

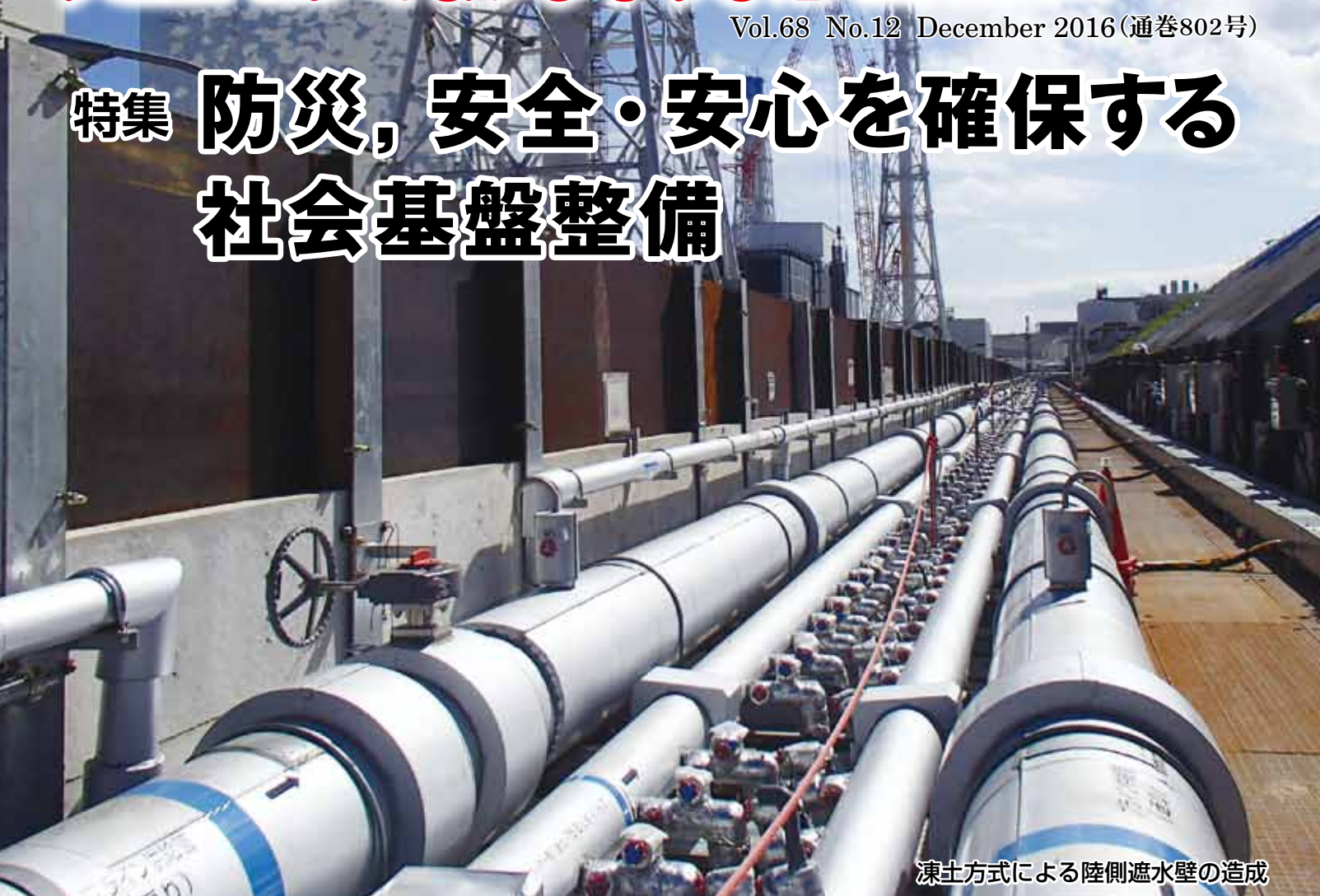
一般社団法人
日本建設機械施工協会誌 (Journal of JCMA)

2016

建設機械施工 12

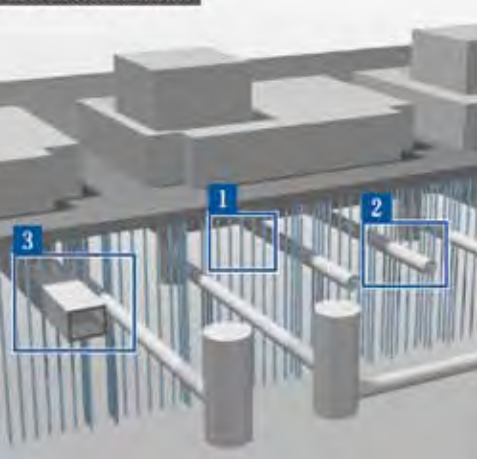
Vol.68 No.12 December 2016 (通巻802号)

特集 防災, 安全・安心を確保する 社会基盤整備



凍土方式による陸側遮水壁の造成

全体図(凍土造成前)



トレンチ内部

円形埋設物内部



冷凍機

行政情報 次世代社会インフラ用ロボットの開発・導入

- 技術報文
- 凍土方式による陸側遮水壁の造成
 - 工事を支える二つの『見える化』
 - 早期復興に応えるために取り組んだ現場運営の紹介
 - 東京モノレールにおける橋脚基礎の耐震補強
 - 締固めによる木曽三川下流域堤防基礎耐震化の事例紹介
 - 災害対応ロボット電波を使用した遠隔操縦ロボット用災害対策車両システムの開発

投稿論文 振動ローラの機械仕様に関する研究

交流の広場 防災・災害把握へのドローンの利用

JCMA報告

統計

- 平成28年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その3)
- アスファルトプラントの変遷 (その4)
- インフラシステムの海外展開の動向
- 平成28年 建設業の業況

一般社団法人 日本建設機械施工協会

KOBELCO

低燃費、さらに高耐久



10%
燃費改善
もっと
低燃費

稼働を
止めない
高耐久

世界の都市へ、鉱山へ。
地球上の多様な現場で活躍するために
「地球型建機」へと力強い進化を遂げたコベルコ。
圧倒的な低燃費を実現しながら、パワーを向上し、
高い生産性を発揮。同時に、あらゆる作業に強い耐久性も備え、
時代に先駆ける新たな価値を提案します。
地球環境の未来を見据えつつ、
さらなる作業の効率化と
ライフサイクルコスト低減へのニーズ。
世界の現場からの期待に、
コベルコは次世代の性能で応えます。

H Hモード...約**10%**低減



Kスキャン

ITを活用したコベルコ建機
独自の予防保全システム

コベルコ建機株式会社

<https://www.kobelco-kenki.co.jp>

東京本社 〒141-8626 東京都品川区北品川5丁目5番15号 ☎(03)5789-2111



コベルコ建機
Webサイト



YouTube

平成29年度 日本建設機械施工大賞の公募について

本協会では、平成元年度から一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞を創設し、建設事業の高度化に関し顕著な功績をあげた業績について表彰して参りましたが、平成27年度から新たに、地域への貢献が顕著な業績も表彰すると共に、表彰内容の拡充に伴い表彰名称を『会長賞』から『日本建設機械施工大賞』に変更いたしました。

平成29年度の表彰につきましても、下記により受賞候補者を公募いたしますので、内容検討の上、奮ってご応募いただきますよう、ご案内いたします。

1. 表彰の目的

大賞部門は、我が国の建設事業における**建設機械及び建設施工に関する技術等に関して、調査・研究、技術開発、実用化等**により、その高度化に顕著な功績をあげたと認められる業績を表彰し、**地域賞部門**は、地域に根ざした**独自の視点**に基づき、従来の施工方法・技術を改良したり、地域に普及させるなどの**取り組み**を通じて、**地域へ貢献**している業績を表彰し、もって**国土の利用、開発及び保全並びに経済及び産業の発展に寄与**することを目的とします。

2. 表彰対象

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

3. 表彰の種類

表彰は、**大賞部門は最優秀賞、優秀賞**とし、**地域賞部門は地域貢献賞**とします。大賞部門の最優秀賞は総合的な評価の最も高かったもの、優秀賞はそれに準ずるもの、また地域賞部門の地域貢献賞は当該地域への貢献度が高いものに与えられます。なお、ユニークなアイデアあるいは特に秀でた特徴を有するような提案があれば、選考委員会賞として表彰することもあります。

受彰者には賞状及び副賞として1件につき下記の賞金を授与します。

副賞賞金	最優秀賞	・ ・ ・ ・ ・	30万円
	優秀賞	・ ・ ・ ・ ・	20万円
	地域貢献賞	・ ・ ・ ・ ・	10万円
	選考委員会賞	・ ・ ・ ・ ・	5万円

4. 表彰式

本協会第6回通常総会（平成29年5月30日（火））終了後に行います。

5. 応募

別紙「**日本建設機械施工大賞応募要領**」に基づく**応募用紙**の提出により行われます。大賞部門と地域賞部門の両方へ応募することもできますが、同一内容の業績では、両部門へ重複して応募することはできません。なお、**自薦、他薦を問いません。**応募の締め切りは、**平成29年1月31日（火）（必着）**です。（申し込みアドレス：t-abe@jcmnet.or.jp）

6. 選考

本協会が設置した「**日本建設機械施工大賞選考委員会**」で選考致します。なお、該当する業績が無い場合は表彰いたしません。

7. その他

受賞業績は、概要を本協会機関誌「**建設機械施工**」及び本協会**ホームページ（HP）**に、応募業績は本協会**HP**に一覧表として掲載いたします。

以上

平成29年度 日本建設機械施工大賞 応募要領

『平成29年度 日本建設機械施工大賞』（大賞部門、地域賞部門）を部門ごとに募集いたします。大賞部門と地域賞部門の両方へ応募することもできますが、同一内容の業績では、両部門へ重複して応募することはできません。

それぞれの応募用紙を作成していただきます。

1. 表彰対象 （一社）日本建設機械施工協会の団体会員、支部団体会員、個人会員又は建設機械及び建設施工に関する技術等の関係者のうち表彰目的に該当する業績のあった団体、団体に属する個人及びその他の個人。
2. 募集の方法 表彰候補の団体、団体に属する個人及びその他の個人の応募による。
3. 応募の方法 協会所定の応募用紙（大賞部門、地域賞部門）による。
応募用紙は、当協会のホームページ（<http://www.jcmanet.or.jp/>）からダウンロードし、必要事項を記載の上、Excel形式及びPDF形式とし、電子メールにてお申し込み下さい。
（※Excel形式の枠内に自由にレイアウトして記載）
なお、提出いただいた資料は返却いたしません。
4. 応募締切 平成29年1月31日（火）
5. 記載方法
大賞部門
 - 「推薦文」（自薦・他薦を問わず、1ページ以内）
 - 「業績内容の概要」を記述する（1ページ以内）
 - 「業績内容」（下記aからiまで項目順に、簡潔に10ページ以内）
 - a. 業績の行われた背景
 - b. 業績の詳細な技術的説明
 - c. 技術的効果
 - d. 経済的効果
 - e. 施工または生産・販売実績
 - f. 類似工法または機械との比較
 - g. 波及効果
 - h. 特許、実用新案のタイトル（出願、公開、登録、国内・国外を明記）
 - i. 他団体の表彰等に応募中か、すでに表彰を受けているかを記述
 - 参考資料として次のものを添付して下さい。
 - a. 特許関係（公開または登録済みのものの最初のページの写し）
 - b. カタログ（主要なもの1点）
 - c. 学会、技術誌等への発表論文があれば、そのコピー（主要なもの1点）
 - 提出物
応募用紙（「推薦文」・「業績の概要」・「業績の内容」がセットのもの）
参考資料

地域賞部門

- 「推薦文」（自薦・他薦を問わず，１ページ以内）
- 「業績内容の概要」を記述する（１ページ以内）
- 「業績内容」（下記 a から e まで項目順に，簡潔に２ページ以内）
 - a. 業績の行われた背景
 - b. 業績の説明（工夫した点など）
 - c. 業績の効果
 - d. 施工または生産・販売実績
 - e. 地域への貢献度
- 参考資料として，あれば以下のものを添付し，簡単に説明文をつけて下さい。
 - a. 学会，技術誌等への発表論文のコピー
 - b. カタログ，パンフレット
 - c. 新聞記事，写真等
- 提出物
 - 応募用紙（「推薦文」・「業績の概要」・「業績の内容」がセットのもの）
 - 参考資料

6. 申込・お問い合わせ先

大 賞 部 門 一般社団法人日本建設機械施工協会

本部

日本建設機械施工大賞事務局 TEL 03-3433-1501 FAX 03-3432-0289

申し込みアドレス：t-abe@jcmanet.or.jp

地域賞部門 一般社団法人日本建設機械施工協会

本部

日本建設機械施工大賞事務局 TEL 03-3433-1501 FAX 03-3432-0289

支部

北海道：TEL 011-231-4428 FAX 011-231-6630

東 北：TEL 022-222-3915 FAX 022-222-3583

北 陸：TEL 025-280-0128 FAX 025-280-0134

中 部：TEL 052-962-2394 FAX 052-962-2478

関 西：TEL 06-6941-8845 FAX 06-6941-1378

中 国：TEL 082-221-6841 FAX 082-221-6831

四 国：TEL 087-821-8074 FAX 087-822-3798

九 州：TEL 092-436-3322 FAX 092-436-3323

第63回米国建設機械施工視察団 団員募集のお知らせ

CONEXPO 2017(ラスベガス)

本協会は毎年海外視察団を派遣し、海外の建設機械及び施工技術を見聞し、我が国の建設機械化の発展に寄与して参りました。本年度も関係各位のご要望にお応えして、下記要領により海外視察団参加者を募集し派遣することになりました。今回の目的は、アメリカ・ラスベガスで開催される国際的な建設機械及び建設資材等の展示会“CONEXPO 2017”の視察です。3年ごとに開催されるこの展示会は世界3大建機展の一つで、170カ国2,400社以上／団体が出展を予定しており、最新の建設機材、サービス、そして技術を一望することができます。また、今回は、工事現場のみならず、1930年代米国ニューディール政策で構築され80年を超えて健全さを維持している社会資産フーバーダムとその資料館、日本の建設会社による世界四位（当時）のコロラドリバー橋（鋼製ストラットツインアーチコンクリート橋）も視察ルートに加え企画しました。関係各位におかれましては、最新の国際的な建設機械の動向とともに、アメリカの社会基盤を視察することにより、社会基盤整備に携わる建設産業の今後に役立つものと思われまます。多数の方々にご参加賜りたく、ご案内を申し上げます。

皆様のご参加をお待ち致しております。

【展示会概要】

【開催地】アメリカ・ラスベガス
 【期 間】2017年3月7日(火)～11日(土)
 【周 期】3年毎
 【主 催】AEM
 【会 場】ラスベガスコンベンションセンター
 【出展社】2,400社（2014年実績）
 【入場者】125,000人（2014年実績）

【主要出展品目】

建設機械、建設用車輛、リフト、コンベヤー、建設機器・工具、特別システム、コンクリート店モルタル処理・製造、型枠、足場、鉱業用原料抽出機械、原料処理、選鉱、建材用セメント・石灰・石膏製造、コンクリート・コンクリート製品・プレハブ構成材製造機械・システム、アスファルト製造機械・プラント、予混合ドライモルタル・漆喰・スクリード製造機械・プラント、石灰砂岩・発電所残渣使用建材製造・プラント、石膏・石膏ボード製造機械・システム、建材処理・包装トランスミッション・流体技術、発電ユニット、付属品、摩耗部品、サービス、検査、測定、プロセス制御技術、通信、ナビゲーション、作業安全 など

日 程 表

	月日曜	発着地／滞在地名	発着現地時刻	交通機関名	摘 要
1日目	2017年3月6日(月)	東京(成田)発ロサンゼルス乗換ラスベガス着	夕刻 午後	航空機 専用車	空路、ラスベガスへ -----日付変更線----- 到着後、ホテルへ (ラスベガス泊)
2日目	3月7日(火)	ラスベガス滞在	終日	公共交通機関(タクシー)	◎CONEXPO 2017国際建設機械見本市視察 (ラスベガス泊)
3日目	3月8日(水)	ラスベガス滞在	終日	公共交通機関(タクシー)	◎CONEXPO 2017国際建設機械見本市視察 (ラスベガス泊)
4日目	3月9日(木)	ラスベガス滞在 ラスベガス空港発ロサンゼルス空港着	午前 午後 夕刻	専用車 航空機	フーバダム、資料館、コロラドリバー橋 見学 ロサンゼルスへ移動 (ロサンゼルス泊)
5日目	3月10日(金)	ロサンゼルス滞在	午前 午後	専用車	◎地下鉄工事視察予定 (ロサンゼルス泊)
6日目	3月11日(土)	ロサンゼルス発	午前	航空機	空路、帰国の途へ (機内泊)
7日目	3月12日(日)	東京(成田)着	午後		到着後、入国審査及び通関手続終了後、解散

※発着地及び交通機関は変更になることがあります。

視察期間 2017年3月6日(月)～3月12日(日) 5泊7日
 視 察 地 ラスベガス・ロサンゼルス(2都市)
 催行人員 最少催行人員15名(添乗員同行)
 参 加 費 お一人様432,000円 (1名1室)
 (空港諸税・燃油サーチャージ、CONEXPO2017入場料・登録代行手数料 別途)
 締 切 日 募集締切日は2016年12月27日(火)
 募集パンフレット請求先⇒ (株)JTBコーポレートセールス 法人営業横浜支店 担当：佐藤
 TEL045-316-2376 FAX045-316-5531
 ●お問い合わせ先●

一般社団法人 日本建設機械施工協会
 〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2階
 TEL03-3433-1501 FAX03-3432-0289
 担当：安 川



「平成28年度版 建設機械等損料表」を発売しました。

一般社団法人 日本建設機械施工協会(会長:辻 靖三)は、書籍「平成28年度版 建設機械等損料表」を下記の通り発売しました。

本書は建設工事で使用される各種の建設機械や建設設備等に関する機械損料諸数値(国土交通省の“建設機械等損料算定表 平成28年度版”の内容に準拠)を掲載したものです。

工事費の積算や施工計画の立案、施工管理等、いろいろな場面において有効・有益な資料であり、広く活用頂ければ幸いです。

***** 記 *****

■発売日 : 平成28年5月9日

■体裁 : A4版、モノクロ、約460ページ

■本体価格(送料別)

一般価格 8,640円(本体8,000円)

会員価格 7,344円(本体6,800円)

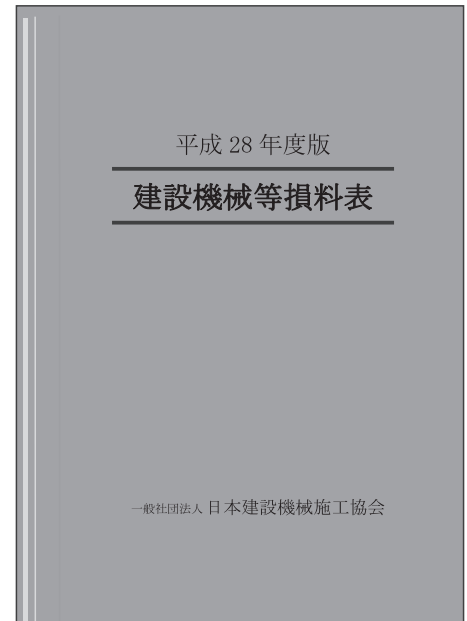
■内容・特長

- (1) 国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に準拠
- (2) 機械経費・損料等に関する通達・告示類を掲載
- (3) 燃料・電力消費率を掲載
- (4) 書籍のサイズを、これまでのB5版からA4版に拡大

■備考

従来当該書籍に掲載していた損料諸数値や損料補正等の計算例、運転単価表の作成例、機械器具等の概要解説(図・写真付)は削除し、これを別冊の解説書(下記参照)に集約する事によって両書籍間の役割分担を明確化。

***** 以上 *****



書籍の表紙イメージ

■書籍に関するお問い合わせ先

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館内)

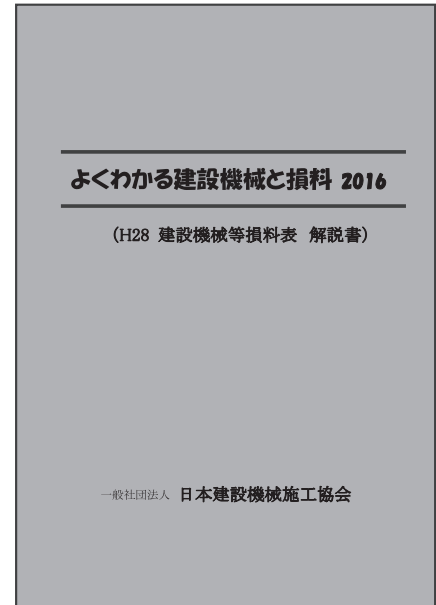
一般社団法人 日本建設機械施工協会 (電話 03-3433-1501)

「平成28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 2016」を発売しました。

一般社団法人 日本建設機械施工協会(会長:辻靖三)は、5月31日に書籍「よくわかる建設機械と損料 2016」を発売しました。

本書は先に発刊した書籍「平成28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、下記のような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。



書籍の表紙イメージ

■発 売 日 : 平成28年5月31日

■体 裁 : A4版, 一部カラー, 約320ページ

■価格(送料別途)

一般 : 税込 6,480円 (本体 6,000円)

会員 : 税込 5,508円 (本体 5,100円)

■内容・特長

- (1) 損料表の構成・用語の意味, 損料補正方法などを平易な表現で解説
- (2) 17件の関連通達・告示類の位置付けと要旨を解説
- (3) H28損料表の主要な改正・変更点を一覧表にして紹介
- (4) 損料表に掲載の機械について, 大分類別にコード体系を図示
- (5) 損料表に掲載の機械について, 写真・図を添えて概要・特徴を紹介
- (6) 主要な建設機械については, メーカー・型式名を一覧表にして紹介
- (7) 「俗語⇒損料表における機械名称」対照表を掲載
- (8) 書籍のサイズを従来のB5版からA4版に拡大

***** 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)

2016年版 日本建設機械要覧

発刊ご案内

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

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



発 刊 日

平成28年3月末

体 裁

B5判、約1,340頁／写真、図面多数／表紙特製

価 格

一般価格 52,920円（本体49,000円）

会員価格 44,280円（本体41,000円）

（注）送料は1冊900円（税込）となります。

（複数冊の場合別途）

特 典

2016年版日本建設機械要覧購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版、2004年版、2007年版、2010年版及び2013年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2016年版を含めると1998年から2015年までの建設機械データが活用いただけます。

2016年版 内容目次

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

今後の予定

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

◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

日本建設機械要覧 2016年版

冊

上記図書を申込み致します。

平成 年 月 日

官 公 庁 名			
会 社 名			
所 属			
担当者氏名	⑩	TEL	
		FAX	
住 所	〒		
送 金 方 法	銀行振込 ・ 現金書留 ・ その他（ ）		
必 要 事 項	見積書（ ）通 ・ 請求書（ ）通 ・ 納品書（ ）通 （ ）単価に送料を含む、（ ）単価と送料を2段書きにする（該当に○） お願い：指定用紙がある場合は、申込書と共に送付下さい		

◆ 申込方法 ◆

①官公庁：FAX（本部、支部共）

②民 間：（本部へ申込）FAX

（支部へ申込）現金書留のみ（但し会員はFAX申込可）

※北海道支部はFAXのみ

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

〔お問合せ及びお申込先〕

本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL 03 (3433) 1501 FAX 03 (3432) 0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8 さつけんビル	TEL 011 (231) 4428 FAX 011 (231) 6630
東 北 支 部	〒980-0014 仙台市青葉区本町3-4-18 太陽生命仙台本町ビル5F	TEL 022 (222) 3915 FAX 022 (222) 3583
北 陸 支 部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL 025 (280) 0128 FAX 025 (280) 0134
中 部 支 部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 三愛ビル	TEL 052 (962) 2394 FAX 052 (962) 2478
関 西 支 部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	TEL 06 (6941) 8845 FAX 06 (6941) 1378
中 国 支 部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL 082 (221) 6841 FAX 082 (221) 6831
四 国 支 部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイトビル	TEL 087 (821) 8074 FAX 087 (822) 3798
九 州 支 部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30 いわきビル	TEL 092 (436) 3322 FAX 092 (436) 3323

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

（これらの目的以外での利用はいたしません）当協会のプライバシーポリシー（個人情報保護法方針）は、ホームページ（http://www.jcmanet.or.jp/?page_id=422）でご覧いただけます。

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

☐ 当協会からの新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）は不要

2016年版 日本建設機械要覧 電子書籍(PDF)版 発売通知

当協会では、国内における建設機械を網羅した『日本建設機械要覧』を2016年3月に刊行し、現場技術者の工事計画の立案、積算、機械技術者の建設機械のデータ収集等に活用頂き、好評を頂いております。

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

是非とも活用いただきたく、お願い申し上げます。

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

発売時期

平成28年5月末 HP：<http://www.jcmanet.or.jp/>

Webサイト 要覧クラブ

2016年版日本建設機械要覧およびスペック一覧表電子書籍（PDF）版購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版、2004年版、2007年版、2010年版及び2013年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2016年版を含めると1998年から2015年までの建設機械データが活用いただけます。

また、同じ要覧クラブ上で新機種情報も閲覧およびダウンロードできます。

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



今後の予定

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

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

論文投稿のご案内

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

当協会ホームページ <http://www.jcmanet.or.jp>

★投稿対象

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

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

★部門

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

★投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

★原稿の受付

随時受け付けます。

★公表の方法

当協会機関誌に掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

★連絡先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

日本建設機械施工協会 研究調査部 論文担当

E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp

TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289

◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内 ◆

会 費：年間 9,000円

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

★個人会員の特典

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

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非入会下さい!!

◆ 一般社団法人 日本建設機械施工協会について ◆

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

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

■会員構成

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

■主な事業活動

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

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙を使用してください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会 会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会 個人会員に入会します。

平成 年 月 日

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

【会費について】年間 9,000円

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

【その他ご入会に際しての留意事項】

○個人会員は、定款上、本協会の目的に賛同して入会する個人です。 ○入会手続きは本協会会長宛に入会申込書を提出する必要があります。

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

【個人情報の取扱について】

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

一般社団法人日本建設機械施工協会 発行図書一覧表（平成 28 年 12 月現在）

消費税 8%

No.	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	送料
1	H28 年 9 月	道路除雪オペレータの手引	3,240	2,160	500
2	H28 年 5 月	よくわかる建設機械と損料 2016	6,480	5,508	500
3	H28 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 28 年度版	6,480	5,508	500
4	H28 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 28 年度版	10,800	9,180	600
5	H28 年 5 月	平成 28 年度版 建設機械等損料表	8,640	7,344	600
6	H28 年 3 月	日本建設機械要覧 2016 年版	52,920	44,280	900
7	H26 年 3 月	情報化施工デジタルガイドブック【DVD 版】	2,160	1,944	400
8	H25 年 6 月	機械除草安全作業の手引き	972	864	250
9	H23 年 4 月	建設機械施工ハンドブック（改訂 4 版）	6,480	5,502	600
10	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,240		400
11	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,240		250
12	H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,160	1,851	400
13	H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,376	2,160	400
14	H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	3,024	2,560	500
15	H19 年 12 月	除雪機械技術ハンドブック	3,086		500
16	H18 年 2 月	建設機械施工安全技術指針・指針本文とその解説	3,456	2,880	400
17	H17 年 9 月	建設機械ポケットブック（除雪機械編）*	1,029		250
18	H16 年 12 月	2005「除雪・防雪ハンドブック」（除雪編）	5,142		600
19	H15 年 7 月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,620	1,512	400
20	H15 年 6 月	道路機械設備 遠隔操作監視技術マニュアル（案）	1,944		400
21	H15 年 6 月	機械設備点検整備共通仕様書(案)・機械設備点検整備特記仕様書作成要領(案)	1,944		400
22	H15 年 6 月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	540		250
23	H13 年 2 月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック（第 3 版）	6,480	6,048	500
24	H12 年 3 月	移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル（第 2 版）	2,675	2,366	400
25	H11 年 10 月	機械工事施工ハンドブック 平成 11 年度版	8,208		600
26	H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,320		500
27	H11 年 4 月	建設機械図鑑	2,700		400
28	H10 年 3 月	大型建設機械の分解輸送マニュアル*	3,888	3,456	500
29	H9 年 5 月	建設機械用語集	2,160	1,944	400
30	H6 年 8 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,229	7,714	500
31	H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,172	5,554	500
32	H3 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,079	9,565	600
33	S 63 年 3 月	新編 防雪工学ハンドブック【POD 版】	10,800	9,720	500
34	S 60 年 1 月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック*	6,480		500
35		建設機械履歴簿	411		250
36	毎月 25 日	建設機械施工【H25.6 月号より図書名変更】	864	777	400
			定期購読料 年 12 冊 9,252 円(税・送料込)		

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

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

特 集

特集・
行政情報

特集・
技術報文

投稿論文

交流の広場

ずいそう

JCMA 報告

防災，安全・安心を確保する 社会基盤整備

4 次世代社会インフラ用ロボットの開発・導入

取り組みの紹介と災害調査・応急復旧ロボット分野の検証概要

大概 崇 国土交通省 公共事業企画調整課 課長補佐
中根 亨 公共事業企画調整課 施工企画係長

11 凍土方式による陸側遮水壁の造成

凍結管の削孔・建て込み，凍結設備の設置工事

木田 博光 鹿島建設㈱ 東京土木支店 専任役
浅村 忠文 土木営業本部 副本部長
阿部 功 福島第一凍土工事事務所 所長

16 工事を支える二つの『見える化』

山田宮古道路—山田北道路改良工事

五十嵐 洋 西松建設㈱ 三陸山田出張所 所長
杉山 拓 三陸山田出張所 副所長
千葉 裕介 三陸山田出張所 工事主任

21 早期復興に応えるために取り組んだ現場運営の紹介

国道 45 号吉浜道路工事の事例

三原 泰司 清水建設㈱ 土木技術本部 地下空間統括部 担当部長
小本曾淳弥 土木技術本部 エネルギー設計部

27 東京モノレールにおける橋脚基礎の耐震補強

井上美佐男 東京モノレール㈱ 技術・企画部 副部長
柏木 一夫 モノレールエンジニアリング㈱ 技術部 担当部長
松本 聡 鹿島建設㈱ 土木設計本部構造設計部臨海・エネルギー施設 Gr 設計長

32 締固めによる木曽三川下流域堤防基礎耐震化の事例紹介

砂圧入式静的締固め工法 (SAVE-SP 工法)

森鼻 章治 ㈱不動テトラ 地盤事業本部 技術部 技術企画課
鶴野 雅明 中部支店 地盤営業部

37 災害対応ロボット電波を使用した

遠隔操縦ロボット用災害対策車両システムの開発

遠隔操縦ロボットシステム ASAM

豊田 晃央 コーワテック㈱ 営業開発部 部長

42 振動ローラの機械仕様に関する研究

橋本 毅 国立研究開発法人土木研究所 主任研究員 技術推進本部
梶田 洋規 同上 上席研究員 技術推進本部
藤野 健一 同上 主席研究員 技術推進本部
建山 和由 立命館大学教授 理工学部

51 防災・災害把握へのドローンの利用

伊東 明彦 (一社) ミニサーバイヤーコンソーシアム 理事
宇宙技術開発㈱ 営業本部企画営業部 リーダ

57 リオオリンピック 家族応援記

佐藤 康博 鹿島建設㈱ 機械部長

59 「目に眼鏡を合わせる」技術を

荻野 弘 ㈱キクテック 技術顧問

60 平成 28 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 3)

	73	「平成 28 年度 建設施工と建設機械シンポジウム」開催報告
部会報告	76	アスファルトプラントの変遷（その 4）昭和 37 年～42 年 機械部会 路盤・舗装機械技術委員会（アスファルトプラント変遷分科会）
連載	82	ミュージアム鉱研 地球の宝石箱見学会 機械部会 基礎工事用機械技術委員会
	85	ISO/TC 127/SC 3/WG 5（ISO 15143 施工現場情報交換） 2015 年 5 月ドイツ国フランクフルト・アム・マイン市 国際作業グループ会議報告 西脇 徹郎 ISO/TC 127/SC 3 国際幹事
	89	ISO/TC 127/SC 2/WG 16（ISO 13766 土工機械—電磁両立性）2015 年 6 月ドイツ・フランクフルト市 国際作業グループ会議報告 吉田 克美 標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会国際専門家（Expert）
	90	ISO/TC 127/SC 2/WG 16（ISO 13766 土工機械—電磁両立性）2016 年 5 月ドイツ・フランクフルト市 国際作業グループ会議報告 吉田 克美 標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会国際専門家（Expert）
	91	ISO/TC 127・TC 82 JWG（地下鉱山機械の安全）2015 年 6 月スウェーデン・ストックホルム国際作業グループ会議報告 出浦 淑枝 標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会
	93	新工法紹介 機関誌編集委員会
	98	新機種紹介 機関誌編集委員会
統計	103	インフラシステムの海外展開の動向
	107	平成 28 年 建設業の業況
	113	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
	114	行事一覧（2016 年 10 月）
	118	編集後記（赤坂・石倉）
その他	119	“建設機械施工” 既刊目次一覧 平成 28 年 1 月号（第 791 号）～平成 28 年 12 月号（第 802 号）

◇表紙写真説明◇

凍土方式による陸側遮水壁の造成

写真提供：鹿島建設(株)

陸側遮水壁では、地中に約 1 m 間隔で小規模埋設物の上下にも凍結管を設置した。凍結管にブラインと呼ばれる約 -30℃ の冷却液（塩化カルシウム 30% 水溶液）を循環させるブライン配管は延長約 6.7 km 敷設した。配管工事で最も時間を要する保温・外装材の大半を工場で施工して現地搬入する事で大幅な被ばく低減を図った。凍結プラントは冷凍機 15 台を収納した大規模プラントを 2 棟設置した。

2016 年(平成 28 年)12 月号 PR 目次
【ア】
ヴィルトゲン・ジャパン(株) 表紙 4
朝日音響(株) 後付 1

【カ】
カヤバシステムマシナリー(株) 後付 8
コベルコ建機(株) 表紙 2
【タ】
デンヨー(株) 後付 7

大和機工(株) 後付 4
【マ】
マシケンアテック(株) 後付 2・3
マルマテクニカ(株) 後付 6

三笠産業(株) 後付 5
(株)三井三池製作所 表紙 3
【ヤ】
吉永機械(株) 後付 4

特集>>> 防災、安全・安心を確保する社会基盤整備

行政情報

次世代社会インフラ用ロボットの開発・導入

取り組みの紹介と災害調査・応急復旧ロボット分野の検証概要

大 槻 崇・中 根 亨

トータルステーション (TS)、GNSS 等によるリアルタイムで位置の特定を可能とする技術や、無線 LAN 等の現場内で大容量のデータの高速通信を可能とする情報通信関連技術の発展とともに、以前までは人間自らが計測や記録、機械操作を行っていた施工や維持管理の現場は、大きく様変わりしつつある。

本稿では、維持管理や災害対応に関して、ロボット関連技術の加速を図るため、国土交通省にて平成 25 年度から行っている次世代社会インフラ用ロボットの開発・導入にかかる取り組みと、これに関連して、平成 27 年に行った現場検証事業から、災害用技術についての検証結果を紹介する。

キーワード：ロボット、災害対応、維持管理

1. はじめに

日本の経済・生活を支えてきた重要な要素の一つである社会資本は、今日その老朽化が大きな課題となってきた。例えば橋梁については、建設後 50 年以上を経るものの割合が、2023 年過ぎには 5 割近くになるまで達すると言われ (表-1)、労働人口が減少する中で適切な維持管理を行っていくことが求められている。

こういった状況の中、国土交通省は平成 25 年 (2013

年) を「社会資本メンテナンス元年」と称し、橋梁、トンネル、ダムをはじめとした社会資本の点検を強力に推進する取り組みを始めた。

平成 25 年 11 月には、平成 25 年 6 月に閣議決定した「日本再興戦略」に基づき、老朽化対策に関する政府全体の取組としてインフラ老朽化対策の推進に関する関係省庁連絡会議で「インフラ長寿命化基本計画」がとりまとめられ、ロードマップが策定された。この中で、センサーモニタリングやロボット技術については、「新技術の開発・導入」の項目で“劣化・損傷箇所の早期発見等に繋がる点検・診断技術の開発・導入”の取り組みを推進するとして、図-1 の通り計画されている。

この計画と符合するかたちで、2013 年度に、維持管理及び災害対応の場面におけるロボットの活用が期待されるニーズを明確化するなどの実用化に向けた方策を検討するため、国土交通省と経済産業省で連携をして「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入検討会」を局長級会合として設置・開催した。この検討結果を踏まえ、「次世代社会インフラ用ロボット現場検

表-1 建設後 50 年以上を経過する社会資本の割合

	2013年	2023年	2033年
道路橋 [約40万橋(橋長2m以上の橋約70万のうち建設年度が明らかなもの)]	約18%	約43%	約67%
トンネル [約1万本]	約20%	約34%	約50%
河川管理施設(水門等) [約1万施設]	約25%	約43%	約64%
下水道管きょ [総延長: 約45万km]	約2%	約9%	約24%
港湾岸壁 [約5千施設(水深-4.5m以深)]	約8%	約32%	約58%

インフラ長寿命化基本計画(ロードマップ)



図-1 インフラ長寿命化基本計画のロードマップから「新技術の開発・導入」を抜粋

証委員会」を設置し、2014年度から2か年に渡り、民間企業や大学等の有用な技術を公募による現場検証と評価を実施し、活用に向けた検討を進めてきている。この中で有用性が部分的にでも確認できたものについて、2016年度以降に試行的な導入等を進めていくこととしている。

本稿では、これらの取り組みのうち、特に最新の取り組み状況として、平成27年度の「次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会」での災害応急復旧及び災害調査ロボットの検証結果について紹介する。

2. 次世代社会インフラ用ロボット検証事業の目的と概要

ロボット技術の導入が特に先行した「ものづくり」の分野では、高まる国際競争の中で、日本製品が高い価格競争力を持ちつつ、安定品質で大量に生産していくかという課題への意識やロボット技術へのニーズの高まりとそのニーズ主導によるロボットの活用が、ロボット技術自体を花開かせた経緯があるとされ、ロボット技術の活用促進については、いわば、ユーザー・オリエンテッドな開発の動きが有益であるとされている。

建設工事での施工用機械でも、遠隔操縦による水中施工用ブルドーザなどを契機としつつ、雲仙普賢岳の災害時における砂防堰堤施工における遠隔操縦式のバックホウやダンプなど、それらの機械がなければ施工が安全に行えないという切実なニーズが主導し、ロボット技術の導入が進んだといえる。また、維持管理の分野においても、ダムの放流設備などにおいて、水中構造物を陸上から安全に映像で確認する水中機械が一部で活用されてきたのもその一例と言え、ニーズ主導の開発はインフラ・災害分野においても有用な視点

であるといえる。

一方で、今までの社会資本維持管理分野では、工場などの安定した環境の中で繰り返しの作業の置き換えを行うようなモノづくり分野でのロボット技術の導入スタイルとはかけ離れていて、千差万別の現場状況を背景に多種多様な構造物等の点検等に関しある一定のマーケットサイズを持つ特定のロボット技術ニーズを、具体的な開発目標を伴って提示することは容易ではなかった。

しかし、近年、各種インフラの点検が大規模に行われてきたこと、また、点検要領等の改訂が重ねられ、具体的な解説と適用が整理されてきたこと、災害分野においても多くの施工が行われ、その経験が無人化施工協会などから広く説明をされてきたことから、いくつかのシーンにおいて、インフラ点検・災害対応における更なるロボット活用の可能性が見えてきつつある。

そこで、この見えてきつつある更なるロボット活用シーンのうち、より具体的な活用可能性のあるシーンを選定し、広く技術の募集を行い、実験室でない実現場や現場サイズの模擬施設を用いた現場検証を行い、ニ

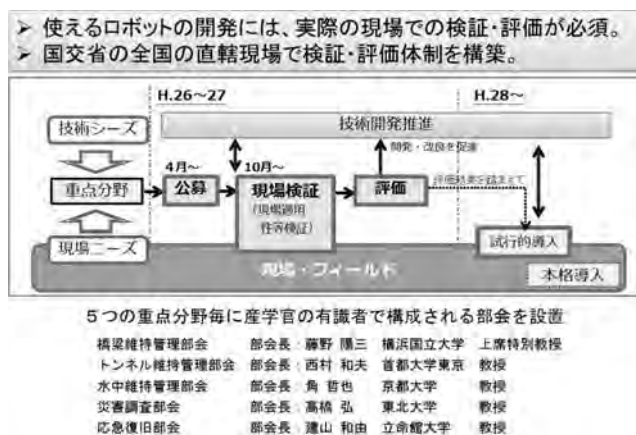


図1-2 次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会の役割イメージ

I 維持管理

① 橋梁

- ・近接目視を支援
- ・打音検査を支援
- ・点検者の移動を支援

② トンネル

- ・近接目視を支援
- ・打音検査を支援
- ・点検者の移動を支援

③ 水中（ダム、河川）

- ・近接目視を代替・支援
- ・堆積物の状況を把握

II 災害対応

④ 災害状況調査

（土砂崩落、火山災害、トンネル崩落）

- ・現場被害状況を把握
- ・土砂等を計測する技術
- ・引火性ガス等の情報を取得
- ・トンネル崩落状態や規模を把握

⑤ 災害応急復旧（土砂崩落、火山災害）

- ・土砂崩落等の応急復旧
- ・排水作業の応急対応する技術
- ・情報伝達する技術

図1-3 次世代社会インフラ用ロボットの検討を行っている重点5分野

ズ主導の開発・導入サイクルを回すこととしたのが、「次世代社会インフラ用ロボット現場検証委員会」という活動である。

この委員会では、インフラ点検等の現場で活用できるかどうかを検証しつつ、経済性も含めた評価を行う一方、すぐには活用に課題がある技術についても、その不足している点を開発者にフィードバックすることとし、ユーザーニーズを起点とした開発と導入の促進を目指している。

また、委員会では、技術個別の検証にとどまらず、その活用シーンをより具体化して、実業務に試行的な導入を行う活動も検証していくこととし、本格導入への筋道をつつなりともつけることを目的としている(図—2)。

なお、検証委員会では、5つの重点分野に分かれて個別に検証を行っており、その分野を示したのが図—3である。

3. 次世代社会インフラ用ロボットの平成 27 年度検証結果について

ここからは、平成 27 年度の検証結果全体の概要と、「災害応急復旧・災害調査分野」の検証状況の紹介を通じて、次世代社会インフラ用ロボットの技術動向をつかんでいただきたい。

(1) 結果全体概要 — 5 分野の全てにおいて活用が期待される技術があることを確認 —

平成 27 年度の現場検証は、4 月から約 1 か月間の期間をとって募集を行った。募集区分は、維持管理については 3 分野(橋梁点検, トンネル点検, 水中点検), 災害対応については 2 分野(災害調査, 災害応急復旧)について、それぞれ、募集技術内容を明示して公募し、実現場における一定のシナリオに基づいた検証を行った。なお、シナリオについては、全体の業務の流れは事前に提示するが、点検ポイントなどについてはその発見自体も検証項目であるため事前情報を提示せず、厳しい条件の中で検証を行った。

この検証概要を表—2 にまとめた。

この表—2 で、「I」は、それぞれの募集区分ごとに若干の意味の違いがあるが、いずれも、活用の可能性が十分にあるという評価を得た場合につける評価で、各分野ともに検証数の半分弱が「I」の評価を獲得し、平成 26 年度の検証に比べ、いずれの分野においても活用可能性の議論ができる技術が一定数存在しつつある状況が確認できた。

これは、平成 26 年度に行った当該検証事業の中で指摘等を参考に、技術開発者が多くの改良の努力を積み重ねたことによる効果もあったものと推察される。

(2) 「災害調査分野・応急復旧分野」の検証結果概要

ここからは、本号の特集に対応し、災害調査及び災害応急復旧分野について、この検証で「活用を推薦する(I)」となった技術について簡単に紹介する。検証において、それ以外の評価でも、現時点では改良が行われ、実用を推薦されるべき段階に至っているものもあると思われるが、その点についてはまた後日の検証等において紹介することとしたい。また、各 5 分野の検証シナリオ、評価項目、個別のロボットの評価については、次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進にかかる各分野の報告書(http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo15_hh_000149.html)をご覧ください。

なお、個別技術の概要の詳しい説明は、(<http://www.c-robotech.info/>)をご参照いただきたい。

災害調査・応急復旧分野では、図—4 にある技術が募集・検証され、「I」の“活用を推薦する”の評価を得た技術について、それらの技術の提案をされた代表企業名称を記載している。

(a) 飛行系ロボット(災害調査用)

飛行系ロボットについては、多くの応募があり、災害調査分野では約 9 割の応募が無人飛行機(ドローン)であった。多くのものがカメラを搭載して災害状況を把握するものであったが、中日本航空(株)とルーチェサーチ(株)(※以降ともに敬称略)については、レーザースキャナーを搭載しており、写真での概況把握だけでなく、植生のある場所でも地形形状を 3 次元で把握することができるシステムを提案いただいた(写真—1)。

図—4 中で、会社名の横にある記号は、活用を推薦された使用フェーズを表している。

災害発生直後から 1～3 日の間に、人が近づけない状況において有人ヘリコプターでは詳細把握が困難な場合に、近景による状況把握を試みるのが「フェーズ 2 (F2)」であり、1 週間経過後程度ののち現場にある程度近づくことができる状況で応急対策や復旧計画を立てるための地形の測量をある程度行うものが「フェーズ 3 (F3)」, 地上 LP 測量と同等で行えるものを「フェーズ 4 (F4)」としている(図—5)。

図—6 のようなデータ取得が迅速にできるようになることで、今後の災害対応の迅速性とデータの正確性がより高まっていくことが期待される検証が飛行系

表一 2 技術募集区分とそれらの応募技術数・検証数と検証評価結果の概要

	募集技術分野・区分	検証数 (応募技術数)	検証評価区分毎 の件数	備考
維持管理	【橋梁】 (検証区分数：3) ・コンクリート橋や鋼橋の「桁、床版、橋脚・橋台、支承部」について、目視や打音の支援や点検者を点検箇所近づけることができる 技術・システム	17 (17) (「移動」は応募なし。)	<u>I : 5</u> II : 5 III : 3 IV : 4 (※ I : 試行的導入に向けた検証を推奨する)	移動以外の区分全てで「I」の評価技術あり
	【トンネル】 (検証区分数：3 (人調査前概査), 3 (スケッチ支援)) ・「覆工、坑門等」に発生した変状について、近接目視や打音検査の支援や、点検者を点検箇所近づけて移動できる技術・システム	20 (10) (「移動」は応募なし。)	<u>I : 8</u> II : 6 III : 4 IV : 2 (※ I : 試行的導入に向けた検証を推奨する)	打音支援以外の区分全てで「I」の評価技術あり
	【水中】 (検証区分数：4) ・「ダムのゲート設備や堤体等」の損傷等及び、洪水吐き水叩き部の「洗掘等」について潜水土による近接目視の代替(精査)または支援(概査) ・「ダムの堆砂」状況について全体像を効率的に把握 ・「河床の洗掘等」について、災害査定等に用いることができる程度の精度で、幅・長さ・奥行等といった洗掘の全体像を効率的に把握 ・「河川護岸」において、コンクリート部の損傷等、豆板やコールドジョイント部のうき等、鋼矢板部の劣化・損傷状況等について、潜水土による近接目視の代替(精査)または支援(概査)	15 (12) (「堆砂」は応募なし。)	<u>I : 7</u> II : 4 III : 4 (※ I : 試行的導入を推薦する)	堆砂以外の区分全てで「I」の評価技術あり
災害対応	【災害調査(土砂崩落、火山、トンネル)】 (検証区分数：3 (土砂崩落), 1 (火山), 2 (トンネル)) ・土砂崩落もしくは火山災害において、災害現場の地形の変化や状況を把握するための高精細な画像・映像や地形データ等の取得(発災直後、対策検討、対策工中) ・土砂崩落もしくは火山災害において、災害現場の土砂等の状況を判断するため、例えば、土砂や火山灰等の含水比や透水性、密度・内部摩擦・粘着力、貫入抵抗、火山灰については堆積深等の計測 ・トンネル崩落において、災害現場の発火等の危険性を把握するための引火性ガス等に係る情報の取得 ・トンネル崩落において、災害現場の崩落状態及び規模を把握するための高精細な画像・映像等の取得	18 (12)	<u>I : 8</u> II : 7 III : 3 (※ I : 活用を推薦する)	トンネル高精細把握以外の全区分で「I」の評価技術あり
	【災害応急復旧】 (検証区分数：3) ・掘削、押土、盛土、土砂や資機材の運搬等の応急復旧 ・河道閉塞における排水作業の応急対応 ・遠隔または自動による機械等の制御に係る情報の伝達	7 (7)	<u>I : 3</u> II : 3 III : 1 (※ I : 活用を推薦する)	全区分で「I」の評価技術あり

(※表中の件数は、実用検証の対象とした技術の数で、要素検証のみを行った技術は含まない。)

なお、応募技術数というのは、各提案者から提出された技術の数で、検証数とは、各募集技術区分の中にある検証対象区分数ごとに算定したものである。また、各分野における「I」の意味の違いは、各検証分野における具体的な活用シーンの整理熟度によって記述され、橋梁やトンネル分野においては、シナリオの検討を追加して行う必要が強い分野であったため、「試行的導入に向けた検証を推奨」という表現に留まっている。

災害調査・応急復旧分野で「Ⅰ（活用を推薦する）」の評価を得たものの一覧



【機密性2】

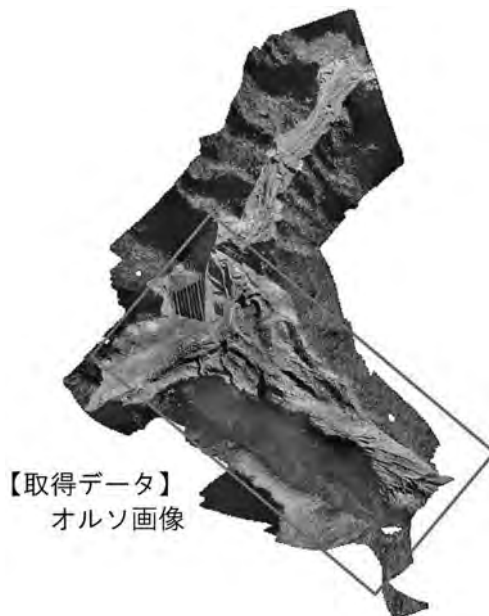
迅速かつ的確な災害対応にあたり、多様なロボット技術の活用が期待される。



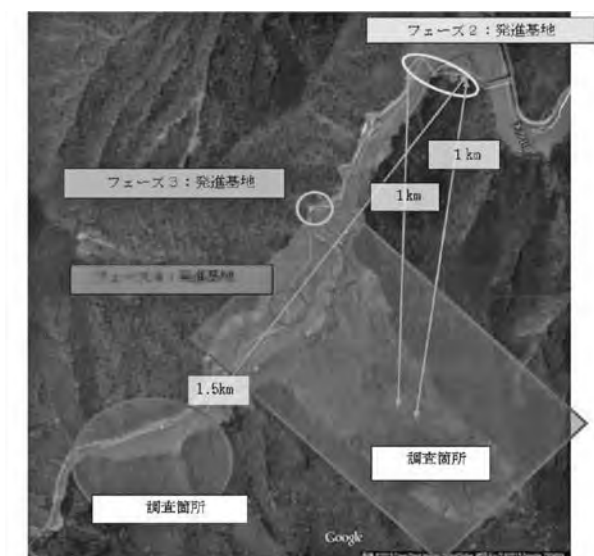
図—4 災害調査・応急復旧分野で「Ⅰ（活用を推薦する）」の評価を得たものの一覧図



写真—1 レーザースキャナーを搭載したドローンの例
(左が中日本航空(株), 右がルーチェサーチ(株))



図—6 取得データの例 (中日本航空(株)によるもの)



画像 2015Cnea/Spot Image, DigitalGlobe, 地図データ2015Google, ZENRIN

図—5 各フェーズの発信基地と調査箇所のイメージ

ロボットにおいては、数多くできたことが今回の検証事業の大きな成果である。

また、火山災害調査用としては、噴火警戒レベル3又は4での活用が期待されるもの (V3,4) があり、火口から半径3～5kmの立入禁止状況の中で、土石流につながる山体への降灰状況やガリの発生状況を安全な場所から確認するためのドローンについてもその有用性が確認できた。

(b) 走行型ロボット（災害調査用）

トンネル災害として、地震発生後、余震が続く状況においてトンネル内部の被災状況（放置車両の有無と位置、火災発生の有無と位置、損傷の有無と位置等）の概要を迅速に把握する技術（トンネル1：T1）に関して、2つの無人走行車の有用性が確認された。

両技術とも画像を転送して状況把握を可能にするクローラタイプであり、専用機か半用機械の無人走行車化をするものかの違いがあった。西尾レントオール(株)の提案は、汎用的なクローラショベルに無人走行ユニットを載せて使用するもので、操縦信号や画像転送用の無線の中継器としても活用を考えられている点など無人化施工現場などでの実績に基づいた実用的な提案をいただいた（図一7）。

(株)日立製作所提案の専用機はより小型で走破性に優



図一7 西尾レントオール(株)のシステムイメージ



写真一2 (株)日立製作所のシステムの検証状況

れており用途に最適化されているだけでなく、部品も汎用的なものを使用するほか国内製のみであるなど、災害時の利用や改良を想定した開発が進められており、こちらも実用性の高さが評価された（写真一2）。

(c) 無人化施工技術関係技術

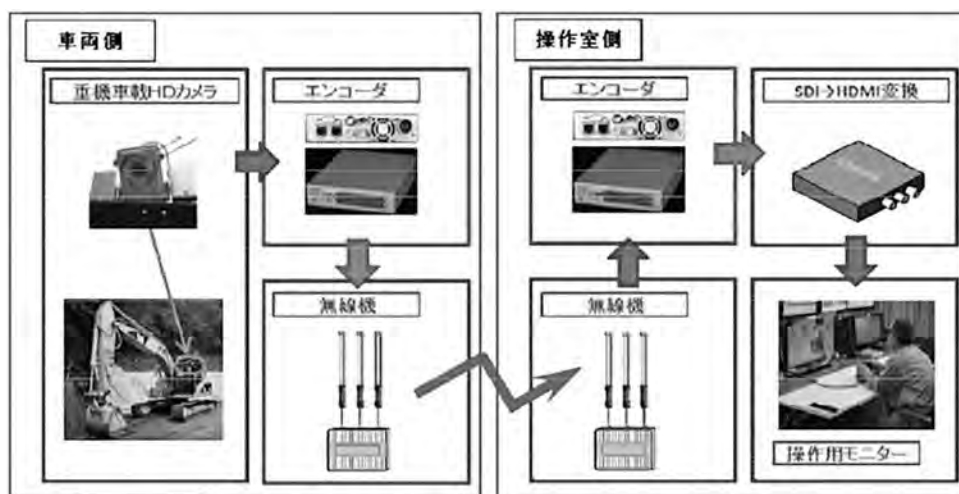
無人化施工関係としては、自律転圧システムを大成建設(株)より、高精細動画画像低遅延伝送システムを(株)熊谷組ほか4社より提案いただき、有用性が確認された。

自律転圧システムは、施工を行う一定の領域と必要な締固め回数を指示したのち、TSを用いて位置確認をしながらの自動走行にて必要回数の転圧を行う技術で、締固め作業品質（オペレータが搭乗した操作と同等）と施工能力向上が期待できるとされ、災害対応のみならず平時においても通常工事で活用することにより、オペレータ削減・負担軽減や、夜間作業効率化が期待できるとされた（写真一3）。

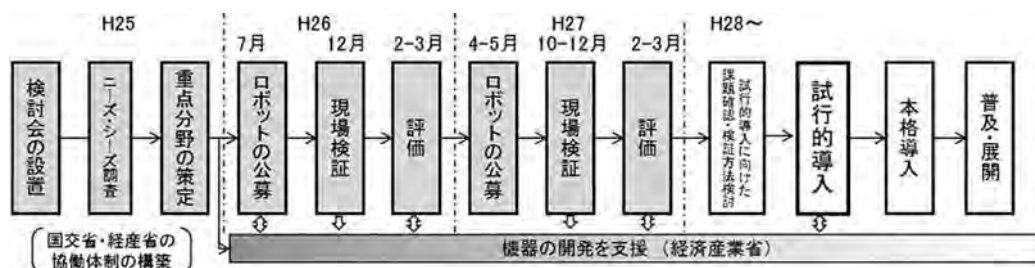
高精細動画画像の低遅延伝送システムは、伝送容量と伝送遅延を極力抑えたLAN方式によるフルハイビジョン画像伝送できる技術である。無人化施工では、建機等に搭載したカメラからの近影画像によって建機を無線で操作するが、その画質や即時性の向上が施工の効率化等への課題であったが、従来のアナログ伝送



写真一3 自律転圧システムの検証状況



図一8 建機搭載カメラ（左）から遠隔操作室（右）への画像データの経路と圧縮解凍装置（エンコーダ）の位置関係



図—9 次世代社会インフラ用ロボットの開発・導入の流れ

のSD画像動画(720×480)から、高精細動画(30 fps1,920×1,080)を3.0 Mbpsの低容量かつ70 msec以下の低遅延でデジタル伝送可能となり、画質や画角等が向上するため、作業の適用範囲や作業性等が向上、またLAN方式のため光ファイバー等の長距離伝送も可能で、システム構築の作業性や無線装置等の台数削減等による経済性向上も期待されるとされた(図—8)。

(d) 河道閉塞箇所等の排水支援装置

土砂崩落による河道閉塞において、初動対応後に崩落土砂の上流に湛水した河川水を下流に排水するための災害対応を行うものである。悪条件下でも、現地まで運搬・設置し、排水作業を行うことができることが求められており、従来の水中ポンプ排水と比較し、容易に設置が可能で、低い運転コストが求められる技術テーマについて、(株)山辰組よりサイフォン方式の排水装置が提案された。従来からもサイフォン効果による効率的な排水作業が可能な装置は提案されていたが、今回のシステムは、Y字形に合流した装置などを持ち、排水ポンプのスイッチ投入後は、水中ポンプとサイフォン2つ吸い込みシステムを自動で切替えて下流へ排水できる点と、その現場での実機試験による再現性が高く評価された(写真—4)。



写真—4 切り替え装置(製品名:ワイガッチャン)

4. おわりに —今後の活動について—

以上、次世代社会インフラ用ロボットの現場検証の取り組みの概要と災害用ロボットにおける状況を見てきたがこれらの災害調査・応急復旧ロボットについては、既に災害協定の締結がなされて現場での活用に向けた取り組みが進んでいるものもあり、またそれ以外についても、今後の展開について順次検討を進めていくことを予定している。

また、維持管理の3分野については、平成28年度以降、「試行的導入」を行い、ロボット技術による各作業の支援等の導入普及の検討を進めていく予定である(図—9)。

当該取り組みにご協力・ご尽力いただいている関係者の皆様に感謝申し上げるとともに、ここで検証された次世代社会インフラ用ロボットだけでなく、これに続く各種ロボットが開発・導入され、社会資本メンテナンスの課題の解決に貢献するべく、さらに活動を進めていきたいと考えているところである。

J C M A

[筆者紹介]

大槻 崇(おおつき たかし)

国土交通省

公共事業企画調整課

課長補佐

中根 亨(なかね とおる)

国土交通省

公共事業企画調整課

施工企画係長

凍土方式による陸側遮水壁の造成

凍結管の削孔・建て込み、凍結設備の設置工事

木 田 博 光・浅 村 忠 文・阿 部 功

福島第一原子力発電所の1～4号機の原子炉建屋群では、地下水が流れ込むことで1日に約300トンの新たな汚染水が発生している。汚染水増加を抑制する対策のひとつとして、建屋周りを凍土方式の遮水壁（深さ約30m、全長約1,500m）で取り囲む、凍土方式による陸側遮水壁（以下、“陸側遮水壁”と呼ぶ）が採用された。本報では、凍結管の削孔・建て込み工事および凍結設備について報告する。

キーワード：福島第一原子力発電所、震災復旧、凍結工法、凍土遮水壁

1. はじめに

福島第一原子力発電所の1～4号機の原子炉建屋群では、地下水が流れ込むことで1日に約300トンの新たな汚染水が発生している。汚染水は、回収し浄化処理した後、冷却水として一部再利用されているが、増えた分はタンクを増設し、貯留し続けている。陸側遮水壁は、汚染水増加を抑制する対策のひとつとして採用された。建屋周りを凍土方式の遮水壁（深さ約30m、全長約1,500m）で取り囲み、山（西）から海（東）へ流れる地下水を迂回させて建屋に近づけないことにより、汚染水増加を大幅に低減することを目的としている（図－1）。

事業概要は以下の通りである。

事業名：平成25年度「汚染水処理対策事業（凍土方式遮水壁大規模整備実証事業）」

補助金交付者：経済産業省 資源エネルギー庁

共同研究者：東京電力ホールディングス(株)、鹿島建設(株)

工期（補助事業期間）：2013年10月～2016年3月

主要数量

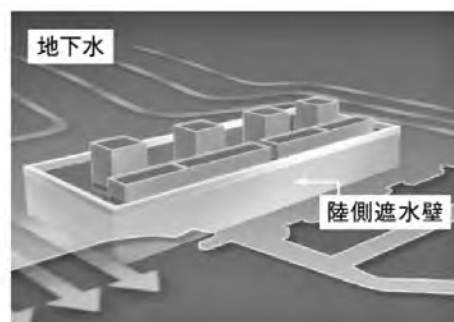
- ・凍結管 1,568 本、測温管 359 本
- ・冷凍機 30 台
- ・水位観測井戸 82 孔（陸側遮水壁沿いの内外に配置し、水位差により遮水効果を確認するためのもの）
- ・注水井戸 33 孔（陸側遮水壁沿いの内側に配置し、建屋周辺水位を建屋内水位より高く保持するための補助手段）

陸側遮水壁の施工においては、昼夜進められる他の廃炉作業との競合や、地上設備、地中埋設物をはじめとする様々な制約条件がある中で、2015年度中に全体設備完了、凍結運転開始を達成する事ができた。

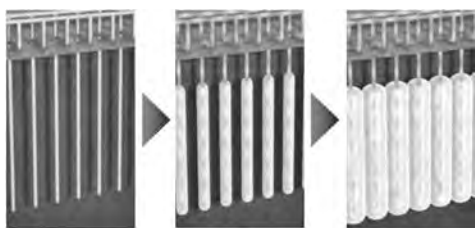
2. 陸側遮水壁の特長

(1) 陸側遮水壁の造成方法

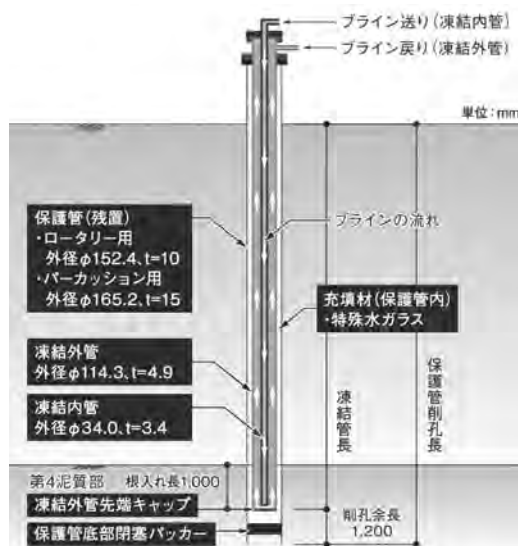
陸側遮水壁では、凍結管を地中に約1m間隔で鉛直に設置し、ブラインと呼ばれる約-30℃の冷却液（塩化カルシウム30%水溶液）を循環させ、管周りの土を凍らせ太く成長させることで連続した壁を形成す



図－1 陸側遮水壁の造成と地下水の流れイメージ



図—2 凍土の造成イメージ



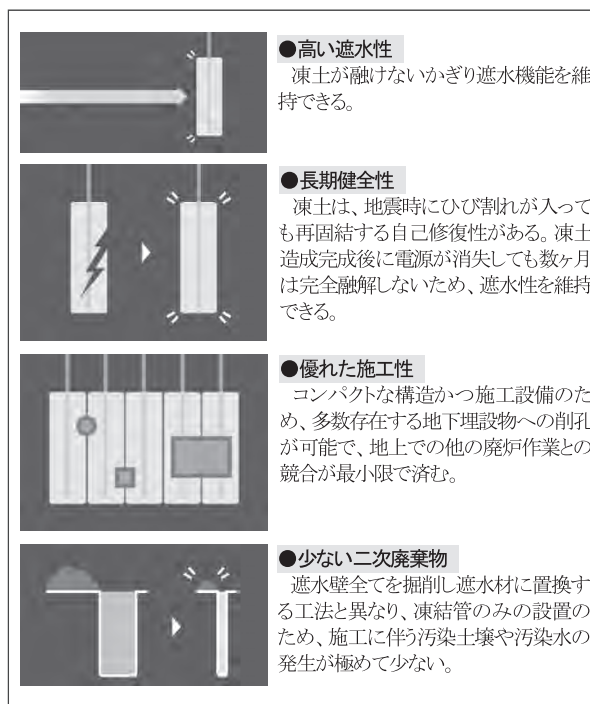
図—3 凍結管の構造断面図

る。ブラインは凍結内管の中を下降し、凍結外管の中をドーナツ断面状に上昇する。この凍結に必要な内外の二重管を、保護管内に収めた三重管構造とすることで、長期運用期間中に必要に応じた凍結管の交換を可能にしている。保護管は、削孔管の底部をパッカーにて閉塞し、地中に残置している（図—2、3）。

(2) 陸側遮水壁の特長（図—4）

陸側遮水壁の工法・構造として、下記の特長を有する凍土方式が採用された。

- ①高い遮水性：凍土が融けないかぎり遮水機能を維持できる。
- ②長期健全性：凍土は地震時にひび割れが入っても再固結する自己修復性がある。凍土造成完成後に冷凍機が停止しても数ヶ月は完全に融解しないため、遮水性を維持できる。
- ③優れた施工性：コンパクトな構造かつ施工設備のため、多数存在する地下埋設物への削孔が可能で、地上での他の廃炉作業との競合が最小限で済む。
- ④少ない二次廃棄物：遮水壁全てを掘削し遮水材に置換する工法と異なり、凍結管のみの設置のため、施工に伴う汚染土壌や汚染水の発生が極めて少ない。



図—4 凍土方式による陸側遮水壁の特長

3. 工事概要

陸側遮水壁は「凍土方式の壁により建屋に地下水を近づけない」、海側遮水壁は「鋼管矢板方式の壁により汚染水を海へ流出させない」ためのもので、互いの端部を連結する。建屋内への地下水の主な流入源は地層最上部の中粒砂岩層と呼ばれる透水層である。陸側遮水壁は、その外周と下部からの地下水流入を抑制するため、第4泥質部と呼ばれる難透水層に1 m以上根入れした。ブラインを冷却する大規模凍結プラントは、当初凍土壁周辺に配置する計画であったが廃炉関連工事に伴うヤードの確保が困難な事と地震、津波対策を考慮して35 mの高台に配置した（図—5）。

4. 施工手順

陸側遮水壁における地下の凍結管と地上のブライン配管の施工は、以下の手順にて実施している（写真—1）。

5. 埋設物への対応

建屋周りの地下には、配管、ケーブル等の多くの埋設物が存在している。陸側遮水壁と埋設物が交差する箇所については、埋設物管理図と試掘等の現地調査により、埋設物の位置、寸法、構造形式、内部状況を確認し、凍結管1,568本の配置パターン（単列、複列、貫通）を決定した（図—6）。



図ー5 関連設備配置図 (平面, 断面)

6. 被ばく低減対策

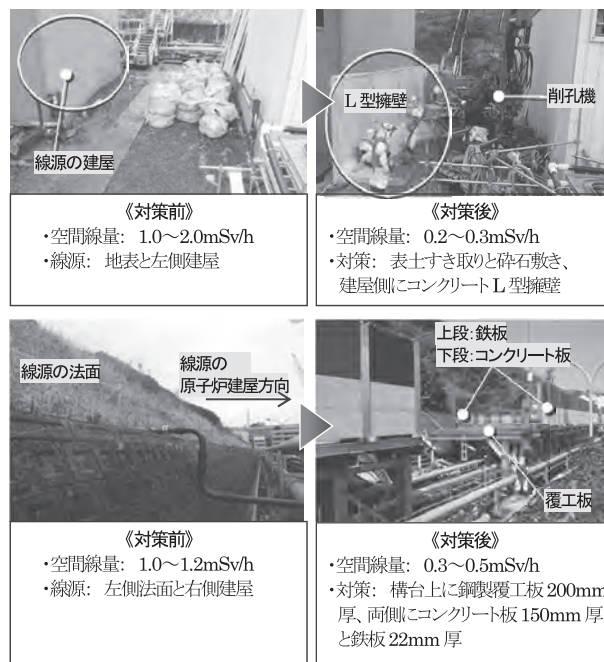
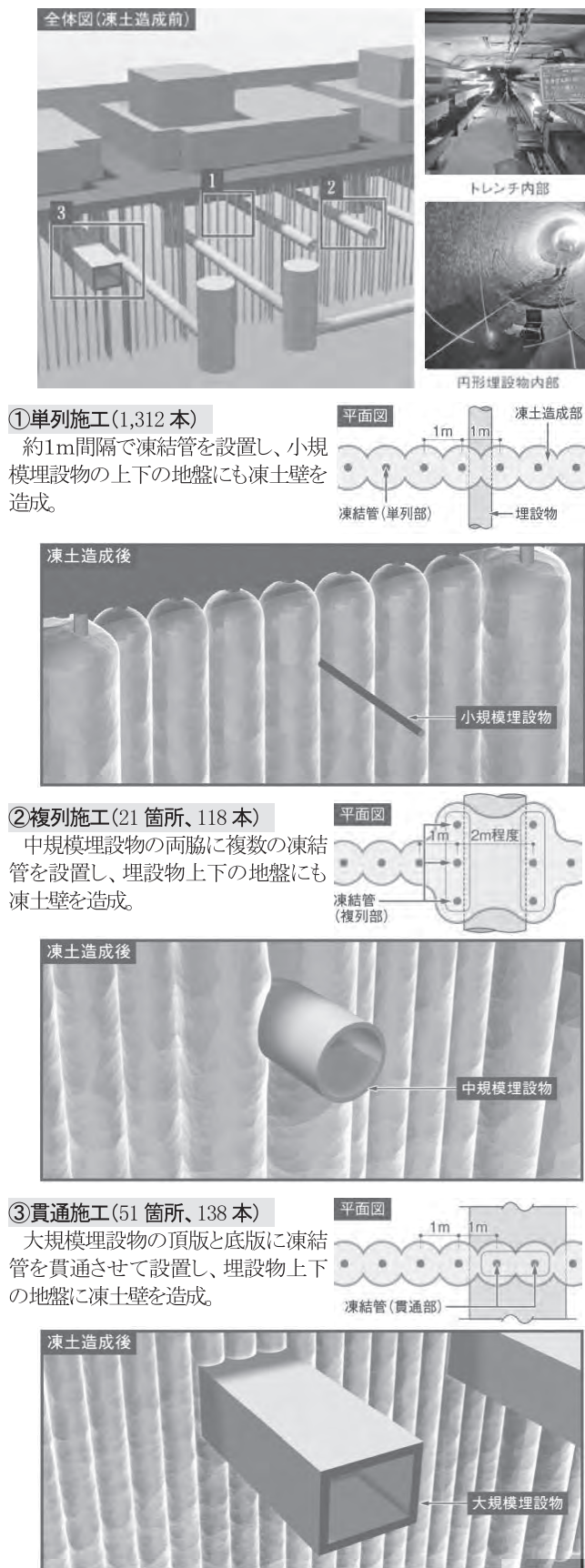
作業時間は施工箇所の空間線量に応じて1日あたり3～4時間としている。被ばく低減対策としては、除染(線源となるがれき撤去, 汚染土壌のすき取り)や、遮へい物(碎石, 敷き鉄板, コンクリート・鉄板・鉛フェンス)の設置を行っている(写真ー2)。鉛フェンスは、手作業で迅速に設置できるようにした簡易遮へい壁で、単管柵に、3mm厚の鉛シートを貼り付けた合板を固定したものである(写真ー3)。配管工事で最も時間を要するのが保温工事である。配管継手以外は全て保温(ウレタンフォーム $t=50\text{mm}$)と外装(ガルバニウム鋼板)を工場で施工し現地に搬入した。これにより85%程度の時間短縮が図られた。

7. 大規模凍結プラント設備

凍結プラントには30台の冷凍機を配置し、その能力は1台あたり約70冷凍トン(0℃の水70トンを24時間で氷にできる能力)である。凍土遮水壁へのブライン供給は、冗長性確保のためバルブを介して南北に2分割で実施する計画とし、冷凍機設備も各15台配置した2分割のプラントとした。



写真ー1 凍結管とブライン配管の施工手順



写真—2 遮へい対策効果の例



写真—3 遮へいの例(重機置き場周りの鉛フェンス)



写真—4 凍結プラント建屋内の冷凍機

冷凍機の補機設備としては、ブラインのストックタンク及び凍結管への供給ポンプ、冷却系として冷却塔、ブライン循環ポンプ、冷凍水循環ポンプより構成されている。

冷凍機の仕様及び台数は、地下水の挙動等から凍土遮水壁を早急(約45日)に築造するために必要とされる冷凍能力から決定し、維持運転開始後に徐々に冷凍機台数を減らす計画とした。冷凍機の運転は、凍結

管へ送り出すブライン（冷却液）の温度を平均
-30℃になるように冷凍機の ON/OFF 設定を行って
いる。当初、凍土造成の過程でブライン液を常温から
-30℃付近まで急冷するために地中からの入熱が大
きく、冷凍機運転台数は 30 台であったが、負荷の減
少とともに現在では 60～70%の運転台数で管理でき
ている。また、放射線汚染及び経年劣化防止のため冷
凍機設備は建屋内に収納した（写真—4）。

8. おわりに

2016 年 3 月 31 日より本格凍結を開始した。本格凍
結は地下水の遮水状況を確認しながら第一段階（陸側
遮水壁全体の 95%を併合する）・第二段階（残り 5%
の併合）の順で実施される。現在は第一段階にて陸側
遮水壁の健全性について検証中である。

謝 辞

最後に、当工事にご尽力いただいた関係者の方々に
心より御礼申し上げます。

J C M A

《参考文献》

- 1) 木田, 他: 土木施工 2016Mar2018 VOL57 NO.3「凍土方式による陸
側遮水壁の造成」

【筆者紹介】

木田 博光（きだ ひろみつ）
鹿島建設㈱
東京土木支店
専任役



浅村 忠文（あさむら ただふみ）
鹿島建設㈱
土木営業本部
副本部長



阿部 功（あべ いさお）
鹿島建設㈱
福島第一凍土工事事務所
所長



工事を支える二つの『見える化』

山田宮古道路—山田北道路改良工事

五十嵐 洋・杉 山 拓・千葉 裕 介

「国道45号山田北道路改良工事」は、施工延長約2kmの道路改良工事である。本工事では78.9万 m^3 の掘削土量のうち約46万 m^3 を一般道を走行して場外へ搬出する。また、盛土工事においては約1.5kmの範囲に32.5万 m^3 の土砂を盛土する工事である。本報では、ICT技術を活用した各種施工（品質、出来形、安全）管理を『見える化』した手法について報告すると共に、工事の沿道に住む方々に対して工事ならびに事業を『見える化』するための取組みについて報告する。

キーワード：見える化、3D盛土情報管理システム、GPS運行管理システム、インフォメーションセンター

1. はじめに

(1) 工事概要

本工事は復興道路である三陸沿岸道路の内、山田宮古道路（延長14km）の岩手県下閉伊郡山田町豊間根～岩手県宮古市津軽石間の約2kmにわたる道路改良を行うものである（図—1、写真—1）。山田宮古道路は平成29年度の供用を目指しており、本工事の工期は平成27年2月6日～平成29年2月22日である。

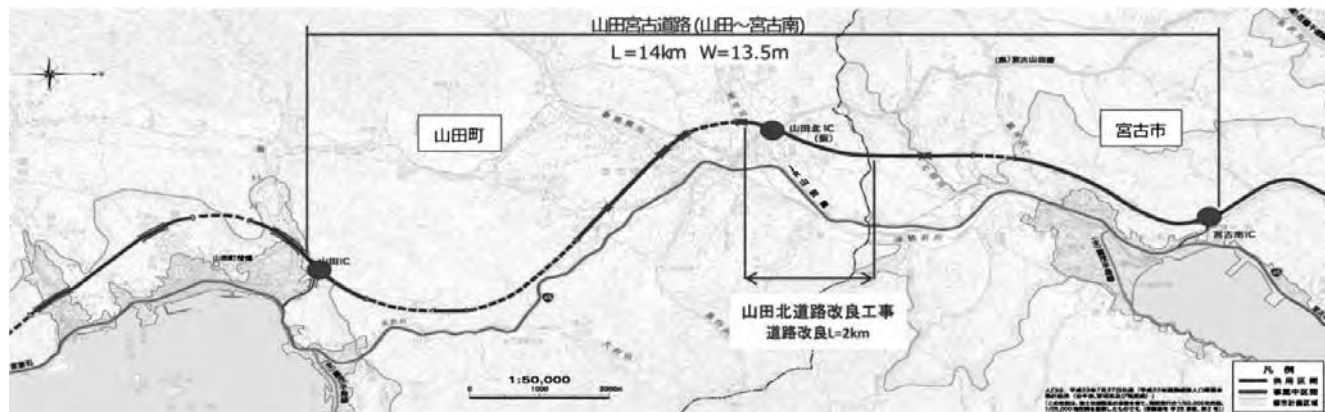
(2) 工事の特性

本工事は掘削78.9万 m^3 、盛土32.5万 m^3 の大規模土工事であり、他に地盤改良工、カルバート工、橋梁撤去工等が含まれる。工事の特性としては2kmの工事区間のおよそ75%にあたる約1.5kmが盛土区間であるということ、および掘削土砂のうち約46万 m^3 を場外に搬出することになり、その搬出先が15箇所

（最大運搬距離：片道約63km）におよぶことである。土工事の出来形・工程管理のために必要となる施工土量の算出には一般的にトランシット等による横断測量を用いるが、広範囲および複数箇所を測定するには大変な労力と時間を要する。また盛土作業において、い



写真—1 現場全景写真



図—1 工事位置図

つ・どこを施工したのか、また規定の回数を転圧しているか等のトレーサビリティを管理し、整理することは困難な場合が多い。さらに各搬出先へ長距離にわたって一般道を走行するダンプトラックの運行管理手法も課題となる。

これらの特性を踏まえ、盛土工事においては広範囲におよぶ現場管理業務を『見える化』する技術を導入、活用することにより効率化し、工程の確保と抜けの無い品質管理の実現を目指している。掘削土砂の場外搬出については、毎日多数のダンプトラックが複数の搬出先に向かって一般道を走行することによる一般交通へ与える影響を把握し管理するほか、運搬ルートの遵守と監視体制の構築によって工事の安全、特に第三者を巻き込む恐れのある交通災害を防止する対策を講じることとした。

また、一般道を多数のダンプトラックが走行することによって発生する、交通の混雑等の影響を与えてしまう沿道に住む方々に対して、工事の様子が『見える』取り組みを行うことにより、地域との良好な関係を築き、工事を円滑に進められるように配慮する必要があると考えた。

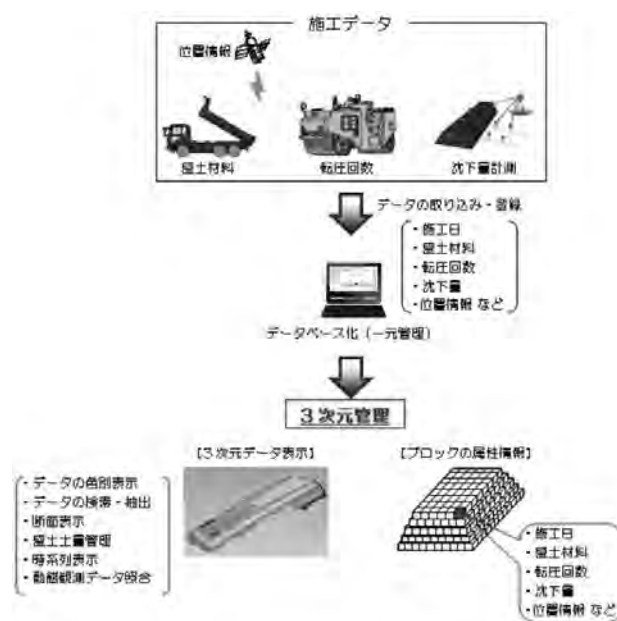
2. 施工管理における『見える化』

(1) 3D 盛土情報管理システムを用いた盛土施工情報の見える化

当該工事では、盛土区間約 1.5 km、約 32.5 万 m^3 の盛土を工期内に効率的に施工する必要がある。そのため情報化施工技術 (ICT) を活用して、延長の長いエリアにおける施工進捗状況ならび、施工、品質・出来形等の施工管理の効率化に取り組んでいる。

具体的には、盛土施工において振動ローラに GNSS を搭載した「GNSS 振動ローラ転圧管理システム」を導入し、転圧回数の面的管理を行っている。運転席のモニターには、50 cm メッシュの盛土エリアに転圧回数がリアルタイムで色塗りして表示され、オペレータは規定回数になるよう走行すればよく、転圧不足を防ぎ、品質向上につながる。

また、当社開発の「3D 盛土情報管理システム」を採用し、盛土施工情報を一元管理するとともに、パソコン上でリアルタイムに確認し、盛土全体の施工状況や進捗の把握・管理を行っている。GNSS 転圧管理システムのデータとリンクしており、各層の施工データ (施工日、施工座標、転圧回数、盛土材料種別など) をデータベースに読み込み、3 次元ブロックモデルの属性として記録され、3D システム上で盛土全体の施



図一 2 3D 盛土情報管理システム概要図



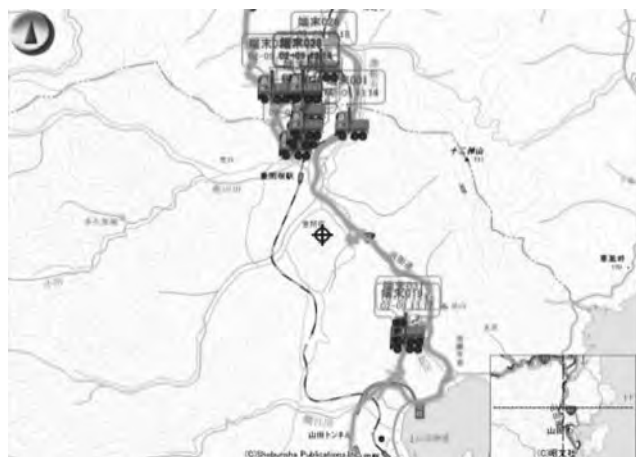
図一 3 3次元化施工データ

工状況ならびに施工データの全体像がわかるように立体的に『見える化』した。膨大な施工情報を簡単にリアルタイムおよび任意に確認できる。また、簡易土量計算の機能により出来高 (土量進捗) も容易に確認できる。施工過程を再現する 4D 機能があり、いつどの箇所で施工を行ったかトレサブルに確認できるとともに、施工計画にも役立つ (図一 2, 3)。

(2) GPS 運行管理システムと IC タグ自動計量システムによる土砂搬出の見える化

掘削工に伴い複数の搬出先へ日々 90 台前後のダンプトラックが一般道を走行して土砂を運搬しており、一般車を巻き込んだ交通災害や過積載による法令違反、並びに道路の破損を招くリスクが懸念される。これらのリスクを低減・回避するため次の 2 つのシステムを導入・運用している。

まず 1 つ目としてスマートフォンを使用した「GPS 運行管理システム」 (以下運行管理システム) を導入し、走行中のダンプトラックの位置をリアルタイムに



図ー4 GPS 運行管理システム運用画面

監視・管理している。このシステムではダンプトラックが速度超過した場合や運搬ルートを逸脱した場合に車載しているスマートフォン端末から音声で警告が発せられ、運転手に注意喚起を行う。またその様子は現場事務所内のパソコンでリアルタイムに確認することが出来る（図ー4）。

ダンプトラックの運転手には新規入場時にそれぞれの運搬ルートを周知するが、複数の搬出先のうち当日の作業で自分がどこに運搬するのかを明確にするため、運搬開始前に運搬先カード（写真ー2）を渡して車両に掲示させている。速度超過など運行管理システムから何かしらの警告を受けた車両の運転手に対しては、個別に指導を行うとともに月1回実施している安全衛生教育の場でその事例について全運転手へ周知している。



写真ー2 土砂運搬先カード

運行管理システムの活用と並行して個人に対する体調を管理・把握するため、運転手全員に作業開始前健康点検表の記入を義務付けている。点検表にはその日の体調や昨夜の睡眠時間、高血圧などの既往症とその治療の有無のほか、当日の体温・血圧測定結果を記入し各自が自分の健康状態を把握するとともに元請職員

による確認・指導を行っている。

2つ目として「IC タグ自動計量システム」を使用したダンプトラックの過積載防止管理を行っている。当システムは車両情報を記録したカード型 IC タグを受信機にかざし IC タグ内の車両情報とトラックスケールで計測したダンプトラックの積載重量とを自動でコンピュータに記録・集計させるものである。計量の結果、過積載であった場合には赤色回転灯が点滅し運転手に知らせる。これにより計量作業を無人化することが可能となり、また過積載状態で場外へ出てしまうことを防止できる。

過積載であった場合には積込み場所まで戻り再度積込み直すとともに、過積載となる積込みが繰り返されることの無い様バックホウのオペレータに周知・指導を実施する。その際に該当ダンプトラックの積載ライン表示も再設置する。

上記の（1）および（2）で述べた技術を活用した『見える化』により、現場施工管理業務の効率化と抜けの無い品質管理を実現し、さらに工事の安全性の向上に努めている。

3. 地域に向けた工事の『見える化』

三陸沿岸道路山田宮古道路の早期開通に向けた工事の円滑な進捗のためには、地域の方々に事業の内容及び工事について知っていただき、ご理解とご協力を得ることが重要となる。そのためには工事を安全かつ迅速に進めていくだけではなく、地域の方々から『見える』事業（工事）にしていくことが必要であると考え。山田宮古道路工区では12工事（平成28年10月現在）の元請事業者が構成員となり山田宮古道路安全連絡協議会（以下協議会）を組織している。協議会では月1回の会合のほか各工事への合同パトロールの実施、CSR活動の共催などを通じて山田宮古道路事業一丸となって工事の安全と地域とのコミュニケーションを図っている。

（1）インフォメーションセンターの運営：地域住民への情報発信

当工事では山田宮古道路安全連絡協議会の会長として、地域の方々に対する復興道路事業の情報発信基地となるインフォメーションセンター「三陸復興みらい館」を開設し、その管理・運営を行っている（写真ー3）。センターは地域の方々が集まるショッピングセンターの敷地内に設置し、平成27年8月にオープニングセレモニーを開催した。セレモニーでは自治会長



写真—3 センター外観写真



写真—5 模型展示写真



写真—4 オープニングセレモニー写真



写真—6 モニター画面写真

等をお招きしてのテープカットや、豊間根保育園児による“よさこいソーラン踊り”の披露を行い数多くの方々にご来場いただいた（写真—4）。

センターでは事業の概要をはじめ山田宮古道路の内容についてのパネル展示のほか、バックホウやブルドーザ等の建設機械の模型を使ったジオラマ、トンネル工事で使用する火薬等の模型を展示（写真—5）している。さらに山田宮古道路における各工事の概要や進捗、協議会でやっているCSR活動などのスライド映像を大型モニターで表示している（写真—6）。来場者はタッチパネルを使用してスライド映像を選択し閲覧したり、各種展示を見学したりすることで事業（工事）の内容や地域との関わり合いについて見て知ることができる。工事の進捗は毎月、その他の情報についても適時更新している。センターの内外装もハロウィンやクリスマスなど季節に合わせて改装しており、何度も来場したくなるようなセンターの運営に努めている。

（2）交通安全宣言・こども 110 番：地元警察との連携

山田宮古道路安全連絡協議会として地域全体の安全に貢献するために「交通安全宣言」を地元警察および各関係機関に宣言した。宣言の内容としては工事用ダンプトラックの交通マナー向上に努めること、交通巡

回による子供や高齢者に対する見守り活動を行うこととしている。

この「交通安全宣言」における取組みの一環として、地域の子供たちを不審者等による犯罪から守るための見守り隊として「こども 110 番パトロール隊」を山田宮古安全連絡協議会所属事業者全体で組織し、地元警察署との連携を図っている。各事業者において工事現場への移動手段として日常的に使用している現場車両をパトロール車両として地元警察に届け、パトロール隊のステッカーを貼っている車両（写真—7）が事務所と現場の間を日々パトロールすることで山田宮古道路事業区域全体における犯罪の発生防止に寄与するとともに、緊急時には現場が駆け込み寺の役割を担えるよう体制を整えている。また沿道や工事事務所仮囲い



写真—7 こども 110 番パトロール車両



写真—8 子ども110番看板

に看板を掲示してパトロール活動に対する周知と犯罪への注意喚起を図っている（写真—8）。

(3) 地域行事への参加と沿道住民への定期的なヒアリング

昨年より地域で行われた幼稚園や小学校での運動会やお祭りに当社職員も参加させていただいている。これらの行事に参加することにより地域の方々からの親近感を高め、「顔の見える現場監督」となり工事に対するご理解を深めていただくことに繋がることを願っている。また沿道住民の方々に対しては民生委員の会合への同席時や月2回の個別訪問によるヒアリングを実施している。ヒアリングの結果、ダンプトラックの走行による道路の汚れや粉塵、交通渋滞に対する苦情が発生したため、これまでにタイヤ洗浄機の導入やスーパーおよび散水車、人力による道路清掃、運搬ルートの変更などの対策を実施してきた。ヒアリング結果をフィードバックしてこれらの対策を講じたことで、最近では工事に対する気遣いや感謝の言葉をかけていただく場面も多々あり、施工者として大変励まされている。

4. おわりに

平成27年2月の工事着工から約1年半が経過し、平成28年10月末時点における工事の進捗は約77%を超え、現在最盛期である。

今後も引続き広大な工事範囲において、多数のダンプトラックやバックホウなどの車両および重機を使用して施工を進めていくことになる。それを踏まえて広範囲の土工事を前述したシステムを用いた管理を継続し、品質および安全管理に努めていく。また地域からこれまで以上に『見える』工事となれるよう、地域の方々を招いての現場見学会等も開催する予定である。

これまでに述べた『見える化』に関する取組みを継続、発展させて工事完成に向けて邁進していきたい。

J C M A

【筆者紹介】

五十嵐 洋（いがらし ひろし）
西松建設㈱
三陸山田出張所
所長



杉山 拓（すぎやま たく）
西松建設㈱
三陸山田出張所
副所長



千葉 裕介（ちば ゆうすけ）
西松建設㈱
三陸山田出張所
工事主任



早期復興に應えるために取り組んだ 現場運営の紹介

国道 45 号吉浜道路工事の事例

三 原 泰 司・小 木 曾 淳 弥

国道 45 号吉浜道路は、岩手県大船渡市三陸町越喜来地区から吉浜地区を結ぶ延長 3.6 km の自動車専用道路である。地域住民が望む早期復興に應えるために、現場運営としての①施工時の工夫②工事の連携③地域協働の 3 点に特に集中して取り組んだ。

①施工時の工夫については、技能労働者の安全と住民の安心を確保すること、②工事の連携については、複数の発注者を横断した連絡協議会を組織してステークホルダー間の情報を統一すること、③地域協働については、地域住民との相互コミュニケーションに取り組んだ。結果、地域住民と良好な関係を築き上げることで円滑に工事を進めることができ、早期復興に貢献することができた。

キーワード：復興道路、トンネル工、橋梁下部工、低周波振動、BWE、コンディショニング、地域協働

1. はじめに

国道 45 号吉浜道路は、岩手県大船渡市三陸町越喜来地区から吉浜地区を結ぶ延長 3.6 km の自動車専用道路である（図—1、2）。地域住民が望む早期復興を円滑に実現するために、現場運営としての①施工時の工夫②工事の連携③地域協働の 3 点に特に集中して取り組んだ。

①施工時の工夫では、トンネル工と橋脚工において、技能労働者の安全・住民の安心確保へ向けて取り組んだことを紹介する。②工事の連携では、管轄が異なる複数の建設業者が集中して仕事をする環境におい

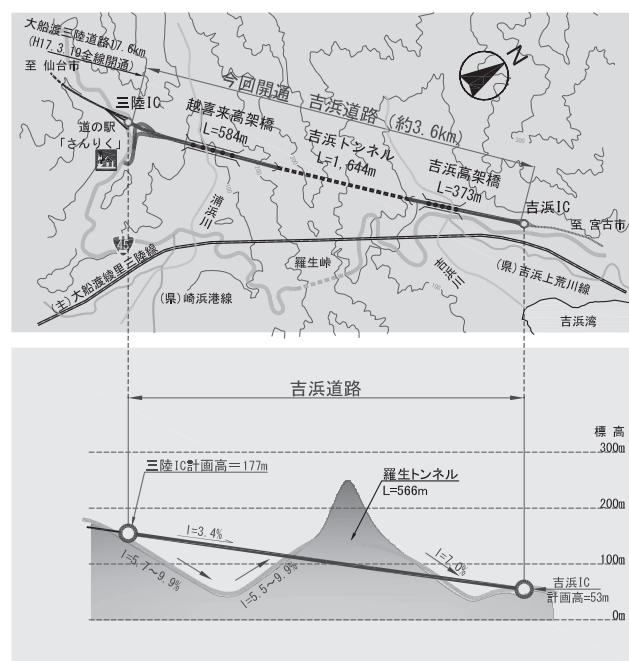
て、情報を共有化することで建設企業および住民ともにメリットが得られたことを紹介する。③地域協働では、住民と相互コミュニケーションをとることで、工事が円滑に進んだことを紹介する。

2. 工事概要

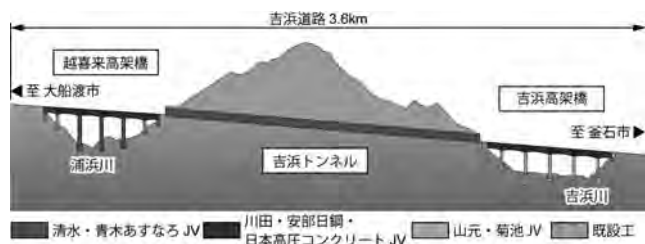
本工事では、現国道 45 号の羅生峠越えの急カーブや急勾配区間を回避することで、移動時間の短縮や交



図—1 位置図



図—2 平面図



図一 3 主要構造物の発注区分け

通安全の確保の面で早期開通が期待されていた。吉浜道路は平成 24 年の復興道路・復興支援道路の計画整備決定後、復興事業のリーディングプロジェクトとして早期開通を実現することを目標とし、主要構造物である 2 つの橋梁（越喜来高架橋、吉浜高架橋）と 1 つのトンネル（吉浜トンネル）が、2 つの大ロット工事（複数の工事を一括契約）に分けられ発注された。当社 JV（清水・青木あすなろ特定建設工事共同企業体）は越喜来高架（橋延長 583 m、最大支間長 113 m、橋脚 5 本）のハイピア 3 本と吉浜トンネル（L = 1644 m）の施工を請負い、平成 24 年 3 月に着手した（図一 3）。

3. 施工時の工夫

震災後 1 年が経過した被災地では、資機材・労務が逼迫しており、技能労働者の安全・住民の安心に關することで工程を遅らせないことが重要であった。そこで、トンネル工および橋梁下部工において安全・安心に対して取り組んだ内容について紹介する。

(1) トンネル工

(a) 安全面：ベルトコンベア工法の採用

坑口部の地形は急峻であり、坑口から掘削土置き場までの仮設道路の最急こう配が 14% と大きく、かつ急カーブであった。この急こう配斜路を使用してのダンプトラックによる掘削土の運搬はリスクが大きく、また、夜間の走行音や掘削土置き場でのダンプアップに伴う騒音を考慮して、連続ベルトコンベア工法（ベルト幅 610 mm）による掘削土の搬出を計画した（写真一 1）。

また、周辺環境に配慮するために、ベルトコンベア乗り継ぎ部のホッパーの鉄板に掘削土があたる箇所が発生する騒音処理や、コンベアヘッドで強風によって飛散する砂塵の処理を実施した。これにより、トンネル掘削土搬出時の安全性と周囲の環境確保ができた。

(b) 安心面：低周波振動の低減による近隣への配慮
トンネル坑口側の地域では民家も多く、昼夜作業で



写真一 1 ベルトコンベア

発破作業が伴うトンネル掘削工事の騒音・振動に対しては、防音壁および防音扉を設置して対策を図った。対策後の近隣住民へのヒアリングによると、騒音よりも建具のガタツキが気になるという回答を得たため、原因と想定される低周波振動に対する低減対策として、当社が開発した発破低周波吸音箱「BWE（ブラスト・ウェイブ・イーター）」（以下「本吸音システム」という）を坑内に設置した（写真二 2）。



写真二 2 本吸音システム設置状況

本吸音システムは、幅 90 cm × 高さ 45 cm × 奥行き 300 cm の箱形をしており、型枠等に使用する厚さ 9 mm の合板で製作している。1 面に約 100 cm² のスリット（開口）が設けられており、内部には長さ 200 cm の仕切り板がある（図一 4）。本吸音システムの形状は、数値解析や模型実験等により発破音の低周波成分（1 ～ 100 Hz）を効率的に吸音できるよう定めたものである。図一 5 に発破低周波音の吸音のイメージを示す。

本吸音システムは、ヘルムホルツ共鳴機構をベースとした吸音性能を備えた吸音箱（幅 90 cm × 高さ 45 cm × 奥行き 300 cm の箱形）で、本吸音システムの数が多いほど、共鳴によって損失されるエネルギー

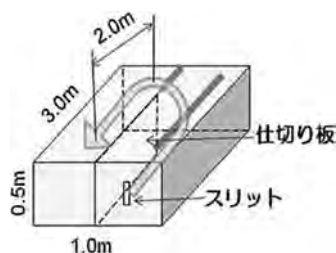


図-4 本吸音システムの仕様

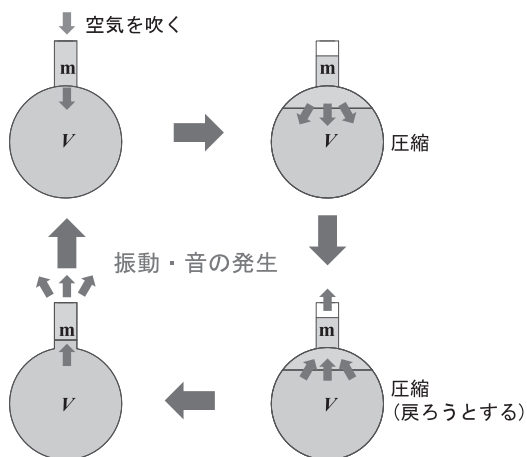


図-5 吸音イメージ

は大きくなるため、高い吸音効果が期待できる。

検討の結果、本トンネルでは本吸音システムを200個設置することで、20～80 Hz 付近の低周波音を最大約5 dB 低減できることを確認した。本吸音システムの設置後に近隣住民の方にヒアリングを行ったところ、「発破の音は聞こえるが、気にならなくなった」、「建具等の僅かな揺れが小さくなった」あるいは「微少な窓の震えが無くなった」という感想を得た。これは、計測結果で表れる数値だけではなく、人間の感覚的な部分（不快感）への負担が軽減されたと考えられる。

(2) 橋梁下部工

(a) 安全面：高所作業の効率化

本工事の越喜来高架橋の高さは50 mを超え、当該地域は地形的にも非常に強風の日が多いため、高所での作業では常に墜落・転落災害の危険性が伴うため安全性の確保が課題となった。そこで、高所での主な作業である、足場、型枠と鉄筋組立作業を効率化し、作業時間を減らすことで安全を確保した。

まず、足場の組立を効率化するために、「オートクライミングシステム」(以下「本足場システム」という)を採用した(写真-3)。この足場は一度地上で組立て、後は躯体の進捗に合わせて足場を順次上昇させることが可能であるため、高所での足場組立作業を低減



写真-3 本足場システム

することができた。

次に、型枠作業を効率化するために、大型壁型枠システム(以下「本型枠システム」という)「パリオGT24」を本足場システムと併せて採用した。通常の型枠は木製のコンクリートパネルやメタルフォームを使用しているが、本型枠システムは、1面の型枠(外側：幅9 m×高さ6 m、内側：幅6.6 m×高さ6 m)が、支保工であるトラスビームと木製パネルのユニットとして構成されている。これにより、型枠は支保工と一体にユニットで組立解体ができるため、型枠工の作業時間が短縮でき高所作業も減らすことができた。

鉄筋組立を効率化するために、地上で組み立てた帯鉄筋などを一括して吊り込み構築するNOPキャリイ工法(以下「本ユニット化工法」という)を採用した(写真-4)。通常、橋脚工事の鉄筋組立作業は、橋脚高さが高くなるに従い、鉄筋の搬入・仮置回数が増え、鉄筋の荷揚げ時間や手間も多くかかる。ユニット化工法により、帯筋の4～5段分を一括で荷揚げし、組立作業の効率化を図った。この結果、足場上での煩雑な作業が無くなり、作業時間を大幅に短縮できた。さらに、足場上に鉄筋を仮置きする必要がなく、足場上を整然とすることが可能になり、協力業者が作業のしや



写真-4 本ユニット化工法

すい環境を提供できたことが安全確保にもつながった。

(b) 安心面：周辺環境に配慮した大口径深礎掘削

越喜来高架橋周辺では猛禽類（クマタカ）の生息が確認されており，着工前からその生体系への影響が懸念されていた。また，1つの橋脚から約50mと近いところに民家があり，施工時の騒音・振動対策を十分に行う必要があった。橋脚の基盤岩の岩種は，硬質なホルンフェルスが多くを占める。掘削は土砂・軟岩部は機械掘削，基盤岩部では発破掘削とした。

クマタカ等の猛禽類が生息する生態系への配慮として，有識者の意見により，本格的な工事を始める前に，重機等の工事で発生する音を徐々に聞かせて慣れさせる「コンディショニング」を実施した（写真—5）。実際の重機の音や録音した工事の音を約1週間に渡り聞かせながら生態観察を行い，有識者より通常に施工しても猛禽類への影響はないことので了承を得た。

発破作業については近隣住民に工事期間中の発破時間と回数を説明し，発破前に戸別に発破作業の日時を予告することで施工を進めることで，住民の方々の安心を確保した。



写真—5 コンディショニング実施状況

4. 工事の連携

(1) 協議会活動の機能拡大

復興事業の中で復興道路の早期完成を進めるためには，震災で混乱した社会状況と復興事業の全体工程の中で着実に工事を進めることが求められた。復興事業として地域住民に工事説明をする中で，工事が多数ある被災地では住民が混乱しやすいと考えた。そこで，協議会の機能を拡大させて，復興事業の関連企業が一体となって地域に対応することで，まとまりのある対応を可能とした。

具体的には，通常の安全協議会の活動に加え，連絡



写真—6 NPO 法人による講演会

調整活動のほか，地域の復興支援に関わる事や監督官庁や青年会議所，NPO 団体など，幅広く建設事業と価値を共有できる部分で協働を試みた（写真—6）。吉浜道路の関連工事では着工以来3社から5社（JV含む）が工事に関わって協議会を組織して運営した。

(2) 情報発信活動

地域住民が求める工事情報は，工事の進捗情報だけではなく，工事騒音・振動，発生時間帯，交通安全対策や道路の規制等，車両通行量等地域の環境に伴って多種多様である。地域に求められる工事情報の発信は，一方的に行われるが，発信した内容が効果的であったかどうかを確認することは難しい。工事に関係する情報のフィードバックのためには，情報の発信と受信の窓口が明確である必要がある。各工事の責任者は地域情報を共有するために自社工事だけでなく協議会の一員として地域に認知されるようにネットワークを広げた。

工事進捗情報を広く住民のみなさんに知ってもらい，復興事業の進展に実感を伴って見守ってもらうために，大船渡市の協力得て市役所ロビーに設けたモニターを通して進捗写真やコミュニケーション活動情報



写真—7 市役所ロビーでの情報発信

を発信した（写真—7）。また、地域の行事毎に機会を得て積極的な説明や展示活動を行った。社会への情報発信は、マスコミへの情報提供を行い、新聞やテレビラジオ、ネットなど様々なメディアを通じて情報の発信を試みた。

5. 地域協働

(1) 地域との復興協働

地域協働のためには、その地域を知ることが重要であると考え、地域の歴史や人に着目した活動を行った（図—6）。本工事地域のひとつである吉浜地区は、過去の明治・昭和の三陸の津波災害を経て先行して住居の高台移転を果たした経緯があり、今回の津波災害が沿岸地域としては小さかったことで知られた地域であった。三陸町越喜来地区や隣接する釜石市でも地区ごとの違いがあるが、防災訓練が功を奏した事例や避難経路の整備がたくさんの避難誘導を可能にした事例など大小さまざまな地域の沿革を有している。このような地域の誇りや語り継がれる故事などを聞いたり、調べたりするプロセス自体が、地域と相互コミュニ

ケーションを進める上で有益であった。さらに地域には受け継がれてきた文化的な芸能や伝統行事があり、これらに参加・協力していくことも地域コミュニケーションを図るうえで重要な事項である。協議会では、年間行事の中で敬老会、運動会、文化祭等、地域の要望に応じて参加した。

(2) 協働の成果

吉浜道路工事では協働活動が深まるにつれ、地域住民からの声が伝わってくるようになった。地域広報紙に御礼の言葉の掲載や駅の待合場所でのイベントの状況報告等が見られた。また、工事に対する声をクレームではなく要望として聞くことができるようになった。具体的には地域の声を早い段階で察知できたり、建設技術に関する専門的な相談や質問などが寄せられたり、吉浜中学校のブログには工事の進捗写真やメッセージが載るなど、本地域における相互コミュニケーションが形成されてきた。また、橋の連結式典やトンネルの貫通式では児童・生徒たちが学校を挙げて参加し地域のパフォーマンスや合唱などで式典を盛り上げ、工事の節目を喜んでくれた。吉浜中学での文化祭



図—6 地域との供用を目指して

では津波防災を未来に伝えようと試みる演劇の中で、トンネルの貫通のシーンが復興進展の象徴として演じられた。このような協働の進展は、工事関係者が地域の期待を直接感じ取ることによってコミュニケーションが深まり、地域の工事に伴う負荷に対する理解や協力につながって早期復興への好循環を生み出すベースになっている。

6. おわりに

吉浜道路は平成 27 年 11 月 29 日に石井国土交通大臣の御隣席の下、地域からの喝采の中、式典が行われ

無事開通した(写真—8)。開通直後から、ヘアピンカーブが続く険しい峠越えの道路を回避できる利便性と緊急時の安心感が増したことを喜ぶ声とともに、街までの心理的な距離感が近づき地域や人との親近感が増したこと、さらに道路開通を契機にした地域活性化への動きなどが施工関係者にも寄せられている。

謝 辞

ここで改めて吉浜道路の工事に早期復興の期待を込めて協力していただいた皆様に心より感謝申し上げます。

J C M A



写真—8 吉浜道路の供用状況

【筆者紹介】

三原 泰司 (みはら やすじ)
清水建設㈱
土木技術本部 地下空間統括部 担当部長



小木曾 淳弥 (こぎそ じゅんや)
清水建設㈱
土木技術本部 エネルギー設計部



東京モノレールにおける橋脚基礎の耐震補強

井 上 美佐男・柏 木 一 夫・松 木 聡

既設構造物の耐震補強としては橋脚の補強が優先的に実施されてきたが、近年、基礎に対する補強の必要性も高まっている。東京モノレールの橋脚の基礎については、杭基礎の耐震補強にあたり、営業線桁下低空頭、運河内で施工ヤード確保が困難という課題があった。これらの課題を解決するために「鋼殻補強コンクリート地盤改良工法」を開発した。本工法は、杭基礎の杭頭部を鋼殻及びコンクリートで補強し、杭地中部を地盤改良することで、杭の横抵抗を増大させ耐震性能を向上させる工法であり、東京モノレール杭基礎に適用し無事に施工を完了することができた。

キーワード：杭基礎、耐震補強、地盤改良、技術開発、鉄道工事

1. はじめに

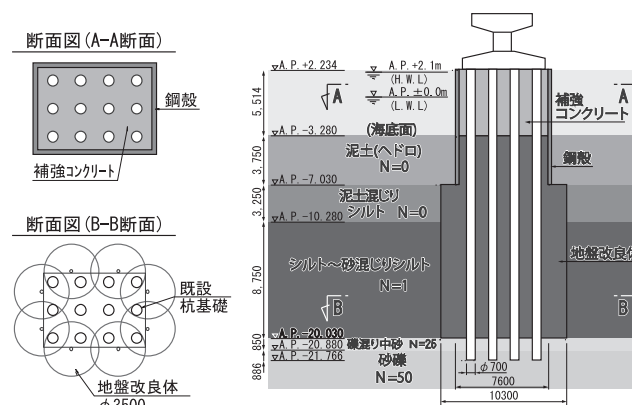
1995年に発生した兵庫県南部地震や2011年に発生した東北地方太平洋沖地震など、大規模地震の発生により、既設構造物およびその基礎に対する耐震補強の必要性が高まっている。しかし、都市部の鉄道橋脚の杭基礎の補強では、敷地制限や空頭制限等により施工方法が限定される。本稿では、東京モノレールの運河内橋脚基礎（写真—1）に対して、これらの課題を解決する耐震補強工法として開発された、杭基礎の杭頭部を鋼殻及びコンクリートで補強し杭地中部を地盤改良することで、杭の横抵抗を増大させ耐震性能を向上させる工法（以下、「鋼殻補強コンクリート地盤改良工法」と称する）の設計・施工について報告する。



写真—1 運河内橋脚基礎（東京モノレール）

2. 工法の概要

本工法は、群杭基礎に対する耐震補強工法である。本工法の構造概要及び地盤条件を図—1に示す。海底面から支持層までN値が0～1のヘドロ・シルト層が分布している。本工法は、杭頭部においては鋼殻と補強コンクリートから成る合成構造により杭頭部全体を一括して補強し、杭のせん断及び曲げ破壊に対する安全性を確保する。杭地中部においては高圧噴射地盤改良により杭周辺地盤を強化し、杭横抵抗と補強コンクリート下面地盤の鉛直抵抗の増大を図り、地震時の杭体発生応力を低減させ、杭のせん断及び曲げ破壊に対する安全性を確保する。



図—1 構造概要図および地盤条件

地盤改良は既設フーチングに架台を設置して行うため、地盤改良体の配置はドーナツ状配置となる。地盤改良体のラップ配置により補強後は一体型のケーソン基礎的な構造とすることができる。また、鋼殻は土留め・仮締切の機能を兼用するため、仮設材料のコストを軽減できる。

3. 工法の開発

(1) 設計法の検討

本工法は新しい構造形式であるため、設計法は既往の設計基準等に基づき構築する必要がある。ここでは東京モノレールの橋脚基礎へ適用を図るため、「鉄道構造物等設計標準・同解説」^{1), 2)}に準じた設計法を検討した。地盤改良後は基礎全体がケーソン基礎に近い基礎となり、振動モードが比較的単純でかつ非線形性を示す部位が明確となるため、非線形スペクトル法に基づいて設計を行う方針とした。非線形スペクトル法では、静的非線形解析から得られる等価固有周期及び降伏震度を用いて、所要降伏震度スペクトルにより応答塑性率を算定し、応答変位時の橋脚躯体や杭、地盤改良体の応答値を算定し耐震安全性の評価を行う。なお、構造成立性においては、「地震時の正負交番荷重により地盤改良体にひび割れが生じた場合でも圧縮耐荷性能が低下しないこと」が前提となるため、別途実験により検証している(3 (2) を参照)。

(2) 実験による地盤改良体の性能評価

(a) 実験方法に関する検討

構造物を模擬した縮小模型による荷重実験は、規模的に周辺地盤を再現することが困難であった。そこで、図-2に示すように実構造物における圧縮応力が厳しくなる部位(評価対象部位)において、単純梁試験体で実構造物と同等の応力状態を再現できるかを2次元FEM解析により検討した(解析手法については、4 (1) を参照)。その結果、梁状試験体の荷重位置(せん断スパン比)を工夫することにより、当該部位の応力状態を概ね再現できることを確認した。

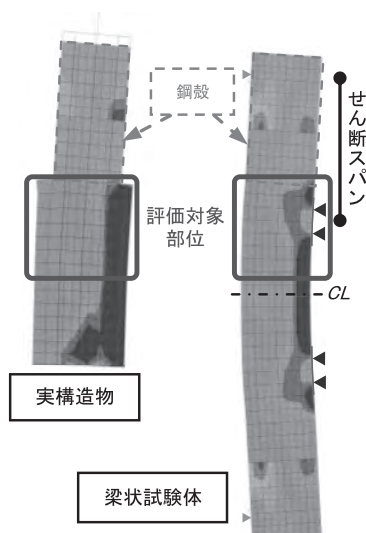


図-2 荷重位置に関する検討結果

(b) 試験体

試験体の概要、及び荷重位置を図-3に示す。試験体は、実構造物の約1/6の縮小梁状模型とし、断面は半断面分をモデル化した。試験体の形状寸法は、幅670×桁高950×長さ5,890[mm]とした。試験体の両端部には、厚さ2.0、長さ1,550[mm]の鋼殻を配置し、鋼殻内の930mmの範囲に補強コンクリートを、また620mmの範囲に地盤改良体(流動化処理土で製作)を配置した。試験体の内部には、実構造物におけるPC杭を模擬して、PC鋼棒(φ36、長さ5,790mm)を6本配置した(PC杭の軸剛性、曲げ剛性と等価とした)。試験体に用いた地盤改良体の荷重実験時における一軸圧縮強さは2.5N/mm²、補強コンクリートの圧縮強度は50.1N/mm²である。

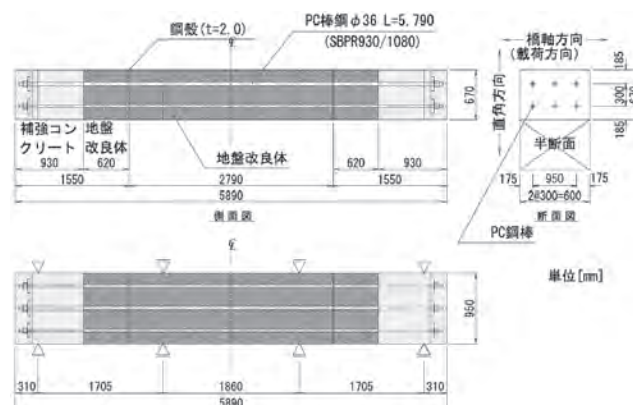


図-3 試験体の概要および荷重位置

(c) 荷重方法および計測項目

荷重方法を図-4に示す。荷重は、2次元FEMによる事前解析で算定した破壊荷重であるPd=183.6kNを基準にして、STEP ① Pd/3=61.2, ② Pd/2=91.8, ③ Pd/1.5=122.4, ④ Pd=183.6, ⑤ Pd×1.5=275.4, ⑥ Pd×2.0=367.2, ⑦ Pd×2.2=403.9, ⑧ Pd×2.4=440.6, ⑨ Pd×2.6=477.4[kN]と、全9ステップで段階的に荷重を増加させる方法で行った。ここで、FEMによる事前解析では、地盤改良体の設計基準強度を1.3N/mm²としている。また、荷重は各ステップで正負3回の繰返しで行った。計測項目は荷重荷

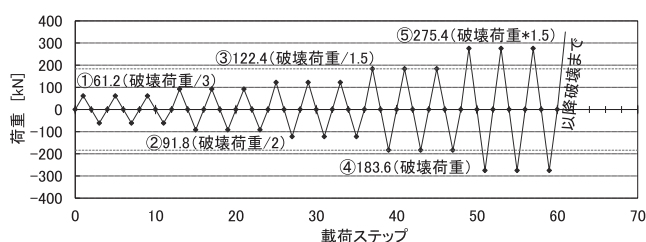
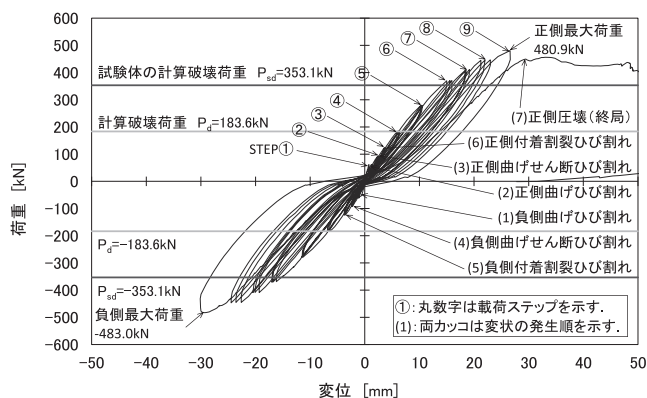


図-4 荷重方法

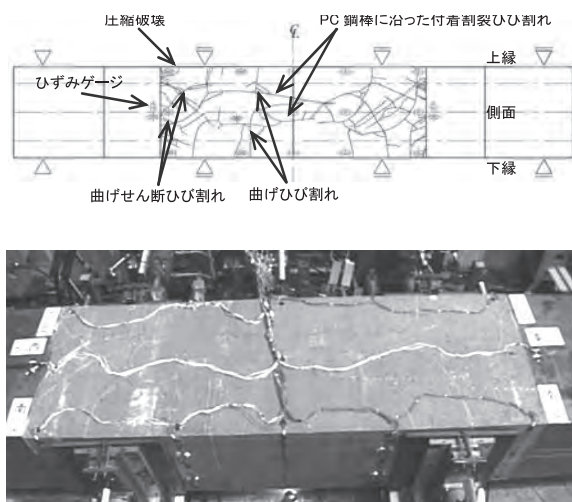
重、変位、地盤改良体のひずみ、鋼殻のひずみ、及び地盤改良体のひび割れ状況である。

(d) 実験結果

主要データとして、荷重と変位の関係、終局時（最終ステップ）におけるひび割れ状況を図—5及び図—6にそれぞれ示す。



図—5 荷重～変位関係



図—6 終局時における地盤改良体のひび割れ状況

①破壊状況

図—5及び図—6に载荷によって生じた地盤改良体の変状（ひび割れ、圧壊）を示す。载荷によりSTEP①の負荷荷の1回目に負側の曲げひび割れが生じた。次に、STEP①の正荷荷の2回目に正側の曲げひび割れが生じた。その後、STEP②のときに正、負の順番で曲げせん断ひび割れが、STEP③のときに正、負の順番でPC鋼棒に沿った付着剥離ひび割れが生じた。そして、最後にSTEP⑨の正荷荷の2回目に正側が圧縮破壊を起こし、終局に至った。終局状態においても脆性的な破壊は生じずに変形性能を有する粘りのある挙動が確認された。

②破壊安全度

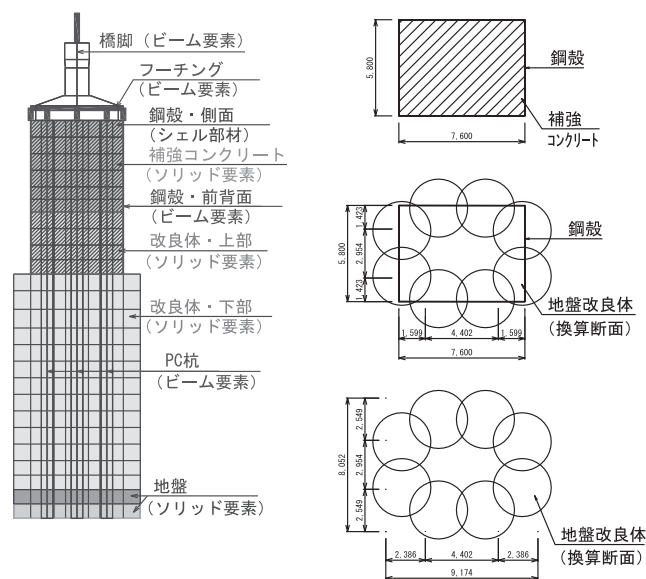
地盤改良体の設計基準強度 1.3 N/mm^2 における設

計破壊荷重 P_d は、前述のとおり 183.6 kN である。一方、実験時における地盤改良体の一軸圧縮強さは 2.5 N/mm^2 であり、設計破壊荷重 P_{sd} は、 $183.6 \times 2.5 / 1.3 = 353.1 \text{ kN}$ とした（図—5）（解析は材料非線形性を考慮しているが、ここでは安全側の評価として比例計算（弾性体）で整理した）。この設計破壊荷重 P_{sd} に対して、実験における最大荷重は 480.9 kN であり、 $480.9 / 353.1 = 1.36$ の破壊安全度があることを確認した。

4. 東京モノレール橋脚基礎杭の耐震補強設計

(1) 解析モデル

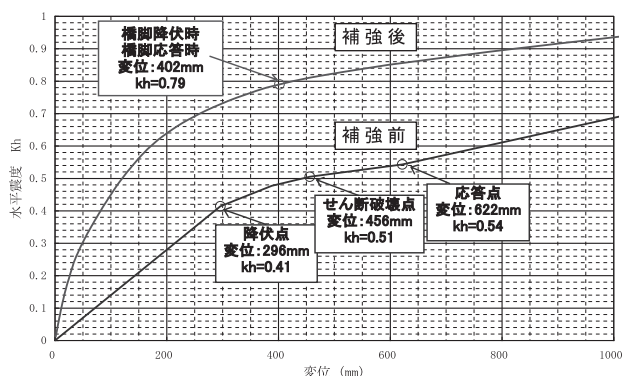
解析法は、2次元FEMモデルによる材料非線形を考慮した静的非線形解析とする。各要素構成及び断面を図—7に示す。橋脚、杭、フーチング及び前背面の鋼殻をビーム要素、補強コンクリート及び改良体をソリッド要素、側面の鋼殻をシェル要素としてモデル化する。地盤は、非線形ばねにてモデル化する。



図—7 解析モデル図およびモデル断面図

(2) 耐震補強設計

東京モノレールの橋脚基礎に本工法を適用した場合の耐震補強効果について検討した。補強前後の水平震度～水平変位曲線を図—8に示す。補強前の構造の応答解析では、水平震度が0.4程度で降伏に至り、レベル2地震応答では水平震度が0.54、水平変位が622 mmである。降伏震度は、補強後の構造の応答解析では約0.8となり、補強前の約2倍に向上することが分かった。先行する破壊モードについても補強前は杭降伏であるが、補強後は橋脚降伏となり、修復性が向上する。



図—8 水平震度～水平変位曲線

5. 本工法の施工

(1) 施工条件

本耐震補強工事で対象とする東京モノレール橋脚基礎は京浜運河に位置する。当該地点の水深は約 4 m、海底面から支持層（砂礫層）までの深度が約 17 m であり、フーチングを支持する杭の根入れ部を含めた杭全長は約 22 m である。また、営業線軌道直下で施工を行うため空頭制限は 3 m であった。

(2) 施工方法

図—9 に施工フローを示す。

(a) 鋼殻設置

鋼殻は 1 ピースの最大高さを 700 mm に分割し、全 16 段を現場で組みながら自重で沈設した(写真—2)。設置深度は、杭頭部の補強と後述する地盤改良工で噴射された改良材の流出防止のために泥土層下端とした。泥土層の貫入抵抗が大きく沈設が困難な場合は、補助工法として鋼殻先端からのウォータージェットを併用した。鋼殻内側には、後述する地盤改良工のモニ



写真—2 鋼殻沈設状況

ター管の挿入および排泥回収のためのガイド管を設置している。当該管の直径は 200 mm とし、排泥が閉塞を起こさないことを事前に別所で実施した実規模試験で確認した。

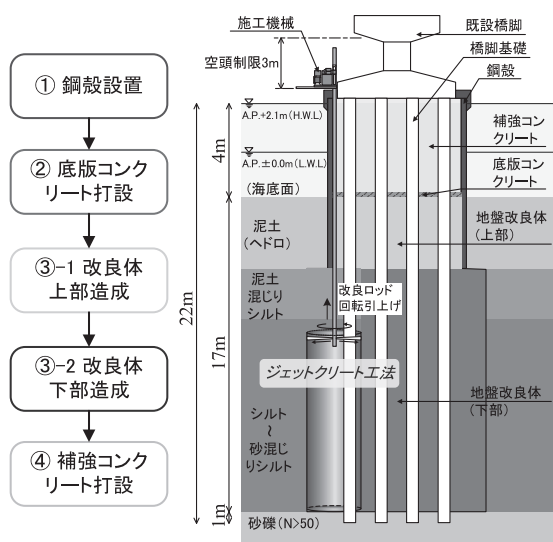
(b) 底版コンクリート打設

改良体上部造成時の排泥の噴発を防ぎかつ確実にガイド管に導くため、鋼殻内の海底面（泥土層上端）に厚さ 150 mm の底版コンクリート（水中不分離モルタル）を水中打設した。

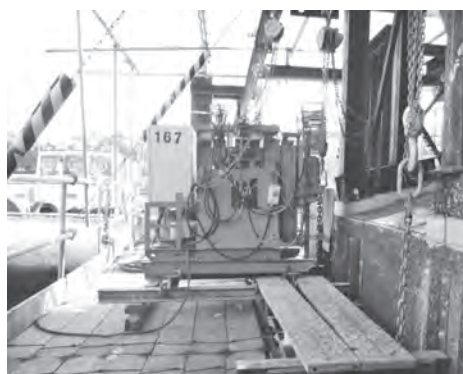
(c) 改良体（上部、下部）造成

地盤改良工には高圧噴射攪拌工法に分類されるジェットクリート工法を採用した。本工法ではφ45 mm のボーリングロッドに取付け可能な小型モニター管を用いており、従来の高圧噴射攪拌工法より施工機械(写真—3)が小型なので、本工事のような狭隘空間においても施工に支障はなかった。

地盤改良体は、ジェットクリート施工中に発生する排泥の回収効率を考慮して、鋼殻内の泥土を先行して造成した（改良体上部造成）。また、施工による PC 杭への影響に配慮し、隣接する改良体の連続施工を避けるように配慮した順序で 8 本の改良体を造成した。粘性土地盤に高圧噴射攪拌工法を適用した場合、粘性の高い排泥が閉塞し、周辺地盤へ噴発することが懸念されたが、今回はガイド管を設置したことで排泥をスムーズに回収することができた。



図—9 施工フロー



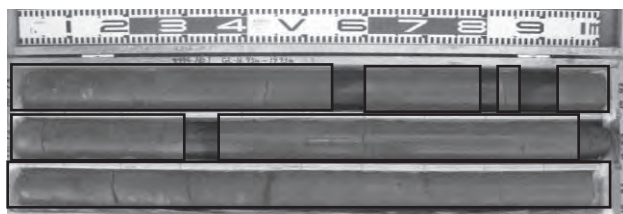
写真—3 施工機械

(d) 補強コンクリート打設

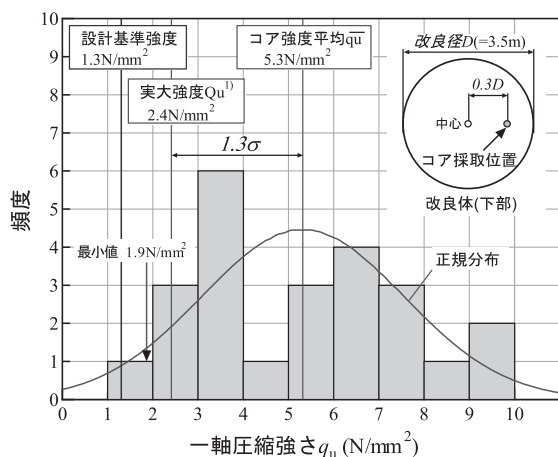
底版コンクリート上部の鋼殻内をドライアップしてコンクリートを打設した。当該コンクリートには既設杭への荷重増加と鋼殻内での人力作業を回避するため軽量（比重 1.75）の高流動コンクリートを採用した。

(3) 改良体の品質評価

改良体造成から 28 日後以降に改良効果確認調査を実施した。コアボーリングは改良体中心から半径方向に $0.3D$ (D は計画改良径 3.5m) 離れた位置で実施した。採取したコアの例を写真—4 に示す。コア採取率は平均で 95% 以上となり、深層混合処理工法での品質検査の目安となるコア採取率 90%³⁾ を上回る良好な状況であった。図—10 にコアの一軸圧縮試験結果を示す。設計基準強度 1.3N/mm^2 に対して、一軸圧縮強さの平均値 q_u は 5.3N/mm^2 （最小値 1.9N/mm^2 ）であった。また、改良体のコア強度と実大強度 Q_u に関する深層混合処理工法の技術指針³⁾によれば、 $Q_u = q_u - 1.3\sigma$ (σ は正規分布を仮定した場合の標準偏差)とされており、試験結果から推定した実大強度 Q_u は 2.4N/mm^2 となる。コア強度の変動係数は 42% であり、上式の適用範囲内であることから、実大強度は設計基準強度を上回っていると判断できる。なお、設計基準強度を下回るコア強度の発生確率



写真—4 採取した改良体のコアの例（フェノールフタレイン塗布）



図—10 一軸圧縮試験結果（ヒストグラム）

(不良率)は5%以下となった。ただし、工法の性質上、ばらつきが大きいことを考慮すれば、改良体全体系の強度特性に及ぼす強度のばらつきの影響を定量的に評価することは重要であると考えている。

変形係数については、 E_{50} が q_u の概ね 200 ~ 400 倍の範囲にあり、セメント改良土の一般的な関係と同様な傾向を示している。また、 E_{50} は平均 1602N/mm^2 ($\sigma = 664$) であり、設計値である 700N/mm^2 を十分に満足している。

以上のように、ジェットクリート工法で要求性能を満足する高品質の改良体が造成できることを確認した。

6. おわりに

施工中は常時、軌道の変位を監視したが、施工による変位は生じず、営業線の運行に影響を及ぼすことはなかった。また、大型機械を必要としないジェットクリート工法の採用により、営業線直下の施工性と高品質な改良体の造成が可能であることを確認した。

J C M A

《参考文献》

- 1) 財鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説基礎構造物・抗土圧構造物，1997年3月
- 2) 財鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説耐震設計，1999年10月
- 3) 日本建築センター：建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針—セメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法—，2002年

〔筆者紹介〕

井上 美佐男（いのうえ みさお）
東京モノレール(株)
技術・企画部
副部長



柏木 一夫（かしわぎ かずお）
モノレールエンジニアリング(株)
技術部
担当部長



松本 聡（まつき さとし）
鹿島建設(株)
土木設計本部構造設計部臨海・エネルギー施設 Gr
設計長



締固めによる 木曽三川下流域堤防基礎耐震化の事例紹介

砂圧入式静的締固め工法（SAVE-SP 工法）

森 鼻 章 治・鶴 野 雅 明

河川堤防や海岸堤防は、基礎地盤に液状化層が分布することが多く、地震時にこれらの構造物が過大な沈下を来すことで本来の性能を確保できなくなることが懸念されている。砂圧入式静的締固め工法（SAVE-SP 工法）（以下「本工法」という）は、流動化剤を添加して流動性を持たせた砂をポンプ圧送して地盤中に圧入することで、緩い砂地盤の締固めを行う液状化対策工法である。省スペースの小型施工機を用いるため、従来のサンドコンパクションパイル工法のような大型施工機が適用困難であった狭隘地の施工が可能である。本稿では、本工法の概要と河川堤防の耐震化として木曽三川下流域に適用された事例について紹介する。

キーワード：液状化、堤防、地盤改良、締固め、サンドコンパクションパイル、小型施工機

1. はじめに

河川堤防や海岸堤防は、津波や高潮、洪水から人命や財産を守るために重要な施設であるが、基礎地盤に液状化層が分布する事が多く、地震時にこれらの構造物が過大な沈下を来し、本来の性能を確保できなくなることが懸念されている。また、都市域においては、これらの施設の背後まで土地利用されていることが多く、液状化対策を実施するにおいても施工スペースなどの面で非常に厳しい制約条件を受けることが往々にしてある。従来用いられているサンドコンパクションパイル工法（以下、SCP）などのような大型施工機はこのような条件下では適用困難であり、省スペースの対策工法が望まれている。既存の省スペース工法としては、薬液注入や高圧噴射攪拌工法などが存在するが、一般に非常に高価であり、かつ水際での使用を考えた場合、環境的にも注意が必要となることが多い。加えて河川堤防などにおいては浸透流の阻害などにより、洪水対策上好まれない構造となる場合もある。

本工法は、流動化剤を添加して流動性を持たせた砂を地盤中に圧入することで地盤の締固めを行う液状化対策工法である¹⁾。小型施工機であるため狭隘地施工が可能であると同時に、SCP がもつ改良効果の確実性や、砂を母材としていることから地盤となじみやすく環境負荷の小さい工法である。これらの特性を活かし、開発以来 2016 年時点で河川堤防、海岸堤防を中心に 100 件以上の施工実績を重ねてきた。本稿では、

本工法の概要と特徴および河川堤防に対する適用事例について紹介する。

2. 本工法の概要

(1) 工法概要

本工法は、水と流動化剤を添加して流動性を持たせた砂（流動化砂、写真—1）を小型施工機のロッド（φ100 mm 程度）を通じて地盤内に圧入することにより、緩い砂質地盤の締固めを行う液状化対策工法である。工法名は「Silent Advanced Vibration Erasing-Sand Press」の頭文字より称した。改良原理は、SCP に代表される密度増大による締固めである。従来の締固め工法と大きく異なる点は、小型施工機を用いることで狭隘地施工が可能なこと、小口径ロッド（φ

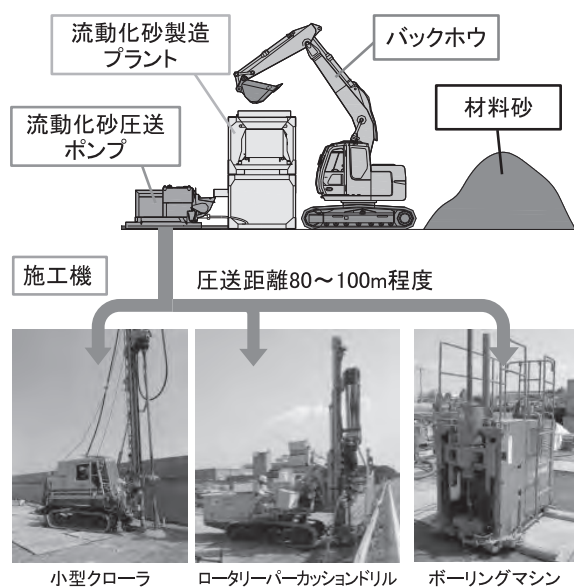


写真—1 流動性を持たせた砂

100 mm 程度) による施工を可能とするために砂に一旦流動性を付与することである。また、他の狭隘地対応型工法との相違点は、砂による締固め工法であるため、固化物を一切造成せず浸透流等の障害がない点である。

(2) 機械構成

本工法の機械構成を図一1に示す。ロッドの貫入および引抜きを行う小型施工機、流動化砂製造プラント、流動化砂圧送ポンプ、材料砂投入用のバックホウからなっており、プラントと小型施工機は分離して配置することが可能である(圧送距離は80～100 m程度)。



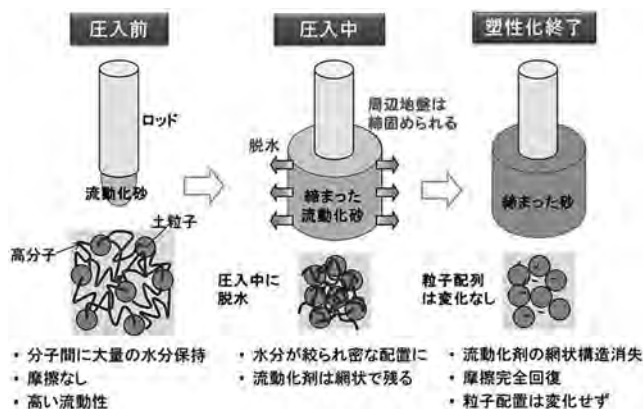
図一1 本工法の標準的な機械構成

また、小型施工機は小型クローラタイプ機、ボーリングマシンタイプ機、ロータリーパーカッションドリルタイプ機が適用可能であり、施工条件（施工深度、空頭制限、改良杭の斜角など）や地盤条件（N 値、地中障害物の有無など）により選定される。

(3) 流動化砂

流動化砂とは、材料となる砂に、水、流動化剤、塑性化剤を添加して、ポンプ圧送可能にした流動性を有する砂のことである。流動化剤は、アニオン系的高分子剤からなり、間隙水の粘性を高め、砂と水との分離を抑制させることにより、流動性を高める効果をもつ。塑性化剤は、カチオン系的高分子剤からなり、流動化剤を電氣的に中和、不溶化させて元の砂の状態に戻す効果をもつ。これらの薬剤は液性が中性であり、環境的にも無害である。

図一2には流動化砂の状態変化の概要について示す。プラントで製造されてから地盤へ圧入が行われるまでは流動性を有しているが、地盤に圧入されると地盤の拘束圧により脱水して流動化砂は密な状態に配置され、概ね流動性は解消される。なお、この時点においては土粒子間には流動化剤が残っており、土粒子間の摩擦はやや小さい状態にあるが、徐々に塑性化剤の効果が発揮され、最終的には流動化剤の効果は消失し、土粒子間の摩擦も完全に回復する。



図一2 流動化砂の状態変化

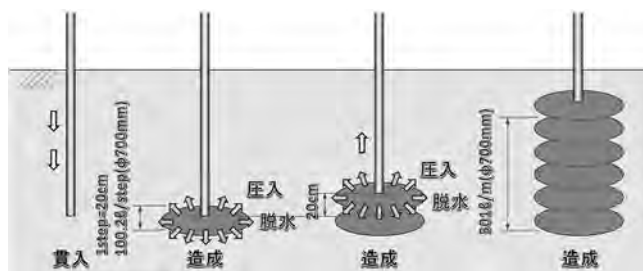
(4) 材料砂

本工法に適用される材料砂は、圧送中の流動性を確保するための良好な保水性、および地盤中に圧入された時点で速やかに脱水するための排水性の両面を持った材料が必要となる。従来のSCPの適用実績と比較すると、細砂分を多く含む材料である。現状では、細粒分含有率5%以下、最大粒径9.5 mm程度以下が目安である。

(5) 施工方法

【流動化砂作成方法】流動化砂は流動化砂作成プラントにて製造される。初めにプラントに砂を投入し、次に所定量の水、流動化剤、塑性化剤を加えプラント内のミキサーにて混練する。混練が終わった流動化砂はアジテータに貯蔵され、圧送のタイミングでポンプに投入され、施工機に圧送される。各材料の投入量は、所定の施工性が得られるように施工前に配合試験を実施して決定する。

【造成方法】ロッドを所定深度まで貫入する。改良体の造成は20 cm ごとのステップ施工としている。貫入後ロッドを20 cm 引き上げ、流動砂を圧入する。流動化砂が所定量圧入されたのち、再びロッドを20 cm 引き上げ次の圧入を開始する。これを所定深度まで繰返し改良体を造成する。1ステップの圧入量



図—3 本工法の施工概要

は、標準的な改良径 $\phi 700$ mmでは $100 \ell / \text{step} (20 \text{ cm})$ である（図—3）。

3. 適用事例

国土交通省中部地方整備局木曽川下流河川事務所が管理する木曽三川（木曽川，長良川，揖斐川）下流域の高潮堤防補強工事における本工法の適用事例を紹介する。木曽三川下流部は，我が国最大の海拔ゼロメートル地帯であり，一旦堤防が決壊すれば甚大な被害が生じる恐れがあることから，堤防強化等の事業を推進し更なる安全度の向上が図られている。この事業の一環として，堤防の耐震補強工事（液状化対策）に本工法が適用されている。図—4に本工法の施工箇所の位置を示す。堤内側の狭隘地において適用可能であること，堤体からの透水を阻害しないこと，別途洪水対策として実施する河道浚渫工事において発生する浚渫土を有効利用できることなどから，本工法が採用されている。

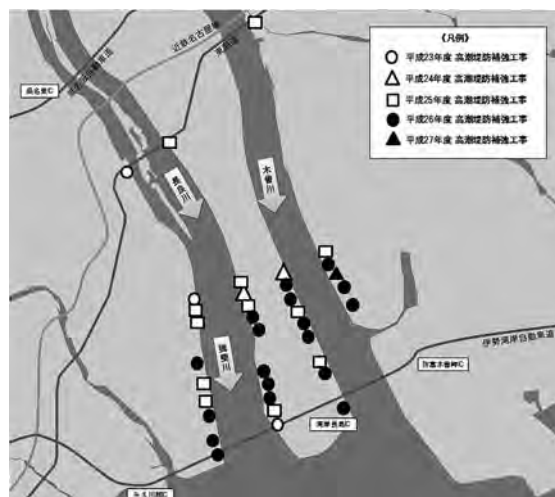
(1) 施工状況

図—5に改良断面の一例を示す。施工に際しては，堤内地側法面に仮設盛土を行って施工ヤードを造成している。仮設盛土の幅は最も狭小な部分で4 m程度であった。削孔長は9～21 m，改良長は4～15 m，改良ピッチは1.2～2.0 m（正方形配置），改良列数は3～8列である。

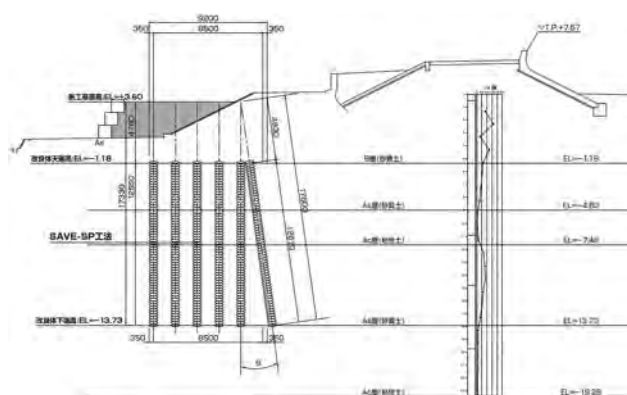
施工機のタイプは，斜杭を有すること，堤体下に存在する可能性がある地中障害物の影響を受けないこと，さらに近接する道路交通車両への安全面などを考慮してクレーンによる吊作業を必要としないロータリーパーカッションドリルタイプを用いた。本工法の施工状況を写真—2に示す。

(2) 改良効果

改良前後のN値を比較した結果を図—6に示す。改良後のN値は改良前に対して最大で20程度の増加



図—4 本工法の施工箇所的位置

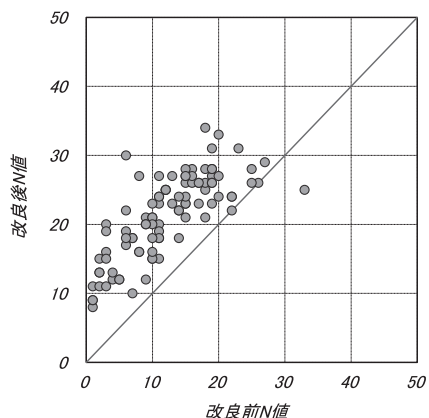


図—5 改良断面図の一例

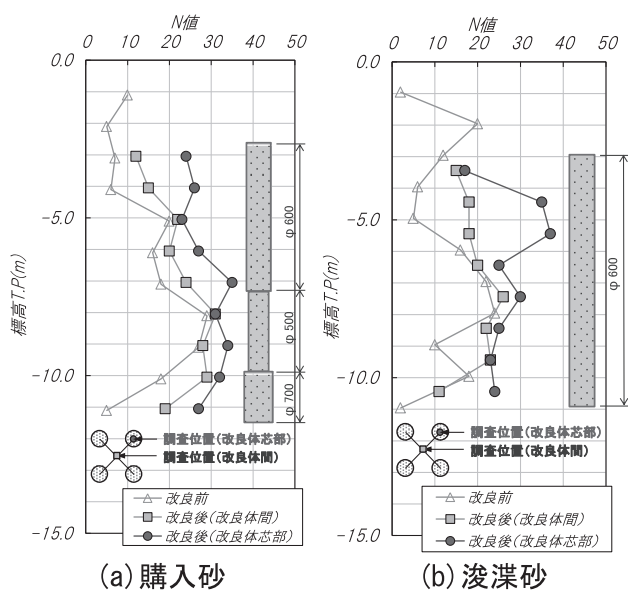


写真—2 本工法の施工状況

が確認できる。一部で改良前のN値を下回る箇所も見られるが，これは改良前後のボーリング位置が10～50 m程度の離隔があるため，地盤のバラツキの影響と考えられる。事後調査では，改良目標液状化安全率 $FL > 1.1 \sim 1.3$ （設計震度 $kh = 0.18$ ）を十分に満足することを確認している。なお，設計では方法D²⁾により改良率を算出し，過剰間隙水圧を考慮した円弧すべり解析により改良幅が決定されている。図—7に同施工域で実施された改良体間N値と改良体芯部N



図—6 改良前後のN値の比較



図—7 改良後N値の深度分布

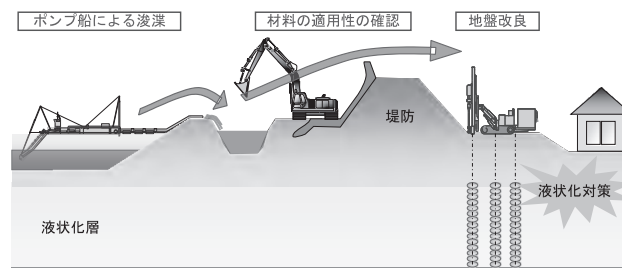
値の深度分布を示す。材料砂に購入砂または浚渫砂(後述)を用いている。どちらについても、改良体間N値は改良前に対して5～10程度増加しており、改良体芯部N値は20～35程度と改良体間N値以上であった。

(3) 河道掘削砂の適用

本工事の一部では、河道整備工事で発生する浚渫砂を本工法の材料として利用している³⁾。これにより、本工法の材料コスト低減のほか、浚渫砂の処分コストも大幅に低減されている。利用にあたっては、ポンプ船によって浚渫された砂について、本工法の材料砂としての適用性を確認してから、施工箇所に運搬し施工を行った(図—8)。

(4) 粒度調整材の効果

流動化砂の材料砂は、ポンプによる圧送中に管内で閉塞しない保水性の確保と、圧入時に地盤内で速やか



図—8 浚渫砂の利用方法

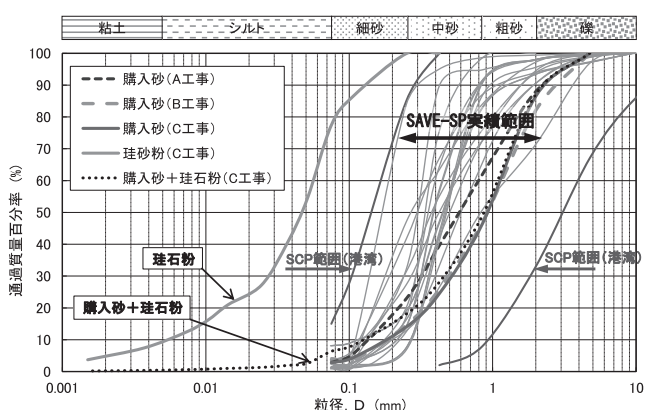
表—1 3工事の改良仕様

工 事	改 良 仕 様				
	打設間隔	改良率	改良幅	削孔長	改良長
A (珪石粉なし)	□ 1.6 m	as = 15.0%	B = 6.4 m	L = 17.7 m	L = 14.9 m
B (珪石粉なし)	□ 1.5 m	as = 17.1%	B = 6.0 m	L = 19.0 m	L = 11.4 m
C (珪石粉あり)	□ 2.0 m	as = 9.6%	B = 4.0 m	L = 16.0 m	L = 8.0 m

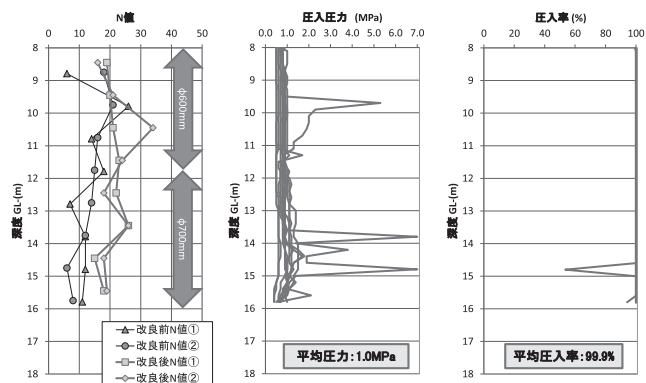
に脱水する排水性の良さを併せ持つことが必要である。これまでに、室内土槽実験では、流動化砂に粒径の小さい非塑性の珪石粉といった粒度調整材を混合することで、流動化砂の圧入性が向上することを確認している⁴⁾。これは、流動化砂自体の保水性を確保し、管内圧力を抑制することで圧入性が向上するものと考えられる。本工事では、一部の工事においてこの粒度調整材を適用し、その結果をもとに、未使用の他工事と比較を行った⁵⁾。比較を行ったのは、同一地区の3工事(表—1)の施工データであり、この中の1工事で珪石粉混合材料を使用した。

図—9に使用した材料砂の粒径加積曲線を示す。材料は3工事とも同じ産地の購入砂(洗砂)を使用しており、そのうち1工事(C工事)で粒度調整材である珪石粉の混合材料を使用した。なお、珪石粉の混合量は既往の室内試験と同様に購入砂の5%(重量比)とした。

図—10に珪石粉混合材料を使用したC工事における改良前後のN値, 圧入率, 圧入圧力の深度分布を示す。なお、圧入率とは、所定の改良径(φ500～700mm



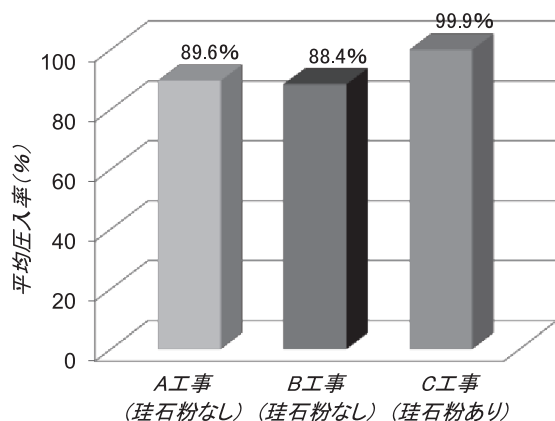
図—9 材料砂の粒径加積曲線



図—10 改良前後のN値、圧入率、圧入圧力の深度分布
(C工事：粒度調整材あり)

程度)を造成するのに必要な材料の圧入量(設計量)に対する実際の圧入量(施工量)の割合を示す。圧入圧力は概ね2 MPa以下を示しており、材料の圧入率はほぼ100%と良好な圧入性が確保されていることがわかる。

粒度調整材を混合していないA、B工事では、平均圧入圧力は3～4 MPa程度であるのに対し、珪石粉を混合したC工事では、平均圧入圧力は1 MPa程度と小さく、約25～30%程度圧力が小さかった。また図—11に3工事の平均圧入率を示す。平均圧入率については、A、B工事どちらも約90%であったのに対し、C工事ではほぼ100%と約10%程度多い結果であった。なお、改良効果については、圧入圧力、圧入率の違いによらず、いずれも改良目標を満足することを確認している。



図—11 粒度調整材の有無による平均圧入率

以上より、原地盤の条件(N値等)や改良仕様が異なるものの、材料砂に比較的粒径の細かい珪石粉を混合することで、流動化砂の圧入性、圧送性は良好な傾向であった。

4. おわりに

本稿では、本工法砂圧入式静的締固め工法(SAVE-SP工法)の概要、および河川堤防に対する適用事例について紹介した。本工法はこれまでSCPなどの締固め工法が適用困難な狭隘地でも施工可能となり、コスト削減策としても大いに期待できる。さらに特徴のひとつである地盤の透水性を改変しない点や、粒度分布が適合すれば河道浚渫砂など現地発生土が利用可能であることなど、今後の狭隘地における液状化対策に新たな可能性を切り開く技術と考える。

J C M A

《参考文献》

- 1) 今井優輝・大林淳・福島信吾・伊藤竹史：砂圧入式静的締固め工法(SAVE-SP工法)の改良効果と適用事例、第54回地盤工学シンポジウム、pp.579-584、2009。
- 2) 地盤工学会：打戻し施工によるサンドコンパクションパイル工法設計・施工マニュアル、pp.98-101、2001。
- 3) 久保陽太郎・鶴野雅明・竹内秀克：木曽川下流域河川堤防における砂圧入式静的締固め工法の適用事例—改良効果と施工データの考察—、第49回地盤工学研究発表会講演概要集、pp.789-790、2014。
- 4) 竹内秀克・大林淳・深田久・渡辺英次・中嶋嘉孝：砂圧入式静的締固め施工における地盤条件の影響に関する土槽実験、第48回地盤工学研究発表会講演概要集、pp.929-930、2013。
- 5) 久保陽太郎・鶴野雅明・竹内秀克：砂圧入式静的締固め工法における珪石粉混合材料による圧入効果、第50回地盤工学研究発表会講演概要集、pp.1843-1844、2015。

【筆者紹介】

森鼻 章治(もりはな しょうじ)
(株)不動テトラ
地盤事業本部 技術部 技術企画課



鶴野 雅明(うの まさあき)
(株)不動テトラ
中部支店 地盤営業部



災害対応ロボット電波を使用した 遠隔操縦ロボット用災害対策車両システムの開発

遠隔操縦ロボットシステム ASAM

豊田 晃 央

ドローンや陸上用災害対応ロボット、遠隔操縦ロボットを搭載した小型重機などをまとめて輸送できる遠隔操作室を有する災害対策車両システムの開発事例を紹介する。この車両は災害現場に到着して直ぐに応急復旧を始められ、災害調査から応急復旧までトータルにあらゆる緊急事態に対応できるシステムとなる。

キーワード：遠隔操縦ロボット、ロボット無線、ドローン、遠隔操作室、災害対策車両

1. はじめに

地震による土砂災害現場などでは、初動対策として災害状況の把握や緊急的な応急復旧作業が行われる。熊本大分地震で発生した南阿蘇の土砂崩れ現場では、初めにドローンを飛ばし災害状況を素早く把握、続けて遠隔操縦リモコン建機を導入し緊急の土砂除去作業を行った。これらドローンやリモコン建機は、リモコン無線や無線 LAN などを使用してオペレータが安全な場所から遠隔操作を行えるシステムとなっている。しかしながらこのような災害現場では、主に屋外での作業がほとんどで遠隔操縦に必要な機材やシステムを安全な場所に仮設するために時間がかかる。

そこでドローンや陸上用災害対応ロボット、遠隔操縦ロボットを搭載した小型重機などをまとめて輸送できる遠隔操作室を有する災害対策車両システムの開発について紹介する。この車両システムは災害現場に到着して直ぐに応急復旧を始められ、災害調査から応急復旧までトータルにあらゆる緊急事態に対応できるシステムとなる。またこのシステムの遠隔操縦無線には2016年9月に認可された最大1W出力で長距離無線通信が可能な災害対応ロボット電波を使用する。

した小型重機に搭載し遠隔操作仕様に改良したものを使用する。本システムはメーカーや機種を問わず汎用建機の運転席にロボットを座らせシートベルトで固定するだけで短時間に災害応急復旧作業を始められる着脱式無線遠隔操縦ロボットシステムである。本システムを使うとオペレータは建機の運転席に搭乗した感覚



写真—1 本システム



写真—2 コンパクトトラックローダ

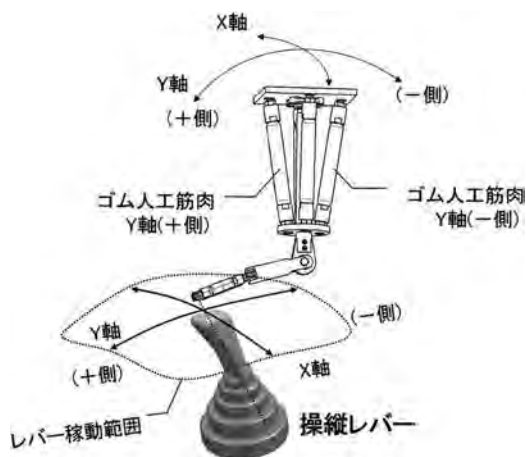
2. 災害対策車両システムの概要

(1) 遠隔操縦ロボットシステム

災害対策車両システムには、当社が開発した写真—1の遠隔操縦ロボット ASAM (Active robot system using Sustainable Artificial Muscle; アクティブロボ SAM) (以下「本システム」という) を写真—2に示

で遠隔操縦用送信機から滑らかに建機を操縦できる。

本システムの構造¹⁾は、図一1のように人工筋2本を拮抗して駆動させるパラレルリンク式となっている。オペレータは自身の手首や肘を動かすように操縦レバーを操作することができるため、落石の危険があり人が立ち入ることのできない危険な崩落事故現場での災害復旧作業を円滑に行える。このように油圧ショベルに搭載して遠隔操縦させることができる本システムは、現在、急峻な地形が多い日本の国土で発生する土砂災害や豪雨による河川の決壊、地震や火山の噴火による土石流災害などに際して、被害軽減化に向けた緊急の復旧作業、特にその初動時の作業現場で有効活用されている。



図一1 本システムの構造

(2) 災害ロボット無線通信システム

遠隔操縦用無線²⁾には、平成28年9月から運用開始された災害対応ロボット電波を採用する。このロボット電波は、平成28年3月の総務省情報通信審議会において答申（諮問第2036号および諮問第2034号）された、169 MHz帯、2.4 GHz帯、5.7 GHz帯の3種類を有し、それぞれ電波出力を1 Wまで上げられる。

実際に地震などによる大規模な土砂災害が発生した場合には、図一2に示したように災害対策車両が現場に到着すると直ぐにロボット格納庫からドローンを飛ばし災害状況を把握する。続いてドローンから得られた映像などの現場データから応急的な復旧計画を作成し、それに基づき遠隔操縦ロボットを搭載した小型重機を導入して応急復旧作業を始められる。これらの電波を使用した遠隔操縦システムは数 km の通信距離を確保できるため、より安全な場所からロボット制御や動画通信を実現できる。



図一2 応急復旧時の初動作業

(3) 遠隔操縦ロボット用災害対策車両

遠隔操縦ロボット用災害対策車両は、図一3に示すように主にトラック車両の本体ベースにロボット格納室および、遠隔操作室と遠隔無線アンテナが外装される。車両には、積載量4トン仕様で全長約6mの荷台にロボット格納室と遠隔操作室を振り分け、遠隔無線アンテナを荷台の屋根に設置する。車両本体は、4トントラック車両をベースとして発電機や電装部品を組み込んだ車両コントロールシステムから構成される。コントロールシステムは各ユニットへの電源供給やロボット格納室ドアの開閉などの機能を有する。



図一3 災害対策車両

車両搭載用ロボットシステムは図一4に示すように、主にドローンシステムと遠隔操縦ロボットシステムおよび、ユーザーインターフェースに分かれる。ドローンシステムは、カメラを搭載したドローン本体とロボット電波無線ユニットおよび、ドローンコントローラーから構成される。遠隔操縦ロボットシステムは、本システムを小型重機用に改良したロボット本体と小型重機、ロボット電波無線ユニットおよび、ロボットコントローラーから構成される。ユーザーインターフェースは、ドローンシステムと遠隔操縦ロボットシステムを融合し、オペレータが遠隔操作室でカメラ映

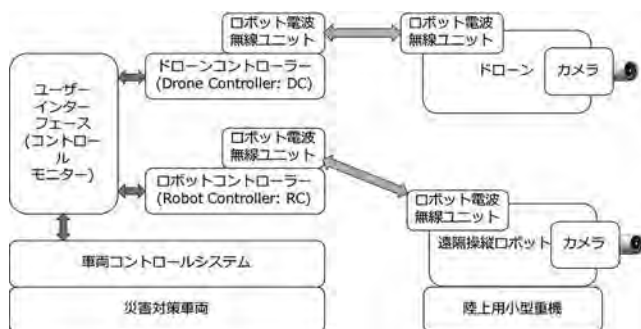


図-4 本システム

像やロボットの状態および、先行調査で取得した各種現場データの確認など遠隔操縦に必要な機能を有する。

3. 災害現場への初動適用例

(1) 地震による土砂崩れ

長崎県雲仙普賢岳の復旧工事から進化した無人化施工技術³⁾は、有珠山や三宅島の火山の噴火災害対策や福島第一原発のガレキ除去に有効に活用されてきた。最近では、レスキューロボットやドローンなど災害対応ロボットの種類も多岐にわたり、様々な災害に対応できる状況になっている。

ここでは土砂災害が福島県川内村で発生したシーンを想定して、図-4の災害対策車両システムの運用を検討する。例えば図-5に示したように原子力発電所から20 kmほどの場所に位置する川内村周辺の道路が地震による土砂災害で幹線道路が封鎖された場合を考える。まず災害対策車両は図-6に示したように国道399号線を北上して土砂により国道が封鎖されている地点D近くの安全を確保できるところまで移動する。そこからドローンを飛ばし主要道路の各地点（A、B、C）の状況を空撮する。遠隔操作室ではドローンから送られてくる画像データをもとに3D地図情報と比較し災害規模を推定して緊急の復旧計画を策定する。仮にドローン調査で図-6のAからDの各地点で土砂崩れが発生している状況が確認されかつ、地点Dを応急復旧することが最も妥当であると判明した場合、ただちに遠隔操縦ロボットを搭載した写真-2の小型重機を出動させ、遠隔操作室から2次災害を予防しつつ、道路に堆積した土砂や倒木を除去⁴⁾し、最低限の物流ルートを確認する。

以上のように災害対策車両システムによる初動対策の一例を提示したが、日本国内で発生する様々な災害に対処するためには、あらゆる災害を想定したシナリオを検討し適切なシステムを装備していく必要がある。

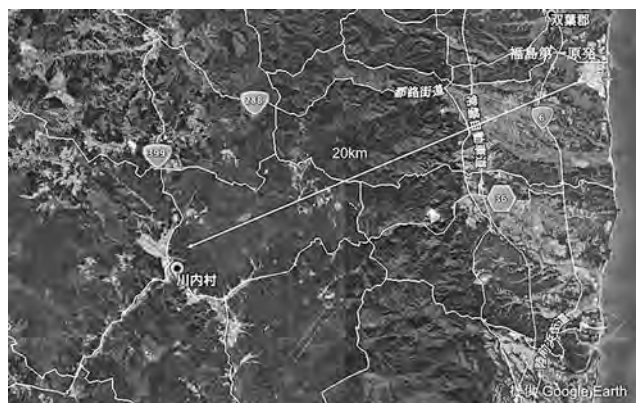


図-5 川内村の周辺環境

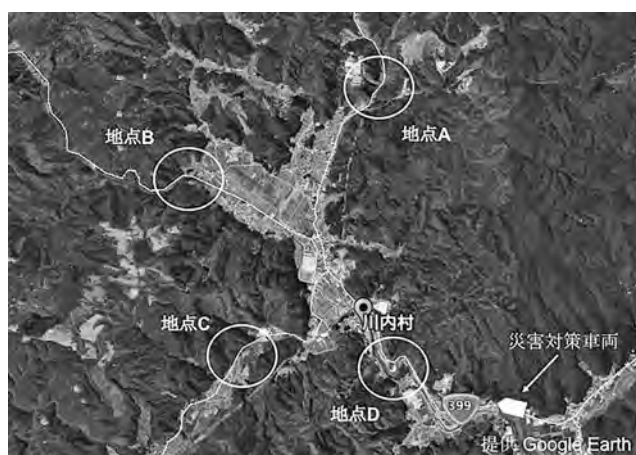


図-6 災害対策車両による初動対策

(2) 災害対策車両の広域運用

ここでは2011年に発生した東日本大震災における初動対策の想定例を示す。特に福島県浜通り地域においては福島第一原子力発電所の事故も重なり、特に原子力発電所内では当初から遠隔操縦ロボットシステム⁵⁾の有効活用が求められていた。しかしながら広域における遠隔操縦ロボットシステムの活用には至っていない。そこで当時の状況から現状において広域応急復旧対策が可能と想定される例を以下に示す。

(a) 放射能汚染状況および被災状況の把握

放射能汚染レベルを測定する優先順位と測定範囲を取り決める。現状、福島県内の津波被害で生じたガレキのうち未対策の量は105万トン（2011年7月5日時点）であった。その他、図-7に示すように福島第一原発から半径30 km圏内で約1400 km²の領域および、半径30 km以上で放射能汚染が見られる領域などを加えて計画する。特に30 km圏内かつ、その沿岸付近でガレキの処理が困難な量は35万トンと想定された。仮に沿岸線60 kmを海岸から10 kmの範囲とすると600 km²の領域となる。この領域をエリア1とする。山間部の領域は800 km²となりエリア2と

4. おわりに

遠隔操縦ロボット用災害対策車両システムの開発が完了した際には、消防や機動隊、自衛隊などの公共機関、原子力発電所や石油ガスプラント施設、火山噴火災害や土砂災害に備えた各自治体の防災設備用として商品化および販売を行う予定である。

例えば地震や火山噴火により発生した大規模火災などでは、この災害対策車両を現場へ派遣して火災状況の調査や補助的な人命救助などの初動対策を直ぐに実行できる。また原子力災害用として放射線遮蔽機能を付加すれば、万一、福島第一原発のような事故が発生した場合でも応急的な対応をオペレータの安全を確保しながら迅速に行える。

災害はいつどこでどのような事象が起こるかを予測することは現状のテクノロジーでは難しい反面、実際に災害が発生した場合には初動対策をふまえて迅速な応急復旧が求められる。このようにロボット技術を単体ではなく、総合的に適切なシステムで運用できるこの遠隔操縦ロボット用災害対策車両システムは、災害現

場における各種ロボットの運用を確実にかつ、迅速にそのロボットの特長を最大限に発揮させることが期待できる。

JICMA

《参考文献》

- 1) 災害応急復旧用無線遠隔操縦ロボットの開発：拮抗駆動式ゴム人工筋肉によるパラレルリンク型ロボットの有効性 日本建設機械施工協会誌 66 (12), 67-71, 2014-12
- 2) 災害復旧用ゴム人工筋肉駆動型遠隔操縦ロボットの開発 日本ロボット学会誌 33 (8), 600-606, 2015
- 3) 災害復旧用建機搭載型ロボットの開発事例と将来展望 JACIC 情報 30 (2), 38-43, 2016
- 4) 災害復旧用無線遠隔操縦ロボットによる森林伐採：パラレルリンク型ゴム人工筋肉ロボットの開発事例（特集 災害復旧に備えた建設技術）建設機械 51 (12), 50-54, 2015-12 日本工業出版
- 5) 建設機械を無線で遠隔操作 土木技術 71 (4), 25-30, 2016-04

【筆者紹介】

豊田 晃央（とよだ てるお）
コーワテック(株)
営業開発部 部長



|| 投稿論文 ||

振動ローラの機械仕様に関する研究

橋本 毅¹・梶田 洋規²・藤野 健一³・建山 和由⁴

¹ 国立研究開発法人土木研究所主任研究員 技術推進本部 (〒 305-8516 茨城県つくば市南原 1-6)

E-mail : t-hashimoto@pwri.go.jp

² 国立研究開発法人土木研究所上席研究員 技術推進本部 (〒 305-8516 茨城県つくば市南原 1-6)

E-mail : h-kajita@pwri.go.jp

³ 国立研究開発法人土木研究所主席研究員 技術推進本部 (〒 305-8516 茨城県つくば市南原 1-6)

E-mail : fujino@pwri.go.jp

⁴ 立命館大学教授 理工学部 (〒 525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

E-mail : tateyama@se.ritsumei.ac.jp

土工用振動ローラは高い締固め能力を有する機械であることから、道路・鉄道・空港の盛土工やフィルダム造成などの大規模土工を中心に使用されている。土工用振動ローラの重要な機械仕様としては、締固め能力や施工効率に影響する機械質量、起振力、締固め幅、振動数、エンジン出力などが挙げられるが、通常機械質量のみが重視されている。そこでカタログなどから機械質量とその他の仕様との関係を調査し、機械質量を選択することだけで他の重要な仕様が一意的に決定できるかどうかを調査した。その結果、機械質量が決定されれば過去約 30 年のどの主要なメーカーの機械であっても起振力、締固め幅、振動数、エンジン出力の値を概ね推定することが可能であることがわかった。そこでさらに、それらの関係性の理由を考察するとともに、従来の製品仕様にはない画期的な新製品が開発可能かどうか併せて検討した。

キーワード : *compaction equipment, machine specification, vibratory roller, soil compaction*

1. はじめに

締固め機械の一つである振動ローラは、振動輪内部に回転する偏心錘(起振体)を有し、その遠心力により発生する周期的な振動力と本体の質量により、締固め効果を発生する機械である。この振動ローラは高い締固め能力を有する機械であることから、道路・鉄道・空港の盛土工やフィルダム造成などの大規模土工を中心に使用されている。

振動ローラには、国内外のメーカーから様々なクラスが販売されているので、実際の施工現場では、締固め材料や施工環境などから最適なクラスを選択することになる。選択の際に考慮する重要な機械仕様としては、機械質量、起振力、締固め幅、振動数、エンジン出力などが挙げられ、これらの仕様を総合的に考慮して選択することが重要である。

しかしながら、振動ローラの仕様は通常機械質量のみが重視される場合が多く、機種を選択は、「機械質量〇〇 ton 級」といった呼称のみで行われる場合が多い。この方法だと機械質量以外の重要な仕様が選択に考慮されていない可能性があり、最適な機械が選択されているか

否かが分からないことになる。

そこで本研究では、振動ローラの中で大規模土工に通常使用される土工用振動ローラ(スムースドラム、図-1)を対象として、振動ローラの機械質量とその他の仕様との関係を調査し、機械質量を選択することだけで他の重要な仕様が一意的に決定できるかどうか調査した。また、それらの関係性の理由を考察するとともに、従来の仕様にはない画期的な新製品が開発可能かどうか併せて検討した。



図-1 土工用振動ローラ (スムースドラム)

2. 仕様調査結果

本章では振動ローラの機械質量とその他の仕様との関係を調査し、機械質量を選択するだけで他の重要な仕様(起振力、締固め幅、振動数、エンジン出力)が一意的に決定できるかを検討した。

調査はまず、土工用振動ローラメーカー国内大手1社(酒井重工業(株))、および海外大手5社(BOMAG(独)、DYNAPAC(スウェーデン)、CATERPILLAR(米)、HAMM(独)、VOLVO(スウェーデン))の2015年のカタログ^{1)~6)}に基づき、国内および海外で販売されている土工用振動ローラの仕様を調査した。これにより全世界で現在販売されている主要な仕様の範囲や特徴などをほぼ明らかにすることができる。

次に、現在の施工現場では販売終了された振動ローラも未だに使用されていることから、販売終了された機械の仕様についても調査を行った。調査は日本建設機械要覧1986⁷⁾、1998⁸⁾、2004⁹⁾を用いて行った。1986年は国内外併せて5社、1998年は6社、2004年は7社の土工用振動ローラの仕様を調査することができた。

図-2に機械質量と締固め幅、図-3に機械質量と振動数、図-4に機械質量とエンジン出力、図-5に機械質量と起振力の関係を示す。

振力の関係を示す。

ここで、海外メーカー製品の中には起振力や振幅を無段階で自動調整可能な機種も存在するが、他の通常振動機械と振動機構の構造が異なるため、例外と考え以降の検討から除外するものとした。

また、海外メーカー製品の中には最近になって機械質量約25000kg以上の機種が存在している。これらは機械の大型化という近年の市場ニーズに応えるものとして開発された新機種であるが、未だ3社からしか販売されていないこと、陸上輸送の際問題となること(日本国内ではトレーラ含め20000~28000kg以下)、販売台数が非常に少ないこと、などから実験的新機種であり一般的ではないと考え以降の検討から除外するものとした。

さらに、図-2には他の機種と傾向が大きく異なり、締固め幅が約2.5m以上となっている3機種(1986年海外メーカー1機種、1998年海外メーカー1機種、国内メーカー1機種)が存在する。これらはロックフィルダム専用に開発された特殊機種で販売台数がほとんどなく、また2004年以降はラインナップから無くなっていることから、これらも例外と考え以降の検討から除外した。

図-2~5から、上記の例外とした機種を除いたものを、図-6~9に示す。

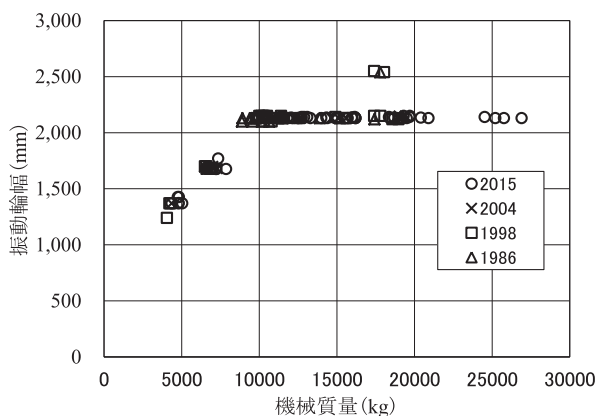


図-2 機械質量と締固め幅の関係

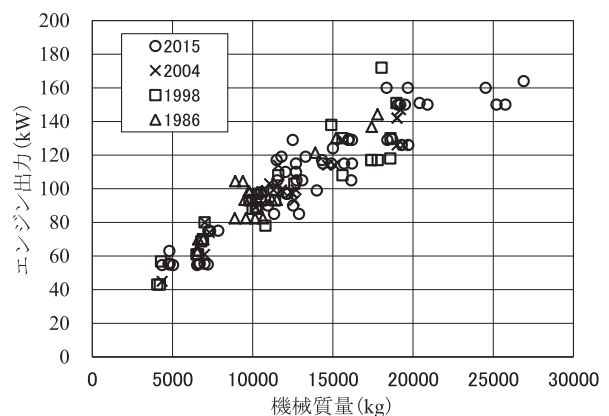


図-4 機械質量とエンジン出力の関係

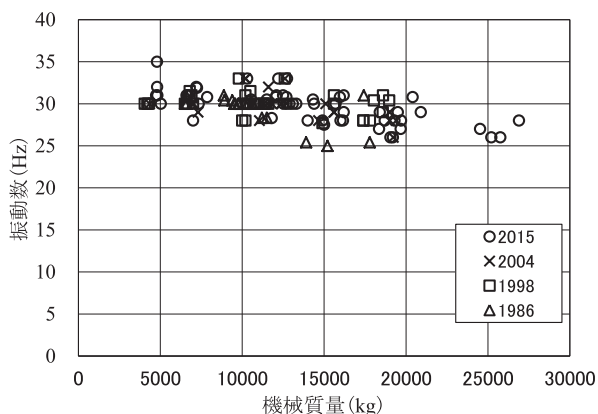


図-3 機械質量と振動数の関係

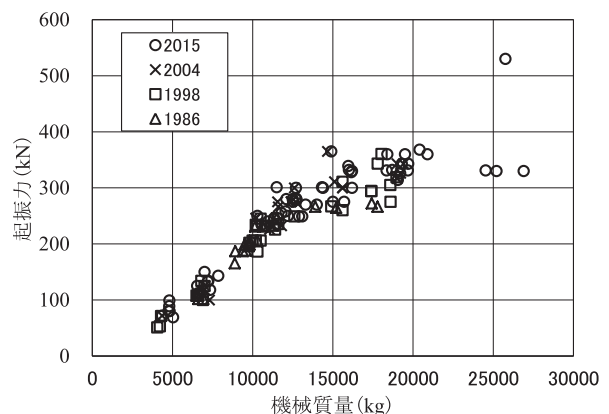


図-5 機械質量と起振力の関係

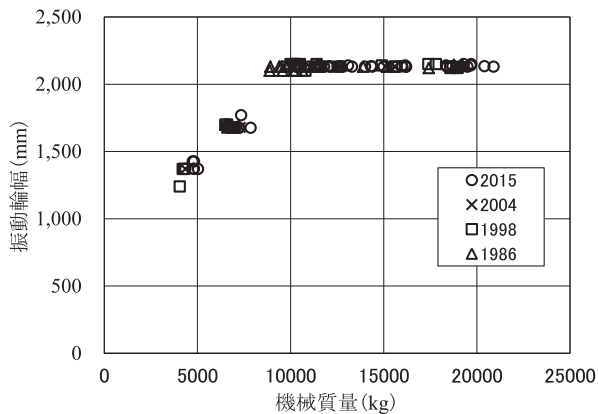


図-6 機械質量と締固め幅の関係（例外機種削除後）

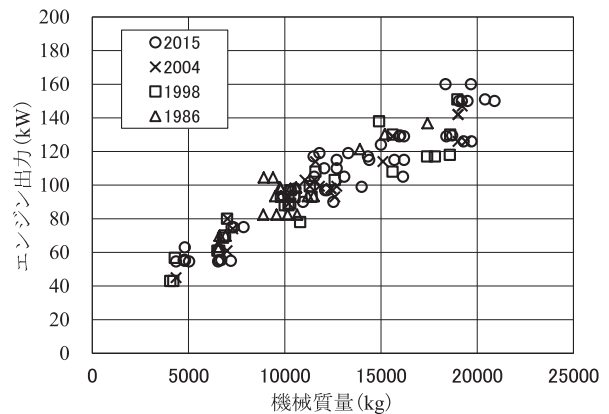


図-8 機械質量とエンジン出力の関係（例外機種削除後）

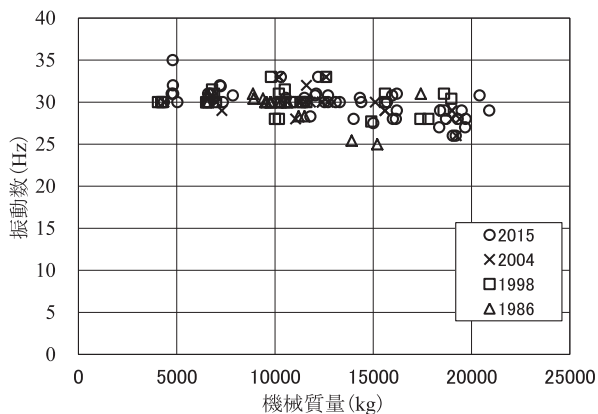


図-7 機械質量と振動数の関係（例外機種削除後）

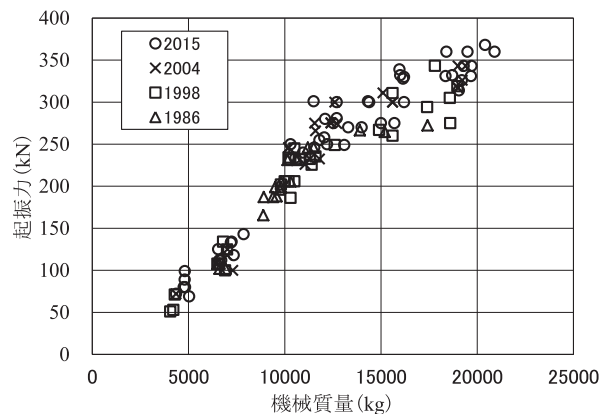


図-9 機械質量と起振力（例外機種削除後）

図-6～9より機械質量に対する各仕様の相関を見ると、まず図-6より、機械質量が約10,000 kg未満の場合は、機械質量と締固め幅に概ね正の相関があり、機械質量が約10,000 kg以上の場合は、機械質量によらずに締固め幅は約2.1 mに固定されていることがわかる。次に図-7より、振動数は機械質量および製造メーカ、販売年によらず、約30 Hz付近に設定されていることがわかる。また図-8より、機械質量が増加するとエンジン出力も増加しており、両者に強い正の相関があることがわかる。さらに図-9より、機械質量が増加すると起振力も増加しており、両者に強い正の相関があることがわかる。以上の傾向は、販売年、各製造メーカによる違いはなく、世界の主要メーカがここ30年間同様な仕様を持つ機械を製造していることがわかる。

以上より、現在の施工現場で使用されている土工用振動ローラにおいて、振動性能自動調整可能な機種、機械質量約25,000 kg以上の機種、締固め幅約2.5 m以上の機種を除けば、どのメーカ、どの販売年(1986年以降)の機械であっても、機械質量から起振力、締固め幅、振動数、エンジン出力の値を概ね推定することが可能といえる。したがって、機械クラスを選定する場合に、機械質量にて「〇〇ton級」と選定することは現実的であるといえる。

3. 機械質量より各仕様が決定される理由の考察

現在使用されている土工用振動ローラにおいて、前章で示した例外機種を除けば、機械質量を決定することによりどのメーカ、販売年(1986年以降)の機械であっても、起振力、締固め幅、振動数、エンジン出力の値を概ね推定することが可能であることがわかった。これは全世界どのメーカでも約30年間同じような仕様を持つ機械しか製作していないことを表している。本章では、その理由について考察する。

3.1 機械質量より締固め幅が決定される理由

調査したローラの締固め幅すなわち振動輪幅を振動輪直径で除した値を図-10に示す。本図から、製造メーカ、販売年によらず振動輪幅は振動輪直径の約1.4倍になるよう設定されている。これは走行時の安定性を考慮した経験則から来ているものと考えられる¹⁰⁾。従って締固め幅すなわち振動輪幅が増加すると振動輪直径も増加し、さらに振動輪体積と質量も増加することになり、さらに振動輪の大きさと質量が増加すれば、それを支えるため機体フレームの質量も増加すると考えられるため、

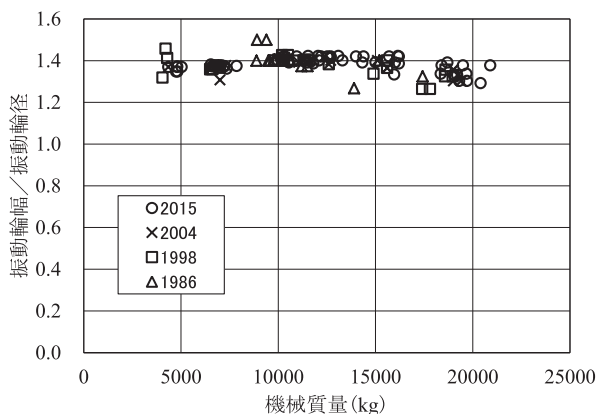


図-10 機械質量と振動輪幅／振動輪径の関係

図-6の機械質量約10000 kg未満の様に機械質量と締固め幅が製造メーカー、販売年によらず同等な正の相関を示すことになる。しかし図-6の機械質量が約10000 kg以上の場合、締固め幅は約2.1 mに固定されている。これは振動ローラの海上運送に通常使用される国際コンテナの内幅が2.352 mとなっていることから、機体全体幅がこの値を超えないよう振動輪幅の上限を設定し、機械質量が約10000 kg以上の場合には主に機体フレーム質量の増加によって機械質量の増加を図っているためと考えられる。

以上より、機械質量が10000 kg未満の場合は、機械質量と締固め幅に製造メーカー、販売年によらず同等な正の相関があり、機械質量が10000 kgクラス以上の機種の場合は、すべての機種の締固め幅は約2.1 mに固定されることが考えられる。

3.2 振動数が機械質量によらず一定である理由

振動ローラの振動数はインパクトスペーシングと作業走行速度によって決められていると考えられる。インパクトスペーシングとは1振動当たりの走行距離のことであり、締固め効果を左右する値である。

$$IS = \frac{V \cdot 1.0 \times 10^3}{f \cdot 3600} \quad (1)$$

IS：インパクトスペーシング(mm)

f：振動数(Hz)

V：作業走行速度(m/h)

また作業走行速度は、施工効率を左右する値である。

文献¹¹⁾によると、粒度調整材料の締固め施工において、インパクトスペーシングを約27 mm、作業走行速度を約3000 m/hとすると、最も締固め効果および施工効率が高くなっている。この場合の振動数は式(1)より計算すると30.9 Hzであり、この値を基に、30年の間全世界の土工用ローラ振動数は設定されていると考えられる。

3.3 機械質量よりエンジン出力が決定される理由

振動ローラは、機械質量をもとに締固めを行うため機械質量が大きい方が有利である。従って機械質量は搭載しているエンジン出力のうち走行に割り当てられる出力にて走行できる範囲で最も大きくなるよう設定されるのが一般的であり、そのため機械質量とエンジン出力に正の相関があると考えられる。また、各製造メーカーは実績などの経験則によって機械質量とエンジン出力の関係を決定しており、両者の関係は製造メーカー、販売年でそれほど相違はないのではないかと考えられる。その結果、図-8のように製造メーカー、販売年によらず両者には一意的な強い正の相関があることとなり、機械質量からエンジン出力の値を推定可能となるのではないかと考えられる。

3.4 機械質量より起振力が決定される理由

起振力は締固め性能を表す数値といわれているため、振動に割り当てられるエンジン出力にて最大の起振力を発生できるよう設定されるのが一般的である。エンジン出力は3.3にて述べたように機械質量と相関があるため、起振力と機械質量には正の相関があると考えられる。また、各製造メーカーは実績などの経験則によって機械質量と起振力の関係を決定しており、両者の関係は製造メーカー、販売年でそれほど相違はないのではないかと考えられる。その結果、図-9のように製造メーカー、販売年によらず両者には一意的な強い正の相関があることとなり、機械質量から起振力の値を推定可能となるのではないかと考えられる。

しかしながら、起振体の大きさや振動数などをこれまでの実績を考えずに工夫することにより、必要な動力は変えずに起振力が異なる機械を開発する可能性はあると思われる。4章にてその可能性について検討する。

4. 従来と異なる仕様を持つ機械の開発可能性

2章にて、土工用振動ローラの機械質量、起振力、締固め幅、振動数、エンジン出力といった仕様は、全世界どのメーカーでも過去約30年間同じような仕様を持つ機械しか製作していないことを述べ、また3章にてその理由について考察を行った。本章ではこれらのうち起振力について、従来と異なる仕様を持つ機械、すなわち「機械質量や走行性能などの仕様は同一で従来機と異なる起振力を持つ機械」が開発できるか検討を行う。

4.1 開発可能性の検討

検討条件の「機械質量や走行性能などが同一」は3.3よ

り、「エンジンが同一でかつ走行に割り当てられるエンジン出力が同一」と同じである。ここで「エンジンが同一でかつ走行に割り当てられるエンジン出力が同一」とは、「振動に割り当てられるエンジン出力が同一」すなわち「振動に必要な動力が同一」と言うことができる。そこで本節では、検討条件を「振動に必要な動力が同一で従来機と異なる起振力を持つ機械」とし、その開発可能性について検討する。

まず振動に必要な動力を検討する。振動ローラにおいて、通常起振体の回転軸は地面と水平であるから、起振体が定格回転数に達した後も偏心質量を重力に逆らって持ち上げる動力は常に必要となる。そこで、振動に必要な動力 P_v を、偏心質量を重力に逆らって持ち上げる動力¹²⁾と定数 A を用いて式(2)のように表すことができるとする。

$$\begin{aligned} P_v &= A \cdot \omega \cdot N \\ &= A \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot m_E \cdot g \cdot r \\ &= 2 \cdot A \cdot \pi \cdot g \cdot M \cdot f \end{aligned} \quad (2)$$

P_v : 振動に必要な動力(W)

A : 定数

ω : 角速度(rad/s) = $2 \cdot \pi \cdot f$

N : トルク(N・m)

m_E : 起振体質量(kg)

r : 偏心距離(起振体重心と回転軸との距離)(m)

M : $m_E \cdot r$

式(2)から、 M と f の積を一定、すなわち振動数 f を変化させても、 M と f の積が一定になるよう M を調整すれば、 P_v を一定に保持できることがわかる。

また、振動ローラの起振力は、振動輪内部に装備した起振体(偏心錘)を回転させることによって生じる遠心力であるため、式(3)のように表される。

$$\begin{aligned} F &= m_E \cdot r \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot f^2 \\ &= 4 \cdot \pi^2 \cdot M \cdot f^2 \end{aligned} \quad (3)$$

F : 起振力(N)

前述のように、 M と f の積を一定とした場合、定数 B を用いて式(3)を変化させると、

$$\begin{aligned} F &= B \cdot f \\ B &= 4 \cdot \pi^2 \cdot M \cdot f \end{aligned} \quad (4)$$

となり、 M と f の積を一定としても振動数 f を変化させれば起振力 F の値は変化することがわかる。したがって、 M と f の積が一定となるよう M を調整しながら振動数 f を変化させれば「振動に必要な動力 P_v が同一で従来機と異なる起振力 F を持つ機械」を開発することは可

能であるといえる。

ここで M の調整は起振体質量(機械質量に比べて非常に小さい)や偏心距離を変化させることで行われるが、調整による機械質量に対する影響は微量であるので、機械質量への影響はほぼないとする、上記より「機械質量が同一で従来機と異なる起振力を持つ機械」を開発することは可能であるといえる。

4.2 数値計算による振動挙動の検討

前節にて「機械質量が同一で従来機と異なる起振力を持つ機械」を開発することは可能であることを述べたが、本節ではその異なる起振力を持つ機械の振動挙動を数値計算にて調査し、開発の際の留意事項を検討する。

数値計算は、振動ローラ～地盤系を図-11のような2自由度振動モデルに置き換え、文献13)と同様にローラが地盤から飛び上がる(ジャンプする)ことも考慮に入れた解析手法にて行った。

計算に用いた振動ローラ機械仕様は、日本国内で一般的に使用されている機械質量10 tonクラスと19 tonクラスの仕様を使用した(表-1)。本仕様をベースに機械質量を一定に保ちながら振動数 f を1～60 Hzに変化させた場合の振動挙動を計算するために、まず表-1の仕様から式(4)にて B を算出し、その B を用いて同じく式(4)から振動数 f を変化させた場合の起振力 F を算出し、数値計算に用いた。また地盤のバネ係数 k_2 は、締固め開始前の柔らかい地盤として5.0 MN/m、締固めが完了した固い地盤として40.0 MN/mの2種類を用いた。ここで締固めが完了した地盤バネ係数は、鉄道盛土における締固め品質管理基準値¹⁵⁾である地盤反力係数 K_{30} 値=70.0 MN/m³に、表-1の振動ローラの振動輪幅2.13 mと、文献10)を参考に決定した接地長0.2 mを乗じた値29.8 MN/mから余裕を加味して決定した。

以上の数値計算条件を表-2にまとめる。防振ゴムバネ係数 k_1 、防振ゴム粘性減衰係数 c_1 、地盤粘性減衰係数

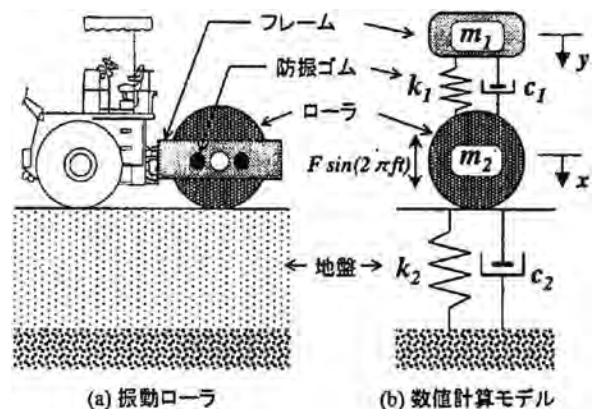


図-11 振動ローラ～地盤系モデル

表-1 機械仕様

	振動ローラ A	振動ローラ B
機械質量 (kg)	10950	19200
フレーム質量 (kg)	3000	7000
振動輪 (ローラ) 質量 (kg)	3400	5900
振動数 (Hz)	30	26
起振力 (kN)	236	326

表-2 計算条件

計算条件番号	①	②	③	④
振動ローラ	振動ローラ A		振動ローラ B	
フレーム質量 m_1 (kg)	3000		7000	
振動輪 (ローラ) 質量 m_2 (kg)	3400		5900	
B (kN/Hz) (表 -1, 式 (4) より)	7.867		12.538	
振動数 f (Hz)	1 ～ 60			
起振力 F (kN)	$B \cdot f$			
防振ゴムバネ係数 k_1 (MN/m) ※	3.0			
防振ゴム粘性減衰係数 c_1 (Nsec/m) ※	$c_1 = 2D_1\sqrt{m_1k_{y1}}$ $D_1=0.1$			
地盤バネ係数 k_2 (MN/m)	5.0	40.0	5.0	40.0
地盤粘性減衰係数 c_2 (Nsec/m) ※	$c_2 = 2D_2\sqrt{m_2k_{y2}}$ $D_2=0.4$			

※：文献13)を参考に決定

 c_2 は文献13)を参考に決定した。

図-12に数値計算結果から得られた振動輪振幅、図-13に同じく数値計算結果から得られた振動輪が地盤に与える最大接地荷重を示す。ここで最大接地荷重とは、式(5)で与えられる N の最大値であり、振動輪から地盤に与えられる力を表している。この振動輪振幅および最大接地荷重は締固め効果に影響を与える値であると考えられる。

$$N = c_2 \dot{x} + k_2 x \quad (5)$$

図-12, 13より、振動輪振幅および最大接地荷重ともに、計算条件①では振動数が約3および約9 Hz付近で、計算条件③では振動数が約2および約6 Hz付近で、計算条件②④では振動数が約11 Hz付近でピークを示し、それ以上振動数が増加すると減少していくことがわかる。また、グラフを詳細に見ると、計算条件②では振動数が約5 Hz付近で、計算条件④では振動数が約3 Hz付近で小さいピークがあることもわかる。これらグラフは図-11にて振動輪と地盤が結合しているとした場合の2

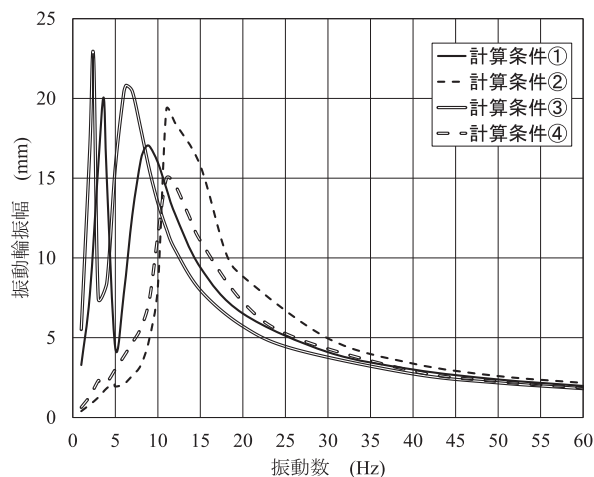


図-12 振動輪振幅 (計算結果)

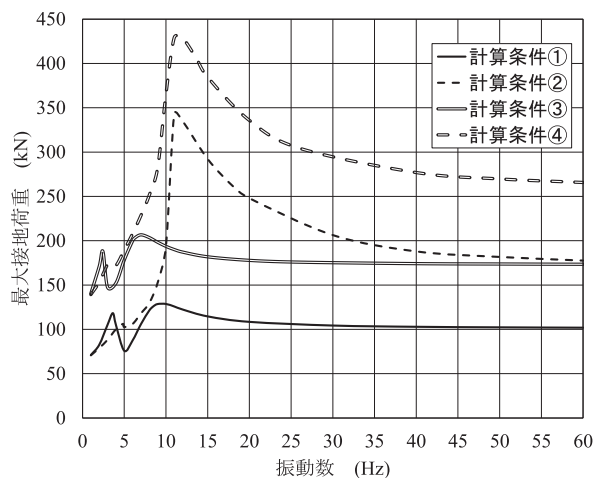


図-13 最大接地荷重 (計算結果)

自由度振動モデルの振幅のグラフ¹⁵⁾とよく似ており、このピークは機械の共振状態を表していると考えられる。

ここで図-11にて振動輪と地盤が結合しているとした場合の固有振動数は式(6)で与えられる¹⁵⁾。表-2に示した各計算条件を用いて式(6)から算出した値を表-3に示す。

$$\begin{Bmatrix} f_{c1} \\ f_{c2} \end{Bmatrix} = \sqrt{\frac{1}{8\pi^2} \left\{ W \mp \sqrt{W^2 - 4 \left(\frac{k_1}{m_1} \right) \left(\frac{k_2}{m_2} \right)} \right\}} \quad (6)$$

$$W = \frac{k_1}{m_1} + \frac{k_2}{m_2} + \frac{k_1}{m_2}$$

 f_{c1}, f_{c2} : 固有振動数(Hz)

表-3 固有振動数

	固有振動数 f_{c1} (Hz)	固有振動数 f_{c2} (Hz)
計算条件①	3.63	8.47
計算条件②	4.84	17.95
計算条件③	2.44	6.27
計算条件④	3.17	13.62

表-3より、計算条件①③すなわち地盤が軟らかい場合、共振状態は表-3に示した固有振動数とほぼ同等な振動数にて発生しているが、計算条件②④すなわち地盤が固い場合は、固有振動数 f_{c2} は表-3の値と異なる振動数で発生していることがわかる。これは地盤が軟らかい場合は振動輪が地面からジャンプしないため、共振振動数は図-11にて振動輪と地盤が結合しているものとして与えられた式(6)の計算結果とほぼ等しくなるが、地盤が固くなり、かつ振動数が高くなると振動輪が地面からジャンプしてしまい、前述の2自由度振動モデルでは表せなくなるため、式(6)の計算結果と異なってしまうためと考えられる。図-14、15に同じ計算条件にて振動輪が地面からジャンプしないようプログラムを変更して計算した結果を示す。図-14、15を見ると、上記の推察どおり計算条件②④においても共振状態は表-3に示した固有振動数とほぼ同等な振動数にて発生していることがわかる。

また、図-16に振動数 f を1～60 Hzに変化させた場合の起振力(式(4)から算出)およびインパクトスペーシングを27 mmとした場合の走行速度(式(1)から算出)を示す。図-16より、起振力は振動数が増加するほど高くなっており、図-13の最大接地荷重とは異なる傾向を示している。これは、図-13は図-11に示すモデルにて計算しているためと考えられる。すなわち、図-11のような粘弾性モデルに強制振動を与えた場合、振幅および基礎へ伝達される力(本研究では最大接地荷重)は振動数が固有振動数と等しい時に最大となり、固有振動数より振動数が増加するとともに減少する。つまり振動数が増加するほど振動の影響が減少する¹⁴⁾。したがって本論文の条件下(①振動ローラ～地盤系を図-11にてモデル化、②振動に必要な動力は一定)では、図-16に示すように振動数が増加し計算上の起振力が増加しても、図-13に示す最大接地荷重の計算結果はその影響を受けずに減少するものと考えられる。これは、振動ローラの締固め効果は計算上の起振力のみでは表せない可能性があることを示している。また、インパクトスペーシングを27 mmとした場合の走行速度も振動数が増加するほど高くなっており、これは振動数が高いほど施工効率が高くなることを示している。

以上より、表-1に示した振動ローラをベースに機械質量一定のまま振動数がより低い機械を開発する場合、振動輪振幅および最大接地荷重が増加するため締固め効果の増加が期待できる。しかしながら振動数は共振振動数に近づくことにもなる。通常、共振は機械の安定性や耐久性などに悪影響を及ぼすため、機械の定格振動数は共振振動数を避け、共振振動数の約3倍以上を目安に設計するのが安全とされている¹⁵⁾。そのため、振動数が

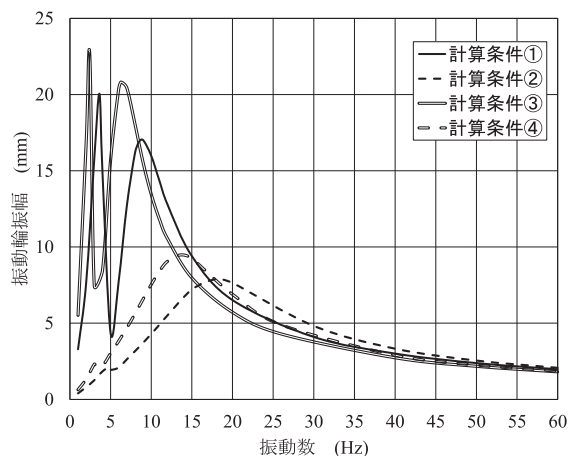


図-14 振動輪振幅 (計算結果・ジャンプなし)

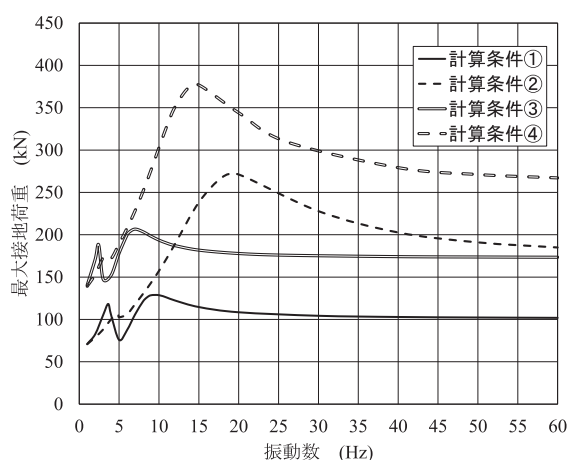


図-15 最大接地荷重 (計算結果・ジャンプなし)

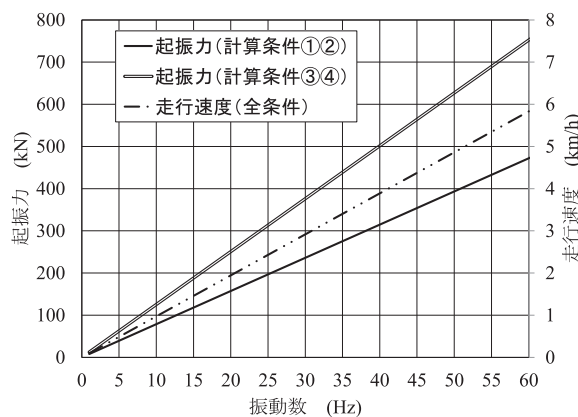


図-16 起振力、走行速度

より低い機械を開発する場合は機械の安定性や乗り心地、各部の耐久性などに注意が必要である。また、インパクトスペーシングを一定とした場合、走行速度は遅くなるため、施工効率の低下にも注意が必要である。さらに M と f の積が一定としているため、振動数を低くすると M を大きくする必要があるが、 M を大きくすることで起振体がローラ内部に格納不可能にならないよう注意が必要である。

表-4 起振力, 走行速度, 振幅, 接地荷重
(振動ローラ A をベースに調整した場合)

	振動数低	ベース機械	振動数高
振動数 (Hz)	20	30	40
起振力 (kN)	157	236	315
走行速度 (km/h)	1.9	2.9	3.9
振動輪振幅 (mm)	8.8	5.0	3.4
最大接地荷重 (kN)	247	206	187

表-5 開発時の留意点

	機械質量一定のまま 低い振動数の機械 (約 30 Hz 以下)	機械質量一定のまま 高い振動数の機械 (約 30 Hz 以上)
期待される メリット	・振動輪振幅および 最大接地荷重が増 加するため締固め 効果の増加	・走行速度が早くな るため, 施工効率 の増加
開発時に注意 すべき点	・共振領域に近づく ため, 機械の安定 性や耐久性など ・走行速度が遅くな るため, 施工効率 の低下 ・ M を大きくする ため, 起振体の大 きさ (ローラ内部 に格納可能か)	・振動輪振幅および 最大接地荷重が減 少するため締固め 効果の減少 ・振動数が高くなる ため, 回転部の潤 滑や発熱

逆に機械質量一定のまま振動数がより高い機械を開発する場合, 走行速度が速くなるため施工効率の増加が期待できるが, 振動輪振幅および最大接地荷重が減少するため締固め効果の減少に注意が必要である。また, 振動数が高くなり, かつ起振力(遠心力)も増大するため, 軸受部の強度, 潤滑, 発熱にも注意が必要である。

参考に, 表-1 の振動ローラ A (振動数 30 Hz) をベースに, 振動数を 20 Hz, 40 Hz に調整した場合の, 起振力, 走行速度, 振動輪振幅, 最大接地荷重を図-12 ~ 14 より読み取った値を表-4 に, 上記の開発上留意点をまとめたものを, 表-5 に示す。

5. まとめ

土工用振動ローラ機械質量とその他の仕様との関係を調査し, 機械質量を選択することだけで他の重要な仕様が一意的に決定できるかどうか調査した。またその各仕様と機械質量との関係の理由を考察するとともに, 従来の仕様から逸脱した画期的な新製品が開発可能かどうか併せて検討した。その結果, 振動力自動調整可能な機種, 機械質量約 25000 kg 以上の機種, 締固め幅約 2.5 m 以上の機種を除いた土工用振動ローラにおいて以下の点が

判明した。

- (1) 現在施工現場で使用されている土工用振動ローラにおいて, どのメーカー, どの販売年(1986 年以降)の機械であっても, 機械質量が決定されれば締固め幅, 振動数, エンジン出力, 起振力の値を概ね推定することが可能である。従って機械クラスを選定する場合に, 機械質量にて「〇〇 ton 級」と選定することは現実的である。
- (2) 締固め幅, 振動数, エンジン出力, 起振力が機械質量と相関があることの理由は, 運送上の問題, 過去の研究によるインパクトスペーシングと走行速度の最適値, 実績などによる経験則などであると考えられる。
- (3) M (起振体質量と偏心量の積)と振動数 f の積が一定となるよう M を調整しながら f を変化させれば, 従来の仕様を逸脱した「機械質量が同一で従来機と異なる起振力を持つ機械」を開発することは可能である。ただし, 開発時には表-5 に示す点に注意が必要である。

土工用振動ローラの仕様は過去約 30 年, 世界の主要メーカー間で横並びであるということが今回の調査で判明した。今後従来の常識を覆す画期的な機械が開発されることを期待すると共に, 本研究がその一助となれば幸いである。また, 機械質量が約 25000 kg を超える機械は, 最近数社から開発された機械であり, 図-2 ~ 5 から他の機種と仕様の傾向が異なっている機種であることがわかる。本研究ではこれらの機種について未だ販売台数が少ないことなどから検討を行わなかったが, 今後これらの機種の特徴と普及台数, および締固め効果などについて調査・検討を続けていきたい。さらに, 本研究では土工用振動ローラを対象としたが, 今後舗装用振動ローラや振動コンパクタでも同様の調査・検討を行いたい。

参考文献

- 1) 酒井重工業株式会社: 製品カタログ, 2015.
- 2) BOMAG GmbH: 製品カタログ, 2015.
- 3) Dynapac Compaction Equipment AB: 製品カタログ, 2015.
- 4) Caterpillar Inc.: 製品カタログ, 2015.
- 5) HAMM AG: 製品カタログ, 2015.
- 6) VOLVO CE: 製品カタログ, 2015.
- 7) 日本建設機械化協会: 日本建設機械要覧 1986.
- 8) 日本建設機械化協会: 日本建設機械要覧 1998.
- 9) 日本建設機械化協会: 日本建設機械要覧 2004.
- 10) テラメカニクス研究会ローラ設計指針作成委員会編: 転圧ローラ工学, p.120, pp.59-61, テラメカニクス研究会, 1999
- 11) 高野漢: 舗装機械の使い方, pp.94-95, 建設図書, 1975.
- 12) 森口繁一: 初等力学, p.216, 培風館, 1959.
- 13) 藤山哲雄, 建山和由: 振動ローラの加速度応答を利用した転圧地盤の剛性評価手法, 土木学会論文集, No.652/III-51, pp.115-123, 2000.
- 14) 小堀与一訳: 機械振動入門, pp.57-72, 117-121, 丸善, 1962.
- 15) 澤潟作雄: 機械基礎の設計と据付, pp.108-113, 丸善, 1968.

(2016. 8. 8 受付, 2016. 10. 28 採用決定)

STUDY ON MACHINE SPECIFICATION OF VIBRATORY ROLLER

Takeshi HASHIMOTO¹, Hiroki KAJITA², Kenichi FUJINO³
and Kazuyoshi TATEYAMA⁴

¹ Senior Researcher, Advanced Technology Research Team, Public Works Research Institute

² Chief Researcher, Advanced Technology Research Team, Public Works Research Institute

³ Team Leader, Advanced Technology Research Team, Public Works Research Institute

⁴ Professor, College of Science and Engineering, Ritsumeikan University

Vibratory rollers used in large scale earth work such as fill dam, road, railroad and airport have high ability in soil compaction. The important machine specifications of vibratory roller which determine the effect in soil compaction are machine mass, roller width, frequency of vibration, engine power, etc. The relations between machine mass and other specifications were investigated through data sheets from machine manufactures in the world. And it was investigated whether it could determine other important specifications uniquely only to choose machine mass. As a result of the investigation, it was made clear that the other specifications were almost estimated from the machine mass of any machines manufactured in any manufacture. The reason of those relations was considered and the possibility of the epoch-making new machine which deviated from conventional specifications was discussed.



防災・災害把握へのドローンの利用

伊 東 明 彦

ドローンの登場は、「空の産業革命」と言われ注目を浴びている。近年、経済界のニュースでは毎日のようにドローンの話題が提供され、多くの分野でドローンの導入が検討され始めている。国内の技術系の展示会では、ドローンの新機種が紹介され、2016年10月19日・20日に開催された危機管理産業展においても、ドローンが集中展示された。近年、多発する災害においても、ドローンの活躍が紹介され、撮影された映像が公開されつつある。ドローンは、災害時における有力なツールであることが実証されつつあり、更なる利用範囲の拡大が期待されている。本稿では、実災害におけるドローンの利用実績を紹介するとともに、防災・災害把握へのドローンの利用可能性・技術課題・技術開発に向けたロードマップを紹介する。

キーワード：ドローン、防災・災害把握、リモートセンシング、小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会、D-NET、D-NET2

1. はじめに

近年、毎年のように大規模災害が発生しており、その度にドローンの活躍が紹介されている。複数の学会で構成されている地球惑星科学連合では、毎年のように大規模災害の特別セッションが企画され、ドローンの活用事例が多く紹介されている。ドローンの種類は、固定翼、マルチロータ型など多岐にわたり、用途毎に新たな機種が開発されつつある。本稿では、実災害におけるドローンの利用実績を紹介するとともに、防災・災害把握へのドローンの利用可能性・技術課題・技術開発に向けたロードマップを紹介する。



写真—1 (株)エア・フォート・サービスの機体

2. 近年における災害把握への利用事例

近年の大規模災害におけるドローンの利用事例を紹介する。

(1) 東日本大震災における福島第一原発事故の状況把握

2011年の東日本大震災は、近年で最も大規模な災害であり、国内の大規模災害においてドローンが利用され始めた最初の事例とも言える。福島第一原発事故の直後、事故現場に近づくことができない状況下で、(株)エア・フォート・サービス¹⁾(新潟県妙高市)の固定翼の機体(写真—1)が3月20日と24日に事故現

場周辺を撮影した。エア・フォート・サービスの機体は、飛行時間が4.5時間であり、飛行距離は500 kmまで及ぶ。往復の飛行で計算すると、250 km離れた場所から、目的地まで飛行し、災害エリアの状況を撮影することができる性能である。新潟市と東京が直線距離で、大よそ250 kmであることから、東京で直下型地震が発生しインフラがダウンしたとしても、新潟市からその災害の状況を把握できる計算である。機体が固定翼のため滑走路が必要、飛行高度が150 mを超えるため事前の飛行申請が必要、飛行ルートを空港事務所と調整する必要がある等の課題はあるが、災害時の状況把握のための強力なツールであることには間違いがない。

(2) 御嶽山の火山災害

2014年9月27日に発生した御嶽山噴火では、9月29日に既設砂防堰堤の状況確認や立入規制区域を含めた調査に利用された²⁾。調査は国際航業(株)が実施し、機体は(株)エンルートの機体が利用された。この体制は、その後の御嶽山の継続的な調査にも、採用されている。また、北海道大学理学研究院、東京大学理学系研究科、東京工業大学火山流体研究センター、富士山科学研究所、産業技術総合研究所等は、科学研究費補助金(特別研究促進費)の「2014年御嶽山火山噴火に関する総合調査」において、ドローンを利用し、火山ガス観測、赤外映像観測、噴煙中微粒子の採用に取り組んでいる³⁾。御嶽山の火山災害では、58人が犠牲となり未だ5人が見つかっていないため、不明者の家族からの依頼により、サイトテック(株)が立ち入り禁止エリアの空撮も実施している。御嶽山の火山噴火は、ドローンが降灰範囲の把握、火山ガス調査、搜索といった幅広い用途で利用された事例と言える。

(3) 西之島の噴火

2013年11月から噴火が始まった西之島では、新島の出現が確認されて以降、噴火と溶岩の流出が継続していたことから、上空からの観測に頼らざるをえない状況が続いた。国土地理院では、定期的に測量用航空機である「くにかぜⅢ」やドローンを利用し、面積・標高・新たに噴出した溶岩堆積を計測している^{4), 5)}。ドローンは、前述した(株)エア・フォート・サービスの固定翼の機体が採用された。固定翼の機体は、離着陸に滑走路が必要といった制約があるため、西之島から130km離れている小笠原村父島のヘリポートが利用された。撮影された画像からは、オルソモザイク画像、標高データ、地形判読図、立体図(図-1)が作成されており、時系列的な変化把握に利用されている。国土地理院の取組みは、既存の測量用航空機とドローンが併用された事例として貴重であり、有用な成果と考えている。

また、NHKでは「日本列島誕生～大絶景に超低空

で肉薄～」と「NHKスペシャル 新島誕生 西之島～大地創生の謎に迫る～」の番組制作の一環で、ヤマハ発動機(株)の産業用無人ヘリコプター(RMAX G1)と(株)エンルートのマルチロータ型ヘリコプターが、新島の溶岩採取や生態系の把握に利用された。

(4) 平成27年9月関東・東北豪雨

2015年9月9日から11日にかけて発生した豪雨災害であり、関東では10日に鬼怒川が決壊し、茨城県常総市周辺では多くの地域で浸水被害が発生した。ドローンの利用は、国土地理院が、鬼怒川が決壊した同日の9月10日の夕方から撮影を始めており、貴重な映像を残している⁶⁾。航空機による撮影が9月11日から開始されていることから、ドローンの特長である機敏性が活かされた事例と言える。撮影された映像は、国土地理院がYouTubeで積極的に公開している(図-2)。また、その後の鬼怒川での水害を想定した防災訓練では、ドローンが利用され、行政・消防・警察・国土地理院の職員が待機する対策本部に、飛行中のドローンの映像がWeb会議システムの画面で出力された。ドローンの映像は、河川の様子や水位を撮影し、対策立案の効用が検証されている。



図-2 平成27年9月関東・東北豪雨におけるYouTubeでの公開映像



図-1 西之島のドローンを利用した立体図

(5) 平成28年熊本地震

2016年4月14日と16日に発生した震度7クラスの地震であり、比較的、倒壊家屋が多い災害となった。ドローンの撮影は16日から開始されており、土砂災害の状況把握を目的に撮影されている。また、ドローンの撮影画像からは亀裂も多く確認され、亀裂分布図も作成されている(図-3)⁷⁾。また、平成28年熊本



図一3 平成28年熊本地震のドローン利用事例（対象地域：南阿蘇村）⁷⁾（左：断層を撮影した動画の静止画，右：動画から判読した亀裂）

地震では、熊本城の石垣崩落も確認され、復旧支援を目的に5月12日に撮影されている。これらの映像は、(4)と同様にYouTubeで公開されている。平成28年熊本地震は、前述したように家屋の倒壊が多かったため、復旧過程の瓦礫のボリューム把握や、通信事業者によるインフラ復興にドローンが利用された。

3. 利活用と技術開発のロードマップ

ドローンは、新たな産業・サービスの創出や国民生活の利便・質の向上に資することが期待されるが、一方で内閣総理大臣官邸屋上にドローンが発見された事実に見られるように、国民の安全に影響を与えることも考えられる。このような状況下、「第2回未来投資に向けた官民対話」において、「早ければ3年以内に、ドローンを使った荷物配送を可能とすることを目標

す」こと、また「利用者と関係府省庁等が制度の具体的な在り方を協議する『官民協議会』を立ち上げること」が指示された。これを受け、小型無人機の更なる安全確保に向けた制度設計の方向性、利用促進、技術開発等の諸課題について、利用者と関係府省庁等が一体となって協議する「小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会」（以下、官民協議会という）が立ち上がっている。本項では、官民協議会で提示されている内容を紹介すると共に、技術面での諸課題を紹介する。

(1) 飛行レベルについて

官民協議会では、ドローンの飛行形態を目視内／外、有人／無人地帯などの4段階に分け、それぞれのレベルに応じて求められる技術課題や環境整備を整理している（図一4）⁸⁾。レベル1は「目視内（操縦飛行）」

	現在～	2017年～	2018年頃～	2020年代頃～
利活用	災害現場の情報収集（空撮・計測等）	災害現場における捜索・救助支援・複数機連携	発災直後（有人・過酷環境下）の多数機出動	
耐環境性	災害現場の過酷環境（風雨、降雪、温度、夜間、高度等）への耐性向上	劣悪環境条件下での実証・評価	継続的技術開発による更なる性能向上	
技術開発				
運航管理 衝突回避	災害時の運航情報の共有や管理による衝突回避	運航管理の更なる技術開発、有人機や他の無人機との衝突回避に係る技術開発・実証・評価		
採用性 整備性	短時間・少人数運用技術の研究開発	継続的技術開発による更なる性能向上		
情報収集	災害現場の効率的な情報取得技術の開発・実証			
環境整備				
運用 ルール	災害時利活用と運用ルール検討			災害時の実運用
性能評価 基準	評価項目の検討	順次、各用途について策定		検証

図一4 災害対応分野におけるロードマップ⁸⁾

であり、マニュアル操作を前提とした目視内飛行である。レベル2は「目視内」の運用であり、自律制御による運用が含まれる。現在、レベル1は達成されており、レベル2の段階の位置付けとなっている。レベル3は「目視外・無人地帯」であり、風雨等の環境変化への耐性の飛躍的向上や、他の飛行体（有人機・無人機）や障害物との衝突を回避する機能、目視外飛行における離着陸時の安全確保が求められる。レベル3は2018年頃からの開始が求められている。レベル4は「目視外・有人地帯」であり、運航管理システムや諸突回避等の技術によって他の有人機・無人機等を避けながら飛行するなど有人地帯を目視外飛行するのに十分な性能を備えた状態の飛行を示す。レベル4は2020年代以降からの実現が期待されている。

(2) 利用形態に応じた災害時の利用

飛行レベル2における災害時の対応としては、災害時の情報収集としての空撮や計測の利用が期待される。目視内飛行が前提となるため、操縦者が待機している基地局から、機体の状態が確認できる範囲での運用となり、災害時の斜面崩壊の状態確認や倒壊家屋の調査といった平成28年熊本災害での利用事例が典型的な事例となる。飛行レベル3における災害時の対応としては、無人地帯に近い環境下における災害現場の搜索・救助支援が挙げられる。飛行レベル4における災害時の対応は、発災直後における有人・過酷環境下における飛行であり、多数機の出動を想定している。このように、災害時におけるドローンの利用方法は、技術開発の進展によって拡大されていくことが期待される。

(3) 利用形態に応じた技術開発

利用形態に応じた技術開発の必要性については、耐環境性、運航管理・衝突回避、操用性・整備性、情報収集の4つに分けて整理されている。耐環境性については、災害現場の過酷環境（風雨、降雪、温度、夜間、高度等）への耐性向上が挙げられている。降雨、降雪への対応については、現在、複数の機体メーカーが防水性能を高めた機体の販売を始めていることから、解決できる見込みがある。また、温度については、飛行時間に影響するバッテリーが、気温が低いと性能が低下するため、改良が必要である。運航管理・衝突回避は、レベル2の期間においては、有人機と無人機との情報共有による衝突回避や運航情報の共有システムの技術開発が求められ、官民協議会で検討が始まっている。また、レベル3以降では、他のドローンや有人

機、地形や構造物、悪天候等を検知し回避するDAA機能（Detect and Avoid）の強化や運航管理システムの導入・高度化が求められる。運航管理システムとは、ドローンの機体や操縦者等の登録・管理に加えて、空域や電波の共用を効率的に行うための地上支援システムである。運航管理システムでは、ドローンの飛行計画やリアルタイムの飛行データをもとに空域や飛行経路を割り当てて安全間隔を確保することが期待される。操用性・整備性では、現在、採用されているドローンのガイドラインでは、2～3名による運用体制が推奨されているが、短時間・少人数運用技術に必要な技術開発が求められる。また、情報収集では、災害現場の効率的な情報取得技術の開発や実証が求められ、ドローンにより収集されるデータを地上側で即座、もしくはリアルタイムに確認できる技術開発が求められている。

ドローンに係る技術開発については、機体側の開発だけに留まらず、撮影した画像・映像に対して目的とする情報を高速かつ高精度に抽出する処理技術の開発、救助に必要なアプリケーション側の技術開発も必要である。

(4) 利用形態に応じた環境整備

環境整備については、運用ルールと性能評価基準の整備が必要とされている。運用ルールについては、近年の大災害において積極的にドローンが利用され始めており、多くの用途で利用できることが分かってきたことから、これらの実績・経験をもとに災害時におけるドローン活用のルールを策定する必要がある。性能評価基準は、分野毎の性能を評価するための基準である。災害時に性能を満たしていないドローンが運用された場合、2次災害が発生する可能性があり、性能の見える化が求められている。

4. 災害時における改正航空法における対処

2015年12月10日の航空法の改正（以降、改正航空法と言う）後、改正航空法の申請が必要な空域や飛行方法を行う場合、事前の許可が必要となる。飛行許可申請の調整には、相応の日数を要するため、災害時の飛行は特例扱いとなる。国、地方公共団体又はこれらの依頼を受けた事業者は、事故・災害に際し、搜索、救助のためにドローンを飛行させる場合、航空法第132条（飛行の禁止空域）及び第132条の2（飛行の方法）の規定が適用されない。この特例は、搜索、救助だけでなく、災害時における被害状況調査も該当と

なる。一方、上記の特例が適用された場合であっても、航空機の航行の安全や地上の人等の安全が損なわれないう、必要な安全確保を自主的に行う必要がある。国土交通省では、安全確保のための運用ガイドラインを定めていることから、この運用ガイドラインを参照しつつ、必要な安全確保を行う必要がある⁹⁾。

5. 災害協定について

災害時におけるドローンの有効性が実証される度に、多くの地方自治体が災害時のドローン利用について災害協定を締結しつつある。私が所属している（一社）ミニサーベイヤークンソーシアムも、会津若松市と災害協定を締結している。災害協定している事業者は、前述した改正航空法の特例に従い、災害時に円滑にドローンを利用した捜索・救助・調査が可能となる。国土交通省においても、中国地方、四国地方、九州地方では、地方局ごとに災害協定を締結しており、ドローンの活躍が期待されている。

6. D-NET と D-NET2

地震などの大規模災害が発生すると、全国から多数のヘリコプターが被災地に集結し、情報収集、救急・救助、人員・物資輸送などの救援活動を行う。そこで、宇宙航空研究開発機構（以降、JAXA という）は、データ通信や情報処理技術等を活用して、各機体の機能や性能に適した任務を迅速に割り当てることによって、航空機による救援活動をより効率的かつ安全に実施す

るための「災害救援航空機情報共有ネットワーク」（以降、D-NET という）を開発した（図—5）。D-NET は、全国から被災地に集結する航空機に対して、最適なルートを設定したり、被災地内で活動する航空機に関しては、離着陸や給油の順番待ちなどの無駄時間の最小化、空中衝突の危険性を低減させる最適運航管理を行う機能を有している。D-NET は、平成 28 年熊本地震においても活用され、救援活動を支援した。

現在は、ヘリコプター等の航空機、ドローン、人工衛星の統合的な運用による災害情報の収集・共有化及び災害救援航空機による効率的かつ安全な救援活動を支援する「災害救援航空機統合運用システム（以降、D-NET2 という）」の開発が進められ、将来起こりうる大規模災害に向けて、機能強化が図られている。

7. おわりに

本稿で説明したように、実災害時においてドローンの有効性が示されつつあると共に、技術課題と取り組むべきロードマップが示されている。大規模災害が発生した際、捜索・救助・調査の分野で、我々は空を有効活用するドローンという新たな手段を手に入れつつある。ドローンのメーカーが急増していることは言うまでもないが、ドローンを利用したサービス事業者や操縦者も急増しており、ドローンに関するコミュニティは地域の協議会も含めると 100 を超えると言われている。ドローンを社会実装していくためには、技術開発の必要性は言うまでもないが、利用者もリテラシーの向上が求められており、業界全体として成長・



図—5 災害救援航空機情報共有ネットワーク（D-NET）の概要

成熟していく必要がある。ドローン産業の成長が、防災・災害時への対応力向上に繋がることを願う。

J C M A

《参考文献》

- 1) ㈱エアフォートサービス
<http://www.yamazaki-k.co.jp/airphoto/concept.html>
- 2) 国土交通省中部地方整備局 御嶽山噴火対応状況（第7報）
- 3) ㈱アミューズワンセルフ マルチコプター型無人機を利用した御嶽山の噴煙観測
<http://amuse-oneself.com/interview/vol05>
- 4) 国土地理院 西之島に関する最新の計測結果（平成28年3月現在）を公開
<http://www.gsi.go.jp/kanri/kanri60007.html>
- 5) 無人航空機による西之島空中写真の撮影とその分析：飛田幹男，神谷泉，岩崎純子，中埜貴元，国土地理院時報125，pp145-154，2014年
- 6) 国土地理院 平成27年9月関東・東北豪雨の情報

- <http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27.taihuu18gou.html>
- 7) 国土地理院 平成28年熊本地震に関する情報
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27-kumamoto-earthquake-index.html#aa>
 - 8) 小型無人機に関する関係府省庁連絡会議
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kogatamujinki/>
 - 9) 無人航空機の飛行ルール 搜索又は救助のための特例
http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html

【筆者紹介】

伊東 明彦（いとう あきひこ）
（一社）ミニサーベイヤーコンソーシアム
理事
宇宙技術開発㈱
営業本部企画営業部
リーダー



ずいそう

リオオリンピック 家族応援記

佐藤 康 博



リオオリンピックに、長女が出場いたしました。応援状況やリオの街などをご披露させていただきます。

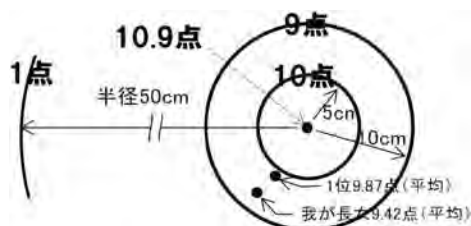
【出場した種目は】

25 m ピistolと 10 m エアピistolです。

【25 m ピistolとは】

25 m 先の標的に 60 発の実弾を発射してその成績を競う競技です。標的は 1 点から 10.9 点まで設定されています。

1 点以上は中心から直径 1 m 以内ですが、世界レベルでは中心から直径 10 センチ近傍 (10 点付近) に 60 発のほとんどを集めなければなりません。



標的と点数

実に角度で 0.23 度の中に納めなくてはならない競技です (ゴルフの 50 cm パットは 12 度もあります)。

【準備万端】

出場枠獲得はオリンピック出場の最後の機会と言われていた、今年 1 月のインド・ニューデリーで開催されたアジア予選でした。ここで 4 位となり国別出場枠を確保しました。決まりましたのは奇しくも私の還暦の誕生日。嬉しいプレゼントとなりました。

次の日から我が家の応援準備が始まりました。

①応援グッズ

(その 1)

やはり扇子でしょう！ 左 2 つは自家製、右はお友達からのご提供。



②応援グッズ (その 2)

テレビ番組ではありませんが、お祭りはやはりはっぴ！ 作りました。それと国旗は友人から。(後方掲示パネル隣が練習中の長女)



③応援グッズ (その 3)

私の悪友からの還暦 T シャツ。



他にも家族用似顔絵入り T シャツや日の丸付カチューシャなど多数!!

④旅行準備

マスコミや大使館 HP から注意喚起が発信されましたので旅行会社に一式発注しました。家族 4 人でちょっとした新車買えるほどかかりました。

⑤言葉は

ポルトガル語はあきらめました。通訳を初日と市内観光の日につけました (ボランティアの方々はあまり英語は話せませんでしたが、英語を話せる人を探してくれました。東京ではボランティアで恩返しをしようかと思いましたが、現在の東京の報道ではずいぶん厳しい条件のようで再考中です)。

【旅程】

リオまでの直行便はなく、成田→ニューヨークまで12時間、ニューヨークで乗り換え3.5時間、ニューヨーク→リオまで10時間。合計約26時間。成田を8月6日18時に離日し、日付変更線の関係で8月7日の朝9時にリオにやっとたどり着きました。

【会場】

開会式等の会場の「マラカナ地区」、ビーチバレー等の「コパカバーナ地区」、テニス・ゴルフ他の会場の「パツハ地区」、そして射撃やサッカー会場の「デオドロ地区」の4か所。それぞれ電車等で約1～2時間かかりますが、私たちの宿泊地コパカバーナから射撃会場まではあまり近寄ってはいけない地区を通過するため緊張しました。カメラも携帯も出してはいけないと言われていたため、車内の写真は全く撮影できませんでした（残念！）。



【食事など】

日本のマスコミ報道で不安を感じましたので、外食は諦め、カップラーメンをたくさん持参。

しかしコパカバーナのホテル周辺は大変賑やかで、シュラスコなど外食を毎晩楽しむことができました。もちろんコルコバードの丘などへも。

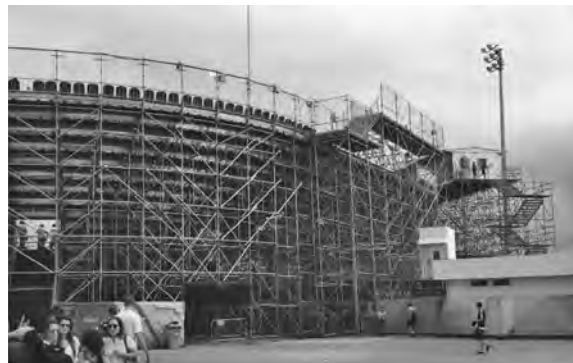


食事中、日系の通訳さんが「ブラジルは一部治安のよくないところがありますが酔いつぶれている人は見

ません」と話してました（毎晩痛飲してやっと家にたどり着く機会の多い筆者、猛反省!!）。

【驚いたこと】

テニスのセンターコートは本設でしたが、No1, No2 コートの観客席が仮設だったことと、ホテルでトイレトペーパーは流さないように注意されたこと（水に溶けないので詰まるとか）。



【成績は】

最後になりましたが、娘の成績です。

25mピストルは予選（決勝進出者8名を選ぶ）で34位となり残念ながら決勝進出はなりませんでした。

予選1位は592点（1発あたり9.87点）。

長女は565点（9.42点/発）で、先に示しました「標的と点数」の図を見ていただければ、僅差の戦いであることはご理解いただけたと思います。

10mエアピストルもほぼ同様の結果でした。

【最後に】

家族がオリンピックに出場するという栄誉を得ることができ、長女には感謝しています。またいろいろ心配されましたがオリンピック・パラリンピックが良好に終了したのは、ブラジル人の努力の結果と敬意を表します。

東京も無事開催できることを祈念しましてご報告を結びます。



ずいそう

「目に眼鏡を合わせる」技術を

荻野 弘



「人生で必要なことはすべて落語で学んだ」という土門冬二氏の単行本の中に、飛騨の名工左甚五郎の話が出てくる。無一文の甚五郎が江戸の大工の棟梁政五郎に世話になっているとき、弟子の嘲笑の中、一日中カンナの刃を研ぎ、翌日板二枚を削りピタリと合わせて「誰か、剥がしてみろ」と言ったところ、誰も剥がすことができなかった。甚五郎の「うでと道具が仕事をした」と言うことである。私事ですが私の父は誰よりも早く現場に出かけ仕事の段取りと道具の手入れをしていた。その父が「道具が仕事をする。仕事に必要な道具は必ず手に入れ、道具を大切にしろ。」と口癖のように子供の私に言い聞かせた。

調査研究を主な仕事とし失敗を繰り返していた頃、「道具が仕事をする」と言う父の言葉を思い出し何とか工夫して乗り切った。

今から40年近く前のことである。16mmパルスカメラを利用して交通現象や交通事故の研究をしていたとき、高所とか離れた地点での同時撮影が必要となり、ヘリウムガスを充填した飛行船の開発による高所撮影や、ラジオの音声による同時刻性の確保などを行ってきた。ラジオの音声による時刻の同時性が必要になったのは、当時の時計に使われていた水晶発振器の回路では低温時に機能を発揮できず時計が遅れることが分かったからである。

やはり40年近く前のことである。汎用コンピュータによる統計解析を当時16bitで128kbitのメモリーのFACOM230-25で行っていた。CPUが遅いこととメモリーが少ないことで問題解決のためにプログラムも開発し、ページングやロールインロールアウト機能を駆使して徹夜で必要とする計算を行っていた。高性能のパソコンが普及し、しかも汎用性の高い統計パッケージで計算できる現在では考えられないような時代であった。

われわれが普通に使う汎用性の高い統計パッケージなどでも様々な制約があるが、ついつい制約の中で問題の結論を得るような計算を行ってはいないだろうか、と自問している。

若い頃A4に縮小した資料を年配の教授にお渡ししたところ、眼鏡をはずして資料を読んでおられるのを見て、縮小せずにお渡しするようにした。遠近両用眼鏡を必要とする年齢に達し、失礼なことをしてしまったと悔やんでいる。

関連したことで恩師がドイツに留学されたときの話を思い出した。恩師がマイスターの店で眼鏡をつくられたが、眼鏡が目にならなかったため修正を依頼したとこ

ろ「俺の技術は一流だ。お前の目にはこれが一番良い。」と譲らなかった。そこで恩師はマイスターに「私は目を眼鏡に合わしたいのではなく、目に眼鏡を合わせたいのだ。」と説明したところ修正に応じてくれたという。

現在話題となっている豊洲新市場の地下空間に「捨てコン」が打ってあるという報道がある。学生とき「設計製図」の授業で基礎工事のトレースをしたことがある。地盤を突き固めた後にグリ石を並べ、その上に碎石を敷き詰めたのち、貧配合の捨てコンを3~5cm程度打つというものである。図面をトレースしながら子供の頃に建築現場の基礎工事を手伝っていたことを思い出した。まさに図面のとおり施工していたのである。図面を書きながら捨てコンの意味は型枠の設置や基礎工のための墨打ちが楽だからと思っていた。大学でのコンクリートの講義で水セメント比がコンクリートの強度に影響することを学び、碎石の上に基礎工としての富配合のコンクリートを直接打つと碎石との接触部分の生コンクリートの水分が失われ、有効厚さが減ることでコンクリートの強度が落ちることを知った。ものづくりにおける「実践と理論」の重要性を知ったことでもある。

この経験から「捨て目を利かす」という言葉を思い出した。調べたところ「捨て目を利かす」と言う言葉は存在したが、私は、実際の経験から実感し、自分のことばとして強く認識した。今直接役に立つわけではないが「人のやることを見ること」と私自身理解した。ものづくりの現場でプロがどのように施工「作業」するかをつぶさに観察し、あたかも自分自身が疑似体験したかのような気持ちに浸ることも多かった。駅や道路を白杖で歩いている視覚障がい者や車いす利用者が困難と思われる状況をその人なりに解決されておられる手法を見ることで、段差や情報の不備がどこにあるのかを学ぶことができた。現在も進めているバリアフリーの研究にこの経験が大いに役に立っている。周りの人々の行動を観察することに通ずる「捨て目を利かす」この行動は交通管理者や道路管理者の交通事故防止対策と一緒に進める活動にも大いに役立っていると思う。

飛行船の開発、ラジオ放送による時間の同時性の確保、問題解決の制約を克服するためのソフト開発など、その時々で体験してきた創意工夫の目、また職人などの高度な技能を盗む目など、数十年過ぎた現在でも「目を眼鏡に合わせるのではなく目に眼鏡を合わせる」、「捨て目を利かせる」という姿勢で仕事をしている。

JCMA 報告

平成 28 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績（その 3）

最優秀賞

シャフト式遠隔操縦水中作業機（T-iROBO UW）の開発

大成建設(株)，(株)アクティオ，極東建設(株)

業績内容

a. 業績の行われた背景

国内には多くのダムがあり，建設当時から 50 年以上が経過したダムが増加し，ダムの新規建設に適した地点も少なくなっている。また，自然災害が局地的かつ大規模化する傾向にある。このため，既存ダムの長寿命化，さらに活用するための機能・能力向上や多目的化などを目的に，既存ダムを再開発・リニューアルする需要が増加している。

しかし，ダム湖内で行われる再開発・リニューアル工事は，ダムの機能・稼働を維持した状態での施工が求められるため，ダム湖に貯水された状態での工事となる。そのため，水深の大きい水中作業が多く，さらには施工ヤードが確保できない等さまざまな課題がある。特に，ダムサイトは岩盤であることが多く，水深の大きい水中岩盤掘削を行う場合，これまでは大規模な高橋脚の仮設栈橋を設置して施工ヤードを確保し，仮設栈橋上から全周回転掘削工法やパーカッション工法（ダウンザホールハンマ工法）等の大型機械で施工が行われている。

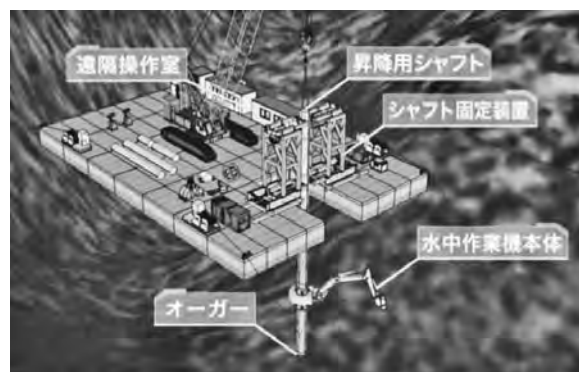
この場合，栈橋の設置には多大な時間と費用を要するとともに，栈橋上からの大型機械施工では水中状況の目視ができない。そのため，栈橋上の機械の位置や鉛直精度のみで管理を行うため，詳細な出来形の確認や施工状況の確認ができず，また，水中の既存構造物近傍の細かい作業ができなかった。特に急峻な地形では鉛直精度の確保が困難であり，工期が長期化する原因であった。

一方，潜水作業を併用して細かい作業や状況の確認等を行う場合もあるが，潜水作業は潜在的に危険度が高く，空気潜水では減圧に長時間を要するため作業時間が短く，また，飽和潜水では大規模な設備に膨大な費用を要する。

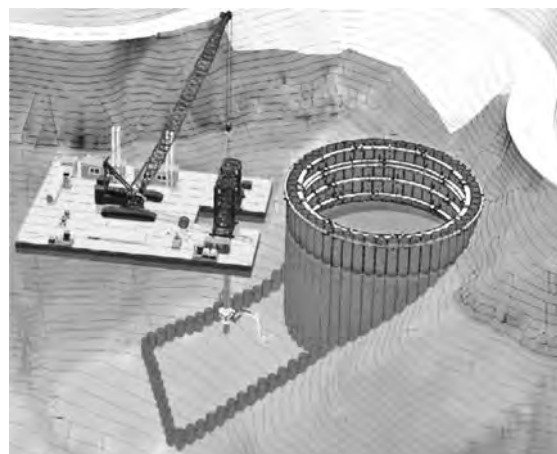
そこで，これらの課題を解決するため，シャフト式遠隔操縦水中作業機「T-iROBO UW」（Taisei intelligent ROBOT Under Water）（図—1，2，表—1 参照）を開発し，京都府宇治市の天ヶ瀬ダム再開発工事に適用した。

b. 業績の詳細な技術的説明

T-iROBO UW は，図—1 に示すように水上の台船と湖底地盤で鉛直に支持されたシャフトに，油圧ショベルタイ



図—1 T-iROBO UW 全体構成

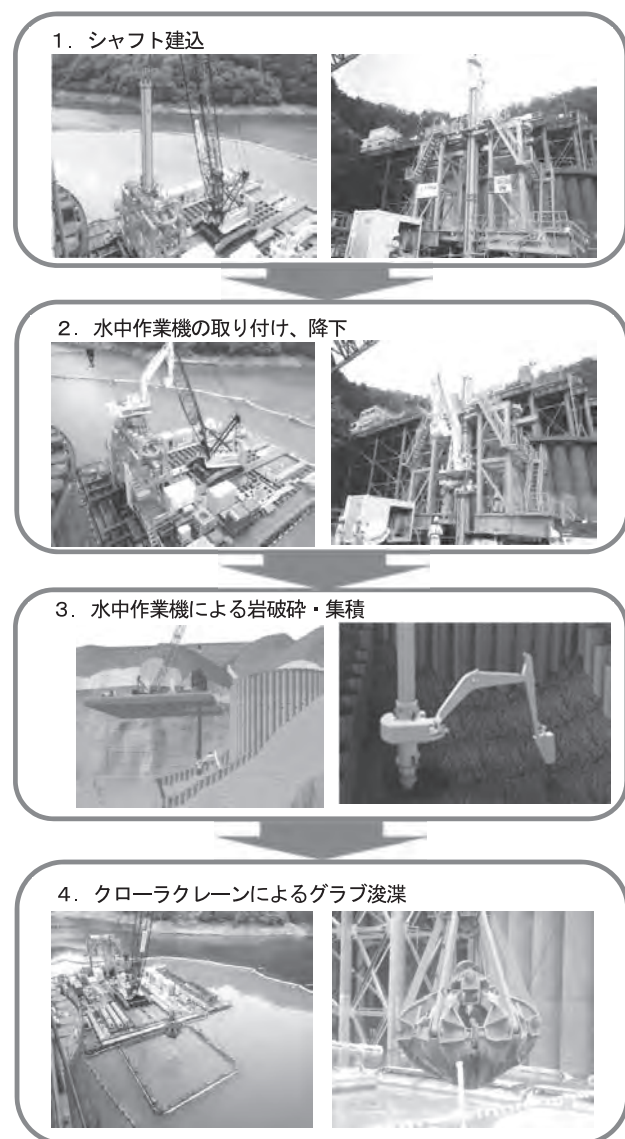


図—2 T-iROBO UW 作業イメージ図

表—1 水中作業機の仕様

許容最大水深	－ 50 m
バケット容量	0.8 m ³
定格出力	掘削用水中モーター 110 kW
	昇降用水中モーター 45 kW
昇降速度	4.2 m/min
旋回角度	300°
動力伝達方式	電動油圧変換方式

プの水中作業機を取り付けたものである。この水中作業機はブレイカー，バケット，サンドポンプ等のさまざまなアタッチメントの取付けが可能で，シャフト沿いに昇降・旋回をしながら，掘削，削岩，集積，ずり処理などの水中作



図—3 T-iROBO UW 施工フロー

業を遠隔で操作できる。T-iROBO UW による施工フローを図—3に示す。

なお、遠隔操作は台船上の操作室にて行い、陸上のバックホウと同じジョイスティック、ペダル等により操作する。運転席前面に水中作業可視化装置として湖底の状況を示す3次元画像、超音波カメラ映像をモニターに表示し、水中マイクによる音声等を確認しながらオペレータが操作を行う。

以下に T-iROBO UW の詳細な技術的特徴を述べる。

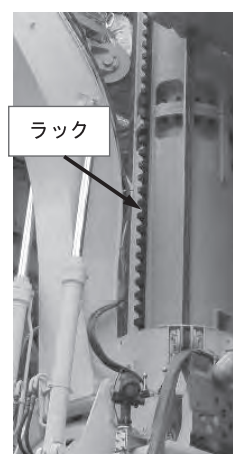
①シャフト式水中作業機の採用

シャフト式水中作業機は、 0.8 m^3 級の油圧ショベルタイプの作業機をシャフトに取り付け、電動油圧変換方式によりシャフトを軸にして昇降でき、また、旋回、削岩、集積等ができる。

また、作業機本体をシャフトに取り付け、シャフトの天端位置・シャフトの傾斜・シャフト上の作業機本体の位置

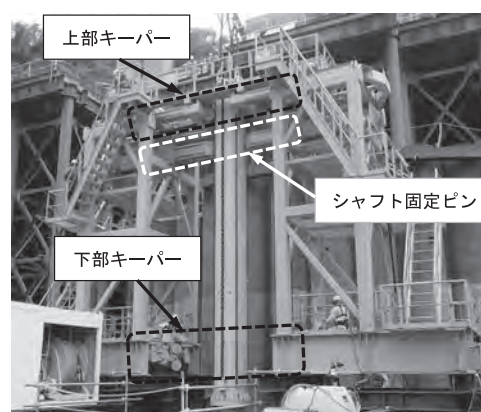
等を測定できるようにした。

シャフトは補強を加えた鋼管（ $\phi 914\text{ mm}$ ）である。標準長さを9mとし、水位に合わせて調整できるように、数種類の長さを用意し、それぞれを接続する組立式とした。また、シャフト外面には水中作業機が昇降できるようにラックを取り付けている（図—4）。さらに、浮力を利用して水中での重量軽減ができるように内部を空洞とした密閉構造にしている。



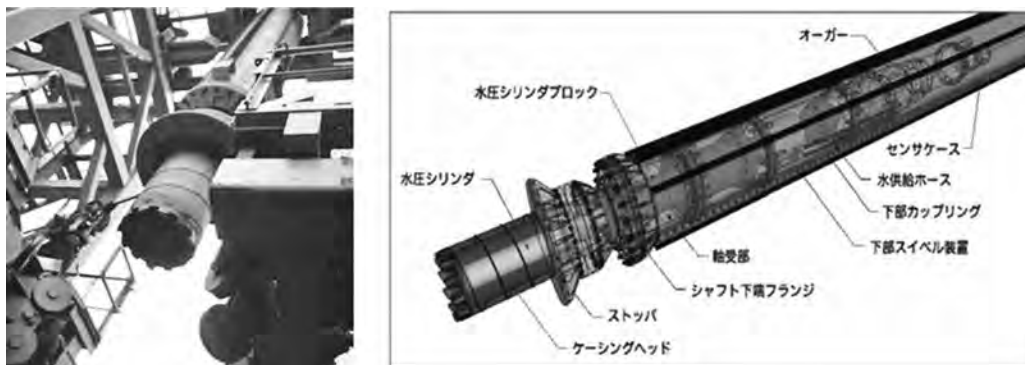
図—4 ラック詳細

シャフト固定装置は、上部キーパー、下部キーパー、およびシャフト固定ピンで構成されており、台船上のクローラークレーンにて吊り込まれたシャフトを固定ピンで保持しながら、順次シャフトの継足しや取外しを行う。上下キーパーはシャフトの振れ止めや水中作業機使用時の固定の役割をし、キーパー部を水中作業機が通過している間も固定できるよう、上下の2箇所を設置されている（図—5）。



図—5 シャフト固定装置全景

水中でシャフトを反力として作業機が稼働するためには、シャフトの先端が地盤に堅固に固定されなければならない。また、ダム周辺地盤は一般に岩盤であるため、確実に岩盤内に埋め込むことが重要である。



図—6 水中オーガーの構造

そこで、本機はシャフト先端に水中オーガーを配備して、オーガー先端1m部分を岩盤に埋め込み、シャフトを地盤に固定できるようにした（図—6）。なお、シャフト先端を埋め込む際、岩塊によるシャフト内閉塞を防止するため、岩塊を外に押し出す水圧シリンダーを搭載した。

②情報化施工装置（水中作業可視化装置および音声受信装置）による遠隔操作の適用

T-iROBO UW による水中掘削作業で最も重要な機能のひとつが情報化施工装置（水中作業可視化装置および音声受信装置）であり、以下の4つの機能を搭載している（図—7～9）。

(1) マルチファンビーム（ソナー）による湖底地形のレベル測深装置及び3次元画像変換システム

マルチファンビーム（ソナー）は扇状の音波を湖底に向けて発信し、湖底で反射した時間から距離を測定するものであり、これを水中作業機本体に取り付けることにより湖底地形のレベルを測深することができる。さらに、この探査により得られた湖底の地形データを、モニター画面上に3次元で画像化するシステムを構築した。モニターには平面、断面及び運転席から見えるような視点の3つの画像を表示できる。

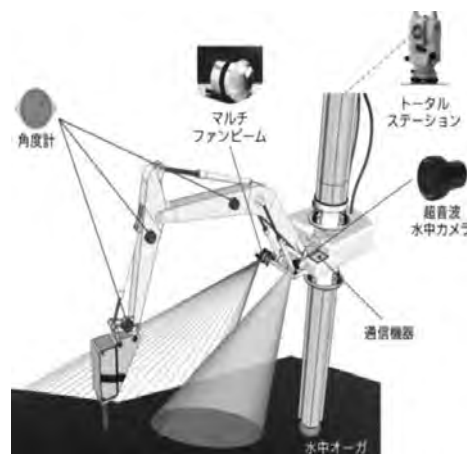
(2) 水中作業機の動きのアニメーション化

水中作業機のアーム、ブーム、バケットの3箇所へ角度計を取り付け、ショベルの動きを把握することができる。この動きを3次元でアニメーション化し、操作に連動して上記の3次元モニター画面に表示するシステムを組み込んだ。

(3) 超音波水中カメラによるリアルタイム映像表示

(1)の湖底地形のレベル測深画像は、探査時点のデータを3次元化しているため、掘削作業をしても画像は変化せず、再度、探査を行うことで画像が変化するものである。そのため、リアルタイムによる湖底地形変化を確認することはできない。

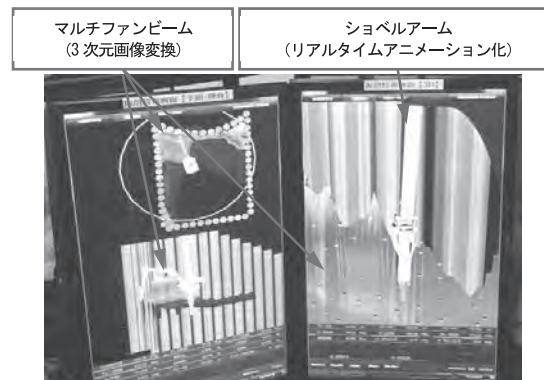
そこで、超音波カメラを水中作業機前方に搭載し、リアルタイムの映像を表示できるようにした。超音波カメラを装備することによって、水深が深く、透明度が低い湖底で、



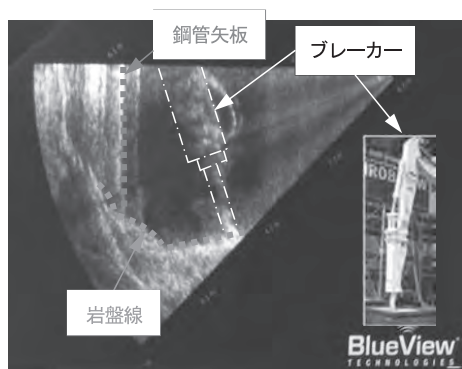
図—7 水中作業可視化装置



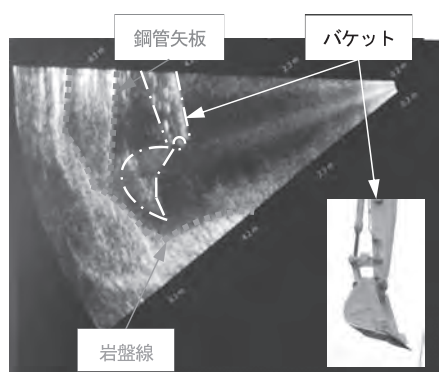
図—8 遠隔操作状況



図—9 マルチファンビーム（3次元画像変換）およびショベルアームアニメーション



図—10 超音波カメラ映像（ブレイカー施工）



図—11 超音波カメラ映像（バケット施工）

掘削による濁度上昇の際にも、湖底状況を把握・確認することができる（図—10, 11）。

なお、超音波カメラは約 10 m の範囲がより鮮明に映し出せるように 2.25 MHz のカメラを選定した。

（4）水中マイクによる音声受信

水中マイクを作業機に搭載し、作業中に発生する音を遠隔操作室で聴こえるようにスピーカーを取り付けた。

③作業機オペレータ

作業機を操作するオペレータは水中作業可視化装置、音声受信装置の搭載により、陸上の機械とほぼ同じ感覚で操作できるため、陸上の一般のバックホウを運転できるオペレータであれば、誰でも操作することができる。

なお、今回の天ヶ瀬ダム再開発工事では 7 名のオペレー

タが操作を行った。

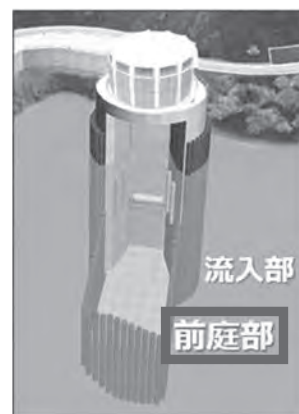
c. 施工実績

平成 27 年 6 月から 11 月にかけて、国土交通省近畿地方整備局発注による「天ヶ瀬ダム再開発トンネル放流設備流入部建設工事」にて T-iROBO UW による施工を行った。本工事は、ダムの放流機能を高めるトンネル式放流設備の流入部を建設するものである。

T-iROBO UW は、このうち前庭部と呼ばれる部分の水中岩盤掘削に適用し、鋼管矢板に囲まれた約 21 m × 18 m の範囲（約 1,300 m³）を最大水深約 40 m 下での施工を行った（図—12～16）。



図—12 天ヶ瀬ダム再開発 位置図



図—13 流入部完成イメージ図



図—14 ブレイカー取付状況



図—15 バケット取付状況



図—16 サンドポンプ取付状況

また、本工事での水中作業機のアタッチメントは、岩破碎、掘削、集積でブレーカー、バケットを、掘削後の鋼管矢板際および床付部の清掃でサンドポンプを使用した。

大成建設(株) 関西支店

中村 泰介

(株)アクティオ 本社技術部

三浦 久

極東建設(株) 本社

末吉 常彦

お断り

このJCMA 報告は、受賞した原文とは一部異なる表現をしています。



JCMA 報告



優秀賞



小型施工機械を用いた砂圧入式静的締固め工法 「SAVE-SP 工法」の開発

(株)不動テトラ

業務内容

a. 業績の行われた背景

地震時における液状化対策の必要性はますます高まり、振動式サンドコンパクションパイル工法（SCP）や非振動式の静的締固め砂杭工法（SAVE コンポーザー）は、地盤中に良く締め固めた砂杭を造成することによって密度増加を図り、確実かつ経済的な液状化対策工法として広く適用されている。しかし、近年では、狭隘地や構造物直下など、より厳しい施工条件においても適用可能な液状化対策工法が求められており、従来の 100 t 超級のクローラタイプの大型施工機械を用いる工法は、これらの条件下の現場では適用できない。小型施工機械を用いる薬液注入系の固化工法の適用も増加しているが、締固め工法に比べてコストが高く、さらなるコスト縮減・効率化が求められている。

SAVE-SP 工法は、これらの背景を踏まえ、狭隘地や既設構造物を対象とした改良に対応できること、かつ従来の締固め工法と同等の効果を発揮できることを目標に開発したものである。

具体的には、流動性を付与し圧送可能にした砂を施工機の小径ロッドを通じて地盤内に圧入する技術により、小型の施工機械の使用を可能とした締固め工法で、これにより確実な液状化対策効果を得られる経済的な工法を社会に提供することを開発の趣旨としている。

b. 業績の詳細な技術的説明

SAVE-SP 工法は、ポンプで圧送可能にした砂を、小型施工機のロッドを通して地盤内に圧入することによって緩

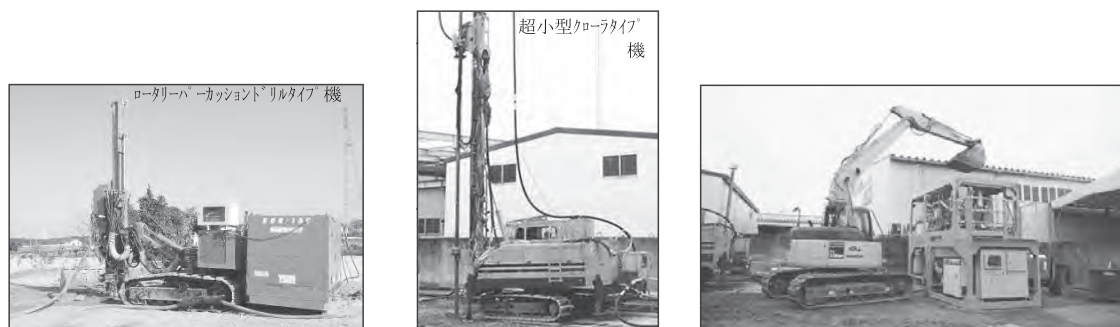
い砂地盤の締固めを行う地盤改良工法である。小型施工機械の使用により狭隘地においても施工が可能であり、斜め施工や硬質障害物等の貫入にも対応できるため、既設構造物の直下の改良にも対応できる。SAVE-SP 工法の施工機械の構成事例を図一 1 に示す。

また、施工機械と流動化砂の製造プラントを写真一 1 に示す。

SAVE-SP 工法の改良原理は、SCP 工法に代表される密度増大による従来の締固め工法と同様である。従来工法と異なる点は、地中に圧入する材料の状態である。圧入材料は SCP 工法等に用いられる砂を、専用プラントにて流動化剤と混練し、ポンプ圧送可能な状態にして使用する。流動性を付与された砂（流動化砂と呼ぶ）は、所定の深度まで貫入されたロッドを通じて地中に圧入され、周囲の地盤を締め固める。圧入された砂は、排出時の脱水および専用プラントにて事前に混練しておく遅効性塑性化剤の作用で流動性が消失し、良好な地盤を形成する。



図一 1 SAVE-SP 工法の施工機械の構成事例

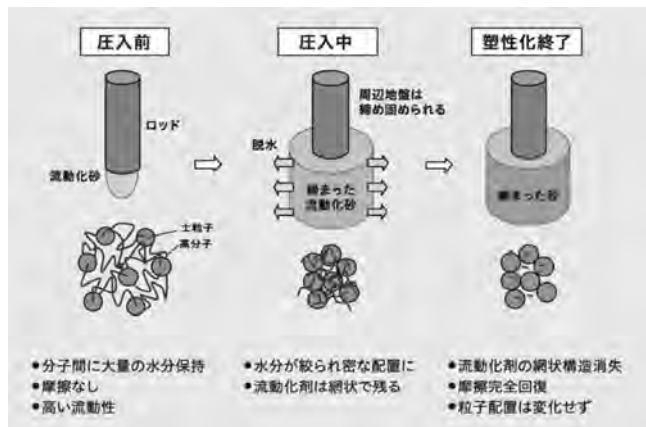


写真一 1 施工機械と流動化砂の製造プラント

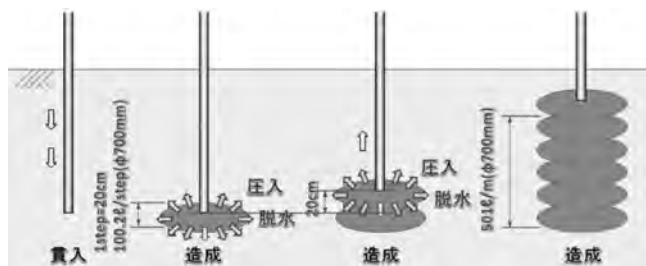
流動化砂の状態変化を図一2, 改良対象地盤への圧入状況を図一3, SAVE-SP工法の適用イメージを図一4に示す。

c. 技術的効果

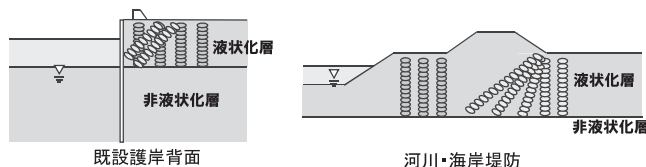
従来の振動式サンドコンパクションバイル工法 (SCP) や非振動式 SCP (SAVE コンポーザー) では, 砂材料をトラクタショベルにより本体の昇降バケットへ投入して地中への材料供給をするため, 100t 超級の大型クローラタ



図一2 流動化砂の状態変化

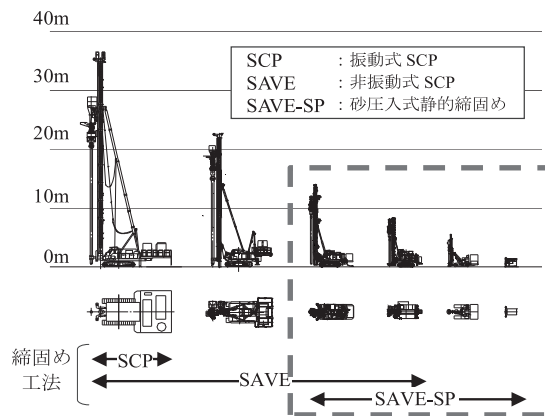


図一3 SAVE-SP工法による圧入概要



図一4 SAVE-SP工法の適用イメージ

イプの施工機が必須であった。SAVE-SP工法は, 材料である砂を製造プラントでポンプ圧送が可能な状態にする技術により小径の圧送管で最大約 100 m 先の施工機まで材料の圧送が可能となったため, 施工場所にはボーリングマシン程度の小型施工機のみを配置すればよく, 狭隘な施工環境でも対応可能となった。そのため, 狭隘地や空頭制限がある施工環境における改良が可能となった。施工機の大さの比較を図一5に, SAVE-SP工法による施工状況を写真一2に示す。また, ロータリーパーカッションドリルタイプ機を用いた場合, 従来工法では不可能であった硬質障害物層等の貫入や最大で鉛直から 60° まで傾斜させた施工 (斜め施工) により, 既設構造物直下の改良を可能とした。図一6には, 河川堤体の川裏側の液状化対策 (改良範囲直上には作業スペースの確保が不可) を川表側からの斜め施工にて対応した施工状況を示す。また, 図一7には, 岸壁前面の液状化対策を行った事例を示す。基礎捨石下部に対象層が存在し, かつ岸壁背面には荷捌き施設があるため, 作業スペースは数メートル, さらに空頭制限もある厳しい条件であった。岸壁上に片持ちの簡易仮設足場を構築し, ロータリーパーカッションドリルタイプ機を用いて基礎捨石の打ち貫き, 斜め施工を行うことで, 大幅に仮設を抑制した液状化対策を実現した。



図一5 施工機の大さの比較



(a) 狭隘地における施工



(b) 空頭制限下における施工

写真一2 SAVE-SP工法の施工状況

表―1 主な施工実績

No.	施工時期	事業主	工事名	施工場所	備考
1	H23.2 ～H23.3	国土交通省 四国地方整備局 小松島港湾・空港整備事務所	撫養港海岸桑島瀬戸 地区堤防改良工事（その4）	徳島県 鳴門市	既設海岸堤防の液状化対策。 SAVE-SP 工法初採用。
2	H24.07 ～H25.01	国土交通省 中部地方整備局 庄内川河川事務所	平成 23 年度庄内川 西山堤防耐震補強工事	愛知県 名古屋市	既設河川堤防の液状化対策。 河道掘削浚渫砂の有効利用。
3	H24.11 ～H25.02	国土交通省 中部地方整備局 木曽川下流河川事務所	平成 23 年度揖斐川白鷄高潮堤 防補強工事	三重県 桑名市	既設河川堤防の液状化対策。 河道掘削浚渫砂の有効利用。
4	H25.03 ～H25.05	国土交通省 九州地方整備局 大分河川国道事務所	大分川弁天地区堤防 耐震対策工事	大分県 大分市	既設河川堤防の液状化対策。 植生（桜並木）近傍での施工。
5	H25.05 ～H25.06	延岡市 新庁舎建設室	延岡市新庁舎建設 1 期建築主体 工事	宮崎県 延岡市	建築構造物への適用。
6	H25.07 ～H26.01	東京都	補助第 315 号線高架橋部土壌汚 染対策工事	東京都 江東区	空頭制限下における施工。
7	H25.11 ～H25.12	国土交通省 近畿地方整備局 猪名川河川事務所	戸ノ内地区堤防耐震対策工事	兵庫県 尼崎市	既設河川堤防川裏法面下部の川表 側からの斜め施工（60°）。
8	H25.10 ～H26.01	国土交通省 北陸地方整備局 金沢河川国道事務所	梯川天神低水護岸工事	石川県 小松市	既設河川堤防の液状化対策。 植生に配慮。
9	H25.12 ～H26.03	国土交通省 北陸地方整備局	平成 25 年度新潟空港 滑走路地盤改良工事	新潟県 新潟市	空港内における試験工事。 夜間施工。寒冷地における施工。
10	H26.07 ～H26.12	国土交通省 関東地方整備局 東京空港整備事務所	H26 年度東京国際空港 C 滑走路北側取付誘導 路地盤改良工事	東京都 大田区	空港内における初の本工事採用。 夜間施工。アジテータ車利用。
11	H27.01 ～H27.02	長崎県	長崎地区水産流通整 備基盤整備工事 （浮棧橋（No.3）橋台工）	長崎県 長崎市	岸壁前面側の液状化対策。 岸壁上からの斜め施工（45°）。

位置で改良体上端部を掘削し、改良体の出来形を確認した
（写真―3，4）。

d. 施工または生産・販売実績

平成 28 年 1 月現在，全 107 件（国土交通省 82 件，その
他公共機関 20 件，民間 5 件），総延長約 44 万 m の実績を
有す。主な施工実績を表―1 に示す。

お断り

この JCMA 報告は，受賞した原文とは一部異な
る表現をしています。

JCMA 報告

地域貢献賞

降灰対策型路面清掃車の開発

豊和工業(株)

業務内容

a. 業績の行われた背景

降灰対策型ブラシ式路面清掃車については1979年に発生した鹿児島県桜島の大噴火を契機に、道路上の火山灰除去を目的に旧建設省九州地方建設局との共同で研究に取り掛かった。

b. 業績の説明

降灰対策型ブラシ式路面清掃車について詳述するまえに、まずは1968年より製造しているブラシ式路面清掃車の構造について、説明する。

その構造は図—1のように機台側方にある側ブラシ・補助側ブラシにより、路肩に堆積した土砂やゴミを機台後方にある主ブラシへ集め、コンベアへ積込、ホッパまで搬送する。

また、機台前方および側ブラシ部分には、ブラシ掃寄せ時に発生する埃を抑えるための散水ノズルが備えてある。

そして、ホッパには上方へ持ち上がり回収物の排出が行えるハイダンプ機構が備わっており満杯になると道路上で、ダンプ車への積み替えが行える。

開発当初、まずは現地へこのブラシ式路面清掃車を持ち込んで実地検証を行ったが、年間降灰量が1平方mあたり約16kgに達するような過酷な環境を想定して設計した

ものではなかったため、火山灰に対し回収能力が不足し路上に取り残しが発生する等、満足のいく結果を残すことはできなかった。

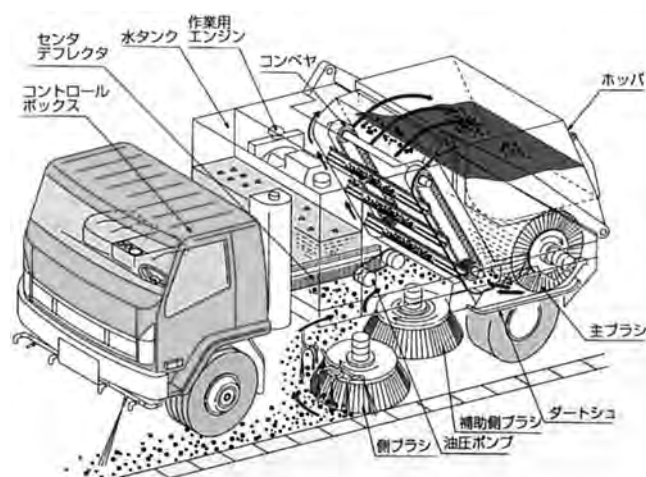
ブラシ式路面清掃車が火山灰清掃に対して足りなかった点は、路面に10～25mmも堆積する(1978年8月23日R224にて測定、累積堆積量)火山灰を効率よく回収する能力と路面清掃時の埃立ちを可能な限り抑える工夫であった。

度重なる清掃テストの結果、たどり着いた答えが表—1のように主ブラシおよび、コンベアの回転数をアップさせることと、埃立ちを抑えるために散水量を増加させることであった。

一見すると簡単に聞こえるが、火山灰の回収効率を高めるため作業用エンジンの回転数を上げ、主ブラシとコンベアの回転数を上げると、油圧駆動のため側ブラシと補助側ブラシについても同時に回転数が上がって、激しい埃立ちを誘発してしまった。

そこで、側ブラシと補助側ブラシに使用する油圧モーターを変更し、回転速度を抑える工夫をすることで埃立ちを抑えつつ、火山灰の回収効率を高める事に成功した。

埃立ちを抑えるために行う散水についても、ただ闇雲に水量を増加させるわけではなく、多く水を吸うと、固まっ



図—1 降灰対策型路面清掃車の概要

表－1 仕様

項 目	HF95H (S) 形 降灰対策型	HF95H 形 (標準車)
作業用エンジン定格出力	34.6 kW (2,600 rpm)	29.7 kW (2,200 rpm)
主ブラシ回転速度	197 rpm (作業用エンジン 2,600 rpm)	167 rpm (作業用エンジン 2,200 rpm)
側ブラシ回転速度	180 rpm (作業用エンジン 2,600 rpm)	180 rpm (作業用エンジン 2,200 rpm)
補助側ブラシ回転速度	127 rpm (作業用エンジン 2,600 rpm)	161 rpm (作業用エンジン 2,200 rpm)
コンベヤ回転速度	208 rpm (作業用エンジン 2,600 rpm)	176 rpm (作業用エンジン 2,200 rpm)
散水ポンプ個数	2 個	1 個
散水ノズル個数	32 個	20 個



写真－1 散水テストの様子



写真－2 HF95H 形 1 号機



写真－3 HF80H (S) 形

てしまう火山灰の特性から、埃立ちを最小限にしてかつ火山灰が固まらない散水量や散水の位置等、現地での試行錯誤の実験を重ねた。

その結果、路面の火山灰へ散水する量を増やすのではなく、側ブラシから発生する埃を目掛けて散水するノズルを追加すれば、水を吸った火山灰が塊になって清掃の妨げになる事なく、効率よく埃立ちを抑えることができた。

c. 業績の効果

これらの取り組みが実を結び、1979年の開発開始から6年後の1985年に降灰対策型ブラシ式路面清掃車 HF95H (S) 形として、旧建設省九州地方建設局へ1号機を納入し、その後、各種の改良を重ね、現在、全国で約50台が稼働している。

豊和工業(株) 特装車両事業部

鈴木 悟

お断り

この JCMA 報告は、受賞した原文とは一部異なる表現をしています。

JCMA 報告

地域貢献賞

刈払機の事故対策ツール「スーパーカルマー」

(株)アイデック

業績の内容

a. 業績の行われた背景

従来の金属刃は高速回転で草を刈り取る為、石や障害物などの多い場所では「飛び石」が原因で自動車や建物のガラスを破損させる「物損事故」が各地で発生している。また、「キックバック」などが原因で発生する「転倒事故」や刃部が身体に接触し、切創などの重篤な「人身事故」につながる事例も全国各地で報告されている。

これらの要因のひとつとして、刈払機が「高速回転」であることがあげられる。

b. 業績の説明

安全領域な低速回転での除草を実現するために独自の減

速機構を開発。エンジン回転数を 20 分の 1 まで減速させ、回転トルクは 20 倍に増幅。刈り取り方式が「上下刃逆回転ハサミ刈り方式」なので、従来のような高速回転で雑草を刈るのではなく、低速で力強いトルク力でハサミ刈るシステムである。これにより、安全性を高めつつ作業性も損なわない技術になっている。

c. 業績の効果

作業中の「飛び石」や「キックバック」を大幅に抑制できる事から、作業者と周囲環境への安全対策が可能となり、「労災事故」を未然に防ぐことができる。

従来の飛散防止対策が縮小できるため、人件費や対策準備時間の削減につながる。



写真一 高速道路での除草



写真三 国道除草



写真二 建物周辺の除草



写真四 駐車場での除草



図ー1 安全のメカニズム

d. 施工または生産・販売実績

導入実績：全国各地の道路や公園緑地の維持管理の現場・
NEXCO 管轄の高速道路(関西エリアは指定)
シルバー人材センター・官公庁など

販売実績：平成 27 年 5 月～12 月まで 約 1 万台…国内
5,000 台・海外(ドイツ・フランス・アメリカなど) 5,000 台

(株)アイデック 営業部

中道 岳

お断り

この JCMA 報告は、受賞した原文とは一部異なる表現をしています。



JCMA 報告

「平成 28 年度 建設施工と建設機械シンポジウム」開催報告



優秀論文賞 2 編・論文賞 2 編・審査員特別賞 1 編・優秀ポスター賞 2 編を表彰

一般社団法人日本建設機械施工協会主催による「平成 28 年度 建設施工と建設機械シンポジウム」が、平成 28 年 11 月 29 日（火）、30 日（水）の 2 日間にわたり、東京都港区の機械振興会館において開催されました。

このシンポジウムは、「建設機械と施工法」に関する技術の向上を目的に、技術開発、研究成果の発表の場として昭和 50 年より開催しています。今回で 42 回の開催になり、産学官あるいは異業種間の交流連携の場にもなっています。

特に今回は、国交省が推進する i-Construction 施策による技術への関心度が高く、建設業のみならず、メーカーなど多くの企業、団体、学生の皆さんに参加いただき、参加者数は、約 300 名に達しました。



写真—1 シンポジウム開会式での会長挨拶

論文は、以下の 5 分野、「災害、防災、復旧・復興」、「品質確保と生産性向上」、「環境保全・省エネルギー対策」、「安全対策」、「維持・管理・補修」について広く募集しました。また、ポスターセッションにおいても論文と同様の分野でさらに、「新技術、新製品」、「有用性の高い成果」、「関心の高い課題」などに該当することを条件に募集しました。アブストラクトによる審査を経て、35 編の論文、8 編のポスターセッションの発表をお願いいたしました。シンポジウム当日は、5 分野について 2 会場で論文の、1 会場でポスターセッションの発表を行い、多数の参加者によって熱心な聴講と質疑応答が行われました。

論文は事前の実行委員会による 1 次選考で厳正に査読・審査され、更に当日の発表内容を審査する 2 次審査の結果、優秀論文賞 2 編、論文賞 2 編、審査員特別賞 1 編、また 2



写真—2 表彰者集合写真

編の優秀ポスター賞が決定し、授与されました。

◆優秀論文賞◆

■「ソイルセメント柱列壁工法における出来形計測システムの開発」

○濱田幸弘、浦瀬 誠、田屋裕司、三幸謙一、(株)竹中工務店

地下工事における出来形計測ニーズは高く、今後の施工に有益である、と評価されました。

■「3 連揺動型掘進機による地下連絡通路の施工実績」～日比谷連絡通路工事 R-SWING®工法～

○山田敏博、上木泰裕、中津留寛介（鹿島建設(株)）、橋口弘明（東京地下鉄(株)）

都市開発事業において有用な技術、工法であり、わかり易く解説されている点が評価されました。

◆論文賞◆

■「次世代型クローラ式スタビライザの開発」～路床安定処理工法の品質、安全性向上について～

○小西 剛（範多機械(株)）、丑久保吾郎（(株) NIPPO）

道路会社と建機メーカーの協力で開発され、施工精度や生産性向上に資する有用な技術として評価されました。

■「ICT 施工技術を活用した路盤整正機による路盤工の紹介」～新機械編成による更なる効率化～

○横山慎吾、田中 純、高橋勁太（大成ロテック(株)）

ICT 連携の活用が地盤整正機による生産性向上に有益であることが評価されました。

◆審査員特別賞◆

■「高品質・高精度なシールドトンネル構築技術～6 つの

最新技術で実現～」

○中村多聞, 浅沼廉樹 (株フジタ)

シールド工事でのさまざまな課題に対して新技術による解決の工夫と効果を若い発表者により, わかり易くまとめている点が評価されました。

◆優秀ポスター賞◆

■「人型ロボットによる建設機械操縦効率化 ～DOKA ROBO～」

○笹原久之, 吉田道信 (株カナモト), 角 和樹 (株富士建)

ポスターだけでなく実機による展示もあり, わかり易いプレゼンとしての取り組みが評価されました。

■「ICT を活用した AR 技術 [埋設物可視化システム] ～掘削工事における“地下の見える化”を実現～」

○三木 浩, (清水建設株), 岡本 修 (茨城高専), 西原邦治 (株菱友システムズ)

論文でも発表されていて, 実際の施工に広く適用されることで工事の品質, 安全に期待が高いと評価されました。

◇施工技術総合研究所 研究報告

・「トンネル点検へのロボットの利用とその効果」

寺戸秀和 研究第一部

・「構造物や材料に関する各種性能評価試験と実績」

設楽和久 研究第二部

・「写真測量技術を用いた埋設物の位置管理手法に関する研究」

岩渕 裕 研究第三部

◇特別講演

演題:「IBM Watson とコグニティブコンピューティングの展望～人工知能の新たな展望～」

講師: 日本 IBM (株) 東京基礎研究所

武田浩一技術理事

人工知能 IBM Watson の開発, 進化の経緯を説明し, その能力を活用したさまざまな技術やシステムの紹介, またビジネスの可能性について解説して頂きました。

◇基調講演

演題:「ICT の導入による三方良しの公共事業改革効果」

講師: 一二三北路(株) 熊谷一男代表取締役

地方の建設業のなかにあっても ICT 技術を進んで取り入れる気概を持って事業に当たることによって建設業の新しい 3K に導いていくことができる, というご自身の事例をもとに建設現場の未来への思いを講演して頂きました。

◇パネルディスカッション

テーマ:「i-Construction が実現する建設現場の未来像」

コーディネーター: 立命館大学 建山和由様

パネリスト:

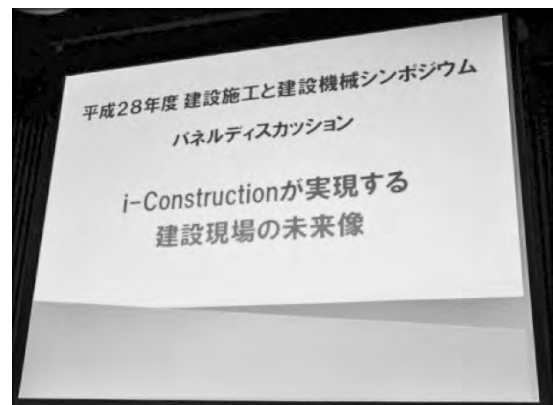
・熊谷一男様 一二三北路(株)



写真—3 特別講演 IBM 武田技術理事



写真—4 基調講演 一二三北路(株) 熊谷代表取締役



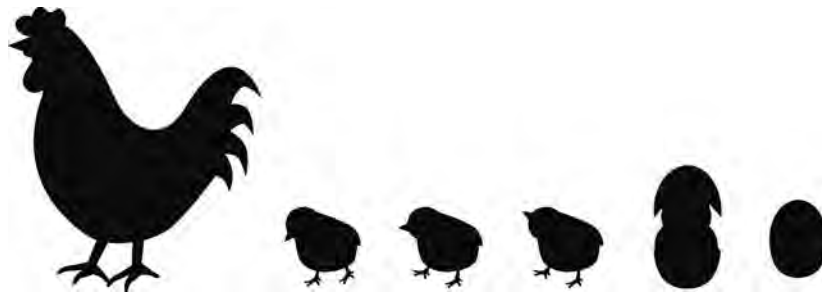
写真—5 パネルディスカッション

- ・北山 孝様 西尾レントオール(株)
- ・濱田文子様 (株)ニコン・トリンプル
- ・福地良彦様 Autodesk (株)
- ・古野義紀様 日立建機(株)
- ・三浦 悟様 鹿島建設(株)
- ・森川博邦様 国土技術政策総合研究所

i-Construction の推進を踏まえて近未来の建設現場の施工について、行政、建機メーカー、施工業者、測量機メーカー、

ソフト開発会社の各立場から技術の紹介とともに課題解決の方向性をディスカッションいたしました。

今回のシンポジウムは、1日の入場者数は293名でした。業務多忙の中で論文やポスターを作成し、発表頂きました皆様、開催にあたり色々とお骨折りを頂きましたシンポジウム実行委員会委員や運営をお手伝い頂きました皆様、また、多くの聴講者の皆様にもご協力頂き、無事終了することができました。来年度も多くの皆様に参加頂くことをお願いして、ここに深く感謝申し上げます。



部 会 報 告

アスファルトプラントの変遷（その4）昭和37年～42年

機械部会 路盤・舗装機械技術委員会（アスファルトプラント変遷分科会）

1961年（昭和36年）

全国初の自動車専用道路指定（京葉道路）

国鉄初乗り 10円

日本建設機械要覧 1961年（昭和36年）版 11.1
舗装機械概説抜粋

戦後の国民経済の急速な進展に伴い、わが国の自動車保有台数は驚異的な伸びを見せており、これに追いつこうと道路関係者は懸命の努力をつづけているところである。従って道路事業は有史以来の賑いを見せており、舗装工事においても、従来多く採用されてきたコンクリート舗装のみでは、需要を賄い切れない状態になり、価格の面、工事速度の面からも、アスファルト舗装が急激に伸びてきている。

アスファルト舗装の工事量の増加に伴い、当然アスファルト関係機械の需要は大巾に増加している。これに対応して、メーカーも増加し、おのおのの特徴を持った機械を製造していて、業界は甚だ賑やかである。しかし、需要が増大したとはいうものの、大メーカーが大量生産をするには程遠い状態である。

アスファルト舗装の進歩は、混合材についての基礎研究とこれに対応する機械の進歩によらざるを得ない。各種試験方法の確立、試験器の普及によって混合物の性質が明かにされ、機械としてはますます精度の高いものが要求されるであろう。アスファルトプラントにおける自動計量、自動運転等も極く目前に迫っている問題である。

また、グースアスファルトのような全然新しい考え方の舗装もあらわれてきているので、メーカーも十分な研究を基礎として、今後の需要に応じて行き、独特のものを生み出して行く工夫が必要であろう。

日本工具製作(株)

NAP-15

1. 概要

このアスファルトプラントは、アスファルト舗装の規模に適応した各種の能力プラントであって、特に大規模の舗装工事用としては、NAP-A形（手動・半自動）のほかに、NAP-B形（自動）およびNAP-D形（全自動）の大形プラントを製作している。更に使用目的

に応じて合材積込みをスキップ式にしたものも製作している。

2. 特長

(1) 手動式

- (i) 各主要伝動部はローラチェーン伝動とし、軸受にはピローブロックを使用しているので騒音の発生、メタルの焼付等がなく、円滑に回転される。
- (ii) バーナは低圧形式のものを数機使用し、燃焼室を大きくしてドライヤ後部に排風機を取付け、通風を良くしたので完全燃焼ができ、また重油の消費量が少ない。
- (iii) 石粉の計量にはスクリーフィーダを使用したもので、微量計量が簡単に行なえる。
- (iv) アスファルトは重量計量で、計量槽には電熱装置を付けてアスファルトの温度降下を防止している。
- (v) ミキサは二軸パグミル形で本体は軸直角方向に長い長方形にして、軸心を偏心させた構造であるから混合効率が高く、嚙込みのショックがない。
- (vi) アスファルトケットル（4,000L以上）は、煙缶式とを併用した特殊構造になっているので、熱効率がよく溶解が早い。

(2) 半自動式

- (i) 動力伝達の複雑性をさけるため、各装置を単独駆動にした。
- (ii) 篩分装置にはパイプレーティングスクリーンを使用したもので篩分効率が倍加された。
- (iii) 本体はパイプレーティングスクリーンの振動が計量機に伝わらないように特殊二重枠組になっている。
- (iv) 各ゲートの開閉にはエアラムを使用し、本装置の操作に必要な計器、ハンドル等は全部運転席に纏めたので一人で容易に操作することができる。
- (v) 各装置の接合部は耐熱性ジャバラで継ぎ、完全に防塵を行なっている。

(3) 自動式

- (i) 本プラントは各装置毎に纏めてあるので分解、組立、運搬等が非常に簡単である。
- (ii) 各貯蔵ビンには空満表示装置が取付けてあり、貯蔵ビン内の骨材の量は操作盤上にランプ表示するようになっている。これにより骨材供給のバイブレーションフィーダをコントローラにて遠隔調整する。
- (iii) 計量機は骨材、石粉、アスファルトの三台を使用し、全部無錘二本棹式、落差調整棹付きなので落差による計量誤差の調整は簡単正確に行なえる。
- (iv) 操作は操作盤上の4個のロータリスイッチ(骨材、石粉、アスファルト、ミキサ)を切り換える事によって電磁弁が作動し全操作が簡単に行なえる。操作方法は、骨材のロータリスイッチを投入側にすれば電磁弁が働き、エアラムを作動させ砂のゲートを開け計量が始まる。

これと同時に砂投入中の表示ランプが点灯し、計量ホッパ内の砂が定量に達すると定量スイッチが入り、リレーが働き電磁弁を切りゲートを閉め投入を停止する。砂投入ゲートが閉じゲートスイッチが切り換わると小碎石用電磁弁が働き、小碎石のゲートを開けて投入を始める。このように砂、小碎石、中碎石、大碎石と順次に切り換わり累積計量され定量になれば自動的に停止して定量表示ランプが点灯する。これと同様に石粉およびアスファルトも、ロータリスイッチを投入側にすれば、自動的に重量計量される。各材料の計量が完了すれば、ロータリスイッチを排出側に切り換えてミキサに投入する。この間投入中の表示ランプが点灯し、アスファルト投入と同時にタイマが働き、定時間後にベルが鳴りミキサの混練完了を報知する。ミキサのロータリスイッチを排出側にすればミキサの排出ゲ-

ートが開き合材を排出する。この間排出中表示ランプが点灯する。排出完了後ロータリスイッチを再び投入側に切り換えると、ミキサ排出ゲートは閉じ、ミキサ空の表示ランプが点灯する。以上の操作を繰返し、計量を行なう。電磁弁は電気式、手動式併用形になっているので、電気関係に故障が生じた場合は手動でも簡単に操作できる。

田中鉄工(株)

TS800 アスファルトプラント

1. 概要

本機は TS800 標準形で 1 日 10 時間作業により厚み 5 cm のシートアスファルト 800 m² 分以上の合材を製造する一連の装置で、従来のプラントの長所を採り、更に新考案の附属機械の設備を持っている。

2. 構造および特長

(1) レシプロフィーダ

コールドエレベータに骨材を自動的に一定量供給する装置でコールドエレベータの駆動軸よりチェーンにより連動する、砂、小碎石、大碎石に三分割しゲートの開閉により投入量が調整できる。またホッパ上に骨材を山積するので労力は半減し能力は倍加する。

(2) ドライヤ (骨材乾燥装置)

向流式回転加熱形で 9 mm 特殊銅板を用い、内径 160 mm 長さ 3,600 mm 内部に攪拌用羽根を取付け内容物を絶えず火炎中にすくい上げ散乱させ、平均に加熱できる様になっている。外部に回転大歯車を取付けドライビングピニオンにより回転する。尚スライジングタイヤ並びにタイヤ受ローラ 4 個により回転を円滑にするドライヤの外部には完全な保温装置を施してある。

(3) 加熱装置

高圧重油バーナ 2 本、ドライヤのバーナボックスに装置し圧縮空気 (5 ~ 7 kg/cm²) を用いて回転ドライヤの内部に噴出せしめる。重油はギャポンプにより重油タンクに送り重油予熱タンクを経てバーナに至る。重油タンクは 20 L 入とし圧力調整の上余分は重油ドラムに還元する。重油消費量は合材 1 t 当り 6 ~ 8 L。

(4) 骨材巻上装置

骨材をドライヤに供給するコールドエレベータと、ドライヤより篩分機に搬送するホットエレベータの二種よりなる。何れもバケットチェーンコンベア式で、チェーンの張りを調整する装置を設けてある。

(5) 篩分装置および貯蔵槽

回転式円錐形二重式、通常三種に篩分する。金網は容易に取替可能、貯蔵槽は三区画に区分し全密閉。下

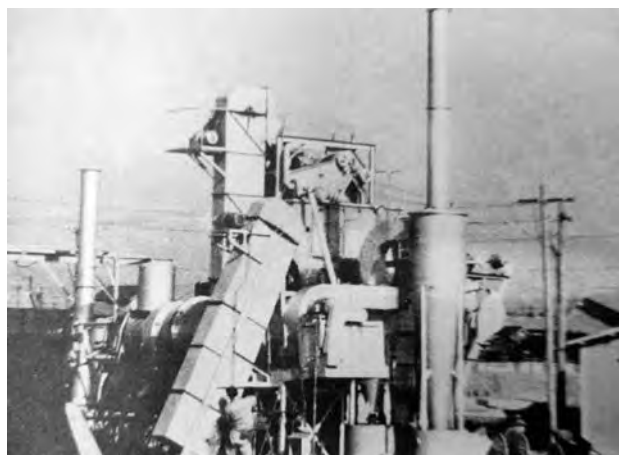


写真 3-8 NAP-15 (日本工具製作(株))

部に自在開閉扉を設く。オーバーサイズ排出管及びオーバーフローを装備している。

(6) 計量器

骨材用 500 kg ダイアルゲージ付ホッパースケール、アスファルト用自動定量器、石粉用 50kg 釣秤を取付けてある。

(7) 混合機

1 練り 300 kg 双軸パグミル形、内壁に硬鋼板製ライナを張り、攪拌用羽根は特殊鋼製腕に高マンガン鋼製瓜を取付け、摩耗に対する取換えに便なる構造となっている。

(8) アスファルト定量輸送機

ケトルからアスファルトをミキサに供給する装置で、圧縮空気を用いて圧送する。量の調整は計量ハンドルを廻し目盛り板に合せる。圧縮空気切換コックの操作だけでアスファルトが自動的に一定量ミキサ内に、シャワ状に噴出する。安全確実に人手が省け、ミキサ内に平均に吐出するから短時間で練り上る。

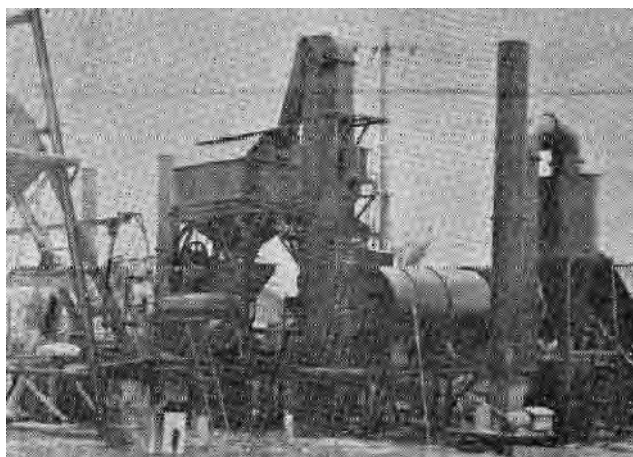


写真 3-9 TS800 アスファルトプラント 田中鉄工(株)

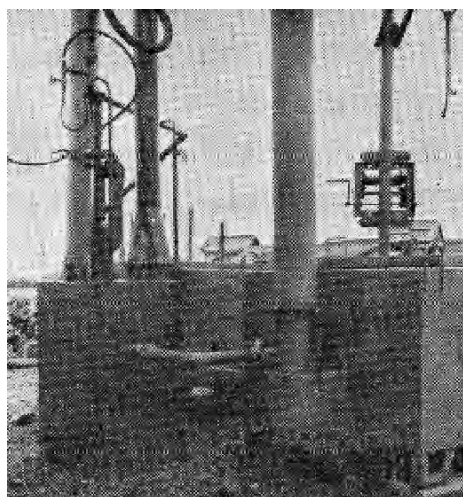


写真 3-10 アスファルト定量輸送機 田中鉄工(株)

(9) 排風集塵装置

排風機の容量 $230 \text{ m}^3/\text{min}$ であり、集塵装置にはサイクロン式を用いて、発生塵埃の 70% 以上を収集している。

(10) その他

空気圧縮機 15 PS、排気量毎分 2.18 m^3

ケトル 2,500 L 2 基 石炭または重油焚

電動機 本機用 20 PS 空気圧縮機用 15 PS

排風機用 3 PS 各 1 台を装備する。

(株)新潟鐵工所

NP400

1. 概要

新潟アスファルトプラントはディーゼルエンジン或は、全電動機駆動バッチ形定置式プラントで、骨材およびアスファルト溶液を加熱状態において混合するための骨材供給装置、骨材乾燥加熱装置、骨材ふるい分け装置、骨材計量装置、混合装置、アスファルト計量装置アスファルト溶解供給装置、石粉供給計量装置、空気制御装置、電気制御装置、パワーユニット（エンジン駆動の場合のみ附属する）より NP400 形（20～25 t/h）構成され、堅牢で配合均一な良質のアスファルト合材が製造される実用本位のプラントである。

2. 仕様（NP400 形）

(1) ミキサ容量：400 kg/B（50～62.5 B/h）

GM15kW

(2) ドライヤ： $\phi 1,070 \text{ mm} \times L 4,000 \text{ mm}$ 22 kW

(3) 排風機： $75 \text{ m}^3/\text{min}$

(4) ダストコレクタ：サイクロン式

$\phi 760 \text{ mm} \times L 1,730 \text{ mm}$

(5) 骨材計量器：ビームダイヤル式 600 kg

(6) アスファルト計量器：ビームダイヤル式 100 kg

(7) 石粉計量器：手動台秤 100 kg

3. 特長

(1) 組立時には特にクレーンが不要である。油圧ジャッキ 4 台と丸太材若干および簡易ウインチで組立可能な構造である。

(2) ドライヤは従来機に較べて小型で、しかも均一な乾燥加熱骨材が十分に得られる。チェーン駆動の採用により歯車駆動の場合の熱膨張に対する欠点が除去されている。

(3) 取扱調整簡便で経済的な低压重油バーナおよびルーツブロワの採用により安定した火焰が得られ、燃焼効率および能力が大である。

(4) 床上コイルばね水平支持方式のローヘッド振動スクリーンの採用により、取付容易な小形で、

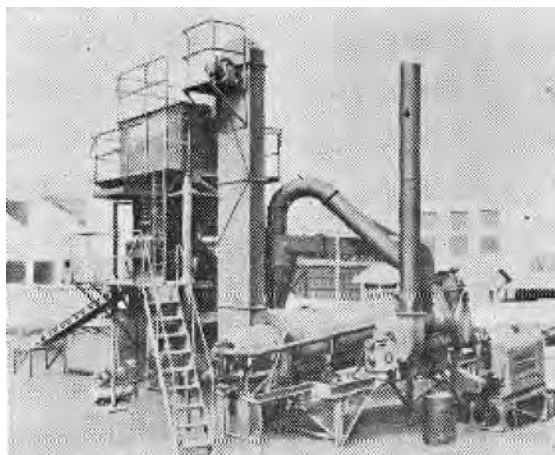


写真 3-11 NP400 (株)新潟鐵工所製

ふるい分け効率がよい。

- (5) 骨材計量器はパイロットランプ付ビームダイヤル式ホッパースケールで、計量が容易である。
- (6) アスファルト計量装置の計量器はビー式釣秤で、又計量バケットは自動転倒キューベル形なので、操作が簡便で労力を要せず、しかも故障がなく堅牢で取扱いが容易である。
- (7) 各ホッパゲートおよびミキサゲートの操作は圧縮空気によるリモートコントロールを採用、迅速、確実に作動する。

東京工機(株)

TK 式定置式アスファルトプラント

1. 概要

本プラントは在来のプラントの長所を取入れ新たな考案を加へて我国情に適するよう設計製作されたものである。…従来のものより据付面積が少なくすむ。プラントとして作業の流れが合理的である。動力伝達装置は各戸別駆動で合理的に配置してあり故障が少ない。ドライヤには保温装置を附してあり、熱効率が非常に高い。重油予熱器に依りバーナの燃焼効率がよい。分解運搬据付が簡単である。計量器は耐震式積算秤とし、石粉用は精度を上げてある。中形以上のものは総て操作は半自動式である。

2. 仕様

コールド・ホットエレベータ

摩擦式ヘッドプーリおよびテークアップを附する。

ドライヤ

円筒回転形であり傾斜式である。外側に鋳鋼製ロールタイヤ駆動ギヤおよび保温帯を附する。

篩分け装置

トロンメル或は振動篩を用い、粒度別は3～5種とし、オーバーサイズのものは排出する。

ミキサ

パグミル形ミキサでありボックス内部にライナを張り、これが磨損したときは簡単に交換できる。

ドライヤ重油バーナ

高圧と低圧がある。バーナの数容量に応じて1～3個を有する。

容積式アスファルト計量機

本機は精密に加工されたピストンシリンダ中にアスファルトを導入、ピストンの動き、即ちストロークとシリンダ直径により、容積計量するものであり、押しボタン操作に依り、起動、排出、吸入、停止とを自動的に行うことができる。排出量即ち計量は自由に調整出来、計量誤差は±1%以内である。

ミキサにより合材となったものは下部のエヤラム式ゲートによりハンドル操作により合材運搬車に投入する。



写真 3-12 TK 式定置式アスファルトプラント (東京工機(株))

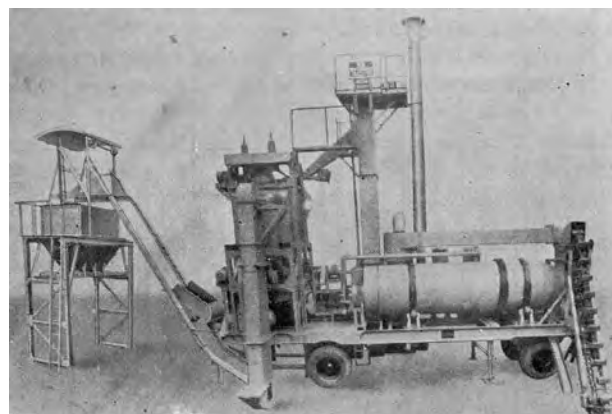


写真 3-13 TK 式ポータブルアスファルトプラント (東京工機(株))

要覧記載メーカ全 17 社、上記記載以外業者名

三栄興業(株)、松下舗装機(株)、松村工業事務所、丸善建設(株)、(株)北川鉄工所、(株)小松製作所、(株)イズミヤ工業所、新和機械工業(株)、日本開発機製造(株)、(株)三井三池製作所、高千穂交易(株)、富士物産(株)、(株)田中土鋳機製作所



写真 3-14 昭和化工(株) 東京工場

建設の機械化 1961 年（昭和 36 年） 5 月号 生ア スファルトコンクリート供給設備抜粋（昭和化工(株) 斎藤実氏）

まえがき

最近の道路建設ならびに維持補修の多くは、アスファルト舗装によっておこなわれている。

それは、アスファルト舗装が、道路として好ましい種々の利点をそなえていること、さらには、舗設後短時間で交通開放の可能なことなど、工期の短縮に有利なためである。…道路建設の現況、とくにアスファルト合材の供給態勢はどうであろうか。強力な道路政策が実施されたとき、はたして、品質のよい均一なアスファルト合材が、十分に供給され得るであろうか、はなはだ疑問である。

1. 既存アスファルトプラントの現況

都市の道路業者でアスファルトプラントを保有するものは僅か 10 数社で、その大部分は、8～15 t/h 程度のプラントを保有しており、20 t/h 以上の生産能力をもつものは 1～2 社にすぎない。また東京都の道路予算によるアスファルト道路工事で、都が直営するプラントから支給される合材は、全量の約 30% にすぎず、他のほとんどが、道路業者の小規模なプラントから供給されているのが現状のようである。

2. 合材供給専門社の意義と普及性

合材供給専門社の存在意義は、道路業者が要求する日時に、品質のよい均一な合材を、要求数量だけ供給する点にあると思う。さて、現在および未来の重交通道路建設の促進化の傾向を考慮すれば、品質のよい均一な合材を大量に供給することが、施工の機械化とともに根本問題になるであろう。そのためには能力の大きなプラントを設置し、原材料から製品にいたるまでの、十分な品質ならびに温度管理が必要になる。これは一般中小道路業者にとって、大きな負担となり、採算上問題となる。しかし、合材供給専門社の普及性に

ついては、まだまだ、残された問題も多いようであるが、次のようにいろいろな利点が生まれてくる。

- ①小規模な復旧工事、維持工事等で、（中略）品質管理を十分行ない得る。
- ②大規模な工事の場合でも、（中略）専門業者から供給を受けた方が有利になる場合が多い。
また現場組立てのプラントでは、品質管理が困難である。
- ③単価の面については、道路業者が自家使用の合材生産費を考えると、（中略）合材を供給業者から購入した方が有利になる場合が多いと思われる。
- ④道路業者が保有するプラントの活用方法について考えてみると、（中略）その地域に供給専門業者があれば、そこから供給を受けることとして、（手持ち）プラントを他の地域へ移設してプラントの効率のみならず工事消化量を一段と高め得る利点が生ずることは見逃し得ない利点だと思う。

3. 十分な品質管理のためのプラントの条件

次に合材供給専門業者が、十分な品質管理と大量供給をモットーとするために、どのような設備が必要であるかを考察してみよう。

- ①アスファルトプラントは、40 t/h 以上の能力を有するもので、ミキサ容量は連続または 1 バッチ 300 kg 以上混合できるものであること。混合能力が小さいミキサは管理が十分行ない得ない。
- ②アスファルトおよび骨材の加熱温度、ミキサへ投入直前の温度、混合温度が測定できるよう温度計が備え付けられており、温度管理が十分行ない得ること。
- ③各材料の計量誤差が小さく、でき得れば自動計器装置により単純な計量ミスをなくすことが望ましい。
- ④示方配合の変更にとまなう装置の切換えが、迅速

かつ適確に実施できること。

4. 品質管理のための試験

…品質管理の実際は原材料ならびに製品の試験によって行なわれる。…。

①アスファルトの品質管理

…プラントの付属設備として、アスファルトコンバータが必要になる。このコンバータによって原アスファルトを加工して、道路用として適正かつ均質なものを絶えず混合することができなければならない。…。

②骨材の品質管理

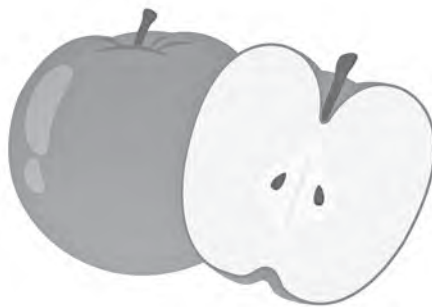
骨材の石質は産地によって異なるから、購入に当たっては十分に試験しなければならない。

③合材の品質管理

合材の品質管理のための試験は、示方配合の通りの合材が製造されているかどうか、所定の安定度を得られたかどうかの点であると思う。

終わりに最近とみに輸入される建設機械についても盲従することなく鋭意改良に努力されんことを機械技術者の方にお願ひして本稿をおわりたい。
(「建設の機械化」1961年5月号より抜粋)

JCMA



部 会 報 告

ミュージアム鉦研 地球の宝石箱見学会

機械部会 基礎工事用機械技術委員会

1. はじめに

基礎工事用機械技術委員会では、平成 28 年 10 月 12 日に長野県塩尻市にあるミュージアム鉦研「地球の宝石箱」において、世界各地の鉦物資源や、珍しい鉦石を見学し、それらを取り出すボーリング技術、特殊ビット等を勉強し、委員会を開催したので紹介します。

2. 地球の宝石箱 概要

ミュージアム鉦研 地球の宝石箱は、1997 年 10 月、鉦研工業(株)が創立 50 周年を記念してオープンした地球科学の博物館です(写真—1)。鉦研工業は地中に孔を掘るボーリングマシンの機器を製造する企業で、世界初の海底ボーリングマシンを開発、アジアをはじめとしてアフリカ、南米、南極等、海外事業を広く展開しています。



写真—1 博物館外観



写真—2 第1展示室

館内には当社が世界から収集した標本類、大学・企業・個人などから寄贈された数万点の所蔵品のうち約 2,000 点が展示されていました。



写真—3 日本最大級の鉄隕石



写真—4 ブラジル産の紫水晶



写真—5 恐竜の卵の化石



写真—6 ラピスラズリの原石



写真—7 ボーリングマシン



写真—8 アロービット・ダイヤモンドビット・スリーコンビット

また、館内では地球の誕生、動く大地、地震の起きる理由などをわかりやすく解説してありました。

第1展示室には「不思議な石の世界」と「生きている地球」、第2、3展示室には「38億年の生命の歴史」と「岩はどのようにして出来たか」、そして「エベレ

ストは海の底だった」、「地球からの贈り物」(地下資源)と「美しい鉱物たち」、2階ロビーには「地球を調べる」のテーマで小型ボーリングマシンとダイヤモンドビット、スリーコンビット、各種の岩石コア、そしてボーリングとワイヤライン・コアサンプリング技術の映像展示をおこなっていて、マリンドリルの動く模型も展示してありました(写真—2～8)。

3. 委員会、見学会

委員会では、当館内にあるジオホールを月例会議で使わせて頂きました。

また持原技師長よりボーリングマシンを前に垂直から水平まであらゆる掘削方向が可能であることや、都市土木、山岳工事、海底等いろんな場所でボーリング技術が使われていること、そして従来の給圧と回転による掘削機能に打撃機能を加えた結果、一般的な岩盤はもちろん、掘削が困難な砂礫層、転石層もスピーディに穿孔できるようになったとの解説がされました(写真—9)。

先端ビットの種類も豊富であり、本館ではロータリーパッカッション用ビット、スリーコンビット、ダイヤモンドビット等が展示されており、各々の掘削メカニズムが理解できました。



写真—9 持原氏説明風景

4. おわりに

今回は、地球の豊富な鉱物資源の生成過程を知り、それらを取り出すボーリング技術についても学び、多くの展示品を見ることもできました。日々、基礎工事や基礎機械に接している委員にとって、大変有意義な一日となりました。



写真—10 参加者集合写真

謝 辞

最後に、大変お忙しい中、見学会の準備、そして当日丁寧に説明、ご案内頂きました新田館長様、スタッフの皆様、並びに鉾研社員の皆様に厚くお礼申し上げます。

J C M A

【筆者紹介】

持原 健一（もちはら けんいち）
鉾研工業㈱
営業本部
技師長



部 会 報 告

ISO/TC 127/SC 3/WG 5 (ISO 15143 施工現場情報交換) 2015 年 5 月ドイツ国フランクフルト・アム・マイン市 国際作業グループ会議報告

ISO/TC 127/SC 3 国際幹事
西脇 徹郎 (一般社団法人日本建設機械施工協会)

2015 年 5 月に国際標準化機構 ISO の専門委員会 TC 127 (土工機械) 傘下の国際作業グループ ISO/TC 127/SC 3/WG 5 (施工現場情報交換) 国際作業グループ会議 (米国提案の新業務 ISO/TS 15143-3 テレマティクスデータ: 第 2 回) がドイツ国フランクフルト・アム・マイン市で開催され, 日本から ISO/TC 127/SC 3/WG 5 国際専門家として渡邊 洋 氏 (日立建機), 杉原 幹英 氏 (コマツ) 及び ISO/TC 127/SC 3 国際幹事 (Secretary) として協会標準部から西脇が出席したので, ここに報告する。

- 1 開催日: 平成 27 年 5 月 28 日 (木) 10:00~19:00, 29 日 (金) 8:00~16:00
- 2 開催地: ドイツ国フランクフルト・アム・マイン市
ドイツ機械工業連盟 VDMA 会議室 Raum 5
- 3 出席者: 9 名 米国 (ANSI) 5 名, ドイツ (DIN) 1 名, 日本 (JISC) 3 名
- 4 会議背景及び概要:

ISO 15143-1, -2 土工機械—施工現場情報交換—第 1 部, 一第 2 部 (日本提案・既発行) に関連し, 米国が第 3 部: テレマティクスデータを新業務として提案した。これは, 当協会発行の国内団体規格「JCMAS G 007 建設機械—稼働データ—遠隔配信フォーマット」と基本的に同じ主旨だが, JCMAS G 007 では限定されたデータを扱うのに対し, 米国提案は機械の故障コードなどをオープンシステムで扱う点が異なる。データシステムを「ユーザ囲い込み」的に利用している日本の製造業各社が受け入れ可能な規格となるかが懸念されるが, AEMP (Association of Equipment Management Professionals: 米国機器維持管理専門業協会) の団体規格がすでに使用されており, 米国はユーザ要求に対応せざるを得ないと考えている。前回 (第 1 回) 国際 WG 会議では, できる限り日本の意見が反映されるよう方向づけたが, 今回は, AEMP 規格を既定路線とし論議してくる米国勢に対し, 日本の

主張を通すのが困難と感じる場面もあった。今後, 従来以上の体制で臨む必要があると考える。

5 結論:

第 3 部案文を検討した結果, 前回会合で提示された日程 (2015 年中に発行) は困難なものの, 早急な発行を目指し迅速な作業を行うこととなった。会議での決定事項を次に示す。

決定事項

1. 第 2 部の修正 (第 3 部で定めるデータアイテムの追加及び第 3 部と整合させる為) に関し, 新業務提案が必要なのか, 或いはメンテナンス機関 (日本が幹事国) での取り扱いでよいのか ISO 中央事務局に日本から確認する。いずれにしても, 第 3 部で導入される新規データ項目の追加に関してどう扱うか認識を深める必要がある。
2. 第 3 部で規定のデータ項目を全て第 2 部のデータ辞書に追加すべき, 日本の宿題事項となる。米国プロジェクトリーダーが案文を完成させる。
 - a. まず第 3 部のデータ項目の定義を完成させた後, メンテナンス機関を通じて第 2 部にこれらを追加するのがよい。
第 2 部と第 3 部のデータ項目の齟齬がないか注意していく必要がある。
 - b. 第 1 部の表 2 にあるデータスキーマ作成箇所の小修正もありうる為, 第 1 部の修正が容易か幹事国 (日本) が確認する
3. 米国プロジェクトリーダーは箇条番号の誤記を訂正する。

2 日目の論議

日本が宿題として提出した, 第 2 部と第 3 部のデータ項目の対比について

プロジェクトリーダーは, 第 3 部データ項目の名称 / 規定済み第 2 部データ項目の名称を検討し, 規

定済みの名称を適用すべきか決定する。

米国専門家は、日本からの修正提案を受けて故障診断コードの文面等を見直すとともに、(日本の宿題部分を含め)改訂案文に含めるべき案文を用意する。これによって故障診断コードを記述する。Caution code 注意コードは、選択使用のコードとして含める。この部分は ISO の図記号登録記号に準拠している。プロジェクトリーダーと米国専門家 2 (Deere 社と契約の、標準文書に係る別の専門家)が文書編集を検討する。米国専門家 1 は、前記の図記号登録番号に関し、Deere 社内の図記号専門家 (ISO 6405 担当 兼 ISO/TC 145/SC 3 国際議長であり、ISO 7000 へ図記号を登録する)に相談する。

プロジェクトリーダーは、新規データ項目を第 2 部に含める為、第 1 部に規定されているメンテナンス機関の検討手順を用いることとする。

プロジェクトリーダーは、専門家 1 が宿題を完成させたら、それを用いて案文の対応部分を入れ替える。

プロジェクトリーダーは、箇条 14 を箇条 11 の(対応部分の)各細分箇条の下に移動する。

専門家 3 は、本文中の用語“contract 契約”を明確にする (ISO 6707-2 で定義されているが、不十分)。

米国各専門家は、日本の宿題に示されているのと同様の手順で、データ要素を定義するスキーマのテンプレート作成に関して検討する。

幹事国 (日本) は、第 2 部データ辞書編集の既存手順について ISO 中央事務局に相談する。

OAuth version 1.0A は、セキュリティ及び認可手段を与える代替手法を許容する。更なる定義が必要であり、米国専門家が当該附属書 (参考) の案文を準備する。

プロジェクトリーダーは、製造番号に関する参照事項を製品識別番号 PIN で置き換える。

規格制定発行に到るまでの各段階について

1. 会議での新規又は修正文書の配布：プロジェクトリーダー担当
2. DIS 回付に関する ISO 文書での記述を確認する：各専門家担当
3. フランクフルト会議中に認識された宿題事項の実施
 - a. ISO 中央事務局への相談：SC 3 幹事国 (日本) 担当
 - b. 各出席者による編集の実施：プロジェク

トリーダ、各専門家担当

- c. 暫定案文での修正箇所を含める：プロジェクトリーダー
- d. 案文を編集会議で検討：各専門家、プロジェクトリーダー
- e. 改定案文の ISO TC Home へのアップロード：プロジェクトリーダー
4. 米国ラハイナでの ISO/TC 127 総会の際に WG 会議を(隣接して)開催する可能性の検討、SC 3 幹事国担当
5. 第 3 次案文に対するコメント受付：プロジェクトリーダー担当
6. 案文・コメントの検討のための WebEx 会議実施：WG (コンビナー担当)
7. 正式 DIS 案文作成：Deere 社と契約の専門家担当
8. DIS 案文のチェック：SC 3 幹事国 (日本) 担当
9. フランス語への翻訳：フランスの標準化機関 AFNOR 担当
10. ISO 中央事務局のチェック：ISO 中央事務局 TPM 担当
11. DIS 投票：ISO 中央事務局による
付記：9～11 に関して ISO 中央事務局に確認したところ、DIS 投票の準備は半月、フランス語版への翻訳は 2 ヶ月、DIS 投票期間 3 ヶ月と規定されており、ISO 中央事務局による編集上のチェックは投票と並行して実施される。これにより、投票終了は半月早められる。
12. 第 3 回 WG 会議：投票結果に基づきコンビナーが招集する。
13. DIS 投票時の提出意見を WG で検討した結果を案文に統合する。

6 議事：

6.1 開会：Co-Convenor 兼 ISO 15143-3 プロジェクトリーダー挨拶、各国専門家自己紹介の後、主として次のように論議した。

6.2 ISO 15143：第 2 部のデータ辞書と同第 3 部の各データ項目の関係について：第 2 部のデータ辞書にある各データ項目と、第 3 部のデータ項目の比較検討は、2 日目に説明となったが、原則として (前述の決定事項にある通り)、第 2 部と第 3 部の整合を図るとともに第 3 部のデータ項目を第 2 部のデータ辞書に追加するなど、相互参照となった。ただし、第 2 部のデータ項目名称等は、システムでの扱いを前提とした名称

であり、第3部での一般的な名称と同一とすべきかの問題は残っている。

6.3 ISO 15143-3 案文に対する米国意見検討：米国意見に関し、次のように検討した（箇条番号、細分箇条番号は案文 SC 3/WG 5 N 109 に従う（以前の案文から番号が修正されている））。

- ・ 箇条1 適用範囲 OEM, 3rd party 等の表記は妥当かとの指摘により修正。ただし、Figure 1 は概念を示すものとされた。
- ・ 細分箇条 4.4 Polling Period 定期的送信時間の最低間隔を15分と決めるのは妥当か論議、より粗い送信間隔も選択可能な文面となった。
- ・ （論議の順序と前後するが）前記細分箇条 4.4 と関連し、箇条 9 Time-series data (4.4 含め) 要求事項か推奨事項か論議となり、shall ではなく should の方がよいのではとの意見もあったが、should にするとより短い間隔や、より長い保存期間を求められることになりうるなどの点から、箇条 9 の第2段落では “Any endpoint providing time-series data shall contain a maximum of fourteen consecutive days of data from the current UTC date.” 1ヶ月から2週間へ短縮した。
- ・ 一部表記を適切に修正する。
- ・ 細分箇条 11.6 Cumulative distance travelled 表記は metre 単位とする。なお、11.6 に関する主要な論議は日本意見検討欄に記す。
- ・ 細分箇条 11.16.1 Date and time of load count 案文を “The definitions of load and load count is up to the discretion of the manufacturer” とされたが、「製造業各社ごとに定義が違うのであれば標準化対象項目とは言えず、データ交換の枠組みだけを規定するのであれば別箇条でデータ分野の記述として表記すべき」というのが日本の立場である。

6.4 ISO 15143-3 案文に対する日本意見検討：日本意見に関し、次のように検討した。

- ・ 案文全般に関し「ISO/IEC 専門業務用指針第2部によるべき」との日本意見に関し、それらの指針文書は ISO のサイトから入手可能であり、米国は Deere 社の契約専門家が専門業務用指針に沿って案文を適正化すると説明された。
- ・ 案文全般として第2部のデータ辞書と第3部（箇条 11）のデータ項目と齟齬のないようにすべきとの点に関し、前記 5.2 項のように論議し、関連項目を認識し整合化方針を今回会議で決定したうえ、詳細は宿題となった。
- ・ 細分箇条 4.1 ～ 4.3 に関し、「業務上の規定であり、

技術上の要求事項ではないので削除又は注記とすべき」との日本意見に関し、著作権などの法令は各国ごとに異なるので、ISO 20474 のように「各国ないし各地域に法令がある」旨の注記を追加してはどうかと論議され、「必要な情報であり、附属書（参考）に記すべき」とされた。

- ・ 箇条 5 「XML 又は JSON の様式による」に関し、他の様式も許容することとされた（案文では recommends and describes と修正）。
- ・ 細分箇条 11.6 Cumulative distance travelled 米国は「GPS データに基づくこともありうる」と主張、日本は「現状技術では GPS データは（ロードのような往復繰り返し動作では走行距離は 0 と算出される可能性があるので）不適切であり、（積算）走行距離計オドメータの読みと解すべき」と主張したが、（翌日の論議で）規格では性能基準とし、特定の方法によらず適切・明確に定義すべきとされた。附属書 A の表 A.1 では従来 GPS データからの積算も認めるような表記となっていたが、日本の意見を受け入れ “Typically distance travelled is measured using an on board odometer” と表記することとなった。
- ・ 細分箇条 11.7 Fault code 日本は「第2～第3段落ではコードそのものを規定しておらず、附属書（参考）とすべき」と意見提出しており、別箇条でデータ分野の記述として Diagnostic Trouble Code として表記するよう論議され、日本の宿題として同日夜に作成、翌日の会議で方向性としては受け入れられたが、「第1段落の ISO 6405-1（寧ろ ISO 7000 とすべきか）で規定の図記号登録番号を caution code（適切な表記が否か、図記号専門家に別途確認）とすることを削除」と米国が主張、日本は（全ての製造業者ではないが）実際に使用していると反対主張、前記別箇条に記す方向となったが、「コードを規定している現行 11.7 の第1段落とコードを直接規定しない現行第2～第3段落の混在は不具合」というのが日本の立場。
- ・ 細分箇条 11.8 Cumulative idle operating hours 「データ項目を定義しないのなら、附属書（参考）とするか、標準として定義すべき」との日本意見に対し、米国は「engine low idle なら標準として定義可能」と提案、その旨修正となった。また、オートアイドルの場合を考慮して cumulative idle non operating hours の追加が提案され、翌日修正案を提出した。
- ・ 細分箇条 11.9 Percent of fuel remaining 第2部に基づき fuel remaining ratio と表記するようにとの日本意見が反映された。

- ・細分簡条 11.10 Percent of DEF remaining DEF は Diesel Exhaust Fluid (尿素 SCR 方式のディーゼルエンジンで、NO_x 分解に用いられる尿素水溶液) の略語である。
- ・細分簡条 11.14 Average daily load factor 「データ項目を定義しないのなら、附属書 (参考) とするか、標準として定義すべき」との日本意見に対し、(翌日の論議で) 米国が「燃料消費量に基づいて Average daily engine load factor なら標準として定義可能」と提案、その方向で専門家が案文修正となった。
- ・細分簡条 11.18 Cumulative hours in non-productive regeneration その下の細分簡条 11.8.1 及び 11.8.2 に non-productive と記されていないのは矛盾と指摘、これらにも non-productive を追記とされた。
- ・簡条 11 蓄電池電圧及びオイル残量などのデータ項目が必要か、今後の課題とされた。
- ・簡条 12 ~ 14 については翌日の論議参照。
(5月28日夜 閉会后、翌朝の会議に備え、日本の宿題事項のうち第2部データ辞書と第3部データ項目の対比に関する資料及び第2部へのデータ項目の追加に関するメンテナンス機関での実施手順の資料を整備した。)
(2日目の論議)

6.5 日本の宿題事項の説明：

- 1) Diagnostic trouble code を別簡条で扱うこと及び Cumulative idle non operating hours をデータ項目に追加することに関し、日本から説明した。
- 2) 第2部データ辞書と第3部データ項目の比較表に関して、前夜整備した資料を説明した。今後、これに基づき第2部と第3部の整合を図り、第3部データ項目を第2部データ辞書に反映、相互に参照することとなった。
- 3) メンテナンス機関について、以前の資料 ISO/TC 127/SC 3 N 674 に基づき説明した。但し、新規追加事項の扱いに関し、メンテナンス機関 (SC 3/WG 5 担当を想定) で評価することとなっているが実績が無く、新規 WG が必要との米国意見もあったが、当面は SC 3/WG 5 でチェックすることとされた。

6.6 ISO 15143-3 案文に対する日本意見検討 (続き)：日本意見の検討が続行された。

- ・簡条 12 ~ 14 の endpoints 規定 日本側関係者からは「規格の対象とすること自体に疑問がある」との意見もあったが、米国は「製造番号 (むしろ製品識別番号 PIN) 及び製造者コード (PIN に含まれている) を用いて当該 URL にアクセス可能」として要求事項 (shall) と主張した。日本は「URL が容易

にわかるのでセキュリティ面での問題があるので」と指摘したが、国内他社の意見も問う必要があり、ひとまず米国意向に基づいて (requirement = shall か recommendation = should かを決めて) 案文を作成、日本はその案文を検討して意見提出となった。なお、「簡条 14 各 URL 規定は、簡条 11 などの下の対応する各細分簡条に移すべき」との日本意見は受け入れられた。これにより、簡条 11 とは別の扱いとなるデータ分野の記述として表記する Diagnostic Trouble Code は、(標準化されていない各製造業者のコードではあるが) その URL へのアクセス方法が規格に書かれることになる (URL の決め方が規定されているので PIN コードとの組合せで URL がわかる)。ただし URL は誰でも機械を見ればわかることになるため、前記セキュリティ面での懸念が増大すると考えられ、やはり国内意見を問う必要がある。

- ・附属書 A は「規定」との日本意見であったが、各データ項目が他のユースケースでも使用できるよう厳密に定義されているのであれば「参考」とするのが妥当とされた。
- ・前述の如く附属書 A の表 A.1 で Cumulative distance travelled を “Typically distance travelled is measured using an on board odometer” と表記することとなった。
- ・附属書 B は「参考」で了解された。

6.7 ISO 15143-3 案文に対するドイツ意見検討：ドイツ意見を検討したが、2日目はドイツ専門家が交通渋滞で欠席、同氏不在での論議となった。

6.8 当面の作業分担及び日程目標の件：前記決定事項の通り。

6.9 閉会：5月29日 (金) ~ 16:00 前に会議終了。

7 今後の日程：

WebEx 会議を 2015 年 7 月 24 日に開催予定で、DIS 投票結果によっては対面会議を翌 2016 年 4 月ごろ実施 (実施の場合、日本での開催を申出)。

後記：その後、通常の ISO (国際規格) では早期発行が難しい為、ISO に比べ利害関係者の合意レベル要件が緩い ISO/TS (技術仕様書) として扱うこととなった。ISO/TC 127/SC 3 委員会内投票において 2/3 以上の賛成が得られ、2016 年 12 月に発行された。

以上

JICMA

部 会 報 告

ISO/TC 127/SC 2/WG 16 (ISO 13766 土工機械—電磁両立性)
2015 年 6 月ドイツ・フランクフルト市 国際作業グループ会議報告

標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会国際専門家 (Expert)

吉田 克美 (コマツ)

2015 年 6 月に国際標準化機構 ISO の専門委員会 TC 127 (土工機械) 傘下の国際作業グループ ISO/TC 127/SC 2/WG 16 (ISO 13766 土工機械—電磁両立性 改正) 会議がドイツ国フランクフルトアムメイン市で開催され、協会標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会から国際専門家 (Expert) として出席した吉田氏の報告を紹介する。

- 1 開催日：2015 年 6 月 18 日
- 2 開催地：ドイツ国フランクフルトアムメイン市 ドイツ機械工業連盟 VDMA 会議室
- 3 出席者 (敬称略)：18 名
ドイツ (DIN) 11 名, 米国 (ANSI) 2 名, 英国 (BSI) 1 名, フランス (AFNOR) 1 名, スウェーデン (SIS) 1 名, チェコ (UNMZ) 1 名, 日本 (JISC) 1 名
- 4 会議概要：

これまでの議論をまとめる形で、2015 年 5 月 19 日投票期限の CD 13766-1, -2 結果報告があり、その際に提出された各国意見 (主に技術的な項目) について審議した。

文法的な修正とあわせ、技術審議内容を反映させた DIS 案文を事務局で準備し、同年 8 月 7 日までに WG メンバに送付される。各国メンバは～同年 10 月 5 日までに意見を連絡することとなった。

また、事務局は DIS 案文がまとまったところで対面会議 (10 月初め) の可否を決め、必要時に招集することとなった。

投票の結果、各国意見を改めてまとめたものが配布され、これに審議結果を加筆した上で、後日資料送付された (協会事務局より国内関係者に送達)。

次回まとめ案が DIS として ISO 中央事務局へ送付される為、必要に応じて日本意見を示す必要がある。

なお、CD 案について国内意見交換を行ったが、修正要求など大きな指摘事項はなく、推移を見守ることとなった。今回の審議での主な論点は以下の 7 項目。

Part 1 :

- ①車両 BCI 試験の位置付け
→ EMC 試験室に入らない建設機械に対する「放射電界試験」の代替とする。
- ②車両 BCI 試験の適用周波数範囲
→ 適用試験周波数は 20 ～ 1000 MHz。1 ～ 2 GHz は放射電界試験を要求。
- ③屋外での放射電界試験の実施方法
→ 1GHz 以上の周波数に対して車体ハーネスへの印加ではなく、高周波としての直接的影響が懸念されるとのことで、BCI による代替試験法は却下。実施方法の例示はあったが、具現化で議論が出た。
- ④ EMC 指令への対応
→ DIS 13766-1 附属書に示される予定 (Part1 が EMC 指令の要求レベル)。

Part 2 :

- ⑤試験要求値の整合性
→ Part 1 と Part 2 で、放射電界での要求値と代替試験方法での要求値との比率に差がある。参照規格との整合性を含め、技術的な検討を行い、案文に反映させるとのことであり、事務局で補充する。
- ⑥車両での 2 ～ 2.7GHz 試験
→ BCI/TWC 法の提案があったが却下された。放射電界試験が基本と示され、EMC 試験室に入らない建設機械については Part 1 での議論と同様とのこと。屋外での具体的な実施方法への議論が出た。
- ⑦ Table 1, 2, 4 にある FS の意味
→ Functional Safety ではなく、Fail Safe の略と確認された。

以上

JICMA

部 会 報 告

ISO/TC 127/SC 2/WG 16 (ISO 13766 土工機械—電磁両立性) 2016 年 5 月ドイツ・フランクフルト市 国際作業グループ会議報告

標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会国際専門家 (Expert)
吉田 克美 (コマツ)

2016 年 5 月に国際標準化機構 ISO の専門委員会 TC 127 (土工機械) 傘下の国際作業グループ ISO/TC 127/SC 2/WG 16 (ISO 13766 土工機械—電磁両立性 改正) 会議がドイツ国フランクフルトアムマイン市で開催され、前回 2015 年 6 月に続き、協会標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会から国際専門家 (Expert) として出席した吉田氏の報告を、2016 年 7 月及び 9 月に行われた WebEx 会議の結果とあわせて紹介する。

- 1 開催日：2016 年 5 月 23 日, 24 日
- 2 開催地：ドイツ国フランクフルトアムマイン市
ATRICOM 会議室
- 3 出席者：16 名 (うち WebEx 参加 4 名)
ドイツ (DIN) 6 名, 米国 (ANSI) 5 名, 英国 (BSI) 1 名, フランス (AFNOR) 1 名, スウェーデン (SIS) 1 名, チェコ (UNMZ) 1 名, 日本 (JISC) 1 名

4 会議概要：

これまでの議論をまとめた DIS 案文 13766-1, -2 が示され、前回 2015 年 6 月の CD 案文に対する各国意見 (主に技術的な項目) について審議した。

文法的な修正とあわせ、技術審議内容を反映させた修正 DIS 案文として事務局で準備し、同年 7 月 7 日の WebEx 会議にて提示され、各国メンバは意見を連絡することとなった。

昨年来の審議における主な論点は、前回 (2015 年 6 月フランクフルト会議) 報告を参照。

補足：

2016 年 7 月 7 日, 同年 9 月 29 日に WebEx 会議が開催され、修正 DIS 案文について内容確認、審議が行われた。同国際作業グループ会議として、これにて審議を完了し、最終案文を事務局で整え、FDIS として ISO 中央事務局へ送付される。

以上

J C M A

部 会 報 告

ISO/TC 127・TC 82 JWG (地下鉱山機械の安全) 2015 年 6 月スウェーデン・ストックホルム国際作業グループ会議報告

標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会

出浦 淑枝 (コマツ)

2015 年 6 月に国際標準化機構 ISO の専門委員会 TC 127 (土工機械) と TC 82 (鉱山) の連携作業グループ会議がスウェーデン国ストックホルム市で開催され、協会標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会から出席した出浦氏の報告を紹介する。

1 開催日：2015 年 6 月 22, 23 日

2 開催地：スウェーデン国ストックホルム市 スウェーデン規格協会

3 出席者：13 名

米国 (ANSI) 2 名, カナダ (SCC) 1 名, ドイツ (DIN) 4 名, オーストラリア (SAA) 1 名, スウェーデン (SIS) 1 名, フィンランド (SFS) 3 名, 日本 (JISC) 1 名

4 会議概要：

DIS 投票が賛成多数で承認されたが、寄せられた各国意見が多数あったため、DIS2 投票案の方針を審議した。会議の 4 時間余りを対象機械の論議に費やした結果、欧州規格に準じて、地下鉱山機械のみならずトンネルで使用される機械(ただしシールド機械を除く)も含めることとなった。日本はこれまで地下鉱山機械の規格ということで参画に消極的であったが、再考の余地が出てきた。ただし、安全要求の内容は ISO 20474 がベースとなっており、建設機械の派生機械であれば、それほど心配はないと思われる。

5 議事：

5.1 開会：米国 Convenor 挨拶、各国専門家の自己紹介の後、Convenor から提案があり、各国コメント審議に入る前に対象範囲を再考することになった。

5.2 対象に関する論議：「ISO 6165 に規定された建設機械を地下鉱山仕様に変更したもの」には異論が出なかったが、トンネルで使われる機械を対象とするかどうか、午前中いっぱい論議が続いた。結局、EN 1889 (Machines for Under Ground Mining - Safety - Part1 Rubber tyred vehicle) にならい、対象に含めることとなった。ただしシールド機械は含まない。

・日本では地下鉱山はないため、TC 127 国内委員は

本規格には関心が薄いこと、トンネル機械といえばドリルリグやボーリングマシンを想起すること、TC 82 の日本国内ミラーコミッティに参加している建機メーカーがないので議論に参加しにくい事情を説明した。日本から鉱山機械の定義規格の必要性を指摘し、TC 82 (鉱山技術委員会) で今後の検討要とされた。

- ・トンネル機械の国際団体である ITA (International Tunnel Association) の会議が先日行われ、本規格を作成中であることを紹介したが、トンネル機械を含めることについて反対はなかった旨、フィンランド委員から説明された。ちなみに日本参加者は 2 名 (うち 1 名は厚生労働省の労働安全研究所)。
- ・各種機械の移動に関する安全を扱うことにし、作業機の安全は議論しないことが再確認された。以前の作業会議で合意済。

5.3 各国の DIS 投票コメントに関する論議：午後からは DIS 投票時の各国コメントについて順番に論議された。なお全般を通じて、ヘッダのない条項には適切なヘッダを追加し、取扱に関する記載は 6 項 Information for use に移動することとした。

- ・Foreword 特許に関する但し書きについては、ISO 発行前に中央事務局が修正する旨、説明された。
- ・1. Scope 上記 5.2 の結果を反映して文言修正された。
- ・3.1.6 Continuous loader カラー写真は線画に差替えることとした。
- ・4.1.3 Equipment carrier restraints 本項は、フォークリフトアタッチメント装着時には適用しないこととした。
- ・4.1.4 Starting systems 「アンチセフト装置がある場合は、ISO 22448 適合のこと」を追加した。
- ・4.4.1 Hydraulic systems 「総量 10 リットルを超える場合は」の記載は、10 リットルの根拠が不明なので削除することとした。
- ・4.4.1.8 Hydraulic systems 「e) Hydraulic line shall be limited」は意味不明のため削除とした。

- ・ 4.4.2 Pneumatic systems 「石炭鉱山に関する記載」は、特に石炭鉱山に限定する必要がないため削除とした。
- ・ 4.5.1 Electrical equipment ISO 20474-1:2008 と整合をとるため、対象を「50 V DC 以下」から「75 V DC 以下」に変更した。適合規格として IEC 60204-1 を追加した。

以上で時間切れとなり、残りは Convenor の対応案を見て、意見提出することとなった。

5.4 当面の作業分担及び日程目標の件：

- ・ Convenor による会議資料配布（期限 6 月 23 日）
- ・ WG によるコメント審議結果に対する検討（期限 7 月 19 日）
- ・ Convenor による改訂案文 DIS2 の整備（期限 8 月 2 日）
- ・ TC 82 事務局による CEN コンサルタントへの DIS2

配布、および EN ISO のために FDIS 投票要否確認（期限 8 月 3 日）

- ・ WG による改訂案文に対する検討（期限 9 月 15 日）
- ・ 必要に応じて WebEx 会議（TC 82 総会中の 9 月 21 日 14 時 = Central EU time）
- ・ DIS2 投票：（10 月 1 日 - 1 月 1 日）
- ・ 次回会合：2016 年 2 月後半にシドニーで開催予定（ISO 17757 と同じ週）
- ・ ISO 発行目標：4 月 1 日

5.5 閉会：2015 年 6 月 23 日（火）17：00 会議終了

6 次回開催予定：

前述の如く、2016 年 2 月後半にシドニーにて開催。

以上

J C M A



新工法紹介 機関誌編集委員会

01-16	斜面計測監視 3D-ICT システム	安藤ハザマ
-------	--------------------	-------

▶ 概 要

軟弱な地盤地帯や地すべり地帯、あるいは都市部の近接施工のような難しい条件における建設工事では、斜面の変状や崩落に対して細心の注意を払う必要がある。そこで、地盤の安定評価や施工中の安全確保のため、多数の計測機器を設置し地盤の状況を確認しながら工事を進めることが多い。

しかし、このような計測を行うにあたって、地表に設置もしくは地中に埋設する計測機器は、多種多様のメーカーや機器があることから、計測データを一元管理することが困難であった。さらに、降雨や地震などにより斜面の変状や崩落が発生した場合、状況判断をする上で計測データの包括的かつ迅速な処理が必要不可欠であるが、既往のシステムでは、各種計測器のデータがそれぞれ独立した形で整理されているため、総合的な安定評価や判定に時間がかかるという問題があった。

そこで、これらの問題を解決するため、多種多様の計測機器に対応でき、得られた計測データを統合して、インターネットを利用してリアルタイムに関係者へ配信する斜面計測監視 ICT システム「ハモニス」(Hazama Ando Automatic Monitoring System)を開発した。このシステムについては、掘削法面の安定性やトンネル掘削による低土被り部の変位が懸念されている施工現場で採用され、品質や安全性確保に寄与した。

また、近年 CIM に関する技術開発が進み、種々の検討が実施されている。これに対して、上述した斜面計測監視システムにおいて、より詳細な計測データ整理や総合的な評価を実施できるシステムを構築することを目的として、既往のハモニスにおいて CIM を活用し、3次元斜面計測監視システムを実現することを目的とした技術開発を実施した。

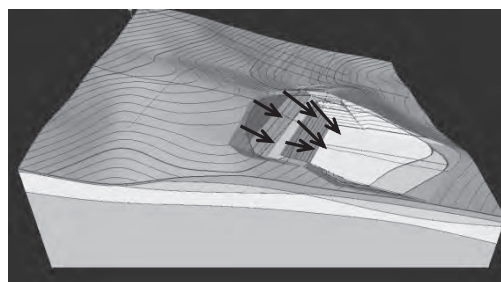
▶ 特 徴

(1) 明かり掘削工事における開発事例

弊社における明かり掘削工事に関する CIM の事例としては、掘削法面における地質状況の3次元写真モデルの構築事例とともに、ダム現場における堤体材料の賦存量管理を3次元地質モデルにより実施した事例がある。これにより、掘削法面における断層破碎帯や強風化部などの3次元的な分布状況を評価することが可能となるとともに、掘削体積の算定などがより簡易かつ精度よく実施することが可能となった。

ここで図—1に、掘削法面の CIM 上で変位計測結果を3次元的に明示した事例を示す、これにより、既往の2次元断面図

における断面ベクトル表示に対して、変位状況を3次元的に確認することが可能になったこととともに、隣接する他の計測点の計測結果との比較、そして法面に分布する地質状況との関連把握などにより、総合的な評価の実施がより詳細かつ簡易に実施することが可能となった。



図—1 掘削法面における3次元変位状況

(2) トンネル建設工事における開発事例

弊社におけるトンネル建設工事における CIM の適用事例においては、トンネル線形を3次元的に示したモデル上に切羽写真を所定の位置に並べることで、トンネルにおける地質状況を3次元的に俯瞰して総合的な評価が実施できるようにした。

ここで図—2に、このトンネル CIM 上に地表面変位計測結果を3次元表示した事例を示す。これにより、既往の2次元断面図における断面ベクトル表示に対して、トンネル掘削の進捗に伴い切羽に向かって変位する状況、トンネルに近いほど変位が大きく離れるほど変位が小さい状況などが詳細に確認できる。



図—2 トンネル坑口部における3次元変位状況

▶ 用 途

・地山不良箇所の分布する施工現場における斜面計測監視

▶ 実 績

- ・地すべりの分布するトンネル現場 3箇所
- ・地すべりの分布する道路造成現場 1箇所

▶ 問 合 せ 先

安藤ハザマ 土木事業本部土木設計部

〒107-8658 東京都港区赤坂 6-1-20

TEL : 03-6234-3670

新工法紹介

02-145	3D パイルビューアー	安藤ハザマ
--------	-------------	-------

概要

杭・地盤改良施工情報可視化システム「3D パイルビューアー」は、地盤改良や杭工事で施工中に得られる様々な情報を三次元で可視化することが可能なシステムである。本システムにより、出来形の把握や支持層の変化に応じた補正をリアルタイムに行え、施工中での評価や判断が迅速になる。このため、施工の効率化や出来形・品質の確保が可能となる。

特徴

3D パイルビューアーは、① GNSS（汎地球測位航法衛星システム）や TS（トータルステーション）を利用した位置誘導機能、②改良体・杭の施工情報（施工深度、電流値、スラリー量、地盤性状等）を即時に可視化・評価・記録する機能の2つから構成される。本システムの構成を図-1に、表示画面を図-2に示す。

(1) 位置誘導機能との連携

位置誘導機能は、GNSS または TS と傾斜計を利用し、杭の設計位置に杭先端を正確に誘導することができる。これにより、目杭のずれやオペレータの見間違いによる施工ミスを無くすることができる。位置については、施工機械のキャビンに設置したモニターに、設計位置と実績位置が表示される。

(2) クラウド管理でリアルタイムに三次元可視化

杭先端の軌跡、電流値、スラリー量、回転数等をリアルタイムにクラウドに集積し、施工状況を三次元で可視化することが可能である。専用モニターには、地中での杭・改良体の形状が立体的に表示され、杭の状態を未施工、施工中、施工後の区分で識別するとともに、進捗状況や地盤抵抗値などを色の変化により直感的に認識できるため、速やかな情報共有が可能である。可視化した情報は、登録ユーザーであれば、インターネットを通じてどこでも確認することが可能である。これより、管理値を超えた場合などは、即時に関係者に通知して異常を把握し、施工上のリスクを低減することができる。

(3) 既存工法に幅広く適用可能

本システムへの取り込みデータは、様々な形式に対応しているため、深層混合処理工法や締固め杭工法、中掘式等の既製杭など、既存の工法に幅広く適用でき、高い汎用性を有する。

(4) N 値や強度などの地盤性状をリアルタイムに評価

削孔時の地盤抵抗値と土質に応じた換算係数から、地盤の推定 N 値をリアルタイムに表示できるため、設計との差異を早

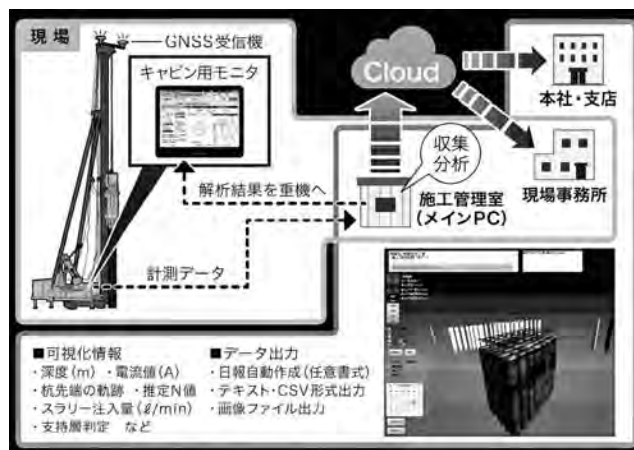


図-1 システム構成



図-2 表示画面

期に判断することが可能である。

(5) 様々な書式に対応した日報作成（データ管理の省力化）

日報やデータ分析に必要な出力項目と書式を自由に設定し、終業時にワンクリックで日報を作成することができる。また、施工済みの大量の改良体や杭の情報を任意のグループに分けて管理したり、改良長、改良強度、施工日ごとの情報を引き出して確認したりすることができる。各種データはCSV形式で出力することも可能である。

用途

・既成杭工法、各種地盤改良工法

実績

- ・防潮堤基礎地盤改良工事（深層混合処理 DCS 工法）
- ・放水路耐震補強工事（深層混合処理 DCS 工法）
- ・高速道路基礎地盤改良工事（深層混合処理 DCS 工法）
- ・新築ビル液状化対策工事（締固め砂杭 DV 工法）

問合せ先

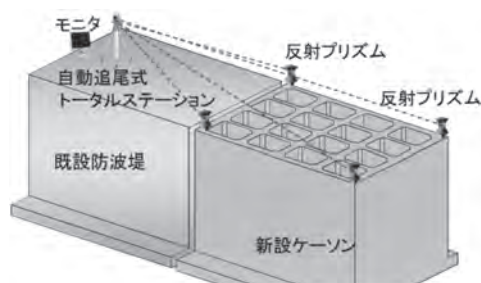
安藤ハザマ 土木事業本部技術第二部 道路・造成グループ
〒107-8658 東京都港区赤坂 6-1-20
TEL：03-6234-3672

新工法紹介

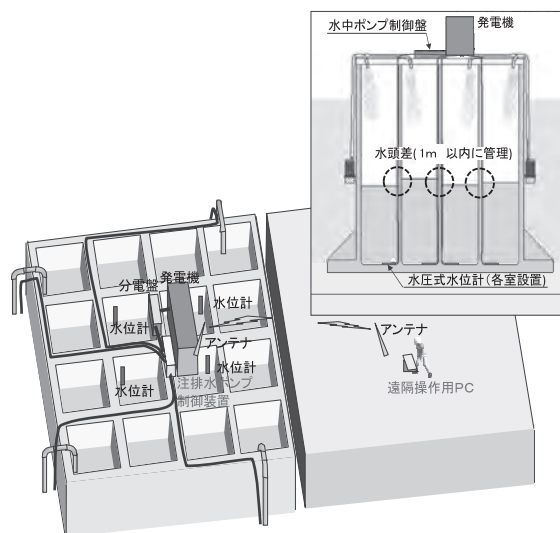
02-146	ケーソン据付時の注排水ポンプの 操作を自動制御するシステム	みらい建設工業
--------	----------------------------------	---------

▶ 概 要

本システムは、ケーソン据付時に使用する分電盤と注排水ポンプの間に制御盤を設置するのみで、遠隔かつ自動で注排水ポンプを制御するものである。図一1の自動追尾式トータルステーション、図一2の水圧式水位計と併せて「ケーソン据付システム」として一体化して用いることができる。



図一1 自動追尾式トータルステーションでの位置確認



図二2 自動注排水ポンプ制御システムによる水平制御

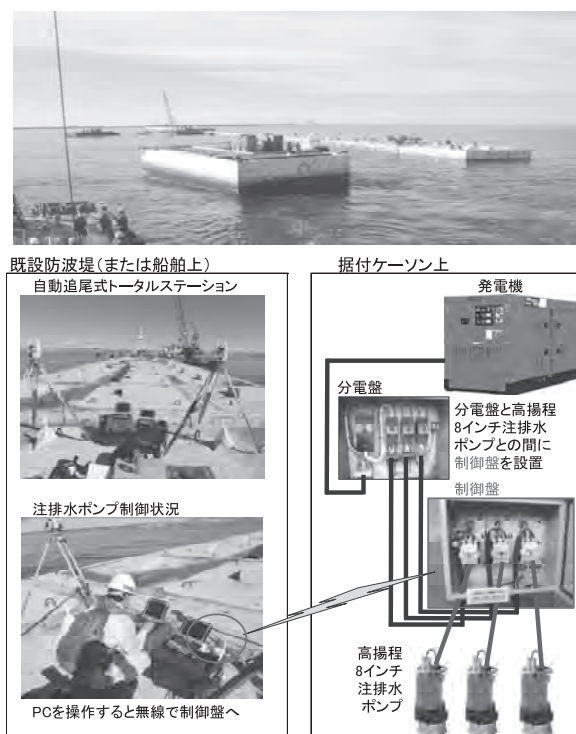
自動注排水ポンプ制御システムは、据付ケーソン上に発電機・分電盤・制御盤から注排水ポンプへ配線を接続して、制御盤の操作は据付ケーソンから離れた場所（既設の防波堤など）のPCから無線により制御信号を送るシステムとしている。

また、据付時、注水中にケーソンが傾き隣り合う桝で1.0 m以上の水位差が生じると、該当する注水ポンプが自動停止し50 cm以下となると注水ポンプが再稼動するシステムとし、据

付中のケーソンの水平を保つようにした。

▶ 特 徴

本システムにより施工する場合、図一3に示すとおり分電盤と高揚程8インチ注排水ポンプの間に注排水ポンプ制御盤を設置する以外は、通常のケーソン据付時に使用する機械を犠牲にすればよいと、機械に左右されることはない。また、注排水ポンプ制御盤は人間が持ち運べるように20 kg以下の箱に収納し、クレーンなど機械を使用しなくても設置できる小さなサイズとした。なお、制御盤の設置は1時間程度で作業が完了するため、このシステムのために別工程を設ける必要はない。



図一3 自動注排水ポンプ制御システムの概要

▶ 用 途

・港湾工事のうち、ケーソン据付工事

▶ 実 績

・釧路港新西防波堤D部・E部建設工事（北海道開発局2014）
・追直漁港外防波堤B部建設工事（北海道開発局2014）
・平良港（漲水地区）岸壁（-7.5 m）（改良）（耐震）外1件築造工事（沖縄総合事務局2015）

▶ 問 合 せ 先

みらい建設工業(株) 技術本部 技術部

〒108-0014 東京都港区芝4-8-2 TCGビル4F

TEL：03-6436-3719

新工法紹介

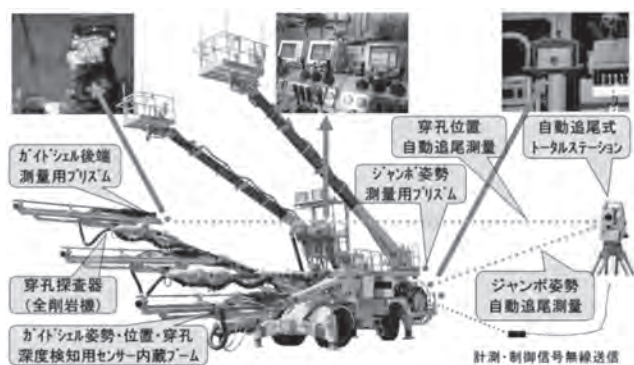
04-374	統合穿孔支援システム ドリル NAVI	鴻池組
--------	------------------------	-----

▶ 概要

国内大型プロジェクトとして期待されるリニア中央新幹線では、路線の大半を長大トンネルが占める。

このような山岳トンネル工事で多く採用される発破工法では、一般に余掘りの増大が課題となっている。この余掘りの増大は、材料や施工サイクルのロスになるほか、トンネル周辺地山を痛め、安全性や品質の低下の原因となる可能性がある。一方、山岳トンネルは地下深部にある線状構造物であり、事前に地表から十分な地質調査を行えないのが一般的であり、トンネルの品質を確保しながら安全に施工するためには、トンネル施工中に切羽前方や切羽周辺の地質を適切に評価しながら掘進することが重要である。

今回開発した統合穿孔支援システム「ドリル NAVI」は、山岳トンネルで標準的に使用するドリルジャンボに、①発破やロックボルト、先受け工などの全穿孔作業を正確に行える穿孔誘導技術、②切羽前方探査や日常の穿孔作業で取得した3次元の穿孔データで地山評価を行える地山診断技術、③坑内無線 LAN により穿孔データを工事関係者内で共有できる情報共有技術を搭載することで、山岳トンネル工事における品質や安全性の確保、コスト縮減や工程確保を可能としたものである（図—1）。

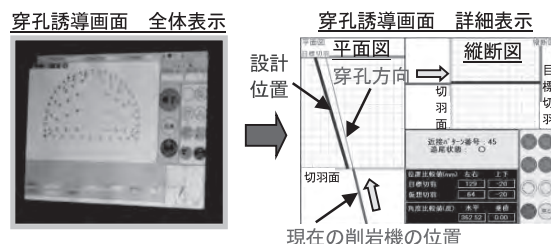


図—1 ドリル NAVI 概要図

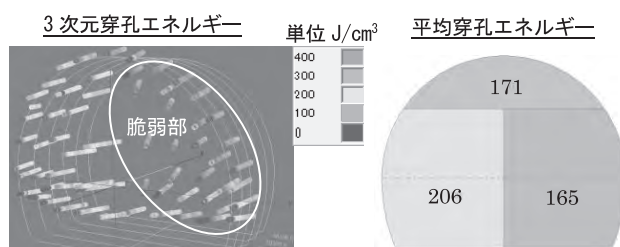
▶ 特徴

①穿孔誘導技術「ドリル NAVIGATION」(図—2)

穿孔誘導技術は、自動追尾式トータルステーションと位置検知用センサーにより削岩機の穿孔位置を把握し、ガイダンス用モニターにしたがって計画した穿孔位置へ削岩機を誘導する技術である。本技術により、切羽外周孔のみならず芯抜き孔を含む全穿孔について±5cmの高精度で誘導できるため、熟練工(坑夫)の勘や経験に関係なく穿孔精度が向上する。



図—2 穿孔誘導技術 概要図



図—3 地山診断技術 概要図

②地山診断技術「ドリル EXPLORA」(図—3)

穿孔中の油圧データ（打撃圧、フィード圧、穿孔速度、打撃数等）を取得できる穿孔探査器を全削岩機に搭載し、得られた油圧データから地山状況の定量的な指標となる穿孔エネルギーを算出する。地山診断技術は、本機能と穿孔誘導技術で取得した穿孔位置データとを統合することで、3次元穿孔データを算出して地山評価を行う技術である。本技術により、日常の掘削作業において容易に3次元穿孔データを取得できるため、切羽前方、切羽全面、切羽周辺の地山状況を定量的かつ適切に評価できる。

③情報共有技術「ドリル NET」

情報共有技術は、ドリルジャンボのシステムパソコンと、工事事務所、ドリルジャンボ製造工場、本社技術部等とを坑内無線 LAN を経由してネットワーク回線で結び、常時、穿孔データや保守データを情報共有することで、各専門分野における迅速かつ確かな技術支援を受ける技術である。本技術により、地山トラブルや機械トラブルを未然に防ぐことができ、トンネル現場での工程遅延を防止できる。

▶ 用途

・山岳トンネル工事

▶ 実績

・鉄道・運輸機構 新長崎トンネル東（他）
・和歌山県 新紀見トンネル

▶ 問合せ先

(株)鴻池組 土木技術部 若林宏彰

〒541-0057 大阪市中央区北久宝寺町 3-6-1

TEL：06-6245-6580

新工法紹介

04-375	ドラムサイレンサー	フジタ
--------	-----------	-----

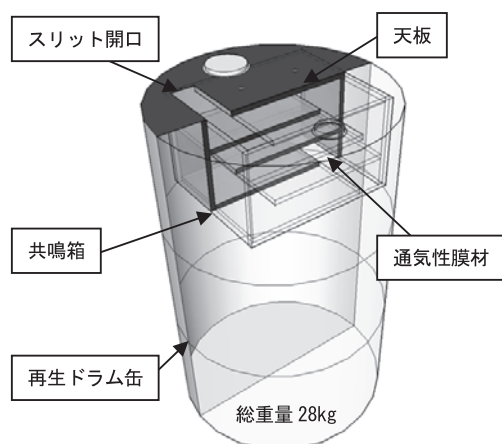
▶ 概 要

山岳トンネル工事において、発破掘削時に生じる大音圧の発破音には全周波数帯域の音が含まれているが、遮音のために坑口に設置される防音扉では低周波音を十分に低減させることは困難である。特に、一般的な防音扉の遮音性能は10～20 Hzの周波数帯域で低下し、コンクリート等による重量化を図った場合でも改善効果が十分に得られない場合がある。防音扉を透過した大音圧の超低周波音^{*}は人間の耳には聞こえないものの、近隣建物の窓ガラスや建具を振動させてしまう恐れがある。

そこで当社は、防音扉では遮ることが難しい超低周波音を、トンネル内部で減衰させる吸音装置「ドラムサイレンサー」を開発し、国道115号円測トンネル工事（福島県相馬市）で性能検証を行った。

「ドラムサイレンサー」の本体は、発破時の爆風にも耐え、軽量かつ耐久性に優れた再生オープンヘッドドラム缶(580 mm ϕ , h = 890 mm)とした。天板部分にレーザー加工によるスリット開口(60 × 300 mm)を設け、内部に構造用合板(t12 mm)で組立てた共鳴箱(320 × 380 × 228 mm)が取り付けられ、総重量は28 kgである(図—1)。天板と本体はレバーバンドにより容易に取り外すことができ、JIS Z 1600規格のドラム缶であれば載せ替えも可能となっている。

開口から取り込まれた発破音が共鳴箱内の空気を激しく振動させ、熱エネルギーに変換させる仕組みとなっており、天板の開口面積や共鳴箱の形状、ドラム缶内容積を変更することで吸音特性が調整できる。坑口防音扉の遮音性能が低下する周波数



図—1 「ドラムサイレンサー」の概要

帯域に合わせたチューニングを行うことで効果を最大化することができる。

円測トンネル坑内では、200体の「ドラムサイレンサー」を安全通路の仕切りとして設置した(写真—1)。



写真—1 トンネル坑内への設置状況

▶ 特 徴

① 200体設置で超低周波音を1/5に

トンネル坑内に「ドラムサイレンサー」を200体設置することで、対象とする発破時の超低周波音を約7 dB低減(エネルギーを1/5に低減)。低減量は設置数に伴い増加し、300体程度の設置で10 dB以上の低減を見込む。

② 小型・軽量化を実現

共鳴箱を内部に組込む事により、超低周波音を対象としながら小型化・軽量化を実現。比較的断面積の小さなトンネルや、設置スペースの確保が難しい初期の掘削段階から適用でき、作業員一人でも移動や設置が可能。

③ 再生材を利用した環境配慮型装置

本体に再生ドラム缶を活用することで、再生材の有効活用と、周辺の音環境への配慮を両立。

※超低周波音：空気中を伝搬する音波のうち可聴周波数(20～20000 Hz)以下の聞こえない音波

▶ 用 途

・山岳トンネル工事

▶ 実 績

・国道115号円測トンネル工事(発注者：国土交通省東北地方整備局、施工者：(株)フジタ、トンネル延長：L = 963 m、内空断面積：A = 88.9 m²)

▶ 問 合 せ 先

(株)フジタ 広報室/門田

〒151-8570 東京都渋谷区千駄ヶ谷4-25-2

TEL：03-3402-1911(代表)

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈02〉 掘削機械

16-〈02〉-11	コマツ 油圧ショベル PC120/130-11	'16.06 発売 新機種
------------	-------------------------------	------------------

オフロード法^(※1) 2014年基準に適合した中型油圧ショベルである。

本機は、NOx（窒素酸化物）とPM（粒子状物質）の排出量を大幅に低減し、特定特殊自動車排出ガス2014年基準の排出ガス規制をクリアしている。加えて、機体のメインユニットを最適に制御するトータルビークルコントロール（機体総合制御）の改良により、生産性と燃費性能の両方で高いレベルを達成し、燃料消費量を自社従来機に比べ12%低減^(※2)している。

また、KomVision（一般建機用周囲監視システム）、ロックレバー自動ロック機能、セカンダリエンジン停止スイッチ、および大型落下防止用ハンドレールを新たに採用し、安全性を高めている。機械モニタには鮮明で見やすい高精細7インチLCDモニタを搭載し、エコガイド等表示により省エネ運転のサポートも行っている。

さらに、新車購入時に自動的に付帯される、パワーラインの保証延長と無償メンテナンスを取り入れた、サービスプログラム「KOMATSU CARE（コマツ・ケア）」の提供により、トータルライフサイクルコストの低減と長時間稼働に貢献している。

※1. オフロード法:特定特殊自動車排出ガスのNOx(窒素酸化物)、PM(粒子状物質)排出量の規制等に関する法律。

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

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

表一 PC120/130-11 の主な仕様

	PC120-11	PC130-11
機械質量 (t)	12.400	13.000
エンジン定格出力 ネット (JIS D0006-1) kW/min ⁻¹ [PS/rpm]	72.5/2050	[98.6/2050]
標準バケット容量 (JIS A 8403-4) (m ³)	0.50	
標準バケット幅 (サイドカッタ含む) (m)	0.86 (0.98)	
全長 (輸送時) (m)	7.620	
全幅 (m)	2.490	
全高 (輸送時) (m)	2.880	
後端旋回半径 (m)	2.210	
価格 (百万円)	14.2	15.3



写真一 コマツ PC120/130-11 油圧ショベル
(一部オプションが含まれる)

16-〈02〉-12	コベルコ建機 油圧ショベル SK250-10 SK330-10 SK470-10	'16.09 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

中大型油圧ショベルの25トン、33トン、47トンクラスのモデルチェンジ機である。オフロード法2014年基準に適合し、従来機でPM（粒子状物質）の排出量を削減するために搭載した排出ガス後処理装置（DPF）に加え、NOx（窒素酸化物）の排出量を削減する尿素SCR（選択的触媒還元）を搭載している。

全機種において新型エンジンを採用し、燃費性能については、Hモード（作業優先モード）で従来機に比べ10～11%、Sモード（省エネ・燃費重視モード）で10～11%、さらにECOモードでは8～9%の燃費改善を実現している。また、耐久性については、機器類の故障予兆を検知できる予防保全機能の搭載、新車保証期間の延長、フィルター類の見直し、アタッチメントの強度の増加などを行い、これらの低燃費性能と高耐久性により、さらなる環境負荷の低

表二 SK250-10, SK330-10, SK470-10 の主な仕様

本体型式	SK250-10	SK330-10	SK470-10
標準バケット容量 (山積) (m ³)	1.0	1.4	1.9
運転質量 (t)	25.4	34.7	48.1
定格出力 (kW/min ⁻¹)	133/2,100	201/2,100	271/1,850
走行速度 高/低 (km/h)	5.8/3.6	5.6/3.3	5.4/3.4
登坂能力 (度)	35	35	35
最大掘削深さ (m)	7.00	7.56	7.81
最大掘削半径 (m)	10.30	11.26	12.07
最大掘削高さ (m)	9.79	10.58	10.94
全長 (m)	10.21	11.30	12.14
全幅 (m)	2.99	3.19	3.35
全高 (m)	3.18	3.42	3.57
燃料タンク容量 (l)	403	503	640
価格 (税抜き) (百万円)	28.264	33.023	52.085

新機種紹介



写真—2 コベルコ建機 SK330-10 油圧ショベル

減、ユーザーのライフサイクルコストの低減が可能となっている。

エアコンの能力をアップさせるとともに、吹き出し口の数をも2個から4個に増やし、レイアウトの見直しを行うことで、運転室内の快適性が向上しており、レバー操作力の軽減にも取り組み、運転時の居住性の向上とオペレータの疲労低減を図っている。

問合せ先：コベルコ建機株式会社 営業本部 営業促進部
〒141-8626 東京都品川区北品川5丁目5番15号

16-〈02〉-13	コベルコ建機 ハイブリッドショベル SK200H-10	'16.11 発売 モデルチェンジ
------------	-----------------------------------	----------------------

オフロード法2014年基準に適合した20トンクラスハイブリッドショベルのモデルチェンジ機である。蓄電装置には、従来機のキャパシタに比べ蓄電容量の大きなリチウムイオンバッテリーを採用し、さらに、発電電動機（軽負荷時には電気エネルギーを発生させ、負荷が掛かった時にはエンジン出力をアシストする）は、従来機に比べて約5倍の出力を有し、エンジンアシスト力が向上している。その結果、従来機のハイブリッド機SK200H-9に比べ、燃費性能については、Sモード（省エネ・燃費重視モード）で7%、ECOモードでは4%の燃費を低減させており、一方、作業量においても、Hモード（作業優先モード）で7%、Sモードで10%向上させると共に、標準機同等の作業スピードを実現している。

耐久性については、ITを利用してエンジンや油圧ポンプ関連の状態をモニタリングし、異常や故障の前兆を把握しメンテナンスを提案する予防保全機能を搭載している。さらに、新車保証期間の延長、フィルター類の見直し、アタッチメントの強度の増加などを行い、低燃費性能と高耐久性により、さらなる環境負荷の低減と、ユーザーのライフサイクルコストの低減が可能となっている。

表—3 SK200H-10の主な仕様

本体型式	SK200H-10
標準バケット容量（山積）（ m^3 ）	0.8
運転質量（t）	21.4
定格出力（ $\text{kW}/(\text{ps})/\text{min}^{-1}$ ）	119(162)/2,000
走行速度 高速/低速（ km/h ）	5.2/3.1
登坂能力（度）	35
最大掘削深さ（m）	6.7
最大掘削半径（m）	9.9
最大掘削高さ（m）	9.72
全長×全幅×全高（m）	9.56 × 2.80 × 3.07
燃料タンク容量（l）	320
価格（税抜き）（百万円）	24.648



写真—3 コベルコ建機 SK200H-10 ハイブリッドショベル

問合せ先：コベルコ建機株式会社 営業本部 営業促進部
〒141-8626 東京都品川区北品川5丁目5番15号

16-〈02〉-15	日立建機 超小旋回型ミニショベル ZX20UR-5A	'16.07 発売 新機種
------------	----------------------------------	------------------

狭所における管工事で使用され、国土交通省排出ガス対策型建設機械（第3次基準）および超低騒音型建設機械に指定されたミニショベルである。

高効率油圧システムにより燃料1リットルあたりの燃費効率を9%上昇させ、環境へ配慮している。

定格荷重600kgの移動式クレーン（MLクレーン）をオプション設定し、加えて利便性の高いワンタッチ格納式フックやフロントの落下防止用のホースラップチャバルブも備え、安全性の向上を図っている。

運転席にはオペレータの疲労軽減を考えたリストコントロールレバーや、シート位置を前後に調整できるシートスライド機能を採用し、ユーザーフレンドリーなミニショベルを目指している。また、

新機種紹介

上下スライド式エンジンカバー、ワイドオープンカバー、一度に点検できる集中配置されたフィルタ類などにより、メンテナンスの効率化を図っている。

表ー4 ZX20UR-5A の主な仕様

標準バケット容量	(m ³)	0.07
運転質量	(kg)	1,990
エンジン定格出力	(kW/min ⁻¹)	13.0/2,200
最大掘削半径	(mm)	3,850
最大掘削深さ	(mm)	2,260
最大掘削高さ	(mm)	4,540
最大ダンプ高さ	(mm)	3,270
最大掘削力 (バケット)	(kN)	19.0
旋回速度	(min ⁻¹)	8.4
走行速度 (高/低)	(km/h)	4.4/2.6
輸送時全長	(mm)	3,650
輸送時全幅	(mm)	1,450
輸送時全高	(mm)	2,250
後端旋回半径	(mm)	725
最低地上高さ	(mm)	290
操作方式	油圧パイロット式	
オフセット量 (左/右)	(mm)	530 / 600
標準小売価格	(百万円)	4.14

注) 単位は国際単位系 (SI) による表示。価格は工場裸渡し、消費税別。寸法および価格は3柱キャノピ仕様。



写真ー4 日立建機 ZX20UR-5A 超小旋回型ミニショベル

問合せ先：日立建機(株) 経営管理統括本部 ブランド・コミュニケーション本部 広報戦略室 広報・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

▶ 〈07〉せん孔機械およびブレーカ

16-〈07〉-01	アトラスコプコ コンピュータージャンボ BOOMER XE4 C30	'15.04 発売 新機種
------------	--	------------------

トンネルや地下鉱山の掘削作業で使用する、さく孔、ブームポジショニングおよびデータ管理をコンピューターシステム (アトラスコプコ リグコントロールシステム: RCS5) により制御する4ブーム1バスケット型のホイールジャンボである。

大断面のトンネルに対応したドリフトを4台搭載し、コンピューターシステムによりそれらを一人のオペレーターで制御することにより急速施工が可能となり、作業効率の向上を図っている。また、トータルステーションナビゲーション (TSN) によりジャンボの切羽への設置を正確かつ迅速に行える。

専用ソフト (アンダーグラウンドマネージャ) により、発破パターン、さく孔順序を入力すれば、各ブームに割り当てがなされ、全自動でさく孔することができるためオペレータの技術や経験に頼らずに精度の高いさく孔ができる。状況に応じて手動、全自動が選択でき、手動制御時においてもドリフトのさく孔はコンピュータ制御される。発破パターンや油圧ゲージはオペレーターパネルのディスプレイに表示され、オペレーターは、ディスプレイに表示される故障診断システムにより、電子機器の故障の箇所、原因を特定することができる。また、専用の管理ソフトを使用して、ジャンボでさく孔したデータを外部にアウトプットし、管理することができる。

オプション機能として、以下のシステムが搭載できる。

リグリモートアクセス (RRA) は、遠隔操作によりジャンボのコンピューターに記録されたさく孔データをオンラインで管理部署と送受信でき、最新の情報による管理ができ、かつデータは自動更新される。

3D スキャンシステムにより、さく孔作業前にトンネル断面を測定し、計測データを数分で処理し、オペレーターは計測結果に基づいてさく孔パターンの修正ができる。

さく孔データシステム (MWD) によりさく孔速度・フィード圧・回転圧・ダンピングピストン圧等のデータを計測・記録しデータから岩質や破砕帯の推定など地山の特性を予測することができる。

表ー5 BOOMER XE4 C30 の主な仕様

全幅×全長×全高	(m)	3.136 × 3.729 × 17.576
総重量	(t)	61
さく孔範囲 幅×高	(m)	17.924 × 13.401
主電動機	(kW)	95
ドリフト出力 (COP3038)	(kW)	30
コントロールシステム	リグコントロールシステム RCS5	
さく孔支援ソフトウェア	アンダーグラウンドマネージャー	
価格	御見積	

新機種紹介



写真—5 アトラスコブコ BOOMER XE4 C30 コンピュータージャンボ

問合せ先：アトラスコブコ 土木鉱山事業部

〒105-0014 東京都港区芝 2-13-4 住友不動産ビル 4 号館 11 階

▶ 〈10〉環境保全およびリサイクル機械

16-〈10〉-01	コマツ 自走式破砕機 BR380JG-3	'16.05 発売 新機種
------------	----------------------------	------------------

土木・解体工事現場、砕石現場や製鉄所などで使用される、オフロード法^(※1) 2014 年基準に適合した 30 t クラス自走式破砕機であり、「ガラパゴス」シリーズの主力機種である。高効率破碎を実現する作業性能と高い機動性を有している。本機は、NO_x（窒素酸化物）と PM（粒子状物質）の排出量を大幅に低減し、特定特殊自動車排出ガス 2014 年基準の排出ガス規制をクリアしている。加えて、機体のメインユニットを稼働状況に合わせて最適に制御するトータルビークルコントロールの改良により、生産性と燃費性能の両方で高いレベルを達成し、燃料消費量を自社従来機に比べ 13% 低減^(※2) している。

破砕機本体は、世界初の油圧式クラッシャー保護機構、クラス最大のジョークラッシャー、出口セット全自動調整システムを従来機種から継承している。また、セカンダリエンジン停止スイッチや落下防止用ハンドレールにより安全性を更に高めると共に、高精細 7 インチ LCD 液晶モニターと KOMTRAX を新たに標準搭載し、機械稼働の「見える化」を進めている。

さらに、新車購入時に自動的に付帯される、パワーラインの保証延長と無償メンテナンスを取り入れた、サービスプログラム「KOMATSU CARE（コマツ・ケア）」の提供により、トータルライフサイクルコストの低減と長時間稼働に貢献している。

- ※1. オフロード法：特定特殊自動車排出ガスの NO_x（窒素酸化物）、PM（粒子状物質）排出量の規制等に関する法律。
- ※2. 自社従来機との比較（自社テスト基準による）。実作業では作業条件により異なる場合がある。

表—6 BR380JG-3 の主な仕様

機械質量	(t)	34.800
エンジン定格出力 ネット (JIS D0006-1) (kW/min ⁻¹) (PS/rpm)		147/2050 (200/2050)
全長／全高（輸送時）／全幅（輸送時）	(m)	12.500／3.330／2.810
クラッシャーおよび走行駆動方式		油圧式
クラッシャー給口寸法	(m)	1.065 × 0.55
クラッシャー出口すきま調整範囲（開き側）	(m)	0.05 ～ 0.15
最大供給塊寸法※	コンクリートガラ (m)	1.000 × 0.9 × 0.475
	自然石 (m)	0.425 × 0.425 × 0.425
最適供給塊寸法※	コンクリートガラ (m)	0.475 × 0.325 × 0.325
	自然石 (m)	0.325 × 0.325 × 0.325
価格	(百万円)	59

※最大供給塊寸法：破碎物の向きに注意して投入すれば破碎できる最大寸法
最適供給塊寸法：破碎物の向きに注意する必要のない最大寸法

写真—6 コマツ「BR380JG-3」自走式破砕機
（一部オプションが含まれる）

問合せ先：コマツ コーポレートコミュニケーション部

〒107-8414 東京都港区赤坂 2-3-6

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

16-〈16〉-04	アイチコーポレーション スカイマスター（高所作業車） TZ10CRS/TZ10CRR/TZ12CRS TZ12CRR/TZ16CFS/TZ20CFS	'16.04 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

トンネル内壁の点検、道路構造物の維持・補修作業を効率的に行える高所作業車である。操作性および、安全性の向上を図るためモデルチェンジしたものである。

上部操作装置の配置を見直し「垂直・水平操作レバー」を中心に配置することで連続作業に適したプラットフォーム操作性を追求している。

従来のプラットフォーム操作切替スイッチを廃止し、2 本レバーとすることにより単独操作および、垂直・水平操作の切替がない円滑な操作を可能とし、切替操作忘れをなくすことにより安全性の向上を図っている。

新機種紹介

表ー7 TZ シリーズの主な仕様

型式	TZ10CRS	TZ10CRR	TZ12CRS	TZ12CRR	TZ16CFS	TZ20CFS
作業床最大積載荷重 (kg)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
作業床最大地上高 (m)	9.8	9.8	12.0	12.0	15.6	19.7
最大作業半径 (m)	5.2	5.2	5.7	5.7	7.2	7.7
消費税込標準価格 (千円)	18,792	20,196	20,466	21,978	22,950	25,758

プラットフォーム旋回中心をオフセットすることでプラットフォームの作業対象物への位置づけを向上した。

また、ブーム故障の原因となるブーム先端への異物混入を軽減するためブームヘッド構造の見直しを図り、より円滑なブーム作動と操作感覚の向上を図っている。

機を真上から俯瞰した映像、右側に4個のカメラの内、前後左右のカメラで確認したい側の映像がボタン操作で拡大して映し出される。重機の実運用を踏まえたシステムの「後付け・着脱式」により、殆どの重機に取りつけが可能である。



写真ー7 アイチコーポレーション TZ12CRR 高所作業車

問合せ先：(株)アイチコーポレーション 製品企画室
〒362-8550 埼玉県上尾市大字領家字山下 1152 番地の 10

▶ 〈20〉 タイヤ、ワイヤロープ、検査機器等

16-〈20〉-01	つくし工房 全周囲監視モニター装置 パノラマビュー 6501	’16.7 発売 新機種
------------	--------------------------------------	-----------------

高視野角（185 度）のカメラを4台組み合わせて、これらの映し出す映像を1つの画面で表示する装置である。画面にはあたかも自身の操縦する重機を真上から俯瞰するようなモニター映像が映し出される。従来のバックモニターのような後進時の後方確認だけでなく、常時車両の全周囲や後方死角に対して、モニタリングすることにより構造物、障害物との距離確認ができ作業員の安全が図られる。オペレーター室に設置した7インチモニターの画面の左側に重



価格 492 千円

図ー1 パノラマビュー 6501 の構成品



写真ー8 つくし工房 パノラマビュー 6501 全周囲監視モニター装置

問合せ先：(株)つくし工房 業務部
〒175-0092 東京都板橋区赤塚 3-31-7

インフラシステムの海外展開の動向

1. はじめに

平成 28 年 7 月号の「建設企業の海外展開」で、2015 年度の（一社）海外建設協会会員企業 48 社の海外工事受注実績と、今後注目されるプロジェクトについて「国土交通省インフラシステム海外展開行動計画」により紹介した。建設業を取り巻く環境は、2020 年の東京オリンピック・パラリンピックの開催に向けて国内での建設需要の拡大が期待されるが、海外については国内以上に継続性の観点から建設需要の拡大に期待が持てる。そこで、我が国の「インフラシステムの海外展開の動向」として、政府と国土交通省からこれまで公表された資料及び建設業ハンドブック 20166〔一般社団法人日本建設業連合会（日建連）〕等により、我が国の「インフラシステムの海外展開の動向」についてポイントを紹介する。

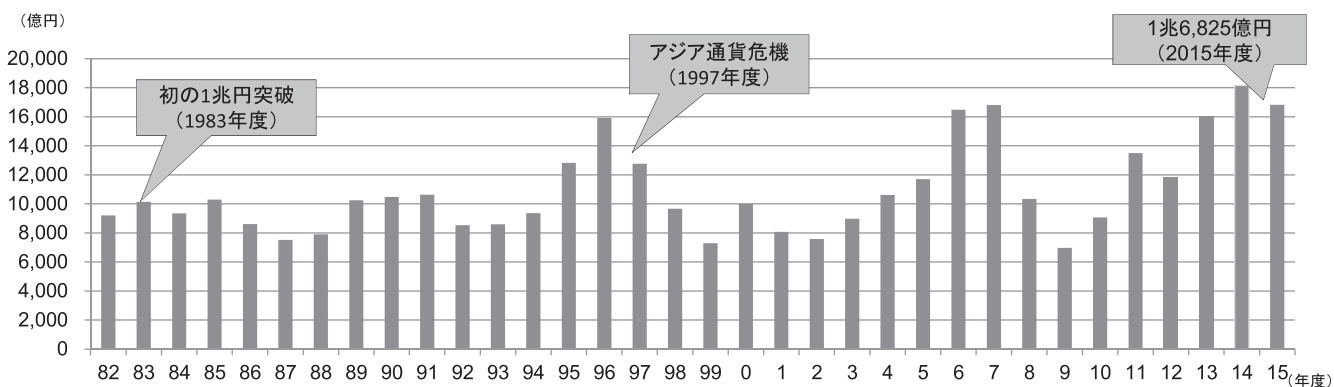
2. 建設業の海外展開状況

(1) 我が国建設企業の海外受注実績の推移（図— 1, 2 参照）

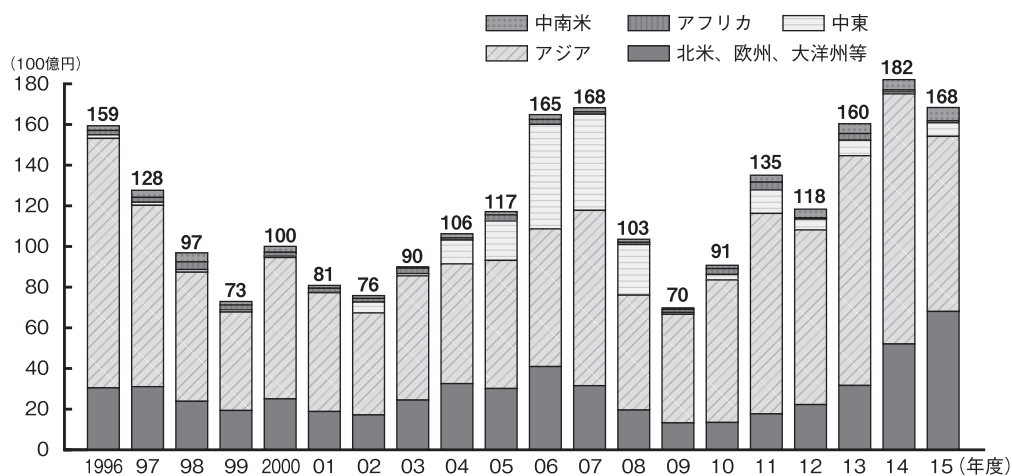
我が国建設企業は、耐震・免震技術、シールド等の高度な技術力、安全管理、工期の遵守等に優れているものの、受注額は過去数十年間にわたり 1 兆円前後の水準で推移している。

2000 年代半ばに中東地域を中心として受注額は大幅に増加したが、その後の世界的な景気後退の影響により急減した。

2010 年度（平成 22 年度）以降は、アジアや北米を中心に増加に転じ、2015 年度（平成 27 年度）は、前年度よりやや減少となったが、1 兆 6,825 億円の受注額となっている。



図— 1 我が国建設企業の海外受注実績の推移



(注) 現地法人の受注を含む

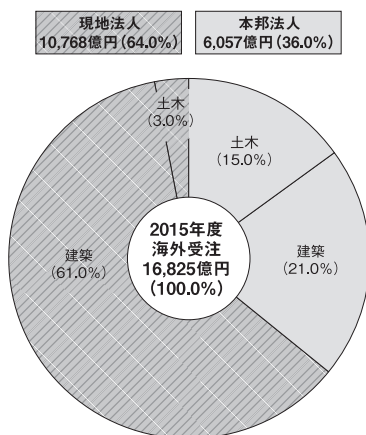
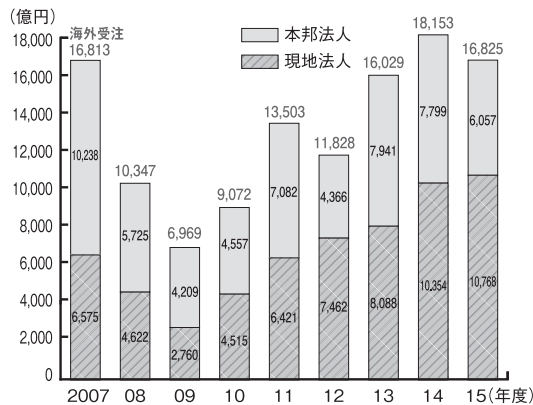
資料出所：海外建設協会「海外建設受注実績」

図— 2 我が国建設企業の海外受注実績の推移 (地域別)

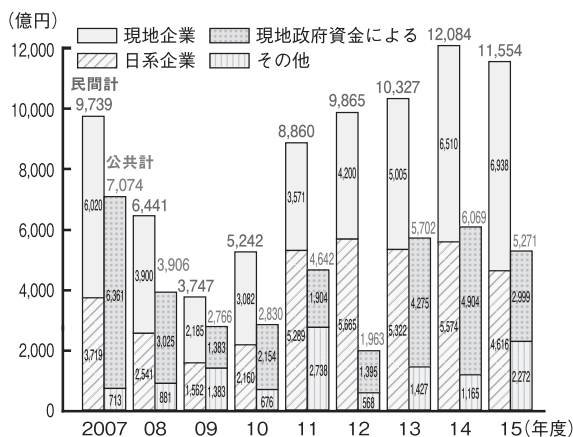
統計

日本の建設企業が海外工事を受注する場合、本邦法人（日本の本社）が受注するケースと現地法人（子会社）が受注するケースがある。近年は建築工事を中心に現地法人の受注が増加しており、2012年度（平成24年度）以降本邦法人の受注を上回っている（図—3参照）。

発注者別では、2010年度（平成22年度）以降、日系企業からの発注を中心に民間工事の回復が顕著である（図—4参照）。

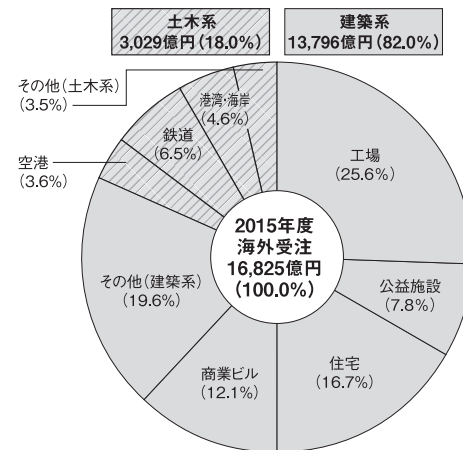


図—3 海外受注実績の内訳（本邦法人・現地法人別）



(注)「公共」の「その他」には、日本政府（有償・無償）、国際金融機関等からの資金による工事および日本政府発注工事を含む。

図—4 海外受注実績の内訳（発注者（民間・公共）別）



(注)「その他（建築系）」には、諸施設のリニューアル、内装工事を含む。

図—5 海外受注実績の内訳（プロジェクト種類別）

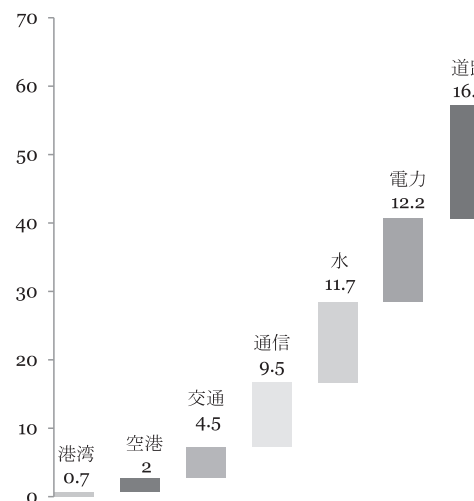
2015年度（平成27年度）の受注をプロジェクト構成比で見ると、建築系が全体の8割以上を占めている（図—5参照）。

(2) 世界のインフラ分野の状況

国土交通省の「平成25年度海外地域別の市場分析に基づく我が国建設・不動産企業戦略構築業務報告書（平成26年3月）」より、世界のインフラ分野の状況を紹介する。

道路、電力、水をはじめとするインフラ投資は2030年までに57.3兆米ドルが必要とされており、道路では地方都市を結ぶ新規道路の大規模建設や刷新、隣国を結ぶ道路の建設、電力ではエネルギーアクセスの向上及び化石燃料を用いた伝統的な発電システムから再生エネルギーへ、電力グリッド（送電網）やパイプラインを通じて安全で効率よく供給する新施設のプロジェクトが各国で計画されている（図—6参照）。

(兆米ドル)



出典：McKinsey Global Institute, Infrastructure Productivity: How to Save \$1 Trillion a Year, Jan 2013 より PwC 作成

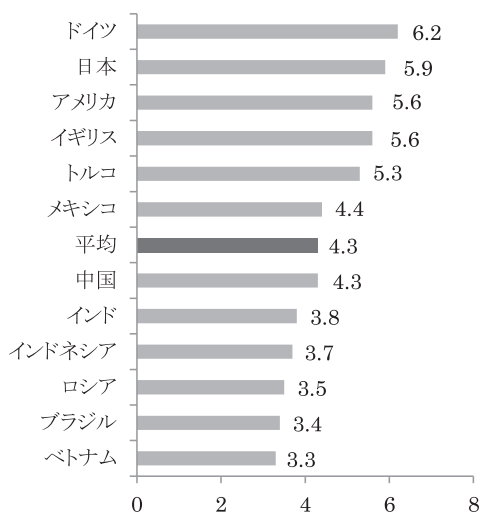
図—6 2030年までに必要な世界のインフラ投資額

世界経済フォーラムが世界各国の会員企業の経営者等へのアンケート調査及び統計的指標により行った日本を含む先進国のインフラの質的競争力（7を世界最高水準として7段階で評価）は世界の平均以上となっており、理論上インフラは既に整備されているため今後の成長は大きく見込めないとと言える（図－7参照）。

今後のインフラ分野における生産高の年間成長率は、日本が年1%前後で推移する一方、新興国では5%以上成長すると見込まれている。インフラの質的競争力において平均値より下回っている中国、インド、ブラジル、インドネシア、ロシア、ベトナムなどで新規インフラの需要があると考えられる（図－8参照）。

（3）我が国建設企業のこれまでの海外展開と建設需要予測

我が国の建設産業は、これまでその収益の大半を国内の大きな建設需要に支えられてきており、大手建設会社といえどもその構造に大きな違いはない。



出典：World Economic Forum, The Global Competitiveness Report8 (2013) より PwC 作成

図－7 世界のインフラの質的競争力

大手建設会社（日建連会員）の受注は、2015年度は15.0兆円の受注額の内、海外等は0.6兆円（本邦法人分）であった（図－9参照）。

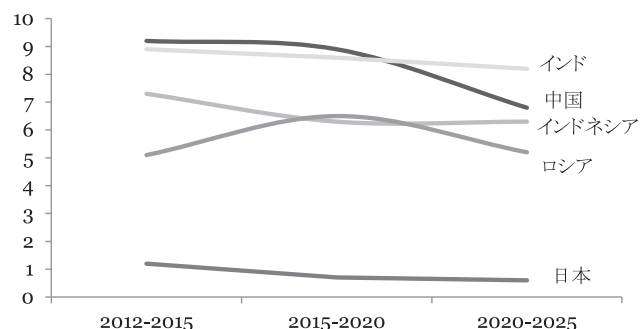
一方、これまで建設企業の収益を支えてきた国内の建設需要は低迷を続けてきており、東京オリンピック・パラリンピックの開催やインフラの老朽化に伴い一定の改築や更新による需要増は期待できるものの、成熟化した日本経済の下で、将来建設市場は縮小傾向で推移していくとみなければならない。しかし、新興国における建設需要は日本国内と比較して格段に多い状態が継続されることが予測される（図－10参照）。

このような状況の下、建設企業があくまでも本業である建設事業と直接的に関連する分野で、長期的にこれまでと同様な収益規模を維持もしくは拡大していくためには、現時点では平均値10%程度で推移している海外事業展開を強化し拡大することが戦略の一つとして考えられる。

3. インフラ海外展開に向けた政府・国土交通省の方針

（1）政府全体の方針

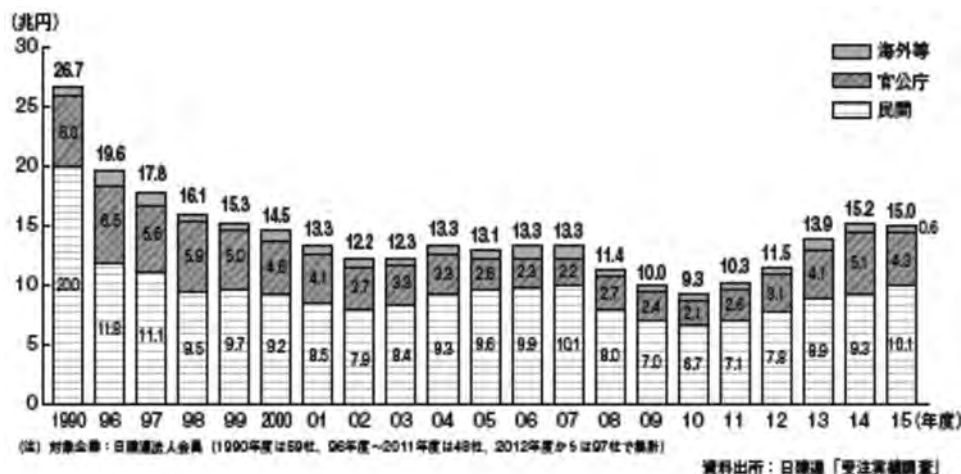
我が国の政府は、「日本再興戦略2016」（平成28年6月改訂）に



※日本の2020年のオリンピックは加味されていない。

出典：Global Construction Perspectives and Oxford Economics(2012) より PwC 作成

図－8 各国のインフラ市場の年間成長率（%）



（注）対象企業：日建連法人会員（1990年度は50社、06年度～2011年度は48社、2012年度からは97社で集計）

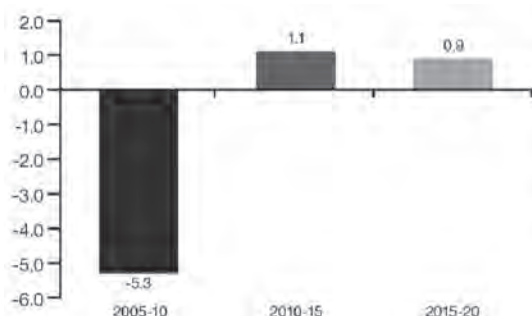
資料出所：日建連「受注実績調査」

図－9 大手建設会社の工事受注額の推移

統計

日本における建設需要予測

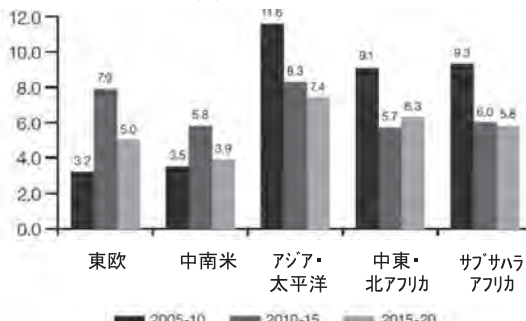
5年毎年間成長率平均(%)



Source: Global Construction Perspectives and Oxford Economics.

新興国における建設需要予測

5年毎年間成長率平均(%)



Source: Global Construction Perspectives and Oxford Economics.

出典：Global Construction Perspectives and Oxford Economics (2011) より PwC 作成

図—10 国内及び新興国における建設需要予測 (2005～2020年)

において「質の高いインフラ投資」の推進と今後の資金供給の実施を掲げ、世界の膨大なインフラ需要を捉え、「IV 海外の成長市場の取り込み」の中間目標として『2020年に約30兆円の(2010年：約10兆円、2014年：約19兆円)インフラシステム受注(建設業の新規年間海外受注高2兆円)』達成に向け、官民一体となった施策を推進することとしている。

(2) 国土交通省の方針

国土交通省は、政府全体の戦略に基づいて国土交通分野の取り組みを深掘りし、海外展開の更なる拡大に向けて重要な点を明確化して、インフラ整備の横断的な実施主体となる建設業の海外展開の取り組みを強力に推進するため「インフラシステム海外展開行動計画」

を平成28年3月に策定した。これにより、我が国の強みである制度構築支援やその運営等に関わる人材育成支援等のソフト面での取り組みを強化することや事業分野の拡大や官民が連携した上流段階からの事業参画等による更なる市場拡大を進めるとされている。

4. おわりに

世界各国で図—11に示すような交通インフラや都市開発のプロジェクトが多数存在しており、民間企業が運営権を得てインフラの整備を行う方式(民間活用型)の海外プロジェクトに対する参入に向けて、今後更なる官民を挙げての取り組み強化に期待したい。

[文責：古澤]

	短期(1～3年後)	中期(3～7年後)	長期
高速鉄道	■インド・高速鉄道 (ブネムンバイ～アーメダバード680km) ■マレーシア～シンガポール・高速鉄道(350km) ■タイ・高速鉄道(4路線1400km) ■ブラジル・高速鉄道(500km)	■インド・高速鉄道(6路線4000km)	■ベトナム・高速鉄道(1600km) ■米国・高速鉄道(11路線13700km) ■米国・リニア構想
都市鉄道	■インドネシア・ジャカルタ都市鉄道 ■ベトナム・ホーチミン市都市鉄道1号線 ■ブラジル・都市鉄道 ■カタール・都市鉄道	■インド・主要都市外口、LRT、モノレール ■ベトナム・ハノイ都市鉄道1号線・2号線 ■ミャンマー・ヤンゴン都市鉄道近代化	
高速道路 幹線道路	■ベトナム・ファッパシ～カウゼー高速道路	■インド・バンガロール～チェンナイ高速道路 ■トルコ・ダーダネルス海峡大橋プロジェクト ■インドネシア・チマラヤ新港アクセス道路	■インド・高速道路(18000km) ■インドネシア・高速道路(3100km) ■ベトナム・高速道路(5900km) ■ミャンマー・幹線道路
バス事業 物流事業	■東南アジア・コールドチェーン対応の物流施設 ■インドネシア・ジャカルタ首都圏物流施設	■東南アジア・都市バス、高速バス ■ラオス(タイ国境)・ドライポート ■インド・鉄道による完成自動車輸送事業	■東南アジア・鉄道/空港フィーダーバス
船舶 海洋開発	■ブラジル・海洋資源開発(ロジスティックハブの整備)	■インドネシア・浮体式LNG生産貯蔵積出施設 ■インドネシア・海上石油貯蔵・出荷システム ■インドネシア・内航海運	■ベトナム・海上国家石油備蓄基地 ■インド・グジャラート州 シブプリサイクル ■タイ・内航タンカー ■ミャンマー・内陸水運船舶 ■インドネシア・チマラヤ新港
港湾 ターミナル	■インドネシア・タンジュンプリオク港 ■ベトナム・ラックフェン港(ハノイ市近郊) ■ベトナム・カイレップ・チーバイ港(ホーチミン市近郊) ■ミャンマー・ティラワ港 ■ケニア・モンバサ港		
空港 ターミナル	■ミャンマー・マンダレー国際空港 ■インドネシア・ジャカルタ首都圏空港 ■カタール・新空港	■ベトナム・ロンタイン空港(ホーチミン市)	
都市・住宅 開発	■ベトナム・都市開発 ■マレーシア・都市開発	■中国・都市開発	

図—11 各国における主要プロジェクト(平成26年2月現在)

平成 28 年 建設業の業況

1. はじめに

我が国は、平成 22 年の 1 億 2,806 万人をピークに人口減少が始まり、しかも極めて速いスピードで高齢化も進みつつある。今後においても生産年齢人口は毎年 1% 近く減少していくと見込まれている。生産年齢人口が減少していく中、建設業は事業を継続していくために、生産性を向上させていかなければならない。

国土交通省では、本年を「生産性革命元年」と位置づけ、『国土交通省生産性革命本部』を設置し、総力を挙げて生産性の向上に取り組むこととしている。このため、調査・測量から設計、施工、調査、維持管理・更新までのあらゆる建設生産プロセスにおいて、抜本的に生産性を向上させる「i-construction」を重要な施策の一つとして推進していくこととしている。

このような状況の中で、建設投資は平成 23 年度の震災復旧需要から 4 年連続して増加していたが、平成 27 年度においては一転して減少する見込みである。しかし、平成 28 年度においては、再び増加に転じることが予測されている。

このような状況の中、建設業の業況を、直近のデータを交えてその内容等について紹介する。

2. 建設投資の概要

平成 28 年度の建設投資は国土交通省「平成 27 年度建設投資見通し」をみると、復興予算や平成 27 年度の補正予算等に係る政府建

設投資が見込まれることから、前年度より 1.6% 増加し 51 兆 7,700 億円となる見通しである。このうち政府投資については、前年度より 2.2% 減少し 21 兆 7,300 億円となる見通しとなっている。民間投資については、前年度より 2.2% 増加し 30 兆 400 億円となる見通しである。これを建築・土木別にみると、建築投資は前年度より 1.8% 増の 27 兆 6,100 億円、土木投資については前年度比 1.4% 増の 24 兆 1,600 億円となっている。

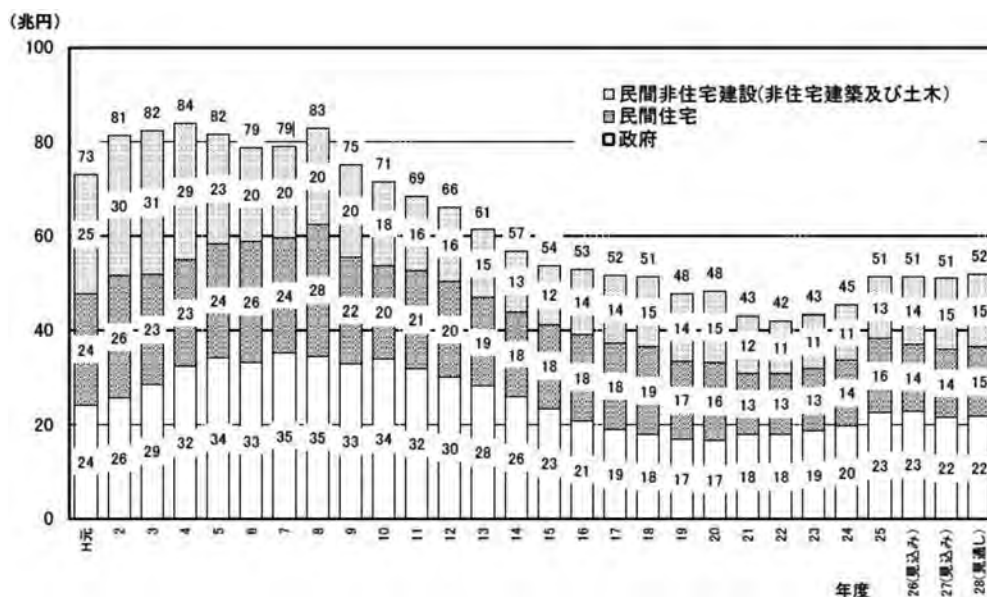
また、平成 27 年度の建設投資は、前年度より 0.6% 減の 50 兆 9,500 億円とある見込みである。このうち政府投資については、前年度比 6.1% 減少し 21 兆 5,500 億円となる見通しである。民間投資については、前年度より 4% 増加し 29 兆 4,000 億円となる見込みである。これを建築・土木別にみると、建築投資については前年度比 2.1% 増の 27 兆 1,300 億円、土木投資が 23 兆 8,200 億円となる見込みである（図一）。

3. 全国許可業者数の推移

平成 28 年 3 月末現在の建設業許可業者は、国土交通省「建設業許可業者数調査の結果について」をみると 467,635 業者で、前年同月より 5,286 業者（1.1% 減）減少した。

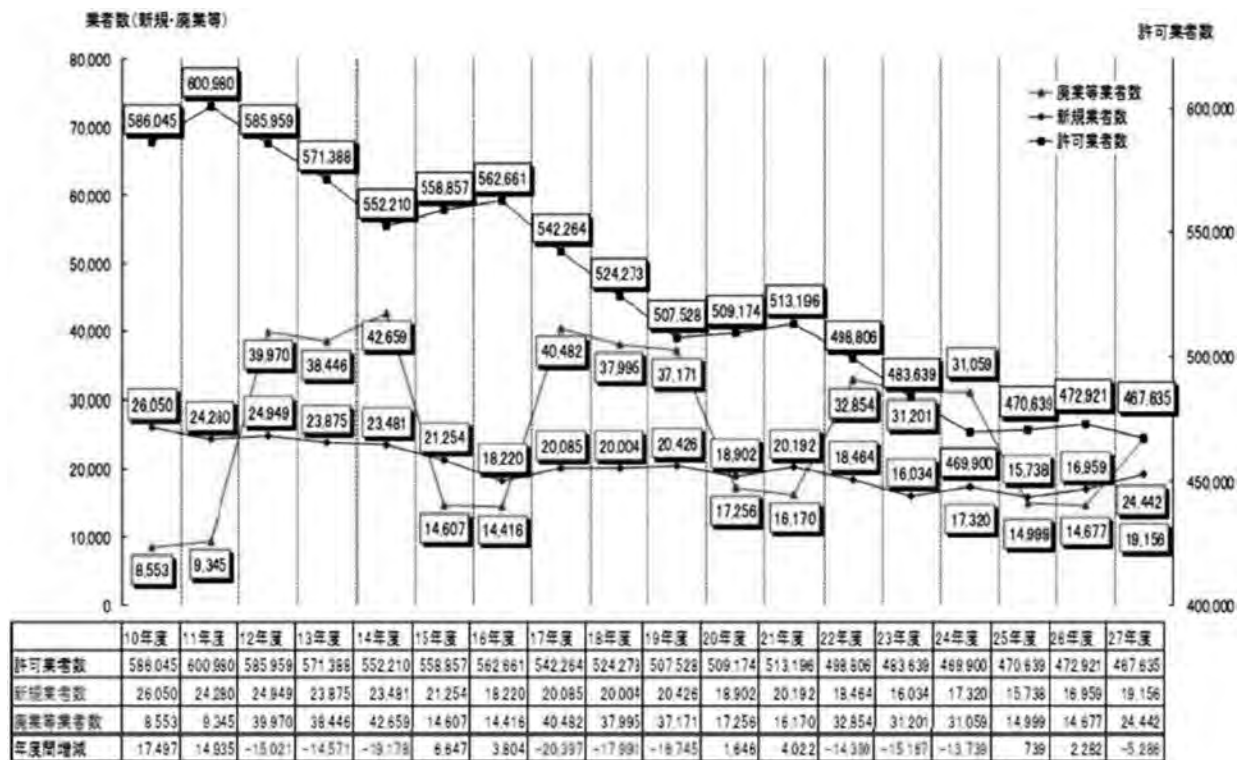
しかし、建設業許可業者数が最も多かった平成 12 年 3 月末時点のピーク時の業者数 600,980 業者と比較すると、133,345 業者（22.2% 減）減少している。

図一 2 に許可業者数・新規及び廃業等業者数の推移を示す。

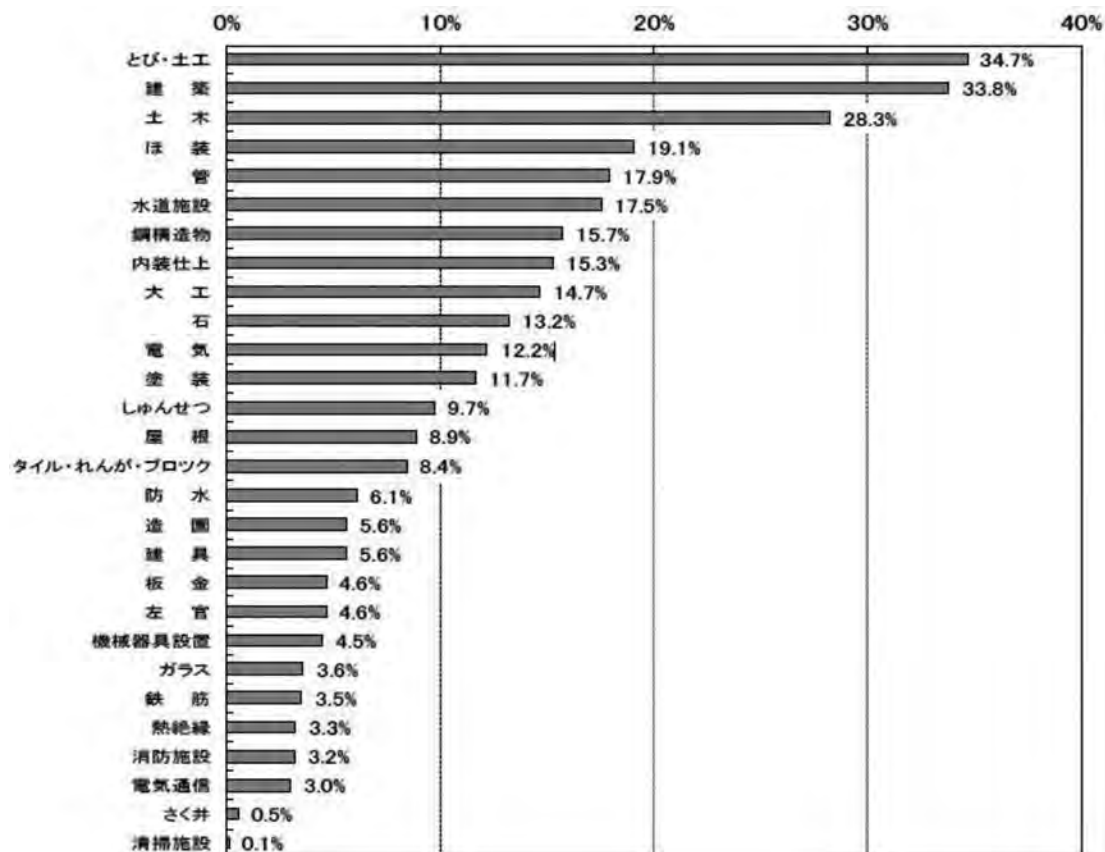


図一 1 建設投資額（名目値）の推移（出展：国土交通省）

統計



図一 2 許可業者数・新規及び廃業等業者数の推移 (出展：国土交通省)



図一 3 建設業許可業者における業種別許可の取得率 (出展：国土交通省)

4. 業種別許可業者の推移

業種別許可業者の推移について国土交通省「建設業許可業者数調査の結果について」をみると、平成28年3月末現在における業種別許可の総数は1,447,257で、前年同月比0.6%の増加となり、許可業者数が最も多かった平成12年3月末時点の1,392,339より3.9%の増加となった。

前年同月比については、取得業者数が増加した許可業種は昨年度より3業種減少し20業種となった。増加率についてみると、熱絶縁工事業が5.2%の増加と最も高く、続いてガラス工事業、鉄筋工事業がともに4.5%増加しており、以下、板金工事業（3.7%）、防水工事業（3.6%）が続いている。また、前年同月に比べて取得業者数が減少した許可業種は、昨年度より3業種増え8業種となっており、最も減少率が高かったのは清掃施設工事業の2.7%となっている。以下、建築工事業（2.6%）、造園工事業（2.0%減）が続いている。

図—3に建設業許可業者の業務別許可の取得状況、表—1に建設業許可業者における業種別許可業者数の増減を示す。

5. 死傷者及び死亡者の推移

建設業労働災害防止協会「労働災害統計」をみると、全産業における平成27年の休業4日以上死傷者数は116,311名であり、前年同期119,535名と比べ約3,200名の減少となった。また、死亡者

数は972名となっており、前年同期1,075名と比べ103名の減少となった。

一方、建設業における休業4日以上死傷者数は、15,584名であり、前年同期17,184名と比べ1,600名減少した。また、死亡者数は327名となっており、前年同期377名と比べ約50名の減少となった。

図—4に死傷者及び死亡者の推移を示す。

6. 倒産件数の推移

平成28年度上半期（集計期間：1～6月）における負債額1,000万円以上の全国企業倒産について帝国データバンク「倒産集計」をみると、前年同期4,400件より114件増え4,514件（前年同期比6.5%減）と、7年連続で前年同期を下回った。直近のピークだったリーマン・ショック直後の平成21年上半期の7,023件と比較すると41.4%減少した。

負債総額については、7,677億9,600万円と、半期ベースでは2000年以降最小となっている。業種別に見ると、7業種中5業種で前年同期を下回る結果となった（図—5、6）。

一方、平成28年上半期の建設業の倒産は815件（前年同期比1.6%増）となり、2009年上半期以来7年ぶりの前年同期比増となった。近年の建設業の倒産減少の背景には、国土強靱化基本計画に基づくインフラ整備や震災復興などの公共工事を中心となって支えしてきたことが挙げられるが、平成27年下半年以降の公共工事は前年同期割れが続いている。民間工事においても、平成27年4月以降

表—1 建設業許可業者における業種別許可業者数の増減表

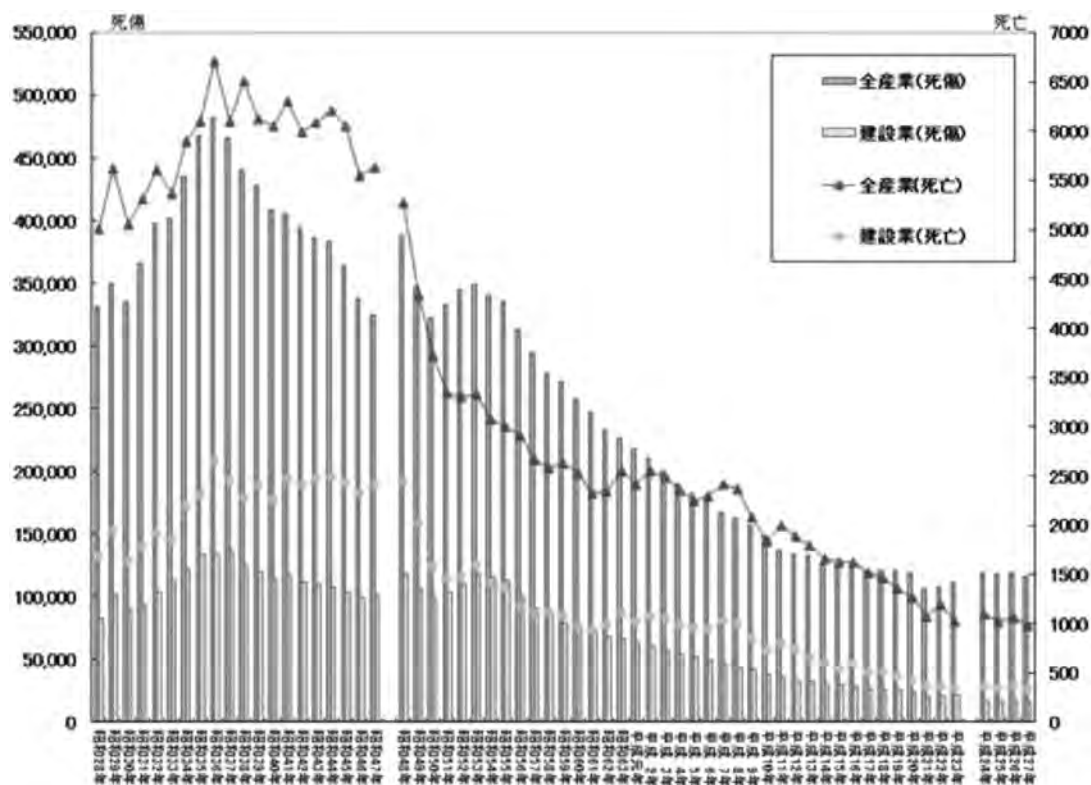
【業者数が増加した許可業種】

許可業種	前年同月比
塗 装	1,507 業者 (2.8%)
内装仕上	1,248 業者 (1.8%)
鋼構造物	1,226 業者 (1.7%)
屋 根	1,130 業者 (2.8%)
石	1,105 業者 (1.8%)
タイル・れんが・ブロック	1,101 業者 (2.9%)
とび・土工	1,061 業者 (0.7%)
防 水	998 業者 (3.6%)
板 金	784 業者 (3.7%)
熱絶縁	754 業者 (5.2%)
ガラス	725 業者 (4.5%)
鉄 筋	713 業者 (4.5%)
しゅんせつ	686 業者 (1.5%)
大 工	645 業者 (0.9%)
左 官	639 業者 (3.0%)
建 具	575 業者 (2.2%)
電 気	501 業者 (0.9%)
機械器具設置	155 業者 (0.7%)
電気通信	152 業者 (1.1%)
ほ 装	135 業者 (0.2%)

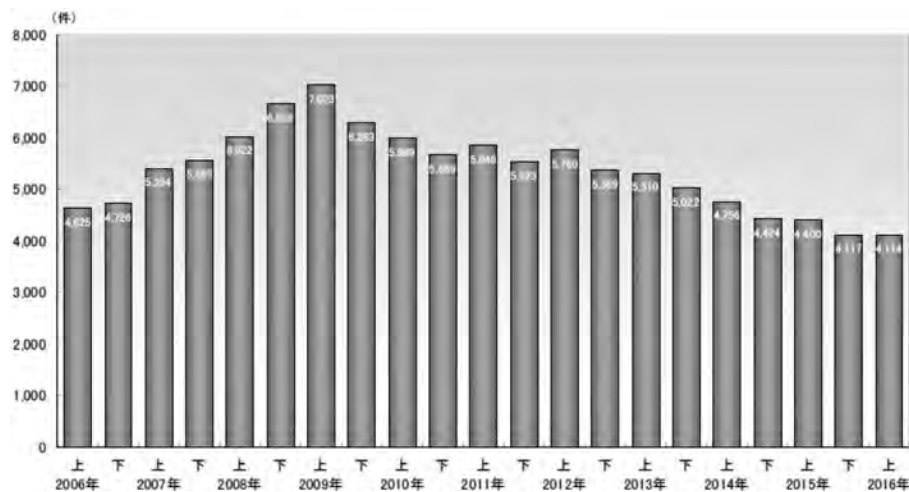
【業者数が減少した許可業種】

許可業種	前年同月比
清掃施設	▲13 業者 (▲2.7%)
さく井	▲42 業者 (▲1.6%)
消防施設	▲68 業者 (▲0.5%)
水道施設	▲110 業者 (▲0.1%)
管	▲506 業者 (▲0.6%)
造 園	▲538 業者 (▲2.0%)
土 木	▲1,681 業者 (▲1.3%)
建 築	▲4,275 業者 (▲2.6%)

統計



図—4 死傷者及び死亡者数の推移（出展：建設業労働災害防止協会）



図—5 倒産件数推移（年半期別）（出展：帝国データバンク）

は増加傾向にあるものの弱含みで推移しており、公共工事への依存度が高い地方では、特に経営体力に乏しい中小・零細工事業者の淘汰につながる可能性がある（表—2）。

上半期の倒産件数を業種別に見ると、総合工事業が335件（3.4%増）、職別工事業が324件（4.9%増）、設備工事業が156件（7.7%減）であった。建設業は、新設住宅着工戸数の増加など民需が好調な一方、公共工事が減少傾向にあるなか、受注競争激化や人手不足などの要因もあり倒産件数が増加した（表—3）。

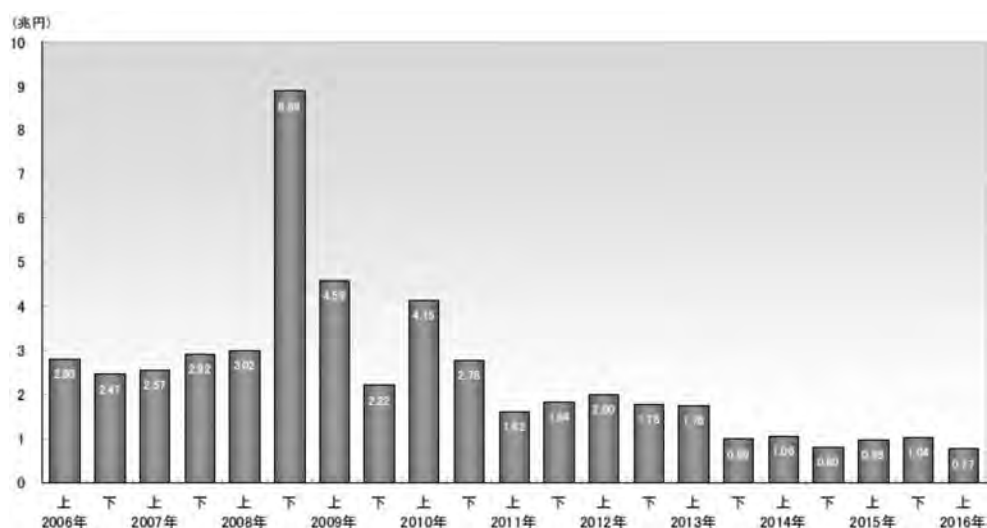
7. 建設業就業者数の推移

建設業就業者数は、バブル後の不況下でも一貫して増加を続け、結果的にわが国の雇用の安定に寄与してきたが、平成9年の685万人をピークとしてその後は減少が続いてきた。

しかし、平成27年の技術者や事務系を含めた建設業就業者数は500万人であり、前年の505万人より5万人減少した。建設業に従事する技能労働者数についても331万人で、前年の341万人と比べ10万人減少し、5年ぶりの減少となった。

表一 業種別倒産件数

産業	平成 27 年上半期 (件)	平成 27 年下半期 (件)	平成 28 年上半期 (件)	前期比 (%)	前年同期比 (%)
建設業	802	810	815	0.6	1.6
製造業	642	558	518	▲ 7.2	▲ 19.3
卸売業	700	640	659	3.0	▲ 5.9
小売業	951	852	871	2.2	▲ 8.4
運輸・通信業	180	165	135	▲ 18.2	▲ 25.0
サービス業	895	860	896	4.2	0.1
不動産業	136	134	132	▲ 1.5	▲ 2.9
その他	94	98	88	▲ 10.2	▲ 6.4
合計	4,400	4,117	4,114	▲ 0.1	▲ 6.5



図一 6 負債総額推移 (年半期別) (出展：帝国データバンク)

表一 3 業種別倒産件数及び負債総額 (建設業種)

業種	平成 27 年 上半期	負債総額 (百万円)	平成 27 年 下半期	負債総額 (百万円)	平成 28 年 上半期	件数比較		負債総額 (百万円)
						前期比 (%)	前年同期比 (%)	
職別工事業	309	22,524	311	22,310	324	4.2	4.9	20,061
総合工事業	324	61,775	322	59,121	335	4.0	3.4	58,204
設備工事業	169	12,565	177	12,087	156	▲ 11.9	▲ 7.7	12,907
建設業計	802	96,864	810	93,518	815	0.6	1.6	91,172

図一 7 に建設業就業者数の推移を示す。

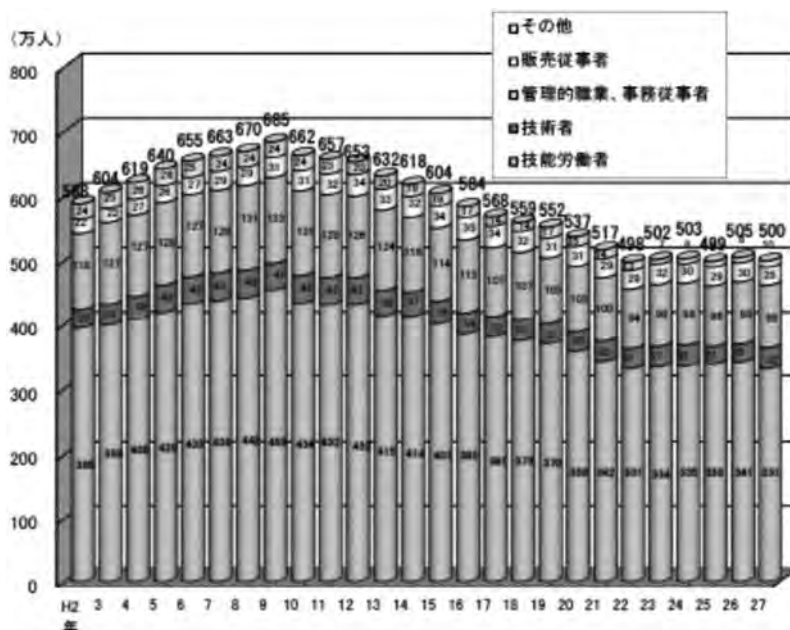
また、建設業の就業者を年齢層別にみると、技能労働者数は平成 9 年の 455 万人をピークに減少し続けてきたが、平成 23 年より増加に転じ、平成 24 年は 335 万人、平成 25 年には 338 万人となった。平成 26 年の建設業就業者数の年齢層は、55 歳以上の割合が 34.1%と横ばいで推移する一方、29 歳以下の割合は前年より 0.5%増の 10.7%となった。図一 8 に建設業就業者数の年齢層の推移を示す。

8. おわりに

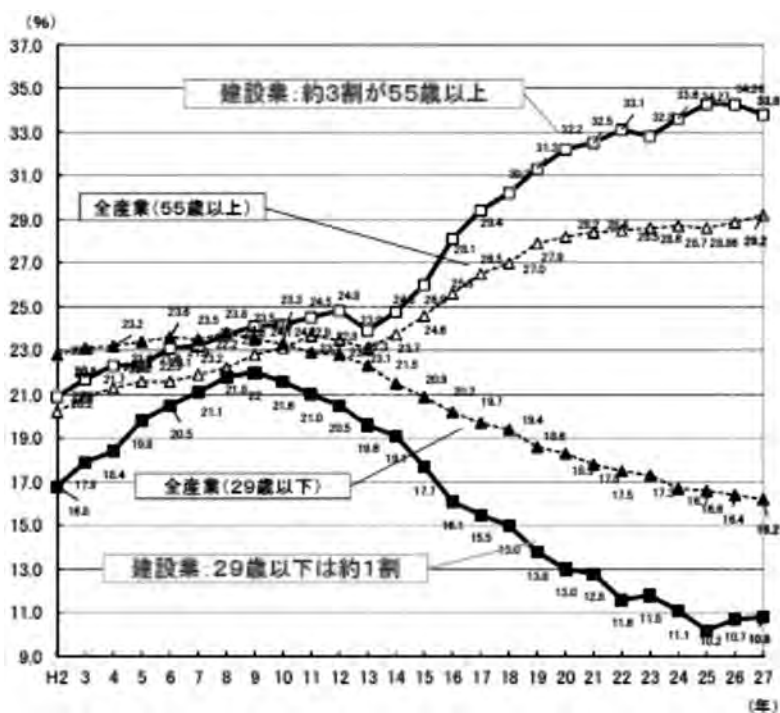
国土交通省は、建設業が社会資本の整備の担い手であると同時に、社会の安全・安心の確保を担うわが国の国土保全上必要不可欠な「地域の守り手」と位置付けている。

「地域の守り手」である建設業の平成 27 年の就業者数は、平成 26 年と比べ約 5 万人減少しており、特に、現場の技能労働者数は 10 万人減少している。今後においても労働力は減少し続けていく

統計



図一七 建設業就業者数の推移（出展：総務省「労働力調査」を基に国土交通省で算出）



図一八 建設業就業者の年齢層の推移（出展：総務省「労働力調査」を基に国土交通省で算出）

ことが予想される。このままでは、建設業者の減少も避けられず、「地域の守り手」としての役割を果たすことが困難になってしまう。冒頭にも述べたが、人口減の中で、建設企業が事業を継続していくためには、生産性を向上させていかなければならない。このため、国土交通省では、調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までの全ての建設生産プロセスでICT等を活用する「i-Construction」を推進し、建設現場の生産性を平成37年度まで

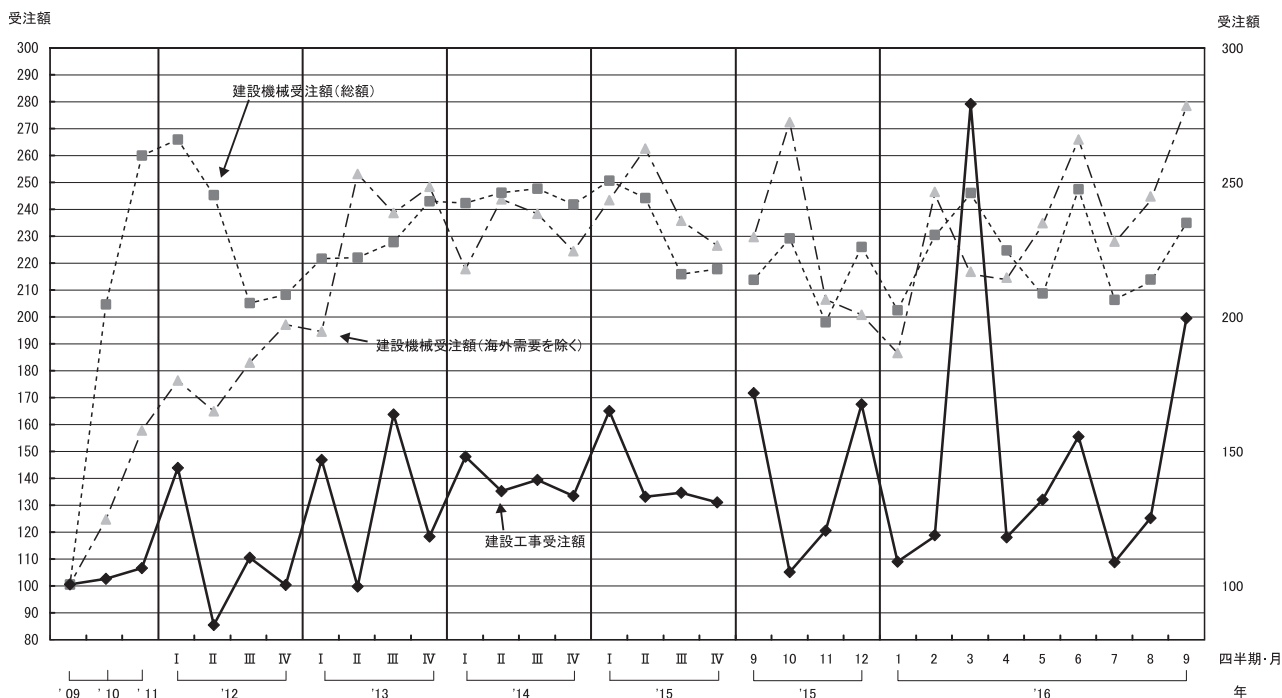
に2割向上を目指すとしている。平成28年6月10日現在、全国において109件のICT土工の工事公告がなされており、年度内に約410件のICT土工の工事公告がなされる見込みとなっている。

ICT等を活用する「i-Construction」人口減少や高齢化が進む中、建設業従事者の地位向上、賃金水準の向上、休日の拡大等による処遇により人材確保が進み、「地域の守り手」としての役割を果たせるようになることを期待する。

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 2009年平均=100)
建設機械受注額・建設機械受注統計調査(建設機械企業数24前後) (指数基準 2009年平均=100)



建設工事受注動態統計調査(大手50社)

(単位: 億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非製造業							
2009 年	100,407	66,122	12,410	53,712	24,140	5,843	4,302	66,187	34,220	103,956	128,839
2010 年	102,466	69,436	11,355	58,182	22,101	5,472	5,459	71,057	31,408	107,613	106,112
2011 年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059
2012 年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	113,146	111,076
2013 年	132,378	89,133	14,681	74,453	31,155	4,660	7,127	90,614	41,463	129,076	120,941
2014 年	139,286	80,477	16,175	64,302	43,103	4,822	10,887	86,537	52,748	138,286	125,978
2015 年	141,240	96,068	19,836	76,235	35,633	4,993	4,546	95,959	45,281	141,461	141,136
2015 年 9 月	14,360	10,758	1,572	9,187	2,877	450	274	10,831	3,529	143,650	14,223
10 月	8,754	5,681	1,632	4,049	2,439	377	258	5,862	2,893	141,723	10,835
11 月	10,045	5,942	1,466	4,477	2,670	417	1,016	6,293	3,752	140,930	11,339
12 月	14,004	9,426	1,855	7,572	3,210	390	977	10,085	3,919	141,461	13,853
2016 年 1 月	9,081	5,789	1,017	4,772	2,189	344	758	6,103	2,978	144,221	9,496
2 月	9,906	6,887	1,360	5,527	2,394	443	183	6,520	3,386	142,223	10,642
3 月	23,414	15,234	1,823	13,411	7,211	557	411	15,157	8,257	144,084	18,435
4 月	9,838	6,613	1,786	4,827	2,588	503	135	6,103	3,736	143,928	8,278
5 月	11,022	8,540	1,160	7,380	1,609	642	231	8,464	2,559	146,155	9,119
6 月	12,993	8,802	2,009	6,793	3,555	404	232	8,832	4,161	145,673	12,638
7 月	9,061	6,800	1,179	5,622	1,874	276	110	6,169	2,891	146,252	9,138
8 月	10,444	6,552	1,178	5,374	3,135	375	382	6,439	4,005	147,613	9,886
9 月	16,699	9,766	1,619	8,146	6,810	510	-387	10,458	6,241	-	-

建設機械受注実績

(単位: 億円)

年 月	09 年	10 年	11 年	12 年	13 年	14 年	15 年	15 年 9 月	10 月	11 月	12 月	16 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
総 額	7,492	15,342	19,520	17,343	17,152	18,346	17,416	1,336	1,433	1,237	1,413	1,265	1,441	1,539	1,405	1,304	1,548	1,289	1,337	1,469
海 外 需 要	4,727	11,904	15,163	12,357	10,682	11,949	10,712	806	804	761	950	835	872	1,039	910	762	934	763	772	826
海外需要を除く	2,765	3,438	4,357	4,986	6,470	6,397	6,704	530	629	476	463	430	569	500	495	542	614	526	565	643

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

2015年9月以降は月ごとの値を図示した。

出典: 国土交通省建設工事受注動態統計調査

内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

行事一覧

(2016年10月1日～31日)

機械部会



■幹事会

月 日：10月5日（水）

出席者：阿部里視副部長ほか9名

議 題：①新任委員長紹介と挨拶 ②機械部会の各委員会の上期実績と下期予定について委員長より報告 ③合同部会の発表内容について検討

■油脂技術委員会

月 日：10月7日（金）

出席者：豊岡司委員長ほか19名

議 題：①JCMS 施工技術総合研究所にて見学会 ②高効率作動油分科会…ラボ評価結果の取纏めの報告 ③規格普及促進分科会…JAMA Engine Oil Seminar 2017の報告内容と担当者の審議 ④油脂技術委員会…1) マイクロクラッチ試験用標準油について、2) 運用マニュアル改訂について、3) ホームページ改訂について

■基礎工事用機械技術委員会

月 日：10月12日（水）

出席者：関徹也委員長ほか14名

議 題：①ミュージアム鉦研 地球の宝石箱にて委員会…地盤改良技術についての工法・施工機械や工事例の紹介と質疑 ②地球の宝石箱館内の展示物の説明と見学

■機械整備技術委員会

月 日：10月14日（金）

出席者：森三朗委員長ほか9名

議 題：①代理出席者挨拶・会社の近況説明 ②今年度の活動計画についての説明・再確認 ③後処理装置の正しい使い方と保守管理について各社の記載確認と修正等について ④2016年度版建設機械要覧電子書籍についての紹介

■原動機技術委員会

月 日：10月21日（金）

出席者：工藤睦也委員長ほか17名

議 題：①前回議事の確認 ②オフロード法2014年排出ガス規制の情報交換 ③海外排出ガス規制の動向について情報交換 ④排ガス後処理装置 尿素水入りの啓蒙パンフ ⑤L2-Tech 認証制度その後の経過について ⑥ホームページの見直しについて ⑦協会シンポジウム開催の紹介

■トンネル技術委員会 グループ別 WG1

月 日：10月26日（水）

出席者：藤内委員長ほか14名

議 題：①委員長交代挨拶 ②トンネルにおける省エネ・省資源・地球温暖化対策について、委員6社の発表、質疑応答 ③今後の委員会 WG 予定について

■トラクタ技術委員会

月 日：10月31日（月）

出席者：高松伸匡委員長ほか5名

議 題：①トピックス報告 ②建設用車両タイヤ改訂のJATMA2回目校正について ③L2-Tech 認証制度その後の経過について ④省エネ運転マニュアル改訂の進め方について ⑤ホームページ改訂完了について

製造業部会



■小幹事会

月 日：10月3日（月）

出席者：紺川部会長ほか9名

議 題：①製造業部会 上期実績の報告と確認…1) i-Construction の普及促進について、2) 車両系木材伐出機械について、3) マグネット仕様機の低騒音について、4) 機械災害防止について、5) 地球温暖化対策：ラフテレーンクの燃費基準について

■作業燃費検討 WG

月 日：10月18日（火）

出席者：尾上委員長ほか10名

議 題：L2-Tech 認証制度の今後の対応について

建設業部会



■第20回機電技術者意見交換会

月 日：10月13日（木）～14日（金）

出席者：佐藤康博部会長ほか42名

議 題：①自己アピール ②「魅力ある建設業にするために、機電技術者が果たす役割について」について討議 ③講演会 ④討議成果報告、講評 ⑤その他

■三役会

月 日：10月13日（木）

出席者：佐藤康博部会長ほか4名

議 題：①9/29建設業部会の反省 ②運営幹事会報告内容 ③見学会の企画（部会冬季、第2回若手） ④合同部会の議題検討 ⑤その他

■クレーン安全情報 WG

月 日：10月24日（月）

出席者：久保隆道主査ほか10名

議 題：①クレーン（移動式・定置式）事故災害事例の蓄積・研究 ②既存の事故災害事例のまとめ校正と協会 HP への掲載 ③タワー式クローラクレーン事故関連・ジブ折り畳みアンケートの準備 ④その他

レンタル業部会



■コンプライアンス分科会

月 日：10月4日（火）

出席者：岩佐広文幹事長ほか5名

議 題：①分科会長挨拶 ②分科会活動テーマの選定・外部からの提言 ③その他・部会の現場見学会について

各種委員会等



■機関誌編集委員会

月 日：10月5日（水）

出席者：田中忠重委員ほか16名

議 題：①平成29年1月号（第803号）の計画の審議・検討 ②平成29年2月号（第804号）の素案の審議・検討 ③平成29年3月号（第805号）の編集方針の審議・検討 ④平成28年10月号～平成28年12月号（第800～802号）の進捗状況報告・確認

■建設経済調査分科会

月 日：10月24日（月）

出席者：山名至孝分科会長ほか5名

議 題：①国土交通省インフラシステム海外展開について、白書他資料をもとに、今後の掲載について再検討 Ex) 白書抜粋、労働災害統計 ②その他

■新機種調査分科会

月 日：10月26日（水）

出席者：江本平分科会長ほか4名

議 題：①新機種情報の持ち寄り検討 ②新機種紹介データまとめ ③その他

支部行事一覧

北海道支部



■平成28年度除雪機械技術講習会(第5回)

月 日：10月2日（日）

場 所：稚内市（稚内海員会館）

受講者：94名

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

■平成28年度建設工事等見学会

月 日：10月4日（火）

見学場所：①千歳市泉郷改良工事（ICT

土工全国第1号工事)の見学 ②トヨタ自動車北海道㈱の工場見学

出席者: 峰友博広報委員長ほか28名

■平成28年度除雪機械技術講習会(第6回)

月 日: 10月12日(水)

場 所: 函館市(函館北洋ビル)

受講者: 106名

内 容: 上記第5回と同じ

■第2回企画部会

月 日: 10月14日(金)

場 所: 札幌市 センチュリーロイヤルホテル

出席者: 川村和幸企画部長ほか13名

内 容: ①平成28年度上半期事業報告 ②平成28年度上半期経理報告 ③平成28年度下半期主要行事計画 ④第3回運営委員会次第(案) ⑤その他

■第3回運営委員会

月 日: 10月20日(木)

場 所: 札幌市 センチュリーロイヤルホテル

出席者: 熊谷勝弘支部長ほか18名

内 容: ①平成28年度上半期事業報告 ②平成28年度上半期経理報告 ③平成28年度下半期主要行事計画 ④その他

■平成28年度除雪機械技術講習会(第7回)

月 日: 10月25日(火)

場 所: 釧路市(国際交流センター)

受講者: 175名

内 容: 上記第5回と同じ

■平成28年度除雪機械技術講習会(第8回)

月 日: 10月28日(金)

場 所: 札幌市(北海道建設会館)

受講者: 146名

内 容: 上記第5回と同じ

東 北 支 部

■除雪講習会

①秋田(1)会場

月 日: 10月4日(火)

場 所: 秋田県秋田市 秋田テルサ

受講者: 195名

②秋田(2)会場

月 日: 10月5日(水)

場 所: 秋田県秋田市 秋田テルサ

受講者: 129名

③横手会場

月 日: 10月6日(木)

場 所: 秋田県横手市 秋田ふるさと村

受講者: 290名

④弘前会場

月 日: 10月11日(火)

場 所: 青森県弘前市 弘前文化センター

受講者: 172名

⑤青森会場

月 日: 10月12日(水)

場 所: 青森県青森市 ホテルクラウンパレス青森

受講者: 226名

⑥新庄会場

月 日: 10月20日(木)

場 所: 山形県新庄市 新庄市民プラザ

受講者: 175名

⑦岩手(1)会場

月 日: 10月25日(火)

場 所: 岩手県滝沢市 岩手産業文化センター

受講者: 285名

⑧岩手(2)会場

月 日: 10月26日(水)

場 所: 岩手県滝沢市 岩手産業文化センター

受講者: 240名

⑨宮古会場

月 日: 10月28日(金)

場 所: 岩手県宮古市 陸中ビル

受講者: 76名

■ICT活用工事検査講習会

月 日: 10月7日(金)

場 所: 宮城県大郷町 コマツIoTセンタ東北

主 催: 東北地方整備局

内 容: ①座学(検査の留意事項)

②座学(ICTに関する取り組み)

③座学(衛星測位の概要) ④座学(3次元設計データについて) ⑤実地(ドローン実演と解説) ⑥実地(GNSSローバーの実演と解説) ⑦実地(TSの実演と解説)

講 師: 東北支部 情報化施工技術委員会 鈴木勇治委員長ほか5名

受講者: 東北地方整備局職員13名(検査担当職員8名, 関係課職員5名)

■情報化施工に関する整備局との打合せ

月 日: 10月12日(水)

場 所: 東北地方整備局会議室

出席者: 山尾昭東北地方整備局施工企画課長ほか6名

内 容: ①平成28年度i-Construction(ICT)セミナーのアンケート結果報告 ②ICT活用工事検査講習会の報告と今後の対応 ③大学からの支援依頼について ④平成29年度i-Construction(ICT)セミナーの計画について ⑤その他

■情報化施工に関する講習会の打合せ

月 日: 10月13日(木)

場 所: 山形県立産業技術短期大学

出席者: 鈴木賢一教授(学科主任)ほか4名

内 容: 平成29年度に新設される土木エンジニアリング科に対してICT建設に関する講義, 実習, 資料の提供などの支援についての提案

■第1回EE東北作業部会

月 日: 10月17日(月)

場 所: 仙台市 ハーネル仙台

出席者: 狩野武志東北技術事務所副所長ほか25名

内 容: ①EE東北'16決算・監査報告 ②今後のEE東北に向けた意見照会 ③EE東北'17組織(案) ④EE東北'17実施方針(案) ⑤EE東北'17予算(案) ⑥今後の予定

■第3回情報化施工技術委員会

月 日: 10月18日(火)

場 所: 東北支部会議室

出席者: 鈴木勇治情報化施工技術委員長ほか33名

内 容: ①平成28年度i-Construction(ICT)セミナーのアンケート結果報告 ②ICT活用工事検査講習会の報告と今後の対応 ③大学からの支援依頼について ④平成29年度i-Construction(ICT)セミナーの計画について ⑤その他

■第1回EE東北実行委員会

月 日: 10月25日(火)

場 所: 仙台市 ハーネル仙台

出席者: 渡邊泰也東北地方整備局企画部長ほか32名

内 容: ①EE東北'16決算・監査報告 ②今後のEE東北に向けた意見照会 ③EE東北'17組織(案) ④EE東北'17実施方針(案) ⑤EE東北'17予算(案) ⑥今後の予定

北 陸 支 部



■除雪機械管理施工技術講習会(富山会場)

月 日: 10月5日(水)

場 所: 富山県農協会館

受講者: 143名

■除雪機械管理施工技術講習会(長岡会場)

月 日: 10月6日(木)

場 所: ハイブ長岡

受講者: 152名

■除雪機械管理施工技術講習会(上越会場)

月 日: 10月13日(木)

場 所: 上越商工会議所

受講者: 113名

■平成28年度建設技術報告会

月 日: 10月19日(水)

場 所: 金沢市文化ホール

出席者: 坪内昭雄普及部会委員をスタッフ派遣

受講者：約 400 名

■除雪機械管理施工技術講習会(魚沼会場)

月 日：10月20日(木)

場 所：魚沼地域振興センター

受講者：254 名

■除雪機械管理施工技術講習会(新発田会場)

月 日：10月24日(月)

場 所：新発田市カルチャーセンター

受講者：101 名

■平成 28 年度除雪作業に関する安全講習会

月 日：10月31日(月)

場 所：妙高市勤労者研修センター

出席者：穂苅正昭企画部会長を講師派遣

受講者：約 120 名

中部支部

■技術・調査部会

月 日：10月14日(金)

出席者：青木部会長ほか 11 名

内 容：コマツ IOT センタでの ICT 土工の勉強会

■第 1 回部会長・副部会長会議

月 日：10月28日(金)

出席者：川西光照企画部会長ほか 9 名

議 題：上期事業報告及び上期経理概況について

関西支部

■「ふれあい土木展」第 2 回連絡調整会議

月 日：10月12日(水)

場 所：近畿地方整備局 会議室

出席者：松本克英

内 容：①実施計画の確認 ②運営体制の確認 ③今後の調整事項等

■平成 28 年度 施工技術報告会 幹事会

月 日：10月18日(火)

場 所：関西支部 会議室

出席者：松本克英事務局以下 7 名

議 題：①論文申込みについて ②講演原稿作成依頼について ③講演開催案内について ④「まえがき」について

■近畿地方整備局との意見交換会

月 日：10月19日(水)

場 所：大阪キャッスルホテル 松の間

参加者：深川良一支部長以下 34 名

内 容：①話題提供…1) 公共工事の品質確保の取り組みについて、2) 土木機械設備の取り組みについて ②意見交換…1) 機械設備工事における課題について、2) 機械設備点検整備業務における課題について

■建設施工研修会

月 日：10月20日(木)

場 所：建設交流館 グリーンホール

参加者：66 名

内 容：①第 1 部 事例発表「i-Construction の推進について」…国土交通省近畿地方整備局 企画部 施工企画課課長 達家養浩氏 ②第 2 部 第 48 回建設施工映画会「上部障害クリア工法」など 10 編

■広報部会

月 日：10月20日(木)

場 所：建設交流館 グリーンホール 控室

出席者：高橋通夫広報部会委員以下 7 名

内 容：①「建設技術展 2016 近畿」について ②「ふれあい土木展 2016」について ③「JCMA 関西」第 110 号の発刊について

■建設技術展 2016 近畿 出展

月 日：10月26日(水)～27日(木)

場 所：マイドームおおさか

入場者：15,106 人

テーマ：「情報化施工の普及促進」

■建設用電気設備特別専門委員会(第 429 回)

月 日：10月28日(金)

場 所：中央電気倶楽部 会議室

議 題：①前回議事録確認 ②JEM-TR236 建設工事用 400V 級電気設備施工指針改正案審議

中国支部

■平成 28 年度新技術活用等現場研修会

月 日：10月6日(木)

場 所：① R2 東広島バイパス海田高架橋下部工事 ② R2 木原道路内島第 5 改良工事

参加者：16 名

研修内容：周辺施設や住宅の生活環境の保全など種々の制約を受ける施工条件の下、鋭意施工の中その課題対応や新技術の採用事例などを内容とした研修

■第 3 回開発普及部会

月 日：10月11日(火)

場 所：中国支部事務所

出席者：飯國卓夫部会長ほか 6 名

議 題：①上半期事業報告(案)について ②第 39 回新技術・新工法発表会の準備について ③土木機械設備技術研修会について ④協賛事業への参加について ⑤その他懸案事項

■第 2 回部会長会議

月 日：10月19日(水)

場 所：広島 YMCA 会議室

出席者：鷲田治通企画部会長ほか 10 名

議 題：①運営委員会(秋季)について ②平成 28 年度中国地方整備局との意見交換会について ③その他懸案事項

■第 3 回広報部会

月 日：10月19日(水)

場 所：中国支部事務所

出席者：西村元次部会長ほか 6 名

議 題：①広報誌(CMnavi)46 号の編集について ②支部ホームページの管理について ③支部広報活動のあり方について ④その他懸案事項

■第 39 回「新技術・新工法」発表会

月 日：10月25日(火)

場 所：広島市まちづくり市民交流プラザ

参加者：62 名

発表課題：【講話】①国土交通行政の最近の状況について…中国地方整備局企画部技術管理課長 井上和久氏

②「i-Construction」の現状について…中国地方整備局企画部機械施工管理

官 錦織豊氏【技術発表】①脱塩工法及び再アルカリ化工法の新しい施工方法開発…(株)安藤・ハザマ 齋藤淳氏

②汎用型低炭素コンクリート「LHC」の開発…(株)安藤・ハザマ 齋藤淳氏

③「i-Construction」対応システム「SiTEScope2017・SiTECH3D2017」のご紹介…(株)建設システム 高木啓氏

④写真データを用いた出来形評価データの作成手順と課題…復建調査設計(株)中野寛隆氏

四国支部

■ICT 施工現場講習会・脇町(脇町第一堤防工事)

月 日：10月13日(木)

場 所：座学：油屋美馬館(徳島県美馬市穴吹町)、現場：脇町第一堤防工事現場(徳島県美馬市脇町)

参加者：63 名

報道取材：NHK 徳島放送局、徳島新聞社、建通新聞社

■協賛事業「建設フェア四国 2016 in 高知」

月 日：10月14日(金)～15日(土)

場 所：高知ちばさんセンター(高知市布師田)

来場者：初日(10/14) 1,200 人、2 日目(10/15) 2,300 人 計 3,500 人

出展者：99 団体(社)(うち、支部経由出展社は 10 社)

■協賛事業「四国の道路を考える会」平成 28 年度総会

月 日：10月17日(月)

場 所：高松シンボルタワー 17F 会議室(高松市)

参加者：井原健雄会長(香川大学名誉教授)ほか 31 名(支部からは岩澤委式

事務局長が支部長代理として出席)
 議題等：①平成 27 年度事業報告・収支
 決算報告等 ②平成 28 年度事業計画
 及び事業予算 ③四国的高速道路の利
 用・活用に関する意見交換

九 州 支 部



■九州建設技術フォーラム

月 日：10 月 17 日（月）～18 日（火）
 出席者：深田英二事務局長
 内 容：①基調講演及び記念講演 ②プ
 レゼンテーション ③ポスターセッ
 ション

■i-Construction（ICT 土工）技術講習会

月 日：10 月 19 日（水）
 場 所：座学…KKR ホテル熊本
 実技…白川橋左岸緑地
 受講者：78 名
 内 容：①国土交通省の i-Construction
 への取組み ②今後の建設業界
 ③ i-Construction（ICT 土工）の概要
 ④実技研修

■i-Construction（ICT 土工）技術講習会

月 日：10 月 20 日（木）
 場 所：座学：KKR ホテル熊本
 実技：白川橋左岸緑地
 受講者：28 名

内 容：①国土交通省の i-Construction
 への取組み ②今後の建設業界
 ③ i-Construction（ICT 土工）の概要
 ④実技研修

■企画委員会

月 日：10 月 26 日（水）
 出席者：7 名
 議 題：①第 2 回運営委員会の開催につ
 いて ②建設行政講演会の開催につ
 いて ③運営委員会の開催について
 ④ i-Construction（ICT）講習会につ
 いて ⑤その他



編集後記

年の瀬も押し迫り、ますます寒さも厳しくなる今日この頃ですが、今年は、特に台風が例年に比べ、大変多く日本に上陸し、多くの地域で被害が発生しましたがその中でも今までに無かった北海道でも大きな被害が発生し、災害はどこにでも起こりうる可能性があることを改めて知らされた年でもありました。

また、自然災害ではありませんが英国 EU 離脱に続き、トランプ氏の米国大統領就任決定、韓国パク・クネ大統領の退陣表明と政治の世界でも不安定要素の多く発生した年でした。

さて今回の特集テーマは「防災、安全・安心を確保する社会基盤整備」

ということで、まずは5年目を迎えた東日本大震災の復興状況といつ発生してもおかしくない首都圏直下型地震への対策事例や地方での対策事例、また防災で活躍する機械等を紹介することにしました。

中でも復興状況の報告では、表紙の写真にも取り上げました、福島原発復旧現場で施工された「凍土方式による遮水壁」を紹介し、今回この様に大規模にまた長期期間に渡り使用されたことのない本方式が、来年以降どの様に評価確認されることになるか注目されています。

最後になりますが、今回執筆していただいた皆様には、お忙しい中、ご協力いただき、改めて御礼申し上げます。

(赤坂・石倉)

機関誌編集委員会

編集顧問

今岡 亮司	加納研之助
後藤 勇	佐野 正道
新開 節治	関 克己
高田 邦彦	田中 康之
塚原 重美	中岡 智信
中島 英輔	本田 宜史
渡邊 和夫	

編集委員長

田中 康順	鹿島道路(株)
-------	---------

編集委員

新田 恭士	国土交通省
大槻 崇	国土交通省
田中 忠重	農林水産省
浅野 仁之	(独)鉄道・運輸機構
加藤 誠	鹿島建設(株)
赤坂 茂	大成建設(株)
荒瀬 純治	清水建設(株)
三輪 敏明	(株)大林組
久保 隆道	(株)竹中工務店
宮川 克己	(株)熊谷組
中村 優一	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
竹田 茂嗣	鉄建建設(株)
岡田 英明	五洋建設(株)
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
相田 尚	(株)NIPPO
岡本 直樹	山崎建設(株)
中川 明	コマツ
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン(株)
小倉 弘	日立建機(株)
上田 哲司	コベルコ建機(株)
石倉 武久	住友建機(株)
江本 平	範多機械(株)
太田 正志	施工技術総合研究所

事務局

日本建設機械施工協会

1月号「建設機械特集」予告

・航空法改正動向（無人飛行機：ドローン関連） ・建設機械の環境関連法の動向について
・国土交通省における「建設施工の地球温暖化対策検討分科会」における燃費基準の検討の動向
・新型振動ローラ SW654 シリーズ紹介 ・最新型ホイールローダ 950MZ ・新型 50 t 吊ラフテレーンクレーン
・2014 年度排出ガス規制適合エンジン搭載 4.9 t 吊クローラクレーン開発 ・ガソリン / LPG エンジン式小型フォークリフト ・リチウムイオンバッテリーを搭載したハイブリッド油圧ショベル ・トヨタ L&F 燃料電池フォークリフト ・新型高所作業車の紹介 ・全回転チューピング装置 ・新世代 350 t 吊クローラクレーンの開発 ・搭乗式スクレーパの開発 ・大型自航式ポンプ浚渫船 ・鉄道クレーン車 ・建設機械史（ショベル）

【年間購読ご希望の方】

①お近くの書店でのお申込み・お取り寄せ可能です。 ②協会本部へお申し込みの場合「図書購入申込書」に以下事項をもれなく記入のうえ FAX にて協会本部へお申込み下さい。

…官公庁／会社名、所属部課名、担当者氏名、住所、TEL および FAX

年間購読料（12 冊） 9,252 円（税・送料込）

建設機械施工

第 68 巻第 12 号（2016 年 12 月号）（通巻 802 号）

Vol. 68 No. 12 December 2016

2016（平成 28）年 12 月 20 日印刷

2016（平成 28）年 12 月 25 日発行（毎月 1 回 25 日発行）

編集兼発行人 辻 靖 三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 本部 一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3 丁目 5 番 8 号 機械振興会館内

電話 (03) 3433-1501；Fax (03) 3432-0289；<http://www.jcmanet.or.jp/>

施工技術総合研究所 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154

電話 (0545) 35-0212

北海道支 部 〒060-0003 札幌市中央区北三条西 2-8

電話 (011) 231-4428

東北支 部 〒980-0014 仙台市青葉区本町 3-4-18

電話 (022) 222-3915

北陸支 部 〒950-0965 新潟市中央区新光町 6-1

電話 (025) 280-0128

中部支 部 〒460-0002 名古屋市中区丸の内 3-17-10

電話 (052) 962-2394

関西支 部 〒540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4

電話 (06) 6941-8845

中国支 部 〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22

電話 (082) 221-6841

四国支 部 〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22

電話 (087) 821-8074

九州支 部 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 2-4-30

電話 (092) 436-3322

本誌上への
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

“建設機械施工” 既刊目次一覧

平成 28 年 1 月号 (第 791 号) ~ 平成 28 年 12 月号 (第 802 号)

平成 28 年 1 月号 (第 791 号)

表 紙 写 真

建設機械のエンジンルーム内温度分布シミュレーション

写真提供：日立建機(株)

建設機械 特集

- ◆巻頭言 新しい建設生産システムへのスタートを願って…辻 靖 三 / 3
- ◆新春特別インタビュー 国土造りの現状と今後の展望…機関誌編集委員会 / 4
- ◆行政情報 省エネルギー型建設機械の導入促進…浅 井 俊 行 / 10
- ◆行政情報 活用が進む NETIS の現状と今後の展開…林 利 行 / 15
- 最新型モータグレーダ 12M3 …富 永 安 生 / 20
- 新型アスファルトフィニッシャーの紹介…富 田 幸 宏 / 24
- HA90C-2
- 新型ミニショベルの紹介 ACERA GEOSPEC シリーズ …今 重 博 和 / 29
- 50t 吊りラフテレーンクレーン GR-500N-2 …酒 井 慎 吾 / 35
- 新型オールテレーンクレーン 最大吊り上げ荷重 130t KA-1300R …近 藤 康 博 / 39
- 基礎土木向けクローラクレーン BM1500G …福 本 圭 介 / 44
- 2014 年度排出ガス規制適合エンジン搭載 4.9t 吊クローラクレーンの開発 …東福寺 高 望 行 / 47
- CC1485S-1 の特長 …湯 太 田 智 子
- SMW 工法におけるリアルタイム着底判定システム …大 村 啓 介 / 52
- ボトムシーク …荻 野 寿 一
- シームレス補正機能を備えた転圧管理システム GNSS 情報遮断時の慣性 / TS 補正切り替えシステムの開発 …伊 藤 圭 祐 / 57
- GNSS を利用した「法面締固め管理システム」…草 竹 真 史 也 / 62
- を採用した盛土の総合管理 …千 福 智 之
- CAN 制御車両の遠隔操作システムの実用化 …北 原 成 郎 / 66
- 建設機械のロボット化を推進 …山 西 坂 晃 修
- シミュレーション技術が支える建設機械の開発…田 村 和 久 生 / 72
- 星 曉
- ブルドーザの誕生 ブルドーザ開発小史 その 1 …岡 本 直 樹 / 78
- ◆交流の広場 生活支援ロボット事業のすすめ方・市場動向 …田 中 一 正 介 / 83
- 福祉・介護ロボット事業におけるビジネス戦略 …福 田 祐
- ◆交流の広場 高等学校農業土木科での建設機械及び土木施工の教育講座…武 田 誠 司 / 88
- ◆ずいそう 私のガーデニング「土里居夢園」 …横 澤 圭 一郎 / 91
- ◆ずいそう 経営もゴルフも“乾坤一擲”は程々に…渡 辺 総 悦 / 93
- ◆JCMA 報告 平成 27 年度 建設施工と建設機械シンポジウム開催報告… / 94
- ◆JCMA 報告 平成 27 年度 建設機械施工技術検定試験 結果報告… / 97
- ◆部会報告 除雪機械の変遷 (その 14) …除雪機械技術委員会 / 99
- 除雪ドーザ (2)
- ◆新工法紹介…機関誌編集委員会 / 106
- ◆新機種紹介…機関誌編集委員会 / 109
- ◆統 計 建設機械産業の現状と今後の予測…機関誌編集委員会 / 112
- ◆統 計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移…機関誌編集委員会 / 117
- 行事一覧 (2015 年 11 月) … / 118
- 編集後記…(上田・大塚) / 122

平成 28 年 2 月号 (第 792 号)

表 紙 写 真

日本万国博覧会記念公園の 40 年間にわたる自然再生の取組み

写真提供：大阪府 日本万国博覧会記念公園事務所

自然再生, 自然景観 特集

- ◆巻頭言 自然再生の今後の展望…島 谷 幸 宏 / 3
- ◆行政情報 生物多様性条約における民間参画への取組と期待…大 澤 隆 文 / 4
- 小山内 勇 人
- ◆行政情報 『自然再生土』資格制度と生物多様性の保全推進…藤 井 孝 信 / 9
- 皆ですぐできるウナギ保護再生策…棚 瀬 信 夫 / 15
- 質の高い都市緑地を創出するための設計に関する技術開発…杉 本 英 夫 / 20
- 緑地の生き物と鳥類を指標種とする生息地評価モデル…松 原 隆 志
- 汚染された腐葉土層等を効果的・限定的に除去…小 野 健 一 / 27
- SC クリーンシステムの開発
- 生物多様性評価ツールの開発と展開…青 木 貴 均 / 33
- 「いきものプラス」生物多様性配慮に考慮した緑化計画を支援…池 田 裕 之 創 満 / 37
- 片山 裕 之 創 満
- サンゴ礁州島形成メカニズムの解明…茅 田 芳 芳
- サンゴ礁の維持保全へ貢献できるモデルを目指して
- 生態系との共存を実現する 「多摩ニュータウン東山」での街づくり…石 隆 幸 / 43
- 大山ダムホテルビオトープの JHEP 認証取得…佐々木 静 郎 / 48
- ホテル生息環境の再生・創出とその定量的評価方法の構築…門 倉 伸 彦
- 水中騒音振動監視システムによる水産資源の保全…田 中 ゆう子 / 55
- 水域の施工における周辺環境への配慮
- 日本万国博覧会記念公園の 40 年間にわたる自然再生の取組み…千 原 裕 / 60
- 自立した森づくり
- 生物多様性の簡易評価ツール 「いきものコンシェルジュ」の開発…内 池 智 広 / 65
- 生物多様性の保全・普及への取り組み…金 内 敦 敏 / 70
- 生物多様性簡易評価ツール CSET・BSET…加 藤 晃
- 歴史的文化的景観復元への取り組み…宇次原 雅 之 / 77
- 連続繊維補強土工を適用した歴史的文化的財での斜面災害復旧事例
- 高速道路緑化と生物多様性の取り組み…伊 藤 賢 一 / 83
- 都市鳥類の生息モデルに基づいた緑地計画技術…北 野 雅 人 / 89
- 深 谷 肇
- ◆交流の広場 急速充電対応型電池推進船の開発 らいちよう…清 水 悦 郎 / 95
- ◆ずいそう 大型設備投資 (ショットブラストマシン) に寄せる思い…山 鳥 喜久雄 / 101
- ◆ずいそう 40 年前の想いで…須 貝 憲 宏 / 103
- ◆JCMA 報告 平成 27 年度 一般社団法人日本建設機械施工協会…森 川 博 邦 / 105
- 研究開発助成 助成対象研究開発決定のお知らせ
- ◆部会報告 除雪機械の変遷 (その 15) …除雪機械技術委員会 / 106
- 凍結防止剤散布車 (1)
- ◆新機種紹介…機関誌編集委員会 / 112
- ◆統 計 平成 27 年 建設業の業況…機関誌編集委員会 / 116
- ◆統 計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移…機関誌編集委員会 / 122
- 行事一覧 (2015 年 12 月) … / 123
- 編集後記…(久保・齋藤) / 126

平成 28 年 3 月号 (第 793 号)

表 紙 写 真

供用中の鉄道トンネルにおける補強工事

写真提供：清水建設㈱

ライフライン、インフラ 特集

- ◆巻頭言
世代を越えて使うインフラのための
分野横断型「SIP インフラ」プロジェクト …藤 野 陽 三 /3
- 電力設備の自然災害対策……………北 島 尚 史 /4
- 砂防堰堤を活用した小水力発電事業への
民間事業者としての取り組み ……市 森 友 明
阿 升 方 祐 司 /10
- 多摩地区の送水管ネットワーク構築……………溝 口 博 文
多摩丘陵幹線のトンネル技術 ……西 本 井 徹 /17
藤 雄 輔
- 外ボルト締結型コンクリート中詰め鋼製セグメントの
気中組立てによる管路の構築 ……中 田 慎 一 /24
- 下水道管路調査診断システム……………後 藤 正 信 /30
衝撃弾性波検査法
- 阪神高速における更新事業……………茅 野 茂
大規模更新・大規模修繕 ……鈴 木 威 /35
- 東海道新幹線大規模改修工事の構造物毎の施工事例 ……荒 鹿 忠 義 /42
- 供用中の鉄道トンネルに対する補強工事……………神 保 誠 二
杉 山 康 伸 則 /49
- ダム再開発工事における洪水吐増設時の
仮締切設備合理化を実現 ……白 川 豪 人
仮締切としての機能を持つ予備ゲート設備の製作・施工 ……椿 上 彦 治 幸 謙 /56
- 栈橋上部工点検用 ROV の研究開発 ……………田 中 敏 成 /65
- 世界標準型の LNG 輸送船受入栈橋前面の増深工事 ……長 澤 太 一 /72
広島港廿日市地区泊地（-12m）浚渫工事
- ◆交流の広場 世界の産業インフラに対する
サイバー攻撃とセキュリティ対策の実情 ……佐々木 弘 志 /77
- ◆ずいそう
「ものづくり」にこだわった機械屋の軌跡 ……谷 雄 一 /83
- ◆ずいそう 新潟近郊の温泉漫遊記……………赤 池 利 孝 /86
- ◆JCMA 報告 平成 27 年度
建設施工と建設機械シンポジウム開催報告（その 2） ……………/88
- ◆JCMA 委員会報告
大分川ダム 三光本耶馬溪道建設現場……………情報化施工委員会 /92
見学会報告
- ◆部会報告 除雪機械の変遷（その 16）……………除雪機械技術委員会 /95
凍結防止剤散布車（2）
- ◆部会報告 日立建機㈱土浦工場 見学会 ……機 械 部 会 /102
- ◆部会報告 コマツ栗津工場見学会……………建 設 業 部 会 /104
- ◆新工法紹介……………機関誌編集委員会 /106
- ◆新機種紹介……………機関誌編集委員会 /107
- ◆統 計
建設工事受注額・建設機械受注額の推移 ……………機関誌編集委員会 /110
- 行事一覧（2016 年 1 月）……………/111
- 編集後記……………（立石・岡田）/114

平成 28 年 4 月号 (第 794 号)

表 紙 写 真

大山ケーブルカー大規模設備更新

写真提供：(株)フジタ

鉄道 特集

- グラビア CONEXPO LATINAMERICA …………… /3
- ◆巻頭言 鉄道ネットワークと地域再生……………今 城 光 英 /11
- 巨大地震に対する鉄道の取組み
強さと回復力を有する地震対策を目指して……………室 野 剛 隆 /12
- 鉄道函体直下への透し掘り連壁の施工……………齋 藤 力 哉
JR ゲートタワー新設工事 ……平 山 山 哲 也
安 斎 和 雄 /17
- 東武スカイツリーライン竹ノ塚駅付近連続立体交差事業
下り急行線高架橋工事にともなう軽量盛土工事および ……北 川 雄 基 /23
仮設地下通路施工にともなう鋼矢板圧入工
- 常磐快速線利根川橋梁改良工事……………佐々木 昭 悟
斎 成 藤 嶋 健 聡 /28
- 画像処理技術を用いてトンネルを検査する……………鶴 飼 正 人 /35
- ミャンマー大規模無償資金協力プロジェクト……………竹 村 喜 市 /41
- 香港地下鉄觀塘延伸線トンネル及び何文田駅新設工事
市街地における大規模オープン掘削と明かり発破 ……岩 田 修 /44
- ライトレール 路面電車南北接続 第 1 期事業
富山駅南北接続線軌道施設（その 1）工事（報告）……………梶 谷 修 蔵 /51
- 山中における大山ケーブルカー大規模設備更新……………飯 田 修 一
江 原 季 映 /56
- 首都圏における大規模な車両基地の整備・撤去工事 ……磯 部 浩 史 /62
品川車両基地整備工事・品川旧車両基地撤去工事
- 新幹線軌道内で使用する重量軌陸運搬台車……………穴 井 秀 和
西 尾 本 俊 章 /67
松 彦
- ◆交流の広場 ホーム安全設備の紹介……………中 島 秀 人 /72
- ◆ずいそう 「はくたか」の思いで ……………長谷川 正 昭 /76
- ◆ずいそう 中年土木エンジニア 帰省する ……高 田 美 仁 /78
- ◆JCMA 報告 平成 27 年度
建設施工と建設機械シンポジウム開催報告（その 3） ……………/80
- ◆部会報告 除雪機械の変遷（その 17）……………除雪機械技術委員会 /87
凍結防止剤散布車（3）
- ◆部会報告
ISO/TC 195（建設用機械及び装置専門委員会）……………標 準 部 会 /94
チリ・サンティアゴ国際会議報告
- ◆部会報告
CONEXPO LATINAMERICA 視察報告 ……標 準 部 会 /102
- ◆部会報告
平成 27 年度第 2 回若手現場見学会 ……建 設 業 部 会 /107
「中之島フェスティバルタワー・ウェスト」
- ◆新工法紹介……………機関誌編集委員会 /110
- ◆新機種紹介……………機関誌編集委員会 /111
- ◆統 計
建設工事受注額・建設機械受注額の推移 ……………機関誌編集委員会 /116
- 行事一覧（2016 年 2 月）……………/117
- 編集後記……………（浅野・安川）/120

平成 28 年 5 月号 (第 795 号)

表 紙 写 真

大型トンネル掘削機

写真提供：大成建設(株)

トンネル 特集

グラビア CONEXPO LATINAMERICA (その2).....	3
◆巻頭言 これからのトンネル建設技術開発に期待すること…進士正人	9
◆行政情報 i-Construction への導入 …近藤弘嗣 i-Construction 報告書を中心に	11
風化破碎地山における超大断面トンネルの施工…佐藤大輔	16
トンネル切羽前方探査システム TSP303 切羽前方の断層破碎帯や地質境界面及び 湧水の有無を弾性波反射法の3次元解析で予測…四塚勝久 篠原茂	22
新版・換気技術指針に対応した電気式集じん装置 FTE2400-E/FTE2700-E…平佐々木孝次 横山勇知	28
硬岩トンネル掘削機の開発 TM-100 ディスクカッタにより硬岩を自由断面に掘削…内田正孝 足達康軌 松尾陽介	36
「メッシュマッピングアシスト」をトンネルズリの 重金属含有岩石判定の補助技術として導入…鈴山裕彦 山下裕司	42
長距離、急勾配トンネル工事に対応する…鳥海宏行 バッテリーロコ最新技術	44
コンクリート構造物の機能保持技術…興石正己 タフネスコート	49
トンネル天井用乾式研掃装置の開発と現場適用…石井敏之 西山安利 栗津一	55
セグメント真円度とテールクリアランスの 自動計測システム開発 …中村多聞 高精度な一次覆工を実現 浅沼廉樹	61
◆交流の広場 シールドマシンの海外調達における…高田哲也 製造工程管理と品質管理	66
◆ずいそう ビックリ、カイロ 初めてのエジプト出張…竹之内博行	68
◆ずいそう カンボジアで考えさせられたこと…中田利治	71
◆JCMA 報告 平成 27 年度 建設施工と建設機械シンポジウム開催報告 (その4) …	72
◆部会報告 除雪機械の変遷 (その18) …除雪機械技術委員会	82
凍結防止剤散布車 (4)	
◆部会報告 第19回 機電技術者意見交換会報告 …建設業部会	90
◆新工法紹介…機関誌編集委員会	98
◆新機種紹介…機関誌編集委員会	99
◆統計 平成 28 年度 公共事業関係予算 …機関誌編集委員会	105
◆統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移 …機関誌編集委員会	110
行事一覧 (2016 年 3 月) …	111
編集後記…(京免・赤井)	114

平成 28 年 6 月号 (第 796 号)

表 紙 写 真

自由断面分割施工方法によるトンネル構築

写真提供：大林組

新しい建設材料、最先端の高度な建設技術の開発と実用化 特集

グラビア CONEXPO LATINAMERICA (その3).....	3
◆巻頭言 これからの土木分野で大切な技術…魚本健人	9
◆行政情報 国立研究開発法人 土木研究所における技術の普及…金子正洋	10
◆行政情報 新技術の普及促進に向けた取り組み …森下博之 官民協働と海外展開支援を中心に	16
自由断面分割施工方法による …志宮農和啓 トンネル構築技術 日野克洋 義嗣	21
拡翼型機械式攪拌工法 WinBLADE 工法 …高橋学	27
急速ずり処理システム トンネル掘削施工におけるずり処理の高速化…藤内隆	31
砂防ソイルセメントを使用した砂防堰堤の開発…飯塚幸司 JSウォール堰堤工法	35
土質に応じてシールドマシンのカッタービットを変更…西佐藤明良 全地盤対応型「カメレオンカッタ工法」 磨琢	40
建設工事における 自然由来セレン含有排水の処理方法 …武前藤文夫 浦矢全規 矢英雄	45
振動低減型舗装の開発 特殊改質アスファルト混合物「ロードサスペイブ」の開発…山本富業 高謙	50
穴開き帯状銅板を用いた 覆工コンクリートひび割れ抑制対策の現場適用…山田勉 ハイクリップ・メタルバンド 根中一 尾花敬 郎 徹治	55
超高耐久橋梁の開発とその実証橋の建設 鋼材を一切用いない「Dura-Bridge」の実現…緒方辰男 大永元直 樹 永也	61
電磁波レーダを活用した RC 床版上面の 非破壊調査システムの開発 …永塚竜也	67
床版キャッチャー	
強力超音波音源を用いた音響探査技術の開発…歌川紀之 黒田本千歳 杉恒美	71
◆交流の広場 宇宙応用を目指した先端材料宇宙曝露実験…測田安浩	78
◆ずいそう 我が家のメンテナンス…佐藤弘史	82
◆ずいそう 地方は都会の設備投資…花原俊	84
◆JCMA 報告 第28回 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その1) …	86
◆部会報告 除雪機械の変遷 (その19) …除雪機械技術委員会	93
小形除雪車 (1)	
◆CMI 報告 建設技術審査証明事業 …竹本憲充	98
◆新工法紹介…機関誌編集委員会	102
◆新機種紹介…機関誌編集委員会	105
◆統計 主要建設資材価格の動向…機関誌編集委員会	108
◆統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移 …機関誌編集委員会	112
行事一覧 (2016 年 4 月) …	113
編集後記…(加藤・江本)	116

平成 28 年 7 月号 (第 797 号)

表 紙 写 真

市立吹田サッカースタジアム

プレキャスト工法を活用したサッカー専用スタジアムの設計施工

写真提供: ㈱竹中工務店

コンクリート工事, コンクリート構造 特集

グラビア CONEXPO LATINAMERICA (その 4).....	／3
グラビア 2016 NEW 環境展 at 東京ビッグサイト	／7
◆巻頭言 プレキャスト技術による耐久性の向上	二 羽 淳一郎／11
場所打ち UFC による PC 道路橋	渡 邊 有 寿 一 宮 利 通 川 崎 文 義／12
外ケーブルを合理化配置した有ヒンジ橋の多径間連続化技術... 溶徳橋上部工連続化工事	安 藤 直 文／18
プレキャスト工法を活用したサッカー専用スタジアムの設計施工	松 尾 享／25
火災時におけるコンクリートの爆裂評価方法	小 澤 満津雄／32
場所打ち函渠における品質確保の取組み 丹波綾部道路瑞穂 IC 函渠他工事における	神 崎 恵 三／38
SEC 工法, ND-WALL 工法の事例	
設計基準強度 300 N/mm ² の 超高強度プレキャスト RC 長柱の開発と適用	山 本 佳 城 今 水 谷 太 朗／44
スラグ骨材を用いた 舗装用コンクリートの特性	森 濱 和 正 加 古 藤 祐 久 古 藤 祐 久／49
後施工六角ナット定着型せん断補強鉄筋	山 口 治 三 澤 孝 史 廣 中 哲 也／56
電子制御式コンクリートミキサー車の紹介	川 島 茂／62
中性子遮蔽コンクリートの技術改良 普通コンクリートの 1.7 倍の中性子の 遮蔽性能を有するコンクリートの生産性を向上	奥 野 功 一 鈴 木 好 幸 田 中 聖 一／66
◆投稿論文 環境に優しく豪雨と地震に強い	澁 谷 啓 片 岡 沙 都 紀 白 崎 民 夫／71
◆交流の広場 日本コンクリート工学会年次大会 2015 (千葉)	鉄 羅 健 太／79
キングオブコンクリート参加を振り返って	
◆ずいそう 富岡製糸場の世界遺産に思う	今 井 幹 夫／83
◆ずいそう 「仕事」と「癒やし」	有 田 衣 里／84
◆CMI 報告 油圧ショベルの省エネ施工	佐 藤 充 弘 稲 葉 友 喜 人／86
省エネ効果の検証試験	
◆部会報告 除雪機械の変遷 (その 20)	除雪機械技術委員会／91
小形除雪車 (2)	
◆支部報告 古川工業高等学校の情報化施工セミナー	三 浦 克 洋／97
◆新工法紹介	機関誌編集委員会／102
◆新機種紹介	機関誌編集委員会／106
◆統 計 建設企業の海外展開	機関誌編集委員会／107
◆統 計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移	機関誌編集委員会／112
行事一覧 (2016 年 5 月)	／113
編集後記	(赤 神 ・ 中 村)／116

平成 28 年 8 月号 (第 798 号)

表 紙 写 真

ドローンを用いた空撮測量の実工事への適用

写真提供: 鹿島建設(株)

i-Construction 特集

グラビア bauma 2016	／3
◆巻頭言 イノベーションを取り込むための ... 建設生産システム革命	小 澤 一 雅／11
◆行政情報 i-Construction	近 藤 弘 嗣／12
ICT 土工の全面展開に向けた技術基準の紹介	
IoT で建設現場の生産性向上 ソリューションを一元管理する	四 家 千佳史／18
クラウド型プラットフォーム「KomConnect」	
ドローンを用いた空撮測量の実工事への適用	加 藤 康 生 松 永 た か こ／23
MMS 点群データを活用したインフラマネジメント	永 田 佳 文 津 野 和 宏／28
InfraDoctor によるスマートインフラマネジメント	
重力式コンクリートダム取水塔施工での	深 田 裕 司 徳 永 裕 樹 松 木 優 佳／34
4D モデル・3D 模型の活用	
無線発信機を活用した作業所内の 高所作業車・作業所員の位置把握システム	染 谷 俊 介／41
掘進中にシールド機外周部の介在砂層をリアルタイム探査 ... 比抵抗センサーを用いた介在砂層探査技術	大 木 智 明／48
VR による安全管理 ゴーグル型ディスプレイによる安全の可視化	坂 下 淳 一 真 柄 毅 一／52
ブルドーザーマシンコントロールシステムの最新技術の紹介 ... マストレスタイプ MC システム 3D-MC ^{MAX}	本 田 肇／55
複雑な地形形状における覆工設置工事への	太 田 啓 介 小 島 文 寛 池 田 直 広／59
3 次元地形データの適用	
◆投稿論文 無人化施工による破碎・解体作業 時における触知覚情報の必要性和実態 ～媒体を通じた人の触知覚の実態～	茂 木 正 晴 藤 野 健 一 三 嶋 博 之／64
◆交流の広場 ICT を活用した精密農業の取り組み	金 子 和 真／74
農業における IoT を実現する新たな取り組み	
◆ずいそう インドネシア駐在の思い出	坂 井 陸 哉／79
◆ずいそう 幼い頃の博打の思い出	古 川 恒 雄／81
◆JCMA 報告 ドイツ・ミュンヘン国際建設機械見本市 bauma 2016	太 田 正 志／83
第 62 回欧州建設機械施工視察団 視察報告	
◆CMI 報告 情報化施工研修会の取り組みと i-Construction へ対応した研修会に向けて	椎 葉 祐 士 藤 島 崇 裕 岩 渕 裕 裕／91
◆部会報告 除雪機械の変遷 (その 21)	除雪機械技術委員会／95
小形除雪車 (3)	
◆新工法紹介	機関誌編集委員会／102
◆新機種紹介	機関誌編集委員会／104
◆統 計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移	機関誌編集委員会／108
行事一覧 (2016 年 6 月)	／109
編集後記	(中 川 ・ 太 田)／112

平成 28 年 9 月号 (第 799 号)

表 紙 写 真

次世代型路床安定処理機械の開発

写真提供：範多機械(株)・(株) NIPPO

道路 特集

グラビア bauma 2016	3
◆巻頭言 道路事業の今後と課題.....秋 葉 正 一	11
◆行政情報 「凸部、狭窄部及び屈曲部の設置に関する技術基準」の制定.....竹 下 卓 宏	12
◆行政情報 大規模災害時における道路交通情報提供の役割と高度化.....杉 田 正 俊	17
コンクリート床版上面補強工法の確立、PCM 舗装施工機械開発.....蔵 治 賢太郎	26
供用中の二層式高速道路高架橋における上下層拡幅工事.....須 藤 隆 肇 瀬 尾 高 裕 齋 藤 宏 隆	32
路面滞水処理作業における新規機械の開発、自走式路面乾燥機の開発.....伊 藤 圭 祐	37
舗装工事における CIM の試行、CIM 導入による効果と課題.....中 村 和 弘 矢 野 裕 也	41
道路用ボラードの利用状況とテロ対策用ボラードの性能評価.....安 藤 和 彦	46
日本の高速道路における移動式防護柵の初導入、常盤自動車道における試行導入結果.....鎌 田 文 幸	51
センサー技術を活用した道路用機械の安全対策技術の開発.....宮 本 多 佳 相 田 尚 高 梶 原 寛 覚	57
新たな視線誘導灯の開発、帯状ガイドライト設置事例及びドライバーに与える効果.....佐々木 伸 亨 萩 高 木 一 誠	61
グレーダ開発の変遷史.....岡 本 直 樹	66
次世代型路床安定処理機械の開発、ディーブスタビライザの品質・安全性向上への取り組み.....小 西 剛 剛 丑 久 保 吾 郎	73
除雪作業の安全性向上に関する検討.....伊 藤 秀 樹 金 野 貴 洋 中 島 朋 也	77
ベイロードマネジメントによる過積載の防止と生産性の確保.....柿 本 亮 大	83
◆交流の広場 地中レーダの原理・特徴と適切に活用するための留意点.....千 賀 敦 夫	88
◆ずいそう 単身赴任は楽しい.....古 本 尚 吾	92
◆ずいそう 集中力と目標.....畠 中 徹	93
◆JCMA 報告 平成 28 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 2)	95
◆部会報告 アスファルトプラントの変遷 (その 1) 黎明期～昭和 12 年.....機械部会 路盤・舗装機械技術委員会 (アスファルトプラント変遷分科会)	101
◆部会報告 トンネル工事現場見学会.....機械部会 トンネル機械技術委員会	107
◆CMI 報告 吹付けノズルマンの技能評価試験.....谷 倉 泉 設 三 浦 康 久 三 浦 治 久	110
◆統 計 平成 28 年度 建設投資見通し.....国土交通省 総合政策局 情報政策課 建設経済統計調査室	114
◆統 計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移.....機関誌編集委員会	119
行事一覧 (2016 年 7 月)	120
編集後記.....(原)	124

平成 28 年 10 月号 (第 800 号)

表 紙 写 真

定張力ウインチを搭載した自走式ウインチ

写真提供：鹿島道路(株)

800 号記念、維持管理・リニューアル 特集

グラビア 「建設機械施工」誌 表紙の変遷・「建設機械施工 (旧誌名：建設の機械化)」誌創刊第 2 号、第 3 号	3
◆巻頭言 インフラ整備への地域住民の協働参画と ICRT の積極的な利活用～地方の道をだれがいかん守っていくか～.....松 田 浩	15
800 号発刊に寄せて.....佐 野 正 道	16
建設生産革新への期待.....今 岡 亮 司	18
800 号発刊に寄せて.....中 岡 智 信	20
機械化への道 建設機械化協会創設の経緯.....岡 本 直 樹	22
記憶に残る工事	
1. 黒四の工事と建設機械.....鈴 木 藤 一 郎	28
2. 名神高速道路 山科工事の土工実績と今後の問題点.....中 村 春 樹 遠 藤 一 郎	33
3. 東海道新幹線の工事について.....石 川 豊	44
4. 青函トンネルの概要について.....天 野 礼 二	48
5. 福島原子力発電所建設の工事概要.....伏 谷 潔	53
6. 新東京国際空港の大土工工事.....内 田 哲 郎 稲 富 茂	59
◆行政情報 「国土交通省インフラ長寿命化計画 (行動計画)」の概要、インフラ老朽化対策の主な取り組み等.....小 山 真 人 菊 地 優 文	70
多機能橋梁常設足場の開発、耐用年数 100 年の長寿命化を目指して.....藤 田 川 村 敬 人 村 康 行	78
高速道路における大規模更新・大規模修繕工事、高速道路リニューアル事業の本格始動.....森 脇 豊 一	84
首都高速道路における更新事業の取り組み.....坪 野 寿 美 夫	88
移動式たわみ測定装置の紹介、舗装の構造的な健全度を点検する技術の開発.....若 林 由 弥 寺 田 剛 雅 行	94
調整池法面改修工事に係るフェーシング機械、定張力ウインチを搭載した自走式ウインチの開発.....桑 田 直 人	99
◆交流の広場 ドローン等を活用したセキュリティサービスと新たな脅威への対応.....天 本 晴 之	103
◆ずいそう 「日本 100 名城」めぐりのすすめ.....加 藤 雅 美	107
◆ずいそう 2 回目のハワイ旅行で思う事.....諸 橋 良 二	110
◆JCMA 報告 i-Construction 施工による JCMA i-Construction による生産性向上推進本部の設置とその活動.....i-Construction 施工による生産性向上推進本部事務局	111
◆CMI 報告 災害復旧支援に向けた応急橋の開発 (続報).....小 野 秀 一	113
◆部会報告 アスファルトプラントの変遷 (その 2) 昭和 13 年～31 年.....機械部会 路盤・舗装機械技術委員会 (アスファルトプラント変遷分科会)	118
◆部会報告 コマツ IoT センタ (コマツレンタル美浜機械センタ) 現場見学会.....建 設 業 部 会	124
◆部会報告 2015 年度 ISO/TC 127 土工機械委員会 活動状況報告.....標 準 部 会	126
◆部会報告 ISO/TC 127/SC 2/WG 24 (ISO 19014 土工機械制御システムの安全) 2015 年 5 月スウェーデン・ストックホルム市国際作業グループ会議報告.....田 中 昌 也	127
◆部会報告 ISO/TC 127/SC 2/WG 24 (ISO 19014 土工機械制御システムの安全) 2015 年 8 月米国・ビオリア市特設グループ会議報告.....田 中 昌 也	130
◆部会報告 ISO/TC 127/SC 2/WG 24 (ISO 19014 土工機械制御システムの安全) 2015 年 12 月英国・ロンドン市国際作業グループ会議報告.....田 中 昌 也	132
◆統 計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移.....機関誌編集委員会	134
行事一覧 (2016 年 8 月)	135
編集後記.....(加 藤 ・ 小 倉)	138

平成 28 年 11 月号 (第 801 号)

表 紙 写 真

デジタルアースムービング

写真提供：山崎建設㈱

土工 特集

- ◆巻頭言
ICT 導入による建設施工の生産性向上に向けて…渡 辺 和 弘 /3
- ◆行政情報
CM 方式を活用した震災復興事業の現状報告…渡 部 英 二 /4
- 「機械の声を聞く」i-Construction を含有した
総合的建機ソリューションの提供
Cat Connect Solution の提案…本 郷 毅 /8
- i-Construction における重機 ICT コミュニケーション
ライカ アイコン テレマティックス…高 木 徳 雄 /14
- 加速度応答システムの適用性評価…橋 本 正 毅 /17
茂 規
- マシンコントロール機能を搭載した油圧ショベルの開発
ICT 油圧ショベル「ZX200X-5B」…泉 枝 穂 /22
- セミオートマシンコントロールシステムを搭載した
油圧ショベルの開発
施工効率向上を実現する Cat® グレードアシスト…松 村 秀 雄 /27
白 澤 博 志
- UAV 搭載レーザ計測システムの開発…河 村 倫 明 /32
- 土工用建設ロボットの開発における新たな挑戦
無人化施工機械から地盤探査ロボット開発の
概要紹介…森 林 直 樹 /38
小 彦
- 大分川ダム建設工事…奈須野 恭 伸 /46
- 大規模土工における ICT 施工と CIM 化への対応
陸前高田市震災復興事業での取り組み…中 牟田 直 昭 /53
山 本 修 良 倫
- シェル型浸透固化処理工法 新しい注入形態…林 秋 本 健 太 郎 /58
本 哲 平
- ジオンセティックス補強土構造物による災害復旧対策
剛壁面補強工法 (RRR (スリーアール) 工法) による強化復旧対策…岡 本 正 広 /63
- 近頃の土工技術 デジタルアースムービング…岡 本 直 樹 /69
- ◆交流の広場 海洋探査技術の現状…水 野 勝 紀 /76
水中音響計測技術の応用例紹介 浅 田 昭
- ◆ずいそう 裁判員制度に参加して…田 中 洋 二 /79
- ◆ずいそう 夢が渡る越佐海峡…池 野 正 志 /81
- ◆CMI 報告 補強土壁工法の新技術
帯状ジオンセティックス補強土壁の紹介…鈴 木 健 之 /83
- ◆部会報告 アスファルトプラントの変遷…機械部会 路盤・舗 装機械技術委員会 (アスファルトプラント変遷分科会) /86
(その 3) 昭和 32 年～36 年
- ◆部会報告 平成 28 年度夏季現場見学会
福岡県伊良原ダム建設工事、大分県の大分川ダム建設工事…建設業部会 /90
- ◆部会報告 ISO/TC 127/SC 1/WG 5
(ISO 5006 土工機械—運転員の視野) …植 田 洋 一 /93
2015 年 9 月フランス・パリ市
国際作業グループ会議報告
- ◆部会報告 ISO/TC 127/SC 1/WG 5
(ISO 5006 土工機械—運転員の視野) …植 田 洋 一 /96
2015 年 12 月英国・ロンドン市
国際作業グループ会議報告
- ◆部会報告 ISO/TC 127/SC 1/WG 5
(ISO 5006 土工機械—運転員の視野) …高 山 剛 /98
2015 年 5 月フランス・パリ市
国際作業グループ会議報告
- ◆新工法紹介…機関誌編集委員会 /100
- ◆新機種紹介…機関誌編集委員会 /105
- ◆統計 国土交通省 土 地建設産業局 /110
平成 28 年度 主要建設資材需要見通し 建設市場整備課
- ◆統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移…機関誌編集委員会 /114
- 行事一覧 (2016 年 9 月) … /115
- 編集後記…(岡本・竹田) /118

平成 28 年 12 月号 (第 802 号)

表 紙 写 真

凍土方式による陸側遮水壁の造成

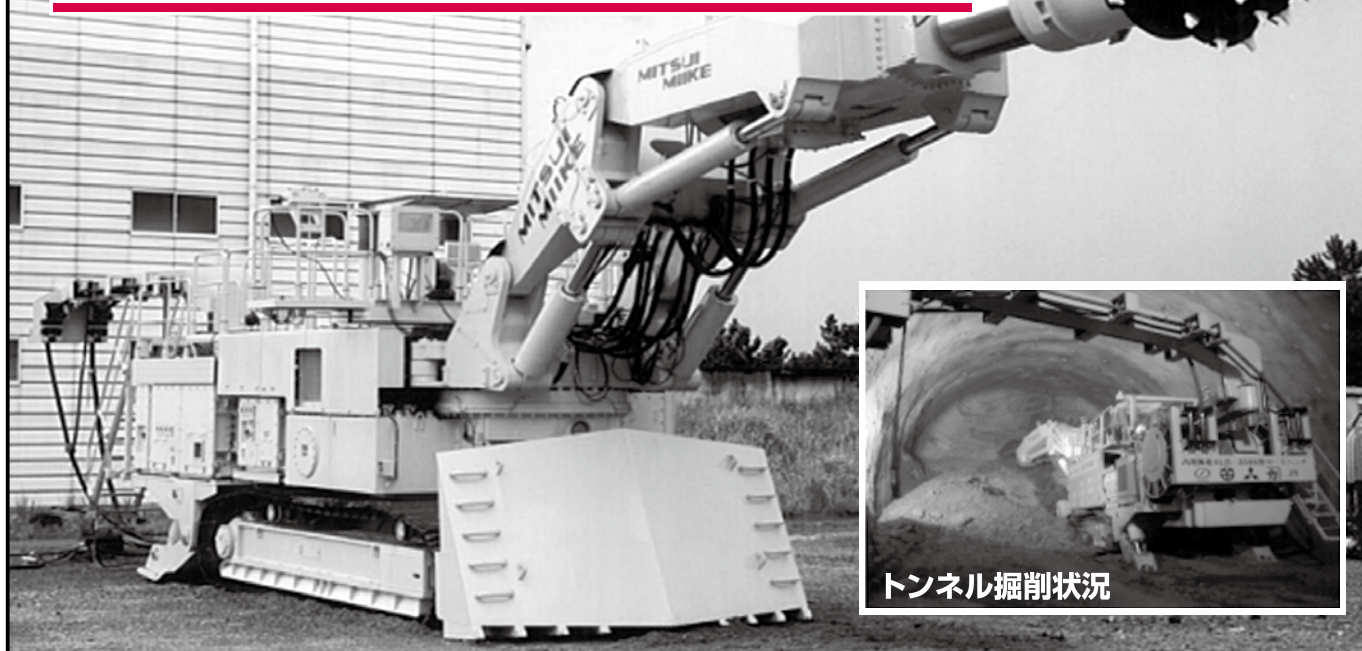
写真提供：鹿島建設㈱

防災、安全・安心を確保する社会基盤整備 特集

- ◆行政情報
次世代社会インフラ用ロボットの開発・導入…大 槻 根 崇 亨 /4
取り組みの紹介と災害調査・応急復旧ロボット
分野の検証概要
- 凍土方式による陸側遮水壁の造成
凍結管の削孔・建て込み、凍結設備の設置工事…木 田 博 光 文 功 /11
浅 村 部 忠
- 工事を支える二つの『見える化』…五十嵐 洋 拓 介 /16
山田宮古道路—山田北道路改良工事 杉 山 裕
- 早期復興に應えるために取り組んだ現場運営の紹介…三 原 泰 司 弥 /21
国道 45 号古浜道路工事の事例 小 曾 淳
- 東京モノレールにおける橋脚基礎の耐震補強…井 上 美 佐 男 /27
柏 松 木 一 夫 聡
- 締固めによる木曽三川下流域堤防基礎耐震化の事例紹介…森 鼻 章 治 明 /32
砂圧入式静的締固め工法 (SAVE-SP 工法) 森 野 雅
- 災害対応ロボット電波を使用した
遠隔操縦ロボット用災害対策車両システムの開発…豊 田 晃 央 /37
遠隔操縦ロボットシステム ASAM
- ◆投稿論文 橋 本 洋 毅 規 /42
振動ローラの機械仕様に関する研究 梶 野 山 健 和 由
- ◆交流の広場 防災・災害把握へのドローンの利用…伊 東 明 彦 /51
- ◆ずいそう リオオリンピック 家族応援記…佐 藤 康 博 /57
- ◆ずいそう 「目に眼鏡を合わせる」技術を…荻 野 弘 弘 /59
- ◆JCMA 報告 平成 28 年度
日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 3) … /60
- ◆部会報告 「平成 28 年度 建設施工と
建設機械シンポジウム」開催報告… /73
- ◆部会報告 アスファルトプラントの変遷…機械部会 路盤・舗 装機械技術委員会 (アスファルトプラント変遷分科会) /76
(その 4) 昭和 37 年～42 年
- ◆部会報告 ミュージアム鉱研 地球の宝石箱見学会…機械部会基礎工事用機械技術委員会 /82
- ◆部会報告 ISO/TC 127/SC 3/WG 5
(ISO 15143 施工現場情報交換)
2015 年 5 月ドイツ・フランクフルト市…西 脇 徹 郎 /85
アム・マイン市 国際作業グループ会議報告
- ◆部会報告 ISO/TC 127/SC 2/WG 16
(ISO 13766 土工機械—電磁両立性)
2015 年 6 月ドイツ・フランクフルト市…吉 田 克 美 /89
国際作業グループ会議報告
- ◆部会報告 ISO/TC 127/SC 2/WG 16
(ISO 13766 土工機械—電磁両立性)
2016 年 5 月ドイツ・フランクフルト市…吉 田 克 美 /90
国際作業グループ会議報告
- ◆部会報告 ISO/TC 127/TC 82 JWG
(地下鉱山機械の安全) 2015 年 6 月
スウェーデン・ストックホルム国際作業
グループ会議報告…出 浦 淑 枝 /91
- ◆新工法紹介…機関誌編集委員会 /93
- ◆新機種紹介…機関誌編集委員会 /98
- ◆統計 インフラシステムの海外展開の動向… /103
- ◆統計 平成 28 年 建設業の業況 … /107
- ◆統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移…機関誌編集委員会 /113
- 行事一覧 (2016 年 10 月) … /114
- 編集後記…(赤坂・石倉) /118
- “建設機械施工” 既刊目次一覧 … /119

全断面对应トンネル高速施工掘進機

ロードヘッドSLB-350S



大断面トンネルの高速施工を目指して

特 徴

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

※1 ディーゼルエンジンはオプション仕様となります。

※2 揺寄・コンベヤ仕様の場合、ディーゼルエンジンは搭載されません。

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



製造・販売・レンタル及びメンテナンス



株式会社 三井三池製作所

本店／〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号 三井ビル2号館

TEL.03-3270-2005 FAX.03-3245-0203

<http://www.mitsumiike.co.jp>

E-mail : sanki@mitsumiike.co.jp

A WIRTGEN GROUP COMPANY



Leading with excellence

フェーゲル SUPER 1803-3i



テクニカルハイライト

- > 最大作業幅8mで、狭い道路から高速道路などの大型舗装まで、様々な施工に柔軟に対応。
- > 騒音および燃費を大幅に低減しながら最大のパフォーマンスを実現するフェーゲルオリジナルのエコプラス駆動コンセプト。
- > ピボットステア機構で最小回転半径3.5m。
- > 快適性を追求する様々な自動機能を搭載したエルゴプラス3操作システムによる極めてシンプルな操作。

> www.voegele.info

ヴィルトゲン・ジャパン株式会社・〒101-0051 東京都千代田区神田神保町2-20-6・Tel 03-5276-5201・Fax 03-5276-5202

雑誌 03435-12



4910034351268
00800

「建設機械施工」

定価 本体 八〇〇 円 (税別)