

一般社団法人
日本建設機械施工協会誌 (Journal of JCMA)

2017

建設機械施工

1

Vol.69 No.1 January 2017 (通巻803号)

特集 建設機械



ハイブリッド油圧ショベルのパワートレイン

巻頭言 変化に対応できる生き物が生き残る

行政情報 国土交通省における「建設施工の地球温暖化対策検討分科会」における燃費基準の検討の動向

交流の広場 安全の責任について考える

部会報告 アスファルトプラントの変遷（その5）

統計 建設機械産業の現状と今後の予測について

技術報文

- 最新型ホイールローダ
- 新型50t吊ラフテレーンクレーン
- リチウムイオンバッテリーを搭載した新型ハイブリッド油圧ショベル
- フォークリフト用燃料電池システムの開発と今後の取り組み
- 搭乗式スクレーバの開発 他

一般社団法人 日本建設機械施工協会

ダム工事用コンクリート運搬テルハ(クライミング機能付)

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

●コストパフォーマンスに優れる。

機械重量が比較的軽量で、構造がシンプルな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。



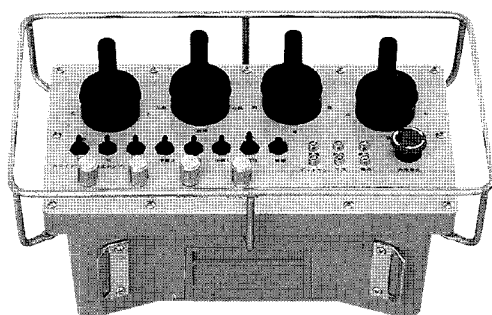
吉永機械株式会社

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

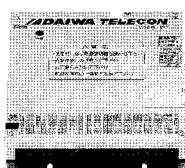
建設機械用 無線操作装置

ダイワテレコン

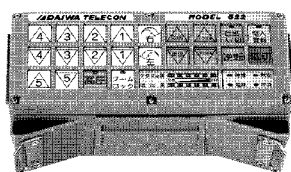
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

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

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

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

平成29年度 日本建設機械施工大賞の公募について

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

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

1. 表彰の目的

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

2. 表彰対象

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

3. 表彰の種類

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

受彰者には賞状及び副賞として1件につき下記の賞金を授与します。

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

4. 表彰式

本協会第6回通常総会（平成29年5月30日（火））終了後に行います。

5. 応募

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

6. 選考

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

7. その他

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

以上

平成29年度 日本建設機械施工大賞 応募要領

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

それぞれの応募用紙を作成していただきます。

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

地域賞部門

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

6. 申込・お問い合わせ先

大 賞 部 門 一般社団法人日本建設機械施工協会

本部

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

申し込みアドレス：t-abe@jcmanet.or.jp

地域賞部門 一般社団法人日本建設機械施工協会

本部

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

支部

北海道：TEL 011-231-4428 FAX 011-231-6630

東 北：TEL 022-222-3915 FAX 022-222-3583

北 陸：TEL 025-280-0128 FAX 025-280-0134

中 部：TEL 052-962-2394 FAX 052-962-2478

関 西：TEL 06-6941-8845 FAX 06-6941-1378

中 国：TEL 082-221-6841 FAX 082-221-6831

四 国：TEL 087-821-8074 FAX 087-822-3798

九 州：TEL 092-436-3322 FAX 092-436-3323

論文投稿のご案内

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

当協会ホームページ <http://www.jcmanet.or.jp>

★投稿対象

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

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

★部門

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

★投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

★原稿の受付

随時受け付けます。

★公表の方法

当協会機関誌に掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

★連絡先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

日本建設機械施工協会 研究調査部 論文担当

E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp

TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289



「平成28年度版 建設機械等損料表」を発売しました。

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

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

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

***** 記 *****

■発売日 : 平成28年5月9日

■体裁 : A4版、モノクロ、約460ページ

■本体価格(送料別)

一般価格 8,640円(本体8,000円)

会員価格 7,344円(本体6,800円)

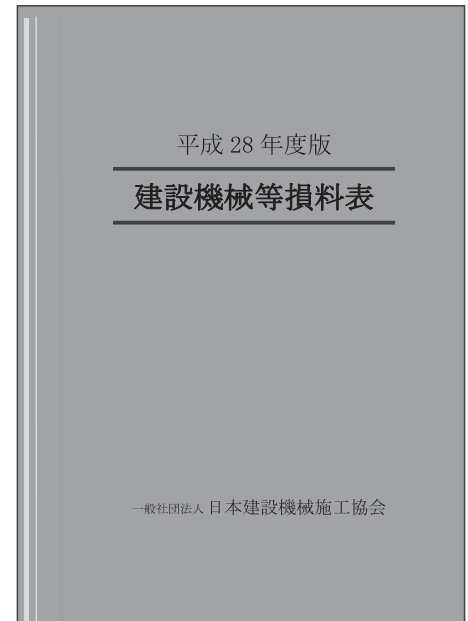
■内容・特長

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

■備考

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

***** 以上 *****



書籍の表紙イメージ

■書籍に関するお問い合わせ先

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館内)

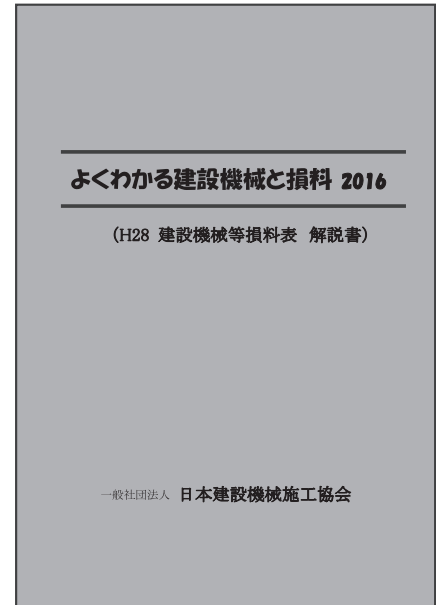
一般社団法人 日本建設機械施工協会 (電話 03-3433-1501)

「平成28年度版 建設機械等損料表」の解説書
「よくわかる建設機械と損料 2016」を発売しました。

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

本書は先に発刊した書籍「平成28年度版 建設機械等損料表」の記載・掲載内容をわかりやすく解説したもので、下記のような多くの特長を持っています。

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



書籍の表紙イメージ

■発 売 日 : 平成28年5月31日

■体 裁 : A4版, 一部カラー, 約320ページ

■価格(送料別途)

一般 : 税込 6,480円 (本体 6,000円)

会員 : 税込 5,508円 (本体 5,100円)

■内容・特長

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

***** 以上 *****

■お問い合わせ先

東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館内)

一般社団法人 日本建設機械施工協会 (TEL:03-3433-1501)

2016年版 日本建設機械要覧

発刊ご案内

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

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



発 刊 日

平成28年3月末

体 裁

B5判、約1,340頁／写真、図面多数／表紙特製

価 格

一般価格 52,920円（本体49,000円）

会員価格 44,280円（本体41,000円）

（注）送料は1冊900円（税込）となります。

（複数冊の場合別途）

特 典

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

2016年版 内容目次

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

今後の予定

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

◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

日本建設機械要覧 2016年版	冊
-----------------	---

上記図書を申込み致します。平成 年 月 日

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

◆ 申込方法 ◆

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

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

〔お問合せ及びお申込先〕

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

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

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

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

☐ 当協会からの新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）は不要

2016年版 日本建設機械要覧 電子書籍(PDF)版 発売通知

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

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

是非とも活用いただきたく、お願い申し上げます。

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

発売時期

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

Webサイト 要覧クラブ

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

また、同じ要覧クラブ上で新機種情報も閲覧およびダウンロードできます。

様々な環境で閲覧できます。

タブレット、スマートフォンで外出先でもデータにアクセス



今後の予定

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

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

初の
実務者向け入門版!!

情報化施工 デジタルガイドブック

2014.3
発刊!

土木工事の施工現場においては、施工および施工管理の省力化、品質向上を目的として、モーターグレーダやブルドーザなどのマシンコントロール技術やトータルステーションを用いた施工管理・出来形管理技術をはじめ、ICT技術の活用事例が大規模工事現場はもちろんのこと、小規模工事においても適用されはじめています。

このような中、国土交通省は、平成25年3月に今後の情報化施工の普及促進のための新たな施策「情報化施工推進戦略」～「使う」から「活かす」へ、新たな建設生産の段階に挑む!!～を発表しています。

当協会では、情報化施工を考えておられる実務者の皆様のために新しい情報化施工入門書「情報化施工デジタルガイドブック」を刊行いたしました。本書によって、情報化施工技術を理解していただき、現場施工に役立てていただきたいと考えています。

特 徴

本書では、情報化施工を担当する現場技術者の皆様を対象として作成したもので、DVD版の主な特徴は以下のとおりです。

- ★画像・映像による解りやすい技術紹介
- ★業務の流れに沿った解説
- ★導入効果の概説
- ★50項目以上の用語説明
- ★インターネット・エクスプローラ等のブラウザを使用して画面を切り替えながら見ることができる

主な内容

1	2	3	4	5	6	7	8	9
情報化施工のあらまし	情報化施工技術の種類	情報化施工の適用工種	情報化施工の運用手順	建設機械・測量機器リスト	情報化施工データ	情報化施工の導入効果	導入事例	用語の説明

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館
TEL (03) 3433-1501 FAX (03) 3432-0289 <http://www.jcmanet.or.jp>

JCMA 図書

検索

◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内 ◆

会 費：年間 9,000円

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

★個人会員の特典

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

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非入会下さい!!

◆ 一般社団法人 日本建設機械施工協会について ◆

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

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

■会員構成

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

■主な事業活動

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

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙を使用してください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会 会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会 個人会員に入会します。

平成 年 月 日

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

【会費について】年間 9,000円

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

【その他ご入会に際しての留意事項】

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

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

【個人情報の取扱について】

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

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

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

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

特集	建設機械
巻頭言	4 変化に対応できる生き物が生き残る 辻 靖三 一般社団法人日本建設機械施工協会会長
特集・行政情報	5 国土交通省における「建設施工の地球温暖化対策検討分科会」における燃費基準の検討の動向 勝田 健史 国土交通省 総合政策局公共事業企画調整課環境・リサイクル企画室 環境技術係長
特集・技術報文	10 新型振動ローラの紹介 SW654 シリーズ 笹森 良 酒井重工業㈱ 技術開発部 開発第2グループ 技師
	14 最新型ホイールローダ 950MZ 三富 亮治 キャタピラージャパン㈱ 商品サポート部
	19 新型 50 t 吊ラフテレーンクレーン Rf シリーズラフター SL-500Rf PREMIUM 近藤 康博 ㈱加藤製作所 設計第一部 部長
	25 2014 年度排出ガス規制適合エンジン搭載 4.9 t 吊クローラクレーン開発 CC985S-1 の特長 東福寺 望 ㈱前田製作所 産業機械本部 産機事業部 技術部 設計2課 課長
	30 ガソリン / LPG エンジン式小型フォークリフト FOZE 0.9 ~ 3.5 トン 高辻 昌宏 ユニキャリア㈱ 開発本部 GRDC2 部 エンジン車開発グループ シニアマネージャー 二井 伸夫 ユニキャリア㈱ 開発本部 GRDC1 部 ドライブトレイン開発グループ アシスタントマネージャー
	35 リチウムイオンバッテリーを搭載した 新型ハイブリッド油圧ショベル SK200H-10 佐伯 誠司 コベルコ建機㈱ GEC 要素開発部 マネージャー
	39 フォークリフト用燃料電池システムの開発と 今後の取り組み 鈴木 宏紀 ㈱豊田自動織機 技術・開発本部 開発第二部 企画戦略グループ グループ長
	43 新型高所作業車の開発 スカイボーイ AT-170TG-2, AT-220TG-2 川松 雄一 ㈱タダノ LE 開発第二部高所開発ユニット
	48 全回転チュービング装置 RT シリーズ 大口径低空頭・軽量型 RT-250L の紹介 高山 浩司 日本車輛製造㈱ 機電本部開発技術部重機グループ
	52 新世代 350t つりクローラクレーンの開発 SCX3500-3 星野 浩之 日立住友重機械建機クレーン㈱ 生産統括本部 開発センタ 主任技師
	57 搭乗式スクレーパの開発 HBS-2000「RHINOS」(ライノス) 畠中 徹 範多機械㈱ 特機開発部 部長 斉藤 満徳 範多機械㈱ 特機開発部 次長

	60	大型自航式ポンプ浚渫船 CASSIOPEIA V 松藤 広行 五洋建設㈱ 土木本部 船舶機械部 担当部長
	64	鉄道クレーン車 KRC810N 大島 時生 東日本旅客鉄道㈱ 東京工事事務所 操軌 軌道計画・操機 G 主席
	70	油圧ショベル PC138US/PC128US-11 橋 龍彦 コマツ 開発本部 建機第一開発センタ 小型開発グループ 技師
	76	ショベル系の開発と変遷史 岡本 直樹 建設機械史研究家
交流の広場	84	安全の責任について考える ～技術者の身に着けるべきグローバルな安全感覚～ 杉本 旭 長岡技術科学大学 名誉教授, NPO 安全工学研究所 理事長
ずいそう	88	金星探査機「あかつき」日本で初めての惑星周回衛星に 廣瀬 史子 宇宙航空研究開発機構 主任研究開発員
	90	チャレンジ・ウォーキング 廣田 昭次 本州四国連絡高速道路㈱ 本社 企画部付
JCMA 報告	91	平成 28 年度 建設機械施工技術検定試験 結果報告 試験部
	93	JCMA i-Construction セミナ 開催報告 i-Construction 生産性向上推進本部
部会報告 連載	95	アスファルトプラントの変遷 (その 5) 昭和 43 年～ 50 年 機械部会 路盤・舗装機械技術委員会 (アスファルトプラント変遷分科会)
	100	新工法紹介 機関誌編集委員会
	104	新機種紹介 機関誌編集委員会
統計	111	建設機械産業の現状と今後の予測について (一社) 日本建設機械工業会
	116	建設工事受注額・建設機械受注額の推移 機関誌編集委員会
	117	行事一覧 (2016 年 11 月)
	120	編集後記 (中川・小倉)

◇表紙写真説明◇

ハイブリッド油圧ショベルのパワートレイン

写真提供：コベルコ建機㈱

燃料消費削減、環境負荷低減を目的に、自動車業界を中心に進化を続ける「パワーエレクトロニクス技術 (リチウムイオンバッテリー)」を採用した「SK200H-10」を開発した。20 トン級でリチウムイオンバッテリー搭載のハイブリッド油圧ショベルは「業界初」であり、従来機「SK200-9」の作業重視モードの比較で燃費が 19% 向上した。表紙は、当該機におけるリチウムイオンバッテリーを含むパワートレインの搭載状況を示すものである。

2017 年 (平成 29 年) 1 月号 PR 目次
【ア】朝日音響㈱……………表紙 3
【カ】コスモ石油ルブリカンツ㈱…後付 4

コベルコ建機㈱……………後付 1
コマツ……………表紙 4
【ク】大和機工㈱……………表紙 2
㈱鶴見製作所……………後付 5

【ハ】日立建機㈱……………後付 2
【マ】マルマテクニカ㈱……………後付 3

三笠産業㈱……………後付 6
【ヤ】吉永機械㈱……………表紙 2

巻頭言

変化に対応できる生き物が生き残る

辻 靖 三



新年あけましておめでとうございます。

昨年来よりの国内外での大きな変化の兆候から、本年はどう動いていくか先の見通しがわからない状況の、変化の年となるでしょう。

表題は、19世紀の英国の自然科学者のダーウィンが「種の起源」で著した進化についての趣旨で、「この世に生き残る生物は、最も強いものか。そうではない。最も頭のいいものか。そうでもない。それは変化に対応できる生き物だ。」との意として、かつて首相の所信表明演説でも使われました。日本史上でも明治維新、戦後の復興等、大きな環境の変化にも日本は変化し発展してきました。今、この「生き物」を「建設産業」に置き換えてみましょう。

建設産業、特に公共部門が特化している土木事業についての周辺環境はどう変化しているのでしょうか。最大の変化は少子高齢化です。建設技能者の高齢化は毎年10万人減、入職者は他の産業との競争の中でどれだけ確保できるか、です。次は、今後の公機関の財政状況から、仕事の源資である公共投資の推移です。その背景としては、全国的にインフラ投資の進展から、近年は切実感が小さくなってきており、公機関内でも必要な魅力あるインフラ計画の立ち上げ、都市計画決定済・合意形成済のプランが少なくなっていることです。既整備済みの各種の大量なインフラも高齢化しつつあり、そのメンテナンスに公機関側の資金・人員が不足しており、自然的・人為的原因のトラブルの発生リスク、対応の是非のリスクが増大しています。公機関でのインフラ部門の職員は、従前より少数化で内容も多岐に亘り、民の活用を進めています。日々の業務を何とかこなしているのが実情だと思います。

建設システムでの公と民の受発注のシステムは、国土整備を全国的に大展開しだした、ほぼ半世紀前に基

本的な仕組みができて、公側、民側ともそのシステムの中で今日まで機能してきたのだと思います。しかし半世紀前と今とでは、公と民それぞれの体制、社会情勢は大きく変化しているのに、建設システムは基本的には変わってないことが、現在の建設特に土木について危機が迫っているのではないかと思います。建設産業がきちんと生き残るためには、変化に対応できるか否かの局面に來ているのです。

i-Constructionは、建設システムを将来に適応していく大きな目的のための最初の一步となるものであります。最先端の技術の実装が起因ではありますが、それをフル活用するためには建設生産システムの仕組みを見直すと更に生産性が向上することの道筋が見えてくることに繋がる大きな意義が含まれていると思います。それは、公側では、増大している業務内容を既定の人員・体制で行うには、調査・設計・工事・維持管理までの流れを一体化する方法や、民側の技術・体制を幅広い活用を組み合わせた現場実務方式を取り入れる等、これまでの仕組みを変えていく事例となることを期待しています。民側も人員・技術・機械等の体制の確保を行い、公側が必要とする技術・業務に対応していく方式にシフトしていくことで、全国各地で建設産業が維持発展できることに繋がると思います。

新しい仕組みで公・民とも人的な生産性が良くなり、その余裕ができたマンパワーを更なる変化に対応できる、しっかりと生き残る建設産業へと変化していく大事な一年でありますので、新年にあたり、皆さんとともに行動していきましようとお願ひしまして挨拶と致します。

特集>>> 建設機械

行政情報

国土交通省における「建設施工の地球温暖化対策検討分科会」における燃費基準の検討の動向

勝 田 健 史

平成 28 年 5 月に地球温暖化対策計画が閣議決定された。計画内において、「建設施工者等が省エネルギー性能の高い建設機械等を施工に導入する際、その選択を容易にするために燃費性能の優れた建設機械を認定するとともに、当該機械等の導入を支援する等、建設施工・特殊自動車使用分野における省 CO₂ 化を推進する。」と記述されている。

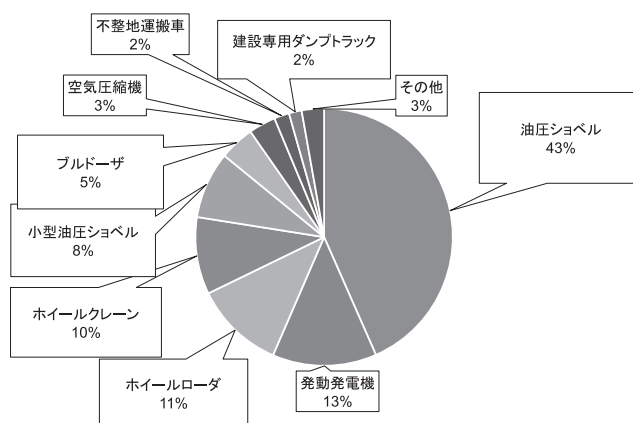
本稿では、燃費性能の優れた建設機械や建設施工に関する建設業者による自発的な活動の実施を促進し、地球環境保全に寄与することを目的とした、建設機械の燃費基準の検討の動向について紹介する。

キーワード：油圧ショベル、ブルドーザ、ホイールローダ、ホイールクレーン、環境対策、燃費性能向上

1. はじめに

地球温暖化問題は、その予想される影響の大きさや深刻さから見て、人類の生存基盤に関わる安全保障の問題と認識されており、最も重要な環境問題の一つである。地球温暖化対策推進法第 1 条において規定されているとおり、気候系に対して危険な人為的干渉を及ぼすこととならない水準で大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させ、地球温暖化を防止することは人類共通の課題である。平成 28 年 5 月に地球温暖化対策計画が閣議決定され、各分野において地球温暖化対策の推進が図られている。

二酸化炭素を削減し地球環境保全を推進するためには、建設施工分野においても具体的かつ実行力のある対策が必要である。これらに対処すべく、建設施工における建設機械・資材等の総合的な見地から地球温暖化対策に係わる技術的、専門的な内容について検討を実施し、地球温暖化対策の推進に寄与することを目的に、国土交通省では、「建設施工の地球温暖化対策検討分科会」（以下分科会）を設置している。建設施工分野における機種別排出ガス寄与率は、図—1 に示すとおりであり、二酸化炭素を削減し、地球環境保全を推進するためには、建設機械の燃費向上を行う必要がある。建設機械の燃費向上を行うためには、建設機械の統一的な燃費測定方法及び燃費基準値が必要であり、分科会において検討を進めているところである。また、分科会において承認された燃費測定方法及び燃費基準値を用い、国土交通省においては、燃費基準値



図—1 2011 年の機種別排出ガス寄与率

を下回った建設機械に対しては、燃費基準達成建設機械の認定を行っている。以下に分科会における検討の動向について紹介する。

2. 平成 27 年度までの分科会検討内容について

分科会において、図—1 に示す通り、排出ガス寄与率の特に高い油圧ショベル、ホイールローダ、ブルドーザの燃費基準値等について検討を進めた。検討の結果として、燃料消費量評価値の算定に係る試験方法は、(一社)日本建設機械施工協会規格 JCMAS H020「土工機械—エネルギー消費量試験方法—油圧ショベル」、JCMAS H021「土工機械—燃料消費量試験方法—ブルドーザ」、JCMAS H022「土工機械—燃料消費量試験方法—ホイールローダ」と定めた。また、各機種の燃費基準値については、表—1 に示すとおり

表一 油圧ショベル、ブルドーザ、ホイールローダ燃費基準値

機種	区分	燃費基準	
		燃費基準値	燃費基準値を0.85で除した値
油圧ショベル	標準バケット山積容量 (m ³)	2020年燃費基準値 (kg/標準動作)	2020年燃費基準値を0.85で除した値 (kg/標準動作)
	0.25以上0.36未満	4.3	5.1
	0.36以上0.47未満	6.4	7.5
	0.47以上0.55未満	6.9	8.1
	0.55以上0.70未満	9.2	10.8
	0.70以上0.90未満	10.8	12.7
	0.90以上1.05未満	13.9	16.4
	1.05以上1.30未満	13.9	16.4
	1.30以上1.70未満	19.9	23.4
ブルドーザ	定格出力 (kW)	2020年燃費基準値 (g/kWh)	2020年燃費基準値を0.85で除した値 (g/kWh)
	19以上75未満	568	668
	75以上170未満	530	624
	170以上300未満	508	598
ホイールローダ	定格出力 (kW)	2020年燃費基準値 (g/t)	2020年燃費基準値を0.85で除した値 (g/t)
	40以上110未満	21.3	25.1
	110以上230未満	27.9	32.8

である。燃料評価値の算定に係る試験方法の考え方としては、各機種の標準的な作業内容を業界団体や有識者等と協議を行い、決定した。また、実際の燃料消費量と近づけるため、標準的な作業内容に対して、重みづけを定め、燃料評価値を算定する。燃費基準値については、現行機種を上述の試験方法で測定し、トップランナー値を明らかにし、設定した。

上述の試験方法において測定された燃料消費評価値が燃費基準値を下回った建設機械については、「燃費基準達成建設機械の認定に関する規定」(平成25年3月22日発出)に従い、メーカー等が申請し、認められた場合は、燃費基準達成建設機械として認められ、図一2に示すラベルを付することができる。平成28年12月6日現在において、油圧ショベル12型式、ブルドーザ9型式、ホイールローダ6型式が認定されている。

小型油圧ショベル(標準バケット山積容量0.085～



図一2 燃費基準達成建設機械表示ラベル

0.250 m³) については、平成26年度の分科会において燃費基準値等について検討され、燃料消費量評価値の算定に係る試験方法は、油圧ショベルと同様の(一社)日本建設機械施工協会規格 JCMAS H020「土工機械—エネルギー消費量試験方法—油圧ショベル」で試験を行うことが決まった。また、表一2に示す燃費基準値が定められ、認定開始時期については、メーカーの開発期間及びユーザーの建設機械更新への配慮等を考慮し、平成30年4月から認定を開始することに決まった。燃費基準値の策定にあたっては、2012年に販売された2006年規制車50型式の測定値をもとに燃費基準値を設定した。小型油圧ショベルの燃費基準値を策定したことにより、図一1に示す2011年の機種別排出ガス寄与率の約65%の機種について燃費基準値を定めたことになる。

表一2 小型油圧ショベル燃費基準値

機種	区分	燃費基準	
		燃費基準値	燃費基準値を0.85で除した値
油圧ショベル	標準バケット山積容量 (m ³)	2020年燃費基準値 (kg/標準動作)	2020年燃費基準値を0.85で除した値 (kg/標準動作)
	0.085以上0.105未満	2	2.4
	0.105以上0.130未満	2.1	2.5
	0.130以上0.150未満	2.6	3.1
	0.150以上0.200未満	2.8	3.3
	0.200以上0.250未満	3.2	3.8

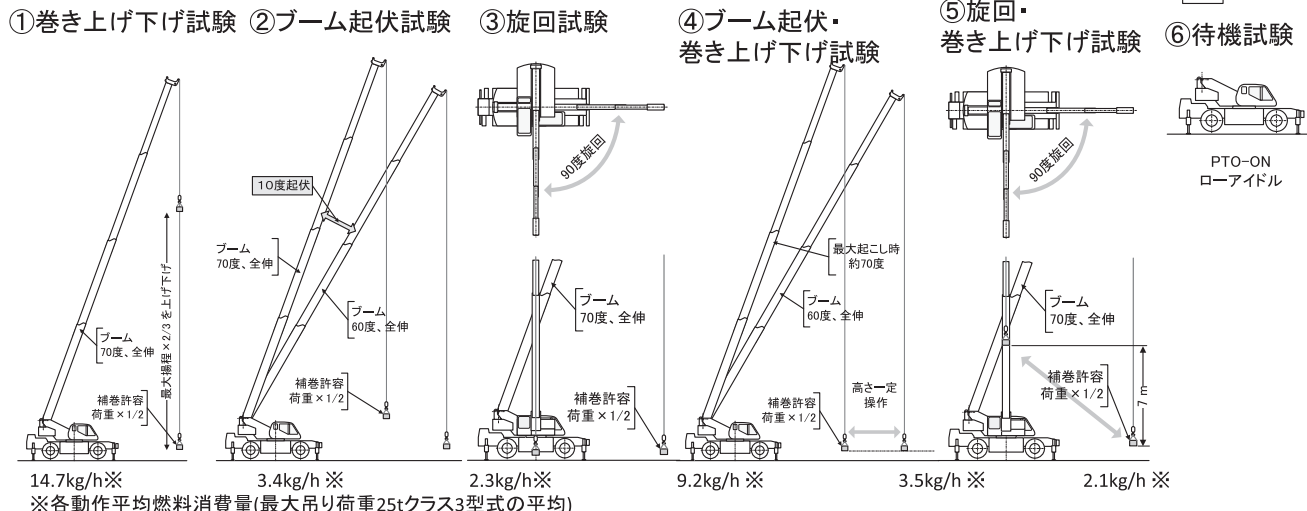
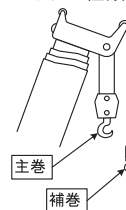
3. 平成28年度分科会検討内容について

平成28年度分科会においては、ホイールクレーンの燃費基準値等について検討を行った。ホイールクレーンの2011年の機種別排出ガス寄与率は、図一1に示す通り約10%と機種別としては多くの排出割合を占めている。ホイールクレーンの標準作業としては、図一3に示す通り、①巻き上げ下げ②ブーム起伏③旋回④ブーム起伏・巻き上げ下げ⑤旋回・巻き上げ下げ⑥待機があると考えられる。また、各標準作業の平均燃料消費量について、最大吊り荷重25tクラスについて3型式の平均を求めた。その結果、①巻き上げ下げ: 14.7 kg/h、②ブーム起伏: 3.4 kg/h、③旋回: 2.3 kg/h、④ブーム起伏・巻き上げ下げ: 9.2 kg/h、⑤旋回・巻き上げ下げ: 3.5 kg/h、⑥待機: 2.1 kg/hとなった。

各作業における重み係数の考え方としては、従来の考え方を踏襲し稼働状況を調査した結果にもとづき、試験の安全性を考慮し、割振りを決めた。稼働状況に

試験項目	対象	試験エンジン回転	備考
① 巻き上げ下げ試験	補巻	最高回転	クレーン操作の殆どを占める操作で、単独操作も少なからず行われる。
② ブーム起伏試験	ブーム起伏	ローアイドル	基本的な操作の一つであって、巻き上げ下げと同時に操作（複合操作）されることが多い。
③ 旋回試験	旋回	ローアイドル	
④ ブーム起伏・巻き上げ下げ試験	ブーム起伏、補巻	中間回転（75%）	複合操作の一つとして、荷を前後に水平移動させる作業を模擬した。
⑤ 旋回・巻き上げ下げ試験	旋回、補巻	ローアイドル	代表的な複合操作として、旋回しながらの荷の巻き上げ下げ作業を模擬した。
⑥ 待機試験	ローアイドル	ローアイドル	作業中（PTO-ON）のアイドリング。

フックの種類



図—3 ホイールクレーン燃費試験の構成

については図—4に示すとおりである。図—4は、ホイールクレーン2,229台における稼働データの集計結果である。集計結果から、クレーン未操作時間（アイドリング）が6割、クレーン操作時間が4割であることが分かる。また、クレーン操作時間の中でも、ほぼ全てにおいて巻き操作を実施しており、また、次いで旋回操作、ブーム起伏操作を実施している。つまり、クレーン操作時間においては、②ブーム起伏③旋回単独の操作はほとんど無く、クレーン操作の大半は①巻き上げ下げ単独操作や④ブーム起伏・巻き上げ下げ⑤旋回・巻き上げ下げの様な複合操作であることが分かる。また、図—4からは、巻操作、ブーム起伏及び旋回操作の3動作複合動作が実際には行われていることが読み取れるが、3動作複合動作については安全性の問題から標準作業としては外した。よって、実際の作業状況を考慮し、標準作業としては、②ブーム起伏③旋回の単独操作については、対象外とし、①巻き上げ下げ④ブーム起伏・巻き上げ下げ⑤旋回・巻き上げ下げ⑥待機の4つを標準作業とした。重み係数としては、図—4に示す割合から①巻き上げ下げ試験結果：0.15 ②

ブーム起伏・巻き上げ下げ試験結果：0.10 ③旋回・巻き上げ下げ試験結果：0.15 ④待機試験結果：0.60とした。燃料評価値算定式は、 $F_{RC} = F_A \times W_{fA} + F_D \times W_{fD} + F_E \times W_{fE} + F_F \times W_{fF}$ によって求めることとした。 F_{RC} ：ラフテレーンクレーンの作業燃料消費量評価値 (kg/h)

F_A ：巻き上げ下げ試験時の時間当たり燃料消費量 (kg/h)

F_D ：ブーム起伏・巻き上げ下げ試験時の時間当たり燃料消費量 (kg/h)

F_E ：旋回・巻き上げ下げ試験時の時間当たり燃料消費量 (kg/h)

F_F ：待機試験時の時間当たり燃料消費量 (kg/h)

W_{fA} ：巻き上げ下げの重み係数 0.15

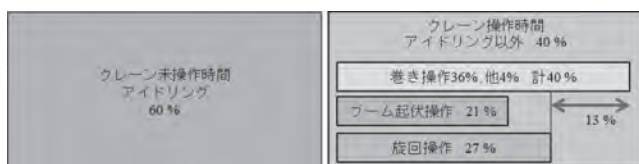
W_{fD} ：ブーム起伏・巻き上げ下げの重み係数 0.10

W_{fE} ：旋回・巻き上げ下げの重み係数 0.15

W_{fF} ：待機（アイドリング）の重み係数 0.60

具体的な試験方法としては、（一社）日本建設機械施工協会規格 JCMAS H023「ラフテレーンクレーン作業燃料消費量試験方法」と定めた。

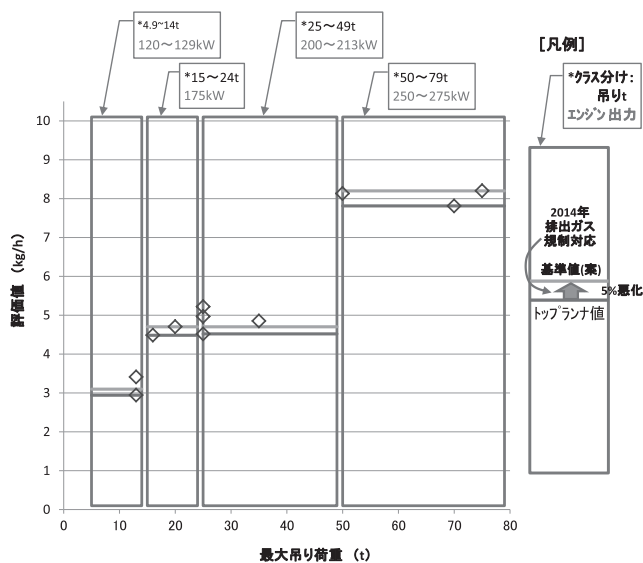
燃費基準値については、上述の試験方法に基づき2011年規制車の測定を行った。その結果を図—5に示す。X軸は、ホイールクレーンの最大吊り荷重 (t)、Y軸は、評価値 (kg/h) である。青色のプロットは、現行の2011年規制車の測定結果を示している。燃費基準値のクラス分けについては、最大吊り荷重毎の販



図—4 ホイールクレーン稼働データ集計（サンプル2,229台）

売台数やエンジン出力の分布等を考慮し、4つのクラスを設定した。ホイールクレーンの燃費基準値の考え方については、従来通り、各クラスのトップランナー値を求め、2011年規制対応車から2014年規制対応車への排ガス対応でのエンジン燃費悪化を5%と見込み、トップランナー値に1.05乗じた値を基準値（案）とし、分科会において検討を行った。

図－5の結果をもとに、分科会において検討を行った結果、ホイールクレーンの燃費基準値を表－3に示す通り設定した。また、認定開始時期については、



図－5 2011年規制対応機械の燃費分布

表－3 ホイールクレーン燃費基準値

最大吊り荷重 (ton) 範囲	2020年目標燃費基準値 ^(※1) (kg/h)	燃費基準値÷0.85 ^(※2) (kg/h)
4.9以上15未満	3.05	3.59
15以上25未満	4.73	5.56
25以上50未満	4.73	5.56
50以上79未満	8.19	9.64

(※1) この値を下回れば☆☆☆に該当

(※2) この値を下回れば☆☆に該当

認定制度から受ける影響に不公平が生じないように、粒子状物質等の排出ガス対策・作業性向上等他分野を優先して開発していたメーカーが燃費性能を向上させるための開発期間を確保する必要がある。また、クレーン建設業の建設機械更新への配慮が必要であり、適正な期間を設けて、認定制度を開始する必要がある。メーカーの開発期間を約5年程度必要であること、ユーザーのホイールクレーン買い替えサイクルが12年程度であることを考慮し、公表（平成28年9月）から認定開始までの期間は5年半とし、平成34年4月からの認定開始とした。

今後のホイールクレーンの地球温暖化対策の方向性としては、3つの取組が重要であると考え。1つ目は、ホイールクレーンユーザーへの省エネ運転の推奨である。過去の分科会において、地球温暖化防止に向けた方策について検討を行っており、省エネ運転マニュアルの作成を行った。図－6に示す通り、ホイールクレーンの省エネ運転としては、アウトリガ張出・格納作業では、なるべくエンジン回転を上げないようにすることや、不要なアイドリング運転を防止することなどによって、地球温暖化対策に有効だと考える。2つ目は、ホイールクレーンメーカーによる省エネ技術開発の取組である。現在の取組例としては、省燃費スイッチ等の搭載によりクレーン操作中のエンジン最高回転数の制限や、省燃費等に切替する工夫などを実施し、CO₂排出量削減と燃料消費量の改善を実現している。3つ目は、国土交通省による燃費基準達成建設機械の認定を実施し、燃費の優れたホイール機械の公表を行い、合わせて認定機械の普及促進として、低利融資制度の実施を行うことが重要であると考え。

そして、ホイールクレーンの稼働状況の約6割がアイドリングの時間であり、大きく占めている。分科会の委員からは、「アイドリングストップについて、現在はそのような機械が存在しないために重み係数には



図－6 ホイールクレーンの省エネ運転事例

反映されていないが、技術開発がされれば燃費引き下げに極めて有効であると思う。」「メーカーに本分科会として是非アイドリングストップ機能の開発促進を要請したい。」などの意見が出されている。

4. おわりに

本稿では、分科会における燃費基準の検討の動向について紹介した。今後については、基準値未策定の発動発電機の燃料消費量評価値の算定に係る試験方法及び燃費基準値等の検討を行う予定である。

謝 辞

分科会の開催及び燃費基準値の検討等においてご協力いただいた、分科会各委員，ユーザー，メーカー，レンタル会社及び、一般社団法人日本建設機械施工協会の皆様に感謝申し上げるとともに、建設施工・特殊自動車使用分野における省 CO₂ 化の推進について、さらに活動を進めていきたいと考えている。

JCMMA

〔筆者紹介〕

勝田 健史（かつた たけし）
国土交通省
総合政策局公共事業企画調整課環境・
リサイクル企画室
環境技術係長



新型振動ローラの紹介

SW654 シリーズ

笹 森 良

新機種開発における近年の動向としては、エンジン排出ガス規制などの法規制対応に加え、オペレーターの負担軽減や周囲環境への配慮、並びに利便性といった付加的価値が多く求められ、人と環境に優しい製品の開発が求められている。SW654 シリーズ（以下「本シリーズ」という）はSW652-1 シリーズのモデルチェンジ機として最新排ガス規制対応の他、従来機と変わらぬ施工品質、安全性を持ち合わせると共に、オペレーターや周囲環境への配慮をコンセプトとして開発された道路締固め用振動ローラである。本報文では、本シリーズについて紹介する。

キーワード：道路建設機械、振動ローラ、排ガス規制、低燃費、環境性能

1. はじめに

本シリーズは道路運送車両の保安基準、平成 26 年排出ガス規制対応エンジンを搭載したモデルである。DPF（ディーゼル微粒子捕集フィルター）を搭載することにより粒子状物質（PM）の大気への排出を低減し、クリーンな環境造りに貢献している。また、ECO（エコ）モードを標準搭載して燃費性能の向上を実現した。

車両外観寸法は従来機を踏襲している。従来機同様、乗用車に近い運転感覚と運転席からの良好な視界性、及び豊富なロールバリエーションにより、幅広い施工現場で活躍している。

安全性に関しては、エンジン始動時の安全システムや 3 系統ブレーキシステムの標準装備を踏襲し、安全性を確保している。

周囲環境への配慮としては、バックブザーオフスイッチを標準装備とすることにより、住宅街、学校、病院周辺での使用や夜間工事における周囲環境に対する騒音を抑えることができる。

メンテナンス性に関しては、フルオープンボンネット構造によるエンジン周りの良好なアクセス性踏襲の他、エアクリーナの設置場所見直しによるグランドメンテナンス化を実現し、メンテナンス面からもユーザをサポートしている。また、電源取出しソケット標準装備化によりユーザの利便性向上を図った。

本報文では、このようにオペレーターや周囲環境への配慮をコンセプトに開発された本シリーズについて紹

介する。

2. SW654 の特徴

写真—1 に SW654（以下「本機」という）の外観を、表—1 に概略仕様を示す。車両重量、車両外観寸法、振動性能、走行性能などの主要スペックは従来機を踏襲している。従来機同様、旋回時の車両屈曲部より後ろ側に運転席があるため、乗用車に近い運転感覚で運転操作することができる。また、1×1 視界性能をクリアしており、運転席からの視界が良好である。さらに運転席からロール表面が目視でき、ロール表面への散水噴霧状況がよくわかるのが特徴だ（写真—2）。

振動ロールのバリエーションが豊富であることも本シリーズの特徴である。高周波振動タイプ、水平振動



写真—1 車両外観

表－1 概略仕様

項目		単位	SW654	SW654ND	SW654B
質量	運転質量	kg	7,100	7,400	8,000
寸法	全長×全幅×全高	mm	4,300 × 1,615 × 2,795		
振動性能	起振力 [L/H]	kN	62/69	通常 68/ 水平 124	61/67
	振動数 [L/H]	Hz	67/50	通常 49/ 水平 49	67/50
走行性能	最高速度	km/h	13		
機関	メーカー／型式	－	クボタ／V3307-CR-T-YDN		
	定格出力	kW/min ⁻¹	54.6/2,200		
タンク容量	燃料タンク	L	120		
	散水タンク	L	300 × 2		



写真－2 運転席からの視界

タイプ、分割ロールタイプに大別され、土路盤からアスファルト表層までの道路施工全般に使用される他、橋梁やダムの施工など様々な施工現場で幅広く使用されている。振動ロールのバリエーション概要を以下に示す。また、図－1 に振動方式とその用途を示す。

(1) 高周波振動タイプ（本機、本機 B タイプ）

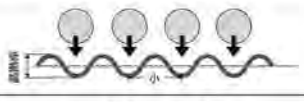
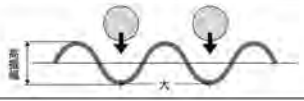
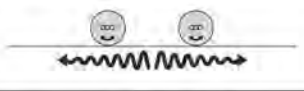
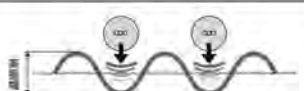
67 Hz (4,020 vpm) の高周波振動採用により単位距離当たりの路面打撃回数を増加させることで、路面の必要打撃回数を同一とした場合に通常周波数での施工に比べて高速で作業することができ、施工効率が向上する。尚、施工現場に合わせて高周波振動（低振幅）と通常振動（高振幅）の 2 種類の振動モードを計器板のスイッチで選択することが可能である。

(2) 水平振動タイプ（本機 ND タイプ）

通常の振動は路面に対して上下方向に打撃して締固めを行うのに対し、水平振動はロールに回転トルクを発生させ、それにより路面を水平方向に揺さぶることで締固めを行う。これにより薄層アスファルトや橋梁など、通常の路面打撃振動では上下方向振動エネルギーが強すぎて構造体そのものに悪影響を与える恐れのある施工現場で使用される。また、水平振動はロールが地面から離れないため、地盤振動が低い。そのため、施工時の周囲へ与える振動と騒音が軽減される。さらに、水平振動は RCCP や RCD などのコンクリート転圧施工の表面仕上げに有効であることが知られている。コンクリート施工においてはコンクリートがロール表面に付着するのを防止するため、ロール表面にウレタンゴムを巻いた仕様を設定している。なお、施工現場に合わせて水平振動と通常振動の 2 種類の振動モードを計器板のスイッチで選択することが可能で、多様な施工現場で使うことができる。

(3) 分割ロールタイプ（本機 B タイプ）

ロール内部の差動機構により、車両旋回時に生じるロール内外輪の回転差による路面の引きずりを減少さ

	振動方式	起振軸・数	振動数		用途
本機、 本機 B タイプ	高周波振動	一軸偏心 × 2	67Hz (4,020vpm)		舗装全般
	通常振動		50Hz (3,000vpm)		路床 路盤 安定処理
本機 ND タイプ	水平振動	二軸偏心 × 2	49Hz (2,940vpm)		排水性舗装 SMA 特殊舗装 舗装全般
	通常振動		49Hz (2,940vpm)		路床 路盤 安定処理

図－1 振動方式と用途

せることで、カーブの多い施工現場などにおいて路面の仕上がり品質の向上に役立つ。本機Bタイプの振動タイプは本機と同じ高周波振動タイプであり、施工現場に合わせて高周波振動（低振幅）と通常振動（高振幅）の2種類の振動モードを計器板のスイッチで選択することが可能である。

3. 燃費性能の向上（ECO モード）

ECO（エコ）モードを搭載し、オペレータに低燃費作業中であることを計器板に配置されたエコランプ点灯により知らせる。作業環境に合わせたエコモードの使用により、フルスロットル時と比較して最大37%燃費の消費を抑える（従来機比較）。図一2に、車両に貼付けてECOモード搭載を知らせる銘板、写真一3に、ECOランプを示す。



図一2 ECOモード搭載マーク



写真一3 ECOランプ

4. 安全性の確保

(1) エンジン始動時の安全確保

前後進レバーがニュートラル位置かつ駐車ブレーキが作動しているときにのみエンジンが始動するシステムを従来機より採用し、エンジン始動時の誤発進を防止している。

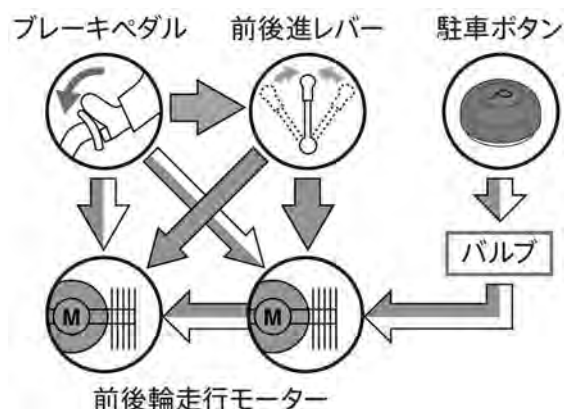
(2) 3系統ブレーキシステム

ブレーキ系統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、異なる3系統の車両制

動装置を採用し安全性の向上を図っている。3系統のブレーキは以下の通りである（図一3）。

- ①通常作業において使用する前後進レバー操作によるHST（静油圧）ブレーキ
- ②車両駐車時および停車用として、計器板の押しボタンスイッチによりネガティブブレーキを作動させる駐車ブレーキ
- ③HSTブレーキとネガティブブレーキが同時作動するフットペダルによる緊急ブレーキ

なお、緊急時フットペダルを踏むと前後進レバーがニュートラル位置へ戻る機構となっており、フットペダルを踏む力を緩めてしまった場合でも再度車両が動き出さないよう、より安全に配慮した設計となっている。



図一3 3系統のブレーキシステム

(3) 超音波式安全装置（オプション）

超音波式安全装置は、検知エリア内に作業者を含む障害物を検知すると本体内蔵のブザー、外部警報ランプ及び外部警報ブザーでオペレータと周囲の作業者に注意を喚起し、事故を未然に防ぐことができる。

5. 周囲環境への配慮

平成26年排出ガス規制対応新型エンジンを搭載している。DPF（ディーゼル微粒子捕集フィルター）を搭載することにより粒子状物質（PM）の大気への排出を低減し、クリーンな環境造りに貢献している。また、車両として低騒音基準をクリアしていることに加え、ECOモード低燃費作業中は、基準値より8dB低い騒音値となっている（社内試験比）。バックブザーオフスイッチを標準装備したことより、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ことができるよう配慮した。

6. メンテナンス性の向上

フルオープンボンネット構造によるエンジン周りの良好なアクセス性踏襲の他、本シリーズでは燃料フィルタ／燃料セジメンタを一箇所へ集約、ヒューズの集中配置など、メンテナンス性の向上を行った。また、エアクリーナの設置場所見直しによるグランドメンテナンス化を実現し、メンテナンス面からもユーザをサポートしている（写真—4, 5）。



写真—4 フルオープンボンネット



写真—5 着脱の容易なエアクリーナ

7. 利便性の向上

差込式電源取出しソケット（12 V/120 W）を標準装備とし、ユーザが電気製品を使用する際の電源の取出しを容易にした（写真—6）。



写真—6 電源取出しソケット

8. おわりに

車両に求められる付加価値の要求は年々増加している。今後はより一層の安全への取組み、オペレータの負担軽減、周囲環境への配慮、利便性の向上を目指す。より人と環境に優しい車両を提供できるよう、今後も開発を進めていきたい。

JCM A

〔筆者紹介〕

笹森 良（ささもり りょう）
酒井重工業㈱
技術開発部 開発第2グループ
技師



最新型ホイールローダ 950MZ

三 富 亮 治

この度、最新の排出ガス規制であるオフロード法 2014 年規制に適合すべく、950MZ（以下「本開発機」という）を開発した。排出ガス規制対応が開発の大きな柱の一つであるが、その他、省燃費性能や生産能力の向上、オペレータ環境や安全性の改善、最新の車両管理システムの採用など、付加価値の高い商品を目指し開発している。最新型ホイールローダは排出ガス規制対応の為のエンジンコンポーネントのアップデートだけに留まらず、お客様メリットの向上に主眼を置いた様々な特長を有している。本稿では排出ガス規制対応技術に加え、主な特長について紹介する。

キーワード：ホイールローダ、オフロード法 2014 年規制、尿素 SCR システム、省燃費性能、レバーステアリング、ペイロードシステム、安全性

1. はじめに

近年、地球環境保護、生活環境保護を目的とした大気汚染防止に関する社会的要請は一層の高まりを見せており、U.S. Tier4 Final/EU Stage IVに続き、国内においても 2014 年 10 月より 130 kW 以上 560 kW 未満の建設機械において、今までで最も厳しい規制値を有するオフロード法 2014 年基準の施行が開始されている。排出ガス規制対応の車両はクリーンで地球環境や生活環境にやさしい反面、イニシャルコストやメンテナンスコストの増加など、経済性の面でお客様の負担が増す傾向がある。最新の車両には、このようなネガティブなインパクトを最小限にすることはもとより、ネガティブなインパクトを相殺しても余りあるだけのメリットを生み出すことが求められる。

ここでは最新の排出ガス規制に対応することに加

え、省燃費性能や安全性、オペレータ環境の更なる向上を念頭に開発した最新のホイールローダ本開発機（写真—1）について紹介する。

2. 最新型ホイールローダ本開発機の特長

(1) 排出ガス規制対応

オフロード法 2014 年基準（以下 T4f）は、先の規制であるオフロード法 2011 年基準（以下 T4i）より NO_x（窒素酸化物）の排出量を大幅に削減することが求められている。この厳しい基準値をクリアすべく、T4i で用いていた排出ガス低減技術に加え、排出ガス後処理装置に新たに尿素 SCR システムを採用した。ここでは T4f で変更となった排出ガス後処理装置について説明する。

排出ガスの後処理装置は、ディーゼル酸化触媒（以下 DOC）、ディーゼルパーティキュレートフィルタ（以下 DPF）、SCR 触媒、アンモニア酸化触媒（以下、AMOX）、尿素水タンク、尿素水インジェクタからなる尿素 SCR システムにより構成される。

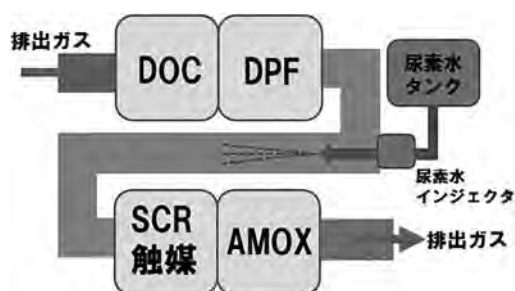
まず、ターボから出てきた排出ガス中の炭化水素は DOC により、酸化され無害化される。さらに、その先の DPF により、すすなどの PM が捕捉され排出ガスは清浄化される。DOC は炭化水素の無害化のみならず、NO_x を NO₂ に変化させる役割も担う。この NO₂ は DPF の中で PM（C）を酸化させる。この NO₂ による PM の酸化は比較的低温の 250℃～400℃



写真—1 本開発機ホイールローダ

で行われるため、排気熱のみでの再生が可能になった。これにより、T4i で用いていたような燃料の噴射により排出ガスを高温化してDPF 再生を行う高温再生の必要がなくなっている。また、T4i に比べ、燃焼温度を上げることですす(PM)の発生量が抑えられている。その反面、NO_x 量は増加するが、このNO_x は前述の通り、DOC でNO₂ に変化し、DPF 中でPMの酸化を促進する。DPF を通過した排出ガス中のNO_x は、尿素水の噴射により生成されるアンモニアとSCR 触媒により無害化される。さらにAMOX により、残留しているアンモニアが無害な不活性ガスと水に分解される(図—1)。

尿素SCR システムで使用される尿素水は燃料タンク脇に設置された尿素水タンクより供給される。このタンクには凍結防止用のヒータが装備されており、さらに、エンジン停止後に尿素水配管から尿素水をタンクに戻す、パージ機能が備わっており、寒冷地での稼働においても信頼性を確保している。



図—1 排出ガス浄化システムの例

(2) 省燃費性能と高い生産性の両立

NO_x 低減の為に用いられる尿素水は、燃料の消費に対し数パーセントの割合で消費する。従来の燃料に加え尿素水の補給が必要になり、その分運転コストが増加するが、最新のホイールローダでは、燃料消費量に尿素水消費量を加えた総消費量が、従来モデルの燃料消費量よりも少なくなるよう優れた省燃費性能を備えている。加えて従来機同等以上の生産性を維持し、高い燃料生産性を実現している。

(a) エコノミーモード

エコノミーモードは車両のパワートレインの負荷に基づいて、エンジントルクと回転数を自動的に最も効率の良い領域に制御する。このモードはキャブ内にあるモニタで容易に設定することができる。これにより、高い作業量と燃料消費の低減を両立している。

(b) エコアイドルモード及びオートアイドルストップ機能

エコアイドルモードは、アイドル時のエン

ジン回転数を通常の約800回転から約700回転に低下させるシステムで、パーキングブレーキをかけた状態で、作業機レバーやペダル類を操作せず10秒程度経過すると自動で作動する。さらに、設定により一定時間アイドル状態が続くと自動でエンジンをシャットダウンする、オートアイドルストップ機能も装備している。一般にホイールローダの全稼働時間に占めるアイドルの割合は2～3割程度に及ぶ。このアイドルでの燃料消費量を抑えることで、燃料コストの低減のみならず、CO₂排出量の削減に貢献している。

(c) 新型バケット

バケットの形状を見直すことで、積み込み量の増加と、燃料消費量の低減を図っている。新形状のバケットは従来型と比べ、バケット底面（フロア）が長い形状となり、さらにバケット開口部分が大きく開いている(写真—2)。これにより、荷入り性が向上し、バケット満杯率が従来型と比べ5～15%程度向上している。容易にバケットに荷を積み込むことができるので、必要以上にアクセルを踏み、掘削動作を行う必要がなく、サイクルタイムの向上、燃料消費量やタイヤの摩耗なども低減される。さらに、弓型形状のサイドバーを採用することで、運搬時のバケット側面からの荷こぼれを低減している。



写真—2 新型バケット

(d) ロックアップクラッチ付トルクコンバータ

ロックアップクラッチ付トルクコンバータ（以下ロックアップトルコン）を標準装備することで、走行時の燃料消費量を低減し、走行能力を向上している。ロックアップトルコンには、トルクコンバータの入力側と出力側を直結（ロックアップ）するクラッチが装備されており、速度や負荷の条件がマッチすると自動でロックアップする。エンジンとトランスミッションが直結したダイレクトドライブにより、トルコンでの伝達ロス进行を最小化し、優れた走行能力を実現するとともに、燃料消費量も低減する。

従来のロックアップトルコンは、シフトアップ時の

速度段が切り変わった直後はロックアップが解除され、トルコンドライブになっていたが、新型のロックアップトルコンは、シフトアップ時もロックアップが維持されるシステムを採用している。これにより、さらに伝達効率の向上が図られている。

(e) フロントマニュアルデファレンシャルロック

フロントアクスルのデファレンシャルにデファレンシャルロック（以下デフロック）を装備している。このデフロックは左ブレーキ横に配置されたスイッチを踏むことで作動させる（写真—3）。デフロックを使用することで雪道や泥濘地、不整地での走行性能を向上させることはもとより、通常の掘削作業でのスリップ時にも適宜使用することで、けん引力がアップし、スムーズな掘削が可能になる。さらに、タイヤスリップによるタイヤの摩耗、余分なアクセル操作による燃料消費を抑えることができる。



写真—3 デフロックスイッチ

(3) オペレータ環境及び安全性の向上

オペレータ環境の改善は安全と密接に関係している。より容易に快適に操作ができるシステムや機能によりオペレータをサポートすることで、オペレータ疲労の低減を図り、ヒューマンエラーの発生を抑制する。また、重機災害で最も多い事故の一つである転落事故を防止する為の安全装備を新たに備えている。

(a) レバーステアリング

ステアリングには従来と同様の油圧式ホイールステアリングに加え、新たにレバーステアリングをラインナップしている。レバーステアリングは、電気-油圧式で、レバーの動きにより発生する電気信号により、ステアリングの油圧コントロールバルブを制御する方式である。

ステアリングレバーは運転席左コンソールに配置されており、左右に傾けて操作する。レバーの傾きと車両の旋回角度は常に一致し、レバーの可動範囲は車両の最大旋回角度と同じ、左右 40°である。僅かな操作量で車両を旋回させることができる為、切り返しの多

い積み込み作業時などはオペレータの疲労が飛躍的に軽減される。

ステアリングレバーの操作力（重さ）はレバー下部に装着されているモータによって制御されている。この制御は車速感应式で、車速が速い場合は安定した操作が可能ないようにやや重めの操作力に、車両速度が遅いときは比較的軽くなるように制御している。これにより、オペレータは常に最適な操作感覚が得られる。

ステアリングレバー頭頂部には親指で操作するシフトアップ・ダウンスイッチ、腹部分には人さし指、中指で操作する前後進切り替えスイッチが装着されている（写真—4）。これらはレバーから手を離さずに操作できる。常にステアリングを握った状態で車両のコントロールが可能であり、安全性が向上している。



写真—4 レバーステアリング

レバーステアリングが配置されている左コンソールは跳ね上げ式で、シートへのアクセスがスムーズに行える（写真—5）。また、コンソールが上がった状態ではエンジンがかかってもステアリングレバーは無効になり、この状態でレバーを操作してもステアリングは作動しない。さらに、コンソールが下がった状態（通常の運転状態）であっても、オペレータがシートから立ち上がると上述と同様にステアリングレバーは無効になる。万一、アイドリング中にレバーコンソー



写真—5 跳ね上げ式レバーコンソール

ルを上げないで降車するなどしてレバーに体が触れても、ステアリングは切れない安全機構が備わっている。

(b) タッチスクリーンディスプレイ及びスイッチパネル

キャブ右側にはタッチスクリーンディスプレイとスイッチパネルが配置されている（写真—6）。

タッチスクリーンディスプレイはスマートフォンやタブレット端末の様に、画面を指でタッチすることで操作することができ、このディスプレイを介して車両の各種機能の設定や情報の閲覧が可能である。グレーと黒を基調としたシンプルな色構成のカラーディスプレイにはわかりやすいアイコンが配置され、容易に直感的に操作可能である。



写真—6 タッチスクリーンディスプレイ

このディスプレイの下には、使用頻度の高い各スイッチが集中配置されている（写真—7）。優れた操作性の確保と埃や湿気からスイッチを保護する為、薄膜で覆われたメンブレンスイッチを採用している。



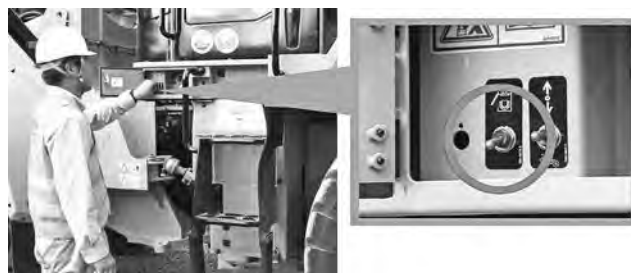
写真—7 スイッチパネル

(c) リモートドア開放システム及び傾斜型ラダー

キャブ昇降時の転落事故を低減すべく、リモートドア開放システムの装備とアクセスラダーの改良を行った。

中型以上のホイールローダのキャブドアは高所に位置しており、地上からドアを開放するのは困難である。このような場合はアクセスラダーの中段でハンドレールから片手を離しドアを開けるケースが多い。片手を離すことにより転落のリスクが高まるとともに、キャブへの乗り込み難さの一因にもなっていた。

リモートドア開放システムは、地上からのスイッチの操作により、ドアを開放することができるシステムで、ラダーに登らずにドアを開けることができる（写真—8）。これにより、常に3点支持を維持したまま、キャブへの乗り込みができ、より容易で安全なアクセスを可能にした。更に、キャブアクセスラダーはその傾斜角度を従来機の約10°から約15°にアップし、より階段に近い感覚で昇降できるようにしている。



写真—8 リモートドア開放スイッチ

(d) フロントウインドウ清掃用ステップ及びキャブトップハンドレール

キャブガラス清掃用のステップと清掃中に体を支えたり、安全帯を結びつけたりする為のキャブトップハンドレールを装備した（写真—9）。安全な足場が確保されることで確実に容易にキャブガラスの清掃ができ、常に優れた視界を確保できる。安全帯を使用することで清掃時の転落も防ぐことができる。



写真—9 フロントウインドウ清掃用ステップ

(4) 車両管理

近年の車両は高度に電子制御化されており、それらを制御するコンピュータから車両に関する様々な情報を入手することができる。これらの情報を有効に活用することで、生産性や燃料消費量の管理、車両の健康状態の把握による故障の未然防止などランニングコスト低減、作業の効率化等が可能になる。

(a) ペイロードシステム

バケットに積み込んだ荷の質量を計測するペイロードシステムは従来から商品化されているが、新型のホイールローダではこのペイロードシステムをより使い易いものに改良している。新型のペイロードシステムの質量や設定を表示する画面は前述のタッチスクリーンディスプレイに統合されている。各機能をアイコンで表示し、容易に各種設定や計測結果の確認ができる。

また、新型のペイロードシステムでは積載量の調整がより正確に容易にできる機能が備わっている。従来、バケットに積み込んだ荷の量を調整するには、例えば計測した質量が目標積み込み量より多かった場合、オペレータの勘で目標質量を狙ってバケットの荷をこぼし、調整する必要があった。目標質量に達したかどうかの確認には再計測が必要であった。

この新型のペイロードシステムでは、バケットから荷をこぼすと、すでに計測されたバケットに入っている荷の質量からこぼした分の荷の質量が減少する様子をモニタで確認することができる（写真— 10）。オペレータは目標の質量になるまでモニタの数値の変化を見ながら荷をこぼすことができ、勘に頼らず正確に調整することができる。再計量のムダが省けるとともに、正確な積載量調整が可能になり、作業時間の短縮や過積載の防止に有用である。

積載質量の情報は車両コンピュータに蓄積することができ、後述する遠隔稼働管理システムを介して現場から離れた事務所等でも把握できる。また、燃料消費量情報や稼働時間情報とリンクして、時間当たりの生産性や単位燃料当たりの生産性などの情報としても閲覧可能である。



写真— 10 ペイロード画面

(b) 遠隔稼働管理システム

遠隔地で車両の各種情報や前述のペイロード情報などが専用の Web 画面より確認できる遠隔稼働管理システムを搭載している。車両の位置情報、稼働情報、燃料消費量や警告情報が稼働現場から離れた事務所等でタイムリーに把握できることにより、生産性の管理、故障の未然防止などランニングコストや現場の効率化に役立てることができる。

3. おわりに

本稿では最新のホイールローダで採用されている排出ガス低減システムや主な特長について紹介した。昨今のモデルチェンジは排出ガス規制がドライバーとなることは否めないが、排出ガス規制適合の為のモデルチェンジに留まらず、常にお客様のビジネスに貢献できる車両の開発・提供がメーカーとしての使命と考える。今後も地球環境に配慮することはもとより、お客様のニーズにマッチし且つお客様に新しい価値を提供できる商品の開発に尽力してゆく所存である。

JICMA

【筆者紹介】

三富 亮治（みとみ りょうじ）
キャタピラージャパン(株)
商品サポート部



新型 50 t 吊ラフテレーンクレーン

Rf シリーズラフター SL-500Rf PREMIUM

近 藤 康 博

最大吊上荷重 50 t のラフテレーンクレーン（通称：ラフター）である SL-500Rf PREMIUM（以下「本機種」という）は、全輪操向による特殊走行が可能な車幅 2.75 m の 3 軸キャリヤに、最長 40 m の 5 段ブームと最長 13.7 m の 2 段ジブ（EJIB SL 仕様）を装備した移動式クレーンである。最新の排出ガス規制である平成 26 年ディーゼル特殊自動車排出ガス規制に適合したエンジンを搭載、運転室は外観デザインや内部装備品を一新、電子水準器による機体水平補助機能や無線式後方確認カメラなど最新の装備を多数搭載した。各々の特長および機能について解説する。

キーワード：荷役機械、移動式クレーン、ラフテレーンクレーン、ラフター、省エネ、EJIB

1. はじめに

1970 年代に国産化されたラフテレーンクレーンは、日本国内の道路事情や工法多様化に対応しながら進化を続け、今や各種工事で必要不可欠な存在になっている。近年は、各社ともに排出ガス規制への対応に合わせて新型機を開発している。現在は、通称 4 次規制と呼ばれる平成 26 年ディーゼル特殊自動車排出ガス規制に適合するラフテレーンクレーンの新型機が順次市場投入されている状況である。これらの新型機では排出ガス規制以外でも様々な法的対応が要求されるが、一例として、道路に対する負荷軽減を目的とした軸重 15 t 以下という業界自主規制がある。この制限により、従来機では大型のラフテレーンクレーンが 4 軸車となり、最大吊上荷重も 70 t 以上に移行した。その結果、市場要望として 50 t クラスのラフテレーンクレーンの新型機が不在になったため復活の声が大きくなった。このような状況の中、最新の排出ガス規制に適合させた新型ラフテレーンクレーン Rf シリーズの第一弾として本機種を開発したため、その概略について紹介する。

2. 機種概要

本機種は、クレーン型式 KR-50H-F、キャリヤ型式 YDS-KRC016 として、平成 26 年ディーゼル特殊自動車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 50 t のラフテレーンクレーンである。道路に

対する負荷軽減を目的とした軸重 15 t 以下の業界自主規制に対応するため、前 1 軸・後 2 軸の 3 軸車とした。各主要装置の抜本的な見直しにより、従来の 2 軸 50 t 吊より 2 t 以上の軽量化を達成しながらも、同等以上の吊上能力を保持している。公道走行時の外観を写真—1 に、主な仕様を表—1 に示す。

3. 特長および機能

(1) 新型キャブ

ラフテレーンクレーンのキャブ（運転室）は、オペレーター（運転士）にとって一日の大半を過ごす場所であるため、より快適な空間であることがクレーン作業の安全性向上の一つと成り得る。従来機のキャブは 1990 年代の中頃から 20 年以上の長期に亘り国内ラフ



写真—1 公道走行姿勢

表—1 主要諸元

クレーン型式	KR-50H-F
ブーム最大吊上能力	50.0 t × 3.0 m
SL ジブ最大吊上能力	4.2 t × 75°
ブーム長さ	10.1 m ~ 40.0 m
SL ジブ長さ	9.4 m ~ 13.7 m
ブーム起伏角度	0° ~ 84°
SL ジブオフセット角度	5° ~ 60°
最大地上揚程 ブーム / SL ジブ	41.1 m / 54.8 m
最大作業半径（前方） ブーム / SL ジブ	37.0 m / 40.1 m
巻上ロープ速度（主巻） （補巻）	135 m/min（5 層目） 128 m/min（4 層目）
後端旋回半径	3.55 m
アウトリガ最大張出幅	7.6 m
エンジンメーカー エンジン型式	Daimler OM936LA (MTU 6R1000)
総排気量	7.697 L
最高出力	254 kW / 2,000 min ⁻¹
最大トルク	1,400 N・m / 1,200-1,600 min ⁻¹
タイヤ	385/95 R25 170E ROAD
最高走行速度	49 km/h
登坂能力	0.60 (tan θ)
最小回転半径 2 輪操向 / 6 輪操向	10.8 m / 6.7 m
軸距	4.25 m + 1.5 m = 5.75 m
全長 × 全幅 × 全高 （走行姿勢）	12.39 m × 2.75 m × 3.73 m
車両総重量	35,695 kg

テレーンクレーンに搭載してきた。この間、時代の移り変わりとともに、顧客からはキャブ内の装備に対する機能向上・デザイン刷新の要望を受けてきた。これらの改善要望事項を取り纏めると、室内空間拡大、空調機能改善、遮光性改善である。これらの改善要望について新型キャブで対応した主な事項は次の通りである。なお、新型キャブの内部について写真—2、3に示す。

(a) 空調能力向上と前方左右および足元吹出し

従来機に対して最大風量を約 30% 向上させ、前方吹出口を左右 2 個所とし足元にも吹出口を設定した。これにより、一般乗用車と同等の機能となった。キャブ内エアコン装置の概略を図—1 に、前方吹出しおよび足元吹出しのイメージを図—2 に示す。

(b) 天井ガラス面積拡大

従来機に対して天井ガラスを後方に延長し面積を約 15% 拡大させた。これによりブーム起立時の高揚程作



写真—2 キャブ内部（前部）



写真—3 キャブ内部（側部）



図—1 エアコン装置概略



図—2 エアコン前方吹出し（イメージ図）

業における上方視界性が向上した。

(c) 任意位置固定可能サンシェード

鉄道車両でも採用されているファスナー式レール構造を採用したため、任意の位置で固定可能で、最引き出し時にはフロントガラスの上部まで延伸できる。これによりサンバイザーとしての機能も兼用できる。また、シワがより難く遮光性の高い生地を採用した。

(d) 液晶クラスターメーター

クラスターメーターの液晶化は各種自動車では一般化してきており、新型キャブでも液晶化の流れを取り入れた。これにより、速度計等の重要表示部が見やすく、機種毎に表示デザインを自由に変更可能な他、各種メッセージも様々な言語で表示可能である。液晶クラスターメーターの表示状態の一例を写真—4に示す。



写真—4 液晶クラスターメーター

(2) キャリヤ

(a) 車軸数

従来の2軸50t吊は軸重が19t以上あり、業界自主規制である軸重15t以下にするには、3軸以上の車両にするしかない。車両としてのバランスは複数軸の4軸が最良であるが、キャリヤの全長が長くなるためラフテレーンクレーンとしての重要事項である小回り性が低下してしまう。よって、必然的に3軸車しか選択肢がなくなる。ここで、前1軸か2軸かということになるが、本機種ではクレーン作業時のフレーム強度確保に有利でキャブへの乗降性が良い前1軸車とした。これにより、旋回中心からキャリヤ前端までの距離が従来機より長くなったものの、前方範囲（最大で左右各45°の範囲）でのクレーン作業時の吊上性能が大幅に向上した。車軸配置とクレーン部旋回中心の位置関係を表すものとして車両右側面を写真—5に示す。

(b) 車幅

従来の2軸50t吊の車幅は約3mあり、道路走行

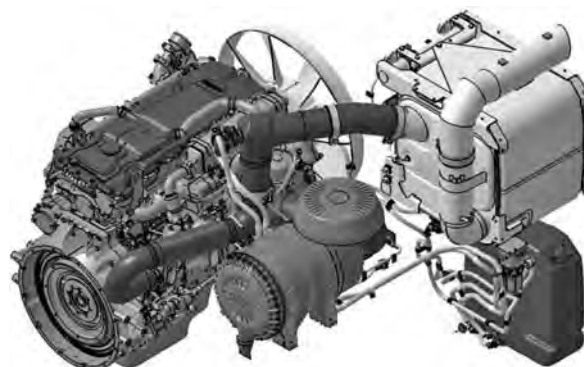


写真—5 車両右側面

時にはオペレーターの負担が大きく、顧客からは車幅を狭くして欲しいとの要望が多数あった。クレーン作業時に十分な剛性を確保しながら最小限の車幅とすべく、フレーム構造やパワートレインを根本的に再検討した結果、2.75mとして大幅な車幅減を達成した。

(c) エンジンおよび排出ガス後処理装置

エンジンの選定はラフテレーンクレーンを開発する上で最も重要な要素である。最新の排出ガス規制に適合させ、必要な出力を確保しながら燃費低減も考慮しなければならない。本機種では各メーカーのエンジンを比較検討した結果、欧州EURO6に適合したDaimler OM936LA型エンジンを基本として開発されたMTU製6R1000型エンジンを採用した。従来機では排気量12Lクラスであったが、本エンジンは排気量7.7Lで大幅にダウンサイジングしながらもデュアルターボにより同等の出力を発生する。また、低回転からフラットなトルク特性を持っているため、低回転でも余裕を持って走行・操作ができる。排出ガス後処理装置はトラック等で一般化している尿素SCRシステム（注1）のみであり、DPF（注2）は装備しない。これにより、DPF内の煤焼却のためのエンジン回転数増大と燃料噴射が不要となり燃費低減に貢献する他、DPFに係る定期的なメンテナンスが不要となる。但し、尿素水の定期補給が必要であり、補給しない場合や品質の悪い尿素水を入れた場合は、排出ガス規制適合化のためエンジンの出力が制限されることになるため注意が必要である。エンジンおよび排出ガス後処理装置の概略を図—3に示す。



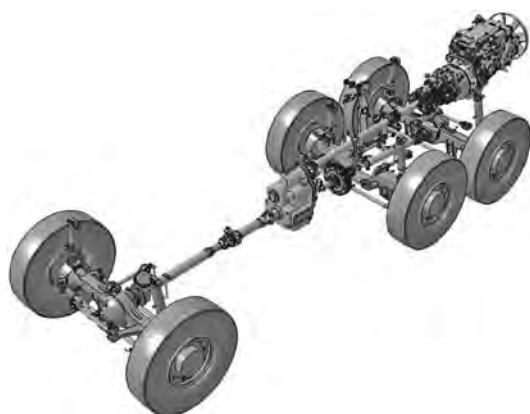
図—3 エンジン関係概略

注1) 排出ガスに含まれる窒素酸化物 (NO_x) を尿素水を還元剤として使用し触媒を通過させ無害な窒素と水に分解して浄化する。SCRは Selective Catalytic Reduction の略で選択還元と訳される。

注2) 排出ガスに含まれる微粒子物質 (PM) を捕集する。DPFは Diesel Particulate Filter の略でディーゼル微粒子捕集フィルターと訳される。

(d) パワートレーン

本機種は、通常走行時は前1軸駆動であるが、雪道等での走行能力向上として1, 3軸駆動のハイレンジ走行を可能とした。操向モードとしては、前2輪、カウンタ、クラブ、後4輪、前後輪独立の5モードである。後4輪操向はシート右下に配置された小型レバーにより独立操舵可能で、ハンドル操作による前2輪操舵との組合せにより狭い現場での車両配置に有効である。補助制動装置としては圧縮圧開放式エンジンブレーキの他、永久磁石式リターダを採用し、十分な補助制動能力を確保した。パワートレーン関係の概略を図一4に、車両後部外観を写真一6に示す。



図一4 パワートレーン概略



写真一6 車両後部外観

(3) ブーム

ブームは従来の2軸50t吊が最長39mであったため、本機種では同等かそれ以上の長さとするのを目標として開発した。軽量化のため980MPa級高

張力鋼を使用した5段箱型で、最縮小時の長さは10.1mながら最大40mまで伸長させることができる。各断面形状は板厚4～7mmの2枚の鋼材を曲げ加工により各々略U字形に成型し、曲げ応力が低くなる断面の上下中央(中立軸)付近で溶接により接合しているため、構造的信頼性が高い。この構造は現代の移動式クレーンでは多くの機種で採用されている。また、断面サイズを最大限拡大して全体撓みを抑制し、下面中央部に浅い曲げを施して座屈に有利な形状とした。

(4) ジブ

ジブは簡単・安全・省スペースでジブの装着格納が可能なEJIB(当社愛称)SL仕様を搭載した。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も振り出せるため、スペースに制限のある工事現場でジブの装着が必要な作業では威力を発揮する。ジブ装着振出時のイメージを図一5に示す。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の装着時8回(格納時9回)から各々2回に大幅に削減した上、地上付近とキャリヤ上面での作業で装着格納が可能となり、高い位置での作業を徹底的に排除したため、オペレーターの労力削減と安全性が向上した。本機種では、2段目のジブが油圧シリンダにより伸縮(ジブ長さ9.4～13.7m)させることができる。ジブ本体内に起伏用シリンダと伸縮用シリンダを直列に配置しているため、シリンダ



図一5 ジブ装着振出(イメージ)



図一六 NETIS 登録銘板

本体が外部に露出しない構造である。なお、EJIBは国土交通省新技術情報提供システム NETIS にも登録されている（登録名称:EJIB 搭載クレーン, 登録番号:KT-130078-A）。キャブ右側面に貼り付けられる NETIS 登録銘板を図一六に示す。

4. 新規装備品

(1) ACS 外部表示灯

過負荷防止装置である【ACS】の外部表示灯はクレーン関係規則で装着が義務化されている訳ではないが、現状では高い比率で装着されており、現場サイドでも外部からクレーンの負荷状態を把握するためのものとして必要不可欠な装備になっている。このような状況を考慮し、本機種より標準装備として設定した。負荷状態によって色と点滅速度の差異で表示する LED 式外部表示灯（長方形 6 灯同時点滅式）を新規に開発した。搭載位置としては、従来機で上部旋回体の左側付近に装着していたが、クレーン作業方向の広範囲からの視認が可能であるキャブ上部に配置した。

外部表示灯は過負荷防止装置【ACS】と連動して定格総荷重に対する負荷率により、次の通り色と点滅速度の差異で表示する。

- ・ 90% 未満：緑色点滅（1.5 秒周期 0.75 秒点灯）
 - ・ 90% 以上 100% 以下：黄色点滅
（1.0 秒周期 0.30 秒点灯）
 - ・ 100% 超：赤色点滅（0.5 秒周期 0.15 秒点灯）
- ACS 外部表示灯の装備状態を写真一七に示す。

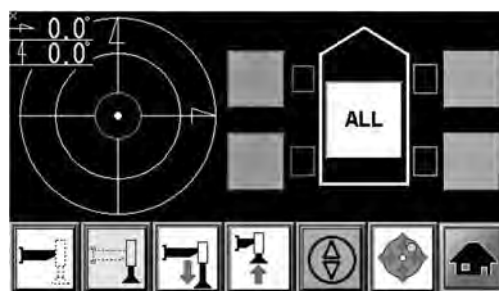
(2) 電子水準器と機体水平補助機能

従来機の水準器は気泡の動きを利用した単純な構造のため機体角度の数値化ができず水平状態の確認が曖昧であった。本機種では電子式水準器を新規に開発し、キャブ内のタッチパネル式 COR インフォメーションディスプレイでターゲット表示と角度表示を可能とした。

また、電子水準器の採用により、従来機では手動によりアウトリガのバッチカルシリンダを操作して水平設置していたが、新規開発の機体水平補助機能によ



写真一七 ACS 外部表示灯



図一七 アウトリガ操作時画面

り、半自動で機体の水平出しが可能になった。操作は全バッチカルシリンダをタイヤが十分に浮いた状態の任意の位置まで伸長させた後、伸長側調整か縮小側調整かの選択をしてから作動ボタンを押し続け、機体の水平出しが完了したら自動で停止する機能である。機体の水平状態が表示されたタッチパネル式 COR インフォメーションディスプレイのアウトリガ操作時画面を図一七に示す。

(3) 無線式後方確認カメラ

現行機の後方確認カメラは有線式で上部旋回体の後方上部に装着されていたため、走行時やクレーン作業時等にエンジンカバーによって確認できない範囲があった。移動式クレーンは上部旋回体が 360° 全旋回するため、キャリア側にカメラを装着する場合はロータリブラシ等による通信手段の確保が必要になる。そのため、本機種では無線式カメラを新規に採用し、エンジンカバーの上部に配置して確認範囲の拡大を実現した。なお、上部旋回体に装着する有線式カメラとエンジンカバー部に装着する無線式カメラは同時装着が可能で、モニターの画面切換により各々確認できる。無線式カメラの装着状態を写真一八に、モニターに映し出された画像例を写真一九示す。



写真一 無線式カメラ



写真二 モニター画面

(4) その他の新規装備品

Rf シリーズでは前述の装備品の他、顧客要望により様々な新規装備品を設定した。主なものは次の通りである。

- ① LED リヤコンビネーションランプ
- ② LED 作業灯（キャブ上部、上部旋回体左前部）
- ③ LED ルームランプ
- ④ USB 電源装置
- ⑤ 左折・後退音声警報装置

5. 省エネ対応と安全対応

省エネ化と安全化への対応は、未来永劫尽きることのない継続的な重要事項である。本機種では現行機の機能を更に向上させて搭載した。

主な省エネ化対応と安全化対応を次に示す。

- ① eco スイッチ（エンジン最高回転数任意調整機能）
- ② オートミニマムコントロール（無操作時油圧ポンプ吐出量自動制限機能）
- ③ 瞬間・平均燃費表示（COR ディスプレイ表示機能）
- ④ 燃焼式エアヒーター（エンジン停止時暖房機能）
- ⑤ 2 面領域制限（クレーン作業領域制限 2 面設定機能）
- ⑥ 負荷率制限（クレーン負荷率制限任意設定機能）



図一 環境対策型クレーン銘板

なお、平成 26 年ディーゼル特殊自動車排出ガス規制に適合し、eco スイッチやオートミニマムコントロール等の省エネ機能を搭載しているクレーンであることの証しとして、キャブ右側面に貼り付けられる環境対策型クレーン銘板を図一 8 に示す。

6. おわりに

移動式クレーンは、刻々と変化する法的要求事項や市場からの要求に応える形で進化してきた。ラフテレーンクレーンが上市された時代と比較すると、クレーンとしての基本構成は変わらないものの、エンジン排出ガス浄化や騒音低減等の環境対策はもちろんのこと、クレーン能力向上、操作フィーリング向上、安全性向上、電子機器の装備など、高性能高機能化されている。今後も、環境負荷軽減対策や各種安全対策について更に厳しく要求されていくことは必然である。平成 34 年 4 月からはラフテレーンクレーンでも国交省による燃費基準達成建設機械認定制度が開始されることが決定している。法的規制への的確な対応と、工法多様化による市場要求に応える製品を市場投入することは製造者としての使命であり、より高機能・高性能を目指しつつ、安全で安心して使える各種移動式クレーンの開発に取り組んでいく所存である。

J C M A

【筆者紹介】
近藤 康博（こんどう やすひろ）
（株）加藤製作所
設計第一部 部長



2014 年度排出ガス規制適合エンジン搭載 4.9 t 吊クローラクレーン開発

CC985S-1 の特長

東福寺 望

4.9 t 吊クローラクレーンは製品性能として、作業範囲の拡大・吊上げ能力の向上を進めてきたが、重量・車両寸法の制約から能力アップすることは困難となってきた。本稿で紹介する CC985S-1（以下「本製品」という）は、「2014 年度排出ガス規制適合のエンジンの搭載」、「安全・メンテナンス性の向上」、「環境負荷低減」を重点事項として設計に取り組んだ。主な取り組み事項を以下に紹介したい。

キーワード：クローラクレーン、4.9 t 吊、画面一体化、クレーン作業記録装置、排出ガス規制、エンジン

1. はじめに

4.9 t 吊クローラクレーンはレンタル会社では高い稼働率の機械となっている。主に使用されるのは狭小現場での荷揚げ、荷下ろしであり、地下への資材搬入にも使用されている。また、地下工事現場のように、作業空間が制限される現場でのクレーン作業にも活躍している。

ニッチな製品ではあるが、近年では認知度が向上して多種多様な作業現場で使用されるようになってきた。4.9 t 吊クローラクレーンは機械質量 15 ton クラスと 10 ton クラスの 2 機種を生産しているが、いずれの機種も、安全・作業能力・メンテナンスの向上、環境負荷の低減が求められている。

今回紹介するクローラクレーン「本製品」は、10 ton クラスに当たる。走行部・キャビンなど、全てオリジナルで設計をしたクローラクレーンである。ここでは従来機の特長はそのままに、ユーザーからの数多くの要望を取り入れ開発した本製品についてその特長を紹介する。

2. 主要諸元

「本製品」の外観を示す（写真—1）。また主要諸元を表—1 に示す。



写真—1 外観写真

表—1 主要諸元表

装 置・項 目		CC985S-1
質 量・ 寸 法	機械質量	9,380 kg
	全長×全幅×全高	5,190 mm×2,320 mm×2,730 mm
	機械後端旋回半径	1,390 mm
性 能	最大定格総荷重×作業半径	4.9 t×2.1 m
	最大作業半径	14.67 m
	最大地上揚程	16.5 m
	フック巻き上げ速度	低速 30 m / min
		高速 44 m / min
	伸長時間	24sec
	起伏角度／起時間	-2 ~ 80 度 / 13 sec
	旋回角度／速度	360 度連続 1.9 rpm
	走行速度	低速 前・後進 0 ~ 1.9 km / h
		高速 前・後進 0 ~ 3.2 km / h
エンジン	排気量	2,179 ℓ (2,179 cc)
	定格出力	40.3 kW / 2,000 min ⁻¹
環 境	2014 年度排出ガス規制適合エンジン、低騒音型建設機械指定	

3. クレーンの主な特長

(1) 安全に関する設計

本製品の運転ができるのは、小型移動式クレーン運転技能講習を修了したオペレーターまたは、移動式クレーン運転士であるが、誰でも安全に操作ができるようクレーン側に安全配慮が求められている。その安全配慮したいくつかの機能を紹介する。

(a) 新型モニタによる情報の一元化

従来はキャビン内右前に車両モニタ画面を配置し、その横に過負荷防止装置の表示部と付属するスイッチ類を配置していた。そのため、作業者はクレーン作業情報と車両情報を別々のモニタで確認しなければならなかった。しかし今回の新型モニタは、クレーン作業と車両の情報を1つの画面に表示させることにより視線をずらさずに車両状態を把握できるようにした。また、モニタに車両の傾斜状況を表示させる事で素早く車両の傾斜度合いが確認できるようにしているほか、エラー内容をモニタ画面に表示してユーザーに注意喚起を行うようにした。モニタ画面でエラー内容がすぐに確認できるため、トラブル対応時に情報を正確に把握することができる（写真—2）。



写真—2 モニタ（エラー表示）

クレーン作業時や走行時に注意しなければならない車両後方部も後方カメラの映像をモニタに表示することで状況を確認することができる。モニタに後方カメラの映像を表示させている場合でも、画像の上部に吊荷重・負荷率などクレーン作業情報を表示して安全性を確保している。後方カメラ使用時でも過負荷時の停止性能に変わりはない（写真—3）。

(b) キャビン内居住性

先に述べたモニタの一元化により従来に比べて右膝周りのスペースが確保され、居住性が格段に向上している（写真—4）。

従来機では走行レバーと足元ペダル併用していたが、走行レバー操作時に足元ペダルの下に物が挟まってレバーが戻せなくなる（走行が停止しなくなる）という危険を回避するため、またクレーン作業者はキャビン内に吊り具や工具など様々な道具を置く事も推測されることから、危険排除も鑑みて走行ペダルを廃止し操作レバーのみでの走行とした。その結果、キャビン内の足回りスペースを拡大でき、安全性はもちろんのこと居住性も向上させた（写真—5）。

(c) クレーン作業記録装置

この記録装置は過負荷防止装置によるクレーン停止時などの操作状態や車両状態を自動でデータ保存するように設計している。作業内容を記録するクレーン作業記録装置を標準装備していることで、作業者の安全意識を向上させて事故を未然に防ぐ狙いがある。操作状況はモニタ画面で記録の確認ができる（写真—6）他、USBメモリを接続して記録を読み込み、パソコンでデータの確認・保存が可能となっている（写真—7）。

(d) ブーム先端形状の変更

本製品は幾度とモデルチェンジを行ってきた。従来のブーム先端形状は、ブーム伸縮方向に対し鉛直方向に向けた一般的な移動式クレーンの形状としてきた



写真—3 モニタ（カメラ表示）と後方カメラ



写真-4 右膝まわり 新型機と従来機の比較写真



写真-5 操作レバー



写真-6 モニタ表示

トリガー	開始日	開始時間	終了日	終了時間	負荷率	非常解除
初期化日時: 2016/03/22 13:27:41					%	
オーバーロード	2016/9/19	11:17:52	2016/9/19	11:18:01	103 N	
オーバーロード	2016/9/21	9:32:20	2016/9/21	9:32:23	101 N	
オーバーロード	2016/9/21	13:49:30	2016/9/21	13:49:33	110 N	
オーバーロード	2016/9/21	13:50:53	2016/9/21	13:50:56	125 N	
オーバーロード	2016/9/21	13:51:05	2016/9/21	13:51:24	164 N	
オーバーロード	2016/9/21	16:29:59	2016/9/21	16:30:01	113 N	
オーバーロード	2016/9/21	16:30:23	2016/9/21	16:30:23	101 N	
オーバーロード	2016/9/21	16:30:24	2016/9/21	16:30:24	101 N	
制時3" 傾斜	2016/9/22	11:35:44	2016/9/22	11:35:45	73 N	
制時3" 傾斜	2016/9/22	11:37:45	2016/9/22	11:37:45	2 N	
制時3" 傾斜	2016/9/22	11:37:46	2016/9/22	11:37:46	2 N	
制時3" 傾斜	2016/9/22	11:37:48	2016/9/22	11:37:47	2 N	
オーバーロード	2016/9/22	14:16:59	2016/9/22	14:16:59	100 N	
制時3" 傾斜	2016/9/22	15:35:56	2016/9/22	15:35:59	6 N	
制時3" 傾斜	2016/9/22	15:41:54	2016/9/22	15:41:55	8 N	
制時3" 傾斜	2016/9/22	15:43:28	2016/9/22	15:43:33	63 N	
制時3" 傾斜	2016/9/22	15:44:49	2016/9/22	15:44:57	11 N	
オーバーロード	2016/9/22	15:45:58	2016/9/22	15:46:02	107 N	
制時3" 傾斜	2016/9/22	15:46:34	2016/9/22	15:46:40	38 N	

写真-7 エクセル表示の写真

(図-1)。この形状は車体全長をコンパクトにすることができ、本製品は地下工事や橋梁下など、上部に制約がある現場で多用されている。お客様からは頭上に制約がある現場でもっと揚程が欲しい、揚程が稼げれば無理な作業が少なくなるとのご意見を頂き、スラント形状へと変更を行った(図-2)。この様な形状にすることで全長がアップしてしまうが、上部に制約がある場面で最大0.15mの揚程アップができるようになり、お客様のニーズに少なからず貢献できている(図-1, 2)。

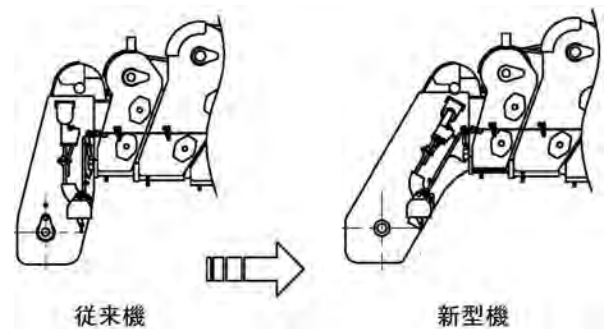


図-1 LC785M-8 ブームヘッド形状と CC985S-1 ブームヘッド形状比較図

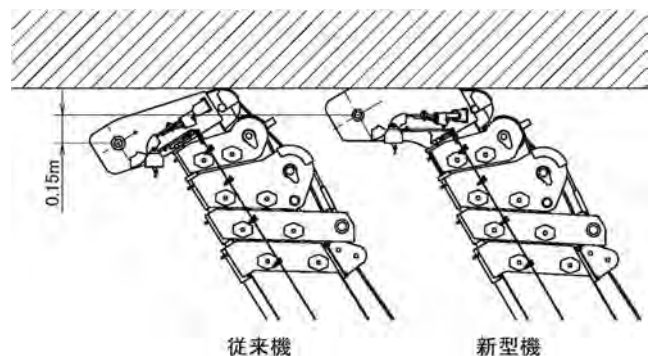


図-2 LC785M-8 と CC985S-1 の上部制限下の揚程比較図

(e) クレーンの緩停止

クレーン操作において作業機の急停止は荷ぶれの原因となり、慣性力による機械の破損と転倒の危険性を含んでいる。そのため従来機同様に過負荷防止装置によるクレーン停止時は緩停止制御を行っている。この制御により停止位置の手前から減速し、停止させる事で荷ぶれを減少させている。また、過負荷時のブーム伏停止と揚程上限規制、作業半径規制、ブーム角度上限／下限規制に緩停止制御を行うことで、停止精度の向上も図っている。

(f) 天窓ワイパの標準装備

雨天時の視界確保のため、天窓ワイパを標準装備した(写真—8)。従来はオプション設定で希望されるお客様にだけ対応していたが、安全確保のために15 tonクラスと同様のウィンドウォッシャ付ワイパを標準装備とした。

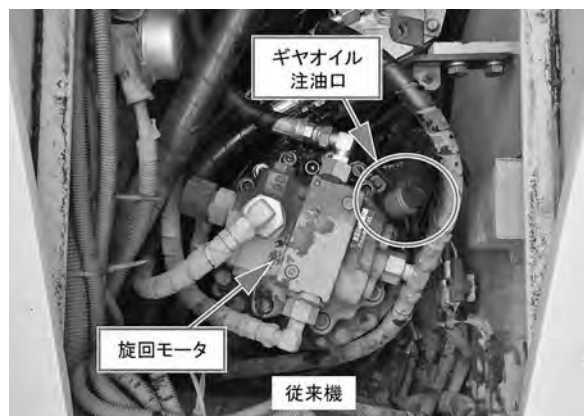


写真—8 天窓ワイパ全景

(2) メンテナンスに関する設計

(a) メンテナンスフリー

「本製品」は、エンジンからの各種規制物質の排出抑制にはDPF方式(ディーゼル微粒子捕集フィルター)でなく、メンテナンスフリーのDOC方式(ディーゼル用酸化触媒)を採用してメンテナンス負担の低減を図っている。機体レイアウトの中で最もネックになる設計の一つが旋回モータの配置である。旋回モータはブーム下に配置しなければならないため、ブームを支えているフレームが邪魔をしていた。従来機は旋回モータのギヤオイル注油口が、機体内部にあったため、体を潜り込ませる必要があった。またギヤオイルの排油の際は機体下部に潜り込まなくてはならないため、メンテナンスが困難であった(写真—9)。「本製品」ではメンテナンスフリーの旋回モータを採用すると同時に、カバーを外すだけで旋回モータへのアクセスを可能な設計とした(写真—10)。メンテナンスが



写真—9 旋回モータ リモート点検

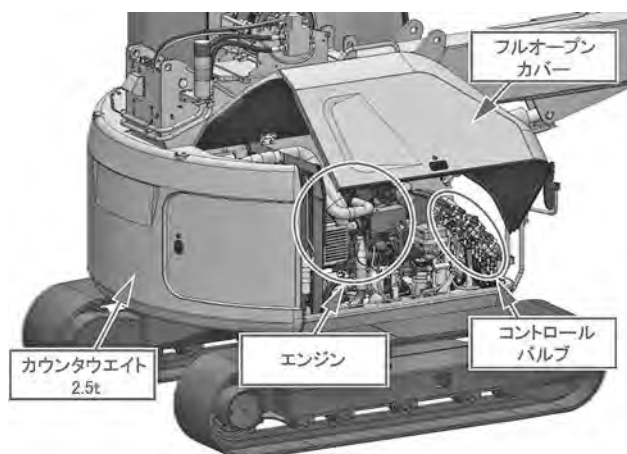


写真—10 旋回モータ 本製品

困難な箇所の削減はお客様にとってもサービス店にとっても作業負荷の低減となっている。

(b) クレーン専用の機器配置

本製品は開発当初より、上部旋回体をクレーン専用として設計してきた。特長は車体右側にエンジンと油圧機器を配置、カバーは跳ね上げ式のフルオープン構造で横からでも上からでも機器を見渡せるようにしている。エンジンの日常点検と油圧機器のメンテナンス性に優れ、整備性の評価を頂いている(図—3)。

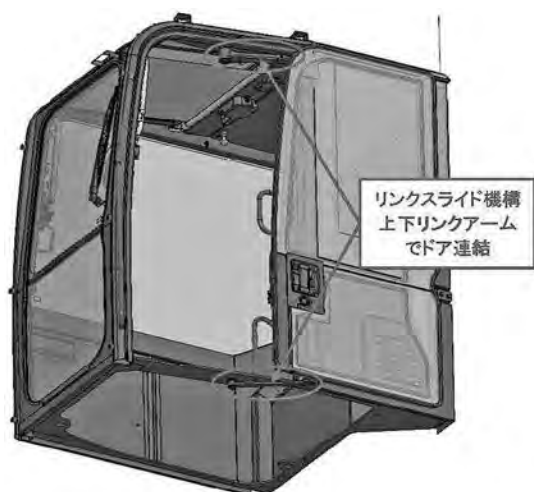


図—3 CC985S-1の機器レイアウト図

機体後方はカウンタウエイトのみとし、安定度を確保しつつ後端旋回半径を極力縮小させ、狭小場所の旋回確保と挟まれ事故防止の配慮を行っている。また、地下現場などの搬入時は、機体を吊り上げなければならない。機体重量低減のためにカウンタウエイトの質量は3t未満にして、小型移動式クレーンでも取外し可能とした。

(c) キャビンドア リンクスライド機構

クレーンが使用される現場には砂塵が舞うような環境も多々ある。従来機ではキャビンのドアはスライドドア方式を採用していたが、スライドレールに砂など異物が入り込むとドアの開閉が困難になることがあった。「本製品」ではリンクスライド機構を採用して砂塵による開閉トラブルが発生しない構造とした(図—4)。



図—4 キャビン リンクスライド機構

(d) 部品交換

定期交換が必要な部品および消耗品をモニタで確認することができる(写真—11)。さらに交換時期が近付いてきたらコーション表示をさせて作業者に交換時期を知らせるようにした。定期メンテナンスを喚起する事で機械トラブルを抑えられるよう配慮した。

(e) 他機種と部品共通化

他新規開発機種との部品共通化による整備・点検性の共通化を図っている。エンジンの整備、各種フィルターなどの消耗品の交換、その他機械的整備・点検方法など、部品を共通化することにより複数台保有され



写真—11 モニタ（消耗品表示）

るお客様のメンテナンス負担低減に配慮した設計とした。

(3) 環境負荷低減

排ガスについては、いすゞ社製の2014年度排出ガス規制適合エンジンを採用して環境負荷の低減を図った。また、騒音対策はエンジンルームのクーリング設計を見直して極力開口面積を少なくするようにした。合わせて吸音材の配置見直しも行い、低騒音型建設機械指定ではあるが、従来機比で約-2dBの低減ができている。

4. おわりに

今回、紹介した4.9tクローラクレーンは、お客様からの様々な意見・要望を取り入れ開発された。安全性の向上、メンテナンス性の向上、運転席環境の改善、環境負荷の低減などを図ることができたが、これらの改良は常日頃からお客様からの様々な要望、意見があるからである。これからもお客様に喜ばれる製品提供に努め、また、さらなる「安全」「品質」「環境」に配慮した製品開発に努めたい。

JCMIA

【筆者紹介】

東福寺 望（とうふくじ のぞむ）
 株式会社 前田製作所
 産業機械本部 産機事業部
 技術部 設計2課
 課長



ガソリン / LPG エンジン式小型フォークリフト

FOZE 0.9 ~ 3.5 トン

高 辻 昌 宏・二 井 伸 夫

フォークリフトは倉庫内の軽作業から港湾でのコンテナ運搬まで、様々な物流シーンで使用される車両であるが、環境保護や労働人口減少などの背景から、「経済性」「作業性」「安全性」が要求されている。今回開発したガソリン / LPG エンジン式小型フォークリフト（以下、本車両）は、燃料消費量改善と新構造の車両操作装置を採用することで、それらの要望に応えることができた。その概要について説明する。
キーワード：荷役車両、フォークリフト、LPG、燃費、トランスミッション

1. はじめに

小型フォークリフト（最大荷重 0.9 ~ 3.5 トン）の国内市場は、年間約 7 万台の規模であるが、環境保護や経済性の観点から、近年はバッテリー式フォークリフト（以下、バッテリー車）を選択される傾向がある。しかし屋外での厳しい作業環境や、充電時間が長いというバッテリー車特有の問題から、エンジン式フォークリフト（以下、エンジン車）を要望されるユーザも多い。

エンジン車は、ディーゼルエンジン搭載車（以下、ディーゼル車）とガソリン / LPG エンジン搭載車（以下、ガソリン / LPG 車）に分けられ、ディーゼル車が主流となっているが、ガソリン / LPG 車は、運輸業をはじめ食料品業、紙・パルプ業などで年間約 1 万台の需要がある。

本車両は、先に発売したディーゼルエンジン搭載モデルのラインナップ追加として、低燃費・低排出ガスを実現したガソリン / LPG エンジンを搭載し、様々なユーザに貢献できる車両を開発した。本稿ではそれらの特長について紹介する。

2. 本車両の特長（写真—1）

（1）経済性

本車両では、国土交通省平成 19 年規制、環境省 2007 年基準に適合し、ECM（Engine Control Module）制御の最適化による低燃費・低排出ガスを実現させたガソリン / LPG エンジンを搭載した。車両モデルに合わせて搭載エンジンを区別し、最大荷重 0.9 ~ 2 トン車に排気量 2.1 L エンジン、2 ~ 3.5 トン車に排気量



写真—1 車両外観

2.5 L エンジンを搭載した。

フォークリフトの作業モードは、「荷役」と「走行」に分けられるが、アクセルペダル操作によって必要な車両動力性能をコントロールする。その際、エンジン回転数や負荷の状況によりアクセルペダル開度（操作量）に対するエンジンスロットル開度を適切に制御し、過剰な吸入空気量を抑え、車両動力性能に影響を及ぼさず無駄な燃料消費を防ぐことで、燃費の改善を行った。

あわせてトルクコンバータ式トランスミッションについても新規設計し、油圧部品の圧損低減を行ったことで、表—1 のように 2 トン車（FGE20T5S）では、燃料消費量をガソリン仕様で 10%、LPG 仕様では 14% の改善を行った。その結果、二酸化炭素排出量を約 14% 削減することができた。

また、オペレータが車両から降車する際にはエンジンを自動停止させ、ペダル操作でエンジン再始動が可能な「エンジンオートストップ&オートスタート」を

表—1 車両諸元（標準仕様）

			FGE20T5S	FHGE35T5S
車両	最大荷重	kg	2,000	3,500
	最大揚高	mm	3,000	3,000
	上昇速度（全負荷）	mm/s	620	450
	走行速度（全負荷）	km/h	19.0	19.0
	けん引力（全負荷）	kN	16.9	18.2
	全長	mm	3,305	3,875
	全幅	mm	1,065	1,280
	全高	mm	2,115	2,160
	ガソリン燃費	L/h(%) [*]	5.86 (10)	7.36 (11)
	LPG 燃費	kg/h(%) [*]	3.65 (14)	4.74 (10)
エンジン	型式	—	GCT K21	GCT K25
	排気量	cc	2,065	2,488
	定格出力	kW/rpm	38.5/2,700	43.1/2,700
	最大トルク	Nm/rpm	147/2,000	166/1,600

※旧モデルからの改善値

オプション設定し、車両の乗降が多い作業環境では、更に経済性に貢献することが可能である。

以上のような開発項目により、経済性に配慮した車両を実現できた。

(2) 作業性

フォークリフトは様々な荷役作業が行われるため、作業内容により運転操作が異なる。走行系の動力伝達は、トルクコンバータ車（以下、トルコン車）の場合、インチングペダルで機械的に行う構造が一般的であるが、本車両ではそれらを電子制御化し、様々な運転操作が可能となる「電子制御トランスミッション」をオプション設定した。本内容については、3章で詳細説明する。

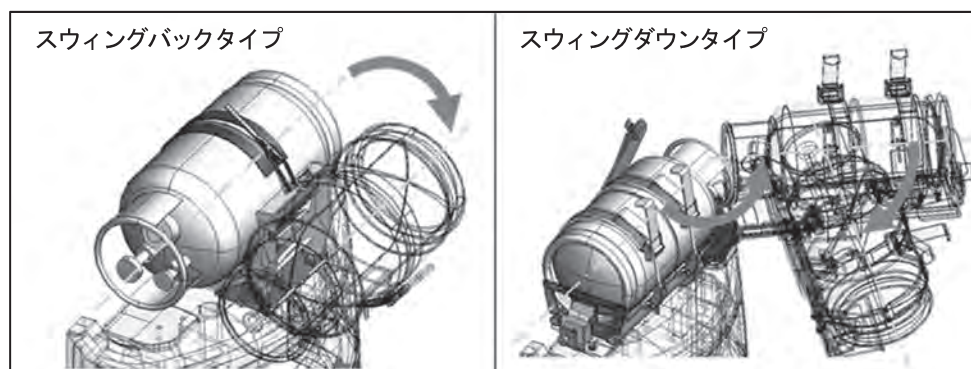
またLPG仕様車は、燃料補給のためにLPGボンベを交換する必要がある。作業途中に効率良くLPGボンベ交換作業が行えるように、「LPGガス残量警告シ

ステム」や、—1のような2種類の「ボンベ架台」を選択できるようにした。

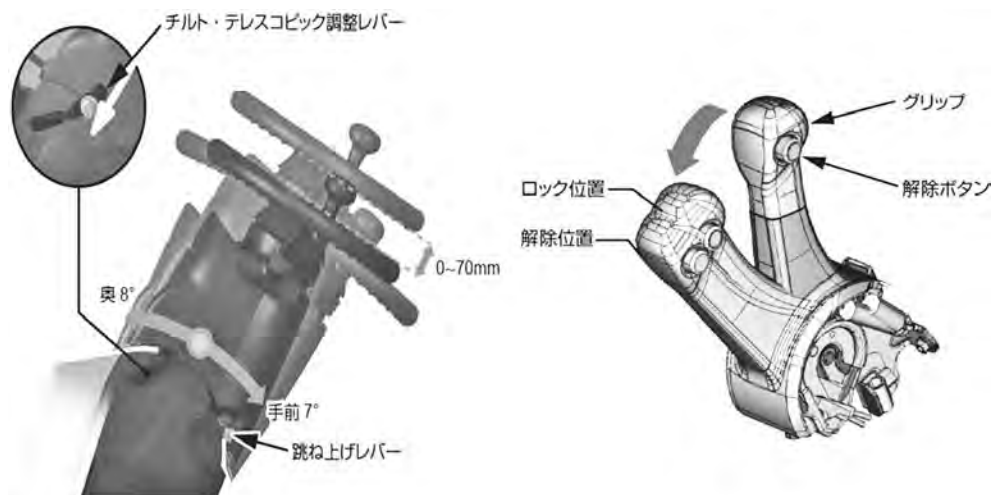
フォークリフトのステアリング位置調整は、車両前後に調整可能なチルト機構が一般的であるが、本車両ではチルト機構に加え、上下前後に調整が可能な「テレスコピック・ステアリング」（—2）を採用し、オペレータの体格や好みに合わせ、最適なポジションで作業ができるようにした。また、新規構造のパーキングブレーキレバー（—2）を開発し、操作力を従来車から24%低減した。

(3) 安全性

フォークリフト起因の死傷災害では、「はさまれ・巻き込まれ」、「墜落・転落」の順に件数が多いが、本車両では、VCM（Vehicle Control Module）、ECM、メーターパネルが相互通信し、表—2のような安全装備で作業をサポートし、災害リスクを低減した。



図—1 LPGボンベ架台



図ー2 テレスコピック・ステアリングと新形状パーキングブレーキレバー

表ー2 安全装備

マストロック（リフト／ティルトロック）	標準装備
AT ニュートラル自動復帰機能※ ₁	
パーキングブレーキ掛け忘れブザー	
シートベルト未装着警告ブザー	
パスワードエントリー機能	
最高速切り替え制御	オプション
チルト水平サポート	
グッドランニングシステム※ ₂	

※₁ パーキングブレーキを掛けないまま、シートから離れると自動でニュートラル位置に切り替わる。

※₂ 路面から荷物に伝わる振動・衝撃を緩和することで、快適で安全な作業を実現。

表ー3 電子制御トランスミッション開発の狙い

制御項目	狙い		
	操作性向上	耐久性向上	クラッチ車対応
車両発進特性制御	◎	○	
スイッチバック制御		◎	
インチング制御	○		◎

制御毎にまとめた（表ー3）。

(2) 電子制御トランスミッションの構成

図ー3は、トルコン車のトランスミッションについて、標準仕様（機械式）と電子制御仕様の構成を比較したものである。

トルコン車には、クラッチ車のクラッチペダルと同じ機能をもつインチングペダルを装備し、インチングペダルを踏み込むことで動力伝達を断つことになる。

標準仕様（機械式）の場合、インチングペダルとインチングバルブがワイヤケーブルで接続され、ペダルストロークに合わせてインチングバルブを機械的にコントロールし、ON-OFFタイプの前後進ソレノイドバルブを介して、クラッチへ油圧を掛け、前輪を駆動する。

電子制御トランスミッションでは、ON-OFFタイプの前後進ソレノイドバルブの代わりに、PWM(Pulse Width Modulation) ソレノイドバルブを採用した。インチングペダルのストロークをセンサで検出し、前後進PWMソレノイドバルブを電子制御することによりクラッチ圧を制御し、前輪を駆動する。

(3) 電子制御の特長

(a) 車両発進特性制御

前後進ソレノイドバルブの電子制御化により、車両発進時のクラッチ油圧立ち上がり特性を変化させ、

3. 電子制御トランスミッション

(1) 電子制御トランスミッションの概要

フォークリフトのトランスミッションは、トルコン車とマニュアルトランスミッション車（以下、クラッチ車）などがあるが、現在の市場はトルコン車が主流である。しかし前述のとおり、作業内容により運転操作が異なるため、クラッチ車を要望されるユーザも少なくない。クラッチ車は、ダイレクトに動力伝達する構造であり、微速操作や瞬発的な操作が可能となる。このような動力伝達を調整できる機能は、トルコン車に勝るものである。

本車両では、クラッチ車の設定を廃止しトルコン車のみを開発したが、トランスミッションの電子制御化による多機能化で、更なる操作性・耐久性を向上させると共に、クラッチ車並みの運転操作が可能となる、電子制御トランスミッションを合わせて開発し、商品力向上とクラッチ車を要望するユーザに対応した。今回開発した電子制御トランスミッション開発の狙いを

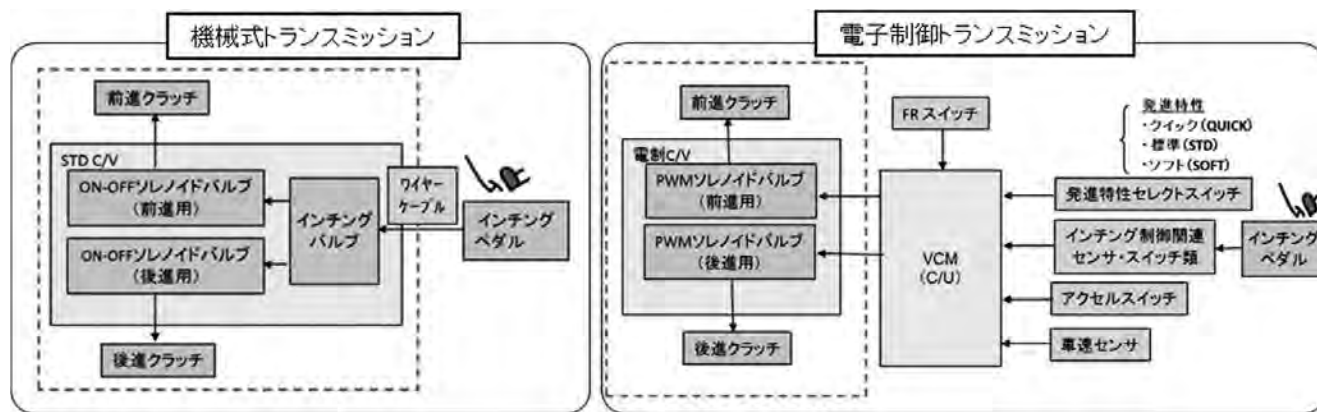


図-3 トランスミッションの構造比較

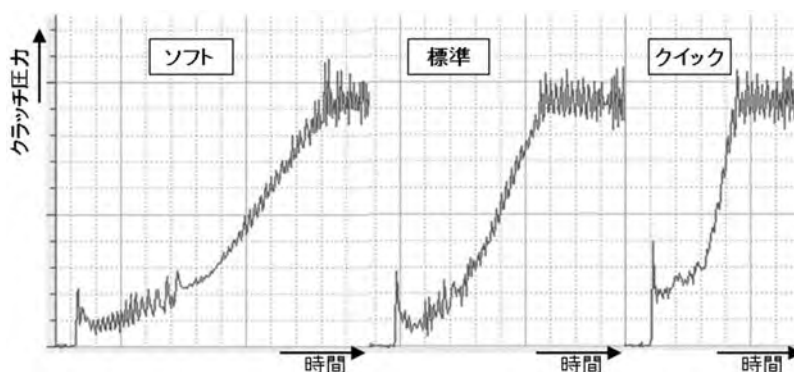


図-4 車両発進特性別クラッチ油圧波形

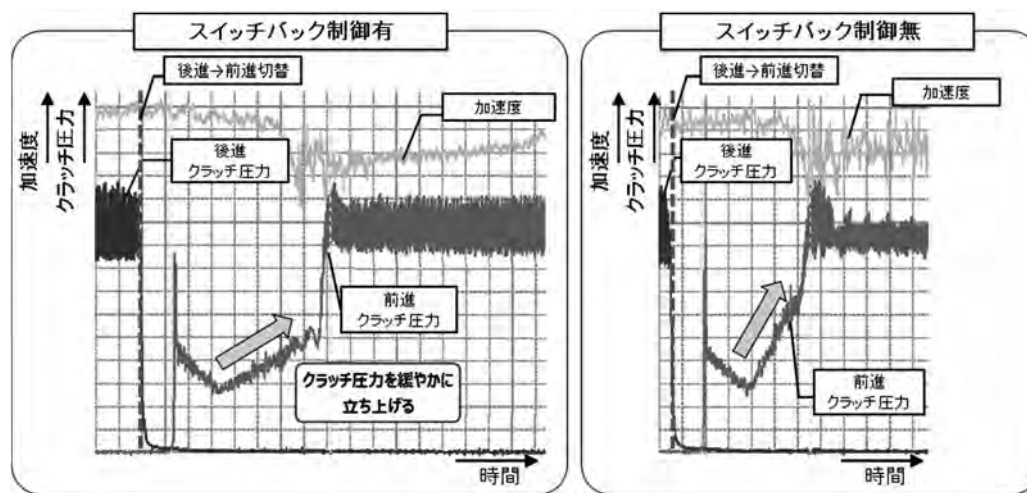


図-5 スイッチバック制御特性

ユーザの使用条件に合った三種類（ソフト、標準、クイック）の発進特性を選択できる仕様とした（図-4）。これにより、スピードを求める作業から荷崩れを心配する作業まで、幅広く対応することができる。

(b) スイッチバック制御

前後進を頻繁に行う作業環境では、車速が確実に落ちる前に前後進を切り替える場合があり、駆動系部品の故障やタイヤ早期摩耗に繋がることもある。そこで、車速 3 km/h 以上でアクセルペダルを踏んだまま

前後進切替を行った際は、クラッチ圧を緩やかに立ち上げる制御を取り入れた（図-5）。

その結果、タイヤ摩耗量は 36% 削減し、クイック発進特性時での比較では、衝撃は 25% 低減することが可能となり、車両のランニングコスト低減、路面環境の改善及び耐久性向上に貢献することができる。

(c) インテグレーション制御

電子制御によって機械式におけるインテグレーション特性のバラツキを排除し、ペダルストロークとブレーキ液圧

に対するクラッチ圧を制御することで、クラッチ車並みの微速操作が可能となった。

また、クラッチ車と同様に瞬発的な操作が可能となるよう、インチャング時のクラッチ油圧を急激に立ち上げる特性を選択可能としたことにより、瞬発的な操作にも対応した。

4. おわりに

エンジン車は、排出ガス規制エンジンや車両コントローラ搭載などにより電子制御化され、環境に優しく細かな車両制御が可能となった。その結果、本稿で紹介した電子制御トランスミッションも商品化することができ、お客様には大変満足を頂いている。今後は、更なる経済性と環境保護への貢献を目指すとともに、

オペレータの作業負荷低減や省人化に配慮した、更に価値の高い車両を提供できるように取り組む所存である。

JCM A

【筆者紹介】

高辻 昌宏（たかつじ まさひろ）

ユニキャリア(株)

開発本部 GRDC2 部 エンジン車開発グループ

シニアマネージャー



二井 伸夫（ふたい のぶお）

ユニキャリア(株)

開発本部 GRDC1 部 ドライブトレイン開発グループ

アシスタントマネージャー



リチウムイオンバッテリーを搭載した 新型ハイブリッド油圧ショベル

SK200H-10

佐伯 誠 司

燃料消費削減、環境負荷低減を目的に、自動車業界を中心に技術進化を続ける「パワーエレクトロニクス技術」を油圧ショベルに活用した事例として、リチウムイオンバッテリーを搭載した新型ハイブリッド油圧ショベル SK200H-10 を紹介する。油圧ショベル旋回体の大きな慣性から発生する旋回減速時の回生エネルギーを有効に利用することと合わせて、高出力且つ、大容量のリチウムイオンバッテリーを採用することにより持続的なエンジンアシストを可能とし、大幅な燃料消費量削減を達成させた。

キーワード：パワーエレクトロニクス、ハイブリッド、油圧ショベル、旋回電動機、発電電動機、リチウムイオンバッテリー、インバータ、省エネ

1. はじめに

近年、地球温暖化の原因となる CO₂ をはじめとする温室効果ガスや、大気汚染・健康被害をもたらす NO_x（窒素酸化物）などの削減は、エコロジーや持続可能社会を合言葉とした国際社会全体の課題となっている。

建設機械の中で最も稼働台数の多い油圧ショベルにおいても、省エネと環境負荷の軽減は大きな課題となっており、近年では「パワーエレクトロニクス技術」を油圧ショベルに活用したハイブリッド油圧ショベルが商品化されている。本稿では更なる燃料消費削減と環境負荷低減を目的に HV、EV などでの活用が進む、リチウムイオンバッテリーを搭載したハイブリッド油圧ショベル SK200H-10（以下「本開発機」という）の概要について紹介する。

2. 油圧ショベルにおける燃料消費量削減の取り組み

油圧ショベルは、掘削などの高負荷作業と均しなど

の低負荷作業を短時間で繰り返すため、大きな負荷変動を受ける。油圧ショベルのパワーフローを図-1に示す。図-1は燃焼エネルギーを100%とした場合の各部のエネルギー損失を示したものである。油圧ショベルでは最大負荷に対応できる動力をエンジンから供給しているが、各部のエネルギー損失は、エンジンで約55%、油圧ポンプで約15%、油圧システムで約20%、機械システムで約1%となっており、最終的な有効出力はエンジン出力の約9%程度しか利用されていない。

以上の状況を踏まえて、油圧ショベルではこれらのエネルギー損失を削減するために様々な施策が行われている。特に損失の大きいエンジンの燃料燃焼では、コモンレールシステムなどの燃料噴射高圧化による燃焼効率の改善や、可変ノズル VG ターボ（図-2）によって排気側のノズル開度を調整して吸入空気量を変更することによる燃焼効率の改善が行われている。

次に損失の大きい油圧システムにおいては、油圧機器、油圧配管における圧損低減（図-3）や、油圧ショベルのアタッチメント自重を利用した油圧回生回路（図-4）などでシステムの効率改善が行われている。

これらの効率改善は、従来の油圧ショベルでも行わ

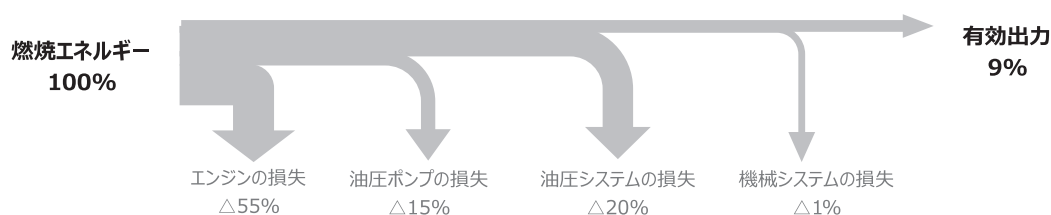
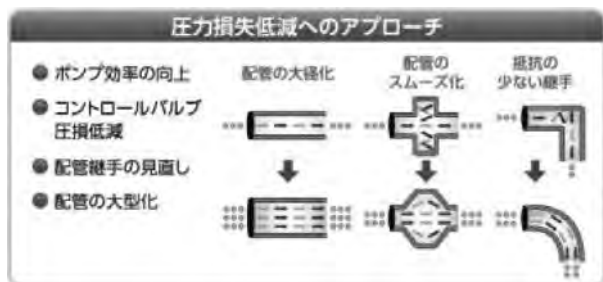


図-1 油圧ショベルパワーフロー



図一2 可変ノズル VG ターボ



図一3 油圧回路の圧損低減

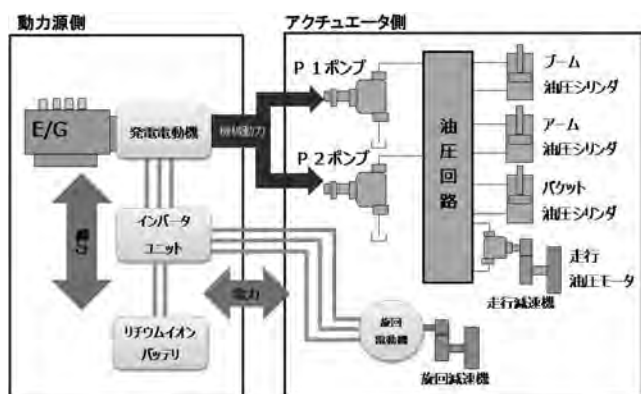


図一4 油圧回生回路

れている施策として紹介したが、次章より本開発機の施策について紹介する。

3. ハイブリッドシステムの概要

図一5にハイブリッドシステム構成を示す。従来の油圧ショベルは、エンジンにより駆動される油圧ポ



図一5 ハイブリッドシステム構成



写真一1 ハイブリッド油圧ショベル外観

ンプから動力を各アクチュエータに配分していたが、本システムではエンジン動力とエンジンに直結された発電電動機動力の両方で油圧ポンプを駆動している。

また、機体旋回用のアクチュエータを電動化し、油圧回路と切り離すとともに旋回減速時の回生エネルギーを電気エネルギーに変換することを可能としている。

更に、持続的に発電電動機でエンジンをアシストし、ショベル旋回体の大きな慣性を加減速させるため、高出力且つ、大容量のリチウムイオンバッテリーを採用した（写真一1）。

4. ハイブリッド機器の概要（図一6）

(1) 発電電動機

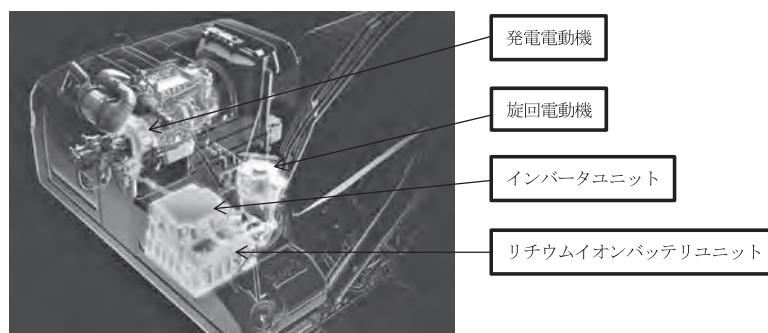
標準の油圧ショベルと車体幅を共通とするため、エンジンと油圧ポンプの間（軸寸法でわずか140mm）に配置可能な専用の発電電動機を開発した。三相交流同期形永久磁石式を採用し、燃費削減に効果的なエンジンアシストを可能にただけでなく、旋回加速に必要な高い発電能力を有している。

(2) 旋回電動機

従来の油圧モータと同じ搭載性を確保し、標準油圧ショベルと同等の機体旋回性能を実現するために、専用的高速減速機と三相交流同期形永久磁石式の旋回電動機を開発した。旋回減速時のエネルギー回生を行うとともに、滑らかで力強い旋回加速特性を実現させた。

(3) インバータユニット

機体搭載性を確保するため、旋回電動機インバータと発電電動機インバータを一体化するとともに、リチウムイオンバッテリーの充放電制御機能も有する専用のインバータユニットを開発した。油圧機器やエンジン



図－6 主要ハイブリッド機器外観図

を制御するコントローラと連動してハイブリッドシステムの制御を行い、大幅な燃料消費量の削減を実現させた。

また、ハイブリッド機器やシステムの状態量を IT データとして送信する機能も装備しており、これらの状態を観察することで異常をキャッチし、故障を抑制させることが可能となっている（図－7）。

(4) リチウムイオンバッテリーユニット

リチウムイオンバッテリーは作動温度範囲に制限があるため、冷却機能と暖機機能を兼ね備えた保護ケース

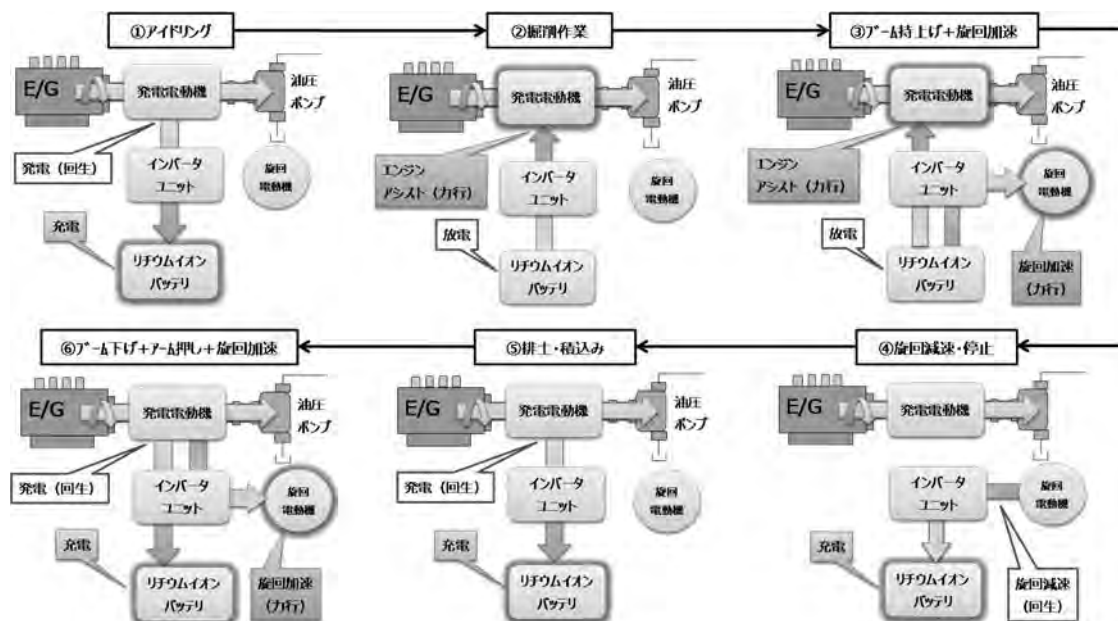
に内装している。国際連合危険物輸送勧告への対応はもちろん、リチウムイオンバッテリーの直接および間接的な感電防止策として、漏電検出により自動で電力を遮断する機能や、手動で電力を遮断する EV スイッチを有しており、HV・EV 自動車レベルの信頼性を確保している。

5. ハイブリッドショベルの動作と燃費低減

図－8 に掘削、積み込み作業時のハイブリッドシステムのパワーフローを示す。



図－7 IT データを活用した状態観察機能のイメージ



図－8 掘削、積み込み作業時のハイブリッドシステムのパワーフロー

①アイドリング

発電電動機を回生制御することで電力を発生させ、リチウムイオンバッテリーを充電する。

②掘削作業

リチウムイオンバッテリーに蓄電された電力により発電電動機を力行制御し、エンジンをアシストする。

③ブーム持上げ+旋回加速

リチウムイオンバッテリーに蓄電された電力により旋回電動機を力行制御し、機体を旋回駆動させると同時に、発電電動機を力行制御し、エンジンをアシストする

④旋回減速・停止

旋回電動機を回生制御し、旋回減速時に発生する運動エネルギーを電力に変換。リチウムイオンバッテリーを充電する。

⑤排土・積込み

エンジン動力の余力を用いて、発電電動機を回生制御することで電力を発生させ、リチウムイオンバッテリーを充電する。

⑥ブーム下げ+アーム押し+旋回加速

リチウムイオンバッテリーを充電すると同時に、発電電動機の回生電力で旋回電動機を力行制御し、機体を旋回駆動させる。

上記のように、本開発機では発電電動機のエンジンアシストや、旋回減速時の回生エネルギーの有効利用、これらを持続的に行うための高出力且つ、大容量のリチウムイオンバッテリーの採用により大幅な燃費低減を達成している。

図9に掘削・積込み作業時における燃費計測結果を示す。本計測は弊社社内基準に基づいて計測した結果である。

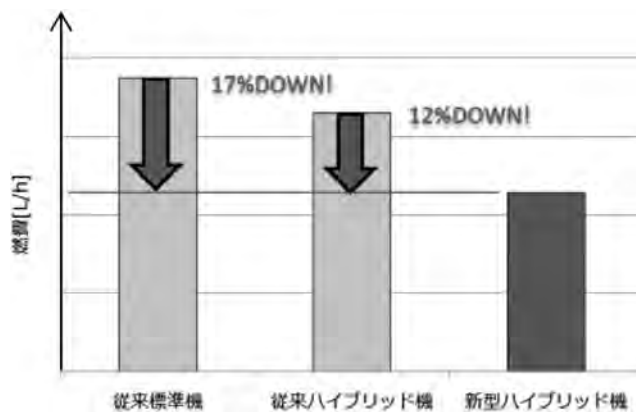


図9 同一作業量での燃費比較 (当社比)

6. おわりに

本稿では油圧ショベルのCO₂削減および燃費低減への取り組みの一例としてリチウムイオンバッテリーを搭載した新型ハイブリッド油圧ショベルSK200H-10について紹介した。油圧ショベル旋回体の大きな慣性から発生する旋回減速時の回生エネルギーを有効に利用することと併せて、高出力且つ、大容量のリチウムイオンバッテリーを採用することにより、持続的なエンジンアシストを可能とし、大幅な燃料消費量削減を達成させた。

今後も自動車業界に先導され、ゼロエミッションに向けた新技術の開発が加速していくものと推測している。油圧ショベルに代表される建設機械においても、これらの技術をいち早く導入し、更なる燃費低減や環境負荷の低減に繋げて行きたい所存である。

J C M A

[筆者紹介]

佐伯 誠司 (さいき せいじ)
コベルコ建機㈱
GEC 要素開発部 マネージャー



フォークリフト用燃料電池システムの開発と今後の取り組み

鈴木 宏 紀

フォークリフトをはじめとする産業車両は、新たな水素需要の創出・増大という観点で、有望なアプリケーションの一つとして考えられている。

今秋、国内で初めて販売を開始した燃料電池フォークリフト（以下、FCフォークリフトという）は稼働時にCO₂やNO_xなどを排出しない優れた環境性能と、約3分で燃料充填が完了するなど高い利便性を誇る。本報では、これまでのFCフォークリフトの開発状況と今後の取り組みについて報告する。

キーワード：水素、燃料電池、フォークリフト、産業車両、環境性能

1. はじめに

フォークリフトをはじめとする産業車両は、乗用車と比べ、工場、物流倉庫、市場、空港や港湾などの限定されたエリアにおいて、多数かつ長時間利用されることから、それらを燃料電池化して普及させることは、新たな水素需要の創出・増大につながり、普及初期段階における燃料電池自動車（以下、FCVという）の水素価格やインフラ運用コスト低減にも大きく寄与する有望なアプリケーションとして期待されている。

2004年より自動車メーカーと共同でフォークリフト用燃料電池システムの開発を開始、自動車部品メーカー北九州工場（2012～2014年度）、関西国際空港（2014年度～）、周南市地方卸売市場（2015年度～）などでの実証実験^{a)}を通じて、様々な使用環境・条件下におけるWell to Wheel^{b)}でのCO₂削減効果、作業性の改善効果などの検証を重ね、2016年秋には、国内初^{c)}となる2.5トン積FCフォークリフト（写真—1参照）の販売を開始、関西国際空港への1号車導入を皮切りに、順次導入を進めている。

a) 環境省「CO₂排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業」など

b) 燃料原料採掘段階から稼働段階まで

c) 自社調べ

2. FCフォークリフトについて

(1) 燃料電池システムの概要

フォークリフト専用燃料電池システムは、図—1に



写真—1 2.5トン積 FC フォークリフト（販売モデル標準仕様車）



図—1 燃料電池システム概略図

示す様に、燃料電池スタックを中心に、水素供給系、空気供給系、電気装置、冷却装置などで構成されており、それら全てをワンパッケージ化したものが「燃料電池ユニット」であり、この燃料電池ユニットを従来の鉛バッテリーに代わる動力源として搭載した電動フォークリフトがFCフォークリフトである。なお、

燃料電池スタックは、該自動車メーカーのFCV「MIRAI」と同じ燃料電池セルを使用し、必要な枚数を独自に積層して製作している。

次に、燃料電池システムの仕様を表―1に示す。燃料としては35 MPa（約350気圧）の水素ガスが用いられる。FCV用の70 MPa（約700気圧）に比べ低圧であるが、フォークリフトの場合は、稼働エリアが限定的で、また基本的には各サイトに専用の水素供給インフラを有し、インフラへのアクセスが良く水素充てんの利便性が高い、ということを経験として前提としていることから、イニシャルコスト抑制を優先したものである。

表―1 燃料電池システム仕様

入出力	連続出力	8 kW
	最大出力	32 kW
システム電圧		48 V
水素	充填圧	35 MPa
	搭載量	1.2 kg
	充填時間	3 分間
稼働時間*		8 時間
電源機能	AC100 V	1 kW × 15 時間

※電動フォークリフト稼働時間測定方法により算出

また、水素と酸素による水の生成反応を利用して発電を行っていることから、1 回の水素燃料満充で当たりで約7リットルの水が生成される。フォークリフト（特に電動車）は屋内で使用されるケースが多いことから、稼働中の排水により床面を濡らすことは避けなければならないため、FC フォークリフトには生成水を貯めておく専用タンクを搭載しており、水素充てん作業の際にあわせて排水作業を行う必要がある。

(2) FC フォークリフトの特長

稼働中のCO₂排出ゼロ、副生成物は水のみという環境性能が第一の特長である。再生可能エネルギー＋水分解反応により得られるCO₂フリー水素と組み合わせることで、更なるCO₂排出量低減、環境性能向上が可能である。

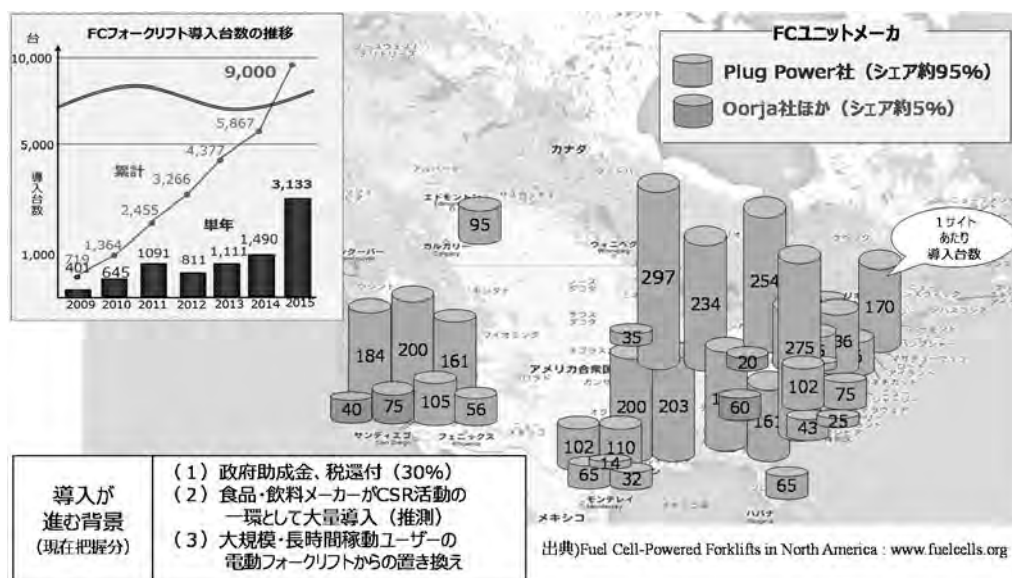
一方、ユーザーにとっては作業効率改善、利便性向上も大きなメリットである。従来の鉛バッテリーの充電に比べ、短時間（約3分）の水素充てんで所定時間の稼働が可能であり、予備バッテリーとの載せ替えを行う必要も無いため、ダウンタイムを短縮できる。また、予備バッテリーおよび保管場所が不要となるので、建屋内の省スペース化、運用コスト低減も期待できる。

更に、今回発売したFC フォークリフトには、外部給電機能（AC100V、1kW）を標準で装備しており、通常時の電動工具などへの給電はもとより、災害時における非常用電源としても活用でき、移動可能な発電機としての役割も期待されている。

3. 海外における普及状況

(1) 北米

世界に先駆け、2009 年頃から既に FC フォークリフトの市場投入が始まっている。Plug Power 社をはじめとする燃料電池ユニットメーカーが、フォークリフトメーカーもしくはユーザー向けにユニットを供給するという導入形態である。合衆国および州政府による補助金、税還付などの優遇政策、積極支援を後ろ盾として、食品、飲料関連の大手企業、大型物流拠点を中心に、図―2 に示す通り、2015 年末時点で累計約 9,000



図―2 北米における FC フォークリフト導入状況（2015 年末時点）



写真一2 北米での屋内水素充てん設備例

台が既に導入されている。また、北米においては、高圧ガスの取り扱いに関する規制が比較的厳しくないため、屋内水素充てん設備（写真一2参照）の設置が容易であることも普及を後押ししている要因の一つである。充てんのために一旦屋外に出る必要がないことから、更なる作業効率改善のみならずクリーンな作業環境を維持できるという点でもメリットが大きい。

(2) 欧州

2013年頃から徐々に導入が開始されている。元よりフォークリフトの電動化率が8割近くと極めて高く、環境に対する意識も高いことから、幅広い普及が期待できる市場である。北米同様、Plug Power社が主な燃料電池ユニット供給メーカーである。

4. 今後の取り組み

(1) 規制緩和の取り組み

FCフォークリフト特有のアイテムとして、水素タンク（以下、タンクという）についての規制緩和が挙げられる。FCVやFCバスにおいては、燃費向上のためタンクなどの部品軽量化は大きな課題であるが、重いものを持ち上げるためにカウンターウェイトを搭



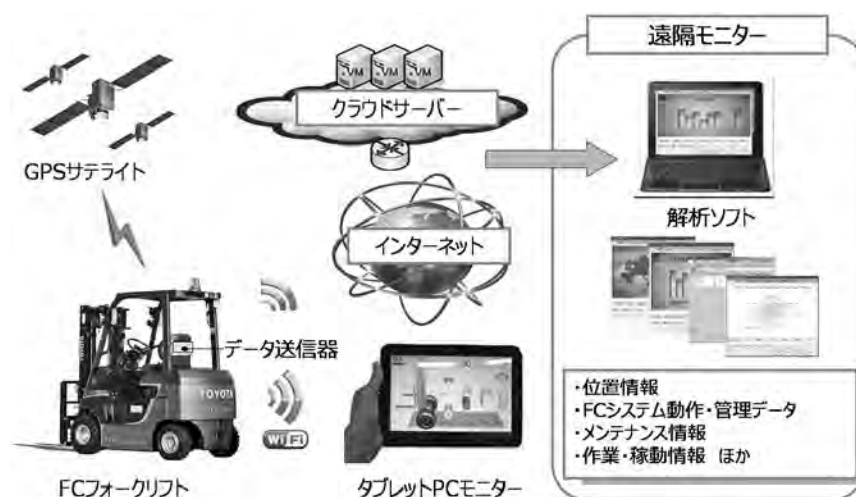
写真一3 FCフォークリフト用タンク

載しているフォークリフトについてはその限りではない。現状、産業車両も含めた車両に搭載できるタンクは、高圧ガス保安法によって、ライナーをCFRPでフルラップした複合容器のみに限られている。また、例示基準（JARIS001）によってライナー材質は特定のプラスチックもしくは一部のSUSやアルミ合金のみが使用可能であるが、FCフォークリフトには、重くて安価な低合金鋼をライナー材として採用し、「容器検査等事前評価」により使用が認められている（写真一3参照）。更には2014年度に施行された産業競争力強化法 企業実証特例制度を利用し、低合金鋼製の全部金属製容器の開発を進めている。

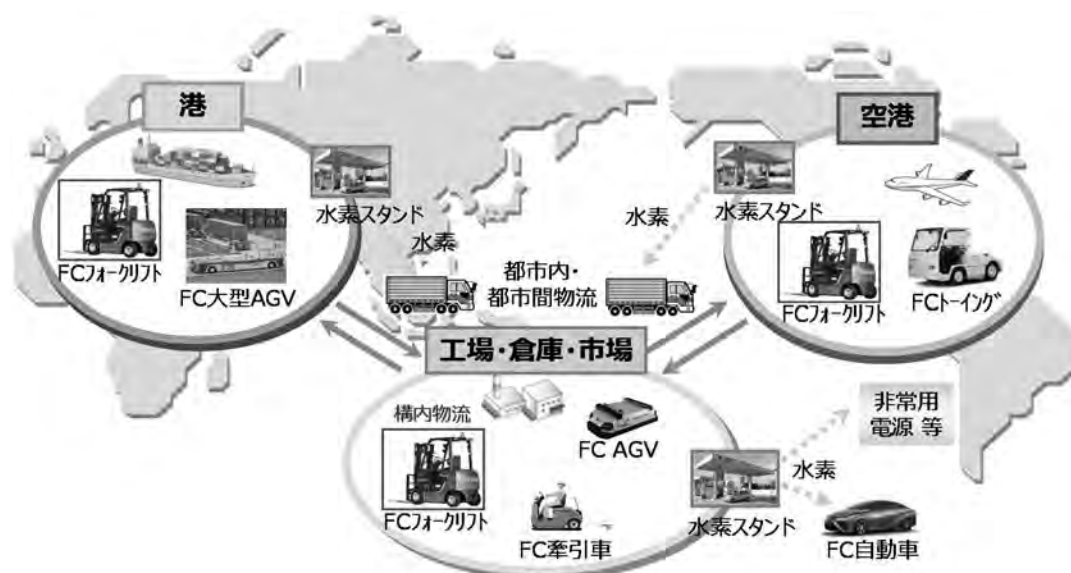
一方、先述の通り、屋内水素充てんの実現はFCフォークリフトの普及を後押しするものである。国内の現行法令下においても設置自体は可能であるが、火気離間距離、ガス滞留防止構造や機器の素材などについての規制により、コスト面で実現性に乏しい。インフラメーカーなどと協力し、普及に向けた検討・協議を進める必要がある。

(2) 標準化への対応

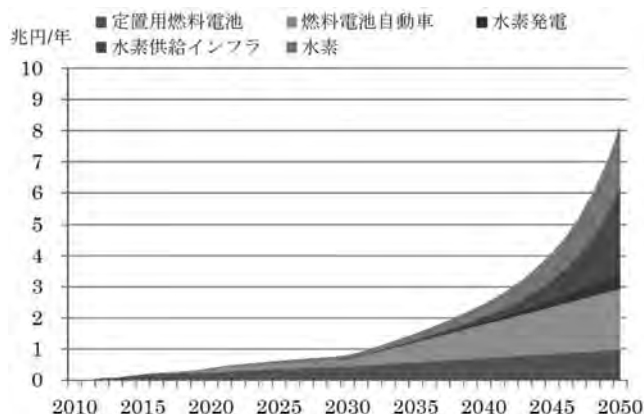
IEC TC105/WG6にて、産業車両向け燃料電池システムに関する規格検討を進めており、これまでに、安



図一3 遠隔モニタリング概略図



図一五 各サイト内外とつなぐ水素利用による物流（イメージ）



(出典：日本エネルギー経済研究所)

図一四 我が国における水素・燃料電池関連の市場規模予測

全規格 IEC62282-4-101 が既に制定完了しており、性能評価規格 IEC62282-4-102 も近く制定予定である。また、フォークリフトをはじめとする産業車両についても水素充てん時のプロトコル制定、SAEJ2601-3 との国際調和の検討などを進めていく必要がある。

(3) スマートファクトリーへの対応

該自動車部品メーカー 北九州工場での実証実験において、外部給電機能を活用したエネルギーマネジメントシステムとの連携を既に実証確認済みであり、一方、図一三に示す様なクラウドを利用した遠隔モニタリングを関西国際空港などにおける実証においても継続中である。これらを活用した最適物流ソリューションの提案、新たなサービス創出の可能性についても検討を進めている。



写真一四 FC トローイングトラクター（コンセプトモデル）

(4) おわりに（今後の展開）

図一四に示す通り、水素・燃料電池関連市場の本格普及期は2025～2030年頃になるものと見込まれている。当面は、FCフォークリフトの車種拡大を図る一方で、2020年に開催予定の東京オリンピック・パラリンピックに向け、FCトローイングトラクター（写真一四参照）の実証運用を行うことなどの検討を進めており、図一五に示した様な、水素利用による物流ネットワークの構築に取り組むことで、水素社会実現に向け貢献していきたいと考えている。

J C M A

【筆者紹介】

鈴木 宏紀（すずき ひろのり）

（株）豊田自動織機

技術・開発本部 開発第二部 企画戦略グループ
グループ長

新型高所作業車の開発

スカイボーイ AT-170TG-2, AT-220TG-2

川 松 雄 一

作業床の最大地上高 17 m クラス, 22 m クラスの高所作業車 2 機種モデルチェンジを行った。開発コンセプトは、「作業範囲の拡大」、「安全性・快適性・利便性の追求」、「環境性能の向上」とした。加えて 2 機種同時開発という利点を生かした共通化にも取り組んだ。本文では、旧型機と新型機の比較を踏まえ、新規採用機能・技術を含めた新型高所作業車の概要と特長を紹介する。

キーワード：高所作業車, トラック, 作業範囲, 共通化, アイドリングストップ, テレマティクス

1. はじめに

高所作業車は、建築、土木、道路、工場、屋内現場等の工事、点検・補修等のメンテナンスといったさまざまな現場で使用される車両である。車両のタイプとしては、機動性に富むトラックに架装されたトラック式と屋内作業や造船所で稼動するホイール式、整地されていない建築現場等で稼動するクローラ式といった自走式があり姿・かたちもさまざまである。

特にトラック式の高所作業車は、作業高さ 8 m ~ 40 m の製品が国内生産されており、その機動性を生かして「現場から現場へ」と迅速に対応できる車両として幅広い用途に使用されている。

トラック式高所作業車を市場別に見ると、電気工事用、通信工事用、一般工事用に大きく分類される。その中でも一般工事用の使用用途は、建設工事、橋梁やトンネルの点検・整備、看板工事、工場の各種メンテナンスなど多岐にわたっている。特に、近年は道路・トンネル等の道路関連市場、公共施設の耐震補強工事等の建築市場及び港湾施設等のインフラの老朽化への対応が喫緊の課題としてクローズアップされており、その現場でも維持・管理のメンテナンス需要として高所作業車は必要不可欠な車両となっている。また、東日本大震災や熊本の震災、異常気象による洪水被害等の自然災害による復旧・復興需要や、2020 年に開催される東京オリンピックへの特需期待もあり、ここ数年旺盛な投資意欲に支えられて需要は拡大基調が続いている。

こうした社会背景の中で、このたび一般工事用のトラック式高所作業車で直伸ブームタイプの最大地上高

17 m クラス, 22 m クラスの 2 製品をモデルチェンジしたので紹介する（写真—1, 2）。



写真—1 17 m クラス新型機 外観

写真—2 22 m クラス新型機 外観

2. 開発製品の概要と特長

紹介するモデルチェンジした2製品は、「作業範囲の拡大」、「安全性・快適性・利便性の追求」、「環境性能の向上」の3つの開発コンセプトを掲げて開発した。以下に、この開発コンセプトに沿ってその概要と特長を紹介する（表―1）。

（1）作業範囲の拡大

高所作業車の基本性能で最も重要視されるのが、車両のコンパクト性と作業範囲である。つまり、よりコンパクトな車体で、より高いところへ、またより遠い

ところへアプローチできるかが車両の評価につながるということである。一般的には、車体の大きさ・重量に比例して作業範囲（作業高さ・作業半径）も大きくなっているのが通例であり、主要な購入ユーザであるレンタル会社のレンタル価格も作業高さに比例して高くなるような価格設定となっている。

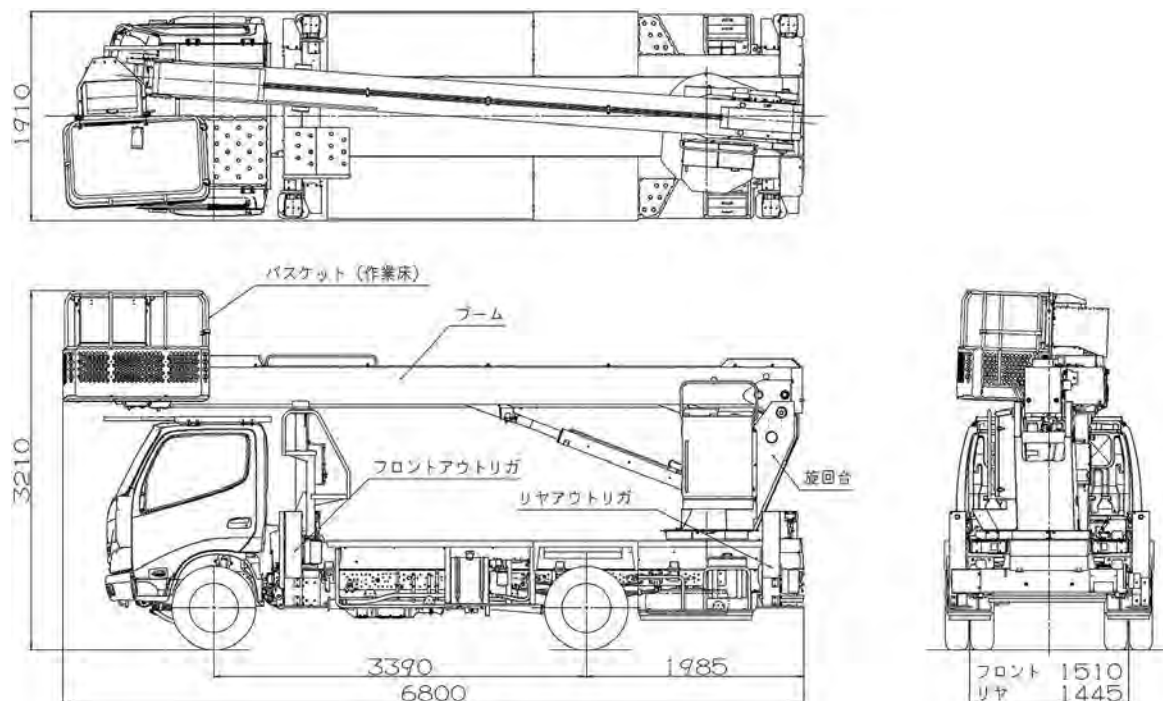
こうした作業範囲の拡大への課題に対して、

- ①ブーム・バケットの軽量化、架装シャシの限度重量を最大限に引き出す高所作業装置部の架装物重量の最適バランス設計によって、より広い作業範囲を実現した。
- ②17 mクラスの車両は、従来の同クラスの作業範囲

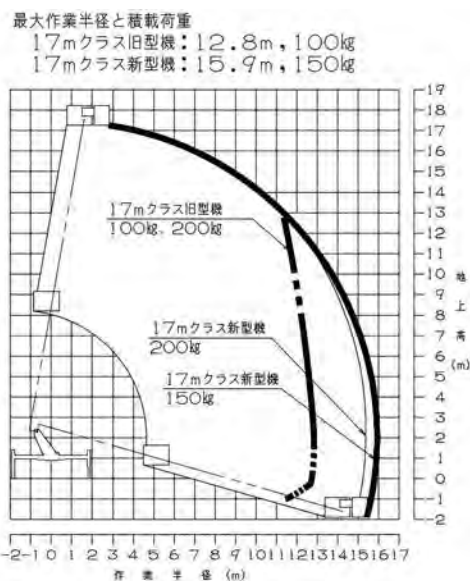
表―1 新型機的主要仕様

	17 m クラス新型機	22 m クラス新型機
バスケット積載荷重	200 kg 又は 2 名	
最大地上高	17.2 m	22.4 m
最大作業半径	15.9 m	15.2 m
バスケット内寸法 長さ×幅×高さ	0.7 m × 1.2 m × 0.96 m	
バスケットスイング角度	左 97°～右 103°	
ブーム長さ	6.20 m ～ 15.40 m	6.85 m ～ 20.65 m
ブーム起伏角度	-16° ～ 80°	
ブーム旋回角度	連続 360°	
アウトリガ最大張出幅	3.70 m	
全長×全幅×全高（走行姿勢）	6.80 m × 1.91 m × 3.18 m	7.45 m × 1.91 m × 3.17 m
車両総重量	7255 kg	7595 kg
架装対象車	3.0 t 車クラス	

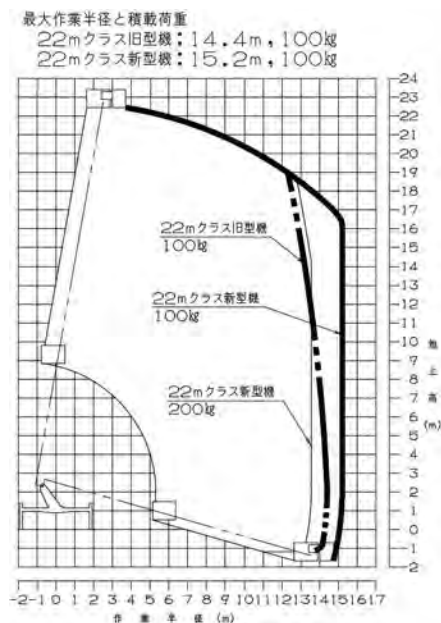
（注）全長×全幅×全高（走行姿勢）、及び車両総重量は架装シャシにより異なる。



図―1 17 m クラス新型機 3 面図



図一 2 17 m クラス新型機 作業範囲



図一 4 22 m クラス新型機 作業範囲

を一新する作業範囲となった。最大作業半径は、旧型車両に対して約3m大きくなった。また、積載荷重200kgの同条件では、17mクラスでありながら上位製品である27mクラスの最大作業半径を約1m上回る性能となっている（図一1, 2）。

- ③ 22mクラスの車両は、架装車を旧型車の3.5tシャシ（車幅2.05m）から3tシャシ（車幅1.91m）に変更することで、コンパクトな車両へとリニューアルした。また、コンパクトな車両にしたことでアウトリガ張出幅が最大張出で4.1mから3.7mと設置占有幅が小さくなったものの、作業半径は旧型車から1～2m拡大した（図一3, 4）。

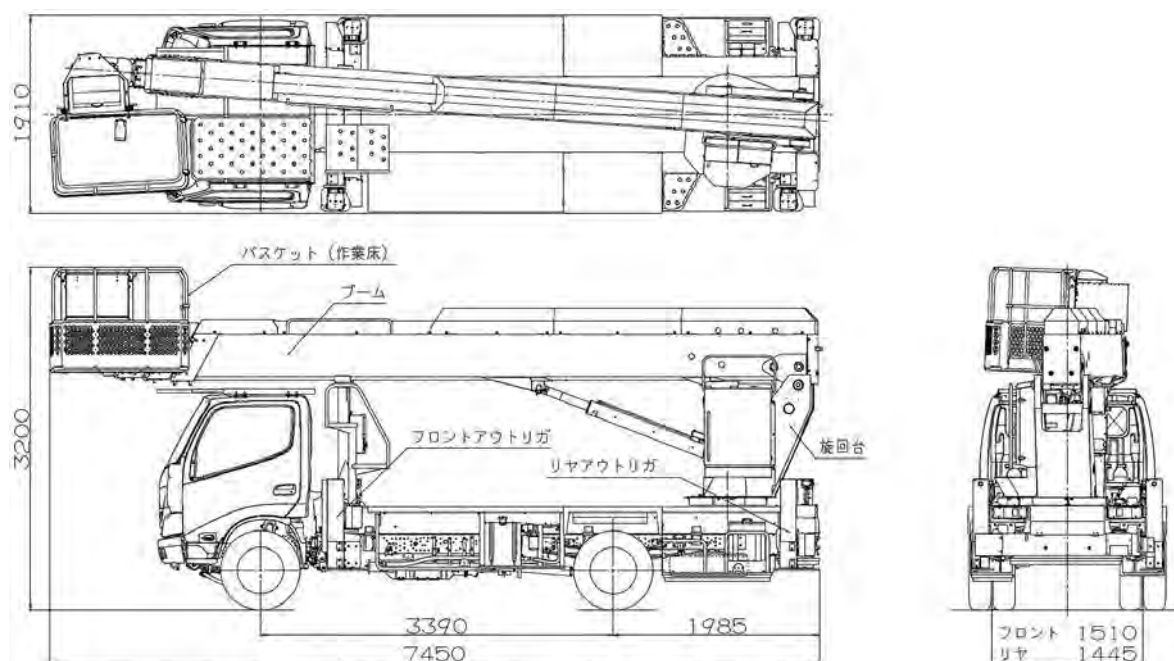
(2) 安全性・快適性・利便性の追求

高所作業車は、高所作業での墜落・転落事故防止等の作業の安全性の確保や、工期短縮や経費削減等の作業効率の向上に寄与する車両として急速に普及してきた。こうした背景の中で、より安全な作業や高所作業車を使用する作業者への配慮として快適で利便性の高い車両への顕在ニーズや潜在ニーズがあった。

こうした作業の安全性・快適性・利便性等のニーズに対して、

(a) 制御機器（検出器）の二重化

高所作業車の制御は、車両の転倒事故や過負荷によ



図一 3 22 m クラス新型機 3 面図

る機体の損傷防止、快適性・利便性の向上等を目的として高度化してきている。そのなかでも、労働災害につながる車両の転倒事故や過負荷による機体の損傷への対応として、ブームの長さ・起伏角度・旋回角度、モーメント検出等の各種検出器からのデータをもとに演算して事故の防止を制御している。その各種検出器が制御の生命線となるが、現状はその各々がそれぞれ1個のみ装備されているため、検出器の調整値が何らかの原因で故障や設定値ずれが起きた場合には転倒事故や機体の損傷につながる可能性がある。こうした背景の中で、その安全性を高めるために各種検出器を二重化することとした。

(b) バスケット部に車両バッテリーの電圧監視機能を装備

高所作業車を使用しての作業においては、バスケットを作業ポイントまで移動した後は、エンジン騒音や燃料消費を抑制するために車両エンジンを停止させて作業する事が一般的である。しかし、エンジンを停止させた状態でも高所作業車の制御機器には常に車両バッテリーから電源が供給されており、車両エンジンが停止したままでの長時間の作業は、車両バッテリーあがりを引き起こす要因となる。

そこで、新型機は操作部に車両バッテリー電圧を監視する機能を追加した(写真-3)。バッテリー電圧の低下時にはブザーとランプにてオペレータに警告しエンジン始動を促すことで、バッテリー上がりを防止する。



写真-3 操作部 外観

(c) 作動速度制御と緩起動・緩停止機能

高所作業車は、その姿勢に応じてブームの伸縮・起伏・旋回速度を制御して、安全な作動速度を実現している。例えば、ブームが伸ばされた状態では旋回の作動速度を遅く、ブームが縮められた状態では旋回の作動速度を速くするといった速度制御により、バスケットの作動速度(作業者の体感速度)をほぼ一定に制御している。また、操作レバーの急操作時による起動・

停止時でも緩起動・緩停止機能により、作動速度を徐々に変化させることでショックを和らげる。特に、急停止時にはブーム・バスケットの揺れを伴うことで作業者が非常に危険な状態になる場合がある。新型機では、急停止時でも旧型機よりもバスケットの揺れを抑えて停止できるよう調整し、作業の快適性を向上させた。

(d) テレマティクスシステムの標準装備

遠隔地から車両の情報を確認できる通信システムであるテレマティクス機能を標準装備した。テレマティクスとは、テレコミュニケーション(通信)とインフォマティクス(情報工学)を合わせた言葉である。インターネットから専用のウェブサイトアクセスすることで、稼動状況や位置情報、エラー履歴を確認することが可能となり、ユーザの車両の保守管理や、故障時の迅速なサービス対応等のアフターサービス面に活かされる。

近年、土工分野では人手不足の解消や作業効率の向上、施工品質の向上をめざして「ICT」や「i-Construction」といった情報化施工へのアプローチが盛んに行われている。元来、建設機械業界におけるテレマティクスシステムは、大手ショベルメーカから車両の盗難防止を目的として搭載されるようになった技術であるが、時代の変化とともに情報化施工をはじめとするさまざまな有効活用手段のひとつとなり、特に土工分野では無人化施工等の実用化へとつながっている。

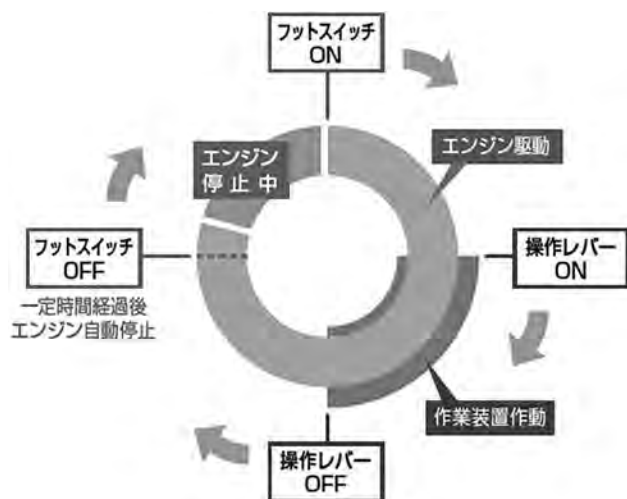
高所作業車におけるテレマティクスシステムの標準装備はスタートしたばかりであるが、同様システムの高所作業車への搭載は、既に欧州の高所作業車メーカによって実用化されている。その取り組みの状況を参考としつつ、お客様の意見を聴取することによってお客様のお役に立てる車両への進化の手段のひとつとして有効活用していくことが今後の課題である。

(3) 環境性能の向上

「低騒音」「省エネ」「CO₂排出量の低減」等の「地球に優しく、人に優しい」といった環境課題に対する社会的要求は、近年における建設機械においても必要不可欠な課題となっている。こうした課題に対して新機能として、「アイドリングストップ」機能と「エンジン回転の無段階制御」機能を採用した。

(a) アイドリングストップ機能

一般工事用の高所作業車は、意図しない作動を防止するためフットスイッチと操作レバーの同時操作で作動するようになっている。アイドリングストップ機能はこのフットスイッチの操作に連動しており、フット



図一五 アイドリングストップ状態遷移



図一六 アイドリングストップ効果イメージ

スイッチを踏んでいない状態が一定時間継続するとエンジンを自動停止させる。その後、作業位置を移動するためのブーム操作をしようとした場合にフットスイッチを踏むと同時にエンジンが始動する制御となっている（図一五）。アイドリングストップ機能の採用により、燃料消費、CO₂排出量を約20%低下させる効果がある（図一六）。

（b）エンジン回転数の無段階制御

高所作業車の油圧駆動は、トラック式高所作業車の場合、PTO（Power Take-Off）を用いてトラックのエンジン回転から動力を得て油圧ポンプを駆動させている。旧型機は、無操作時のアイドリングと操作時の低

速・高速の3段階のエンジン回転制御であった。この場合、低速時のポンプ吐出量に少しでも不足が生じると高速回転となるため、エネルギーを無駄にしまう場合があった。これに対し、新型機は車両エンジンの回転数を各作動に合わせて無段階で制御する機能を採用した。常に必要な流量を確保するようにエンジン回転数を最適制御することで、約10%の作業時燃料消費の改善効果がある。

3. その他

モデルチェンジした2製品は、製品レンジに近いこともあるため架装シャシを共通にすること、また可能な限りの構成部品や油圧システム・制御システム等の共通化を図るために同時並行開発とした。可能な限りの共通化を図ったことで、開発工数の短縮、品質の安定化、生産性の向上、メンテナンス向上の寄与等の相乗効果を得ることができた。

4. おわりに

以上、モデルチェンジした高所作業車2機種について紹介した。新型機は「AT-170TG-2」,「AT-220TG-2」の型式にて2015年11月より発売を開始している。作業性能、安全性、環境対応など、多種の機能改善を盛り込んだ車両となったが、こうした改良・改善が、ユーザの期待に応えるものになれば幸いである。発売から日が浅いため、お客様からの意見・情報はまだ少ないが、得られた情報から製品の改善を進め、より一層顧客満足度が高められる商品の開発に取り組む所存である。

JCM A

【筆者紹介】

川松 雄一（かわまつ ゆういち）
（株）タダノ
LE 開発第二部高所開発ユニット



全回転チュービング装置 RT シリーズ

大口径低空頭・軽量型 RT-250L の紹介

高山 浩 司

オールケーシング掘削機である全回転チュービング装置 RT シリーズの中でも、標準タイプや H（ハイパワー）タイプと比べ、低空頭・軽量であることが最大の特徴である L タイプに $\phi 2.5$ m の大口径掘削に対応した RT-250L を新たに開発した。同掘削径クラスの従来型大口径施工機は質量や機体サイズが大きく輸送時に分解が必要であったが、本開発機は軽量かつコンパクトサイズに納めることで分解の必要がなく、輸送性が向上した。さらに、軽量となることで相伴クレーンを小型化でき、今まで困難であった狭隘な現場での大口径施工が可能となった。

キーワード：オールケーシング、低空頭、軽量、大口径、狭隘な現場

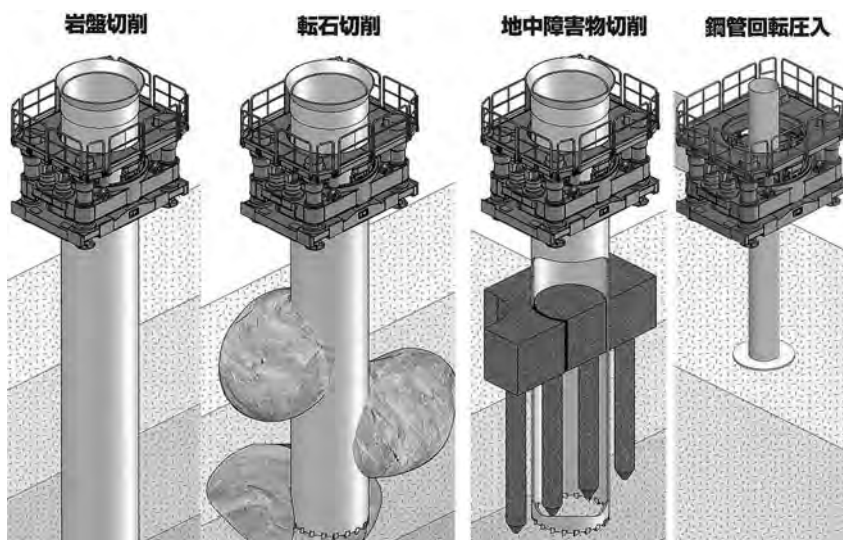
1. はじめに

場所打ち杭工法に用いられる建設機械の一つとして、ケーシングチューブと呼ばれる鋼管を揺動・回転させつつ、押込みながら圧入し、内部の土砂を排出するオールケーシング掘削機がある。

オールケーシング掘削機である全回転チュービング装置 RT シリーズは、転石のある地盤や岩盤における場所打ち杭の施工、大深度の掘削施工を始め、地中障害物の切削・撤去にも威力を発揮している。また、大きな出力トルクが必要となる鋼管回転圧入工法にも、その性能を活かして広く利用されている（図－1）。

RT シリーズは、これまで 30 年の間に総数 500 台

を越える出荷台数を数え（平成 28 年現在）、現行生産モデルとしては、掘削口径 $\phi 1.5$ m の RT-150A II から、国内最大級の掘削口径 $\phi 3.2$ m が施工可能な RT-320H まで製造・販売している。ラインナップとしては質量・サイズと出力トルクのバランスがとれた「標準タイプ」、地中障害物の撤去に威力を発揮し、鋼管回転圧入工法に適応可能のように回転トルクをアップさせたハイパワー型「H タイプ」、上空制限のある環境下での作業を可能とした低空頭・軽量型の「L タイプ」、低空頭・超軽量型の「SL タイプ」がある。また標準タイプと L タイプのそれぞれの良さを融合させた中間低空頭型の「AL タイプ」もある。



図－1 RT での施工例

2. 低空頭型 RT シリーズ

低空頭型 RT は、特定ユーザー専用機として平成 6 年に開発したものがスタートで、その後、低空頭かつ軽量化を主目的とした RT-200L を平成 16 年にリリース。翌 17 年には小径対応用に RT-150L II を立て続けに開発し、現在の L タイプとして 2 機種をシリーズ化し市場投入した。

L タイプは目標とする質量内で最大の出力トルクとなるよう、構造を最適化して軽量化をはたしている。

低空頭・軽量を可能にした構造

標準タイプ、H タイプ共に、最上部のフレームを水平な状態で上下動するためのガイド(チャックガイド)と押抜ジャッキ(スラストジャッキ)、水平ジャッキは設置面積を小さくするために一直線に配置されている(図-2)。

L タイプでは構造を見直し、それぞれずらして配置する事で、設置面積が少し増える代わりに全高を大き

く抑える事が可能となった(図-3)。

また、特殊な構造のシリンダにより、これまで内外筒とシリンダで構成されていたスラストジャッキをシリンダのみでケーシングの回転反力に耐えられるようにすることで、大きく軽量化している。

さらに、必要強度内で可能な限りフレームを薄くし、3つあるフレーム間の隙間も可能な限り少なくする等、使用目的に特化した構造にすることで低空頭・軽量を実現した(図-4)。

3. 大口径対応低空頭・軽量型 RT-250L の開発と背景

オールケーシング工法にて場所打ち杭を造成する際、一般的に掘削口径 ϕ 2.0 m を境に、これを超える場合は大口径の範囲となる。基礎杭径は建設物の規模、施工方法、施工コスト等により設計されるが、 ϕ 2.0 m を超える ϕ 2.3 m、 ϕ 2.5 m、といった杭径も多数計画されている。これらの杭径を RT にて施工する

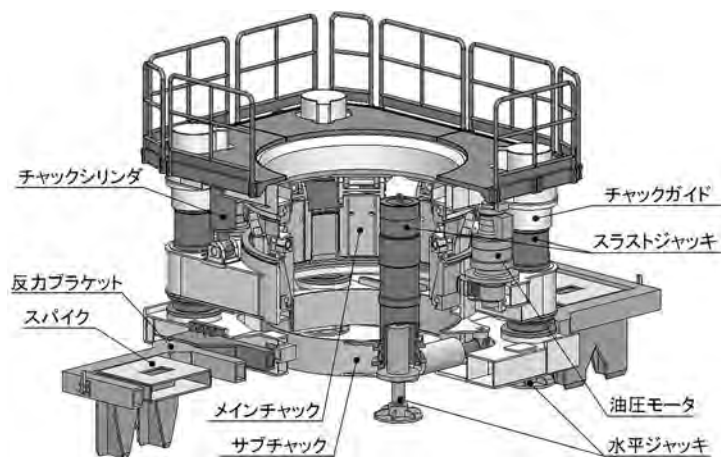


図-2 チューピング装置構造図(標準・Hタイプ)

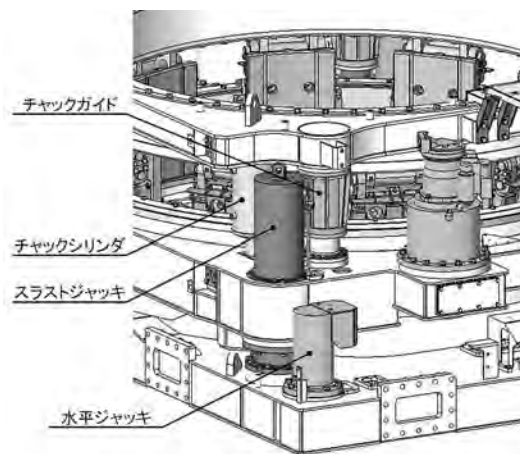


図-3 Lタイプの構造図

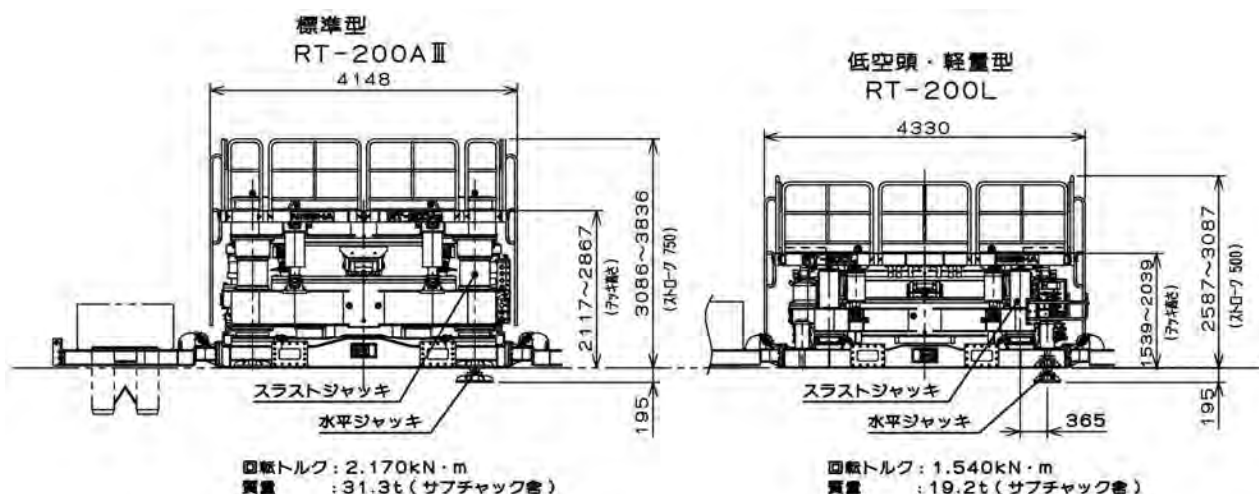


図-4 標準型 RT-200A III, 低空頭・軽量型 RT-200L 外観比較図

場合は、掘削口径サイズにより、RT-260H を用いることとなる（写真—1）。

元々 RT-260H は、羽根付鋼管杭の回転埋設施工用に開発されたハイパワーモデルであり、施工現場によってはオーバースペックとなり、輸送制限上分解輸送も必要で、コスト高傾向になってしまう。そこで、大深度ではない場所打ち杭工法に特化する形で、低空頭・軽量型「L タイプ」の大口径上位機種として『RT-250L』を開発した（図—5、写真—2）。

『RT-250L』は RT-260H に比べパワーは控えめではあるが、質量はケーシング引抜補助のためのサブチャックを装備して 23.1 t (RT-260H は 48.4 t) であり、全高は 2.6 m (RT-260H は 3.3 m)、作業デッキの一部を取り外した輸送時機械全幅は 3.0 m (RT-260H は 3.2 m) となり通常輸送においては分解組立の必要がなく、現場での入場時組立、出場時分解の手間がなく、トレーラ複数台での搬送も不要になるため、輸送コストも削減できる。さらに軽量であるため、相伴クレーンの小型化が可能で、狭隘な現場での施工にも対応できる。

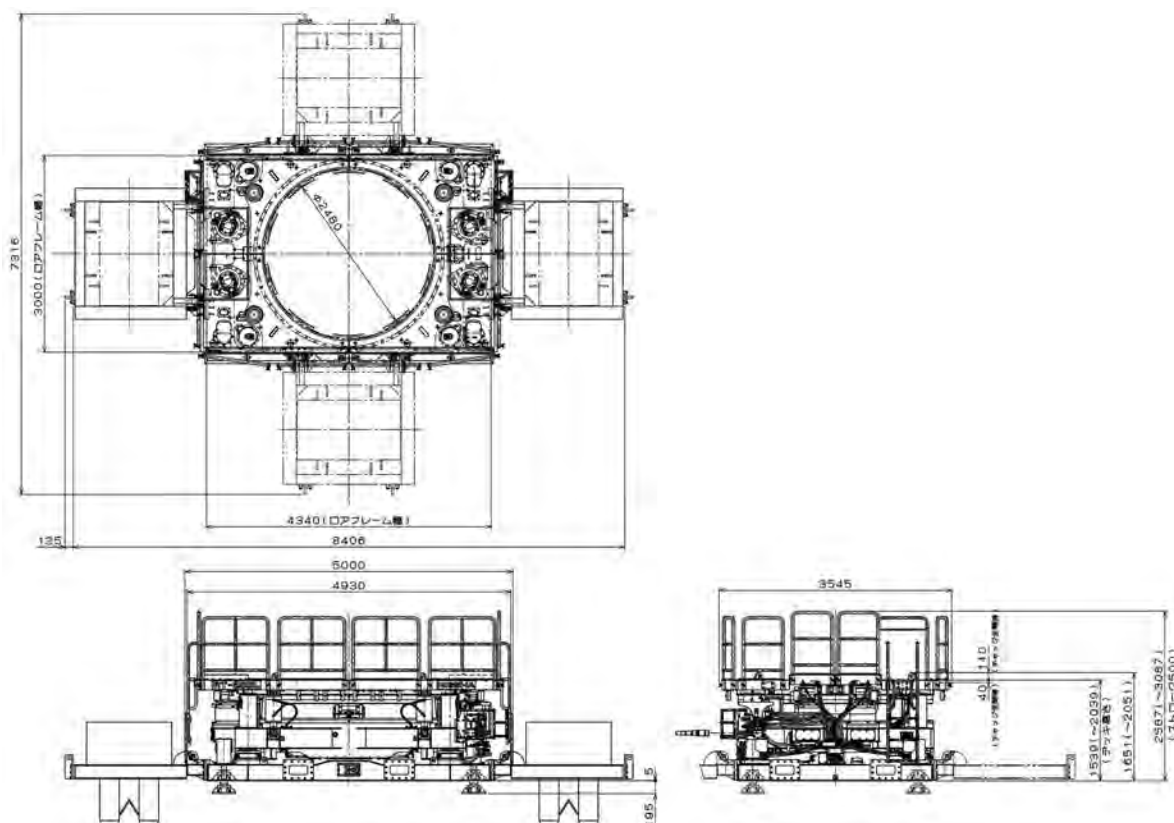
動力源である油圧ユニットは 159 kW (216 PS) / 2000 min⁻¹ 出力エンジンを搭載した RTP-2W である。国土交通省から第 3 次排出ガス対策型建設機械の指定を受けており、低騒音型建設機械の基準値にも適



写真—1 ハイパワー型 RT-260H



写真—2 開発機 RT-250L



図—5 開発機 RT-250L 外観寸法

表－1 主要仕様比較表

チュービング装置型式	低空頭・軽量型：RT-200L	低空頭・軽量型：RT-250L	ハイパワー型：RT-260H
ケーシング引抜力 (kN)	1,970	2,360	3,800
ケーシング押込力 (kN)	390+ 自重 140	390+ 自重 170	830+ 自重 360
押込ストローク (mm)	500	500	750
回転トルク (kN・m) 〔低／中／高〕〔低／高〕※	1,540／530	1,860／630	5,100／3,000／1,740
回転数 (min ⁻¹)	1.2/3.4	1.0/2.9	0.6/1.1/1.9
寸法〔L×W×H〕(mm)	4,330×2,972×2,587	5,000×3,545×2,587	5,234×3,872×3,309
質量（※サブチャック含）(t)	18.5（※ 19.2）	22.3（※ 23.1）	46.5（※ 48.4）
適用ユニット型式	RTP-2F	RTP-2W	RTP-5H
エンジン名称	日野 J08E-TM	日野 J08E-TM	小松 SAA6D140E-5
エンジン出力	159 kW (216 PS) / 2,000 min ⁻¹	159 kW (216 PS) / 2,000 min ⁻¹	370 kW (503 PS) / 1,800 min ⁻¹
質量（燃料等含）(t)	5.5	5.5	10.0
寸法〔L×W×H〕(mm)	4,270×1,648×2,150	4,270×1,648×2,150	5,750×2,250×2,300

合している。RTP-2W の質量は 5.5 t と軽量で、輸送性にも優れている（表－1）。

4. おわりに

平成 27 年 10 月末に初号機を出荷し、今まで困難であった狭隘な現場での大口径施工で持てる能力と特徴を十分に発揮している（写真－3, 4）。

今後ますます大口径化・多様化していくオールケーシング工法において、かゆいところに手が届くような、これまでになかった機種を、経験と実績、そして技術力により、市場要求に応える形で開発していく所存である。



写真－3 都市高速道路直下の上空制限がある狭隘現場



写真－4 都市部の再開発現場

J C M A

【筆者紹介】

高山 浩司（たかやま こうじ）
日本車輛製造(株)
機電本部開発技術部重機グループ



新世代 350 t つりクローラクレーンの開発

SCX3500-3

星 野 浩 之

近年、クローラクレーンを取り巻く環境は大きく変化している。1. 排ガス規制の強化や輸送規制の厳格化、2. 燃料費や建設資材の高騰といった社会的な背景の変化、3. 作業現場や組立現場の狭隘化といった現場環境の変化、4. 熟練オペレータの減少と安全意識の更なる高まり、5. ユーザーの世代交代などがあり、クローラクレーンに求められるニーズも以前とは変わってきた。それらに 대응するために新世代機のシリーズ化を進めており、新たに開発したシリーズ最大となる 350 t クラスの新型機を紹介する。

キーワード：クローラクレーン、環境、輸送、組立分解、省燃費、後端半径

1. はじめに

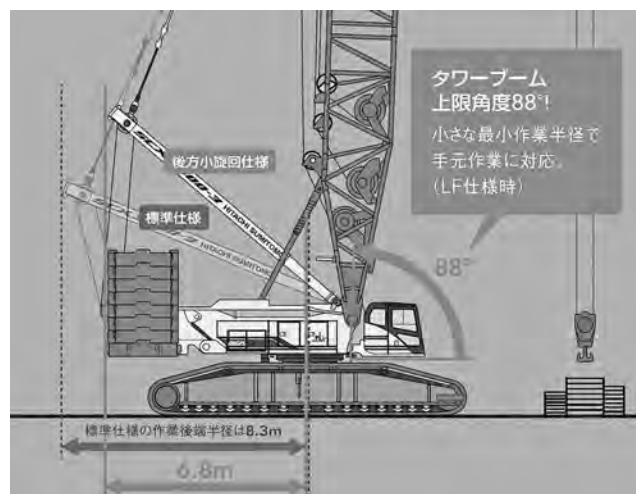
環境対策や輸送規制などに対する市場ニーズの高まりを受け、それらに対応する新世代機の第 1 弾として最大つり上げ能力 120 t の SCX1200-3 を 2012 年 5 月に発売した。新世代機は、当社の企業ビジョンにある“安心”をキーワードに、環境性能の向上やライフサイクルコストのミニマム化を目指して開発・発売し、市場で高評価を得ている。

今回紹介するのは、そのコンセプトを継承しシリーズ最大機種として開発した 350 t つりの SCX3500-3 (以下「本開発機」という) である。クローラクレーンの中でも、最大つり上げ能力 350 t というクラスは 200 t クラスの中型機と 500 t 超の大型機の間を埋めるクラスで、大型機の性能と中型機の汎用性が同時に求められる。新型の本開発機の特徴などを以下に述べる。

2. コンパクトな機械

(1) 後方小旋回仕様

従来のライブマストでブームを起伏させる構成のクレーンの場合、ブームを最上限まで起伏させるとライブマストがカウンタウエイトからはみ出してしまう。本開発機は、標準仕様ではライブマストがはみ出して後端半径は 8.3 m となるが、ペンダントを短くした後方小旋回仕様ではカウンタウエイトからはみ出しはなくなり、クラス最小の 6.8 m とする事ができる。後方小旋回仕様を選択した場合、ペンダントへの作用力が大きくなるため若干の性能低下と最長タワーの引き



図一 標準仕様と後方小旋回仕様

しが不可といった仕様上の制限が発生するが、狭隘地で稼働が出来るだけでなく、機械後部上方の他への干渉に気を使わずに旋回操作が可能となる (図一)。

尚、ブームとライブマストに設置されている角度計で相対角を監視することで、標準仕様と後方小旋回仕様の誤設定を防止し安全性を高めている。

(2) 前後分割型メインフレーム

輸送規制に対応しつつ、組立分解性能を向上させる為、本開発機は高張力鋼をフレーム類に採用し、メインフレームを前後に分割可能な構造とした。前後フレームの結合部はフック&ピンジョイント式を採用し分解・組立性を向上させている (写真一)。

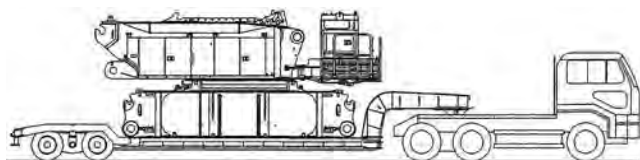
本開発機は旧機種の SC3500 と比較すると、本体の分割数が少なくなり簡単に 32 t 未満まで分解可能と



写真一 前後分割型メインフレーム

SCX3500-3 (本開発機)	SC3500 (旧機種)
 32t	 32t
 14.6t	 24t
 30.2tX2	 15.2t
 30.2tX2	 12.7tX2
 30tX2	 30tX2

図一 本体輸送姿勢の比較



図三 本体トレーラ積載姿勢

なっている（図一2）。また、前後を分解することで輸送時の全長が短くなりトレーラからはみ出しがなくなり輸送時の安全性が向上している（図一3）。さらに輸送高さの制限内で各フレームの断面高さを大きくとり、軽量ながら高剛性で操作性の良いフレームを実現している。

3. 分解組立性の向上

(1) クイックドロ（自力着脱装置）

オプションで設定したクイックドロは、重量がかさむサイドフレーム、ロアウエイト、下部ブームを自力で着脱することができるため、その間、組立用の補助クレーンは車輛からの荷降ろしや組立に要する他の作業を同時進行でき、効率的な作業が行える。また、補助クレーンでつり上げが必要となる最大重量物は

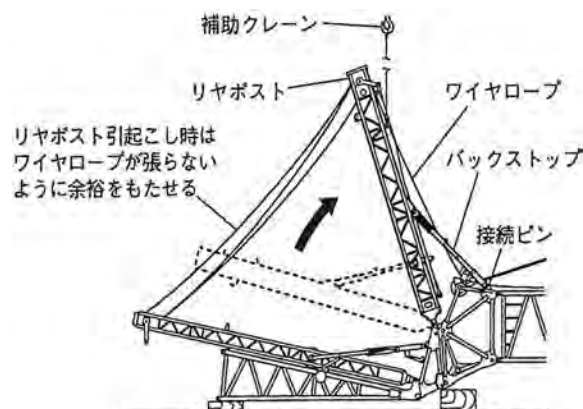


写真二 クイックドロによる組立

ベースカウンタウエイトの20tとなり、65tラフテレーンクレーンで組立・分解が行えるため、配車手配が容易となり組立・分解作業に要するコスト低減も図ることができる。さらに、各部材取付け位置での旋回角度と作業半径を記憶しておくことで、作業時間の短縮と安全性の向上が図れる（写真二）。

(2) 油圧式リヤポストバックストップ

ラフティングワーククレーンの組立で、最も手間の掛かる作業はフロント・リヤポストの組み付けである。従来は、補助クレーンを用いてリヤポストの引きしを行っていたが（図一4）、この時、補助クレーンの巻上・旋回操作と組立機のジブ起伏ロープの巻取り・繰り出し操作の同調が取れないと補助クレーンに意図しない横引き荷重が掛かってしまうことがあった。本開発機ではリヤポストバックストップに長いストロークの油圧シリンダを採用し、外部油圧源を使用してリヤポストの引きしとリヤポストペンダントの緊張を自力で行えるようにして、組立時間の短縮と安全性の向上を図った（図一5）。



図一 4 従来のリヤポストの引きし方法

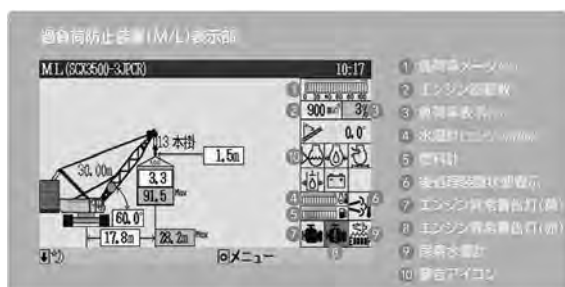


図—5 リヤボストの自力引き上げ

4. 安全性・操作性の向上

(1) 大型ディスプレイ

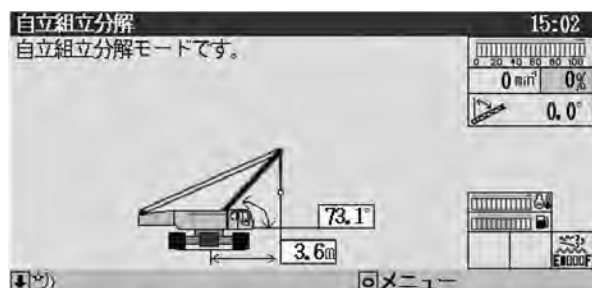
過負荷防止装置には、すぐれた視認性と作業視界を両立させた大型ディスプレイを新たに採用した。従来よりも大型化したディスプレイは表示項目の多様化に対応しつつ、必要な情報をシンプルに画面表示し、確実な情報伝達を実現するとともに、ディスプレイの視認性と作業視界の確保を両立させた（図—6）。



図—6 ディスプレイ表示内容

最大 44 通りの警報や予報をオペレータや周囲に「音声」で知らせ、注意を喚起して事故を低減させるボイスアラームを標準装備し、具体的な警報・予報を音声で行うことで、より分かりやすく的確に安全確保を促している。

また、本開発機にオプション装備されるクイックドロ（自力着脱）姿勢時にも過負荷防止機能が働くようにして機械本体組立および分解時の作業性・安全性を向上させている（図—7）。



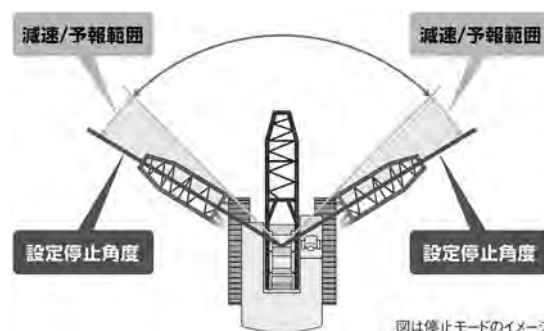
図—7 自力分解姿勢時画面

(2) 旋回角度制限装置

狭い現場や障害物の多い現場、また線路際での施工などで旋回できる範囲が制限されることがある。このような場合に対応するため、オプションで旋回角度制限装置を準備している。

本機能を有効にすると、下部走行体と上部走行体との相対位置（角度）を検出し、上部旋回体が下部旋回に対してどの位置にあるかをディスプレイに表示する。

旋回範囲制限機能では、「警報型」と「停止型」とを選択できる。「警報型」ではあらかじめセットした旋回位置に近づくとき警報を出し、オペレータに注意を促す。「停止型」ではあらかじめセットした位置に近づくとき旋回速度を自動的に落とし、セット位置で停止する。つり荷の重さや旋回速度によって旋回慣性力が異なるが、そのような条件下でもスムーズに荷ぶれなく停止させるため、旋回時の圧力、旋回角度、旋回速度を検出し、それらをフィードバックさせて減速制御を行う（図—8）。



図—8 旋回制限範囲のイメージ

(3) 旋回ブレーキ装置

タワーなど長尺仕様での作業時に、横風や地盤の傾斜といった現場の条件によってはブレーキ解除と同時に旋回が流される等、難しい操作を要求される場合がある。本開発機では、足踏みペダルを使って旋回の油圧リリース圧力を増減し、踏み加減によって旋回ブレーキ力を制御できる旋回ブレーキ装置をオプション設定した。手で行う旋回操作を足（ペダル）によるブレーキ操作で補佐することで、旋回操作のインテグリティを向上させている。

またサービスブレーキ的な使い方だけでなく、決まった旋回位置での繰り返し作業などにも有効である。また旋回停止時の逆ノッチ操作の代替として使うことによってポンプ負荷を低減でき、作動油温上昇を抑制して省燃費にも貢献できる（写真—3）。



写真—3 旋回ブレーキ操作ペダル

5. 環境への対応

(1) 新型クリーンエンジン

本開発機はオフロード法 2014 年基準に適合したクリーンエンジンを搭載している。尿素 SCR システムを採用し、2006 年の排出ガス規制に比べ、PM（粒子状物質）と NOx を共に約 90%，2011 年規制に比べると NOx を約 70%低減している（写真—4、5）。



写真—4 新型クリーンエンジン



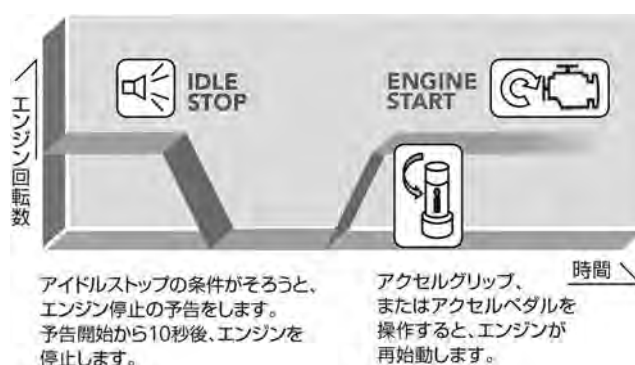
写真—5 尿素 SCR システム

(2) アイドルストップ

自動車関係では一般的になってきたアイドルストップ機能であるが、クローラクレーンにおいても非作業時にエンジンを止めて燃費向上と環境負荷低減を図る必要がでてきている。本機ではエンジンを自動的に止めるアイドルストップ機能を搭載している。

エンジンをかけたままで長時間操作をしなかった場合、ある一定の条件が満たされるとエンジンを止める。一定の条件とは、すべてのレバーが中立であること、旋回パーキングブレーキがかかっていること、エンジンが適正温度になっていることなどである。これはアイドルストップによる危険性を排除して安全性を確保し、機械の保護も行なう必要があるためである。またアイドルストップする前には、画面にアイドルストップ表示を出してオペレータに注意を促すようにしている。

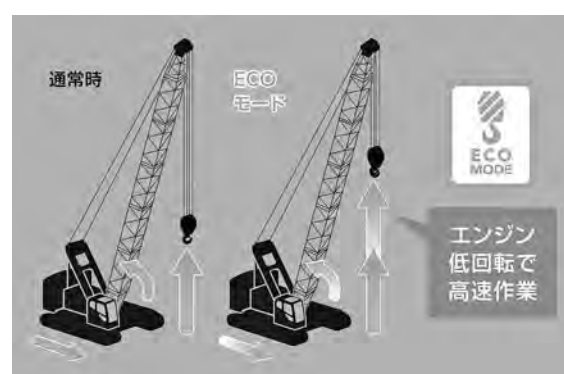
アイドルストップから復帰するには、旋回レバーについているアクセルグリップを操作するだけでよく（オプションのアクセルペダル操作でも可能）、エンジンキースイッチを使う必要はない（図—9）。



図—9 アイドルストップ

(3) ECO モード

吊荷が軽負荷の時に、低いエンジン回転でも高速でフックの巻き上げ・下げ、ブームの起伏、走行ができる機能、ECO モードを標準装備した。例えば、タワー作業時には吊り荷がないまま高揚程操作を行なうことがあるが、そういう場合にエンジン回転をあげずに高速巻き上げ・巻き下げができるため、作業性がよく、騒音が抑制でき、さらには燃費低減もできる（図—10）。



図—10 ECO モード

さらにこの ECO モードは、ウインチレバーを高速側に入れた場合にだけ働くようになっているため、インテグレーション時など微操作が必要なときには通常感覚のまま操作できるというすぐれた特徴がある。このため、ECO モードに入れておけば、エンジン回転や負荷などの条件が揃った時に自動的に作動することで、高速作業も微速作業も自然に行なえることになり、オペレータに負担をかけない。また旋回グリップにオン・オフスイッチを設けてあるので、作動・解除はいつでも可能となっている（写真－6）。



写真－6 ECO モードスイッチ

6. リモートセンシング

機械の様々な情報を携帯電話通信網を利用して収集し、インターネットを経由してお客様へ提供する予防保全システムを搭載した（図－11）。



図－11 リモートセンシングのイメージ

本システムでは下記 3 つの情報が利用可能である。

①位置情報

機械の位置情報を一日一回自動で送信、Google Earth 上で確認でき、機械管理と盗難防止に活用できる。

②稼働情報

機械の稼働情報を日報の形で提供する。

当日の最大つり荷重、最大負荷率、各アクチュエータの駆動時間、最大／平均風速、作動油温度、燃料と尿素的残量などを確認できる。

③メンテナンス情報

フィルター等の定期交換部品の交換時からの経過時間を表示する。この情報を基に計画的に予防保守管理をする事で突発的なマシンダウンを抑えることができる。

また、トラブルが発生した場合には、自動またはオペレータがスナップショットスイッチを押すことで、コントローラの入出力信号等、機械の状態をリアルタイムに発信でき、トラブルシュートの精度をあげ早期解決が可能となる。

7. おわりに

社会的な環境意識、安全意識の高まりとともに、輸送環境の変化、燃料費の高騰等への対応が、今後ますます求められると思われる。

それらをクリアしながら、今後もお客様のご意見に耳を傾け、より安全で、より操作性に優れた製品を開発していく所存である。



写真－7 本開発機 SCX3500-3 クローラクレーン

JCMA

【筆者紹介】

星野 浩之（ほしの ひろゆき）
日立住友重機械建機クレーン(株)
生産統括本部 開発センタ
主任技師



搭乗式スクレーパの開発

HBS-2000「RHINOS」(ライノス)

畠 中 徹・斉 藤 満 徳

非効率であった、コンクリート床版上の防水層やアスファルト舗装の補修工事などで床版を露出させる作業を効率的に行えるように、大型でありながら高い操作性と余裕のあるパワーを備えた、搭乗式スクレーパ HBS-2000「RHINOS」(ライノス)(以下「本開発機」という)を開発した。

キーワード：スクレーパ、ディーゼルエンジン、排ガス規制適合、操作性、環境性能、省燃費

1. はじめに

近年、コンクリート製の橋梁や高架道路において、経年劣化や大型車両の重量増加などによる老朽化が進み、床版の補修、耐久性能の向上を目的とした、防水層の新設、既存防水層の更新が増加している。また橋梁や高架道路アスファルト舗装の補修を切削工法で行う場合、構造物の老朽化なども考慮し、床版を傷つけないように、アスファルト舗装を約1cm残して切削を行うことも増加している。以上のような防水層敷設、アスファルト舗装の補修作業では、一度床版を露出させる必要がある。

2. 従来工法

床版を露出させるには、既存の防水層や、切削施工後の残されたアスファルト舗装を除去しなければならない。この除去作業には、バケット部に平爪などを取り付けたバックホウが使用されている。この作業は平爪で床版を引っ掻くように行われる作業であり、床版を傷付けることも多く、粉塵と振動、100 dBを超える大きな騒音も発生する。その音質は人が不快に感じるものであり、住宅地に隣接した地域では、住民からの苦情により、夜間施工が行えないこともある。またアスファルト舗装除去の場合、バックホウによる作業の前に、プロパンガスヒータ車で、アスファルト舗装を一定以上の温度に上げてから除去作業を実施することもあり、プロパンガスを燃焼させるため、安全上の問題や二酸化炭素の発生という環境上の問題もあった。また、バックホウによる作業では取り残しが多く発生し、その後工程は人力によって行われ、多数の作

業員と工期が必要になり、工程管理が難しい作業であった。



写真—1 新工法の施工現場①



写真—2 新工法の施工現場② (剥離作業中)



写真—3 新工法の夜間施工

3. 機械開発までの経緯

従来工法に変わるものとして、搭乗式の剥がし機を使用することが考えられた。今まで入手可能な搭乗式の剥がし機は、外国製の小型軽量の機械が主流で、主に屋内床面に敷き詰められた、プラスチックタイルや絨毯(じゅうたん)を剥がす作業に使用されており、道路工事での剥がし作業には適していなかった。その中でも大型の機械を使用して、剥がし作業を行っていたが、パワー不足で作業効率がよくなかった。またエンジンや作動油などの冷却性能も充分ではなく、しばしばオーバーヒートを起こして作業の中断を余儀なくされていた。また機械が外国製であるために、不具合

を起こすと国内に流通している油圧ホースなどの補修部品が使用できず、機械のメンテナンスに支障が生じていた。上記の問題を解決し、効率よく剥がし作業を行えるよう本開発機の開発を行ったものである(写真—4、図—1、表—1)。

4. 本開発機の特徴

(1) 余裕のあるパワー

粘りのあるパワー特性を持つディーゼルエンジンや、作業性と運搬性を両立させた機械重量などにより、高負荷のアスファルト舗装除去作業でも連続した作業が可能で、少々の過負荷は難なくこなすパワーを備えている。

(2) 思い通りに操れる操作性

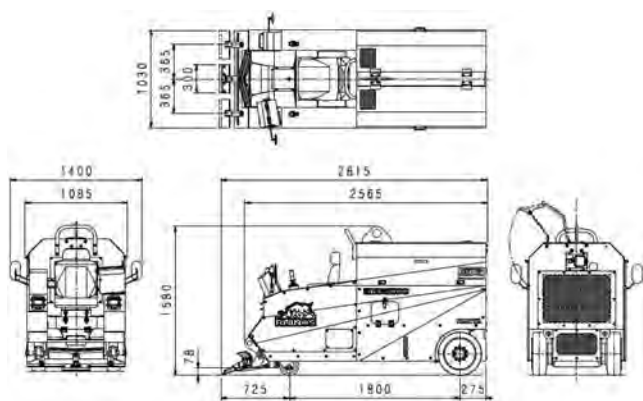
操作性にも配慮した油圧回路構成により、操作レバーの動きに対して、機械の反応が過敏過ぎず、素早く反応し、余裕を持って操作できる。また、不慣れなオペレータでも、短時間で操作を習得し、大きな支障なく実作業が行えている(写真—5、6)。

(3) 高い冷却性能

冷却性能を考慮した機器配置により、真夏の炎天下での作業でも、エンジン冷却水温度、作動油温度とも良好な状態を維持しており、オーバーヒートの兆候も見られない。



写真—4 外観写真



図—1 外観図

表—1 主要諸元

全 長	2,815mm
全 幅	1,083mm
全 高	1,580mm
質 量	2,450kg
移 動 速 度	91.5m/min (5.5km/h)
駆 動 力	838kg(理論値)
エンジン型式	クボタ V2403-CR-EAB
エンジン排気量	2,434cc
エンジン定格出力	37.0kw/2,700min-1
排出ガス規制	Tier4/StageⅢB



写真—5 操作盤



写真—6 前後進レバー

(4) 省燃費性能

余裕のあるパワー特性により、エンジン回転を高回転域まで上げることなく作業が可能で、良好な省燃費性能を示している。実作業1時間の消費燃料は4L以下の実績があり、1回の満タン（約55L）で13時間以上の作業が可能である。

(5) 良好な後方視界

バックアイカメラ、後方に設置されたLED作業灯および大型モニターに写し出される後方映像やバックミラーにより、良好な後方視界が得られ、オペレータから安心してバックできると好評を得ている(写真一7)。



写真一7 カラーディスプレイ

(6) 良好な環境性能

最新の排ガス規制適合にしたディーゼルエンジンを採用している。粉塵、振動を発生させることなく作業ができ、騒音値も90dB以下を示し、夜間作業にも使用できる環境性能を有している。

(7) 向上したメンテナンス性

点検、整備部位への良好なアクセス性を確保し、国内メーカー部品の採用、主要部品、消耗部品の在庫化など、補修部品の入手性向上にも対応している。

(8) オペレータの安全性を考慮

オペレータの脚部を機体外に露出させない機械形状やシート位置、および脚部保護枠、頭部保護枠、シートベルトの採用などにより、オペレータの安全性の向上を図っている(写真一8, 9)。

5. おわりに

作業現場においてどうしても剥がした廃材が作業領域に残ってしまう。これらをその場に多く残したままでは、駆動輪のスリップ等を招き、それによる車輪の摩耗や負荷が増加し、効率的な作業の妨げとなる。い



写真一8 走行姿勢



写真一9 作業姿勢

かにその現場に適した廃材除去作業が行えるかが鍵となっている。

本開発機 HBS-2000 は、阪神高速道路、新東名高速道路、首都高速道路などの高規格道、一般道の橋梁などの剥がし作業に使用され、高い施工能力を示し期待以上の成果を上げている。これまでこの作業に苦勞していた施工業者の方からの高い評価も得ている。そして今後、剥がし作業は確実に増加し、現場で重宝される機械になることが期待される。

本機は、生産性向上設備投資促進税制の対象機種であり、NETIS も取得している。

謝 辞

末筆ながら本機を開発するに当たり、多大なるアドバイスを施工現場で協力して頂いた関係各位の方々に、深く感謝申し上げます。

JCMMA

[筆者紹介]

畠中 徹 (はたなか とおる)
範多機械(株)
特機開発部
部長



齊藤 満徳 (さいとう みつのり)
範多機械(株)
特機開発部
次長



大型自航式ポンプ浚渫船

CASSIOPEIA V

松 藤 広 行

「CASSIOPEIA V」(以下「本船」という)は、シンガポールで建造された大型ポンプ浚渫船である。自航式でありアンカーブームも装備しているため、アンカー打替作業に揚錨船を必要せず、機動性に優れたポンプ浚渫船である。総浚渫ポンプ能力は国内最大クラスの1.4倍を誇り、大容量、長距離の土砂排送が可能である。また、大型カッターラダーと高性能カッター駆動装置の搭載によって高い岩盤掘削能力を有し、スパッド起伏装置、自動浚渫装置等も有した最新鋭のポンプ浚渫船である。

キーワード：作業船、浚渫、ポンプ浚渫船、カッターサクシオン、自航式

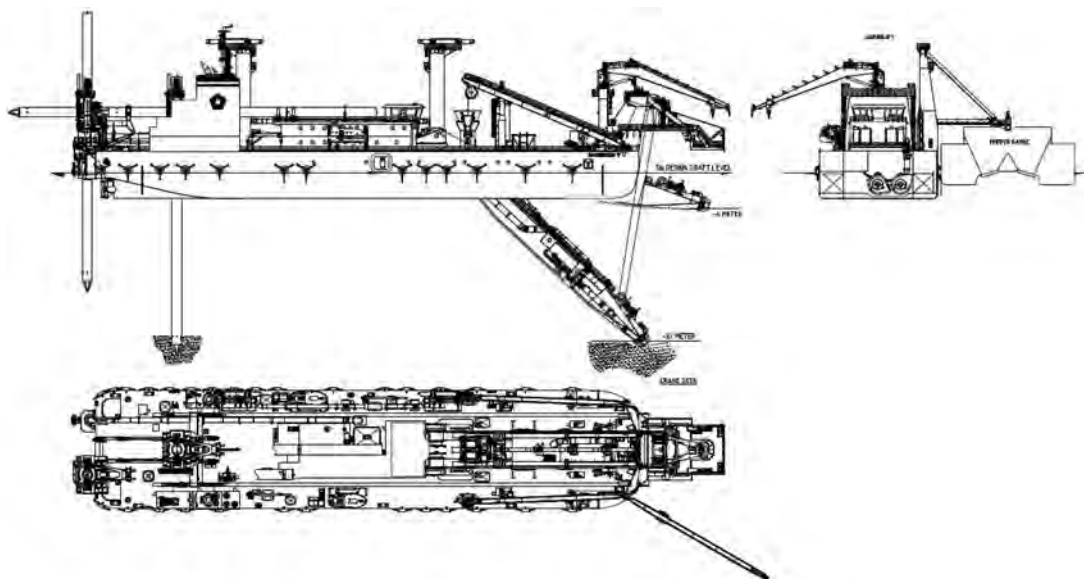
1. はじめに

近年の成長が著しい東南アジアでは、欧米や日本向けの輸出のみならず、内需の拡大と個人所得の伸びに伴い地域内の物流も増加している。増え続ける物流に対応するために各国では港湾整備が進められ、ハブ港としてトランシップ貨物(船から船への積み替え)を主に世界2位の年間取扱量を誇るシンガポールにおいては、マレーシアのタンジュン・ペラパス港等の追い上げもあり、既存の年間3,500万TEU(20ftコンテナ換算)規模のコンテナターミナルに代えて年間6,500万TEU規模の先進的で大規模なコンテナターミナルの新設が進められている。

また、中東においては石油資源輸出に頼った経済からの脱却を目指し、オイルマネーを活用した産業基盤



図一 本船浚渫概念図



図二 本船一般配置図

整備事業の一環として、港湾インフラへの投資も活発である。

本船はこのような海外浚渫マーケットを背景にシンガポールで建造された大型のポンプ式浚渫船であり、最新の技術を取り込んだ次世代を担うフラッグシップである。

ポンプ浚渫船とはラダー先端に取り付けられたカッターヘッドを回転させて海底地盤を掘削し、掘削した土砂をポンプで吸い上げ土運船に積み込んだり、数キロ先の埋め立て地へ浚渫管を介して送る作業船である。

近年の大型ポンプ式浚渫船は推進器を有する自航式が主流であり、本船も同様に自航式として建造された。自航式の大型ポンプ浚渫船を建造・保有するのは国内の建設会社としては初である。

本船は、約3年をかけてシンガポールの建造所で建造され、現在はシンガポール、マレーシア、バングラディッシュ等の埋立浚渫工事に従事している(図—1, 2)。

2. 主要諸元

・建造所	ASL SHIPYARD PTE LTD
・建造年月	2014 年 8 月
・船級	B. V. Symbol : I, Dredger Unrestricted navigation ✕AUT-UMS
・総トン数	5,903 Ton
・全長	123.20 m
・長さ	105.51 m
・幅	23.0 m
・深さ	9.27 m
・満載喫水	5.00 m
・対象土質	～岩盤浚渫
・最大浚渫深度	－32.0 m
・最小浚渫深度	－6.0 m
・カッター出力	3,000 kW
・ラダーポンプ出力	2,800 kW
・船内浚渫ポンプ出力	2 × 4,000 kW
・吸入管径	900 mm
・吐出管径	850 mm
・ラダーウィンチ出力	2 × 500 kW
・スイングウィンチ出力	2 × 500 kW
・スイングアンカー	10 ton/22 ton
・スパッドキャリア	8 m × 6 m/min
・スパッド	Φ 1,900 mm × 54.5 m
・デッキクレーン	25 ton/6 ton
・推進機出力	2 × Azimuth 2,500 kW

・航海速力	10.8 knot
・主発電機出力	2 × 8,640 kW
・機関総出力	19,215 kW
・搭載人員	47 名

3. 本船の特徴

(1) 自航式

本船は 2,500 kW の推進器を 2 台装備し、現場内や現場間の移動にタグボートが不要である。また、曳航船で回航する場合の速力は通常 5 knot 程度であるが、本船は 10.8 knot で高速移動が可能であり、現場間の回航期間が大幅に短縮される。また、推進器の搭載によって、供用中の航路浚渫等で迅速な退避も可能である(写真—1)。

推進器は全旋回が可能な Azimuth 型を装備しているため操船性が高く、狭隘な工事エリアでも有効である(写真—2)。航行区域は遠洋区域であり、国際航海に必要な構造・設備・配乗基準に準拠して建造し、全世界での活躍が期待される。なお、船級協会は浚渫船で多くの実績がある B.V. (Bureau Veritas) とし、Symbol : I, Dredger Unrestricted navigation ✕AUT-UMS として建造した。



写真—1 航海状況



写真—2 Azimuth 型推進器

(2) アンカーブーム

従来の非自航式ポンプ浚渫船では、スイングアンカーの打替には必ず揚錨船が必要であったが、本船ではスイングアンカー打替用のブーム及びアンカーウィンチを装備することにより、自船でアンカーの打替が可能である（写真—3）。



写真—3 アンカー打替状況

(3) 大容量浚渫ポンプ

浚渫ポンプは、カッターラダー内に 2,800 kW の水中ポンプを 1 台、船内に 4,000 kW のポンプを 2 台装備し、装備総出力は 10,800 kW を誇る。国内最大のポンプ式浚渫船である DE8000PS の 1.4 倍の能力に相当し、大量の浚渫土砂を長距離排送可能である。

(4) 岩盤浚渫

大型のサクシオンラダーと、コンバータ駆動の 3,000 kW 高性能カッター駆動装置により、岩盤においても浚渫が可能である。また、カッターチップ及びカッターヘッドを安全にかつ速やかに交換出来るように船首には起倒式の専用プラットフォームを設けた（写真—4）。



写真—4 カッターヘッド

(5) スパッド

大口径スパッドの採用とスパッド緩衝装置により厳しい海象条件でも浚渫が可能である。

また、スパッド用起伏装置を装備し、航海前に自船のみでスパッドを起伏可能にした（写真—5）。これにより、橋梁下や航空制限がある個所での航海が可能であると同時に、重心を低くすることで外洋でも安全な航海が可能となっている。



写真—5 スパッド起伏状況

(6) 自動運転

浚渫ポンプ、スイングウィンチ、カッターモータ、ラダーウィンチ、スパッドキャリッジは自動運転が可能である。決められたパターンで浚渫することはもとより、スイングスピード、ポンプ回転、カッター回転を最適化して運転することが可能であり、生産性の向上と高い施工精度を実現した（写真—6）。



写真—6 操船室

(7) バージローディングシステム

本船では大型バージに対応したバージローディングシステムを搭載している。バージローディングはカッ



写真—7 バージローディング運転状況

ターラダーに取り付けられた大容量 2,800 kW ラダーポンプで行われる（写真—7）。

4. おわりに

本船 CASSIOPEIA V は、2011 年 9 月にシンガポールの建造所で建造を開始し、搭載機器類は世界各国から厳選して広範囲に調達した。オランダ、ベルギーには浚渫分野の強豪会社が複数存在し、継続的にポンプ浚渫船を建造しているが、本船はそれらに決して引けを取らないものと確信している。2014 年 10 月からはシンガポールで浚渫作業を開始し、東南アジアを中心に各国の様々なプロジェクトで活躍している。今後も本船の能力を最大限に引き出し、港湾インフラ整備に寄与する所存である。

J C M A

〔筆者紹介〕

松藤 広行（まつふじ ひろゆき）
五洋建設㈱
土木本部 船舶機械部
担当部長



鉄道クレーン車

KRC810N

大 島 時 生

JR 東日本では軌道工事（分岐器交換など）や橋桁交換，工事桁架設で去にオンレールタイプの移動式クレーンである鉄道クレーン車を保有し，これらの作業に使用し安全で効率的な施工を実現している。従前より GS80 型を使用していたが，老朽化取替用として KRC810N 型を導入し，まもなく世代交代が完了する。

本稿では製作メーカーの立場ではなく使用し運用する立場から KRC810N について述べるものである。あわせて，先々代の操重車ソ 300，先代の GS80 型についても若干触れる。

キーワード：鉄道工事，移動式クレーン，鉄道クレーン，工事桁

1. はじめに

(1) 鉄道クレーン車とは

鉄道クレーン車は移動式クレーンの一種で，下部走行体は鉄輪（車輪）を有しレール上を走行する。

(2) 用途

国鉄時代には脱線復旧用に操重車を有していた。その一方で橋桁交換用に特化した構造のソ 200，ソ 300 という操重車も開発され永く運用されていた（各 2 台）。

ソ 300 形式のうち 1 両は群馬県の「碓氷峠鉄道文化むら」にて屋外展示されている（写真—1）。

操重車ソ 200，ソ 300，後継の GS80，KRC810N とも脱線復旧用ではなく，橋桁交換や，分岐器交換等の軌道作業に使用している（表—1）。



写真—1 操重車ソ 300

表—1 鉄道クレーン

操重車		鉄道クレーン車	
ソ 80 など	ソ 200 ソ 300	GS80	KRC810N
貨車 型式認定（運輸省）		保守用車 （線路上を走行する機械）	
脱線復旧用		軌道工事用 橋桁工事用	

2. これまでの鉄道クレーン車

(1) 貨車だった操重車

ソ 300 形式は貨車として運輸省から型式認定されており，貨車として整備を受け機関車けん引の貨物列車として現場各所への移動が可能であった。比較的遠方の施工現場（JR 他社を含む）も施工していた。

しかし全 16 軸で長大であり，急曲線でカント（左右レールで標高を変えカーブ外側を高くしている）が大きく付いた場所での施工は，操重車転倒防止のため事前に「カント落とし（カント量低減）」の軌道作業が必要な場合があった。

ソ 200，ソ 300 とも，クレーンとしては特殊な構造で，ブームは基本的に前後に動くだけで，左右への旋回は微量であった。ブームは構造的に起伏できなかった。

(2) 貨車の操重車から保守用車に

(a) 経緯

平成になって操重車ソ 300 形式の老朽化に伴い，新

型クレーン車の導入が検討され、貨車ではなく「保守用車として線路上を走行する機械」としてドイツ Gottwald 社製の鉄道クレーン車を日本仕様にカスタマイズして導入した。正式には GS80.08T.JR 型と称するが、本稿では GS80 と略記する。

GS80 は保守用車であって貨車ではないため、機関車けん引で現場への移動は行わなかった。列車の運行が無い「終列車から初列車までの間合い（保守作業を行う時間帯）」に自走して移動する。

また軸重を 14 トンまで低減させることで横取装置（保守用車が本線から基地線へ出入りする際に使用する簡易的な分岐器の機能を有するもの）の通過に対応することができ、収容できる基地の制限が少なくなった（写真—2）。



写真—2 横取装置

保守用車仕様で使用するため、輪軸は左右のレールに対し絶縁となる仕様で製造されており、複線区間で逆線走行しても踏切制御に影響を与えない。

(b) 脱着式カウンターウェイトと伸縮ブーム

GS80 では本体はブームを除き車台長さ 13 m、これを 2 軸ボギー 4 台車で支える全 8 軸で、32 トンのカウンターウェイトを脱着式とした。作業時は装着することで重量物の揚重を可能とし、回送時（含む横取装置の通過）は外して次位に連結したワゴン車に受け渡す機構を有した（写真—3）。



写真—3 GS80 カウンターウェイト

ブームは起伏が 40 度くらいまで起こすことができ、伸縮式であるが、通常の作業は架線下であり水平に近い状態での使用が殆どであった。その際に作業半径は 15 m から 25 m までとなっている（写真—4）。



写真—4 GS80 ブーム伸縮

(c) カント補正機能

GS80 ではカント補正機構が搭載され、カント区間でも上部旋回体を水平に保ち旋回軸を鉛直に保つことが出来た（ただし上り下り勾配を補正するものではない）。

ちなみに振り子電車では下向きに凸の円弧（の一部）を滑動させるが、鉄道クレーン車のカント補正機構は上に凸となっている。

カウンターウェイトビームはメインブームの伸びる方向とは逆側に付いており、ブームと一直線にすることも、カウンターウェイトビームの途中にある鉛直軸で折り曲げることもできた。後者の機能はブームを旋回したのと反対側に支障物が有った時に対応できたり、極端な例では隣接線に列車を運行しながらの作業も可能にできるものであった（写真—5）。



写真—5 GS80 カウンターウェイトビーム

(d) 吊荷走行とアウトリガ張出し量

鉄道クレーン車は左右の旋回量が小さい場合には吊荷走行が可能である。ただし起伏無くブームが水平な場合に行っている（ブームが起きていますとブーム先端から吊荷までのワイヤーが長くなり、動揺とカント補正機能の動作遅延により共振して転倒する恐れがある）。

アウトリガは本体の下部走行体四隅にあって、真上から見ると扇を開くような動作をしてアウトリガビー

ムが所定の幅まで開く。三段階の張出し量に応じて定格荷重が規定されており、いわゆる中間張出しでも使用できる。このあたりはラフタークレーンのそれとは異なる構造である。

(e) 方向転換

操重車でブームの向きを変えるのは大ごとで、現場への回送時に経路を選んで向きを整えていた。方向転換のための回送を行う場合もあって、首都圏の例でいうと「品川→大崎→蛇窪信（西大井）→品川」のルートを行くと品川を出る時と品川に戻る時とで向きが逆転する。この方法は昔の東海道線特急「つばめ」客車（最後部に展望車）を編成ごと方向転換するのに使われていた。

保守用車となった GS80 では、本体の下部走行体は床下機器の配置は前後非対称であるものの機能的には前後対称で、しかも上部旋回体が 360 度旋回できる構造のため、広い保守基地などで上部 180 度旋回し向きを変えた。架空線が無い保守基地では作業半径を小さく抑えるため、ブームを起こして旋回した。なおワゴン車（カウンターウェイトは載っていないで本体に装着）については、本体で吊り上げて 180 度旋回して載線させ、再組成して編成の向きを変えた（写真—6）。



写真—6 GS80 方向転換ワゴン車

3. 新型機 KRC810N

(1) 老朽化取替

GS80 の老朽化が懸念され、特にオーバーホール時の部品確保（予防保全の考え方により各部品メーカーの推奨する耐用期限を過ぎたものは、機能支障が発現していなくても取り替える）が難しくなってきたり、そもそもオーバーホールに相当な金額を要するようになってきたことから、老朽化取替えて新しい鉄道クレーン車を導入することが検討された。

GS80 を製造した Gottwald 社は既に事業の軸足を鉄道クレーンから港湾のクレーンに移しており、他社



写真—7 KRC810N

他国の製品を検討したり、国内で製造した場合を検討したりする中、カント補正装置の実装等を念頭に置き機種を選定を進め、最終的にはドイツ Kirow 社の KRC810 型をベースに日本仕様にして導入することとなった（写真—7）。

(2) 基本仕様

あくまでも老朽化取替のため、基本スペック（吊上げ能力）は大きく変えず、同程度の機種を導入することとした。あまり能力向上を図るとクレーン自体が大きくなって扱いづらくなるという実情もあった。とはいえメーカーによる設計思想の反映や、ユーザー側からの仕様要求もあって、GS80 と KRC810N では異なるところもある。

(a) アウトリガの機構変更

GS80 ではアウトリガを支えているビーム形状が直線ではなく、かつ比較的高い位置に鉛直動作のアウトリガシリンダが配されており、ストロークも大きく伸縮式となっていた。これに伴い脱着式カウンターウェイトも高い位置に配され重心を高くしていた。

KRC810N ではアウトリガを支えているビームは直線状で、アウトリガシリンダも高い位置になくストロークも大きくない。よってアウトリガを張り出す所要時分は短縮した（写真—8）。

GS80 ではアウトリガ張出し時、前後左右の 4 点とも張出し接地するが、KRC810N では旋回する側のアウトリガ（前 1 点または前後各 1 点）の張出し接地で



写真-8 アウトリガビーム (左: GS80, 右: KRC810N)

も作業ができる。

(b) カウンターウェイトの機構変更

相反する事柄であるが「回送時の軸重 14 トン制限」,「作業時の吊り上げ能力」の両方を実現するため、脱着式のカウンターウェイトを採用している。その重量は GS80 では 32 トンだったが KRC810N では 18 トンとなった。代わりに旋回中心からの位置が大きくなるようになり、吊荷に対応するモーメントを確保できるようになっている (写真-9)。



写真-9 KRC810N カウンターウェイト

(c) 隣接線支障の回避

GS80 ではカウンターウェイトビームの途中で鉛直軸により折れ曲がるようになっていたが、KRC810N では上部旋回体が前側 (キャビンとブームを含む) と後側 (カウンターウェイト及び同ビームを含む) で別々の旋回リングを有するようになり、後側に装備したカウンターウェイトビームは動作が直線的な伸縮式となった。

(d) 作業モード

上部旋回体の動き (制御) により 3 パターンに大別される (図-1)。

上から順番に、

メインモード 1: 後側は下部走行体の長手方向に保ちつつ、ブームを含む前側は左右に旋回する。

メインモード 2: 前側と後側が相互にロックされ、直線状に一体となって左右に旋回する。

メインモード 3: ブームを含む前側は左右に旋回

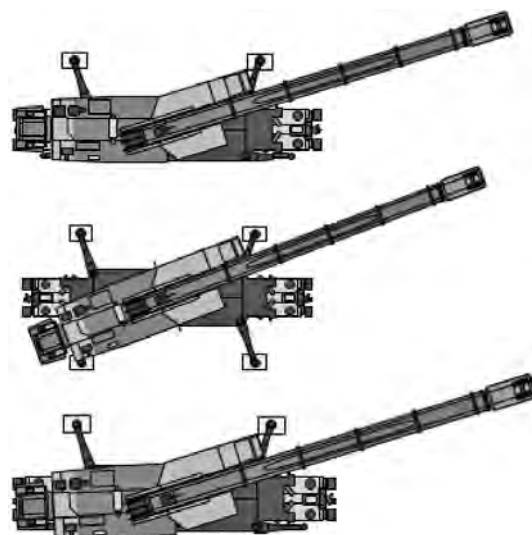


図-1 KRC810N の旋回モード

し、後側はブームと逆側 (右旋回時は左。左旋回時は右。左右はクレーンを上から見た状態での左右) に最大 3 度まで旋回。

ブームを旋回したのと逆側へのカウンターウェイト隣接線支障は、メインモード 1, 3 とも回避される。ただし急曲線上でカウンターウェイトビームを伸ばしている時には注意を要する。

(e) 鉄道クレーン車の安定性確保

鉄道クレーン車は真上から見たときに細長い形状をしているので、左右への旋回量がゼロに近い時は安定しているが、旋回量が増えてくるとアウトリガが必要となる。吊荷走行時はアウトリガを使用しないので、左右方向はたった 1067 mm の軌間内だけで踏ん張ることになる。

水平吊りを基本とする鉄道クレーン車では、作業時の安定はアウトリガ接地の有無に係わらず、荷を吊っている時と、荷を下ろした直後の 2 状態で検証が必要である。

ブーム先から荷を吊って、カウンターウェイトビームが長い時、メインブームとカウンターウェイトビームが一直線だと、荷を解放した瞬間に後部のカウンターウェイトにより鉄道クレーン車の安定性が失われる。KRC810N ではメインモード 2 はどちらかという使用頻度は低く、重いカウンターウェイトが軌間中心近くに居残るメインモード 1 や 3 の使用頻度が高い。

(f) カウンターウェイト脱着機構

GS80 ではワゴン車に装備した移送装置が直線動作によって本体ウェイトビーム端付近までカウンターウェイトを水平運搬し、そこから本体ウェイトビームに仕組まれた持ち上げシリンダが鉛直運搬して本体に装着させ一体化する仕組みとなっていた。ワゴン車の

移送装置の動力は油圧で、本体から引き通された油圧ホースにより本体から供給されていた。

カウンターウェイトの脱着は本体とワゴン車が一直線の線形でないと、移送装置の直線動作による受け渡しができなかった。また本体アウトリガジャッキが大きく高い位置にある関係で、この脱着操作は本体アウトリガ（ワゴン車連結側の2つ）を一時的に開いて行う必要がある。そのため左右方向が狭い場所（ホーム区間内や隣接線で列車等が運転している場合）では脱着操作ができなかった。

KRC810N ではワゴン車側に移送装置が無くカウンターウェイトは載せているだけで、本体後部から直線的に伸びてきたカウンターウェイトビームがワゴン車に置かれたカウンターウェイト付近まで達し、同ビームに装備された持ち上げシリンダによって鉛直運搬し、本体に装着させ一体化する仕組みとなっている。この際に本体のアウトリガ操作は不要となっている。隣接線も支障しない。

(g) ワゴン車への動力搭載と走行機能の拡充

GS80 では編成内に本体がメインエンジンを有し、駆動された油圧ポンプにより作られた油圧により、クレーン部の各動作、ワゴン車移送装置の動作、編成の走行（油圧モーター4台で4軸駆動）を行うシステムであった。

エンジンは「クレーン動作」と「走行」の両方を満足させるセッティングが要求された。

KRC810N ではクレーン本体にメインエンジンを有するものの、主にクレーン動作（と現場内移動の走行）を満たすセッティングとし、保守用車として走行するのに必要なフル性能はワゴン車に担わせた。即ちワゴン車はカウンターウェイト運搬車であると同時に、編成のけん引車として走行用エンジンと油圧ポンプを搭載し自走できる。なお油圧の一部はワゴン車の旋回（方向転換）と脱線復旧装置にも供給している。

(h) 方向転換

KRC810N では、本体の方向転換はGS80と同じであるが、ワゴン車について油圧出力があることから、下部走行体はそのままで上部のみ180度旋回させ方向転換する方式となっている（写真—10、11）。

4. 施工事例（新型機）

(1) 東神奈川分岐器次世代化カセット交換（運搬敷設）

横浜線の起点で京浜東北線との直通運転折り返し電車、入出区電車のある東神奈川駅にて3組の分岐器交



写真—10 KRC810N 方向転換



写真—11 KRC810N 方向転換ワゴン車



写真—12 東神奈川分岐器

換を行った。分岐器のレールが転換する部分一式を新しい構造のものに置き換える工事で、部内では「カセット交換」と称している。入出区電車のある駅では一般に、架空線の停電となる時間が短く、停電とならなければ鉄道クレーン車のブームを動かす作業はできないため、本件では旧分岐器でつぎは軌道業者による作業で行い、停電となってから新分岐器を敷設した（写真—12）。

(2) 新宿（中央盛土）工事桁架設

新宿駅ホーム下の盛土となっている部分を土木工事で掘削してコンクリート躯体を構築し、地下空間を作り出して高度に利活用する。そのために工事桁を架設した。予め別の土木工事にて打設しておいた「鋼杭」と、その杭頭を結ぶマクラギ方向の梁「カンザシ桁」相互間を工事桁の架設により線路を仮受する。工事桁工法で「分割架設方式」では、桁は左右主桁とマクラギを受ける横桁を別々に運搬と架設・組立てするが、「一括架設方式」では組み上がった桁を運搬して架設する。まず新宿では一括架設を行った。後に主桁のみ運搬架設も行った。一括架設では鉄道クレーン車の



写真—13 新宿工事桁（主桁のみ）

フック部分を「桁吊り装置」のアタッチメントに交換して、小さい上下寸法の中で工事桁を吊上げ、開放できるようにしている。これは主桁のみの運搬架設では使えないため、主桁のみ施工時にはいかりフックにナイロンスリング使用で吊っている（写真—13）。

5. おわりに

日本国内にて鉄道クレーンは非常に特殊な存在で、従事者の養成やクレーン性能検査の対応、機械修繕工事（外注）の価格設定、異常時の対応方など、運用していく上で難しい問題もある。しかしながら鉄道クレーン車を使わないと施工が難しいような現場もあり、期待されている場面も多い。

今後も安全な施工を継続し、効率的な施工の実現に向けて取り組んでいく所存である。

J C M A

〔筆者紹介〕

大島 時生（おおしま ときお）
東日本旅客鉄道㈱
東京工事事務所
操軌 軌道計画・操機 G 主席



油圧ショベル

PC138US/PC128US-11

橘 龍彦

開発コンセプトの『品質と信頼性』をベースにより高い次元の『環境』『安全』『ICT』を追求し、排出ガス4次規制（Tier4 Final/Stage IV）へ対応した油圧ショベル PC138US/PC128US-11（以下「本開発機」という）を開発、市場導入した。

その背景と織り込んだ技術を解説し、製品紹介をする。

キーワード：環境，安全，ICT，燃費低減，KomVision，オートアイドルストップ，Tier4 Final，国内超低騒音，オペレータ認証，後方超小旋回車

1. はじめに

本開発機は、後方超小旋回式油圧ショベルの中核機種として、管工事など狭い現場から一般土木までさまざまな現場で活躍しており、その品質と信頼性で高い評価を得てきた。近年 CO₂をはじめとする環境負荷低減への重要性が増していることに伴い、2014 年以降日米欧にて順次排出ガス4次規制（Tier4 Final/Stage IV）が導入されている。このような環境の中、上記規制に対応するとともに、環境にやさしく、お客様の利益を保証することを目的とした本開発機を開発し、北米、欧州、日本へ市場導入したのでその概要を紹介する（図-1、2）。



図-1 PC138USLC-11（北米仕様）



図-2 開発コンセプト

2. 開発のねらい

基本コンセプトは、『品質と信頼性』をベースにした、より高い次元の「環境」「安全」「情報通信技術（ICT）」の追求である。本コンセプトをもとに、環境規制への対応と高い操作性の確保と同時に燃費の大幅低減（JCMAS ☆☆☆）及び安全性の追及と ICT 技術の活用を図り、大幅に商品力を向上させた。以下にその概要及び特徴を紹介する。

（1）環境対応

- ・ JCMAS 燃費 2020 年基準 100%達成（☆☆☆）
- ・ 燃費低減 △ 9%（PC128US における対現行機、KOMTRAX の解析による平均作業パターン比較）
- ・ 日米欧排出ガス4次規制対応（Tier4 Final/Stage IV）
- ・ オートアイドルストップ機能の採用
- ・ 省エネガイドランスによる燃費低減サポート
- ・ 国土交通省超低騒音，EU 第2次騒音規制適合

(2) ICT

ICT 技術を更に進化させ、下記項目を追加した。

- ・KomVision による車両周囲視認性の向上
- ・オペレータ認証によるオペレータ識別
- ・KOMTRAX 通信の 3G 化による通信品質の向上

(3) 安全性

世界の厳しい安全基準をクリアした安全設計を追求したグローバルマシンとして開発することを目的に、現行機に対して下記項目を追加で採用した。

- ・ロックレバー自動ロック機能の採用
- ・ロックレバー自動ロック状態表示

3. セリングポイント

前記を踏まえ、本開発機のセリングポイントとその達成手段技術について解説する。

(1) 環境

(a) 燃費低減

後述する技術を織り込み、JCMAS 燃費 2020 年基準 100% (☆☆☆) を達成した。

また KOMTRAX の解析による平均作業パターン比較で、対現行機比△ 9%の燃費低減を達成した（本開発機における対現行機との比較）（表—1）。

表—1 燃費比較

	現行機との燃費比較	PC128US-10	PC128US-11
1)	JCMAS 燃費 2020 年基準	☆☆	☆☆☆
2)	ダンプ積込作業量燃費	1.00	0.90
	KOMTRAX の解析による平均作業パターンでの比較	1.00	0.91

PC128US-10 の燃費 (L/h) を 1.0 とした時の比率

△ 9%燃費低減

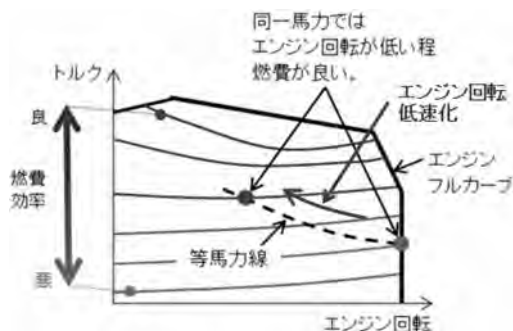
①新エンジン・ポンプマッチング制御

新エンジン・ポンプマッチング制御とは、必要十分なポンプ吐出量を確保した上で、作業機操作レバーの入力とポンプ圧力に応じてエンジン回転数の低速化を行うという技術である。

同一馬力で比較するとエンジン回転が低いほど燃費効率が良いというエンジン燃費マップの特性を利用し、エンジン回転を低速でマッチングさせることで燃費低減を実現した（図—3）。

②ファンクラッチ制御

内蔵された流体クラッチによるファン回転制御が可

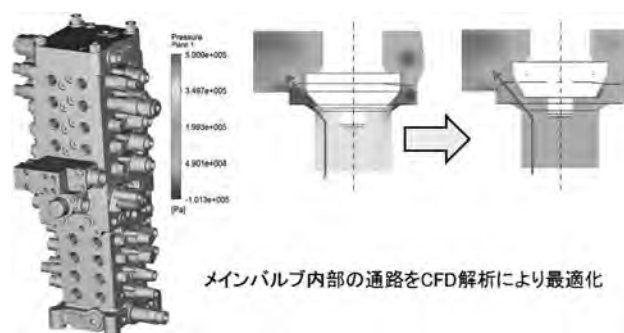


図—3 エンジン燃費マップとエンジン回転低速化の概念図

能なファンクラッチの採用により、ヒートバランスを悪化させることなくファン回転を低減でき、かつ必要な馬力（作業量）は確保しつつ、不要なファン消費馬力を低減することで燃費低減を実現した。

③メインバルブロス低減

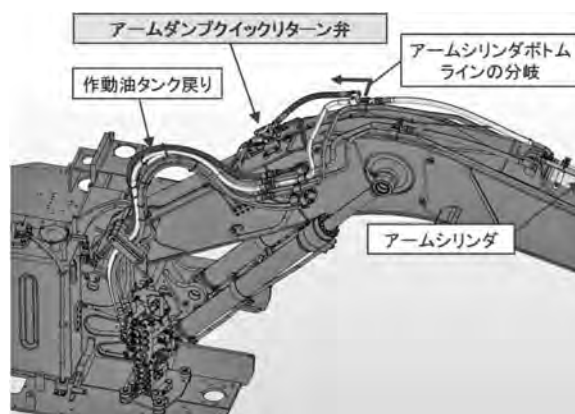
メインバルブ内部の通路を最適化することで、油圧圧損を低減し、燃費を改善した（図—4）。



図—4 メインバルブ内のロス低減

④アームクイックリターン弁

アームクイックリターン弁の採用により、アームダンプ操作時のシリンダからの戻り流量をメインバルブを通さずに作動油タンクへ戻すことで戻り流量のメインバルブ通過時の油圧ロスを低減し、燃費を改善した（図—5）。



図—5 アームクイックリターン弁

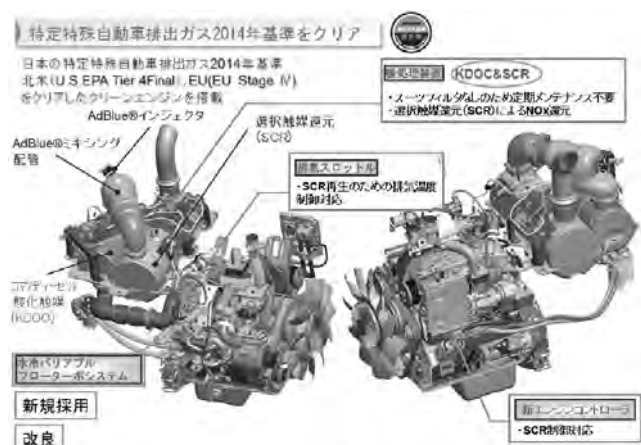
(b) 排出ガス規制対応

日米欧の排出ガス4次規制に対応する。本開発機クラスの各地域別の排出ガス規制と実施年は次の通りである（表—2）。

表—2 排出ガス規制値比較
規制値：Nox/PM (g/kW・h)

	中間4次規制		4次規制	
	規制時期	規制値	規制時期	規制値
日本	'12/10～	3.3/0.02	'15/10～	0.40/0.02
米国	'12/1～	3.4/0.02	'15/1～	0.40/0.02
欧州	'12/1～	3.3/0.025	'14/10～	0.40/0.025

前記排出ガス規制を満足させ、かつ小型機種に求められる経済性とメンテナンスフリー化に対応し、様々な新技術をエンジンに織り込んだ。以下にその項目を列挙する（図—6）。



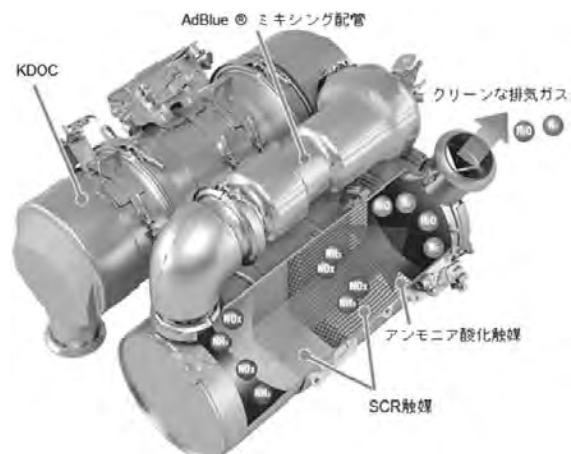
図—6 エンジンへの織込み技術

・排出ガス後処理装置

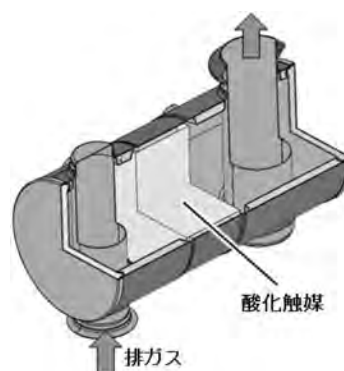
新規開発の選択触媒還元（SCR）システムを採用。現行機から採用しているコマツディーゼル酸化触媒（KDOC）と組み合わせることにより、排気ガス中のPMおよびNOxを大幅に低減した。SCRシステムは、NOxを無害な窒素（N₂）と水（H₂O）に分解する装置である。図に示す通り AdBlue®を排気ガス中に噴射し、AdBlue®*から生成するアンモニアとNOxをSCR触媒で反応させ、窒素と水に分解する（図—7）。
※ AdBlue®はドイツ自動車工業会（VDA）の登録商標です

また、高効率の酸化触媒 KDOC を改良。スツツフィルタが無いシンプルな構造で、すす除去のための定期メンテナンスの必要がない。

また、前述の SCR 触媒の追加により、低騒音を維



図—7 排出ガス後処理装置

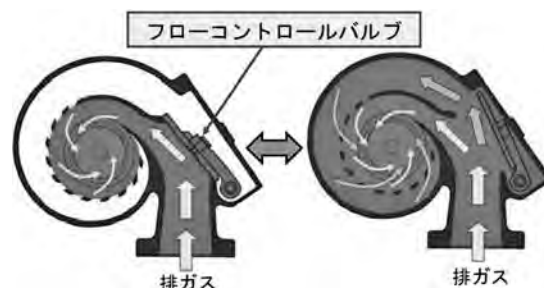


図—8 コマツディーゼル酸化触媒（KDOC）の構造

持したまま、現行機から採用している KDOC 内部のサイレンサ廃止が可能となり、KDOC のコンパクト化を達成し（図—8）、周辺機器の整備性や修理性の向上につながった。

・可変ターボチャージャー

シンプルな構造の電動フローコントロールバルブを持った Variable Flow Turbo Charger の採用により、負荷の状況に応じて空気を最適に供給、燃焼の効率を高め、排出ガスの浄化と経済性の両立を実現した（図—9）。



図—9 Variable Flow Turbo Charger の構造

・排気スロットルバルブ

排出ガス中間4次規制（Tier4 Interim）エンジン

で採用した Variable Flow Turbo Charger に加え、電動の排気スロットバルブの採用により排気温度の適正制御が可能となり、KDOC と SCR の機能の最適化を実現した。

・電子制御システム

電子制御システムには、新規に開発されたエンジンコントローラを採用することにより、排出ガス中間4次規制 (Tier4 interim) エンジンで採用した電子制御コモンレール噴射システムに加え、新開発の SCR システムの高精度な制御を行うことが可能となり、最適な車体の制御を実現した。

また、排出ガス4次規制 (Tier4 Final/Stage IV) では、AdBlue[®]の残量がわずかとなると、エンジン出力を制限する法規が設定されており、(これを SCR Inducement と言う) この SCR Inducement に適合するため、故障診断システムのさらなる高度化を行った。

(c) オートアイドルストップ機能

ロックレバーをロック位置にした状態で、アイドリング時間があらかじめ設定された時間継続したときに、エンジンを自動的に停止させる、オートアイドルストップ機能を採用した。

アイドリング時間が設定した時間の30秒前になると、モニタはカウントダウン画面になりエンジン停止をアナウンスする。設定時間になるとエンジンが自動的に停止することでアイドリング時間が減り、燃料消費量が削減される (図—10)。



図—10 オートアイドルストップ

(d) エコガイドンス

現行機と同じく、効率的に車両を稼働させ、不要な燃費を抑える目的でマルチモニタに運転上のアドバイスを表示する機能を継承。運転状態がある条件に当てはまった場合、マルチモニタ画面上側に各々のアドバイスが表示される。

(e) 騒音規制適合

現行機同様、国土交通省超低騒音規制及びEU第2次騒音規制をクリアした。前述したエンジン・ポンプマッチング制御によるエンジン回転数の低減、及びファンクラッチによるファン回転数の低減が上記規制のクリアに大きく貢献した。

(2) ICT

(a) KomVision による車両周囲視認性の向上

マシンキャブ上に3個カメラを設置し (図—11)、各カメラの画像を合成して車両周囲視界の画像をモニタ上に表示させる KomVision システム (以下「本システム」という) を採用 (図—12)。



図—11 本システムカメラ設置状況



図—12 本システム構成

本機能の採用によりオペレータが直接目視確認できない車両周囲状況を一目で確認できるようになり、オペレータの安全確認の負担を軽減することが可能となった（図—13～15）。

本機能は新技術であり、本開発機を先頭機種として他機種にも随時展開していく予定である。



図—13 本システム画面（その1）



図—14 本システム画面（その2）

- ・モニタの右側画面は機体の右側方、左側方、後方の画像に切り換え可能
- ・各カメラ映像は全画面表示可能



図—15 本システム画面切り換え

(b) オペレータ認証によるオペレータ識別

オペレータ ID と紐付けされた車両の運転情報を KOMTRAX に送信することで、オペレータ別の車両稼働履歴を記録し、機械およびオペレータの画面からの業務管理を行うことが可能となった（図—16）。

(3) 安全性

従来の安全、快適設計に加えて下記を採用し、一段と安全性を高めた。



図—16 オペレータ認証画面

(a) ロックレバー自動ロック機能

ロックレバー自動ロック機能は、作業機操作レバー、走行レバーおよびアタッチメント操作ペダルを操作した状態でロックレバーを解除したとき、作業機または機械が運転者の意図しない作動をすることを防止する機能である。

本機能が作動すると、作業機操作、旋回、走行およびアタッチメント操作が自動でロックされ、モニタ上にメッセージが表示される（図—17）。

本機能の採用により更なる安全性の強化が実現した。



図—17 ロックレバー自動ロック機能作動時のモニタ表示

(b) ロックレバーロック状態表示

ロックレバーのロック状態をモニタ左上部に表示することで、ロックレバーロック時にモニタ左上部に警報が点灯し、ロック状態であることを知らせる（図—18）。



図—18 ロックレバーロック表示

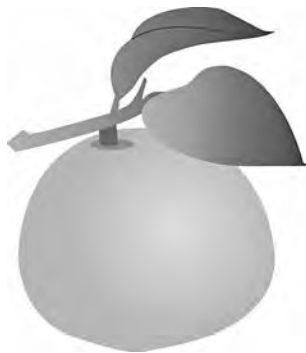
4. おわりに

本開発機 PC128US, PC138US は小型油圧ショベルの中核を担う主力商品の一つである。本開発機は排出ガス4次規制 (Tier4 Final/Stage IV) をクリアするのみでなく、従来機からお客様から高評価を頂いている高い操作性は有したまま、大幅な燃費改善 (JCMAS☆☆☆) を達成するとともに、コマツ初の本システム KomVision カメラによる視認性の向上を図り、大変魅力のある商品に仕上げる事ができた。今般、北米を先頭に欧州、国内へと順次マーケットに展開したが、お客様に深く満足していただけるものと信じている。

J C M A

[筆者紹介]

橘 龍彦 (たちばな たつひこ)
コマツ 開発本部 建機第一開発センタ
小型開発グループ 技師



ショベル系の開発と変遷史

岡 本 直 樹

ショベル系掘削機の開発と変遷を紹介する。ショベルの開発は、まず、産業革命以前の16世紀から蒸気ショベルの時代に発明された各種ショベルの代表を示す。次に戦前の日本で使われた輸入ショベルと国産化、戦後の状況、そして油圧ショベルへの変遷である。マイニングショベルでは、ストリッパとしてのストリッピングショベル、ウォーキングドラグライン、積込機としてのケーブルショベル、超大型油圧ショベルを紹介する。

キーワード：建設機械史、土木史、土工機械、ショベル系掘削機、蒸気ショベル、油圧ショベル

1. はじめに

ショベル系掘削機の原形となる各種ショベル（ドラグライン、クラムシェル、バックホウ、ディップ等）は、近世に考案され、人力や馬力で動かされていた。産業革命により、蒸気機関を搭載した蒸気ショベルの時代に入り、各種ショベルの動力となり、改良を重ねて全旋回ショベル等が開発され、更にクローラ化、内燃化、大型化へと進んだ。戦後は油圧ショベルが開発され、ケーブルショベルに代わりミニショベルから1,000t級のものまで幅広く利用されている。マイニングショベルでは、まだ超大型のケーブル系が稼働している。



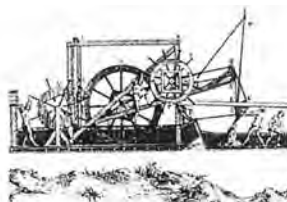
図—2 1578年の浚渫バケット



図—3 1591年のクラム



図—4 1726年のディップ



図—5 1744年のバックホウ

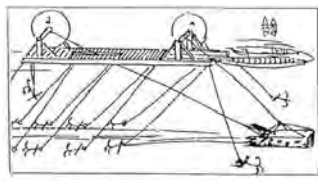
2. ショベルの開発

(1) 産業革命以前

ショベルの開発史を遡ると、1500年頃にレオナルド・ダヴィンチが5つ以上の掘削機を考案したスケッチ（図—1）を残している。1578年にはJ.Bessonが人力浚渫用バケット（図—2）を、1591年にはVenetian Fausto Veranzioがフローティングクラムシェル（図—3）を考案している。1718年になるとBalme（仏）



図—1 ダヴィンチの掘削機 1500年頃



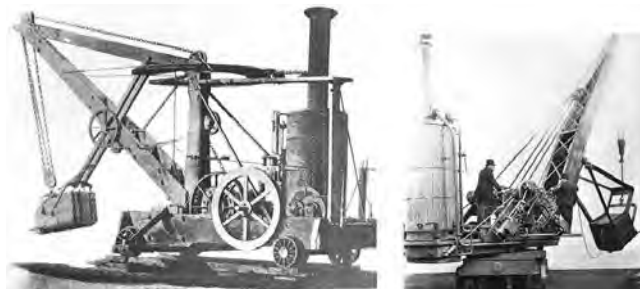
が10人掛りの人力ディップ浚渫船を開発し、1734年には大型馬力バケットラダー浚渫船がアムステルダムに出現している。1726年にはDuboisが底開き掘削ディップ（図—4）を考案し、最初の実用的な人力バックホウ（図—5）をMacary（仏）が1744年に造っている。そして1753年には、Belidorが実用的なトレッドミル動力の掘削機を造った。

(2) 蒸気ショベルの時代

蒸気機関は、18世紀に入って炭坑の揚水に利用されていたが、1781年にワットがピストン運動を円運動に転換させた。この発明が動力革命を引起こし、産業革命の原動力となる。掘削機への応用は、1796年に4本アームのディップ浚渫船に利用され、1807年には蒸気バケットラダー船に搭載してテムズ川を浚

渾した。ラダーエキスカベータは、1827年にP.Valcourt（仏）が特許を取得しているが、実機は1860年にA.Couvreuxが開発して、スエズ運河に投入した。

そして、初の蒸気ショベルは、W.S.Otisが1836年に革命的機構の“Yankee Geologist”（図—6）を発明した。しかし、7台を製作して3年後に僅か26歳で夭逝したため、その後開発は停滞してしまう。全旋回蒸気ショベルは、Ruston（英）が1874年に特許を取り、初の実機はWhitaker（英：写真—1）が1884年に開発してマンチェスタ運河工事に投入した。J.H.Wilson & Co.（英：写真—2）もライバルとして全旋回ショベルを1887年に販売し、マンチェスタ運河工事で他の96台の蒸気ショベルと共に稼働した。米国での初の全旋回ショベルは、1886年のOsgood Shovel No.6である。O.C.Thewの全旋回式ショベル（写真—3）は、1895年に登場する。



図—6 Otis 蒸気ショベル 1836

写真—1 Whitaker 1884



写真—2 Wilson 1887



写真—3 O.C.Thew-O 1895

蒸気クラムシェルは、1875年に2本チェーン式をW.D.Priestmanが考案した。このため戦前の日本では、プリストマンがクラムシェルの代名詞となっている。1896年になるとプリストマンを改良した2ドラム式の特許をMenk & Hambrock's（図—7）が取っている。

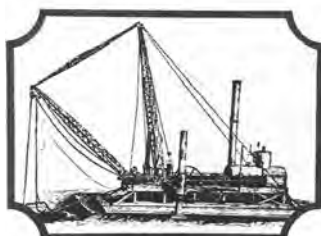
初の蒸気バックホウ（写真—4）は、1896年にVulcanが開発するが、実用化には更なる改良が必要であった。初のドラグラインは、1885年のOsgood No.15（図—8）であるが、現代ドラグラインの原形となると1904年のJ.W.Pageのドラグライン（写真—5）と言える。



図—7 Menk 1896



写真—4 Vulcan 初のBH 1896



図—8 Osgood No.15 1885



写真—5 J.W.Page 1904



図—9 Hetlesaeete 1900



写真—6 Atlantic 1902

ハイドロリックの最初の試験は、1887年にRustonが蒸気圧で行っているが、Olaf Hetlesaeeter（米）が1900年前後にバックホウに一部ラムシリンダ（図—9）を取付けた実験を行っている。

W A Robinsonは、BucyrusからAtlantic Equipmentに移籍し、ケーブル駆動の作業装置（写真—6）を1902年に開発してチェーン駆動式を置換えて行く。これにより、サイクルタイムは劇的に短縮される。また、米国が1903年に再開したパナマ運河工事では、100台以上の蒸気ショベルが投入された。ルーズベルト大統領も1906年に視察に訪れ、蒸気ショベルに座乗（写真—7）している。クローラ式ショベルは、1910年にMarionが特許を取得し、1912年に同社とBucyrusが製造している。翌1913年には歩行式ドラグライン Monighan 1-T（写真—8）が開発され、ス



写真—7 ルーズベルト座乗



写真—8 歩行機構 1913

キマも登場している。ガソリンエンジンの搭載は1912年のBucyrusが最初で、Harnischfeger（後のP&H）も1916年に後を追っている。

(3) 戦前の日本

わが国初の蒸気ショベル（写真—9）は、東洋一の大規模機械化土工となる大河津分水工事のために、明治40年に輸入される。分水はこれまでの平野部の開削工事と違って山間部を抜くため、上方掘削が可能な独リューベック（LMG）製の大型エキスカが12台導入された。補助的な小型エキスカ4台は、新潟鉄工製の模倣国産機が使われた。そして、蒸気ショベル2台は、軟岩（土丹）掘削用に用意された。英国製のスチームナビーと記録されているが、メーカーは不明である。高位置の水平ボイラーとアーム取付機構に特徴がある。Navyとは鉋夫や土方の意味で、Steam NavyはRuston社やWhitaker社等が商品名として使っていたが、これと同形式は見当たらない。蒸気ショベルの代名詞ともなっていたので、他社製かもしれない。



写真—9 初輸入の蒸気ショベル（明治40年）

その後、明治44年からの品川操車場敷地造成工事を請負った大丸組が蒸気ショベル2台を導入、これも機種の詳細はない。大正4年になるとBucyrusの軌道式蒸気ショベルを撫順炭礦に輸入し、翌5年には大倉組が蒸気ショベルを山陽製鉄所工事に投入している。初のドラグライン（写真—10）は阿武隈川と利根川に輸入された。翌8年にErie製鉄輪ショベルが輸入され、9年には $3/4\text{ yd}^3$ のマリオン21型とビサイラス14Bを試験輸入して、翌年から利根川2期改修で稼働させている。また、綾瀬川改修工事には $3/4\text{ yd}^3$ オスゴット機を導入している。更に大正10年頃から昭和初期に掛けて、各地で労働力不足により機械化施工が浸透・普及し、蒸気ショベルが多数導入された。

特筆すべきは、大正10年に呉海軍工廠のドックヤード掘削に、当時世界最大のストリッピングショベルで



写真—10 初のドラグライン



写真—11 Bucyrus 225B

あるビサイラス225B（全旋回型 6 yd^3 、337 ton：写真—11）を導入したことである。同時にビサイラス110C（軌道式 5 yd^3 、130 ton）も投入されている。この頃は軍もおおらかだったのか学会誌等に使用実績を発表している。

大正12年には、着工中の台湾／嘉南大圳（烏山頭ダムと大規模灌漑用水路）工事用の建設機械群が米国から到着、ショベルは大型ビサイラス5台、小型マリオン2台、ドラグライン2台である。また、同年に起きた関東大震災の復興工事でも建設機械が多数輸入され、ショベルやクラムシェルが使われている。

昭和に入ると内燃機関化が始まり、昭和2年に紀ノ川改修工事にディーゼルショベルを初輸入、昭和2年からの山口調整池（狭山湖）工事では、蒸気ショベル3台に加え、 1.5 yd^3 型3台と $3/4\text{ yd}^3$ 型1台のディーゼルショベルを導入した。

昭和3年、神戸製鋼所は撫順への多数の電気ショベルを輸入する計画を聞き付け、その国産化を図るために調査技師を派遣した。Bucyrus 50B（ 1.5 m^3 ）をスケッチして、パテント部分を改めて5年に50K（写真—12）を試作し、採用を満鉄に依頼した。国産品を信用せず渋る相手を説得し、漸く試験採用に漕ぎ着け、性能試験と検査の結果は意外に好成績で正式採用となった。しかし、オリジナルと同強度を確保するために部材を厚くした結果、重量が5割増しとなっている。そして、昭和7年には 3 m^3 （175 t）電気ショベル120Kを開発して納入し、18年までに満州向け31台を出荷した（写真—13）。そして、昭和9年に 4 m^3 （300 t）電気ショベル200K（写真—14）を開発して納入、18年までに満州向け7台を出荷した。結局、撫順炭鉱に50K、120K、200K型合わせて16台を18



写真—12 神鋼 50K 1930



写真—13 阜新炭鉱の120K



写真-14 神鋼 200K 1934



写真-15 日立 120H 1942

年までに納車し、満州炭鉱や昭和製鋼所等の満州各地に合計 46 台を出荷した。また、国内では海軍建築部、内務省、各鉱山、セメント会社等へ終戦までにこれらを 80 数台納入している。そして、日立製作所も昭和 17 年 12 月に 3 m^3 電気ショベル 120H (写真-15) を開発して撫順炭鉱に納車している。その他に満州住友金属でも 50B 級を製作したようだ。

(4) 戦後の日本

戦後、昭和 23 年に発足した建設省の予算に建設機械整備費が計上され、国産機械の開発育成が図られた。

昭和 24 年 5 月に日立が純国産ケーブルショベル U05 を開発、木曾川工事事務所に納車。8 月には、戦時中の河川改修休止により荒廃していた常願寺川に、日立製タワーエクスキャバタを復活させて投入した。昭和 25 年には日立が U05 を改良して、アタッチメント交換ができる万能掘削機 U06 (写真-16) を開発し、傑作機 U106 (写真-17: 昭和 32 年開発) の基礎を築く。神戸製鋼は翌年に DE 型機関搭載の 1.2 m^3 ショベル K35 を開発した。石川島コーリングは、 1.2 yd^3 ショベル 205 を昭和 28 年から製作開始した。



写真-16 U06 1950



写真-17 日立 U106 1957

28 年着工の佐久間ダムでは、本格的機械化施工を米アトキンソン社が指導し、掘削機として 2 m^3 ショベル (54B, 93M) 7 台とリンクベルトの 1.5 m^3 ショベル 2 台が投入された。昭和 32 年着工の御母衣ダムでは、ピサイラス 150B (6 yd^3) 4 台, 54B (2.5 yd^3) 3 台, 51B (2 yd^3) 2 台, マリオン 111M (4 yd^3) 1 台, 93M (2.5 yd^3) 3 台, デマーグ B323 (3 yd^3) 2 台, 日立・

油谷 ($0.6 \sim 1.2\text{ m}^3$) 10 台が投入される。翌 33 年着工の黒四ダムでは、マリオン 111M が 2 台, 93M が 3 台, P&H 955A が 2 台, 日立 U112 は 3 台, 神鋼 35K が 2 台である。大型機は輸入機, 小型は国産である。

(5) 油圧ショベル

水圧シリンダを利用したショベルは 19 世紀末期から開発されていたが、油圧の利用は 1945 年の Gradall (写真-28) が嚆矢となる。そして、初の全油圧ショベルは、1948 年にブルネリ兄弟 (伊) が開発した。しかし、最初の機種については諸説がある。欧州事情に詳しい H-H Cohrs によれば、1948 年にまず油圧テレスコ型を造り、同年に写真-18 を開発した。そして、翌年に写真-19 のようなホイール型も開発しているが、この機械をブルネリの最初の油圧ショベルと紹介している資料もある。その後は、Poclain (写真-20) が 1951 年に、Demag (写真-21) が 1954 年に、Liebherr は 1955 年に油圧ショベルを開発している。Bruneri の特許は仏 SICAM (Yumbo 社の前身) が 1954 年に継承し、新三菱重工や International (後に Dresser), Priestman, 古河等に技術供与・提携がなされた。



写真-18 Brunieri 1948



写真-19 ホイール型 1949



写真-20 Poclain TU 1951



写真-21 Demag B-504 1954

日本の油圧ショベルは、新三菱重工が SICAM からの技術導入により昭和 36 年に初めて Y35 (写真-22) を国産化した。その後、各社が海外メーカーとの提携を進め、国産化が進んで行く。提携関係は、油谷 Poclain, 日鋼 O&K, 住友 Link-Belt, 石川島 Koehring, 神鋼 P&H, 久保田 Atlas, 小松 Bucyrus である。日立は独自開発を行い、昭和 39 年に UH03 (写真-23) を、加藤も昭和 42 年に HD350 を独自開発した。



写真-22 新三菱重工 Y35 1961



写真-23 日立 UH03 1964

昭和41年に油圧ショベルがケーブル式を生産金額ベースで追い抜く。そして、昭和51年には油圧ショベルが生産額で建機の王様と云われたブルドーザを抜き、トラックローダも50年代前半に激減して、ホイールローダと油圧ショベルが取って代わる。昭和52年に三菱重工がユンボ社（旧SICAM）との技術提携を解消、他の油圧ショベルメーカーも追従して、国産機の輸出を強化、これにより国産油圧ショベルメーカーの躍進が始まる。昭和53年には日立がU106系の生産を終了する。

日立の油圧ショベルの大型化は、昭和47年にUH12、48年にUH20、49年にUH30を開発し、昭和54年にUH50（157t、ローディングタイプ8.4m³）を開発してマイニング市場へ参入した。小松は昭和56年にPC1500を試作し、CONEXPO '81に出展している。三菱は、昭和58年にMS1600（165t、10m³）を開発する。また、通産省主導11社共同の石炭露天掘機械技術研究組合SMECが昭和58年に設立され、420t級ショベルと180t級ローダの開発に着手する。

平成元年に始まった関空I期工事の土取山では、135tダンプトラックが投入され、その積込機としてケーブル式の神鋼P&H2100BL（写真-24）と住友マリオン191M（写真-25）が採用された。この積込機と135tダンプのセットは、香港新空港工事に転用され、135tダンプを増車するとともに、新たな積込機としてDemag H285S（写真-26）とCAT 994を追加した。

その後、国産メーカーも油圧ショベルの大型化が進んだが、国内土木現場のダンプトラックは90tを上限とし、積込機も10m³の200t級が限界となっている。



写真-24 神鋼 P&H 2100BL



写真-25 住友マリオン 191M



写真-26 Demag H285S



写真-27 200t級 BH

平成14年の谷浜工事では、掘削ベンチに10m³ショベルが5台並んだ（写真-27）。

(6) その他の海外機

グレドール（テレスコピックエキスカベータ）は、建設業者のRay Ferwerdaが法面整形機として開発し、1945年にWarner & Swaseyが製造権を得て商品化（写真-28）した。欧米では今日でも法面整形機として普及しているが、手先の器用な日本では使われていない。代わりに日本では、畦畔バケットを大きくした法面バケットが昭和50年代から普及している。

ローダバックホウは、JCBが1954年にアタッチメントとして造り、1957年にCase（写真-29）が初めて一体商品として販売した。この機種も海外ではよく普及しているが、日本での人気は低い。スクーパーは、日本でも石川コーリングで製造されたことがある（写真-30）。その他には、不陸地形で歩行移動ができるMenzi muck等（写真-31）がある。



写真-28 Gradall 1945



写真-29 CASE 1957



写真-30 Scooper 505



写真-31 歩行バックホウ

3. マイニングショベル

(1) ストリッパ

世界最大の建設機械は、露天掘鉱山のストリッパである。ストリップングとは表土剥ぎのことで、鉱物資

源を覆っている表土（Overburden）を取払う機械である。それらの機種には、バケットホイールエクスカベータ（BWE）やストリッピングショベル、ウォーキングドラグライン等がある。

a) ストリッピングショベル

ストリッピングショベルの王者は、13,600 t の Marion 6360（138 m³ バケット：写真—32）である。本機は1965年から稼働していたが、1991年に火災を起こし廃棄処分となった。Bucyrus のフラグシップ機は、8,165 t の 3850B（107 m³：写真—33）である。しかし、これらのストリッピングショベルは、1971年以降製造されていない。



写真—32 Marion 6360



写真—33 Bucyrus 3850B

b) ウォーキングドラグライン

ウォーキングドラグラインは、今日でも露天掘炭鉱の表土剥ぎの定番機である。クローラの替わりに歩行機構（写真—8）を持ち、文字通り歩くのである。

露天掘炭鉱では、薄い石炭層上部の大量の表土を除去するのがストリッパの役目である。旋回半径が大きいので、360°旋回1サイクルで掘削・運搬（旋回）・排土・復帰を行い、排土は旋回中にノンストップで行う。最大の Bucyrus 4250W “Big Muskie”（写真—34）は、13,000 t のモンスターであり、バケットも 168 m³ である。他社のフラグシップ機には、119 m³ の Marion 8900、92 m³ の P&H 9020（写真—35）があった。旧ソ連圏ではロシア製の UZTM（Uralmash）があり、写真—36 のようなワイヤ張りの軽量ブームが特徴で、最大機種は 100 m³ のものがある。Bucyrus 製品は買収した CAT が引継ぎ（写真—37）、P&H も



写真—34 Bucyrus 4250W



写真—35 P&H 9020



写真—36 UZTM ESh15.90



写真—37 Cat 8750

Joy 傘下となっている。因みに、これらのケーブル機の経済的寿命は、多大な分解組立費の掛かるサークルギアの交換時期である。

(2) 積込ケーブルショベル

鉱山では積込機として、ケーブルショベルがまだ多く使われているが、油圧ショベルの大形化に伴いその地位を徐々に譲っている。

写真—38 の P&H 5700XPA は、1,905 t、61 m³ バケットである。写真—39 の Bucyrus 595B は、買収した Marion の元 351-M で、1,180 t、44 m³ である。Bucyrus は世界最大（2,250 Ton、53～60 m³）の 795 も構想したが、Bucyrus の消滅で幻に終わった。CAT は、旧 Bucyrus 型番の頭に 7 を加え #7000 シリーズ（写真—40）として引継いでいる。P&H は地下鉱山機の勇である JOY Global の傘下となり、その JOY もコマツに買収されることになったため、結局、ケーブル系メーカーは CAT とコマツに集約される。

ロシアの IZ-KARTEX の製品はやや小振りであったが、ロシア製ダンプの大形化に伴い 360 t ダンプに対応可能なバケット容量 54～77 m³、1,550 t の EKG-50（写真—41）を開発した。



写真—38 P&H 5700XPA



写真—39 Bucyrus 595B



写真—40 CAT 7495



写真—41 IZ-KARTEX EKG50

(3) 超大型油圧ショベル

マイニング用大型ショベルは、Poclain EC1000（写真—42）が1970年に先鞭を付けた。当初はBucyrusやMarion, P&H（写真—43）も大型油圧ショベルに挑戦したが、撤退してケーブル式に引籠もった。日本では前述のSMECが、世界最大級のSMEC4500（420 t, 15～30 m³：写真—44）を試作した。そして、初の500 Ton 超のDemag H485（写真—45）は、1986年に登場した。



写真—42 Poclain EC1000



写真—43 P&H1200



写真—44 SMEC4500



写真—45 Demag H485

現在、800 t 級モンスターは4社が提供している。800 t 級ではO&K RH400（写真—46）が先陣を切っていたが、1998年にTerexに買収され、その後、Terexの鉱山部門はBucyrusに身売りした。コマツPC8000は、買収したDemagの元H655Sの後身である。日立EX8000（写真—47）とLiebherr R9800（写真—48）は、純血種を誇っている。



写真—46 O&K RH400



写真—47 日立 EX8000



写真—48 Liebherr R9800



図—10 未来のショベル



写真—49 CAT 6120B H FS



写真—50 Liebherr PR776

CATは超大型積込機がなく、797等の超大型自社ダンプの積込みを他社機に依存していた。ところが、2011年にBucyrusを買収して、ケーブル式と油圧式の両方式の超大型積込機を手に入れた。そして、世界最大となるO&K血筋の新機種6120B H FS（46～65 m³, 1,270 t：写真—49）を発表するに至った。因みに、Liebherrのマイニング機は、積込機とマイニングトラックだけであったが、昨年1月に70 t 級ハイドロスタティック・ブルドーザPR776（写真—50）を戦列に加えた。

4. おわりに

ショベル系機械の開発と変遷について、更に多く記したいことがあったが紙幅の関係で割愛した。近未来のショベルはどうか、Hyundaiのコンセプト機（図—10）を参考に示す。自動化については、AHS（無人ダンプ）が海外で200台以上稼働していて更に増車中である。MINExpo2016では、コマツがキャブレス無人ダンプのコンセプト機を展示した。次は、積込機の自動化である。近頃のICTバックホウで復活したMC技術やLiDARを利用した自動積込バックホウ等は試作されていたが、近年の驚異的なAI画像認識技術に期待がかかっている。

Ton : Shot ton (米トン), t : metric ton

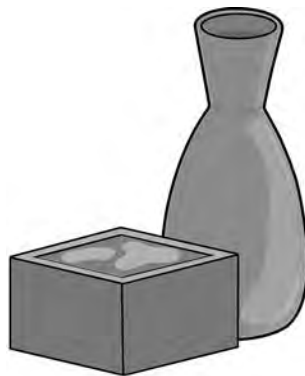
《参考文献》

- 1) 岡本, 建設機械の歴史, 建設の施工企画, JCMA, '08.1
- 2) 岡本, 土工機械誕生の歴史, 土木施工 7, '09.7
- 3) 岡本, 建設機械のモンスター達, 建設機械施工, JCMA, '15.1
- 4) H-H. Cohrs, 500 Years of Earthmoving, KHL, '97.3
- 5) K.Haddock, Giant Earthmover, MBI, '98.6
- 6) 土工教室／建機の歴史, <http://hw001.spaaqs.ne.jp/geomover/>
- 7) 建機メーカ各社ホームページ等の資料



【筆者紹介】

岡本 直樹 (おかもと なおき)
建設機械史研究家





安全の責任について考える ～技術者の身に着けるべきグローバルな安全感覚～

杉 本 旭

事故は、事故の前の停止の失敗で起こる。安全は、事故の責任を考えることなしにはあり得ない。欧州規格では、リスクに残る事故の可能性に応じて、事故前の停止の異なるカテゴリを規定する。安全を、事故の責任と安全の責任に分けて、特に、安全の責任についてグローバルな立場から考える。

キーワード：安全、安全の原理、労働安全、安全規格、リスク、リスクアセスメント、安全の責任

1. はじめに

シンガポールからの輸入拒否を受けて、日本製の電気洗濯機が送り返されてきた。安全の問題と言うが、最高の安全を製品に込めただけではだめなのか。スイスの氷河特急の脱線事故(2012年7月、43人の死傷者)、原因不明のまま2日後に運転再開、なぜこんなことが欧州では可能なのか。最近西伊豆町で起こった動物よけ用電気柵の感電事故(2015年7月、7人の死傷者)、製作者の元電気技術者(76才)の自殺で問題が解決されたわけではない。現に、事故後の調査では、検定を無視した安価な電気柵が自由に使用されている実態が明らかにされ、認証を流通条件とする欧州では決して起こらない事故だと知らされた。なぜ、わが国では国際的に認められた安全を認証の義務としないのか。

ところで、グローバルな規格が、わが国にリスクという言葉をもたらした。今や「危険性」、「有害性」より「リスク」という方が広く通用するようだ。しかし、改めてリスクとは何かを尋ねられると、正直なところよく分からないと言う。

リスクアセスメントの目的は停止カテゴリを決めることだという重要なことがわが国では理解されていないようだ。もともと事故は、事故の前の停止の失敗で起こる。リスクは、事故の前の停止の失敗を確率と被害の大きさの関係で示したものだと言っている。事故が起こった時、なぜ、もう少し早く止めなかったのか。事故の責任は、停止の遅れの理由を追及する。事故の可能性(リスク)が残る限り、また、そのリスクが大きいほど、事故前の停止として厳格な手段(高い停止カテゴリ)が選択される。ここでは、安全とそれに関わる責任の見方から、事故前の停止を安全の責任とす

る欧州安全規格の基本について少々突っ込んだ検討を行うことにする。

2. 事故の責任と安全の責任

事故の原因調査は、見方によっては気楽な調査だと言えよう。事故の結果を受けて、そこから時間を遡って原因にたどり着く。事故を防ぐ逆のプロセスであるから比較的容易だと思われがちだが、責任が絡むとやたらと複雑になる。原因調査は、“無-責任”の立場だが、責任を問われる事故の当事者にとって気が気でないだろう。それだけに、調査結果に曖昧は許されず、極めて慎重な調査が実施される。

もともと安全は、事故の可能性に対して、リスクや信頼性など、確率論をベースとする予測手法が採られるが、事故が起こると、一変して、何が原因か誰の責任かというように、決定論の扱いとなって混乱が生ずる。重大責任が課せられるようなことを、事前に確率で扱うという安全の考え方そのものに混乱の理由があると言っている。

事故には責任が伴うが、原因調査を厄介なものにさせるのは、法律違反に対する責任(罰)の理由として原因の追及がなされるからである。結果(事故)に対して何を原因とするかは、法律との関係で変わる。場合によっては、再発防止のキーとなるような客観的な原因とは全く別の理由が原因とされることもある。例をあげよう。

事故を防ぐために設置する安全装置は、もともと故障が許されない。故障は絶対には避けられないという現実に対してわが国の法律(安衛則)は始業前点検を義務付ける。一方、欧州では、安全装置の故障に対し

て機械を停止させ、正常に修理がなされるまで機械を動かさない。これを安全装置の設計条件として、認証（CE マーキング）を得ないと市販できないものとされる。裁判鑑定を依頼される度に、著者は“欧州の安全装置なら事故を防げたはず”の証言を繰り返すのだが、原因は責任を管理する縦割り行政の多様な判断に委ねるべきこととして、わが国では、安全装置の保全担当者の過失責任の問題とされるが、如何ともしがたい。

偶然の結果（accident）とはいえ、事故後の責任追及は避けられない。事故は、もともと発生を許さないことが現に発生したという事実を示すからである。しかし、被害者への賠償や加害者への罰など過失責任の追及では、安全は何も解決しない。“安全の責任”は事故の責任とは異なり、事故の回避はもともと失敗が許されないことから生ずる。

安全は、原因に働きかけて、結果（事故）を安全な状態へとコントロールすること（事故を防ぐこと）である。しかし、このコントロールは明らかに時間的制約を受ける。原因が分らなければ事故を防げないし、たとえ分っても制限時間内に回避しなければ事故は防げない。

事故の原因調査を引き受けるときにいつも思うのだが、もう少し早く止めれば事故は防げたはずなのに、なぜ止めなかったのか。事故は、事故の回避に固執するあまり停止操作が遅れた結果として発生する。当たり前なのだが、この当たり前のことを軽んじて事故を発生させている。事故の後に停止させるのでは間に合わない。安全の責任は、事故の前の停止の要求に応えること、そして事故の前の停止の失敗で事故の責任が生ずるという関係である。

3. トップの無過失責任

ところで、リスクベースの現代社会にリスクゼロはあり得ないとされる。労働の現場では、危険の残る仕事教育訓練を行ったという理由で労働者に委ねられる。ならば、リスクの現実として生ずる事故の責任を企業（トップ）が負うと考えられて当然ではないか。実は、これは、過失の如何によらず、事故の責任（救済／補償）を企業のトップが負うとする無過失責任の考え方である。グローバルに共有する事故の責任原則だが、わが国の労働安全の法体系も基本的には無過失責任の考えで作られている。

もともと“不確実”を扱う賭けのルールがあって、リスクとは、賭けの失敗の時に果たすべき責任を、ど

のように責任能力として準備するかを明確にするための指標である。過失責任は、責任能力のない弱者に結果（事故）の責任を負わせることで混乱を生じてきたと考えていいだろう。欧州の第三者認証の理念に“負いきれない責任は負わせない”があると聞く。無過失責任とする労働安全には、災害による労働者の被害救済の責任を企業（トップ）が負うことで混乱を防ぐとする共通の意図がある。

事故の責任は、法律が関与して複雑である。安全の理由を整えて、事故の責任に予め系統だって対処するのは殆ど不可能である。事故の可能性が残る限り、トップの責任で事故前に停止を強制し、自ら、事故の責任で生ずる混乱を避けること以外に確実な方法はない。トップによる停止の強制に異論を唱える法律はあり得ず、よって自らの責任で停止を解くこと（運転再開）ができる。

改めて、結果（事故）をトップの無過失責任とすることが何よりも重要である。事故前停止の要求（安全の責任）が、安全管理体制の権威（正当性）を伴って実行されるからである。また、安全工学の体系化を目指す学問的立場から、停止による安全原則は普遍的であり、事故の責任（後で示す F. ナイトの真の不確実性）による混乱を避ける条件で安全工学の体系化が可能となると期待できる。

ところで、わが国では、リスクアセスメントに事故の免責を期待する人が多い。安全対策の限界で生じた事故の責任は、日本語の「責めに任ずる」というような結果に対して負うべき「責め」ではなく、結果（事故）に対する説明責任に応じて、救済の準備を整えるべきとする応答責任（responsibility）である。

結果としての救済の責任は免除されないという欧州安全の整合性については、著者が1984年に初めてフランスの国立労働安全研究所 INRS を訪問したときに教えられたことである。当時の機械研究部長 Dr. Vautrin が特に強調していたのは、安全の目的は合理的な救済制度を構築することであった。さらに、「安全は、事故を防ぐ／減らす／被害を小さくすること以上に、救済制度の合理性を担保する条件として規格化・整合化して企業に均しく守らせることに意味がある」との説明であった。かくして労働安全のトップの責任は、安全ルールの要求に応えること（安全の説明責任に応える責任能力）と、結果として生ずる被害の救済要求に応える責任（事故の責任）であり、ともに、規定された準備に応えるべき応答責任（responsibility）に位置づけられる。後で示すように、欧州の安全のルールは、事故の前の停止を安全の責任としており、その追及の

限界（State of the art）で生ずる事故前停止の失敗が事故の責任の対象になるという関係で責任が階層的に示される。事故の責任と安全の責任は、ともにトップの責任だが、特に、トップの要求（信任）で技術者によって実行されるインタロック（事故前停止手段）は、残留リスクに伴う事故の可能性を減少させるのに大きな効果を示すであろう。

4. フランク・ナイトの真の不確実性

ところで、安全の判断には注意が必要である。安全に伴うわずかな“不確実”に事故の可能性が残るからである。フランク・ナイトは経済学者だが、“不確実”を一般的に捉え、不確実の影響をリスクで表し事故の責任に対処するためのリスク論の先駆者となった。ナイトによれば、不確実は、経験データから統計的確率として予見性を有する“測定可能な不確実”と、経験できない特殊事象であるために確率そのものが形成できない“真の不確実”とに分けられ、これらのうち、リスクとしての扱いが可能なのは“測定可能な不確実”に限られるとされる。著者は、予見できない真の不確実をリスクとして扱えないのは、予め有すべき責任能力（停止能力）をトップが準備できないためだと理解している。トップの停止の責任能力は、トップダウンの安全管理体制によって委託され、設計者（インタロック停止）、労働者の停止操作によって受け継がれる。

経済学者のナイトの興味は、測定不可能な真の不確実にあるのだが、それは強く経済学に関わるからであろう。経験できない特殊事象には、場合によっては、大きな利益の可能性とともに、負いきれない責任の可能性もあって、“真の不確実”に対するトップの判断が経営の明暗を分けるような重大な場面を提供する。ナイトによれば、企業経営の敗北は、多くの場合、真の不確実に対して行う賭けの敗北（責任能力を超えた結果責任）によるのだそうだ。企業経営では、リスクベースの危機管理に留まらず、その限界を超えて、真の不確実に対するトップの判断に「賭け」は避けられないとする現実がある。

しかし、安全に関わる時、真の不確実に対する「賭け」は許されない。トップの責任を曖昧にして、事故が起こった後で、負いきれないような結果責任（過失責任）を誰かに負わせるというやり方は人道的にも容認できないし、責任能力を超えて取り返しのつかない事態の可能性を無視するようなトップの「賭け」は絶対にあってはならない。このような「賭け」を禁ずることこそトップの責任能力だと考えていい。改めて、

不安（真の不確実）を危険（致命的賭け）と見なして停止を実行することが安全の責任を担うトップの正しい姿勢と考えなければならない。

事故は、責任を伴う点で、リスクとは本質的に異なる概念である。リスクによって、利便や経済性とのトレードオフの可能性が検討される。しかし、安全工学は安全の責任に係るもので、利便のゆえに許容される事故（人の被害）の判断に適用されない。

5. 「停止」の責任能力とリスク

リスクそのものは事故を防ぐ能力も、また事故後の責任に対処する能力も有しない。許容リスクの現実には、リスクとして許容される条件で事故が発生すると考えなければならない。その場合、当然、「事故の前になぜ停止しなかったのか」に対する正当な理由が問われることになる。

すでに述べたように、事故の前の停止の失敗で事故が起こるという事実に基づけば、安全は事故前の停止を確保すること（安全の責任能力）である。私たちは、もともと“停止できないシステム”に安全はなく、“停止を許容しない安全管理”では責任が果たせないことを十分に承知している。大きな被害はもとより、小さな被害であっても人に傷害を与える以上、停止による事故防止が無視されてはならない。繰り返すが、リスクアセスメントの結果としての残留リスクは、予め備えるトップの「停止の責任能力」の理由を明確に示すための指標とみることができる。

一般に、操作の担当者に「停止」の義務を課とする安全管理が導入される。これによれば、機械への接近は停止して行わねばならず、人の不安全行動とは、明らかに、「停止する前の機械に接近すること」と定義されるだろう。近年、自動車の製造ラインなどでは「止めて、呼んで、待つ」を義務とする作業管理が導入されているが、トップの責任能力によって構成される“停止管理システム”として重要な意味を持つ。

6. リスクと停止カテゴリ

機能を優先し、停止を避け、機能の信頼性（アベイラビリティ）の追求の結果がリスクとして評価され、リスクは、停止管理システムとしてトップの有すべき安全の責任能力に根拠を与え、現実の事故は停止のシステムによって回避される。

ところで欧州規格には、「停止」の完全性（integrity）に対する停止カテゴリが規定されている。残留リスク

表一 1 リスクアセスメントに基づく停止カテゴリの選択

停止カテゴリ (リスクの大きさ)	手段	対応
カテゴリ B (かなり小さいリスク)	停止スイッチ	人間の教育訓練，停止操作を人間に委ねる。
カテゴリ 1 (小さいリスク)	安全スイッチ	扉を開くときに安全スイッチによる停止信号によって機械が停止する。
カテゴリ 2, 3 (やや大きい)	インタロック (多重系)	停止操作を行わないと機械に接近できない，安全確認型のインタロックを整備する。
カテゴリ 4 (大きいリスク)	フェールセーフ ・インタロック	停止が確認されるまで扉が開かない。故障を考慮したフェールセーフなインタロックを整備する。

に対して事故前の停止が要求されるが，停止の要求レベルはリスクによって異なる。表一 1 に停止カテゴリの概要を示す。詳細は，関連規格に譲るが，リスクが十分小さければ，不安全行動を教育で補って，操作担当者に停止操作を委ねることができるだろう。リスクが大きくなければ，安全スイッチによって扉を開くときに停止信号が出るようにする。少々リスクが大きい場合は，停止操作を行わないと機械に接近できない安全確認型のインタロックが準備される。最後に，リスクが大きく，事故前の停止には誤りが許されないという状況では，停止操作を不可欠とするだけでなく，実際に停止が確認されるまで扉が開かないように，“非対称故障特性”を考慮したフェールセーフなインタロックが構成される。このように，停止カテゴリは，リスクに応じて選択される停止能力を階層で示している。フランク・ナイトがリスク論で言うように，人知を超えて最後に残る真の不確実性は絶対には避けられない。このような不慮の事故に対してトップは結果責任（救済）を負うとする覚悟が必要である（決定論）。同じ理由で，停止をもってしても，絶対と言える安全の責任は果たし得ない。そうである限り，労働安全の責任には，トップの停止の責任能力が試されるのである。

7. おわりに

わが国では，従来，リスクが小さければ安全だと思い込み，事故の免責と読み替えて，安全の責任能力を低下させてきたと言える。本来，大きなリスクは，事

故の重大な責任に備えて高い停止カテゴリの停止手段が選択される。また，たとえ低リスクであっても，安全の責任が事故前の停止の要求であることが無視されてはならない。改めて，安全の責任能力におけるリスクの役割について，正しい理解を求めたい。

責任（responsibility）は，事故の責任（結果に対する責任）と安全の責任（停止の責任能力）とからなることを示したが，トップが責任能力の概念をもたないために，トラブルとなる場合がある。例えば，事故が起こった後で，事故の原因と責任に関わって，被害者となった労働者が労災保険の適用を受け得るか否かの判断を裁判に委ねるという状況である。ここで示したように，労働安全で最も重要なことは，合理的な救済制度を確立することである。救済制度の合理性を担保するために安全のルールがあるのであって，救済の対象とできない労働条件は安全のルールからもともと排除されるという考え方である。労災保険の適用外で生ずるような災害はもともと許可しないというトップの責任で，労働条件が確保されるということである。以上，参考になれば幸いである。

JICMA

【筆者紹介】

杉本 旭（すぎもと のぼる）
長岡技術科学大学 名誉教授，
NPO 安全工学研究所 理事長



ずいそう

金星探査機「あかつき」 日本で初めての惑星周回衛星に

廣瀬 史子



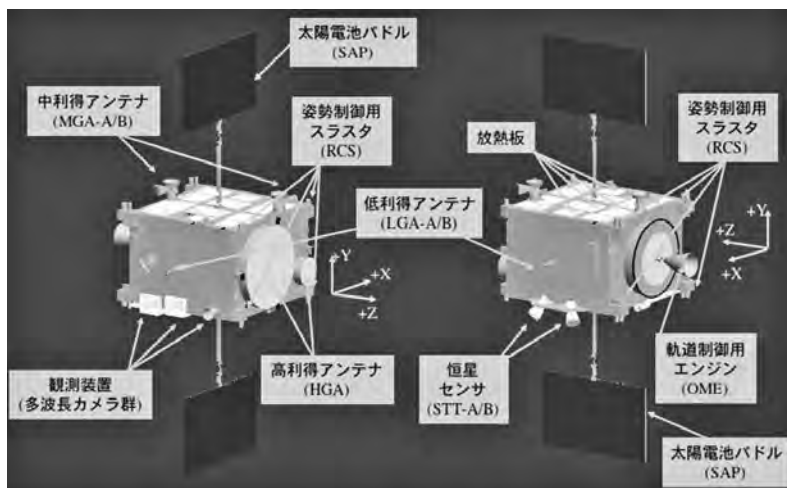
金星は、地球とほぼ同じ大きさ、重さであるため、地球の双子の惑星と呼ばれている。しかしながらその環境は全く異なる。硫酸の雲で覆われ、秒速 100 m の猛烈な風が吹き続ける。気温は 400 度、気圧は 90 気圧であり、人が生き延びるのは難しい。この金星の環境を現在の気象学の知識を総動員してコンピュータシミュレーションを試みても、実は再現できない。金星の自転周期は 243 日と非常に遅いため（地球の自転周期は約 24 時間）、地面との摩擦でいつか風が止まってしまうそうだ。再現出来ないということは、我々の気象学がまだ発展途上であるということを意味する。金星の気象を解明することで、気象学の理解を深め、将来、地球の環境がどうなっていくのか、また、過去はどうであったかを探るべく、金星探査機「あかつき」は、2010 年 5 月に種子島宇宙センターから打ち上げられた。

約半年間の順調な航海を経て、2010 年 12 月に「あかつき」は金星上空 500 km に接近。金星重力に捕らわれるべく大型エンジンを 11 分間噴いてブレーキをかける計画だったが、1 分半経過時点でエンジンが故障した。その結果、ブレーキをかけきれず、金星周回衛星となることは出来なかった。その時の関係者、特に金星観測データを心待ちにしていた科学者の落胆した表情は今でも忘れられない。私はその時、「あかつき」プロジェクトに関わり始めて数ヶ月の新米であった。

なんとしても金星に戻るべく、あかつきの軌道を考える日々が始まった。

軌道設計は 4～5 名のチームで行われたが、いざ解析してみると、金星に最も早く着くケースでは、金星を周回出来たとしても、その後すぐに金星に衝突してしまう。様々な条件で試したが、結果は同じで、金星を周回し続ける解は見つからなかった。軌道計算で試行錯誤を続ける傍ら、宇宙空間では「あかつき」も試行錯誤していた。2010 年の金星周回軌道投入失敗により、金星より太陽に近いところを飛行することになったため、予定より 1000 W も高い太陽の熱にさらされた。あかつきは、図—1 に示すような箱型の宇宙機である。どの面が最も太陽からの熱に耐えられるか、コンピュータ解析でおおよそ把握した後に、実際に、高利得アンテナが付いている面や、恒星センサが付いている面を数時間ずつ太陽に向けて、探査機の各機器が何度まで上昇するか実測した（あかつき内部の 135 箇所の温度をモニターしている）。その結果、高利得アンテナ面が最も熱に耐性があることが確認され、以降の 5 年間は、太陽の周りを回る間、毎日約 1.5 度ずつ探査機を回転させて、高利得アンテナ面が常に太陽を向くようにコントロールされた。

「あかつき」が太陽の熱に耐えている間、軌道設計チームの理解が深まり、金星に落下（衝突）せずに金星を回り続けられる金星周回軌道投入方法が明らかに



図—1 「あかつき」探査機の外観と外部搭載機器（提供：JAXA）

なりつつあった。肝となるのは、金星に最接近するタイミングと位置・速度 ($t, x, y, z, V_x, V_y, V_z$) である。間違った組合せを選ぶと金星に衝突するが、この組合せは無限にあるため、むやみにパソコンで計算させても適切な解は出ない。金星に落下する原理を理解し、落下を防ぐには、おおよそどの組合せを狙えば良いのかを考えるのが軌道設計者の役割である。また、金星に落下しない軌道が見つかったとしても、更に探査機のような制約を満たす必要がある。例えば、「あかつき」は横方向から入って来た太陽の熱を上下面にある「放熱板」を使って宇宙空間に逃がすように設計されている。放熱板に太陽光が入ると熱の逃げ道が無くなるので、「あかつき」の上下面への太陽光入射角は13度未満までという制約がある。また、太陽から見て「あかつき」が金星の裏側を通過する間は、金星の影を飛行するため、太陽電池パドルで発電出来ず、搭載しているバッテリーで自身の電力を賄う必要がある。あかつきには、23.5 Ah のバッテリー（スマートフォンのバッテリーの約7倍）を2台積んでいるが、最大2時間程度しかもたない。しかしながら、油断すると10時間以上の陰を通過することになる。金星に落下せずに回り続け、かつ、探査機のような制約を満たす軌道を見つけるまで約2年半の月日が流れた。その後、初めての出産と育休で、今度は私生活が試行錯誤の日々だったが、2014年5月に育休から復帰し、金星周回軌道投入に向けた運用準備にチーム一丸となって取り組んだ。

幸いにも、2度目の挑戦となる金星周回軌道投入は、4つの小型エンジンが正常に1228秒間噴射し、2015年12月7日「あかつき」は金星重力に捕らわれた。日本の宇宙開発史としては初めての惑星周回衛星である。現在、図-2に示すようなこれまでで最も精細

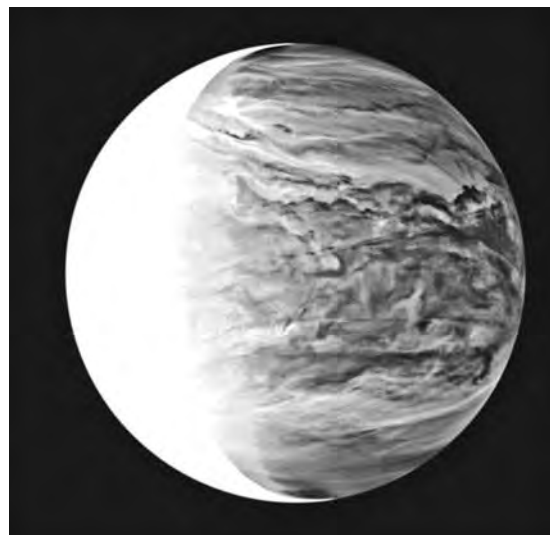


図-2 「あかつき」が捉えた金星の夜側の雲の様子（提供：JAXA）

な金星画像を毎日元気に地球に送って来てくれている。2010年12月の失敗から2015年12月の成功まで、「あかつき」チーム全員が「あかつき」を長期温存する施策など、それぞれの専門分野で闘った5年間であった。中学生や高校生に「あかつき」の話をして頂く機会があり、よく「2年半もずっと軌道計算するなんて」という感想を頂く。しかし、毎日最善を尽くしていたら、いつの間にか5年が経ってしまったというのがあかつきチームの感想と思う。また、設計寿命の4年半が過ぎ、6年以上経っても健全な「あかつき」は、日本の丁寧な物作りの象徴と思う。設計・開発・運用に携わった皆さまに感謝申し上げたい。金星に到着した今、バトンは科学者に渡し、金星の気象の謎解明を私自身楽しみにしている。

——ひろせ ちかこ 宇宙航空研究開発機構 主任研究開発員——

ずいそう

チャレンジ・ウォーキング

廣田 昭 次



生活習慣病やメタボリック症候群などの予防対策がしきりに言われている昨今、特に中高年の健康意識が高まっています。生活習慣病予防検診（特定健診）を受けた後に、メタボリックシンドロームのリスク数（腹囲、BMI、血糖、脂質、血圧、喫煙歴）に応じて、生活習慣の改善が必要な場合には、特定保険指導が行われます。私の場合は、腹囲と血圧がこれらに該当するため、過去には動機づけ支援などの保険指導を受けたことがあります。改善はみられませんでした。努力して痩せようという気持ちはあるのですが、なかなかいきません。さらに、最近では人間ドック後の診察において、先生から厳しく食生活の改善と継続的な運動によって、体重を落とすようにと言われたこともあって、日々の体重計測による管理や、1日の糖質（主に白米）摂取量の調整、日々（平日のみ）の歩数を歩数計により測り記録することから始めていました。

最近では、予防対策グッズや健康グッズなどの商品が人気を集めているようで、特に健康に歩くための「歩数計」がよく売れているようです。ところで、「歩数計」といえば「万歩計」の方が聞き慣れている方も多いと思いますが、「万歩計」は万歩計の専門会社に属する登録商標であるため、「歩数計」が一般的な名称となるようです。また、歩数計の他には活動量計という健康管理機器があって、日常の消費カロリー等を計測し、記録することができるようです。歩数計が歩いた分の歩数やカロリーを記録するのに対して、活動量計は運動以外のデスクワークや家事、睡眠など、日常の全ての活動の消費カロリーを測ることができるようです。運動する時以外の活動も測るため、リストバンド型などのウェアラブルが多く、米国では「ライフログツール」とも呼ばれ、日々の活動をデジタルで記録するのがブームとなっているようです。このジャンルの製品は昔からありましたが、ここ最近では計測したデータをスマートフォンのアプリと連携させて管理するのがトレンドとなっているようです。

このような状況の中、私の会社では健康増進を目的として、チャレンジ・ウォーキングなる活動が始まりました。これは、年間で一定期間（3ヶ月程度）を特定して、日々の歩数を歩数計で計測し、期間内における1日当たりの平均歩数が、男性社員では10,000歩、女性社員では8,000歩を目標としてチャレンジするもので、希望者には、会社から「歩数計」も貸与してくれます。

私は最近配属部署が変わったことや、職場のほとんどの社員がチャレンジ・ウォーキングに参加することから、エントリーすることにしました。それまでも、

歩数計は買って通勤時の歩数は記録していました。通勤時の歩数は、8,000歩程度でしたので、平日のみであれば今より少し努力すれば達成できるだろうという軽い気持ちで参加してしまったのです。ところが、今回のチャレンジ・ウォーキングの期間は、平日だけでなく休日も対象となっていたのです。平日であれば、通勤だけでも8,000歩程度となることから、10,000歩を歩くことはそんなに大変な歩数ではなかったのですが、休日となれば家にいてもほとんど歩くことがなく、外に出かけるときもマイカー利用が多いため、1日の歩数が3,000歩程度でした。さらに、職場は上司を含め60歳近い方が多いにもかかわらず、歩くことが趣味のような方が多く、1日当たり10,000歩以上は当たり前、多い人では20,000歩以上歩く人もいて、エントリーするんじゃないかと正直思いました。しかも、職場内では毎日何歩歩いたとか、最寄り駅から会社までだいたい何歩になるとか、そういう会話が日々飛び交っており、目標の日平均10,000歩は何とかクリアしなければならない雰囲気になってしまったのです。一応、目標達成のために計画表は作成しました。休日は7,000歩、平日は13,000歩程度歩かなければ目標を達成できないことが判りました。

今年の9月中旬からのチャレンジ・ウォーキング開始当初は、残暑と雨が多くてなかなか歩数が伸びませんでした。10月の中旬頃から暑さもだいぶ和らぎ、ウォーキングには適した気温になってきたので、少しでも歩数を稼ぐために昼休みに会社の周りを歩くことにしました。幸い会社の近くに公園があり、昼休みにはジョギングやグループでサッカーをしている人、私と同年代で歩いている人が大勢います。天気の良い日に屋外を歩いていると、なかなか気分もよくて気持ちいいものです。これまで、どこかに行くだとか、お店で何かを探したり等の目的も無しにただ歩くということは苦痛とと思っていましたが、目標をもって毎日歩いてみると、そのことが習慣となり自分の歩いた数が歩数計によって数値となって表れるので、その数値を励みにまた歩こうという気持ちになってくるから不思議なものです。今回のチャレンジ・ウォーキングは、3ヶ月間で終了しますが、会社としては今後も年2回は健康増進のために行うようです。私も今回のウォーキングを契機として、イベントに関係なく日々10,000歩を意識して歩こうと思っています。みなさんも、始めてみてはいかがでしょうか。

JCMA 報告

平成 28 年度 建設機械施工技術検定試験 結果報告

試験部

1. はじめに

建設機械施工技術検定試験は、建設工事の機械施工に従事する技術者の技術の向上を図ることを目的として行われ、建設業法第 27 条に定める技術検定制度に基づいて、国土交通大臣指定試験機関として当協会が実施している。

この試験は、建設機械運転技術者の操作技能のみを対象とするものではなく、建設工事の機械化施工に必要な土木技術、建設機械の管理技術、さらに、こうした技術の熟練度と応用力を兼ね備えた施工技術を対象としている。さらに 1 級（工事現場における建設機械運転技術者の指導監督的な職務に従事する者を対象）及び 2 級（主として熟練度の高い技術者を対象）に分けて試験が行われる。

原則、学科試験の合格者について実地試験を行い、それに合格すると、所定の手続きにより国土交通大臣から建設機械施工技術検定合格証明書が交付され、「1 級又は 2 級建設機械施工技士」と称することが認められるとともに、建設業の許可に必要な有資格者となり、なおかつ、施工現場における監理技術者（1 級に限る）又は主任技術者（1 級・2 級）としての資格が与えられる。

2. 試験実施状況

平成 28 年度については、6 月 19 日（日）に学科試験（全国 10 地区 10 会場）、8 月 20 日（土）から 9 月 10 日（土）の間に実地試験（全国 10 地区 13 会場）を行い、11 月 18 日（金）に実地試験の合格発表を行った。

全国での学科試験及び実地試験の 1 級と 2 級の受検者と合格者等は、表一 1 のとおりである。

(1) 学科試験結果

1 級の学科試験は、土木工学、建設機械原動機、石油燃料、潤滑剤、建設機械、建設機械施工法、法規について一般的な知識を問う択一式と記述式による試験

表一 1 学科試験及び実地試験の合格状況

試験区分		1 級	2 級
級別	受検者（人）	3,372	8,522
	合格者（人）	1,051	4,843
学科試験	合格率（％）	31.2	56.8
	受検者*（人）	1,161	5,040
	合格者（人）	1,008	4,431
実地試験	合格率（％）	86.8	87.9

注）※印の受検者には、学科試験免除者のうち、実地試験の受検申請をした者の人数を含む。

「2 級」の人数は、2 種別受検した者を 2 人と計算した場合の延べ人数である。

を行う。

2 級の学科試験は、各種別の建設機械について、それぞれ土木工学、建設機械原動機、石油燃料、潤滑剤、建設機械、建設機械施工法、法規についての概略の知識及び一般的な知識を問う択一式による試験を行う。試験種別は下記のように、第 1 種から第 6 種に細分している。

- ・第 1 種；トラクター系建設機械・施工法
- ・第 2 種；ショベル系建設機械・施工法
- ・第 3 種；モーター・グレーダー・施工法
- ・第 4 種；締め固め建設機械・施工法
- ・第 5 種；ほ装用建設機械・施工法
- ・第 6 種；基礎工事用建設機械・施工法

2 級の学科試験の種別ごとの受検者及び合格者（延べ人数）の内訳は、表一 2 のとおりである。

表一 2 種別ごとの 2 級の学科試験結果

区分	受検者数(人)	合格者数(人)	合格率(%)
第 1 種	967	510	52.7
第 2 種	6,537	3,897	59.6
第 3 種	169	74	43.8
第 4 種	643	273	42.5
第 5 種	125	55	44.0
第 6 種	81	34	42.0
合 計	8,522	4,843	56.8

表—3 受検資格（学歴）別ごとの実地試験結果

受検資格区分 (学歴)	1 級		2 級	
	受検者	合格者	受検者	合格者
大学（高度専門士含む）	184 人（15.9%）	150 人（14.9%）	311 人（6.7%）	245 人（5.9%）
短大，高等専門学校（専門士含む）	53 人（4.6%）	44 人（4.4%）	111 人（2.4%）	97 人（2.4%）
高等学校，専門学校	653 人（56.2%）	575 人（57.0%）	2,442 人（52.9%）	2,196 人（53.2%）
上記以外	271 人（23.3%）	239 人（23.7%）	1,751 人（38.0%）	1,590 人（38.5%）
合計	1,161 人	1,008 人	4,615 人	4,128 人

注：（ ）内は全体の人数に占める割合の百分率を示す。

2 級で 2 つの種別を受検する場合でも，1 人として数える実人数で示す。

(2) 実地試験結果

1 級の実地試験は，記述式試験（「建設機械組合せ施工法」）と実技試験を行う。

記述試験は，学科試験と同日（6 月 19 日（日））に実施し，実技試験は，上記の 2 級の第 1 種から第 6 種の建設機械操作施工法より 2 科目を選択し，所定のコース内での操作施工による試験を行う。

2 級の実地試験は，上記の 6 種別の内から受検種別ごとに，所定のコース内での操作施工による試験を行う。

資格（学歴）別ごとの 1 級・2 級の実地試験の結果を表—3 に示す。

また，2 級の実地試験の種別ごとの受検者及び合格者数（延べ人数）の内訳は，表—4 のとおりである。

【参考】（平成 29 年度 1 級・2 級建設機械施工技術検定試験の予定）

- ・受検申込用紙等の販売：
平成 29 年 2 月 1 日（水）から 4 月 3 日（月）まで
- ・受検申込の受付：
平成 29 年 3 月 3 日（金）から 4 月 3 日（月）まで
- ・学科試験：
平成 29 年 6 月 18 日（日）
- ・実地試験：
平成 29 年 8 月下旬から 9 月中旬
これらのスケジュールは予定であり，確定次第，当協会のホームページに掲載する。

J C M A

表—4 種別ごとの 2 級の実地試験結果

区分	受検者数(人)	合格者数(人)	合格率 (%)
第 1 種	508	412	81.1
第 2 種	4,084	3,623	88.7
第 3 種	74	62	83.8
第 4 種	282	246	87.2
第 5 種	56	52	92.9
第 6 種	36	36	100.0
合 計	5,040	4,431	87.9

JCMA 報告

JCMA i-Construction セミナ 開催報告

i-Construction 生産性向上推進本部

◇はじめに

国土交通省では、「ICT の全面的な活用 (ICT 土工)」等の施策を建設現場に導入することによって、建設生産システム全体の生産性向上を図り、魅力ある建設現場を目指す取組である i-Construction (アイ・コンストラクション)を進めています。これを踏まえて(一社)日本建設機械施工協会(JCMA)では、i-Construction 推進に向けたより力強い提言や情報発信等を目的として推進本部を設置しています。

JCMA では、i-Construction スタート元年での現況説明を平成 28 年 12 月 14 日「i-Construction セミナ」と称して機械振興会館 B2 ホールで開催しました。国土交通省および国土技術政策総合研究所から講師をお願いし i-Construction 施策の概要、仕組み、要領展開方針を解説して頂き、平成 28 年度の推進本部での積極的な委員会、ワーキング活動の進捗状況を発表いたしました(図-1)。



写真-1 スライドで解説する近藤補佐

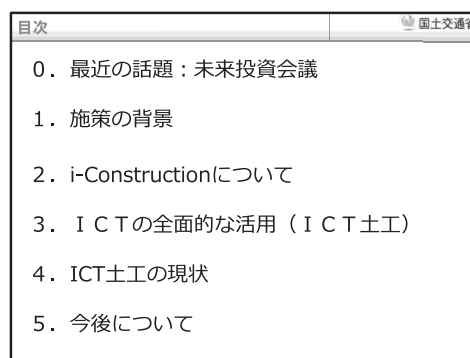
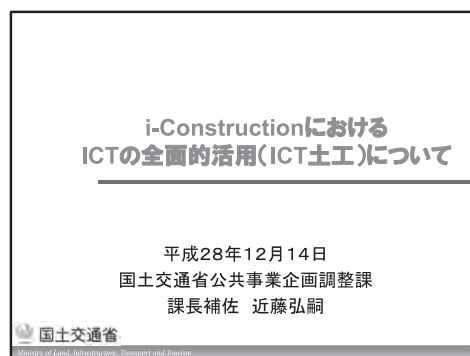


図-2 近藤補佐のスライド



図-1 i-Construction セミナ プログラム

■協会会長挨拶

■i-Construction の現況について

- ・国土交通省 総合政策局
公共事業企画調整課 近藤課長補佐

「i-Construction における ICT の全面的活用 (ICT 土工) について (写真-1, 図-2)」

・国土技術政策総合研究所

社会資本施工高度化研究室 森川室長

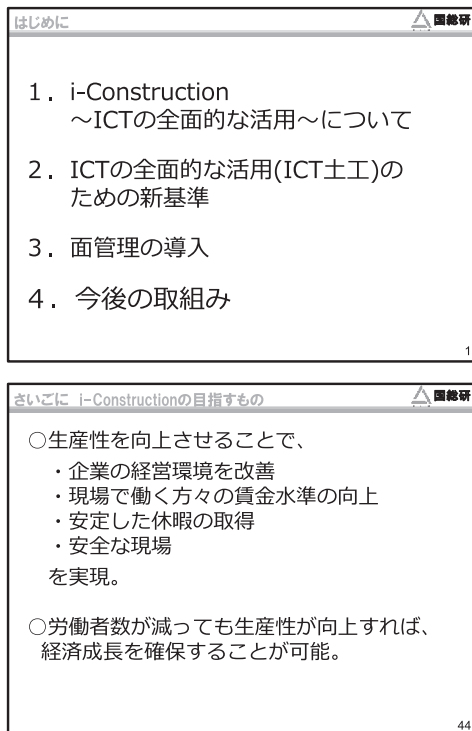
「i-Construction (ICT の全面活用) の要領策定の取り組みについて (写真-2, 図-3)」

■i-Construction 施工による生産性向上推進本部 高田本部長挨拶 (写真-3)

■i-Construction 施工による生産性向上推進本部活動報告 (写真-4)



写真—2 スライドで解説する森川室長



図—3 森川室長のスライド



写真—3 高田推進本部長

- ・ 推進本部活動状況
情報化施工委員会 情報化施工普及促進委員会活動
状況報告 植木委員長
- ・ ICT 活用戦略 WG 活動状況報告 北原 WG 長

- ・ i-Construction 普及 WG 活動状況報告
相良 WG 長



写真—4 委員会活動について説明する推進本部の委員長とWG長

- i-Construction 施工による生産性向上推進本部
四家副本部長挨拶 (写真—5)



写真—5 四家副推進本部長

◇事務局より

当日は、協会会員ほか約 120 名の参加をいただきました。特に国土交通省や国総研の発表に際しては、質疑対応もなされて i-Construction 施工に係る関心の高さがうかがえました。

この度の JCMA i-Construction セミナに参加いただいた皆さま、そして、業務多忙のなか発表いただいた皆さま、大変ありがとうございました。改めまして事務局より御礼申し上げます。

推進本部の次のステップへの進捗を報告する二回目のセミナーにも多数の参加をお待ちしております。



写真—6 熱心に聴講する参加者

部 会 報 告

アスファルトプラントの変遷（その5）昭和43年～50年

機械部会 路盤・舗装機械技術委員会（アスファルトプラント変遷分科会）

1962年（昭和37年）首都高速道路開業

京橋～芝浦間 均一料金徴収

建設の機械化 1962年（昭和37年）6月号

建設機械の現状（その6）Ⅷ. 舗装機械抜粋

日本舗道(株)機械課長 今田元氏氏

建設省官房建設機械課 徳田秀夫氏

1. まえがき

…（中略）舗装機械については、最近外国メーカーとの技術提携が活発となり、わが国情に適した機械の域を1足飛びに越えて、遠く海外の輸出市場において、外国機械との競争ができるような、国際的なものに急速に進もうとしており、従来、とかく開発の遅れていた分野だけに、今後の進歩に大きな期待をもつことができよう。

2. アスファルト舗装機械の現状

2.1 アスファルトプラントについて

…（中略）昨年来、名神高速道路、飛行場滑走路等の大規模の舗装工事が発注される機運となり、国内的には40t級までしか生産されていない情勢もあって、大型アスファルトプラントの輸入が相次いで行なわれた。

…（以下略）

国内アスファルトプラントは、工事規模が大きくなるにつれ、近年著しく大型化してきており、また能率向上の面から、操作方法は、特に15t/h以上のものでは、手動式に代って、半自動式、全自動式の方角に進もうとしている。また、冷骨材供給用のフィーダ、

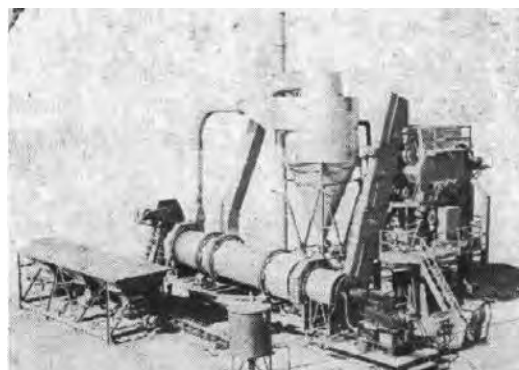


写真3-16 アイオワ（英）社 H-20-2 アスファルトプラント
ミキシングプラント部分以外は、国内で製造
能力：55～75 t/h
ミキサ容量：約900 kg（標準状態）
泡沫アスファルト混合装置付

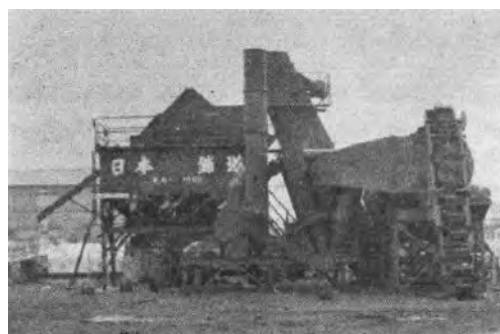


写真3-17 バーバーグリーン社 847型コンテナアスプラント
グラデーション、コントロール、ユニットその他を輸入し、
ドライヤその他を国産化
能力：100 t/h



写真3-15 パーカー（英）社スタミックス37型 アスファルトプラント
能力：55～75 t/h、ミキサ容量：1 t、ダストコレクタ：横型2連式
計量機操作：空気式

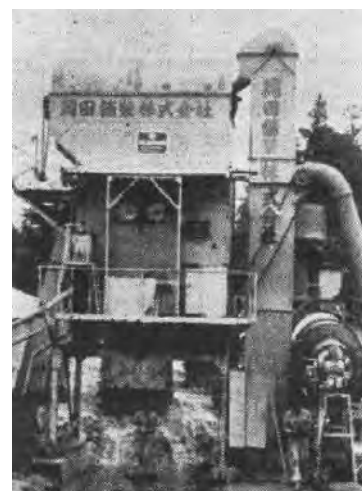


写真3-18 TK式全自動アスファルトプラント（東京工機製）
能力：15～25 t/h or 25～35 t/h

ふるい分け装置、アスファルト計量装置、ダストコレクタ等に逐次改良が行なわれている。

骨材・石粉・アスファルトの計量・投入、ミキシングタイム、合材の排出の諸操作を電氣的に連結して、押ボタンの操作によって1バッチごとに、或いは連続的に運転できる、いわゆる全自動式の構造としたものである。

ドライヤの傾斜角度を小さく（2°）し、骨材の滞留時間を十分に与えた。計量装置は骨材4種を累積計量とし、アスファルトおよびフィラーを別途計量し、ミキサータイマーやオートカウンタを備えた標準型の自動式プラントである。ミキサ内部のライナは耐摩耗性のものを採用し、羽根はマンガン鑄鋼を使用している。

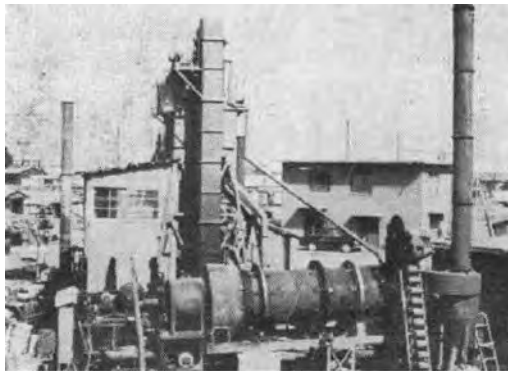


写真 3-19 NAP-15AZV 型全自動アスファルトプラント



写真 3-20 NAP-15AZV アスファルトプラント自動操作盤
(日本工具製作㈱)

新潟鉄工製 NP300 (NP400 と NP200 の姉妹機)

- ①材計量装置はフォトランジスタ付振子ダイヤル式ホッパースケールを採用し、ダイヤル自動表示装置、所定量設定および投入停止発信装置、並びに順次自動切換累積投入装置を装備し、各装置を自動的に動作させ累積計量を行なわせている。
- ②アスファルト計量スプレイ装置は容積計量型で、タンクは温度調節器付2重タンクで、内部のアスファルト液面を静電容量形レベル制御器の棒状電

極を使用し、静電容量の変化によって液面制御を行なうことを試みている。スプレイ装置は、電気制御空気作動型の装置であって、スプレイ管路は、1バッチごとに圧力空気で洗浄され、管内にアスファルトが残留することはない。なお本機の混合能力は18～21 t/h、ミキサ容量は350 kgである。

富士物産製パッチモビール



写真 3-21 パッチモビール
混合能力：5 t/h
ドライヤ、ダストコレクタ、ミキサ、
ケトル（容量 950 L）
アスファルトポンプ及び計量装置などを備えている

三井三池製作所製ポータブルアスファルトプラント



写真 3-22 MEMR-M52 型ポータブルアスファルトプラント
混合能力：4 t/h
アスファルトタンク容量：800 L
原動機：水冷式 26PS 機関を装備

アスファルト舗装道路の維持補修用



写真 3-23 富士物産製 HM-1A 型 ヒータ・ミックス（廃材再生用）
バーナによる加熱装置および1軸式ミキサを装備
合材再生能力：約 1 t/h

(中略)

4. 結び

…（中略）特に本年は、名神高速道路の舗装工事も着工されることであるので、従来やや外国に遅れを取っていたアスファルトプラントやフィニッシャ等の機械の進歩が期待される。

また目を外国の情勢に転ずると、特にわが国の情況に近い西欧諸国では、国内需要が約 50%，輸出が約 50%という比率となっており、常に外国市場において自社製品の優位を保つことに全力が傾けられているように見受けられ、次々と新しい改良、考案が実施されており、誠に目を見張らせるものがある。

わが国の建設機械としては、従来の模倣の域から 1 日も早く脱して、そこに何物か新規なものを生み出して、取扱が便利で、安価な舗装機械の実現を期して、メーカー、使用者が一体となって努力したいものである。



写真 3-27 バーバーグリーン社製 892 型（丸善舗道株：現 鹿島道路株）

1963 年（昭和 38 年） 名神高速道路 栗東～尼崎間開通 黒四ダム完成



写真 3-24 自社製グースアスファルトプラント 日本舗道株



写真 3-28 ウイバウ社（西独）製 50 t/h WhUAPST-40 型
グースアスファルト舗装『日本舗道五十年史』

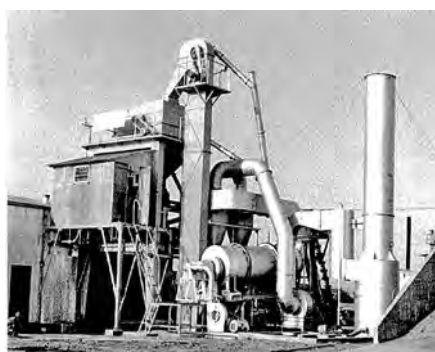


写真 3-25 15 型アスファルトプラント 田中鉄工株



写真 3-29 浦賀重工業製 30 t/h UAP 50『大成道路株 道』



写真 3-26 フレデリックパーカー社（英）製 スターミックス 39
自動運転 60 t/h 『日本道路株 五十年史』



写真 3-30 浦賀重工業製 1 t/B
町田中央瀝青混合所 『株波辺組 五十年の歩み』



写真 3-31 東京都江戸川区 妙見島試験所
『世紀東急工業 40 年史』



写真 3-32 バーバーグリーン社 847 型
コンテナスプラント (60 ~ 100 t/h)
名神高速道路 高槻～東伏見間舗装工事で使用
『日本舗道五十年史』

1964 年 (昭和 39 年) 名神高速道路 栗東～尼崎 間開業 東京オリンピック開催

東海道新幹線開業 (4 時間 2480 円)

日本建設機械要覧 1964 年 (昭和 39 年) 版 総 説抜粋

…自動車交通の増加は必然的に道路整備事業の急速な実施を促す結果となり、現在国内到るところで整備計画に基づく事業が着々と行われている状況である。昭和 38 年 7 月には、わが国で初めての高速自動車道路が尼崎、栗東間に開通し、わが国も世界の一流国に伍して高速自動車交通の可能な国となることができた。道路舗装は、いわゆるコンクリート舗装とアスファルト舗装に大別されていることはいうまでもないが、コンクリート舗装はわが国では古くから採用されている舗装であって、国内における施工の実績は多いが、最近ではアスファルト舗装の方がより多く施工されている。即ち、従来のアスファルト舗装は比較的中級以下の工法が採用され、舗装構造も簡易なものであり耐用年数も短いものが多かったが、これらは最近の増加する交通荷重と交通量に堪えられず破損を来すことが多いので、最近では路盤工法の改良に伴い、舗装構造も逐次高級なものが採用され、国道を始め高速自動車道路にも用いられている。

コンクリート舗装とアスファルト舗装の二つの舗装様式の何れが経済的に優れているかは、今日確定的な結論が得られていないが、コンクリート舗装は支持力が高く堅牢であって、路盤の良好なところでは寿命も長いが施工に当っては、コンクリート舗装は硬化するまでの養生期間を必要とし、その間交通を禁止しなければならない。これに比べアスファルト舗装はたわみ性舗装と呼ばれている通り、路面荷重が舗装厚を通じて路盤に分散支持される如くしたものであって、施工に当ってはコンクリート舗装のような長い養生期間を要せず、舗装材料の温度が低下すれば直ちに交通開放ができる利点がある。

日本建設機械要覧 1964 年 (昭和 39 年) 版

11.1 概説抜粋

1. アスファルト舗装機械の現状

アスファルト舗装特に石油アスファルトを使用して舗装を行ったのは、わが国では大正初期であって、当時は輸入機械が使用された。このようにアスファルト舗装機械の歴史は他の建設機械に比較してかなり長い。昭和時代に入ってからにはもっぱらコンクリート舗装が行われ大きな発展を遂げなかった。しかしながら道路整備五十年計画の発足を契機としてアスファルト舗装が活発に施工され、1 件工事の規模も次第に大形化するに及んで、従来兎角他の建設機械に比べ見劣りのあったこの機種が急速な進歩を遂げ、需要の増加と共にメーカーの数も増加し、その性能は大略外国機械に比肩するまでに進歩したが、製作技術の面、部品材料の面においては残念ながら海外諸国の後塵をはいしている現況である。

(1) アスファルトプラント

高速自動車道路、飛行場滑走路等の大規模舗装工事または大都市の合材供給所に設置する大形アスファルトプラントとしては、現在では毎時能力 60 ~ 100 t 級のものが使用されている。この形のものは逐次国産化され始めており、また一般国道工事においても 30 ~ 40 t 級が相当数使用されるようになり、国産大形アスファルトプラントは活況を呈している。…全般的に性能向上の方向に進んでいる。

(i) 冷骨材の供給装置は従来のストックパイルからフィーダで引出す方式が用いられていたが、最近 40 t 級以上の大形プラントの場合は、別に冷骨材貯蔵ビンを設け、ストックパイルより車輪式積込機を使用して積込み、ビン下部に設けられたフィーダによって各骨材を所定量プラントに供給する…。

(ii) ドライヤの形式は殆ど低圧燃焼形であること

に変わらないが、最近では骨材の乾燥能力を高めるため幾分計上が大きくなっている。また大形のアスファルトプラントでは、…自動燃焼装置が使用されている。

- (iii) 集塵機の使用は益々普及して来たが、特に粉じんの飛散は問題が多いので、防塵装置として性能の優れているものが現れている。…水洗式の二次の集塵機を使用することが行われている。
- (iv) アスファルトの溶解は、従来石炭または重油による直接加熱式のケトルが使用されているが、一方 40t 級以上のプラントでは、加熱油による間接加熱式のものが採用されている。…ホットオイルヒータは、アスファルトの配管やミキサ、その他の計量装置の保温にも使用することが出来広範囲の用途がある。
- (v) グースアスファルトやシートアスファルト施工用のプラントには、…特別の装置が取り付けられる。例えばファイラー加熱乾燥用のドライヤはその一例である。
- (vi) 各種操作系統の自動化が特に大形プラントにおいて盛んに行われるようになった。…

- ・自動計量装置
他の装置と連携するもの—全自動
単独に作動するもの—半自動
- ・混合装置
- ・自動燃焼装置
加熱骨材温度を一定にする
- ・温度自動制御
アスファルトの溶解温度を一定にする

2. 舗装機械の組合せ

3. アスファルト舗装機械の将来

アスファルト舗装機械、特にアスファルトプラントにおいては、良質の混合材の生産が第一の要件であって、このために当協会委員会においては、仕様書様式ならびにその性能試験要領の案が作られており、…此種機械の進歩に貢献するところが多いと思う。…従って今後は現在国内で使用されている機種のパフォーマンスの向上と、更に進んで新機種の開発が期待され、然もこれら新機種が舗装工事の分野で行われる新工法の施工と常に表裏一体となって進んで行くところに今後の問題点があろう。

J C M A

新工法紹介 機関誌編集委員会

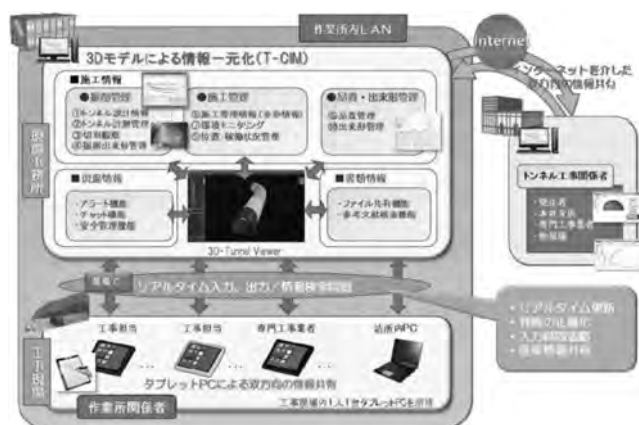
04-376	T-CIM®/Tunnel	大成建設
--------	---------------	------

概要

現在、山岳トンネル工事では、CIM システム^{※1}が数多く導入されているが、3次元モデルの作成や施工情報との紐付けなどに煩雑な3次元CADの操作が必要であるため、現場だけでは対応しきれなかった。

そこで、施工情報（施工管理、品質・出来形管理各種データ）、現場情報（安全管理、警報通知）、書類情報（帳票・資料）等を一元管理、かつ情報共有することで作業効率を大幅に改善し、日々の業務管理の負荷を低減できる「T-CIM®/Tunnel」^{※2}を構築、導入した（図－1）。

2017年度以降は、全トンネル工事作業所への展開を目指す。また、国土交通省の「CIM 導入ガイドライン」に対応できるように「T-CIM®/Tunnel」を機能拡張する。



図－1 T-CIM®/Tunnel の全体構成



図－2 タブレット PC を用いた切羽観察

特徴

「T-CIM®/Tunnel」の主な特徴は以下のとおりである。

- ①トンネル断面情報と線形データ等から自動的に簡易3次元モデルを作成。また、作成されたモデルへの施工情報の紐付けには、従来の3次元CADではなく、操作が容易な簡易ソフトを使用することで、作業効率を向上。
- ②情報共有のツールとして「Windows タブレット PC」を使用し、場所を選ばず、写真撮影・データ入力から帳票作成までを実施。例えば、切羽観察では、タブレット PC を使用して切羽状況の写真を撮影・加工し、観察データを入力・記録することで、切羽観察シートの作成を「現場」で完了できるなど、作業を効率化（図－2）。
- ③切羽観察記録などの掘削管理、施工管理や品質・出来形管理のデータを、現場事務所などに設置されたサーバーを介して、工事関係者間で情報共有。

※1 CIM（Construction Information Modeling）は、2012年に国土交通省が建設事業全体の生産性向上を目指して提唱した情報システムである。CIM では、各工事の3次元モデルに、関連する属性情報を紐付けた CIM データを構築し、建設事業フローの川上である調査計画、設計積算段階から川下である施工、維持管理段階まで、コンピュータやネットワーク上で一元的に管理しながら情報共有を図り、合意形成や設計、施工の高度化、維持管理の効率化を目指す。

※2 T-CIM® は、当社の土木工事作業所に導入を開始している情報通信技術を活用した施工システムと、3次元モデルを統合した独自の CIM システムで、ダムやトンネルなど構造物に特化した「専門工種」と、どの工事にも当てはまるコンクリート工などの「共通工種」を相互に関連させ体系化したシステムである。本システムの適用により、施工情報の紐付けに最適な3次元モデルを容易に作成し、3次元モデルと連動した施工情報の入力・更新を効率的に行うことが可能となる。

用途

- ・山岳工法によるトンネルの施工情報、現場情報、品質管理、書類情報の一元化

実績

- ・道路トンネル工事 延長 1,314 m 適用済み
- ・道路トンネル工事 延長 1,239 m 運用中

問合せ先

大成建設㈱コーポレートコミュニケーション部広報室
〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1
TEL：03-5381-5011（ダイヤルイン）

04-379	予測型山岳トンネル CIM	大林組
--------	---------------	-----

▶ 概 要

近年、ICT の導入によって建設生産システム全体の生産性向上を図り、魅力ある建設現場を目指す取り組みである i-Construction が国土交通省主導で進められている。その一つの施策として、建設生産プロセスを管理する CIM (Construction Information Modeling/Management) が注目されている。CIM は施工管理の生産性向上と維持管理業務の見える化・効率化を図ることを目的とし、3次元 CAD に属性情報を持たせることを特徴としている。大林組では 2016 年 11 月現在、国内外 110 の現場で適用している。その内、山岳トンネルでは、2015 年 3 月に竣工した近畿自動車道紀伊線見草トンネル工事（和歌山県西牟婁郡、発注：国土交通省近畿地方整備局）で、国内初の CIM による統合化データを電子納品した。ここでの形態は、設計時における地形・地質構造、施工時に取得した坑内観察・計測結果および竣工直前に取得した覆工コンクリート壁面情報等を 3D モデル化し取り込んだものである。そのため、この形態を「施工型 CIM」と称している。

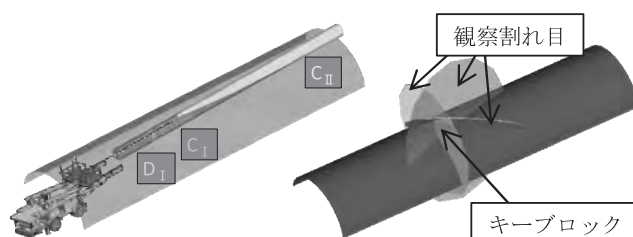
ところで、山岳トンネルでは、事前調査技術の限界や地質の複雑性から、計画・設計段階では地質状況の正確な把握は難しく、施工に際して突然断層破碎帯や突発湧水に遭遇することがある。そのため大林組は、切羽前方の地質変化を高精度に予測できるノンコア削孔切羽前方探査「トンネルナビ」を 2008 年に開発し現場展開を図ってきた（写真—1）。既に 22 現場、探査延長約 30 km の実績があり、探査精度は約 80% である。また、ノンコアボーリング孔の壁面を簡便に観察できる観察装置（図—1）を開発しトンネルナビと併用しながら地山の高精度予測を実現している。そこで、既開発済の施工型 CIM にトンネルナビ解析結果と孔内割れ目情報を取り込み、切羽前方地



写真—1 トンネルナビ実施状況



図—1 ボーリング孔内観察装置と観察画像



図—2 支保規模判別とキープロック予測

質のさらなる見える化による施工の効率化と、割れ目で構成される崩落危険岩塊（キープロック）の早期発見から安全性の向上をめざした「予測型山岳トンネル CIM」を開発・実用化したものである。

▶ 特 徴

① ノンコア削孔切羽前方探査解析結果の 3D 化：

削孔機械データを 3D 描画することで、掘削前段階で地山の変化を明確化し、最適な支保工規模を提案できる（図—2 左）。

② ボーリング孔内画像からキープロック予測：

孔内画像から割れ目の方向と角度を抽出し、トンネル断面に描画することでキープロックを発見できる（図—2 右）。

③ 設計、施工、維持管理データの統合化：

施工中に取得したデータを集約・統合化することで、維持管理を効率良く行う支援ツールとなる。

▶ 用 途

- ・ 山岳トンネル生産性向上
- ・ 山岳トンネル維持管理の可視化

▶ 実 績

- ・ 施工型 CIM：22 件（完了、適用中、準備中含む）
- ・ 予測型 CIM：2 件（試行中）

▶ 問合せ先

（株）大林組 CSR 室広報部広報第一課
〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2
TEL：03-5769-1014

新工法紹介

04-380	発破超低周波音消音装置 TBI レゾネータ Type-F	飛鳥建設 藤崎商会
--------	---------------------------------	--------------

概要

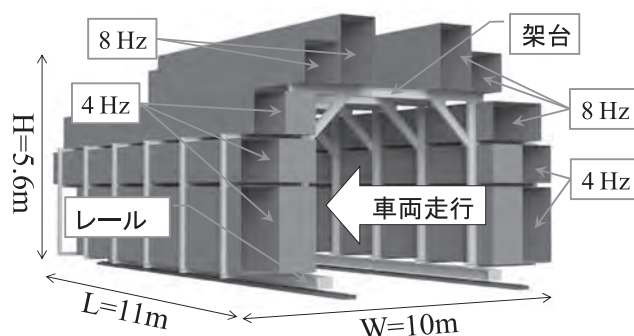
トンネル工事の発破掘削で発生する発破音のうち、超低周波音（20 Hz 以下の音波）は人体へ圧迫感や振動感を与えたり、トンネル周辺家屋の建具をがたつかせるなどして苦情発生の原因になっている。発破音対策として防音屏が一般的であるが、超低周波音の領域での遮音性能は十分でない。

飛鳥建設と藤崎商会は発破による超低周波音の低減を目的として、音波の共鳴現象を利用した消音装置を開発し山岳トンネル工事に適用した。

消音装置は一端が閉じた音響管、音響管を上載する架台、および車輪とレールからなる移動装置で構成する（図—1）。音響管の長さを消音対象音の波長の 1/4 にすることで、入射する音波と音響管閉端から反射した音波が干渉して音響管開口端の音圧が低下する。この効果を利用してトンネル坑内の音圧を低減するものである。また、低減効果を得るためには音響管の開口端が適切な位置にくるよう消音装置を配置する必要がある。このため、消音装置はレールに上載されトンネル縦断方向に移動できるようになっている。

実物大実験ではトンネル発破で多く採用されている DS 雷管（起爆秒時差：250 ms）で顕著な 4 Hz と 8 Hz の音波を対象とした消音装置（写真—1）を適用した。トンネル断面に対する音響管開口の面積比を各 5% として効果を確認したところ、設置後は設置前の 2 倍の装薬量で発破したにもかかわらず 4 Hz で 6 dB、8 Hz で 12 dB の低減量を得た。

今後は新技術情報提供システム（NETIS）への登録を申請し、発破工法を採用するトンネル工事の超低周波音制御技術として展開する。



図—1 TBI レゾネータ Type-F の構成例

特徴

- ①発破による超低周波音の低減が可能
 - ・音波の共鳴現象を利用することで、トンネル発破で顕著な 4 Hz や 8 Hz の超低周波音の消音を実現。
 - ・音響管の設置本数で低減量をコントロール可能。
- ②様々な周波数の超低周波音の低減が可能
 - ・音響管長さの調整で任意周波数での低減が可能。
 - ・異なる長さの音響管を組合せることで幅広い周波数での消音が可能。
- ③高い品質と優れた施工性
 - ・音響管や架台は専用工場で作製され現場へ搬入されるので高品質。
 - ・現場加工が無いので 2 日間で組立と設置が可能。
 - ・レール上をトンネル縦断方向に移動できるので常に最適な位置へ配置可能。
 - ・架台上に音響管を設置し工事車両の走路を確保。
 - ・使用後は他トンネル工事へ転用可能。

用途

- ・発破工法を採用するトンネル工事

実績

- ・道路トンネル工事（NATM、掘削断面積 108 m² ～ 127 m²）
低減対象周波数：4 Hz、8 Hz

問合せ先

- ・飛鳥建設(株) 技術研究所
〒 270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472
TEL：04-7198-7553（直通）
- ・(株)藤崎商会
〒 730-0835 広島県広島市中区江波南 2-10-6
TEL：082-292-6321（代表）



写真—1 TBI レゾネータ Type-F の設置状況（面積比 5%）

新工法紹介

11-101	作業員の疲労評価システム バイタルアイ (Vital Eye)	安藤ハザマ TAOS 研究所
--------	---------------------------------------	-------------------

▶ 概 要

建設現場では近年、建設作業員の高齢化、生活習慣病の増加、メンタル不調による離職者の増加などを背景に、建設作業員の心身の健康状態を日常的に管理することの重要性が一段と高まっている。しかし、これまでの日々の管理手法は、現場朝礼時の問いかけや建設作業員本人の自己申告によるチェックが一般的だった。

このような流れを受け、客観的データに基づく建設作業員の身体的・精神的疲労の評価を目的として、作業員の疲労評価システム「バイタルアイ (Vital Eye)」を開発した。

バイタルアイはヘッドバンドに装着したウェアラブルセンサを用いて建設作業員の脈波（心臓の拍動に伴う血管の血流の変化）や体温等のバイタルデータをリアルタイムに測定する。また、ヘルメットに装着した計測デバイスで環境温度と湿度を測定する。これらのデータは通信機能を介してクラウド上の専用サーバに自動転送される。

専用サーバではデータを使った評価が行われる。具体的には、環境温度と湿度から暑さ指数（WBGT）を算出し、建設作業員一人ひとりの作業環境を把握する。また、脈波等のバイタルデータから建設作業員の疲労状態を評価する。このとき、TAOS 研究所が有する高度な解析技術を用いることで、脈波の変動から自律神経バランスの乱れを分析し、さらに他の測定データと組合せることで熱中症の予兆や身体的・精神的疲労の状態を定量的に評価することを可能にした。

この評価結果は、管理モニターで現場管理者が確認することができるほか、身体的・精神的疲労に変調が確認されたときには、現場管理者や建設作業員本人にリアルタイムで警報を発信する。

バイタルアイは土木・建築の複数の現場における実証試験を通して熱中症の予兆や疲労蓄積の評価を行い、その有効性を確認している。バイタルアイにより、心身の変調が自覚症状に表れない未然の段階での警告が可能となるため、熱中症の予防や労働災害の防止に大きく寄与することができる。



図ー1 バイタルアイの着用イメージ

▶ 特 徴

- (1) 熱中症の予兆，身体的・精神的疲労状態を客観的・定量的に評価できる。
- (2) 自覚症状に表れない段階で，建設作業員の変調を検出することができる。
- (3) 作業環境の監視，改善にも活用できる。

▶ 用 途

- ・建設作業員の熱中症の予防
- ・建設作業員の労働災害の防止

▶ 実 績

- ・A 建築新築工事
- ・B 地下鉄工事
- ・C 造成工事

▶ 問 合 せ 先

安藤ハザマ 技術研究所 先端・環境研究部

〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1

TEL：029-858-8815

同 土木事業本部 営業第一部

〒107-8658 東京都港区赤坂 6-1-20

TEL：03-6234-3600

(株) TAOS 研究所

〒222-0033 神奈川県横浜市港北区新横浜 2-2-15

TEL：045-620-7647

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈01〉ブルドーザおよびスクレーパ

16-〈01〉-02	キャタピラージャパン ブルドーザ Cat D6N	'16.06 発売 モデルチェンジ
------------	--------------------------------	----------------------

オフロード法 2014 年基準をクリアするブルドーザのモデルチェンジである。

ロックアップクラッチ付トルクコンバータを搭載したトランスミッションおよび改良型オートシフトにより作業状況に応じて最適な速度段が自動的に選択され、作業効率の改善および燃料消費の低減を図っている。

NOx リダクションシステムおよび尿素 SCR システムにより窒素酸化物 (NOx) を、ディーゼル酸化触媒 (DOC) およびディーゼルパーティキュレートフィルタ (DPF) からなる「Cat クリーンエミッションモジュール」により一酸化炭素、炭化水素、粒子状物質 (PM) を低減・除去している。これによりオフロード法 2014 年基準をクリアしている。

シートベルトが未装着の場合はディスプレイに警告ランプが点灯しシートベルト装着忘れを防止している。傾斜状況をリアルタイムでモニタに表示することにより、車両の縦断勾配とブレード勾配の可視化を図っている。Cat プロダクトリンクにより、警告情報や部品交換時期の確認ができ、安全性の向上を図っている。

i-Construction 対応ブルドーザ用 3 次元マシンコントロール「Cat グレードコントロール 3D」によって、現場の生産性と品質向上を図っている。

また、キャタピラの ICT 建機とクラウドによるリアルタイムソリューション VisionLink[®] (ビジョンリンク) と組み合わせることで、現場とオフィスとの遠隔情報共有をリアルタイムで実現している。

オンラインで VisionLink[®] (ビジョンリンク) 3D プロジェクト



写真—1 キャタピラージャパン D6N LGP ブルドーザ

モニタリングを使用することにより、LINK テクノロジーを経由して毎日の生産性データを確認できる。切盛り作業の進捗を 3D マッピングデータで自動的に離れた事務所で把握できるため、工程管理を容易にしている (利用登録とハードウェアの追加が必要)。

追加の機器を必要としない Cat スロープアシストを搭載しており、ブレードに装着したセンサーにより、ブレードを目標勾配に対し自動的に追従させることができる。

問合せ先：キャタピラージャパン(株)販売促進部

〒158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

▶ 〈02〉掘削機械

16-〈02〉-14	コマツ ミニショベル PC30UU-6	'16.05 発売 新機種
------------	---------------------------	------------------

国土交通省第 3 次排出ガス基準に適合した超小旋回ミニショベルである。エンジンと油圧システムを最適に制御するコマツ独自の電子制御システムに加え、新たに E モード、オートデセル、オートアイドルストップ機能、ダイヤル式燃料コントロールを採用することにより、従来機の作業性能を維持しながら燃料消費量を 5% 低減^(※1)している。

同時に、干渉自動回避、深さ測定、高さ自動停止などの UU シリーズ独自の先進機能を織り込んで作業効率の向上を図っている。また、フロアチルトアップ構造の採用により、機体内部の整備作業性を大幅に向上させている。

さらに、横転時保護構造 TOPS^(※2) 対応キャノピ、ロックレバー自動ロック機能、セカンダリエンジン停止スイッチ、およびシートベルト未装着警報などを新たに加えて安全性を高めている。加えて、多くの情報を見やすく表示する 3.5 インチカラー液晶多機能モニタや取得可能なデータが大幅に増えた KOMTRAX の装備により、機械稼働の「見える化」を進めている。

表—1 Cat D6N の主な仕様

		D6N LGP	D6N XL
運転質量	(kg)	17,739	16,722
全長 (ブルドーザ装置付)	(mm)	5,458	5,100
全幅 (ブルドーザ装置付)	(mm)	4,080	3,272
全高 (ROPS 上端まで)	(mm)	3,222	3,108
ブレード幅	(mm)	4,080	3,272
エンジン名称		Cat C7.1 ディーゼルエンジン	
総行程容積	(ℓ)	7.1	
定格出力/回転数	(kW/min ⁻¹)	124 / 1,800	
ステアリング形式		電子制御プラネタリ式 ディファレンシャルステアリング	
接地長	(mm)	3,110	2,605
接地圧	(kPa)	32.3	52.5
標準販売価格 (販売標準仕様、港裸渡し)	(百万円)	29.01	26.54
グレードコントロール仕様		33.31	31.77

新機種紹介

表一 2 PC30UU-6 の主な仕様

機械質量	(kg)	2,990
エンジン定格出力 グロス (kW/min ⁻¹) [PS/rpm]		18.1/2200 [24.6/2200]
標準バケット容量 (JIS A 8403-4)	(m ³)	0.09
標準バケット幅 (サイドカッタ含む)	(m)	0.430 (0.500)
全長 (輸送時)	(m)	4.205
全幅	(m)	1.550
全高 (輸送時)	(m)	2.450
後端旋回半径	(m)	0.790
作業機最小旋回半径	(m)	0.920
価格	(百万円)	5.75

写真一 2 コマツ PC30UU-6 超小旋回ミニショベル
(一部オプションが含まれる)

- ※ 1. 自社従来機との比較 (自社テスト基準による)。実作業では作業条件により異なる場合がある。
- ※ 2. ISO12117 (JIS A 8921) に適合。

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

16-〈02〉-16	住友建機 油圧ショベル SH250-7, SH330-7〈SH330LC-7〉, SH470HD-7	2016 年秋発売 新機種
------------	---	------------------

住友建機(株)は、特定特殊自動車排出ガス規制 (以下オフロード法) 2014 年基準に適合した、新型油圧ショベルを今秋発売する。

今回発売するのは、25 トン、33 トン、47 トンの 3 機種で、尿素 SCR システムを採用することにより NOx (窒素酸化物) と PM (粒子状物質) の排出量を大幅に低減しオフロード法 2014 年基準をクリアした。新型低燃費クリーンエンジン「SPACE5 a」(スペースファイブアルファ)に加えて、住友独自の新油圧システムである「SIH:S a」(シーズアルファ)の採用により、スピード作業と低燃費を高次元で両立させることを可能にした。また作業に応じた最適

表一 3 主な仕様

	SH250-7	SH330-7 〈SH330LC-7〉	SH470HD-7
バケット容量 (新 JIS) (m ³)	1.1	1.4	1.8
運転質量 (kg)	25200	35000 〈35600〉	47800
エンジン名称	いすゞ AQ-4HK1X	いすゞ AQ-6HK1X	いすゞ AQ-6UZ1X1
定格出力 (kW/min ⁻¹)	132.1/2000	200/1900	270/2000 (ファンなし)
排気量	5.193 L (5193 cc)	7.790 L (7790 cc)	9.839 L (9839 cc)
輸送時全長 (mm)	9880 (標準)	11170 (標準)	12090
輸送時全幅 (mm)	3190	3200	3560
輸送時全高 (mm)	3200 (標準)	3330 (標準)	3650
クローラ全長 (mm)	4650	4650〈4980〉	5100
クローラ全幅 (mm)	3190	3200	3350
標準シュー幅 (mm)	600	600	600
走行速度: 高速/低速 (km/h)	5.5/3.5	5.6/3.3	5.3/3.2
登坂能力 (%)	70 (35°)	70 (35°)	70 (35°)
旋回速度 (min ⁻¹)	10.6	9.7	9.1
バケット掘削力: 通常/昇圧時 (kN)	162/176	229/248	247/270
アーム掘削力: 通常/昇圧時 (kN)	120/130	164/178	201/220
価格 (千円)	29500	37500	54600



写真一 3 住友建機 SH250-7

油圧制御を行う住友独自の SSC (スプールストロークコントロール) もさらに進化させ、燃費については今回販売の代表的機種である SH250-7 で当社現行機比 20% の低減^(※1)を達成、作業スピードもサイクルタイムを 6~7% 短縮^(※2)し、作業効率も飛躍的に向上した。

※ 1 同作業量での燃費比較 (SH250-7 H モード vs SH250-6 SP モード比) 実際の作業内容によっては異なる場合がある。

※ 2 作業モードにより異なる。

問合せ先: 住友建機販売(株) 営業企画部
〒141-6025 東京都品川区大崎二丁目 1 番 1 号 (ThinkPark Tower)

新機種紹介

16-(02)-17	日立建機 油圧ショベル ZX240-6/ZX300-6/ZX330-6	'16.09 発売 新機種
------------	---	------------------

特定特殊自動車排出ガス 2014 年基準に適合し、かつ低燃費の油圧ショベルである。

排出ガス規制に適合させるため、「尿素 SCR システム」を、燃費低減のために、レバー操作量及びフロントにかかる負荷に応じて効果的にポンプ流量を制御する TRIASⅡ システムを採用している。ZX240/330-6 は、作業量が従来機と同等で、燃費を 7～10% 低減している^(※1)。

信頼性の面では、長期間使用した場合においても、性能・信頼性を維持するように各部の強化を行っており、エンジンでは、エア抜きの良い燃料回路や、耐久性を向上した燃料噴射装置とピストンを、足回り部品では、ZX240/300-6 のトラックガードの数を増やし、油圧機器では、油漏れリスク低減のため、高温に強いシールを採用している。

安全面では、上部旋回体の上部に手すりを装備し、メンテナンス作業時の安全性を向上させているほか、バッテリーディスコネクトスイッチにより、電気回路整備時に容易に供給電源を遮断できる。

問合せ先：日立建機㈱ 経営管理統括本部 ブランド・コミュニケーション本部 広報戦略室 広報・IR 部 広報グループ
〒110-0015 東京都台東区東上野二丁目 16 番 1 号

表—4 ZX240/300/330-6 の主な仕様

		ZX240-6	ZX300-6	ZX330-6
標準バケット容量	(m ³)	1	1.25	1.4
運転質量	(t)	24.5	28.7	32.6
エンジン定格出力	(kW/min ⁻¹)	132/2,000	186/1,900	202/1,900
最大掘削半径	(mm)	10,290	10,710	11,100
最大掘削深さ	(mm)	6,960	7,220	7,380
最大掘削高さ	(mm)	10,160	10,270	10,360
最大ダンプ高さ	(mm)	7,200	7,330	7,240
最大掘削力 (昇圧時)	(kN)	188	202	246
旋回速度	(min ⁻¹)	11	10.3	9.7
走行速度 (低速/高速)	(km/h)	3.4/5.5	3.1/5.2	3.2/5.0
全長	(mm)	10,360	10,620	11,200
全幅	(mm)	2,990	3,190	3,190
全高	(mm)	3,090	3,200	3,270
後端旋回半径	(mm)	3,140	3,250	3,600
最低地上高さ	(mm)	460	510	500
標準小売価格 (税抜)	(百万円)	25.8	31.7	35.6

注) 単位は国際単位系 (SI) による表示

※1 従来機との比較 (日立建機テスト基準による)。実作業では作業条件により異なる場合があります。



写真—4 日立建機 ZX240LC-6 油圧ショベル

16-(02)-19	キャタピラージャパン 油圧ショベル Cat 326F L, 330F L	'16.07 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

オフロード法 2014 年基準をクリアする油圧ショベルである。

一定時間アイドル状態が続くと自動的にエンジンを停止させることにより、燃費・CO₂ 排出量の低減を図っている。

従来からの高効率ブームエネルギー再生システムや旋回りリーフロス低減システムに加え、消費馬力を低減する可変スピードファンにより燃費低減を図っている。

NOx リダクションシステムおよび尿素 SCR システムにより窒素酸化物 (NOx) を、ディーゼル酸化触媒 (DOC) およびディーゼルパーティキュレートフィルタ (DPF) からなる「Cat クリーンエミッションモジュール」により一酸化炭素、炭化水素、粒子状物質 (PM) を低減・除去している。これによりオフロード法 2014 年基準をクリアしている。

ROPS (運転者保護構造) 規格適合のキャブ、シートヒータ・ベンチレータ装備エアサスペンションシート、視認性の高い LED モニタ、周辺状況をモニタで確認できるリアビューカメラによりオペレータ環境の向上を図っている。

機械上面にハンドレールと大型ガードレールを装備し、機械から安全に降りられるよう、またキャブおよびブームライトはエンジン停止後最長 90 秒間点灯するよう設定可能となっている。燃料給油や尿素水補給時には、地上から容易にアクセスできるようにして安全性の向上を図っている。

可変速ファンと並列ラジエータを特徴とするクーリングシステムは、クリアランスが広く清掃しやすい設計となっている。

Cat プロダクトリンクにより警告情報や部品交換時期の確認ができる。

VisionLink[®] (ビジョンリンク) を利用することで、車両の位置や状態をリアルタイムに把握でき、事務所から適切な機械管理ができる。

新機種紹介

表—5 Cat326F L, 330F L の主な仕様

	326F L	330F L
運転質量 (kg)	25,740	29,500
標準バケット容量 (m ³)	1.1	1.5
エンジン名称	Cat C7.1 ディーゼルエンジン	Cat C7.1 ディーゼルエンジン
総行程容積 (ℓ)	7.01	7.01
定格出力／回転数 (kW/min ⁻¹)	149／1,800	175／1,800
全長 (mm)	10,060	10,390
全幅（トラック全幅） (mm)	3,190	3,190
全高 (mm)	3,220	3,370
最大掘削深さ (mm)	6,740	7,250
標準販売価格（工場渡し、税別） （千円）	27,719	30,942



写真—5 キャタピラー・ジャパン Cat 326F L 油圧ショベル

問合せ先：キャタピラー・ジャパン(株)販売促進部

〒158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

▶ 〈05〉 クレーン、インクラインおよびウインチ

16-〈05〉-06	加藤製作所 ラフテレーンクレーン（伸縮ブーム形） SL-500Rf PREMIUM	'16.07 発売 新機種
------------	---	------------------

平成 26 年ディーゼル特殊自動車排出ガス規制に適合した最大吊上げ荷重 50 t の 3 軸ラフテレーンクレーンである。車幅 2.75 m とブーム長さ 40.0 m を実現したことで、道路走行時の運転者への負担軽減と吊り上げ性能の向上を図っている。

新型キャブは天井ガラスの面積を従来機に比べ約 15 % 拡大し、作業時の上方視界の向上を図っている。任意の位置で固定可能な新型サンシェードにより、作業時の視界・採光が調整しやすくなり、空調機能は従来機より最大風量を約 30 % 向上させている。また、クラスメータを液晶化することで速度計等の重要表示部が見やすくなり、運転者に快適な運転室内空間を提供している。

ブームは 5 段油圧伸縮方式により、最縮小 10.1 m から最長 40.0 m まで伸長できる。ジブは最長 13.7 m の 2 段油圧伸縮起伏式で、

油圧シリンダにより長さおよびオフセット角度を自在に変えることができる。また、簡単・安全・省スペースで装着・格納が可能な『EJIB』により、ジブ装着・格納作業時の運転席からの出入りが 2 回で済み、高所作業もないことから、運転者の負担軽減と安全性の向上、作業時間の短縮を図っている。

表—6 SL-500Rf PREMIUM の主な仕様

ブーム最大吊上げ荷重 (t)	50
ジブ最大吊上げ荷重 (t)	4.2
最大地上揚程 ブーム／ジブ (m)	41.1／54.8
ブーム長さ／ジブ長さ (m)	10.1 ～ 40.0／9.4 ～ 13.7
ブーム起伏角度／ジブ起伏角度 (度)	0 ～ 84／5 ～ 60
旋回後端半径 (m)	3.55
車両総重量 (t)	35.695
エンジン最高出力 (kW/min ⁻¹)	254/2,000
エンジン最大トルク (N・m/min ⁻¹)	1,400/1,200～1,600
最高走行速度 (km/h)	49
登坂能力 (tan θ)	0.60
最小回転半径 2 輪操向／6 輪操向 (m)	10.8／6.7
アウトリガ最大張出幅 (m)	7.6
全長×全幅×全高（走行姿勢） (m)	12.390 × 2.750 × 3.730
価格（税抜き） (百万円)	77

写真—6 加藤製作所 SL-500Rf PREMIUM
ラフテレーンクレーン（伸縮ブーム形）写真—7 加藤製作所 SL-500Rf PREMIUM
ラフテレーンクレーン（伸縮ブーム形）

新機種紹介

エンジンは、欧州 EURO6 に適合した MTU 製であり、低回転からのフラットなトルク特性により、余裕を持った走行・操作ができる。なお、排出ガス後処理装置は尿素 SCR のみであり、DPF を装備していないため、煤燃焼のための燃料消費が発生せずメンテナンスも不要である。

装備品では LED 式の ACS（過負荷防止装置）外部表示灯、LED 作業灯、LED ルームランプ、LED リヤコンビネーションランプ、USB 電源装置、電子水準器を新たに採用している。電子水準器と機体水平補助機能により、クレーン設置時には半自動で機体の水平出しが可能である。

安全対応として無線式後方確認カメラとボイスアラーム（左折・後退音声警報装置）を新たにオプション設定している。前者はエンジンカバー部に搭載することによりエンジンカバー直下の視界確保に、後者は車両走行時に車両周囲への注意喚起にそれぞれ貢献している。

クレーン作業時の燃費改善のため、エコスイッチとオートミニマムコントロールを搭載している。前者は負荷の少ない作業や夜間作業などに使用し、クレーン作業時のエンジン回転数を燃料消費量や騒音の少ない最適な回転数に調整できる。後者は、クレーンを操作しない状態が一定時間続くと油圧ポンプの吐出量を自動的に少なくし、エンジン負荷を削減する機能であり、いずれも環境負荷低減に有効である。

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

▶ 〈14〉維持修繕・災害対策用機械および除雪機械

16-〈14〉-03	ワキタ 刈払機 MKB2309M, MKB2409M, MKB2610M	'16.05 発売 新機種
------------	--	------------------

中級者を対象とした 9 インチ型 MKB2309M（23 cc クラス）・中上級者を対象とした MKB2409M（24 cc クラス）、および上級者を対象とした 10 インチ型 MKB2610M（26 cc クラス）ともに低振動・小型軽量・高品質をコンセプトに開発した刈払機である。

エンジンは最適な着火タイミングと適切な燃料流量に調整され、スプリングダンパーでアシストされたリコイル機構により、ストレスのない始動性を実現している。また、始動時等のアイドル状態では、刈刃が回転しない安全設計となっている。

ハンドルは人間工学に基づき開発された「3D 左右非対称ハンドル」を採用し、左側ハンドルを前方にオフセットして刈取幅を拡大している。また、エンジンとシャフトの連結部に振動を低減させるための防振ゴムを装備し、作業の効率化を図っている。

メモリー機構付トリガーによりコントロールレバーで任意に回転速度を設定すると、スロットルレバーを繰り返し開閉しても直前の回転速度を再現でき、中速域で使用するチップソー等を利用する時

も常に一定の回転速度で作業できる。

使用する燃料は、混合燃料 25（ガソリン）：1（市販 2 サイクル専用オイル FD 級）～ 50（ガソリン）：1（市販 2 サイクル専用オイル FD, FC 級）とする。

表—7 MKB2309M 他の主な仕様

	MKB2309M	MKB2409M
全長×全幅×全高 (mm)	1,820 × 535 × 385	
質量 (kg)	4.3	
3 軸合成値※ (m/s ²)	3.0	2.8
標準刈刃 (mm)	チップソー (230)	
エンジン		
名称・型式	EE231 空冷 2 サイクル	ED241 空冷 2 サイクル
総排気量 (cc)	23	24
使用燃料	潤滑油混合燃料	
燃料タンク容量 (L)	0.5	0.55
満タン稼働時間 (分)	80	
気化器	ロータリーバルブ式ダイヤフラム	
始動方式	リコイル式（ダンパースタート）	
価格 (円)	43,200	51,516

※「周波数補正振動加速度実効値の 3 軸合成値」の測定は、ISO22867：2004 による。

表—8 MKB2610M の主な仕様

	MKB2610M
全長×全幅×全高 (mm)	1,855 × 535 × 390
質量 (kg)	4.8
3 軸合成値※ (m/s ²)	2.9
標準刈刃 (mm)	チップソー (255)
エンジン	
名称・型式	ED260 空冷 2 サイクル
総排気量 (cc)	26
使用燃料	潤滑油混合燃料
燃料タンク容量 (L)	0.7
満タン稼働時間 (分)	70
気化器	ロータリーバルブ式ダイヤフラム
始動方式	リコイル式（ダンパースタート）
価格 (円)	57,240

※「周波数補正振動加速度実効値の 3 軸合成値」の測定は、ISO22867：2004 による。



写真—8 ワキタ MKB2309M 刈払機

新機種紹介



写真—9 ワキタ MKB2409M 刈払機



写真—10 ワキタ MKB2610M 刈払機

問合せ先：(株)ワキタ 滋賀工場

〒520-3202 滋賀県湖南市西峰町4番地1

▶ 〈19〉建設ロボット、情報化機器、タイヤ、ワイヤロープ、検査機器等

16-〈19〉-05	コマツ 油圧ショベル PC128USi-10	'16.7 発売 新機種
------------	------------------------------	-----------------

国内の小規模開発の道路工事、管工事、小規模造成等の幅広い現場での ICT 施工に活用が見込まれる中型 ICT 油圧ショベル「PC200i-10」に続く、後方超小旋回の ICT 油圧ショベルである。

労働力不足など建設業の抱える様々な問題を解決し建設現場の生産性向上に取り組む方策として、国土交通省が推進する「i-Construction」に対応している。

GNSS (GPS+GLONASS) アンテナと基準局から得たバケット刃先の位置情報を施工設計データに照合しながら、設計面を傷つけないように作業機（ブーム、アーム、バケット）操作を制御する、世界初^(*)の「インテリジェントマシンコントロール」技術を搭載している。バケットの刃先が設計面に達すると作業機が自動的に停止、また、アシスト機能で刃先が設計面に沿って動くため、オペレーターは掘り過ぎを気にせずに掘削作業が行える。従来施工と比べて丁張りや検測などの作業工程を大幅に削減し、施工効率の向上を図るとともに機械周辺で作業補助する人員も削減できるので現場の安全性向上も図っている。また、ステレオカメラを標準装備しており、クラウド型プラットフォーム「KomConnect」と連携した現況測量・

3D データ化により日々の施工管理に役立つ情報が提供される。さらに、新車購入時に自動的に付帯される、パワーラインの保証延長と無償メンテナンスを取り入れた、サービスプログラム「KOMATSU CARE (コマツ・ケア)」の提供により、トータルライフサイクルコストの低減と長時間稼働の両立を図っている。

(*) 自社調べ。市販ベースのクローラー式油圧ショベル、ホイール式油圧ショベルにおいて。

表—9 PC128USi-10 の主な仕様

機械質量	(t)	13.300
エンジン定格出力 ネット (JIS D0006-1) (kW/min ⁻¹ [PS/rpm])		69.7/2,050 [94.8/2,050]
標準バケット容量 (JIS A 8403-4)	(m ³)	0.45
標準バケット幅 (サイドカッタ含む)	(m)	0.833 (0.953)
全長 (輸送時)	(m)	7.260
全幅	(m)	2.490
全高 (輸送時)	(m)	2.895
後端旋回半径	(m)	1.480
価格	(百万円)	29

※本体価格とは別に、スマートコンストラクションサポートサービス価格 78,000 円/月 (初年度特別料金) が必要。

写真—11 コマツ PC128USi-10 油圧ショベル
(一部オプションが含まれる)

問合せ先：コマツ コーポレートコミュニケーション部

〒107-8414 東京都港区赤坂 2-3-6

新機種紹介

▶ 〈20〉 タイヤ，ワイヤロープ，検査機器等

16-〈20〉-02	ケルヒャー ジャパン 業務用立ち乗り式床洗浄機 BR 65/95 RS Bp DOSE	'16.08 発売 新機種
------------	---	------------------

清掃対象範囲が広くかつ狭小通路を有する倉庫，工場の出荷場や配送センター，空港などの公共施設，大型ショッピングモールなどでの日常的な床洗浄を想定したバッテリータイプの立ち乗り式床洗浄機である。

高い視点で作業ができ，衝突事故などのリスクを回避しやすい。また，洗浄しながら床面のゴミをコンテナに掃きこむ粗ゴミ回収機能を搭載しているため，床洗浄前の掃き掃除が不要となり，清掃時間を短縮することができる。

洗浄剤を必要な量だけ直接ボトルから投入でき，洗浄剤自動希釈機能（DOSE）により洗浄剤の経済的な使用が可能である。また，清掃時の設定をマスター管理できる鍵管理システム（KIK）は作業者による設定の違いをなくし，清掃効果の標準化とコスト管理を可能にしている。



写真— 12 ケルヒャージャパン BR 65/95 RS Bp DOSE 業務用立ち乗り式床洗浄機

問合せ先：ケルヒャー ジャパン(株)
〒 981-3408 宮城県黒川郡大和町松坂平 3-2

表— 10 BR 65/95 RS Bp DOSE の主な仕様

本体名称	BR 65/95 RS Bp DOSE	
商品番号	1.006-200.2	
動力	バッテリー 24 V 180 Ah/5 HR	
モーター出力	走行モーター：600W ブラシモーター：600 W × 2 吸引モーター：650 W	
作業能力	(m ² /h)	2,600
清掃幅	(mm)	650
吸引幅	(mm)	940
清水タンク	(l)	95
汚水タンク	(l)	95
騒音値	(dB)	68
寸法 (L × W × H)	(mm)	1,425 × 765 × 1,270
質量 (バッテリー込)	(kg)	330
価格 (税別)	(円)	3,450,000

建設機械産業の現状と今後の予測について

(一社) 日本建設機械工業会

1. はじめに

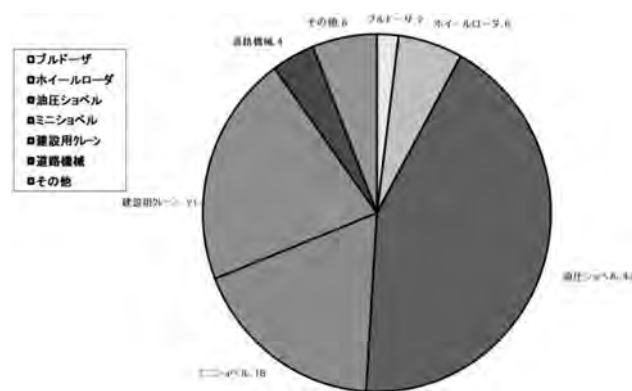
当業界は、100年に一度と言われる世界同時不況となった2009年度から一転、2010年度にはV字回復した。2011年度も内需は震災復興の需要、外需は新興国、資源開発国向けの需要を中心に好調に推移した。2012年度は、内需は震災復興需要等で継続的に良かったものの、外需は世界的な景況の悪化から減少に転じた。2013年は震災復興の本格化、排ガス規制継続生産猶予期間終了前の旧規制機の需要増で再び2011年度並みに回復した。2014年度は国内に一部機種に反動減が見られたものの、輸出が好調に推移し、2年連続で増加したものの、2015年度は輸出が反動減となり、3年振りに減少した。

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



総額 15,585 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

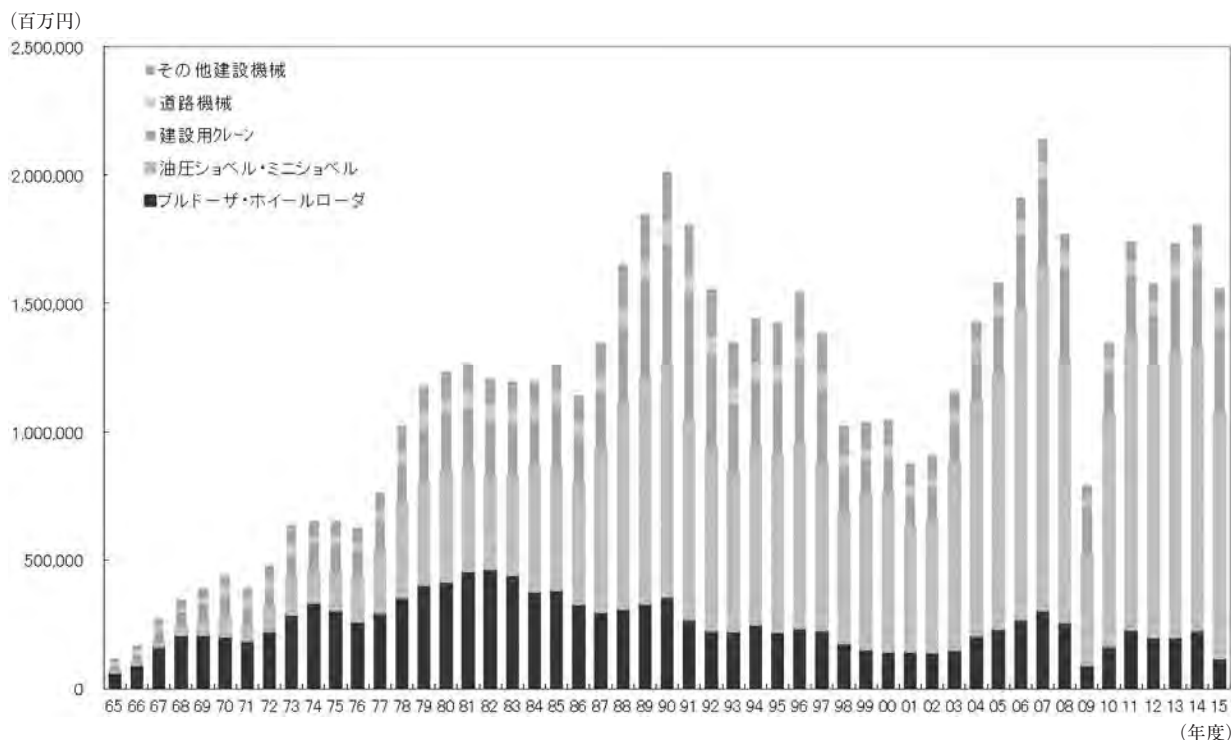
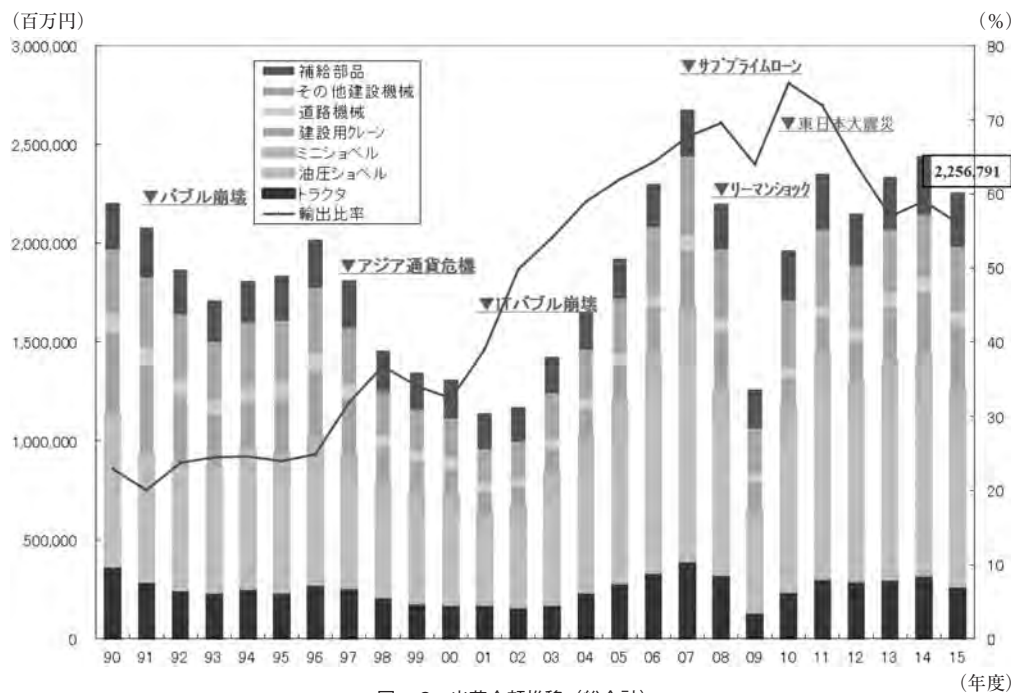


図-1 生産金額推移(総合計)
出典：経済産業省 機械動態統計

統計



図一 3 出荷金額推移（総合計）
 ※ 10 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

たものの、2015 年は資源開発国や中国向けが減少し、全体として 3 年ぶりの減少となった。

機種別の詳細は図一 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（図一 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% 増加したものの、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、輸出も反動減となった。

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。しかし、2014 年度は国内で前年の反動減があり、輸出が伸びたことから 59% と

なった。2015 年度は輸出大幅減により 56% 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 52%、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 80% を超えてきている（図一 4 参照）。

また、輸出先では、不動産価格の下落や金融引き締め等の影響を受けている中国の比率が大きく下がっている。北米市場の需要が非常に好調で 36%、欧州市場が大きく回復し 21% となっており、この 2 地域で半分以上を占めている（図一 5 参照）。

2015 年度は、最大輸出先の北米向けの需要が好調で、36% となった。また、欧州向けの構成比は 21% と 2007 年度以来、久々に 20% 台となった（図一 6 参照）。

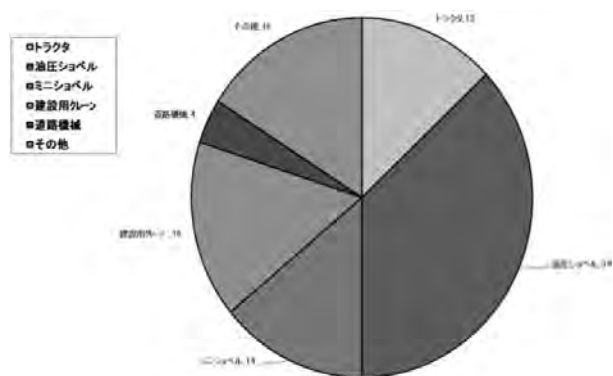
3. 今後の建設機械産業の展望

当工業会は 2016 年 8 月末に建設機械産業の 2016 年度下期～2017 年度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（表一 1 参照）。

2016 年度の国内出荷は、官民の建設投資による需要が見込まれるものの、土工系機械を中心に 2011 年次排ガス規制の生産猶予期限終了に伴う旧型機需要の反動減が想定され、8,072 億円（前年比 8% 減少）と予測した。

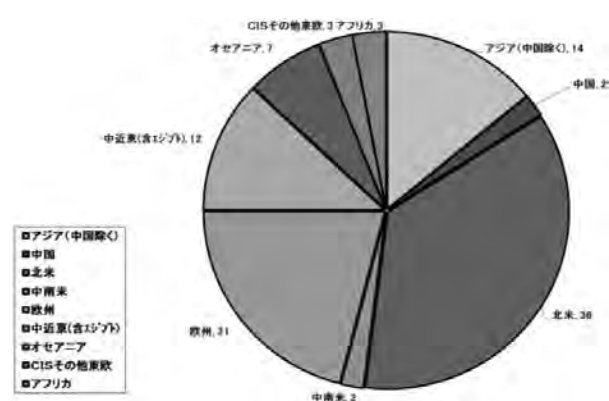
2016 年度の輸出は、最大の輸出先である北米向けの住宅投資は堅調なものの、鉱山やエネルギー関連が低調に推移、資源開発国向け、アジア、中国向けの需要減により、1 兆 397 億円（前年比 5% 減少）と予測した。

統計



総額 1兆9,799億円

図-4 機種別出荷金額構成比



総額 9,764億円

図-5 地域別輸出額構成比

※ 10 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

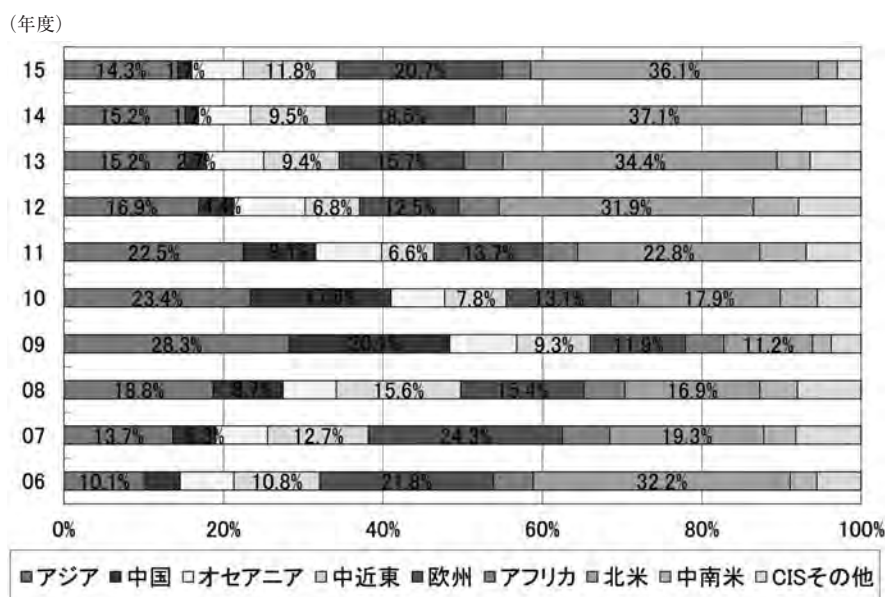


図-6 新車輸出の推移

この結果、2016年度の国内輸出をあわせた総合計では、前年比7%減少の1兆8,469億円と予測した（2年連続の減少）。

2017年度の国内出荷は、一部小型機種で反動減が予想されるものの、2016年度補正予算等の執行や継続した建設投資が見込まれることにより、油圧ショベルが底打ちしてプラスに転じることから、8,220億円（前年比2%増加）と予測した。

2017年度の輸出は、北米向けは堅調に推移するものの、他の地域の需要回復は下期以降になると予測され、1兆330億円（前年比1%減少）と予測した。

この結果、2017年度の国内輸出をあわせた総合計では、前年比横這いの1兆8,550億円と予測した。

ここ数年の輸出シフトへの動きから、先述の通り、2010年度で

は輸出比率が75%を超えた。しかし、震災後、機械が国内に還流し、ここ数年の輸出比率は50%台にある。

直近の動きとして、英国のEU離脱や米国大統領の交代等、海外の状況がドラスチックに動いており、外的要因で状況が大きく変わる局面にあり、先行き予測を許さない。

国内需要と相関関係のある中古車輸出については、2015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、ブルドーザ、クローラクレーン、ラフテレーンクレーン）で、6万台近くが輸出された（ピーク時の2007年度は約9万5,000台）。

3年連続で増加となったが、為替の影響も大きくあった。先述の通り、外的要因から潮目が変わり、2016～17年度は転換期になるかもしれない（図-7参照）。

統計

表 1 建設機械需要予測

2016 年度予測

上段：金額 百万円

下段：対前年同期比指数 %

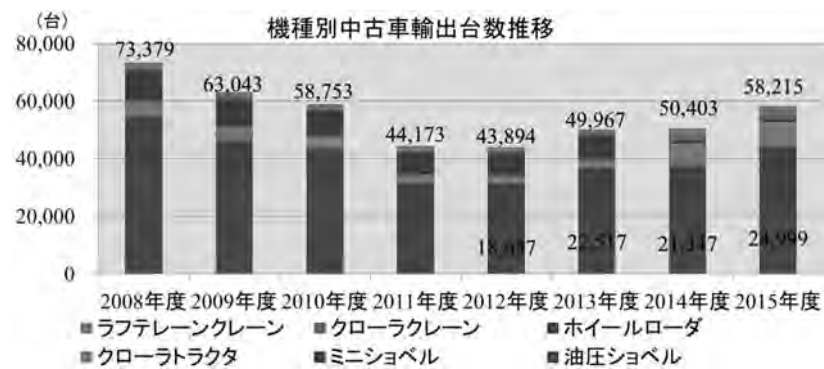
	上期見込			下期見込			年度見込		
	国 内	輸 出	合 計	国 内	輸 出	合 計	国 内	輸 出	合 計
トラクタ	40,200	67,200	107,400	61,300	61,500	122,800	101,500	128,700	230,200
	80	86	84	87	90	88	84	88	86
油圧ショベル	102,000	240,900	342,900	119,000	223,200	342,200	221,000	464,100	685,100
	85	101	96	89	97	94	87	99	95
ミニショベル	42,700	88,700	131,400	41,900	90,100	132,000	84,600	178,800	263,400
	72	108	93	88	106	100	79	107	96
建設用クレーン	97,200	45,200	142,400	104,300	39,400	143,700	201,500	84,600	286,100
	100	70	88	97	75	90	98	72	89
道路機械	18,300	15,500	33,800	19,100	14,200	33,300	37,400	29,700	67,100
	96	92	94	91	97	93	93	94	94
コンクリート機械	14,500	1,000	15,500	14,700	1,300	16,000	29,200	2,300	31,500
	93	102	93	100	101	100	96	102	97
トンネル機械	9,000	3,400	12,400	8,200	3,200	11,400	17,200	6,600	23,800
	684	100	261	400	102	219	512	100	239
基礎機械	17,300	1,600	18,900	19,000	1,700	20,700	36,300	3,300	39,600
	104	97	103	103	95	103	104	97	103
油圧ブレイカ	8,100	4,600	12,700	8,200	4,000	12,200	16,300	8,600	24,900
油圧圧砕機	90	96	92	91	95	92	90	96	92
その他建設機械	29,000	65,800	94,800	33,200	67,200	100,400	62,200	133,000	195,200
	89	86	87	96	94	95	93	90	91
合 計	378,300	533,900	912,200	428,900	505,800	934,700	807,200	1,039,700	1,846,900
	90	94	92	93	95	94	92	95	93

2017 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	41,400	64,500	105,900	61,900	60,900	122,800	103,300	125,400	228,700
	103	96	99	101	99	100	102	97	99
油圧ショベル	112,200	238,500	350,700	128,500	225,400	353,900	240,700	463,900	704,600
	110	99	102	108	101	103	109	100	103
ミニショベル	42,300	93,100	135,400	40,600	95,500	136,100	82,900	188,600	271,500
	99	105	103	97	106	103	98	105	103
建設用クレーン	94,300	42,500	136,800	99,100	39,400	138,500	193,400	81,900	275,300
	97	94	96	95	100	96	96	97	96
道路機械	18,500	14,400	32,900	18,000	13,100	31,100	36,500	27,500	64,000
	101	93	97	94	92	93	98	93	95
コンクリート機械	14,200	1,000	15,200	14,300	1,300	15,600	28,500	2,300	30,800
	98	101	98	97	100	98	98	100	98
トンネル機械	13,100	2,300	15,400	11,900	2,000	13,900	25,000	4,300	29,300
	145	67	124	145	64	122	145	65	123
基礎機械	16,600	1,500	18,100	18,200	1,600	19,800	34,800	3,100	37,900
	96	96	96	96	94	96	96	94	96
油圧ブレイカ	7,600	4,500	12,100	7,700	3,800	11,500	15,300	8,300	23,600
油圧圧砕機	94	97	95	94	96	94	94	97	95
その他建設機械	28,700	63,200	91,900	32,900	64,500	97,400	61,600	127,700	189,300
	99	96	97	99	96	97	99	96	97
合 計	388,900	525,500	914,400	433,100	507,500	940,600	822,000	1,033,000	1,855,000
	103	98	100	101	100	101	102	99	100



図一 7 機種別中古車輸出台数推移
データ出典：財務省貿易統計

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、継続してウオッチしていきたい。

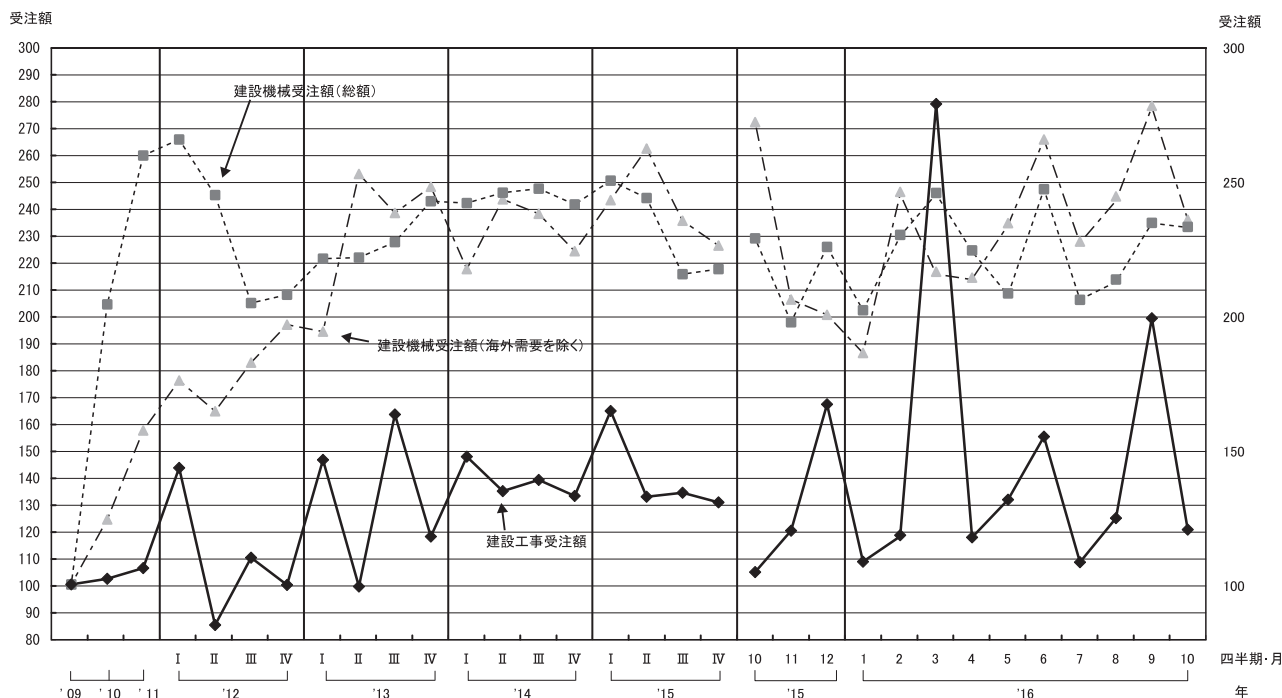


【筆者紹介】
内田 直之（うちだ なおゆき）
（一社）日本建設機械工業会
業務部次長

統計 機関誌編集委員会

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額 建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 2009年平均=100)
建設機械受注額 建設機械受注統計調査(建設機械企業数24前後) (指数基準 2009年平均=100)



建設工事受注動態統計調査(大手50社)

(単位: 億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非製造業							
2009 年	100,407	66,122	12,410	53,712	24,140	5,843	4,302	66,187	34,220	103,956	128,839
2010 年	102,466	69,436	11,355	58,182	22,101	5,472	5,459	71,057	31,408	107,613	106,112
2011 年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059
2012 年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	113,146	111,076
2013 年	132,378	89,133	14,681	74,453	31,155	4,660	7,127	90,614	41,463	129,076	120,941
2014 年	139,286	80,477	16,175	64,302	43,103	4,822	10,887	86,537	52,748	138,286	125,978
2015 年	141,240	96,068	19,836	76,235	35,633	4,993	4,546	95,959	45,281	141,461	141,136
2015 年 10 月	8,754	5,681	1,632	4,049	2,439	377	258	5,862	2,893	141,723	10,835
11 月	10,045	5,942	1,466	4,477	2,670	417	1,016	6,293	3,752	140,930	11,339
12 月	14,004	9,426	1,855	7,572	3,210	390	977	10,085	3,919	141,461	13,853
2016 年 1 月	9,081	5,789	1,017	4,772	2,189	344	758	6,103	2,978	144,221	9,496
2 月	9,906	6,887	1,360	5,527	2,394	443	183	6,520	3,386	142,223	10,642
3 月	23,414	15,234	1,823	13,411	7,211	557	411	15,157	8,257	144,084	18,435
4 月	9,838	6,613	1,786	4,827	2,588	503	135	6,103	3,736	143,928	8,278
5 月	11,022	8,540	1,160	7,380	1,609	642	231	8,464	2,559	146,155	9,119
6 月	12,993	8,802	2,009	6,793	3,555	404	232	8,832	4,161	145,673	12,638
7 月	9,061	6,800	1,179	5,622	1,874	276	110	6,169	2,891	146,252	9,138
8 月	10,444	6,552	1,178	5,374	3,135	375	382	6,439	4,005	147,613	9,886
9 月	16,699	9,766	1,619	8,146	6,810	510	-387	10,458	6,241	151,671	12,624
10 月	10,084	7,069	1,071	5,998	2,266	376	373	6,792	3,291	-	-

建設機械受注実績

(単位: 億円)

年 月	09 年	10 年	11 年	12 年	13 年	14 年	15 年	15 年 10 月	11 月	12 月	16 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
総 額	7,492	15,342	19,520	17,343	17,152	18,346	17,416	1,433	1,237	1,413	1,265	1,441	1,539	1,405	1,304	1,548	1,289	1,337	1,469	1,460
海 外 需 要	4,727	11,904	15,163	12,357	10,682	11,949	10,712	804	761	950	835	872	1,039	910	762	934	763	772	826	915
海外需要を除く	2,765	3,438	4,357	4,986	6,470	6,397	6,704	629	476	463	430	569	500	495	542	614	526	565	643	545

(注) 2009～2011 年は年平均で、2012～2015 年は四半期ごとの平均値で図示した。

2015 年 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

行事一覧

(2016年11月1日～30日)

機械部会



■基礎工事用機械技術委員会

月 日：11月9日(水)

出席者：関徹也委員長ほか13名

議 題：①ミュージアム鉦研 地球の宝石箱見学会の報告 ②地盤改良の工法について ③i-Constructionの事例について(ライト工業(株) 中国地整での発表資料)

■ショベル技術委員会

月 日：11月14日(月)

出席者：尾上裕委員長ほか7名

議 題：①L2-Tech 認証の協会討議内容の報告 ②機械災害について ③パウマ建機展の情報共有 ④マテハン機の燃費認定制度対応について ⑤欧州BPR規制について ⑥JCMAS 燃費試験方法の国際規格化の状況について

■トンネル機械技術委員会 グループ別WG2

月 日：11月15日(火)

出席者：岩野健委員長ほか10名

議 題：①トンネルにおける省エネ、省資源化、地球温暖化対策について、5委員による発表説明と質疑応答 ②その他

■路盤・舗装機械技術委員会

月 日：11月16日(水)

出席者：山口達也委員長ほか16名

議 題：①コマツ栗津工場見学会…1) 栗津工場についての説明、2) 機械組み立て工場ラインの見学、3) 見学後の質疑、応答

■路盤・舗装機械技術委員会 幹事会

月 日：11月22日(火)

出席者：山口達也委員長ほか7名

議 題：①平成28年度の活動計画の進捗状況について ②道路建設機械の排ガス対策調査について ③建設施工・建設機械に係る安全対策 ④新技術の普及促進 ⑤下期委員会総会の概要確認 ⑥省エネ運転マニュアル改訂の最終確認 ⑦工場見学会の反省と報告書作成について ⑧その他の連絡事項

■除雪機械技術委員会 幹事会

月 日：11月24日(木)

出席者：江本平委員長ほか13名

議 題：①ホームページの作成について

②ロータリー除雪の安全対策について ③除雪機械の変遷について(除雪ドーザ・小型除雪車) ④除雪現場見学会について ⑤平成29年新規テーマについて ⑥ねじ規格について

■情報化機器技術委員会

月 日：11月25日(金)

出席者：白塚敬三委員長ほか3名

議 題：①上期機械部会 幹事会の報告 ②EagleJCMASを見直す議論 ③情報共有(ISO16001:改訂について・ISO19014-1:日本の投票行動について) ④合同部会の発表内容について

製造業部会



■マテリアルハンドリングWG

月 日：11月7日(月)

出席者：小野朝浩主査ほか10名

議 題：①マグネット仕様機の低騒音対応について ②燃費認定基準におけるマテハン機の同一型式についての確認 ③林業Q&Aに対する矛盾点について

■次期燃費基準について 国交省と燃費WG 代表者の意見交換

月 日：11月28日(月)

出席者：尾上裕主査ほか2名

議 題：燃費基準達成建設機械の認定制度において次期基準の概略予定、方向性について

建設業部会



■三役会

月 日：11月16日(水)

出席者：佐藤康博部会長ほか4名

議 題：①各WG報告 ②見学会の企画(部会冬季、第2回若手) ③合同部会の議題検討 ④その他

■機電交流企画WG

月 日：11月18日(金)

出席者：落合博幸主査長ほか4名

議 題：①第20回機電技術者意見交換会について ②機電職員確保に向けたPR活動パンフレット作成について検討・ゲラの確認・contents4のネタ持ち寄り・次工程(原稿作成)の担当割り ③その他

■建設機械事故調査WG

月 日：11月29日(火)

出席者：松藤敏夫主査長ほか8名

議 題：①公表に向けたデータの精査・見直し ②今年度同部会での報告書(途中段階)原稿の確認 ③その他

レンタル業部会



■レンタル業部会現場見学会

月 日：11月16日(水)～17日(木)

出席者：渡部純部会長ほか12名

【1日目】

発注者：福井県

工事名：福井県河内川ダム建設工事

施工者：西松建設・竹中土木・キハラコーポレーション・長崎組JV

場 所：三方上中郡若狭町

内 容：河内川ダム(重力式コンクリートダム)

【2日目】

見学先：コマツ製作所 こまつの杜

場 所：石川県小松市こまつの杜1

各種委員会等



■機関誌編集委員会

月 日：11月2日(水)

出席者：田中忠重委員ほか13名

議 題：①平成29年2月号(第804号)の計画の審議・検討 ②平成29年3月号(第805号)の素案の審議・検討 ③平成29年4月号(第806号)の編集方針の審議・検討 ④平成28年11月号～平成29年1月号(第801～803号)の進捗状況報告・確認

■新工法調査分科会

月 日：11月2日(水)

出席者：戸崎雅之分科会長ほか2名

議 題：①新工法情報の持ち寄り検討 ②新工法紹介データまとめ ③その他

■新機種調査分科会

月 日：11月22日(火)

出席者：江本平分科会長ほか2名

議 題：①新機種情報の持ち寄り検討 ②新機種紹介データまとめ ③その他

■建設経済調査分科会

月 日：11月30日(水)

出席者：山名至孝分科会長ほか4名

議 題：①建設業の業況 原稿検討 ②その他

支部行事一覧

北海道支部



■2017 ふゆトピア in 函館 平成28年度除雪機械展示・実演会出展者会議

月 日：11月25日(金)

場 所：函館市(函館競馬場駐車場及び函館市民会館)

受講者：29名

内 容：①会場予定地の下見 ②実施要領の説明 ③質疑応答

東 北 支 部



■除雪講習会

①会場会場

月 日：11月1日（火）

場 所：福島県会津若松市 会津アビオスペース

受講者：261名

②仙台会場

月 日：11月7日（月）

場 所：宮城県仙台市 フォレスト仙台

受講者：189名

■ICT活用工事検査講習会

月 日：11月25日（金）

場 所：宮城県大郷町 コマツIoTセンタ東北

主 催：東北地方整備局

内 容：①座学（検査の留意事項）

②座学（ICTに関する取り組み）

③座学（衛星測位の概要） ④座学（3次元設計データについて） ⑤実地（ドローン実演と解説） ⑥実地（GNSSローパーの実演と解説） ⑦実地（TSの実演と解説）

講 師：東北支部 情報化施工技術委員会鈴木勇治委員長ほか18名

受講者：東北地方整備局 職員23名（検査担当職員19名、関係課職員4名）

北 陸 支 部



■除雪機械管理施工技術講習会（金沢会場）

月 日：11月1日（火）

場 所：石川県地場産業振興センター

受講者：71名

■除雪機械管理施工技術講習会（新潟会場）

月 日：11月8日（火）

場 所：新潟県建設会館

受講者：169名

■北陸防災連絡会議

月 日：11月16日（水）

場 所：新潟県自治会館

出席者：丸山暉彦支部長（宮村兵衛事務局長代理出席）

議 題：各機関からの情報提供、北陸地方の大規模災害に対する備え他

中 部 支 部



■第2回運営委員会

月 日：11月1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24名

議 題：上期事業報告及び上期経理概況について

■道路除雪講習会

月 日：11月11日（金）

場 所：岐阜県高山市飛騨・生活文化センター

受講者：57名

■技術・調査部会

月 日：11月14日（月）

出席者：青木部会長ほか10名

議 題：技術発表会原稿査読及び準備について

月 日：11月15日（火）

場 所：名古屋市中企業振興会館

受講者：58名

■広報部会

月 日：11月22日（火）

出席者：森三代次副部会長ほか5名

議 題：支部だよりの校正について

■監査法人監査

月 日：11月24日（木）

場 所：中部支部事務局

出席者：八重洲監査法人 久具壽男副理事長、鈴木美砂公認会計士、本部 森園孝行経理課長、支部 永江豊事務局長、二又川千恵巳

内 容：平成27年度事業及び経理関係監査

■技術講演会及び技術発表会

月 日：11月30日（水）

場 所：名古屋市中企業振興会館

参加者：約100名

関 西 支 部



■企画部会

月 日：11月1日（火）

場 所：関西支部 会議室

出席者：溝田寿企画部会長以下8名

議 題：①運営委員会に提出する議題関連 ②その他

■建設業部会・リース・レンタル業部会合同見学会、部会

月 日：11月9日（水）

見学先：(株)大林組 大阪機械工場

参加者：滝崎治行建設業部会長、山本祥平リース・レンタル業部会長、整備・サービス業部会以下30名

内 容：①(株)大林組 大阪機械工場見学 ②部会（合同討論会について）

■「ふれあい土木」出展

月 日：11月11日（金）～12日（土）

場 所：近畿技術事務所

入場者：約1,650人

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「ASTACO」及びミニショベルの展示

■運営委員会

月 日：11月16日（水）

場 所：大阪キャッスルホテル 6F 会議室

出席者：深川良一支部長以下23名

議 題：①平成28年度上半期事業報告

②平成28年度上半期経理概況報告

③その他

■建設用電気設備特別専門委員会（第430回）

月 日：11月16日（水）

場 所：中央電気倶楽部

内 容：①標準化委員会結果報告

②「JEM-TR 246 建設用電気設備の接地工事指針」の見直し審議の今後の進め方について

■除雪機械運転技術講習会

月 日：11月18日（金）

場 所：今庄365スキー場

参加者：58名

内 容：①除排雪作業に伴う労働災害事故防止について ②除排雪作業に伴う交通事故防止対策について ③メンテナンス実技指導 ④実技施工訓練

■建設インキュベーション委員会（「宇宙機システムの安全確保」講演会）

月 日：11月29日（火）

場 所：エル・おおさか 会議室

参加者：小林泰三建設インキュベーション委員会委員長以下13名

内 容：技術講演「宇宙機システムの安全確保」

講 師：有人宇宙システム(株) 安全開発保証部 次長 大賀公二氏

中 国 支 部



■秋季運営委員会

月 日：11月1日（火）

場 所：広島YMCA 会議室

出席者：河原能久支部長ほか26名

議 題：①平成28年度上半期事業報告に関する件 ②平成28年度上半期経理状況に関する件 ③平成28年度下半期事業実施計画（案）について ④その他懸案事項

■第4回広報部会

月 日：11月21日（月）

場 所：中国支部事務所

出席者：西村元次部会長ほか6名

議 題：①広報誌（CMnavi）46号の編集について ②支部ホームページの管理について ③その他懸案事項

■土木機械設備技術研修会

月 日：11月22日（火）

場 所：弥栄ダム管理所

参加者：17名

内 容：①施設の概要について 弥栄ダム施設管理者 ②施設見学（弥栄ダム機械設備） ③意見交換会

■除雪機械の運転技術講習会

月 日：11月25日（金）

場 所：（座学）庄原市役所口和コミュニティセンター会議室（実習）国土交通省口和除雪基地

参加者：59名

内 容：①広島県における除雪…広島県土木建築局道路整備課参事 高森真司氏 ②尾道松江道の冬季交通の確保…国土交通省三次河川国道事務所道路管理課長 藤本悟氏 ③除雪作業体制と作業の安全確保について…日本建設機械施工協会中国支部（株）加藤組 中篠迫亮氏・川西誠司氏・大下理永氏 ④除雪機械の取扱い…日本建設機械施工協会中国支部 大石静夫氏 ⑤除雪機械毎の取扱い（現地実習：班別） ⑥意見交換（グループ討議）

■i-Construction セミナー in 米子～CIM 情報化施工本格化の時代～

月 日：11月29日（火）

場 所：米子コンベンションセンター

参加者：173名

内 容：①基調講演「CIMと建設生産システムのダイナミックス」…（一財）日本建設情報総合センター理事 坪香伸氏 ②講演「情報化施工からi-Construction（ICT土木へ）」…（一社）日本建設機械施工協会施工技術総合研究所研究第3部次長 藤島崇氏 ③講演「建設業の担い手確保とi-Constructionの可能性」…松江工業高等専門学校環境・

建設工学科教授 大屋誠氏

四 国 支 部



■協賛事業「平成28年度大規模津波防災総合訓練」

月 日：11月5日（土）

場 所：高知新港（高知市）

参加機関等：内閣府、国土交通省ほか全92機関（支部からは宮本正司企画部会長が支部長代理として出席）

訓練内容等：避難訓練、情報収集・伝達訓練、救命・救急訓練、道路啓開訓練、浸水対策訓練、航路啓開訓練、ライフライン復旧訓練、物資輸送訓練、その他、災害対応の車両・機械・通信機器・体験車・パネル等の展示

■平成28年度秋季合同部会幹事会

月 日：11月16日（水）

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18名

議 題：①平成28年度上半期事業報告 ②平成28年度上半期収支状況報告 ③平成28年度下半期事業計画（案） ④人事異動等に伴う役員等の変更について

■平成28年度第2回運営委員会

月 日：11月21日（月）

場 所：ホテルマリンパレスさぬき（高松市）

出席者：長谷川修一支部長ほか23名

議 題：①平成28年度上半期事業報告 ②平成28年度上半期収支状況報告 ③平成28年度下半期事業計画（案） ④人事異動等に伴う役員等の変更について

■平成28年度JCMA四国支部建設施工研修会

月 日：11月28日（月）

場 所：建設クリエイティブビル第1会議室（高松市）

参加者：57名

内 容：「がれきのない明日へ 廃棄物処理で築いた復興への道」「平泉中尊寺本堂 耐震補強工事記録（スーパー板壁工法）」等、全16件の建設記録映像DVDを上映

九 州 支 部



■企画委員会

月 日：11月16日（水）

出席者：久保田正春企画委員長ほか9名

議 題：①第2回運営委員会の開催について ②建設行政講演会について ③その他

■平成28年度第2回運営委員会

月 日：11月16日（水）

出席者：江崎支部長ほか17名

議 題：①平成28年度上半期事業報告 ②平成28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

■i-Construction（ICT土工）技術講習会

月 日：11月22日（火）

場 所：座学：田川青少年文化ホール、実技：白鳥工業団地

受講者：32名

内 容：①国土交通省のi-Constructionへの取組み ②i-Construction（ICT土工）の概要 ③実技研修

編集後記

新年明けましておめでとうございます。本年も、皆様にとってよい年でありますことを心よりお祈り申し上げます。

1月号の特集は、毎年恒例の「建設機械」です。今回は、建設機械と銘打っておりますが、敢えて、最近市場に出された機械についても紹介することとし、各建設施工現場でさまざまな機種が活躍していることを知っていただきたいとの思いから、多くのメーカーの方々に執筆のご協力を賜りました。

巻頭言は、例年、辻会長をお願いしております。また、行政情報では、国土交通省より燃費基準の検討の動向について解説いただきました。

交流のひろばでは、長岡技術科学大学の杉本先生より、これまでの長年のご経験に基づく「安全」に対する考え方についてご寄稿いただいております。さらに、「ずいそう」では、JAXA・廣瀬様より「金星探査機・あかつき」を惑星周回衛星に導いた経験をご寄稿いただきました。

さて、建設機械は、近年の排ガス規制の強化に伴い、現在、日本でも米欧に並ぶ最も厳しい排出基準を達

成したモデルが市場に導入されています。

また、国際的には、気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）において、パリ協定が採択されました。国際社会が化石燃料に依存しない社会へ転換をしていく方向性は今後も変わることがなく、私たち人類の将来のためにも、あらゆる分野において環境対策に取り組んで考えていかなければならないことを切に感じるところであります。

一方で、昨年から国土交通省において、日本の将来の人口減社会を見据えて「i-Construction」いわゆる建設現場へのICT土工を基準とする生産性向上への取り組みが始まりました。

こう鑑みますと、私たちは今、時代の大きな転換点（パラダイムシフト）に位置しているものと痛感します。

2017年、本年も、「建設機械施工」誌をどうぞよろしく願いいたします。

本機関誌が、皆様の理解の一助となれば幸いです。

最後になりますが、ご多忙の中、本号の執筆を快諾くださいました方々に厚く御礼を申し上げます。

（中川・小倉）

機関誌編集委員会

編集顧問

今岡 亮司	加納研之助
後藤 勇	佐野 正道
新開 節治	関 克己
高田 邦彦	田中 康之
塚原 重美	中岡 智信
中島 英輔	本田 宜史
渡邊 和夫	

編集委員長

見波 潔 村本建設(株)

編集委員

新田 恭士	国土交通省
大槻 崇	国土交通省
田中 忠重	農林水産省
浅野 仁之	(独)鉄道・運輸機構
加藤 誠	鹿島建設(株)
赤坂 茂	大成建設(株)
荒瀬 純治	清水建設(株)
三輪 敏明	(株)大林組
久保 隆道	(株)竹中工務店
宮川 克己	(株)熊谷組
中村 優一	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
竹田 茂嗣	鉄建建設(株)
岡田 英明	五洋建設(株)
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
相田 尚	(株)NIPPO
岡本 直樹	山崎建設(株)
中川 明	コマツ
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン(株)
小倉 弘	日立建機(株)
上田 哲司	コベルコ建機(株)
石倉 武久	住友建機(株)
江本 平	範多機械(株)
太田 正志	施工技術総合研究所

事務局

日本建設機械施工協会

2月号「大深度地下、地下構造物特集」予告

・平成27年度大阪府河川構造物等審議会「第2回大深度地下使用検討部会」審議状況
・地下空間の浸水対策
・地下鉄建設技術と工事用機械90年の歴史を概観する
・倉敷国家石油ガス備蓄基地LPG岩盤貯槽建設工事
・非開削工法による海底ケーブル陸揚管路敷設
・地下ダム工事におけるSMW工法の精度管理システム
・本体兼用鋼製連壁の地下トンネル築造工事
・3連揺動型掘進機による地下通路の施工実績
・国内最大のシールドマシン 東京外環（関越～東名）事業に使用
・縮径トンネル掘削機（縮径TBM）
・海外のケーブル埋設用掘削機械の実態調査と掘削試験
・情報化施工を活用した大口径・大深度立坑における効率的な水中掘削技術
・大型埋設物を切り回し地下鉄直上に短期間で通路を築造
・大水深構造物の点検用水中調査ロボット
・トンネル等屋内工事現場における位置把握システムの開発

【年間購読ご希望の方】

①お近くの書店でのお申込み・お取り寄せ可能です。②協会本部へお申し込みの場合「図書購入申込書」に以下事項をもれなく記入のうえFAXにて協会本部へお申込み下さい。

…官公庁／会社名、所属部課名、担当者氏名、住所、TELおよびFAX

年間購読料（12冊）9,252円（税・送料込）

建設機械施工

第69巻第1号（2017年1月号）（通巻803号）

Vol.69 No.1 January 2017

2017（平成29）年1月20日印刷

2017（平成29）年1月25日発行（毎月1回25日発行）

編集兼発行人 辻 靖三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 本部 一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

電話 (03) 3433-1501；Fax (03) 3432-0289；<http://www.jcmanet.or.jp/>

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支	部 〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支	部 〒980-0014 仙台市青葉区本町 3-4-18	電話 (022) 222-3915
北陸支	部 〒950-0965 新潟市中央区新光町 6-1	電話 (025) 280-0128
中部支	部 〒460-0002 名古屋市中区丸の内 3-17-10	電話 (052) 962-2394
関西支	部 〒540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支	部 〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22	電話 (082) 221-6841
四国支	部 〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支	部 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 2-4-30	電話 (092) 436-3322

本誌上への
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

あらゆる現場からの期待に
コベルコは高耐久で応えつづける。



低燃費 さらに 高耐久

圧倒的な低燃費性能に
さらなる高耐久性能を手に入れ
「地球型建機」として力強い進化を遂げた。

Generation10シリーズ登場

稼働を
止めない
高耐久



コベルコ建機株式会社

〒141-8626 東京都品川区北品川 5-5-15 TEL:03-5789-2111

コベルコの最新情報はこちらから



コベルコ建機Webサイト



YouTube

HITACHI

Reliable solutions

Reliable solutions powered by ICT

日立建機は、施工の効率化や品質向上、労働力不足といったお客様の課題に向き合い、情報化施工に対応する建設機械をはじめ、ICTを活用したソリューションを提供。お客様の多様なニーズにお応えしていきます。

お客様の多様なニーズに応える、 日立のICT建機。

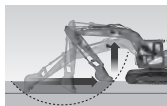
マシンコントロール

目標面の施工に対して必要なフロント操作の一部を、リアルタイムで半自動制御。施工現場に応じて、3D設計データ又は2D設計データに対応できます。

ベテランオペレータのような施工ができる機能

● 掘り過ぎ防止機能

フロント作業を半自動制御することで、施工目標面に対する掘り過ぎを防止。効率的な掘削が可能になり、生産性・品質が向上します。



● バケット角度保持モード

バケット操作を気にすることなく、角度を一定に保つことができ、アームとブームの操作のみで法面などを仕上げることができます。



マシンガイダンス

目標面の施工に対して必要な操作を、モニタや音によりオペレータに分かりやすくナビゲートします。

施工目標面を見える化する機能

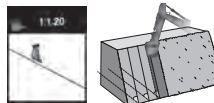
● 3Dマシンガイダンス用モニタ

機械の位置・姿勢情報と3D設計データに基づいて、施工目標面とバケット爪先の距離をモニタで見やすくナビゲートします。



● 目標設定ダイレクトモード

バケットを接地し、スイッチを押すだけで、施工目標面を設定することができ、数値入力の手間と時間を省きます。



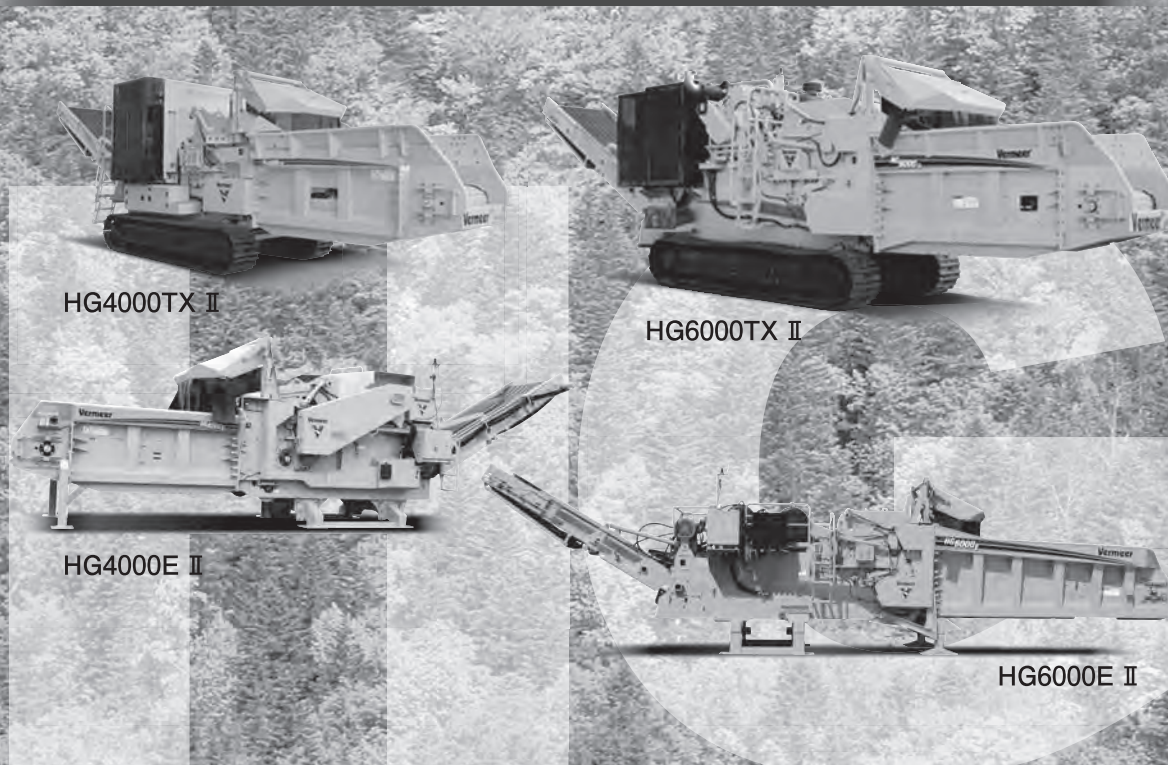
ICT油圧ショベル
ZX200X-5B



日立建機株式会社 日立建機日本株式会社

<https://japan.hitachi-kenki.co.jp/> ご用命の際は、最寄りの日立建機日本の営業所へお問い合わせください。

マルマテクニカのホリゾントルグラインダー



1台の破碎機でピンチップも切削チップも生産できる!用途別に選べる2タイプ。



特長

- チップサイズは均一で、バイオマス発電向け燃料として実績が多数。
- 新車破碎機の在庫保有と新車の短納期体制で対応。
- 休車時間をなくすため、Vermeer 社破碎機部品の在庫を保有し、即納体制で対応。



マルマテクニカ株式会社

URL <http://www.maruma.co.jp/>

本社・相模原事業所	〒252-0331	神奈川県相模原市南区大野台6-2-1	TEL.042(751)3091	FAX.042(756)4389	E-mail:s-sales@maruma.co.jp
厚木工場	〒243-0125	神奈川県厚木市小野651	TEL.046(250)2211	FAX.046(250)5055	E-mail:atsugi@maruma.co.jp
東京工場	〒156-0054	東京都世田谷区桜丘1-2-22	TEL.03(3429)2141	FAX.03(3420)3336	E-mail:tokyo@maruma.co.jp
名古屋事業所	〒485-0037	愛知県小牧市小針2-18	TEL.0568(77)3313	FAX.0568(72)5209	E-mail:n-sales@maruma.co.jp

それはいつまでも
青い空のために



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
SAE 10W-30 / SAE 15W-40

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POCH **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。



コスモ石油ルブリカンツ株式会社

<http://www.cosmo-lube.co.jp/>

カスタマーサポートセンター：0120-15-4899



耐海水用水中ポンプシリーズ

港湾・護岸整備などの 海洋土木工事に対応

「耐海水特殊鋳鉄」「防食塗装」「流電陽極」の
組み合わせで、優れた「耐海水性能」を発揮！

新開発材質

羽根車へ新開発の『耐海水特殊鋳鉄』を採用。
モータシャフトを防食します。



電気防食が困難な
シャフトに防食効果を発揮

防食塗装

『ジंकリッチプライマ』と『変性エポキシ樹脂塗料』の
塗装により防食効果を高めます。

電気防食

長年の経験に基づく独自の防食設計により『流電陽極』を
適正配置。ポンプ本体を防食します。



流電陽極



「耐海水用水中ポンプ納入事例ご紹介」
動画をご覧ください。

幅広い用途に幅広いバリエーションでお応えします。

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 TEL.(06)6911-2351 FAX.(06)6911-1800
東京本社：〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8 TEL.(03)3833-9765 FAX.(03)3835-8429

北海道支店：TEL.(011)787-8385
東北支店：TEL.(022)284-4107

東京支店：TEL.(03)3833-0331
北関東支店：TEL.(027)310-1122

中部支店：TEL.(052)481-8181
北陸支店：TEL.(076)268-2761

近畿支店：TEL.(06)6911-2311
中国支店：TEL.(082)923-5171

四国支店：TEL.(087)815-3535
九州支店：TEL.(092)452-5001

www.tsurumipump.co.jp



吸塵式乾式カッター
MCD-RY14
NETIS No.TH-150001



Mr.LIGHT 2
MLP-1212A



高周波バイブレーター
FX-40G/FU-162

未来へ伸びる、三笠の技術。



転圧センサー

バイブロコンパクター
MVH-308DSC-PAS
NETIS No.TH-120015



防音型

タンピングランマー
MT-55L-SGK
NETIS No.TH-100005



低騒音型

プレートコンパクター
MVC-F40S
NETIS No.TH-100006



低騒音型

バイブレーションローラー
MRH-601DS
低騒音指定番号5097

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: 052-451-7191
金沢出張所 TEL: 080-1013-9374

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: 080-1013-9558

沖縄出張所 TEL: 080-1013-9328

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他 産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。
日本国内 自社自力生産・直接修理を实践中！

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機 フルラインアップ!!

ケーブルレス サテレタ リンカー 離操作

Nシリーズ 微弱電波
Rシリーズ 産業用ラジコンバンド
Uシリーズ 429MHz帯 特定小電力
Gシリーズ 1.2GHz帯 特定小電力
ボーバ 防爆形無線機

- ◆ 業界随一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応！
- ◆ 常に！業界一のコストパフォーマンス！
- ◆ 迅速なメンテナンス体制！
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい！
日々互換性を継承、補修の永続制

新 スリムケーブルレス より安価なオーダー対応を実現！

N/U/Gシリーズ

微弱電波 特定小電力
両モデル対応
2段階スイッチ
装着可能

モデルチェンジ！
内部設計を一新

全ての
互換を優先
しました

自由度の高い
多様なオーダー対応
ボタン配置自在/最大32点

優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

自社開発 高耐久性
2段階スイッチを
装着可能

パネルゴム突起で
操作クリック感が
向上

8 操作標準型
RC-5808N

●8操作8リレー
●軽量コンパクト
受信機

セットで
15万円
(税抜価格)

12操作標準型
RC-5812N

●12操作12リレー
●照明出力リレーの
保持を標準採用

セットで
17万円
(税抜価格)

16ボタン
モデル

16操作標準型
RC-5816N

●16操作16リレー
●同じ外形で
16個のボタンを
コンパクトに配置

マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ

標準型
RC-6016N

●16操作16リレー
最大25リレーまで
対応可能

セットで
20万円
(税抜価格)

防爆形 対応可能 (N/Uシリーズ)

微弱電波 特定小電力
両モデル対応
2段階スイッチ・特殊
スイッチ装着可能

モデルチェンジ！ 内部設計を一新!!
全ての互換を優先しました。

頑強 ケーブルレス

N/U/Gシリーズ

標準型
RC-8616N

●16操作16リレー
最大32リレーまで
対応可能

セットで
22万円
(税抜価格)

堅牢なボディ
耐衝撃性能が向上

優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

自社開発 高耐久性
2段階スイッチを
装着可能

ハンディなのに
特殊スイッチを
装着可能

裏面
スイッチ
オーダー対応例

防爆形はTX-8400型送信機で対応 (Nシリーズのみ)

マイティサテレタ

微弱電波 特定小電力
両モデル対応

防爆形 対応可能 (Nシリーズのみ)

3ノッチジョイスティック型
RC-7132N

セットで
90万円
(税抜価格)

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

全押しボタン
RC-7126N

セットで 45万円
(税抜価格)

ジョイスティック
2本装着オーダー例

●操作信号数 最大32点
(またはプロボ最大6項目と入出力信号26点以下)

旧アンリツ製 デジタルテレコン 入替専用モデル

新型ジョイスティック
3ノッチ
ジョイスティック型
RC-7233UAN

スイッチガード付き押しボタン
全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

チップケーブルレス

Nシリーズ

微弱電波モデル
対応

標準型
RC-3208N

●8操作
8リレー

セットで
12万円
(税抜価格)

片手で握り替えずに
正逆操作が入ります!

チップ部品採用で
ポケットサイズ化

トコト機能を絞って
コストダウン

アルカリ乾電池なら
連続使用60時間以上

高い防水性能
送信機はIP65

従来の
信号交換あり!

受信機は既設のままで送信機のみ取替可

ケーブルレスミニ

微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応

N/Rシリーズ

●3操作3リレー
最大5リレーまで対応可能

●2段階スイッチ追加可能! (オプション)

特許! テルハには
ゼロ線電源*で
電気配線工事 不要!!
更に、おんぶ!だっこ金具*で
取付簡単!! (*オプション)

標準型
RC-4303N/R

セットで
10万円
(税抜価格)

ポケットサイズの本格派!

リリンカー 離操作

N/U/Gシリーズ

微弱電波 特定小電力
両モデル対応

標準型
RC-2512N

●12操作12リレー
最大32リレーまで対応可能

●見易くなったLED電池残量告知ランプ付

価格もサイズも
ハンディー並み!

セットで
22万円
(税抜価格)

軽量コンパクト
ショルダータイプ

MAXサテレタ

Uシリーズ
Gシリーズ

特定小電力
専用モデル

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

RC-9300U

●多機能多操作
(比例制御対応可)

金属シャーシの
多操作・特注仕様専用機!!

全押しボタン
装着タイプ

セットで
95万円
(税抜価格)

無段変速ジョイスティック
2本装着例

データケーブルレス

微弱電波 特定小電力
ラジコンバンド
両モデル対応

N/R/U/G
シリーズ

●機器間の信号伝送に!
●多芯の有線配線の代わりに!

標準型 セットで
TC-1305R 20.5万円 (税抜価格)
TC-1308N (微弱電波) 22万円 (税抜価格)

送信機
(外部接続入力型)

写真は
Uシリーズ

工次次第で用途は無限!

7100型

6300型

5700型

3200型

受信機

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



朝日音響株式会社
〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部
FAX: 088-694-5544 (代) TEL: 088-694-2411 (代)
http://www.asahionkyo.co.jp/

本カタログの価格は、全て税抜表示となっています。

労働力不足やオペレータの高齢化、安全やコスト、工期に関わる
現場の課題を、お客様とともに解決していきたいと私たちコマツは考えました。
現場全体をICTで有機的につなぐことで生産性を大幅に向上。
そんな「未来の現場」を創造していくソリューションです。

次代に向けて、 知性をその手に。

～ICT建機、ラインナップ拡充～

ICT油圧ショベル

複雑なレバー操作なしでも
高効率な施工を実現。

GNSS* アンテナと基準局から得た刃先の
位置情報、施工設計データをもとに、
作業機操作のセミオート化を実現した世界初の
マシンコントロール油圧ショベルです。

*GNSS(Global Navigation Satellite
System)GPS、GLONASS等の
衛星測位システムの総称。

PC200i

PC128USi

ICTブルドーザ

世界で初めて掘削から仕上げの整地までのブレード操作を自動化。また、粗掘削時にブレード負荷が増大すると、
シュースリップが起これないように自動でブレードを上げて負荷をコントロールし、効率良く掘削作業が行えます。
さらに、事前に設定した設計面に近づくと自動認識して、粗掘削から整地に自動的に切り換わります。



D37PXi



D61PXi



D65PXi/EXi



D85PXi/EXi



D155AXi

KOMATSU

コマツ 国内販売本部

〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 <http://www.komatsu.co.jp/>

動画でご紹介

