

一般社団法人  
日本建設機械施工協会誌 (Journal of JCMA)

2019

# 建設機械施工



Vol.71 No.5 May 2019(通巻831号)

## 特集 橋梁



リフトアップバージ大ブロッカー一括架設

**巻頭言** 既設橋の安全性のレベルについて議論を始めよう

**特別対談** 建設産業の生産性革命と建設機械産業の役割

- 技術報文**
- スパンバイスパン架設工法&プレキャストセグメント桁製作
  - ロアリング工法によるコンクリートアーチ橋の施工
  - リフトアップバージ大ブロッカー一括架設
  - PC単純下路桁鉄道橋の架替え工事
  - レーザ振動計とドローンを用いた鉄道橋検査技術 他

**行政情報** 道路橋のメンテナンスサイクルにおけるAI技術の活用

**統計** 平成31年度 公共事業関係予算

一般社団法人 日本建設機械施工協会

# ダム工事用コンクリート運搬テルハ (クライミング機能付)

## 重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

### 特長

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



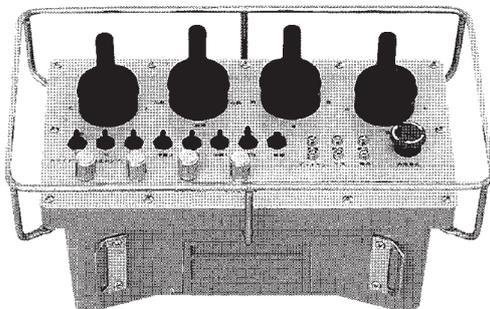
## 吉永機械株式会社

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

建設機械用  
無線操作装置

# ダイワテレコン

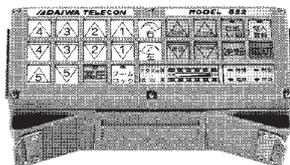
あらゆる仕様に対応  
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御 4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

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

**DAIWA TELECON**

## 大和機工株式会社

本社工場 〒474-0071 愛知県大府市梶田町 1-171  
TEL 0562-47-2167 (直通) FAX 0562-45-0005  
ホームページ <http://www.daiwakiko.co.jp/>  
e-mail [mgclub@daiwakiko.co.jp](mailto:mgclub@daiwakiko.co.jp)  
営業所 東京、大阪、他

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

令和元年度版

∞∞∞ 改定・発刊のご案内 ∞∞∞

一般社団法人 日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。  
平素は当協会の事業推進について、格別のご支援・ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。  
さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準が改正され、平成 31 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 令和元年度版」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 令和元年度版」を別冊（セット）で発刊致します。

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

## ◆内容

令和元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 P C 橋編
- 第 4 章 橋梁補修編
- 第 5 章 橋梁架設用仮設備機械等損料算定表

- 〈別冊〉 橋梁補修補強工事 積算の手引き  
(補修・補強工事積算の適用範囲・手順の解説)

## ◆改訂内容

国交省基準の改定に伴う歩掛等の改訂のほか、平成 30 年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

### 1. 鋼橋編

- ・アルミ検査路設置歩掛の策定
- ・地組溶接架台施工写真の追加
- ・架設用製作部材単価の改訂

### 2. P C 橋編

- ・地覆高欄作業車の計算例を追加
- ・桁下足場、橋台・橋脚回り足場ブラケット工の設置月数について追記
- ・外ケーブル工の P E 保護管について規格変更

### 3. 橋梁補修編

- ・工種毎適用足場の考え方についての表を掲載
- ・支取代替工（施工パッケージ以外）の歩掛等改定
- ・落橋防止システム工の掲載構成を変更
- ・外ケーブル工の参考写真を掲載
- ・ブラスト、湿式剥離養生工の歩掛および環境対策費と安全衛生保護具費用の改定

### 別冊「橋梁補修補強工事 積算の手引き」

- ・施工パッケージを考慮した積算要領への改訂



- A 4 判／本編約 1,050 頁（カラー写真入り）  
別冊約 250 頁 セット

#### ●定価

- 一般価格：10,800 円（本体 10,000 円）
- 会員価格：9,180 円（本体 8,500 円）

※ 別冊のみの販売はいたしません。

※ 送料は一般・会員とも  
沖縄県以外 900 円  
沖縄県 710 円（但し県内に限る）

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

- 発刊予定 令和元年 5 月 20 日

## <図書紹介>

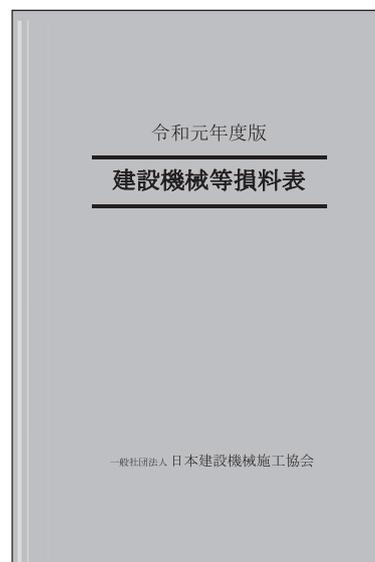
# 令和元年度版 建設機械等損料表

- 発刊日(予定) : 令和元年5月中旬
- 体裁 : A4版 モノクロ 約475ページ
- 定価 : 一般価格 本体 8,000円 (税別)  
会員価格 本体 6,800円 (税別)

## ■ 内容

令和元年度版の構成項目は以下のとおりです。

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



一般社団法人 日本建設機械施工協会

# 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8%含む）

一般価格 52,920円（本体49,000円）

会員価格 44,280円（本体41,000円）

（注）送料は1冊900円（複数冊の場合別途）

※2019年10月から本体価格＋消費税10%となります。

### 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

### 今後の予定

好評をいただきました2016年版につづき2019年版「日本建設機械要覧」の電子版も作成し、より利便性の高い資料とするべく準備しております。御期待下さい。

## ◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

日本建設機械要覧 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 太陽生命仙台北町ビル5F	TEL 022 (222) 3915 FAX 022 (222) 3583
北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL 025 (280) 0128 FAX 025 (280) 0134
中部支部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 三愛ビル	TEL 052 (962) 2394 FAX 052 (962) 2478
関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町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 建設クリエイイトビル	TEL 087 (821) 8074 FAX 087 (822) 3798
九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30 いわきビル	TEL 092 (436) 3322 FAX 092 (436) 3323

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

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

# 消融雪設備 点検・整備ハンドブック

平成30年7月発行

本書は、消融雪設備の老朽化対策として平成28年3月に国土交通省が策定した「消融雪設備点検・整備標準要領（案）」の技術者向け解説書です。

## ■消融雪設備 点検・整備ハンドブック

本編

消融雪設備 点検整備ハンドブック本編

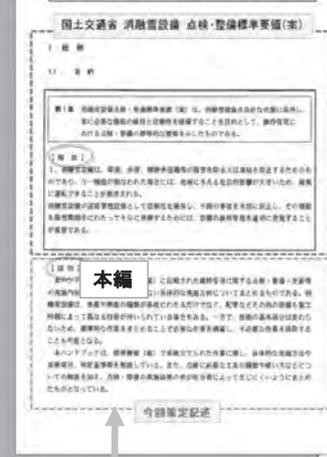
点検結果の評価区分及び良否判定例

付表

「必要箇所をコピーして活用」を想定

点検整備チェックシート

点検整備チェックシート解説



○箱枠内に「消融雪設備点検・整備標準要領（案）」を掲載し、【説明】として解説事項を箱枠外に掲載。

標準要領の目的理解を支援

○5段階状況写真等を利用した評価例と施設の状態解説、対処方法例を掲載。

的確な判定を支援

○「消融雪設備点検・整備標準要領（案）」に、実際の点検内容の解説等を追加掲載。

本書の購入者は、出版元ホームページからID、PASSでチェックシートのダウンロードが可能です

技術の継承・支援

○点検方法、判定方法および判定基準、不良時の措置方針を掲載。

若手技術者育成・支援

## 消融雪設備 点検・整備ハンドブック策定委員会

(一社) 新潟県融雪技術協会

〒950-0965 新潟市中央区新光町 6-1 TEL (025) 282-1114/FAX (025) 281-1507

(一社) 日本建設機械施工協会 北陸支部  
北陸融雪技術協議会

〒950-0965 新潟市中央区新光町 6-1 TEL (025) 280-0128/FAX (025) 280-0134

〒950-0965 新潟市中央区新光町 6-1 TEL (025) 281-8812/FAX (025) 281-8832

※ 裏面に注文書があります。

# 消融雪設備 点検・整備ハンドブック注文書

注文日： 令和 年 月 日

官公庁・会社名			担当部署：
担当者			
電話番号	-	-	
FAX番号	-	-	
メールアドレス			
お届け先	住所	〒	
注文内容	会員 ・ 非会員 ← どちらかに○印をつけて、必要部数を記入してください。		
		会員	非会員
	必要部数	冊	冊
	価 格	10,000円/冊	12,000円/冊
	消費税	800円/冊	960円/冊
	送 料	700円/冊	700円/冊
	合 計		
備考	請求書の宛名等ご希望をお知らせください		

※ 送料(送料・手数料)は冊数が複数になる場合は、変更になります。

【申し込み先】(一社)日本建設機械施工協会 北陸支部 他 最寄の本部・支部。  
 ※ 北陸支部については、北陸支部ホームページからご注文が可能です。  
<http://www.niigata-inet.or.jp/jcmahoku/>

【内容問合せ先】(一社)日本建設機械施工協会 北陸支部  
 TEL 025-280-0128  
 FAX 025-280-0134

## 2016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2016年3月に刊行し、現場技術者の工事計画の立案、積算、機械技術者の建設機械のデータ収集等に活用頂き、好評を頂いております。

このたびこの建設機械要覧に関して更に便利に活用いただくよう新たに次の2種類の電子書籍（PDF）版を発売いたしますので、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2016 電子書籍（PDF）版	建設機械スペック一覧表、 電子書籍（PDF）版	
2	形態	電子書籍（PDF）	電子書籍（PDF）	
3	閲覧	Web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	54,000（3年間）	48,600（3年間）
		非会員	64,800（3年間）	59,400（3年間）
10	利用期間	3年間	3年間	
11	同時ログイン	3台	3台	
12	認証方法	ID+パスワード	ID+パスワード	
13	購入方法	WEB上にて申込み（HP参照下さい）	WEB上にて申込み（HP参照下さい）	

### 発売時期

平成28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

### Webサイト 要覧クラブ

2016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、2004年版、2007年版、2010年版及び2013年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2016年版を含めると1998年から2015年までの建設機械データが活用いただけます。

また、同じ要覧クラブ上で新機種情報も閲覧およびダウンロードできます。



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

# 論文投稿のご案内

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

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

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

### ★個人会員の特典

- 「建設機械施工」を機関誌として毎月お届け致します。(一般購入価格 1冊864円/送料別途)。  
「建設機械施工」では、建設施工や建設機械に関わる最新の技術情報や研究論文、本協会の行事案内・実施報告などのほか、新工法・新機種の紹介や統計情報等の豊富な情報を掲載しています。
- 協会発行の出版図書を会員価格(割引価格)で購入できます。
- シンポジウム、講習会、講演会、見学会等、最新の建設機械・建設機械施工の動向にふれることができる協会行事をご案内するとともに、会員価格(割引価格)で参加できます。

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非入会下さい!!

## ◆ 一般社団法人 日本建設機械施工協会について ◆

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

### 一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

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

#### ■会員構成

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

#### ■主な事業活動

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

#### ■主な出版図書

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

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙を使用してください。

### 【お問い合わせ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

TEL:(03)3433-1501 FAX:(03)3432-0289

一般社団法人 日本建設機械施工協会 会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会 個人会員に入会します。

令和 年 月 日

個人会員入会申込書	
ふりがな	生年月日
氏名 (自署)	昭和 平成 年 月 日
勤務先名	
所属部課名	
勤務先住所	〒 TEL _____ E-mail _____
自宅住所	〒 TEL _____ E-mail _____
機関誌の送付先	勤務先 自宅 (ご希望の送付先を○印で囲んで下さい。)
その他 連絡事項	年 月より入会

**【会費について】 年間 9,000円**

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

**【その他ご入会に際しての留意事項】**

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

**【個人情報の取扱について】**

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

No.	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	送料
1	R元年 5月	令和元年度版 建設機械等損料表	8,640	7,344	700
2	H31年 3月	日本建設機械要覧 2019年版	52,920	44,280	900
3	H30年 8月	消融雪設備点検・整備ハンドブック	12,960	10,800	700
4	H30年 5月	よくわかる建設機械と損料 2018	6,480	5,508	700
5	H30年 5月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成30年度版	6,480	5,508	700
6	H30年 5月	橋梁架設工事の積算 平成30年度版	10,800	9,180	900
7	H29年 5月	橋梁架設工事の積算 平成29年度版	10,800	9,180	900
8	H29年 4月	平成29年度版 建設機械等損料表	8,640	7,344	700
9	H29年 4月	ICTを活用した建設技術（情報化施工）	1,296	1,080	700
10	H28年 9月	道路除雪オペレータの手引	3,780	3,402	700
11	H28年 5月	よくわかる建設機械と損料 2016	6,480	5,508	700
12	H28年 5月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成28年度版	6,480	5,508	700
13	H28年 5月	橋梁架設工事の積算 平成28年度版	10,800	9,180	900
14	H28年 5月	平成28年度版 建設機械等損料表*	8,640	7,344	900
15	H28年 3月	日本建設機械要覧 2016年版	52,920	44,280	900
16	H26年 3月	情報化施工デジタルガイドブック【DVD版】	2,160	1,944	250
17	H25年 6月	機械除草安全作業の手引き	972	864	700
18	H23年 4月	建設機械施工ハンドブック（改訂4版）	6,480	5,502	700
19	H22年 9月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,240		250
20	H22年 9月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,240		700
21	H22年 7月	情報化施工の実務	2,160	1,851	700
22	H21年 11月	情報化施工ガイドブック 2009	2,376	2,160	700
23	H20年 6月	写真でたどる建設機械 200年	3,024	2,560	700
24	H19年 12月	除雪機械技術ハンドブック	3,086		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	3,456	2,880	250
26	H17年 9月	建設機械ポケットブック（除雪機械編）*	1,029		250
27	H16年 12月	2005「除雪・防雪ハンドブック」（除雪編）*	5,142		250
28	H15年 7月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,620	1,512	700
29	H15年 6月	道路機械設備 遠隔操作監視技術マニュアル（案）	1,944		700
30	H15年 6月	機械設備点検整備共通仕様書（案）・機械設備点検整備特記仕様書作成要領（案）	1,944		700
31	H15年 6月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	540		250
32	H13年 2月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック（第3版）	6,480	6,048	700
33	H12年 3月	移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル（第2版）	2,675	2,366	700
34	H11年 10月	機械工事施工ハンドブック 平成11年度版	8,208		700
35	H11年 5月	建設機械化の50年	4,320		700
36	H11年 4月	建設機械図鑑	2,700		700
37	H10年 3月	大型建設機械の分解輸送マニュアル*	3,888	3,456	250
38	H9年 5月	建設機械用語集	2,160	1,944	700
39	H6年 8月	ジオスペースの開発と建設機械	8,229	7,714	700
40	H6年 4月	建設作業振動対策マニュアル	6,172	5,554	700
41	H3年 4月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,079	9,565	700
42	S63年 3月	新編 防雪工学ハンドブック【POD版】	10,800	9,720	700
43	S60年 1月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック*	6,480		250
44		建設機械履歴簿	411		250
45	毎月 25日	建設機械施工【H25.6月号より図書名変更】	864	777	700
			定期購読料 年12冊 9,252円(税・送料込)		

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

※については当協会 HP <http://www.jcmanet.or.jp> の出版図書欄を参照下さい。

特集

# 橋梁

巻頭言

## 4 既設橋の安全性のレベルについて議論を始めよう

奥井 義昭 埼玉大学大学院 理工学研究科

特別対談

## 5 建設産業の生産性革命と建設機械産業の役割 国土づくり そして人づくり

佐藤のぶあき 参議院議員

平野 耕太郎 (一社) 日本建設機械施工協会副会長, 日立建機㈱代表執行役 執行役社長

行政情報

## 11 道路橋のメンテナンスサイクルにおける AI 技術の活用

石田 雅博 (国研) 土木研究所 構造物メンテナンス研究センター 上席研究員

特集・  
技術報文

## 15 スパンバイスパン架設工法&プレキャストセグメント桁製作 新名神高速道路鈴鹿高架橋他 1 橋 (PC 上部工) 工事

園田 強介 ㈱ピーエス三菱 東京土木支店 土木工事業 作業所長

松下 朗 ㈱ピーエス三菱 東京土木支店 土木工事業

熊谷 善明 ㈱ピーエス三菱 東京土木支店 土木工事業

## 20 橋梁上下部工事での省力化施工 新名神高速道路 武庫川橋

諸橋 明 三井住友建設㈱ 土木本部 本部長

村尾 光則 三井住友建設㈱ 土木本部 部長

## 26 ロアリング工法によるコンクリートアーチ橋の施工

角本 周 オリエンタル白石㈱ 営業本部 事業開発部 事業開発部長

落合 勝 オリエンタル白石㈱ 東京支店 技術部 第一技術チーム チームリーダー

寺崎 政直 オリエンタル白石㈱ 福岡支店 工事業 工事チーム 工事長

## 31 リフトアップバージ大ブロック一括架設

運河の奥へ、忍び込む

川森泰一郎 ㈱IHI インフラシステム 建設部 課長

中村 善彦 ㈱IHI インフラシステム 開発部 部長

## 37 北陸新幹線, 福井高柳高架橋他 押出し架設

小永 浩二 熊谷・日本ピーエス・坂川・轟特定建設工事共同企業体 高柳高架作業所

## 43 橋梁上部工事の CIM 活用と品質向上への取組み

多伎・朝山道路 口田儀第 4 高架橋 PC 上部工事

越智 寿一 ㈱日本ピーエス 中国支店 技術グループ

## 49 低空頭ウォータージェットによる効果的なコンクリート除去 技術 Hydro-Jet RD 工法におけるウォータージェット装置の開発

鈴木 英之 阪神高速道路㈱ 大阪管理局 保全部 保全設計課 課長代理

佐竹 康伸 飛鳥建設㈱ 土木事業本部 リニューアル統括部 担当部長

吉田 啓助 第一カッター興業㈱ ウォータージェット事業部 部長

## 55 狭い幅員の橋梁点検・補修用移動式足場の開発

車両通行を妨げずに作業を可能とするブリッジハンガー

藤田 全彦 西尾レントオール㈱ 技術本部 技術開発部長

野澤 重之 山崎マシーナリー㈱ 取締役営業統括部長

村上 俊明 エスイーリペア㈱ 顧問

## 60 構造物点検のための音波照射加振による遠距離非接触音響探 査法 30 m を超える高さの橋梁床版に対する適用性検討

杉本 恒美 桐蔭横浜大学大学院 工学研究科 教授

歌川 紀之 佐藤工業㈱ 技術研究所 上席研究員

川上 明彦 本州四国連絡高速道路㈱ しまなみ尾道管理センター 橋梁管理役

	66	PC 単純下路桁鉄道橋の架替え工事 京王井の頭線 下北沢駅改良工事	岩元 篤史 大成建設㈱ 東京支店 京王下北沢作業所 所長 山口 卓 大成建設㈱ 関西支店 舞鶴若狭道由良川橋工事作業所 課長 岡田 成徳 大成建設㈱ 東京支店 京王下北沢作業所 課長
	72	レーザ振動計とドローンを用いた鉄道橋検査技術	上半 文昭 (公財) 鉄道総合技術研究所 鉄道力学研究部 部長
	78	鋼橋の塗装塗替長期化に向けた取り組み事例 鋼橋に存在する維持管理困難部位と腐食の要因別損傷傾向	杉田 悠貴 板橋区 土木部 計画課 香川紳一郎 国際航業㈱ 技術サービス本部 社会インフラ部 橋梁マネジメントグループ 担当部長 伊礼 貴幸 国際航業㈱ 技術サービス本部 社会インフラ部 橋梁マネジメントグループ 主任技師
交流のひろば	84	コンクリートチップングマシンの開発	池田 俊明 栗田鑿岩機㈱
ずいそう	87	地方創生に想う 誇りを取り戻す	大田 弘 ㈱熊谷組 社友 顧問 (元 代表取締役会長)
	89	どうなる私のモビリティライフ	古館 利幸 UDトラックス北海道㈱ 代表取締役社長
	90	新工法紹介	機関誌編集委員会
	92	新機種紹介	機関誌編集委員会
統計	95	平成 31 年度 公共事業関係予算	機関誌編集委員会
	100	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
	101	行事一覧 (2019年3月)	
	110	編集後記 (宮川・太田)	

◇表紙写真説明◇

リフトアップバージ大ブロッカー括架設

写真提供：(株) IHI インフラシステム

東京都江東区の東雲運河に架かる木遣り橋。運河上の架設ではリフトアップバージ大ブロッカー括架設工法が採用され、104 m、847 t の大ブロックを大型台船に載せ、下流の既設橋通過後に約 6.4 m リフトアップして架設された。

写真奥は開発が進む有明地区、手前は豊洲。中央の緑地帯は大正時代に作られた旧防波堤。

## 巻頭言

# 既設橋の安全性のレベルについて 議論を始めよう

奥井義昭



平成26年の省令改正より義務化された5年に一度の道路橋の定期点検が2巡目に突入しようとしている。日本においても既設橋梁が定期点検を受けることを前提として既設橋の最低限必要な安全性レベルを設定し、それに応じた維持管理を検討すべき時にきたと思う。

「新設でも既設でも橋の目標とする安全性のレベルは同じ」だと思われるかもしれないが、「既設橋の安全性レベルは新設に比べて低く設定出来る」という考え方が世界的には容認されている。もちろん前提条件があり、既設橋では定期点検を前提として次の定期点検までといった短い期間の安全性を確保するための安全性レベルである。

このことを説明するために、橋の安全性レベルの経時変化を模式図的に表したのが図1である。この図では安全性のレベルを、信頼性設計理論でしばしば用いられる信頼性指標で表している。通常、橋の安全性レベルは時間の経過と共に低下する。その原因は、時間と共に腐食や材料劣化といった損傷が進み耐荷力が減少する。また、劣化が全く無かったとしても車両制限令の改定により車両総重量が増加し、信頼性指標が低下する。実際、道路橋示方書の設計活荷重も1939年に制定された鋼道路橋設計示方書の一等橋13tからTL-20(1956年)、B活荷重(1993年)と増加していて、旧基準で設計された既設橋は現在の基準からみれば安全性のレベルは低下していると解釈出来る。

この図の例では信頼性指標=3.5を目標に新設時の設計が行われている。しかし、上記の理由から時間の

経過と共に信頼性指標は低下し、設計供用期間である100年後には2.5まで低下している。いわば新設設計時の信頼性指標=3.5は供用期間終了時の信頼性指標=2.5を確保するために必要な安全性のレベルとも言え、信頼性指標=2.5は将来において容認している安全性のレベルとも考えられる。さらに、既設橋において次の点検期間までの短い期間の安全性を保証するのであれば、経時的な変化は無視できるため供用期間終了時の信頼性指標=2.5を既設橋の最低限必要な安全性のレベルとも解釈出来る。このような考え方から海外の基準(AASHTO, Eurocode, Canadian code等)では既設橋の安全性のレベルを設定している。

既設橋の安全性レベルを新設に比べて低く設定出来ることのメリットは維持管理において非常に大きい。供用後60-70年が経過すると何らかの損傷が発生し、かつ旧基準で設計された既存不適格の状態に陥る場合が殆どである。このとき新設としての安全性を確保しようとすると、殆ど全ての橋梁を補強・補修しなければならない。この様なことが技術的にも財政的にも可能で無いことは明らかである。

前述したように海外基準では、新設橋、既設橋とも目標とする安全性のレベルが信頼性指標によって明示されている。さらに、これらの海外基準では、信頼性指標の大小が荷重係数の大小に関連している。そのため既設橋に対しては新設橋に比べて低い荷重レベルで照査を行う事が許されている。

国内の設計基準を見ると既設橋に対して新設と異なる安全性のレベルを設定するという観点がない。既設橋の安全性レベルに関しては、実験や理論的な解析のみで決定出来る事柄でもなく、将来の交通荷重の変動、橋梁の管理者や社会がどの程度のリスクを許容するか?といった問題も含有していて議論が難しいのも事実である。しかし、定期点検が2巡目を迎え、全ての橋梁の点検が実施される今が、まさに「既設橋の安全性のレベル」について議論を始める好機のように思う。

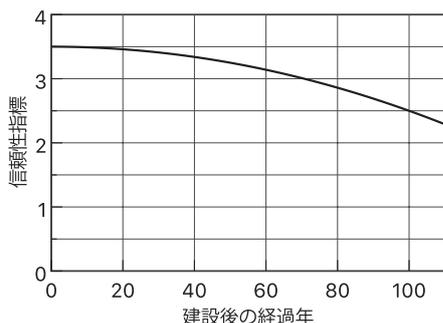


図1 橋梁の安全性レベルの経時変化

## 特別対談

# 建設産業の生産性革命と建設機械産業の役割 国土づくり そして人づくり

参議院議員  
佐藤 のぶあき



(一社) 日本建設機械施工協会副会長  
日立建機(株)代表執行役 執行役社長  
平野 耕太郎



### 1. これからのインフラ投資

一建設業と建設機械産業は、これまでも協力してより良い国土づくり、強靱な国土づくりに貢献してきましたが、近年生産性革命に官民一体となって取り組んでいるなかで、それぞれの産業の役割や今後の方向について話し合っていたいただきたいと思います。

はじめに、我が国のインフラ整備、とくに整備水準、整備効果等についてお話しをお聞かせ下さい。

**平野**：平成30年は西日本豪雨や北海道胆振東部地震など、災害の多い年でした。日本をもっと災害に対し強靱な国家にするために、着実なインフラ投資が必要です。また過疎化に悩む地方部を活性化し、地方創生を着実に実現していくためにも地域のニーズに即したインフラ整備が不可欠です。このような観点から昨年12月に政府において発表された防災・減災、国土強

靱化のための3か年緊急対策は誠に時宜を得た施策で、企業の立場はもとより、一国民としてぜひ進めていただきたいと思います。

**佐藤**：平成の時代は、戦争のない平和な時代ではありましたが、阪神淡路大震災、東日本大震災をはじめとする震災や各地における洪水など、災害の多い時代でもありました。東日本大震災のマグニチュード9.0は日本周辺で発生した有史以来最大の地震でした。洪水についてみても、日本全国の年平均降水量はここ100年で7%ほど低下しているのですが、年ごとの変動は年々大きくなっており、豪雨または少雨の発生が増大しています。時間雨量50mmを超えるような短時間強雨の発生件数は30年前の1.4倍になっています。言いかえると平均値が減少しているもののばらつきが増大しており、災害が発生しやすい状況になりつつあるということです。降雪量でも同様な傾向がみられ、近年地球温暖化の影響で平均降雪量は減少傾向にありますが、短時間でゲリラ的に降雪があつて交通機関が止まってしまう事例が増えています。

防災・減災のためには、災害が発生してしまつてから対策するのではなく、事前防災が大切です。事前に対処しておけば、災害が発生してから対処するのに比較して少ない費用で効果を発揮できると同時に、直接、間接に被害を軽減することができます。平成30年台風21号による大阪湾の高潮は昭和36年の第二室戸台風を上回る既往最高の潮位を記録しましたが、第二室戸台風後の海岸、河川堤防や水門の整備により市街地の高潮浸水を完全に防止し、被害防止による経済効果は17兆円と推定されています。このように事前防災



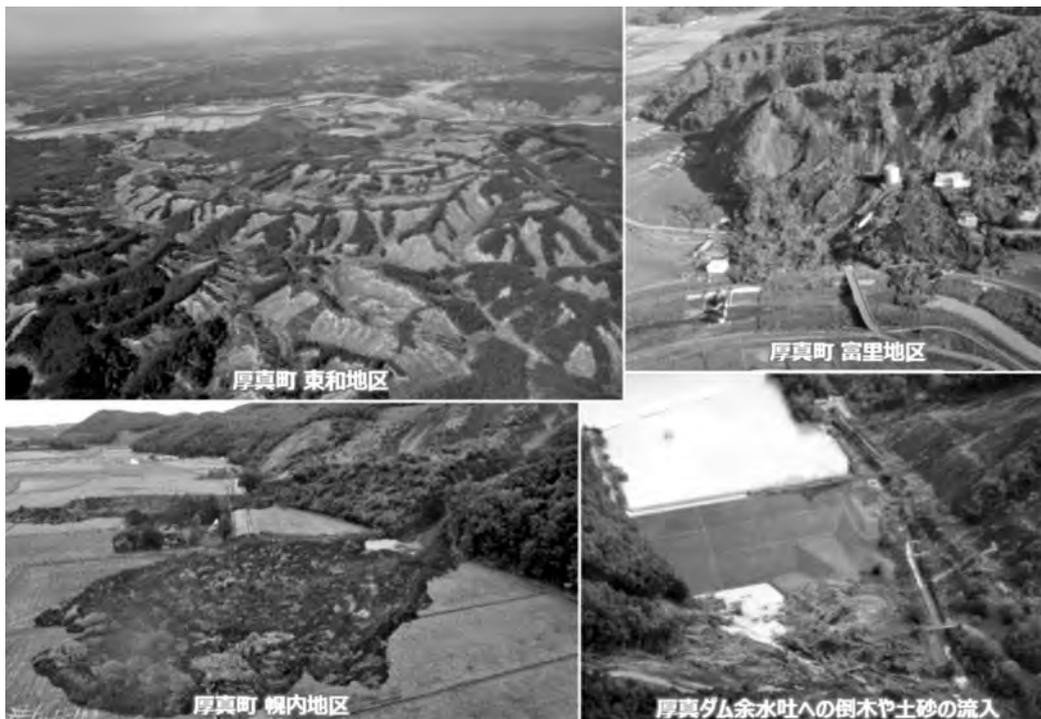


写真-1

出典：北海道開発局「平成30年北海道胆振東部地震における北海道開発局の対応について」



図-1

出典：内閣官房「防災・減災、国土強靱化のための3か年緊急対策」

の重要性は明らかです。お話のように防災・減災、国土強靱化のための3か年対策は、首相のリーダーシップのもとに、この期間に集中的に投資をしようというものです。公共事業費が抑制された時期に比較するとこれは画期的なことですが、同時にこれを3か年に終わらせることなく、中長期的に予算の確保をしなければなりません。

私が長くかかわってきた道路についてみると、全国的な高速道路ネットワークがまだつながっていない部分があったり、せっかくの高速道路がまだ2900kmも暫定2車線のままです。高速道路の整備効果は極めて顕著で、例えば平成20年代に急速に整備が進んだ

圏央道の埼玉、茨城県区間では、平成21年度から26年度の5年間で大型物流施設が29件立地し、その従業員数は2831人増加しました。当該期間の法人税収は3割増加しています。

このように道路整備は、渋滞緩和等の直接効果だけではなく沿線を中心として大きな経済的波及効果があるわけで、しっかりと整備を進めていく必要があります。

国の公共事業費は平成10年度に14.9兆円であったのが、一番落ち込んだ平成22年度には6.4兆円（いずれも補正込み）とピークの4割の水準になってしまいました。最近少しずつ回復していますが、長期的な



視点に立って予算を確保していくことが大切です。アメリカ、イギリス、ドイツなどの国々では、長期的な社会資本整備計画が法定化されている場合もあります。国の意思として今後何年かの社会資本整備投資を法律という形で国民に示し、約束しているということです。このような計画が示されることによって、マクロ的に社会資本整備投資の見通しが得られると同時に、個別事業についても事業進捗に関する情報を国民

が得られることから、産業の投資計画や個人の生活設計がきっちりとしたインフラ整備情報に基づいて立てることが可能になり、将来の不確実性を少なくすることが期待できます。わが国でもぜひ検討すべき課題だと思います。

## 2. 生産性革命

—高齢化社会を迎えて我が国が引き続き経済成長をしていくためには、生産性向上が不可欠で、国全体で取り組んでいるところですが、それぞれの取り組みをお聞きしたいと思います。

平野：私が自分のオフィスから周囲を見ていますと、建築工事が活発に行われています。その作業ぶりは実に効率的で、いつも感心しています。材料や生コンは必要な時にジャストインタイムで搬入されて無駄がない。海外に行くことが多いのですが、海外の多くの建設現場ではすぐには使わないような材料が山積みになっていたりして、日本の建設業の水準の高さを感じます。我々製造業は工場という屋内で決まったラインで作業をしていますが、建設工事は屋外で、しかも場



図-2

所によって条件が千差万別で、すごいノウハウだと思っています。すでに生産性向上は多くの企業で取り組まれています。IoTを使ってさらに生産性をあげれば、我が国の建設産業はますます発展すると思います。

**佐藤**：建設業就業者の現状を見てみると、就業者数はピークの3割減、しかも全体の約3割は55歳以上ということで、次世代への技術継承が大きな課題になっています。同時に必要な建設事業をこなしていくためには、生産性向上も避けて通れない課題です。これまでも建設業や建設機械産業の皆さんのご努力で作業効率の改善が進んできました。今後ご指摘のあったIoTの活用等により、さらなる向上が必要です。

**平野**：我々も工場で計画、計測、作業、報告というサイクルを回すなかで、個別要素の効率性改善に取り組んできました。これまでは、例えば生産機械をスピードアップやパワーアップすることで達成してきました。その目標はかなりの水準まで達成してきましたが、まだまだ改善の余地があることがわかってきました。それは全体プロセスの効率化です。効率化に関する要素は多岐にわたり、相互に影響しあっているため、個別要素を効率化するだけでなく、相互に調整を行い全体のシステムを効率化することにより、一層大きな成果が期待できるのです。これには当然作業にかかわる人間の要素も重要になってきます。全体システムでとらえるということは、生産性に限らず安全管理、コスト管理でもいえることです。

**佐藤**：効率化を全体システムでとらえるというご指摘、全く同感です。民間建築では建設業者がかなりの裁量を持って現場管理をしていますが、公共土木の場合は公的機関である発注者と受注者のやり取りに多くの時間を取られています。税金を使って実施する事業ですから、しっかり管理することは当然ですが、情報化技術を使った施工や測定技術が飛躍的に進歩してきたから、これらの最新技術を使った監督、検査にしていかなければいけません。すなわち技術の進歩に応じて監督、検査の基準も見直していかなければいけないということです。このことによって書類のやり取りや確認の時間が削減されると同時に、情報化された施工機械や測定機器と情報基盤を共有する発注者、受注者の複数の目が同時に出来形や品質確認することが可能になり、まさしくトータルの生産性向上が図られると思います。是非建設機械メーカーと建設業が共同して、新しい品質管理システムを作って行けるようにしたいと思っています。

**平野**：生産性向上を確かなものにするためには、しっかりと目標を持つことが大切です。具体的にはKPI

(Key Performance Indicator)です。例えば全体の作業時間を3割減らす、というような目標です。無論工事の種類、例えば道路や河川によって目標の立て方は変わってくると思いますが、それぞれの現場条件を考慮して目標を立てたらよいと思います。

アメリカの民間工事現場で、このような取り組みを見たことがあります。当初工程の6か月を5か月に、というものでした。現場にいるすべてのチームにこの目標は共有されていて、それぞれのチームが何をすれば達成できるのか、日々議論していて、最後には達成されました。今ならタブレットを使って、より効率的に目標が共有できるでしょう。

もう一つ重要なのは安全です。安全は何よりも優先して取り組まなければならないものです。安全に必要なものは当初予算にないものでも取り組み、と社内では言っています。安全装置は単純なものではありません。例えば危険を察知したら強制的に停止するのが必ずしも最適解ではありません。もしその場所が傾斜地だとすると機械が横転してしまう危険があるかもしれない。このように安全策は現場条件によって異なる場合もあり、オーダーメイドが必要なこともあります。我々が製造している鉱山機械の稼働現場では、安全に関するルールを作っています。ある作業をしているときはダンプトラックは入らない、とか一定範囲の道路で走るダンプトラックの台数制限をする、というようなものです。建設現場でも現場条件に応じたルールやシステム作りをゼネコンさんと一緒になって進めて行ければと思っています。

**佐藤**：建設現場における死亡災害は近年減少してきていますが、まだ全産業の1/3を占めており、さらなる努力が必要です。建設機械に関係する事故を根絶するために、安全装置の装着に関する基準を作っていく必要があると考えています。

### 3. 働き方改革

一産業をより魅力あるものにしていくという観点から、働き方改革が叫ばれています。これへの取り組みや、若者や女性の参画についてお伺いしたいと思います。

**佐藤**：建設業就業者の高齢化についてお話ししましたが、若年層の新規参入も大きな課題です。少子化のために若年層の確保は全産業の問題ですが、とくに建設業は全就業者のうち29歳以下が1割しかいません。産業をより魅力的にして、有能な人材にたくさん来てもらわなければなりません。その施策の一つが週休二

日です。一般のサラリーマンでは週休二日制が定着しつつあるのに、建設業では週休一日がほとんどでした。これでは若者が来てくれません。建設業就業者は日給月給が多いので、単純に休みを増やすと収入が減ってしまいます。そのために設計労務単価や間接費率を現実に即して上げたり、ゆとりのある工期設定をするようにしました。まだまだ努力をしなければなりません。

**平野**：国土交通省の i-Construction 大賞を見ていましたら、受賞された企業の社長さんが、「i-Construction に取り組んだおかげで、若い人が建設業に関心を持ってくれた。今までのただ単なる力仕事のイメージから脱皮することができた。」という趣旨のコメントがありました。もし i-Construction がなければ、若者の採用は難しかったかもしれないとも言われていました。建設現場への女性進出が最近顕著ですが、オフィスでのデータ解析、整理業務などにはもっと女性が参加できるでしょうし、企業の職場環境も改善されるのではないかと思います。i-Construction は生産性向上だけでなく、企業の魅力向上を通じて企業体力の強化に貢献する面もあると思います。

現場の技術者や作業員はまずは安全、そして品質、生産性、スケジュール管理にしっかり取り組む必要があります。一方事務職や設計担当は与えられた仕事を淡々とこなすだけではなく、与えられた仕事の外へ飛び出すような発想が必要です。会社としてもこれが可能となるような条件を整える必要があります。

近年若手社員のエンゲージメント（貢献意欲）低下が指摘されています。いわゆる指示待ちの現象です。しかし私の周囲を見てみると、確かに表面的にはクールです。しかし面白そうな課題、やりがいのありそうな課題を提示すると、結構食いついてきます。こちらが機会を与えてあげると、もりもり頑張ります。昔は自分で面白そうな課題を見つけてもりもりやったものですが、そこは少し違うのかもしれない。しかしうまく水を向けるとすごい成果を出したりします。

弊社では中堅課長クラスを対象とした研修プログラムがあります。全体を数チームに分けて、20年後の会社の姿を提言させるというものです。ここで条件があって、ネット検索は不可にしています。その代わりに自分たちで考えたところにインタビューに行かせます。私たちにとっては異業種の自動車メーカーや電機メーカーなどです。そこで彼らは非日常の発見をして帰ってきます。とても良い経験ではないかと思っています。現代は何でもスマホで情報が取れる時代ですが、私たちの入社当時はコンビニも宅急便もない時代でした。今ではコンビニで24時間食料を調達できますが、

当時は休日にどうやって食料を確保するか、頭をひねっていました。例としては少し異なりますが、足で稼いで、人とコミュニケーションをとって、自分の頭で考えて何かを生み出していく、というところに面白さを発見できるように思います。

**佐藤**：公共事業は戦後ずっと絶対的な量的不足を解消することを第一の目標にやってきました。道路は砂利道、河川は無堤、港湾も公園も、何もかも不足していました。そういう時代には、とにかく整備量を増やすことが優先されました。予算を効率的に使って1mでも長く道路を作れ、といわれたものです。そのためには技術基準を整備して、基準に当てはめて大量生産することがよしとされました。橋梁や擁壁には標準設計というのがあって、橋長、幅員いくらの橋梁はこの図面で発注、というやり方もありました。現在でもインフラの整備は十分ではありませんが、もう少し余裕を持った整備の仕方が可能になってきたのではないのでしょうか。個々の案件を、立地場所の自然的、社会的条件を吟味して、地域の方々の意見も聞きながら、じっくり作ることも考える時期になっているように思います。設計、材料、施工方法、管理等の技術も、基準化された画一的な技術だけではなく、民間で開発された技術、特に他産業などで開発された技術を積極的に採用できるようになるとよいと思います。私は何も、すべての工事をそうすべきだと言っているわけではないのですが、試行的にこのような取り組みをしてみてもどうかと思います。このようになると、建設に関わる若手の人たちは、平野さんがご指摘されるように自分で面白そうな課題を探してきて、それが求められている性能を満足するように高度化させ、実際の現場で適用する、ということを目を輝かせてやってくれるような気がするのです。そのような場を提供できるような条件整備を進めていく必要があると思っています。これは建設業に携わる人たちの目を、もっと外に向ける効果が期待できますし、建設業の外の分野の人たちが建設業に興味を持っていただけることになると思います。そのことによって、若者に魅力のある建設業になっていくことを期待しています。

#### 4. 建設産業を新しい3K（給料、休日、希望）の魅力ある職場に

—最後にこれからの建設業に期待することをお願いします。

**平野**：建設業は国の基盤であるインフラの建設、管理や、われわれの住宅、事務所、工場を良質で信頼でき

る技術で提供する重要な産業です。また災害発生時には、これまでの水害や地震災害で見てきたように、道路啓開に始まって、復旧、復興の中心的な働きをしてくださるわけで、全国のあらゆる地域で今後ともしっかり仕事をしていただきたいと思います。

それに加えて、日本の建設技術のすばらしさを是非海外でもっと展開していただきたい。工事目的物の品質が優れているのは言うまでもないですが、出来上がったものの使い勝手がよく、さらに施工の過程での現場マネジメント、例えば時間管理のノウハウは世界に誇りうるものですし、その成果は他産業にも波及していけるものです。東南アジアにある弊社工場の前の道路がでこぼこで、補修をしてくれたかと思うと排水処理がうまくなくて、雨が降ると道路排水が工場に流入する、という状況を経験しました。日本の施工は完成後の使い勝手までよく考えられており、このようなきめ細かい配慮は必ず途上国において信頼を勝ちうる

と思います。

**佐藤**：建設業は国土を支える重要な産業です。今までと全く単純な作業とみられてきたきらいがありますが、IoT等を活用することにより、付加価値の高い、魅力のある、やりがいのある産業にしていく可能性が高いと思います。このことによって意欲のある若者にもっともっと参入してほしいと思っています。そのためにも労働環境や待遇の面を改善し、働きやすい職場にしていく必要があります。これからの建設産業は新しい3K（給料が良い、休日がある、希望が持てる）の魅力ある職場にしていかなければなりません。これからも一層努力していきたいと思います。ありがとうございました。

（この記事は、お二人のご了解の上でそれぞれのインタビューをもとに事務局で対談としてまとめたものです。）



## 行政情報

# 道路橋のメンテナンスサイクルにおける AI技術の活用

石田 雅博

近年社会インフラの老朽化が喫緊の課題となる一方で、点検コストの増加や橋梁についての専門知識を持った担当者の減少などの問題が顕在化してきており、その解決策の一つとしてAI技術を活用していくことが期待されている。土木研究所では、平成30年度から自治体や民間企業25者とともに「道路橋維持管理へのAIの導入に関する共同研究」を開始した。共同研究では、点検に必要な情報、損傷種類の特定や進行度等の推定、措置の方法など、熟練技術者の診断プロセスを言語化し、暗黙知で行われていた診断のロジックを明確化することを目標としている。

キーワード：橋梁維持管理、AI、点検、診断

## 1. はじめに

政府の「日本再興戦略」では、IoT、ビッグデータ、人工知能による産業構造・就業構造変革の検討が主要施策の一つとして掲げられている。また、「第5期科学技術基本計画」では、AI等について関係府省の連携の下で戦略的に研究開発を推進することが求められている。

また、近年社会インフラの老朽化が喫緊の課題となる一方で、点検コストの増加や橋梁についての専門知識を持った担当者の減少などの問題が顕在化してきており、その解決策の一つとしてAI技術を活用していくことが期待されている。

このため、土木研究所では、平成30年度から自治体や民間企業25者とともに共同研究「道路橋維持管理へのAIの導入に関する共同研究」を開始した。共同研究では、点検に必要な情報、損傷種類の特定や進行度等の推定、措置の方法など、熟練技術者の診断プロセスを言語化し、暗黙知で行われていた診断のロジックを明確化することを目標としている。

特に近年問題となっている床版の土砂化については、「官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）」の課題の一環として、電磁波レーダー等の情報から水の存在を早期に検出し、土砂化が進行する前に措置をすることを目指して、実際の橋梁での調査を行っている。

本報文では、これらの取り組みを紹介する。

## 2. 道路橋維持管理へのAIの導入に関する共同研究

### (1) 共同研究の目的

近年社会インフラの老朽化が喫緊の課題となっているなか、橋梁では5年に1回行う定期点検が義務化された。一方で、老朽化橋梁の増加にともなう点検コストの増大や、橋梁についての専門知識を持った熟練技術者の減少などの問題が顕在化してきており、より効率的な維持管理が求められている。そこで、加速度的に発展するAI技術に着目して、メンテナンスサイクルにおける点検・診断・措置の信頼性向上を目指し、ロボットなどの支援により診断に役立つデータを取得する技術や、点検の見落とし防止や効率的な調書の作成など点検を補助する技術（点検AI）および、劣化要因の判断や的確な措置の判断など診断を支援する技術（診断AI）、ならびに点検・診断に関するデータの

表1 道路橋維持管理へのAIの導入に関する共同研究の相手方

アジア航測(株)、アジア航測(株)・(株)イクシス・富士電機(株)、茨城県、(株)エイト日本技術開発、(一財)橋梁調査会、グローバルウォーカーズ(株)、首都高技術(株)、(一財)首都高速道路技術センター、大日本コンサルタント(株)、(株)デンソー・(株)岩崎、富山市、ニチレキ(株)、(株)日本海コンサルタント、日本工営(株)、日本無線(株)、(株)ニュージェック、パシフィックコンサルタント(株)、(株)日立製作所、(株)福山コンサルタント、(株)復建技術コンサルタント、富士通(株)、(株)まざらん、三菱電機(株)、八千代エンジニアリング(株)、(国研)理化学研究所 革新知能統合研究センター
--

取得・保存・分析・活用を円滑に行うデータ基盤の開発を目的に共同研究を実施することとした。土木研究所が相手方を公募し、表一1に示す25者と土木研究所とで平成30年度から共同研究を開始した。

(2) 共同研究での検討内容

橋梁のメンテナンスサイクルは、点検→診断→措置→記録に分類されるが、これらは相互に関連するものである。点検は診断に必要な情報を収集するためであり、診断は適切な措置方針を示すためにある。また、これらを記録しておくことで、次の点検において比較することにより、適切な診断が行える。このメンテナンスサイクルを効率化するために、共同研究では図一1のような全体像を考えている。

共同研究では、下記①～③のWGを設置して検討を進めるとともに、共通事項として④を検討している。

①点検 AI (床版の土砂化) の開発

床版の土砂化を対象に、電磁波レーダー等の技術を活用して、水の早期検出技術の検証、及び、早期検出を前提とした措置法の検討を行う。

②点検 AI (画像解析) の開発

ディープラーニングなどの画像解析技術を活用して、変状の抽出や要点検部位への誘導、採取データの分析等を行う点検 AI について、必要とされる性能を検討し、実務で使える AI の開発を行う。

③診断 AI の開発

AI 技術等により形式化した熟練技術者の暗黙知や、既往の点検データ等を基に、診断ロジックを可視化し、技術者の判断支援を行う AI を開発する。

④データ基盤の開発

点検・診断・措置に関するデータを収集・保管・活用・更新する方法について検討を行う。

3. 床版の土砂化等に対する診断技術

平成30年度に開始された「官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)」のテーマの一つに「効率的かつ効果的なインフラ維持管理・更新の実現」がある。このテーマの一環として、床版の土砂化等に対する診断技術の開発を行っている。

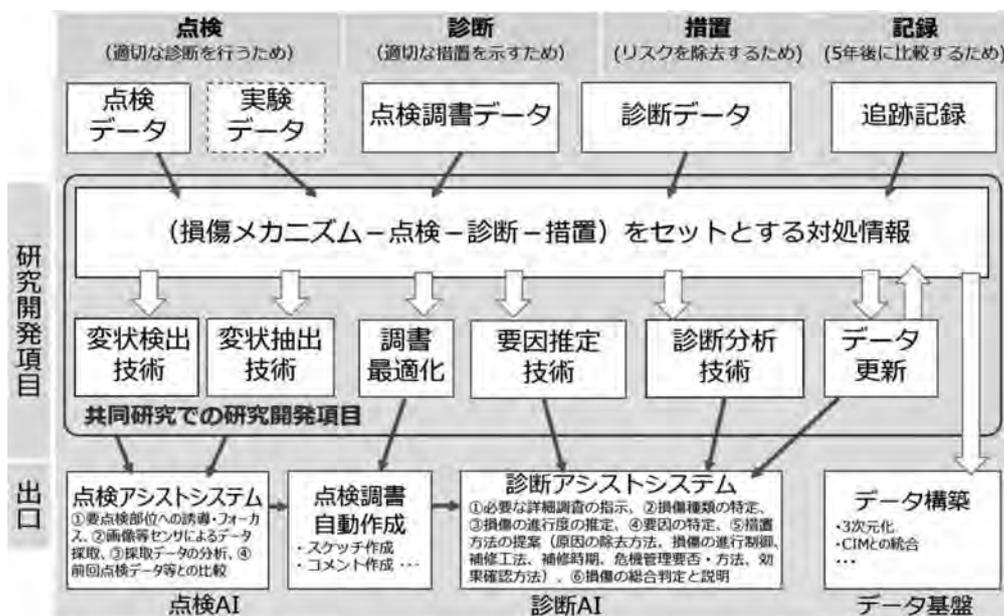
(1) 目的

近年、床版の土砂化による損傷が問題となっている(写真一1)。床版の土砂化は、外観から検知することが難しい一方、突如、床版の抜け落ちに至るなどのリスクが存在する(写真一2)。

床版の土砂化は、舗装の下で劣化が進行するとともに、劣化を促進する要因である水の有無の確認が目視



写真一1



図一1 共同研究の全体像



写真—2

では困難である。舗装の下の水の存在を早期に検知して適切なタイミングで措置を行うことができれば、床版の土砂化が進行する前に対処でき、維持管理が効率化される。

そこで、次のことを目標に研究を行っている。

- ・電磁波レーダーのデータや外観状態、環境条件等の各種情報と、内部劣化状態との相関を分析、内部変状と相関の高い重点点検項目を把握
- ・定期点検時に簡易な非破壊検査技術にて劣化を早期に検出するなど、多様な情報を活用した総合的な診断手法の確立
- ・予防保全の効果を最大限発揮できる劣化初期に有効な対策を提案する

## (2) 現地調査

平成 30 年度は、共同研究の相手方である富山市の橋梁で現地調査を実施した。電磁波レーダーを搭載した車両（写真—3）を走行させ、橋梁の床版の調査を実施した。図—2 に電磁波レーダーによる調査結果の一例を示す。調査した橋梁の中から、舗装の下に水の存在が疑われる橋梁を抽出し、詳細な調査を実施した。

調査の一例を示す。舗装の状態（写真—4）や床版下面の状態（写真—5）など目視で得られる情報に加

え、電磁波レーダーの情報により床版の劣化や水の存在を早期に検知して措置を講じることを目標としている。実際に床版がどのような状態となっているかを確認するために、開削調査を実施した（写真—6）。



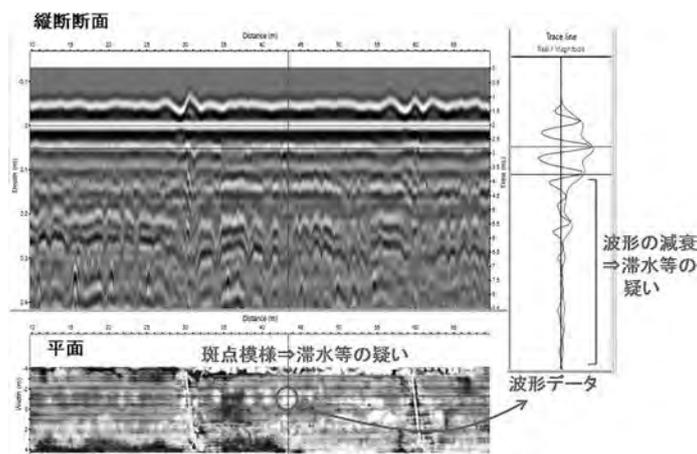
写真—3 電磁波レーダー



写真—4 舗装の状態



写真—5 床版下面の状態



図—2 電磁波レーダーによる調査結果



写真一六 開削調査の状態



写真一九 MMS (点群データ)

また併せてカート式レーダー（写真一七）、超音波計測（写真一八）、MMS（点群データ）（写真一九）などの非破壊調査や、舗装のコア採取（写真一〇）も実施している。

電磁波レーダーは大量のデータが取得できるが、凶化したものを熟練技術者が目で見て判断している。AI技術を活用することにより、劣化した部材や水の存在している箇所を抽出することができると思う。また、橋梁の環境条件（交通量、気温、凍結防止剤の散布等）との関連性を検討するとともに、舗装下の水



写真一〇 舗装のコア採取



写真一七 カート式レーダー



写真一八 超音波計測

を除去する措置の方法を検討する。AI技術を活用して劣化が進行する前に早期に診断し、適切な予防保全を行うことが可能となると考えている。

#### 4. おわりに

橋梁の点検・診断にあたって熟練技術者は、どのような損傷の可能性があるのか、診断に必要な情報は何か、どのような措置の選択肢があるか、などを現地で考えながら実行している。このような暗黙知を明確にするとともに、非破壊調査等のデータも必要に応じて加え、AI技術を活用することによりメンテナンスサイクルを効率化していきたい。

JCMA

#### 【筆者紹介】

石田 雅博（いしだ まさひろ）  
（国研）土木研究所  
構造物メンテナンス研究センター  
上席研究員



# スパンバイスパン架設工法& プレキャストセグメント桁製作

## 新名神高速道路鈴鹿高架橋他1橋（PC 上部工）工事

園田 強 介・松 下 朗・熊 谷 善 明

本工事は、新設高速道路の橋梁建設工事であり、経済性・工期・耐久性の観点から、プレキャストセグメント桁（以下、セグメントという）を製作し、大型の架設機を使用して1径間（スパン）ごとに接合する「スパンバイスパン架設工法」を採用して工事を行った。

キーワード：スパンバイスパン架設工法、セグメント、ショートラインマッチキャスト工法、工期短縮、品質向上

### 1. はじめに

新名神高速道路は、新東名高速道路とともに首都圏、中京圏、近畿圏を結ぶ日本の新たな大動脈として整備を進めている。鈴鹿高架橋は、新名神の菟野IC～亀山西JCT間の鈴鹿パーキングエリアに近接する延長約1.8kmのPC箱桁橋である（図—1）。

本橋は、以下の理由からスパンバイスパン架設工法による施工を行った（写真—1）。①ほぼ単断面である。②セグメントを製作およびストックするのに適した鈴鹿パーキングエリア用地が利用できる。③下部工施工中であってもセグメントを製作してストックしておくことができる。④施工箇所での施工期間を短縮することにより、施工中の振動・騒音など周辺環境に対する影響を低減できる。

本稿では、スパンバイスパン架設時の工夫、セグメント運搬時の配慮、セグメント製作時の工夫および労働力不足解消に対する取り組みについて述べる。



図—1 橋梁位置図

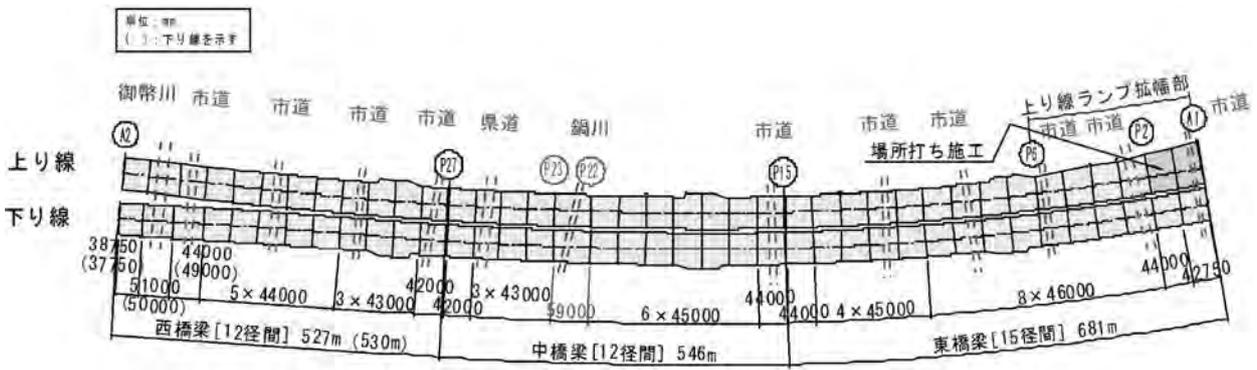


写真—1 スパンバイスパン架設状況

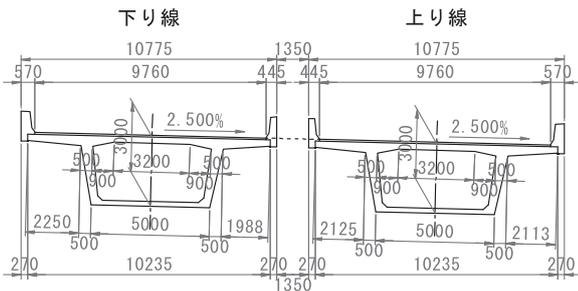
### 2. 橋梁概要

橋梁平面図（図—2）、断面図（図—3）および橋梁諸元を以下に示す。

工事名	：新名神高速道路 鈴鹿高架橋他1橋 （PC 上部工）工事
発注者	：中日本高速道路(株) 名古屋支社
路線名	：高速自動車国道 近畿自動車道 名古屋神戸線
道路規格	：暫定時 第1種 第2級 B規格
構造形式	：PC（15+12+12）径間連続箱桁橋
橋長	：上り線 1754 m（681 m+546 m+527 m） 暫定下り線 1757 m（681 m+546 m+530 m）
支間長	：標準支間長 43～46 m
幅員	：有効幅員 10.0～15.4 m（上り線） 有効幅員 10.0（暫定下り線）
桁高	：3.0 m
平面線形	：R = 4500 m～16000 m



図一 2 橋梁平面図



図一 3 橋梁断面図

セグメント：標準長 3.0 m 標準重量 50 ～ 60 t  
 最大重量 68 t  
 製作数 1103 個

### 3. 施工報告

#### (1) スパンバイスパン架設工法

スパンバイスパン架設工法は、1 径間 13 ～ 15 個（最大 19 個／59 m 支間部）のセグメントを運搬して、大型架設機により吊り込み、1 径間分を接合したのち PC 鋼材で緊張して一体化する工法で、以下の手順にて施工を行った（図一 4）。

1 径間あたりの所要日数は、一般的な固定支保工による場所打ち施工の約 2 ヶ月に対し、2 週間程度で施工完了することができた。大型架設機による架設一般

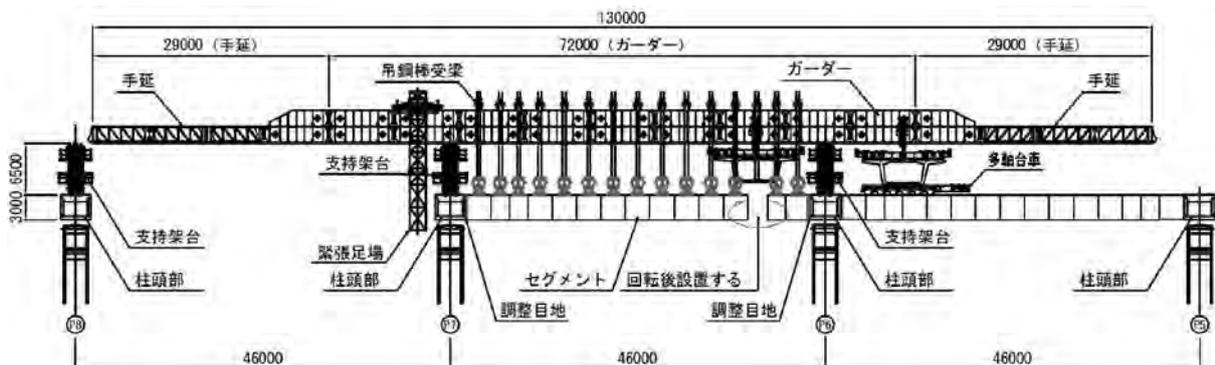


図一 4 架設手順

図を 図一 5 に示す。

#### (2) セグメントの橋上運搬

図一 2 の橋梁平面図を見て分かるように、非常に多くの一般道が交差しているために、スパンバイスパン架設において、一般的な橋梁下の工事用道路を使用してセグメントを運搬し吊り込む方法とすると、一般車両や第三者および他工事関係車両との交通災害リス



図一 5 架設一般図



写真一2 自走式多軸台車による橋上運搬状況



写真一3 最大支間 59m 架設状況

クが高くなる。それらを排除するために、架設の終わった橋桁上を利用して、セグメントの運搬を行った。これによって、重荷重車両乗り入れのために、各径間の桁下地盤を整形し直すこともなくなったため、土埃の飛散、騒音、振動を減らすことができた。渡河部に関しても地盤の形状変更を行わないで施工を行うことができた。また、セグメント運搬には、自走式多軸台車を使用した(写真一2)。これは、荷台の勾配調整を行うことができるために、運搬路の道路勾配にもスムーズに対応でき、視認性も良く安全に運搬することができた。

### (3) 最大支間 59 m 径間部の施工

P22-P23 径間の渡河部は、標準支間長の 43 m ~ 46 m に対して、1 径間のみ突出した支間長の 59 m であった。架設機を 59 m 径間用に超大型仕様で製作した場合、他径間では過剰な仕様となるとともに、架設機の重量増により支持点となる柱頭部の補強が必要であり、著しく不経済であった。また、架設機の重量増加に伴い、組立、解体、移動に対する労力も増加し、架設機支持部の補強等が必要となり、工程への影響や安全面に関して大きな問題があった。そこで、本施工では、架設機を標準支間長用に設計・製作し、59 m 径間部の施工は、架設機(ハンガー方式)で吊り込み可能分のセグメントを吊り込み、残りのセグメントを特殊支保工(サポート方式)で支える併用方式で施工を行った(写真一3)。これにより経済性、安全性を大幅に改善することができた。本工法は、架設機の超大型化を伴わず一部の長支間に対応する工法として、スパンバイスパン架設工法の適用を広げた。

特殊支保工(サポート方式)のガーダー材を解体するには、効率良く安全に解体できるヤードを架設箇所周辺で確保することが困難であったため、より安全な解体方法を考え、ガーダーをベント上で横取りして、クレーンにて橋桁上に上架後、自走式多軸台車に載せ



写真一4 59m 径間部ガーダー解体状況

て本線土工区間まで運搬し解体を行った。広い解体スペースが確保でき、地盤が安定した場所での解体を行うことができ、効率良く安全に完了した(写真一4)。

### (4) セグメント製作における工夫

セグメントの製作は、製作架台を4基使用して、1日3~4個のセグメント製作をショートラインマッチキャスト工法により行った。

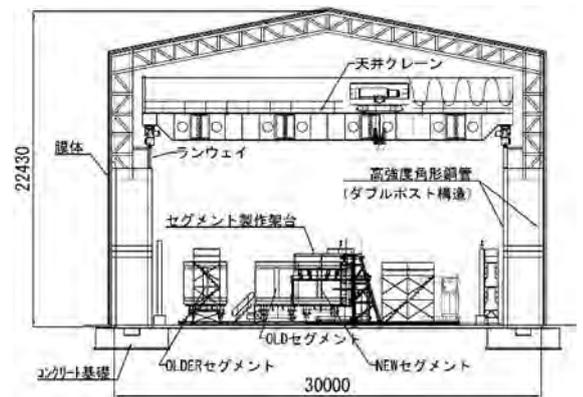
従来の製作架台部のみを可動式テントにて覆う方法だと可動式テントの開閉を伴うために、雨天・強風時等は作業効率が悪くなる。さらに、荷役設備は、橋形クレーンを使用する機会が多く、作業動線とクレーンとが干渉することもあり安全性と作業効率が悪くなる。そこで、本工事においては、セグメント製作上屋は(図一6, 7)、鉄筋組立・型枠組立・コンクリート打設・脱枠・セグメント取出しといった一連の作業を上屋内で行い、必要となるクレーン設備もクレーンと作業員との接触や挟まれ事故がないように天井クレーンとし、それも含め上屋で覆う設備とした。そのため、天候に左右されることなく作業することができ、安定した品質のセグメントを安全に製作することができた。上屋構造としては、鉄骨造とし架構形式は吊り荷重80tクレーンが走行するランウェイの荷重を直接柱に伝達できるダブルポストを採用、鋼材量の低減を



図一六 セグメント製作・仮置き設備全景



図一七 セグメント製作設備内部



図一八 セグメント製作上屋設備断面図

図るため座沓性能が高い高強度角形鋼管を柱材に用いた。屋根・壁共施工性・軽量化・照度確保及び風・雪等からの荷重を考慮し国土交通省告示 666 号に適合したテント生地を用いた (図一八)。

作業場所全体が覆われていることにより、セグメント製作作業により発生する騒音や粉塵が外に漏れるのを軽減することができた。さらに設備としては、製作時の処理水や養生水といったアルカリ濃度の高い水も自動的に集水し、濁度と PH を排水基準値に自動調節して排水できるものとした。

品質面では、通常養生の後、追加養生としてセグメントを運搬して、可動式テント内にて5日間ミストによる湿潤養生を行うことにより、コンクリート表面の緻密性が高い製品を作ることができた。緻密性は、ト

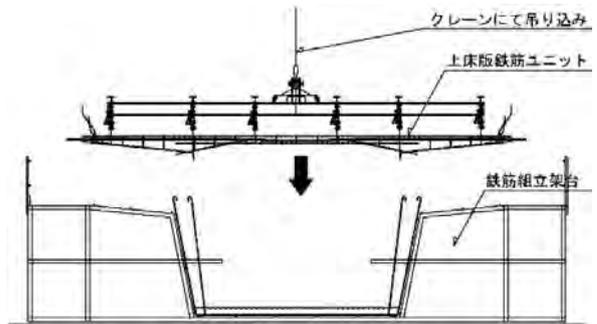
レント法による透気係数の計測を行い確認した。

さらに、冬季のセグメント製作では、常圧蒸気養生後の脱枠直後における急激な温度低下によるひび割れを防止するため、セグメント周囲に保温養生設備を設置して脱枠後 24 時間は周囲温度を 15℃ 以上に保持し、セグメントの内外温度差を低減した。これらの対策を実施し、セグメントの品質向上を図った。

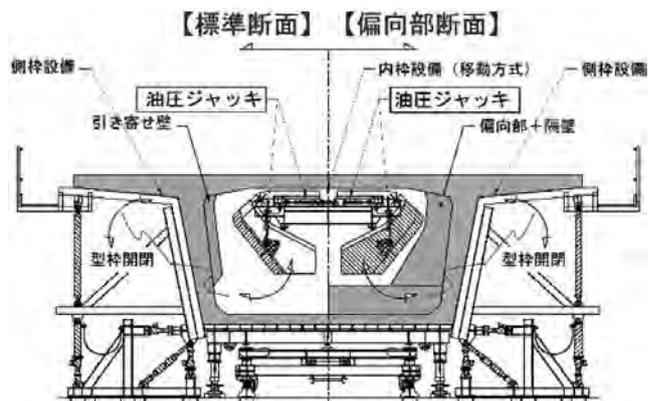
(5) セグメント製作における労働力不足解消

セグメント製作に関しては、設計段階より断面形状を画一化し、型枠設備の簡略化および鉄筋組立を分割ユニット化して全体の作業を単純化したことにより、熟練工に頼らずに施工ができ、労働力不足の解消につながった。また、上床版の鉄筋・床版横締め PC 鋼材を地上にて組み立て上床版鉄筋ユニットとし、その後クレーンにて鉄筋組立架台に載せて、要所を固定することによって全体のユニット鉄筋を完成させる方法を採用したことにより、高所での鉄筋組立作業を減らし、安全に施工を行うことができた (図一九)。

セグメント製作架台の鋼製型枠設備は、なるべく省力化するために、鋼製型枠パーツの脱着が少なくなるように計画し、内枠形状が異なる標準断面から偏向部断面への移行もスムーズに行うことができた。また、内枠のセット・脱枠等も大枠に油圧ジャッキを仕込む



図一九 上床版鉄筋ユニット吊り込み状況



図一〇 セグメント製作架台断面図

ことで集中制御することができたために、少人数での作業が可能であった（図—10）。

#### 4. おわりに

本工事では、セグメント運搬時の工夫、スパンバイスパン架設工法による一部の長支間部への対応方法、セグメント製作における工夫、製作における労働力不足解消などの取り組みを行うことにより工事を無事に完成することができた。

今後の類似工事において、更なる施工の工夫を行うことにより、大きな効果を上げることを期待する。

JCM A

#### 《参考文献》

- 1) 室，園田：周辺環境に配慮したプレキャストセグメント橋の施工，土木施工，Nov VOL.59 No.11

#### 【筆者紹介】

園田 強介（そのだ きょうすけ）  
（株）ピーエス三菱  
東京土木支店 土木工事事務  
作業所長



松下 朗（まつした あきら）  
（株）ピーエス三菱  
東京土木支店 土木工事事務



熊谷 善明（くまがい よしあき）  
（株）ピーエス三菱  
東京土木支店 土木工事事務



# 橋梁上下部工事での省力化施工

## 新名神高速道路 武庫川橋

諸 橋 明・村 尾 光 則

本橋は、主桁ウェブにバタフライウェブを採用し、これにエクストラード構造を組み合わせた世界で初めての構造形式である。橋脚は、中空円形断面の高橋脚であり、ハーフプレキャスト部材を用いた施工（SPER 工法）（以下「本工法」という）により急速施工を達成している。また、柱頭部では、横桁の一部をプレキャスト化して構築する施工法を採用、寸法制限のある主塔には、1枚鋼板と2本の独立柱からなる新しい分離定着方式の主塔構造を開発・採用している。こうした省力化技術を積極的に用いることで、生産性を大きく向上させることができた。

キーワード：バタフライウェブ、エクストラード橋、プレキャスト工法、急速施工、生産性向上

### 1. はじめに

武庫川橋は、新名神高速道路の高槻 JCT から神戸 JCT の間に建設中の橋長 442 m、支間 100 m の PRC5 径間連続バタフライウェブエクストラードラーメン橋である。本橋では、施工の省力化による合理的な急速施工を可能とすることを念頭に、詳細設計を実施した。その結果、ハーフプレキャスト部材を用いた橋脚の急速施工法を採用するとともに、上部工については、バタフライウェブ箱桁構造<sup>1)</sup>を採用することで、これにエクストラード構造を組み合わせることで、上部工の軽量化、施工の省力化を図ることとした。また柱頭部では、省力化施工と支保工軽減のため、横桁の一部をプレキャスト化して構築する施工法の採用、寸法制限のある主塔には1枚鋼板を用いた複合構造を採用する等の新技術を開発・採用している。本稿は、

省力化技術による上下部工の合理化施工とその効果について報告するものである。

### 2. 橋梁概要

上下線一体断面である本橋は、暫定形4車線対応の幅員で建設したが、将来的な6車線化に対応した拡幅可能な構造として計画されている。このため将来の6車線化は、張出し床版を両側に拡幅し、ストラットにて支持する構造としている。全体一般図を図-1、暫定供用時における主桁断面図を図-2に、橋梁諸元を表-1に示す。

### 3. 構造・施工の特徴

本橋の構造上の大きな条件として、広幅員であるこ

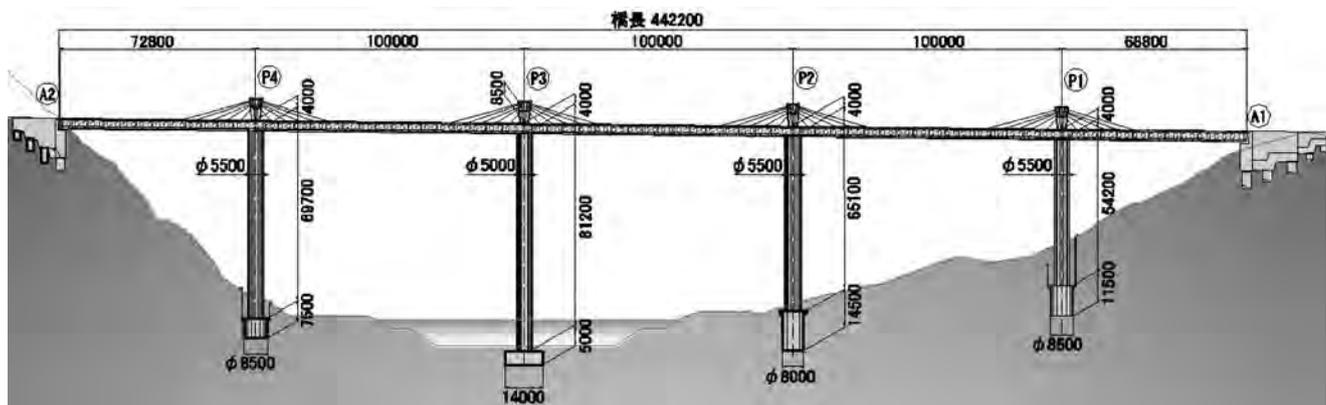
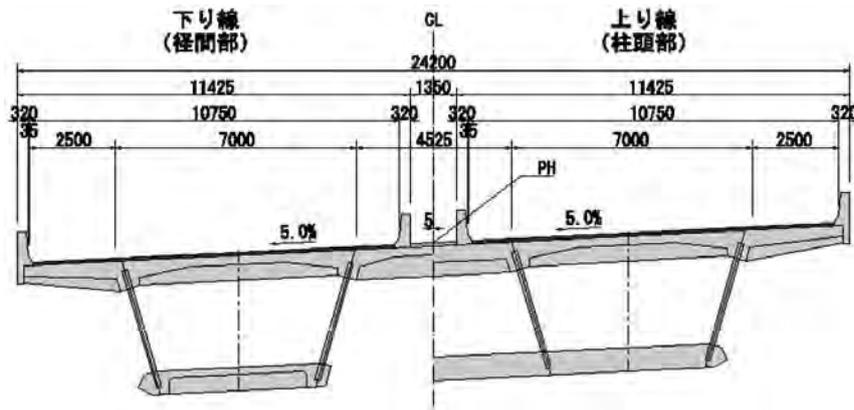


図-1 全体一般図



図一2 主桁断面図（暫定供用時）

表一1 橋梁諸元

工事名	新名神高速道路 武庫川橋工事
構造形式	PRC5 径間連続ラーメン バタフライウェブエクストラード橋
橋長	442.2 m
支間長	71.800 m + 3@100.000 m + 67.800 m
有効幅員	21.500 m 【暫定形】 32.500 m 【完成形】
平面線形	R = 2,000 m
縦断勾配	1.101%
横断勾配	5.000%

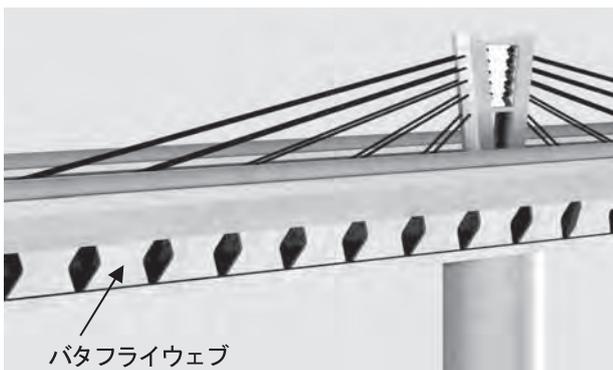
と、長支間であること、高橋脚を有していることが挙げられる。本橋の計画にあたっては、上述の要求に応えるために「高耐久化」、「維持管理性の向上」、「生産性の向上」を達成させることを目的とし、下記5項目の新技术を採用することとした。

①バタフライウェブ構造（図一3）<sup>2), 3)</sup>

鉄筋を配置しない高強度繊維補強コンクリートを用いたバタフライウェブの採用。

②エクストラード橋（図一3）<sup>3)</sup>

工場製作であるバタフライウェブパネルの運搬寸法制限により桁高が制限され、かつ100 mの長支間対応させるためエクストラード構造を採用（桁高/支間 = 1/25の実現）。



図一3 バタフライウェブ・エクストラード橋



写真一1 鋼・コンクリート複合主塔構造

③鋼・コンクリート複合主塔構造（写真一1）<sup>4)</sup>

一面吊りの斜材に対して主塔の設置幅が制限されるため、1枚鋼板を用いた主塔定着構造を新たに開発。

④プレキャスト部材による柱頭部施工<sup>3)</sup>

広幅員柱頭部と円形橋脚のブラケット支保工の簡素化を目的として、工場製作ハーフプレキャスト部材を用いた柱頭部施工法を新たに開発。

⑤ハーフプレキャスト工法による橋脚施工（写真一2）<sup>5)</sup>

RC中空橋脚の施工の合理化による急速施工を目的として、工場製作のハーフプレキャスト部材を用いた施工法本工法を円形橋脚で新たに開発。

#### 4. 高耐久化への配慮

(1) 高強度コンクリートの使用

(a) 主桁コンクリート

主桁は、上下床版とバタフライウェブから構成され



写真一 橋脚の施工状況



写真一 3 ハーフプレキャスト部材 ( $\sigma_{ck} = 50 \text{ N/mm}^2$ )

ている。上部工の軽量化と耐久性向上を図るため、上下床版には  $\sigma_{ck} = 50 \text{ N/mm}^2$  の高強度コンクリートを採用した。また、バタフライウェブは、 $\sigma_{ck} = 80 \text{ N/mm}^2$  の高強度繊維補強コンクリートであり、鉄筋を配置せず、引張力に抵抗する  $\phi 15.2$  の PC 鋼材が配置されるのみである。これらのコンクリート材料を使用することで、主桁の耐久性を向上させた。

(b) 主塔コンクリート

本橋は上下線一体の幅員構成であり、将来拡幅は両外側に床版を張り出す計画である。このため斜材は、断面中央からの一面吊りとなり、主塔を中央分離帯幅の 1.35 m 以内に設置する必要がある。そこで、2本のコンクリート柱と1枚鋼板から構成される鋼・コンクリート複合主塔構造を新たに開発した。コンクリート柱は、断面積が限定される上に斜材の鉛直分力作用により高圧縮部材となる。そこで  $\sigma_{ck} = 50 \text{ N/mm}^2$  の高強度コンクリートを用いることとした。

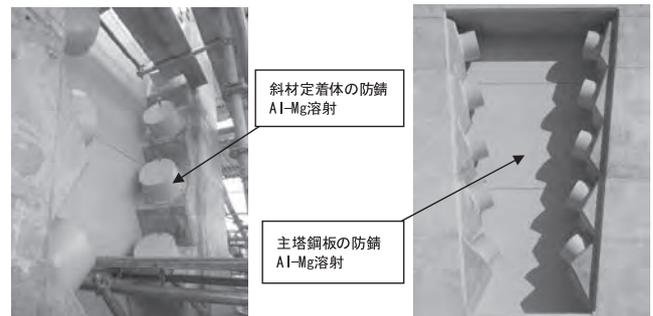
(c) 橋脚コンクリート (写真一 3)

橋脚は、ハーフプレキャスト部材を現場で積み上げ、中詰めコンクリートを打設する急速施工方法を採用している。工場で製作するハーフプレキャスト部材の設計基準強度は  $\sigma_{ck} = 50 \text{ N/mm}^2$  であり、高強度コンクリートで外面が覆われるため RC 橋脚の耐久性を向上させている。

(2) 鋼部材・PC 鋼材の高耐久防錆

(a) 主塔鋼板・斜材定着部 (写真一 4)

本橋の主塔は、鋼板と斜材定着部が外面に露出した構造となる。これらの防錆については、本橋の架橋地の環境条件下では一般的には塗装仕様が考えられる

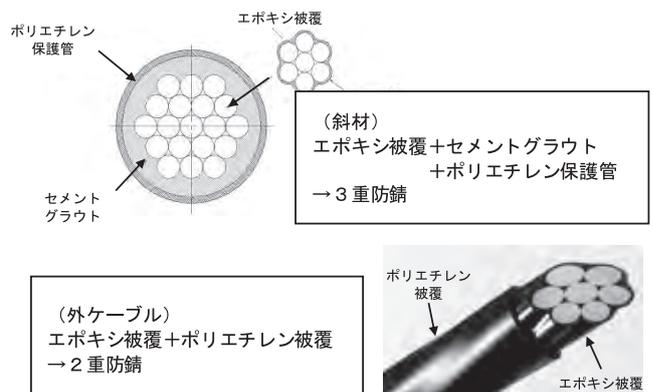


写真一 4 主塔鋼板・斜材定着部の防錆仕様

が、エクストラドーズド構造における主塔の重要性を考慮すること、供用後の塗り替え作業が困難なことを考慮し、アルミニウム-マグネシウムを用いた合金溶射 (Al-Mg 溶射) 仕様とした。

(b) 斜材・外ケーブル (図一 4)

斜材・外ケーブルについても一般的な PC 橋より 1 ランク高めた防錆仕様とし、耐久性に配慮している。斜材は、エポキシ被覆+セメントグラウト+ポリエチレン保護管の 3 重防錆とした。また外ケーブルは、バタフライウェブが開口を有していることから、紫外線の影響に配慮し、エポキシ被覆+ポリエチレン被覆の 2 重防錆仕様とした。



図一 4 斜材・外ケーブルの防錆仕様

## 5. 省力化施工の概要とその効果

### (1) 省力化技術による生産性向上

#### (a) 上部工主桁

主桁に採用したバタフライウェブ橋の施工は、工場製作のバタフライウェブパネルを現場に搬入し（写真—5）、移動作業車内で所定位置にセット（写真—6）、上下床版を場所打ちにて行う。波形鋼板ウェブ橋と同様に、煩雑なウェブの施工を省力化できるものである。また、波形鋼板ウェブ橋は、鋼板同士を接合する必要があることに対し、バタフライウェブ橋はウェブ同士を接合しない構造として設計を行っているためさ



写真—5 バタフライウェブの搬入



写真—6 バタフライウェブセット完了

らなる省力化が図れる。

#### (b) 上部工柱頭部

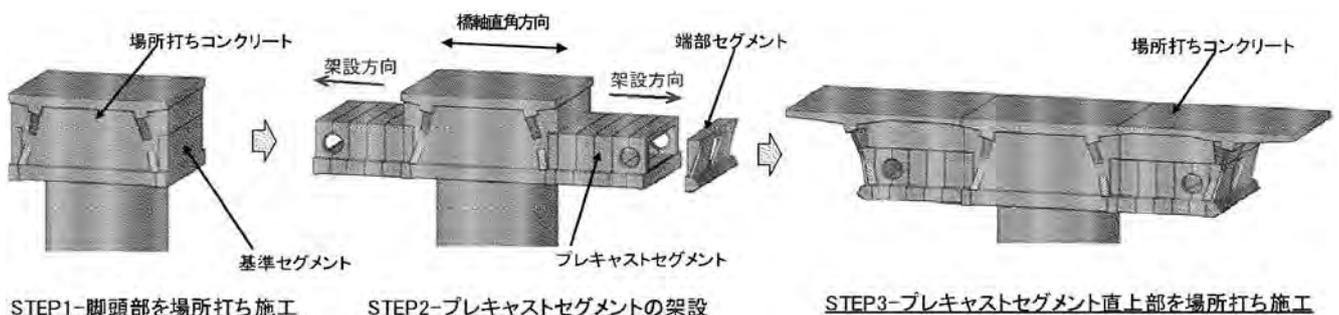
一般的なラーメン橋の柱頭部の施工は、橋脚上部にブラケット支保工を設置して行う。本橋のような円形橋脚の場合、ブラケット支保工の鋼材を平面的に放射状に配置することとなり、設置・撤去に多大なる手間を要していた。そこで本橋では、ハーフプレキャスト部材を用いた柱頭部施工を採用した。柱頭部横桁の一部を橋軸直角方向に分割したハーフプレキャスト部材を張出し架設し、場所打ちコンクリートによる後施工部はこれを支保工として施工するものである（写真—7、図—5）。ブラケット支保工で支持する荷重を橋脚直上部のみとすることで大幅な簡素化を図り、設置・撤去作業の容易性・安全性を向上させた。

#### (c) 下部工橋脚

本橋の橋脚は50～90mの高橋脚であり、省力化による急速施工を目的としてハーフプレキャスト部材を用いた施工法を採用した。型枠と兼用するプレキャストコンクリート製の壁部材を工場で作成し、現場に搬入してこれを積み上げ、中詰めコンクリートを打設して構築するものである（写真—2、3）。現場での型枠設置作業を省略でき、さらに、ハーフプレキャスト部材に帯鉄筋・中間帯鉄筋を予め内蔵することにより、鉄筋組立作業の時間が大幅に短縮できる。従来工



写真—7 ハーフプレキャストによる柱頭部施工



図—5 柱頭部の施工ステップ

法である場所打ちによる施工日数に比べ、約半分の日数での施工を実現できた。

(2) 施工延べ日数の短縮

(a) 上部工（張出し施工部）の施工

主桁にバタフライウェブ構造を採用することで軽量化が図れ、施工ブロック長を6mとすることが可能となる。同規模の標準PC箱桁橋のブロック長は3m～4mであり、全橋あたりの張出し施工部のブロック数は101ブロックとなる。これに対して本橋での全橋あたりのブロック数は54ブロックであり約半分となっている。本橋の1ブロックあたりの施工日数は、平均で25日程度である。これは、施工ブロック長が大きいこともあり、同規模の標準PC箱桁橋の実績（16日程度）より多いが、全橋あたりの延べ施工日数を比較すると約250日低減できることとなる（図—6）。実際の工事工程は、移動作業車基数や転用の関係から、この日数分の工事工程が短縮できたわけではないが、生産性向上という観点では効果が得られたと考えられる。

(b) 下部工の施工

前述のように、本工法の採用により、従来工法で施工する場合に比べて約半分の日数での施工が可能となる。本工法による本橋の4橋脚の施工日数合計が約

	1サイクル																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
従来工法																								
足場組立																								
鉄筋組立(主鉄筋)																								
鉄筋組立(帯鉄筋)																								
型枠組立																								
コンクリート打設																								

	1サイクル											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
本工法												
足場組立												
鉄筋組立(主鉄筋)												
PCa部材建込												
型枠組立												
中詰めコンクリート打設												

1サイクルあたりの施工日数  
→従来工法の約半分

本工法による4橋脚合計の延べ施工日数 = 502日  
従来工法の場合の延べ施工日数  
502×2 = 1004日とすると

⇒ 延べ施工日数の短縮  
1004-502 = 約500日

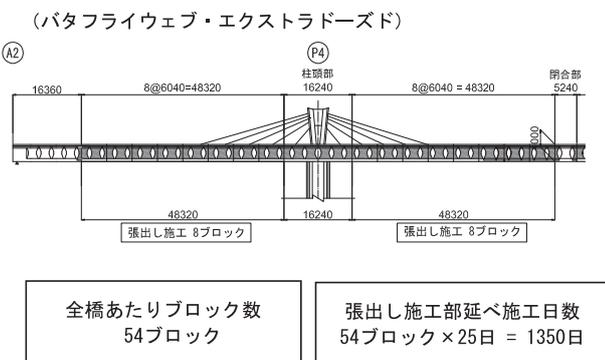
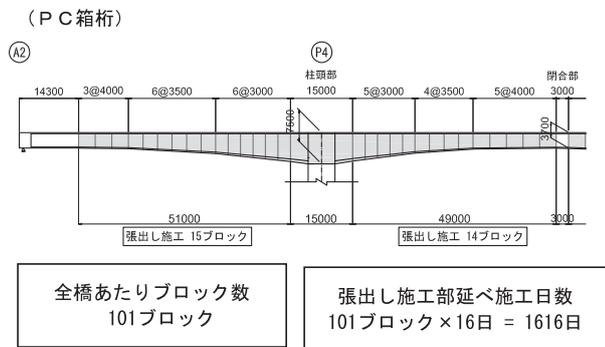
図—7 下部工（橋脚）の延べ施工日数の比較

500日、場所打ちで行った場合を試算すると約1,000日かかることとなり、延べ施工日数は約500日の短縮となる（図—7）。上部工と同様にパーティ数等の関係から、工事完了がこの日数分早まったわけではないが、同じ施工量の橋脚を完成させるための労務の延べ人数を減少させることができ、生産性を向上できた。

6. おわりに

武庫川橋について、構造の技術的特長と省力化による生産性向上の観点から概要を述べた。完成写真を写真—8に示す。バタフライウェブ、エクストラロードの組み合わせという高度な技術を用いたことながら、高強度材料の使用や適材適所に用いたハーフプレキャスト工法の採用が大きな効果をもたらしたと思われる。

今後の橋梁の建設においては、初期コスト削減のみ



⇒ 延べ施工日数の短縮  
1616-1350 = 約250日

図—6 上部工（張出し施工部）の延べ施工日数の比較



写真—8 武庫川橋全景

ならず、時代のニーズに合わせて要求される付加価値が求められるとともに、これらを定量的に評価する手法を確立することが必要であると考える。

JICMA

《参考文献》

- 1) 永元, 片, 浅井, 春日: 超高強度繊維補強コンクリートを用いた新しいウェブ構造を有する箱桁橋に関する研究: 土木学会論文集E, vol.66 No.2, pp.132-146, 2010.4.
- 2) 芦塚憲一郎, 黒川秀樹, 諸橋 明, 松原 勲, 水野克彦, 富山茂樹: 新名神高速道路武庫川橋(仮称)の設計と施工, 橋梁と基礎, Vol.49, No.3, pp.5-11, 2015.
- 3) 水野克彦, 福田雅人, 上原浩揮, 諸橋 明: 武庫川橋の設計, 第22回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.21-24, 2013.
- 4) 桑野昌晴, 福田雅人, 上原浩揮, 諸橋 明: 武庫川橋における主塔側定着構造について, 第22回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.25-28, 2013.
- 5) 佐溝純一, 福田雅人, 諸橋 明, 村尾光則: 新名神高速道路武庫川橋の設計と施工, 基礎工, Vol.41, No.10, pp.61-64, 2013.

[筆者紹介]

諸橋 明 (もろはし あきら)  
三井住友建設(株)  
土木本部 本部長



村尾 光則 (むらお みつなり)  
三井住友建設(株)  
土木本部 部長



# ロアリング工法によるコンクリートアーチ橋の施工

角 本 周・落 合 勝・寺 崎 政 直

コンクリートアーチ橋の架設工法の一つであるロアリング工法は、アーチリブの下に支保工の設置が困難な山岳地などでの施工に適した工法である。本工法は、アーチクラウンで2分割したアーチリブを兩岸のアーチアバット上で鉛直方向に施工（クライミング施工）した後、ロアリングケーブルを用いて所定の位置まで回転降下（ロアリング架設）させ、クラウン部で閉合してアーチリブを完成させる工法である。本稿では、ロアリング工法で施工されたコンクリートアーチ橋の中で国内最大支間である神原溪谷大橋を例に、本工法による施工の特徴と、クライミング施工に用いる自走式クライミング足場、ロアリング架設に用いるジャッキシステムなどの架設機材について報告する。

キーワード：コンクリートアーチ橋，ロアリング工法，自走式クライミング足場，ジャッキシステム

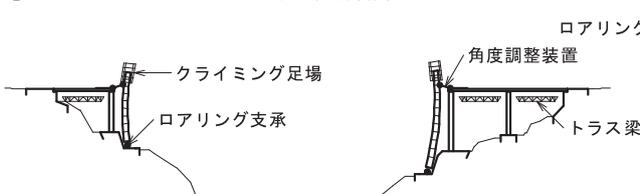
## 1. はじめに

ロアリング工法は、コンクリートアーチ橋の架設工法の一つであり、アーチリブの下に支保工の設置が困難な山岳地などでの施工に適した工法である。本工法では、アーチクラウンで2分割したアーチリブを兩岸のアーチアバット上で鉛直方向に施工（クライミング

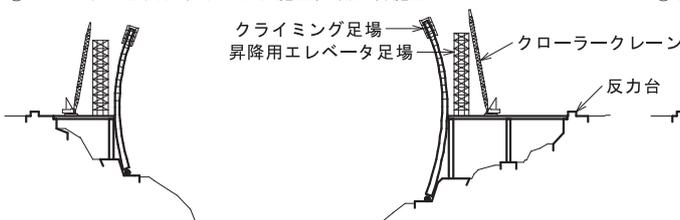
施工）した後、アーチリブ下端に設置した回転支承を中心にして控えのケーブル（ロアリングケーブル）で支持しながら回転降下（ロアリング架設）させ、クラウン部で閉合することで完成させる工法である。ここで、ロアリングとは、英語の「Lowering」すなわち「下へ降ろす」という意味である。

ロアリング工法は、ドイツの Argentobel 橋（1980

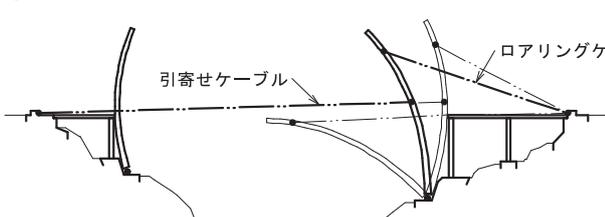
- ①側径間部補剛桁施工，ロアリング支承設置  
②アーチリブ1次クライミング施工，角度調整



- ③アーチリブ2次クライミング施工，反力台施工



- ④P2側アーチリブロアリング架設



- ⑤P1側アーチリブロアリング架設



- ⑥クラウン部閉合，ロアリングケーブル開放，スプリング部固定



- ⑦鉛直材，補剛桁施工

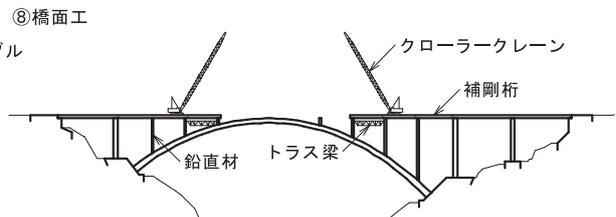


図-1 ロアリング工法の概要（神原溪谷大橋での施工順序）

年竣工)で初めて採用され<sup>1)</sup>、国内では、新潟県の内の倉橋(1988年竣工)以降、8橋の実績がある<sup>2)~5)</sup>。

本稿では、ロアリング工法で施工されたコンクリートアーチ橋の中で国内最大支間である神原溪谷大橋を例に<sup>5)</sup>、本工法による施工の特徴と、クライミング施工に用いる自走式クライミング足場、ロアリング架設に用いるジャッキシステムなどについて報告する。

## 2. ロアリング工法の特徴

ロアリング工法の主な特徴を、以下に示す。

- 1) アーチリブ下に支保工を必要としないために、地形条件に左右されない。
- 2) クライミング施工時はアーチアバット位置で集中して行うため、作業が安全で省力化が図れる。
- 3) アーチリブを鉛直方向に施工するので、耐震性能上重要な拘束鉄筋の配置が容易であり、また、アーチリブ上面側のコンクリート充填性が良い。
- 4) クライミング施工時、ロアリング架設時ともに、アーチリブに過大な曲げモーメントが作用しないため、架設時に対する補強を必要としない。
- 5) クライミング施工時、ロアリング架設時ともに、構造系が単純であるため、施工管理が容易である。
- 6) 大型の架設機材を必要としない。

ロアリング工法を用いた神原溪谷大橋の施工順序を、図-1に示す。なお、神原溪谷大橋では、上部構造の施工を通して、荷役設備としては自走式クレーンのみを使用している。

## 3. アーチリブのクライミング施工

### (1) クライミング施工およびクライミング足場

ロアリング工法では、図-1に示すように、まずクラウン部で2分割したアーチリブを各アーチアバット上で鉛直方向に施工する。ここで、各アーチリブは、写真-1に示すロアリング用回転支承を設置後、先ず支保工によりスプリング部を施工した。その



写真-1 ロアリング用回転支承



写真-2 自走式クライミング足場

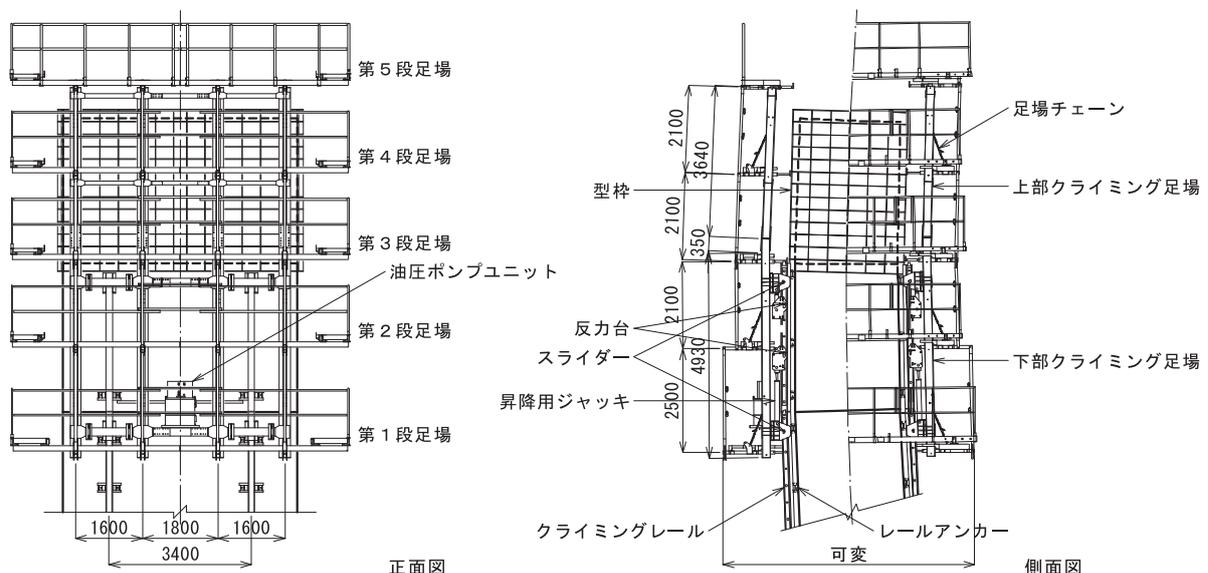


図-2 クライミング施工用の自走式クライミング足場

後、写真—2および図—2に示す自走式のクライミング足場を用いて、4.0～3.0mの施工ブロック（完成系で橋軸方向に3.0m長）を順次施工した。使用するクライミング足場は、アーチリブの上下面に設置したレールに沿って昇降でき、施工ブロックの角度に合わせてフレームと足場の角度を調整し、足場を水平に保つことが可能な構造である。クライミング足場の昇降は、1台の電動油圧ポンプユニットで集中管理された4台の油圧ジャッキ（最大ストローク750mm）を用いて行い、1ブロックに要する時間は約4分である。

神原溪谷大橋での施工ブロックはP1側で20ブロック、P2側で24ブロックであり、クライミング施工されたアーチリブ先端は、最終的にロアリング用回転支承から、P1側で約66m、P2側で約82mの高さとなった。また、支保工により施工したスプリングは約60日、クライミング足場を用いるブロックはブロック当たり平均で10日を要した。アーチリブのクライミング施工状況を、写真—3に示す。



写真—3 アーチリブのクライミング施工状況

#### (2) アーチリブの角度調整装置

クライミング施工は、クライミング足場を配置する空間の確保およびクライミング時のアーチリブの断面力低減のため、図—1に示すように、施工ブロックが補剛桁より下にある場合（1次クライミング）と上にある場合（2次クライミング）とで、アーチリブの設置角度を変えて行う必要がある。

神原溪谷大橋では、写真—4に示す角度調整装置を用いてアーチリブの設置角度を変更した。角度調整装置は、ガイドベースにはさまれた油圧ジャッキおよびスライダーが2組と、このスライダーに取付ける押し・引き支柱から構成される構造となっている。角度調整は、油圧ジャッキ側およびスライダー側の差し換ピンを交互に取付けることで、800mmストロークで補剛桁側に約4m移動できる。なお、アーチリブの角度調整は、各アーチリブにおいて約90分で完了した。



写真—4 アーチリブの角度調整装置

### 4. アーチリブのロアリング架設

#### (1) ロアリング架設およびジャッキシステム

神原溪谷大橋では、地形条件によりP1側とP2側でアーチライズが異なるので、ロアリングケーブルの最終張力が同等となるようにクラウン位置を定めている。各アーチリブの重量はP1側9.56MN、P2側12.11MNであるが、ロアリングケーブルの最終張力はP1側10.20MN、P2側10.16MNである。

ロアリング架設は、地震動や風に対しても安定する回転角度 $20^\circ$ までは引寄せケーブルを併用し（1次ロアリング）、その後はアーチリブ自重のみで所定位置まで降下させた（2次ロアリング）。ここで、引寄せケーブルの張力は、施工中のひび割れ幅が $0.27\text{mm}$ 以下となるように上下限值を定め、引寄せジャッキの緊張力がこの範囲内になるように管理した。また、ロアリングケーブルの張力が小さいとサグの影響により見かけの伸び剛性が低下すること、さらに、ロアリングジャッキのくさび定着には1鋼線当たり少なくとも $15\text{kN}$ の張力が必要であることなどから、回転角 $40^\circ$ まではケーブル（24S15.2）を2本のみ用い、回転角 $40^\circ$ 以降は全4本を用いた。なお、ロアリングケーブルの許容張力は、架設中のアンバランスなどを考慮して、本橋では $P_a = 0.70 P_u / 1.5$ としている。

ロアリング架設中のアーチリブの曲げモーメント分布の変化（解析値）を、図—3に示す。ロアリング回転角が $40^\circ$ 以上になると、アーチリブの曲げモーメントは小さくなり、軸方向力が卓越する状態となる。

神原溪谷大橋のロアリング架設では、各施工用アンカー位置の地質条件および交差道路との位置的条件より、P2側を先行してロアリングした後、P1側をロアリングした。時間当たり回転角は、P2側の1次ロアリングでは約 $2^\circ$ 、2次ロアリングでは $2\sim 3^\circ$ 、P1側の1次ロアリングでは約 $3^\circ$ 、2次ロアリングでは $3\sim 5^\circ$ であり、ポンプの起動等の準備を除いて架設に要した

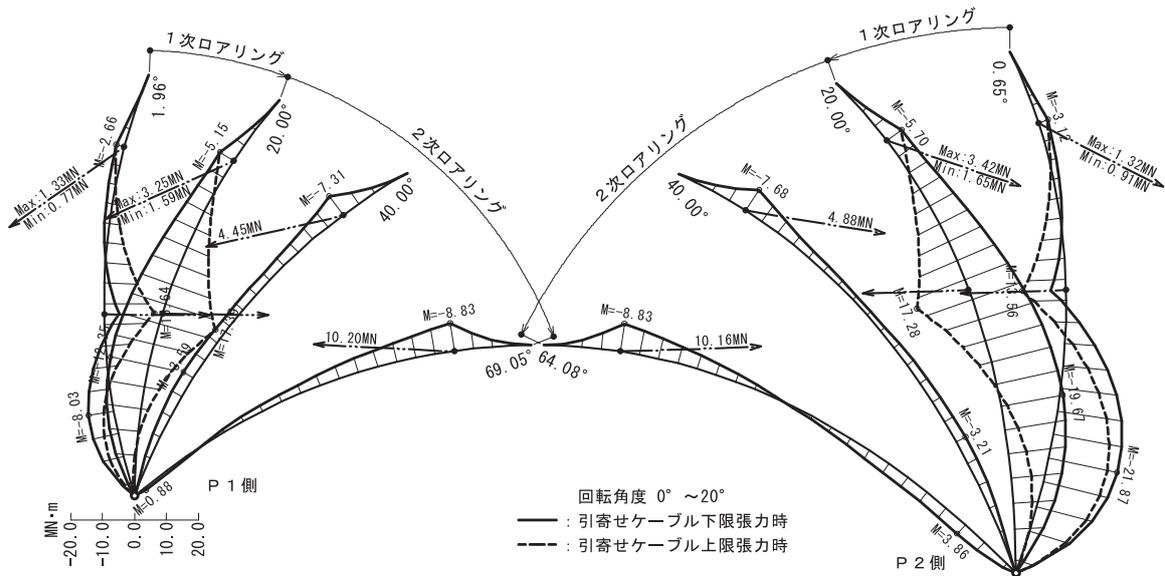


図-3 ロアリング架設時のアーチリブの曲げモーメント変化

総時間は、P2側が約30時間、P1側が約20時間であった。なお、本橋とほぼ同規模のアーチ支間である Argentobel 橋では、片側のアーチリブのロアリングには8日間を要したことが報告されている<sup>1)</sup>。P2側およびP1側のアーチリブのロアリング状況を、写真-5および写真-6に示す。

ロアリング架設に用いるジャッキシステムを、写真-7に示す。ロアリングジャッキシステムは、1台当り能力8.0MN、最大ストローク300mm（作業スト

ローク200mm）のロアリングジャッキを、写真-8に示す全自動油圧ユニットを用いて2台連動で制御し、ジャッキ前後に配置したオートチャックのくさびによりPC鋼より線を交互に定着し、ロアリングケーブルを送出すシステムとなっている。

(2) ロアリング架設時の計測管理

ロアリング架設では、架設中の構造系が単純構造であることから、一般的にはロアリング回転角とケーブル



写真-5 P2側ロアリング



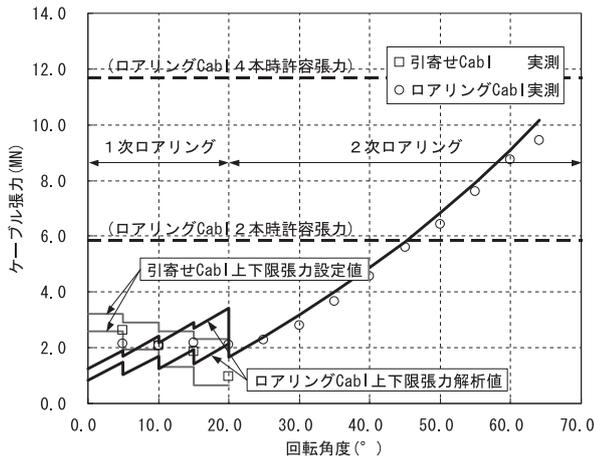
写真-7 ロアリングジャッキシステム



写真-6 P1側ロアリング

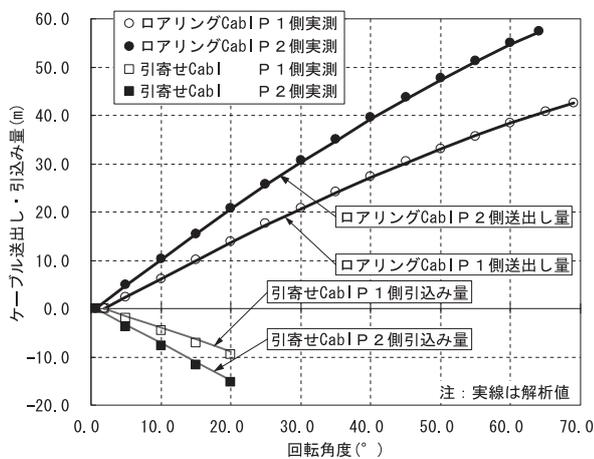


写真-8 全自動油圧ユニット



図一4 アーチリブの回転角とケーブル張力との関係 (P2側)

JCMA



図一5 ケーブル送出し量および引込み量

ル張力およびケーブル送出し量を管理項目としている。神原溪谷大橋でのロアリング回転角とケーブル張力の関係を、図一4に示す。また、ロアリング回転角とロアリングケーブルの送出し量および引寄せケーブルの引込み量との関係を、図一5に示す。

ロアリングケーブルの張力の実測値は、引込みケーブルを併用しない2次ロアリングにおいては、解析値に対して5～10%小さい値となっている。なお、1次ロアリングにおいては、特に回転角が小さい場合に解析値との差が大きくなっているが、これは、マンメータ圧が小さいための測定誤差であると考えられる。また、ケーブルの送出し量および引込み量の実測値は、解析値とよく一致した結果となっている。

なお、ロアリング架設の施工管理において最も重要となるロアリング架設後の両アーチリブ先端の橋軸直角相対誤差は、神原溪谷大橋では17 mmであった。また、ロアリング架設時の橋台の移動量は、P2側が5 mm、P1側が1 mmであった。

## 5. おわりに

ロアリング工法は、最初に採用された Argentobel 橋での方法に対して<sup>1)</sup>、ロアリング用回転支承、自走式クライミング足場、1次ロアリング方法、ロアリングジャッキシステムなど、独自に改良を重ねて今日に至っている<sup>2)～5)</sup>。それらの改良の結果、アーチ支間60～150 mの範囲では、条件によっては最も経済的な架設工法と考えられる。本稿が、ロアリング工法により一層の採用の一助となることを期待するものである。

### 《参考文献》

- 1) W. Hünleine, M. und P. Ruse, H.: Ein neues Verfahren für den Bau von Bogenbrücken, dargestellt am Bau der Argentobelbrücke, Bauingenieur, 60, pp.478-493, 1985.
- 2) 南波治憲, 諏佐晴夫, 伊東義敏, 金光邦夫: ロアリング工法によるコンクリートアーチ橋—内の倉発電所管理橋—, 橋梁, Vol.24, No.9, pp.2-8, 1988.
- 3) 吉田藤雄, 蔵菌範良, 新鷲光成, 田原文夫: ロアリング工法によるアーチリブの架設—プレストレストコンクリート, Vol.34, No.4, pp.24-32, 1992.
- 4) 岩田洋一, 田辺和夫, 落合勝, 廣瀬茂: ロアリング工法によるアーチリブの架設—三貫目大橋の施工, 橋梁と基礎, Vol.33, No.9, pp.9-15, 1999.
- 5) 深田恵治, 新鷲光成, 手嶋和男, 松下博通: ロアリング工法による神原溪谷大橋の設計と施工, 橋梁と基礎, Vol.36, No.4, pp.7-13, 2002.

### 【筆者紹介】



角本 周 (つのもと めぐる)  
オリエンタル白石(株)  
営業本部 事業開発部  
事業開発部長



落合 勝 (おちあい まさる)  
オリエンタル白石(株)  
東京支店 技術部 第一技術チーム  
チームリーダー



寺崎 政直 (てらさき まさなお)  
オリエンタル白石(株)  
福岡支店 工事部 工事チーム  
工事長

# リフトアップバージ大ブロック一括架設

## 運河の奥へ、忍び込む

川 森 泰一郎・中 村 善 彦

橋梁の架設工法のひとつ「大ブロック一括架設」は、工事の社会的影響を最小限に留めることができるものとして、今後ますます期待される工法である。従来、河川や海上における一括架設では、フローティングクレーンが多く採用されてきた。しかし、既に多くの橋梁が整備されている今日、架設地点の手前で既設橋梁に行く手を阻まれるケースも多い。そこで登場するのが、リフトアップバージによる大ブロック一括架設である。本稿では、狭隘な運河の中で既設橋梁をかいくぐり、桁と橋台の遊間が50mmという厳しい制約の下で行った木遣り橋のリフトアップバージ大ブロック一括架設について、その課題と解決策を中心に紹介する。

キーワード：架設工法，鋼橋，一括架設，リフトアップ

### 1. はじめに

映画「ALWAYS 三丁目の夕日」が描く高度経済成長期、橋は、架かればよかった。工事の主演は鳶であり、簡素なクレーンが彼らを支えた。施工の機械化はまだ発展途上の段階で、自動化やIT化は未来の物語であった。その後、日本社会が成熟するにつれ、工事には安全が求められ、省力化が求められ、社会的影響の軽減が望まれるようになった。社会的影響の軽減とは、従来は交通規制時間の短縮といった文字どおりの影響軽減を意味したが、近年では、いかに予定どおりに遂行するか「計画性」がその概念として定着しつつある。例えば雪の日の首都圏、鉄道は果敢に平常ダイヤに挑むのではなく、本数を減らしてでも計画どおりに運行させることがよしとされる時代になった。インフラの「予防保全」も、計画性という趣旨からすればこの時代の流れに沿ったものといえる。

ところで、橋梁架設工事において、安全性の向上と社会的影響の軽減を両立させるためには、現場の作業を可能な限り削減することが有効であり、その方法の代表として大ブロック一括架設工法がある。すなわち、設備・機械が充実した工場で橋桁をほぼ完成状態までつくりこみ、それを大ブロックのまま架設地点へ輸送して据えつけることで、現場作業量の圧倒的な削減を図るものである。

従来、河川や海上における大ブロック一括架設は、フローティングクレーンを用いるのが一般的であっ

た。しかし、すでに多くの橋梁が整備されている今日、先に架設された橋梁に行く手を阻まれてフローティングクレーンが架設地点まで進入できないケースも多い。この場合、大ブロックを台船（バージ）に搭載し、既設橋の桁下を通過した後に所定の高さまで持ち上げて架設する「リフトアップバージ架設」が採用される。本稿では、その中でも特に低い既設橋を通過させた、木遣り橋（東京都江東区）の施工を紹介する。

### 2. 工事概要

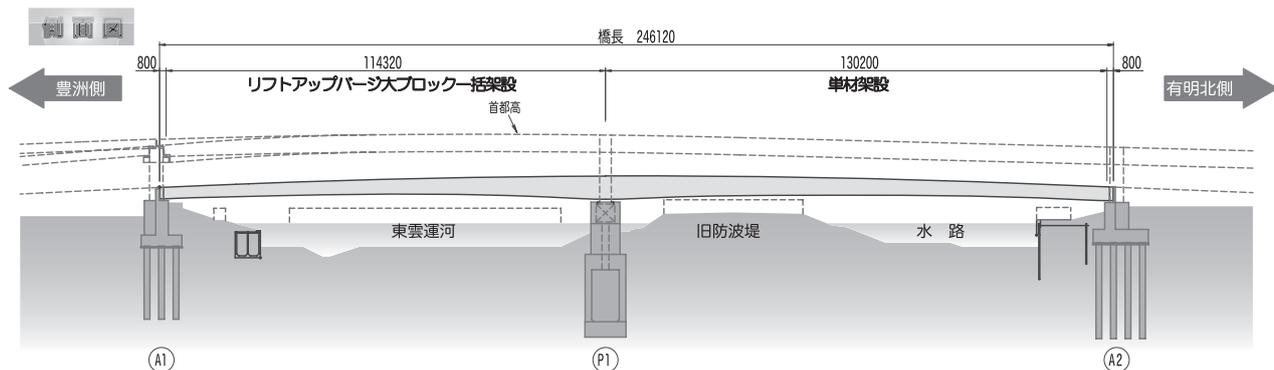
木遣り橋は、東京都が臨海副都心関連事業の一環として進めた晴海通りの延伸・整備事業のうち、江東区豊洲～有明の東雲運河に位置する橋梁である。2径間連続鋼床版箱桁橋を構造形式とする本橋は、旧防波堤と水路を跨ぐP1～A2を単材架設とする一方、東雲運河の航路上にあたるA1～P1では、航路への影響軽減を目的にリフトアップバージによる大ブロック一括架設工法を採用した。橋梁諸元を図-1に示す。

### 3. 特徴と課題

木遣り橋の工事には2つの特徴的な課題があった。

#### (1) 輸送：低い既設橋

木遣り橋の架設地点は運河の内部にあり、これよりも海側には桁下高さAP+8.6mの有明北橋が既に架



図一 木遣り橋一般図

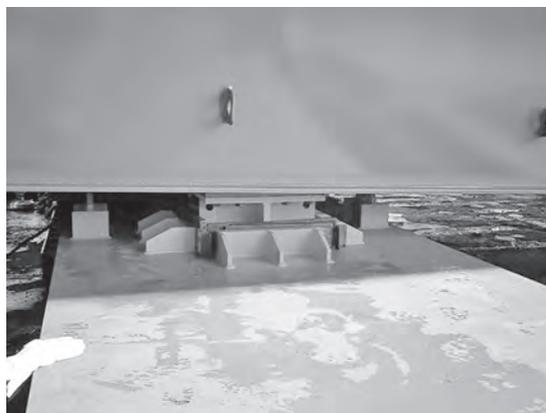
設されていた。これに対し、木遣り橋の大ブロックは桁高が5.6mあり、残り(台船乾舷+輸送架台+余裕)を3.0m以下に抑える必要があった。一般的な大ブロック台船輸送では乾舷2.2m+輸送架台2.5m+余裕1.0m=計5.7m程度で、これらをいかにして低くするかが課題となった。

(2) 架設：狭隘な作業空間

架設地点は可航幅員が70mしかない狭隘な運河で、この中で99.8mの大ブロックを載せた長さ60mの台船を90度回転させ、さらに陸上からクレーンで端部ブロックを落とし込み、大ブロックに連結・延長して架設した。この時、橋桁と橋台との遊間は橋軸方向に160mm、幅員方向にわずか50mmであり、架設中は台船を完全に静止させる必要があった。



写真一 ゴライアスクレーンによる浜出し



写真二 ハメコミ構造の台船受点

4. 大ブロック海上輸送

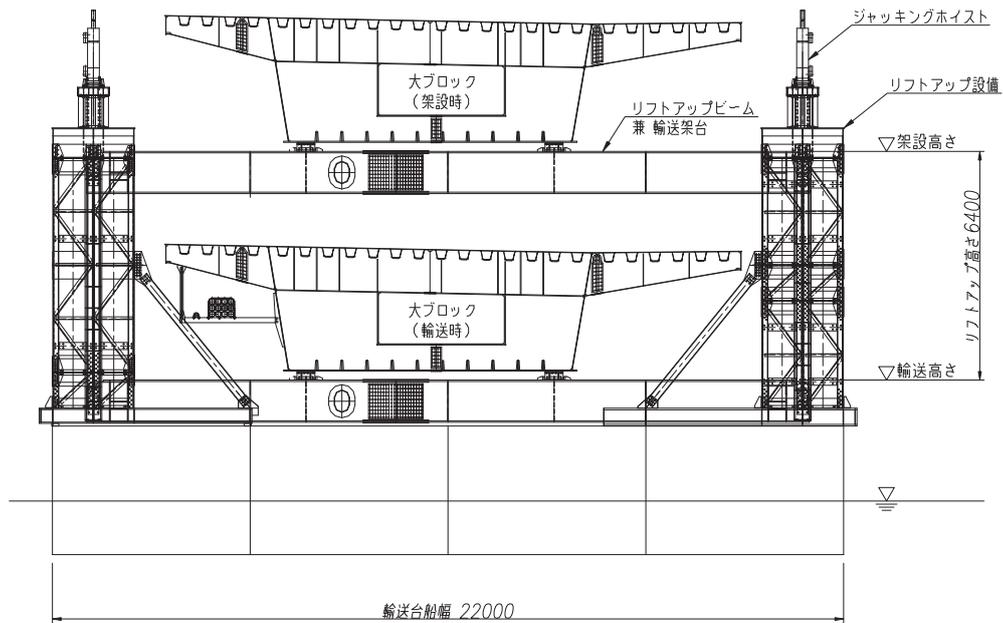
(1) 外洋曳航

木遣り橋の桁は上下線分離構造で、上り線の大ブロックは愛知県知多市のIHI愛知工場で地組立し、400t吊ゴライアスクレーン2基の相吊りで浜出しした(写真一)。下り線の地組立は三重県津市のJFE津製作所で行い、2,050t吊フローティングクレーンで浜出しした。輸送台船は上下線とも3,000t積級とし、伊勢湾から東京湾までの曳航に約30時間を要した。計画当初、海上輸送の大ブロック受点は橋軸方向4点×幅員方向2点の計8点としていたが、波浪による台船の変形が大きく、各受点に150%以上の大きな不均等が生じることが分かった。そこで、受点数を2×2の4点に改め、橋軸方向に静定構造とすることで不均等荷重の低減を図った。さらに、受点部をハメコミ構造として台船の動揺による水平力もすべて4箇所の受点で吸収できる耐力を確保し、他のラッシング設備を不要にした(写真二)。併せて、輸送架台を大梁構

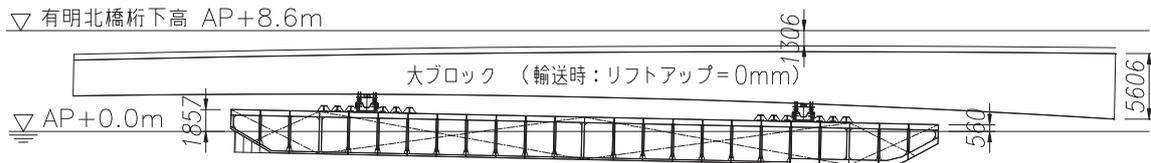
造にして架設時のリフトアップビームにも転用できる計画とした(図一)。これら受点数の削減や機材の多機能化によって、台船のデッキレイアウトに余裕を設け、安全性向上と機材組立作業の省力化につなげた。

(2) 既設橋の桁下通過

東京湾に到着した大ブロック輸送台船は、港区台場のバースに一時係留し、有明北橋(既設橋)の桁下を通過するためのバラスト注水作業に入った。輸送台船の内部は水密隔壁によって12のタンクに分割されていて、各タンクのバラスト量を調整することで台船の



図一 2 リフトアップ設備正面図



図一 3 輸送姿図 (有明北橋通過時)

姿勢を細かく制御可能であった。有明北橋の通過に際しては、合計1,500tのバラストを注水し、船首乾舷を186cm、船尾乾舷はわずか56cmになるまで台船を沈めた(図一3)。

また、リフトアップビームを兼ねた輸送架台は板厚40mmのSM570材を用いた箱断面梁とし、梁高を1,180mmに抑えた。これらのバラスト調整と高張力鋼材の使用によって輸送高さを低く抑えた上で、大潮の干潮を目指してバースを離岸し、有明北橋の桁下を1.3mのクリアランスを確保して通過させた(写真一3, 4)。この曳航作業は、干潮で水深が浅くなっていることを踏まえて小型の700ps級曳船×4隻で行い、約2kmの行程に1時間半を要した。

### 5. 一括架設の事前準備

有明北橋の通過後、架設地点近くの岸壁に輸送台船を係留し、バラストを排水した。続いて、大ブロック一括架設の事前準備として架設機材組立、大ブロック延長およびリフトアップの各作業を行った。

#### (1) 架設機材組立

有明北橋の通過に支障となるリフトアップ設備の上



写真一 3 1,500tのバラストを入れて離岸する輸送台船



写真一 4 有明北橋通過直後の大ブロック



写真一五 200tクレーンによるリフトアップ設備組立



写真一六 大ブロック延長 (台船縦着け)

半分およびセッティングビームは、有明北橋通過後の岸壁で組み立てた。岸壁の周辺水域は一般船舶航行のために空けておく必要があったため、クレーン付台船等の追加船舶を配置する余裕がなく、架設機材の組立は陸上から油圧クレーンを使用して行った。この際、アウトリガー反力による岸壁変動を防止するため、クレーンは岸壁ラインから10m陸側に控えた位置に配置した。結果、作業半径が25mに広がり、約20tの部材の組立に200t吊クレーンが必要になった(写真一五)。一方で、これ以上の作業半径の広がりを防ぐために、機材組立はまず台船の右舷側(接岸側)から行い、続いて台船を反転させた後に残りの左舷側機材を組み立てる手順とした。

## (2) 大ブロック延長

架設地点が幅員70mの狭隘な運河であること、および架設時は運河に直交する形で台船を係留する形になることから、輸送台船は長さ60mの3,000t積級が最大限で、これ以上大きな台船は使用不可であった。一方、一括架設を行いたい橋桁は104mであり、これを60mの台船に搭載した場合、オーバーハングが大きくなって伊勢湾からの外洋曳航中の波浪で大ブロック端部が水没する懸念があった。そこで、外洋曳航はこれよりも短い桁長88mで行い、現場直近の岸壁で大ブロックを延長することとした。この延長作業は、台船を岸壁に縦着けし、オーバーハングした桁の端部を陸上部に張り出させる形で行った(写真一六)。この際、最低潮位時に桁と地面とのクリアランスを2.0m確保できるよう、あらかじめ大ブロックを4.0mリフトアップした。また、潮位変化で上下移動を繰り返す桁をベント等の陸上機材で支持・調整することは困難なので、延長するブロックの連結部にパイロットホール(基準孔)を設けておき、ここにドリフトピンを打ち込むことで仮組立時の連結精度を確保できるようにした。

## (3) リフトアップ

岸壁での大ブロックの延長作業完了後、架設に適当な高さを目指してさらに2.4mリフトアップし、先の4.0mと合わせて合計6.4mのリフトアップを行った。このリフトアップは、吊上げ重量847tに対して吊能力200tのジャッキングホイスト×8台で行い、すべてのジャッキの反力と変位をパソコンで一元管理した。

ところで、橋梁のリフトアップ架設では、吊り材にストランド(PC鋼より線)を使用し、自然噛み込み構造のくさびでこのストランドを保持する「ストランドチャッキングシステム」を採用する事例が多い。これは、吊り材の長さに制限がなく、長いストランドを用意すればリフトアップ高さも無制限というメリットによるところが大きい。一方、木遣り橋で採用したジャッキングホイスト(写真一七)は、吊り材にφ110の全ネジロッド(ネジ切り鋼棒)を使用し、これを油圧回転ナットで保持する機構のジャッキである。取り扱い可能なロッドの長さに制限があり、リフトアップ高さが最大7.5m程度に限定されてしまうものの、ジャッキングホイストには次の利点がある。

- ・ロッドと油圧回転ナットとがネジで噛み合う機構を



写真一七 ジャッキングホイスト

有しているため、万一のオイル漏れなどでジャッキ反力が抜けた場合でも、大ブロックを確実に保持することが可能。

- ・ロッドは、張力作用時の変形（径の痩せ）や摩耗がストランドと比較して少なく、荷重保持の信頼性が極めて高い。また、リフトダウン時に荷重が抜けた場合でも、ほつれ等の変形が生じない。

## 6. 一括架設

一括架設は、架設に必要な潮位 AP+78 cm を確保でき、かつ潮の流れが弱い日を条件として次の2日（上下線各1日）を選定した。

上り線：4月4日（月）若潮

下り線：5月17日（火）長潮

作業時間は上下線とも5：00から18：00の13時間とし、この間は安全を確保するために東雲運河を一般船舶航行禁止とした。この一括架設には2つの特徴があった。

### (1) 端部ブロックの落とし込み

A1橋台の前面には桁端部を隠す形の側壁が張り出しており、大ブロックを横から差し込むことができない構造であった。また、この側壁は高さが2.8mあり、大ブロックをリフトアップして側壁の上を乗り越えることもできなかった。そこで、A1側の端部1ブロックは外しておき、大ブロックが側壁をかわして架設位置に到達した後、陸上から油圧クレーンで端部ブロックを落とし込み、架設・延長することとした。このとき、端部ブロックを吊ったクレーンの荷重を一度に開放すると、その影響で台船の喫水が変化し、リフトアップ設備が傾いてスムーズなリフトダウンができなくなる懸念があった。そこで、油圧クレーンの巻き下げと荷重解放は大ブロック側のジャッキングホイストの動きに同調して行い、台船を終始水平に保つ計画とした。

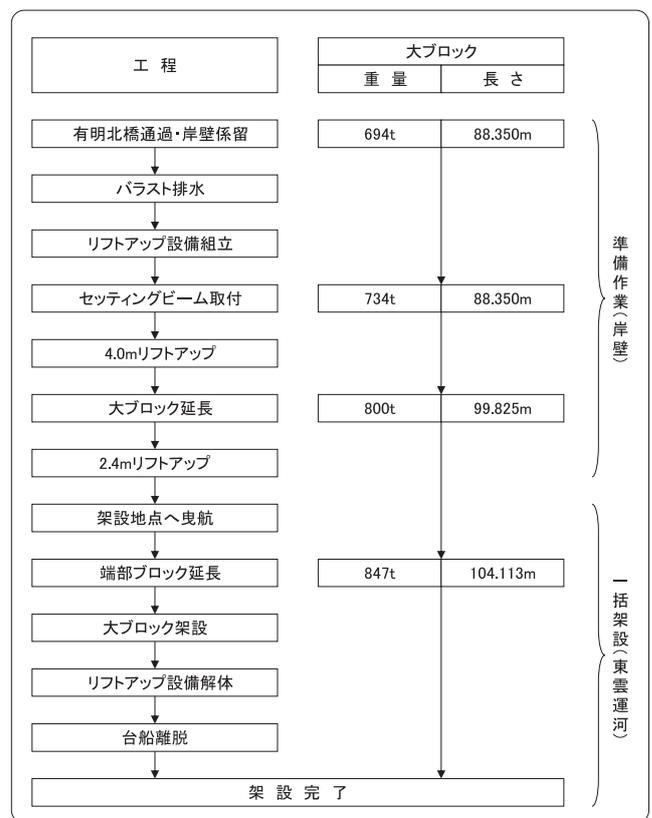
### (2) ウインチ操作とバラスト調整

前述の端部ブロックを落とし込むと、桁端部と橋台パラペットとの遊間は160mm（橋軸方向）、桁と変位制限装置との遊間はわずかに50mm（幅員方向）しかなく、衝突を防ぐためには台船を完全に静止させておく必要があった。

そこで、架設地点の上流側と下流側に5tアンカーを4丁ずつ計8丁打設し、これを5.0t引単胴ウインチ4台と7.5t引複胴ウインチ2台で操作して操船の精度を高めた。さらに、端部ブロックの落とし込み・



写真一八 一括架設を終えて離脱する台船



図一四 作業フロー

延長作業中は桁内に作業員が入ることから、8台のウインチ操作に加えて潮位変化に応じたバラスト調整を行い、台船の高さ方向の静止も保持した。4月4日に行った上り線の架設では、平均風速8m毎秒という悪条件の中でも台船を完全に制御し、ほぼ予定どおりの11時間で一連の作業を終えて東雲運河を開放した（写真一八）。

岸壁係留から一括架設までのフローと各ステップの大ブロック重量・長さを図一四に示す。



写真—9 有明一丁目の朝日に映えるブロック一括架設

## 7. おわりに

2000年以降、東雲運河には立て続けに3本の橋が架けられた。その順序は運河の手前（海側）から見て中央、奥、手前の順であった。本稿で紹介した木遣り橋は一番奥にある橋で、もし一番初めに架設できたならば、従来どおりのフローティングクレーンによる一括架設を採用することができた。あるいは、水域利用者の利便性を抜きにすれば、水上バントを設置して単

材架設とすることもできた。裏を返せば、リフトアップバジ大ブロック一括架設工法は、様々な社会的条件やニーズがあったゆえに発展した工法といえる。技術はニーズがあって進歩する。「架からない橋は無い」という先輩の名言を思い出しつつ、今後も、様々なニーズに応じて行くことが鋼橋の価値を高めるもの信じ、架設技術をますます発展させていきたい（写真—9）。

JCMA

### 【筆者紹介】

川森 泰一郎（かわもり たいいちろう）  
 (株) IHI インフラシステム 建設部  
 課長



中村 善彦（なかむら よしひこ）  
 (株) IHI インフラシステム 開発部  
 部長



# 北陸新幹線，福井高柳高架橋他 押出し架設

小 永 浩 二

当作業所は福井市内の比較的交通量の多い交差点での桁架設工事となっていて、動きだしたら所定の位置まで動かし切らなければいけないため、一般車の交通障害を極力なくすこと、確実に押し出せることを念頭に製作台、滑り面の計画、使用機械の選定等検討した。また当作業所で4橋押し架設があるので、実績を把握し次の押し出しに反映させていくため施工中の管理方法も検討し管理を行った事の報告である。  
キーワード：滑り面の平坦性と摩擦係数、ダブルツインジャッキ、エンドレス送り出し装置、スケジュール

## 1. はじめに

北陸新幹線，福井高柳高架橋他工事は福井市の市街地において延長2,615mの施工を行っており、PC橋は箱桁6橋とT桁6橋が計画されている。このうち4か所の主要な交差点を跨ぐ箱桁4橋は押し出し架設工法を採用している（表—1）。平成29年3月20日、21日の2夜間にて初めてとなる第2高柳Bvの押し出し架設を行い（写真—1）平成30年9月25日、26日の2夜間で4交差点目、当作業所で最後の押し出し架設を行っ



写真—1 県道の中央に走る新幹線 第2高柳Bv架設完了状況

た。

本稿では押し出し架設における検討と施工方法及び技術的ポイントについて報告する。

## 2. 工事概要

工 事 名：北陸新幹線，福井高柳高架橋他  
発 注 者：(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構大阪支社  
工事場所：福井県福井市中藤新保町，寺前町，高柳町及び開発町地内

工 期：平成28年3月23日～令和元年9月24日

概 要：全長 2,615 m

直線部及び曲線部（φ2,500 m）

ラーメン高架橋 35連 3～6径間

RC橋脚 31基

RC場所T桁 54連 L=9m～20m

PPCT桁 6連 L=25m～45m

PPC箱桁 6連 L=40m～60m

場所打杭 574本 φ1.2m～1.5m

オープンケーソン基礎

2基 φ8m

上記PPC箱桁6連の内4連が交差点部押し出し工法で施工した。

表—1 押し出し工法（反力集中方式）4連の諸元

場 所	橋長 (m)	桁長 (m)	桁高 (m)	幅員 (m)	桁重量 (t)
第2寺前Bv	50.000	49.932	3.400	11.760	1,390
第2高柳Bv	55.000	54.932	3.600	11.760	1,560
高木Bv	60.000	59.932	4.000	11.760	1,755
第1開発Bv	54.000	53.932	3.600	11.760	1,500

### 3. 押し出し架設計画の立案

#### (1) 押し出し架設工法の選定

押し出し架設には、押し出し装置の推力によりPC桁をスライドさせ移動する反力集中方式と、橋脚上の鉛直および水平ジャッキの反復動作により移動を行う反力分散方式の2種類がある(図-1)。

本橋においては、市街地で昼間の交通量が多い交差点であることを考慮し、規制時間を短縮するため速度の早い反力集中方式を採用した。また、施工中に桁からの落下物等による一般車両安全確保のため交通規制を夜間通行止めとした。

#### (2) 押し出し機材の選定

押し出し機材の選定にあたっては、過去の使用実績より押し出し装置として1基当たりの能力が150tのダブルツインジャッキを主桁背面に2基、主桁をジャッキで手繰り寄せる役割のアンカー鋼材としてPC鋼より線φ28.6を橋脚前面に4本、アンカーブラケット金具を設置して取り付けた。

押し出し架設状況を(写真-2)に、主桁背面部のアンカーブラケット金具およびジャッキ設置状況を(写真-3)に示す。

・ダブルツインジャッキ諸元(図-2)

- 型 式 6RM-15040
- 能 力 1,500 kN × 2段
- ストローク 400 mm × 2段
- 機 械 高 1,400 mm
- 作動圧力 66.30 MPa
- 必要油量 9.2 ℓ
- 質 量 1,480 kg



写真-2 押し出し架設状況



写真-3 ジャッキ設置状況

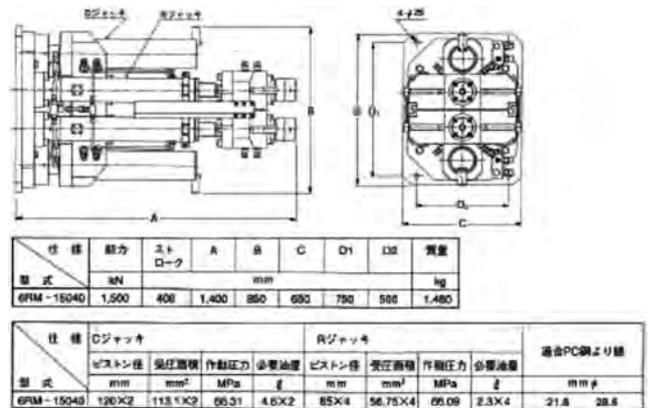


図-2 ダブルツインジャッキ諸元

#### (3) 施工における課題と成果

##### (a) 主桁の製作台について

押し出しの際には、主桁滑り面の平坦性と摩擦の軽減が課題となる。本橋では、主桁の左右ウェブ直下50cm幅の部分を滑り面とし、下面にH-594鋼材を2

本組で配置してレール桁とした。

レール桁上面にはSUS板(t=4mm)を貼付け、滑材を塗布したうえでテフロン板(t=5mm)を重

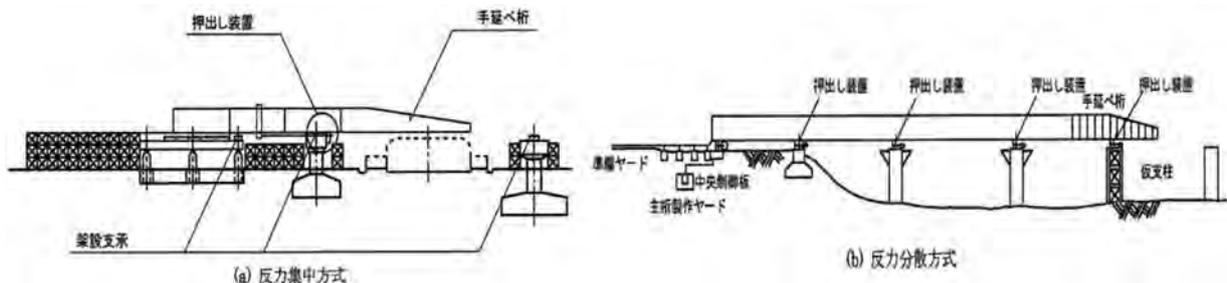


図-1 押し出し架設工法



写真-4 レール桁



写真-5 電動ポンプユニット

ねて配置し、2枚の面をスライドさせることで、主桁を移動することとした（写真-4）。

押出しに必要な水力は2枚の摩擦係数を0.1と仮定し、下記の計算により決定した。

- ・主桁+手延べ桁重量:  $1,755\text{ t} + 96\text{ t} = 1,851\text{ t}$  (最大)
- ・必要な推力:  $1,846\text{ t} \times 0.1 \times \text{安全率 } 1.5 = 276.9\text{ t}$

よって能力150tのジャッキを2台使用し300tの推力を与えれば主桁はテフロン板と共に移動可能となる。これに対して実際押出した際の水力は80t~150t程度に収まり、円滑な押出し作業が行えた（写真-5）。

押出し力の管理は圧力変換荷重計を使用しデジタル表示が可能な集中操作盤（写真-6）で管理し、移動量の管理はH鋼レール毎に設置した2台のリニアエンコーダと集中操作盤で管理した。

（押出し力の計測精度は1kN、リニアエンコーダの計測精度は1mm）

(b) 主桁の降下について

本橋は支承のクリアランスが15cmと狭く、主桁降下用のジャッキを橋脚上に設置できないため、押出



写真-6 集中操作盤

し後の主桁の降下が課題となる。

そこで鋼橋架設の際に用いる500t級のエンドレス送り出し装置を仮支柱上で計8基用いた（図-3）。

・エンドレス滑り装置の諸元（図-4）

型 式	ES-50030
能 力	5,000 kN
鉛直ストローク	784 mm
長 さ	1,400 mm
幅	1,300 mm

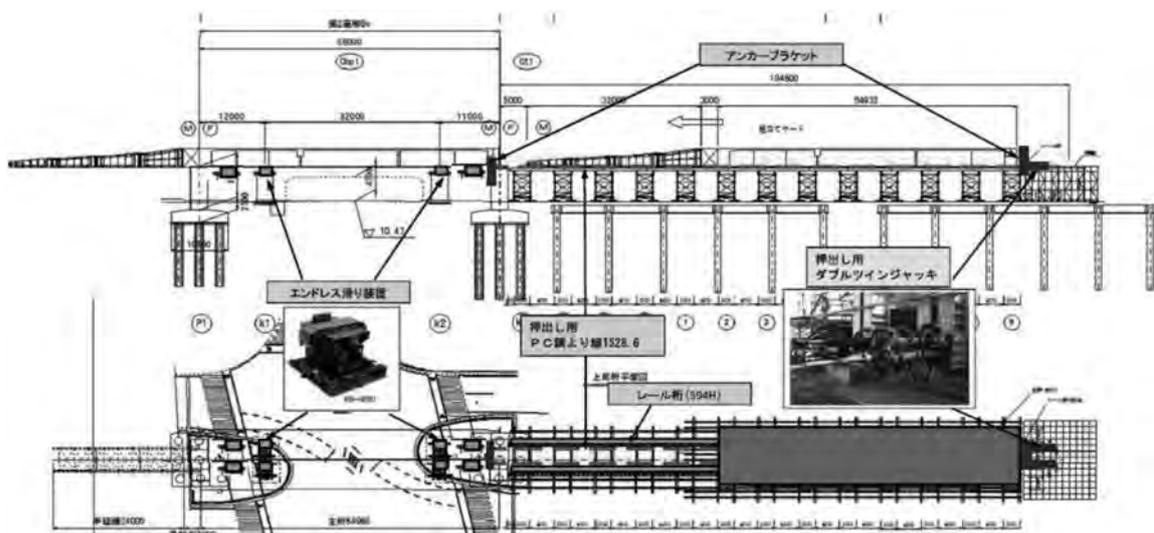
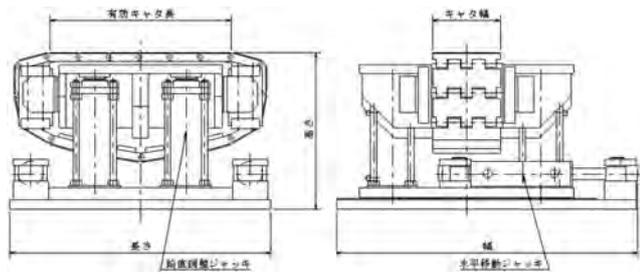


図-3 ジャッキ等仮設備配置図



図一４ エンドレス滑り装置の諸元

有効キヤタ長 1,280 mm

キヤタ幅 310 mm

キヤタピラ状の荷重支持部で主桁をスライドさせ、また内蔵の鉛直・水平ジャッキにより速やかな左右の位置調整と降下作業が制御できゴムシュー上に平面誤差2 mm以内の精度で桁架設が完了した(写真一7,8)。

#### (c) 主桁の押し出し作業の管理について

押し出し作業では交通規制時間内での押し出し量と時間管理が課題となる。タイムスケジュールの管理にあたっては、架設中に変位確認を慎重に行うため、ダブルツインジャッキを最低速度の30 cm/分(18 m/時)に設定し、2夜間での移動延長を40 m + 55 m = 95 mとした。

また押し出し中に生じる主桁の横振れは、サイドブロックを10 m以下の間隔で製作台両脇に設置し、左



写真一9 サイドブロック

右2 cm以内となるよう制御を行った(写真一9)。

テフロン板を滑り面に固定した滑り装置をガイドブラケット全面に設置し、押し出し時はPC桁側面に設置したステンレス板と滑らせることにより横方向のガイドとする。

ステンレス板は1か所2枚用意し、順次後方から挿入する。ベント上のエンドレス滑り装置のガイドも同様のガイドブラケットを設置する。

横断方向の調整が必要時には、ガイドブラケットと桁間に板材を挿入し、移動を行う。

計画通り初日に手延べ桁を、2日目に箱桁を交通規制時間内で押し出し架設できた。

## 4. その他

押し出し架設中のPC桁は正負の曲げモーメントが交互に作用するため、事前の構造計算の確認に加え本設ケーブルと架設ケーブルの段階的な緊張管理が不可欠である(図一5)。

第2高柳Bv(L = 55 m 桁高3.6 m)の場合、本設ケーブル42本、架設ケーブル10本配置

Step1 押し出し時 1次緊張

架設ケーブル10本緊張状態

本設ケーブル16本状態

Step2 ジャッキダウン前 2次緊張

架設ケーブル10本緊張状態

本設ケーブル26本状態

Step3 架設完了後 3次緊張

架設ケーブル10本撤去

本設ケーブル42本状態

## 5. 施工実績(写真一10, 11)

①押し出し架設は反力集中方式を採用し、2本引きダブルツイン型油圧ジャッキを用いた。油圧ジャッキは、主桁後部の反力架台に設置し、P2橋脚を



写真一7 エンドレスジャッキ配置状況



写真一8 エンドレスジャッキ使用状況

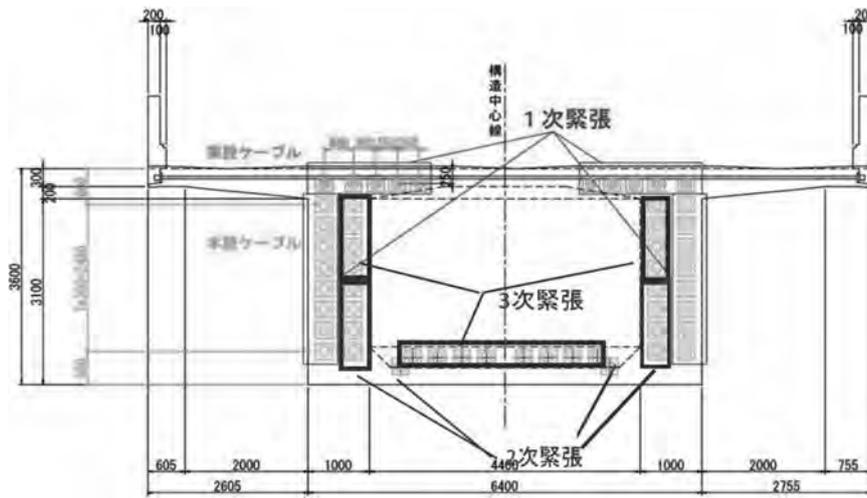


図-5 ケーブルの緊張管理



写真-10 施工実績



写真-11 施工状況

アンカーとしたPC鋼材（φ 28.6 × 4本）を引き込むことで、主桁を移動させる。ジャッキ2台の最大推力は3,000 kNとし計画どおり押出した。

②製作ヤードからP2橋脚までは、H鋼レール上面に設置したステンレス板上を滑らせる。なお、主

桁下面の滑り面にはテフロン板を設置し摩擦力を低減する。動摩擦係数は実質0.06程度（≦0.1）であった。

③P2橋脚からP1橋脚までは、架設構台に設置したエンドレス滑り装置（全8台）上を移動させ、左右の位置調整と降下作業を高精度で実施した。

④夜間交通規制時間内での押し出し量と時間管理では、ダブルツイン型油圧ジャッキを最低速度30 cm/分（毎時18m）に設定し、2夜間の移動延長を40 m（1日目）+ 55 m（2日目）= 95 mに設定した。計画通り2夜間とも交通規制時間内で押し出し架設を完了した。

⑤押し出し架設中に生じる横振れは、製作台両側に設置したサイドブロックにより左右2 cm以内に制御した。

## 6. おわりに

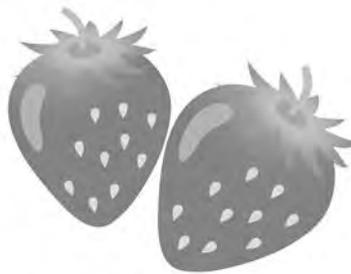
今回、道路交差点を跨ぐ箱桁4橋を押出し工法で限られた時間内に安全かつ迅速に架設するために、事前の検討と綿密な準備並びに詳細な施工方法・手順の全員周知を行った結果、大きなトラブルも無く計画工程通りに安全に施工することができた。今後は令和元年

9月の竣工に向け引き続き鋭意努力する所存である。

J|C|M|A

### 【筆者紹介】

小永 浩二（こなが こうじ）  
熊谷・日本ピーエス・坂川・轟特定建設工事共同企業体  
高柳高架作業所



# 橋梁上部工事の CIM 活用と品質向上への取組み

## 多伎・朝山道路 口田儀第 4 高架橋 PC 上部工事

越 智 寿 一

CIM (Construction Information Modeling の略で建設分野全体の 3 次元化を意味する BIM の一部として認知, 以下 CIM という) は, H24 年度から国土交通省が推進する建設生産性の向上を目的として導入された技術である。橋梁上部工事は, 試行工事 (受注者希望型) の対象になっており, 仮設工を含む工事対象物について, 工事中の施工計画検討, 施工管理, 安全管理および協議等への利活用が期待されている。具体的には, 調査・測量・設計・計画から 3 次元モデルを導入し, 施工および維持管理の各段階に連携, 発展させることで, 関係者間で事業全体の情報が共有でき, 一連の建設生産システムの効率化や高度化を図ることが可能となる。なお, H30 年度から「新技術導入促進 (調査) 経費」等の活用において, 橋梁, トンネル, 河川構造物, ダムなどの大規模構造物の詳細設計が BIM/CIM の対象となる。

キーワード: BIM/CIM, CIM, UAV, PC 片持箱桁製作工, 片持張出架設

### 1. はじめに

CIM とは Construction Information Modeling の略 (現在は BIM/CIM に統一) であり, 平成 24 年度から国土交通省が推進する建設生産性の向上を目的として導入されている技術である。橋梁上部工事は CIM 活用の対象になっており, 多伎・朝山道路 口田儀第 4 高架橋 PC 上部工事は CIM の試行工事 (受注者希望型) として発注された。試行内容は, 工事における仮設工を含む本工事対象物の施工計画検討, 施工管理, 安全管理, 協議などへの利活用であった。本稿は, 試行した CIM の活用内容, 効果および今後の課題について報告するものである。

### 2. 概要

#### (1) 事業概要

島根県は, 東西に 230 km と細長く, 公共交通機関が十分でないため, 人や物の移動のほとんどを自動車に頼っている。県の東西を結ぶ幹線道路の国道 9 号線は, 多数の通過車両と生活車両が混在している。山陰自動車道 (山陰道) は, 交通混雑の解消による交通事故防止, 日常生活や経済活動で安心できる交通機能の確保, 地域間の連携, 国際規格コンテナ輸送に対応した社会経済活動の活性化, 災害に強い地域づくりを目的として進められている事業である。本橋は, 同事業



図-1 工事位置図

で整備される島根県出雲市と大田市に位置する多伎・朝山道路 (延長 9.0 km) のうち, 田儀川に架かる橋長 426 m の PC4 径間連続ラーメン箱桁橋である (図-1)。

#### (2) 工事概要 (図-2~4)

工 事 名: 多伎・朝山道路 口田儀第 4 高架橋 PC 上部工事

工事場所: 島根県出雲市多伎町口田儀地内  
構造形式: PC4 径間連続ラーメン箱桁橋

橋 長: 426.000 m

支 間: 80.0 m + 137.0 m + 137.0 m + 70.0 m

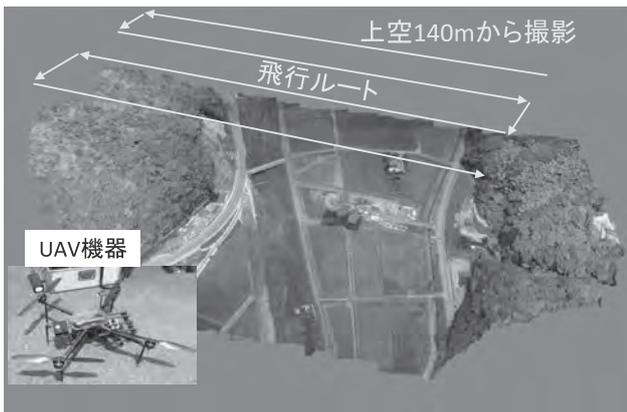
有効幅員: 9.510 m

架設工法: 片持ち架設工法

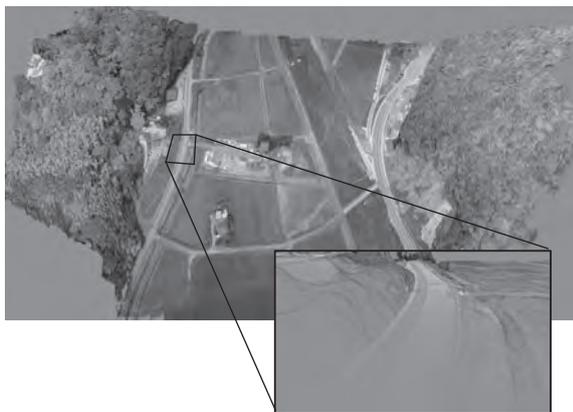
使用鋼材: 内外併用ケーブル方式

張出しケーブル SWPR7BL 12S15.2





図一六 ドローン測量 飛行ルート

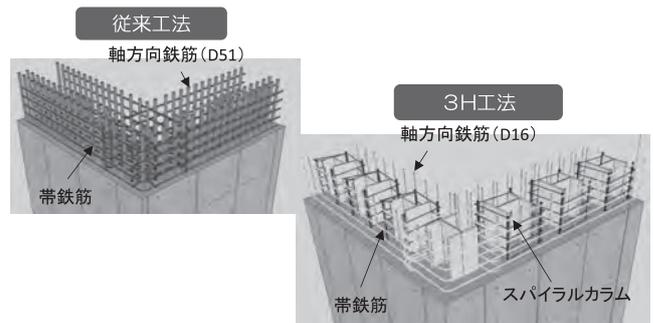


図一七 点群データ (詳細度 300)

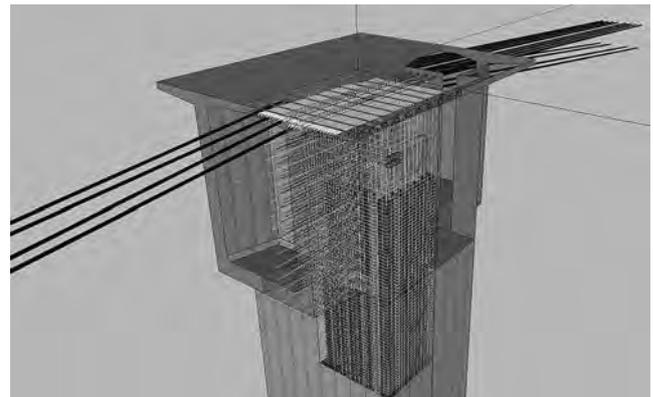
300, 点密度が 0.5 m メッシュ当たり 1 点以上の地図情報レベル 500 で完成した。

### (3) 設計および設計照査

橋梁設計は、橋脚高が 50 m を超える高橋脚であり、主桁のクリープおよび乾燥収縮等の 2 次応力によって橋脚に大きな断面力が作用することから、施工を踏まえた合理的な橋脚が要求された。標準的な RC 橋脚と SRC 橋脚の比較検討の結果、経済性、構造的に優れ、工期短縮が可能となる SRC 構造の 3H 工法 旧 NETIS : KT-990168-V (図一八) が採用された。実際の施工を想定した設計照査の段階で、橋脚と主桁の剛結部における鋼材配置の干渉と組立順序が課題となったため、剛結部の PC ケーブル、鉄筋および H 形鋼を追加した柱頭部鋼材配置モデル (図一九) を作成した。3 次元モデルは、視覚的に分かりやすい資料となり、干渉チェックや干渉箇所の対処方法の提案が容易となるため、2 次元図面の設計照査と比べて効率化が図れた。設計および設計照査における CIM の活用は、施工に向けた設計意図の伝達や図面間の不整合を解消することができるとともに、受発注者間の協議・確認や関係作業員に対する施工手順の説明・確認が容易となった。



図一八 3H 工法概要図



図一九 柱頭部鋼材配置モデル

### (4) 施工計画

施工計画は、施工の効率化を図るため、手戻りを排除した現場管理を重要視した。そこで、設計計算書の施工ステップに合わせて、構造物と仮設支保工と架設機材を 3 次元モデル化した。さらに、安全対策を含めた施工シミュレーションに工程(時間軸)を追加して、供用道路上空となる支保工設置や移動作業車の架設時期を明確にし、交差物件の影響範囲 (図一十) を可視化した。交差物件の影響範囲を合わせて説明することで、安全対策を含めた施工ステップが分かり易くなり、関係作業員の安全施工に対する理解度を深めた。

### (5) 安全管理

本橋は、交差下に市道、県道、河川が存在するとともに、小学校や耕作地、民家に近接した施工となる。高橋脚を有する張出し架設は、上部作業の俯角 75° を確保した安全措置範囲を正確に把握し、段階的な安全対策設備を行う必要があった。また、供用道路上空の移動作業時の交通規制が必要となる範囲について、十分検討する必要があった。市道および県道の供用道路上空での作業における交通規制は、規制方法、範囲、時期および安全確保の対策について関係機関や地元と十分な協議を行い、理解を得ることが課題であった。

安全管理として、交差道路上空の架設となる支保工



図-10 施工シミュレーション動画（交差物件の影響範囲）

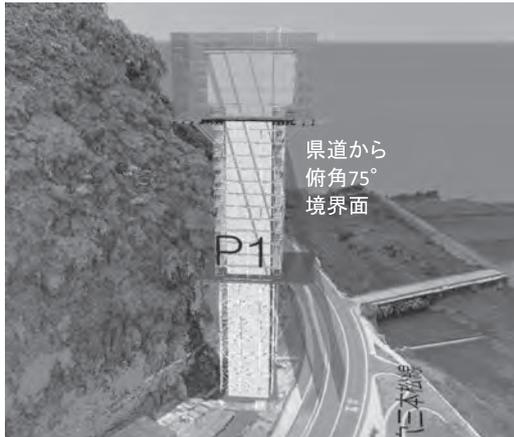


図-11 安全対策設備（防護範囲）



図-13 伐採範囲（協議資料）

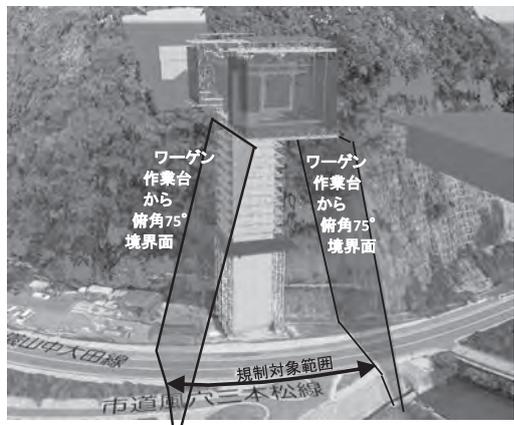


図-12 交通規制の必要範囲（停止位置確認）

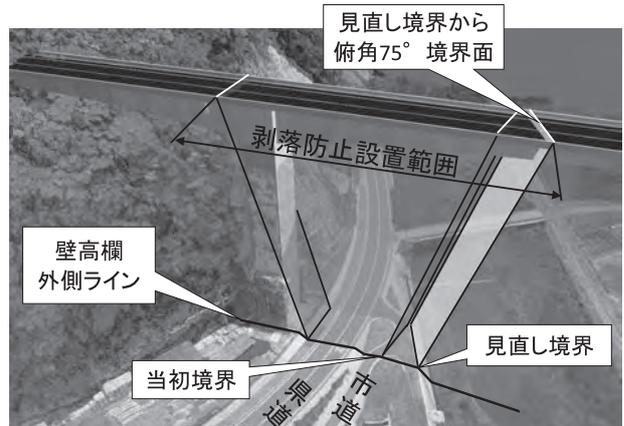


図-14 剥落防止対策範囲（協議資料）

設置や移動作業車の移動状況をシミュレーションし、安全対策設備の必要範囲（図-11）、交通規制の必要範囲（図-12）を決定した。

(6) 協議への活用

張出し施工における移動作業車の軌跡をシミュレーションすることで、移動作業車の両橋台接近時に干渉する森林の伐採の必要性を明確化した。直接測量が困難な枝葉位置などを3次元モデルで把握することで、伐採の実施時期や必要最低限の施工範囲・数量を協議するための資料を作成した（図-13）。

交差道路の形状が複雑であったことから、剥落防止対策を行うための設置範囲について協議を必要とした。3次元モデルで実際の地形や交差状況を確認することで、剥落防止対策の範囲図（図-14）のとおり交差道路右側の境界面が変更となった。

(7) 維持管理

構造モデル各部材にコンクリート品質記録、使用材料の試験成績表、出来形管理、代表的な施工状況写真等の工事情報を、3次元データに属性付けた。今回付与した工事情報が、将来の維持管理時代に必要になるとは限らないが、現段階で必要と考えられる工事情報を追加して納品することとした（図-15）。

例) A1側支保工施工ブロック施工情報

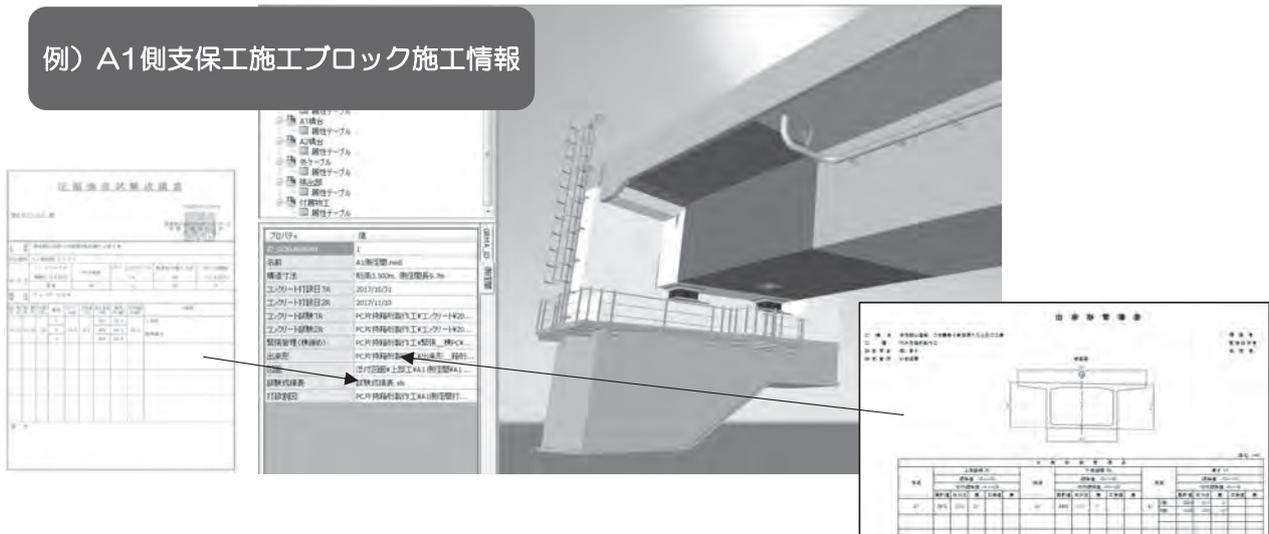


図-15 CIM 納品データ

4. CIM 活用の課題, 展望

(1) 設計と施工の連携

設計段階から3次元モデルを導入することで施工時の照査や材料手配を効率化する。さらに、施工段階で実施時間を反映したシミュレーションを行うことで、工程管理の効率化を図る必要がある。

(2) 施工管理

計測機器と連携した出来形情報を3次元モデルに反映する必要がある。設計データとの比較を可視化することで人的ミスの軽減を図り、また、出来形管理表などを自動生成することで業務の効率化を図る必要がある。

(3) 維持管理

更新を見据えて、維持管理の段階で必要な3次元モデルの属性情報と詳細度を整理, 検討する必要がある。

5. 品質向上への取組み

(1) 非対称張出工法による架設

支間割の検討において、桁下の交差条件を満足し、かつ田儀川の2Hルールを遵守する必要がある。支間割のコントロールはP1橋脚で対応することとし、その結果、P2橋脚の張出しは起点側に8.0m長い(2ブロック)非対称張出しになった(図-16)。高橋脚で非対称の張出し施工では、アンバランスモーメントが作用し、橋脚の変形が主桁のたわみに影響を及ぼ

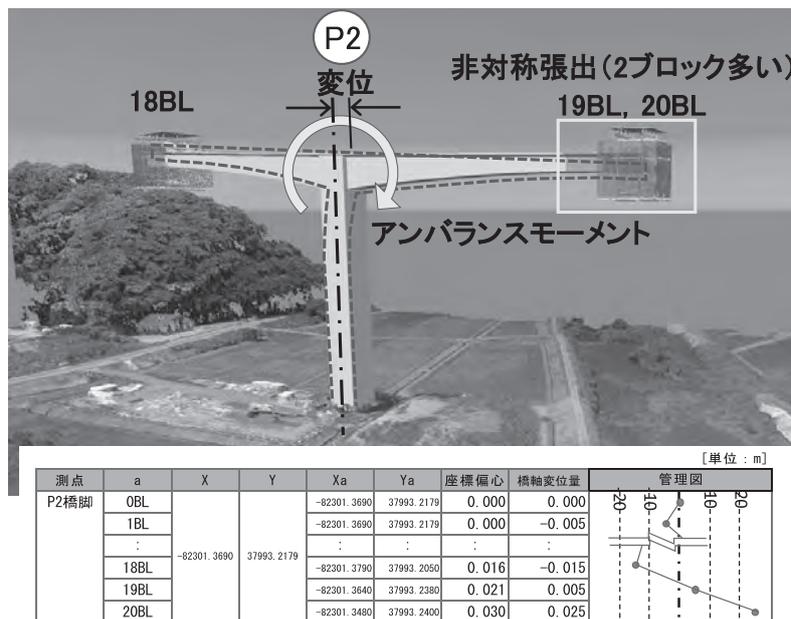


図-16 非対称張出し架設図

## 製品仕様

3M™ コンクリート保水養生テープ 2227HP/2227HPW (強粘着タイプ)					
NETIS登録番号	素材	厚さ	製品形態	製品サイズ	入れ目
TH-110014-VE	特殊ポリオレフィン	0.11mm	ロール状	400mm×50m 610mm×50m	610mm幅(1巻/外箱) 400mm幅(2巻/外箱)

図一 17 コンクリート保水養生テープ

す。そのため、非対称張出し施工までの各施工ステップにおいて、光波測距儀を用いた定点観測を行い、橋脚の変位を計測して、計算値との検証を行った。橋脚コンクリートのヤング係数や設定温度差と考えられる差異は生じたが、それらを補正した計算結果とほぼ一致しており、2次元フレームによる非対称張出しの計算値の精度が確認できた。

## (2) コンクリート保水養生

張出し架設工法は、移動作業車を用いて約10日間のサイクルで施工ブロックを順次架設していく工法である。このため、構築された施工ブロックは、この地域特有の風に若材齢で曝される。コンクリートへの直射日光や風等による水分の逸散を防ぐことが課題であった。そこで、工程サイクルを守りながらコンクリートを確実に養生する方法を検討した。型枠脱枠後のコンクリートに貼り付けることで、表面からの水分蒸発を大幅に抑制し、効果的に保水養生できる「3M コンクリート保水養生テープ」NETIS:CB-110014-VEを採用した(図一17)。本製品の従来型は、直接風雨が当たる鉛直面などには使用できなかったが、強粘着型が開発され主桁外周面に使用することが可能になった。設置期間を90日程度とし、その間コンクリートを効率的に保水養生することができた(写真一1)。



写真一 1 強粘着型の保水養生テープ

## 6. おわりに

CIM導入の結果、施工ステップの可視化によって、発注者との協議や地元および作業員への説明に効果が認められた。また、施工情報を属性付けした3次元データにより、CIMを維持管理に引き継げた。しかし、維持管理においては、必要となる情報が異なる場合があるため、格納フォルダの構成に課題を残す結果となった。CIM活用には現場従事者のスキルアップが必要不可欠であるが、元請業者だけが利用するのではなく、協力業者や材料メーカー、そして発注者にも共有できるような環境整備が必要と考える。

BIM/CIMの試行工事について、橋梁上部工で活用した事例はまだ少ない。橋梁上部工への活用を推進していく上で、膨大なデータを活用する留意点などをまとめ、維持管理時代に向けた3次元モデルの属性情報をさらにスリム化して整理し、保存していくことが重要だと感じた。さらに、部分的ではなく全体の設計データを可視化することで人為的なミスを軽減していくことや、CIMソフトと連携したICT化による業務効率化に向けた技術開発などが期待される。

## 謝辞

最後になりますが本工事は、地元の皆様、関係機関の方々のご理解、ご協力を頂き、平成30年1月に無事完成することができた。ここに、ご協力を頂いた皆様方に感謝申し上げるとともに、早期の全線供用に向けて、安全に整備が推進されることを心から望む。本稿が、今後の設計や工事の施工計画の参考になれば幸いです。

J C M A

## 【筆者紹介】

越智 寿一 (おち ひさかず)  
 (株)日本ビーエス  
 中国支店 技術グループ



# 低空頭ウォータージェットによる 効果的なコンクリート除去技術

## Hydro-Jet RD 工法におけるウォータージェット装置の開発

鈴木 英之・佐竹 康伸・吉田 啓助

合成桁橋の床版更新では、損傷した床版のみを撤去・新設し、健全な鋼桁は再利用する。しかしながら、鋼桁と RC 床版は密に配置されたスタッドで接合され、分離することが容易ではなく、床版撤去の工期短縮を難しくしている。

その課題解決のため、通行止め後の床版撤去期間を短縮する『Hydro-Jet RD 工法 (Hydro Jet demolition technique for Replacing the decks)』(以下「本技術」という)を開発した。本技術は、車両を通行させながら、鋼桁と RC 床版の接合部のコンクリートのみをウォータージェットにて 5 cm 程度除去し、露出部に補強材を装着して交通供用を維持する。その結果、通行止め後の作業量を減らし、床版撤去期間を短縮する効果を持つ。

本稿は、当該技術の中で、床版と鋼桁を損傷することなく、接合部のコンクリートだけを除去するウォータージェット装置、施工方法の開発を中心に報告する。

キーワード：橋梁、大規模更新、合成桁橋、ウォータージェット、ずれ止め (スタッド)、鋼製補強材

### 1. はじめに

高度成長時代に建設された高速道路の多くは経年劣化が顕在化しており、国土強靱化を推し進めるわが国において、社会インフラの健全化が重要課題となっている。そこで高速道路の大規模更新・大規模修繕事業は、2015年3月に高速道路会社の更新事業に対する道路整備特別措置法に基づく事業が許可され、整備が始まっている。一方、都市部の更新事業は、ネットワーク維持の重要性から、長期間の通行止めを極力避けなければならない、大規模更新を行うには課題も多い。

1960年代初頭より建設が盛んとなった鋼コンクリート合成桁橋(以下、合成桁橋)は、経済的な橋梁形式として数多く建設され、老朽化が進んでいる。合成桁橋は、経済性を追求した鋼桁であるため、撤去時の作業荷重が作用すると不安定になり易いなど、合成桁橋特有の床版更新の難しさから急速施工に関しては課題が多い。過去には、床版と鋼桁のずれ止めがブロックジベル(馬蹄形スタッド)であったことなどから、短期間規制と急速施工の工事条件を満たすために、既設の鋼桁ウェブを切断して上部の床版と鋼桁の一部を新設の T 字部材と床版に取り替えた事例があった。しかしながら、長期的な維持管理の観点からも健全な鋼桁を切断することなく、更なる急速施工が図れる技

術が必要とされた。

本技術は、①通行止め期間の大幅な短縮、②準備工時の交通安全性の確保、③周辺環境への配慮、以上を目標に取り組み、これらを実現したものである。

### 2. 本技術の開発コンセプト

#### (1) 開発の経緯

本技術は、通行止め期間の短縮を目的としてウォータージェット(以下、WJ)を活用した床版撤去技術



写真-1 阪神高速道路における床版撤去

のコンセプトを考案し、施工、構造に関する各種要素試験を実施、技術を確認した。そのうえで、阪神高速15号堺線玉出入路にて施工を行い、開発技術の信頼性と適用性を高めた（写真—1）。

(2) 従来工法との比較と本技術の新規性

従来の合成桁橋の床版撤去では、鉄筋やずれ止め（スタッド）が密に配置されている桁上部を残し、床版を細かく分割して撤去しなければならない。さらに桁上部に残ったコンクリートの除去にも時間が掛かるため、撤去工程が長くなっている。近年普及が図られているワイヤーソーで鋼桁と床版を分離する工法は、鉄筋やずれ止め（スタッド）が密に配置されている接合部内部の状況を確認できないため、鋼桁を損傷させないようにワイヤーの位置を誘導する装置を設ける等、慎重な作業が必要であり大幅な工程短縮には至っていない。

この課題に対し本技術は、床版の撤去に先立ち、供用下で鋼桁上のずれ止め（スタッド）を全延長にわたって50mm程度露出させるため、通行止め後はスタッドを切断するだけで速やかに床版を撤去できる（写真—2）。また、床版と鋼桁間に空隙があることから、鋼桁位置に関係なく床版の切断位置を設定でき、撤去



写真—2 WJによる接合部コンクリート除去状況



写真—3 複数台による床版切断状況

表—1 積算上の工程短縮の想定

工種	日数	（通行止め後）	工種	日数
通行止め前作業	なし		WJ・はつり 仮補強設置	17日程度 (通行止め前)
床版切断	6日程度		仮補強材撤去 床版切断	6日程度
床版ブロック撤去	6日程度		床版ブロック 撤去	3日程度
桁上破碎	4日程度		桁上破碎	なし
スタッド撤去	2日程度		スタッド撤去	他の作業に含む
通行止め計	18日程度		通行止め計	9日程度

ブロック数を少なくできる。また、床版切断時は、スタッドに支えられているため、複数の切断機で同時作業を行っても床版のずれ・落下がない（写真—3）。

以上によって、橋面上からの作業量の低減が図れ、同時に複数の作業が可能であることから、通行止め後の撤去工程の大幅な短縮が可能となった。径間長20m、2主桁、1径間の床版撤去の積算工程において、桁上コンクリートを手斫りする従来工法では通行止め期間が18日となるが、本工法では9日間と半分に短縮できることが想定できた（表—1）<sup>1)~3)</sup>。

(3) WJによる除去範囲の管理（車両通行時の構造安全性）

WJによる鋼桁と床版接合部の撤去は、床版コンクリートを直接損傷させるリスク以外にも、鋼桁と床版接合部のコンクリートを除去した状態で車両を通行させた場合、スタッドが降伏して合成構造が不完全となることが予想された。このため、構造的な影響を3次元弾性FEM解析で検討した結果、接合部のコンクリートを除去した状態では、B活荷重作用時に鋼桁と床版のずれ変形に起因するせん断力によってスタッドに降伏応力の3~4倍程度の曲げ応力が発生するが、鋼桁、床版は応力が若干増加するものの許容応力度は超えないことが明らかになった。この検討結果より、スタッドを曲げ降伏させなければ鋼桁および床版の構造安全性は確保できることが明らかになり、WJで接合部コンクリートを除去した後、鋼製補強材と特殊モルタルからなる仮補強材をスタッドに設置することで、スタッドの曲げ降伏を防ぎ、合成桁橋としての機能の低下を抑制した<sup>1), 2)</sup>。

仮補強材を設置するまでに、一度に撤去する接合部コンクリートの延長は、構造解析にて設定した。この橋梁構造に影響を与えない延長方向の制限量以内で、WJによる除去厚を設定範囲（設定値±5mm）に管理し、接合部コンクリートの除去と仮補強材の設置を1日の作業サイクルとして繰り返す計画とした。

### 3. WJを用いた接合部コンクリートの除去技術の開発

開発コンセプトに基づいた本工法の施工手順を以下に示す。

- ①交通供用を維持した状態で、床版と鋼桁接合部のコンクリートのみをWJによる超高压水で除去する。
- ②接合部除去後、当日に除去した範囲のスタッド及び上フランジに仮補強材を設置し、合成桁橋としての機能低下を抑制する。
- ③桁端部を除く、支間全体の接合部を仮補強材に置き換えるまで①②を繰り返す。
- ④交通規制後、撤去作業開始時に仮補強材を速やかに取り外し、床版を所定の寸法で切断した後、スタッドを切断して床版を撤去する。

ここでは、新たに開発した複数の装置のうち、WJ装置について述べる。

#### (1) 既存WJ技術の現状把握

新開発のWJ装置は、これまで述べたように、床版及び鋼桁に悪影響を与えず、さらに合成桁橋としての機能を損なわずに交通供用を可能とする接合部を除去し、必要寸法を過不足のない管理された厚みで、上フランジの全幅を除去する必要がある。

また、本技術は吊り足場での施工を想定しているため、使用水量、回収水量、発生騒音などの発生量の把握と、その削減方法は実用化に向けて重要な要因であった。これらの目標及び問題点に対し、既存のWJ技術の対応度を確認するため、事前に要素試験を行い、現状の把握を行った。

要素試験は、固定された1m角の有筋コンクリート塊に対し、高压水の噴出方向をコンクリート面に対して、60°、90°、120°と変え、それぞれにおいて、コンクリート面に平行方向に移動させて切削した。要素試験の結果、以下の知見を得た。

- ①同じ厚みで切削できる深さは、120mm程度である（標準的なフランジ幅250mmの半分程度）。
- ②鉄筋背面のコンクリートの除去率が低い。
- ③高压水の噴出源から1mの騒音が130dBを超える。
- ④必要とする使用水が4m<sup>3</sup>/時を超える。
- ⑤多くの使用水が飛散し、回収が困難である。

#### (2) 目標の設定

要素試験の結果を踏まえ、①必要な寸法の確実な切削、②使用水量の大幅な削減を開発目標とした。その他、開発目標一覧を表—2に示す。

表—2 WJ装置の開発目標

開発項目	目標
品質	①後工程に必要な寸法を接合部から除去し、かつ床版コンクリートを侵さない管理手法
適用能力	②床版下面から30mmがノズル中心となる低空頭仕様の本体構成
作業効率	③1台のポンプ車両から複数の径間のノズルに対して高压水を供給できる配水システム ④使用水量の低減と使用水量当たりのコンクリート除去量の向上 ⑤狭隘な作業空間においても、人力で設置撤去・移動が可能な小型化、及び軽量化 ⑥ノズルの折り返し、挿入移動の自動化
安全	⑦防護服を必要としない距離からリモート操作可能なシステム ⑧複数スイッチによる並列回路緊急停止システム
環境	⑨使用水量当たりの回収水量の向上 ⑩作業時騒音の低減
その他	⑪床版撤去～設置時の前処理作業の軽減

#### (3) 目標実現に向けての課題

切削厚に関しては、粗骨材径25mm以上のコンクリートに対し、後工程作業（仮補強、スタッドの切断）に必要な寸法を確保しつつ、床版コンクリート範囲は切削しないという下限と上限の範囲で管理する必要があった。特に、交通供用下での作業であることから、床版コンクリート部を切削しない精密な管理手法が求められた。

また、WJの使用水は清水が必要であり、都市部で大量の清水を供給することは、一般的には困難なケースが多い。そのため、現実的な供給量として、散水車で供給できる4m<sup>3</sup>/日程度と想定し、要素試験における使用水量20m<sup>3</sup>/日（=4m<sup>3</sup>/時×5時間稼働）に対する削減目標率を80%とし、かつ、その水量で1日の撤去上限値を処理できるシステムが必要であった。

#### (4) 対策の立案

要素試験の結果を踏まえ、高压水の噴出方向は、切削するコンクリート面に正対する向き（90°）に固定し、ノズルを切削する接合部コンクリートの内部へ挿入するシステムを考案した（写真—4）。このシステムを模擬試験体に対して試験を行ったところ、ノズルの噴射部と接合部コンクリートを等距離に保ったまま切削が行えるため、フランジ幅の大小にかかわらず、同じ切削厚さで、コンクリートの除去が可能となり（表—1目標①）。切削効率が一定で最適化できたことで、使用水量も激減した（目標④）。また、ノズルがコンクリート内部に潜り込むことで、噴射水の飛散防止と（目標⑨）騒音の低減が行えた（目標⑩）。さらに上フランジ面にコンクリートが残らず、後工程にフランジ



写真-4 低空頭式 WJ 装置

上面の研りや研磨作業が発生しないことも確認できた(目標①)。

新たに開発したシステムでは、橋軸方向と橋軸直角方向への移動を制御できる XY 移動装置をベースとしたレール架台装置と低空頭な形状を持つ WJ 装置の二つの装置から構成される。さらに WJ 装置は、前方に高圧水が噴射するノズルを有するタイプ A と側方に噴射するノズルを有するタイプ B の 2 種類を開発し、それぞれをレール架台装置に装着した(写真-5)。

2 種類の WJ 装置の機能を表-3 に示す。



写真-5 WJ 装置及びレール架台装置

表-3 WJ 装置の種類

種類	機能
タイプ A	前方に向けて切削する際に使用。先端前面に複数の噴出孔を持ち、圧縮空気により高速回転しながら高圧水を噴射する。
タイプ B	側方向に噴射する際に使用。ノズルの先端側方に噴出孔を持ち、高圧水を噴射する。誤操作による床版コンクリートの侵食防止を目的として、ノズルは、水平に対して±30°程度の限定された可動域を持つ。先端ノズルは、スタッドピッチにより両側噴射ノズルと片側噴射ノズルを使い分ける。

表-4 接合部コンクリートの切削手順

ステップ	切削方法
STEP1	WJ 装置 (タイプ A) を橋軸方向 (水平) に移動させて接合部ハンチコンクリート表面を研り、直近のスタッドを露出させてスタッド配置を確認する。
STEP2	WJ 装置 (タイプ A) をスタッド間で反転往復させながらノズルを挿入し、鋼桁上を高さ 50 mm 程度で貫通するまで切削する。
STEP3	ノズルが T 字型 (又は L 字型) 噴射となる WJ 装置 (タイプ B) に変更し、スタッド前後に残ったコンクリートを切削する。なお、この時、スタッドピッチが 150 mm 程度以下の場合、左右の両方向から噴射する T 字型噴射ノズル、スタッドピッチが 150 mm 程度以上の場合片側からのみ噴射の L 字型噴射ノズルを使用する。

これらの WJ 装置を使用し、接合部コンクリートの切削は、表-4 に示す 3 ステップで実施する(図-1)。

#### 4. 阪神高速道路 15 号堺線の玉出入路における施工

開発した WJ システムは、実物大模型試験、実橋試験を経て、阪神高速道路の入路において施工を行い、検証及び効果の確認を行った<sup>4)</sup>。

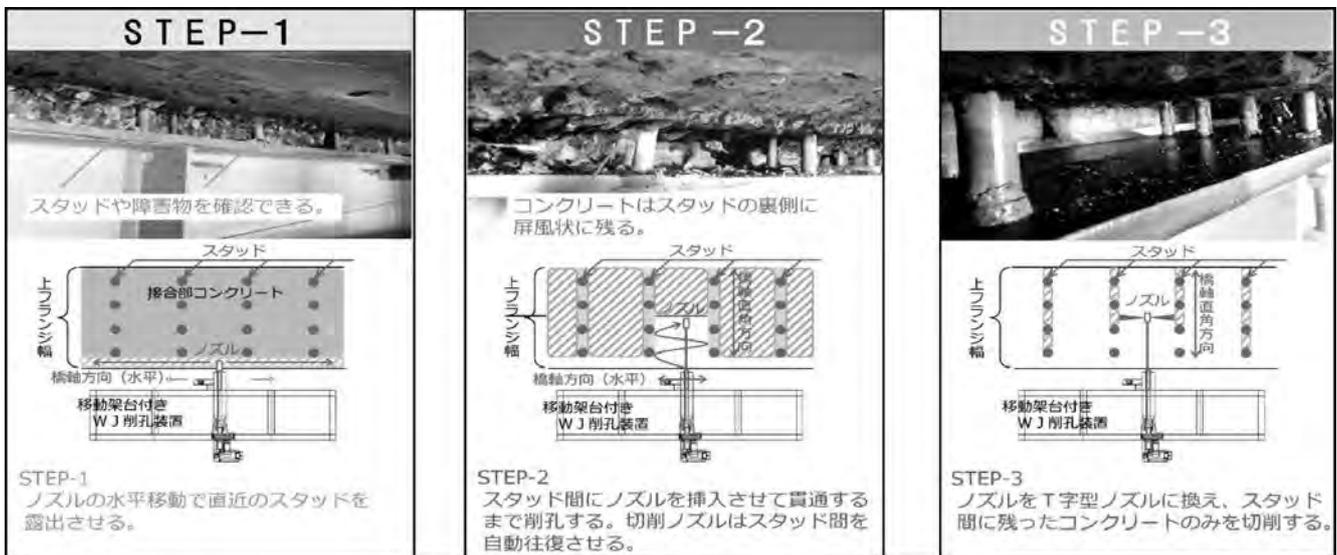


図-1 WJ 施工 3 ステップ概念図

### (1) 工事の概要

2018年3月より、阪神高速15号堺線玉出入路6径間の床版架け替え工事の内、本技術を用いて、3径間(2主桁、幅5.5m、径間延長22m)の床版を撤去する工事を行った。

事前準備工として行ったWJ作業は、交通供用したまま行ったが、施工中は鋼桁の上下フランジにひずみ計を設置し、ひずみ分布から合成桁の中立軸高さを算出して、橋梁構造と上部交通の安全監視を行った。この結果、施工中に中立軸の高さが想定以上に低下することはなかった。

### (2) 作業効率

WJ作業は開発したWJ装置を使用し、水平移動とノズルの伸縮を機械制御で行い、3つのステップで施工することで、使用水量と建設汚泥の抑制、施工時間の短縮、均一な出来形の確保ができた。なお、WJの施工延長は126m、施工日数47日、延べ施工班数83班で、1日当りの施工量は2.68m/日、1班当りの施工量は1.52m/班であった。

### (3) 出来形

玉出入路のずれ止め(スタッド)は4本/列であるので、4測点/列として、除去した範囲ですべての列の測点の出来形計測を行った。計測の結果、目標寸法の50mmに対し、±5mmの範囲に2688測点中、79.6%に当たる2140測点が入った。

### (4) 使用水量

使用水量は、1日の作業量である約3m弱の切削に対し、5m<sup>3</sup>程度の使用量となっている。これは、標準的な散水車で搬入できる量であり、供給量として問題はない。

実績としては、施工日数47日における使用水量は216m<sup>3</sup>であったので、日平均使用量は4.6m<sup>3</sup>/日となった。建設汚泥は193.2m<sup>3</sup>発生しているので回収率は89.4%、約9割の使用水を回収している。広範囲に飛散し、乾く水量、及び使用水に圧力をかけることにより高温化して蒸発する水量を考慮すると、ほぼ100%回収できていると推定できる。

### (5) 環境負荷

騒音発生源の抑制に加え、床面の防音仕様の適用、側面は防音シートと防音パネルの二重仕様としたことも寄与し、離隔8mの最近接の民家における騒音を85dB以下に抑制できた。

## 5. 今後の課題

今後の課題として、以下があげられる。

### (1) 障害物対応

接合部内には、図面標記にない段取り筋、型枠吊り金具の残骸、鋼製スペーサーなどが存在する。WJ装置のノズルを挿入する際に、これらと衝突、干渉した場合、駆動軸に負荷がかかり、状況によっては、ロットの変形破損となる。現状は、発生音などからオペレーターが緊急停止させているが、トルク管理により、駆動軸の負荷増大などの異常を自動感知できるシステムが必要である。

### (2) ハンドガン施工の削減

横桁、端部などはWJの架台装置と干渉するため、すべての部位について機械施工ができず、一部をハンドガン施工としている。また、接合部コンクリートの厚さが極端に少ない箇所もハンドガンで施工した。ハンドガンの施工は、安全上の配慮が必要で、施工の効率も悪いことから、できる限り少なくする必要がある。今後は、WJ施工機械のさらなる小型化を進め、ハンドガン施工の範囲を減少させる。

## 6. おわりに

本技術Hydro-Jet RD工法は、床版の架設の前段階の撤去作業に着目して開発を行い、標準的な撤去工法と比較し、短い通行止め期間で撤去できることを検証した。一方、撤去床版の形状、寸法に自由度が高いことから、効果的な架設方法と組み合わせた更新工法とすることで、道路規制下での更なる工期短縮を図ることが可能だと考えており、今後はこれら更新技術の開発にも取り組む所存である。

## 謝辞

最後になりますが本工法の開発を進めるにあたり、多大なご協力、ご支援を頂いた関係者の皆様に、心より、感謝申し上げます。

JICMA

### 《参考文献》

- 1) Yojiro Murakami, Takashi Kosaka, Akinori Sato, Seisuke Muragishi, Kimio Saito, Yasuo Kawabata: Design and Construction of UHPFRC Deck for Replacement of Deteriorated Concrete Slab, 40th IABSE Symposium.
- 2) 佐藤彰紀, 橋爪大輔, 石塚健一, 佐竹康伸: 合成桁橋のRC床版取替におけるウォータージェットを用いた急速撤去技術の開発(その1:

概要と構造検討), 第73回年次学術講演会, VI部門-328, 2018.

- 3) 川端康夫, 佐藤彰紀, 中山佳久, 吉田啓助: 合成桁橋のRC床版取替におけるウォータージェットを用いた急速撤去技術の開発(その2: 施工技術の開発と試験施工), 第73回年次学術講演会, VI部門-329, 2018.
- 4) 鈴木英之, 中山栄作, 佐竹康伸, 中山佳久, 齋藤公生, 村岸聖介: 阪神高速道路15号堺線玉出入路床版取替工事への新技術の適用, 橋梁と基礎 2019年2月号, 2019.

[筆者紹介]



鈴木 英之 (すずき ひでゆき)  
阪神高速道路㈱  
大阪管理局 保全部 保全設計課  
課長代理



佐竹 康伸 (さたけ やすのぶ)  
飛鳥建設㈱  
土木事業本部 リニューアル統括部  
担当部長



吉田 啓助 (よしだ けいすけ)  
第一カッター興業㈱  
ウォータージェット事業部  
部長



# 狭い幅員の橋梁点検・補修用移動式足場の開発

## 車両通行を妨げずに作業を可能とするブリッジハンガー

藤田 全彦・野澤 重之・村上 俊明

地方道に架かる橋梁の多くは2車線以下の狭い幅員であり、橋梁点検や補修を行う際、緊急車両や大型車両などの通行を妨げずに、複数名搭乗可能で移動しながら作業が行える足場が求められている。これらの条件を満足すべく、筆者らは移動式簡易検査路「ブリッジハンガー (NETIS QS-160032-A)」(以下、本装置という)を開発したが、橋梁の現場条件はさまざまに異なるため、装置の改良を積み重ねながら汎用性を高めることを進めている。本稿では、本装置の概要について説明するとともに、現場条件に応じて稼働させた施工事例について紹介する。

キーワード：橋梁点検、橋梁補修、足場、通行規制

### 1. はじめに

県市町村の地方公共団体が管理する橋梁には狭い幅員の橋梁が非常に多い。例えば、平成26年度～29年度の橋梁点検結果<sup>1)</sup>では、点検を実施した全54万2千橋の内27万3千橋(50.3%)が幅員5.5m未満、35万2千橋(65.0%)が幅員7m未満である。

そのような幅員が狭く、かつ地上から近接することが困難な橋梁で点検や補修などを行う場合、幅3m以上を占有する橋梁点検車は通行規制が必要になり、緊急車両通行の妨げになるとともに住民や公共交通の通行時に作業を中断して回避せざるを得ず、極めて非効率になるとともに交通利用者に不便をもたらすことになる。一方、従来の吊り足場は、その設置と撤去に多大な工費と時間を要するため、明確な必要性がない限りは採用し難いことになる。

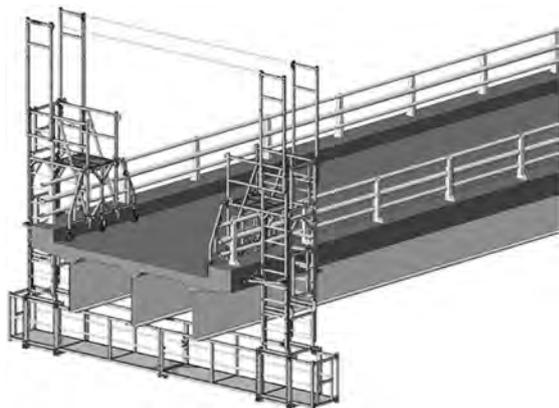


図-1 狭い幅員の橋梁点検・補修用移動式足場

そこで、幅員が狭い橋梁において通行規制を必要とせずに、複数名搭乗可能で移動しながら連続して点検・補修作業などを効率的に行える装置として、本装置を関連する5社協同で開発した。

### 2. 狭い幅員の橋梁に適用できる装置の検討

#### (1) 要求性能と基本構造の検討

狭い幅員の橋梁における点検・補修等の作業用足場として、以下の条件が求められる。

- ① 設営完了後、一般車両の通行が可能、
- ② 作業中の路面専有面積の最小化、
- ③ 短時間で設営・撤去が可能、
- ④ 作業員数名が搭乗し、同時作業が可能、
- ⑤ 装置の移動が容易で人力でも可能、
- ⑥ 現地までの運搬が4トン車程度で行える

これらの条件を満たすべく、装置の構造について以下の検討を行った。

まず、作業中の路面占有面積を最小化して一般車両の通行を可能とするために、橋面上の支持面積を小さくできる吊り(ハング)形式で左右対称の逆門型構造を採用した。次に、短時間で設営・撤去を可能とするために、装置を左右二分して接地部材、吊下げ部および作業ステージをユニット化し、それらの接続部を可動にすることにより、組立・解体が容易な構造にした。

装置の組立て時に最も重要になるのが橋梁下面における左右ユニットの作業ステージの橋渡しである。高所で安全に行うには人間による作業を最少化する必要

があり、種々の方法を試行した結果、吊下げ部において作業ステージを支持する箇所すべてにローラーをつけ、それにより作業ステージを容易に送り出せる方法を採用した。

次に、複数名が搭乗可能な作業ステージにするため、中央の接合部をオスメス構造にして緊結し、手摺材も一体構造とすることにより、従来の検査路規格に準じた剛構造にした。そして、装置の移動を容易にするために、橋面上の接地部3点のすべてに車輪（キャスター）構造を採用した。

幅員が狭い橋梁は、当然ながら幅員が狭い道路の路線にあるため、大型車では装置の搬入出が困難な場合が生じやすい。そこで、4トン車でも運搬可能にするために、ユニット部材を折り畳み構造にし、かつ2ユニットが荷台上に並置可能な形状にした。その際、運搬時の荷長さを制限寸法内にし、かつ桁高が異なる橋梁に対応可能にするために、吊下げ部を伸縮可能な構造にして調整した。

## (2) 装置の基本仕様

本装置の全容を写真—1に示すが、作業ステージは幅600×長さ4380～7175mm（可変）で、一般車両交通が可能な間隔を確保できる状態で橋梁幅員3800～7180mmに対応でき、また、左右の吊下げ部は昇降路兼用で桁下高さ925～2625mmに対応した可変式である。橋面には移動車輪で設地し、路面上の高さは地覆高欄の状況に対応できるように400mmの伸縮幅を設けた。

本装置の定格荷重は300kg/8.4m<sup>2</sup>としており、その耐荷性能を確認するため工場内の模擬橋梁に設置した状態（写真—1）で、作業ステージの中央に400kgを載荷した時のたわみを計測した。除載荷を5回繰り返して計測した結果、載荷時たわみは18mmで除荷時はすべて0mmであり、安全性が確認されている。

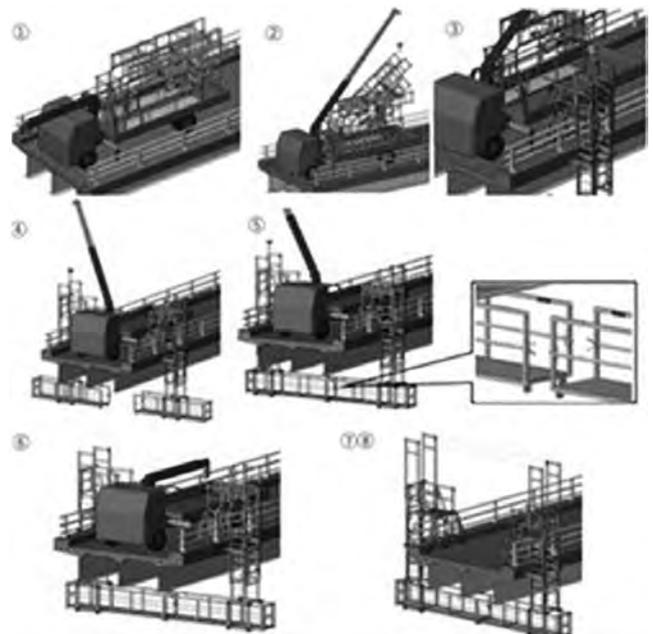


写真—1 本装置の全容

返して計測した結果、載荷時たわみは18mmで除荷時はすべて0mmであり、安全性が確認されている。

## 3. 実橋における検証

本装置の設営手順を図—2に示す。デリッククレーンを用いて片側ユニットを組み立てた後に残りのユニットを組み立て、作業ステージ中央で堅結して完成させる仕組みで、設置および解体に要する時間は約30分である。



- ①簡易クレーン付きトラックにブリッジハンガー（以下 本機）を積載し対象橋梁設置部に停車する。
- ②本機左の上部フレームを簡易クレーンにて吊り上げ起伏させピンにて固定する。
- ③本機左を吊り上げ橋梁欄干に引っかけるように設置し、トラックに仮止めする。
- ④本機左と同じように本機右を設置する。
- ⑤橋梁下部にて本機左および右のスライドステージを連結する。
- ⑥本機左および右の上部連結支柱ワイヤーを連結する。
- ⑦トラックを退去させる。
- ⑧本機設置完了。

図—2 本装置の設営手順

本装置の設営状況を写真—2に示す。本橋は、単径間の直橋で添架物や上空架線などがなく、本装置を容易に設置して稼働できる条件であった。

しかしながら、このような橋梁はまれであり、実橋の現場条件はさまざまに異なっている場合が多く、それらに対応した措置を行う必要がある。この措置を現場で即応するには制約が多いため、橋梁の断面寸法、路面状態、添架物や上空架線の有無などを、事前に調べて本装置の施工可能性を確認することを基本的手順にしている。



写真一2 本装置の設営状況

次に、これまでの施工実績の中から、さまざまな現場条件に対応した事例を紹介する。

### (1) 大型車交通量が多い橋梁 (N 橋)

N 橋は、橋長 30.0 m、幅員 6.20 m (有効幅員 5.0 m) で、地場産業の大型車が日常利用する、N 町北部地区で唯一の大型車交通 (12 h 交通量 200 ~ 300 台) が多い路線に架かる橋である。耐震補強・補修事業として詳細調査を実施するにあたって、大型車の通行止めができなため、本装置が採用された。

本装置の路面上のキャスターを地覆そばに寄せ、安全コーンも含めた設置幅が片側 0.6 m に収まるようにして通行帯を 3.8 m 確保して、車両幅 2.5 m の大型車が支障なく通行できるように対応した事例である (写真一3)。



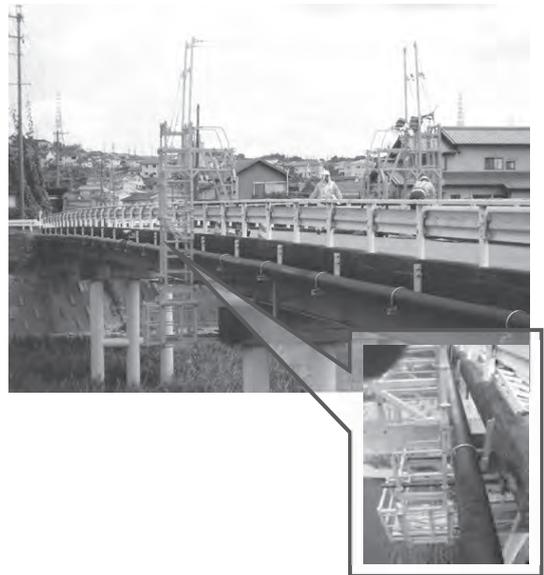
写真一3 N 橋における本装置の状況

### (2) 添架物が張り出している橋梁 (S 橋)

地方道においては、河川に架かる橋梁に水道、ガスなどの生活インフラが添架されている場合があり、それらは架橋後に追加されたものが多く統一性がないため、その都度現場対応となる。

S 橋は、橋長 75.5 m、幅員 4.70 m (有効幅員 4.0 m) で、添架物が橋梁の側端から 450 mm 張り出したアングル上に設置されている。それを回避するため、敷鉄板を設置してキャスター部を高欄そばに近づけ、吊下げ部と側端との隙間を 500 mm 確保した。

本装置の可変式作業ステージの長さは最大 7.2 m であるため、吊下げ部が 0.5 m 外側に離れた位置、すなわち本装置の全幅が 6.9 m になる状態であっても所定の剛性と安全性は保たれ、作業が支障なく行えた事例である (写真一4)。



写真一4 添架物が張り出す S 橋における状況

### (3) ピアかわしによる本装置の移動 (H 橋)

多径間橋梁において、ピア (橋脚) をかわして本装置を移動させる時、作業ステージを開放して左右それぞれを外側に送り出し、ピアをかわした後に再度ステージを中央で接合する作業を行う。ステージを開放する際に本装置のバランスを保つため、左右の吊下げ部の上端をトラス梁で連結する。ピアをかわした後、トラス梁は観音開きにして、車両通行空間が確保されるようにしている。

H 橋は、橋長 51.9 m、幅員 4.9 m (有効幅員 3.7 m) の 5 径間である。ピアかわし時の連結材を軽量化し、観音開き型で本装置に常設することで作業の簡便化を図り、1 回のピアかわしに要した時間は約 15 分であった事例である (写真一5)。



ピアかわしトラス連結



作業ステージ開放



連結トラス観音開き

写真-5 ピアかわしによる本装置の移動



写真-6 重量規制橋梁における設営状況

#### (4) 重量規制がある橋梁 (K 橋)

狭い幅員の橋梁においては重量規制されている場合が少なからずあり、運搬車両や橋梁点検車は乗り入れができない。そのような場合でも、本装置の総重量は1.3tであるため、搬入組立て場所を橋外に確保することによって、点検・補修用の足場として使用可能である。

K 橋は、橋長 35.0 m、幅員 3.9 m (有効幅員 3.5 m) で、2t に重量規制されている。写真-6 に示すように、車両を橋外に駐車してデリッククレーンにてユニット部材を橋端で組立て、本装置の完成後に点検箇所へ人力で移動して、一連の作業が短時間でできた事例である。

#### 4. 有資格作業員の育成

本装置は、4tトラックに折畳んで積載した2組のユニットを現地にて組立てる「つり足場」であるため、図-2 に示す設営手順の段階毎に安全確認すべき項目を数多く設けている。それらの項目を十分に認識して、本装置を手際よく安全に設営できる作業員を育成する目的で、模擬橋梁を用い実機による訓練研修を実施している (写真-7)。

模擬橋梁には4tトラックを上載しており、狭い幅員の橋梁と同様の作業空間での設営ならびにさまざまな現場条件に対応するオプション操作を修得させ、研修修了者として認定している。



写真一七 模擬橋梁を用いた実機訓練

## 5. おわりに

地方公共団体が管理する膨大な数の橋梁点検を行うに際しては、限られた予算の中で、効率的かつ安全に遂行できる手段の確立が必要不可欠である。その実現に向けて、本装置が貢献できれば幸いである。

JICMA

### 《参考文献》

- 1) 国土交通省, 道路メンテナンス年報 (平成 26 年度～ 29 年度), 橋梁点検結果 (地方公共団体)

### 【筆者紹介】

藤田 全彦 (ふじた まさひこ)  
西尾レントオール(株) 技術本部  
技術開発部長



野澤 重之 (のざわ しげゆき)  
山崎マシーナリー(株)  
取締役営業統括部長



村上 俊明 (むらかみ としあき)  
エスイーリペア(株)  
顧問



# 構造物点検のための音波照射加振による 遠距離非接触音響探査法

## 30 m を超える高さの橋梁床版に対する適用性検討

杉本 恒美・歌川 紀之・川上 明彦

遠距離音波照射加振による非接触音響探査法の検討を行っている。本手法はコンクリート構造物の表層付近に存在する内部欠陥を長距離から検出可能であり、原理的にたわみ共振を利用しているために叩き点検の代替手法として期待されている。そこで、今回は因島大橋東高架橋において、30 m を超える高さにある橋梁床版に対する非接触音響探査法の遠距離検証実験について紹介する。実験は2016年、2017年と1年の間隔をおいて2回行われ、欠陥部の進行状態が確認できるかどうかについて検討を行った。実験結果より欠陥部の劣化状態が進行していることが確認され、本手法が実際に遠距離から適用可能であることが明らかになった。

キーワード：非接触音響探査、音波照射加振、たわみ共振、振動エネルギー比、マルチトーンバースト波、高架橋

### 1. はじめに

2018年8月に起きたジェノバ市にあるモランディ橋の崩壊は衝撃的なものであったが、これはイタリア国内における慢性的な道路行政に対する予算不足が原因であるとされている。我が国の場合は無関係であると思いたいところであるが、少子高齢化が進みつつある現在、将来的にコンクリート構造物の補修・点検に十分な予算が確保できるかどうかは極めて不透明な状況であると言える。

一方で、従来のコンクリート構造物の点検手法は、目視もしくはハンマーを用いた叩き点検がいまだに主流であるというのが実情である。しかしながら、国内の少子高齢化の進行に伴い、熟練の叩き点検作業者の不足が目立つようになってきている。これは叩き点検作業自体が発生音の違いを耳で聞き分けるといった経験と勘を必要とする作業であるがために、一朝一夕には作業者を育成できないことに起因している。そのため、作業経験が少なくても簡単に使用できるような様々な定量的な手法の開発が進められてきている。しかしながら、提案されてきた多くの手法（超音波、電磁波レーダ、打音法）は、測定対象面に測定機材自体を接触もしくは近接させる必要があるために足場や高所作業車を必要とするという問題点を抱えており、実際の作業性の改善には結びついていない。そのため、遠距離から非接触かつ従来の打音法と同等な検査が可能な点検手法の開発が望まれている。

計測対象面に長距離から非接触で探査できる手法としては、既に赤外線カメラを用いた手法やパルスレーザーを用いた衝撃加振法などが提案されている。前者の赤外線カメラを用いれば非接触で対象面の温度分布を計測すること自体はできる<sup>1)</sup>。しかし、温度変化の少ないトンネル内では、検出時にヒーター等の加熱が必要となるため、高い天井部の検査には適していない。また、一般的には日照等による温度変化の影響を受けやすいという問題点がある。日照等の影響を避けるためにあえて5～8μmの波長帯域に感度を持たせた赤外線カメラを用いる報告<sup>2)</sup>もあるが、その波長帯域の赤外線は大気中の減衰も大きいため、10 m以上の遠距離での計測にはあまり適していない。さらに、測定結果は表面近傍の温度分布のみを示しているため、原理的に叩き点検の代替方法としては不十分と思われる。一方で後者のレーザー照射加振を用いたレーザーリモートセンシング法<sup>3)</sup>では遠距離からの計測が可能であるが、大出力レーザーを複数使用するために検査時の安全性が課題となっている。さらにコンクリートの場合には融点が低いため、表面を破壊してしまわないように極短時間のレーザー照射加振しかできない。そのため、大電力に見合った有効な振動エネルギーを加えることが出来ていないという欠点がある。

そのため、我々は音波照射加振によるたわみ共振をレーザードップラ振動計(LDV:laser Doppler vibrometer)で検出するという非接触音響探査法を提案し、10 m遠方からでもコンクリート供試体内にある空洞欠陥を

検出できることを示した<sup>4)</sup>。その後、実用上の欠陥検出性能を向上させるために、シングルトーンバースト波、時間周波数ゲート<sup>5)</sup>、振動エネルギー比<sup>6)</sup>およびスペクトルエントロピーを用いた欠陥検出アルゴリズム<sup>7), 8)</sup>などを考案した。しかしながら、音波照射のような極めて弱い加振力で欠陥部を振動させるためには欠陥部の共振現象を利用する必要がある、場所により異なる共振周波数を探すために計測時間が長くなるという問題点があった。そこで、計測高速化のために1回の音波放射に複数周波数を用いたマルチトーンバースト波を考案した<sup>9)</sup>。今回は、この非接触音響探査法を実際のコンクリート構造物である高架橋への適用性について検討した。

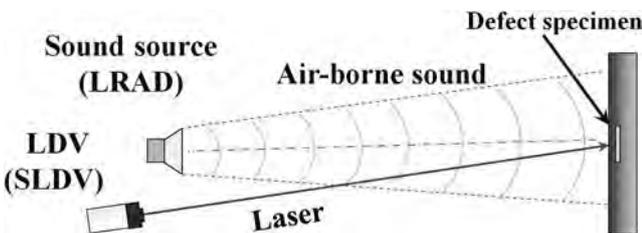
## 2. 非接触音響探査法の概要

### (1) 基本セットアップ

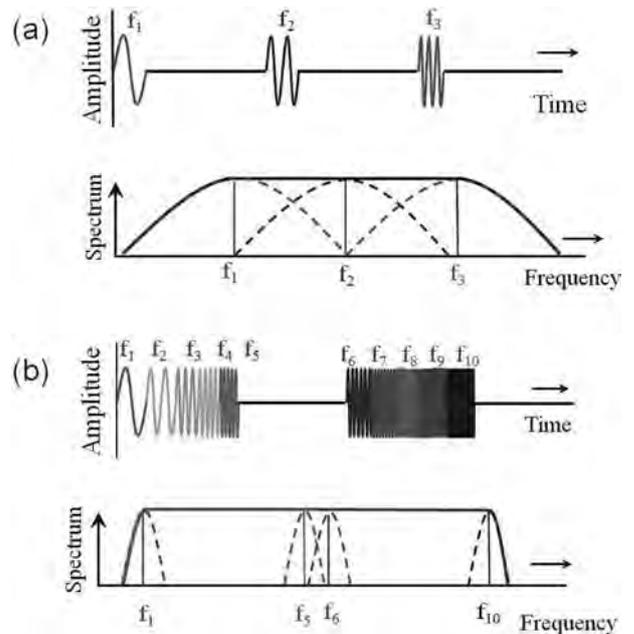
図一1に非接触音響探査法の基本セットアップを示す。音源としては5 m以上の距離では主に長距離音響放射装置 (LRAD) を使用する。発生した音波により測定対象壁面を励振し、励振時の壁面上の振動速度を高感度のLDVもしくはスキャニング振動計 (SLDV: Scanning LDV) を使用して2次元的な振動速度分布を計測する。もし、壁面内部に水平方向のひび割れなど欠陥が存在すると、その欠陥部上は健全部に比べると曲げ剛性が低下するため、音波のような微弱な力でもたわみ共振を発生させやすくなっている。一方で音波照射加振により発生できる圧力は、ハンマー加振の約100分の1程度でしかない。しかしながら、欠陥部のたわみ共振周波数を利用すれば、そのようなごく弱い力であっても計測対象の表面近くに存在する欠陥を検出することが可能である。ただし、そのためには送信音波の中に欠陥部のたわみ共振周波数が含まれている必要がある。

### (2) 音波送信方法

欠陥部のたわみ共振周波数で振動させるためには、その周波数を含んだ音波を送信する必要があるが、一



図一1 非接触音響探査法の基本セットアップ



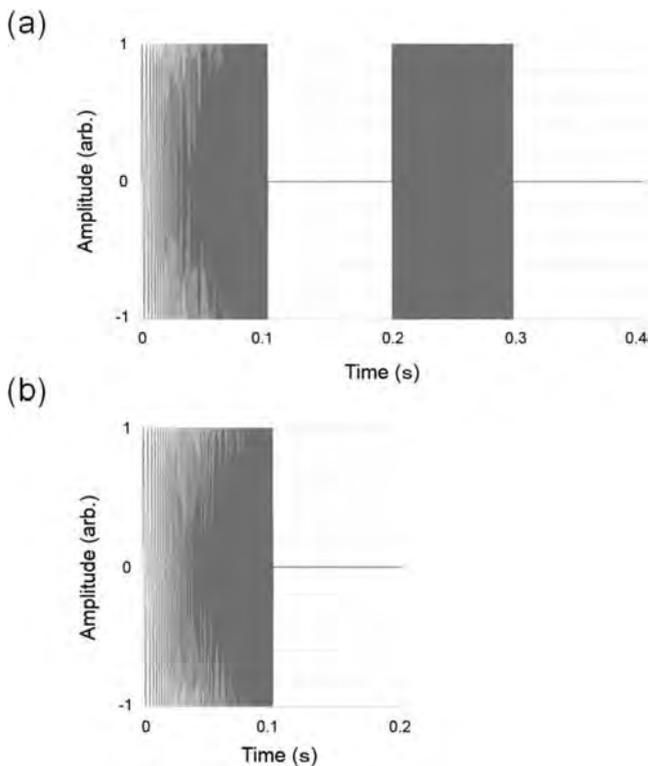
図一2 トーンバースト波の模式図<sup>11)</sup>

(a) シングルトーンバースト (STNB) 波, (b) マルチトーンバースト (MTNB) 波

般的にその周波数は未知であるため、本手法では欠陥部のたわみ共振周波数を探す必要がある。一方で、高感度のLDV自体が計測対象からの反射音波による振動でS/N比 (Signal to Noise ratio) が低下してしまうのを避けるために、連続的な波形ではなく間欠的な波形で計測することが望ましい。そのために図一2(a)に示すような1回の送波で1つの周波数を使用するシングルトーンバースト (STNB: Single ToNe Burst) 波、図一2(b)に示すような1回の送波で複数の周波数を使用するマルチトーンバースト (MTNB: Multi ToNe Burst) 波などが考案された<sup>9), 10)</sup>。どちらも欠陥部のたわみ共振を発生させるために同じ周波数を一定時間駆動させていることおよび、欠陥探査に必要な周波数帯域をカバーするように設定するなどの特徴がある。必要とする周波数範囲にも依存するが20 mを超える遠距離になると、反射音波が戻ってくるまでに時間的な余裕があるために、必要な周波数帯域すべてを短時間に送出することが可能となる。そのため特に遠距離での高速計測にはMTNB波が適していると言える。

### (3) 送信波形例

今回の橋梁実験では離隔が30 m以上であったために、高速計測に適した加振用音波としてはマルチトーンバースト波を使用した。波形例を図一3に示す。2016年はパルス長さ5 ms、周波数範囲300 ~ 4000 Hzの周波数範囲を持つマルチトーンバースト波 (300 ~ 2000 Hz および 2100 ~ 4000 Hzの2群構成、波形全体の時間長さ400 ms)、2017年は同じパルス長さで



図一 3 実際に使用した MTNB 波の全体波形

(a) 2016 年に使用した MTNB 波 300-4000 Hz (全体の波形長さ 400 ms),  
 (b) 2017 年に使用した MTNB 波 300-2000 Hz (全体の波形長さ 200 ms)

周波数範囲 300 ~ 2000Hz の周波数範囲を持つマルチトーンバースト波 (300 ~ 2000 Hz の 1 群構成, 時間長さ 200 ms) を使用した。周波数範囲を変更した理由は後述の 2016 年度の実験結果から亀裂欠陥のものによると思われる周波数ピークが主に 2000 Hz 以下に存在することが判明したためである。通常, たわみ共振の場合, 欠陥の面的な規模が大きくなるほど周波数は低下すること, およびコンクリート内部に発生した亀裂欠陥は大きくなることはあっても自然に小さくなることは考えられないことなどの理由からここでは低い周波数のみに加振する周波数範囲を変更した。

#### (4) 振動エネルギー比

実際のコンクリート構造物内に発生する欠陥は複雑な形状をしていることが多く, 複数の共振ピークを持つ場合がある。そのような場合には, 単一の共振周波数のみを映像化する欠陥検知アルゴリズムでは欠陥規模を明らかにすることができないことが想定される。しかしながら, ある周波数範囲での振動速度のパワースペクトルの和を振動エネルギーに対応する値であるとして, 欠陥部と健全部には明確な差が生じていることが考えられる。そこで, 振動エネルギー比 (VER: Vibration Energy Ratio) を (1) 式のように定義する。

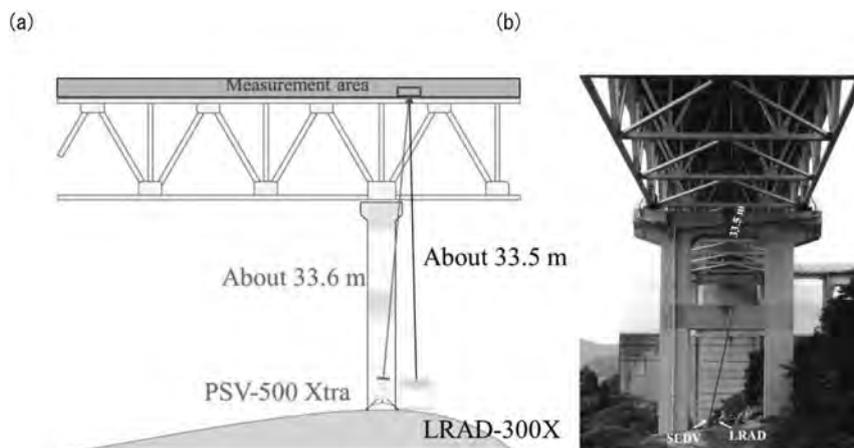
$$[VER]_{dB} = 10 \log_{10} \frac{\int_{f_1}^{f_2} (PSD_{defect}) df}{\int_{f_1}^{f_2} (PSD_{health}) df} \quad (1)$$

ここで,  $PSD_{defect}$ ,  $PSD_{health}$  は欠陥部, 健全部のパワースペクトル密度,  $f_1$  および  $f_2$  は下限および上限周波数である。実際のコンクリート構造物では健全部でも若干のばらつきがあることが考えられるが, ここでは計測された健全部中で振動エネルギーが最も低い値を  $PSD_{health}$  として計算する。

### 3. 橋梁での遠距離計測実験

#### (1) 実験セットアップ

非接触音響探査法が実際に遠距離から, 欠陥部の進展があるかどうかを判定するスクリーニング検査に使用できるかどうかを検討するために, 2016 年および 2017 年と 2 年連続して広島県尾道市にある因島大橋東高架橋にて探査実験を実施した。実験セットアップ図および写真を図一 4 に示す。音源および SLDV は橋梁のほぼ真下に配置し, 計測対象面までの計測距離は約 33.5 m であった。なお, 音源としては LRAD-300X (LRAD Corp.), SLDV としては PSV-500 Xtra



図一 4 高架橋における実験セットアップ<sup>10), 11)</sup> (a) セットアップ図, (b) 全体写真

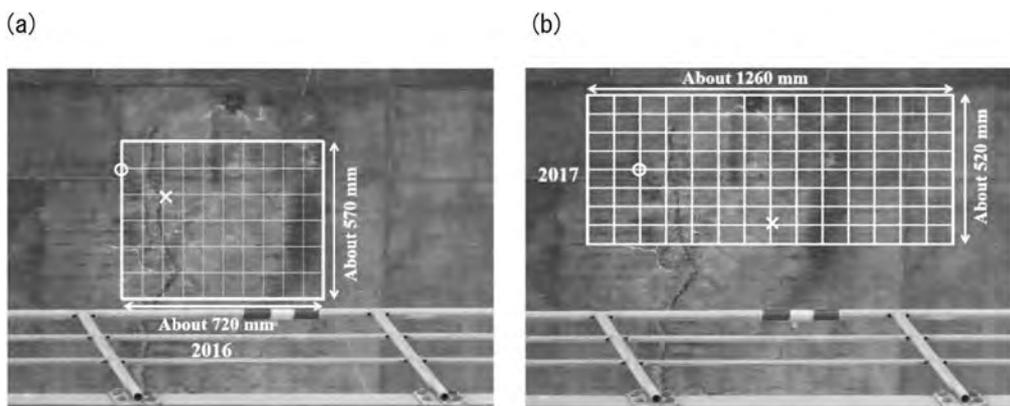
(Polytec Corp.)を使用した。計測箇所は定期点検で、浮きがあると判定された箇所である。図一5に計測箇所の写真(写真は2016年当時)および2016年および2017年の計測範囲図を示す。2016年と2017年では、計測領域がややずれてはいるが、どちらも打音点検で浮きが判定された目視できる細い亀裂を領域左側に含むように設定されている。領域の大きさは、2016年は約 $720 \times 560 \text{ mm}^2$ で、計測ポイント数は77( $11 \times 7$ , 計測ピッチは約 $72 \times 93 \text{ mm}^2$ ), 2017年は約 $1260 \times 520 \text{ mm}^2$ で計測ポイント数は135( $15 \times 9$ , 計測ピッチは約 $90 \times 65 \text{ mm}^2$ )である。なお、図中の白線の交点がスキャンした位置である。加振用音波としては、前節

で紹介したマルチトーンバースト波を使用した。なお、アベリッジ回数については2016年では3回、2017年では5回で計測した。なお、計測にかかった時間は2016年では約224秒、2017年では約490秒程度であった。

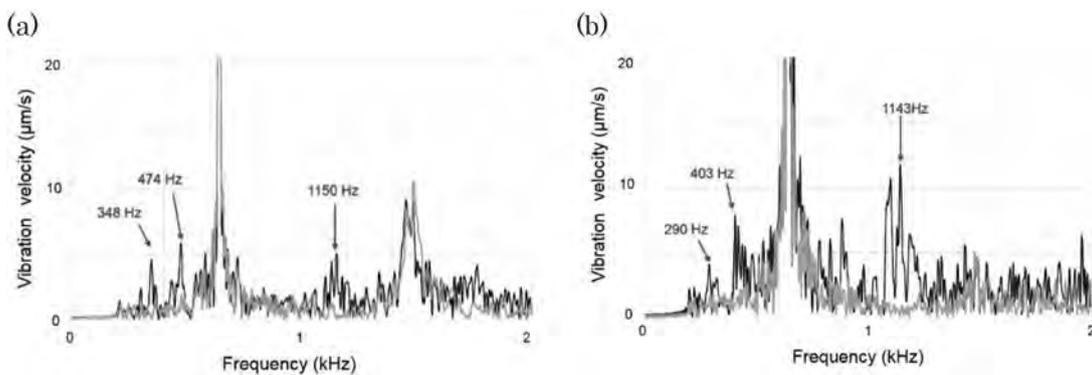
(2) 実験結果

(a) 振動速度スペクトル

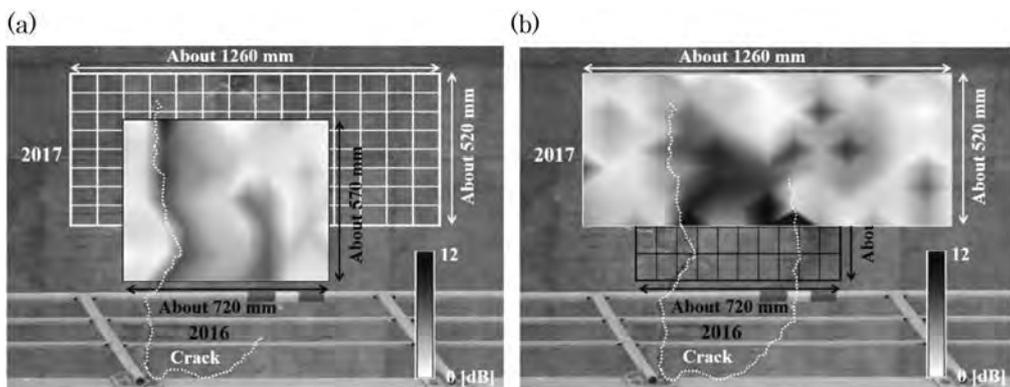
2016年および2017年における健全部および欠陥部と思われる箇所の振動速度スペクトルを図一6に示す(黒色線:欠陥部, 灰色線:健全部)。測定箇所はそれぞれ、図一5中における○印および×印が示す位置である。図中の630 Hz付近と1500 Hz付近にあ



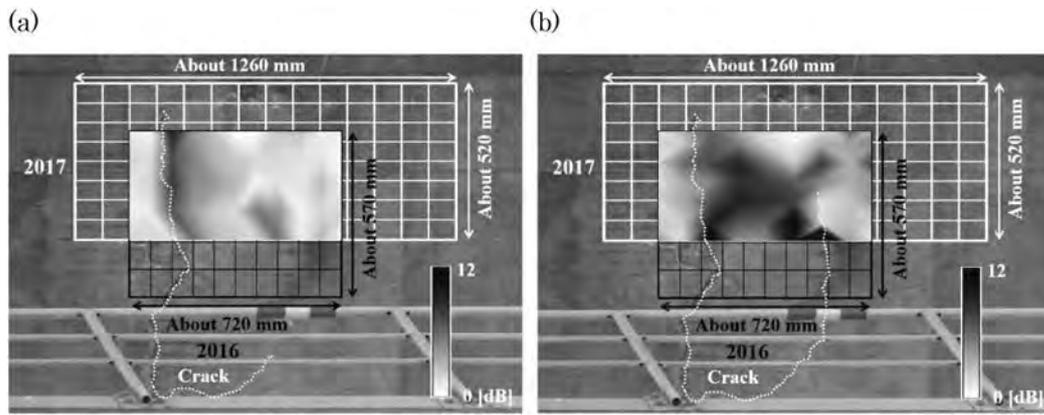
図一5 計測範囲 (a) 2016年, (b) 2017年



図一6 振動速度スペクトルの比較図(黒色線:欠陥部, 灰色線:健全部) (a) 2016年, (b) 2017年



図一7 振動エネルギー比(300-2000 Hz)の分布図 (a) 2016年, (b) 2017年



図一八 振動エネルギー比 (300-2000 Hz) の分布図 (2) (a) 2016年, (b) 2017年

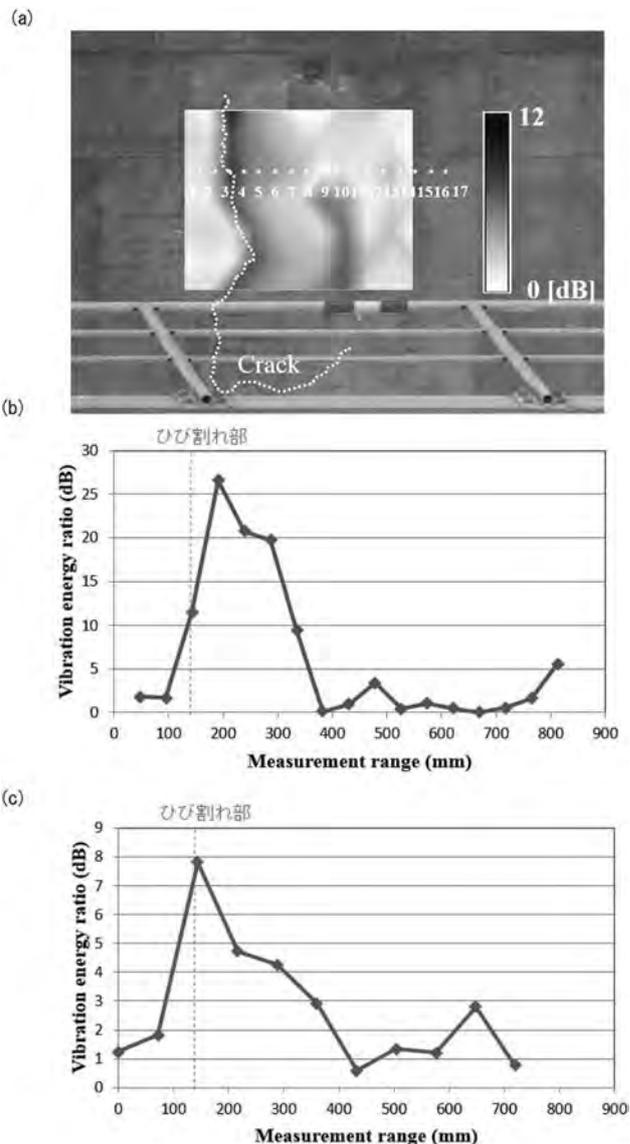
るピークは、事前の検討でスキヤニング振動計内にあるガルバノミラーの共振であることが判明している。それ以外の 300 ~ 500 Hz 付近および 1150 Hz 付近にある共振ピークが健全部にはないもので、欠陥部に起因するものと推測される。

(b) 振動エネルギー比を用いた映像結果

図一七 振動エネルギー比 (300 ~ 2000 Hz) を用いた映像結果例を示す。また、2016年と2017年で計測領域が異なるため、比較のためにあえて同じ領域のみを切り出した結果例を図一八に示す。ただし、SLDVのヘッド共振周波数帯域 (630 Hz, 1.5 kHz) 付近は積分から除いている。なお、図中の白点線は写真から判断できる亀裂位置を示している。2016年より2017年の方が亀裂が伸びており、2017年の映像結果からはちょうど亀裂に挟まれた領域で振動エネルギーが高くなっていることがわかる。また、2016年には左側の亀裂部しか確認できなかったが、映像からは2017年に右側に発生した亀裂位置の振動エネルギー比もやや高く表示されており、内部的に剥離が進行していたことがわかる。これは図一六において、2017年の方が共振周波数が低くなっていることから言える。

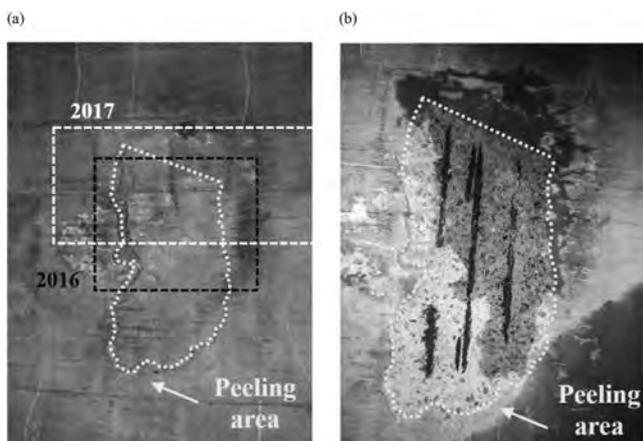
(c) ハンマー加振時の振動エネルギー比

2016年の実験時には振動エネルギー比による映像結果と比較するために、ハンマー加振時の振動速度分布をSLDVにより計測した。加振位置はSLDVの計測用レーザ光の近くとし、音圧を下げたLRADの音をトリガ用の信号音として利用して3回の加算平均を行った。ただし、高所におけるハンマー加振作業の困難性を考慮して、計測は横方向1ライン (17点) のみで行われた。計測位置およびその位置における振動エネルギー比を図一九 (a) および (b) に示す。なお、この実験の場合にはSLDVのヘッド共振の影響は無視できるために積分範囲は300 ~ 2000 Hzとしている (レーザヘッドの共振周波数帯域もそのまま積分)。図



図一九 ハンマー加振との振動エネルギー比分布の比較 (a) 計測位置, (b) ハンマー加振 (300-2000 Hz), (c) 音響加振 (300-2000 Hz)

より、亀裂部のある計測点3から、計測点7にかけて振動エネルギー比が高く、亀裂部の右側に振動エネルギー比が高い箇所があることが確認できる。この結果



※現在補修完了済  
 図—10 計測領域の写真 (a) 叩き落とし前, (b) 叩き落とし後

は非接触音響探査法により得られた結果である図—9 (c) と同様な傾向を示していることがわかる。

### (3) 実験後の内部の状況

今回の実験箇所では進展が確認された欠陥箇所は、補修工事中であったことから本実験終了後にたたき落して状況を確認した。剥離前と剥離後の写真を図—10に示す。図より、鉄筋腐食に起因する剥離が発生していたことが確認できる。なお、調査箇所は補修を予定した箇所であり、現在は補修を終えている。

## 4. おわりに

今回の実験結果より実際の橋梁において30mを超える離隔であっても、音波照射加振を用いた高速非接触音響探査法により打音法とほぼ同等な欠陥検出が可能であることが確認された。また、2016年および2017年と2年にわたり同じ箇所を計測したことから、欠陥の進展状況の把握やスクリーニングに本手法が有効であることも実証された。なお、適用距離は30mが限界であるというわけではなく、音源およびLDVのレーザ出力に応じてさらに遠距離での計測も可能であると思われる。

本手法には周囲環境騒音や角度依存性といった固有の問題は存在するものの、実はこれらは音源自体に起因する問題であるため、強力超音波音源もしくは小型音源自体をUAV等に搭載すれば解消することが既に明らかになっている<sup>12), 13)</sup>。このような遠距離から非接触的に打音法とほぼ同等な検査結果を得ることが可能な高速非接触音響探査法が実現したことにより、今後、世界中の打音点検に変革が起きることが予想される。

### 《参考文献》

- 1) M. R. Clark, D. M. McCann and M. C. Forde : Application of Infrared Thermography to the Non-Destructive Testing of Concrete and Masonry Bridges, *NDT&E International*, **36** (4), pp. 265-275, (2017).
- 2) 阿瀬弘紀, 佐藤大輔, 鄭子揚, 阪上隆英 : 5—8  $\mu\text{m}$  波長帯に感度を有する赤外線カメラの実用化に関する研究, 実構造物における反射低減効果および剥離検出性の確認, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.9-10 (2018).
- 3) 島田義則, コチャエフ オレグ, 篠田昌弘, 御崎哲一, 高橋康将, 瀧浪秀元 : レーザを用いたコンクリート欠陥検出の進展, 非破壊検査 **61** (10), pp.519-524, (2012).
- 4) R.Akamatsu, T.Sugimoto, N.Utagawa and K.Katakura : Proposal of Non-Contact Inspection Method for Concrete Structures, Using High-Power Directional Sound Source and Scanning Laser Doppler Vibrometer, *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol.52, 07HC12, (2013).
- 5) R.Akamatsu, T.Sugimoto, N.Utagawa, K.Katakura, Study on Non Contact Acoustic Imaging Method for Concrete Structures - Improvement of Signal-to-noise Ratio by using Tone Burst Wave Method-, Proc. of 2013 IEEE IUS, pp.1303-1306, (2013).
- 6) K.Katakura, R.Akamatsu, T.Sugimoto and N.Utagawa : Study on detectable size and depth of defects in noncontact acoustic inspection method, *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol.53, 07KC15, (2014).
- 7) K.Sugimoto, R.Akamatsu, T.Sugimoto, N.Utagawa, C.Kuroda, K.Katakura : Defect-detection algorithm for noncontact acoustic inspection using spectrum entropy, *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol.54, 07HC15, (2015).
- 8) K.Sugimoto, T.Sugimoto, N.Utagawa, C.Kuroda, and A.Kawakami, Detection of internal defects of concrete structures based on stastical evaluation of healthy part of concrete by the noncontact acoustic inspection mehtod, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **57**, 07LC13, (2018).
- 9) T.Sugimoto, K.Sugimoto, N.Kosuge, N.Utagawa, K.Katakura : High-speed noncontact acoustic inspection method for civil engineering structure using multitone burst wave, *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol.56, 07JC10, (2017).
- 10) 杉本恒美, 杉本和子, 川上明彦, 歌川紀之, “遠距離音波照射加振を用いた非接触探査法の欠陥検出アルゴリズム”, コンクリート工学年次論文集, **39**, pp.1849-1854, (2017).
- 11) 杉本恒美, 杉本和子, 歌川紀之 : インフラ点検のための音波照射加振による高速非接触音響探査法, —マルチトーンバースト波を用いた橋梁における検証—, 建設施工と建設機械シンポジウム論文集, pp.149-154, (2017).
- 12) 杉本恒美, 杉本和子, 歌川紀之, 片倉景義 : 強力超音波音源を用いたコンクリート非破壊検査のための非接触音響探査法の検討, コンクリート工学年次論文集 pp.1753-1758, (2015).
- 13) 杉本恒美, 杉本和子, 上地樹, 歌川紀之, 黒田千歳 : コンクリート非破壊計測のための非接触音響探査法に関する研究—音源搭載型 UAVを用いた外壁検査の効率化に関する検討—, 音響秋季講義集, pp.741-742, (2018).

#### 【筆者紹介】



杉本 恒美 (すぎもと つねよし)  
 桐蔭横浜大学大学院  
 工学研究科  
 教授



歌川 紀之 (うたがわ のりゆき)  
 佐藤工業(株)  
 技術研究所  
 上席研究員



川上 明彦 (かわかみ あきひこ)  
 本州四国連絡高速道路(株)  
 しまなみ尾道管理センター  
 橋梁管理役

# PC 単純下路桁鉄道橋の架替え工事

## 京王井の頭線 下北沢駅改良工事

岩元 篤史・山口 卓・岡田 成徳

本工事は、橋長約 37 m の PC 単純下路桁鉄道橋（総重量約 700 t）を架設するものである。新設 PC 桁は営業線の真横で製作され、軌条設備を利用して、上下線それぞれ一晩で架け替えた。架橋地点は、京王井の頭線と小田急小田原線が立体交差する下北沢駅付近であり、周辺は店舗や住宅が密集する地域であった。さらに、当該部は、同時期に構築される小田急小田原線の地下駅舎躯体の直上に位置するため、クレーンや仮設物などの重量物の載荷において、さまざまな制約が生じた。

本稿は、前述の軌条設備および各種油圧装置を用いて行った、PC 単純下路桁鉄道橋の架替えについての工事報告を行うものである。

キーワード：鉄道橋、下路桁、架替え、横取り架設、軌条設備、横取り設備

### 1. はじめに

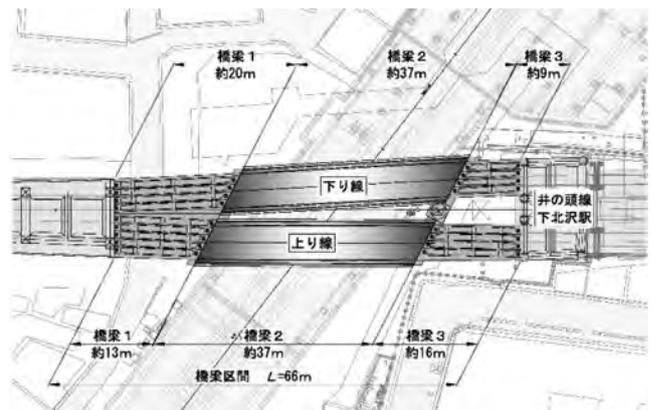
京王井の頭線（以下、井の頭線という）の下北沢駅付近では、小田急小田原線（以下、小田急線という）の連続立体交差化・複々線化事業に伴う駅および周辺設備の改良工事が行われている（写真—1）。本工事は、そのような状況下で小田急線との交差部において、井の頭線の既設橋梁を撤去し、軌道線形はそのまま、新しい鉄道橋への架替えを行うものであった。

架替え工事は、大きく2段階に分けて行われた。1段階目は、既設橋梁を撤去して、工事桁化した仮桁に架け替えた。2段階目は、新設 PC 桁を井の頭線の真横で製作し、軌条設備を利用して横取りし、上下線それぞれ一晩で架け替えた。

小田急線との交差部における橋梁区間（全長 66 m）は、上下線でそれぞれ橋梁 1・2・3 からなる 3 連の単



写真—1 交差部架橋地点



図—1 位置図

純桁橋梁から構成される（図—1）。橋梁区間両端部の橋梁 1・3 については、プレキャスト桁を用いてクレーン架設により段階的に架替えを行った。一方、中央部の橋梁 2 は、井の頭線軌道の真横で PC 桁を構築するスペースが確保できたため、桁をコンクリート現場打ち製作したのちに横取りして架替えを行った。

いずれの架替え工事も、井の頭線の運行に支障をきたさぬよう所定の時間内で滞りなく完了させる必要があるため、作業時間も含めた慎重な計画が求められた。

本稿は、横取り架設にて架替えを行った橋梁 2 を対象として報告する。

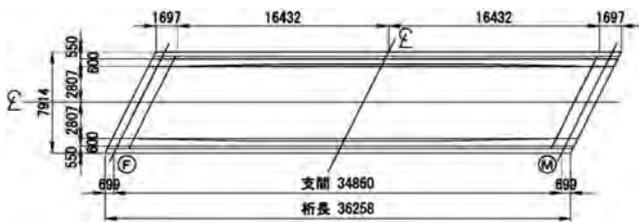
### 2. 橋梁概要

本橋の橋梁概要を表—1 に示す。また、PC 桁の構

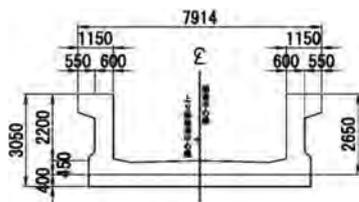
表一 橋梁概要

構造形式	ポストテンション方式PC単純下路桁橋
線路本数	単線(上下線 おのおの1橋)
桁長	36.258m (37.384m)
支間長	34.860m (35.944m)
桁高	端部:3.05m 中央部:2.65m
斜角	63° 23' 44" (60° 07' 45")
軌道線形	R=650m
設計速度	V=90km/h
軌道構造	ラダー軌道
列車荷重	軸重160kN (列車標準荷重)

( ) は下り線



図一2 PC桁平面図(上り線)



図一3 PC桁断面図(上り線)

造図(上り線)を図一2, 3にそれぞれ示す。

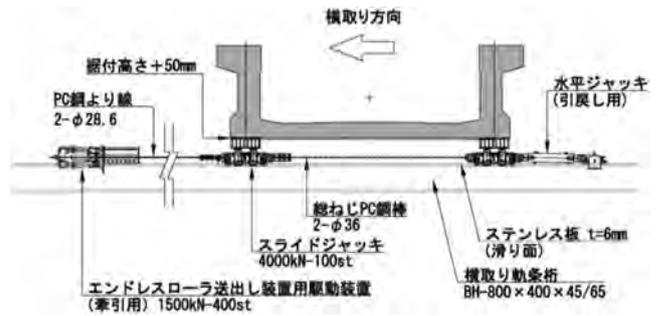
### 3. 施工概要

#### (1) 横取り架設概要

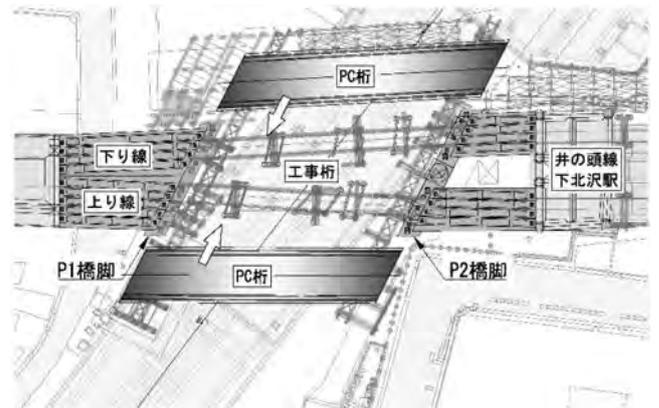
PC桁の横取り架設には、スライドジャッキ(4000kN, 100st)及びエンドレスローラ送出し装置用駆動装置(以下、牽引用ジャッキという)を用いた。スライドジャッキは、PC桁下の4隅に配置し、牽引用ジャッキとPC鋼より線(2-φ28.6)、総ねじPC鋼棒(2-φ36)で繋がれた。

PC桁の横取り架設は、牽引用ジャッキを用いてスライドジャッキ下に設置された軌条桁をガイドとして牽引する方法を採用した。また、PC桁を牽引し過ぎた場合や据付け位置の微調整作業に備え、引戻し用のジャッキをスライドジャッキの進行方向後方に配置した。横取り設備概要図を図一4, 5にそれぞれ示す。

PC桁の横取り作業は、橋脚沓座への据付け高さより50mm高い位置で行い、所定の位置まで横取りしたのち、スライドジャッキで降下する手順で行った。



図一4 横取り概要図(断面図)



図一5 横取り概要図(平面図)



写真一2 スライドジャッキ

なお、本工事におけるスライドジャッキは、スライドシップに降下用の鉛直ジャッキを搭載したものであり、PC桁の横取りと据付けの両方の機能を持たせたものであった(写真一2)。

#### (2) 架設設備

##### (a) 軌条設備

PC桁の横取り用軌条設備は、鋼管ペント及び軌条桁(2-BH-800×400)から構成される。軌条設備は、P1・P2橋脚、それぞれに沿って配置した(図一6)。軌条桁は、分割して製作されたブロック桁を各鋼管ペントの天端でボルト締結し、約47m(=上下線のPC桁製作地点間距離)を一体として連続化させた。なお、

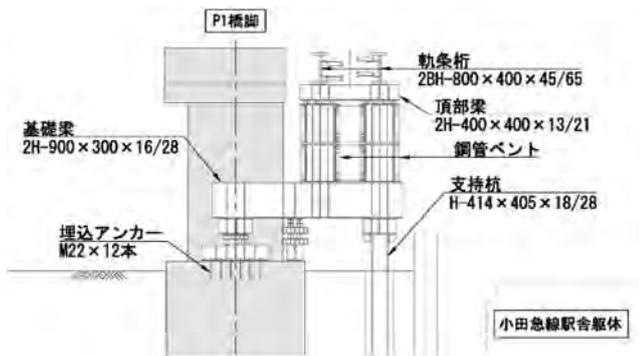


図-6 横取り軌条設備断面図



写真-4 引き戻し用ジャッキ

軌条桁の支間長は、PC桁横取り時の上載荷重によるたわみを考慮して、最大4m程度とした。

軌条桁の天端面は、横取り時におけるスライドジャッキの摩擦低減を目的として、ステンレス板 (t = 6 mm) を全長にわたり溶接した。特に、ステンレス板の接合部は、溶接に伴う段差が生じないようにグラインダーなどを使用して平滑に研磨した。

(b) 横取り設備

横取り設備として使用する機材の仕様を表-2に示す。横取りは、PC桁をスライドジャッキで支持し、軌条桁を滑らせることにより行った。PC桁の牽引は、牽引用ジャッキ (写真-3) を使用し、PC桁の引き戻し用として水平ジャッキ・H鋼クランプジャッキ (写真-4) を使用して行った。

表-2 横取り設備

設備	仕様	
牽引用設備	エンドレスローラ送出し装置用駆動装置 (牽引用ジャッキ)	Cap. 1500kN×2台
	PC鋼より線	2-φ28.6
引き戻し設備	水平ジャッキ	Cap. 1000kN, 1000st×2台
	H鋼クランプジャッキ	Cap. 800kN×2台
主桁支持点	スライドジャッキ	Cap. 4000kN, 100st×4台

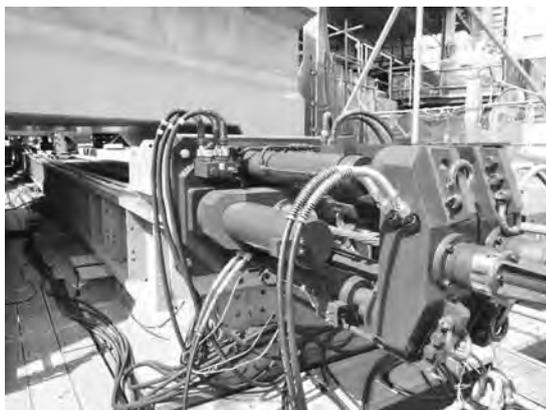


写真-3 牽引用ジャッキ

(3) 施工ステップ

PC桁の製作から据付けまでの施工ステップを図-7に示す。PC桁は、現場での製作完了後、300 mm 降下させ、軌条桁上に配置されたスライドジャッキと接合した。(ステップ②)。続いて、PC桁は、各種ジャッキの動作確認及び横取り架設当夜のリハーサルを兼ねて、井の頭線軌道側へ1.8m横取りした(ステップ③)。

横取り架設当夜の作業は、工事化した仮桁撤去後、PC桁を横取りし、予め設置された沓座への降下・据付けであった。架設当夜のPC桁横取り量は、上下線それぞれ8.6m、降下量は50mmであった(ステップ④⑤)。

4. 架替え作業

(1) 架替え概要

PC桁の架替え作業は、上り線と下り線を別々に行った。架替え作業の概要図を図-8に示す。本橋の架

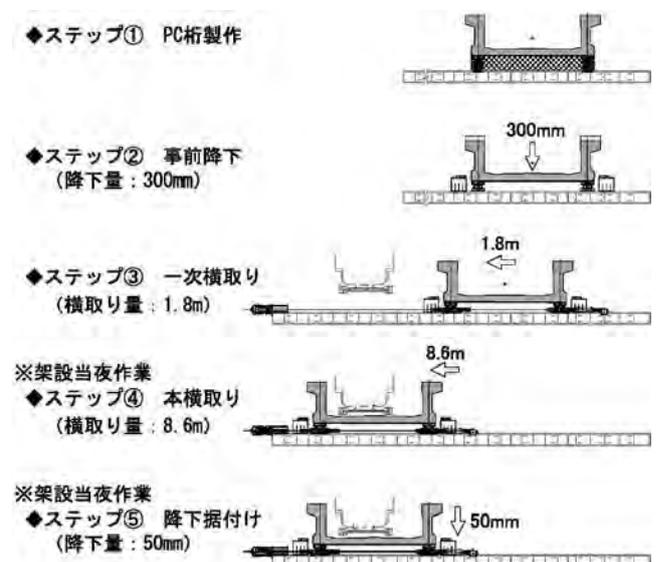
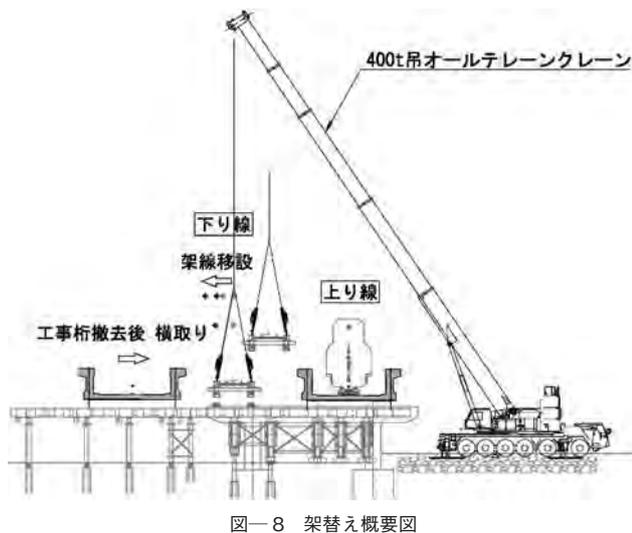


図-7 施工ステップ



図一八 架替え概要図

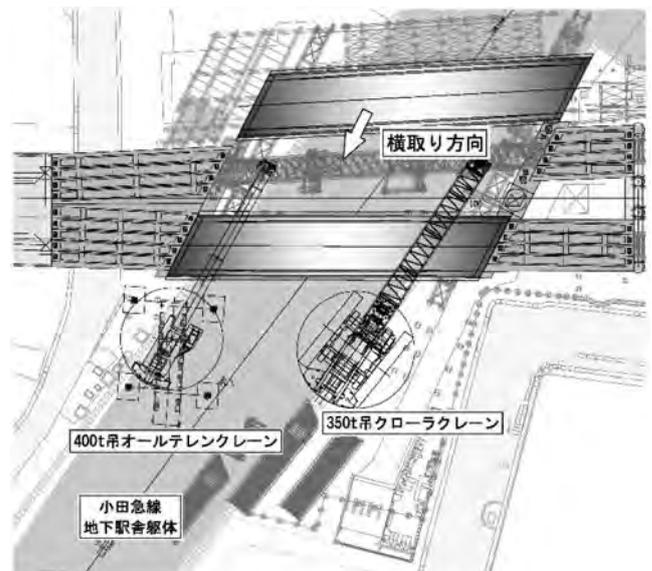
替えは、施工延長が長く、また PC 桁横取り作業の他に軌道工事や電気工事を伴い、作業量も多岐にわたるため、通常の線路閉鎖間合い（午前 1 時から午前 4 時 30 分）で作業を終えることが困難であった。そこで架替え作業当日は、下北沢駅付近の井の頭線を初電（午前 4 時 49 分）から午前 10 時頃まで運休させる特別な線路閉鎖間合いで行った。

線路閉鎖着手後、軌道工事にて PC 桁架替え部のレールを撤去した。き電停止後、大型クレーンを用いて、現軌道の工事桁を撤去し、PC 桁を横取り架設した。PC 桁据付け後、鋼角ストッパーの設置を行った。鋼角ストッパーは、上部工・下部工制作時にそれぞれ箱抜き開口を設けておき、PC 桁の横取り架設後に橋面上から設置した。鋼角ストッパー部の間詰めモルタルは後日、施工され、架替え当日は仮ストッパーを設置して PC 桁を固定した。

## (2) 工事桁撤去

工事桁は、400 t 吊オールテレンクレーンと 350 t 吊クローラクレーンを用いて撤去した。クレーンの据付け位置は、小田急線の地下駅舎躯体の直上であり、躯体への影響が懸念された（図一 9）。そこで、次の対策を実施した。まず、クレーン据付け位置全域を再生砕石にて約 800 mm 嵩上げして、躯体に作用するクレーン反力を分散させた。また、クレーン据付け位置を予め精査し、その直下の躯体上床版を補強した。

工事桁撤去に際し、撤去当日のボルト撤去がスムーズに行えるよう、予め新品のボルトに入れ替えた。また、リハーサルを実施して、クレーンの作業半径及び旋回時間、ブームワークなどを確認した。さらに、工事桁を事前にジャッキアップして、実重量を測定し、計画時の吊重量との差異を確認した。



図一 九 クレーン配置図（下り線架替え時）

クレーン撤去作業中は、クレーン据付け地盤の変状を確認するとともに、小田急線駅舎躯体の上床版に埋め込まれた計器により躯体の異常の有無を確認した。いずれも大きな変状は見られず、撤去作業を順調に行うことができた。

## (3) PC 桁横取り架設

横取り架設中は、常にスライドジャッキに反力が作用する。この反力は、軌条桁の不陸及び油圧機械の特性、さらには P1 橋脚側と P2 橋脚側での PC 桁移動速度の差などにより、設計計算で想定している反力値に対して差異が生じることが想定された。この反力値により生じるねじりモーメントは、下路桁構造（開断面）である PC 桁へ及ぼす影響が懸念された。このため、反力のばらつきによる PC 桁への影響検討を事前実施し、本設構造として PC 桁本体に悪影響を及ぼさないように架設時反力を管理した。

検討では、格子解析により強制的に支点反力を増減させるパラメータ解析を実施し、その際に PC 桁に発生する断面力を算出し、安全性の照査を実施した。検討の結果、支点反力は設計計算時の反力に対し ±20% のばらつきが許容されることが確認できた（表一 3）。

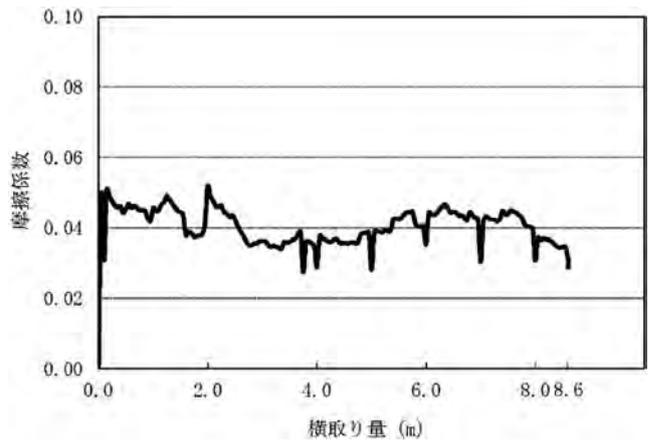
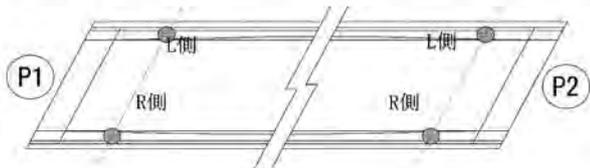
横取り架設当日は、スライドジャッキの反力を現場モニターにて集中管理し、その際の一次管理値を ±10% として作業した。下り線における PC 桁の横取り中の反力変動分布図を図一 10 に、摩擦係数の変動分布を図一 11 にそれぞれ示す。

横取り中の PC 桁に生じる支点反力は、大きな変動は見られず、終始管理値以内で収まった。一方、摩擦

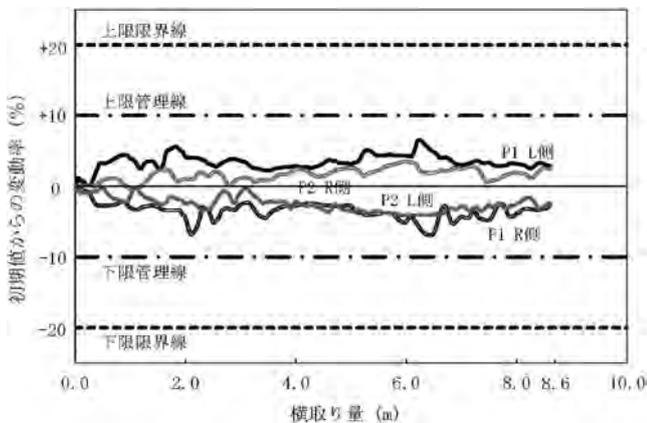
表一三 横取り時の支点反力

(単位: kN)

支点位置			横取り支点反力		
			設計値	制限値(下限)	制限値(上限)
上り線	P1	L側	1,687	1,350	2,024
		R側	1,605	1,284	1,926
	P2	L側	1,588	1,270	1,906
		R側	1,670	1,336	2,004
下り線	P1	L側	1,731	1,385	2,077
		R側	1,636	1,309	1,963
	P2	L側	1,619	1,295	1,943
		R側	1,714	1,371	2,057



図一 11 摩擦係数変動分布図



図一 10 支点反力の変動分布図

係数は、0.05 程度で推移し、牽引設備への過負荷は発生しなかった。

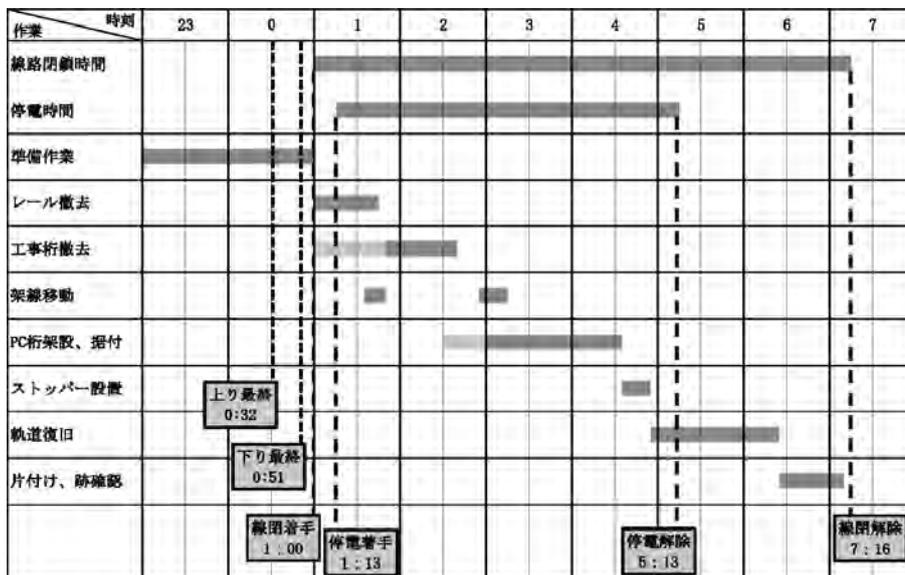
PC 桁移動距離の管理は、軌条桁の上フランジに貼付したゲージを目視計測するとともに、リニアエン

コーダーを用いて P1 橋脚側及び P2 橋脚側の相対変位差を設定することにより、横取り量を自動制御する方式で行った。この結果、両橋脚側での変位差はほとんど確認されず、精度の良い架設を行うことができた。

横取り方向の PC 桁最終位置調整は、牽引ジャッキと引き戻しジャッキを微調整することにより行った。一方、横取り直角方向(橋軸方向)の最終位置調整は、スライドジャッキに内蔵されたガイド調整ジャッキにて軸方向位置を拘束・調整して行った。

PC 桁は、所定位置まで横取りしたのち、スライドジャッキに搭載された鉛直ジャッキのストロークを縮めて、沓座面まで降下した。

横取り架設当日の作業実績工程を図一 12 に示す。架設当日は、すべての作業工程を遅滞なく終えるとともに、午前 10 時頃までであった井の頭線の運休時間を短縮し、始発列車を無事に通過させることができた。



図一 12 架替え施工サイクル(下り線)

## 5. おわりに

PC桁の架替え工事は、2016年8月に横取りベントの支持杭施工を着手し、2017年9月にはPC桁の製作着手、2018年2月に上り線PC桁の横取り架設、同5月に下り線の架替えを行った。工事に際し、1日に約630本もの列車が通過する主要路線に近接した場所での作業であったため、列車の運行や利用者に負担が生じないように、細心の注意を払いながら施工し、無事に終わることができた(写真-5)。

今回の横取りによる架替え工事は、仮軌道を設置できない土地条件下において、工事桁の撤去から新桁の架設までを一括で行ったものであり、今後増加すると想定される、老朽化したインフラを更新する工事などにも適用できると考えられる。



写真-5 交差部全景

## 謝 辞

最後になりますが、これまでご尽力を賜った関係各位に深く感謝するとともに、本稿が今後の工事の参考になれば幸いです。

J|C|MA

### 《参考文献》

- 1) 篠田 貴宏, 網島 竜大, 岩元 篤史, 山口 卓, 北村 健, 趙 唯堅: UFC 鉄道橋の設計と施工, 橋梁と基礎, Vol.52, pp.15-20, 2018年
- 2) 篠田 貴宏, 岩元 篤史, 山口 卓: PC単純下路桁鉄道橋の架替え工事

### 【筆者紹介】

岩元 篤史 (いわもと あつし)  
大成建設㈱  
東京支店 京王下北沢作業所  
所長



山口 卓 (やまぐち たかし)  
大成建設㈱  
関西支店 舞鶴若狭道由良川橋工事作業所  
課長



岡田 成徳 (おかだ しげのり)  
大成建設㈱  
東京支店 京王下北沢作業所  
課長



# レーザ振動計とドローンを用いた鉄道橋検査技術

上半文昭

鉄道橋の健全度検査手法の向上を目的として、筆者は、LDV (Laser Doppler Vibrometer: レーザドップラー振動計) ならびにドローンを用いた遠隔非接触検査技術を開発した。まず、自動視準機能を付与した長距離型の LDV を開発し、長大斜張橋のケーブル検査に応用した。次に、橋梁の桁下面や側面に付着して電動の移動機構で走行しながら変状箇所の撮影、打音検査、鉄筋探査などを行うことができる構造物検査用ドローンを開発した。また、開発した LDV とドローンを用いて、コンクリート部材の強度や剛性と関連する物性値である弾性波速度を推定する手法を提案した。

キーワード：鉄道橋検査、非接触測定、LDV、ドローン、ケーブル張力、かぶり厚さ、弾性波速度

## 1. はじめに

筆者は、遠隔位置からの非接触測定技術の応用で、鉄道橋の検査に必要であった高所作業や線路内への立ち入り作業を省略し、検査作業を効率化する技術の開発に取り組んでいる。具体的にはこれまで、レーザドップラー振動計 (LDV) による非接触振動測定技術の精度を向上して、現場向けの測定システム「U ドップラー (Undisturbed laser Doppler velocimeter)」を開発し<sup>1)</sup>、列車通過時の橋りょうの動的たわみ測定や、平時の極微小な振動である常時微動による高架橋の固有振動数測定などを実用化するとともに、測定距離を長距離化して長大構造物への適用についても検討してきた<sup>2)</sup>。次に、局所的な変状を人が高等等に接近せずに把握する手法としてドローンの活用を検討し、構造物検査用

ドローン<sup>2)</sup>を提案した。同装置は、橋りょう桁下部や高架橋床版裏の付着走行による変状撮影に特化することで、変状の検出精度を高めるとともに、鉄道橋上部への侵入事故を防止するものである。このような LDV とドローンをキーツールとして、図-1 に示すように鉄道橋の健全度を遠隔非接触で評価可能とし、検査業務の効率化、安全化を図っている。

本報告では、LDV とドローンを用いた鉄道橋検査技術開発の検討状況を紹介する。非接触測定技術では、不可視光を用いた長距離型 U ドップラーに測定対象の自動視準機能<sup>4)</sup>を加えて測定作業の効率化を図った。ドローンでは、鉛直面の検査にも活用できる新型ドローンを開発するとともに、コンクリート橋の局所的な変状発生危険個所の検出を目的として、かぶり厚さ測定や弾性波速度測定手法<sup>5)</sup>を提案した。



図-1 鉄道橋健全度の遠隔非接触評価手法

## 2. 長距離型非接触振動測定装置の開発

### (1) 長距離型Uドップラー

写真一1に、長大構造物を効率的に非接触振動測定するために開発した長距離型Uドップラーを示す。表一1に同装置の主な仕様を示す。この長距離型Uドップラーは、自己振動の補正機能<sup>1)</sup>を付加した高出力の不可視光LDVを、水平・鉛直2方向に制御できる回転台に搭載した装置である。本装置を用いれば、構造物上の測定点に反射材等のターゲットを設けることなく、微小な振動を高速サンプリングで計測することができる。



写真一1 長距離型Uドップラーシステム

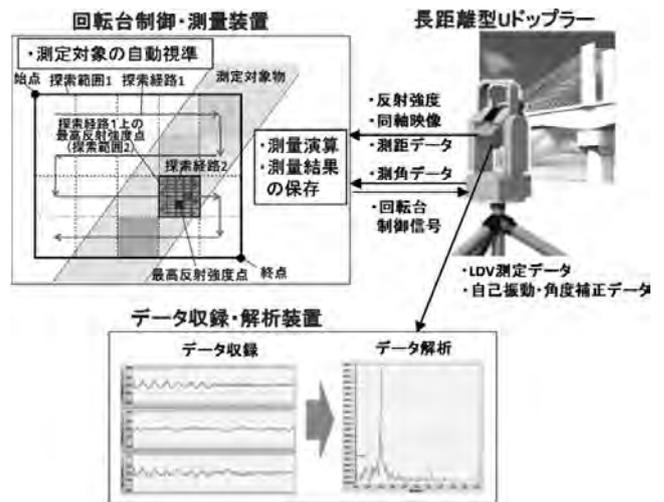
表一1 長距離型Uドップラーの主な仕様

項目	仕様
応答周波数範囲	DC~25kHz
測定速度範囲	0.2μm/sec~1m/sec
測定距離	5m~100m超(反射材不要)
レーザー光源	1550nm(赤外)
レーザー光量	出力10mW(クラス2)
自己振動補正機能	有り
測角精度	0.003°(水平および鉛直)
回転繰り返し精度	0.008°
自動視準機能	有り
標準測量精度	±1mm(0.05~300m)

### (2) 測定対象の自動視準<sup>5)</sup>

測定対象とUドップラー間の距離が極めて長い場合などには、長距離型を用いても非接触測定に十分な反射レーザーを受信できず、熟練者であっても測定に適した点の探索に長い作業時間を要する場合があった。

そこで、非接触測定に適した高反射強度点の自動検出アルゴリズムを検討し、水平鉛直回転台の自動制御で測定対象を自動視準する手法を長距離型Uドップ



図一2 自動視準測定の流れ

ラーに適用した<sup>4)</sup>。図一2に自動視準測定の流れを示す。まず、回転台制御装置に表示されるLDV視準方向の同軸カメラ映像を参考に、LDVを概ね測定対象方向に向け、同カメラ映像上で測定対象の探索範囲の始点と終点ならびに探索範囲の分割数を指定する。LDVは探索経路1に沿ってレーザーを照射し、探索範囲内の反射レーザーの強度分布を取得する。さらに、探索経路1上の最高反射強度点周辺の小領域を自動探索(探索経路2)して、より非接触測定に適した点を検出する。なお、測定に十分なレーザー反射強度の閾値を事前に設定しておけば、全探索範囲を検索せず最初に閾値を超えた小領域内を自動探索することで、探索時間を短縮できる。

検出された高反射強度点を視準点として振動測定を実施する。データ収録・解析装置はLDVが非接触測定した振動データとLDVの自己振動および傾斜角のデータを受信し、振動データに自己振動補正を施して収録するとともに、検査内容に応じたデータ解析処理を実施する。

## 3. 長大橋ケーブル張力の非接触測定

### (1) ケーブル張力の非接触測定手法

近年、鉄道橋として採用されるようになった斜張橋やエクストラドーズド橋は、一般に長大かつ吊りケーブル等の多数の部材で構成されることから、検査や状態監視作業の効率化・高度化が課題である。そこで、長距離型Uドップラーで長大橋のケーブル張力を推定する手法を提案した<sup>2)</sup>。従来は個々のケーブルに加速度計を取り付けてハンマー加振して張力を調査してきたが、提案手法では、斜材の常時微動(人為加振によらない平時のごく微小な振動)を河岸等に設置した

長距離型 U ドップラーで測定して調査する。

張力の推定手法は次の通りである。ケーブルの常時微動を測定し、そのフーリエスペクトルを求めると、1次（基本）固有振動数とその整数倍の高次振動数の卓越が確認できる。1次固有振動数と弦の線密度がわかれば、弦の振動理論から張力を概算することができる。なお、本手法が十分な精度を有することは、文献2にて検証済みであるので、以下では自動視準によるケーブル常時微動の測定性能について示す。

(2) 自動視準による斜張橋ケーブルの振動測定

(a) 試験方法

図-3に対象橋りょうを示す。H型主塔からの2面吊り11段のハープ型マルチケーブル（斜材）で支間長133.9mの主桁を支持する構造のPC斜張橋である。河岸の地盤上に自動視準機能付き長距離型Uドップラーを設置し、起点側右斜材11本の測定を実施した。長距離型Uドップラーと測定対象間の距離は120～150m程度で、斜材に反射材等を設置することなく測定を実施した。自動視準の後、斜材1本あたり30秒間の常時微動測定（速度レンジ2mm/sec/V、サンプリング周波数1kHz）を行い、最初の20秒間をFFT解析対象として1次固有振動数を推定した。比較対象として、熟練者による手動視準での測定を同一測定日に実施した。

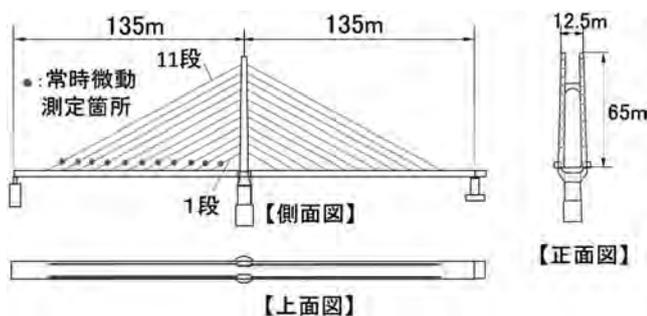


図-3 測定対象橋梁

(b) 試験結果

図-4に回転台制御装置に表示されたLDV視準方向の同軸カメラ映像と探索範囲の設定例と探索範囲のレーザ反射強度分布の測定結果を示す。斜材位置でのみ反射強度が高まること、斜材上でも反射強度にばらつきがあることが確認できた。図-5に自動視準による斜材常時微動の測定・解析結果例を示す。微小な常時微動波形を測定でき、そのFFT解析で1次固有振動数を推定できた。図-6に自動視準と熟練者視準による斜材固有振動数の推定結果を比較して示す。両者

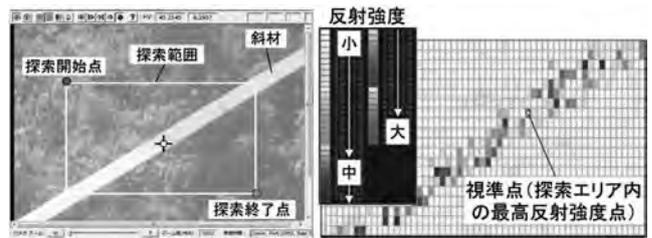


図-4 探索範囲の設定画面と反射強度分布

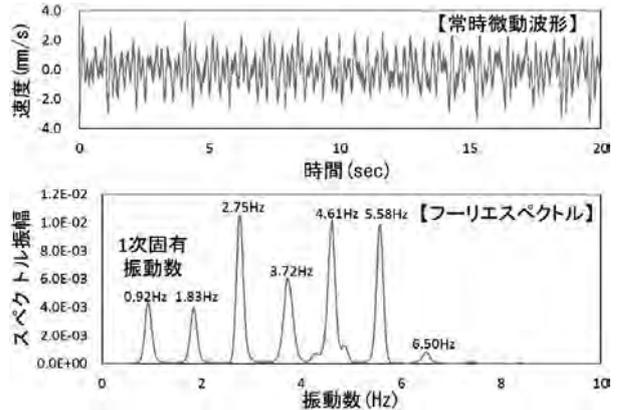


図-5 自動視準による斜材常時微動測定結果例

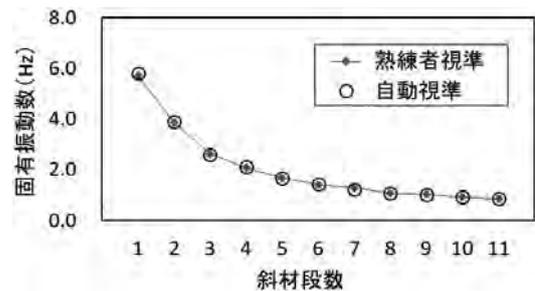


図-6 自動視準と熟練者視準による測定結果

が十分に一致することが確認できた。また、斜材11本の視準、測定、解析に要した時間は、熟練技術者による場合が40分で、自動視準の場合は20分に短縮できた。

4. 構造物検査用ドローンの開発

高所の情報収集にドローンが有用であるが、鉄道橋の検査に適用する場合、線路への侵入や墜落による事故を防ぐ工夫が不可欠である。そこでまず、橋りょうの桁下部の調査に特化した写真-2に示す「付着走行ドローン」を開発した<sup>2)</sup>。同装置は、ドローンの上昇力で下面に付着し、機体上部に搭載した電動式の移動機構で安定走行しながら変状箇所の撮影を行う装置である。

付着走行ドローンに鉄筋探査機を搭載してコンクリート面を走行することで、鉄筋探査機が通過する測



写真-2 開発した付着走行ドローン例

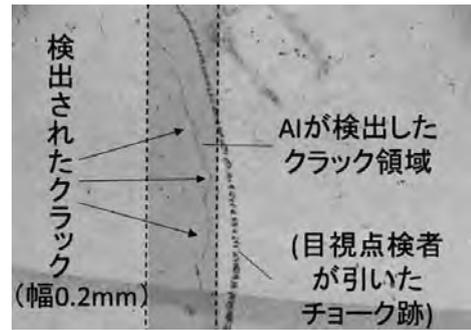


図-7 撮影画像例とAIによるクラック検出



写真-3 鉛直面にも適用できる新型ドローン

線上の鉄筋のかぶり厚さ（コンクリート橋の鉄筋を覆うコンクリートの厚さ）を測定でき、小型の打音機を搭載して、打音検査を行うこともできる<sup>5)</sup>。

さらに、構造物検査用ドローンの適用対象の拡大をめざして、写真-3に示す鉛直面の検査を行える新型の構造物検査用ドローンも開発した。新型ドローンは、下面、鉛直面の両方に適用可能で、カメラ、鉄筋レーダ、打音機などを搭載でき、面の移動機構の性能を向上し、不陸のある面の追従性も高めたものである。

### 5. 変状箇所撮影

開発した構造物検査用ドローンは、面に付着した状態で撮影対象に自在に近づき、機体が安定した状態で画像撮影できるため、変状箇所を詳細に撮影することができる<sup>2)</sup>。

写真-4は新型ドローンによる実橋梁のコンクリート桁下面の撮影状況、図-7は撮影画像例である。現状、AIにより撮影画像上からクラックを自動検出する段階まで技術開発を進めている。



写真-4 桁下面の撮影状況

### 6. ドローンによるかぶり厚さ測定

実橋梁のコンクリート桁下面を対象として、かぶり厚さ測定を実施した。写真-5に新型ドローンによる内部鉄筋のレーダ探査状況を示す。図-8は新型ドローンによるかぶり厚さの測定結果を、比較のために実施した足場による熟練者測定結果と比較して示したもので、両者が十分に一致することが確認できた。

### 7. LDV とドローンによる弾性波速度測定

#### (1) 弾性波速度測定手法

構造物の損傷・劣化による振動特性変化ならびに構造物の健全度は、構造物の構成材料の剛性や強度と密接な関係にある。それらの材料物性を遠隔非接触で測定できれば構造物健全度の評価精度向上に貢献でき



写真-5 内部鉄筋のレーダ探査状況

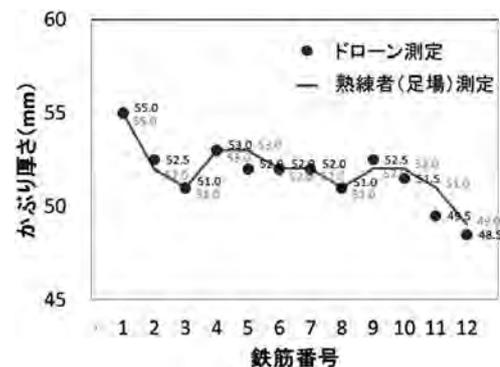
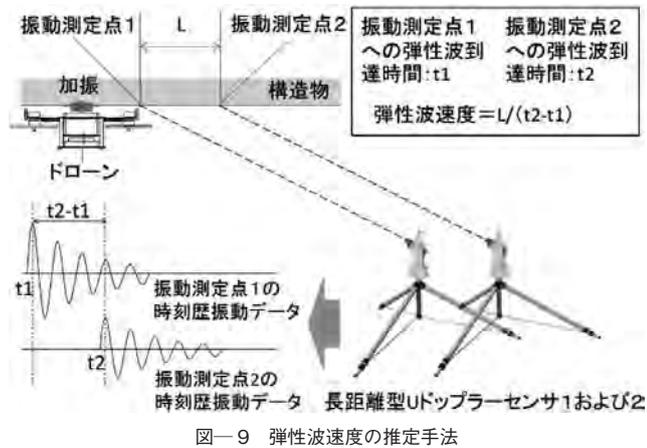


図-8 かぶり厚さの測定結果

る。そこで、材料の剛性や強度の評価指標となりうる弾性波速度<sup>6)</sup>をLDVとドローンを用いて遠隔非接触測定する手法を提案した<sup>5)</sup>。

提案手法は、ドローンの打音機で加振して発生させた衝撃弾性波を長距離型Uドップラーで非接触測定することで測定対象を伝播する弾性波の速度を求めるものである。図一9に提案手法の概要を示す。まず、ドローンで構造物下面を加振して衝撃弾性波を発生させる。次に、加振点を含めて一直線上に位置する2点間距離Lの2点の振動を、2台のLDVで非接触同期測定する。得られた振動データから、2つの測定点への弾性波の到達時間の差を求め、この到達時間差で2点間距離Lを除することで、弾性波速度を推定する。



図一9 弾性波速度の推定手法

(2) 測定事例

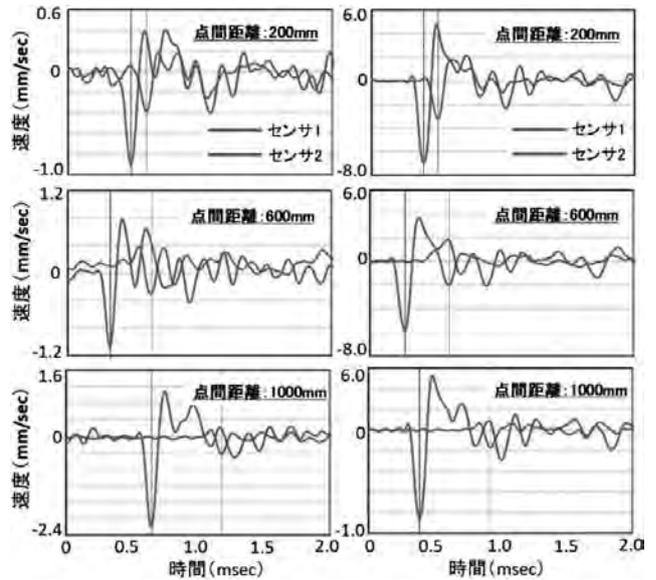
実橋りょうの桁下面を対象として、弾性波速度推定手法の検証試験を実施した。写真一6に対象橋りょうと測定、加振状況を示す。調査対象の桁は、経年した桁高700mmのRCホロー桁である。弾性波の伝播経路が複雑になる可能性があったので、事前に赤外線検査や打音検査を実施して内部変状がみられない場所を測定箇所として選定するとともに、足場を架設して熟練技術者がハンマー加振で調査した測定結果と比較することで、提案手法の妥当性を検証した。

ドローン加振または人力加振で桁下面に発生させた衝撃弾性波を地上に設置した長距離型Uドップラー(速度レンジ2mm/sec/V、サンプリング周波数100kHz)で測定した。センサ2の測定点をセンサ1の測定点から順次10cmずつ遠ざけて、ドローン加振、人力加振ともに計10ケースの測定を実施した。

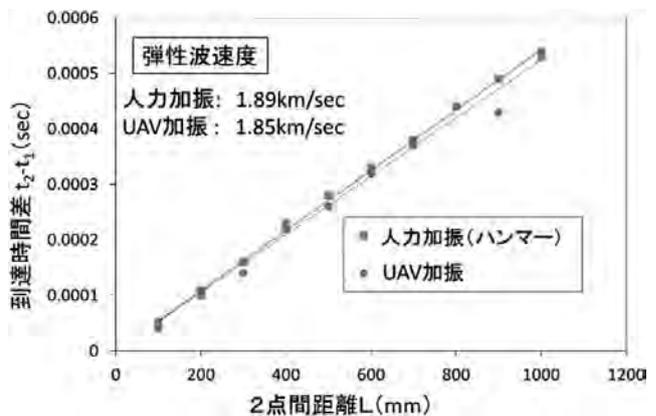
図一10に提案手法による衝撃弾性波の測定波形例を、人力加振による結果とともに示す。ドローン加振で発生した弾性波は、人力加振による弾性波と比較してその振幅が小さく、ばらつきもみられるが、その微



写真一6 弾性波の測定・加振状況



図一10 衝撃弾性波の測定波形例



図一11 2点間距離と弾性波到達時間差

小さな弾性波を長距離型 U ドップラーで非接触で計測できることが確認できた。また、2 点間距離 10 cm ～ 100 cm の測定点の 2 点同期計測で得られた走時から 2 点間の到達時間差を検出できた。図 11 に 2 点間の距離と弾性波到達時間差の関係を示す。2 点間距離と弾性波の到達時間差は正比例関係にあり、その傾きから推定した実橋りょうの桁下面コンクリートの弾性波速度は 1.85 km/sec であった。この値は、人力ハンマー加振による測定結果に対して誤差が 2.2% と小さく、限られた条件下ではあるものの提案手法の妥当性が確認できた。

## 8. おわりに

鉄道橋健全度の遠隔非接触評価手法の計測技術の向上と適用対象の拡大を目的として開発した、長距離型 U ドップラーと構造物検査用ドローンを紹介した。長距離型 U ドップラーの導入によって、従来は夜間作業 4 日間で行っているケーブル張力測定を日中 1 ～ 2 時間程度で実施可能とした。構造物検査用ドローンについては、新たな検査への応用の提案、撮影・測定デー

タの分析技術の向上、ならびに最新の機体制御技術の導入などの改良を現在も継続している。なお、本研究の一部は、国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて実施した。

J|C|MA

### 《参考文献》

- 1) 上半文昭：構造物診断用非接触振動測定システム「U ドップラー」の開発、鉄道総研報告、Vol.21, No.12, pp.17-22, 2007
- 2) 上半文昭：鉄道橋検査を目的とした遠隔非接触測定技術の開発、鉄道総研報告、Vol.31, No.4, pp.53-58, 2017
- 3) 上半文昭：レーザー計測とドローン空撮による落石危険度評価システム、JREA, Vol.59, No.6, pp.16-19, 2016
- 4) 上半文昭：遠隔非接触測定による鉄道 PC 斜張橋の振動特性調査手法、鉄道工学シンポジウム論文集、Vol.21, pp.99-106, 2017
- 5) 上半文昭：遠隔非接触計測による鉄道橋健全度の評価手法の開発、鉄道総研報告、Vol.32, No.6, pp.41-47, 2018
- 6) 岩野聡史、森濱和正、渡部 正：衝撃弾性波法と微破壊試験の併用による構造物コンクリートの圧縮強度推定方法の提案、土木学会論文集 E2, Vol.69-, No.2, pp.138-153, 2013

### 【筆者紹介】

上半 文昭（うへはん ふみあき）  
（公財）鉄道総合技術研究所  
鉄道力学研究部  
部長



# 鋼橋の塗装塗替長期化に向けた取り組み事例

## 鋼橋に存在する維持管理困難部位と腐食の要因別損傷傾向

杉田 悠貴・香川 紳一郎・伊礼 貴幸

橋梁定期点検は、近接目視点検が法定化され、橋梁の維持管理を力強く推進しているところである。

全部材近接目視により実施されるため、点検時の部材の健全性把握と併せて、長期間の耐用期間における維持管理上の課題を発見することにも有効である。特に鋼橋では、定期的な防食機能の回復（塗装塗替等）が必要であり、塗替作業に配慮されていない維持管理困難部位などの存在があることが分かっている。本稿では、東京都板橋区の定期点検において実施した、鋼道路橋の防食機能保持に支障となる部位の抽出と、防食機能の劣化進行と腐食速度の速い損傷の要因を整理し、それらへの個別対策により塗装塗替の長期化への取り組み事例を紹介する。

キーワード：鋼道路橋，維持管理，定期点検，（新）維持管理困難部位，塗装塗替，防食機能の劣化，腐食速度

### 1. はじめに

橋梁点検は、5年毎に近接目視による定期点検が平成26年度から開始され、今年度から2巡目に入る時期を迎えている。点検では、地上・梯子、高所作業車、橋梁点検車、点検足場などの方法により、触れられる程度まで近接することが求められており、橋梁の詳細な構造や状態を把握できる貴重な機会である。しかしながら、点検が法定化されたことにより点検作業量が増大し、それに相まって点検作業が定型化し、維持管理に関する貴重な情報を収集できる好機を逸しているのを危惧しているところである。本論では、東京都板橋区が管理する鋼道路橋の定期点検で、防食機能の維持に支障となる部材配置の抽出と、腐食損傷の要因別分類による塗装塗替の長期化に向けた取り組み事例について紹介する。

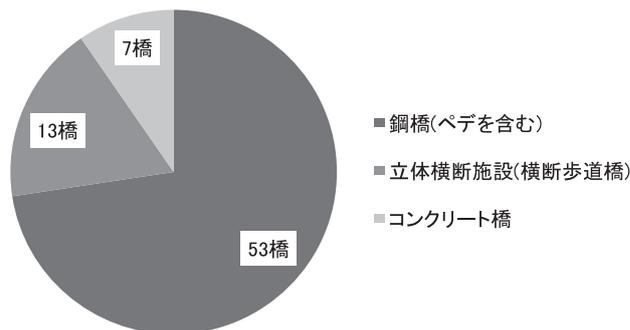
### 2. 管理橋梁の特性と維持管理上の課題

板橋区では、73橋の管理橋りょうのうち9割の66橋が鋼橋（図—1）であり、維持管理費用の多くが塗装塗替費である。管理橋りょうの塗装塗替の間隔を整理した（図—2）結果、建設時から1回目の塗替えまでの平均期間は21.2年（65橋）、1回目から2回目の塗替えまでの平均期間は15.4年（33橋）、2回目の塗替えから3回目の塗替えまでの平均年数は9.4年（5橋）

と、回数を重ねるごとに短期化していることがわかった。維持管理費用の多くを塗装塗替費が占めることから、塗装塗替の長期化が強く求められることになった。

### 3. 塗装塗替の短期化の要因

塗装塗替の短期化の要因として、素地調整種別の変化が考えられる。建設時は、素地調整1種が採用されるが、塗装塗替時の1種は工事費が高く、また住宅密集地での騒音が理由となり3種が採用されていることから、塗装塗替間隔の短期化の要因と考えられた。しかしながら、板橋区は東京湾から10km以上内陸に位置し、さらに冬季の凍結防止剤散布がほとんど無いことから飛来塩分量が少なく、鋼材に対する大気腐食環境は穏やかであると考えられていた。また、管理鋼橋の多くが昭和50～60年代頃に建設されており、昭和



図—1 管理橋りょうの材質別割合

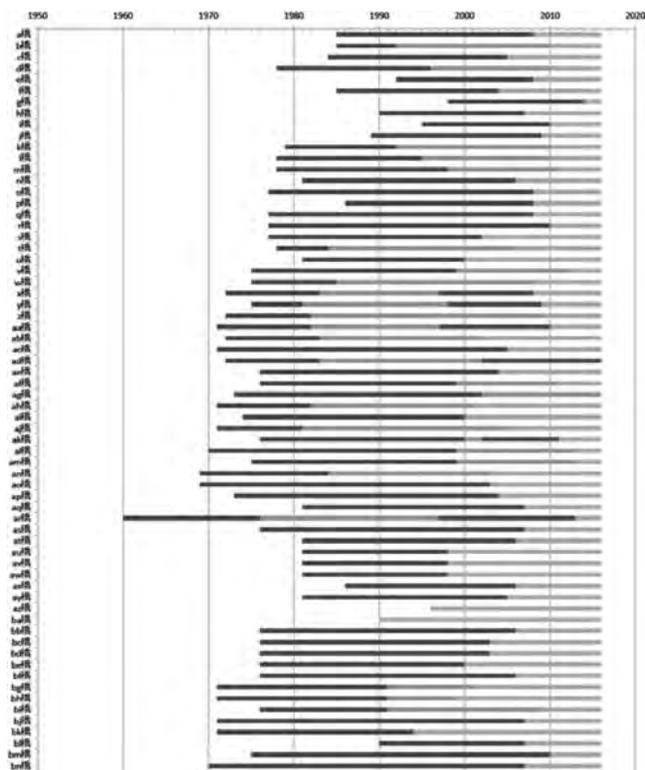


図-2 塗装塗替間隔一覧表

46年に制定された「鋼道路橋塗装便覧」<sup>1)</sup>に準拠した長油性フタル酸樹脂塗料のA系が建設時には多く用いられているのに対し、塗装塗替が本格化した近年では平成17年に改訂された「鋼道路橋塗装・防食便覧」<sup>2)</sup>の変性エポキシ樹脂塗料のC系と素地調整3種の組み合わせが、また平成26年以降は同年に改訂された「鋼道路橋防食便覧」<sup>3)</sup>のフッ素樹脂塗料のRc-Ⅲ仕様が採用されている。このように、塗料の耐久性は確実に向上しており、大気腐食環境も穏やかであるにも関わらず、塗装塗替間隔が塗装塗替の回数を重ねるにしたがって短期化している要因が、素地調整の変化だけであるとは考えにくい。そこで、定期点検により確認された防食機能の劣化と腐食に関する変状を要因別に整理し、塗装塗替のタイミング決定への影響について考察した。

写真-1は、塗装塗替(Rc-Ⅲ)から5年で塗膜が剥離する事例であるが、同様な事例は他の管理橋りょう数橋でも確認されている。このように、採用した塗装仕様が持つと考えられる耐用年数を大きく下回る期間で著しい変状が発生したことが、塗装塗替のタイミングに影響した一つの要因として考えられた。

写真-2は、主桁ウェブ等などの平面的な広い面の防食機能は健全であるのに対し、主桁下フランジの局部的に防食機能の劣化や腐食速度が著しく早い部位が報告された事例である。部位は違うものの同様な局

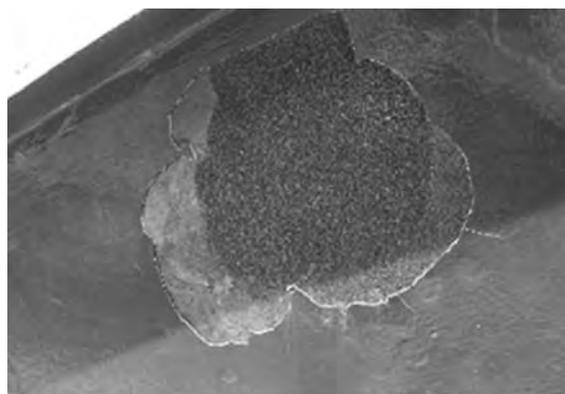


写真-1 塗装塗替5年でウェブに発生した塗膜剥離



写真-2 塗装塗替5年で下フランジに発生した局部腐食

部的な変状事例は多くの管理橋りょうで確認されている。このように、著しい局部的な変状が点検により確認されると、損傷の程度は“e”(損傷の深さ“大”, 損傷の面積“小”)と判定され、対策区分判定は“C1”(予防保全的措置)、健全性判定は“Ⅱ”とランク付けされる。板橋区管理橋りょうは、定期点検の結果、全管理橋りょうが“Ⅰ”または“Ⅱ”と判定されたことから、同じ“Ⅱ”ランクの橋りょうの中で対策優先度により対策実施の順序が決定される。したがって、ランクが“Ⅱ”であっても、塗装塗替のタイミングが早まる傾向にあることが分かった。

なお塗替時期の判定は、「鋼道路橋防食便覧」<sup>3)</sup>でははがれの程度とさびの程度のマトリクス表を用いて判定する方法が示されている。一般には、比較的広い面積を有する主桁ウェブ等の部材の大半(50%以上)の防食機能が劣化し、表面的な錆が広がりを生じた場合と考えられる。しかしながら、板橋区管理橋りょうについて塗装塗替直近での点検で判定された防食機能の劣化について整理した(図-3)ところ、健全性が高いランクであるにも関わらず塗装塗替が実施されていた事例が複数あることが分かった。これらは、防食機能の劣化は軽微であるにも関わらず、数少ない進行した局部的な腐食が確認されたことと、間隔が短期化し

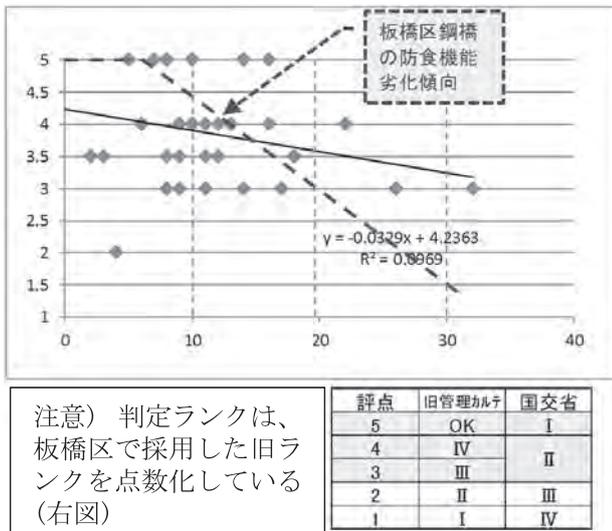


図-3 塗装塗替直近の点検で判定された防食機能の劣化と塗装の経過年数

た前回の塗装塗替からの経過年数によって経験的に塗装塗替の時期を決定したものであり、これが第二の要因として考えられた。

#### 4. 腐食の発生を促進する要因

筆者らが委員を務める(社)土木学会「鋼構造物の防食性能の回復に関する調査研究小委員会」<sup>4)</sup> 報告書(以下「報告書」と示す)では、部材の置かれている腐食環境(以下「部材腐食環境」と示す)の違いにより、早期に腐食が発生しやすい部位を示している。板橋区の定期点検において確認された腐食損傷について、報告書に示された要因別に整理したので次に示す。

##### (1) 水、土砂が溜まりやすい部位

水、土砂や廃材が溜まりやすい桁端部や支承部の橋座面上、漏水の元となる伸縮装置の下にある部材、排水管路末部からの飛沫が掛かる周辺部材、漏水が滯水しやすい箱桁内部(写真-3)などが該当する。



写真-3 塗装塗替1年で箱桁内部に発生した腐食

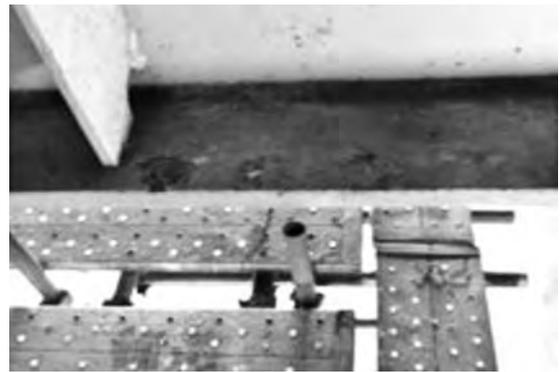


写真-4 塗装塗替9年で下フランジに発生した防食機能の劣化

##### (2) 素地調整及び塗膜の品質確保が困難な部位

凹凸のある高力ボルト継手部(特に、ボルト頭部、ネジ部)、部材角のエッジ部、塗装塗替足場のチェーнкランプ跡(写真-4)等は、刷毛塗りの場合膜厚を確保するのが難しく、防食機能の弱点となることが知られている。

##### (3) コンクリートや土への埋め込み(地際)部材

地際部は、点検により腐食状況の確認が困難であるばかりでなく、防食機能の回復作業も困難である。また、地際部の腐食は地際部から5mm~10mm程度下に最も腐食が進行する箇所があることが知られており、直接視認しての確認が出来ない。特に、横断歩道橋脚基部(写真-5)や高欄支柱基部が上げられる。

##### (4) 塗膜下腐食に起因した局所的な腐食

塗膜は、水分や酸素等の鋼材の腐食に関する環境因子の浸入を完全に抑制することはできない。このため、塗替え時の素地調整不足によって腐食箇所のさびが残存した場合、塗膜下腐食が進行(写真-6)する。塗膜下腐食は、過去に腐食した箇所の再腐食であるため、腐食しやすい部位で局所的に発生することが多い。特に耐久性の高い塗装系を適用すると、塗膜が健



写真-5 塗装塗替11年で歩道橋橋脚基部に発生した腐食



写真一六 塗装塗替 18 年で上フランジに発生した層状腐食 (漏水無し)

全な部分では腐食が進行しにくいことから、腐食が表面的ではなく板厚方向に進行する傾向にある。このため、塗膜下腐食と同様に、局所的な腐食が発生することになる。

#### (5) 維持管理困難部位等の不適切な部材配置

維持管理困難部位とは、設計・製作・施工時の配慮により防ぐことが可能であった部位であるが、作業空間が確保できないために、必要な素地調整や塗替塗装の実施が物理的に不可能な部位のことである。

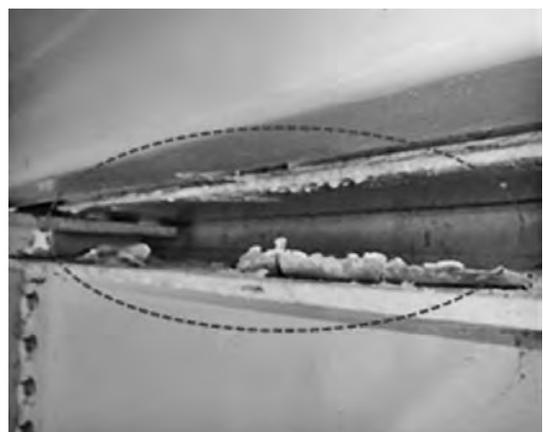
写真一七は、護岸背面に設置された橋台のため桁端部が維持管理困難部位となっている事例である。写真一八は、アーチ構造を有する橋りょうの狭小閉鎖断面内部の腐食状況である。狭小閉鎖断面内部をファイバースコープカメラにより確認したところ、内部のボルト等に腐食が進行していることが確認された。これら部位には、ボルト接合部や水抜き穴から大気の進入による結露や、雨水の進入により腐食が進行したと考えられる。また、写真一九では主桁間に配置された添架管のために、主桁間の塗装塗替がされていない事例が確認されている。このような場合は、橋りょう管理者が添架管事業者へ作業空間確保のための改善申し入れが早急に必要である。写真一〇では、従来か



写真一八 建設後 28 年が経過した狭小閉鎖断面修復を有するアーチリブ内部の腐食



写真一九 添架管により主桁間に侵入が出来ない事例 (左上写真一主桁間は塗装塗替未施工 (建設後 45 年経過))



写真一〇 鋼製デッキと横桁の間に発生した腐食 (建設後 32 年経過)

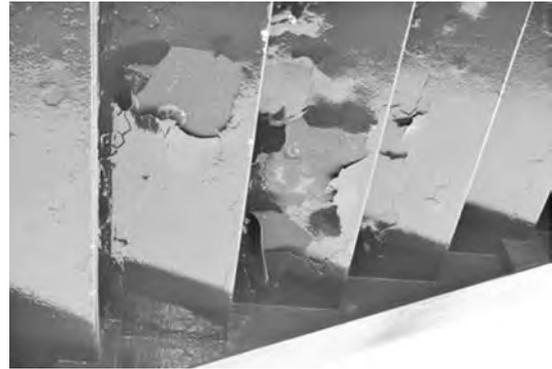


写真一七 建設後 43 年間塗装塗替がされていない部位 (護岸内の桁端部)

ら課題であった床版と横桁間に腐食が発生している事例を、写真一〇では小規模橋りょうに多い鋼製波型デッキと主桁上フランジ間に生じる空間に発生した腐食を、写真一二では護岸に近接した主桁下フランジに発生している防食機能の劣化事例である。このように、点検で損傷が明らかになっても、塗装塗替の実施が困難な維持管理困難部位が多数確認された。これら



写真一11 波型デッキと主桁上フランジ間に発生した腐食（建設後32年経過）



写真一13 塗装塗替4年後に剥離した塗膜



写真一12 護岸に接する主桁下面に発生した防食機能の劣化（建設後35年経過）

多数の維持管理困難部位を放置すれば、遠からず腐食が進行し、耐荷力や耐久性に影響を生じることが明白である。しかしながら、これら部位に対して現在有効な対策は示されていないことから、板橋区では計画的にこれら部位の構造改善を予定しているところである。

#### (6) 旧塗膜に起因する塗膜変状

素地調整3種において残された旧塗膜は、防食性への寄与を期待したものであり、健全な塗膜であることが前提である。しかしながら、塗膜を構成する樹脂は有機材料であり、長時間に及ぶ環境因子（水分、熱、紫外線等）の作用による酸化や加水分解等に伴う脆化・劣化が生じることが避けられない。また、複数回の塗り重ねに伴い、塗料が硬化して塗膜となる際の収縮応力等が塗膜内部に蓄積・増大すると考えられている。これらの影響により、塗膜の健全性が失われ、最終的には割れ、剥がれといった塗膜変状として顕在化すると考えられる（写真一13）。前述した写真一1の事例もこれに該当する。

### 5. 塗装塗替長期化に向けた取り組み

板橋区において塗装塗替が短期化した要因の一つとして、採用された塗装仕様が持つと考えられる耐用年数を大きく下回る期間で著しい防食機能の劣化が発生したことが確認された。この劣化要因は、素地調整3種による旧塗膜に起因することが想定されたため、板橋区では現在労働環境の問題となっている塗料に含まれる有害物質の完全除去も目的として、素地調整1種の導入を検討しているところである。

塗装塗替短期化の要因の二つめとして、局部的な防食機能の劣化や腐食速度の早い変状が発生したことが想定された。これらは、6つの要因に整理され来年度実施が予定されている長寿命化修繕計画の改定の中で、個別要因毎の具体的な対策を検討する計画である。例えば、桁端部に堆積した土砂等の撤去を、定期点検の中で実施する取り組みや、維持管理困難部位の構造改善、素地調整1種の導入、橋梁点検車を用いた現場タッチアップ塗装の導入等が挙げられる。

本稿で挙げた要因に対する有効な対策は、現在の技術では全て対応が可能とは言いがたいが、創意工夫により変状の進行を遅らせるなどの効果が得られるものと確信しているところである。

さて、塗替え時期の判定にバラツキがあることを「3. 塗装塗替の短期化の要因」は前述したが、図一3で示した板橋区での防食機能の劣化の経時変化によると、目視という定性的な点検であるためデータのバラツキはあるものの、破線で示した防食機能の劣化傾向によると、大凡塗替え後10年程で防食機能の劣化が始まり、大凡20年経過すると予防的保全（“Ⅱ”ランク）の後期に入ると推測された。そこで板橋区では、10年を下回るようになった塗装塗替間隔を、当初目標として20年に設定し、塗装塗替間隔が20年を確保できるように、局部的に進行した腐食に対しての対策実施と、今後劣化の進行の恐れのある維持管理困難部

位に対する構造改善を計画的に実施することが検討されている。

## 6. おわりに

板橋区では、平成28年度から3年間にわたり実施した定期点検結果を受けて、来年度長寿命化修繕計画の初めての見直しが予定されている。管理橋りょうに鋼橋の占める割合が高いことから、塗装塗替の間隔を長期化することが維持管理費用の縮減に効果が高いことは分かりやすい。しかしながら、定型化した定期点検では点検する度に損傷が確認され、それらへの対応として塗装塗替が実施され続ければ費用の縮減は困難であることは明白である。本稿で取り上げた鋼橋の防食機能の劣化と腐食を受けやすい部位は、以前から問題提起されていたものもあるが、新たに維持管理困難部位として注意喚起を行った。維持管理困難部位に対する対策は、現時点では高い費用が必要となる構造物改善が有効と考えられるが、狭隘部での施工が可能な素地調整機器や塗装機器の開発が望まれる。

## 謝 辞

東京都板橋区役所土木部計画課には、本稿で紹介した変状事例の提供をはじめ、多大なご協力を頂きました。また、参考にさせて頂いた報告書を作成した「鋼構造物の防食性能の回復に関する調査研究小委員会」の九州大学大学院貝沼重信委員長には、多大なご指導をいただきましたことに謝辞を申し添えます。

JICMA

### 《参考文献》

- 1) (公社) 日本道路協会：鋼道路橋塗装便覧. 1971
- 2) (公社) 日本道路協会：鋼道路橋防食便覧. 2005
- 3) (公社) 日本道路協会：鋼道路橋防食便覧. 2014
- 4) 鋼構造物の防食性能の回復に関する調査研究小委員会，論文名，雑誌名（書名），巻号，（社）土木学会，平成31年3月

### 〔筆者紹介〕

杉田 悠貴（すぎた ゆき）  
板橋区 土木部 計画課



香川 紳一郎（かがわ しんいちろう）  
国際航業㈱  
技術サービス本部 社会インフラ部  
橋梁マネジメントグループ  
担当部長



伊礼 貴幸（いれい たかゆき）  
国際航業㈱  
技術サービス本部 社会インフラ部  
橋梁マネジメントグループ  
主任技師



# コンクリートチップングマシンの開発

池田 俊明

衝撃工具を使った時に発生する粉塵と振動は、人が作業する環境としては、過酷で健康被害を避けられなかった。又、労働安全衛生規則によって、一日の使用時間を2時間までと制限された。熱間作業では、耐熱服を着て作業するが、あまりの暑さと動き難さで事故を誘発した。この状況を改善する為に、スパイクハンマーを開発した。

スパイクハンマーは、状況に応じて使い分けが出来るように、型式がある。その開発の変遷を紹介する。  
キーワード：はつり、安全対策、コンクリート補修、耐震補強

## 1. はじめに

スパイクハンマー（以下SH）は、製鐵所で耐火材の表面を削り、樋の補修期間を短縮し、人夫作業を安全にするために開発された。初号機は、ロッドが17本付いていて、ピックハンマーが17台付いているのと同じような感じがする（図-1、写真-1）。

鑿岩機という、押し付けて作動し、岩石を破碎するような使い方をするが、SHは、打撃しながら移動して使う。同じ場所で打撃を続けると穴を掘っていく

が、目的は、表面を削ることなので同じ場所で打撃し続けることは、ほとんど無い。

## 2. 耐久性について

SHは、その後、現場の用途に応じていくつか種類が増えた。

この型式KA120は、現在では、メタルのインゴットの表面に付いた耐火材をとる作業で使用されている。メタルのインゴットを型から出すと、耐火材が一緒についてくる。

これをピックハンマーで粗落としした後、サンドブラストで綺麗にする。この粗落としが人力作業で6面落とすのに日数がかかっていた。更に粉塵が出るので、安全上、機械化したかった。この現場にKA120を導入してからは、作業時間が短縮され、生産効率の向上に貢献した。時々、SHの寿命を聞かれることがある。このKA120は、10年以上作動している。もちろん消耗品の交換を行っている。数年に一回オーバーホールもしている。そのためか、なかなか壊れず、故障も無く、現役でがんばっている。

## 3. 作業範囲

重機に取り付けて使用してもロッドが折れないように、又、ピストンの作動がどのような姿勢でも円滑に動くように改良が続き（図-2）、ようやく土木現場に投入できた。

どうしても砂塵を吸い込んでしまうが、排気口から

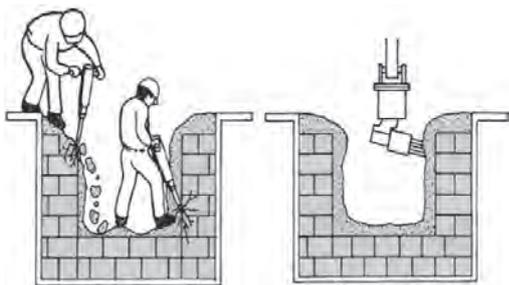
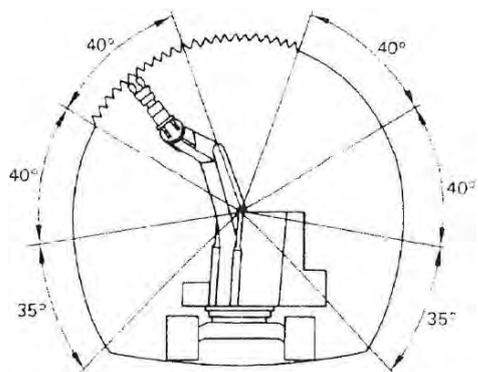


図-1 人夫作業とSHの作業イメージ



写真-1 KA120の作業風景

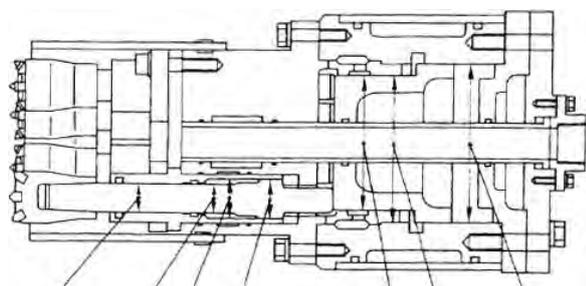


図一2 SHの作業範囲

吐き出し、動き続けることなど、実際に使用してから発見する機能もあった。

#### 4. 構造

圧縮空気を使用する機械は、空気圧室を確保する為に、材料の8割以上を削ってしまう。強度を維持するために、無垢材からの削り出しになる。そうすると、一つの部品を製作する原価がどうしても高額になり易く、今でも悩みの種となっている（図一3）。



図一3 SHの断面図

中身が空洞なので、本体が大きくても実際には軽い。熱間作業でも空気が冷却を兼ねて作動させるので、苛酷な環境でも動いてくれる。時々、リズムが崩れるような音がするがそのまま使用しても差し支えない。

もし作動不良が発生しても、現場で分解し、清掃して組み立てればそのまま使用しても差し支えない。油圧機器と比較すると便利だなと感じる。

#### 5. 消音について

音は、100 db ぐらいである。近くにいと耳栓をするが、15 m 離れると半減する。都心で作業する場合には、どうしても音を消して夜間作業にも使用できるようにしたいが、消音技術はなかなか完成しなかった。排気口にマフラーを付けると、排圧が発生しピス

トンの動きが鈍くなる。能力を落とすと作業効率も悪化するので、マフラーは付けていない。SHを丸ごと防音シートで覆うと、SHまでの連結部から音を発生する。このように追いかけて行くと、機械を一台丸ごと覆わないと音を消せない。この場合、人が乗車して操縦しようとしても視界を確保しなければならない。遠隔操作にしても送受信のアンテナだけは、見えるようにしないと操縦できない。

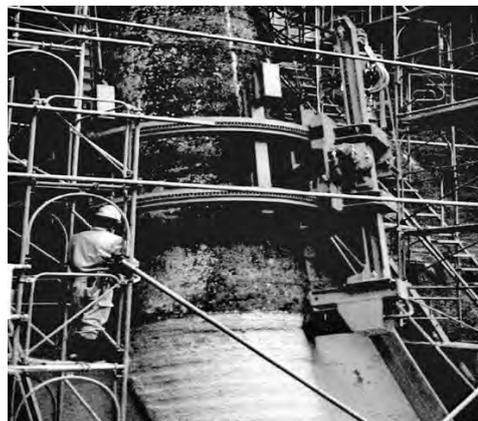
M2型だけは、防音効果を出して、夜間の施工で使用した実績がある。重機が乗れない重量制限のある橋の補強工事で使用した。

#### 6. SHの多様性

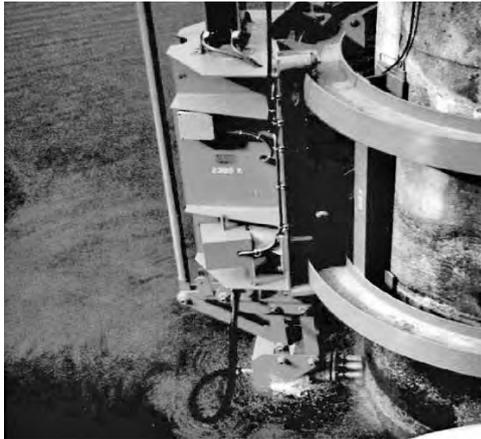
SHは、多くの場合、重機の先端に取り付けて使用する。重機の使用が適していない下水管・トンネルなどの円形内での作業、逆に外側の円形を処理する場合は、作業に合わせて装置を設計してきた。平面での作業の方が効率よくチップングできるが、曲面でもチップングできる。アーチ型の天井でもロッドが前後に打撃する限り、打撃しろの範囲で曲面に対応できる（写真一2～4）。



写真一2 管内作業



写真一3 ピアー部作業

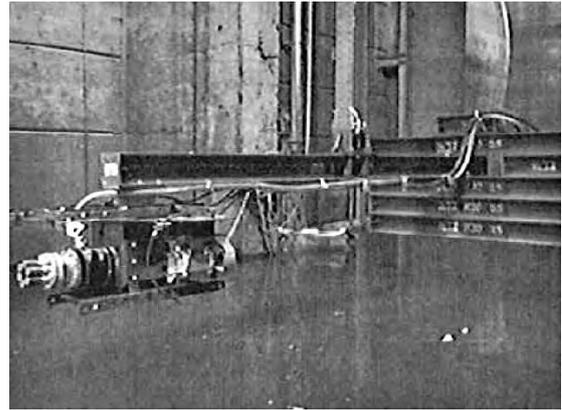


写真—4 水中作業

水深は浅いが、水中でも使用したことがある。標準仕様のまま水中で作動するかどうか、水圧がかかる中でどうやって排気したらよいか、水深何メートルまでもぐれるのか。水中で打撃できるのかなど、これまで水中での経験が無い中、不安を抱えながら実施した。

SH もいよいよ水中で使用するのか、と初めての領域へ入って行った。

正式に水中で使用するタイプは、ゼネコンとの共同で開発し、無事に海底からはつり上がって来た（写真—5）。



写真—5 水中仕様

## 7. おわりに

これまで、どこに発注したらよいかわからない、と言われた相談に対してアイデアを出し、製作し、納品してきた。相談内容も小さな製品で対応できる事もあれば、大きなものまで様々あった。今後も要求に応える努力を続けていく。

J C M A

【筆者紹介】  
池田 俊明 (いけだ としあき)  
栗田鑿岩機株

ずいそう

## 地方創生に想う 誇りを取り戻す

大田 弘



60年前に“過疎”(人の空洞化), 40年前には“中山間地域”(土地の空洞化), そして20年前には“限界集落”(ムラの空洞化)と云う造語が生まれた。戦後の高度経済成長の副作用として東京などへの一極集中が過度に進行し, この数年, 地方創生が叫ばれているが, この国難は突然やって来た訳ではない。我が国は1962年に第一次の全国総合開発計画が策定以来, 一貫して“均衡ある国土の発展”を目指してきたが, 一筋縄では行かないようである。

少子化の進行に伴う人口減少によって, 存続が困難になると予測されている自治体, 「日本創成会議」人口減少問題検討分科会が, 2040年までに全国約1800市町村のうち約半数(896市町村)が消滅する恐れがある, と発表した。(2014年5月:通称「増田レポート」)

私の郷里・富山県では朝日町(人口:約1万人/森林面積85%/高齢化率42%)が消滅都市の“指定”を受けた。この町は貨幣的価値(大きな企業はない)や文化的価値(コンサートホールなどはない)は県内他市町村に比べ劣勢であるが, 環境的価値(白馬連峰~里山~里海)や人間関係的価値が自慢である。そして, この町の標語・キャッチフレーズが「消えてたまるか!朝日町」である。

増田レポートを機に奮起した町民は様々な活性化運動(地元産品の商品化, 公民館活動の復活など)を行っており, 少しずつではあるが, 移住者が年々増加している。かつ, 移住者はすべて若者である。

彼らに移住を決意させた理由は「元気な,(彼らに言わせると)カッコイイ, ジイジイ, バアバアが一杯いた」ことだ。世話好きの方々が多く, いろいろと相談に乗ってくれ, 応援をしてくれるとのこと。そんなことをやってもしょうがない!あれやるな!これはダメ!との注文は一切付けないとのことだ。

かつて, 田舎の人間関係の複雑さや“ねっとり感”は若者を都会へと駆り立てる一因となったが, その反省を踏まえて?の“さわやか感”や“躍動感”を感じさせる新たな人間関係的価値の創造が功を奏しているようである。

将来, 農山村に暮らしたいと考えている60代, 70代の熟年層は20%, 20代, 30代の若者では50%との

NHK 他の調査結果がある。この若者の志向は東日本大震災以降, 増加傾向にあるという。かつて地方から東京に出た世代は都会での永住を決め込んでいるが, その子供たちの農山村志向, つまり“孫ターン”が増えてくるとの指摘がある。

成熟社会を迎え, 生き方の物差しが我々の世代とは異なり多様化してきている。いろんなことがきっかけでその土地に惚れた若者は, その地で自ら創業し雇用を生み出す者も出てきている。

全国各地の農山村の実情に向き合い, 地域の人々の声に耳を傾けてきた明治大学教授 小田切徳美氏は「誇りの空洞化」を危惧し, 「都市農村共生社会の創造」を提起している。同氏によれば, 戦後の高度成長期以来続いた「キャッチアップ型の開発主義」からの脱却という非常に大きな流れの中で「田園回帰」の変化があり, 分水嶺・分岐点に来ているという。また, 地域の価値をネガティブに捉え, 人の悪口とか陰口とかに終始している農山村・地方には, 移住者は行かず, “地域の価値”に気付いたところ(誇りを取り戻したところ)に移住者が入ってくるという。

国家や地域, 人は本質的には多様である。経済効率や経済成長を優先するあまりに, 多様であるべき文化や価値観があくなく利潤を追求するグローバル市場になぎ倒され, 様々な矛盾が顕在化してきているのではないか? 地方創生や一億総活躍, 女性活躍などの目



写真一 涅槃団子作り(中央が筆者)



写真一2 里山作りのお手伝い（筆者）

的が経済再成長を促すためではなく、それぞれが、かけがえのない人生を送れる価値観（多様な座標軸）を持てる国へと豊かさの質を転換するための方策であってほしいと思う。

成熟社会は一見、多様化を実現しつつあるように見える。しかしそれが目先の経済的な損得に重きをおい

た無味乾燥な「個人化」の進展であれば、幸せとはほど遠い社会が到来する。多様な価値観とは何でもありではない。それぞれの判断で人生を設計し、それぞれの責任で歩まなければならない。それは決して容易なことではない。これまで先人たちが力を合わせて築き上げてきた智慧から学ぶことの大切さを思い起こしつつ、社会全体での約束事（利他心／道義心）を土台とし、そのうえで個々人の価値観を際立たせることができる社会を目指すべきではないだろうか。まさに“多様性”と“誇りを取り戻す”ことが地方創生の追い風になるような気がする。

この数年、四十年間一切振り返ることのなかった郷里で過ごすことが多くなった。準限界集落の里山再生や都市部との交流に協力している。

小学生の時、祖母に庭にあった柿の実三つをねだったことを思い出す。祖母はこう云った。「一つは食べて良い。一つは鳥に食べさせる。そして最後の一つは土に返す。」小学校での教育すら受けられなかった祖母だが人の生き方の原理原則を一体誰から教わったのだろうか？ この言葉は歳を重ねるに連れて脳裏で増幅する一方である。

——おおた ひろし（株熊谷組 社友 顧問（元 代表取締役会長）——

ずいそう

# どうなる私のモビリティライフ

古館 利幸



私の生活の中で車は欠くことの出来ないものです。通勤、買い物、レジャーにと、ほぼ毎日40年間所有し、使い続けてきました。いつでも使える利便性、手軽な移動手段であることを考えると、車が無い生活は考えられないと思うのが正直なところではあります。

私は今のモビリティライフで十分楽しめると思いますが、満足もしています。

車が普及するにつれ道路整備もされ、利便性もましましたが、同時に環境問題、交通事故死の増加が社会問題化しました。車の改良が進み大気汚染を引き起こす事はほぼなくなり、交通事故死もピークの5分の1に減少してきました。

ITの発達で、ナビ、ドラレコ、自動ブレーキは当たり前の装備になり、車は進化し続けた結果だと思えます。

昨年自動車業界は100年に1度の大変革期を迎えたと言われています。

それはCASE（コネクテッド、自動運転、シェアリング、電動化）と呼ばれるグローバルな動きです。それが使う側にどのような影響を与えるか、私なりにまとめてみたいと思います。

その中で今注目されているのが、自動運転と電動化だと思えます。自動車メーカーに限らず開発にしのぎを削りトップランナーをめざしている分野です。

## ・自動運転

AI、IoTの活用で車は急速にスマート化し自動運転のレベルも上がり、レベル3の車が今年販売される段階までできています。

自動運転は6段階あり、レベル5が完全自動運転になります。レベル5は近い将来技術的にはできると思えます。そうするとロボットタクシーが走る日が来るのではと勝手に想像してしまいます。開発のため色々な実験を繰り返していますが、実用化にはクリアすべき課題も残っていますので、まだまだ時間がかかりそうです。

私が体験しているのはレベル2で、追従走行が出来るくらいですが、車間距離を保ちながら、加減速は自動ですので、使用頻度はそれほど高くありません。自動ブレーキ等安全支援機能は事故防止に役立つと実感

出来ます。レベルが上がると安全性も高まることとなりますので、認知機能の衰えた高齢ドライバーには運転寿命が長くなり朗報だと思います。

## ・電動化

日本ではハイブリット車が主流を占めていますが、電動化へのグローバルな流れが昨年決定的になりました。地球温暖化対策としてのCO<sub>2</sub>削減が背景にあります。今後EV車は伸びていくと思われそうですが、問題は充電時間、一充電当りの走行距離、価格だと思えます。現在一定条件化で400km超の航続距離までできていますので、自家用、業務用としては使えるレベルではないかと思えます。新型バッテリーが登場すると更に伸びることになります。

また、EV車は動く蓄電池として災害時での活躍が注目され、重要度も高まっています。

電動化は内燃機関（エンジン）からモーターに変わることを意味します。エンジンに係わるメンテナンスコストが軽減され、燃費も減少することになりますが、バッテリー、モーターのメンテナンスコストを入れた維持費を考慮し、10年使うとした場合コスト高になることは間違いないと思えます。

充電設備はスーパーにも設置され、買い物ついでに充電でき、道の駅にも設置され利便性は増しています。充電は15分から30分掛かりますが今後短く改善されると思えます。

0エミッション、動く蓄電池等EV車の良さは充分理解できますが、コスト的には、まだ高額で、庶民には手が届かないレベルです。

値段の高いEV車しかないとしたら、レンタル、シェアリングが主流となる時代が来るかもしれません。

少子高齢化、人口減少、過疎化が進む現在、社会のニーズに合わせ、車の役割もまた変化し、その度に技術革新も生まれ進化しています。

次にくる車社会がどのように変化するか大変楽しみではありますが、今後もモビリティライフを楽しんで行きたいと思えます。

**新工法紹介** 機関誌編集委員会

02-149	栈橋上部工の省力化技術開発	五洋建設
--------	---------------	------

▶ 概 要

近年、建設現場の生産性を向上させるため、プレキャスト施工が有効な手段として期待されている。栈橋の上部工は、潮位や波浪等の海象条件の影響を受けながら、足場・型枠支保・鉄筋組立・コンクリート打設といった一連の海上作業を繰り返して構築される。このため、上部工をプレキャスト化することで、海上作業の大幅な省力化が図れ、品質向上や安全性確保の他、工期短縮といった多くのメリットが期待できる。一方、栈橋上部工のプレキャスト化については、鋼管杭と上部工の接合方法が技術的課題として挙げられる。これは、現行の設計基準において、鋼管杭と上部工は剛結条件として設計されるためであり、プレキャスト施工のメリットを損なわずに剛結条件を満足できる接合構造が望ましい。

そこで、従来の現場打ち上部工と比較して、優れた杭頭結合性能とエネルギー吸収性能を有する「鞘管方式」を開発した。鞘管方式は、プレキャスト化する上部工に予め鋼管杭よりも径の大きな鞘管を埋設し、鞘管内に鋼管杭を所定の長さに差し込み、その間隙を無収縮モルタルで充填して一体化させるものである（図-1, 2）。

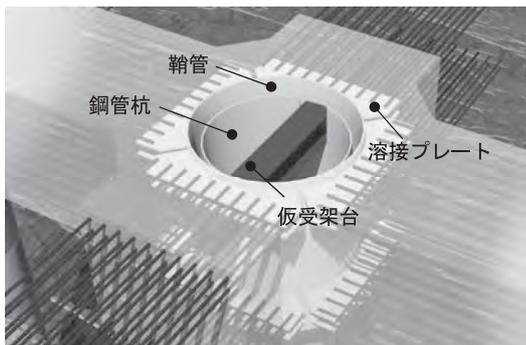


図-1 鞘管方式の概要

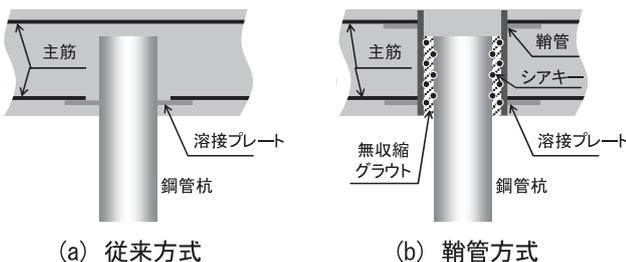


図-2 杭頭接合方式の違い

▶ 特 徴

従来の現場打ち上部工と比較した鞘管方式の特徴は、以下の通りである。

- ①杭頭結合性能  
1.6倍の剛結度を実現
- ②エネルギー吸収性能  
紡錘型の優れたエネルギー吸収性能（図-3）
- ③工期短縮効果  
約30%の工期短縮を実現（当社実績）
- ④下部工の再設計が不要  
地震時の慣性力が従来と変わらないため、施工時のプレキャスト化に最適

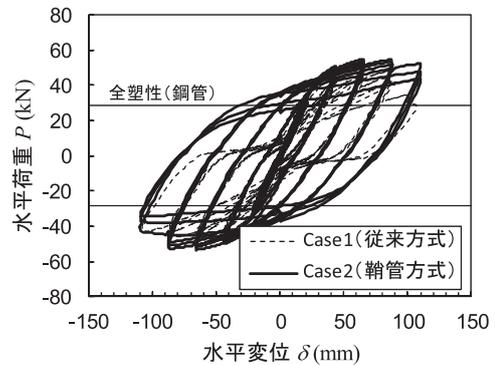


図-3 構造実験による荷重-変位関係



写真-1 プレキャスト上部工の架設状況

▶ 用 途

・RC 栈橋の新設/更新工事

▶ 実 績

・東北地方整備局発注の栈橋工事ほか

▶ 問合せ先

五洋建設(株) 技術研究所 土木技術開発部  
〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町 1534-1  
TEL: 0287-39-2109

04-400	改造型防音扉	西松建設 奥村組
--------	--------	-------------

▶ 概 要

山岳トンネル工事における発破掘削音については、坑口に防音扉を設置することで影響を低減する場合が多い。特に、防音扉に高い性能が求められる場合は、防音扉の扉部材にコンクリートを充填して材質を硬くかつ重くすることや、複数基の防音扉を設置することなどで対応している。

ここで、高性能なコンクリート充填タイプの防音扉は比較的高価になること。さらに、複数基の防音扉を設置する場合、扉間隔が30m程度必要なため機械掘削の実施区間が長くなり、硬質な岩盤が坑口付近から出現した場合は工期と費用が高むことが問題となる。そのため、発破掘削で問題となる低周波音にターゲットを絞り、安価に、より早い段階から発破掘削の実施を可能にする防音扉の開発を目指した。

『改造型防音扉』は、特に低周波音の減衰性能の確保が困難な車両通行部に着目した。図-1に示すように、坑内側に車両通行部の扉を増設し、既存の車両通行部と側面および上面をコンクリート充填パネルで接続することにより車両通行部だけを二層式にしている。坑内側の車両通行部が先に振動してエネルギーを損失させることで、防音扉の減衰性能を担保している。

現場で実施した性能試験結果から、コンクリート充填200mmとした通常の防音扉の坑内側に、コンクリート充填100mmとした車両通行部の扉部材を増設し、車両通行部のみを二層化した改造により、改造前の防音扉に比べ低周波音圧レベルで10dB、騒音レベルで7dB減衰性能が向上した。

▶ 特 徴

(1) 一般的な防音扉の改造

改造型防音扉は、リース材として利用されている一般的な防音扉の車両通行部だけを二層式とする。このため、比較的安価に設置することが可能で、一般的な防音扉1基並の省スペースに若干の組立て時間の追加で実現できる(図-2参照)。

(2) 防音扉2基設置時とほぼ同等の減衰性能

改造型防音扉は、防音扉2基設置時とほぼ同等の減衰性能が得られ、防音扉を2基設置する計画がある現場で採用することで、計画より早期に発破掘削が開始できる可能性が高まる。

(3) 10 Hz以下の超低周波音に対して高い減衰性能

20 Hz以下の超低周波音は、窓ガラスや建具のがたつき現象を引き起こす可能性が高く、周辺家屋からの苦情の主要な原因になるが、改造型防音扉は特に10 Hz以下の成分に対して高い

減衰性能を有している(図-3参照)。

▶ 用 途

・発破掘削を実施する山岳トンネル工事

▶ 実 績

・高知県発注：国道493号道路災害関連(小島トンネル)工事  
トンネル延長913m、標準断面CⅡ63m<sup>2</sup>

▶ 問 合 せ 先

西松建設(株) 技術研究所 土木技術グループ  
〒105-0004 東京都港区新橋6-17-21  
TEL：03-3502-0279

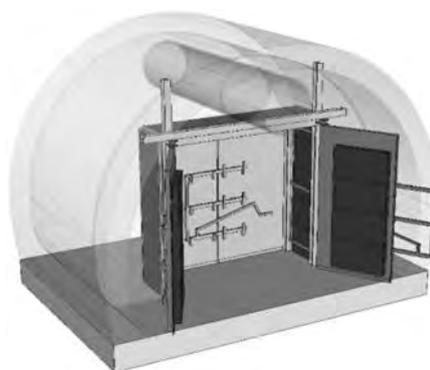


図-1 改造型防音扉の形状概念図



図-2 改造型防音扉の設置状況

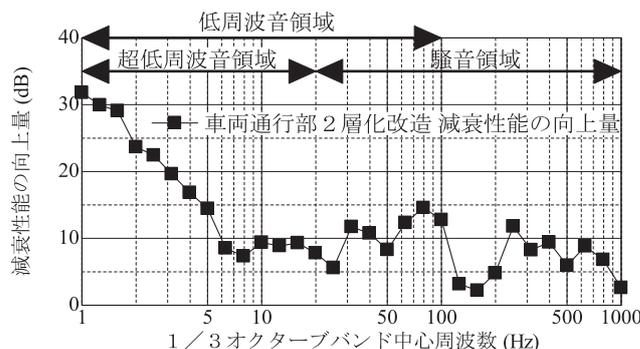


図-3 200 mmコンクリート充填型防音扉からの向上量

# 新機種紹介 機関誌編集委員会

## ▶ 〈03〉 積込機械

19-〈03〉-01	コマツ ホイールローダー  WA80-8	'19.1 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 年基準に適合したホイールローダーである。

コンパクトであるが、電子制御 HST (※1) により、オペレーターの負担軽減と作業の効率化、走行性の向上を図っている。さらにセカンダリエンジン停止スイッチやシートベルト未装着警報により安全性の向上を図っている。

KOMTRAX (機械稼働管理システム) によりオペレーターごとの運行管理を可能にしている。さらに、新車購入時に自動的に付帯される、パワーラインの保証延長と無償メンテナンスを取り入れた、サービスプログラム「KOMATSU CARE (コマツ・ケア)」の提供により、トータルライフサイクルコストの低減と長時間稼働への貢献を図っている。

※1 HST：ハイドロスタティックトランスミッション

表一 1 WA80-8 の主な仕様

運転質量 (キャノピ仕様/キャブ仕様)	(t)	5.120/5.295
エンジン定格出力 ネット	(kW[PS]/rpm)	44.3[60.2]/1,850
バケット容量ストックパイル用 (B.O.C. ※2 付)	(m <sup>3</sup> )	0.9
最大掘起力 (バケットシリンダ)	(kN[kg])	41[4,200]
全長/全幅 (バケット幅)/全高	(m)	5.445/1.980/2.880
ダンピングクリアランス (45度前傾 B.O.C. 先端まで)	(m)	2.46
ダンピングリーチ (45度前傾 B.O.C. 先端まで)	(m)	0.875
最小回転半径 (最外輪中心)	(m)	4.055
価格 (工場裸渡し消費税抜き)	(百万円)	9.6

※2 B.O.C.：ボルトオンカッティングエッジ



写真一 1 コマツ WA80-8 ホイールローダー (一部オプションが含まれる)

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

## ▶ 〈14〉 維持修繕・災害対策用機械および除雪機械

19-〈14〉-01	極東開発工業株 湿塩散布車  ES05-10/ES06-10	'18.12 発売 新機種
------------	---	------------------

固形の凍結防止剤 (塩化ナトリウム) に水を添加して、道路に散布する湿塩散布車である。

車両キャビン内において散布量、散布幅、散布剤の種類などの条件設定をおこない、車速パルスを使用した速度同調機能により、車両速度に合わせた散布が可能である。

常に塩化ナトリウムにさらされる凍結防止剤搬出口の開閉に、ストローク計内蔵シリンダを採用し、凍結防止剤の散布口をステンレス製とすることで、防錆性および耐腐食性を向上させている。

車両左右に設置されたポリエチレン製の水タンクは、外面に水や雪が溜まりにくい曲面形状を採用し、スタイリッシュな外見と、実用性を兼ね備える。

また、キャビン内の操作パネルにスイッチ付き表示ディスプレイを採用し、シンプルで直感的な操作が可能である。

表一 2 ES05-10/ES06-10 の主な仕様

散布剤の種類		塩化ナトリウム
ホッパ容積	(m <sup>3</sup> )	5.0/6.0
溶液タンク容積	(L)	2200/2600
散布幅	(m)	3.0 ~ 8.0 (0.5 刻み)
散布量	(g/m <sup>2</sup> )	10 ~ 40 (5 刻み)
溶液混合比	(%)	0 ~ 30 (1 刻み)
散布速度	(km/h)	30 ~ 60
散布方式		後方散布方式
ベースシャーシ		GVW22 トン車
動力		フライホイール PTO
価格 (百万円)		見積もり



写真一 2 極東開発工業 ES05-10 湿塩散布車

問合せ先：極東開発工業株 総務部 総務課  
〒663-8545 兵庫県西宮市甲子園口 6 丁目 1 番 45 号

新機種紹介

▶ 〈15〉 作業船

18-〈15〉-02	東洋建設・タチバナ工業 非自航グラブ浚渫船兼 起重機船「拓海」(たくみ)	'18.11 建造 新船
------------	--	-----------------

本船は東洋建設とタチバナ工業が共同で建造した 30 m<sup>3</sup> 級の非自航グラブ浚渫船兼起重機船である。

ハイブリッド式浚渫機は、バケット巻下げ(自重降下)時に発生する再生電力を蓄電設備(電気二重層キャパシタ)に蓄え、バケット巻上げ時に蓄えた電力でエンジン動力をアシストする機能であり、巻上速度が増すことによる施工効率の向上や、燃料消費量や環境負荷の低減を図っている。

蓄電システムは、昼間大型発電機により発生する余剰電力を蓄電池(リチウムイオン電池)に貯めて、夜間停泊時の必要電力を供給する。夜間や停泊時の補助発電機稼働が不要となり、燃料の削減や夜間の静穏性などが図られている。

映像による見える化を図ったエネルギーモニタシステムを採用し、蓄電システムのモニタ表示部を拡張することで、作業船全体のエネルギーをモニタリングし、データ蓄積、インターネットによる外部管理ができる。

船内全体の電力状態(発電量・使用量・蓄電量など電力の流れ)をリアルタイムに把握し、船員・作業員の環境意識の向上を図っている。

施工管理システムは、旋回角度やバケット深度など浚渫機の情報をはじめ、船体傾斜計、喫水計、音響測深機等の機器を LAN で接続し、船内に施工管理ネットワークを構築している。

LAN 配線によって施工管理画面を船内のあらゆる所で確認でき、



写真一 3 東洋建設、タチバナ工業 拓海 非自航グラブ浚渫船兼起重機船

インターネット接続することによって船外監視も可能である。

本船は、建設業の女性進出など職場の多様性が重要視されている中で、その取り組みの一つとして女性専用の居室を設けている。女性専用室には居住スペースに加え、個別のバス、トイレと洗濯乾燥機が装備された洗面室を設けている。本室の設置に当っては従来の作業船の見学等、女子職員によるワーキングチームを立ち上げ計画を作成した。

なお、本船の製造は浚渫機(クレーン)およびスパッド部分は株式会社 SKK であり、台船部分は富士海事工業株式会社である。

問合せ先: 東洋建設(株) 土木事業本部 機械部

〒101-0051 東京都千代田区神田神保町 1-105 神保町三井ビルディング

表一 3 拓海の主な仕様

クレーン部 (型式: SKK-30030GDT-EH)	
浚渫仕様	
直巻能力	110 t
巻上ロープ速度	0 ~ 65 m/min (モーターアシスト時)
巻下ロープ速度	0 ~ 80 m/min
浚渫深度	水面下鉛直最大 60 m (全揚程 66 m)
起重機仕様	
定格総荷重 × 作業半径	150 t × 18.7 m ~ 68.9 t × 34.4 m
巻上フック速度	0 ~ 7 m/min (150 t × 5 車)
一般主要仕様	
ジブ長さ	28 m : 支持閉閉 (33 m : 起重用主巻)
原動機	ディーゼルエンジン 6EY26LW (ヤンマー製 IMO2 次規制対応) 1840 kW/750 rpm
動力伝達方式	トルクコンバータ・モーターアシスト及び油圧装置
旋回速度	0 ~ 1.2 rpm
起伏ロープ速度	0 ~ 72 m/min
台船部 (鋼製箱型非自航台船)	
船体寸法	
長さ × 幅 × 深さ	62.0 m × 25.0 m × 4.5 m
補機設備	
主発電機	400 kVA × 220 V × 60 Hz 2 台 (IMO2 次規制対応)
停泊用電源	蓄電システム (昼間余剰電力利用)
非常用発電機	100 kVA × 220 V × 60 Hz 1 台
スラスタ装置	19.6 kN 254 kW エンジン駆動 2 台 (IMO2 次規制対応)
甲板機械	
スパッド装置(吊下げ式)	φ 1300 mm × 40 m 3 基
スパッドウインチ	油圧駆動 38/19 t × 25/47 m/min 3 台
操船ウインチ	チェーンドラム : 油圧 35/17.5 t × 10/18 m/min 4 台
	ワイヤードラム : 油圧 18/9.0 t × 19/32 m/min 4 台

## 新機種紹介

### ▶ 〈19〉 建設ロボット, 情報化機器

19-〈19〉-02	ライカジオシステムズ マニュアル・トータルステーション Leica FlexLine TS03/TS07/TS10	'19.1 発売 新機種
------------	--	-----------------

様々な測量業務に使用されるマニュアル・トータルステーションである。ハードウェアの品質向上に加え、クラウドへの対応、操作性の向上、および器械高自動測定機能等を追加し、測量業務の生産性の向上を図っている。

TS03は、工事測量、現況測量、杭打ち作業、墨出し作業向けの必要最小限の機能を搭載した標準タイプである。

TS07とTS10はワンボタンで器械高を計測・読み込み・設定するオートハイト機能により（TS07はオプション）、器械の設置にかかる時間を大幅に短縮し、手動による器械高の設定ミスを防ぎ、信頼性の向上を図っている。さらにモバイル接続機能（オプション）を使用してオンライン接続（共有）することにより、事務所の設計者と測量現場とのデータ送受信が可能となるため、現場において迅速な対応が行える。

最上位機種のTS10には、視認性の高いタッチパネル式の3Dに対応したカラー画面を使用しており、高度なラインワークや3次元測量などにも対応可能である。さらにLeica Captivate（3D対応高機能測量用ソフトウェア）により、多くの計測データを短時間で取得し、データ管理を直観的に容易に行える。

全機種がIP66の防水・防塵に準拠し、泥、埃、豪雨、極暑、極寒などの厳しい作業環境における精度、耐久性、信頼性の向上を図っている。

ファームウェアFlexFieldを搭載し、10キーを採用し、USBスティックとSDカードに対応、オートハイト機能（TS07、TS10でサポート）を有し、モバイルデータ対応（TS07、TS10）、WLAN・BT対応（TS07、TS10）である。

表-4 TS03, TS07, TS10の主な仕様

測角精度	秒 (")	1/2/3/5/7 (TS03は2/3/5のみ)
測距範囲	(m)	プリズム: 1.5 ~ 3,500 ノンプリズム: 500, 1,000 (TS03は500のみ)
望遠鏡倍率	(倍)	30
動作温度	(℃)	-20 ~ +50
防水防塵		IP66
価格		見積もり



写真-4 ライカジオシステムズ TS03 (左), TS07 (中央), TS10 (右) マニュアル・トータルステーション



写真-5 ワンボタンで器械高を計測し設定

問合せ先：ライカジオシステムズ(株)  
〒108-0073 東京都港区三田1-4-28 三田国際ビル18F

## 平成 31 年度 公共事業関係予算

### はじめに

平成 31 年度国土交通省公共事業関係予算については、東日本大震災からの復興の加速、相次ぐ大規模自然災害による被災地の復旧・復興の着実な推進、「防災意識社会」への転換に向けた防災・減災対策の推進、インフラ長寿命化計画を踏まえた老朽化対策、ストック効果を重視した戦略的な社会資本整備、観光先進国の実現、人材確保・働き方改革等の推進など我が国が直面する喫緊の課題に取り組むため、4つの分野に重点化して計上している。以下に概要を紹介する。

### 1. 平成 31 年度予算の基本方針

#### 1.1 基本的な考え方

平成 31 年度予算においては、東日本大震災や近年相次ぐ大規模自然災害による「被災地の復旧・復興」、「国民の安全・安心の確保」、「力強く持続的な経済成長の実現」及び「豊かな暮らしの礎となる地域づくり」の4分野に重点化し、施策効果の早期発現を図る。

とりわけ、気候変動の影響により更なる頻発・激甚化が懸念される気象災害や切迫する巨大地震等から国民の生命と財産を守ることは最重要の使命である。このため、国土強靱化に向け、防災意識社会への転換を図りつつハード・ソフトを総動員した防災・減災対策を推進するとともに、戦略的なインフラ老朽化対策に取り組む。特に、重要インフラの点検結果等を踏まえた防災・減災、国土強靱化のための緊急対策を集中的に講じる。加えて、我が国の領土・領海を守るため、戦略的海上保安体制を構築する。

また、少子高齢化の制約を克服し、経済の好循環を拡大するとともに、アベノミクスの成果を全国津々浦々まで一層浸透させ、地域においても成長と好循環を実感できるようにする必要がある。このため、生産性向上などストック効果を重視した社会資本整備やコンパクト・プラス・ネットワークの推進、人生 100 年時代等に対応した居住環境の整備に取り組む。さらに、2020 年訪日外国人旅行者数 4,000 万人等の目標達成に向け、国際観光旅客税の財源も活用し、観光先進国の実現に取り組む。

併せて、消費税率引き上げに伴う臨時・特別の措置により、良質な住宅の購入等に対する支援を通じた需要変動の平準化を図る。

#### 1.2 社会資本整備のあり方

社会資本整備は、未来への投資であり、質の高い社会資本ストックを将来世代に確実に引き継いでいかなければならない。このため、既存施設の計画的な維持管理・更新を図るとともに、中長期的な視点に立って、将来の成長の基盤となり、安全で豊かな国民生活の実

現に資する波及効果の大きな政策・プロジェクトを全国各地で戦略的に展開していく必要がある。

このため、必要な公共事業予算を安定的・持続的に確保し、ストック効果を重視した公共投資を推進することにより、国民の安全・安心や豊かな暮らしを確保するとともに、経済成長を図り、経済再生と財政健全化の双方を実現する。特に、これまでの常識を超えて頻発・激甚化する自然災害に対応し、防災・減災、国土強靱化のための集中的な追加投資を行う。

#### 1.3 公共事業の効率的・円滑な実施等

改正品確法の趣旨を踏まえ、適正価格で契約するとともに、地域企業の活用に配慮しつつ適切な規模で発注するなど、公共事業を効率的・円滑に実施する。併せて、中長期的な担い手の確保・育成等に向けて、計画的な発注の実施による労働環境の改善、新技術導入や ICT 等の活用による i-Construction の推進、適正な工期設定等による週休 2 日の実現等の働き方改革に取り組む。

また、限られた財政資源の中での効率的な事業執行に向け、地域のニーズを踏まえつつ、情報公開を徹底して、投資効果や必要性の高い事業への重点化を進めるとともに、地域活性化にも資する多様な PPP/PFI の推進により民間資金やノウハウを積極的に活用する。

### 2. 平成 31 年度国土交通省関係予算（国費）

事業毎の予算を表—1 に示す。

#### 3. 予算の概要

##### 3.1 被災地の復旧・復興

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 平成 28 年度から平成 32 年度までの復興・創生期間における枠組みに基づき、東日本大震災からの復興を着実に推進。</li> <li>(2) 大規模自然災害により被災した地域における基幹インフラの復旧等を着実に推進。</li> </ul> |
|---|

##### (1) 東日本大震災からの復興・創生

(注) 復興庁計上

(a) 住宅再建・復興まちづくりの加速…………… [1 億円]  
被災地における住まいの再建や復興まちづくりの取組を着実に推進する。

(b) インフラの整備 …………… [2,090 億円]  
被災地の発展の基盤となるインフラの着実な整備を進める。

(c) 被災地の公共交通に対する支援…………… [9 億円]  
被災者の暮らしを支える被災地のバス交通等について、住まいの

# 統 計

表一 平成 31 年度国土交通省関係予算国費総括表

(単位：百万円)

事 項	国 費				備 考
	前年度 (A)	平成 30 年度 (B)	平成 31 年度のうち 臨時・特別の措置 (C)	対前年度 倍率 (B/A)	
治 山 治 水	781,142	1,029,684	197,249	1.32	1. 本表は、内閣府計上の沖縄振興予算のうち、国土交通省関係分を含む。
治 水	757,386	997,302	189,772	1.32	
海 岸	23,756	32,382	7,477	1.36	2. 推進費等の内訳は、 災害対策等緊急事業推進費 13,686 百万円 官民連携基盤整備推進調査費 331 百万円 北海道特定特別総合開発事業推進費 4,525 百万円
道 路 整 備	1,347,227	1,549,136	127,905	1.15	
港 湾 空 港 鉄 道 等	420,317	483,072	55,232	1.15	3. 行政経費には、一般会計から自動車安全特別会計への繰戻し 3,720 百万円を含む。
港 湾	232,754	276,006	37,433	1.19	
空 港	78,498	89,416	13,443	1.14	4. 本表のほか、委託者の負担に基づいて行う附帯・受託工事費 83,093 百万円がある。
都 市 ・ 幹 線 鉄 道	24,676	28,455	3,550	1.15	
新 幹 線	75,450	79,192	0	1.05	5. 本表のほか、東日本大震災復興特別会計（復旧・復興）463,189 百万円がある。
船 舶 交 通 安 全 基 盤	8,939	10,003	806	1.12	
住 宅 都 市 環 境 整 備	527,818	597,782	23,216	1.13	6. 公共工事の施工時期の平準化等を図るため、2 か年国債（国庫債務負担行為）209,877 百万円及びゼロ国債 109,529 百万円を設定している。
住 宅 対 策	150,529	153,664	1,200	1.02	
都 市 環 境 整 備	377,289	444,118	22,016	1.18	7. 行政経費の前年度予算額には、平成 31 年度から観光庁に一括計上されることとなった国際観光旅客税を財源とする経費の他省庁計上分を含む。
市 街 地 整 備	32,106	32,646	100	1.02	
道 路 環 境 整 備	320,467	385,513	20,992	1.20	8. 計数は、整理の結果異動することがある。
都 市 水 環 境 整 備	24,716	25,959	924	1.05	
公 園 水 道 廃 棄 物 処 理 等	33,406	44,322	0	1.33	7. 行政経費の前年度予算額には、平成 31 年度から観光庁に一括計上されることとなった国際観光旅客税を財源とする経費の他省庁計上分を含む。
下 水 道	5,375	15,611	0	2.90	
国 営 公 園 等	28,031	28,711	0	1.02	8. 計数は、整理の結果異動することがある。
社 会 資 本 総 合 整 備	2,000,308	2,188,659	311,698	1.09	
社 会 資 本 整 備 総 合 交 付 金	888,572	871,341	34,967	0.98	7. 行政経費の前年度予算額には、平成 31 年度から観光庁に一括計上されることとなった国際観光旅客税を財源とする経費の他省庁計上分を含む。
防 災 ・ 安 全 交 付 金	1,111,736	1,317,318	276,731	1.18	
小 計	5,110,218	5,892,655	715,300	1.15	8. 計数は、整理の結果異動することがある。
推 進 費 等	18,206	18,542	0	1.02	
一 般 公 共 事 業 計	5,128,424	5,911,197	715,300	1.15	7. 行政経費の前年度予算額には、平成 31 年度から観光庁に一括計上されることとなった国際観光旅客税を財源とする経費の他省庁計上分を含む。
災 害 復 旧 等	54,359	55,084	0	1.01	
公 共 事 業 関 係 計	5,182,783	5,966,281	715,300	1.15	8. 計数は、整理の結果異動することがある。
そ の 他 施 設	53,121	61,302	7,796	1.15	
行 政 経 費	571,591	833,362	216,200	1.46	7. 行政経費の前年度予算額には、平成 31 年度から観光庁に一括計上されることとなった国際観光旅客税を財源とする経費の他省庁計上分を含む。
合 計	5,807,495	6,860,945	939,296	1.18	

※平成 31 年度国土交通省関係予算国費 (B) は、臨時・特別の措置 (C) を含む。

再建や復興まちづくりの進捗に応じた柔軟な支援を継続する。

(d) 被災地の観光振興 …………… [45 億円]  
風評被害払拭のため、地域の発案によるインバウンドの取組を支援し、観光魅力を海外へ発信するとともに、福島県の震災復興に資する国内観光関連事業を支援する。

## (2) 大規模自然災害からの復旧・復興

熊本地震や九州北部豪雨等により被災した地域の復旧・復興に向け、引き続き、災害復旧事業や防災・安全交付金等を活用し、道路、河川、砂防、港湾、鉄道等の基幹インフラの整備や被災地の住宅再建・宅地の復旧等に対する支援を着実に推進する。

また、大阪北部地震、平成 30 年 7 月豪雨、台風第 21 号、平成 30 年北海道胆振東部地震等で被災した地域の復旧・復興については、被災箇所の早期復旧に加え、改良復旧をはじめとする再度災害を防止するための対策に取り組む。

## 3.2 国民の安全・安心の確保

- (1) 気候変動の影響により災害の更なる頻発・激甚化等が懸念される中、「防災意識社会」への転換に向けて、ハード対策・ソフト対策を総動員した防災・減災対策を推進。
- (2) 急速に進むインフラ老朽化に対応する戦略的な維持管理・更新を推進。
- (3) 公共交通における安全対策、無電柱化の推進等により交通の安全・安心を確保。
- (4) 領海警備等に万全を期すための戦略的海上保安体制の構築等を推進。

### (1) 社会全体で災害リスクに備える「防災意識社会」への転換に向けた防災・減災対策の推進

※計数について、一部重複がある

- (a) 「<sup>みず</sup>水防災意識社会」の再構築に向けた水害対策の推進  
…………… [6,030 億円 (1.52)] 【うち臨時・特別の措置 1,626 億円】  
平成 30 年 7 月豪雨等の近年の水害を踏まえ、事前防災が重要との観点等から社会全体で災害リスクに備えるハード・ソフト一体となった防災・減災対策を強化する。
- (b) 集中豪雨や火山噴火等に対応した総合的な土砂災害対策の推進  
…………… [1,281 億円 (1.67)] 【うち臨時・特別の措置 330 億円】  
平成 30 年 7 月豪雨等の被害を踏まえ、集中豪雨や火山噴火による土砂災害に対して、事前防災等を重視し、ハード・ソフト一体となった総合的な対策を推進する。
- (c) 南海トラフ巨大地震・首都直下地震対策等の推進  
…………… [2,521 億円 (1.46)] 【うち臨時・特別の措置 971 億円】  
切迫する南海トラフ巨大地震、首都直下地震等の大規模地震に備え、想定される具体的な被害特性に合わせた実効性のある対策を総合的に推進する。
- (d) 密集市街地対策や住宅・建築物の耐震化の推進  
…………… [187 億円 (1.17)] 【うち臨時・特別の措置 11 億円】

大規模地震や大規模火災の発生時における人的・経済的被害の軽減を図るため、密集市街地の改善、住宅・建築物の耐震化や防火対策等を推進する。

- (e) 災害対応能力の強化に向けた防災情報等の高度化の推進  
…………… [78 億円 (1.46)] 【うち臨時・特別の措置 67 億円】  
先進技術の活用や共有体制の構築により、豪雨等の気象情報や災害発生状況等防災上必要な情報を適確に把握・提供し、行政や住民の災害対応能力の強化を図る。
- (f) 災害時における人流・物流の確保  
…………… [4,318 億円 (1.35)] 【うち臨時・特別の措置 1,275 億円】  
災害発生時であっても陸上・海上・航空輸送ルートが確保されるよう、啓開体制を構築するとともに、地震、豪雨、豪雪等を想定した防災対策を推進する。

### (2) 将来を見据えたインフラ老朽化対策の推進

…………… [4,882 億円 (1.09)]  
国民の安全・安心の確保のため、インフラ長寿命化計画（行動計画）に基づき、将来にわたって必要なインフラの機能を発揮し続けるための取組を推進する。

### (3) 交通の安全・安心の確保

- (a) 公共交通等における安全・安心の確保…………… [3 億円 (1.30)]  
鉄道、自動車、航空など公共交通等における安全・安心の確保のための取組を推進する。
- (b) 踏切や通学路等における交通安全対策の推進  
…………… [1,351 億円 (1.01)]  
交通安全確保のため、ビッグデータを活用した生活道路対策や踏切対策、無電柱化等を推進する。

### (4) 地域における総合的な防災・減災対策、老朽化対策等に対する集中的支援（防災・安全交付金）

…………… [1 兆 3,173 億円 (1.18)] 【うち臨時・特別の措置 2,767 億円】  
頻発する風水害・土砂災害や大規模地震・津波に対する防災・減災対策、インフラ長寿命化計画を踏まえた老朽化対策等、地方公共団体等の取組を集中的に支援する。

### (5) 戦略的海上保安体制の構築等の推進

…………… [579 億円 (1.04)] 【うち臨時・特別の措置 24 億円】  
「海上保安体制強化に関する方針」に基づく体制の強化や、海洋状況把握（MDA）の能力強化に向けた取組など、戦略的海上保安体制の構築等を推進する。

## 3.3 力強く持続的な経済成長の実現

- (1) 社会資本が機能することによって発現する生産性の向上等のストック効果を重視した社会資本整備を戦略的に推進。
- (2) 2020 年訪日外国人旅行者数 4,000 万人等の目標の確実な達

## 統 計

成のため、国際観光旅客税の活用も含め、観光先進国の実現に向けた取組を強化。

- (3) PPP/PFIの推進やインフラシステムの海外展開等を通じて新たな有望成長市場の創出を図り、民間投資やビジネス機会を拡大。
- (4) 現場を支える人材の確保・育成等を加速化するため、賃金等の処遇改善や女性や若者の活躍促進、外国人の活用等による働き方改革に取り組むとともに、物流の生産性向上やi-Constructionを推進。
- (5) オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けて適切に対応。

### (1) ストック効果を重視した社会資本整備の戦略的な推進

(a) 効率的な物流ネットワークの強化…………… [3,699 億円 (1.10)]  
大都市圏環状道路等の整備やピンポイント渋滞対策等を併せて推進し、交通渋滞の緩和等による迅速・円滑で競争力の高い物流ネットワークの実現を図る。

(b) 都市の国際競争力の強化 …………… [108 億円 (1.09)]  
都市の国際競争力を強化するため、大規模都市開発プロジェクトや広域連携を推進するとともに、シティセールスを強化する。

(c) 首都圏空港等の機能強化…………… [155 億円 (1.01)]  
国際競争力の強化や訪日外国人旅行者の受入対応等の観点から、首都圏空港等の機能強化に必要な施設整備等を重点的に実施する。

(d) 地方空港・地方航空ネットワークの活性化  
…………… [457 億円 (1.00)]  
訪日外国人旅行者の受入環境としての空港機能を強化するとともに、地方航空ネットワークの維持・拡充に向けて総合的な支援を実施する。

(e) 整備新幹線の着実な整備…………… [792 億円 (1.05)]  
整備新幹線について、平成27年1月14日の政府・与党申合せの完成・開業目標時期での確実な開業に向け、着実に整備を進める。

(f) 鉄道ネットワークの充実…………… [149 億円 (1.04)]  
移動円滑化による生産性向上等のため都市鉄道ネットワークの充実や技術開発等を推進するとともに、幹線鉄道ネットワーク等のあり方に関する調査を行う。

(g) 国際コンテナ戦略港湾等の機能強化 …… [874 億円 (1.03)]  
我が国産業の国際競争力の強化に向け、コンテナ船の基幹航路の維持・拡大を図るとともに、資源・エネルギー・食糧の輸入等の拠点形成の推進を図る。

(h) 地域の基幹産業の競争力強化のための港湾整備  
…………… [125 億円 (1.03)]  
地域の基幹産業である農林水産業や製造業等の国際競争力強化に向けて、産業物流の効率化や企業活動の活性化に直結する港湾施設の整備を推進する。

(i) 成長の基盤となる社会資本整備の総合的支援  
(社会資本整備総合交付金)

…………… [8,713 億円 (0.98)] 【うち臨時・特別の措置 350 億円】

駅の整備などと供用時期を連携したアクセス道路等の成長基盤の整備やPPP/PFIを活用し民間投資を誘発する取組等、地方公共団体等の取組を重点的に支援する。

### (2) 観光先進国の実現

(a) 観光の持続的な発展と更なる飛躍に向けた施策の推進

…………… [806 億円 (2.00)]

観光を我が国の基幹産業へと成長させるため、これまでの取組を着実に実施するとともに、国際観光旅客税を活用したより高次元な観光施策を展開する。

(b) 社会資本の整備・利活用を通じた観光振興

観光資源としての既存ストックの公開・開放など社会資本の利活用とともに、観光客の移動円滑化等にも寄与する社会資本の整備を通じ、地域の観光振興に貢献する。

### (3) 民間投資やビジネス機会の拡大

(a) ビジネスでの利活用に向けたデータ基盤と提供環境の整備  
…………… [130 億円 (1.21)] 【うち臨時・特別の措置 22 億円】

ビジネス機会の拡大や新ビジネスの創出に向けて、先進技術の活用によるデータ整備やオープンデータ化を推進する。

(b) PPP/PFIの推進 …………… [325 億円 (1.08)]

民間の資金やノウハウを活用した多様なPPP/PFIの推進により、低廉かつ良質な公共サービスを提供するとともに、民間の事業機会を創出し、経済成長を促進させる。

(c) インフラシステム輸出の戦略的拡大…………… [26 億円 (1.19)]  
「インフラシステム輸出戦略」や「国土交通省インフラシステム海外展開行動計画」等に基づき、インフラ海外展開を一層強化し、我が国企業の受注増加を目指す。

(d) 造船・海運の技術革新や海洋開発等の推進

(i-Shipping, j-Ocean) …………… [163 億円 (1.01)]

造船・海運の技術革新(i-Shipping)とともに、海洋資源・エネルギー等の開発・利用のための取組(j-Ocean)、海洋権益の保全・確保に関する取組等を推進する。

### (4) 現場を支える技能人材の確保・育成等に向けた働き方改革等の推進

(a) 建設業、運輸業、造船業における人材確保・育成、物流の生産性向上…………… [35 億円 (1.02)]

現場を支える技能人材の確保・育成や生産性の向上のため、適切な賃金設定等の処遇改善、教育訓練の充実、外国人の活躍促進等の働き方改革等を官民一体で推進する。

(b) オープンイノベーション等によるi-Constructionの推進

…………… [33 億円 (2.06)] 【うち臨時・特別の措置 15 億円】

オープンデータ・イノベーション等による新技術の開発・現場導入、ICT活用の拡大、施工時期の平準化等の取組によりi-Constructionを推進する。

(5) オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた対応

3.4 豊かな暮らしの礎となる地域づくり

- (1) 都市機能の誘導・集約や持続可能な地域公共交通ネットワーク等の実現による「コンパクト・プラス・ネットワーク」の推進。
- (2) 空き家や空き地等への対策を進めるとともに、地域の魅力や資源を活かした、個性・活力のある地域を形成。
- (3) 多様なライフステージに対応した誰もが豊かに暮らせる住生活環境の整備を推進。

(1) コンパクト・プラス・ネットワークの推進による持続可能な地域づくり

(a) コンパクトシティの推進……………[179 億円 (1.03)]  
 子育て世代や高齢者が安心できる生活環境、持続可能な地域経済圏の実現、まちの賑わいを創出するため、都市機能の誘導・集約等によるコンパクトシティを推進する。

(b) 道路ネットワークによる地域・拠点の連携【再掲】  
 ……………… [2,867 億円 (1.04)]

個性ある地域や小さな拠点を道路ネットワークでつなぐことで、広域的な経済・生活圏の形成を促進する。

(c) 持続可能な地域公共交通ネットワーク等の実現  
 ……………… [255 億円 (1.07)]【うち臨時・特別の措置 3 億円】

人口減少や高齢化の進展も踏まえ、関係者の適切な連携や ICT 等新技術の活用促進など、持続可能な地域公共交通ネットワーク等の実現に向けた取組を推進する。

(2) 個性・活力のある地域の形成

(a) 地域資源を活かしたまちづくりの推進……………[293 億円 (1.07)]  
 ※計数については、一部重複がある

地域の歴史・景観、緑地、農地などの地域資源を活かした魅力あるまちづくりを推進する。

(b) 空き家、空き地、所有者不明土地等の有効活用の推進  
 ……………… [38 億円 (1.05)]

空き家・空き地等の低未利用不動産の有効活用の推進により生活環境の維持・向上を図り、魅力・活力のある地域の形成を図る。

(c) バリアフリー・ユニバーサルデザインの推進  
 ……………… [49 億円 (1.22)]

子育て世代や高齢者、障害者等に配慮した環境を整備するため、鉄道駅におけるバリアフリー施設の整備やバリアフリー化対策を講じた道路空間の創出等を推進する。

(d) 離島、奄美群島、小笠原諸島、半島等の条件不利地域の振興支援 ……………… [52 億円 (1.01)]

離島、奄美群島、小笠原諸島、半島等の条件不利地域について、地域資源や地域の特性、創意工夫等を活かした取組に対する支援を行う。

(e) アイヌ文化復興等の促進のための民族共生象徴空間の整備  
 ……………… [21 億円 (1.07)]

2020 年 4 月までに国立民族共生公園及び慰霊施設を開設するな

ど、アイヌ文化の復興の促進や国際親善等に寄与するための民族共生象徴空間の整備等を進める。

(3) 人生 100 年時代等に対応した居住環境の整備

(a) 既存住宅流通・リフォーム市場の活性化  
 ……………… [62 億円 (1.17)]

新たな住宅循環システム構築に向けて、既存ストックの質の向上と既存住宅流通・リフォーム市場の環境整備を図る。

(b) 若年・子育て世帯や高齢者世帯が安心して暮らせる住まいの確保 ……………… [1,189 億円 (1.03)]

※計数については、一部重複がある  
 多様なライフステージに対応した誰もが安心して暮らすことができる住宅や地域全体で子どもを育むことができる住環境を整備する。

(c) 省エネ住宅・建築物の普及…………… [533 億円 (1.09)]  
 ※計数については、一部重複がある

新築住宅・建築物の 2020 年度までの省エネルギー基準への段階的な適合や、2030 年度の民生部門の CO<sub>2</sub> 削減目標の達成に向けて、省エネ住宅・建築物の普及を加速する。

(d) 消費税率引上げに伴う住宅の需要変動への対応  
 ……………… [2,085 億円]【うち臨時・特別の措置 2,085 億円】

2019 年 10 月の消費税率引上げに際し、住宅について、需要変動を平準化するため、以下の措置を講ずる。

- ・すまい給付金について、対象となる所得階層を拡充するとともに給付額を最大 30 万円から 50 万円に引上げ
- ・一定の省エネ性、耐震性、バリアフリー性能を満たす住宅や家事負担軽減に資する住宅の新築やリフォームに対するポイント制度の創設

(4) 豊かな暮らしを支える社会資本整備の総合的支援

(社会資本整備総合交付金)【再掲】

…………… [8,713 億円 (0.98)]【うち臨時・特別の措置 350 億円】

コンパクト・プラス・ネットワークの推進や子育て世代・高齢者に対応した地域と暮らしの魅力の向上に資する取組等、地方公共団体等の取組を重点的に支援する。

おわりに

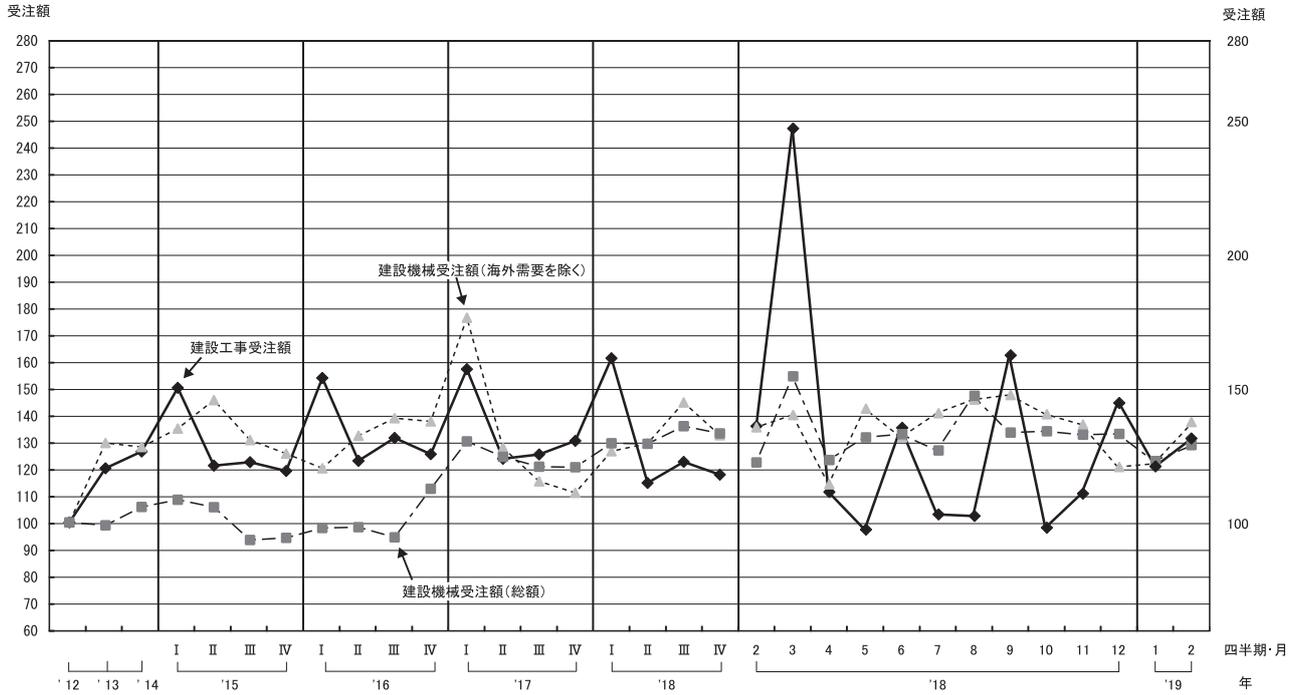
平成 31 年度予算は、「防災・減災、国土強靱化のための 3 ヶ年緊急対策」が臨時・特別の措置として加わったことにより、大幅に伸びることとなった。

平成 31 年度には、消費税率の引上げが予定されており、景気を支えるために公共工事の 8 割程度を占める国土交通省予算（平成 30 年度 2 次補正予算を含めた）の早期執行が望まれる。また、i-Construction の更なる推進によって生産性が向上し、週休 2 日等の働き方改革が推進され、魅力ある建設現場が実現することが期待される。

本文は、平成 31 年 1 月に国土交通省が発表した「平成 31 年度国土交通省関係予算の概要」によって作成したものである。【文責：小笠原】

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 2012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 2012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							
2012年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	113,146	111,076
2013年	132,378	89,133	14,681	74,453	31,155	4,660	7,127	90,614	41,463	129,076	120,941
2014年	139,286	80,477	16,175	64,302	43,103	4,822	10,887	86,537	52,748	138,286	125,978
2015年	141,240	96,068	19,836	76,235	35,633	4,993	4,546	95,959	45,281	141,461	141,136
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
2018年 2月	12,479	8,030	2,160	5,870	3,428	383	638	7,722	4,757	165,489	11,064
3月	22,717	15,428	3,004	12,424	5,894	556	839	14,500	8,216	170,719	19,336
4月	10,212	7,007	1,473	5,534	2,473	438	293	5,763	4,448	171,143	8,522
5月	8,921	6,449	2,271	4,178	1,940	330	202	6,091	2,830	170,234	9,361
6月	12,424	9,114	2,245	6,869	2,100	487	723	8,989	3,435	170,862	13,342
7月	9,439	6,656	2,205	4,451	1,445	358	980	6,221	3,217	170,204	9,200
8月	9,390	6,336	1,863	4,474	2,564	380	109	6,512	2,878	169,495	10,528
9月	14,917	11,535	2,443	9,092	2,382	444	555	10,589	4,328	169,770	14,265
10月	8,982	6,236	1,417	4,820	2,029	430	285	6,052	2,930	170,072	9,948
11月	10,161	7,584	1,656	5,929	1,869	325	383	7,261	2,900	168,450	11,647
12月	13,271	10,259	2,337	7,922	2,295	394	323	9,283	3,988	166,043	15,551
2019年 1月	11,088	7,006	1,799	5,207	2,713	314	1,054	6,304	4,783	166,472	9,832
2月	12,055	8,533	1,375	7,158	2,966	382	174	8,339	3,716	-	-

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	12年	13年	14年	15年	16年	17年	18年	18年 2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	19年 1月	2月
総 額	17,343	17,152	18,346	17,416	17,478	21,535	22,923	1,770	2,237	1,784	1,906	1,923	1,836	2,132	1,932	1,940	1,921	1,925	1,777	1,864
海 外 需 要	12,357	10,682	11,949	10,712	10,875	14,912	16,267	1,206	1,654	1,309	1,313	1,375	1,250	1,525	1,318	1,356	1,353	1,423	1,270	1,292
海外需要を除く	4,986	6,470	6,397	6,704	6,603	6,623	6,656	564	583	475	593	548	586	607	614	584	568	502	507	572

(注) 2012～2014年は年平均で、2015～2018年は四半期ごとの平均値で図示した。  
 2018年2月以降は月ごとの値を図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査  
 内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

## 行事一覽

(2019年3月1日～31日)

### 機械部会



#### ■機械部会 幹事会

月日：3月5日(火)

出席者：阿部里視副部長ほか15名

議題：①副部長より挨拶 ②各委員長より平成31年度の活動計画について説明 ③事務局から平成30年度の機械部会の活動実績(数値データ)、各委員会のトピックスについて報告

#### ■基礎工用機械技術委員会

月日：3月13日(水)

出席者：遠藤智委員長ほか14名

議題：①各社トピックス：ライト工業(株)「ICT対応技術」の紹介、三井住友建設(株)「高圧水下的ケーソン立坑からのシールド発進、到達について」の紹介 ②平成31年度の活動計画の説明 ③その他：建設機械施工協会70周年特集の記事執筆依頼の件、情報化施工委員会・規格検討WGから「地盤改良工のデータ交換について」の紹介

#### ■原動機技術委員会

月日：3月14日(木)

出席者：工藤睦也委員長ほか16名

議題：①前回の議事録確認 ②建設機械の次期燃費基準の件：基準値検討プロセスに関する説明 ③次期排出ガス規制対応部会(2/4開催)の概要報告 ④海外排出ガス規制の動向に関する情報交換：中国GB4排ガス規制に関する情報 ⑤平成31年度活動計画の説明

#### ■トンネル機械技術委員会 幹事会

月日：3月18日(月)

出席者：岩野健委員長ほか8名

議題：①ICT技術アンケート結果まとめ方について ②平成30年度活動報告、31年度活動計画に関する討議 ③平成31年度総会開催の対応について ④その他：油脂技術委員会でのプレゼンと意見交換会の対応について、建設機械施工協会70周年特集の記事執筆依頼の件、トンネル機械の排ガス規制の件

#### ■路盤・舗装機械技術委員会 総会

月日：3月20日(水)

出席者：山口達也委員長ほか54名

議題：①委員長挨拶 ②平成30年度

活動経過報告と31年度活動計画説明

③建設機械施工に係る安全対策向上

に関する発表(3件) ④i-Construction

施工の普及拡大に関する発表(7件)

⑤標準部から：TC195国際会議の案内

⑥渡辺業務執行理事ご挨拶

#### ■油脂技術委員会

月日：3月27日(水)

出席者：豊岡司委員長ほか25名

議題：①燃料エンジン油関係：バイオ燃料の最近の話題 ②規格普及促進関係：JAMA エンジンオイルセミナー2019の参加報告、JCMS オンファイル状況および維持費の件、マイクロクラッチ標準油ラウンドロビテスト進捗報告 ③高効率作動油関連：HVMとHVEの規格案の紹介と討議 ④油脂技術委員会：トンネル機械技術委員会からのプレゼン(トンネル・シールド施工機械の種類)と意見交換、NOK(株)から：JCMS P042 2004「建設機械用生分解性油圧作動油」の見直し依頼の件、平成30年度活動報告、31年度活動計画に関する討議

#### ■ダンプトラック技術委員会

月日：3月28日(木)

出席者：田中哲委員長ほか6名

議題：①各社トピックス：ヤンマー建機2トンクラスの後方超小旋回ミニショベルの新製品の紹介 ②安全装置/システムに関する輪講：自動車運転における体調管理(ドライバーのバイタルサインの測定について) ③平成30年度活動報告、31年度活動計画に関する討議 ④委員長交代の件

#### ■情報化機器技術委員会

月日：3月29日(金)

出席者：白塚敬三委員長ほか8名

議題：①合同部会(2/20)での発表内容の共有 ②平成30年度活動報告、31年度活動計画に関する討議 ③規制・規格の最新情報の共有 ④その他情報交換：ISO13766-1/-2のJIS化の件、センサシステム規格(IEC 62998)の情報共有(安全センサのための新たな規格)

### 標準部会



#### ■ISO/TC 127 土工機械委員会国内総会

月日：3月6日(水)

出席者：正田明平委員長(コマツ)ほか22名

場所：機械振興会館内会議室

議題：TC 127 委員会、SC 1～SC 4 各分科会活動計画及び進捗状況

#### ■平成30年度第2回標準化会議

月日：3月6日(水)

出席者：正田明平委員長(コマツ)ほか10名

場所：機械振興会館内会議室

議題：①平成30年度活動報告・平成31年度活動計画：ISO/TC 127 土工機械委員会、ISO/TC 195 建設用機械及び装置委員会、ISO/TC 214 昇降式作業台委員会、国内標準委員会、平成30年度標準部会事業報告(案)、平成31年度標準部会事業計画(案) ②その他：ISO/TC 82の標準化活動との連携、機関誌11月号JCMS 70周年特集への寄稿依頼、運営幹事会対応

#### ■ISO/TC 195/WG 8 建設用機械及び装置—自走式破砕機分科委員会(C)

月日：3月11日(月)

出席者：清水委員(日立建機)ほか2名

場所：協会会議室

議題：(2/19(火)、2/28(木)開催の同分科委員会(A)(B)と同じ内容を説明・審議) ①2019年ISO/TC 195国際会議(11/18～22@神戸)開催への参加・協力依頼 ②WG 8分科委員会案件の対面審議 ハンブルク国際会議での決議事項：-DIS 21873-2 投票結果及びFDIS 21873-2 投票開始、-ISO/PWI 21873-3 自走式破砕機—生産能力の測定及び決定方法(韓国提案)対応 ③TC 195 委員会案件の説明：SC 2、SC 3、SC 4(仮)分科委員会の設立

### 建設業部会



#### ■機電交流企画WG

月日：3月12日(火)

出席者：進邦康成主査ほか6名

議題：①3/19建設業部会について ②3/26第2回若手現場見学会について ③機電職就活パンフについて・改訂に向けた修正・加筆箇所の持ち寄り検討 ④その他

#### ■建設業部会

月日：3月19日(火)

出席者：金丸清人部会長ほか19名

議題：①平成31年度事業計画について ②平成30年度事業報告について・2WGの活動報告、1WGの継続等について・全体活動について(H31見学会、合同部会等) ③その他

#### ■平成30年度第2回若手現場見学会

月日：3月26日(火)

出席者：進邦康成副幹事長ほか16名

発注者：中日本高速道路(株)

工事名：新東名高速道路 ぐみ沢下高架

## 橋等工事

施工者：三井住友建設(株)、(株)日本ピーエス、極東興和(株)JV

内容：U桁リフティング工法架設等

## ■三役会

月日：3月28日(木)

出席者：金丸清人部会長ほか4名

議題：①各WG報告 ②3/19建設業部会について ③3/26第2回若手現場見学会について ④その他・H30事業報告について

## レンタル業部会



## ■レンタル業部会

月日：3月7日(木)

出席者：平清二郎部会長ほか13名

議題：①部会長挨拶 ②分科会活動状況報告 ③各社の取組事項、部会員共通の問題、課題について ④その他

## 各種委員会等



## ■機関誌編集委員会

月日：3月6日(水)

出席者：見波潔委員長ほか20名

議題：①平成31年6月号(第832号)の計画の審議・検討 ②平成31年7月号(第833号)の素案の審議・検討 ③平成31年8月号(第834号)の編集方針の審議・検討 ④平成31年3月号～平成31年5月号(第829～831号)の進捗状況報告・確認

## ■新機種調査分科会

月日：3月20日(水)

出席者：江本平分科会長ほか4名

議題：①新機種情報の持ち寄り検討 ②新機種紹介データまとめ ③その他

## ■建設経済調査分科会

月日：3月26日(火)

出席者：山名至考分科会長ほか2名

議題：①H31公共事業関係予算の概要原稿検討 ②国土強靱化の見直し原稿の検討 ③その他

## 支部行事一覧

## 北海道支部



## ■広報部会

月日：3月5日(火)

場所：北海道支部会議室

出席者：川崎博巳広報部会長ほか10名

内容：①平成30年度の事業報告について ②平成31年度の事業計画につ

いて ③その他(支部日よりNo.117号の発行について、支部講演会について、建設工事等見学会について)

## ■技術部会

月日：3月7日(木)

場所：さつげんビル6階会議室

出席者：服部健作技術部会長ほか18名

内容：①平成30年度の事業報告について ②平成31年度の事業計画について ③その他(除雪機械技術講習会の取組について)

## ■調査部会

月日：3月12日(火)

場所：北海道支部会議室

出席者：小松正明調査部会長ほか6名

内容：①平成30年度の事業報告について ②平成31年度の事業計画について ③その他(土木工事標準歩掛の改訂等について)

## ■北海道開発局との意見交換会

月日：3月14日(木)

場所：さつげんビル6階会議室

出席者：熊谷勝弘支部長ほか37名

内容：①北海道開発局からの情報提供 ②JCMAからの情報提供 ③支部会員からの意見・要望事項について ④意見交換

## ■平成30年度第2回ICT活用施工連絡会

月日：3月27日(水)

場所：さつげんビル6階会議室

出席者：石塚芳文事務局長ほか36名

議題：①i-Constructionに関する連絡事項 ②平成30年度ICT活用施工連絡会活動報告 ③平成31年度ICT活用施工連絡会活動計画(案) ④平成31年度事務局体制について ⑤その他

## ■平成30年度第3回建設技術担い手育成プロジェクト会議

月日：3月27日(水)

場所：さつげんビル6階会議室

出席者：鈴木勇治リーダーほか27名

議題：①平成30年度活動報告 ②平成31年度実施計画、収支計画 ③協賛会社紹介冊子(案)について ④当面の出前授業の担当について ⑤その他

## 東北支部



## ■第3回支部運営委員会

月日：3月6日(水)

場所：仙台市パレス宮城野

出席者：高橋弘支部長ほか25名

議題：①平成31年度事業計画(案)について ②平成31年度事業予算

(案)について ③その他

## ■第1回情報化施工技術委員会幹事会

月日：3月12日(火)

場所：東北支部 会議室

出席者：情報化施工技術委員会 鈴木勇治委員長ほか9名

内容：①H31年度i-Constructionセミナー、ICT検査官講習について ②H31年度建設ICT総合研修について ③建設ふれあいフェア2019(秋田県)について ④H31年度東北土木人材育成協議会 実機研修について(秋田県) ⑤H31年度整備局研修について

## ■「ゆきみらい2019in新庄」第7回担当者会議

月日：3月13日(水)

場所：東北地方整備局 会議室

出席者：尾崎幸男東北地方整備局技術企画官ほか11名

内容：①開催報告(東北地方整備局・山形県) ②反省点、改善点について ③その他

## 北陸支部



## ■第2回企画部会

月日：3月15日(金)

場所：新潟県建設会館401号室

出席者：穂荻正昭企画部会長ほか21名

議題：①平成30年度事業報告(中間)について ②平成30年度決算報告(見込み)について ③平成31年度事業計画(案)について ④平成31年度予算(案)について ⑤北陸支部第8回総会に向けての計画について ⑥あかしや通信No.37の発行について ⑦北陸支部ホームページのリニューアルについて

## ■北陸ICT戦略推進委員会

月日：3月19日(火)

場所：北陸地方整備局 共用会議室

出席者：堤雄生事務局長

議題：①北陸ICT戦略推進委員会の組織継続(案)について ②北陸ICT戦略推進委員会 規約改正(案)について ③平成30年度のICT活用の取組状況について ④平成31年度のICT戦略推進の取組計画(案)について ⑤けんせつフェア北陸in富山2019について

## ■第2回運営委員会

月日：3月25日(月)

場所：東映ホテル

出席者：丸山暉彦支部長ほか22名

議題：①平成30年度事業報告(中間)

について ②平成 30 年度決算報告(見込み)について ③平成 31 年度事業計画(案)について ④平成 31 年度予算(案)について ⑤北陸支部第 8 回総会に向けての計画について ⑥あかしや通信 No.37 の発行について ⑦北陸支部ホームページのリニューアルについて

#### ■第 4 回建設機械整備技術委員会(標準作業工数検討委員会)

月 日: 3 月 28 日(木)

場 所: 新潟県建設会館 402 号室

出席者: 水澤和久建設機械整備技術委員会委員長ほか 20 名

議 題: ①新機種等改定全般について

②除雪トラック, 除雪グレーダ, 除雪ドーザ, ロータリ除雪車, 小形除雪車, 散布車, 管理システム改定(素)について ③工数表改定スケジュール(案)について ④WG 解散及び新刊発行に向けての委員会等の名称について

## 中 部 支 部



#### ■平成 30 年度公共工事(機械関係)の諸課題に関する意見交換会

月 日: 3 月 6 日(水)

出席者: 国土交通省中部地方整備局 瀬古真一企画部機械施工管理官ほか 6 名, 中部支部 川西光照企画部会長ほか 22 名

内 容: 機械設備保守点検の契約について他 9 課題について意見交換を実施した

#### ■第 2 回部会長・副部会長会議

月 日: 3 月 8 日(金)

出席者: 川西光照企画部会長ほか 7 名

場 所: 愛知県名古屋市中区三愛ビル

議 題: ①平成 30 年度事業報告(案)

②平成 30 年度決算報告(概算) ③平成 31 年度事業計画(案) ④平成 31 年度収支予算(案)等

#### ■第 3 回運営委員会

月 日: 3 月 15 日(金)

場 所: 愛知県名古屋市中区桜華会館

参加者: 所輝雄支部長ほか 19 名

議 題: ①平成 30 年度事業報告(案)

②平成 30 年度決算報告(概算) ③平成 31 年度事業計画(案) ④平成 31

年度収支予算(案)等

#### ■企画部会

月 日: 3 月 19 日(火)

出席者: 川西光照企画部会長ほか 4 名

場 所: 愛知県名古屋市中区三愛ビル

議 題: 平成 31 年度総会についての打合せ等

#### ■三重県 ICT 活用工事支援協議会

月 日: 3 月 22 日(金)

場 所: 三重県農協会館

出席者: 永江豊事務局長が出席

内 容: 三重県における ICT 活用工事の実施状況等の報告等

## 関 西 支 部



#### ■企画部会

月 日: 3 月 5 日(火)

場 所: 関西支部 会議室

出席者: 村中浩昭企画部会員以下 6 名

議 題: ①平成 31 年度事業計画(案)及び収支予算(案) ②会員の推移 ③優良建設機械運転員等表彰の推薦 ④総会終了後の講演について ⑤その他

#### ■運営委員会

月 日: 3 月 13 日(水)

場 所: 大阪キャッスルホテル 会議室

出席者: 葭谷文一副支部長以下 21 名

議 題: ①平成 31 年度事業計画(案)及び収支予算(案) ②会員入退会 ③優良建設機械運転員等表彰の推薦 ④総会終了後の講演について ⑤今後の予定

#### ■建設用電気設備特別専門委員会(第 450 回)

月 日: 3 月 22 日(金)

場 所: 中央電気倶楽部 会議室

議 題: ①「JEM-TR121 建設工事用電機設備機器点検保守のチェックリスト」見直し検討 ②その他

## 中 国 支 部



#### ■3 月期運営委員会

月 日: 3 月 15 日(金)

場 所: 広島 YMCA 会議室

出席者: 河原能久支部長ほか 22 名

議 事: ①平成 31 年度事業計画(案)に関する件 ②平成 31 年度収支予算

(案)に関する件 ③その他懸案事項

## 四 国 支 部



#### ■防災等に関する講習会

月 日: 3 月 6 日(水)

場 所: 建設クリエイティブビル 5 階第一会議室(高松市)

参加者: 27 名

内 容: ①四国地方整備局の防災への対応について…(講師)四国地方整備局企画部防災課 課長補佐 ②高知道立川トンネル坑口付近での大規模斜面崩壊と復旧計画について…(講師)西日本高速道路㈱四国支社建設事業部技術計画課長

#### ■H29 第 3 回運営委員会

月 日: 3 月 18 日(月)

場 所: ホテルマリンパレスさぬき(高松市)

出席者: 長谷川修一支部長ほか 25 名

議 題: ①H31 年度事業計画(案)について ②H31 年度予算書(案)について ③H31 年度表彰予定者について ④人事異動等に伴う役員等の変更について

## 九 州 支 部



#### ■i-Construction 施工による九州支部生産性向上推進会議 第 2 回幹事会

月 日: 3 月 8 日(金)

場 所: BMT 貸会議室会議室 C

議 題: ①平成 31 年度講習会の開催内容について ②平成 31 年度講習会の開催時期について ③その他

#### ■企画委員会

月 日: 3 月 14 日(木)

場 所: 博多グリーンホテルアネックス

出席者: 原尻企画委員長ほか 11 名

議 題: ①第 3 回運営委員会について

②第 8 回支部総会について ③その他

#### ■第 3 回運営委員会

月 日: 3 月 14 日(木)

場 所: 博多グリーンホテルアネックス

出席者: 原尻企画委員長ほか 19 名

議 題: ①平成 31 年度事業計画書(案)に関する件 ②平成 31 年度収支予算書(案)に関する件

## “建設機械施工” バックナンバー紹介（抜粋）

平成 28 年 7 月号（第 797 号）



### コンクリート工事、コンクリート構造 特集

- ◆巻頭言 プレキャスト技術による耐久性の向上
- ◆技術報文
  - ・場所打ち UFC による PC 道路橋 デンカ小滝川橋
  - ・外ケーブルを合理化配置した有ヒンジ橋の多径間連続化技術 涼徳橋上部工連続化工事
  - ・プレキャスト工法を活用したサッカー専用スタジアムの設計施工
  - ・火災時におけるコンクリートの爆裂評価方法
  - ・場所打ち函渠における品質確保の取組み 丹波綾部道路瑞穂 IC 函渠他工事における SEC 工法, ND-WALL 工法の事例
  - ・設計基準強度 300 N/mm<sup>2</sup> の超高強度プレキャスト RC 長柱の開発と適用
  - ・スラグ骨材を用いた舗装用コンクリートの特性
  - ・後施工六角ナット定着型せん断補強鉄筋による耐震補強工法
  - ・電子制御式コンクリートミキサー車の紹介
  - ・中性子遮蔽コンクリートの技術改良 普通コンクリートの 1.7 倍の中性子の遮蔽性能を有するコンクリートの生産性を向上
- ◆投稿論文
  - ・環境に優しく豪雨と地震に強い新しい補強土壁工法の研究開発
- ◆CMI 報告 油圧ショベルの省エネ施工 省エネ効果の検証試験
- ◆部会報告 除雪機の変遷（その 20）小形除雪車（2）
- ◆統計 建設企業の海外展開

平成 28 年 8 月号（第 798 号）



### i-Construction 特集

- ◆巻頭言 イノベーションを取り込むための建設生産システム革命
- ◆行政情報
  - ・i-Construction ICT 土工の全面展開に向けた技術基準の紹介
- ◆技術報文
  - ・IoT で建設現場の生産性向上 ソリューションを一元管理するクラウド型プラットフォーム「KomConnect」
  - ・ドローンを用いた空撮測量の実工事への適用
  - ・MMS 点群データを活用したインフラマネジメント InfraDoctor によるスマートインフラマネジメント
  - ・重力式コンクリートダム取水塔施工での 4D モデル・3D 模型の活用

- ・無線発信機を活用した作業所内の高所作業車・作業所員の位置把握システム
- ・掘進中にシールド機外周部の介在砂層をリアルタイム探査 比抵抗センサーを用いた介在砂層探査技術
- ・VR による安全管理 ゴーグル型ディスプレイによる安全の可視化
- ・ブルドーザーマシンコントロールシステムの最新技術の紹介 マストレスタイプ MC システム 3D-MC<sup>MAX</sup>
- ・複雑な地形形状における覆工設置工事への 3 次元地形データの適用
- ◆投稿論文
  - ・無人化施工による破砕・解体作業時における触知覚情報の必要性和実態 ～媒体を通じた人の触知覚の実態～
- ◆交流の広場
  - ・ICT を活用した精密農業の取り組み 農業における IoT を実現する新たな取り組み
- ◆CMI 報告
  - ・情報化施工研修会の取り組みと i-Construction へ対応した研修会に向けて
- ◆部会報告 除雪機の変遷（その 21）小形除雪車（3）

平成 28 年 9 月号（第 799 号）



### 道路 特集

- ◆巻頭言 道路事業の今後と課題
- ◆行政情報
  - ・「凸部、狭窄部及び屈曲部の設置に関する技術基準」の制定
  - ・大規模災害時における道路交通情報提供の役割と高度化
- ◆技術報文
  - ・コンクリート床版上面補強工法の確立 PCM 舗装施工機械開発
  - ・供用中の二層式高速道路高架橋における上下層拡幅工事
  - ・路面滞水処理作業における新規機械の開発 自走式路面乾燥機の開発
  - ・舗装工事における CIM の試行 CIM 導入による効果と課題
  - ・道路用ボラードの利用状況とテロ対策用ボラードの性能評価
  - ・日本の高速道路における移動式防護柵の初導入 常盤自動車道における試行導入結果
  - ・センサー技術を活用した道路用機械の安全対策技術の開発
  - ・新たな視線誘導灯の開発 帯状ガイドライト設置事例及びドライバーに与える効果
  - ・グレーダ開発の変遷史
  - ・次世代型路床安定処理機械の開発 ディープスタビライザの品質・安全性向上への取り組み
  - ・除雪作業の安全性向上に関する検討
  - ・ベイロードマネジメントによる過積載の防止と生産性の確保
- ◆交流の広場
  - ・地中レーダの原理・特徴と適切に活用するための留意点
- ◆JCMA 報告
  - ・平成 28 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績（その 2）
- ◆部会報告
  - ・アスファルトプラントの変遷（その 1）黎明期～昭和 12 年
- ◆CMI 報告 吹付けノズルマンの技能評価試験
- ◆統計 平成 28 年度 建設投資見通し

## 平成 28 年 10 月号 (第 800 号)



## 800号記念, 維持管理・リニューアル 特集

## ◆グラビア

- ・「建設機械施工」誌表紙の変遷
- ・「建設機械施工(旧誌名:建設の機械化)」誌創刊第2号,第3号

## ◆巻頭言

- ・インフラ整備への地域住民の協働参画とICRTの積極的な活用～地方の道をだれがいかを守っていくか～

## ◆記憶に残る工事

1. 黒四の工事と建設機械
2. 名神高速道路 山科工事の土工実績と今後の問題点
3. 東海道新幹線の工事について
4. 青函トンネルの概要について
5. 福島原子力発電所建設の工事概要
6. 新東京国際空港の大土工工事

## ◆行政情報

- ・「国土交通省インフラ長寿命化計画(行動計画)」の概要,インフラ老朽化対策の主な取り組み等

## ◆技術報文

- ・多機能橋梁常設足場の開発 耐用年数100年の長寿命化を目指して
- ・高速道路における大規模更新・大規模修繕工事 高速道路リニューアル事業の本格始動
- ・首都高速道路における更新事業の取り組み
- ・移動式たわみ測定装置の紹介 舗装の構造的な健全度を点検する技術の開発
- ・調整池法面改修工事に係るフェーシング機械 定張力ウインチを搭載した自走式ウインチの開発

## ◆交流の広場

- ・ドローン等を活用したセキュリティサービスと新たな脅威への対応

## ◆CMI報告

- ・災害復旧支援に向けた応急橋の開発(続報)

## ◆部会報告

- ・アスファルトプラントの変遷(その2)昭和13年～31年

## 平成 28 年 11 月号 (第 801 号)



## 土工 特集

- ◆巻頭言 ICT導入による建設施工の生産性向上に向けて

## ◆行政情報

- ・CM方式を活用した震災復興事業の現状報告

## ◆技術報文

- ・「機械の声を聞く」i-Constructionを含有した総合的建機ソリューションの提供 Cat Connect Solutionの提案

- ・i-Constructionにおける重機ICTコミュニケーション ライカアイコンテレマティックス
- ・加速度応答システムの適用性評価
- ・マシンコントロール機能を搭載した油圧ショベルの開発 ICT油圧ショベル「ZX200X-5B」
- ・セミオートマシンコントロールシステムを搭載した油圧ショベルの開発 施工効率向上を実現するCat®グレードアシスト
- ・UAV搭載レーザ計測システムの開発
- ・土工用建設ロボットの開発における新たな挑戦 無人化施工機械から地盤探査ロボット開発の概要紹介
- ・大分川ダム建設工事
- ・大規模土工におけるICT施工とCIM化への対応 陸前高田市震災復興事業での取り組み
- ・シェル型浸透固化処理工法 新しい注入形態
- ・ジオシンセティックス補強土構造物による災害復旧対策 剛壁面補強土工法(RRR(スリーアール)工法)による強化復旧対策
- ・近頃の土工技術 デジタルアースムービング
- ◆交流の広場
  - ・海洋探査技術の現状 水中音響計測技術の応用例紹介
- ◆CMI報告
  - ・補強土壁工法の新技術 帯状ジオシンセティックス補強土壁の紹介
- ◆部会報告
  - ・アスファルトプラントの変遷(その3)昭和32年～36年
- ◆統計 平成28年度主要建設資材需要見通し

## 平成 28 年 12 月号 (第 802 号)



## 防災, 安全・安心を確保する社会基盤整備 特集

## ◆行政情報

- ・次世代社会インフラ用ロボットの開発・導入 取り組みの紹介と災害調査・応急復旧ロボット分野の検証概要

## ◆技術報文

- ・凍土方式による陸側遮水壁の造成 凍結管の削孔・建て込み,凍結設備の設置工事
- ・工事を支える二つの『見える化』 山田宮古道路―山田北道路改良工事
- ・早期復興に應えるために取り組んだ現場運営の紹介 国道45号吉浜道路工事の事例
- ・東京モノレールにおける橋脚基礎の耐震補強
- ・締固めによる木曾三川下流域堤防基礎耐震化の事例紹介 砂圧入式静的締固め工法(SAVE-SP工法)
- ・災害対応ロボット電波を使用した遠隔操縦ロボット用災害対策車両システムの開発 遠隔操縦ロボットシステムASAM
- ◆投稿論文 振動ローラの機械仕様に関する研究

- ◆交流の広場 防災・災害把握へのドローンの利用

## ◆JCMA報告

- ・平成28年度日本建設機械施工大賞 受賞業績(その3)

## ◆部会報告

- ・アスファルトプラントの変遷(その4)昭和37年～42年

## ◆統計

- ・インフラシステムの海外展開の動向
- ・平成28年 建設業の業況

## 平成 29 年 1 月号 (第 803 号)



## 建設機械 特集

- ◆巻頭言 変化に対応できる生き物が生き残る
- ◆行政情報
  - ・国土交通省における「建設施工の地球温暖化対策検討分科会」における燃費基準の検討の動向
- ◆技術報文
  - ・新型振動ローラの紹介 SW654 シリーズ
  - ・最新型ホイールローダ 950MZ
  - ・新型 50 t 吊ラフテレーンクレーン Rf シリーズラフター SL-500Rf PREMIUM
  - ・2014 年度排出ガス規制適合エンジン搭載 4.9 t 吊クローラクレーン開発 CC985S-1 の特長
  - ・ガソリン /LPG エンジン式小型フォークリフト FOZE 0.9 ~ 3.5 トン
  - ・リチウムイオンバッテリーを搭載した新型ハイブリッド油圧ショベル SK200H-10
  - ・フォークリフト用燃料電池システムの開発と今後の取り組み
  - ・新型高所作業車の開発 スカイボーイ AT-170TG-2, AT-220TG-2
  - ・全回転チュービング装置 RT シリーズ 大口径低空頭・軽量型 RT-250L の紹介
  - ・新世代 350 t 吊クローラクレーンの開発 SCX3500-3
  - ・搭乗式スクレーパの開発 HBS-2000「RHINOS」(ライノス)
  - ・大型自航式ポンプ浚渫船 CASSIOPEIA V
  - ・鉄道クレーン車 KRC810N
  - ・油圧ショベル PC138US/PC128US-11
  - ・ショベル系の開発と変遷史
- ◆交流の広場
  - ・安全の責任について考える ~技術者の身に着けるべきグローバルな安全感覚~
- ◆部会報告
  - ・アスファルトプラントの変遷 (その 5) 昭和 43 年 ~ 50 年
- ◆統計 建設機械産業の現状と今後の予測について

## 平成 29 年 2 月号 (第 804 号)

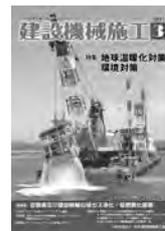


## 大深度地下, 地下構造物 特集

- ◆巻頭言 トンネル工事の効率化のために
- ◆技術報文
  - ・地下鉄建設技術と工事用機械 90 年の歴史を概観する
  - ・倉敷国家石油ガス備蓄基地 LPG 岩盤貯槽建設工事 プロパン 40 万 t を貯蔵する水封式岩盤貯槽
  - ・非開削工法による海底ケーブル陸揚管路敷設 リードドリル工法

- ・地下ダム工事における SMW 工法の精度管理システム!! リアルタイムによる施工管理システム
- ・本体兼用鋼製連壁の地下トンネル築造工事
- ・3 連揺動型掘進機による地下通路の施工実績 日比谷連絡通路工事 R-SWING®工法
- ・国内最大のシールドマシン 東京外環 (関越~東名) 事業に使用
- ・縮径トンネル掘削機の開発
- ・トンネル掘削機外径の縮小・復元が可能な縮径 TBM
- ・海外のケーブル埋設用掘削機械の実態調査と掘削試験
- ・情報化施工を活用した大口径・大深度立坑における効率的な水中掘削技術 自動化オープンケーソン工法による大口径・大深度オープンケーソンの施工
- ・大型埋設物を切り回し地下鉄直上に短期間で通路を築造 東京メトロ東西線・パレスホテル東京 地下通路
- ・大水深構造物の点検用水中調査ロボット
- ・トンネル等屋内工事現場における位置把握システムの開発 屋内空間でのヒト・モノの位置をリアルタイムに把握
- ◆投稿論文
  - ・振動ローラの加速度計測を利用した地盤剛性値の算出について
- ◆部会報告
  - ・アスファルトプラントの変遷 (その 6) 昭和 51 年 ~ 58 年
- ◆統計 建設業における労働災害の発生状況

## 平成 29 年 3 月号 (第 805 号)



## 地球温暖化対策, 環境対策 特集

- ◆巻頭言 自動車及び建設機械の排ガス浄化・低燃費化施策
- ◆技術報文
  - ・二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 排出量を 6 割削減できる高炉スラグ高含有セメントを用いたコンクリートの実工事への適用 ECM(エネルギー・CO<sub>2</sub> ミニマム)セメント・コンクリートシステム
  - ・CO<sub>2</sub> 排出量削減に向けた IoT 技術の活用事例 IoT 技術で取得した建設機械稼働データの分析 KenkiNavi
  - ・水素社会を実現する具体的提言 産業廃棄物処理の現場から水素社会を実現する技術
  - ・土木機械設備における LCA 適用の考え方に関する一考察
  - ・山岳トンネル工事のエネルギーマネジメントシステム TUNNEL EYE
  - ・自動粉じん低減システム 粉じん見張り番
  - ・帯電ミストによる浮遊粉塵除去システムの開発 マイクロ EC ミスト®
  - ・グラブ浚渫の効率化と精度向上を実現したトータルシステム 浚渫施工管理システムに三次元データを導入したグラブ浚渫トータル施工システム
  - ・凝集効果が長期間持続する凝集剤による濁水処理方法の紹介 徐放性凝集剤「J フロック」
  - ・自然由来ヒ素汚染土壌の分離浄化処理工法の開発
  - ・高性能ボーリングマシンの低騒音化・自動化 再生可能エネルギー熱の普及に向けた取り組み
  - ・トンネル工事の発破に伴う低周波音の低減装置 サイレンスチューブ
  - ・おもりを生かした工事振動低減工法の概要 地盤環境振動低減工法 GMD 工法
- ◆交流の広場
  - ・VR による BIM と建築環境シミュレーションの同時可視化システム

## ◆部会報告 アスファルトプラントの変遷 (その7)

平成 29 年 4 月号 (第 806 号)



## 建設業の海外展開, 海外における建設施工 特集

## ◆巻頭言 建設業のインフラ海外展開

## ◆行政情報

- ・建設業の海外展開と ODA

## ◆技術報文

- ・ラックフェン国際港アクセス道路・橋梁工事  
ベトナム国内最大の海上橋
- ・既設営業線直下での圧気併用開放型矩形シールド機による施工  
シンガポール地下鉄トムソン線マリナーベイ新駅
- ・シンガポール MRT  
トムソン-イーストコーストライン T207 工区
- ・台北市における大深度圧入ケーソンの施工実績  
台湾・大安電力シールド工事
- ・スマラン総合水資源・洪水管理事業ジャティバラダム建設工事  
JICA Loan IP-534
- ・ケニア モンバサ港コンテナターミナル開発工事  
JICA Loan Agreement No. KE-P25
- ・シンガポール・チュアスフィンガーワンコンテナターミナル埋立工事  
大型自航式ポンプ浚渫船〈CASSIOPEIA V〉による埋立浚渫工事
- ・シンガポール・トゥアス地区でのグラブ浚渫  
トゥアスコンテナターミナル建設プロジェクト
- ・ソロモン諸島ホニアラ港施設改善計画工事

## ◆交流の広場

- ・日本企業による水ビジネスの海外展開

## ◆部会報告 アスファルトプラントの変遷 (その8)

平成 29 年 5 月号 (第 807 号)



## 解体とリサイクル, 廃棄物処理 特集

## ◆巻頭言 建設系廃棄物のリサイクルの今後の展望

## ◆技術報文

- ・環境負荷を大幅に削減した解体工法を本格適用  
シミズ・クールカット工法
- ・最新の超大型建物解体機 SK2200D
- ・各種技術を駆使したダム撤去工事
- ・解体コンクリートの現場内有効利用の多様化  
ガラダム工法の適用範囲・施工法の拡充
- ・大規模土工事における岩塊の有効活用と搬送設備のリユース  
東松島市野蒜北部丘陵地区震災復興事業における取組み
- ・震災コンクリートがらを利用した海水練りコンクリートの製造・施工

- ・産業用ロボットを応用した建設廃棄物選別システム
  - ・植物廃材を活用した「バイオマスガス発電」
  - ・汚染土壌対策 戦略的な土地活用を支援する「サステナブルレメディエーション」に基づく評価ツールの開発 SGRT-T
  - ・新東名高速道路における建設時の重金属含有土対策
  - ・簡易破碎方式によるベントナイト混合土を用いた遮水層の効率的施工技術  
T-Combination クレイライナー工法による現地発生土の有効利用
  - ・港湾内放射性汚染物質の被覆・封じ込め  
1F 港湾内海底土被覆工事の概要
  - ・放射能汚染土の分級減容化と再生利用に関する検討
- ◆交流の広場 新幹線地震対策技術の進化を振り返る
- ◆部会報告 アスファルトプラントの変遷 (その9)
- ◆統計 平成 29 年度 公共事業関係予算

平成 29 年 6 月号 (第 808 号)



## 都市環境, 都市基盤整備, 自然再生等 特集

## ◆グラビア 時代の建層 (ときのけんそう)

## ◆巻頭言 育てる

## ◆技術報文

- ・整備新幹線の軌道・電気工事用機械
- ・地下水流動を妨げずに事業継続できる汚染地下水の拡散防止技術  
原位置で多様な複合汚染地下水に対応可能なマルチバリア工法
- ・硬質粘土塊を対象とした自然由来砒素の浄化技術
- ・微生物を利用した水銀汚染土壌の浄化技術
- ・隙間接触酸化槽と植生浮島を適用した小規模閉鎖性湖沼の水質浄化事例
- ・集中豪雨時の道路冠水対策・河川氾濫対策  
樹脂製雨水貯留浸透槽の道路下への適用「セキスイ アクアロード」の開発
- ・多発する集中豪雨に対応した高機能雨水貯留施設の開発  
ハイブリッド雨水貯留システム
- ・建設工事における生物多様性保全および環境創造技術
- ・敷地の潜在的な力を引き出す自然再生による「六花の森」プロジェクト
- ・「再生の杜」ビオトープ竣工後 10 年目の生物生息状況  
都市域における生物多様性向上を目指して
- ・転炉系製鋼スラグ資材を用いた海域環境造成技術の開発
- ・樹木対応型壁面緑化システムの開発  
パーティカルフォレスト®
- ・時代の建層 (ときのけんそう)  
建設残土を利用した、時代を積み重ねる都市更新の提案

## ◆交流の広場

- ・セメント製造工程を活用した車載リチウムイオン電池のリサイクル技術

## ◆CMI 報告 ブルドーザの燃費評価値から実作業燃費への換算

## ◆部会報告 アスファルトプラントの変遷 (その10)

## ◆統計 主要建設資材価格の動向

## 平成 29 年 7 月号 (第 809 号)



## 基礎工、地盤改良 特集

- ◆巻頭言 大規模災害で発生する災害廃棄物対策にむけて
- ◆技術報文
  - ・高機能、施工の省力化、省資材化を達成した防潮堤の開発 ハイブリッド防潮堤の開発施工事例
  - ・ニューマチックケーソンによる深さ 70 m 大深度立坑築造工事
  - ・狭隘空間でも施工可能な場所打ち杭工法の概要と施工事例 超低空頭場所打ち杭工法 C-JET18
  - ・地中障害物撤去の新技術・新工法の開発 A-CR 工法
  - ・都市高速道路における ASR 劣化が生じた橋脚梁部の再構築施工 阪神高速道路 西船場ジャンクション改築事業における事例紹介
  - ・空頭制限 2.0 m 以下で施工可能な小口径鋼管杭工法の開発 ST マイクロパイル工法
  - ・地盤改良体方式斜め土留め工法の適用事例 富山新港火力発電所 LNG1 号機新設工事
  - ・廃棄物最終処分場の減容化技術の開発と施工事例 リフューズプレス工法
  - ・大口径相対攪拌工法の概要と施工事例 KS-S・MIX 工法
  - ・地盤改良分野の ICT 活用技術 ジェットグラウト施工管理システム、GNSS ステアリングシステム、3D-ViMa システム
  - ・大口径拡底杭工法対応のアースドリル開発 SDX612
  - ・三点式杭打機フェニックスシリーズ「DH758-160M」の紹介
  - ・低空頭、狭隘地で活躍する軽小型の地中連続壁掘削機の開発 MPD-TMX 工法
  - ・地盤改良工事を全自動で施工管理 ICT を導入した全自動施工管理制御システムの開発 Y-LINK
  - ・木造住宅の耐震性 ビッグフレーム構法とマルチバランス構法
- ◆JCMA 報告 平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績(その 1)
- ◆部会報告 ISO/TC 127 国際作業グループ会議報告

## 平成 29 年 8 月号 (第 810 号)



## 歴史的遺産・建造物の修復 特集

- ◆グラビア
  - ・3D 技術を用いた軍艦島のデジタルアーカイブ 過去、現在そして未来へ
- ◆巻頭言 歴史遺産感動の 3 要素
- ◆技術報文
  - ・魅せる素屋根の技術と見せる保存修理 近代ニッポンを支えた世界遺産 旧富岡製糸場
  - ・伝統建築における設計施工一貫 BIM 薬師寺食堂(じきどう)復興事業
  - ・熊本城の櫓を鉄の腕で支える 飯田丸五階櫓倒壊防止緊急対策工事
  - ・経年が 100 年を超える鉄道土木建造物の維持管理

- ・国重要文化財の永代橋、清洲橋の長寿命化
- ・大規模シェル構造ラジアルゲート建設への取り組み 大河津可動堰改築ゲート設備工事
- ・新橋駅の改良とレンガアーチの補強・保存
- ・狭山池の改修とその技術の変遷
- ・歴史的鋼橋の補修補強工事 土木遺産である晩翠橋の補修補強工事の紹介
- ・3D 技術を用いた軍艦島のデジタルアーカイブ 過去、現在そして未来へ
- ・歴史的建造物の移動(曳家)、免震化(レトロフィット)工事
- ・消えた建設機械遺産群 わが国の建設機械の始祖

- ◆交流の広場 博物館明治村
- ◆JCMA 報告 平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績(その 2)
- ◆CMI 報告 放置車両等を移動する道路啓開機材の開発検討
- ◆部会報告
  - ・アスファルトプラントの変遷(その 11)
  - ・ISO/TC 127 国際作業グループ会議報告
- ◆統計 建設企業の海外展開

## 平成 29 年 9 月号 (第 811 号)



## 維持管理・老朽化対策・リニューアル 特集

- ◆巻頭言 社会インフラの老朽化、これは JAPAN IN RUINS ですか
- ◆行政情報
  - ・ダム再生 既設ダムの有効活用
  - ・道路の老朽化対策の取り組み
- ◆技術報文
  - ・車線供用下での東名高速道路リニューアル事業の施工 用宗高架橋(下り線)の床版取替え工事
  - ・PC ゲルバー橋の連続化 首都高速 1 号羽田線 勝島地区橋梁
  - ・短工期を実現した天井板撤去の取組み 神戸長田トンネル天井板撤去工事
  - ・走行型高速 3D トンネル点検システム MIMM-R(ミーム・アール) 画像・レーザー・レーダー技術による点検・調査・診断支援技術
  - ・武蔵水路「安全・安心な施設へのリニューアル」 水路改築工事におけるプレキャスト工法の施工実績
  - ・福岡空港における高強度 PRC 版による老朽化対策
  - ・港湾構造物の維持管理への ICT の活用 無線操作式ボートを用いた港湾構造物の点検・診断システム
  - ・鉄道構造物の維持管理と検査・診断技術
  - ・鉄道構造物の延命化・リニューアル技術
  - ・高強度かつ高耐久性のセメント系繊維補強材料 タフショットクリート®
  - ・産業遺産である老朽化した水力発電所の改修と立坑掘削時における地山の変位と対策
  - ・歴史的建造物(レンガ建屋)の曳家工法による保存 蹴上浄水場第 1 高区配水池改良工事
  - ・船場センタービル外壁改修工事 大規模商業施設における外壁改修
- ◆JCMA 報告 平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績(その 3)
- ◆CMI 報告
  - ・構造物の耐衝撃性評価に関する試験・研究 鋼製台車とレールを用いた衝突試験装置の紹介
- ◆部会報告 アスファルトプラントの変遷(その 12)
- ◆統計 平成 29 年度 建設投資見通し

## 平成 29 年 10 月号 (第 812 号)



## 建築 特集

- ◆巻頭言 人工技能研究のすすめ
- ◆行政情報
  - ・「適正な施工確保のための技術者制度検討会」とりまとめ
  - ・建築物省エネ法の概要
- ◆技術報文
  - ・ホール舞台スノコ天井リフトアップ工事
  - ・既存建物の不快な床振動を低減する制振技術 SPADA (スパーダ) - Floor
  - ・VR 技術を活用した教育システムの開発と運用 施工技術者向け VR 教育システム
  - ・地上躯体に適用可能な中品質再生骨材を用いたコンクリートの実用化
  - ・外側耐震補強構法『KG 構法』の新たな展開 完全外部施工方法の開発
  - ・杭頭接合部の耐震性能向上および施工の省力化技術 鋼板補強型杭頭接合工法 TO-SPCap 工法の開発
  - ・スマートデバイスを活用した『杭施工記録システム』の開発 「KOC0 チェックシステム」アプリケーションの紹介
  - ・ロボット溶接による建築現場溶接施工法の開発と適用
  - ・自律型清掃ロボットを開発 T-iROBO® Cleaner
  - ・建物の安全性即時診断システム 1ヶ所の地震計で地震後即時に建物の安全性を自動診断
  - ・ハイブリッド架構による耐火木造建築の技術開発
- ◆交流の広場
  - ・デザイン思考でデジタル活用 労働安全分野への適用
- ◆JCMA 報告
  - ・平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 4)
- ◆部会報告 ISO/TC 127 国際作業グループ会議報告

## 平成 29 年 11 月号 (第 813 号)



## 防災、安全/安心を確保する社会基盤整備 特集

- ◆巻頭言 社会資本整備を考える
- ◆行政情報
  - ・Lアラート：防災情報共有システムの現状
- ◆技術報文
  - ・平成 28 年熊本地震における阿蘇大橋地区斜面防災対策工事での分解組立型バックホウの活用
  - ・国内初大型ニューマチックケーソン 2 函同時沈設施工
  - ・サイフォンと水中ポンプの機能を併用した排水システムの開発 ハイブリッド・山辰サイフォン排水システム
  - ・熱赤外線サーモグラフィによる斜面調査

- ・地下鉄トンネル覆工のはく離・浮きの可視化による検出システムの検討
- ・無排泥粘土遮水壁工法の開発 エコクレイウォールⅡ工法
- ・老朽化した狭小導水路トンネルリニューアルの機械化施工
- ・超音波振動を併用した薬液注入工法 UVG 工法
- ・石積み擁壁耐震補強工事における鉄道営業線近接施工
- ◆交流の広場
  - ・非常食の循環システム付き宅配ロッカー「イーバルボックス」ソリューションによる、ローリングストック実現にむけて
- ◆JCMA 報告
  - ・平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 5)
- ◆部会報告
  - ・ISO/TC 127 土工機械広島総会及び ISO/TC 127/SC 3/WG 12ISO 6405 土工機械—操縦装置などの識別記号 国際 WG 会議報告
- ◆統計 平成 29 年 建設業の業況

## 平成 29 年 12 月号 (第 814 号)



## 先進建設技術 特集

- ◆巻頭言
  - ・建設産業がけん引する「第 4 次産業革命」具体化への期待
- ◆行政情報
  - ・i-Construction 推進の取組み状況 普及促進事業の進捗
  - ・国土交通省における CIM の導入・推進
- ◆技術報文
  - ・ImPACT タフ・ロボティクス・チャレンジにおける災害対応建設ロボット
  - ・総合的な i-Construction による緊急災害対応 阿蘇大橋地区斜面防災対策工事における無人化施工
  - ・油圧ショベル用遠隔操縦装置の開発 災害現場への適応性を向上させた新型簡易遠隔操縦装置ロボ QS
  - ・自律移動ロボットによる盛土締め度及び水分量測定の自動化
  - ・次世代建設生産システムの現場適用と生産性向上への展望 ロックフィルダムへの適用紹介とインフラ無線システム
  - ・大水深対応型水中作業ロボットの開発 DEEP CRAWLER
  - ・ドリル NAVI における新機能の開発
  - ・AI を活用したコンクリート表層品質評価システムの開発
  - ・建設機械の改造が不要で着脱可能な装置による無人化施工技術の開発 熊本城崩落石撤去へ汎用遠隔操縦装置「サロゲート」の適用事例
  - ・次世代型ビーコンを利用した屋内作業員の可視化による現場管理システムの開発 EXBeacon プラットフォーム現場管理システム
  - ・IoT を活用した建設機械用アタッチメントの稼働管理システム (TO-MS) の開発 AI で故障予知・稼働監視を実現、未来型アフターサービスの提供によるランニングコストの低減
  - ・移動体多点計測技術 (MMS) を用いた出来形管理に向けた基礎的研究
- ◆交流の広場
  - ・パワーアシストスーツを活用した作業者の負担軽減
- ◆部会報告
  - ・ISO/TC 127/SC 2/JWG 28 国際ジョイント作業グループ会議報告

## 編集後記

今年の5月はゴールデンウィークが10連休、平成から令和に変わるという大きな節目となりました。気持ちを新たに早く慣れたいと思います。

本協会も今年70周年を迎え、今号は通巻831号となっております。

ところで、読者の方々は昭和生まれの方が最も多いのでは?と感じております。多くの職場や企業の平均年齢が30代後半から40代と思われるからです。少子高齢化があらゆるところに影響し始めている昨今、当然のように建設業においても現場労働者の高齢化と若年層の減少が危惧されます。今後は外国人労働者のいない建設現場は逆に珍しくなるかもしれません。

このような背景ですが、本誌は建設技術や建設機械の特徴などを紹介し、平成生まれの若い世代に少しでも興味を持っていただきたいと願っております。

5月号は橋梁特集で、単独の取り上げは約4年ぶりとなっております。

巻頭言は、埼玉大学大学院理工学研究科の奥井教授より、「既設橋の安全性のレベルについて議論を始めよう」と題して新設との違いや低く設定する効果などをご執筆いただきました。

既設橋の維持管理として5年毎の定期点検が状態確認や修繕計画に重要となるため、安全性のレベルを設定する議論については是非とも始めていただきたいと思われま。

技術報文は、橋梁に関連した最近のキーワードとして、「施工や架設工法」、「i-Bridge」、「維持修繕」、「点検調査」に関連する記事や論文等を参照して執筆依頼をさせていただきました。

5月号のスケジュールは、年末年始にかけて編集方針や原稿の執筆依頼、提出締切は3月20日までということで、年末から年度末の非常にお忙しいところ、大変ご迷惑をお掛けしてしまいました。そのような中、執筆者の皆様には大変貴重な原稿を作成いただきましたこと、改めて御礼申し上げます。

(宮川・太田)

## 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

見波 潔 村本建設(株)

### 編集委員

小櫃 基住	国土交通省
竹迫 勝久	農林水産省
中村 弘	(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 正明	(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)
松澤 享	五洋建設(株)
飯田 宏	東亜建設工業(株)
鈴木 貴博	日本国土開発(株)
斉藤 徹	(株)NIPPO
中川 明	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
村上 進	古河ロックドリル(株)
山下純一郎	(株)前田製作所
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

### 6月号「解体・リサイクル・廃棄物処理特集」予告

・建設残土の不法投棄問題に関する一考察 ・福島県内の除去土壌等の取組を中心とした東日本大震災復興の取組 ・解体工事技術者資格 ・ダム撤去で60年前の清流を取り戻す 荒瀬ダム撤去 ・瞬間破砕による杭頭処理技術 ・超高強度繊維補強コンクリート床版を用いた高速道路入路における床版取替の施工実績 ・熊本市被災家屋解体廃棄物等処理業務委託に係る中間処理完了 ・階上解体仕様機 ・発電所リニューアルへの低騒音・低粉じんコンクリート解体工法の適用 ・リング皮むき工法 ・数々の特殊解体工事への取組み

### 【年間購読ご希望の方】

①お近くの書店でのお申込み・お取り寄せ可能です。②協会本部へお申し込みの場合「図書購入申込書」に以下事項をもれなく記入のうえFAXにて協会本部へお申込み下さい。

…官公庁/会社名、所属部課名、担当者氏名、住所、TELおよびFAX

年間購読料 (12冊) 9,252円 (税・送料込)

## 建設機械施工

第71巻第5号 (2019年5月号) (通巻831号)

Vol.71 No.5 May 2019

2019 (令和元)年5月20日印刷

2019 (令和元)年5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	部〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支	部〒980-0014 仙台市青葉区本町 3-4-18	電話 (022) 222-3915
北陸支	部〒950-0965 新潟市中央区新光町 6-1	電話 (025) 280-0128
中部支	部〒460-0002 名古屋市中区丸の内 3-17-10	電話 (052) 962-2394
関西支	部〒540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支	部〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22	電話 (082) 221-6841
四国支	部〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支	部〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 2-4-30	電話 (092) 436-3322

本誌上への広告は  有限会社 サンタナ アートワークス までお申し込み、お問い合わせ下さい。

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町 2-21-5 井手口ビル 4F TEL: 03-3664-0118 FAX: 03-3664-0138

E-mail: [san-mich@zam.att.ne.jp](mailto:san-mich@zam.att.ne.jp) 担当: 田中

KOBELCO

あなたは二度、新体感する。

Performance X Design

SK75SR

Performance × Designは、  
コベルコが挑む新SKシリーズコンセプト。  
ユーザーが求める生産性、安全性を飛躍的に高めること。  
ユーザーが体感できる快適性、デザイン性を極めること。異なる  
2つの革新が高い次元で融合されることで、新型SK75SRが誕生しました。

エンジン出力\*

28%up

登坂走行性能\*

26.9%up

アーム掘削速度\*

15%up

NETIS登録

iNDr  
Integrated  
Noise & Dust  
Reduction  
Cooling System

※SK75SR-3E型機比数値は条件により変動します。

コベルコ建機株式会社 お問い合わせ 03-5789-2111

SK 75SR





# 草刈りの 飛び石 対策ツール

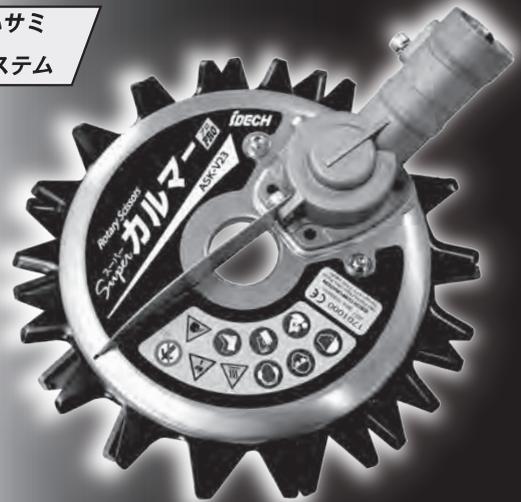
スーパー **カルマー** PRO  
Rotary Scissors

お手持ちの刈払機に取付け可能!

## 事故の2大要因を抑制!



回転ハサミ  
&  
減速システム



- 飛散を抑える
- キックバックを抑える
- 刈刃のブレーキ機能
- 刈刃の研磨・交換が簡単



「国立研究開発法人・農研機構」が従来刃との飛散比較試験を実施  
詳しくは(株)アイデック企画部までお問い合わせください

飛散低減効果を  
証明!!

- 国土交通省 NETIS 過去登録製品
- 平成 28 年度「日本建設機械施工大賞」受賞製品

**IDECH** 株式会社 **アイデック**  
IDECH CORPORATION

〒675-2302 兵庫県加西市北条町粟田 182  
TEL.(0790)42-6688 FAX.(0790)42-6633

アイデック公式ホームページ

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

E-mail: info@idech.co.jp

検索



弊社 WEB サイトにて  
**お客様の声公開中!**

# 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 / 締固め機械 / 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

**Santana** **サンタナ** アートワークス  
ART WORKS

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

本誌に掲載されている広告のお問い合わせ、資料の請求はメール、FAX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:

所属:

会社名(校名):

資料送付先:

電話:

FAX:

E-mail:

広告掲載 メーカー名	製品名

FAX  
送信先

サンタナアートワークス  
建設機械施工係

F  
A  
X

03-3664-0138

# マルマテクニカの水平グラインダー



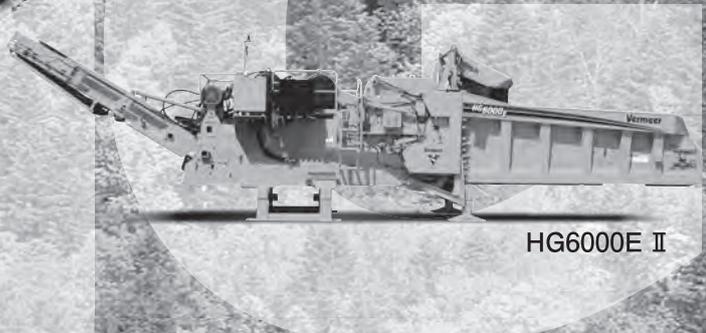
HG4000TX II



HG6000TX II



HG4000E II



HG6000E II

1台の破碎機でピンチップも切削チップも生産できる!用途別に選べる2タイプ。



破碎部のみの載せ替えが可能!!  
様々な用途に1台で対応が可能



## 特長

- チップサイズは均一で、バイオマス発電向け燃料として実績が多数。
- 新車破碎機の在庫保有と新車の短納期体制で対応。
- 休車時間をなくすため、Vermeer 社破碎機部品の在庫を保有し、即納体制で対応。



**マルマテクニカ株式会社**

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

本社・相模原事業所	〒252-0331	神奈川県相模原市南区大野台6-2-1	TEL.042(751)3091	FAX.042(756)4389	E-mail:s-sales@maruma.co.jp
厚木工場	〒243-0125	神奈川県厚木市小野651	TEL.046(250)2211	FAX.046(250)5055	E-mail:atsugi@maruma.co.jp
東京工場	〒156-0054	東京都世田谷区桜丘1-2-22	TEL.03(3429)2141	FAX.03(3420)3336	E-mail:tokyo@maruma.co.jp
名古屋事業所	〒485-0037	愛知県小牧市小針2-18	TEL.0568(77)3313	FAX.0568(72)5209	E-mail:n-sales@maruma.co.jp

街づくりを支える、信頼の三笠品質。



転圧センサー

**バイプロコンパクター**

MVH-308DSC-PAS

NETIS No. TH-120015-VE

**タンピングランマー**

MT-55H

NETIS No. TH-100005-VE



MVC-F60HS

NETIS No. TH-100006-VE



MRH-601DS

低騒音指定番号5097



MLP-1212A



FX-40G/FU-162



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:052-451-7191	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:080-1013-9558	

# 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段階押しスイッチ!  
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!**

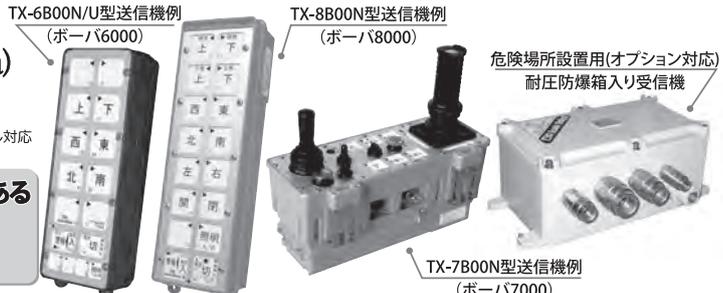
- 最大5リレーまで対応可
- 2段階押しスイッチ追加可能  
(オプション)



## 防爆形無線機 ボーパー (BoBa)

N/Uシリーズ  
7B/8B...微弱電波のみ  
6B...微弱・特定小電力両モデル対応

**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!**



## リゾナー 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~

**価格もサイズも  
ハンディー並み!**

- 最大32リレー
- 2段階押し・  
特殊スイッチ装着可



\*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

労働力不足やオペレータの高齢化、安全やコスト、工期に関わる現場の課題を、お客様とともに解決していきたいと私たちコマツは考えました。現場全体をICTで有機的につなぐことで生産性を大幅に向上。そんな「未来の現場」を創造していくソリューションです。

# 次代に向けて、 知性をその手に。

～ICT建機、ラインナップ拡充～

## ICT油圧ショベル

複雑なレバー操作なしでも  
高効率な施工を実現。

GNSS\* アンテナと基準局から得た刃先の位置情報、施工設計データをもとに、作業機操作のセミオート化を実現した世界初のマシンコントロール油圧ショベルです。

\*GNSS(Global Navigation Satellite System)GPS、GLONASS等の衛星測位システムの総称。



PC200i

PC300i

## ICTブルドーザ

世界で初めて掘削から仕上げの整地までのブレード操作を自動化。また、粗掘削時にブレード負荷が増大すると、シューズリップが起らないように自動でブレードを上げて負荷をコントロールし、効率良く掘削作業が行えます。さらに、事前に設定した設計面に近づくと自動認識して、粗掘削から整地に自動的に切り換わります。



D37PXi

D61PXi

D65PXi/EXi

D85PXi/EXi

D155AXi

# KOMATSU

コマツ 国内販売本部

〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 <https://home.komatsu/jp/>

動画で紹介



雑誌 03435-5



4910034350599  
00800

「建設機械施工」

定価 本体八〇〇円(税別)