降の工事費の積算に適用されることに伴い、また近年の橋梁架設工事の状況、実績等を勘案し、当協会では「橋梁架設工事の積算 令和3年度版」を発刊することと致しました。

なお前年度版同様、橋梁の補修・補強工事の積算に際し、その適用範囲や積算手順をわかりやすく解説した「橋梁補修補強工事積算の手引き 令和3年度版」を別冊（セット）で発刊致します。

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

敬具

◆内容

令和3年度版の構成項目は以下のとおりです。

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

◆改定内容

国交省基準の改定に伴う歩掛等の改定のほか、令和2年度版からの主な改定事項は以下のとおりです。

1. 鋼橋編
 - ・架設用仮設備機械組立解体歩掛の諸雑費率の改定
 - ・現場溶接用ストロングバックの名称、形状の改定
 - ・鋼製橋脚工現場溶接工歩掛の一部改定
 2. PC橋編
 - ・ポストテンション桁製作工歩掛の改定
 - ・プレキャストセグメント主桁組立工7分割歩掛の策定
 - ・ポストテンション場所打ホロースラブ橋工、ポストテンション場所打箱桁橋工、横組工のPCケーブル工歩掛の改定
 - ・セラミックインサート設置工歩掛の策定
 3. 橋梁補修編
 - ・疲労き裂の諸雑費率内訳と1箇所定義を掲載
 - ・湿式剥離剤工法における環境対策資機材及び安全衛生保護具の説明文と使用数量の改定
 - ・積算例の改定
- 別冊「橋梁補修補強工事 積算の手引き」
- ・本編改定内容を反映



● A4判／本編約 1,050 頁（カラー写真入り）
別冊約 200 頁 セット

● 定価
一般価格：11,000 円（本体 10,000 円）
会員価格：9,350 円（本体 8,500 円）

- ※ 別冊のみの販売はいたしません。
- ※ 送料は別途。
- ※ また、複数または他の発刊本と同時に申込みの場合についても送料は別途とさせていただきます。

● 発刊予定 令和3年5月26日

関係部署にも御回覧をお願いします。

大口径・大深度の削孔工法の設計積算に欠かせない必携書

大口径岩盤削孔工法の積算

令和2年度版

∞∞∞ 改訂・発刊のご案内 ∞∞∞

令和2年5月 一般社団法人 日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。
平素は当協会の事業推進について、格別のご支援・ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。
本協会では、令和元年9月に「大口径岩盤削孔工法の積算 令和元年度版」を発刊し、関係する技術者の方々に広くご利用いただいております。

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準が改正され、令和2年4月1日以降の工事費の積算に適用されること等に伴い、当協会では、これまで隔年で発刊しておりました大口径岩盤削孔工法の積算を改定し「大口径岩盤削孔工法の積算 令和2年度版」を発刊することと致しました。

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

◆ 内容

令和2年度版の構成項目は以下のとおりです。

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 第1編 適用範囲 | 第2編 工法の概要 |
| 第3編 アースオーガ掘削工法の標準積算 | 第4編 パーカッション掘削工法の標準積算 |
| 第5編 ケーシング回転掘削工法の標準積算 | 第6編 建設機械等損料表 |

◆ 改訂内容

令和元年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

国土交通省土木工事標準積算の改正に伴う改訂

アースオーガ掘削工法に用いるクローラ
クレーンの排出ガス対策型への移行
標準積算例に解りやすく解説
国土交通省基準に準拠した機械等損料表の改定
最新の施工実績に更新

● A4判／約230頁（カラー写真入り）

● 価格

一般価格：本体6,000円＋消費税

会員価格：本体5,100円＋消費税

※ 送料は一般・会員とも

沖縄県以外 700円

沖縄県 450円（但し県内に限る）

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

● 発刊 令和2年5月15日



令和3年度版 建設機械等損料表

- 発売日 : 令和3年5月7日
- 体裁 : A4判 モノクロ 約480ページ
- 定 価 : 一般価格 8,800円 (本体8,000円+税10%)
 会員価格 7,480円 (本体6,800円+税10%)
 【郵送を希望される場合は、送料別途となります】

■ 内容

- I. 機械損料の構成と解説
- II. 関連通達・告示等
- III. 損料算定表の見方(要約版)
- IV. 建設機械等損料算定表
- V. 船舶損料算定表
- VI. ダム施工機械等損料算定表
- VII. 除雪用建設機械等損料算定表



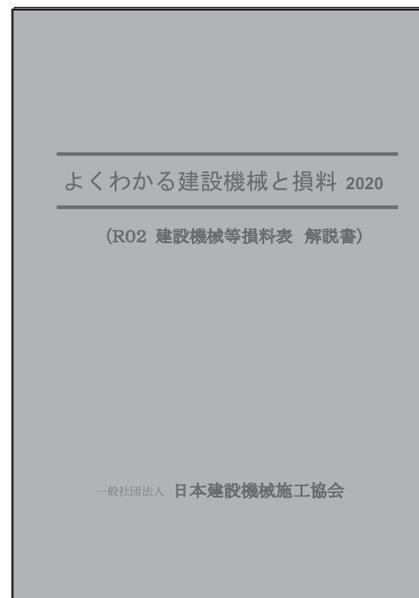
「令和2年度版 建設機械等損料表」の解説書 「よくわかる建設機械と損料 2020」の発売について

一般社団法人 日本建設機械施工協会(会長:田崎 忠行)は、5月下旬に書籍「よくわかる建設機械と損料 2020」を下記の通り発売します。

本書は先に発刊した書籍「令和2年度版 建設機械等損料表」の記載・掲載内容をわかりやすく解説したもので、多くの特長を持っています。

単に損料に関する理解を深めるだけでなく、機械そのものに対する幅広い知識を得るという点においても有効・有益な資料と考えます。是非ご活用下さい。

なお今回、解説文の文字を大きくしています。



書籍の表紙イメージ

***** 記 *****

■発売日 : 令和2年5月

■体裁 : A4判、一部カラー、約330ページ

■本体価格(税別・送料別)

一般: 6,000円 会員: 5,100円

■内容・特長

- (1) 損料用語を平易な表現でわかりやすく解説
- (2) 換算値損料や損料補正值の計算例を紹介
- (3) R02損料算定表の主な改正点を表にして紹介
- (4) 19件の関連通達・告示類の位置付けと要旨を解説
- (5) 建設機械器具のコード体系を大分類別に図示
- (6) 損料算定表に掲載の大半の機械器具について、その概要・特徴を写真・図を添えて紹介
- (7) 主要な建設機械については、メーカー・型式名を表にして紹介
- (8) 索引でヒットしない機械について、その要因と対処方法を表にして紹介

***** 以上 *****

■お問い合わせ先

東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館内)

一般社団法人 日本建設機械施工協会 (TEL:03-3433-1501)

2019年版 日本建設機械要覧 電子書籍(PDF)版 発売通知

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2019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）版を発売いたしますので、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2019 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上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス	Web上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス	
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	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 ・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 ・メーカーHPへのリンク	
9	予定販売価格 (円・税込)	会員	55,000（3年間）	49,500（3年間）
		非会員	66,000（3年間）	60,500（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（HP参照下さい）	WEB上にて申込み（HP参照下さい）	

発売時期

令和元年5月 HP：<http://www.jcmanet.or.jp/>

様々な環境で閲覧できます。
タブレット、スマートフォンで外出先でもデータにアクセスできます。

Webサイト 要覧クラブ

2019年版日本建設機械要覧およびスペック一覧表電子書籍（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年版から、2016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2019年版を含めると1998年から2018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。



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

2019年版 日本建設機械要覧

発売のご案内

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31年3月

体裁

- B5判、約1,276頁／写真、図面多数／表紙特製
- 2016年版より外観を大幅に刷新しました。

価格（消費税10%含む）

一般価格 53,900円（本体49,000円）

会員価格 45,100円（本体41,000円）

（注）送料は1冊900円（複数冊の場合別途）

特典

2019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年版から2016年版までの全ての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2019年版を含めると1998年から2018年までの建設機械データが活用いただけます。

なお同じ要覧クラブ上で2019年版要覧以降発売された新機種情報もご覧いただけます。

2019年版 内容

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

◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

日本建設機械要覧 2019年版	冊
-----------------	---

上記図書を申込み致します。令和 年 月 日

官公庁名			
会社名			
所 属			
担当者氏名	印	TEL	
		FAX	
住 所	〒		
送金方法	銀行振込 ・ 現金書留 ・ その他 ()		
必要事項	見積書 () 通 ・ 請求書 () 通 ・ 納品書 () 通 () 単価に送料を含む、() 単価と送料を2段書きにする (該当に○) お願い：指定用紙がある場合は、申込書と共に送付下さい		

◆ 申込方法 ◆

- ①官公庁：FAX（本部、支部共）
- ②民 間：（本部へ申込）FAX
（支部へ申込）現金書留のみ（但し会員はFAX申込可）
- ※北海道支部はFAXのみ
- ※沖縄の方は本部へ申込

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

[お問合せ及びお申込先]

本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL 03 (3433) 1501 FAX 03 (3432) 0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8 さっけんビル	TEL 011 (231) 4428 FAX 011 (231) 6630
東北支部	〒980-0014 仙台市青葉区本町3-4-18 太陽生命仙台本町ビル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 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	TEL 06 (6941) 8845 FAX 06 (6941) 1378
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL 082 (221) 6841 FAX 082 (221) 6831
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイティブビル	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

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

（これらの目的以外での利用はいたしません）当協会のプライバシーポリシー（個人情報保護法方針）は、ホームページ（http://www.jcmanet.or.jp/privacy_policy.htm）でご覧いただけます。当協会からのダイレクトメール（DM）送付が不要な方は、下記口欄にチェック印を付けてください。

当協会からの新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）は不要

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

◆ 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(不課税)

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し、建設機械・建設施工にご関心のある方であればどなたでもご入会いただけます。

★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800円＋消費税/送料別途)
「建設機械施工」では、建設機械や建設施工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)で購入することができます。
- 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)でご参加いただけます。

この機会に是非ご入会下さい!!

◆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年に設立された団体です。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。
- 外国人技能実習制度における建設機械施工職種の技能実習評価試験実施機関として承認されています。

■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(建設機械や建設施工の関係者等や関心のある方)、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・外国人技能評価試験の実施。
- ・各種技術図書・専門図書の発行。
- ・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。

■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
- ・橋梁架設工事の積算
- ・大口径岩盤削孔工法の積算
- ・よくわかる建設機械と損料
- ・ICTを活用した建設技術(情報化施工)
- ・建設機械施工安全技術指針本文とその解説
- ・道路除雪オペレータの手引き

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.icmanet.or.jp/>

※お申し込みには次頁の申込用紙をお使いください。

【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2F
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。

令和 年 月 日

個人会員入会申込書	
ふりがな	生年月日
氏名	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 (ご希望の送付先に○印で囲んで下さい。)
その他 連絡事項	令和 年 月より入会

【会費について】年間 9,000円(不課税)

- 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。○拠出金の不返還:既納の会費及びその他の拠出金品は原則として返還いたしません。

【個人情報の取扱いについて】

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/> をご覧ください。

一般社団法人日本建設機械施工協会 発行図書一覧表 (令和3年6月現在) 消費税10%

No.	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	送料
1	R 3年 5月	橋梁架設工事の積算 令和3年度版	11,000	9,350	900
2	R 3年 5月	令和3年度版 建設機械等損料表	8,800	7,480	700
3	R 3年 1月	情報化施工の基礎 ～i-Constructionの普及に向けて～	2,200	1,870	700
4	R 2年 5月	よくわかる建設機械と損料 2020	6,600	5,610	700
5	R 2年 5月	大口径岩盤削孔工法の積算 令和2年度版	6,600	5,610	700
6	R 2年 5月	令和2年度版 建設機械等損料表	8,800	7,480	700
7	R 元年 9月	大口径岩盤削孔工法の積算 令和元年度版	6,600	5,610	700
8	R 元年 6月	日本建設機械要覧 2019年電子書籍 (PDF) 版	66,000	55,000	-
9	R 元年 6月	建設機械スペック一覧表 2019年電子書籍 (PDF) 版	60,500	49,500	-
10	R 元年 5月	令和元年度版 建設機械等損料表	8,800	7,480	700
11	H31年 3月	日本建設機械要覧 2019年版	53,900	45,100	900
12	H30年 8月	消融雪設備点検・整備ハンドブック	13,200	11,000	700
13	H30年 5月	よくわかる建設機械と損料 2018	6,600	5,610	700
14	H29年 4月	ICTを活用した建設技術 (情報化施工)	1,320	1,100	700
15	H28年 9月	道路除雪オペレータの手引	3,850	3,080	700
16	H26年 3月	情報化施工デジタルガイドブック 【DVD版】	2,200	1,980	700
17	H25年 6月	機械除草安全作業の手引き	990	880	250
18	H23年 4月	建設機械施工ハンドブック (改訂4版)	6,600	5,604	700
19	H22年 9月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,300		700
20	H22年 9月	アスファルトフィニッシャの変遷 【CD】	3,300		250
21	H22年 7月	情報化施工の実務	2,200	1,885	700
22	H21年 11月	情報化施工ガイドブック 2009	2,420	2,200	700
23	H20年 6月	写真でたどる建設機械 200年	3,080	2,608	700
24	H19年 12月	除雪機械技術ハンドブック	3,143		700
25	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	3,520	2,933	700
26	H17年 9月	建設機械ポケットブック (除雪機械編)	1,048		250
27	H16年 12月	2005「除雪・防雪ハンドブック」(除雪編)**	5,238		250
28	H15年 7月	道路管理施設等設計指針 (案) 道路管理施設等設計要領 (案)**	3,520		250
29	H15年 7月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,650	1,540	700
30	H15年 6月	道路機械設備 遠隔操作監視技術マニュアル (案)	1,980		700
31	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)	1,980		700
32	H15年 6月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	550		250
33	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)	6,600	6,160	700
34	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)	2,724	2,410	700
35	H11年 10月	機械工事施工ハンドブック 平成11年度版	8,360		700
36	H11年 5月	建設機械化の50年	4,400		700
37	H11年 4月	建設機械図鑑	2,750		700
38	H10年 3月	大型建設機械の分解輸送マニュアル**	3,960	3,520	250
39	H9年 5月	建設機械用語集	2,200	1,980	700
40	H6年 8月	ジオスペースの開発と建設機械	8,382	7,857	700
41	H6年 4月	建設作業振動対策マニュアル	6,286	5,657	700
42	H3年 4月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,266	9,742	700
43	S 63年 3月	新編 防雪工学ハンドブック 【POD版】	11,000	9,900	700
44	S 60年 1月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック**	6,600		250
45		建設機械履歴簿	419		250
46	毎月 25日	建設機械施工	880	792	700
			定期購読料 年12冊 9,408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」から「図書購入申込書」をプリントアウトし、必要事項をご記入のうえ、FAX またはメール添付してください。

※については当協会 HP <http://www.jcmanet.or.jp> の出版図書欄をご参照ください。

特集	鉄道, 軌道
巻頭言	4 With コロナ, After コロナ時代の鉄道輸送 富井 規雄 日本大学 総合科学研究所 教授, 鉄道工学リサーチセンター 副所長
行政情報	5 鉄道国際規格センターの活動と最近の国際規格審議の状況 芳賀 昭弘 (公財)鉄道総合技術研究所 鉄道国際規格センター 管理課長
	9 鉄道構造物の建設技術における生産性向上の取り組み 神田 政幸 (公財)鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部長
特集・技術報文	14 車両搭載型の動的軌間・平面性測定装置の開発 坪川 洋友 (公財)鉄道総合技術研究所 軌道技術研究部 軌道管理研究室 主任研究員
	19 ハイブリッド構造駅における BIM を活用した切妻屋根の鉄骨建方 九州新幹線, 嬉野温泉駅 平川 勇貴 (独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構 九州新幹線建設局 武雄鉄道建築建設所 主任
	24 整備新幹線におけるフラッシュバット溶接の導入 宇野裕太郎 (独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構 設備部 軌道課 課員
	30 新しい新幹線用トンネル覆工表面撮影車の開発と導入 久保木利明 東日本旅客鉄道(株) 鉄道事業本部 設備部 大規模改修・業務革新グループ 課長 八嶋 宏幸 東日本旅客鉄道(株) 鉄道事業本部 設備部 大規模改修・業務革新グループ 課員 滝澤 彰宏 東日本旅客鉄道(株) JR 東日本研究開発センター フロンティアサービス研究所 副主幹研究員
	37 「鉄道版インフラドクター」を伊豆急行線のトンネル検査に導入 森 友峰 東急(株) 交通インフラ事業部 戦略企画グループ 新規事業担当 課長 岩瀬 祐人 東急(株) 交通インフラ事業部 戦略企画グループ 新規事業担当 課長補佐
	41 新宿駅東西自由通路および東口駅前広場の整備 竹内 美礼 東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 新宿ターミナル 担当課長
	45 JR 長崎本線 連続立体交差事業 津田 宙 九州旅客鉄道(株) 建設工事業部 施設課 長崎工事業所 主席
	49 鉄道工事を効率的に進めるユニモグ軌陸式多目的作業車 ホルガー・ドート ダイムラー・トラック AG メルセデス・ベンツ スペシャルトラックス 軌陸車/空港車両担当 セグメントマネジャー
	54 鉄道の安全を維持する保守用車両の最新技術 多目的保守用車の開発 梅田 佳彦 (株)NICHIGO 特殊車両技術部 部長
	59 切土のり面形状に合わせたアンダーパスの計画と施工 浜小倉・黒崎間汐井町牧山海岸線 Bv を JES 工法で施工 山田 宣彦 鉄建建設(株) 土木本部 地下・基礎技術部 課長 余傳 直之 九州旅客鉄道(株) 建設工事業部 施設課 土木 主査 今吉 敏 鉄建建設(株) 九州支店 鉄建・三軌建設共同企業体 現場代理人
	64 狭隘な都市部での鉄道高架橋工事における BIM/CIM の活用 京都線・千里線淡路駅周辺連続立体交差工事 (第4工区) に伴う土木工事 森口 智聡 鹿島建設(株) 関西支店 阪急淡路 JV 工事 (事) 工事課長

73 JR 渋谷駅改良工事中央工区 第 2 回線路切換における
工事桁こう上横移動への挑戦

機械と人力作業の融合で 2 日間の大規模線路切換工事に貢献

山田 広樹 大成・東急建設共同企業体 JR 渋谷駅改良中央工区作業所 現場代理人
片山 理志 大成・東急建設共同企業体 JR 渋谷駅改良中央工区作業所 監理技術者
梅田 晃寛 大成・東急建設共同企業体 JR 渋谷駅改良中央工区作業所 監理技術者
図司 英明 東日本旅客鉄道㈱ 東京工事事務所 渋谷プロジェクトセンター 主席

83 鉄道営業線近接部などの防護工及び杭の新しい試みと
今後の展開

e-コラム工法[®]

長谷川智仁 ㈱特研メカトロニクス 工事第一部 部長
市村 喜作 ㈱特研メカトロニクス 工事第二部 副部長
高見澤麻子 ㈱特研メカトロニクス 工事第二部 主任

ずいそう

88 初の海外出張「極寒の地カザフスタン共和国」

古川 裕 (一社)海外鉄道技術協力協会 事業部長

91 犬のいた人生

小野 明子 小野リース㈱ 代表取締役

93 新工法紹介 機関誌編集委員会

94 新機種紹介 機関誌編集委員会

統計

97 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

98 行事一覧 (2021 年 4 月)

102 編集後記 (佐藤・瀧本)

◇表紙写真説明◇

JR 渋谷駅改良工事中央工区

第 2 回線路切換における工事桁こう上横移動への挑戦

写真提供：大成建設㈱

本写真は、令和 2 年 5 月 29 日の終電後から 6 月 1 日の始発までの 54 時間の渋谷駅埼京線下り切換工事直前である。この埼京線下り線を最大 1.3 m こう上・写真右側へ 2.6 m 横移動する。施工はジャッキシステムと人力中心で行い、移動に与えられた 17 時間で完了させた。

2021 年(令和 3 年)6 月号 PR 目次

【ア】
ヴィルトゲン・ジャパン㈱……………表紙 4
朝日音響㈱……………後付 1

【カ】
コベルコ建機㈱……………表紙 2
【ク】
デンヨー㈱……………後付 7
大和機工㈱……………後付 4

【マ】
マシンケアテック㈱……………後付 2・3
マルマテクニカ㈱……………後付 8
三笠産業㈱……………後付 5
㈱三井三池製作所……………表紙 3

【ヤ】
吉永機械㈱……………後付 4

巻頭言

With コロナ、 After コロナ時代の鉄道輸送

富井規雄

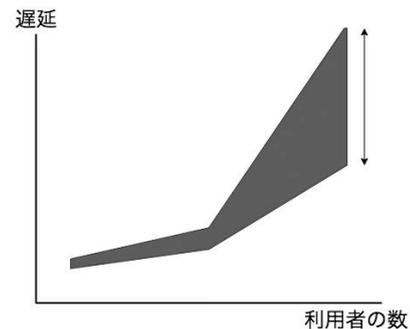


1. COVID-19 の影響

2020年2月以降、鉄道の輸送量には、大きな変化があった。新型コロナウイルス（COVID-19）である。図一1は、首都圏のある鉄道会社のラッシュ時の利用者（8時半から9時の間に改札を出た人）の数の2020年1月から12月の推移である。ご記憶の通り、2020年4月7日には、緊急事態宣言が発出され、外出しないことが強く求められた。大学は、おしなべてオンライン授業となり、企業にはテレワークが要請された。図一1からは、2020年4月からしばらくは、この時間帯の利用者の数は、それ以前のおおむね2割程度まで落ち込んだこと、それ以降やや持ち直すが、年の終わりまで、おおむね6割程度で推移していたことが分かる。

2. ラッシュ時の慢性的な遅延

2020年1月頃まで、首都圏の鉄道の大きな問題は、ラッシュ時に慢性的に発生する遅延であった。しかし、2020年4月以降、そのような遅延は激減した。実は、ラッシュ時の遅延の原因は、混雑である。混雑が減った結果、遅延も解消した。では、利用者の数がどの程度であれば、遅延が発生しないのだろうか。2020年のデータを用いて、ラッシュ時間帯の利用者の数とその日に発生した遅延の関係を分析してみた（図一2に、その分析結果のイメージを示す）。これによると、利用者の数が少ない時は、遅延はほぼ発生しないが、



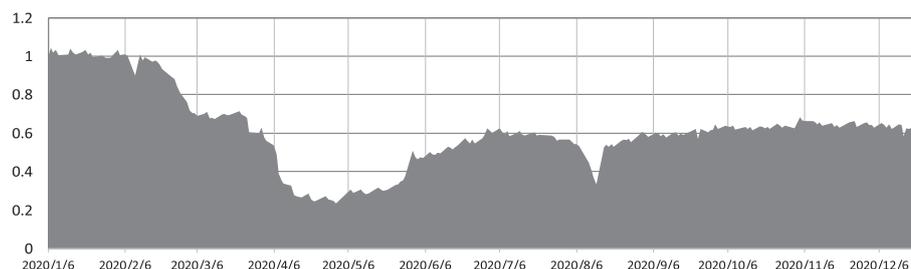
図一2 利用者の数と遅延の関係

利用者の数が増えるにつれて遅延が大きくなることが分かる。特に、利用者の数があるしきい値を超えると、遅延の増大傾向が加速されること、利用者の数が多いときには、列車運行が不安定になる（遅延が大きくない日もあるが、一方で非常に大きくなる日もある）ことが分かる。

3. データ分析の必要性

これまで、遅延対策のために、鉄道会社は配線の変更や番線の追加などを検討し、工事を実施してきた。今後は、利用者の数の変化をにらみつつ、図一2のような実データを用いた分析を通じて、その時々状況に有効な方策を取っていくことが必要になると確信している。

——とみい のりお 日本大学 総合科学研究所 教授、
鉄道工学リサーチセンター 副所長——



図一1 通勤客数の推移（2020年1月～12月）

行政情報

鉄道国際規格センターの活動と最近の国際規格審議の状況

芳賀 昭弘

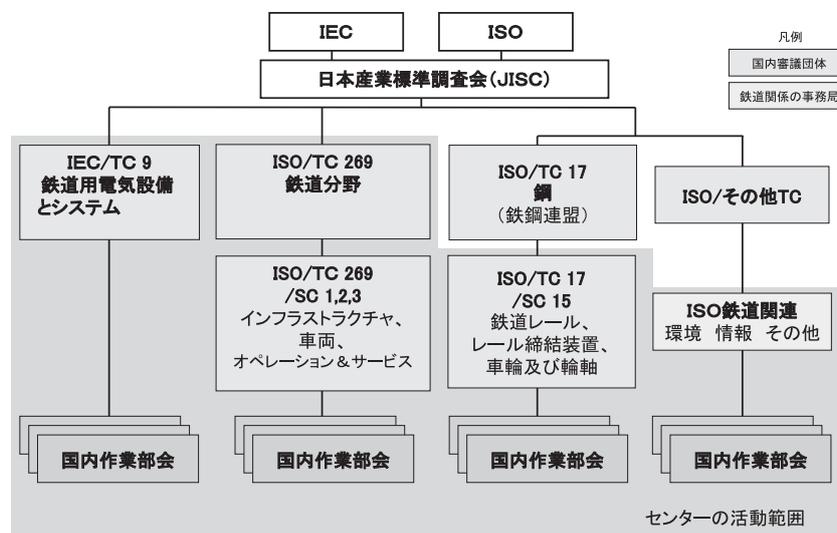
鉄道国際規格センターは、2010年4月に発足し、11年を経過した。この間ISO/TC 269議長やISO/TC 269/SC 3幹事国獲得など、TC、SCの運営や規格審議をつかさどる主要ポストの獲得や日本が提案した規格や日本が開発を主導した規格の発行数の増加、日本技術の展開や規格審議の場におけるプレゼンスの向上などに寄与していると考えられる。本稿では、鉄道の国際規格審議体系と最近の国際規格の審議動向を紹介する。

キーワード：国際標準化、国際規格、IEC/TC 9、ISO/TC 269、ISO/TC 17/SC 15

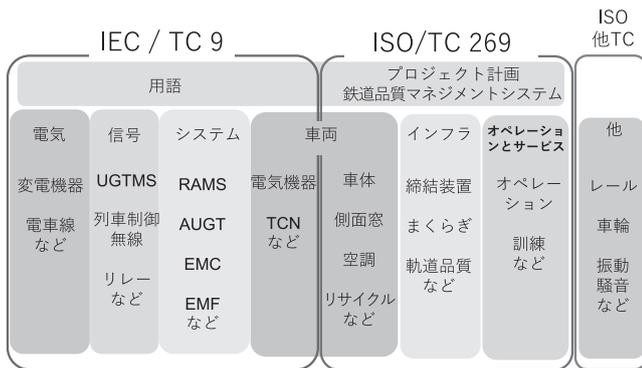
1. 鉄道国際規格センターの活動状況

1995年WTO（世界貿易機関）のTBT協定（貿易の技術的障害に関する協定）で、加盟国が強制規格や任意規格を策定する場合には国際規格を基礎とすることが規定された。さらに、欧州規格（EN）を戦略的に国際規格化させ、ENベースで製品製造を行う欧州メーカーが国際市場で優位に展開するような取り組みが行われるなど、国内において国際規格の重要性が高まってきた。交通政策審議会陸上交通分科会鉄道部会提言（2008年6月）を受け、国土交通省が中心となった「鉄道技術標準化調査検討会」の委員で具体的な検討が行われ、総意として、2010年に鉄道に関する国際規格（ISO（国際標準化機構）及びIEC（国際電気

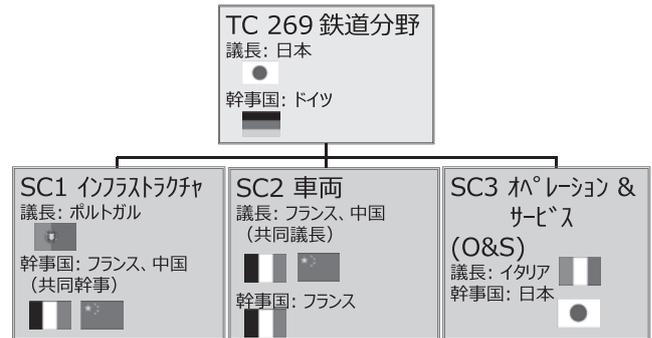
標準会議）の審議に一元的に対応する鉄道国際規格センター（以下、センターという）が設立された。センター発足時には、IEC/TC 9（鉄道用電気設備とシステム専門委員会）の国内審議団体であったが、2010年5月にISO/TC 17（鋼専門委員会）の下にあるSC 15（レールおよび付属物分科委員会、現在は、鉄道レール、レール締結装置、車輪および輪軸分科委員会となった）の国内審議団体が（社）日本鉄道施設協会より移管された。加えて、2012年7月にISO/TC 269（鉄道分野専門委員会）、2016年4月にISO/TC 269傘下に設置された3つのSC（インフラストラクチャ、車両、オペレーションとサービスの各分科委員会）の国内審議団体となり、現在は計6つの国内審議団体を引き受けて活動している。これらセンターの活動範囲を図一



図一 1 センターの活動範囲 (2021年4月現在)



図一 2 鉄道分野の国際規格の構図



図一 4 ISO/TC 269 組織構造 (2021年4月現在)

1に示す。また、鉄道分野の国際規格に関する構図を図一2に示す。

2. 鉄道に関する ISO 規格

(1) 2012年6月以前の鉄道関係の国際規格

2012年6月以前の鉄道分野の国際規格については、束ねる TC がなかった。鉄道に関する国際規格がなかったのではなく、製品毎の専門委員会で国際規格が制定されてきた。例えば、車輪や車軸に関する国際規格は TC 17 (鋼専門委員会) で、鉄道の車内騒音の規格は TC 43 (音響専門委員会) で制定されてきた。これらを図一3に示す。

(2) ISO/TC 269 の設立

2011年11月に、ドイツとフランスの共同で ISO に鉄道専門委員会の設立提案が行われた。投票の結果、2012年7月に ISO/TC 269 (鉄道分野専門委員会) が設立された。これ以降、鉄道に関する規格審議は TC 269 で行われることとなった。TC 269 設立前に別の TC および SC で発行された規格については、ほとんどの場

合、発行した TC および SC で改訂作業が続けられている。

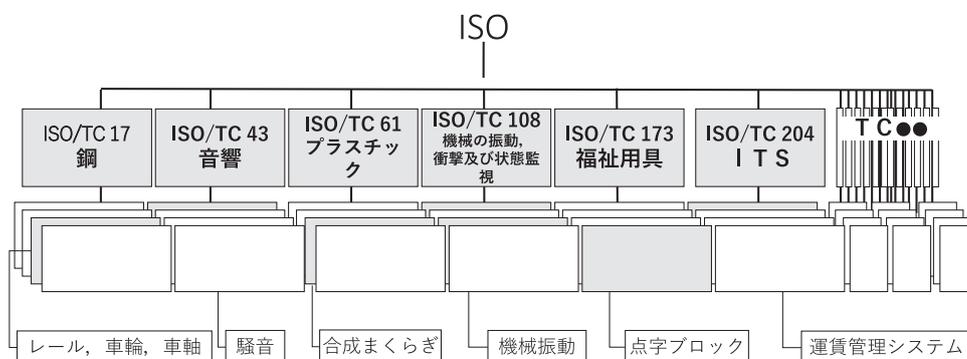
ISO/TC 269 では、取り扱う範囲が多くなっていることから、専門委員会の下に SC (分科委員会) の設置についての議論が設立時から行われてきた。この結果、2016年3月に3つの SC (SC 1: インフラストラクチャ / SC 2: 車両 / SC 3: オペレーションとサービス) が設立された。現在の組織構造を図一4に示す。

(3) ISO/TC 269 での規格審議状況

2021年4月現在、ISO/TC 269 で審議を行っている WG 等の組織構造を図一5に示す。このうち、建設機械に関連が深いと考えられる ISO/TC 269/SC 1/AG 2 (オンレール式保守用機械) の規格審議状況について概説する。

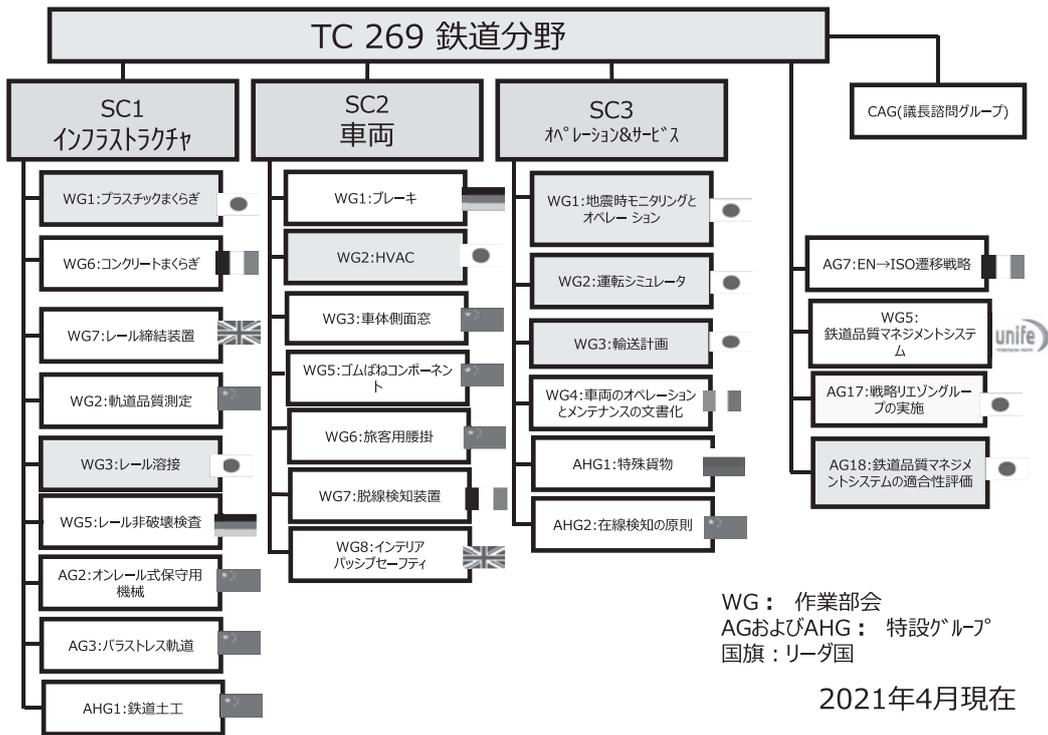
オンレール式保守用機械に関する規格開発は、2019年5月に中国から「Rail heavy-duty maintenance machinery」として新規に開発提案が表明され、規格開発の可能性及び規格の対象を検討するためのアドホックグループ (特設グループ) が設置された。

中国が提案する国際規格は、台車を有する作業用車両として定義され、かつ線路保守用の特別な装置を機

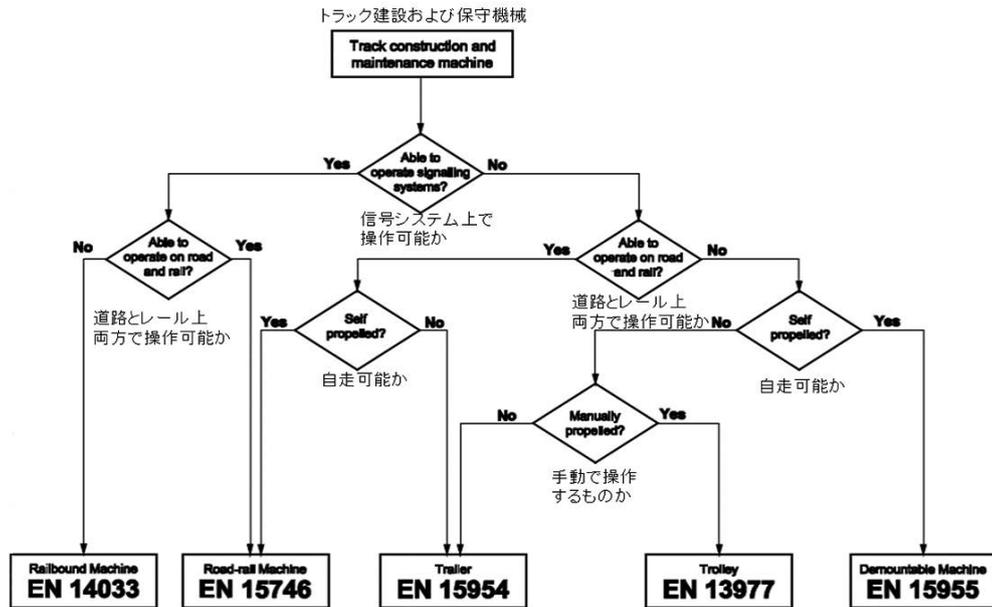


鉄道専門のTCはなく、
各種TCで分散して審議されていた

図一 3 2012年6月以前の ISO 鉄道分野の審議体制



図一五 ISO/TC 269 の規格審議状況 (2021 年 4 月現在)



図一六 欧州規格における鉄道の建設・保守用車両の分類フローチャート

器に焦点を当てた「大型保線機械」の規格を起草するものである。これに該当すると考えられるものは、マルチプルタイタンパー（バラストつき固め機械）、バラスト洗浄車、バラスト散布車、バラスト整理車、レール削正車、軌道更新車などである。

一方、オンレール式保守用機械については、欧州規格 EN 14033 シリーズがあり、主に線路上を走行可能な鉄道の建設・保守用車両の基本構成要素（ブレーキや運転室など）に関する一般的な技術要件を走行モ-

ト別に体系化し、規定している。その他にも、鉄道の建設・保守用車両に関する幾つか規格がある。ただし、EN 14033 シリーズではマルチプルタイタンパーなどの様々な特殊車両の操作装置に関する要件は規定されていない。そのため、既存の欧州規格と中国の大型保線機械の規格との間には全体的な枠組みに大きな違いがあり、アドホックグループメンバーによる議論を継続している。参考ではあるが、欧州規格による鉄道の建設・保守用車両の分類は図一六のように行われている。

(4) ISO/TC 17/SC 15 での規格審議状況

鋼製品を扱う分科委員会として活動しており、鉄道レール、レール締結装置等レール材料に関わる国際規格5規格と、旧SC 13(車両材料分科委員会)で車軸、輪心、車輪、探傷試験に関する10規格があり、そのうち2016年に「鉄道用レール」規格、2019年に「超音波探傷」規格の改訂が終了し、改訂版の規格が発行された。また、2021年に「分岐器用レール」が発行された。車両材料に関わるその他の9規格については、発行から20年以上改訂されていない状況である。

(5) その他 ISO での規格審議状況

その他の鉄道に関する国際規格については、製品毎の専門委員会での国際規格の制定や改訂審議が行われている。

3. 鉄道に関する IEC 規格

(1) IEC/TC 9 について

IEC(設立は1906年)では、このTCの9番目である、TC 9という専門委員会が「電車用モータ諮問委員会」として1924年に発足した。発足以降、モータだけではなく、車両、信号、電力、システムについての規格化を進め、現在では「鉄道用電気設備とシステム」専門委員会として活動を行っている。IEC/TC 9では、2021年4月の時点で、155件の規格など(技術仕様書(現時点では国際的な合意が得られない、技術が開発途上にある、などの理由で、将来的には国際規格となる可能性はあるものの現時点では国際規格ではない文書でTSと略記される)、技術報告書(調査データや最新技術のデータなど、国際規格のような規定内容を含まない文書でTRと略記される)を含む)が発行されている。

(2) IEC/TC 9 での規格審議状況

前述したISO/TC 269には、TC傘下にSCを設置しているが、IEC/TC 9では、すべてTC内に検討グループを設置している。2021年1月時点のIEC/TC 9のグループ構成と各グループの略称を図一7に示す。AHG(アドホックグループ)は規格化の可能性等の検討を、WG(作業グループ)やPT(プロジェクトチーム)は規格審議等を、MT(メンテナンスチーム)は規格の改訂作業等を、それぞれ行っている。図一7には、各グループのリーダー国を国旗で示す。なお、同図中のSLG(戦略的リエゾングループ)は、UIC(国際鉄道連合)と協調した作業を行うグループになる。

2021-01現在

諮問グループ	アドホックグループ	作業グループ	プロジェクトチーム	メンテナンスチーム
CAG	AHG 17 Transducer (中)	WG 40 UGTMS (仏)	PT 62590-3-1 電力補償装置 (日)	MT 60310 リアクトル (中)
SLG IEC-UIC	AHG 19 エネルギー効率 (日)	WG 43 TCN (伊)	PT 62973-2 NiCd 電池 (加)	MT 60349 交流電動機 (瑞)
- SG Trainet	AHG 20 セキュリティ (伊)	WG 46 Multimedia (伊)	PT 62973-3 鉛電池 (中)	MT 60913 架空電車線路 (独)
- SG Multimedia	AHG 23 迷走電流 (独)	WG 48 運転記録 (伊)	PT 62973-4 Ni-MH 電池 (日)	MT 61373 振動衝撃 (仏)
- SG OCL	AHG 24 デュラビリティ (露)	WG 50 コンバータ (独)	PT 62973-5 Li-ion 電池 (日)	MT 62278 RAMS (伊)
	AHG 26 エネルギー管理システム (中)		PT 63076 トロリーバス (中)	MT 62486 パンタ-架線 (独)
	AHG 27 中立セクション (中)		PT 63190 ちょう架線 (露)	MT 62499 パンタ-架線 (中)
	AHG 28 安全伝送プロトコル (独)		PT 63341 燃料電池 (仏)	MT 62888 EMS (伊)
	AHG 29 無線電力伝送 (独)			MT 62973-1 バッテリー一般要求事項 (加)

図一7 IEC/TC 9 グループと構成 (2021年1月)

4. おわりに

鉄道国際規格センターが発足して11年が経過した。この間ISO/TC 269議長やISO/TC 269/SC 3幹事国獲得など、TC、SCの運営や規格審議をつかさどる主要ポストの獲得や日本が提案した規格や日本が開発を主導した規格の発行数の増加、日本技術の展開や規格審議の場におけるプレゼンスの向上などに寄与していると考えられる。これら成果については、国際規格審議の情報が一元的に集まり、そのもとで国内の専門家が集まって検討ができる体制が構築できた成果が表れているものと考えられる。

最近では、新型コロナウイルス感染症の影響で、国際規格審議を行う国際会議は、オンラインで行われることとなっている。鉄道分野の規格を審議するオンライン会議では、欧州とアジア地域の時差が考慮され、日本時間で夕方から夜にかけて開催されることが多く、時には、終了時刻が深夜になることがある。また、7時間以上にわたって会議が続けられることもある。国際規格審議に参加する日本からの対応者に改めて感謝するとともに、引き続き関係各位のご理解・ご協力を賜りたい。

J|C|MA

【筆者紹介】

芳賀 昭弘 (はが あきひろ)
 (公財)鉄道総合技術研究所
 鉄道国際規格センター
 管理課長



行政情報

鉄道構造物の建設技術における 生産性向上の取り組み

神田 政幸

近年、建設工事での生産性向上が求められている。鉄道の建設現場、たとえば鉄道の複線化工事や連続立体交差化工事、あるいは地下鉄工事や整備新幹線建設工事においても同様に生産性向上、つまり省力化・省人化、そして工期短縮に結び付く取り組みが行われている。本稿では国土交通省が進める「i-Construction」を概観した後に、鉄道の建設現場の生産性向上策として、鉄道構造物を対象に「橋りょう・高架橋」、「土構造物」、「橋りょうと盛土の境界部」、「トンネル」の各分野での実用化技術を俯瞰して紹介する。

キーワード：生産性向上、i-Construction、鉄道、建設現場、橋りょう・高架橋、土構造物、トンネル

1. はじめに

我が国では、急速な少子高齢化に伴う生産年齢人口の減少に直面し、建設分野の技能労働者の確保や、保有する技術力の維持・向上が求められ、これらの対策として生産システムの変革も含めた生産性の向上が注目されている¹⁾。学会などで指摘されるように²⁾、建設分野の生産性は過去の開発段階あるいは技術導入段階と比較して、飛躍的な向上がないまま現在に至る技術分野と言える。

本稿では、建設分野の生産性向上の取り組みとして、国土交通省が進める「i-Construction」を概観した後に、鉄道の建設現場の生産性向上策として実用化技術を俯瞰して紹介する。

2. i-Construction

統計によると、2019年12月では建設業の就業者は488万人であり、ピーク時の1997年の685万人から約30%減少した。さらに、建設業就業者の55歳以上は3万人増加し、29歳以下は約1万人減少する高齢化が継続的に進行している。このような背景により、建設業の生産性向上は急務な課題である。ICTの全面的な活用により、建設段階の調査・測量から設計、施工から、建設後の検査、維持管理・更新までのすべての建設・維持管理プロセスの生産性向上が目標である。国土交通省は、2016年を「生産性革命元年」と位置づけ、同年3月に「国土交通省生産性革命本部」を設置し、「i-Construction」を推進する20の「生産

性革命プロジェクト」を選定した。同年9月の政府の未来投資会議（議長：内閣総理大臣）において、建設現場の生産性を向上させ、魅力ある建設現場を目指し、建設現場の生産性を2025年度までに2割の生産性向上の方針を宣言した³⁾。「i-Construction」のコンセプトは次の3つである。

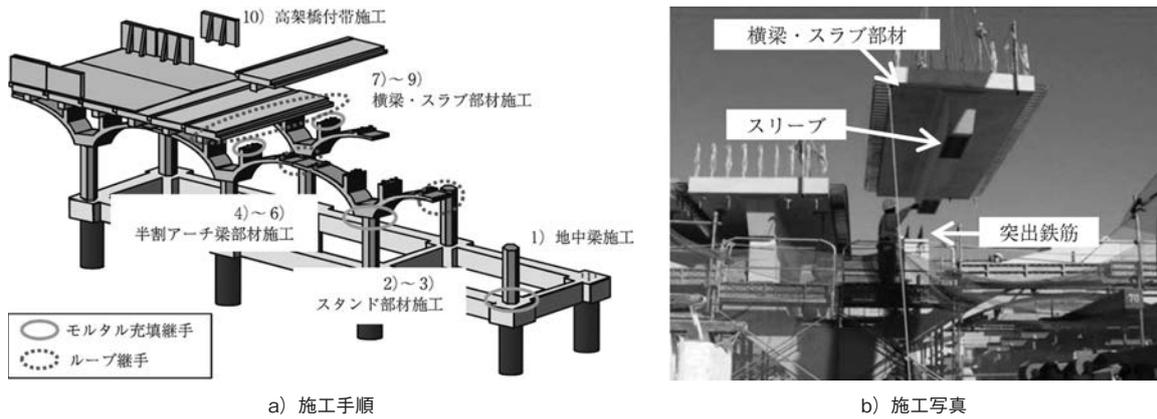
- 1：ICTの全面的な活用（ICT土木という）
- 2：規格の標準化
- 3：施工時期の標準化

「i-Construction」が目指す建設現場のイメージとして、①現場打ちの効率化や、②プレキャストの推進、および③建設現場のサプライチェーンの効率化が挙げられる⁴⁾。

以下では、鉄道の建設現場の生産性向上の実用化技術として、鉄道構造物を対象に「橋りょう・高架橋」、「土構造物」、「橋りょうと盛土の境界部」、「トンネル」の品質・性能が確保でき、上述の①、②に直結する省力化・省人化、施工工数の削減や工期短縮に寄与する建設技術を紹介する。

3. 橋りょう・高架橋

鉄道の連続立体交差化工事では、既設鉄道の安全性を確保し、鉄道近傍の狭隘な場所で時間的制約を受けながら、鉄道の橋りょう・高架橋を構築する。このような場合、工場製作のプレキャスト部材をラーメン高架橋の柱、はり、スラブに部分的、あるいはほぼすべてに適用することで、省力化及び急速施工による工期短縮を可能とする（図-1）⁵⁾。プレキャスト部材を用



図一 1 フルプレキャスト工法によるラーメン高架橋⁵⁾

いた高架橋の特徴は、現場打ち鉄筋コンクリートラーメン高架橋と比較して、①型枠組立、配筋や支保、コンクリート打設、養生などの現場作業が削減され、②部材が工場製作のため品質の変動が少なく、安定供給される。最近では、整備新幹線の建設現場において大幅な工期短縮を期待し、現場打ち鉄筋コンクリートラーメン高架橋に替えて、プレキャスト工法による高架橋建設工事が進められる場合がある。

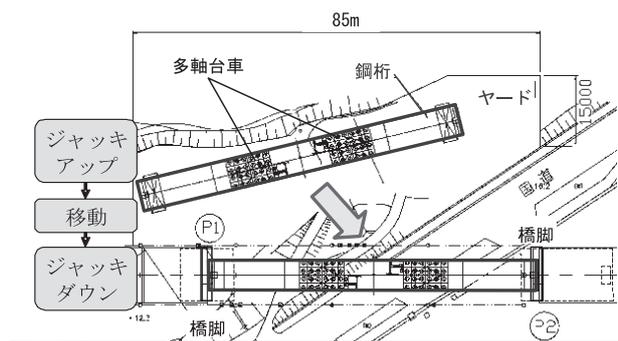
交通量の多い既設の道路を跨ぐ鉄道の橋りょうの建設の場合、現地の架設作業の時間的制約から鋼橋りょうを選択するが多い。特殊な例として、交差道路の交通止め時間を最小限に留める必要から、鋼橋りょうの一括架設工法が採用される。この場合、①鋼橋の鋼重量が400 ton 超で大型クレーンが使用できないこと、②地組み場所から架設現場まで移動可能な条件が必要になるとして、多軸式移動台車が用いられた(図一2)。同図の例では、多軸式移動台車(250 ton)を4台、ユニットジャッキ(150 ton)を8台使用し、夜22時に作業を開始し、約7時間で単純合成桁の架設作業を終えた⁶⁾。

4. 土構造物

鉄道の盛土や切土などの土構造物については、一般的に「橋りょう・高架橋」と比較して施工速度は速いものの、土の締固めや切土の掘削による現場の施工品質が、鉄道の土構造物の性能に影響することが知られている。また、盛土高や切土高が高くなるとのり面も比例して長くなり、鉄道用地の取得が難しくなることもある。これらに対して、面状補強材や地山補強材などの引張り補強材と鉄筋コンクリート壁面を連結し、急勾配化した盛土補強土擁壁や切土補強土擁壁が用いられてきた(図一3, 4)。特徴として、①のり面の急勾配化により鉄道用地を最小化し、盛土や切土の土工量を最小化するとともに、②鉄筋コンクリート壁面とこれらの補強材を連結することで、線路横断方向の構造物としての一体性が通常の盛土や切土と比較して増

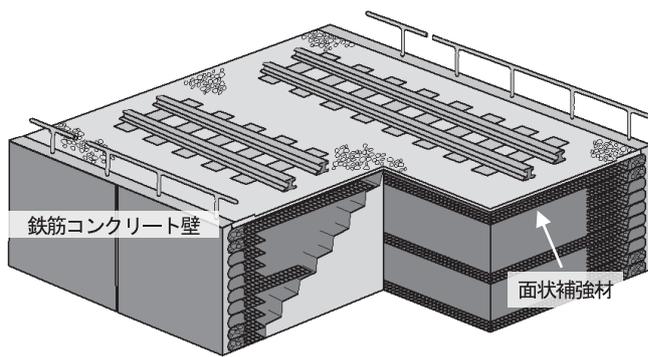


a) 完成した単純合成桁

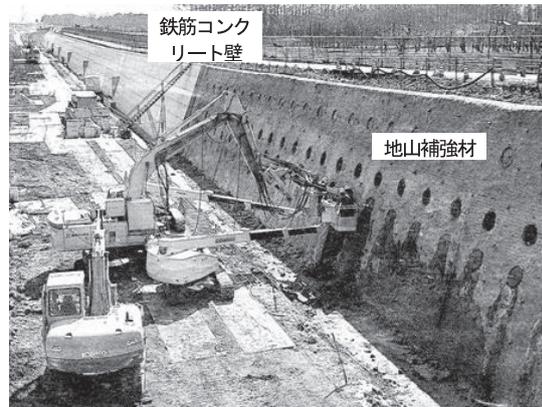
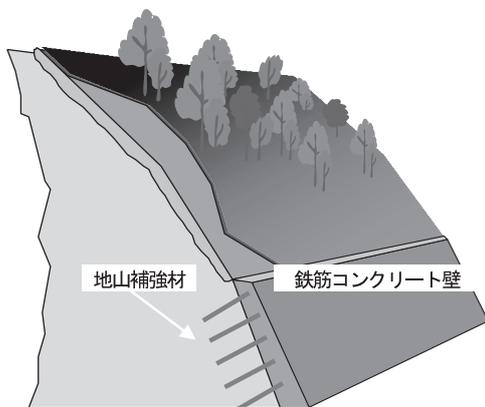


b) 多軸式移動台車による桁架設

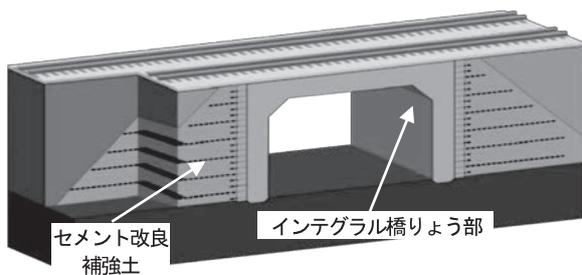
図一 2 単純合成桁の一昼夜での架設⁶⁾



図一三 盛土補強土擁壁



図一四 切土補強土擁壁



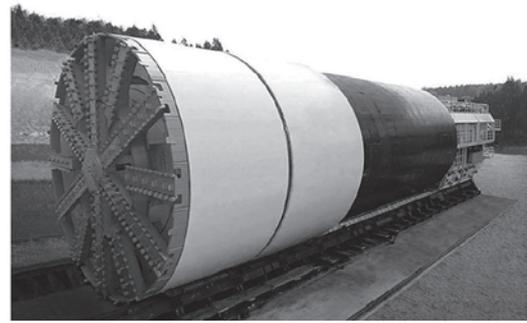
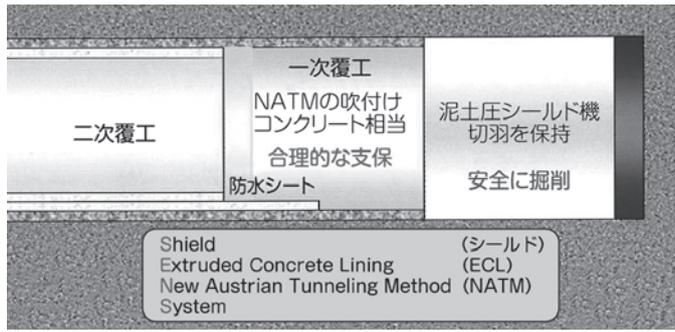
図一五 補強盛土一体橋りょう (GRS 一体橋りょう)⁷⁾

強される。また、③盛土や切土構築後に鉄筋コンクリート壁面と一体化する施工工程のため、一体化後の支持地盤や切土のり面の変位・変形を極力抑制し、設計では考慮していないが線路方向の地盤の強度変動による盛土や切土の変形を、鉄筋コンクリート壁面で抑制する効果も期待できる。

5. 橋りょうと盛土の境界部

盛土内に位置する桁、橋台からなる桁式橋りょうに対して、桁・橋台・背面盛土を一体化するコンセプト

を基本に、鉄筋コンクリート構造のインテグラル橋りょうとセメント改良された背面の補強盛土からなる新しい構造形式の橋りょうを補強盛土一体橋りょう (GRS 一体橋りょう: Integral Bridges with Geosynthetics-Reinforced Soils)⁷⁾ と呼ぶ (図一五)。この構造形式の橋りょうの特徴は、①背面盛土構築後にインテグラル橋りょうを構築し背面盛土と一体化するため、一体化後の沈下を抑制しインテグラル橋りょうに生じるひび割れの可能性を極力低下させる施工工程であること。また、②支承レス構造であり、支承のメンテナンスコストを省略できること。③橋台裏の背面盛土が平



図一六 SENS 工法 (Shield Extruded Concrete Lining New Austrian Tunneling Method System)⁸⁾

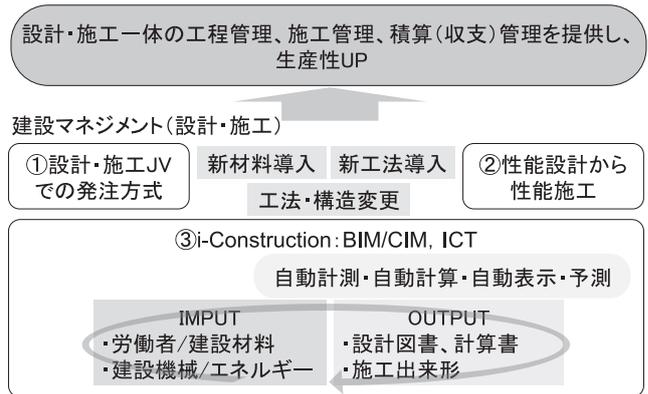
常時、異常時に抵抗し、弱点箇所となる支承部がないことにより、橋りょう・背面盛土の耐震性が飛躍的に向上することがある。GRS 一体橋りょうは、RC 桁、PC 桁や合成桁を用いることで、対象スパンに合わせて橋りょうの構造計画が可能であり、また多スパン化により適用範囲の拡大が行われている。

6. トンネル

SENS 工法 (Shield Extruded Concrete Lining New Austrian Tunneling Method System) は、密閉型シールドマシンにより掘削と切羽の保持を行い、掘進と並行してシールド後方で場所打ちの一次覆工コンクリートを打設し、その後、二次覆工を施工してトンネルを構築する工法である (図一六)⁸⁾。シールド工法 (Shield)、場所打ちライニング工法 (ECL)、山岳工法 (NATM)、施工システム (System) の頭文字から SENS 工法と呼ぶ。NATM 単独では施工が困難な地山に対して、通常は地盤改良・支保などの補助工法を併用する 경우가多く、コスト増や工期増となる課題があった。このような地山でのトンネル建設に対して、SENS 工法は補助工法を省き密閉型シールドマシンにより安全な掘削機構と、現場での経済的な覆工作製機能を有した工法と言える。

7. おわりに

本稿では、鉄道の建設現場の生産性向上策として実用化技術を俯瞰して紹介した。最後に鉄道の建設現場での飛躍的な生産性向上につながる、今後の取り組みの方向性について私見を示す。国土交通省の「i-Construction」では、今後目指す建設現場のイメージとして示された3つのうち、3番目として建設現場のサプライチェーンの効率化があげられている。これは、建設現場の生産システムのシームレス化と言える。従来から建設現場では設計・施工分離の生産システムがとられ、これ



図一七 建設現場の生産システムのシームレス化

を各担当者同士による人海戦術的に情報共有により、次の工程を行ってきた。これを改め工程間の連続性を重視し、現場での自動計測・自動計算・自動表示・自動予測・自動 (評価) 判断によって、「設計・施工一体の工程管理、施工管理、積算等の収支管理」による生産性向上を図るものである (図一七)。設計・施工の建設マネジメントにおいて、①設計・施工JVでの発注方式による契約行為の効率化と、②性能設計から性能施工による品質管理や施工管理の効率化、さらに③BIM/CIM, ICT 管理による自動化による効率化の3つからなる。これにより新工法や新材料などの新しい技術の導入、工種・構造変更が容易となる生産体勢に変わることが想定され、生産システムの変革をダイナミックに展開させることにつながると期待される。工程のところどころでは、人的な判断が必要となる場面が必要であるが、自動化による人的判断の支援・サポートが前提となる。当然であるが、鉄道構造物の建設に関わる技術基準も、「i-Construction」のコンセプトに合致させたものに改訂されていくことが想定される。

生産性2割アップを目標とする2025年まで残された時間は限られている。鉄道の建設現場の飛躍的な生産性向上につながるように、鉄道事業者・ゼネコン・建設等のコンサルタントと研究機関が連携して、生産

性向上策の実用化例を増やすことが、今後も継続的に求められると考えている。

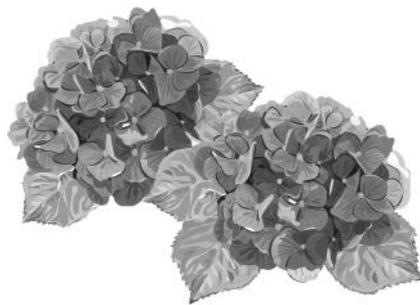
J|C|M|A

《参考文献》

- 1) 例えば, 土木学会平成 28 年度会長特別タスクフォース WG1: 2050 年の社会と建設産業のシナリオ, 土木学会誌, Vol.102, No.6, pp.6-7, 2017.
- 2) 石橋忠良: コンクリート構造物における品質を確保した生産性向上に関する提案, 土木学会誌, Vol.102, No.6, pp.14-15, 2017.
- 3) 橋本亮: 国土交通省における i-Construction の推進に向けた取り組み, 建設マネジメント技術, No.6, pp.8-15, 2018.
- 4) 東川直正: 基調講演資料「i-Construction の推進について」, 第 1 回 i-Construction の推進に関するシンポジウム, 土木学会建設マネジメント委員会 i-Construction 特別小委員会, 2019.7 <<http://committees.jsce.or.jp/cmc/system/files/公開用資料.pdf>>
- 5) 上田清弘, 安東崇容, 永尾拓洋: プレキャストアーチ構造を採用した鉄道高架橋の施工について, コンクリート工学, Vol.50, No.7, pp.615-620, 2012.
- 6) 南邦明, 横山秀喜: 東北新幹線・九州新幹線における種々の制約条件下での鋼鉄道橋の架設, 橋梁と基礎, No.12, pp.13-20, 2011.
- 7) 進藤良則: 津波で被災した橋梁基礎を再利用した GRS 一体橋梁の施工, 特集東日本大震災からの復旧・復興 (その 1) - 道路, 鉄道, 港湾, 空港, 基礎工, Vol.43, No.7, pp.54-57, 2015.
- 8) 焼田真司, 丸山修: 最近の鉄道トンネル建設技術, RRR, Vol.72, No.9, pp.8-11, 2015.

【筆者紹介】

神田 政幸 (こうだ まさゆき)
(公財)鉄道総合技術研究所
構造物技術研究部長



車両搭載型の動的軌間・平面性測定装置の開発

坪川 洋友

鉄道における軌道の管理については、今後想定される保線技術者の不足等に備えて、メンテナンスの効率化や管理コストの削減を行いながらも、従来どおりに車両が安全に走行できる軌道状態を維持することが求められる。軌道状態の確認には、軌道検測車により車両走行時の動的な軌道変位を把握することが最も有効であるが、検測車は非常に高価であり、経営状態の厳しい地域鉄道事業者が導入することは困難である。そこで、測定する軌道変位の項目を、車両の走行安全性の低下の要因になることの多い軌間及び平面性変位に限定して低コスト化を図った、車両搭載型の動的軌間・平面性測定装置（以下、「本装置」という。）を開発した。本稿では、本装置の機能や特徴について紹介する。

キーワード：動的軌間・平面性測定装置、軌道変位、2次元センサ、再現性、RTK-GNSS

1. はじめに

軌道は、レール、レール締結装置、まくらぎ、道床から構成され、鉄道車両の走行を誘導する土木構造物である。図-1に軌道の構成と各軌道部材の機能を示す。

鉄道車両は軌道に沿って走行するため、軌道の形状が歪んでいると、車両の走行安全性や乗り心地が悪化する。そのため、鉄道事業者では、図-2に示す軌

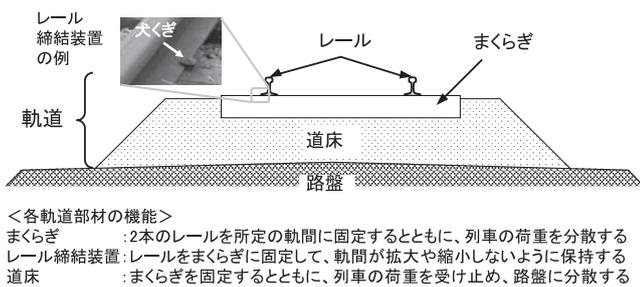


図-1 軌道

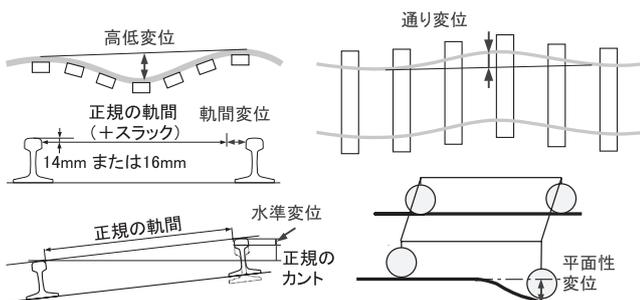


図-2 軌道変位の種類

道変位を定期的に測定して形状のゆがみを把握し、その結果に基づいて軌道の補修を行うことで適切な状態を維持している。一方、軌道には、車両が走行する際に車両の重量や運転速度などに応じた力（輪重・横圧）が作用する。そのため、車両走行時の軌道変位（以下、「動的な軌道変位」という。）は、車両が走行していない時の軌道変位とは異なる。バラスト軌道においては、特に、レール締結装置、まくらぎ、道床などの軌道を構成する材料が劣化すると、動的な軌道変位が大きくなり、脱線事故の要因となることがある。

近年発生した軌道状態の要因を含む事故の多くは、軌間内脱線と乗り上がり脱線である。各脱線の発生イメージの例を図-3に示す。軌間内脱線については、木まくらぎの腐食等によって犬くぎのレール締結力が低下している状態で、車両から横圧が作用した際に犬くぎの押し出し・抜け上がり等が生じて軌間が拡大

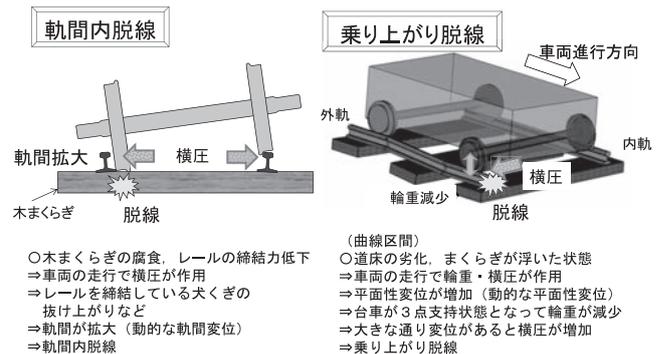


図-3 軌道状態を原因とする脱線事故の発生イメージ



図-4 軌道検測車 (マヤ 34 形)

し、車輪が軌間内に脱線する。また、乗り上がり脱線については、曲線中や緩急曲線（直線と円曲線をつなぐ緩衝区間）において、道床の劣化等によりまくらぎが浮いた状態で、車両から輪重が作用した際に軌道が沈下して平面性変位が動的に大きくなり、その結果と台車が3点支持状態となって輪重が減少し、そこに大きな横圧が作用したときに車輪がレールに乗り上げて脱線する現象である。

これらの脱線の発生を防ぐには、図-4に示すような軌道検測車により車両走行時の動的な軌道変位を把握することが最も有効であるが、検測車は非常に高価であり、経営状態の厳しい地域鉄道事業者が導入することは困難である。また、検測車を所有している鉄道事業者でも、運用上の理由により駅構内の全ての線路や側線を測定することはできない。そのため、これらの箇所においては、1年に1回程度の頻度で手押し

の測定装置等により軌道変位を測定しているが、この装置は軽量で動的な軌道変位を得ることはできない。

そこで、軌道状態の要因を含む脱線事故のさらなる低減を目的として、測定する軌道変位の項目を車両の走行安全性の低下の要因になることの多い軌間及び平面性変位に限定して低コスト化を図った、車両搭載型の動的軌間・平面性測定装置を開発した。

2. 動的軌間・平面性測定装置の概要

(1) 本装置の構成及び軌道変位の算出方法

動的軌間・平面性測定装置は保守用車等に搭載して、車両走行時の動的な軌間・水準・平面性変位を測定する装置である^{1,2)}。本装置は、図-5に示すセンサユニット、ドップラーセンサ、コントローラで構成される。本装置のセンサユニットには、レーザ光源と3次元計測用カメラで構成される2次元レーザセンサ（以下、「2次元センサ」という。）が2台と、3軸のジャイロと3軸の加速度計から構成される角度センサが搭載されている。

図-6に、本装置による軌間と水準（平面性）の測定のイメージを示す。本装置ではセンサユニットの両端に設置した2次元センサにより左右のレールに帯状のレーザを照射し、カメラでレーザ光を撮影してレール断面形状の画像を取得する。そして、取得した画像に対して処理を行って、軌道変位の算出に使用するレール頭頂面とレール側面の変位測定点を検出す

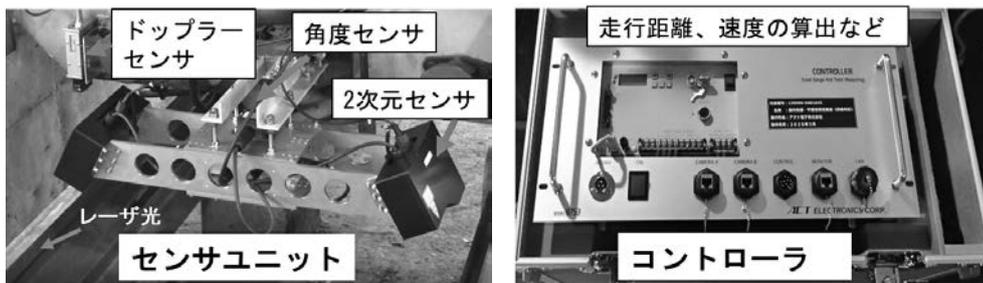


図-5 本装置の構成

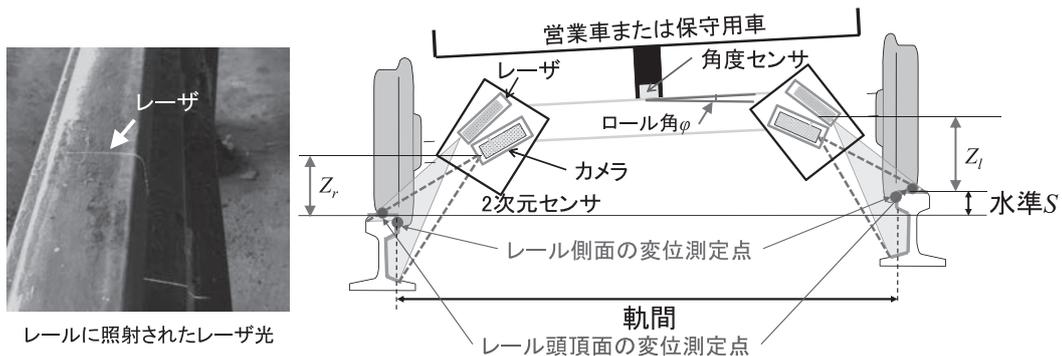


図-6 本装置による軌道変位の測定イメージ

る。測定点の検出方法については3章で述べる。軌間については、センサユニットとレール側面の変位測定点との相対変位より算出する。また、水準については、センサユニットとレール頭頂面の変位測定点との相対変位と角度センサで取得した装置の姿勢から求める。装置の変形は考慮しないこととし、角度センサにより取得した装置のロール角を ϕ 、左右のカメラと左右のレール頭頂面との距離を z_l 、 z_r とすると、水準 S は式(1)で算出できる。

$$S = 1067 \tan(\tan^{-1}(\frac{z_r - z_l}{1067}) - \phi) \dots\dots\dots (1)$$

なお、平面性変位は一定距離だけ離れた2点間の水準の差から求めるため、本装置では水準を測定し、その後の計算により平面性変位を算出する。

(2) 本装置の結果出力画面の特徴

本装置による測定結果の出力画面を図-7に示す。本装置ではドップラーセンサからの信号を処理して車両の走行速度と走行距離(キロ程)を求め、一定間隔で軌道変位を測定する。出力画面では軌間・水準・平面性の測定値に加えて、レール断面形状とそのレール頭頂面及びレール側面の変位測定点が表示される。また、レール断面形状の画像から、画像処理により分岐



図-7 本装置の出力画面

器(トンゲレール)の位置を特定して、出力画面の測定距離の文字を赤色で表示する。これと、現場で管理している台帳と照合することによって、現場との位置合わせを行うことができる。

測定終了後に出力画面でファイルの読み込みを行い、測定位置を選択することにより、その位置のレール断面形状を確認できる。これにより、異常な測定値が得られた場合には、レール断面形状および軌道変位の算出に用いたレール変位測定点の位置を確認して、著大な軌道変位が存在するのかわ、それとも測定時のエラーによるものなのかを把握できる。なお、軌道変位の測定値が、予め設定した基準値等の閾値を超過した場合には測定値が赤字で表示される。

3. レール変位測定点の検出方法

本装置を車両に搭載して測定すると、2次元センサで取得した画像には、図-8のように測定レールの近傍に設置されているガードレールや踏切などの構造物や、雑草や太陽光などの外乱のノイズが含まれる。そのため、軌道変位を測定するためには、画像から測定レールを特定し、レール変位測定点を検出することが重要である。

本装置では、画像処理範囲の制限と画像の輝度値を併用してレール変位測定点の検出を行っている。検出方法の概念を図-9に示す。まず、測定開始地点の

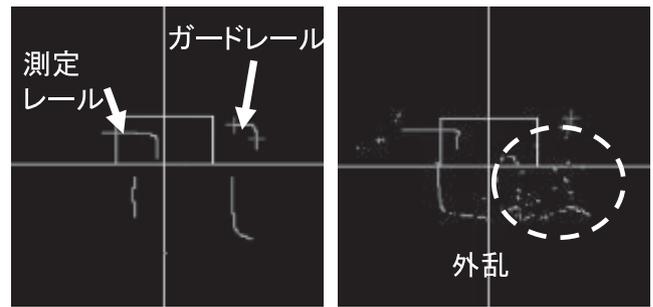


図-8 2次元センサで取得した画像の例

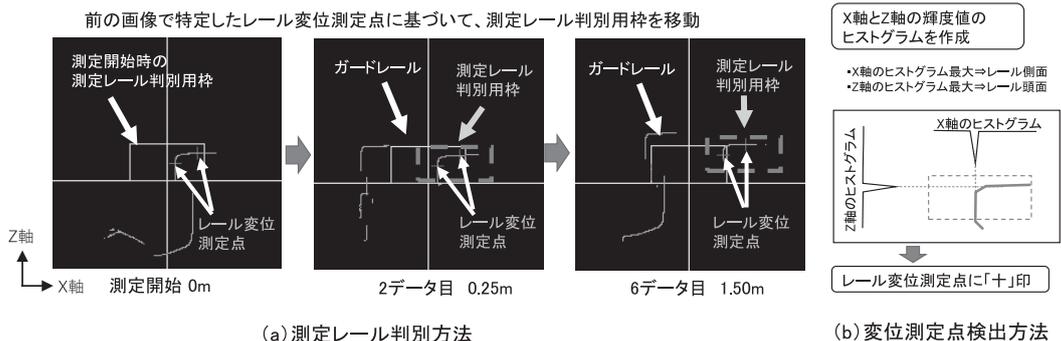


図-9 画像処理範囲の制限と画像の輝度値を併用したレール変位測定点の検出方法

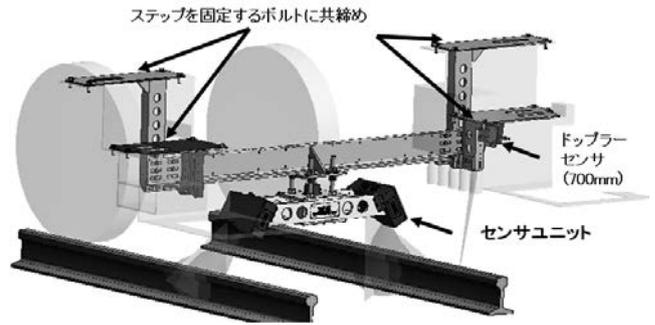
画像に対して、踏切ガード、脱線防止ガードなどのガードレールと測定レールとの設置間隔を考慮して、画像処理範囲の制限として測定レール判別用枠を設定する。次に、各画像の測定レール判別用枠においてX軸とZ軸のそれぞれの輝度値のヒストグラムを作成し、X軸のヒストグラムが最大となるピクセルをレール側面、Z軸のヒストグラムが最大となるピクセルをレール頭頂面としてレール変位測定点を検出する。2測点目以降の画像については、前の画像で特定したレール変位測定点がレール判別用枠の中心となるようにして枠の位置を移動させて画像処理範囲を設定し、枠内において輝度値のヒストグラムからレール変位測定点を検出する。これを各断面の画像に対して連続的に処理することで、測定レールの特定とレール変位測定点の検出を精度よく行うことができる。

4. 本装置の走行試験の概要

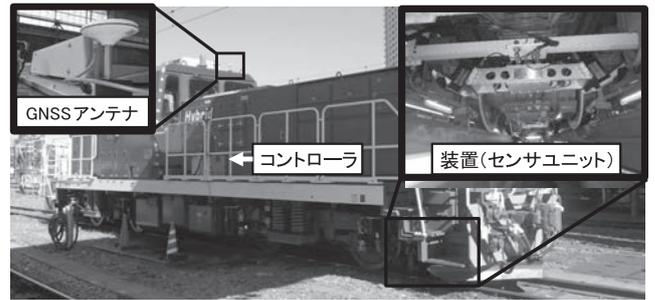
(1) 車両への搭載方法

車両走行時の動的な軌道変位を測定するには、本装置のセンサユニットを可能な限り車軸に近い位置に搭載する必要がある。軌道の補修作業等に使用されている車両への搭載方法（図-3 参照）と、図-10 に示す入換機関車への搭載方法を開発した。

入換機関車への搭載方法については、図-10 (a) の搭載用治具を使用して、治具の中央からセンサユニットを吊り下げる方式である。この方法でセンサユニットを取付けることで、入換機関車の車軸から約0.9 m の位置で軌道変位を測定できる。



(a) 入換機関車への搭載用治具のイメージ



(b) 入換機関車への搭載状況 (写真)

図-10 本装置の入換機関車への搭載方法

(2) 本装置の測定精度

本装置を入換機関車に搭載して走行試験を行い、測定精度を検証した。本装置による2回の測定結果と手押しの測定装置による測定結果との比較を図-11 に示す。なお、本装置による測定と手押しの測定装置による測定の時期は約4ヶ月ずれているが、その間に軌道の補修作業は行われていない。

本装置と手押しの測定装置の測定結果については、本装置が連続した等間隔の測定結果であるのに対し、

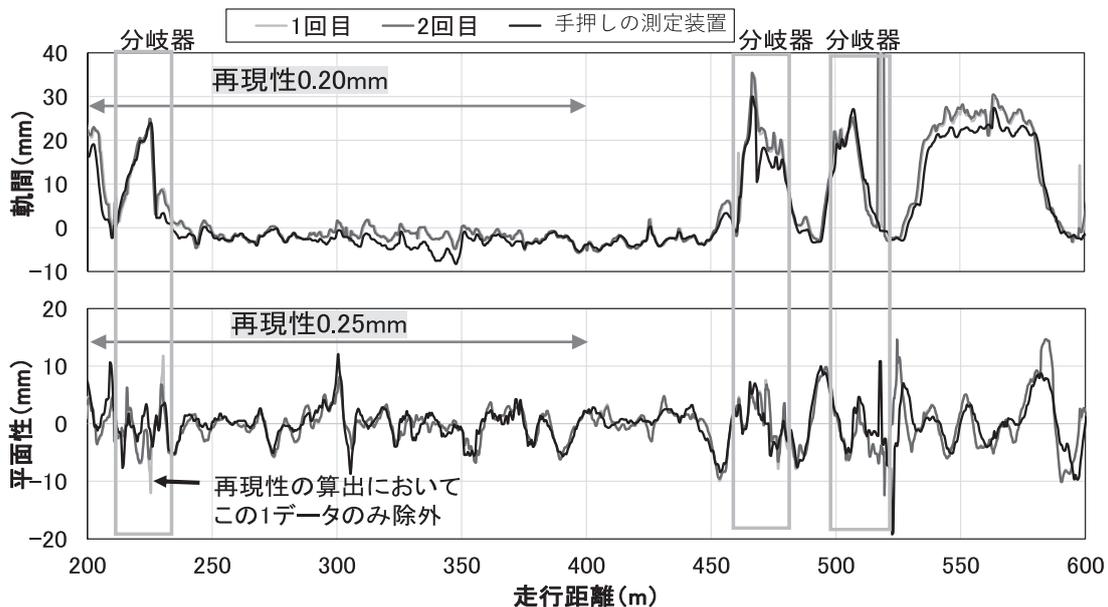


図-11 本装置と手押しの測定装置で測定された軌道変位の比較

手押しの測定装置は分岐器部で分割して測定した結果であるため、わずかな位置のずれはあるが、軌間、平面性ともに概ね整合していることが確認できる。

本装置の2回の測定結果については、同区間には分岐器や踏切が存在するが、レールの誤認識は発生しておらず、ほぼ重なっていることがわかる。そこで、本装置の測定精度を再現性で評価する。再現性は、同じ装置で、同時期に同区間を測定した2つの測定結果の一致度のことであり、軌道検測においては差の標準偏差を意味する。在来線用の軌道検測車に要求される再現性は、一般には200 mの標準偏差で求められることが多く、軌間は0.5 mm、平面性変位は1.0 mmである。本装置に測定結果については、軌道変位を測定できない分岐器のクロッシング欠線部の1データのみを除いて再現性を算出した結果、軌間は0.20 mm、平面性変位は0.25 mmであり、在来線用の軌道検測車と同等の精度を有していることを確認した。なお、軌道検測車の測定値とも概ね整合していることを確認している。

5. 本装置のその他の機能

ここでは詳細は述べないが、本装置の実用性能を向上するために、以下の機能を開発した。

(1) 全球測位衛星システム(GNSS: Global Navigation Satellite System)による測定位置の把握法³⁾

本装置の活用を想定している貨物ヤード、車両基地、地域鉄道事業者の路線において、車両が走行した経路や区間を把握するため、図10(b)のように車両の屋根上にGNSSのアンテナを設置して、RTK方式による測位を活用した測定位置の把握法を開発した。走行試験により測位精度を検証した結果、衛星からの信号を受信しやすい環境では測定位置検出誤差は25 cm以下であり、測定位置の把握に有効であることを確認した。

(2) 本装置の遠隔操作法

本装置の無人での測定を実現するために、携帯電話回線を使用した閉域モバイル網を構成し、複数のSIMカード同士の通信が可能なVPNネットワークによる遠隔操作機能を追加した。走行試験で本機能の動作確認を行い、事務所から検測開始・終了および検測データの取得ができることを確認した。

6. おわりに

脱線事故のさらなる低減を目的として、軌道検測車よりも低コストに軌間と平面性変位の動的値を測定できる、車両搭載型の動的軌間・平面性測定装置を開発した。本装置を入換機関車等に搭載する方法を開発して、走行試験により測定精度を検証した結果、在来線の軌道検測車と同等の精度で、軌間と平面性変位を測定できることを確認した。

本装置は軌道変位の測定項目を限定しているため、従来の軌道変位検査の置き換えにはならないが、GNSSによる測定位置の把握法や遠隔操作方法を活用して、車両を用いた普段の作業に合わせて測定することにより、脱線に対する安全性を効率的に向上できる。

JCMA

《参考文献》

- 1) 坪川洋友, 石川智行, 塩野幸策: 保守用車に搭載可能な動的軌間・平面性測定装置の開発, 鉄道総研報告, Vol.31, No.12, pp.47-52, 2017.10
- 2) 石川智行, 坪川洋友: 動的軌間・平面性測定装置の開発と性能検証試験, 鉄道工学シンポジウム論文集, No.22, pp.55-61, 2018
- 3) 坪川洋友, 石川智之: 衛星測位システムを活用して軌道の検査位置を把握する, RRR, Vol.77, No.9, 2020.9

【筆者紹介】

坪川 洋友 (つばかわ ようすけ)
(公財)鉄道総合技術研究所
軌道技術研究部 軌道管理研究室
主任研究員



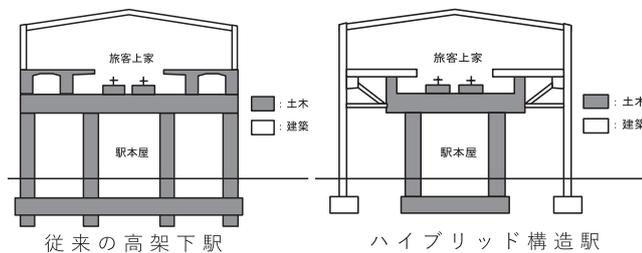


図一3 推薦案「湯どころの趣のある駅」

外観デザインは、嬉野の山並に沿った切妻形状の大屋根を基本とし、拡幅部のファサードは焼物の細かい縦格子を用いて洗練された和の構成や温泉宿の趣を表現している（図一3）。

(2) ハイブリッド構造

従来の相対式2面2線の高架橋に設けられた駅（高架下駅）は、駅部の高架橋の上にホームおよび旅客上家を構築し、その高架橋の外側に外装下地を組んで建築仕上げを行うのが一般的である。これに対して、ハイブリッド構造駅では、高架橋を覆うように建築フレームを構築し、ホーム、旅客上家および駅本屋までも一体化した形となっている。従来の高架下駅とハイブリッド構造駅のイメージを図一4に示す。



図一4 従来の高架下駅とハイブリッド構造駅

ハイブリッド構造のメリットとしては昇降設備の配置を建築で調整することができるため、平面計画上の自由度が高まる。そのため、駅の平面計画が確定する前に土木施工を開始することも可能である。また、建築構造が高架橋より外側に位置しているため外観デザインの自由度が高くなる等があげられる。

これまでの適用事例としては、つくばエクスプレス線（流山セントラルパーク駅他4駅）や九州新幹線（出水駅、新玉名駅）がある。

(3) BIM 推進の動向

政府は「未来投資戦略2018」（平成30年6月15日閣議決定）において、建設現場の生産性向上を図る

i-Constructionの推進の方針を示し、それに伴い国土交通省は同年に「官庁営繕事業におけるBIMモデルの作成及び利用に関するガイドライン」の改定を行った。目的は設計又は工事の受注者によるBIMモデル利用に当たっての基本的な考え方を示すことにより、官庁営繕事業の円滑かつ効率的な実施、品質の確保及び生産性の向上に役立てることにある。

そして、翌年の2019年から国土交通省はBIM推進会議を行っており、その中で「建築分野におけるBIMの標準ワークフローとその活用方策に関するガイドライン」を策定し、3次元モデルの形状と属性情報の標準化、BIMによる建築確認審査の実施、BIMによる積算の標準化について取り組んでいる。

続いて、日本建設業連合会（日建連）では2010年から施工BIMの業界標準化を推進する活動をおこなっており、活動の成果として「施工BIMのスタイル事例集」などをHPに公開している。

以上より日本全体でBIM活用の推進が行われている状況であることがうかがえる。

2. 鉄骨の施工監理の課題

本駅の鉄骨の施工監理に対する課題は以下の3点である。

(1) 施工順序に対する課題

高架下の電気建物と旅客上家の構造体が一体となっており、電気建物の工程を優先する上で施工順序の工夫が必要である（写真一）。

(2) 部材の干渉に対する課題

鉄骨部材架構が複雑なため、部材と部材同士および部材と設備機器との干渉の確認が必要である（写真一2、3）。



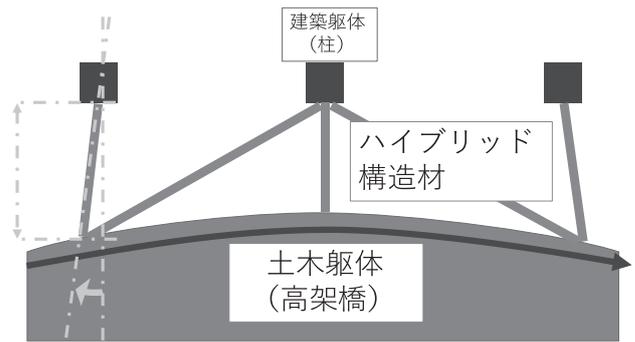
写真一 電気建物と旅客上家の構造体の別



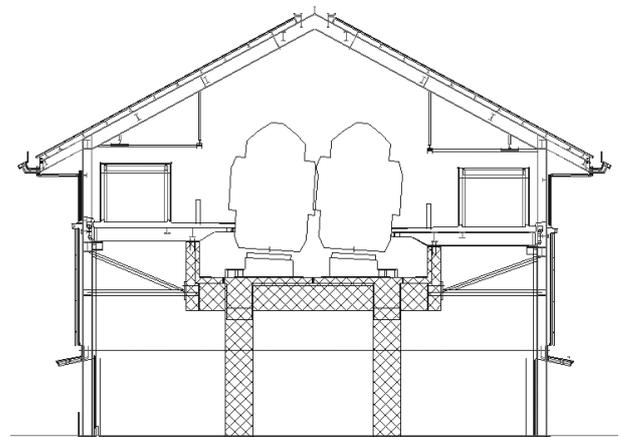
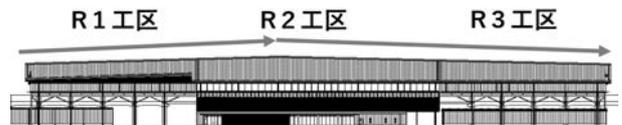
写真一 異なる用途の鉄骨の輻輳



写真二 鉄骨部材の近接



図一 土木躯体と建築躯体の取合いイメージ



図二 縦断方向にも勾配のある切妻屋根

(3) 複雑な鉄骨架構に対する課題

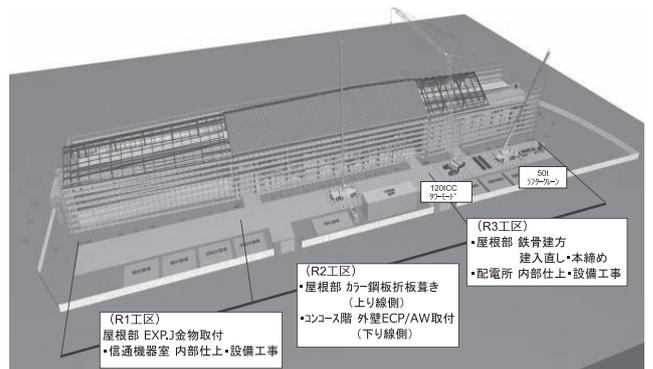
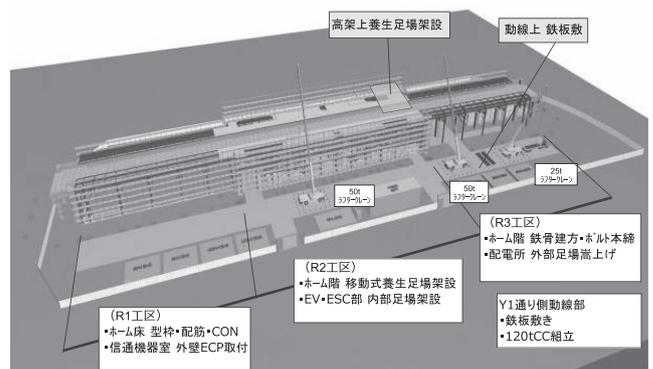
駅部は曲線区間に位置し、建築鉄骨の通り芯と高架橋の通り芯の角度が通り毎に異なることに加えて、上家が縦断方向にも勾配のある切妻屋根となっており、鉄骨架構が複雑で図面の確認の難易度が高い (図一 5, 6)。

3. 課題に対する検討

BIM を活用し、施工手順、天井裏設備と鉄骨の干渉などの複雑な納まり、架構などの確認・検討を次のように行った。

(1) 施工順序に対する検討

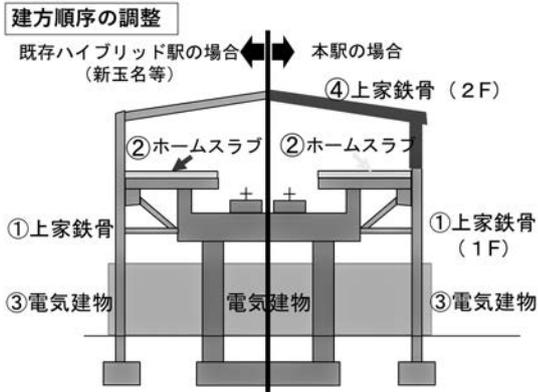
図一 7 に工程のステップを示す。このように BIM を活用し、視覚的に全体工程及び安全性を確保しながら、施工順序の調整を行うことができた。また、電気建物の施工を優先する施工ステップで検討を行い、新玉名駅と比較して 17 日以上 of 電気建物の工期短縮を行った (図一 8, 9)。



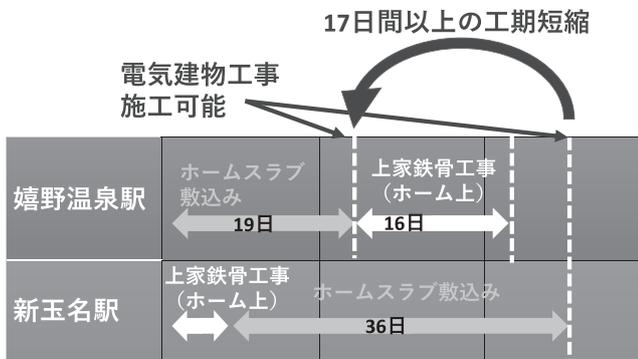
図三 工事ステップ図

(2) 部材等の干渉の確認

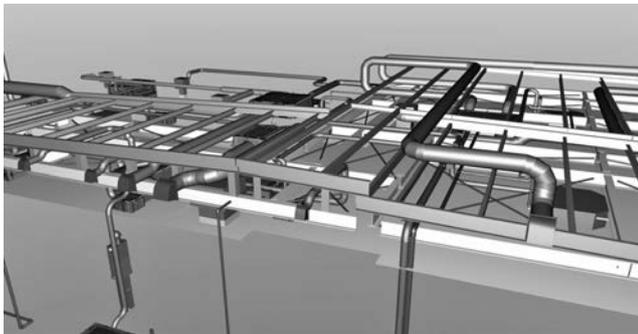
BIMは視覚的に把握しやすく、干渉に対する確認を精度よく短時間で行うことができた(図一10~12)。



図一8 建方順序の調整



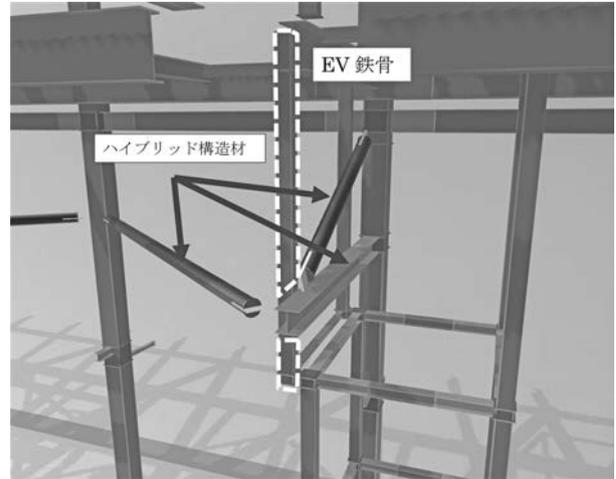
図一9 BIMを活用した電気建物の工期短縮の結果



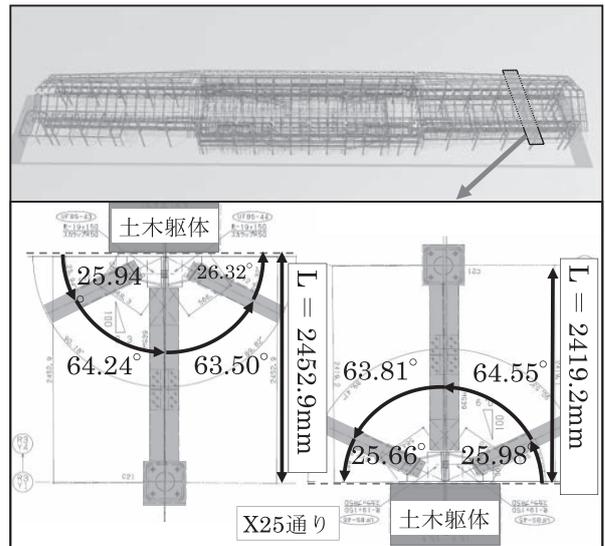
図一10 設備機器と鉄骨の干渉の確認

(3) 部分的納まりおよび架構の確認

通り芯毎に水平方向並びに垂直方向の角度と部材長さが各々異なる建築躯体と土木高架橋を接合する部材(ハイブリッド構造材)や上家の縦断方向にも勾配のある切妻屋根について、BIMを活用し、鉄骨図面の確認を省力化することができた(図一13, 14)。



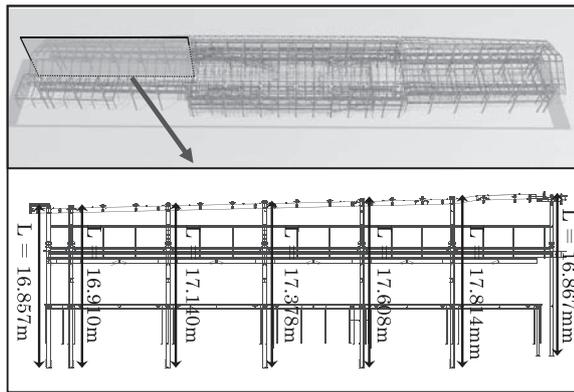
図一11 EVシャフトとハイブリッド構造材の干渉確認



図一13 建築躯体と土木高架橋を接合する部材の検討



図一12 鉄骨部材(ハイブリッド構造材と耐風梁)の干渉の確認



図一 14 縦断方向にも勾配のある切妻屋根の鉄骨躯体の検討

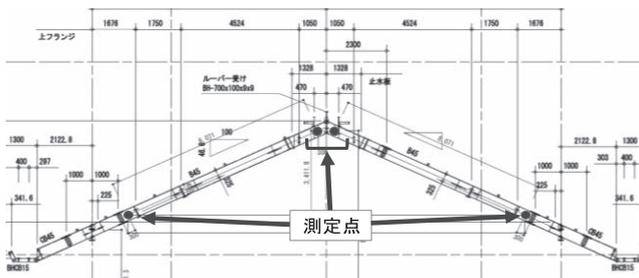
- 機構が確認したこと
- 工程（工事全体の流れ）シミュレーション
- 施工モデルによる干渉チェック
- 施工（納まり及び架構）シミュレーション

- 標準仕様書 基本要品質
- ①鉄骨工事に用いる材料は、所定のものであること。
- ②鉄骨は、所定の形状及び寸法を有し、所定の位置に架構されていること。
- ③鉄骨は、構造耐力、耐久性、耐火性等に有害な欠陥がなく、接合部及び定着部は、作用する力を伝達できるものであること。
- 請負工事監督要領
- ④任務：約定の期限までに完成
- ⑤業務：事故防止に努める

図一 16 本稿の整理図

4. 結果

BIM を活用したことにより監理業務を省力化しつつ鉄骨部材を所定の許容値内に納め、鉄骨建方を完了することができた。なお、鉄骨の精度管理は、反射シートを鉄骨部材に貼り、それを測定点として、3次元の計測を行い、鉄骨の位置の調整を行う方法で実施した（図一 15）。



図一 15 鉄骨の3次元測定による精度管理

5. おわりに

本稿における BIM の利点を整理する（図一 16）。

- ①工程（工事全体の流れ）シミュレーションを通して、施工順序の理解度向上が得られ、安全監理と工程監理に寄与した。
- ②施工モデルによる干渉チェックを通して、鉄骨の干渉確認の省力化を図りつつ、品質監理を行うことができた。
- ③施工（部分的納まりおよび架構）シミュレーションを通して、接合部および複雑な架構の確認の省力化を図りつつ品質監理を行うことができた。

今後は、より高いレベルで工程監理・品質監理を行うために、設計の段階から BIM を取り入れることも検討していきたいと考える。

さらに、他部門（土木・電気・機械）も含めた



写真一 4 2021年3月頃の嬉野温泉駅（外観）



写真一 5 2021年3月頃の嬉野温泉駅（内観）

BIM を作成することで、より無駄のない設計施工が可能になると考える。

現在、嬉野温泉駅が地域の方々に喜ばれる駅舎となるように、安全第一で工事を進めている（写真一 4、5）。

JICMA

【筆者紹介】

平川 勇貴（ひらかわ ゆうき）
 (株)鉄道建設・運輸施設整備支援機構
 九州新幹線建設局 武雄鉄道建築建設所
 主任



整備新幹線におけるフラッシュバット溶接の導入

宇野 裕太郎

整備新幹線のレール溶接（一次・二次）はガス圧接を採用しているが、ガス圧接は熟練技術を要する工法であり、技術者の技量により品質が左右されやすい。さらに昨今の技術者の高齢化などから技術者不足が喫緊の課題となっている。一方、フラッシュバット溶接は世界的に主流な溶接工法であり、機械溶接であることから技術者の技量によらず品質が安定する工法である。将来の整備新幹線建設を見据え、技術者不足を解消すべく、フラッシュバット溶接を導入することとした。

本稿では整備新幹線のレール溶接工事に適応した溶接機の調達から、調達した溶接機における JIS60 kg レールに最適な溶接条件の探求および現地施工について報告する。

キーワード：整備新幹線、レール溶接、ガス圧接、フラッシュバット溶接、粒界割れ、フラットスポット

1. はじめに

整備新幹線のレール一次溶接、二次溶接は、長年、ほぼガス圧接のみで施工を行ってきた。ガス圧接は新線建設に適した溶接法であり、溶接品質も良い。一方で、施工には火加減の調節など作業員の熟練を要する溶接法である。また、建設時期に波動があり、短期間で大量施工を必要とする整備新幹線建設工事では、昨今の技術者の高齢化などから、技術者不足が課題となっていた。

以上の課題を解決するため、鉄道・運輸機構（以下、「機構」）としてガス圧接以外の溶接法を確立しておく必要があると判断し、フラッシュバット溶接（写真-1）を導入することとした。本稿では整備新幹線のレール溶接工事に適応した溶接機の調達から、調達した溶接機における JIS60 kg レールに最適な溶接条件の探求

および現地施工について報告する。

2. 整備新幹線建設に適応した溶接機

整備新幹線建設の現場基地溶接では、溶接機が大型であることなどから、フラッシュバット溶接を積極的に採用してこなかった。近年、海外では溶接機の小型化が進んでおり、可搬性のあるフラッシュバット溶接機を営業線の保守作業に導入する日本の鉄道事業者も増えてきている。しかし、保線の現場とは異なり、整備新幹線建設現場はレールが敷かれていない状態での基地溶接であること、また、軌道工事着手前に大量の溶接が必要であることから、整備新幹線建設の施工環境に合わせた仕様書を定め、機構が溶接機を調達し、受注者に貸与することとした。

(1) 整備新幹線建設の施工環境

レール一次溶接においては、溶接機を路盤鉄筋コンクリート上に設置し、対側線は資材運搬線として利用するため（図-1）、電源・制御装置を内蔵したコンテナを含む溶接機全体は対側線の建築限界に支障しない大きさとした。また、高架橋施工基面内に溶接ラインを設けるため、地上から高架上へ吊上げ、施工基面内での小運搬が可能な重量とした。さらに、コンテナは重量が大きいため、作業性を考慮し、コンテナは高架下に置き、溶接ヘッドのみを高架上で使用できるように、溶接ヘッドと電源・制御装置が分離でき、接続するケーブルは 30

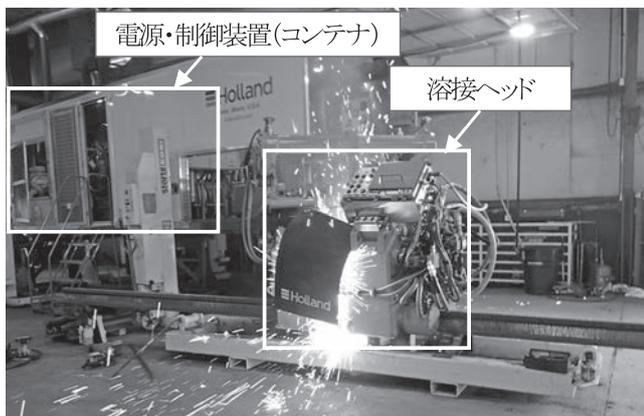


写真-1 フラッシュバット溶接

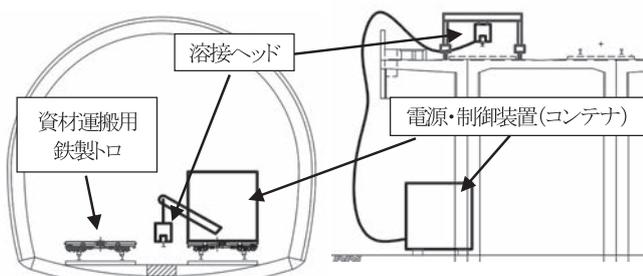


図-1 フラッシュバット溶接施工イメージ

～50 m 程度の延長を確保することを条件とした。

(2) 仕上がり精度

溶接直前のレール中心を合わせる芯出し作業の際に微調整ができ、機構が定める仕上がり精度 (1.5 m あたり 通り : ± 0.4 mm 高低 : +0.5 mm, -0 mm) を確保できることを条件とした。

実際に調達した機械では、溶接開始前に接合部を触手できる構造となっており、ガス圧接と同様にレール端面の突き合わせ状況が確認できる(写真-2)。これにより、芯出し時に微調整が可能となり、別途、矯正等を行わなくてもガス圧接と同等の仕上がり精度が確保できた。

(3) 品質確認試験

フラッシュバット溶接は溶接機メーカーによって電流値や加圧力等が異なるため、溶接機の仕様毎に溶接条件が異なる。そのため、溶接機は主に海外メーカーが製作しているが、日本の整備新幹線で使用する JIS60 kg レールを使用して製作したテストピース (以下、「TP」) で以下の試験を合格することを条件とし、競争性確保の観点から日本国内での実績に限定せず公告を行い、入札の結果、米国社製の溶接機を調達した。

- ・磁粉探傷検査, HAZ 幅測定, 頭頂面硬さ試験
- ・静的曲げ試験 (HU : 1,370 kN, たわみ 25 mm HD : 1,230 kN, たわみ 20 mm)
- ・縦断面組織試験, 縦断面硬さ試験
- ・曲げ疲労試験 (応力振幅 320 MPa, 200 万回)

(4) 溶接機の特徴

2019 年 10 月に日本へ到着した溶接機の特徴について紹介する。発電機, 油圧システム, クーラントシステム, 溶接機本体などが一つのコンテナに収まる仕様となっている (写真-3, 図-2)。油圧の作動油は AW46 を使用しており、非常に粘度が高い。冬場に延



写真-2 芯出し調整作業



写真-3 溶接機格納状態

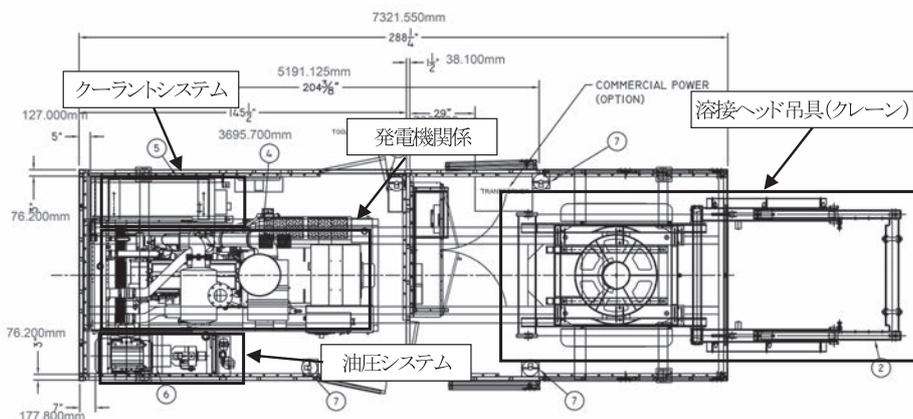


図-2 コンテナ平面図



写真-4 延長ケーブル接続状態

長ケーブルを接続して使用する際は、ケーブルが外気温にさらされ、粘度がさらに高まり、所定の圧力が出ない事象が生じた（写真-4）。そのため、ケーブルの断熱およびコンテナ内の作動油タンクにヒーターの設置など対策を行っている。

溶接時に溶接ヘッドが高温となるため、細部にわたり冷却水が流れている。夏場は冷却水による結露が発生していたのだが、その水滴が溶接品質に影響を及ぼすことが判明した。そのためクーラントシステムは日本の高温多湿環境に合わせた設定に変更を行い、溶接品質を確保した。

3. フラッシュバット溶接の工程

調達したフラッシュバット溶接機は、主に以下の工程で溶接を行う（図-3）。

①バーンオフ

微細なフラッシュを発生させ、錆などの不純物や突出した部分を飛ばし、端面を平行にする。

②予熱

レール端面を接着した状態で大電流を流すことによりレールを予熱する。

③フラッシュ

レール端面を軽く接触させることにより、フラッシュを発生させ、端面を溶かし、熔融層を形成する。

④アップセット

レール端面が完全に熔融状態に達した時に急速前進加圧し、溶けた不純物を溶接部の外に排出しながら圧接する。

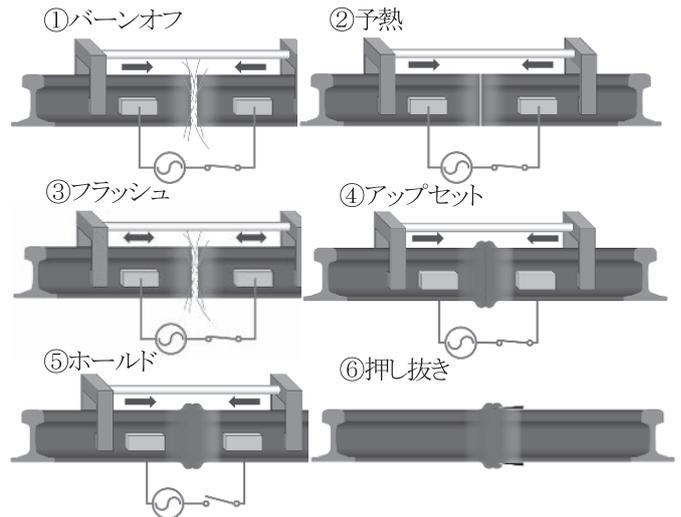


図-3 フラッシュバット溶接工程

⑤ホールド

アップセット後に一定の力で所定の時間だけ加圧する。

⑥押し抜き

バリ（不純物）を除去する。

4. 溶接条件の探求

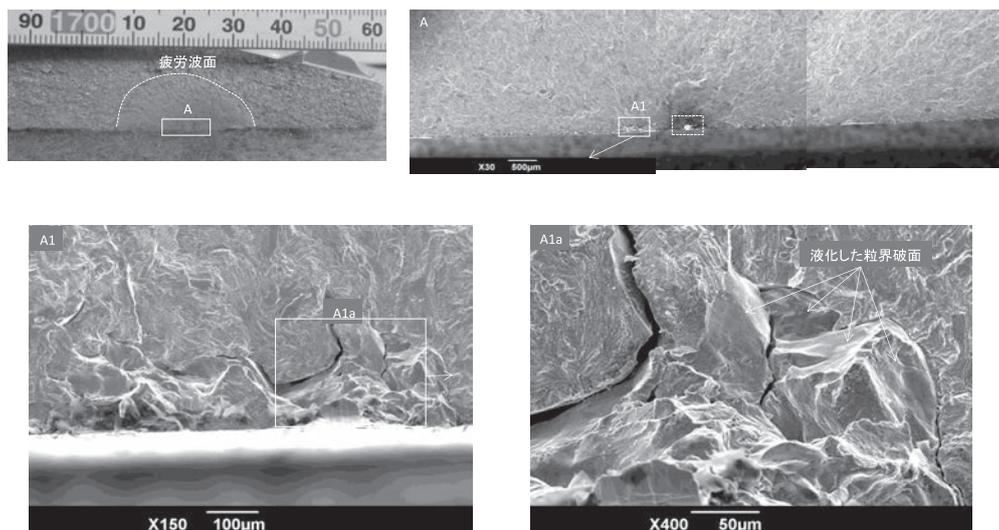
品質確認試験の前に、溶接機メーカーが海外での実績を基に設定した溶接条件で製作したTPで試験の一部を実施した。その結果、2種類の溶接欠陥が生じた。その溶接欠陥を排除し、品質確認試験に合格すべく、最適な溶接条件の探求を約1年間かけて行った。

(1) 粒界割れの発生

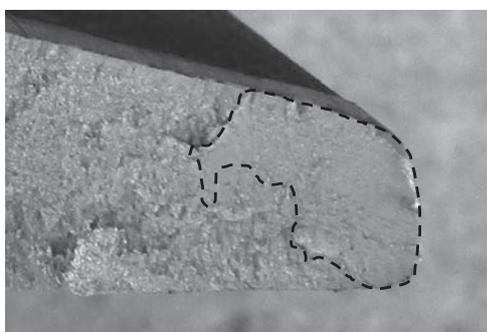
「曲げ疲労試験」を実施したところ、200万回の繰り返し数で破断しないことが合格の条件であったが、「粒界割れ（写真-5）」が原因となり、約90万回で破断した。「粒界割れ」とは局部的に熔融し液化した粒界が周囲の凝固に伴う収縮ひずみにより開口することである。

(2) フラットスポットの発生

「静的曲げ試験」を実施したところ、たわみ不足が生じた。破断面を確認した結果、原因は「フラットスポット（以下、「FS」）（写真-6）」であることが判明した。「FS」とは熔融層を形成する時に発生する酸化物（不純物）が接合面に取り残され、ホールド圧力により潰されて広がることで生じる平らな面のことである。



写真—5 粒界割れ



写真—6 フラットスポット

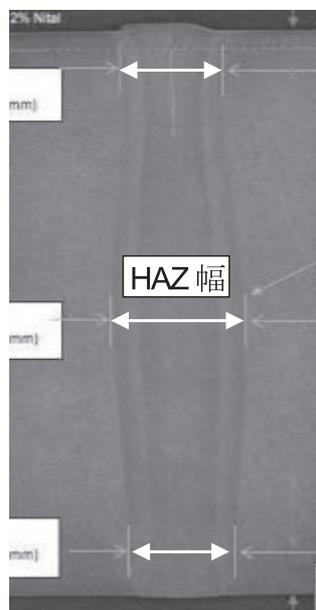
(3) 予熱・フラッシュの変更

「粒界割れ」が発生した TP の金属組織観察を行ったところ、頭部、腹部、底部の HAZ 幅（熱影響範囲）にバラツキがあり、入熱過多により「粒界割れ」が起きたと推測した（写真—7）。

予熱工程を省略し、フラッシュの距離（時間）を長くすることで入熱を抑え、HAZ 幅のバラツキを抑えることに成功した。しかし、新溶接条件でも「粒界割れ」と「FS」が発生したため、溶融層の確認を行ったところ、溶融層が細く歪んでおり、不均一な入熱かつ、熱量不足であることが判明した（写真—8）。これを受け、再び予熱工程を設定して、フラッシュの距離（時間）を短くすることで、レールを均一に溶かし、さらに細かいフラッシュを発生させ、「粒界割れ」と「FS」を抑えることに成功した。

(4) アップセットの変更

アップセット圧力を増加し、制御方式を距離制御から力（Force）制御に変更することにより、「FS」の要因となる酸化物をバリと一緒に接合面の外により多く排出し、「FS」の抑制に成功した。



写真—7 HAZ 幅



写真—8 溶融層

(5) ホールドの変更

ホールド時の押込み不足が「粒界割れ」の原因と推測した。しかし、ホールド圧力を増加した結果、「粒界割れ」には有効であったが、「大きな FS」が見受けられた。ホールド圧力の変更は「粒界割れ」と「FS」に相反する作用をすることが判明したが、TP の製作、曲げ試験、破断面観察を繰り返し行い、両者の抑制に最適なホールド圧力を見つけ出した。

(6) スリップ対策

アップセット時にレールをクランプしている箇所がスリップした場合、所定のアップセット圧力が接合部に伝わらず、「粒界割れ」や「FS」が生じる恐れがあることから、クランプ部材とレールの接触面積の増加

などスリップ対策を行い、「粒界割れ」・「FS」の発生を抑制した。

(7) 探求結果

100種類以上の溶接条件で計500本以上のTPを製作、曲げ試験、破断面観察等を行った結果、「粒界割れ」と「FS」を抑制できる最適な溶接条件を見つけ出すことができた(表一)。

5. 品質確認試験と溶接技術者資格

(1) 品質確認試験

見つけ出した溶接条件で製作したTPで品質確認試験を行った。その結果、全ての試験に合格し、調達した溶接機におけるJIS60kgレールに最適な溶接条件が確立できた。

(2) 溶接技術者資格

フラッシュバット溶接はガス圧接ほどの技術力は要しないが、一定の技量と機械の取扱いおよびメンテナンスに関する知識は必要であることから、品質担保の

ために機構初となる溶接資格認定制度を設けた。2021年4月現在、上記の要件を満たした12人に対し認定証を交付している。

6. 実施工

2020年5月に九州新幹線(西九州)の新大村軌道基地(長崎県)にてフラッシュバット溶接を行い(写真一9)、所定の品質を確保し、施工できることを確認した。また、同年9月から11月までは北陸新幹線(金沢・敦賀間)の川北軌道基地(石川県)にて施工を行い(写真一10)、2021年3月からは、あわら軌道基地(福井県)にて施工を行っている。

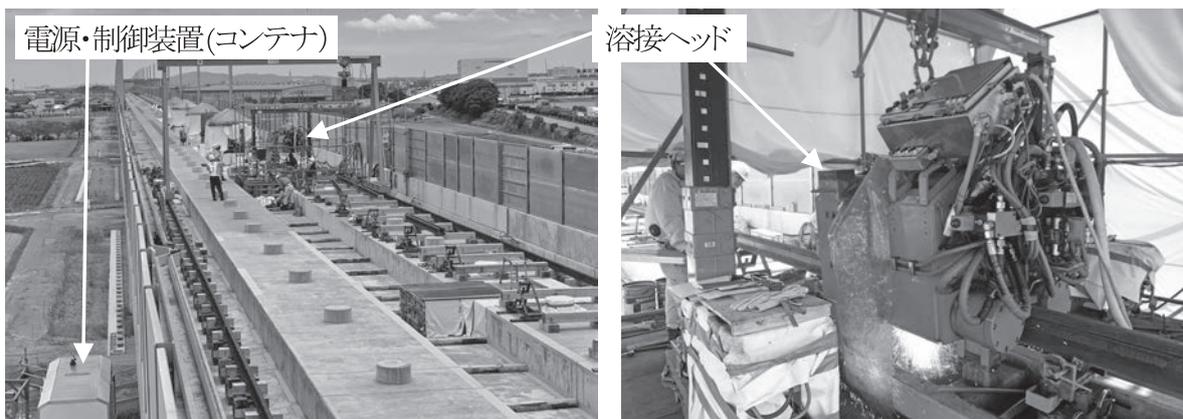
川北軌道基地およびあわら軌道基地での施工では、発電機や制御盤などの重量物は高架下に設置し、溶接ヘッドのみ高架上に上げて施工を行い、問題なく施工できることを確認した。北陸新幹線(金沢・敦賀間)での施工完了後は、北海道新幹線(新函館北斗・札幌間)での施工を予定している。

表一 溶接条件探求のまとめ

課題	溶接工程	対策	
粒界割れ防止	予熱	レールを均一に溶かす	60秒→0秒→40秒
	フラッシュ		13mm→19mm→6.6mm
	ホールド	・押し込みを継続できる加圧力 ・硬くなりすぎない秒数	
FS防止	フラッシュ	酸化物の発生を抑制	細かいフラッシュ
	アップセット	酸化物を多く外へ排出	・圧力増64t→77t ・制御方式変更
	ホールド	大きすぎない加圧力	



写真一9 九州新幹線 施工状況



写真—10 北陸新幹線 施工状況

7. おわりに

現場基地溶接に適した溶接機械を調達し、JIS60 kg レールに最適な溶接条件を見つけ出せたため、整備新幹線工事に適したフラッシュバット溶接を導入することができた。また、熟練技術者の技量に依存しない工法のため、今後の溶接技術者不足への対応としても有用であると考えている。

今後も施工方法等を改良し、更なる施工性の向上を図っていきたい。また、二次溶接における施工方法の確立などにも引き続き取り組んでいきたい。

謝 辞

最後に、今回のフラッシュバット溶接導入にあたり多大なるご協力をいただいた、日鉄物産(株)、(株)峰製作所、鉄道総合技術研究所、日鉄テクノロジー(株)などの関係者の皆様に、誌面を借りて厚く御礼申し上げます。

JCMA

【筆者紹介】

宇野 裕太郎 (うの ゆうたろう)
 (独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構 設備部 軌道課 課員



新しい新幹線用トンネル覆工表面撮影車の開発と導入

久保木 利明・八嶋 宏幸・滝澤 彰宏

トンネルの維持管理において、覆工表面のひび割れ等の変状位置・形状・時間的变化を把握することは重要である。そのため覆工表面の変状状況を正確かつ短時間で捕捉するため、2000年度よりトンネル覆工表面撮影車を導入し、トンネル覆工表面撮影車で撮影した覆工画像、ならびに覆工画像を基に作成するトンネル変状展開図をトンネル検査に活用することで維持管理業務の質的向上に取り組んできた。導入から20年が経過し、新型のトンネル覆工表面撮影車の開発・導入を行った。旧来型の撮影車に比べ高解像度のデータを高頻度で計測することが可能となり、トンネルの維持管理業務のさらなる質的向上が期待される。本稿では新型トンネル覆工表面撮影車の機能向上、追加した機能、導入効果等について報告する。

キーワード：トンネル，新幹線，維持管理，保守用車，ひび割れ

1. はじめに

トンネル覆工表面の変状状況を正確かつ短時間で捕捉することを目的として、レーザー計測装置によりトンネル覆工表面の変状状況を画像として記録できるトンネル覆工表面撮影車（以下、トンネル撮影車）を2000年に導入している¹⁾（写真—1）。撮影車導入以前は、目視検査時の野帳スケッチからトンネル変状展開図（以下、トンネル展開図）を作成していたため、ひび割れ等の変状の位置や形状、時間的变化を正確に押さえることが困難であった。撮影車導入後は、撮影画像から現地との整合が取れた精度の高いトンネル展開図作成が可能となり、検査の正確性や効率が向上した。

本稿では近年車両の老朽化に合わせて、取得データ解像度や計測速度等の機能向上や新たな機能を追加し

た新型のトンネル撮影車を開発・導入したため、その内容について報告する。

2. 新型のトンネル覆工表面撮影車の開発課題

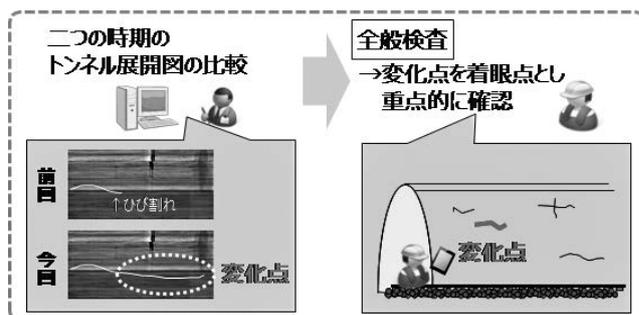
旧来型からの機能向上および新たな機能追加を検討するにあたって、旧来型の撮影車における課題を述べる。

(1) 従来車両の取得データ解像度

2つの時期に作成したトンネル展開図を比較することにより変化点を抽出し、着眼点を絞ったトンネル検査の実施に取り組んでいる（図—1）。旧来型のトンネル撮影車で撮影した画像から人の目でひび割れを判読する際は、見落としや誤りがあった。より高精度なトンネル展開図を作成するためには、取得データの解像度を向上する必要がある。



写真—1 2000年に導入した撮影車による計測状況



図—1 着眼点を絞った効率的な検査イメージ

(2) 計測速度

トンネル展開図から得られる変化点の情報を検査の基礎データとして活用していくためには、トンネル検査の周期に合わせて展開図を更新していくことが望ましい。旧来型のトンネル撮影車は最高 8.5 km/h で計測していた。しかし、計測速度向上により検測車の運用性を高め、計測作業のさらなる効率化が求められていた。

(3) 展開図作成の省力化

旧来型ではトンネル撮影車で取得した覆工画像を基に、解析者がひび割れ等の変状を抽出し、モニター上でトンネル展開図を作図しており、解析作業に多大な時間を要していた(図-2)。特にひび割れの抽出・作図に時間を要していることから、解析者を補助するひび割れ自動抽出に向けた手法の確立と、システムへの実装が課題となっていた。

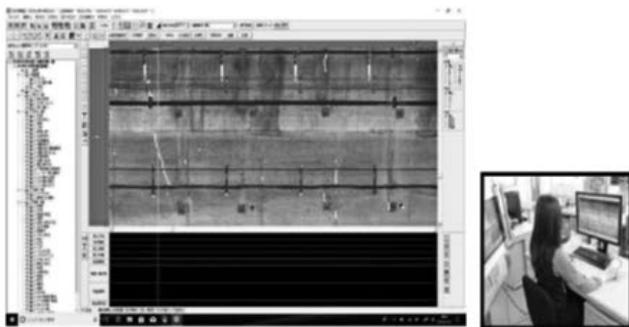


図-2 従来の変状展開図作成イメージ

3. 新型撮影車に導入した計測方式およびカメラユニットの概要

(1) 計測方式の選定

ひび割れの自動抽出は、一般的に2次元データ(画像)の解析から行う手法と覆工表面の3次元データ(凹凸)から行う手法の2つに大別される。開発時点の計測技術の比較ならびに2次元・3次元におけるひび割れ自動抽出技術の今後の進展性を考慮した結果、1度の計測で2次元・3次元のそれぞれのデータを同時に取得可能な光切断法による計測方式を採用した²⁾。特に、3次元データからひび割れを自動抽出する手法は、打設縞やコールドジョイントによる誤抽出が少ないとされ、高精度なトンネル展開図の作成に有効と考えた。

(2) カメラユニットの概要

選定したカメラユニット(図-3)は、レーザー出

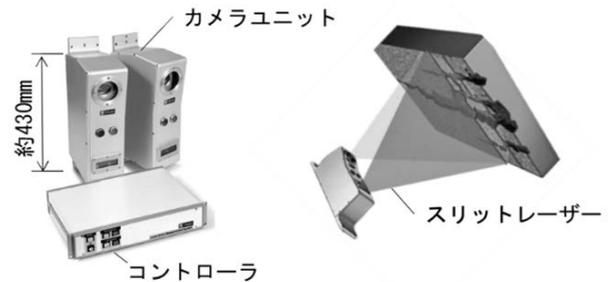


図-3 カメラユニット外観写真と取得イメージ

力装置とエリアカメラ装置を組み合わせた小型・軽量のユニット構造となっている。カメラユニット1台の計測範囲は周長方向に2mで、線路方向・周長方向ともに1mmの間隔でデータ取得が可能である。

(3) 取得データ概要

取得データの概要を図-4に示す。トンネル覆工表面に照射したレーザー光の覆工表面における反射形状をエリアカメラで取得し、3次元座標に変換する。その際、反射輝度情報も取得しており、これらの情報から光の明暗強度を捉えた反射輝度画像(2次元データ)と断面の凹凸形状を捉えた深度形状画像(3次元データ)を作成する。深度形状画像は、平滑化した覆工表面の形状と細かい凹凸の差を階調表現しており、平滑化された位置より近い点を黒、遠い点を白で表現している。

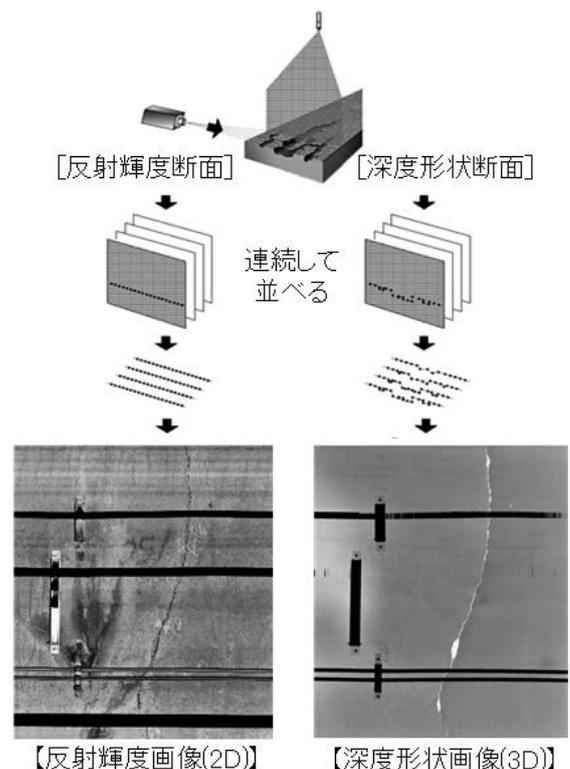


図-4 取得データの概要

(4) ひび割れの自動抽出機能

反射輝度画像（2次元）および深度形状画像（3次元）の2種類のデータを基にひび割れの自動抽出に取り組んでいるが、本稿では3次元による手法について述べる。

深度形状画像（3次元）を基にしたひび割れ自動抽出は、ひび割れが持つ幅や深さの情報とその連続性により、形状や方向等の特性要素を統計処理して行われる（図-5）。カメラユニットのデータ取得の間隔が1mmのため、概ね幅1mm以上のひび割れ自動抽出を目標値としてシステムに実装することとした。

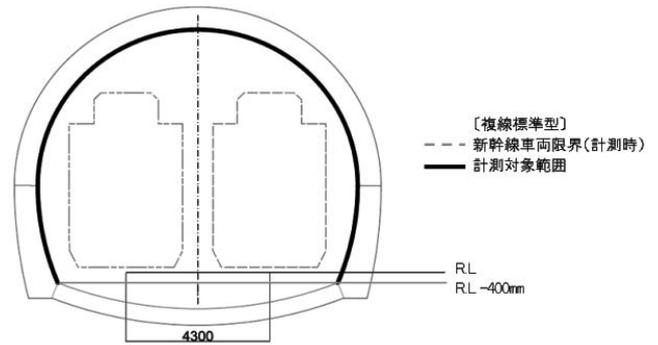


図-6 複線標準型における計測対象範囲

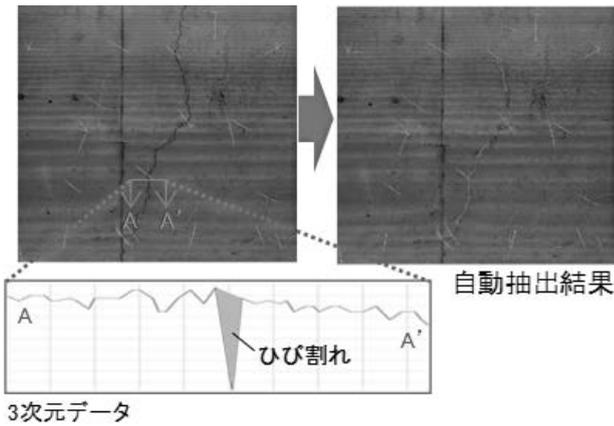


図-5 ひび割れの自動抽出例

(b) カメラユニット配置検討

カメラユニットの配置を検討するためには、カメラユニットの計測可能範囲やトンネル断面までの距離や角度、カメラユニット同士の間隔等、条件を組み合わせる必要があった。以下に検討条件を示す。

①カメラユニットの計測可能範囲

カメラユニットで計測可能な奥行範囲は1,500mm～3,600mmの範囲（2,100mm幅）であるが、100mm余裕を持たせた1,600mm～3,500mmの範囲（1,900mm幅）を計測可能範囲として設定する。また、この範囲でデータ取得できる領域を計測設定深度域として設定する（図-7）が、この値は計測間隔と計測速度の組み合わせによって決定される（表-1）。これは、単位時間あたりにカメラユニットからコントローラーまで伝送可能なデータ容量の上限値があるためである。

開発目標である従来車両以上の解像度および計測速度を考慮して、計測間隔1mm（解像度：1mm

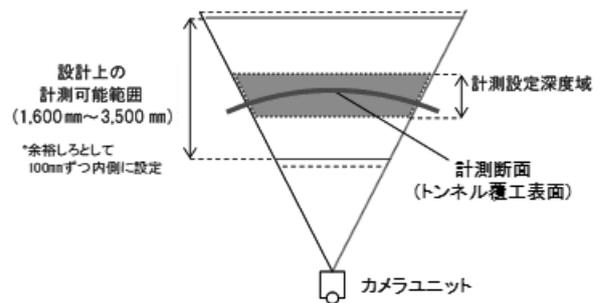


図-7 計測設定深度域

4. 車両設計

(1) カメラユニットの配置設計

(a) 実施内容および前提条件

選定した計測方式やカメラユニットの仕様・性能を踏まえて、JR東日本管内の新幹線トンネル断面を考慮したカメラユニットの配置を検討した。以下に条件を示す。

①対象とするトンネル断面

複線標準型、円形、箱型を計測対象のトンネル断面とする。ただし、カメラユニットのレーザー出力やエリアカメラの性能を考慮し、大型箱型断面は除く。

②カメラユニットの配置

カメラユニットの配置は、下げ束や架線、付帯設備等の離隔を考慮して、新幹線車両限界内とする。線形から定まる曲線部のカント量やシフト量を考慮する。

③計測範囲

計測範囲はトンネル覆工表面（アーチ部および側壁部）として、RL-400mmから上部とする（図-6）。

表-1 走行速度および計測間隔による計測設定深度域

		計測速度 (km/h)			
		15	20	30	40
計測 間隔 (mm)	0.5	720	540	360	270
	1.0	1,510	1,280	850	690
	2.0	3,000	2,500	1,500	1,250

(単位：mm)

×1 mm), 計測速度 20 km/h を条件とした。ただし, 計測速度は線路勾配等により一定に保つことが難しいことから, 計測設定深度域が狭くなるより厳しい条件の計測速度 30 km/h に条件を上げて, 計測設定深度域 850 mm 以内に計測断面が収まるようカメラユニットを配置することとした。

②各トンネル断面の計測断面位置の把握

カメラユニットの配置検討では, カメラユニットを配置する車両と計測対象であるトンネル断面との位置関係が重要となる。カメラユニットが配置可能な車両限界に対し, 対象のトンネル壁面が直線部や曲線部でどのように変位するのか把握する必要がある。

このことから, 対象となる3つのトンネル断面と車両限界の位置関係を直線部および曲線部の条件で求め, 1つの車両限界位置に対する3つのトンネル断面の位置を重ね合わせることで, 計測断面位置を設定した(図一8)。



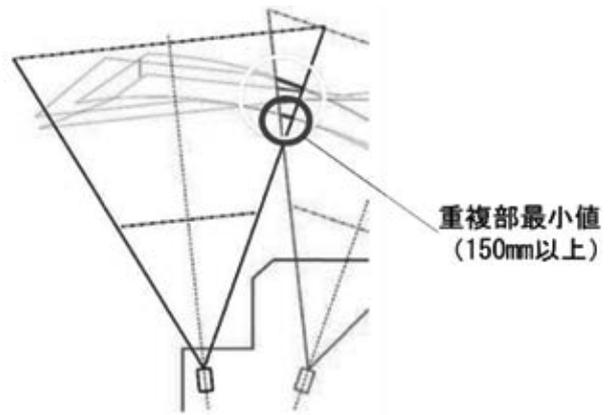
図一8 統合した計測断面による計測範囲

③カメラユニットの配置台数

カメラユニットは1台で周長方向約2mをデータ取得可能である。計測対象が複線標準型断面の直線部の場合, トンネル半断面に対して均等に配置すると6台が必要となることから, この構成を基本として, 5~7台で検討することとした。

④カメラユニットの角度と間隔

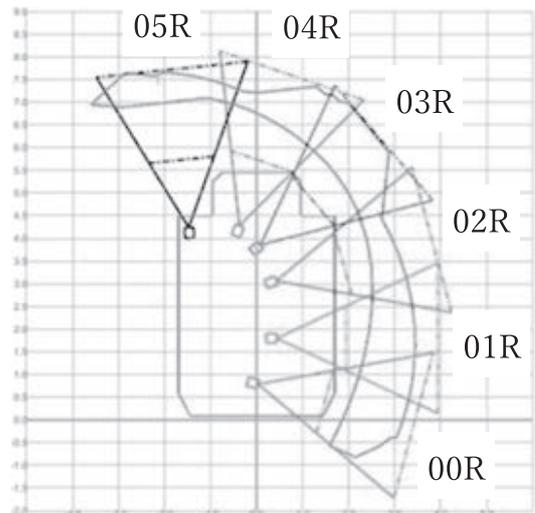
カメラユニットで広範囲のデータを取得するには, 対象物に対して垂直にカメラユニットを配置させる必要がある。また, 計測時に変化するトンネル断面において, 計測データが欠損しないよう, 隣接するカメラユニットの計測範囲を, カメラユニットから2,200 mm の位置で150 mm 以上重複するよう設定した(図一9)。



図一9 カメラユニット間の計測範囲の重複

(c) カメラユニットの配置検討結果

以上の条件を考慮し, いくつかの配置案にて比較検討を行った。その結果, カメラユニット6台で統合した計測断面が計測設定深度域内である850 mm 以内に収まり, 隣接するカメラユニットの計測範囲が150 mm 以上重複していたので, この配置案を採用した(図一10)。



図一10 採用したカメラユニットの配置案

(2) カメラユニットの支持構造

(a) 実施内容および設計条件

採用したカメラユニット配置を考慮し, 所定の位置でカメラユニットを確実に支持することが可能な支持架台ならびに, カメラユニット12台を格納することができるコンテナユニットの設計を行った。以下に条件を示す。

①設計最高速度

設計走行速度は回送で新幹線 50 km/h 以下, 在来線 30 km/h 以下とし, 計測速度は新幹線 20 km/h とする。

②車両寸法

車両寸法は在来線での回送を想定して、在来線車両限界以下とする。また、陸送を考慮して道路運送車両法等からコンテナユニットは低床トラック搭載時に高さ 3,800 mm 以下、幅 2,500 mm 以下、長さ 12,000 mm 以下になるような構造とする。

③カメラユニットの格納と展開

カメラユニット 6 セット (12 台) をすべてコンテナユニット内に格納でき、採用案のカメラユニット配置へ展開し、支持ができる構造とする。

④カメラユニット支持架台の移動構造

カメラユニット支持架台の移動構造は、コンテナユニットのスペースや計測時の振動や衝撃に対する強度を有するものとする。

(b) 支持構造の検討結果

以上の条件を考慮し、3つの支持構造案による比較検討を行った。その結果、伸縮スライドと回転移動を組み合わせたコンパクトな移動構造で、カメラユニットの格納と展開ができる構造の案を採用した (図-11)。

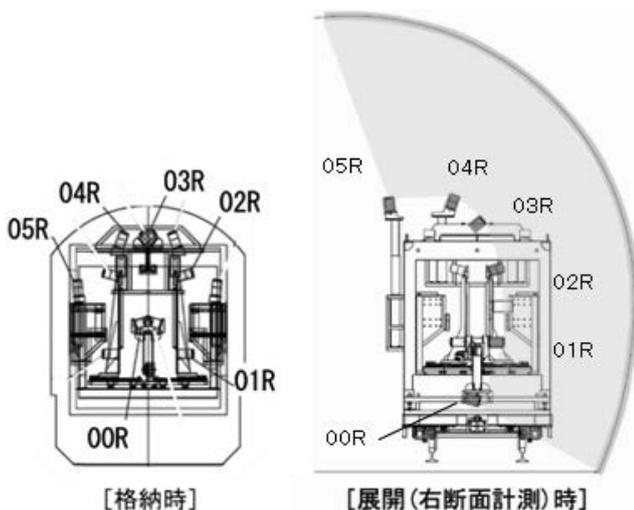
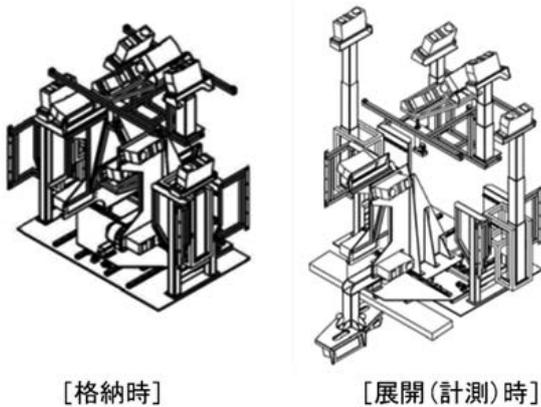


図-11 支持構造の概要 (格納時, 展開時)

5. 走行検査

(1) 走行検査の位置付け

前章までに検討した条件で車両を製作し、本線上での走行検査を実施した。この走行検査は走行性能の確認、前章で設計したカメラユニット配置によるトンネル全断面でのデータ取得の確認、3次元データを用いたひび割れ自動抽出機能の確認を実施するために行った。なお、対象のひび割れ幅は 1 mm 以上とした³⁾。

(2) 走行検査の対象トンネル選定の考え方

車両設計時の考え方に記載した通り、カメラユニットから覆工表面までの距離が遠くなると、カメラユニットの計測可能範囲を超えてしまい、逆に距離が近くなると、隣接するカメラユニットの計測範囲の重複が確保できなくなるため、計測データが欠落するおそれがある。曲線部ではカントによって車両が傾き、直線部よりも覆工表面までの距離の変化が大きいことから、曲線部の方が走行検査としての検討条件が厳しいと考えた。これより、断面形状の異なる 3 種類 (複線標準型, 円形, 箱型) に対して、直線部およびカントの大きい曲線部を選定して走行検査を実施した。

(3) 対象トンネルの選定

整備新幹線のトンネル断面形状は複線標準型断面より 50 mm 小さい。より厳しい条件で実施するために、整備新幹線区間を対象候補から除外した。整備新幹線区間を除く区間でカントが最大 (180 mm) であるトンネルを走行検査の対象トンネルとして選定した (表-2)。

表-2 走行検査対象区間の概要

	直線	曲線
複線標準断面	20 m	20 m (C=180)
円形断面	20 m	20 m (C=95)
箱型断面	20 m	20 m (C=55)

ひび割れの自動抽出機能の検証は、曲線部と直線部で行うこととし、ひび割れの発生状況を考慮して検証区間を決定した。

(4) 事前のひび割れ現地調査

3次元データを用いたひび割れの自動抽出機能の確認を行うために、高所作業車等を用いて、事前のひび割れ調査を行った (写真-2)。現地で確認したひび割れは、1 mm 未満のものも含め、近接目視で確認で



写真一2 ひび割れ調査状況

きるすべてを対象とした。調査内容は、ひび割れの端部および幅で、ひび割れ幅は変化点で計測した。

(5) 走行検査結果

選定した対象トンネルにおいて計測を行った。各項目に対する確認結果を以下に示す。

(a) 走行性能の確認

走行時の振動状況やブレーキ性能（貫通ブレーキ）の確認を行った。計測時（20 km/h）および回送時（30 km/h）のどちらにおいても顕著な振動は発生せず、ブレーキの動作も良好であった。なお、計測に問題が生じるレベルではないが、最も伸長するカメラユニット05の振動が懸念されたため、次節の対策を実施した。

(b) 全断面でのデータ取得

複線標準型断面および円形断面では、カメラユニットの設計配置通りで全断面のデータを取得できることを確認した。箱型断面の直線部では、カメラユニットから天頂部の距離が財産図から事前把握していた想定よりも小さかった。そのため、前章で検討した設計配置ではカメラユニット04とカメラユニット05の取得データが重複せず、データの欠損箇所が現れた。現地でカメラユニットの位置の調整と計測設定深度域の設定を変更した結果、当該区間で全断面のデータを取得することができた。

(c) ひび割れの自動抽出

3次元データを活用することで、1 mm以上のひび割れを自動抽出できることを確認した。一方、カメラユニットの配置位置やひび割れ形状によってはレーザー光が入射されず、形状や連続性が途切れ自動抽出できない場合も確認された。

(6) 走行検査結果を受けての変更と改良

走行検査結果を踏まえて、以下の変更と改良を行った。

(a) 計測設定深度域

走行検査の取得データを精査した結果、計測設定深度域について、850 mmの設定に対して計測値が840 mmのカメラユニットがあった。このような設定に対して余裕がない状態であると、計測時の振動等により計測断面が計測設定深度域の範囲を超えた場合、データが欠損するおそれがある。そのため、データ欠損防止を目的に計測設定深度域を850 mmから1,280 mmに変更した。変更した設定でも計測速度24 km/h程度まではデータ取得可能であることを確認している。

(b) カメラユニット05の振動防止

片持ち構造となるカメラユニット05の振動抑制を図る目的で、コンテナユニット側面から電磁式のマグネットを展開し、磁力による固定を行う機構に改良した（写真一3）。

なお、完成した車両での計測状況を写真一4に示す。



写真一3 カメラユニット05の振動防止



写真一4 完成車両による計測状況

6. 新しい車両の導入効果

(1) 計測速度の向上

計測速度を旧来型の 8.5 km/h から 20 km/h まで向上し、対象とする全新幹線トンネルにおいて 2 年毎の検査周期に合わせたデータ取得が可能となった。

(2) 取得データの解像度の向上

取得された画像上で幅 0.5 mm 程度のひび割れを視認でき、旧来型のトンネル撮影車から計測速度を向上しながら、より高精度なデータを取得できるようになった。

(3) トンネル展開図作成の省力化

新型トンネル撮影車では覆工表面の 2 次元情報に加え、光切断法により 3 次元情報が取得できる。3 次元情報を用いると覆工表面の凹凸形状からひび割れを抽出することができる。今後ひび割れ抽出の自動化に取り組むことで、トンネル展開図作成の省力化を進めていく。

7. 今後の取組み

今後はひび割れ自動抽出の機能向上を進めるとともに、2つの時期に作成されたトンネル展開図を比較することで検査の着眼点を絞る手法を検討することで、トンネル検査のさらなる質的向上に取り組んでいく。

J|C|M|A

《参考文献》

- 1) 鈴木延彰：トンネル覆工表面撮影車の導入，日本鉄道施設協会誌，pp41-43，2000年8月
- 2) 久保木利明，栗林健一：次世代トンネル覆工表面撮影車の導入に向けた現地試験の概要について，土木学会年次学術講演会，VI -116，2016年9月
- 3) 滝澤彰宏，中村大輔，齊藤岳季：トンネル覆工表面の 3D 解析によるひび割れ抽出について，土木学会年次学術講演会，VI -396，2018年8月

【筆者紹介】



久保木 利明（くぼき としあき）
東日本旅客鉄道株式会社
鉄道事業本部 設備部 大規模改修・業務革新グループ
課長



八嶋 宏幸（やしま ひろゆき）
東日本旅客鉄道株式会社
鉄道事業本部 設備部 大規模改修・業務革新グループ
課員



滝澤 彰宏（たきざわ あきひろ）
東日本旅客鉄道株式会社
JR 東日本研究開発センター
フロンティアサービス研究所
副主幹研究員

「鉄道版インフラドクター」を 伊豆急行線のトンネル検査に導入

森 友峰・岩瀬 祐人

東急(株)、伊豆急行(株)、首都高速道路(株)、首都高技術(株)は、鉄道施設の保守点検等の精度向上と効率化を目的に、鉄道保守新技術（以下、鉄道版インフラドクター）の共同開発を進めてきたが、実証実験・技術検証の結果、有効性が確認できたため伊豆急行線のトンネル検査に「鉄道版インフラドクター」を導入した。なお既に首都高速道路で運用中のインフラドクター[®](^{※1})を鉄道に適用する新技術の実用化は、日本初の取り組みである。本稿では「鉄道版インフラドクター」の概要及び導入効果について報告する。

キーワード：インフラドクター、3次元点群データ、高解像度カメラ、保守管理作業効率化

1. はじめに

トンネル特別全般検査では、高所を含めた全てのトンネルの壁面を目視で点検し、打音調査を行い、展開図を作成するなど、多くの人手が必要であった。今回、伊豆急行線にて、点検作業の効率化、コスト削減に大きく貢献できるシステム「鉄道版インフラドクター」を新たに導入した。本稿ではその概要及び効果について報告する。

2. 鉄道版インフラドクター

(1) 概要

「鉄道版インフラドクター」は、構造物点検の作業や維持補修計画の立案などの効率を大幅に向上させるシステムであり、レーザースキャナで得られる x, y, z の位置情報をもった点の集合体である 3次元点群データや、高解像度カメラによる画像データを GIS (地理情報システム) に連携させることで、要注意箇所の早期発見、構造物の 2次元 CAD 図面作成、3次元モデル作成、構造図面や各種点検・補修データの一元管理が可能となる。2018年9月に伊豆急行線全線、2019年1月に東急田園都市線で実施した実証実験では、移動計測車両 MMS (モービルマッピングシステム) を鉄道台車に積載して、レーザースキャナや高解像度カメラによるデータ取得方法の検証を行った。その結果、

鉄道構造物において、詳細なデータの取得および適切な解析が可能であることを確認したため、2020年6月中旬から実施している伊豆急行線のトンネル検査に導入するに至った。

(2) 3次元点群データなどの取得方法

レーザースキャナ、高解像度カメラを装着した移動計測車両 MMS を、鉄道線路上の走行が可能な鉄道台車に積載し、モーターカーで牽引して 3次元点群データや画像データを取得する (写真-1)。



写真-1 鉄道台車に積載した移動計測車両「MMS」

(3) 特徴

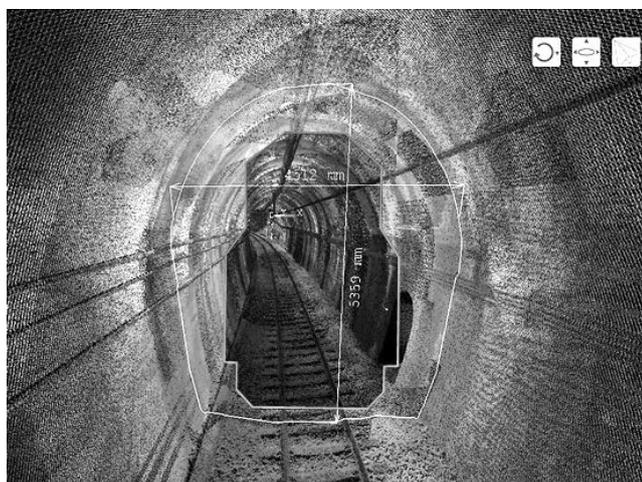
① GIS プラットフォームからの迅速な検索

GIS プラットフォーム上にあるデータベースから、各種構造物の諸元、点検や補修履歴など維持管理に必要な情報を、地図上やキーワードから検索でき、これ

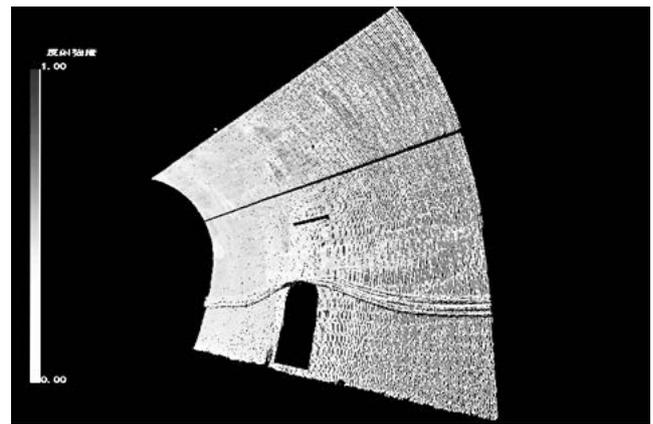
※1 首都高技術(株)、朝日航洋(株)、(株)エリジオンの3社で共同開発した道路維持管理システム。点群取得、各種管理台帳データ、構造物の形状検出等を一体的に管理・運用することが可能。



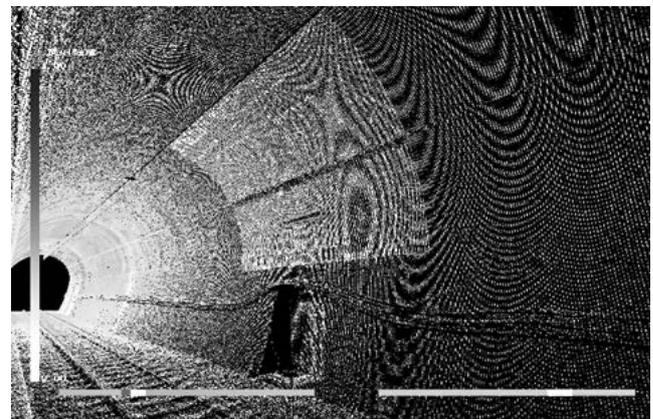
図一 1 GIS プラットフォーム動作画面



図一 2 トンネル内の寸法計測, 建築限界確認



図一 3 トンネル壁面の 3 次元点群データ



図一 4 変状検出した画像

により、資料収集にかかる時間を大幅に短縮することが可能である (図一 1)。

②システム上からの現地調査・測量

システム上で構造物を再現しながら、寸法計測などの現地調査・測量や建築限界の確認ができ、これにより従来手法と比べて時間短縮が可能である (図一 2)。

③構造物の変状検出

トンネル壁面の 3 次元点群データを図一 3 に示す。このデータからトンネル構造物のコンクリートの浮きや剥離などの変状抽出が可能 (図一 4) となり、これにより、構造物の異常を定量的に把握し、詳細な点検が必要な箇所をスクリーニングすることができる。

④ 2 次元 CAD 図面および 3 次元モデルの作成, 3 次元空間での現場作業シミュレーション

3 次元点群データから構造物の輪郭線を抽出し、任意の断面において 2 次元 CAD 図面および 3 次元モデルの自動作成が可能である。これにより、図面の存在しない構造物に対する図面の復元や、高度な解析技術

と組み合わせることで、的確かつ効率的な構造物の劣化診断や予測につなげることができる。また、現場作業時の安全性チェックなどを、予め用意しているツール (実車と同じ動きをする施工機械などの 3 次元モデル) を用いて効率的な施工シミュレーションができ、これにより、現場作業における安全性の確保や作業の手戻りを最小化することが可能となる。

3. 検査方法及びその効果

伊豆急行線では、20 年に 1 回、大規模かつ詳細なトンネル検査 (特別全般検査) を実施しているが、この特別全般検査に「鉄道版インフラドクター」を導入した。対象は伊豆急線の全トンネル 31 か所・約 17 km である。まず、移動計測車両 MMS (写真一 2) によってトンネル壁面の 3 次元点群データ (図一 5) や高解像度カメラ画像 (写真一 3) を取得する。次にそれらを解析することにより、トンネル壁面の浮きや剥離などの要注意箇所を抽出し、打音調査が必要な箇所を絞り込む。最後に解析によって得られた打音調査が必要な箇所を重点的に打音調査する。



写真-2 伊豆急行線トンネル内を走行する移動計測車両「MMS」



図-5 実証実験で取得した3次元点群データ（伊豆急下田駅）



写真-3 実証実験で取得した高解像度カメラ画像（東急田園都市線トンネル内）

従来の検査方法と「鉄道版インフラドクター」による検査方法のフロー比較を図-6に示す。従来の検査では、高所を含めた全てのトンネルの壁面を目視で点検し、異常が疑われる箇所を打音調査を行い、展開図を作成するなど、多くの人手が必要だったが、「鉄道版インフラドクター」を導入することにより、従来の近接目視点検に相当する検査日数は、15日程度から3日へと約8割減少し、検査費用についても約4割減少^(※2)した。さらに、前述のデータ解析による打音調査が必要な箇所の絞り込みについては、今回はトンネル断面の約50%が打音調査不要という結果が得

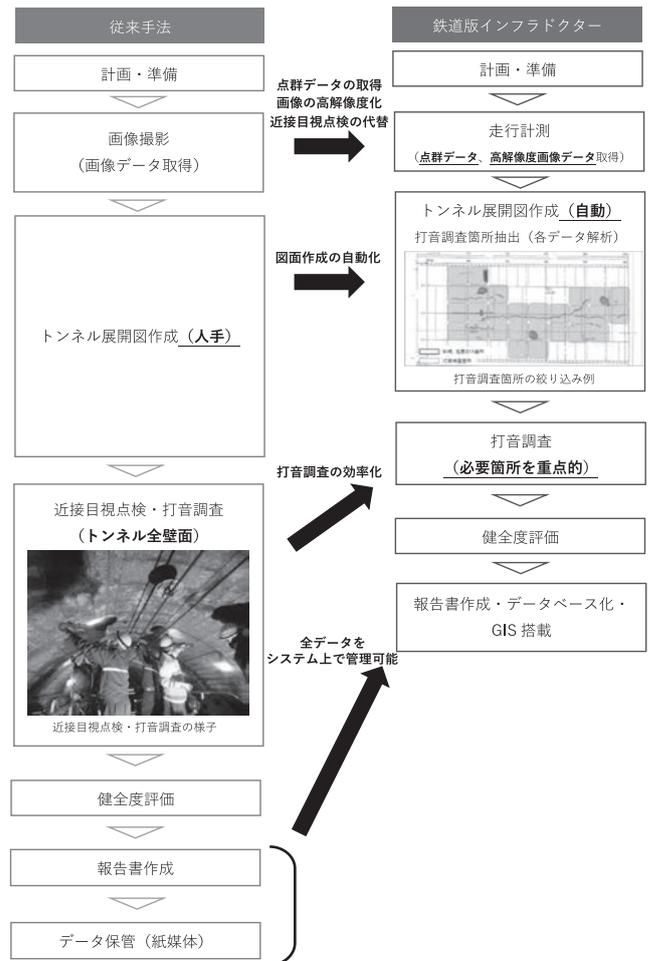


図-6 トンネル特別全般検査業務のフロー比較

られたトンネルもあり、点検作業の効率化、人手不足の解消およびコスト削減に大きく貢献した（トンネルにより打音調査不要箇所の割合は異なる）。伊豆急行線のトンネルは建設から約60年経過しており、また、路線が海岸線に近いことによる塩害や、温泉地ゆへの劣化等、厳しい条件下において上述の通りの結果になったが、別路線の比較的新しいトンネルや、周囲環境の良好なトンネルにおいては、さらに打音調査不要箇所が増加することが想定される。

また、「鉄道版インフラドクター」では、特別全般検査に必要なトンネル壁面の展開図などを、計測した各データから作成することが可能となるため、事務作業の大幅な省力化が図れるとともに、位置情報とも連動したより正確な記録となるため、今後の検査・保守業務に活用できる。さらに、検査の機械化が進むため、検査精度のバラつき解消や、技術継承の支援などの効果もある。

※2 特別全般検査における現場での近接目視点検に相当する検査日数およびコストが対象。打音調査は除く。

4. おわりに

伊豆急行線のトンネル検査に「鉄道版インフラドクター」を2020年6月から導入することで、早く正確にトンネル表面の変状把握、適切な補修・補強対策の検討が可能となった。今後は、鉄道に特化した建築限界の自動抽出などのさらなる技術開発を進め、安全・安定輸送に貢献できるように努めるとともに、他鉄道事業者への展開も検討していく。

J|C|M|A

[筆者紹介]

森 友峰 (もり ともみね)

東急(株)

交通インフラ事業部 戦略企画グループ 新規事業担当
課長



岩瀬 祐人 (いわせ まさと)

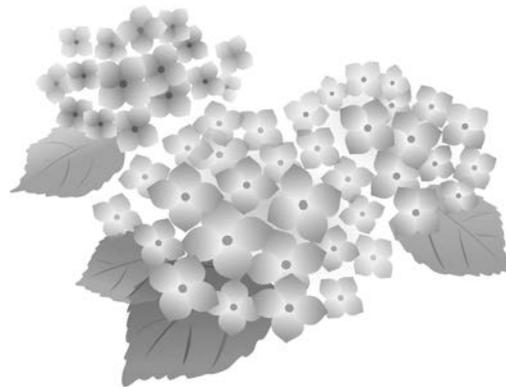
東急(株)

交通インフラ事業部 戦略企画グループ 新規事業担当
課長補佐



《参考文献》

- 1) インフラドクターホームページ
<https://www.infradoctor.jp/>



新宿駅東西自由通路および東口駅前広場の整備

竹内 美礼

新宿駅は世界最大のターミナル駅で、駅を中心に東西にまちが発展してきた。しかし、駅の東西をつなぐ歩行者動線は限定され、まちとして回遊性に課題があるとともに、駅としてもコンコースの混雑等の課題があった。

そこで、これらの解消にむけ、改札内のコンコースを自由通路化するとともに、バリアフリー設備の整備、駅事務室の集約化を行うこととした。

本稿では、新宿駅における自由通路整備を報告すると共に、この開業に合わせ整備した東口駅前広場の歩行者空間拡大を報告する。

キーワード：新宿駅、自由通路、駅改良、駅前広場

1. はじめに

新宿駅は1885年に開業し、現在では1日当たり350万人超の世界最大の乗降人員を誇るターミナル駅である。駅の東側は繁華街が、西側には都庁を始めとしたオフィス街が広がり、駅を中心に首都の顔として発展してきた。

その一方で、駅の東西をつなぐ歩行者動線は南の甲州街道、北のメトロプロムナードのみで、両者は約300m離れており、まちの回遊性、一体性に課題を有していた。地元及び新宿区はこの解消のために既存コンコースの自由通路化を熱望していた。また、当社としても、多くのお客さまのご利用によるコンコースの混雑、バリアフリー設備の不足、わかりにくい駅施設配置等、駅の設備面での課題もあった。そこで、自由通路の整備をするとともにそれにあわせて、バリアフリー設備の整備、駅事務室（券売機、出札等）の集約、防災設備整備を始めとした駅改良工事を進めることとした。

また、新宿駅東口は、現在の東口駅舎と駅前広場が1963年に開業したが、駅前には歩道が狭く、歩行者と自動車の動線が交錯する等、来街者の増加に対応できていなかった。今回、新宿区は自由通路の開業にあわせた来街者の増加を見込み、広場管理者である都及び当社へ広場の拡幅を要請し、これに応じて駅前広場の整備を行うこととなった（図-1）。

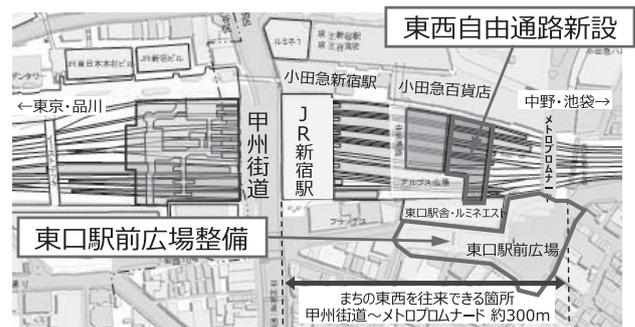


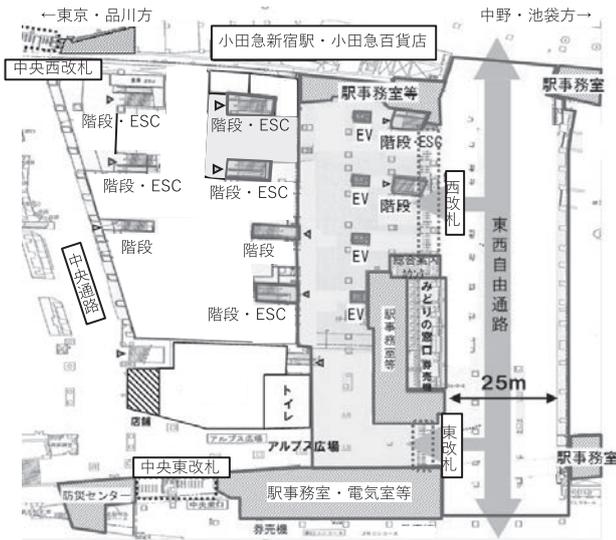
図-1 位置図

2. 東西自由通路整備概要

東西自由通路の整備にあたり、2008年に新宿区と基本協定を結び、新宿区から補助金の交付を受け、2012年9月に工事着手した。

工事の主な内容としては、以下の通りである。

- ①線路下に地下2層の高架橋（地下1階：自由通路、コンコース、駅事務室等（図-2）、地下2階：電気室、機械室）を新設し、既存の改札内コンコース（北通路）を幅員25mに拡幅のうえ自由通路化する
- ②別事業で整備した既存高架橋を活用し、新たに改札内コンコースを整備する（約2000m²）
- ③バリアフリー設備として24人乗りエレベータの整備、駅施設（出札等）の集約を行う
- ④東京都による大規模ターミナル駅の防災・避難に関する基本方針を踏まえた防災設備の整備を行う



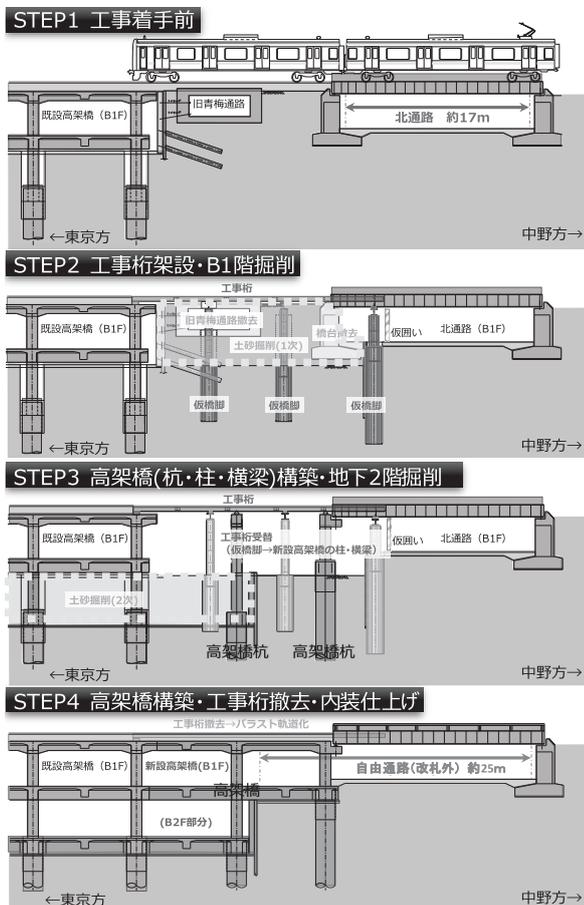
図一2 地下1階平面図

3. 施工ステップ

高架橋構築までの施工ステップを以下に示す(図一3)。

【STEP1 工事着手前】

工事着手前は、幅員17mの北通路と既設高架橋との間は地盤及び昭和初期に利用していた旧通路があった。



図一3 施工ステップ

【STEP2 工事桁架設・地下1階掘削】

北通路を拡幅するために、工事桁及び仮橋脚により軌道を仮受し、地下1階部分の土砂掘削及び支障する構造物の撤去を実施した。工事桁は当社が保有する鉄道クレーン車等により架設を行った(写真一)。



写真一1 鉄道クレーンによる工事桁架設・撤去
(写真は撤去時の様子)

【STEP3 高架橋(杭・柱・横梁)構築・地下2階掘削】

地下1階部分の掘削完了後、高架橋の杭(TBH杭)、柱及び1階部分の横梁を構築し、工事桁を仮橋脚から受け替える。受け替え完了後に地下1階の梁スラブを構築し、仮橋脚は撤去する。地下1階部分の高架橋く体構築後、地下2階の掘削を進めた。地下2階の掘削は後述の工事用の残土搬出トンネル内のベルコン等により搬出を行った。

【STEP4 高架橋構築・工事桁撤去・内装仕上げ】

地下2階の掘削完了後、既設高架橋部分及び新設高架橋部分の地下2階の梁スラブを構築した。その後、工事桁を撤去し、内装工を行い、完成となる。

4. 資機材搬入出

新宿駅では、これまでも甲州街道架け替えを始めとして工事が進められてきたが、都心のターミナル駅であることから作業時間が短い、十分な広さの施工ヤードが確保できない等の制約を受けながら施工をしてきた。

今回は、それに加え、施工エリアの四方を旅客コンコース、他社駅ビルに囲われているため、資機材の搬入出に関する制約は通常の駅改良工事と比べると非常に厳しい状況であり、この解決が工事を進めるうえでは重要なポイントであった。特に、大量のコンクリートや掘削残土を直接搬入出する必要があったが、工事エリアへ直接車両での乗り入れが不可能であったため、東口に設けた工事ヤードと工事エリアを結ぶ工事



写真—2 搬出入用工事用トンネル

用トンネル（φ 2.4 m，延長約 150 m）を整備し，搬入出を行った。これにより，時間の制約をほぼ受けることなく，搬入出が可能となった（写真—2）。

なお，工事用トンネルで運べない鉄筋や足場材等は，都及び小田急電鉄の協力を得て西口広場から台車に載せ，駅の営業時間外（1：10～4：00）に人力運搬した。

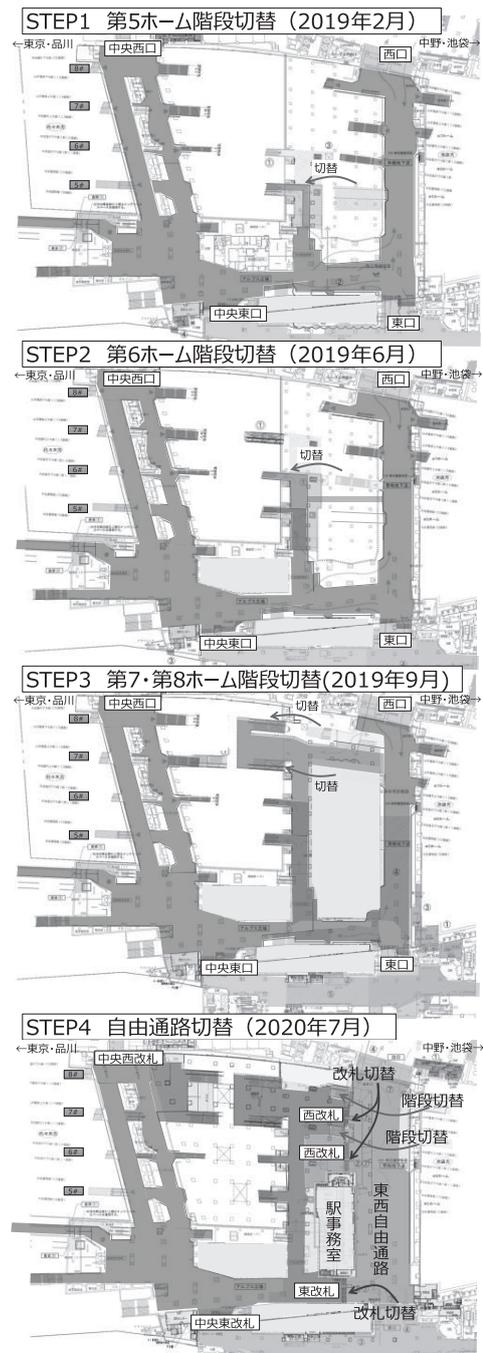
また，軌道上の作業は，西側には地形及び小田急線の線路があるため，東側に唯一設けた搬入口から行った。1番線から最も遠い16番線までは約1時間かけて施工箇所まで到達する等，手間をかけながら施工を進めていた。

5. 自由通路整備にむけた通路切替

自由通路整備にあたっては，既設の北通路をラチ外通路化する必要があることから，北通路に接続する階段6基，エスカレータ1基を移設（新設・撤去）する必要があった。

そこで，北通路の南側に改札内コンコースを整備し，東側から順次階段を切り替えながら約1年かけて進めていった。山手線のホームにおいては，階段新設用の仮囲いだけでなく，エレベータやダクト施工用の仮囲いの設置が必要であったが，朝夕のラッシュ時の混雑状況を踏まえると一度に全ての仮囲いを設けて施工することは安全上難しく，施工順序を調整しながら進めた（図—4）。

また，改札は，東口が11通路，西口が20通路あり，自由通路化のためには，両改札を同時に一夜で切替を行う必要があった。合計31通路の改札切替は，当社において過去最大の切替であり，営業時間外だけの切替は困難であったことから，お客さまの改札利用記録を踏まえ，営業時間内の23：30から一部作業に着



図—4 通路切替ステップ

手し，翌朝の営業開始後の5時まで作業を続けることとした（写真—3）。切替については2020年7月19日朝に予定通り完了した（写真—4）。なお，券売機や出札の切替については改札切替後，段階的に順次切り替え，2020年7月27日に完了した。

6. 東口駅前広場整備概要

東西自由通路の開通等により増加する来街者対応として，広場の管理者である東京都及び当社へ2018年11月に新宿区より協議があった。当社としても，広



写真一 3 改札切替作業の様子



写真一 5 使用開始した東口駅前広場北側広場



写真一 4 使用開始した自由通路

場内の車両及び歩行者動線の分離による安全性向上及び東口に点在した施工ヤードの集約による効率化が図れることから、区に協力し、東京都と共同で広場の整備を行うこととした。

設計については、新宿区が概略設計を実施し、これを基に新宿区が交通管理者協議を進めた。当社は区の概略設計を基に詳細設計を実施し、計画の深化を図った。

工事は、1期工事として、信号機を新設し、車両動線の変更により東口駅舎北側の車道を廃止し、歩行者広場を自由通路開業までに整備した。2期工事として、2020年度末までに広場外周歩道の拡幅を行った(図一5、写真一5)。

7. おわりに

新宿駅東西自由通路及び東口駅前広場整備の歩行者広場については、2020年7月19日朝に使用開始した。東西自由通路は2012年9月の工事着手より約8年かけてようやく使用開始に至った。多くのお客さまや関係者のご理解、ご協力を経て、この日を迎えることが出来た。

新宿駅東西自由通路については、電気室の整備等が継続中であり、お客さまの安全の確保を最優先に、工事を推進していく所存である。

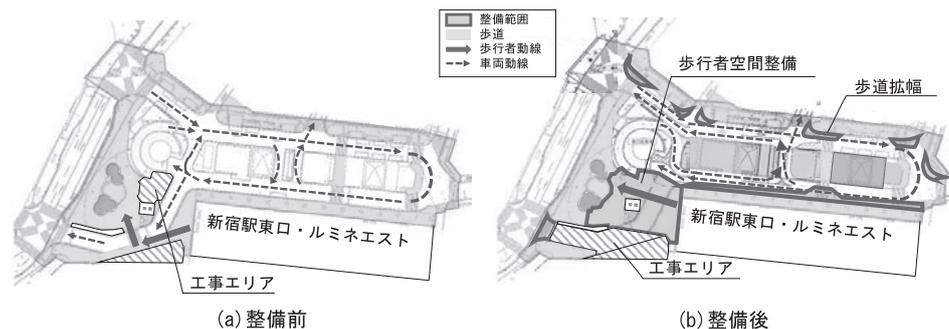
謝 辞

最後に新宿駅をご利用頂くお客さま及び多くの関係者の皆さまには、工事への多大なるご理解、ご協力に感謝申し上げますと共に、関係者の皆さまには引き続きのご指導、ご協力をお願いしたい。

JCM A

【筆者紹介】

竹内 美礼 (たけうち みれい)
東日本旅客鉄道㈱
東京工事事務所 新宿ターミナル
担当課長



図一 5 東口駅前広場整備概要

JR 長崎本線 連続立体交差事業

津田 宙

諸外国との玄関口として発展してきた長崎市において、駅周辺の慢性的な交通渋滞解消はまちづくりを進める上で大きな課題であった。長崎県を主体とする「JR 長崎本線連続立体交差事業」（以下、長崎高架）は、東西に広がる市街地の一体的な発展および都市拠点機能向上、踏切廃止に伴う安全推進を目的として進められ、2020年3月28日に高架開業を迎えた。高架切替点付近は一部単線化にて運行を開始したが、仮線路撤去後に盛土を構築し、2020年12月に最終形へと切り替えた。本稿では、長崎高架の概要および特徴等について紹介する。

キーワード：連続立体交差、背割式高架橋、ハーフプレキャストスラブ工法、S型弾性まくらぎ直結軌道、複線化

1. はじめに

長崎高架は、長崎県を事業主体として、JR 長崎本線の浦上駅付近から長崎駅までの約 2.5 km 区間において鉄道を高架化することを目的としている。高架化に伴い、4 箇所踏切が廃止され、8 箇所道路が立体交差する計画であり、都市内交通の円滑化および高架下開発を含めた東西市街地の一体化が図られ、地域の活性化が期待される事業である（図-1）。

事業の主な内容を表-1 に示す。長崎高架は、2001年4月に着工準備採択を受け、2008年12月に都市計画決定、2010年2月の事業認可を経て長崎県と当社の二者で基本協定を締結した。

本線の高架化に先行して、事業予定地となる長崎駅構内にあった車両基地を佐世保市の早岐駅構内に移転する工事に着手した。移転後の基地機能としては、13線の留置機能、検修庫、洗浄線、自動洗浄装置、転車台等を有し、2014年3月に早岐車両基地として運用開始した。また、長崎駅がJR 長崎本線の頭端駅という特性上、新設する高架橋上に給油線や車両点検設備等の留置線を配置する計画とした。

高架橋の建設方式は、長崎駅部は新幹線高架橋と併設する形で別線方式、その他の区間では仮線方式を採用した。2013年度より浦上駅～長崎駅間の仮線工事に着手し、2015年度に3回に分けて仮線切替工事を行い、2016年度に高架橋本体工事に着手した。2018年度からは軌道・建築・機械・電気工事も順次着手し、

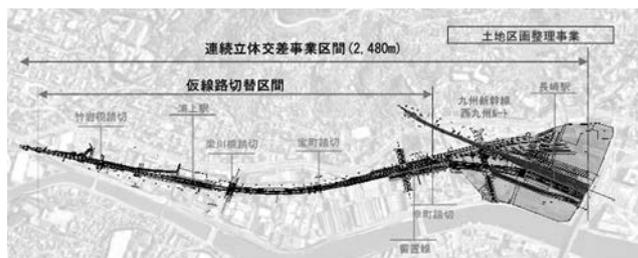


図-1 JR 長崎本線連続立体交差事業

表-1 長崎高架事業概要

事業主体	長崎県
高架区間	JR 長崎本線 約 2.5 km
踏切廃止	4 箇所 竹岩橋踏切 梁川橋踏切 宝町踏切 幸町踏切
交差道路	都市計画道路 5 路線、市道 3 路線
高架駅	浦上駅 (1 面 2 線)、長崎駅 (2 面 5 線)
車両基地	早岐駅構内へ移転
事業期間	2009 年度～2021 年度
関連事業	九州新幹線西九州ルート 長崎駅周辺土地区画整理事業

2020年3月28日に2つの高架駅（浦上駅・長崎駅）を含む約 2.5 km の高架化が完了した。開業時点では、切替点からアプローチの盛土区間は一部単線化にて運行していたが、仮線路撤去後の2020年12月に複線化を行った。

2. 長崎高架の特徴

(1) 高架橋構造の検討

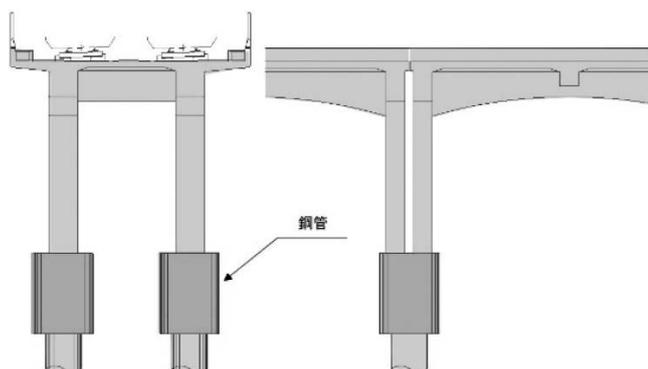
長崎高架では、高架橋起点～浦上駅部～留置線部までの約 1.3 km 区間において、当社として初めて背割式ラーメン高架橋を採用した（写真—1）。背割式とは、隣接高架橋の端部の柱を同一の基礎に載せた構造形式であり、単純桁（調整桁）による支承が不要となるため、維持管理の省力化が期待できる。また、高架橋の柱スパンは当社の従来の高架橋より長い 15 m を標準とし、高架下の利便性向上を図った。背割式としたことで構造上連続性が高まり、従来の高架橋構造より景観に優れるといった特徴もある。

上記区間においては、地中梁を省略し、杭・地中梁・柱が競合する杭頭部の鉄筋の輻輳を最小限とした。鋼管を用いて杭と柱を効率的に接合しているため、シンプルな構造であり、施工の面でも省力化が期待できる計画とした（図—2）。また、地中梁を省略したことによる不等沈下対策としては、当該区間の杭に先端強化型杭を採用した。

なお、留置線部～長崎駅部の区間は、計画道路との交差箇所も多く、背割式構造の優位性が発揮できないことから、これまでに当社で多くの実績がある縦・横



写真—1 背割式ラーメン高架橋



図—2 鋼管による杭と柱の接合

地中梁を設けた一般的なゲルバー式ラーメン高架橋を採用した。

景観は、高架橋の縦梁や橋桁の高さを構造物毎で揃えたり、隣接する新幹線高架橋と構造上の調和を図ったりするなど、視覚的連続性の確保に配慮した設計とした。一方で高架橋のハンチや下部工に眼鏡橋や出島をイメージした曲線をつけ、長崎らしいデザインを取り入れている。

(2) ハーフプレキャストスラブ工法の採用

長崎高架の高架橋建設ヤードは、市街地かつ隣接する民地等に囲まれた狭隘なスペースであり、用地の制約上、切替えられた仮線直近で高架橋を建設しなければならなかった。特に浦上駅付近においては、高架橋と仮線との間に施工上の必要幅が確保できないという状況であった。そのため、新設する高架橋躯体の全周に足場支保工を設置する従来の高架橋施工は困難であったことから、無支保工での施工が可能であるハーフプレキャストスラブ工法（以下、HPca 工法）を採用した。HPca 工法をラーメン高架橋に適用する場合、通常は柱・梁・スラブが全てプレキャスト部材であることが多いが、今回は全体工程への影響を考慮した結果、柱・梁は現場打ちによる施工とし、スラブのみプレキャスト版（写真—2）による施工とした。

また、プレキャスト版の架設についても仮線と民地等に囲まれた条件での施工であり、通常のクレーン架



写真—2 プレキャスト版



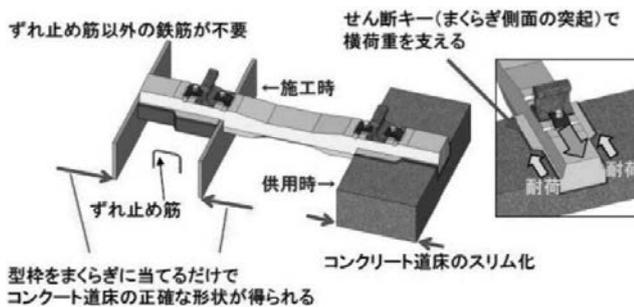
写真—3 HPca 架設状況

設以外の工法選定が必要であった。そこで先行して打設した高架橋の上層梁にH鋼やレールを用いた軌条設備を設置し、自走式クレーンを組立て、軌条設備の設置と併せてプレキャスト版を架設していく施工方法を採用した(写真—3)。

(3) S型弾性まくらぎ直結軌道の採用

長崎高架の軌道構造について、当初は当社の他高架でも実績のある弾性バラスト軌道を計画していた。弾性バラスト軌道は列車荷重をまくらぎ底面に設置した弾性材を介してコンクリート道床で支持する構造である。列車の走行で生じる振動および構造物音を低減することができる一方、コンクリート道床が鉄筋コンクリート構造であるため、この部分の配筋や型枠の寸法管理に多くの労力および時間を要するという課題があった。

そこで、施工期間の短縮を図ることを目的に、鉄道総合技術研究所が開発したS型弾性まくらぎ直結軌道(以下、S型弾直)を採用した(図—3)。S型弾直は、列車の進行方向に対して横方向の荷重を、まくらぎ側面に設けた突起(せん断キー)でコンクリート道床に伝達する構造であり、従来の直結軌道に比べてコンクリート道床の肩部を必要としないスリムな形状である。S型弾直の採用により、道床部に要するコンクリート量自体が削減可能となったほか、短繊維補強コンクリート使用による配筋作業の省略により、一定の工期短縮効果を得ることができた。



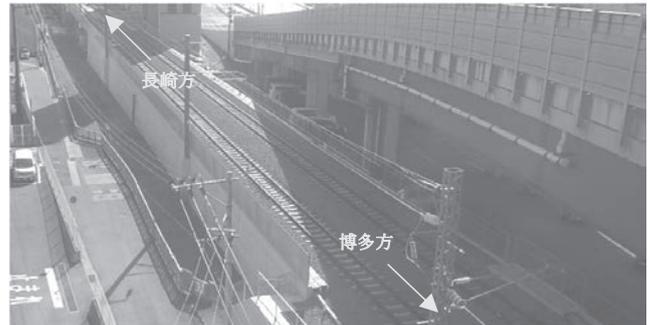
図—3 S型弾性まくらぎ直結軌道の構造

(4) 複線化(盛土区間二期施工)

高架切替点の盛土区間は仮線路と新線が非常に近接していたため、仮線路を運行したまま構造物を構築し、複線同時切替を行うのは困難であった。そのため開業時点では単線切替とし、仮線路撤去後、複線化を行う計画とした。2020年12月の複線切替後、不要となった分岐器を撤去・棒線化し、2021年3月に長崎高架の最終形を迎えることができた(写真—4, 5)。



写真—4 高架切替点(開業時)



写真—5 高架切替点(複線化後)

3. 高架駅の概要

(1) 高架橋構造の検討

高架化された長崎駅は新幹線、在来線双方が乗り入れる日本唯一の頭端駅で、海に開かれた駅としては、世界にも類を見ない特徴を有している。また、長崎駅は東に立山、西に稲佐山、南に長崎港を抱える長崎の大景観における円形劇場の中心に位置しており、長崎駅のデザインはこの立地特性を最大限活かしたものとなっている。

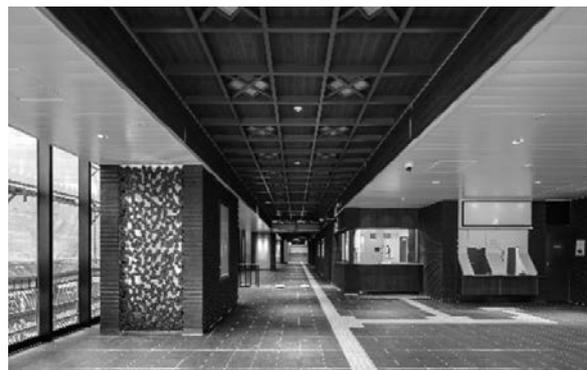
2020年3月28日に在来線駅のみ開業し、新幹線駅は現在施工中であるが、ホーム上家は新幹線駅ホーム部と同一空間と感じられる大空間の設計となっており、屋根形状は「海」や「帆」を連想させる流線形、屋根材は照明が透過する幕屋根を採用している。また防風スクリーンにはガラススクリーンを採用し、ホーム上にいながら「長崎の自然」を感じられる構造となっている(写真—6, 7)。

長崎駅舎の構造はフローティング基礎(直接基礎)工法を採用しており、長崎駅周辺で毎年浸水被害を起こしている長崎特有の「あびき(長崎港で短時間に潮位の変動を繰り返す副振動が発生し長崎駅周辺が冠水する現象)」発生時には、フローティング基礎部を湧水槽として活用し、地下水の適切な除去を行うことができる。

また、柵内コンコースには「長崎らしさ」の創出に



写真一六 長崎駅西口



写真一八 浦上駅コンコース外観



写真一七 長崎駅ホーム

長崎県工芸品のひとつである波佐見焼タイルやハルデス煉瓦をイメージしたタイルを使用するなど、長崎の文化・風土に根差した空間を生み出している。

(2) 浦上駅

浦上駅も長崎駅と同様に「長崎らしさ」を表現しながら、お客さまが使いやすく美しい空間を持つ駅として部分的に開業した。最終的な外部の仕上は仮線路撤去後に工事を行い、2020年12月に完成した。

浦上駅は平和記念公園の最寄駅であり、原爆投下後も緑豊かな街となった長崎を表現するため、駅舎入口や柵外コンコースの高架橋柱、ホーム階エレベータシャフト等に長崎市木である「ナンキンハゼ」をモチーフにしたアルミキャストを用い装飾している。コンコース階は全体的にトーンを落とし、「長崎の積層された歴史」を表現するため、重厚感のある空間を演出した。また、コンコース天井は格天井とし、「長崎らしさ」を落とし込むため、浦上教会や大浦天主堂などの教会のステンドグラスをモチーフとして、木目調シートの色をかえステンドグラス窓風に配置した（写真一八）。

4. おわりに

現在、旧鉄道設備は概ね撤去され、長崎駅付近では九州新幹線西九州ルートと長崎駅周辺土地区画整理事業が並行して進められている（写真一九）。交差道路および側道整備による都市交通の円滑化や高架下開発を含めた東西市街地の一体化が早期に実現されることを期待している。



写真一九 長崎駅付近状況

謝辞

最後に長崎高架は工事着手より約10年の月日を費やし、無事開業することができた。工事起点側より、三軌建設、清水・堀内組JV（土木・建築）、鴻池・上滝JV、九鉄・別所JV、鉄建・松尾・谷川JV、大成・九鉄・西海JV（土木・建築）のご尽力に感謝する。加えて軌道工事、電気関係工事に携わった方々にも、工事工程の厳しい中、開業時期を逃さず施工を完了いただき、誌面を借りて厚く御礼申し上げる。

JICMA

【筆者紹介】

津田 宙（つだ ひろし）
九州旅客鉄道㈱
建設工事部 施設課 長崎工事事務所
主席



鉄道工事を効率的に進める ウニモグ軌陸式多目的作業車

ホルガー・ドート

多くの鉄道工事用車両と異なり、軌道と道路の両方を走行し且つ作業に適した様々な装置・機器を装備・換装可能な多目的用途の軌陸車は、経済的・効率的の観点で有効である。そしてそのパイオニアがメルセデス・ベンツの多目的作業用トラック「ウニモグ」（以下「本多目的トラック」）である。本稿では、本多目的トラックが軌陸車としてどのような必然的な背景によって鉄道工事に使用されているのか、またどのように有用であるのかについて実例を含めて紹介する。

キーワード：鉄道、軌陸車、工事、建設、牽引

1. 「本多目的トラック」をベースとした軌陸車の歴史

軌陸式多目的作業車について述べるにあたっては、まずベースとなる本多目的トラックの歴史を紐解かねばならない。初代本多目的トラックは、第二次世界大戦後、自走式農作業車としての利用を前提として設計された。当時存在した一般的な農作業車とは対照的に、本多目的トラックは総輪駆動・総輪同径タイヤ・オフロード走破性といった革新的なコンセプトを持っていた。フロントおよびリアのPTO（パワーテイクオフ）を介し本多目的トラックに接続した様々な農作業用アタッチメントを稼働させることを可能にし、また荷台は十分な積載能力と輸送能力を有していた。1946年に製造された初代本多目的トラックには、25馬力4気筒ディーゼルエンジンが搭載され、舗装路での最高速度は時速50kmに達した。

当初本多目的トラックは鉄道工事目的での使用は想定されておらずドイツの田畑や野山、道路がその活動範囲であった。しかしながら1950年代後半には、本多目的トラックが鉄道工事現場においても有用であることに気づいたユーザーが現れ始め、本多目的トラックが持つ大きな牽引能力のおかげで、ガイドローラーを装着することなく鉄道車両を牽引するようになっていった。

その後程なくしてガイドスキッドを使用した軌道案内システムが開発され、1960年には独国バイルハック社の鉄輪式軌道案内システムに最初の特許が認められた。本多目的トラックの車軸寸法は軌道走行のために



写真—1 ガイドスキッド・掘削機付

は理想的であり、本多目的トラックが自らのタイヤで標準軌（1435mm）上を走行することを可能にした。また、フロント・リアのPTOと同様にメーカーオプションで装備される油圧ポンプと制御バルブ類は、クレーン・掘削機・スノーカッターといった作業用の各種アタッチメントの架装を可能にした（写真—1）。

様々なタイヤとリムとの組み合わせは異なるレール幅（1435mm / 1520mm / 1600mm / 1668mm）に対応する。最新の欧州排出ガス規制ユーロ6をクリアした現行型ディーゼルエンジンは、最高出力300馬力を発生する。

軌陸車のベースとして本多目的トラックを利用するコンセプトは世界各地で確立しており、今日では本多目的トラックの主要な活動分野の一つとして数えられている。そしてそれは、軌陸車架装のスペシャリスト



写真一 2 ガイドレール・箱ボデー・高所作業台付



写真一 3 牽引作業用大径ガイドレール付

である独国ザグロ社やツヴァイベグ社との密接な協力関係の下、日夜進化と改良が重ねられている（写真一 2, 3）。

2. 軌道案内システムと軌道走行システム

トラックを軌陸車に架装する際の最も重要なコンポーネントは、軌道案内システムや軌道走行システムである。これらは、作業中にトラックを安全にレール上に保持し且つ実用的な速度でレール上を走行させるための装置である。本多目的トラックベースの大半の軌陸車は線路上を最大時速 50 km で走行可能である。鉄道インフラや予定される作業内容によって変化する個別の要求に応じて、軌道案内システムと軌道走行システムは互いに異なるレールへのアプローチと構造を持つ（表一 1）。

(1) 軌道案内システム

軌道案内システムでは、車両が最初から持っている道路走行用タイヤを介してレールに直接駆動力と制動力を伝える。軌道案内システムの鉄輪は、トラックが安全に線路上を走行するためのガイドとしての役割を果たす。車軸幅がコンパクトなトラックが軌陸車に適しており、大半のトラックの車軸幅はレール幅より広い。そのため線路踏面へタイヤの駆動力や制動力を直接伝えることができない。

本多目的トラックは、コンパクトな設計でありながら総輪駆動と前後デフロック機構を備えているため湿った線路や急勾配、バンク（カント）といった様々な線路の状況に対応できる最適なベース車両と言える。トルクコンバーターとの組み合わせにより重牽引時の走行も機械的なロスも少なく、力強く滑らかである。

軌道案内システムは油圧昇降式であり、どのような状況においても安全な作業を担保するため、鉄輪の押し付け圧力は適切に監視されている。

また、軌道案内システムには多くの場合、直径 400 ミリの鉄輪が取り付けられるが、曲線半径 35 m やそれ以下の曲線軌道を走行できるようにするため、首振り機構を持つ二連の小径鉄輪タイプを装備する場合もある。

さらに小さい曲線半径の区間が多くある都市交通システムのようなケースでは、前後の軌道案内システムが独立して旋回するボギー型案内装置を装備することにより曲線半径 17 m までの走行が可能となる。

(2) 軌道走行システム

軌道走行システム（フリクション・ドライブ）は、自らのタイヤをレールに乗せることができない様々なタイプのトラックに用いられる。軌道案内システムのような牽引力を発揮することはできないが、単車としての作業が成立する場合に採用されることが多い。フリクションドライブの場合は、タイヤが鉄輪を駆動させる方式であるため、制動力・駆動力は鉄輪を介して間接的にレールへ伝達される。本多目的トラックベースの軌陸車が狭軌道上で作業を行う場合はフリクションドライブが使用される。ハイドロスタティックドライブの場合は、独立した油圧モーターが鉄輪を駆動させる方式であり、より大型のトラックを軌陸車に架装する場合に有効であるが、システムそのものがより複雑になる。

表一 軌道案内システムと軌道走行システムの一覧

タイプ	フロント/リア	特徴	適用可能条件
大径軌道案内システム (直径 400 mm)		<ul style="list-style-type: none"> ・タイヤによる制動と駆動 ・タイヤとガイドローラーで荷重分散 ・タイヤゴムとレールの摩擦による高牽引力 	<ul style="list-style-type: none"> ・標準軌 (1435 mm) ・走行可能曲線半径 60 m
二連首振りガイドローラーシステム		<ul style="list-style-type: none"> ・タイヤによる制動と駆動 ・タイヤとガイドローラーで荷重分散 ・タイヤゴムとレールの摩擦による高牽引力 	<ul style="list-style-type: none"> ・標準軌 (1435 mm) 用 ・走行可能曲線半径 35 m
ボギー車輪式ガイドローラーシステム		<ul style="list-style-type: none"> ・タイヤによる制動と駆動 ・タイヤとガイドローラーで荷重分散 	<ul style="list-style-type: none"> ・都市交通システム ・走行可能曲線半径 17 m
軌道走行システム (フリクションドライブ)		<ul style="list-style-type: none"> ・タイヤから車輪に制動と駆動伝達 ・ガイドローラーに全荷重がかかる ・限定的な牽引力 	<ul style="list-style-type: none"> ・狭軌 (1000 mm) 等
軌道走行システム (ハイドロスタティックドライブ)		<ul style="list-style-type: none"> ・ガイドローラーによる制動と駆動 ・ガイドローラーに全荷重がかかる ・限定的な牽引力 	<ul style="list-style-type: none"> ・高重量 / 高積載 / ワイドゲージのウニモグ

3. 軌陸車に利用できる鉄道特有の機器

現代の軌陸車は、関連する法規や国際基準に適合させるために様々な改善を施す必要がある。欧州標準化機構 (CEN) は 2020 年 12 月、軌陸車と関連機器に関する欧州規格 EN15746 を発効させた。この規格では、鉄道インフラにおける作業・回送・走行についての技術的な要件並びに脱線防止等を目的とした多数の安全装置が定められている。

「回送」とは「ある地点から工事現場まで、特別な許可を受けて軌道に沿って移動する」と定義されているが、EN15746 によると「走行」の場合軌陸車は通常の鉄道信号システムに従う必要があるとされており、その場合軌陸車は軌道上を通常の鉄道車両と同じような制限を受けて走行することになる。多くの軌陸車は、工事現場・整備工場・閉鎖区間内における保守作業での使用が前提とされているため、軌道上を「走行」するための認証を受ける必要がない。ただし、本多目的トラック軌陸車には、EN15746 に則りデッドマン装置・鉄道照明システム・電氣的短絡装置・アース装置等の多様なオプションが存在する。

EN15746 には火災リスクからの保護に関する要件も定められており、本多目的トラック軌陸車のトンネル内作業および乗員輸送の基準に対する適合性を証明するものとして、TÜV SÜD Rail が発行する防火証明

書というものがある。この要求に適合させるためには、エンジンルームに火災検知装置や消火システム等を取り付けることが義務付けられている。

クレーン・高所作業装置・草刈装置等というような作業用アタッチメントに応じて、天井衝突回避のための可動域制限・隣接する車両との接触防止のための逸走防止装置・高所作業台に対し EN280 で定められた技術的各種要件等、さらなる追加装備を組み込むことが可能である。

ザグロ社やツヴァイベグ社は、その他にも鉄道特有の機能として、貫通ブレーキシステム・車両締結装置・牽引車用のラジコン制御装置を提供する。

使用される国・鉄道インフラのタイプや求められる作業によっては、ユーザーが希望する期日迄に確実に納車するためには、軌陸車の認証並びに公道走行認証等の取得の有無はプロジェクトの当初から明確にしておかなくてはならない重要な課題である。そのためには各国の納入地において、各専門分野における長い経験と確かな知見を持つ販売代理店の力量がプロジェクトの成否を左右する大きな要因となる。

4. 本多目的トラック軌陸車の使用方法の例

本多目的トラック軌陸車はドイツの化学プラントやメキシコの都市交通インフラ、英国の鉄道ネットワー

ク、そして日本の新幹線建設等、世界各国で使用されている。主な実例をカテゴリ毎に紹介する。

(1) 牽引車として

ゴムと鉄の高い摩擦係数、さらにフルタイム四輪駆動とトルコンクラッチ、最大1000トンまでの牽引能力を持つ本多目的トラックは従来の牽引機関車に取って代わった。車両洗浄装置への引き込み、整備工場内での車両牽引、機械や建設資材を積んだ車両を建設現場まで牽引する等の作業が、本多目的トラック1台でできるようになった（写真—4）。

(2) 様々な作業用車両として

高所作業台による架線保守作業、スノーブラウやロータリー除雪機による冬季除雪、草刈装置やスプレイヤーを利用した植生コントロール、クレーンを使用した建設資材の積み下ろし作業等を目的とした数多くの作業用アタッチメントは、既に本多目的トラックに装備されている油圧ポンプやPTOにより駆動させ装着したまま各現場まで移動することができる（写真—

5, 6）。

(3) 緊急車両として

箱ボデーと脱線復旧ジャッキを装備することにより、本多目的トラックは公共交通インフラの緊急車両としても広く利用されている。軌陸車は事故現場付近の踏切まで道路を走行、そこから線路に進入し軌道走行に移行して救助活動に向かうことができる。本多目的トラック軌陸車は、軌陸消防車として水槽やその他機材を装備することも可能である（写真—7）。

(4) 多目的車両として

本多目的トラックを道路保守目的で使用する場合、例えば夏季の草刈と冬季の除雪といった複数の作業能力を柔軟に組み合わせられるのが特徴の一つである。現在では多くの鉄道関係ユーザーが複数の作業能力を一台に集約する方法を採用する傾向にあり、これはユーザーにとってコスト削減と運用面での効率性を高める結果に繋がっている。PTOが装備されていれば、あとからでも任意で新しい作業用アタッチメントを取り付



写真—4 ドイツ鉄道の車両牽引作業



写真—6 フィンランドでの線路上除雪作業



写真—5 ハンガリー国鉄での線路脇草刈作業



写真—7 軌陸式救助工作車



写真-8 電化柱建植作業

け・取り外しすることで稼働率を上げることが可能である。牽引装置は除雪用プラウと共に取り付け可能であり、架線点検用の作業台やクレーンと共に線路上で重牽引トラックとして使用することも可能である。

日本の鉄道建設・運輸施設整備支援機構（JRTT）は、本多目的トラック軌陸車の有用性を最も的確に理解して利用している一社であろう。彼らは新幹線建設現場において、本多目的トラック軌陸車を重連牽引車・クレーン牽引車・電化柱建植用作業車として使用している（写真-8）。

5. おわりに

本多目的トラックは2021年に誕生75周年を迎える。軌陸車としては60年以上前から使用されているが、現在では本多目的トラック軌陸車はドイツや日本のような経済大国の鉄道インフラ大国に限らず、モータリヤスのような小さな島国の都市交通インフラ建設にも使用されている。これらのユーザーは、様々な作業に対応できる多様性もさることながら、一般道を普通に走行する本多目的トラック軌陸車の柔軟性もよく理解している。

鉄道インフラに対する国際的な投資は、都市化の推進・気候変動の抑制・モビリティ社会の実現に向けて日々成長を続けており、それに伴い軌陸車は従来の鉄道工事用車両に取って代わる強力且つ効率的な存在として多くのプロジェクトで使用が検討されている。鉄道特有の認証に関する要求事項の増加は、軌陸車導入プロジェクトの複雑性が増すことにはなるが、その一方で継続的な技術革新を確かなものに行っているのである。

本多目的トラック軌陸車はこの数十年、特に鉄道インフラ建設分野において高く評価されており、これから先も鉄道インフラ建設・保守のために重要な役割を担うことであろう。

翻訳：ワイ・エンジニアリング(株)

JCMA

【筆者紹介】

ホルガー・ドート (Holger Doth)
 ダイムラー・トラック AG
 メルセデス・ベンツ スペシャルトラックス
 軌陸車/空港車両担当セグメントマネジャー



鉄道の安全を維持する保守用車両の最新技術

多目的保守用車の開発

梅田 佳彦

鉄道は多くの人を利用する、社会経済活動を維持するために欠かせない公共交通機関であり、その安全を維持するためには保守用車の存在は欠かせない。保守用車と一言で言ってもその目的に合わせて形態は多種多様であり、その時代のニーズに合わせて進化してきた。本稿では数多くある保守用車の中で架線延線車を基本として開発した多目的保守用車について紹介する。

キーワード：保守用車、架線延線、作業台、クレーン、アウトリガ

1. はじめに

保守用車両を新造する際、その多くは老朽化更新であり、基本的な形状・構造等は従来の車両から大きく変える事は少ない。また、新造時の改良設計部のほとんどは、お客様からの使い勝手向上などの要望に合わせた軽微な設計変更となっている。

本稿では、お客様より架線延線車の更新に合わせて様々な機能を併せ持った車両を開発したいとの要望を受けて開発した多目的車両を紹介する。

2. 開発車両概要

今回の車両の基本は「架線延線車」の更新であり、架線延線車とは、主として電車に電気を送る架線の交換工事に使用する車両である。しかし架線の他にも付随する電車線路設備の老朽取替の頻度も増してきており、この工事に関連する作業のために軌陸車なども含めて多様な保守用車を使用しているため、多様な工事に適用出来る車両として開発したものである。

開発に当たっては架線延線機能に重点を置きながら、周辺作業にはどのような作業があり、開発車両にその装備を具備出来るか、お客様からの聞き取りを基に検討を行い、車両全体概要を提案。検討の過程では一車両に納めるのを諦め、連結方式も視野に入れたこともあったが、お客様との協議を繰り返し、最終的には一つの多目的車両として纏め上げることが出来た。

具体的には架線延線機能に加え、クレーン機能、保全車機能、重量物運搬機能、牽引機能、高速走行機能を持たせ、保線作業のみならず、土木作業にも対応可



写真一 全体外観（走行姿勢）



写真二 全体外観（作業姿勢）

能とし、各種保守作業での相互使用により作業効率を高めることが出来た。

3. 開発車の諸元

(1) 主要諸元 (写真— 1, 2)

①車両諸元

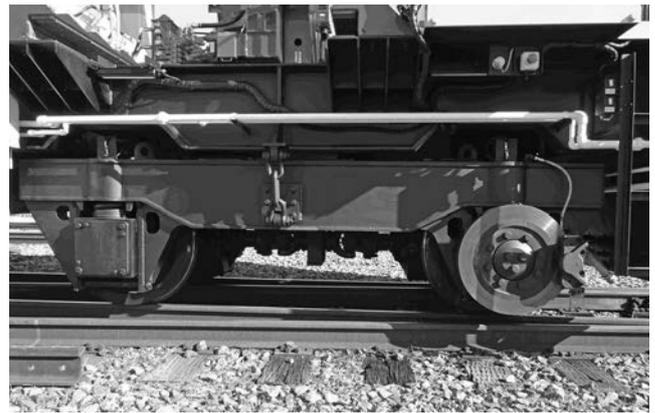
寸法・重量	全長	18,400 mm	連結面間距離	
	全幅	2,930 mm		
	全高	4,050 mm	レール面上 (積載物除く)	
	自重	53.0 t		
	積載荷重	7.0 t		
	軌間	1,067 mm		
性能	速度 (単車)	80 km/h	0/1,000	
		70 km/h	10/1,000	
		35 km/h	33/1,000	
	速度 (牽引)	50 km/h	0/1,000, 250 t 牽引時	
		30 km/h	10/1,000, 150 t 牽引時	
		15 km/h	33/1,000, 100 t 牽引時	
エンジン	形式	水冷, ディーゼル機関		
	排気量	15.2 L		
	定格出力	403 kW/1,900 rpm		
	最大トルク	2,468 N・m/1,400 rpm		
変速機	形式	HST+ 前後進 4 段パワーシフト		
走行装置	2 軸ボギー台車 × 2	4 軸駆動		
制動装置	ディスクブレーキ	4 軸制動		
連結器	形式	座付自動連結器		
		2 段ピンリンク式連結器		

②作業装置関係

架線延線巻取装置	定格能力	最大張力 6.86 kN × 最大速度 60 m/min	
作業台装置	形式	昇降・旋回式	
	昇降量	3,000 mm	
	旋回角度	左右 180°	
	動力取出口	空気圧	700 kpa
		油圧	45 L/min, 21 Mpa
電気		AC100 V-15 A, 3 相 200 V-20 A	
クレーン装置	容量	4.9 t × 4 m	
	最大作業半径	12.5 m (1.0 t)	
	スライド量	左右 350 mm, 700 mm	
アウトリガー	形式	クレーン転倒防止 (兼, 脱線復旧装置)	
	数量	前後左右各 1 式	
	張出幅	片側 1,005 mm (左右連動機能付)	
	ジャッキ量	1,015 mm	

(2) 高速走行性能

軌道車両は 1 軸 15 t という制限があり, 今回の車両検討に当たっては各種装備品を鑑み 4 軸車 (2 軸ボギー台車 × 2), 総重量 60 t の車両として纏める事とした (写真— 3)。



写真— 3 ボギー台車

走行速度について, 移動時間短縮のため, 他の一般的な保守用車の回送速度 (単車) 約 50~70 km/h のところ, 平坦路で単車 80 km/h, 400 t 牽引時でも 50 km/h の性能を持たせることとし, 必要性能確保のため総排気量 15 L, 定格出力 403 kW のディーゼルエンジンを搭載, 走行性能向上のため全軸駆動とした。

また, 作業時には低定速走行を行う必要もあることから, 駆動方式は HST 式とし, 前後進 4 段変速機と組み合わせて低定速から最高速度までをカバーする。

走行しながら昇降式作業台 (後述) の操作も行える様に車体安定装置 (バネロック) も装備している。

なお, 騒音低減のためエンジン冷却ファンを油圧駆動式として, エンジン水温と作動油温の状態を判断して駆動する制御とした。

(3) 架線延線機能

作業には架線延線巻取装置という既存の装置を採用することとしたが, 搭載方法を工夫した。車体中央に昇降式作業台を設け, 作業台上に取り外し可能な構造として据え付けた。

架線延線巻取り機能はそのままに, 作業を行わない



写真— 4 架線延線巻取装置, 搭載状態

ときには取り外す事でメンテナンスワゴン車として使用出来る構造とした（写真—4）。

なお、当装置の作業速度と車両の走行速度は同調する様に制御している。

（4）昇降式作業台

前述の架線延線巻取装置を装備する台であるため、まず装置一式を搭載可能な面積、耐荷重を有する事が必須であり、また延線作業は双方向で行うため、180°旋回可能であるものとした。

また、メンテナンスワゴン車としての運用を考え、昇降量は3,000 mm（床面高さ1,800～4,800 mm）とし、旋回半径はメンテナンス作業時に必要な距離、3,400 mmを確保するため、床面の大型化だけでなく、必要に応じて床面端部を350 mm 延長スライド出来る構造とした。

作業台の最大積載量は8,240 kg の能力を確保した。架線延線巻取装置一式、電線（架線）重量、作業員を合計した想定重量は約7,000 kg であり、十分な積載能力である。

昇降機構は十分な昇降量と積載重量を満足するため、Xリンク構造とした。さらに作業者の操作軽減のため、旋回・昇降が連動する自動格納機能も設けた。

また、作業台上には、車両の移動操作も出来る簡易操作盤、エア、油圧、電気の作業ツールを使用出来る様、床面にそれぞれの供給ポートも装備した（写真—5～7）。

（5）クレーン機能

架線延線装置の取り付け、取り外し、及び電線ドラムを自積載可能であることを第一の目的とし、その他の線路設備の保守作業、重量物の積み下ろしなどにも使用出来る能力を確保できるものとした。

クレーンは、定格荷重4.9 t/4 m、最大作業半径1.0 t/12.5 m と、車載としてはかなり大型のものを搭載した。

アウトリガも装備（後述）するが、車体安定装置（パネロック）も装備し、十分な車両重量によりアウトリガを使用しなくても定格荷重の70%以下の作業が行える仕様とした（写真—8）。

（6）クレーン・スライド機能（特許出願済）

クレーンは車両中心に装備されるが、電車線の線路上では真上に架線があり、そのままでは十分に起伏出来ない。そのため、クレーン本体を左右にスライドさせる機能を追加した。

具体的にはクレーンは車体台枠では無くスライドテーブルに固定。台枠上に置いたテーブルを、油圧シ



写真—5 作業台



写真—6 作業台上, 簡易操作盤



写真—7 作業台床面, 供給ポート

リンダを用いて左右に最大700 mm スライドさせる。クレーン作業時の横ずれ防止のため、350 mm、700 mm の位置でロックピンを挿入する仕様とした。

スライド機構を採用したことにより、枕木方向のクレーン作業半径を最大700 mm 拡大することが出来た（写真—9）。



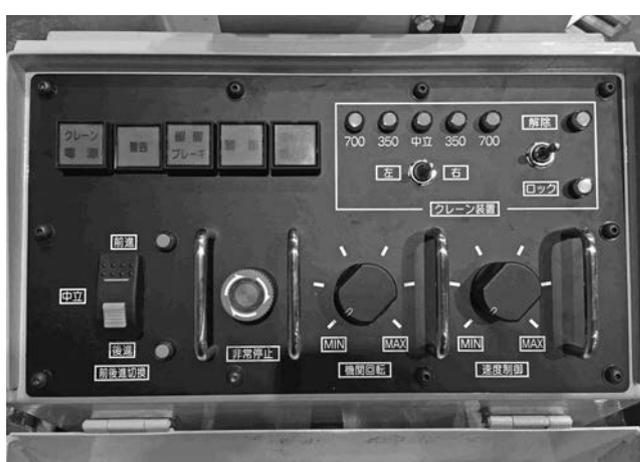
写真—8 クレーン



写真—10 アウトリガ



写真—9 クレーン・スライド機能



写真—11 簡易走行操作盤

(7) アウトリガ機能

クレーン作業の安定度確保のための一般的な機能としてアウトリガがあるが、本車両ではそれに加えて脱線復旧用としての使用も想定し能力を検討した。

検討の結果、スライド機能を加えたクレーン性能から求められる能力より、お客様の使用環境によるアウトリガジャッキ接地可能位置が車体から左右・上下共に大きく離れている事が分かり、脱線復旧装置としての性能を重視することとした。可動量は片側張出幅 1,005 mm、ジャッキ量 1,015 mm とし、脱線復旧用に左右同期スライドの機能も付加した。操作は有線リモコン式とし、外部から車両の状態を確認しながら脱線復旧作業が出来る。

なお、当然ながらアウトリガを使用することで、前述のクレーン能力は最大スライド時においても定格荷重の 100% の作業が行える様になる (写真—10)。

(8) その他

多目的車として開発した車両ではあるが、当然ながら軌道車両であるため他の運搬台車等との連結運転

も想定される。長大な連結運転にも対応出来る様に、既存の保守用車と CAN 通信による重連運転 (同調制御) 機能も持たせた。

また、長尺車両につき車両後方側 (クレーン側) に簡易走行操作盤を設けた。これにより運転台と反対方向に車両移動させる際の安全確認が容易となり、また作業中の車両移動操作、ブレーキ操作、非常停止操作もクレーン付近で行う事が可能となる (写真—11)。

4. おわりに

今回の車両は多目的化を目指すための機器・構造の一つ一つが大型であり、一方で 4 軸、60 t という制限に納めるため、狙いの性能・機能とのせめぎ合いでの開発となった。

機能的に大きな目玉となったクレーン・スライド機能については開発中盤まで重量制限により諦めざるを得ないかという状況であった。メーカー側の軽量化設計の努力だけでは達成できず、お客様と綿密な協議を重ね、細かな積み上げによってその機能も盛り込むこと

が達成出来た。それによってクレーン機能の活用場面が増え、この架線延線車がマルチな保守用車両として活躍の場面が広がった。

謝 辞

最後に、本車両の開発に当たっては、四国旅客鉄道(株)殿には初期構想から具体的な仕様策定まで、多大なる御支援、御協力を頂きました。誌面をお借りして厚く御礼を申し上げます。

J|C|M|A



[筆者紹介]
梅田 佳彦 (うめだ よしひこ)
㈱NICHJO
特殊車両技術部
部長



切土のり面形状に合わせたアンダーパスの計画と施工

浜小倉・黒崎間汐井町牧山海岸線 Bv を JES 工法で施工

山田 宣彦・余 傳 直 之・今 吉 敏

汐井町山海岸線 Bv 新設他工事は、福岡県北九州市が整備する都市計画道路、汐井町牧山海岸線において、鹿児島貨物線との交差部を JR 九州が受託施工するものであり、線路下を横断するボックスカルバートを非開削の元素推進工法のひとつである、JES 工法により新設するものである。本工事の施工箇所には函体の直下に下水道管渠が敷設されている。そのため、施工基面外の線路両側に仮土留め壁を設置すると下水道管渠に仮土留め下部が支障することから、切土のり面形状（のり面勾配 1:1.5）に合わせた構造物を計画した。本稿では、本工事の計画および機械掘削による元素の施工実績について報告する。

キーワード：立体交差、アンダーパス、非開削、鋼製元素、低土被り

1. はじめに

新たな道路や水路を建設するプロジェクトにおいて、鉄道との交差部を施工する場合、列車運行の安全性を確保することが第一であることから、列車運行に支障しないよう施工を進めることが基本である。浜小倉・黒崎間汐井町牧山海岸線 Bv 新設他（以下、本工事という）は、線路下に横断する道路構造物を構築するものである。線路下横断工事の施工方法には、非開削工法の中から、軌道への影響を抑えた線路下横断工法として実績のある JES 工法を採用した。

本稿では、施工方法の概要および施工計画と掘削装置による掘進実績について報告する。

2. JES 工法の概要

線路下や道路下を横断する構造物の構築工法である JES 工法¹⁾ (Jointed Element Structure method) は、構造物本体を一度に押し込むのではなく、噛み合わせ継手（以下、JES 継手という）を有する 1 m 程度に分割された角型の鋼製元素（以下、元素という）を、JES 継手を嵌合しながら順次地盤中に挿入する。その後、継手部にグラウトを充填することで元素を連続化し、元素内部に高流動コンクリートを充填して、それを部材とする構造物本体を構築する工法である。図-1 に JES 工法の概要図を示す。JES 工法は、これまでの実験などにより、曲げ耐力については下フランジを引張り材とする RC 梁部

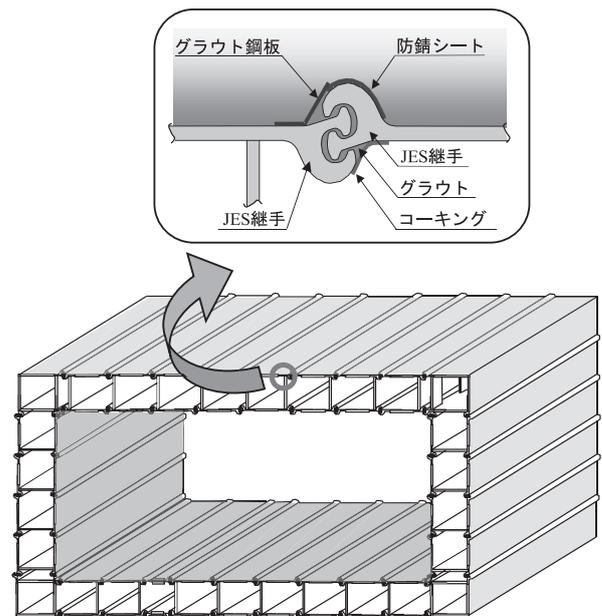
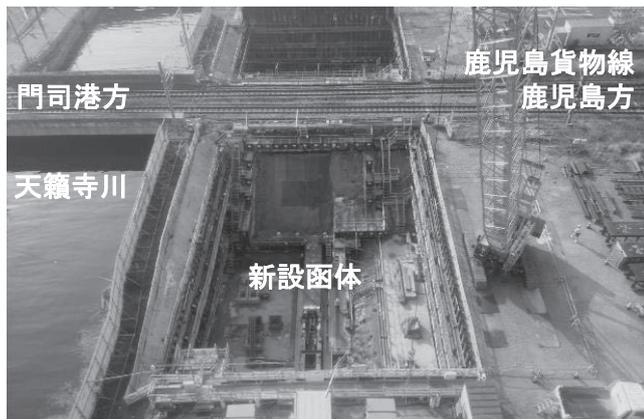


図-1 JES 工法で構築されたボックスカルバート

材として設計が可能であり、せん断耐力は鋼殻および内部コンクリートによるトラス部材として設計できることが確認されている。

3. 工事概要

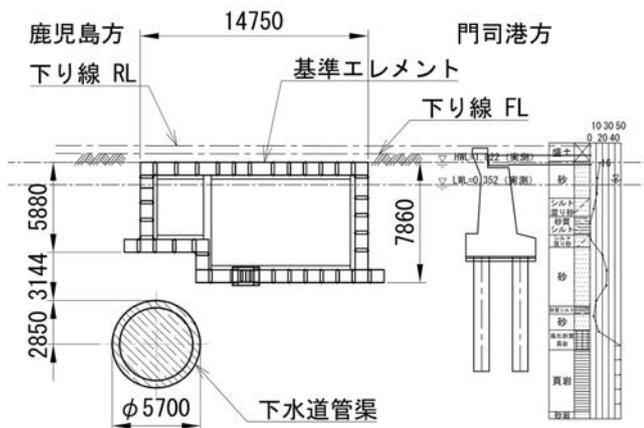
本工事は、福岡県北九州市が整備する都市計画道路、汐井町牧山海岸線において、JR 鹿児島貨物線との交差部を JR 九州が設計施工を受託するものであり、図-2 に示すように、線路下に道路構造物を構築する計画である。



図一 2 施工箇所全景

(1) 構造計画

非開削工法にて線路下横断構造物を構築する場合、施工基面外の線路両側（以下、鏡部という）に仮土留め壁を設置し、線路下横断部の施工延長を短くすることが一般的である。しかし、施工箇所には図一 3 に示すように函体の直下に下水道管渠が敷設されていることから、鏡部に仮土留め壁を設置すると下水道管渠に仮土留め下部が支障する。そのため、鏡部は切土のり面形状（のり面勾配 1 : 1.5）とし、それに合わせた構造物を計画した。



図一 3 横断面

(2) 工法選定

工法の選定に際しては、①鏡部に仮土留め壁を設置せずに施工が可能であること、②鍵型の函体形状に対して施工実績があること、③上床版設置区間が伸びるほど道路縦断への支障が大きくなるため、上床版の延長を抑えることが可能であること、これら 3 点の制約条件から、施工性に優れた JES 工法を選定した。

JES 工法は、到達側に設置したけん引装置により、エレメントとその先端に直結した掘削装置を PC 鋼より線にて到達側に引き込む施工方法である HEP

(Highspeed Element Pull method) 工法を組み合わせた HEP&JES 工法での施工が一般的である。本工事は、鏡部に仮土留め壁を設置せずに施工するため、けん引装置の反力設備に課題があった。そこで、本工事においては HEP 工法を用いずに、発進立坑背面側の仮土留め壁を反力とした、推進方式で計画した。

(3) 地質概要

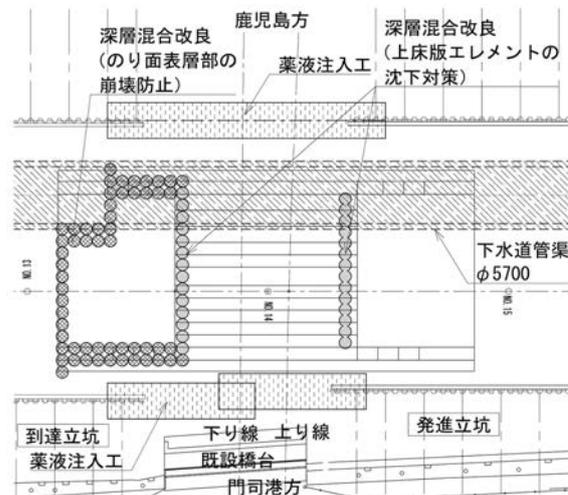
施工箇所は、海岸平野上に位置している。砂層を主体として構成されており、非常に軟質な粘性土層が介在していた。上床版エレメント施工位置の砂層は、N 値が 16 と中位の砂であった。地下水位はボーリング調査結果から、GL-2.4 m に位置しており上床版エレメント下面付近であった。また、海に近く天籟寺川に隣接していることから、地下水位は潮位や河川の水位に大きく影響を受ける環境にあった。

液状化判定を実施すると、L2 地震動で PL 値が 5 以上となり、液状化を考慮した設計が必要となった。

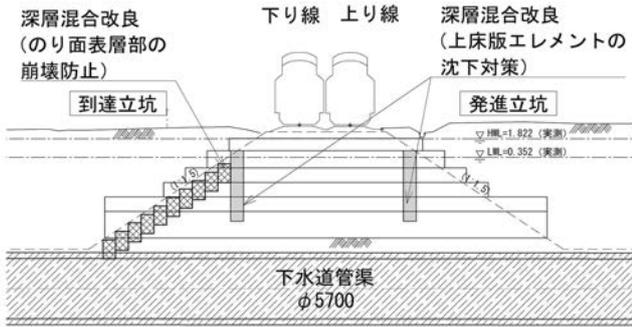
(4) 補助工法

鏡部に仮土留め壁を設置せずに施工することから、鋼矢板による遮水壁に欠損部が生じる。その欠損部については、薬液注入工（ダブルパッカー工法）により、止水を行うこととした。

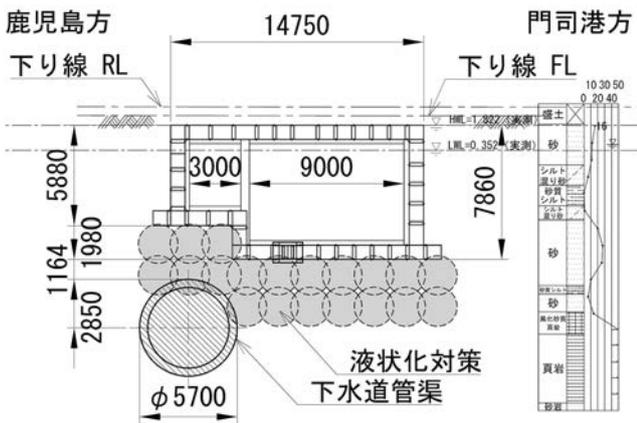
エレメントを閉合するまでの間、通常上床版エレメントは、地山および鏡部の仮土留め壁に支持される。本工事においては、エレメント推進施工時における上床版エレメントの沈下対策として、柱状の地盤改良杭を発進および到達の両立坑の坑口付近に施工した。また、エレメント到達時における、のり面表層部の崩壊防止として、到達立坑側にのり面防護を、深層混合処理工法による地盤改良工を施工した。図一 4 および図一 5 に薬



図一 4 補助工法施工範囲平面図



図一五 補助工法施工範囲縦断面図



図一六 液状化対策横断面図

液注入工および地盤改良工の施工範囲図を示す。

液状化の影響を考慮する設計項目の一つに、過剰間隙水圧による浮き上がりの検討がある。液状化時に周

辺地盤の間隙水圧が上昇し、構造物に作用する揚圧力が増加するため、中が空洞で周辺地盤より重量の小さいボックスカルバートは浮き上がる可能性がある。本工事においては、浮き上がり安全度（揚圧力／抵抗力）が1を上回ることから、浮き上がりへの対策工として、函体底面以深の液状化層に対して地盤改良を行うことで、函体下に発生する揚圧力を抑制した。液状化対策の地盤改良範囲図を図一六に示す。函体下の地盤改良の施工には、曲がりボーリング式薬液注入工法を採用し、地表面から軌道直下を含めた注入範囲を削孔した後、耐久グラウトを対象地盤に注入した。

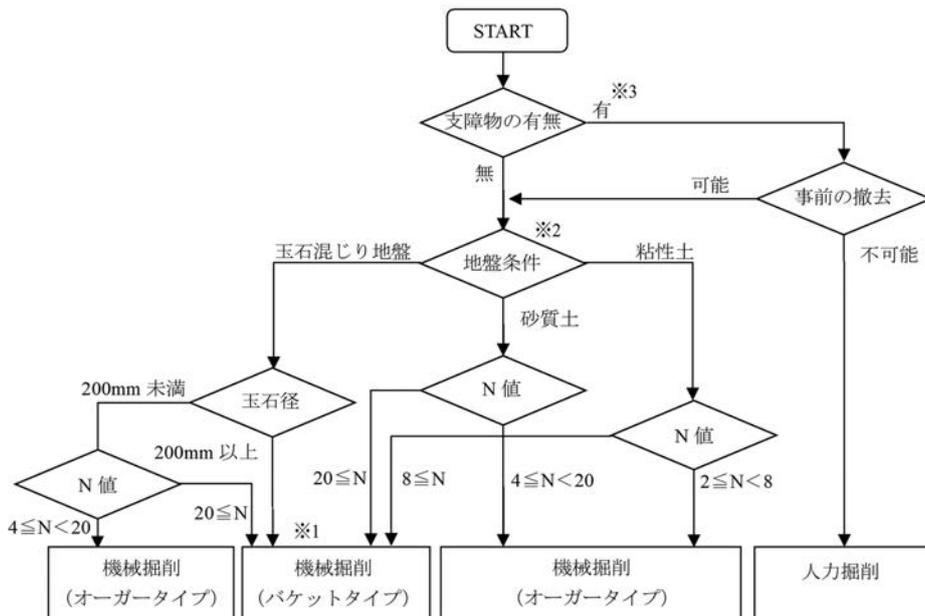
4. エレメント掘進方法の選定

(1) 掘削工法（人力と機械）の選定フロー

JES工法の掘削方法は、オーガータイプおよびバケツタイプ掘削装置による機械掘削と、人力掘削に分類される。掘削工法（人力と機械）の選定フロー²⁾を図一七に示す。この選定フローは、地盤条件や切羽の状態が一般的な場合を想定したフローである。両タイプの掘削装置の特徴を次に示す。

(2) オーガータイプ掘削装置

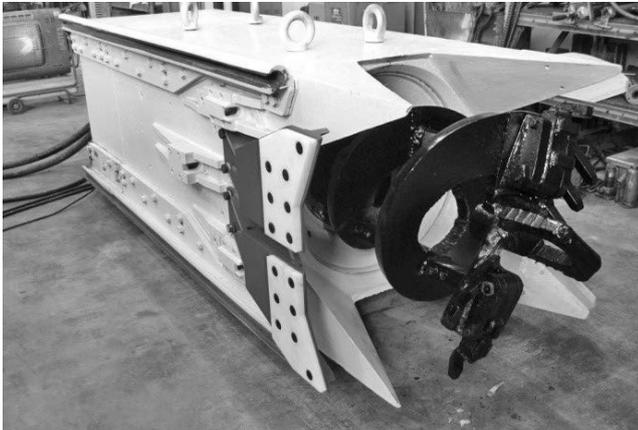
オーガータイプ掘削装置は、外部ケーシング（□850 mm×850 mm）および掘削装置本体によって構成される。適用する土質条件は、中位～軟らかい粘性土



※1 バケツタイプの施工が困難な場合には、人力掘削を選定する。
 ※2 粘性土 N<2、砂質土 N<4、固結地盤・岩盤、均等砂層、地下水以下（水位低下工法困難）の場合、一般に切羽の自立性等に問題があるので検討を要す。
 ※3 支障物が上床版エレメント位置に存在する場合。

図一七 掘進工法（人力と機械）の選定フロー

およびゆるい砂質土である。掘削装置本体は、カッターと掘削土砂を後方に排土するリボンスクリュー、これらを回転させる駆動部および駆動用油圧モーター等によって構成され、一体化構造となっている。写真—1にオーガタイプ掘削装置の外観を示す。



写真—1 オーガタイプ掘削装置

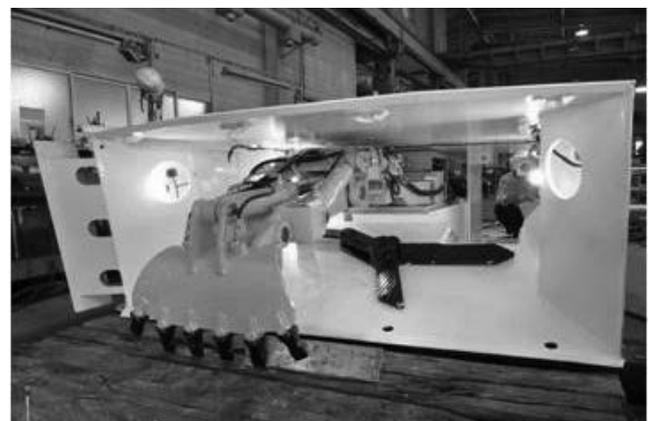
(3) バケットタイプ掘削装置

バケットタイプ掘削装置は、砂礫層や玉石混じりの地層など従来のオーガタイプでは掘進が困難な条件に適用できるよう、中央部に油圧バケットを装備している。バケットタイプ掘削装置には、側壁エレメント(□850 mm×1550 mm)の施工に用いる縦型タイプ(写真—2)と床版用ダブルエレメント(□850 mm×2070 mm)に対応した広幅タイプ(写真—3)の2種類がある。

バケットタイプ掘削装置も、オーガタイプと同様、外部ケーシングおよび掘削装置本体によって構成される。掘削装置本体は、バケットアームによる掘削と排土装置(掘削土砂集積のためのギャザリングとベルトコンベア)に分かれている。油圧バケットの操作は、モニタ画面を見ながら遠隔操作盤により行う。



写真—2 バケットタイプ掘削装置(縦型タイプ)

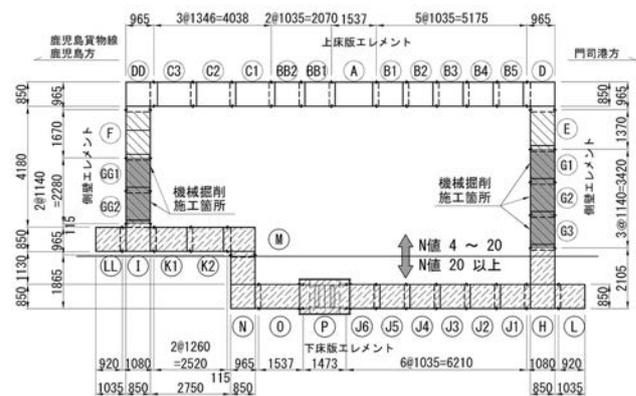


写真—3 バケットタイプ掘削装置(広幅タイプ)

5. 機械掘削施工実績

機械掘削と人力掘削の計画区分を表したエレメントの割り付け図を、図—8に示す。エレメント施工範囲の地層は、上部を砂質土N値(4~20)、下部が砂質土N値(20以上)に大別できる。掘削方法は前章で示した掘削方法選定フローにより、上部はオーガタイプ掘削装置、下部ではバケットタイプ掘削装置が選定される。

オーガタイプ掘削装置を用いる場合、エレメント幅は機械寸法に応じた寸法(w=1150 mm以下)になる。A, C1~C3, E, Fエレメントは、この寸法



図—8 掘削工法区分図

から外れることから、人力掘削で計画した。

下床版エレメントについては、柱状の地盤改良杭が支障すること、液状化対策の地盤改良が掘削範囲に出現することによるエレメントけん引力上昇により、掘進不能になることが懸念されたことから、機械掘削ではなく人力掘削で計画した。

(1) 上床版エレメント

土被りが550 mmと小さいことから、軌道の変状リスクを考慮して、上床版エレメントおよび側壁1段目エレメントは夜間線路閉鎖間合いで施工する計画とした。また、施工に際し95 km/hから50 km/hへの徐行規制を行った。

上床版エレメント推進作業中の軌道の管理として、軌道の変位計測に画像処理計測システムを採用し、10分間隔で計測を行った。軌道の自動計測に加えて、夜間の作業中は軌道工を配置し、目視および必要により軽微な軌道整備を行った。

最初の1本目(A:基準エレメント)を人力掘削にて施工を完了し、エレメント断面における支障物の有無を確認した後、機械掘削によるエレメント掘進を開始した。ところが発進直後に、その施工時振動により路肩に陥没が発生した。切羽面の土質試験を実施した結果、細粒分をほとんど含まない(0.6%)、均等係数が1.8と非常に小さい自立性が低い層であることがわかった。そこで、以後の上床版エレメントの掘削工法を人力掘削に変更した。

(2) 側壁エレメント

側壁エレメントでは、機械掘削で5本のエレメントを施工した。推進速度の実績は、45~55 mm/minであった。HEP&JES工法における既往のけん引速度実績は、平均で40~65 mm/min、最高で80~90 mm/minである。このけん引速度は、掘削装置本体やベルトコンベアでの掘削土砂の閉塞が発生しない程度に速度を抑え、経験的に設定されている。本工事においても、この経験値を参考に推進速度を定め施工を行った。また、オーガタイプ掘削装置のカッタートルクの仕様は、20.3 kN・mである。今回推進時のカッタートルクは、平均で3.9 kN・mであり、最大値は6.9 kN・mであった。G1エレメント施工時の推進力を、図-9に示す。設

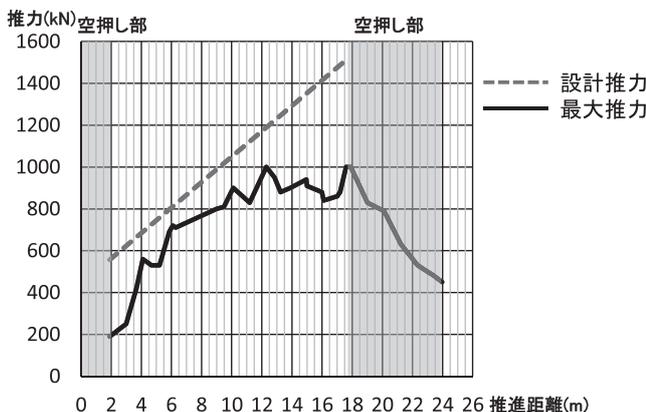


図-9 G1エレメント推力図

計推進力に対して十分余裕があった。一方、G3エレメントでは、カッタートルクに大きな変化はなかったが、急激に推進力が上昇した。何らかの支障物を検知したと判断し、掘削装置を引抜き、人力掘削に変更した。

6. おわりに

切土のり面形状に合わせた構造物の施工あたり、エレメントを推進方式で施工し、上床版エレメントの沈下対策として柱状改良杭により支持させ、到達側のり面表層部の崩壊防止として地盤改良を行った。施工結果としては、大きな沈下や表層の崩壊もなく施工が完了した。機械掘削によるエレメントの施工は、支障物が出現しない地盤においては、施工速度および省人化の観点から非常に有効である。土被りが小さい場合や自立性の低い地山の場合、上床版エレメントの施工は線路閉鎖作業に制限されることが、線路下横断工事の工期が長くなる要因の一つである。今回の施工では、路肩の陥没により、機械掘削による上床版エレメントの施工を断念したが、土被りの確保や路肩の補強対策等、事前に検討を行っていれば適用が可能であったと考えている。

JICMA

《参考文献》

- 1) 清水満, 森山智明, 木戸素子, 桑原清, 森山泰明: 鋼製エレメントを用いた線路下横断トンネルの設計法, トンネル工学研究論文・報告集, vol.8, pp.407-412, 1998
- 2) HEP&JES工法技術資料: 鉄道ACT研究会, 2020.3

【筆者紹介】



山田 宣彦 (やまだ のぶひこ)
鉄建建設㈱
土木本部 地下・基礎技術部
課長



余傳 直之 (よでん なおゆき)
九州旅客鉄道㈱
建設工事事務部 施設課 土木
主査



今吉 敏 (いまよし さとし)
鉄建建設㈱ 九州支店
鉄建・三軌建設共同企業体
現場代理人

狭隘な都市部での鉄道高架橋工事における BIM/CIM の活用

京都線・千里線淡路駅周辺連続立体交差工事（第4工区）に伴う土木工事

森口 智 聡

本工事は、大阪市の阪急電鉄京都線及び千里線が交差する淡路駅付近の連続立体交差工事である。工事範囲の周辺は住宅、商業施設が密集する市街地で、鉄道施設、周辺の建物、道路施設等の現場状況を十分に考慮した設計、施工が求められる。本稿ではBIM/CIMをフロントローディングによる施工検討から施工管理まで包括的に活用した事例を紹介する。

キーワード：3D, BIM, CIM, ICT, スキャナ計測, 鉄道, 高架橋, ウェアラブル, 生産性向上

1. はじめに

阪急京都線・千里線淡路駅周辺連続立体交差事業は、阪急電鉄京都線・千里線の淡路駅を中心に3つの駅（下新庄駅、崇禅寺駅、柴島駅）を含む約7.1kmの範囲を高架化し、17ヵ所の踏切を除却することで、都市内交通の円滑化を図るとともに、分断された市街地の一体化による都市の活性化を目的としている（図-1, 写真-1）。図-2に本事業全体の計画図を示す。

連立事業のうち、当工区（第4工区）は、京都線区間は淡路駅から河原町方へJRおおさか東線（元JR城東貨物線）交差区間までの320m、千里線区間は同じく淡路駅から北千里方へ下新庄駅の手前まで680m区間の鉄道高架橋構築を担当している（図-3）。

千里線区間は住宅が密集しており、事業用地の確保が困難であるため、現在線上に高架橋を構築する直上方式が採用されている。一方、京都線は、現在線の横に新たに用地を確保し、高架橋を構築する別線方式となっている。

本稿では、当工区におけるICTを活用した取組みを紹介する。

2. 工事概要

工 事 名：京都線・千里線淡路駅周辺連続立体交差
工事に伴う（第4工区）土木工事

発 注 者：阪急電鉄(株)

施工監理：阪急設計コンサルタント(株)

施 工 者：鹿島・戸田特定建設工事共同企業体

工事場所：大阪府大阪市東淀川区

工 期：2010（H.22）. 3.2～2026（R.8）3.31

構造形式：RC構造, SRC構造, PC桁, 鋼トラス
桁2橋

・京都線：橋長L = 60.24 m, 主構高7.6 m, 鋼重
448 t

・千里線：橋長L = 76.31 m, 主構高7.6 m, 鋼重



図-1 現場位置図

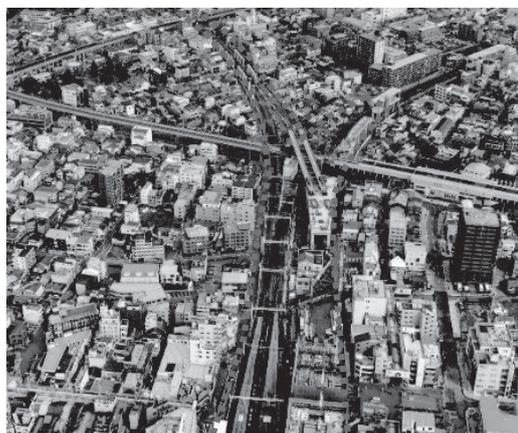


写真-1 現場全景写真

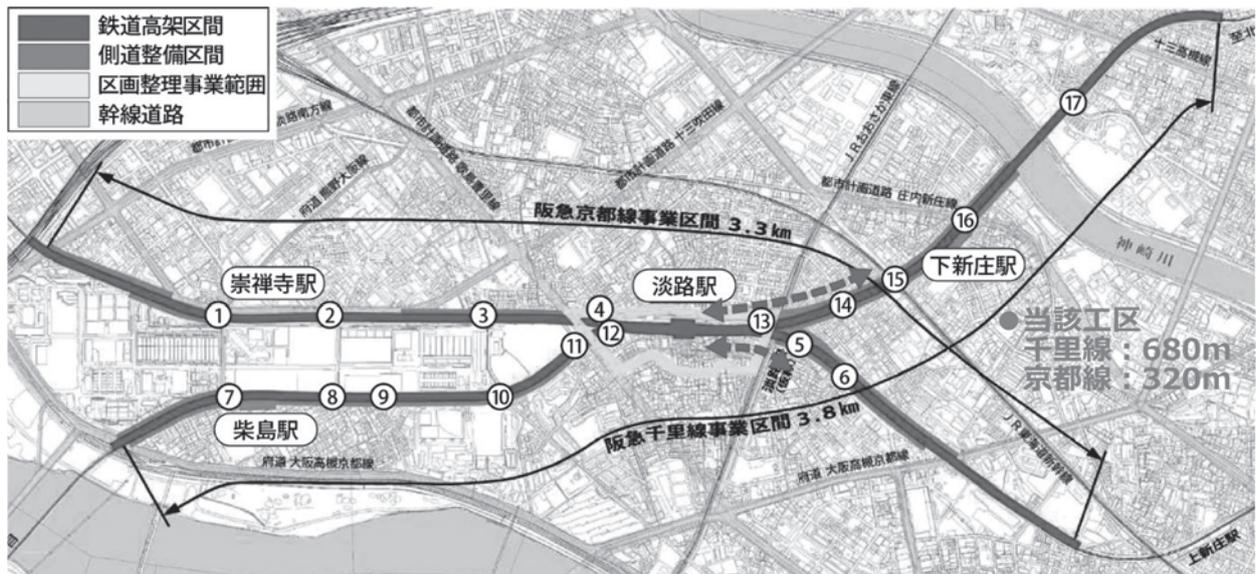


図-2 事業計画図

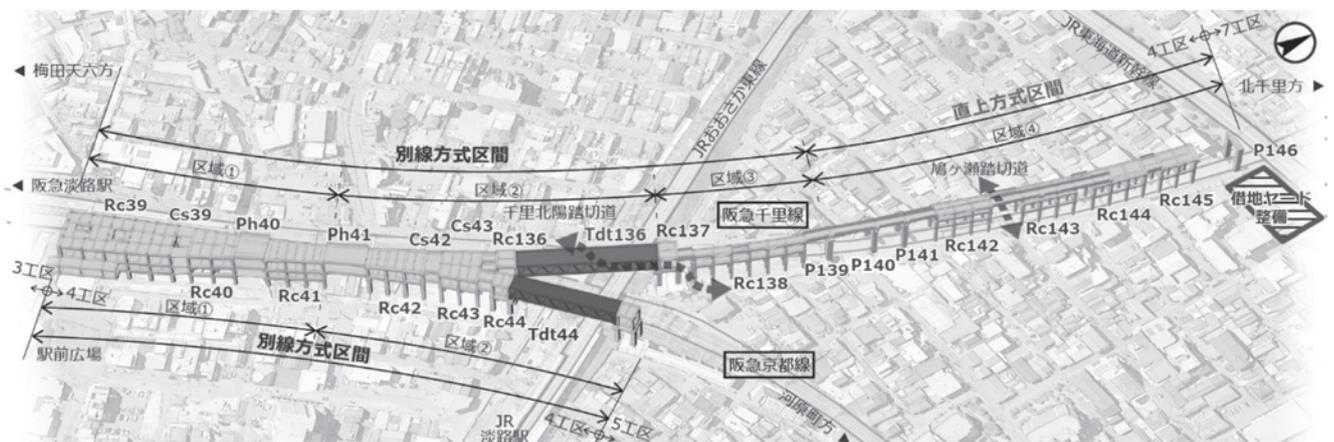


図-3 工事範囲図

812 t

施工方式：別線方式，直上方式

3. ICT を活用した取組み

(1) 工事の特徴と課題

工事範囲の周辺は住宅，商業施設が密集する市街地で，工事ヤードは限られており，営業中の鉄道線路に近接した狭隘なスペースの中で，すべての作業を行う必要がある。そのため，鉄道施設，周辺の建物，道路施設，電柱，架線，埋設物等の現場状況を十分に考慮した設計，施工が求められる。しかし，施工に影響する既存の構造物は多岐にわたるうえ，正確な図面が存在しない場合もあるため，測量等により現況を把握し図面に反映するプロセスは煩雑で，精度を担保するのは困難を極める。一方，この段階で見落としがあった場合には，施工中に重大な不具合が生じ，工程やコスト

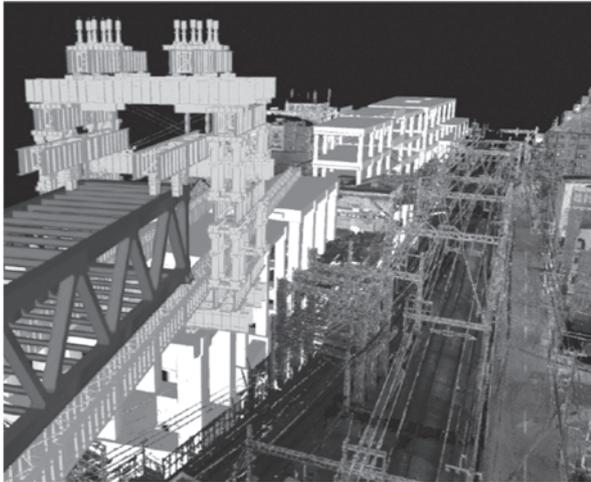
を大きくロスするとともに，作業に危険が伴うリスクがある。

(2) 3D データの活用

(a) 点群データの活用

上述のような問題点，課題に関する対策として，事前に3D スキャナ計測を実施し，現場周辺の状況を一括して3D データ化して，施工検討に活用することに取り組んだ(図-4)。現況を3D化したデータ(点群データ)に，新設構造物の3Dモデルを重ねて，設計及び施工上の問題点を抽出することを試みた結果，構造物の一部と既存鉄道施設の干渉が明らかになり，計画の見直し，変更を行った。このように，3Dモデル上の検討により，事前に問題点を解決したことで，フロントローディングによる円滑な施工が可能になった。さらに，高密度配筋，クレーンの配置計画，コンクリート打込み計画，施工シミュレーション等，多様なアプ

ローチで3Dデータを活用し、施工計画、施工管理の効率、質の向上を図った。また、複雑な施工プロセスを3次元で可視化することが、工事関係者間の情報共有促進、施工に対する理解度の向上にもつながり、工事の安全、品質の確保に大きく寄与している。以下に、3Dデータを活用した各手法について詳述する。



図一4 現場周辺状況と構造物の統合モデル

(b) 3D スキャナによる計測

現場周辺の3D化にあたり、詳細な施工検討に活用するためにはmm単位の精度が必要と判断し、表一1に示す据付型スキャナによる計測を行った。

表一1 3D スキャナ仕様

機種名	Faro Focus3D X330
測定範囲	0.6 m ~ 330 m
精度	± 2 mm
レーザー	レーザークラス1
その他	GPS 受信機

線路を中心に、正確に位置関係を把握するため、線路両側の側道と跨線橋上の数十ヵ所で据え付けた三脚上に3Dスキャナを設置して昼間に計測を行った(写真一2)。

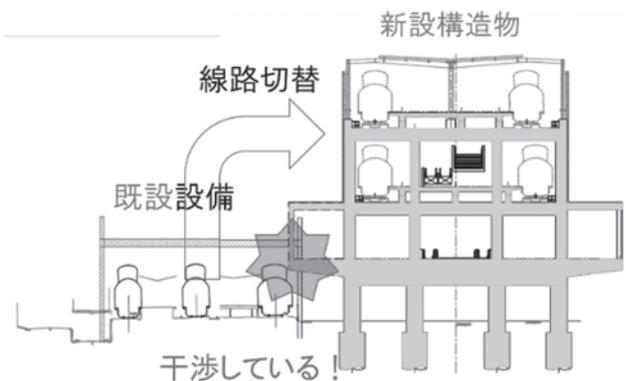
(c) 3D データを使った詳細検討

計測したデータは、統合ソフト(Autodesk Navisworks)に読み込み、新設する構造物の3Dモデルを重ねて、既存の構造物や、鉄道施設との干渉を確認した。さらに、点群処理ソフト(Trimble Realworks)を用いて3Dモデル上での距離計測を行い、離隔寸法などを計測した。

その結果、図一5に示すように、既設軌道の架線柱と新設構造物の一部が干渉していることが明らかになった。



写真一2 3D スキャナによる現況計測状況



図一5 干渉箇所抽出

当該箇所は、別線方式による施工箇所であり、当初の施工手順は以下のとおりだった。

- ①既設線路に隣接する敷地に新設構造物を構築
- ②軌道を敷設して新しい線路が完成
- ③既設線路から新設線路への切替を行う
- ④不要になった既設施設を撤去する

ところが、線路切替後に撤去する予定の既設架線柱が新設構造物と干渉していることから、このような施工手順が成立しないことが明らかになった(図一6)。そこで、計画の変更を検討し、新設構造物のうち、既



図一6 当初施工手順図

設架線柱と干渉している箇所を除いた部分を先行して構築，供用した後に干渉部を施工する計画とした。

躯体構築の詳細計画についても，3D データを活用して検討した。例えば，作業ヤードが狭隘なため，躯体構築の揚重作業は，躯体の開口を利用して設置したタワークレーンによる計画としたが，開口部の位置確認，クレーン部材の収まり，タワークレーンの組立解体手順などをあらかじめ3D モデルでシミュレーションすることで，計画の最適化を図った（図-7）。

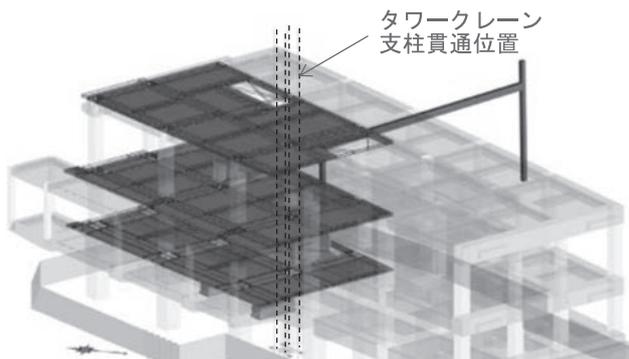


図-7 タワークレーン支柱の配置検討図

(3) 3D を活用したクレーン作業計画

施工スペースが限られる鉄道工事では，クレーン配置や車両動線を随時確認，調整することは，施工管理の中で，最も重要なタスクの一つとして位置づけられる。クレーンの配置，旋回方向などを周辺の状況に応じて最適化するためには，3次元的な取り合いの検討が不可欠だが，2次元図面で検討する場合には，平面図と複数の断面図との組み合わせを施工ステップに応じていくつも作成する必要がある。したがって，考慮する対象が多くなるほど検討業務にかかる負担も重くなる。そのため，作業調整による細かい施工方法の変更などがあると，時間的な制約により精度の高い検討が難しくなる。さらに，検討した内容，注意すべきポイント等を関係者に伝達する場面では，検討の精度，仕上がりのばらつきによって伝わり方が異なるため，正確に伝えるためには，多大な労力を要することが少なくない。

今回は，現況と計画を統合した3Dモデル上で，事前に施工手順に応じた仮設計画，クレーンの配置を検討しておくことにより，日々の細かい工程変更や作業調整に応じた検討作業及び関係者との情報共有を効率よく行うことができた。例えば，クレーンの配置を変更する場合でも，モデル上の配置を調整するだけで問題点の確認，安全性のチェックを素早く行うことができる。また，その内容を関係者に伝える際も，3Dデー

タを見せることで，2次元図面を使う場合に比べて格段にわかりやすくなり，効率，精度が大幅に向上した（図-8）。



図-8 クレーン配置計画例

(4) 高密度配筋部の検討

本事業区間で築造する構造物は，複数の構造形式が混在した設計となっており，構造の複雑さに起因する問題が生じる箇所がある。そのようなケースでも，3D データを活用した課題解決が有効であった。例えば，RC 構造の躯体と鋼製トラス桁の接続部分では，RC の柱梁接合部の上部にトラス桁の支承金物が位置している。このような箇所では，支承金物を固定するアンカーを，高密度な配筋部分に設置する必要があり，多くの部材干渉が生じるうえに，組立作業も困難になる。そこで，鉄筋，アンカー金物を3D データ化し，モデル上で配筋シミュレーションを実施して，フック形状や組立順序を事前に検討し，干渉を回避して，問題なく施工ができた（図-9）。

(5) コンクリート打込み計画

コンクリート打込みに際して，コールドジョイントの発生防止等を考慮した詳細な計画を作成するためには，打込み予定ブロックの数量を部材ごと，打込み箇所ごとに把握し，数量に応じた打込み所要時間を算定する必要がある。3D データを使ってこれらの作業を行うと，複雑な形状の箇所でも簡単に数量を算出することができるうえ，計画の妥当性を3次元空間で視覚

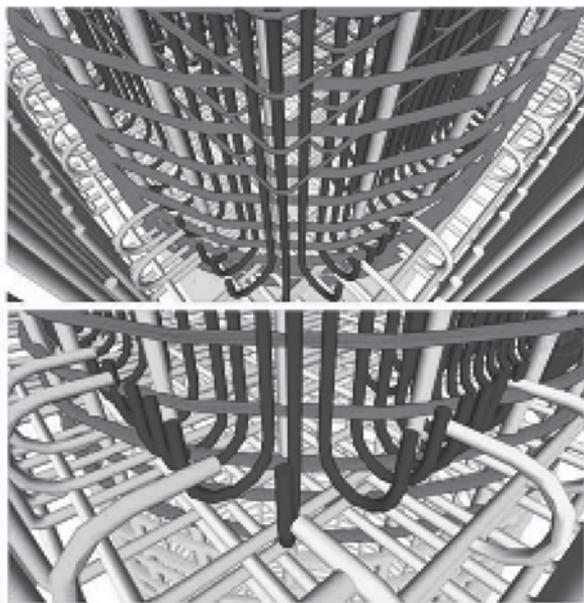


図-9 配筋検討例

的に確認できる。さらに、実際の施工では、打込み順序や打重ね時間を管理するために、打込み方法を関係者に確実に周知して、管理ポイントや品質リスクに対する認識を共有することが課題となる。そこで、施工検討に使用した3Dデータを時間軸に沿って動画化したものを作成して、作業前の周知に活用した(図-10)。これにより、関係者全員の打込み計画に対する理解度が高まり、計画に沿って円滑に作業を進めることができた。

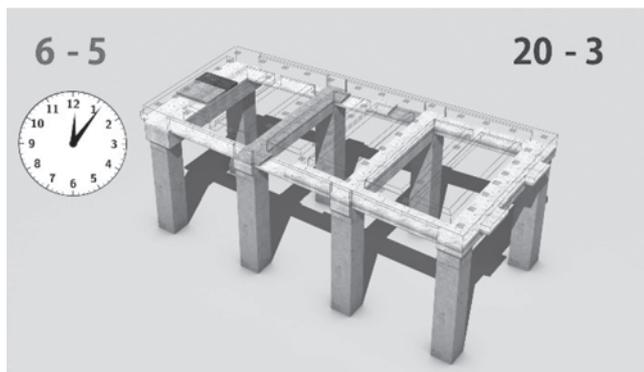


図-10 コンクリート打設手順表示例

(6) 点群からモデルデータへの変換

点群データは座標を設定できるという長所がある一方で、大容量の点群データはPCへの負荷が大きく、操作性が悪くなるために、取得した点群データが十分に活用されないケースもあり、効率的なデータ処理方法の確立も課題の一つである。レーザースキャナの性能は年々向上しており、取得されるデータは大容量化の傾向にある。使用するソフトウェアにもよるが、最

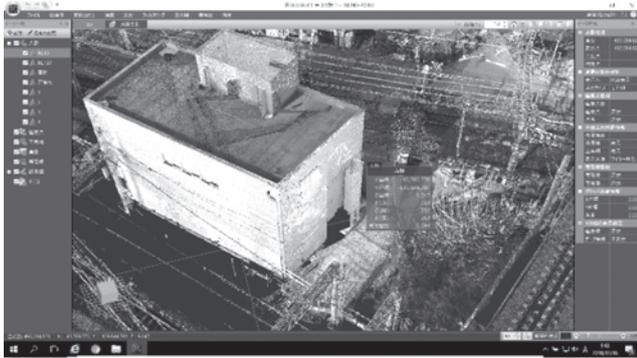
大でもファイル容量を5GB程度に抑えないと操作性が悪く、一般的な性能のPCで扱う場合は実用的でなくなる。そのため、取得したデータを適度に間引きするなど、調整が必要となるが、処理にかかる手間やコストが障壁となって、データの活用が滞る場合もある。点群データを扱いやすくする有効な方法として、3Dモデルデータへの変換がある。自動、半自動で変換できるソフトウェアが市販されているが、都市部の現況データは複雑性、多様性が大きく、既存のソフトウェアの自動変換機能で実用的なモデルデータを得ることは、現状では難しい。そこで、(株)アルモ設計の協力を得て、図-11に示す体系的なフローに従って点群データを処理して、モデルデータへの変換作業を効率化することを試みた。



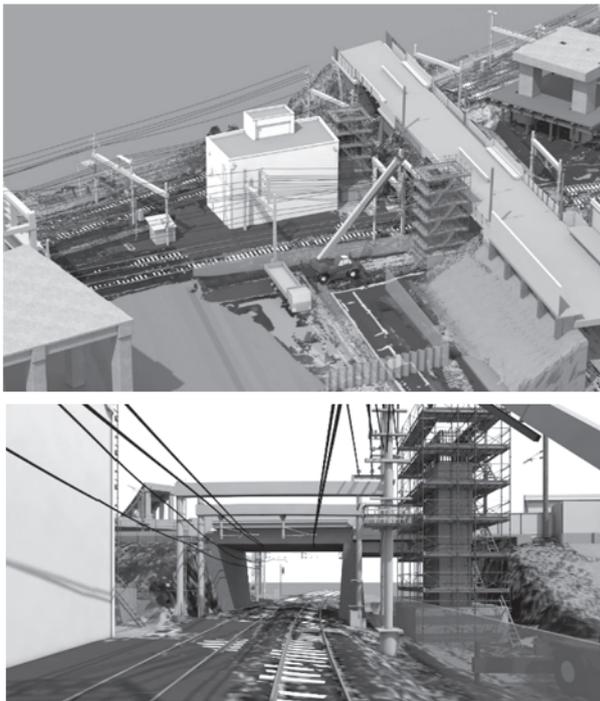
図-11 点群データ変換フロー図

図-13は、上記のフローに従って、図-12の点群データの一部をモデルデータに変換した結果である。データサイズが1/100以下に縮小するとともに、視認性が向上し、詳細な干渉チェックや、離隔確認が可能となった。変換精度は、分類、断面抽出の細かさに依存するが、現場の状況や目的に応じて適宜変更することが可能である。データ変換のプロセスは、一部を単純なアルゴリズムにより自動化することができたが、分類、トレース等、ほとんどは手作業で処理しており、依然として、相当な手間とコストを要する。た

だし、複雑な点群データの処理を比較的単純なステップに分解し、体系的なフローとして確立できたため、今後、各ステップの効率化、自動化に取り組むことにより、高効率なデータ変換プロセスの開発を実現できる可能性が開けた。



図一 12 点群データからの座標表示例



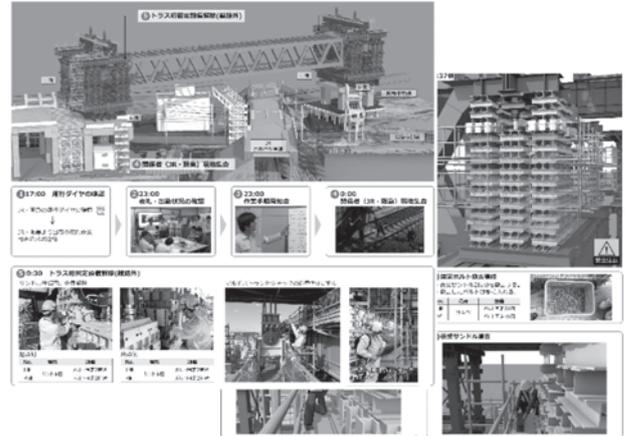
図一 13 変換後モデル図

(7) デジタル作業手順書の導入

JR 線交差部では、トラス桁の送出し架設を実施する。当該部分についても、仮設配置や施工手順のシミュレーションを行う等、施工検討において、3D データを活用しているが、さらに、検討に用いたデータを使って、デジタル手順書を作成した（図一 14）。

PC やタブレット端末の画面で、作業手順と、品質、安全上の留意点の記述に合わせて 3D データが表示される仕組みとなっている。難易度の高い作業を実施するうえで、複雑な手順や多岐にわたる注意事項、留意

点を網羅して、それぞれの意味、関連性を直感的に理解させるツールとして作成した。作業実施に先立って、関係者に対する作業手順書の周知徹底が必要となるが、デジタル作業手順書の導入により、作業員の理解度向上等の効果を発揮することが期待される。



図一 14 デジタル作業手順書表示例

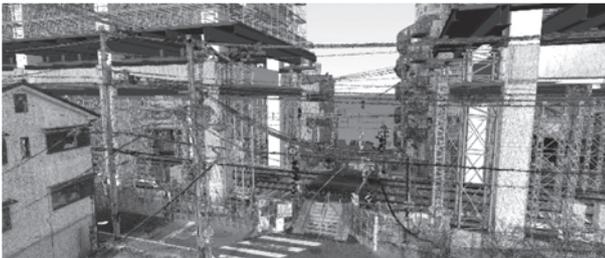
(8) VR・AR 空間での点群データの活用

SymmetryDimensionsInc. が開発したシステムでは、点群データとモデルデータを重ね合わせて VR（仮想現実）空間に表示し、HMD を装着した複数のユーザーがオンラインで空間を共有しながら、寸法測定、マークの記入、音声入力による注釈付けを行うことができる（図一 15）。

マーカー機能により記入した線や注釈の情報は、CAD データとしてダウンロードすることができるため、それらを参照しながらモデルデータを修正、更新することができる。注釈及びデータ更新の履歴は、レビューリストとして管理される。

このシステムを利用すると、供用中の鉄道線路内など、通常は立ち入ることができない場所の点群データを取り込むことによって、VR 空間で現場状況を正確に再現することができる。VR の効果によって、その場所に入り込んだようなリアルな感覚で、施工状況や完成イメージを体感することができるため、詳細な施工検討、情報共有のツールとして活用できる。今後、施工計画の課題抽出や、関係者への説明、協議に活用していく予定である。

また、360 度カメラで撮影した現況写真に、トラス桁等の完成構造物を重ね合わせ、AR（拡張現実）を用いることにより、実際に現地にできあがる様子を臨場感をもって伝えることが可能となった（図一 16）。

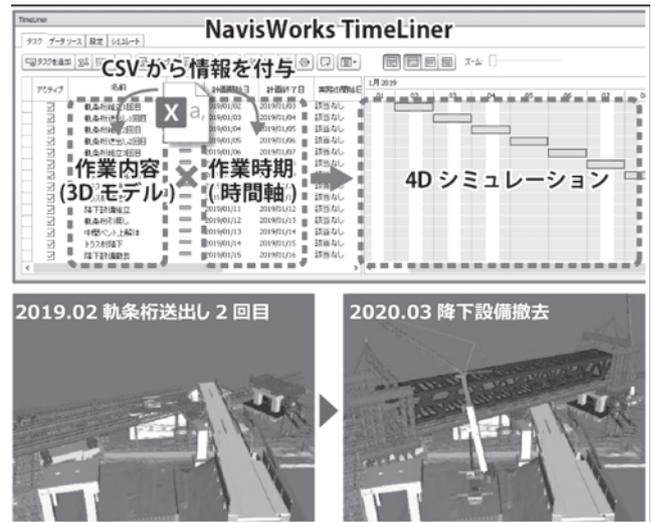


図一 15 VR 空間画像表示例



図一 16 360度カメラ画像表示例

(9) タイムライナーによる 4D シミュレーション
 工程表作成ツール「工程's」で作成した工程表から、各工種の開始日時や継続時間等の情報を CSV 形式で出力し、Navisworks にデータをインポートすることで、工程と CIM モデルを随時連動させることができた。Navisworks のタイムライナー機能を用いて、3D モデルに時間軸を追加することにより、4D シミュレ



図一 17 タイムライナーによる 4D シミュレーション

ーションを可能にした (図一 17)。

これにより、複雑な施工ステップをモデル上でシミュレーションすることができ、プロセスの妥当性や重機配置の最適化を確認することができる。また、不具合があった場合にも、工事を着工する前に事前に解決できるというメリットがあり、工程短縮や施工の最適化に大きく寄与した。

(10) ネットワークカメラの導入

ネットワークカメラの特徴として、クラウドサーバを利用することで遠隔地からの操作が可能となり、現場へ行かず映像を通じて現状を確認できることや、録画機能を用いて過去に遡ること、録画データを共有できるという利点がある。当現場では、定点カメラを用いた工事記録の撮影や、重機に設置した後方カメラやドライブレコーダーを安全管理に活用し、さらに、ヘルメットに装着したウェアラブルカメラにより、作業員目線による現場の見える化を図った。夜間の低照度でも鮮明に撮影が可能であることから、JR 線と阪急線直上を一晩で架設するトラス桁の送出し工事にも採用した。本部で待機する発注者や社内関係部署へパソコンや iPad のモニターを通じて映像を送り、タイムスケジュールと実際の進捗状況を音声と映像で相互確認することにより、限られた線閉・停電時間の中で行う鉄道工事において、効率よく安全に施工ができるよう改善できた。特にトラス桁降下作業時には、80m 以上離れた起点側と終点側、さらに本部パソコンの複数地点をスマートデバイス (RealWear) で中継し、互いのカメラの画像と音声を手ずフリーで確認することができた (写真一 3)。



写真一3 ウェアラブルカメラ装着状況

(11) iPad用ARアプリGENAR（ゲナー）の導入

建設現場では、顧客要求の認識違いや施工ミスによる手戻り工事や品質事故等の問題が発生することがある。これらの問題を解決する新たな手法として、iPad（iPhone）ですぐに使えるARアプリ「GENAR」が開発され、BIM/CIMモデルをARで表示することで「現地完成形の見える化」が可能になった。当現場では、トラス桁送出し後のBIMモデルを、現地の軌条桁上に投影し、送出し中における既存設備との干渉がないかをチェックした（写真一4）。



写真一4 ARアプリGENAR使用状況

(12) 360度写真管理プラットフォームの導入

汎用的な360度カメラを使用して現場内を撮影し、図面上に撮影場所を関連付けることのできる写真管理プラットフォーム（HoloBuilder）を定点カメラとして導入した。データ閲覧はWebブラウザ上のためiPhone等ですぐにアクセスすることができ、同位置での撮影写真を別の日時で比較したり（写真一5）、BIMモデルと写真を並べて計画と実物を比較したりすることができる。また、360度写真の一部のデータのみ閲覧できるようフィルタをかけて切出しができるため、リンクデータを発注者や施工協力業者へ送付すれば、実際に現場に立ち会ったような臨場感のもと、打合せにも有効活用することができた。

4. 実績の評価

3Dデータを活用することで、施工計画の最適化を行い、フロントローディングによる可視化を行うことはBIM/CIMの価値を実感させる結果となった。また、作業間連絡調整や工程管理を電子化することにより、作業の効率化や安全意識の統一化にも活用できた。さらに、現場にICT機器を導入することにより、見える化や聞こえる化を行いヒューマンエラーによる事故を未然に防ぐことができた。

このようなICTを活用した多様なアプローチで、施工計画、施工管理の効率、安全の向上が図られた。また、複雑な施工プロセスを3次元で可視化することが、工事関係者間の情報共有促進、施工に対する理解度の向上にもつながり、工事の安全、品質の確保に大きく寄与している。

5. おわりに

鉄道高架橋工事では、ほとんどの現場で非常に狭隘で営業線に近接した場所での施工が多い。ICTを組



写真一5 HoloBuilder使用状況

み合わせて施工検討や施工管理に活用する手法は、このような環境の鉄道工事や、都市土木全般において有効であることが、本工事における取組みを通じて明らかになった。特に、プロジェクトの初期段階において、現場周辺の状況と、築造する構造物を全て3Dデータ化し、フロントローディングによる計画の最適化を行ったことが、それに続く施工の詳細検討、施工管理における、さまざまな場面で、3Dデータを積極的に活用する発想を生み出し、効果をあげる結果につながったといえる。

本事業は、工事の最盛期を迎えているが、今後も新しい技術を積極的に導入し、合理的な施工による高品質なインフラ構築に取り組みたい。本稿が、同種工事の参考になれば幸いである。

J C M A

《参考文献》

- 1) 金川真二, 佐野敏之: 鉄道高架化工事における3Dデータの活用, 土木施工 2019, Jan, VOL60, No. 1, pp. 79-82
- 2) 竹本久高, 森口智聡: 点群データの高度利用, 土木情報学シンポジウム, 2019, 6
- 3) 伊瀬知悟, 佐野敏之, 森口智聡: 鉄道高架化工事におけるBIM/CIMの活用, 令和元年度土木学会全国大会第74回年次学術講演会, VI-942, 2019, 9, 3
- 4) 伊瀬知悟, 佐野敏之, 森口智聡: 狭隘な都市部における鉄道高架橋工事のICTを活用した安全管理への取組み, 第56回建設業労働災害防止協会, 2019, 9

【筆者紹介】

森口 智聡 (もりぐち ともあき)
鹿島建設(株)
関西支店
阪急淡路JV工事(事)
工事課長



JR 渋谷駅改良工事中央工区 第2回線路切換における工事桁こう上横移動への挑戦

機械と人力作業の融合で2日間の大規模線路切換工事に貢献

山田 広樹・片山 理志・梅田 晃寛・関 司 英明

渋谷駅改良工事は、渋谷駅周辺開発に併せて、2015年に着手、山手線・埼京線のホーム並列化等を行うものであり、現在も施工中である。計4線（4回）の大規模線路切換工事を行うが、本稿では第2回線路切換（埼京線下り）における中央工区の施工方法について報告する。令和2年5月29日の終電後から6月1日の始発までの54時間の切換工事であり、そのうち線路を支える工事桁（8m程度の短い鉄橋）移動に与えられた時間は17時間である。切換延長709mのうち工事桁移動区間は422mであり、中央工区はそのうち約81m（工事桁10連）、最大1.3mこう上・横移動2.6mを担当した。
キーワード：線路切換、こう上・横移動、人力施工、門型設備、ジャッキシステム

1. はじめに

渋谷駅改良は、山手線に隣接していた東急東横線渋谷駅の地下化を機に、東急東横線渋谷駅跡地を活用した土地区画整理事業により埼京線ホームスペースを確保し、さらにJR渋谷駅ホームの上空と東西エリアを一体的なビル構造とするため、中央・東（渋谷スクランブルスクエア）・西の3棟を建設する計画であり、同時に鉄道線形改良を行う大規模な工事である（図-1, 2）。

一般的に線路切換工事は、連続立体高架化工事の切

換口部で行われることが多く、通常の夜間時間帯もしくは始発を数時間遅らせる長大間合いで施工される。しかし、今回の渋谷駅第2回線路切換は、同時にこう上・横移動を行うものであり、2日間の埼京線運休を伴うため、早い段階からの計画調整、工夫を凝らした設計施工、周到的な準備を行い、切換に挑んだ。

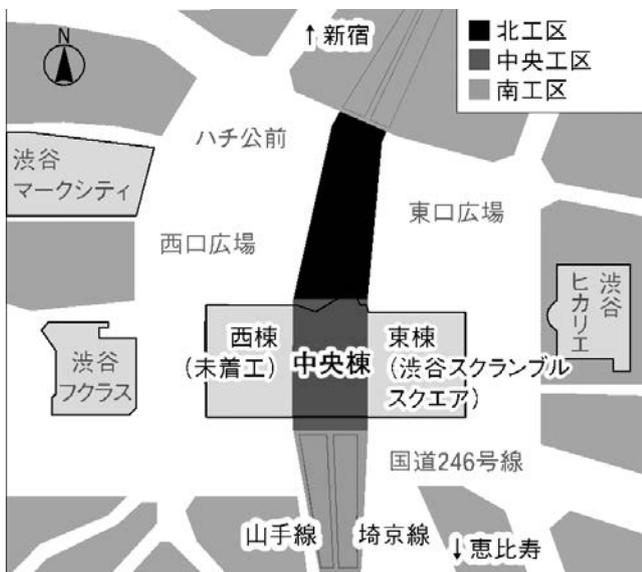


図-1 渋谷駅周辺開発平面図

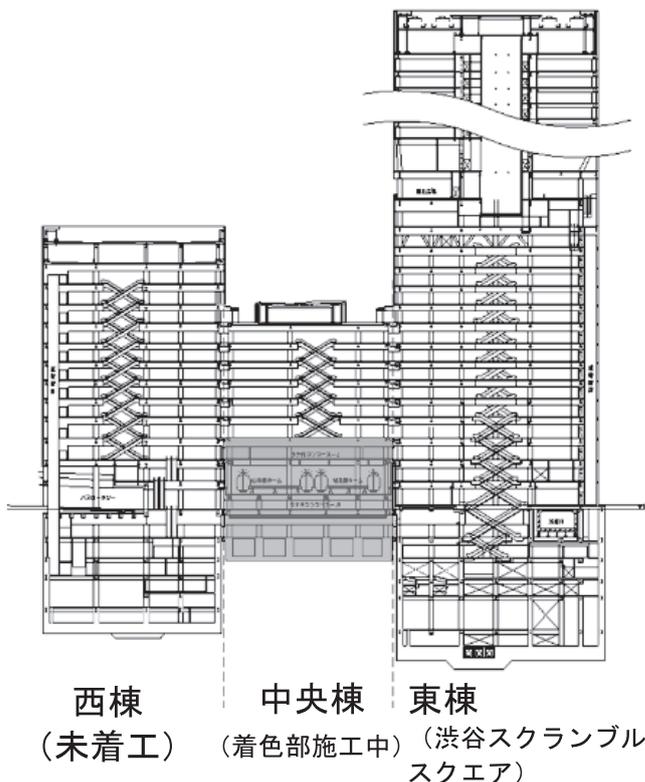


図-2 駅部断面図

2. 全体工事概要

渋谷駅は山手線ホームより約 350 m 離れた場所に 埼京線ホームがあり、山手線ホームは内回り外回りにそれぞれホームがある。本工事は、計 4 線の埼京線、山手線を 1 線ずつ移動（線路切換）し、埼京線・山手線のホーム並列化と山手線ホームの島式化（1 面 2 線化）（図-3）を駅改良工事と並行して行うものである。

3. 第 2 回線路切換概要

駅部である中央工区は、前述のとおり工事桁 10 連を最大こう上 1.3 m、最大横移動 2.6 m を 17 時間で行うものであった。

以下に、第 2 回線路切換概要図（図-4）、中央工区工事桁移動概要図（図-5）、時間工程（図-6）、線路切換写真イメージ（写真-1）、中央工区工事桁

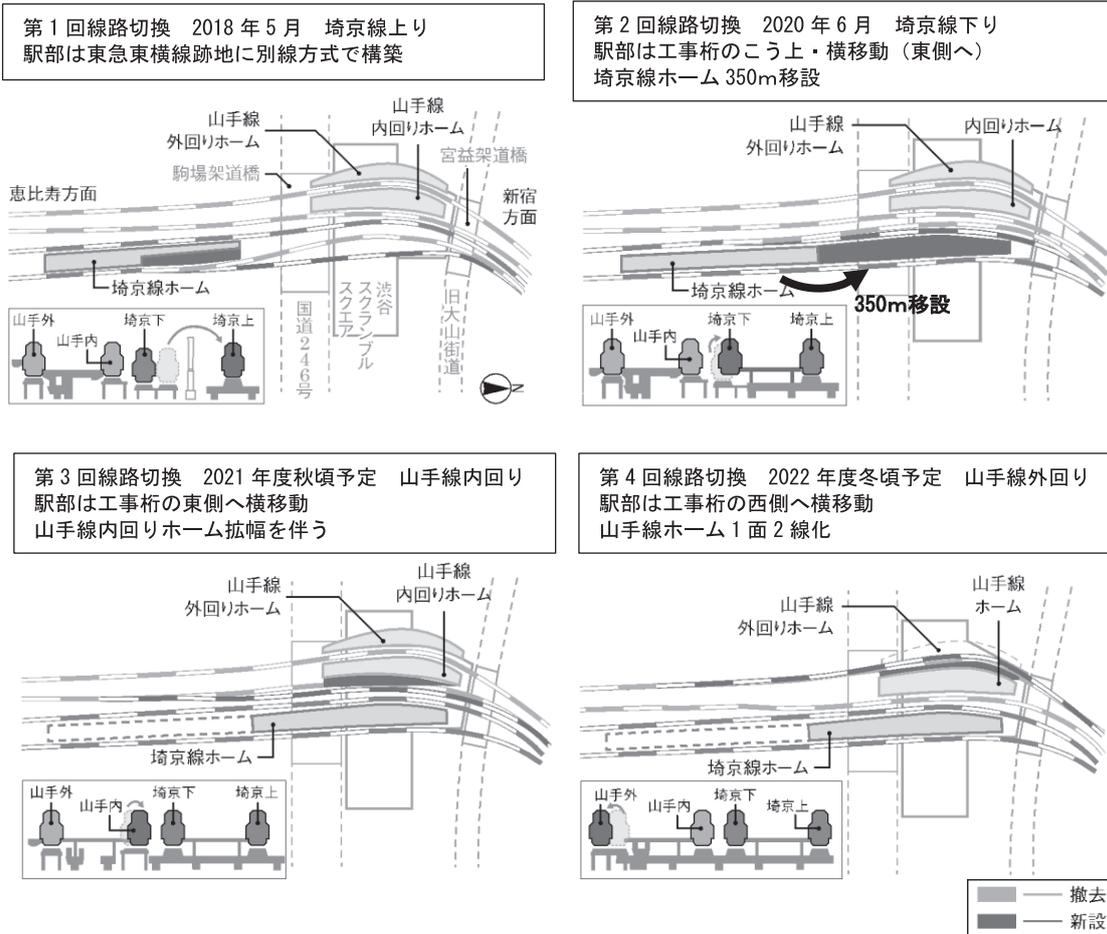


図-3 切換ステップ図

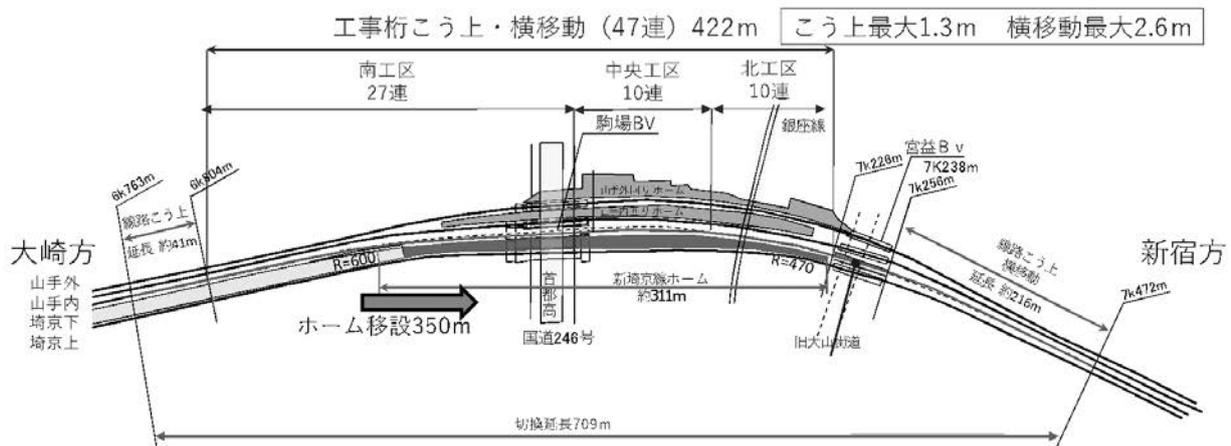
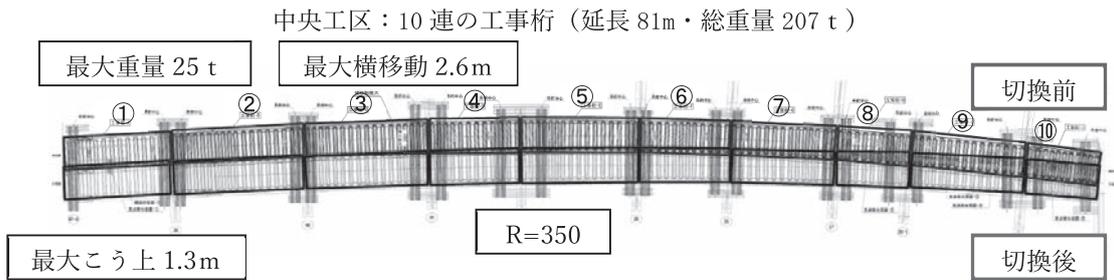
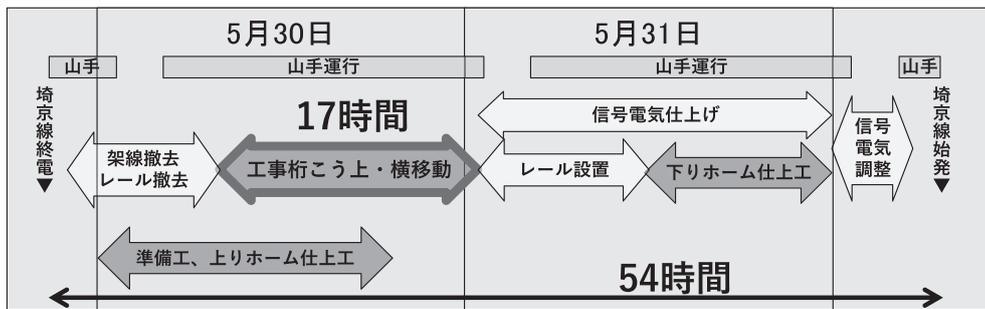


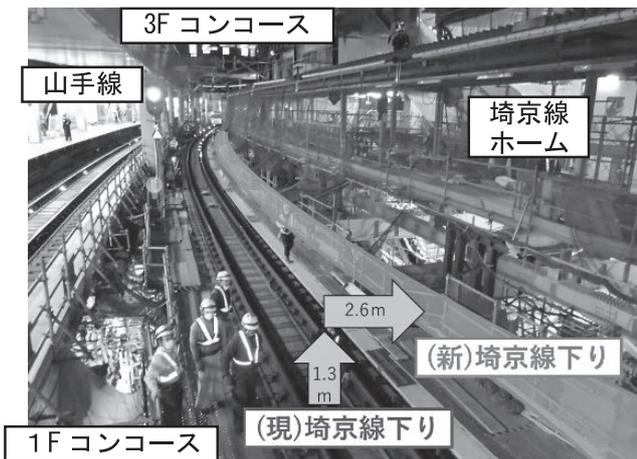
図-4 第 2 回線路切換概要図



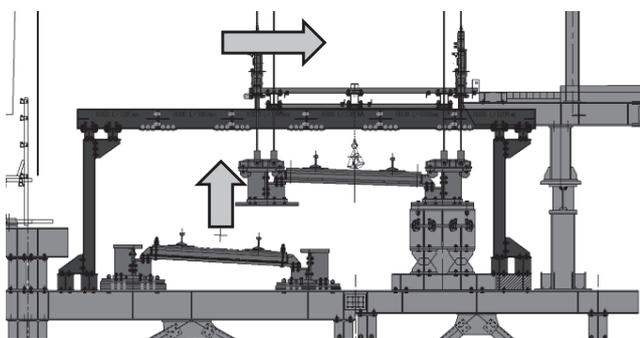
図一五 中央工区工事桁移動概要図



図一六 時間工程



写真一 線路切換写真イメージ



図一七 中央工区工事桁移動概要断面図

移動概要断面図（図一七）を示す。

4. 施工方法の選択

工事桁のこう上・横移動の施工条件・検討条件は以

下の通りである。

- ①工事桁 10 連（約 81 m），最大こう上 1.3 m，最大横移動 2.6 m である。曲線部のため，平面・横断・縦断それぞれの移動量がすべての工事桁で異なっている。
- ②工事桁は最大重量 25 t であるが，西側に線路，東側にホーム，上下にコンコース，南北は他工区に挟まれた施工空間であり，大型クレーン等による施工は困難である。
- ③工事桁のこう上・横移動に与えられた時間は 17 時間である。

以上の条件のもと，クリアすべき課題と対策は以下の通りであった。

(1) 回転を伴う移動への対策

R=350 m から R=470 m への曲線変更のため，10 連すべての工事桁で移動量が異なり，かつ，回転を伴う移動である。10 連個別の移動では隣り合う桁同士が干渉する懸念があった。そこで，10 連を同時に移動できるジャッキシステムを採用した。

(2) 精度確保のための架設構造

高さ±5 mm，通り±10 mm の精度を確保する必要があるため，微調整が容易なストランド鋼線によるセンターホールジャッキ方式を採用した。

(3) 人力施工可能なジャッキ架設構造

センターホールジャッキを据え付ける架設構造は，大型機械による施工が困難であるため，人力施工可能な部材を用いる設計・計画とした。

(4) 試験施工

限られた時間内で要求される精度を確保し，無事故

無災害で施工を完了させるため、試験施工によって人力施工の習熟度を上げ、時間的にも十分予定時間内に収まるように技量を向上させた。

(5) IT活用による進捗管理システム

11箇所の門型設備、10連の工事桁移動について、リアルタイムに全体を把握できる管理を行うため、ITを活用したシステムを採用した。

(6) 万一のトラブル対策

万一のトラブル対応を可能にするため、予備資材を準備するとともに、故障時の資機材交換試験を実施した。

5. それぞれの課題における検討事項・実施対策

(1) 回転を伴う移動への対策

曲線部の線形改良を伴う移動であるため、全ての工事桁を1連ずつ個々に移動させた場合は、隣り合う桁と干渉する恐れが多分にあった(図-8)。その解決

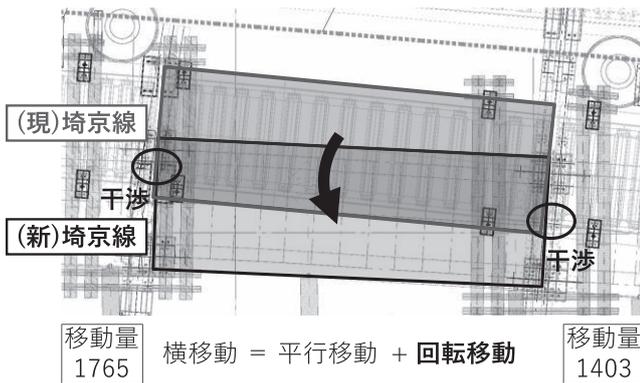


図-8 回転移動説明図

策として、工事桁10連のそれぞれの移動量を13段階に分割し、コンピューター制御により連動させて移動することにより、所定の遊間を保持できるようにした(図-9)。また、水平ジャッキには吊上げに使用するセンターホールジャッキと同等品を採用し、ジャッキの転用を可能とすることで、万一の故障リスクへも対応した(写真-2参照)。

(2) 精度確保のための架設構造

工事桁は鉄道線路を支えるものであり、高さ±5mm、通り±10mmという設置精度を要求されるため、架設構造を検討した。一般にサンドルジャッキ方式が多く用いられるが、中央工区は、全工区で最大のごう上量、移動量があるため、吊構造で柔軟な微調整が可能なストランド鋼線・門型設備によるセンター



写真-2 実際の横移動状況

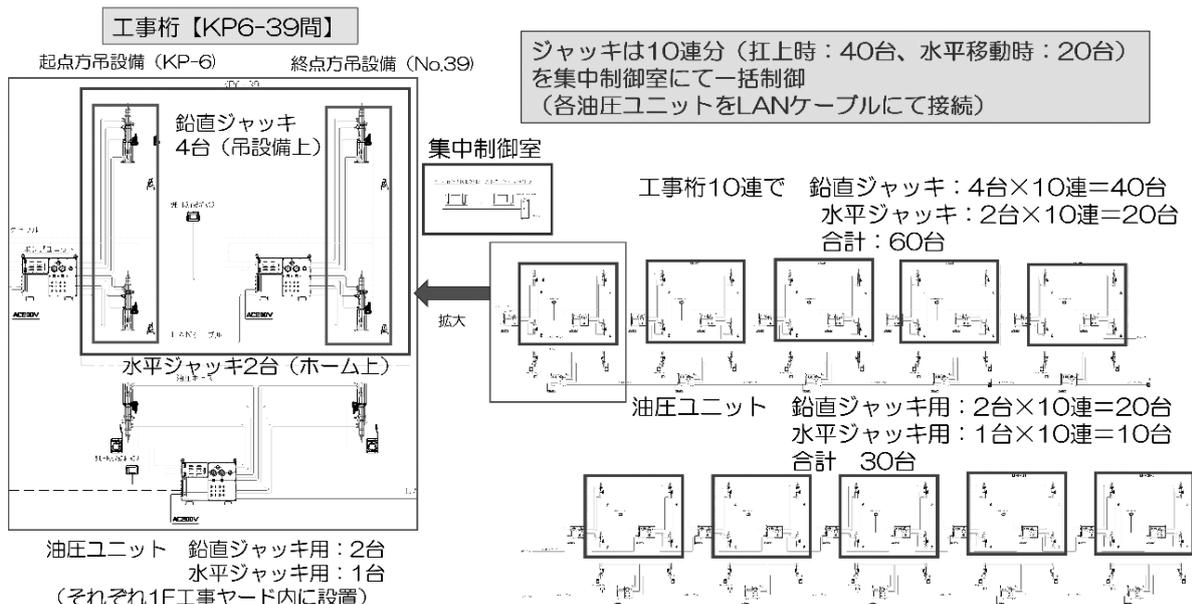


図-9 ジャッキシステム概要図

ホールジャッキ方式を採用した。その他の利点としては、こう上に要する施工時間が早いということ、回転移動への適応性が高いこともあった。

門型設備は工事桁両端部に門構を設置し、上部は吊桁2本を流し、その上に吊装置を設け、センターホールジャッキを2本の吊桁間に設置した(写真-3, 4)。横移動時は、センターホールジャッキから固定金具へ吊り変えて移動した。

また、それぞれの工事桁の移動の方向、回転角度等を

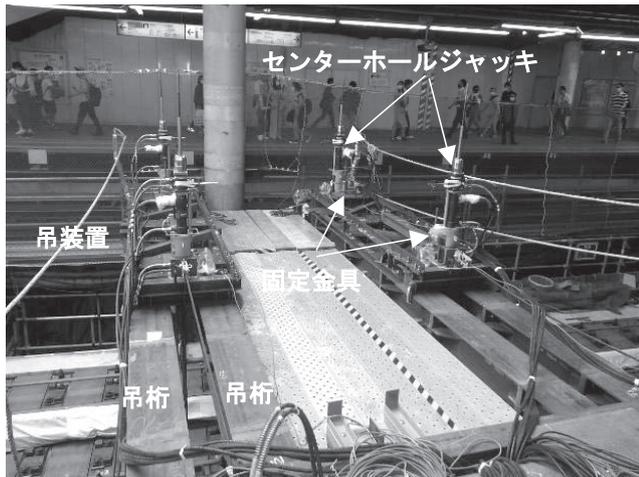


写真-3 実際の吊り設備状況

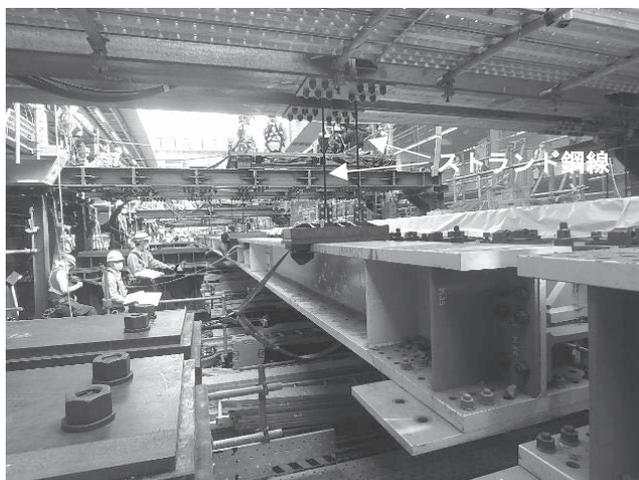


写真-4 実際のこう上状況

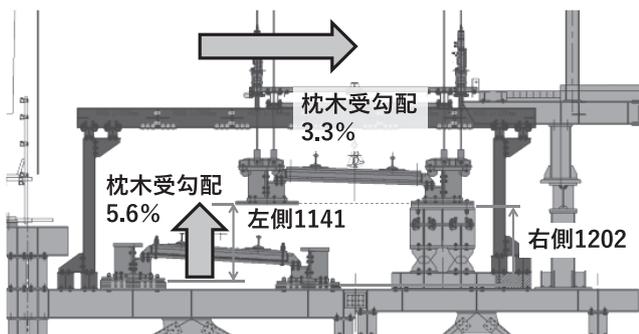


図-10 各支点で高さが違う状況図



写真-5 実際の位置調整状況

考慮し、吊桁の配置を詳細に計画した(図-8 参照)。

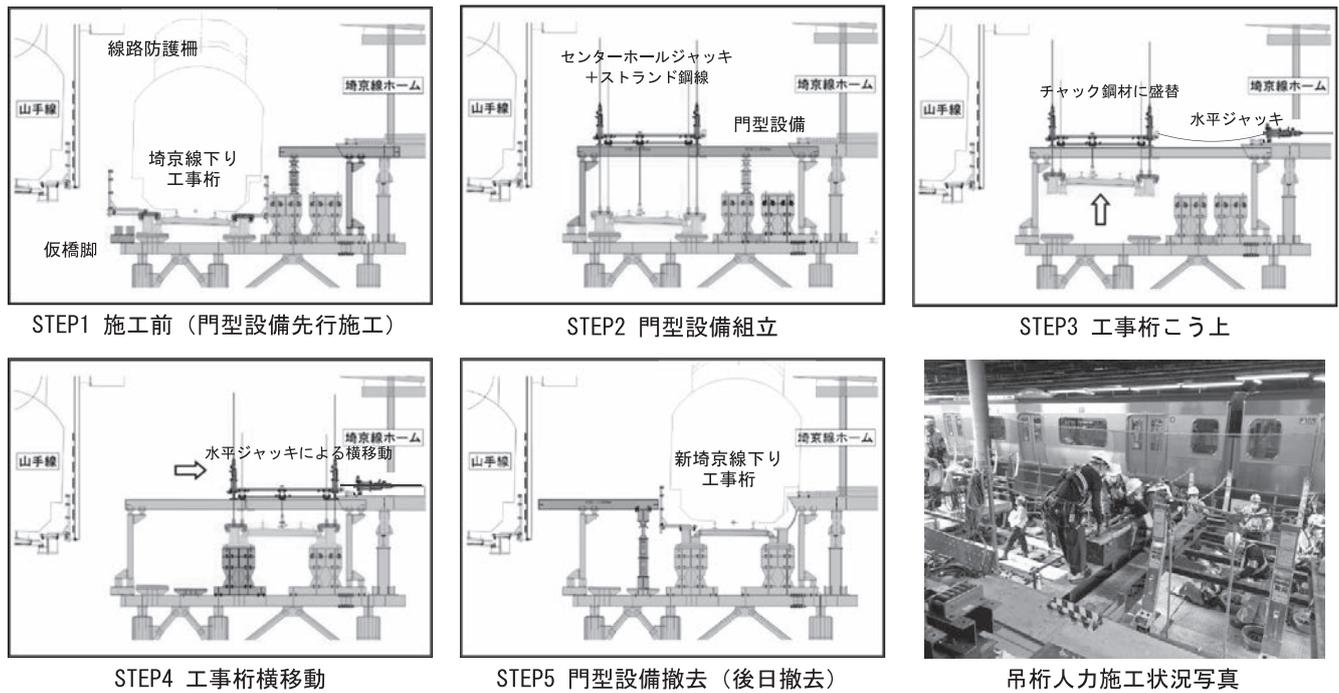
センターホールジャッキで残り 100 mm の位置まで同時移動させ、残りの移動距離を測定し、各工事桁で個別に移動後、最終位置への微調整をレバーブロック等を行うことにより、全ての工事桁で、管理値(高さ ± 5 mm, 通り ± 10 mm)内に収めることができた(写真-5)。

(3) 人力施工可能なジャッキ架設構造

門型設備(写真-6, 図-11)の部材は、全て人力施工が可能なサイズとし、重量部材の配置も人力への負担を軽減すべく、ホーム下や建築限界外に準備しておく計画とした。重量部材設置については、チェーンブロックによるスライドやギアトrolleyによる移動などの施工方法を取り入れた。事前準備の空間がなく、人力により架設しなければならない部材がほとんどであり、最大 100 kg (H300 の吊り桁 1 m) の部材を作業員 2 人で運搬する計画とした。



写真-6 門型設備全景写真(試験施工時撮影)



図一 11 人力施工ステップ図, 写真

(4) 試験施工

17時間という短時間の制約条件下で、門型設備および工事桁移動作業の時間短縮、ミスロスを減らすことに注力して試験施工を実施した。

試験施工は、2019年10月～11月に4回実施した(写真一7)。前後作業を除く本作業計画12時間に対し、初回は14.8時間を要し、作業の見直し等を行い、最終8.3時間で終了させることができた。入場予定の全作業員が必ず1度は試験施工に参加することとし、当日の予期せぬ事態や他工事の影響を受けたとしても対応可能なレベルまで習熟度を上げることができた(図一12)。

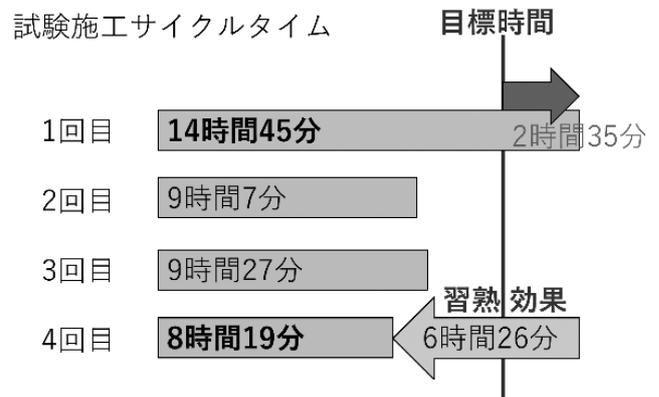


写真一7 試験施工の様子

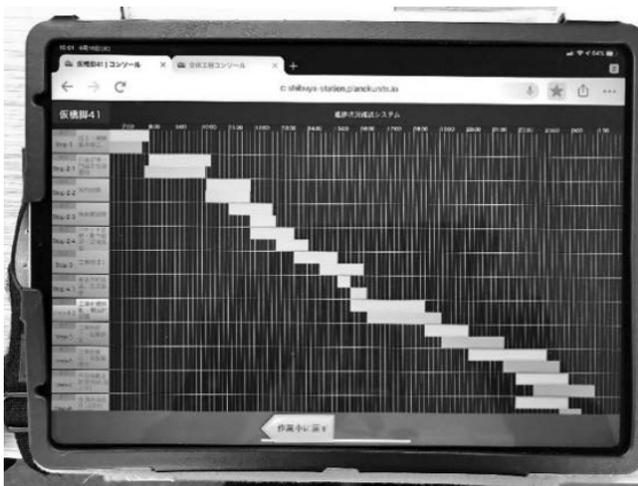
(5) IT活用による進捗管理システム

所定時間内での工事桁10連の同時移動を完成させるため、当日に組立する門型設備・吊設備11箇所の設置時間をリアルタイムに把握可能なインターネットを利用したiPadによる進捗管理システムを採用した。

システムの内容としては、各箇所に配置された担当者が進捗をタブレット端末にて入力するもので、操作は各ステップの開始/終了ボタンを押すだけで済むようにシステム化した。ステップごとに時間軸を持たせ、バーチャートにより一目で把握できる画面構成とした。また、責任者が各箇所の作業進捗を進捗管理システム内で一元管理できる画面も作成した(写真一8, 9参照)。



図一 12 試験施工サイクルタイム



写真一八 各箇所のiPad画面



写真一十 JV本部モニター



写真一九 11箇所一元管理のiPad画面

これにより、全体工事を調整するJR対策本部、当工事本部だけではなく、各担当者同士も同時かつ正確に相互確認が可能となった。また、従来の方法である拡声器や無線のように声による伝達のみでは、聞き間違い等のミスが生じる可能性があるとともに、運行中

の山手線旅客にも迷惑をかけることになるが、今回無線は重要な連絡のみに限定することで、混乱を回避できた。

さらに、当工事本部にもモニターを設置し、本支店応援者が進捗管理システムを使って進捗確認できるようにし、より多くの目で管理を行った（写真一十）。

こう上・横移動のジャッキ操作時は、Teamsによるチェック項目確認を同時に行った。チェック表のみの活用であったが、有効に機能した（図一十三）。

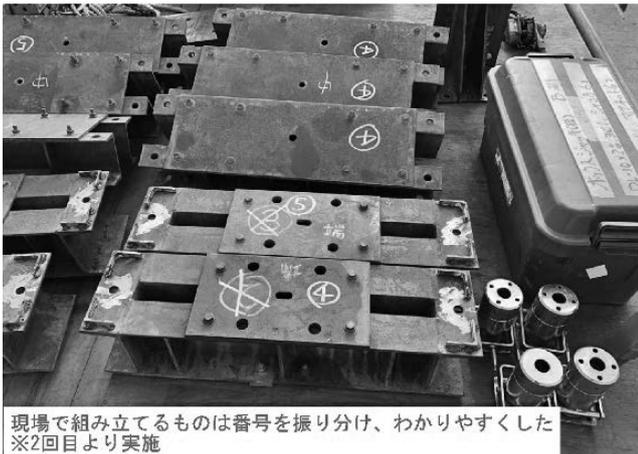
(6) 万一のトラブル対策

万一の際に備えて、以下の対策を実施した。

- ①試験施工の知見から、門型設備の組立部材に何の部材か、組立順番の番号や上下左右の向きを表示し、全部品のナンバリング化を図った（写真一十一）。
- ②門型設備を安全に施工するために施工足場や門型柱を現地にて、施工に支障がないか時間の許す限り訓練した（写真一十二）。

入力者		五川			
		工事桁A		工事桁B	
仮橋脚		KP-6	39	40	
イ	各工事桁のジャッキ動作確認が完了したことをエクセルシートにて報告する。	未	未	未	未
ロ	各仮橋脚の扛上準備が完了したことをエクセルシートにて報告する	未	未	未	未
ハ	地切り時に問題無いか（ボルトの取り忘れや支障物の引っ掛かり等が無い）確認完了したことをエクセルシートにて報告する	未	未	未	未
ニ	各桁の盛替えチェックが動作することをエクセルシートにて報告する	未	未	未	未

図一十三 Teams チェック表（部分）



写真—11 部材のナンバリング化例



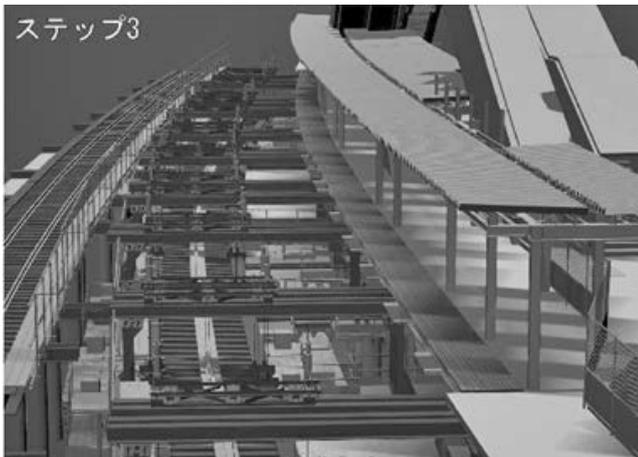
写真—13 手順教育用ビデオ



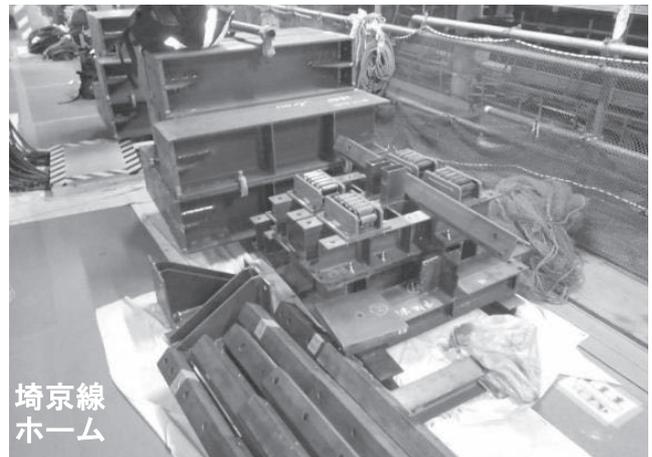
写真—12 現地訓練状況



写真—14 工事桁下のステージ



図—14 全体手順 CG



写真—15 ホーム資材配置状況

- ③試験施工から切換当日までの約半年間で、一般的な図面に加え、CGによる全体感がわかるビデオ（図—14）、試験施工時に撮影したビデオ（8時間を20分に編集）（写真—13）を用いて手順周知会を数回開催することで、作業員の理解力のレベルアップを図った。
- ④作業箇所が狭隘な空間であることから、ホーム下や

- 工事桁下にステージを作製し、重層的な施工ヤードを確保して資機材の整理整頓を行った。また、ホーム上も最大限利用した（写真—14, 15）。
- ⑤隣接して運行する山手線列車運転手への対応として、門型設備上で作業員が作業していても列車運転手からは直接見えない高さの列車防護柵（線間ネット）を設置した（写真—16）。



写真-16 線間ネット

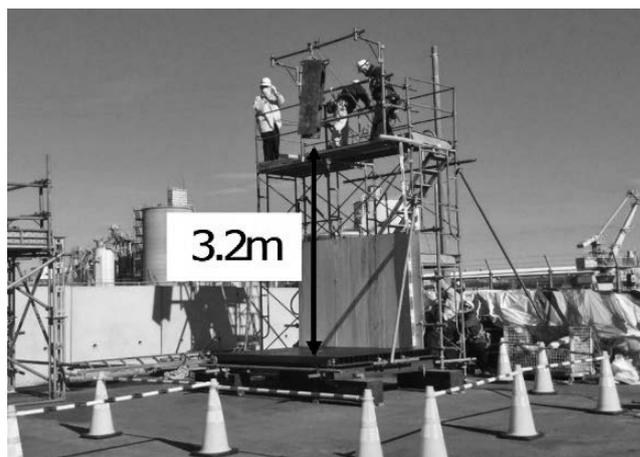


写真-19 鋼材落下試験



写真-17 ロール・ブレイキング状況



写真-20 工事桁微調整試験



写真-18 予備 400 kVA 発電機



写真-21 交換試験 (ジャッキ)

⑥全ての材料間配りが完了した時点で、担当職員と職長がペアになって、各担当箇所の資材に不足や誤りがないか、手順通りに配置されているか、現地にてロール・ブレイキングを行った(写真-17)。また、機材故障時の対応として、全ての資機材に予備を準備したことに加え、故障時の機材交換試験等も以下の通り実施した。

- ①ジャッキシステムの電源である商用電源が万一の停電した際に備え、大型発電機を配置した(写真-18)。
- ②旅客通路上で門型設備を組み立てる箇所もあるため、万一部材(H300長さ1m(重量100kg))が落下した際の落下試験を実施し、折板屋根の防護鋼材(□100)が破損しないことを確認した(写真-19)。
- ③門型設備を撤去した跡に、工事桁移動調整が生じた



写真—22 試運転車

場合にも対応できるコンパクトロックジャッキの試験施工を行った（写真—20）。

- ④機材故障時の交換がスムーズにできるか各種の交換試験を行った（写真—21）。

6. おわりに

この渋谷駅第2回線路切換は、鉄道工事では他に類を見ないこう上・横移動であったが、JR 東日本、関係各社、本支店の協力も得て無事に終えることができた。

技術進歩によりシステム化、機械化、自動化が中心となりつつある時代に、人力施工しかできない環境が

存在することを踏まえ、人・機械・IT を活用した工法として、今回の挑戦は、鉄道土木施工技術の工夫を凝らした集大成もとらえることができ、本稿が今後の同様のプロジェクトの参考になれば幸いである。

J C M A

【筆者紹介】



山田 広樹（やまだ ひろき）
大成・東急建設共同企業体
JR 渋谷駅改良中央工区作業所 現場代理人



片山 理志（かたやま さとし）
大成・東急建設共同企業体
JR 渋谷駅改良中央工区作業所 監理技術者



梅田 見寛（うめだ あきひろ）
大成・東急建設共同企業体
JR 渋谷駅改良中央工区作業所 監理技術者



図司 英明（ずし ひであき）
東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所
渋谷プロジェクトセンター 主席

鉄道営業線近接部などの防護工及び杭の新しい試みと今後の展開

e-コラム工法[®]

長谷川 智 仁・市 村 喜 作・高見澤 麻 子

これまで鉄道営業線近接工事において営業線への影響を避けるために地盤改良や深礎工法が採用されてきた。しかしこれらの工法は施工時に地表面が緩んだり盛り上がりたりする懸念があり慎重な施工が必要である。そのため線路閉鎖間合いでの施工を余儀なくされ工程に大きく影響を及ぼしてきた。そこで、問題を解決するために周辺地盤への影響が少ない機械攪拌式の地盤改良機「e-コラム工法[®]」（以下、「本工法」という）を開発した¹⁾。本稿では、本工法を使った地盤改良及び杭について紹介する。

キーワード：e-コラム工法[®]，孔壁防護，杭，鉄道線近接，柱状改良，遮水壁，低空頭，狹隘

1. はじめに

昨今、鉄道駅においては、交通の結節拠点としての機能を有しているのみならず、地域の活性化を図る上で重要な役割を担うことが期待されている。そのため都市部を中心に、利便性向上、安全性向上を目的とした駅改良事業が計画・実行されている。しかしながら駅改良事業はその性質上、鉄道の営業などの機能を維持しながらの実行を求められ、狹隘かつ空頭制限下での施工も必須となっている。

これらの事業では、直径 3,000 mm までの大径の場所打ち杭や大規模地下掘削が増えており、狹隘敷地で施工ができる孔壁防護や土留め壁が構築できる工法が求められている。

本稿では、これまで採用されてきた薬液注入工や高圧噴射攪拌工法と比較しながら本工法の特長を述べる。また、その代表的な施工事例を示すとともに、本工法の孔壁防護機能以外の基礎工に関する用途を紹介する。

2. 在来工法の問題点

場所打ち杭に多く採用されているリバースサーキュレーション工法は、ケーシングを用いない工法のため、緩い砂層や軟弱粘性土地盤では削孔に伴う地盤変状に起因する近接構造物への影響が重要な問題となる。それを防止するため、場所打ち杭周囲の地盤を強化する目的で薬液注入工や高圧噴射攪拌工法による地盤改良が補助工法として用いられ、口元管の代用

として深礎工法が採用されることとなる。さらに、地下水位が高い場合には遮水目的として薬液注入工が補助工法として採用される。

しかしながら薬液注入工は、施工機械が小型で排泥が出ない工法ではあるものの近接構造物の隆起や側方変位の可能性が高い。一方で、高圧噴射攪拌工法は、排泥が多いため狹隘地ではその排出方法に問題が残る。また両工法とも地中の不純物などの影響により出来形及び強度などの品質確保が困難な状況に陥ることが稀にあり、その品質確認方法が確立されていない。

そこで、場所打ち杭の孔壁防護工として、また薬液注入工や高圧噴射攪拌工法に替わる工法として、周辺地盤への影響が小さく、品質の確保や出来形の確認が確実にできるコンパクト型機械攪拌式地盤改良工法として本工法を開発した。

3. 本工法の特長

(1) 高削孔能力

従来の機械攪拌式地盤改良機では、攪拌翼が水平に突き出しているため、おおむね N 値 20 以上の地盤ではロッドの回転抵抗が高くなり施工不可能であった。そこで、本工法では削孔・攪拌ロッドに微振動（バイブレーション）を与えるという斬新なアイデアを採用することで削孔能力を向上させ、硬質地盤の掘削が可能になった。さらにバイブレーションを併用した削孔により、先行施工した地盤改良体を削り取りながらラップ施工することができ、ソイルセメント柱列壁と同等の遮水性を有する地盤改良体を造成することが可

能となった。そのため、リバース杭の削孔液逸水防止機能を果たすことができ、また遮水性土留め壁の造成も可能である。

(2) 省スペース

機械攪拌工法用施工機械は、小型のものでも高さ約9m×幅約2m×長さ約4mであり、空頭制限のある場所では利用できなかった。そこで本工法ではホーム屋根下でも施工できるよう機械高さを3.2mに制限し、0.1m³クラスのベースマシン(幅約1.5m×長さ約3.5m、平面積が従来機の約65%)の施工機械を開発した。

(3) 環境負荷低減

機械・設備を小型化・電動化することにより、施工中の騒音・振動を抑制している。また、原位置攪拌工法であるため排泥量が高圧噴射攪拌工法に比して1/10~1/4まで削減可能であり、産業廃棄物の低減、環境負荷の低減に寄与する。

(4) 品質確保

本工法では削孔・攪拌ロッドに微振動を加えて回転させ、ロッド先端からセメントミルクを吐出しながら貫入することにより原位置地盤を削孔しながら攪拌混合して地盤改良体を造成する。改良体先端部では、削孔・攪拌ロッドを上下往復施工(ダブルリング)して品質を確保する。削孔・攪拌ロッド引上げ時には微振動・回転により再攪拌し、均質な改良体を造成する(図-1)。

また、削孔・攪拌ロッドには土砂の共回りを防止する共回り防止翼を配備することにより、改良体の均質性を確保している。後行改良体は、先行造成した地盤改良体を削るようにラップ施工し、遮水性の高い柱列壁を造成する。

4. 施工事例

(1) 孔壁防護への適用

(a) 概要

西日本旅客鉄道(株)が進めた在来線橋上駅新設工事(広島駅)では、橋上駅の基礎となる場所打ち杭を、営業線活線下かつ供用中のプラットホーム上から施工する計画であった。当該地盤は、G.L.0~9mがN値3~15の比較的緩い砂質土層であり、地下水位がG.L.-2m前後と比較的高いため(図-2)、場所打ち杭施工時の孔壁の安定性に懸念があった。そのため、当初計画では薬液注入工を用いた孔壁防護を予定していた。しかし、薬液注入工による孔壁防護では、改良幅が1.5m(e-コラムの2.5倍)必要であり、改良位置が軌道直近であることから軌道への影響が否めない状況であった。

そこで、周辺地盤への影響を低減するため、ホーム上でも施工可能にする本工法を用いたソイルセメント防護壁を採用した²⁾。

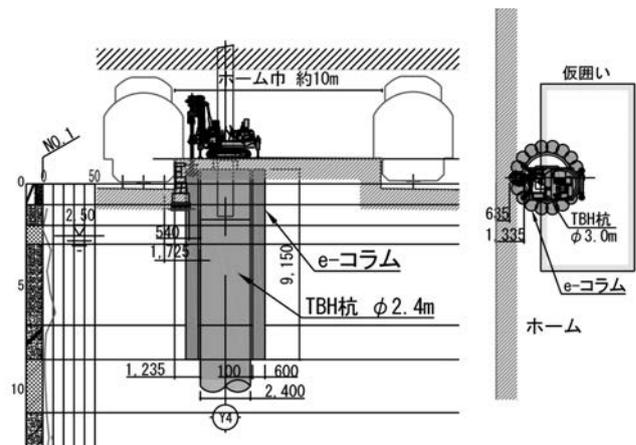


図-2 孔壁防護計画図(広島駅)

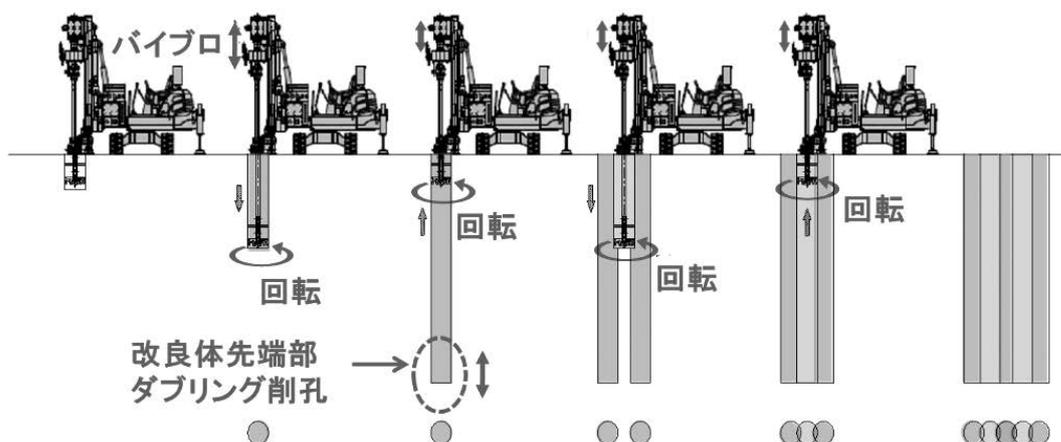


図-1 本工法の施工手順

資料提供 (株) SEET

(b) 事前調査と試験確認 (周辺地盤への影響)

本工法は周辺地盤への影響が小さいこと³⁾及び改良体が必要十分な強度を発現すること⁴⁾が示されていたが、当現場は特に軌道に近くホームの石積擁壁にも近接した施工のため、軌道や擁壁等の周辺構造物への影響が強く懸念された。そのため、3次元有限要素法 (FEM) による安定性確認を目的とした事前解析と、近接構造物のない位置での原位置試験施工により安全性・施工性を検証した。

FEM 解析では、場所打ち杭の孔壁防護として必要な改良範囲と改良強度を算出し、軌道の変位量を予測した。

①改良体の設計強度は 0.5 N/mm^2 (SMW と同等) で、改良深さは 9.15 m とする。

②軌道の予測沈下量は 2.6 mm で、軌道整備基準値 15 mm (10 m 弦) の 17% に抑えられる。

試験施工では、ソイルセメント防護壁施工中の地表面変位をソイルセメント防護壁から 1 m 2 点と 4 m 1 点で計測した。

いずれの測点においても、地表面変位は $\pm 1 \text{ mm}$ の



写真一 1 ソイルセメント防護壁掘り出し状況



写真二 狭隘環境下での施工状況

撮影協力：JR 西日本

変動であり、ソイルセメント防護壁の進捗に伴って変位が累積する傾向も確認されなかったことから、施工による影響はないと考えられた。

さらに、原位置施工試験で構築された防護壁の内側を掘り出して目視確認した結果、計画どおりの出来形が確保されていることが確認できた (写真一 1)。

また、営業線活線下 (純離隔 1.5 m 以内は線路閉鎖間合いにて) かつホーム上という狭隘な環境での場所打ち杭の孔壁防護工として本工法を採用したが、施工に必要な資機材等の配置と施工方法を工夫することにより、ホーム上店舗相当の大きさで施工可能であることを確認できた (写真二 2)。

(c) 施工と結果

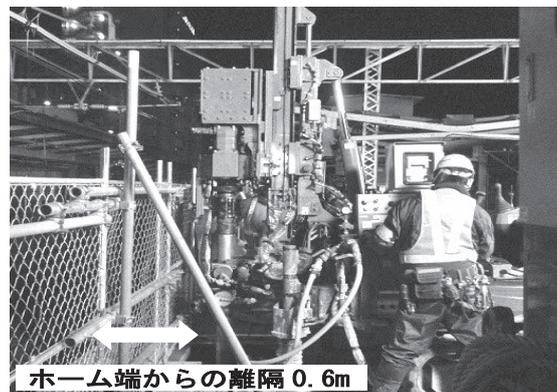
ホーム上での本施工は、軌道や石積擁壁の変位計測、仮囲い等の仮設計画、軌道や旅客に対する安全などを十分に事前検討し、対策工を施した上で実施した。本工法による地盤変状は生じないことが試験施工で確かめられたため、夜間 (20 時~5 時) における仮囲い内 (ホーム端からの離隔 0.6 m) での施工は、旅客列車の運行時間帯にも実施することができた (写真一 3)。

また、低空頭のコンパクト型施工機械であるため、運転士へ圧迫感を与えないことや転倒の可能性が極めて低いこともあり、営業線の活線下でも列車運行に支障することなく安全に施工できた。

(2) ホーム支持杭への適用

(a) 概要

東日本旅客鉄道 (株) の品川駅構内において計画中の地下施設の構築では、開削工法にてボックスカルバートを施工する。施工にあたっては、事前に既設ホームを受け替えるため、場所打ち杭によるホーム支持杭の構築が予定されていた。しかし、ホーム支持杭は営業線



写真三 営業線の活線下での施工状況

撮影協力：JR 西日本

に近接した狭隘な箇所では施工することとなるため、周辺地盤への影響の少ない本工法を用いて造成した地盤改良体にH形鋼を建て込んだ「ソイルセメントH形鋼杭」がホーム支持杭に採用された⁵⁾。

(b) 場所打ち杭の工法選定及び試験施工

当該施工箇所は営業線に近接した箇所であり、当該地盤はFL-14 m程度まではN値10未満の軟弱な砂層とシルト層の互層である。そのため、ホーム支持杭に従来工法であるTBH杭やBH杭を採用する場合、孔壁防護工として薬液注入工などの補助工法が必要であった。しかしながら、薬液注入工は周辺地盤や近接軌道を隆起させるリスクがあるため、薬液注入工が不要であるソイルセメントH形鋼杭の採用を検討した。ソイルセメントH形鋼杭は、既往の報文にて十分な支持力を有することは確認されていたが、本設ホーム支持杭へ採用が初めてであった。そのため、施工箇所近傍において載荷試験を実施し、十分な支持力が確保できることを確認した。また、ソイルセメントH形鋼杭の打設による地盤変状が確認されなかったため、ソイルセメントH形鋼杭は本設ホーム支持杭として採用された。

(c) 施工上の工夫

① 事前掘削

当現場は昼夜施工のため、ホーム下で施工する計画とした。本工法の施工機械は移動時の施工機械高さが2.4 mであるため、ホーム下の移動空間を確保するため地下水位を考慮した深さ2.5 mの盤下げ掘削を実施した。

② 芯材建込時の工夫

空頭制限下における芯材(H形鋼)建て込みにおいては、施工性向上のため、専用建込機(写真—4)を開発した。ミニクレーン使用時に比べて芯材の1



撮影協力・画像提供：JR東日本
写真—4 ソイルセメントH形鋼杭 芯材建込機

ロット長さを長尺化することができ、芯材の継手数を削減できた。

上記2点の工夫をすることで昼夜施工を可能とし、工期短縮を図ることができた。

(d) 施工と結果

ホーム下での本施工は、軌道変位計測、仮囲い等の仮設計画、軌道や旅客に対する安全など十分に事前検討した上で実施した。本工法の施工による地盤変状はほとんど生じないことが試験施工で確かめられたが、営業線に非常に近接した箇所での施工であるため、軌道変位計測することを条件に、列車運行時間帯にも仮囲い内で施工することとした。計測は施工前後に実施し、最大変位量は±2 mmと非常に小さく、列車運行に影響なく施工できた。

当現場は、本設構造物であるホーム支持杭として本工法を用いたソイルセメントH形鋼杭を初めて採用したが、営業線近接の状況下においても軌道への影響もなく無事に施工することができた(写真—5)。



撮影協力・画像提供：JR東日本
写真—5 施工完了状況

5. おわりに

当初は、狭隘地や空頭制限下での場所打ち杭の孔壁防護工として、コンパクトでかつ削孔能力の高い機械攪拌式地盤改良工法「e-コラム工法[®]」を開発した。

その後、当技術の幅広い展開を期待し、改良や実験、検討を繰り返した。その結果、支持地盤に相当するN値50以上の地盤でも削孔し、ソイルセメント杭を造成できる工法となり、場所打ち杭の防護工のみならず、ソイルセメントコラム(柱状改良)やソイルセメントH形鋼杭のような、改良体そのものを支持杭として利用可能な工法となった。

また、施工機械は、リーダーを鉛直に対して0~75度まで傾斜させて構築できるため、基礎工の水平抵抗

性向上を目的とした斜杭や埋設物直下の遮水壁の構築も可能である。

今後、大径杭の補助工法や小径杭、斜杭等々、用途の幅広い工法として、新設構造物のみならず、供用中の既設構造物の耐震補強等々に利用していただけるものと考えている。

これからの本工法の将来性を注視していただきたい。



《参考文献》

- 1) 山本, 須藤ほか, 鉄道営業線近接狭隘条件下における場所打ち杭施工事例, 基礎工 2016.7
- 2) 山本, 久保ほか, 鉄道営業線近接下における場所打ち杭孔壁防護工へのe-コラム工法の適用事例, 土木学会第68回年次学術講演会 2013
- 3) 山本, 坂入ほか, 新幹線高架橋に近接した切土補強土壁へのe-コラム工法の適用事例, 土木学会第67回年次学術講演会 2012
- 4) 北出, 渡邊ほか, 低空頭地盤改良工法による地盤改良体の改良効果の検証, 土木学会第67回年次学術講演会 2012
- 5) 深川, 木下, 鉄道営業線近接箇所におけるホーム支持杭をe-コラム工法により施工した事例, 土木学会関東支部技術研究発表会 2019

[筆者紹介]

長谷川 智仁 (はせがわ ともひと)
 ㈱特研メカトロニクス
 工事第一部
 部長



市村 喜作 (いちむら きさく)
 ㈱特研メカトロニクス
 工事第二部
 副部長



高見澤 麻子 (たかみざわ あさこ)
 ㈱特研メカトロニクス
 工事第二部
 主任



ざいそう

初の海外出張「極寒の地カザフスタン共和国」

古川 裕

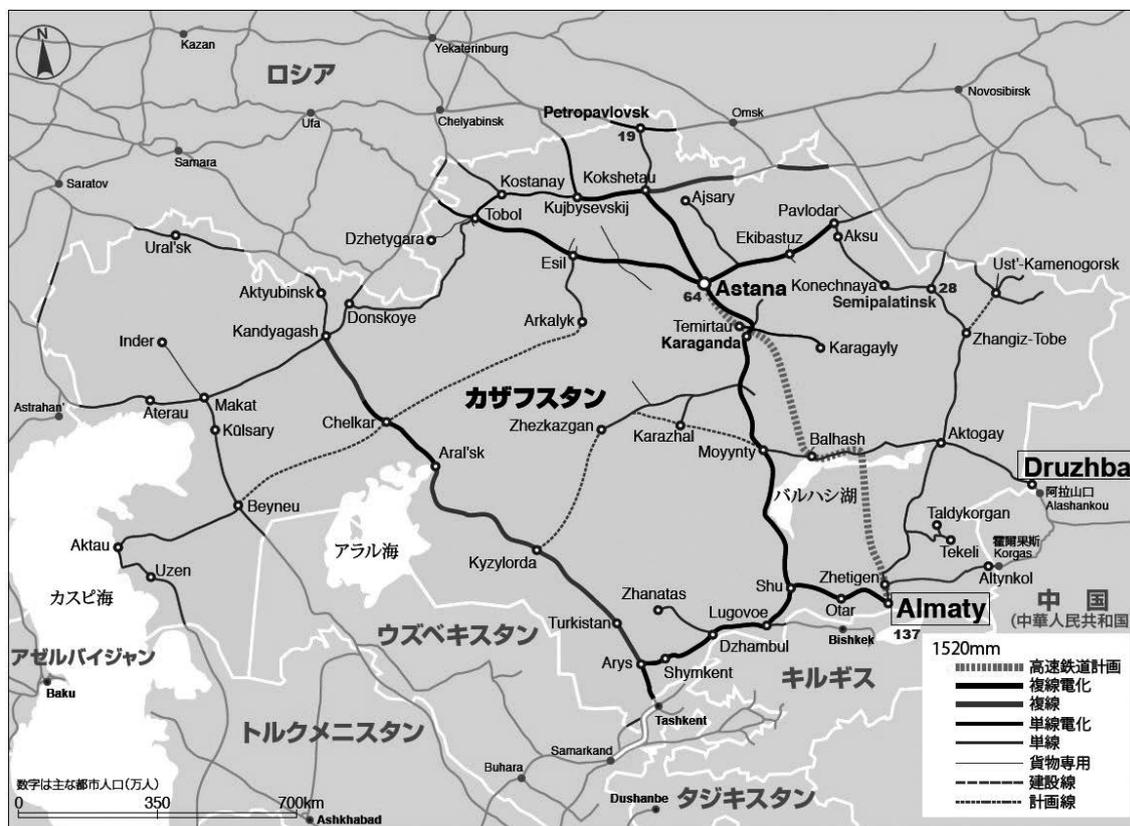


私はこれまで鉄道インフラ一筋で生きてきて、その鉄道人生を通して世界三十数カ国を訪れ公私ともに貴重な体験をさせて頂いた。中でも鮮明な記憶として未だに忘れがたい国が、人生初の海外出張となった「カザフスタン共和国」（以後カザフスタン）である。今回は海外業務の出発点となったこのカザフスタンの出張についてお話ししたい。

私は1974年（昭和49年）に地元函館の学校を卒業し日本鉄道建設公団（現御鉄道建設運輸施設整備支援機構）に就職した。土木屋として青函トンネル工事を皮切りに都市鉄道、整備新幹線工事等に携わり2018年（平成30年）に退職した。在職中に通算12年間の出向期間があり、その内9年間余りが海外関係の業務であった。

1993年（平成5年）12月1日、私は2度目の出向先であるODA円借款実務機関に初出勤した。そこで着任の挨拶をするや否や10日後の12月11日に2週間のカザフスタンへの出張命令を受けた。「カザフスタン？」初めて聞く国名だった。その後出張内容について説明を受けたが、初めて聞く海外専門用語に全く理解できず兎に角この場から逃げ出したいことばかり考えていた。

当然、逃げ出すこともできず出発までは残り10日間。まずはカザフスタンの位置を確認した。緯度的に北海道の稚内より上だから時期的にかなり寒いだろうと思った。案の定現地からの情報では一番寒い調査現場（ドルジバ）の気温は-40度とのことであった。北国育ちゆえ-10度は体験したことはあったが-40度の世界は想像がつかなかった。急いで大型スーツケースを購入し考えられる防寒グッズを目一杯詰め込んだ。



図一 カザフスタン共和国の鉄道路線
出典：（一社）海外鉄道技術協力協会「世界の鉄道」（2015年）

いよいよ出発当日、成田空港で事務方の2名と落ち合いまずはモスクワ行きのアエロフロート・ロシア国際航空に乗り込んだ。カザフスタンまではモスクワ経由だ。フライトは順調で予定通りシェレメーチェヴォ国際空港に到着した。まずは順調な滑り出しであった。

中央アジアに位置するカザフスタンは中国と国境を接し東西の国際ルートの鉄道で結ばれているが、レールゲージが広軌 1520 mm（カザフスタン側）と標準軌 1435 mm（中国側）と規格が異なるため直接乗入れが出来ず、カザフスタン側の国境ドルジバ駅で貨物の積み替えと台車の履き替えを行っている。今回の出張目的の一つが円借款の要請案件で上がっている「ドルジバ駅の積み替え施設能力増強」の妥当性確認のため、現状の施設能力を調査することでもあった。

ドルジバへ行くためにはまずはモスクワからカザフスタンの首都アルマトイ（現在の首都はアスタナ）まで国内便で約4時間半のフライト。アルマトイからはドルジバ行きの寝台列車で24時間の行程である。

夕方の国内便で飛び立って約2時間経った頃？機体がだんだんと揺れ始め不安に思っていたところ、突然ロシア語の機内アナウンスが流れ数分後に飛行機はどこか知らない飛行場に着陸してしまった。状況が掴めないまま3人で顔を見合っていると、CAの女性がやって来て、天候不順でこれ以上飛べないので全員「降りろ」とのことだった。タラップを降りたら大型バスが待機しており、着の身着のまま薄暗い倉庫に連れて行かれた。倉庫の中は火の気が全く無く、床はコンクリートで冷たく座ることもできなかった。寒さと疲労と飢え（一切食物の提供無し）で思考能力は低下したままただじっと壁に寄りかかっているしかなか

た。この時点でこんな状態が半日も続くとは夢にも思わなかった。他のお客はどうかと言えば？この事態を予測していたかのように手荷物から敷物、軽食、ポットを取り出しハイキングよろしくワイワイガヤガヤし始めている。後で聞いたところ、この時期にはこのようなことはよくあるらしく地元の人達は手荷物に敷物や飲食物等を常備しているとのことだった。我々はただじっと遠目で見ているしかなか。寒さによる生理現象でトイレは時々使用したが、中は薄暗く冷え冷えとしていた。困ったことに小は何とかなるのだが大の方は配管が凍結しているようで便器の中はマウンテン状態だった。マイナス気温のためか臭いは無かった。このような悲惨な状況から抜け出し首都アルマトイに到着したのは予定より半日遅れのことだった。アルマトイには他の要請案件の確認もあり2泊した後ドルジバに向かった。

朝一番に国鉄アルマトイ駅からドルジバ行きの寝台列車に乗り込んだ。この時にカザフスタン鉄道局側から2名の方が随行してくれたが、ただ兩名ともロシア語しか話せず対話？は身振り手ぶりで行った。車中は1コンパートメント2段ベットの4人乗りでベットは広く暖房も効いて快適だった。お湯は24時間給湯可能で食べ物は停車する駅ごとのホームでローカルフードを手に入れることが出来た。初めて見る車窓からの風景は日本とは違い興味を持って楽しむことができたが、ただ残念だったのは車中からの写真は一切禁止だった。カメラを持った瞬間、鉄道局の1人が来てレンズを手で覆う。このため、この間の車窓からの写真は一切ない。後で聞いたところレンズを常に覆った人は鉄道局の人間ではないとのことだった。

車中では案外楽しめたので疲れも無く、無事ドルジ



写真—1 駅舎周囲の建物



写真—2 台車履き替え装置

バ駅に着いた。駅の改札口では駅長と英語通訳である白系のアゼルバイジャンの女性（母国が戦火でカザフスタンに亡命とのこと）が待っていた。ここでやっと事務方の英語力が発揮できた。駅舎の窓から見える外の風景は殺伐とした大原野で建物と言えば駅舎と鉄道員のための宿泊所と現地作業員のアパートのみだった。ホテルは建設中とのことで我々も宿泊所を利用した。4日間のドルジバでの視察行程の打合せをした後、現地調査時での注意事項を2つ受けた。一つ目は1日の現場調査時間は2時間以内、二つ目は外では必ず手袋をはめどんなものにも絶対に素手で触らないこと。特に移動時のバスの中の手すりは要注意とのことであった。

初サイト日、晴天で空気は澄み切っていた。外気温は寒暖計の目盛りが -40°C を振り切っていたため正確には分からなかったが、空中にはダイヤモンドダストがキラキラ輝き何とも言えない幻想的な風景であった。我々のいで立ちを着だるま状態だったが案内係りの現地作業員の方といえば手袋は着用していたが普通のアノラック程度の装備で驚いた。積み替えホームの視察では中国人の方が不審そうな目で我々を見ていたのが印象的だった。建物に入る際、周囲の至る所にハンドボールを半分にしたようなこんもりした物が点々とあることに気付いた。最初何だか分からず蹴飛ばしていたが、その内現地の案内人に注意された。そのハンドボールの正体が中国の方の犬の固まりというのを後から知らされた。この気温の中で用をたすのは瞬間でないと凍傷になると言っていた。春の雪解け時期には大変だろうと心の中で思った。ついでにカザフスタン側の郊外のトイレを覗いたところ男女区別はあったものの犬の方は前出の倉庫以上にビッグマウンテン状態だった（臭いは全く無し）。

話は脱線するが、トイレ事情に関しては中国での体験も紹介しておきたい。私が中国（西安の山中）で体験したトイレは竹を利用して作った“物干し場”のような二階建てで、梯子も竹で床は竹を半割りしたものを縄で結んだものだった。屋根も囲いも無い吹きさらしの状態で、床の真ん中に四角い空間がありそこを跨いで用をたすのだが、なんと跨いだ瞬間に1階の小屋から豚が数頭出て来るのだ。すなわちこの瞬間が豚にとっては餌の時間帯となるわけだ。眼下の豚を見ながら用をたすのだが、その間、もし体重87kgの私が床が抜け落下したら絶対に尻を噛まれるだろう、とそればかり心配していた。更にティッシュは絶対に使わないで下さいとの注意を受け渡されたものは藁と言うかほぼ荒縄。今となっては全てが貴重な体験であった。

さて、話をドルジバの視察に戻そう。

猛吹雪の日もあったが何とか4日間の現地調査を終えることができた。外の厳しさもそうであったが毎日の朝昼晩の食事がほぼ同じであることにも閉口した。釘でも打てそうな固い黒パン、塩っ辛いスープ、酸っぱいヨーグルト、臭いのきついチーズとしょっぱい漬物（ピクルス？）の類。この時ほど日本の食事がどれだけ素晴らしいか実感したことはなかった。

帰国時は来た時と全く逆コースで、モスクワから成田行の飛行機に乗った時はさすがに全ての力が抜け、脱力感に見舞われた。たまたま窓側の席で、夜明けに何気なく眼下に広がる朝日に映えたシベリアの山々を見たとき、感動のあまり自然と涙が出てきた。あの時の感動は今でも忘れることはできない。振り返れば、初出張のあの感動がなければ間違いなくはるか昔に出向先から逃げ出していたものと思う。

—ふるかわ ゆたか（一社）海外鉄道技術協力協会 事業部長—

ずいそう

犬のいた人生

小野明子



今、世界中で、貧困・紛争・災害など悲しい出来事があちこちで起こっています。またコロナで自由に身動きも出来ず収束を願って日々頑張っている私達。大切な家族、仲間を守り、全ての人達が安心して平和に暮らせる世の中である為には、何が大切で何をしなければならないのか。弱いものがそこで犠牲にならない世の中であるためには・・・大変難しい問題ですが夢と希望を発信できる環境に早くなってほしいと思っているこの頃です。

人は辛い時、寂しい時、許容範囲を超えてしまうと体調を崩してしまいますが、話し相手や相談相手が居てくれたり、その原因を忘れられるほどの興味あるものがあれば乗り越えられると思うのですが…。

私の子供の頃からこれまでに、山あり谷あり様々な出来事がありました。どのように乗り越えてきたのか、ストレスは如何にして解消できたのか、この機会に思い返してみたいと思います。

小学校に入って間もない頃（昭和三十年）一匹の犬が行商のおばさんによって家族の一員になりました。「可愛がってくれるならあげるよ！」と異様に膨らんだ胸元から取り出されたのが我が家で初めて飼う事となる子犬。ダックスフンドの雑種で毛が長く緩いウエーブが掛かり、足が短く真っ黒で性格穏やか。今では信じられない事ですが放し飼いで近所の子供達、おじさんおばさん達にも可愛がられ毎日の日課が向う三軒両隣のお宅訪問。自由に町内を行き来していたのです。そんな環境ですから、いつの間にか、お腹が大きくなって…出産。生まれた子は日が経つにつれ、耳が聞こえ目が見えるようになり段々と可愛らしくなり、学校が終わると飛んで帰ってきては、親子のしぐさを見たり抱きしめたりと、何物にも代えがたい至福の時間を楽しんでいました。そして一番辛いのは子犬を手放す時。里親を見つける為に、弟と近所隣の友達と段ボール箱に子犬を入れて、町角で大事にしてくれそうな人達に「子犬いませんか！」と声をかけ、一匹一匹手渡します。暗くなって全匹貰われてからも返しに来る人がいないかどうか確認してから皆で帰ったものです。子犬のいなくなった母犬は子供を探して…そして諦めるまで本当に悲しげで…一晩中「クーン〜クウ

ン〜」と鳴く声が辛かったことが思い返されます。

このように犬が居たおかげで、友達とも多くの時間を通し、仲間の大切さを知る事が出来ましたし、犬からは人と同じように家族愛を感じ、また誰かが落ち込んだり泣いていると、静かに傍に寄り添う優しい心。何かを守ろうとするときの勇氣ある姿。どこか痛くとも癒されるまで我慢強く耐える精神。相手を決して裏切らない忠誠心など、何処か儒教の徳（知・仁・勇・謙・寛・信）に共通した卓越した優れた知性を身近に感じていました。そのように物心つく頃から犬のいた環境の中で、たとえ小さな生物や植物でも弱い立場の者を守るのは私達なのだと思いますし、時代背景もあったと思いますが、逆の立場で自分が落ち込んでいる時など、そばで心配し守ろうとしてくれる人達が居る事を思えば、前向きに一歩踏み出す勇氣を持つ事が大切と、辛い事は何時しか流せるようになれました。親や学校の先生に叱られたり、近所でいじめられた時など「まあいいか」と忘れてしまう逃げの戦法は今でも役に立って？います。

そんな訳で、生きてきた中での処世術は、我社の経営指針書の中の一つ最後に「徳とは人間性の源なり（知・仁・勇・謙・寛・信）」の文と簡単な説明を盛り込み、毎年、全社員と共有しています。

私は二十六歳で結婚し、子供が男三人。主人も犬の大好きな人で、夢は獣医さんか動物園で働く事。担当はオオカミ（なんで？）の担当。夢とは違って全然違う仕事を始めた訳ですが、仕事を社員に任せられるようになると、柴犬のブリーダーを始め、常時成犬が四〜五頭、その犬達の子が生まれるとしばらく賑やかになります。犬が欲しいと訪れる人。育った犬を見せに





来られるお客様方との楽しい犬談義だったり、ブリーダー仲間との全国の同業が育てている柴犬の見定め（交配の相手探し）の話だったり、展覧会（日本犬保存会主催）が近づくと散歩も気合が入り、筋肉隆々の犬に仕上がります。そんな生活は主人にとっては生き甲斐でもあり、忙しい中での活力剤、ストレス解消であったのかも知れません。

我が家で生まれた柴犬の感動話ですが、生まれて確か六十日位で里親に出し、十年以上も逢ってなかった年老いた犬が、飼い主と家に来られた時、門の近くで立ち止まり、周りを見回したかと思うと、奥で様子を見ていた私の元へ「ヨタヨタ」と私の足元に、すり寄りて来たのです。半分白内障で濁った眼で「会いたかった」と言わんばかりに、じっと見つめられたとき寒気を覚えるくらい感動し思わず抱きしめてしまいました。

また、鶏も他の動物と同じで、深い家族愛がある事を知りました。無料で雌のひよこを貰えるとの事で家族で一匹一匹、別の箱に入った四匹のひよこを貰い、家に帰り半分子供たちが怖がっていましたので、代わりに私が箱から出したのですが、その時からずっと付いて歩き、私に何かあるのを察知し特に些細な夫婦喧嘩の時にも中に立ちただかる鶏が居ました。そうなるとう本当に可愛いもので、思わず笑い転げるのでした。

生き物は、よく初めて目にした者を親と思うと言います。どんな生き物も家族愛が深く、だからこそ子孫を残し続けてこれたのだろうと思うと同時に動物を飼う事の責任の重大さに気付かされる瞬間でもありました。

私には弟が二人いますが上の弟に関しても、学校卒業後、全国展開の犬のメーカーの営業マンとして各家々に犬を届ける仕事をしていましたが会社が倒産。他の仕事も経験し、最後は店に生体を置くことなく注文を頂いてから「元気な子犬」をブリーダーから仕入れ、お客様にお渡しするペットショップを開店。家では数頭の犬種の違う犬に囲まれ、今も好きな犬と一緒に過ごし、犬第一の仕事ぶりからお客様からも信頼され、楽しそうに働いています。

そんな訳で私の廻りの家族はみんな「犬キチ」の部類に入り込んでいて、毎日犬に没頭し、犬に振り回され（?）、それでいて癒されてましたので、ある意味では羨ましい人生だな～とってしまいます。

現在、主人が亡くなって七年目、犬も亡くなり少し寂しい日常ですが、今日この頃、社員さんが自分で育てたメダカが大繁殖したので会社の二階のテラス（テーブルとベンチ、植物が少し置いてある）で、暖かくなったらメダカを飼いましょう！！と水槽やら必要なものを色々用意してくれています。この原稿が皆さんに見て貰える頃には、メダカが泳いでいる空間で多くの人たちと休憩したり、商談だったり、社員の子供さんが遊びに来たりと、何かと厳しい社会環境を忘れ、有意義な時を過ごせそうです！！小さなメダカでも、どんな動植物でも、大事に慈しむことで自分の心に大きな幸せ感を与えてくれる！！と思っています。とても楽しみです。

十四年ほど前にある大学教授の話の中で、愛の重要性が説かれていました。

全てのものとの関わり合いの中で、相手も自分も幸せを感じるには「愛」が重要です。愛の字を解体すると二つの字に分かれます。「心」を「受」ける。

相手の心を受け止め、見守り、信じる事が相手の「個性を伸ばし自分の存在意義を見つける」為に必要な事。そのような環境の中で育つことにより、感謝の心が芽生え皆に優しくなれるのです。それが本当の愛のカタチですと…。

子供の頃から、犬と関わり、多くの人たちと過ごした日々は、素敵な人生だったと思います。これからも、みんなが明るく元気で幸せな未来であるために、まだまだやる事が一杯ありますので、日々学び続けて行きたいと思っています。

我社の会長（主人）の残していった社是は「これでいいのか」でした。「ちょっと違ったよね」と写真の前で反省の言葉を言っている私が居ます！！

04-425	ケーソン工事の躯体構築作業を短縮する「大型ユニット鉄筋先組工法」の開発	鹿島建設
--------	-------------------------------------	------

▶ 概 要

ケーソン工法では土砂を掘削する順序や地盤の軟らかさなどから、沈下する際にわずかながら躯体に傾斜が発生する。このため、既設躯体の傾いた鉄筋にユニット化した鉄筋を正確に継ぎ足すことが難しく、躯体構築における鉄筋組立作業は、躯体上で行うことが一般的である。こうした中、近年のケーソン大型化・大深度化に伴い、組み立てる鉄筋量も増えたため、躯体構築時の鉄筋組立作業に時間を要することに加え、高所作業も多く、工程・安全面が課題となっていた。そこで、予め地上で地組みし大型ユニット化した鉄筋を、吊荷の姿勢を制御できる吊り治具と移動の際に鉄筋の形状を保持する装置（以下：トラバーサ）を使用して鉄筋を揚重することで、ケーソンの傾斜に合わせて正確に鉄筋を継ぎ足すことを可能とする「大型ユニット鉄筋先組工法」を開発した。

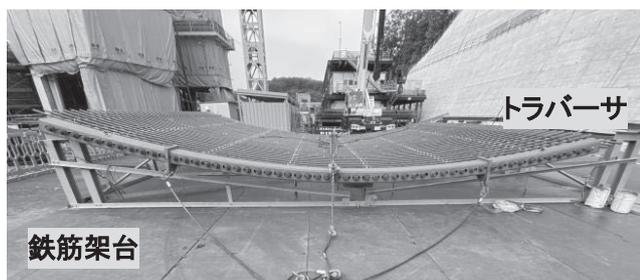
これにより、複数の作業が同時に行われる躯体上での鉄筋組立作業が、現場内の地上ヤードで施工できるようになるため、工程短縮が可能となるほか、足場上での高所作業が無くなり、安全性も大幅に向上させることができる。

▶ 特 徴

本工法の特徴は以下のとおりである。

1. 大型ユニット鉄筋の地組、トラバーサのセット

鉄筋を、ケーソンの躯体形状に合わせて制作した鉄筋組立架台上で大型ユニット鉄筋を組み立てる。その端部に角鋼管をR加工したトラバーサを挿入し、定着金物をネジ鉄筋にねじ込んで接続固定することで、大型ユニット鉄筋を揚重することが可能となる（写真一1、2）。また、立て起こし時の曲げやねじれが発生しても鉄筋の結束を保持する目的で、場所打ち杭等に使用される鉄筋の結束金物を併用する。



写真一1 架台上に組み立てたユニット鉄筋・トラバーサ



写真一2 トラバーサと鉄筋との固定方法

2. 部材の姿勢制御を可能とする吊り治具を用いた揚重

大型ユニット鉄筋をクレーンで揚重する際に、油圧式の吊り治具を地上から遠隔操作して油圧ジャッキを伸縮することで鉄筋を固定しているトラバーサの姿勢を制御でき、大型ユニット鉄筋の傾斜をケーソンの傾斜に合うように調整が可能となる。その姿勢のまま継ぎ足し箇所へ移動し、傾斜した既設鉄筋に継ぎ足す（写真一3）。



写真一3 大型ユニット鉄筋揚重状況

▶ 用 途

・大型ケーソン工事における鉄筋組立作業

▶ 実 績

・中央新幹線、小野路非常口他工事

▶ 問 合 せ 先

鹿島建設(株) 土木管理本部 土木工務部 都市 Gr

〒107-8348 住所 東京都港区赤坂 6-5-11

TEL : 03-5544-1111 (代)

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈02〉 掘削機械

20-〈02〉-09	加藤製作所 油圧ショベル HD514MR-7SRK	'20.05 モデルチェンジ
------------	---------------------------------	-------------------

コンパクトなボディーに20tクラスの圧砕機を組み合わせた14tクラスの後方小旋回型油圧ショベルである。NETIS-VE 評価の燃費低減システムを採用し、特定特殊自動車排出ガス2014年基準に適合した新エンジンを搭載し、尿素SCRシステムにより、窒素酸化物(NOx)を大幅に低減させている。

ショートリーチ解体仕様は地下工事や階上解体を行うため、20tクラス用アタッチメントの装着を可能にした特殊フロント仕様であり、標準機より短いアーム、ブームを装着し、アームシリンダをブーム下部に配置することにより高さ制限のある環境下でも作業が行える。

アーム先端部リンクやピン類は20tクラスのアーム先端部品を流用し、増量ウエイトを標準装備することにより1クラス上のアタッチメントを取り付けることが可能である。

階上解体においては20tクラスのアタッチメントを装着してもその運転質量は17,500kg程度であり、車体が載る床の崩壊などのリスクを低減することができる。

20tクラス用ブレーカに対応するため、ブーム上方にアキュムレータを装備し、ブレーカ使用時には標準機と異なり、流量確保のため2ポンプ合流回路を動作させている。また、キャブ内のタッチパネルからのブレーカ/クラッシャ(圧砕機)モードの切替が可能となっている。

バケットシリンダには解体時の落下物や飛来物からシリンダロッドメッキ部分を保護するスライド式プロテクタを装備し、追加オプションでシリンダ本体を保護するアーム取付式シリンダガードも設定されている。

フロント共用配管はキャブから目視できる車体左側に集中することで接触による破損を低減させている。

専用ブームは従来機から各部板厚を見直し、さらに耐久性を向上させ、地下や階上への搬入を容易にするつり用アイプレートを標準装備している。

新型コントロールバルブの採用、ならびに油圧配管系統の見直しにより圧力損失を抑え、燃費低減を図ったことにより、従来機比4%の燃費向上と操作性の改善を図っている。また、国土交通省の燃費基準達成建設機械認定制度における2020年燃費基準の100%達成建設機械(☆☆☆)の認定を受けている。

表-1 HD514MR-7SRK の主な仕様

バケット容量	(m ³)	0.50
アタッチメント装着可能質量	(kg)	2,550
最大掘削深さ(アーム先端ピン位置)	(m)	1.92
最大掘削半径(アーム先端ピン位置)	(m)	5.27
最大掘削高さ(アーム先端ピン位置)	(m)	6.33
運転質量(アタッチメントを除く)	(t)	15.0
定格出力	(kW(PS)/min ⁻¹)	76.4(104)/2,000
走行速度 高速/低速	(km/h)	5.8/3.3
登坂能力	(%)	70
接地圧(アタッチメント質量2,550kg時)	(kPa)	41
最低地上高さ	(m)	0.44
クローラ中心距離	(m)	1.99
クローラ全幅(シュー幅)	(m)	2.49 (0.5)
全長×全幅×全高(輸送時)	(m)	5.79×2.49×2.82
価格	(百万円)	17.0(税抜き)



写真-1 加藤製作所 HD514MR-7SRK 油圧ショベル

本機に圧砕機は付属しません。

アタッチメント装着例 古河ロックドリル(株)製大割用油圧圧砕機 Vx235

問合せ先: (株)加藤製作所 営業本部

〒140-0011 東京都品川区東大井 1-9-37

新機種紹介

20-(02)-12	コマツ オフロード法 2014 年基準適合小型 油圧ショベル「PC78US-11」	'20.11 発売 新機種
------------	-------------------------------------------------	------------------

窒素酸化物 (NOx) と粒子状物質 (PM) の排出量を大幅に低減し、オフロード法 2014 年基準に適合した油圧ショベルである。

高出力エンジンの採用により、燃料消費量当たりの作業量は 23% (*1) 向上している。また、ファンクラッチによりエンジン自体が発する騒音も低減することで、国土交通省騒音基準である超低騒音を達成した。また、ブレード形状改善により、土を抱えて押土する際のブレード背面への土砂こぼれを少なくした。

さらに外装形状の変更により、クーリング清掃の容易化や日々の点検整備と整備時のストレス軽減に貢献する。安全面では、後方モニタシステムや LED ライトを標準装備した。

*1：自社従来機との比較（自社テスト基準による）。実作業では作業条件により異なる場合がある。

表一 2 主な仕様

		PC78US-11
運転質量 / 機体質量	(kg)	7,500/5,780
エンジン定格出力 ネット (JIS D0006-1) *2	(kW/min ⁻¹ [PS/rpm])	50.6/1,850 [68.8/1,850]
バケット容量	(m ³)	0.28
バケット幅	(m)	0.65
全長 (輸送時)	(m)	5.770
全幅	(m)	2.330
全高 (輸送時)	(m)	2.710
後端旋回半径	(m)	1.390

*2：冷却ファン最低回転速度時の値
【公表価格】9.8 百万円 *工場裸渡し消費税抜き



写真一 2 コマツ 小型油圧ショベル「PC78US-11」

問合せ先：コマツ コーポレートコミュニケーション部
〒107-8414 東京都港区赤坂 2-3-6

▶ 〈07〉 せん孔機械およびブレーカ

21-(07)-03	古河ロックドリル 大割用小型油圧圧砕機 Vx35	'21.1 発売 新機種
------------	--------------------------------	-----------------

都市再開発やインフラ整備に伴う解体工事が増加する中で、低騒音で効率的な作業ができるようにミニショベル搭載用として開発された小型油圧圧砕機である。

大割用小型油圧圧砕機『Vx35』は、3～5 ton クラスミニショベル搭載用であり、倒立型高出力油圧シリンダを採用、強力な圧砕力を発揮する。2本シリンダ仕様の特長を最大限に生かすピン配置により、狭い現場でのコンクリート構造物の解体を可能とした。

それにより油圧圧砕機の操作性の向上・作業効率のアップが可能となった。また、3次元 CAD 解析を駆使した設計により、強度や耐久性の向上は元より、耐摩耗性についても長寿命化を実現し、メンテナンスコストの低減にも繋がっている。

表一 3 主な仕様

質量	(kg)	280
全長	(mm)	1,126
全幅	(mm)	760
最大開口幅	(mm)	400
カッター長	(mm)	90
先端破砕力	(kN)	242
使用圧力	(MPa)	25
適合油圧ショベル	(ton)	3～5
ハイスピードバルブ搭載		無
旋回方式		360°フリー旋回
価格	(千円) 税込み	2,530



写真一 3 古河ロックドリル 大割用小型油圧圧砕機 Vx35

問合せ先：古河ロックドリル 営業企画部
〒103-0027 東京都千代田区大手町二丁目 6 番 1 号 朝日生命大手町ビル 26F

新機種紹介

▶ 〈16〉 高所作業車, エレベータ, リフトアップ工法, 横引き工法および新建築生産システム

20-〈16〉-02	アイチコーポレーション スカイマスター SP14D1JM	'20.09 発売 新機種
------------	------------------------------------	------------------

主に建設・造船業界において使用されるホイール式高所作業車である。

走行操作に四輪駆動と揺動アクスル※1を採用することで、不整地においても作業が可能となり、建設工事における土間打ち前後の車両入れ替えが不要となった。

(※1. 揺動アクスルとは、路面の凹凸にあわせて四輪を追従させる装置。)

先端ジブを採用し、最大地上高は13.9mである。また、操作レバーの配置を、従来の自社製機種と同様とすることで、従来機種と違和感なく操作が可能となり、誤操作の防止を図っている。

表—4 主要諸元

作業床最大地上高	(m)	13.9
最大作業範囲	(m)	12.6
作業床最大積載荷重	(kg)	250
価格 (オプション価格を含まず)	(百万円)	11



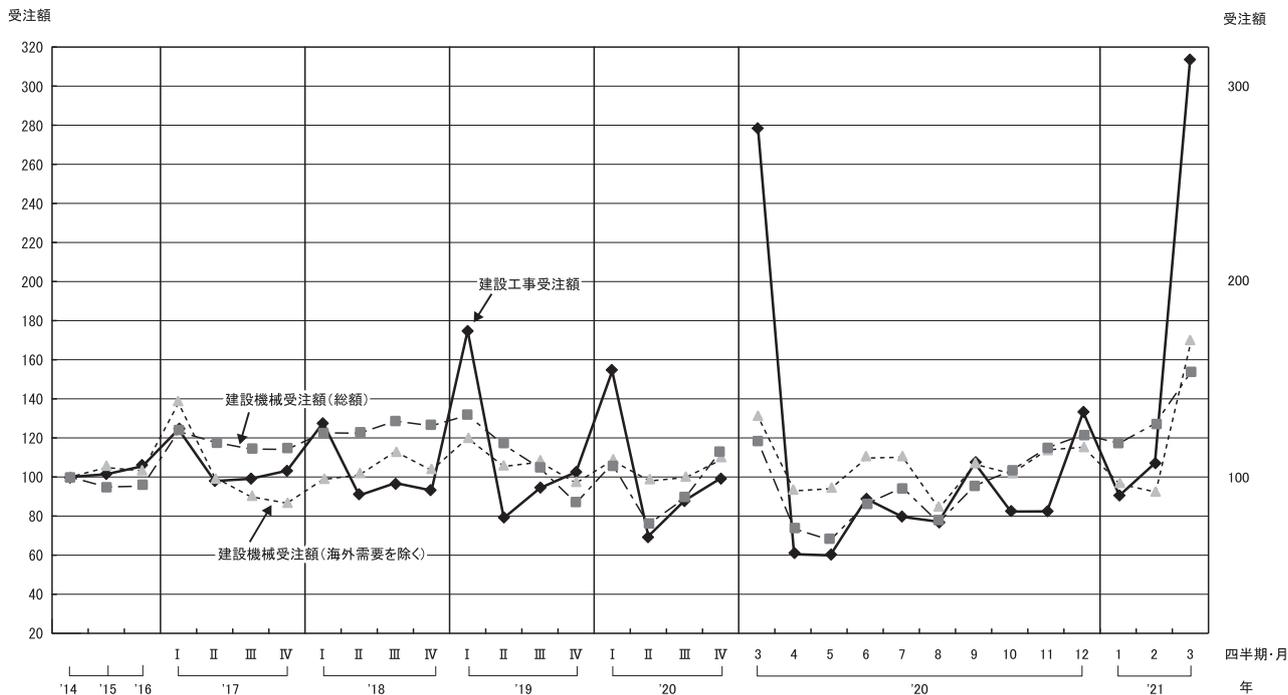
写真—4 アイチコーポレーション SP14D1JM

問合せ先：(株)アイチコーポレーション経営企画部広報課
埼玉県上尾市大字領家字山下 1152 番地の 10

統計 機関誌編集委員会

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動向統計調査(大手50社) (指数基準 2014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 2014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							
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
2016年	146,991	99,541	17,618	81,923	38,894	5,247	3,309	98,626	48,366	151,269	134,037
2017年	147,828	101,211	20,519	80,690	36,650	5,183	4,787	99,312	48,514	165,446	137,220
2018年	142,169	100,716	24,513	76,207	30,632	8,561	5,799	95,252	46,914	166,043	141,691
2019年	156,917	114,317	24,063	90,253	29,957	5,319	7,308	109,091	47,829	171,724	150,510
2020年	143,170	97,457	19,848	77,610	35,447	5,225	4,175	91,725	51,443	171,740	14,287
2020年 3月	32,354	22,796	3,515	19,282	6,807	506	2,244	20,538	11,816	179,841	22,488
4月	7,023	4,434	941	3,493	1,993	542	54	4,437	2,585	177,186	8,282
5月	6,956	4,877	1,404	3,473	1,641	352	85	4,675	2,281	174,405	9,289
6月	10,306	6,725	1,114	5,612	2,971	453	157	5,651	4,655	172,281	12,579
7月	9,241	5,870	1,622	4,248	2,674	449	248	5,703	3,538	172,468	9,311
8月	8,945	6,618	1,032	5,586	1,878	382	66	5,914	3,031	171,851	10,264
9月	12,429	8,684	2,148	6,536	3,235	416	95	8,327	4,102	171,010	13,923
10月	9,550	6,408	1,298	5,109	2,756	395	-872	6,500	3,050	171,551	8,961
11月	9,564	6,486	1,782	4,704	1,895	418	764	6,111	3,452	170,235	10,572
12月	15,466	10,468	2,390	8,078	4,191	526	281	10,863	4,603	171,740	14,287
1月	10,502	6,174	1,004	5,171	3,886	337	105	5,667	4,835	173,721	8,776
2月	12,435	8,190	1,257	6,932	3,293	431	521	7,719	4,716	174,626	10,895
3月	36,395	26,029	3,932	22,097	8,640	499	1,226	24,517	11,879	-	-

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年	20年 3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	21年 1月	2月	3月
総 額	18,346	17,416	17,478	21,535	22,923	20,151	17,646	1,808	1,124	1,035	1,318	1,446	1,173	1,462	1,577	1,756	1,859	1,793	1,940	2,351
海外需要	11,949	10,712	10,875	14,912	16,267	13,277	10,966	1,111	629	534	733	859	726	894	1,035	1,149	1,245	1,279	1,448	1,444
海外需要を除く	6,397	6,704	6,603	6,623	6,656	6,874	6,680	697	495	501	585	587	447	568	542	607	614	514	492	907

(注) 2014～2016年は年平均で、2016～2019年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2020年3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向統計調査
 内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

行事一覧

(2021年4月1日～30日)

機械部会



■トンネル機械技術委員会・幹事会

月日：4月7日(水)(web会議で開催)
出席者：丸山修委員長ほか9名
議題：①総会(4/27(火)開催)の内容について ②幹事以外の委員の活動参加に関する討議 ③小断面トンネル工事における機械、設備調査について：ゼネコン工事実績まとめの確認、保有機械・設備調査結果のまとめ状況とスケジュールの確認 ④令和3年度技術講演会について ⑤日本建設機械要覧(2022)編集作業について

■基礎工事用機械技術委員会

月日：4月14日(水)(会議室, web 並行開催)
出席者：樗沢淳一委員長ほか17名
議題：①ケミカルクラウド(株)の技術プレゼン：会社紹介と主力工法の紹介(地盤改良, 土壌浄化, 基礎工事) ②各社トピックス：前田建設工業(株) 大断面トンネルにおける高速施工の紹介 ③日本建設機械要覧(2022)編集作業について ④見学会について

■コンクリート機械技術委員会

月日：4月15日(木)(会議室, web 並行開催)
出席者：木下洋一委員長ほか13名
議題：①前回の議事録確認 ②技術発表：KYB(株)「海外のミキサ車の紹介」 ③今年度の活動計画についての討議 ④日本建設機械要覧2022年版の編集作業について

■トラクタ技術委員会

月日：4月16日(金)
出席者：椎名徹委員長ほか8名(web会議で開催)
議題：①委員長交代で新旧委員長の挨拶 ②次期燃費基準の件：3/22(月)開催の建設施工の地球温暖化対策検討分科会の報告 ③各社トピックス：日立建機(株)・新型ホイールローダの商品紹介 ④建設機械の構造規格銘板に関する討議 ⑤日本建設機械要覧(2022)編集作業について

■路盤・舗装機械技術委員会 幹事会

月日：4月21日(水)(会議室, web 並行開催)
出席者：山口達也委員長ほか9名

議題：①新任幹事の紹介と挨拶 ②今年度の活動計画の内容と役割分担の確認、今後の進め方について ③現場・工場見学会の計画 ④上期総会の発表内容と日程について討議 ⑤日本建設機械要覧2022年版の編集について

■ショベル技術委員会

月日：4月23日(金)(web会議で開催)
出席者：西田利明委員長ほか12名
議題：①次期燃費基準の件：3/22(月)開催の建設施工の地球温暖化対策検討分科会の報告 ②小型ショベルクラス(ミニショベル)の次期燃費基準の検討 ③日本建設機械要覧(2022)編集作業について ④グリーンイノベーション基金事業に関する情報共有 ⑤建設機械の構造規格銘板に関する討議

■トンネル機械技術委員会・総会

月日：4月27日(火)(会議室, web 並行開催)
出席者：丸山修委員長ほか24名
議題：①R2年度活動報告 ②小断面トンネル工事における機械、設備調査について：施工実績報告書の紹介、保有機械・設備調査結果のまとめ状況の説明 ③今年度活動計画の説明 ④技術講演「施工技術総合研究所(CMI)のトンネル技術分野の取り組み、活動紹介」CMI 安井部長

標準部会



■ISO/TC 195/SC 3/WG 1 穿孔及び基礎工事用機械-用語及び定義 国際バーチャルWG会議

月日：4月1日(木)夜～2日(金)夜
出席者：形見昌昭(株技研製作所)委員ほか15名(Web参加)
場所：Web上(ISO Zoom)
議題：①WD 11886 コメント審議(続き)・日本コメント説明 ②今後のWeb会議日程(5月11日)

■ISO/TC 127/SC 3/JWG 11 ISO 12509 灯火類改正 国際バーチャルWG会議

月日：4月6日(火)夜
出席者：小塚大輔(コマツ)委員ほか14名(Web参加)
場所：Web上(ISO Zoom)
議題：①日本提案2件に関するWG意見照会結果の確認 ②今後のスケジュール(再意見照会の後, ISO中央事務局へDIS投票用案文を提出)

■ISO/TC 127/SC 3/WG 5-ISO/TS 15143-4「施工現場地形データ」原案統合特設チーム会合

月日：4月7日(水)
出席者：日本からは山本茂委員(コマツ)ほか5名, 海外から13名(Web参加)
場所：Web上(ISO Zoom)
議題：原案作成のための共同作業手順の検討

■ISO/TC 127/SC 1/WG 6 ISO 11152「エネルギー使用試験方法」国際WG会議

月日：4月7日(水)夜～8日(木)夜
出席者：正田明平(コマツ)プロジェクトリーダーほか16名(Web参加)
場所：Web上(ISO Zoom)
議題：①過去の議事録の確認 ②米国 Kittle氏によるフィールドでの燃費計測に関する説明 ③N 100文書WG意見照会結果・コメント審議及び案文修正 ④今後のWeb会議日程(7月13日, 15日)

■ISO/TC 214/WG 1「高所作業車」国際WG会議

月日：4月8日(木)朝
出席者：日本からは事務局1名, 海外から約21名(Web参加)
場所：Web上(ISO Zoom)
議題：ISO/PWI 16368「高所作業車-設計, 計算, 安全要求事項及び試験方法」改正案検討

■ISO/TC 127/SC 2/WG 24「機能安全」国際WG会議

月日：4月13日(火)～15日(木), 27日(火)～29日(木)
出席者：日本からは田中昌也委員(コマツ)ほか8名, 海外から24名(Web参加)
場所：Web上(ISO Zoom)
議題：「非決定(論)的様相を含む機械制御系の機能安全」予備業務提案のための検討

■ISO/TC 127/SC 2/WG 30-ISO 6683「シートベルト及び取付部」国際WG会議

月日：4月13日(火)夜
出席者：日本からは小塚大介委員(コマツ)ほか6名, 海外から10名(Web参加)
場所：Web上(ISO Zoom)
議題：ISO 6683「シートベルト及び取付部」改正検討

■ISO/TC 195/SC 1 (コンクリート機械)委員会

月日：4月15日(木)
出席者：川上晃一(日工(株))委員長ほか18名(Web参加)

場 所：Web 上 (ISO Zoom)
議 題：① 2021 年度 ISO/TC 195 委員
委嘱 ② NP 19711-2 投票結果 ③ PWI
5342 日建連殿報告 ④ PWI 6085
NWIP 投票状況 ⑤ FDIS 18650-1 投
票結果 ⑥ 2021 年 TC 195 国際会議
予定 ⑦ 2020 年度標準化会議 活動報
告

■ ISO/TC 127 国際議長・委員会マネー ジャー会議

月 日：4月19日 (月) 夜
出席者：日本からは正田明平部会長 (コ
マツ) ほか1名, 海外から5名 (Web
参加)

場 所：Web 上 (ISO Zoom)
議 題：①次回 ISO/TC 127 総会開催方
針 ②各分科委員会などの活動状況概
要 ③次回 ISO/TC 127/CAG 議長諮
問グループ会議開催検討

■ ISO/TC 23/SC 19/JWG 10 「極低電圧電 機駆動」合同国際 WG 会議

月 日：4月20日 (火), 21日 (水) 深夜
出席者：日本からは事務局1名, 海外か
ら約16名 (Web 参加)

場 所：Web 上 (ISO Zoom)
議 題：ISO/DIS 23285 「農業機械及び
トラクタ並びに土工機械の直流 32-75
V 及び交流 21-50V で作動する電気及
び電子機能部品及び装置の安全」検討

■ JIS 原案作成委員会 (分科会)

月 日：4月26日 (月)
出席者：栗本真司 (日本車輛製造(株)) 委
員長ほか14名 (Web 参加)

場 所：Web 上 (Zoom)
議 題：① JIS A 8509-2 改正案の概要
説明 ②改正案に関する協議 ③今後
の予定 (次回分科会・本委員会の日程)

■ ISO/TC 195/WG 9 (自走式道路建設機 械-安全要求) 国際バーチャル WG 会 議

月 日：4月26日 (月) 夜～28日 (水)
夜の3日間

出席者：小倉公彦 (JCMA 標準部) ほ
か15名 (Web 参加)

場 所：Web 上 (ISO Zoom)
議 題：① ISO/DIS 20500-1 (続き)・
20500-2 コメント審議 ②今後の Web
会議日程 (5月25～27日, 8月2～
4日, 9月21～23日)

■ ISO/TC 127/SC 3/WG 5-ISO/TS 15143-4 「施工現場地形データ」原案統 合特設チーム会合

月 日：4月28日 (水)
出席者：日本からは正田明平部会長 (コ
マツ) ほか1名, 海外から8名 (Web
参加)

場 所：Web 上 (ISO Zoom)
議 題：WG 傘下の各特設チーム技術検
討結果を統合して原案作成のための検
討

建設業部会

■ 三役会

月 日：4月21日 (水)
出席者：福田智之部会長ほか7名 (内
WEB 参加1名)

議 題：① WG 報告 (4/23 開催予定ク
レーン案情報 WG も含む) ② 2021
年度建設業部会委員 JCMA 活動につ
いて ③その他

■ 三役会

月 日：4月23日 (金)
出席者：久松栄一ほか9名 (内 WEB 参
加2名)

議 題：①令和3年度既存不適合機械尚
更新支援補助事業 (トラッククレーン
過負荷防止装置・フルハーネス補助金)
について ②コマツ クイックカブラ
の拡販紹介 ③委員提供事故事例紹介
(高所作業車, コンクリートポンプ車,
バックホー, タワークレーン, 移動式
クレーン補, ミニクレーン, 機械式駐
車場) ④テレハンドラーについて
⑤次回改訂 (2025年) までの企画に
ついて ⑥インターネットからの11
事例紹介 ⑦その他

レンタル業部会

■ コンプライアンス分科会

月 日：4月6日 (火) (web 会議併用)
出席者：中村分科会長ほか14名

議 題：①分科会長より挨拶 ②レンタ
ル業としてのトラック輸送業における
運賃について ③各社からの報告事
項・情報交換

各種委員会等

■ 機関誌編集委員会

月 日：4月7日 (水)
出席者：見波潔委員長ほか28名
議 題：①令和3年7月号 (第857号)
計画の審議・検討 ②令和3年8月号
(第858号) 素案の審議・検討 ③令
和3年9月号 (第859号) 編集方針の
審議・検討 ④令和3年4月号～令和
3年6月号 (第854～856号) 進捗状
況報告・確認 ※通常委員会及び
Zoom にて実施

■ 新工法調査分科会 WEB 開催

月 日：4月15日 (木)
出席者：石坂仁委員長ほか3名 (内
WEB 参加2名)
議 題：①新工法情報の持ち寄り検討
②新工法紹介データまとめ ③その他

支部行事一覧

北海道支部

■ 第1回広報部会広報委員会

月 日：4月8日 (木)
場 所：北海道支部会議室
出席者：古賀修也広報委員長ほか3名
内 容：令和3年度建設機械優良運
転員・整備員の被表彰候補者の選定等

■ 支部会計監査

月 日：4月22日 (木)
場 所：北海道支部会議室
出席者：熊谷一男支部監査役ほか2名
議 題：令和2年度支部事業及び決算書
の監査

■ 第1回企画部会

月 日：4月22日 (木)
場 所：札幌市, センチュリーロイヤル
ホテル
出席者：川村和幸企画部会長ほか12名
内 容：①令和2年度事業報告 (案)
②令和2年度決算報告 (案) ③令和
3年度事業計画 ④令和3年度収支予
算 ⑤その他 (第1回運営委員会及び
第10回総会関係)

■ 第1回運営委員会

月 日：4月27日 (火)
場 所：札幌市 センチュリーロイヤル
ホテル
出席者：熊谷勝弘支部長ほか23名
内 容：①令和2年度事業報告 (案) 承
認の件について ②令和2年度決算報
告 (案) 承認の件について ③令和3
年度事業計画に関する件について
④令和3年度収支予算に関する件につ
いて ⑤役員の交代 (案) に関する件
について ⑥その他 (第10回総会関
係, 感謝状贈呈者, 優良運転者・整備
員表彰)

東北支部

■ 第1回広報部会 (書面会議)

月 日：4月2日 (金)
参加者：浅野公隆広報部会長ほか6名
内 容：①「支部たより181号」の編集
計画について ②原稿執筆依頼につい

て ③表紙写真について ④本部機関誌「建設機械施工」令和4年2月号ずいそう原稿執筆について ⑤その他

■EE東北'21「i-Construction 体験広場」第1回出展者会議 (Web会議)

月日: 4月8日(木)

出席者: 鈴木勇治情報化施工技術委員会委員長ほか14名

内容: ①前年度の経緯(中止となったEE東北'2020について) ②東北地方整備局からの方針説明 ③今後の予定について

■情報化施工技術委員会 第1回幹事会 (Web会議)

月日: 4月8日(木)

出席者: 鈴木勇治情報化施工技術委員会委員長ほか11名

内容: ①令和3年度の取組予定 ②i-Construction (ICT活用工事)セミナーについて・講義内容・資料作成担当・開催方法・日程

■EE東北'21第2回実行委員会作業部会 (Web会議)

月日: 4月15日(木)

出席者: 伊藤圭東北技術事務所副所長ほか18名

内容: ①EE東北'21経過報告 ②EE東北'21コロナ対策 ③その他

■企画部会 (Web会議)

月日: 4月22日(木)

参加者: 木村信悦企画部会長ほか5名
議題: 第1回支部運営委員会ほかについて

内容: ①令和2年度事業報告(案)について ②令和2年度事業決算(案)について ③役員交代(案)について ④第10回東北支部通常総会について

■令和2年度支部監査

月日: 4月22日(木)

場所: 東北支部会議室

出席者: 浅野博之支部監査役ほか2名

内容: 令和2年度の事業及び決算の監査全般

■建設業への担い手支援に関する宮城県との打合せ

月日: 4月26日(月)

参加者: 鈴木勇治情報化施工技術委員会委員長ほか2名

議題: 令和3年度みやぎクラフトマン21事業の進め方

内容: ①対象とする宮城県内高等学校について ②対象とする学年と実施内容について ③実施時期について

■EE東北'21第2回実行委員会 (Web会議)

月日: 4月26日(月)

出席者: 角湯克典東北地方整備局企画部長ほか31名

内容: ①EE東北'21経過報告 ②EE東北'21コロナ対策 ③その他

■第1回支部運営委員会 (Web会議)

月日: 4月27日(火)

参加者: 高橋弘支部長ほか29名

内容: ①令和2年度事業報告(案)について ②令和2年度事業決算(案)について ③役員改選について ④第10回東北支部通常総会について

北 陸 支 部

■令和2年度北陸支部 支部監査

月日: 4月22日(木)

場所: 北陸支部事務室

出席者: 本間久雄, 中川明彦支部監査

議題: ①業務監査(支部業務全般にわたる適正, 適法性の監査) ②会計監査(貸借対照表, 正味財産増減計算書, 財産目録の適正・適法性の監査)

■令和3年度 第1回企画部会

月日: 4月23日(金)

場所: 書面表決

議題: ①令和2年度業務報告書について ②令和2年度決算書について

中 部 支 部

■令和3年度木曾三川連合総合水防演習・広域連携防災訓練連絡調整会議

月日: 4月14日(水)

場所: WEB会議

参加者: 永江豊事務局長

内容: 5月23日(日)演習本番に向けての第4回調整会議

■支部会計監査

月日: 4月27日(火)

監査役: 中川義治氏, 岡智明氏

内容: 令和2年度業務及び会計監査

関 西 支 部

■建設用電気設備特別専門委員会(第466回)

月日: 4月13日(火)

場所: 中央電気倶楽部 会議室

議題: ①「JEM-TR104 建設工用受配電設備点検補修のチェックリスト」審議 ②「JEM-TR121 建設工用電気設備機器点検保守のチェックリスト」審議

■支部監査

月日: 4月19日(月)

場所: 関西支部 会議室

出席者: 田口定一支部監査役, 神谷敏孝支部監査役

内容: 令和2年度決算報告及び関係書類に基づく監査の実施

■企画部会

月日: 4月20日(火)

場所: WEB会議

出席者: 村中浩昭企画部会長以下4名
議題: ①令和2年度事業報告(案)及び決算報告(案)の件 ②優良建設機械運転員等表彰の件 ③令和3年度会長表彰の件 ④会員の推移 ⑤運営委員会及び総会開催方法の変更について ⑥提案書

■運営委員会

月日: 4月28日(水)

場所: 書面会議

出席者: 深川良一支部長以下31名
議題: ①令和2年度事業報告(案)及び決算報告(案)の件 ②優良建設機械運転員等表彰の件 ③令和3年度会長表彰の件

中 国 支 部

■第1回部会長会議

月日: 4月5日(月)

場所: 広島YMCA 会議室

出席者: 塩形幸雄企画部会長ほか9名
議題: ①運営委員会(春季)について ②第10回通常総会について ③その他懸案事項

■支部会計監査

月日: 4月20日(火)

場所: 中国支部事務室

出席者: 高倉寅喜支部監査役ほか2名
内容: 令和2年度業務及び決算報告について関係書類に基づく監査の実施

■春季運営委員会

月日: 4月23日(金)

場所: 書面会議

参加者: 河合研至支部長ほか35名
議題: ①令和2年度事業報告の件 ②令和2年度決算報告の件 ③令和2年度監査報告の件 ④令和3年度建設の機械化施工優良技術者表彰の件

四 国 支 部

■R3第1回(春季) [企画・施工・技術] 合同部会幹事会

月日: 4月21日(水)

場所: 書面による会議

出席者：宮本正司企画部会長ほか24名
内 容：① R2 事業報告（案）について
② R2 決算報告（案）について ③ R3
事業計画について ④ R3 予算書につ
いて ⑤ R3 団体会員、永年勤続役職
員、優良建設機械運転員・整備員表彰
者について ⑥ 人事異動等に伴う役員
等の変更について

■ R2 四国支部会計及び業務監査

月 日：4月23日（金）
場 所：支部事務局
監査者：中山義男支部監査役及び堀具王
支部監査役
内 容：1. 会計監査 ①経理事務全般
②資産・負債・財産・収入及び支出の
適正処理について ③財務諸表・財産

目録等の適正管理について 2. 業務監
査 ①会員の入退会処理について
②事業計画・事業報告・予算決算の適
正処理について ③その他、職員の法
定福利等関係書類の整理について

九州支部



■令和3年度 i-Construction 施工による九

州支部生産性向上推進会議 第1回幹事会
月 日：4月19日（月）
場 所：リファレンス駅東ビル会議室 3
階 H-7
出席者：鈴木勇治幹事長ほか12名
議 題：①令和3年度 i-Construction セ
ミナーの実施方針について ②セミ

ナー開催方法について ③自治体独自
の講習会開催の協力要請について

■支部監査

月 日：4月21日（水）
場 所：九州支部 会議室
出席者：支部監査役2名
議 題：令和2年度会計及び業務監査

■企画委員会

月 日：4月21日（水）
場 所：九州支部 会議室
出席者：原尻克己企画委員長ほか10名
議 題：① R2 年度第3回運営委員会の
開催報告 ②令和3年度支部総会につ
いて ③ i-Construction 推進会議幹事
会の報告 ④その他



編集後記

2019年8月号以来、約2年ぶりに鉄道に関する特集をお届けします。今回は「鉄道、軌道」特集として軌道工事にもスポットを当てた内容を意識しました。

この2年の間には、新型コロナウイルスの発生により交通インフラとしての鉄道をめぐる環境も大きく変化しています。旅行者の減少は無論のこと、以前は遠方との会議となれば鉄道や航空機等を利用して出張するのがごく当たり前でしたが、現在は一部でテレワークやWEB会議が当たり前となりつつあります。必要に迫られ急ぎよWEB会議を導入した事業所においても、出張の時に必要だった移動時間や旅費の削減を実感しているかもしれません。このような移動を伴わないコミュニケーション手法は、新型コロナの終息後も継続が予想されます。

一方、2020年8月に(株)日本政策投資銀行と(公財)日本交通公社から公表された「DJB・JTBF アジア・欧米豪 訪日外国人旅行者の意向調査(2020年度 新型コロナ影響度 特別調査)」によると、新型コロナの流行終息後における海外旅行の意向はアジアで86%、欧米豪で74%と強く、さらに新型コロナ終息後に観

光旅行したい国・地域として日本はアジアでダントツ1位、欧米豪でも2位という結果でした。アンケート調査の時期(2020年6月)から約1年経ってはいるものの、我が国における潜在的なインバウンド需要は依然として高いことがうかがえます。

将来に向けた備えは大切です。鉄道の経営状況が従前通りに戻るにはまだ時間がかかりそうですが、少なくとも日々の鉄道施設保守や現在進められている建設事業、連続立体高架化事業等は着実に進めていかなければなりません。

建設分野では全般的に同じ状況だと思いますが、鉄道においても熟練した技術者が大量に退職を迎える時代となり、工事や保守の業務で人手不足や後継者不足が深刻となっています。今月号においては効率的なレール検測やレール溶接における自動化、鉄道高架工事へのICT活用、鉄道トンネル内の自動点検、駅施設の改良など、鉄道・軌道工事における生産性向上の取り組み事例を多から集めることができました。

最後になりますが、巻頭言をお寄せいただいた日本大学総合科学研究所の富井教授をはじめ、業務ご多忙のなか寄稿依頼に快諾していただいた執筆者の皆様に対し、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

(佐藤・瀧本)

7月号「建設のDX特集」予告

・国土交通省が推進するインフラ分野のDX・DXレポート2(中間とりまとめ):DX推進の課題と政策展開・BIMとDX・DXにより創る次世代建設生産システムとスマートな世界・新現場力による現場の改革・建設・施工でのDXに向けた3DEXPERIENCEプラットフォームの活用・建設現場におけるデジタルトランスフォーメーションの推進・山岳トンネル工事における切羽近傍作業の無人化を目指した取り組み・3眼カメラを用いた配筋検査システムの開発と各種構造物への適用・建機の遠隔操作・建設現場の安全性と生産性向上を支えるAI画像・自然言語解析技術・4K定点カメラ映像による工事進捗管理システムの開発および試行・施工現場のデジタル化で協業、現場遠隔管理の実証実験を開始・新技術活用による熟練技能維持の取組み

【年間定期購読ご希望の方】

- ①書店でのお申し込みが可能です。お近くの書店へお問い合わせください。
②協会本部へのお申し込みは「年間定期購読申込書」に必要事項をご記入のうえFAXをお送りください。

詳しくはHPをご覧ください。

年間定期購読料(12冊) 9,408円(税・送料込)

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
田中 康順	中岡 智信
渡邊 和夫	

編集委員長

中野 正則	日本ファブテック(株)
-------	-------------

編集委員

菊田 一行	国土交通省
大森 茂樹	農林水産省
瀧本 順治	(独)鉄道・運輸機構
岡本 直樹	(一社)日本機械土工協会
穴井 秀和	鹿島建設(株)
赤坂 茂	大成建設(株)
宇野 昌利	清水建設(株)
佐藤 誠治	(株)大林組
内藤 陽	(株)竹中工務店
宮川 克己	(株)熊谷組
松本 清志	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
竹田 茂嗣	鉄建建設(株)
副島 幸也	(株)安藤・間
松澤 享	五洋建設(株)
飯田 宏	東亜建設工業(株)
佐藤 裕	日本国土開発(株)
斉藤 徹	(株)NIPPO
室谷 泰輔	コマツ
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン
花川 和吉	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)
新井 雅利	(株)加藤製作所
小六 陽一	古河ロックドリル(株)
太田 正志	施工技術総合研究所

事務局

(一社)日本建設機械施工協会

建設機械施工

第73巻第6号(2021年6月号)(通巻856号)

Vol.73 No.6 June 2021

2021(令和3)年6月20日印刷

2021(令和3)年6月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 田崎 忠行

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	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話(011)231-4428
東北支	〒980-0014 仙台市青葉区本町3-4-18	電話(022)222-3915
北陸支	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話(025)280-0128
中部支	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10	電話(052)962-2394
関西支	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話(06)6941-8845
中国支	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話(082)221-6841
四国支	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話(087)821-8074
九州支	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30	電話(092)436-3322

本誌上への
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

FA機器の 最適無線化提案

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

①微弱電波 ②429MHz帯特定小電力 ③1.2GHz帯特定小電力
④315MHz帯特定小電力 ⑤920MHz帯特定小電力

スリム ケーブルレス

N/U/Gシリーズ
微弱電波・特定小電力両モデル対応

**No.1の
オーダー対応!**

- 優れた耐塵・防雨性能
- 選べる2段押しスイッチ!
ストロークの異なる2種類
から選択可能!



タフ 頑強ケーブルレス

N/U/Gシリーズ
微弱電波・
特定小電力両モデル対応

**タフな現場に!
落下にタフ、
水にタフ!**

- 堅牢なボディ!
- 特殊スイッチ装着可能

標準型
RC-8616N
22万円~



チップ ケーブルレス

N/Mシリーズ
微弱電波・特定小電力両モデル対応

**使えば分かる、
コストパフォーマンス!**

- トコトン機能を絞って
コストダウン!
- 乾電池仕様
- 優れた耐塵・防雨性能



マイコン ケーブルレス

N/U/Gシリーズ
微弱電波・
特定小電力両モデル対応

**あらゆる環境での
無線化に対応!**

- 16操作16リレー
最大25リレーまで対応可能

標準型
RC-6016N
20万円~



ケーブルレスミニ

Nシリーズ
微弱電波モデル対応

標準型
RC-4403N
10万円~

**ポケットサイズの
本格派!**

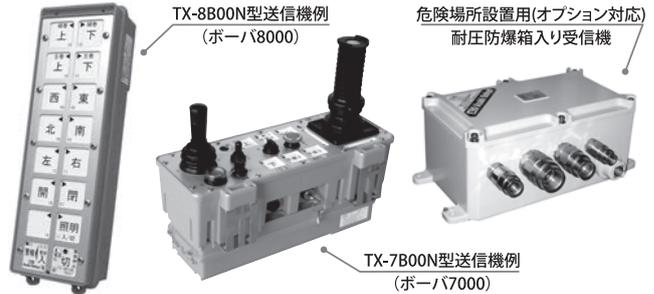
- 最大5リレーまで対応可
- 2段押しスイッチ追加可能
(オプション)



防爆形無線機 ボーパー (BoBa)

Nシリーズ
7B/8B...微弱電波モデル対応

**爆発の雰囲気がある
危険場所での
遠隔操作に!**



双方向データケーブルレス100S

Sシリーズ(920MHz帯)
特定小電力モデル対応

標準型
TC-1000808S
26万円~

- ・FA機器の制御に特化!
- ・双方向制御が、1セットで対応可能
- ・8点の送受信が可能!

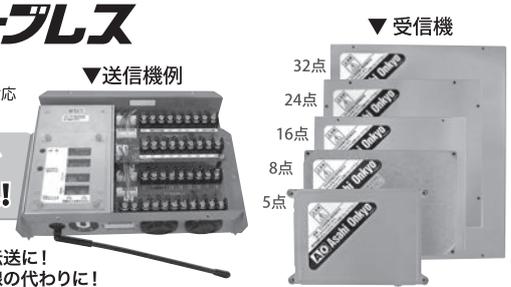


データケーブルレス

N/U/Gシリーズ
微弱電波・
特定小電力両モデル対応

**工夫次第で
用途は無限!**

- 機器間の信号伝送に!
- 多芯の有線配線の代わりに!



MAXサテラ

U/Gシリーズ
特定小電力専用モデル

**金属シャーシの
多操作・
特注仕様専用機!**



マイティサテラ

N/U/Gシリーズ
微弱電波・
特定小電力両モデル対応

- 操作信号数
最大32点

**特殊スイッチ、
ジョイスティック
装着可能!**



リソナー 離操作

N/U/Gシリーズ
微弱電波・特定小電力両モデル対応

標準型
RC-2512N
22万円~

- 最大32リレー
- 2段押し・
特殊スイッチ装着可

**価格もサイズも
ハンディー並み!**



*価格は全て、セット価格および、税抜表示となっています。



朝日音響株式会社

〒771-1311 徳島県板野郡上板町引野字東原43-1(本社工場) FAX.088-694-5544 TEL.088-694-2411
http://www.asahionkyo.co.jp/



無線化工事のことならフルライン、フルオーダー体制の弊社に今すぐご相談下さい。また、ホームページでも詳しく紹介していますのでご覧下さい。

朝日音響 検索

VOLVO アスファルトフィニッシャー

VOLVO アスファルトフィニッシャーは、

- ・ベスト舗装
- ・力強さと正確さ
- ・究極な運動性能
- ・優れた視界性
- ・メンテナンスをより短時間に且つ、より短時間にこれらをお約束します。



クローラフィニッシャー

クローラ機の主な特徴

- ・電子制御式ドライブコントロール (EPM 2)
- ・回転式コントロールパネル
- ・クローラオートテンション
- ・スクリードテンショニングデバイス
- ・スクリードロードデバイス
- ・ダブルタンパースクリード取付可能 (VDT-V タイプスクリード)

ホイール機の主な特徴

- ・電子制御式ドライブコントロール (EPM 2)
- ・レールスライド式コンソール
- ・前輪油圧式ライドレベラー付ステアリング
- ・前輪駆動負荷トルク制御
- ・スクリードテンショニング装置



ホイールフィニッシャー

マシンケアテック 株式会社

〒361 - 0056 埼玉県行田市持田 1 - 6 - 23
TEL 048 - 555 - 2881 FAX 048 - 555 - 2884
<http://www.machinecaretech.co.jp/>

VOLVOCONSTRUCTIONEQUIPMENT



GOMACO

Gomaco社の舗装機器は、どんなスリップフォーム工法にも対応します。



Commander III

最も汎用性の高い機種です。一般道路舗装のほか、路盤工事、河川工事、分離帯・縁石などの構造物構築に最適です。



RTP-500

長ブームの砕石・コンクリート搬入機です。このほかにも、ロック・ホッパーなどへの舗装支援機器として、どんなスリップフォーム機械にも対応可能です。



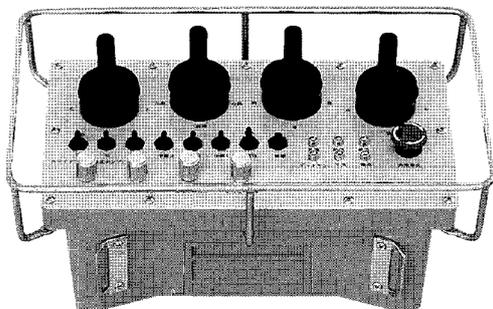
マシンケアテック株式会社

〒361-0056 埼玉県行田市持田1-6-23
TEL:048-555-2881 FAX:048-555-2884
URL: <http://www.machinecaretech.co.jp/>

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

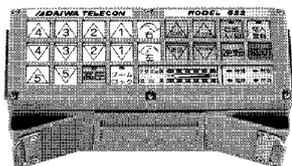
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



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

常滑工場 〒479-0002 愛知県常滑市久米字西仲根 227 番
TEL 0569-84-8582(直通) FAX 0569-84-8857
ホームページ <http://www.daiwakiko.co.jp/>
e-mail mgclub@daiwakiko.co.jp
営業所 東京、大阪、他

ダム工専用コンクリート運搬テルハ(クライミング機能付)

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

- コストパフォーマンスに優れる。
機械重量が比較的軽量で、構造がシンプルな為運搬能力に対して安価である。
- 安全性に優れる
コンクリートバケットが堤体上空を横切らないので安全性に優れる。
- 環境に優しい。
河床に設置されるので、ダム天端付近の掘削を少なくできる。
- 大型機材の運搬も可能
専用吊り具で車両等の大型機材の運搬が可能。



吉永機械株式会社

〒130-0021 東京都墨田区緑4-4-3 TEL. 03-3634-5651
URL <http://www.yoshinaga.co.jp>

街づくりを支える、信頼の三笠品質。



転圧センサー
バイプロコンクター

MVH-308DSC-PAS
 NETIS No. TH-120015-VE

タンピングランマー
 MT-55H



MVC-F60HS
 NETIS No. TH-100006-VE



MRH-601DS
 低騒音指定番号5097



FX-40G/FU-162A



MCD-318HS-SGK
 低騒音指定番号6190

三笠産業株式会社
 MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社 〒101-0064 東京都千代田区神田猿樂町1-4-3 TEL: 03-3292-1411 (代)

- | | | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 大阪支店 TEL:06-6745-9631 | 北関東営業所 TEL:0276-74-6452 | 中国営業所 TEL:082-875-8561 | 沖縄出張所 TEL:080-1013-9328 |
| 札幌営業所 TEL:011-892-6920 | 長野出張所 TEL:080-1013-9542 | 四国出張所 TEL:087-868-5111 | |
| 仙台営業所 TEL:022-238-1521 | 中部営業所 TEL:052-504-3434 | 九州営業所 TEL:092-431-5523 | |
| 新潟出張所 TEL:090-4066-0661 | 金沢出張所 TEL:080-1013-9538 | 南九州出張所 TEL:080-1013-9547 | |

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

精密さとパワーで建設の現場を支える。

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!



発電機

図書館内並の低騒音を実現!
静音発電機マーリエ



DCA-25MZ

50Hz-7m
43dB

溶接機

最大溶接電流500A&インバータ制御
炭酸ガスエンジン溶接機



DCW-500LSE

溶接電流 500A
(炭酸ガス/カタンク/手溶接)

交流電源
三相 25 kVA

コンプレッサ

アフタクーラ/アフタウォーマ内蔵
電子制御で低燃費&低騒音



DIS-670LS-D



●技術で明日を築く

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 東京支店 03(6861)1122 大阪支店 06(6448)7131
東北営業所第1課 019(647)4611 横浜営業所 045(774)0321 広島営業所 082(278)3350
東北営業所第2課 022(254)7311 静岡営業所 054(261)3259 高松営業所 087(874)3301
信越営業所 025(268)0791 名古屋営業所 052(856)7222 九州営業所 092(935)0700
北関東営業所 027(360)4570 金沢営業所 076(269)1231

確かな技術で世界を結ぶ

Attachment Specialists

可動式ハイキャブ



任意の高さに停止可能

油圧式マグネット



産廃物からの金属片取り出しなどに効果を発揮

自動車解体機



車の解体・分別作業を大幅にスピードアップ

ラウンティシア サーベルシリーズ



船舶・プラント・鉄骨物解体に威力を発揮

マテリアルハンドラ



ワイドな作業範囲で効果の良い荷役作業

ウッドシア



丸太や抜根を楽々切断



マルマテクニカ株式会社

■ 名古屋事業所

愛知県小牧市小針2-18 〒485-0037
電話 0568(77)3312
FAX 0568(77)3719

■ 本社・相模原事業所

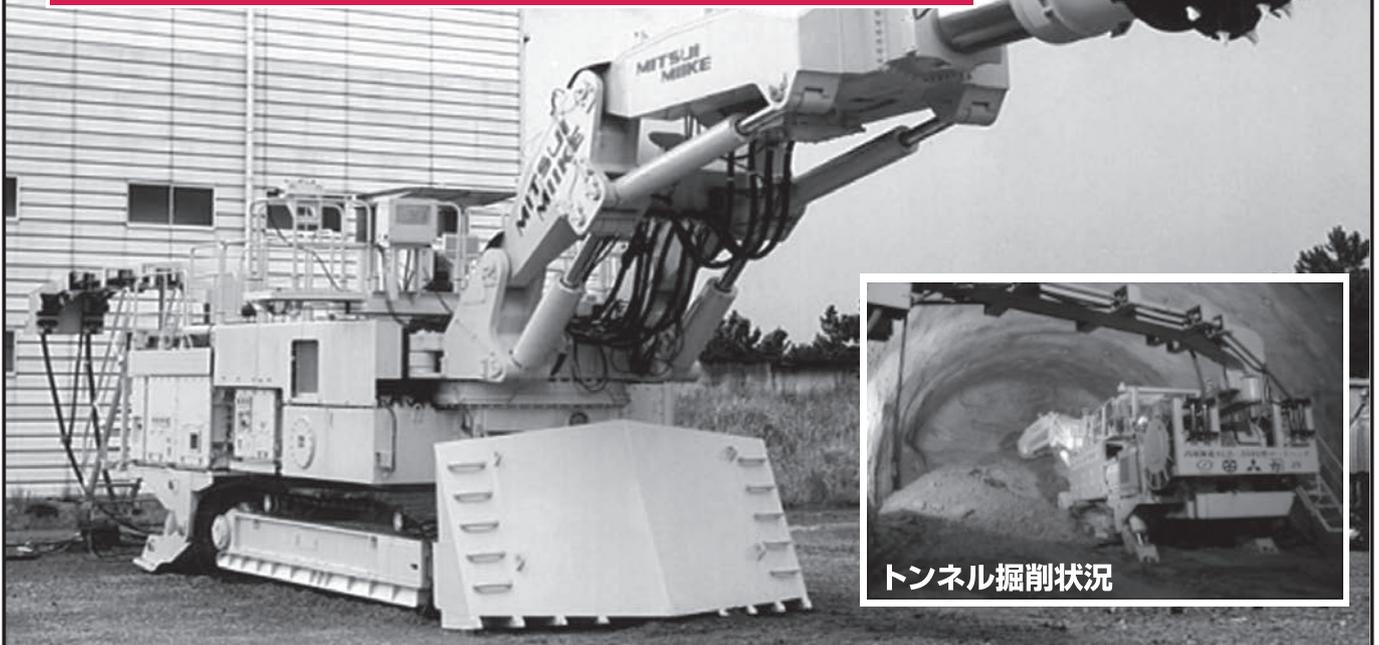
神奈川県相模原市南区大野台6丁目2番1号 〒252-0031
電話 042(751)3800
FAX 042(756)4389

■ 東京工場

東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号 〒156-0054
電話 03(3429)2141
FAX 03(3420)3336

全断面对应トンネル高速施工掘進機

ロードヘッドSLB-350S



大断面トンネルの高速施工を目指して

特 徴

- 国内最大の350/350kW定出力型2速切換式電動機を搭載しており、軟岩トンネルはもとより、中硬岩トンネルにおいても十分な掘削能力を発揮します。
- 切削部には中折れブームを採用しており、ベンチ長は最大5mまで確保できます。又、中折れブームを取り外しての全断面掘削、及び上半掘削も可能です。
- 中折れブームの取り外し、及び低速掘削を行うことにより、機体安定性と掘削トルクが増加し、中硬岩トンネル掘削時において高い効果を発揮します。(硬岩用ドラム使用)
- 油圧式のスライドデッキを機体両サイドに装備しており、機体幅より各々1mの張り出しが可能であるため、下部掘削時等におけるオペレータの視界が大幅に改善されます。
- ディーゼルエンジンの搭載により、ロードヘッド単独での走行が可能です。^{※1,2}

よって、機体移動に際し配線替えや別途発電機の準備が不要となり、作業時間が短縮されます。

※1 ディーゼルエンジンはオプション仕様となります。

※2 揺寄・コンペヤ仕様の場合、ディーゼルエンジンは搭載されません。



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

A WIRTGEN GROUP COMPANY

 **WIRTGEN**



信頼のインテリジェンス

▶ www.wirtgen.com/milling

ヴィルトゲン新型路面切削機はデジタル化された切削システムで作業を効率化し、生産性を向上します。切削品質も最適化され、必要に応じて書面レポートを自動作成するオプションも実現します。経験豊富なユーザー様の情熱に傾聴し、効率的にデザインに取り入れて更なる革新を共に目指します。

ヴィルトゲン・ジャパン株式会社

東京都千代田区神田神保町2-20-6・tel 03-5276-5201・fax 03-5276-5202・www.wirtgen-group.com/japan

雑誌 03435-6



4910034350612
00800

「建設機械施工」

定価 八八〇円 (本体八〇〇円 + 税10%)