

一般社団法人
日本建設機械施工協会誌 (Journal of JCMA)

2022

建設機械施工

1

Vol.74 No.1 January 2022 (通巻863号)

特集 建設機械



外部認識機能を搭載した自動運転油圧ショベルの開発

巻頭言 アフターコロナの課題

技術報文

- 製品紹介 ブルドーザ D71-24
- 振動ローラ自律運転システムを搭載したコンセプトマシンの開発
- 四足歩行ロボットを用いた現場管理業務の遠隔化・自動化に向けての取組み
- 転圧締固め度自動計測技術T-iCompaction® の現場導入事例
- 安全性と環境性能を向上した新型ラフテレーンクレーン 他

行政情報

- 建設施工分野における取り組み
- 国総研、土研の建設DX 実験フィールド (土工フィールド) の整備及び活用

交流の広場

走行中充電システムの動向と我が国の取り組み

すいそ

「思い込み」の罠～ファクトフルネスから錯覚まで～ 他

統計

建設機械産業の現状と今後の予測について 他

一般社団法人 日本建設機械施工協会

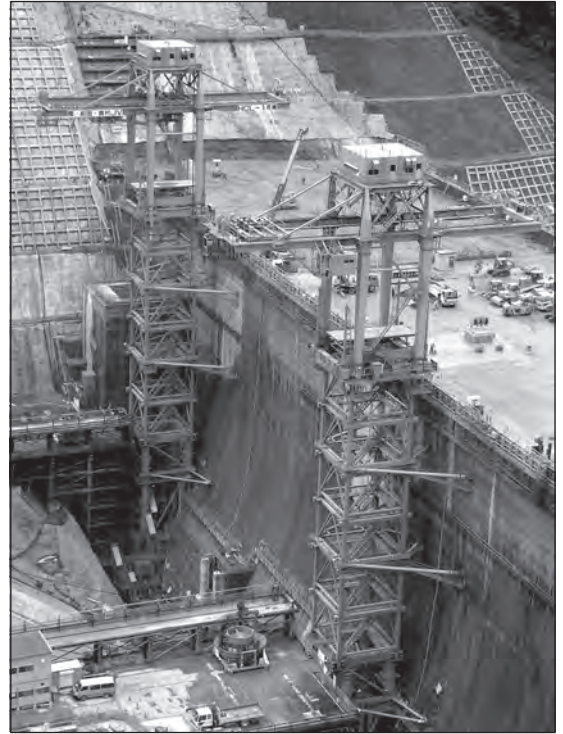
ダム工事に用いたコンクリート運搬テルハ (クライミング機能付)

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

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



吉永機械株式会社

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

建設機械用 無線操作装置

ダイワテレコン



ICT施工や自動制御に対応可能

ダイワテレコン872

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

取付改造実績

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

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



ハンディータイプ
使いやすさを極めた高機能・高性能
ダイワテレコン810

用途
インバータ制御機器
エンジン制御
油空圧比例制御

DAIWA TELECON 大和機工株式会社

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

令和4年度 日本建設機械施工大賞の公募について

本協会では、平成元年度に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。また平成27年度の募集から表彰内容を拡充したことに伴い、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。

令和4年度の表彰につきましても、下記により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**向上・普及**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、従来の施工方法・技術を**改良あるいは普及**させるなどの**取り組み**を通じて、**当該地域の事業者等で建設事業の推進に寄与したと認められる業績**を表彰し、もって**国土の利用、開発・保全及び経済・産業の発展に寄与**することを目的とします。

2. 表彰対象

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

3. 表彰の種類

表彰は、**各部門とも最優秀賞、優秀賞**とします。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	大賞部門	最優秀賞	30万円
		優秀賞	15万円
		選考委員会賞	5万円
	地域賞部門	最優秀賞	20万円
		優秀賞	10万円
		選考委員会賞	5万円

4. 表彰式

本協会第11回通常総会（令和4年6月16日（木）予定）終了後に行います。

5. 応募

「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。**

応募の詳細についてはホームページ（<http://jcmnet.or.jp>）を御覧下さい。応募の締め切りは、**令和4年2月28日（月）（必着）**です。（申し込みアドレス：nomura@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**」で選考いたします。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

日本建設機械要覧 2022年版

近日発売のご案内

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

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



参考：写真は旧版（2019年版）です

発刊日

令和4年3月25日（予定）

体裁

・B5判、約1,280頁／写真、図面多数／表紙特製

価格（消費税10%含む）

一般価格 53,900円（本体49,000円）

会員価格 45,100円（本体41,000円）

（注）送料は1冊900円（複数冊の場合別途）

特典

「日本建設機械要覧 2022年版」購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版から2019年版までの全ての日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2022年版を含めると1998年から2021年までの建設機械データが活用いただけます。

2022年版 内容

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

今後の予定

好評をいただきました2019年版につづき「日本建設機械要覧 2022年版」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。

関係部署にも回覧をお願いします

橋梁架設工事及び設計積算業務の必携書

橋梁架設工事の積算

令和3年度版

∞∞∞ 改定・発刊のご案内 ∞∞∞

一般社団法人 日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

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

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

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

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

敬具

◆内容

令和3年度版の構成項目は以下のとおりです。

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



◆改定内容

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

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

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

●定価

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

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

●発刊 令和3年5月26日

関係部署にも御回覧をお願いします。

大口径・大深度の削孔工法の設計積算に欠かせない必携書

大口径岩盤削孔工法の積算

令和2年度版

∞∞∞ 改訂・発刊のご案内 ∞∞∞

令和2年5月 一般社団法人 日本建設機械施工協会

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

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

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

◆ 内容

令和2年度版の構成項目は以下のとおりです。

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

◆ 改訂内容

令和元年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

国土交通省土木工事標準積算の改正に伴う改訂

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

● A4判／約230頁（カラー写真入り）

● 価格

一般価格：本体6,000円＋消費税

会員価格：本体5,100円＋消費税

※ 送料は一般・会員とも

沖縄県以外 700円

沖縄県 450円（但し県内に限る）

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

● 発刊 令和2年5月15日



令和3年度版 建設機械等損料表

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

■ 内容

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



一般社団法人 日本建設機械施工協会

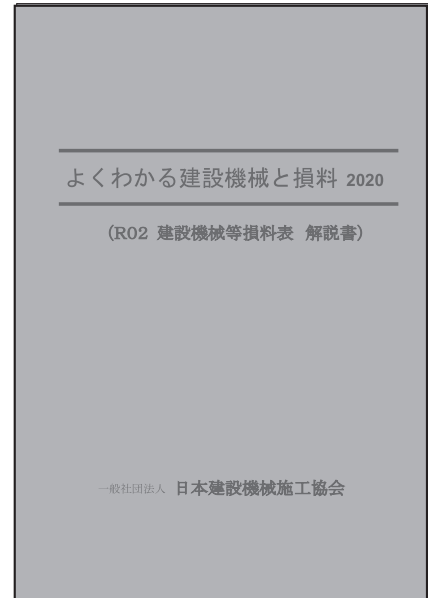
「令和2年度版 建設機械等損料表」の解説書 「よくわかる建設機械と損料 2020」の発売について

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

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

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

なお今回、解説文の文字を大きくしています。



書籍の表紙イメージ

***** 記 *****

■発売日：令和2年5月

■体裁：A4判、一部カラー、約330ページ

■本体価格(税別・送料別)

一般：6,000円 会員：5,100円

■内容・特長

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

***** 以上 *****

■お問い合わせ先

東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館内)

一般社団法人 日本建設機械施工協会 (TEL:03-3433-1501)

2019年版 日本建設機械要覧 電子書籍(PDF)版 発売通知

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

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

是非とも活用いただきたく、お願い申し上げます。

1	商品名	日本建設機械要覧2019 電子書籍（PDF）版	建設機械スプッカー一覧表、 電子書籍（PDF）版	
2	形態	電子書籍（PDF）	電子書籍（PDF）	
3	閲覧	Web上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス	Web上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス	
4	内容	要覧全頁	spec一覧表	
5	改訂	3年毎	3年毎	
6	新機種情報	要覧クラブで対応	要覧クラブで対応	
7	検索機能	1.単語検索	1.単語検索	
8	附属機能 注) タブレット・スマートフォンは、 一部機能が使えません。	・しおり ・拡大・縮小 ・付箋機能 ・ペン機能 ・目次からのリンク ・各 章ごと目次からのリンク ・索引からの リンク ・メーカーHPへのリンク	・しおり ・拡大・縮小 ・付箋機能 ・ペン機能 ・メーカーHPへのリンク	
9	予定販売 価格 (円・税込)	会員	55,000（3年間）	49,500（3年間）
		非会員	66,000（3年間）	60,500（3年間）
10	利用期間	3年間	3年間	
11	同時ログイン	3台	3台	
12	認証方法	ID+パスワード	ID+パスワード	
13	購入方法	WEB上にて申込み（HP参照下さい）	WEB上にて申込み（HP参照下さい）	

発売時期

令和元年5月 HP : <http://www.jcmanet.or.jp/>

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

Webサイト 要覧クラブ

2019年版日本建設機械要覧およびスプッカー一覧表電子書籍（PDF）版購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版から、2016年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2019年版を含めると1998年から2018年までの建設機械データが活用いただけます。

また、同じ要覧クラブ上で新機種情報も閲覧およびダウンロードできます。



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

2019年版 日本建設機械要覧

発売のご案内

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

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



発刊日

平成31年3月

体裁

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

価格（消費税10%含む）

一般価格 53,900円（本体49,000円）

会員価格 45,100円（本体41,000円）

（注）送料は1冊900円（複数冊の場合別途）

特典

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

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

2019年版 内容

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

論文投稿のご案内

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

当協会ホームページ <http://www.jcmanet.or.jp>

★投稿対象

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

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

★部門

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

★投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

★原稿の受付

随時受け付けます。

★公表の方法

当協会機関誌へ掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

★連絡先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

日本建設機械施工協会 研究調査部 論文担当

E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp

TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289

◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内

会費：年間 9,000円(不課税)

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

★個人会員の特典

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

この機会に是非ご入会下さい!!

◆一般社団法人 日本建設機械施工協会について

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

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

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

■会員構成

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

■主な事業活動

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

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙をお使いください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会 会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会 個人会員に入会します。

令和 年 月 日

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

【会費について】年間 9,000円(不課税)

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

【その他ご入会に際しての留意事項】

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

【個人情報の取扱について】

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

一般社団法人日本建設機械施工協会 発行図書一覧表 (令和4年1月現在) 消費税10%

No.	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	送料
1	R 3年 9月	道路除雪施工の手引	4,950	3,960	700
2	R 3年 5月	橋梁架設工事の積算 令和3年度版	11,000	9,350	900
3	R 3年 5月	令和3年度版 建設機械等損料表	8,800	7,480	700
4	R 3年 1月	情報化施工の基礎 ～i-Constructionの普及に向けて～	2,200	1,870	700
5	R 2年 5月	よくわかる建設機械と損料 2020	6,600	5,610	700
6	R 2年 5月	大口径岩盤削孔工法の積算 令和2年度版	6,600	5,610	700
7	R 2年 5月	令和2年度版 建設機械等損料表	8,800	7,480	700
8	R 元年 9月	大口径岩盤削孔工法の積算 令和元年度版	6,600	5,610	700
9	R 元年 6月	日本建設機械要覧2019年電子書籍(PDF)版	66,000	55,000	-
10	R 元年 6月	建設機械スペック一覧表2019年電子書籍(PDF)版	60,500	49,500	-
11	R 元年 5月	令和元年度版 建設機械等損料表	8,800	7,480	700
12	H31年 3月	日本建設機械要覧 2019年版	53,900	45,100	900
13	H30年 8月	消融雪設備点検・整備ハンドブック	13,200	11,000	700
14	H30年 5月	よくわかる建設機械と損料 2018	6,600	5,610	700
15	H29年 4月	ICTを活用した建設技術(情報化施工)	1,320	1,100	700
16	H26年 3月	情報化施工デジタルガイドブック【DVD版】	2,200	1,980	700
17	H25年 6月	機械除草安全作業の手引き	990	880	250
18	H23年 4月	建設機械施工ハンドブック(改訂4版)	6,600	5,604	700
19	H22年 9月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,300		700
20	H22年 9月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,300		250
21	H22年 7月	情報化施工の実務	2,200	1,885	700
22	H21年 11月	情報化施工ガイドブック2009	2,420	2,200	700
23	H20年 6月	写真でたどる建設機械200年	3,080	2,608	700
24	H19年 12月	除雪機械技術ハンドブック	3,143		700
25	H18年 2月	建設機械施工安全技術指針・指針本文とその解説	3,520	2,933	700
26	H17年 9月	建設機械ポケットブック(除雪機械編)	1,048		250
27	H16年 12月	2005「除雪・防雪ハンドブック」(除雪編)**	5,238		250
28	H15年 7月	道路管理施設等設計指針(案)道路管理施設等設計要領(案)**	3,520		250
29	H15年 7月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,650	1,540	700
30	H15年 6月	道路機械設備 遠隔操作監視技術マニュアル(案)	1,980		700
31	H15年 6月	機械設備点検整備共通仕様書(案)・機械設備点検整備特記仕様書作成要領(案)	1,980		700
32	H15年 6月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	550		250
33	H13年 2月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック(第3版)	6,600	6,160	700
34	H12年 3月	移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル(第2版)	2,724	2,410	700
35	H11年 10月	機械工事施工ハンドブック 平成11年度版	8,360		700
36	H11年 5月	建設機械化の50年	4,400		700
37	H11年 4月	建設機械図鑑	2,750		700
38	H10年 3月	大型建設機械の分解輸送マニュアル**	3,960	3,520	250
39	H9年 5月	建設機械用語集	2,200	1,980	700
40	H6年 8月	ジオスペースの開発と建設機械	8,382	7,857	700
41	H6年 4月	建設作業振動対策マニュアル	6,286	5,657	700
42	H3年 4月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,266	9,742	700
43	S 63年 3月	新編 防雪工学ハンドブック【POD版】	11,000	9,900	700
44	S 60年 1月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック**	6,600		250
45		建設機械履歴簿	419		250
46	毎月 25日	建設機械施工	880	792	700
			定期購読料 年12冊 9,408円(税・送料込)		

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

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

特集

建設機械

巻頭言

4 アフターコロナの課題

金井 道夫 一般社団法人 日本建設機械施工協会 会長

行政情報

5 建設施工分野における取り組み

国土交通省 公共事業企画調整課 施工安全企画室

15 国総研, 土研の建設 DX 実験フィールド (土工フィールド) の整備及び活用

山下 尚 国土交通省 国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター 社会資本施工高度化研究室 室長

山口 崇 国立研究開発法人 土木研究所 技術推進本部 上席研究員 (特命事項担当)

特集・
技術報

20 製品紹介 ブルドーザ D71-24

加美川 忍 コマツ 開発本部車両第三開発センタ 油圧ショベル・ブルドーザ開発グループ
中野 裕一 コマツ 開発本部車両第三開発センタ 油圧ショベル・ブルドーザ開発グループ

25 新型 13t 級油圧ショベル

SK125SR-7/SK135SR-7/SK130SR+-7

杉野 聡 コベルコ建機㈱ ショベル営業本部 商品企画部

29 次世代型 Cat[®] ミニ油圧ショベルの導入

五十畑雅敏 キャタピラージャパン合同会社 ミニ油圧ショベル開発部 新規開発プロジェクト プロジェクトチームリーダー

33 振動ローラ自律運転システムを搭載した コンセプトマシンの開発

田中 正道 日立建機㈱ 顧客ソリューション本部 施工ソリューション統括部 施工ソリューション開発部 部長
日暮 昌輝 日立建機㈱ 顧客ソリューション本部 施工ソリューション統括部 施工ソリューション開発部 主任技師

佐藤 毅一 日立建機㈱ 顧客ソリューション本部 施工ソリューション統括部 施工ソリューション開発部 技師

37 緊急ブレーキ装置 (後進用) 搭載新型振動タイヤローラの紹介 独自の振動システムと安全性を融合させた GW754G

小竹 勇毅 酒井重工業㈱ 開発本部 製品開発部 開発第2グループ

42 外部認識機能を搭載した自動運転油圧ショベルの開発

武石 学 ㈱安藤・間 建設本部 技術研究所 先端・環境研究部 先端グループ長
土井 隆行 コベルコ建機㈱ 技術開発本部 先端技術開発部 自動運転システム開発グループ長
野田 大輔 コベルコ建機㈱ 技術開発本部 先端技術開発部 自動運転システム開発グループ
アシスタントマネージャー

47 四足歩行ロボットを用いた現場管理業務の 遠隔化・自動化に向けての取り組み

錦古里洋介 ㈱竹中工務店 技術研究所 未来・先端研究部 建設革新グループ 主任研究員
三室 恵史 鹿島建設㈱ 機械部 機械技術イノベーショングループ 次長
千葉 力 ㈱竹中土木 技術・生産本部 技術開発部

53 ニューマチックケーソン工法におけるケーソンショベルの 無人解体システム

小陽 哲也 オリエンタル白石㈱ 技術本部 技術部機電チーム
松村 将希 オリエンタル白石㈱ 技術本部 技術部機電チーム
佐藤 剛 オリエンタル白石㈱ 技術本部 技術部機電チーム

56 転圧締固め度自動計測技術 T-iCompaction[®] の現場導入事例 革新的技術の導入・活用に関するプロジェクトにおける試行

後藤 洸一 大成建設㈱ 技術センター 生産技術開発部 主任
青木 浩章 大成建設㈱ 技術センター 生産技術開発部 次長

61 安全性と環境性能を向上した新型ラフテレーンクレーン クレボ G5 GR-250N-5

有馬 邦裕 ㈱タダノ 開発企画部 商品・技術革新ユニット ユニットマネージャー

	67	スラントブーム型ラフテレーンクレーンの新技術 Rf シリーズラフター MR-350Rf II 加納 稔大 (株)加藤製作所 設計第1部 課長
	70	欧州の環境規制に対応した中型アスファルトフィニッシャの 紹介 HA60C-11, HA60W-11 富田 幸宏 住友建機(株) 技術本部 道路機械技術部 第2設計グループ グループリーダー
	75	発破用穿孔機史：戦前編 岡本 直樹 建設機械史研究家
交流のひろば	81	走行中充電システムの動向と我が国の取り組み 田島 孝光 (株)本田技術研究所 先進パワーユニット・エネルギー研究所 先進エネルギー研究ドメイン チーフエンジニア
ずいそう	84	障害者ゴルフ日本代表選手として出場して部門優勝 ～パラリンピック出場を目指して邁進中～ 有迫 隆志 コベルコ建機(株) 技術開発本部 開発企画部 業務改革推進グループ
	86	「思い込み」の罠 ～ファクトフルネスから錯覚まで～ 小町谷信彦 草野作工(株) 執行役員副社長
	89	世界の建設機械史の出版 大川 聡 建設機械要覧編集委員、博士(システムズエンジニアリング)、元慶応義塾大学大学院研究員
JCMA 報告	91	「令和3年度 建設施工と建設機械シンポジウム」開催報告 企画部
部会報告	96	杉本電機工業(株)・フォッサマグナミュージアム見学会 報告 機械部会 トンネル機械技術委員会
	99	新工法紹介 機関誌編集委員会
	101	新機種紹介 機関誌編集委員会
統計	102	建設機械産業の現状と今後の予測について 機関誌編集委員会
	107	令和3年度(2021年度)建設投資見通し 国土交通省 総合政策局 建設経済統計調査室
	114	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
	115	行事一覧(2021年11月)
	120	編集後記(上田・石倉)

◇表紙写真説明◇
外部認識機能を搭載した自動運転油圧ショベルの開発
写真提供：(株)安藤・間

土砂位置とダンプトラックの荷台位置を考慮して動作する自動運転油圧ショベルである。実証実験を行い、土砂の荷こぼし、ダンプトラックへの接触もなく、自動運転による積み込み作業が現場適用できることを確認した。

就労者数の減少や就労者の高齢化への対策として、建設機械のなかでも多様な作業に適用される油圧ショベルの自動運転技術は、その開発が強く望まれている。

巻頭言

アフターコロナの課題

金井道夫



明けましておめでとうございます。今年もご指導の程よろしくお願いいたします。

昨年はコロナ対策に明け暮れた一年でしたが、対策を考えていく中で新しい仕事の進め方の発見もあったと思います。

一つは、我が国でもリモートワークができるということかと思えます。アメリカのように広い国ではもとリモートワークは当たり前でした。一方、我が国は対面を重視する仕事のやり方が中心で、リモートワークは苦手な人が多いとの調査結果が多く見受けられますが、工夫すれば案外可能だったということと思えます。

講演、研修などにも同じことが当てはまるようです。いろいろな団体が、講演会、研修会などをリモート、もしくはハイブリッドに切り替えています。一般的に参加者は大幅に増え、特に遠方の参加者の方々には大きな利便となっています。一方、国際会議など相互に知らない人が多い会議では、双方 Second_Language であることもあり、リモートだけの意思疎通、結論のとりまとめにはまだ難があるようですが、これも慣れていかないといけないものと考えます。

JCMA（日本建設機械施工協会）では、昨年までに、世の中のIT化、DX化の流れに対応してi-Construction施工推進本部を設置し、特にICT施工の課題解決、検査・監督基準の改訂、普及のための講習会実施などに取り組んできましたが、今年も行政への提言、研修・講習の充実を含め、本格的なICT技術の普及に努めていきたいと思えます。

また、カーボンニュートラル、安全装置、自動・自律施工などの環境・安全技術、また幹事国として取り組んでいる施工データ交換標準などの国際標準化、維

持管理データベースをはじめとする維持管理やDX領域などへの取り組み強化を鋭意進めていくこととしています。皆様方のご指導ご鞭撻をいただき、社会資本の整備・維持管理の改革の一端を担えるように務めていきたいと思えます。

最後に、ICT施工の趣旨の一つでもあります、「データの時代」についてコメントしたいと思えます。例えば、最近の乗用車はほとんどがConnected_Carであり、常時、車と自動車メーカーとはつながっていて、交通情報、運転支援、案内・各種サービスが提供されています。また、車の位置、速度、加速度などのプローブ情報もリアルタイムで車メーカーに提供されています。プローブデータからどういう属性の人がどこに立ち寄るか分析すれば、利用価値のあるデータ、売れるデータになります。

高速道路などの構造物も三次元点群データとして道路管理者が把握していて、異常の早期発見に役立っています。施工現場も、これからはデータにより「見える化」され、合理的な判断の手助けになると思えます。このような広い分野でi-Constructionが実用的に発展していくことが重要です。一方、自動運転がすぐレベル5（完全自動運転）にならないのと同じで、いくらAIを使っても、社会資本の現場の技術を全面的に自動化することはできないと思えます。全体を集約して判断するベテラン技術者の技術力はますます必要となるでしょう。この意味で、当協会は、デジタル化・IT化と技術者の技術力向上のサポートを両面で支えていきたいと思えます。

今年一年、よろしくお願いいたします。

行政情報

建設施工分野における取り組み

国土交通省 公共事業企画調整課 施工安全企画室

「インフラ老朽化」「災害リスクの高まり」「少子高齢化・将来の技術者不足」など我が国の社会インフラを取り巻く課題解決や新型コロナウイルス感染症対策を契機とした非接触・リモート型の働き方への転換と抜本的な生産性や安全性向上を図るため、国土交通省総合政策局公共事業企画調整課施工安全企画室では「河川機械設備のパラダイムシフト型更新」「ICT 施工」「建設機械の自動化・遠隔化技術」「除雪機械の高度化」「新技術情報提供システム (NETIS)」等の施策を推進しているところである。

本稿では、現在重点的に取り組んでいる建設施工分野に関連する施策について紹介する。

キーワード：DX, 生産性向上, 河川機械設備, i-Construction, ICT 施工, 除雪機械, 自動化・自律化技術, 新技術

1. はじめに

我が国の社会インフラは「老朽化の進行」, 「地震・台風・雪害等の災害リスクの高まり」, 「豪雨災害の激甚化」 「人口減少・少子高齢化等による将来の技術者不足」等のさまざまな課題に直面している。特に我が国の総人口は、戦後から増加が続いていたが、2008年(平成20年)の1億2,808万人をピークに減少に転じ、2000年(平成12年)頃は欧州諸国と同水準であった高齢化率についても、2005年以降は世界で最も高い水準となっている。一方、建設業では1997年(平成9年)の685万人から2010年(平成22年)に498万人まで減少し、近年は横ばいで推移しているものの、全産業平均に比べて高齢化が進んでおり、55歳以上の就業者の割合が36%と高齢化が進行し、次世代への技術承継が大きな課題となっている。また新型コロナウイルス感染症対策を契機とした非接触・リモート型の働き方への転換と抜本的な生産性や安全性向上を図るため、インフラ分野のデジタルトランスフォーメーション(DX)を強力に推進する必要がある。

また、政府では「経済財政運営と改革の基本方針2021」(令和3年6月18日閣議決定)を定め、以下のとおり建設施工分野における取り組みの方向性について記載されているところである。

・気候変動の影響により激甚化・頻発化する水害・土砂災害や高潮・高波への対策として(中略) 流域全体を俯瞰した流域治水を推進する。

- ・令和2年度豪雪も教訓に 豪雪時の道路交通確保対策を強化する。
- ・デジタル化や脱炭素化を図りつつ、 生産性向上に資する取組を進める。
- ・設計、施工、維持管理等の自動化・AI活用等による効率化などインフラDXを進め、特に、 中小建設業等のICT施工の利活用環境の充実等によりi-Constructionを推進する。

本稿では、これらの政府の基本方針における目標を実現するための建設施工分野における取り組みについて紹介する。

2. 河川機械設備のパラダイムシフト型更新の取り組み

(1) 河川機械設備を取り巻く課題

昨今の地球温暖化に伴う風水害の激甚化・頻発化による浸水被害の増加から、内水排除ポンプをはじめとした河川機械設備の重要性が増している。「社会資本整備審議会河川分科会気候変動を踏まえた水災害対策検討小委員会」において答申された「気候変動を踏まえた水災害対策のあり方について」では、「2℃上昇に至る前に耐用期間を迎えるポンプ等の施設については、その施設の耐用期間経過時点の気候変動の影響を考慮して設計をすることが望ましい。」とされている。また、浸水被害の増加から自治体からの排水ポンプ増強などの要請が高まっているところである。その他、

老朽化に伴う故障リスクの増大，従事技術者の減少・高齢化等の課題にも対応する必要がある。

(2) 河川機械設備小委員会

これらの課題解決に向け，河川機械設備のあり方について従来の考え方からパラダイムシフトを図った上で，更新・整備を加速化することが求められており，令和3年2月18日に社会資本整備審議会に対し「河川機械設備のあり方」について諮問し，これを受けて同審議会において「河川機械設備小委員会」（委員長：松井純 横浜国立大学大学院工学研究院 教授）が設立された（図一1）。令和3年11月末までに5回の委員会の開催を行ったところである。

社会資本整備審議会 河川分科会 河川機械設備小委員会	
委員名簿	
伊賀由佳	東北大学流体科学研究所 教授
池内幸司	東京大学大学院工学系研究科 教授
有働恵子	東北大学災害科学国際研究所 准教授
喜田明裕	一般社団法人 河川ポンプ施設技術協会 会長
菅藤裕司	一般社団法人 ダム・灌漑技術協会 企画委員長
戸田祐嗣	名古屋大学大学院工学研究科 教授
野口貴公美	一橋大学大学院法学研究科 教授
平山朋子	京都大学大学院工学研究科 教授
◎ 松井純	横浜国立大学大学院工学研究院 教授

◎：委員長
※敬称略 五十音順

図一1 河川機械設備小委員会委員名簿

(3) 中間とりまとめ

4回の審議を経て，令和3年8月に中間とりまとめが公表された。今回の中間とりまとめでは，河川機械設備においてシステム全体として，より高い信頼性を確保するため，新たに「総合信頼性」の概念の導入を提示するとともに，排水ポンプのマスプロダクツ化の実証試験の開始を端緒に，リダンダンシーを確保する「冗長化保全」といった新たな保全手法の提示を行った。さらに，新設・更新の機会においては，気候変動のシナリオへの対応に取り組むことを提示した。また，地域住民の高齢化により操作員の確保が困難になることが懸念されることから，操作運用においては，機械設備の遠隔操作の導入の考え方を提示した。

これら新たな概念の導入等により，河川機械設備のあり方のパラダイムシフトを図るべきであり，今後，最終的なとりまとめに向け，議論の深化を図ることとしている。なお，マスプロダクツ型排水ポンプの導入は，導入コストの低減，維持管理性・信頼性の向上などの効果が期待できることから，既存のポンプの更新

だけでなく，今後，水害の激甚化・頻発化に対するポンプ新設の手段としても期待できるとしている（図一2）。今後，さらなる議論の深化を図り，最終的には令和4年夏頃にとりまとめを行う予定である。



図一2 車両用エンジンの導入

(4) マスプロダクツ型排水ポンプの開発

マスプロダクツ型排水ポンプの開発のため，主要な構成機器のポンプ，主原動機（車両エンジン）及び主配管（ポリエチレン管等）の技術動向を把握し，技術開発を行うための実証試験の仕様について検討する「マスプロダクツ型排水ポンプ技術研究会（以下，「研究会」という）」に参画する企業の公募を行い，延べ23社（ポンプ13社，エンジン8社，配管2社）が参画した。研究会は計3回開催した。研究会では，参画した各メーカーの製品仕様，適用範囲，組み合わせの留意点等の共有や実証試験機の仕様，試験方法等の共有を行った。

また，実証試験での主要な機器（ポンプ，車両エンジン）を技術公募するにあたり，実証試験機の仕様決定の妥当性の確認を行うとともに，公募された機器の評価項目及び評価基準について審議する有識者・官・オブザーバーで構成された「マスプロダクツ型排水ポンプワーキンググループ（以下，「ワーキンググループ」という）」を計3回開催した。ワーキンググループでは，実証試験機の仕様決定，技術公募の評価基準等の決定，公募技術審査等の決定について技術的助言をいただいた。これら研究会，ワーキンググループで検討した結果，ポンプ形式については，実証試験を目的とするため試験装置に組み込みやすい形式とすること，また主原動機については，研究会参加者の提案仕様からマスプロダクツ型を基本とし，エンジン仕様を決定した。なお，主配管へのポリエチレン管等の新素材適用は，コストメリットがないことから今回の実証試験での採用は見送ることとなった。この仕様を基に，令和3年1月「マスプロダクツ型排水ポンプ技術の開発・導入・活用に関するプロジェクト公募実施」において，ポンプとエンジンが技術公募され，技術的優位性（技術開発における課題への着目点とその対応案），経済性（実装化するにあたっての経済性），維持管理性（維

持管理の簡素化, 効率)を審査し, 令和3年3月10日にポンプメーカー2社, 自動車エンジンメーカー3社が選定された(図-3)。

また, 本実証試験にあたり, 今回協力企業と協定を締結し, 本協定締結にあたり調印式を令和3年4月19日に開催した(写真-1)。現在令和4年1月から2月にかけて実施予定の実証実験に向けて技術開発を行っているところである。

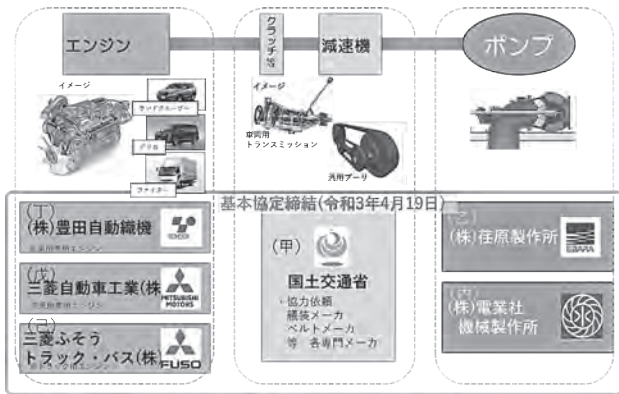


図-3 マスプロダクツ型排水ポンプの開発体制



写真-1 協定書調印式

3. ICT 施工における新たな取り組み

(1) これまでの取り組み

ICT 施工については, 直轄工事において公告件数の約8割で実施するなど, 取組の拡大を図ってきたところである(表-1)。

令和3年度は, 国土交通省が事前に一定の機能を確認した建設機械や後付け装置に対してICT建設機械としての型式認定を与える認定制度の創設, 構造物の出来形管理や路盤の締固め管理へのICT施工の拡大などに取り組んでいるところである(図-4)。

一方, 地方自治体におけるICT施工の実施率は約3割に満たない状況であり, 地方自治体発注工事を受注する中小企業におけるICT施工経験企業の割合

表-1 ICT 施工の実施状況

<ICT施工の実施状況> 単位:件

工種	2016年度 【平成28年度】		2017年度 【平成29年度】		2018年度 【平成30年度】		2019年度 【令和元年度】		2020年度 【令和2年度】	
	公告 件数	うちICT 実施	公告 件数	うちICT 実施	公告 件数	うちICT 実施	公告 件数	うちICT 実施	公告 件数	うちICT 実施
土工	1,625	584	1,952	815	1,675	960	2,246	1,799	2,420	1,994
舗装工	-	-	201	79	203	80	340	233	543	342
浚渫工(港湾)	-	-	28	24	62	57	63	57	64	63
浚渫工(河川)	-	-	-	-	8	8	39	34	28	28
地盤改良工	-	-	-	-	-	-	22	9	151	123
合計	1,625	584	2,175	912	1,947	1,104	2,397	1,890	2,942	2,396
実施率	36%		42%		57%		79%		81%	

<都道府県・政令市の実施状況> 単位:件

工種	2016年度 【平成28年度】		2017年度 【平成29年度】		2018年度 【平成30年度】		2019年度 【令和元年度】		2020年度 【令和2年度】	
	公告 件数	うちICT 実施	公告 件数	うちICT 実施	公告 件数	うちICT 実施	公告 件数	うちICT 実施	公告 件数	うちICT 実施
土工	84	870	291	2,428	523	9,070	1,136	7,811	1,624	
実施率	33%		22%		26%		21%			



図-4 ICTを活用した構造物の出来形管理イメージ

は, C等級企業で5割程度, D等級企業において, 1割に満たない状況となっており, 中小企業へのICT施工の普及が課題となっているところである(図-5)。

ICT 施工未経験の中小企業からはコスト面や人材育成に対する意見が多く寄せられており国土交通省では, 各地方整備局におけるICT講習会の実施や, アドバイザー制度の導入, e-ラーニング環境の整備などの人材育成の支援や, 小規模の現場に対応したICT施工の導入検討など, ICT施工の普及に向けた新たな取り組みを実施している。

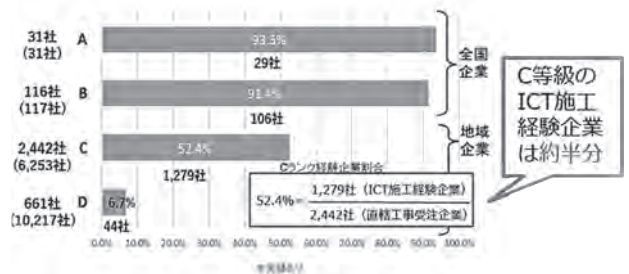


図-5 等級ごとのICT施工経験企業の割合

(2) ICTアドバイザー制度の導入

中小企業からの意見を受け, 国土交通省では, 各地方整備局等でICT施工に関する講習会・研修等を平成28年のICT施工導入時から毎年実施しており, ICT施工の普及拡大に取り組んでいるところである。

また初めて ICT 施工を導入しようとして検討している企業などに対して、ICT 施工に関する様々なアドバイスを受けることができる ICT アドバイザー制度の導入を図っており、今年度中には北陸地方整備局を除いた各地方整備局等において支援が受けられる体制が整う見込みとなっている（図-6）。

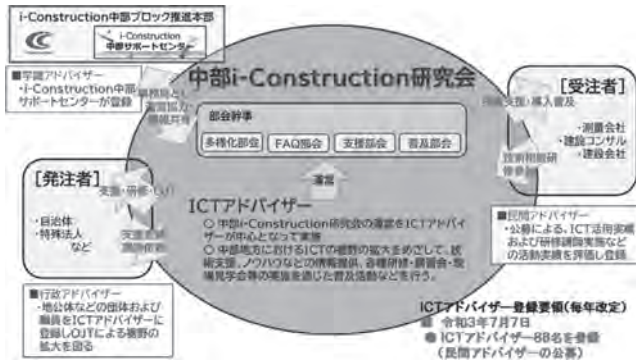


図-6 ICT アドバイザー制度（中部地整の例）

(3) e-ラーニング環境の整備

ICT 施工に関する研修・講習などについては、新型コロナウイルス感染症の影響により昨年度は大幅に縮小する結果となり、今年度はwebによる講習会の実施や、e-ラーニングコンテンツを作成し、ICT 施工に関する人材育成を行っているところである。講習等の受講者は10月時点で9,700人となっている。e-ラーニングコンテンツは九州地方整備局のウェブサイト上で公表（URL：http://www.ict-e-learning.qsr.mlit.go.jp/）しており、誰でも、いつでも、どこでも ICT 施工に関する基礎知識を習得できるものとなっている（図-7）。

(4) 小規模の現場に対応した ICT 施工の導入

これまで ICT 施工は現場の生産性を向上させるため、比較的大きな現場を対象に導入を図ってきた。前述したとおり中小企業における ICT 施工の経験企業



図-7 e-ラーニングシステム

の割合は低く、今後、中小企業が施工する小規模な現場に対応した ICT 施工の導入を図る必要がある。今までの ICT 施工は主に中型のバックホウでの施工を標準としており、都市部や市街地などの狭小箇所による施工が難しい状況であったため、小型のショベルを使った ICT 施工の導入を図ることとした（図-8）。

また小規模な現場では、TLSなどの計測機器により出来形管理を行うことは費用的にも困難な場合があるため、携帯電話のLider機能を使って出来形管理を行うことを可能とするなど安価で汎用的な機器を活用した新技術の導入を図ることとした（図-9）。

あわせて国土交通省では小規模現場に対応した ICT 施工を検討するため、新たに ICT 施工の普及拡大のためのWGを設立した。WGには農林水産省や地方自治体も参加し、さまざまな現場の意見を取り入れながら普及促進に取り組む体制としている。来年度には小規模な現場に対応した ICT 施工の導入を予定している。

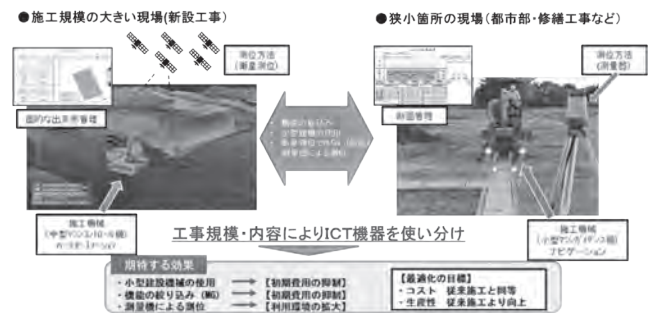


図-8 小規模 ICT 施工のイメージ

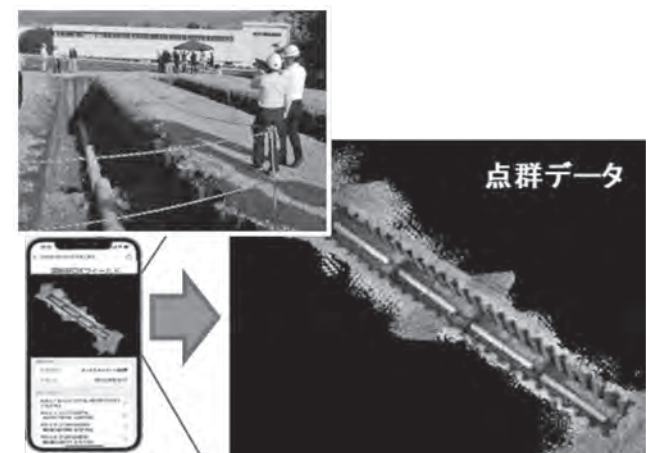
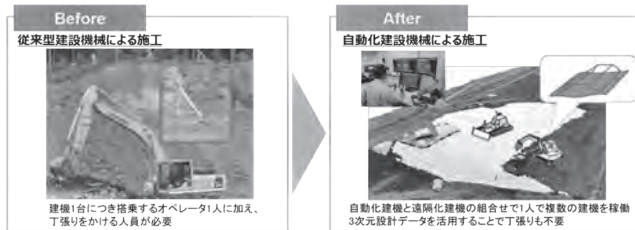


図-9 携帯電話を活用した出来形計測技術

4. 建設機械の自動化・遠隔化技術の取り組み

人口減少・少子高齢化に伴い、建設業の担い手確保が喫緊の課題であり、建設機械の自動化・遠隔化技術

は現場の省人化による抜本的な生産性向上や、安全で快適な場所からの遠隔作業という点で働き方改革に大きく寄与するものと考えている（図—10）。



図—10 従来型建機と自動化建機による施工

建設機械の自動化・遠隔化技術の普及のためには、労働安全をはじめとした分野横断的な検討が必要となるが、これまで建設機械の自動化・遠隔化技術について省庁横断的・業界横断的に議論を行う場は整備されていなかった。そこで、国土交通省を主体として、省庁や業界をまたいで建設機械の自動化・遠隔化技術の導入に向けた議論を行う建設 AI 施工協議会（仮称）を令和3年度に設置することとした。協議会においては、建設機械の自動化・遠隔化技術の普及促進に向けた議論を行う予定であるが、その議題を検討するにあたって、自動化・遠隔化技術に関係する建機メーカー・施工会社・ICTベンダー等を対象に事前ヒアリングを行った。以下では、ヒアリングで明らかになった現状の課題および求められる対応策について述べる。

(1) 開発目標の明確化

自動車の自動運転においては、統一的な自動化レベルの基準や開発のロードマップが整備されており、企業が開発目標を設定したり、ユーザやビジネスパーソンが企業の開発状況や開発目標を理解・比較したりするための共通認識が醸成されている。一方、自動化・遠隔化建機においては開発者ごとに独自の自動化レベルの基準やロードマップを示すにとどまっている。自動化レベルについては、ISOにおいて標準化の検討が始まった段階であるが、未だ議論が煮詰まっておらず統一化には至っていない状況である。そのため、今後は協議会を通して各社の開発状況や最新の技術動向に関する情報を収集し、それに基づいて自動化・遠隔化建機の開発・導入のロードマップおよび自動化レベル基準の検討を行うこととしている。

(2) 開発技術の相互利用促進

自動化・遠隔化建機を無線通信、操作装置や安全対策まで含めた施工システム全体として開発する場合、

通常は建機メーカーやゼネコン等複数の開発者が連携して行う。この際、秘密保持契約が締結されるため、そこで開発された技術を他の施工会社やメーカーと共同で使うことができないことから、開発者間で研究開発の重複が生じている。

そのため、自動化・遠隔化建機に使用される技術の一部を規格化・標準化することにより、技術の相互利用を促進する予定である。ただし、企業の開発情報の保護や競争領域の確保の観点から、規格化・標準化の対象とする技術の選定は慎重に行わなければならない。これについては、国立研究開発法人土木研究所が実施している、建設機械とソフトウェアの間でやり取りする制御信号の共通ルールに関する研究の成果を取り入れながら検討を進めていくことを予定している。

(3) 自動化・遠隔化建機の適用現場の増補

以前から開発されている遠隔化建機においては、雲仙普賢岳の災害工事現場が技術開発の場として重要な役割を果たしてきた。自動化建機の技術開発では、一部の施工会社が山間部のダムや砂防の大規模工事の現場を活用しているが、その数は多くない。このことが、建設機械メーカーが自動化・遠隔化建機の販売数を見込めず本格的な生産に踏み切れないことや、より多くの施工会社が自動化・遠隔化施工を経験することの妨げになっている。そのため、国土交通省発注の工事において、自動化・遠隔化建機の導入が特に有効だと考えられる現場を「自動化・遠隔化施工モデル工事」に指定するといった取り組みや、自動化・遠隔化建機の技術開発の場としてまたは施工会社が自動化・遠隔化施工を経験する場として活用できるような現場を増やすための仕組みを検討する必要があると考えている。

(4) 労働安全の考え方の整理

遠隔化施工については、雲仙普賢岳の災害工事現場で得られた知見よりどのような安全対策が望ましいか経験的に知られているものの、国土交通省や厚生労働省が統一的な安全対策を策定するには至っていない。また、自動化建機を使用する際に講じるべき安全対策については、体系的な知見がほとんどない。そのため、施工会社が実現場において自動化・遠隔化建機を使用しようとする際には、個別に労働基準監督署に相談し、了解を得ることが通例となっている。しかし、「ここまで安全対策を講じればよい」という基準がなく、施工会社と労働基準監督署双方にとって判断が困難であるため、負担となっている。

そのため、協議会を通して安全に資する技術の開発

動向や、安全対策に必要なコスト等に関する情報を収集するとともに、自動化・遠隔化建機が使用されることが想定される現場状況をいくつか設定し、自動化・遠隔化建機使用のシナリオに基づいて議論すべき項目を整理することとしている（図-11）。更に現場を模した試験場等で自動化・遠隔化施工を試行し、必要な情報収集を行った上で、自動化・遠隔化建機を現場に導入するにあたって講じるべき安全対策について、労働安全を所管する厚生労働省と連携してとりまとめるための検討を行う予定である。

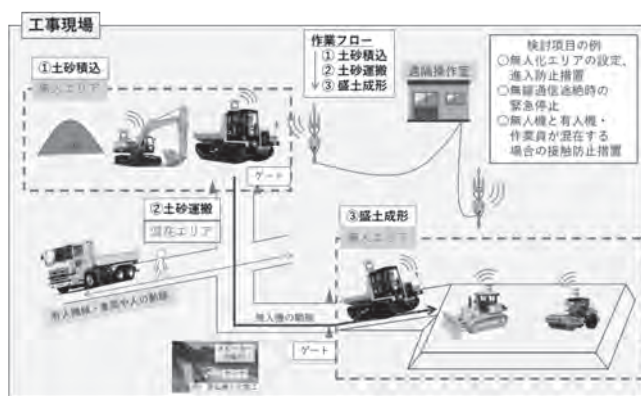


図-11 労働安全を議論する際に想定する現場及び検討項目の一例

また、自動化・遠隔化建機の機能や効果を国土交通省発注の実工事現場で実証する際に参照する「自動化・遠隔化建機の実証ガイドライン（仮称）」を令和4年度に策定することを予定している。本ガイドラインでは、自動化・遠隔化建機の実証において遵守すべき内容と主として自動化・遠隔化建機に即した労働安全についての実工事への導入にも共通する基本的な考え方を示すこととしている。

5. 除雪機械の高度化に向けた取り組み

近年の除雪現場においては、担い手不足や作業の難易度が高いこと等からオペレータの高齢化及び技術者不足の問題が顕在化しており、今後も冬期道路の交通を確保していくために早急な対応が求められている。

担い手不足対策の1つとして、ロボット技術やAIを活用した省人化の試みが各業界で進められており、自動車業界においては自動運転の開発が急速に進んでいる。そこで、国土交通省では、インフラ分野のDXとして除雪作業の自動化に向けた実証実験を開始しているところである。

除雪機械の運転操作は、現在「運転手」と、周囲の安全確認及び除雪装置の一部の操作を行う「助手」の2名体制で行っているが、特に除雪装置の操作は、長

年の経験により、特定の場所での操作、除雪作業時のエンジン音、機械の挙動を感じながら操作を行うなど熟練技術が必要である。この熟練技術者2名の体制で行っている除雪作業を最新技術でフォローすることにより運転手1名体制（ワンマン化）での作業を可能とし、担い手不足に対応することを目標としている。

除雪作業の自動化は、日本の上空に衛星が必ず存在し、既存のGPSなど海外の衛星で補完・補強を行って通信不感地帯が比較的少ない『準天頂衛星システム「みちびき」』をベースに正確な自車位置把握が可能な高精度地図データを組み合わせた自動制御システムを基本として、特定箇所における熟練オペレータの作業装置操作情報を地図データに登録することで、除雪車が目的の作業位置に到達した際に除雪車の作業装置を自動的に制御する仕組みとなっている。

国土交通省では、各種自動化のセンサー類が苦手としている使用条件の厳しい積雪寒冷地での実証試験を行い、自動制御システムの安定性を確認した上で、自動化に必要な仕様の決定と導入マニュアルの作成を推進していく。

(1) 除雪トラックの高度化

除雪トラックには、雪を路側にかき寄せるため車両前方に装備した「フロントプラウ」、路面の圧雪を削り取る「グレーダ装置」、一時的に雪を抱え込み交差点等に雪を残さないようにする「サイドシャッタ」など各種除雪装置がある。除雪トラックの自動化（図-12）はフロントプラウの上下及び進行角可変動作、グレーダ装置の上下及び伸縮動作、サイドシャッタの開閉動作などを想定している。除雪トラックの除雪作業内容と基本動作を（図-13）に示す。

また、令和3年度においては、橋梁ジョイント、マンホール箇所等の設置箇所を除雪する際の作業装置の一時回避動作の検証、トンネル等通過時の一時的に作業装置を回送姿勢にする制御など、実運用に即した実証実験を予定している。

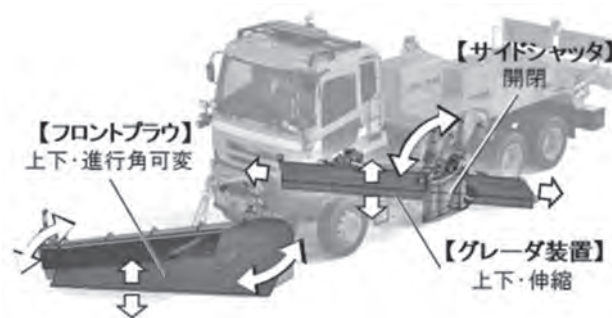
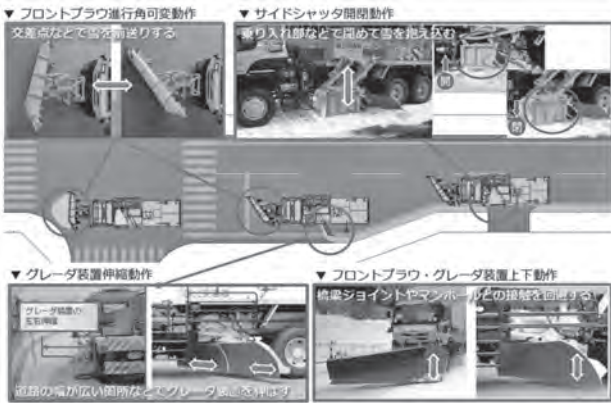


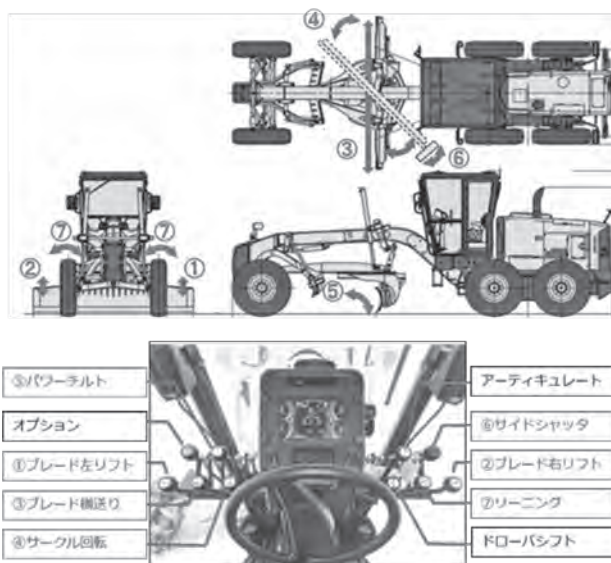
図-12 除雪トラックの自動化範囲



図一13 除雪トラックの作業内容と基本動作

(2) 除雪グレーダの高度化

除雪グレーダは、路面状況、道路構造、沿道条件等に合わせた複雑で難易度が高い操作が必要であり、ブレードは、走行しながら6～7本のレバーにより操作しており、オペレータの習熟が必須の機械である(図一14)。



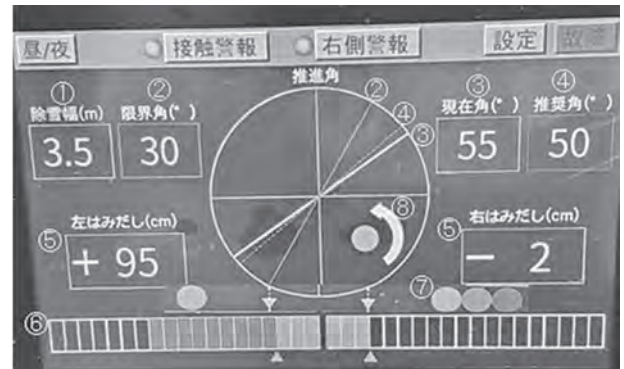
図一14 除雪グレーダのブレード装置概要図

除雪グレーダは、①②の押付圧を調整する「オートブレード」、交差点や中央分離帯などの現場条件によりブレードを横送りする③「ブレードスライド」、同様の現場条件で除雪負荷に応じてブレードの推進角(投雪方向)を変更する④「サークル回転(推進角)」、⑤圧雪へのエッジ食い込み角度を適正に調整する「切削角」、⑥交差点部等でブレード端部シャッタを閉じ雪の前送りを行う「シャッターブレード」⑦前車輪を倒し横滑り防止、旋回性向上を図る「リーニング」など、7つの機能を巧みに操作する必要がある。

除雪グレーダの自動化は、既に開発済みの「①②オー

トブレード」、「⑥シャッターブレード」以外の機能で、除雪作業時に操作回数が非常に多い「③ブレードスライド」、「④サークル回転(推進角)」を優先して検討を開始している。

また、推進角の制御に関しては、エンジン回転数などを監視し、除雪負荷に応じた推奨推進角制御の検討を進めた(図一15)。



図一15 除雪グレーダのガイダンス画面

令和3年度においては、推進角、スライド操作の自動化に向けた詳細設計、自動制御装置試作及び構内試験、ワンマン化に向けた安全確認技術として周囲警戒カメラ(図一16)を架装した際の既存カメラモニタ、近接車両検知システム(過年度成果)の統合検討を予定している。

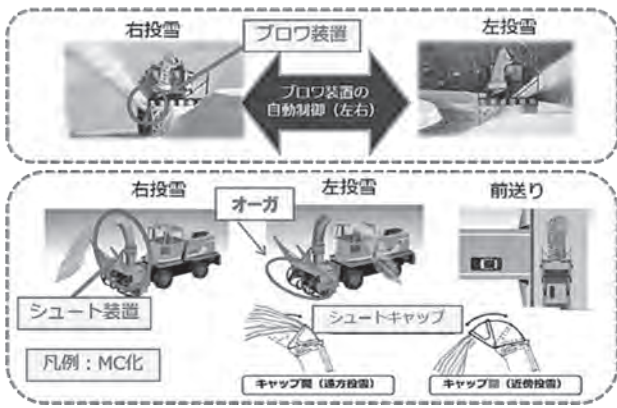


図一16 周囲警戒カメラ

(3) ロータリ除雪車の高度化

ロータリ除雪車は、拡幅除雪や運搬排雪に使用され、車両前部の装置(オーガ、ブロウ)を回転させて雪をかき込み、シュートと呼ばれる装置で方向や距離を調整し雪を飛ばす機械である。自動化の範囲を図一17に示す。

ロータリ除雪車は、「ブロウ」単独で左右任意の角度での遠方投雪、「シュート」による360度任意の方向への投雪、「シュートキャップ」で任意の距離への



図一 17 ロータリ除雪車の自動化範囲

投雪など、現場条件に応じた細やかな自動化を目指している。ロータリ除雪車の作業装置の自動化においては、ティーチング(習い制御)の手法を検討している。ティーチングとは、作業装置がある場所に到達したら特定の動作を行うということをあらかじめ機械に覚えさせる手法であり、工場内の産業用ロボット等で利用されてきた手法である。ロータリ除雪車による除雪作業の場合は、場所によって投雪方向や投雪禁止箇所が決められているため、位置情報等をもとに、ある地点に到達したらシュートを旋回し投雪方向を変えるなどの操作をロータリ除雪車に搭載する自動制御システムに記憶させ自動化を行う「習い制御」を基本に検討を進め、防雪柵上部と電線の間で投雪する(写真一2)など高度な実験に取り組んでいる。

令和3年度においては、準天頂衛星「みちびき」の不感地帯対策(車両慣性航法システム、路車間通信、磁気マーカーなど)の検討、シュート自動制御時における雪質や風等の現場条件に合わせた手動微調整機能などの実証実験を予定している。



写真一 2 防雪柵と電線との間の高度な投雪

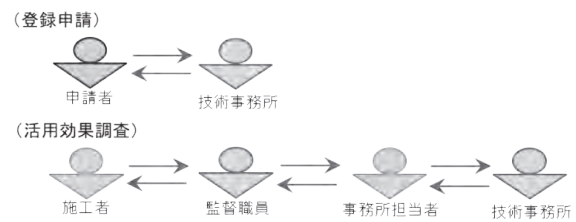
6. 新技術情報提供システム (NETIS) における新たな取り組み

国土交通省では、有用な新技術の積極的な活用を促進することで、公共工事の品質の確保や施工の効率化を図るとともに、技術の更なる改善を促進するための仕組みとして、平成13年度から「公共工事等における新技術活用システム」を運用している。新技術情報提供システム (NETIS) は、この活用システム全体の中で、「新技術に係る情報の共有及び提供」を目的として整備・運用しており、令和3年11月時点で約2,820の技術が登録されている。申請情報や評価情報について自由に閲覧可能であり、公共工事関係者をはじめとした多くの方々に幅広く活用されている。

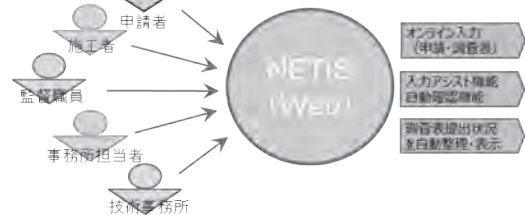
現在、新技術情報の共有においては、NETISを利用することにより、オンラインで簡単かつ即座に実施することが可能である。しかしながら、新たな技術の登録申請手続きや、活用効果調査表の作成はオンラインで完結する仕組みとなっておらず、関係者間でのメールや電話による頻繁なやりとり等に、時間と労力を要している(図一18)。

これらの課題に対応するため、現在、NETISの改良を実施中である。既にオンラインで運用しているNETISの枠組みを活用し、登録申請や活用効果調査表の作成をシステム化するものであり、R4年度からの運用を目指し、現在、全国の各地方整備局等にて試行中である。

【従来】



【改良後】



図一 18 改良前後の事務手続き

(1) 改良対象

新技術活用システムの基本的なサイクルは、(図一

19) に示すとおりである。

まずは技術開発者が新技術の「登録申請」を行う。登録された技術情報は NETIS によって幅広く共有され、公共工事等において活用される。

活用の際には、事後評価の基礎となる「活用効果調査」が行われることとなっており、調査件数が一定数に達した場合に、産・学・官の有識者等で構成される新技術活用評価会議で事後評価が実施され、評価情報が NETIS に掲載される。

その後は、登録申請時の技術情報に加え、事後評価の結果も参考に、更なる技術の活用や改良・開発が進められることとなる。

今回の NETIS 改良では、この活用サイクルの中の、「登録申請」と「活用効果調査」に係る事務を対象として、NETIS の枠組みを活用したシステム化を実施した。

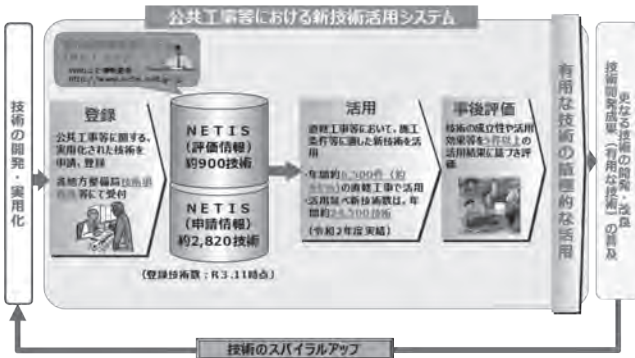


図-19 公共工事等における新技術活用システム

(2) 改良内容

(a) オンライン申請機能

申請書類や調査表を電子申請出来るようにするとともに、関係者が修正事項を WEB 画面上で直接伝達できる機能を実装した。

これにより、受け渡しの都度必要だった NETIS へのデータ取り込み等を不要にするとともに、次担当者への入力依頼が自動で通知される機能も実装することで、申請書類や調査表作成に要する時間と労力の削減を図っている。

また NETIS 上にデジタルデータとして各情報を保存するため、メール等による資料の受け取り・保管が不要となる他、今後の様々なデータ活用が視野に入ってくる。

(b) 入力アシスト機能

申請書類や調査表入力画面上に、記入時の注意事項やルールを表示し、精度の高い記入内容となるように作成者をアシストする機能を実装した。記載漏れ、誤字脱字、“てにをは”等の不備を自動で指摘し修正候

補を表示する機能、また作成者の質問に AI が回答するチャットボット機能を搭載しており、関係者間での確認、修正に要する時間削減に貢献する。

(c) 自動確認機能

記載内容に遺漏が無いのか、登録申請者と技術開発者が同一であるか、といった受理要件を満足するかを自動で確認し、その結果を作成者へ通知する機能を実装した(図-20)。

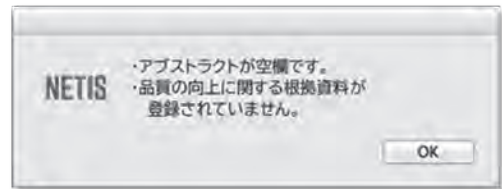


図-20 自動確認通知イメージ

(d) 入力様式の改良

申請者の重複記入作業、申請窓口の整合・転記確認作業の無駄を省くため、申請情報入力様式の改良(重複箇所の統合)を図るとともに、一部重複等で統合出来ない記入内容については、自動転記機能を実装した。

(e) 提出状況管理機能

計画書・調査表の提出(登録)状況が自動的に表形式に整理されるとともに、関係各所でその情報をリアルタイムに共有できる機能を実装した。多くの関係者を經由して作成するため把握が困難であった状況管理が容易となり、これにより調査表の確認や修正依頼等が迅速かつ確実に実施されることとなり、各関係者の労力削減と調査表の精度向上に寄与する(図-21)。

工事/業務の別	計画書の提出	調査表の提出 (発注者)	調査表の提出 (施工者)	調査表の種別
▼/▲		▼/▲	▼/▲	▼/▲
工事	提出	未提出	未提出	未評価
工事	提出	提出	提出	未評価
工事	提出	未提出	提出	未評価
工事	提出	提出	提出	未評価

図-21 提出状況管理画面

(3) 期待される効果

各機能の実装により、申請者をはじめとする全関係者の作業が簡略化され、生産性の向上が期待される。併せて、登録申請においては、登録の迅速化が技術の開発から活用までの期間短縮に寄与し、一層の新技術活用をもたらすことが期待され、また調査表作成においては、作成・提出状況の早期把握や調査表の精度向上が、事後評価の迅速化や適切な評価の実施に寄与することが期待される。

(4) 今後の展望

今回の改良により登録技術情報の多くをデジタルデータとして扱えることとなった。今後は、活用率や活用ランキングに代表される様々な情報の見える化や、現場ニーズに対する該当技術をシステムにより自動抽出する等のデジタルデータ活用を進め、より使いやすく、より便利なNETISを目指していく予定である。

7. おわりに

建設現場の生産性向上を目指して取り組んできたところであるが、2024年度には改正労働基準法が建設業にも適用されることとなっており、建設現場における生産性向上は待ったなしの状況となってきた。現在、直面しているインフラの老朽化、災害の激甚化・頻発化、担い手不足といった課題は容易に解決できるものではないが、このような状況に対応するため「河川機械設備のパラダイムシフト型更新」「ICT施工」「建設機械の自動化・遠隔化技術」「除雪機械の高度化」「新技術情報提供システム（NETIS）」の取り組みを推進しているところである。

今後とも、日本の建設施工分野が抱えるさまざまな課題に対し、迅速かつ効果的に対応するためには、更なる新技術等の導入や普及が求められるであろう。

JCMA

[筆者紹介]



菊田 一行 (きくた かずゆき)
国土交通省 公共事業企画調整課
企画専門官



門屋 博行 (かどや ひろゆき)
国土交通省 公共事業企画調整課
課長補佐



黒田 浩章 (くろだ ひろあき)
国土交通省 公共事業企画調整課
課長補佐



味田 悟 (みた さとる)
国土交通省 公共事業企画調整課
課長補佐



宮本 雄一 (みやもと ゆういち)
国土交通省 公共事業企画調整課
課長補佐



渡邊 俊彦 (わたなべ としひこ)
国土交通省 公共事業企画調整課
課長補佐

行政情報

国総研，土研の建設 DX 実験フィールド（土工フィールド）の整備及び活用

山下 尚・山口 崇

国土交通省では、業務そのもの、建設プロセス、建設業等の働き方を変え、現場においては非接触・リモート型の働き方への転換を図ることにより、抜本的な生産性と安全性の向上を図る DX による強靱な経済構造の構築を目指している。国土技術政策総合研究所と国立研究開発法人土木研究所では、令和2年度補正予算等を活用し、建設機械の遠隔操作、自動・自律施工の技術開発、BIM/CIM 等の ICT を活用した計測及び検査技術の開発の促進を目的として、新たに建設 DX 実験フィールドを整備した。本稿ではこの実験フィールドの整備内容と、現在、この実験フィールドを活用して進めている自律施工技術の研究開発を加速する取り組みを紹介する。

キーワード：DX，ICT，遠隔操作，自動・自律施工，土工フィールド，協調領域，自律施工技術基盤，プラットフォーム

1. はじめに

インフラ分野においては、毎年発生する災害への対策やインフラの老朽化対策の必要性が高まるなか、深刻な人手不足が進むことが懸念されている。この課題への対応のため国土交通省は平成28年度から ICT の全面活用等による建設現場の生産性向上を目指す i-Construction を推進している。また、IoT (Internet of Things) にてすべての人とモノがつながり、様々な知識や情報が共有され、今までにない新たな価値を生み出すことを提唱した Society5.0 を踏まえた技術革新の進展や行政のデジタル化の推進も進んでいる。

こうした背景のもと、国民のニーズを基に社会資本や公共サービスを変革するため、インフラ分野におい

てデータとデジタル技術を活用して業務そのものや建設プロセス、建設業等の働き方を変え、また、新型コロナウイルス感染への対応を契機として公共工事の現場においては非接触・リモート型の働き方への転換を図り感染症へのリスク低減やより抜本的な生産性と安全性の向上を図るなど、図-1に示す組織体制を整え、DX (デジタル・トランスフォーメーション) による強靱な経済構造の構築を加速することとしている。

インフラ分野の DX における推進体制として、①インフラのデジタル化を進め、2023 (令和5) 年度までに小規模なものを除くすべての公共工事について BIM/CIM 活用への転換、②現場、研究所と連携した推進体制を構築し、DX 推進のための環境整備や実験

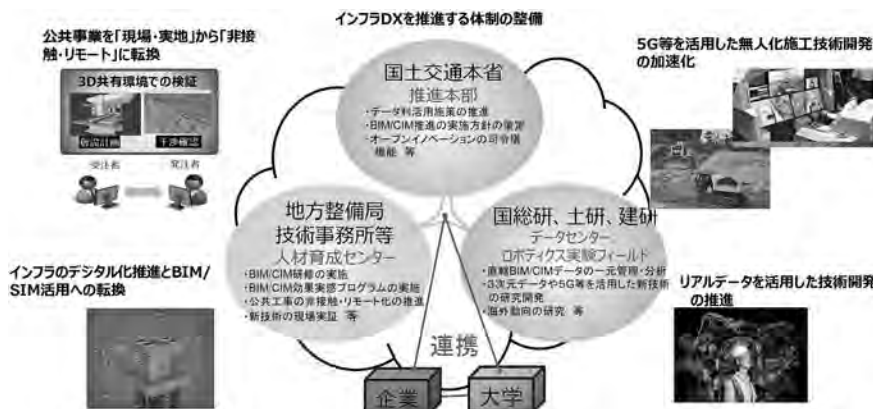


図-1 インフラを推進する体制の整備

フィールド整備等を行い、3次元データ等を活用した新技術の開発や導入促進、これらを活用する人材育成の実施、等を掲げている。

こうした方針に基づき、国土技術政策総合研究所(以下、「国総研」という)は、令和2年度の第2次補正予算等により、建設DX実験フィールド、DXデータセンター等を整備したところである。本稿ではこの建設DX実験フィールドに配備した土工フィールドの整備内容、利活用予定等について概説する。

2. 建設DX実験フィールド

建設DX実験フィールド整備は、ローカル5Gを活用した建設機械の遠隔操作、自動・自律施工の技術開発、BIM/CIM等のICTを活用した計測及び検査技術の開発の促進を目的としたものである。

令和3年4月に、国総研および国立研究開発法人土木研究所(以下、「土研」という)にある試験走路北ループ内に建設DX実験フィールドを整備し、研究施設としての利用を開始した。

建設DX実験フィールドは、図-2のとおり、その目的に応じて土工フィールド、各模型施設等から構成されており、土工フィールドは、従来から土研の施設として活用していた約6,000m²の建設機械屋外実験施設を内包し、全体として約26,000m²のエリアを整備している。

また、各模型施設は3次元計測やBIM/CIM等を活用した構造物の施工管理や検査、点検に関する技術開発を行うための実物大の出来形計測模型として整備しており、土工構造物模型、橋梁模型、配筋模型、地下

埋設物模型の各施設から成っている。その他、施工現場の荷役作業の省力化、負担軽減のための研究用として定置式水平ジブクレーン等を整備している。

3. 土工フィールドの主な仕様、機器等

土工フィールドは図-3のように建設分野における先端技術である「無人化施工技術」、「自律施工技術」、「遠隔制御のための映像支援技術(ローカル5G等を活用)」に関する開発拠点としており、通信インフラとして降雨減衰なく屋外利用が容易な4.8~4.9GHz帯のローカル5G基地局を2局及び無線LANを2局設置し、ローカル5G等の通信環境を整備している。

実験に用いる建設機械設備として、図-4のとおり、油圧ショベル、クローラダンプ等の土木施工用機械を始め、土砂災害対策用の特殊機械(スパイダー)を整備し、操作室や機材保管用倉庫、各種の計測機器等を備え、ローカル5G通信インフラを活用した高解像度、低遅延の映像伝送実験や建設機械の協調制御、無人化施工実験等を行うことが可能である。

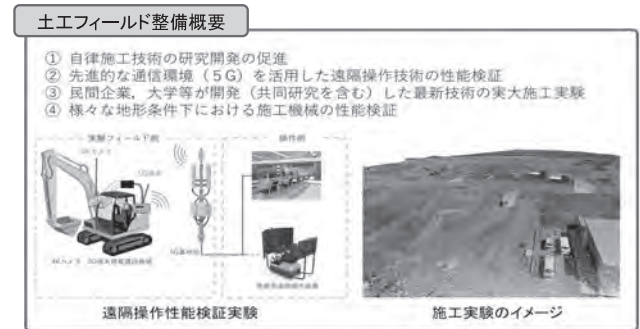


図-3 土工フィールド整備概要

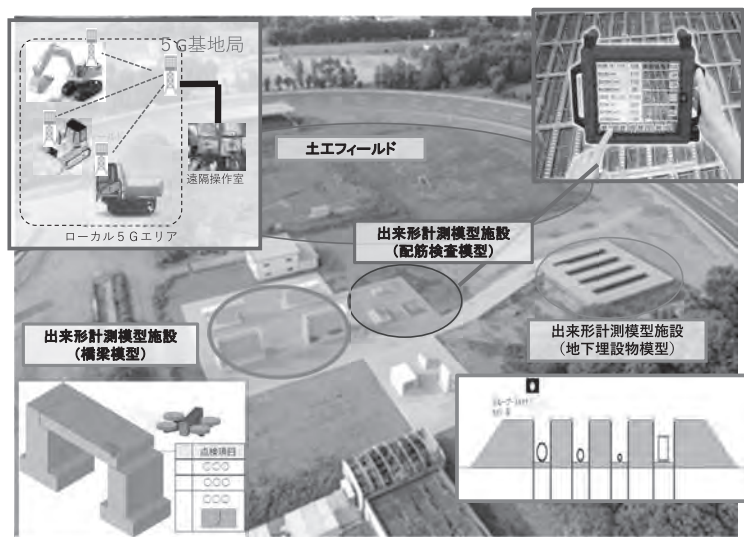


図-2 建設DX実験フィールド

土工フィールドの主要な機器等



図-4 土工フィールドの各種機器一覧

4. 各研究機関の主な研究開発分野

土工フィールドを活用した各種の実証や実験は、図-5のとおり、国総研は主に ICT 施工推進のための基準類作成に係る計測技術の検証方法の確立に用い、土研は主に建設機械の自動化・自律化、AI、ロボット、5G ネットワークを用いた施工方法の開発等に資する研究開発に用いることとし、両研究機関においては資機材の共同使用、研究情報・研究者の相互利用・交流を進めていくこととしている。

令和3年の9月はじめに、国土交通本省のDXルームから土工フィールドの油圧ショベルを遠隔操作するデモンストレーションを実施した(写真-1)。

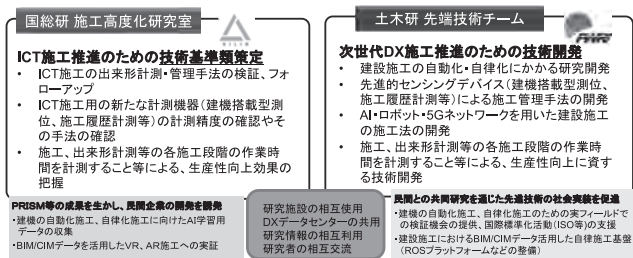


図-5 国総研と土研の研究開発分野



写真-1 遠隔操作のデモンストレーション

国土交通本省(電気通信室、公共事業企画調整課)と国総研(施設課、社会資本施工高度化研究室)、土研(先端技術チーム)が連携・協力し、直線距離で約60 km離れた震が関とつくば間を100 Gbpsの光ファイバーネットワークと土工フィールドのローカル5Gネットワークでつなぎ、油圧ショベルをLAN通信による遠隔操作用に改造し、4Kカメラ映像を用いて、デモンストレーション用に模擬の遠隔施工環境を構築した。

5. 土工フィールドを活用した取り組み

土研では、土工フィールドを活用して自律施工技術の研究・開発を加速する取り組みを行っている。以下に、その取り組みの概要を紹介する。

(1) 背景と目的

国内の少子高齢化の進展に伴い他産業とくらべ高齢化が進んでいる建設分野においては、今後、深刻な人手不足が発生することが懸念されている。そのため、i-Constructionをはじめとした建設現場の生産性向上を目指した取り組みが進められている。その中で、自律施工技術は、大幅な省人化と作業環境の改善による新しい働き方の実現が期待できる技術であり、施工現場のデジタル化、見える化によるリアルタイムで細やかな施工管理や施工計画シミュレーションも可能となる、次のステージの生産性向上を進める基盤となる技術である。現状、ダム工事などの限定された一部の現場に適用されている自律施工技術の研究・開発を加速し、革新的な自律施工技術を社会実装していくことを目的に、土研では取り組みを進めている。自律施工の将来イメージを図-6に示す。



図-6 自律施工の将来イメージ

(2) 土研の取り組み内容^{1), 2)}

令和2年3月に(一社)日本建設業連合会から「建設業のためのロボットに関する調査報告書」³⁾が公表された。この報告書では、「建設業界へのロボット実用化に向けた課題」をまとめている。これらの課題は、ロボット技術を用いて自律化・自動化・遠隔化を行う施工技術全般を研究・開発し、社会実装していく上でも共通の課題となるものであり、要約すると以下となる。

①多様な建設現場環境や作業内容に対応できる柔軟な建設ロボットの開発

多様な建設現場環境や作業内容でも利用可能な作業性を有した、全天候型ロボット技術の確立が求められている。

②自動化を念頭においた法令・規制の整備

産業用ロボットを参考に、建設業界においても人間とロボットの協働に向けた法整備を進めていく必要がある。

③協調領域の明確化と技術の標準化による研究開発体制の整備、それによる開発コスト削減

建設業界は、個々の会社による技術開発が目立つため、研究の重複が起こっており費用対効果を得ることが難しくなっている。協調領域を明確にして、同業者による共同研究を含めた産学官連携による技術開発体制を整備し、技術の標準化・共通化による開発・運用コストの削減の必要がある。

土研では、上記の③を図-7のように理解している。概説すると、従来の枠組みでは、民間企業が自律施工技術の開発を進める場合、多くのケースで施工会社と建設機械メーカーが個別に開発グループを形成す

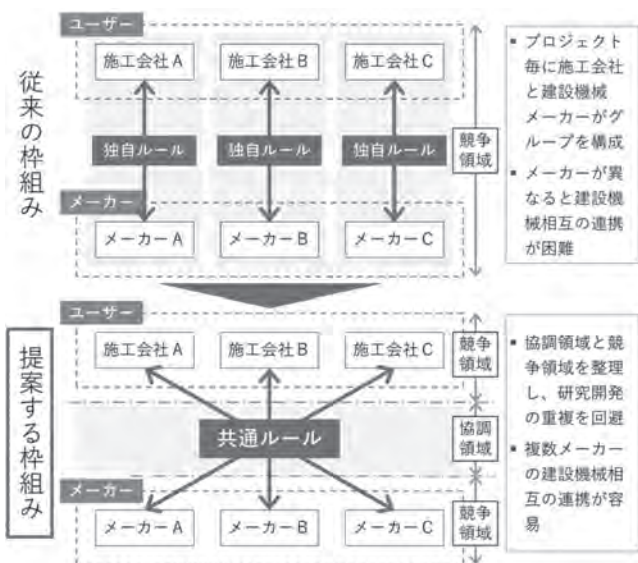


図-7 協調領域の必要性

ることになる。このような開発グループが複数存在し、秘密保持などの制約のために、互いに連携・協働することが困難となっており、研究開発投資の重複が起こっている。また、メーカーが異なると建設機械の相互連携が難しく、特定のメーカーの建設機械しか使えない自律施工技術となりがちである。そこで、協調領域を設定することで、研究開発投資の重複を回避し、複数のメーカーの建設機械を相互に連携して使える自律施工技術の実現が必要である。

土研が行っている自律施工技術の研究・開発を加速する取り組み内容を整理すると以下となる。

- ①協調領域の設定⁴⁾
- ②自律施工技術基盤（プラットフォーム）の整備⁴⁾
- ③安全ガイドライン・監督検査方法の提案

①協調領域の設定は、図-8に示すように、自律施工等のソフトウェアと建設機械との間でやり取りする信号の統一化されたルールを協調領域として設定することを考えている。まずは、油圧ショベルの協調領域原案（データリスト）を提示し、原案を基に建設機械メーカー等の関係者と意見交換を行い、成案に向けて、すり合わせを実施する予定で、検討を進めている。そして順次、他の機種についても同様に進めていく予定である。また、この協調領域については、ISO等の規格化を見据えて取り組みを進める予定である。

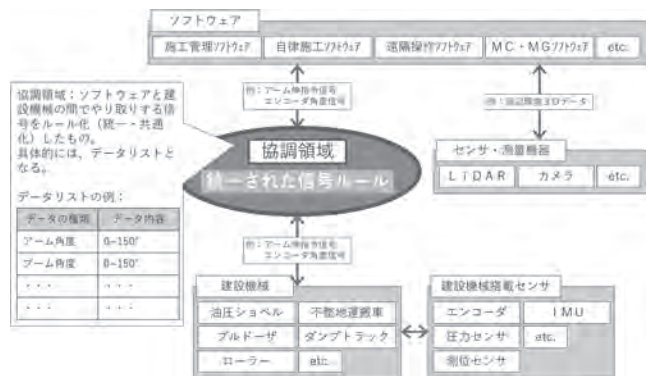


図-8 協調領域の設定

②自律施工技術基盤（プラットフォーム）の整備では、図-9に示すように、⑦協調領域（統一された信号ルール）と⑧バーチャル建機+バーチャルフィールドと⑨電子制御化された建設機械+実フィールドと⑩ミドルウェア（施工管理ソフト等との接続部分）からなるプラットフォームを整備する。このプラットフォームの実フィールドとして土工フィールドを活用する。

自律施工技術の研究・開発を効率的に進める上で、デジタルツインが有効である。コンピュータ上で建設



図-9 自律施工技術基盤（プラットフォーム）



写真-2 自律施工のデモンストレーション

機械の最適な動作をシミュレーションして導き出し、そのとおりに建設機械が動作するかを実フィールドで実験して検証する。試行錯誤を繰り返しながら自律施工技術を最適化する研究・開発用のプラットフォームを整備する。このプラットフォームは、意欲と技術力はあるものの、自ら研究・開発用のプラットフォームを整備することが難しい民間企業や大学などにも、共同研究などの枠組みにより活用してもらうことで、研究・開発を加速させ、革新的な自律施工技術が実現することを期待している。また、土研では、プラットフォームや土工フィールドを活用して、技術の検証・評価や技術競技会などを行っていくことも考えている。

令和3年11月24日から26日に、開発中であるプラットフォームの利用事例の一つとして、油圧ショベルと不整地運搬車による連携・協調作業である掘削・積込・移動・放土の自律施工を公開デモンストレーションする準備を進めている（執筆時）。この公開デモンストレーションでは、土研で研究開発を進めている協調領域とプラットフォームの構成と研究開発の利便性向上を研究開発に携わる方々に広く知っていただき、積極的に活用していただくことを目的としている。また、今後のプラットフォーム開発の参考とするため、参加された方々と意見交換会を開催する計画である。

写真-2は、公開する予定の自律施工のデモンストレーションの様子である。

◎安全ガイドライン・監督検査方法の提案では、自律施工技術を実際の工事現場で使用する前提となる周辺環境整備として、実効性のある安全ガイドラインや監督検査方法などを、国土交通本省と方針をすり合わせながら、国総研とも連携しながら、提案していく予定である。

6. おわりに

建設DX実験フィールドの利用については、建設現場の新たな計測技術や建設機械の自動・自律施工をはじめとして建設技術に関する様々な研究開発を行う民間企業、大学等にも公開し、研究開発を行う。(http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/kisya/journal/kisya20210628_2.pdf)

土工フィールドの施設利用希望については国総研企画部企画課まで問い合わせ頂きたい。(http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/rental/rental.html)

JCMMA

《参考文献》

- 1) 岩見吉輝：自律施工の技術開発促進に向けた土木研究所の取り組みについて、東京大学「i-Construction システム学」寄付講座2021年度第2回公開ワークショップ基調講演資料、2021.5、http://www.i-con.t.u-tokyo.ac.jp/
- 2) 岩見吉輝：自律施工技術の今後の展望、土木技術資料63-9(2021) pp. 5-7、2021.9
- 3) (一社)日本建設業連合会：建設業のためのロボットに関する調査報告書、2020.3
- 4) 山内元貴、橋本毅、山田充、新田恭士、油田信一：建設機械施工における研究開発用標準プラットフォームの提案—ロボット用ミドルウェアの導入—、ロボティクス・メカトロニクス講演会2020 in Kanazawa、2P1-A08、2020.5

【筆者紹介】

山下 尚（やました ひさし）
国土交通省 国土技術政策総合研究所
社会資本マネジメント研究センター
社会資本施工高度化研究室
室長

山口 崇（やまぐち たかし）
国立研究開発法人 土木研究所 技術推進本部
上席研究員（特命事項担当）

製品紹介

ブルドーザ D71-24

加美川 忍・中野 裕一

中小型ブルドーザのブランドイメージとなった「スーパースラントノーズ+HST+ICT」のシリーズ最大機種として新機種 D71EX/EXi, PX/PXi-24（以下、本新機種という）を開発したので、本稿ではその概要を紹介する。

キーワード：ブルドーザ, D71-24, HST, スーパースラントノーズ, IMC2.0, PATドーザ

1. はじめに

本新機種はブルドーザの主力商品の一つである D65-18 のパワーアングルパワーチルトドーザ（以下 PAT）の代替機として開発した。近年このクラスのブルドーザは、汎用性の高い PAT 車の比率が大きくなっていることや任意の車速設定が可能で ICT との相性の良い「HST+ICT」車への強い要望を受け、本稿では今回開発した本新機種について概要を紹介する（図-1）。

<スーパースラントノーズ+HST+ICT>



図-1 D71PXi-24（北米ワイドゲージ仕様）

2. 開発のねらい

従来より『品質と信頼性』をベースに、HST 車のダントツの前方視界性・優れた操作性を継承しつつ、環境性・経済性・安全性・作業性・操作性・整備性向上及び高度な「ICT」を織込み商品力を大幅に向上させた。本稿では今回新たに導入した機能について紹介する。

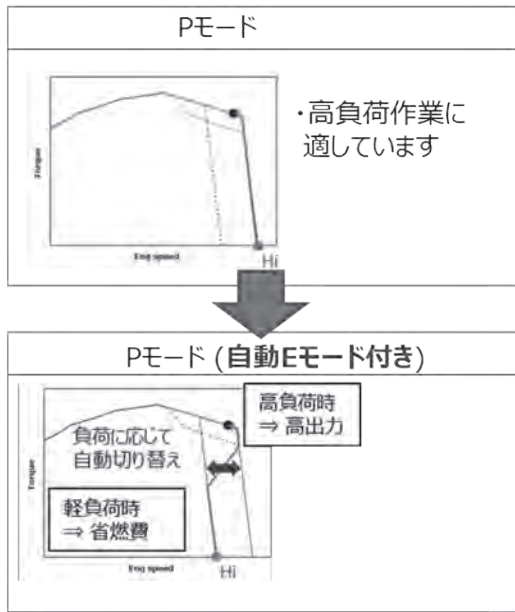
<実施内容>

- (1) 環境性・経済性
 - ①オートデセル機能追加
 - ②自動「E」モード機能追加
- (2) 安全性
 - ①着座感知パーキングロックの採用
 - ②タイオフ用アンカポイントの追加
- (3) 作業性・操作性
 - ①クラス最大級の土工量
 - ②旋回速度アップ
 - ③車速アップおよび変速多段化（クイックシフトモード）
 - ④作業機下げスピードアップ
 - ⑤作業モードの追加
- (4) 整備性
 - ①サンプリングポート追加
 - ②イコライザバーサイドピン給脂リモート化
 - ③LED ライト搭載
 - ④3M ブレードの折りたたみ工具レス化
- (5) ICT
 - ①ゲートウェイコントローラ搭載
 - ②新 ICT システム搭載（intelligent Machin Control 2.0）

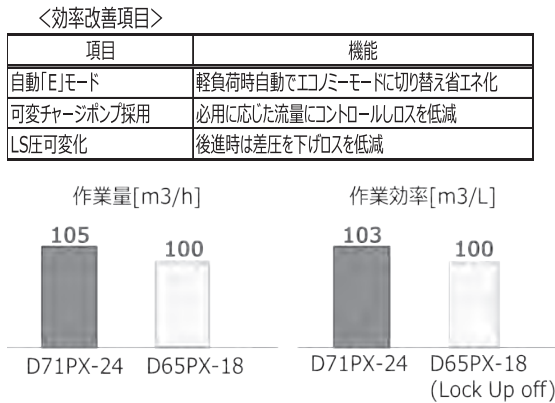
3. 追加機能の特徴

(1) 作業性能の向上

今回 D71 では負荷に応じた低燃費モード（「E」モード）への自動切換え制御やチャージポンプの可変変化等の採用によりこれまでのトルコン車を上回る作業効率を達成している（図-2, 3）。

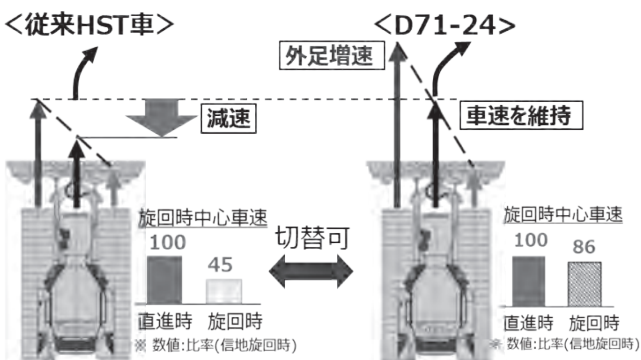


図一 自動「E」モード概念図



図一 作業効率比較

また操行性において、従来のHST車は旋回時内足側を減速させて旋回させるため中心車速が大幅に減速していたが、D71は外足側を増速させ車速低下を最小限に抑える機能を追加し、機動性を大幅に改善させている(図一四)。



図一 旋回速度比較

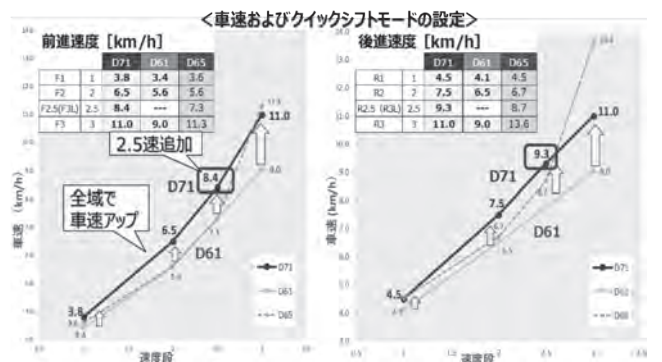
(2) 操作性の向上

エンジン出力、減速比、および電子HST制御システムの変更により、従来HST車に対し全速度レンジで10~22%増加し、生産性を向上。クイックシフトモードも3段から4段変速とし、操縦性を大幅に改善した(図一五)。

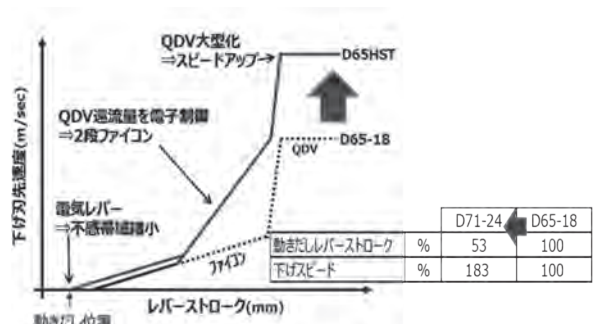
作業機コントロールについても、クイックドロップバルブ(QDV)の電子化/大型化により、下げスピードを大幅アップさせるとともに2段ファイコンにより作業機操作性を大幅に向上させている(図一六)。また、様々なオペレータの好みに対応するため走行/作業機モードを追加、先に述べた新機能と合わせストレスフリーなオペレーションを可能にしている(図一七)。

4. 新ICTシステム搭載 (Intelligent Machine Control 2.0)

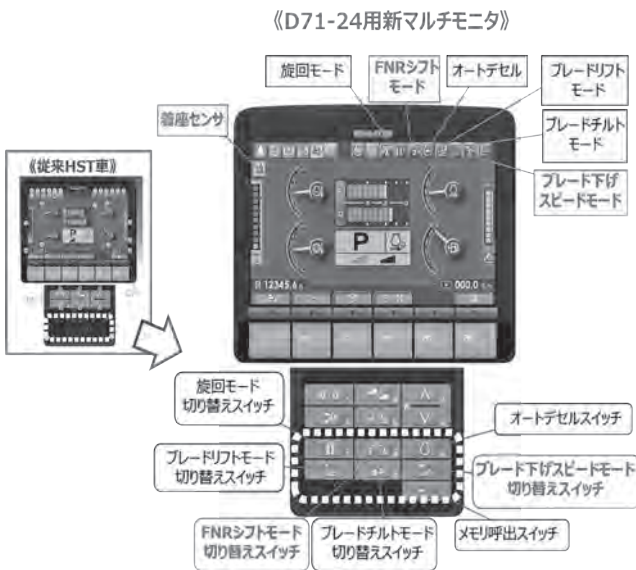
今回D71では、GNSSアンテナとGNSS補正情報から得たブレード刃先位置と施工設計データをもとにブレードを自動制御する情報化施工システムを大幅にアップグレード(図一八)。進化したIntelligent Machine Control 2.0では新たに6つの機能を追加。自動制御の適用範囲を大幅に拡大し、ブルドーザのさまざまな作業で施工の容易化とオペレータ疲労低減を実現した(図一九)。また、マルチGNSSに対応したアンテナを



図一 車速設定比較



図一 作業機下げスピード比較



図一七 作業モード



図一八 新ICTシステム搭載機器

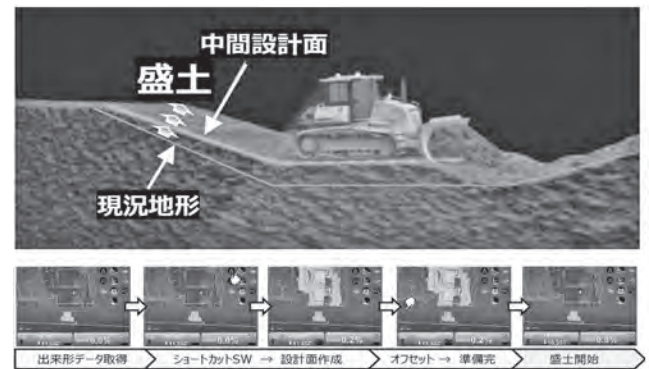
	追加機能 New	ICT 新システム	現行 ICT
整地作業	・変曲点縦断整地 ⇒ 段差走行時の深掘り量50%低減	◎	◎
掘削作業	・掘削制御高度化 ⇒ 熟練オペ並の作業効率達成 (現ICT比+40%) ・マニュアル協調制御 ⇒ 自動制御中のオペ操作が可能 ・直進補正 ⇒ オペ疲労軽減	◎	◎
盛土作業	・積層盛土 ⇒ 走行時間△50%	◎	×
補助作業	・クイック設計面作成 ⇒ いつでもどこでも簡単操作で自動制御の汎用性拡大	○	×

図一九 自動施工可能な作業範囲

2個採用することで、施工精度の信頼性を向上、施工時間の大幅な短縮・効率化にも貢献する。

(1) 積層盛土制御機能 (図一10)

既存または走行時に取得した出来高データ (現況地形) をもとにブレード制御に使う設計面を作成する機能を追加。タッチパネルのショートカットボタンを押すことで、設計図面と現況地形の間に中間設計面を自動で作成。以降、オペレータ手元の切り盛り増減スイッチを押して設計面をオフセットさせることで、一定厚さでの土砂盛土および敷き均らし作業が可能。マニュアル操作に比べ、積層盛土の施工時間を最大で半減できる。



図一十 積層盛土機能

(2) クイック設計面作成機能 (図一11)

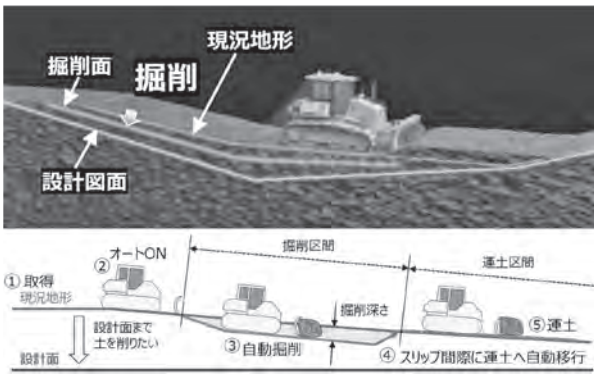
現場での作業に応じた適切な平面设计面を、オペレータが必要なタイミングで作成することが可能。また、従来に比べ、操作系を大幅にシンプル化し、使い勝手の向上も図っている。

(3) 掘削制御の高度化 (図一12)

車両が現場で取得する現況地形情報を利用して掘削・運土できる制御を追加。取得した現況地形面を下方にオフセットして目標刃先軌跡を生成することで、従来制御で発生していたうねりや空振りを防止。また、車両がスリップする間際のブレード応答性を最適化し、熟練オペレータのように、掘削から運土のタイミングを滑らかに効率良く移行できる制御にしてい



図一十一 クイック設計面作成機能

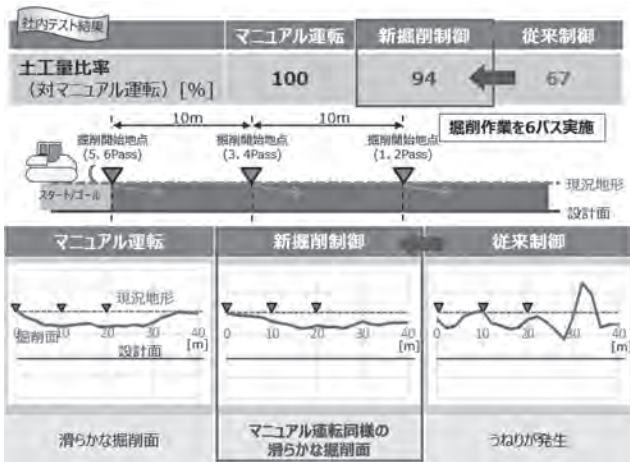


図一12 掘削制御概要

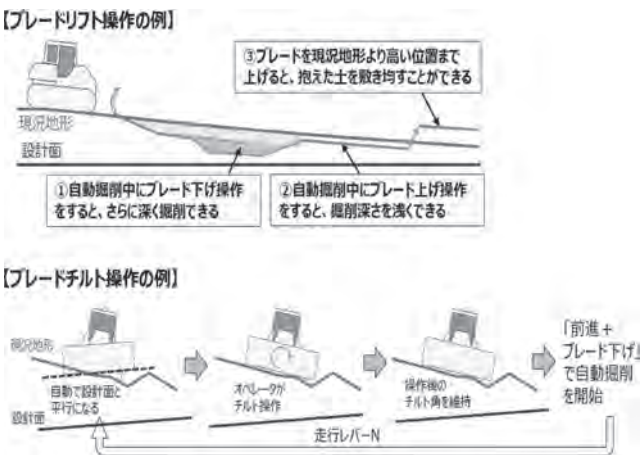
る。以下に新機能の効果を確認するため、自動掘削作業を行った試験の比較データを示す。時間当たりの掘削土量は、従来制御に対して大幅に増加し、熟練オペレータのマニュアル運転に近い掘削性能が実現できている（図一13）。

(4) マニュアル協調制御（図一14）

ブレード自動制御中であってもオペレータが作業機レバーを操作すれば、一時的にブレード上げ下げ（掘



図一13 掘削作業比較



図一14 マニュアル協調制御概要

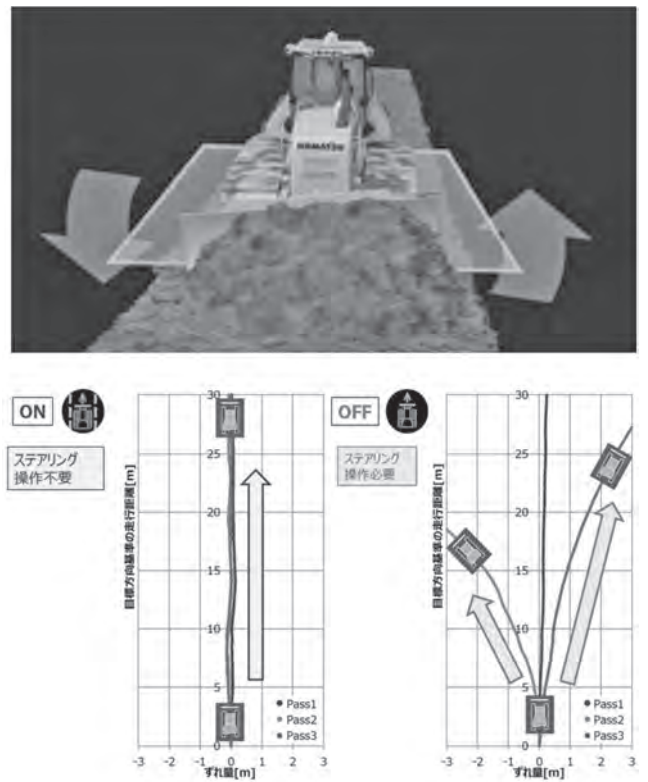
削深さ) やチルト角度を任意量に固定できるマニュアル協調制御を追加。これにより、自動制御中でもオペレータの意思で掘削深さや斜面角度を調整でき、オペレータの好みを優先した作業を可能にしている。

(5) チルトによる直進補正機能（図一15）

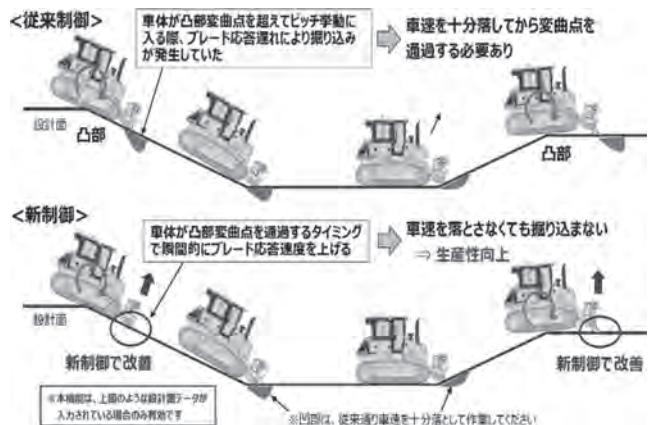
ブレードの偏荷重による抵抗で車両の進行方向が変わる場合に、ブレードチルトを使い自動的に直進補正をかける制御を追加。オペレータが車両の進行方向を修正するステアリング操作を不要にした。

(6) 変曲点縦断整地の高速化（図一16）

北米の宅地造成現場では、変曲点を通過しながら整



図一15 直進補正機能



図一16 編曲地形整地の高速化

地する作業が多いが、傾斜を通過する際のブレード応答遅れで掘り込んでしまう事例が見られ、車速を十分落とす必要があった。新制御では、凸部変曲点を通過する際に、瞬間的にブレード上げ制御の応答性を上げることで、車速を落とさずに整地を行えるように改良している。

5. おわりに

本新機種 D71-24 は市場の強い期待を受け導入した。これまで市場から高い評価を受けている D37-D61HST 車の滑らかさに加え、力強さと機動性を兼ね備えた最高のブルドーザに仕上がったと自負しており、お客様に深く満足していただける商品であると確信している。

JCMA

【筆者紹介】

加美川 忍 (かみかわ しのぶ)
コマツ
開発本部車両第三開発センター
油圧ショベル・ブルドーザ開発グループ



中野 裕一 (なかの ゆういち)
コマツ
開発本部車両第三開発センター
油圧ショベル・ブルドーザ開発グループ



新型 13 t 級油圧ショベル

SK125SR-7/SK135SR-7/SK130SR+-7

杉野 聡

13 t 級油圧ショベルは重機ショベル国内総需の約 40% を占める汎用性の高いモデルである。7 t 級ショベルより生産性が高く、20 t 級より狭所作業性に優れており、市街地や郊外の造成、河川など一般土木工事から産業廃棄物処理、建物解体、林業など幅広い現場で活躍している。近年では ICT 建設機械としても活躍している。

本稿では、油圧ショベルに求められる作業性能だけでなく、安全性やオペレータの快適性、デザイン性を向上させた新型の後方超小旋回油圧ショベル SK135SR-7（以下「本開発機」という）について紹介する。
キーワード：油圧ショベル、後方超小旋回、SK125SR-7、SK135SR-7、SK130SR+-7、産廃仕様

1. はじめに

日本の建設現場は、道路工事や管工事などのインフラ工事や建物が隣接する現場での解体工事、建屋内での産業廃棄物処理など狭隘な場所での作業が多く、機械後方の張り出しが少ない後方超小旋回ショベルが一般的に使われている。

また近年は、建設業における労働人口減少を背景に、魅力ある建設現場の実現に向け、管理監督者の安全意識の高まりや更なる生産性向上ニーズに対応した建設機械が求められている。

本開発機（写真—1）は 2019 年 5 月に販売開始した新型 7 t 級油圧ショベル「SK75SR-7」のコンセプトを踏襲した 7 型シリーズとして、作業効率や生産性を従来機比で大幅に向上させるとともに、安全性や快適性を追求し、各種新機能の追加と、外装及びキャブ内装を一新したモデルである（従来機である SK135SR-5 を写真—2 に示す）。

また、様々な使用用途のニーズに対応するため従来機同様の建物解体仕様、林業仕様に加え、今回新たに粉塵の多い産廃処理現場に適合した産廃専用機を開発した。

2. 本開発機のコンセプト

本開発機では、7 型シリーズの「Performance×Design（パフォーマンス クロス デザイン）」をコンセプトに、ショベルの基本性能である掘削力や作業スピード



写真—1 本開発機



写真—2 従来機

の向上、安全機能の向上、多用途への対応などの体感できる Performance とキャブ内快適性の向上、堅牢かつ先進的な内外装の Design を実現した。

具体的な開発項目を以下に記載する。

(1) 生産性の向上

従来機から低燃費性能と低騒音で高い評価を得ているが、これに加えて作業効率を上げるため、掘削負荷に応じた最適な油圧制御へ変更し、さらにバケットシリンダやバケットピン間距離を見直すことで掘削力を向上させ、サイクルタイムを従来機比8%改善した。

従来機では、尿素水タンクを機械上部に設定しており、尿素水給水時、機械上部へ上がる必要があったが、本開発機は、尿素水を地上から給水できるレイアウト(写真-3)に改善することで、ピットインタイムを削減した。



写真-3 尿素水の給水

(2) オペレータ視点の快適性向上

作業中及び作業外で快適な空間を提供するためにサスペンションシートを標準設定した。

エアコンの風が効率よくオペレータに当たるように、背面から首元に向けた送風を追加設定した(写真-4)。また、直感的にエアコン操作がしやすいダイヤル式を採用し、夜間でもわかりやすいようにバックライトを追加した。



写真-4 キャブ内装

モニターは10インチ大型モニターを搭載し、必要な情報を読み取りやすく、さらに運転姿勢でモニター操作を手元で容易にできるようにジョグダイヤルを設定した(写真-5)。



写真-5 10インチ大型モニターとジョグダイヤル

(3) 環境対策(騒音, 燃費)

従来機同様に iNDr (Integrated noise & dust reduction cooling system) を踏襲することで、国内超低騒音基準を達成している。周囲環境への配慮はもとより、疲れにくい作業環境をオペレータに提供している。

燃費については、(1)の通り、油圧システムの効率向上によりサイクルタイム短縮を実現しており、同じ容量の燃料で行える作業量を従来機比で9%改善している。

(4) 多様な先端アタッチメントにマッチング

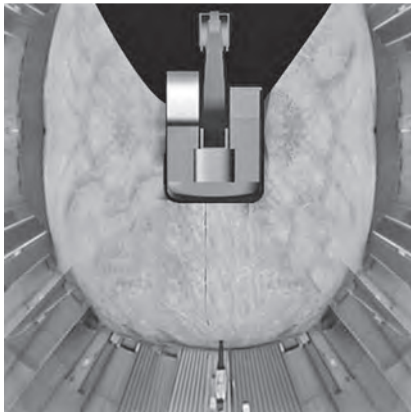
13t級ショベルは汎用性が高く、様々な用途で使用されるため、幅広い種類の先端アタッチメントが装着される。アタッチメントによって設定圧力や必要流量が異なること、また、その重量や作動圧の違いから複合操作時の動きが変わってしまうことから、容易な油圧設定変更、複合操作性への改善要望があった。

本開発機では、アタッチメントモードの選択数を11個に増加させ、バケット、ブレーカ、ニブラの従来機同様のモードに加え、回転グラブ、チルトローテータなど様々なアタッチメントモードを新規設定した。事前に各種設定項目をプリセットしておけば、モニター操作だけで最適なアタッチメントモードをセットすることが出来る。

各アタッチメントモードは、各固有の操作性課題に対応できるサービス機能を設定し、流量及び圧力をモニター操作でチューニングできる。

(5) 安全性の向上

高まりつつある建設現場の安全要求への対応として、後方、左/右方の3方向のカメラを標準設定することで、機械周囲の広い範囲を10インチ大型モニターで確認できるようにした。各カメラの個別画像に加えて、3方向カメラの鳥瞰合成画像も10インチ大型モニターに表示できる(写真—6)。



写真—6 3方向カメラの鳥瞰合成画面

シートベルトについては、装着を促すシートベルトアラーム表示を追加した。作業灯/前照灯はLEDを採用することで照度アップと消費電力を低減、夜間の視界確保に貢献する。室内灯もLEDを採用し、さらにドア開閉と連動した自動点灯機能を追加している。

エンジン始動時にパスワード入力設定機能を設けることで、盗難等に対するセキュリティを強化した。

(6) ITを活用した予防保全システム

従来機同様にエンジン水温や作動油温などをセンシングして、分析結果に基づいたメンテナンスをユーザーへ提案することで、エンジンや油圧ポンプの故障を抑制する予防保全システムを本開発機にも踏襲した。

3. 産廃専用仕様の新規設定

廃プラや紙くず、木くずなど粉塵が多く発生する産業廃棄物処理現場では作業環境が過酷で、ラジエーター目詰まりによるオーバーヒートの発生リスクが高く、頻繁なメンテナンスが必要になってくるため、非効率な作業環境となっている。このような環境への対応を目的としたiNDrシステムは、ラジエーター手前に脱着容易なiNDrフィルターを設置することで、ラジエーターへの粉塵の侵入を抑え、かつフィルターの清掃も短時間で可能としている。

しかし、産業処理現場のように粉塵の極端に多い場所では、このiNDrフィルターの清掃頻度も高くなるため、改善が求められていた。

そこで、本開発機ではiNDrシステムに加えて、油圧式のリバーシブルエンジンファン(図—1)を採用することで、エンジン冷却風とは逆方向に風を流し、フィルターに付着した粉塵を外へ除去することができる。これにより、過酷な作業現場でもオーバーヒートを起こさずに連続稼働することができた。

また、安全面への配慮から、エンジンの吸気口および排気口にゴミ等の浸入を防ぐメッシュガードを設定した。さらに、リバーシブルファンでフィルターから排出された粉塵がバッテリー上部に堆積しないよう粉塵防止カバーを設定し、容易に清掃できるようにしている。



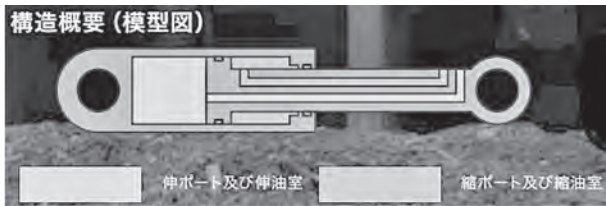
図—1 リバーシブルファン

その他、産業廃棄物処理現場のニーズに対応した本開発機の特徴を以下に記載する。

- ①処理する対象物をつかみ機(フォークなどの先端アタッチメント)で掴む際、バケットシリンダロッドやシリンダ配管を傷つけてしまい、油漏れが発生するケースがあった。本開発機では、シリンダのヘッド、ロッドを反転して搭載する外部配管倒立シリンダ(写真—7)をオプション設定した。シリンダロッド内にヘッド室/ロッド室行きの油通路(図—2)



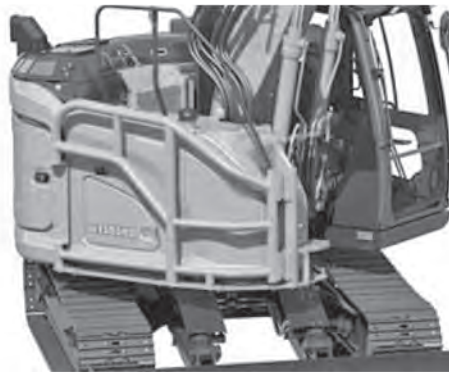
写真—7 倒立シリンダ



図一2 倒立シリンダの油通路

を設けることで、先端アタッチメントから遠いロッド部側にシリンダ配管を接続することができるため、作業時の配管損傷のリスクを軽減した。

- ②右前ガードを大型化することで、場内作業時にぶつけやすい右側パネルの破損を軽減させた(写真一8)。
- ③先端アタッチメントを手元レバーで操作できるように、ハンドコントロールプロポーショナルレバーを設定した。



写真一8 右前大型ガード

4. おわりに

少子高齢化、熟練オペレータの減少、働き方改革といった社会環境変化を踏まえて『i-Construction』で国土交通省から提唱された建設現場の生産性/安全性の向上の流れに加え、ESG事業に代表される世の中の価値観の変化を受けて、建設現場で求められるニーズは益々多様化しており、そのスピード感を増してきている。

油圧ショベルの商品開発においても、従前より建設/土木作業に求められている基本性能の追及はもとより、解体、林業、金属/資源リサイクル分野も含めた業界の抱える様々な課題解決の一助となる商品を企画、提案していくことで、誰もが働ける現場を実現し、豊かな社会づくりに貢献していきたい。

JCMA

[筆者紹介]

杉野 聡 (すぎの さとし)
コベルコ建機㈱
ショベル営業本部 商品企画部



次世代型 Cat[®] ミニ油圧ショベルの導入

五十畑 雅 敏

次世代型 Cat[®] 油圧ショベルとして小型及び中大型油圧ショベルに展開されている Next Generation Cat Hydraulic Excavator (NGH) のコンセプトを継承した、次世代型 Cat ミニ油圧ショベル（以下「本ミニショベル」という）を導入した。車両クラスは 1.5 トンから 4 トンの小旋回油圧ショベルで、世界中から寄せられた顧客の声と更なる車両の改良点を抽出、反映させた。それらは、オペレータ視点から抽出された性能改善のみではなく、オペレータの技能・経験、さらには車内環境を改善させる機能。整備・車両メンテナンス視点から抽出されたチルトアップ機構。アフターサービス視点でのコンポーネントレイアウトの共通化、部品供給の改善などが盛り込まれている。本稿ではこれらの新機能や特徴について紹介する。

キーワード：油圧ショベル，小旋回，チルトアップ機構

1. はじめに

2017 年に導入された 20t クラスの次世代型 Cat 油圧ショベルに続いて、ミニ油圧ショベルでも 2018 年に 2t クラス、2021 年に 3t クラスを導入した。モデルラインナップは 1.5t から 4t まで、海外仕様を含めた 9 モデルであり、小型及び中大型油圧ショベルから続く Next Generation コンセプトと特徴を継承している（図—1）。それに加えて、現在世界中にある既存機を通して入手された要望を分析し「顧客の声」を抽出した。そして、「顧客の声」を反映した試作試験機を製作し、顧客による試運転ならびにインタビューを重ね、本ミニショベルの新機能を確立した。それらは車両の性能改善だけではなく、オペレータ視点、整備・メンテナンス視点、アフターサービス視点といった、車両にかかわるあらゆる視点からの「顧客の声」を反映させている。

従来からミニ油圧ショベルは一般土木工事で使用されることが多く、「多用途性」を求められるのも一つの特徴である。工事はレンタル車両を使うことも多く、利用するユーザは年齢、技術、経験も様々であり、工事現場も公共工事から住宅地など多岐にわたり、使用するアタッチメントも数限りなく、非常に幅広く色々な環境下で利用されている。本稿で紹介する本ミニショベルは、前述の「顧客の声」と「多用途性」に応えるために開発された。掘削・吊り作業といった車両性能改善と共に、自分の好みの操作方法に設定変更

可能な「作業機操作チューニング」、快適なオペレータ空間のための「エアコン機能（2t クラス）」、ホイールローダやブルドーザと共通の操作方式「スティックステアコントロール」。整備・メンテナンスでは、点検をより容易にするための「チルトアップ機構」、より長時間車両を動かし続けられるよう作動油・フィルター交換時間の延長も行った。アフターサービスでは、機種間のレイアウトを共通化することでメンテナンス性、ならびに部品共通化の改善をし、顧客の追加要望に迅速に対応できるよう部品のキット化なども行った。以降、これら新機能の一部を紹介する。

2. 製品群，仕様

本ミニショベルとして導入した機種は 9 モデルあり、そのうち国内導入は 301.7CR、302CR、303CR、303.5CR、304CR の 5 モデルである（表—1）。これらは Next Generation コンセプトの元、オペレータインターフェース（ジョイスティック、コントローラ、モニタなど）は上位機種も含めた共通部品を多く使用している。車両仕様としては、オペレータ保護構造 ROPS/TOPS を有する Cab、Canopy、脱着式の簡易 Canopy も開発した（写真—1）。下部走行体は固定脚走行体の他に、狭所を通過しての作業（屋内作業、住宅地造成等）も考慮した拡幅式走行体（301.7/302/304）も準備した。その他従来同様のオプション設定として、ゴム／鉄クローラ、スタンダード／ロングスティック



図一 次世代型 Cat® ミニ油圧ショベル

表一 主な国内仕様表

	301.7 CR	302 CR	303 CR	303.5 CR	304 CR
全長 (mm)	3,620	3,990	4,510	4,810	4,880
全幅 (mm)	990	1,400	1,550	1,780	1,525
機械質量 (kg)	1,830	1,955	2,980	3,445	3,840
最大掘削深さ (mm)	2,390	2,350	2,720	2,840	3,150
最大掘削高さ (mm)	3,470	4,000	4,590	4,970	5,090

*仕様 Canopy, コパノラ



写真一 1 オペレータステーション

ク、3トン以上ではショベルクレーン仕様も揃えている。

3. オペレータ視点

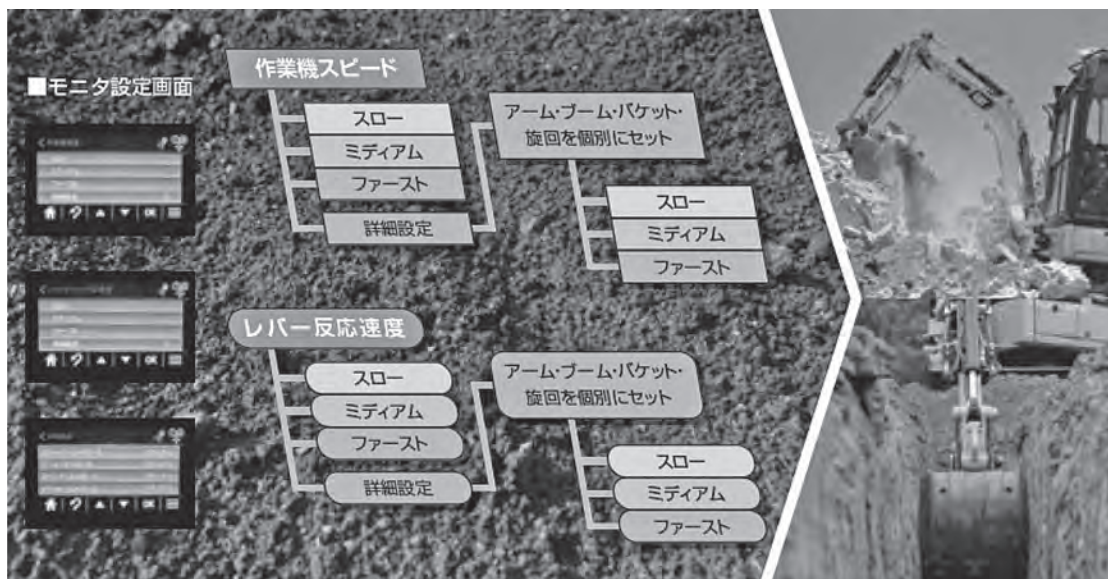
前述したように、ミニ油圧ショベルの特徴の一つに多用途性がある。様々なオペレータが車両をレンタルすることはもちろん、1台の車を様々なオペレータが同現場で使用することもある。作業現場は地下や屋内も含めた多岐にわたり、多種多様なアタッチメントを駆使して作業に当たる。ここではまず、本ミニショベルのオペレータ視点からの新機能について紹介する。

(1) 作業機操作チューニング (図一 2)

油圧ショベルの操作の好みはオペレータ個人、熟練度、あるいは国や地域によっても異なると言われている。また作業現場によってもその操作は違ってくる。周囲に障害物のない広い現場、歩行者がすぐ近くを通るような側道、あるいは隣接する住宅の狭隘地作業など、現場の状況によっても作業機の動かし方は変わってくる。そこで本ミニショベルでは、「作業機スピード」、「レバー反応速度」をオペレータが自ら、目のモニター画面で調整することが可能な機能を搭載した。「作業機スピード」は、各作業機の色を、「レバー反応速度」はオペレータが操作するジョイスティックレバーの反応感度をそれぞれ基本の3パターン（スロー、ミディアム、ファースト）から選択でき、それらを自由に組み合わせることでオペレータの要求・好み、あるいは作業現場に適切な操作に調整することができる。

(2) スティックステアコントロール (図一 3)

スティックステアコントロールは、北米などで広く使われているスキッドステア、中大型のブルドーザ、ホイールローダでは主流となっている操作方法で、ジョイスティックで走行操舵（前後進、左右操向）するものである。ミニ油圧ショベルは従来、足元2本の



図一 作業機操作チューニング概要



図一 3 スティックステアコントロール

走行レバーを前後させることで走行操舵を行ってきた。本ミニショベルではこの走行操舵を左ジョイスティックのみで行う事ができるようにした。ジョイスティックは通常作業機の操作に使われるが、ジョイスティックのボタンを押すことで作業機の操作から、スティックステアでの走行操作への切替が可能である。このスティックステアコントロールの利点は様々ある。例えば、走行操舵が左手のみで行うことができ、長距離の現場間移動、ブレードとの整地作業などを行う際も通常の掘削操作を行う姿勢のまま、ジョイスティックから手を放すことなく操作することが可能である。

(3) クルーズコントロール

クルーズコントロールは、長距離走行時などにおいて走行操作をすることなく走行継続することができる機能である。走行操作をスティックステアコントロールに切替え、左ジョイスティック裏のトリガーボタンを押すことで走行操作状態を維持するもので、レ

バーを保持し続けなくても走行を継続する。本機能は長距離移動を必要とする場合に有効であり、低速といえども悪路を長時間走行するようなケースにおいてもオペレータの快適性に寄与できると考える。

(4) Cab エアコン

302CRにおいては、Canopy仕様、Cabヒータ仕様の他に、Cabエアコン仕様を追加した。従来このクラスでは車両が小さいためユニットの配置スペースが限られ、またエンジン出力からも十分なエアコン性能を発揮することは難しかった。次世代型Catミニ油圧ショベルでは、電動コンデンサを車両後方上部に配置することでこのクラスでのCabエアコン設定を可能にした。密閉式Cabでのエアコン性能は十分な冷却性能を持ち、このクラスにおいても上位機種同様、オペレータが快適に作業することが可能になった。

4. 整備・車両メンテナンス視点

今回、本ミニショベルを9モデル導入したが、そのレイアウトはほぼ共通にした。主なコンポーネントのレイアウトを共通にすることで整備作業者に理解されやすくなった。本ミニショベルでは、チルトアップ機構も導入し、さらに点検・整備の改善も行った。

(1) チルトアップ機構 (写真-2)

今回開発した運転室のチルトアップ機構は、既存機のメンテナンス性をさらに向上させる機構である。特に床下に配置した油圧機器、ならびにエンジンへのアクセスを大幅に改善する目的で、チルト機構の支点をキャビン後方とした。チルト角は作業者の上半身が無理なくオペ下にアクセス、点検・整備作業が可能な開口角度とし、自動メカロック機構によりチルト状態を常に安全に保っている。チルト時の安定性を確保するために追加保持バーも装備している。チルト状態にすることにより床下の油圧ホース・配線・機器は全て見渡すことができ、エンジンへのアクセスも容易である。ただし、このチルトアップ機構は特別な点検・修理の場合を想定しており、通常の日常点検は従来機種同様、左右ならびに後方カバーを開けることで十分可能である。



写真-2 チルトアップ機構

(2) サービス時間の延長

チルト機構に加え、車両点検・整備サービスの頻度を減らすために使われる作動油に特殊な添加剤を加え、そのオイル交換間隔を延長させた。これにより車両整備・メンテナンスの頻度を少なくすることができるだけでなく、稼働可能時間が延び、操業コストが改善、最終的には所有コストも引き下げることができると期待している。

5. おわりに

本稿にて紹介した本ミニショベル次世代型 Cat ミニ油圧ショベルは、世界中から収集した「顧客の声」を反映し、ミニ油圧ショベルの特徴である「多用途性」に着目しながら、車両に携わるいろいろな視点に対し新機能を数多く搭載したものとなっている。これらの機能がミニ油圧ショベルを使う関係者に対し、改善の一つのソリューションになることを期待している。

謝辞

最後に、本開発ならびに執筆にご協力いただいた皆様に感謝すると共に、引続き世界中の多くのお客様のニーズに合った製品を開発していく所存である。

JCMA

【筆者紹介】

五十畑 雅敏 (いそはた まさとし)
キャタピラー・ジャパン合同会社
ミニ油圧ショベル開発部 新規開発プロジェクト
プロジェクトチームリーダー



振動ローラ自律運転システムを搭載した コンセプトマシンの開発

田中正道・日暮昌輝・佐藤毅一

我国の建設業においては、生産労働人口の減少、熟練技能者の高齢化を背景として、省人での生産性向上が課題となっており、自律運転する建設機械の開発に期待が寄せられている。そこで、人と機械が協調し、施工現場全体の安全性と生産性の向上を図る協調安全と、高度な自律運転の両立を実現する協調型建設機械の核となるシステムプラットフォーム「ZCORE」(ズィーコア)の思想を搭載した振動ローラ自律運転システムのコンセプトマシンを開発した。

本自律運転システムは、走行経路ミッションを指示する運行システム、作業履歴をリアルタイムで見える化した転圧進捗管理システムと、施工現場の変化に対応できる「認識・判断・実行」機能で構成される。本稿では締固め作業の省人化・生産性向上に寄与する振動ローラ自律運転システムについて概要を紹介する。

キーワード：自律、自動、振動ローラ、無人、協調安全、無線

1. はじめに

我国の建設業においては、生産労働人口の減少、熟練技能者の高齢化を背景として、省人での生産性向上が課題となっており、自律運転する建設機械に期待が寄せられている。

そのため、施工現場の安全性と生産性の向上を図るためのICT・IoTシステムや、人と協調して作業する自律型建設機械の開発に取り組んでいる。そのひとつとして、土工用振動ローラによる自律運転システムを開発した。

道路は、大きく分けて路床、路盤、基層、表層の4つの層から成り立つ。土工用振動ローラは、土台となる路床の締固めで活用され、ダムや空港、宅地造成などの整備でも使用する。強靱なインフラを構築するためには、荷重を十分支持できるだけの強度を備えた土台を形成する必要がある。均一に踏み残しが無いよう機械を何度も往復移動させる必要がある。そのため、自律運転には高い走行精度が要求される。

本稿では、締固め作業の省人化・生産性向上に寄与する振動ローラ自律運転システムについて概要を紹介する(写真-1)。

2. 車体

土工用振動ローラは、転圧ドラム、転圧ドラム支持



写真-1 振動ローラ自律運転システム搭載機 (コンセプトマシン)

フレーム、ステアリング・オシレート部、運転席、リヤフレーム、リヤタイヤ、エンジンなどから構成される締固め機械である。ZC120S-6(以下、本量産機という)は、初めて開発した土工用振動ローラである(写真-2)。

本量産機は、最高走行速度調整や前後進操作、エンジン回転数制御などに電気制御方式を採用することで、オペレータ操作感覚をソフトにて調整が可能である。また、転圧ドラム用の回転センサ、リヤタイヤ用の回転センサ、ステアリング角度センサ、車体傾斜角度センサなど各種センサの搭載を可能とし、機械状態の把握を可能としている。これら電気制御化やセンサの搭載により、自律運転システムを比較的容易に組み込むことが可能となっている。

また、本コンセプトマシンは、無線リモートコントロール操作や自律運転での稼働を想定し、運転席を排除していることが外観上の特徴である。

自律運転システムに必要なコントローラやGNSS



写真-2 本量産機

アンテナ、IMU センサは、本来運転席があった空間に収納し、また運転席用のラバーマウントにて防振支持をしている。

機体の最上部にはGNSS アンテナを搭載している。

3. エンジン始動・停止

本コンセプトマシンのエンジン始動・停止は、グラウンドから操作できる本体側面の操作盤にて行う。作業中はロックが可能なカバーを有する操作盤には、ホーンボタンや非常停止ボタン、機械の状態をチェック可能な液晶モニタを搭載している（写真-3）。



写真-3 操作盤

4. 無線リモートコントローラ

トレーラなど車両運搬車への本コンセプトマシンの積込・積み下ろしや、作業現場までの移動は、無線リモートコントローラ操作にて行う。無線リモートコントローラの有効化は、操作盤にて切り替えを行うが、無線送信機の電源状況を監視するインタロックも設けている（写真-4）。

無線リモートコントローラは、前後進操作、走行速度調整、左右操舵、ホーン、エンジン回転数調整が可能である。小型軽量の無線送信機を採用し、バンドにて無線送信機を操作者の腰に固定ができ、両手を使用しての操作が可能である。また万が一、操作中にオペレータが転倒した場合や無線リモートコントローラを誤って地面に落下させた場合には、無線リモートコントローラ内の傾斜センサが検知し、機械動作を停止する機能も搭載した。



写真-4 無線リモートコントローラ

5. LED 表示器

周囲作業者との協業において、機械とのコミュニケーションは非常に重要であるため、本コンセプトマシンでは、コミュニケーションツールとしてブザー、フラッシュライト、LED 表示器を搭載した。LED 表示器は、無線リモートコントローラ操作や自律運転などの動作モードのみならず、作業状態や作業内容、作業進捗など多くの情報を表示することが可能である（写真-5）。

多くの情報を発信することで、周囲の作業者が容易に機械の動作状況や健康状態を把握でき、機械周囲の作業者と協調して施工が行うことが可能である。

6. 車載カメラとビューア

本コンセプトマシンの左右前後にカメラを搭載し、無線 LAN や LTE 回線を介して、4つのカメラ画像を



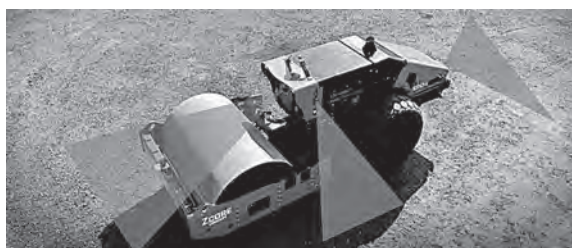
写真一5 LED表示器表示例

同時に閲覧することができるビューア機能を搭載した。

無線LANを介して得た画像はスマートフォンに表示することができ、無線リモートコントローラ使用時の視界補助として活用可能である。(写真一6)

またLTEを介して機械と接続した端末では、遠距離での作業状況把握が可能である。

夜間でも画像が取得できるように、カメラ近傍にはLEDライトを搭載した。



写真一6 車載カメラとビューア

7. 衝突被害軽減アシスト装置

車両の前方と後方に搭載した物体検知センサにより、経路上の物体を検知し、車体との距離に応じて、減速あるいは停止することで、衝突被害の軽減を支援する衝突被害軽減アシスト装置を装備した。(写真一7)。物体を検知した情報は、LED表示器に表示することも可能である。

また、車載センサの検知のみならず、稼働現場の周囲に配置したセンサにて稼働現場への作業者の侵入を検知した場合、機械を停止することも可能である。



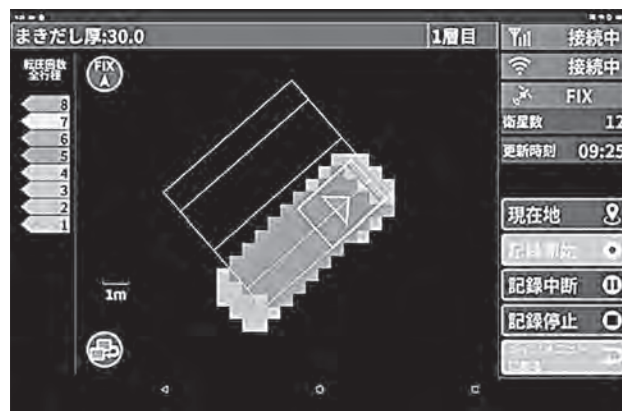
写真一7 衝突被害軽減アシスト装置

8. 転圧管理システム

Solution Linkage Compactor

Solution Linkage Compactor (ソリューション リンケージ コンパクター) は、転圧作業における土砂の転圧状況を管理するソリューションであり、施工する転圧領域の設定と、機械の走行経路、転圧実施回数を管理・表示するシステムである。

無線LANやLTEを介して機械と接続した端末により、リアルタイムで転圧状況を確認でき、衛星測位システムを活用して機械の走行データを記録し、転圧回数を色の違いで表示できるため、踏み残しや転圧が不足している箇所も一目で確認が可能となる(写真一8)。



写真一8 Solution Linkage Compactor モニタ画面

また、転圧記録をクラウドから取り出すことで、過去の作業内容の確認や、作業履歴の帳票を作成することも可能である。

9. ZCORE (ズィーコア)

人と機械が協調し、施工現場全体の安全性と生産性の向上を図る協調安全と、高度な自律運転の両立を実現する協調型建設機械の核となるシステムプラットフォーム「ZCORE」(ズィーコア)の思想を搭載した(図-1)。

これにより、オペレータが作業時に行っている「認識・判断・実行」のような高度な自律運転や、自動施工に必要な機能拡張を容易かつ柔軟に実現することが可能である。

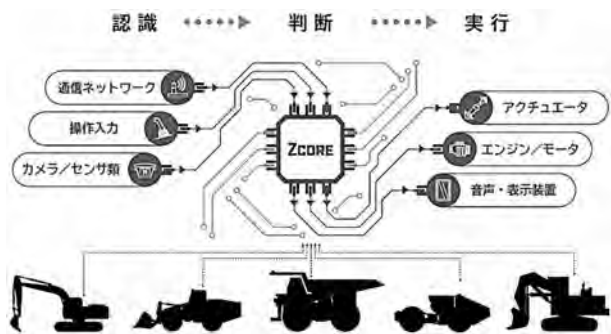


図-1 ZCORE 概念図

10. おわりに

自律運転する建設機械の市場は創生期であるため、今回開発した本自律運転システムを用いて、お客様とともに、施工現場内での運用方法を追求するとともに、監視デバイスや他の建設機械と協調したシステムへ拡張する計画である。

JCMMA

[筆者紹介]



田中 正道 (たなか まさみち)
日立建機㈱
顧客ソリューション本部 施工ソリューション統括部
施工ソリューション開発部
部長



日暮 昌輝 (ひぐらし まさき)
日立建機㈱
顧客ソリューション本部 施工ソリューション統括部
施工ソリューション開発部
主任技師



佐藤 毅一 (さとう きいち)
日立建機㈱
顧客ソリューション本部 施工ソリューション統括部
施工ソリューション開発部
技師

緊急ブレーキ装置（後進用）搭載 新型振動タイヤローラの紹介

独自の振動システムと安全性を融合させた GW754G

小竹 勇毅

振動タイヤローラは、タイヤのニーディング作用と振動締固め作用を組み合わせた動的ニーディング作用によって、アスファルト混合物の密度を増加させ表面の水密性を向上させることで、押し出しや引きずりを起こすことなく、混合物表面のヘアークラック発生を抑制し締固めることが可能である。特に、締固め密度と水密性や表面のキメが求められるアスファルト混合物などの転圧において、9～25tクラスの大型タイヤローラと同等以上の締固め効果を発揮する。本稿では、この独自の振動システムを備えている振動タイヤローラに先進の安全性を融合させ、更に施工環境への配慮など、多様な要求に応えるべく開発されたGW754G（以下、本機種という）について紹介する。

キーワード：振動タイヤローラ、安全性、施工環境への配慮、緊急ブレーキ装置、動的ニーディング作用

1. はじめに

新機種を市場に導入する際の要求事項として、エンジン排出ガス規制の適用は勿論のこと、更なる安全性の向上、施工環境への配慮など、多様性が求められている。本稿では、これら多様な要求に応えるべく開発された本機種について紹介する。

2. 本機種の紹介

写真-1に本機種の外観を、表-1に概略仕様を示す。本機種は、9tクラスの振動タイヤローラで、4段階の振幅を選択できる振動機構により、小型かつ軽量ながら25tクラスの大型タイヤローラと同等以上の締固め効果を発揮する。従来のタイヤローラの特性であるニーディング作用に振動が加わることで、動的なニーディング作用を助長させ、骨材の噛合せならびにモルタルの充填効果が向上し、緻密で耐久性の高い舗装が構築できる。特に、密度の均一性と高い水密性が要求されるSMA（砕石マッシュック舗装）の施工に活用される。

また、従来の大型タイヤローラに代わり本機種を使用することで、必須であったバラスト用の大量の水や鋼材が不要となり、重量調整時の給排水や鋼材着脱の手間が省略でき、水資源の節約と準備時間の短縮に貢献できる。



写真-1 本機種外観

表-1 本機種概略仕様

	従来機	本機種
機種名	GW751	GW754G
質量(運転質量) [kg]	9,000	9,030
寸法(全長×全幅×全高) [mm]	4,540×2,200×2,975	4,695×2,200×3,150
締固め幅 [mm]	1,950	1,950
起振力(前輪)(1/2/3/4) [kN]	6.4/19.0/32.4/45.1	6.4/19.0/32.4/45.1
起振力(後輪)(1/2/3/4) [kN]	7.8/24.5/41.9/58.4	7.8/24.5/41.9/58.4
振幅(1/2/3/4) [mm]	0.1/0.3/0.5/0.7	0.1/0.3/0.5/0.7
振動数 [Hz]	40	40
走行速度(変速) [km/h]	0～3/0～6/0～9	0～6/0～12
機関(メーカー)	クボタ	クボタ
(型式)	V3800-CR-TI-WDR	V3800-CR-TI-YDR
(定格出力) [kW/min ⁻¹]	80.8/2,400	81.8/2,400
燃料タンク容量 [L]	130	130
散水タンク容量 [L]	560	730

(1) 安全性

(a) 緊急ブレーキ装置 (写真—2)

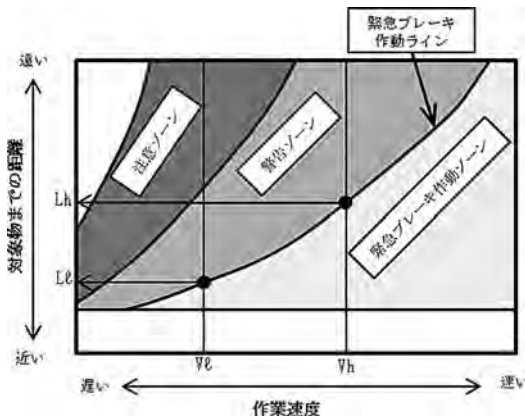
緊急ブレーキ装置は、NETIS (新技術情報システム) に登録されており (登録番号: HK-180024-A)、以下に示す3つの安全機能 (トリプル・セーフティ機能) で構成されている。

- ①セーフティ I : 車両後方に取り付けた 3D センサにより作業着や重機などの対象物を検知した後、衝突の危険が高まっていると判断した時に、衝突回避または衝突被害軽減のために緊急ブレーキを作動させる機能
- ②セーフティ II : ディスプレイの表示とスピーカからの警報音や自動音声により、オペレータと周囲作業者に警告する機能
- ③セーフティ III : 車両後方に設置した後方カメラにより撮影された画像をディスプレイに表示し常時モニタリングすることにより、オペレータの後方監視を支援する機能

検知センサには光学系の 3D センサを使用しており、発射した光の反射時間を測定している。反射時間から算出した対象物までの距離と作業速度から、衝突するまでの予測時間を算出して危険と判断した場合に自動で緊急ブレーキを作動させる。図—1 に示すように、対象物までの距離と作業速度に応じて緊急度を



写真—2 緊急ブレーキ装置



図—1 緊急ブレーキタイミング

3ゾーンに分けることで、適切なタイミングでブレーキが作動する。尚、周囲条件により検知具合は変化する。3D センサは、光の反射を測定しているため、暗色系 (紺色や黒色など) の作業着は検知しにくく、明色系 (白色、橙色など) の作業着は検知しやすい傾向にある。また、反射シート付き安全チョッキは、光が入ってきた方向に光を反射する再帰性反射材が使用されているため、非常に検知しやすい。図—2 に示すように、作業着の色や反射シートによって検知のしやすさに差が生じるため、反射シート付き安全チョッキの着用を推奨している。



図—2 作業着の色と検知のしやすさ

加えて、3D センサはその性能上、アスファルト合材の熱により蒸発した湯気 (水蒸気) や土埃なども作業着と同様に認識する特性があり幅広く検知されてしまうが、湯気や土埃などと作業着では反射強度に違いがあるため、その性質を活用することで、湯気や土埃を対象物から除去し、不必要な緊急停止を最小限に抑制することが可能となった。

図—3 に作業着と湯気の両方を検知した点群データを、図—4 に湯気データを除去した点群データを示す。

今後、更に安全性を高めるため、検知精度の向上に取り組んでいく。

(b) エンジン始動安全装置

前後進レバーがニュートラル位置かつ駐車ブレーキ



図—3 作業着と湯気の両方を検知したデータ

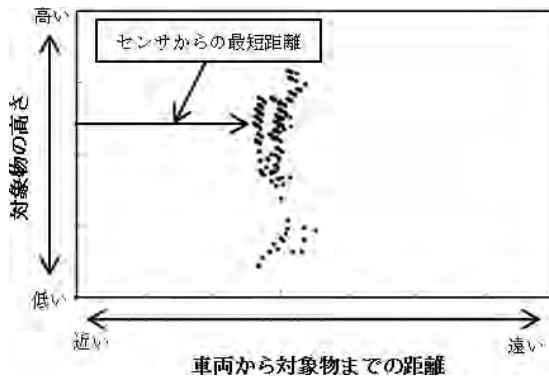


図-4 湯気を除去した検知データ

が作動している時にのみ、エンジンが始動可能となる安全装置を採用し、エンジン始動時の車両の予期しない発進を防止している。

(c) 3系統のブレーキシステム (図-5)

ブレーキシステムに異常が発生した場合でも車両を確実に停止できるようにするため、緊急ブレーキ装置に加えて、異なる3系統の車両制動装置を採用し、安全性を向上させている。3系統のブレーキは、通常ブレーキ、駐車ブレーキ、緊急足踏みブレーキに区別されている。通常ブレーキは、車両走行時に前後進レバーをニュートラルの位置に操作することによりHST(静油圧)ブレーキを作動させている。駐車ブレーキは、車両駐停車時に計器板のボタンスイッチを操作することによりネガティブブレーキを作動させている。緊急足踏みブレーキは、緊急事態時にフットペダル操作を行うことで、HST(静油圧)ブレーキとネガティブブレーキを同時に作動させている。尚、フットペダルを踏むと前後進レバーは自動的にニュートラルの位置へ戻る構造となっている。

(d) 左右90°旋回座席 (写真-3, 4)

座席、ハンドル、計器板が一体となり、左右に最大90°まで回転し固定することが可能な旋回座席の採用により、後方の視認性を向上させている。これにより、後進時の身体や首の無理な振り返り動作を少なくし、

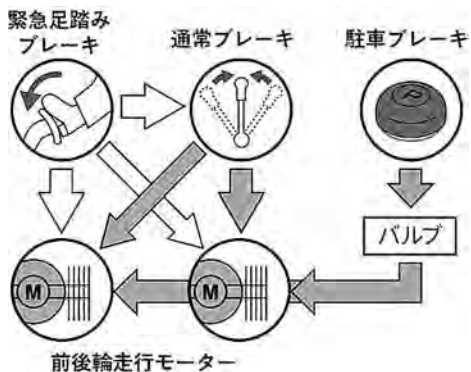


図-5 3系統ブレーキイメージ図



写真-3 右45°旋回位置



写真-4 右90°旋回位置

オペレータの負担を軽減させると共に、作業時の安全性を向上させている。

(e) ハザードスイッチ (写真-5)

ハザードスイッチを標準装備することで、作業時や駐車時の安全性を向上させている。

(f) 大型サイドミラー (写真-6)

後方の視認性向上のため、大型サイドミラーを備えている。更に、緊急ブレーキ装置の後方カメラを併用することにより、従来機よりも広い範囲が確認可能となり、車両側面の死角範囲も減少したことで、後方及び側方の安全性を向上させている。



写真-5 ハザードスイッチ



写真-6 大型サイドミラー

(g) いたずら防止システム

計器板やサイドカバー、ボンネットフード、及びバッテリーカバーに、南京錠を取り付ける事が可能ないたずら防止機構を標準装備している。

(h) 超音波式安全装置 (オプション) (写真-7)

車両前端に搭載された超音波式安全装置(当社商品名:ミハールV)は、超音波エコー検知方式(アクティブソナー)を利用し、検知エリア内に作業者を含まず障害物を検知すると、本体内蔵の警報ブザー、外部警報



写真一七 超音波式安全装置



図一七 騒音低減銘板



写真一八 バックブザーオフスイッチ

ランプ、及び外部警報ブザーでオペレータと周囲作業者に注意を喚起し、事故を未然に防ぐことができる。

(2) 施工環境への配慮

(a) 環境性能

本機種は、国土交通省が定める特定特殊自動車排出ガス2014年基準(図一六)、及び道路運送車両の保安基準平成26年排ガス規制に適合している。

ディーゼル微粒子捕集フィルター(DPF)搭載により粒子状物質(PM)の排出を低減し、大気環境へ与える負荷を軽減している。また、従来の大型タイヤローラに比べ、タイヤの振動作用により締固め効果を向上させたことで、少ない転圧回数で所要密度が得られる。そのため、燃料消費量が低減し、CO₂の排出量が削減されている。



図一六 特定特殊自動車排出ガス2014年基準適合銘板

(b) 騒音性能

国土交通省の低騒音型建設機械の指定に関する規定(低騒音基準104dB以下)を満足していることに加え、ECO(エコ)モード作業中は低騒音基準値より7dB低い騒音値となっている(社内試験比)。図一七は、低騒音基準を満足していることを示した銘板である。更に、写真一八に示すバックブザーオフスイッチを標準装備したことで、必要に応じてバックブザー音を停止させる事が可能となり、住宅街、学校、病院周辺での使用や夜間工事における周囲への騒音の影響を極力抑えるよう配慮されている。

また、橋梁上部の施工においても、橋梁下部への騒音・振動の影響はほとんどなく、低騒音(振動)施工を実現させている。

(c) 燃費性能

ECO(エコ)モードを搭載しており、作業環境に合わせて使用することで、フルスロットル時と比較し、最大13%の燃費性能向上となる(社内計算値)。ECOモードは、スロットルスイッチの操作で容易にモード切替えが可能である。ECOモードに切替えると、コンビメータのECO表示ランプが点灯し、オペレータにECOモード低燃費運転中であることを通知する。車両に貼付されるECOモードの銘板を図一八に示す。



図一八 ECO(エコ)モード銘板

(d) 締固め性能

振動タイヤの動的ニーディング効果により、自重の9tから25t相当以上のタイヤローラの締固め能力範囲を柔軟に調整できるため、施工内容に応じて、様々な質量のタイヤローラの役割を一台で担える。調整方法は振動スイッチを切替えることで、低振幅段から高振幅段まで4段階の振幅が選択可能である。

(e) 機動性能

従来モデルを踏襲し、アーティキュレート式フレーム構造を採用することで、従来の大型タイヤローラに比べ旋回時の踏み残しが少なく、レーン移動の際も小回りが利き機動性は抜群である。更に、従来機よりも車両最高速度が速くなったことで、待機場や施工レー

ンへの移動時間が短縮し、移動時のストレスも緩和される。

(3) 主要装備

(a) アクセサリソケット (写真—9)

電気製品を使用する際の電源 (12 V) の取出しを容易にするため、ダッシュボードにカバー付差込式アクセサリソケットを標準装備している。



写真—9 アクセサリソケット

(b) 液晶モニタ付きコンビメータ (写真—10)

従来のコンビメータでは表示できずに計器板内に点在していたディーゼル微粒子捕集フィルター (DPF) の警告灯や、積算計、エンジン関連の警告灯、ECO (エコ) 表示ランプを、一つのコンビメータに集約したことで、視認性が向上し容易に車両の状態を把握することが可能となった。



写真—10 液晶モニタ付きコンビメータ

(c) ディーゼル微粒子捕集フィルター (DPF) 駐車手動再生要求音声アラーム (写真—11)

コンビメータの点滅表示に加え、手動再生実行を促す音声アラームを標準装備することで、オペレータは視覚的・聴覚的に DPF 手動再生要求が発報されていることを確認できるため、再生忘れを防止することができる。

(d) サスペンション付きシート (写真—12)

振動吸収サスペンション付きシートの採用により、



写真—11 DPF 駐車手動再生要求アラーム



写真—12 サスペンション付きシート 写真—13 大型キャノピー

走行時の乗り心地が向上し、オペレータの負担が軽減している。

(e) 大型キャノピー (写真—13)

キャノピーを大型化したことで、日よけ範囲が広がり、快適性を向上させている。

3. おわりに

振動タイヤローラは、コンパクトな車体、高い締固め能力、機動性により、幅広い工事で使用することができる。本稿で紹介した本機種 GW754G は、その従来型振動タイヤローラの利点を維持しつつ、施工環境への配慮と安全性を追求した新型振動タイヤローラである。施工環境に及ぼす負荷の低減や建設機械の安全性の向上に対する要求はより一層高くなると考えられ、引き続き取り組まなければならない課題である。

今後もこれらの要求に応え、タイムリーに製品を提供し貢献できるよう、開発に努めたい。

JICMA

[筆者紹介]

小竹 勇毅 (こたけ ゆうき)
酒井重工業(株)
開発本部 製品開発部 開発第2グループ



外部認識機能を搭載した 自動運転油圧ショベルの開発

武石 学・土井 隆行・野田 大輔

近年、建設機械の自動運転技術の開発が盛んに行われており、その中でも多様な作業に適用できる油圧ショベルの自動運転技術の開発が強く望まれている。そこで筆者らは、ティーチングプレイバック方式の自動運転油圧ショベルに外部認識機能を加えて、土砂位置とダンプトラックの荷台位置を考慮して動作する自動運転システムを開発し、実証実験を行った。その結果、土砂の荷こぼし、ダンプトラックへの接触もなく、自動運転による積み込み作業が現場適用できることを確認した。また、外部認識機能を用いることで、オペレータ1名が通常の油圧ショベルを操作しながら自動運転ショベルの運転管理が可能であることを確認した。本稿では、開発した外部認識機能と実証実験結果について報告する。

キーワード：油圧ショベル，自動運転，ティーチング，外部認識，LiDAR

1. はじめに

建設業界では、就労者数の減少や就労者の高齢化への対策として、建設機械の自動運転技術のニーズがあり、なかでも多様な作業に適用される油圧ショベルの自動運転技術は、開発が強く望まれてきた。そこで筆者らは、実際のオペレータの油圧ショベル操作を各種センサで記録し、記録した操作を再現することで繰り返し作業を自動化するティーチングプレイバック方式による自動運転技術を開発した^{1), 2)}。さらにセンサで周辺の状態を把握する外部認識機能を追加し、土砂とダンプトラックの荷台位置に応じて動作位置を調整することで効率的な作業が可能となる自動運転システム（以下自動運転システム）を開発し、現場への適用性を実証実験により検証した。本稿では、開発した外部認識機能と実証実験結果について報告する。

2. 技術開発の内容

自動運転システムが対象としている作業内容は、運転手が苦渋に感じる単純な繰り返し作業である。自動運転システムでは、実際のオペレータが油圧ショベルを操作した際の各部位の挙動を各種センサで記録し、記録した操作を再現する形で運転を自動化している。しかし、自動運転においては単純な掘削・積み込み作業であっても、掘削対象である土砂の位置や形状は一定ではないため、対象物の状態を正確に認識できてい

ないとバケットが適切に土をすくい取ることはできない。同様に、積み込み対象であるダンプトラック荷台位置が把握できないとダンプトラックへの接触や荷台からの土こぼれが生じることとなる。

そこで、外部認識機能として油圧ショベルにLiDARとカメラを搭載して外部にある対象物の形状と位置を計測し、その情報をもとに動作の制御を行うことで効率的な自動運転が可能になると考えた。このとき、制御システムの開発はMBD（モデルベース開発）、外部認識機能の開発はROS（Robot Operating System）環境を適用して全体的な開発効率の向上を図っている。

3. システム概要

今回開発した自動運転システムの概要を以下に示す。

(1) 使用機械

自動運転に使用した油圧ショベルはコベルコ建機製のSK135SR-5である（写真—1）。

(2) システム構成

油圧ショベルには位置・姿勢情報を取得する角度センサ、加速度計など各種センサを搭載しており、これらのセンサ情報は制御コントローラ（写真—2）に集約される。外部情報はLiDARとカメラから取得し、その情報は周囲認識コントローラ（写真—3）に集約され、対象物の認識を行っている。



写真-1 自動運転に使用した油圧ショベル

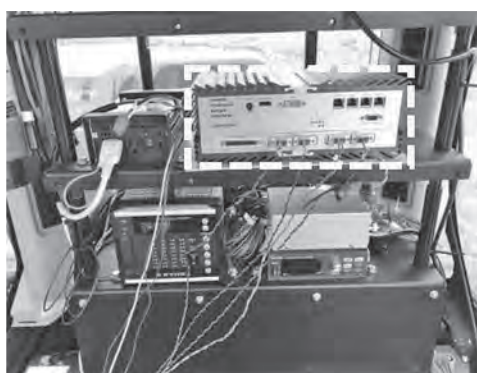


写真-2 制御コントローラ



写真-3 周囲認識コントローラ

(3) 制御概要

オペレータは油圧ショベルを操作して自動運転させたい動作を行い、その際のバケット、アーム、ブームなどの各部位の状態をセンサで記録し、その記録した各部位の状態を再現することで自動運転するティーチングプレイバック方式を採用している。これら動作内容の記録と再現指示は、タブレットから遠隔で行うことができるため、複数の油圧ショベルを1人で自動運転させることが可能である。

オペレータが操作した際の油圧ショベルの挙動が自動運転動作の基本となるが、外部認識機能で検知した対象物の形状や位置からバケットに適切な土量をすくい取れるように掘削位置の調整を行っている。同様にダンプトラック荷台位置を検出することで、荷台に均一かつ荷こぼれなく積み込むことが可能となる。外部

認識機能の採用により、自動運転の無駄ない効率的な動作を実現したことが本システムの大きな特徴となっている（図-1）。

(4) 外部認識機能

LiDAR とカメラを搭載し、AI を用いて掘削対象物と積み込み対象部の位置と形状を認識、判断する外部認識機能である（写真-4）。

(a) 掘削対象物の認識機能

AI のひとつである教師なし学習のクラスタリングを用いて、LiDAR 点群情報から掘削対象である土砂山を判別し、土砂山の位置と高さを精度良く検知することができる。

(b) 積み込み対象部の認識機能

積み込み対象部であるダンプトラックの運転席背面にあらかじめ AR マーカを設置する（写真-5）。AR

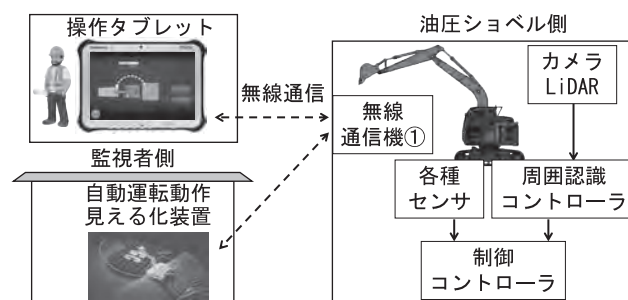


図-1 機器構成



写真-4 搭載した LiDAR とカメラ



写真-5 ダンプトラックへの AR マーカ

マーカをカメラで検知してダンプトラックを特定し、LiDAR 情報を使用することでダンプトラックの荷台の位置を精度良く検知することが可能である。

(5) 安全支援装置

自動運転動作する油圧ショベルが許容動作範囲を逸脱しないように、記録した動作内容と自動運転中に計測された動作内容を表示し、自動運転の動作が見える化できるシステムを備えている(写真一六)。自動運転する範囲から逸脱した場合、監視者が非常停止スイッチを押すことで運転を停止させるための安全支援装置となっている。

4. 実験方法

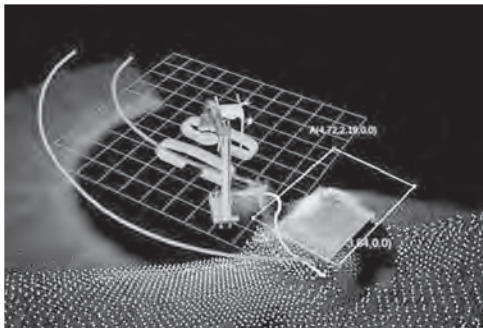
開発した外部認識機能が対象物を正しく認識・判断でき、その内容をもとに人の運転操作と同様に自動運転できることを実験により確認した。実験は積み上げた砂をダンプトラック荷台へ繰り返し積み込む一連の動作について検証した(写真一七)。

自動運転の動作手順は次の通りである(図一2)。

1) 自動運転システムで油圧ショベルの各部位の挙動

であるセンサデータの記録を開始する。

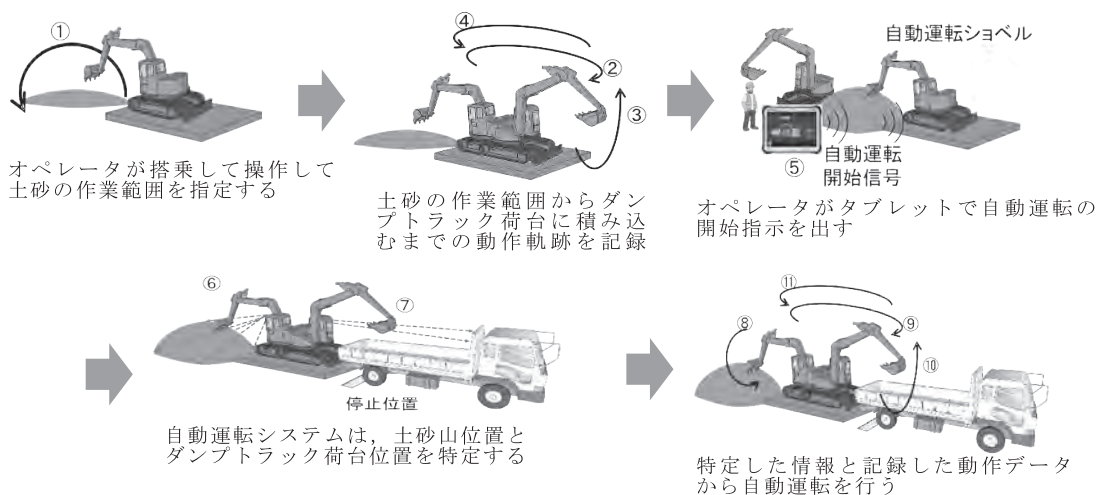
- 2) オペレータが油圧ショベルを操作し、バケットの刃先位置によって掘削対象となる土砂の作業範囲を指定する(①)。
- 3) オペレータが土砂の作業範囲からダンプトラック荷台に積み込むまでのショベルの動作軌跡を記録する(②→③→④)。
- 4) 自動運転システムの記録を停止する。
- 5) 通常の油圧ショベルを操作しているオペレータが操作タブレットで自動運転ショベルへ記録した動作の再現を指示する(⑤)。
- 6) AIによる外部認識機能で検出、認識した掘削対象の土砂山の形状・位置と積み込み対象のダンプトラック荷台を特定する(⑥→⑦)。
- 7) 特定した情報と記録したセンサデータから、自動運転システムが掘削位置と動作経路を自動生成して自動運転の動作を実行する(⑧→⑨→⑩→⑪)。
- 8) 自動運転システムの外部認識機能は、バケットにすくい取った土砂量を計測でき、ダンプトラックへの土砂積み込み累積量が設定値を超えると積み込み動作を自動的に終了する。



写真一六 自動運転動作の見える化



写真一七 自動運転の状況



図一2 自動運転の動作手順

5. 実験結果

(1) 外部認識機能の実験結果

図-3のようにLiDARで計測した情報とAIを用いて土砂山を認識することができた。LiDARの点群情報に対して、判別した土砂山の位置形状は掘削位置の基準となる地点で±200 mm以内の差異であったことから、自動運転に問題のない精度で位置形状を認識できていると考える。

また、LiDARとカメラによる情報からAIが算定したダンプトラックの荷台位置は、ショベルとの相対位置で実測に対して±50 mm以内の差異であったことから、現場適用に問題のない精度で認識できていることを確認した(図-4)。

(2) 自動運転の実験結果

自動運転の掘削動作時と積み込み動作時のバケット刃先端の軌跡を図-5に示す。実験ではオペレータが別ショベルの運転席からタブレットを操作し、土砂の掘削とダンプトラックへの積み込みが可能であり、1人で2台の油圧ショベルを操作できることを確

認した。この時、土砂の荷こぼし、ダンプトラックへの接触もなく、十分に現場で適用できる積み込み動作であった。

(a) 掘削動作

繰り返し作業において、自動運転システムは認識した土砂山位置から自動的に掘削開始位置を決定できた。また、図-5に示したように、土砂山範囲をバケットですくう毎に次の掘削位置を横ずらしする一連の動作で、想定通りに土砂山全体を連続的に掘削できた。

(b) 積み込み動作

自動運転システムは、認識したダンプ荷台位置から自動的に積み込み位置を決定し、ダンプ荷台範囲内で自動的に積み込み位置を前後にずらすことで、ダンプ荷台全体に平均的に土砂を積み込むことができた。また、バケットにすくい取った土砂量を計測し、ダンプ荷台の累積土砂量が設定値を超えると自動的に積み込みを終了した。その後、自動的にダンプ荷台の土砂を整形するための均し動作も適切に行われた。

6. 現場実証

現在、開発した自動運転システムの現場適用性を検証するため、実際の現場で実証実験を行っている(写真-8)。シールド工事の現場において、ピットに貯留している掘削土砂をダンプトラックに積み込む作業を自動運転で行い、安全性や有人運転との速度比較な

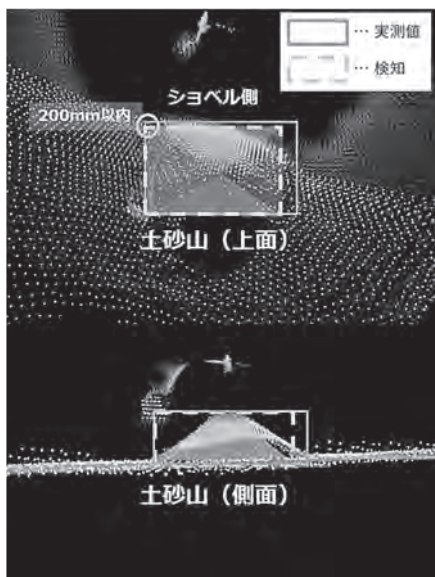


図-3 土砂形状・位置の認識結果

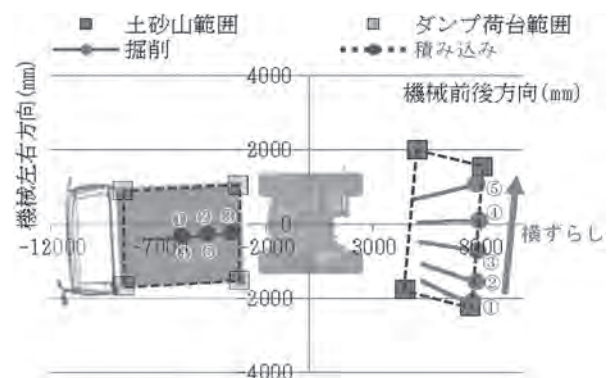


図-5 認識結果から自動的に決定した刃先軌跡

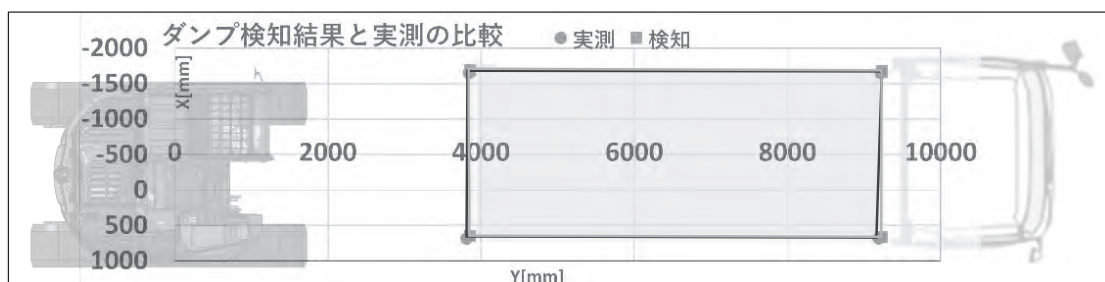


図-4 ダンプ荷台位置の検出結果



写真-8 自動運転の現場実証

どを検証するものである。指定した自動運転の許容動作範囲を逸脱することもなく、安全性については問題ないレベルであるものの、データ通信の安定性や動作速度について現場適用に向けた改善を行っているところである。

7. おわりに

開発した外部認識機能が対象物の形状や位置を現場適用に問題ない精度で検知でき、より効率的な自動運転が可能であることを確認した。また、外部認識機能を用いて動作内容を自動運転することで、オペレータ1名が通常の油圧ショベルを操作しながら自動運転ショベルの運転管理が可能であることを確認した。これにより、省人化、生産性の向上に繋がる自動運転システムであることが実証できたと考える。

現在、自動運転システムの現場適用性を実際の現場で検証しているが、今後の展開として、走行や多様な作業に適用できるより高度な自動運転システムを開発することで、さらなる生産性向上を実現したい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 武石学ほか：自動運転油圧ショベルの現場実証報告，土木学会第75回年次学術講演集，VI-1135，2020
- 2) 武石学ほか：自動運転油圧ショベルの現場実証，令和2年度「建設施工と建設機械シンポジウム」，No.41，2020

【筆者紹介】



武石 学 (たけいし まなぶ)
 ㈱安藤・間 建設本部
 技術研究所 先端・環境研究部
 先端グループ長



土井 隆行 (どい たかゆき)
 コベルコ建機㈱ 技術開発本部
 先端技術開発部
 自動運転システム開発グループ長



野田 大輔 (のだ だいすけ)
 コベルコ建機㈱ 技術開発本部
 先端技術開発部 自動運転システム開発グループ
 アシスタントマネージャー

四足歩行ロボットを用いた現場管理業務の遠隔化・自動化に向けての取組み

錦古里 洋介・三室 恵史・千葉 力

建設・土木業界ではデジタル、ロボット技術を用いた開発が盛んに行われている中、昨今登場した四足歩行ロボットはその高い性能から段差や階段といった移動時の障害物や、工事進捗に伴う周囲の変化にも追従できる能力を有し、適用が期待されている。筆者らは、このロボットを現場に配置し、現場職員の移動や業務の時間縮減を目的に現在研究開発に取り組んでいる。本稿では、3社が共同して実用に向けて加速を図っている3つの取組み「テレプレゼンス機能」「自動巡回による写真撮影機能」「トンネル坑内の自動計測機能」の開発・展開について現状を報告する。

キーワード：建設，土木，四足歩行ロボット，現場管理業務，遠隔化，自動化

1. はじめに

建設・土木業界は、慢性的な人材不足や高齢化という問題を抱えており、かつ一般に他産業よりも業務時間は長くなりがちといわれている。近年デジタル技術やロボット技術を用いた業務改革が社会全般で推し進められてきているが、当業界も他業界と同等以上に改革が期待され、各所で研究開発が進められている。本稿では、2018年から進めている四足歩行ロボットを用いた現場管理業務の遠隔化、自動化についての筆者らの取組みを述べる。なお、本取組みは2020年から会社の垣根を超え、鹿島建設㈱、㈱竹中土木、㈱竹中工務店の3社共同研究として進めている。その目的は研究開発行為の合理的な分担や成果の共有であり、開発速度の加速や成果の享受の裾野が広がることにも寄与する狙いがある。

2. 四足歩行ロボットの特長

筆者らが研究題材として扱っている四足歩行ロボットは Boston Dynamics Inc. (アメリカ 以下 BD 社という) 製の「Spot」である。2017年末に「Spot Mini」として発表されたが、現在は「Spot」(以下本ロボットという) と呼称される。外観を写真-1、主要諸元を表-1に示す。本章にて建設・土木現場での使用に適していると判断した主な特長について説明する。

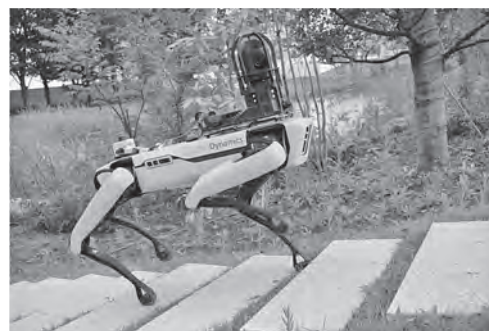


写真-1 四足歩行ロボット外観

表-1 主要諸元

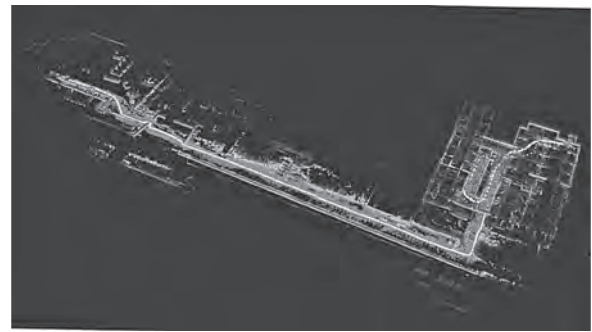
項目	仕様
自重	32.5 kg (バッテリー含む)
寸法	全長 1,100 mm 全幅 500 mm 全高 840 mm (立位時: 背中レベルまで)
平均作動時間	1.5 H (ペイロードなし)
積載荷重	約 14 kg
最高歩行速度	1.6 m/s
最大乗越え可能段差	300 mm
最大登坂角度	± 30 deg

(1) 移動能力

最大の特長が四足での移動能力である。建設・土木現場には必ずある段差や階段、法面などについて、本ロボットは自ら判断し乗越え、昇降することができる。また、一定以下の大きさの障害物に対しては自力で迂回することができる。この動作はいずれも本ロボットが自律的に動作してくれるため、特別な操作を必要としない。この移動能力は、建設・土木現場の環



写真—2 階段昇降の様子



写真—5 内部マップの例

境下での使用に非常によく適合する。

(2) 遠隔操縦と自律移動

本ロボットは2種類の方法で動かすことができる。一方は、操作者がコントローラを持ち直接操縦する方法で、これを「遠隔操縦」機能と呼称する。写真—3に標準コントローラを示す。インターネット回線を経由することで、遙か遠く離れたところからの操縦も可能になる。他方は、あらかじめ移動ルートを教えた後はスタート地点へのセットと簡単な指示のみで、以後自律的に歩行させる方法である。この歩行の方式は一般に「ティーチング・プレイバック方式」といい、ここでは「自律移動」機能と呼称する。それぞれ用途に応じて使い分けることで、効率的に運用が可能となるように開発されている。写真—4に自律移動の性能検証を行った時の実験状況を、写真—5に自律移動の際に本ロボットが内部で作成するマップの例を示す。



写真—3 標準コントローラ



写真—4 自律移動の検証実験

(3) カスタマイズ性

上記2件は共に足回りに関する性能であるが、筆者らの目的は移動ではなく、目的地に到着してから行う業務である。その点本ロボットは背中に、ユーザーが本ロボットを通じて行いたい機能（以下、ユーザー機能という）を開発し搭載することができる。そのため本ロボットとの連携部分に必要なプログラムはBD社より公開されており、ユーザーはそれを用いて足回りである本ロボットと親和性の高いユーザー機能の開発実装が可能となる。移動能力や操作性に加え、このカスタマイズ性が最大の魅力であり、世界中にユーザーが多く存在している理由といえる。

3. ユーザー機能の開発と試行

2018年当初より、本ロボット自身も改善が加えられ、次第に移動能力が高くなっていった。筆者らも自身の建設・土木現場に本ロボットを持ち込んで、2章に示す性能が実際の現場で発揮できるのかについて複数回に渡る実験を行い、十分安定した移動能力と操作性を確認することができた。本章では次のステップとして進めている、本ロボットを用いた現場管理業務を行うための、ユーザー機能の開発と試行の内容について紹介する。

(1) テレプレゼンス機能

(a) 機能概要

テレプレゼンスとは、遠隔地にいながら自身が現地にいるかのように感じられる技術の総称である。一般に操作者が没入感を感じられるように制作する意味合いを持つが、ここでは現地との情報交信を不足なくできることを重視している。表—2に我々が必要とする機能の概要をまとめる。

表—2の内、高精細カメラのみは標準オプションを用いているが、その他は独自に開発を行っている。本稿の実験当時は、スペックの調査や被験者評価を行っ

表一 2 テレプレゼンス機能と確認事項

機能		概要	確認事項
会話 図示説明	特定の相手との顔を見ながら会話	遠隔会議システム	作業所環境の中で十分に対話が成立するか (遅延の有無, 聞き取りやすさ)
	図面や資料などを操作者側から明示	プロジェクターにて壁や床などの平面に投影	作業所環境の中で相手が十分認識できるか (輝度や解像度)
	特定の相手とのやりとりを開始するための呼びかけ	マイク・スピーカー	作業所環境の中で, 特定の相手が呼びかけられていることに気づくか (出力の大きさ)
周囲の確認 (視覚聴覚)	現地で確認したいところを詳細に見る	高精細カメラ (パン・チルト・ズーム機能付き)	施工管理するレベルで対象物を視認できるか
	歩行時に周辺の状況を視認, また操作者に向けた合図を認識	歩行補助・周辺視認用カメラ	作業所環境の中で十分に視認できるか
	周辺の作業音や, 呼び止められている声を聴く	マイク	作業所環境の中での発生音を認識できるか

ている段階であり, タブレット端末やモバイルプロジェクターなどを個々に用意して架台に載せた初期モデルで行った。なお, 本機能は 2. (2) に示す操作方法の内, 遠隔操縦での使用を想定している。目的地まで操縦し到着させた後, この機能で対象物を確認したり, 周辺にいる人物とコミュニケーションを図るものである。初期モデルの外観を写真一 6 に示す。

(b) 実験結果

現場実験では実際の使われ方を想定し, 遠隔地から現地にいる人物との対話や, 資料の投影などを適宜実施し, 建設・土木現場の喧噪の中でコミュニケーションがどの程度円滑に図れるか, 専用のスクリーンがない中で投影資料がどう見えるか, などの確認を行った。同時に現場の当社職員にも広く評価をしてもらった。評価は総じて良好な意見が多かったが, 喧噪や明暗について想定以上の配慮が必要であることが分かった。初回は中会議室向けのマイク・スピーカーセットを用意したが, 至近距離でも使用には耐えられず, 出力の大きな機器が必要であること, 一方で 1 対 1 での対話が始めればヘッドセットに切り替えることで, 詳細なコミュニケーションを図れることも分かった。プロジェクターを用いた資料投影は, 上屋がかかって

いるような屋内では十分視認でき, 多くの期待が寄せられた。実験初期には壁面への投影を考えたが, 操作者が場所を選定し位置合わせをすることが難しかったため, 代わりに床のコンクリート面へ照射を基本とする方が簡潔でよりよいと判断した。

このような機能を日常的に広く使用するには, 使いやすさも重要な評価要素であるが, 今後開発する実運用モデルにおいては, 機器の起動方法から, 多くの操作者が直感的に使用できるシンプルなユーザーインターフェースなどにも配慮して進めていくこととしている。

高精細カメラによる現場管理は, 目視確認の業務であれば十分精細であった。写真一 7 にそのコントローラのモニター越しの目視確認の例を示す。一方, 人間の様に体を動かして覗き込むといった動作はできないため, すべての目視が可能ではないことも改めて感じた。当面は対象に限られることは致し方ないが, 目視で確認すれば足るような管理項目であれば, 内勤の設計者や監理者が自席から品質管理を行うことも十分考えられる。今後寸法測定機能の開発実装も計画しており, 実現すれば実用性が大きく増すと考えている。



写真一 6 テレプレゼンス機能の初期モデル



写真一 7 目視確認の例

(2) 自動巡回による写真撮影機能

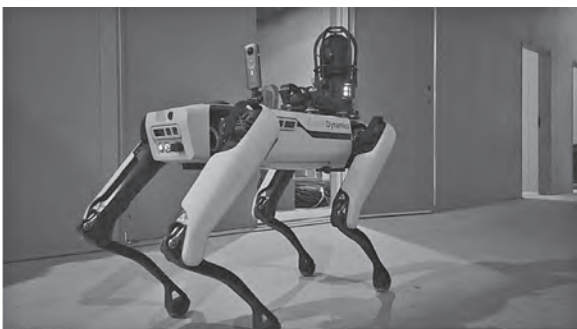
(a) 機能概要

工程管理は現場管理業務において最も重要な業務のひとつであるが、広範な現場であるほど各所の進捗状況を把握するには時間がかかる。一方で細部の確認までは望めなくとも、次工程の着手状況や当該工事がどの程度進んでいるかなどについては写真からも把握が可能である。自律移動で歩きながら、それぞれの場所で写真撮影などの決められた業務を行う一連の動作を、ここでは「自動巡回」と呼称する。

本ロボットの基本機能にも自律移動中の指定場所で写真撮影を行うことができる。しかしながら連続して撮影するだけでは、いつどこで撮影されたものか、後の仕分けに手間を要する。効率的な業務として実現するためには建設・土木現場向けに専用のアプリケーションを開発する必要があるが、本ロボットのみで活用するアプリケーションでは、汎用性が低く効果的でない。この懸念については、幸いなことにHoloBuilder Inc.（アメリカ 以下HB社）がBD社と連携してアプリケーションを開発展開してくれた。社名と同名の汎用アプリケーション「HoloBuilder」（以下、本アプリケーションという）とは、建設・土木現場で撮影された写真を整理・共有するクラウドサービスであり、日本国内でも活用が開始されている。通常は現場職員が巡回し目的地に到着後、アプリケーションにて位置を指定し撮影を行う。すると、日時・位置と紐づけられた写真がクラウド上に格納される仕組みである。時間軸を意識したビューワーも提供されており実用化されているが、この一連の作業を本ロボットに代行させることで、職員のさらなる移動と撮影時間の削減が期待できる。

(b) 実験現場での試行

本アプリケーションについては、開発段階で先行試行させてもらい、評価や改善要望などをフィードバックした。アプリケーションを使用するために背中に360度カメラを搭載している状況を写真一八に、本ア



写真一八 自動巡回による写真撮影

アプリケーションのビューワーで写真を閲覧している画面を写真一九に示す。

今後、本アプリケーションを採用している現場に一定期間配置するなどし、人が行った場合と本ロボットが行った場合とで比較、有効性を確認する実験を引き続き行う予定である。



写真一九 本アプリケーションの閲覧画面

(3) トンネル坑内における自動計測

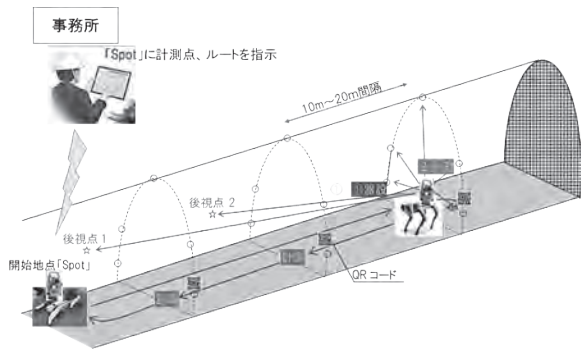
通常、トンネル現場においては工事職員による変位計測を2回/日程度行っている。この計測作業は、昼夜の作業交代時間など切羽作業を止めているタイミングに行うことが多いため、工事職員への負担は大きく、残業時間増加の要因となっている。また、計測機器の頻繁な盛替え、重機の移動など生産性や安全性を阻害する要因ともなっている。そこで工事職員による計測作業を、本ロボットに計測機器を搭載して、トンネル坑内において自動計測を行う実現性について検証を行った。

(a) 機能概要

自動計測の概要は、事務所等からの遠隔操作による指示により、計測機器を搭載した本ロボットを自律移動させ、トンネル坑内の計測を自動に行うものである。自動計測を行う為には事前に移動ルートと計測地点を、マッピング情報を基に設定し、さらに各計測地点において、計測点および後視点の位置と座標データを、計測器（トータルステーション、以下TSという）にティーチングする。

計測方法は、スタート地点から計測地点へ移動後、後方交会法により自己位置を認識し、その後計測を行う。計測はプリズムを視準する坑内変位計測と、ノンプリズムによる断面計測を行い、計測終了後に自動で次の計測地点へ移動する。この計測作業を繰り返し行い、最後に開始地点に戻る。計測方法の概要を図一に示す。

今回の現場実験においては、開始地点での本ロボットの起動とバッテリーの充電・交換については、人手



図一1 トンネル坑内自動計測システムの概要図

作業により行った。

(b) システムの構成

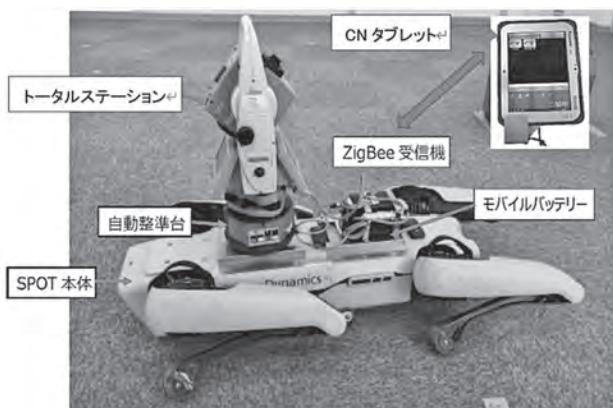
本システムは、自動計測と計測データの収集・管理を行う(株)演算工房のCyberNATM (以下CNという)システムと、計測機器の移動・据付を自律歩行により行う本ロボットの機能から構成されている。また、本ロボットへの指示はCNシステムから行う。

使用する計測機器の一覧を表一3に、本ロボットに搭載した状態を写真一10に示す。

本ロボットは起立時も常に安定した姿勢(水平)を保とうとするため、目視では確認できない程度ではあるが常に微動している。微動している状態では計測できないため、計測時は本ロボットを安定した姿勢で静止させる機能の追加を行い、計測を可能とした。

表一3 計測機器の一覧

項目	用途	仕様など
トータルステーション	計測点、後視点の計測	
自動整準台	トータルステーションの水平を自動で確保	±4 deg
CN タブレット	遠隔でCNシステムの指示・操作を行う	
ZigBee 受信機	CNタブレットへの通信用	
モバイルバッテリー	ZigBee 受信機への給電	



写真一10 計測機器構成

(c) 実験の内容と結果

計測地点において行う後方交会は、写真一11の様
に、ティーチング時に設定したTSの向きにあわせて
本ロボットの向きも精度良く停止できれば、エラーを
発生させることは無い。ただし本システムでは、自律
移動により計測地点へ移動した本ロボットの向きは、
繰返し精度が良くないため、ティーチング時に設定し
たTSの向きとのずれが生じ、後視点がTSのサーチ
範囲から外れてエラーを発生させてしまう。そこで、
計測地点にQRコードを設置し、そのQRコードと本
ロボットとの相対距離をステレオカメラによって確認
して、ティーチング時に設定したTSの向きにあわせ
て本ロボットの向きを補正できるようにソフトウェア
を改良した。

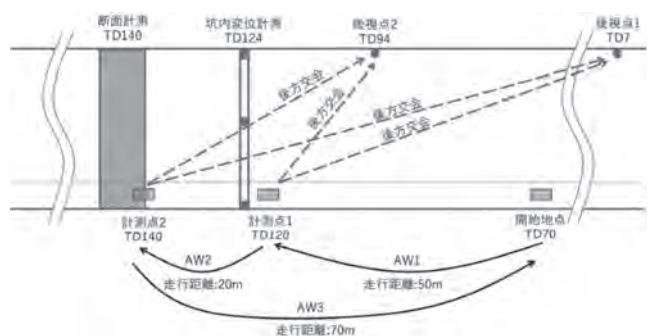
現場実験では、初めにトンネル坑内に開始地点、計
測点1、計測点2を定め、マッピングとティーチング
で自動計測の設定を行いその後、後方交会の繰返し精
度や所要時間の検証を行った。概要図を図一2に示す。

後方交会については、QRコードによる補正を行う
ことによってエラーは大幅に減少した。エラーが発生
した場合でも、再度QRコードによる補正を行う機能
を追加したことによって、後方交会が必ず成立するこ
とを確認できた。

所要時間については、図一2に示したルートでは2
断面を計測するのに、人手(測量士)では14分かかっ



写真一11 後方交会状況



図一2 所要時間検証実験の概要図

たのに対し、本ロボットによる自動計測では8分で完了した。人手により行った場合、計測器の移動と据付けの時間が本ロボットよりかかっているのが所要時間の差となっている。

4. 現場実験のまとめと今後の展開

前章にて、本ロボットの能力と、開発している各ユーザー機能の概要と実験結果について述べた。いずれもおおむね良好な結果を得ることができたとともに、今後取り組む課題を抽出することができている。またこの取り組みを通じ、四足歩行ロボットに搭載するという条件でのユーザー機能の開発を一通り経験し、多くの知見を得たことも大きな成果である。この知見を活かし開発中機能の汎用化や、新規メニュー開発と評価を進めていく。

5. おわりに

今回機会をいただいて本稿では本ロボット四足歩行ロボットについての筆者らの取り組みを紹介した。普及展開に至るにはまだ時間が必要であるが、これまで実現できなかった現場管理業務の遠隔化や自動化について、大きな一歩を踏み出しつつあると感じている。加

えて、本取り組みは3社の共同研究として各社の取り組みや共通の課題について、相互に積極的に情報交換し、フォローし合うことでここまで進めてきている。今後ますます発展するであろう四足歩行ロボットの性能を最大限活かせるよう、3社共同という利点を積極活用し、ユーザー機能の開発と展開を図っていく所存である。

JCMA

【筆者紹介】



錦古里 洋介 (にしこり ようすけ)
 (株)竹中工務店 技術研究所 未来・先端研究部
 建設革新グループ
 主任研究員



三室 恵史 (みむろ けいじ)
 鹿島建設(株) 機械部
 機械技術イノベーショングループ
 次長



千葉 力 (ちば つとむ)
 (株)竹中土木 技術・生産本部
 技術開発部

ニューマチックケーソン工法における ケーソンショベルの無人解体システム

小 陽 哲 也・松 村 将 希・佐 藤 剛

ニューマチックケーソン工法（以下、本工法という）は、地上で鉄筋コンクリートの躯体を構築し、躯体下部の作業室に地下水位に見合った圧縮空気を送込むことで地下水の浸入を防ぎ、天井走行型のケーソンショベルを用いて掘削・排土し、躯体の自重により沈設させることで、地下構造物を築造するものである。近年、大断面、大深度の施工が多くなっており、作業室内での高気圧下作業を削減するために、地上遠隔操作による無人化施工技術の導入はすでに進められている。本稿では、最も作業気圧が高くなるケーソン沈設終了時の作業室内作業を無人で行う試みとして、ロボットを用いたケーソンショベルの無人解体システムについて述べる。

キーワード：ニューマチックケーソン，ケーソンショベル，無人化施工，無人解体

1. はじめに

本工法は、地上での躯体構築とその下端の作業室での掘削を繰り返しながら、基礎などの地下構造物を建設する工法である¹⁾。作業室内での掘削は天井走行型のケーソンショベルを用いて行っており、掘削時発生するショベルの反力をケーソン躯体から取れることから、軟弱地盤から硬質地盤まで掘削できる利点がある。本工法は、もともと高い剛性を持つ基礎を築造するために橋梁基礎工事として導入されたが、近年では、工法の利点を活用して、立坑、地下洞道、上下水貯留施設等、多くの地下構造物の築造に利用されている。またそれらの用途に応じ、大断面化・大深度化が進められている。本工法は、深度と地下水位に応じた圧縮空気を作業室内に送り込み作業することから、作業室内での高気圧作業の削減、掘削作業の効率化を図るために、ケーソンショベルの地上遠隔操作技術が導入されており、作業員の高気圧障害の防止に大きく寄与している。また、更なる高度化を目指し、ケーソンショベルをロボット化し、作業室内の完全無人化に向けた自動運転システムの開発も行われている²⁾。本工法は、沈設完了後、作業室内に中埋めコンクリートを打設し、地下構造物の築造を完了するが、中埋めコンクリートを打設するためには、作業室内のケーソンショベルを解体する必要がある。この時作用気圧が最も高い状態であり、作業時間の制約や高気圧障害のリスク低減のため、解体作業を無人化することが求めら

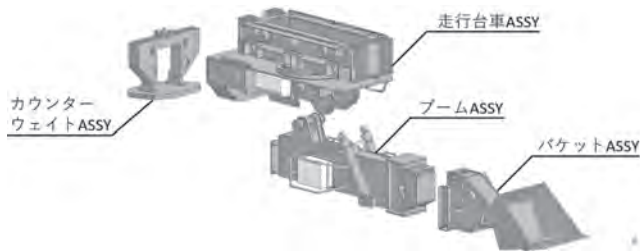
れる。本稿では、ロボットを用いたケーソンショベルの無人解体システムについて紹介する。

2. 無人解体システム

作業室内で使用されるケーソンショベルを写真-1に示す。本ケーソンショベルは、組立解体を短時間に行うために開発されており、図-1に示すように1台が4パーツ（ASSY）で構成されている。従来、解体作業では、ケーソンショベルの各ASSYや配管を外す作業及び地上への搬出作業を作業室内で作業員が有人で行ってきた。これらを無人化するために、これら有人作業をロボットの遠隔操作で実現した。解体ロボットは、写真-2に示すように各ASSYに接続されている油圧ホースカップラーを脱装する Working Robot（以下 WR と記す）と解体した ASSY を地上搬



写真-1 ケーソンショベル



図一 1 ケーソンショベル構成



写真一 2 解体用ロボット (Working Robot)



写真一 2 解体用ロボット (Carrying Robot)

出するためにマテリアルシャフト直下まで運搬する Carrying Robot (以下 CR と記す) の 2 台を導入した。これら 2 台のロボットは電動バッテリー式であり、無線で地上からコントローラーを用いた遠隔操作できることから、作業室内に作業員が入函することなく解体作業を行うことが可能となっている。無人解体を行うためには、作業室内の状況を監視する必要がある。解体作業を行うマテリアルシャフト箇所周辺にカメラを 4 台設置し、写真一 3 に示すようにそれぞれの角度からの監視を可能とした。遠隔作業時細部を確認するために、カメラのパン・チルト及び拡大・縮小を用いることで対応した。解体した ASSY を地上に搬出するには、マテリアルシャフト・マテリアルロックを介して、ワイヤーロープを用いて行うが、これら作業も無人化するために、各 ASSY に設置されている吊治具にワイヤーロープを玉掛けする無人玉掛装置を用い



写真一 3 作業室内監視状況

て、地上に搬出した。

3. 無人解体システムの実績とメリット

無人解体システムは、実際の現場でも導入されている。1 台のケーソンショベルの解体に要する時間は、2～3 時間程度である。この解体時間は、作業室内での解体と地上への各 ASSY の搬出した時間も含まれている。これら作業は、本工法に従事している潜函工といわれる作業員が実施した。無人解体システムのメリットは、高気圧下の作業室内に作業員が入函することなく作業できるため、高気圧障害である減圧症の発症を抑えることができることである。近年では減圧管理体制の整備により、減圧症の発症は大幅に減少しているが、最も作業気圧の高い状態での作業を無人化することで、更なる減圧症発症対策につながる。また有人による高気圧作業は、作業時間と減圧時間を加味した作業となるため、特に深度が深くなった場合、十分な作業時間を確保できないことがある。無人解体システムは、高気圧下に暴露されるのはロボットのみであるため、作用時間の制約を受けることがない。よってケーソンショベルの解体における作業時間の確保が容易となる。その他、重量物であるケーソンショベルの解体作業を直接作業員の手で行わないため、重量物との挟まれなどの災害が発生することもない。

4. おわりに

本工法ニューマチックケーソン工法の無人化施工の取り組みとして、ケーソンショベルの無人解体システムについてシステム概要及び現場への適用の効果を述べた。本システムを導入することにより、高気圧下での有人作業を削減し、高気圧障害のリスクを低減することができ、また高気圧作業特有の作業時間の制約の影響を受けることなく解体作業を行うことができた。

あわせて、無人化施工により建設災害の1つである揚重作業による挟まれ災害等の防止にもつながった。

建設業課監では建設DXの一環として人手に替わる全自動の建設機械を開発し、作業現場に導入する試みが活発化している。そのような中で本工法の作業室内完全無人化にむけて更なる技術開発を進めていきたい。



《参考文献》

- 1) 遊津一八, 倉知禎直, 景山俊和 (2021): 一世紀を迎えるニューマチックケーソン工法, 土木施工, Vol.62, No.8, pp.75-78.
- 2) 亀井聡, 進藤匡浩, 根岸直人 (2021) ニューマチックケーソン工法における自動運転システムの開発, 土木施工, Vol.62, No.1, pp.145-146.

【筆者紹介】

小陽 哲也 (こよう てつや)
オリエンタル白石㈱
技術本部 技術部機電チーム



松村 将希 (まつむら まさき)
オリエンタル白石㈱
技術本部 技術部機電チーム



佐藤 剛 (さとう つよし)
オリエンタル白石㈱
技術本部 技術部機電チーム



転圧締固め度自動計測技術 T-iCompaction[®] の現場導入事例

革新的技術の導入・活用に関するプロジェクトにおける試行

後藤 洸一・青木 浩章

筆者らは国土交通省がおこなう建設現場の生産性を飛躍的に向上する革新的技術の導入・活用に関するプロジェクトにおいて、5社とコンソーシアムを組み、締固め品質管理システム T-iCompaction（以下本システムという）を実際の道路舗装工事において試行し、主にアスファルト系を含む舗装材料を対象として面的計測を行った。また、本システムを自動化振動ローラ T-iROBO Roller（以下本自動化ローラという）に搭載し、路盤材料の転圧作業と品質管理を一貫して自動化する技術を試行した。本稿では双方の技術による品質管理の高度化および施工・品質管理の省力化・効率化の両立を目指した取組みを紹介する。

キーワード：締固め度、振動ローラ、自動化、無人化、道路舗装、LandXML、非破壊検査、PRISM

1. はじめに

建設業の担い手不足対策として有望視されている無人化・自動化施工技術は、心臓部となるコンピュータやセンサ等周辺機器の性能が飛躍的に向上し、価格と流通の両面での入手も容易となり、さらには優れた様々なソフトウェア資産がオープンソース化されてきたこと等にも後押しされ、業界各所で盛んに開発と実証が行われている。

また IT 技術の発達は品質管理手法の改善への呼び水となっている。一方で高度経済成長期に設けられた社会インフラは老朽化し、これに伴う破壊や崩落によって品質管理を問われる機会が増えていることも相まって、インフラ施工時の品質管理を様々な技術によって高度化する取組みが産官学の各所で行われている。

この様な社会情勢に対応するため、筆者らは T-iROBO[®] 自動化建機シリーズ (図-1) を開発した。無人かつ自動でのオペレーションが可能なバックホウ、ブレイカー、不整地運搬車、振動ローラがあり、「スタートボタンを押せば自動で施工を行う」ことをコンセプトとした。即ち、自動化建機のオペレータは施工条件の設定とスタートボタンの押下をした後は状況監視に徹すればよく、従来災害現場等の危険地帯において行われてきた無人化施工のように、モニターを注視しつつコントローラを握っての操縦を行う必要がない。従来の無人化施工ではオペレータに長時間の集中力と高い習熟が要求されるが、自動化技術によって



図-1 T-iROBO 自動化建機シリーズ

その負担を軽減し、1人のオペレータが同時に複数の建機を操ることも可能となる。

本自動化ローラと連携して用いることができるよう、あらたに開発した締固め品質管理技術が「本システム」である。これは締固め作業時の品質管理技術であるが、無人化・自動化施工技術と組み合わせで運用することも可能である。締固め作業の品質管理は一般に締固め度の計測によって行われることが多い。本システムは現在人手による締固め度の計測に代わり、重機に搭載した計器によって転圧作業と同時に計測を行うことのできる技術である。本システムは品質管理作業の省力化のみならず、施工範囲全体の面的計測ができることから、従来と比較してより詳細な施工品質の把握が可能である。

国土交通省では、官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM) を活用して「建設現場の生産性を飛躍的に向上する革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」を実施しており、筆者らは2020年度から2021年度にかけて「データを活用して土木工事における品質管理の高度化等を図る技術」として、本自動化ローラと本システムの現場実証を行う機会を得た。本プロジェクトは大成ロテック(株)、大成建設(株)、ソイルアンドロックエンジニアリング(株)、(株)EARTHBRAIN、日本ゼム(株)の5社で構成するコンソーシアムで実施した。

本稿では主に2021年度に実施している本自動化ローラおよび本システムの現場実証に関連した取組みについて紹介する。

2. プロジェクト概要

筆者らは本プロジェクトにおいて道路舗装工事の品質管理を対象として、本システムをはじめとする様々な開発技術を実証した。プロジェクトの全体像を図-2に示す。従来は施工範囲の中から少数のサンプルをピンポイントで抽出するのみで行ってきた品質管理を、あらたな開発技術によって施工範囲全体をカバーし、得られた面的なデータをLTE回線等によりクラウド上にアップロードし、速やかに関係者間で共有することができる。品質管理の項目としては、下層路盤から表層にかけての各層の締固め度、アスファルト系材料の敷均し時および転圧時の材料温度である。これらの情報は舗装の品質に重要であり、後々の耐久性にも影響するが、現状では限られた少数のサンプルの計測に留まることが一般的である。本プロジェクトでは全面計測による漏れのない品質管理を実施することによって施工品質を向上するとともに、品質管理や帳票作成にかかる作業の省力化と迅速化を目指している。

本プロジェクトでは本システムを使用して下層路盤～表層の各層の締固め度の計測を行った。転圧品質の

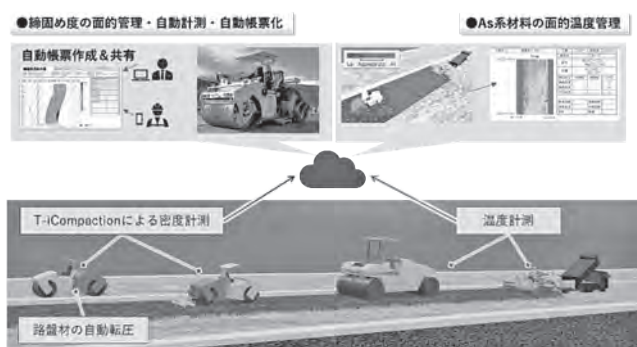


図-2 プロジェクト全体像

確認のために行われる締固め度の計測作業は、図-3に示すように従来の方法では固く締固められた材料に孔を空けたり材料採取をする必要があり、多大な時間と労力を要する。その作業が本開発技術で代替できれば、品質管理作業の負担軽減に資すると期待される。さらに、下層路盤工では本システムを搭載した本自動化ローラによる転圧と計測の一貫した自動化についても試行した。



図-3 従来の締固め度管理状況

3. 本自動化ローラによる転圧作業の自動化

本自動化ローラは指定した範囲内または走行経路において、自動的に転圧作業を行うことができる振動ローラである。図-4に本試行で用いた機体と構成を示す。

本システムは電氣的・電子的に制御が可能な振動ローラにGNSS受信機やパソコン、無線装置等を搭載することで、遠隔地からの操作と自動制御を可能としている。自動制御を行う場合は、その操作をおこなうオペレータは作業開始を指令するスタートボタンを押せば、その後は状態の監視が専らの作業となる。

オペレータがスタートボタンを押すまでに必要な作業は走行計画の設定である。その方法には以下の2通りを用意している。

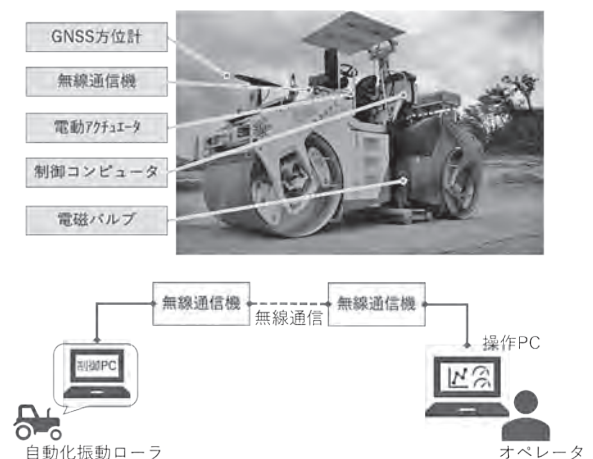


図-4 T-iROBO Rollerの機体と構成

①施工範囲の四隅の座標を入力する方法

この方法は造成工事などの広大な面積における施工で用いることを想定しており、四隅の座標で定義した施工範囲内を、設定したラップ幅と往復回数で車線変更を繰り返しながら直線的に転圧走行を行う（図—5）。四隅の座標指定は、実際には走行開始点の座標と走行方向の方位及び走行延長と横方向の範囲の延長を入力すればよく、また走行開始点の座標と走行方向の方位は機体に装着したGNSS等で取得することもできるため、必ずしもCAD図面上から座標を拾うなどの作業をしなくてもよい。

② waypoints を用意して読み込む方法

この方法は道路工事など正確に規定の線形を経ることが必要な施工を想定しており、レーンごとに設定された waypoints に追従した走行が可能となる。waypoints は振動ローラが沿って走らねばならない座標データであり、各個の座標が属するレーンと、そのレーン内における順序を示す番号とともに記録されている。走行に際しては、最初のレーンにおける最初の座標から順に waypoints を追い、レーンにおける最後の座標に達すると最初の座標まで逆を追うように機体が制御される。指定した回数をレーン内で走行すると、次のレーンに属する適当な座標を目標として走行し、車線変更を行う。この動作を最終のレーンまで繰り返すことで、自在な線形に合わせて機体を走行させることができる。

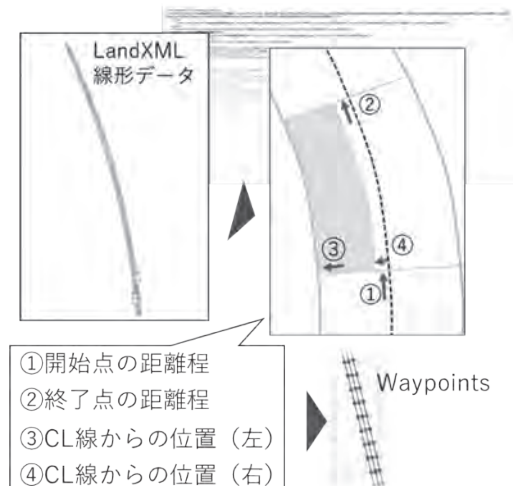
本実証では道路舗装工事を対象としているため、後者の方法を用いた。waypoints は筆者らが開発したアプリケーションを用いることで、道路線形の設計データとして利用される Land XML データに基づき生成することができる（図—6）。Land XML データには直線、円曲線、クロソイド曲線で道路線形が記されているが、その線形に沿った走行を行うための waypoints は、所望の施工範囲の横断・縦断位置を指定することで生成することができる。即ち、道路線形上の相対位置のみを用いて走行計画を生成ことができ、現場での実運用が容易である。自動走行において waypoints 間は直線的な走行となるが、waypoints 間隔を適切に設定することで運用上問題のない走行が可能となる。本プロジェクトにおいては点間を 5m として waypoints を設定した。

4. 本システムによる締固め度管理

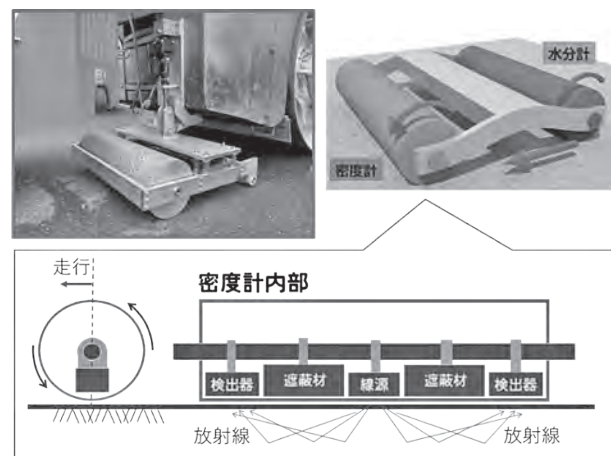
本システム（図—7）は筆者らが開発した締固め品質管理システムであり、重機に搭載して走行しながら



図—5 頂点座標指定による走行計画設定



図—6 LandXML データに基づく走行経路生成



図—7 本システム

の計測が可能である。本システムは散乱型 RI 計器の仕組みを利用したものであり、密度計と水分計をそれぞれ転輪型の筐体に格納することで、走行しながらでも安定した計測を可能としている。散乱型 RI 計器は最も一般的に普及している透過型 RI 計器（図—8）と比較して、非破壊での計測が可能という利点があるものの、計測精度を確保するためには計測面と計器との密着性が要求される。そこで本システムでは走行しながら計測を行うために、路面の不陸や凹凸があつて

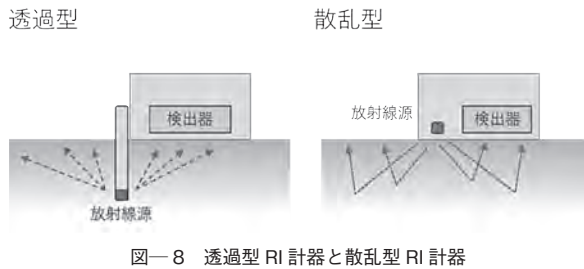


図-8 透過型 RI 計器と散乱型 RI 計器

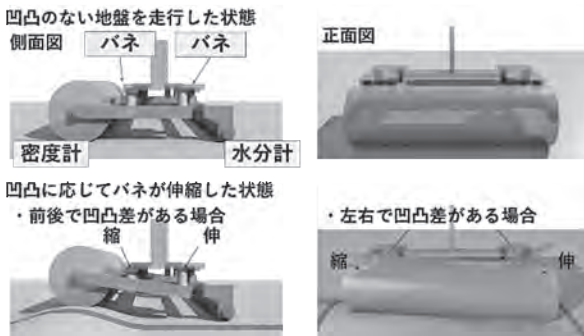


図-9 本システム搭載機構



図-10 本システム昇降装置

も密着を維持できるようにするための機構を工夫している(図-9)。重機には昇降装置を介して接続され、計測を行うときのみ計器を着地させて用いる(図-10)。計測結果の受信や昇降装置の制御は本自動化ローラの制御システムで行うことで自動運転に対応できる。また通常の作業員が搭乗して運転操作する施工機械に本システムを搭載して使用する場合は、搭乗員がタブレット PC の画面上で計測の開始や停止などの操作を行うことができる。

本システムは散乱型 RI 計器と同様に、単位時間あたりの放射線計数から湿潤密度と含水量を換算して締固め度を求める。放射線源のもつ壊変揺動や自然放射線の揺動の影響を平均化するため、計測には一定以上の時間をかけることが必要のため、後述の本実証に際しては計測時間を 7 [s] 程度以上としている。また、計測時の走行速度は、路面との密着を安定させることや計器の損耗を防止するため、1 [km/h] を基本としている。そこで、走行距離 2 [m] を走行距離の単位として 1 [km/h] で走行した場合に単位距離あたり 7.2 [s] の計測時間をとることができる。そして計測者側

には 2 [m] の走行ごとに計測結果が操作画面上にプロットされる。

計測結果は、時刻、計測点の座標、湿潤密度、含水量およびこれらより演算された締固め度などが、CSV ファイルとして列記・出力される。このファイルには帳票の生成に必要な情報として、層番号や管理基準値、材料情報なども記述することができる。また、このファイルは計測中に随時、クラウドサーバに送信され、クラウドサーバ上で自動的に帳票様式に加工されて発注者を含む関係者間で情報共有することが可能である。

ここで、本システムにより以下の効果が期待できる。

- ①限られた「点」での計測から「面」での計測となるため、不良箇所の見落としを防止し、規定範囲内であっても過不足気味の傾向分布を確実に捉え、締固め作業方法の改善に反映できる。
- ②計測作業を専門の計測者ではなく、現場作業員や遠隔操作者が行えるため、省力化に繋がる。
- ③計測データをクラウド上で自動的に帳票化することで、現場管理者の業務負担を軽減する。
- ④施工後に計測を行うのではなく、施工中に並行して計測を行うことができるため、手戻りを防止できる。
- ⑤計測者と作業中の重機が輻輳する危険を防止できる。

5. 実証実験

(1) 実証現場

本実証は 2021 年度に岩手県九戸郡の「玉川野田地区舗装工事」において実施した。この現場は国土交通省東北地方整備局発注の工事である。GNSS や LTE 回線への接続が良好であり、本プロジェクトにおいては好適な環境であった。

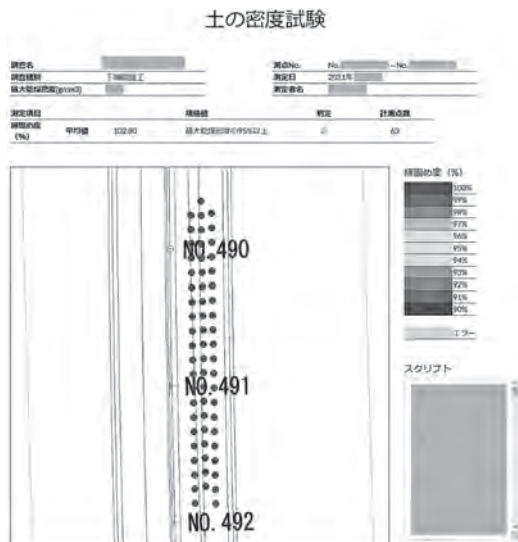
(2) 実証内容

本実証は全長約 620 m、幅員(片側) 8 m の現場内区画のうち、現場施工の都合上可能な範囲内において実施した。このうち、本システムを搭載した本自動化ローラによる自動転圧と自動計測は下層路盤(材料: RC-40)を対象とし、上層路盤(材料: 再生瀝青安定処理混合物)、基層(材料: 再生粗粒度アスファルト混合物)、表層(材料: 再生密粒度アスファルト混合物)は搭乗員の操作により本システムによる計測を行った。アスファルト系舗装材料上での重機運転は、材料表面の平滑性を損なわないよう高度な運転技量を要するため、実績の少ない自動化施工機械による運転は見送った。

表—1 実証結果

層	材料	計測面積	計測点数	備考
下層路盤	RC-40	2,300 m ²	659	自動走行
上層路盤	再生瀝青安定処理混合物	6,100 m ²	2,119	—
基層	再生粗粒度アスファルト混合物	9,700 m ²	2,879	—

※表層は執筆時点で実施中のため未記載



図—11 T-iCompaction 帳票の例



図—12 現場実証の状況

本稿の執筆時点における本実証の結果を表—1に示す。また、本システムによる計測で得られた計測結果を帳票とした例を図—11に示す。さらに実証の状況を図—12に示す。

図—11では締固め度の高低により色を分けて計測点をプロットしている。ここでは品質管理基準値以上を青、未満を赤として、それぞれ品質管理基準値から離れるほど濃く表示している。道路線形方向には前述のように2[m]ごと、横断方向には振動ローラの車幅に合わせて1.5[m]ごとに計測を行っている。このように計測結果をヒートマップ状に表示することで、場所ごとの高低傾向を視覚的に読み取ることができる。本ケースでは約3[m²]ごとに1箇所の計測管理を行うこととなり、従来は1,000[m²]に1箇所であった計測点の頻度と比較して格段に高解像度の締固め度分布を得ることができた。

加えて本実証は道路舗装工であったため、施工範囲の近傍に路肩や中央分離帯などの構造物が存在したが、自動走行運転中はこれら構造物への接触や異常な接近もなく、安定した走行が可能であった。

6. おわりに

本自動化ローラ T-iROBO Roller は従来、広大な造成工事などを想定して開発と実証を積み重ねてきたが、今回の道路舗装工における試用は本プロジェクトが初めての事例となった。また本システム T-iCompaction については、これまで対象としてきた土、砂～碎石などの材料にとどまらず、アスファルト系材料へと適用の幅を広げ、システムの有効性を検証することができた。今後、本自動化ローラおよび本システムによる品質管理データの自動帳票化やクラウドの情報共有化は、施工者のみならず発注者の双方において大いにメリットをもたらすものと期待しており、実現現場での本格的な実用化を目指す。

JICMA

【筆者紹介】

後藤 洸一 (ごとう こういち)
大成建設
技術センター 生産技術開発部
主任



青木 浩章 (あおき ひろあき)
大成建設
技術センター 生産技術開発部
次長



安全性と環境性能を向上した 新型ラフテレーンクレーン

クレボ G5 GR-250N-5

有馬 邦裕

日本の建設現場で主力となっている建設機械の一つがラフテレーンクレーンであり、現在日本市場には最大吊り上げ能力が4.9tから100t吊りのラインアップがある。その中で市場での稼働台数が最も多いのが25t吊りの機械である。本稿では安全性、環境性能の向上など最新技術を盛り込んだ新型25t吊りラフテレーンクレーンクレボ G5 GR-250N-5（以下、本機という）の特徴を紹介する。

キーワード：クレーン、ラフテレーンクレーン、安全性、作業効率、事故防止、環境性能

1. はじめに

ラフテレーンクレーンは走行とクレーンの操作を一つのキャブで行うことが可能な大型特殊車両である。不整地や比較的軟弱な地盤でも走行ができるほか、狭所進入性にも優れ、都市部の密集地帯やプラント内などの狭い工事現場でも活躍できる建設機械である。ラフテレーンクレーンはプラント、ビルや住宅建設など様々な工事現場へは公道を自走して行く。このため、燃費や排出ガスなどの環境性能はもとより、公道を走行する車両として安全確保が重要である。本稿では日本の建設現場で最も汎用的なクラスである吊り上げ能力25tの新型ラフテレーンクレーンの特徴を紹介する（写真-1、表-1）。

2. 本開発機の主な特徴

(1) 安全性の向上

(a) カメラによる視界補助（走行時・作業時）
走行時やクレーン作業時の事故を減らすため、過去



写真-1

表-1 主要諸元

●クレーン部

クレーン型式	GR-250N-5	
最大吊り上げ能力	25 t × 3.5 m	
ブーム長さ	9.35 m ~ 30.5 m	
ジブ長さ	8.2 m ~ 13.0 m	
最大地上揚程	ブーム	31.3 m
	ジブ	44.2 m
最大作業半径	ブーム	27.9 m
	ジブ	34.0 m

●キャリヤ部

エンジン名称	日野 J08E (過給機及び給気冷却器, DPF/尿素 SCR システム付)
総排気量	7.684 L
最大出力	196 kW {266 PS} / 2,300 min ⁻¹
最大トルク	825 N・m {84.1 kgf・m} / 1,600 min ⁻¹
最高速度	49 km/h

●寸法・重量

全長×全幅×全高	11,530 mm × 2,620 mm × 3,475 mm
車両総重量	25,495 kg

に発生した事象事例や市場からの要望を調査・分析した結果、直接視界やミラーでは見難い状況や場所があることが分かった。そこで、本機では走行時や作業時の視界改善のため各部にカメラを装備し、オペレータの視界を補い事故を防止するシステムを搭載した。以下に各カメラの配置と視界改善効果を示す（写真-2、写真-3）。

以下①～⑤は写真-2内の記号で示すカメラの目的・効果を示し、⑥の画像例を写真-3内に示す。

①ブーム左右サイドカメラ：交差点などでのブーム突



写真一2 カメラ配置

出による車両との事故を防止する。

- ②左前方カメラ：突出するブームにより見にくい状況がある左前方の視界を補助する。特に緩やかな左カーブで効果的に前方視界を補助する。
- ③旋回台左後方カメラ：車両左後端角部付近の視界を補助し、車両後退時などに障害物との接触を防止する。
- ④旋回台後方カメラ：作業時、クレーン旋回時に旋回台後方の視界を補助し障害物との接触事故を防止する。
- ⑤車両後部カメラ：車両後退時や走行時の車両後方の交通状況の把握のため車両の後部の視界を補助する。
- ⑥選択表示画面：各カメラ画像は1画面表示から4画面分割表示まで任意のカメラレイアウトを選択して表示することが可能である。



①ブーム左右サイドカメラ



②左前方カメラ



③旋回台左後方カメラ



④旋回台後方カメラ



⑤車両後部カメラ



⑥レイアウト例

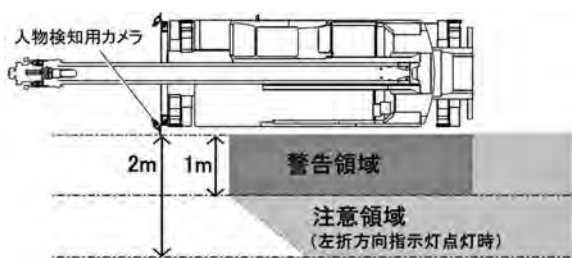
写真一3 カメラ各画像

(b) 人物検知警報装置

車体が大きく、かつキャブの左側にブームを配置しているラフテレーンクレーンでは走行時に運転席から直接視認し難い領域がある。この領域における歩行者や自転車、二輪車などに乗った人物を検知し、ブザーと映像で運転手に注意を促す機能を搭載した。本システムではカメラが映し出す画像を予め取得した膨大なデータとマッチング処理を行うことで人物を判定し、走行情報、位置関係から危険レベルを判定して警報を出力する（写真—4）。本機能は走行速度が25 km/h以下で車両左側方約1 mの警告領域内の人物の検知、警報が有効になり、さらに左折方向指示燈を点灯時には歩道内の歩行者や自転車を検知するよう、車両側方約2 mの注意領域内まで検知、警報範囲を広げる仕組みとし、交差点での左折時の巻き込み事故などの防止に効果がある（図—1）。



写真—4 人物検知警報装置



図—1 検知、警報範囲

(2) 作業の効率化

(a) 作業準備用ラジコン

クレーンのオペレータはクレーンが現場に到着してから作業を開始するまでに、敷板の設置、アウトリガの張り出し、ジブ装着などの作業準備が必要である。従来はこれらの作業準備を行う際、クレーン操作を行うためキャブへの乗り降りが複数回必要であり、オペレータの負担になっていた。それらの負担軽減や作業の効率化、安全性向上を目的とし本機には作業準備用のラジコンを搭載した。ラジコンを使用することで、キャブへの乗り降り回数を削減し、効率的で安全な作業準備を可能とした。ラジコンでは下記の3つのモードを選択し、作業準備を行う（図—2）。

①クレーン操作モード

本モードでは、フックの取り出し、格納及び敷板の設置、格納が可能である。特に敷板の設置、格納作業においてはオペレータが周囲の状況を確認しながら安全に作業を行うことが可能である。また、本モードではブーム長さ及び定格総荷重に制限を設けている。

②アウトリガ操作モード

本モードでは、文字通りアウトリガの設置、格納が可能である。それぞれのアウトリガを直接目視しながら設置できるため、特に狭隘地や障害物の多い現場などでは安全に作業が可能である。

③ジブセットモード

本モードではジブの装着、格納が可能である。従来機ではクレーンの姿勢を変える際のキャブへの乗り降りが複数回必要であり、オペレータの負担となっていたが作業準備用ラジコンの採用により、キャブへの乗り降りの回数を大幅に削減した。また、ジブ張り出し格納作業中はフックとジブの干渉などの状況を見やすい位置で確認しながらの操作が可能となり、安全性も向上した。

(b) クレーン操作特性変更機能

クレーンの作動最高速度を5段階で調整できる「速度調整機能」、クレーンが動き始める時のレバー／ペ



図—2 作業準備用ラジコン各モード

ダル操作量を調整できる「起動点調整機能」、クレーンの動作速度が最高速度になる時のレバー／ペダル操作量を調整できる「最高速度点調整機能」及び操作に対するクレーンの動きの感度を調整できる「感度調整機能」を搭載した。速度は旋回、ブーム起伏、ジブ起伏で調整可能とし、起動点、最高速度点及び感度は旋回、ブーム起伏、ジブ起伏、ウインチで調整可能である。本機能により、オペレータの好みや技量に応じた操作特性に変更することができ、効率的かつ安全に作業が可能である。また、任意の調整パターンを3通りまで記憶できるメモリ機能を装備し、複数のオペレータが1台の車両を使用する場合などに素早く設定を呼び出すことができる(図-3)。

(c) ジブ着脱作業

ジブの着脱作業には従来、ジブの落下防止用の安全ロープ、張り出し時にジブを支えるガイドロープなどの着脱を高所に行う必要があったが本機ではジブ張り出し時の支持サポートを設けることで高所作業を不要として安全に着脱ができる機構を採用した。また、本機では油圧チルト機能に加え、2段ジブを油圧で伸縮可能なフルオートジブ仕様を設定した。これにより高所で荷の送り込みができ、効率的な作業が可能となった。

(3) デジタルトランスフォーメーション (DX) への対応

(a) API の構築

API (Application Programming Interface) とはアプリケーションやソフトウェアからなるツールなどの総称で、デバイスやアプリケーションの違いによらず、クレーンの性能演算機能やテレマティクスデータを、インターネットを介してユーザに提供する仕組みである。本機を始めとする製品群を使用するに当たりユーザが利用している施工計画ソフトウェアや、機械資産管理ソフトウェアとの連携などで利便性の向上や業務効率化に貢献する仕組みを構築した(図-4)。

(b) BIM データの提供

近年、建設現場での施工計画や進捗管理に欠かすことのできないクレーンなどの建設機械のモデルを、BIM (Building Information Modeling) の要素として利用したいというニーズが高まっており、このような市場の声に応え、自社グループの建設用クレーンラインナップの一部のBIMデータの提供を開始した。これにより、BIM利用者が、複雑で手間のかかる建設用クレーンのモデルデータを作成する負担を軽減し、建設・建築業界のデジタルトランスフォーメーション(DX)推進に貢献する(図-5)。

(c) 無線 LAN による車両情報表示機能

無線通信装置を搭載して車両のCANデータを無線

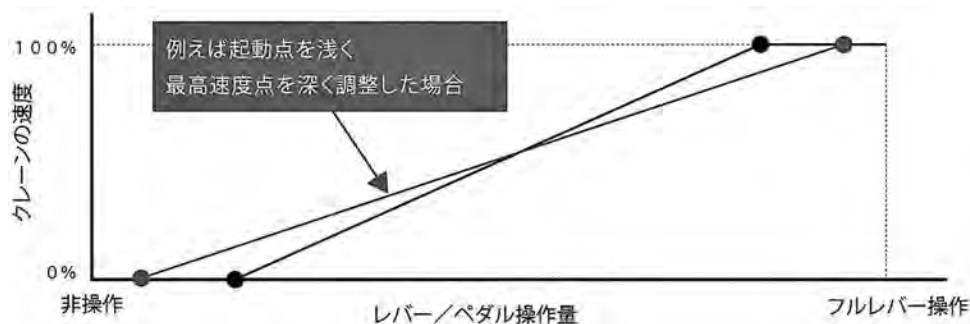


図-3 起動点、最高速度点調整概念

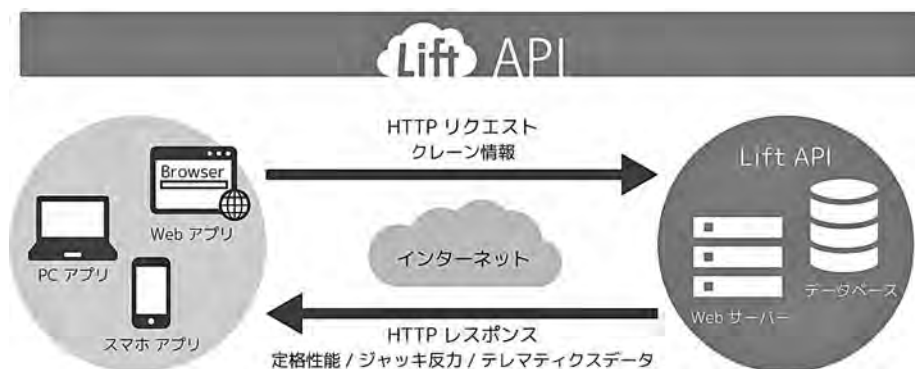


図-4 Lift API 概念図

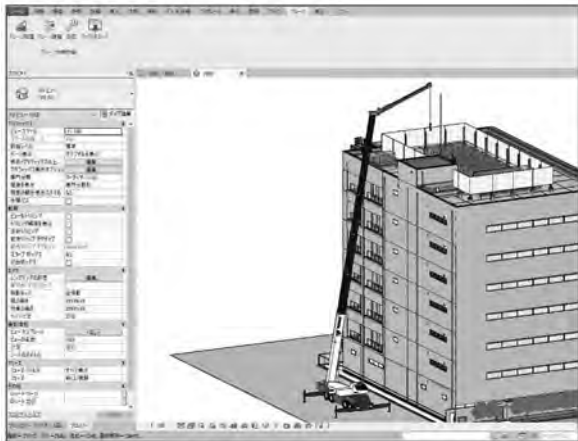


図-5 BIMデータの提供

LAN 通信で手元のスマートフォンやタブレットなどの携帯端末に送信し、リアルタイムで表示することが可能である。キャブ内のマルチファンクションディスプレイやメータに表示している情報をキャブ外で確認することでクレーンの情報を確認しながら修理作業などが可能である。また、無線通信装置にCAN信号を保存するためのメモリを搭載することで、約一ヶ月の

稼働時間に相当する100時間分のエラーや操作、動作信号を記録することで再現性の低い不具合の分析を迅速に行うことが可能である(図-6)。

(d) テレマティクス WEB 情報サービス

機械の位置情報や稼働状態、異常発生時の情報などのデータを携帯通信網もしくは衛星通信を利用して機械から専用サーバーに送信され、地図による位置確認や日々の稼働状況の確認、部品交換や定期点検の予定・実績管理が可能である(図-7)。

(4) 環境対応

(a) 環境に配慮した新世代エンジン

ディーゼル特殊自動車 2014 年排出ガス規制に適合したエンジンを搭載。高いPM捕集率のDPFとNO_xを無害な水と窒素に分解する尿素水を用いた尿素SCR装置を組み合わせ、高効率でNO_xとPMを低減する。またDPFの再生はクレーン作業中の再生処理を避けるため手動による操作も可能である。また、前モデルと比較し尿素水の消費量を約50%低減し、ランニングコストを削減した(図-8)。



図-6 無線LANによる車両情報表示



図-7 テレマティクス

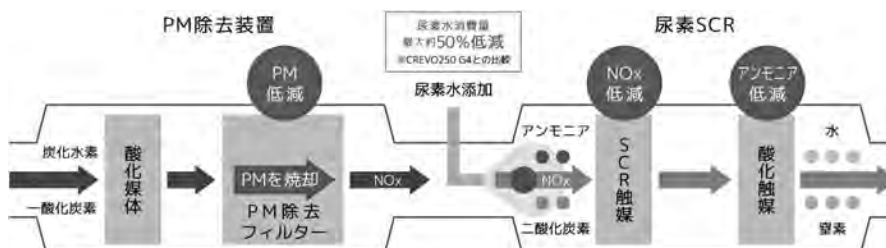


図-8 排出ガス浄化システム

(b) オートアクセル

クレーン操作時にレバー／ペダルの操作量に応じエンジン回転数を自動的にコントロールする機能を採用した。クレーン作業中のアクセルペダル操作が不要になり操作性が向上。また無駄が無いようにエンジン回転をコントロールすることで燃料消費量の低減・エンジン騒音の低減にもつながる。また、本システムの作動はスイッチにて任意に切り替え可能とした(図-9)。

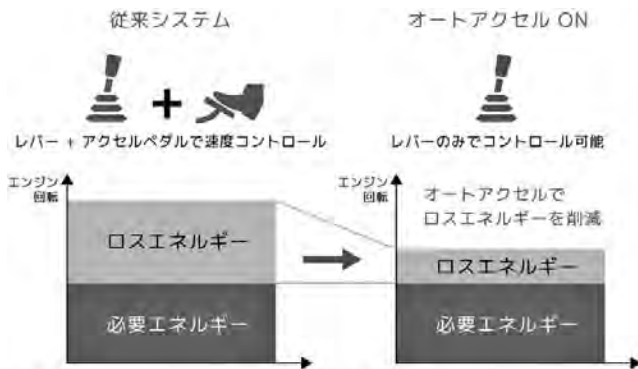


図-9 オートアクセル

(c) ポンプオートストップ

クレーン作業での待機時など、クレーンを一定時間使用しない場合に PTO クラッチを切断し PTO ポンプを自動的に停止させることで燃料の消費を抑える機能を新たに搭載した。ポンプが停止するまでの待機時間は 1分・3分・5分の 3パターンから任意に設定可能である。ポンプの再始動はクレーン操作レバーに設けた

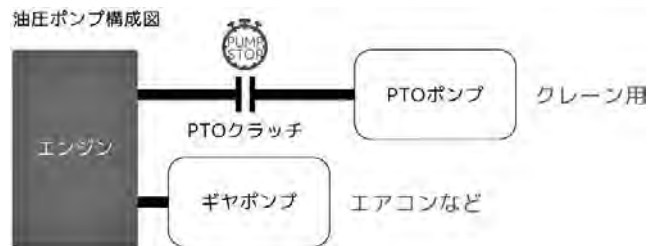


図-10 ポンプオートストップ

ボタンで任意に可能とした。本機能によるクレーン作業時の燃料消費量低減率は約 2.0%である (図-10)。

3. おわりに

本稿では最新のラフテレーンクレーン本機クレボ G5 GR-250N-5 を紹介した。建設機械にとって作業機械としての性能の向上はもとより、昨今では労働人口の減少や走行、作業時の安全性の向上への対応も重要度は増している。今後も安全性、作業性能、使い易さ、作業効率の向上を図り、安心・安全な製品の開発に取り組んでいく所存である。

JICMA

【筆者紹介】

有馬 邦裕 (ありま くにひろ)
 (株)タダノ
 開発企画部
 商品・技術革新ユニット
 ユニットマネジャー



スラントブーム型ラフテレーンクレーンの新技術

Rf シリーズラフター MR-350Rf II

加納 稔 大

スラントブーム型ラフテレーンクレーンは、公道走行姿勢ではブーム先端を下げたスラントブーム方式により走行時の左方視界が良好で、車両全長も短く運転がしやすい。また、クレーン作業時は旋回後端半径が小さいため、住宅地など狭い現場での作業で扱いやすい移動式クレーンとなっている。本稿では今回、最大吊上荷重 35t のスラントブーム型ラフテレーンクレーンである MR-350Rf II（以下「本機種」という）を開発したので、本機種の特長および搭載した新技術について解説する。

キーワード：移動式クレーン、スラントブーム型ラフテレーンクレーン、SL ジブ

1. 特長および機能

ラフテレーンクレーンは、日本国内の道路事情や様々な工事現場に対応するために進化を続け、今や各種工事で必要不可欠な存在になっている。その中でスラントブーム型ラフテレーンクレーンは、公道走行姿勢ではブーム先端を下げたスラントブーム方式により走行時の左方視界が良好で、車両全長も短く運転がしやすい。また、クレーン作業時は旋回後端半径が小さいため、住宅地など狭い現場での作業で扱いやすい移動式クレーンとなっている。現在、スラントブーム型ラフテレーンクレーンを 13t (4.9t) 吊りから 25t 吊りまで 4 機種設定しているが、今回、従来機のモデルチェンジとして本機種を開発した。本機種は全輪操向による特殊走行が可能な車幅 2.62m の 2 軸キャリヤに、最長 32.5m の 6 段ブームと最長 14.0m の 3 段 SL ジブを装備した移動式クレーンである。最新の排出ガス規制に適合したエンジンを搭載し、空中振出式 3 段 SL ジブや坂道発進補助装置などの新技術も搭載した。

2. 機種概要

本機種は、クレーン型式 KRM-35H-F、キャリヤ型式 YDS-KRC023 として、最新の排出ガス規制に適合したエンジンを搭載した最大吊上荷重 35t のラフテレーンクレーンである。現在国内販売されている公道走行可能な 2 軸ラフテレーンクレーンとして、また、スラントブーム型ラフテレーンクレーンとして最大の吊上げ荷重を実現している。公道走行時の外観を写真

— 1 に、主な仕様を表— 1 に示す。

3. 新技術

(1) ジブ

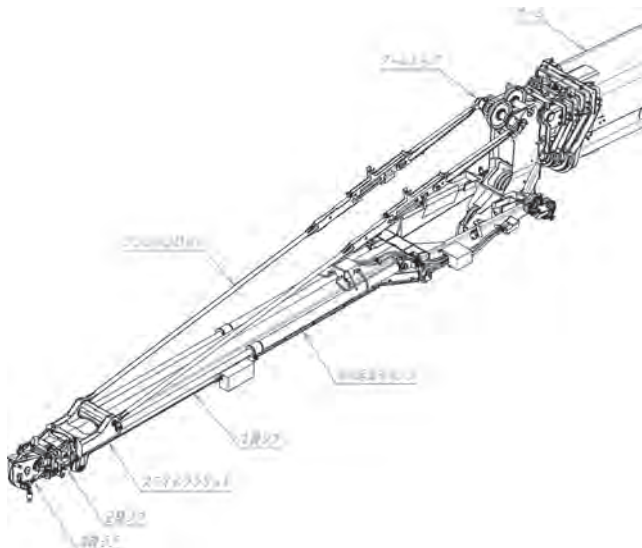
ジブは、油圧により伸縮起伏が可能で、従来機に対して空中振出機能を追加した 3 段 SL ジブ仕様を新規に開発した。3 段 SL ジブは、ジブ起伏シリンダのヘッド側を 1 段ジブに、ロッド側をスライドブラケットに固定する。スライドブラケットはテンションロッドを介してブームトップに接続されている。スライドブラケットはジブ起伏シリンダの伸縮に伴い 1 段ジブ外周部を前後に摺動することによりジブを起伏させる構造になっている。2 段ジブと 3 段ジブは 1 段ジブの中に納まっているため、1 段ジブに合わせて起伏する。2 段ジブは内蔵されているジブ伸縮シリンダにより伸縮し、3 段ジブは伸長用ワイヤロープおよび縮小用ワイヤロープにより 2 段ジブに伴って伸縮する。3 段 SL ジブ の概要を図— 1 に、2 段ジブおよび 3 段ジブの



写真— 1 公道走行姿勢

表一 主要諸元

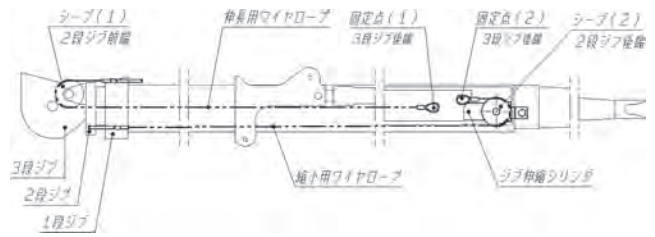
クレーン型式	KRM-35H-F
ブーム最大吊上能力	35.0 t × 2.6 m
SL ジブ最大吊上能力	3.2 t × 76°
ブーム長さ	7.5 m ~ 32.5 m
SL ジブ長さ	6.5 m ~ 14.0 m
ブーム起伏角度	-10° ~ 84°
SL ジブオフセット角度	5° (7°) ~ 60°
最大地上揚程 ブーム / SL ジブ	33.9 m / 47.9 m
最大作業半径 ブーム / SL ジブ	30.0 m / 35.5 m
巻上ロープ速度 (主巻) (補巻)	125 m/min (4 層目) 125 m/min (4 層目)
後端旋回半径	2.85 m
アウトリガ最大張出幅	6.8 m
エンジンメーカー エンジン型式	カミンズ QSB6.7-4E
総排気量	6.69 L
最高出力	209 kW / 2,000 min ⁻¹
最大トルク	1,152 N · m / 1,500 min ⁻¹
タイヤ	385/95 R25 170E ROAD
最高走行速度	49 km/h
登坂能力	0.55 (tan θ)
最小回転半径 2 輪操向 / 4 輪操向	8.1 m / 4.9 m
軸距	3.65 m
全長 × 全幅 × 全高 (走行姿勢)	9.80 m × 2.62 m × 3.595 m
車両総重量	27,925 kg



図一 3 段 SL ジブの概要

伸縮構造を図一 2 に示す。

3 段 SL ジブはブーム最縮小時の前方スペースがあればジブの装着格納が可能であり、任意のブーム長さでジブを振り出せるため、スペースに制限のある工事



図一 2 2 段ジブおよび 3 段ジブの伸縮構造

現場でジブの装着が必要な作業では威力を発揮する。また、ジブ装着格納作業における運転室からの乗降回数を従来機から大幅に削減してオペレータの労力を軽減した上、地上付近のみでジブ装着格納作業が可能となり、高い位置での作業を徹底的に排除したため安全性が向上した。ジブの振り出し姿勢を図一 3 に示す。



図一 3 ジブ振り出し姿勢

(2) 吊上げ用ワイヤロープ

移動式クレーンに必要なワイヤロープの特性として、シープでの繰り返し曲げに対する耐疲労性や吊り荷の回転やロープの絡みつきが起きにくい（自転しにくい）といった性能要求がある。従来機では、難自転性の 6 ストランドロープを採用していたが、本機種では、主巻用と補巻用ワイヤロープに 8 ストランドロープを新規に採用した。8 ストランドロープは、クレーン高揚程作業時において主巻ワイヤロープの絡みつきが発生しにくく、曲げ疲労性にも優れており、従来機よりワイヤロープ交換周期の延長が可能になった。また、補巻のラインプル能力は従来機の 4 t から 4.5 t に向上している。

欧州の環境規制に対応した中型アスファルト フィニッシャの紹介

HA60C-11, HA60W-11

富田 幸宏

欧州は環境意識レベルが高い地域であり、建設機械についても日米に先んじて2019年より欧州排ガス規制 Stage Vが開始されている。本稿では今回、Stage Vでの排ガス対応技術とともに代替燃料の対応状況を説明する。また、合わせて Stage V に対応した中型アスファルトフィニッシャ本クローラ式開発機 HA60C-11（以下、本クローラ式開発機という）並びに本ホイール式開発機 HA60W-11（以下、本ホイール式開発機という）において特に欧州市場でのユーザーニーズを反映し、改善した機能を紹介する。

キーワード：アスファルトフィニッシャ, 欧州排ガス規制 Stage V, 排ガス後処理装置, PM（粒子状物質）, NO_x（窒素酸化物）, PN 規制値

1. はじめに

第26回気候変動枠組条約締約国会議（通称、COP26）が2021年10月31日～11月13日開催され、「地球気温上昇を産業革命前から1.5度以内に抑える努力を追求」することが合意された。また、「段階的な削減（phase-down）」に留まった石炭火力については、議長国の英国を始め欧州連合（EU）は「段階的な廃止（phase-out）」に拘った。この様な姿勢から見て取れる様に、欧州市場は環境意識が高く、建設機械に課される排ガス規制も現在世界で一番進んだ規制となっている。対して、図-1に示す通り、日米は、米国がトランプ政権時にパリ議定から離脱し、排ガス規制を進行させなかったため、日本も足並みを揃え、欧州に比較して一世代前の排ガス規制が適用されている。

本稿では、環境規制を始め、欧州での市場要望に対応した中型アスファルトフィニッシャ（以下、AFと

称す）本クローラ式開発機（写真-1）と本ホイール式開発機（写真-2）について紹介する。

表-1 主要仕様表

Principle specifications	HA60C-11	HA60W-11
Dimensions		
Paving width	2.3~6.0 m infinitely variable	
Paving thickness	10~300 mm	
Paving speed	1~20 m/min	
Hopper capacity	12 ton	
Overall length	6,590 mm	
Overall width	2,490 mm	
Overall height	3,765 mm	3,865 mm
Operating weight	15,900 kg	15,970 kg
Engine		
Make & Model	YANMAR-4TN107	
Displacement	4,567 cc (4 CYL.)	
Rated output	110/2,200 kW/min-1	
(ECO MODE)	108/2,000 kW/min-1	
Fuel tank capacity	180 L	191 L

	KW	2006年開始規制		2011年開始規制		2014年開始規制		2019年開始規制	
		日本	米国	日本	米国	日本	米国	日本	米国
日本	56~75未満	平成18年規制		平成23年規制		平成26年規制			
米国	56~75未満	Tier3		Tier4 interim		Tier4 final			
欧州	56~75未満	Stage IIIA		Stage IIIB		Stage IV		Stage V	
	75~130未満								
	130~560未満								
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
欧州	56~75未満	stage IIIB 12/1/1~	stage III 12/1/1~	stage IV 14/10/1~	stage IV 14/10/1~				stage V 19/1/1~
	75~130未満		stage IIIB 12/1/1~		stage IV 14/10/1~				stage V 20/1/1~
	130~560未満		stage IIIB 12/1/1~		stage IV 14/1/1~				stage V 19/1/1~
米国	56~75未満		IT4 12/1/1~		Tier4 14/10/1~				
	75~130未満		IT4 12/1/1~		Tier4 14/1/1~				
	130~560未満		IT4 11/1/1~		Tier4 14/1/1~				
日本	56~75未満			H23 12/10/1~ (暫予14/3/31)		H27 15/10/1~ (暫予17/9/30)			
	75~130未満			H23 12/10/1 (暫予13/10/31)		H27 15/10/1~ (暫予17/8/31)			
	130~560未満			H23 11/10/1~ (暫予13/3/31)		H26 14/10/1~ (暫予16/8/31)			

図-1 日米欧における排ガス規制開始時期



写真一 HA60C-11



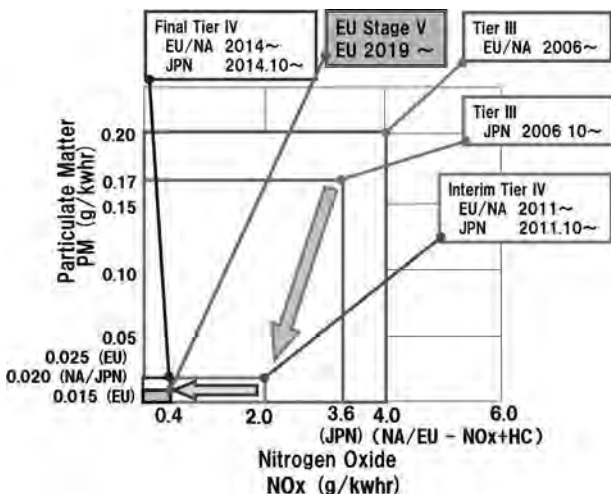
写真二 HA60W-11

2. 欧州排ガス規制「Stage V」と対応技術動向

図一に、排ガス規制値の推移を示すが、図に示す通り、規制が刷新される度にNOxやPMの規制値が厳しくなっていた。最新の欧州排ガス規制であるStage Vでは新たにPN規制が追加され、現時点で、世界で最も厳しい排出ガス規制となっている。表一に、Stage IVとStage Vの比較を示す。

NOx：一酸化窒素 (NO)・二酸化窒素 (NO₂) など窒素酸化物の総称。

PM：パティキュレートマターの略。ススなどの浮遊粒子状物質。



図一 排ガス規制の変移

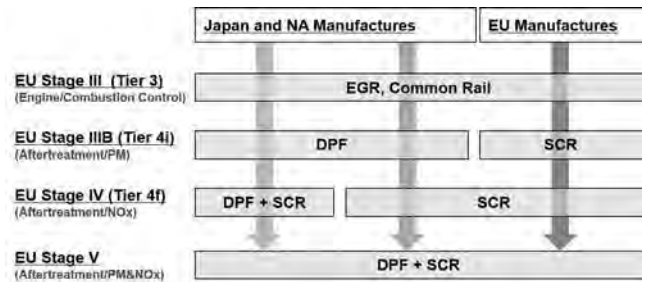
表一 Stage IVとStage V比較

	Stage IV	Stage V
NOx (g/kwhr)	0.4	0.4
PM (g/kwhr)	0.025	0.15
PN (piece/kWh)	-	1×10 ¹²

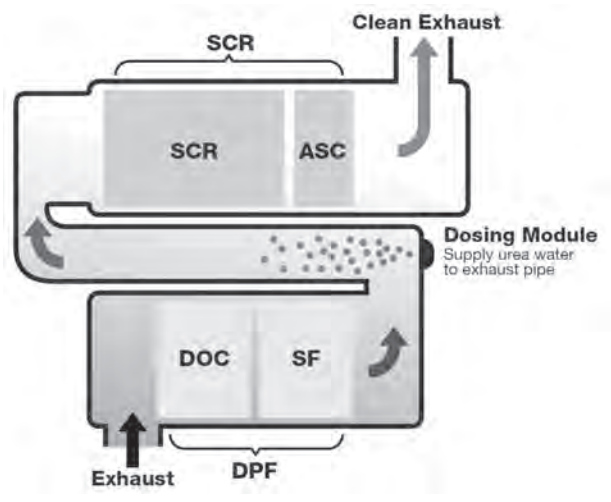
PN：パティキュレートナンバーの略。従来の排出ガス内に含まれる一定単位あたりの粒子状物質の重量を規制するPM規制とは別に、一定単位あたりに含まれる粒子数の規制。

StageV以前の排ガス規制では、図一に示す通り、エンジンメーカーによって排ガス対応方式に違いがあった。ただ、StageVにおいては、ほぼ各社が、排出ガスに含まれるPM、NOx、PN等の規制値をクリアするため、尿素SCR (Selective Catalytic Reduction) システムやDPF (Diesel Particulate Filter) 排出ガス後処理装置を備えている。

図二にStage Vにおける排ガス処理装置を示す。



図二 排ガス規制と対応技術



Abbreviation	Description
DOC	Diesel Oxidation Catalyst
SF	Soot Filter
SCR	Selective Catalytic Reduction
ASC	Ammonia Slip Catalyst

図三 排ガス後処理装置 (Stage V)

DPF は、排ガス中の有害成分を酸化する DOC（ディーゼル参加触媒）並びに PM を捕集して大気中に放出しないようにする SF（スートフィルタ）で構成されている。ただ、SF に捕集された PM は、そのままでは目詰まりを起こし、エンジン性能が低下するので、溜まった PM を焼却処理するシステムが付いている。

尿素 SCR フィルタ（SCR）は、フィルタの上流で尿素水を噴射するドージングモジュール（DM）と、尿素水が加水分解して発生したアンモニアを吸着し、NO_x を還元・浄化する SCR 触媒、及び SCR 触媒で吸着できなかったアンモニアを酸化・浄化するスリップ触媒（ASC）で構成されている。

Stage V では、DPF で PM、SCR で NO_x を低減することにより、排ガス規制値を満足している。

3. 代替燃料

排ガス規制に加えて、北欧エリアでは GTL（Gas to Liquids）、HVO（Hydrotreated Vegetable Oil）と言った代替燃料への対応要望が高い。GTL は、天然ガス由来の製品であり、環境負荷の少ないクリーンな軽油代替燃料である。石油由来の製品と同等の性状を保持しつつ、軽油対比で CO₂ 排出量を 8% 程度削減されると言われている。HVO は、燃料ライン、エンジン、排出ガス後処理装置、排出物質などへ影響を及ぼさない、高品質のバイオディーゼル燃料と言われている。また、HVO は廃油、菜種油、ヤシ油、動物性油など、さまざまな資源から作ることができるので、温室効果ガスの総削減量に大きな影響を与えることができ、標準的な軽油と比較して、CO₂ 排出量を最大 90% 削減効果があると言われている。

本クローラ式開発機、本ホイール式開発機は、排ガス規制対応のため EN15940 の要件を満足した GTL、HVO 燃料に限定されるが、代替燃料の使用を前提に設計・開発を行い、2021 年より実機での検証を行っている。

4. HA60 機能紹介

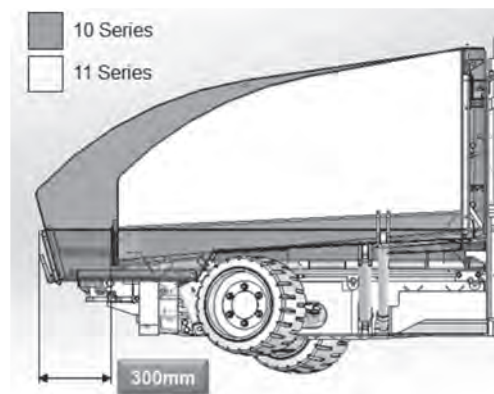
本クローラ式開発機、本ホイール式開発機は、国内で評価を得ている旧モデルをベースに欧州排ガス（Stage V）規制の対応と共に、欧州顧客要望事項へとして、以下の項目について対応した。

- ① 輸送性の改善
- ② 電気加熱時の舗装能力制限の解消
- ③ 作業性、機能性の改善

(1) 輸送性の改善

3 連スクリーンである J/PAVER2360 は、他社に無い伸縮性を有する反面、スクリーンが 3 連となるため、構造上前後長が長くなる。合わせて、旧モデルを始め、国内向けアスファルトフィニッシャ（以降、AF）は、合材ダンプのバンパとの干渉を避け、低床ホッパを採用している。重量バランスを確保するため、前輪前側のウェイトが大きくなり、結果的に、欧州メーカーの AF に対して全長が長くなっている。欧州の場合、AF とローラを合積するため、全長短縮の顧客要望があった。

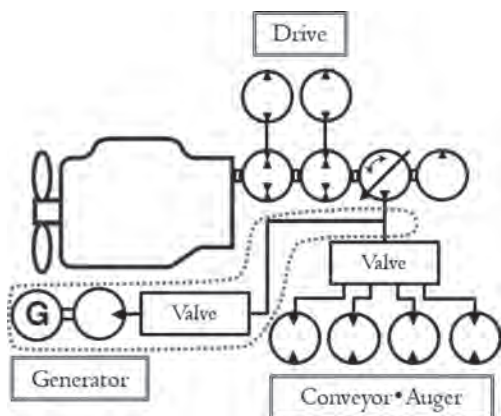
本ホイール式開発機は、ホッパ高さとうェイト形状を見直すことにより、従来機に比べて 300 mm 全長を短くし、輸送性の改善を図った。



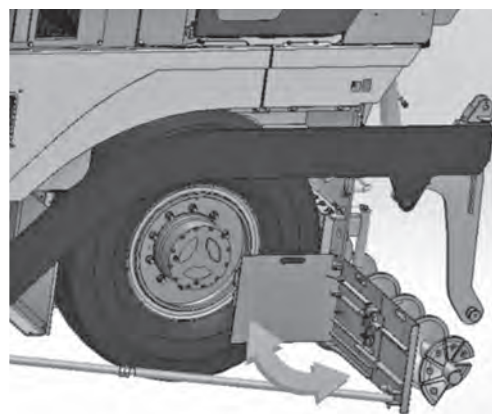
図一五 ホッパ長さ改善

(2) 電気加熱時の舗装能力制限の解消

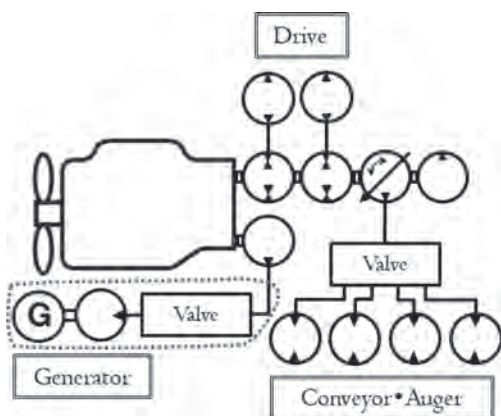
HA60 は、走行系のポンプが 2 ケ、コンベヤとスクリー用ポンプが 1 ケ、タンパ、バイブレータ、シリンダを駆動するポンプが 1 ケの計 4 ケポンプが搭載されている。従来の発電システムは、図一六 (a) に示す通り、コンベヤ、スクリー用ポンプから作動油を供給し、油圧モータにより発電機を作動していた。このため、加熱で発電機を稼働させる場合、能力がそちらに取られてしまうので、コンベヤ、スクリーの能力を落とさざるを得なかった。本クローラ式開発機、本ホイール式開発機では、旧モデルより 20% 出力アップしたヤンマー製新規エンジンを搭載するとともに、図一六 (b) に示す様に発電機を独立した回路にすることにより、本来の舗装能力を落とすことなく、発電できるようにした。



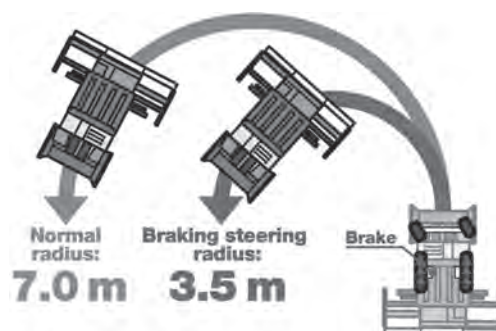
図一6 (a) 旧モデル油圧システム



図一7 折り畳みリテーニングプレート



図一6 (b) Stage V対応機油圧システム



図一8 ブレーキステア効果

(3) 作業性、機能性の改善

(a) 折り畳みリテーニングプレート（本ホイール式開発機）

従来ホイール用リテーニングプレートは、取り外し式又は内側のみスライド式が採用されてきた。取り外し式は脱着の煩わしさ、スライド式には合材が固着すると引き出せないと言った問題があった。ただ、舗装幅4.5m以下の現場が大半を占める欧州市場においては、内側1段のみの折り畳み式とするリテーニングプレートの要望が強い。新型本ホイール式開発機においては、図一7に示す通り内側1段目のみを折り畳み式、外側の2段目は脱着式かつサポートを追加することにより段取り作業の利便性向上を図った。

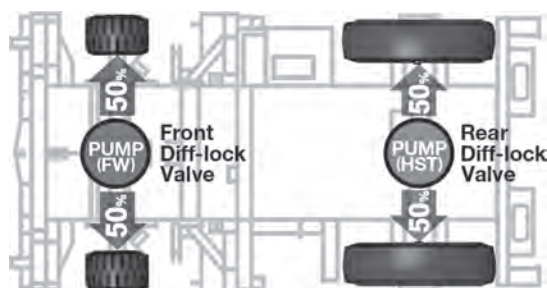
(b) ブレーキステア並びにデフロック（本ホイール式開発機）

本ホイール式開発機の走行システムには、ブレーキステアに加えて、デフロックシステム（オプション）を準備している。

ホイール式AFは、前輪切れ角の制限から、通常のリターン半径は7mと大きい。対してブレーキステアは、低速モード時、内側後輪の走行モータのブレーキをかける事に依り、図一8に示す通り、3.5mという小旋

回が可能となる。

ホイール式の走行システムは、前輪・後輪共に1ポンプ-2モータ方式となっているため、例えば軟弱路盤などでは片側が空転した場合、負荷の軽い空転側に油が流れ、機械はスタックしてしまう。その為、標準仕様では、片方のタイヤが停止し、逆側タイヤの空転が一定時間以上継続された場合、空転していた方のモータ傾転を“0”にして、止まっていた方の油圧モータへ全量流すノンスピン制御が搭載されている。ただ、この方式の場合、一時的に機械が停止してしまう為、軟弱路盤などでは、再発進できず、脱出出来なくなってしまうことがあった。対して、デフロックシステムは、図一9に示す通りフローデバイダにより、左右後車輪モータ及び前輪モータへ流入する作動油量を左右ほぼ均等に供給する。これにより、軟弱路盤



図一9 デフロックシステム

等で車輪の片側が空転してしまうような場合でも、逆側の車輪モータへ作動油が供給され、有効な牽引力を得ることが出来る。

(c) FVM (Field View Monitor)

現在、ISO では AF の視認性に関する規格策定が検討されている。AF は、オペレータの死角となる機械周辺範囲が広く、図-10 に示す様なカメラ 1 台では全範囲を確認するのは難しい。また複数のカメラを搭載する場合には、映像の切替え操作が負担となりうる。そこで、FVM では 3 系統のカメラ映像入力と 3

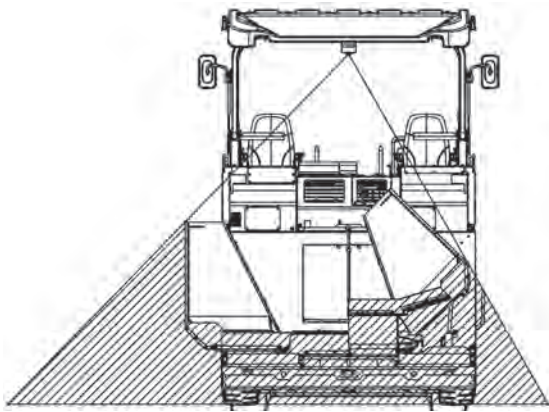


図-10 フロントカメラの死角範囲



図-11 FVM による視認範囲

系統のカメラ映像スルー出力および 1 系統の合成映像出力を備えた映像合成ユニットにより、リアルタイムでの合成映像出力を行う。表示範囲は、図-11 に示す通り、車体と周囲作業者あるいは車体と周囲障害物との位置関係の確認を頻繁に行う前方 270°としている。尚、本クローラ式開発機、本ホイール式開発機においては、従来機比べて合成画像のゆがみを抑えたカメラの搭載位置へ変更した。

5. おわりに

本稿では、欧州の排ガス規制 Stage V の状況とその規制に対応した AF を紹介した。また、北米、日本においても現在更に厳しい条件となる排ガス規制の採用が議論されている。排ガス規制は今後も一新される毎に条件が厳しくなっていくことは容易に推察でき、AF の製造メーカーとしては、引き続き排ガス規制の対応していくのは当然として、カーボンニュートラルへの対応も検討が必要と考えている。

また、FVM の中でも一部記載したが、現在 AF を含め、道路舗装機械に関する欧州規格である EN-500 の見直し並びに ISO 化が進められている。その中には作業者の安全性、環境性が担保されるよう、規格の見直しが検討されている。規格に準拠するだけでなく、より安全で快適な建設機械の開発を行っていく所存である。

JICMA

【筆者紹介】

富田 幸宏 (とみた ゆきひろ)

住友建機㈱

技術本部 道路機械技術部 第 2 設計グループ

グループリーダー



発破用穿孔機史：戦前編

岡本直樹

「発破穿孔機史」の戦前編では、はじめに発破穿孔機の種類とサーフェスドリルへの繋がりを前史として示してから、さく岩機史へと進める。そして、ジャックハンマ（シンカ）、スタンド（三脚、支柱）式、ストーパ等からレグ式の誕生までを記し、国内の概略史も示す。次のサーフェスドリルでは、ワゴンドリルの開発とケーブルツールドリルからチャンドリルへの変遷を示し、外地の撫順炭鉱等での使用例を加えた。

キーワード：建設機械史、発破、穿孔機、さく岩機、サーフェスドリル、チャンドリル、ジャックハンマ

1. はじめに

発破用穿孔機の種類を図一1に示す。発破用穿孔機 Blasthole Drill (広義) は、Rock Drill, Drill Jumbo, Surface Drill (Bench Drill) に分類でき、狭義のプラスチックホールドリルはサーフェスドリルを指す。「鑿岩機」は、Rock Drill の訳語として生まれたが、鑿岩機 の字義からか、わが国ではピック等も含むものとなっている。戦後の新表記「削岩機」は、字義が不適当なので本稿では不採用とし、Blasthole Drill は「発破用穿孔機」と表記する。

穿孔機には発破用の他に試錐機・さく井機等があり、明かり発破に用いられる地表からの穿孔は、井戸掘り等の歴史と関わりが深い。ロータリドリルの起源はBC2000年頃に遡る。エジプトの採石場跡で、ピラミッド用のストーンブロック切出し用の穿孔跡（穿孔長6m、径500mm）が見つかった。穿孔法は、コア抜き Calyx drill のような図一2が想像されている。

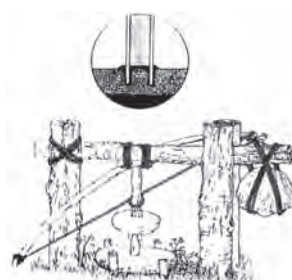
図一3は、別の早期の方法（三脚櫓と巻取りポール）であるが、2,000年前（異説は多い）の中国やペルシ

アの井戸掘りに使われていたパーカションドリルの説明にも引用されている。AD600年頃の中国の重錘によるパーカションドリルは、深さ1,800 feetを穿孔している。図一4に中国の井戸掘りの様子を示す。日本では江戸時代、深い井戸は櫓を建て長い突き棒にて穿孔したが、1817年頃から上総掘り（図一5）の開発が始まり、突き棒の代わりに竹籤を用いて巻き取った。

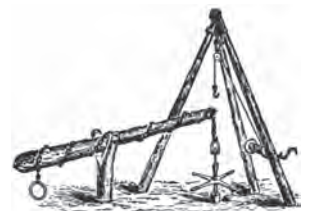
西洋では、1683年にHuthmanが垂直孔のストライカバーに屈強な2人で重錘を落とすドロップハンマ方式/ドロップドリル（人力パーカッション）を開発しているが、実用にはならなかった。同様の方法は1721年にBarthelsgaが、1803年にもGainsbrigが行って



図一1 穿孔機の種類



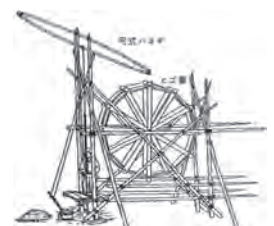
図一2 Egyptian drill



図一3 The earlier method



図一4 中国の井戸掘り



図一5 上総掘り

いる。図—6は、17・18世紀のドリルチゼル等を示している。

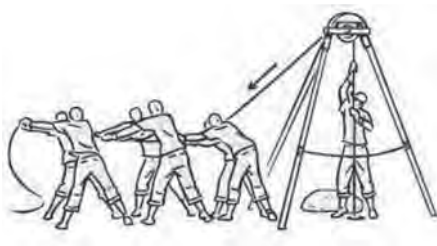
19世紀初頭の米国では油井掘りに図—3と類似のスプリングポール法(図—8)を利用して、後に蒸気機関と組み合わせている(図—9)。

近代になり重錘落下による穿孔法(図—7)が普及しているが、この方法が機械化されることになる。

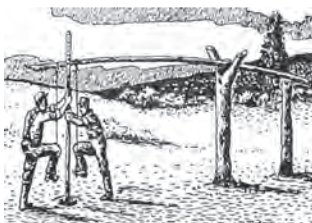
一方、火薬の歴史を辿ると、化学反応を用いた燃焼-爆発の利用は、B.C.10世紀に遡ると云われていて、最初の火薬はB.C.4～5世紀に火攻具「ギリシャ火」として登場した。黒色火薬は6・7世紀の唐で生まれ、北方騎馬民族との戦いに使われた。宋代には原料の硫黄が日本から輸出されている。欧州には13世紀に製法が伝わり、1397年になると最初の発破をスウェーデンのMeratが行うが、詳細不明である。1415年には英ヘンリー5世が坑道地雷を用いている。



図—6 Drill Chisel 等



図—7 重錘落下法



図—8 スプリングポール法



図—9 蒸気機関組合せ

2. さく岩機 Rock Drill

ピストンハンマを利用したさく岩機は、主に地下鉱山で発達し、トンネル工事等にも利用されていく。

(1) ロックドリル前史

穿孔発破は、1613年に独 Martin Weigel が始唱し、フライスベルグ鉱山での採鉱発破の穿孔にタガネとハンマを利用している。1627年にはハンガリーの Caspar Weindl がワイゲル提唱の黒色火薬による穿孔発破法をドイツで実践した。5人一組で、1人が Striker bars (チゼル) を持って回し、3人が大ハンマを持って交代でバーを叩き、その間1人は休息している。1689年に薬包が考案され、穿孔装薬が容易と

なる。1749年にはハンガリーでウェッジビットを利用、10年後ドイツ人がチゼルビットを導入した。

(2) ロックドリルの近代化

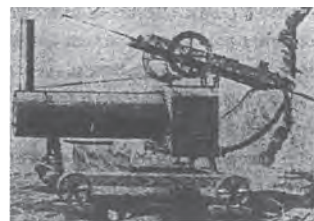
蒸気動力回転さく岩機は、小型高圧蒸気機関を開発して、機関車やバケットラダー浚渫船を発明し、鉱山技師でもあった英 Richard Trevithick が1813年に石灰岩穿孔用として開発した(写真—1)。1840年に石灰岩や軟岩に手動回転ドリルが使用され、1844年には英 Brunton が圧縮空気さく岩機(Wind Hammer: 図—10)を発明した。

1849年に米 J. Couch が中空ピストンとドリルロッドの組合せによる蒸気式さく岩機の特許を取得している。1851年には米 Joseph Fowle がさく岩機に回転機構を採り入れて、仏 Cave は蒸気と圧縮空気両用のさく岩機を発明している。1854年に Schumann もパークッション式さく岩機を発明。1861年に伊 G. Sommeiller が高能率さく岩機を実用化している。1866年に米 Charls Burleigh 等がバーレイ式さく岩機(空圧式ピストンドリル方式)を発明、2年後に実用化(写真—2)して、Fowle の特許も買取る。

1867年には仏 M.Leschott が Mont Cenis トンネルでダイヤモンドビットを開発して使用する。

爆薬は、1846年に Sobrero がニトログリセリンを開発したが、高感度で危険なため A.B.Nobel が珪藻土に吸収して安定化させたダイナマイトを1866年に発明し、併せて起爆用雷管も開発して、安全な発破法を確立した。

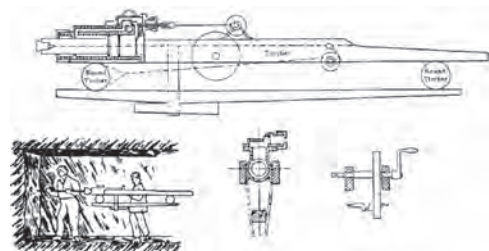
1870年になると、米ヘンリ・サージャントがエクリップスバルブを装備した高打撃さく岩機で穿孔速度を大幅に向上させる。翌71年、米 Simon Ingersoll が



写真—1 蒸気式回転さく岩機



写真—2 Burleigh Drill



図—10 Brunton の Wind Hammer

三脚架台の圧気式ピストンドリル（**図—11**左）を考案し、Ingersoll Rock Drill社を設立、バーレイの特許も買取る。1872年に独アルフレッド・ブラントが水圧式さく岩機を考案。1873年には英ダーリントン式さく岩機、1875年にランド式さく岩機、1879年の独シーメンスの電機式さく岩機が、それぞれ発明される。1890年にデンバーさく岩機製作所が設立される。そして、1897年に米J.George Leynerが中空ロッドによる革命的エアブロー式さく岩機（ハンマドリル：**写真—3**）を発明するが、坑内では酷評され、解決策として翌年にウォーターブロー式を開発し、中空ロッドによるブロー方式の先駆となる。この会社は1912年にIngersoll-Randが買収する。

20世紀に入ると、1904年にフロットマン社がハンドハンマの生産を始める。1905年にはIngersoll-Sergeant社とRand社が合併してIngersoll-Rand社（I-R）となる。1912年にはI-RがRiple bar及びSleeve Chuckの回転機構を有する手持ちさく岩機Jackhamer（**写真—4**）を開発。因みにI-Rの商標Jackhamerは、hammerのmを1つ抜いている。

1936年になるとAtlas Copcoがレッグドリルを導入する。戦後、このワンマン操作ができるプッシュレッグとハードメタルチップ鋼の組合せを“The Swedish Method”と称し、世界のスタンド式を一掃する。

日本：

日本では、幕末期の安政2年／1855に島津斉彬が

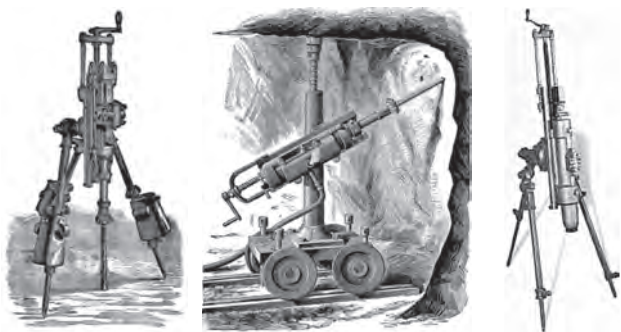
採鉱発破を山が野金山と谷山錫山で行っていて、文久2年／1862に遊楽部鉛山（北海道）でバンベリーが黒色火薬発破を行っている。明治6年／1873になると後藤象二郎が仏マンスに常磐炭鉱と三池炭鉱で採炭発破を行わせ、採炭発破も一般化する。

明治10年／1877に栗子道路隧道にエアドリルを初導入し、翌年に逢坂隧道でジョルダン鑿岩機2台を用意したが軟弱なため未使用、柳ヶ瀬隧道ではインガソルさく岩機でダイナマイトを初使用。明治14年／1881になると三菱吉岡鉱山、佐渡鉱山に鑿岩機を輸入した（英ダーリントン式、独シュラムハーガ式、米バーレイ式）。そして、工部省赤羽工作分局で英ダーリントン式さく岩機を模倣試作するが不調、翌15年に米バーレイ式空気圧縮機を製造して実用を果たす。明治38年／1905にはショウ式ストーパを輸入しているが、本格使用は5年後にサリバンストーパ20台、ハードソックストーパ11台、インガソルストーパ16台を輸入してからとなる。

大正3年になると、手持鑿岩機（シンカ）が住友別子礦業所と足尾鉱山で製作され、国産化が進む。

火薬生産については、大正6年に日本火薬がダイナマイトを、カーリットは大正8年に浅野カーリット（日本カーリット）が、無煙火薬は帝国火薬（日本油脂）が大正11年に生産を開始した。昭和7年／1932には日本窒素火薬（旭化成）が脆質ダイナマイトを生産する。足尾製作所：

古河鉱業は、明治15年／1882に独シュラム式さく岩機を古河／阿仁鉱山に導入して好成績であった。明治18年には足尾銅山に鑿岩機（**写真—6**）を導入し、明治20年から工作課で機械の修理・製作を始めた。明治33年／1900になると足尾銅山に間藤工場を開設し、鑿岩機の製作・修理を始め、明治38年に個人経営を古河鉱業会社とした。大正3年／1914になると、独フロットマン社のハンドドリルを参考に日本人の体格に合わせた鑿岩機（足尾式3番型）を開発した。そして、大正5年に鑿岩機工場を新設して国産を本格化



図—11 I-Rの三脚式とレール台車式

写真—3 Leyner



写真—4 Jackhamer



写真—5 Ingersoll-Sergeant



写真—6 足尾の輸入鑿岩機

させ、好評のため輸入インガソルを押さえてシンカのトップメーカーとなり、大正7年／1918に古河鋳業を(株)とした。昭和11年／1936に軽量鑿岩機(ASD18, ASD25, ASD41 ストーパ)を開発、そして、昭和17年／1942に足尾製作所として独立した。

その他：

住友別子鋳業所機械課でも大正3年に小型軽量の鑿岩機を製作していて、翌年には別子式ストーパも国産化している。

大正11年／1921に東京鋼材(三菱製鋼)が中空ロッドの生産を開始し、昭和2年／1927になると山本鐵工所(大正4年創設)がヤマモト式鑿岩機の製造販売を開始し、翌年に大成鑿岩機が設立される。日鋳／日立鋳山でも昭和5年／1930に鑿岩機製作を開始。昭和9年／1934に山本鐵工所がライトドリフタYS-49を生産。昭和14年／1939に(株)山本鐵工所を設立、翌15年にはストーパCC-11を生産した。

東洋工業は、昭和8年に鑿岩機S49(写真—7)、R39の製作に取組む、日窒コンツェルンの野口遵が長津江開発用の鑿岩機生産を懲漚、インガソルランドS-49, R-39, L-67, L-74をスケッチ試作して、昭和10年／1935に製品として完成させ、長津江水電に納入した。昭和12年には、ライトドリフタDCS49を独自開発する。同年、大同製鋼が中空鋼を量産、北越工業がコンプレッサを生産した。

明かり発破穿孔の例として、大河津分水工事(明治～大正)の突タガネ(写真—8)による穿孔と大正7年の鑿岩機施工(写真—9)を示す。



写真—7 東洋 S49



写真—8 突タガネ



写真—9 明かり鑿岩機

坑内では、ジャックハンマ、ライトドリフタが使われ、固定コンプレッサを動力源としていた。手持ち鑿岩機は、通称ジャックハンマと呼ばれ、軽量な一人操作作用や2・3人で取扱う重量級があった。水平穿孔や上向き穿孔にはスタンド(支柱や三脚)とストーパが用いられた。写真—10は、佐渡鋳山でのシンカ、スタンド(支柱)式、ストーパの鑿岩機三様である。



写真—10 鑿岩機三様

3. サーフェスドリル

(1) ワゴンドリル

ワゴンドリルの元祖は、ドリルワゴンと称して採石場の水平掘りに使用していたもので、1884年に米 W.L. Saunders がその特許を取り、1909年頃に米 A.H. Taylor が改良設計した。そして、1924年に Ingersoll Rand (I-R) が全金属製ワゴンにハンマドリル X-70 を搭載して、ワゴンドリルと名付けて販売した。標準フィードは12 feet であるが、長孔穿孔ではタワートップを伸ばして、先端滑車を通してワイヤでさく岩機を吊り下げる手動ウインチ方式であった(写真—11)。1926・7年頃に3輪台車として、クローラドリルが登場するまでサーフェスドリルの主役であった。写真—12は、1936年の3輪タイヤFMワゴンドリルである。

わが国では、戦前に朝鮮の鉄鋳開発にデンバー、インガソル、ウオシントン、ジョイ社製等を輸入して、ポータブルコンプレッサと合わせて使っていた。内地では需要がなかったが、戦後は佐久間ダムで I-R FM3/X71 型と Gardner Denver UMC/D99DT 型が各8台導入され利用が始まる。



写真—11 I-R ワゴンドリル



写真—12 FM ワゴンドリル

(2) チャンドリル Churn Drill

近代になり、重錘落下による穿孔法（図一7）を機械化したものが油井掘削で発達するケーブルツールドリルで、チャンドリルに発展する。チャンドリルは、クランク回転等を利用してビットを自重落下させて破碎穿孔する衝撃式穿孔機の一つで、突き攪拌する古典的バターチェーン製法の連想から付けられた名称である。大口径をドリリングビットの重量懸垂衝撃方式で穿孔し、動力は主に電動機、走行方式は初期の鉄輪からクローラ式となった。

このチャンドリルは、ベンチ発破の大口径装薬の穿孔に海外で用いられていた。日本でも内地の需要はなかったが、外地の露天掘り鉱山等で使われていた。

戦後間もなく、国内ではダム建設の原石山発破に需要があり、日本開発製造がビサイラス製 29T, 22T を模した GC-15, GC7 と HC7 を造っていた時期がある。構造が単純で故障が少なく、穿孔費も安価であったが、穿孔速度は遅く、6” 径で穿孔長 12 m 程度を 15 hr 程掛かった。やがて、B-E 50R 等のロータリドリルやダウンザホールドリルが輸入され、その地位を譲ることになる。

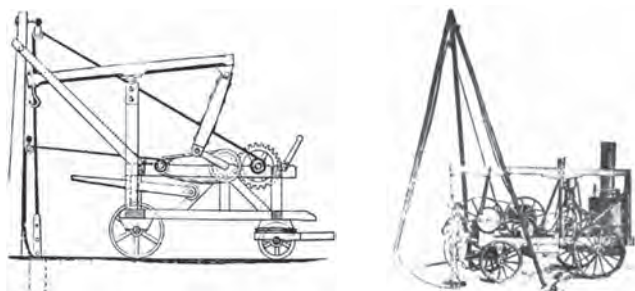
海外における開発の変遷：

1838 年に米シンガー兄弟がタガネ重力落下による打撃式さく岩機の引き揚げに蒸気を利用した。

最初の可搬型ロータリドリルは、1867 年に Henry Kelly が製作、類似の可搬性を持たせたケーブルツールドリル（図一12）の特許を Nelson が 1871 年に取っている。1970 年代から 1980 年代の多くのメーカーがケー

ブルツールドリルを製作したが、R.M. Downie が最初である。写真一13 は彼の 1880 年の製品で、三脚櫓を利用している。最初のマスト（A フレーム）装着機（写真一14）は 1892 年で、油井用を改良して発破用を開発した。そして、これらリグの商標を Keystone とした。図一13 は Armstrong の前身の 1898 年の Kelly & Taneyhill 製である。

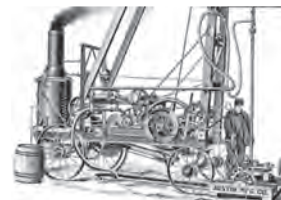
1890 年代末期からいくつかのメーカーが自走式ロータリドリルを造り始めた。その 1 つが 1903 年の Austin の製品（図一14）である。ロータリドリルは戦後、チャンドリルに代わる大口径穿孔機となる。1904 年に Kelly, Morgan & Company は Armstrong Quam Co. となる。図一15 は、1906 年の Keystone drill であるが、写真一15 の機械骸は、初期の木製 Keystone drill で、ドリル治具を昇降する蒸気機関と麻ロープを備えている。1900 年代早期には、他の有力メーカー Loomis, Cyclone, Star 等がオハイオ州から生まれているが、写真一16 に Loomis のドリルを示す。Suppdder は、パーカションドリルの一般名であったが、その 1 つの初期の全金属製の Armstrong 牽引式チャンドリル（1915 年）を写真一17 に示す。自走式も 1917 年に同社が開発しているが、写真一18 は 1922 年のものである。チャンドリルへのクローラを装着は、1920 年代末期に Keystone が果たすが、その例として 1933 年の Keystone No.25（写真一19）



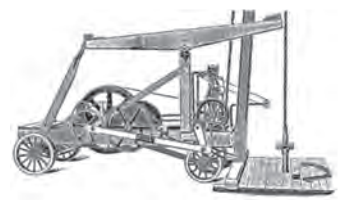
図一12 1871 Nelson drill



写真一13 Downie drill



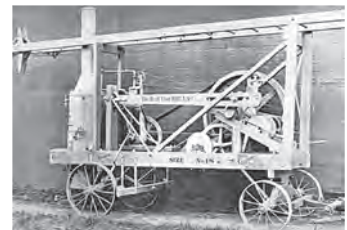
図一14 Austin



図一15 1906 Keystone



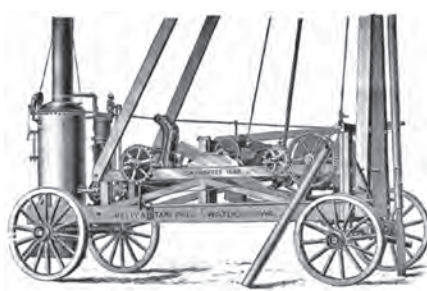
写真一15 Keystone drill



写真一16 Loomis



写真一14 Downie



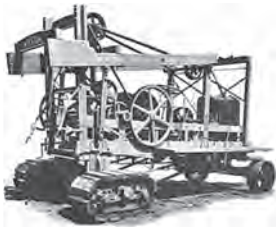
図一13 Kelly & Taneyhill



写真一17 全金属 Armstrong



写真一18 自走式 Armstrong



写真—19 Keystone No.25



写真—20 Armstrong #29

を示す。写真—20は1934年のArmstrongチャンドリルである。

(3) 撫順炭鉱等の発破

戦前、世界最先端の露天掘り機械化を進めていた撫順炭鉱（満州）の発破穿孔法を参考として記す。

撫順炭鉱の穿孔機（写真—21）は、衝撃式で穿孔錐を上下させて穿孔するチャンドリルである。サイクロン式とキーストーン式の25台であるが、純正か模倣品かは不明である。穿孔速度は一昼夜40m位であった。他に撫順式の7台があり、回転式ビットで、5m中空ロッドを継足しブロー穿孔ができ、穿孔速度は一昼夜100mで能力はチャンドリルの3倍となっている。

昭和9年の穿孔総延長は30万m、その方式別比は、チャンドリル：撫順式：手掘り式が各10万mずつとなっている。手掘り（写真—22）は、機械穿孔機の進入が難しい箇所を利用して、5人一組で鑿を上下運動させて穿孔する伝統的方法で、穿孔速度は9m/10hrであった。撫順の露天掘り発破は、ベンチカット、盤打ち、小割があり、ベンチ発破は100mm径11m垂直孔にK号硝安爆薬を装填して、親ダイを電気雷管で斉発する。穿孔の基本配列は抵抗線5m、孔間8mの2列千鳥型配列としている。褐色頁岩の薬量は0.7g/m³、軟質な緑色頁岩はその半量、特に軟らかい場合等では黒色火薬を併用する。盤打ち発破



写真—21 チャンドリル



写真—22 撫順炭鉱の三脚槽穿孔

は、ベンチ発破の補助として、60mm径で適当な深さで行う。小割発破は30mm径の手ノミ穿孔である。坑内用はインガソルランド製ジャックハンマS49, DCR23, ストーパCC-11, デンバードリフタ7L, 電動コールドリルは昭和萬能式と泉式を使用。

その他の外地鉱山の例を示すと、茂山鉄鉱山（北朝鮮）が9吋チャンドリル Bucyrus Armstrong 29T を導入していて、稼働実績も残っている。火薬は液体酸素、国産ダイナマイトを使用。

石碌鉄鉱山（海南島）では、長谷川式C-15型チャンドリル20台を計画したが、戦局の悪化で実績7台に止まった。近傍の田独鉄鉱山はチャンドリル2台、鑿岩機31台を導入している。

4. おわりに

発破穿孔機史に関する市販書籍は少ないが、蔵書中に意外と多くの史料があり、拾い書きしていくと、圧縮しても紙幅に収まらず悩んだが、熟慮の末、構成を変えて戦前編と戦後編に分けることにした。

参照した社史やメーカーの人々の著書は非常に参考となるが、営業的なバイアスに留意した。また、調査した様々な史料に、年代等の食い違いや誤記があり、本稿ではその検証は不十分であるが取敢えずまとめ、詳細不明な箇所や疑問点は、今後の課題として調査を続けたい。

JCMCA

《参考文献》

- 1) 炭礦讀本, 撫順炭礦, 1937.3
- 2) 茂山鉄山に於ける露天採掘法, 有働敏明, 1942.12
- 3) 鑿岩機, 五反田好文, 鑿岩機研究社, 1943.12
- 4) 改訂 實用採炭學, 厚見利作, 1944.9
- 5) トンネル建設の機械化, JCMCA, 1952.12
- 6) ダム建設の機械化, JCMCA, 1953.11
- 7) 建設の機械化, JCMCA, 1962 ~
- 8) 1920-1970 東洋工業五十年史-沿革編-, 1972.1
- 9) Atlas Copco Manual 4th edit, 1982
- 10) 新・発破HB, 工業火薬協会, 1989.5.
- 11) The Legend of Ingersoll Rand, J.L.Rodengen, 1995
- 12) 知恵を絞り汗を流して, 古河さく岩機販売, 1996.6
- 13) 建設機械の変遷3. 1~3. 4, 石灰石, 1996.
- 14) Bucyrus Drills Drilling the Earth for 75 Years, D.M.Lang, 2010
- 15) Rotary Drilling & Blasting in Large Surface Mines, B.V.Gokhale, 2010

〔筆者紹介〕

岡本 直樹（おかもと なおき）
建設機械史研究者



走行中充電システムの動向と我が国の取り組み

田 島 孝 光

自動車走行中のCO₂排出ゼロ化にはEVの普及がキーポイントとなる。その実現に向けた技術として、走行中のEVに給電道路から直接充電する走行中充電システム（Electric Road System：ERS）の導入が挙げられる。本稿では、接触サイド式によるERSを乗用車から大型トラックに適用した結果について述べる。

キーワード：走行中充電，ダイナミックチャージ，Electric Road System，電化道路，大型EVトラック

1. はじめに

地球温暖化対策としてCO₂排出量の削減が急務となっている。世界の自動車を含む運輸部門におけるCO₂排出量（2016年度）は367億5,360万トンで、CO₂総排出量の21.4%を占める。運輸部門の内訳は、自家用乗用車と貨物車を合わせた自動車が58億7,860万トンで運輸部門の74.8%を占め、世界全体の総排出量の16.0%を排出している。この運輸部門のCO₂排出量ゼロ化の実現のためには、化石燃料を搭載せずモータのみで走行する車両、すなわち、電気自動車（EV）や燃料電池車（FCV）の導入が必要不可欠となる。

しかしながら、EVは現時点でも幾つかの大きな課題を抱えており、その主要課題は、①航続距離、②バッテリー搭載量（素材資源や生産量の確保、廃棄等）、③充電（煩わしさ、充電待ち時間、充電渋滞、超々急速充電対応、発熱対策等）、④インフラ設置（充電器数量、設置エリアの確保等）、そして、⑤走行性能の低下（車重増加、電欠セーブ運転等）等が挙げられる。また、大パワー出力が必要となる大型トラックを電気エネルギーのみを搭載して走行するEV化（フルエレクトリック化）は、大容量のバッテリーを搭載する必要があるため、EV化には多くの課題があり困難とされている。その解決策として走行中充電システム（Electric Road System）の導入が期待されている（図-1）。

本研究では、接触サイド式によるERSを考案し、乗用車やレース車両への適用化検討を進めてきた（図-2）。更に本研究では、運輸部門の36.8%を占める貨物自動車の課題解決に視点を向け、今までEV化が

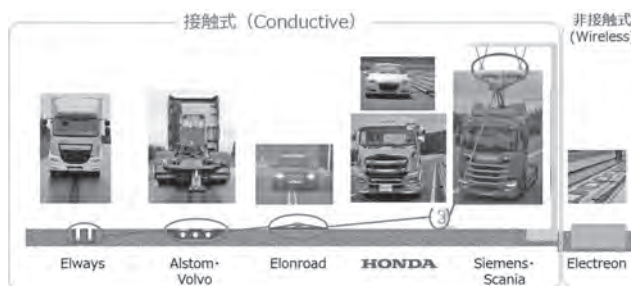


図-1 世界の Electric Road System



図-2 Honda ダイナミックチャージ EV

困難とされていた大型トラックへの適用化を推進している。

2. 接触サイド式走行中充電システム (Electric Road System：ERS)

前述した課題を解決するため、ERSの開発を推進している。ERS開発のキーポイントは、給電電力、伝達効率、安全性（電磁ノイズ、路面異物、二輪車等との混走）、利便性（位置決め、レーンチェンジのし易さ等）、インフラ設置・メンテナンス性、およびコスト等であるという観点から、最も優位性があると判

断した車両横方向からの回転式の点接触方式とした。また、走行中に給電する総電力（バッテリー充電電力+モータ駆動電力）は、走行車両の駆動エネルギーを上まわり、かつ車載バッテリー充電が十分可能となるように、450 kW 以上（DC750 V 以上 /600 A）としている。

(1) システム概要

図-3 に ERS のシステム概要を示す。本システムは、ERS インフラとダイナミックチャージ・エレクトリック・大型トラックで構成される。ERS は、大容量鉛蓄電池と充電レーンで構成される。車両は、集電アーム、ダイナミックチャージャー、大電力・超々急速充電バッテリーシステム、統合 ECU、大容量ハーネス、ならびに一般的な EV システムで構成される。



図-3 Honda Electric Road System

(2) 制御システム

図-4 に ERS の制御ブロック線図を示す。大容量鉛蓄電池から、直流で電力を ERS レーンに供給し、ERS レーンから車両にも直流で電力を供給する。

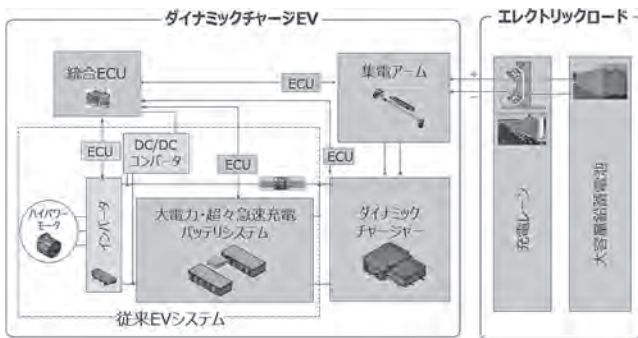


図-4 システム図

(3) ERS レーンと集電メカニズム

走行中に給充電を行う走行車線である ERS レーンを図-5 に示す。両 ERS レーンは共に乗用車から大型車用まで共用できるインフラである。

トロリー線は、碇子を介してプラス（陽極）側とマイナス（負極）側を 90° V 字型に配置している。そ

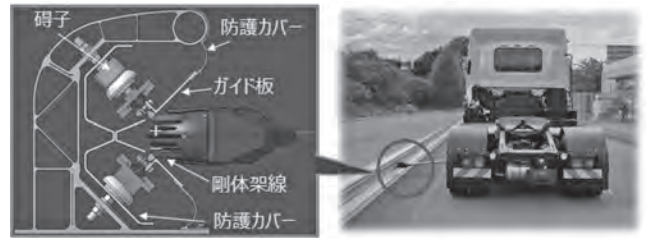


図-5 走行中充電レーン

して、2本のトロリー線の上下に集電アームのローラーをトロリー線にガイドするガイド板を配置し、その周囲を絶縁樹脂製の防護カバーで覆う構造とし、防塵や雨等に対する対候性に対応している。

集電のメカニズムは、V字型に配置されたトロリー線に対して、集電アームを横方向から押し付けるだけで、高さがセンタリングされ、ローラーが正規の位置で接触する。そして、集電アームに配置されたローラーの回転接触によって集電が行われ、ローラーに接触したブラシを介して強電ハーネスに電力が伝達される。

電気安全性については、JRIS 規格（日本鉄道車両工業会規格）の基準を導入している。

(4) ERS インフラの敷設方法

本 ERS インフラは、高速道路とローカルエリア（市区町村の充電専用エリア）に敷設することを想定している。

高速道路への敷設は、車両の自立走行区間（通常の EV 走行）と走行中給充電区間の総距離をサービスエリア区間に近い 50 km を一区間とし、フルエレクトリック大型トラックが 80 km/h で走行した場合は、50 km 区間で 15 km 給充電し、35 km を自立走行する。給充電走行と自立走行の比率は、3：7（走行区間の 30% 給充電）となる。一区間でのバッテリー充電容量は約 89 kWh で、間欠充電を行いながら走行を継続する（図-6）。

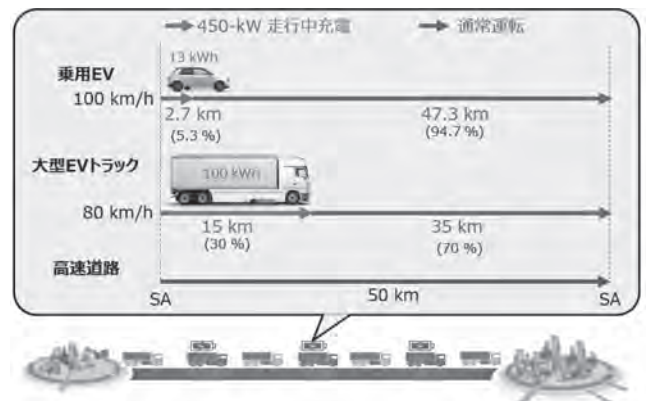


図-6 走行中充電の運転パターン

3. 大型トラックシステム

本研究で製作したダイナミックチャージ・エレクトリック・大型トラックの仕様を表-1に示す。製作した車両外観を図-7に示す。図-7(a)は集電アームを車体に収納した状態(自立走行時の状態)、図-7(b)は集電アームを開いた状態(走行中給充電時の状態)を示す。図-7(a)に示すように集電アームを車体サイド下部に外観上違和感ないように配置した。そして、図-3に示す全てのパワーユニットは、図-7車両の床下フレーム内(タイヤ上面より下部)に搭載した。従来ディーゼルエンジン車両に対して、キャビンコックピット下部に空間を確保することができた。

表-1 ダイナミックチャージ大型EVトラック仕様

車両総重量	45.29 t	
最大積載量	38.04 t	
車両重量(トラクタヘッド)	7.25 t	
最高車速(法定速度)	80 km/h(リミット制御)	
航続距離	無限 km	
モータ	最大出力	350 kW (476 PS)
	最大トルク	3,500 N・m
バッテリー	容量	100 kWh (50 kWh × 2)
	最大出力	DC750V, 600A
走行中充電	充電電力	450 kW (DC750 V, 600 A)
	車速	7 (クリープ) ~ 80 km/h
	路車間距離	0.1 ~ 1.5 m
	高速道路充電(80 km/h 走行時)	50 km 区間で、15 km 充電

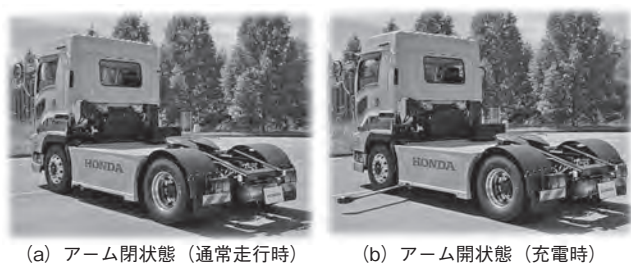


図-7 ダイナミックチャージ大型EVトラック

4. 実走テスト

製作したダイナミックチャージ・エレクトリック・大型トラックを用いて実走テストを実施している。車両側が受け取るエネルギーは、電力 450 kW、電圧 DC 750 V、電流 600 A とし、車載バッテリーの充電方法は、定電流充電モード(CCモード)、定電力充電モード(CPモード)、定電圧充電モード(CVモード)の3モードによって制御を行っている。また、走行中給電の車

速は 7 km/h ~ 80 km/h で実施している。実走テストにより、設定した制御即に基づき制御できていることが確認できている。

5. おわりに

本研究では、運輸部門の 36.8% を占める貨物自動車の課題解決に視点を向け、接触サイド式による ERS を、今まで EV 化が困難とされていた大型トラックへの適用化を推進した。

その取り組みの中で、フルエレクトリック大型トラックを製作し、車速 7 ~ 80 km/h、電圧 DC750 V、電流 600 A で、設定した制御即(CC-CP-CVモード)下での走行中給充電について検証した。

本技術により、今まで技術的に困難とされていた大型トラックのフルエレクトリック化、走行中 CO₂ 排出量ゼロ化、車載バッテリーの大幅削減(停止中充電用大型トラックEVに対して1/10、長距離走行乗用車EVと同等の100 kWh)、そして、走行中の間欠充電により航続距離無限化が可能となる。

今後は、更なる信頼性と安全性の向上、間欠充電方法の最適化(現状距離ベースの定期間欠充電、バッテリーSOC状態をベースとした間欠充電等)、インフラ敷設や電力供給の方法をはじめとする実社会への導入等について検討を継続し、本システムの早期実用化を目指す(図-8)。

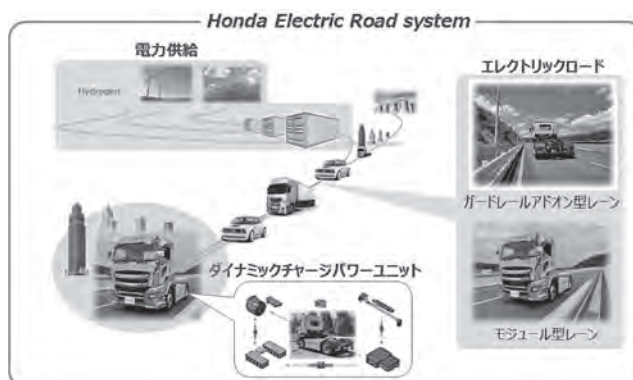


図-8 電気での移動範囲の拡大

JCMA

[筆者紹介]

田島 孝光 (たじま たかみつ)
 (株)本田技術研究所
 先進パワーユニット・エネルギー研究所
 先進エネルギー研究ドメイン
 チーフエンジニア



ずいそう 障害者ゴルフ日本代表選手として 出場して部門優勝 ～パラリンピック出場を目指して邁進中～



有 迫 隆 志

2013年、アメリカ・ネブラスカ州で開催されたNAGAチャンピオンシップに日本代表選手として出場し、Associate Divisionで初優勝した。本大会は3日間のトータルスコアで争われる。

障害者になってゴルフをはじめたのが2004年のこと。昔からスポーツをすることが好きであったため、ゴルフもすぐにのめり込んだ。

また、障害者ゴルフについて色々調べると、全国の強者が集まる「日本障害者オープンゴルフ選手権」(全国大会)が毎年開催されていることを知り、2006年の第11回大会に上肢障害部門で初出場したが、結果は2位であった。翌年以降、2位、4位と続いていたが、2009年、3度目の挑戦で初日87、2日目87、トータル174スコアで上肢障害部門初優勝した。その後、更なる高みを目指し、障害部位は関係のないクラスであるグランプリ部門に移行し、優勝目指して奮闘している。

本大会に加え、その他に行われる国内での大会で上位争いをしていたことが認められ、2012年に海外の遠征試合(アメリカ・インディアナ州で開催)に日本代表選手として初めて選出された。

海外でのゴルフは初めてで、日本とは言葉や食事、生活スタイルはもちろんのこと、ゴルフ場の環境も全てが異なるため、試合までに馴染むことが出来ず、試合当日は悪戦苦闘した。初日は緊張もあり、94を叩いたが、2日目は少しリラックスしてプレー出来たため85でラウンドした。3日目は生憎の雨天中止となり、トータル179で、何とか部門3位に食い込むことが出来た。

翌年アメリカ・ネブラスカ州で開催された同大会に日本代表として出場した。前年に経験したことを活かし、国内からお米やお味噌汁などを持参し、リラックスする時間を作るように心掛けた。これにより、試合当日は疲れや緊張はさほど無い状態でスタート出来た。その結果はスコアに反映し、初日42/39=81と好ダッシュ出来た。2日目はスイングが乱れ、45/43=88であったが、3日目は落ち着きを取り戻して41/40=81で、トータル250ストロークで部門優勝することが出来た。自分の実力が海外でも発揮でき、同じ障害を持つ海外選手と張り合えることが出来たことは本当に嬉しかったし、自信にも繋がった。ちなみに、この大会の総合優勝は、アメリカ人の片足義足選手で、初日73、2日目72、3日目68、トータル213ストロークであった。

しかし帰国直後、突如ゴルフへの情熱が冷めてしまい、何をしてもゴルフが面白く無くなり、一時は止めたいと考えていたが、周囲の仲間にも励まされながらなんとかゴルフを続けていた。

そんな中、2016年に世界各国の障害者ゴルフ団体が結束し、真の世界大会として「世界障害者ゴルフ選手権」が開催されることになった。本大会は2年に1度、各国の持ち回りで開催される。第1回大会は日本で開催されたが、国内での成績が揮わず、本大会に出場することは出来なかった。この悔しさをバネに猛練習し、2018年アメリカ・オレゴン州で開催された第2回大会で、日本代表選手6名に選出された。意気込んで出場したが、世界の壁は高く、表彰台にすら上



写真一 1



写真一 2 世界障害者ゴルフ選手権(第2回)に日本代表として初めて出場

がることが出来なかった。その2年後、第3回大会がアメリカ・ミシガン州で開催されたが、さらに世界の壁は高くなっており、ここでも表彰台に上がることは出来なかった。2020年に第4回大会が開催される予定であったが、コロナで大会は中止となった。

2016年リオデジャネイロオリンピックでゴルフが正式種目に登録された。2020年は日本で開催され、稲見萌寧選手が銀メダルを取った。一方、パラリンピックはIPCの承諾がおりず、未だ正式種目に登録されていない。原因は、世界選手権が開催されてまだ年数が経過していないことや、障害のクラス分けが明確になっていないことなど、さまざまな課題があるようだ。

2024年のパリパラリンピックも落選したとのことで、2028年のロサンゼルスパラリンピックで正式種目になるよう各国の障害者ゴルフ団体がPGAやIPCと協議を行っている。

現在のベストスコア「73」。世界の上位に手が届くところまで来ていると確信している。パラリンピックでゴルフが正式種目に登録される日を願っており、現在はその目標に向けて精進している。もし本当に開催されることが決まれば、日本代表選手になれるよう全力で頑張りたい。

—ありさこ たかし
コベルコ建機㈱ 技術開発本部 開発企画部 業務改革推進グループ—





「思い込み」の罠 ～ファクトフルネスから錯覚まで～



小町谷 信彦

「思い込み」のタイプは色々！

【ファクトフルネス】

お読みになった方もおられるかと思いますが、スウェーデンの公衆衛生の専門家の著書で、ファクト(事実)の正しい認識を妨げる思い込みがテーマの本です。イントロダクションの質問に皆さんもチャレンジしてみてください。



図-1

「世界の人口のうち、極度の貧困にある人の割合は、過去20年でどう変わったでしょうか？」

- A 約2倍になった B あまり変わっていない
C 半分になった

不正解でもご安心を！正答率は平均7%です。

正解はCですが、こんな質問が合わせて13問あり、私は正解がたった3問。サイコロで選んでも4問は当たるので中途半端な知識は逆に曲者です。

この事実誤認には、色々な要因があって著者は、10の思い込みのパターンを挙げています。例えば、過去の傾向を未来に当てはめる「直線化本能」、一つの例を全てに当てはめる「パターン化本能」等々、思わず「あるある」と頷いてしまいました。

【正常性バイアス】

正常性バイアスは自分に都合の悪い情報は無視したり過小評価したりする心理です。2003年の韓国・大邱地下鉄火災事故で煙が立ち込める車内で平静を装い避難しなかったり、東日本大震災で隣近所が避難しな

いのを見て、右に倣えで避難しなかったという事例がありました。この不可解な行動は、異常事態が緩慢に進展した際に異常ではなく平常通りと思い込もうとする正常性バイアスが働いたとされています。

【錯視】

下図の中央の円はどちらが大きく見えますか？

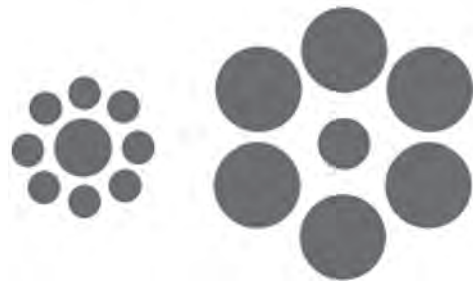


図-2

正解は「同じ」です。しかし、同じ大きさとわかっていても左の方が大きく見えませんか？

この錯視は、脳の視覚中枢が受けた情報を勝手に修正して、誤認識してしまうため、このプログラムされた脳の判断を意識的に変えることはできません。

しかし、10歳未満の子供の場合、同じ大きさに見えるというのはとても興味深いことです。

このような錯覚は、記憶、知識、自信、原因などの様々な知覚で生じ、記憶の錯覚に起因する間違っただ目撃証言が冤罪を生んだ事例もあります。(詳しくは「錯覚の科学」(チャプリス、シモンズ共著;文春文庫))

また、大きな社会問題となる差別や偏見もネガティブな情報刷り込みによる思い込みと言えるでしょう。

いずれにしても思い込みは、意識的に制御し難いという点で私達の理性の限界を思い知らされる厄介な代物と言えそうです。

「思い込み」のメカニズム～「バカの壁」

養老孟司著のベストセラー「バカの壁」は、思い込みのメカニズムをわかりやすく説明しています。

脳の反応は入力情報に比例するので、脳の反応を y 、入力情報を x 、情報に対する感度を a とすると $y=ax$

と表すことができ、情報感度がゼロに近い人には、どんなに合理的に説明しても反応は返ってこないというわけです。養老氏はこれを「バカの壁」と称していますが、この壁に当人が気付きにくいという点に問題の本質がありそうです。

「思い込み」の自覚～事実を見極める素直な目

【天動説と地動説】

今では地動説は子供でも知っていますが、自分が幼い頃に無人島に一人取り残され、教育を受けずに育ったとしたらどうでしょうか？太陽が海から上り、海に沈むのを眺め、太陽は地球の周りを回っていると考えたに違いありません。地球の自転や公転は見ることも実感することもできないので、昔の人々が知り得なかったのは当然と言えば当然なのです。

科学は、このような目に見えない事実を明らかにし、知識として蓄積することによって文明や文化を高度化させてきました。しかし一方、科学的知識の中には、証明された事実以外に証明されていない仮説も混在している点に注意する必要があるようです。常識や先入観、固定観念といった思い込みに目を曇らされることなく事実を見極めるようにしたいものです。

次の事象を進化論の観点から考えてみて下さい。

①カンブリア爆発

古生代カンブリア紀（およそ5億4,200～5億3,000年前）の1,200万年で突如として今日見られる動物の「門」が出揃った現象（出典：ウィキペディア）。この爆発的分岐は、生命の誕生から人間までの進化は約40億年の歳月をかけて漸進的に進んだという進化論

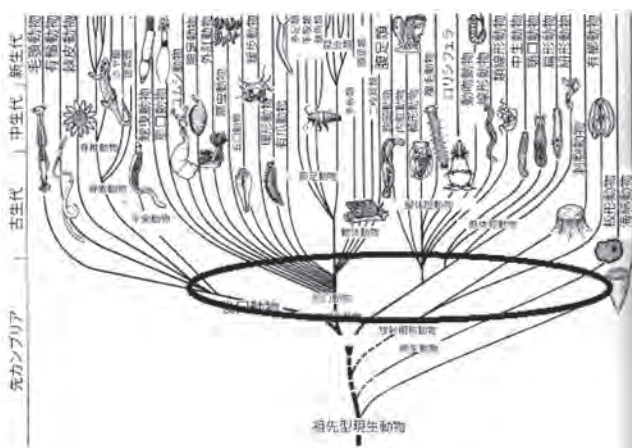


図-3 動物の進化系統樹

(出典：第4章 地球上の生命の進化、山岸明彦編集「アストロバイオロジー」、化学同人、43-65 (2013))

*楕円で囲んだ部分がカンブリア爆発に該当

の説明とは矛盾する現象です。

②鶏が先か？卵が先か？という問題

●細胞の主成分タンパク質は酵素がないと作れない



酵素は主成分のタンパク質がないと作れない

●タンパク質も酵素も活動する力がないと作れない



活動する力 (ATP サイクル) は酵素なしでは生じない

●タンパク質は設計図となる DNA がないと作れない



DNA は酵素 (タンパク質) がないと作れない

●遺伝子 DNA, RNA がないと子孫は残せない

上記の事実は、生物が生命を維持し、子孫を残すためには、タンパク質、酵素、DNA、RNA が同時に存在していることが必須ということを意味しています。

③ジャンク DNA

ヒトの DNA の 97% は機能が不明で無駄に見えることからジャンク DNA (ガラクタ遺伝子) と呼ばれていましたが、最近の研究で発見されていない機能の可能性も指摘されてきました。しかし、例えば自然界に存在しなかった人工的化合物を分解する微生物が何故その機能を持つ遺伝子を持ちえたのかは自然淘汰による進化論では説明できません。

3つの共通点は進化論で説明がつかないことです。

学校教育でも NHK の科学番組でも進化論は将来証明されるという前提で定理のように扱われていますが、実は一つの「仮説」なのです。この事実を意識している方は多くはないのではないでしょうか？

ダーウィンは、150年前に「種の起源」を発表した時、将来発掘される化石や研究の進展により自説が証明され、定説になると考えていたことでしょう。しかし、ダーウィンの没後、進化の証拠となる化石は全く発見されず、ダーウィン説の不備が様々指摘され、遺伝子レベルでの自然淘汰説など、新たな仮説が提唱されているもののその証明には程遠い状況です。

次は宇宙について考えてみましょう。

①エントロピー増大の法則

エントロピーは増大の方向に向かうという熱力学の法則。エントロピーとは、「乱雑さを表す物理量」と定義づけられます。

②宇宙の構成と運行

宇宙を構成する物質の構造（素粒子－原子－分子）は全て同じで、同じ法則に従って秩序正しく運行。宇宙は膨張し続けているがその尽きないエネルギーの源は何か解明されていません。

エントロピーの法則は、ざっくり言うと宇宙の森羅万象は無秩序に向かうということです。一方、実際の宇宙は驚くべき緻密で精巧な秩序を保っています。これは不思議なことだとは思われませんか？

天体観測技術と理論物理学の発展は、ビッグバンから現在までの宇宙の変遷と物質の驚嘆すべき精緻なメカニズムを解明しましたが、最先端の宇宙物理学者は、この宇宙が存在する確率はあり得ない程小さく、その存在自体が奇跡的だということを認めています。一方、彼らの多くは「宇宙は偶然生じた」と考え、一般的にもそういう見方が科学的常識とされています。

宇宙や生命の誕生は偶然か？意図的か？という問題は、答えを証明するのが難しい難問です。というのは、宇宙をその起源まで遡ると観察し得ない領域に行き着き永遠に理論の域を脱し得ず、他方、創造者は実際に見ることができず、その存在を直接証明するのは難しいからです。

では、意図的に設計されたという考え方は科学と矛盾するのでしょうか？そんなことはありません。科学が解明した138億年の宇宙の生成から現在に至る変遷は一つのシナリオとして設計されたと考えても何の矛盾もありません。科学と創造は二者択一ではなく、両立するのです。

「思い込み」からの脱却～私のコペルニクスの転回

結びは、「ずいそう」らしく私の経験談です。

私は10年余り前にクリスチャン（エホバの証人）の妻の勧めで聖書の研究を始めました。学生時代に教養として新約聖書は少し読んだことはあったのですが、妻との数少ない共通の話題として改めて旧約聖書から通して読んでみようかという気になったのです。

読んでみて意外だったのは、聖書は単なる道德書ではなく、科学的という点です。例えば、地球は球体で宇宙に浮いているという記述があり、コロンブスの時代に大西洋の先は地の果てと恐れられていたことを考えると、今から3千年以上前に書かれたということが一つの驚きです。また、モーセの時代にイスラエル人は40年間、荒野での放浪生活を余儀なくされ、300万人もの集団でのテント生活は疫病の蔓延リスクが極めて高かったと考えられますが、糞便の処理や死人や病人との接触に関する律法による事細かな指示が守られ、人々は疫病に集団感染することはありませんでした。今では当たり前の公衆衛生という概念が、近代になってパストールの発見でようやく欧米で意識されるようになったことを考えると、まさに人知を超えた知恵だったと言えます。そして、関連書籍を調べることにより、遺跡発掘の進展が聖書の記述の歴史的な正確さや預言が実際に起きたことを裏付けつつあることを知ることができました。

さらに最近の宇宙論や進化論の本は、進化か創造か、偶然か必然か、という問いを考える良い教材でした。

そして、この8年間の聖書研究は、私の脳内革命「コペルニクスの転回」を引き起こしました。進化論と無神論という60年来の思い込みの壁は崩れ、宇宙と生命の創造、そして聖書の神が創造者であるという二つの確信を得た時、世界の見方は180度変わり、私はエホバの証人としての人生の再出発を決意しました。

ソクラテスの「無知の知」は、自分の無知を自覚し、知る事の大切さを教えていますが、私は人類史上最大のベストセラー聖書は、混沌として目的を見失いがちな現代においてこそ読んで知る価値がある最高の本だと確信しています。

「目に見えるもの」は信じて「目に見えないもの」の存在は中々信じられないものです。子供のように、先入観という曇りのない目で周りを見渡す時、知識と経験に埋もれて見えなかった、これまでとは違う風景が見えてくるかもしれません。

ずいそう

世界の建設機械史の出版

大川 聰



『写真で読み解く 世界の建設機械史 蒸気機関誕生から200年』を2021年11月に出版することができた(写真参照)。『写真でたどる建設機械200年』(2008年)の増補二訂版である。旧版から早くも約14年になる。当協会『日本建設機械要覧』では筆者は2010、2013、2016、2019年版に続き、5回目の改定の2022年版総論章「建設機械化の歩み」を執筆することになった。この間に、当協会の仲間達と旧版と建設機械要覧の出版で期待していた建機マニア向け雑誌、建機紹介テレビ番組あるいは建機プラモデルも発売されて、ようやく建機が世間に広く認識されたことは嬉しい限りである。これは勿論自著の影響だけではなく、各建機メーカーの世界的な活躍、マスコミの寵児となった経営者の出現と、話題を呼ぶ新しい建機の発売が大きく影響したことは間違いない。

今回、執筆中はちょうどコロナ禍の最中で外出もできない状況であったため、執筆に専念するには反って好都合とも言えたが、60数葉に及ぶ新規の写真転載許可には問題があった。海外建機メーカーでは連絡が一切取れない会社もあり、別の国の支社に許可を頂いた例もある。海外博物館はほとんどが閉館しており、大学の関係者を探し出してようやく転載許可を貰った。世界の動きがコロナ禍により停止したことが実感させられた。

本書は紀元前の古代ローマの人力大型クレーンから、15世紀のレオナルド・ダ・ヴィンチ他の人力・馬力を利用した建設器械の発明の紹介から始めている。ダ・ヴィンチは実用的な建設用器械も多く描いた一方、実現不可能と分かっていた管のヘリコプターも設計したが、最近の研究で演劇の舞台装置であったことが明らかになっている。19世紀初めに英国と米国でそれぞれ高性能な高圧蒸気機関が開発され、英国で世界初の蒸気浚渫船が実用化されている。1834年には米国で世界初の蒸気ショベルが開発され、当時盛んに行われた欧米の鉄道工事に使われた。蒸気自動車も実用化されたのもこの時期である。1869年開通したスエズ運河の工事にはフランス製の陸上浚渫船(バケットチェーン掘削機)が導入されていた。1861年(文久元年)には水戸藩がオランダ造船所から蒸気浚渫船

を購入したが、1870年に明治政府が横須賀造船所で組み立てることになった。この日本初の蒸気浚渫船は新橋―横浜間の線路敷設のための埋立て工事に使われていたことを筆者は見つけた。この最初の鉄道用として、英国製の汽車やレールが開通したばかりのスエズ運河を通して運ばれてきたのである。1904年からの米国のパナマ運河工事では重量95トンの大型蒸気ショベル100台が使われ開通にこぎ着けたのである。1905年前後には米国2社と英国1社がほぼ同時期にクローラ(履帯)足回りを発明している。1909年の信濃川分水工事では、ドイツ製バケットチェーン掘削機(重量80トン)が12台と国産初の建機となる新潟鐵工所製40トンバケットチェーン掘削機が使われ、東洋一の大工事となった。1920年～1930年代には、米国を中心にブルドーザ、モータグレーダ、モータスクレーパやオフロードダンプなど新しい建機が開発されて発達したが、これを知らない日本軍は無謀な太平洋戦争を仕掛けた。戦時中に日本が製造したブルドーザは600台余り、これに対して米国は12万台のブルドーザで対峙したのである。戦後間もなくイタリアで油圧ショベルが発明された。1960年代には日本で油圧ショベルブームが起きて、国産派、ドイツ・フランス・米国からの技術導入派に別れて、建機メーカー11社が激しい競争を繰り広げた結果、今日の建機王国日本の礎を築いたのである。

本書で追加した主な歴史的建機の図や写真は、1810年のスペイン人ベタンコート氏がロシアで製作した低圧蒸気機関の浚渫船、1860年の仏パリソン氏のアーティキュレート式の世界初の蒸気ロードローラ、1916年の米ホルト社の世界初のブルドーザや1923年の世界初のモータスクレーパなどである。いずれも日本では余り知られていない写真を掲載している。また当時の社名、人名、機械の詳細を旧版よりも一層正確に調べているので、建機に関する年表や参考文献も活用して頂ければ大人の図鑑として役に立つと思う。

2010年以降には建機市場は世界的に大きな変化が進行している。キャタピラー社は米鉱山機械大手のピサイラス社、コマツは同ジョイ(P&H)社をそれぞれ買収している。農機メーカーのジョンディア社も独道

路機械メーカーのヴィルトゲン社を買収して世界3位の建機メーカーとなった。一方、中国メーカーは、習近平の「一帯一路」政策を追い風に徐工集団（英語名 XCMG）、三一重工（Sany）と中联重科（Zoomlion）の3社が世界ベストテンの大メーカーの仲間入りをした。特に、民営の三一重工の油圧ショベルは性能・耐久性で日本製に追い付いたと言われて久しい。2021年には同社はインドネシア市場で日本勢を抑えてトップとなっている。欧米の建設雑誌を見ると中国メーカーの宣伝攻勢は激しく、性能の良くなった中国製建機の紹介記事も増えている。これに対する日本メーカー側は販売方法の変更や低コスト機を導入する程度の対応で、正面から対抗する製品は少ない。日本メーカーにはかつて世界の油圧ショベル市場を席卷した驕りがなく心配である。当協会では中国製建機の調査をする必要があるかもしれない。

近年の建機そのものの変化では、大規模鉱山での無人ダンプの稼働がいまや普通のことになり、遠隔操作の油圧ショベルやブルドーザも実用間近になっている。欧州ではCO₂排出削減のために電池駆動化が急速に進みつつあり、既に大型のクローラドリルや220トン吊りクローラクレーンなども発売されている。日本の電池駆動について大型機では若干の遅れがある。一方、日本のICT建機は、世界を断然リードしていることなども本書で取り上げている。

本書で取り上げた建機は最初に発明された機種、外観に特徴がある機種、超大型機などが主になった。筆者は過去ベストセラーと言われる機種を探したが、多くの場合は難しいことが分かった。各メーカーでの製造

期間、生産台数あるいはユーザや社内の評価を知ることができないためである。本書推薦者の故高松武彦氏から筆者に、設計者として世界のベストマシンとなった湿地ブルドーザを掲載して欲しいと言われていた。今回あとがきの下にその写真を追加して見ると、その姿には設計者の自信がにじみ出ている様な気がした。当協会誌で過去の各社自慢の機種についてのコラムを掲載したら、建機メーカー技術者やユーザの参考となるのではないかと思う。



著者：大川聡
 発売日：2011年11月29日
 出版社：三樹書房
 サイズ：B5判、156頁
 写真：347葉、図：29点

—おおかわ さとし 建設機械要覧編集委員、
 博士（システムズエンジニアリング）、元慶応義塾大学大学院研究員—

JCMA 報告

「令和3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3編・論文賞2編・審査員特別賞1編、
および優秀発表賞（ポスター部門）3編を表彰—

企画部

一般社団法人日本建設機械施工協会主催による「令和3年度 建設施工と建設機械シンポジウム」が、令和3年12月1日（水）、2日（木）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、「建設施工と建設機械」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47回目の開催になり、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。

今年度は、昨年度に引き続き新型コロナウイルス感染拡大の徹底した防止をふまえて、次の4つの方針のもとで行いました。

- ①論文発表では、従来の会場での口頭発表方式に加えて、遠隔会議システム Zoom ウェビナーを利用したオンライン発表方式を併用。
- ②特別講演、パネルディスカッション、表彰式等を2年ぶりに実施。
- ③ポスター発表においては、会場に参加できない人のために、参加者専用 HP 内で各出展者からの出展内容の紹介動画を掲載。
- ④十分な感染防止対策を実施（マスク着用、入場前の検温、手指のこまめなアルコール消毒、飛沫拡散防止のための発表席・座長席でのアクリルパーティションの設置、会場扉の常時開放による換気量の強化、マイク等の頻繁なアルコール消毒、ポスターセッション会場における通路の一方通行化や歩行路と説明用ゾーンの区分けによる密の回避、等）。

国交省が推進する i-Construction 工事の一層の拡大普及により、適用事例の論文発表が増えるとともに、建設改革に繋がる新しい技術シーズに関する論文発表（特に、建設 DX（デジタルトランスフォーメーション）の実現に向けた様々なデジタル技術に関する研究開発発表）がほぼ倍増し、参加者の関心が集まりました。建設業界のみならず、メーカー特に情報機器関連の企業などからの参加も見受けられ、建設関係団体や学生の皆さん含めて参加者数は、会場参加者が延べ284名、

リモート参加者が延べ339名となりました。

シンポジウムは、当協会の渡辺業務執行理事による開会挨拶の後、2日間に渡って論文発表とポスターセッション発表、ならびに特別講演とパネルディスカッションが行われ、最後にシンポジウム実行委員会の建山委員長（立命館大学理工学部教授）の講評を持って滞りなく盛況に終了いたしました。



写真—1 渡辺業務執行理事（（一社）日本建設機械施工協会）による開会挨拶

開会式では、渡辺業務執行理事から、コロナ禍の影響や参加費を1年ぶりに有償化したことにより応募や参加が少なくなるのではないかと懸念していたが、会場参加予定者は昨年と同程度の100名程度、オンライン参加予定者200名超、という多くの参加をいただいたことに感謝を申し上げること、また今年度は「建設改革」の分野に関する応募は全体の3割近くを占めるようになり、ICT・DX・データ連携・自動化・ロボット化といったキーワードが多く目立つようになってきたことから、建設の分野では改革は必要・必須であるとの認識が広がっていること、発注者と企業との連名による論文が増えており、様々な分野が融合している印象を受け、熱い議論が交わされるものと期待される、との挨拶がなされました。

シンポジウムは、6分野について2会場で論文発表、

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会場内およびオンラインを通して行われました。

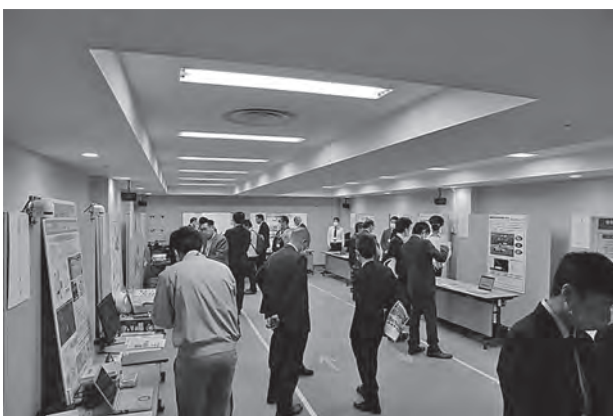
論文発表は、以下の6分野、「災害、防災、復旧・復興」、「品質確保、生産性向上」、「環境調査・保全、省エネルギー対策」、「安全対策、事故防止」、「維持・管理・補修」、「建設改革に繋がる技術シーズ」について広く募集しました。

ポスター発表においては論文と同様の6分野に加えて、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事前審査を経て、論文44編、ポスター11編の発表をお願いいたしましたが、これは直近5年間では最も多い発表件数となった昨年とほぼ同程度の結果でした。



写真一 論文発表会場の様子



写真三 ポスターセッション会場の様子

論文発表では実行委員会による事前の1次選考で厳正に査読・審査と、当日の発表内容を審査する2次審査を踏まえ、優秀論文賞3編、論文賞2編が、またポスターセッション発表では3編の優秀発表賞（ポスター部門）が選定され、表彰状が授与されました。



写真四 建山実行委員長による全体講評、および渡辺業務執行理事による表彰状授与・表彰者記念写真

◆優秀論文賞3編◆

- 「台形CSGダムにおける保護コンクリート構築の合理化施工システム」

○丹秀男（鹿島建設株）

従来のプレキャスト型枠から保護コンクリート形状を階段上にした一連の施工機械の開発に加えて、施工全体の合理化システムを開発し、実現場への適用を通じて生産性向上、安全性向上に多くの有効性が確認され、新規性・有用性が大変高いこととともに、図表や写真により分かりやすくまとめられている点が評価されました。

- 「海上地盤改良工事における施工の合理化および3D施工管理システムの導入事例報告」

○那須野陽平（東亜建設工業株）

海上地盤改良工事において、省力化、工期短縮、品質の安定化を実現した優れた自動化技術が開発され、実用性、効率性と多方面での効果があり、今後の展開が期待されることが評価されました。

- 「圧入施工データを利用した圧入機の自動運転と地盤情報の推定」

○岡田浩一，石原行博（株技研製作所）

時間短縮効果が大きく見られ施工の効率化に繋がる有用な技術であり、運転条件の設定自体を自動化した運転システムは理論的に究明されており、今後の適応範囲拡大に期待できる、として評価されました。

◆論文賞2編◆

- 「自動式墨出しシステムによる墨出し精度および実用有効性の検証」

○野瀬健一（西尾レントオール株）

堀盛豊（日立チャネルソリューションズ株）

実用を想定した十分な検証ができており、省人化および作業安全性に高い有用性があり、また完成度が高い、として評価されました。

- 「遠隔操作型油圧ショベルの自動化へ向けた制御手法の開発」

○遠藤大輔，山内元貴，橋本毅（(国研)土木研究所）

遠隔操作で問題になる無駄時間による効率低下に対する改善の道を示す研究になる可能性があり、建機の自動化に大変重要な技術である、として評価されました。

◆審査員特別賞◆

- 「ケーブルクレーン自動運転システムの開発」

○井上洸也，戸田泰彰，田中勉（西松建設株）

ダム堤体のコンクリート打設自動化に加え、統合管理システムとしての現場適用性も確認されており、本格的な運用が期待されると評価されました。

◆優秀ポスター賞3編◆

- 「AI人物検知・距離検知・クラウド録画に対応した重機から作業員を守る安全システム「ドボレコJK」～カメラによる人・距離検知～」

○荻野裕昭（西尾レントオール株）

監視カメラ・ドライブレコーダー・接触防止センサの3つの機能がオールインワンで搭載された安全対策機器として、安全性向上、生産性向上に寄与すると評価されました。

- 「建設現場の非接触・リモート化を実現する「遠隔協議」および「遠隔臨場」～データ共有クラウドサー

ビス「CIMPHONY Plus」による施工データ一元管理～」

○谷澤亮也，深山あい子，池場謙次
（福井コンピュータ株）

インフラ分野のDXに対応した「遠隔協議」・「遠隔臨場」に関する有用な技術であり、適用事例の拡大が期待される、として評価されました。

- 「緊急車両等を通行させることのできる排水ホースの検討について」

○山川史，田村秀之
（国交省中国地整中国技術事務所）

自然災害の増加に伴う排水ポンプ車による排水活動において、緊急車両等の通行を止めることなく、排水作業に専念できる技術として、実用性、有用性が高い、と評価されました。

■特別講演「演題：建設DXの目指すところ ～高性能計算と都市データを利用した構造物と都市の予測シミュレーション～」

講演者：堀宗朗氏（本務先：国立研究開発法人 海洋研究開発機構 付加価値情報創生部門 部門長，兼務先：東京大学大学院工学系研究科「i-Construction システム学」 寄付講座 特任教授，理化学研究所計算科学センター）



写真-5 堀宗朗様（(国研) 海洋研究開発機構 付加価値情報創生部門 部門長）の講演状況

建設関係の技術者にとって、建設DXはどういったところに向かって進むべきなのかは非常に悩ましい課題であるが、本講演ではそのDXが目指すべき最終形について事例をふまえてご紹介いただくとともに有用な示唆をいただいた。

■パネルディスカッション「テーマ：生産技術としてのリーンマネジメント導入による建設改革のすすめ」
コーディネーター：建山和由氏

(立命館大学 理工学部 教授)

パネリスト：岩見吉輝氏
(国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課長)

善本哲夫氏
(立命館大学 経営学部 教授)

湯沢 信氏
(湯澤工業(株) 常務取締役)

須田清隆氏
(株環境風土テクノ 取締役)

坂田泰章氏
(株オプティム Industrial DX 事業部 GM)

i-Construction がスタートして5年が経過し、その施策の柱の一つであるICTもある程度は普及したが、「きつい」「きたない」「きけん」の3Kを解消し、「給料」「休暇」「希望」で明るい展望を持つことのできる新3Kを実現するには、さらなる取り組みの推進が求められている。このような状況を背景に、商品開発技術とともに重要な‘生産技術’として、一般製造業を中心に普及しているリーンマネジメントの考え方を導入し、現場力を活かして、新技術を導入するとともにムダを排除することにより、省人化、効率化とともに安全性の向上をはかる取り組みが動き出している。ここでは、これらの最新の動向に関して様々な分野からの情報をご提供いただいた。

岩見氏からは、事業者・発注者として必要な、建設事業における‘生産技術’について、善本氏からは、他産業におけるリーンマネジメントの成功事例、湯沢氏からは、ローカルの建設会社の取り組み、須田氏からは、発注者との連携事例、坂田氏からは、中小建設工事向けICT技術の開発事例（ローカル企業との連携）についての話題提供がなされた。

パネルディスカッションでは、建設分野における生産技術の観点、リーンマネジメントの導入についてパネリストの方々と議論が行われた。

【事務局から】

今回のシンポジウムは、新型コロナウイルス感染症の拡大防止をふまえて、論文発表は昨年と同様に対面開催とWeb開催の併用で行いました。また、昨年は開催を見送った特別講演・パネルディスカッション・表彰式については、コロナ感染防止対策の徹底を前提として実施いたしました。参加に当たっては有料としたこと、また、Web配信の際に不手際や至らない点が少なからずあったにも関わらず、2日間で会場参加者：延べ284名（昨年：211名）、Web参加者：延べ339名（昨年：403名）という多くの皆様にご参加いただきました。

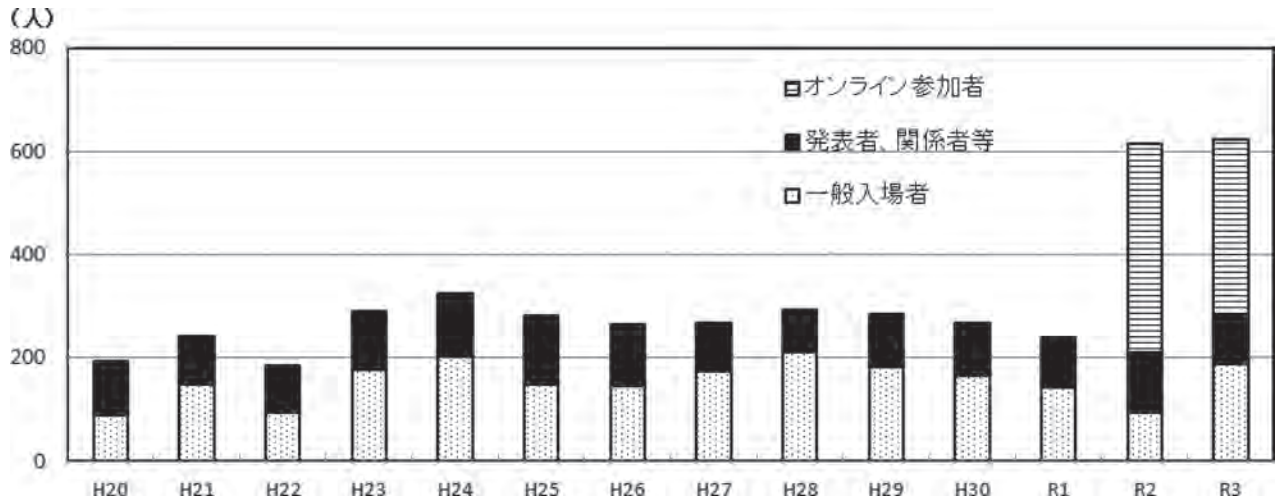
業務繁忙の中、論文やポスター（動画作成含む）を



写真—6 上：コーディネーター 建山和由様(立命館大学理工学部教授)、
中：パネリストの皆様、下：パネルディスカッションの状況

作成し、ご発表いただきました皆様、開催にあたりいろいろとお骨折りをいただきましたシンポジウム実行委員会の委員の方々、運営をお手伝いいただきました皆様、等多くの皆様のご支援・ご協力を賜りました結

果、お陰様で無事にシンポジウムを終了することができました。来年度も多くの皆様にご参加いただくことを祈念して、ここにあらためて深く感謝の意を申し上げます。



図一 近年の参加者の推移



部 会 報 告

杉本電機工業(株)・フォッサマグナミュージアム見学会 報告

機械部会 トンネル機械技術委員会

1. はじめに

当委員会では、令和2年度からの継続活動である「小断面トンネル工事保有機械・設備調査報告書」の取り纏めがこのほど完成し、この調査にご協力いただいた杉本電機工業(株)様の新潟県糸魚川工場と、同市内にある「石の博物館 フォッサマグナミュージアム」を見学しましたので本誌に紹介します。

参加者は事務局を含め25名でした。

2. 見学会スケジュール：2021年11月11日(木)

11:45	糸魚川駅バス乗り場集合
11:50～12:20	糸魚川駅～青海総合文化会館 移動
12:30～13:00	杉本電機工業(株) 概要説明 「50年のあゆみ」 コトブキ技研工業(株) 「シャフローダー開発経緯説明」、 質疑応答

13:00～13:30	青海総合文化会館～杉本電機工業 工場移動
13:30～14:30	工場見学、機械保管ヤード・保管 機器見学、質疑応答
14:30～15:00	杉本電機工業～青海総合文化会館 ～フォッサマグナミュージアム 移動
15:00～16:00	フォッサマグナミュージアム見学
16:00～16:30	フォッサマグナミュージアム～ 糸魚川駅 移動、糸魚川駅解散

3. 杉本電機工業(株)・コトブキ技研工業(株)概要

(1) 杉本電機工業(株)事業内容

トンネル工事用 特殊建設機械一式 リース・販売
特殊建設機械 整備・改良・新規製作
トンネル工事・ダム工事 計画検討・提案

(2) コトブキ技研工業(株)シャフローダー開発の歴史

1985年 ドイツカール・シャフ社と技術提携
KLシリーズ形成
2021年現在 総製造台数200台以上

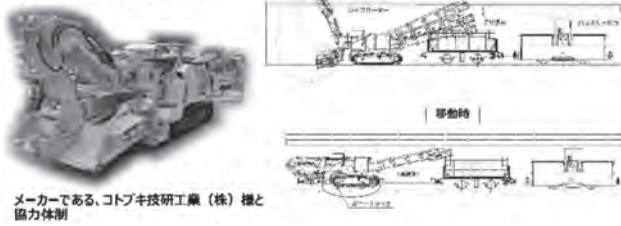


写真-1 概要説明

4. 主な取扱い機械

(1) 杉本電機工業(株)

【スリ積み機】(シャフローダー)



メーカーである、コトブキ技研工業(株)様と協力体制

【動力車】(バッテリーロコ)

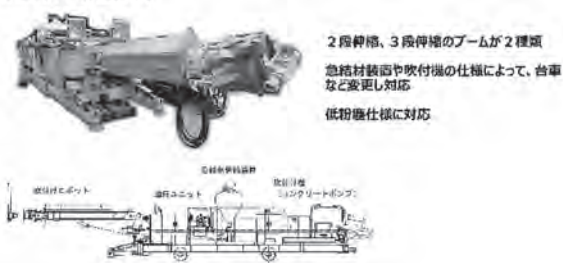


2 t から 12 t 仕様のバッテリーロコを所有

6 t 仕様から、無線リモコン対応可能
作業効率・安全に考慮

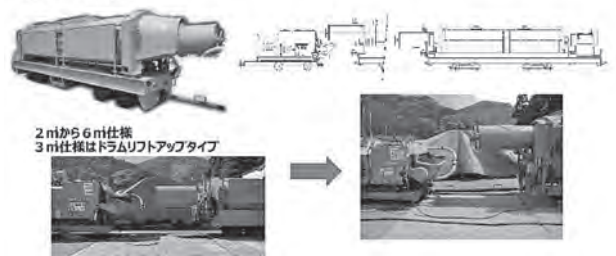
写真—2 シャフローダー・バッテリーロコ

【吹付けロボット一体型台車】



2 種伸縮、3 種伸縮のブームが 2 種類
急結材表面や吹付け面の仕様によって、台車
など変更し対応
低公害仕様に対応

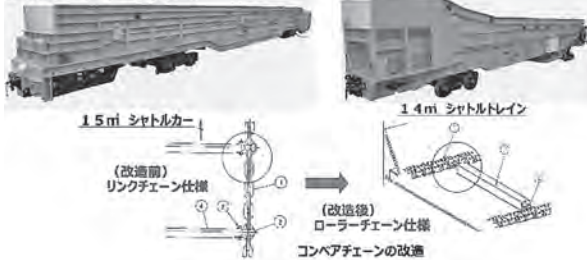
【アジテーターカー】



2 m から 6 m 仕様
3 m 仕様はドラムリフトアップタイプ

写真—3 吹付けロボット・アジテーターカー

【スリ運搬機】(シャトルカー)



1.5 m シャトルカー

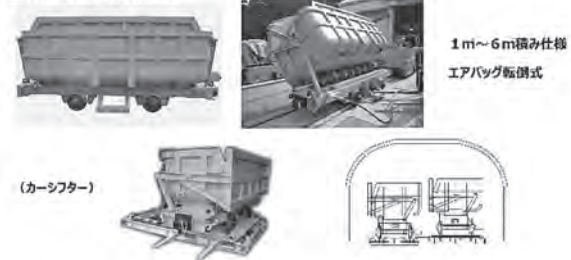
1.4 m シャトルトレー

(改造前)
リンクチェーン仕様

(改造後)
ローラーチェーン仕様

コンベアチェーンの改造

【スリ運搬機】(ずり鋼車)

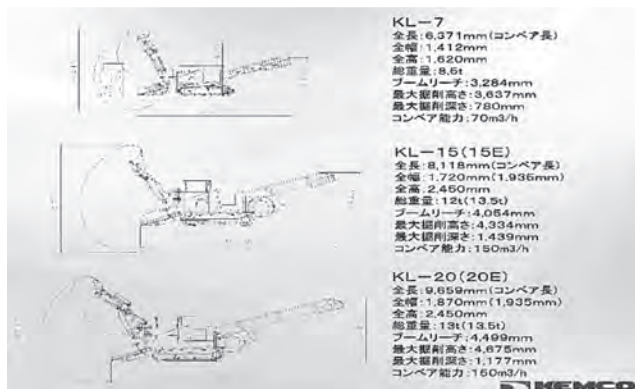


1 m ~ 6 m 積み仕様
エアバッグ転倒式

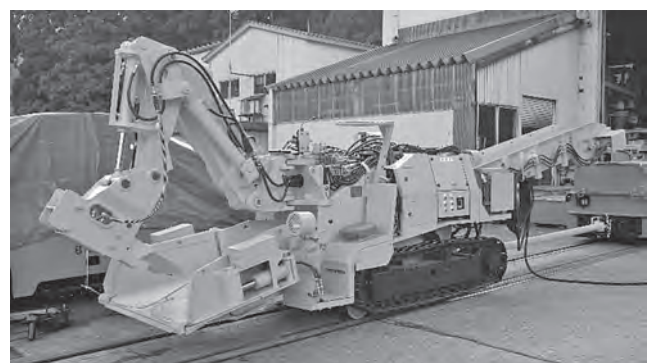
(カーシフター)

写真—4 シャトルカー・ずり鋼車

(2) コトブキ技研工業(株)



図—1 シャフローダー現行シリーズ

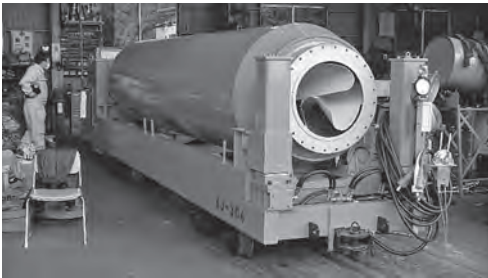


写真—5 シャフローダー KL-7

5. 工場見学



写真一六 吹付けロボット・シャトルカー



写真一七 アジテーターカー



写真一八 シャフローダー KL-7 装置説明

工場では、各種トンネル機械の整備を行っており、整備を終えた出庫前のシャフローダー KL-7 の作動状況および各装置の説明をして頂いた。

6. フォッサマグナミュージアム見学

『石のまち』プロジェクトを展開するほど石の種類が豊富な糸魚川。石が語る大地の歴史は、日常の時空を超えた遥かなロマンです。ヒスイやフォッサマグナ、日本列島の生い立ち、地震、火山、大地と暮らしとの関わりが、工夫をこらした展示方法で楽しく学べます。(※パンフレットより抜粋)

7. おわりに

見学に際し、杉本電機工業(株)・コトブキ技研工業(株)様、大変お忙しい中、概要説明会場の「青海総合文化



写真一九 ミュージアム全景



写真一〇 展示コーナー見学状況

会館」の手配、並びに説明資料の作成に多くの時間と手間を惜しみなく使っていただき、誠にありがとうございました。また併せて、“小断面トンネル工事保有機械・設備調査”にも多大な協力を頂き、重ねてお礼申し上げます。改めてトンネル工専用機械の整備等また使用する側の我々もいかに大事に、かつメンテナンスを十分行わなければならないかを勉強させていただきました。今後も、当委員会の活動参加に何卒ご協力よろしくお願いいたします。



写真一一 見学者集合写真

JCMA

【筆者紹介】

高村 勝之進 (たかむら かつのしん)
大豊建設(株) 土木本部 本部長付
(一社) 日本建設機械施工協会
機械部会 トンネル機械技術委員会 委員



10-46	小型水中バックホウ ガイダンスシステム	熊谷組
-------	------------------------	-----

▶ 概 要

ダム放水口などの暗渠をはじめ、河川での応急対策など、グラブバケット浚渫等の気中から作業船舶による施工が不可能な環境では、潜水士による人力施工が必要となる。

一方、海洋も含め水中での施工は、通常は透明度が低いため、目視確認での施工は非常に困難となる。また潜水服での作業や低水温の影響など潜水士の肉体的負担も大きく、人力での施工ではその能力に限界がある。

本システムは、狭隘な場所での水中作業と機器投入が容易となる3tクラスの小型バックホウを、水中で動作させるための改造を行い、さらに透明度が低い状態において、オペレータが自機の相対位置・傾斜角・旋回角とブーム・アーム・バケットの姿勢をグラフィカル表示によって容易に把握できる「水中マシンガイダンス」(図-1)を備えたシステムである。

▶ 特 徴

水中マシンガイダンスシステムは、図-2に示すとおり、機体の姿勢を検出する各種センサ、外界状況を計測するソナーで構成され、水中で潜水オペレータがガイダンス画面を確認しながら操作する。外界状況を計測するためのソナーにより機体周辺の堆積物の形状や、機体と水路等の障害物までの距離を3D

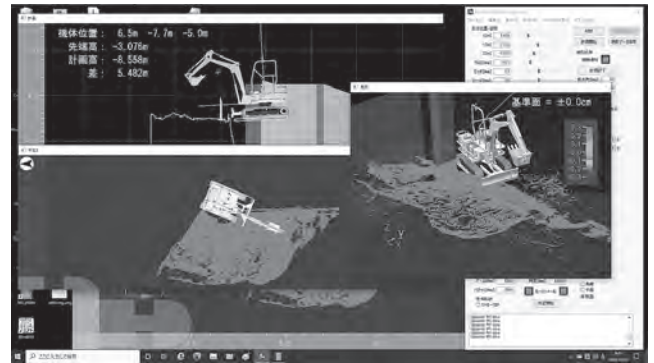


図-1 ガイダンスシステム画面

表示することで狭隘部での位置関係を直感的に認識することが可能となり、放水路壁面や天井などとの接触事故を防ぐことができる。

▶ 用 途

- ・ダムの維持管理・老朽化対策
- ・河川等の応急対策工事

▶ 実 績

- ・電源開発(株)船明発電所放水口堆積土砂撤去工事

▶ 問 合 せ 先

(株)熊谷組 土木事業本部 ICT 推進室
〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2番1号
TEL: 03-3235-8653

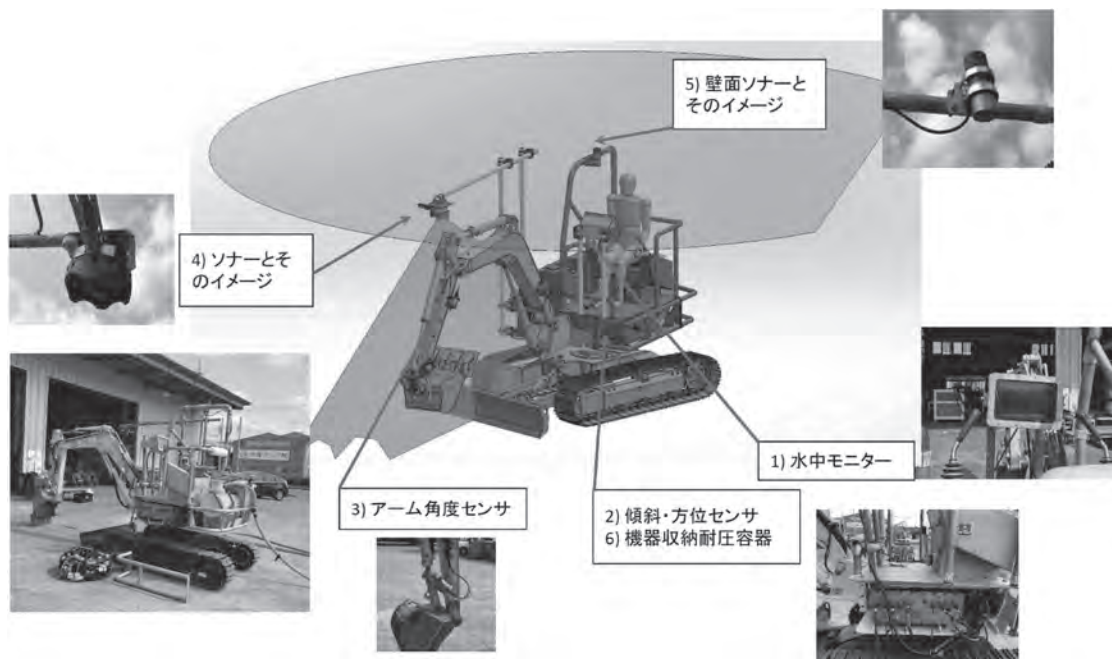


図-2 水中マシンガイダンスシステム

新工法紹介

11-120	安全・注意喚起 AI	三井住友建設
--------	------------	--------

概要

本システムは建設技能者の意識に訴えかけ、ヒューマンエラーを回避するための一方策として、今から行おうとしている作業の前に、その作業で過去に実際に発生した災害事例をタイムリーに各技能者に紹介することによって効果的な注意喚起を行うものである。自然言語処理 AI（人工知能）^{*1}の技術を利用しており、これまで培われた安全文化に加え先進的な技術を活用した新しい切り口で残留リスクを減少させるソリューションと位置付けられる。システムの概要を図-1に示す。

本システムの基本的な利用シーンは作業所における朝の KY 活動である。場所を選ばず利用できるように当社社員が所持している iPad^{*2}で稼働するものとなっている。社員がそれぞれ作業チームの KY 活動に参加してこのシステムで災害事例を検索し、技能者に紹介する。ブラウザ経由でシステムにアクセスし ID/PW を入力した後は以下のような手順で操作する。

- ①対象職種をリストから選択する。
- ②「対応する作業内容をセットする」を押すと関連する作業が表示される。複数表示された状態から当日の作業に該当しないものを削除する。
- ③「対応する使用道具などをセットする」を押すと②で表示された作業に関連する「使用道具」「危険要素」「作業場所」がセットされる。
- ④「検索」を押すと、3秒程度で入力した情報に関連する災害事例のサムネイル画像と災害状況の冒頭部分が20件表示される。

*1：自然言語処理 AI エンジン：FRONTEO 社「KIBIT」（キビット）

*2：iPad は、米国 Apple,Inc. の登録商標

⑤参照したい事例を決め「詳細」を押すと、災害の詳細が表示される。

その他、②や③において表示されたりリストにないキーワードも付加したい場合は文章で入力することができ、入力された内容は抽出の比重が高くなる。

特徴

本システムの特徴を以下に示す。

① AI 技術による柔軟な災害事例抽出

一般的な検索システムと異なり、AIにより言葉が一致しないと事例が抽出されないということがなく、状況の類似性をスコアリングすることで起こりうる災害が複数抽出される。また、新たな事例データを追加する際、災害報告書の文章をそのままナレッジとして活用することができる。

②簡単な操作

非常に簡単な操作で誰でも使いこなせるシステムであり、作業内容を変更するような場合でも、その場で作業に即した災害事例の確認が可能である。また、若手技術者の手軽な教育ツールとしても有効である。

③ KY 活動のマンネリ化を防止

日々同じ作業が継続されるような場合でも、一度 KY 活動で使用した事例は一定期間表示させない機能により毎日違う事例を表示することで KY 活動のマンネリ化を防止できる。

用途

・土木、建築工事全般

実績

・土木 3現場、建築 3現場に先行導入。フィードバック結果を反映して 2021 年度中に全店展開予定。

問合せ先

三井住友建設 広報室

〒104-0051 東京都中央区佃二丁目1番6号

TEL：03-4582-3015



図-1 安全・注意喚起 AI の概要

▶ 〈02〉 掘削機械

21-〈02〉-05	加藤製作所 ミニショベル HD17V5・25V5・30V5・35V5 (後方超小旋回型)	'20.04 新機種
------------	---	---------------

HD17V5, HD25V5, HD30V5, HD35V5 は、本年4月より発売開始されたミニショベルである。

HD17V5 は、狭い通路を通過する場合や輸送性を考慮したスパンナー可変脚 (990 mm ⇔ 1,300 mm) を採用。

最大掘削深さは従来機に比べて4%深くしている。またダンプ荷台への積み込み作業に必要な高さを確保した。足元空間を従来機よりも前後方向10%拡張した。上部フレームを機械全周鋳物構造とした。

HD25V5, HD30V5, HD35V5 は、全体を徹底的に見直し、低重心化により高安定度を実現した。作業効率のアップおよび1クラス上の作業を可能とした。またECOモード、オートデセル、ダイヤル式スロットルコントロールを採用し燃料消費量低減に貢献している。整備性においては、フルオープンカバー構造を採用しエンジンや油圧機器の点検、メンテナンスがスムーズに行える。カバーには頑丈な鉄板プレスカバーを採用している。

さらにHD30V5, HD35V5においては、高耐久ゴムシュー「タフトラック」を標準装備した。防錆スチールコードによるスパイラル構造で耐久性を向上させた。またエンジンエラーコード表示機能付きモニターを搭載し、故障箇所の特定ができる。最小旋回半径時のダンプ積み込み高さを、従来機比110 mm 高くした。

HD35V5 は狭い通路を通過する場合や輸送性を考慮したスパンナー可変脚 (1,550 mm ⇔ 1,800 mm) を採用。

さらに4機種に共通して、国土交通省第3次排出ガス基準に適合している。またTOPS規格適合の2POSTキャノピーおよびシートベルトを標準装備。ニュートラルエンジンスタート & 全操作ロックシステムを搭載した。HD30V5, HD35V5においては、セカンダリエンジン停止スイッチを追加した。

表一 1 HD17V5の主な仕様

機械質量	(t)	1.74
エンジン定格出力	(kW/min ⁻¹)	10.5
バケット容量	(m ³)	0.044
全長	(mm)	3,450
全幅	(mm)	1,300 (縮小時990)
全高	(mm)	2,380
最大掘削深さ	(mm)	2,190
価格(工場裸渡し税別)	(千円)	3,100

表一 2 HD35V5の主な仕様

機械質量	(t)	3.42
エンジン定格出力	(kW/min ⁻¹)	17.2
バケット容量	(m ³)	0.11
全長	(mm)	4,750
全幅	(mm)	1,800
全高	(mm)	2,500
最大掘削深さ	(mm)	3,060
価格(工場裸渡し税別)	(千円)	5,400



写真一 株加藤製作所 HD17V5



写真二 株加藤製作所 HD35V5

問合せ先：(株)加藤製作所 営業本部
〒140-0011 東京都品川区東大井1-9-37

建設機械産業の現状と今後の予測について

1. はじめに

当業界は、100年に一度と言われる世界同時不況となった2009年度から一転、2010年度にはV字回復した。2011年度も内需は震災復興の需要、外需は新興国、資源開発国向けの需要を中心に好調に推移した。2012年度は、内需は震災復興需要等で継続的に良かったものの、外需は世界的な景況の悪化から減少に転じた。2013年は震災復興の本格化、排ガス規制継続生産猶予期間終了前の旧規制機の需要増で再び2011年度並みに回復した。2014年度は国内に一部機種に反動減が見られたものの、輸出が好調に推移し、2年連続で増加したものの、2015、2016年度は輸出が反動減となり、2年連続で減少となった。北米等の需要が好調であることから、2017、2018年度は輸出が再び大きく増加し、2年連続で増加したものの、2019年度は一転、全地域輸出が落ち込み減少、2020年度は新型コロナウイルスの影響により、国内輸出ともに減少した。

2. 建設機械産業の現状

経済産業省の機械動態統計から建設機械の生産金額の推移を見ていきたい(図-1参照)。

2012年度の総計は、1兆5,747億円で前年比約10%減少し、2005

年度と同水準となった。2009年度は、総計が8,000億円を下回り、30数年前の生産金額と同水準まで落ち込んだが、2010年度、2011年度と、そこから大きく回復した。しかし、2012年度は、アジアを中心とした世界的な景況の悪化から一時的に減少に転じたものの、2013年度は、主力機械を中心に国内向けが大きく増加し、再び2011年度水準まで回復した。2014年度は、輸出を中心に続伸したものの、2015年、2016年度は資源開発国や中国向けが減少し、2年連続で減少した。2017、2018年度は再び輸出が大きく増加したものの、2019年度は一転輸出が落ち込み、2020年度は新型コロナウイルスの影響により、国内輸出ともに減少した。

機種別の詳細は図-2の通り。

次に当工業会の自主統計である出荷金額統計で建設機械産業の現状を見ていきたい。

当工業会設立の1990年度から統計を開始した(図-3参照)。

2008年度のリーマン・ブラザーズ破綻を契機とした世界的な景気低迷により、内外需とも大幅に減少し、2009年度は、前年比43%の減少となった。

しかし、2010年に入ると旺盛な海外需要により、国内出荷は前年比14%増加、輸出が84%増加した。2011年度は、震災復興の需要等で国内出荷は同34%増加、輸出は同17%増加した。2012年度は、震災復興の需要等の継続により国内出荷は同18%増加したも

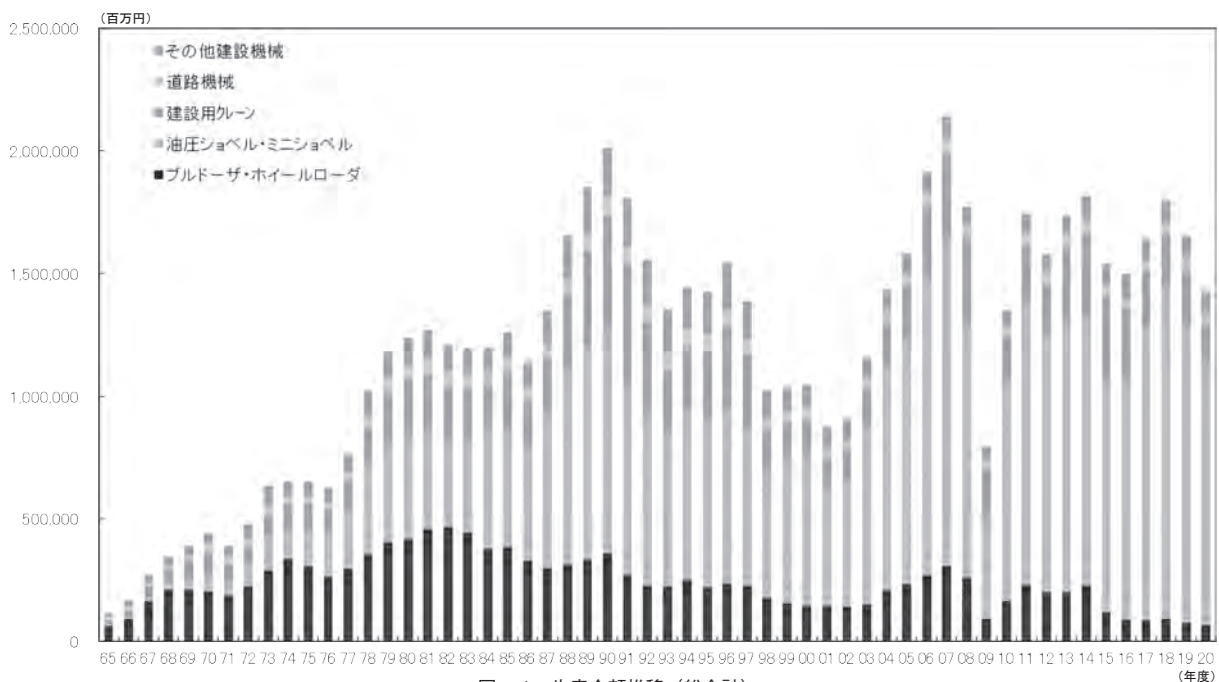
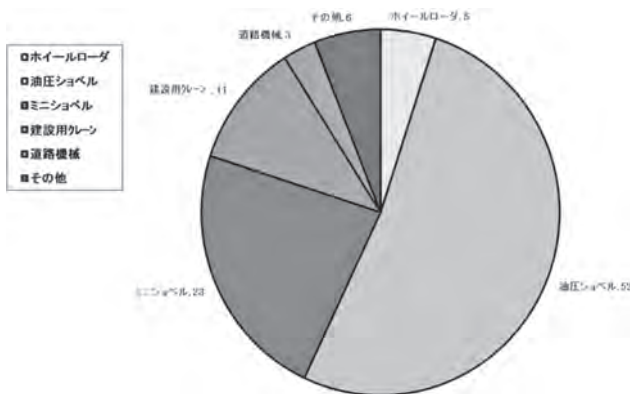


図-1 生産金額推移(総合計)

出典：経済産業省 機械動態統計

統計



総額 14,280 億円
 図-2 機種別生産金額構成比
 出典：経済産業省 機械動態統計

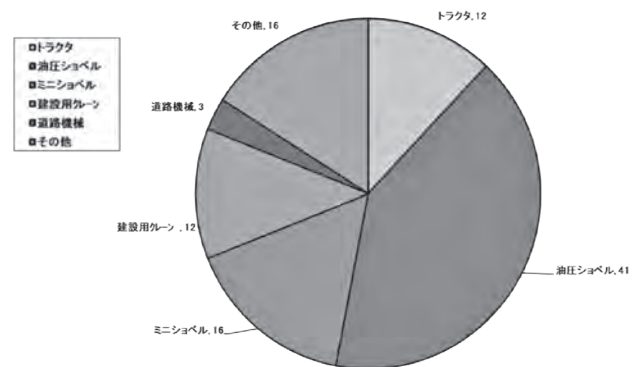
の、アジアを中心とした景気の悪化から、輸出は同 19%減少した。2013 年度は、震災復興の本格化や排ガス規制継続生産猶予期間の終了前の旧規制機の需要増などにより、2011 年度水準まで戻った。2014 年度は、国内で一部機種に反動減が見られたものの、輸出が緩やかに回復し、続伸した。2015 年度は、国内の一部機種の反動減の継続、輸出も反動減となり、2016 年度もその傾向が続いた。2017、2018 年度は輸出が続伸し、過去最高の出荷額を記録した。2019 年度は輸出が落ち込み、2020 年度は新型コロナウイルスの影響により、国内輸出ともに減少した。

輸出比率は 2010 年に、最高の 75%を記録した（国内輸出比率は、当工業会が統計を取り始めた 1990 年度と真逆となった）ものの、2011 年度は 72%、2012 年度は 64%、2013 年度は 57%と減少して

きている。これは上記の通り、震災復興や排ガス旧規制機の需要増により、国内に機械が多く出荷されたためである。ここ数年 50%台で推移してきたが、再び輸出にドライブがかかり、2018 年度は 65%となったが、2019 年度は輸出の落ち込みもあり 59%、2020 年度はコロナの影響もあり 55%となった。

機種別出荷金額構成比は、代表的建設機械である油圧ショベルとミニショベルで 55%、これに主力機械である建設用クレーンとトラクタを足すと主力 4 機種で 8 割以上の構成比となっている（図-4 参照）。

また、輸出先では、一時、不動産価格の下落や金融引き締め等の影響を大きく受け中国市場の比率が大きく下がったが、ここ数年



総額 1兆 9,372 億円
 図-4 機種別出荷金額構成比

※ 9 機種（油圧ショベル、ミニショベル、トラクタ、建設用クレーン、道路機械、コンクリート機械、トンネル機械、基礎機械、油圧ブレーカ圧砕機、その他建設機械、補給部品）の出荷金額ベース
 出典：日本建設機械工業会自主統計

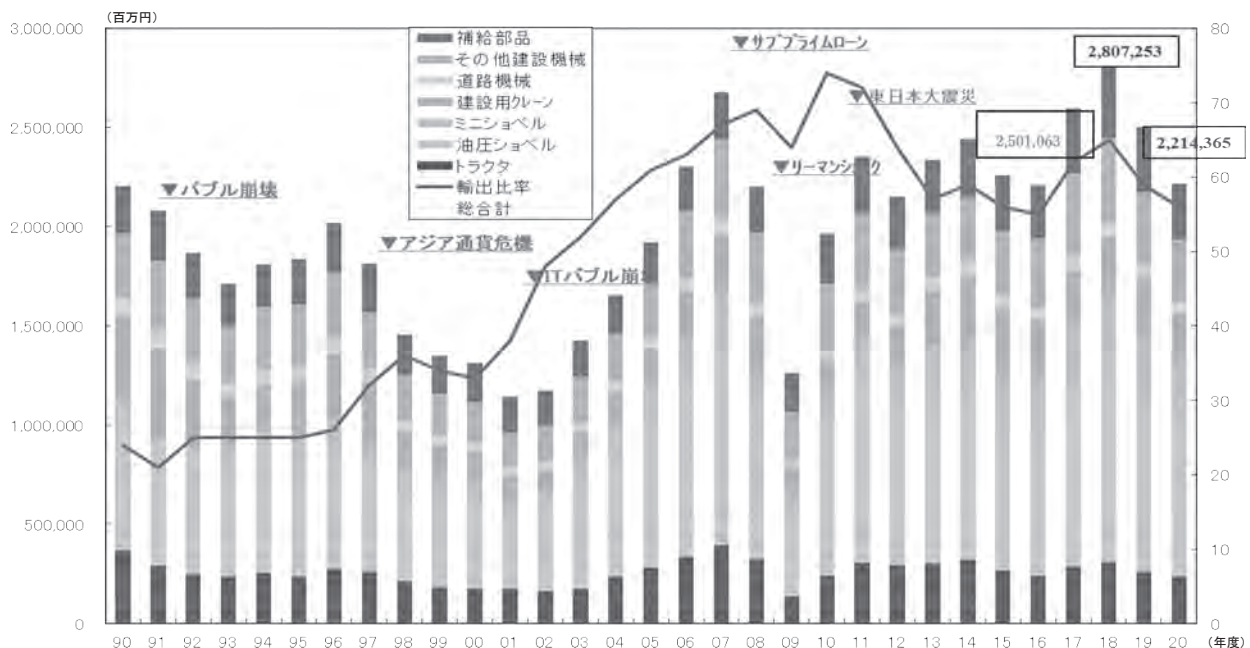


図-3 出荷金額推移 (総合計)
 ※ 9 機種（油圧ショベル、ミニショベル、トラクタ、建設用クレーン、道路機械、コンクリート機械、基礎機械、油圧ブレーカ圧砕機、その他建設機械、補給部品）の出荷金額ベース
 出典：日本建設機械工業会自主統計

統計

3%程度で推移している。2020年は比較的堅調で4割を超えた構成比となっている(図-5参照)。

2020年度は、最大輸出先の北米向けが37%となり、欧州向けは25%、アジア(中国を除く)向けは10%と、3大輸出先の比率は72%となった(図-6参照)。

3. 今後の建設機械産業の展望

当工業会は2021年8月末に建設機械産業の2021年度上下期～2022年度上下期の補給部品を除いた建設機械本体ベースでの需要予測結果を発表した。

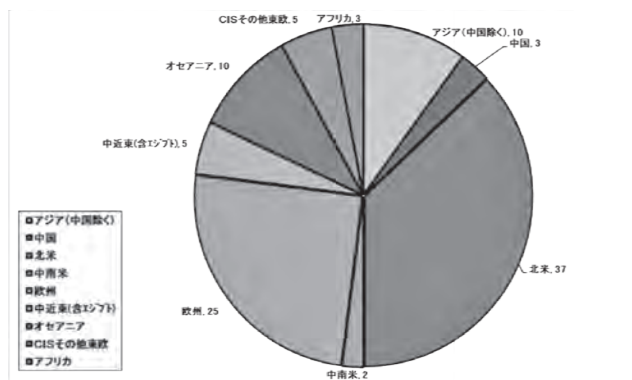


図-5 地域別輸出額構成比

※9機種(油圧ショベル, ミニショベル, トラクタ, 建設用クレーン, 道路機械, コンクリート機械, トンネル機械, 基礎機械, 油圧ブレイカ圧碎機, その他建設機械, 補給部品)の出荷金額ベース
出典: 日本建設機械工業会自主統計

(国内出荷)

2021年度は、前年度の新型コロナウイルス感染拡大影響による需要減から回復し、上期計では、トラクタが前年同期比14%増加するなど6機種が増加もしくは横這いとなり、4,108億円(前年同期比4%増)と見込まれる。下期も、8機種で増加もしくは横這いとなり、下期計では、4,731億円(前年同期比2%増)と予測した。この結果、2021年度合計では、8,839億円(前年度比3%増)となり2年ぶりに増加すると予測した(前回本年2月時の予測(99%)と比較して、4ポイント上方修正となった)。

2022年度は、安定した公共投資や民間設備投資の回復が予測され、上期計では、4,133億円(前年同期比1%増)下期計では、4,778億円(前年同期比1%増)と予測した。この結果、2022年度合計では、8,911億円(前年度比1%増)となり、2年連続の増加と予測しています。

(輸出)

2021年度は、国内と同様に新型コロナウイルス感染拡大影響による需要減から回復し、上期計では、主力機種である油圧ショベルが前年同期比39%増加するなど7機種が増加となり、5,828億円(前年同期比32%増)と見込まれる。下期は、建設用クレーンも前年同期比36%増加するなど8機種で増加となり、下期計では、7,515億円(前年同期比18%増)と予測した。この結果、2021年度合計では、1兆3,343億円(前年度比24%増)となり、3年ぶりに増加すると予測した(前回本年2月時の予測(106%)と比較して、18ポイント上方修正となった)。

2022年度も、3大輸出先(北米, 欧州, アジア)を中心に増加すると予測し、上期計では6,208億円(前年同期比7%増)、下期計で

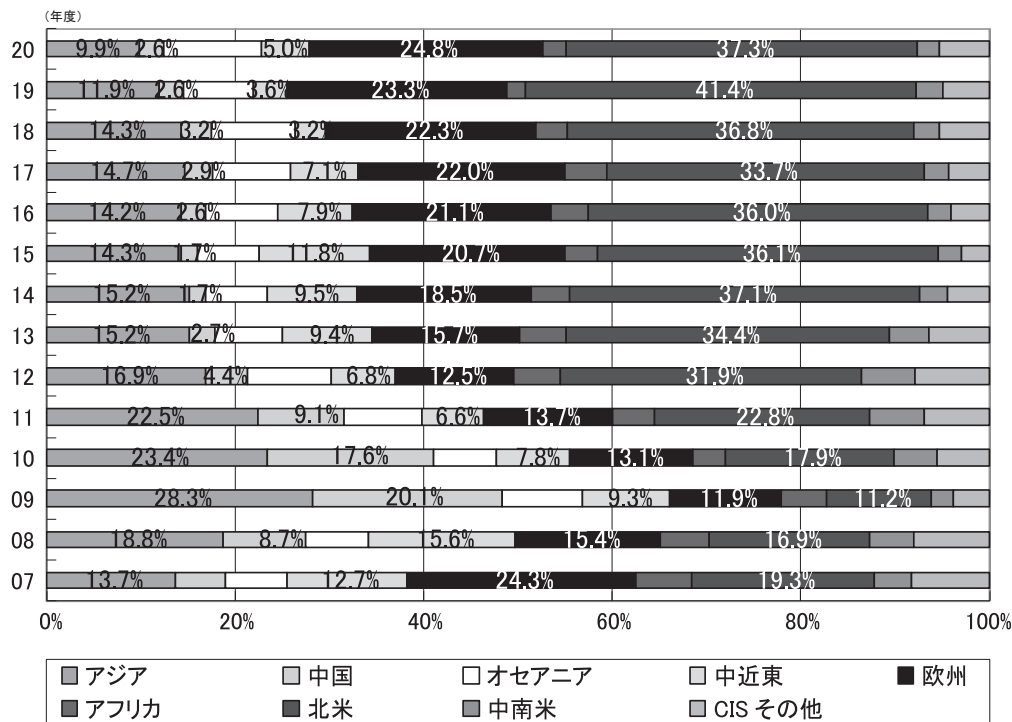


図-6 新車輸出の推移

統 計

表一 建設機械需要予測
2021年度予測

上段：金額 百万円
下段：対前年同期比指数 %

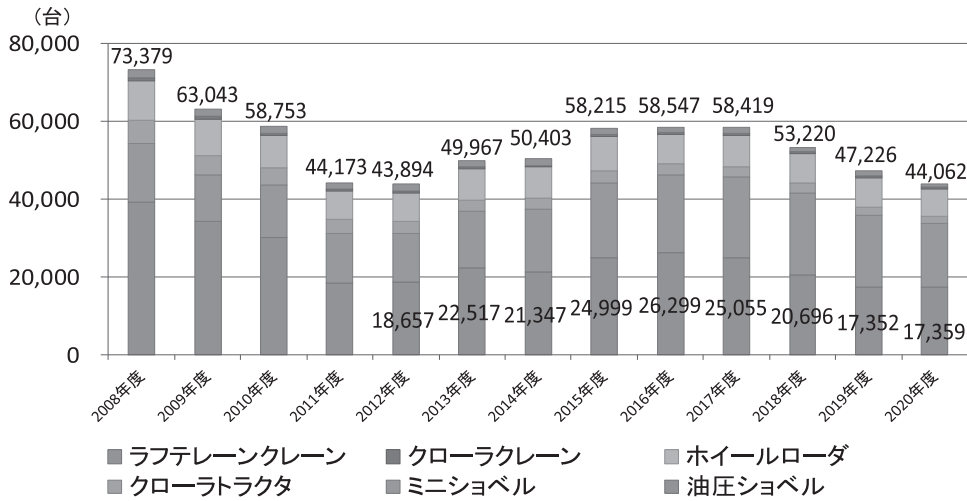
	上期見込			下期予測			年度予測		
	国内	輸出	合計	国内	輸出	合計	国内	輸出	合計
トラクタ	48,700	65,200	113,900	71,700	92,100	163,800	120,400	157,300	277,700
	114	125	120	107	120	114	110	122	116
油圧ショベル	146,900	267,400	414,300	159,100	349,500	508,600	306,000	616,900	922,900
	106	139	125	101	117	111	103	126	117
ミニショベル	41,700	122,100	163,800	45,400	155,700	201,100	87,100	277,800	364,900
	102	130	121	100	116	112	101	122	116
建設用クレーン	81,600	29,300	110,900	90,100	28,700	118,800	171,700	58,000	229,700
	100	99	100	102	136	109	101	114	104
道路機械	19,600	12,000	31,600	23,600	15,900	39,500	43,200	27,900	71,100
	106	150	119	108	117	111	107	129	115
コンクリート機械	15,900	500	16,400	15,500	400	15,900	31,400	900	32,300
	99	103	99	101	104	101	100	115	100
基礎機械	15,300	2,300	17,600	17,400	2,200	19,600	32,700	4,500	37,200
	88	89	88	93	90	93	91	90	91
油圧ブレーカ 油圧圧砕機	9,700	3,500	13,200	10,900	3,700	14,600	20,600	7,200	27,800
	107	118	109	108	114	110	107	116	109
その他建設機械	31,400	80,500	111,900	39,400	103,300	142,700	70,800	183,800	254,600
	98	135	122	100	122	115	99	127	118
合 計	410,800	582,800	993,600	473,100	751,500	1,224,600	883,900	1,334,300	2,218,200
	104	132	118	102	118	111	103	124	115

2022年度予測

上段：金額 百万円
下段：対前年同期比指数 %

	上期予測			下期予測			年度予測		
	国内	輸出	合計	国内	輸出	合計	国内	輸出	合計
トラクタ	49,200	65,200	114,400	73,900	92,100	166,000	123,100	157,300	280,400
	101	100	100	103	100	101	102	100	101
油圧ショベル	148,400	291,500	439,900	162,300	374,000	536,300	310,700	665,500	976,200
	101	109	106	102	107	105	102	108	106
ミニショベル	42,500	127,000	169,500	46,300	157,300	203,600	88,800	284,300	373,100
	102	104	103	102	101	101	102	102	102
建設用クレーン	81,600	33,100	114,700	89,200	30,100	119,300	170,800	63,200	234,000
	100	113	103	99	105	100	99	109	102
道路機械	19,400	13,400	32,800	23,400	17,800	41,200	42,800	31,200	74,000
	99	112	104	99	112	104	99	112	104
コンクリート機械	15,700	500	16,200	15,500	400	15,900	31,200	900	32,100
	99	98	99	100	98	100	99	100	99
基礎機械	14,100	2,000	16,100	15,700	2,000	17,700	29,800	4,000	33,800
	92	89	91	90	89	90	91	89	91
油圧ブレーカ 油圧圧砕機	10,100	3,600	13,700	11,300	3,800	15,100	21,400	7,400	28,800
	104	104	104	104	104	103	104	103	104
その他建設機械	32,300	84,500	116,800	40,200	108,500	148,700	72,500	193,000	265,500
	103	105	104	102	105	104	102	105	104
合 計	413,300	620,800	1,034,100	477,800	786,000	1,263,800	891,100	1,406,800	2,297,900
	101	107	104	101	105	103	101	105	104

統計



図一七 機種別中古車輸出台数推移
データ出典：財務省貿易統計

は7,860億円（前年同期比5%増）と予測した。この結果、2022年度合計では、1兆4,068億円（前年度比5%増加）となり、2年連続の増加と予測した。

実需ベースで見ると、2021年度上期の補給部品を除いた建設機械出荷金額は、国内出荷が3,950億円で0.5%の減少、輸出が7,825億円で77.2%の増加となり、輸出は実績が予測を大きく上回る結果となった。

今年度に入ってから、国内出荷は対前年同月比で毎月プラスマイナスを繰り返しているが、安定した建設投資等により堅調に推移している。輸出については、今年度に入ってから対前年同月比で2桁増を継続しており、力強さがある。一方で、部材不足や鋼材値上げなどのマイナス要因もあり、下期以降、注意深く見ていく必要はある。

国内需要と相関関係のある中古車輸出については、2020年度の実績で、主要6機種（油圧ショベル、ミニショベル、ホイールローダ、クローラトラクタ、クローラクレーン、ラフテレーンクレーン）で、約4万4千台が輸出された（ピークは2007年度の約9万5,000

台）。

2013年から2016年まで4年連続で増加したものの、一転2017年から2020年は4年連続して減少となった。為替等外的な要因もあったかもしれないが、落ち着いてきている。

2020年度は前年比較で3千台程度減少しており、中古車輸出の主力機である排ガス2006年次規制機が国内に少なくなったとみている。すでに転換期を迎えたと思われるため、状況の変化をしっかりと確認する必要がある。

今後も国内の需要を図る上で、中古車輸出台数の推移は重要な資料であるので、継続してウォッチしていきたい。

【筆者紹介】

内田 直之（うちだ なおゆき）
（一社）日本建設機械工業会
調査部長



令和3年度（2021年度）建設投資見通し

国土交通省 総合政策局 建設経済統計調査室

1. はじめに

我が国の建設投資は、社会経済活動・市場動向等に与える影響が極めて大きい。

このため、国土交通省では、国内建設市場の規模とその構造を明らかにすることを目的とし、1960年度から毎年度、建設投資推計及び建設投資見通しを作成し、「建設投資見通し」として公表している。

2. 建設投資見通しの概要（表—1～3、図—1, 2）

2021年度の建設投資は、前年度比2.9%増の62兆6,500億円となる見通しである。

2021年度の建設投資は、前年度比2.9%増の62兆6,500億円となる見通しである。このうち、政府投資が24兆5,300億円（前年度

比2.4%増）、民間投資が38兆1,200億円（前年度比3.2%増）となる見通しである。これを建築・土木別に見ると、建築投資が38兆3,500億円（前年度比2.2%増）、土木投資が24兆3,000億円（前年度比4.0%増）となる見通しである。

2020年度の建設投資は、前年度比2.5%減の60兆9,000億円となる見込みである。このうち、政府投資が23兆9,500億円（前年度比5.4%増）、民間投資が36兆9,500億円（前年度比7.1%減）と見込まれる。これを建築・土木別に見ると、建築投資が37兆5,400億円（前年度比6.8%減）、土木投資が23兆3,600億円（前年度比5.1%増）となる見込みである。

建設投資は、1992年度の84兆円をピークに減少基調となり、2010年度には1992年度の半分程度にまで減少した。その後、東日本大震災からの復興等により回復傾向となっている。2021年度の建設投資については、2020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等から、総額として62兆6,500億円となる見通しである。

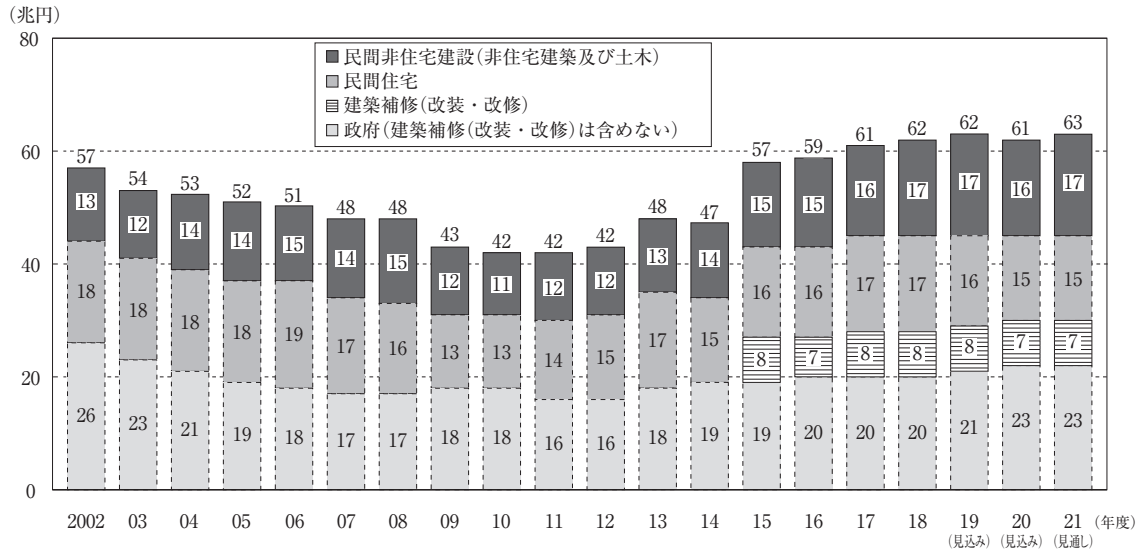
表—1 2021年度建設投資額（名目値）

（単位：億円・%）

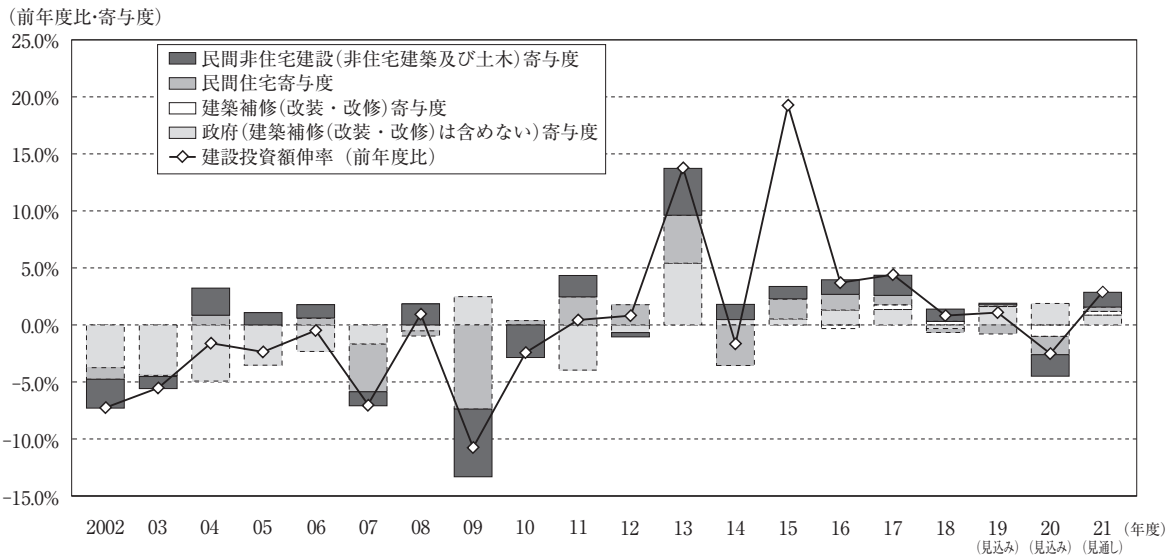
項目	年度	投資額				対前年度伸び率			
		2018年度 (実績)	2019年度 (見込み)	2020年度 (見込み)	2021年度 (見通し)	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度
総計		618,271	624,900	609,000	626,500	0.8	1.1	▲2.5	2.9
建築		404,856	402,600	375,400	383,500	▲0.9	▲0.6	▲6.8	2.2
住宅		172,580	167,100	155,700	158,100	▲1.7	▲3.2	▲6.8	1.5
政府		5,214	4,400	4,500	4,600	▲16.0	▲15.6	2.3	2.2
民間		167,366	162,700	151,200	153,500	▲1.2	▲2.8	▲7.1	1.5
非住宅		153,994	156,500	146,800	150,500	▲1.8	1.6	▲6.2	2.5
政府		38,778	40,600	41,600	42,600	▲8.4	4.7	2.5	2.4
民間		115,216	115,900	105,200	107,900	0.6	0.6	▲9.2	2.6
建築補修 (改装・改修)		78,282	79,000	72,900	74,900	2.9	0.9	▲7.7	2.7
政府		13,049	14,100	14,300	14,600	▲1.1	8.1	1.4	2.1
民間		65,233	64,900	58,600	60,300	3.7	▲0.5	▲9.7	2.9
土木		213,415	222,300	233,600	243,000	4.3	4.2	5.1	4.0
政府		158,869	168,100	179,100	183,500	1.8	5.8	6.5	2.5
公共事業		135,472	142,800	148,300	152,000	1.8	5.4	3.9	2.5
その他		23,397	25,300	30,800	31,500	1.9	8.1	21.7	2.3
民間		54,546	54,200	54,500	59,500	12.2	▲0.6	0.6	9.2
再掲	政府	215,910	227,200	239,500	245,300	▲0.9	5.2	5.4	2.4
	民間	402,361	397,700	369,500	381,200	1.7	▲1.2	▲7.1	3.2
	民間非住宅建設 ^{注1}	169,762	170,100	159,700	167,400	4.1	0.2	▲6.1	4.8

(注) 1. 民間非住宅建設投資 = 民間非住宅建築投資 + 民間土木投資
 2. 2021年度の伸び率は、「令和3年度の経済見通しと経済財政運営の基本的態度」（令和3年1月18日閣議決定）及び「令和3（2021）年度内閣府年次試算」（令和3年7月6日）の公的固定資本形成及び民間住宅の指標から算定している。

統計



図一 建設投資額（名目値）の推移



図二 建設投資額（名目値）の伸び率と寄与度

表一 2021年度の地域別・建設投資（見通し）

（単位：億円）

地域	北海道	東北	関東	北陸	中部	
建築計	14,800	27,100	154,400	16,500	44,300	
土木計	17,000	36,500	70,300	15,200	27,400	
合計	31,800	63,600	224,700	31,700	71,700	
地域	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
建築計	54,200	20,300	10,000	34,900	7,000	383,500
土木計	24,900	15,200	9,200	24,300	3,000	243,000
合計	79,100	35,500	19,200	59,200	10,000	626,500

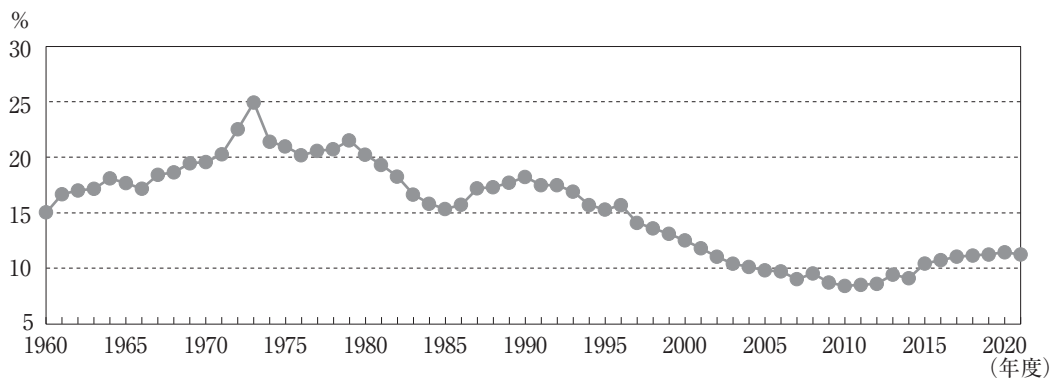
表一3 2021年度の地域別・建設投資のシェア（見通し）

地域	北海道	東北	関東	北陸	中部	
建築計	4%	7%	40%	4%	12%	
土木計	7%	15%	29%	6%	11%	
合計	5%	10%	36%	5%	11%	
地域	近畿	中国	四国	九州	沖縄	合計
建築計	14%	5%	3%	9%	2%	100%
土木計	10%	6%	4%	10%	1%	100%
合計	13%	6%	3%	9%	2%	100%

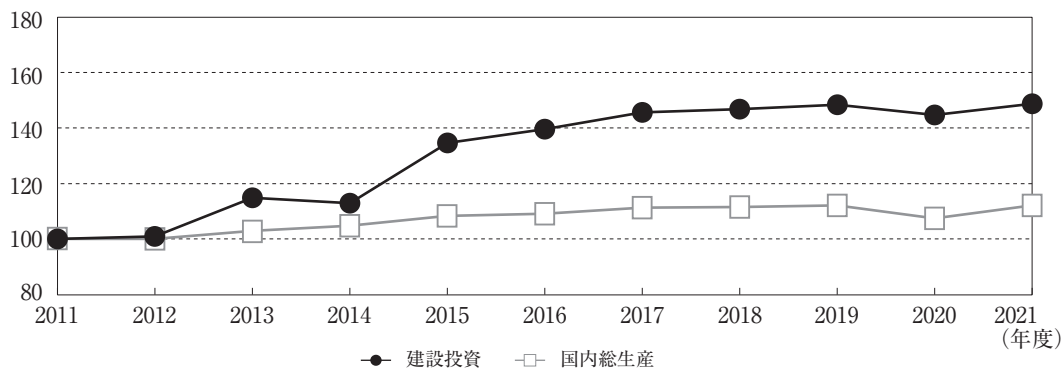
3. 国内総生産と建設投資の関係（図一3～5、表一4）

2021年度の建設投資が国内総生産に占める比率は、11.2%となる見通しである。

国内総生産に占める建設投資の比率は、1975年頃は20%以上あったが、その後、減少傾向となった。1986年度から1990年度にかけて一時増加したものの、その後再び減少基調となった。近年では、約10%程度で推移している。



図一3 建設投資の国内総生産に占める比率



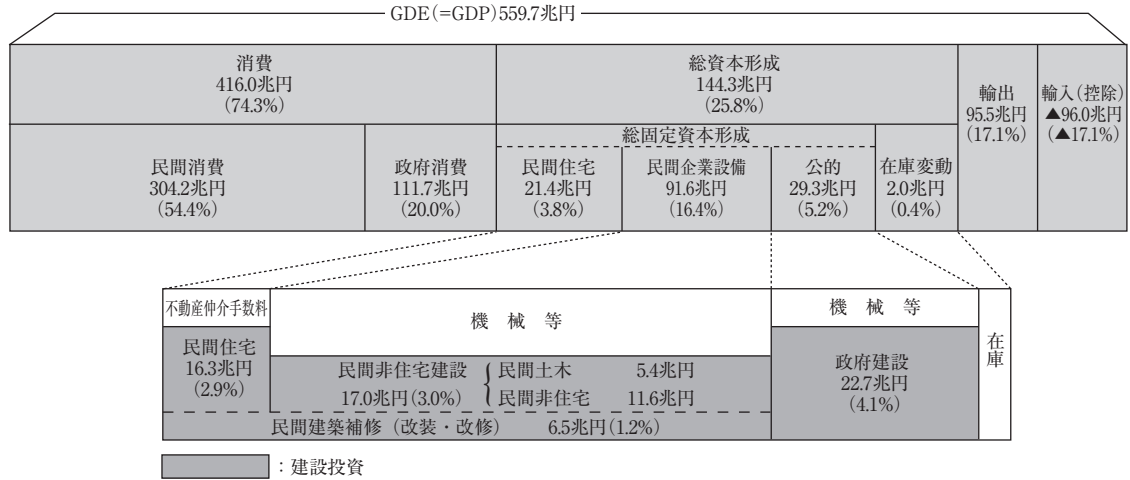
図一4 過去10年間の国内総生産と建設投資の水準の推移

統計

表—4 国内総生産及び建設投資の推移

(単位：億円・%)

項目 年度	国内総生産 (名目値) (A)	建設投資 (名目値) (B)	国内総生産のうち、 建設投資が占める割合 (B) ÷ (A) × 100
1960	166,806	25,078	15.0
1961	201,708	33,418	16.6
1962	223,288	37,772	16.9
1963	262,286	44,979	17.1
1964	303,997	54,750	18.0
1965	337,653	59,531	17.6
1966	396,989	67,820	17.1
1967	464,454	84,928	18.3
1968	549,470	101,915	18.5
1969	650,614	125,251	19.3
1970	752,985	146,341	19.4
1971	828,993	166,768	20.1
1972	964,863	214,625	22.2
1973	1,167,150	286,673	24.6
1974	1,384,511	293,944	21.2
1975	1,523,616	316,241	20.8
1976	1,712,934	341,965	20.0
1977	1,900,945	387,986	20.4
1978	2,086,022	426,860	20.5
1979	2,252,372	479,219	21.3
1980	2,483,759	494,753	19.9
1981	2,646,417	502,198	19.0
1982	2,761,628	500,689	18.1
1983	2,887,727	475,988	16.5
1984	3,082,384	485,472	15.7
1985	3,303,968	499,645	15.1
1986	3,422,664	535,631	15.6
1987	3,622,967	615,257	17.0
1988	3,876,856	666,555	17.2
1989	4,158,852	731,146	17.6
1990	4,516,830	814,395	18.0
1991	4,736,076	824,036	17.4
1992	4,832,556	839,708	17.4
1993	4,826,076	816,933	16.9
1994	5,119,546	787,523	15.4
1995	5,253,045	790,169	15.0
1996	5,386,584	828,077	15.4
1997	5,425,005	751,906	13.9
1998	5,345,673	714,269	13.4
1999	5,302,975	685,039	12.9
2000	5,376,162	661,948	12.3
2001	5,274,084	612,875	11.6
2002	5,234,660	568,401	10.9
2003	5,262,226	536,880	10.2
2004	5,296,336	528,246	10.0
2005	5,341,097	515,676	9.7
2006	5,372,610	513,281	9.6
2007	5,384,840	476,961	8.9
2008	5,161,740	481,517	9.3
2009	4,973,668	429,649	8.6
2010	5,048,721	419,282	8.3
2011	5,000,405	421,139	8.4
2012	4,994,239	424,493	8.5
2013	5,126,856	482,997	9.4
2014	5,234,183	474,941	9.1
2015	5,407,394	566,468	10.5
2016	5,448,272	587,399	10.8
2017	5,556,874	613,251	11.0
2018	5,568,279	618,271	11.1
2019	5,596,988	624,900	11.2
2020	5,361,000	609,000	11.4
2021	5,595,000	626,500	11.2



図一五 国内総支出と建設投資の関係(2019年度)

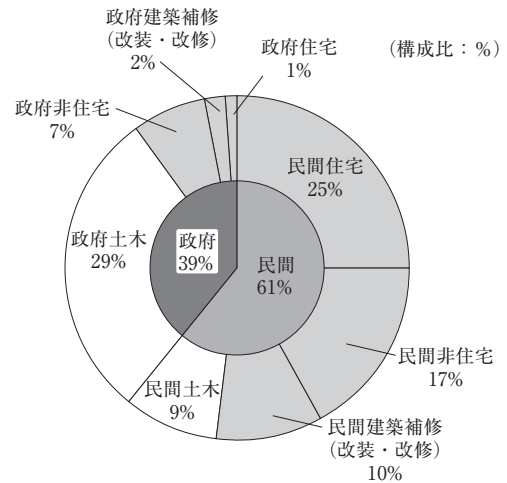
4. 建設投資の構成と推移

(1) 建設投資の構成と推移(図一6, 7)

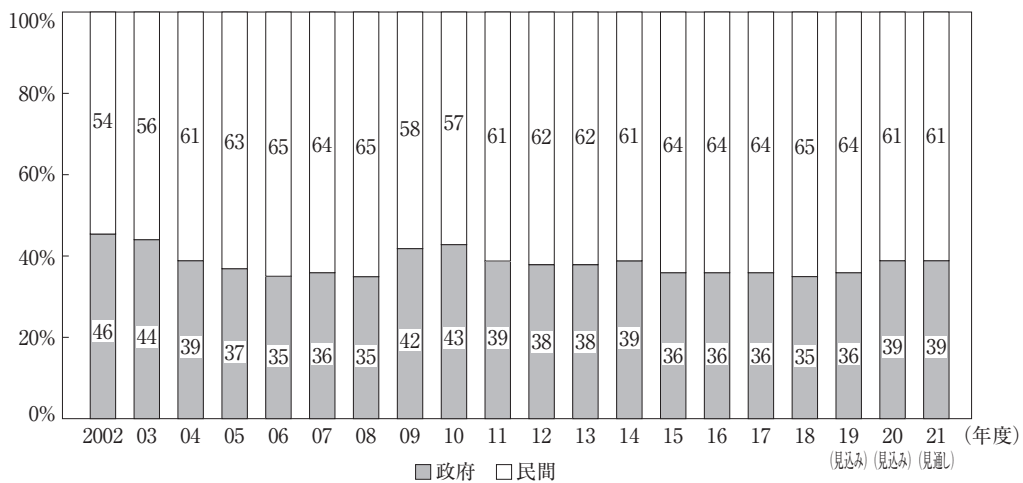
2021年度建設投資見直しにおける建設投資の構成を見ると、政府土木投資と民間建築投資の合計が全体の80%超を占めている。

2021年度の建設投資の構成を見ると、民間投資が61%、政府投資が39%である。

民間投資のうち住宅、非住宅及び建築補修(改装・改修)投資を合わせた建築投資が全体の52%を占めている。政府投資は土木投資が全体の29%を占めており、この両者で建設投資全体の80%超を占めている。

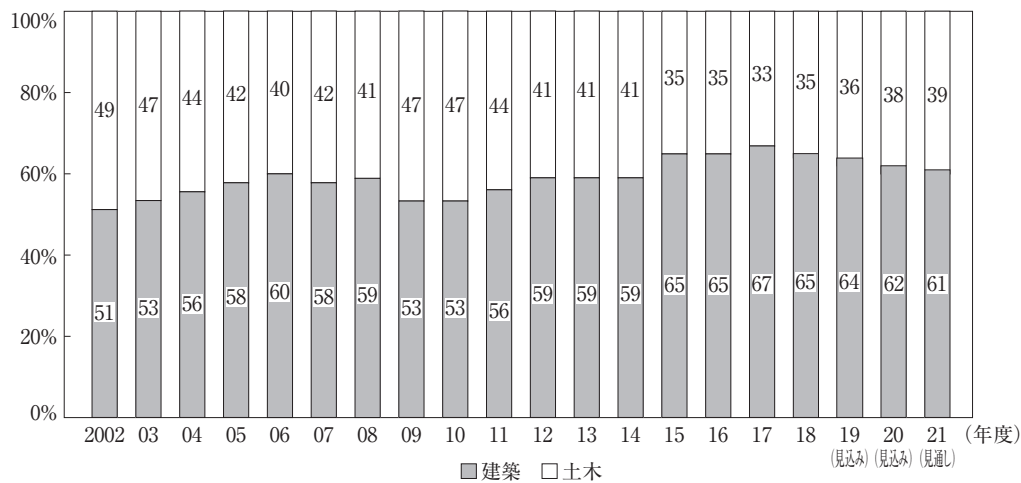


図一六 2021年度建設投資の構成(名目値)



図一七 政府・民間別構成比の推移

統計



図一8 建築・土木別構成比の推移

(2) 建築・土木別構成比の推移 (図一8)

2021年度の建設投資は、建築投資が61%で、土木投資が39%となる見通しである。

建築と土木との構成比については、1998年度以降、建築投資が増加する一方で政府土木投資が減少し、建築投資の占める比率が2006年度には60%となった。

その後、一時的に土木投資が増加したが、近年は建築投資の占める比率が高まる傾向にあり、建築投資が60%台、土木投資が30%から40%で推移している。

(3) 政府建設投資の動向

2021年度の政府建設投資は、前年度比2.4%増の24兆5,300億円となる見通しである。

2021年度は、前年度比2.4%増加し、24兆5,300億円となる見通しである。

2020年度は、前年度比5.4%増加し、23兆9,500億円となる見込みである。

(4) 住宅投資の動向

2021年度の住宅投資は、前年度比1.5%増の15兆8,100億円となる見通しである。

2021年度の民間住宅投資は、前年度比1.5%増の15兆3,500億円となる見通しである。また、政府住宅投資を合わせた2021年度の住宅投資全体では、前年度比1.5%増の15兆8,100億円となる見通しである。

(参考) 2020年度の新設住宅着工戸数は、前年度比8.1%減の81.2万戸であった。利用関係別に見ると、持家は26.3万戸(前年度比7.1%減)、貸家は30.3万戸(前年度比9.4%減)、給与住宅は0.7万戸(前年度比13.1%増)、分譲住宅は23.9万戸(前年度比7.9%減)となっ

ている(表一5)。

(5) 建築補修(改装・改修)投資の動向(図一9)

2021年度の建築補修(改装・改修)投資は、前年度比2.7%増の7兆4,900億円となる見通しである。

2021年度の民間建築補修(改装・改修)投資は、前年度比2.9%増の6兆300億円となる見通しである。また、政府建築補修(改装・改修)投資を合わせた2021年度の建築補修(改装・改修)投資全体では、前年度比2.7%増の7兆4,900億円となる見通しである。

建築補修(改装・改修)投資は、建築投資全体に対し約20%を占めている。

(6) 民間非住宅建設(非住宅建築及び土木)投資の動向(表一6)

2021年度の民間非住宅建設(非住宅建築及び土木)投資は、前年度比4.8%増の16兆7,400億円となる見通しである。

2021年度の民間非住宅建築投資は、前年度比2.6%増の10兆7,900億円となる見通しである。また、民間土木投資は、前年度比9.2%増の5兆9,500億円となる見通しである。

これにより、2021年度の民間非住宅建設(非住宅建築及び土木)投資は、前年度比4.8%増の16兆7,400億円となる見通しである。

2020年度の民間非住宅建設(非住宅建築及び土木)投資は、前年度比6.1%減の15兆9,700億円となる見込みである。

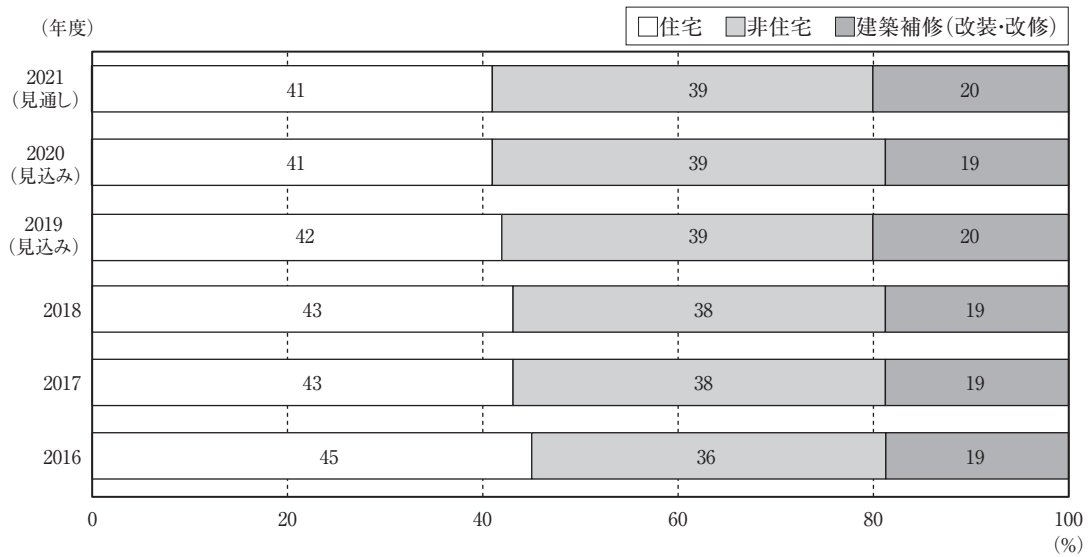
このうち、民間非住宅建築投資は10兆5,200億円(前年度比9.2%減)、民間土木投資は5兆4,500億円(前年度比0.6%増)となる見込みである。

本稿はダイジェスト版であり、建設投資見通しは、国土交通省のホームページで公表しているのので参照されたい(https://www.mlit.go.jp/report/press/joho04_hh_001014.html)。

表一五 新設住宅着工戸数と伸び率（前年度比）の推移

(単位：戸・%)

年度	総計		持家		貸家		給与		分譲	
	着工戸数	伸び率	着工戸数	伸び率	着工戸数	伸び率	着工戸数	伸び率	着工戸数	伸び率
2016年度	974,137	5.8	291,783	2.6	427,275	11.4	5,793	▲ 0.7	249,286	1.1
2017年度	946,396	▲ 2.8	282,111	▲ 3.3	410,355	▲ 4.0	5,435	▲ 6.2	248,495	▲ 0.3
2018年度	952,936	0.7	287,710	2.0	390,093	▲ 4.9	7,958	46.4	267,175	7.5
2019年度	883,687	▲ 7.3	283,338	▲ 1.5	334,509	▲ 14.2	6,108	▲ 23.2	259,732	▲ 2.8
2020年度	812,164	▲ 8.1	263,097	▲ 7.1	303,018	▲ 9.4	6,908	13.1	239,141	▲ 7.9



図一九 住宅・非住宅・建築補修（改装・改修）構成比の推移

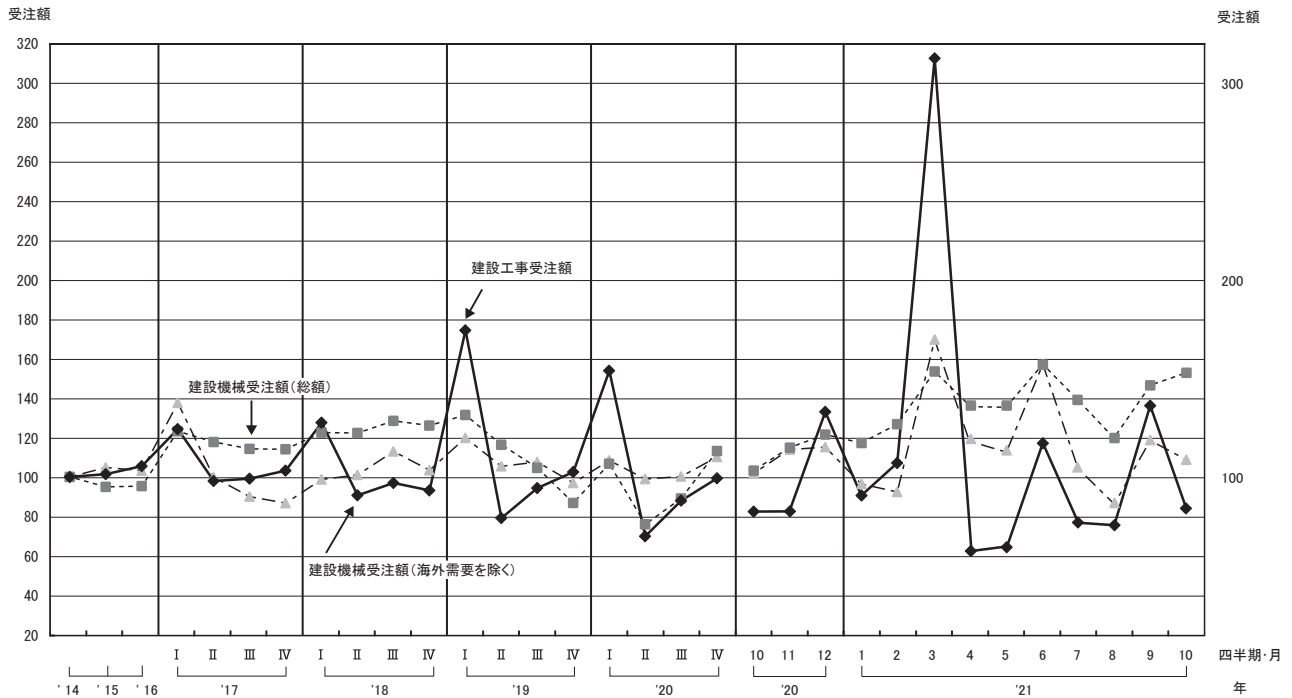
表一六 民間非住宅建設投資額（名目値）と伸び率（前年度比）の推移

(単位：億円・%)

年度	民間非住宅建築投資		民間土木投資		合計 (民間非住宅建設投資)	
	投資額	伸び率	投資額	伸び率	投資額	伸び率
2017年度	114,527	11.8	48,595	▲ 3.4	163,122	6.8
2018年度	115,216	0.6	54,546	12.2	169,762	4.1
2019年度 (見込み)	115,900	0.6	54,200	▲ 0.6	170,100	0.2
2020年度 (見込み)	105,200	▲ 9.2	54,500	0.6	159,700	▲ 6.1
2021年度 (見通し)	107,900	2.6	59,500	9.2	167,400	4.8

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 2014年平均=100)
 建設機械受注額：建設機械受注統計調査(建設機械企業数24前後) (指数基準 2014年平均=100)



建設工事受注動態統計調査 (大手 50 社)

(単位：億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非 製 造 業							
2014 年	139,286	80,477	16,175	64,302	43,103	4,822	10,887	86,537	52,748	138,286	125,978
2015 年	141,240	96,068	19,836	76,235	35,633	4,993	4,546	95,959	45,281	141,461	141,136
2016 年	146,991	99,541	17,618	81,923	38,894	5,247	3,309	98,626	48,366	151,269	134,037
2017 年	147,828	101,211	20,519	80,690	36,650	5,183	4,787	99,312	48,514	165,446	137,220
2018 年	142,169	100,716	24,513	76,207	30,632	8,561	5,799	95,252	46,914	166,043	141,691
2019 年	156,917	114,317	24,063	90,253	29,957	5,319	7,308	109,091	47,829	171,724	150,510
2020 年	143,170	97,457	19,848	77,610	35,447	5,225	4,175	91,725	51,443	171,740	14,287
2020 年 10 月	9,550	6,408	1,298	5,109	2,756	395	-872	6,500	3,050	171,551	8,961
11 月	9,564	6,486	1,782	4,704	1,895	418	764	6,111	3,452	170,235	10,572
12 月	15,466	10,468	2,390	8,078	4,191	526	281	10,863	4,603	171,740	14,287
2021 年 1 月	10,502	6,174	1,004	5,171	3,886	337	105	5,667	4,835	173,721	8,776
2 月	12,435	8,190	1,257	6,932	3,293	431	521	7,719	4,716	174,626	10,895
3 月	36,395	26,029	3,932	22,097	8,640	499	1,226	24,517	11,879	191,713	18,787
4 月	7,252	4,965	1,141	3,824	1,711	396	181	4,239	3,014	188,230	8,931
5 月	7,470	4,666	940	3,726	2,440	332	33	4,576	2,894	186,346	8,999
6 月	13,631	9,020	1,807	7,213	3,611	500	501	9,074	4,557	187,713	12,869
7 月	8,925	6,244	2,042	4,202	2,324	305	51	6,069	2,855	188,502	8,489
8 月	8,766	6,304	2,156	4,149	2,059	370	32	6,285	2,481	187,177	10,180
9 月	15,826	12,449	1,698	10,750	2,780	419	179	11,984	3,842	188,820	14,729
10 月	9,753	7,135	2,003	5,132	2,202	360	57	6,806	2,947	-	-

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	14 年	15 年	16 年	17 年	18 年	19 年	20 年	20 年 10 月	11 月	12 月	21 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
総 額	18,346	17,416	17,478	21,535	22,923	20,151	17,646	1,577	1,756	1,859	1,793	1,940	2,351	2,089	2,080	2,405	2,132	1,833	2,245	2,341
海 外 需 要	11,949	10,712	10,875	14,912	16,267	13,277	10,966	1,035	1,149	1,245	1,279	1,448	1,444	1,450	1,477	1,562	1,574	1,371	1,611	1,762
海外需要を除く	6,397	6,704	6,603	6,623	6,656	6,874	6,680	542	607	614	514	492	907	639	603	843	558	462	634	579

(注) 2014～2016 年は年平均で、2016～2019 年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2020 年 10 月以降は月ごとの値を図示した。

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

行事一覽

(2021年11月1日～30日)

機械部会



■除雪機械技術委員会

月 日：11月1日(月)(会議室, web 併行開催)

出席者：坂井幸尚委員長ほか19名

議 題：①国交省から除雪に関する状況報告等：・R4年度除雪関連の予算概算要求の概要説明、・除雪作業装置自動化に向けた意見交換について ②ロータリ除雪車安全装置進捗状況報告：・安全装置案の概要説明、・スケジュールについて ③自動化、情報化対応関連についての情報共有：スマートコンストラクション機器を活用した除雪効率化 ④除雪機械の勉強会(除雪トラック) ⑤その他：R3年度除雪機械展示・実演会(ゆきみらい2022)の概要説明(JCMA企画部から情報提供)

■基礎工事用機械技術委員会

月 日：11月10日(水)(会議室での対面開催)

出席者：梶沢淳一委員長ほか17名

議 題：①各社トピックス：(株)加藤製作所「KE-1500Ⅲクラムシェル仕様の紹介」②今後のスケジュールについて ③西尾レントール(株)の技術プレゼン：・会社、事業紹介、・建設DXに向けて～現場の生産性向上・安全管理・遠隔操作等～

■トンネル機械技術委員会 見学会

杉本電機工業(株)・フォッサマグナミュージアム見学

月 日：11月11日(木)

参加者：丸山修委員長ほか24名

見学内容：①杉本電機工業(株)会社概要説明 ②コトブキ技研工業(株)シャフローダ開発経緯の説明 ③工場見学、機械保管ヤード・保管機器見学、質疑応答 ④フォッサマグナミュージアム見学

■機械整備技術委員会

月 日：11月15日(月)

出席者：小室実委員長ほか9名(web会議で開催)

議 題：①整備作業の法規制、規格に関する調査について：各社提出の必要資格調査結果のまとめ方について ②見学会について：今年度は中止として、来年度の候補地を検討する ③その他：活動スケジュールについて

■コンクリート機械技術委員会

月 日：11月18日(木)(会議室, web 併行開催)

出席者：木下洋一委員長ほか10名

議 題：①前回の議事録確認 ②技術発表：極東開発工業(株)「海外ポンプ車市場の紹介」 ③今年度の活動計画についての討議 ④委員長交代の件

■除雪機械技術委員会・ロータリ分科会

月 日：11月24日(水)

出席者：久末忍リーダーほか6名(web会議で開催)

議 題：①ロータリ除雪車 安全装置に関する討議：・各社の構造およびスケジュールの確認、・国交省への報告について

■トンネル機械技術委員会

月 日：11月24日(水)(会議室, web 併行開催)

出席者：丸山修委員長ほか22名

議 題：①委員および関係者からの情報・話題提供：ニシオティーアンドエム(株)・・・人物検知システム「HADES」について、・コンクリート剥離剤噴霧装置・他ケミカル商品の紹介、・CO₂削減等環境保全の環境軽油「K-S1」の紹介 ②令和3年度技術講演会について：講演者と講演内容について状況確認 ③次年度委員会活動について(調査活動など)の討議

■ダンプトラック技術委員会

月 日：11月25日(木)(web会議で開催)

出席者：渡辺浩行委員長ほか6名

議 題：①各社トピックス：キャタピラージャパン(同)・・・電気駆動ホイールローダ988K-XEの紹介 ②生産性向上に関する輪講：日立建機(株)・・・トローリー式ダンプトラックによる生産性向上について ③R3年度委員会活動について

■情報化機器技術委員会

月 日：11月26日(金)(web会議で開催)

出席者：白塚敬三委員長ほか10名

議 題：①セキュリティに関する法規や規制等の情報共有：・自動車サイバーセキュリティの動向、・IoTコネクテッドデバイス規格(株)UL Japanによる技術プレゼン) ②規制・規格の最新情報の共有 ③レーザー距離計を用いた3Dスキャナのプレゼン/デモ(イエナオブテック(株)) ④新しい測量技術の調査、まとめに関する討議

■原動機技術委員会

月 日：11月29日(月)(web会議で開催)

出席者：工藤睦也委員長ほか20名

議 題：①前回の議事録確認 ②海外排

出ガス規制の動向に関する情報交換：・北米 Tier5 NRMM の検討状況、・欧州 Stage V 改正、・国内特殊自動車 規制強化の検討状況 ④カーボンニュートラルに関する情報交換：・バイオ燃料に関する情報、・革新的建設機械についての調査協力依頼の件

標準部会



■ISO/TC 127/SC 国際バーチャル総会

月 日：11月2日(火)夜

出席者：海外から72名,日本から坂井仁首席代表(キャタピラー)ほか13名
場 所：Web上(ISO Zoom)

議 題：①前回総会以降のSC 2活動報告 ②SC 2業務項目の活動状況報告及び対応検討・SC 2/AG 1保護構造の規格の見直し・SC 2/AH 3運転員及び整備員の乗降用・移動用設備 ISO 2867見直し・SC 2/WG 12全身振動 TR 25398改正 NP・SC 2/WG 13補助席 ISO 13459 追補 CD・SC 2/WG 15火災予防 WD 13649・SC 2/WG 16電磁両立性 ISO 13766改正後のフォロー・SC 2/JWG 22自律式機械の安全 ISO 17757改正後のフォロー・SC 2/WG 24機能安全 ISO 19014規格群各部のフォロー、進捗状況、新規案件の扱いなど・SC 2/JWG 28衝突警報及び回避 ISO 21815規格群進捗状況・SC 2/WG 30シートベルト及び取付部 DIS 6683改正・SC 2/JWG 31運転員保護構造の材料 AWI 7021, たわみ限界領域 ISO 3164FDAmD 1追補・SC 2/WG 32荷扱いアーム WD 5953・TC 82/SC 8/JWG 1(鉱山機械の)緊急遠隔停止 PWI 23724・同 JWG 2自動運搬のフリートマネジメントシステムのインターフェース AWI 23725 ③今後の新業務候補(韓国提案)チルトローテータ安全(韓国提案)多種センサ組合せ物体検知システム ④次回会合などその他案件

■ISO/TC 214/WG 1(高所作業車)国際バーチャルWG会議

月 日：11月4日(木)

出席者：海外から19名,日本から事務局1名

場 所：Web上(ISO Zoom)

議 題：WD 16368高所作業車-設計,計算,安全要求事項及び試験方法改訂案文に対する各専門家意見検討

■ISO/TC 127 国際バーチャル総会

月 日：11月4日(木)夜

出席者：海外から50名、日本から間宮崇幸首席代表（コマツ）ほか11名

場所：Web上（ISO Zoom）

議題：①前回総会報告の確認 ②中央事務局担当官のプレゼン ③作業グループ等活動報告・TC 127/AH 3 ブロックハンドラ・TC 127/SG 1 路外走行作業機械調整グループ・TC 127/WG 8 持続可能性・TC 127/WG 17 再生可能エネルギー貯蔵システム PWI 5757・TC 82/JWG 1 ロックドリルリグ ④各分科委員会今回総会報告 ⑤次回会合など ⑥その他案件・持続可能性に関するSC設立提案・ISO 5010 かじ取り要求事項に関する非常かじ取りの問題

■ ISO/TC 127/SC 2/JWG 28（衝突警報及び回避）国際バーチャルWG会議

月日：11月8日（月）夜、11日（木）夜
出席者：日本から岡ゆかりコンビナー（コマツ）ほか4名、海外から14名

場所：Web上（ISO Zoom）

議題：ISO/PWI 21815-5 土工機械－衝突警報及び回避－第5部：その他の機械動作のリスク範囲及び程度 案文検討

■ ISO/TC 127/SC 2/WG 32-ISO/WD 5953（土工機械－ローダ及びバックホウローダの荷扱いアーム－通則）国際バーチャルWG会議

月日：11月9日（火）夜

出席者：海外から9名、日本から間宮崇幸委員（コマツ）ほか2名

場所：Web上（ISO Zoom）

議題：ISO/WD 5953 作成のため

- ①案文検討・安定性及び吊り荷能力
- ・設計及び強度・フックの基準
- ・ワイヤロープの巻き上げ部・装置の図
- ②その他（次回会合、当面の作業など）

■ ISO/TC 127 土工機械委員会 国内総会

月日：11月10日（水）

出席者：間宮崇幸（コマツ）TC 127 委員長ほか24名

場所：Web上（ISO Zoom）

議題：TC 127・SC 1～SC 4 国際バーチャル総会 議事報告

■ ISO/TC 82/SC 8/JWG 4（ISO/PWI 3510 遠隔運転・自律運転・有人運転鉱山機械の相互運用性の仕様）国際バーチャルWG会議

月日：11月10日（水）夜

出席者：日本からは岡ゆかりコンビナー（コマツ）ほか6名、海外から16名

場所：Web上（ISO Zoom）

議題：ISO/PWI 3510 作成推進 ①前

回議事録（指摘事項を追記とされた）

② PL 作成の案文を検討

■ ISO/TC 127/SC 3/WG 5-ISO/DTS 15143-4 工事データ特設会合

月日：11月11日（木）

出席者：海外から5名、日本から正田国際議長（コマツ）ほか1名

場所：Web上（TEAMs）

議題：ISO/WDTS 15143-4（施工現場情報交換－施工現場地形データ）工事データの扱いに関する検討

■ 国内標準委員会（JIS A 8341-1 原案作成分科会）

月日：11月15日（月）

出席者：分科会委員5名ほか4名

場所：Web上（Zoom）

議題：①今年度のJIS原案作成の進捗報告 ②2022年度作成のJIS原案選定 ③JIS A 8341-1（機能安全－第1部）原案の協議 ④今後の予定

■ ISO/TC 127/SC 2/JWG 31（TC 23/SC 15 森林用設備合同作業グループ－運転員保護構造の材料要求事項）国際バーチャルWG会議

月日：11月16日（火）夜、17日（水）夜

出席者：海外から14名、日本から間宮崇幸委員長（コマツ）ほか5名

場所：Web上（ISO Zoom）

議題：ISO/AWI 7021 土工機械及び林業機械－運転員保護構造－材料要求事項 ①業務の概要 ②新業務提案投票結果検討 ③（強化）窓材料の検討

■ ISO/TC 214/WG 1（高所作業車）国際バーチャルWG会議

月日：11月16日（火）

出席者：海外から17名、日本から事務局1名

場所：Web上（ISO Zoom）

議題：WD 16368 高所作業車－設計、計算、安全要求事項及び試験方法 改訂案文に対する各専門家意見検討

■ ISO/TC 127/SC 2/JWG 28（衝突警報及び回避）国際バーチャルWG会議

月日：11月16日（火）深夜、18日（木）深夜

出席者：日本から岡ゆかりコンビナー（コマツ）ほか若干名、海外から数名

場所：Web上（ISO Zoom）

議題：ISO/PWI 21815-4（土工機械－衝突警報及び回避－第4部：履帯動作及び旋回／回転動作のリスク範囲及び程度）案文検討

■ ISO/TC 127/SC 3/WG 5（施工現場情報交換）国際バーチャルWG全体会議

月日：11月17日（水）、19日（金）

出席者：日本から山本共同コンビナー兼

PL（コマツ）ほか14名、海外から23名

場所：Web上（TEAMs）

議題：ISO/WDTS 15143-4（土工機械及び走行式道路建設機械－施工現場情報交換－施工現場地形データ）検討

- ①（サーバー間通信へのUMA 2.0の代わりに）RFC 8693 適用
- ② REST API に関して
- ③（現場座標系変換に関してISO/TC 211の）ISO 19111 適用検討
- ④（作業結果データでの）締固め機械のデータについて
- ⑤ ISOの規格化に関する最新のルールなどの説明
- ⑥（農業機械のISOBUSの標準化に関する検証に関する）AEFでの手順の概要
- ⑦案文の概念実証について
- ⑧その他（日程、次回会合など）

■ ISO/TC 195/SC 1 コンクリート工用機械委員会

月日：11月18日（木）

出席者：川上晃一（日工株）委員長ほか13名（対面／Web参加）

場所：Web上（ISO Zoom）及びJCMA 打合せスペース

議題：SC 1バーチャル総会（10/19）及びTC 195バーチャル総会（10/22）報告

■ ISO/TC 195/SC 2/WG 2 道路作業機械及び関連装置－路面清掃車 国際バーチャルWG会議

月日：11月19日（金）夜

出席者：和田悟知（豊和工業株）委員ほか16名

場所：Web上（ISO Zoom）

議題：①ドイツ提案ISO/AWI 24147 路面清掃車－用語及び商業仕様 コメント審議（続き） ②今後のWeb会議日程（12月6日キャンセル・2022年3月以降）

■ ISO/TC 127/SC 3/WG 5-ISO/DTS 15143-4 作業結果データ特設会合

月日：11月23日（火）

出席者：海外から6名、日本から1名

場所：Web上（TEAMs）

議題：ISO/WDTS 15143-4（施工現場情報交換－施工現場地形データ）案文の作業結果データが関係する箇条4、箇条7及び附属書Gに関して検討

■ ISO/TC 127/SC 2/JWG 28（衝突警報及び回避）国際バーチャルWG会議

月日：11月24日（水）夜

出席者：日本から岡ゆかりコンビナー（コマツ）ほか1名、海外から11名

場所：Web上（ISO Zoom）

議題：ISO 21815 規格群「土工機械－衝突警報及び回避」に関して、「運転

員能力補強システム」の規格での扱い
に関して検討

■ ISO/TC 127/SC 3/WG 5-ISO/DTS 15143-4 工事データ特設会合

月 日：11月25日(木)

出席者：海外から8名、日本から正田明
平国際議長(コマツ)ほか2名

場 所：Web上 (TEAMs)

議 題：工事データの扱いに関する検討
①(工事データについての) REST
APIに関する検討, Notification API,
Trusted data provenance ②(概念
実証)試験の枠組み

■ ISO/TC 127/SC 3/WG 5 (施工現場情報 交換) ISO/TS 15143-4 案文統合会議

月 日：11月30日(火)

出席者：日本から共同コンピナー兼 PL の
山本氏ほか4名、海外から9名

場 所：Web上 (ISO Zoom)

議 題：ISO/WDTs 15143-4 (施工現場
情報交換-施工現場地形データ)の各
特設チームで分担して作成中の案文統
合 ①案文統合及び作成の準備状況に
ついての見直し ②処置及び継続対応
要事項 ③要処置事項の見直し ④作
業グループの議事と作業グループの意
見聴取 ⑤概念実証の段階的实施に関
して-正田国際議長提示の資料検討

■ ISO/TC 195/WG 9 自走式道路建設用機 械-安全要求 国際バーチャル WG 会議

月 日：11月30日(火)夜

出席者：小倉公彦(JCMA 標準部)ほか
11名

場 所：Web上 (ISO Zoom)

議 題：ISO/DIS 20500-1 共通要求事項
他 コメント審議

■ ISO/TC 127/SC 2/AG 1 運転員保護構造 の規格(の整合化) 国際バーチャル WG 会議

月 日：11月30日(火)夜

出席者：海外から12名、日本から小塚大
輔委員(コマツ)ほか1名

場 所：Web上 (ISO Zoom)

議 題：各種の運転員保護構造の規格の
整合化に関して検討 ①以前の親 SC
2会議での論議及び決定事項のフォ
ロー ② SC 2/JWG 31 会議の論議の
報告 ③ SAEでの動向に関する論議
④その他

建設業部会



■建設業 ICT 安全情報 WG

月 日：11月9日(火)

出席者：岩下正剛主査ほか8名(内 WEB
参加者3名)

議 題：①「建設施工への ICT 活用
による安全施工に関し取り組むべき課題
に対するアンケート調査」報告書の取
り扱い・報告書案の検討, HP 掲載に
伴う調整 ②本 WG における次の活
動提案・検討 ③その他

■三役会

月 日：11月12日(金)

参加者：鈴木博士部会長ほか4名(内
WEB参加者1名)

議 題：①10/25 クレーン安全情報 WG
からの報告 ②11/9 ICT 安全 WG の
報告 ③11/18 機電交流企画 WG で
の予定議題報告・10/8 機電技術者の
ための講演会報告書の進捗状況 ④そ
の他

■機電交流企画 WG

月 日：11月18日(木)

出席者：本多茂主査ほか9名(内 WEB
参加者5名)

議 題：①10/1「機電技術者のための
講演会」報告書について(アンケート
分析結果含む) ②その他

各種委員会等



■機関誌編集委員会

月 日：11月4日(木)

出席者：中野正則委員長ほか29名

議 題：①令和4年2月号(第864号)
計画の審議・検討 ②令和4年3月号
(第865号)素案の審議・検討 ③令
和4年4月号(第866号)編集方針の
審議・検討 ④令和3年11月号~令
和4年1月号(第861~863号)進捗
状況報告・確認 ※通常委員会及び
Zoomにて実施

■建設経済調査分科会

月 日：11月25日(木)

出席者：持丸修一分科会長ほか5名

議 題：①「建設業における労働災害の
発生状況」(古澤委員)原稿依頼検討
②「R04 建設投資見通しの概要」「R04
主要建設資材の見通し」(国交省執筆)
の状況報告 ③「R03 建設業の業況」
(清水委員執筆)の調整 ④「技能評
価制度について」JCMA 技能評価鈴
木勝氏の掲載号・執筆依頼・情報提供
の調整 ⑤その他

支部行事一覧

東北支部

■除雪講習会

⑱仙台(1)会場

月 日：11月4日(木)

場 所：仙台市 フォレスト仙台

受講者：145名

⑲仙台(2)会場

月 日：11月5日(金)

場 所：仙台市 フォレスト仙台

受講者：123名

⑳仙台(3)会場(特別開催)

月 日：11月16日(火)

場 所：仙台市 太陽生命仙台本町ビル
6階会議室

受講者：10名

■第1回 EE 東北'22 実行委員会

月 日：11月10日(水)

場 所：東北地方整備局 会議室

出席者：角湯克典東北地方整備局 企画
部長ほか28名

内 容：①EE 東北 2021 決算・監査報告
②EE 東北'22 組織(案) ③EE 東北'22
実施方針(案) ④EE 東北'22 予算
(案)

■EE 東北'22 インフラ DX (ICT) 体験広 場 打合せ

月 日：11月26日(金)

場 所：東北地方整備局 東北技術事務
所 会議室

出席者：伊藤圭技術副所長ほか4名

内 容：①イベントの内容について
②出展社数(予定)について ③EE
東北'22 予算(案)

■情報化施工技術委員会 幹事会

月 日：11月30日(火)

場 所：東北支部 事務局会議室

出席者：鈴木勇治情報化施工技術委員会
委員長ほか9名

議 題：令和3年度 第1回情報化施工
技術委員会について…R3年度の「活
動メンバーのエントリー制」について、
R3年度活動報告について、R4年度活
動計画について

北陸支部



■令和3年度 施工企画(建設機械・機械 設備) 基本コース研修 研修カリキュラ ム：維持用建設機械(除雪機械)

月 日：11月1日(月)

場 所：Webによる講師

講師：穂苺技師長
研修生：20名

■令和3年度 関東甲信地区道路除雪講習会

月日：11月8日(月)
場所：Web講習会
講師：穂苺技師長(道路除雪の施工方法について)
受講者：76名

■外国人技能評価試験(11月期)

月日：11月12日(金)
場所：CAT北陸教習センター
出席者：堤事務局長ほか2名
受検者：
初級 掘削 学科及び実技 10名
(再試験含み)
締固め 学科及び実技 3名
(再試験含み)
専門級 掘削 学科及び実技 2名
締固め 学科及び実技 10名
(再試験含み)

■建設機械施工技能実習評価試験 試験監督員研修会

月日：11月15日(月)
場所：Web会議
出席者：堤事務局長
議題：①令和3年度技能評価試験の実施状況について ②実技試験採点上の留意事項について ③本部及び支部提案議題について

■ゆきみらい2022 in 白山(除雪機械展示・実演会) 出展者代表者会議

月日：11月17日(水)
場所：興和ビル10F 小会議室
出席者：本部(水口企画部長ほか1名)、堤事務局長ほか3名
議題：①ゆきみらい2022 in 白山実行委員会資料について ②整備局HPについて ③展示会の出展募集案内及び過去の開催について ④出展者募集結果について ⑤出展者募集の担当者について ⑥展示ブース計画及び実演会計画について ⑦今後のスケジュールについて

■令和3年度 北陸防災連絡会議

月日：11月25日(木)
場所：北陸地方整備局4F 共用会議室(金沢会場：Web)
出席者：穂苺企画部長
議題：①南海トラフ地震における北陸地方整備局の応援体制について ②各機関からの情報提供(総務省信越・北陸総合通信局, 国土地理院, 気象庁東京管区気象台, (独)都市再生機構, (一社)新潟県LPガス協会, (一社)富山県エルピーガス協会, (一社)建設

コンサルタンツ協会, (一社)全国地質調査業協会連合会)

■令和3年度 新潟市車道除雪オペレーター研修

月日：11月25日(木)
場所：新潟テルサ
講師派遣：穂苺技師長(道路除雪の安全対策について)
受講者：61名

■ICT活用講習会(実践者クラス) 座学及び実技

月日：11月25日(木)～26日(金)
午前及び午後の4回実施
場所：北陸技術事務所富山出張所
出展者：堤事務局長
受講生：49名

■令和3年度 第2回機械技術専門技術研究会

月日：11月29日(月)
場所：北陸技術事務所 技術情報棟2F
出席者：堤雄生事務局長
議題：除雪機械のけん引によるスタック車両除去について

■新潟県除雪オペレーター担い手確保協議会 第4回本部協議会

月日：11月29日(月)
場所：新潟県トラック協会 総合会館501研修室
出席者：穂苺企画部長ほか1名
議題：①第3回本部協議会の振り返り ②対策計画の取りまとめについて

中部支部



■第2回運営委員会

月日：11月2日(火)
場所：愛知県名古屋市中区桜華会館
参加者：所輝雄支部長ほか20名
議題：上期事業報告及び上期経理概況について

■技術・調査部会

月日：11月5日(金)
出席者：青木保孝ほか部会員10名
議題：技術発表会原稿査読及び準備について

■道路除雪講習会

月日：11月10日(水)
場所：名古屋市中企業振興会館
受講者：57名

■建設ICT出前授業

①名古屋工業大学
月日：11月10日(水)
受講者：工学部社会工学科環境都市分野3年60名
②岐阜県立岐阜農林高等学校
月日：11月15日(月), 16日(火)

受講者：環境科30名, 森林科30名
③愛知工業大学

月日：11月15日(月)
受講者：工学部土木工学科1年約160名

■広報部会

月日：11月17日(水)
出席者：濱地仁部会長ほか7名
議題：支部だよりの校正について

■技術講演会及び技術発表会

月日：11月29日(月)
場所：名古屋市中小企業振興会館4階 第3会議室
参加者：約70名

関西支部



■「ふれあい土木展2021」出展

月日：11月12日(金), 13日(土)
場所：近畿技術事務所
入場者：1,821名
テーマ：①「情報化施工の普及促進」 ②2本腕のロボット建設機械「アスタコ」及びミニショベルの展示

■企画部会

月日：11月17日(水)
場所：関西支部 会議室
出席者：村中浩昭企画部長以下3名
議題：①令和3年度上半期事業報告(案)・経理概況報告(案)について ②会員の推移 ③10月以降の各種行事等取り組み状況及び当面の行事等 ④運営委員会等の予定

■建設用電気設備特別専門委員会(第471回)

月日：11月17日(水)
場所：中央電気倶楽部 会議室
議題：①JEM-TR104 建設工事用受配電設備点検補修のチェックリスト ②JEM規格類制定改正時の新ルールに係る連絡及び5年見直しについて ③その他

■建設施工研修会

月日：11月24日(水)
場所：建設交流館 グリーンホール
参加者：72名
内容：第53回建設施工映画会
現場での計測作業を手軽に効率化できる、現場計測アプリ「FIELD-TERRACE」他27編

■運営委員会

月日：11月29日(月)
場所：大阪キャッスルホテル 会議室
出席者：深川良一支部長以下20名
議題：①令和3年度上半期事業報告 ②令和3年度上半期経理概況報告 ③その他

中国支部

■第2回企画部会

月 日：11月4日(木)
場 所：広島YMCA会議室
出席者：塩形幸雄部長ほか8名
議 題：令和3年度中国地方整備局との意見交換会について

■除雪機械の運転技術講習会

月 日：11月5日(金)
場 所：鳥根県 松江県土整備事務所 広瀬土木事業所
参加者：74名

内 容：①除雪作業の安全確保と除雪機械の取り扱いについて…日本建設機械施工協会中国支部 柳瀬健一郎氏
②除雪機械毎の取り扱い(現地実習：機械別) 日本建設機械施工協会中国支部・鳥根県安来建設業協会

■DX・i-Con 体験セミナー(発注機関向)

月 日：11月8日(月)
場 所：【座学】広島県情報プラザ
【実習】広島市南区出島地先(メッセコンベンション等交流施設用地)

参加者：60名
講習内容：【座学】①体験会概要説明…日本建設機械施工協会中国支部 ②講話「生産性向上の取組について(DX)」…国土技術政策総合研究所社会資本マネジメント研究センター センター長 岩崎福久氏 【実習】DX・i-Con 活用ツール体験…日本建設機械施工協会中国支部及び協力会員

■DX・i-Con 体験セミナー

月 日：11月9日(火)
場 所：【座学】広島YMCA国際文化ホール 【実習】広島市南区出島地先(メッセコンベンション等交流施設用地)

参加者：91名
講習内容：【座学】①講話「生産性向上の取組について(DX)」…国土技術政策総合研究所社会資本マネジメント研究センター センター長 岩崎福久氏
②講話「中国地方整備局における建設現場の生産性向上について」…中国地方整備局企画部 建設情報・施工高度化技術調整官 溝田亨氏 ③概要説明 DX・i-Con 活用ツールについて…日本建設機械施工協会中国支部 【実習】DX・i-Con 活用ツール体験…日本建設機械施工協会中国支部及び協力会員

■秋季運営委員会

月 日：11月12日(金)
場 所：書面会議
参加者：河合研至支部長ほか33名

議 題：①令和3年度上半期事業報告に関する件 ②令和3年度上半期経理状況報告に関する件 ③令和3年度下半期事業実施計画(案)について

■令和3年度新技術活用等現場研修会

月 日：11月16日(火)
場 所：一般国道2号 東広島・安芸バイパス
参加者：23名
研修内容：新技術を活用した工事現場において新技術の活用状況を実習し、活用上の課題や問題点等について研修する

■第1回開発普及部会

月 日：11月18日(木)
場 所：書面会議
参加者：松本治男部長ほか12名
議 題：①令和3年度建設技術講習会について ②令和3年度新技術等現場研修会について ③その他の取り組みについて ④年間計画の一覧 ⑤その他

■宮島工業高等学校建設技術体験授業

月 日：11月24日(水)
場 所：広島県立宮島工業高等学校
受講生：建築科2年生33名
内 容：①建設キャリアアップ、建設業界の処遇等説明 ②最新の建築BIMの紹介 ③建築BIMのサンプルを使用したVR体験 ④最新3D測量体験

四国支部

■R3 災害情報伝達訓練(協会独自)

月 日：11月1日(月)
場 所：支部事務局(情報集約)を拠点に会員各社にて
参加社：支部会員40社
伝達手段：E-mail

■R3 秋季合同部会幹事会

月 日：11月8日(月)
場 所：建設クリエイティブビル第1会議室(高松市)
出席者：宮本正司企画部会長ほか17名
議 題：①R3上半期事業報告 ②R3上半期収支状況報告 ③R3下半期事業計画(案) ④人事異動等に伴う役員等の変更について

■共催事業「ドローン操作訓練」

月 日：11月16日(火)
場 所：国営讃岐まんのう公園(多目的広場)
共催者：(一社)建設コンサルタンツ協会 四国支部, (一社)四国クリエイティブ協会, (一社)日本建設機械施工協会 四国支部, (一社)日本補償コンサルタント協会 四国支部, (株)建設マネジ

メント四国

参加者：共催団体から7社52名, ドローン10機

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

■国交省との共催事業「R3 遠隔操縦式バックホウ等操作訓練(四技)」

月 日：11月16日(火)～17日(水)
場 所：国土交通省四国技術事務所構内(高松市牟礼町)

受講者：支部会員会社等からの応募者18名

訓練評価者：山下安一事務局長ほか2名
内 容：①0.45m³バックホウをカメラ映像のみにより遠隔操縦する訓練 ②1.0m³級級バックホウを目視により遠隔操縦する訓練 ③バックホウ遠隔操縦訓練に関し、訓練前後の技量変化を評価 ④講習修了証の交付

■R3第2回運営委員会

月 日：11月18日(木)
場 所：建設クリエイティブビル第1会議室(高松市)

出席者：岡村未対支部長ほか18名
議 題：①R3上半期事業報告 ②R3上半期収支状況報告 ③R3下半期事業計画(案) ④人事異動等に伴う役員等の変更について

■協賛事業「建設フェア四国2021(徳島)」

月 日：11月25日(木)～26日(金)
場 所：アスティ徳島(徳島市)

出展者：78団体(社)(うち、支部経由出展社は3社)

九州支部

■企画委員会

月 日：11月17日(水)
場 所：リファレンスはかた近代ビル103会議室
出席者：企画委員長ほか12名
議 題：①第2回運営委員会資料について ②建設行政講演会の開催について ③その他

■第2回運営委員会

月 日：11月17日(水)
場 所：リファレンスはかた近代ビル103会議室
出席者：松嶋支部長ほか24名
議 題：①令和3年度上半期事業報告 ②令和3年度上半期経理概況報告 ③支部団体会員数について ④運営委員交代に関する件について

編集後記

新年明けましておめでとうございます。本年も本機誌をよろしくお願ひします。

昨年は、一年遅れの東京オリンピックが開催され、開催前には中止や無観客と相当もめました。開催してみると大いに盛り上がり、金メダルの数も歴代最高とアスリートの方々にはこの停滞感を吹き飛ばして頂き大変感謝しております。

今回の1月号は、年に一度の「建設機械」特集です。昨年、建機メーカーでは、欧州排出ガス規制 StageV 対応機発売の最後の追込みで大変だったと思います。従って、昨年新たに発売された機種は、少なかったかと思ひます。

また世間では、2050年のカーボンニュートラルに向けて、各業界、各メーカーで、カーボンゼロに向けての開発が新たな段階に入り、自動車業界では、一気に電動化に向かった年といえるでしょう。それは欧州自動車メーカーはもちろんのこと、中国自動車メーカーでも電動化が進みました。

私が昨年一番驚いたことは、朝バス停で待っていると地元の路線バスに中国の自動車メーカーの電気バスが走ってきたことです。日本でも欧州

でも無く中国の電気バスです。安全性、信頼性が一番要求されるであろう一般の人々が日常利用する路線バスにです。その他国内の宅配便の小型電動化バンにも中国メーカーが採用され、その開発スピードが欧米日本を遥かに超えていることに驚かされました。中国の発展のスピードは、一説には日本の4倍とも言われていることに納得しました。私もここ2年、中国に出張できていませんし、あと半年は出張できないでしょうから、もう10年も経っていることになり、以前の経験や知識が全く通じないことになっているかもしれません。

「シンギュラリティ」技術的特異点、生物的に言えば突然変異。その代表は、AIでありディープラーニングでしょうが、我々、建設機械業界でもそれほどではありませんが特異点が訪れたのではないのでしょうか。操作性向上や燃費向上と今まで油圧・エンジン制御技術の向上を図ってきたのが自動化無人化電動化となると今までの技術やノウハウが役に立たず、新たな技術分野での戦い、電動、AI、5G、グローバルプラットフォーム等々、今までは異なる技術を使った競争となっていくでしょう。

最後になりますが、ご多忙中の中、今回執筆いただいた方々、各社広報関係の方々に厚く御礼申し上げます。
(上田・石倉)

機誌編集委員会

編集顧問

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

編集委員長

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

編集委員

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

事務局

(一社)日本建設機械施工協会

2月号「新しい建設材料、コンクリート工、コンクリート構造特集」予告

・コンクリート分野におけるグリーンイノベーションの取り組み ・カーボンリサイクル・コンクリート「TeConcrete®/Carbon-Recycle」の開発 ・i-Constructionの実現に寄与する環境配慮型コンクリートの活用に関する提案 ・暑中期のコンクリート工事の施工性を改善できる新しい暑中コンクリートの開発 ・コンクリート締固め管理システムを開発 ・部材製造速度を2倍にするサイトPCa用超速硬コンクリートの開発 ・「断熱耐火λ-WOOD®」柱・梁・床・壁の耐火構造の国土交通大臣認定を取得 ・プレキャスト橋上部工の施工合理化工法の開発 ・タブレットを用いたダムの敷均し・締固め管理 ・生産性向上を目指した鉄道高架橋のプレキャスト化への取り組み ・世界初、自己治癒コンクリートの大量製造 ・廃ペットボトル入りのアスファルト舗装、従来の高耐久舗装を上回る性能 ・コンクリート舗装のひび割れ補修材およびつまり物除去工法の開発 ・PC橋梁の内部鋼材破断検知ソリューション ・福島復興事業としての石炭灰リサイクルの取り組み ・新たなコンクリートスラグ骨材-石炭ガス化スラグ細骨材

【年間定期購読ご希望の方】

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

詳しくはHPをご覧ください。

年間定期購読料(12冊) 9,408円(税・送料込)

建設機械施工

第74巻第1号(2022年1月号)(通巻863号)

Vol.74 No.1 January 2022

2022(令和4)年1月20日印刷

2022(令和4)年1月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 金井道夫

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 本部 一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

電話(03)3433-1501; Fax(03)3432-0289; <http://www.jcmanet.or.jp/>

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話(0545)35-0212
北海道支	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話(011)231-4428
東北支	〒980-0014 仙台市青葉区本町3-4-18	電話(022)222-3915
北陸支	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話(025)280-0128
中部支	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10	電話(052)962-2394
関西支	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話(06)6941-8845
中国支	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話(082)221-6841
四国支	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話(087)821-8074
九州支	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30	電話(092)436-3322

本誌上への
の広告は



有限会社 サンタナ アートワークスまでお申し込み、お問い合わせ下さい。

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F TEL: 03-3664-0118 FAX: 03-3664-0138

E-mail: san-mich@zam.att.ne.jp 担当: 田中

KOBELCO

誰でも働ける現場へ
KOBELCO IoT

「掘削」も「敷き均し」も、



業界初!*「掘削」と「敷き均し」、両方の施工を効率化する
2Dマシンガイダンスシステム「iDig Dozer」登場。

*国内マシンガイダンスシステムとして

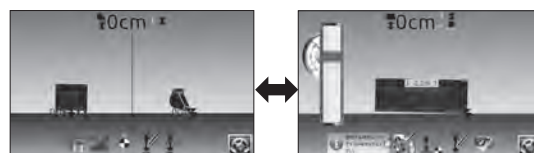


2D^MACHINE GUIDANCE iDig, iDig Dozer

オフセットブーム対応

ドーザマシンガイダンス
後付け対応

設定も操作もかんたん!



シヨベルモードからドーザモードへは、
モニタでワンタッチで切り替えます。

コベルコ建機株式会社



Mikasa

http://www.mikajas.com

街づくりを支える、信頼の三笠品質。



転圧センサー

バイプロコンパクター

MVH-308DSC-PAS

NETIS No. TH-120015-VE

タンピングランマー

MT-55H



MVC-F60HS

NETIS No. TH-100006-VE



MRH-601DS

低騒音指定番号5097



FX-40G/FU-162A



MCD-318HS-SGK

低騒音指定番号6190

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

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

大阪支店 TEL: 06-6745-9631
札幌営業所 TEL: 011-892-6920
仙台営業所 TEL: 022-238-1521
新潟出張所 TEL: 090-4066-0661

北関東営業所 TEL: 0276-74-6452
長野出張所 TEL: 080-1013-9542
中部営業所 TEL: 052-504-3434
金沢出張所 TEL: 080-1013-9538

中国営業所 TEL: 082-875-8561
四国出張所 TEL: 087-868-5111
九州営業所 TEL: 092-431-5523
南九州出張所 TEL: 080-1013-9547

沖縄出張所 TEL: 080-1013-9328



工事排水用水中ポンプ LH型



**大水量
&
高揚程**

『大水量と高揚程』を兼ね備えた水中ポンプ
LH10110 型と LH12185 型は、深化する
大深度地下工事や大規模トンネル工事をはじめ、
様々な工事に貢献しています。

大水量・高揚程仕様

LH型(110kW・185kW)

吐出し口径：250mm・300mm
出力：110kW・185kW
全揚程：44m・75m
吐出し量：10m³/min
重量：1300kg・1500kg

NETIS登録番号：KT-210054-A



NETIS登録商品とは 公共事業等における新技術活用を促す国土交通省の新技術情報提供システムです。

株式会社 鶴見製作所

大阪本店：〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40
東京本社：〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8

TEL.(06)6911-2351 FAX.(06)6911-1800
TEL.(03)3833-9765 FAX.(03)3835-8429

北海道支店：TEL.(011)787-8385 東京支店：TEL.(03)3833-0331 中部支店：TEL.(052)481-8181 近畿支店：TEL.(06)6911-2311 四国支店：TEL.(087)815-3535
東北支店：TEL.(022)284-4107 北関東支店：TEL.(027)310-1122 北陸支店：TEL.(076)268-2761 中国支店：TEL.(082)923-5171 九州支店：TEL.(092)452-5001

www.tsurumipump.co.jp

確かな技術で世界を結ぶ

Attachment Specialists

可動式ハイキャブ



任意の高さに停止可能

油圧式マグネット



産廃物からの金属片取り出しなどに効果を発揮

自動車解体機



車の解体・分別作業を大幅にスピードアップ

ラバウンティシア サーベルシリーズ



船舶・プラント・鉄骨物解体に威力を発揮

マテリアルハンドラ



ワイドな作業範囲で効果の良い荷役作業

ウッドシア



丸太や抜根を楽々切断



マルマテクニカ株式会社

■ 名古屋事業所

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

■ 本社・相模原事業所

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

■ 東京工場

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

コスモECOディーゼル

DH-2 対応ディーゼルエンジンオイル
SAE10W-30 / SAE15W-40

それはいつまでも
青い空のために



★**光星**

DH-2F 対応ディーゼルエンジンオイル
SAE5W-30



★**新星**



★**彗星**



★**快星**

美しい地球、豊かな環境を目指して
ひた走るパワー、コスモルブ・ウェイ

コスモ石油ルブリカンツの 環境対応潤滑油



省電力型油圧作動油

コスモ
スーパーエポック **UF**



省電力型工業用ギヤー油

コスモ
ECOギヤー **EPS**

それはいつまでも
蒼い地球のために

地球環境へ、

さらに新しい対応を求められている今、オイルもまた、次の課題をクリアする進化が問われます。
コスモルブは、地球に、人に、優しい環境LUBEソリューションを提案してまいります。

COSMO コスモ石油ルブリカンツ株式会社

<https://www.cosmo-lube.co.jp/>
カスタマーサポートセンター：0120-15-4899

FA機器の 最適無線化提案

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車両他
産業機械用無線操縦装置

㊦微弱電波 ㊧429MHz帯特定小電力 ㊨1.2GHz帯特定小電力
㊩315MHz帯特定小電力 ㊪920MHz帯特定小電力

スリムケーブルレス 5000型

緊急停止スイッチの オプション対応スタート!

- ・微弱、429MHz特小、1.2GHz特小 全て対応
- ・8点、12点、16点仕様 全て対応
- ・表示用LED取付他、従来のオーダー対応可

プッシュロック、
ターンリセット型
キノコスイッチ



充電台に置いて充電

ご希望の多かったクレードルタイプを
オプションにてご用意!

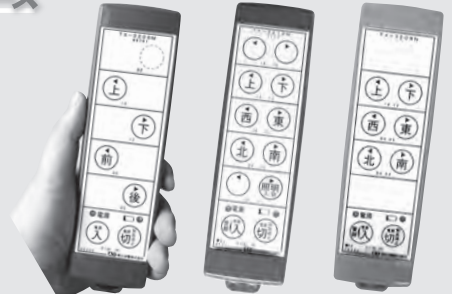


ハンディタイプ シリーズ

タフケーブルレス 《RC-8600N/U/G》



チップケーブルレス 《RC-3205M・3212M・3208N》



マイコンケーブルレス 《RC-6000N/U/G》

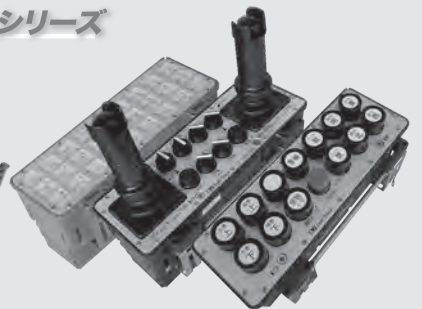


ケーブルレスミニ 《RC-4400N》



ショルダータイプシリーズ

MAXサテレータ 《RC-9300U/G》



マイティサテレータ 《RC-7100・7200N/U/G》



RC-5800U/G 2段押3組 準標準型 好評発売中!

- ・インバーター制御のクレーンに最適!
- ・クリック感ハッキリの
ロングストローク スイッチ

429MHz・1216MHz(送信出力1mW)
の2種類の周波数から選択可能

429MHz、1216MHzが
同価格!!

データケーブルレスシリーズ

双方向データケーブルレス 《TC-1000808S》



データケーブルレス 《TC-1300・1400N/U/G》



常に半歩、先を走る



朝日音響株式会社

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

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

朝日音響 検索



Realize your
INTEGRATION
つながり合う 世界が変わる



サイテックジャパン
公式 Facebookページ
オープンしました。



SITECH-JAPAN.COM

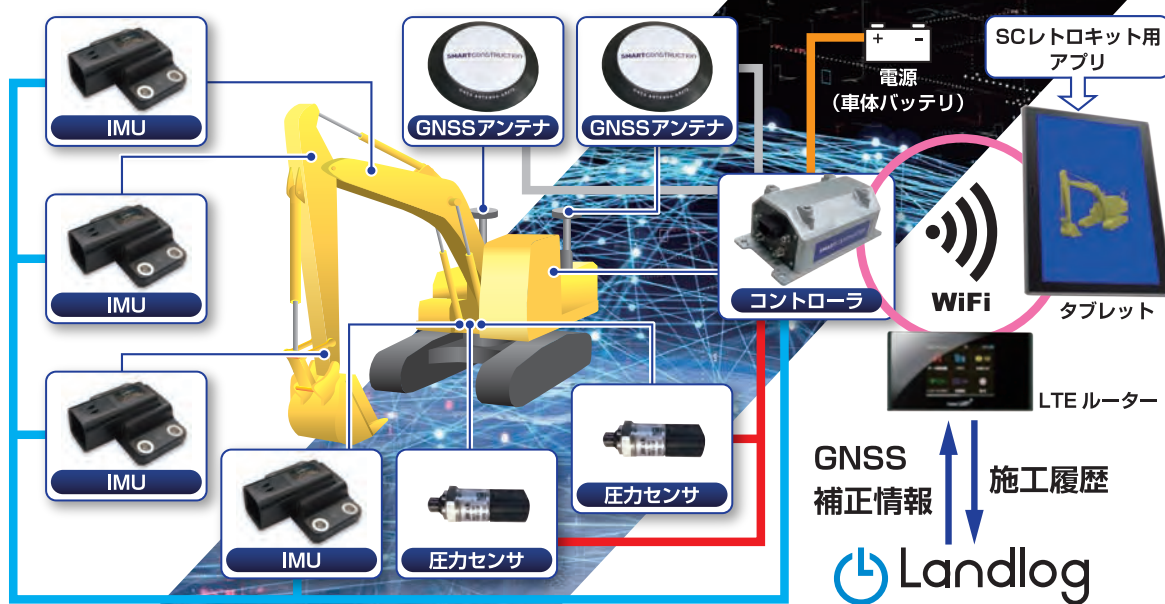
サイテックジャパン株式会社 info@sitechjp.com
東京都大田区南蒲田2-16-2テクノポート大樹生命ビル
TEL:03-5710-2594 FAX:03-5710-2731

KOMATSU

建設現場のデジタルトランス フォーメーション実現を加速。

SMART CONSTRUCTION Retrofit スマートコンストラクション・レトロフィット

既存の従来型建機に、3D-マシンガイダンス機能や
ペイロード機能(オプション)などのICT機能を提供する
後付けキットをご用意しました。



従来型建機のデジタル化を促進し 「安全で生産性の高い、スマートで クリーンな未来の現場」の実現を サポート

コマツカスタマーサポート(株)

〒108-0072 東京都港区白金 1-17-3 TEL:050-3486-7147

