

一般社団法人
日本建設機械施工協会誌 (Journal of JCMA)

2021

建設機械施工



Vol.73 No.9 September 2021 (通巻859号)

特集 防災, 災害対応 災害復旧・復興



大型施工機械の導入と早期復旧に向けた施工技術

巻頭言 東日本大震災10年の節目と今後の備え

行政情報 総力戦で挑む防災・減災プロジェクト (第2弾)

- 技術報文
- 豪雨・地震の複合災害に備えた盛土強靱化技術
 - 建築と屋外の風に関する様々な問題を解決する数値シミュレーションツールの開発
 - 東日本大震災復興支援へのレンタル会社の取り組み
 - 早期復旧に向けた施工技術 他

交流の広場 海水も飲料水レベルに出来るミカン箱サイズの高性能ろ過装置「小型海水淡水化装置」を開発 他

すいそう 大震災復旧工事・復興工事の協力体験 他

CMI報告 排水ポンプ車状態監視システム (DSシステム) の開発と改良

一般社団法人 日本建設機械施工協会

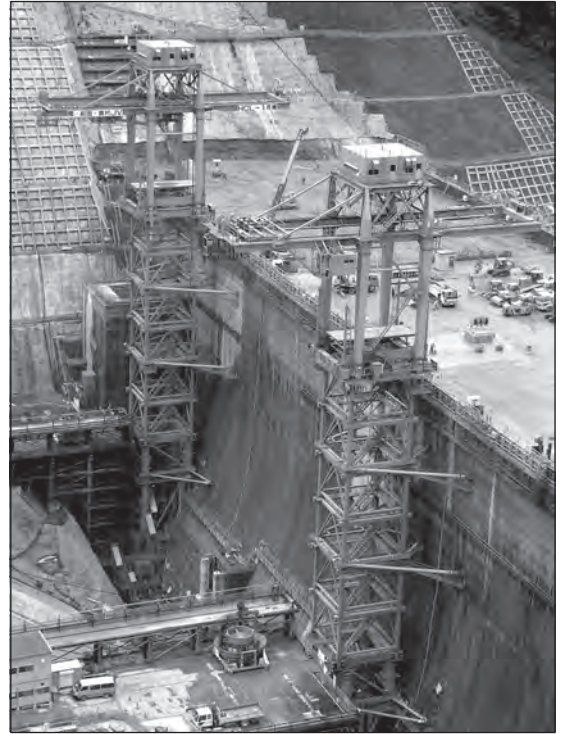
ダム工事に用いたコンクリート運搬テルハ (クライミング機能付)

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

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



吉永機械株式会社

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

建設機械用 無線操作装置

ダイワテレコン



ICT施工や自動制御に対応可能

ダイワテレコン872

- 最大72点の操作点数を持ち、比例制御にも対応いたします。
- 指令機操作パネルはレイアウトフリーで用途に合わせた実装部品が選択可能。
- 特定省電力無線429MHz帯域および1200MHz帯域選択可能。
- 外部接続用ポート(オプション仕様)より、LAN通信制御が可能。

取付改造実績

油圧ショベル, ブルドーザ, 振動ローラ
クローラダンプ, 鑿岩機, その他特殊専用機など

無線遠隔装置だけでは終わらない
弊社では制作から取付改造工事までを完全サポート
大型機対応屋内工場完備(100tクラスまで対応)



ハンディータイプ
使いやすさを極めた高機能・高性能
ダイワテレコン810

用途
インバータ制御機器
エンジン制御
油空圧比例制御

DAIWA TELECON 大和機工株式会社

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

関係部署にも回覧をお願いします

橋梁架設工事及び設計積算業務の必携書

橋梁架設工事の積算

令和3年度版

〇〇〇〇 改定・発刊のご案内 〇〇〇〇

一般社団法人 日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。
平素は当協会の事業推進について、格別のご支援・ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。
さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準が改定され、令和3年4月以降の工事費の積算に適用されることに伴い、また近年の橋梁架設工事の状況、実績等を勘案し、当協会では「橋梁架設工事の積算 令和3年度版」を発刊することと致しました。
なお前年度版同様、橋梁の補修・補強工事の積算に際し、その適用範囲や積算手順をわかりやすく解説した「橋梁補修補強工事積算の手引き 令和3年度版」を別冊（セット）で発刊致します。
つきましては、橋梁架設工事の設計積算業務に携わる関係各位には是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。

敬具

◆内容

令和3年度版の構成項目は以下のとおりです。

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



◆改定内容

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

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

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

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

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

● 発刊予定 令和3年5月26日

関係部署にも御回覧をお願いします。

大口径・大深度の削孔工法の設計積算に欠かせない必携書

大口径岩盤削孔工法の積算

令和2年度版

∞∞∞ 改訂・発刊のご案内 ∞∞∞

令和2年5月 一般社団法人 日本建設機械施工協会

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

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

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

◆ 内容

令和2年度版の構成項目は以下のとおりです。

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

◆ 改訂内容

令和元年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

国土交通省土木工事標準積算の改正に伴う改訂

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

● A4判／約230頁（カラー写真入り）

● 価格

一般価格：本体6,000円＋消費税

会員価格：本体5,100円＋消費税

※ 送料は一般・会員とも

沖縄県以外 700円

沖縄県 450円（但し県内に限る）

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

● 発刊 令和2年5月15日



令和3年度版 建設機械等損料表

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

■ 内容

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



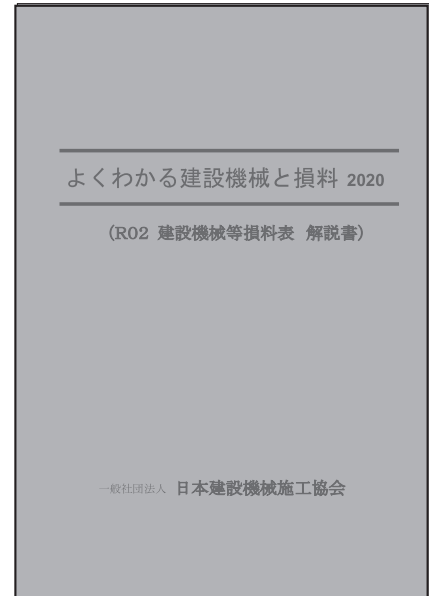
「令和2年度版 建設機械等損料表」の解説書 「よくわかる建設機械と損料 2020」の発売について

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

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

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

なお今回、解説文の文字を大きくしています。



書籍の表紙イメージ

***** 記 *****

■発売日 : 令和2年5月

■体裁 : A4判、一部カラー、約330ページ

■本体価格(税別・送料別)

一般: 6,000円 会員: 5,100円

■内容・特長

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

***** 以上 *****

■お問い合わせ先

東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館内)

一般社団法人 日本建設機械施工協会 (TEL:03-3433-1501)

2019年版 日本建設機械要覧 電子書籍(PDF)版 発売通知

当協会では、国内における建設機械を網羅した『日本建設機械要覧』を2019年3月に刊行し、現場技術者の工事計画の立案、積算、機械技術者の建設機械のデータ収集等に活用頂き、好評を頂いております。

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

是非とも活用いただきたく、お願い申し上げます。

1	商品名	日本建設機械要覧2019 電子書籍（PDF）版	建設機械スペック一覧表、 電子書籍（PDF）版	
2	形態	電子書籍（PDF）	電子書籍（PDF）	
3	閲覧	Web上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス	Web上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス	
4	内容	要覧全頁	spec一覧表	
5	改訂	3年毎	3年毎	
6	新機種情報	要覧クラブで対応	要覧クラブで対応	
7	検索機能	1.単語検索	1.単語検索	
8	附属機能 注) タブレット・スマートフォンは、一部機能が使えません。	・しおり ・拡大・縮小 ・付箋機能 ・ペン機能 ・目次からのリンク ・各章ごと目次からのリンク ・索引からのリンク ・メーカーHPへのリンク	・しおり ・拡大・縮小 ・付箋機能 ・ペン機能 ・メーカーHPへのリンク	
9	予定販売価格 (円・税込)	会員	55,000（3年間）	49,500（3年間）
		非会員	66,000（3年間）	60,500（3年間）
10	利用期間	3年間	3年間	
11	同時ログイン	3台	3台	
12	認証方法	ID+パスワード	ID+パスワード	
13	購入方法	WEB上にて申込み（HP参照下さい）	WEB上にて申込み（HP参照下さい）	

発売時期

令和元年5月 HP：<http://www.jcmanet.or.jp/>

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

Webサイト 要覧クラブ

2019年版日本建設機械要覧およびスペック一覧表電子書籍（PDF）版購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版から、2016年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2019年版を含めると1998年から2018年までの建設機械データが活用いただけます。

また、同じ要覧クラブ上で新機種情報も閲覧およびダウンロードできます。



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

2019年版 日本建設機械要覧

発売のご案内

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

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



発刊日

平成31年3月

体裁

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

価格（消費税10%含む）

一般価格 53,900円（本体49,000円）

会員価格 45,100円（本体41,000円）

（注）送料は1冊900円（複数冊の場合別途）

特典

2019年版日本建設機械要覧購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版から2016年版までの全ての日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2019年版を含めると1998年から2018年までの建設機械データが活用いただけます。

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

2019年版 内容

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

◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

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

上記図書を申込み致します。令和 年 月 日

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

◆ 申込方法 ◆

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

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

[お問合せ及びお申込先]

本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL 03 (3433) 1501 FAX 03 (3432) 0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8 さっけんビル	TEL 011 (231) 4428 FAX 011 (231) 6630
東北支部	〒980-0014 仙台市青葉区本町3-4-18 太陽生命仙台北町ビル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 建設クリエイティブビル	TEL 087 (821) 8074 FAX 087 (822) 3798
九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30 いわきビル	TEL 092 (436) 3322 FAX 092 (436) 3323

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

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

当協会からの新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）は不要

論文投稿のご案内

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

当協会ホームページ <http://www.jcmanet.or.jp>

★投稿対象

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

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

★部門

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

★投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

★原稿の受付

随時受け付けます。

★公表の方法

当協会機関誌へ掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

★連絡先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

日本建設機械施工協会 研究調査部 論文担当

E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp

TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289

◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内

会費：年間 9,000円(不課税)

個人会員は、日本建設機械施工協会の定款に明記されている正式な会員で、本協会の目的に賛同し、建設機械・建設施工にご関心のある方であればどなたでもご入会いただけます。

★個人会員の特典

- 「建設機械施工」を機関誌として毎月お届け致します。(一般購入価格 1冊800円＋消費税/送料別途)
「建設機械施工」では、建設機械や建設施工に関わる最新の技術情報や研究論文、本協会の行事案内・実施報告などのほか、新工法・新機種の紹介や統計情報等の豊富な情報を掲載しています。
- 協会発行の出版図書を会員価格(割引価格)で購入することができます。
- シンポジウム、講習会、講演会、見学会等、最新の建設機械・建設施工の動向にふれることができる協会行事をご案内するとともに、会員価格(割引価格)でご参加いただけます。

この機会に是非ご入会下さい!!

◆一般社団法人 日本建設機械施工協会について

一般社団法人 日本建設機械施工協会は、建設事業の機械化を推進し、国土の開発と経済の発展に寄与することを目的として、昭和25年に設立された団体です。建設の機械化に係わる各分野において調査・研究、普及・啓蒙活動を行い、建設の機械化や施工の安全、環境問題、情報化施工、規格の標準化案の作成などの事業のほか、災害応急対策の支援等による社会貢献などを行っております。

今後の建設分野における技術革新の時代の中で、より先導的な役割を果たし、わが国の発展に寄与してまいります。

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

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

■会員構成

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

■主な事業活動

- ・学術研究、技術開発、情報化施工、規格標準化等の各種委員会活動。
- ・建設機械施工技術検定試験・外国人技能評価試験の実施。
- ・各種技術図書・専門図書の発行。
- ・除雪機械展示会の開催。
- ・シンポジウム、講習会、講演会、見学会等の開催。海外視察団の派遣。

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙をお使いください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係
〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2F
TEL:(03)3433-1501 FAX:(03)3432-0289

一般社団法人 日本建設機械施工協会 会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会 個人会員に入会します。

令和 年 月 日

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

【会費について】年間 9,000円(不課税)

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

【その他ご入会に際しての留意事項】

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

【個人情報の取扱いについて】

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

No.	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	送料
1	R 3年 9月	道路除雪施工の手引	4,950	3,960	700
2	R 3年 5月	橋梁架設工事の積算 令和3年度版	11,000	9,350	900
3	R 3年 5月	令和3年度版 建設機械等損料表	8,800	7,480	700
4	R 3年 1月	情報化施工の基礎 ～i-Constructionの普及に向けて～	2,200	1,870	700
5	R 2年 5月	よくわかる建設機械と損料 2020	6,600	5,610	700
6	R 2年 5月	大口径岩盤削孔工法の積算 令和2年度版	6,600	5,610	700
7	R 2年 5月	令和2年度版 建設機械等損料表	8,800	7,480	700
8	R 元年 9月	大口径岩盤削孔工法の積算 令和元年度版	6,600	5,610	700
9	R 元年 6月	日本建設機械要覧2019年電子書籍(PDF)版	66,000	55,000	-
10	R 元年 6月	建設機械スペッカー一覧表2019年電子書籍(PDF)版	60,500	49,500	-
11	R 元年 5月	令和元年度版 建設機械等損料表	8,800	7,480	700
12	H31年 3月	日本建設機械要覧 2019年版	53,900	45,100	900
13	H30年 8月	消融雪設備点検・整備ハンドブック	13,200	11,000	700
14	H30年 5月	よくわかる建設機械と損料 2018	6,600	5,610	700
15	H29年 4月	ICTを活用した建設技術(情報化施工)	1,320	1,100	700
16	H26年 3月	情報化施工デジタルガイドブック【DVD版】	2,200	1,980	700
17	H25年 6月	機械除草安全作業の手引き	990	880	250
18	H23年 4月	建設機械施工ハンドブック(改訂4版)	6,600	5,604	700
19	H22年 9月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,300		700
20	H22年 9月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,300		250
21	H22年 7月	情報化施工の実務	2,200	1,885	700
22	H21年 11月	情報化施工ガイドブック2009	2,420	2,200	700
23	H20年 6月	写真でたどる建設機械200年	3,080	2,608	700
24	H19年 12月	除雪機械技術ハンドブック	3,143		700
25	H18年 2月	建設機械施工安全技術指針・指針本文とその解説	3,520	2,933	700
26	H17年 9月	建設機械ポケットブック(除雪機械編)	1,048		250
27	H16年 12月	2005「除雪・防雪ハンドブック」(除雪編)**	5,238		250
28	H15年 7月	道路管理施設等設計指針(案)道路管理施設等設計要領(案)**	3,520		250
29	H15年 7月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,650	1,540	700
30	H15年 6月	道路機械設備 遠隔操作監視技術マニュアル(案)	1,980		700
31	H15年 6月	機械設備点検整備共通仕様書(案)・機械設備点検整備特記仕様書作成要領(案)	1,980		700
32	H15年 6月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	550		250
33	H13年 2月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック(第3版)	6,600	6,160	700
34	H12年 3月	移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル(第2版)	2,724	2,410	700
35	H11年 10月	機械工事施工ハンドブック 平成11年度版	8,360		700
36	H11年 5月	建設機械化の50年	4,400		700
37	H11年 4月	建設機械図鑑	2,750		700
38	H10年 3月	大型建設機械の分解輸送マニュアル**	3,960	3,520	250
39	H9年 5月	建設機械用語集	2,200	1,980	700
40	H6年 8月	ジオスペースの開発と建設機械	8,382	7,857	700
41	H6年 4月	建設作業振動対策マニュアル	6,286	5,657	700
42	H3年 4月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,266	9,742	700
43	S 63年 3月	新編 防雪工学ハンドブック【POD版】	11,000	9,900	700
44	S 60年 1月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック**	6,600		250
45		建設機械履歴簿	419		250
46	毎月 25日	建設機械施工	880	792	700
			定期購読料 年12冊 9,408円(税・送料込)		

購入のお申し込みは当協会 HP <http://www.jcmanet.or.jp> の出版図書欄の「ご購入方法」から「図書購入申込書」をプリントアウトし、必要事項をご記入のうえ、FAX またはメール添付してください。

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

特集

防災, 災害対応, 災害復旧・復興

巻頭言

4 東日本大震災 10 年の節目と今後の備え

今村 文彦 東北大学災害科学国際研究所

行政情報

5 総力戦で挑む防災・減災プロジェクト (第2弾)

いのちとくらしをまもる防災減災

鳥居 祐輔 国土交通省 総合政策局 政策課 企画専門官

特集・
技術報文

11 免震建物用ケーブルラックの開発 ニュートラダー®

中塚 光一 (株)大林組 設計本部 構造設計部 部長
花村 浩嗣 (株)大林組 設計本部 構造設計部 副部長
上野 史弥 (株)大林組 設計本部 設備設計部 副課長

16 立体自動倉庫用の制震構法の開発

積荷自体を大重量の TMD として利用する BCP 対策技術

矢口 友貴 鹿島建設(株) 建築設計本部 構造設計統括グループ チーフエンジニア, 修士 (工学)
栗野 治彦 鹿島建設(株) 建築設計本部 構造設計統括グループ 統括グループリーダー, 博士 (工学)

21 ダイス・ロッド式摩擦ダンパー (DRF-DP) による橋梁耐震技術

波田 雅也 青木あすなろ建設(株) 技術研究所 構造研究部 主任研究員
松原 拓朗 首都高速道路(株) 技術部 構造技術室 課長代理
牛島 栄 青木あすなろ建設(株) 技術研究所 技術研究所長

26 豪雨・地震の複合災害に備えた盛土強靱化技術

足立 有史 (株)安藤・間 建設本部 技術研究所
西尾 竜文 (株)安藤・間 建設本部 技術研究所

31 監視と作動を自動的に行う自動水門開閉システム

自動水門開閉装置「お助け門」と遠隔監視操作システム「見知らせ」

橋詰 薫 (株)サン・パワー社 代表取締役

35 災害時の信号機倒壊防止に貢献できる高耐久性塗料の開発と実施例

北川 将司 大日本塗料(株) 塗料事業部門 金属焼付塗料事業部 粉体塗料テクニカルサポートグループ 主任技術員

39 建築と屋外の風に関する様々な問題を解決する数値シミュレーションツールの開発

将来のスーパー台風も想定できる数値風洞「Kazamidori®」の紹介

田中 英之 (株)竹中工務店 技術研究所 環境・社会研究部 都市気候グループ 主任研究員
畔上 泰彦 (株)竹中工務店 技術研究所 環境・社会研究部 都市気候グループ 研究員

45 軽くて便利な土を使わない土のう

吸水性土のう アクアブロック

村井 和男 (株)昭電 成田工場 地震対策システム部 部長

49 幾重にも蛇行する地下トンネルを掘進, 一次覆工のまま暫定供用を開始

荒東 伸一 (株)安藤・間 九州支店 土木部 高尾川シールド作業所 所長

55 東日本大震災復興支援へのレンタル会社の取り組み

福島第一原子力発電所に導入した作業員休憩室

東 盛之 (株)アクティオ エンジニアリング事業部 土木部 専任部長

60 早期復旧に向けた施工技術
阿蘇大橋工事の工期短縮に向けた取組み

鶴林 保彦 国土交通省 九州地方整備局 熊本復興事務所 副所長
藤川 真一 国土交通省 九州地方整備局 熊本復興事務所 工務課長
園部 文明 大成建設 土木本部 土木技術部 橋梁技術室 次長

交流のひろば

67 海外建設機械の国内展開
海老澤純子 ケーティーマシナリー(株)

71 海水も飲料水レベルに出来るミカン箱サイズの高性能ろ過装置「小型海水淡水化装置」を開発

柳瀬 善史 ワイズグローバルビジョン(株) 代表取締役社長

ずいそう

75 大震災復旧工事・復興工事の協力体験
吉田 道信 (株)カナモト 営業統括本部 ニュープロダクツ室

77 インドネシア駐在の思い出

藤本 純 三菱商事(株) 建機・レンタル事業部 企画チームリーダー

78 インダスの風

山 勝三 コマツ OB

CMI 報告

79 排水ポンプ車状態監視システム(DS システム)の開発と改良

太田 正志 (一社)日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 研究第三部 主幹
佐藤 充弘 (一社)日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 研究第三部 技術主幹

83 新工法紹介 機関誌編集委員会

87 新機種紹介 機関誌編集委員会

統計

90 建設企業の海外展開 機関誌編集委員会

93 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

94 行事一覧 (2021年7月)

98 編集後記 (副島・内藤)

◇表紙写真説明◇

大型施工機械の導入と早期復旧に向けた施工技術

写真提供：大成建設(株)

本橋は2021年3月7日に開通、新阿蘇大橋は大型インクライン、ACSセルフクライミングシステム工法や超大型移動作業車などの大型施工機械の導入と高度な施工技術の採用により、標準工期に比べ約1年4カ月の工期短縮を実現した。熊本地震で分断された交通ネットワークの早期復旧を果たした。

2021年(令和3年)9月号PR目次
【ア】
(株)アカサカテック……………表紙3
朝日音響(株)……………後付7

【カ】
コベルコ建機(株)……………後付1
コマツカスタマーサポート(株)
……………表紙4

【ク】
大和機工(株)……………表紙2
(株)鶴見製作所……………後付8
【マ】
マシンケアテック(株)……………後付2・3

マルマテクニカ(株)……………後付5
三笠産業(株)……………後付4
【ヤ】
吉永機械(株)……………表紙2

巻頭言

東日本大震災 10年の節目と 今後の備え

今村文彦



今年3月11日に東日本大震災から10年を迎えた。東北地方太平洋沖で発生した地震（2011年3月11日午後2時46分頃）は気象庁により平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震と命名され、その震災名は東日本大震災となった。我が国の観測史上最大の巨大地震であり、その直後に沖合で発生した津波も広域に伝播し沿岸域を含めて多大な被害を出した。広域での複合型災害であり、強震の後、津波、液状化、地滑り、火災に加えて原発事故も含めて多様な被害が連鎖して発生し、人類で経験のない被害となった。

震災当時から現在までの間で、数多くの教訓が残されているが、ここでは代表的なものを紹介したい。1つは、【備えは有効であったが、それ以上のことはできなかった】である。突然発生した想定を上回る災害に対しては、初動体制は遅れた。しかし、備えていたことは確実に実践できており、未曾有の災害の中でも被害低減は出来たと言える。例えば、耐震化があり、あの長く強い地震に対しても倒壊した建物は極僅かであった。また、自治体や関係機関との連携協定のお陰で、被災地での初動体制が機能しない中でも迅速な支援をいただいた。また、瓦礫に埋まった沿岸では、余震活動が収まらない中でも道路啓開が行われ、その後の支援活動や復旧活動が迅速に実施することができた。肉親や親族・知人も被災されさらに犠牲になった中でも、建設業などの地域の方々が尽力していただいた姿があった。一方で、出来なかった備えとしては、ハザードマップなどの作成はしていたが、想定を超える範囲で津波が来襲し、適切な避難が出来なかった。避難場所として指定していた学校や地域の施設も津波によりのみ込まれてしまった。当時60万人が浸水範囲に居たと推定され、しかも、家族との安否確認が出来ないがために、沿岸部の自宅に戻り、犠牲になった方も少なからずいた。この経験で我々は、三陸地方での、津波てんでんこという言い伝えを再考することとなった。津波来襲時では一目散に避難しなければ命は助からない、あっという間に来襲する津波の恐ろしさを先人たちは残していた。

当時、来襲状況や甚大な被害の姿を映し出した映像が記録され紹介される中で、我々は、その脅威の力を見せつけられた。しかしながら、時間の経過と共に忘却され得られた経験や教訓が活かされておらず、各地では極端気象による風水害など新たな被害も生じている。このような災害は、まさに現在に猛威を振るっている新型コロナウイルスなどの大規模感染症と多くの類似性・共通性を持つ。人類の歴史の中で、感染症もくりかえされている社会災害の1つであり、何世代か過ぎると経験・体験が忘れられている。今後も様々なリスクが発生する可能性があり、先人達の教訓と知見を活かしながら継続して備えて対応できるレジリエント社会づくりが求められている。

現在、東日本大震災の被災地では、様々な震災伝承施設や遺構、石碑・記念碑が設置し整備されている。現地において、当時何が起き、どのようにして対応し、国内外から御支援をいただきながら今日まで復旧・復興の取組を行ってきたのかを、感謝と共に伝えている。いままで訪問いただいた方には、1つ1つの体験や経験が共感を呼び、知識となって防災行動に繋がっており、伝承することの重要性をあらためて認識している。防災や減災、地震や津波などに関する様々な「学び」や「備え」に関する様々な取組や事業を紹介し、これまでの防災に対する知識や意識を向上させるとともに、地域や国境を越えた多くの人々との交流を促進させ、災害に強い社会の形成と地域の活性化に貢献する活動が始まった。

21世紀は巨大災害の時代と言われている。感染症や放射能など見えない脅威に対しては、不安や偏見が2次災害を拡大してしまう。不確定で未知なリスクに対しても、個人や地域での認識や準備が、突然の異変に対しても落ちついて判断し、共に協力して対処できる要となる。その教育や研修の場として震災伝承施設等を是非、活用いただきたい。

行政情報

総力戦で挑む防災・減災プロジェクト（第2弾）

いのちと暮らしをまもる防災減災

鳥居 祐 輔

気候変動の影響により頻発化・激甚化する自然災害等から国民の命と暮らしを守るため、令和2年7月に「総力戦で挑む防災・減災プロジェクト」をとりまとめた。以降、流域治水の推進など、プロジェクトに盛り込んだ施策を推進してきたが、令和2年度の災害の教訓等を踏まえ、災害への対応力を一層高めるため、令和3年6月に、プロジェクトの第2弾をとりまとめた。第2弾では、「住民避難」と「輸送確保」の2点を「重点推進施策」としており、本稿では本プロジェクトの内容について紹介する。

キーワード：防災・減災、住民避難、地域防災力、リスクコミュニケーション、発災前対策、輸送確保

1. はじめに

近年、気候変動の影響により、自然災害等は激甚化・頻発化し、その被害も甚大化し、極めて深刻な状況が続いている。

災害が激甚化・頻発化する中においては、これまでのように治水事業などの対応だけで国民の安全・安心を守り切れなくなっており、各企業、国民の一人ひとりも含めた総力戦での対応が必須となってくる。

このため、令和2年1月に大臣を本部長とする「国土交通省防災・減災対策本部」を設置し、「いのちと暮らしをまもる防災減災」をスローガンに、抜本的かつ総合的な防災・減災対策の検討を進め、同年7月に「総力戦で挑む防災・減災プロジェクト」として主要10施策をとりまとめた。

以降、必要な予算確保や制度改正に取り組むなど、プロジェクトの推進を図ってきたところだが、昨年度も令和2年7月豪雨や令和2年12月・令和3年1月の大雪などの災害が発生しており、こうした災害の教訓も踏まえ、プロジェクトをさらに充実・強化すべく、令和3年6月に「総力戦で挑む防災・減災プロジェクト(第2弾)」をとりまとめた。本稿では、当該プロジェクト(第2弾)の内容を中心に紹介する。

2. 自然災害に対する我が国の脆弱性

そもそも、国土の中央を脊梁山脈が縦貫する日本においては、河川が急勾配であるとともに、河川の堆積物でできた沖積平野に開けた都市部ではゼロメートル

地帯が広域にわたり存在しており、災害に対して脆弱な国土条件となっている(図-1, 2)。

このため、日本では、大昔から治水が大変重要視されてきており、我が国の祖先は治水に営々と取り組んできた歴史がある。

ところが、近年の気候変動の影響は、これまでの治水が前提としている雨量などを大きく変化させてしまっている。1時間に50mm以上の「短時間強雨」の発生は、ここ30～40年の間に約1.4倍に増加し、これに伴い、河川の氾濫の危険は高まり、ここ数年では、氾濫危険水位を超えた河川の数が、2014年比で約5倍にまで増加している(図-3, 4)。

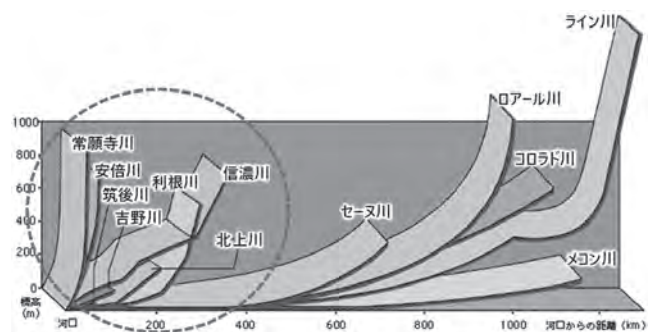


図-1 我が国と諸外国の河川勾配比較



図-2 隅田川・荒川・江戸川と市街地の標高の関係

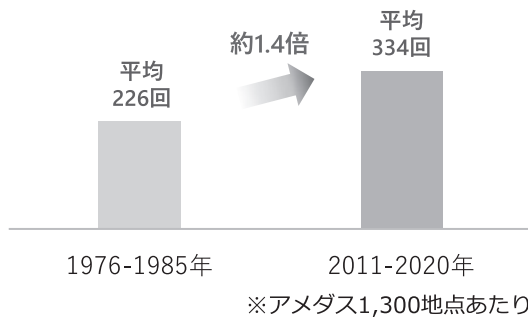


図-3 短時間強雨（1時間降雨量50mm以上）の年間発生回数

- ・上下流で連携したハードの整備がまだ途上であるため、複数の河川で氾濫が発生した
- ・大雨の特別警報解除後に氾濫が発生し、避難行動に影響した
- ・せっかくのハザードマップが活用されていないといった、治水担当部署等における施策をこれまで通りに進めていくだけでは対応しきれない課題も明らかとなってきた。

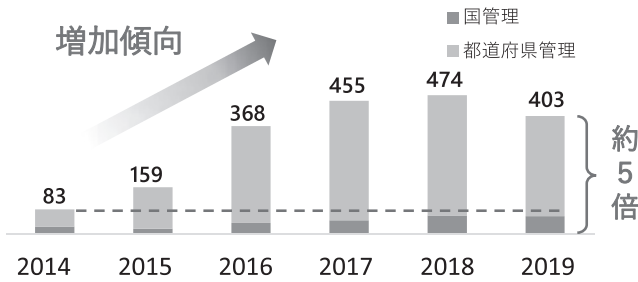


図-4 氾濫危険水位を超過した河川数

4. 防災・減災への総力戦

(1) プロジェクト第1弾のとりまとめ

こうした状況を踏まえ、国土交通省では、令和2年1月、大臣を本部長とする「国土交通省防災・減災対策本部」を立ち上げ、「いのちと暮らしをまもる防災減災」をスローガンに、抜本的かつ総合的な防災・減災対策の確立を目指すこととなった。この対策本部において、検討の成果として同年7月に「総力戦で挑む防災・減災プロジェクト」（第1弾）がとりまとめられた。

このプロジェクトでは、

- ・縦割り志向ではなく、国・県・市町村、住民や企業などの全ての関係者が連携することにより、防災・減災施策を強化できないか
- ・国民目線に立った分かりやすい施策となっているか

という「連携」と「国民目線」をキーワードとして、国土交通省の防災・減災施策を総ざらいしたうえで、ブラッシュアップを行い、国民の命と暮らしを守るための施策を、以下の10の施策パッケージとしてとりまとめている（図-5）。

- ①あらゆる関係者により流域全体で行う「流域治水」への転換
- ②気候変動の影響を反映した治水計画等への見直し
- ③防災・減災のための住まい方や土地利用の推進

また、水災害に加えて、多くの活断層やプレート境界が分布しており、巨大地震の切迫も懸念されるなど、自然災害に脆弱な国土条件にあるといえる。

3. 災害の頻発化・激甚化（近年の災害の被害と教訓）

近年においては、平成27年9月の関東・東北豪雨、平成28年8月の台風第10号、平成29年7月の九州北部豪雨、平成30年7月豪雨、同年9月の台風第21号、令和元年の8月豪雨、同年の房総半島台風や東日本台風、令和2年7月豪雨と、毎年のように全国各地で水災害が頻発し、また、この間に平成28年の熊本地震や平成30年の北海道胆振東部地震等も発生し、甚大な被害が発生している。

これら頻発化・激甚化する災害においては、



図-5 主要10施策の主な取組例

- ④災害発生時における人流・物流コントロール
- ⑤交通・物流の機能確保のための事前対策
- ⑥安全・安心な避難のための事前の備え
- ⑦インフラ老朽化対策や地域防災力の強化
- ⑧新技術の活用による防災・減災の高度化・迅速化
- ⑨わかりやすい情報発信の推進
- ⑩行政・事業者・国民の活動や取組への防災・減災視点の定着

(2) プロジェクト第2弾のとりまとめ

第1弾のとりまとめ後、予算面では「防災・減災、国土強靱化のための5か年加速化対策」が措置されるとともに、制度面では、災害ハザードエリアにおける開発抑制などを盛り込んだ流域治水関連法や湾外への安全な海域への避難勧告実施等を定めた海上交通安全法などの法整備がなされ、また、利水ダムの利水権者との間に災害協定を締結することにより、治水対策に活用することを可能とするほか、気象台OB/OGの活用による気象防災アドバイザーの更なる活用など、プロジェクトの推進を図ってきたところである。

一方で、プロジェクトとりまとめ後、令和2年7月豪雨では、熊本県の高齢者福祉施設などで多くの尊い命が失われるなど大変痛ましい事態が生じ、また、年末・年始の大雪により、高速道路上で多数の車両が滞留し、人流・物流に多大な影響が発生するなど、多くの教訓を残した。

こうした様々な教訓等も踏まえ、激甚化・頻発化する災害への対応力を一層高めることが必要であることから、令和3年6月に「総力戦で挑む防災・減災プロジェクト」の第2弾をとりまとめることとなった。

この第2弾においては、

- ・一人でも多くの方が、円滑に逃げられるように、という観点からの「住民避難」のあり方
- ・人や物資の流れが、災害時にも滞らないように、という観点からの「輸送確保」のあり方

の2点を「重点推進施策」として、プロジェクトを強化することとした。

(a) 住民避難：一人でも多くの方が、円滑に逃げられるように

住民避難の実効性を高めていくためには、避難行動をとるべき住民一人ひとりが、平時から災害を意識して備えの充実を図り、災害時には適切なタイミングで躊躇なく行動に移せるような社会にしておく必要があり、また、高齢者や障がいのある方にも必要な情報が伝わるような環境整備も進めていく必要がある。

このため、以下の①～③に掲げる取組を推進することにより、地域防災力を強化して、一人でも多くの方が円滑に逃げられるようにして、誰も逃げ遅れない社会の実現を目指すこととしている。

①住民等が災害リスクを実感し、避難意識を向上させるよう、リスクコミュニケーションを強化する取組

行政から発信する災害情報が、住民等の躊躇のない適切な避難行動に結びつくよう、受け手側の意見を反映する等により、「住民目線」を強化した情報を提供するとともに、ワークショップの開催など、災害情報の理解・活用を促すための取組をきめ細やかに行うことにより、リスクコミュニケーションの強化を図ろうとするものであり、具体的には、以下の取組を推進していく。

- ・3D都市モデル(PLATEAU:プラトー)を活用し、住民による垂直避難などの避難方法や避難経路の検討を支援(図-6)
- ・「線状降水帯」のワードを用いて、災害発生の危険度が急激に高まっていることを実感できる情報発信の実施
- ・道路の高架等を緊急避難場所として活用するための整備・運用の推進
- ・「マイ・タイムライン」作成のためのワークショップにおいて中心的役割を担う防災士や水防団員を対象とした研修会等の推進
- ・災害発生のおそれ段階から災害による生活への影響を実感してもらえるような情報発信の実施(気象や河川に関する今後の見通しに加えて、鉄道の計画運休の可能性等の情報を数日前の段階から発信)
- ・まちなか等の生活空間における災害リスク標識の設置・活用の推進

②住民等に対して市町村が適切に避難情報を発信でき

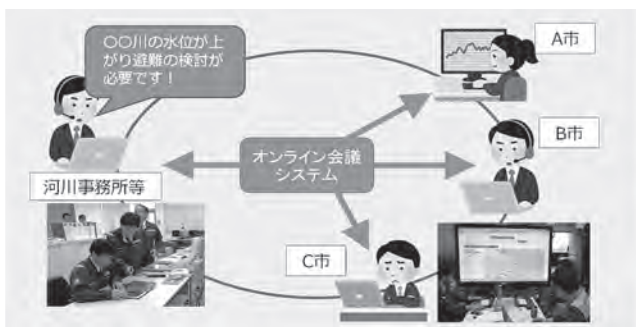


図-6 3D都市モデルによる避難検討

るよう、市町村への支援を強化

市町村が発令する避難指示等の避難に関する情報は、住民等の避難判断に大きな影響を与えることから、市町村がよりの確に災害対応を実施できるよう、以下の取組を推進することにより、市町村への支援の充実を図る。

- ・流域でのタイムライン作成や、WEBホットライン（オンライン会議システムを活用して、河川事務所等と複数市町村が同時に情報共有を行う）の導入により、市町村への河川・気象情報の伝達や危機感の共有を円滑化し、的確な避難情報の発令など市町村の防災業務を支援（図一七）
- ・気象台のOB・OG等による「気象防災アドバイザー」の拡充により、気象情報の解説などを通じた市町村支援を実施
- ・災害発生のおそれの段階からリエゾンを派遣し、市町村に寄り添い、災害に備え、助言や連絡調整等を実施



図一七 オンライン会議により流域全体で同時に情報共有

③避難行動要支援者に対する対策を強化

目の不自由な方であっても、ハザードマップに記載された土地のリスク情報を認識できるようにしたり、マイ・タイムラインを作成する地域ワークショップにおいて個別避難計画の作成を支援するなど、より多くの避難行動要支援者が難を避けられるよう、以下のような対策の強化を図る。

- ・目の不自由な方も災害リスクを認識できるよう、音声入力機能や読み上げ機能を活用して、ハザードマップのユニバーサルデザイン化を実現（図一八）
- ・浸水被害防止区域や土砂災害特別警戒区域における要配慮者利用施設設置に対する支援制度を見直すなど、関係省庁と連携し、立地抑制等を推進
- ・市町村が実施する避難行動要支援者ごとの個別避難計画作成について、関係省庁と連携し、技術面・財政面で支援（地域ワークショップを開催し、マ



図一八 音声入力 / 読み上げ機能等を活用した情報提供（イメージ）

イ・タイムライン作成の取組と一体となって、個別避難計画の作成を支援するとともに、防災施設の整備等と一体となってその効果を一層高めるものとして、防災・安全交付金を活用した支援を実施)

- ・要配慮者利用施設が作成・実施する避難計画や避難訓練に対する市町村の助言・勧告制度を実施

(b) 輸送確保：人や物資の流れが、災害時にも滞らないように

輸送確保の信頼性を高めていくためには、災害発生により輸送に支障が生じることを前提として、社会経済活動への影響を最小化するための個々の対策（不要・不急の外出の中止、輸送経路の変更や在庫の積み増し等）を、社会全体で積み重ねる必要がある。その上で災害が発生した場合には、人命保護を最優先に対応するとともに被災者の暮らしを支える緊急物資輸送の確保にも取り組む必要がある。

このため、以下の①～③に掲げる取組を推進することにより、人や物資の流れが滞らないようにして、社会経済活動をストップさせない社会の実現を目指すこととしている。

①輸送への影響を可能な限り未然に回避するため、発災前の対策を強化

災害発生のおそれが高まった段階において一時的に輸送を停止するなどして、社会経済活動に大きな影響を与える輸送の長期停止等を未然に回避することを目指し、以下の取組を推進することにより、利用者等を含めた社会全体で取り組む発災前の対策を強化する。

- ・大雪や台風等による影響が見込まれる場合に、通行止め予測を繰り返し具体化して公表し、不要・不急の道路利用を抑制するとともに、経済産業省・農林水産省と連携し、荷主に対して運行経路の変

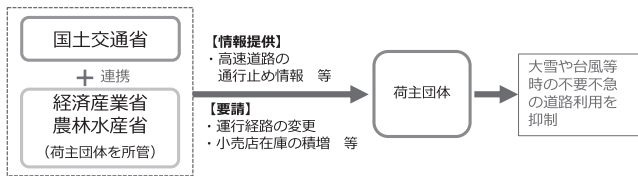


図-9 関係省庁と連携した荷主団体への要請

更, 小売店在庫の積増等を要請 (図-9)

- ・災害発生のおそれの段階から交通事業者の計画的な防災・事業継続の取組を促進するため, 国土交通省が評価・助言等を行う運輸防災マネジメントを推進
- ・三大湾等における船舶の走錨事故防止のため, 改正海上交通安全法等による措置として, 異常な気象時・海象時に, 船舶に対し湾外等の安全な海域への避難の勧告等を実施

②輸送に影響が出た場合においても, 利用者への影響を最小化する対策を強化

例えば, 大雪による車両滞留が長期化すると, 乗員の人命に影響を与えかねず, また, 輸送の停止による利用者等への影響も大きくなることから, 以下の取組を推進することにより, 乗員保護を確実にしつつ, 利用者への影響を最小化する対策を強化する。

- ・災害時に通行可否情報等を示す「通れるマップ」を自衛隊・警察やトラック運送事業者等に提供することにより, 人命救助や物資の輸送等を支援 (図-10)
- ・CCTV カメラ (Closed Circuit Television: 限られた対象で送受される業務用 TV システム) の設

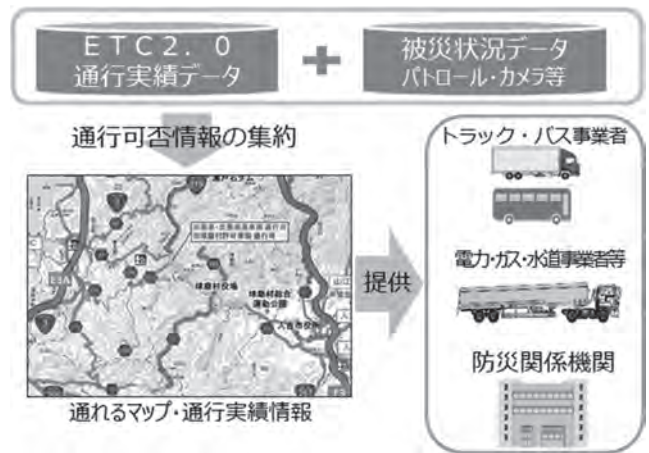


図-10 「通れるマップ」の提供

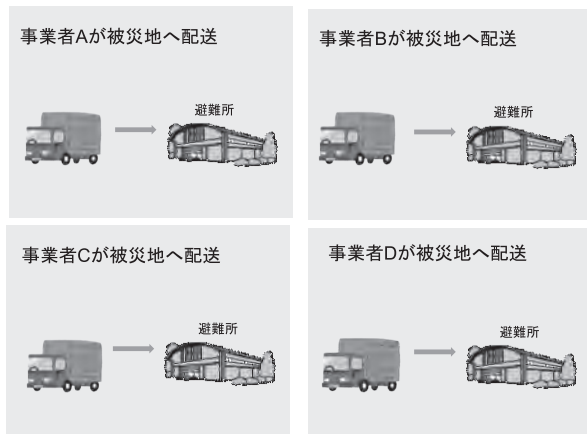
置促進や AI 技術を活用した交通障害自動検知システムを導入し, 道路の異常の早期発見, 早期対応を実現

- ・大雪による立ち往生車両における乗員保護を円滑に実施するため, 乗員保護支援計画を都道府県と連携して作成, 訓練を実施
- ・長距離・長期間, 鉄道等が不通となった場合においても, バス等の交通事業者とも連携し, 代替輸送手段を早期に確保

③被災者の暮らしを最大限支援するため, 緊急物資の輸送等を確保する対策を強化

災害発生後には, 被災された方の暮らしを支援するとともに, 生活再建を円滑に進めるためにも, 必要な物資が求めている方に迅速かつ確実に届くようにする必要のあることから, 以下の取組を推進することにより, 緊急物資の輸送等を確保する対策を強化する。

従来: それぞれの事業者が輸送ルートを作成



改善後: システムが提案する輸送ルートから事業者が最適なルートを選定

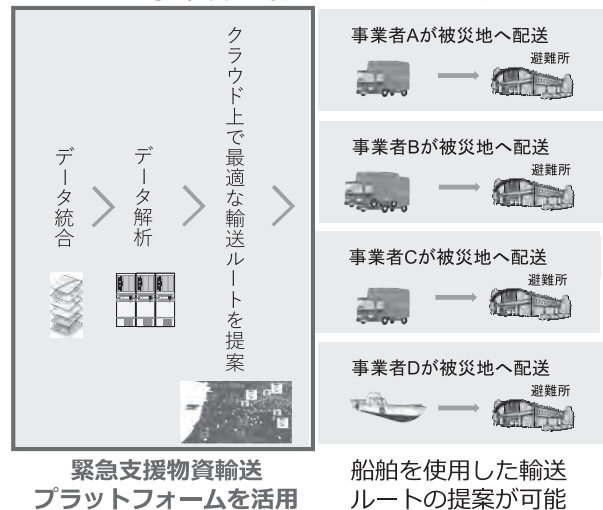


図-11 輸送オペレーションシステム (イメージ)

- ・緊急物資をより迅速に避難所へ届けるため、物流事業者に最適な輸送ルートを提案できる輸送オペレーションシステム（試行版）を開発し、本システムに基づく訓練・演習を実施（図—11）
- ・災害時に緊急物資を受け入れるための岸壁の利用調整等、港湾の水際・防災対策を推進するため、港湾管理者や民間事業者等との連携を強化し、港湾BCPの実効性を確保するための制度を検討
- ・関係省庁、電線管理者および地方公共団体が連携して、緊急輸送道路の無電柱化を加速
- ・鉄道事業者と道路管理者が連携し、災害時に長時間遮断が生じない優先開放踏切の指定を推進
- ・都道府県の地域防災計画等で広域的な防災拠点に位置づけられている「道の駅」を「防災道の駅」として選定し、防災拠点機能の強化を重点的に支援
- ・陸路が寸断された孤立集落等へ速やかに救援物資を届けるための大積載量ドローンの開発

また、上記の「重点推進施策」に記載した施策以外のものも含めて、

- ・国土交通省だけでなく、他省庁や民間企業も含めた「連携」の拡大
- ・わかりやすい情報発信等の「国民目線」に立ったリスクコミュニケーションの展開
- ・より効果的に施策を進めるためのデジタルトランスフォーメーション（DX）の導入

といった面を意識しつつ、令和2年度にとりまとめた10の施策パッケージ全体について、充実・強化を図っている。

5. おわりに

本年6月の第2弾のとりまとめ後においても、7月の静岡県熱海市の土石流災害をはじめ、全国各地において土砂災害や浸水被害等の甚大な被害が発生している。

激甚化・頻発化する災害から国民の命とくらしを守るためには、国土交通省のみならず、他省庁や地方公共団体、民間企業、国民一人ひとりの力を合わせて取組を進めることが重要である。

国土交通省としては、今後とも、本プロジェクトで取りまとめた施策について、できる限り前倒しで実施するとともに、引き続き、プロジェクトの内容について不断の見直しや改善を図るとともに、縦割りを排除し、関係府省のみならず、地方公共団体、民間企業等と連携した施策の推進に努めていくこととしている。

JCMA

【筆者紹介】

鳥居 祐輔（とりい ゆうすけ）
国土交通省 総合政策局 政策課
企画専門官



免震建物用ケーブルラックの開発

ニュートラダー[®]

中塚 光一・花村 浩嗣・上野 史弥

免震建物では、地球側と建物側との間にクリアランス（隙間）を設け、通路にはEXP.J（免震エクスパンションジョイント）、設備配管には免震可撓継手が設置されて建物の揺れに追従するようになっている。これに対して電線・通信のケーブル類は、単に余長を取る（ゆとりを持たせる）という手法が主流となっている。今回開発したニュートラダーは、ケーブルラック接続部に回転ヒンジを有し、地震の揺れに追従するケーブルラックで、地震時もケーブルを整然と保持し、切断リスクを回避できる装置となっている。

本稿では、開発した免震建物用ケーブルラック ニュートラダー（以下「本装置」という）の概要及び、振動台による性能検証実験の結果について報告する。

キーワード：免震層、ケーブルラック、配線、部材、通信局舎、データセンター

1. はじめに

2011年3月に発生した東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）から今年で10年が経過し、改めて防災の意識を再認識させられる。建物の耐震構造には、免震構造に加えて、耐震構造・制震構造の3つの構造があるが、免震構造は其中最も地震対策の効果が高い（図-1）。

免震構造は、建築物の土台と地盤の間に揺れが建物に伝搬しないように積層ゴム等を挟み、建築物と地盤を分離させ、地震の揺れを大幅に抑制することが可能である。しかし、費用が高価となることから、放送局舎やデータセンター、病院などの重要施設に適用されるケースが多いことが実情である。

その免震構造における建物へのケーブル配線方法は、免震構造の揺れに追従して、ケーブルが切断されないために余長を持たせて敷設するという手法となる

が、そこには様々な問題点があった。

本稿ではそのような問題点を解消するために開発した免震建物用ケーブルラック本装置について、製品概要及び、振動台による性能検証実験の結果について報告する。

2. 免震建物のケーブル配線における問題点と、解決方法

(1) 問題点

免震構造では一般的に免震層に電気・通信などのインフラケーブルが配線される。免震建物は地震時に大きくゆっくりと動くため、インフラケーブルが免震建物の揺れに追従して切断されないよう動くためには、十分な長を持たせておく必要がある。しかし、放送局舎やデータセンターといった建物では、多量のケーブルが配線されることがあり、地震時に余長部分が大きく動くことで、ケーブルのこすれやよれ、絡みにより損傷するリスクがあった。また、余長を持たせた多量

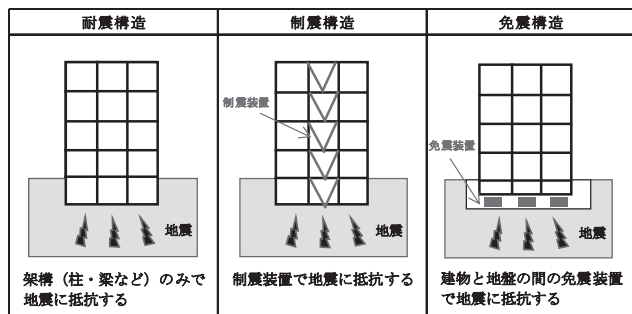


図-1 地震対策の種類

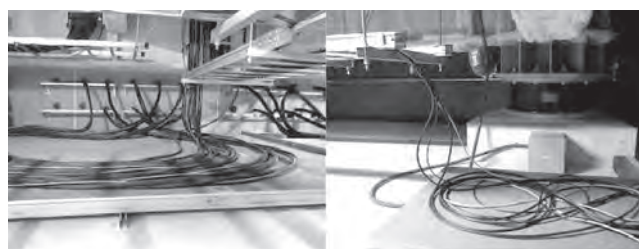


写真-1 免震層のケーブル配線方法

のケーブルを免震層に設置するためには大きなスペースが必要であった（写真—1）。

(2) 解決方法

今回開発した本装置は、ラック同士を回転ヒンジで接続することにより、地震時の揺れに追従して可動するケーブルラックである。ケーブルをラック上に載せることで、地震時に、ケーブルがラック上に敷設された状態で動くため、損傷、切断リスクを軽減させることができ、メンテナンスも容易になる。また、ケーブルの動きも小さくなることから余長を持たせる必要がなくなり、ケーブル長を最適化でき、かつ省スペースの配線が可能となる。

今般、本装置の振動台による性能検証実験を実施し、阪神・淡路大震災、東日本大震災、熊本地震などの大きな地震動を受けた免震建物での性能も確認を行った。

3. 本装置の特徴

今回開発した本装置は、上記の様々な問題をクリアした製品となっており、その特長を以下に述べる。尚、免震建物に対応するケーブルラックは業界初の製品となり、適用建物としては、新築基礎免震、中間層免震、既存改修などに適用可能である。

(1) 製品構成

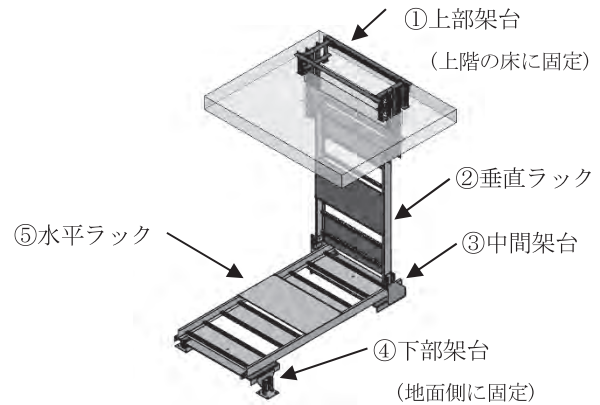
製品構成は2本のケーブルラックと3組の架台の5つのパーツから構成され、それぞれの架台とケーブルラックを回転ヒンジで接続することで、地震時の揺れに追従して可動する仕組みとしている。ラックなどは既製品を用いることで、汎用性と経済性を高めている。上部架台(①)を建物内のEPS内(電気配線シャフト)の床に固定し、下部架台(④)を地面側に固定する。本装置の可動領域は、それぞれの免震建物の性能に合わせて設計するものとなっている。なお、上部架台の形状は、上層階の床開口部からケーブルが垂直に下りてくる場合は、図—2のような形状となり、ケーブルが水平に来る場合は、図—3のような形状となる。

(2) 地震への追従性

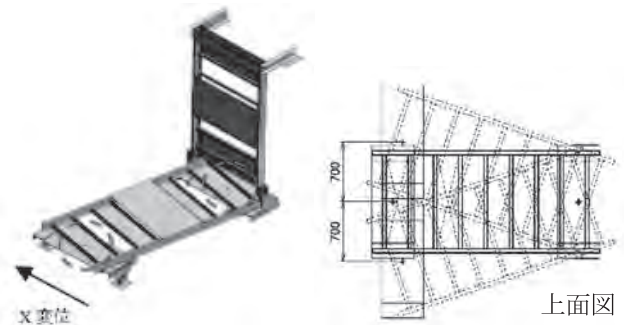
本装置の追従性は、上部架台(①)、中間架台(③)、下部架台(④)に回転ヒンジを設けることにより、地震時の免震建物の揺れに追従する仕組みとなっている(図—3, 4)。

①上部架台

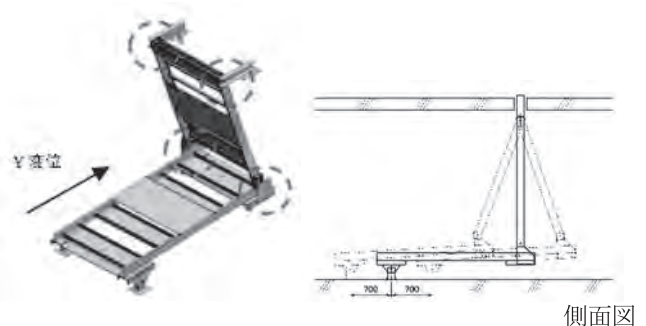
垂直ラックの親桁上端と取り合い、Y方向への変



図—2 製品構造



図—3 X方向可動領域



図—4 Y方向可動領域

位に追従

③中間架台

垂直ラックの親桁下端と取り合い、Y方向への変位に追従

水平ラックの端部と取り合い、中央部の回転軸により、X方向への変位にも追従

④下部架台

水平ラックの端部中央と取り合い、中央部の回転軸によりX方向への変位に追従

なお、中間架台(③)、下部架台(④)と、水平ラック(⑤)の取り合い部分には滑り材を用いスムーズな追従性を図っている。各部材やヒンジ部の機構は単純な構造となっており、故障などの不具合の発生を抑制している。

(3) 安全性・健全性

ケーブル配線は、通常のケーブルラックの配線と同様にケーブルラック上に載せて固定することで、地震時にもケーブルラックと一緒に動くため、ケーブルに余計な力がかからず、損傷、切断リスクを軽減することが出来る。最大変位時においても、ケーブルの許容最小曲げ半径である低圧ケーブルで6d、高圧ケーブルで8d以上を確保することができる（d：ケーブル外径）。なお、適用ケーブルサイズは最大でd = 110 mm である。

(4) メンテナンス性・更新性

本装置はメンテナンスフリーの製品である。常時のメンテナンスは不要だが、地震直後にはケーブルの状態を確認するついでに、本装置は目視点検をする程度でよい。改修工事等のケーブル増設時においても、従来型に比べて、容易に作業が行える。また、予めラック上にスペースを確保しておくことにより、ケーブル増設が容易に行うことができる。

(5) 省スペース化

従来型のようにケーブルに余長を持たせる必要がなく、ケーブルがこの本装置上にすべて納まることから、ケーブル長を最適化でき、小さなスペースで多量の配線を行うことが可能となる。また、本装置は隣接して複数台設置することや、上下に設置することも可能であるため、多量の配線になるほど、省スペース化の効果が期待できる。

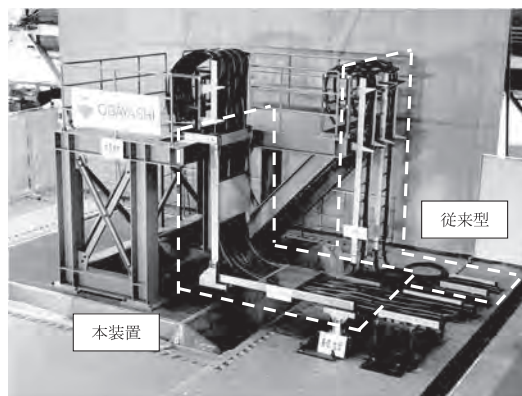
(6) 製品強度

本装置に用いているケーブルラックの親桁と子桁は、公共建築設備工事標準図の記号Bに適合しており、許容積載荷重は、ケーブルラック幅1000mmタイプで、約300kg/mと高強度設計となっている。

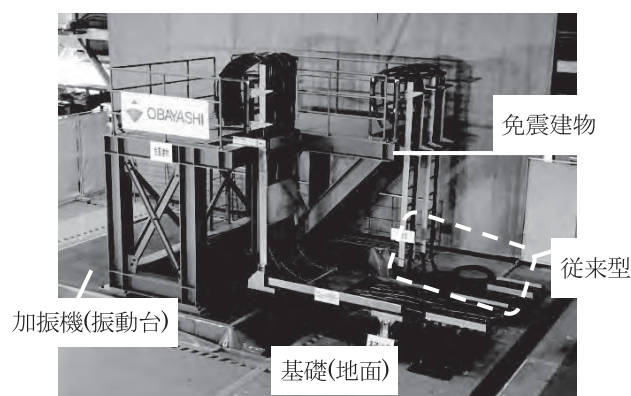
4. 振動台実験

本装置の大変形追従性および、積載するケーブルの健全性を確認するために、振動台を用いた実験を行った。また、本装置と並んで、従来型の施工状況を再現した場合の実験も行い、両者を比較した(写真—2,3)。

本実験装置は、免震建物の免震層内のケーブル状態を模した実験装置となっている。加振機（振動台）により地震時の免震建物の挙動を再現する。本装置の水平ラック端部を基礎（地面）に設置し、垂直ラック上端を、免震建物を模擬した架台に取り付けた。



写真—2 振動台実験概要



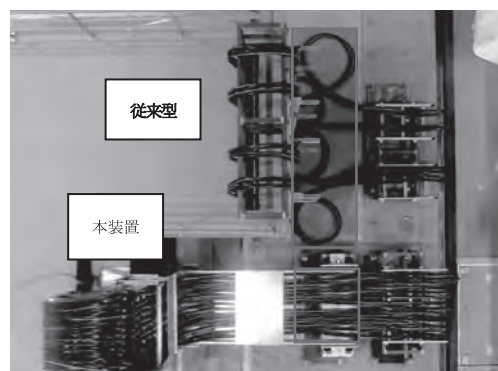
写真—3 実験装置全体写真



写真—4 本装置



写真—5 従来型



写真—6 上から見た本装置と、従来型のケーブル納まり比較

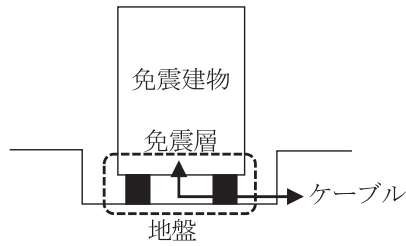


図-5 実験装置のイメージ

実験に用いた本装置は、ラック幅が1000mmで、CVTケーブル150sq(600V架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル、外径φ47)を15本積載した。従来型の施工では幅500mmのラックを2列設置し、それぞれ上記と同じケーブルを4本ずつの計8本を設置した。

本装置は、従来型の2倍程度のケーブルを設置しているにもかかわらず、従来型に比べ小さなスペースで配置することができている(写真-4, 5)。

振動台実験では過去に発生している地震の内、実際に観測された地震波による想定免震建物の挙動を用いて本装置の動きを確認した。以下に想定免震建物の諸元を示す。

【想定免震建物】

- ・地上10階建, SRC造, 耐震壁付きラーメン構造,
- ・各階の床面積2500m², 基準階高3.6m
- ・免震装置 天然ゴム系積層ゴム, 鉛プラグ挿入型積層ゴム, 弾性滑り支承, 増幅機構付き減衰装置「減衰こま」
- ・免震特性 レベル2地震時の固有周期 4.08秒

実験に用いる地震動を下記に示す。この地震動を用いて想定免震建物の応答解析を行い、その解析結果から得られた免震建物の変位をもちいて、振動台を加振した。

- ・1995年兵庫県南部地震
- ・2011年東北地方太平洋沖地震
- ・2016年熊本地震(前震, 本震)

本稿では、最も免震建物の変位の大きい2016年熊本地震(本震)について実験結果を示す。

図-6に実験に用いた熊本地震(本震)の加速度波形を示し、図-7に応答解析結果による想定免震建物の水平変位の軌跡を示す。

実験では地震時に本装置の水平ラック部から垂直ラック部にわたるケーブルの曲げ半径を測定した(図-8)。

実験の結果、曲げ半径は加振前では827mmであったが、地震時には、最小で637mmまで小さくなった。これは、ケーブル径で表記した場合、加振前の曲げ半

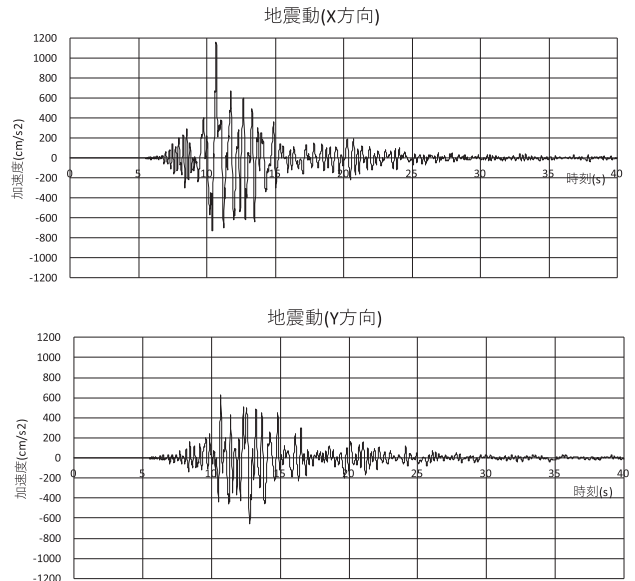


図-6 熊本地震(本震)の地動の加速度

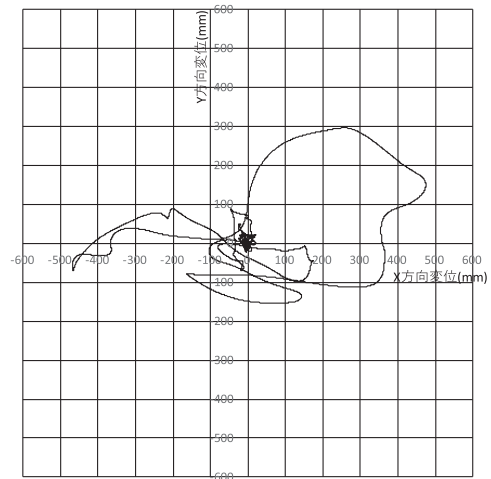


図-7 免震建物の変位

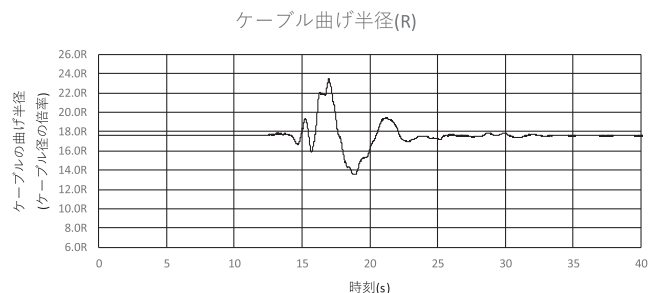
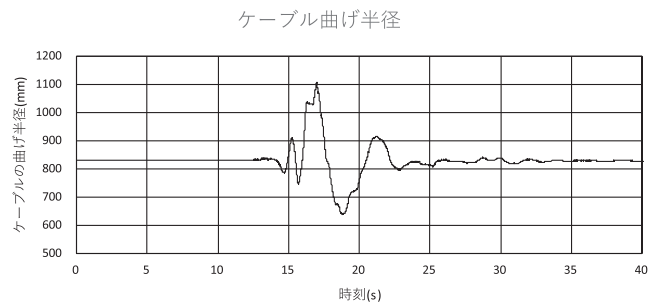


図-8 ケーブルの曲げ半径の時刻歴

径はケーブル直径の17.6倍であったが、最小では、13.6倍まで小さくなった。

ケーブルの最小曲げ半径のクライテリアは、使用しているケーブル径の6倍となっているため、本実験に用いたケーブル設置方法では、クライテリアを満足していることが確認できた。

5. おわりに

振動台実験にて、本装置ニュートラダーの性能検証を行い、ケーブルの最小曲げ半径のクライテリアが確認できたと共に、水平ラック及び、垂直ラックは揺れになめらかに追従できていることも確認できた。あわせて、ケーブルには、損傷や配線の乱れは見られず、本装置にも破損や性能低下は確認されなかった。

それに比べて、従来型のケーブルには、被覆表面に無数の小さな傷が確認され、配線の乱れも確認できたことから、本装置の方がより安全性に優れたものであるということがわかった。

今後、特に免震建物を採用することが多いデータセンターや、放送局などの重要施設において、地震時でも電気・通信などのインフラを安心して継続利用できるよう本装置を積極的に提案していきたい。

J|C|MA

《参考文献》

- 1) 建築設備耐震設計・施工指針 (2014 版)
- 2) 建築電気設備の耐震設計・施工マニュアル (改訂第 2 版)
- 3) 公共建築設備工事標準図

【筆者紹介】



中塚 光一 (なかつか こういち)
株大林組 設計本部 構造設計部
部長



花村 浩嗣 (はなむら ひろし)
株大林組 設計本部 構造設計部
副部長



上野 史弥 (うの ふみや)
株大林組 設計本部 設備設計部
副課長

立体自動倉庫用の制震構法の開発

積荷自体を大重量の TMD として利用する BCP 対策技術

矢口 友貴・栗野 治彦

2011年の東北地方太平洋沖地震では、立体自動倉庫内のラックから積荷が落下し、倉庫機能の復旧に多大な時間を要する事例が多発した。一方、積荷をラック架構に固定すると、地震時にはより大きな地震力がラック主フレームに作用して甚大な損傷が生じることが懸念されるため、事業継続性（BCP）の向上を目的とした応答低減技術が求められている。このようなニーズに対応するため様々な取り組みがなされているが、倉庫の運用面や地震時における効果面での課題から、いずれも広く普及するには至っていない。本稿では、自動ラック倉庫内に収容される積荷自体を TMD（Tuned Mass Damper）の錘として利用することによりこれらの課題を解決した、新しい立体自動ラック倉庫用の制震構法の開発について紹介する。
キーワード：自動ラック倉庫，制震，TMD，積荷，BCP

1. はじめに

立体自動ラック倉庫は、自動搬送機（スタッカークレーン）を備え、クレーン通路を挟んで配置された高層のラックに荷を立体保管する自動倉庫である。図-1に架構イメージを示す。架構短辺方向は組立材とした片持柱構造であり、架構長辺方向は荷室の背面に配置された鉛直ブレースで地震力に抵抗する。自動ラック倉庫は、ラック架構に直接外装材が取り付けられ建屋を兼ねる「ビル式」と、建屋内にラックが独立に設置される「ユニット式」とに大別される。架構全体に対して積荷重量の占める割合が支配的であることが特

徴であり、積荷重量の割合が相対的に小さいビル式でも50%を上回る。また積荷は、腕木と呼ばれる部材上に収容されるが、固定機構を有さないため大地震時には荷が滑動し、非線形性の強い挙動を示すことも大きな特徴である。

2011年の東北地方太平洋沖地震では、特に高さ20～30mという比較的高層のラックで、地震に伴って積荷が大きく滑動してクレーン通路に落下した。このため、長期間に渡り倉庫の運行が停止しその後の生産や物流機能に多大な影響を及ぼすこととなった。しかしこれを防ぐため積荷をラック架構に固定すると、地震時にラック架構に設計荷重を上回る力が作用し、特に塔状比の大きいラック短辺方向で下層部の柱や柱脚などが損傷し、却って復旧に多大な時間とコストを要することが懸念される。

これを受けて筆者らは、2013年に自動ラック用制震構法として、屋根裏の空間を利用してオイルダンパを配置する構法を開発した¹⁾。構法の概要を図-2に示す。これはラック架構短辺方向を対象に、上部が大きくしなるように変形する性状に着目したもので、効率的にエネルギー吸収が図れることから中小地震から大地震まで安定した応答低減効果が期待できる構法である。複数の既存倉庫の改修工事へ適用された実績を有する一方で、屋根裏に余剰空間が無い場合には適用できない点が課題であった。

そこで、既往構法の空間的な制約を受けるデメリットを解消しつつ、大地震時まで安定した効果を発揮す

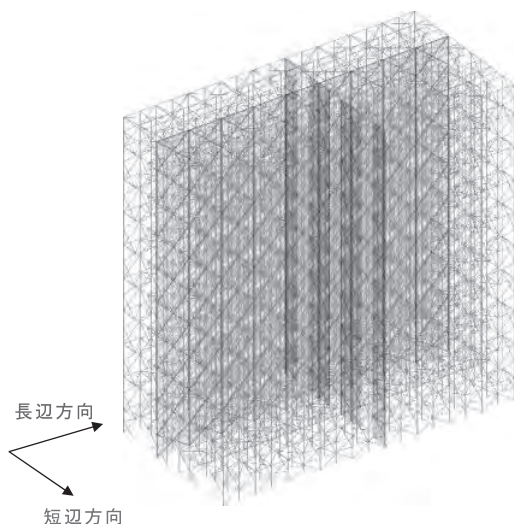


図-1 立体自動倉庫の架構イメージ



図-2 屋根裏空間を利用した制震構法

るメリットを維持した新しい制震構法を開発した。本稿では構法の概要と装置の開発、応答低減効果の確認のために実施した振動台実験について報告する。

2. 開発構法の狙い

古くから知られる制震技術に TMD (Tuned Mass Damper) がある。図-3 は TMD の原理を模式的に示したものである。錘の周期を本体架構に同調させておくと、共振現象が生じ、錘は本体架構より 1/4 サイクル (位相 90 度) 遅れて揺れるため、反力は建物の速度に対する抵抗力 (減衰力) として作用するというものである。図-3 中には示していないが、錘の運動エネルギーに変換された建物振動エネルギーは、TMD に付属するオイルダンパにより熱として消散される。なお、TMD の効果は本体架構に対する錘質量の割合、すなわち「質量比」で限界付けられる。

この原理を用いて、ラックの荷室最上段を使用して小型の TMD を設置する試みが報告されている^{例えは2)}。荷室空間を利用するため、対象を選ばない点でメリットがあるが、大地震まで対応するには以下に示す点が課題である。一点目は倉庫本体の機能である荷の収容量が減少する点である。腕木部材の設計荷重の制限により一つの荷室に設置できる TMD の錘重量には限界

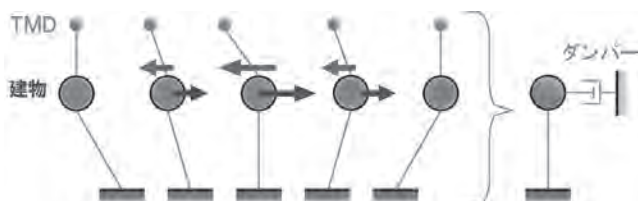
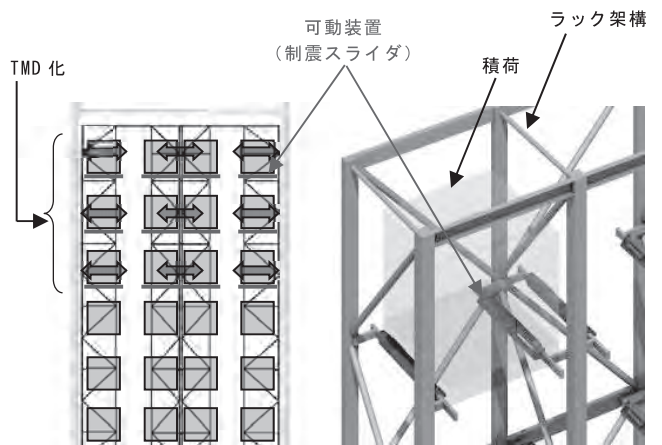


図-3 TMD の原理

があり、十分な効果を得ようとする、多くの荷室を占有する必要があるためである。二点目は同調ずれによる応答低減効果の低下である。TMD は錘を本体架構に同調させる必要があるが、先に述べた通り地震時の強い非線形的な挙動を示す自動ラック倉庫では、大地震時には十分な効果が得られないことが想定される。三点目は錘の可動量 (ストローク) の問題である。荷室という限られた空間を利用して TMD を設置するため、ストロークを当該範囲内に抑える必要があるが、大地震時にはその範囲を超過する懸念がある。

ところで筆者らは既往の研究で、質量比を大きくした大重量 TMD を有する系の応答性状を詳細に分析し³⁾、主に次の二点の特長が得られることを指摘した。一点目は同調ずれに対して安定した応答低減効果が得られること、二点目はストロークが小さく抑えられることである。これらの性状に着目し、積荷自体を TMD の錘として利用することで、荷の収容率に影響を与えることなく大重量の TMD を構成することが本開発構法の狙いである。図-4 に開発構法のコンセプトを示す。ラック上段の荷室の腕木に、剛性及び減衰要素を含み円滑に摺動する可動装置を配置することで、パレットに積載されて収容される積荷を、地震時に TMD として挙動させるものである。先に述べた通り、ラック架構は積荷重量の占める割合が支配的な架構であり、上から 1/3 ~ 1/2 の範囲の積荷を TMD 化すれば、十分に大きな質量比を確保することが可能である。地震時において積荷の滑動に伴い生じるラック架構の非線形的な挙動により生じる同調ずれはもちろん、倉庫の運用上不可避な荷重の偏在やバラつきに対応し、限られた荷室空間内における必要な変位量を小さく設定することが可能となる。

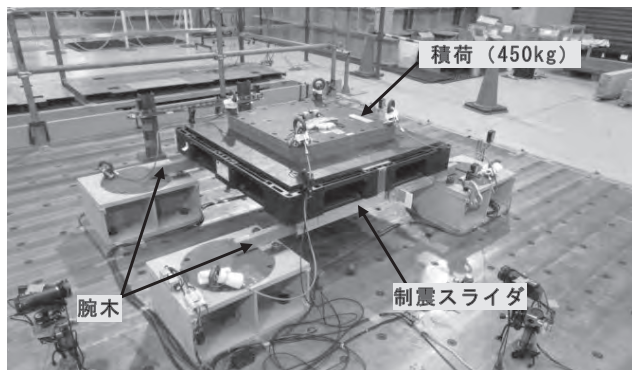


(a) 動作概念 (b) 可動装置の設置イメージ

図-4 開発構法のコンセプト

3. 可動装置「制震スライダ」の開発

本構法を実現するための可動装置は、スタッカークレーンの運行などの倉庫機能を阻害しないよう、極力小型化する必要があることから、腕木材に被せるように配置する二本のスライダ型で構成した（以下「制震スライダ」）。開発した制震スライダ実機の構成を図一5に、外観を写真一1に示す。折り曲げ加工した鋼板を摺動材を挟んで上下に重ね、両者をコイルばね及びオイルダンパで接続したシンプルな構成である。下部鋼板は腕木材にボルトで固定し（固定側）、積荷と接する面に滑り止めを施した上部鋼板は地震時には積荷と共に可動する（可動側）。スタッカークレーンの運行に影響を与えないよう腕木上端から制震スライダ上端までの設置高さは50mm以下、質量は腕木部材の設計に影響を与えないよう平均的な積荷質量の1%程度である5kg以下を開発目標とした。固定機構はボルトの出し入れによりあらゆる腕木サイズに対応可能な取り付けであり、万一のオイルダンパの油漏れに備えて鋼板を折り返して構成したオイルパンは、上部鋼板のストッパの役割も兼ねている。制震スライダの具体的な仕様を図一5に示す。平均的な積荷400～500kgを仮定して事前のシミュレーション解析結果に基づき設定したものであり、対象とする高さ20～



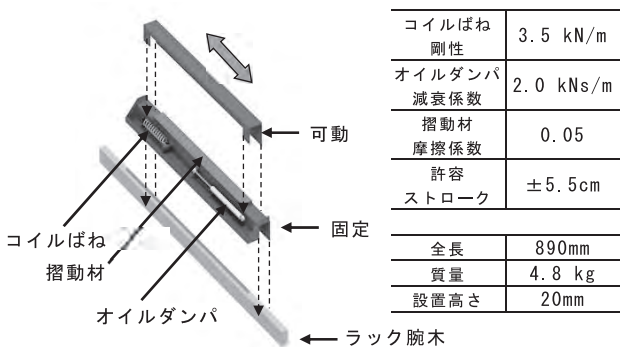
写真一2 制震スライダの予備試験状況

30m級のラックを包絡する汎用的な仕様設定となっている。

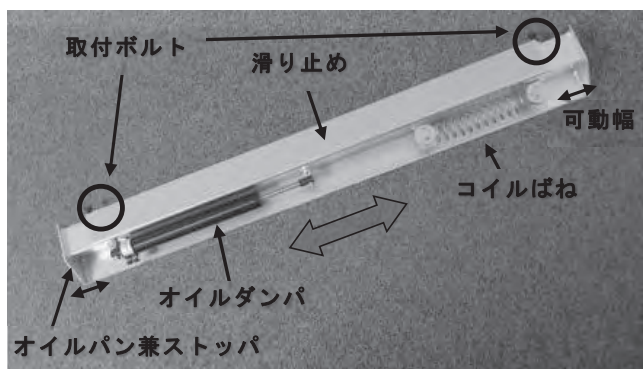
制震スライダの取り付けや地震時の挙動を確認することを目的として実施した予備試験の状況を写真一2に示す。ラックの腕木材を模擬した角パイプ材に制震スライダを設置しており、積荷はパレットに合計450kgの鋼板を積層して縫い付けることで表現した。30m級ラックの解析モデルで評価した上段部の腕木位置における告示L2波相当の地震応答波を入力した結果、下部鋼板は取付ボルトで確実に固定され、上部鋼板は円滑に挙動することを確認した。

4. 実大試験体による振動台実験

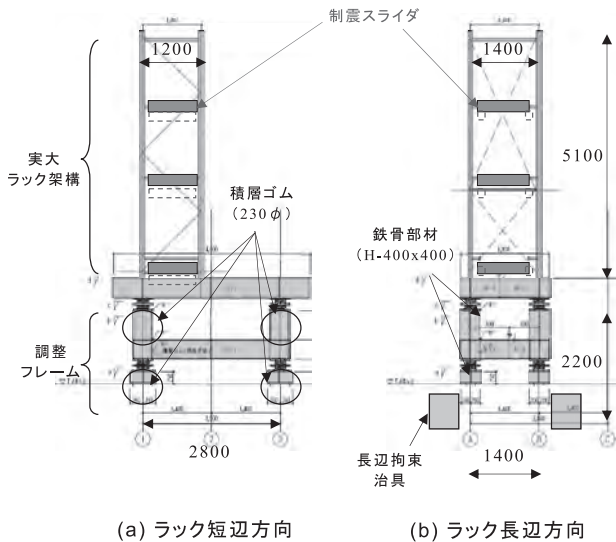
開発構法の効果検証を目的とし、実大の試験体を用いた振動台実験を実施した。振動台上へ設置する試験体の重量及び高さの制限から、上層3段分のみを実大のラック架構とし、天然ゴム系積層ゴムと鉄骨部材からなる架台（以下、調整フレーム）を組み合わせた試験体とした（図一6、写真一3）。調整フレームを二段組の構成とすることで、1次固有周期や制震効果の評価に直結する錘位置における1次の有効質量を対応させることはもちろん、上段部における刺激関数や2次モードの振動成分を表現することができ、より実状に近い自動ラックの高層部の挙動を再現できる計画とした。なお、スライダ直交方向入力の影響を確認するため、相対的に周期が短いラック長辺方向の挙動は、調整フレーム下段を拘束することで表現した。試験体のラック架構部の積荷の状態としては、荷がない状態のもの（①積荷なし）、従来通り積荷が単に置かれているもの（②積荷従来）、積荷が腕木に固定されているもの（③積荷固定）、開発した制震スライダ上に積荷を設置したもの（④制震スライダ）の4ケースを想定し、積荷はパレット上に鋼板を積層してラック架構に配置した。



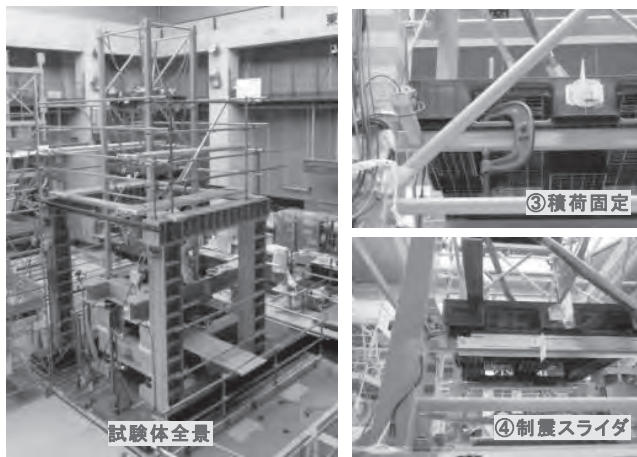
図一5 制震スライダの構成および仕様



写真一1 制震スライダの外観



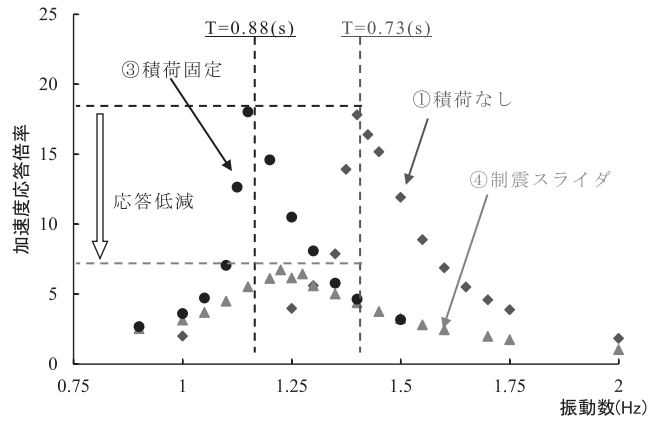
図一六 試験体の概要



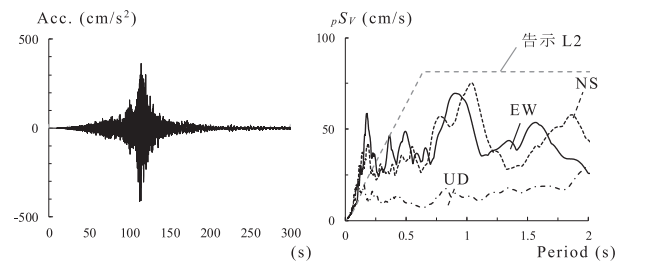
写真一三 試験体の外観

振動数を変化させた正弦波加振を行い、共振曲線を取得した。入力加速度を50 galとし、入力に対するラック架構頂部の加速度応答倍率を整理し、積荷の状態を変化させて3ケース（①積荷なし，③積荷固定，④制震スライダ）の結果を図一七にそれぞれ示す。①，③のケースと④のケースを比較すると、応答倍率が大幅に低減されており、大重量TMDの効果により約10%という大きな減衰が付加されていることが確認できる。

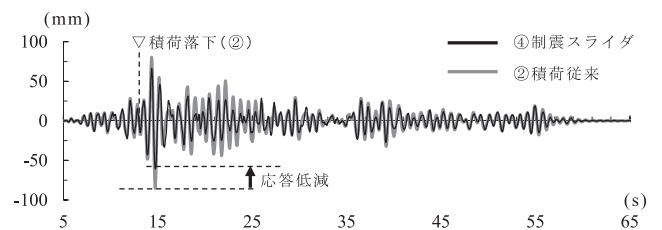
地震波加振では、水平2方向+上下方向の入力に対する効果、及び解析モデルの検証を意図し、東北地方太平洋沖地震の記録のうちラック架構の周期帯である1秒近傍で大きな成分が観測されたK-NET 江戸崎（茨城県、図一八）を採用した。主要動部分60秒を抜き出し、ラック短辺方向にEW成分を、長辺方向にNS成分をそれぞれ入力した。図一九はラック架構を表す調整フレーム上段の変位波形を、②と④のケースを比較して示したものである。②積荷従来



図一七 試験体の加速度応答倍率



図一八 採用地震波



図一九 ラック架構部を表す調整フレームの変位時刻歴

は、加振前半で積荷の落下が発生した一方で、④制震スライダのケースでは加振時間中にわたり積荷は落下することなく安定して挙動した。応答レベルとしても、④は積荷の落下が発生した②を下回っており、本構法による地震時における応答低減効果が確認された。

5. 効果と特長

以下に本開発構法の効果と特長をまとめる。

- ①ラックの上から1/3～1/2の範囲に制震スライダを設定し、積荷をTMDの錘として利用
- ②荷の収容率に一切影響を与えることなく、震度6クラスの大地震に対し、積荷の落下とラック架構の損傷の双方を抑制
- ③ラック架構本体に対して積荷（TMD）の重量比が

格段に大きいため、スタックークレーンの運行に影響の無いわずか数 cm の積荷の動きで大きな制震効果を発揮

- ④積荷の配置を制御する既存のプログラムと連動させ、錘として適切な位置に制御することで、積荷の多寡によらず安定した効果を実現
- ⑤ラックメーカーを問わず新築物件・既存改修の双方に適用可能であり、制震スライダは特別な工具等が必要とせず簡易に取付けが可能
- ⑥メンテナンスは目視点検程度と非常に容易

本構法は 2021 年 8 月現在複数の自動ラック倉庫に適用されている。

6. おわりに

本稿では、積荷を TMD の錘として利用する新発想の立体自動ラック倉庫用の制震構法の開発について報告した。自動ラック倉庫は、e コマースの拡大および倉庫従事者の省人化対策などにより、需要の増加が見込まれている。今後さらなる適用展開を積極的に推進し、自動ラック倉庫の BCP 対策ニーズに応えていきたい。

謝 辞

本開発では防災科学技術研究所の K-NET の観測記録を使用しました。ここに記して謝意を表します。

JICMA

《参考文献》

- 1) 花房, 福島, 矢口, 栗野: 立体自動倉庫に対する制震構法, その 1 ~ 2, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 - II, pp.831 ~ 834, 2013
- 2) 塚田, 長島, 高木, 日比野, 青野, 出雲: 自動倉庫ラック制震装置の開発, その 1, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 - II, pp.1019 ~ 1020, 2013
- 3) 矢口友貴, 栗野治彦: 動吸振器効果を狙った大重量副振動系を有する制震架構の地震入力に対する汎用的な応答評価手法に関する考察, 日本建築学会構造系論文集, 86 巻 779 号, P.33-42, 2021.1
- 4) 鹿島建設㈱: 自動ラック倉庫の制震構法「Container Damper System (CDS)」を開発~積荷自体を TMD の錘として利用する新発想の制震構法~, プレスリリース 2019.3
- 5) 鹿島建設㈱: 自動ラック倉庫の制震構法「Container Damper System (CDS)」の初適用が決定~積荷自体を制震装置として利用し, 事業継続性を大幅に向上~, プレスリリース 2020.9

【筆者紹介】



矢口 友貴 (やぐち ともき)
鹿島建設㈱
建築設計本部 構造設計統括グループ
チーフエンジニア, 修士 (工学)



栗野 治彦 (くりの はるひこ)
鹿島建設㈱
建築設計本部 構造設計統括グループ
統括グループリーダー, 博士 (工学)

ダイス・ロッド式摩擦ダンパー (DRF-DP) による 橋梁耐震技術

波田 雅也・松原 拓朗・牛島 栄

筆者らは、ダイス・ロッド式摩擦ダンパー (DRF-DP : Die & Rod Type Friction Damper) (以下「本装置」という。) を活用した、新たな橋梁制震化工法 (以下、「本技術」という。) を開発した。本装置は、金属製のダイス (環) とロッド (芯棒) との嵌合いを利用したシンプルな摩擦機構で設計自由度が高く、完全剛塑性型の履歴特性を持つ。本技術の適用により、固定支承を有する橋脚の地震時損傷制御が可能となる。本稿では、開発した工法の概要、これまで実施した主な構造実験、ならびに実際の橋梁耐震補強工事への適用事例について紹介する。

キーワード：橋梁, 高架橋, 地震, 耐震補強, 摩擦ダンパー, 制震技術, 耐震補強, 橋軸直角方向

1. はじめに

地震が多発する我が国では、大規模地震時における既設橋梁の橋脚損傷制御と復旧性が課題となっている。兵庫県南部地震以降、地震による落橋や倒壊を防止し、緊急輸送路としての機能を果たすため、主たる塑性化を橋脚柱基部とする支承交換や橋脚巻き立て補強等の耐震補強が施されてきた。しかし、高架橋が延長の75%を占める首都高速道路では、地表面以下に埋設されている橋脚柱基部が塑性化すると、その損傷程度の把握や補修が困難となり、高速道路ネットワークの復旧に時間を要することが懸念される。また、橋脚が河川堤防や鉄道構造物と一体となっている場合は、それらの損傷を避けるために、橋脚損傷を極力小さく制御することが望ましい。

橋脚損傷を制御する手段として、免震・制震装置の設置が考えられる。しかし、従来の免制震装置は、固定支承部を有する橋脚には適合しないことが多い。そのため、橋軸方向に固定・可動、橋軸直角方向に固定の支承条件とする箇所が多い首都高速道路の高架橋では、免制震装置による橋脚損傷制御が普及し難かった。

そこで筆者らは、摩擦型ダンパー^{1), 2)}の剛塑性型の履歴特性を活用することで、固定支承を有する橋脚の地震時損傷制御を可能とする新たな橋梁制震化工法を開発した。

本稿では、開発した工法の概要、開発に際して実施した構造実験、ならびに実際の橋梁耐震補強工事への適用事例について紹介する。

2. 技術の概要

本技術は、本装置を、図-1のように橋梁構造物の支承部に適用させた制震技術である。本技術により、固定支承を有する橋脚の地震時の損傷制御が可能となる。以下に本工法の概要を示す。

(1) 本装置の特徴

本装置は、図-2に示すようにダイス (金属環) の内径より少し太いロッド (金属芯棒) をダイスにはめ込むことで、ロッドの外周に締付け力が生じる仕組み

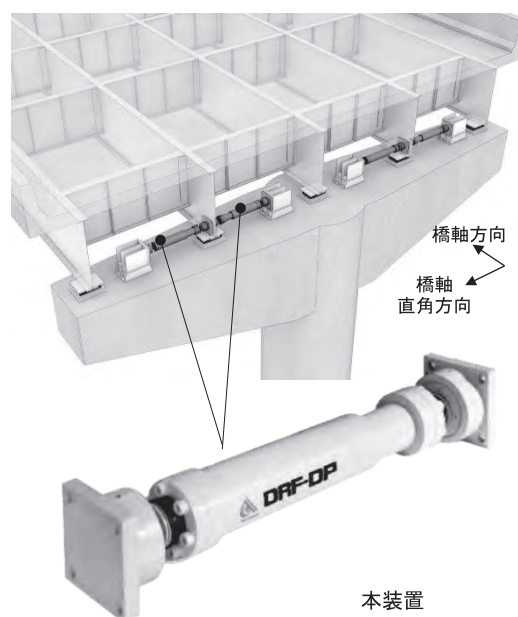


図-1 摩擦ダンパーを用いた橋梁制震化工法

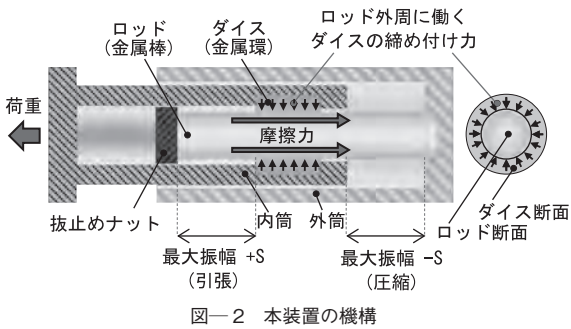
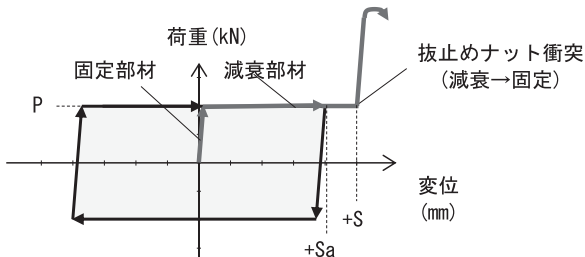


図-2 本装置の機構

を利用した制震ダンパーである。ダイスが内筒側、ロッドが外筒側に固定されており、ロッドに軸力が作用するとダイスとロッドの接触面に摩擦力が発生する。

本装置は、最大静止摩擦力に達するまでは摺動せず、固定部材（サイドブロック）として機能する。最大静止摩擦力に達すると一定の摩擦力を保持しながらダイスがロッド上を摺動し、完全剛塑性に近い履歴特性を有する減衰部材として機能する。なお、最大振幅に達すると、ロッド先端に設けた抜止めナットがダイスに接触（衝突）し、固定状態となる。図-3に本装置の荷重-変位関係を示す。



※ P: 摩擦力, Sa: 許容振幅, S: 最大振幅
図-3 本装置の荷重-変位関係

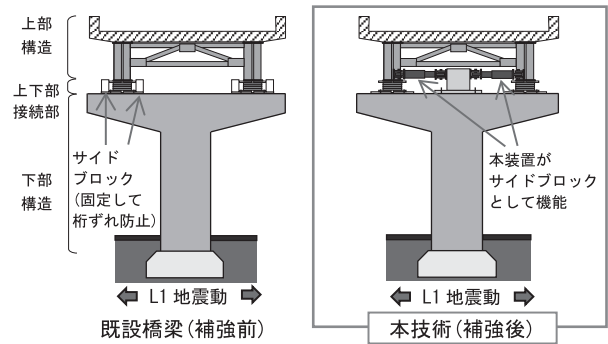
(2) 本技術による補強効果

本技術による補強効果の概念図を図-4に示す。本装置の完全剛塑性の履歴特性を活かし、レベル1地震動に対しては本装置が固定支承を形成するサイドブロックの役割を果たし、レベル2地震動に対しては固定を開放して上部構造の慣性力を頭打ちにするとともに摩擦減衰による制震効果を発揮する。本技術の採用により、固定支承で上部構造を支持する橋脚に対し、レベル2地震動による慣性力をコントロールでき、橋脚の損傷を制御することが可能となる。

(3) 本装置の優索性

既往の制震装置に対する優索性を以下に示す。

- (a) 粘性減衰機構等の速度比例型の制震ダンパーは、緩速移動に対して剛性を有さず可動するため、レベル1地震動に対して固定支承条件で設計される



(a) レベル1地震動時(中小地震時)

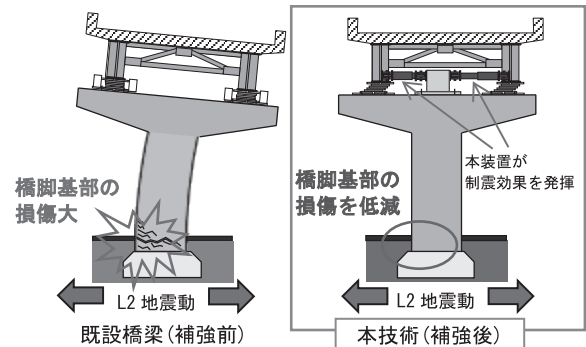


図-4 補強効果の概念図(橋軸直角方向の場合)

方向(特に橋軸直角方向)には用いることができない。一方、本装置は、レベル1地震動に対する固定機能とレベル2地震動に対する減衰機能を両立するため、橋軸直角方向等の固定支承部の制震装置として適用できる。

- (b) 一般の固定支承部に用いられる鋼製サイドブロックは、塑性変形能力が乏しく減衰性能を有さず、また各個撃破による破断・落下被害が懸念される。一方、本装置は、完全剛塑性型の履歴特性で摩擦型減衰を有し、サイドブロックの破断・落下被害を回避できる。
- (c) 橋軸直角方向に適用できる鋼材ダンパーは、大きな変位に対応できず十分な制震効果が得られない場合があり、また塑性ひずみに応じて交換の必要がある。一方、本装置は、±200mmといった大変位まで対応でき、また複数回のレベル2地震動に対しても交換を要しない繰返し耐久性を有する。

(4) 適用する橋梁の範囲

本技術の橋梁への適用範囲を以下に示す。

- (a) 上部構造を支承で支持する橋梁構造物(桁橋)に適用する。吊り橋やアーチ橋は適用外とする。
- (b) レベル1地震動に対して固定条件で設計する支承部に適用する。可動支承部において桁温度伸

縮による緩速荷重に対して本装置が撓動するような設置は適用外とする。

(5) 本装置の性能を保証する範囲

本装置の外観図を図-5に、製品ラインナップを表-1に示す。本装置は、表記以外でも荷重 50 kN 刻み、最大振幅 50 mm 刻みで中間サイズも製作可能である。なお、本装置の性能を保証する範囲を以下に示す。

- (a) ダンパー摩擦力：50 ～ 1,200 kN
(製作実績のある範囲内)
- (b) ダンパー最大振幅：± 400 mm 以下
(製作実績のある範囲内)
- (c) ダンパー最大速度：1,650 mm/sec 以下
(実験で確認した範囲内)

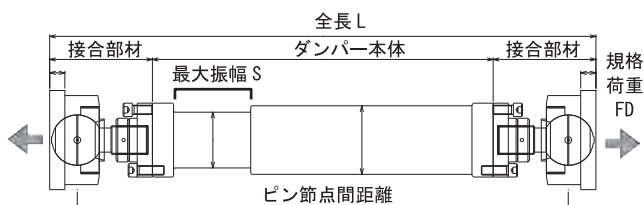


図-5 本装置外観図

表-1 製品ラインナップ

最大振幅 S (mm)	寸法と全重量	摩擦力の規格荷重 FD (kN)					
		200	400	600	800	1,000	1,200
± 100	全長 L (mm)	929	1,049	1,184	1,322	1,402	1,482
	ピン間 (mm)	837	933	1,044	1,158	1,222	1,286
	全重量 (kgf)	83	147	236	343	465	591
± 200	全長 L (mm)	1,199	1,329	1,482	1,587	1,702	1,782
	ピン間 (mm)	1,107	1,213	1,342	1,423	1,522	1,586
	全重量 (kgf)	125	204	304	425	519	652
± 300	全長 L (mm)	1,564	1,627	1,757	1,867	1,975	2,072
	ピン間 (mm)	1,392	1,511	1,617	1,703	1,795	1,876
	全重量 (kgf)	190	276	396	516	610	768

3. 開発課題と構造実験

本装置の開発に際しては、「大型化に伴う摩擦抵抗力の安定」と「高速荷重や繰り返し荷重、および2方向加振に対する性能確保」に苦心した。本技術では、スペースの問題から設置本数が限定され、エネルギー吸収を本装置に集約させる等の理由から、従来のように建築用ブレースとして使用する場合に比べて摩擦抵抗力が約2倍 (600 kN ⇒ 1,200 kN)、最大振幅が約8倍

(± 50 mm ⇒ ± 400 mm) に大型化した本装置の製品ラインナップが要求された。大型化するとこれまでのノウハウの流用では安定した摩擦抵抗力が得られないことがわかり、実験的および解析的な試行錯誤の結果、安定した摩擦抵抗力を得るための諸条件 (材質、寸法、表面加工等の仕様) の最適解を構築することに成功した。また、本技術では、本装置がレベル2地震動時に 1,000 mm/sec を超える高速度 (建築用で性能が確認された速度の10倍以上) の撓動に耐えうること、地震後の残留変位を原点位置に戻して繰り返し継続使用できること、さらには橋軸方向と橋軸直角方向の2方向地震入力に対して正常に挙動することの検証が要求された。これらについて、実機による高速載荷実験^{3), 4)} (写真-1, 図-6) や大規模振動台実験⁵⁾ (写真-2, 図-7) により一つ一つ課題をクリアして実用化に至った。なお、各々の構造実験の詳細については、参考文献を参照されたい。

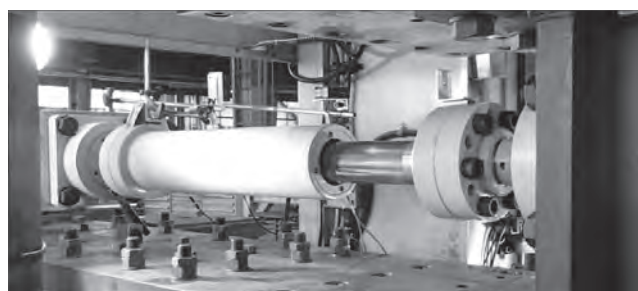


写真-1 高速載荷実験の状況 (600 kN-250 mm タイプ)

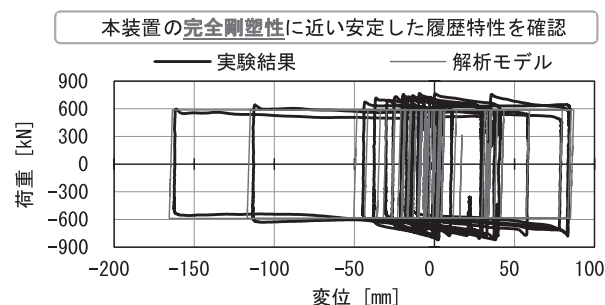


図-6 高速載荷実験の結果の一例 (レベル2地震応答波, 最大速度 1,650 mm/sec)

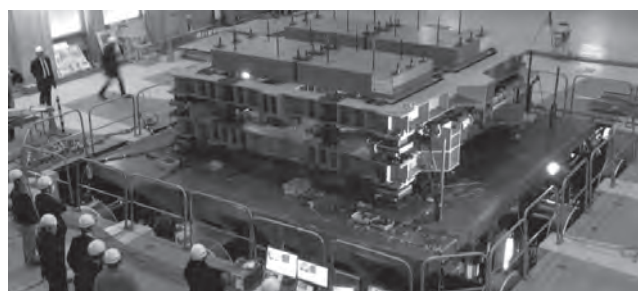
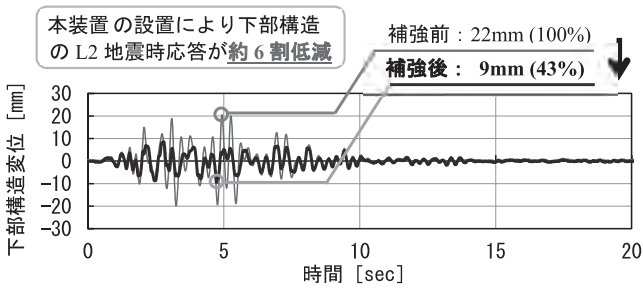


写真-2 大規模振動台実験の状況



図一七 大規模振動台実験の結果の一例 (レベル2地震動II-II-II入力時)

4. 橋梁耐震補強工事への適用事例

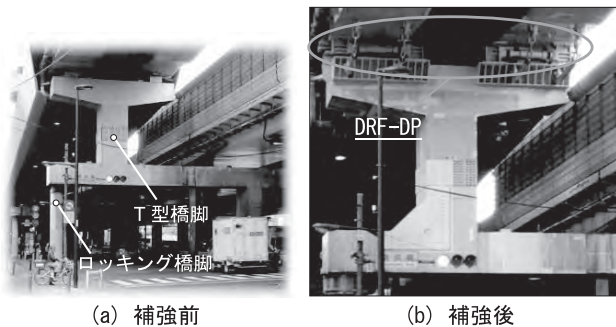
本章では、実際の首都高速道路の橋梁耐震補強工事に本装置を適用した事例を紹介する。

(1) 工事概要

工事概要を表一2に、補強前後の全景を写真一3に示す。本工事は、首都高速芝浦JCTにおける台場線と羽田線の接続区間(台-6～台-44)におけるロッキングピア橋脚の改良工事である。主な工事内容は、支承取替工、落橋防止装置工、制震装置工、ロッキングピア補強工等である。対象橋脚は、両端2本のロッキングピアを含む4本柱で支持され、その上部にT型橋脚を配した構成となっており、レベル2地震動に対するT型橋脚の損傷を低減する目的で、橋軸直角方向に対して本装置を用いた制震技術が適用された。

表一2 工事概要

発注者	首都高速道路(株) 東京東局
工事名	(修) 構造物改良工事 29-2-3
工事場所	東京都港区海岸二丁目 高速11号台場線(台-6～台-44)
工期	平成29年12月29日～令和3年5月11日
ダンパー数	650 kN-200 mm × 2基, 1,000 kN-150 mm × 4基



写真一三 本装置設置前後の外観 (650 kN-200 mm タイプ)

(2) 直接的な補強効果

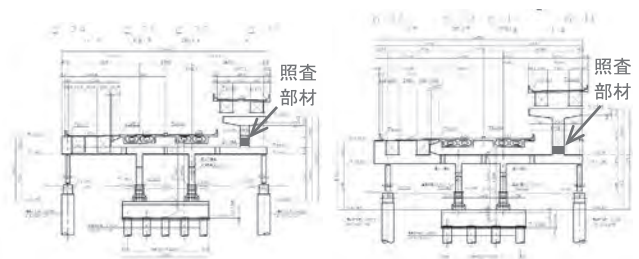
本技術による直接的な補強効果として、図一8に示す橋脚(台-37(P14), 台-41(P15))の基部におけるレベル2地震時の応答曲率を、耐震補強前後で比較する。その結果、表一3に示すとおり、本技術を適用することでレベル2地震時における橋脚柱基部の応答曲率が大幅に低減し、許容曲率(ϕ_a)以下となった(設置前:100%⇒設置後:41%(P14), 37%(P15))。

このように、本技術の適用により、常時・レベル1地震動に対しては、橋軸直角方向の固定条件を変更せず、伸縮装置をそのまま使用可能とし、レベル2地震動に対しては、柱基部の応答を低減し、許容値以下とすることで安全性を確保することが可能となった。

(3) 間接的な補強効果

本技術の間接的な効果として、以下の効果が挙げられる。

- (a) 常時・レベル1地震動に対して固定条件のため伸縮装置の交換が不要となり、交換費用が削減された。
- (b) 塑性化が支承部に特定され、橋脚の損傷が限定的になったことで、地震後に速やかな復旧が可能となった。
- (c) 補強工事において、交通規制が不要となったことから、規制に伴い発生する渋滞を回避することで時間便益コストが削減された。
- (d) 本装置が複数回のレベル2地震動の作用に対して安定した機能を発揮するため、地震後に制震装置の交換が不要となった。



(a) 台-37(P14) (b) 台-41(P15)

図一八 本装置を設置した橋脚の構造図

表一三 本装置設置による補強効果 (応答曲率の比較)

橋脚名	レベル2地震時の応答曲率 (= 橋脚の損傷程度)		
	既設橋梁 (補強前)	本技術 (補強後)	補強後/補強前
台-37 (P14)	1.70 ϕ_y	0.70 ϕ_y	41% (59%減)
台-41 (P15)	7.06 ϕ_y (1.68 ϕ_a)	2.59 ϕ_y (0.73 ϕ_a)	37% (63%減)

ϕ_y : 降伏曲率, ϕ_a : 許容曲率

(4) 製品検査と施工状況

本装置の製品検査状況を写真—4に、施工状況を写真—5に示す。本工事で適用した本装置の数量は、摩擦力：650 kN-最大振幅：± 200 mm タイプが2基、摩擦力：1,000 kN-最大振幅：± 150 mm タイプが4基の計6基であり、補強設計の照査から本装置の製作・施工および製品検査までの一連の工程を全て無事成功裡に終えた。

5. おわりに

道路橋示方書・同解説（平成29年11月）において、「部材等の限界状態2となる部材を選定するにあたっては、少なくとも塑性化する位置及び範囲が、調査及

び修復が容易にできることを標準とする」とされた。本工法を用いることで、固定支承を有する橋脚においても、地震後に速やかな調査及び修復が可能な箇所として上下部接続部を限界状態2となる部材とすることができ、橋脚基部の損傷を制御する補強設計が可能となる。また、橋軸方向に対し積層ゴム支承を用い支承条件を弾性支持とした橋梁においても橋軸直角方向の支承条件は固定とすることが一般的であり、本技術を用いることで損傷を制御できる橋脚は、全国に多数存在する。

現在、実装第2弾として、緊急輸送道路に指定されている都内の橋梁への採用が確定し、準備工事が進められている。本技術は、来るべき大規模地震後における社会インフラ（橋梁）の復旧性を確保し、国民の安全と生活を守るという観点で極めて有意義であり、今後さらなる適用拡大が期待される。

JICMA

《参考文献》

- 1) 大西博之, 北嶋圭二, 中西三和, 安達 洋: 既存 RC 造建物の制震補強用摩擦ダンパーに関する研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.21, No.1 (1999), 385-390
- 2) 上田英明, 北嶋圭二: 制震ブレースを用いた耐震補強工法, 青木あすなる建設 技術研究所報, 第1号, (2016), 1-18
- 3) 波田雅也, 蔵治賢太郎, 右高裕二, 牛島 栄: 橋梁の耐震補強に用いるダイス・ロッド式摩擦ダンパーの開発, 土木学会論文集 A1, Vol.75, No.2 (2019), 95-110
- 4) 波田雅也, 山崎 彬, 藤本和久, 牛島 栄, 松原拓朗, 山本一貴, 引地宏陽, 磯部龍太郎, 太田信之介: 1000 kN 級ダイス・ロッド式摩擦ダンパーの高速荷重実験, 土木学会第75回年次学術講演会 (2020), I-185
- 5) 波田雅也, 和田 新, 右高裕二, 牛島 栄: ダイス・ロッド式摩擦ダンパーを用いた橋梁模型の振動台実験, コンクリート工学年次論文集, Vol.39, No.2 (2017), 859-864

【筆者紹介】



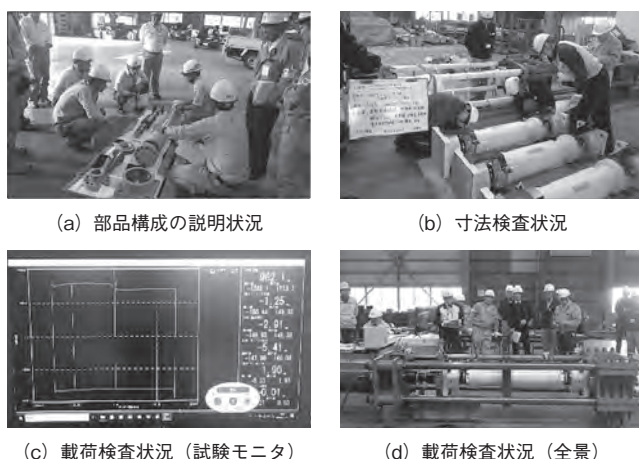
波田 雅也 (はだ まさや)
青木あすなる建設(株)
技術研究所 構造研究部
主任研究員



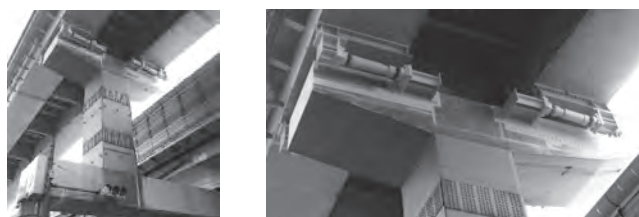
松原 拓朗 (まつばら たくろう)
首都高速道路(株)
技術部 構造技術室
課長代理



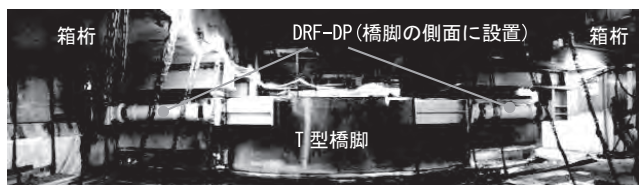
牛島 栄 (うしじま さかえ)
青木あすなる建設(株)
技術研究所
技術研究所長



写真—4 製品検査状況（発注者の立会検査時）



(a) 補強後全景 (b) 補強後全景（拡大）



(c) 設置完了状況（足場内の全景）



(d) 設置作業状況 (e) 設置完了状況（詳細）

写真—5 施工状況（1,000 kN-150 mm タイプ）

豪雨・地震の複合災害に備えた盛土強靱化技術

足立有史・西尾竜文

近年、豪雨や地震等の自然災害の大規模化、頻発化による河川堤防やため池など既設盛土構造物における被害が増加している。豪雨と地震が同時期に発生すれば被害はさらに甚大なものとなることも予想される。このような背景から豪雨、地震の複合的な災害に対する合理的な対策工法として「止水性および透水性改良を組み合わせた盛土強靱化技術」（以下「本技術」という）を開発した。本稿では、本技術の対策効果の検証のための遠心模型実験と数値解析とともに、施工の高速化や経済性の向上等を目的とした中層混合処理工法の改良について報告する。

キーワード：盛土、基礎、堤体、浸透、地震、液状化、地盤改良

1. はじめに

近年、豪雨や地震等の自然災害の大規模化、頻発化による河川堤防やため池など既設盛土構造物における被害が増加している。豪雨と地震が同時期に発生すれば被害はさらに甚大なものとなることも予想される。国土交通省「総力戦で挑む防災・減災プロジェクト」¹⁾の主要施策の一つでもある流域治水への転換を推進する上で、河川施設の強化対策をはじめ確実かつ合理的な対策技術の開発が求められている。このような背景から既設の堤体盛土を対象に豪雨、地震の複合的な災害に対する合理的な対策工法として「本技術」を開発した。本稿では、本技術の対策効果の検証のための遠心模型実験と数値解析とともに、施工の高速化や経済性の向上等を目的とした中層混合処理工法の改良について報告する。

2. 本技術の概要

図-1、写真-1に新たに開発した本技術の概要図と透水性改良体を示す。本技術は河川堤防などの堤体盛土を対象に川表側の法尻付近に止水性改良体を、また川裏側に透水性改良体を構築するものである。止水性改良体は、原地盤とセメントスラリーを混合して造る一般的なセメント固化改良体である。一方、透水性改良体は、碎石や礫等に少量のセメントスラリーと水中不分離材を添加し、空隙を確保した状態で固化した改良体であり、高い透水性とせん断強度を有して

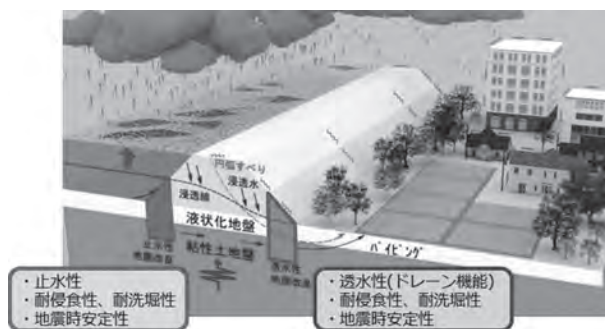


図-1 本技術概要図



写真-1 透水性改良体

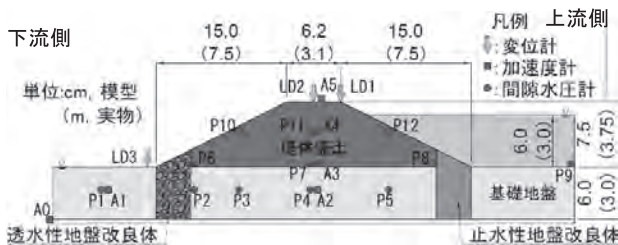
いる。豪雨による河川水位が上昇した際、川表側の止水性改良体は、堤体内への河川水の浸入や流水による法尻部の侵食を抑制する。一方、川裏側の透水性改良体は、堤体内の浸透水を速やかに排水することで、堤体内の水位上昇を抑制する効果がある。また、水位上

昇に伴う法尻部のパイピングや越水時の法尻洗堀を防止する効果も期待できる。地震時には、両側の改良体により基礎地盤および堤体盛土の変形を抑制する。本技術は、これらの効果により豪雨・地震の複合的な災害による堤体盛土の不安定化を防止するものである。

3. 遠心模型実験による効果検証

(1) 実験概要

図一2に模型概要図を、表一1に模型材料一覧を示す。基礎地盤は、東北硅砂6号を用いて水中落下法により作製した。堤体盛土は実際の河川堤防を想定し細粒分を含み、締固め度も $D_c = 85\%$ と比較的低い状態とした。対策工として用いた改良体は事前に作製したものを土槽底部に設置した後に基礎盛土地盤を構築した。間隙水は、遠心力場 (50 G 場) の相似則に基づき、メトロズ水溶液 (粘性係数 $\eta = 50 \text{ mPa}\cdot\text{s}$) を使用した。実験ケースを表一2に示す。図一3に上流側水位と入力加速度波形を示す。実験は、①上流側の水位の上昇、②堤体内の間隙水圧計の値が一定値を示すまで保持、③定常状態を確認した後に加振、の手順で実施した。なお、加振は本加振 250 Gal に先立ち予備加振を実施した (本加振の 1/10)。



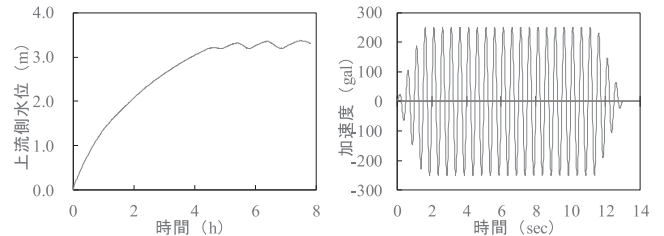
図一2 模型概要図

表一1 模型材料一覧

モデル名	材料	物性等
堤体盛土	日光硅砂 4~8号 カオリン粘土	$D_{\max} = 2.0 \text{ mm}$, $U_c = 5.7$, $D_c = 85\%$, $\rho_d = 1.591 \text{ g/cm}^3$, $w_{\text{opt}} = 11.6\%$, $k = 2.71 \times 10^5 \text{ m/sec}$
基礎地盤	東北硅砂 6号	$D_r = 85\%$, $\rho_d = 1.621 \text{ g/cm}^3$, $k = 5.6 \times 10^4 \text{ m/sec}$
止水性改良体	セメント改良体	$\rho_d = 1.795 \text{ g/cm}^3$ $k = 6.8 \times 10^{10} \text{ m/sec}$
透水性改良体	ポーラスコンクリート	$\rho_d = 1.836 \text{ g/cm}^3$, $k = 5.8 \times 10^3 \text{ m/sec}$
間隙水	粘性流体	$\eta = 50 \text{ mPa}\cdot\text{s}$

表一2 実験ケース

ケース名	対策	
	上流側	下流側
CASE1	なし	なし
CASE2	止水性改良体 2.0 m	透水性改良体 2.0 m
CASE3	止水性改良体 4.0 m	透水性改良体 4.0 m



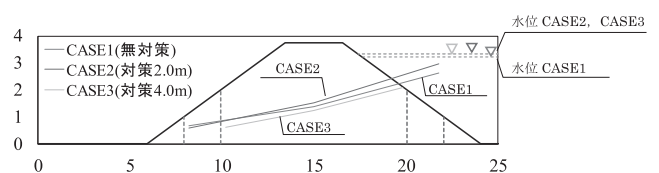
図一3 上流側水位と入力加速度波形

(2) 実験結果

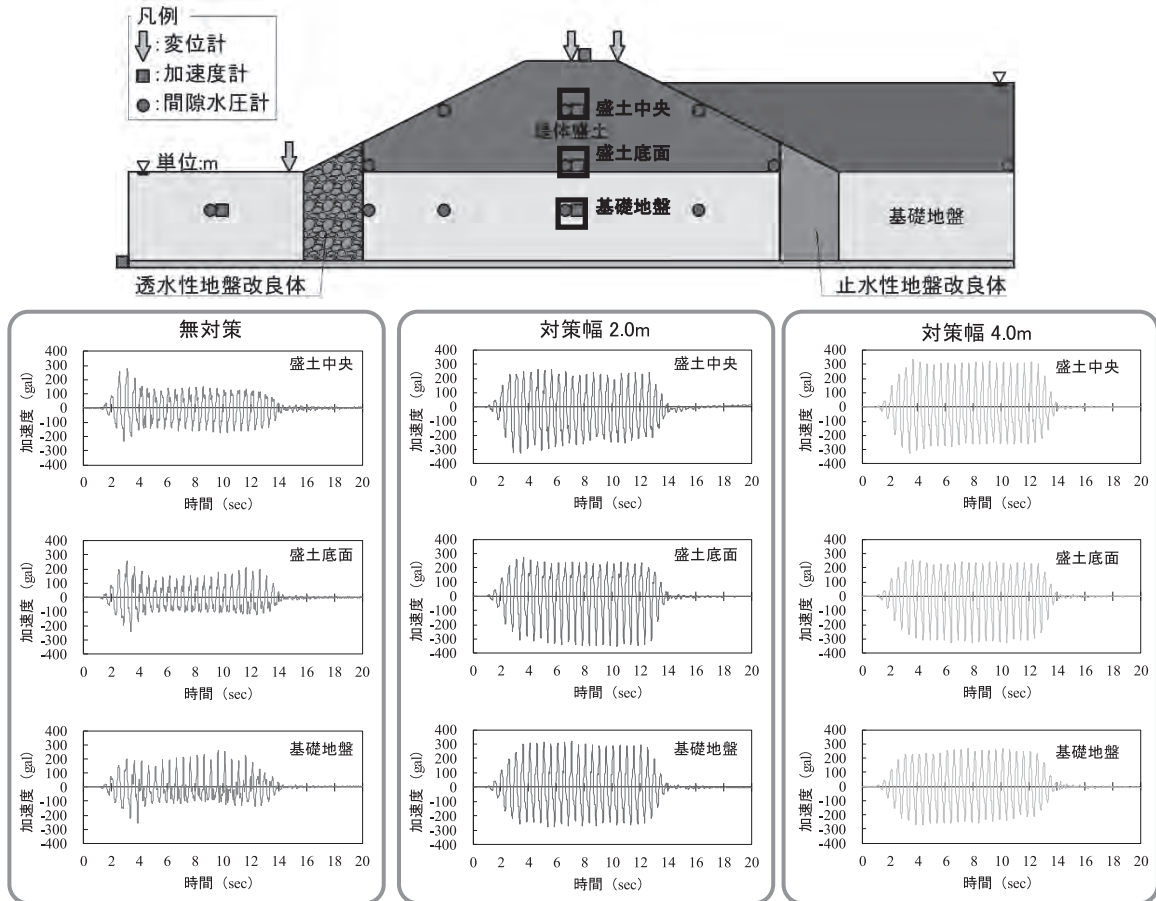
図一4に実験における加振直前の堤体内の水位を示す。堤体内の水位は、堤体底面の間隙水圧計から推定した。装置の制約もあり各ケースで上流側水位にばらつきが生じたが、無対策のCASE1に比べて対策幅 2.0 m のCASE2の水位勾配は大きくなった。また、対策幅 4.0 m のCASE3はCASE1, 2と比べて水位が低く、透水性改良体の排水効果が顕著である。

図一5に加振時の加速度応答を示す。無対策では、3秒過ぎにピークを迎えたのちに減少しており、地盤の液状化によるものと推察される。対策有は無対策に比べると改良体の拘束効果により明瞭な加速度振幅の低下は確認できない。

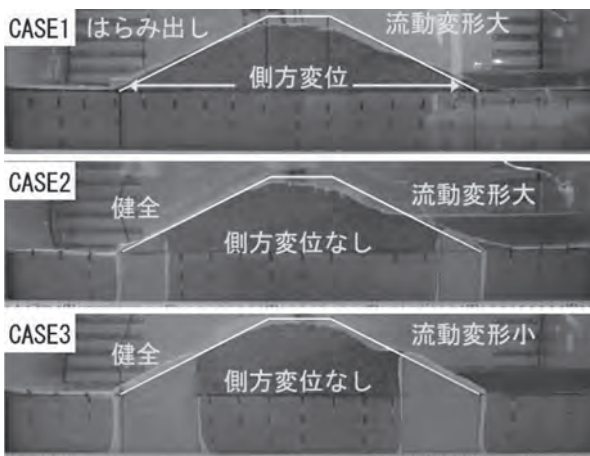
図一6, 7に実験における加振後の変形と堤体天端中央の沈下量の時刻歴を示す。無対策時は基礎地盤の液状化に伴い、法尻が外側に変形するとともに上流側法面も液状化による流動変形が発生した。これに対して、対策時には基礎地盤の側方変位および上流側の流動が抑制された。改良幅が大きいほどその効果は顕著であった。堤体天端中央の沈下量は、無対策と対策幅 2 m では同様に対策効果が明確となっていないが、対策幅 4 m では 54% 沈下量が低減した。これは、地盤条件や外力に応じた適切な改良仕様の設定が重要であることを示すものである。



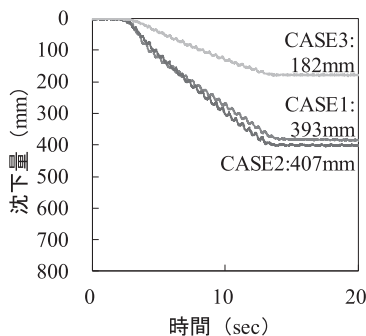
図一4 加振直前の堤体内水位



図一五 加振時の加速度応答



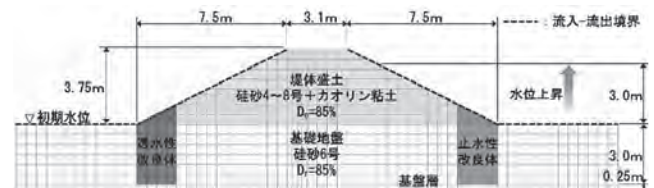
図一六 加振後の変形状況 (遠心模型実験)



図一七 堤体天端中央の沈下量 (遠心実験)

4. 数値解析による遠心模型実験の再現

数値解析は液状化解析プログラム LIQCA2D20 を使用した²⁾。図一八に解析モデルを示す。土骨格の境界条件として、底面は水平・鉛直を固定、側方は水平固定・鉛直自由とした。間隙水、^{しんとうすい}浸透水の境界条件として、基礎地盤表面および堤体法面を流入-流出境界とした。表一3、4に解析に用いた材料パラメータを示す。基礎地盤および堤体盛土は繰返し弾塑性モデルとし、物理試験および繰返し三軸試験よりパラメータを設定した。改良体は弾性モデルとし、一軸圧縮試験結果からパラメータを設定した。水分特性曲線は、堤体材料、基礎地盤、止水性改良体は共通とし、堤体材料の保水性試験結果を用い、また、透水性改良体は、既往の研究における単粒碎石を参考にそれぞれ van-



図一八 解析モデル

表-3 材料パラメータ (地盤)

対象材料		堤体盛土 Dc = 85%	基礎地盤 Dr = 85%
密度	ρ_t (g/cm ³)	1.776	2.017
透水係数	k (m/sec)	5.4E-5	5.6E-4
初期間隙比	e_0	0.677	0.629
圧縮指数	λ	0.0203	0.0061
膨張指数	κ	0.0060	0.0045
擬似過圧密比	OCR	1.0	1.0
無次元化 初期せん断係数	G_0/σ_{m0}'	851.2	1600.0
変相応力比	M_m^*	1.459	1.441
破壊応力比	M_f^*	0.908	0.908
硬化関数中の パラメータ	B_0^*	2400	2800
	B_1^*	50	50
	C_f	0	0
規準ひずみ (塑性)	γ_r^{P*}	0.007	0.006
規準ひずみ (弾性)	γ_r^{E*}	0.07	0.04
ダイレイタンシー 係数	D_0	3.5	4.5
	n	3.0	1.2
異方性消失の パラメータ	C_d	2000	2000
初期飽和度	S_{r0}	0.63	1.0
水分特性曲線 パラメータ	a	1.8	1.8
	n'	4.0	4.0

表-4 材料パラメータ (改良体)

対象材料		止水性 改良体	透水性 改良体
密度	ρ_t (g/cm ³)	1.828	1.940
透水係数	k (m/sec)	1.0E-7	5.8E-3
Lame' の定数	λ	1.1E + 6	2.5E + 6
	μ	5.6E + 5	1.3E + 6
初期飽和度	S_{r0}	1.0	0.1
水分特性曲線 パラメータ	a	1.8	19.0
	n'	4.0	4.2

Genuchten のパラメータを設定した。解析ケースおよび入力条件は実験と同様に表-2, 3とした。

図-9 に浸透流解析後の飽和度分布を示す。解析では、対策工の効果により堤体内の飽和領域が縮小しており、実験と同様に透水性改良体の排水効果が確認できた。図-10 に加振後の変形図を示す。無対策時の堤体上下流方向へのはらみ出しや流動変形、対策時の堤体変形抑制効果を再現できている。図-11 に天端中央の沈下量を示す。最終沈下量は実験値に対して解析値が最大 2.0 倍程度大きな値を示したが、沈下挙動や沈下低減効果は、実験と解析で概ね一致する結果を示した。

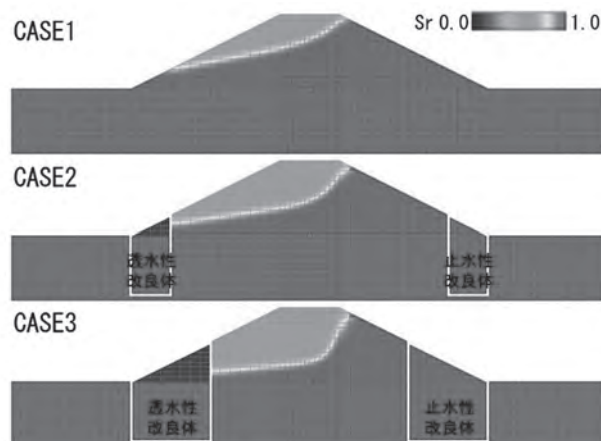


図-9 加振直前の飽和度分布

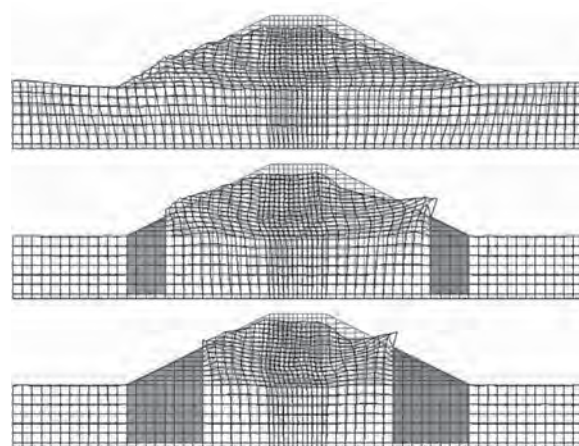


図-10 加振後の変形状況 (数値解析)

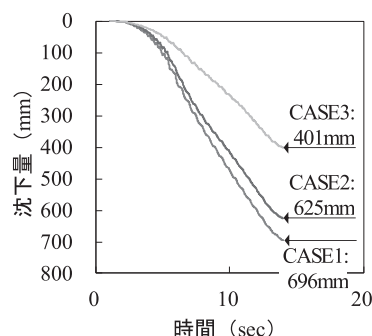


図-11 天端中央の沈下量の時刻歴 (数値解析)

数値解析により遠心模型実験の挙動を概ね再現することができた。今後、対策工の有効性や適用性を確認する上で本数値解析法の効果的な利用が期待できる。

5. 中層混合処理工法の施工の合理化 (改良型 WILL 工法の開発)

上述した盛土強靱化技術の合理的な施工を目的として、写真-2 に示す中層混合処理工法 (改良型 WILL 工法)³⁾ を開発した。改良型 WILL 工法は図-12 に

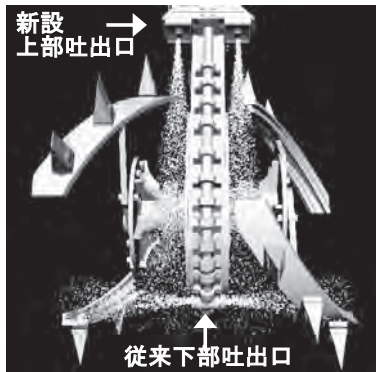
示すように従来型の下部吐出口に加えて、上部高圧吐出機構を新設することで時間当たり吐出量の増加と高圧噴射エネルギーにより早期に均質な改良体を造成することを可能とした。これにより、止水性改良体の施工は従来型に比較して施工速度が40%向上し、工事費を20%低減できることを確認した。透水性改良体は、同機械を用いて原位置にて碎石とセメントスラリーを攪拌混合して造成することが可能である（写真一3）。改良型 WILL 工法を用いて異なる特性を有する改良体を同一の施工機械で造成することにより、更なる施工の効率化を目指している。



写真一3 透水性改良体造成状況



写真一2 改良型 WILL 工法機械全景



図一12 改良型 WILL 工法の攪拌翼

6. おわりに

本稿では近年、増加する豪雨や地震による堤体盛土の安定化対策として新たに開発した止水性および透水性改良体による盛土強靱化を紹介した。豪雨や地震が同時期に発生する条件においても効果が期待でき施工の効率化にも対応している。本技術が国土強靱化の推進において一助となれば幸いである。

JICMA

《参考文献》

- 1) 国土交通省, 総力戦で挑む防災・減災プロジェクト～いのちとくらしをまもる防災減災～, 2020年9月
- 2) 一般社団法人LIQCA 液状化地盤研究所, LIQCA2D20・LIQCA3D20 (2020年公開版) 資料, 2020年12月
- 3) 西尾竜文, 足立有史, 木村誠, 小林司, 市坪天士, 土木学会土木建設技術発表会 2020, 2021年2月

【筆者紹介】

足立 有史 (あだち ゆうじ)
 (株)安藤・間
 建設本部 技術研究所



西尾 竜文 (にしお たつふみ)
 (株)安藤・間
 建設本部 技術研究所



監視と作動を自動的に行う自動水門開閉システム

自動水門開閉装置「お助け門」と遠隔監視操作システム「見知らせ」

橋 詰 薫

本システムは、農業用水等の水門において、各種センサーがインターネットを通じて、異常水量や振動等を検知し水門を自動的に開閉させる水門の自動流量管理システムである。操作はスマホやタブレットなどで行え、水門の開閉は太陽光を電源とした駆動装置で稼働させる。IoT (Internet of things) を活用した本システムによって、局地的な大雨発生時などで管理者・作業員が現地に赴く必要がないため、安心安全な水門管理が可能となる。本稿では本システムの概要について述べる。

キーワード：自動水門開閉装置，遠隔操作システム，太陽光電源，防災技術，IoT

1. はじめに（技術開発の背景）

水田などへ水を供給する農業用水には、水門が設置され、適切な流量管理がなされている。ただし、現況では、その多くにおいて操作は手動でなされ、また、水流の監視についても目視でなされている。そのため、局地的大雨の発生時において、農業用水等の管理者は、現地に赴き水量を目視確認し、水門の開閉作業を行うこととなり事故発生の危険性が高くなる。

一方2000年代以降、局地的な大雨の発生回数の増加が認められる。図-1は平成2年版国土交通白書に掲載された1時間降水量50mm以上の年間発生回数の動向であるが、年代を経るにつれて発生回数の増加を確認できる。特に近年、雨の降り方が局地化、集中化、激甚化しており、用水等の管理者・作業員の安全・安心確保が課題となっている。

このような状況を鑑み国土交通省では、人命尊重の観点から水門・陸閘の開閉の自動化を提言している。（文献：水門陸閘の整備・管理のあり方）これらの状況を鑑み、自動水門開閉装置「お助け門」と遠隔監視操作機器「見知らせ」の組み合わせによる自動水門開閉システムが開発された。「見知らせ」によって異常水量等を検知し、「お助け門」によって、水量を制限し下流側もしくは水田等への増水を防止することができる。水量等の感知と水門の動作が連動・自動化されることで、人力による作業が不要となり、安心安全な水門の流量管理が可能となる。

2. 自動水門開閉システムの全体像

水門の開閉管理の無人化は、水門の開閉装置と大雨や地震などの異常時を検知するセンサーの組み合わせ

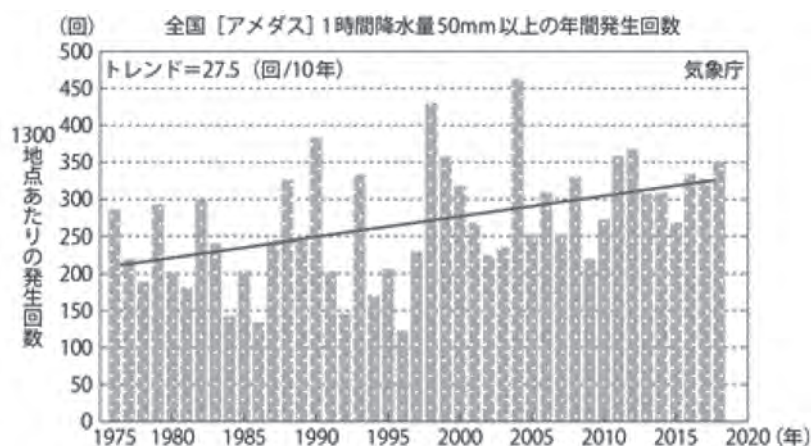


図-1 時間降水量 50 mm 以上の年間発生回数

によって機能する。水位計などの各種検知装置は水門に取り付けられており、検知された状況（水量、振動等）はWiFiまたはWiMAX（人口希薄地域で使用）を通じて、管理者のパソコン、スマホ、タブレットなどの情報端末に届けられる。操作はその逆の流れになり、情報端末から発せられた動作指令が水門開閉装置に届けられ、その指示通りに作動する。この仕組みは防災設備におけるIoTとして機能しており、管理者の省力化・省人化並びに安心安全の確保に貢献している。また、動力源は太陽光発電システムを採用しており環境負荷の低減を図っている。

図-2が自動水門開閉システムの全体像で、写真-1が水門開閉装置全体の外観である。

太陽光による電源を採用した。太陽光発電による装置稼働の仕組みは図-3の通りである。ソーラーパネルで発生した電気が操作盤に供給され、ゲートの動力機構を作動させる（写真-2）。

太陽光を電源とすることで、以下の利点を得ることができる。

- ・ 停電時などのでも確実な作動が可能になる。
- ・ 送電線の敷設が不要となり、設置費用を低くすることができる。
- ・ 自然エネルギーの利用により環境負荷の低減に貢献する。

3. 自動水門開閉システムの要素技術

(1) 太陽光電源

(a) 太陽光発電の仕組みと利点

水門開閉装置は防災用の機械装置であるため、大雨時などでも確実に作動することが求められる。特に大雨時には停電なども想定されるため、独立電源である

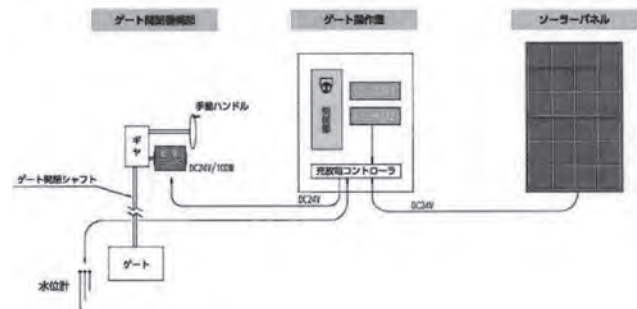


図-3 太陽光発電による稼働の仕組み



写真-1 水門開閉装置の外観



写真-2 太陽光発電用のパネル

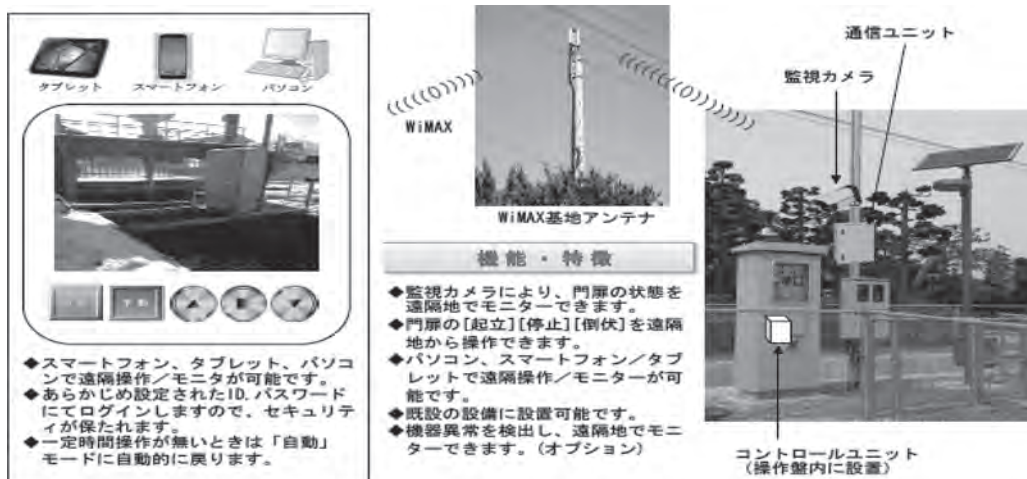


図-2 遠隔操作の仕組みの全体像

(b) 太陽光電源の能力

本技術における太陽光電源の標準的な性能は以下のとおりである。

- ・6時間で満充電となる。また、曇天及び雨天時の蓄電量は、晴天時と比較してそれぞれ、1/3～1/10、1/5～1/20程度となる。
- ・8日間で1日6回の上下動が可能となる。
- ・出力：50 W～400 W（水門の規模によって可変）
- ・電流種類：現場に応じてAC、DCとも可能である。

(2) 水門巻き上げ機の動力機構

電線からの電源とは異なり、太陽光電源では電力に限りのあるため、少ない電力で水門の上下動を可能にする動力伝達機構が必要となる。本動力機構で求められる機能は、①電動モーターの回転動力を水門扉を上下動させる動力へ効率的に転換させること、②できるだけ早い速度で水門扉の上下動を作動させること、である。そのために、モーターの回転運動を効率的に上下運動へ変換させる動力伝達機構を構築した。この動力伝達機構は特許技術（特許番号 5845910 水門扉の昇降開閉装置）として登録されている。その結果、水門扉の面積 10 m² 以下（本技術の対応面積）に対して、標準的な昇降速度は 13.5 cm / 分となり実用的な速度を確保できた。

なお、本動力機構を有する水門巻き上げ機は、既存の水門に取り付け可能である。既存水門を利用できるため、更新時期などに新設時よりも費用をかけずに設置が可能である（写真—3、4）。写真—5は既存水門における設置前と設置後の状況である。

4. 異常検知装置と遠隔操作

本システムでは、水門操作の無人化を図るため、4種類の検知装置（センサー）と遠隔操作装置が備わっ



写真—3 動力機構を内蔵した巻き上げ機



写真—4 巻き上げ中の水門扉

ている。その4種類の検知装置と遠隔操作の方法は以下の通りである。

- ①水位計：大雨時の水量増加を検知する。
- ②振動検知器：地震時の振動を検知する。
- ③雨量測定器：現場における雨量を測定する。
- ④タイマー：決められた時間に水門扉の昇降を行う。
- ⑤遠隔操作の方法：カメラによる常時監視と無線による遠隔操作

写真—6は水門側のコントロール類で、写真—7はパソコン上での操作画面である。

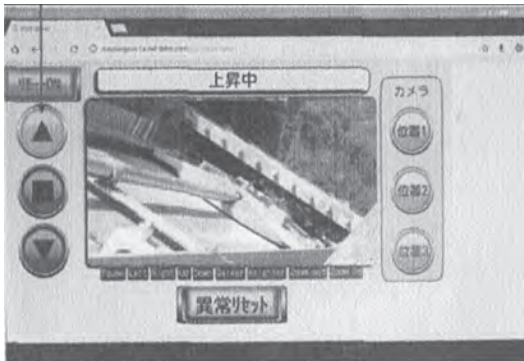
各種の検知装置による自動昇降に加え、カメラによる常時監視と遠隔操作によって異常水量などへの即時



写真—5 施工前と施工後の状況



写真一六 遠隔装置のコントローラー類



写真一七 遠隔装置のパソコン操作画面



写真一八 本事例の設置状況

対応が可能である。通信端末にはパソコン、スマートフォン、タブレットなどが利用でき、インターネットを通じた防災装置の操作（IoT）を実現している。

5. 活用事例

実際に設置した本システムの事例を以下に紹介する。設置状況は写真一八の通りである。

工事名：令和2年度農業工作条件改善事業駒が原2地区3工区（丸山井砂地）水門電動化工事
工事時期：令和3年4月

工事の目的：農業用水の取水と吐出の管理，必要な場合に取水し，余っている場合は吐出させる。

水門扉の寸法：350 mm(W)×300(H)×200(D)
巻き上げ機の数量：2基（取水用，余水吐出用）
太陽光電源：DC24 V×38 Ah×2

遠隔装置の目的①水門の運転と水路の水位の状況をカメラ映像により監視する。
②水門の開閉を遠隔により操作する。
③電動操作は水位計による自動運転，押しボタンによる手動運転を切り替えできるようにする。

遠隔装置の仕様：パソコン，スマートフォン，タブレットを使用し，NTTドコモ4Gタイプ回線を通じてWebサーバーにアクセスすることで24時間の監視・運転を行えるようにする。

設置後の状況：当初の目的通り，水門管理の自動化によって，省力化と管理者の安全確保を実現できた。

6. おわりに

自動水門開閉装置を最初に設置したのは平成20年であり，それから10年以上が経過した。この10年間でパソコン，スマホ等インターネット関連の技術が大幅に向上し，防災技術に遠隔装置の適用が可能となった。本システムもそれらインターネット関連技術を活用することで，当初の目的である安全な水門の管理を実現できた。採用実績も令和3年6月時点で53件となり，防災技術として一定の成果を上げつつある。今後はより大きい水門や異なる種類の水門ゲート（横引ゲートなど）の適用を実現し，技術を通じた社会貢献に臨む予定である。

JICMA

《参考文献》

- 1) 国土交通省【水門陸開の整備・管理のあり方】

【筆者紹介】

橋詰 薫（はしづめ しげる）
（株）サン・パワー社 代表取締役



災害時の信号機倒壊防止に貢献できる高耐久性塗料の開発と実施例

北川 将司

筆者らは信号機の長寿命化を目的として、信号機枠材へ塗装される塗料の高耐久性化に取り組んだ。塗膜の劣化による水や腐食性物質の侵入により、信号機枠材が腐食することは、電子部品の故障や大風や地震などの自然災害発生時の信号機本体の倒壊などにより、甚大な交通障害や事故を誘発する懸念がある。本稿では、新たに開発したふっ素樹脂系粉体塗料について、その耐久性を評価した結果と千葉県内で設置／運用している信号機の実施例を紹介する。

キーワード：信号機, ライフサイクルコスト, ふっ素樹脂系粉体塗料, 高耐久性, 促進耐候性, 屋外暴露耐候性

1. はじめに

近年、日本国内では過去に整備されたインフラ設備の老朽化に伴う故障やライフサイクルコスト（製品の製造費用だけでなく、メンテナンス費用や修繕費用を含めた全生涯に要する費用の総額）の負担増加が問題となっている。特に、インフラ設備の老朽化に伴う故障は、生命に関わる重大な事故を引き起こす事例が発生しており強く懸念されている。また、ライフサイクルコストは、製造費用よりも製造後にかかる費用のほうが高額となるケースもあり、将来の世代に多額の金銭的な負担を残すことが懸念されている。

これは、本稿にて筆者らが紹介する信号機も決して例外ではない。特に、近年では台風や地震といった自然災害発生時に、信号機の故障による交通障害や信号機本体が倒壊するといった二次災害が報告されている。この要因の一つとして、塗装されている塗膜の劣化による信号機枠材の腐食劣化がある。塗膜の役割の一つには、塗装された製品の「保護」がある。これは、水や塩分といった腐食性物質が素地（金属）に接触することを強靱な塗膜が抑制することで発揮されている。しかし、屋外環境下での長期間にわたる紫外線の照射などにより、塗膜を構成する樹脂が分解して塗膜が劣化することで、腐食性物質が塗膜表面から塗膜内部へ侵入するのを許してしまい、素地である金属まで到達することで信号機枠材の腐食を発生させてしまう。信号機枠材が腐食すると、内部で保護されている電子部品の故障や信号機本体の脆弱化に繋がってしま

い、上記で挙げた不具合を発生させると考えられる。また、故障した信号機の修理や交換といったメンテナンス費用の増額も予想されており、将来的な費用負担が懸念されている。

そこで、筆者らは信号機の長寿命化を目的として、信号機枠材へ塗装する塗料の高耐久性化を検討しており、ふっ素樹脂系粉体塗料を開発している。本塗料は、①信号機に現在採用されている塗料よりも優れた耐候性（紫外線に対する耐久性）を有すること、②塗料本体にシンナーが含まれておらず、塗装時にも一切使用せずに塗装できることから、溶剤系塗料と比べてVOC（揮発性有機化合物）の排出量を大幅に削減できる「環境配慮形塗料」であるといった特徴がある。本稿では、本塗料の特徴である優れた耐候性を促進耐候性試験や沖縄県での屋外暴露耐候性試験で評価した結果を報告する。また、千葉県内の2か所（館山市と銚子市）に本塗料を信号機枠材へ塗装した信号機を設置／運用している実施例も紹介する。

2. ふっ素樹脂系粉体塗料の製造方法

本塗料の製造方法を図1に示す。樹脂、硬化剤、添加剤、顔料といった原料を高速ミキサーによって混合した後、押し出し混練機（エクストルーダー）により120～130℃の温度条件で熔融混練を実施して原料同士を練り合わせた後、冷却している。その後、衝撃式粉碎機による微粉碎をした後、所定のメッシュサイズの金網で分級することにより、ふっ素樹脂系粉体塗

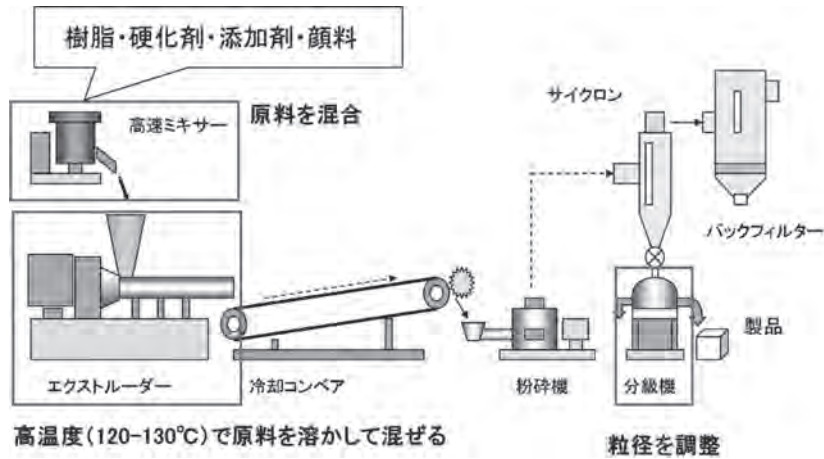


図-1 ふっ素樹脂系粉体塗料の製造方法

料を製造している。

3. ふっ素樹脂系粉体塗料の耐候性評価

(1) 試験片の作製方法と評価内容

評価対象とした塗料の概要を表-1に示す。今回開発したふっ素樹脂系粉体塗料と現在信号機枠材に採用されているポリエステル粉体塗料（高耐候性グレード）を評価対象としている。塗料の色調は、現在信号機枠材で採用されている2色としている。

試験片の寸法と評価項目は表-2に示す。耐候性の評価項目としては、①促進耐候性試験、②沖縄県での屋外暴露耐候性試験としている。以下試験結果を報告する。

表-1 評価対象とした塗料の概要

評価塗料	塗料構成	塗色
F-①	ふっ素樹脂系粉体塗料	3分艶 G15-30B 近似
F-②	ふっ素樹脂系粉体塗料	フルグロス N7 近似
P-①	ポリエステル粉体塗料 (高耐候性グレード)	3分艶 G15-30B 近似
P-②	ポリエステル粉体塗料 (高耐候性グレード)	フルグロス N7 近似

表-2 試験片の寸法と評価項目

試験片寸法	素地	評価項目
70 × 150 × t2 mm	アルミニウム 合金形材 A6063S-T5	促進耐候性試験
100 × 300 × t2 mm	アルミニウム 合金形材 A6063S-T5	屋外暴露耐候性試験 (沖縄県)

*いずれも、6価クロム系化成皮膜処理を施している。

(2) 耐候性試験結果

(a) 促進耐候性試験

促進耐候性試験は、サンシャインカーボンアーク灯式促進耐候性試験（スガ試験機社製 WEL-SUN-HC 型以下 SWOM と記載）を適用して、所定の試験時間が経過した後の光沢値（光沢保持率）、色差、表面状態を評価している。

SWOM 試験 6000 時間までの光沢保持率の経時変化を図-2に色差を図-3に示す。

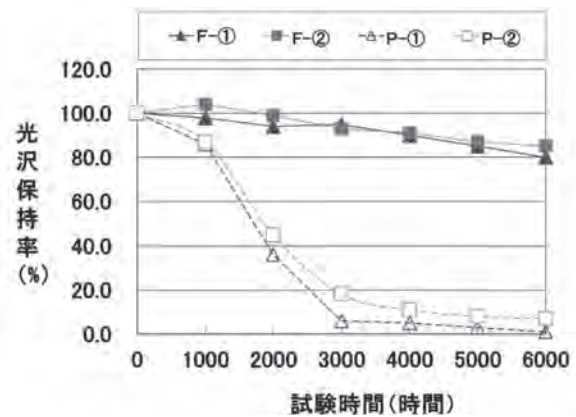


図-2 SWOM 試験による光沢保持率の経時変化

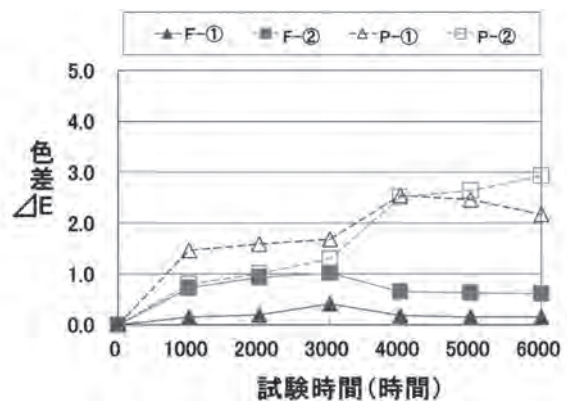


図-3 SWOM 試験による色差の経時変化

ふっ素樹脂系粉体塗料であるF-①とF-②は、6000時間経過後で光沢保持率が80%以上の高い値を保持しており、色差の変化も $\Delta E=1$ 未満と軽微である。これに対して、ポリエステル粉体塗料であるP-①とP-②は、6000時間を経過すると光沢保持率は10%程度まで低下しており、色差の変化も $\Delta E=2.5$ 程度とふっ素樹脂系粉体塗料と比較して大きな値を示している。

(b) 屋外暴露耐候性試験 (沖縄県)

屋外暴露耐候性試験は、沖縄県うるま市内で実施している。暴露試験片は、海岸から20m程度離れた暴露台(南面)上に設置して、所定の暴露期間が経過した後の光沢値(光沢保持率)、色差、表面状態を評価している。

36ヶ月間までの屋外暴露耐候性試験における光沢保持率の経時変化を図-4に、色差の変化を図-5に示す。ふっ素樹脂系粉体塗料であるF-①とF-②は、36ヶ月経過後で光沢保持率が80%以上の高い値を保持している。これに対して、ポリエステル粉体塗料であるP-①とP-②は、12ヶ月経過以降で光沢が大きく低下しており、36ヶ月経過後にはそれぞれ30%程度、10%程度まで光沢保持率が低下している。

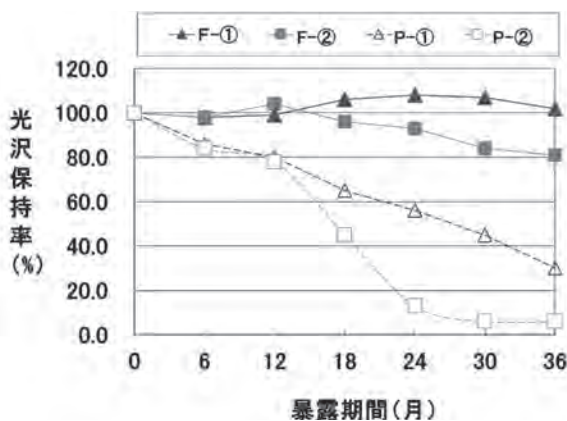


図-4 屋外暴露試験による光沢保持率の経時変化

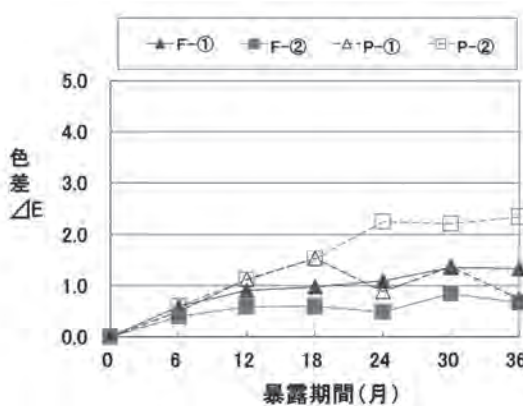


図-5 屋外暴露試験による色差の経時変化

今回評価したいずれの耐候性試験においても、開発したふっ素樹脂系粉体塗料を塗装した試験片は、現行信号機枠材に採用されているポリエステル粉体塗料を塗装した試験片よりも良好な試験結果を示しており、優れた耐候性であると判断される。

4. 信号機の設置/運用例 (千葉県)

3の耐候性評価で良好な試験結果が得られたことを確認したうえで、千葉県警察本部交通部交通規制課の協力の下、千葉県内の2か所(館山市/銚子市)にて評価対象塗料を信号機枠材に塗装した信号機を2014年3月から設置/運用しており、現在も継続している。写真-1, 2に各所で設置/運用している信号機の例を示す。

本試験でも、定期的に塗膜の耐候性を確認しており、光沢値(光沢保持率)、色差、表面状態を評価している。光沢と色調の測定は、信号機枠材の上部水平面で各3点(左端, 中央, 右端)としている。評価の様子を写真-3に示す。



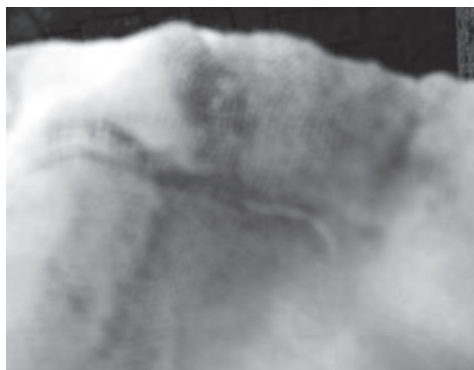
写真-1 千葉県館山市で設置/運用している信号機の例 (F-①/P-①を塗装)



写真-2 千葉県銚子市で設置/運用している信号機の例 (F-②/P-②を塗装)

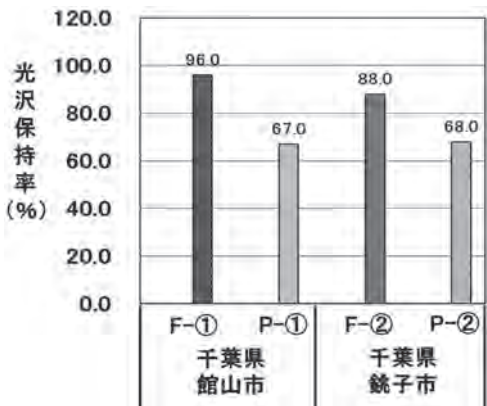


写真一三 信号機枠材の評価の様子（館山市）

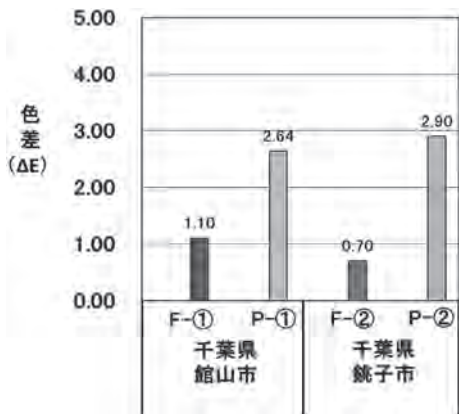


写真一四 P-①を塗装した信号機枠材を洗浄したガーゼ

設置後 48 ヶ月経過後に測定された信号機枠材の光沢保持率を図一六に、色差を図一七に示す。館山市と銚子市に設置している信号機枠材の光沢保持率は、ふっ素樹脂系粉体塗料である F-①と F-②の値（90%程度）がポリエステル粉体塗料である P-①と P-②の値（70%程度）よりも高い値を示しており、色差変化も軽微となっている。



図一六 千葉県内の信号機枠材の光沢保持率（48 ヶ月経過）



図一七 千葉県内の信号機枠材の色差（48 ヶ月経過）

また、館山市で設置／運用している P-①を塗装した信号機枠材の塗膜表面をガーゼで水洗した際に、写真一四に示すようなガーゼへの塗膜の色移りが確認されており、塗膜が白亜化していることが示唆されている。

5. おわりに

今回評価した結果の概要を以下のように示す。

- (1) 開発したふっ素樹脂系粉体塗料は、SWOM 試験 6000 時間経過後や沖縄県における 36 ヶ月経過後の屋外暴露試験において、現在信号機枠材に採用されているポリエステル粉体塗料を大きく上回る高い光沢保持率を保持している。
- (2) 千葉県内で設置／運用している信号機での評価でも、(1)と同様に、48 ヶ月経過後の光沢保持率はふっ素樹脂系粉体塗料を塗装した信号機枠材が高い値を保持しており、ポリエステル粉体塗料を塗装した信号機枠材は、塗膜の白亜化が示唆されるなど塗膜劣化が生じていると判断される。

今後も千葉県内での信号機の設置／運用を継続していき、開発したふっ素樹脂系粉体塗料による信号機の長寿命化によるライフサイクルコストの削減がどの程度期待できるかを検討していく予定である。

*本取組内容については、令和 2 年 4 月に公表された内閣官房の「国土強靱化民間の取組事例集」に掲載されているので、興味のある向きは本事例集を参照されたい。

JCMA

〔筆者紹介〕
 北川 将司（きたがわ まさし）
 大日本塗料(株) 塗料事業部門 金属焼付塗料事業部
 粉体塗料テクニカルサポートグループ
 主任技術員



建築と屋外の風に関する様々な問題を解決する 数値シミュレーションツールの開発

将来のスーパー台風も想定できる数値風洞「Kazamidori[®]」の紹介

田中英之・畔上泰彦

昨今の台風被害の報道などから、将来の気候変動による台風勢力の強まりが実感となりつつあり、建物の耐風設計においてはこれまで以上に強風の影響を高精度に予測し、考慮することが求められている。そのための有用なツールである数値風洞に対する実用化の動きが建築分野でも進んでおり、本稿では、実務で使用している数値風洞の予測精度について紹介する。また、数値風洞と気象解析を連携させて2019年19号台風を対象に実施した現在気候下と将来気候下における数値実験結果についても紹介する。

キーワード：耐風設計, 数値流体計算, 風荷重, 風速, 気象解析, 台風

1. はじめに

近年、日本に上陸した2018年21号や2019年15号、19号などの台風によって、各地で大きな被害がもたらされている。今後、気候変動によって台風の勢力が強まることで¹⁾、これまで50年に1度の強さと想定されていた風速の発生頻度が、数十年先には増加するとの予測もあり、スーパー台風^{a)}の日本上陸も懸念されている。そのため、建物の設計においてはこれまで以上に強風の影響を高精度に予測し、考慮する必要がある。また、強風被害のリスクは周辺の建物の影響によっても増大するため、市街地スケールでも強風の影響を高精度に予測し、様々な建物に対する強風被害のリスクを低減することが求められる。

これまで、精度良く強風の影響を評価して建物の風荷重を算定するためには、評価する建物とその周辺市街地の模型をつくり、実際にその模型に風を当てて測定する風洞実験が行われてきた。近年では、日本建築学会の建築物荷重指針²⁾が2015年に改定され、建物に作用する風力の予測に、これまでの風洞実験に加えて数値流体計算(CFD: Computational Fluid Dynamics)の利用も明記された。さらに、2017年にはCFD適用ガイド³⁾が示され、2020年秋以降、一部の性能評価機関において数値流体計算の結果を耐風設計の性能評価で採用できるようになった。このような背景の中、実用的な数値流体計算ツールである数値風洞の開発が

進められており、建物の耐風設計に活用でき、過去や将来の台風も想定した強風被害リスクの評価が可能な数値風洞の計算結果について本稿にて紹介する。

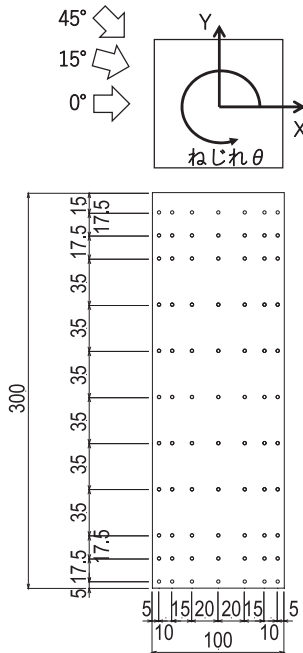
2. 技術概要

本稿で紹介する数値風洞は、建物の耐風設計支援を主目的として最適化したLarge Eddy Simulation(LES)による数値流体計算ツールである。時々刻々と変化する風の流れを計算できる手法を活用し、デジタル空間上で市街地を再現することで、設計対象となる建物だけでなく、周辺の建物に作用する風の力も予測できるため、市街地スケールなど広範囲にわたる強風被害リスクが把握できる。また、気象シミュレーションの結果と連携したことで、過去の特定の台風が上陸した際の市街地内の気象を再現できるだけでなく、将来気候下における台風のシミュレーションなども可能である。

3. 計算精度

建物の耐風設計において数値流体計算の利用が明記されたCFD適用ガイド³⁾では、外圧・風力係数の評価にLESを用いる場合に風洞実験と同等な妥当性のある結果を得るための条件等が示されており、計算ツールの信頼性を確認するための計算(検証1)から適切な計算手法を確認するための計算(検証2)まで段階的な確認計算の実施が事前に求められている。検証1は、単体単純形状建物(図1に示す幅 $B=0.1$ m、高さ $H=0.3$ mの正方形角柱)を対象としたベンチマー

a) スーパー台風：米国の合同台風警報センターが1分平均の最大地上風速で階級分けしている最大強度階級 super-typhoon (130 kts (≒ 66.9 m/s) 以上) の日本語訳⁴⁾



図一 1 ベンチマークテスト対象の正方形角柱と計算風向

表一 1 計算手法

解法	有限差分法 (FDM)
計算コード	Kazamidori®
流体式	Navier-Stokes 方程式
乱流モデル	LES
SGS モデル	標準 Smagorinsky, $C_s=0.12$
空間離散化	2次精度中心差分 +3% の1次風上差分
時間進行法	Adams-Bashforth method と Crank-Nicolson method の半陰解法
圧力解法	残差切除法
格子システム	不等間隔直交格子法 ^{5) ~ 9)}

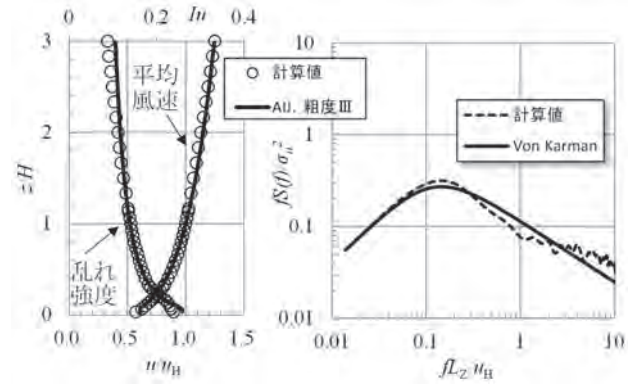
クテストの実施であり、風洞実験結果をもとにした判定範囲内に計算結果が収まること一つの指標となる。当該数値風洞では、検証2に相当する市街地を再現した多くの精度検証を実施しており^{例えば10)}、本章では、検証1のベンチマークテストを実施した結果を紹介する。

(1) 計算手法と条件

ベンチマークテストに用いた数値風洞の計算手法と計算条件を表一1と表一2にそれぞれ示す。表一2の計算条件はCFD適用ガイドを満たすものとなっており、流入境界条件に設定する気流条件は実際の風洞測定洞を再現して生成した。その気流条件は図一2に示すとおりであり、平均風速と乱れ強度の鉛直分布と高さ $z/H=1.0$ における変動風速のパワースペクトル密度は、建築物荷重指針²⁾で示されている粗度区分Ⅲの気流特性を精度良く再現できている。

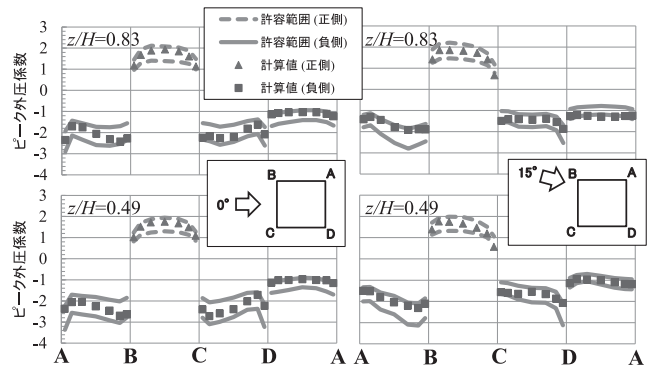
表一 2 計算条件

計算領域	$30B(x) \times 30B(y) \times 20B(z)$
計算格子数	約 1500 万
最小格子幅	$0.01B$
評価時間	40 秒 (実時間 10 分間相当 $\times 5$ 波)
時間刻み	$2.00E-5$ 秒
流入境界	図一 2 の流入変動風 $u_H = 10.1$ m/s
流出境界	移流境界条件
側・上方境界	勾配 0 条件
床・壁面境界	壁関数 (2 層モデル)



(a) 変動風の鉛直分布 (b) 変動風のパワースペクトル密度

図一 2 計算に用いた気流条件



図一 3 ピーク外圧係数 (左図: 風向 0° , 右図: 風向 15°)

(2) 計算結果

(a) 外装材用ピーク外圧係数の結果判定

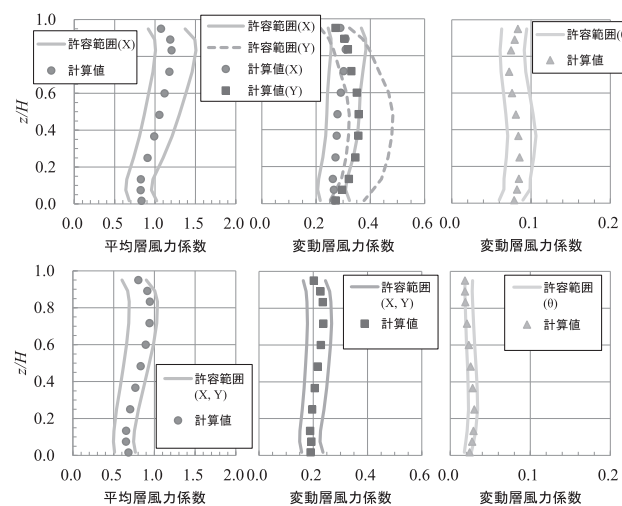
図一3に風向 0° と 15° の場合の水平断面でのピーク外圧係数の分布を示す。それぞれ上段が $z/H = 0.83$ 、下段が $z/H = 0.49$ におけるピーク外圧係数であり、併せてCFD適用ガイドの許容範囲も示している。図一3より、計算結果は許容範囲内に収まっており傾向も良く捉えている。

(b) 構造用風力係数の結果判定

図一4にX方向の平均層風力係数およびX、Y方向とねじれ θ の変動層風力係数の鉛直分布を示す。それぞれ上段が風向 0° 、下段が風向 45° における層風力係数であり、併せてCFD適用ガイドの許容範囲も示

している。図—4では、いずれの結果も許容範囲内に収まっている。

図—3や図—4のように、CFD適用ガイドの単体単純形状建物を対象としたベンチマークテストでは、外装材用風荷重および構造骨組み用風荷重の検討に十分な信頼性の高い結果が得られている。



図—4 層風力係数 (上図：風向0°, 下図：風向45°)

4. 気象解析との連携

2019年10月12日、台風19号は大型で強い勢力を保ったまま伊豆半島に上陸した。この台風の大雨や暴風等により、関東甲信地方を中心に多くの被害を受けた。雨については、10日から13日までの総降雨量が神奈川県箱根で1000mmに達し、多摩川や千曲川といった一級河川の堤防が決壊するなどの被害が発生した。風については、東京都江戸川臨海では最大瞬間風速43.8m/sが記録されるなど、関東地方の7か所で最大瞬間風速40m/sを超える強風が記録された。さらに、1. で述べたように、台風の勢力は将来気候下でさらに強くなっていくことが示唆されており¹⁾、今後はこれまで以上に台風の雨や風による被害が甚大化する可能性が高いと考えられる。そこで本章では、東

京都の街区を対象に、2019年台風19号の再現実験と将来気候下での数値実験を行い、現在と将来気候下での街区内の風の流れ場を比較するとともに、建物面の風荷重の大きさを比較した結果を紹介する。

(1) 使用データ及び計算手法

気象解析は領域気象モデル Weather Research and Forecasting model (以下、WRF) を用いて行い、街区内の風の流れ場の数値流体計算にはWRFの出力を初期値・境界値として、当該数値風洞を用いて行った。WRFの計算時間と計算条件は表—3、数値風洞の計算手法は表—1のとおりである。

(2) 計算結果

(a) 2019年19号台風の再現実験

台風19号が関東地方に接近、通過した10月12日の東京気象台の風速データを見ると最大風速16.8m/s、最大瞬間風速は41.5m/sであり、都心でも非常に強い風が吹走していたことが分かる。図—5には当日21時頃に最も風速が強くなった時間帯の観測値と数値風洞による計算値を示す。観測は図—6に示す計算対象街区の建物Bの屋上、地上約30mにて行い、3次元超音波風速計によって風速3成分の計測データを得た。図—5の観測値を見ると、21時4分ごろの風速が最も強く、ピーク値は27.7m/sを示している。WRFと数値風洞による再現実験による計算値を観測値と比較すると(図—5)、対象時間における観測値と計算値の平均風速はそれぞれ4.24m/sと4.29m/sであり非常に良く一致している。また、21時4分ごろに生じているピーク値もそれぞれ27.7m/s、26.6m/sと良く再現できている。

図—6(a)より、計算対象時間における街区内の地上2mの高さにおける風速の最大値を見ると、A駅前の大通りなどでは10m/s近い強い風が吹走している。また、図—7(a)において対象時間における建物壁面の風荷重のピーク値(正側と負側の風荷重の絶

表—3 計算条件 (WRF)

	Domain1	Domain2	Domain3	Domain4	Domain5	Domain6
使用モデル	WRF-RANS 4.0.3					WRF-LES 4.0.3
初期値・境界値	NCEP-FNL					WRF-RANS
計算開始時刻	12月9日12時					10月12日21時
対象時間	12月12日12時～12月13日0時					12日21時～12日21時20分
鉛直層数	50層					
水平計算格子数	90×90	121×121	130×130	51×51	101×101	100×100
格子間隔	27km	9km	3km	1km	200m	40m

対値を比較し、より大きい値)を見ると、多くの建物壁面では、 -2.0 kN/m^2 以上 2.0 kN/m^2 以下の値を示しているが、高層建物の屋上等では -2.0 kN/m^2 以下のやや大きな負の値を示す部分もあることが分かる。

(b) 将来気候下における 2019 年 19 号台風の数値実験

2019 年 19 号台風を対象に、将来気候下における数値実験を行った。本稿では疑似温暖化手法¹¹⁾を用いて計算を行った。気候シナリオは RCP8.5 シナリオ¹²⁾下での Coupled Model Intercomparison Project Phase5

(CMIP5) の Global Climate Model (GCM) の 30 メンバーアンサンブル平均値を用い、2090 年代 (2080 - 2099 年) を対象に計算を行った。なお、関東周辺 10 月の現在気候と将来気候の気温差は約 4.1°C であることを確認している。

台風が本州に接近した際の気圧配置 (図-8) を見ると、現在気候下 (再現実験) では台風の中心気圧が約 960 hPa なのに対し、将来気候下では約 930 hPa と約 30 hPa 低くなることが分かった。次に関東地方の地上約 160 m の風速 (図-9 (a)) を見ると、現在気

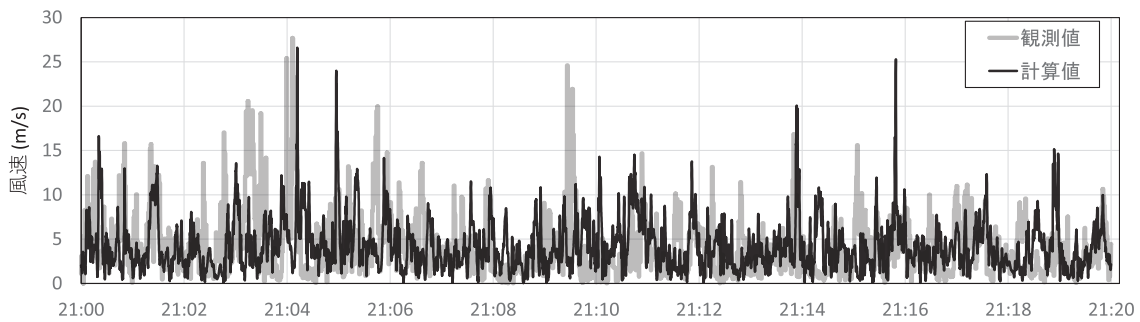


図-5 10月12日の建物B屋上の風速

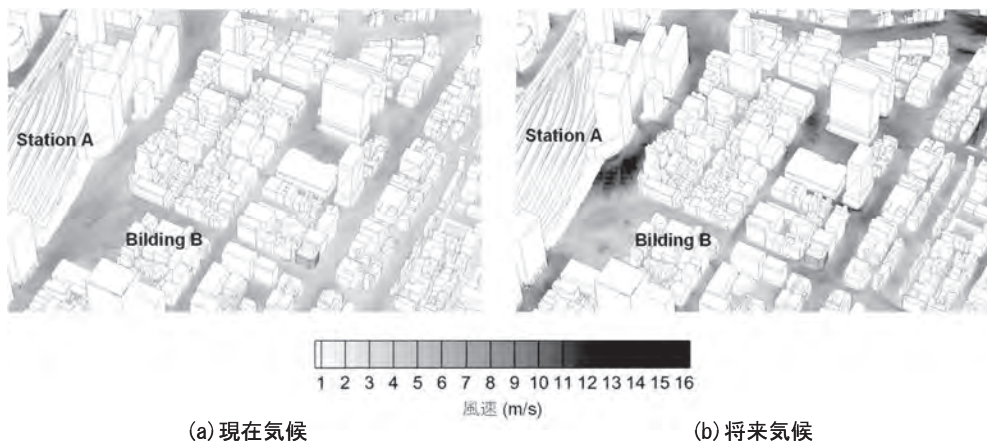


図-6 計算対象時間における地上2mの風速の最大値

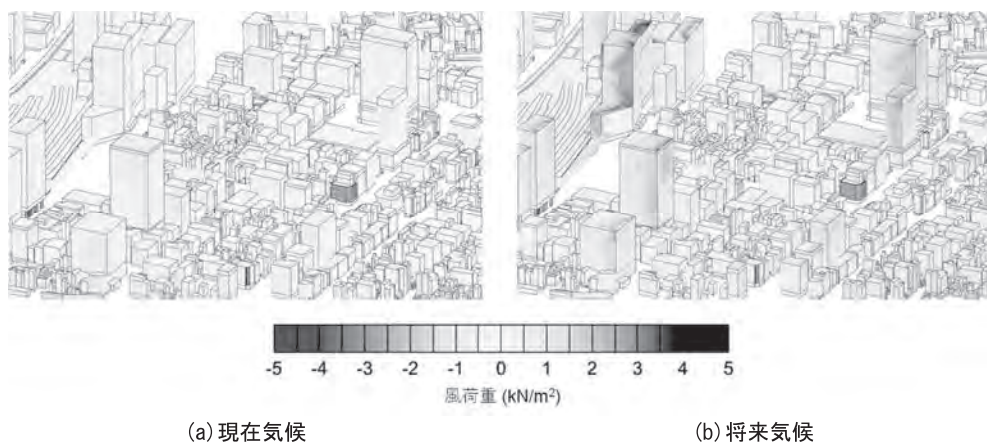
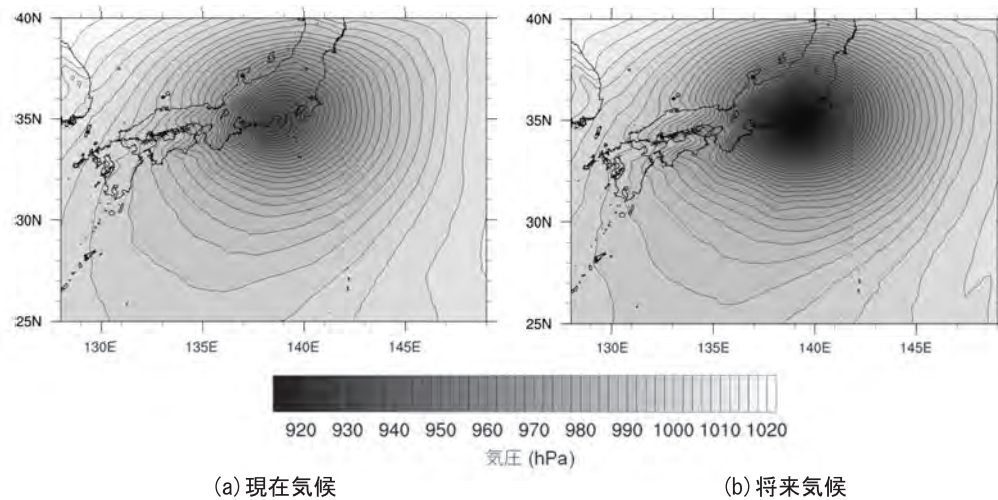
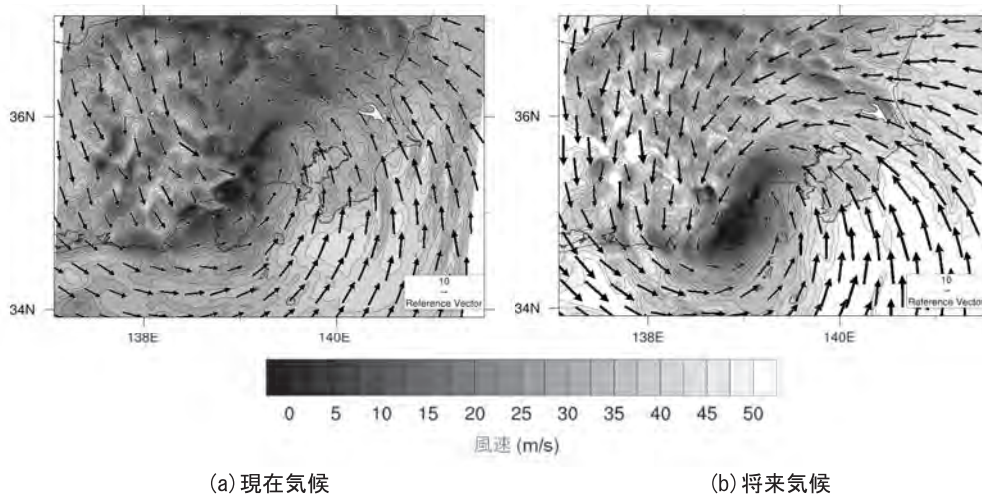


図-7 計算対象時間における建物面の風荷重のピーク値



図一8 2019年19号台風を対象とした気圧配置



図一9 2019年19号台風を対象とした地上160mの風速

候下（再現実験）では東京都や千葉県の沿岸部等の風速が大きい地域では約 40 m/s の風速を示している。一方、将来気候下で計算した風速を見ると（図一9 (b)）、千葉県沿岸では約 52.5 m/s という非常に強い風速を示しており、内陸においてもほとんどの地域で 30 m/s を超える風速を示している。なお、現在気候下（再現実験）と将来気候下での数値実験では、台風の移動速度や進路が異なることに注意されたい。

将来気候下における WRF の数値実験で得られたデータを初期値・境界値として本数値風洞を用いて計算対象とした図一6、7の地上風速と建物面の風荷重の計算を行った。図一6 (b) に示す街区内の計算対象時間における地上風速の最大値に注目すると、多くの場所で風速 10 m/s を超え、場所によっては 16 m/s を超えるような風速を示している箇所もあることが分かる。また、対象時間における建物壁面の風荷重のピーク値（図一7 (b)）を見ると、正側では多くの建物壁面で、1.5 ~ 3.0 kN/m² の値を示している。一方、負

側では高層建物の屋上や隅角部を中心に、-4.0 kN/m² 以下の非常に大きな値を示している部分も多くあり、将来気候下では現在気候下よりも建物へ大きな風荷重が作用する可能性が高いと考えられる。

5. おわりに

建物の耐風設計に活用する目的で、時々刻々と変化する風の流れを計算できる数値風洞の実用化が進められている。数値風洞で日本建築学会の CFD ガイドラインで示されている単体単純形状建物を対象としたベンチマークテストを実施し、その計算結果から、耐風設計に活用できる信頼性の高い結果が得られた。

2019年19号台風を対象に、現在気候下と将来気候下において数値実験を行った。その結果、将来気候下では現在気候に比べ地上160mの風速が10m/s以上増加する地域が多く、沿岸地域では50m/sを超える強い風が吹く可能性がある。また、建物面の風荷重の

負側のピーク値は、 -4.0 kN/m^2 以下という大きな値を示す部分も多く発生する可能性があることが分かった。これらの結果から、今後更なる強風対策が必要であると考えられる。なお、今回の計算はある一つのケースを対象としたものであり、将来気候下における台風の性状や街区内の風の流れ場に関しては今後更なる数値実験を行う必要がある。

謝 辞

本稿で紹介した研究の実施に際し、筑波大学計算科学研究センター日下博幸教授と Quang-Van Doan 氏には貴重なご助言を頂いた。ここに記して謝意を表す。

JCM A

《参考文献》

- 1) Pachauri, Rajendra K., et al, Climate change 2014, synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Ippc, 2014
- 2) 日本建築学会, 建築物荷重指針・同解説, 2015
- 3) 日本建築学会, 建築物荷重指針を活かす設計資料 2 - 建築物の風応答・風荷重評価 / CFD 適用ガイド, 2017
- 4) 坪木和久, スーパー台風, 天気, Vol.65, No.6, pp.73-75, 2018
- 5) 梶島岳夫, 不等間隔格子に適合する対流項の差分法, 日本機械学会論文集 (B 編), 65 巻, 633 号, pp.103-108, 1999
- 6) 森西洋平, 非圧縮性流体解析における差分スキームの保存特性(第2報, スタガードおよびコロケート格子系の差分スキーム), 日本機械学会論文集 (B 編), 62 巻, 604 号, pp.84-91, 1996

- 7) 松尾裕一, 桑原匠史, 池知直子, 中森一郎, BAMR 法に基づく並列 LES コードにおける計算効率の改善, 第 24 回数値流体計算力学シンポジウム, E4-5, 2010
- 8) 池野勉, 梶島岳夫, 境界植え込み法に整合するポアソン式の差分表現, 日本機械学会論文集 (B 編), 70 巻, 697 号, pp.1-7, 2004
- 9) 丸山敬, LES による粗面上の乱流境界層の数値計算, 風工学シンポジウム論文集, Vol.18, pp.57-62, 2004
- 10) Tanaka, H., Konno, N., Ohtake, K., Tsuchiya, N., Prediction Accuracy of Wind Forces Acting on High-rise Buildings in Urban Areas by Large Eddy Simulation, Proceedings of the Sixth International Symposium on Computational Wind Engineering in Hamburg, 2014
- 11) Kimura, F. and Kitoh, A., Downscaling by pseudo global warming method, The Final Report of ICCAP, pp.43-46, 2007
- 12) IPCC, Fifth Assessment Report : Climate Change 2013 (AR5) , 2013

【筆者紹介】

田中 英之 (たなか ひでゆき)
 (株)竹中工務店 技術研究所
 環境・社会研究部
 都市気候グループ
 主任研究員



畔上 泰彦 (あぜがみ やすひこ)
 (株)竹中工務店 技術研究所
 環境・社会研究部
 都市気候グループ
 研究員



軽くて便利な土を使わない土のう

吸水性土のう アクアブロック

村井和男

近年、気候変動の影響により水災害が頻発化しており、建屋の浸水や地下施設等への流入対策品の需要は年々高まっている。水被害を最小限に抑えるには、早期の対応が重要になるが、一般的に使用される土のうは、製作するまでに時間と労力がかかることから、事前に準備しておく必要がある。また、使用後の保管場所や処分方法などの課題もある。そこで本稿では、これらの問題を解決すべく、水を吸水して膨張する土を使わない便利な土のうについて紹介する。

キーワード：水害対策, 浸水, 止水, 土のう, 吸水, ポリマー, 麻袋

1. はじめに

日本の年平均気温は、ここ100年あたりで1.26℃の割合で上昇¹⁾している。地球温暖化の進行に伴い、猛烈な雨（1時間降水量50mm以上の雨）の年間発生回数も増加²⁾している（図-1）。

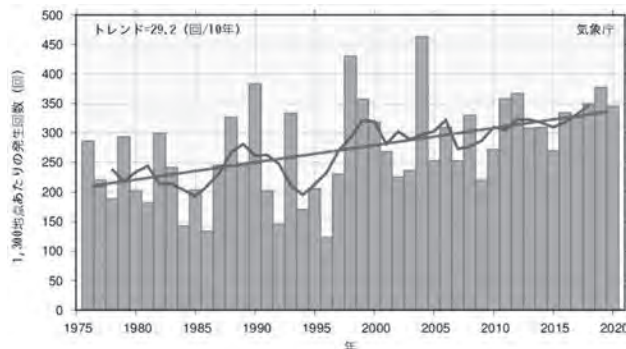
その影響もあり、平成20年から平成29年の10年間では、約97%以上の市町村で水害・土砂災害が発生³⁾しており、今後も台風や豪雨による風水害の発生リスクは高まってくる。

台風や豪雨等の気象情報は、予想として事前に得ることは出来るが、被害に至るかどうかは判断できない。

従って、緊急時に即応できるように事前準備をしておくことが重要になる。対応の一つに土のうがあるが、一般の土のうは、土を用意して袋詰めすることから、事前に作り置きしておく必要がある。しかし、実際に使用するかわからない準備に、時間と労力を使うのはあまり効率的とは言えない。そこで必要時、水に浸けると短時間で膨らむ吸水性土のうが代替品として有効的である。使用前は1枚400gと軽量かつコンパクトで保管スペースを取らず、水に浸けて膨らませれば20kg（品種により重量は異なる）の土のうとして使用できるため、いざという時に迅速な対応ができる（写真-1）。

2. 一般土のうと吸水性土のう比較

一般土のうと吸水性土のうの比較について述べる（表-1）。



・棒グラフ（緑）は各年の年間発生回数を示す（全国のアメダスによる観測値を1,300地点あたりに換算した値）。
 ・太線（青）は5年移動平均値
 ・直線（赤）は長期変化傾向（この期間の平均的な変化傾向）

図-1 [アメダス] 1時間降水量50mm以上の年間発生回数





写真-1 吸水前（左）と吸水後（右）

(1) 製作所要時間

一般土のうの製作所要時間は、作り手側の技量や経験等によって差は生じるが、1個あたりおおよそ2～3分かかかる。これを長時間継続で考えると、体力的な面から作業効率低下し、更に時間はかかる。その点、吸水性土のうは、水に約3分浸けると膨らむので、複

表一 一般土のうと吸水性土のうの比較

土のう種類	一般土のう	吸水性土のう
作り方・積み方		
	袋の中に土を入れる。入れ終わったら口を紐で締める。必要な幅・高さ分の数を作って積み上げる	吸水性土のう本体を水に約3分浸し吸水させる。必要な幅・高さ分の数を作って積み上げる
製作所要時間	約2～3分/個（但し2人作業）	約3分/個（複数個同時で数量増も可）
機動性	土（砂）の用意が必要。作り置きが必須	水の容器（タンク、水槽）の用意が必要
保管スペース	作り置き土のうの保管スペースが必要	省スペースで保管可能
使用後の処理	残土を産業廃棄物として処理	脱水後、各自治体の処理方法に従って廃棄

数個を同時に浸けることで時間短縮が図ることができる。因みに一般土のうの製作は基本2人で行うため、すでに労力面で差が出ている。

(2) 機動性

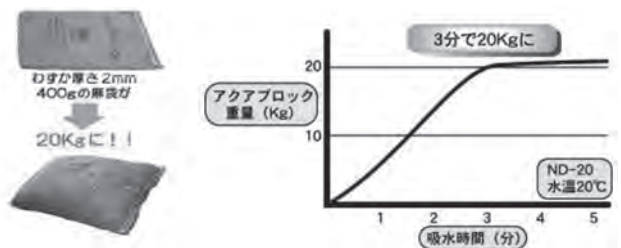
浸水や流入の対策は、早期の対応が重要となる。機動面からみて一般土のうは、事前の作り置きが必須となるが、吸水性土のうは、状況を確認しながら準備・対応が行える利点がある。

(3) 保管スペース

一般土のうは、中に詰める土（砂）の準備に加え、作り置きした土のうの保管スペースが必要になるが、吸水性土のうは、1枚400g（20枚入り/箱）と軽くてコンパクトなため、保管スペースを取らない。

(4) 使用後の処理

使用后、備えとしてシーズン内の保管はあり得るが、シーズンを過ぎると場所の問題から処分の必要性が出てくる。一般土のうは、残土を産業廃棄物として処理する必要があるが、吸水性土のうは脱水後、一般廃棄物として処理することができる（但し、廃棄方法は各自治体によって異なるため要確認）。



図一 吸水による重量と時間の関係



写真一 陰干しによる脱水処理

因みに、製品は天然素材でできており、焼却してもダイオキシンなどの有害物質は発生しない。また陰干しで脱水させた後、再吸水できる（再利用型）タイプもあり、1シーズン内で繰り返し使用できる。

(2) 使用用途

使用用途は、通常の土のうとして使用するのとは勿論だが、吸水性の特長を生かした除水・吸水作業にも使用することができる。

- ・流入防止：地下道・地下街・地下駐車場など地下への流入防止用
- ・浸水防止：車庫・店舗・家屋の床下・床上浸水の防止用
- ・除水、吸水：ゴルフ場のバンカーや工事現場の溜まり水などの除水用

3. 製品の概要

(1) 製品概要

吸水性土のうは、吸水剤に高吸収性ポリマーを使用しており乾燥状態で400gと軽く、水に浸けると約3分で20kg（品種により重量は異なる）まで吸水膨張する（図一）。

使用後は、陰干しで脱水（または脱水剤を混ぜて脱水）させて一般廃棄できる（写真一）。

4. 製品の特長

- ・NETIS（国土交通省）登録品
2010年12月27日に国土交通省NETIS登録品（NETIS登録番号 CG-100027-VE）として登録（写真—3）。
- ・再利用が可能（NDシリーズのみ）
屋外で陰干しすると、約1～1.5割の大きさまでもどり、再利用することができる。但し、気温や天候により乾燥するまでの日数は変わる。
- ・滑りにくく環境に優しい麻袋を使用
天然素材の麻袋を使用することで、積み重ねしても滑りにくい。また自然分解しやすく環境にも優しい。
- ・頑丈、強固な製品
麻袋は均一で細かい網目で一重構造の天然麻を丁寧に内縫い仕上げ（写真—4）しており、非常に頑丈、強固である。落下試験（5.5m）、荷重試験（荷重200kg）、杭打ち試験において破損・破裂がないことを確認（写真—5～7）。



写真—3 NETIS登録品



写真—4 内縫い仕上げ



写真—5 落下試験 (5.5m)



写真—6 荷重試験 (荷重 200 kg)



写真—7 杭打ち試験

5. 使用方法

使用方法は、麻袋中の小袋を手で揉み水に浸け込む。水をかけるだけでは十分に吸水しないため、全体が完全に浸かる容器に入れるのが効率的である。約3分間放置後17～21kg（品種により重量は異なる）まで膨らみ土のうとして使用可能となる（写真—8、注：水温や水質により吸水スピードは変化する）。

並べ方は隙間を無くすよう3～4cm重ねるイメージで置く。一般土のうと比べると自在に変形できない分、多少隙間が出やすくなるため、止水効果を高める場合はシート等の併用を推奨する。また、高く積み場合は後列に支えが必要になる。

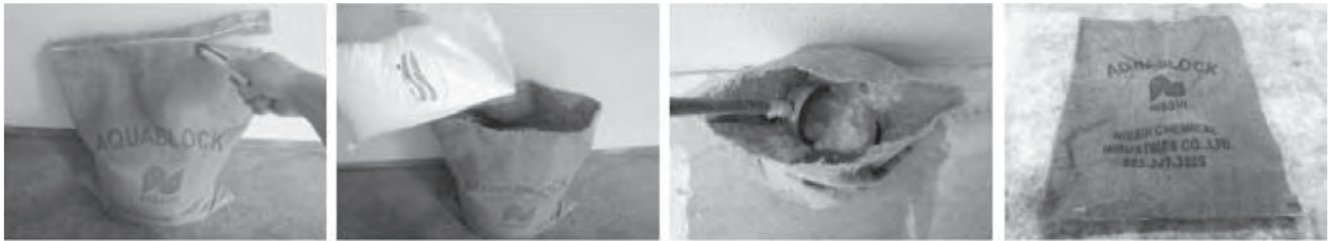
(1) 再利用タイプ

再利用タイプの場合、基本1シーズン内とし再利用回数は2～3回程度としている。

- ①再利用する場合は直射日光を避け、風通しのよい場所で1～2ヶ月を目途に陰干しする。吸水剤は紫外線に弱いため、直射日光で乾燥させた場合、再利用できなくなることがあるので注意。
※乾燥時は流出物、および吸水した水が流れ出るため、水はけのよい場所または流出物を直ちに処理できる場所で行う。
- ②2～3kgまで乾燥させ低温低湿な場所で保管する。2～3kgまで乾燥しなくても再利用は可能だが、乾燥しすぎると内容物が固化して再利用できなくなることがある。
- ③乾燥保管後は徐々に劣化するため早めに使用する。未使用品については5年間、再利用する場合は1シーズンの間に使用。ただし、再利用で1シーズンの間であっても使用状況により再利用できない場合がある。
- ④再利用時には、吸水剤がまとまっているため、麻袋から中身が出ない程度に揉みほぐす。強く揉みすぎると吸水剤が袋から流出し、再利用できなくなることがある。



写真—8 吸水性土のうの製作手順



写真—9 脱水剤を用いた脱水手順

⑤再利用回数は2回以上可能だが、再利用時の重さは、利用回数を重ねる毎に少なくなる。(再利用1回目⇒約80%，2回目⇒約75%)また、再利用時は吸水時間が延びるため、10分程度水に浸けて大きくしてから使用する。

(2) 海水タイプ

通常の吸水性土のうは、真水対応のため海水では吸水しない。海水対応する場合は、必ず海水専用の土のうを使用しなければならない。

(3) 脱水処理方法 (写真—9)

脱水剤を使用する場合は廃棄する場合に限る。

- ①使用後の吸水性土のうを立てた状態で上端部を切り開く。
- ②その中に脱水剤の所定量の半分を2回に分けて入れる。
- ③1回目に所定量の半分を入れ5分間かき混ぜて重量を半減させる。
2回目に残り半分を入れ5分間かき混ぜ2～3kgまで脱水させる。
- ④脱水後、各自治体の条例に従って廃棄する。

6. おわりに

本稿では一般土のうに代わり、迅速対応しやすい吸水性土のうについて紹介した。出来れば使用する機会はない方が望ましいが、いざという時のための準備対応として、このような製品があることを今後企業・自治体へ広く紹介していきたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 気象庁 web サイト 日本の年平均気温偏差の経年変化
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_jpn.html
- 2) 気象庁 web サイト 全国 (アメダス) の1時間降水量50mm以上の年間発生回数
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme_p.html
- 3) 国土交通省 水管理・国土保全「河川事業概要2021」パンフレット
https://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/kasen/gaiyou/panf/pdf/index2021.html

【筆者紹介】

村井 和男 (むらい かずお)
株昭電
成田工場 地震対策システム部
部長



幾重にも蛇行する地下トンネルを掘進, 一次覆工のまま暫定供用を開始

荒 東 伸 一

筑紫野市街地に甚大な被害をもたらした浸水被害の再発防止を目標とし、平成27年度より高尾川床上浸水対策特別緊急事業が着手された。高尾川地下河川築造工事は、高尾川の河川直下に延長約1.04 km、外径φ6.0 mのトンネルを泥土圧シールド工法で構築するものである。

川幅の狭い河川直下を縦断するため、連続する多数の急曲線施工(R=16 m～60 m, 27箇所)や、硬質地盤(風化花崗岩)の掘進といった非常に厳しい難条件下でのシールド工事であった。また、一次覆工の施工完了後、二次覆工が未施工の状態ですべて暫定的に地下河川の運用を行った。本稿では本工事の概要について述べる。

キーワード：泥土圧シールド工法, 地下河川, 急曲線, 風化花崗岩, 暫定供用

1. はじめに

高尾川・鷺田川流域では、近年浸水被害が頻発しているため河川改修が実施されていたが、平成26年8月の豪雨によって、下流の鷺田川改修後に着手予定であった高尾川流域において床上浸水が発生し、筑紫野市街地に甚大な被害をもたらした。そのため、浸水被害の再発防止を目的とし、平成27年度より高尾川床上浸水対策特別緊急事業が着手された(図-1)。高尾川地下河川築造工事は、当事業のうち地下河川整備を実施するものであり、高尾川の河川直下に延長約1.04 km、外径φ6.0 mのトンネルを泥土圧シールド工法で構築するものである。

本工事は、川幅の狭い河川直下を縦断するため、連続する多数の急曲線施工(R=16 m～60 m, 27箇所)や、硬質地盤(風化花崗岩)の掘進といった非常に

厳しい難条件下でのシールド工事であった。また、一次覆工の施工完了後、二次覆工が未施工の状態ですべて暫定的に地下河川の運用を行った。

2. 工事の特徴と課題

以下に、本工事の特徴と課題について述べる。

(1) 急曲線施工

高尾川床上浸水対策特別緊急事業は、市街地において限られた期間内に事業効果を発現させる必要があるため、従来の用地買収を伴う河道拡幅等ではなく、地下河川によるバイパスで計画が進められた¹⁾。その結果、高尾川地下河川の路線は、両側に家屋が密集し蛇行する狭い河川区域内に収めるよう計画され(図-2)、シールド平面線形は河川直下を縦断する形で最



図-1 高尾川床上浸水対策特別緊急事業区間の状況

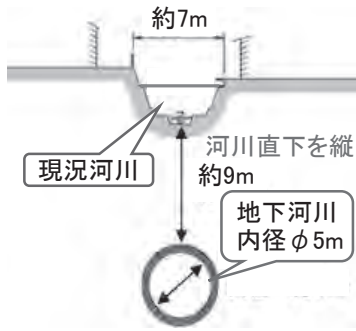


図-2 標準断面図

小 R/D=2.6 を含む連続する多数の急曲線 (R=16 m ~ 60 m, 27 箇所) で構成されている (図-3)。

そのため、シールドの操作性向上およびセグメントの施工時荷重への対策が課題となった。

(2) 硬質地盤 (風化花崗岩) の掘進

施工場所は、博多湾に注ぐ河川中流域の扇状地性の地形であり、周辺の丘陵地には基盤岩として中生代白亜紀の早良花崗岩が分布している。一般に地表部の花崗岩は著しく風化作用を受け、いわゆる“まさ化”が進んで土砂状になっていることが多い。

当該地点の地質調査結果からも、シールド断面は概ね N 値 50 ~ 300 を示す DH 級の風化花崗岩が分布し、一部の区間で掘削断面の下半に CL 級相当の風化花崗岩 (一軸圧縮強度 : 5 MN/m² 以下) が出現する場合があると想定された (図-4)。これにより、当初計画時は硬質な土砂相当の地盤と判断され、強化型先行ビットを主体とした摩耗対策によりビット交換は不要と想定された。また、大きな岩片の取り込みの制限とビット配置スペースを確保するため、面板型のカッタ

フェースを採用した。

しかし、発進から約 60 m の掘進後に、著しいカッタトルクの増大と掘進速度の低下に陥り、一向に回復する兆しが見られなかった (図-5)。

これにより、ビットの早期摩耗および面板、チャンバーの閉塞が懸念され、これらの対策を早急に行うことが課題となった。

3. 課題への対策と対応

以下に、前章で述べた課題に対する対策と対応について述べる。

(1) 急曲線施工の対策

連続する急曲線施工にあたり、シールドの操作性向上およびセグメントの施工時荷重への対策については、以下を実施した。

(a) シールド機

本工事では、外径φ6.14 m の泥土圧シールドを適用した。主な仕様を表-1 に、全体構造を図-6 に示す。

前述した地質条件 (硬質な土砂相当) のもと、強化型先行ビットによる切削を主体とし、発進時の NOMST 切削用に特殊先行ビットを配置した。なお、万が一の風化花崗岩のコアストーンの出現や到達時の NOMST 切削に備え、一部に交換式の強化型先行ビットを採用している。カッタフェースについては、大きな岩片の取り込み制限とビット配置スペースの確保のため、面板型を採用した。

連続する急曲線の施工に対しては、操作性の向上や

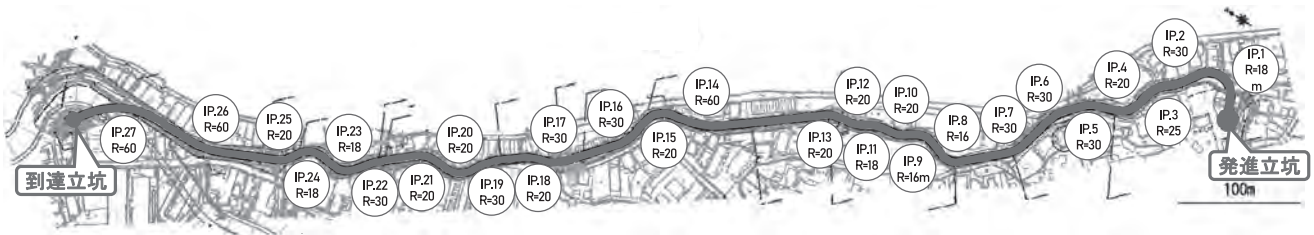


図-3 路線平面図

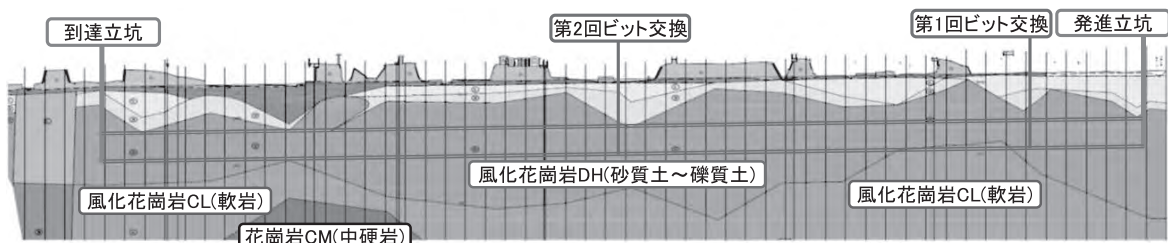
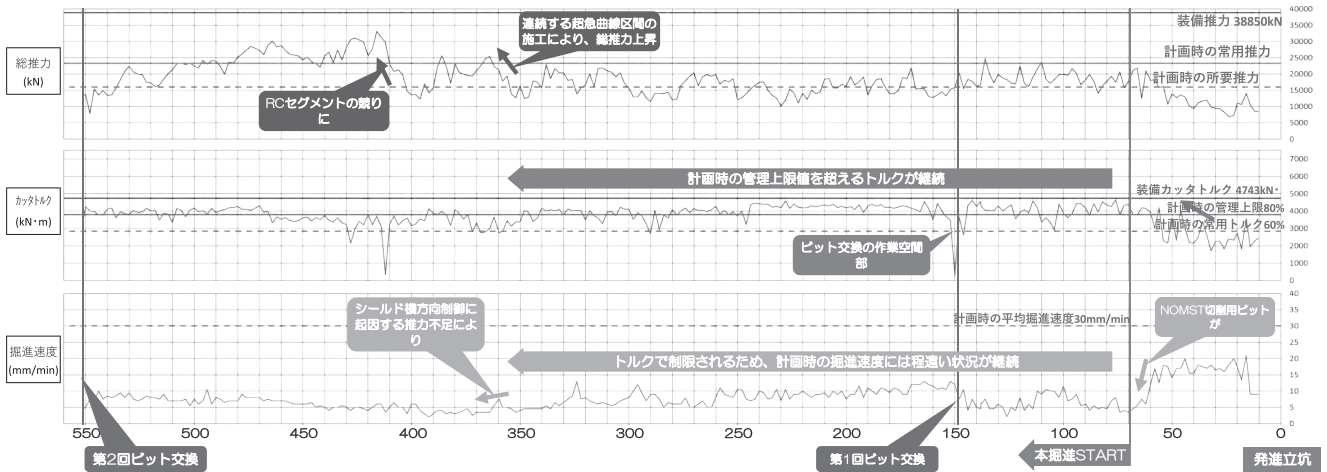


図-4 地質縦断面図



図一五 シールド掘進状況 (発達～第2回ビット交換)

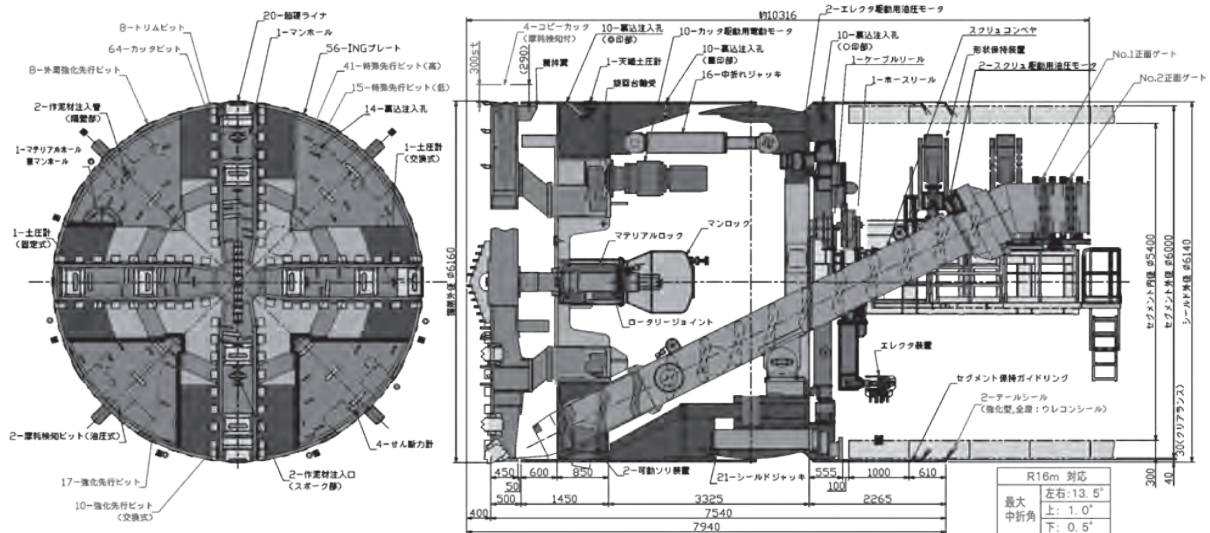
表一 一 シールドの主な仕様

シールド仕様	
伸長速度	50 mm/min
推進力	38,850 kN
単位面積当りの推力	1,312 kN/m ²
シールドジャッキ	1,850 kN×1,150 st×35 MPa×21 本
中折れ仕様 (R = 16 m)	
中折れジャッキ	2,000 kN×900 st×35 MPa×6 本
	2,000 kN×1,150 st×35 MPa×10 本
最大中折れ角	左右 : 13.5°
	上 : 1.0°
	下 : 0.5°
カッタ仕様	
駆動トルク	4,743(常用)/7,114(瞬時最大)kN・m
α 値	20.5 (常用)/30.7 (瞬時最大)
回転速度	0.91 rpm
コピーカッタ仕様	
コピーカッタジャッキ	165 kN×300 st×21 MPa×4 本

余掘り量の低減，テールクリアランスの確保のため，セグメント幅を最大1.0 mに抑制し，Kピースを半径方向挿入型としてシールド機長をできる限り短縮した。さらにコピーカッタのストローク（300 mm）に余裕を持たせるとともに，硬質地盤で酷使することを考慮して装備数を2台から4台に増強した。その他，急曲線施工におけるテールシールのトラブル防止のためウレタン充填式のテールブラシを採用し，河川直下での施工を考慮してスクリーゲートを二重化した。また，ジャッキパターンの選択による方向制御に替えて，ジャッキ圧の自動調整で方向制御が可能なFLEXシステムを採用した。

(b) セグメント

シールド線形は，R/D=2.6 (R=16 m) をはじめとした非常に厳しい急曲線が連続しており，施工時には線形の逸脱や蛇行修正の度合い，頻度が通常の急曲線施工より増加すると考えられた。そのため，シールド



図一六 シールド全体構造図

テールとセグメントの競り、シールドジャッキの片押しや偏心量が増大した状態でのジャッキ推力の作用など、施工時荷重の影響増大が懸念された。

セグメントの設計に当たっては、これらの施工時荷重を考慮し、縦リブ、継手板、リング間ボルト、主桁を補強した。さらに、ジャッキパターンごとにトンネル軸方向・横断方向の構造計算を実施し、各セグメントの耐力を把握することで、ジャッキ推力の上限値を施工管理に反映させた。

セグメントの割付についても、急曲線施工の影響範囲内となる急曲線区間の前後1機長分(L=8.0 m)は、トラブル発生時に対応しやすい鋼製セグメントを配置することで、急曲線施工時の影響を緩和した。その他、R=30 m以下の急曲線部では裏込め材注入袋付きセグメントを採用した。

(2) 硬質地盤（風化花崗岩）の掘進対策

ビットの早期摩耗および面板、チャンバーの閉塞の対策については、以下を実施した。

(a) ビットの早期摩耗対策

発進から約60 m以降の掘進状況が継続する場合、当初のビット許容摩耗量50 mmでは計4回のビット

交換が必要となる。一方、ビット交換には補助工法（地盤改良）が必要となるが、地上部の施工ヤード確保等の制約もあるため、ビットの長寿命化を図ることによって交換回数を減らす必要があった。

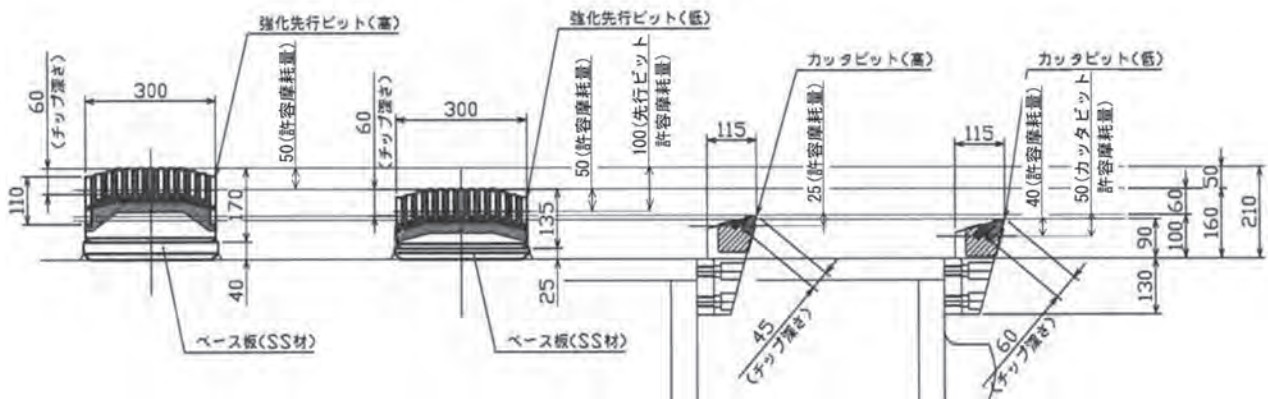
ビットの長寿命化については、強化型先行ビットの増設と高低差配置により、許容摩耗量100 mmを確保した。カッタビットについても同様に高低差配置とし、許容摩耗量50 mm（当初25 mm）を確保した（図一7、8）。また、これらの改造を含む1回目のビット交換を掘進延長136 m地点、2回目のビット交換を掘進延長542 m地点で実施する計画とした。

(b) 面板、チャンバーの閉塞対策

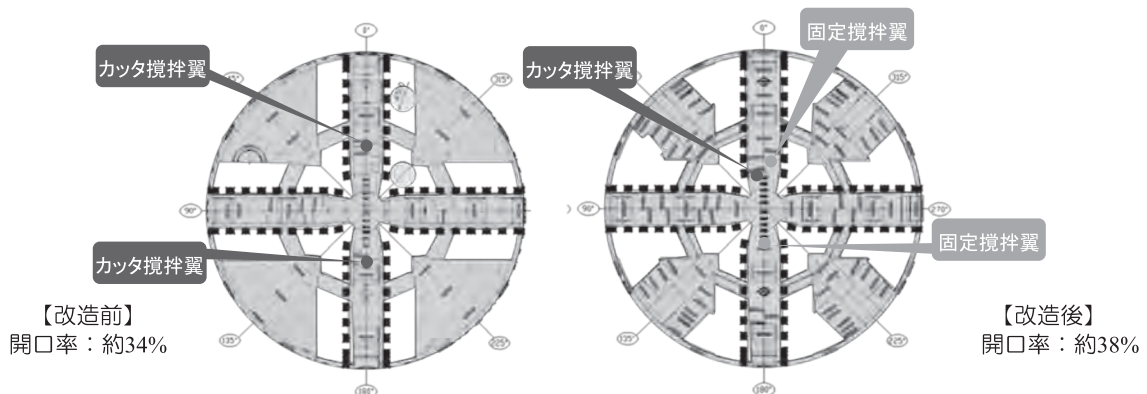
1回目のビット交換時にカッタ中心部に掘削土砂の閉塞が確認されたため、補助面板の一部を切り欠き、面板の開口率を34%から38%に拡大した。また、カッタ中心付近への攪拌翼の追加等を実施した（図一8）。

4. 施工結果

以下に、施工結果について述べる。



図一7 ビットの高低差配置



図一8 面板の改造と攪拌翼の追加

(1) 急曲線施工の結果

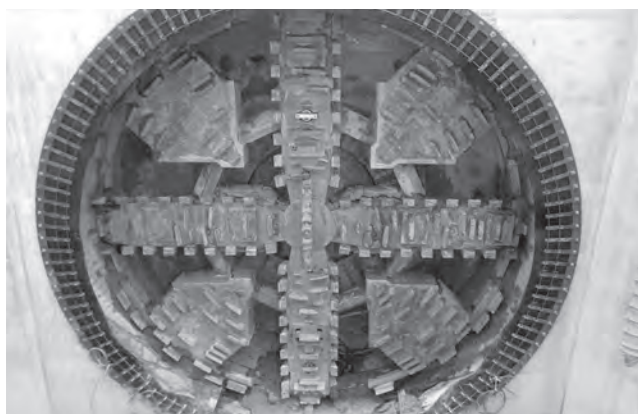
急曲線施工に関しては、種々の対策を講じた結果、線形を逸脱することなく、また、鋼製セグメントの破損や変形、漏水なども発生せずシールド掘進を終えることができた(写真—1, 2)。ただし、縮径に伴うテール内への裏込め材の浸入、固結により、RCセグメントの一部損傷やテールシールの交換が必要となったことについては、今後の急曲線施工の課題である。また、コピーカッタについては4台に増強を行っていたが、想定以上の摩耗量が確認されたため、2回目のビット交換時にコピーカッタ4台全ての交換も実施している。

(2) 硬質地盤(風化花崗岩)の掘進結果

途中2回のビット交換により、到達までの掘進を終えることができた。概ね予測計算通りのビット摩耗量が観測されており、ビットの長寿命化を行っていなければ、到達までの掘進が不可能な状況であったと考えられる。また、コピーカッタについては4台に増強していたが、想定以上の摩耗量が確認されたため、2回目のビット交換時にコピーカッタ4台全ての交換も実施した。面板やチャンバーの掘削土砂の固着や閉塞に



写真—1 4連続急曲線 (IP.10~13 : R=20m, 18m, 20m, 20m)

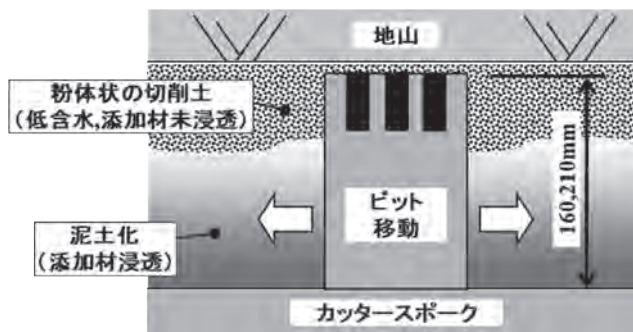


写真—2 到達状況

については、面板改造と攪拌翼の追加、および添加材の変更によって改善された。

ただし、掘進状況については、高トルク、低掘進速度の状態が解消されることがなかった。これについては、2回目のビット交換時に切羽にて原位置試験を実施した結果、一軸圧縮強度が16 MN/m²の値を示しており、想定を超える地盤の強度がカットトルク増大の一因であったと考えられる。

また、今回、室内試験を実施した結果、添加材が浸透せずに含水量の小さい岩盤切削ズリの塑性流動性が十分でない場合、推力により土粒子のかみ合わせでせん断抵抗が増大する可能性があることがわかった(図—9)。含水比の小さい岩盤、硬質土の泥土圧シールドにおいては、特にビット高さが高い場合に、添加材がビット先端まで浸透するよう、注入孔を切羽に近づける等の配慮・工夫が必要であると考えられる。



図—9 ビット先端での状況(想定)

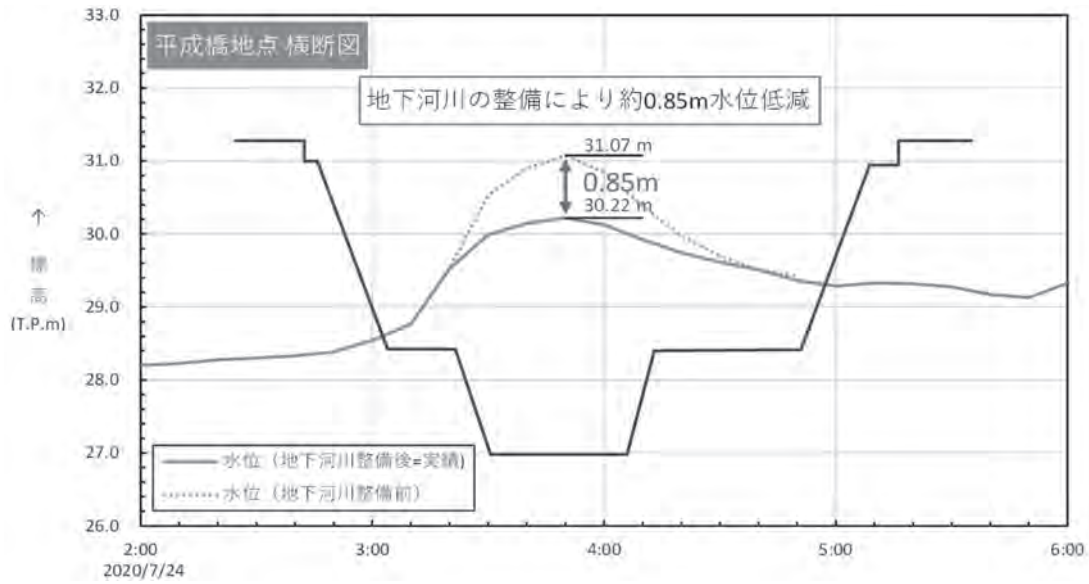
5. 暫定供用

前述したような課題を乗り越え、シールド機は令和2年3月に到達し、令和2年6月には二次覆工未施工の状態にて暫定的に地下河川の運用が開始された。

令和2年6月~9月の4か月間に計26回の流入が確認され、一定の事業効果が得られた(写真—3)。参考として、令和2年7月24日の降雨をモデルとして効果を検証したところ、約85cmの水位低減効果*が見込まれ、事業実施前の堤防高を踏まえると河川の氾濫を防ぐことができた(図—10)²⁾。

なお、二次覆工工事については、暫定供用が終了した令和2年10月より、地下河川内の水替え、清掃を行った後に施工を開始した(令和3年6月より供用開始)。

*水位低減効果については、模型実験での結果をもとに算定した分流量からの推定値であり、実際の値とは異なる可能性がある。



図一 10 整備効果 (提供：福岡県)



写真一 3 地下河川流入状況

6. おわりに

本工事は、川幅の狭い河川直下を縦断するため、約 1 km の延長で 27 箇所もの連続急曲線を施工する、国内でもこの規模のシールドトンネルでは例がないものであった。高尾川のような都市小河川における浸水対策は、用地の確保という面から実現が難しく、長期化していることが多い。本工事は都市小河川における、浸水対策の新しいモデルとなり得るものだと考える。

また、本稿に述べたように、硬質な風化花崗岩の掘

進といった非常に厳しい難条件下でのシールド工事であった。当初の計画にはない、河川直下での 2 回のビット交換や面板の改造、さらに、高負荷運転に伴う種々の機械故障やトラブルを克服し無事に掘進を完了することができた。これにより、急曲線施工や硬質地盤(風化花崗岩)の掘進に伴う、新たな課題も明確になったと考える。

JCMA

《参考文献》

- 1) 田浦康司, 高尾川における地下河川の整備について, 第 17 回都市水害に関するシンポジウム, 2018.11
- 2) 田浦康司, 松延康貴, 荒東伸一, 高尾川地下河川整備の取組, 建設マネジメント技術, 2021.3
- 3) 荒東伸一, 嶋田尚正, 火山太, 土井拓郎, 清水真人, 河川直下を縦断して掘進する連続多急曲線シールドの施工, 第 30 回トンネル工学研究発表会, 2020.11

【筆者紹介】

荒東 伸一 (あらとう しんいち)
 (株)安藤・間
 九州支店 土木部 高尾川シールド作業所
 所長



東日本大震災復興支援へのレンタル会社の取り組み 福島第一原子力発電所に導入した作業員休憩室

東 盛 之

福島第一原子力発電所の事故後の緊急作業では作業員の休憩室が当初、重要免震棟にしかない状況であった。不要な被曝を避けて熱中症を防止するための作業エリア毎の仮設の休憩室の設置が急務となり、パネル式ユニットハウス連棟の休憩室を製作納入することとなった。本稿はカバーリング工事等において納入した休憩室の仕様、構造、短納期での製作方法と放射線業務となった現地組立作業について報告するものである。

キーワード：パネルハウス、放射線業務、給気用除じん装置、移動式大型エアコン、キャンパス構造

1. はじめに

東日本大震災から10年を迎えました。改めて亡くなられた方々のご冥福をお祈りするとともに、被災された皆様ならびにご家族の皆様にお見舞いを申し上げます。

2011年3月11日14時46分18秒に発生した東日本大震災。東北地方の太平洋沿岸部が大津波により、甚大な被害を受けた。

災害協定を締結している東北地区の市町村から資機材の提供をすぐに要請されたが、仙台空港から約1kmにある資機材の供給拠点となるはずの仙台工場（宮城県仙台市）が大津波に襲われ、事務所とレンタル機械がすべて浸水して社員も退避した状況であった。当時、筆者は東京都江戸川区の事務所に勤務していた。自身も震災で渋滞に巻き込まれて翌朝の帰宅となったが、週明けの月曜日には仙台工場の復旧支援に行くことを命じられていた。高速道路は緊急車両しか通行させてもらえない状況のため、宮城県岩沼市との災害協定締結書の写しを警察署に持っていき、東北自動車道の通行証をすぐに発行してもらい、ワンボックスに無線機、社員の生活物資等を積載して何とかその日のうちに出発することができた。それから全国から応援者が仙台工場に続々と集まり、事務所の復旧とレンタル機械の再生、入替を2週間で行い、何とか資機材の供給を開始できるようになったことに安堵したものである。

その後、日本に復興庁が創設されて岩手県、宮城県、福島県で復興関連工事が多数発注され、様々な工事に

携わってきた。筆者も震災後は災害廃棄物処理業務、除染工事、中間貯蔵施設工事を担当してきたが、2011年に対応した福島第一原子力発電所の緊急復旧作業が一番重要な出来事として考えているため、それについて振り返り記述することとした。

今でも衝撃的な出来事として記憶しているが、福島第一原子力発電所が大津波に襲われて非常用自家発電設備が浸水、送電設備も倒壊したことで全電源を喪失。原子炉を冷却できなくなり、炉心溶融して翌日3月12日に1号機が水素爆発、その後にも3号機が水素爆発、4号機もガス爆発して大量の放射性物質が福島県内に放出され、避難した方が10万人以上という未曾有の被害が出た。

当時、環境部門で土壤汚染対策工事やアスベスト除去工事に使用する排水処理設備、換気装置を担当していたので有害物質対策の知識はある程度はあったが、放射性物質対策をするのは初めてであった。また、社内に放射能に精通している人はいなかったので問合せがあってもインターネット検索をして何とか回答するような状況であった。

2. 大手建設会社からの依頼

そのような状況で2011年4月21日に大手建設会社から、「福島第一原発の1号機のカバーリング工事をやることになったので力を貸してほしい。また、設備を納入してもらっても設置する人がいないので中に入れて一緒に仕事をしてほしい」と依頼の電話が入った。それまでに福島で緊急対応していたのは循環水冷

却ポンプとして仮設の水中ポンプ納入や新福島変電所（福島第一原子力発電所から8 km）への復旧工事用機材を納入するだけであり、福島第一原子力発電所構内に入ることになるとはその時は全く考えてもいない状況であった。大手建設会社の担当者には「会社にどこまで対応していいかの確認をします。」と取急ぎの回答をした。

当社の震災対策本部はその時点ではまだ、警戒区域（福島第一原子力発電所から20 km圏）への立ち入り、レンタル機械の貸し出しについてルールができておらず、建機メーカー、レンタル会社で対応するところは全くない状況であったため、依頼を断ることになると思っていた。当時のエンジニアリング事業部長（以下、事業部長）に相談したところ、「まず、直接会って話を聞こう」ということになった。福島第一原子力発電所への復旧対応は緊急を要するというのでその日のうちに会って話しを聞くことになり、仕事帰りに上司と客先訪問して依頼内容を確認することになった。

3. 緊急作業への従事決定と有志社員選抜

東京電力から緊急作業として原子炉建屋のカバーリング工事が発注され、1号機、3号機、4号機を大手建設会社3社で対応することに決まっていた。

大手建設会社の担当者から、「全社的に福島第一原発の復旧支援工事に取り組むことになった。短期間で休憩室、遠隔操縦設備を準備しなければならない。設備を設計製作して福島第一原発構内に納入設置してほしい。」「放射能への不安はあると思うが、協力業者を含めて被曝対策、健康管理について責任を持って対応する。放射線業務は被曝対策、放射線管理をしっか

りやることで安全に作業ができる」と依頼を受ける。

当社の事業部長が、「そこまで言って頂けるのなら、国への社会貢献としてお役に立ちたい。明日、会社を説得するので少し待ってほしい」と即答した。

この時に当社が福島第一原発緊急作業に対応することが決まったのである。

翌日、本社の震災対策本部の責任者に話をして了解を取り、会社として社員の健康管理、環境改善手当等のルールなどが決まり、正式に対応することになったが、事業部内の人員選抜の問題が残っていた。事業部長から「放射能の健康への影響が心配されるので若い人に行かせることはできないので40才以上の社員にお願いしたい。但し、強制ではなく、あくまでも有志ということをお願いしたい」と通達があった。何人集まるか心配であったが、「一緒に行って仕事がしたい。自分としては福島で仕事をして世の中に貢献したい。」と最終的に何人も手を挙げてくれることとなった。

こうして最終的に事業部のベテラン社員8名、協力会社4名の総勢12名のチームができた。

4. 休憩室の設計

2011年4月22日から休憩室の設計と資機材の調達が始まった。休憩室に求められた条件は、不要な被曝を避けることができ、70～100人がマスク、防護服を脱いでトイレ、水分補給、クールダウンできる休憩室が必要であった。現地での組立作業にかけられる時間が限られているため、パネルハウスを連棟してバイオトイレ、移動式大型エアコンと放射性物質を取り除く給気用除じん装置等を組み込む構成にすることに決めた（図-1）。

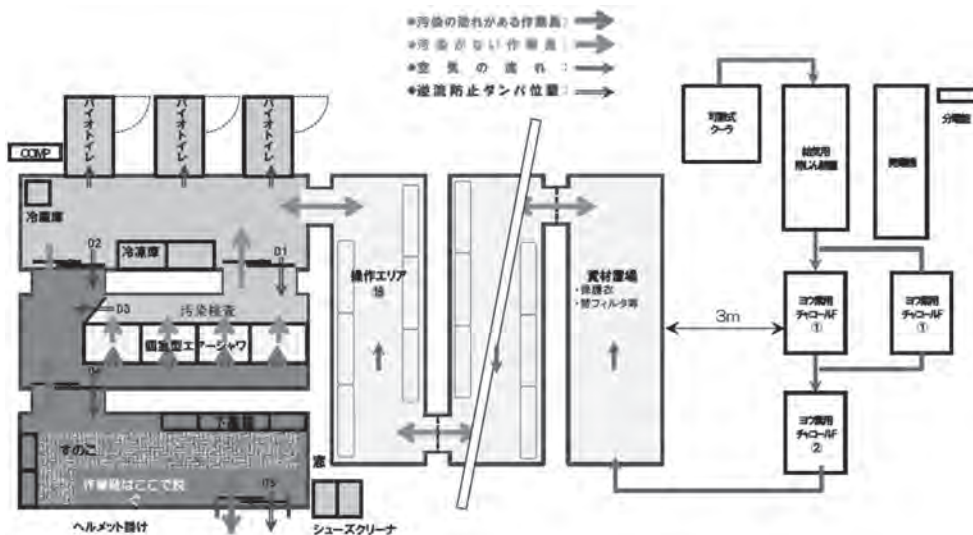


図-1 休憩室の概要図

主な設備の仕様を説明する。

(1) パネルハウス

トラックで運搬可能な一番大きな5坪サイズを8棟連結することにした。

ハウス面積は $17.3\text{ m}^2 \times 8\text{ 棟} = 138.4\text{ m}^2$ としてハウス内装は汚染対策として床と壁をプラスチックシート0.15 mmで養生を実施した。ハウス窓はすき間があるため、透明ポリカーボネートパネルを埋め込みとした。また、換気扉もすべて取り外し、空気出口はチャッキダンパーを採用した。

(2) 給気用除じん装置

屋外設置の大型エアコンで冷やした外気から放射性物質を取り除くための除じん装置としてアスベスト、ダイオキシン対策工事でレンタルしている超微細粉塵対策型集塵機を使用することとした。パネルハウス内を陽圧にして空気を滞留させないようにするため、1時間当たりの換気回数を10回以上、空気の流れを0.5 m/sec以上とするため、 $150\text{ m}^3/\text{min}$ の超微細粉塵対策型集塵機を選定した。

また、当時はガス化する放射性ヨウ素が対象となっていたため、ヨウ素用チャコールフィルターも取り付けることとした。

(3) その他・屋外機器・設備

トイレは建設現場で使用されている水洗、汲み取り式は業者が対応できないため、おがくずの微生物で処理するバイオトイレ3棟を組み込むこととした。その他にシューズクリーナー、予備フィルターを保管するコンテナ倉庫、フィルター交換用小型リフト等も用意することとなった。

(4) 室内設備・備品

室内設備として休憩室入口に防護服に付着した放射性物質を取り除くためのエアシャワー、室内を清掃するHEPAフィルター付き掃除機、WEBカメラに熱中症対策としてクールベストの保冷材を貯蔵する業務用冷凍庫、給水器等も予めハウス内に取付を行った。

5. 資機材の短納期での調達

資機材の調達にはかなりの困難が予想された。当時は震災復旧対応でレンタル機械が東北地区に大量に投入されており、計画停電もあり、発電機がすべて予約されている状況であった。また、特殊な機械は受注生

産となる場合が多いが、それでは納期に間に合わないため、メンバー数人でメーカー、仕入業者、社内他部署への要請を連日行い、事情を説明して納入順序を変更してもらって平時ではありえない短納期で資機材を揃えることができた。

6. 佐野テクノパーク工場での製作

5月連休明けから基幹工場である佐野テクノパーク工場（栃木県栃木市）に現場設置と同じ敷地を確保してパネルハウス5坪×8棟を敷鉄板上に設置して製作を開始した。パネルハウス、給気用除じん装置、移動式エアコン、バイオトイレの単品を設置するだけなら普通の作業内容であるが、短時間で組立られる構造とすることに問題があった。最も困難であったのは、ハウスとハウスをつなぐジョイント部であった。外空気とは隔絶する必要があるが、通常の建築物のように現地では水平レベルが取れない状態にあることが予想された。

専門業者の業界大手にも参加してもらい、各社の一番得意な部分をコーディネートし、この問題への対処をした。最終的にハウスのジョイント部を電車の各両を繋いでいるようなキャンパス構造とし、1 cm程度のおそびを設けることとし、この問題を解決したのである。

現地への設置が6月16日～6月25日で決定し、5月下旬までに休憩施設は完成した（写真—1）。それから、大手建設会社からモックアップを要請された（モックアップとは本工事前に、その一部を再現し施工性などを検証すること）。

防護服、全面マスクを装着しての作業が初めてであったので、現地と同じ条件で組立と分解を行った（写真—2）。現地での負担を少しでも減らすため、ストッ



写真—1 休憩室の製作完了



写真一 佐野テクノパーク工場でのモックアップ

ブウォッチで作業時間を計測して作業分担と作業手順を見直した。敷鉄板の上は連日 40℃ 以上になり、防護服を着ると体感では、さらに 10℃ 以上は暑い状態であった。最初は想定以上に組立時間がかかったが、モックアップを 1 週間繰り返すことで省力化、施工スピードも上がり、何とか福島第一原子力発電所での作業制限時間内に終わらせる目途がついたのである。

7. 福島第一原子力発電所への搬入設置

2011 年 6 月 16 日からいよいよ福島第一原子力発電所への乗込みとなった。初日は新規入場教育で大手建設会社の安全担当者の案内で当時、東京電力の復旧対応拠点となっていた J ヴィレッジから専用バスで福島第一原子力発電所の重要免震棟までの手順を覚えてもらった。初めて福島第一原子力発電所構内に入り、建物の窓ガラスが割れ、ガレキが散乱、津波で押し流された設備を直接見て衝撃を受けたのを覚えている。重要免震棟からは防護服、全面マスク、2 重ゴム手袋、養生テープの装着を素早く行い、APD を装備してマイクロバスで 1 号原子炉建屋近くの休憩室設置場所への移動となる。

最初は J ヴィレッジ近くにある積替ヤードでの作業が担当であった。警戒区域内は専用車両しか入れないため、工場からトラック輸送してきたハウス、発電機等の資機材を 20 km 圏外での積み替えが必要であった。仲間の 6 人は構内での作業を開始した。休憩室の設置場所は周囲を大型土のうで遮蔽して地面には遮蔽ゴムマットを設置していたが、原子炉建屋 1 号機の近くであったため、当時は空間線量が数百 $\mu\text{Sv/h}$ と高く、気温も高かったため、被曝線量限度と熱中症予防から 1 日の作業時間は 2 時間 30 分が限度であった。

そのため、1 日にトラック 2 台ずつの搬入制限があ

り、約 1 週間をかけて搬入設置、配線工事、シート養生等の作業を行った。

連日の猛暑の中、最初は工程どおりに作業を完了させることができるか心配であった。

6 月下旬で 30℃ 以上の夏日となり、パネルハウスの屋根に上った作業があった日は、熱中症の恐れがあったため、職員の判断で予定時間を切り上げて作業終了となった。

作業工程の後半には次第に環境に慣れてきて各工種のエキスパートが揃っていたこともあり、作業分担もうまくいって無事に休憩室を作り上げることができた。

資機材の搬入がすべて終わってから積替ヤードを離れて最後の 3 日間は福島第一原子力発電所に入構することになった。アスベスト除去工事や土壌汚染対策工事で防護服とマスクを着用して作業をする経験はあったが、放射線業務従事は初めてであり、実際に経験してみても汚染を防止する対策、入退域管理の厳しさは全然違うことを実感したものである。

8. 休憩室 2 号機と 3 号機の受注と人員補充

1 号機の休憩室が完成した後、東京電力からも高い評価を受け、3 号機の休憩室、スラッジ貯蔵施設工事の休憩室の製作を依頼されることになった。1 号機の休憩室の設置が終わってから順番に対応することになっていたが、1 日でも早く設置してほしいとの要望を受けて 2 つの休憩室を同時に製作して設置することになった。作業チームが 1 班しかないため、人員補充が必要となり、所属部門だけでは人員が不足することになり、本社と東京支店の社員 5 名に参加してもらい、2 班の作業チームを編成でき、2 つの休憩室を同時に納入設置することができるようになった。

3 号機の休憩室は 1 号機の休憩室より規模を大きくしたため、工場製作にも時間がかかり、7 月中旬の乗込みではあったが、1 号機の経験で作業効率がよくなり、要望されていた 7 月末までに完成することができた。

9. 休憩室の運用

休憩室の運用を開始するまでに運用ルールを決める必要があった。運用の基本的なルールは東京電力が定める「福島第一原子力発電所における作業員のための休憩所について」に準拠した。作業員の休憩室への出入管理として入場時はエリア中に入る前に靴のほこりをシューズクリーナーで除去してから、綿手とマスク以外は脱衣してエアシャワー 30 秒を浴びた後、GM

計数管による汚染検査終了後に新しい防護服に着替えて休憩室に入るルールとした。マスクは休憩後も同じものを使用するため、専用のビニール袋に入れて個人の椅子の下に置くこととして室内の汚染を防止することとした。

エリア内部については、毎日、線量率測定・汚染検査を行い、雰囲気線量率を $50\mu\text{Sv/h}$ 以下、汚染レベルを $10,000\text{cpm}$ 以下として不適切な場合はすぐに清掃、ふき取り等により除染を行うこととした。また、バイオトイレは1日の処理回数に限界があるため、大便以外では装置を稼働させないルールとした。

10. 現地メンテナンス

バイオトイレは2～3回/年のメンテナンスとしておがくずを交換、給気用除じん装置のHFPAフィルターを3ヶ月に1回交換としていた。実際の運用ではHEPAフィルターを交換することはなかったが、1次フィルターとして装着していたラミネート加工バグフィルターが潮風による塩害で閉塞するトラブルが発生した。1次フィルターを塩害防止フィルターに変更することでその後は交換することなく運用することができた。

11. おわりに

放射能という目に見えない、社内で誰も扱ったことのなかった放射性物質への対応に最初は困惑するばかりであった。このような作業環境でも重量物の玉掛

け、ハウス組立、電気配線工事、内装工事と多岐にわたる作業を工程どおり完成させることができたのは、有志で参加したメンバーに各工種のエキスパートが揃っていたことと、社会貢献への各社員の意地と誇りであったと思う。

休憩施設として運用するための基準をクリアして運用を開始した大手建設会社は重要免震棟から休憩室に拠点を移すことにより、作業環境が大きく改善され、効率的かつ安全に作業を進めることができるようになったのである。福島第一原子力発電所に休憩室を納入した実績と経験で社内の放射線管理体制とレンタル機械の貸出条件等も明確に決めることができ、その後の除染工事、中間貯蔵施設工事の各工区で対応が可能となった。現在の引取り機械等の線量については汎用機械に関しては、放射線測定器INSPECTOR+にて 90cps 未満（アロカ製においては $6,000\text{cpm}$ 未満）、表面汚染密度 18Bq/cm^2 未満とし、特殊機械等（高額機械または稀少機械）については放射線測定器INSPECTOR+にて 16cps 未満（アロカ製においては $1,000\text{cpm}$ 未満）、表面汚染密度では約 3Bq/cm^2 と決めている。

そして現在も福島復興関連の仕事を継続中である。

JCMA

[筆者紹介]

東 盛之（あずま もりゆき）
（株）アクティオ
エンジニアリング事業部 土木部
専任部長



早期復旧に向けた施工技術

阿蘇大橋工事の工期短縮に向けた取組み

鷓 林 保 彦・藤 川 真 一・園 部 文 明

新阿蘇大橋は、平成 28 年 4 月の熊本地震で被災した旧橋の約 600 m 下流側に新しく架け替えられた全長 525 m の道路橋である。本橋を含む国道 325 号阿蘇大橋ルートは、熊本県と大分県を結ぶ国道 57 号から分岐し宮崎県高千穂町に通じる主要ルートであり、物流や観光などの拠点として重要な役割を担っている。本稿では、新阿蘇大橋のうち、黒川を渡河する PC3 径間連続ラーメン箱桁橋 (PR1 ~ A2 間: 橋長 345 m) 最大橋脚高 97 m, 中央支間長 165 m を有する橋梁上下部工事における早期復旧の観点から高度な施工技術の導入により工期短縮に資する施工技術について報告する。

キーワード: 大型インクライン, 大口径深礎, ACS セルフクライミングシステム工法, 超大型移動作業車

1. はじめに

熊本県阿蘇郡南阿蘇村立野地区では、2016 年 4 月に発生した熊本地震により、多くのインフラが甚大な被害を受けた。同地区では、国土交通省九州地方整備局熊本復興事務所を事業主体として、①長陽大橋ルート (2017 年 8 月開通)、②国道 57 号 (2020 年 10 月開通)、③国道 325 号阿蘇大橋ルート (2021 年 3 月開通) と大きく分けて 3 つのエリアで復旧工事を推進してきた (図-1)。

新阿蘇大橋ルートは、旧橋架設地点より約 600 m 下流側に架橋した。新阿蘇大橋は、鋼 3 径間連続非合成鉄桁橋と鋼単純非合成箱桁橋とで構成されるアプローチ部 (A1 ~ PR1 間: 橋長 180 m) と PC3 径間連続ラーメン箱桁橋の渡河部 (PR1 ~ A2 間: 橋長 345 m) からなる。ルートや構造については、行政と専門家から

なる有識者で構成された技術検討会における審議を経て、将来の地震に対する安全性や自然環境の保全等を考慮した上で決定された¹⁾。

災害復旧という位置付けから、全体工期を短縮し早期開通を実現することが最大の課題であった。そのため、躯体工事は基本的に 24 時間体制で行うとともに、阿蘇地域特有の地形・気象条件に適応しながら、安全・品質への配慮も必要な、高い技術力が求められる工事であった。

本稿では、当 JV の施工範囲である PC ラーメン橋上下部工事で実施した様々な対策や工夫について報告する。

2. 阿蘇大橋の構造概要

新阿蘇大橋 (PR1 ~ A2 間) は、黒川を跨ぐ急峻な斜面上に計画されており、アプローチ橋の P3 橋脚と本橋の PR1 橋脚との間には活断層の存在が想定された。また、支持地盤の一部に柱状節理と呼ばれる火山岩質の亀裂が発達した岩盤層が形成されている点が特徴的であり、橋脚基礎の施工では地山の変状に対して特別な配慮が必要であった。

PR1 ~ PR3 の基礎は、直径ならびに全長ともに国内最大規模の大口径深礎であり、中でも PR2 深礎は全長の約半分に当たる 15 m 区間が黒川の現況水位以深となるため、湧水に対する対策が必要となった。また、急勾配斜面上での施工となるため、土留め構造として竹割型構造物掘削工法が採用されているが、河川に近接する PR2 は約 80 度の急崖地に設けられてお



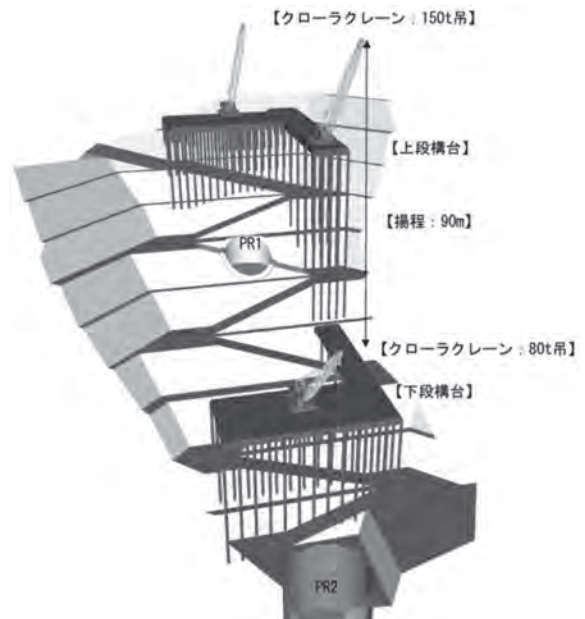
図-1 熊本市街地と南阿蘇村を結ぶ道路ネットワーク

り、地形上リングビームの閉合が不可能であったため、掘削により生じる変形をロックボルト補強材および吹付けコンクリートで抑制する半円型の土留め構造が採用された。

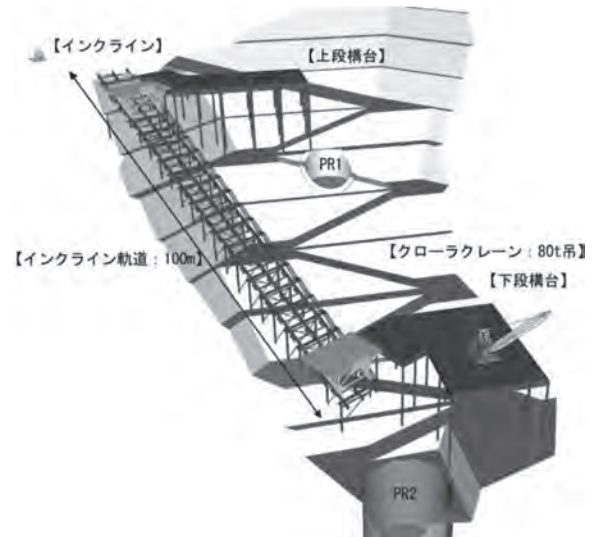
橋脚はいずれも RC 中空断面の高橋脚であり、PR2 が脚高 97.0 m で最大となる。一方、PC 上部工の中央支間長は 165 m であり、コンクリートウェブを有する 1 室箱桁断面としては国内有数の PC ラーメン橋である (図一2)。

3. 大型インクラインの採用

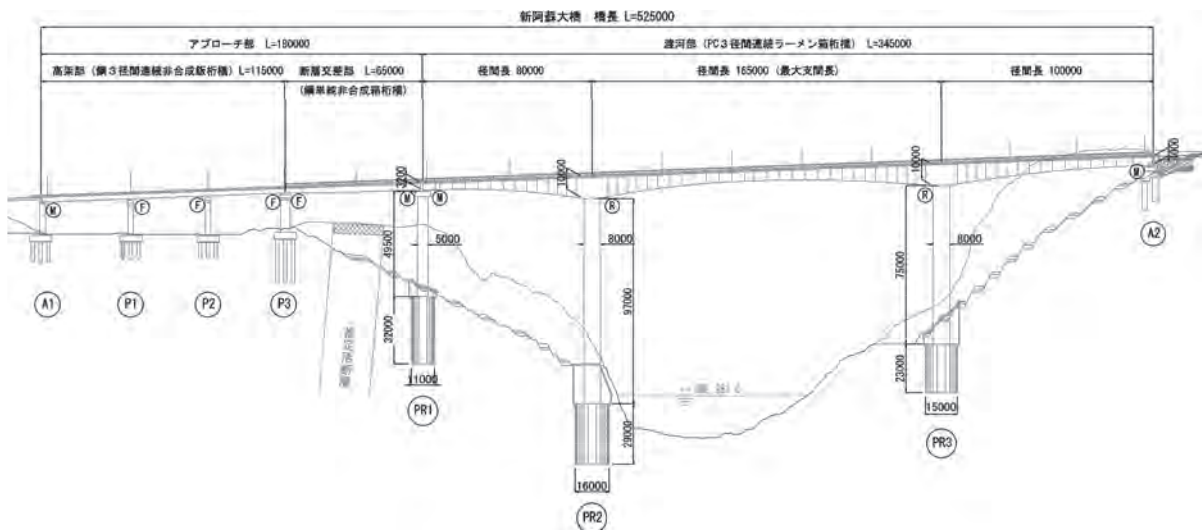
急峻な地形での橋梁工事では、工事用仮栈橋を設けて施工を行うのが一般的である。本工事の当初の仮設計画は、急斜面の上下に設けた段差栈橋上に揚重用のクレーンを配備し、資機材の搬入出を行う計画 (図一3) であったが、阿蘇外輪山で唯一の切れ目となる立野地区は風の通り道であり、年間を通じて強風となることが多いため、クレーンを介する当初計画では、資機材の供給や深礎工で発生する大量の土砂搬出を安定的に行えない懸念があった。こうした懸念事項を解消する手段として、本工事では両岸に最大 60 t まで積載可能なインクラインを採用した (図一4)。インクラインは、巻上機により軌道上の台車を上下に移動させることができる設備であり、台車 (短辺寸法: 9.0 m × 長辺寸法: 14.0 m) にはダンプトラックやトレーラー等がいずれも 2 台積載可能である (写真一1)。巻上機は上部施工ヤードの専用ハウス内に配置し (写真一2)、最大牽引力と巻上速度の関係から出力を 250 kW に定め、ワイヤーロープは破断荷重に対して安全率を見込んで、直径 $\phi 50$ mm を採用した。軌道は勾配約



図一3 仮設計画図 (右岸側当初計画)



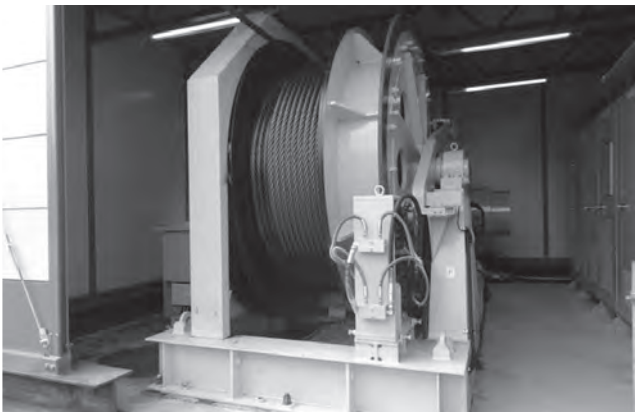
図一4 仮設計画図 (インクライン採用)



図一2 新阿蘇大橋 全体一般図



写真一 1 インクラインによる施工状況



写真一 2 巻上機 (出力 250 kW)

30度、延長約100mであり、桁材としてH鋼(H800×300×14×26)を高力ボルトにて接合し、その上にレールを配置した。

なお、軌道の配置については、外側2本の車輪走行用とは別に中央にも1本配置した第三軌条方式とし(写真一3)、異常時には中央の軌道に専用治具をロックさせることで台車の逸走を防止できるよう安全面に配慮した。

インクラインの組立は、まず乗り込み部となる上段作業構台を構築した後、構台上から軌道の支持杭の削



写真一 3 インクライン第三軌条方式

孔・建込みを行い、ブレース、継ぎ材および上部軌道部材の順に組立を行った。一部区間の組立が完了した時点で軌道上への台車の設置や電気関係の整備を行い、残りは台車上のクレーンにより以上の手順を繰り返して完成させた。なお、インクラインの上下に配置した作業構台には大型のガーダーを使用することで、支持杭の本数を減らし、施工性を向上させた。

インクラインの採用により、先行する斜面切土工事と並行して台車等の部材を製作することが可能になり、引渡しから仮設工事着工までの期間を短縮することができた。また、強風下でのクレーン作業を大幅に低減し、安全かつ安定的な資機材供給や土砂搬出が可能となり、さらに、現場作業の効率化に大きく寄与したものと考えられる。

4. 深礎工における対策と工夫

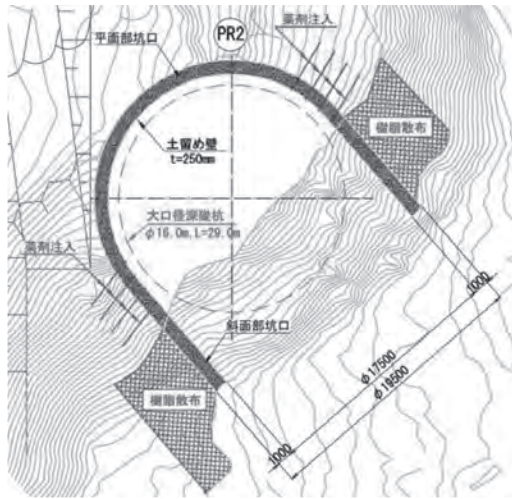
本橋の大口径深礎は杭径 $\phi 11.0\text{ m}$ ～ $\phi 16.0\text{ m}$ 、全長が最大32.0mと大規模である。このため、施工に伴う掘削土量を削減し、自然環境への負荷を低減する目的から、竹割型構造物掘削工法により土留め壁を構築した上で杭本体の施工に着手した。なお、PR2の土留め壁は前述のとおり、地形上の問題からリングビームが閉合できないため、現地サンプリングによる岩石試験や3次元FEM解析に基づく多角的な設計検討を重ねて、吹付け、ロックボルトを主体にした半円形の土留め構造を採用した(写真一4)。

施工時には掘削に伴う振動や応力解放に起因する地山の肌落ちや崩落を防ぐための対策として、土留め壁施工範囲の両側6m程度の範囲を対象に、事前に柱状節理表面や亀裂部への樹脂散布・注入を行うとともに、掘削時はウレタン系注入材による地山補強を並行して実施し、施工時の安全確保や柱状節理の保全に努めた(図一5)。



写真一 4 半円形の土留め構造

深礎の掘削は、周辺地盤に亀裂が多い岩盤が介在している状況を鑑みて、地山の緩みが生じないように発破は行わず、すべての杭で大型重機による機械掘削を採用した（写真—5）。



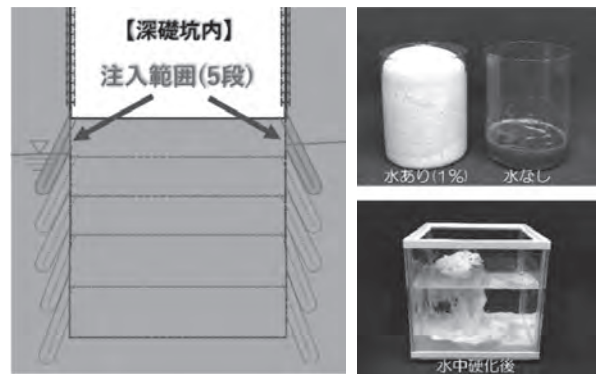
図—5 PR2 基礎構造および対策工



写真—5 大型掘削機（BH1.4 m³/3800 kg 級ブレーカ）

なお、掘削深度—14.0 m 以下で孔内に大量の湧水（最大 2.4 m³/min 程度）発生が想定された PR2 では、掘削に先立ち、杭の外面全周に水との反応性が良く、減水効果に優れるウレタン系湧水抑制材を全 5 段注入し、孔内への湧水量を抑制した（図—6）。また、掘削中は地山や土留め壁の変状を即座に把握できるように動態観測を実施した。測定項目は目視観察や光波測距儀による地表・土留め壁の変位計測に加え、挿入型多段式傾斜計による地中変位や軸力計による補強材軸力等のより厳密な計測も行った。傾斜計にて計測した土留め壁背面における地中の最大変位量は、設計段階の FEM 解析値の 20% 程度に留まり、各段階での対策が有効に機能したものと判断している²⁾。

一方、杭体の構築においては、外周帯鉄筋のプレファブ化や高所作業車の使用により鉄筋組立の作業効率を



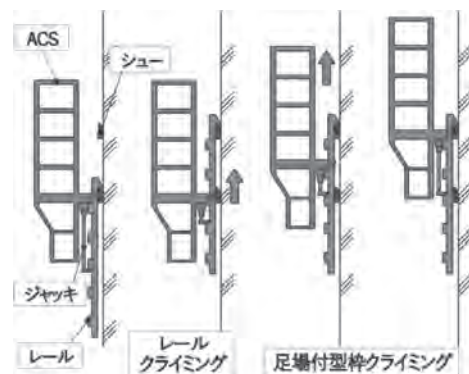
図—6 湧水抑制材および対策範囲

向上させるとともに、コンクリートの打設ロットを可能な限り大きくすることで打継ぎ処理や打設用足場の組立に要する負担を軽減し、工程短縮を図った。なお、コンクリートは 1 回あたりの打設量が多いため、上段の作業構台に据えたポンプ車からインクラインの軌道に併設した配管（2 系統）により打込み箇所まで圧送した。延長約 200 m、高低差約 100 m の長距離下り配管での生コン供給となることから、増粘剤を一体化した高性能 AE 減水剤を用いたスランプ 18 cm の配合を用いて、材料分離抵抗性を確保した。

5. 橋脚工における対策と工夫

PR1～PR3 の 3 基の橋脚はいずれも高橋脚であり、従来工法による施工では足場や型枠の組立作業に時間を要することが予想された。このため、作業用足場と型枠が一体化され、既設躯体から反力を取り、油圧ジャッキによりレールに沿ってクライミングする ACS セルフクライミングシステム（以下、本採用工法）を選択した（図—7、写真—6）。

本採用工法は 6 層の作業用足場で構成されており、下部 2 層で既設躯体の仕上げおよびクライミング作業、中間 2 層で型枠作業、上側 2 層で鉄筋組立およびコンクリート打設作業を行う。なお、型枠材には剛性



図—7 クライミング概要図



写真一六 ACSによる橋脚施工状況

の高い厚さ 18 mm の大型パネル（最大寸法：2.4 m × 5.15 m）を採用しているため、セパレータ間隔を 900 mm 程度まで広げることができ、かつ 1 橋脚を通じての転用が可能となり、施工途中の入れ替え作業を省けたことで、型枠作業における省力化が図れた。

一方、鉄筋組立作業についても、プレファブ化（写真一七）した帯鉄筋および中間帯鉄筋の一括架設や本採用工法にあわせて、主鉄筋の継手位置をリフト継目から常に一定の高さになるよう鉄筋長を調整する等の工夫を行ったことで作業効率が向上した。

PR2 および PR3 橋脚は景観性の配慮から、上部に向かうにつれスレンダーな形状になる設計であったが、本採用工法はレールが躯体に沿って接続されるため、断面が縮小する場合にはシステム自体がこれに沿って内側に傾くことになる。この問題に対しては、外部足場を予め外側に角度をつけて組み立てておき、施工の大半を占める断面変化区間で作業用足場をレールの状態に保つことで作業性を確保した。

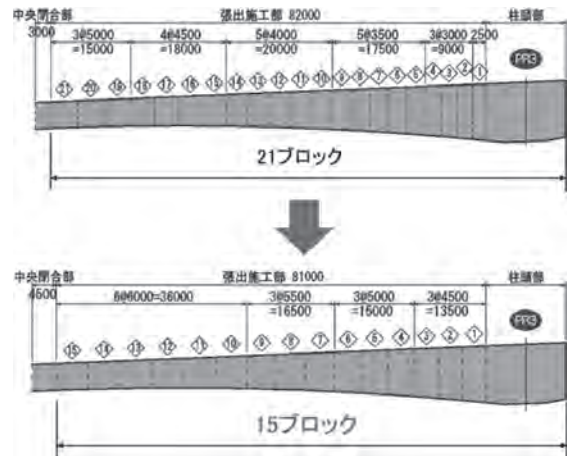
6. 上部工における対策と工夫

上部工は移動作業車による片持ち張出架設にて施工



写真一七 帯鉄筋プレファブ化（ノップキャリアー工法）

を行うが、架設機械の大型化（超大型移動作業車：6000 kN）により主桁ブロック数を減少し、施工日数の短縮を図る方針とした。事前検討として、詳細な施工計画に基づくステップ解析を行い、本解析結果をもとに張出ブロック数を PR2 側で 5BL 削減（17BL → 12BL）、PR3 側で 6BL 削減（21BL → 15BL）し、工期短縮を図った（図一八）。



図一八 主桁ブロック割の比較（PR3 張出部）

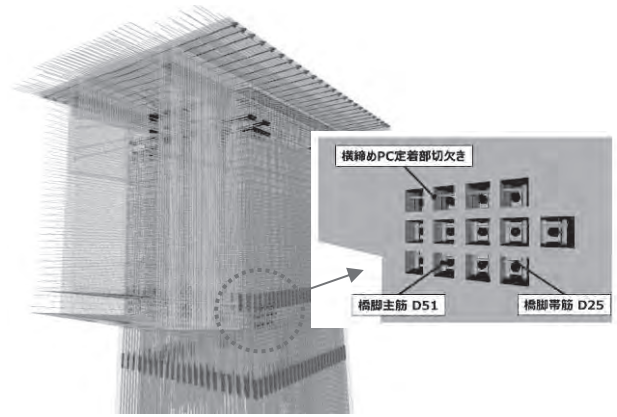
全長 15.0 m、桁高 10.0 m でマスコンクリートに該当する柱頭部では、温度応力解析の結果をもとに 4 リフトに分割し、早期のプレストレス導入が必要となる最終リフトを除き、早強ポルトランドセメントから普通ポルトランドセメントを用いた配合（ともに呼び強度は 50 N/mm²）に変更し、夏期施工時の温度ひび割れの発生リスクを低減した。また、柱頭部の施工に用いるブラケット支保工については、次工程の移動作業車組立に要する日数を削減するため、作業車の下段作業台を支保工受け梁として兼用した。

超大型移動作業車（写真一八、九）による片持ち架設は、一連のサイクルを昼夜体制で行い、1 ブロックあたり概ね 7 日間で完了することができた。主桁基準高の出来形管理では ±20 mm 以内の精度が要求されるが、本橋は高橋脚でかつ張出し長が長い構造であるため、架設時の上げ越し管理が非常に重要となる。このため、橋脚の鉄筋剛性やコンクリートのクリープ・乾燥収縮の影響を考慮して、厳密に計画値を算出し、温度変化による挙動を把握しながら、各ブロックにおける型枠セット高さを決定した。

側径間部は、当初設計では片持ち架設完了後に吊支保工で施工する計画であったが、工程短縮の観点から、張出部と並行してブラケット支保工により大部分を先行構築し、最終ブロックの施工完了後に移動作業車を用いて閉合した。



写真一八 超大型移動作業車による施工状況



図一九 CIM モデルの一例（柱頭部）



写真一九 張出架設、終盤施工状況

～打込み・品質管理に至る一連の流れを電子化しクラウド上で共有できるシステムを活用し、打設管理の省力化を図った⁴⁾。本システムでは、生コン工場の出荷システムから電子化された伝票情報が専用サーバーに自動送信されるため、工事担当者は、この送信情報を受入れ箇所や打設箇所等でタブレット端末により確認することでタイムリーな情報共有が可能となる。システムは運搬中・荷卸中・荷卸済み・返却の4つのフェーズで構成されており、打設進捗や練り混ぜ開始からの経過時間、打設ピッチや受入れ検査結果もすべて表示されるため、随時生コンの運搬状況や待機台数、生コン性状等の把握が可能となり、従来よりもスムーズな打設管理が行えた（写真一十）。

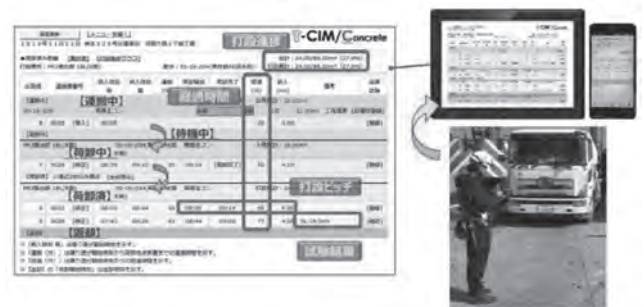
7. ICT の有効活用

(1) CIM モデルの活用

国土交通省が推進する i-Construction の一環として、CIM モデルを作成し、設計照査や施工数量の算出、施工手順の確認・共有などに活用した。設計照査では、主に部材同士の干渉が問題になることが多い深礎や橋脚、主桁の各接合部の3次元モデルを作成し、確認を行った。このうち、橋脚と主桁が接合する柱頭部（図一九）では、太径である橋脚主筋や帯鉄筋が横桁横締めPC鋼材の定着部切欠きを貫通しており、型枠・鉄筋組立が煩雑で、PC緊張用機器の設置も困難と考えられた。よって、この横締めPC鋼材を同等のプレストレスが得られ、かつ切欠きが不要となる中空PC鋼棒に変更し作業性を向上させた³⁾。

(2) 生コン情報の電子化技術の活用

上下部工合わせて約26000 m³の場所打ちコンクリートの打設を行う本工事では、生コンの出荷～運搬



写真一十 生コン情報電子化システムを用いた打設管理

8. おわりに

大型施工機械の導入ならびにプレファブ鉄筋や流動性を高めたコンクリートの積極利用、ICTの有効活用等により（1年4カ月）の工期短縮を図り、震災発生から約5年の節目にあたる2021年3月7日に無事故・無災害で開通を迎えられた事は、「国道325号ルート・構造に関する技術検討会」の委員の皆様や発注者（熊本復興事務所）、国土技術政策総合研究所をはじめ、様々なご支援とご協力を頂いた結果である。本ルート



写真—11 開通した国道325号新阿蘇大橋

の開通は地元の方々から一日も早い復旧という期待を背負い完成した新阿蘇大橋を含む国道325号線の開通により、南阿蘇村をはじめとする阿蘇地域がより多くの観光客でにぎわいを取り戻し地域の活性化につながるとともに、震災復興のシンボルとして本橋の復旧を心待ちにされていた地元の方々から将来にわたり長く愛される橋になることを期待する。

謝 辞

最後に、地震や豪雨等の自然災害が頻発する状況下において、被災したインフラの早期復旧を支える技術の更なる発展に貢献するとともに、新阿蘇大橋工事に関わる関係者からの多大なご支援、ご協力をいただいた各位に深く感謝の意を申し上げます。

JICMA

《参考文献》

- 1) 鶴林保彦, 西田秀明, 山田浩司, 草道香成, 長尾賢二, 藤本大輔: 国道325号阿蘇大橋の設計と施工, Vol.55, pp.7-13, 2021.4
- 2) 草野瑞季, 長尾賢二, 藤本大輔, 重草通: 節理が発達した急崖地における大口径深礎の施工, 土木学会第75回年次学術講演会講演概要集, 第VI部門, VI-195, 2020.9
- 3) 長尾賢二, 藤本大輔, 中田清博, 梁 俊: 国道325号 新阿蘇大橋(仮称)の施工-熊本地震からの早期復旧に向けた取組み-, プレストレストコンクリート, vol.63, No.1, pp.9-14, 2021.1
- 4) 大友健, 渡邊高也, 上田浩平, 北原剛: 「生コン情報の電子化」の展開-PRISMによる現場打ちコンクリート工の生産性向上と品質管理の高度化の検証-, コンクリート工学 vol.58, No.1, pp.39-44, 2020.1

【筆者紹介】



鶴林 保彦 (うばやし やすひこ)
国土交通省 九州地方整備局
熊本復興事務所 副所長



藤川 真一 (ふじかわ しんいち)
国土交通省 九州地方整備局
熊本復興事務所 工務課長



園部 文明 (そのべ ふみあき)
大成建設㈱
土木本部 土木技術部
橋梁技術室 次長



海外建設機械の国内展開

海老澤 純 子

海外製のニッチな機械を取り扱い始めた7年前、既成概念にとらわれない、ユニークな発想の機械は機能的で便利な為、すぐに認知度が高まると思っていた。しかし、日本では長い間、日本の機械のみが使用され、操作に慣れていることや、安全性の面で海外製に対し、良いイメージを持たれることが少なかった。海外メーカーとの感覚や認識の違いがあり、機械を日本仕様に変更する為、時間を費やすこともあった。海外と日本の法規制の違いもあり、乗り越えなければならない壁があった。

あれから7年経ち、日本市場で受け入れられていると感じられることが嬉しい。

キーワード：傾斜地用シザースリフト、スパイダーブームリフト、テレハンドラー、無足場工法、多機能機種

1. はじめに

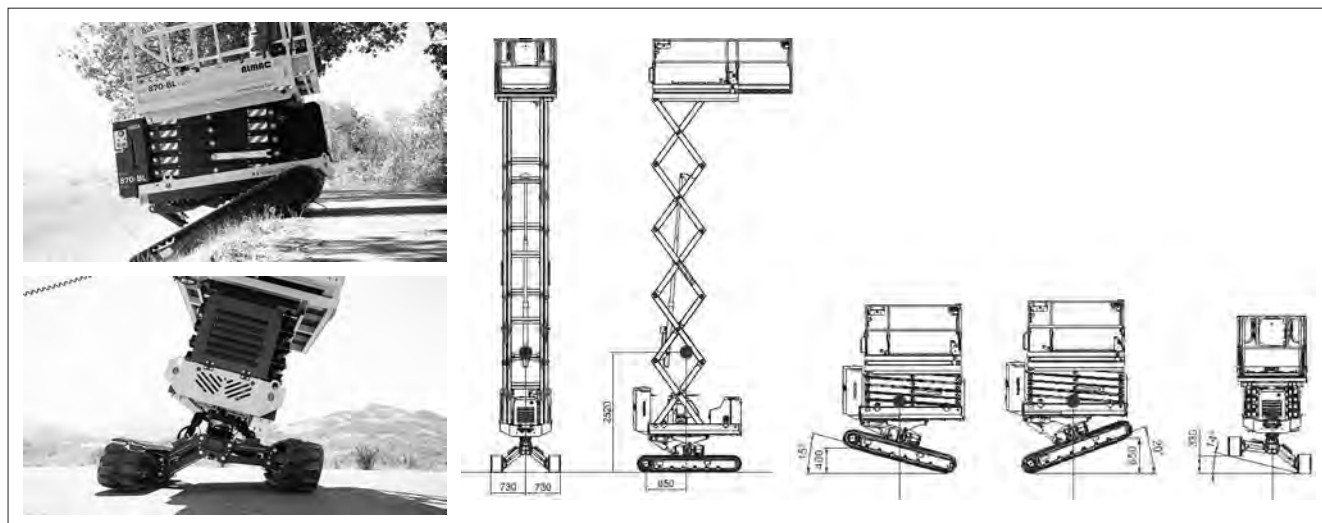
弊社は海外メーカーの建築・土木関連の建設機械を取り扱って7年とまだ日の浅い会社である。海外メーカーの建設機械には、既成概念に囚われないユニークで便利な機能を装備した機械が多くあるが、海外で40年以上使用されている機械でも、日本では、全く普及展開が進んでおらず、アジア諸国の方がヨーロッパやアメリカの最新の機械が普及展開している。その原因の一つとして、アジア諸国では、機械が先に導入され、後日に何の法律を適応するか判断される為、新しい機械を受け入れやすいという、日本とは異なる土壌がある。ヨーロッパ製の機械の中で、海外で幅広く

使用されている高所作業車を中心に、海外製建設機械の国内展開を行うことの難しさを痛感しており、日頃感じていることを紹介する。

2. 海外では広く使用されている建設機械の一例

(1) 傾斜地用シザースリフト (写真—1)

- ・前後だけでなく、左右の傾斜にも対応できる機械。
- ・自動で油圧可変するレベリング機能を搭載したクローラー特許技術で、螺旋スロープの勾配のきつい内側でも、機械がずり落ちることなく、これまでの輪留めが不要。



写真—1 傾斜用シザースリフト (●重心位置)

- ・拡張デッキを装備。狭小地では手摺を折り畳むことも可能。

(2) スパイダーブームリフト (写真—2)

- ・スロープを走行することができる。
- ・自動扉一枚分のスペースで進入可能、狭い廊下も走行可能。
- ・吹き抜けなどのスペースにも最適。
- ・屈伸式で障害物を乗り越え、作業エリアにアプローチ可能。

(3) 多機能機種テレハンドラー (写真—3)

- ・高いグランドクリアランスで悪路走破できる。
- ・本体旋回タイプを使用することであらゆる角度から、揚重したい場所まで部材を奥に挿し入れることが可能となり、荷取りステージが不要。
- ・アタッチメントが豊富。フォークを始め、高所作業車やバケットなどに早変わりが可能で交換作業は約3分。
- ・天井高に制約のある作業所で活躍。足場の間から部材を挿し込むことが可能。

3. 日本での普及展開が進まない理由

海外メーカーの建設機械を扱いはじめた当初、お客様からの不安の声を沢山いただいた。操作が複雑ではないか。エラーコードなどの表示が英語で分かりにくいのではないかと。油漏れ、故障しやすいのでは。現場で故障した場合、パーツ取得までに時間を要し、修理が間に合わないのでは。日本の構造規格に合致し、安全性は担保されているか…等々。

特に弊社が扱う機械は特長を持ったものばかりで、かなりニッチなラインナップとなっているため、特殊な動きに対して安全面で疑問を持たれることが多かつ

た。その都度、CE規格やANSI規格を通った機械で安全性が高いことをご説明し、どのようなセンサーが取り付けられていて、どのようにセンサーが機械の動きを制御しているか説明するよう努めた。時々、海外で勤務された経験のあるお客様に出逢うと、日本でもようやくこの機械が出てくるようになったか…と喜んでくださることもあったが、特殊な現場があれば使用するに留まることが多かった。日本では、日本の機械のみが長く使用され、ガラパゴス化しているため、施工担当者には使いやすいと思ってもらえても、当該機を運転するオペレーターの方が機種を選定に影響力を持つ為、日本製の方が、操作に慣れていて、使いやすく、安全という固定概念がある。そのような状況の中で、少しでもチャンスを掴みたいという想いから次のようなことに取り組んだ。機械の操作盤の表示はユニバーサルデザインとなっていて、絵で表示される為、操作に迷うことはないものの、操作盤に日本語表記をテプラで添付し、日本製にはない操作が求められる機種については、オペレーターの方の目線で作成した操作ガイドをお渡しし、現場で操作方法を伝えるようにした。エラーコードの表示は数字で出る為、取り扱い説明書の数字部分を確認していただければエラーが判明する。故障した場合でもすぐに対応できるようにする為、相当数の在庫機を確保できるようにし、一つ一つの案件を大切にしてきた。

現場調査にも積極的に伺うようにした。機種選定にも関わり、現場で作業可能かどうかの判断をさせて戴く機会が増えてきたことが嬉しい。

4. 日本の法規制について

日本ではまず、どのように使用するのが安全かを優先する為、メーカーが認めた使用方法での使用が出来ないことがある。また、施工会社の安全基準に準じた



写真—2 スパイダーブームリフト



写真—3 多機能機種テレハンドラー

形で使用される為、海外では、6m上げて走行することが可能な機械であれば、メーカー推奨のまま使用することが可能。それは、海外ではオペレーションのミスは機械のミスとすることがない土壌がある為だと考えられる。日本では便利な機械を便利に使えない状況がある。

また、多機能機種を定める法律が整っているヨーロッパや北米では、法律で定められているので、労働局、労働基準監督署に毎回伺わなくても良いが、日本では一機種につき、一つの機能を持った機械を検証するための法律である為、多機能機種の取り扱いについては法律がないことから、現場を管轄する労働基準監督省に毎回伺うようにしている。テレハンドラーの

フォーク仕様では、ショベルローダー等運転技能講習が必要であるが、現場で資格を保有している方が少ないことが、広まりにくい要因と考えられる。いつかテレハンドラーという枠組みができ、広く使用いただける日が来ることを願っている。

ヨーロッパでは主にCE規格、北米ではANSI規格、日本では日本の構造規格に準じており、海外メーカーと日本メーカーではそれぞれ準拠している法律が異なる。ヨーロッパはEUの法律で定められた安全基準を満たすことで製品上にCEマーキングすることができる。現在は、イギリスがEUからの離脱を表明している為、27カ国がEUに加盟している。アメリカのANSI規格は米国の国内の規格ではあるものの、最近

は、ANSI規格が他の規格に先だって決まり、その後ISO規格に採用されることも多い。ANSI、CEの両規格は、素材の改良・技術革新・安全基準の見直し等の要因で定期的に更新されており、時代に合わせた基準によって運用されている。例えば、日本の高所作業車の構造規格では、長さ計、角度計などは一つ装備されていけばいいとされているが、CE規格では冗長性を持たせたシステムでないと条件を満たしていない為、2つ装備する必要があるなど、日本の安全基準より高い水準である。

安全性に優れた機械ではあるが、油漏れに対する意識は、メーカーにより随分異なっていた。日本の作業所の意識レベルは高く、当然一滴たりとも油漏れさせてはいけない。海外メーカーの中には、そこまで真剣にならなくても、滲むぐらいなら大丈夫という考え方があり、新車で購入してもシリンダーから油漏れすることがあった。扱い始めた当初、メーカーに対策をお願いすると、数滴であれば大丈夫、と言われたことがあった。日本の現状を伝えても理解してもらえなかった。日本の状況を伝えても理解してもらえないことが出来ず、苦労した。何度も繰り返しアプローチし、日本の状況をついに把握した海外メーカーからは、日本は細かくて大変だと言われる。海外製の機械を日本仕様に変更し、日本の現場に馴染むよう改良し、認知度の高い機械にするには、メーカーの協力が不可欠となる。相互理解を深める為、何気ない会話やメールに沢山の時間を割き、相手の状況を理解し、理解を得られるよう、繰り返し、粘り強く説明する大切さを学んだ。元々持っていない感覚を持ってもらえるようになるまでには、相当の時間がかかる。油圧ホースのかしめ方やフィッティングを変更してもらい、日本仕様の機械を製造してくれるようになった。それでも、出荷前には全ての油圧ホース部分のチェックをし、安心して使用いただけるよう努めている。メーカーと相互理解を深められた要因として、エンジニアの活躍がある。対メーカーは信頼できるエンジニアがいる会社かどうかで、判断される。メーカーが抱えている悩みや機械の改良に弊社のエンジニアが答え、性能が上がったと喜んでもらえ、その日本仕様の機械が世界中に販売され

たこともあった。メーカーのみならず、海外の販売代理店も喜んでくれているという声が届くこともある。そのような交流の成果があって、メーカーとの信頼関係を構築し、強固なものとする事で、弊社のリクエストに対して、その都度改善してくれるようになった。持ちつ持たれつの精神は日本も海外も同じだ。一緒に喜びを共有できるのは、海外メーカーと一緒に仕事をする醍醐味でもある。

5. おわりに

7年前は海外メーカーの建設機械を取り扱う企業は非常に少なかったが、現在は、海外製の建設機械を多く目にするようになり、認知度を上げるのに弊社も少なからず貢献できたように思う。当初は海外製建設機械のニーズがどこにあり、日本で受け入れられるのか、手探りだった。お客様からの情報を頼りに、関係する会社様を訪問し、市場がどこにあるかをリサーチする事から始めたが、ニッチな機械は、日本市場で少しずつ受け入れられているようになったと思う。

弊社の取り扱う機械は無足場工法を推奨するラインナップとなっている為、工法選定の段階から話をさせていただかなければ、なかなか広まらない。

日本には様々な建設機械が揃っている為、既存の機械を駆使すれば作業できる状況は、世界の建設機械レンタル会社と比較してもかなり充実していると言えるが、ニッチな機械を使用することで作業時間の大幅削減、安全性向上を図れる場面がまだまだあると感じている。今後も海外製の優れた建設機械を作業所に提案し、建設業界の課題解決の一助となれるよう邁進したい。

JICMA

【筆者紹介】

海老澤 純子 (えびさわ じゅんこ)
ケータイーマシナリー(株)





海水も飲料水レベルに出来るミカン箱サイズの高性能ろ過装置「小型海水淡水化装置」を開発

柳 瀬 善 史

RO膜（逆浸透膜）ハウジングの小型化特許を取得し、今まで学習机程度の大きさだった海水淡水化装置をミカン箱サイズにダウンサイジング（写真—1）。更に既存の装置はガソリンもしくはディーゼルエンジン駆動だったものを電気駆動、しかも低電力で使用できるようにした為、ソーラーでも利用することが可能に。100V電源でも利用可能にした為、有事の時だけでなく護岸工事や港湾工事などの時の養生水や機材洗浄の工事用水確保の為に利用頂いている（写真—2）。土木工事現場には既に100か所利用の導入実績があり国土交通省のNETISを取得（図—1）。

キーワード：海水淡水化

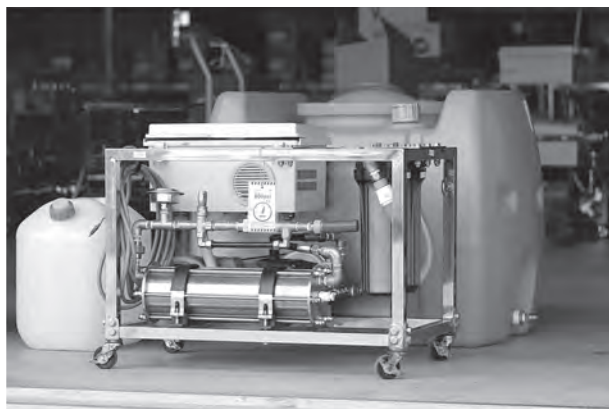
1. はじめに

「電気は作れるけど真水が作れないから困るんだよ。」とある区役所の防災担当者の方から言われた言葉である。

我が社は設立当初、手動式の海水淡水化装置の開発を目指していたがかなり難易度が高く、なかなか完成しなかった。何十分も汗だくで動かしてコップ一杯、しかも塩分が残ってしまうような実用性に乏しい機器しか開発出来なかった。ところが電気駆動のものを作ってみるとあっさり他社には無いような小型の海水淡水化装置が開発出来た。

「3・11」や熊本地震など大きな地震が続いて発電機の備蓄が進んでいることもあり、意外にも営業時に電気のことを指摘されることは無かった。災害時のインフラ復旧の順番は電気、ガス、水の順番でもっとも水

道インフラの普及に時間がかかると言われているので、思い切って電気駆動版製品の開発に舵を切ったが、災害時の緊急インフラ用に開発した小型海水淡水化装置が仮設インフラとして土木工事現場にもコンクリート養生水や機材洗浄水などとしてニーズを頂いている状況である。



写真—1 小型の海水淡水化装置



写真—2 工事現場での利用写真
(海水を真水にろ過し、簡易水道として利用)



図—1 NETIS
[技術名：小型海水淡水化装置 登録番号：QS-190054-A]

2. 製品概要と土木工事現場などの利用例

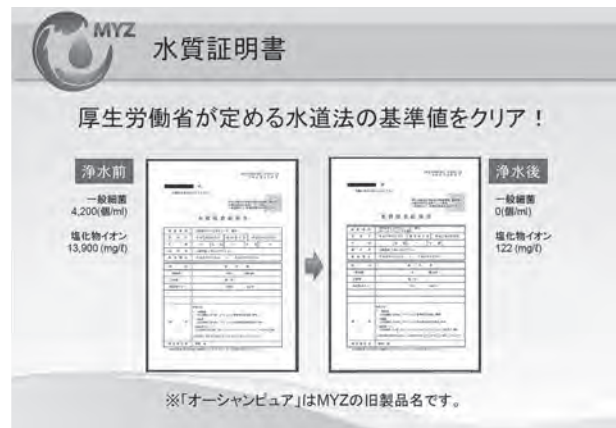
我が社は、沖縄県うるま市に本社兼製造工場を構える企業で、「安全で美味しい水を世界中に届ける」をモットーに、世界最小クラスの小型海水淡水化装置 MYZ(ミズ)シリーズを製造・開発して9年目に入る。

日本に暮らしていると、あまり水についての不自由を感じることはないが、国連の報告によると、現在も世界の約7億人が水不足の状況で生活していると言われており、不衛生な水しか得られないために毎日4,900人(年間180万人)の子ども達が亡くなっているという。こういった現状を鑑み、ジョン・F・ケネディアメリカ元大統領が残した「もし海水から新鮮な水を安価に取り出せるようになれば、他のあらゆる科学的業績をしのぐ偉業となろう」というコメントを読んだのを励みに2012年に沖縄県宜野湾市で創業した。我が社は沖縄県の公的ファンドである「沖縄ものづくり振興ファンド」から出資をはじめとして沖縄内外の公的なサポートを受けながら、少しでもこういった現状を改善するため、海水淡水化装置の小型化を始め、河川水、地下水の浄水などトータルな水処理技術を日々研究している。

海水淡水化技術には、多段フラッシュ方式、逆浸透膜法、多重効用法、超音波霧化分離方といった様々な方法があるが、一般的に「海水淡水化装置」と言うと、中東や発展途上国でよく見るプラント型、沖縄県なら北谷浄水場に隣接する海水淡水化センターの様な、巨大な施設が有名である。しかし、これらの大型施設は、高額な設備を必要とするだけでなく、大きな電力も必要としている。

我が社は、逆浸透膜法での海水淡水化技術の中心となるRO(逆浸透)膜を格納する容器を、特許取得済みの自社技術で開発する事により、一番小さな製品では、ミカン箱程度という、これまでにない小型、軽量化を実現することができ、電源についても、省電力、小電圧を実現した。また水質は水道法をクリアする飲料水レベルを実現している(図一2)。

「海水淡水化」とは、文字通り「海水を飲むようにする技術」であり、開発当時、我々の営業先として真っ先に思い浮かべたのは、やはり漁船等での海上での利用を想定した。この業界に対しては、説明がしやすく、沖縄県内だけでも数十隻の漁船に搭載していただき、シャワーなどの生活用に、また機械の洗浄、活魚の鮮度保持など様々な用途で、ご愛顧いただいております。全国の漁船オーナーのお客様から感謝の声を頂いている。さらにその小型・軽量という特長から防災用



図一2 沖縄環境科学センターによる水質検査データ
水道法の水質基準をクリア

途、水道の無い離島等での真水の確保等、様々な用途での導入がすすんでいる。

そうした中、次に我々の製品が役立つだろうと想定したのが、海辺や河川における土木工事や建築の現場であった。多くの現場で、給水車が頻繁に出入し、場合によっては現場にプラントを作ってしまう、水道を敷くといった話を聞くにつけ、我々の考えは確信へと近づいていった。

そうは言っても最初のうちは、簡単に受け入れてもらうことはできず、何社ものゼネコンの担当者から相手にされることは無く、「現場から海水淡水化装置のニーズなんて上がって来ないよ」と門外漢扱いであった。そのたびに我々の見当違いだったのか、と不安になる事もたびたびであった。

しかし、よくよく考えてみれば、土木現場で小型海水淡水化装置を利用してもらうという発想自体が我々のアイデアであり、実際の現場の皆さんは小型の海水淡水化装置の「存在自体を御存じない」為、イメージの出来ない物を欲しがらる声が上がって来ないのは当然かもしれないと考えた。

考え抜いた結果、我々はヘルメットを被って現場に飛び込み、営業することにした。突然の営業に現場監督には驚かれ、時には叱られたが、弊社のこれまでの実績や想いを丁寧に説明すると、いかに弊社製品が現場で役に立つ物なのか、過去の御経験によりすぐにご理解頂き、「今すぐ見たいから、持って来てくれ」と言われる事が何度もあった。そして、デモンストレーションを御覧頂くことを重ねた結果、冒頭のように予想以上の反響があり、多くの納品につなげることができた。

そもそも「海水淡水化装置 MYZ(ミズ)シリーズ」と言う製品名が誤解を招いてしまった部分もあるかもしれない。工事現場や建築・建設現場が必ずしも海の近くであるとは限らないため、頭ごなしに断られる事

も多々あった。

この「海水淡水化装置 MYZ (ミズ) シリーズ」と言う製品名は、様々な物質のろ過技術のうち、特に海水から塩分を除去することが最も難しいと言われていた中で、小型でどこでもすぐに海水から真水を作ることができるという性能を謳うために付けられた名前である。海水の塩分除去が可能な弊社製品であれば、当然、現場近くの河川水から細菌や大腸菌などを除去して真水を作ることにもできる。井戸水に若干塩分が混じっている場合でも、容易に淡水化することが可能である。今では、この点をしっかり説明して、海水に限らず、どのような原水からでも真水を作ることができることを早期に御理解頂けるよう尽力しているところである。

弊社製品のろ過能力については、これまで複数の検査センターによる水質検査にて、浄水前後の検査を行っており、しっかり浄化されたことが確認されている。一例を挙げるとある港の海水の一般細菌数 4,200 が 0 (Cell/ml), 塩化物イオン濃度 13,900 が 122 (mg/l), 大腸菌は (陰性) となった。判定として飲料水レベルであるとの検査結果が得られた。

装置の中心をなす RO (逆浸透) 膜の性能としては、0.0001 (μm) 以上の殆どの細菌類、ウイルス、重金属などをろ過し、安全な水を提供することができる。

様々な現場における実例として、先日、大阪の防潮堤耐震工事の現場監督から「ダイオキシンは取れるか?」という問合せに対して、勿論、除去可能であることを伝えたと、早速導入してもらい、後日、導入してよかったとの声を寄せてもらうことができた。

また国内でも有数の大手建機レンタル企業が弊社製品の取り扱いを開始しており、東北から九州まで様々な現場での導入がすすんでいる。

詳しくは、弊社のホームページ等をご覧ください。

(<http://ysgv.jp/products/op/construction>)。

土木の現場における弊社製品の使用用途ではコンクリート養生水としての利用実績が多くある。ご存知の通り、コンクリート中に一定量以上の塩化物が含まれていると、コンクリート中の鉄筋が錆び易くなる。逆浸透膜は、塩化物イオンを 99.2 ~ 99.8% 除去することができる為、弊社製品を使用することで、近くに海水しかないような現場でも養生用水を造る事が可能となり、大量の水を遠方から運ぶための時間やコストが大幅に削減できる。使用している現場の担当者からは、重宝しているとの声が多く寄せられている (写真一3)。

また、工事をする度に出てしまう粉塵の対策用として真水を造る事にも利用されている。



写真一3 某所工事現場での利用写真 (コンクリート養生水確保)

土石や岩石、鉱物などの粉塵を長い期間にわたって吸い込むと、肺の中に粉塵が蓄積されて、息切れや動悸などの健康障害を引き起こし、やがては、じん肺という病気を引き起こす可能性もある。現場の人員や周りの環境に配慮を示すためにも、弊社の製品を利用してもらえれば幸いである。

また海岸の防波堤の延伸工事だけでなく、海岸に近い河川の防潮堤耐震補強工事で河川水に塩分が混じっているということで、淡水化装置を導入したいという現場もあった。そのような想定外の水質の現場で工事をしなければならない事態に際しても、手軽に導入出来るのが、小型で持ち運び可能な弊社製品の強みである。最も小さな製品 MYZ E-40 は、フレームサイズ幅 650 mm, 奥行 450 mm, 高さ 400 mm であり、重さは約 50 kg と普通自動車に載せて運ぶ事も可能だ。

他にも洗い水として、手洗い程度の普段使いの水に困っている現場や、塩害対策、普通に機材や車を洗う為の水として使用している現場もある。現場で連日慌ただしく工事をしていると、ついつい塩害対策の洗浄を忘れがちになるが、気付いた時には大切な機材が錆だらけとなり、手遅れになってしまったということが無いように、弊社の淡水化装置と高圧洗浄機を組み合わせ使用し、真水での小まめな純水での洗浄をすすめたい。

「不純物が少なく限りなく H₂O に近い水」を純水というが、弊社の淡水化装置 MYZ シリーズを使用することで、水道水から簡単に純水を作ることができる。純水を使つての洗浄は、通常の水道水を使つて洗浄するよりも、水垢が残りにくく、綺麗な仕上がりが期待できる。

先日は詰め所まで水道はひいているが、とても広い工区で、現場から車を出す際に車両洗浄を希望されるケースがあったが、詰め所付近で洗浄すると周りが水浸しにもなる為、工区から出る直前で洗浄したいという現場に導入させて頂いた。水タンクの水であれば使い切る度に補充しないとイケない。大きな給水車が工区を頻繁に通うのは事故リスクが高まる。我が社の海水淡水化装置を導入すれば、小さなインフラとして機能し、水道の代わりにも活用する事が可能。この現場では、現場管理者から「現場内で全て完結出来て工事用水が確保できる仕組み作りはとても重要」というコメントも頂いた。

面白い利用方法としては、地盤改良をされている現場の作業員の為に浄水を温めてシャワーに利用することだが、他の現場でも潜水士さんの為に同様に温水にしてシャワーで使いたいという現場もあった。昨今は、現場の衛生管理が厳しくなり、シャワーの手配が必要になり、綺麗な水の確保に困っているというの、よく聞くようになってきた(写真-4)。

下記のような導入事例が増えている。

- ①機材洗浄…地盤改良現場などで洗いが豊富に取れない現場
- ②コンクリート養生水…防波堤延伸工事など給水車が入れない現場、沿岸や河口付近
- ③シャワー等…地盤改良現場での作業員用、潜水士の作業後にお風呂の水として
- ④散水用…粉塵対策の撒き水が豊富に必要な現場
- ⑤生活用水…護岸工事現場や長い洋上泊をする作業船など手洗い水すら困る現場
- ⑥散水…植樹作業現場

併せて、工事現場で発生する処理水のリサイクルについての相談も増えてきた。工事現場のみならず、船舶向け、防災向け、施設向けといった様々なシーンにそれぞれ特化した、小型で省エネタイプの製品開発を

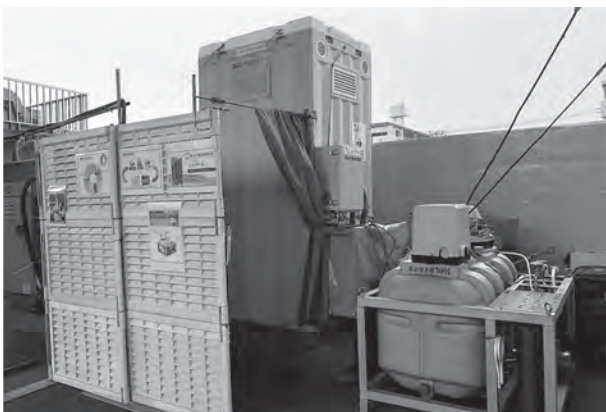


写真-4 某所工事現場での利用写真 (河川水をシャワーとして利用)

進めている弊社だからこそ、それらの知見を活かした提案が出来ると考えており、これからも新しい技術の研鑽に励む所存である。

3. 防災用として

この小型海水淡水化装置はミカン箱サイズと小型である為、軽トラックのような小型車両に搭載が可能である(写真-5)。災害時に必要な給水車は建機レンタル企業などでは保有していないと言われている。これは給水タンクを衛生的に保つメンテナンスをすることが困難な為である。その為、散水車は数多くあるが、給水車は非常に少ない。災害時に衛生的な水源まで取水しに行くことが必要な給水車よりも、海水や濁流の水、河川水などから飲料水レベルの水を確保できる我が社の小型海水淡水化装置を軽トラックなどに搭載することにより給水車代わりとして利用可能である。



写真-5 軽トラックに搭載した小型海水淡水化装置

4. おわりに

このように我が社の小型海水淡水化装置は可搬式で軽トラックにも搭載可能、小型発電機と共に使うことにより土木工事現場での仮設インフラ、災害時の緊急時のインフラとして利用可能である。有事にも平時にも利用可能な我が社の小型海水淡水化装置の知名度があり、この機会に全国に広まることを願いたい。

JCMMA

【筆者紹介】

柳瀬 善史 (やなせ よしふみ)
ワイズグローバルビジョン(株)
代表取締役社長



ずいそう

大震災復旧工事・復興工事の協力体験

吉田道信



震災との関わり

1993年7月12日、北海道南西沖地震、最大の被災地であった奥尻島にも営業所があった。復旧作業に従事、2年経ってもまだ終わらない工事…そこに今度は、関西で1995年1月17日5時46分52秒に発生した兵庫県南部震度7の地震による大災害が発生。のちに名称が「阪神淡路大震災」となり、日増しに甚大な災害であることが報告された。大阪営業所は復旧・復興の下支えをする建設機械を提供すべく当初はほぼ徹夜作業が続いた。5年で落ち着きを取り戻したことで東京勤務へと異動となったが、その6年後、2011年3月11日14時46分18秒に東日本大震災が発生。震災に対して災害協定を締結しており東北電力に必要機材を提供した。その後、熊本地震等災害においては色々な意味で携わることとなった。災害には一時的に多くの建機が必要で、それを準備できるのは広域レンタルを主業としている我々のような企業である。この体験を報告する。報告にあたり震災で亡くなられた方々にはお悔やみを申し上げる。

阪神淡路大震災

災害当時、自分は北海道勤務で、震災は、ニュースで知った。弊社は西日本に営業展開すべく大阪に営業所を1994年10月に開設し、営業展開を進めていた。開設間もない営業所では、新人ばかりの対応で業務が麻痺していた。急遽大阪に応援に行かなければ復旧工事に使う建設機械の準備に支障が出ると判断し、会社より、対応できる人事として、指名を受け赴任することとなった。私が赴任したのは地震発生後まもなく。右も左もわからない状態で、バグ一つで大阪営業所のある東大阪へ向かった。降りた駅は自分と同じ名前の「吉田駅」。この時点で何か因縁を感じた。すでに倒壊した家屋の解体に必要なパワーショベル、ダンプなどの手配の依頼が殺到していた。まずはどの程度の被害なのか現場の視察に向かったが、ご存じの通り阪神高速は倒壊しているので中国道経由で神戸まで移動した。阪神高速で30分程度で到着する距離だが、中



国道で向かうと渋滞もひどく4時間かかった。

長田地区や神戸市役所などを視察し、カメラも趣味の一つなので記録用にシャッターを切っていたが、撮っているうちにあまりのひどさにシャッターを切ることが出来なくなった。それだけ衝撃が大きかったことを記憶している。

弊社は、建設機械の調達が本業であるが、広域レンタル企業としての立ち位置としては、地元の同業他社もかなりの企業数があるため、今回の震災のような一時的な期間でのオーバーストックは避けたいところだ。しかし、我々は全国に営業所があるので復旧復興が終われば、全国にばらまけば何とかなる。パワーショベル800台、ダンプ1000台を確保するために北海道や東北からチャーターフェリーで毎日のように移動を行った。

それでも不足しているの、各メーカーに「あるだけ持ってこい！」と言って拍車をかけた。このような状況なのでビジネスという枠を超えて復旧活動に協力

させていただいた。建設機械も通常の使い方ではなく、無理のある解体でパワーショベルのアームがねじれて破損するという、経験のない修理も多数発生した。仮住まいするためのマンションもなかなか見つからずしばらくは営業所の2階に布団を敷いて寝ていたが、ダンプの出荷は夕方入荷して点検整備を行って、100台程度を出荷するころには朝になっている。結局はほとんど寝られない時期が結構あった。その時に入社した社員は最初に鍛えられたので、いまだに誰一人、退社していない。

東日本大震災

2011年3月11日14時46分18秒に東日本大震災が発生。自分はその時飛行機の中におり揺れを感じていない。函館に到着しニュースを見てびっくり、畑が海になっていた。函館の駅前も津波の影響で通行止め。

ホテルもやっと予約が取れたが深夜に余震が続き、まともに就寝できなかったことを覚えている。

翌日一番で東京に戻り状況を確認した。すでに東北方面に復旧に必要な建機の移動は始められていた。弊社の仙台営業所も津波に呑み込まれ壊滅状態。東京から支援物資を持ってゆくにも人が見つからず、自分の部署のトラックで走る事となり、亀裂の入った東北道を緊急車両の申請を行い現場へ向かった。中心地に行っても真っ暗で行き先がよくわからない中、弊社の営業所で工事用夜間照明を点灯していたので、唯一それが目印になった。夜通しで支援物資を搬入して夜が明けてきたころ、ちょうど仙台空港を通過。飛行場ががれきの山で空港とは言えない状態になっていたこと



に衝撃を覚えた。弊社の営業所の社員向けの食料等を届けたが翌日は東北電力向けの救援物資の配送。テント類を配送したが、すでに全国の電力会社から応援がきていたことを知り電力会社の連携に脱帽だった。

翌日東北から関東にかけて燃料が不足し、東京でも手配できなかったので、供給可能な浜松市まで車を走らせ仙台に届けた。3日間連続で仙台を往復し睡眠時間は2時間程度。こんなことを繰り返し今日に至っている。災害にあった時はみんなで助け合い連携を取ることが大切である。大阪の時も全国から応援隊が集まり業務に参加したが、社内ルールが整っていたおかげで、特別な打ち合わせをしなくても淡々と業務が遂行できた。徹夜続きにも誰も文句を言う者は現れずチームワークで乗り切りきれた。この経験があったからこそ人命の尊さや応援、救援等、助け合いで勇気づけられることを肌で実感できた。これからも誰かのためになることを心掛けて、仕事も私生活もできれば良いかなと感じている。

—よしだ みちのぶ

(株)カナモト 営業統括本部 ニュープロダクツ室—

ずいそう

インドネシア駐在の思い出

藤本 純



私は2014年8月～2019年7月の5年間、インドネシアにて建設機械レンタル会社を立ち上げるミッションで駐在していた。私がこの駐在で感じたことを紹介したい。

まず、インドネシアとはどういう国か、皆さんご存知だろうか。世界最大のムスリム(イスラム教の信者)人口を有する国というイメージを持つ方が多いだろうが、インドネシアは実は多宗教国家だ。人口2億6,400万人(世界第4位)の約9割がイスラム教と圧倒的にムスリムが多いが、キリスト教、ヒンドゥー教、仏教の信者も存在しており、クリスマス等、イスラム教以外の宗教に由来した祝日も多い。これは1945年にスカルノ初代大統領がさまざまな宗教や地域に帰属する300を超える民族を纏めてインドネシア独立を目指した際に述べた「多様性の中の統一」(パンチャシラ)という精神から来ている。少数勢力や弱者に優しい法律が多く存在する一方、実態はまだまだ貧富の差が激しく、本音と建て前が入り交じった国、という印象を私は持っている。

インドネシアは、1949年に国際法上の独立承認が為された国で、まだまだ若く未成熟な国だ。現在でもアセアンの約35%のGDPを占める大国だが、若者が多く天然資源も豊富で経済的な成長ポテンシャルは高い。未成熟さから来る危なっかしさの中でまっしぐらに成長を続ける様子は、日本と対照的で私を含めこの国に魅了される日本人は多い。

そんなインドネシアに私が赴任して初めに感じたのは、インドネシア人はいつも笑顔でいるということだ。知らない人から笑顔を振りまかれることに最初は戸惑ったが、皆が皆とても素敵な笑顔で接してくれるので、私も自然と笑顔で人と接する様になった。日本では知らない人に笑顔を見せると変人と思われるかもしれないが、笑顔は笑顔と呼び、人と打ち解けるのも早くなる。「建て前」ではないか、と思うような笑顔も一部あったが、そうであったとしても素晴らしい文化だと思った。日本人も見習うべきだ。

インドネシアの建設現場についても紹介したい。建設現場は安全性が低いという印象をお持ちだと思うが、その通りである。大学でもHealth(健康) Safety(安全) Environment(環境)を専門とするHSE学部が一般的だったり、政府公認の安全資格があったりと、


形式的な仕組みはあるのだが、実践においては安全を履き違えている印象を受けた。建設現場の安全性を高めるために、日本であれば危険予知を習慣化させる取組みを実施する等、ソフトな仕組み作りに重点を置くが、インドネシアでは現場毎に建設機械の年式規制を設けたり、各種証明書の提出を求めたり、多くのルールを作ってハード面の安全性を担保しようとしている様に感じた。安全を学問として勉強し、ルールを作ることが目的化しているため、私が本質的に重要だと考える「一人一人の高い安全意識」に向けた取組みが不足していると感じた。状況が目まぐるしく変わる建設現場において本当の意味で安全を突き詰めるには、学校の先生では無く、現場の先生が求められている。そういう意味で、日本を含めた安全先進国が関連した案件はインドネシアの安全な成長を促すために必要不可欠だと思う。

インドネシア駐在時代には、一つの巨大な建設現場の影響で周辺の村が瞬く間に発展する様子を見たり、地熱発電現場近くで生温い天然温泉(インドネシア人は熱いお湯が苦手)に浸かったりと、掛け替えのない経験や珍道中を数多く経験させて貰ったが、その中でも最も印象に残っているのがインドネシアの最東端に位置するパプア島に位置する製油所拡張工事を訪問したときのことだ。日本人の同僚と二人で訪問したのだが、飛行機を二回乗り継ぎ、最後はフェリーに13時間乗って現場まで行くのだが、行くだけで1日半くらい掛かる。フェリーに乗り込む300人の中で外国人は同僚と私の2人だけ。出航前に、自分の番号を大声で呼ばれたら配給を取りに行くという軍隊さながらの儀式があったが、その時は不安しか無かった。その現場で過ごした過酷な一週間の話は書くとも長くなるので省略するが、帰りに立ち寄った地方空港で蒸気エンジン式ロードローダーが屋外展示されていたことも忘れられない。戦時中に使われたものと思われるが、こういった思わぬお宝に出会えることもこの国の魅力の一つだ。

最後に、私の大好きなインドネシアでは、新型コロナによる一日当たりの死者が1,000人を超えていることに胸を痛めている。今後共、インドネシアの安心・安全に微力ながら貢献したい。

—ふじもと じゅん

三菱商事(株) 建機・レンタル事業部 企画チームリーダー—


 ずいそう

インダスの風

山 勝 三



中国領チベット高原を水源とし、下って世界第二の高峰K2(8611m)を盟主とするカラコルムの峰々の氷河の水を集め、広大なパキスタン平原を縦断して、遙かアラビア海に注ぐ大河インダス。

紀元前三千年～千五百年の昔、その中流域には世界古代文明のひとつ、インダス文明が花開き全盛を誇ったが、今は砂に埋もれ廃墟となり果て、全長3200キロに及ぶその流域にはインダスの乾いた風が吹き抜けるだけ。一帯に住まいする数千万の住民は「明日は明日の風が吹く」とばかり、その日暮らしの物質的には何もない、アラアの神頼みの気楽な日々を繰り返している。

国際NPO法人HGC(ヒマラヤングリーンクラブ)の一員として、二十年余前、そのイスラムの国、パキスタンの最奥地に植林を進めるボランティアの一員として遠征した。K2、ナンガパルバット、ガッシャブルム、チョゴリザなど、カラコルムの八千m峰を目指して世界から集まる登山隊。その彼らに雇われた現地のポーターたちが、燃料のため登山路周辺の本々を伐採した跡に出来たハゲ山に、再び緑を取り戻すため植林をするためである。

成田から北京を経由して世界の屋根、ヒマラヤを飛び越え、パキスタン北部の首都、イスラマバードへ入る。ここから中国国境へインダス河に沿って深い懸崖の中を切り開いた荒れ道を延々と車で走り、標高三千m近いカラコルム山群の麓にある寒村に着く。ここは電気もなく飲み水も谷川頼みの、遠く文化から隔絶された最果ての地。人々は泥と藁で固めた家に、家畜と同居の生活をしている。

この地に、遙か日本から私を含め定年リタイア組十数名が、勇躍、乗り込んだ。集落地近くの雑木林に持ち込んだテントを張り即席の住居とし、広場の片隅に穴を穿って即席トイレを作って、約一ヶ月間起居。近くのインダス河に沿った荒地に徒歩やトラックで移動して、クワやスコップを振るい植林作業に励んだ。

植林作業は日本のボランティア隊だけでは人数不足で、HGCが日当を払い現地の人を雇って共同で行った。彼ら一人ひとりカタコトの英語で話しかけるとニコニコとして、素朴で愛想も良い。しかし、集合時間は守らないし作業を始めても動作はきわめてスロー。見ていると、決して悪意があってそうしているのではなく、どうもそれが自然体なのだ。時間は悠久にあるのに、大自然を相手に何をせかせかと時間に縛られ動き回っているのかと、律義な我々のシゴト振りが不思議でならないようだ。

その彼らに物事を指示したり頼んだりすると、常にかえてくるのは「ノープロブレム」。そして結果は例外なく解決されずに終わるが、そんなことは全く気にしている風はない。しばらく付き合っ、この考え方は厳しい自然や貧しい生活の中で生きる者の、生活の知恵なのだと分かってきた。先のことをあれこれ考えるより、「なるようになる」と成り行きに任せた方が、万事、生き易いのだ。私のように長年、大企業の管理システムにガッチリとはめ込まれ生きてきた、合理主義至上の人間にとっては最初、理解しがたいことであつたが、たった一ヶ月なのに現地の厳しい生活条件に慣れてくると、次第に気にならなくなって来たのが不思議だった。

しかし、こうした彼らも、日々の生活を律するイスラムの教義、慣習に関しては厳しく正確そのものだ。一日五回のお祈りの時間になると、場所や仕事に関係なく、どこで何をして居ようと、コーランに合わせ全員が寸分たがわず長時間、土下座してお祈りする。

一日の無償のチカラ作業に疲れ果てキャンプ地に戻る。インダスの乾いた風が汗ばんだ頬を吹き抜けていく。仰ぎ見る天空はるか、氷河に覆われたカラコルムの峰々が夕日に染まりバラ色に輝くとき、物質が溢れ何ひとつ不自由のない、安楽な日本での生活が、現実から、一日一日、遠のいていく。

排水ポンプ車状態監視システム（DSシステム）の開発と改良

太田 正志・佐藤 充弘

排水ポンプ車を利用した排水作業は、昼夜 24 時間態勢で行われることが多く、災害発生直後では現場の二次災害も懸念されるため、運転状態や異常の発生などを安全な場所から確認するための状態監視システム（DSシステム）が開発されている。

キーワード：排水ポンプ車、遠隔監視、作業員の安全確保、負担軽減

1. はじめに

近年多発する台風や豪雨などの災害現場では、国土交通省の排水ポンプ車が昼夜連続作業にて活用されており、車両の運転操作や排水状況の確認は、現場の作業員が交代しながら監視する態勢で行われている（写真—1）。

また、大規模災害や集中豪雨が継続する状況下では、数日間の排水作業が行われる中で、現場の二次災害も懸念されることから、排水ポンプ等の配置後は給油作業など最低限の対応を除き、遠方からの状態監視対応が期待されている。

本稿は、国土交通省中部地方整備局中部技術事務所の委託により実施した、排水ポンプ車の状態監視システム（DSシステム）の開発及び改良検討業務について報告するものである。



写真—1 夜間の排水作業状況（国土交通省資料より）

2. DSシステムとは

(1) 概要

排水ポンプ車の位置、作業状態、各ポンプの運転状況、故障等の有無を遠方から監視し、運転履歴などのデータ出力を可能とするため、機械設備などの遠隔監視技術と移動体の位置情報表示機能を組み合わせた専用システムで、排水ポンプ車を製造販売する(株)クボタのマンホールポンプシステムにおける既存技術を基に開発された。排水ポンプ車（Drainage pump truck）と状態監視（State monitoring）の頭文字から DS システムと名付けられている。

平成 26 年度の開発検討から試作及び試験運用導入として、中部技術事務所に保管されている排水ポンプ車に順次搭載し、通信機能や動作の確認、監視機能等の改良を行ってきた。

DSシステムの主な機器類構成は図—1に示すとおりで、排水ポンプ車の制御盤内に配置される監視装置本体が各種信号を取得し、インターネットを経由したクラウドサービス（外部サーバ）から排水ポンプ車の作業状態の監視が可能となっている。

排水ポンプ車に搭載されるアンテナの通信方式は、災害発生時の現場状況に影響されない運用方法としては衛星通信網が優先されるが、衛星通信網よりも低廉な携帯電話の通信網についても利用可能としている。

(2) DSシステムの機能

DSシステムは排水ポンプ車の位置及び運転状態などを遠隔地より把握する他、運転履歴データの保存や出力、故障発生前の異常検知機能及び緊急時の遠隔非常停止機能などが含まれている（表—1）。

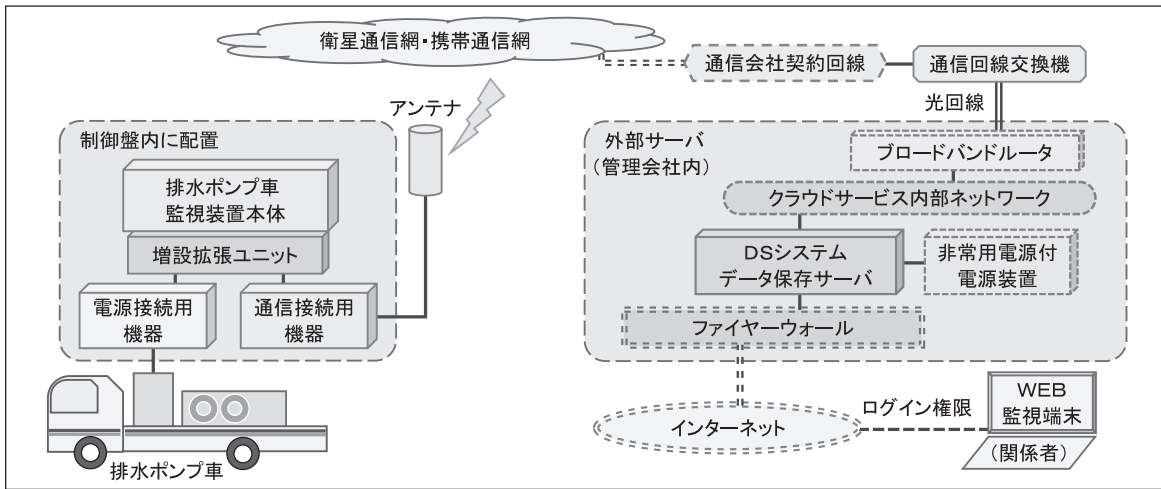


図-1 DSシステムの搭載機器（左側）とネットワーク構成（右側）

GNSSを利用した位置情報は、DSシステム側にて取得したものを、車両位置情報共有化システムへ定期送信を行うことで、位置情報の取得方法が重複しないように連携した。

故障が発生する前の異常検知は、排水ホースの折れ曲がりや排水ポンプのストレーナ周辺の閉塞状況を確認し、電流値の変動から異常診断を行っている。

(3) DSシステムのモニタ表示

排水ポンプ車の運転状態を遠隔監視するためには、パソコンなどからインターネット経由でサーバにログインし、一覧からモニタ表示させる車両を選択する。

表-1 DSシステムの主な機能

①車両位置情報	GNSSを利用した位置情報を地図上に表示する（10分間隔で更新）。
②排水作業状況	発電機と各排水ポンプの運転状態を個別に表示する。
③故障等異常の表示	制御盤の警告ランプにある故障等異常発生を監視モニタ上に表示する。
④燃料残量警告	発電機の燃料タンク残量により、車両の燃料タンクから供給を開始し、燃料減少を警告表示する。
⑤運転履歴データの保存	排水ポンプ車の運転日時、作業開始からの稼働状況や排水量の算出記録を日報・月報形式で保存する。
⑥故障前の異常を診断検知	運転開始からポンプの電流値を監視し、故障前に異常を診断検知する。
⑦遠隔非常停止	異常検知や現場状況の変化により、運転継続が困難となる問題発生時など、遠隔監視者が排水ポンプと発電機を非常停止する。
⑧他システムとのデータ連携	北陸地方整備局が開発した車両位置情報共有化システムと排水ポンプ車の位置情報を連携する。

図-2の左側は地方整備局の選択、右側は配備事務所と建設機械番号、運転状態などが表示される。

図-3及び図-4は、左側を地図表示として広域から詳細まで縮尺調整可能で、排水ポンプ車の位置と運転状態がアイコンで表示される。右側は図-2と同様に一覧が表示される。

遠隔監視対象の車両を選択すると、排水ポンプ車の外観イメージとともに発電機と各排水ポンプの運転状



図-2 DSシステムの搭載一覧から表示車両を選択（地方整備局と事務所、建設機械番号、運転状態の表示）

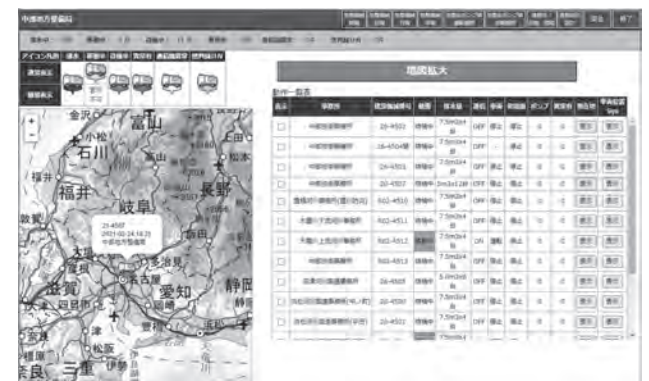


図-3 広域地図と選択した排水ポンプ車を表示（地図内の排水ポンプ車を色分けアイコンで表示）



図-4 詳細地図と対象車両のアイコン表示
(位置情報と運転状態は定期的に自動更新)



図-5 選択した車両の詳細表示の例
(排水ポンプは最大12台まで、状態表示と遠隔操作など)

況、故障や異常の有無が表示され、遠隔非常停止機能も操作可能となる(図-5)。

排水ポンプの表示台数は最大12台までの各車両に合わせて表示され、モニタ上で遠隔監視する他、稼働履歴データ(日報や月報)のグラフ表示や、予め登録したメールアドレスに異常を通報する機能もある。

なお、モニタ表示の情報更新は、車両の位置情報が10分間隔で行われており、排水ポンプなどの運転状態は変化が発生したタイミングで切り替わるが、状態更新ボタンを押すとその都度運転状態が更新される。

3. DSシステムの改良

(1) DSシステム簡易版の開発

排水ポンプ車の稼働状態を監視するDSシステムは、機能の項目数と使用する機器類及び通信回線の契約など、搭載する排水ポンプ車の台数増加により追加コストが懸念されることから、近年多発する災害対応に合わせて全国的に普及させるため、機能を簡略化して導入コストの縮減を図った簡易版を開発した。

DSシステムの簡易版は、使用する監視装置を本体のみで増設せず、監視機能と項目数を制限することで、使用する通信回線は衛星通信網から携帯通信網に変更

して必要経費を削減した。

監視機能の調整は、装置本体の入力チャンネル数を最大20とし、排水ポンプの運転状態や故障及び異常を一括表示に集約させることで、4台から12台までの排水ポンプ車に対応可能とした。

なお、簡易版のモニタ表示は、排水ポンプ車イメージの背景色を通常版から変更し、運転状態と故障等の表示項目を簡略化することで区別している(図-6)。



図-6 DSシステム簡易版のモニタ表示例
(車両の背景色を変更、状態表示を簡略化)

(2) 操作ユーザと権限

DSシステムの遠隔監視者は、排水ポンプ車を管理する国土交通省職員以外に、長時間に及ぶ排水作業現場では待機中のモニタ監視を現場作業員も行うため、複数の操作ユーザと権限を設定している。

排水ポンプ車の登録は、DSシステムが搭載された全国の車両をサーバで一括管理可能となっていること、近年多発する大規模災害時の緊急災害対策派遣隊(TEC-FORCE)への運用なども考慮し、管理者権限では全国の車両の表示と遠隔操作を可能としている。

モニタ確認のみを目的とした国土交通省職員や現場作業員に対しては、一般ユーザとして全国もしくは地方整備局管内を監視対象に、各車両の状態確認が可能な利用権限としている。

なお、メール登録による異常通報機能は、対象車両ごとに設定可能であるため、操作ユーザの権限とは異なる利用方法としている。

(3) 車両位置情報共有化システムとの連携

排水ポンプ車の位置情報は、当初DSシステムにGNSS受信機を組み合わせることで、移動中や排水作業の車両位置を地図上に表示していたが、北陸地方整備局で開発された災害対策車両の位置情報共有化システムの普及に伴い、重複した機能を連携するものとした。

連携当初は、搭載台数の多い車両位置情報共有化システムが取得した位置座標データ及び情報測位日時をDSシステムに使用していたが、今後のDSシステム搭載車両の増加を考慮し、DSシステム側からの情報提供機能（1分間隔のデータ送信）を追加した。

送信するデータは、車両位置情報に加え、排水ポンプ車の動態情報（待機中、移動中、排水中）についても送信される。

なお、車両位置情報共有化システムと国土交通省が運用している統合災害情報システム（DiMAPS）との連携は、必要に応じてDiMAPS側から位置情報を取得していることから、DSシステムとは直接連携しない状態となっている。

4. おわりに

近年の台風や豪雨による災害発生時では、全国的に排水ポンプ車の稼働率が増加傾向にあり、各地域に配備された車両を効率的に運用し、運転状態を遠隔監視することが重要な機能として期待されている。

本検討は、排水ポンプ車の長時間作業による現場作業員の負担軽減や、故障やトラブルが発生する前に異常を検知して通報することなど、運転状態を遠隔監視することで得られる機能や利便性を確認し、追加改良

を実施することで実用化に向けた全国的な普及展開への準備を行った。

今後は、各地方整備局にて規格や仕様の異なる排水ポンプ車での利用状況を確認するとともに、問題点や課題、不具合などを改善してゆくことが考えられる。

最後に、本検討の実施にあたり、業務の発注者である国土交通省中部地方整備局の関係各位、ならびに排水ポンプ車とDSシステムの設計・製作に携わる各社の方々へ、あらためてここに感謝の意を表します。

JCMMA

【筆者紹介】

太田 正志（おおた まさし）
（一社）日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所
研究第三部 主幹



佐藤 充弘（さとう みつひろ）
（一社）日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所
研究第三部 技術主幹



03-189	床版架設機の開発	三井住友建設
--------	----------	--------

▶ 概 要

橋梁の床版取替工事において、通常のクレーンによる施工ができない特殊条件下（上空制限や家屋が近接している箇所等）でも、効率的な施工を可能にする床版架設機を開発した。

本機は門型油圧リフターを上下させることで床版を上下に揚重することから、一般的な橋形クレーン形式の床版架設機の設置時に必要なクレーン申請と完成検査が不要で、架設機の組立てから使用までの期間を短縮できる。作業休止時は門型油圧リフターを縮めて高さを低く抑えることで、高さ調整ができない橋形クレーン形式の床版架設機に比べて、隣接する供用線への影響も低減できる。

また、ほとんどの操作を遠隔で行えることから工事の省力化・省人化を実現でき、更には安全性向上にもつながる。

▶ 特 徴

本機は、脚自体が伸縮して床版を上下させる門型油圧リフターと、その上の横梁に固定された走行レールに沿って移動する搬送装置で構成されている。搬送装置には床版を平面的に回転させる機能があり、施工時における床版の揚重・搬送・設置までの一連の作業を遠隔で操作することができる（図-1参照）。トラッククレーン施工では吊上げと設置の際、床版を固定する補助作業員が必要であるが、本機ではその作業が不要のため安全性向上と省力化・省人化が図れる。また、トラッククレーンと比べて総重量が軽いため、搬入、組立、解体において大型の重機が不要で省力化が図れ、施工時に既設の鋼桁に与える負担を小さくできるという特徴がある。

なお、施工方法や床版重量に合わせて、門型油圧リフター能力や門型の幅を変更する事で、全断面での床版取替えだけでな

く片側規制で行う半断面での取替えにも対応が可能である。また、1サイクルで取替え可能な床版枚数に応じて橋軸方向長さを変えることで、限定された作業空間など様々な現場条件に柔軟に対応することができる。

▶ 施工ステップ（図-2参照）

- STEP.1: 予め床版カッターを用いて橋軸直角方向へ切断した既設床版の剥離を行う。
- STEP.2: 剥離された既設床版を搬送装置にてトレーラー上まで運搬し、トレーラーにて場外運搬する。
- STEP.3: トレーラーにて新設床版を床版架設機まで運搬し、門型油圧リフターと搬送装置にて揚重・架設を行う。
- STEP.4: 床版架設が完了したら床版架設機を移動させる。

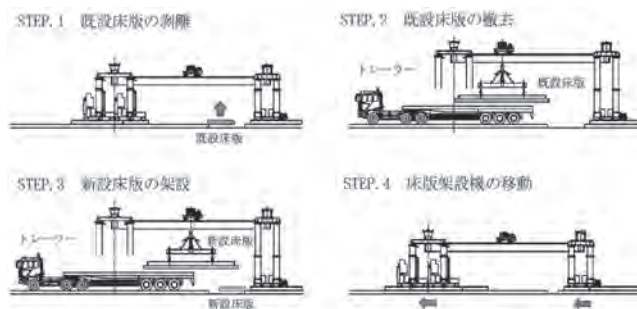


図-2 施工ステップ



▶ 実 績

- ・中日本高速道路発注
東名高速道路(特定更新)裾野 IC ~沼津 IC 間床版取替工事

▶ 問合せ先

三井住友建設(株) 広報室 平田豊彦
〒104-0051 東京都中央区佃二丁目1番6号
TEL: 03-4582-3015

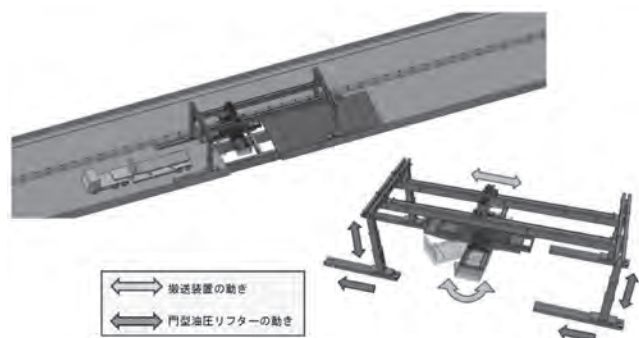


図-1 床版架設機イメージ

新工法紹介

04-428	シールドトンネル工事の支援ツール 「シールドマシン AI 掘進システム」	東急建設 Automagi 協立電機
--------	---	--------------------------

概要

シールドトンネル工事では、トンネルの切羽における土圧や水圧により、切羽直上の地表面に隆起や沈下が生じる恐れがあり、切羽掘削面の圧力を適切に維持しながら掘り進める必要がある。また、計画通りにトンネルを構築するためには、シールドマシンの精緻な方向制御が要求される。これまで、掘削する地盤の条件やシールドマシンの位置・姿勢などに応じた掘進制御は、オペレーター個人の経験と技能に依存しており、その技術をいかに継承し、安全と品質を安定的に維持するかが喫緊の課題である。

都市部を中心とするシールドトンネル工事においては、地上及び地下の構造物の高密度化に伴い、トンネルの長距離化、大深度化、急曲線化といった高度な施工技術を要する難易度の高い工事が増えていることから工事従事者の技能を補い、作業をサポートする技術の開発が求められている。

本システムは、シールドマシンの掘進制御において特に重要な切羽の圧力調整と機体の方向制御に着目し、AIによってこれらの制御の支援および自動化を目指している。本システムは、シールドマシン掘進時に得られる様々な計測データを取り込み・学習することで、最適な制御量を予測する「AI予測システム」と、予測した制御データをグラフ等に可視化し、かつシールドマシンに伝送する「AIアシストツール」によって構成されている(図-1)。

都内の工事で本システムの実証実験を行った結果、高い予測精度が確認でき、今後の実装に向け大きく前進した。

今回の実証実験では、「制御支援モード」で、切羽の圧力調整と機体の方向制御の両方を行い、「自動制御モード」では、切羽の圧力調整のみ行った。

「制御支援モード」の実験では、高い予測精度が確認でき、オペレーターが自らの判断に誤りがないことをチェックするためのツールとして有用であることがわかった。また、「自動制御モード」による切羽の圧力制御実験では、所要の精度内で切羽の圧力を保持しつつ、掘進させることができた。

今後は、複数の作業所で実証実験をさらに重ね、データを蓄積し本システムの予測精度の向上と機能の拡張に取り組む。

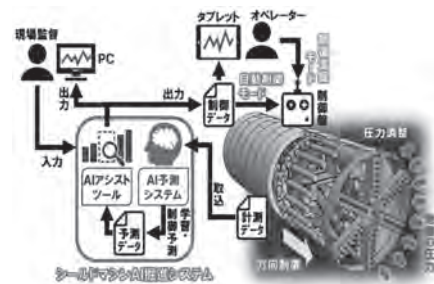


図-1 本システム運用イメージ

特徴

- 1) 切羽の圧力調整や機体の方向制御に関わるスクリーコンベヤ回転数及びジャッキ選択の最適制御量をAIが予測。AIからの予測値はオペレーターの制御支援や自動制御に利用可能。
- 2) 制御時の判断をサポートする「制御支援モード」とAIが予測した最適制御量をシールドマシンに伝送し自動で制御を行う「自動制御モード」の2つのモードを搭載。
- 3) 作業所導入前に未学習の場合でも、AIが逐次的に学習を行い施工条件に短期間で適応可能。
- 4) オペレーターや地上の職員が、遠隔操作で離れた場所から各種データをリアルタイムに確認できる。また、制御履歴を動画再生することができ、作業の引継ぎ等に活用可能(図-2)。



図-2 本システム管理画面

用途

・シールドトンネル工事

実績

・泥土圧シールドトンネル工事

問合せ先

東急建設(株) 経営戦略本部 経営企画部 コーポレート・コミュニケーショングループ

〒150-8340 東京都渋谷区渋谷1-16-14 (渋谷地下鉄ビル)

TEL: 03-5466-5008

新工法紹介

04-429	トンネル掘削当たりガイダンスシステム (T-アタリパーフェクター)	大成建設(株)演算工房(株)アクティオ
--------	-----------------------------------	---------------------

概要

山岳トンネル工事で発破を用いて岩盤掘削を行う場合、爆破により破碎しきれず設計掘削断面内に出っ張りとして残ってしまう「当たり」が高い頻度で発生する。この「当たり」を油圧ブレイカーではつり落とす作業は、重機オペレーターと補助作業員の目視による判断で行われている(写真-1)。この作業は作業員の経験値によって行われるため、あと何cmのはつりでOKといった定量的なものではなく、はつり過ぎやはつり不足が発生し、コンクリート材料の食い込みやはつり作業のやり直しなど問題が時々発生する。また、切羽近くで「当たり」を重機オペレーターに知らせる補助作業員には常に落石の危険性がある。



写真-1 従来の「当たり」確認方法

今回開発した『当たりガイダンスシステム (T-アタリパーフェクター)』は、このはつり過ぎやはつり不足の問題を解決し、「当たり」を知らせる補助作業員を不要にすることができます。具体的には、ジャイアントブレイカーのノミ先を「当たり」の可能性のある岩盤に押し当てるだけで、その位置が何cmの「当たり」なのかを数値で重機運転席モニターに表示し、重機オペレーターは機械操作を行いながらノミ先を岩盤に押し当てただけであと何cmはつれば良いのかを、作業をしながら判断することが可能となります。既に複数のトンネル現場で実用化され、生産性と安全性の向上に寄与しています。

特徴

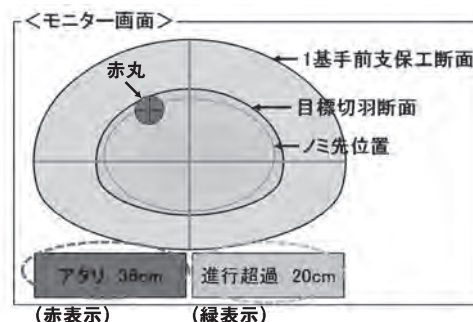
- ①油圧ブレイカーの位置、方向をリアルタイムに把握
光波測距儀により建設機械の位置、方向をリアルタイムに把握(図-1参照)
- ②ノミ先位置を正確に算出
油圧ブレイカー各部の傾斜計(写真-2)と位置情報からノミ先端の三次元座標値を算出



図-1 当たりガイダンスシステムの仕組み



写真-2 油圧ブレイカー各部の傾斜計



当たり：(赤表示) アタリ○cm 余掘り：(緑表示) 進行超過○cm

図-2 運転席モニター画面

- ③油圧ブレイカー運転席のモニターに表示
ノミ先位置を赤丸で示し、その位置が「当たり」あるいは「余掘り」を数値と色で画面に表示する(図-2)

用途

トンネル掘削断面はつり作業

実績

大分212号跡田トンネル(東工区)
大野油阪道路荒島第2トンネル(西勝原地区)

問合せ先

大成建設(株)
〒163-0606 東京都新宿区西新宿1-25-1
TEL: 03-3348-1111

新工法紹介

11-119	遠隔立会検査システム 「遠検™」	三井住友建設㈱
--------	---------------------	---------

概要

2021年3月に国土交通省が発表した「建設現場の遠隔臨場に関する試行要領（案）」および「建設現場の遠隔臨場に関する監督・検査試行要領（案）」と、昨今の新型コロナウイルス感染防止対策における3密回避から、遠隔臨場に対する注目が集まってきている。当社が開発した遠隔立会検査システム「遠検」（以下、「遠検」と称する）は、発注者が現地に赴くことなく映像確認・音声通話・立会調書の表示や記入・写真の保存をタブレットのみで行うことができるシステムである。ここでは「遠検」（写真-1、図-1）の内容について紹介する。



写真-1 「遠検」を利用した立会状況（現場）



図-1 「遠検」を利用した立会状況（タブレット画面）

特徴

従来の立会検査は、印刷した立会調書を現地へ持参し、検査記録を立会調書へ記載した後、事務所に持ち帰り、PCに取り込むことで電子化した調書を発注者へ提出していた。

「遠検」による遠隔臨場は以下①～⑤の手順で行う。

- ①立会調書を事前にインターネット上のクラウドに登録
- ②遠隔臨場開始時間に、施工管理者は現地にて、発注者は事務所でタブレットを使用してアプリケーションを起動
- ③対象検査を選択し、発注者と施工管理者間で立会調書、映像、音声を共有（立会の実施）
- ④タブレット上に表示された立会調書に文字（数値）・発注者の署名・メモ等を直接書き込み、双方へ反映
- ⑤クラウド上に立会調書を保存

現場での施工状況確認や工場での品質確認等、工事中の立会検査は数多く行われるため、本システムを導入することにより立会検査で発生する発注者の移動時間を削減できる。特に現場から離れた工場などで行う遠方での立会検査には大きな導入効果が期待できる。また、検査の事前準備を終えた後、発注者が現地に到着するまでの施工管理者の待ち時間を削減することができる。

また、「遠検」はタブレット上に表示された立会調書に文字（数値）・発注者の署名・メモ等を直接書き込むことができることから、検査に使用した帳票の清書や検査値入力などの報告書作成作業を省力化することができ、印刷コストや帳票の紛失リスクを低減する。

その他の効果では、新型コロナウイルス感染防止対策として、3密（密閉・密集・密接）を回避し、感染リスクを低減することも可能である。

用途

- ・建設現場における立会検査

実績

- ・東名高速道路（特定更新等）裾野IC～沼津IC間床板取替工事（平成29年度）
- ・関越自動車道 松川橋床版取替工事
- ・国道493号（北川道路）道路改築（和田トンネル）工事

問合せ先

三井住友建設㈱ 土木本部 土木技術部
〒104-0051 東京都中央区佃二丁目1番6号
TEL：03-4582-3060

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈02〉 掘削機械

21-〈02〉-01	日立建機 PAT ブレード マシンコントロール仕様機 ZX40U-5B	'21.07 発売 新機種
------------	--	------------------

小規模舗装工事の整地作業向けに、ブレードの自動制御に対応したミニショベルである。

自動追尾型のトータルステーション^(※1)とPATブレード^(※2)に装着したターゲット（プリズム）および傾斜角センサにより車体位置とブレードの傾斜角度情報を取得し、あらかじめ車体コントローラに取り込んだ3D設計データに従いPATブレードの動作をリアルタイムで自動制御することが可能である。

また、一般的なミニショベルと同様に整地作業前の路面掘削や土砂の積み込み、路盤材の敷き均しなどの作業にも活用できるため、施工現場に投入する機材の集約も可能である。

従来機は、ブレードに取り付けた傾斜角センサと上部旋回体のブレード制御用コントローラの接続が外部ケーブル接続のため、車体の旋回範囲に限られる技術的課題があったが、本機は接続方法を工夫することで、常時360度の旋回を可能としている。これにより、路盤材搬入後のバケットでの撒き散らし作業等、主にバケットを用いた作業において、使い勝手の向上を図っている。

※1：トータルステーション：目標点に光を照射して、距離と角度を同時に計測できる測量機器。一般的に、目標点として入射角と反射角が常に平行になるプリズムが使用される。

※2：PATブレード：Power Angle Tiltブレードの略で、通常の上下動作に加え、ブルドーザのようにチルト、アングル動作も可能としたブレード（排土板）のこと。整地作業を効果的に行うことができる。

表一 ZK40U-5B PAT ブレードマシンコントロール仕様機の主な仕様

機械質量	(t)	5.06
エンジン定格出力	(kW/min ⁻¹)	27.1 / 2,400
ブレード幅	(m)	2.14
ブレード高さ	(m)	0.40
ブレード上昇量	(m)	0.46
ブレード下降量	(m)	0.47
チルト角度 左回転/右回転	(°)	8/8
アングル角度 左回転/右回転	(°)	20/20
標準バケット容量 (JIS A8403-4)	(m ³)	0.13
標準バケット幅 (サイドカッタ無)	(m)	0.60 (0.55)
全長	(m)	5.35
全高	(m)	2.53
後端半径	(m)	1.08
クローラシュー幅	(m)	1.96
価格		見積対応



写真一 日立建機 ZX40U-5B PAT ブレードマシンコントロール仕様機

問合せ先：日立建機(株) ブランド・コミュニケーション本部
広報・IR部 広報グループ
〒110-0015 東京都台東区東上野二丁目16番1号

21-〈02〉-03	コベルコ建機 超大型建物解体専用機 SK1300DLC-10	'21.04 発売 新機種
------------	--------------------------------------	------------------

高層部から低層部そして基礎解体まで、幅広い用途で活用できる130t級の大型建物解体機である。

高層部の解体には超ロングアタッチメント仕様、低層部から基礎の解体にはセパレートアタッチメント仕様に対応する。超ロングアタッチメント仕様には、4つ折れ35/40mタイプの2種と、3つ折れ31/35/38mタイプの3種を設定しており、基礎解体で使用されるセパレートアタッチメント仕様の2種を含め、合計7種のアタッチメントの組み合わせにより、対象物の高さや強度に応じて最適な工法を選択できる。

4つ折れ超ロングアタッチメント仕様ではインサートブームに新たに関節を設けることで、機械全体の重心を低く抑えている。これにより、本体を従来の100t級大型解体機SK1000DLCから大型化することなく最大作業高さ約40mにおいても質量4.3tまでの圧碎機を装着することができる。

また、これら各仕様で共用できるアタッチメントを新設計することで、各種アタッチメントの組み合わせで用途に応じた作業高さを実現し、機械の稼働率の向上に貢献している。

作業能力だけでなく、現場間の機動力を高める様々な機能を搭載している。本体部分は、アッパーフレームとブームフット接合部をサブフレーム構造とし、メインブームの脱着にかかる時間を大幅に短縮し、分解作業時間を従来の100t級大型解体機に比べ、約1/4としている。更に、メインブームが外れることで、本体（カウンタウエイト、クローラなし）は重量32t以下、幅3.2m以下、高さ3.3m以下となり、搬送可能な地域や現場を広げている。

クローラの脱着をスムーズに行える4本同調制御のトランスリフ

新機種紹介

タを設定し、クローラの取り外しや機械本体のトレーラー積み込みも容易に行うことができる。また、アタッチメントの主要な接続部にはフック構造、ガイド付き分割ピン、油圧ピンのそれぞれを採用し、組立・分解作業を省力化し、現場での仕様変更もスムーズに行うことができる。



写真-2 コベルコ建機 SK1300DLC-10
4つ折れ超ロングアタッチメント仕様 (40m タイプ)

表-2 SK1300DLC-10の主な仕様

運転質量	(t)	138.4
最大作業高さ	(m)	39.570
圧碎機装着可能質量	(t)	4.3
アームピン径	(mm)	φ 90
アーム幅	(mm)	380
エンジン定格出力	(kW/min)	380/1800
価格(※)	(百万円)	340

※いずれも4つ折れ超ロングアタッチメント仕様 (40m タイプ)

問合せ先：コベルコ建機 営業促進部
環境マーケティンググループ
〒141-8626 東京都品川区北品川5丁目5番15号
(大崎ブライトコア 5F)

▶ 〈07〉 せん孔機械およびブレーカ

20-〈07〉-05	古河ロックドリル 多機能型鉄骨カッター 『Vc15』 オート旋回仕様	'20.9 発売 新機種
------------	--	-----------------

都市再開発やインフラ整備に伴う解体工事が増加する中、低騒音で作業できる油圧圧碎機である。

多機能型鉄骨カッター『Vc15』オート旋回仕様は、圧碎機の開口時に開ききる状態を検知し自動的に旋回モータに作動油を流し旋回する。圧碎機への2本配管だけで片方向の油圧旋回が可能になり鉄骨切断、コンクリート構造物解体、SRC造のビル解体を可能とした。

それにより油圧圧碎機の操作性の向上や作業効率のアップに繋がっている。また、3次元CAD解析を駆使した設計により、強度や耐久性の向上、耐摩耗による長寿命化を実現し、ユーザーメンテナンスコストの低減に繋がっている。

表-3 主な仕様

質量	(kg)	1,305
全長	(mm)	2,123
全高	(mm)	1,215
最大開口幅	(mm)	660
先端圧碎力	(kN)	550
カッター中央切断力	(kN)	1,050
カッター長	(mm)	340
使用圧力	(MPa)	32
適合油圧ショベル	(ton)	10 ~ 16
ハイスピードバルブ搭載		標準装備
旋回方式		オート旋回方式
価格	(千円) 税込み	9,548



写真-3 古河ロックドリル 多機能型鉄骨カッター Vc15

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

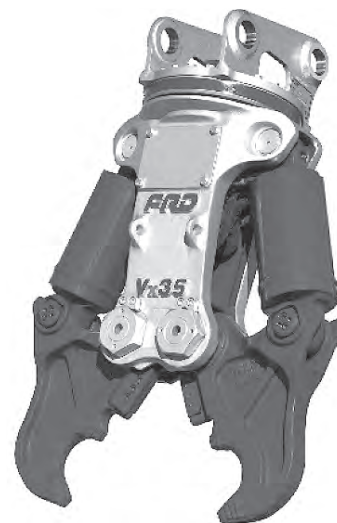
新機種紹介

21-(07)-01	古河ロックドリル 大割用小型油圧圧砕機 Vx35	'21.1 発売 新機種
------------	--------------------------------	-----------------

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

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

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



写真一 古河ロックドリル 大割用小型油圧圧砕機 Vx35

表一 4 主な仕様

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

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

建設企業の海外展開

1. はじめに

昨今、少子高齢化が急激に進行しているわが国においては、世界の旺盛なインフラ需要を取り込むことが重要な課題となっている。政府の経協インフラ戦略会議は、カーボンニュートラル、デジタル変革への対応等を通じた産業競争力の向上による経済成長の実現のため、「インフラシステム海外展開戦略2025」（令和2年12月10日）を策定し、中長期に亘る持続的なインフラ海外展開の実現に向け、企業におけるイノベーションの推進等、競争力向上に向けた取組みを、新型コロナウイルスの感染拡大による経済活動への影響を勘案しながら推進することとしている。

国土交通省は、この方針に従い「ポストコロナを見据えたデジタル技術の活用」、「地球規模での気候変動への対応などによる経済と環境の好循環の実現」、「FOIPへの寄与」を取組を強化すべき新たな課題と位置付け、これらの課題に応じていくための主な施策を示した「インフラシステム海外展開行動計画2021」を策定した。この計画の中で、今後注視すべき主要プロジェクトなどを取りまとめている。

このような状況の中、2020年度の建設企業の海外展開の状況、今後注視すべきプロジェクト等について、海外進出の歴史を踏まえて紹介する。

2. わが国の建設業における海外進出の歴史

わが国の建設業における海外進出の歴史について、国土交通省「わが国建設業の海外展開戦略研究会中間報告書」（2005年）をみると、初めて商業ベースで海外に進出したのは、1897年（明治30年）に始まった京城と仁川の間を結ぶ京仁鉄道工事からであるとされている。その後、1901年には京城と釜山の間を結ぶ京釜鉄道工事、1937年にはメキシコでの道路舗装工事、1939年にはブラジルでの水力発電工事を実施したという記録が残されている。この間、これらの商業ベースの工事とは別に、わが国の領土拡大等を背景とした海外進出も少なくなかった。台湾縦貫鉄道建設（1898年-1908年）などの工事が行われたが、1945年の太平洋戦争に敗戦したことにより、中断することとなった。

戦後、我が国建設業の海外進出は、東南アジアや韓国における賠償工事という形で再開されたと言われている。賠償工事は、1955年度の当時ビルマ（現ミャンマー）における水力発電所建設が最初であった。本工事は、1954年11月に署名されたわが国とビルマとの賠償及び経済協力に関する協定に基づく賠償工事の第1号であった。賠償工事から商業ベースへと移行していったのは1960年代に入ってからと言われている。

また、「海外建設協会30年の歩み」を見ると、1960年代の現地法人での受注は1966年度にタイ国での1件のみであり、他の受注はすべて本邦法人での受注であった。以降、1972年まで現地法人による受注はなかったと記されている。わが国建設企業の海外進出が本格化したのは1970年代に入ってからである。（一社）海外建設協会（以下「海建協」という。）の資料によると、海外受注実績はオイルショックを背景とした中東における受注により1970年代から急伸し、1980年代に入っても伸び続け、1983年度に初めて1兆円を超えることとなった。1996年度には過去最高額の1兆5,926億円を記録したが、1997年のアジア通貨危機の影響により1999年度は7,297億円まで下落することとなった。2000年度に入ると1兆円台に回復したが、2001年度には再び1兆円を割り込み、以降3年間1兆円を超えることはなかった。再び1兆円台を回復したのは、2004年度になってからである。

昨今では、2017年度以降伸び続け、2019年度には2兆609億円となり初めて2兆円を超えて過去最高額を更新したところであるが、2020年度は前年度を大きく下回る1兆1,136億円という結果となった（図-1参照）。

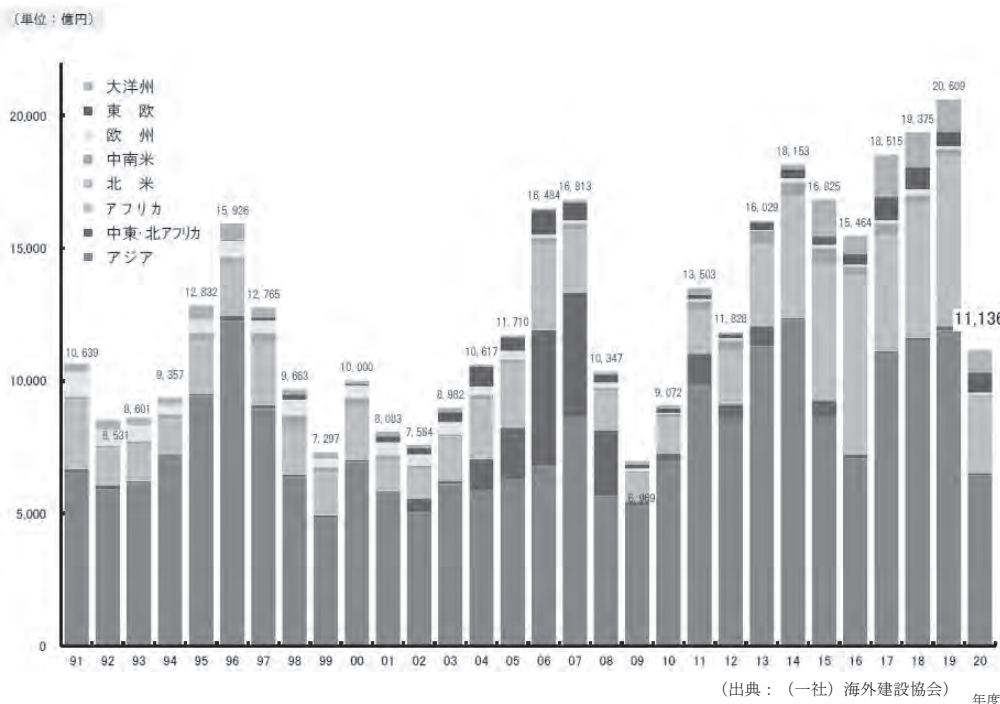
3. 2020年度の海外建設工事受注実績について

2020年度におけるわが国建設企業の海外建設工事受注実績について、海建協のデータを用いて紹介する。この受注実績は、同協会会員企業51社が受注した海外建設工事（1件1,000万以上）をとりまとめたものである。なお、集計は会員各社間（海外法人を含む）及び自社の本邦法人と現地法人間の契約案件（元請・下請による重複分）は除外されており、また共同企業体（JV）による受注については各社の出資比率分が計上されている。

(1) 2020年度の海外建設工事受注額及び受注件数について

2020年度の海外建設工事受注額は2019年度の受注額と比べ9,473億円減の1兆1,136億円であった。受注件数についても、2019年度の2,116件と比べ422件減の1,694件であった。受注額は、2017年度から3年連続で増加していたが、4年振りに減少する結果となった。

また、2020年度の海外建設工事受注状況を法人別にみると、本邦法人の受注額は3,448億円であり、2019年度の7,718億円と比べ4,270億円減少した。件数についても359件となり148件減少する結果となった。現地法人の受注額については、7,688億円となり、2019年度の1兆2,891億円に比べ5,203億円の減少となった。件数についても1,335件となり、274件減少した（表-1、図-2参照）。



図一 海外建設受注額の推移（1991年度～2020年度）「海建協調べ」

表一 2019、2020年度の海外建設受注額の対比「海建協調べ」

(単位：億円)

法人種別	2020年度		2019年度		対前年度比：増減	
	件数	金額（構成比率）	件数	金額（構成比率）	件数	金額（前年度比率）
本邦法人	359	3,448 (31.0%)	507	7,718 (37.4%)	-148	-4,270 (-55.3%)
現地法人	1,335	7,688 (69.0%)	1,609	12,891 (62.6%)	-274	-5,203 (-40.4%)
計	1,694	11,136 (100.0%)	2,116	20,609 (100.0%)	-422	-9,473 (-46.0%)

(2) 2020年度各地域における建設工事受注状況について

2020年度の受注状況を各地域別にみると、前年度より受注額が増加した地域は、東欧のみであった。東欧の受注額は757億円であり、2019年度に比べ35.6%増加した。受注件数についても、14件増加し67件であった。

一方、前年度より減少となった地域は、アジア、中東・北アフリカ、アフリカ、北米、中南米、欧州、大洋州の7地域であった。それぞれの地域の受注件数と受注額は、アジアが1,148件6,455億円、中東・北アフリカ10件72億円、アフリカが8件501億円、北米が310件2,332億円、中南米が76件88億円、欧州が17件105億円、東欧が67件757億円、大洋州が58件825億円であった。

減少となった地域を減少率の高い順にみると、中南米が一番高く67.9%の減少であった。次いで中東・北アフリカが61.9%減、北米の57.3%減という順であった（表一参照）。

4. 今後注視すべき主要プロジェクト

国土交通省が、「インフラシステム海外展開行動計画2020」において、今後3～4年間に注視すべきプロジェクトとして選定した案

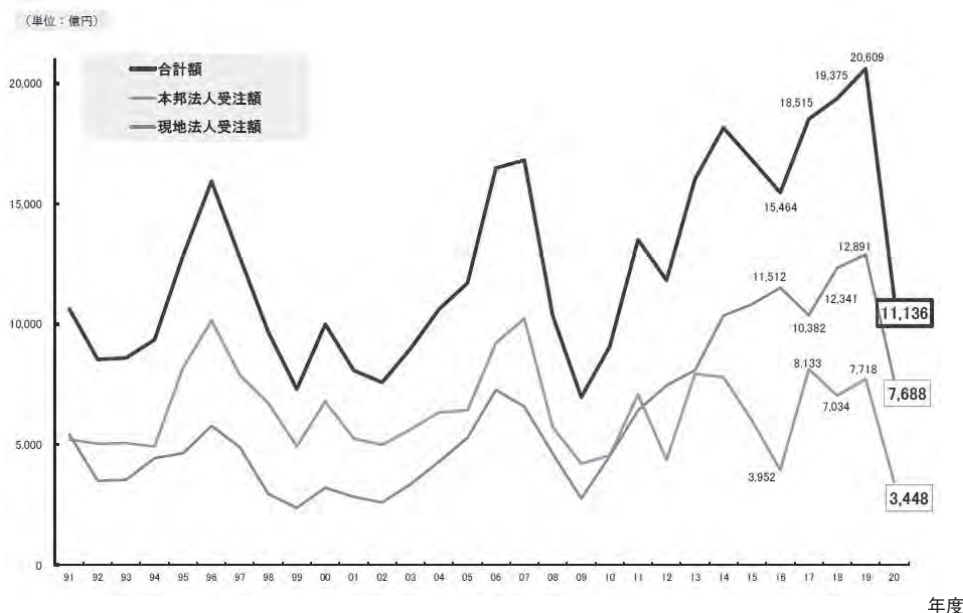
件のうち、「パナマ首都圏都市交通3号線整備計画」1件の受注に至った。一方で、「新ワルシャワ国際空港整備・運営事業は、仁川国際空港公社との競争に敗れ失注となった。また、6件の案件が中止となった。

「インフラシステム海外展開行動計画2021」における今後注視すべきプロジェクトについては、行動計画2020で選定した80プロジェクトのうち8件を削除し、新たに16件を追加して、88プロジェクトを選定した。

ベトナムにおいては南北構想鉄道整備事業等12事業、カンボジアではシハヌークビル港新コンテナターミナル整備事業等2事業、タイではバンコク～チェンマイ間高速鉄道整備事業等8事業、フィリピンでは南北通勤鉄道事業等11事業、インドネシアではジャカルタ都市高速鉄道事業（フェーズ2）等10事業、マレーシアではイスカンダルバス高速輸送システム開発事業の1事業、シンガポールではチャンギ国際空港第5ターミナル建設事業等2事業、インドではムンバイ～アームダバード間高速鉄道計画等2事業、スリランカではバンダラナイケ国際空港改善事業の1事業、バングラディッシュではダッカ都市交通整備事業（1号線）等6事業が選定された。

また、アメリカではワシントンDC～ボルティモア間の超電導リ

統計



図—2 海外建設工事受注額の推移 (1991年度～2020年度) [海建協調べ] (出典：(一社)海外建設協会)

表—2 2019, 2020年度の地域別建設工事受注額の対比 [海建協調べ]

(単位：億円)

地域	2020年度		2019年度		対前年比：増減	
	件数	金額 (構成比率)	件数	金額 (構成比率)	件数	金額 (前年度比率)
アジア	1,148	6,455 (58.0%)	1,499	11,883 (57.7%)	-351	-5,428 (-45.7%)
中東 北アフリカ	10	72 (0.7%)	39	189 (0.9%)	-29	-117 (-61.9%)
アフリカ	8	501 (4.5%)	28	917 (4.5%)	-20	-416 (-45.4)
北米	310	2,332 (20.9%)	263	5,463 (26.5%)	47	-3,131 (-57.3%)
中南米	76	88 (0.8%)	128	274 (1.3%)	-52	-186 (-67.9%)
欧州	17	105 (0.9%)	25	126 (0.6%)	-8	-21 (-16.7%)
東欧	67	757 (6.8%)	53	558 (2.7%)	14	199 (35.6%)
大洋州	58	825 (7.4%)	81	1,198 (5.8%)	-23	-373 (-31.1%)
合計	1,694	11,135 (100.0%)	2,116	20,608 (100.0%)	-422	-9,473 (-46.0%)

ニア計画等3事業、イギリスではHigh Speed 2 高速鉄道計画の1事業、オーストラリアでは西シドニー新空港周辺開発計画の1事業、中東ではアブダビメトロ整備事業（アラブ首長国連邦）等2事業、中央アジア・コーカサスでは国際幹線道路改善計画（キルギス）の1事業、モンゴルでは新ウランバートル国際空港運営事業の1事業、中南米ではリマメトロ3号線、4号線整備事業（ペルー）の1事業、アフリカではアビジャン三交差点建設事業（コートジボワール）等11事業、太平洋島嶼国ではトクア空港整備事業（パプアニューギニア）の1事業、東欧ではボルトニッチ下水処理場改修計画（ウクライナ）の1事業が選定された。

なお、ミャンマーに関しては、行動計画2020（2020年7月策定）記載のプロジェクトについて、現下の情勢を踏まえ、今後の事態の推移を注視し検討していくこととしている。

5. おわりに

2020年度の海外工事受注は、新型コロナウイルス感染症の世界的なまん延による景気停滞の影響を受け、3年連続で過去最高を更新した2019年度から一転して大幅な減少となった。わが国建設企業の海外受注は、これまで東南アジアと北米が大半を占めている状況であったが、市場が大きいこれらの地域の大幅な受注減が影響した。

新型コロナウイルス感染症への対策として、世界的にワクチン接種が進められているが、収束については不透明であり、経済活動の再開にはもうしばらく時間が掛かることが予測される。

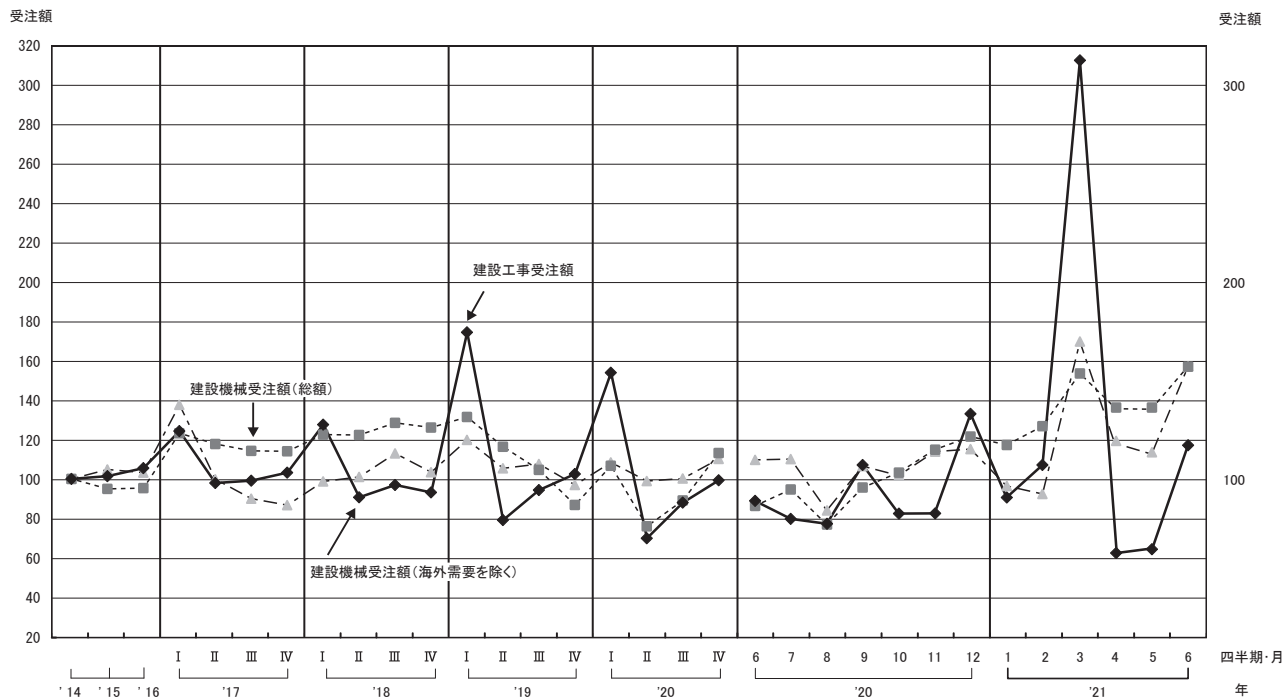
また、現在海外案件の工事契約で用いられる標準的な契約方式は、パンデミックを予期した内容になっていないと思われることから、見直していくことが必要であると思われる。

(文責：清水)

統計 機関誌編集委員会

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 2013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 2013年平均=100)



建設工事受注動態統計調査 (大手 50 社)

(単位：億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非製造業							
2014年	139,286	80,477	16,175	64,302	43,103	4,822	10,887	86,537	52,748	138,286	125,978
2015年	141,240	96,068	19,836	76,235	35,633	4,993	4,546	95,959	45,281	141,461	141,136
2016年	146,991	99,541	17,618	81,923	38,894	5,247	3,309	98,626	48,366	151,269	134,037
2017年	147,828	101,211	20,519	80,690	36,650	5,183	4,787	99,312	48,514	165,446	137,220
2018年	142,169	100,716	24,513	76,207	30,632	8,561	5,799	95,252	46,914	166,043	141,691
2019年	156,917	114,317	24,063	90,253	29,957	5,319	7,308	109,091	47,829	171,724	150,510
2020年	143,170	97,457	19,848	77,610	35,447	5,225	4,175	91,725	51,443	171,740	14,287
2020年 6月	10,306	6,725	1,114	5,612	2,971	453	157	5,651	4,655	172,281	12,579
7月	9,241	5,870	1,622	4,248	2,674	449	248	5,703	3,538	172,468	9,311
8月	8,945	6,618	1,032	5,586	1,878	382	66	5,914	3,031	171,851	10,264
9月	12,429	8,684	2,148	6,536	3,235	416	95	8,327	4,102	171,010	13,923
10月	9,550	6,408	1,298	5,109	2,756	395	-872	6,500	3,050	171,551	8,961
11月	9,564	6,486	1,782	4,704	1,895	418	764	6,111	3,452	170,235	10,572
12月	15,466	10,468	2,390	8,078	4,191	526	281	10,863	4,603	171,740	14,287
2021年 1月	10,502	6,174	1,004	5,171	3,886	337	105	5,667	4,835	173,721	8,776
2月	12,435	8,190	1,257	6,932	3,293	431	521	7,719	4,716	174,626	10,895
3月	36,395	26,029	3,932	22,097	8,640	499	1,226	24,517	11,879	191,713	18,787
4月	7,252	4,965	1,141	3,824	1,711	396	181	4,239	3,014	188,230	8,931
5月	7,470	4,666	940	3,726	2,440	332	33	4,576	2,894	186,346	8,999
6月	13,631	9,020	1,807	7,213	3,611	500	501	9,074	4,557	-	-

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年	20年 6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	21年 1月	2月	3月	4月	5月	6月
総 額	18,346	17,416	17,478	21,535	22,923	20,151	17,646	1,318	1,446	1,173	1,462	1,577	1,756	1,859	1,793	1,940	2,351	2,089	2,080	2,405
海外需要	11,949	10,712	10,875	14,912	16,267	13,277	10,966	733	859	726	894	1,035	1,149	1,245	1,279	1,448	1,444	1,450	1,477	1,562
海外需要を除く	6,397	6,704	6,603	6,623	6,656	6,874	6,680	585	587	447	568	542	607	614	514	492	907	639	603	843

(注) 2014～2016年は年平均で、2016～2019年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2020年6月以降は月ごとの値を図示した。

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

行事一覧

(2021年7月1日～31日)

機械部会



■除雪機械技術委員会・ロータリ分科会

月日：7月7日(水)

出席者：久末忍リーダーほか9名(web会議で開催)

議題：①ロータリ除雪車 安全装置について討議：・6/14分科会での検討事項、および6/22委員会での指摘事項についての討議・国交省報告を含む今後のスケジュールについて ②その他

■トンネル機械技術委員会・幹事会

月日：7月12日(月)(会議室, web併行開催)

出席者：丸山修委員長ほか9名

議題：①小断面トンネル工事における機械、設備調査について：保有機械、設備調査結果まとめの確認 ②令和3年度技術講演会について ③見学会について ④幹事以外の委員の活動参加に関する討議：・話題(製品情報、技術情報、トンネル工事事例等)提供候補について、・活動参加に関しての具体的な討議

■機械整備技術委員会

月日：7月13日(火)

出席者：小室実委員長ほか6名(web会議で開催)

議題：①整備作業の法規制、規格に関する調査について：各社提出の必要資格調査結果のまとめ方について ②各社の近況報告 ③見学会について

■基礎工事用機械技術委員会

月日：7月14日(水)(会議室, web併行開催)

出席者：樗沢淳一委員長ほか16名

議題：①(株)テクノックスの技術プレゼン：会社紹介と各種技術説明(地盤改良工事、杭打ち工事、他) ②各社トピックス：ライト工業(株)「ライト工業の海外事業事例について」 ③見学会について

■路盤・舗装機械技術委員会 幹事会

月日：7月15日(木)(会議室, web併行開催)

出席者：山口達也委員長ほか11名

議題：①上期総会の発表内容について ②現場・工場見学会の対応について ③幹事会メンバーの拡大について

■トラクタ技術委員会

月日：7月16日(金)

出席者：大場元樹委員長ほか6名(web会議で開催)

議題：①i-Con推進本部「安全施工WG」の活動状況の情報共有：「建設機械の安全装置に関する技術」(ローラ)の技術比較表の公表について ②各社トピックス：(株)クボタ「故障診断アプリ「Kubota Diagnostics」の紹介」 ③建設機械構造規格銘板に関する件

■除雪機械技術委員会・ロータリ分科会

月日：7月21日(水)

出席者：久末忍リーダーほか8名(web会議で開催)

議題：①ロータリ除雪車 安全装置について討議：・7/7分科会での検討事項、懸念事項の対応方針についての討議、・安全バーの保安基準の適用状況について、・国交省報告を含む今後のスケジュール

■原動機技術委員会

月日：7月29日(木)(web会議で開催)

出席者：工藤陸也委員長ほか21名

議題：①前回の議事録確認 ②海外排出ガス規制の動向に関する情報交換：・UK Brexit 英国におけるノンロードエンジン排ガス規制対応(欧州NRMM)について、・チリNRMM排ガス規制案について ③油脂技術委員会より「バイオ燃料に関する最近の話題について」 ④その他：委員退任、新任委員の紹介とご挨拶

■情報化機器技術委員会

月日：7月30日(金)(web会議で開催)

出席者：白塚敬三委員長ほか8名

議題：①建機の遠隔操作の通信方式のまとめ方について ②規制・規格の最新情報の共有 ③安全施工ワーキンググループの活動に関する情報共有：国交省ICT導入協議会(7/11)の情報共有 ④ジック(株)サイバーセキュリティに関するセミナーの情報共有

標準部会



■ISO/TC 82/SC 8/JWG 1-ISO/PWI 23724

緊急遠隔停止 国際WG会議

月日：7月1日(木)(現地時間は6月30日夜)

出席者：日本からは岡ゆかり氏(コマツ)ほか2名, 海外(独, 米, オーストラリア, カナダ)から11名

場所：Web上 (ISO Zoom)

議題：①緊急停止の要求事項の検討：

停止の種類・有効距離・技術的要因

②今後の予定、次回会合など

■ISO/TC 127/SC 2/JWG 28-ISO 21815

衝突警報及び回避 国際WG会議

月日：7月1日(木)夜

出席者：日本からは岡ゆかりコンピナー(座長)(コマツ)ほか6名, 海外(米, オーストラリア, 英, 韓)から15名

場所：Web上 (ISO Zoom)

議題：①ISO/WD 21815-3「土工機械-衝突警報及び回避-第3部：一般的リスク範囲及び程度」の検討続行 ②先月から続行された会議のまとめ

■ISO/TC 127/SC 3/WG 5-ISO/TS 15143-4「施工現場地形データ」サーバー間通信特設チーム国際会議

月日：7月7日(水)

出席者：日本からは青木充広氏(コマツ)ほか2名, 海外(オーストラリア, ニュージーランド)から計3名(Web参加)

場所：Web上 (MS/Teams)

議題：サーバー間通信のためのアクセス管理に関してOAuthの拡張であるUser Managed Access UMA 2.0を適用するか、或いは、OAuthの別の手法によるかについて論議

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

月日：7月8日(木), 9日(金)いずれも深夜

出席者：日本からは事務局1名, 海外からは10数名程度

場所：Web上 (ISO Zoom)

議題：ISO/DIS 23285「農業機械及びトラクタ並びに土工機械の直流32-75V及び交流21-50Vで作動する電気及び電子機能部品及び装置の安全」各国意見の検討

■ISO/TC 195 (建設用機械及び装置) 親委員会

月日：7月13日(火)

出席者：佐々木正博(エスティサービス(株))委員長ほか30名(Web参加)

場所：Web上 (ISO Zoom)

議題：①2021年度ISO/TC195委員委嘱 ②2021年1～6月に開催されたSC・WGの状況報告 ③各分科委員会案件の審議 ④2021年10月18～21日に開催されるTC 195 パーチャル総会への対応協議 ⑤その他 JIS A 8316-1, -2 (電磁両立性) 改正報告

■ISO/TC 82/SC 8/JWG 3-ISO/PWI 3502

高度自動・自律運転の参照枠組み及び構成

月日：7月13日(火)夜, 14日(水)夜

出席者：日本からは岡ゆかり氏(コマツ)

ほか3名, 海外からは16名(チリ3, オーストラリア4, 米5, 独2, フィンランド1, カナダ1)

場 所: Web上 (ISO Zoom)

議 題: 適用範囲に関する全般的検討で関連分野 (ISO/TC 184 オートメーション) などの動向検討を含む

■ ISO/TC 127/SC 1/WG 6 ISO 11152 エネルギー使用試験方法 国際バーチャルWG会議

月 日: 7月13日(火), 15日(木)

出席者: 正田明平(コマツ) プロジェクトリーダーほか16名(Web参加)

場 所: Web上 (ISO Zoom)

議 題: ① WG コンサルテーション結果・コメント対応協議 ② ISO 23274-1, -2 (ハイブリッド乗用車燃費計測規格)に関する説明 ③慣らし運転に関する提案 ④機械的RESSに関する議論 ⑤油圧式アキュムレータ計算式の変更に関する提案 ⑥今後のWeb会議日程(10月6~7日)

■ JIS A 8339 原案作成委員会分科会

月 日: 7月19日(月)

出席者: 大本康隆(コベルコ建機株) 委員ほか7名(Web参加)

場 所: Web上 (Zoom)

議 題: ① JIS 原案6件の進捗報告 ② JIS A 8339 原案に関する協議 ③今後の予定上記6件+JIS A 8509-1(基礎工事機械-安全-第1部: くい打機の要求事項)

■ ISO/TC 127 土工機械委員会国内総会

月 日: 7月21日(水)

出席者: 間宮崇幸委員長(コマツ) ほか25名

場 所: Web上 (Zoom)

議 題: 親委員会/各分科会活動計画及び審議状況 ① TC 127 親委員会活動計画及び審議状況 ② SC 1 分科会活動計画及び審議状況 ③ SC 2 分科会活動計画及び審議状況 ④ SC 3 分科会活動計画及び審議状況 ⑤ SC 4 分科会活動計画及び審議状況 ⑥投票案件について ⑦ CAG(議長諮問グループ会議)報告 ⑧ TC 127 国際総会(10-11月)に向けての準備 ⑨その他

建設業部会



■三役会

月 日: 7月19日(月)

出席者: 鈴木博士部会長ほか6名(内WEB参加者2名)

議 題: ① 6/22ICT安全WGの今後の方針説明 ② 6/18機電交流企画WG

のWG報告(年度内の講演会調整・千代田幹線工事のWEB視察調整)

③映画会情報 ④その他(国交省の最新取組報告, 要覧2022の案内)

■建設業 ICT安全WG (JCMA+日建連代表者) 打合せ

月 日: 7月20日(火)

出席者: 岩下正剛主査ほか6名(全員WEB参加)

議 題: ①日建連作成資料の説明 ②日建連とJCMAの活動連携に伴う考え方や項目の明確化 ③9月以降の活動調整と国交省への事前報告調整 ④その他

各種委員会等



■機関誌編集委員会

月 日: 7月7日(水)

出席者: 中野正則委員長ほか29名

議 題: ①令和3年10月号(第860号)計画の審議・検討 ②令和3年11月号(第861号)素案の審議・検討 ③令和3年12月号(第862号)編集方針の審議・検討 ④令和3年7月号~令和3年9月号(第857~859号)進捗状況報告・確認 ⑤R4年, 月別特集テーマの審議・検討(続き) ⑥JCMA H/P 文献(機関誌, シンポジウム)検索システムの改訂内容紹介 ※通常委員会及びZoomにて実施

■建設経済調査分科会

月 日: 7月29日(木)

出席者: 持丸修一分科会長ほか7名(内WEB参加2名)

議 題: ①新委員長, 委員の紹介 ②R03の執筆テーマについて確認・検討 ③「建設業における労働災害の状況」執筆について(古澤委員) ④その他検討: 特定技能外国人制度, 建設キャリアアップシステムについての執筆検討

支部行事一覧

北海道支部



■第2回広報部会広報委員会

月 日: 7月27日(火)

場 所: 北海道建設会館F会議室

出席者: 川崎博巳広報部会長ほか10名
議 題: ①支部だよりNo.122号の編集について ②工事現場等見学会について ③支部講演会講師の選定について ④建設機械施工ずいそうについて

⑤その他

■令和3年度除雪機械技術講習会(第1回)

月 日: 7月30日(金)

場 所: 旭川市(道北経済センター)

受講者: 124名

内 容: ①除雪計画 ②除雪機械の取り扱い ③除雪の安全施工 ④冬の交通安全 ⑤除雪の施工方法

東北支部



■令和3年度第13回建設技術研修会

月 日: 7月5日(月)

場 所: 仙台市フォレスト仙台

内 容: 建設施工技術に関する技術映画全26本を上映

参加者: 70名

■令和3年度除雪講習委員会

月 日: 7月6日(火)

場 所: 東北地方整備局会議室

出席者: 東北地方整備局 赤森森道路情報管理官ほか10名

内 容: 令和3年度除雪講習会実施計画について説明し了承を得た

■EE東北'21第3回実行委員会作業部会(Web会議)

月 日: 7月19日(月)

出席者: 伊藤圭東北技術事務所副所長ほか25名

内 容: ①EE東北'21実施報告 ②EE東北'21決算(案) ③EE東北'21アンケート概要 ④EE東北'22について

■令和3年度i-Construction (ICT活用工事) セミナー

内 容: ①令和3年度のICT活用工事東北地方整備局の取組み ②令和3年度のICT活用工事 県の取組み ③ICT活用工事の実践...その1 3次元計測の特徴, その2 ICT建設機械施工, その3 施工計画の立案, その4ソフトウェアの有効活用

主 催: 東北地方整備局, 青森県・秋田県・岩手県・山形県・宮城県・福島県, 東北建設業協会連合会, JCMA 東北支部

講 師: ①東北地方整備局 ②各県担当者 ③JCMA 東北支部 情報化施工技術委員会メンバー

④福島会場

月 日: 7月19日(月)

場 所: 福島市とうほう・みんなの文化センター

受講者: 27名

⑤宮城会場

月 日: 7月20日(火)

場 所：仙台市 フォレスト仙台

受講者：46名

⑥山形会場

月 日：7月21日(水)

場 所：山形市 山形ビッグウイング

受講者：46名

■施工部会

月 日：7月26日(月)

場 所：東北支部会議室

出席者：宮本典明施工部会副部長ほか4名

内 容：①除雪講習会用説明資料の見直しについて ②その他

■EE東北'21第2回実行委員会(Web会議)

月 日：7月28日(水)

出席者：角湯克典東北地方整備局企画部長ほか27名

内 容：①EE東北'21実施報告 ②EE東北'21決算(案) ③EE東北'21アンケート概要 ④EE東北'22について

北 陸 支 部

■ニイガタ除雪の達人選手権 第1回幹事会

月 日：7月2日(金)

場 所：新発田地域振興局大会議室

出席者：堤事務局長

議 題：①実行委員会及び幹事会について ②ニイガタ除雪の他知人選手権実行委員会規約について ③運営スタッフについて ④建設産業活性化に向けた取組について ⑤競技内容について

■「けんせつフェア北陸 in 新潟 2021」第1回幹事会

月 日：7月7日(水)

場 所：Web会議

出席者：堤事務局長

議 題：①出展募集結果について ②会場配置計画(案)について ③実施計画(案)について ④修正予算について

■令和3年度 第1回普及部会

月 日：7月15日(木)

場 所：新潟県建設会館 401号室

出席者：柴澤普及部会長ほか10名

議 題：①除雪機械安全施工技術講習会計画(案)について ②消融雪設備点検・整備ハンドブック講習会について ③建設技術報告会について ④現場見学会について ⑤親陸行事について ⑥けんせつフェア北陸 in 富山 2019について ⑦ゆきみらい 2022in 白山(除雪機械展示・実演会)について

■「けんせつフェア北陸 in 新潟 2021」第2回実行委員会

月 日：7月20日(火)

場 所：Web会議

出席者：堤事務局長

議 題：①出展募集結果について ②実施計画(案)について ③会場配置計画(案)について ④修正予算について ⑤実行委員規約について ⑥全体運営体制(案)について

■令和3年度 除雪講習会メーカー講師等打合せ会

月 日：7月27日(火)

場 所：JCMA 北陸支部事務室

出席者：堤事務局長ほか普及部会委員4名

議 題：①除雪機械安全施工技術講習会開催のご案内について ②講習会計画(案)について ③令和2年度除雪講習会アンケート取りまとめ結果について ④令和2年度新潟県、富山県、石川県の受講企業数について ⑤講習会で使用する手引について

■けんせつフェア北陸 ICT 展示会 実施計画打合せ会・ICT活用講習会

月 日：7月28日(水)

場 所：興和ビル 10F 小会議室

出席者：樋口昌平 ICT 推進委員長ほか12名

議 題：①出展募集結果について ②会場配置計画(屋内・屋外)について ③ICT 展示場内に仮想画面について ④配置計画等における確認事項について ⑤ICT 活用講習会(入門者クラス)計画案について ⑥ICT 活用講習会(実践者クラス)計画案について

中 部 支 部

■建設 ICT 出前講師 岐阜県主催「建設 ICT 普及研修 1」

月 日：7月15日(木)

会 場：長良川国際会議場

参加者：70名

講 師：サイテックジャパン(株)鈴木勇治氏

内 容：中部支部事務局より、会場へ WEB 配信にて講義を行った

関 西 支 部

■広報部会

月 日：7月14日(水)

場 所：関西支部会議室

出席者：木村泰男広報部会長以下5名

議 題：①年間事業計画について ②「JCMA 関西」第119号について

中 国 支 部

■第1回広報部会

月 日：7月6日(火)

場 所：Web会議

出席者：錦織豊部会長ほか6名

議 題：①広報誌(CMnavi)の年間の発行予定について ②広報誌(CMnavi)58号の掲載内容について

■第2回部会長会議

月 日：7月15日(木)

場 所：広島 YMCA 会議室

出席者：竹田幸詞事務局長ほか11名

議 題：①令和3年度の事業活動計画と現在の進捗状況等について ②その他懸案事項

四 国 支 部

■共催事業「ドローン操作訓練」

月 日：7月6日(火)

場 所：国営讃岐まんのう公園(多目的広場)

共催者：(一社)建設コンサルタンツ協会 四国支部、(一社)四国クリエイト協会、(一社)日本建設機械施工協会 四国支部、(一社)日本補償コンサルタント協会 四国支部、(株)建設マネジメント四国

参 者：共催団体から7社41名、ドローン12機

支部からは事務局長が参加

内 容：公園休園日を利用して、災害発生時に迅速に対応するため、各社所有のドローンを用いて訓練を実施

■第5回 四国 ICT 施工活用促進部会

月 日：7月19日(月)

場 所：WEB会議

出席者：部会を構成する20の団体・組織から47名が出席、JCMA 四国支部からは山下事務局長が出席

内 容：①四国地方整備局の取り組み ②産学官の連携取り組み ③地方自治体の取り組み事例の紹介 ④i-Con 大賞の紹介 ⑤意見交換

九 州 支 部

■令和3年度 i-Construction (基礎編) 技術講習会(熊本)

月 日：7月2日(金)

場 所：熊本県民交流館パレア 10階パレアホール

受講者：108名

内 容：①九州地方整備局のi-

Construction 取組み ②令和3年度の要領類 ③3次元計測 ④UAV飛行 ⑤TSの運用 ⑥建設機械 ⑦ICT施工の実施効果 ⑧ICT活用工事のデータ処理

■令和3年度 i-Construction (基礎編) 技術講習会 (大分)

月 日:7月9日(金)

場 所:別府国際コンベンションセンター ビーコンプラザ3階国際会議室

受講者:90名

内 容:①九州地方整備局の i-Construction 取組み ②令和3年度の要領類 ③3次元計測 ④UAV飛行 ⑤TSの運用 ⑥建設機械 ⑦ICT施工の実施効果 ⑧ICT活用工事の

データ処理

■令和3年度 i-Construction (基礎編) 技術講習会 (佐賀)

月 日:7月16日(金)

場 所:サンメッセ鳥栖4階ホール

受講者:116名

内 容:①九州地方整備局の i-Construction 取組み ②令和3年度の要領類 ③3次元計測 ④UAV飛行 ⑤TSの運用 ⑥建設機械 ⑦ICT施工の実施効果 ⑧ICT活用工事のデータ処理

■企画委員会

月 日:7月21日(水)

出席者:松嶋支部長ほか10名

議 題:①令和3年度建設機械施工技术

検定試験(実地試験)計画について

②今後の九州支部の行事及び活動実施方針について ③その他

■令和3年度 i-Construction (基礎編) 技術講習会 (鹿児島)

月 日:7月26日(月)

場 所:鹿児島県市町村自治会館4階ホール

受講者:150名

内 容:①九州地方整備局の i-Construction 取組み ②令和3年度の要領類 ③3次元計測 ④UAV飛行 ⑤TSの運用 ⑥建設機械 ⑦ICT施工の実施効果 ⑧ICT活用工事のデータ処理



編集後記

令和3年度も既に半ばとなりました。ちょうど1年前の編集後記でもコロナウィルスに触れましたが、その闘いは未だに収束できずにいます。東京にオリンピックを誘致した際、現在の状況を予測できた人は皆無だと思えます。

また、人々の生活においては、新しい生活様式や、日々変わる状況下での対応についても様々に考えさせられました。変化に対する柔軟性や、予測・計画と事前準備の重要性、そして“慣れ”の怖さ。これらは災害に対する心構えと共通すると思えます。

今年も様々な自然災害が発生しています。梅雨明け直前のゲリラ豪雨は、人々に多大な苦しみをもたらしました。警戒レベル5相当の豪雨が繰り返し発生し、尊い人命が数多く失われました。元の生活に戻るまでには、まだまだ時間がかかることでしょう。

建設業界は防災、災害対応、災害復旧・復興に対し多くの貢献をすることができる重要な業界の一つだと思います。今後も様々な技術を開発・駆使し、社会貢献を行うことが必要

なのではないでしょうか。

9月号は「防災、災害対応、災害復旧・復興」がテーマです。ここ数年取り上げられているテーマですが、東日本大震災から10年が経過したことから、今年度についても取組み内容や新技術について広範囲に紹介しています。

行政情報では、「南海トラフ巨大地震・首都直下地震対策本部」と「水災害に関する防災・減災対策本部」を発展的に統合した、「国土交通省防災・減災対策本部」の「総力戦で挑む防災・減災プロジェクト」の現状についてご紹介いただきました。

巻頭言は、東北大学災害科学国際研究所の所長、今村教授にご執筆いただきました。

交流のひろば・ずいそうでは、多くの皆様から幅広く興味深いお話をお伺いすることができました。

これらの情報を共有することで、建設業界が安全・安心な社会基盤を構築することの一助になれば幸いです。

最後になりますが、このようなコロナ渦の中、突然のお願いにも関わらず快くお引き受け頂いた執筆者の皆様には、改めて心より感謝申し上げます。

(副島・内藤)

機関誌編集委員会

編集顧問

今岡 亮司	加納研之助
後藤 勇	佐野 正道
新開 節治	関 克己
高田 邦彦	田中 康之
田中 康順	中岡 智信
渡邊 和夫	

編集委員長

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

編集委員

菊田 一行	国土交通省
大森 茂樹	農林水産省
細田 豊	(独)鉄道・運輸機構
岡本 直樹	(一社)日本機械土工協会
穴井 秀和	鹿島建設(株)
赤坂 茂	大成建設(株)
宇野 昌利	清水建設(株)
佐藤 誠治	(株)大林組
内藤 陽	(株)竹中工務店
宮川 克己	(株)熊谷組
松本 清志	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
竹田 茂嗣	鉄建建設(株)
副島 幸也	(株)安藤・間
松澤 享	五洋建設(株)
飯田 宏	東亜建設工業(株)
佐藤 裕	日本国土開発(株)
斉藤 徹	(株)NIPPO
室谷 泰輔	コマツ
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン
花川 和吉	日立建機(株)
上田 哲司	コベルコ建機(株)
石倉 武久	住友建機(株)
新井 雅利	(株)加藤製作所
五味 敏彦	古河ロックドリル(株)
太田 正志	施工技術総合研究所

事務局

(一社)日本建設機械施工協会

10月号「自然再生、自然景観、都市景観、復興まちづくり景観」予告

・ほこみちプロジェクト本格始動 ・グリーンインフラの推進に向けて ・自然と共生する新しい工業団地開発のかたち ・瀬戸内 Kirei 太陽光発電所建設における「錦海ハビタット」としての湿地再生 ・港湾工事で発生する材料を活用した生物共生干潟の創出 ・緑化工による自然環境の復元と保全 ・瀬の再生と土木遺産の再現 八の字塚(熊本県八代市) ・既設河川横断工作物を改良した切欠き魚道設置の検討と実践 ・生物共生型護岸『潮彩の渚』 ・岩盤法面整形装置及び景観工法 ・コケボード緑化工法の施工方法及断熱保温効果 ・将来に残る持続可能な復興まちづくりのかたち

【年間定期購読ご希望の方】

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

詳しくはHPをご覧ください。

年間定期購読料(12冊) 9,408円(税・送料込)

建設機械施工

第73巻第9号(2021年9月号)(通巻859号)

Vol.73 No.9 September 2021

2021(令和3)年9月20日印刷

2021(令和3)年9月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 金井道夫


印刷所 日本印刷株式会社

発行所 本部 一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

電話(03)3433-1501; Fax(03)3432-0289; <http://www.jcmanet.or.jp/>

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話(0545)35-0212
北海道支	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話(011)231-4428
東北支	〒980-0014 仙台市青葉区本町3-4-18	電話(022)222-3915
北陸支	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話(025)280-0128
中部支	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10	電話(052)962-2394
関西支	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話(06)6941-8845
中国支	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話(082)221-6841
四国支	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話(087)821-8074
九州支	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30	電話(092)436-3322

本誌上への広告は  有限会社 サンタナ アートワークス までお申し込み、お問い合わせ下さい。

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F TEL: 03-3664-0118 FAX: 03-3664-0138

E-mail: san-mich@zam.att.ne.jp 担当: 田中

KOBELCO

掘削サイクル
タイムアップ
8%
従来機とのHモードでの比較



新型13t特設サイト

Performance **X** Design

それは未来に挑むための 次世代のパフォーマンス。

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

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

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

特定特殊自動車
適合車
排出ガス2014年基準
燃費 燃費改善率 認定取得済



SK135SR
SK125SR SK130SR+

コベルコ建機株式会社

東京本社 / 〒141-8626 東京都品川区北品川 5-5-15 ☎03-5789-2111 www.kobelco-kenki.co.jp

VOLVO アスファルトフィニッシャー

VOLVO アスファルトフィニッシャーは、

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



クローラフィニッシャー

クローラ機の主な特徴

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

ホイール機の主な特徴

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



ホイールフィニッシャー

マシンケアテック 株式会社

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

VOLVOCONSTRUCTIONEQUIPMENT



GOMACO

Gomaco社の舗装機器は、どんなスリップフォーム工法にも対応します。



Commander III

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



RTP-500

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



マシンケアテック株式会社

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

Mikasa

<http://www.mikajas.com>

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



MVC-F60HS

NETIS No. TH-100006-VE



MRH-601DS

低騒音指定番号5097



FX-40G/FU-162A



MCD-318HS-SGK

低騒音指定番号6190

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

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

大阪支店 TEL: 06-6745-9631
札幌営業所 TEL: 011-892-6920
仙台営業所 TEL: 022-238-1521
新潟出張所 TEL: 090-4066-0661

北関東営業所 TEL: 0276-74-6452
長野出張所 TEL: 080-1013-9542
中部営業所 TEL: 052-504-3434
金沢出張所 TEL: 080-1013-9538

中国営業所 TEL: 082-875-8561
四国出張所 TEL: 087-868-5111
九州営業所 TEL: 092-431-5523
南九州出張所 TEL: 080-1013-9547

沖縄出張所 TEL: 080-1013-9328

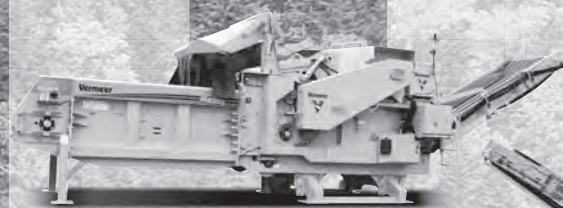
マルマテクニカのホリゾンタルグラインダー



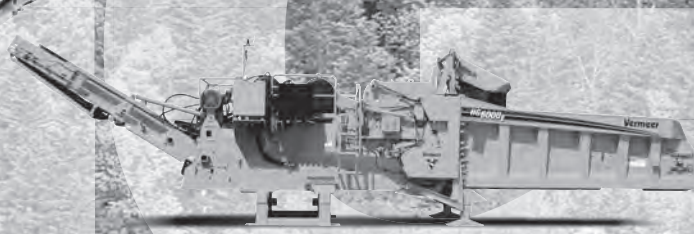
HG4000TX II



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

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

サンタナアートワークス

広告営業部・田中 san-mich@zam.att.ne.jp

TEL:03-3664-0118 FAX:03-3664-0138

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F



建設機械施工 カタログ資料請求票

本誌に掲載されている広告のお問い合わせ、資料の請求はこの用紙を利用し、ファクシミリなどでお送りください。

※カタログ/資料はメーカーから直送いたします。 ※カタログ送付は原則的に勤務先にお送りいたします。

お名前: _____ 所属: _____

会社名(校名): _____

資料送付先: _____

電話: _____ F A X: _____

E-mail: _____

	広告掲載号	メーカー名	製品名
①	月号		
②	月号		
③	月号		
④	月号		
⑤	月号		

FAX 送信先: サンタナアートワークス 建設機械施工係 FAX:03-3664-0138

FA機器の 最適無線化提案

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車両他
産業機械用無線操縦装置

N微弱電波 U429MHz帯特定小電力 G1.2GHz帯特定小電力
M315MHz帯特定小電力 S920MHz帯特定小電力

スリム ケーブルレス

N/U/Gシリーズ
微弱電波・特定小電力両モデル対応

**No.1の
オーダー対応!**

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



8操作
標準型
RC-5808N
15万円~



12操作
標準型
RC-5812N
17万円~



16操作
標準型
RC-5816N
19.5万円~

※ボタン配置自在

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



8操作
標準型
RC-3208N
12万円~



5操作
標準型
RC-3205M
11万円~



12操作型
標準型
RC-3212M
14万円~

マイコン ケーブルレス

N/U/Gシリーズ
微弱電波・
特定小電力両モデル対応

**あらゆる環境での
無線化に対応!**

- 16操作16リレー
最大25リレーまで対応可能

標準型
RC-6016N
20万円~



ケーブルレスミニ

Nシリーズ
微弱電波モデル対応

標準型
RC-4403N
10万円~

**ポケットサイズの
本格派!**

- 最大5リレーまで対応可
- 2段押しスイッチ追加可能
(オプション)



防爆形無線機 ポーバ (BoBa)

Nシリーズ
7B/8B...微弱電波モデル対応

**爆発の雰囲気がある
危険場所での
遠隔操作に!**



TX-8B00N型送信機例
(ポーバ8000)

危険場所設置用(オプション対応)
耐圧防爆箱入り受信機



TX-7B00N型送信機例
(ポーバ7000)

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

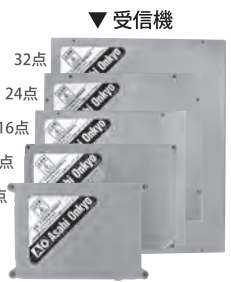
N/U/Gシリーズ
微弱電波・
特定小電力両モデル対応

**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!



▼送信機例



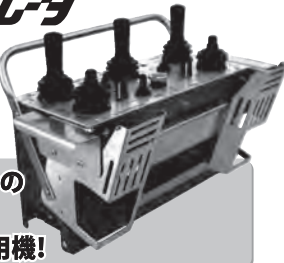
▼受信機

32点
24点
16点
8点
5点

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!**

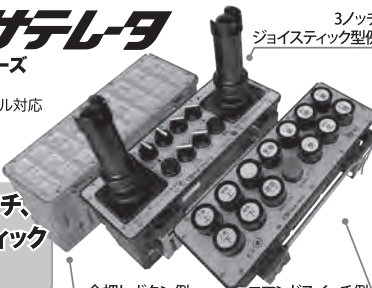


マイティサテラ

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!**



全押しボタン例

3ノッチ
ジョイスティック型例
コマンドスイッチ例

リソー 離操作

N/U/Gシリーズ
微弱電波・特定小電力両モデル対応

標準型
RC-2512N
22万円~

- 最大32リレー
- 2段押し・
特殊スイッチ装着可

**価格もサイズも
ハンディー並み!**



* 価格は全て、セット価格および、税抜表示となっています。

常に半歩、先を走る



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



自然の驚異!! 多発する集中豪雨

災害時はもちろん、様々な簡易雨水排水設備で活躍します。



写真は KRS 型（フランジ接続仕様）

工事現場などで活躍する大容量性能の水中ポンプは、フランジ接続仕様にする事で、簡易雨水排水設備などにも対応可能です。

株式会社 鶴見製作所

大阪本店：〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40
東京本社：〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8

TEL.(06)6911-2351 FAX.(06)6911-1800
TEL.(03)3833-9765 FAX.(03)3835-8429

北海道支店：TEL.(011)787-8385 東京支店：TEL.(03)3833-0331 中部支店：TEL.(052)481-8181 近畿支店：TEL.(06)6911-2311 四国支店：TEL.(087)815-3535
東北支店：TEL.(022)284-4107 北関東支店：TEL.(027)310-1122 北陸支店：TEL.(076)268-2761 中国支店：TEL.(082)923-5171 九州支店：TEL.(092)452-5001

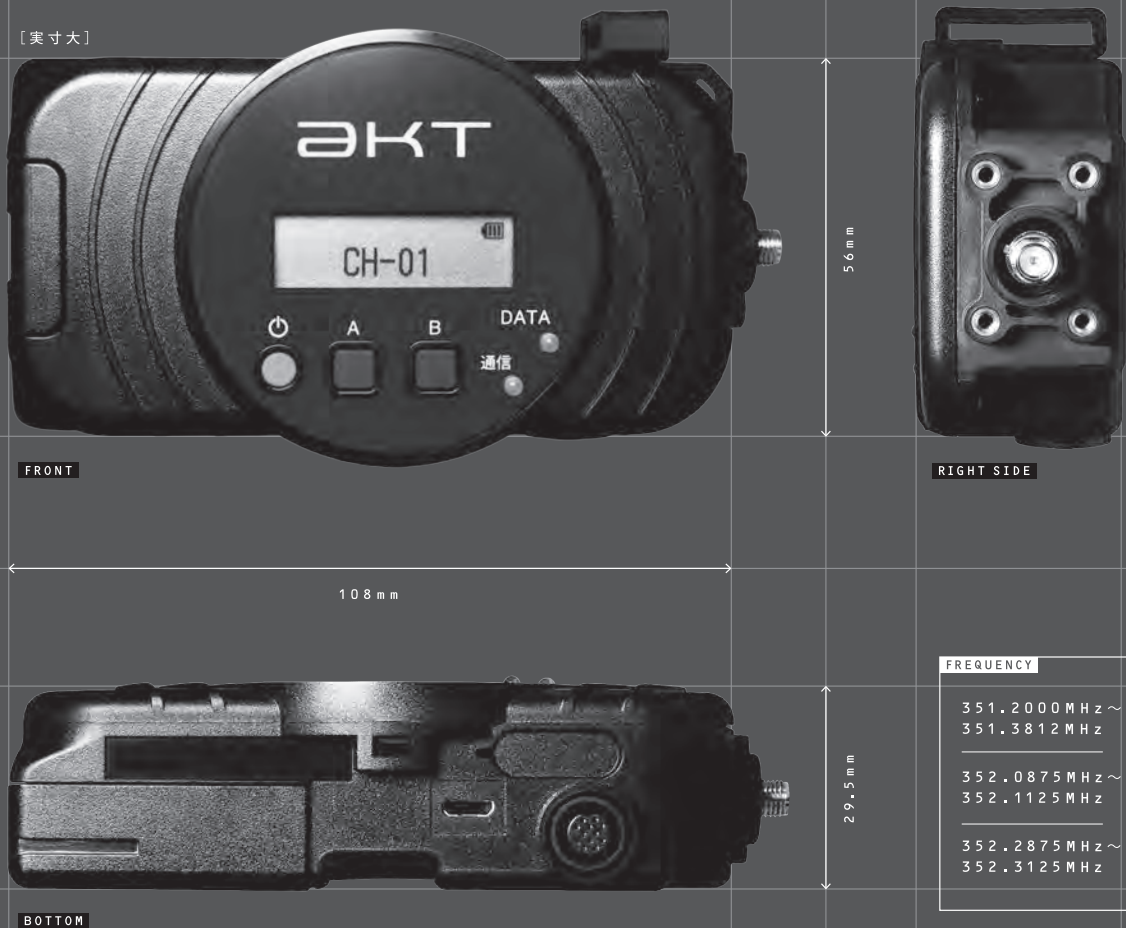
www.tsurumipump.co.jp

i-Con 専用

デジタル簡易無線

ケーブル1本でGNSSと繋がる実用性で、高精度なRTK測位をサポート。電源は12V～24Vに対応し、様々な重機からの供給が可能です。i-Constructionを促進する使い勝手のいいコンパクトな1台がこの秋リリースされます。小型無線ユニット A8500U

[実寸大]



AKT

株式会社アカサカテック

本社 〒236-0007 横浜市金沢区白帆4-2 マリーナプラザ3F TEL.045-774-3570
福岡営業所 〒810-0074 福岡市中央区大手門3-8-3 2F TEL.092-406-3778

詳しい製品情報はこちら

www.akasakatec.com

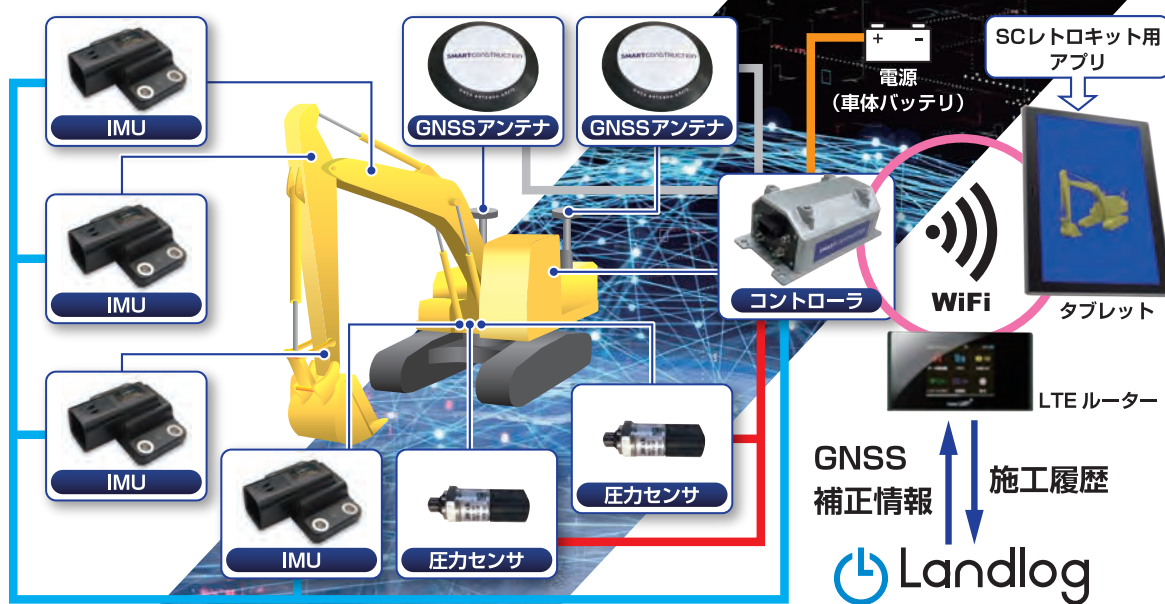


KOMATSU

建設現場のデジタルトランス フォーメーション実現を加速。

SMART CONSTRUCTION Retrofit スマートコンストラクション・レトロフィット

既存の従来型建機に、3D-マシンガイダンス機能や
ペイロード機能(オプション)などのICT機能を提供する
後付けキットをご用意しました。



従来型建機のデジタル化を促進し 「安全で生産性の高い、スマートで クリーンな未来の現場」の実現を サポート

コマツカスタマーサポート(株)

〒108-0072 東京都港区白金 1-17-3 TEL:050-3486-7147

