

建設の施工企画 1

2013 JANUARY No.755 JCOMA

歴史的建設機械

1927年製 モータグレーダ

1932年製 ブルドーザ



1940年製 (左下) 1939年製 (右下) 1955年製 (左上) ショベル

1948年製 クローラローダ



建設機械 特集

- 建設機械のアセットマネージメント
- オフロード法2011年基準適合大型ブルドーザ
- 油圧駆動式フォークリフトの開発
- 鋼床版上SFRC舗装用小型コンクリートフィニッシャの開発
- 油圧ショベル内蔵型2次元マシンガイダンスシステム
- オフロード法2011年基準適合アーティキュレートダンプトラック
- 20t級ハイブリッドショベル
- 分解搬送性に優れた建物解体機
- 新型グースアスファルトフィニッシャ
- 機械稼動情報を活用した建設機械のライフサイクルサポート
- 打撃破壊方式による岩盤切削機の開発
- 分粒装置付きロードスタビライザの開発
- 建設機械のルーツを求めて

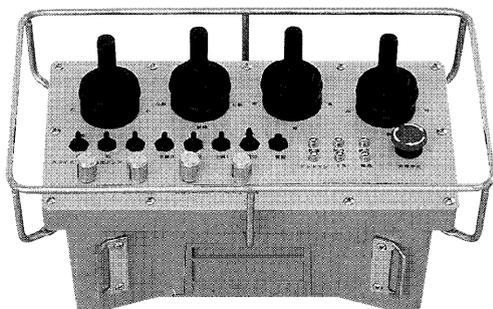
1954年製 ダンプ



建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

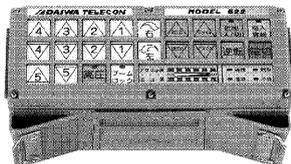
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

- スイッチ・ジョイスティック・その他、混在装備で最大操作数驚異の**96CH**。
- コンパクトな指令機に業界最大**36**個の押しボタンスイッチ装着可能。
- 受令機の出力はオープンコレクタ（標準）リレー・電圧（比例制御）又は油圧バルブ用出力仕様も可能。
- 充電は急速充電方式（ ΔV 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

ダム工事用コンクリート運搬テルハ (クライミング機能付)

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

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



吉永機械株式会社

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

平成25年度

一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞の公募について

拝啓 時下ますますご清栄のこととお慶び申し上げます。

また、平素より、一般社団法人日本建設機械施工協会の事業につきまして格別のご理解、ご支援を賜り厚く御礼申し上げます。

本協会では、**一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞**を創設し、平成元年度から、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。

平成25年度も下記により受賞候補者を公募致しますので、内容をご検討の上、ご応募いただきますようよろしくお願い申し上げます。

敬具

記

1. 表彰の目的

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、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、本賞（**会長賞**）、**貢献賞**及び**奨励賞**とします。

受賞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 本 賞・・・50万円

貢献賞・・・20万円

奨励賞・・・10万円

4. 表彰式

本協会第2回通常総会（平成25年5月29日（水））終了後に行います。

5. 応募

別紙「**一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞募集要領**」に基づく、**応募用紙**の提出により行われます。なお、**自薦、他薦を問いません**。応募の締め切りは、**平成25年1月31日（木）（必着）**です。

6. 選考

本協会が設置した「**一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞選考委員会**」で選考致します。

なお、該当する業績が無い場合は表彰致しません。

7. その他

受賞業績は、本協会機関誌「**建設の施工企画**」及び本協会**ホームページ（HP）**に、応募業績は本協会**HP**に掲載致します。

以上

一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞募集要領

1. 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。
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形式で、電子メールにてお申し込み下さい。
応募締切 平成25年1月31日(木)

4. 記載方法 ○「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j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. 開発コストおよび販売価格
 - f. 施工または生産・販売実績
 - g. 類似工法または機械との比較
 - h. 波及効果
 - i. 特許、実用新案のタイトル(出願、公開、登録、国内・国外を明記)
 - j. 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写し)
 - b. カタログ
 - c. 学会、技術誌等への発表論文があれば、そのコピー
○提出物
応募用紙(「推薦書」・「業績の内容」セットのもの)
参考資料

5. 申込・問合せ先

一般社団法人日本建設機械施工協会
阿部宛 E-mail:t-abe@jcmanet.or.jp
TEL 03-3433-1501 FAX 03-3432-0289

ゆきみらい 2013 in 秋田 開催のお知らせ

平成 25 年 2 月 7 日（木）～2 月 8 日（金）に秋田県秋田市において、ゆきみらいが下記をテーマに開催されます。

「秋田発 甦れ日本 雪国から元気を」

■概要

- 名 称 / ゆきみらい 2013 in 秋田
開催期間 / 平成 25 年 2 月 7 日（木）～2 月 8 日（金）
開催場所 / 秋田県秋田市
主 催 / 「ゆきみらい 2013 in 秋田」実行委員会
国土交通省東北地方整備局，秋田県，秋田市，（特社）雪センター，
秋田商工会議所，（財）秋田観光コンベンション協会，
東日本高速道路（株）東北支社，（一社）日本建設機械施工協会，
（社）東北建設協会，（一社）秋田県建設業協会，（社）秋田市建設業協会

■実施内容

ゆきみらいシンポジウム

- ・開催日 / 平成 25 年 2 月 7 日（木）14：00～17：00
- ・会 場 / 秋田県児童会館けやきシアター

ゆきみらい研究発表会

- ・開催日 / 平成 25 年 2 月 8 日（金）9：30～17：00
- ・会 場 / 秋田県児童会館けやきシアター 1 階（研究発表・講評）
秋田県生涯学習センター 3 階 講堂（研究発表）

ゆきみらい見本市

- ・開催日 / 平成 25 年 2 月 7 日（木）10：00～17：00
平成 25 年 2 月 8 日（金）10：00～15：30
- ・会 場 / 秋田市文化会館 地下 1 階 展示ホール

除雪機械展示・実演会（一般社団法人 日本建設機械施工協会）

- ・開催日 / 平成 25 年 2 月 7 日（木）10：00～15：30
平成 25 年 2 月 8 日（金）10：00～15：00
- ・会 場 / 八橋運動公園駐車場

〈全体スケジュール〉

	2/7(木)	2/8(金)
ゆきみらいシンポジウム	←→	
ゆきみらい研究発表会		←→
ゆきみらい見本市	←→	←→
除雪機械展示・実演会	←→	←→

○時間については、変更の場合もあります。

○これらの内容につきましては、下記でもご覧いただけます。

ゆきみらい 2013 in 秋田 ホームページ

(http://www.thr.mlit.go.jp/yukimirai_akita/index.html)

○お問い合わせ等に関しましては、下記実行委員会事務局までご連絡ください。

○実行委員会事務局：〒011-0901 秋田市寺内字蛭根 85 番地 9

秋田市建設部道路維持課内 TEL 018-864-3643

2013年 欧州建設機械化視察団 団員募集のお知らせ

bauma 2013(ドイツ・ミュンヘン)

本協会は毎年海外視察団を派遣し、海外の建設機械及び施工技術を見聞し、我が国の建設機械化の発展に寄与して参りました。本年度も関係各位のご要望にお応えして、下記要領により海外視察団参加者を募集し派遣することになりました。今回の視察の主目的は、ドイツ・ミュンヘンで開催される国際的な建設機械及び建設資材等の展示会“bauma 2013”の視察です。3年ごとに開催されるこの展示会は世界最大規模の展示会で、50カ国3000社／団体以上が出展を予定しており、最新の建設機材、サービス、そして技術を一望することができます。そのほか、ドイツ・シュトゥットガルト／フランクフルトにおけるインフラ整備、都市再開発の工事現場視察等を予定しております。

関係各位におかれましては、最新の国際的な建設機械の動向をキャッチするとともに、ヨーロッパの基盤整備状況を視察することにより、今後の事業展開に役立ちうるものと思われまます。多数の方々にご参加賜りたく、ご案内を申し上げます。皆様のご参加をお待ち致しております。

【展示会概要】

【開催地】ドイツ・ミュンヘン

【期 間】2013年4月15日(月)～4月21日(日)

【周 期】3年毎

【主 催】ミュンヘン見本市会社

【会 場】ドイツ・新ミュンヘン国際見本市会場

【出展社】3,256社(2010年実績)

【入場者】420,170人(2010年実績)

【主要出展品目】

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

日 程 表

日次	月日曜	発着地／滞在地名	発着現地時刻	交通機関名	摘 要
1	2013年 4月14日 (日)	東京(成田)発 フランクフルト着	午 前 夕 刻	航 空 機 専 用 バス	空路、フランクフルトへ 到着後、ホテルへ (フランクフルト泊)
2	4月15日 (月)	フランクフルト発 ミュンヘン着 ミュンヘン滞在	午 前 午 前 終 日	航 空 機 専 用 バス ↓	空路、ミュンヘンへ 車にてbauma会場へ ★ <u>bauma 2013国際建設機械見本市視察(1日目)</u> (ミュンヘン泊)
3	4月16日 (火)	ミュンヘン滞在 ミュンヘン発 シュトゥットガルト着	終 日 午 後 夕 刻	専 用 バス ↓ ↓	★ <u>bauma 2013国際建設機械見本市視察(2日目)</u> 車にてシュトゥットガルトへ 到着後、ホテルチェックイン (シュトゥットガルト泊)
4	4月17日 (水)	シュトゥットガルト滞在 フランクフルト着	終 日 夕 刻	専 用 バス ↓ ↓	★ <u>シュトゥットガルト工事現場視察及び市内視察</u> 車にてフランクフルト着 (フランクフルト泊)
5	4月18日 (木)	フランクフルト滞在	終 日	専 用 バス	★ <u>フランクフルト工事現場視察及び市内視察</u> (フランクフルト泊)
6	4月19日 (金)	フランクフルト発	午 前	航 空 機	空路、帰国の途へ (機内泊)
7	4月20日 (土)	東京(成田)着	午 前		到着後、入国審査及び通関手続終了後、解散

※発着地及び交通機関は変更になることがあります。

視察期間 平成25年4月14日(日)～4月20日(土) 5泊7日

視 察 地 ミュンヘン・シュトゥットガルト・フランクフルト

催行人員 最少催行人員15名(添乗員同行)

参加費 お一人様365,000円(1人1室)(空港税・燃油サーチャージ別途)

締 切 日 募集締切日は2013年3月1日(金)

募集パンフレット請求先⇒ 近畿日本ツーリスト(株) 第5営業支店 担当:宮(キュウ)・森谷

TEL03-6891-9305 FAX03-6891-9405

●御問い合わせ先●

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2階

TEL03-3433-1501 FAX03-3432-0289

担当:鈴木 勝

増刷出来 !!

建設施工における地球温暖化対策の手引き

当協会では地球温暖化問題を学び、建設施工における本問題を理解し、実践するための必携書として、これらを簡潔に分かりやすく纏めた「建設施工における地球温暖化対策の手引き」を発刊しておりましたが好評を頂き御要望を多く頂いているため、この度急遽コピー版で増刷致しました。本書によって地球温暖化と建設施工における地球温暖化対策を理解し、建設現場での実践に役立てて頂きたく思います。

◇主な内容

- ・建設施工における工法、資材、建設機械及びその運転方法等について、CO₂の排出を削減するための一般的な対策手法や留意事項を示した。
- ・各工種の標準的な工法におけるCO₂排出量を算出すると共に、その排出量の削減が可能な対策と削減量を対策効果例として示した。
- ・国土交通省の土木工事積算システムにアクセスが多く、地球温暖化対策に関連する8工種を選定した。

◇掲載工種

土工／法面工／擁壁工／基礎工／仮設工（鋼矢板工）／道路舗装／トンネル工／橋梁工（参考資料のみ）

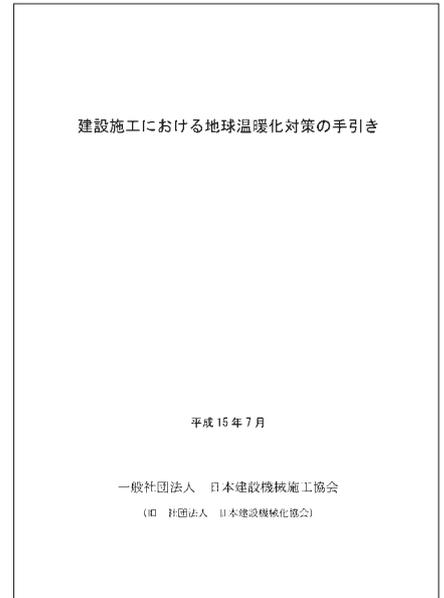
◇体裁・定価

A4判，85頁

定価 会員 1,470円（本体1,400円），送料600円

非会員 1,575円（本体1,500円），送料600円

官公庁（学校関係を含む）は会員価格です。



「建設施工における地球温暖化対策の手引き」準拠 地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル

本書は「建設施工における地球温暖化対策の手引き」に準拠して作成・発行したもので、地球温暖化対策を実施する際に稼働する建設機械の省エネ運転のための操作方法を、具体的に簡便にイラストを使って分かりやすく記載したものです。是非とも上の「手引き」と併せて利用下さい。

◇主な内容

基本事項，油圧ショベル，ブルドーザ，ホイールローダ，ローラ，ホイールクレーン，クローラクレーン，ダンプトラック，点検整備

◇体裁・定価

B5判，50頁

定価 会員・非会員共 525円（本体500円）



増刷出来 !!

建設作業振動対策マニュアル

本書は地方自治体の環境担当者が実務的に施工現場で施工者に対して振動規制法の適切な執行を行い、振動防止指導や住民からの苦情に的確な処置がとれるようにすること、又建設工事の発注者あるいは施工者が適切に環境保全に対処した工事の計画・施工・管理を実施できるようにすること等を目的として作成しました。

しかし本書は平成6年の初版発行でありまして、その後なされた法規制の制定、改正等に対してその内容を十分に網羅していません。しかし建設作業における振動対策に係わっておられる方々から内容的に参考になる部分が多であるという事で、増刷の要請を多く頂き、当協会ではこの度増刷する事と致しました。是非とも下の当協会の姉妹書「建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック 第3版」とも併せて利用頂ければ幸甚でございます。

◇ 主な内容

- 第1章 建設作業振動の規制
- 第2章 建設作業に伴う公害振動の実態と対策の現況
- 第3章 届け出・苦情時の望ましい対応のあり方
- 第4章 振動の基礎及び測定・評価方法
- 第5章 地盤振動の伝搬と予測
- 第6章 建設工事と建設機械
- 第7章 現状と対策例
- 第8章 建設工事工程計画と工事振動予測例

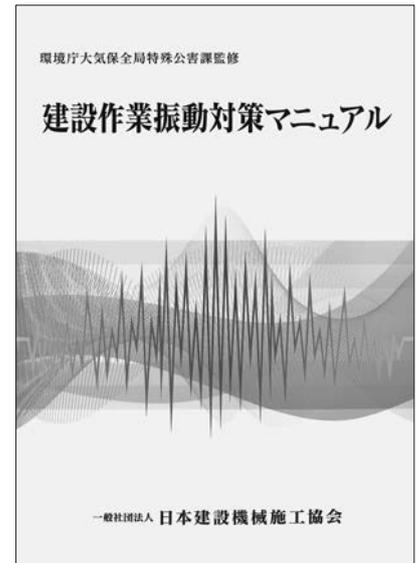
◇ 体裁・定価

B5判, 360頁

定価 会員 5,400円(本体5,143円), 送料520円

非会員 6,000円(本体5,715円), 送料520円

官公庁(学校関係を含む)は会員価格です。



建設工事に伴う 騒音振動対策ハンドブック 第3版

本書は昭和52年に初版が発刊され、昭和62年に改訂されましたが、その後低騒音型建設機械の指定制度の発足及びその大幅な普及など建設機械の低騒音化・低振動化が進むとともに、高流動化コンクリート工法、超高周波振動杭打ち機など低騒音・低振動化技術の進展が著しいので、そのような最新技術と最新データを盛り込んで平成13年に第3版改訂版を発刊致しました。

◇ 主な内容

- 第1章 建設工事と公害
- 第2章 現行法令
- 第3章 調査・予測と対策の基本
- 第4章 現地調査

◇ 取り上げた工種

土工、運搬工、岩盤掘削工、基礎工、土留め工、コンクリート工、舗装工、鋼構造物工、構造物とりこわし工、トンネル工、シールド・推進工、軟弱地盤処理工、仮設工、定置機械(空気圧縮機、発動発電機)

◇ 体裁・定価

B5判, 330頁

定価 会員 5,880円(本体5,600円), 送料600円

非会員 6,300円(本体6,000円), 送料600円

官公庁(学校関係を含む)は会員価格です。



平成24年度 建設施工と建設機械シンポジウム論文集・梗概集

- 発 刊：平成24年10月26日
- 本の体裁：A4判 モノクロ 約250ページ CD-ROM 付き
- 価格(税込)：2,000円
- 送料(単価)： 600円(沖縄県を除く日本国内)

※ 複数発注の場合は、送料単価を減額します。

■ 内 容

本協会では事業活動の一環として、毎年、建設機械と施工法に関する技術の向上を図ることを目的に日頃の研究・開発の成果を発表する「建設施工と建設機械シンポジウム」を開催しており、今年度は平成24年11月7、8日に機械振興会館にて行われました。

この論文集・梗概集には、「災害、防災、復旧・復興」、「ICTの利活用」、「品質確保とコスト縮減」、「環境保全・省エネルギー対策」、「安全対策」、「維持・管理・補修」の6分野について産学官の皆さんからの応募論文38編のほか、ポスターセッション10編の発表内容や施工技術総合研究所の研究報告4編、さらには本協会の研究開発助成の成果報告2編も掲載されております。

発売中

平成24年度版 建設機械等損料表

- 発刊 : 平成24年4月
- 体裁 : B5判 モノクロ 684ページ
- 価格(税込) : 7,700円(一般) 6,600円(会員等)
- 送料(単価) : 600円(沖縄県を除く日本国内)

* 複数発注の場合は送料単価を減額します。

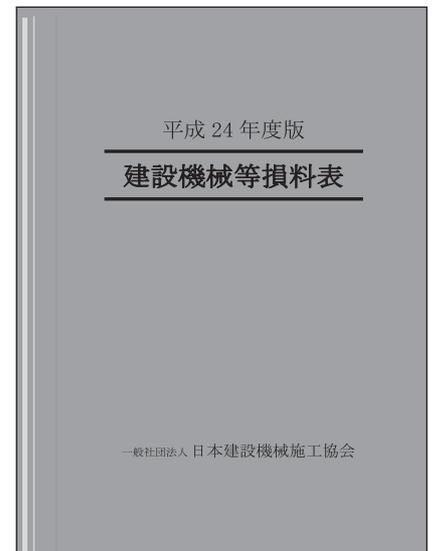
* 沖縄県の方は一般社団法人 沖縄しまたて協会(TEL:098-879-2097)にお申込み下さい。
(沖縄県内送料単価:450円)

■ 内容

- ・国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づき編集
- ・機械経費・損料等に関する通達・告示類を掲載
- ・損料表の構成・用語や損料積算例を解説
- ・燃料・電力消費量(率)を掲載
- ・主要建設機械は写真・図で概要を紹介
- ・主要建設機械は「日本建設機械要覧」の関連ページを紹介

★参考(平成24年度版の主要改正点)

- ・損料諸数値を全面改正
- ・バックホウの形式名称と分類コードを変更
- ・空気圧縮機(低圧・定置式・レシプロ型)等を削除
- ・かにクレーン、乳剤スタビライザ、多機能型ロータリ除雪車等を追加掲載
- ・その他



一般社団法人 日本建設機械施工協会

◆ 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

- 「建設の施工企画」を機関誌として毎月お届け致します。(一般購入価格 1冊840円/送料別途)。
「建設の施工企画」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)
- 付属機関として「施工技術総合研究所」を有しており、建設機械・施工技術に関する調査研究・技術開発にあたっています。また、高度な専門知識と豊富な技術開発経験に基づいて各種の性能試験・証明・評定等を実施しています。
- 北海道から九州まで全国に8つの支部を有し、地域に根ざした活動を展開しています。

■会員構成

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

■主な事業活動

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

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙を使用してください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

TEL:(03)3433-1501 FAX:(03)3433-0401

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)		大正 昭和 平成 年 月 日
機関誌の送付先	A. 勤務先 B. 自宅 (ご希望の送付先に○印で囲んで下さい。) ※「勤務先」に送付の場合は下記(A)の項目に、「自宅」に送付の場合は下記(B)の項目にご記入下さい。	
(A) 勤務先名		
(A) 所属部課名		
(A) 勤務先住所	〒 TEL _____ E-mail _____	
(B) 自宅住所	〒 TEL _____ E-mail _____	
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「建設の施工企画」の費用(年間12冊)が含まれています。
- 退会のご連絡がない限り、毎年度継続となります。退会の際は必ず書面にてご連絡下さい。
また、住所変更の際はご一報下さるようお願い致します。

【その他ご入会に際しての留意事項】

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

【個人情報の取扱いについて】

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

目次

建設機械 特集

3	巻頭言 不易流行 —新年を迎えて—	辻 靖三
4	建設機械のアセットマネジメント	味田 悟
10	オフロード法 2011年基準適合大型ブルドーザ D155AX-7	中上 博司・辻 智明
15	油圧駆動式フォークリフトの開発 FH40-1/FH45-1/FH50-1	山本 弘幸・原田 康男・平岩 秀幸
19	鋼床版上 SFRC 舗装用小型コンクリートフィニッシャの開発 CCF (Compact Concrete Finisher)	浦邊 寛
22	油圧ショベル内蔵型 2次元マシンガイダンスシステム Cat グレードコントロール 2D ガイダンス	大白 星来
26	オフロード法 2011年基準適合アーティキュレートダンプトラック 740B	三富 亮治
31	20t級ハイブリッドショベル SK200H	鹿児島昌之
35	分解搬送性に優れた建物解体機 新型建物解体機「NEXT」シリーズ	山崎 隆典
40	新型ゲースアスファルトフィニッシャ HGP55W の紹介	菱沼 英雅
44	機械稼働情報を活用した建設機械のライフサイクルサポート	瀧下 芳彦・村上 勝彦・森下 一成
49	打撃破壊方式による岩盤切削機の開発 インパクトカッターの開発	重松 尚久・松浦 一正・小田 登
53	分粒装置付きロードスタビライザの開発 ストーンセパレータの紹介	端 孝之
58	建設機械のルーツを求めて USA の歴史的建設機械の博物館を見る	大川 聡
67	交流の広場 津波堆積物の再資源化による人工地盤造成 宮城県名取市における施工事例	高橋 弘
72	ずいそう 東京駅復元完成に思うこと 技術移転と熱意について	田丸 正毅
73	ずいそう 多様性と柔軟性の国インド	中田 利治
74	JCMA 報告 平成 24 年度「建設施工と建設機械シンポジウム」開催報告 (その 2) 優秀論文賞受賞論文紹介 GPS を利用した超高層タワー鉛直精度管理技術の開発 世界最高高さの自立式電波塔建設工事に国内初適用	池田 雄一・田辺 潔・原田 恒則
80	JCMA 報告 平成 24 年度 建設機械施工技術検定試験結果報告	試験部
81	JCMA 報告 平成 24 年度 一般社団法人日本建設機械施工協会 研究開発助成 助成対象研究開発決定のお知らせ	鈴木 勝
83	CMI 報告 地盤振動の伝搬経路対策と振動低減効果	齋藤 聡輔
88	新工法紹介	機関誌編集委員会
93	新機種紹介	機関誌編集委員会
97	統計 建設機械市場の現状	機関誌編集委員会
101	統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移	機関誌編集委員会
102	行事一覽 (2012年11月)	
105	協会発行図書一覽表	
106	編集後記	(山本・原)

◇表紙写真説明◇

歴史的建設機械

写真提供：大川 聡

特集報文「建設機械のルーツを求めて」より、数十年前の特徴的な建設機械を抜粋。本文では、米国のハイドリック博物館と歴史的建設機械協会博物館の展示実演会の模様が報告されているが、実演会で展示されているほとんどの建設機械が稼働可能な状態に修復されており、訪問者が係員の指導の下に運転できるようになっている。また、それらはマニアが趣味で修復したものも多い。

情報化施工により東日本大震災の復興を支援

施工部会情報化施工委員会(委員長: 植木陸央 鹿島建設株式会社機械部)は、情報化施工を通じ災害に強く信頼性の高い復興事業を実現できるよう被災3県の施工者や発注者などを支援することとしました。

まずは、一般社団法人日本建設機械

施工協会のサイトに復興支援のためのホームページを立ち上げ、情報化施工に対する疑問や現場での困りごとについての相談に応じていくこととしました。次に、復興事業において情報化施工を取り入れ、自社のレベルアップを図ろうと考える施工者を、被災3県の

中から募り、業務受注後から竣工までをトータルサポートしていくこととしています。

<http://www.jcmanet.or.jp/sekou/hukkou/index.html>

平成25年度 一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞 ご案内

下記の通り、「一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞」をご案内致します。

1. 表彰の目的

我が国の建設事業における建設機械及び建設施工に関連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、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。

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、団体に属する個人およびその他の個人。

3. 表彰の種類

本賞(会長賞)、貢献賞および奨励賞

4. 選考

本協会が設置した「一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞選考委員

会」で選考致します。

5. 表彰式

本協会第2回通常総会(平成25年5月29日(水))終了後に行います。

詳細問い合わせ先:

一般社団法人日本建設機械施工協会 阿部

TEL: 03-3433-1501

FAX: 03-3432-0289

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

ゆきみらい2013 in 秋田 開催のお知らせ

今年のゆきみらいは「秋田発 甦れ日本 雪国から元気を」をテーマに開催されます。

期間:平成25年2月7日(木)~2月8日(金)

場所:秋田県秋田市

・ゆきみらいシンポジウム

2月7日(木) 14:00~17:00

秋田県児童会館けやきシアター

・ゆきみらい研究発表会

2月8日(金) 9:30~17:00

秋田県児童会館けやきシアター

秋田県生涯学習センター

・ゆきみらい見本市

2月7日(木) 10:00~17:00

2月8日(金) 10:00~15:30

秋田市文化会館

・除雪機械展示・実演会

2月7日(木) 10:00~15:30

2月8日(金) 10:00~15:00

八橋運動公園駐車場

詳細問い合わせ先:

「ゆきみらい2013 in 秋田」実行委員会

秋田市建設部道路維持課内

TEL: 018-864-3643

http://www.thr.mlit.go.jp/yukimirai_akita/index.html

欧州建設機械化視察団 団員募集

— bauma 2013 (ドイツ・ミュンヘン) —

建設機械および建設資材等の国際的な展示会“bauma 2013”がドイツ・ミュンヘンで開催されます。当協会ではこの機会に、世界最大規模の本展示会と、シュトゥットガルト/フランクフルトの工事現場等を視察する欧州建設機械化視察団を企画いたしました。

関係各位においては、国際的な建設

機械の動向をキャッチし、ヨーロッパの基盤整備状況を視察することにより、今後の事業展開に役立つものと思われれます。

期間:平成25年4月14日(日)~4月20日(土) 5泊7日

視察地:ミュンヘン, シュトゥットガルト, フランクフルト

参加費:365,000円(空港税等別)

募集締切:平成25年3月1日(金)

詳細問い合わせ先:

一般社団法人日本建設機械施工協会 鈴木 勝

TEL: 03-3433-1501

FAX: 03-3432-0289

巻頭言

不易流行

—新年を迎えて—

辻 靖 三



新年明けましておめでとうございます。謹んで新年のお祝いを申し上げます。いつの年でも、新年にはこの一年がどのように展開するのかと、気の引き締まるものです。

現下の経済のデフレスパイラルは、国内の社会の様々な面においても、考え・行動のマインドでのデフレスパイラル現象に広がっており、この切り替えができるかが、今年の最大の課題で、新しい強固なリーダーシップ体制に期待するところです。

長い歴史の中で培ってきた日本人の良きところは他国民からも評価されているもので、それはアイデンティティとして大事にし、今後世界の中で競っていく部分は思い切って変えていくことが必要です。「不易流行」です。

建設事業は地球上の、ある「場」において実施するものであり、それぞれの場が持つ様々な条件下で、所定の建造物を造り上げる仕事であります。場に構築するに最適なプロセスで取り組み、様々な技術が駆使されベストな成果となるべく、腕を振るえる分野です。経験と技術によるエンジニアリング力、判断力を要する建設のプロとしての働き場です。

建設事業のもう一つの特徴は、造り上げる建造物は必ず事業者がいて、事業者の求める建造物を契約によって建設事業が発生することです。事業者と建設者でもって、建設事業は成り立つものです。事業者が建造物を必要とし、具体化しないと建設者は出番がないのです。事業者は公であれ、民であれ、生活活動・生産活動・安全活動のために、資金を投入する行為を、社会的に、経営的にプロセスを経て実現出来る環境を作るのが仕事です。

建設事業は、事業者側が需要を生み出し、建設者がそれを建設するので、事業者が需要を生み出すのが、スタートです。建設事業の事業者は、土木事業は官が主体で、建築事業は民が主体です。公共事業は土木主体ですので、事業者である公が需要を生み出さなければ、建設者の出番になりません。公共事業の昨今は殆どの

事業で、公の財源の制約から整備水準の充足感が喧伝され需要のデフレ状態と見られてきています。そのためか、公の事業者側の経営資源投入が、新規の必要な需要を把握し具体化する分野より、言わば在庫である現計画の実施に手を取られて需要の消化が進んでいます。このまま在庫が完成していくと、公の事業者から民の建設者に繋ぐ、次の具体的な需要が枯渇状態になります。

建設界が世の中で継続的に確固たる場と役割を占めていくには、事業者と建設者の協調した活動が両輪です。建設者の役割である建設力は世界一流です。事業者側の事業創出力は、災害関連以外は残念ながら停滞状態です。事業者側はここ数年来、前記の喧伝から建設の全体の流れの中の一段階の契約関連の対応に貴重な経営資源を獲られ、事業創出面に手が回らない状況の感です。いずれ枯渇し、共倒れになります。

公共事業プロセスの最上流である事業創出は、事業者側に殆ど負っているのが、今後の最大の課題です。これまでの事業者である公は、社会的な推進もあり、体制も整っていて事業創出も順調だったが、昨今の逆風下では事業創出には従来の何倍もの知恵と力とを注入しないと実現困難です。公の体制も以前より、人員数等かなりの弱体状況下ではありますが、従来通りの仕事を大胆に切り替えて事業創出に重心を移すことに、建設界全体の将来の活性度合が懸かっている気がします。

大局的に、限られた数の事業者側のマンパワーを建設の最上流分野に傾注したり、民からも加わるようにすべきで、そのため事業者側の体制も思い切った「不易流行」をして、建設のデフレスパイラルを脱し、持続的発展を目指さないといけない段階であると思います。国の体制が変化するであろう新年を迎え、国内には数多くの決めていくべき問題がありますが、建設界の問題もその一つであると痛感します。

建設機械のアセットマネージメント

味田 悟

国土交通省では、河川や道路の維持管理における作業効率の向上や、冬期道路の適切な交通確保を図るため、維持管理用機械や除雪用機械等の建設機械を保有している。維持更新費等の恒常的なコスト縮減が求められるなか、建設機械整備に係る費用も多く、コスト縮減を図るために、機械の稼働等の履歴データをもとに、経済的な側面と物理的な側面の両面から各機械の状態を判定し、将来動向の推定を加えた維持管理方針の策定や配置換え、更新判断等の建設機械の管理・運用に取り組んでおり、その手法について紹介する。

キーワード：建設機械、コスト縮減、履歴データ

1. はじめに

除雪機械をはじめとする建設機械は高額であり、維持更新費等の恒常的なコスト縮減が求められるなか、効率的な修繕などによる長期運用が必要である。機械を適切な状態で長期使用するためには、経過年数や稼働時間だけを判断材料とするのではなく、機械の信頼性（健全度）に応じた管理・運用が必要であり、国土交通省が保有する機械を対象に管理・運用方法の検討を行い取り組みをはじめたものである。

2. 管理・運用の手法

建設機械の経過年数に対する整備費用等の経済的な側面（経済的評価）と機械劣化状態等の物理的な側面（健全度評価）の両面から各機械の状態を判定し、管理・運用を行うため、以下の項目について調査・検討を行った。

3. 履歴データ整理及びデータベース化

国土交通省が保有する建設機械のうち、17機種について、購入から現在に至るまでの整備状況・稼働状況等が記録された「建設機械履歴簿」をもとに、約5,000台の稼働、故障、修理等の履歴データをデータベース化した。また、経済的使用年数の推計にあたりその妥当性を判断するため、更新済機械の履歴データも収集した（表-1）。

表-1 機種別 履歴データ収集一覧

機種		地 区 等										計
		北海道	東北	関東	北陸	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	
バトカー	保有機械	165	110	128	65	101	82	68	45	94	8	866
	更新機械	26	9	20	3	9	0	8	6	2	0	83
散水車	保有機械	57	20	32	0	15	20	10	5	10	7	176
	更新機械	13	2	4	0	3	0	2	2	1	1	28
路面清掃車	保有機械	56	17	36	11	17	17	15	7	23	7	206
	更新機械	6	2	2	1	0	0	2	0	0	0	13
側溝清掃車	保有機械	0	8	16	6	6	13	6	5	8	2	70
	更新機械	0	1	4	0	1	0	3	1	1	1	12
排水管清掃車	保有機械	7	8	17	7	7	11	5	6	9	2	79
	更新機械	0	2	2	1	1	0	3	0	3	1	13
標識車	保有機械	67	20	22	23	52	23	19	6	4	6	242
	更新機械	0	0	3	6	2	0	0	0	0	1	12
草刈機	保有機械	0	43	0	33	23	13	26	6	29	0	173
	更新機械	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
除雪トラック	保有機械	464	82	3	84	20	33	40	0	0	0	726
	更新機械	23	9	0	4	0	0	1	0	0	0	37
除雪グレーダ	保有機械	97	168	19	117	21	32	29	0	0	0	483
	更新機械	6	20	0	3	1	0	2	0	0	0	32
除雪ドーザ	保有機械	43	9	2	14	4	2	4	0	0	0	78
	更新機械	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
凍結防止剤散布車	保有機械	86	136	26	60	63	61	41	0	0	0	473
	更新機械	2	19	6	4	1	0	4	0	0	0	36
ロータリ除雪車	保有機械	147	65	5	56	9	16	12	0	0	0	310
	更新機械	11	8	0	4	0	0	0	0	0	0	23
小型除雪車	保有機械	113	141	9	148	26	10	17	0	0	0	464
	更新機械	11	13	0	1	3	0	0	0	0	0	28
対策本部車	保有機械	3	4	13	4	7	14	2	3	4	1	55
	更新機械	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
待機支援車	保有機械	4	3	12	3	8	0	2	8	5	0	45
	更新機械	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
照明車	保有機械	15	22	41	34	32	25	23	27	22	3	244
	更新機械	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
排水ポンプ車	保有機械	26	40	33	35	35	31	32	32	55	1	320
	更新機械	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3
計	保有機械	1350	896	414	700	446	403	351	150	263	37	5010
	更新機械	102	85	41	27	21	0	25	9	9	4	323

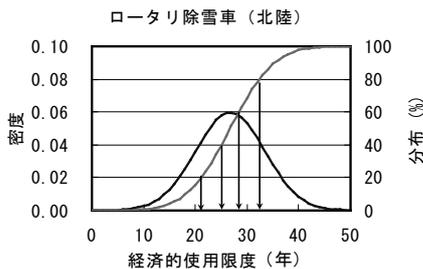
4. 経済的評価

構築した履歴データをもとに、機種毎にアッカーマン方式により経済的使用限度を算出した。なお、経済的使用限度の算出にあたっては、機種、規格毎に機械の残存価格を考慮している。

解析は、機械稼働に伴う摩耗、劣化等により不具合が顕在化する使用年数6年以上の建設機械について実施し、解析によって得られた平均経済的使用限度と更新時経過年数を比較した結果、アッカーマン方式の適用可能性及び合理性はあると判断できたことから、経

済的評価における評価は、次によることとした。

- ◆経済的評価は、アッカーマン方式により、経済的使用限度予測値を求めて行う。
- ◆機種毎、地方整備局毎に経済的使用限度の平均値と標準偏差を求め正規分布の式にあてはめて20%区切りの分布関数の値を求める。
- ◆分布関数の値に対応した評価点 Hc を与える。ただし、経済的使用限度が大きくなるほど高い評価点とする。例として、ロータリ除雪車の分布関数と評価点を図—1 および表—2 に示す。



図—1 経済的使用限度分布図（ロータリ除雪車）

表—2 経済的使用限度評価点（ロータリ除雪車）

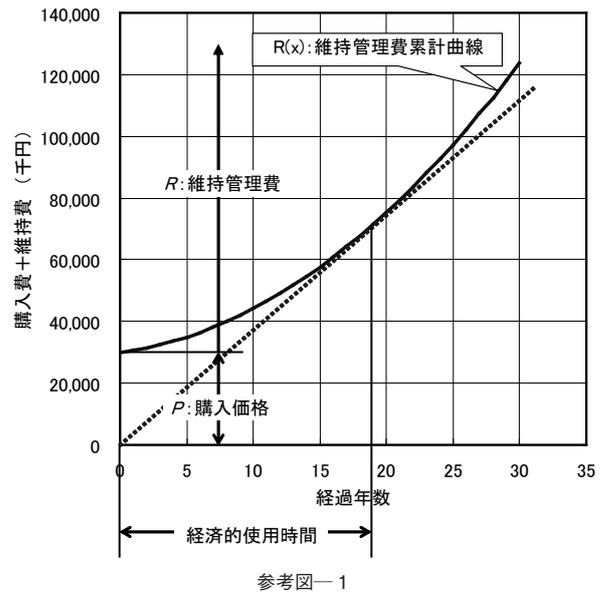
分布の下側%点	経済的使用限度の値 (年)	経済的使用限度の範囲 (年)	評価点 Hc
20未満	—	21以下	5
20	6.3	21~25	4
40	15.7	25~28	3
60	23.8	28~32	2
80	33.2	32以上	1

(アッカーマン方式による経済的使用限度の算出)

一般に機械は使用時間が経過するにつれて損耗してゆき、その性能を持続してゆくためには常に維持修理を必要とするが、維持修理費は使用時間が増加するにつれて漸次遡増する傾向がある。また機械は耐久度が異なる多くの部品によって構成される複合体であることから、使用によって劣化した部品を一定の使用時間経過後取り替えることにより、初めてその機能が正常に維持される。このように機械の性能を持続させるためには、常に維持修理を伴うことから、ある任意の使用時間 x までに要した経費は、機械取得費 P と維持修理費累計額 R の和であって、これを x で割れば x 時間までの単位時間当たり経費 C を求めることができる。

$$C = (P + R) / x$$

もしもこの維持修理費が直線的に増加するとすれば、単位時間当たり経費は、使用時間が増加するほど安くなるが、実際には前にも述べたとおり使用時間の増加につれて遡増する傾向にあり、さらにはある使用時間を越えると急激に増加する傾向があることから、そのどこかに単位時間経費が最小となる使用時間があ



参考図—1

る。このときの使用時間を経済的使用限度といっている。参考図—1において、原点0から $R(x)$ に引いた接線の接点に対応する使用時間の値が経済的使用限度である。

(「建設機械の損料と経費」(社)日本建設機械化協会, 1970.10, p31 から引用)

5. 健全度評価

健全度評価は機械を構成する主要部位毎の状態を目視等により観察を行い、状態に応じた評価点を付け、定量化することにより評価を行うものである。

(1) 健全度評価シートによる状態評価

状態評価は機種毎に作成した17機種の健全度評価シートにより行う(図—2)。

(2) 状態評価の重み付け

(a) 影響度の検討

健全度評価シートによる状態評価において、各部品・機器(評価項目)の故障が建設機械全体に与える機能的損失(J)と、その故障による経済的損失(K)を用いた影響度マトリクスを定めて、状態評価の重み付けを行う(図—3)。マトリクスの評価内容を表—3に示す。

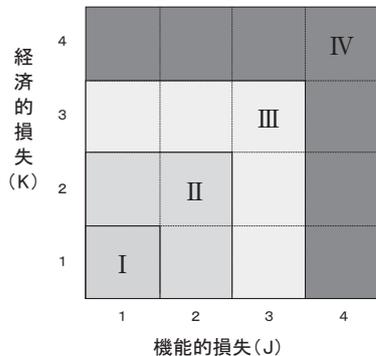
評価された影響度はそのまま影響度ランクとし、それによる補正値を与えた(表—4)。

評価指標として設定した事象が放置された場合に、その建設機械全体へ及ぼす影響(項目によっては社会的な影響も考慮)の大きさを「影響度ランク(I~IV)」

除雪グレーダ 健全度評価シート(案)

評価項目	評価指標	指標の水準					評価値
		5	4	3	2	1	
①エンジン	エンジン	油切れ 始動性	異常なし	油切れにしみ	□中程度の油の濡れ □始動時のかかり異音が悪い	□重程度の油の濡れ □オイル消費量が多い	□機能喪失
	ラジエータ	さび 水濡れ	異常なし	□程度のさび	□冷却水のにしみ	□冷却水の濡れ	□機能喪失
	排気装置	さび	異常なし	□程度のさび	□排気色(黒煙または白)	□配管、マフラーの穴	□機能喪失
②車体	フレーム	さび 変形	異常なし	□程度のさび □金銭的な汚れ、痛み	□中程度の変形、亀裂	□ボルトの緩み	□機能喪失
	カバー類	さび 変形	異常なし	□程度のさび □金銭的な汚れ、痛み	□中程度の変形	□重程度の変形腐食	□機能喪失
	電気部品	痛み	異常なし	□程度の配線材の痛み	□中程度の配線材の痛み	□重程度の配線材の痛み	□機能喪失
③走行装置(動力伝達装置)	キャブ	さび 視界	異常なし	□程度のさび	□中程度のさび(穴あき) □雨漏りあり □ガラスの軽度の傷	□重程度のさび(穴あき) □安全上支障 □ガラスの傷	□機能喪失
	変速機	油濡れ 異音	異常なし	□程度の油にしみ	□中程度の油濡れ □中程度の異音	□重程度の油濡れ □重程度の異音	□機能喪失
	ディフレンシャル	油濡れ 異音	異常なし	□程度の油にしみ	□中程度の油濡れ □中程度の異音	□重程度の油濡れ □重程度の異音	□機能喪失
④ブレーキ	終減速(ブランクヤ)	油濡れ 異音	異常なし	□程度の油にしみ	□中程度の油濡れ	□重程度の油濡れ	□機能喪失
	前車軸ピボットピン	さび 異音	異常なし	□程度のさび腐食	□ピボットの錆つき □ピボットの亀裂	□重程度のさび腐食	□機能喪失
	タンデムドライブ装置	油濡れ 異音	異常なし	□程度の油にしみ	□中程度の油濡れ	□重程度の油濡れ	□機能喪失
⑤作業装置	タイヤ・ホイール	痛み	異常なし	□程度の痛み	□中程度の痛み	□電気あり □ホイールバス地露出 □変換	□機能喪失
	ブレーキ配管系統	さび	異常なし	□程度のさび	□中程度のさび	□重程度のさび	□機能喪失
	ポンプ、ボア	油濡れ	異常なし	□程度の油にしみ	□中程度の油濡れ	□重程度の油濡れ	□機能喪失
⑥油圧装置	シリンダ	油濡れ きず	異常なし	□程度の油にしみ	□中程度の油濡れ □ピボットの錆つき □ピボットの亀裂	□重程度の油濡れ □ピボットの錆つき □ピボットの亀裂	□機能喪失
	油圧ポンプ(作業装置)	油濡れ きず	異常なし	□程度の油にしみ	□中程度の油濡れ	□重程度の油濡れ	□機能喪失
	油圧配管系統	さび	異常なし	□程度のさび	□中程度のさび	□重程度のさび	□機能喪失
⑦特殊装置	作業装置	油濡れ シリンダ	異常なし	□程度の油にしみ	□中程度の油濡れ	□重程度の油濡れ	□機能喪失
	操作弁	油濡れ	異常なし	□程度の油にしみ	□中程度の油濡れ	□重程度の油濡れ	□機能喪失
	ブレード	痛み	異常なし	□程度の痛、変形、磨耗	□中程度の痛、変形、磨耗	□重程度の痛、変形、磨耗	□機能喪失
⑧特殊装置	シャッターブレード	痛み	異常なし	□程度の痛、変形、磨耗	□中程度の痛、変形、磨耗	□重程度の痛、変形、磨耗	□機能喪失
	特殊装置	痛み	異常なし	□程度の痛、変形、磨耗	□中程度の痛、変形、磨耗	□重程度の痛、変形、磨耗	□機能喪失

図一 健全度評価シート



図三 影響度マトリクス

表一 マトリクス評価内容

レベル	J (機能的損失への影響)	K (経済的損失への影響)
	機械全体への影響度	機械の復旧に要する時間・費用
1	微小(支障なし) 直接、設備の機能・強度・運転に影響を与えないもの	◆ 即日、現場で修理交換が可能 ◆ 費用はほとんどかからない
2	軽微(機能維持可能) 1) 機能低下、強度低下、運転能力の低下(規定された仕様機能に対するの低下)への影響が軽微なもの 2) 設備・機器の設置環境上、もしくは構造上、軽微な故障は生じる可能性があるが、重大な故障が発生する可能性が低いもの	◆ 数日から1週間程度で部品入手し、現場で修理交換が可能 ◆ 費用は数千円から数万円程度
3	重大(機能低下) 1) 明らかな機能低下、強度低下、運転能力の低下(仕様機能に対するの低下) 2) 運転継続可能だが、致命的な故障を引き起こすと予想される 3) 故障により設備が機能停止するが、冗長系機器により復旧できる	◆ 部品入手に数週間から一月程度かかり、修理工場持込が必要 ◆ 費用は数万円から数十万円以内
4	深刻(機能停止) 明らかな運転・機能の停止・不全に至る	◆ 部品入手が困難 ◆ 費用は数十万円以上

表一 影響度ランクによる補正

影響度ランク	指標の水準の補正	摘要
I	1水準改善	影響度が小さく見かけより楽観してよい
II	そのまま	みたとおり
III	1水準低下	影響度が大きく見かけより深刻である
IV	2水準低下	影響度が非常に大きく注意を放置すべきでない

より選択し設定する。

状態評価は建設機械を分解して調査する訳でなく、あくまでも「見た目」の評価とし、評価指標の影響度ランクは建設機械整備業者との意見交換に基づき設定を行い、評価シートに影響度ランクを加えて重み付けによる補正を行う(図一)。

評価項目	評価指標	影響度	指標の水準					補正後の評価値
			5	4	3	2	1	
①エンジン	エンジン本体	油濡れ	II	□異常なし	□にしみがある	□中程度の濡れあり	□重程度の濡れあり	□機能喪失
	排気色	III	□異常なし	□黒色または白色	□黒色または白色	□多い	□機能喪失	
	オイル消費量	II	□異常なし	□異常なし	□異常なし	□多い	□機能喪失	
	ラジエータ	さび	II	□異常なし	□程度	□程度	□程度	□機能喪失
②車体	フレーム	冷卻水濡れ	III	□異常なし	□程度	□にしみがある	□濡れが認められる	□機能喪失
	排気装置	さび	II	□異常なし	□程度	□程度	□穴が開いている	□機能喪失
	カバー類	変形・亀裂	III	□異常なし	□程度	□程度	□程度	□機能喪失
	電気部品	さび	I	□異常なし	□程度	□程度	□程度	□機能喪失
③走行装置	キャブ	配線材の痛み	II	□異常なし	□程度	□程度	□程度	□機能喪失
	キャブ	さび	II	□異常なし	□程度	□程度	□穴が開いている	□機能喪失
	キャブ	金銭的な痛み	III	□異常なし	□程度	□程度	□程度	□機能喪失
	動力伝達	油濡れ	II	□異常なし	□程度	□程度	□程度	□機能喪失
④作業装置	油濡れ	III	□異常なし	□にしみがある	□中程度の濡れあり	□中程度の濡れあり	□機能喪失	
	異音	III	□異常なし	□程度	□程度	□程度	□機能喪失	
⑤特殊装置	クラッチ滑り	IV	□異常なし	□程度	□あり	□あり	□機能喪失	

図一 評価シート(ロータリ除雪車)重み付け後

(b) 重み付けの方法

重み付けの方法は、目視による状態評価の結果をその影響度ランクに応じた補正值により指標の水準(1~5)を補正する。

具体的には、影響度ランクIIIの評価指標が状態評価の結果、「指標の水準3」と評価された場合、補正後の水準は「3-1=2」となる。ただし、補正後の水準は最大で「5」、最小で「1」とする。これは、評価機械の総合評価点を相乗平均により求めるためである。

(3) 重み付けの適応性

状態評価を実施した凍結防止剤散布車とロータリ除雪車について、影響度による評価点補正のシミュレーションを行い、重み付けの適応性を検証した。

(a) 状態評価の試行

状態評価は、その時点における建設機械の外観健全度の評価であり、得られた評価点が、機械の最適な更新時期の判断材料として適切に検討した。ロータリ除雪車他について、使用年数の異なる機械の状態評価を行い、当該機種の平均的な評価点の経年変化予測曲線

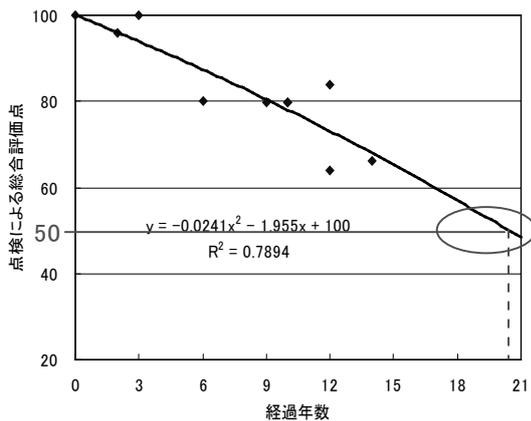
を設定し、実際の機械の更新時期との比較により行った。なお、評価点には、建設機械の走行距離（使用時間）や使用年数の影響度が加味されていないことから、これらの影響度を評価に加味し総合評価点としている。表一五に状態評価の試行による評価点を、図一五に平均的な評価点経年変化予測曲線を示す。

表一五 状態評価の試行結果（ロータリ除雪車）

No.	管理番号	走行距離 (km)	稼働時間 (h)	経過年数	外観評価点 (T)	使用時間/予想使用可能時間 (*1)	使用可能時間の係数 (α)	使用年数/使用限界年数 (*2)	使用年数の係数 (β)	使用時間・年数を加味した総合評価点 T×α×β
1	06-2402	9,635	3,342	14	68	0.65	0.980	0.70	0.994	66
2	08-2303	6,100	1,922	12	64	0.37	1.000	0.60	0.998	64
3	08-2402	5,115	1,370	12	84	0.26	1.000	0.60	0.998	84
4	10-2303	4,368	1,339	10	80	0.26	1.000	0.50	0.998	80
5	10-2402	7,935	1,851	10	80	0.36	1.000	0.50	0.998	80
6	11-2304	3,357	1,245	9	80	0.24	1.000	0.45	0.998	80
7	14-2401	5,570	1,652	6	80	0.32	1.000	0.30	1.000	80
8	17-2402	1,489	276	3	100	0.05	1.000	0.15	1.000	100
9	18-2400	1,247	237	2	96	0.04	1.000	0.10	1.000	96
10	20-2400	0	0	0	100	0	1.000	0.00	1.000	100

*1 予想使用可能時間は実績最大使用時間である5,143h(北海道 04-2054)より、5,100hとした。
*2 使用限界年数は実績最大使用年数である20年(近畿 01-2102、2103)とした。

使用時間÷予想使用可能時間	重み付け係数 α	使用年数÷使用限界年数	重み付け係数 β
0.4以下	1.00	0.4以下	1.00
0.41~0.60	0.99	0.41~0.60	0.998
0.61~0.70	0.98	0.61~0.70	0.994
0.71~0.80	0.95	0.71~0.80	0.986
0.81~0.90	0.91	0.81~0.90	0.97
0.91~1.00	0.86	0.91~1.00	0.938



図一五 評価点経年変化予測曲線

現状、ロータリ除雪車は13～18年程度の使用で更新されており、最長は20年である。評価点の経年変化予測曲線に20年経過をあてはめると、総合評価点が50点となる。

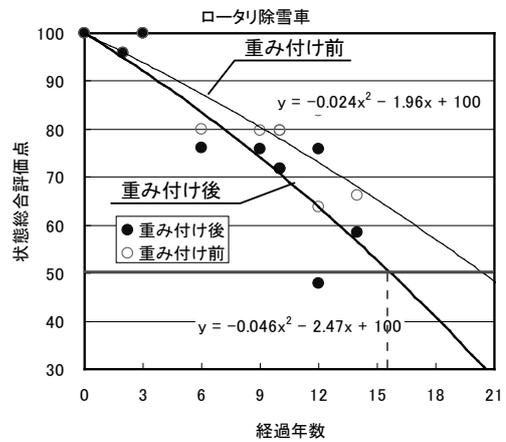
(b) 重み付けの試行と適応性

状態評価手法に対し、今回の評価指標に対する影響度の設定（重み付け）と、それによる評価点補正後の評価点が、また評価点経年変化予測曲線と機械の更新実績がどのような傾向となるか、比較・検討を行った。表一六に重み付け設定後の状態評価の試行結果を、図一六に重み付け設定前後の評価点経年変化予測曲線を示す。

影響度の重み付けによる補正前後の評価点経年変化予測曲線（図一六）のうち、総合評価点が50点未満となる使用年数に着目する。状態評価手法によった場

表一六 状態評価の試行結果（ロータリ除雪車）
重み付け設定後

No.	管理番号	走行距離 (km)	稼働時間 (h)	経過年数	補正	エンジン	車体	走行装置	油圧装置	作業装置	総合評価	使用時間・年数を加味した総合評価点
1	06-2402	9,635	3,342	14	前後	80	80	80	60	40	68	66
2	08-2303	6,100	1,922	12	前後	40	60	80	80	60	64	64
3	08-2402	5,115	1,370	12	前後	80	80	80	100	80	84	84
4	10-2303	4,368	1,339	10	前後	80	80	80	80	80	80	80
5	10-2402	7,935	1,851	10	前後	80	80	80	100	60	80	80
6	11-2304	3,357	1,245	9	前後	80	80	80	80	80	80	80
7	14-2401	5,570	1,652	6	前後	80	80	80	80	80	80	80
8	17-2402	1,489	276	3	前後	100	100	100	100	100	100	100
9	18-2400	1,247	237	2	前後	80	100	100	100	100	96	96
10	20-2400	0	0	0	前後	100	100	100	100	100	100	100



図一六 評価点経年変化予測曲線（重み付け前後）

合は、21年（収集した履歴データのなかでの最長使用年数を少し経過した年数）であったが、影響度の重み付けによる評価点の補正を行った場合は16年であった。これは、ロータリ除雪車の平均的な使用年数である13～18年に合致するものである。以上より、状態評価という建設機械の外観調査によって得られる評価点に、影響度の重み付けを行うことで、状態評価から更新時期を予測する上で適応性があると考えられる。

よって状態評価は、評価部位毎に重み付け補正後の評価水準の最小値を抽出して評価値とし、5つの評価部位から得られる評価値を相乗平均し求める評価点Hbとする。

(4) 健全度評価

状態評価は外観調査を主として行うが、評価値の信頼性向上の観点から履歴データから得られる故障率と稼働率からなる評価値にて補完することとした。

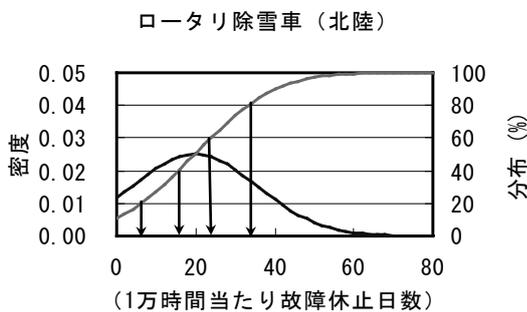
(a) 故障率評価

故障率は、故障を原因として1日以上作業が休止し

た日数をもとに算出した。機種毎，地方整備局毎に故障率の分布を求め，その分布を用いて当該機械の評価点を求めた（稼働1万時間当たりの故障休止日数）。例としてロータリ除雪車の故障率の分布関数と評価点を図一七および表一七に示す。算出手順は以下のとおりである。

- ◆機種毎，地方整備局毎に故障率の平均値と標準偏差を正規分布の式にあてはめ20%区切りの分布関数の値を求める。故障率は飛び離れて大きな値のものが小さな確率で存在するため，対数正規分布として計算する。

- ◆分布関数の値に対応した評価点 H_f を与える。



図一七 故障率分布図（ロータリ除雪車）

表一七 故障率評価点（ロータリ除雪車）

分布の下側%点	故障率の値 (日/1万h)	故障率の範囲 (日/1万h)	評価点 H_f	状態
20未満	—	6.3以下	5	故障率がきわめて低い
20	6.3	6.3~15.7	4	故障率が平均より低い
40	15.7	15.7~23.8	3	整備局内の平均的な故障率
60	23.8	23.8~33.2	2	故障率が平均より高い
80	33.2	33.2以上	1	故障率がきわめて高い

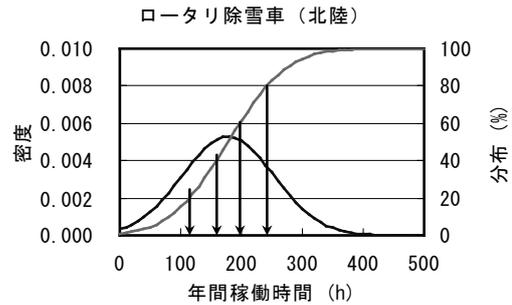
(b) 稼働率評価

稼働率は，年当たりの稼働時間離で表すものとした。例としてロータリ除雪車の稼働率の分布関数と評価点を図一八および表一八に示す。算出手順は以下のとおりである。

- ◆機種毎，地方整備局毎に稼働率の平均値と標準偏差を正規分布の式にあてはめ20%区切りの分布関数の値を求める。

- ◆分布関数の値に対応した評価点 H_w を与える。

以上より，健全度評価 H_p は，前項の3項目（状態評価： H_b ，故障率評価： H_f ，稼働率評価： H_w ）の評価値を相乗平均して算出したものとした。



図一八 稼働率分布図（ロータリ除雪車）

表一八 稼働率評価点（ロータリ除雪車）

分布の下側%点	稼働率の値 (h/年)	稼働率の範囲 (h/年)	評価点 H_w	状態
20未満	—	114以下	5	稼働率がきわめて低い
20	114	114~159	4	稼働率が平均より低い
40	159	159~197	3	整備局内の平均的な稼働率
60	197	197~241	2	稼働率がやや高い
80	241	241以上	1	稼働率がきわめて高い

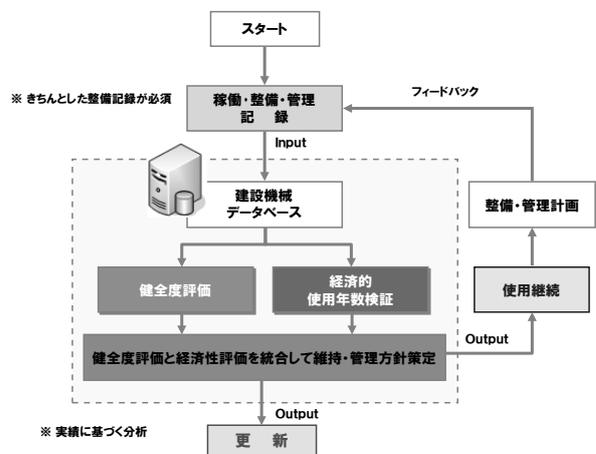
6. 建設機械管理・運用手法

アッカーマン方式による建設機械の経済的評価と健全度評価を統合し，建設機械の長期活用を目的とした管理運用手法を次のように定めた。

(1) 建設機械の更新等の検討手順

建設機械の維持管理・更新の基本的な検討手順を以下のように考えた。検討フローを図一九に示す。

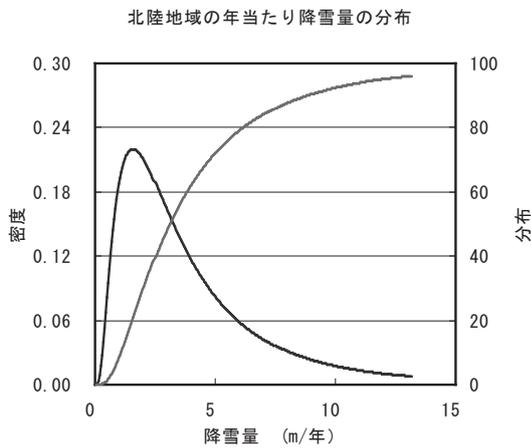
- ◆購入時点から建設機械データベースに登録し，稼働記録，点検・整備記録，健全度評価値を記録する。
- ◆機械稼働に伴う摩耗，劣化等により不具合が顕在化する購入6年目以降より，更新等の検討を行う。



図一九 建設機械維持管理検討フロー

(2) 作業条件の指標

除雪機械については、工区ごとの降雪量の違いが、稼働率、故障率、外観健全度、整備費用等に影響することが考えられることから、管理・運用を検討する際の作業条件の指標として降雪量による区分を設けることとした。例として年間累計降雪量の分布関数と降雪量区分を図—10 および表—9 に示す。



図—10 平均累計降雪量分布図

表—9 降雪量区分

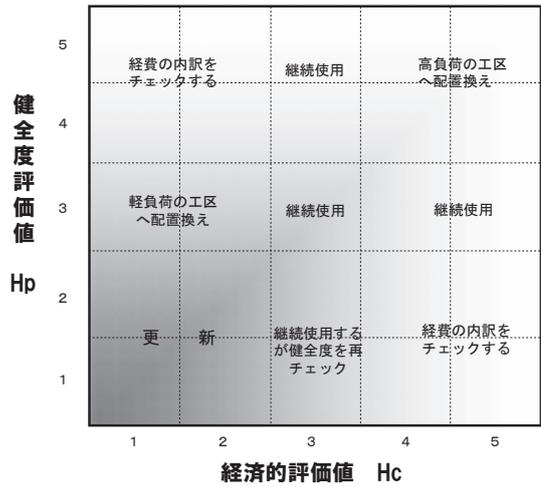
分布の下側%点	平均降雪量 (m)	平均降雪量の範囲 (m)	降雪量の区分
30	2.0	2.0 以下	1
80	6.2	2.01~6.20	2
		6.21以上	3

(3) 評価結果による管理・運用手法

健全度評価 Hp と経済的評価 Hc の組み合わせをもとに、建設機械の現状を経済的および物理的に評価し、次年度以降の更新や、配置換え等の判断を行う建設機械の管理・運用の手法を検討した。検討結果を表—10 および図—11 に示す。

表—10 評価結果と管理・運用の方針

経済的評価点 Hc	健全度評価点 Hp	状態	管理・運用方針の例
高	高	少経費, 若齢, 低故障	高負荷の事務所へ配置換え(若齢時点で優良機械は高負荷の事務所で使用し、陳腐化しない範囲で適切に使い切る)
高	中	少経費, 中庸の劣化	継続使用
高	低	少経費だが劣化が著しい	経費をかけて健全度を上げて継続使用するか検討
中	高	平均的経費で高健全度	継続使用
中	中	平均的な経費と劣化	継続使用
中	低	平均的経費, 劣化が著しい	継続使用するが、健全度を再チェック
低	高	高経費だが高健全度	経費の内訳をチェック(修繕費用のために高額となっていれば故障率が高く、健全度は低下傾向となる。)
低	中	高額経費で健全度は中庸	軽負荷の事務所へ配置替え(経費の縮減を期待)
低	低	高経費, 老齢, 高故障	更新を検討



図—11 評価結果と管理・運用の方針

7. まとめ

健全度評価, 経済的評価を統合した建設機械の管理・運用手法については、機械の稼働履歴、故障履歴、整備履歴等をデータベース化し処理することにより、個別機械の劣化状況(物理的劣化, 経済的劣化)が、その機械が属する集団(地整単位)の中でどこに位置づけられているかが明瞭となり、機械を適確に管理・運用するための方針が立てやすくなると考える。また、機械を適確に管理・運用することが可能となるため、機械の持つ能力を極力使い切ることが可能になり、建設機械の購入や修繕に係るコスト縮減に寄与できると考える。

8. おわりに

本管理・運用手法は、機械の稼働履歴をはじめとするデータの統計処理によって成立することから、データベースの質を向上させ、今後もデータを蓄積し続けることが重要である。



[筆者紹介]

味田 悟 (みた さとる)

国土交通省

総合政策局 公共事業企画調整課 施工安全企画室

建設機械係長

オフロード法 2011 年基準適合大型ブルドーザ D155AX-7

中 上 博 司・辻 智 明

NO_x（窒素酸化物）排出量を従来機に比べ 50% 低減し、日本・北米・欧州の排出ガス規制をクリアした新世代エンジンを新たに搭載。加えて実績のあるドーピング作業効率を向上させたシグマドーザや、高い動力伝達効率を誇る自動変速ロックアップ機能付きパワーラインの採用、ブレード掘削角度をボタンひとつで操作できるブレードオートピッチなど、環境・安全・ICT を向上させたブルドーザを開発した。

キーワード：ブルドーザ、排出ガス規制、シグマドーザ、ロックアップ、自動変速、オートピッチ

1. はじめに

近年、環境問題は随所で審議・検討されているが、建設機械に対しても第 3 次排出ガス規制にみられるように厳しい排出ガス規制が施行され、環境対応型で省エネルギー型の大型ブルドーザの開発が急務となった。そのため日本オフロード法 2011 年基準・北米 EPA Tier4 Interim・欧州 EU Stage3B に適合した新世代エンジンを搭載した大型ブルドーザを 2012 年 7 月より販売を開始した。本稿では機械質量 40t クラスの「D155AX-7」について、その特徴を紹介する。



写真-1 D155AX-7 外観図

2. 本機の特徴

(1) 環境

長年積み重ねてきた独自のエンジンテクノロジーを結集した新世代エンジン「SAA6D140E-6」を搭載することで NO_x（窒素酸化物）と PM（粒子状物質）の排出量を大幅に低減、オフロード法 2011 年規制を

クリアしている。このエンジンに採用している新テクノロジーを以下に紹介する。

①建設機械用可変ターボシステム

「バリエブルジオメトリターボシステム (KVGT)」は当社独自の技術である油圧駆動方式を適用してターボ内に配置した可変ノズルをエンジン負荷に応じて可変制御する（図-1）。これにより空気流量と圧力を最適に制御、高効率燃焼を実現し低エミッション、低燃費と良好な応答性を可能としている。

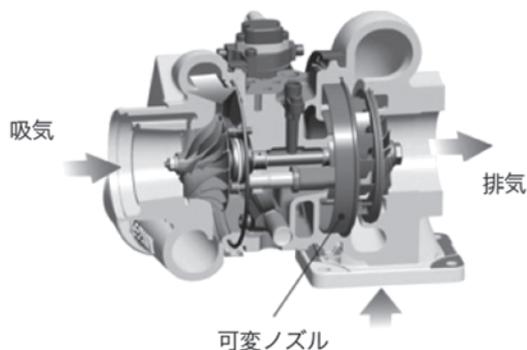
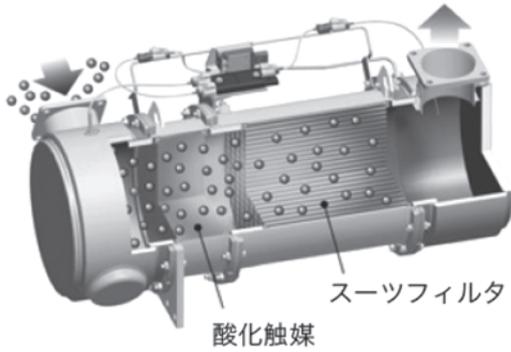


図-1 KVGT の構造

②建設機械用排出ガス後処理システム

「ディーゼルパーティキュレートフィルタ (KDPF)」の構造を図-2 に示す。KDPF は酸化触媒をスツフフィルタの前段に配置することで連続再生式フィルタシステムとし、PM を含むすすを捕捉し排気ガスを浄化すると共に、通常の運転で捕捉したすすを連続的に燃焼させてフィルタを再生することのできるシステムとしている。また、温度センサと圧力センサを介してコントローラですすの堆積状態を自動的に検出し強制的にすすを燃焼させる制御システムを搭載しており、



図一 2 KDPFの構造

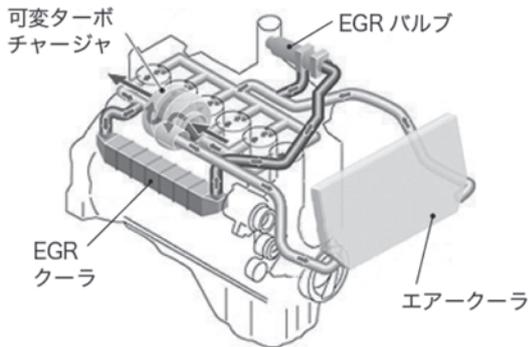


図一 4 KCCV

様々な運転条件下でフィルタの再生が可能なシステムとなっている。

③建設機械用電子制御クールド EGR システム

排出ガスの一部を再循環させ、燃焼に再利用してNOxを低減するシステムである。概念図を図一3に示す。オフロード法2011年規制をクリアするためには再循環させる排出ガスの温度を十分に下げることが重要になる。そのため、新設計の高冷却効率EGRクーラを搭載している。また、再循環排出ガス流量を制御するためのEGRバルブには、建設機械の過酷な環境や使われ方においても十分な信頼性と耐久性を併せ持つ独自の油圧駆動方式を適用した。これにより、コンパクトでありながら高精度のガス流量制御が可能な高耐久性のEGRバルブが実現した。



図一 3 電子制御クールド EGR システム

④「クローズドクランクケースベンチレーションシステム (KCCV)」

オフロード法2011年規制をクリアするためには、従来は大気開放していたブローバイガスも吸気還元して燃焼させることが必要である。その際、ブローバイガス中にはオイル分が含まれるためこれを除去して還元しなければ、他の機器の性能を損なう恐れがある。そのため、オイル分を効率よく除去できる高性能フィルタを内蔵したKCCVを搭載している。フィルタ目詰まりを検出する圧力センサを備え、フィルタメンテ

ナンスが容易にできるようにエンジンルーム内に配置している。KCCVの外観を図一4に示す。

(2) 経済性・作業効率の向上

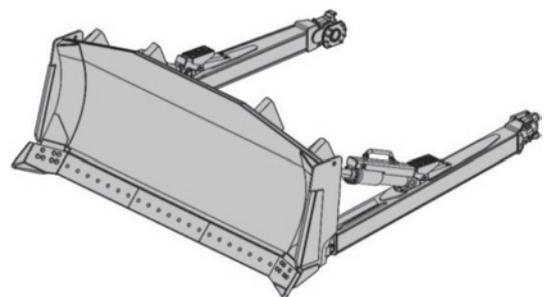
D155AX-6で確立した自動変速ロックアップ付自動変速パワーラインによる作業状況に応じた最適な変速制御と、新しい掘削理論に基づくシグマドーザなど作業効率の向上を達成したいくつかの機能を紹介する。

①ロックアップ付自動変速パワーライン

伝達効率を極限まで高めたロックアップ機能付自動変速パワーラインを採用し、最適なトランスミッション速度段が選択される。KVGTの採用や高度なエンジン制御システムの採用に加え、変速ショックが少なく常に最高の効率で作業することが可能となった。

②シグマブレード

作業量を増大させるため中央部の張出しが特徴のシグマブレード(図一6)を採用した。従来のセミUブレード(図一5)の凹み形状の中央部に張出し部を設け凸形状とすることでブレードと土砂の間に生じるロスが低減された。さらに前面形状に膨らみを設け、側方への土砂こぼれを低減させ一定の土量を保持しながら移動でき、従来のセミUブレードに対し作業量15%増を達成した。



図一 5 セミUブレード

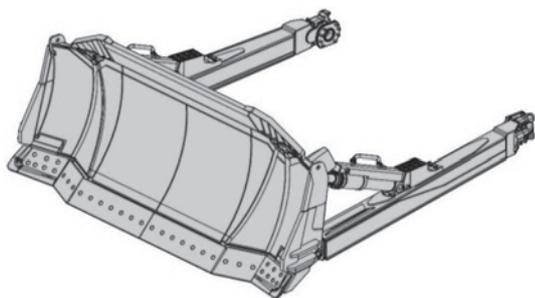


図-6 シグマブレード

③ブレードオートピッチ

デュアルチルトドーザ仕様車には、掘削・運土姿勢と排土姿勢がある。この範囲で自由に角度を調整ができる従来機と同様のマニュアル操作と、モード設定することによりボタンひとつでポジションを切り換えるブレードオートピッチ機能を新しく追加した。更にモード切り換えすることで、ボタンを押すたびに姿勢を切り換えるオートピッチモード（図-7）と、後進時にボタンを押さなくても自動で掘削・運土姿勢に切り換わるオートピッチ後進連動、ボタンを押すと必ず掘削・運土姿勢に切り換わる掘削位置セットモードがある。これらを使い分けることで掘削・運土・排土を繰り返し行う場合、効率良い作業が可能となった。



写真-2 ROPS キャブ

している（写真-2）。

②後方モニタシステム

車両後方視認用カメラをCAB後方に装備。後方の状況を高精細LCDモニタ（(4)項）で鮮明に確認できるようにしている。目安線の表示の仕方と操行レバーを後進にすると自動でカメラ画像を表示できるモード選択ができる。CAB後方カメラとカメラ画像を写真-3に示す。

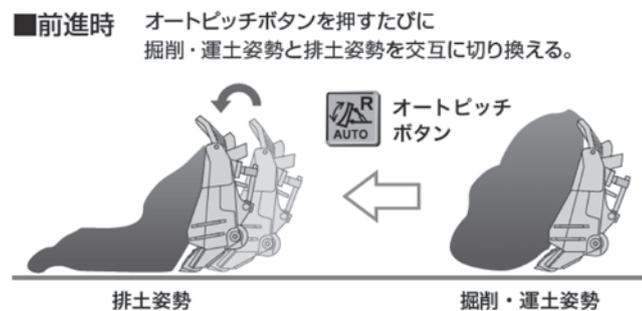


図-7 例) オートピッチモード



写真-3 後方視認用カメラとカメラ画像

③シートベルト未装着警報

シートベルト未装着時にモニタ画面左上にアイコンが点灯してオペレータに注意を促す（図-8）。



図-8 シートベルト未装着警報

(3) 安全・快適性

①ROPS 一体キャブ

キャブ・ROPSとフロアを一体化することで非常に高い剛性を確保した。そのため耐久性が向上したことに加え、静粛性に優れた油圧駆動ファンおよび低騒音エンジンの採用でオペレータ耳元騒音の低減にも寄与

④バッテリーディスコネクトスイッチ

長期休車や電気回路の修理、電気溶接を行う場合に、

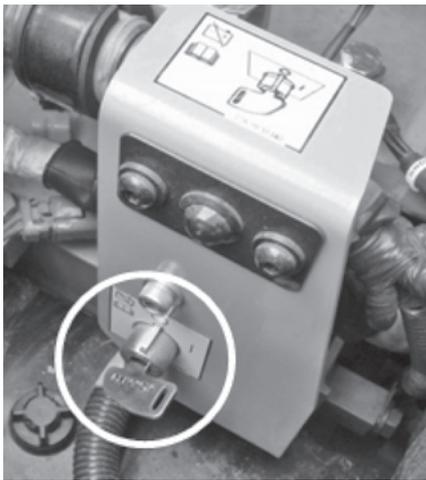


写真-4 バッテリーディスコネクトスイッチ

作業者および車体保護のためバッテリー電源回路を遮断するスイッチを配置した（写真-4）。

(4) ICT

①高精細7インチLCDモニター

モニター画面に高精細液晶パネルを新採用した。高い解像度で視認性が大幅に向上した。スイッチ部は従来機で定評のあるシンプルな構成を踏襲し、使いやすく格段に見やすいモニターとすることができた。また、33か国語での表示に対応できるようにしている（図-9）。



図-9 高精細7インチLCDモニター

②省エネ運転サポート

1) エコガイドンス, エコゲージ, 燃費計

実際の運転状況に応じて、「油圧リリーフを押さえますましょう」や「Eモードの利用をお勧めします」など

の6種類のエコガイドンスをモニター画面にリアルタイムにポップアップ表示, タイムリーにオペレータに知らせることで省エネ運転をサポートする機能となっている。また, 従来機から好評のエコゲージに加え, 平均燃費を表示する燃費計を装備, 省エネ運転をサポートするシステムとした（図-10）。



図-10 エコガイドンス, エコゲージ, 燃費計

2) 運転実績, 燃費履歴, エコガイドンス記録

省エネガイドンスメニュー画面からワンタッチで, “運転実績画面” (稼働時間・平均燃費・アイドリング時間等を1日もしくは任意のスプリット計測時間で表示), “燃費履歴画面” (直近12時間の燃費を1時間ごとに棒グラフで表示や, 直近1週間の燃費を1日毎に棒グラフで表示), “エコガイドンス記録” (1日の各エコガイドンスのポップアップ回数とワンポイントアドバイスを表示)を確認できるようにしている（図-11）。

③ KOMTRAX

車両から位置, 稼働状況, コンディションなどを発信させ, その情報をインターネット経由で現場に行くことなくいつでも把握できる車両管理システムとして高い評価をいただいている KOMTRAX については, 新たに“省エネ運転支援レポート”を追加した（図-12）。

燃料消費量 (平均・実稼働), CO₂ 排出量を始め走行モード使用状況詳細, 省エネガイドンスの履歴等有益な情報を提供できるようにしている。

④安心と信頼のサポート体制

この高性能の機械をお客様に長期間にわたり安心してご使用いただけるサポートを提供することが重要であると考え, 2012年度に販売開始したオフロード法2011年基準適合車全てに, 国内で初めて新車保証プ



運転実績



エコガイド記録



燃費履歴

図一 11 運転実績, 燃費履歴, エコガイド記録画面

プログラム,「KOMATSU CARE (コマツ ケア)」を採用した。無償プログラムと有償プログラムで構成しており,無償プログラムは“パワーラインの延長保証”(3年あるいは5,000時間まで保障)と“無償メンテナンス”(エンジンオイル・エンジンオイルフィルタを500時間毎に4回まで無償交換,KDPFを4,500時間到達時1回無償で清掃)を追加している。これにより車両本来の性能と環境性能維持を図り,トータルライフサイクルコストの低減に貢献している。

3. おわりに

大型ブルドーザ「コマツ D155AX-7」について,「環境・経済性」,「安全・快適性」,「ICT」の観点から特徴を紹介してきた。当社は従来からこれら3点をメインテーマとし常に進化させるべく日々研究開発に取り組んでいる。本機も排出ガス規制という命題をクリアしつつ同時に他の点も進化させることができ,お客様に納得いただける排出ガス規制対応車となったと自負している。次期排出ガス規制対応についても更なる進化をさせて,お客様にとってなくてはならない機械となるようコマツグループ一丸となって努力していく所存である。

JICMA

KOMTRAX

省エネ運転支援レポート

いつもご愛顧頂き誠にありがとうございます。
現在ご利用頂いています車両の稼働状況を御報告申し上げます。

■ レポート対象車両 作成日 2010年 月 日

レポート対象期間	2010/09/01~2010/09/30	サービスメータ	507.7H
機種 / 機番	PC350LC-8-0108	実稼働時間	65H
稼働開始日数	17日	納入年月	2008年06月
		稼働年月	2年3ヶ月

※ 本報告書は、実稼働時間と燃料消費量に基づき算出されています。機種により若干の誤差が生じる場合があります。

■ 作業内容

作業なしの稼働と走行時間の稼働率が、燃料消費率に反映されます。

稼働時間(エンジンON時間)	65.0h
実稼働時間(レバー・ペダル操作時間)	38.3h
操作なし時間(レバー・ペダル非操作時間)	27.1h
減圧リリーフ時間	-
規制時間(アイドル+アイドル時操作時間)	7.0h
ホイス時間(ブーム上げ+放出時操作時間)	9.9h
ATT時間(ATTペダル操作時間)	31.2h
走行時間(走行レバー・ペダル操作時間)	2.4h

■ Eモード使用比率

Eモードで稼働することで燃費の向上を図ることができます。

稼働時間	65.0h	50%
Eモード使用時間	0.0h	0%

■ 実働比率

実稼働時間 / 稼働時間を表しています。

実働比率	58.8%
------	-------

■ 燃料消費量

燃料消費量(燃料消費率)をもとに算出した参考値です。

燃料消費量 (燃料消費率)	1475.0L	平均燃料消費量 L/H	22.7L
---------------	---------	-------------	-------

■ CO₂排出量

CO₂排出量: 省エネ効果及び燃料消費率削減効果により、省エネによる稼働時間あたりCO₂排出量削減2,25t CO₂より削減しています。

■ 油圧負荷程度グラフ

油圧ポンプにかかる圧力の分布です。高い負荷で使っているほど機械に大きな負荷がかかっていると考えられます。™

軽負荷(Very Light)	47.8%
低負荷(Light)	30.8%
中負荷(Medium)	20.8%
高負荷(Very Heavy)	4.8%

作業負荷: 低 中 高

レポート対象期間にかかわらず、作成日の前月1日の稼働率が表示されます。

ご連絡事項
なお、ご不明な点、または御用向きがございましたら、弊社、私までご連絡下さいませようお願い申し上げます。

■ お問い合わせ先

会社名	氏名	連絡先TEL
-----	----	--------

KOMATSU

図一 12 省エネ運転支援レポート

【筆者紹介】

中上 博司 (なかがみ ひろし)
 (株)コマツ
 開発本部 建機第一開発センタ
 ブルドーザ開発グループ
 チーム長



辻 智明 (つじ ともあき)
 (株)コマツ
 開発本部 建機第一開発センタ
 ブルドーザ開発グループ
 主任技師



油圧駆動式フォークリフトの開発

FH40-1/FH45-1/FH50-1

山本 弘 幸・原田 康 男・平 岩 秀 幸

フォークリフトは、荷役運搬車両として工場や倉庫、貨物駅・港湾、建築現場などで幅広く使われている。工場、倉庫などの構内においては稼働現場が制限されることがあり、狭い場所での、加速・停止及び荷役・走行同時操作の頻度が多く、おのずと燃料消費量が多くなるため、燃費低減に対する市場ニーズが高い。

今回市場導入した新型油圧駆動式フォークリフト「FHシリーズ」（以下「本シリーズ」という）（写真-1）では、従来型フォークリフトの走行駆動に使用されている T/C（Torque Converter）+ T/M（Transmission）にかえて、電子制御 HST（Hydrostatic Transmission）を採用し、低燃費と環境負荷低減を実現した。本稿では燃費低減技術について紹介する。

キーワード：フォークリフト、油圧駆動、可変ポンプ、低燃費

1. はじめに

近年、世界的な環境意識の高まりや原油価格高騰などにより、産業車両や建設機械にも、低燃費と環境負荷低減のニーズが急速に高まってきた。フォークリフトの開発・製造においても、上記への対応が重要な要素となっている。

本機は走行にトルコン車と同じ運転フィーリングを実現し、内部クラッチの滑りによるメカニカルな摩擦が発生せず伝達ロスが少ない独自の電子制御 HST（Hydro-Static Transmission）を用い、作業機系には、必要な適正油量だけを供給する可変ポンプ+ CLSS（Closed-center Load Sensing System）を搭載した。

また荷を持っていない時（無負荷時）はエンジン出力を抑制し、加速時に燃料消費率の良い部分を極力長

く使うなどフォークリフトの使われ方に合わせたエンジン制御を行うことで、特に高負荷作業に特化した燃費低減を実現した。

2. 主要コンポーネント

走行駆動系にホイールローダやブルドーザで実績のある油圧システム「電子制御 HST」、作業機系に油圧シヨベルでも採用している「可変ポンプ・CLSS」を搭載するとともに、コモンレールディーゼルエンジン制御により、低燃費と環境負荷の低減、さらに操作性の向上を実現した（図-1）。



写真-1 FH50-1

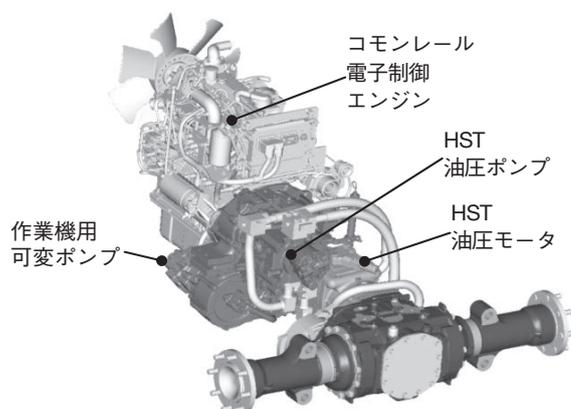
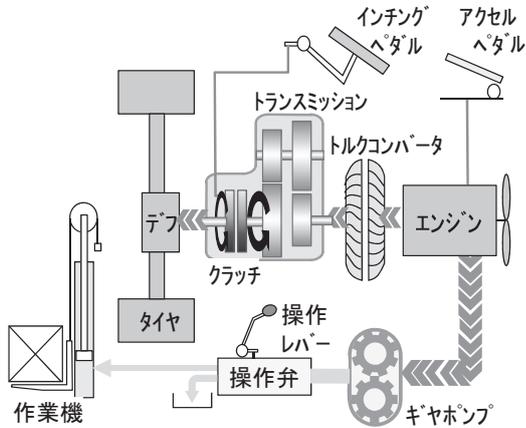


図-1 主要コンポーネント

3. システムの概要

(1) 従来車（トルクコンバータ T/C 搭載車）

一般的な従来の T/C 車のシステム構成を図—2 に示す。



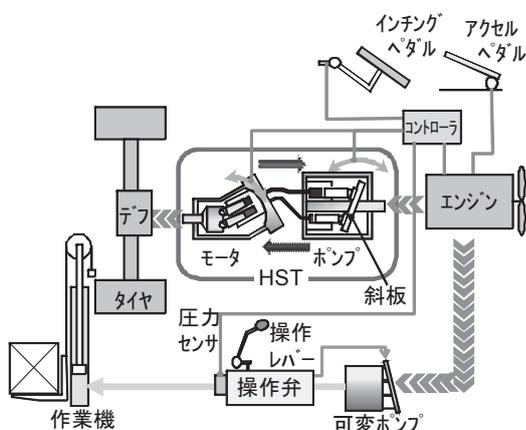
図—2 一般的な従来車（T/C 車）システム構成図

トランスミッションの出力軸には、クラッチが付き、インチングペダルを踏むと、動力が切断される。作業機を速く動かしたまま、ゆっくりと前進したい場合（荷役・走行同時操作）は、アクセルペダルを踏みこみ、エンジン回転を上げ、インチングペダルでクラッチの滑りを調整し、走行速度をコントロールする。

また一般的に、作業機の油圧システムにはギヤポンプが用いられるが、固定容量の為に作業機の動作とは関係なく、エンジン回転に応じた油量を供給する。

(2) 「本シリーズ」（HST 搭載車）

「本シリーズ」HST 搭載車のシステム構成を図—3 に示す。



図—3 HST 車システム構成図

HST 車は、エンジンでポンプを回転し発生させた油圧を、モータで再び回転力に変換する。ピストンに

接する斜板の角度を変え、ストロークを変化させることによって、連続的に作動油の流量を増減させ、速度の調節を行う。斜板の角度によって正転、停止、逆転まで無段変速で制御することができる。斜板を中立にするとピストンのストロークが停止し、ブレーキをかけることと同じ効果を生む。

インチングペダルを踏み込むと、HST ポンプ斜板が中立になり、車両は停止する。作業機を速く動かしたまま、ゆっくりと前進したい場合（荷役・走行同時操作）は、アクセルペダルを踏みこみ、エンジン回転を上げ、インチングペダルでコントローラからの HST ポンプ容量制御信号を変化させ、斜板の角度（油量）を調整し、走行速度をコントロールする。

また、作業機の油圧システムにも、可変ポンプが用いられ、操作弁からの信号により必要な油量だけ供給している。

4. 燃費低減技術

(1) フォークリフトの使われ方

フォークリフトは狭い場所で稼働することが多く、加速・停止（前後進の切り替え）及び荷役・走行同時操作の頻度が多い。特に高負荷・高稼働な現場になるほどこのような使われ方が顕著になり、また燃料消費量も多くなることから燃費低減に対するユーザの関心も大きい。このような燃費低減によるユーザメリットが大きな作業現場を考慮し、以下の様な燃費低減技術を織込みながら開発を進めていった。

(2) 燃費低減技術

(a) HST による発熱ロス・滑りロス低減

T/C 車の、荷役・走行同時操作では、インチングペダルでクラッチの滑りを調整し、速度をコントロールするため、クラッチの滑りロスや発熱ロスが発生する（図—2）。

一方 HST 車では、クラッチを滑らせる代わりにポンプ斜板の角度を変え、油量を調整することによって、車速をコントロールするので、クラッチの発熱ロスや滑りロスを発生しない分、燃費低減になる（図—3）。

(b) 低車速域で高効率

フォークリフトに一般的に使用されているトルクコンバータ（3要素1段2相式）では、フリーホイールにより高車速領域での効率は高いが、低車速領域では攪拌ロスが大きく HST より効率が悪い（図—4）。

そのため HST 車は走行の加速性が良くなるが、その分エンジン吹け上りを抑えるようコントロール

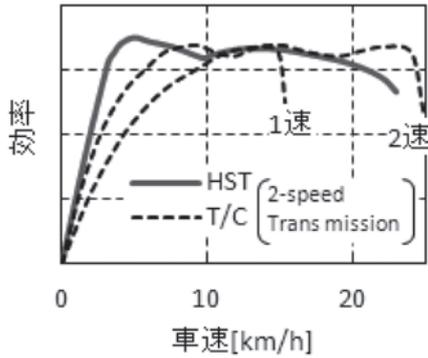


図-4 走行効率

し、走行性能を変えずに、加速時の燃費を低減させている。

(c) エンジン出力最適化 (63 kW → 53 kW)

前記 (a), (b) により、作業性をほとんど損なうことなく、従来型 T/C 車よりエンジン最大出力を約 15% 低減することができ燃費低減になる (図-5 ①)。

(d) 低速マッチング

一般的に、エンジン最高回転数付近の燃料消費率よりも、最大トルクが得られるエンジン回転数付近の燃料消費率の方が小さい。

エンジンに対する HST ポンプの吸収トルクのマッチング点を、トルクコンバータの吸収トルクより最大トルク付近に設定した。これにより、加速時に燃料消費率の小さな範囲を極力長く使うことができるようになり、燃費低減につなげた (図-5 ②)。

(e) 無負荷時エンジントルクカーブ切り換え

フォークリフトは、積荷を持っている時(負荷時)と、持っていない時(無負荷時)の車体重量の差が大きい。(5.0t 積み車で約 1.7 倍) 無負荷時の無駄な加速を抑えるため、積荷の重量をセンサで検知し、積荷が軽い時はエンジン出力を抑制することで燃費低減につなげた (図-5 ③)。

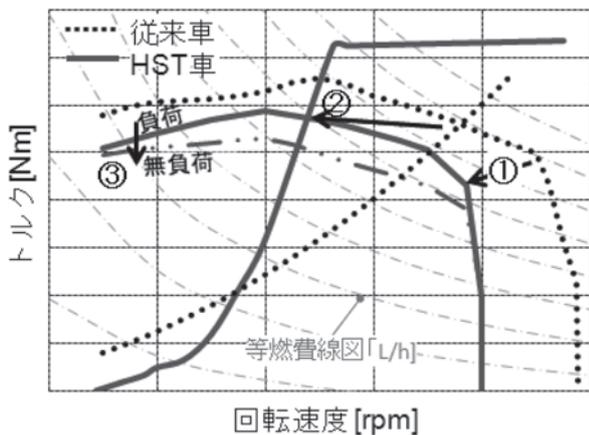


図-5 エンジンとのマッチング線図

(f) CLSS (Closed-center Load Sensing System) + 可変ポンプシステム¹⁾

CLSS+ 可変ポンプシステムは、当社の従来車から搭載しており、燃費低減に貢献している。

一般的なフォークリフトの作業機油圧システムは、主にギヤポンプ(固定容量)を用いたシステムのため、必要以上の油量を供給し、ロスが多くなっていた。

HST 車には当社の従来車と同様に CLSS + 可変ポンプシステムを採用し、作業機を動かす時、ポンプ吐出圧と各作業機の負荷圧の差圧が一定になる様に制御することによって、必要な油量だけ供給するので、油圧ロスが少ない (図-6)。

	リリース時ロス	中立ロス	ファインコンロス
固定ポンプを用いた回路	 全量吐出	 全量吐出	 全量吐出
可変ポンプ CLSSを用いた回路	 必要流量	 必要流量	 要求流量
油圧ロスの低減効果	 流量 低減ロス ポンプ圧	 流量 低減ロス ポンプ圧	 流量 低減ロス レバー入力

図-6 作業機油圧ロスの低減効果

5. 燃費低減効果

図-7は、社内測定コース別の燃費低減結果である。いずれのコースでも燃費低減効果が得られており、特

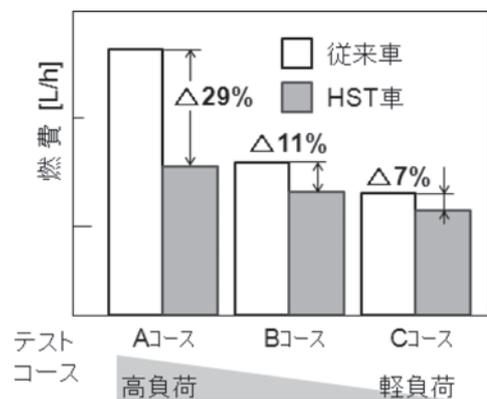


図-7 社内コースでの燃費低減結果

にトラックへの積み込み作業を想定した短い距離で前後進の切り替えが多い高負荷コース（Aコース）では△29%もの効果が得られた。

図-8は、高負荷コース（Aコース）でのエンジン回転とトルクの頻度分布を表している。円が大きいほど頻度が高いことを示している。大きな円が、燃料消費率の小さい側へ移動していることがわかる。特に、加速時のエンジン回転速度の変化が少なく、燃料消費率の小さい範囲を長く使うことができ、狙い通りの結果を得ることができた。

また、実際に試験的に導入した製紙工場での高負荷ユーザでは、当社の従来型 T/C 車に比べ△30%の燃料消費低減を達成した（図-9）。

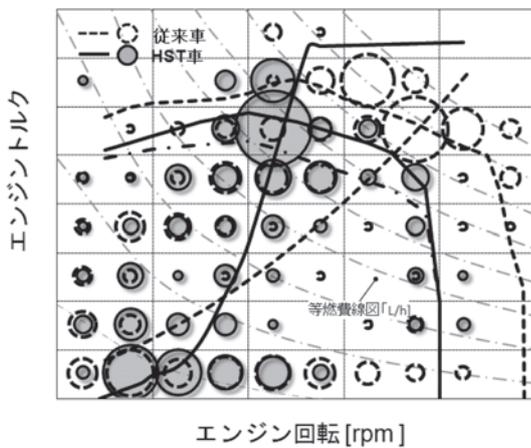


図-8 高負荷コースでの頻度分布と燃費マップ

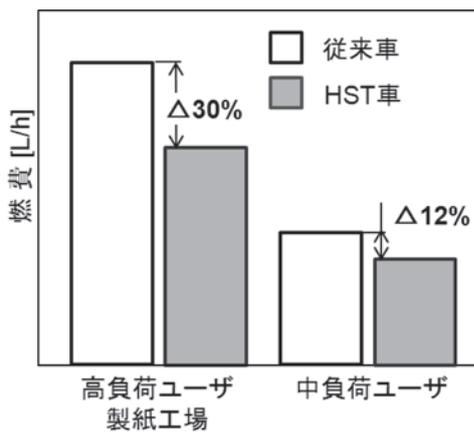


図-9 ユーザでの燃費低減効果

6. おわりに

エンジン・油圧機器・制御システムの技術を活かし、フォークリフトの使われ方に適した燃費低減技術の採用により、特に高負荷ユーザにおいて最大30%の燃費低減を達成することができた。

今後は、更なる技術躍進に努め、ユーザにとって魅力ある製品に成長させ続けていきたいと考える。

JCMA

《参考文献》

- 1) 福島 純一, 片岡 豊美, 吉田 伸実, “フォークリフト用可変ポンプ CLSS システム”, 平成 21 年春季フルードパワーシステム講演会講演論文集, pp106/108 (2009) .

【筆者紹介】



山本 弘幸 (やまもと ひろゆき)
コマツ
ユーティリティ技術本部 開発センタ



原田 康男 (はらだ やすお)
コマツ
ユーティリティ技術本部 開発センタ



平岩 秀幸 (ひらいわ ひでゆき)
コマツ
ユーティリティ技術本部 開発センタ

鋼床版上 SFRC 舗装用 小型コンクリートフィニッシャの開発

CCF (Compact Concrete Finisher)

浦 邊 寛

鋼床版上の鋼繊維補強コンクリート（以下、SFRC）舗装用として、施工条件が厳しい供用中の鋼橋にも対応できるように、独自に開発した小型コンクリートフィニッシャについて、特に注力した箇所を中心に、機械の特長や導入した現場の施工事例について紹介する。

キーワード：コンクリート舗装、鋼床版補強、SFRC、コンクリートフィニッシャ、小型

1. はじめに

首都圏を中心に、鋼橋の鋼床版疲労耐久性向上のために、鋼床版上にSFRC舗装を適用する事例が増加している。特に、交通規制を伴った供用中の狭小な橋梁上における補修工事の場合が多く、こういったケースでは、安全に、限られた時間内で、精度良く施工出来るように、機械編成を含めて施工方法を工夫することが重要である。

本稿では、厳しい施工条件に対応できるように、機械全体のサイズや走行装置、敷きならし装置の自動制御等に工夫を凝らし、鋼床版上SFRC舗装用小型コンクリートフィニッシャとして開発した機械について、その特長や導入した実施工現場の施工事例について紹介する。

2. 開発方針

適用現場の諸条件を踏まえて以下の開発方針に基づき機械を設計・製作した。

(1) 機械編成のコンパクト化

可使時間が短い超速硬セメントを使用するため、コンクリートを素早く消化できるように、施工機械は1台でシンプルな作業装置を備えたものとし、動力は機械に搭載可能な100Vの小型発電機を使用する。

(2) 機械の小型化

交通規制を伴った狭小なスペースで、機械の荷下ろしや組立作業を行わなければならないため、4tユニック車で運搬や荷下ろし作業が可能な重量・サイズとする。

(3) 走行安定性の確保

走行装置が、走行帯から外れて施工面上に脱落することや、負荷等によるスリップの発生から、施工が中断するリスクを低減するために、走行装置にはクローラを採用する。

(4) 仕上げ精度の確保

敷きならし装置の高さ調整を自動制御で行う。

3. 小型コンクリートフィニッシャの特長

(1) 機械構成

すべての動力は、機械の左右に配置した2台の小型発電機（電圧100V 出力2.8KVA）で賄っており、機械の重量、サイズともに4tユニック車で運搬や荷下ろし作業が可能な大きさにまとまっている。

走行装置には、150mm幅のゴムクローラを採用しており、施工速度としては0.5～1.5m/minの範囲で調整可能である。

作業装置としては、敷きならしの目安となるデフレクタと、コンクリートの締め固め・敷きならし用のバ

表-1 主な仕様

動力	出力 AC100V-2.8 KVA 発電機 2台
重量	約 1.3 t 発電機除く
寸法	全長約 1.5 m, 全高約 1.6 m
施工幅	2.5 ~ 4.5 m
走行装置	150 mm のクローラ式
登坂能力	縦断勾配 10%
パイプレータ	100 ~ 240 Hz インバータ制御の高周波タイプ
敷きならし制御	超音波センサによる自動制御



写真-1 機械構成

イブレータ（高周波タイプの振動モータを搭載）を配置しており、パイプレータの高さ調整は、超音波センサ式の自動制御装置を装備している（表-1、写真-1）。

(2) 特に工夫した箇所

(a) 走行用クローラの改良

走行用のゴムクローラは、ゴムの中に鉄芯が入っている部分とゴムだけの部分が連続的に配置されており、駆動スプロケットやアイドラおよびガイドローラが、鉄芯の部分を通り過ぎる時とゴムだけの部分を通り過ぎる時では、機体の沈み込み量がそれぞれ異なるため、開発当初は機体の上下動が発生するという問題点を抱えていた。この状態では、敷きならし装置であるパイプレータの位置で、最大±2mmの上下動が発生し、コンクリートの敷きならし面上にも凹凸が表れていた。そこで、駆動スプロケットやアイドラを接地面より少し持ち上げることや、ガイドローラの数を標準の倍の数に増やし、常にガイドローラが鉄芯部分に乗っている状況を作り出すことなど、機体の上下動を

抑える工夫を施し、スムーズな走行を確保している（図-1）。

このように工夫したことで走行安定性を確保でき、パイプレータの高さ調整に自動制御装置を採用したことと合わせて、コンクリートの敷きならし面をより平たんに仕上げることが可能になっている。

(b) 端部パイプレータ

パイプレータは、メインパイプレータ（高周波タイプの振動モータを横断方向に500mm間隔でフレーム上に配置）の他に、端部の端尺用として、幅方向にスライド（スライド幅250mm）する250mm幅の端部

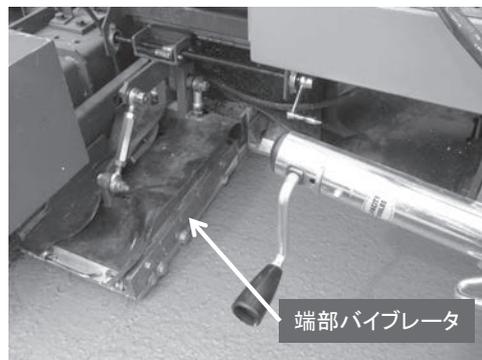


写真-2 端部パイプレータ

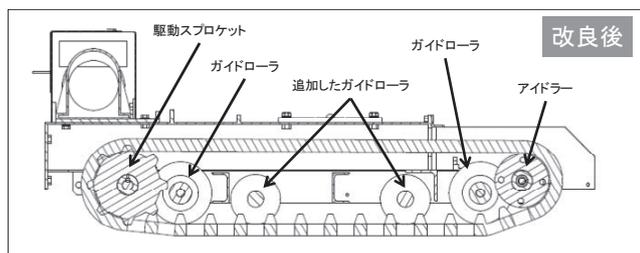
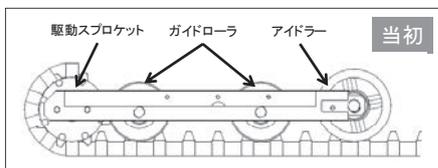


図-1 クローラの改良



写真-3 端部仕上げ状況

バイブレータを追加している。このバイブレータを追加したことにより、従来施工のハンドバイブレータによる端部締め固め作業が省略でき、さらに余剰コンクリートの発生も最小限に抑えることが出来るため、施工の省力化につながっている（写真－2, 3）。

4. 施工事例

開発した機械を導入した施工事例を以下に説明する。

(1) 工事概要

工 事 名：東京外環自動車道 三郷管理事務所管内舗装補修工事

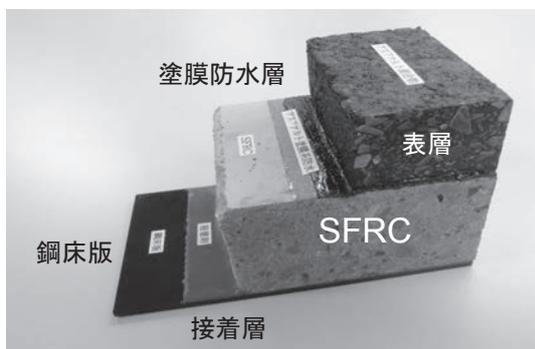
工事箇所：東京外環自動車道 外回り 幸魂大橋 走行部（写真－4）

工事数量：SFRC 舗装施工面積 1,161 m²（延長 327 m，幅員 3.55 m，施工厚さ 5 cm）

舗装構成：SFRC 舗装 t = 5 cm + 表層タイプ A t = 3 cm（写真－5）



写真－4 幸魂大橋



写真－5 舗装の断面

(2) 施工状況および結果

走行装置の施工面上への脱落や、負荷等によるスリップも発生せず、安定した走行を維持することで、走行装置にクローラを採用した効果について実施工を通して確認できた。

一方、施工精度については、3 m プロフィルメータにより測定した表層の平坦性が $\sigma = 0.86 \text{ mm}$ ということから、当社の平坦性予測データをもとに SFRC 舗装の平坦性を逆算すると、 $\sigma \approx 1.2 \text{ mm}$ という良好な結果であったことが推測でき、走行安定性の確保やバイブレータ高さの自動制御等が、この結果に大きく貢献したものと思われる（写真－6, 7）。



写真－6 施工状況



写真－7 コンクリート敷きならし状況

5. おわりに

走行装置にクローラを採用するなど、これまでの施工機械にはなかった技術に取り組み、実施工を通してその有効性を確認することができた。今後は、さらに実施工を重ね改良点を洗い出し、新しい技術も取り入れながらより良質な舗装を提供できるように機械を改良していきたいと考えている。

JCMA

【筆者紹介】
浦邊 寛（うらべ ひろし）
大林道路㈱
機械センター
副所長



油圧ショベル内蔵型 2次元マシンガイダンスシステム

Catグレードコントロール 2Dガイダンス

大白星 来

この度、油圧ショベル E シリーズのオプションとして Catグレードコントロール 2Dガイダンス（以下、「CGC」という）を 2012 年 6 月に発売した。「CGC」は油圧ショベルに内蔵された 2次元マシンガイダンスシステムであり、土木工事の情報化施工や圃場整備など幅広く活用いただけるシステムである。本報では、「CGC」の特長について紹介する。

キーワード：法面整形，溝掘削，油圧ショベル，マシンガイダンス，情報化施工

1. はじめに

昨今土木・建設工事において情報化施工（ICT）が広がりを見せており、2008 年 7 月に国土交通省が設立した情報化施工推進会議にて「情報化施工推進戦略」が策定され、現在も普及促進を行っている。建機メーカーが提供する情報化施工技術には、マシンコントロールとマシンガイダンスがある（図-1）。マシンコントロールは主にモータグレーダとブルドーザに用いられるシステムで道路工事における敷き均しや、造成工事での巻き出し作業などに活用されている。一方、マシンガイダンスは主に油圧ショベルに用いられるシステムで、土工事・河川工事の法面整形などで活用されている。

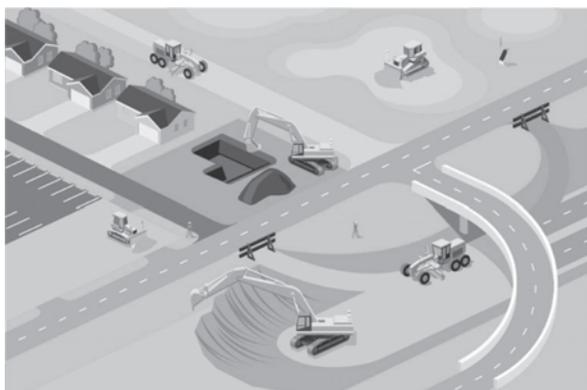


図-1 情報化施工技術

に装着されたセンサが車体姿勢をリアルタイムに計測することにより、施工設計面とバケット刃先との高さの差異をオペレータへ伝える機能である（図-2）。高さの差異は、モニタ上に表示される数値、掘削ガイダンス・ライトバーに加えガイダンス音により表される。この機能により、オペレータは検測者の指示を必要とせず、運転席に着座したまま、施工の高さを確認することができる。



図-2 油圧ショベル マシンガイダンスシステム

油圧ショベルのマシンガイダンスシステムは、主に以下のような作業に用いられている。

- ① 水平引きでの整地作業・漉き取り作業
- ② 法面整形
- ③ 溝掘削（水平・勾配付き）
- ④ 浚渫工事

2. 油圧ショベル マシンガイダンスシステム

(1) マシンガイダンスシステム概要

油圧ショベルのマシンガイダンスシステムは、車体

(2) 2次元マシンガイダンスシステム概要

2次元のマシンガイダンスシステムは、現場において丁張りに代わる基準点設定および施工深さ・勾配の設定のみですぐに活用できるため、3次元の設計

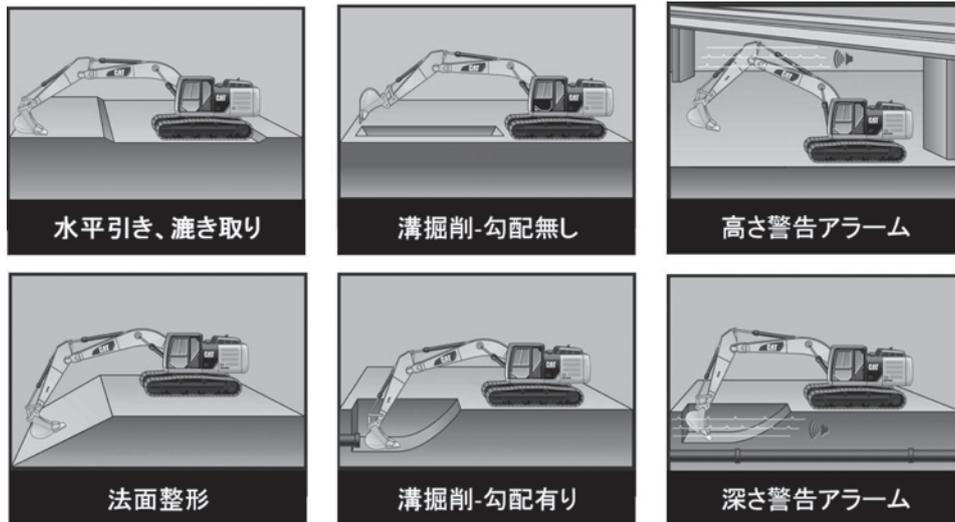


図-3 油圧ショベルのマシンガイダンスシステムを用いた作業内容例

CAD データを必要とせず，導入が容易である。

2次元マシンガイダンス機能を活用するメリットは以下の通りである。

①丁張りの設置・検測作業削減による工程短縮

ガイダンス機能によって，オペレータは施工する高さの指示を運転席内から確認でき，丁張り設置や検測作業に要する作業時間が短縮されるため工程短縮に繋がる。

②安全性の向上

検測作業を必要としないため，機械稼働範囲内への作業員の立ち入り頻度が減少し，検測者と機械との接触事故の危険性を低減することができる。

③施工精度の向上

通常の施工では，施工面は一定間隔で検測され点で管理されていたが，ガイダンス機能を活用することで，施工中，常にバケット刃先の高さを確認できるため，設計面全体を均一に施工・管理でき，施工精度の向上に繋がる。

3. 「CGC」の特長

「CGC」は建機メーカー純正の2次元マシンガイダンスシステムである。ガイダンス機能に必要なセンサは機種ごとに設計しており，品質管理された製造工場を組み立てている。また「CGC」のガイダンス画面はEシリーズ油圧ショベルの標準モニタに表示され，標準機同等の視界をオペレータに提供する。またモニタを遠隔で操作できる専用の操作レバーを採用しオペレータの疲労を低減している。さらに，車両の各部材寸法の入力・各センサのキャリブレーションは製造工場での組み立て時に完了しており，現場では使用するバ

ケットの寸法を登録するのみで，すぐに使用可能である。

CGC の対応機種は，312E・320E (L)・320E (L) RR・336E (L) の4機種であり，各機種の主な仕様を表-1に示す。

表-1 「CGC」対応機種

機種 / 仕様値	運転質量	バケット容量	エンジン定格出力
312E	13,200kg	0.5m ³	68kW (92PS)
320E/320EL	20,700kg/21,300kg	0.8m ³ /0.9m ³	114kW (155PS)
320ERR/320ELRR	23,000kg/23,600kg	0.8m ³ /0.9m ³	113kW (154PS)
336E/336EL	35,000kg/35,800kg	1.4m ³ /1.5m ³	224kW (305PS)

(1) 構成品



図-4 「CGC」構成品

① センサ

車両姿勢を計測するために車体には3種のセンサが装着されている。これら3種のセンサが計測した車両の姿勢と機体寸法を用いて、車両は目標とする施工面とバケット刃先の距離を算出し、ガイダンスを表示する。

●ピッチ／ロールセンサ

ピッチ／ロールセンサは車両本体に装着され、車両の前後左右方向の傾きを同時に計測するため、車両が地面の凹凸によって傾いている場合でも正確にガイダンス機能が使用できる。

●角度センサ

角度センサはブームフット部とブーム先端の2箇所に装着されている。ブームフット部の角度センサは車体とブーム間の角度を計測し、ブーム先端部の角度センサはブームとアーム間の角度をそれぞれ計測する。角度計測に角度センサを採用することにより、センサの応答性を高め、フロント作業機を早く動かした場合でもリアルタイムに車両姿勢を計測できるため、より品質の高い施工を可能としている。

●ストロークセンサ

ストロークセンサはバケットシリンダ内に内蔵されており、シリンダの伸縮からバケット開きの角度を計測している。バケット周りにセンサがないため、現場での稼働中に外部からの受ける衝撃などによって発生するセンサの損傷のリスクを低減している。

② 装着品

「CGC」には上記のセンサに加え、ガイダンス表示機能付きのモニタや専用の操作レバーを採用している。

●ガイダンス表示機能付き標準モニタ

「CGC」のガイダンスはキャブ内の標準モニタ内に搭載されており、追加ディスプレイを設置する必要は

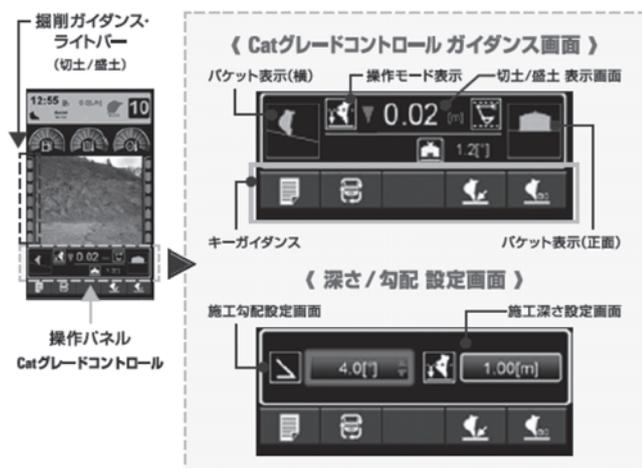


図-5 ガイダンス表示画面

なく、オペレータの視界を遮ることがない。モニタ上では掘削の高さ指示やバケット表示の確認、施工深さ／勾配の設定が可能である。掘削の高さ指示は、モニタ上の数値・ライトバーのインジゲータのほかガイダンス音によりオペレータに知らされるため、モニタを見ることなくガイダンスを使った作業が可能である。モニタ上に表示されるガイダンス画面を紹介する(図-5)。

●モジュレーションスイッチ付き操作レバー

操作レバーはモニタを遠隔で操作できる専用レバーを採用している(図-6)。オペレータは操作レバーから手を離すことなく施工深さや勾配をスムーズに設定できるため、オペレータの疲労を低減すると共に、操作レバーにオペレータの服や体が接触し、車両がオペレータの意図に反して動くリスクを低減し、安全性の向上に繋がる。



図-6 モジュレーションスイッチ付き操作レバー

●レーザ受光器

アーム側面にはレーザ受光器を装着しており、車両を移動させて施工が必要となる長い距離の溝掘削では、レーザ機能を使用することで効率よく作業できる。

図-7の場合では、車両が後退した後は、再度レーザ面に受光器を合わせてシステムを設定することで、施工面までの高さ情報を引き継ぐことができる。

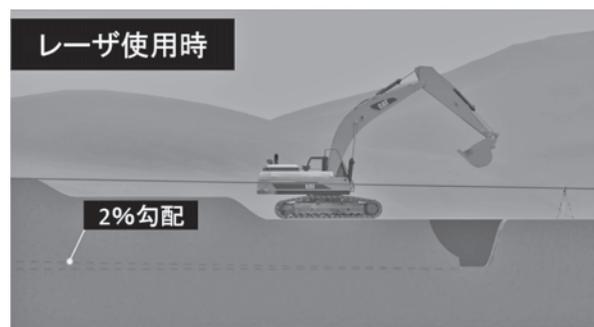


図-7 レーザを使用した場合の施工例

(2) E- フェンス機能

E- フェンス機能は、橋梁下での作業や埋設物がある箇所での作業など車両フロント部の上下稼動範囲が限られている現場において、あらかじめ稼動範囲の上・下限を設定することで、機械フロント部が上・下限に近づいた際に警告アラームによってオペレータに注意を促す機能である（図-3 右側）。この機能を使用することにより、空中の電線や地中の管などに誤って接触する危険性を低減できる。

4. 「CGC」を活用したテストケース

「CGC」の効果を実証したテスト結果を2種紹介する。

(1) 溝掘削テスト

掘削作業途中の検測は実施せず、「CGC」のガイダンス機能のみを使用し、深さ0.40 mの溝掘削を行った（図-8）。

- ・使用機種 : 312E(バケット容量0.5 m³, 平爪装着)
- ・目標掘削深さ : 0.40 m
- ・施工勾配 : 0度 (水平)



図-8 溝掘削テストの様子

表-2 溝掘削テスト結果

観測点	掘削深さ	差
目標	0.40 m	-
①	0.42 m	+0.02 m
②	0.40 m	0.00 m
③	0.39 m	-0.01 m
④	0.41 m	+0.01 m

掘削作業後、溝の四隅を測量した結果を表-2に示す。結果、目標掘削深さの0.40 mから±0.02 m範囲内で掘削が行われていることが確認できた。

(2) 法面整形テスト

施工途中に計測は行わず、「CGC」のガイダンス機能のみを使用し、法面整形を行った（図-9）。

- ・使用機種 : 312E (バケット容量0.5 m³, 平爪装着)
- ・法面高さ : 約2.5m
- ・法面角度 : 45度

施工終了後の法面角度を計測した結果、設定どおりの45度に仕上がることが確認できた。



図-9 法面整形テスト

5. おわりに

情報化施工の普及は始まったばかりではあるが、更に拡大していく余地があると考えられる。Catグレードコントロール 2Dガイダンス「CGC」が情報化施工普及の一助となるよう、より一層使い易いマシンガイダンスの開発を進めていく所存である。

J|C|MA

【筆者紹介】

大白 星来 (たいはく せいら)
キャタピラー・ジャパン(株)
市場開発部
生産性分析グループ



オフロード法 2011 年基準適合 アーティキュレートダンプトラック

740B

三 富 亮 治

アーティキュレートダンプトラックは6輪駆動、屈折式操舵という構造から不整地や悪路での走行性能に優れ、また、小旋回性能、低接地圧などの特長も有し、ダム工事や造成、トンネル現場をはじめとする大型土木現場にて活躍している。近年は土木の現場のみならず、碎石・鉱山現場にもその活躍の場を広げつつあり、国内においてそのマーケット規模は大きくはないものの、欠くことのできない存在になっている。

本稿では最新の排出ガス規制であるオフロード法 2011 年基準に適合した CAT740B アーティキュレートダンプトラック（以下「本製品」という）の製品特長について紹介する。

キーワード：アーティキュレートダンプトラック、排出ガス、オフロード法 2011 年基準、デフロック

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、国内においては 2006 年よりディーゼルエンジンを搭載した公道を走行しない建設機械・農業機械等の排出ガスに対して基準値が設けられる特定特殊自動車排出ガス規制等に関する法律いわゆるオフロード法がスタートした。このオフロード法はその対象となる車両のエンジン出力レンジによって規制値及び規制開始時期が段階的に決められており、大型建設機械の出力レンジである 130 kW 以上 560 kW 未満においては、現行のオフロード法 2006 年基準より一層厳しい規制値であるオフロード法 2011 年基準が 2011 年 10 月より施行開始されている。

建設機械メーカー各社はこの厳しい排出ガス規制をクリアすべく新モデルの開発を進めており、近年のモデルチェンジはこの排出ガス基準の更新に沿って実施されているのが現状である。

今般、我々はエンジン出力レンジが 130 kW から 560 kW に該当し、オフロード法 2011 年基準に適合した「本製品」の発売を開始した（図-1）。「本製品」は排出ガス対応の他、省燃費性能や低運転コスト、安全性、オペレータ環境の向上を狙い開発している。ここでは顧客メリットとなる様々な最新の機能を備え、単に排出ガス規制対応のアップデートに留まらない商品力の向上を成し遂げた「本製品」の主な新システムの特長及びそれらの技術について説明する。



図-1 「本製品」

2. 環境対応性

「本製品」には排気量が 15.2L の 4 サイクル 6 気筒のディーゼルエンジンを搭載している。このエンジンはオフロード法 2006 年基準に適合している旧モデルに搭載していたエンジンをベースに、最新の排出ガス基準値に適合すべく、様々なシステムを追加している。さらに、定格出力を旧モデル比で約 5%、エンジン最大トルクを 4% 向上させ、より力強く粘り強い走行を可能にしている。以下でこのエンジンの最新の排出ガス規制対応技術について説明する。

(1) 燃料噴射システム

「本製品」のエンジンはメカニカルユニットインジェクションとコモンレールシステムが融合した燃料噴射システムを採用している。トランスファーポンプで 550～750 kPa に昇圧した燃料をコモンレールに送り、更に各々のインジェクションで 240 kPa 以上に燃料圧力を上昇させシリンダ内に噴射する。より高い噴射圧力により、

効率の良い燃焼が達成され不完全燃焼が抑制される。

(2) NO_x リダクションシステム

NO_x リダクションシステム（以下 NRS）とはエンジンから出た排気の一部を吸気側に戻し、吸気の酸素濃度を制限し、燃焼温度を低下させることで NO_x の発生を抑制するシステムである。従来、このシステムでは排気に含まれる粒状物質（以下 PM）によるシリンダの摩耗や硫酸化物の影響による腐食の懸念があったが、本システムでは燃焼効率の向上による PM の低減、低灰分エンジンオイルの使用による耐摩耗性の向上、超低硫黄ディーゼル燃料の使用等により従来考えられていた懸念を払拭している。

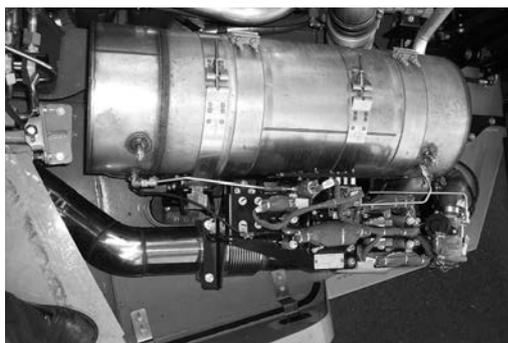
(3) 非対称ターボチャージャ

ターボチャージャにはスクロールの大きさの異なる非対称ターボチャージャを採用している。6気筒のうち、3気筒から出た排気は大きいスクロール側に、残りの3気筒の排気は小さいスクロール側に送られるが、小さいスクロール側の排気はタービンへの流入を制限され、その一部が NRS に効率的に送り込まれる仕組みになっている。

(4) 排出ガス後処理装置（図—2）

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）、DPF 再生装置により構成される。

まず、ターボから出てきた排気の炭化水素は 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、すすなどの粒状物質が補足され排出ガスは清浄化される。DPF に溜まったすすは DPF 再生装置により燃焼され除去される。この再生処理はエンジンの ECM により制御され、通常オペレータは特別な操作は要求されない。再生は車両の状況、すすの溜まり具合を考慮し、最適なタイミングで自動で開始、終了し、作業に支障をきたさないシステムになっている。



図—2 排出ガス後処理装置

。更に、この再生処理をオペレータが任意で中断、開始することも可能である。また、すすの堆積が一定値を超えると、警告が発せられ、更に堆積が進むとエンジンの出力低下、自動停止となり、すすの詰まり等によるエンジンの破損を防止している。

(5) 排出ガス後処理装置冷却用ファン（図—3）

「本製品」は排出ガス後処理装置冷却用のファンを装備している。ファンは車両前面右側に装備されており、電動駆動でエンジンフード後方から空気を吸い込み、車両前面に吐き出す。DPF の強制再生時など後処理装置が高温になる際に自動で作動し、効率的に冷却する。



図—3 排出ガス後処理装置冷却用ファン

(6) 燃料クーラ

燃料のリターンラインには燃料クーラが装着されている。燃料クーラにより燃料温度の上昇を抑え、燃焼温度を低くし、NO_x の発生を抑制している。

3. 生産性・走行性

「本製品」は悪路走破性の向上のみならず、省燃費性能、乗り心地の向上、操作性の向上を目的とし開発された最新のパワートレインを搭載している。

(1) トランスミッション（図—4）

「本製品」にはプラネタリ式電子制御フルオートマチックトランスミッションを採用している。プラネタリ式トランスミッションは入・出力軸が同軸上にあり、コンパクトで且つ駆動時の負荷は複数のギアに分散され、各々のギアに掛かる負荷は比較的小さくなり耐久性に優れるという特長を持つ。さらに、「本製品」のトランスミッションにはスムーズ且つ優れた加速性、省燃費性能を実現する新しい制御方法を採用している。

(a) シフトトルクマネージメント

シフトトルクマネージメントとは走行速度とエンジン回転数をモニタリングし、シフトアップ時のトルク

をコントロールするものであり、シフトアップ時のスピードのロスを実最小限に抑え、素早いシフトアップを実現する。ギアシフト時のトルク切れが無く、登坂時においても優れた加速性を発揮する。

(b) パートスロットルシフティング

パートスロットルシフティングはパートスロットル時のエンジン回転数が低い状態でもスムーズにシフトアップが行われ、燃料消費量の低減に効果がある。さらに静かでスムーズな乗用車のような運転感覚を実現している。

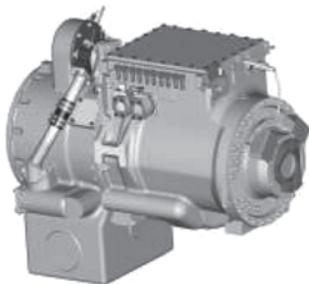


図-4 トランスミッション

(2) オートマチックトラクションコントロール

アーティキュレートダンプトラックには不整地や泥濘地でも優れた牽引力を持たせる為、デフロック機能が装備されている。デフロックには左右の車輪の差動を可能にする各アクスルのデファレンシャルをロックするクロスアクスルデフロックとフロントアクスルとセンター/リアアクスルを繋ぐドライブシャフトの差動を可能にするセンターデファレンシャルをロックするインターアクスルデフロックがあり、デフロックすることにより左右の車輪又は前後のドライブシャフト、或いはその両方が直結され各シャフトを同回転で回転させることができる。これによりいずれかの車輪がぬかるみ等にはまり、空転してトルクが抜けるような場合でも、全ての車輪に均等にトルク配分することができ、ぬかるみから脱出することができる。

(a) 従来機のデフロック

従来機のデフロックはオペレータがマニュアルで操作する必要があった。左フットレスト横のスイッチを踏むことにより、インターアクスルデフロックが作動し、さらに牽引力が必要な場合はダッシュパネルのス

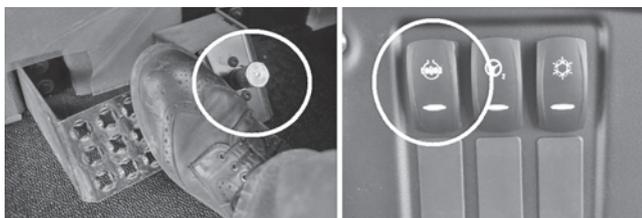


図-5 デフロックスイッチ

イッチを押すことにより、クロスアクスルデフロックが作動する機構であった。これは、車両のスリップ状態をオペレータが判断し操作するものであり、煩雑な操作が必要になる上、場合によっては不適切な使用によりデフを破損する可能性があった(図-5)。

(b) オートマチックトラクションコントロール

「本製品」には上記のマニュアルデフロックの問題点を解決すべく開発されたオートマチックトラクションコントロール(以下ATC)を搭載している。ATCは車両のECMが各アクスルに設置されたスピードセンサを介してタイヤのスリップ状態を感知し、必要に応じて必要な箇所のデファレンシャルを自動でロックするシステムであり、オペレータの操作は一切不要である。更にデフをロックするデフロッククラッチ圧は比例制御油圧バルブで制御され、路面や走行の状況、車両の運転状況に応じて0%から100%の間で最適なクラッチ圧力に制御する。これにより、デフロックが作動している状態でありながら、スムーズなコーナリングを可能にし、ドライブラインへの過度な振れ負荷が掛かる様な心配もなくなった。また、オペレータはどのデファレンシャルがどの程度ロックしているかをキャブ内のCMPD(詳細後述)でタイムリーに確認することができる(図-6)。



図-6 デフロック状態の表示

4. 居住性

(a) センターマウントキャブ

キャブは従来機同様のROPS/FOPSに適合したセンターマウントキャブである。ライトグレーを基調としたキャブ内装は従来機より明るいデザインになっている。オペレータシートは車両の中心に位置し、左右均等の視界を確保している。密閉加圧式のキャブは外部からの埃の侵入を防ぎ、快適なオペレータ環境を提供する。また、密閉性の高いキャブはオペレータ騒音の低減にも寄与している。

(b) シート

「本製品」はオペレータシートにエアサスペンションシートを採用している。エアサスペンションシート

はシート硬さをスイッチ操作で容易に調整することができ、優れた振動吸収能力を発揮する。シートの高さ調整、リクライニング調整、シートの前後調整に加え、シート座面のチルト、座面のみの前後調整機能があり、最適なポジションが得られる構造になっている。

(c) コントローラ類, スイッチ類

「本製品」のアクセルペダルは従来の吊り下げ式から床から立ち上がるオルガン式ペダルに変更した(図一七)。オルガン式ペダルは床に置いたかかとを支点に足裏全体でペダル操作ができる為、ずれ難くより確実なアクセル操作が可能になっている。



図一七 アクセルペダル(写真奥)

ステアリングコラムはテレスコ&チルト機構を備えており、最適な位置にステアリングをセットすることができる。

トランスミッション及びホイストレバーは運転席の右側に配置されており、いずれも右手で操作する。右手のみで操作する配置にすることで、トランスミッションレバーとホイストレバーの同時操作による万一の事故が起きない構造になっている。

パーキングブレーキはロックスイッチタイプで軽い力でON、OFFが可能である。誤操作防止のロック機構も備わっている。

(d) ダッシュパネル, モニタ

ダッシュパネル上の各スイッチはLED内蔵で視認性に優れ、玉切れの心配が無い。ダッシュパネル中央のダッシュディスプレイには各インジケータに加え、各種警告や情報を表示できる。エンジン回転、作動油温度、冷却水温、燃料ゲージ、エンジンオイル圧力計、ステアリング圧力計はアナログタイプのゲージを採用しており、一目でその状態を確認できる。

ダッシュパネルの右側にはカラーマルチパーパスディスプレイ(図一八、以下CMPD)が装備されている。このCMPDは車両や稼働現場の状況、各種設定の他、標準で装備されているリヤビューカメラの画像を映し出すことができる。



図一八 カラーマルチパーパスディスプレイ(CMPD)

その他、AUX端子付CDプレーヤ&自動選曲AM・FMラジオ、12V、24V電源ソケット、ドリンクホルダ、灰皿、収納スペース、室内灯、コートフック、サンバイザーなどオペレータ環境を快適にする様々なアイテムが標準装備されている。

5. 安全性

(a) オペレータ保護

キャブはISO3471(ROPS規格)、ISO3449(FOPS規格)に準拠したROPS/FOPS構造であり、転倒時及び落下物からキャブ内のオペレータを保護する。

キャブガラスはフロントガラスに合わせガラス、その他のガラスには強化ガラスを採用している。合わせガラスは中間にプラスチック膜を挟んだ3層構造で、万一のガラス破損時も鋭利なガラス片が飛散することが無い。

キャブへの昇降や車両点検・清掃時等の車両への昇降時に安全を確保する為に、大型のハンドレールを採用し、車両上のステップにはグリップ性能に優れたパンチプレートを採用している。

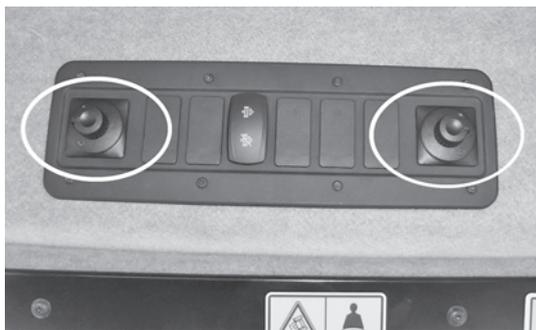
また、キャブ内には悪路走行時にオペレータ及び助手席者が体を支えるためのグラブハンドル(図一九)が標準で装備されている。



図一九 グラブハンドル

(b) 周囲作業員保護

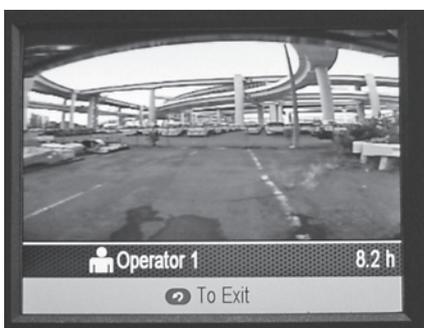
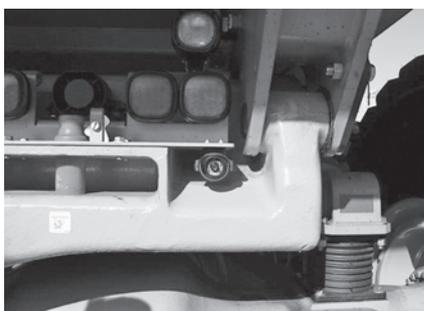
リアビューミラーには結露や氷結を防ぐ熱線入りの電動ミラーが採用されている。キャブ内のスイッチ(図



図—10 熱線入り電動ミラー角度調整スイッチ

—10) によりミラー角度の調節ができ、最適な視界を容易に得ることができる。

リヤビューカメラは115°の画角を持ち、通常はバックギア時にキャブ内のCMPDに画像が映し出される。このカメラにより車両後方の死角を補うことが可能になった(図—11)。



図—11 リヤビューカメラ(上), モニタ

6. メンテナンス性

「本製品」は従来機同様に電動でチルトアップするフルオープンエンジンフード(図—12)を採用している。エンジン周りにフルにアクセスすることができ、フィルタ類の交換も容易に安全に行うことができる。チルトアップの操作スイッチはキャブ内のダッシュ上に配置されており、開閉時の周囲の確認が容易にでき、安全性が向上している。また、備え付けのポンプを手動で操作することにより、キャブ自体を横方向にチルトさせることができ、キャブ下のコンポーネントに直接アクセスすることが可能である。



図—12 電動チルトアップエンジンフード

燃料給油口は従来機のフェンダー上から、地上よりアクセス可能なフレーム上に移設した。さらに、給油口脇には給油量がわかるインジケータが装備されている。

エアフィルタ、燃料フィルタ、エンジンオイルフィルタなどのフィルタ類及びエンジンオイルレベルゲージやウォッシュータンク等のサービスポイントは全て車両の左側に集中配置されており、交換やチェックの作業が効率よく行える。直接アクセスできない給脂箇所はアーティキュレートヒッチ部にリモートされており、容易に確実に給脂することができる。給脂の手間がいない自動給脂システムを装着することも可能である。

7. おわりに

以上、オフロード法2011年基準に適合した最新のアーティキュレートダンプトラックCAT740Bの主な特長について述べてきたが、このCAT740Bは最新の排出ガス規制に適合することに加え、省燃費性能や低運転コスト、安全性、オペレータ環境の向上を狙い開発している。とりわけ、不整地走行に欠かせない機能であるデフロックを自動化したオートマチックトラクションコントロールはオペレータの負担軽減のみならず、安全性や車両の耐久性、走行性能の向上等あらゆる面で顧客メリット向上に貢献する。

今後も、このように顧客ニーズにマッチし且つ顧客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。

JCMA

【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)
市場開発部 商品サポートグループ
主任



20 t 級ハイブリッドショベル

SK200H

鹿児島 昌之

近年、地球温暖化防止のため、排出ガスに対する規制が厳しくなるとともに、経済性などの観点から省エネ技術が注目されている。特に、バッテリーやキャパシタなどの蓄電装置や電動機、インバータなどの技術の進歩もあって、自動車や、油圧ショベルをはじめとする建設機械では、ハイブリッドシステムが開発、実用化され、大幅な燃費低減を達成しつつある。このような状況のもと、ハイブリッドショベル SK200H（以下「本製品」という）を開発したのでその概要について報告する。

キーワード：ハイブリッドシステム、油圧ショベル、旋回電油モータ、発電電動機、キャパシタ、インバータ

1. はじめに

近年、地球温暖化防止や経済性などの観点から、建設機械においても作業中の化石燃料消費量を低減することが求められてきている。また、建設機械の中でも最も稼働台数の多い油圧ショベルに関しては、これまでも油圧機器やエンジンの損失低減などに取り組んできているが、省エネ化への対策の一つとして注目されているのが自動車等で用いられているハイブリッドシステムの適用である^{1), 2)}。

一方、バッテリーやキャパシタなどの蓄電装置や電動機、インバータなどのパワーエレクトロニクス技術の進歩もあって、自動車業界におけるハイブリッド技術は進歩を遂げている。

以上のような状況下で、1999年よりハイブリッドシステムを採用した油圧ショベルの研究開発を行ってきたが、2007年に7t級ハイブリッドショベルを発表。2009年に8t級ハイブリッドショベルを開発した。続いて、20t級ハイブリッドショベルの開発に着手し、このたび「本製品」を商品化した。

2. ハイブリッドシステムの特徴

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はエンジン出力を500とした場合の各部損失および効率、作業に利用できる有効パワーを示したものである。従来の油圧ショベルでは、最大負荷に対応できる動力をエンジン・油圧ポンプから供給し、余剰動力を熱として放出しながら機械の動きを制御していたため、作業有効動力が低い場合であっても、複合操作時のコントロールバルブでの各アクチュエータへの流量分配や合流のため生じる絞り損失が下がらない。また、作業装置の下降時や旋回停止時などの位置エネルギーや運動エネルギーも熱として放出していた。したがって、エンジン出力の20%程度しか有効に利用されていない。

これらの状況を踏まえ、油圧ショベルのハイブリッド化について、燃費低減のポイントは以下の2点である。

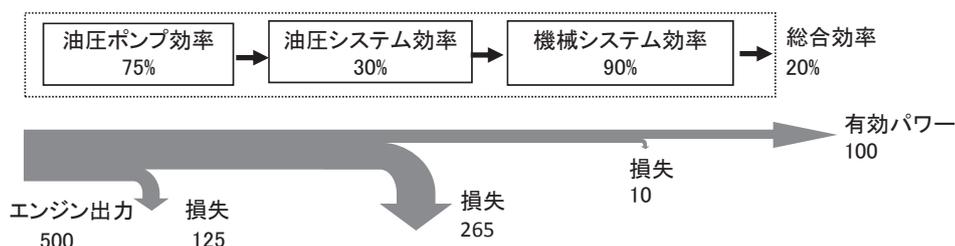
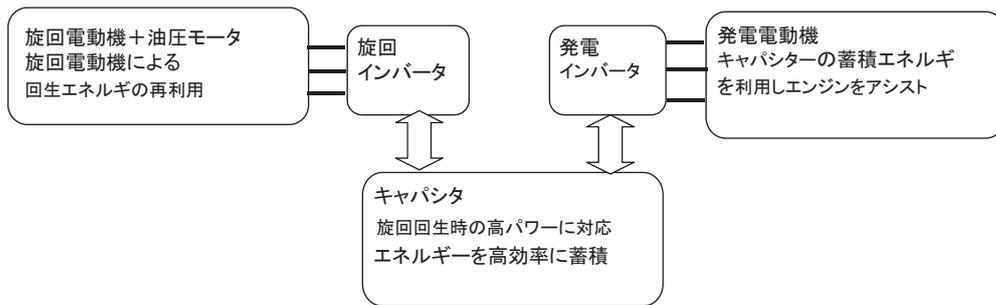


図-1 油圧ショベルパワーフロー



図一2 ハイブリッドシステムの特徴

①旋回回生エネルギーの再利用

旋回回生エネルギーを効率良く蓄積，電動機のエンジンアシストによる回生エネルギーの再利用。

②高効率キャパシタの採用

旋回回生時の高パワーのエネルギーを高効率で蓄電するために電気二重層キャパシタを採用した。

③エンジン制御

ハイブリッドシステムにあわせたエンジン運転の最適化によるエンジン運転時のエネルギー効率向上。

以上のことから、「本製品」ハイブリッドシステムの特徴は図一2のようになる。

し、インバータによる制御と組み合わせることで旋回減速時に運動エネルギーを電気エネルギー（回生エネルギー）に変換し蓄電することが可能となり、また、加速時は主に油圧モータにより駆動することで、従来の操作フィーリングを損なうことなく、省エネが可能となっている。

さらに、旋回回生エネルギーはキャパシタに蓄積され、エンジンのアシストに利用される。

蓄電装置は、20tクラスの旋回減速時の高パワーに対応するためキャパシタを採用した。キャパシタは、昇圧コンバータを通じて直流高電圧部に接続されてい

3. ハイブリッドショベルのシステム構成

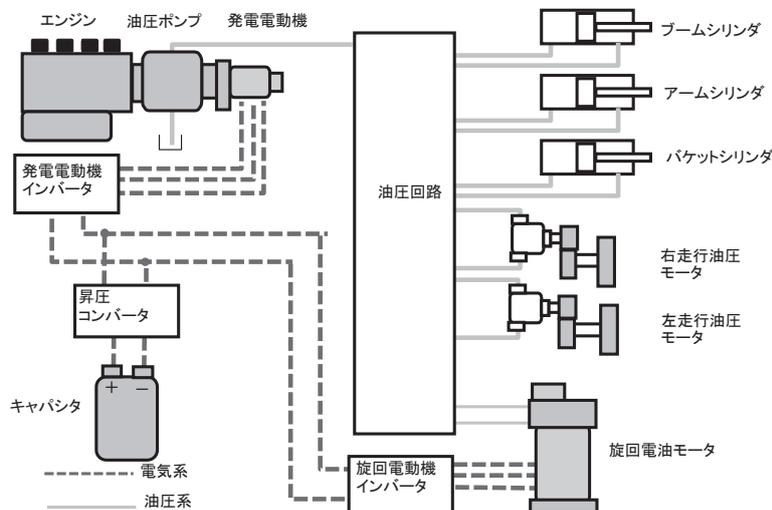
写真一1に「本製品」ハイブリッドショベルの概観を示す。

図一3に「本製品」のシステム構成を示す。従来のショベルは、エンジンにより駆動されるポ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と発電電動機の両方の動力でポンプを駆動している。

また、旋回を従来の油圧モータに加え電動機駆動と



写真一1 「本製品」概観



図一3 「本製品」システム構成

る。

また、これらのハイブリッド固有の高電圧機器／配線に対する感電防止については、漏電検出機能やサービプラグの装備などにより、自動車レベルの安全性を確保している。

4. ハイブリッド機器

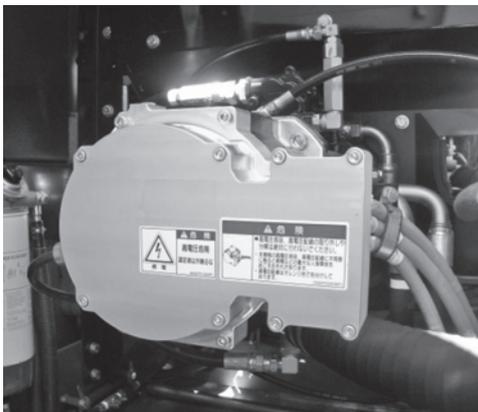
表一1に「本製品」の主要諸元を示す。

表一1 「本製品」主要諸元

エンジン	出力：117 kW/2000 min ⁻¹
蓄電装置	電気二重層キャパシタ
発電電動機	三相交流同期型永久磁石式
旋回電動機	三相交流同期型永久磁石式
油圧ポンプ	2連可変容量アキシャルピストン

(1) 発電電動機

発電電動機（写真一2）はエンジン、油圧ポンプに接続されている。旋回回生によりキャパシタに蓄えられたエネルギーを利用してエンジンをアシストするとともに、キャパシタへの補充電を行う。



写真一2 発電電動機

(2) 旋回電油モータ

旋回加速時は主に油圧により駆動，減速時に電動機を回生動作させ，運動エネルギーを電気エネルギーに変換する。

(3) インバータ

旋回電動機インバータと発電電動機インバータおよび昇圧コンバータを一体化したインバータユニットをあらたに開発，インバータに各電動機を制御するとともに，昇圧コンバータによりキャパシタ電圧を制御する。冷却系は，専用の水冷系を搭載した。

(4) キャパシタ

8tクラスではバッテリーを採用したが，20tクラスは旋回の回生パワーが大きいため，蓄電装置として電気二重層キャパシタを採用し，旋回電動機によって減速時に発生する回生パワーの充電を可能とした。冷却系はインバータと同様，水冷とした。

5. ハイブリッドシヨベル動作

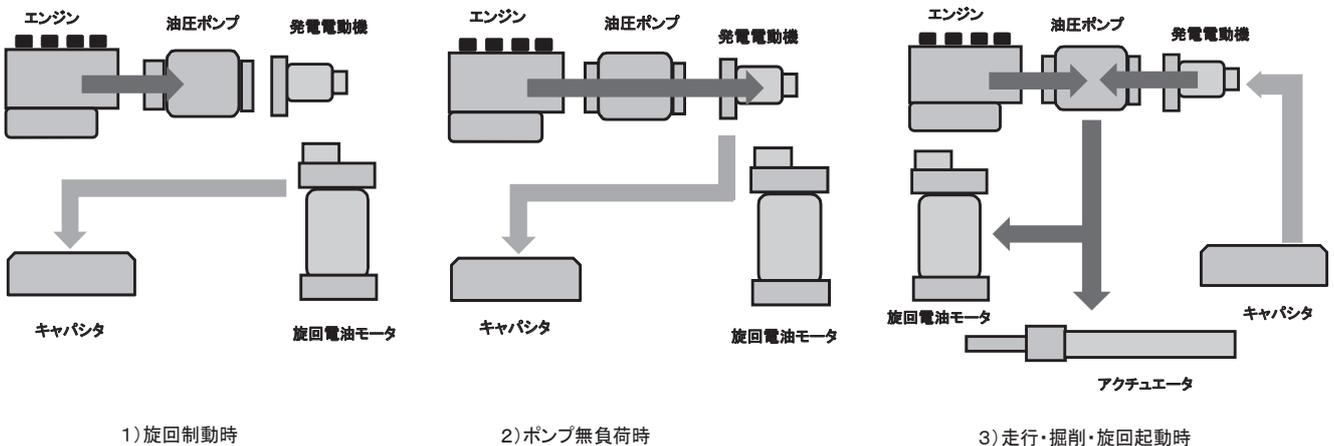
図一4に「本製品」の動作（パワーフロー）を示す。

(1) 旋回制動時

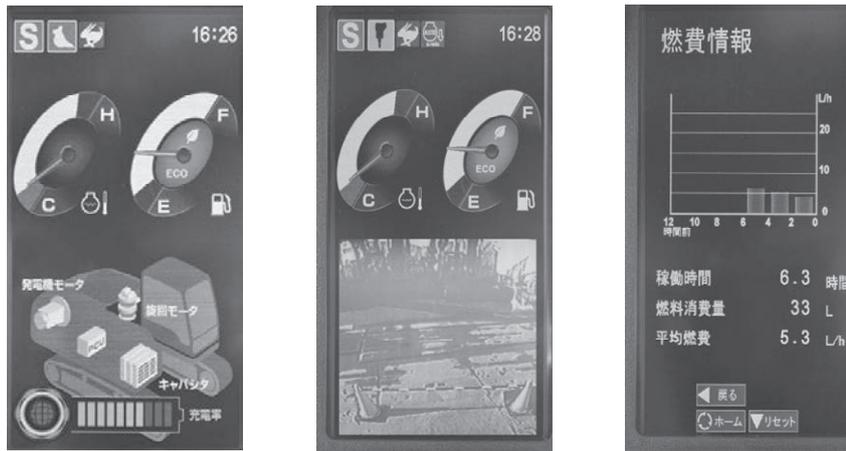
旋回制動時は，旋回運動エネルギーを旋回電油モータの回生作用により電気エネルギーに変換し，インバータ，昇圧コンバータを介してキャパシタに蓄電する。

(2) ポンプ無負荷時

油圧ポンプ無負荷時は，発電電動機により電気エネルギーを発生させ，キャパシタに蓄電する。



図一4 「本製品」の動作（パワーフロー）



1) パワーサプライモニタ

2) 後方カメラ

3) 燃費表示

写真-3 パワーサプライモニタ

(3) 走行・掘削・旋回起動時

キャパシタに蓄電された状態での走行・掘削・旋回起動時は発電電動機によりエンジンをアシストし油圧ポンプが各アクチュエータを駆動する。

上のような作動状況は、カラーマルチディスプレイのパワーサプライモニタ（写真-3）に表示され、電動機、キャパシタなどハイブリッドシステムの構成機器のエネルギーの流れとキャパシタの充電率がリアルタイムで確認できる。

さらに本モニタにはさまざまな機能があり、画面切り替えにより後方カメラ画像や燃費表示が可能である（写真-3）。

6. 燃費低減効果

燃費については JACMAS 評価値で以下を達成した。

- ・ JACMAS 燃料消費量評価値 H モード 9.1 kg
- また、当社標準機を 100%とした場合、連続掘削時には以下の燃費を達成した。
- ・ H モード：約 73%

7. おわりに

油圧ショベルの CO₂ 削減および燃費低減への取り

組みの商品化例として 20t 級油圧ショベルを対象とした SK200H について紹介した。

旋回電油モータ、キャパシタを採用することで、旋回運動エネルギーを効率良く回生することができ、大幅な燃費低減が可能となった。

しかし、電動機など電気機器において、建設機械に使用できるものはまだまだ少なく、建機用ハイブリッドシステムのコストアップの要因となっており、これが今後の課題である。

したがって、ハイブリッド油圧ショベルのクラス展開、および普及拡大を進めていくために上記課題を解決し、さらなるコストダウンを図ることが必要であると考えている。

JACMA

《参考文献》

- 1) 近藤宏一ほか、ハイブリッド車用電気式 4WD システムの開発、自動車技術会学術講演会前刷集 No.101-01, P13～16, 2001 年
- 2) 佐々木正和ほか、キャパシタハイブリッドバスシステムの開発、自動車技術会学術講演会前刷 No.102-01, P9～14, 2001 年

【筆者紹介】

鹿見島 昌之（かごしま まさゆき）
コベルコ建機㈱
GEC 要素開発部
マネージャー



分解搬送性に優れた建物解体機

新型建物解体機「NEXT」シリーズ

山崎 隆典

超ロングアタッチメントを装着した建物解体機は、分解状態で公道を搬送し解体現場へ搬入後、速やかに組立てて解体作業ができなければならない。特に解体物件の多い都市部においては、搬入経路や組立てスペースの制約が厳しく、分解組立性と搬送性の改善に関する要求はさらに高まっている。

本稿は、従来より分解組立性と搬送性を大幅に改善した新型建物解体機「NEXT」シリーズ（以下「本シリーズ」という）を紹介する。「本シリーズ」は、アタッチメントの構成見直しと新しいブーム接続構造の採用により、従来よりも短時間かつ安全にアタッチメントの分解組立作業が可能になった。トラックへの積載と搬送が容易で建物解体機としての機動性が大幅にアップしている。

キーワード：建物解体機、超ロング解体機、アタッチメント、分解組立、搬送性、安全性

1. はじめに

ビルや工場設備の高層建造物の解体に使われる超ロングアタッチメントを装着した建物解体機は、分解された状態で解体現場に搬入され、その現場内でクレーン等を使って組立て、建物の解体作業を行ったあと再び分解して次の解体現場や機械の保管ヤードへ移動するというサイクルで運用される。そのため建物解体機には解体作業性能もさることながら、現場での機械の分解組立性と公道での搬送性が求められる。特に組立スペースや搬入経路の制約が厳しい都市部の解体現場

では、これらの性能が解体工事の工期短縮に繋がることから機械選定上の重要なポイントとなる。また、ユーザのコンプライアンス意識や現場安全意識の高まりからも、より厳密な遵法搬送と現場での分解組立作業を安全に行える超ロング解体機の要求が高まっている。今回これらの要求に対応するため、従来の超ロングアタッチメントを刷新した新型建物解体機「本シリーズ」としてSK400DLCとSK500DLCの2機種を開発した（写真—1）。

2. 従来型建物解体機の課題

超ロングアタッチメントを装着した建物解体機は、1977年に開発されたYS1200（写真—2）が原型となっており、その後ユーザの意見を取り入れながら進化し



写真—1 新型建物解体機「本シリーズ」

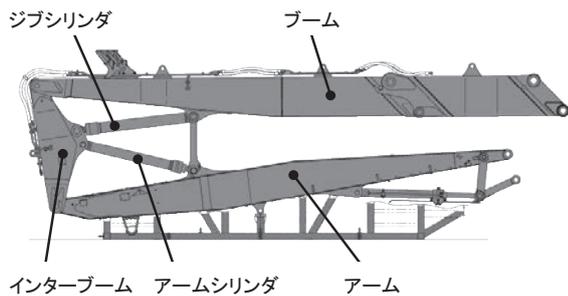


写真—2 建物解体機の原型 YS1200

てきたが、現在に至るまでその基本構成は大きくは変わっていない。

(1) 従来型超ロングアタッチメントの構成

従来型の超ロングアタッチメントの構成を図一1に示す。超ロングアタッチメントは、建物の解体作業に適した形状、構成がYS1200 当時に開発され、ブームはストレート形状でブームとアームの間にインターブームを挿入した3ピース構成となっている。

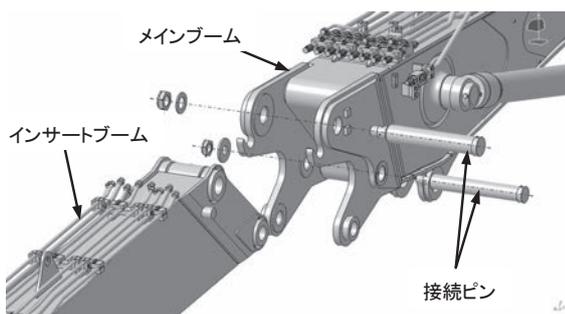


図一1 従来型超ロングアタッチメント

このアタッチメントの特徴は、インターブームがあることでアームの可動角が広がり、一杯にアームを伸ばした高所の解体作業から「コの字」状に折り畳んだ搬送状態まで自在にアタッチメントの姿勢を変えることができる。アーム、インターブームを可動させる油圧シリンダは、圧碎機の持上げに有利なようにアタッチメントの下面に取付けられる。また、大型機では本体にアタッチメントを付けたまま一体搬送はできないため、ブームを分割構造にすることで本体とアタッチメントを切り離して搬送できるようになっている。

(2) 従来型のブーム接続構造

従来型のブームの分割構造は、図一2に示すような2本の貫通ピン（ピン径φ 100 mm 前後）で連結する構造が採用されている。このピンの脱着は大きなハンマーを使った打撃作業となり、ピンの質量が60 kg 前後もあるため人力での保持は難しく、吊上げ用のク



図一2 従来型のブーム接続構造

レーンが必要となる。また、作業高さが地上から3 m 程度あり、高所作業車を使って十分な転落防止措置を行わないと安全に作業ができない。

さらに、このピン結合構造はアタッチメントの結合ガタを少なくする必要からピンと穴とのスキマは小さく設定されている。実際の現場でピン穴を精度良く合わせてピンを抜き差しすることは難しく、条件が悪いとそれだけで何時間も掛かるケースもある。

100 t を超える超大型の建物解体機に付いては、ピンに油圧シリンダを内蔵した構造が実用化されており、この構造を採用すれば重いピンのハンドリングと打撃作業は不要となる¹⁾。しかし、都市部の解体作業に適した40 t クラス以下の機械では、ピン径やブームの断面寸法が小さく、現状ではこの構造を成立させるのは難しい。

(3) 従来型の配管接続

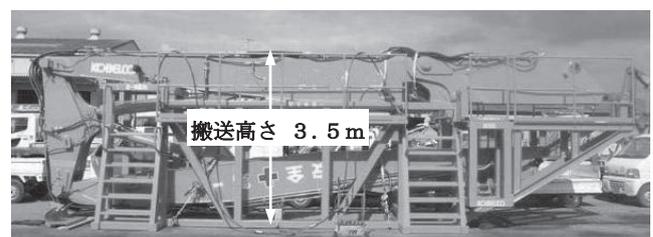
従来型では油圧配管は写真一3に示すように1箇所の接続部で10系統前後の配管がある。配管の配置はブーム上面になっており、こちらも高所の作業となる。配管の継手は、一般的なネジ継手で大型のスパナなどの工具を使った作業となる。その際に流出する作動油については、油受けなどの流出防止措置が必要であり作業には時間と手間がかかっている。



写真一3 従来型の配管構造

(4) 専用スタンドと搬送性

分解されたアタッチメントは、搬送や保管の際に安定して置けるように写真一4のような専用のスタンドを準備する必要がある。このスタンドは、上記のピ



写真一4 従来型のアタッチメント+スタンド

ンや配管の脱着作業用の足場も設けられており、高所作業車なしで分解作業ができるメリットがあるが、その代わり大掛かりで高価なものとなっている。

スタンドに搭載した状態で、アタッチメントの搬送高さは3.5 mあり、搬送高さの制約から低床トレヤでないと公道での搬送はできない高さとなっている。この高さはほぼインターブームの長さで決まり、現状のアタッチメントの構成ではこの高さを短縮することは困難であった。また、この寸法での搬送には特別な許可を取得する必要があるため、搬送の自由度が少なくコストも多く掛かっていた。

3. 新型アタッチメントの特徴

新型解体機「本シリーズ」は、従来型アタッチメントの課題であった現場での分解組立性と搬送性を大幅に改善し、遵法搬送と安全、迅速な分解組立て作業が可能となるよう、アタッチメントの構成とブーム接続部の構造を見直した。

部の構造を見直した。

(1) アタッチメントの構成

新型アタッチメントの構成を図-3に示す。ストレータブーム、3ピース構成、油圧シリンダ下面取付けなどの基本的な構成は変わらないが、それぞれの寸法形状や配置を大きく変更した。

① インターブーム長さ短縮

従来型：2.3 m / 新型：1.4 m

② ジブシリンダの本数と配置

従来型：1本、アタッチメント下面

新型：2本、アタッチメント側面

(シリンダの持ち上げ方向は従来と同じ)

③ アーム形状

従来型：上面はテーパ形状

新型：上面はフラット形状

この変更により、格納姿勢でアタッチメントの高さを従来の3.5 mから2.0 mまで下げることができた。

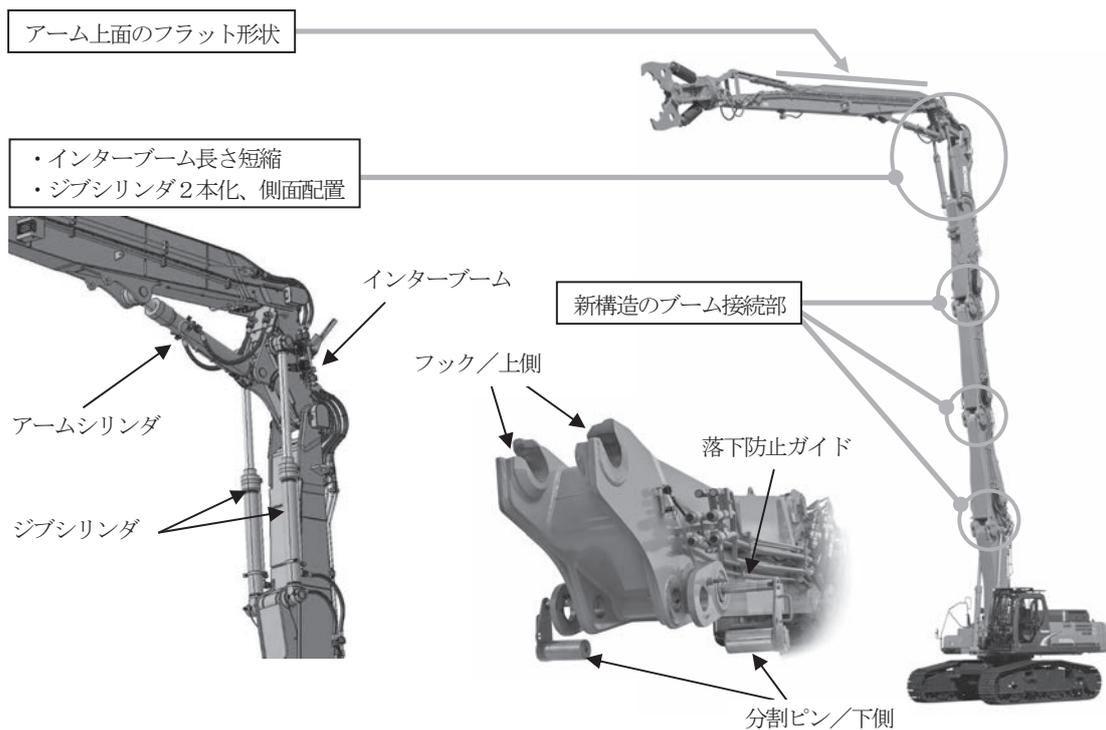


図-3 「本シリーズ」での主な変更点

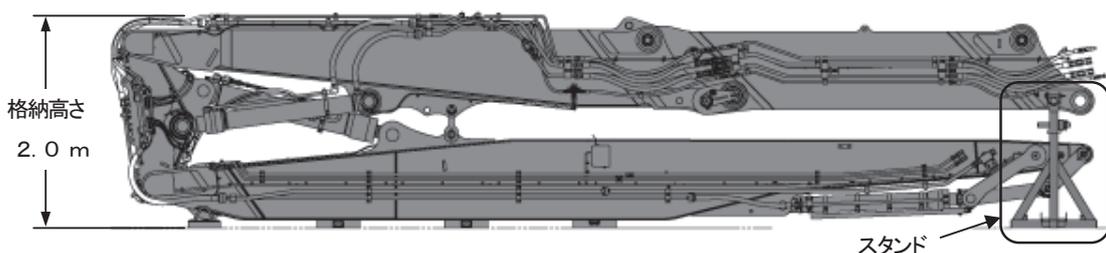


図-4 新型アタッチメントの格納姿勢

また、アームの上面をフラットにしたことでアタッチメントの倒れを抑えるだけの簡単なスタンドを準備するだけで安定して置けるようになった（図—4）。

(2) ブーム接続構造

新型アタッチメントの接続構造は、アタッチメントの分解組立て作業性を改善する上での大きなポイントであり、今回の開発の中でも最も特徴的な要素である（図—3）。

開発においては、具体的に下記の構造を採用することで分解、組立て作業の容易化、クレーン不要の自力脱着と作業の安全性向上を狙った。

- ①上側のピンは相手側をフック構造とすることで、ピンの脱着自体を無くし、引っ掛けるだけで穴合わせを不要とする。ブームを上下に動かすだけで下側ピンの穴合わせを可能にする。
- ②下側のピンは、左右2分割の短い軽量ピンにし、ピンの抜き差しを容易にした。ピンには、抜け止め兼用の落下防止ガイドが取付けてあり、抜けたピンを人が保持する必要が無いようにする。

図—5に下側のピンを抜く際の手順を示す。今回の新構造により、従来よりもピンは軽量でかつ抜き取り後に保持する必要がなくなる。また、抜き取り後のピンはピン穴から退避するので、ブームの接続時にはピン穴合わせの目視確認にも邪魔にならない。さらに、ピンには硬質クロームメッキを施しており錆によるピンの固着を防止する配慮も行っている。

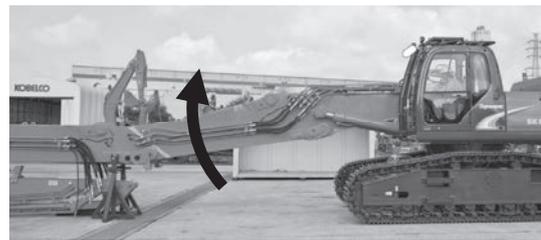
(3) 油圧配管接続

油圧配管の接続部には、残圧除去機能付きのネジ接続式油圧カップリングを採用した。アタッチメント脱着時には、本体側のレバー操作で圧抜き作業を行うのが基本であるが、上手く抜けきらずに若干の残圧が残った場合でもこのカップリングでは油漏れ無しに配管の接続が可能である。これにより従来行っていた作動油の流出防止措置が不要となり、作業の迅速性と環境汚染防止に貢献している。

また、配管のレイアウトも従来のブーム上面から側面に変更することで作業位置を低くしている。

4. 「本シリーズ」の効果

これまで述べたアタッチメントの見直しと工夫により、分解組立性と搬送性は大幅に改善され、解体現場への搬入が迅速かつ容易となり、作業も安全に行えるようになった。以下にその効果をまとめる（写真—5、6）。



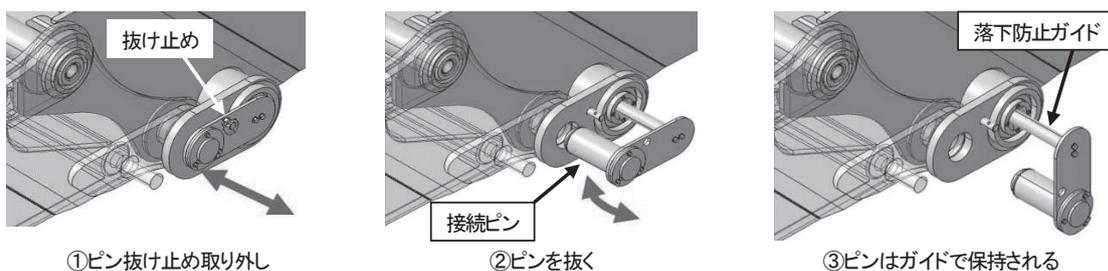
写真—5 アタッチメントの自力脱着



写真—6 地上から安全に作業

《アタッチメント分解組立性》

- ◆約30分で組替えが可能
(従来は約2時間)
- ◆自力でアタッチメント接続可能
(組立てにクレーン不要)
- ◆地上から安全な作業が可能
(高所作業車不要)
- ◆重たいピンのハンドリング不要



図—5 下側ピンの抜き取り

(作業の安全性改善)

- ◆配管からの作動油の流出がない
(作業効率化, 環境汚染防止)

《アタッチメント搬送性》

- ◆10tトラック積載で全高3.8m以下
(特別な許可なく 遵法搬送可能)
- ◆簡単なスタンドで安全に積載
(大掛かりなスタンド不要)

また、「本シリーズ」は上記に述べた新型アタッチメントに加えて、本体側においても油圧拡幅式クローラ(写真-7)や積層式カウンタウエイト(写真-8)といった分解組立性と搬送性を改善するための最新の機構を採用している。これにより、建物解体機としてトータルでの高い機動性を持たせている。



写真-7 油圧拡幅式クローラ



写真-8 積層式カウンタウエイト

なお、最大作業高さや作業半径などの本来の解体作業性能は従来機と同等の性能を維持していることは言うまでもない。一例として、図-6にSK500DLCの作動範囲図を示す。

●SK500DLC NEXT超ロングアタッチメント仕様

図は8.7mアーム仕様 KR1100TPRニブラー装着時
併記の数値は6.1mアーム仕様 / 8.7mアーム仕様

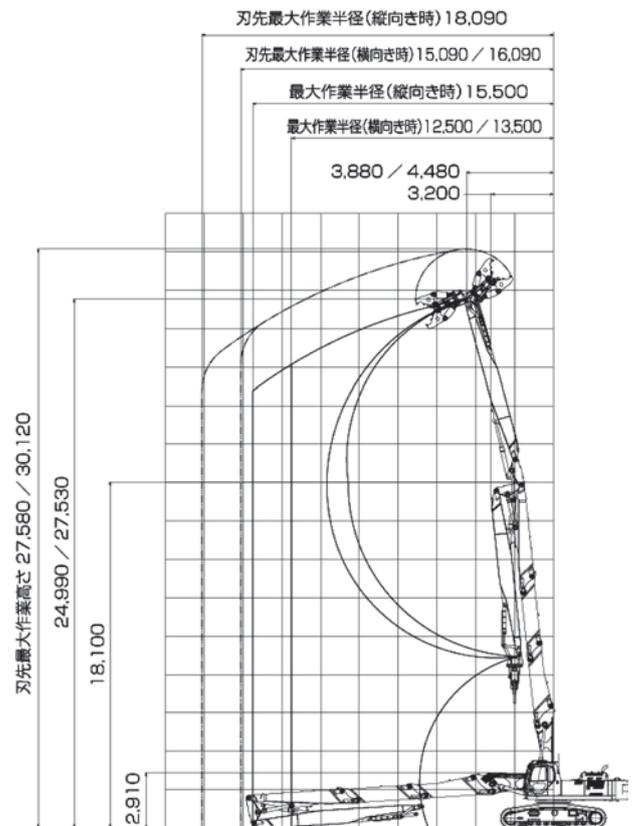


図-6 SK500DLC 作動範囲図

5. おわりに

今回開発した新型建物解体機「NEXT」シリーズは、搬送規制や現場の分解組立作業性、安全性など、建物解体機の使用される環境変化を捉えていち早く対応した。このスタイルは今後の建物解体機のスタンダードになっていくものと確信する。

JCMIA

《参考文献》

- 1) 庭田孝一郎, 世界一の作業高さを追求した解体専用機, 建設の施工企画, 特集: 解体・リサイクル, 日本建設機械施工協会, P61-65, 2009年4月.

[筆者紹介]

山崎 隆典 (やまさき たかのり)
コベルコ建機(株)
グローバルエンジニアリングセンター
環境機械開発部
特機開発グループ長



新型グースアスファルトフィニッシャ

HGP55W の紹介

菱 沼 英 雅

重要な社会インフラである橋梁の多くは、現在更新時期を迎えつつあり、今後は架け替え工事や、補修等による工事量の増加が見込まれている。それら橋梁（鉄橋の鋼床板）の防水層を成型するための代表的な舗装機械としてグースアスファルトフィニッシャが挙げられるが、現在市場で稼働しているグースアスファルトフィニッシャも老朽化し、さらにはエンジンの排ガス規制、低騒音等の環境規制対応の需要が高まっていく中で、グースアスファルトフィニッシャもまた更新時期を迎えつつある。そこで、ユーザーによる数多くの要望も取り入れた新しいグースアスファルトフィニッシャ HGP55W（以下「本製品」という）を新規開発したので、ここで紹介する。

キーワード：グースアスファルト、アスファルトフィニッシャ、橋梁、舗装、防水層

1. はじめに

グースアスファルト舗装とは、ドイツで開発された舗装で、日本国内でも広く利用されている。舗装にはグースアスファルトと呼ばれる高温（240℃前後）で流動性の高い特殊なアスファルト混合物を用いた流し込みによる施工法が主体で、不透水性で撓み追随性や耐衝撃性に優れていることから、主に橋梁の鋼床板の防水層（基層）として利用されている。さらに低温でもひび割れしにくい等の特徴もあることから、寒冷地

の表層としても利用されている。

また、高温で流動性の高い特殊な混合物であることから、クッカ車と呼ばれる特殊運搬車両で加熱・混練をしながら運搬する。日本国内では、グースアスファルトフィニッシャと呼ばれる特殊なアスファルトフィニッシャで敷き均すことが一般的である。今回は、当社で新規開発した「本製品」の特長について紹介する。

2. 主要諸元

「本製品」の外観を示す（写真-1）。また、主要諸



（機械前方視）



（機械後方視）

写真-1 「本製品」

表-1 主要諸元

「本製品」主要諸元			
寸法	全長	mm	5790
	全幅	mm	2490
	全高	mm	2555
	質量	kg	11550 (最大 12050) セルフロードによる輸送が可能
エンジン	メーカー・型式	-	いすゞ 4JJ1X
	総排気量	L	2.999
	定格出力	kW/min ⁻¹	70.9/2000
	最大トルク	N·m/min ⁻¹	359/1600
舗装能力	舗装幅	m	2.4 ~ 4.5 (油圧伸縮) 最大 5.5 (EXT 付)
	舗装厚	mm	10 ~ 100
	舗装速度	m/min	0.5 ~ 12
	締固方式	-	V
	ホッパ容量	t	1.4
	コンベヤ	t/h	70 (スクリュ式)
	スクリュ	-	油圧伸縮式

元を（表—1）に示す。

3. 機械の特長（主な機能紹介）

アスファルトフィニッシャには環境性能、舗装性能、安全性、メンテナンス性、輸送性等の向上が常に求められており、グースアスファルトフィニッシャもその例外ではない。「本製品」は、グースアスファルトフィニッシャを保有するユーザーから得られた数多くの意見・要望をバランスよく取り込み、各機能を充実させた機械であり、ここではその特長について述べる。

(1) 環境性能の向上

建設機械の環境性能を示す基準として、エンジンの排気ガスに対する基準と、騒音に対する基準があるが、その他に近年では環境性能の目安としてCO₂の排出削減や低燃費量の低減等も挙げられる。

同機は、当社のホイール式アスファルトフィニッシャをベースマシンとし、国土交通省第3次排出ガス基準値ならびに低騒音型建設機械の基準値に適合している。

さらには、標準装備でもある「エコモード」機能を搭載し、施工の負荷に応じてモードを切り替えることが可能で、燃料消費量を抑えると共に騒音の低減にも効果がある。流動性の高いグースアスファルトでは通常のアスファルト混合物に比べ、作業負荷も少なく済むので、エコモードを使用することが燃料消費を抑える上で有効と考える。

(2) 舗装性能の向上

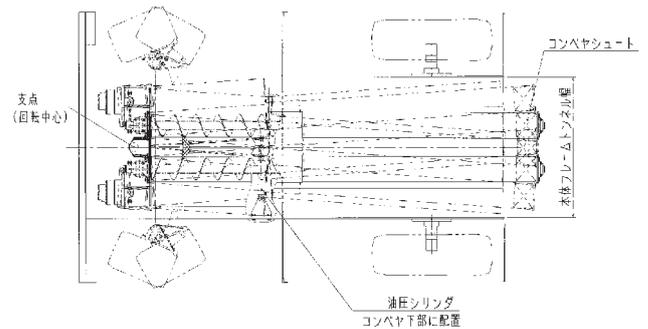
①超低速走行時の安定性

グースアスファルト舗装の必須機能の一つに超低速性能が求められているが、「本製品」はこの要求を満足し、最低舗装速度0.5 m/minに於ける安定走行を実現している。この機能を実現するにあたり、高速走行と低速走行を両立させる為、減速率の大きな走行装置が必要不可欠であったが、これも要求仕様を満足する走行装置を備えた当社のホイール式アスファルトフィニッシャをベースマシンにすることで実現している。減速機を搭載したホイール式アスファルトフィニッシャをベースマシンとした理由はこの走行安定性に依るところが大きい。

②合材送り能力の向上（コンベヤ装置）

グースアスファルトフィニッシャのコンベヤ装置には、合材が漏れ出ない様に密閉性に優れたオーガ式のタイプが一般的であるが、この場合コンベヤのシュー

ト部分の幅の広さは、スクリュ羽根径よりも少し大きいくらいで、左右方向への撒き出しは機械後部の撒出スクリュ装置に頼る部分が多かった。しかし、「本製品」ではこのコンベヤ装置全体を油圧シリンダでスイングさせることで、シュート部分を幅広い範囲で動かす構造としており、本体フレームのコンベヤトンネル幅一杯を有効に使うことで広い範囲で合材を投下することを可能にしている（図—1参照）。

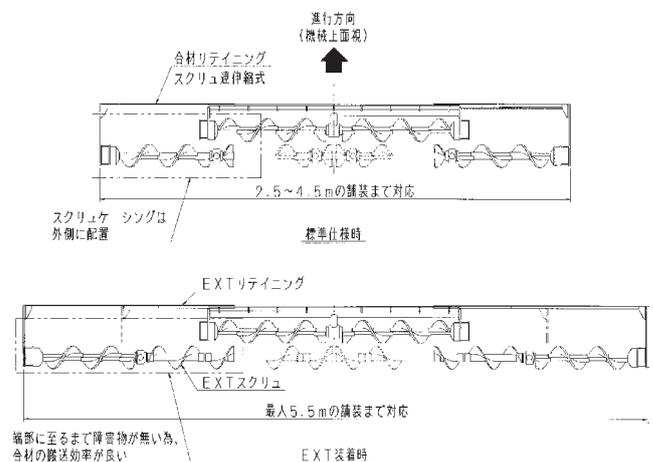


図—1 コンベヤスイング構造図

さらに、この機能のもう一つの利点として、横断方向に勾配の付いた現場でその性能を発揮する。流動性の高いグースアスファルト混合物は、投下後傾斜に沿って流れ落ち易い為、少しでも勾配の上流側に合材を投下した方が、より効率よく合材を撒き出すことが可能である。

③合材送り能力の向上（スクリュ装置）

また、横方向の撒き出しスクリュ装置に旧型機でも定評のあった、油圧伸縮式を採用。更なる撒き出し性能の向上の為、スクリュケーシングを外側に配置することでフロントスクリュからリヤスクリュへの合材の乗継ぎを改善し、スクリード端部まで安定した合材供給を可能にしている。また、EXT装着時もスクリュの羽根をスクリュケーシング内側に配置することで、



図—2 伸縮スクリュ構造図

フロントからリヤへの乗継ぎ易さを損なうことが無い様に配慮している。

スクリュに連動して伸縮するリテイニング（チェーン式）も備えており、下り坂の舗装で合材が前に流れ出てしまうのを広い範囲で防ぐことが可能である（図—2参照）。

④デュアルマット（2枚式）スクリード

スクリードには、バイプレート式2枚スクリード（デュアルマットスクリード）を採用した。左右のスクリードが独立している為に密閉構造とすることが可能で、スクリード内部へ合材が侵入し易いグースアスファルト舗装に適している。特にクラウンをつけた際に、左右対称（3枚）式では中央に隙間が生じて合材が侵入し易くなるのに対し、2枚式では隙間が生じないという利点があり、これが2枚式を採用した理由である（図—3参照）。スクリードプレートには、高温なグースアスファルト合材でも熱歪みが生じにくい厚板（ $t = 14\text{ mm}$ ）の耐摩耗鋼板を採用し、熱によるスクリードプレートの変形を防止している。さらに段差装置を使用する頻度も多いことから、段差装置にも油圧式を採用し容易に調整可能としている。

舗装厚制御方式には、従来のレベルローラ方式とリフトシリンダ（吊下）方式を採用し、いずれも操作が容易な油圧シリンダ式を採用し、油圧シリンダにも微小な舗装厚調整に最適な低速用シリンダを採用している。また、舗装厚制御にはAGC（オートグレードコントローラ）も使用が可能で、タイヤの弾みの影響を特に受け易いリフトシリンダ（吊下）方式においてそ

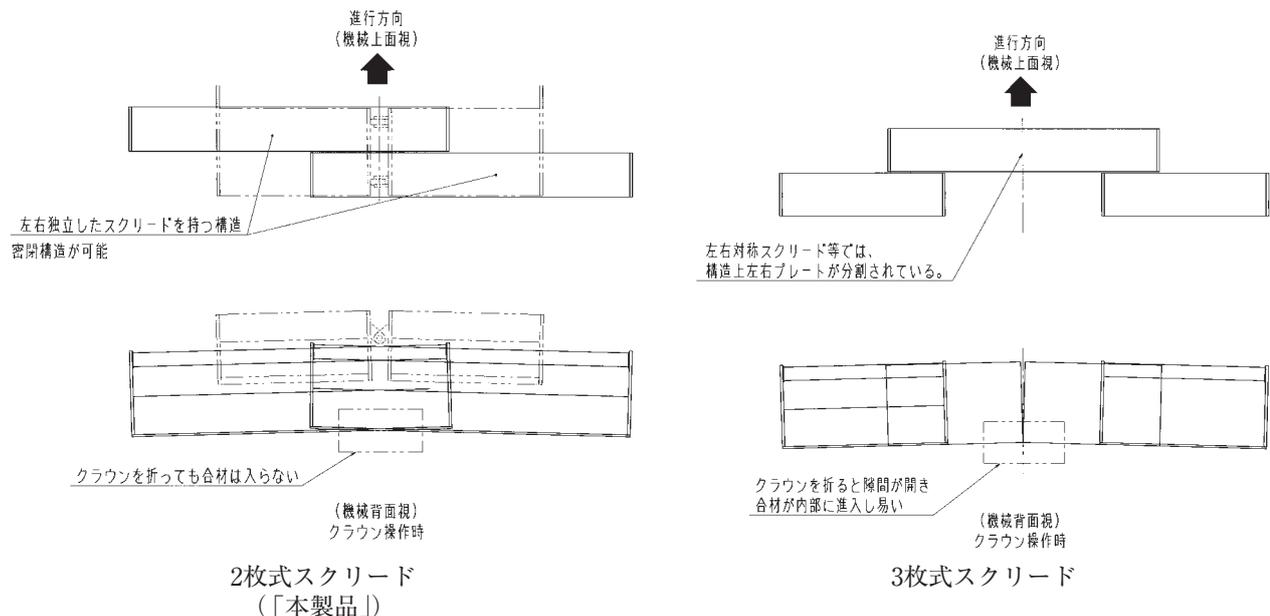
の効果を発揮する。

⑤伸縮式プッシュローラ

各ユーザーが保有する様々な形状をもつクッカ車に対応すべく、プッシュローラには前後伸縮機構を採用した。プッシュローラのストロークは前後方向200 mmを確保しており、クッカ車が接車した際に、クッカ車のシュートとホッパの関係を最適位置に調整することができる。プッシュローラの伸縮にはオプションで油圧シリンダ式も準備しており、油圧式の場合は無段階で位置を調整できより扱い易いものとなっている。

(3) 安全性の向上

グースアスファルトフィニッシャは、 240°C もの高温なアスファルト混合物を扱う為、加熱装置にも相当の火力が求められる。グースアスファルトフィニッシャには、スクリードの加熱装置に加え合材を保温する為、コンベヤ装置にも加熱装置を設けている。それぞれの加熱方式にはトーチバーナやラインバーナによる直火加熱方式採用している機械が殆どで、作業中は常時炊きっぱなしであった。その為火災の発生率が高く、作業員は常に火災の危険性にさらされていると言っても過言ではなかった。ユーザーからは、加熱装置の安全性の向上を求める声も多く、「本製品」の加熱装置には火災の発生率が低く、均一加熱性能の高いLPG熱風式ヒータを採用した。失火検知機能（失火時にガスラインを遮断）も備え安全性を高めている。万一火災が発生しても、非常停止ボタンでガスライン



図—3 スクリード比較図

を即断し、非常停止を解除してもガスラインだけは手動で操作を行わないと復帰できない様な、安全回路も備えている。その他の機能として、自動温度制御機能があり過加熱防止や無駄なガス消費を抑えている。

(4) メンテナンス性の向上

ゲースアスファルト混合物の流動性の高さ故、旧型ゲースアスファルトフィニッシャではスクリードの隙間から合材が進入するケースが多く、こまめに清掃をする必要があった。

「本製品」では、スクリードプレートの形状を従来機同様L型曲げプレートとし、高さ寸法をより高くしプレート上部からの合材の進入を防いでいる（図4参照）。

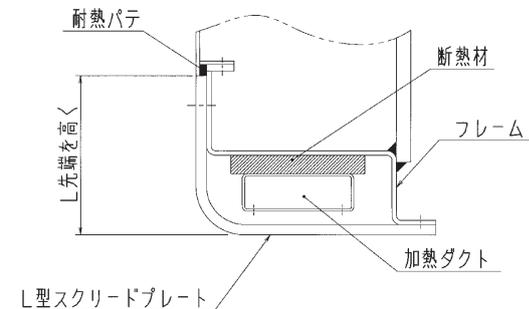


図4 スクリード断面構造

(5) 輸送性の向上

ゲースアスファルト舗装厚制御には、前途にあるレベルローラを使用することが多かった。これはレベリングアームに取り付けて使用するものであるが、取り

付けた際に本体の幅からはみ出てしまい、取り付け状態ではセルフローダによる回送ができなくなるという不都合もあり、ユーザーは回送と施工の度にレベルローラを着脱する必要があった。

また、レベルローラは重量物でもある為着脱作業には危険が伴っていた。

このような問題点にも着目し、輸送性を向上させる為レベルローラを容易に着脱できるような格納装置を設け、さらにレベルローラを使わないときは輸送幅以内に格納できるスペースも機械本体に確保している。

4. おわりに

今回紹介した HGP55W はユーザーの様々な要望・意見を取り入れた、より扱い易いゲースアスファルトフィニッシャを目指し開発したものである。今後も、これまで以上に厳しくなる環境負荷基準や、安全性向上の要求の増大が見込まれる。さらには特殊工法であるが故に生じてくるユーザー毎に異なるノウハウや、多様な要求にも応えた、より良い機械を積極的に開発していく所存である。

JICMA

【筆者紹介】

菱沼 英雅 (ひしぬま ひでまさ)

住友建機(株)

技術本部 道路機械技術部 第二設計グループ

設計担当

機械稼動情報を活用した 建設機械のライフサイクルサポート

瀧下 芳彦・村上 勝彦・森下 一成

現在社内各部門が多様化するお客様のニーズへ即応できるように取り組んでいる。その手段として ICT は極めて有効であり、建設機械の分野においても様々な技術が取り入れられ、各種の大量データを容易に入手出来る環境が整ってきている。

本稿では、このうち特に機械稼動情報を活用し、建設機械のライフサイクルをサポートするための取り組みに関して、データ収集の仕組みとその活用方法について、具体的な事例を交え、以下に述べる。

キーワード：建設機械、油圧ショベル、ICT、機械稼動情報、ライフサイクル

1. はじめに

建設機械の市場はグローバル化し、新興国を除き成熟期にあり、機械性能（ハード）のみでの差別化は難しくなりつつある。このような状況においては、販売後のアフターマーケットにおけるサービス対応が重要となる。

アフターマーケットでの顧客の要望は、機械の稼動率を上げることおよびメンテナンスコストを低減することである。このため各社は ICT (Information and Communication Technology) を活用し、遠隔で機械を管理する仕組みを導入している。

そのため、他社に先駆け、2000年6月に油圧ショベル ZAXIS シリーズ 1 型に衛星通信端末をオプション搭載とし、稼動情報を遠隔にて収集できる機械を「情報ショベル」として販売を開始¹⁾した。その後、2006年4月に ZAXIS シリーズ 3 型の販売時に同機能を標準搭載とした。

また、2005年10月より各機械の稼動情報のみではなく、関連する機械情報や技術情報等を一括で管理する Global e-Service (グローバルイーサービス) (以下「本システム」という)と呼ぶシステムを全世界で運用開始した。「本システム」は顧客を含む機械に携わりがある全ての人に対して、必要な情報の提供を行い、業務の効率化を図っている。

2. 「本システム」の概要

「本システム」は大きく以下の三つの機能を有して

いる (図-1)。

- ①製品が生産されてからその寿命を終えるまでに関わる生産、品質、稼動、技術、販売およびサービス履歴の情報を収集する。
- ②収集した情報を蓄積し、一元管理する。
- ③蓄積・管理する情報を製品に携わる部門へ多様なメニューとして情報を提供する。

「本システム」のメニューは管理者向けの機能を含めて約 80 あり、代理店向け、顧客向けなど、利用者に応じて公開している。

現在、「本システム」では、全製品に関するドキュメント情報を管理し、約 2 万 4 千社の登録会社、約 6 万人のユーザーに対して有用な情報を提供している。グローバルと名付けられた通り、20 カ国語に対応し、世界の 82 の国や地域で利用されている。

「本システム」は携帯電話や衛星通信網を介して製品の稼動情報をモニタする M2M (Machine to Machine) と呼ばれるサービスも提供している。現在、世界中で約 12 万台の製品から送られてくる膨大な情報を受信・蓄積し、地図情報と組み合わせる等、多彩な用途に対して情報を提供している。

この M2M のシステムから得られる情報を基に機械 1 台毎の稼動状況²⁾を日報の書式で表示している。この日報の情報からエンジンの稼動状況、1 日の稼動時間、燃料タンクの残量、累積の稼動時間などを閲覧することができる (図-2)。

さらにこの画面からは該当する機械に関する様々な情報を参照できるようにリンク機能が施されており、過去の修理履歴や該当機械の技術情報を参照すること

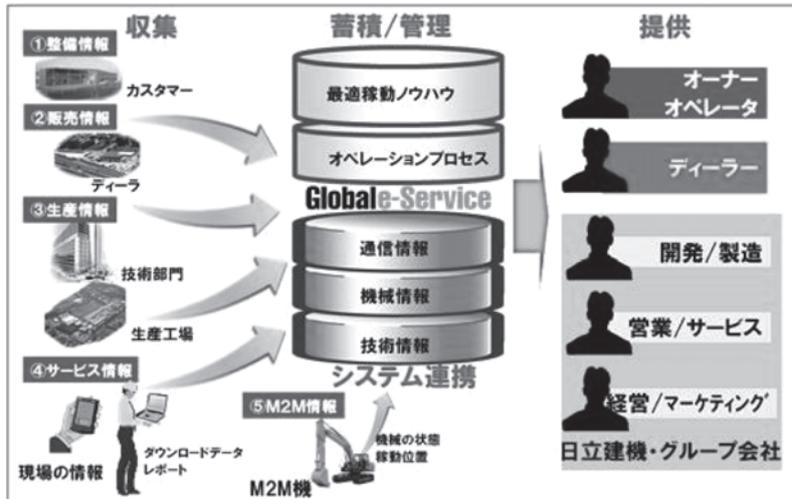


図-1 「本システム」の全体概要

GIS, M/C, HDS, S/B, P/B, H/R, HOP, e-Cabinet, Owner's Site, FIR, M+Mc, MAP

機材詳細 製品仕様 履歴 サービス対象 3D検索 アラーム コン図

モデル名: ZX200-3 号機: ... PIN No.: ... 稼働情報取得日 (yyyy/mm/dd): 2012/03/20

年月日 (yyyy/mm/dd): 2012/03/20 表示範囲: 6時~18時 検索

エンジンOn

日付 (yyyy/mm/dd)	稼働時間 (時)							稼働時間 (時間)	燃料消費 (%)	稼働距離
	6	7	8	9	10	11	12			
2012-03-20								7.6	100	\$703.0
2012-03-19								5.2	100	\$693.4
2012-03-18								-	-	-
2012-03-17								10.9	100	\$690.2
2012-03-16								6.0	100	\$679.2
2012-03-15								5.0	100	\$673.2
2012-03-14								11.2	100	\$668.1
2012-03-13								12.0	100	\$656.8
2012-03-12								8.5	100	\$644.7
2012-03-11								-	-	-
2012-03-10								7.9	100	\$616.2
2012-03-09								12.7	61	\$628.2
2012-03-08								15.3	100	\$615.5
2012-03-07								15.4	100	\$600.2
2012-03-06								8.2	100	\$584.7
2012-03-05								10.3	100	\$576.4
2012-03-04								-	-	-
2012-03-03								13.9	100	\$566.0
2012-03-02								14.5	100	\$552.1
2012-03-01								9.6	100	\$537.5
2012-02-29								4.7	100	\$527.9
2012-02-28								10.2	100	\$523.2
2012-02-27								9.4	67	\$513.0
2012-02-26								-	-	-
2012-02-25								11.4	100	\$503.5
2012-02-24								17.8	100	\$492.0
2012-02-23								11.4	100	\$474.2
2012-02-22								12.9	35	\$462.8

図-2 日報の表示画面例



図-3 地図上での機械管理

で顧客からの問い合わせ時などに速やかに対処することが可能となった。

通信装置にはGPS (Global Positioning System) 機能が搭載され、位置情報も稼働データと共に送られて

くる。機械の最新位置を地図上に表示することでサービス員の行動の効率化を促進している (図-3)。

3. サービス・部品販売部門における活用事例

サービス及び部品販売部門では、通信端末を搭載した汎用油圧ショベルやマイニング機械から日々送信される稼働情報を用いて、顧客へのメンテナンス・修理の提案、予防保全の提案、使い方指導などをまとめたサービスレポートを作成するシステムを開発し、その活用を推進している。また、機械のエンジンが稼働している累積のアワーメータ（積算時間計）や位置情報を基に適切なタイミングで巡回サービス等を実施し、タイムリーなサービス業務および部品販売を実現している。ここでは、機械の稼働データを基にしたレポートシステムの機能と活用状況および顧客提案の事例について述べる。

(1) サービスレポート支援システム

これまでのレポートは、帳票による手書きやエクセルやワードなどのPC（Personal Computer）上のソフトウェアによる作成が主流であった。したがって、レポートの作成時間や品質は、作成者の能力に依存している面があった。サービスレポート支援システムは、それらの作成プロセスと手法を統一してフロー化することで、レポートの品質向上、作成工数の低減および顧客への提案力強化を実現させた。

国内サービスでは、サービス受注活動の一つとして、無償点検サービス（特別巡回サービス）を実施しており、それらの点検結果をフィードバックして修理の受注や予防保全などの提案書作成につなげている。サービスレポート支援システムでは、実機の点検結果に加え、機械に記録された温度や負荷などの稼働情報を取り込み、グラフ化を容易にした。これにより外部損傷や劣化だけではなく、エンジンや油圧機器の負荷状況を示すことで、メンテナンスや修理の必要時期を具体



図-4 修理提案書の画面例

化し、説得力のある修理提案書の作成が可能となった（図-4）。

建設機械のグローバル市場においても顧客のコスト意識は強くなる一方であり、サービス部門では日本国内の直営サービスを通じて蓄積したこれらサービス受注実績のノウハウを海外代理店へ向けて展開中である。

一方、海外においては、マイニングビジネスに関連したマイニング機械のサポートが重要性を増している。

鉱山を多く抱えるオーストラリアやインドネシアにおいては、機械の効率的・経済的な保守のため、顧客自身が稼働データを積極的に活用する傾向があり、代理店からのレポートにも強い関心を示している。マイニング機械ではFMC（Full Maintenance Contract：包括契約）のサービス契約を締結している機械も少なくなく、それらの機械に対しては代理店から定期的なレポート提示を実施している。これらの情報を通じて、顧客とのコミュニケーションを深め、機械の稼働率の向上に努めている（図-5）。



図-5 FMCレポートの画面例

また、一昨年発売されたハイブリッド機に対応した稼働状況レポートや従来機との比較、特に稼働状況と燃費データを提示しハイブリッド機の優位性を提案するレポート作成システムも開発中である。昨今の燃料高騰を背景に、顧客の燃費への関心は以前にも増して高まっている。ハイブリッド機の燃費低減効果や環境配慮効果が充分発揮されているかは、各々の稼働現場におけるオペレータの操作や稼働状況にも左右されるため、これらの提案は今後の顧客接点として有効なツールとなっていくと考えている。現在は試行的にレポート配信を実施しており、最終的には前述のサービスレポート支援システムへ統合していく計画である。

(2) イベント監視システムの活用

温室効果ガスの排出量抑制についての世界的な動きがある中で、産業界においても排出ガス規制への適応が必須となっており、大型エンジンを搭載する建設機械もその対象となっている。規制スケジュールでは、中心機種が現在 Stage III B (欧州), Interim Tier4 (米国) の規制に入っており、規制をクリアする技術としてエンジンにマフラフィルタ、触媒を組み合わせた DPF (Diesel Particulate Filter: ディーゼル微粒子捕集フィルタ) が搭載されている。

このマフラフィルタは、PM (Particulate Matter: 粒子状物質) を捕捉し燃焼させる機能を有するが、PM の捕集能力を維持する事が規制値クリアの必須条件となっている。このため通信機能を活用し、効率的に状態監視を行うイベント監視システムを開発した。このシステムはエンジンの状態により発生したイベントを適宜受信し、「本システム」へ情報を展開している。サービス部門は当該テリトリ内で稼動する機械を遠隔で監視し、発生しているイベントの状態から各イベントについての対処行動を行う。この対処行動はイベント毎に対応指針として纏められており、イベント発生時の指示や対処行動までのスピードを向上させている (図-6)。

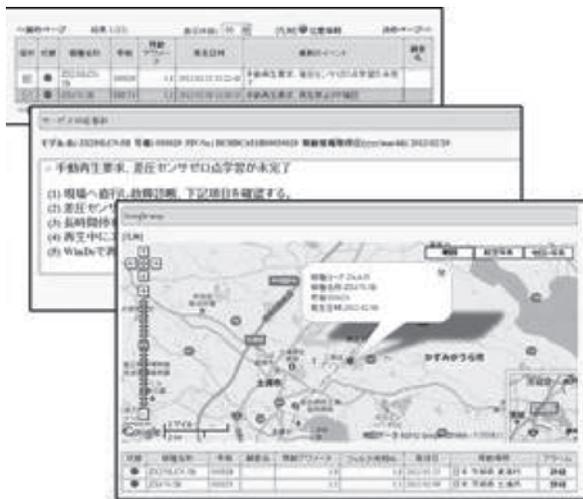


図-6 イベント監視システムの画面例

(3) 顧客への作業改善提案事例

稼動情報を分析することにより機械の燃費向上に寄与した事例について述べる。

最初に対象機械の基本性能を調査したところ、機械そのものに不具合は見当たらず所定の性能を満足していた。そこで次に対象機械以外の同業種機械群の稼動情報を集め、対象機械との比較を行った。

図-7 はポンプ負荷について、対象機械と同業種

機械群の平均値とを比較したものである。同業種機械群の平均値においては、無負荷状態 (アイドリング状態) を除き、山型の頻度分布であるのに対して、対象機械においては、同業種機械群の平均値にはない最大負荷域における作業が多く含まれている (図中の丸囲み部分) ことが分かり、これが燃費に影響を与えていると考えられた。そこで対象顧客に実際に実施している詳しい作業内容を聞き取り、該当する部分の作業方法を改善することを提案し、実際に燃費改善が図られた。

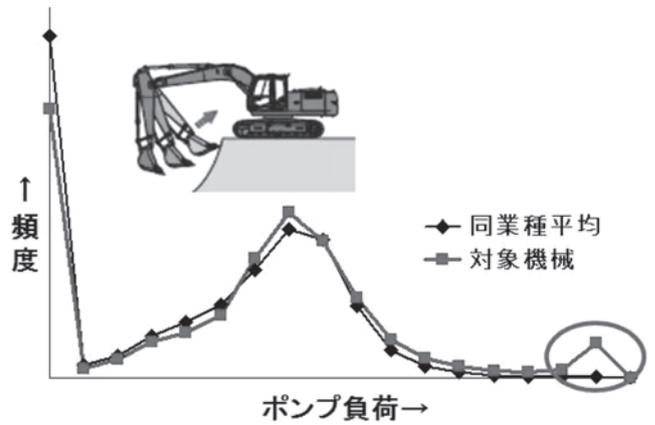


図-7 ポンプ負荷分析

4. 営業部門における活用事例

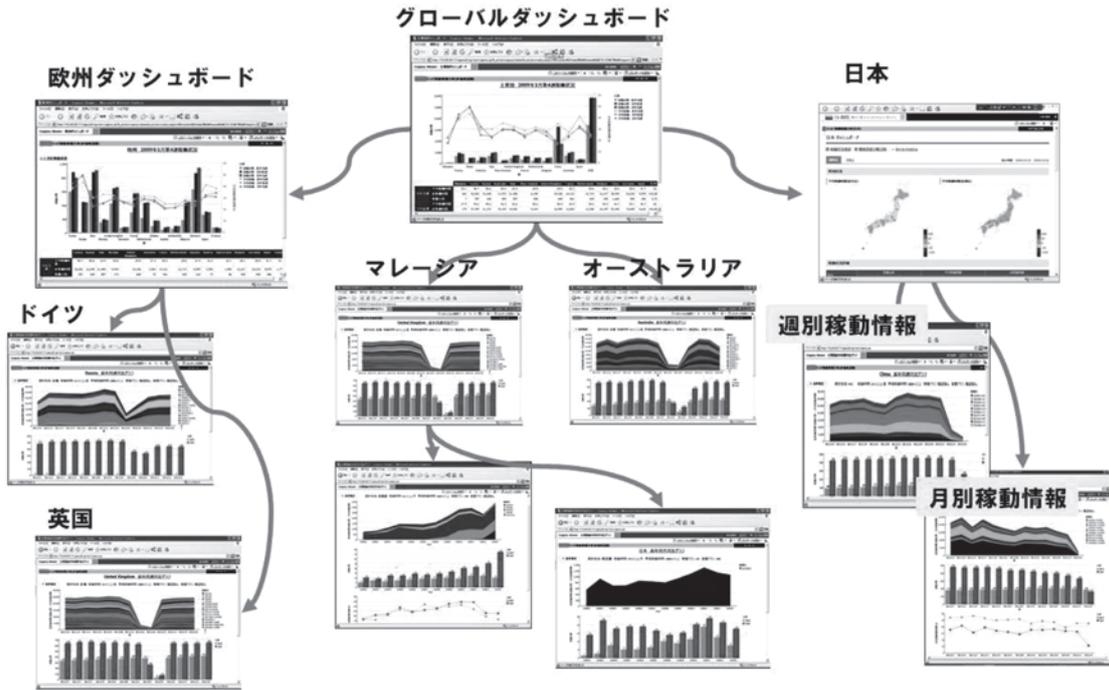
営業部門においては、サービスでの機械1台毎の対応業務とは異なり、マクロ的な見地から稼動データの分析を行っている。世界中の機械により稼動データから全体を俯瞰 (ふかん) し、地域毎の稼動時間の推移を可視化できるシステムを構築した (図-8)。

このシステムでは稼動台数、総稼動時間、平均稼動時間といった関連情報の時系列の変化を1日単位から3年の範囲で比較検討する事ができる。また、これに加えて、業種などの顧客属性情報や需要情報および経済指標などに対しても比較する軸の組み合わせを変えることで可能としている。

現在は主に営業活動の戦略立案のための参照データとして用いており、現地の責任者が分析コメントを入力した上で経営幹部及び各国責任者へのレポート配信を行っている。

5. おわりに

以上、稼動情報をライフサイクルサポートに活用するための仕組みの概要と実際の活用事例について述べた。



図一8 稼働状況可視化システムの画面例

その他の活用方法として、新しい機械開発や更なる品質向上に役立つ取り組みも行われている。例えば、世界中の稼働データを一元管理することで、国別、地域別での機械の使われ方を把握でき、実態に即した機械の開発も可能となる。

このように開発も含めたライフサイクル全体において稼働情報を有効に活用することにより、顧客が安心して使える機械・サービスを提供し、「地球上のどこでも Kenkijin スピリットで身近で頼りになるパートナー (2020 VISION)」をめざしていく所存である。



【参考文献】

- 1) 杉山玄六：情報化と建設機械，建設の機械化，No.1，pp46-49，2001
- 2) http://www.hitachi-kenki.co.jp/service_support/support/eservice.html (日立建機 HP)

【筆者紹介】



瀧下 芳彦 (たきした よしひこ)
日立建機㈱
開発本部 開発支援センター 情報戦略部
部長



村上 勝彦 (むらかみ かつひこ)
日立建機㈱
ライフサイクルサポート本部 カスタマーサポート事業部 サービス部
部長



森下 一成 (もりした かずあき)
日立建機㈱
営業統括本部 営業本部 CRM推進部
部長

打撃破壊方式による岩盤切削機の開発

インパクトカッターの開発

重松 尚久・松浦 一正・小田 登

下水道工事などの床掘り中に一枚岩が出現し、取り除く必要のある場合、現在はブレーカーを用いて小分けにする方法がとられることが多い。しかし、岩盤の強度が大きいと、ブレーカーでは時間・コストがかかりすぎるため、岩盤を効率的に取り除く技術の開発が望まれている。そこで、アスファルト切断時に用いるダイヤモンドカッターのような円盤状のカッターに削岩機のビット原理（ボタンビット）を適用した新しい方式を提案した。本方式は、従来の切削方式とは違い、打撃破壊方式により岩石を破碎していくため耐摩耗性に優れ、既存のバックホウなどに取り付けることにより使用でき、利便性が高い。本稿では、本工法を用いた掘削性能について報告を行う。

キーワード：岩盤切削機、打撃破壊方式、ボタンビット、硬質岩盤、アタッチメント、ドリフター

1. はじめに

下水道工事などの床掘り中に一枚岩が出現し、取り除く必要のある場合、現在はブレーカーを用いて小分けにする方法がとられることが多い。しかし、岩盤の強度が大きいと、ブレーカーでは時間・コストがかかりすぎるため、岩盤を効率的に取り除く技術の開発が望まれている。一般に、岩石の引張り強度は、圧縮強度の十数分の一程度である。図-1に岩盤の曲げ破壊のメカニズムを示す。この方法は、岩石は破壊形態によってその強度が著しく異なる、という物理的特性を積極的に利用したもので、多くの亀裂を発生させて岩盤の連続性を遮断し、多数の自由面を形成することで、より小さな力で破壊することができる。これまでの研究により供試体に安山岩を用いた端面掘削の実験では、平面掘削に対し掘削効率が10倍になる（単位掘削土量当たりの回転仕事量である比エネルギーは、1/10に減少する）¹⁾ という結果が得られている。このようなことを踏まえて、筆者らは、硬質岩やコンクリート供試体における岩盤剥離掘削技術の基礎的な研究^{2), 3)} を

行っており、本技術の有効性は実証されている。

工場などで行う岩石切断機にはダイヤモンドカッターが用いられることが多い。しかしながら、土木現場などにおいては切断対象物に作用する押しつけ力を適度な状態に維持する必要があるため、切断速度に合わせた高度な操作技術が要求されるため、使用が難しく一般的に普及するに至っていない。そこで、アスファルト切断時に用いるダイヤモンドカッターのような円盤状のカッターに削岩機のビット原理（ボタンビット（写真-1））を適用した新しい方式を提案する。本方式は、従来の切削方式とは違い、ボタンビットと同様の打撃破壊により岩石を破碎していく方式であり、ダイヤモンドカッターと比べて、耐摩耗性に優れている。また、図-2に示すように、既存のバックホウなどに取り付けて使用でき、利便性が高い。今回提案する岩盤切

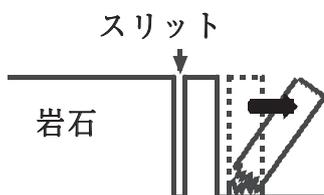


図-1 岩盤の曲げ破壊のメカニズム

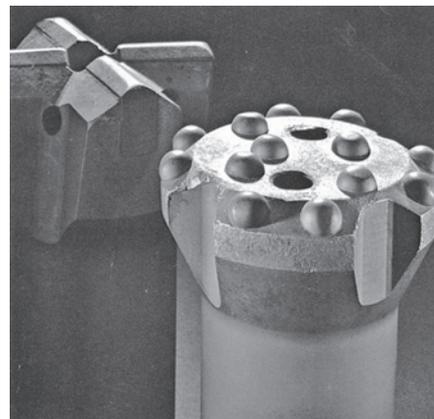
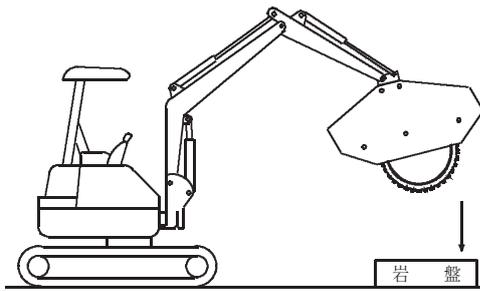


写真-1 ボタンビット

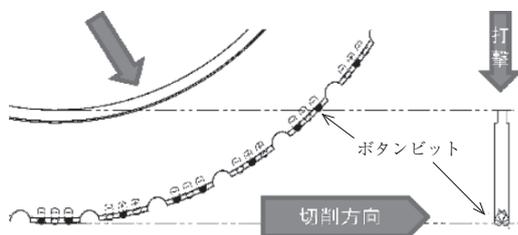


図一2 バックホウのアタッチメントとしての使用例

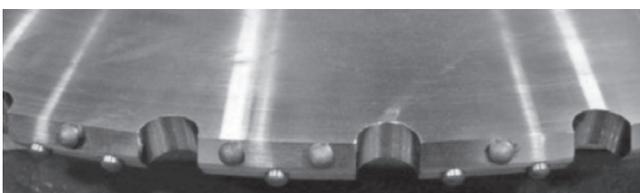
削機は、削岩機のビットによる岩盤の破碎メカニズムを回転刃に応用し、岩盤などの対象物を破碎切断し、多くの自由面を増やし、引っ張り破壊により対象物をブロック状に切り取る全く新たな掘削方式となり、掘削効率が向上し、省エネ、低コストの掘削が可能となる。また、対象物をブロック状に切り出すことができるため、岩盤などは建設用材料として再資源化することが可能となる。市街地におけるビル解体においては、コンクリートをブロック状に切り取り、郊外で破碎を行うことで、生活環境に与える影響を少なくできる新しい技術となり得る可能性がある。ボタンビットを円盤の外周に配置し、回転と同時に打撃を与えることによって岩盤を破壊しながら切断していく方式を採用したアタッチメントをインパクトカッターと命名した。本稿では、本工法を用いた岩盤切削機(インパクトカッター) (以下「本製品」という) の性能について報告を行う。

2. 切削装置の概略

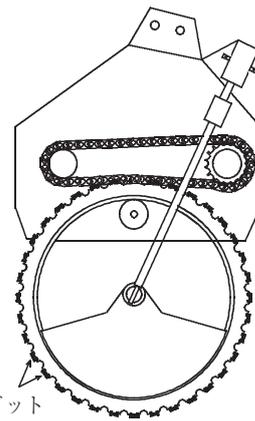
図一3に切削刃の概略図を、写真一2に切削刃を示す。掘削刃は直径1,050 mm、厚さ22 mmで、超硬ビット(ボタンビット)を1ピース当たり3個配置した36



図一3 切削刃の概略図



写真一2 切削刃



超硬ビット
図一4 リングソー付き切削装置の概略図



写真一3 「本製品」(試作機)の全景

ピースで構成される。図一4にリングソー付き切削装置の概略図を示す。本切削装置は、このリングソーに強い振動を与えながら回転させ、岩盤、石材、コンクリート等を破碎し、破碎した部分をはじき飛ばしながら切断することにより、容易に高速切断を行うことが可能にした。この切断装置は、リングソーの支点中心が定まりにくい構造のため、リングソーが振動しやすいという特性を積極的に利用したもので、振動を防止するのではなく、衝撃振動力を積極的に付与することで切断性能の向上をはかるようにしている^{4), 5)}。つまり、昔から行われているノミで岩盤を削ることを連続的に行っていくことになる。また、本装置をバックホウ等のショベル系掘削機のアタッチメントとして取り付けて使用することで、その操作を容易に行うことができる。写真一3に「本製品」(試作機)の全景を示す。

3. 切削実験

(1) 供試岩盤

広島県産花崗岩のブロック(一軸圧縮強度 200 MPa、

シュミット値 70) を供試体とし、本工法を用いた岩盤切削機 (「本製品」) の性能評価を行った。

(2) 油圧ドリフター

ヤマモトロックマシン(株)製の油圧ドリフター (YH-55) を用いた。本油圧ドリフターの基本性能⁶⁾ は質量 140 kg, 全長 950 mm, 打撃数 3,000 min⁻¹, 回転トルク 200 N・m, 打撃用作動油圧 13.7 MPa, 回転用作動油圧 13.7 MPa, シャンク径 40 mm, 打撃力 265 N・m である。

(3) 実験方法

写真—4 に「本製品」の切削状況を示す。カッター回転数は 35 回転/min (周速 (外周) 112 m/min) で実験を行った。また、騒音はリオン社製普通騒音計



写真—4 切削状況

(NL-21), 振動はリオン社製騒音レベル計 (VM-52A) を使用して, 0, 10, 15 m の地点で測定した。

(4) 実験結果と考察

① 切削性能

深さ 10 cm, 掘削長 1 m の掘削に要した時間は 5.2 min となり, 切削速度は 0.19 m/min となった。例えば, 床掘り中に油圧ブレーカーでは切削ができない一軸圧縮強度 200 MPa 以上の岩盤に対して, 60 cm の深さで 50 cm 間隔のスリットを入れて, ブレーカーで折っていくと, 時間当たり 3.6 m³ の切削が可能となる。さらに, 対象物をブロック状に切り取ることができるために, 石材などは再資源化ができ, 生活環境に与える影響を少なくできる。

② 騒音・振動

表—1 に地点における騒音振動の値を示す。油圧ドリフターの騒音は 126 dB あるため, 市街地での使用は制限される。騒音発生源に対して, 防音カバーを施し騒音を低減し, 工事現場より 15 m 離れた地点で 85 dB を目指す必要がある。振動に関しては対象の地盤により伝わり方が異なってくるため, 様々な場所で

表—1 各地点における騒音・振動の値

距離 (m)	最大騒音 (dB)	最大振動 (dB)
0	126	—
10	111	75
15	106	66

表—2 岩盤掘削方法による単価比較 (1,000 m³ 当たり)

		1m ³ 当たりの単価	価格 (円)	
火薬併用リッパ掘削		1,842	1,842,000	
	残土処理		4,554,000	
		ダンプトラック運搬 (10 t 積)	1,554	1,554,000
		発生土受入費・処分費 破碎岩 (硬岩)	3,000	3,000,000
	合計		6,396,000	
大型ブレーカ掘削		4,351	4,351,000	
	残土処理		4,554,000	
		ダンプトラック運搬 (10 t 積)	1,554	1,554,000
		発生土受入費・処分費 破碎岩 (硬岩)	3,000	3,000,000
	合計		8,905,000	
割岩工法 (セリ矢工法)		6,112	6,112,000	
	残土処理		4,554,000	
		ダンプトラック運搬 (10 t 積)	1,554	1,554,000
		発生土受入費・処分費 破碎岩 (硬岩)	3,000	3,000,000
	合計		10,666,000	

※ダンプトラックの運搬費は距離 10 km を見込んだ単価
 ※破碎岩の処分費は広島県内の処分場の標準的な単価
 ※積込費は計上していない (何れの作業にも必要)

測定を行い、低振動化の対策が必要と思われる。

③粉塵

写真一3の切削状況から分かるように、切削に伴う粉塵が発生している。今回の実験は乾式で行ったため、今後は何らかの粉塵防止対策が必要であると思われる。

④くり粉

溝にたまったくり粉のうえを打撃しているため効率が悪い。くり粉除去の対策が必要であると思われる。

⑤経済性

表一2に盤掘削方法による単価比較を示す。岩盤切削機（「本製品」）を用いて、切り出した岩石を擁壁資材として現場内利用をする場合は、現場内の輸送費を考慮して、1m³あたり6,000円以下になれば火薬併用リッパ工法よりも経済的となる。

4. まとめ

超硬ビット付きリングソーと油圧ドリフターを組み合わせたアタッチメントを製作し、バックホウに取り付けその操作を容易に行うことで、硬質岩盤などを容易に高速切断することができるリングソー付き切削装置の開発を行い、性能評価実験を行った。その結果、現在行われている他の工法よりも、作業速度と経済性の両面で、優位な工法になり得る可能性があることが分かった。

5. おわりに

現在までに削岩機理論を回転刃で実証した結果、推定できる岩盤切削機の基本性能は、切削幅22mm、切削深さ600mm、一軸圧縮強度200MPa以上の岩石も切削可能であることが判明した。

写真一5、6は現在開発中の試作機である。本稿で



写真一5 開発中の試作機



写真一6 バックホウに取り付けた開発中の試作機

示した基礎実験を基にスケールアップを行った。掘削刃は直径1,180mm、幅25mmに変更し、油圧ドリフターの打撃力を約30%上昇したものに変更した。今後はこの試作機を用いて性能評価実験を行っていく予定である。

JCM/A

《参考文献》

- 1) 室達朗, 重松尚久, 河野幸一, 作原陽一: 変位制御型端面掘削方式による軟質岩盤に対応する深礎掘削機の性能実験, 土木学会論文集 Vol. 62 (2006), No. 2, pp.285-295, 2006
- 2) 重松尚久, 花岡尚, 室達朗: 道路建設における環境に優しい硬質岩盤剥離掘削技術の開発: 平成20年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集, pp.107-110, 2008
- 3) 重松尚久, 花岡尚, 小田登: 端面掘削方式によるバックホウのアタッチメントとしてのローラヘッダーの開発に関する基礎的研究: 平成21年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集, pp.187-190, 2009.
- 4) 特許第343887号
- 5) 特願第2007-327782
- 6) ヤマトロックマシンホームページ: <http://www.yrm.co.jp/index2.html>, 2012.8

【筆者紹介】



重松 尚久 (しげまつ たかひさ)
呉工業高等専門学校
環境都市工学分野
准教授



松浦 一正 (まつうら かずまさ)
㈱松浦建設
代表取締役



小田 登 (おだ のぼる)
㈱スターロイ
営業部 技術担当
部長

分粒装置付きロードスタビライザの開発

ストーンセパレータの紹介

端 孝 之

校庭やグラウンドなどの表土は、使用するにつれて圧密され透水機能が低下し水溜りが発生しやすくなる。しかし、このように機能低下した状態の表土を攪拌・分粒して改良を行うことで機能回復を図ることができる。これまで攪拌・分粒施工には大型のロードスタビライザを改造した分粒装置付きロードスタビライザ当社名称「クラッシングセパレータ」を使用していたが、新たに比較的小規模なグラウンド等の改良に特化した、当社名称「ストーンセパレータ」(以下「本製品」という)を開発したのでこれを報告する。
キーワード：ロードスタビライザ，グラウンド，表土改良，攪拌，分粒，維持，補修

1. はじめに

1989年に開発した分粒装置付きロードスタビライザ(クラッシングセパレータ)はBOMAG社製大型ロードスタビライザの攪拌装置にスクリーンを取り付け、分粒機能を持たせた機械(写真-1)である。ゴルフ場造成工事で、軟岩を破碎・分粒して、直接芝を貼り付けることを可能とした。これは独自の開発機械



写真-1 クラッシングセパレータ



写真-2 「本製品」

であり、現在も大型工事での表土改良などに用いられている。今回、クラッシングセパレータの機構をベースに、新たに浅層改良に特化した「本製品」(写真-2)を開発したので、これを報告する。

2. 背景

校庭やグラウンドなどの運動施設の表土は、長年の使用により圧密されて透水機能が低下し、不陸が発生して水溜りが多くできるようになり、運用に支障をきたすようになる。そのように機能が低下した表土に不足分の粒度の材料を客土し、攪拌・分粒改良を行うことで機能回復を図ることができる。

既存のクラッシングセパレータは大型の機械で回送にはトレーラが必要であり、施工時の騒音も大きいため周辺環境に気を配る必要があった。また、施工深さは300mm程度を標準としており、それよりも浅い施工深さの場合は土の抱え量が減ることから分粒効率が低下する問題点があった。また、近年では新規にゴルフ場を造成するような郊外の大規模な工事が減り、都市部での比較的小規模なグラウンド等の改良工事が増加する傾向にある。以上のことを踏まえ浅層の仕様に対する改良点を考慮し、新たに開発したのが「本製品」である。

3. 概要

「本製品」は車体後方のフード内にあるロータを回転させ、機能の低下した表土をビットで攪拌・混合し

改良を行う。通常のロードスタビライザと異なるのは、この時、小石や粗粒塊などは下層へ、細粒分は表層へとフード内にあるスクリーンで分離ができることである。除礫作業が不要で土のかきほぐし、混合作業を同時に行うことが可能で、攪拌・分粒までを1パスで行うことができるので効率的である。下層へ分離した石の層は排水層としても役立つ。同時に補充材や改良材を添加・混合することで、用途に応じたグラウンド等にリフレッシュすることができる。

本体の寸法と重量はセルフローダで回送できるように全幅は2450 mm、重量は13トン以下となっている(表-1)。トレーラを使用せずにセルフローダで回送できるため、回送コストの低減ができ、狭い現場内での移動のし易さなども考慮している(写真-3)。

表-1 「本製品」仕様一覧

	仕様・機能	備考
施工深さ	100～200 mm	
施工幅	2000 mm	
施工速度	4～10 m/min	深さ・固さにより変化
施工量	1000～2000 m ² /day	1日8時間作業の場合
施工対象	既存グラウンド等の改良	
スクリーン	角度可変 バイブレータ付	特許出願中 各種網目サイズ交換可能
寸法	6300×2450×2555 (L×W×H) mm	
重量	12500 kg	



写真-3 回送の状態

4. 性能・機能

施工深さは100～200 mm程度の深さに特化しており、施工速度は施工深さや土質によって変わるが4～10 m/min程度である。折り返しの移動なども含み、1日(8時間)で約1000～2000 m²程度の施工を行う

ことが可能である。車体は扱いやすさを重視し、運転席から一通りの操作を行うことが可能で、上面が平坦になっており左右・前方の視界を確保している。使用場所としては一度整備済みであるグラウンド等を想定しており、浅い層の改良に特化することで機械全体を従来のロードスタビライザより小型化している(表-1)。

分粒は、攪拌装置内にスクリーンを組み入れ、粗粒分はスクリーンに当たることで前方へ落とし、細粒分は網を通過した後方へ落とすことにより行っている。こうして機械が前進していくと前方に落ちた粗粒分の上に細粒分が敷均されていき、分粒された層が形成される(写真-4)。スクリーンの網目サイズは複数の種類を用意しており、土質と要求される分粒仕様によって目の細かさを変えることができる。また、スクリーンの角度調整が可能であり、含水比等の状況に応じて分粒に最適な角度に調整することができる。(特許出願中)また、スクリーン部分(写真-5)はゴムインシュレータでマウントされ、スクリーンに装置されたバイブレータにより、土等の付着による目詰まりを防止している。

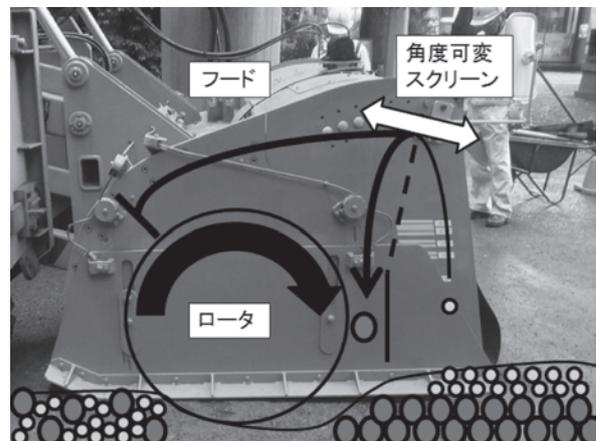


写真-4 分粒の仕組み



写真-5 攪拌装置

5. 現場事例

本機完成後 2012 年 2 月から現場での施工を行った。

(1) 神社・参道の施工

東京都内にある神社の参道の改良施工を行った。現場は普段から非常に人通りが多い参道で、施工時にも人通りが多かった。路面は踏み固められた状態で、自動車の通行は少ないものの、轍状の変形も一部に存在しており水溜りが発生している個所があった（写真—6）。水捌けの改善と轍の解消、浮石の除去がこの現場での目的として施工を行った。



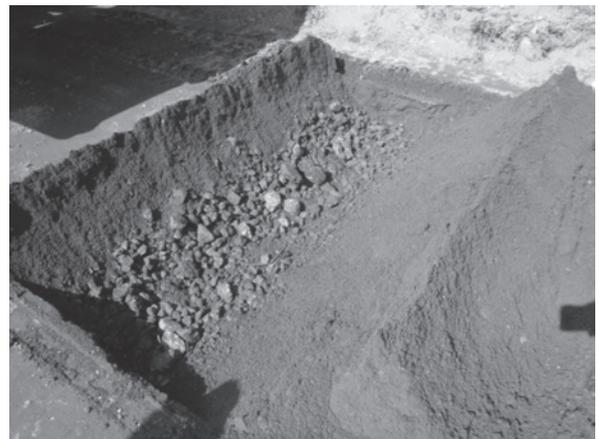
写真—6 神社の参道の施工 水溜り

総延長約 500 m、深さ 150 mm 程度で参道の両側を通行帯として中央付近約 5 m 幅の施工を行った。この現場では、モータグレーダで表面の玉砂利を避けてから「本製品」で攪拌・分粒を行い、その後振動ローラ・タイヤローラで転圧、再びモータグレーダで整地し、最後に手作業で玉砂利を戻すという工程で施工を行った。

当初は施工にかかる歩掛りがつかみづらい状態であったが、施工速度は 4～5 m/min で、3 日間で約 3000 m² の施工を行った。施工時間には制限があり、夕方までに整地を終えて解放しなければならず、8 時から 13 時程度までの施工で約 1000 m²/日の施工を行った。写真—7 は左側が施工前の状態、右側は攪拌・転圧済みの施工後の状態である。施工前は小石が表面に目立つ状態であるが、施工後は改善され目立つ小石は表面からは無くなったことが確認できる。写真—8 は「本製品」が抜けた施工端部で、写真中央付近の小石はこの後通過していく中で下層に埋まっていくこととなり、写真右側の細かい上層分が表面を覆う状態となっていく。この写真から攪拌・分粒がよくできていることが確認できる。施工の結果としては、轍と小石の除去は全く問題なくできていることが確認できた。



写真—7 神社の参道 施工前後の状態の比較



写真—8 神社の参道 施工端部・分粒状態の確認

水捌けについては、施工後も全く水は溜まらず良好な結果が得られた。

この現場は写真—7 のように幅の限られたエリア内の施工であり、通行帯の人通りも多いので施工エリア外に出られない状況であったが、コンパクトに作られた本機は、他の重機とのすれ違いなども容易に行うことができ、スムーズに施工を進めることができた。このように、従来と比べ浅い深さを施工するに当たり、従来機では作業のしづらい状況の中で「本製品」の性能が良く発揮できた。

(2) グラウンドの施工

千葉県の間企業グラウンドの施工を行った。野球場の内野全体・ファウルライン沿いの合計約 2800 m² の施工を 1 日で行った（写真—9）。施工深さは埋設物の関係もあり 100 mm 程度と浅い部分での施工である。

この現場は空き地をグラウンドとして転用するというので、小石の除去及び、水捌けの改善が主な目的であった。写真—9 は施工前準備を終えた状態で表面には砂が撒いてあり、一見すると表面には小石などはあまり見当たらないが、土中には小石や草木の根等



写真-9 グラウンドの施工現場

が埋まっている状態である。

この現場では「本製品」で施工した後にブルドーザで整形し、その後コンバインドローラで転圧して、改めてブルドーザで整地を行っていくという手順で施工した。施工深さが浅かったが、当日の施工後は雨が降ったものの翌日には石が露出するようなこともなく、分粒は問題なく行えていることが確認できた（写真-10）。写真左側の施工前の状態では、小石が目立ち、草木の根なども見受けられるが、写真右側の施工後の表面から小石は無くなっていることが確認できる。写真-11は内野の外周部分で、このような曲線部分の施工も問題なくできることも確認できた。

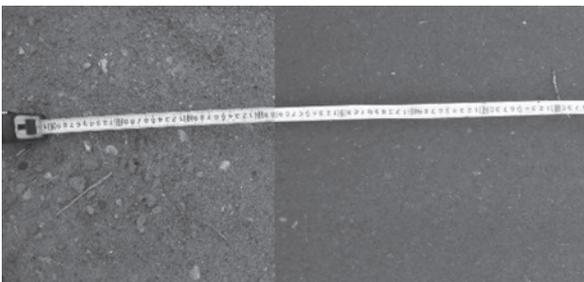


写真-10 グラウンド 施工前後の比較



写真-11 グラウンド 曲線部分の施工

しかし、この現場は「本製品」で想定している、既存のグラウンド等ではなく、新たに整備したグラウンドの予定地であった為、ガラや大きい転石等の影響を受けた（写真-12）。施工速度はこの現場では施工深さが浅いこともあって比較的速く、最大では10 m/min程度で施工を進められたが、土の固さや転石の影響で、場所によってはあまり速度が出せない場合もあった。また、整備工事を始める前の時点で草が生えていたため、表土中には草の根や枯草が多く含まれており、スクリーンに引っ掛かり目詰まりを起しやすいため（写真-13）、定期的に除去する必要がある。以上の点を踏まえ、ガラや転石等が埋没している場合はビット等を傷める可能性もあり、大きい物は事前に除去すること、草の根等が多い状態もスクリーンが目詰まりし分粒効率が低下する可能性があるため、事前に十分な前処理をしておく必要があることが分かった。



写真-12 グラウンド 埋没していた転石



写真-13 スクリーンに引っ掛かった草の根・枯草

施工後の現場全景が写真-14である。まだ整地は終えていない状態だが、施工当日の夜間に雨が降ったが水溜りは無く、水捌けはよい状態になっていること



写真—14 グラウンド 施工終了後の状態

が確認できた。今回施工しなかったグラウンドの一部分では水溜りやぬかるみが発生しており、「本製品」による改良効果を確認できた。

6. 今後について

今回、現場で「本製品」が施工したことで、改良の効果について確認することができた。しかし、新たに制作したばかりの機械であり、条件により施工結果が変わってくることも考えられるので、施工実績を増やしつつ、施工時に判明した問題点の改善と改良を進めていく予定である。

7. おわりに

本機の概要をまとめる。

- ・ストーンセパレータとは、グラウンド等表面の改良に特化した分粒装置付きのロードスタビライザである。
- ・車体を小型・軽量にすることで、セルフローダでの運送が可能であり、施工エリアの限られた現場でも運用しやすい。
- ・1パスの施工で混合と分粒を行うことができ、効率的に表土の改良を進めることができる。

J C M A

《参考文献》

- 1) 木下洋一, 新型ストーンセパレータの紹介, 鹿島道路社内報 KIT, Vol.44 p.5, 2012

【筆者紹介】

端 孝之 (はた たかゆき)
鹿島道路株
機械部 開発設計課



建設機械のルーツを求めて

USA の歴史的建設機械の博物館を見る

大川 聰

米国のハイドリック博物館と歴史的建設機械協会（HCEA）博物館で催された展示実演会を訪れ、建設機械のルーツを調べた。ハイドリック博物館ではキャタピラー社とその前身のベスト社、ホルト社のクローラトラクタ発達の流れを追い、日本では知られていない20世紀初頭の車両も紹介する。HCEA 展示実演会では米国で生まれ発達したモータグレーダについて出展された主要な機種からその進化を辿り、また特徴ある歴史的な建設機械などについて解説する。

キーワード：建設機械，歴史，トラクタ，ブルドーザ，パワーショベル，モータグレーダ

1. はじめに

建設機械の歴史は筆者が『写真でたどる建設機械200年』（日本建設機械協会出版）¹⁾で編纂したが、20世紀に建設機械を発達させた米国の歴史について完全に把握できている訳ではなかった。筆者は米国で最近評判になっている2つの博物館、すなわちハイドリック博物館と歴史的建設機械協会（HCEA）博物館を訪れ、建設機械の発展の歴史を調べたので報告する。ハイドリック博物館ではキャタピラー社とその前身のベスト社、ホルト社のトラクタ発達の流れを追い、また日本で知られていない20世紀前半の車両も紹介する。HCEA 博物館で開かれた展示実演会では殆どの建設機械が稼働できるように修復され、展示会訪問者が係員の指導の下に運転できるようになっている。また、出展された2/3の建設機械はマニア達が趣味で修復した車両であり、遠方から自分達で搬送し泊まり込みで実演している。これらの出展された建設機械の中からモータグレーダの進歩と、トラクタ、パワーショベル、ダンプトラック、スクレーパ、連続溝堀機など米国のバラエティに富む歴史的な建設機械を選んで紹介する。

2. ハイドリック博物館（Heidrick AG History Center）

当博物館は農場主 F. ハイドリックが60年間掛けて収集した農業用や土木用のトラクタを基に1997年に開館した。場所はサンフランシスコより車で2時間弱のウッドランド市にあり、1910年-1945年位迄の米

国製のトラクタ全100台が常時展示されている。さらに、トラック運送業 A.W. ハイズ氏が収集した歴史的なトラック120台が併設されているハイズ・アンティークトラック博物館に保存されている。現在は非営利団体（NPO）として運営され、農業と運送に関する遺産として市民教育に役立っている。博物館の外観を写真-1に示すが、詳細についてはホームページ <http://www.aghistory.org> を参照されたい。



写真-1 ハイドリック博物館正面

当博物館の収集車両は農業用トラクタが主であるが、キャタピラー社とその前身のベスト社、ホルト社のトラクタも系統的に全35台も収集されているのが特長である。そこで、展示車からこの3社のクローラトラクタの発達を辿ってみる。また、日本では知られていない珍しい車両の一部も紹介する。

(1) ベスト、ホルトとキャタピラー社におけるトラクタの発達

ベスト社は1871年にダニエル・ベストにより創立

され、1890年頃から3輪（鉄輪）式の農業用蒸気トラクタを製造し、1900年には80kWで2.5mの動輪を持つ大型蒸気トラクタで有名になっている。1908年には同社は競合するホルト社との、蒸気トラクタに関する特許係争で負けて買収されている。しかし、その息子が自分の名前を冠したC.L. ベスト・ガス・トラクション社（以下C.L. ベスト社）を起し、1915年には世界初のクローラ式蒸気雪上車を発明したA.O. ロンバートより特許を買取って、クローラトラクタを製造し再びホルト社と競合するようになった²⁾。

ホルト社は1883年にベンジャミン・ホルトがストックトン・ホイール・サービス社を起したのが始まりで、ベストと競合する農業用蒸気トラクタを製造していた。1892年にはホルト社に社名変更し、1904年にはクローラ式蒸気トラクタを発明した。クローラ式トラクタ発明の試みは1800年前半から英国と米国で行われているが長い間実用化は困難であった。世界初の量産クローラトラクタは1901年の前述ロンバートの蒸気雪上車が最初であり、ホルトは2番目で、3番目は1905年の英国R. ホーンスピーである。ホーンスピーのクローラトラクタは操向クラッチやブレーキを備えた唯一操舵用前輪が無い近代的なクローラであり、1913年にホルト社はその特許を買っている。写真—2はホルト社の「キャタピラー」商標を付けた最初のクローラトラクタである。ガソリンエンジンが搭載され、クローラの上には動力取出し用ベルトが見られる。左右のクローラ回転を変化したり止めたりする装置がないため操舵は前車輪をチェーンで左右に引張って行う。クローラ内の構造は前輪がアイドラ、後輪が地面より浮かした駆動スプロケットとなっており、車体重量はフレームに固定された4ヶの下転輪で支えるようになっている。このトラクタは冷却にも工夫をこらし³⁾、ラジエータの中央を貫く長いドライブシャフトで冷却ファンをラジエータ前面に取り付けて冷却性能を高めている。後のベンジャミン・ホルトの特許^{4), 5)}では



写真—2 ホルト社B型トラクタ，33kW ガソリンエンジン（1909年製）



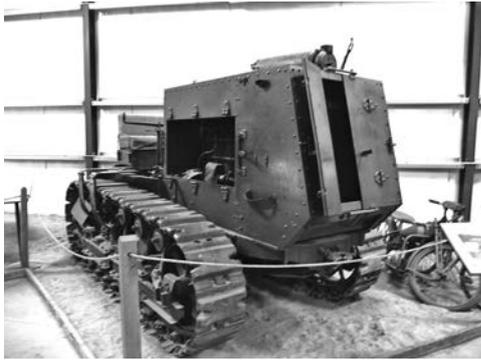
写真—3 C.L. ベスト社 C型トラクタ，55kW ガソリンエンジン（1913年製）



写真—4 C.L. ベスト社 30型トラクタ，22kW ガソリンエンジン（1915年製）

下転輪をコイルバネで支持して履板裏に木片を入れた軟式懸架や、コイルバネを用いず下転輪の動きで路面衝撃を緩める軟式懸架も考案している。一方、写真—3はC.L. ベスト社の重量12.7tもある最大級のクローラトラクタであり、「トラックレイヤ」という商標でホルト社に対抗していた。この車両も操舵用前輪を備えているが、1916年位からホルト社もC.L. ベスト社も操舵用前輪を廃止している。写真—4はC.L. ベスト社のスプロケット位置を高くした特長あるクローラであり、現存するのはこの1台だけである。C.L. ベストの特許⁶⁾によればこのクローラ形状は不整地面对する追従性を改良する目的である。1970年に開発されたキャタピラー社D10Lブルドーザのハイドライブ軟式懸架クローラはホルト社とC.L. ベスト社の時代から繋がっている技術であったことが判る。

1914年に第一次大戦が始まると、米陸軍はホルト社にクローラトラクタを800台も注文し、その一部は写真—5のような装甲トラクタも含まれていた。このトラクタは戦車のように走行性能を重視してコイルスプリング付きクローラとなっている。大砲牽引用として欧州で活躍したが、第一次大戦後はフランスで農業・土木用として使用されている。ホルト社は戦争中に設備と従業員数を急拡大することになったが、戦後これが災いし急激な経営難に陥り1925年に競合のC.L. ベ



写真—5 ホルト社装甲トラクタ, 88 kW ガソリンエンジン (1917 年製)



写真—6 キャタピラー社 35 型ディーゼルトラクタ, 26 kW ディーゼルエンジン (1933 年製)

スト社と合併してキャタピラー社を誕生させることになった。写真—6 はキャタピラー社が 1931 年に開発したディーゼルエンジンを搭載した近代的なクローラトラクタである。燃費がガソリンエンジンの半分になるため、1929 年に始まった世界恐慌の中でも世界市場を席卷し会社を立ち直らせている¹⁾。ちなみにキャタピラー社が黄色い塗装を採用したのはこの時期からであり、1930 年以前のキャタピラー社のトラクタは灰色、ホルト社は暗緑色、C.L. ベスト社は黒色であった。

(2) 珍しい車両

写真—7 はクリーブランド・トラクタ社のクローラトラクタである。駆動用の sprocket はクローラ



写真—7 クリーブランド・トラクタ社クレトラック F 型トラクタ, 12 kW ガソリンエンジン (1920 年製)

上部にあり、履帯と同時に回転するローラチェーンで車体重量を支える。このためアイドラはない。しかし、わずか 2 年で生産中止となり、同社の他機種はキャタピラー社に似たクローラを採用している。

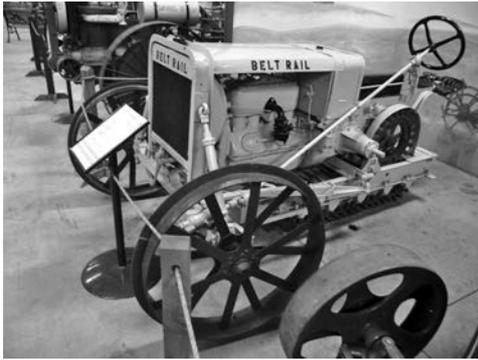
写真—8 はユバ社独自開発のクローラトラクタである。クローラの楕円ガイド周上に大きなボールベアリング球が一行に並んで履帯を支える構造であり、履帯はクローラ後部にある小歯車で駆動される。クレトラックと同様に下転輪やアイドラが無い。このクローラはカリフォルニア州の乾燥した土質に適していたので同地域で農業用に普及している。しかし、摩耗したボールベアリング球がクローラからよく外れたので、農場では子供を雇って球を探させたとの博物館の話である。写真—9 は前輪が単列クローラで後輪が 2 輪の農業用トラクタである。操向は後輪側を左右に動かして行う珍しいものである。写真—10 は逆に後輪が単列クローラの農業用トラクタである。両車はいずれも生産台数が少ないので性能的な利点が無かったと思われる。写真—11 はフォード社の農業用トラクタを改造した雪上車である。車輪を太い 2 本のスクリューに置き換え、後部のチェーンで駆動する。5 t の郵便そりを牽引してシェラネバタ山脈の麓で実用されていた。車重は 2.4 t もあるが時速 19 km/h で走ると紹介されている。写真—12 はトラック博物館にある 1900



写真—8 ユバ社 12-20 型トラクタ, 18 kW ガソリンエンジン (1916 年製)



写真—9 ピーン社トラックブルトラクタ, 7.3 kW ガソリンエンジン (1918 年製)



写真一10 ベルトレール社B型トラクタ, 15kW ガソリンエンジン (1918年製)



写真一11 フォード社フォードソンF型改造雪上車, 15kW 灯油エンジン (1926年製)



写真一12 10トン積みバッテリートラック (1900年製), ハイズ・アンティークトラック博物館所蔵

年製の10t積みバッテリートラックで1950年代まで出版社で使用されていた。最高時速は13km/hで160kmまで走行可能であったと説明されており、走行距離に関しては現在の電気(バッテリー)乗用車のみである。20世紀初頭には乗用車はガソリン車だけでなく、バッテリー車、蒸気自動車とハイブリッド車が競合しており、21世紀初頭の今日の状況と似ているのは偶然であろうか。

3. 歴史的建設機械協会 (HCEA) 展示実演会

当協会は1986年に設立され1992年にオハイオ州

ボーリンググリーンの農場内に博物館が開設された。NPOとして運営されている当博物館はデトロイトから車で1時間半の広大な畑の中にあり(写真一13)、1870年から近年までの100台弱の建設機械を収集している。建設、浚渫あるいは露天掘りなどの産業に関する歴史について保存と啓蒙活動のため、過去の建設機械の写真、カタログ、マニュアルや図書なども収集している。収集した建設機械の大半は走行や作業ができるようにボランティア活動で修復されている。今回訪れたのは毎年9月に当博物館で開催される展示実演会で、参加者が持ち込む約200台の建設機械(写真一14)と共に全てが動かされる。写真は持ち込んだ1930年製キャタピラー30型トラクタを農場所内のトレーラから降ろすところである。なお、同協会所有機と持ち込まれた建設機械は全て米国製である。同協会の詳細と展示実演会についてはホームページ <http://www.hcea.net> (メール: info@hcea.net) を参照されたい。



写真一13 農場内のHCEA博物館



写真一14 キャタピラー30型トラクタ(1930年製)を持ち込む農場関係者の大型トラック

本稿では展示実演された建設機械の中からアメリカで生まれ発達したモータグレーダの歴史を最初に辿る。また、日本では知られていないか忘れられた建設機械について紹介する。

(1) モータグレーダの発達

牽引式グレーダが1855年の米国A.キンバリ⁷⁾など

により考案され、その後チャンピオン社（1875～1997年）、オースチン社（1877～1950年）やJ.D.アダムス社（1896～1960年）などの米国の道路機械専門メーカーによって1940年までの間改良されながら生産されている。1910年後半に蒸気やガソリントラクタが普及し始めると牽引は馬から徐々にトラクタに置き換わっていった。写真—15は8頭だての1917年製オースチン社牽引式グレーダである。御者がグレーダの前に乗りオペレータは後部に立ちながら操作輪を回して操舵、ブレード左右・上下・回転を行う。短時間であれば8頭で60kW以上の出力を出すと言われる。写真—16は1910年前後から増えたラッセル・グレーダ社のエレベータリング・グレーダという機種で、地面をカッタで削って横に張り出したベルトコンベア（3プライのゴム製）で土を排出して並走する荷馬車に積み込む。通常先頭に8頭、4頭は並走、4頭は後部から押して動かす⁸⁾。ベルトコンベアは後輪に取り付けられた歯車からチェーンを介して駆動される。オペレータは多数の操作輪を回してカッタやコンベアを操作する。現在の路面切削機の前駆けとも言える機械であり、この当時の道路建設には多く使用されている。



写真—15 8頭だてオースチン社牽引式グレーダ (1917年製)



写真—16 ラッセル・グレーダ社タウンシップA型牽引式エレベータリング・グレーダ (1917年製)

1919年にはラッセル・グレーダ社（8年後にキャタピラー社が買収）によりモータグレーダが初めて実用

化されている。写真—17と写真—18はこの時代のモータグレーダである。オースチン社のモータグレーダはマコーミック製農業用トラクタの上にグレーダ・アタッチメントが被せてあり、走行以外の作業は全てオペレータが操作輪を回して人力で操舵やブレード操作を行う。ラッセル・グレーダ社のモータグレーダもキャタピラー社クローラトラクタにグレーダ・アタッチメントを被せてあり、ブレード操作や前輪の操舵はやはり人力で行っている。



写真—17 マコーミック製農業用トラクタ改造のオースチン社モータグレーダ (1927年製)



写真—18 キャタピラー15型トラクタ改造のラッセル・グレーダ社モータグレーダ, 11kWガソリンエンジン (1928年製)

なお、グレーダのブレードは角度を付けて土を押し場合などでは車体を回転させる力が働く。この回転力を打ち消すため前輪や後輪を横に傾斜する機構（リーニング）が必要となるが、既に1885年にはJ.D.アダムス社によってリーニング機構が発明されている²⁾。写真—19はグレーダメーカーのギャリオン社が1920年代に生産した前後輪リーニング機構付き牽引式グレーダである。写真のように後輪リーニングは後端上部の手回しのクランクにより車輪を傾斜させるラックアンドピニオンを動かすようになっている。なお、車輪から歯車とチェーンで動力を介してリーニングする牽引式グレーダもあった⁹⁾。ブレード制御やリーニングは人力に頼る時代が長かったが、1925年によく油圧モータを採用した牽引式グレーダがギャリオン社で発



写真一十九 ギャリオン社 E-Z10 牽引式グレーダ (1929 年製)

明された。また、ブレード操作専用の小型ガソリンエンジンを搭載した牽引式グレーダの特許もあった¹⁰⁾。

1935 年にはエンジンと車体が一体となった近代的なモータグレーダが J.D. アダムス社で開発された。写真一二十は同社の 1948 年製モータグレーダである。ブレード操作には油圧シリンダは使われず、油圧モータにより長いシャフトを通じてウォームギヤ（フレーム中央の円盤）を回転させて動かすようになっている。前輪操舵やリーニングは斜板式ピストン油圧モータ¹¹⁾（フレーム前部の筒）でウォームギヤ等を介して行う構造である。日本では戦後間もなく J.D. アダムスやギャリオンのモータグレーダが輸入されている¹²⁾。油圧シリンダを採用したアーティキュレート・モータグレーダも早くも 1938 年に J.F. ハリソン等¹³⁾によって発明されているが、実際に油圧シリンダの採用が進んだのは 1960 年以降である。モータグレーダの国産化は第二次大戦後 1950 年位であるが、当時の三菱重工業や日本開発機製造のモータグレーダもウォームギヤを介してブレード操作を行っていた¹⁴⁾。



写真一二十 J.D. アダムス社 512 型モータグレーダ, 56 kW ディーゼルエンジン (1948 年製)

(2) 過去の特長ある建設機械

実演されていた建設機械を年代順に紹介する。写真一二十一 はラッセル社蒸気トラクタがグレーダを牽引しているところである。蒸気エンジンは約 500 rpm で



写真一二十一 ラッセル社蒸気トラクタ, 12 kW 蒸気機関 (1920 年製)

12 kW の出力であり、実演時のエンジン音（シュシュ・ポッポ）は当時のガソリンエンジンより小さい。蒸気トラクタの発明は 1860 年位の英国であるが、同社は英国製を参考として 1878 年から製造し 1927 年まで 5～65 kW の蒸気トラクタを製造している。また、蒸気トラクタはガソリントラクタよりも燃費が良く、石炭だけでなく薪や畑から出た藁も燃料として使える利点があったので 1940 年代迄使われている。

写真一二十二 は前輪にタイヤ、後輪に独自開発のクローラを採用した 12 t 積みハーフトラック式ダンプトラックである。復原車であるため、前輪に比較的最近のタイヤを履いているがその他はオリジナルに近い。ハーフトラックは軍用トラックには多いが、民間のダンプトラックとしては他に類例がない。1916～1949 年まで改良されながら生産され主に工事現場で使用されていた。クローラ下転輪部分は 26 ヶの転輪がチェーンで連結されており、クローラ中のクローラのように回りながら車重を支えている。下転輪部分は全体が揺動できる形でイドラやスプロケットは地面に接地しないようになっており、比較的高速で走行できるのが特長である¹⁵⁾。



写真一二十二 リン社 428D 型ダンプトラック, 56 kW ガソリンエンジン (1920 年製)

写真一二十三 はバケットホイールで溝を掘削しながら前進するバッキー社の連続溝堀機である。同社は 1902 年に蒸気機関による連続溝堀機を発明している



写真—23 バッキー・トラクション・ディッチャ社 14 型溝堀機 (1928 年製)

が、これはその改良型のガソリンエンジン車である。巾 30 cm 深さ 1.4 m までの溝を連続して掘削でき、主な用途は農地の排水溝掘りであった。その後、米国では大型化されて水道やガスの管理設工事や鉱山でも使われている。日本でも 1913 年に連続溝堀機が紹介されたが¹⁶⁾、現在は農業用トラクタのアタッチメントとなっている。

写真—24 は世界初の油圧式ブルドーザである。1920 年代のブルドーザは前述のモータグレーダと同様に長いシャフトをハンドルで回してブレードを上下させていたが、これはトラクタ後部に付けた 1 本の油圧シリンダでブレードを上下することができる。車体はキャタピラー社製であるが、ブレード装置は 1925 年のラプラント・チョート社の発明によるものである。1928 年には大型ブルドーザ用のワイヤーによるブレード装置が R.G. ルターナ (社名も個人名を冠した R.G. ルターナ社) により発明されている。ちなみに 1942 年の国産初の小松製作所のブルドーザは油圧式であった。



写真—24 キャタピラー 25 型油圧式ブルドーザ, 26 kW ガソリンエンジン (1932 年製)

写真—25 は 1940 ~ 50 年前後の車重 10 t (0.35 m³) 級パワーショベルの実演風景である。左下からビサイラス・エリー社 10B, 右下ベイシティ社 20 型, 左上シールド・バンタム社 C35 である。手前の 2 台がフェー



写真—25 ビサイラス・エリー社 10B (1940 年製, 左下), ベイシティ社 20 型 (1939 年製, 右下), シールド・バンタム社 C35 (1955 年製, 左上) の各 10 トン級パワーショベル

スショベル, 上段はバックホーである。現代の同クラスの油圧ショベルと比べると、ロープの巻上げ装置などが収められた大きなマシンキャブが目立つものの、実演中のオペレータの操作は頻繁であるが掘削力などは油圧ショベルと大きな違いを感じない。日本がこのようなエンジン式中型パワーショベルを開発するのは日立製作所や油谷重工が 1949 年に開発してからである。小松製作所は 1960 年代にビサイラス・エリー社 22B (22 t) と 25B (25 t) のパワーショベルを技術導入し生産しているが、構造は 10B と余り変わりはない。日本では掘削力が高いと評価されたが、レバー操作が 20 kg もあるため疲労しやすいと評判は芳しくなかった。なお、22B の日本仕様ではフェースショベルの比率が 50%, バックホーが 50%, 残りはクレーンなど¹⁷⁾であり、現在の油圧ショベルの構成とは違っている。ベイシティ社は 1913 年創業で 1969 年まで存続し、日本にも同社製品が輸入されていた。シールド・バンタム社 C35 パワーショベルは米国で好評で累計 15,000 台が生産されており、ビサラス・エリー社 10B 以上の生産台数であった。その後、シールド・バンタム社はコーリング社に買収され、同社油圧ショベルが石川島との合弁会社で 1960 年代に技術導入されている。写真で紹介した以外にも 1926 年製マリオン社小型電気ショベル, 1926 年リンクベルト社クラムシェルクレーン, 1948 年コーリング社ドラグラインや 1950 年ミシガン社トラッククレーンなど珍しい機種が実演されていた。

写真—26 はルターナ・ウェスティングハウス (または WABCO) 社の「ターナロック」商標のアーティキュレート・ダンプトラックである。1946 年に R.G. ルターナによりこのユニークなダンプトラックが開発された。その後 1953 年にウェスティングハウス・エレクトリック社の兄弟会社 WABCO に買収されたが、ターナロック・シリーズは余り大きな変更なしに生産



写真-26 WABCO社ターナロッカ9トン積みダンプトラック, 90kW
ディーゼルエンジン (1960年製)

され、日本でも1960年代には輸入され各地で使用されている。90 kW ディーゼルエンジンと5速手動変速機により最高45 km/hで走行でき、直結した300 V 交流発電機により全ての作業を電気モータで行う。これによる最大の特徴は旋回を電気モータで行うことである。電気モータが屈折部のセンタヒンジピンにあるリングギヤを任意の角度に動かして、オペレータ席のスイッチ一つで左右に曲ることができる。さらに、荷台の上げ下げも車体中央のベッセル下部にある電動ウィンチで操作する構造である。写真のようにステアリングホイールはなく全て指先で電気コントロールようになっており、現在の電子制御式の建設機械に先駆けるものであった。

また、R.G. ルターナは1923年にモータスクレーパを世界で初めて開発している。このモータスクレーパはガソリンエンジンで発電機を動かし、これにより前後輪を2基の電動ウィンチを駆動し、3基の電動ウィンチでスクレーパ作業を行う革新的な試作機であった¹⁸⁾。1938年には近代的なモータスクレーパを開発している。写真-27は1952年製のもので積載容量4.8 m³の2軸式モータスクレーパである。ターナロッカと共通のトラクタ部「ターナブル」(商標)を流用し3基の電動ウィンチ(写真参照)でスクレーパ作業を行う。当時の競合のキャタピラー社やユークリッド社のモー



写真-27 R.G.ルターナ社ターナブルD, 4.8m³モータスクレーパ,
90kWディーゼルエンジン (1952年製)

タスクレーパは4輪駆動トラクタに牽引式スクレーパを取り付けたものであったため、一体型ターナブル・スクレーパの優れた機動性には敵わなかった。このターナブル・モータスクレーパの出現により、米国の土木工事ではパワーショベルの市場シェアが徐々に減っていった²⁾。しかし、1985年には今度は油圧ショベルの普及によってモータスクレーパは市場を失うことになった¹⁾。なお、競合他社は1950年代から油圧制御式2軸式モータスクレーパを発売してターナブル・スクレーパを追いつけている。

写真-28は初期のクロラローダである。トラクソン社が発明したショベル機構をキャタピラー社D2トラクタに装着したものであるが、このショベル機構の優秀性に目を付けたキャタピラー社は同社を1951年に買収している。この当時小松製作所はモビローダをクロラローダの本命として開発していた。これはショベルで土砂をすくった後、オペレータ席を越えて車体後部までショベルを移動し土砂をダンプカーに載せる方式である。しかし、トラクソン社方式はその後主流となった。



写真-28 キャタピラー社D2トラックカベータ(クロラローダ),
32kWディーゼルエンジン (1948年製)

写真-29はコーリング社「ダンプタ」商標のシャトルダンパであり、日本では石川島の合弁会社で技術導入されていた。ダンプトラックの一種であるが、オペレータ席とステアリングホイールが反転できるので



写真-29 コーリング社60-2A「ダンプタ」, 10トン積み (1954年製)

方向転換が不要で狭い道路などで往復運搬が容易である。同社は1920年代からクローラ式とホイール式のシャトルダンプを製造しており、欧州以上に長い歴史を持つようである。国内でも1950-1960年代に多く使われたが、現在は日米ともに使用されていない。一方、欧州ではシャトルダンプは現在でも多数のメーカーが製造しており街中の工事で良く見ることができる。

写真-30はバーバー・グリーン社のバケットローダである。山積みした土砂などを先端の2対のらせん刃によりバケットに集め、チェーンで上昇するバケットからベルトコンベアにより連続的にダンプトラックなどに積み込む。用途はホイールローダと同様に土砂積み込みや除雪などで軽い掘削もできるようである。オペレータは車体の横に張出した座席からベルトコンベアの向きをダンプトラックの位置に調整しながら掘削積み込みを行う。同社は1923年よりバケットローダを製造しているが、この年代の米国では同様なバケットローダが数多く生産されていた。この機種は1966年まで製造され欧州にも輸出されたが日本では使われていない。



写真-30 バーバー・グリーン社 543 バケットローダ (1953年製)

4. おわりに

米国における建設機械の歴史を実際の車両を見ながら辿ると、非常に多様な機種が開発されこれらに改良や工夫を重ねられて現在の建設機械に至っていることを実感させられる。これらの古い建設機械を一堂に会した博物館を設立したり、古い建設機械を全てボランティアで修復する米国の人々の熱意と技術に対する興

味にも感心させられた。一方、日本では数少ない歴史的建設機械が社内展示されているだけであり、若い技術者が技術の歴史を直接見るのが難しいのが残念である。現在の日本では建設機械の種類が油圧ショベルだけに偏っており、多種多様な建設機械を必要としている世界市場に将来対応できるか心配もある。また、新興国の建設機械メーカーの追上げに対して日本の油圧ショベルの革新が必要と思われるが、本稿の多様な歴史的な建設機械を見て今後の建設機械や工法に何らかのヒントが得られれば幸いである。

謝辞

本稿作成にあたり HCEA トーマス・ベリー氏から展示機種について情報を頂きました。

JCMIA

《参考文献》

- 1) 大川聡「写真でたどる建設機械 200年」日本建設機械化協会 (2008)
- 2) W.R. ヘイクラフト "Yellow Steel", University of Illinois Press (2000)
- 3) B. ホルト "Radiator", U.S.PAT.1,143,967 (1915)
- 4) B. ホルト "Flexible Endless Track for Traction-Engines", U.S.PAT. 1,082,330 (1913)
- 5) B. ホルト "Traction Engine", U.S.PAT.1,076,578 (1913)
- 6) C.L. ベスト "Tractor", U.S.PAT.1,232,482 (1917)
- 7) A. キンボール "Machine for Repairing Road", U.S.PAT.144,925 (1873)
- 8) A.T. プルネ "Modern Road Construction", American Technical Society (1917) p.67-71
- 9) F.D. ウィルソン (オースチン社) "Power-Inclined Leaning-Wheel Grader", U.S.PAT.1,714,151 (1929)
- 10) W.A. コスト (J.D. アダムス社) "Road Grader", U.S. PAT. 2,024,994 (1935)
- 11) F.E. アーント (ギャリオン社) "Road Grader", U.S. PAT. 2,340,100 (1944) など
- 12) 加藤三重次「建設機械化史—揺籃期より成長期へ—」日本建設機械化協会 (1982) p.101
- 13) J.F. ハリソン他 "Road Working Device", U.S.PAT. 2,130,274 (1938)
- 14) 「建設機械 20年の今昔」建設の機械化 231 (1969) グラビアページ
- 15) H.H. リン "Tractor", U.S.PAT.1,270,531 (1918)
- 16) 草間偉瑩武, 鶴見一之「土木施工法」丸善 (1922) p.139
- 17) Challenge for the Future コマツ大阪工場の60年 (2011) pp.38-41
- 18) R.G. ルターナ "Scraper", U.S. PAT.1,530,779 (1925)

【筆者紹介】

大川 聡 (おおかわ さとし)
元 コマツ
「日本建設機械要覧」総論編集委員





津波堆積物の再資源化による人工地盤造成

宮城県名取市における施工事例

高橋 弘

東日本大震災で発生したガレキは、宮城県、岩手県および福島県の3県合計で約2,500万tと推定され、これとほぼ同程度の津波堆積物が生じていると言われている。これらの津波堆積物を全て埋め立て処分することは不可能であり、できるだけ再資源化し、有効活用することが望まれている。著者らは、既に開発した繊維質固化処理土工法（ボンテラン工法）を津波堆積物に応用し、耐震性の高い地盤材料に再資源化する試験施工を実施している。ここでは、宮城県名取市において実施した試験施工の内容について報告する。

キーワード：津波堆積物、再資源化、浚渫、人工地盤造成、耐震性地盤材料

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、日本における観測史上最大のマグニチュード9.0を記録した。この地震により場所によっては波高10m以上の大津波が発生し、沿岸部に未曾有の被害をもたらした。大震災により発生したガレキは、宮城県、岩手県および福島県の3県合計で約2,500万tと推定され、これとほぼ同程度の津波堆積物（ヘドロ）が生じていると言われている¹⁾。現在、可燃物は焼却処分し、金属類などは分別してリサイクルに回すなどの処理が行われているが、津波堆積物については処理が遅れているのが現状である。約2,500万tと推定される津波堆積物を埋め立て処分することはほぼ不可能であり、できるだけ有効活用することが望ましい。仙台市では、被災した東部地域の復興ビジョンとして、海岸に防潮堤や海岸防災林などによる防災公園緑地を整備し、その内側に高盛土の幹線道路を建設する骨子を発表しているが²⁾、高盛土の幹線道路建設などに津波堆積物を利用するなど、津波堆積物の積極的な再利用が期待される。ただし、津波堆積物を再利用するにしても、国土交通省「高速道路のあり方検討委員会」による緊急提言³⁾に見られるように盛土の耐震性は必要不可欠であると考えられる。

ところで、著者らは建設汚泥やヘドロなどの高含水比泥土のリサイクル率の向上を目指し、泥土に古紙破砕物とセメント系固化材を混合して良質な土砂を生成する「繊維質固化処理土工法（ボンテラン工法）」を開発した⁴⁾。本工法は、既に800件、50万m³を超え

る実績を有しており、2004年に発生した中越地震の際にも、芋川河道閉塞により発生した大量の軟弱泥土を原位置で処理し、迅速な災害復旧に貢献した実績がある⁵⁾。

今回、東北建設協会の技術開発支援＜東日本大震災関連＞を受け、宮城県名取市において、広浦湾底部に堆積した津波堆積物を再資源化する試験施工を実施した。ここでは、その内容について報告する。

2. 名取市における津波堆積物の処理

名取市は仙台市の南に位置し、東は太平洋に面している。仙台市との境には閑上浜が広がり、そのすぐ脇に広浦湾があり、そこから岩沼市まで貞山堀が延びている。2011年3月11日の巨大地震により発生した大津波は、この広浦湾を横切る形で名取市内陸部まで押し寄せ、海岸から約3～4kmの位置にある仙台東部道路で停止した。

2012年9月の時点で、発生したガレキはほとんど選別所に集積され、選別作業が行われていたが、広浦湾や貞山堀の底部に堆積した津波堆積物に対しては、これから本格的に浚渫作業が始まり、処理が行われる状況であった。

そこで、名取市役所と協議を行い、名取市閑上の広浦湾底部に堆積した津波堆積物の一部を浚渫し、津波堆積物を再資源化する試験施工を2012年9月27日および28日に実施した。

(1) 室内試験

室内試験の目的は、試験施工の際の古紙破砕物およびセメント系固化材の配合量を決定することである。これまで著者らは宮城県内の3箇所および岩手県内の1箇所で津波堆積物再資源化の試験施工を実施してきた^{6) 7)}。配合量決定のための室内試験は、基本的に一軸圧縮試験としてきた⁶⁾が、岩手県大船渡市における試験施工では、コーン指数で評価した⁷⁾。その理由は、岩手県では復興資材活用マニュアル⁸⁾を発行し、震災廃棄物から分別された土砂及びコンクリートがらの活用について基準を設けており、そのマニュアルに従って試験施工を実施するためである。今回の名取市の試験施工では、これまでに宮城県内の3箇所で実施した試験施工にならい、配合量決定のための室内試験は一軸圧縮試験とした。すなわち、改良土の破壊強度および破壊ひずみについて改良目標を設定し、一軸圧縮試験結果から、目標値を満足する最適配合量を決定した。

強度については以下のように目標値を設定した。まず建設機械の走行に必要なトラフィカビリティを確保し、かつ第2種処理土を満足するため、コーン指数を $q_c = 800 \text{ kN/m}^2$ 以上とした⁹⁾。さらに現場施工と室内試験の強度比を考慮して室内試験で満足すべき強度を算出した。この強度比とは室内試験と現場施工における条件の違いを調整するもので、施工機械と室内試験用混合機械の攪拌性能による混合程度の相違、養生温度の相違に起因する強度の差および改良区域での土質のバラツキや含水比の相違による現場強度の変動をも含めて経験的にカバーするものである。ここでは、強度比を0.65とし、コーン指数を $q_c = 800 \div 0.65 = 1,231 \text{ kN/m}^2$ 以上とした。さらに、コーン指数 q_c と一軸圧縮強さ q_u との関係を示す次式¹⁰⁾を用いて、一軸圧縮試験における強度の目標値を 123 kN/m^2 と決定した。

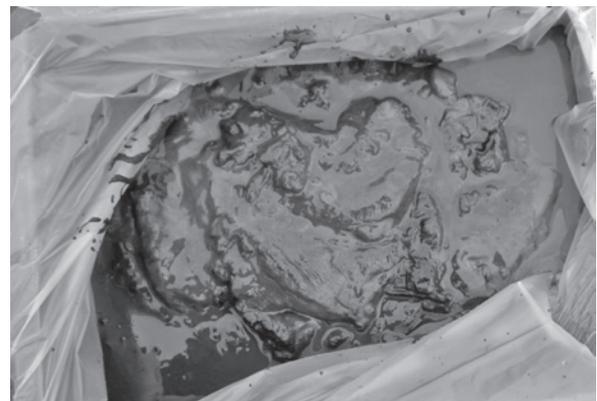
$$q_c = 10q_u \quad (1)$$

また破壊ひずみは従来の研究¹¹⁾にならい、5%以上とした。

今回の試験施工では、広浦湾底部に堆積している津波堆積物の一部を浚渫し、繊維質固化処理土工法により地盤材料に再資源化することが目的であるため、試験施工に先立ち、広浦湾で津波堆積物のサンプリングを行った。写真—1に津波堆積物サンプリングの様子を示す。できるだけ広浦湾の中心部に近づき、柄の長いひしゃくで底部の泥土をサンプリングした。写真—2にサンプリングした津波堆積物を示す。砂質系



写真—1 津波堆積物サンプリングの様子



写真—2 サンプリングした津波堆積物

の津波堆積物が主体であり、これにへドロ状の泥土が混合している状態であった。

津波堆積物には貝殻、枝葉などの雑物が混入していたため、大きめの雑物は手作業で除去した。雑物を除去した後の津波堆積物の含水比、湿潤密度、塩分濃度およびpHを表—1に示す。これまでの試験施工では、乾燥が進み含水比が20～30%程度になった津波堆積物に対しては、古紙破砕物を混合しやすくするために加水調整して試験施工を実施したが、今回の場合、含水比が約60%であり、加水の必要はないと判断し、このまま配合試験に供することにした。

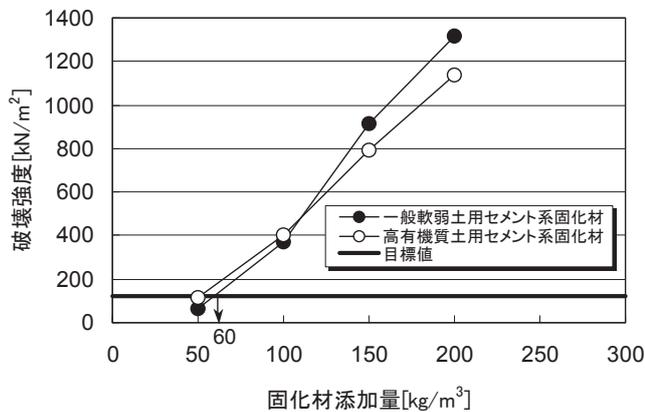
表—1 津波堆積物の物理特性測定結果

含水比 [%]	湿潤密度 [g/cm ³]	塩分濃度 [%]	pH [—]
59.6	1.66	0	5.93

ところで、軟弱泥土を改良する固化材は、改良対象土によっては固化反応に大きな差が生じる。そこで、今回の配合試験では、一般軟弱土用セメント系固化材と高有機質土用セメント系固化材の2種類を用いた。含水比は60%程度であるため、これまでの試験施工

にならい^{6),7)},古紙破砕物の添加量は 25 kg/m^3 とした。セメント系固化材については、添加量を $50, 100, 150$ および 200 kg/m^3 の4種類に変化させて試料を作成し、一軸圧縮試験を実施した。試験の手順については割愛する。

図—1に一軸圧縮試験の結果を示す。一般軟弱土用セメント系固化材を使用する場合、セメント系固化材の添加量が 60 kg/m^3 で目標値 123 kN/m^2 をクリアすることが分かる。一方、高有機質土用セメント系固化材では、 50 kg/m^3 の添加量で目標値をクリアできることが分かる。そこで、本施工では経済性を考え、古紙破砕物の添加量を 25 kg/m^3 とし、セメント系固化材は一般軟弱土用セメント系固化材を使用し、その添加量は 60 kg/m^3 とした。なお、この配合条件では、破壊ひずみも5%以上であった。



図—1 一軸圧縮試験の結果

また試験施工に先立ち、サンプリングした津波堆積物に対して、土壤環境分析を行った。その結果、土壤環境基準全27項目に対して基準値をクリアすることが確認されたため、配合試験により決定された配合量に基づき試験施工を実施することにした。

(2) 試験施工概要

上述したように、現地での試験施工は2012年9月27日および28日に実施したが、これは著者の都合によるものであり、広浦湾の水位が最も低くなる時期を選んだ訳ではない。今回の試験施工では、パワーショベルにより広浦湾底部の津波堆積物を浚渫する計画であったため、広浦湾の水位が最も低くなる時期を選んで予め津波堆積物を浚渫しておく必要があった。そこで、広浦湾の水位が最も低くなる9月14日にパワーショベルで津波堆積物の浚渫を行った。写真—3に浚渫の様子を示す。

ところで、繊維質固化処理土工法による泥土改良で



写真—3 津波堆積物浚渫の様子



写真—4 土砂ピットの掘削

は、改良現場にピット（水槽）を設置し、その中で改良作業を行うのが基本であるが、今回の施工では、上述したように予め所定の量の津波堆積物を浚渫しておく必要があった。そこで、今回は写真—4に示すように土砂ピットを掘削し、その中に浚渫した津波堆積物を貯えておくことにした。

写真—5に、浚渫土をクローラダンプで運搬している様子を示す。また写真—6に土砂ピットに浚渫土を投入している様子を示す。写真—7は、浚渫が完了し、土砂ピットが浚渫土で埋まった状態である。今回の浚渫では、約 110 m^3 の津波堆積物を浚渫した。

試験施工では、写真—8に示すように土砂ピットに投入した改良対象土に対して、 25 kg/m^3 の添加量になるように古紙破砕物を添加し、攪拌・混合を行った。古紙破砕物と津波堆積物がほぼ均一に攪拌・混合された後、固化材を混合するが、今回の試験施工では、写真—9に示す土質改良機を用いて固化材の攪拌・混合を行った。土質改良機上部のホッパーに固化材を入れ、室内実験で決定した添加量（ 60 kg/m^3 ）になるように、供給量をセットした。古紙破砕物が混合された津波堆積物はパワーショベルにより土質改良機のフィーダーに投入され、機械内部で固化材と混合し、ベルコンを介して外部に排出される。写真—10は改



写真一五 クローラダンプによる浚渫土の運搬



写真一九 土質改良機による固化材の混合



写真一六 土砂ピットへの浚渫土の投入



写真一〇 改良土の排出



写真一七 土砂ピットへ貯えられた浚渫土



写真一一 パワーショベルによる改良土の転圧



写真一八 古紙破砕物と浚渫土の混合



写真一二 造成された盛土

良土を排出している様子である。改良土は、耐震性の地盤材料として活用可能であり、名取市役所に対して活用場所の提案も行っているが、協議の結果、試験施工場所に一旦仮置きし、後日再利用することになった。写真—11に改良土をパワーショベルで転圧している様子を、また写真—12に造成された盛土を示す。

盛土の大きさは、底面が14 m × 8.4 m、上面が10 m × 5.6 m、高さ1.25 mであり盛土体積は約110 m³であった。

(3) 品質管理

施工終了後7日目にコーン貫入試験を行い、造成した地盤強度を計測した。5 cm、7.5 cm および10 cmの貫入深さにおける値の平均を求めた結果、コーン指数は3,138 kN/m²以上であり、これはコーン指数の目標値である1,231 kN/m²以上を満足することが確かめられた。

3. おわりに

名取市広浦湾における試験施工を通して、湾の底部に堆積した津波堆積物に対しても、繊維質固化処理工法が適用可能であり、生成された改良土を用いて人工地盤を造成できることが確認できた。本試験施工の結果を広く情報発信し、迅速な復旧・復興に貢献したいと考えている。

謝 辞

本試験施工は、東北建設協会「技術開発支援〈東日本大震災関連〉」を受けて実施した施工であることを付記し、謝意を表す。また試験施工に関してご協力頂いた名取市役所の関係各位に謝意を表す。

J C M A

《参考文献》

- 1) 6月1日付け環境新聞, 2011.
- 2) 仙台市: 仙台市震災復興ビジョン(案) 骨子, http://www.city.sendai.jp/311jishin/_icsFiles/afieldfile/2011/05/23/vision_kossi.pdf
- 3) 高速道路のあり方検討有識者委員会: 東日本大震災を踏まえた緊急提言, http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/hw_arikata/teigen/t01.pdf
- 4) 森 雅人・高橋 弘他: 古紙破砕物と高分子系改良剤を用いた新しい高含水比泥土リサイクル工法の提案と繊維質固化処理土の強度特性, J. of MMIJ, Vol.119, No.4-5, pp.155-160, 2003.
- 5) 高橋 弘・森 雅人・柴田 聡・佐々木 和則: 繊維質固化処理土工法を用いた芋川河道閉塞緊急対策工事について, 第3回土砂災害に関するシンポジウム論文集, pp.19-24, 2006.
- 6) 高橋 弘: 津波堆積物の再資源化による人工地盤造成, 建設の施工企画, No.743, pp.22-29, 2012.
- 7) 高橋 弘: 繊維質固化処理土工法による津波堆積物の再資源化, 建設機械, Vol.48, No.6, pp.41-50, 2012.
- 8) 岩手県: 復興資材活用マニュアル, <http://www.pref.iwate.jp/view.rbz?cd=39813>
- 9) (独)土木研究所: 建設汚泥再利用マニュアル, p.58, 2008.
- 10) 同上, p.186.
- 11) 森 雅人・高橋 弘・熊倉 宏治: ベーパーラッジを用いた繊維質固化処理土の強度特性および乾湿繰り返し試験における耐久性に関する実験的研究, J. of MMIJ, Vol.122, No.6-7, pp.353-361, 2006.

【筆者紹介】

高橋 弘 (たかはし ひろし)
東北大学大学院
環境科学研究科
教授



ずいそう

東京駅復元完成に思うこと 技術移転と熱意について



田丸正毅

先日、仲間と、復元なった東京駅を眺めながら、一杯飲む機会があった。

鉄道好きが集まったの会であったので、この重要文化財を前に、三階部分のレンガが少し違うとか、松本清張の「点と線」のころは九州行のブルートレインが何本も出発していたことなど、談論風発。建設機械が皆無の時代、よく人力だけでできたものだという感嘆の声や、無数の松の杭に支えられていた構造物が免震機構に支えられているという技術面の話や、空中権の売買と復元事業の関係といった経済の裏話、現在のゼネコン各社のルーツはこの駅の建設に由来するといった蘊蓄など、尽きぬ話に楽しい時を過ごした。

その東京駅の完成に、先立つこと50年。未だ、土木工学という言葉すらなかったころ、日本の鉄道建設に携わったお雇い外国人と呼ばれた英国人技師の存在と、その技術を数年のうちに吸収した、我々の先人の優秀さの話は、皆さんご承知であろう。

今から25年前の1987年、私は建設機械の現地生産工場の設立要員の一人として、英国北東部ニューカッスル近郊の町で働いた経験がある。

私の境遇と明治のお雇い外国人とは天と地ほどの差があるだろうが、少しは共感できるところがあるので、この機会に書いてみたい。

さて、当時の英国はサッチャー首相の時代で、工場周辺の町を歩いて、どことなくさびれた感じがあり、これが英国病というものかと思ったものだった。

私の職場は技術部だが、今のように3D-CADのデータを電子メールで送るといようなことは想像もできない時代で、日本とのやり取りはファクシミリ、最初は隣の会社の機械を借用して送った。

技術部としての初仕事は、製図板とドラフタを購入することだったが、これが日本との考え方の違いを実感する最初の機会であった。

機械製図一式をセットで購入すれば済むと考えていたところ、そんなセットなど聞いたことがないとのこと。そこで製図板の寸法、ドラフタの型式、定規の縮尺をすべて個別に選定し、やっと納入日を迎えたが、定規をドラフタに接続する金具がない。どうしてないのかと業者に聞くと、あなたが注文しなかったからとの返事が返ってきた。業者は人のよいおじさんで、意地悪をした様子ではなかった。

そういえばレストランでは、前菜、スープ、メイン、ディッシュを全部選ばないと注文は終わらない。日本のように唐揚げ定食、とんかつ定食のような概念はないようで、さすがにメインはジャガイモ、豆、温野菜は言わずともついているが、イモはフライかマッシュか、豆はさやつきかどうか、ニンジンに刻むか、一口大かなど、いやはや、これが彼らの常識というものと、実感した次第であった。

当時、英国人の工場従業員から尊敬を受けていた日本人スタッフがいた。お世辞にも英語が上手ではないが、技術の伝達に対する熱意は人一倍。

彼はチャールズ皇太子を迎える開所式の直前、英国の変わりやすい天気にも備え、工場の見学コースの雨漏りの確認のため、自ら屋根に上り、身ぶり手振りで雨漏りの処置を指示し、止められないところには通路に植物を置くというアイデアで無事乗り切った。

明治時代の日本に到着した英国人技師たちには、それこそ専属の通訳がついただろうが、短時間に日本人が技術を吸収できたのは、常識の違いを乗り越えた彼らの身ぶり、手振りを交えた率先垂範や、絵などを描いてくれたりし、我々に一生懸命技術を伝えようとしてくれたからではないだろうか。

その英国の工場に同じ時期に滞在し、今年の黄綬褒章に輝いた人がいる。

定年後の現在、彼は乞われて中国に渡り、溶接技能ばかりでなく、整理整頓からはじまる彼のノウハウをすべて伝承しようと張り切っているが、中国語はできないが、絵を描いたり、身ぶりで意志は伝わると、受賞談話で語っていたのは、英国時代の経験とあながち無関係ではないと思う。

この工場は、チャールズ皇太子の不死鳥のような復活と祝辞を賜った開所式から今年で25年を迎えることができた。5年前、初代の社長（故人）を先頭に、設立当時のメンバーでの20周年記念見学会に参加したが、街並みもきれいになり、リバーフロントに公園も整備され、英国病から完全に脱し、勢いが感じられた。

我々も熱意をもって何かに当たり、それを継続すれば、現在の日本の閉塞感はいつかは打開できると思う、今日この頃である。

——たまる まさたけ

コマツ 開発本部 業務部 規制標準グループ 主幹——

ずいそう

多様性と柔軟性の国インド

中田利治



今年の10月はじめ、親しい友人3人と三度目のインド旅行をした。今回はインドの人々の生活をより近くで見たいと考え、公共交通機関は一切使用せず、デリーを出発し、アグラ、ジャイプール、ジョードプル、プスカルを巡り、デリーに戻るまでの約1,400 kmの全行程をガイドとドライバー付きのワンボックスカーで巡った。

この旅で一土木技術者の目から見たインド道路や交通の印象を紹介したい。全体的な印象は「多様性と柔軟性に富んだ国」に加え、「親日的な国」である。

1. 交通手段は多種多様

デリー市内ではトラック、バス、乗用車、オートバイに加え三力車（サンリキシャ：小型三輪トラックの荷台に座席を設置したタクシーで燃料はCNG）が多いのが目につく程度であったが、郊外では車以外の多種多様な交通（運搬）手段が活躍しているのに驚いた。

馬、ロバ、ラクダなどの家畜に曳かれた荷車、テラ（乗用型の耕耘機）に曳かれた台車、自転車、リヤカーなどである。なかでもテラは、国道をトラック並みの速度で走るだけでなく、運転台に座席を設け乗用として使用されていたり、牽引する台車はタンクローリーやダンプなど使用目的に合うようなバリエーションがある（写真-1）。

車のサイズも軽三輪並の三力車から大型トレーラまで多種多様である。特に、トレーラは軸数が多いだけでなく高さが4m、長さが20mを超えらると思われる巨大なものも走っている（写真-2）。

2. 有料道路でも車以外は無料

我々が車で巡ったインド北西部は幹線道路の整備がかなり進んでおり、各所に有料道路があった。幹線道路は中央部の自動車走行用レーン（往復4または6車線）に平行して両側に側道が設けてある。この側道があるお陰で、自動車専用ではなく車以外の交通手段も通行できる構造になっている。しかも、有料区間でも通行料金を払うのは中央部の料金ゲートを通過するトラック、バス、乗用車だけであるとのことで、それ以外の交通手段や歩行者、放牧（遊牧）の牛、羊、ラクダは、側道を無料で利用できる。

家畜が、側道端の草を食みながらゆっくり進んで行くのはのどかな風景である。

3. 車の定員は乗れるだけ

車やオートバイは日本では考えられない使い方がされている。インドで一般的オートバイは排気量100～125cc前後のもので、これに二人乗りするのが普通で、そのためのステップが取り付けられている。男同士の二人乗りでは、後部座席に跨がっているが、女性の場合は左側を向いて腰掛けているので、危なかつしいことこのうえない。

でも、この程度で驚いてはいけない。家族5人が一台のオートバイに乗っているのを何度も目にした。例えば、ガソリンタンクの上に4・5歳の男の子、次に父親（ライダー）、父親と母親の間に幼い子供、一番後ろに赤子を背負った母親の合計5人である。母親が赤子を抱えている場合もあるので、見ている方ははらはらする。

三力車（サンリキシャ）の乗り方も驚異的である。小さい車体に3列の座席があり9名というだけでも驚きであるが、座席の間や運転席の両脇、更に車の上にも乗っている場合もある（写真-3）。

オートバイも三力車（サンリキシャ）も我々から見ると危険このうえないが、ガイドの話では、事故を起こさない限り警察が取り締まることはないとのことで、柔軟性の富んだ対応にインドのお国柄を感じた。

4. インドの人は親日的

交通事情の話からそれるが、歩いていて街行く人々から何度か「チャイニーズ？ コリアン？」と問いかけられ、「ジャパニーズ」と答えると。「オー、ジャパニ（ヒンズー語の日本人の意味）」と聞いて「日本は、美しい国、技術の先進国」とか「インドが中国と戦争している時、食料援助してくれた国」など、友好的な会話が進んだ。この会話を通じて、逆に自分がインドだけでなく近隣諸国の事情をどの程度理解しているかを大いに反省しながら帰途についた次第である。

——なかだ としはる 一般社団法人 日本建設機械施工協会
関西支部 技術部長——



写真-1 テラ（タンク車）



写真-2 巨大なトレーラ



写真-3 三力車

JCMA 報告

平成 24 年度
「建設施工と建設機械シンポジウム」開催報告(その2)
優秀論文賞受賞論文紹介

**GPS を利用した
超高層タワー鉛直精度管理技術の開発
世界最高高さの自立式電波塔建設工事に
国内初適用**

池田 雄一・田辺 潔・原田 恒則

1. はじめに

世界最高高さの自立式電波塔（以下、超高層タワー）は、地上約 500 m までの塔体と塔体最頂部から突出した地上 634 m までのゲイン塔で構成される。

塔体の鉄骨工事では、在来手法で上層部に盛替えた基準墨の累積誤差を担保することが最重要課題であった。そこで、GPS 鉛直精度管理システムを開発し、基準墨の精度を確認した。一方、ゲイン塔工事では、地上付近で組立てられたゲイン塔鉄骨を塔体の狭いシャフト内で傾斜を緻密に管理しながらリフトアップさせることが最重要課題であった。そこで、上記のシステムを利用し、リフトアップ時の動的な挙動管理、および最終位置決めにおける静的な位置決め作業に適用し効果を確認した。

本報では、GPS 鉛直精度管理技術の開発および超高層タワーの塔体鉄骨工事とゲイン塔リフトアップ工事への適用内容および得られた知見についてまとめた。

2. 超高層タワー建設工事の概要

(1) 塔体鉄骨工事

塔体鉄骨工事の概要を表—1 に示す。積層工法による鉄骨工事は、タワークレーンを利用して図—1 のように地上約 500 m まで行われた¹⁾。鉄骨工事中の作業床はすべて仮設で、常に風やタワークレーンの動きなどによる大きな変位を伴う作業環境であった。鉛直精度を確認できるのは、エレベータシャフト周りの空間に限られる制約があった。

表—1 塔体鉄骨工事の概要

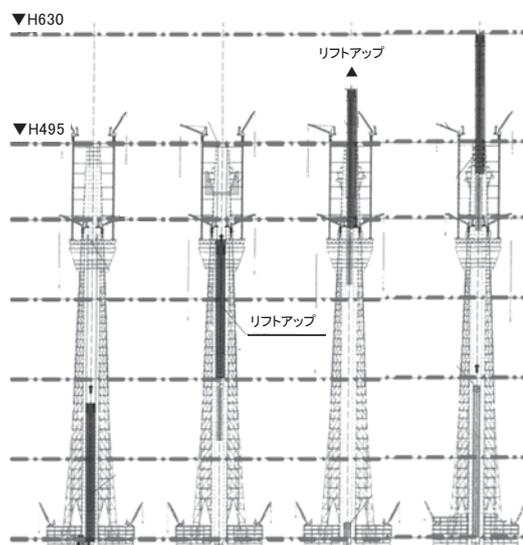
タワー最高高さ	634 m
塔体高さ	497 m
鉄骨節数	48 節(0～47 節, 展望台別途)
外周鉄骨	丸形鋼管柱
シャフト鉄骨	角形鋼管柱
工事期間	2009/02～2010/11(22 ヶ月)



図—1 鉄骨工事の状況

(2) ゲイン塔リフトアップ工事

ゲイン塔（着色部分）の施工ステップを図—2 に示す。同図左から、STEP 1：ゲイン塔鉄骨の地上付近での組立、STEP 2：塔体シャフト内におけるリフトアップ、STEP 3：塔体最上部 H495（地上 497 m 地点のこと、以下、同様の表記）から突出した状態でのリフトアップ、STEP 4：リフトアップの完了・定着部



図—2 ゲイン塔の施工ステップ

表一 2 ゲイン塔工事の概要

ゲイン塔高さ	約 164 m (制振装置室, 塔体内固定部を含む)
鉄骨節数	17 節
構造	鉄骨造
リフトアップ回数	14 回
リフトアップ高さ	5 ~ 15.5 m (計約 123 m)
工事期間	2010/12 ~ 2011/03 (塔体から突出後)

の接合, を表している。以下では, STEP 3 のリフトアップ時における精度管理について述べる。ゲイン塔リフトアップ工事の概要を表一 2 に示す。1 回のリフトアップ平均高さは約 10 m であり, 各リフトアップ作業の後, 新たに塔体から突き出した部分に放送用の大型アンテナを取り付けるという作業が繰り返された。

3. 鉛直精度管理システムの開発

(1) システム設計

①座標系の選択

基準墨の管理は, 塔体の変位を考慮する必要がない相対座標管理による計測手法をベースにシステム構築を行う設計とした。相対座標管理の場合, 累積誤差を把握するため地上や塔体外部に基準を持つ絶対座標管理手法によって基準墨の精度を確認する手法を確立しなければならない。しかし, 絶対座標管理では塔体の変位を差し引いて, 考慮する必要がある。

②絶対座標管理による計測手法

絶対座標管理で基準墨の精度を計測する 3 種類の方法を比較検証した。その結果を表一 3 に示す。光学式の計測手法 (①, ②) の計測精度は, 空気中の光の屈折率に大きく左右される。光の屈折率は, 気温, 湿度, 気圧によって変化する。雨雲が出現することの多

い地上 300 m 付近を跨いで計測するような状況下では光の屈折率が大きく変化する。このため, 測量器メーカーは同条件下での光学式測量機器の計測精度を保証していない。また, 国内土木工事現場において, 地下 400 m に設置したレーザー鉛直器のレーザー光を地上で受光し, 正確に計測できるか実験を行った。クラス 2 以下の安全なレーザー光では正確に計測できないことがわかり, そのため不採用とした。3 次元光波測量器 (以下, トータルステーション: TS) による測量は, 塔体高さと同程度離れた現場外の市街地に TS を設置して, 塔体最上部に設置したプリズムを長時間測量し続けなければならない。しかし, 塔体の外周に設置された足場や垂直ネット, 養生シートなどにより, 外部からの視通を確保できないことを理由に不採用とした。塔体が風などの影響により常時何らかの変位をしていることから, 動的な計測が可能なリアルタイム GPS について調査した。リアルタイム GPS は, GPS の各種計測手法のうち, 基準局を必要とする相対測位・干渉測位の一種で, 計測精度が高い。最高 20 Hz のサンプリング周波数でデータを取得でき, 各データの信頼性が高いことから動的計測が可能である。実際, 長時間計測を実施し, 統計処理を行うと表一 3 に記したような計測精度が得られた。リアルタイム GPS は国内の研究実績²⁾ や海外での工事適用実績³⁾ などから計測手法としての有効性を把握していたが, さらに検証すべき以下の課題があった。

- ・実運用上の計測精度 (誤差の標準偏差: σ)
- ・日射や風の影響による鋼構造物の変位量
- ・タワークレーンなど (マルチパス) による GPS データ取得の低減率

③ GPS 計測検証実験

上記の検証課題に対して, 高さ 195 m の鉄骨造タワーの 150 m 地点, および超高層集合住宅建設現場

表一 3 基準墨計測手法の比較

	計測方法	制約事項	計測精度	運用のしやすさ	運用上の問題点	総合評価
①	地上に設置したレーザー鉛直器で計測	環境 (温湿度, 気圧) 変化で計測精度が悪化	5 mm / 200 m	計測専用のシャフトが必要	現状よりレーザー出力の高い機種はない	4 ポイント 不採用
		1	1	1	1	
②	塔体外部からトータルステーションで計測	環境 (温湿度, 気圧) 変化で計測精度が悪化	5 mm / 300 m	現場外から長期計測が必要	仰角がきつい計測と足場やネット等と干渉	7 ポイント 不採用
		1	2	2	2	
③	リアルタイム GPS を利用した動的な計測	近隣に基準局を設置する必要有り	5 ~ 10 mm / 600 m	各節ごと GPS アンテナの盛替が必要	超高層領域で精度の確認が必要	13 ポイント 条件付採用 (要検証)
		3	4	3	3	

の最上階で計測実験を行った結果、以下の事項が明らかになった。

- ・計測精度は、水平方向約 5 mm，高さ方向約 10 mm
- ・日射による変位は、風より 1 桁大きく、100 mm 以上
- ・昼間のデータ取得率はタワークレーンの稼働により低下し、ブームの向きによって大きく変動する

(2) 専用基準局と座標変換

①専用基準局の設置

干渉測位による GPS の計測精度は、基準点との間の距離に比例して低下する。計測精度が優先される場合、その距離は 5 km 以内が望ましいが、近隣の電子基準点は足立:8 km，市川:9 km，練馬:16 km であった。したがって、現場周辺に専用基準局を設置した。基準局の選定では、不動点であることと、GPS 受信環境が優れていることが重要な条件となる。周辺に高いビルがない地域では、不動点であることを優先するため、振動の発生源である幹線道路や鉄道付近は避ける必要がある。一方、周辺に高いビルが多い都心部では、GPS の受信環境を優先して低層ビルの屋上などに設置する方が望ましい。今回は、都心部であったため、GPS 受信環境を優先して近隣ビルの屋上に設置した。

②現場ローカル座標への変換

GPS から得られた東経、北緯、楕円体高 (= 標高 + ジオイド高) の位置座標 (以下、GPS 座標) は WGS-84 (World Geodetic System 1984) 楕円体上にある。GPS 座標から現場ローカル座標を得るには、複数のコントロールポイント (以下、CP) を設け、同ポイントにおける測量により GPS 座標とローカル座標を取得し、ヘルマート変換を行う。

③ジオイドと鉛直軸の誤差

数学モデルの WGS-84 楕円体に対し、平均的な海面 (重力の等しい面) をジオイドと呼ぶ。ジオイドは数学モデルでは定式化できない不規則な形状をした面である。ジオイド高は、国土地理院から 2 km メッシュで提供されており、それ以外のポイントは内挿補間によって求められる。そのため、得られる標高は真値に対して多少の誤差を伴う。一方、各 CP では水平より高さの方が測量誤差は大きい。その結果、両者から導出された座標変換式では、図-3 左のようにローカル座標系の鉛直軸に誤差が生じる。その誤差が 5 秒だと仮定すると、地上 600 m では水平誤差が約 15 mm となる。座標変換に起因する誤差が顕著になるため、図-3 右のようにできるだけ広域に CP を設けて座標変換を行うことで可能な限り鉛直軸の誤差の影響を小さくした。

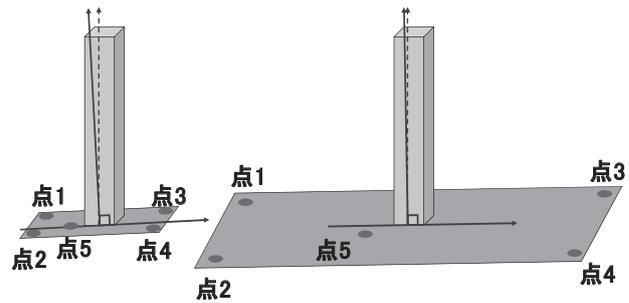


図-3 座標変換エリアの鉛直誤差への影響

(3) GPS 鉛直精度管理システムの開発

GPS 座標からローカル座標へ変換された座標値 (GPS 計測座標) は、現場内基準点 (鉛直視準器により盛替え) を利用して TS により計測された座標値 (TS 計測座標) と比較して誤差 (以下、絶対変位) を算出できる (図-4)。得られた絶対変位を詳細に分析するため、下記の機能をもつシステムを開発した。

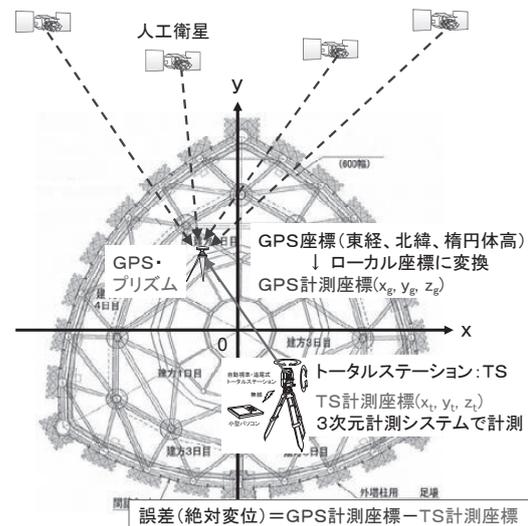


図-4 基準点の絶対変位の算出

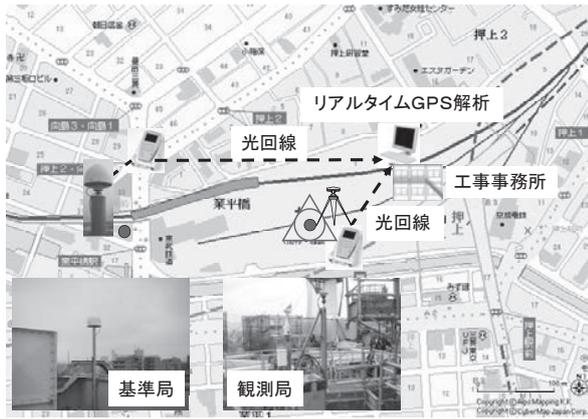
- ①絶対変位と風向風速計の計測値をリアルタイム表示し、10 分間または 24 時間の履歴を時刻歴グラフで表示する機能 (モニタリング機能)
- ②指定した時間内における指定した風速値以下に対応する絶対変位データを抽出し、出力する機能 (基準墨管理機能)
- ③同上範囲に対応する絶対変位データを抽出し、出力する機能 (風速変位後処理機能)
- ④各種設定を入力する機能 (各種設定機能)

4. 超高層タワー建設工事への適用

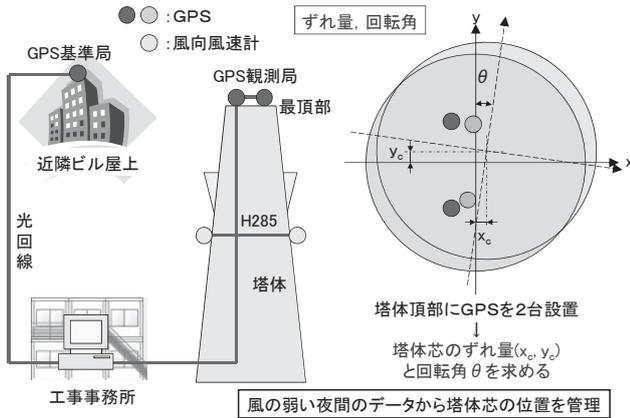
(1) 塔体鉄骨工事における基準墨の鉛直精度管理

①システム適用計画

通信インフラ整備を含む GPS 設置計画を図-5 に



図一五 GPS 設置計画 (背景地図は建設時のもの)



図一六 システム全体配置

示す。塔体芯から約 300 m 離れたビルの屋上に基準局を、塔体鉄骨最上部に観測局をそれぞれ設置し、受信した GPS データを工事事務所に設置した PC に取り込み、リアルタイム GPS 解析を行った。基準局の計測データを不動点としてリアルタイム解析を実施することで塔体の動的な計測が可能となった。GPS 鉛直精度管理システムの適用計画を図一六に示す。リアルタイム GPS 解析結果と風向風速計のデータを同システムへ取込み、計測データの表示、保存、分析を行った。風向風速計は H285 の外周部の点検歩廊（工事中垂直ネットの外側）に 3 台設置し、風向が絶えず変化しても塔体の影響の少ない風速値を確実に取得できるようにした。塔体頂部の GPS 観測局は、塔体芯の変位と塔体回転角を得るために 2 箇所を設置した。得られた長期間の計測データから、日射の影響がない深夜から早朝にかけての風速値の低い時間帯のみのデータを抽出し、それを統計処理することで GPS 計測座標を取得した。鉄骨工事 1 節ごとに、これら 2 箇所所得られた GPS 計測座標から塔体芯（ローカル座標原点）での誤差値と回転角を算出することによって、従来手法のような超高層タワー内のある一点ではなく、節全体としての誤差を把握できるようにした。具

体的に誤差の把握は、在来手法で上げた基準墨を GPS で数日間モニタリングし、得られた GPS 計測座標との誤差値をチェックすることで行われた。なお、JASS6 では、高さ H の建物の倒れに関する管理許容差は $H/4000 + 7 \text{ mm}$ かつ 30 mm * 以下、限界許容差は $H/2500 + 10 \text{ mm}$ かつ 50 mm * 以下と規定されている（* H $\geq 100 \text{ m}$ では、下線部の値が支配的）。在来測量の累積誤差については最大 $\pm 20 \text{ mm}$ と想定した。

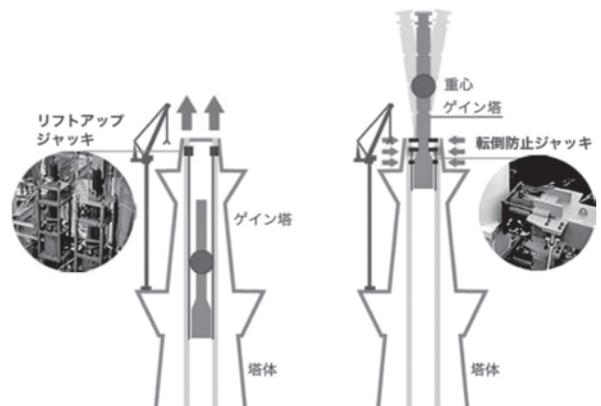
②適用結果

実施では、GPS から得られた基準墨の誤差値が、想定された累積誤差の最大値を超えたことは一度もなく、在来手法で上げた基準墨の正確さが確認できた。さらに、H150、H240、H375、H495 において、GPS 計測精度の確認測量を実施した。塔体最上部にプリズムを設置し、その直上に GPS アンテナを設置した。塔体外部から現場のローカル座標系で TS を利用して測量を行い、GPS 計測座標と比較したところ、両者の誤差は x、y 座標でほぼ 5 mm 以内であり、本システムの GPS で得られた水平座標の正確さが確認できた⁴⁾。

(2) ゲイン塔リフトアップ工事における鉛直精度管理

①リフトアップ工事の概要

ゲイン塔のリフトアップ用に油圧センターホールジャッキ（以下、リフトアップジャッキ）が塔体最上部に 12 台設置された。リフトアップの最終段階においては、ゲイン塔は塔体内部から大きく突き出し、工事の進捗とともにゲイン塔の重心位置が徐々に高くなるため、ゲイン塔の鉛直精度管理と転倒防止が重要であった。そのため、リフトアップジャッキの他、図一七に示すようにゲイン塔が塔体上部に突き出してからの転倒を防ぎ、その鉛直精度を調整可能にするための転倒防止ジャッキを塔体最上部付近に設置した。リフトアップ作業では、すべてのリフトアップジャッキを



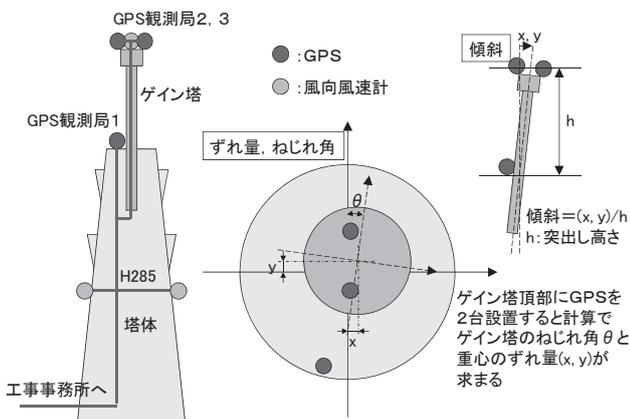
図一七 リフトアップ工所用ジャッキの配置



図一八 リフトアップ工事指令室の概要

同調動作させ、ゲイン塔の鉛直精度を保持しながら上昇させなくてはならない。さらに、転倒防止ジャッキに対してはゲイン塔の傾きや塔体との位置関係を常に監視しながらの微妙な押し引きの調整が必要となった。そのため、すべてのジャッキは図一八のように第1展望台内に設置した指令室で集中制御した。指令室では、リフトアップ中のゲイン塔の様々な情報を各種計測管理システムの画面や現場の監視員から無線連絡で収集し、長大なゲイン塔を正確にコントロールした⁵⁾。

ゲイン塔の鉛直精度管理はゲイン塔の上部、中間部、下部および塔体最上部に設置した傾斜計の値を監視して行う計画であった。それに対して、GPS 鉛直精度管理システムを併用し、実工事において鉛直精度管理の有効性を確認した。本システムの概要を図一九に示す。GPS 基準局は塔体鉄骨工事と同様に設置し、GPS 観測局はゲイン塔頂部に2台、塔体頂部（H495）に1台設置した。得られた計測値から、ゲイン塔頂部芯のずれと回転、ゲイン塔および塔体の傾斜角が計算処理により求められる。風向風速計は、塔体工事で設



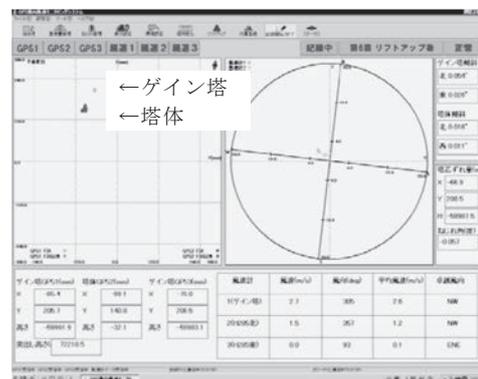
図一九 リフトアップ工事時のシステム適用計画

置した3台のうちの1台をゲイン塔頂部へ移設し、H285に2台設置した。

②リフトアップ工事への適用

リフトアップ作業は昼間に行われたため、日射や強風の影響を受けてゲイン塔は大きく変位した。その変位はゲイン塔高さ方向に対して線形ではないため、ゲイン塔の上中下段に設置した傾斜計はそれぞれ異なる値を示した。一方、GPS 鉛直精度管理システムでは、ゲイン塔および塔体をそれぞれ一つの剛体と見なして傾斜を算出する仕組みになっている。ゲイン塔はリフトアップ中、その下部が塔体のシャフト内を通過するが、シャフト内は空間的な余裕がなく、傾斜角を精密に制御しないとゲイン塔とシャフトが接触してしまう。こうした制御を行う必要がある場合には、ゲイン塔全体の大局的な傾斜が把握できるGPS 鉛直精度管理システムの方が、傾斜計による管理手法より管理しやすいことが確認された。

また、初期のリフトアップ作業時にゲイン塔が回転するという想定外の現象が起こった。ゲイン塔の鉄骨柱を押す転倒防止ジャッキの作用点が柱芯から大きくずれると柱のR形状に合わせて回転力が発生するという仕組みであった。このため、リフトアップ中の転倒防止ジャッキは必要以上に押さない制御方式に修正された。このように、リフトアップ中の回転量が把握可能な点においてもGPS 鉛直精度管理システムの有効性が改めて確認できた。リフトアップ中のシステム画面を図一〇に示す。画面左にGPS計測値、右に風向風速計の計測値をプロット表示し、傾斜角および回転角等は右端に数値で示した。この日は風が弱く晴天だったため、ゲイン塔および塔体が日射により大きく変位していたが、傾斜角を緻密に制御して鉛直精度を確保しながらリフトアップできた。



図一〇 リフトアップ中のシステム画面

③ゲイン塔の最終位置決め

転倒防止ジャッキは、鉛直精度をきめ細かく調整す

るため、その押し出し量を 0.1 mm 単位で制御できる。転倒防止ジャッキを 1 mm 押すとゲイン塔頂部を逆方向へ約 7 mm 動かせる。リフトアップ中はゲイン塔の鉛直性を保持し、リフトアップ停止時はゲイン塔が転倒しないよう固定するため、図-11 のようにジャッキを水平 6 方向、上下 7 段（同図には 4 段のみ表示）に設置し、地震荷重・風荷重に対抗させた。計 14 回のリフトアップによって、最頂部が H634 に到達後、日射及び風の影響を考慮し、到達翌日の深夜から翌々日の早朝に掛け、転倒防止ジャッキを押し引きさせて、ゲイン塔頂部の水平位置および鉛直精度を調整した。作業時の風速は概ね 5 m/s 以下であり、風による影響はほぼ無視できる状況であった。実際には、図-12 のように 100 mm 以上ずれた状態から作業を開始し、傾斜計の値を確認しながらゲイン塔の鉛直精度を調整した。GPS により最頂部の位置を確認したところ、設計値に対して 20 mm 以内という高い精度で最終位置決め作業を完了できた。

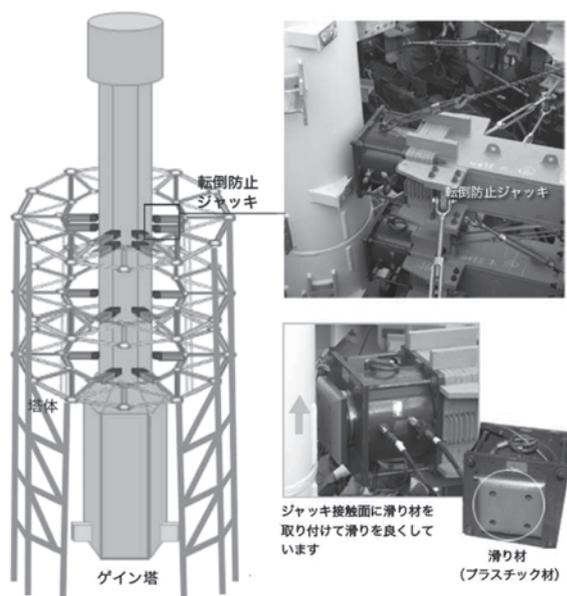


図-11 転倒防止ジャッキの配置

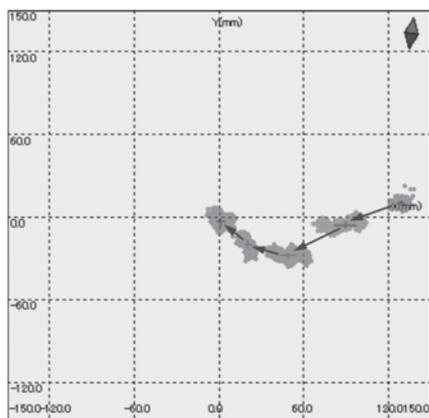


図-12 ゲイン塔頂部の最終位置決め推移

5. おわりに

本報では、超高層タワーの塔体鉄骨工事とゲイン塔リフトアップ工事の2つの場面に対して、鉛直精度管理技術を開発し、それぞれ最適な組合せで在来手法に対する適用効果を検証した。これにより、以下に示す知見を得た。

- ・GPS の計測精度は計 4 回実施した精度確認測量結果から、十分に正確であった
- ・GPS の計測値からゲイン塔の傾斜角と回転角を算出して、監視することで緻密なリフトアップの制御を容易に行えた
- ・風の弱い日の夜間にゲイン塔最頂部の最終位置決めを行った結果、設計値に対して 20 mm 以内の精度が確保されたことを GPS の計測値で確認した

今回、開発した GPS を利用した鉛直精度管理技術は、工事適用を重ねることで、さらなる改善が進むと考えられる。今後、一般的な超高層ビル建設工事への水平展開を図って行く予定である。

JCMA

《参考文献》

- 1) 田辺 潔：東京スカイツリー®の施工 — 施工概要および工事工程一、基礎工、Vol.40, No.1, pp.30-32, 2012
- 2) 田村幸雄・吉田昭仁：GPS 技術を用いた構造物の変位応答モニタリング、計測と制御、Vol.46, No.8, pp.623-627, 2007
- 3) Joel van Cranenbroeck, et al.: Smallest GPS Network for Tallest Building - Core Wall Survey Control System for High Rise Buildings-, GIS DEVELOPMENT, pp.52-56, 2007
- 4) 池田雄一・浜田耕史・田辺 潔・原田恒則・田村達一：超高層タワー建設工事における精度管理技術の開発、第 13 回建設ロボットシンポジウム論文集、pp.169-176, 2012
- 5) 原田恒則：東京スカイツリー®の施工 — ゲイン塔工事（リフトアップ工法）一、基礎工、Vol.40, No.1, pp.44-47, 2012

【筆者紹介】



池田 雄一（いけだ ゆういち）
 (株)大林組
 技術研究所 生産技術研究部
 主任研究員



田辺 潔（たなべ きよし）
 (株)大林組
 東京本店 建築事業部 生産技術部
 部長



原田 恒則（はらだ つねのり）
 (株)大林組
 本社 建築本部 特殊工法部
 副部長

JCMA 報告

**平成 24 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性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とともに、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「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ている。

平成 24 年度については、6 月 17 日（日）に学科試験（10 会場）、8 月 23 日（木）から 9 月 9 日（日）の間に実地試験（13 会場）を行い、11 月 30 日（金）に実地試験の合格発表を行った。

2. 学科試験結果

6 月 17 日（日）に全国 10 会場で実施した学科試験の結果は次のとおりである（2 級についてはのべ人数）。

[1 級] 受検者数 2,986 名
合格者数 1,100 名
合格率 36.8%

[2 級]

区 分	受検者数	合格者数	合格率
第 1 種	770 名	382 名	49.6%
第 2 種	5,009 名	2,676 名	53.4%
第 3 種	130 名	55 名	42.3%
第 4 種	474 名	215 名	45.4%
第 5 種	98 名	40 名	40.8%
第 6 種	67 名	35 名	52.2%
合 計	6,548 名	3,403 名	52.0%

3. 実地試験結果

実地試験を、学科試験合格者、学科試験免除該当者（2 級技術研修終了者及び前年度実地試験不合格者（欠席者含む））に対し、1 級及び 2 級とも 13 会場で 8 月 23 日（木）から 9 月 9 日（日）の間に実施した。結果は次のとおりである（2 級についてはのべ人数）。

[1 級] 受検者数 1,156 名
合格者数 997 名
合格率 86.2%

[2 級]

区 分	受検者数	合格者数	合格率
第 1 種	441 名	288 名	65.3%
第 2 種	2,801 名	2,492 名	89.0%
第 3 種	64 名	54 名	84.4%
第 4 種	230 名	209 名	90.9%
第 5 種	37 名	33 名	89.2%
第 6 種	40 名	39 名	97.5%
合 計	3,613 名	3,115 名	86.2%

4. おわりに

平成 25 年度については 2 月 1 日（金）から受検申込み用紙など（「受検の手引」一式）を当協会等で販売し、3 月 8 日（金）から 4 月 5 日（金）まで受検申込みを受け（郵送のみ）、6 月 16 日（日）に学科試験を行う予定である。

JCMA 報告

**平成 24 年度
一般社団法人日本建設機械施工協会
研究開発助成
助成対象研究開発
決定のお知らせ**

平成 24 年度研究開発助成担当
技師長 鈴木 勝

I. はじめに

一般社団法人日本建設機械施工協会は、平成 24 年度の研究開発助成対象研究開発を決定しましたのでお知らせいたします。

この「研究開発助成」は、建設機械及び建設施工に関する技術等の向上と普及を図り、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て優れた研究開発・調査研究に対して助成する制度で、本年度は第 6 回目となります。

本年度は、研究開発助成審査委員会（委員長 岸野佑次 東北大学名誉教授）において過日厳正な審査を行い、今般応募 8 件の中から『掘削バケット前方埋設物の地中レーダ監視システムの開発（群馬大学大学院工学研究科：教授 三輪空司氏）』、『超広帯域通信 IC タグと 3 次元モデルを用いた建設施工管理システム（大阪大学大学院工学研究科：教授 矢吹信喜氏）』、『無人化施工の効率・安全を高める映像注目支援に関する調査研究（早稲田大学創造理工学部：助手 亀崎允啓氏）』及び『動電式加振器のコンクリート構造物地震時損傷評価への応用（東北大学大学院工学研究科：教授 鈴木基行氏）』の 4 件に対し助成することに当協会会長が決定しました。

なお、研究期間は平成 25 年 1 月以降から平成 26 年 3 月末で、研究開発成果は平成 26 年 11 月頃開催予定の「建設施工と建設機械シンポジウム」で発表される予定です。

II. 助成研究開発の概要

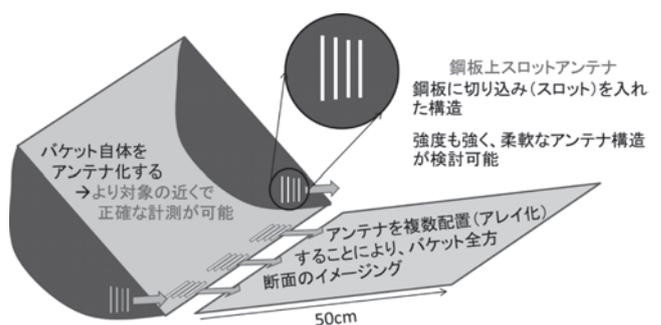
今回助成を決定した研究開発の概要は以下のとおりです。

1. 掘削バケット前方埋設物の地中レーダ監視システムの開発

群馬大学大学院工学研究科 教授 三輪空司氏
バックホー等による掘削時に、地下に埋設された電話線、光ケーブル、ガス管、水道管等を破損する地下埋設物損傷事故が後を絶たず、社会への重大な影響も懸念されており、埋設物の存在を認識しながら慎重さに欠ける掘削作業により事故に至った事例も多いと推察される。これへの抜本的な対策として、重機オペレータの勘に頼るのではなく、掘削作業時に埋設物を直接センシングし、自動的に警報を発する装置の開発が有効である。

本研究では、掘削中リアルタイムに地中内部のバケット前方を監視し、障害物に対して自動的に警報を出す地中レーダシステムを開発することを目的とする。具体的には、バックホーのアーム等にアンテナを取り付けるような地中探査システムではなく、掘削バケット自体をアンテナ化し対象により近づくことにより、土中の不均質の影響を小さくして、反射体をより正確に計測しようとするものである（図—1）。

〔採択理由：技術的に開発がむずかしいが現場ニーズが高いことが評価された。〕



図一 開発するアンテナ一体型バケットとバケット前方探査レーダの概要

2. 超広帯域通信 IC タグと 3 次元モデルを用いた建設施工管理システム

大阪大学大学院工学研究科 教授 矢吹信喜氏
これまで、情報化施工では施工機械に GPS などを取り付けて、施工の合理化に取り組んでいるが、トンネルや建物内では GPS は使うことができず、新たな方法が必要となっていた。

また、一般的な IC タグは、設置してある位置情報を予め入力してあり、貼り付けた物が動かなければ、場所を特定することができるが、動くものの位置情報を得ることはできなかった。超広帯域 (UWB) 通信を用いた IC タグを用いれば、位置情報と個体識別情報を同時に遠隔で取得できるようになる。

UWB は、周辺に 3 個以上のアンテナを置くことによって、位置情報を比較的正確にリアルタイムに得ることができるのが特徴である。しかも、IC タグには ID が付加されているから、IC タグが貼り付けてある各々の物がどこにあり、どの方向にどれだけの速度で移動しているかを、現場の事務所などで把握することができる。

今回、建設施工現場において、各施工機械、作業員、重要資材に UWB-IC タグを取り付け、事務所などで CIM で今後作られる 3 次元モデルと連携させて、これらの各種建設資源を安全かつ合理的に管理するシステム開発に関する研究を行うものである。

採択理由：協会活動に沿う新しい試みであることが評価された。

3. 無人化施工の効率・安全を高める映像注目支援に関する調査研究

早稲田大学創造理工学部 助手 亀崎允啓氏
本研究は、昨年度助成対象であった研究（「複雑作業への適用を目的とした無人化施工における車載・環境カメラの可動性効果の検証とその半自動コントロール手法に関する基礎的研究」）に引き続くものである。

これまでに、ズーム・アングルが調整可能な可動式カメラによる映像調整機能の必要性を確認し、その半自動化コントロール手法の試作を行った。これにより、状況に応じて変わる「オペレータが望む映像」を提供できる可能性が示唆された。計画や操作の判断に不可欠な基本情報（つまり、視覚情報）が多彩かつ広範に得られることは重要である一方、オペレータの認知情報処理に関する負荷は肥大してしまうことが懸念される。そこで、当該作業を効率的かつ安全に遂行するために、「どのカメラ映像のどの部分をどのように見ればよいか」といった映像の注目支援について検討する。本研究では、開発済みの VR シミュレータを用いた調査結果をもとに、注目支援手法の試作・実証を行うものである。

採択理由：複数の機関で取り組まれている無人化支援方法の模索の一つであることと、1 年目の着実な研究の進捗が評価された。

4. 動電式加振器のコンクリート構造物地震時損傷評価への応用

東北大学大学院工学研究科 教授 鈴木基行氏
東日本大震災では、三陸沖から茨城県沖にかけて連動型地震が発生したと考えられており、これによって強い揺れが東北地方と関東地方の広域に及んだ。各地の地震観測波の多くは卓越周期が 0.5 秒よりも短周期にあり、一般的な鉄筋コンクリート (RC) 構造物の固有周期 (0.5 ~ 1.0 秒) から逸れたために、橋梁、建物、住宅では、倒壊などの甚大な構造物被害が回避されたと考えられる。

しかし、今回の震災では連動型地震による強い揺れが広域に及んだため、膨大な数の RC 構造物にひび割れが見られた。震災からの長期的な社会の復興と再生が進められる中で、東北地方の過酷な環境作用に対する耐久性や耐震安全性を確保するためには、被災構造物の構造安全性と損傷レベルを把握した上で、適切な補修・補強を早期に施すことが望まれる。RC 構造物では、ひび割れ注入による簡易補修から断面修復工まで損傷レベルに応じて補修工法が大きく異なるため、地震時最大応答に基づいて損傷レベルを評価する必要があるが、地震後にはひび割れが閉じるなど、通常行われる目視による外観調査では RC 構造物の損傷レベルを適切に評価することができない。

本研究は、機械部品の精密検査などに用いられる動電式加振器のコンクリート構造物地震時損傷評価への応用を検討する。このような点検手法の機械化によって、これまでの目視点検では判断できないコンクリート断面内のひび割れ範囲を明らかにし、地震時最大応答に基づく被災構造物の損傷レベルと構造安全性の評価と、適切な補修工法の選定が可能になる。

また、本研究は昨年度助成対象であった研究の 2 年目であり、「RC 橋脚の強制加振試験（現場試験の実施）」、「コンクリート構造物の地震時損傷 評価手法の構築」を行うものである。

採択理由：震災関連で必要な研究であることが評価された。

CMI 報告

地盤振動の伝搬経路対策と 振動低減効果

齋藤 聡輔

1. はじめに

建設工事、道路供用等により発生する地盤振動は、付近の建物に物理的被害を及ぼし、周辺住民に精神的影響を与える場合があります、問題となる場合がある。

ここで振動低減対策を対象とした市街地における高架橋工事は、住宅や学校、病院など人口密集地区に対する地盤振動を低減することが求められている。そのため、施工現場では、工事および道路供用後の振動低減対策が必要である。この現場では、ジョイントを減らした多径間連続橋を採用するほか、新技術である回転杭施工による回転圧入鋼管杭基礎を用いるなど、沿道に対する振動発生量の低減に努めている。しかし、施工現場の近くに住宅があることや橋梁架設位置で厚層50mの沖積粘性土層の軟弱地盤が分布していることから、さらなる、振動低減対策が必要になった。

本稿では、地盤振動の伝搬経路における振動低減対策として、鋼矢板やEPS（発泡スチロール）のような入手が容易で様々な用途に用いられる材料を振動伝搬経路の地中に設置して防振壁とした場合と、これら防振壁と空溝を組み合わせた場合について、現地振動測定を実施し振動低減効果を取りまとめたものである。また、その結果をもとに、施工現場における振動低減効果を予測した事例について報告する。

2. 現地振動測定の概要

(1) 振動低減対策の概要

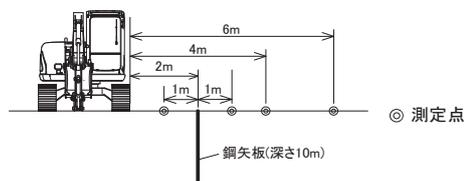
防振壁の基本材料として、土止めや水止めに用いられる鋼矢板（Ⅲ型、水平方向延長20.4m、深さ方向

延長10m）を使用した。さらに、振動低減効果を高めるために鋼矢板に沿ってEPS（水平方向12m、幅0.5m、深さ1m）か空溝（水平方向延長20m、深さ1mまたは2m）の設置を行った。地盤振動を比較した振動低減対策の内容と測定位置を図-1に示す。なお、各対策の比較のため、測定は同一地盤にて行った。

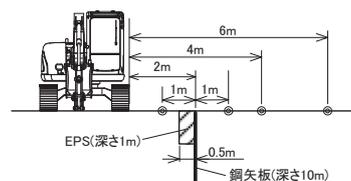
〈測定における振動低減対策の内容〉

- (対策1) 鋼矢板のみ設置した状態
- (対策2) 鋼矢板に沿ってEPSを設置した状態
- (対策3) 空溝の設置のみの状態
- (対策4) 鋼矢板に沿って空溝を設置した状態

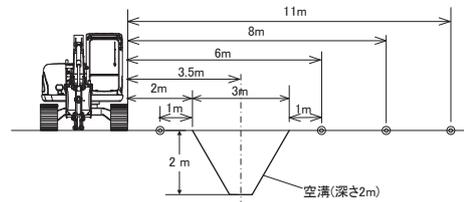
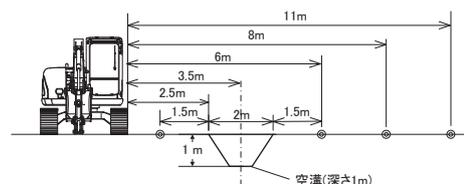
(対策1) 鋼矢板



(対策2) 鋼矢板+EPS



(対策3) 空溝



(対策4) 鋼矢板+空溝

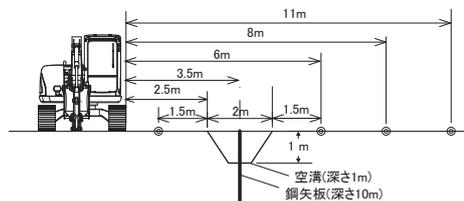
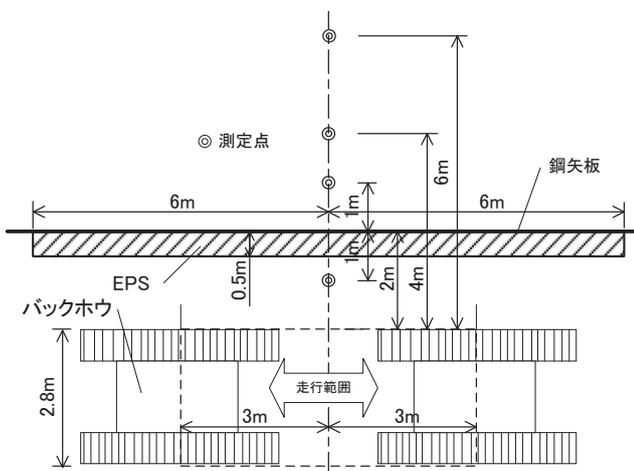


図-1 振動低減対策の内容と測定位置

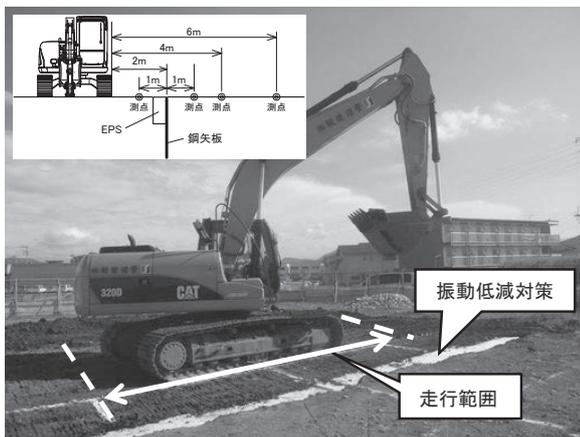
(2) 振動測定の方法

振動測定では振動源として0.7m³級のバックホウを使用し、その走行時の振動を測定した。走行は、バックホウ機体側面が振動低減対策箇所の近傍の測定点から1m離れた位置に来るようにし、約6mの走行範囲を前後進するものとした。バックホウの走行範囲と振動低減対策、測定点の位置を図一2に示す。

測定点は、振動源のバックホウの機体側面より1mの位置に1点、防振壁を挟んで反対側に3点を設置した。振動測定は、バックホウの前後進1往復を1サイクルとする連続した3サイクルを1回の測定とし、各振動低減対策について3回の測定を実施した。



図一2 振動測定的位置 (鋼矢板+EPS)



写真一1 振動測定状況 (鋼矢板+EPS)

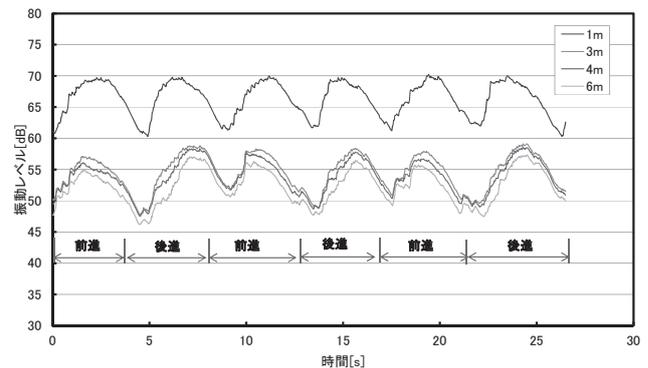
3. 現地振動測定の結果

各振動低減対策について比較した結果は次のとおりである。

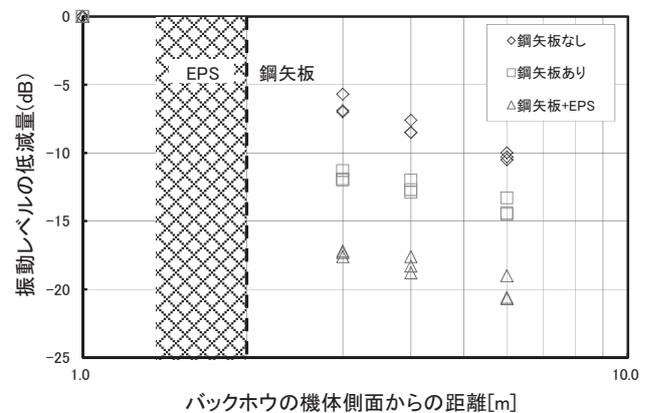
(1) 鋼矢板とEPSの振動低減効果 (対策1, 対策2)

対策1の各測定点における振動レベルの時間波形を図一3に示す。同図より、バックホウの機体側面よ

り1mの位置の測定点と防振壁を挟んだ測定点で振動レベルが大きく低減していた。対策1, 対策2の振動レベルL₁₀の低減量を図一4に示す。図一4は、バックホウの機体側面より1mの位置の測定点を基準として、振動レベルの低減量を取りまとめたものである。この図より、対策を行った場合に振動低減量が増加していることから、対策による低減効果が確認された。対策1は鋼矢板から1~4m離れた位置で無対策の場合と比べて3~5dB低減していた。さらに鋼矢板にEPSを付加した対策2の場合では、振動低減効果はさらに5dB程度の向上が確認された。



図一3 振動レベルの時間波形の比較 (対策1)



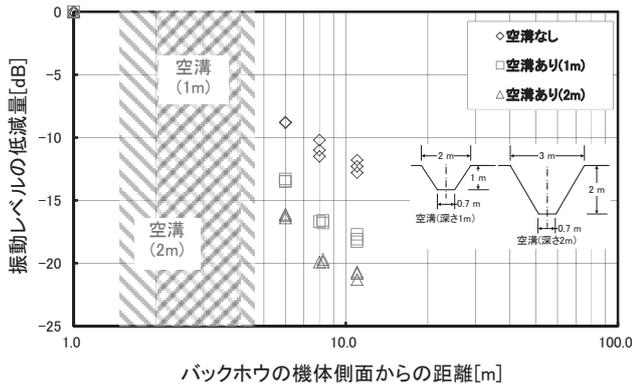
図一4 地盤振動の距離減衰の比較 (対策1, 対策2)

(2) 空溝による振動低減効果 (対策3)

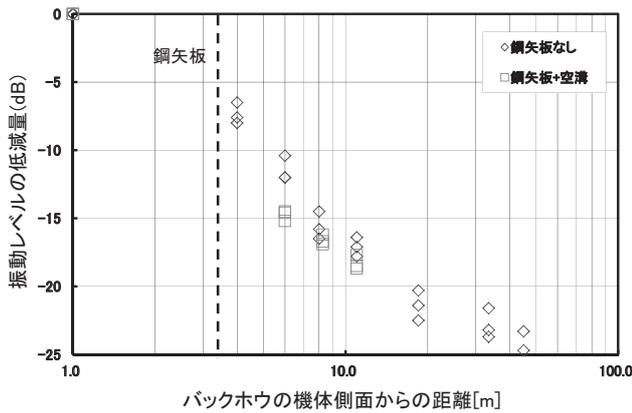
対策3の空溝の深さが、1mと2mの各測定点における振動レベルL₁₀の低減量を図一5に示す。同図より、空溝の中心から2.5m~7.5m離れた位置の振動低減量は、深さ1m(地表面の開口幅2m)の場合で無対策の場合と比べて約5dBであった。さらに空溝を深さ2m(地表面との開口幅3m)とした場合は、深さ1mの場合と比べてさらに約3dBの振動低減効果が向上することが確認された。

(3) 空溝と鋼矢板による振動低減効果 (対策4)

対策4の振動レベルL₁₀の低減量を図一6に示す。



図一五 地盤振動の距離減衰の比較 (対策3)



図一六 地盤振動の距離減衰の比較 (対策4)

同図より、鋼矢板（空溝中心）から2.5m離れた位置では、3～4dBの振動低減効果が確認された。しかし、鋼矢板からの距離が4mを超える位置では、対策の効果はあまりなく振動低減量はほぼ同じ結果となった。これは、振動低減対策の端部を回折した振動の影響を受けたものと考えられる。

4. 検証・考察

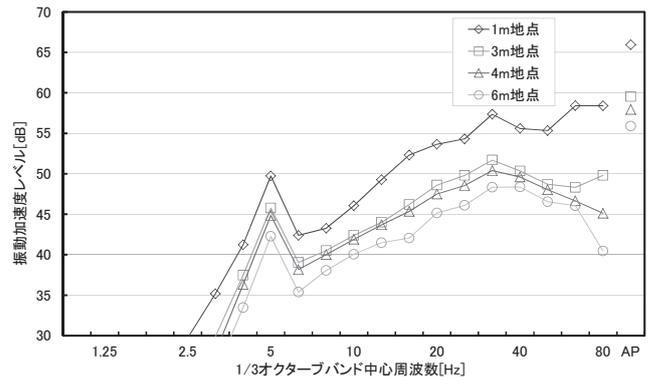
現地振動測定の結果から、振動伝搬経路における振動低減効果の検証を行った。

(1) 周波数分析による振動低減効果

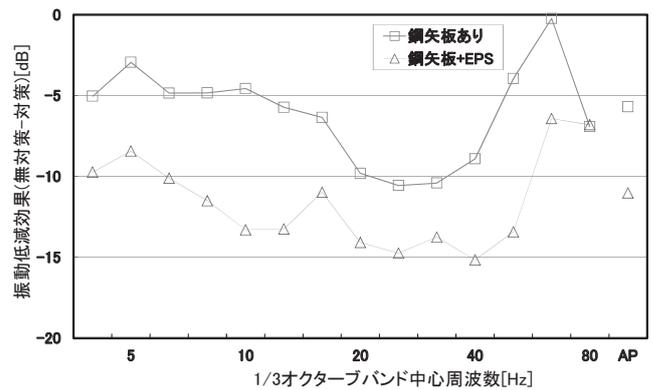
振動低減対策がない場合の各測定点の地盤振動の周波数特性を図一七に示す。同図より、振動源としたバックホウの走行による振動加速度レベルは、5Hzおよび31.5Hzの周波数が卓越しており、振動源より離れた測定点も周波数特性に変化はみられない。なお、各振動低減対策の比較では、測定下限値の30dBを下回る3.15Hz以下の周波数帯域を除いた。

① 鋼矢板とEPSの振動低減効果の特性

振動低減対策箇所を挟む測定点間の各周波数の振動加速度レベルの低減量について、対策1と対策2の低



図一七 周波数特性 (無対策)



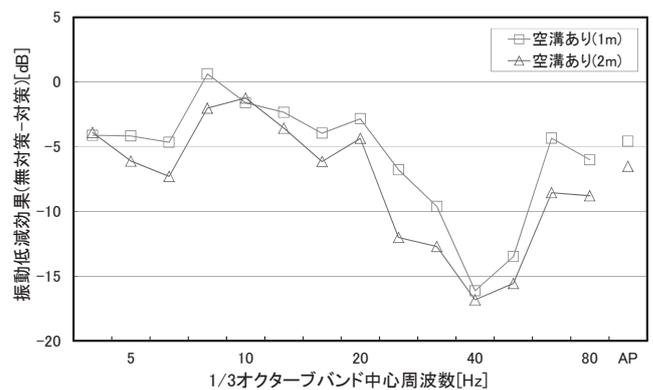
図一八 周波数による比較 (対策1, 対策2)

減効果を図一八に示す。同図の振動低減効果は、無対策の場合における各周波数の振動加速度レベルに対する低減量を比較したものである。

対策1の場合は、63Hzにおける低減効果はみられないものの、その他の周波数では低減効果が確認でき、その中でも20～40Hzで効果が大きく、他の周波数と比べて5dB程優れている。さらに対策2の場合は、80Hzを除く周波数で、鋼矢板の場合と比べて約5dBの振動低減効果の向上がみられた。

② 空溝の振動低減効果の特性

対策3の空溝の深さが1mと2mの場合の各周波数における振動加速度レベルの低減量を図一九に示



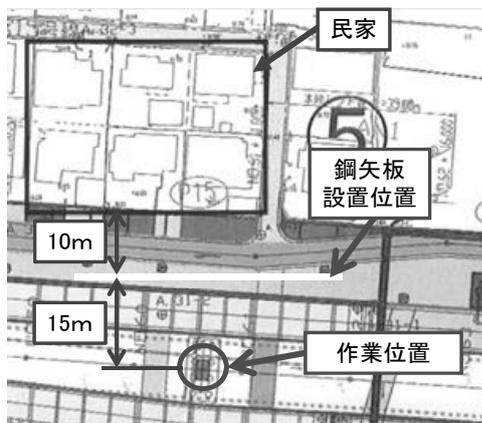
図一九 周波数による比較 (対策3)

す。深さ1mの空溝では、25～80Hzが主に低減しており、その中でも40Hzの振動低減効果が優れている。深さ2mの場合も同様に40Hzの低減効果は大きく、深さ1mの場合と比べてほぼ全ての周波数帯域で約3dBの振動低減効果の向上がみられた。

(2) 鋼矢板延長による振動低減効果の予測

民家など振動低減対策の対象となる場所や方向に対して、防振壁の設置により地盤振動の低減を図るには、防振壁の端部を回折する振動を考慮した対策を選定しなければならない。

本測定を実施した施工現場で、回転杭施工時における地盤振動の低減対策を検討するため、図—10に示す敷地境界における鋼矢板の設置について振動予測を行った。振動予測は、地表面を回折する振動をより低減するために必要な鋼矢板の延長距離について行った。予測地点における振動予測は、道路環境影響評価の技術手法における標準予測手法である距離減衰式¹⁾を基本とした。振動源からの距離 r (m)における振動レベル L (dB)を導くための距離減衰式の基本式は式(1)で示される。

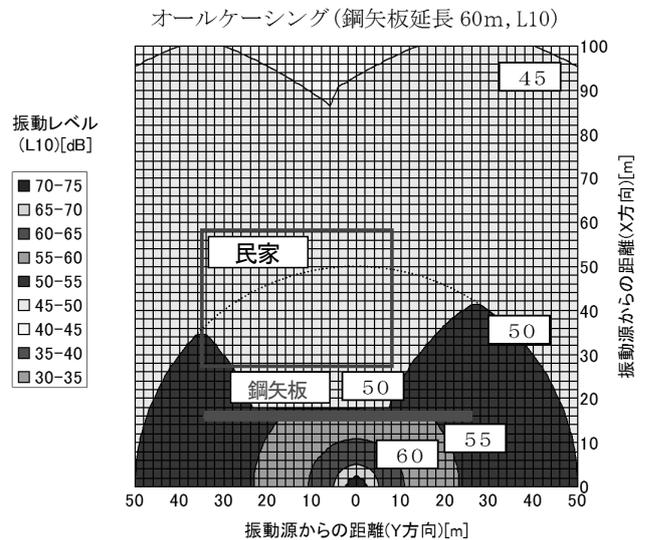


図—10 振動予測における振動源と鋼矢板の位置

$$L = L_0 - 15 \log_{10} \left(\frac{r}{r_0} \right) - 8.68 a (r - r_0) \quad (1)$$

ここで、 L_0 は基準点における振動レベル、 r_0 は振動源から基準点までの距離(5m)、 a は内部減衰係数である。予測は、予測地点が振動源から離れるほど内部減衰係数の影響が大きくなり振動低減効果が有利になると判断して、内部減衰係数を無視するものとした。振動の距離減衰は、図—4、5の測定結果より導いた近似式の係数を用いるものとした。回転杭施工時の振動の大きさは、オールケーシング工法における文献値²⁾を参考として、基準点における振動レベルを $L_0 = 65$ dBとした。

上記条件による地盤振動に対して、民家における振動低減対策として、鋼矢板を60m設置した場合の振動低減効果を予測したコンター図を図—11に示す。振動源より15m離れた位置に鋼矢板を設置することで振動低減の対象となる民家付近では、約5dBの低減効果が予測される。



図—11 振動低減効果の予測

(3) 現場での振動低減対策とその効果

図—11では、鋼矢板を60mより更に延長することで、鋼矢板の端部から地表面を回折する振動が更に低減することが予測される。しかし、振動低減対象場所で地中を回折した振動の影響が大きくなり、鋼矢板の設置距離の延長による振動低減効果には限界がある。

本測定を実施した施工現場では、振動源となる建設機械の周囲に空溝を設けることで振動低減対策を図り、また、重点箇所に対しては、敷地境界に鋼矢板、振動源に近い位置に表層部深さ1mの空溝を設けた。このように工事中に振動低減対策を施すことにより、施工現場周辺に対する環境対策を図ることができた。

5. まとめ

本稿において、現地振動測定より鋼矢板、EPS、空溝を組み合わせた振動低減対策の効果を検証した。その結果、以下のことが明らかとなった。

①鋼矢板を振動低減対策とした場合(対策1)、振動レベル L_{10} の振動低減効果は3～5dBであり、EPSを付加した場合(対策2)では、さらに5dB低減した。周波数特性は、対策1、対策2ともに20～40Hzに対して優れた低減効果がみられた。

- ②空溝を振動低減対策とした場合（対策3）、空溝の深さ1mの振動レベル L_{10} の振動低減効果は約5dBであり、空溝の深さ2mでは振動低減効果が約3dB向上した。周波数特性は40Hzで優れた低減効果がみられた。
- ③振動低減対策の設置長さが十分でない場合、防振壁の端部を回折する振動の影響が大きくなり、低減効果が小さくなる。振動源に対する囲い込みや設置長さを延長することにより、振動の回り込み距離を大きくすることで距離減衰による振動低減効果の向上が期待される。

6. おわりに

本稿の現地振動測定により、空溝、鋼矢板による振動低減対策が高い低減効果を発揮することがわかった。この結果が、今後、住宅密集地など地盤振動低減が求められる建設工事および道路供用における振動低減対策の参考になればと考える次第である。

JCMMA

《参考文献》

- 1) (財)道路環境研究所:道路環境影響評価の技術手法 2007 改定版, 第2巻, pp. 330 ~ 338, 2007 年
- 2) (社)日本建設機械化協会:建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック(第3版), pp.138 ~ 141, 2001 年

【筆者紹介】

齋藤 聡輔 (さいとう そうすけ)
 一般社団法人 日本建設機械施工協会
 施工技術総合研究所 研究第四部
 研究員



平成 24 年度版 建設機械等損料表 発売中

■内 容

- ・ 国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づいて編集
- ・ 機械経費・機械損料に関係する通達類を掲載
- ・ 損料積算例や損料表の構成等をわかりやすく解説
- ・ 各機械の燃料（電力）消費量を掲載
- ・ 主な機械の概要と特徴を写真・図入りで解説
- ・ 主な機械には「日本建設機械要覧（当協会発行）」の関連ページを掲載

■ B5判 約 680 ページ

■ 一般価格
7,700 円（本体 7,334 円）

■ 会員価格（官公庁・学校関係含）
6,600 円（本体 6,286 円）

■ 送料（単価） 600 円（但し沖縄県を除く日本国内）
 注 1) 複数冊発注の場合は送料単価を減額します。
 注 2) 沖縄県の方は一般社団法人沖縄しまたて協会
 （電話：098-879-2097）にお申し込み下さい。

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>

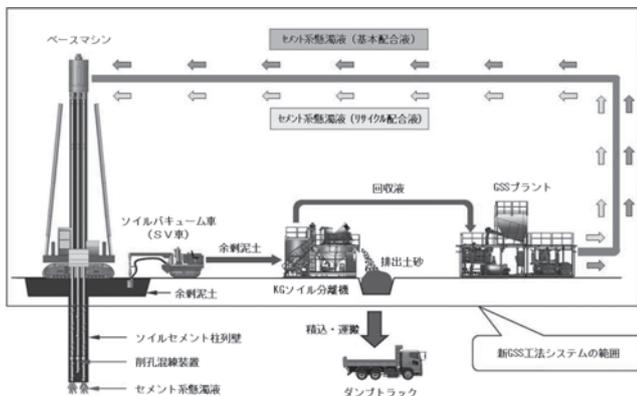
新工法紹介 機関誌編集委員会

02-139	新ジェコソイルシステム (GSS) 工法	ジェコス
--------	-------------------------	------

▶ 概要

ソイルセメント柱列式連続壁工法は、セメント系懸濁液を削孔混練装置先端から吐出し、対象土と混合攪拌してソイルセメント壁を造成し、連続した止水壁を構築する工法である。

本工法は、図—1に示すように、ソイルセメント柱列式連続壁の施工に伴って発生する余剰泥土をソイルバキューム車で吸引回収し、ソイル分離機にて土砂分と液状分に分級処理し、液状分（回収液）の含有土砂分に対し追加配合した液（リサイクル配合液）をセメント系懸濁液の一部として再利用するシステムである。このことにより、産業廃棄物として処理する泥土の発生量を抑制し、かつ、使用材料を低減して環境負荷の削減に貢献する技術である。また、ソイル分離機より排出されていた土砂は、今まで産業廃棄物として処理されていたが、排出土砂の土質性状によっては、「建設発生土」あるいは「建設汚泥処理土」としての再利用も期待される。



図—1 概念図

本工法は、細粒分含有率をパラメータとして対象土質を6分類し、標準基本配合を設定している。この標準基本配合に基づき、施工対象となる土質柱状図より、基本配合液、追加配合液、リサイクル配合液といった配合計画、各配合液の使用量および泥土発生量の予測が可能となった技術である。

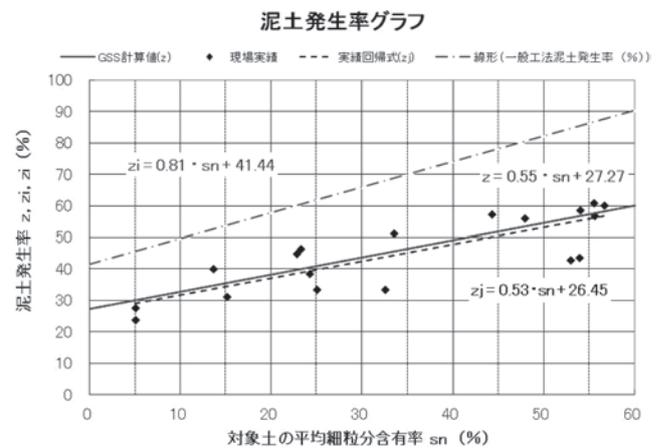
なお、このシステムは「泥土低減工法研究会（全7社）」で運営している。

▶ 特徴

①従来工法に比べて泥土発生量を抑制することができ、搬出用

ダンプ台数を減少出来ることに繋がり、工事現場周辺環境の保護に貢献できる。

- ②余剰泥土をリサイクルすることにより、セメントとベントナイトなどの使用量を低減することができ、CO₂排出量の削減ができる。
- ③従来工法で施工可能な土質に対応できる。
- ④本工法のリサイクルメカニズムの確立により、対象土質毎に泥土発生率を精度よく予測が可能（図—2参照）。



図—2 泥土発生率

- ⑤SV車で余剰泥土を直接吸引することにより、従来工法で必要だった杭打ち機の近辺に泥土ピットが不要となり、作業スペースが有効に活用でき作業性が高まる。
- ⑥振動篩から排出される土砂のコーン指数試験を実施して200 kN/m²以上が確認出来れば、「建設発生土」あるいは「建設汚泥処理土」として、再利用できる可能性がある。

▶ 用途

・ソイルセメント柱列式連続壁工事

▶ 実績

- ・ポンプ場滞水築造工事（施工面積 4,094 m²）
- ・地下鉄工事（施工面積 17,556 m²）など

▶ 問合せ先

泥土低減工法研究会（7社）

ジェコス(株) 工事業本部工務部施工推進G

〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町6-7 第2山万ビル

TEL：03-3660-0728

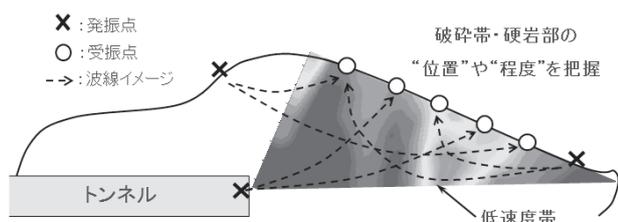
04-334	切羽前方トンネルトモグラフィ 探査システム	鹿島建設
--------	--------------------------	------

▶ 概 要

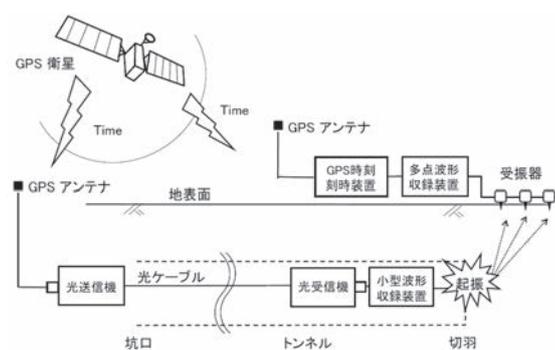
安全で合理的なトンネル掘削を行うためには、切羽前方の地質状況を精度良く予測することが重要となる。現状では、ボーリング調査、トンネル坑内での反射法弾性波探査、地表面での屈折法弾性波トモグラフィ探査などが行われている。ボーリング調査は時間やコスト面で多用するには難しく、反射法弾性波探査、屈折法弾性波トモグラフィ探査は探査深度や精度の面で課題があった。

鹿島建設では、新しい切羽前方探査手法として、トンネル切羽前方の広域な地質状況を高精度に照査できるトンネルトモグラフィ探査システムを開発した。本手法は、切羽付近で発生させた弾性波を地表面の受振点で観測し、トモグラフィ解析を行うことにより、切羽前方の弾性波速度分布を算出する手法である。断層破碎帯や硬岩部の分布状況（位置）に加えてその程度を弾性波速度により詳細に評価できる。

また、一般的な弾性波探査では、発振システムと受振システムは時刻同期のために有線で接続される。坑内と地表面のシステムの有線接続は、施工性の観点から困難となるケースも多かった。今回開発したシステムでは、GPS時刻情報を用いることで、発受振システム間の有線接続を不要とし、より簡易にトンネルトモグラフィ探査を実現可能とした。



図一 1 トンネルトモグラフィの概要図



図一 2 探査システムブロック図

▶ 特 徴

トンネルトモグラフィ探査を行うために、発受振システムの正確な時刻同期が必要である。今回開発したシステムでは、GPS衛星から発信される信号を発振・受振両システムで受信し、両システムがUTS（協定世界時）に高精度に時刻同期するものとした。これにより1.0 msec以下の精度で同期が可能となり、工学的に影響を受けない解析結果を得ることが可能となった。図一2は、システムブロック図である。

トンネル坑内ではGPS信号が受信できないため、坑口で受信した信号を、光ケーブルを経由して切羽近傍の発振側の探査装置で受信できるようにした。また、発振側の探査装置には、高精度TCXO（温度補償型水晶発振器）を内蔵しており、一度GPS信号を受信すれば、光ケーブルの中継が無くても6時間程度は時刻誤差が1.0 msec以内に収まる性能を有している。

図一3は北の峰トンネル（仮称）にて本探査手法を適用した結果である。事前探査では見られなかった基盤岩の盛りりや切羽前方に分布する相対的な低速度帯を確認した。本結果は調査ボーリングや施工実績とよく整合し、合理的な支保パターンの変更を行うことも可能となった。

今回開発した切羽前方トンネルトモグラフィ探査システムは十分に現場適用可能であると確認できた。今後、積極的に現場適用し、山岳トンネル施工の合理化と安全性向上に貢献していく所存である。

▶ 用 途

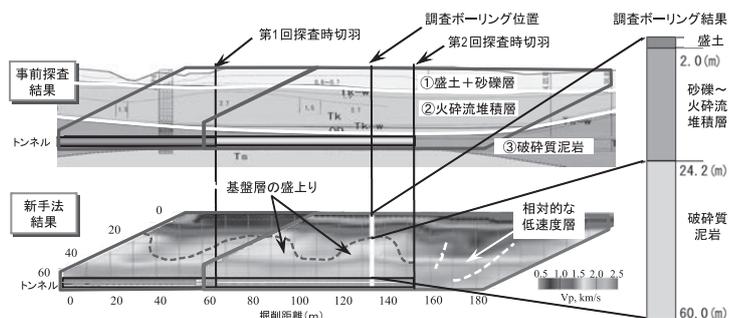
- ・山岳トンネルにおける切羽前方地質調査

▶ 実 績

- ・北海道開発局 北の峰トンネル（仮称）
- ・三重県 矢頭峠トンネル（仮称） など

▶ 問 合 せ 先

鹿島建設(株) 技術研究所
〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1
TEL：042-485-1111



図一 3 事前探査・ボーリングとトンネルトモグラフィの結果比較
—北の峰トンネル(仮称)—

新工法紹介

04-335	切羽前方コアサンプリングシステム	五洋建設
--------	------------------	------

概要

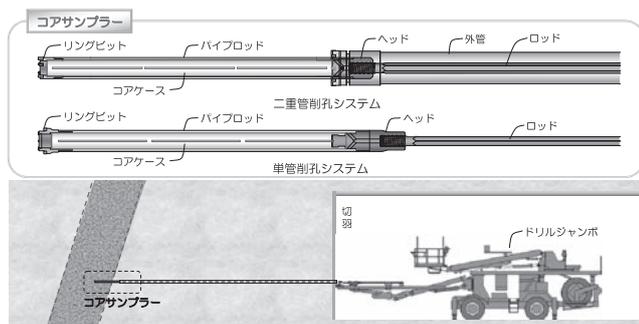
トンネルを安全かつ効率的に掘削するためには、切羽前方の地質構造や地山性状を精度良く把握することが重要である。現在坑内からの切羽前方地山の探査は、主に①専用ボーリングマシンによる水平ボーリング、②TSP（弾性波）探査等の物理探査、ならびに③ドリルジャンボによる削孔エネルギー検層のいずれか、またはそれぞれを組み合わせて行われている。これらの探査手法は、精度は良いが機械設備が大規模になる、機械設備は小規模だが直接的に地質の評価ができない、などの問題点がある。

そこで、専用の機械設備を用いずに切羽前方地山の岩石試料（コア）を採取し、直接的かつ簡便に地質を評価できる「切羽前方コアサンプリングシステム」を西日本高速道路㈱と共同で開発した（特願 2010-35025）。

本システムでは、効率的かつ経済的に切羽前方地山を探査するために、探査対象地山の性状に応じて2種類の削孔方式を用意している。ひとつはケーシング（外管）を使わずに削孔する単管削孔方式、もうひとつは外管を使用して削孔する二重管削孔方式である。単管削孔方式は孔壁が自立する地山で、二重管削孔方式は孔壁が崩壊するような地山で適用する。

1サイクル（1m）の施工手順を以下に示す。

- ①単管削孔：ドリルジャンボで岩石コア採取位置まで削孔し、ガイドビットとロッドを回収する。二重管削孔：ドリルジャンボで孔壁を保護するための外管を打設し、インナービットとロッドを回収する。
- ②岩石コアを採取するためのパイプロッドをボアホールまたは外管内に挿入し、パイプロッドのみを1m打設する。
- ③パイプロッドを引抜き、岩石コアを回収する。



図一 切羽前方コアサンプリングシステム概要図



写真一 探査状況



写真二 採取コア例

必要な位置・延長のコアを採取するまで、この手順を繰り返す。コア採取1サイクル（1m）の所要時間は30分程度であり、探査準備も容易に行えるため、従来の専用ボーリングマシンによる水平ボーリングよりも探査時間を大幅に短縮できる。

特徴

- ①専用の機械設備を用いず、汎用機械であるドリルジャンボでコア採取が可能。
- ②トンネル作業員による探査が可能。
- ③任意の断面位置・深度の岩石コアの採取が可能。
- ④地質の変化に対して臨機に迅速な探査が可能。
- ⑤採取したコアで、点荷試験や浸水崩壊度試験、X線回折試験等の岩石試験により、地山性状を直接的かつ定量的に評価することが可能。

用途

- ・山岳トンネル工事における切羽前方地山の地質調査

実績

- ・道路トンネル工事

（国土交通省：1件、NEXCO西日本：1件）

問合せ先

五洋建設㈱ 土木部門 土木本部 土木設計部
〒112-8576 東京都文京区後楽 2-2-8
TEL：03-3817-7803

09-36	MH 濁水処理システム	ハザマ メタウォーター
-------	-------------	----------------

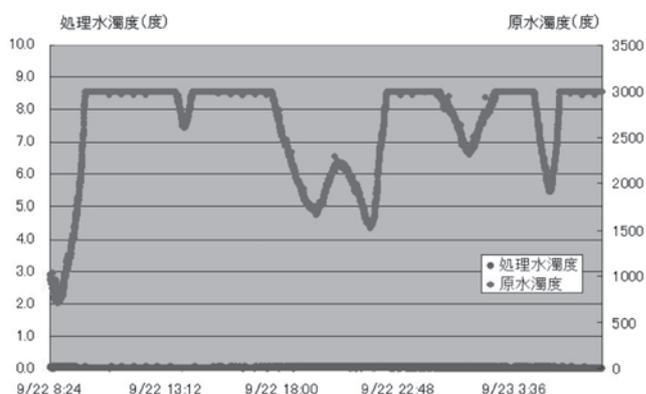
▶ 概 要

建設現場での濁水処理システムとしては従来、原水の濁度を低下させるために凝集沈殿方式が用いられている。これに pH 調整装置や汚泥処理装置が加わる。処理水の濁度をさらに低下させるために砂ろ過装置を設置する場合もある。こうした従来の濁水処理システムに代替できる膜ろ過方式による濁水処理システムを開発した。膜ろ過方式は浄水場において多くの実績があるものの、建設現場の濁水処理に用いられた事例は少ない。ここではトンネル工事現場に設置した試験プラント(写真一1)での実験を通して、従来の濁水処理システム(凝集沈殿+砂ろ過)と処理能力等を比較した。

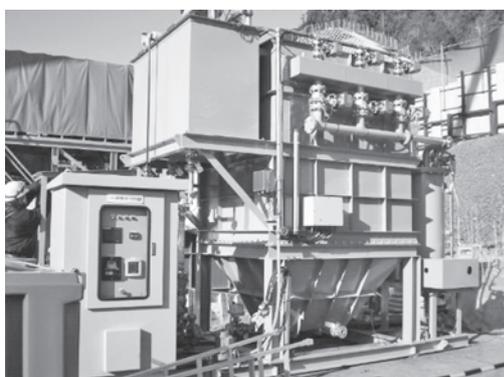
図一1に膜ろ過方式の概念図を示す。ろ過槽に流入した原水は、ろ過板(写真一2)を通りろ過される。ろ過板の付着物が增大した場合、水をろ過板に逆流させて付着物を剥離し、底部から汚泥として排出する。図一2に試験プラントでの原水と処理水の濁度変動を示す。原水の濁度は600度から3,000度を超えるまで変動したものの処理水の濁度は1度以下であり、従来の濁水処理システムと同等以上の処理能力が確認できた。



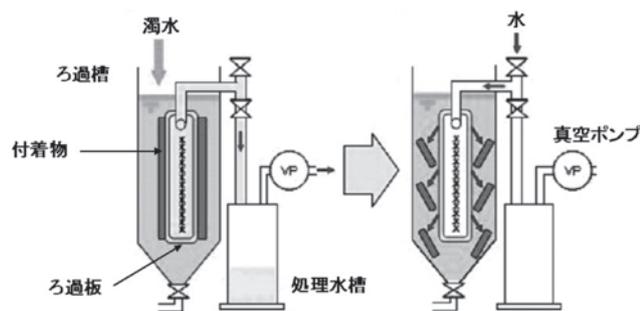
写真一2 ろ過板



図一2 試験プラントでの原水と処理水の濁度変動



写真一1 試験プラント



図一1 膜ろ過方式の概要 (左:ろ過時, 右:付着物剥離・排出時)

▶ 特 徴

試験プラントでの運転結果を踏まえ処理量 60 m³/h の実プラントの設計検討を行なった。その結果、本濁水処理システムは従来の同規模の濁水処理システム(凝集沈殿+砂ろ過)と比較して以下のメリットがある。

- ①ろ過槽、原水槽、pH調整槽、汚泥処理装置などを含めたシステム全体の設置面積は、30%ほど削減できる。
- ②従来の濁水処理システムの運転に要するPAC(ポリ塩化アルミニウム)や高分子凝集剤が不要で、電気代も約10%低減されるため維持管理費が低減する。
- ③ろ過板の設置枚数を増減させるという比較的簡易な方法で、処理水量の増減に対応できる。

▶ 用 途

- ・トンネル・ダムなどの建設工事現場の濁水処理

▶ 実 績

- ・東九州道葛原トンネル南新設工事

▶ 問 合 せ 先

ハザマ 土木事業本部 機電部
 〒105-8479 東京都港区虎ノ門2-2-5
 TEL: 03-3588-5775

新工法紹介

11-100	三次元レーザースキャナ トンネル変位計測システム (3D-ラストム)	ハザマ
--------	--	-----

概要

一般的に山岳工法で施工するトンネルは、掘削後、20～30m進行するまで、断面が変形する。都市部の地山が脆弱なトンネルや重要構造物と近接して施工するトンネルにおいては、トンネル掘削時に切羽の安定を図るとともに、周辺構造物に影響を与えないようトンネル壁面変位の状況を詳細に把握していくことが重要である。最近では、都市部において扁平な大断面トンネルも建設されており、壁面の変位量について、より詳細な管理が必要とされている。

一方、山岳工法で施工するトンネルの一般的な坑内計測方法である「内空変位測定」では、10～30mの間隔で設置した計測断面の変位量しか把握できないため、変位が発生した箇所、範囲を詳細に把握するまでには至っていない。

これに対し、今回、山岳工法で施工するトンネル工事において、トンネル壁面のあらゆる箇所の変位を詳細に計測できる三次元レーザースキャナトンネル変位計測システム「3D-ラストム(3D-LSTM: 3D Laser Scanner Tunnel Measurement Systemの略)」を開発した。本システムは、三次元レーザースキャナ(図-1)を用いてトンネル壁面の三次元形状データを、掘削直後と掘削進行による変形後に、同じ位置で計測し、比較することで、より詳細にトンネル壁面の変位量を算出することが可能となる。施工中の道路トンネル3現場で適用し、壁面の変位を従来手法よりも詳細に計測できることを確認した。

今後は、都市部の地山が脆弱なトンネルや重要構造物と近接して施工するトンネルなど、変位の状況を詳細に把握し管理す



図-1 三次元レーザースキャナ

る必要があるトンネルを中心に本システムを適用していきたいと考えている。

特徴

本システムの特徴を以下に示す。

1. トンネル壁面の変位量を三次元で連続的に表示できる(図-2)。
2. 任意のトンネル断面において変位の方向と大きさを表示できる(図-3)。

これらにより、変位量が大きい箇所における支保工の妥当性評価や、対策工の種類や範囲の選定など、より効率的・効果的に行うことが可能になり、従来よりも建設コストを抑えつつ、高い品質を確保することが可能となる。

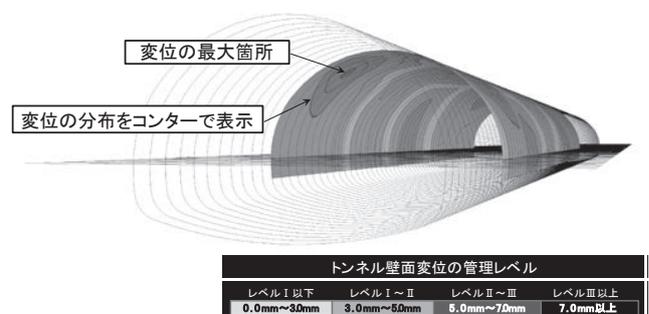


図-2 トンネル壁面変位を三次元で連続的に表示

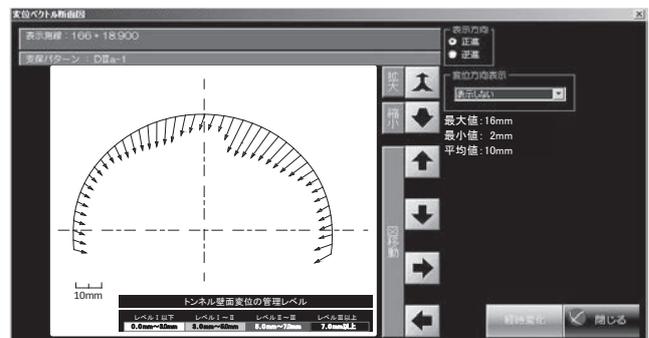


図-3 任意のトンネル断面で変位の方向と大きさを表示

用途

・山岳工法で施工するトンネル工事

実績

・道路トンネル3現場に適用

問合せ先

ハザマ 土木事業本部 技術第三部
〒105-8479 東京都港区虎ノ門2-2-5
TEL: 03-3588-5771

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

12-〈01〉-01	コマツ ブルドーザ D65EX/PX-17, D155AX-7	'12.07 発売 新機種
------------	---------------------------------------	------------------

オフロード法 2011 年基準に適合した中型、大型ブルドーザである。新発売の 5 機種は、NO_x（窒素酸化物）排出量を従来機に比べ 50% 低減し、日本（特定特殊自動車排出ガス 2011 年基準）・北米（EPA Tier4 Interim）・欧州（EU Stage 3B）の排出ガス規制に対応したモデルチェンジ車である。新エンジン搭載に加えて、ドーピング作業効率を向上させた掘削ブレード「シグマドーザ*」や、動力伝達効率を高めるロックアップ機能付き自動変速パワーラインを採用することにより、生産性と燃費性能の両立、燃料消費量の低減を実現している。

また、運転席には高精細 7 インチ LCD モニタを新たに採用し、安全かつ正確でスムーズな作業を実現するとともに、エコガイドンズ等の表示により省エネ運転のサポートを行っている。

更に、国内で初めて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、新たなサービスプログラム「KOMATSU CARE（コマツ・ケア）」を提供している。コマツ・ケアは新車購入時に自動的に付帯され、トータルライフサイクルコストの低減と長期間の稼働に貢献するものと思われる。

* D65EX にオプション設定。D155AX には標準搭載。



写真-1 コマツ D65EX ブルドーザ

表-1 D65EX/PX-17, D155AX-7 の主な仕様

ストレートチルトドーザ		
項目	D65EX-17	D65PX-17
シユール	乾地	湿地
機械質量 (t)	19.3	21.1
エンジン定格出力 ネット (JIS D0006-1)	153/1,950 (208/1,950)	153/1,950 (208/1,950)
(kW/min ⁻¹) (PS/rpm)		
* 冷却ファン最低回転速度時の値		
ブレード容量 [SAE] (m ³)	3.9	3.7
最大上昇量/下降量 (m)	1.100/0.435	1.225/0.440
全長 (m)	5.770	5.330
全幅 (m)	3.415	3.970
全高 (m)	3.155	3.190
価格 (百万円)	29.00	31.90

パワーアングル・パワーチルトドーザ		
項目	D65EX-17	D65PX-17
シユール	乾地	湿地
機械質量 (t)	21.1	22.0
エンジン定格出力 ネット (JIS D0006-1)	153/1,950 (208/1,950)	153/1,950 (208/1,950)
(kW/min ⁻¹) (PS/rpm)		
* 冷却ファン最低回転速度時の値		
ブレード容量 [SAE] (m ³)	4.3	4.4
最大上昇量/下降量 (m)	1.165/0.700	1.165/0.700
全長 (m)	5.790	5.790
全幅 (m)	3.870	4.010
全高 (m)	3.155	3.155
価格 (百万円)	29.00	31.90

項目	D155AX-7
機械質量 (t)	41.2
エンジン定格出力 ネット (JIS D0006-1)	264/1,900 (359/1,900)
(kW/min ⁻¹) (PS/rpm)	
* 冷却ファン最低回転速度時の値	
ブレード容量 [SAE] (m ³)	9.4
最大上昇量/下降量 (m)	1.340/0.730
全長 (m)	8.225
全幅 (m)	2.700
全高 (m)	3.395
価格 (百万円)	63.55

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

▶ 〈02〉 掘削機械

12-(02)-10	コベルコ建機 油圧ショベル（後方超小旋回型） SK75SR-3	'12.09 発売 新機種
------------	---------------------------------------	------------------

7t級油圧ショベル SK75SR-3 は、重機ショベルでありながら後方超小旋回型のコンパクトな機体により、作業占有幅3mでの旋回が可能であり、道路、都市土木等のスペースの限られた現場においても安全に効率よく作業を行うことができる。

燃費性能向上のため、従来から標準装備している AIS（オートアイドリングストップ）機能に加え、新作業モード「ECOモード」を設定し、従来機の Sモード（省エネ・燃費重視モード）に対して、約27%の燃費低減を可能としている。

特定特殊自動車排出ガス 2006年基準適合のエンジンを搭載しており、電子制御3ポンプ油圧システムの採用により、燃費性と作業性の向上を両立させている。また、当社独自のエンジン冷却システ

表一2 SK75SR-3の主な仕様

標準バケット容量（山積）	(m ³)	0.28
運転質量	(t)	7.44
定格出力	(kW/min ⁻¹)	41/2,200
最大掘削半径	(m)	6.48
最大掘削深さ	(m)	4.16
最大掘削高さ	(m)	7.41
最大ダンプ高さ	(m)	5.34
旋回速度	(min ⁻¹ rpm)	11.5 11.5
走行速度 高速 / 低速	(km/h)	5.3 / 2.6
登坂能力	% (度)	70 (35)
クローラ全幅	(m)	2.30
標準シュー幅	(m)	0.45
全長×全幅×全高（輸送時）	(m)	5.83 × 2.30 × 2.55
価格（税抜）	(百万円)	10.8



写真一2 コベルコ建機 SK75SR-3 油圧ショベル（後方超小旋回型）

ム iNDR（アイ・エヌ・ディー・アール）により、エンジンルーム内の防塵性とメンテナンス性を確保し、超低騒音型建設機械の基準値（93 dB）をクリアしている。

ROPS（転倒時保護構造）規格に適合した新型キャブを採用し、キャブ内空間を拡大すると共に、右中央ピラー廃止によりワイドな作業視界を確保し、運転時の安全性と快適性の向上を図っている。

問合せ先：コベルコ建機㈱ 営業促進部

〒141-8626 東京都品川区東五反田 2-17-1（オーバルコート大崎マークウエスト）

12-(02)-12	コマツ 油圧ショベル PC200-10 ほか	'12.10 発売 新機種
------------	------------------------------	------------------

オフロード法*1 2011年基準に適合した中型油圧ショベルである。PC200-10/LC-10、PC210-10/LC-10の4機種は、NOx（窒素酸化物）とPM（粒子状物質）の排出量を従来機に比べて大幅に低減し、日本（特定特殊自動車排出ガス 2011年基準）・北米（EPA Tier4 Interim）・欧州（EU Stage 3B）の排出ガス規制に対応している。新エンジンとメインユニットを最適に制御するトータルピークルコントロール（機体総合制御）を採用することにより生産性と燃費性能の両立を図り、燃料消費量を従来機に比べて10%低減*2している。

安全面の特長として、落下防止用ハンドレールの採用によるマシンキャブ上での点検・整備時の落下防止や、IDキー採用による機械の盗難リスクの軽減を図っている。運転席には高精細7インチLCDモニタを新たに採用し、安全かつ正確でスムーズな作業を実現するとともに、エコガイダンス等の表示により省エネ運転のサポートを行っている。

更に、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、新たなサービスプログラム「KOMATSU CARE（コマツ・ケア）」を提供している。コマツ・ケアは新車購入時に自動的に付帯され、トータルライフサイクルコストの低減と長期間の稼働に貢献するものと思われる。

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

* 2：従来機との比較（コマツテスト基準による）。実作業では作業条件により異なる場合がある。

新機種紹介

表—3 PC200-10/LC-10, PC210-10/LC-10 の主な仕様

	PC200-10 [PC200LC-10]	PC210-10 [PC210LC-10]
機械質量 (t)	19.6 [21.0]	21.7 [22.6]
エンジン定格出力 ネット (JIS D0006-1) (kW/min ⁻¹ (PS/rpm))	118/2000 (160/2000)	118/2000 (160/2000)
標準バケット容量 (新 JIS / 旧 JIS) (m ³)	0.8 / 0.7	0.8 / 0.7
標準バケット幅 (サイドカッタ含む) (m)	1.045 (1.17)	1.045 (1.17)
全長 (m)	9.245	9.625
全幅 (m)	2.805 [3.08]	2.875 [2.98]
全高 (m)	3.135	3.135
後端旋回半径 (m)	2.75	2.94
価格 (工場裸渡し消費税抜き) (百万円)	20.75 [21.6]	21.95 [22.7]



写真—3 コマツ PC200-10 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

▶ 〈03〉 積込機械

12-〈03〉-02	サナース (ゼネボーゲン社 (ドイツ) 製造) マルチローダー 305C	12.09 発売 新機種
------------	---	-----------------

ゼネボーゲン社製 (ドイツ) マルチローダー 305C は、ホイールローダとテレハンドラーの利点を兼ね備えた文字通りマルチなローダである。

従来のローダにない特長として、オペレーターキャブ (運転席) が最大 4.5 m まで無段階で上昇するため、従来よりも広い視野を確保できる。作業員の目線の高さで作業ができる (視認性が向上する) 事で安全で確実な作業が可能になる。

また、伸縮可能なアーム部分は 7 m (XL は 9 m) の高さまで荷物を持ち上げ、積み降ろすことができる。多様なアタッチメント (オプション) を併用することで、建設現場やごみ処理場、産業廃棄物処理場、リサイクルセンターなどでの使用に対応できる。さらに全輪駆動・全輪操舵の採用で旋回半径が小さく、狭い所でも優れた運動性能を発揮する。

表—4 305C の主な仕様

	305C	305C XL
標準バケット容量 (m ³)	3.5	
機械質量 (t)	11.5	
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	91 (124)/2200	
機械寸法 (全長×全幅×全高) (m)	4.97×2.54×2.5	5.78×2.54×2.5
燃料タンク容量 (ℓ)	290	
最高走行速度 (km/h)	20	
最小回転半径 (m)	4.7	5.6
価格 (百万円)	25	27



写真—4 サナース (ゼネボーゲン社製) 305C マルチローダー

問合せ先：(株)サナース 営業部
〒231-0002 神奈川県横浜市中区海岸通 4 丁目 20 番 2

新機種紹介

12-(03)-04	コマツ ホイールローダ WA500-7	'12.10 発売 新機種
------------	---------------------------	------------------

オフロード法*¹ 2011年基準に適合した大型ホイールローダである。WA500-7は、NO_x（窒素酸化物）とPM（粒子状物質）の排出量を従来機に比べて50%低減し、日本（特定特殊自動車排出ガス2011年基準）・北米（EPA Tier4 Interim）・欧州（EU Stage 3B）の排出ガス規制に対応している。大容量トルクコンバータ、ワイドレンジロックアップクラッチ、オートキックダウンとともに、新しいエンジン制御システム「コマツスマートローダロジック」を採用することにより、生産性と燃費性能の両方で高いレベルを達成し、燃料消費量を従来機に比べ7%低減*²している。

安全面の特長として、車両後方確認用のリヤビューカメラ・モニターと、前面下部のガラスエリアを拡大した大型ピラーレスROPSキャブを新たに搭載することにより、良好な視界を確保し、安全性を高めている。運転席には高精彩7インチLCDモニターを新たに採用し、安全かつ正確でスムーズな作業を実現するとともに、エコガイダンス等の表示により省エネ運転のサポートを行っている。

更に、国内で初めて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、新たなサービスプログラム「KOMATSU CARE（コマツ・ケア）」を提供している。コマツ・ケアは新車購入時に自動的に付帯され、トータルライフサイクルコストの低減と長期間の稼働に貢献するものと思われる。

* 1：特定特殊自動車排出ガスのNO_x（窒素酸化物）、PM（粒子状物質）排出量の規制等に関する法律。

* 2：従来機との比較（コマツテスト基準による）。実作業では作業条件により異なる場合がある。

表-5 WA500-7の主な仕様

運転質量	(t)	33.85
エンジン定格出力 ネット (JIS D0006-1)	(kW/min ⁻¹ (PS/rpm))	263/1800 (358/1800)
バケット容量 ストックパイル用 (BOC付)	(m ³)	5.6
最大けん引力 (前進時)	(kN[kgf])	264.3 [26950]
全長	(m)	9.915
全幅 (バケット幅)	(m)	3.415
全高	(m)	3.785
ダンピングクリアランス (45度前傾 BOC 先端まで)	(m)	3.295
ダンピングリーチ (45度前傾 BOC 先端まで)	(m)	1.5
価格 (工場裸渡し消費税抜き)	(百万円)	57



写真-5 コマツ WA500-7 ホイールローダ
(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

建設機械市場の現状

1. 建設機械出荷金額推移

2011年度の建設機械出荷金額（内需・外需の合計）は、2兆3,504億円で前年度比20%増加となった。内需は6,631億円で30%増加、外需は1兆6,873億円で16%増加し、内需、外需、総合計ともに増加となった。

内需について製品別に見ると、油圧ショベル43%増加[1,970億円]、ミニショベル36%増加[576億円]、トラクタ21%増加[672億円]となった。

内需全体では30%増加、上記を含む全機種と補用部品が増加した。

また、外需について製品別に見ると、トラクタ28%増加[2,384億円]、油圧ショベル16%増加[7,607億円]、ミニ油圧ショベル25%増加[1,243億円]となった。

外需全体では16%増加、油圧ブレーカ・圧砕機を除く全機種と補給部品が増加した。

[表-1]に「建設機械出荷金額実績（内需・外需）」の推移を示す。

2. 市場動向

(1) 国内市場

建設機械の国内出荷金額実績は、図-1に示す通り、2002年度以降、建設投資（名目値）は減少傾向であるのに対して、建設機械出荷金額は2007年度までの間、5年連続増加に転じている。この要因として、排ガス規制による代替需要、さらにはここ数年高水準に推移する中古車の海外輸出を背景にレンタル業を主とした更新需要により、増加基調が継続したものと思われる。

しかし、2008年9月のリーマンショックを発端とする世界同時不況は、輸出主導・外需依存で長期に亘って成長を続けてきた日本経済に深刻な影響を与え、建設機械市場においても極めて厳しい環境となり、2008年度、2009年度と連続して大幅な減少になったが、2010年度については、公共投資は低水準で推移するものの、民間建設投資は一部好材料もあり、回復基調に転じ、若干の増加となった。

こうした中、2011年3月に東日本大震災が発生し、2011年度はこれの復旧・復興に起因するリース・レンタル向け等の需要が見込まれ、建設投資は微増ながら、油圧ショベルの前年比43%増加を始め、全機種にて対前年比30%の増加となった。

表-1 建設機械出荷金額実績（内需・外需）

		1995年度	1996年度	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度	2008年度	2009年度	2010年度	2011年度
トラクタ	内 需	128,953	144,529	111,500	88,576	89,095	91,587	87,567	63,612	67,375	73,470	79,907	91,222	86,751	68,094	49,643	55,364	67,182
	外 需	109,209	130,673	151,012	185,873	93,258	83,276	87,020	100,236	108,696	162,962	205,721	245,577	309,147	257,243	88,865	185,865	238,442
	計	238,162	275,202	262,512	274,449	182,353	174,863	174,587	163,848	176,071	236,432	285,628	336,799	395,898	325,337	138,508	241,229	305,624
油圧ショベル	内 需	376,808	402,362	312,824	247,496	263,380	267,425	188,967	159,521	192,052	214,172	238,281	274,000	295,298	197,598	99,556	138,014	197,032
	外 需	172,868	189,301	214,421	208,604	176,600	163,180	172,457	246,681	345,935	400,994	478,539	591,749	719,983	595,586	326,209	655,519	760,735
	計	549,676	591,663	527,245	456,100	439,980	430,605	361,424	406,202	537,987	615,166	716,820	865,758	1,015,279	793,184	425,765	793,533	957,767
ミニショベル	内 需	131,932	140,899	113,169	84,133	82,904	77,058	62,286	50,683	57,222	64,408	70,268	79,449	79,793	49,022	30,883	42,404	57,551
	外 需	17,968	15,988	25,405	34,978	45,808	48,200	41,716	51,793	77,065	108,351	139,938	162,416	186,806	96,291	52,449	99,424	124,263
	計	149,900	156,887	138,574	119,111	128,712	125,258	104,002	102,476	134,287	172,759	210,206	241,865	266,599	145,313	83,332	141,828	181,814
建設用クレーン	内 需	247,535	290,949	235,651	146,524	121,583	114,087	88,509	75,703	88,724	100,310	122,191	146,263	170,066	151,053	83,700	83,071	106,582
	外 需	35,341	43,155	52,596	33,711	26,689	15,814	16,801	23,539	29,454	44,617	54,577	87,490	117,935	138,168	64,616	63,442	75,053
	計	282,876	334,104	288,247	180,235	148,272	129,901	105,310	99,242	118,178	144,927	176,768	233,753	288,001	289,221	148,316	146,513	181,635
道路機械	内 需	62,549	69,138	56,413	44,681	39,171	39,754	35,182	32,521	34,443	33,353	28,383	29,012	29,515	23,546	18,270	23,649	26,464
	外 需	10,862	16,283	15,078	15,605	11,556	16,661	11,917	12,338	14,134	18,361	22,299	32,389	43,926	39,836	20,260	27,745	31,258
	計	73,411	85,421	71,491	60,286	50,727	56,415	47,099	44,859	48,577	51,714	50,682	61,401	73,441	63,382	38,530	51,394	57,722
コンクリート機械	内 需	56,954	62,161	49,335	32,857	30,707	32,612	24,787	20,312	23,955	21,346	21,273	21,516	22,988	15,931	13,927	10,877	14,912
	外 需	5,338	5,061	3,446	1,924	1,320	1,651	1,302	3,290	2,571	2,082	1,777	2,231	3,229	1,704	798	896	1,107
	計	62,292	67,222	52,781	34,781	32,027	34,263	26,089	23,602	26,526	23,428	23,050	23,747	26,217	17,635	14,725	11,773	16,019
トンネル機械	内 需	59,064	65,755	63,684	53,323	40,213	38,231	28,503	31,639	34,896	20,580	17,724	14,047	7,724	12,254	14,793	5,886	6,468
	外 需	2,426	3,142	2,568	5,895	2,734	2,902	5,652	3,398	12,887	13,165	8,648	6,642	5,923	6,608	3,357	2,659	6,108
	計	61,490	68,897	66,252	59,218	42,947	41,133	34,155	35,037	47,783	33,745	26,372	20,689	13,647	18,862	18,150	8,545	12,576
基礎機械	内 需	44,318	41,789	31,437	20,466	19,882	18,067	14,267	14,257	13,983	13,167	15,508	18,139	24,787	22,689	18,851	17,821	18,822
	外 需	4,580	2,638	2,147	986	986	994	818	260	654	1,449	984	1,229	2,118	2,689	2,497	3,010	3,684
	計	48,898	44,427	33,584	21,452	20,868	19,061	15,085	14,517	14,637	14,616	16,492	19,388	26,905	25,558	21,348	20,831	22,506
油圧ブレーカ・圧砕機	内 需	24,090	25,503	19,816	15,120	15,435	15,563	13,808	11,758	13,135	13,426	14,820	15,915	16,537	11,680	6,322	8,205	12,885
	外 需	5,226	6,433	8,116	8,105	8,375	7,391	6,709	7,414	8,080	9,114	11,099	13,481	15,209	11,267	6,884	10,196	8,061
	計	29,316	31,936	27,932	23,225	23,810	22,954	20,517	19,172	21,195	22,540	25,919	29,396	31,746	22,947	13,206	18,401	20,946
その他建設機械	内 需	92,251	90,239	76,093	57,690	60,752	60,908	46,610	43,285	45,605	46,532	47,807	53,323	55,609	47,952	31,938	35,603	56,396
	外 需	22,150	30,175	27,798	24,997	27,897	23,696	26,339	50,797	74,008	101,290	144,259	197,527	249,295	226,313	135,072	243,644	257,111
	計	114,401	120,414	103,891	82,687	88,649	84,604	72,948	94,082	119,613	147,822	147,822	250,850	304,904	274,265	167,010	279,247	313,507
補給部品	内 需	156,471	166,352	156,443	138,426	128,335	126,242	115,766	106,865	106,343	102,269	101,577	104,167	101,204	89,678	89,691	90,098	98,807
	外 需	69,018	74,430	82,118	66,029	60,474	64,871	63,170	63,616	71,189	87,865	95,307	112,760	131,888	131,696	103,599	159,587	181,432
	計	225,489	240,782	238,561	204,455	188,809	191,113	178,936	170,481	177,532	190,134	196,884	216,927	233,092	221,374	193,290	249,685	280,239
合 計	内 需	1,380,925	1,499,676	1,226,365	929,292	891,457	881,534	706,252	610,156	677,733	703,033	847,062	890,270	689,677	457,574	510,992	663,101	663,101
	外 需	454,986	517,279	584,705	586,707	455,697	428,636	433,901	563,362	744,653	950,250	1,163,148	1,453,491	1,785,459	1,507,401	804,606	1,451,987	1,687,254
	計	1,835,911	2,016,955	1,811,070	1,515,999	1,347,154	1,310,170	1,140,153	1,173,518	1,422,386	1,653,283	1,920,687	2,300,553	2,675,729	2,197,078	1,262,180	1,962,979	2,350,355

＜参考＞

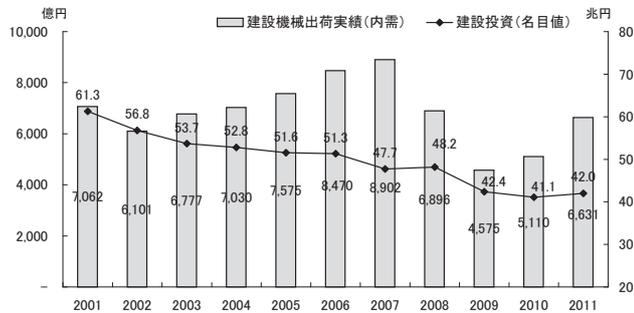
・道路機械 : ロードローラ、タイヤローラ、振動ローラ、平板式締固機械、アスファルトフィニッシャー、モータグレーダ、ロードスタビライザ、アスファルトプラント等

・コンクリート機械 : コンクリートポンプ車、トラックミキサ車、コンクリートパイプレータ、コンクリートプラント等

・その他建設機械 : ドリル、可搬式コンプレッサ、重ダンプトラック、不整地運搬車、建設廃棄物破砕機等

統計

〔図一〕に「建設機械出荷実績（内需）」と「建設投資（名目値）」の推移を示す。

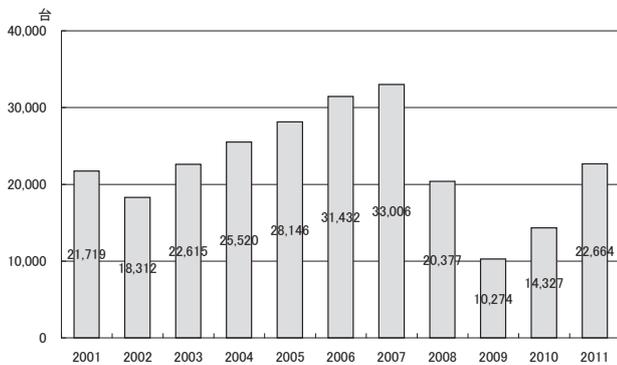


図一 建設機械出荷実績（内需）／建設投資（名目値）

図一に示す通り、建設機械の主力製品である油圧ショベルの国内出荷台数は、2002年度を底に2003年度以降、2007年度まで5年連続増加に転じたものの、2008年度は、前年度比38%の減少、2009年度は前年度比50%と大幅な減少となった。

こうした中、2010年度については、リース・レンタル業を中心とした需要増加により、対前年度比39%の増加となった。さらに2011年度については震災の復旧・復興に起因する、主にリース・レンタル業の需要増加により、対前年比58%の増加となった。

〔図二〕に「油圧ショベル国内出荷台数」の推移を示す。



図二 油圧ショベル国内出荷台数

(2) 海外市場

図一に示す通り、2002年度以降、主要なマーケットである北米・中南米地区、欧州の好調な経済成長を背景に、また高成長の著しいアジア地区にも牽引され、2007年度まで増加傾向に転じた。

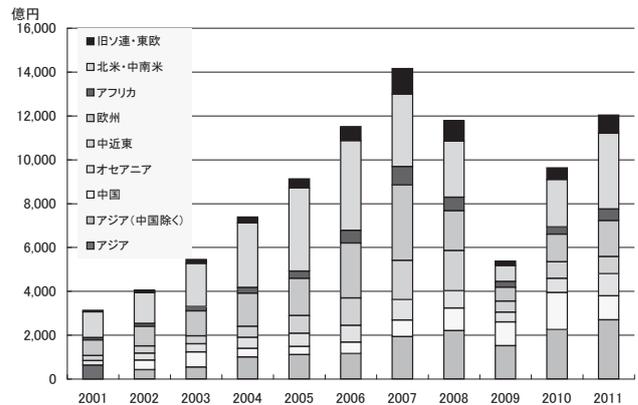
しかし、2008年9月のリーマンショックを発端とする世界同時不況により、2008年度は前年度比17%減少、2009年度は前年度比54%減少と大幅な減少となったが、2010年度については、中国・アジアを中心とした新興国および資源開発国向けの需要の増加に加え、米国市場、欧州市場等の回復により、前年度比79%増加に転じた。

しかしながら2011年度では中国での需要が前年度比で36%減少し、他の地域での前年に続く需要増にもかかわらず、全体では前年

度比の25%増加であった。

地区別に見ると、北米・中南米59%増加 [3,450億円]、旧ソ連・東欧56%増加 [831億円]、欧州30%増加 [1,644億円]、中国36%減少 [1,095億円]、中近東6%増加 [789億円]、中国を除くアジア20%増加 [2,704億円]、オセアニア55%増加 [998億円]、アフリカ63%増加 [528億円]となった。

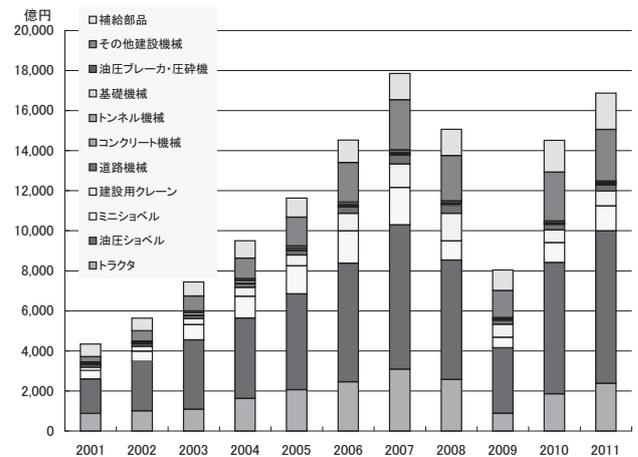
〔図三〕にコンポーネントを除いた「建設機械完成品地域別輸出金額」の推移を示す。（2002年度より、アジア地区を「中国」と「アジア（中国除く）」に区分した。）



図三 建設機械完成品地域別輸出金額

図一に示す通り、製品別に見ると、国内市場と同様に油圧ショベルの出荷割合が増加しており、2011年度の総出荷金額は7,607億円と全体の45%を占める。また、トラクタは2,384億円と全体の14%、ミニショベルは、1,234億円と全体の7%を占める。

〔図四〕に「建設機械別海外出荷金額」の推移を示す。



図四 建設機械別海外出荷金額

3. リース・レンタル動向

2011年度の国内におけるリース・レンタル業向け出荷金額比率

表一 業種別（リース・レンタル／その他）国内出荷金額実績

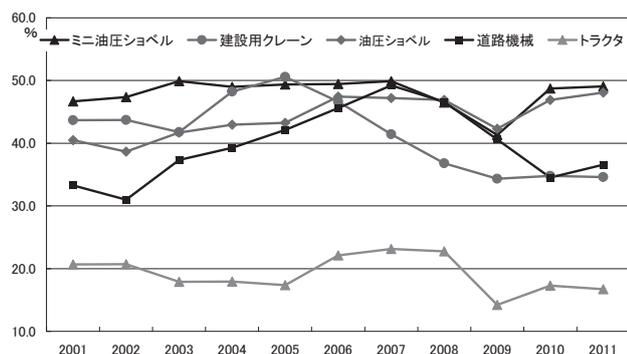
		(百万円)																			
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011			
トラクタ	ユーザー等	103,771	113,959	88,823	70,655	72,173	75,113	69,478	50,435	55,305	60,307	66,043	71,065	66,683	52,587	42,580	45,800	55,946			
	リース・レンタル	25,182	30,570	22,677	17,921	16,922	16,474	18,099	13,177	12,070	13,163	13,864	20,157	20,068	15,507	7,063	9,564	11,236			
	計	128,953	144,529	111,500	88,576	89,095	91,587	87,567	63,612	67,375	73,470	79,907	91,222	86,751	68,094	49,643	55,364	67,182			
油圧ショベル	ユーザー等	281,586	287,539	222,438	168,490	172,588	161,046	112,477	97,831	111,964	122,191	135,167	144,024	155,881	104,940	57,420	73,280	102,276			
	リース・レンタル	95,222	114,823	90,386	79,006	90,792	106,379	76,490	61,690	80,088	91,981	103,114	129,985	139,415	92,658	42,136	64,734	94,756			
	計	376,808	402,362	312,824	247,496	263,380	267,425	188,967	159,521	192,052	214,172	238,281	274,009	295,296	197,598	99,556	138,014	197,032			
ミニショベル	ユーザー等	89,138	87,978	68,568	48,473	45,470	40,588	33,206	26,678	28,675	32,865	35,576	40,152	39,976	26,233	18,118	21,736	29,319			
	リース・レンタル	42,794	52,921	44,601	35,660	37,434	36,470	29,080	24,005	28,547	31,543	34,692	39,297	39,817	22,789	12,765	20,668	28,232			
	計	131,932	140,899	113,169	84,133	82,904	77,058	62,286	50,683	57,222	64,408	70,268	79,449	79,793	49,022	30,883	42,404	57,551			
建設用クレーン	ユーザー等	159,938	178,796	138,509	78,603	68,845	61,643	49,841	42,624	51,665	51,940	60,364	78,066	99,570	95,459	54,956	54,167	69,715			
	リース・レンタル	87,597	112,153	97,142	67,921	52,738	52,444	38,668	33,079	37,059	48,370	61,827	68,197	70,496	55,594	28,744	28,904	36,867			
	計	247,535	290,949	235,651	146,524	121,583	114,087	88,509	75,703	88,724	100,310	122,191	146,263	170,066	151,053	83,700	83,071	106,582			
道路機械	ユーザー等	45,060	48,900	40,638	30,058	26,454	26,708	23,477	22,443	21,587	20,250	16,429	15,780	14,990	12,573	10,849	15,480	16,789			
	リース・レンタル	17,489	20,238	15,775	14,623	12,717	13,046	11,705	10,078	12,856	13,103	11,954	13,232	14,525	10,973	7,421	8,169	9,675			
	計	62,549	69,138	56,413	44,681	39,171	39,754	35,182	32,521	34,443	33,353	28,383	29,012	29,515	23,546	18,270	23,649	26,464			
コンクリート機械	ユーザー等	51,520	58,059	46,137	30,234	27,978	29,894	21,929	18,065	21,228	18,594	19,118	18,427	20,660	14,344	12,606	9,025	12,048			
	リース・レンタル	5,434	4,102	3,198	2,623	2,729	2,718	2,858	2,247	2,727	2,752	2,155	3,089	2,328	1,587	1,321	1,852	2,864			
	計	56,954	62,161	49,335	32,857	30,707	32,612	24,787	20,312	23,955	21,346	21,273	21,516	22,988	15,931	13,927	10,877	14,912			
トンネル機械	ユーザー等	55,133	64,735	61,252	50,975	37,901	36,303	26,742	31,294	34,746	19,921	17,504	13,930	7,699	12,143	14,687	4,677	6,416			
	リース・レンタル	3,931	1,020	2,432	2,348	2,312	1,928	1,761	345	150	659	220	117	25	111	106	1,209	52			
	計	59,064	65,755	63,684	53,323	40,213	38,231	28,503	31,639	34,896	20,580	17,724	14,047	7,724	12,254	14,793	5,886	6,468			
基礎機械	ユーザー等	42,375	39,778	28,763	18,722	17,149	15,601	13,184	12,831	12,510	11,738	14,564	17,023	22,828	21,082	18,153	15,951	15,268			
	リース・レンタル	1,943	2,011	2,674	1,744	2,733	2,466	1,083	1,426	1,473	1,429	944	1,116	1,959	1,787	698	1,870	3,554			
	計	44,318	41,789	31,437	20,466	19,882	18,067	14,267	14,257	13,983	13,167	15,508	18,139	24,787	22,869	18,851	17,821	18,822			
油圧ブレイカ・圧砕機	ユーザー等	22,234	22,862	18,096	10,938	10,915	11,614	12,183	10,541	10,850	10,712	11,355	12,411	12,582	9,120	5,120	6,298	9,840			
	リース・レンタル	1,856	2,641	1,720	4,182	4,520	3,949	1,625	1,217	2,285	2,714	3,465	3,504	3,955	2,560	1,202	1,907	3,045			
	計	24,090	25,503	19,816	15,120	15,435	15,563	13,808	11,758	13,135	13,426	14,820	15,915	16,537	11,680	6,322	8,205	12,885			
その他建設機械	ユーザー等	63,778	57,981	48,696	36,731	40,734	41,338	31,436	30,119	31,233	31,859	32,131	33,526	32,807	33,362	22,087	23,889	37,661			
	リース・レンタル	28,473	32,258	27,397	20,959	20,018	19,570	15,174	13,166	14,372	14,673	15,476	19,797	22,802	14,590	9,851	11,714	18,735			
	計	92,251	90,239	76,093	57,690	60,752	60,908	46,610	43,285	45,605	46,532	47,607	53,323	55,609	47,952	31,938	35,603	56,396			
本体計	ユーザー等	914,533	960,587	761,920	543,879	520,207	499,848	393,953	342,861	379,763	380,377	408,251	444,404	473,676	381,843	256,576	270,303	355,278			
	リース・レンタル	309,921	372,737	308,002	246,987	242,915	255,444	196,533	160,430	191,627	220,387	247,711	298,491	315,390	218,156	111,307	150,591	209,016			
	計	1,224,454	1,333,324	1,069,922	790,866	763,122	755,292	590,486	503,291	571,390	600,764	655,962	742,895	789,066	599,999	367,883	420,894	564,294			
補給部品	ユーザー等	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	リース・レンタル	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	計	156,471	166,352	156,443	138,426	128,335	126,242	115,766	106,865	106,343	102,269	101,577	104,167	101,204	89,678	89,691	90,098	98,807			
内需計		1,380,925	1,499,676	1,228,365	929,292	891,457	881,534	706,252	610,156	677,733	703,033	757,539	847,062	890,270	689,677	457,574	510,992	663,101			

注) ユーザ等とは、建設業者、官公庁など、リース・レンタル以外の全てを言う。

(主要5製品)は40%と前年度比1%増加となった。これは、上記2-(1)に記載の通り、2008年9月のリーマンショックを発端とする世界同時不況による国内経済の低迷からこれまで買い控えていた反動、並びに東日本大震災による復興・復旧に起因して、需要が増加したと思われる。

〔表一2〕に補給部品を除いた建設機械本体の「業種別（リース・レンタル／その他）国内出荷金額実績」の推移を示す。

国内市場の主力製品である油圧ショベルのリース・レンタル比率は48%と前年比1%増加、ミニショベルは49%と前年同等である。



図一5 リース・レンタル業向け出荷金額比率 (主要5製品)

〔図一5〕に「リース・レンタル業向け出荷金額比率 (主要5製品)」を示す。

4. 中古車市場動向

国内からの中古車輸出の増加が、更新を主とした国内新車需要の喚起になると想定される点については、2-(1)「国内市場」の項で触れているが、本項ではその中古車の流通状況について特徴を記した。

(1) 新車販売台数と中古車発生台数

中古車の発生は下取・買取等で新車販売店に入庫するものと、中古車販売会社が買取するものと2通りに大別される。その総発生量と新車販売台数を表したのが、〔図一6〕「中古車発生・新車販売台数 (主要6機種)」である。

なお、主要6機種とは油圧ショベル、ミニショベル、クローラトラクタ、ホイールローダ、クローラクレーン、ラフテレーンクレーンである。

〔図一6〕の通り、過去10年間の中古車発生台数は新車販売台数より多く、2002年度は、新車販売台数の2.3倍と比率では頂点となり、以降新車販売台数の増加に伴い比率は減少傾向であったが、2011年度は2010年度に引き続き、新車販売台数は増加となった一方、中古車発生台数は減少したため、中古車と新車の比率は1.2倍

統計

となった。

近年の日本発の中古車輸出台数は、一昨年から続く円高の影響もあり減少傾向で推移している。

(2) 中古車の需要傾向

発生した中古車は一部（部品取・スクラップ等）を除き、大半が国内または海外（輸出）に販売される。これを国内・海外需要として過去の推移を見ると、[図-7]「中古車需要の国内・海外構成（主要6機種）」の通りである。

[図-7] に示す通り内需は年々減少傾向にある反面、外需は増加基調にあったが、前述の通り、2011年度は前年度比75%の44,170台となった。

(3) 中古車輸出状況

[図-8]「機種別中古車輸出台数」は、2005年度～2011年度の中古車機種別輸出状況を示す。2011年度の機種構成では、油圧ショベルが約42%で最も多く、ついでミニショベル（29%）、ホイールローダ（16%）の順である。

また、中古油圧ショベルの輸出先を見ると、[図-9]「中古油圧ショベル輸出先状況」の通りであり、2011年度は、「中国・香港」が32%と前年に比べて大幅に減少しており、ついで「ベトナム」（13%）、「マレーシア」と「タイ」（10%）である。東アジア、東南アジア以外で輸出台数が多い地域はロシア・CIS諸国で、全体の約7%を占めている。

(4) 中古車の販売および現況

中古車の発生台数は4年連続の減少となった。また、主要6機種の中古車需要台数（国内・海外）も昨年度より減少しており、海外輸出比率も2010年度の73%から2011年度は70%と低下した。中古車販売会社のオークション等で、世界同時不況から回復基調に支えられた海外バイヤー（香港・中国他）の購入意欲持ち直しが期待されたが、円高傾向の定着により、引き続き中古車需要・販売の低迷が懸念される。

5. 建設機械市場の今後の見通し

2012年度における国内市場については、引き続き震災の復旧・復興に起因するリース・レンタル向け等の需要が見込まれ、出荷金額は6,666億円〔前年同期比18%増加〕（補給部品含まず）となり、3年連続で増加すると予測される。

また、海外市場については、新興国および資源開発国向けの需要に加え、北米、オセアニア向けの需要が好調であること等から、出荷金額は1兆6,006億円〔前年同期比6%増加〕（補給部品含まず）となり、3年連続で増加すると予測される。

尚、上記掲載統計諸資料は(株)日本建設機械工業会 発表の統計資料による。

(文責：池山・鈴木)

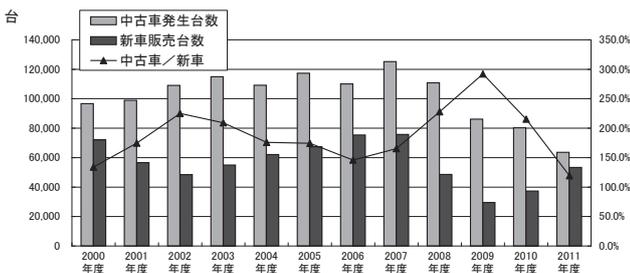


図-6 中古車発生・新車販売台数 (主要6機種)

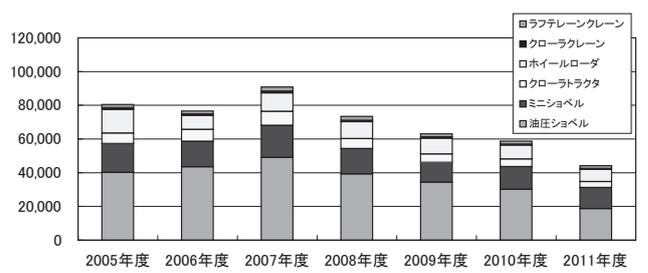


図-8 中古車機種別輸出台数 (主要6機種)

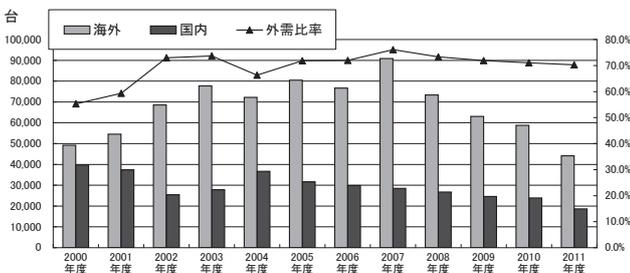


図-7 中古車需要台数の国内・海外構成 (主要6機種)

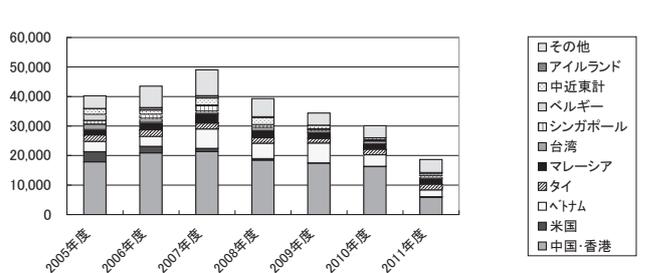
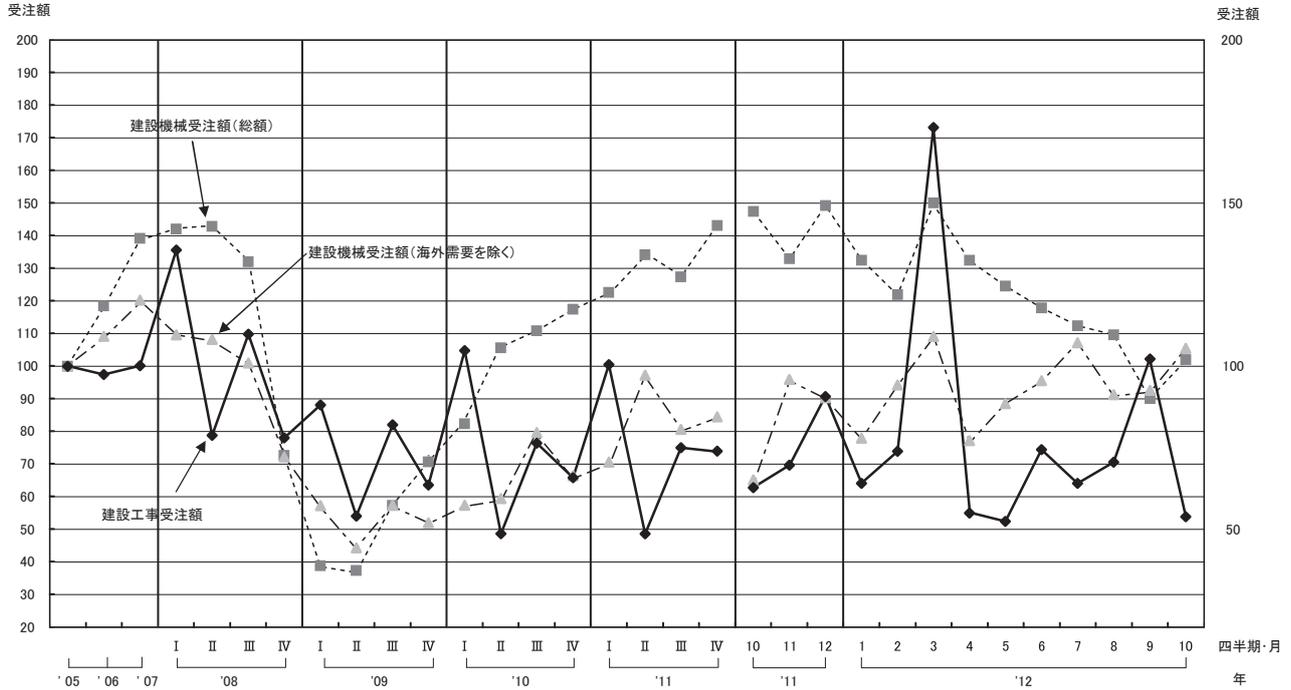


図-9 中古車輸出地域別輸出状況 (油圧ショベル)

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 2005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 2005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							
2005年	138,966	94,850	19,156	75,694	30,657	5,310	8,149	95,370	43,596	136,152	136,567
2006年	136,214	98,886	22,041	76,845	20,711	5,852	10,765	98,795	37,419	134,845	142,913
2007年	137,946	103,701	21,705	81,996	19,539	5,997	8,708	101,417	36,529	129,919	143,391
2008年	140,056	98,847	22,950	75,897	25,285	5,741	10,184	98,836	41,220	128,683	142,289
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
2011年10月	7,290	4,424	1,079	3,345	2,204	440	222	4,427	2,864	113,424	6,867
11月	8,124	5,202	1,179	4,023	1,587	431	904	5,811	2,313	113,297	8,208
12月	10,327	6,989	1,753	5,237	2,184	391	763	7,301	3,026	112,078	11,030
2012年1月	7,449	4,990	933	4,058	1,727	333	399	5,241	2,208	112,743	7,001
2月	8,576	5,387	1,056	4,330	2,442	404	343	5,695	2,880	112,603	9,034
3月	20,021	13,216	2,021	11,196	5,148	540	1,117	13,976	6,045	117,803	15,393
4月	6,443	4,721	1,083	3,638	1,110	418	194	4,577	1,866	117,710	6,342
5月	6,176	4,284	960	3,324	1,309	337	246	4,171	2,005	116,271	7,709
6月	8,663	6,106	1,433	4,673	2,053	354	149	5,999	2,664	115,408	9,834
7月	7,488	5,156	1,043	4,112	1,809	430	93	5,163	2,325	116,359	6,602
8月	8,247	5,373	1,030	4,342	2,246	400	228	5,424	2,823	115,240	9,295
9月	11,880	7,617	1,541	6,076	2,810	496	957	8,373	3,507	115,538	11,742
10月	6,283	4,337	1,113	3,224	1,329	364	253	4,341	1,942	—	—

建設機械受注実績

(単位: 億円)

年 月	05年	06年	07年	08年	09年	10年	11年	11年 10月	11月	12月	12年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
総 額	14,749	17,465	20,478	18,099	7,492	15,342	19,520	1,802	1,634	1,831	1,641	1,500	1,851	1,627	1,532	1,443	1,391	1,347	1,107	1,258
海外需要	9,530	11,756	14,209	12,996	4,727	11,904	15,163	1,517	1,208	1,441	1,306	1,089	1,378	1,290	1,147	1,026	929	951	700	796
海外需要を除く	5,219	5,709	6,268	5,103	2,765	3,438	4,357	285	426	390	335	411	473	337	385	417	462	396	407	462

(注) 2005～2007年は年平均で、2008～2011年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2011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…

(2012年11月1日～30日)

■ 機 械 部 会

■トラクタ技術委員会

月 日：11月2日(金)

出席者：阿部里視委員長ほか5名

議 題：①各社トピックス紹介 ②ハイブリッドホイールローダについて商品化を睨んだJCMAS燃料消費量一試験方法改訂について ③ホームページ更新内容の検討について ④9/27開催の機械部会幹事会の報告について・平成24年度上期活動報告 ⑤12/3開催予定の技術連絡会について ⑥その他

■路盤・舗装機械技術委員会 幹事会

月 日：11月2日(金)

出席者：行川恒弘委員長ほか9名

議 題：①平成24年度下期の活動計画の確認と分担について ②9/27開催の機械部会 幹事会での上期活動報告について ③国交省の勉強会(一機)での発表内容の確認について ④その他

■除雪機械技術委員会 幹事会

月 日：11月5日(月)

出席者：江本平委員長ほか12名

議 題：①ホームページの作成について ②除雪機械の変遷について ③ロータリ除雪車性能試験方法の改定について ④除雪ドーザ規格見直しについて ⑤除雪グレーダの見直しについて ⑥ロータリ除雪車の見直しについて ⑦その他

■トンネル機械技術委員会 環境保全分科会

月 日：11月9日(金)

出席者：掛川敏弘分科会長ほか3名

議 題：①担当各社の作成資料の説明と内容の検討 ②報告書のまとめ方の方針についての検討 ③その他

■基礎工専用機械技術委員会

月 日：11月14日(水)

出席者：篠原慶二委員長ほか12名

議 題：①今年度活動成果(ヒヤリ・ハット事例と運転資格の一覧)の扱いについて ②見学会について ③その他

■トンネル機械技術委員会 新技術・施工技術分科会

月 日：11月20日(火)

出席者：若山真則分科会長ほか7名

議 題：①切羽前方探査についての各委員追加収集資料についての説明を継続

②切羽前方探査施工業者を招いての勉強会と情報収集 ③成果品の取り纏めについて ④その他

■トンネル機械技術委員会 未来像分科会

月 日：11月21日(水)

出席者：浅沼廉樹分科会長ほか4名

議 題：①昨年度活動成果から、前回に引き続きこれらを実現するための掘削技術、覆工技術、素材技術についての各自追加資料を持ち寄って説明と検討を行う ②今年度報告書作成について ③その他

■ダンプトラック技術委員会

月 日：11月22日(木)

出席者：大貫廣明委員長ほか4名

議 題：①各社トピックスについて ②MINEXPO2012の報告について ③電動建機の安全：エレキダンプの例について ④9/27開催の幹事会についての報告 ⑤その他

■原動機技術委員会

月 日：11月29日(木)

出席者：長瀬隆二委員長ほか21名

議 題：①平成24年度上期活動報告と下期計画について ②講演 EPA Interim Tier4/EU Stage3b規制対応産業用ディーゼルエンジンの発展：三菱重工 ③環境省・国交省・経産省への2014排ガス規制対応要望のその後の報告について ④MFCディーゼル燃料について ⑤海外排気ガス規制の動向についての情報交換 ⑥その他

■情報化機器技術委員会

月 日：11月30日(金)

出席者：白塚敬三委員長ほか5名

議 題：①「モバイルデータ通信向けシリアルサーバおよびセルラールータの紹介」：(株)昌新 ②EN474-1.5.17.6(バッテリー再接続時の切断装置ロックに関する内容)についての情報共有 ③平成24年度第2回機械部会技術連絡会(12/3開催)での報告資料内容の確認 ④その他

■トンネル機械技術委員会 第5回幹事会

月 日：11月30日(金)

出席者：篠原望委員長ほか5名

議 題：①国交省との勉強会「一機」の発表テーマについて ②現場見学会と工場見学会について ③その他

■ 製 造 業 部 会

■製造業部会 マテリアルハンドリングWG

月 日：11月8日(木)

出席者：生田正治主査ほか10名

議 題：①解体用機械の法制化に伴う「構造規格見直し検討」について ②その他

■国土交通省・作業燃費検討WG

月 日：11月16日(金)

出席者：田中利昌リーダほか16名

議 題：①作業燃費WG：1)低燃基準達成建設機械の認定制度(案)に対する意見についての確認およびまとめ 2)燃費情報表示の周知PR資料についての確認 ②国交省殿・作業燃費検討WG打合せ：1)低燃基準達成建設機械の制度(案)に対する意見と確認 2)燃費情報表示の周知PR資料についての確認 3)平成24年度地球温暖化対策検討分科会(2/20開催予定)に向けてのWGへのお願い

■ 建 設 業 部 会

■三役会

月 日：11月21日(水)

出席者：増子文典部会長ほか3名

議 題：①秋季現場見学会について ②各WGの報告 ③その他(クレールン安全協議会について)

■機電技術者交流企画WG

月 日：11月22日(木)

出席者：久留島匡繕主査ほか4名

議 題：①16回機電技術者意見交換会のアンケート集計・報告書の作成について ②来年度の意見交換会実施に向けて ③その他会員各社へのアンケート結果集計について

■バックホウ吊上げ作業における事故予防検討会

月 日：11月29日(木)

出席者：傳田喜八郎主査ほか6名

議 題：①10/30、11/21三役会からの意見を踏まえた見直し ②その他

■ レ ン タ ル 部 会

■「大槌地区災害廃棄物破碎・選別等業務委託」工事見学

月 日：11月22日(木)

出席者：中島嘉幸部会長ほか7名

施工者：(株)竹中土木・(株)タケエイ・松村建設(株)・(有)八幡組特定業務共同企業体
場 場：岩手県上閉伊郡大槌町大槌地
主要工種：混合廃棄物 破碎・選別工 161,320t、可燃系混合物 運搬工 41,200t、不燃系混合物 運搬工 118,500t

■ 各種委員会等

■ 機関誌編集委員会

月 日：11月7日(水)

出席者：田中康順委員長ほか19名

議 題：①平成25年2月号(第756号)の計画の審議・検討 ②平成25年3月号(第757号)の素案の審議・検討 ③平成25年4月号(第758号)の編集方針の審議・検討 ④平成24年11～25年1月号(第753～755号)の進捗状況の報告・確認

■ 建設経済調査分科会

月 日：11月21日(水)

出席者：山名至孝分科会長ほか2名

議 題：①「建設機械市場の現状」原稿内容の整理 ②委員交代に関して ③その他

■ 新工法調査分科会

月 日：11月21日(水)

出席者：安川良博分科会長ほか3名

議 題：①「建設業の業況」原稿検討 ②その他

■ 新機種調査分科会

月 日：11月27日(火)

出席者：江本平分科会長ほか4名

議 題：①新機種情報の持ち寄り検討 ②新機種紹介データまとめ ③その他

… 支部行事一覧 …

■ 北海道支部

■ 除雪講習会テキスト編集委員会第4回メーカー作業部会

月 日：11月9日(金)

場 所：北海道支部 会議室

出席者：福田淳一企画部会委員ほか6名
内 容：①除雪テキストの編集方針詳細検討 ②一次原稿の校正について ③今後の作業内容とスケジュール確認について ④その他

■ 情報化施工札幌地方セミナー

月 日：11月15日(木)

場 所：(株)北海道建設会館 9階大ホール

内 容：【座学】①情報化施工の最近の動向 ②ビデオ上映「情報化施工技術全般の紹介」 ③TS出来形管理技術…PCによる3次元データ作成, TS(現場用端末)への3次元データ入力及びTSによる出来形管理 ④マシンコントロールグレーダ技術 ⑤施工体験談(今までの取組事例と苦心体験につい

て)【実機デモ・体験】PCによる3次元データ作成, TS実機(現場用端末)への3次元データ入力及びTSによる出来形管理の実機デモ

受講者：50名

■ ふゆトピア準備連絡会・ふゆトピア2014 実行委員会準備会

月 日：11月29日(木)

場 所：札幌第1合同庁舎 10F 共用第3号会議室

出席者：鬼澤正美 北海道支部事務局長

議 題：①準備連絡会の設立について…準備連絡会規約(案)について, ふゆトピア2014(仮称)について, 次期開催地について ②実行委員会準備会について…実行委員会準備会規約(案)について, 今後のスケジュールについて, ゆきみらい(秋田)における対応について

■ 東北支部

■ 施工部会(本部主催情報化施工研究会)

月 日：11月1日(木)

場 所：名取市文化会館及びCAT 岩沼工場

受講者：16社35名

内 容：①MC/MG技術の講義 ②MC/MG技術の実技 ③実技で使用した機械 ブルドーザ…CAT D3K, モーターグレーダ…コマツ GD403A, バックホー…CAT320EER, バックホー…CAT320DRR, バックホー…コベルコ SKI35SR, ミニショベル…CAT303CCR, ミニショベル…コマツ PC30MR, ミニショベル…クボタ U20

■ 施工部会 除雪機械展示・実演会出展者会議

月 日：11月19日(月)

場 所：秋田市 (社)東北建設協会秋田支所会議室

出席者：山田仁一事務局長ほか13名

議 題：①除雪機械展示・実演会計画について ②「ゆきみらい2013In 秋田」基本計画について ③質疑・その他連絡事項 ④現地展示場視察

■ 施工部会

月 日：11月20日(火)

場 所：支部会議室

出席者：稲村正弘部会長ほか19名

議 題：①平成24年度除雪講習会実施結果について ②実施結果の問題点 ③今後の事業計画について ④その他

■ 広報部会(第4回EE東北実行委員会作業部会)

月 日：11月28日(水)

場 所：フォレスト仙台

出席者：東北技術事務所 鹿野安彦副所長ほか22名

議 題：①「EE東北'12」実施報告 ②アンケート結果(総括) ③出展者負担金(出展料)の精算について ④「EE東北'12」決算案 ⑤来年度の開催について ⑥今後の予定

■ 企画部会

月 日：11月29日(木)

場 所：東北支部会議室

出席者：阿部新治企画部会長ほか6名

議 題：①平成24年度上半期事業報告について ②平成24年度上半期事業決算状況について ③支部60周年誌関係 ④ゆきみらい2013In 秋田について ⑤その他

■ 北陸支部

■ 普及部会現場見学会

月 日：11月6日(火)

内 容：東新潟火力発電所, 一般国道49号 揚川橋工事現場見学

参加者：14名

■ 第27回北陸雪氷シンポジウム

月 日：11月14日(水)～15日(木)

場 所：新潟東映ホテル

主 催：北陸雪氷技術研究会

出席者：丹羽吉正部会会長ほか1名
スタッフとして参加ほか聴講者

内 容：基調講演「南極から見る地球環境」, 論文発表, パネルディスカッション「雪国の安全安心を守るために」

■ 小型除雪機械安全操作講習会

月 日：11月21日(水)

内 容：新潟市北区主催の標記講習会に講師派遣(青木鉄朗企画委員長)

受講者：38名

■ 中部支部

■ 第3回東海・東南海・南海地震対策中部圏戦略会議

月 日：11月5日(月)

出席者：永江豊事務局代理出席

議 題：基本戦略最終とりまとめについて

■ 道路除雪講習会

月 日：11月7日(水)

場 所：岐阜県高山市飛騨・生活文化センター

参加者：33名

■ 支部事務所移転

月 日：11月10日(土)

移転先：名古屋市中区丸の内3-17-10 三

愛ビル5階

TEL: 052-962-2394 FAX: 052-962-2478

■道路除雪講習会

月日: 11月14日(水)

場所: 愛知県名古屋市中種区名古屋市
中小企業振興会館

参加者: 76名

■第1回部会長・副部会長会議

月日: 11月21日(水)

出席者: 三宅豊企画部会長ほか11名

議題: 上期事業報告及び上期経理概況
について

■第2回運営委員会

月日: 11月28日(水)

場所: 愛知県名古屋市中区桜華会館

参加者: 小川敏治支部長ほか15名

議題: 上期事業報告及び上期経理概況
について

■秋季講演会及び技術発表会

月日: 11月30日(金)

場所: 愛知県名古屋市中種区名古屋市
中小企業振興会館

参加者: 107名

■ 関 西 支 部

■平成24年度 施工技術報告会 幹事会

月日: 11月5日(月)

場所: 関西支部 会議室

出席者: 松本克英事務局長以下5名

議題: ①発表論文の応募について
②まえがきの検討について ③査読作
業について

■道路管理者除雪技術講習会

月日: 11月21日(水)

場所: 今庄365スキー場

参加者: 37名

内容: ①雪害対策について ②除雪作
業体制と安全管理について ③除排雪
作業における事故事例紹介

■除雪機械運転技術講習会

月日: 11月22日(木)

場所: 今庄365スキー場

参加者: 62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実技指
導訓練 ④実技施工訓練

■企画部会

月日: 11月28日(水)

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

■建設用電気設備特別専門委員会(第392回)

月日: 11月28日(水)

場所: 中央電気倶楽部 会議室

議題: ①前回議事録確認 ②JEM-
TR104 建設工用受配電設備点検保
守のチェックリストの見直し検討
③その他

■ 中 国 支 部

■第4回部会長会議

月日: 11月7日(水)

場所: 広島YMCA 会議室

出席者: 高倉寅喜企画部会長ほか8名

議題: ①中国地方整備局との意見交換
会について ②地震津波防災訓練(整
備局)への協力(対応)について
③その他懸案事項

■除雪機械の運転技術講習会

月日: 11月28日(水)

場所: 鳥根県雲南県土整備事務所及び
斐伊川河川敷

主催: 国土交通省松江国道事務所・鳥
根県

共催: 日本建設機械施工協会中国支部
参加者: 69名

内容: ①鳥根県における除雪 ②冬季
道路の交通確保 ③除雪施工法と留意
点 ④除雪施工のポイント ⑤除雪機
械の取扱い ⑥除雪機械毎の取扱い
(現地実習: 班別) ⑦意見交換会(グ
ループ討議)

■第8回企画部会

月日: 11月30日(金)

場所: 中国支部事務所

出席者: 高倉寅喜企画部会長ほか5名

議題: ①中国地方整備局との意見交換
会の進め方について ②情報化施工の

推進について ③その他懸案事項

■ 四 国 支 部

■協賛事業「くらしと技術の建設フェア in 四国2012」

月日: 11月2日(金)~3日(土)

場所: 高松サンポート・シンボルタワー
内(高松市)

出展者: 60社(組織)(四国支部からは
2社(組織))

入場者数: 約2,400人(2日間の延べ人数)

■運営委員会

月日: 11月21日(水)

場所: ホテル「マリンパレスさぬき」
(高松市)

出席者: 島弘支部長ほか20名

議題: ①平成24年度上半期事業報告
について ②平成24年度上半期収支
状況報告について ③平成24年度下
半期事業計画(案)について ④人事
異動等に伴う役員等の変更について
⑤その他

■平成24年度1級・2級建設機械施工技術検定試験合格者公表(掲示)

月日: 11月30日(金)

場所: 四国地方整備局及び支部事務局
(高松市)

■ 九 州 支 部

■企画委員会

月日: 11月14日(水)

出席者: 久保田正春企画委員長ほか7名

議題: ①運営委員会の運営要領につい
て ②支部事務局移転の検討につい
て ③施工安全講習会について ④建設行
政講演会について ⑤本部・支部の意
見交換会について

■運営委員会

月日: 11月14日(水)

出席者: 江崎哲郎支部長ほか11名

議題: ①平成24年度上半期事業・経
理概況報告 ②事務局移転に関する件

一般社団法人日本建設機械施工協会 発行図書一覧表 (平成 24 年 11 月現在)

発行年月	図 書 名	税込価格	会員価格	送料
H24 年 9 月	道路除雪オペレータの手引	3,000	2,000	600
H24 年 5 月	よくわかる建設機械と損料 2012	5,460	4,620	450
H24 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 24 年度版	5,880	5,000	450
H24 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 24 年度版	8,400	7,140	600
H24 年 4 月	平成 24 年度 建設機械等損料表	7,700	6,600	600
H23 年 4 月	建設機械施工ハンドブック 改訂 4 版	6,300	5,350	700
H22 年 10 月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,150		400
H22 年 10 月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,150		400
H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,100	1,800	400
H22 年 3 月	日本建設機械要覧 2010 年版	51,450	43,050	1,050
H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,310	2,100	400
H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	2,940	2,490	450
H20 年 2 月	除雪機械技術ハンドブック	3,000		600
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	3,360	2,800	450
H17 年 9 月	建設機械ポケットブック (除雪機械編)	1,000		250
H16 年 12 月	2005「防雪・除雪ハンドブック」(除雪編)	5,000		530
H15 年 7 月	道路管理施設等設計指針 (案) 道路管理施設等設計要領 (案)	3,360		600
H15 年 7 月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,575	1,470	600
H15 年 6 月	道路機械設備 遠隔操作技術マニュアル (案)	1,890		600
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)	1,890		600
H15 年 6 月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	525		250
H13 年 2 月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック	6,300	5,880	600
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	2,600	2,300	390
H11 年 10 月	機械工事施工ハンドブック 平成 11 年度版	7,980		600
H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,200		600
H11 年 5 月	建設機械図鑑	2,625		600
H10 年 3 月	大型建設機械の分解輸送マニュアル	3,780	3,360	600
H9 年 5 月	建設機械用語集	2,100	1,890	600
H8 年 11 月	Construction Mechanization in Japan 1997	3,150		420
H7 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	9,800	9,300	800
H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,000	5,400	520
H6 年 6 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,000	7,500	500
H5 年 8 月	道路除雪ハンドブック	5,200	4,800	420
S63 年 3 月	新編 防雪工学ハンドブック	10,500	9,450	520
S59 年 11 月	場所打ち杭設計施工ハンドブック	5,145	4,630	460
S59 年 2 月	建設機械整備ハンドブック (エンジン整備編)	6,510	5,859	520
S56 年 12 月	建設機械整備ハンドブック (基礎技術編)	8,400	7,560	520
S55 年 1 月	建設機械整備ハンドブック (管理編)	4,200	3,780	520
	建設機械履歴簿	400		250

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。

編集後記

新年明けましておめでとうございます。本年もどうぞよろしくお願ひ致します。

領土問題に端を発する隣国との政情不安、欧州の金融不安、まだまだ多くの不安要素が存在しますが、株価が上昇し、また慢性的な円高も解消されつつあり、少しずつ明るい兆しが見え始める新年となりました。今年は更に明るい話題が増えることを期待します。

さて、1月号は恒例の「建設機械」特集です。世間で“エコ”が注目を浴び始めてからいくばくかの時間が流れました。建設機械もその流れと共に、燃費の向上、排ガスの浄化が進んできました。一昨年、2011年版オフロード法が施行され、粒子状物質を9割も削減した機種が次々に発売され始めました。本号にてそのいくつかを紹介しています。またIT分野では、「油圧ショベル内蔵型

2次元マシンガイダンスシステム」と「機械稼働情報を活用した建設機械のライフサイクルサポート」を掲載しています。共に、ムリ、ムダ、ムラを低減し、コストの低減だけでなく、環境への負荷も低減しています。今後、日本が環境先進国になる為にも、ますますの技術発展を期待します。また本号では同時に、建設機械の歴史についても掲載しています。建設機械も他の機械と同様、大きく進化していることがお解り頂けるかと思ひます。業界の歴史と共に、世界の歴史も垣間見られ、面白い報文ですので、是非ご一読下さい。更に、本機関誌でもよく取り上げられる東日本大震災関連としては、【交流のひろば】にて、津波堆積物を用いた防潮堤、人口地盤の造成を取り上げています。一日でも早い実用化により、復興に役立てられることを期待します。

最後に、お忙しい中ご執筆頂いた方々に、この場を借りて、厚く御礼申し上げます。

(山本・原)

機関誌編集委員会

編集顧問

今岡 亮司	加納研之助
桑垣 悦夫	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
橋元 和男	本田 宜史
渡邊 和夫	

編集委員長

田中 康順 鹿島道路(株)

オブザーバ

山下 尚 国土交通省

編集委員

桑原 一登	農林水産省
伊藤 健一	(独)鉄道・運輸機構
篠原 望	鹿島建設(株)
和田 一知	(株)KCM
安川 良博	(株)熊谷組
原口 宏	コベルコ建機(株)
原 茂宏	コマツ
藤永友三郎	清水建設(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
山本 茂太	キャタピラージャパン(株)
岡崎 直人	(株)竹中工務店
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
相田 尚	(株)NIPPO
船原三佐夫	日立建機(株)
岡本 直樹	山崎建設(株)
川西 健之	(株)奥村組
石倉 武久	住友建機(株)
江本 平	範多機械(株)
京免 継彦	佐藤工業(株)
野元 義一	五洋建設(株)
藤島 崇	施工技術総合研究所

2月号「ダム特集」予告

- ・台形CSGダムの技術指針：H24.6設計・施工・品質管理技術資料
- ・巡航RCD工法：湯西川（嘉瀬川）ダム
- ・嘉瀬川ダム副ダム建設工事におけるDKS—IIミキサの採用
- ・ICT活用技術（台形CSGダム）億首ダム本体建設工事
- ・スマートセンサ型枠と総合的なコンクリート工事・品質管理システム
- ・ダム機能の延命化を図る土砂パイパストネルの施工
- 平成20年度小浜ダム土砂パイパストネル工事
- ・鶴田ダム再開発の計画と設計施工 国内最大規模の施設改造工事
- ・水力発電の現状と今後（低炭素社会の実現に向けた）
- ・東日本大震災時におけるダムの多面的機能
- ・特殊エジェクターを用いたダム堆砂の移動システム
- 特殊エジェクター工法〈碟送（れきぞう）〉
- ・ロックフィルダムのコア盛立の施工において、コア乾燥を早くする技術 乾風丸
- ・三峡ダムにおけるパイバック使用

No.755「建設の施工企画」 2013年1月号

〔定価〕1部840円（本体800円）
年間購読料9,000円

平成25年1月20日印刷

平成25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 一般社団法人日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

電話 (03) 3433-1501; Fax (03) 3432-0289; <http://www.jcmanet.or.jp/>

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話 (025) 280-0128
中部支	〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26	電話 (052) 241-2394
関西支	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話 (082) 221-6841
四国支	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26	電話 (092) 436-3322

本誌上へ (株)共栄通信社までお問い合わせ下さい。

本社 〒105-0004 東京都港区新橋3-15-8 (精工ビル5F) 電話 03-5472-1801 FAX03-5472-1802 E-MAIL: info@kyoeitushin.co.jp
担当 本社編集部 宗像 敏

KOBELCO

低燃費のコベルコ!
低炭素社会の実現へ

しん

せい

き

新 たな 世 代の建 機

登場、



HYBRID

SK200H

10月販売開始

HYBRID SK200H。

コベルコの
新世機

圧倒的な燃費性能で新たな世代をリードするコベルコの「新世機」。
その技術で、低燃費のコベルコは、もっと低燃費のコベルコになる。

約16%の燃料削減
(JCMAS測定方式)

ハイブリッド化により、従来機(SK200-8)に比べ
約16%燃料消費量を低減。

オフロード法
2011年基準適合

排気ガス後処理装置の搭載により
排出ガス中のPM(粒子状物質)を大幅削減。



コベルコ建機株式会社

東京本社 / 〒141-8626 東京都品川区東五反田 2-17-1 ☎03-5789-2111
www.kobelco-kenki.co.jp

Mikasa 
<http://www.mikasas.com>

多様なニーズに確かな技術で応えます。
 進化を続ける三笠の自信作。

パイプコンパクター
 MVH-306DSC



防音型
 タンピングランマー
 MT-55L-SGK
 NETIS登録
 TH-100005-A



低騒音型
 コンクリートカッター
 MCD-216S-SGK
 低騒音指定番号
 4510



低騒音型
 バイブレーションローラー
 MRH-600DSA
 低騒音指定番号
 4507



静音型
 プレートコンパクター
 MVC-F60S
 NETIS登録
 TH-100006-A



高周波バイブレーター
 FX-40RE/FU-161



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: 06-6541-9631
 札幌営業所 TEL: 011-892-6920
 仙台営業所 TEL: 022-238-1521
 新潟出張所 TEL: 090-7422-8801

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: 080-1013-9538

中国営業所 TEL: 082-875-8561
 四国出張所 TEL: 087-868-5111
 九州営業所 TEL: 092-431-5523
 南九州出張所 TEL: 080-1013-9558

沖縄出張所 TEL: 090-7440-0404

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
スーパーエポック **UF**



省電力型工業用ギヤー油

コスモ
ECOギヤー **EPS**

それはいつまでも
蒼い地球のために

地球環境へ、

さらに新しい対応を求められている今、オイルもまた、次の課題をクリアする進化が問われます。
コスモルブは、地球に、人に、優しい環境LUBEソリューションを提案してまいります。

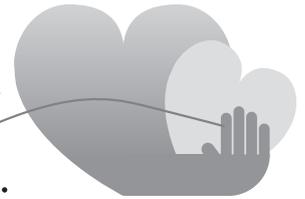
 **コスモ石油ルブリカンツ株式会社** <http://www.cosmo-lube.co.jp/>
カスタマーサポートセンター：0120-15-4899

- (社)日本産業広告協会会員
- 学術誌広告業協会会員



心から心へのメッセージ

We will serve you a message from heart to heart.



数ある情報誌のうちの確に
ユーザーの脳裏を捕えるものは？
それは学会・協会誌です。



的確な判断、敏速な対応そして広い視野を持った時、初めて時代の変化をキャッチし広告することの意義を考えさせられます。弊社は、皆様の心をアピールする手助けをモットーに心がけております。

お問合せ・お申し込みは・・・



学術・技術誌専門広告代理業
株式会社 共栄通信社

本社：〒105-0004 東京都港区新橋4-24-3 エムエフ新橋904
電話：03-5472-1801(代表) FAX：03-5472-1802
E-mail：info@kyoeitushin.co.jp
神戸出張所：〒655-0046 神戸市垂水区舞子台6-10-13-406
電話&FAX：078-785-5658

本誌掲載広告カタログ・資料をご希望の方に・・・

建設の施工企画(月号) 広告掲載下記カタログを請求します。

ご 芳 名			
会社名(校名)	所属部・課名(学科)		
所 在 地 (または住所)	〒	TEL	
		FAX	
会 社 名		製 品 名	

上記に所要事項ご記入の上 (株)共栄通信社『建設の施工企画』係宛
(〒105-0004 東京都港区新橋4丁目24番3号 TEL03-5472-1801/FAX03-5472-1802)にお送り下さい。

確かな技術で世界を結ぶ

Attachment Specialists

任意の高さに停止可能

パラレルリンクキャブ



パラレルリンクキャブ仕様車

車の解体・分別処理を大幅にスピードアップ

自動車解体機



自動車解体機

ワイドな作業範囲で効率の良い荷役作業

スクラップハンドラ



スクラップハンドラ仕様車

スクラップ処理で高い作業効率を発揮

リフティングマグネット



リフティングマグネット仕様車

船舶・プラント・鉄骨物解体に威力を発揮する

サーベルシア



MSD4500R

丸太や抜根を楽々切断する

ウッドシア



MWS700R (油圧全旋回式)



マルマテクニカ株式会社

URL <http://www.maruma.co.jp>

■名古屋事業所

愛知県小牧市小針2-18 〒485-0037
電話 0568(77)3312
FAX 0568(77)3719

■本社・相模原事業所

神奈川県相模原市南区大野台6丁目2番1号 〒252-0331
電話 042(751)3800
FAX 042(756)4389

■東京事業所

東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号 〒156-0054
電話 03(3429)2141
FAX 03(3420)3336

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー



主な特長

- カッター出力は330kWで、強力な切削力を発揮し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- 機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m（ケーブルハンガーを除く）
- 定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅9.5m
- 高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- 接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

KYB カヤバシステム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

<http://www.kyb-ksm.co.jp>

本社・営業	〒105-0012	東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル	TEL. 03-5733-9444
カスタマーサービス相模事業所	〒252-0328	神奈川県相模原市南区麻溝台1丁目12番1号	TEL. 042-767-2586
大阪支店	〒564-0063	大阪府吹田市江坂町1丁目23番20号 TEK第二ビル	TEL. 06-6387-3371
西部支店	〒812-0016	福岡県福岡市博多区博多駅南1丁目7番14号 ボイス博多	TEL. 092-411-4998
三重工場	〒514-0396	三重県津市雲出長常町1129番地11	TEL. 059-234-4111

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・直接修理を実践中!

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 リモコン 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
ポーバ 防爆形無線機

- ◆ 業界唯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! 代々互換性を継承、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! マイクンケーブルレス

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押しスイッチ
装着可能

モデルチェンジ!
内部設計を一新

全ての
交換を優先
しました

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

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

16ボタン
モデル

16操作標準標準型
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

自由度の高い
多様なオーダー対応

優れた
耐塵・防雨性能

ボタン配置自在/最大32点

送信機はIP65相当

自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを
装着可能

パネルゴム突起で
操作クリック感が
向上

セットで
15.75万円

セットで
17.85万円

セットで
21万円

防爆形 対応可能 (N/Uシリーズ)

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
21万円

防爆形 対応可能 (N/Uシリーズ)

N/U/Gシリーズ

頑強ケーブルレス

標準型
RC-8516N

- 16操作16リレー
最大32リレーまで
対応可能

セットで
23.1万円

無理難題を
一刀両断!! 最強ハンディ機登場!

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

裏面スイッチ

ハンディなのに
特殊スイッチを
装着可能

特殊スイッチ

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)

N/U/Gシリーズ

マイティサテレタ

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
94.5万円

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
47.25万円

ジョイスティック
2本装着オーダー例

旧アンリツ製 デジタルテレコン
入替専用モデル

RC-7233UAN

RC-7215U

新型ジョイスティック

3ノッチ
ジョイスティック型

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

● 操作信号数 最大32点
(またはプロポ最大6項目と入出力信号20点以下)

Nシリーズ

チップケーブルレス

標準型
RC-3208N

- 8操作
8リレー

セットで
12.6万円

チップ部品採用で
ポケットサイズ化

トコトコ機能を絞って
コストダウン

アルカリ乾電池なら
連続使用6時間以上

高い防水性能
送信機はIP65

特許! ステルハには
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)

ボタンの突起
ボタン間の仕切り 一体型の
シリコンカバーで
操作性が向上

従来機と
信号互換あり!

受信機は既設のまま送信機のみ取替も可

N/Rシリーズ

ケーブルレスミニ

標準型
RC-4303N/R

セットで
10.5万円

● 微弱Nシリーズは、240MHz化でより安定した電波の飛び!

● 2段階押しスイッチ追加可能! (オプション)

● 3操作3リレー
最大5リレーまで対応可能

取付例

N/U/Gシリーズ

リモコン 離操作

標準型
RC-2512N

セットで
23.1万円

● 12操作12リレー
最大32リレーまで対応可能

● 見易くなった電池残量告知ランプ付

軽量コンパクト
ショルダータイプ

価格もサイズも
ハンディー並み!

N/R/U/G
シリーズ

データケーブルレス

送信機 (外部接点入力型)

7100型

6300型

5700型

3200型

受信機

写真は
U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 21.525万円
TC-1308N(微弱電波) 23.1万円

Uシリーズ
Gシリーズ

MAX サテレタ

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

全押しボタン
装着タイプ

セットで
99.75万円

● 多機能多操作
(比例制御対応も可)

金属シャシの
多操作・特注仕様専用機!!

無線変速ジョイスティック
2本装着例

無線式火薬庫警報装置

発破番 ES-2000R

標準付属品付
セットで
42万円

ER-2000R(受信機) ET-2000R(送信機)

● 長距離伝送
到達距離約2km~(6km)

● 受信機から
電話回線接続機能

● 高信頼性
異常判定アルゴリズム

● 音声メッセージで
異常箇所を連絡(受信側)

● 大音量警鳴音発生
110dB/m

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

常に半歩、先を走る

ベンチャー企業創出支援投資 対象企業

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/

Global Teamwork
KOMATSU

地面のことを考えるように、
空のことも考えよう。

Thumbs up for cleaner air

「日・米・欧 新排出ガス規制*」に適合した
コマツの次世代建設機械。
燃料消費量も平均10%低減(従来機比)しました。
30機種以上を、次々と発売していきます。

Global Teamwork for Tomorrow

*米国の“Tier4 Interim”、欧州の“Stage IIIb”につき、
日本では、オフロード法(特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律)
2011年基準が適用開始されます。

We are launching over 30 next-generation models certified
for the new emission control standard of Japan,
the United States and Europe.
They are ready to cut down 10% of your fuel expenses
on average, when compared to conventional models.



新サービスプログラム「KOMATSU CARE」
(コマツ・ケア)でサポート。

コマツ国内販売本部

〒107-8414 東京都港区赤坂 2-3-6 <http://www.komatsu-kenki.co.jp>

「建設の施工企画」

定価 一部 八四〇円

本体価格八〇〇円

雑誌 03435-1



4910034350131
00800