

# 建設の施工企画 1

2012 JANUARY No.743 JCMMA

大型クローラクレーンの  
外部カウンタウエイト仕様



機械遺産 UH03



ハイブリッド  
ロータリ除雪車



ハイブリッドホイールローダ



## 建設機械・東日本大震災復旧 特集

- 東日本大震災の初動対応と『東日本大震災～初動の記録～災害時ノウハウ集』
- 九州地方整備局における排水ポンプ車による大震災支援活動
- 東日本大震災 恐るべし大津波
- 災害対策機械の被災地派遣
- 津波堆積物の再資源化による人工地盤造成
- 新型ハイブリッド油圧ショベル
- ハイブリッドホイールローダ
- ハイブリッドロータリ除雪車の開発
- 大型クローラクレーンの外部カウンタウエイト仕様
- 映像合成による油圧ショベルの周囲確認支援システム
- “ライフサイクルサポート”に基づく大型建設機械のプロダクトサポート
- 純国産技術による第1号油圧ショベルUH03の紹介

社団法人 日本建設機械化協会

平成24年度

## (社)日本建設機械化協会会長賞の募集について

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、(社)日本建設機械化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、**(社)日本建設機械化協会会長賞**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。

今年度も下記により受賞候補を募集致しますので、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

本協会通常総会（**平成24年5月30日（水）**）終了後に行います。

### 5. 応募

別紙「**(社)日本建設機械化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24年1月31日（火）（必着）**です。

### 6. 選考

本協会が設置した「**(社)日本建設機械化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HPに、応募業績は本協会HPに掲載致します。

以上



## (社)日本建設機械化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。  
なお、これによりがたい場合は別途お問い合わせ下さい。
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)
  1. 業績の行われた背景
  2. 業績の詳細な技術的説明
  3. 技術的効果
  4. 経済的効果
  5. 施工または生産・販売実績
  6. 類似工法または類似機械との比較
  7. 特許、実用新案のタイトル(出願、公開、登録、国内・国外を明記)
  8. 波及効果
  9. 開発コストおよび販売価格
  10. 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。
  1. 特許関係(公開または登録済みのものの写し)
  2. カタログ
  3. 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」・「業績内容の概要」・「業績内容」セットのもの)  
参考資料
5. 申 込 ・ 問 合 せ 先  
(社)日本建設機械化協会 白鳥宛 E-mail : [shiratori@jcmanet.or.jp](mailto:shiratori@jcmanet.or.jp)  
TEL 03-3433-1501 FAX 03-3432-0289

2012年（平成24年）9月11日（火）  
**第13回建設ロボットシンポジウム**  
(The 13th Symposium on Construction Robotics in Japan)  
ー 建設産業をリードするロボット技術（RT）&情報通信技術（ICT）ー  
**論文募集のご案内**

会場：早稲田大学 国際会議場 井深大記念ホール （総合学術情報センター）  
（東京都新宿区西早稲田1-20-14、TEL：03-5286-1755）

■主催（順不同・予定）

公益社団法人土木学会、社団法人日本建築学会、一般社団法人日本ロボット学会、財団法人先端建設技術センター、社団法人日本建設機械化協会、社団法人日本ロボット工業会

■後援（順不同・予定）

経済産業省、国土交通省、独立行政法人土木研究所、独立行政法人建築研究所、社団法人日本建設業団体連合会、公益社団法人地盤工学会

■協賛（順不同・予定）

一般社団法人日本機械学会、社団法人電気学会、公益社団法人計測自動制御学会、公益社団法人精密工学会、社団法人日本測量協会

■趣旨

このたびの東日本大震災及び福島原子力災害の被災地の方々におかれましては心よりお見舞い申し上げます。今般、建設ロボット研究連絡協議会及び建設ロボット関連団体共催による「**第13回建設ロボットシンポジウム**」を開催いたしますので、ここにご案内申し上げます。

平成23年3月に発生した東日本大震災における復旧・復興で大きな役割を担っている建設ロボットや無人化施工システム等に対する社会的評価が高まり、危険作業のロボット化など新たな分野を含めて、その効果的かつ長期的な活用が強く望まれている現状にあります。

一方、ロボット技術や情報通信技術等の急速な進歩により、従来、極めて困難とされていた建設工事における高度な省力化・自動化・ロボット化が可能になりましたが、解決しなければならない問題も数多く残されていることも事実であります。具体的な解決方法として新しい技術によって電子化された多くの情報を上手く活用していく工夫も課題になっています。

このような時代背景に沿って、わが国の建設産業における建設ロボット分野の技術革新と建設生産システムの先進化を促進するために、本シンポジウムの総合テーマ「**建設産業をリードするロボット技術（RT：Robot Technology）&情報通信技術（ICT：Information and Communication Technology）**」の下、今回はサブテーマとして「**巨大災害を越えて明日の日本を創る建設ロボット**」を掲げております。

本シンポジウムでは、土木・建築をめぐる施工分野でのロボット技術（RT）と情報通信技術（ICT）との現状と将来を展望するとともに、建設生産の将来展望、計画・管理技術、要素技術、適用事例等の発表を予定しており、わが国の国土基盤整備や新領域等の各分野をめぐる諸問題を解決すべく建設ロボットの開発とその導入、普及促進等に寄与することを期待しております。

以上の主旨と内容をご理解の上、関連する各分野からの積極的な論文のご応募とご参加を頂きます様、ご案内申し上げます。

■優秀論文賞の表彰

本シンポジウムでは、投稿頂いた論文の中から、審査委員会の審査を経て、優秀な論文に対して表彰します。

■併催事業

併催事業として、本シンポジウムテーマに関連しているロボット及び関連機器等に関するパネルおよびポスター等の展示を目的とした、パネル&ポスター展示（出品有料）を企画しています。

## ■論文募集内容

論文の応募に際しては、以下の各セッションの内容や項目を参照して下さい。各セッションの名称については変更できませんが、セッション内のそれぞれの項目については代表的と思われるものについて列挙しております。

- (1) 建設生産についての将来展望
  - ①建設ロボット開発をめぐる状況、②建設現場のロボット化・ICT化のニーズ、③ロボット化施工と設計の課題・BIMへの対応、④ロボット化をめぐる計画・管理の諸問題、⑤その他
- (2) 計画・設計・管理技術
  - ①工事計画（工程計画、工事シミュレーション）、②管理技術（3Dデータ、VR、施工シミュレーション、GIS関連、3D-CAD、4D/5D-CAD、ステージコンストラクション、設計最適化）、③ICTの活用（データベース、CALS/EC、データ交換）、④その他
- (3) 新領域への取り組みとアプリケーション
  - ①環境保全（地球温暖化対応、省エネ）、②工事環境改善（騒音・振動、粉塵対策、環境モニタリング、作業環境の向上）、③安全性向上（安全監視、安全装置・システム、防犯）、④危険物処理（発掘処理、アスベスト除去、汚染土処理・除去）、⑤統合化生産システム（ビル、トンネル、ダム、海洋、造成、道路、地下・基礎）、⑥低コスト化（ライフサイクルコスト低減、省力・省人、施工最適化）、⑦工期短縮（急速施工、プレハブ化）、⑧無人化（無人化施工、遠隔操作、オペレーション支援）、⑨災害対応（探査技術、災害復旧技術、耐震・液状化対策）、⑩その他
- (4) ライフサイクルへの適用
  - ①維持管理（メンテナンス、クリーニング、運用、サービス）、②調査診断（検査、計測、点検、構造モニタリング、センサネットワーク）、③リニューアル・解体（補修、改修、解体自動化）、④その他
- (5) ロボット・キーテクノロジー
  - ①センシング・認識（センサ開発、ビジョン、音声認識、SLAM）、②アクチュエーション・メカニズム（アクチュエータ開発、新メカニズム）、③制御系（テレオペレーション、パワーアシスト、人ロボット協調）、④マニピュレーション（エンドエフェクタ、作業理解、作業モデル）、⑤移動（移動メカニズム、ナビゲーション）、⑥インテリジェンス（学習、人工知能、環境構造化、ユビキタス）、⑦ヒューマンインタフェース（操作デバイス、ディスプレイ技術、VR）、⑧システムインテグレーション（作業移動、ヒューマノイド、RTミドルウェア化）、⑨その他

## ■論文募集要領（優秀な発表論文を表彰いたします。）

論文審査は論文アブストラクト審査と本論文審査の2段階とします。

採択論文の登載および発表については、20,000円の登録料が必要となります。

- (1) 応募者は論文要旨（アブストラクト）A4判用紙2枚（和文で1,000字程度）以内に下記事項を記入の上、送付して下さい。
  - ①テーマ内容番号（例：ICTの活用（2）－③）
  - ②論文題目
  - ③発表者名（連名の場合は、発表者に○印）
  - ④勤務先名、所属、役職、勤務先住所、TEL、FAX、E-mail
- (2) 論文アブストラクト提出締切日：平成24年1月27日（金）（事務局必着厳守）
- (3) 審査の上、採用決定論文については、本論文の作成を依頼します。

本論文は、6頁以上10頁以下とし、その構成（目的、方法、結果と考察、結論）、文章及び図表等は、学術論文として相応しい体裁で仕上げて下さい。
- (4) 本論文提出締切日：平成24年4月27日（金）（事務局必着厳守）

なお、審査の上、査読結果を6月頃に通知します。
- (5) 論文発表時間：20分／編（予定）

### 問合せ先・送付先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館  
社団法人日本ロボット工業会 建設ロボットシンポジウム事務局  
TEL：03-3434-2919、FAX：03-3578-1404  
E-mail：forum@jara.jp、URL <http://www.jara.jp/>



# ゆきみらい2012in金沢 開催のお知らせ

平成 24 年 2 月 2 日（木）～2 月 3 日（金）に石川県金沢市において、  
第 24 回ゆきみらいが下記をテーマに開催されます。

## 「冬の北陸 地域の活力がにぎわいを！」

### ■概要

名 称 / ゆきみらい 2012in 金沢

開催期間 / 平成 24 年 2 月 2 日（木）～2 月 3 日（金）

開催場所 / 石川県金沢市

主 催 / 「ゆきみらい 2012in 金沢」実行委員会

国土交通省北陸地方整備局、石川県、金沢市、(社)北陸建設弘済会、  
(社)雪センター、(社)日本建設機械化協会、(社)石川県建設業協会、  
(社)金沢建設業協会、(社)石川県観光連盟、金沢市観光協会、  
金沢商工会議所、東日本高速道路(株)新潟支社、  
中日本高速道路(株)金沢支社

### ■実施内容

#### ゆきみらいシンポジウム

・開 催 日 / 平成 24 年 2 月 2 日（木）14:00～17:00

・会 場 / 石川県立音楽堂 邦楽ホール（金沢市昭和町 20-1）

#### ゆきみらい研究発表会

・開 催 日 / 平成 24 年 2 月 3 日（金）9:30～17:00

・会 場 / 石川県立音楽堂 邦楽ホール、交流ホール（金沢市昭和町 20-1）

#### ゆきみらい見本市

・開 催 日 / 平成 24 年 2 月 2 日（木）～3 日（金）10:00～17:00

・会 場 / 金沢駅東もてなしドーム地下イベント広場（金沢駅東広場地下）

#### 除雪機械展示会

・開 催 日 / 平成 24 年 2 月 2 日（木）10:00～16:00

3 日（金）10:00～15:00

・会 場 / 城北市民運動公園（金沢市磯部町ニ 25）

#### <全体スケジュール>

|             | 2/2(木) | 2/3(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 2012in 金沢ホームページ (<http://www.hrr.mlit.go.jp/yuki/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下さい。

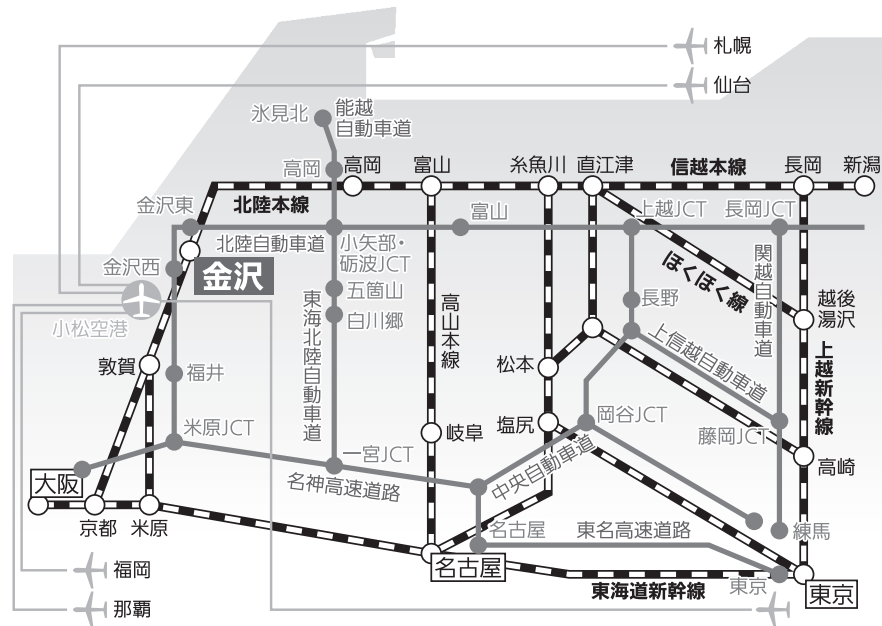
○実行委員会事務局：〒950-8801 新潟市中央区美咲町 1-1-1

国土交通省 北陸地方整備局 企画部 広域計画課 TEL 025-370-6687



## ■金沢へのアクセス

- J R で
  - 東京から 東海道新幹線(米原のりかえ) ひかり・しらさぎ 約4時間
  - 上越新幹線(越後湯沢のりかえ) とき・はくたか 約3時間50分
  - 大阪から サンダーバード 約2時間30分
  - 名古屋から 東海道新幹線(米原のりかえ) ひかり・しらさぎ 約2時間20分
  - しらさぎ 約2時間50分
- 飛行機で
  - 東京から 羽田から 約1時間(全日空・日本航空)
  - 成田から 約1時間15分(全日空)
  - 北海道から 札幌(千歳)から 約1時間30分(AIR DOと全日空の共同運行)
- 自動車で
  - 東京から 東京ICから金沢東ICまで 約578km
  - 練馬ICから金沢東ICまで 約455km
  - 名古屋から 名古屋ICから金沢西ICまで 約252km



## ■会場へのアクセス

- お車で越しの方は「城北市民運動公園」駐車場をご利用ください。
- 当日は「金沢駅西口」と「城北市民運動公園」を結ぶ無料シャトルバスを運行いたします。(2月2日・2月3日 9時～18時)
- ゆきみらいシンポジウム、ゆきみらい研究発表会、ゆきみらい見本市の会場周辺の駐車場につきましては、混雑が予想されますので、公共交通機関をご利用ください。



# 欧州建設機械化視察団 団員募集のお知らせ

## INTERMAT 2012(フランス・パリ)

ドイツで開催される「bauma」に続き世界第2位の規模を誇る建設機械展示会「インターマット2012」が、前回(2009年)よりもさらに内容を充実させて、2012年4月16日(月)～4月21日(土)の間、フランスのパリ・ノール見本市会場で開催されます。日本建設機械化協会では、この機会に、本展示会とパリ/ロンドンの工事施設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】フランス・パリ

【期 間】2012年4月16日(月)～21日(土)

【周 期】3年毎

【主 催】S.E. INTERMAT

【会 場】パリ・ノール見本市会場

【出展社】1,400社(2009年実績)

【入場者】184,519人(2009年実績)

### 【主要出展品目】

- 大型搬送機械 ●道路建設・メンテナンス機械 ●コンクリート製造・運搬・打ち込み用機材
- コンクリート製品製造機械 ●建設用ロボット ●ハンドリング機器 ●昇降機器 ●足場架設支柱
- 輸送機械 ●パイル・シートパイル打ち機 ●現場用給水設備 ●発電・変電設備
- その他現場用工具機器 他

### 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  | 2012年<br>4月15日<br>(日) | 東京(成田)発<br>パリ 着  | 午前<br>午後 | 航空機<br>専用バス | 空路、パリへ<br>到着後、ホテルへ<br>(パリ泊)                       |
| 2  | 4月16日<br>(月)          | パリ 滞 在           | 終 日      | 専用バス        | ◎インターマット(INTERMAT)2012視察<br>(パリ泊)                 |
| 3  | 4月17日<br>(火)          | パリ 滞 在           | 終 日      | 専用バス        | ◎インターマット(INTERMAT)2012視察<br>◎オプション(別途料金)<br>(パリ泊) |
| 4  | 4月18日<br>(水)          | パリ 発<br>ロンドン 滞 在 | 午前<br>午後 | 列車<br>専用バス  | ユーロスターにてロンドンへ<br>◎ロンドン市内視察<br>(ロンドン泊)             |
| 5  | 4月19日<br>(木)          | ロンドン 滞 在         | 終 日      | 専用バス        | ◎ロンドン市工事施設視察<br>(ロンドン泊)                           |
| 6  | 4月20日<br>(金)          | ロンドン 発           | 夕 方      | 航空機         | 空路、帰国の途へ<br>(機内泊)                                 |
| 7  | 4月21日<br>(土)          | 東京(成田) 着         | 午 後      |             | 到着後、入国審査及び通関手続終了後、解散                              |

※発着地及び交通機関は変更になることがあります。

視察期間 2012年4月15日(日)～4月21日(土) 5泊7日

視 察 地 パリ・ロンドン(2都市)

催行人員 最少催行人員15名(添乗員同行)

参 加 費 お一人様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2012年3月9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)/久保田

TEL03-6891-9305 FAX03-6891-9405

E-mail: kyu051108@mb.knt.co.jp

●御問い合わせ先●

社団法人 日本建設機械化協会  
〒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

## 平成 23 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 23 年 11 月 25 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 23 年 11 月 30 日～12 月 1 日に機械振興会館にて行われました。

本論文集は、このシンポジウムの発表論文をとりまとめたもので、今回は東日本大震災の影響により、災害、防災、復旧・復興は一つの大きなテーマとなっていますが、それ以外にも ICT の利活用、環境保全・省エネ対策といった近年の話題も多く取り入れられており、これらを含めた 38 編の論文と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発表、さらには本協会の研究開発助成の成果報告も掲載されております。

# 建設の施工企画

2012 年 1 月号 No. 743

## 目 次

### 建設機械・東日本大震災復旧 特集

|    |                                                                         |             |
|----|-------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 3  | 巻頭言 新年のご挨拶 一国の将来像を選択する年—                                                | 辻 靖三        |
| 4  | 東日本大震災の初動対応と<br>『東日本大震災～初動の記録～災害時ノウハウ集』                                 | 堤 盛良        |
| 9  | 九州地方整備局における排水ポンプ車による大震災支援活動                                             | 吉永 勝彦       |
| 13 | トピックス 東日本大震災 恐るべし大津波                                                    | 阿部 新康       |
| 17 | 災害対策機械の被災地派遣                                                            | 稲垣 孝        |
| 22 | 津波堆積物の再資源化による人工地盤造成                                                     | 高橋 弘        |
| 30 | 新型ハイブリッド油圧ショベル HB205-1/HB215LC-1                                        | 吉田 周司       |
| 35 | ハイブリッドホイールローダ                                                           | 松井 邦夫       |
| 40 | ハイブリッドロータリ除雪車の開発                                                        | 林 千尋        |
| 45 | 大型クローラクレーンの外部カウンタウエイト仕様                                                 | 見神 広保       |
| 50 | 映像合成による油圧ショベルの周囲確認支援システム<br>清田 芳永・因藤 雅人・加藤 英彦                           |             |
| 55 | “ライフサイクルサポート”に基づく<br>大型建設機械のプロダクトサポート                                   | 箕輪 佳祐       |
| 62 | 純国産技術による第 1 号油圧ショベル UH03 の紹介<br>(社)日本機械学会 2011 年度機械遺産認定                 | 田中 利昌       |
| 65 | 交流の広場 小惑星探査機「はやぶさ」搭載サンプル採取機構                                            | 矢島 暁        |
| 71 | ずいそう 柔道から教わったこと                                                         | 上野 雅恵       |
| 72 | ずいそう 誰か故郷を想わざる                                                          | 熊谷 勝弘       |
| 73 | JCMA 報告 平成 23 年度 (社)日本建設機械化協会研究開発助成<br>助成対象研究開発決定のお知らせ                  | 鈴木 勝        |
| 75 | JCMA 報告 平成 23 年度建設機械施工技術検定試験結果報告                                        | 試験部         |
| 76 | CMJ 報告 JCMAS 油圧ショベル燃費試験規格の検証                                            | 佐藤 充弘・稲葉友喜人 |
| 78 | 部会報告 我が国における締固め機械の変遷 (その 5. 平成元年～8 年)<br>機械部会 路盤・舗装機械技術委員会 (締固め機械変遷分科会) |             |
| 85 | 新工法紹介                                                                   | 機関誌編集委員会    |
| 86 | 新機種紹介                                                                   | 機関誌編集委員会    |
| 88 | 統計 建設機械市場の現状                                                            | 機関誌編集委員会    |
| 92 | 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    |
| 93 | 行事一覧 (2011 年 11 月)                                                      |             |
| 96 | 編集後記                                                                    | (和田・石倉)     |

#### ◇表紙写真説明◇

写真提供：(株)KCM, (株)日本除雪機製作所,  
日立住友重機械建機クレーン(株), 日立建機(株)

ハイブリッド建機では、油圧ショベルが一般に販売されるようになり、今回、その他の建設機械として「ハイブリッドロータリ除雪機」、「ハイブリッドホイールローダ」を紹介する。また油圧ショベルでは、日本機械学会 2011 年度機械遺産に認定された「日立 UH03」、大型建機としては、650t 吊りクラスのクローラクレーンを紹介する。

## 第5回 日本建設機械化協会 研究開発助成

建設機械及び建設施工技術に係る研究開発・調査研究であって、以下のいずれかに該当する新規性、必要性又は発展性が高いとともに、研究計画に妥当性があると判断されるものを対象とします。

- ①建設機械と建設施工の合理化
- ②建設機械と建設施工の環境保全
- ③防災・安全対策・災害対応
- ④建設施工の品質確保

⑤東日本大震災からの教訓に基づく技術開発

### 1. 助成対象者

大学、高等専門学校及びその附属機関、もしくは法人格を有する民間企業等に所属する研究者及び研究グループ

### 2. 助成内容

- ①1件につき原則200万円以内
- ②原則として研究着手時に全額を交付
- ③研究は単年度で完結させるものとし、同一テーマへの助成は2回まで

### 3. 公募期間

8月1日(月)～10月31日(月)；終了

### 4. 助成決定

平成23年12月22日及び平成24年1月10日

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会  
研究開発助成事務局 鈴木  
TEL：03-3433-1501  
FAX：03-3432-0289  
<http://www.jcmanet.or.jp/>

## 平成23年度 施工技術報告会のご案内

### 「最近の建設技術、保全技術、環境と施工事例」

直接、設計・施工・保全に携わった方々に施工技術の成果を報告していただく「施工技術報告会」を毎年企画しております。日頃直面している諸問題について関係各位の相互啓発にたいへん参考になると存じますので、多数ご参加いただきたくご案内いたします。

期日：平成24年2月3日(金)  
場所：建設交流館8F グリーンホール  
(大阪市西区立売堀2-1-2)  
定員：200名(先着順)  
参加費：  
会員5,000円、非会員7,000円  
(いずれも講演概要資料代を含む)

申込期限：平成23年12月22日(木)  
詳細問い合わせ先：  
(社)日本建設機械化協会 関西支部  
TEL：06-6941-8845  
FAX：06-6941-1378  
e-mail：jcmakans@muse.ocn.ne.jp

## 2012年開催「国際大ダム会議」出展のご案内

「国際大ダム会議第80回年次例会及び第24回大会」が2012年に開催されます。会議の一環として展示ブースが設置されることとなっており、当協会においても出展を行います。

### 1. 募集内容

展示パネルサイズ(基本)：A1縦長パネル

利用料(A1)：30,000円/枚  
申込期限：平成23年8月1日(月)；終了  
2. 展示概要  
期間：平成24年6月5日～8日  
場所：国立京都国際会館  
展示ブース(1ブース)の大きさ：  
3.0×3.0×2.5m(幅×奥行×高さ)

詳細問い合わせ先：  
(社)日本建設機械化協会 白鳥  
TEL：03-3433-1501  
FAX：03-3432-0289  
e-mail：shiratori@jcmanet.or.jp

## 平成23年度建設機械施工技術検定試験

### ー 1・2級建設機械施工技士ー

平成23年度1・2級建設機械施工技術検定試験を次の通り実施しております。

この資格は、建設事業の建設機械施工に係る技術力や知識を検定します。(次の記載内容は概略ですので、詳細は当協会ホームページを参照又は電話

により問合せください。)

### 1. 申込み受付

4月8日(金)；終了

### 2. 試験日

学科試験：6月19日(日)；終了

実地試験：平成23年8月下旬から9月中旬；終了

### 3. 合格発表 11月28日(月)；終了

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 試験部  
TEL：03-3433-1575  
<http://www.jcmanet.or.jp>



## 巻頭言

新年のご挨拶  
—国の将来像を選択する年—

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。

近年は毎年毎年、社会経済に大きな出来事が生じ、一国内のみならず地球規模に波及してきています。その中でも、昨 2011 年は有史以来最大の災害、東日本大震災が日本で発生しました。大津波による甚大な被災と福島原発の広範な被災は世界中に発信され、日本における災害の恐ろしさを強烈に印象付けた年でした。災害の実像と、それに立ち向かう日本人の行動も注目されつつ、年を越えました。

近年の日本は有数の先進国の一角に位置付けされてきましたが、国内的には高齢社会下で、発展途上国含め世界の中で厳しい産業経済の競争の渦中です。国の仕組みも様々な課題が山積し、社会経済は行き先定まらずで迷走している感があります。そのさなかに大震災が覆いかぶさってきました。まさに国難ともいえるべき状況です。

本年 2012 年は、衝撃の 2011 年から、いかに立ち上がることができるのか、日本の将来の大きなターニングポイントの年ではないのかと思います。これまでの日本の大変革は、明治維新と終戦後とされています。両者とも国の体制そのものの大変革時期でした。世界の中で独立国として生き延びて名誉ある位置を占めるために、混乱を乗り越え新しい国を作ることができた歴史とでも言えるのでしょうか。当然社会的にも、経済的にも摩擦があった中で、国と国民の将来の発展を目

指して、営々と努力してきて得られたのが現在の国となりました。

しかし、今回は先進国の成熟した国として迎えた局面で、これまでのように外からの強い要因に起因するものでなく、内在している様々な懸案が交錯している中で新たな進路を見出すことができるのかという場面だと思います。成熟社会であり価値観が多種多様で百家争鳴です。周囲は地球を舞台とする政治、経済、環境等総合的な国家間の合従連衡を含めた生存競争です。これらの与件の下で、一つの国として、将来に亘って国民が生活し活動していける国に脱皮できるかが今回の節目に問われていることだと思います。

様々な主張があり、利害が輻輳しているが、永続的に民主主義国家として存立していくにはしっかりとした基盤を持ち、自立できることが前提となるのは論をまちません。このような状況の中では、一つの個別の案件の度に議論をしていき部分最適の選択でよいのか、国家全体をみての全体最適を選択するのか、また、現時点での現在選択なのか、将来の国家、国民を見据えた最適を選択するのか、大きな分岐点です。どちらを決断し、説得し、実行して行くのか、それでこれからを担う世代の人たちに日本の未来を託していくことができるか、全体的、将来的な判断をするべき年がスタートしました。

# 東日本大震災の初動対応と 『東日本大震災～初動の記録～災害時ノウハウ集』

堤 盛 良

日本における観測史上最大規模のマグニチュード (Mw) 9.0 を記録した東日本大震災における国土交通省の初動対応と、初動対応時のノウハウをとりまとめた『東日本大震災～初動の記録～災害時ノウハウ集』について紹介する。

災害時ノウハウ集は、東日本大震災初動の応急対応の中で、災害対応を円滑に遂行するために各部局や現場で行われた様々な工夫やノウハウについて主なものをとりまとめたもので、記憶の新しいうちに記録としてとりまとめるべく、発災後半年を経過した平成 23 年 8 月に作成し公表している。

キーワード：危機管理、地震、津波、災害対応、ノウハウ

## 1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分、宮城県沖の海底で震源として発生した東北地方太平洋沖地震は、日本における観測史上最大の規模、マグニチュード (Mw) 9.0 を記録し、宮城県北部で震度 7 を観測するとともに、岩手県から埼玉・千葉県に及ぶ広範囲で震度 6 弱以上の強い揺れを観測した。この地震により、場所によっては波高 10 m 以上の大津波が発生し、東北地方と関東地方の太平洋沿岸部に壊滅的な被害をもたらした。

また、大津波以外にも、地震の揺れや液状化現象などによって、東北と関東の広い範囲で各種インフラや住宅地等、大きな被害が発生している。

さらに、地震と津波による被害を受けた東京電力福島第一原子力発電所では、全電源を喪失して原子炉が冷却できなくなり、重大な原子力事故に発展した。

このように、地震と津波に原子力事故まで加わる大災害が発生し、多くの尊い人命が奪われ、8 ヶ月を経過した 11 月時点でもなお、四千名近い行方不明者と七万人を超える避難・転居者が存在している。紙面をお借りして、お亡くなりになられた方々へ哀悼の意を表するとともに、被災された方々に対し心からお見舞い申し上げる次第である。

## 2. 東日本大震災における国土交通省の初動時の対応

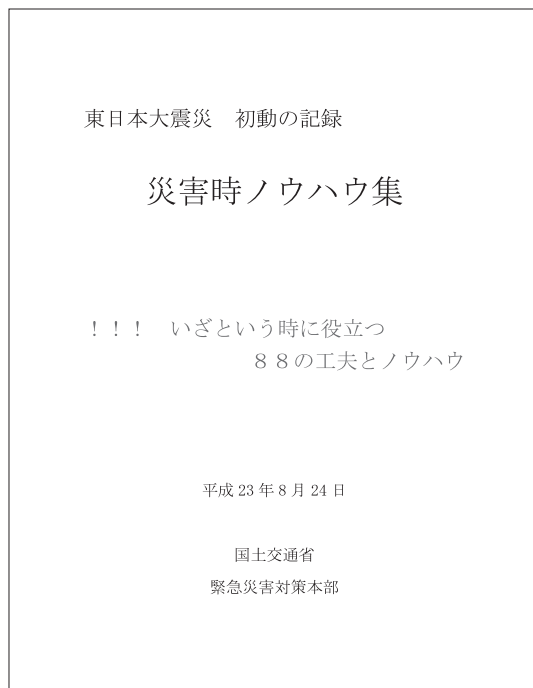
国土交通省では、東北地方太平洋沖地震が発生した

3 月 11 日 14 時 46 分、直ちに非常災害対策本部を立ち上げ、15 時 15 分には緊急災害対策本部とし、大畠国土交通大臣の指揮の下、6 万人組織の総力を挙げて災害対応に取り組んできた。15 時 45 分に開催された第 1 回国土交通省緊急災害対策会議では、大臣より、「人命救助を第一義として、被災者の救援・救助活動等に全力をつくすこと」、「情報の的確な把握と提供」、「緊急輸送のための交通確保」、「迅速な所管施設の応急復旧」、「被災した県・市町村への支援を強力に進めていくこと」など、基本的な対応方針に関する指示が発せられた。

さらに、22 時 00 分に開催された第 4 回国土交通省緊急災害対策会議における東北地方整備局とのテレビ会議では、大臣から地方整備局長に対して、「国土交通省の代表として所掌にとらわれることなく被災地と被災者が必要とすることに全力であたること」と、最高指揮官たる大臣の現場を信頼した明確な指示が発せられ、以降、本省、地方整備局、運輸局、研究機関等組織の総力をあげて、広大な浸水区域と膨大な瓦礫、寸断された交通網、停電や通信途絶、足りない燃料など数多くの困難の中を各部局や現場で様々な工夫をしながら、人命救助、道路啓開、航路啓開、被災自治体支援、被災者救援、救援物質の輸送、応急排水、応急復旧、物流の確保、仮設住宅の建設など様々な対応を実施してきた。

### 3. 東日本大震災～初動の記録～災害時ノウハウ集

このような様々な初動対応を行うに際して、平常時とは異なる状況下で諸々の問題が発生し、その問題を克服するために臨機応変な対応がなされた。それらを取りまとめたものが、「東日本大震災～初動の記録～災害時ノウハウ集」である（図—1）。



図—1 表紙

臨機応変な対応は個人の記憶としては貴重な経験として蓄積されるが、組織としては人事異動や時とともに消えていく。課題を克服するための臨機応変な対応、言い換えれば問題解決につながった様々な工夫やノウハウを組織の記憶として記録し、次の災害に備えるためのものが災害時ノウハウ集である。

災害時ノウハウ集は、目次、ノウハウリスト、ノウハウ集、索引から構成されている。

#### (1) 目次（図—2）

目次をただでさえどういった局面に対応するノウハウが詰まっているのかを一瞥できるように、下記8つの大項目と23の小項目に分類した。

- ①緊急災害対応体制の構築
- ②防災情報等の提供
- ③風評被害対策
- ④緊急物資輸送等支援
- ⑤計画停電・電力不足対策
- ⑥被災者・被災地支援
- ⑦手続き・基準等の弾力的運用
- ⑧監視・観測体制の強化

#### 1. 緊急災害対応体制の構築

!!! TEC—FORCEを活用する

緊急災害対策派遣隊(TEC—FORCE)総合司令部の設置  
TEC—FORCEの現地対応における工夫  
TEC—FORCEの後方支援の充実  
TEC—FORCE活動計画・活動拠点の活用

!!! 他機関とも連携した集中的な事態対処体制を確立する

仙台空港における米軍・自衛隊との連携  
道路の啓開にあたっての自衛隊との連携  
排水プロジェクトチームの設置による緊急排水  
現場状況に応じた緊急排水作業  
緊急輸送に対応できる船舶の確保

図—2 目次の一部

#### (2) ノウハウリスト（図—3）

ノウハウを200～300字にとりまとめ担当部局を記した概要紹介の部分である。また、キーワードを赤色文字として索引として整理している。

#### (3) ノウハウ集

本体に当たる部分で、一つの工夫やノウハウを写真や図表を用いて1ページにまとめている。次項にその例を紹介する。

|                                                 |                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>排水プロジェクトチームの設置による緊急排水</p> <p>【水管理・国土保全局】</p> | <p>○今回の大津波による大規模な湛水が、搜索活動や施設の復旧活動の障害となったため、プロジェクトチームを設置し、所管にとられず緊急排水を実施した。</p> <p>○本省PT(河川局)及び現地PT(東北地整河川部)の連携のもと、全国の地方整備局に配備している排水ポンプ車を集結し(最大時96台稼働)、機動的・重点的に緊急排水を実施することにより、効果的な湛水解消を可能にした。</p> |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

図—3 ノウハウリストの例

## (4) 索引 (図—4)

ノウハウや工夫に含まれるキーワードを索引として整理し、キーワードからノウハウを参照できるようにしている。

なお、紙面の都合上「ノウハウ集」のごく一部しか紹介できないが、その総てを国土交通省ウェブサイト公開している。

<http://www.mlit.go.jp/saigai/nouhau.html>

|   | 索引       | ノウハウNo |
|---|----------|--------|
| あ | 隘路箇所     | 41     |
|   | アメダス観測所  | 87     |
| い | 遺体搬送     | 52     |
|   | 移動自動車相談所 | 60     |
|   | 移動制約者    | 55     |
| う | 運行ダイヤ    | 54     |
| え | 営業倉庫事業者  | 46     |
|   | 衛星通信車    | 58     |
|   | 英文版HP    | 32     |
| お | 応援対策本部   | 3      |
|   | 応急組立橋    | 6, 42  |

図—4 索引の一部

4. ノウハウ集に収録された初動対応の一例  
(緊急輸送ルートの確保)

救援・救助活動や緊急物資の輸送のため、迅速な緊急輸送路の確保が初動段階で不可欠であり、道路、航路、空路などを所管する国土交通省にとっての最重要事項である。

道路については津波で大きな被害を受けた太平洋沿岸部と内陸部を結ぶルートを確認するため、発災直後からくしの歯状に15路線の集中的な啓開活動を実施し、5日後の3月15日には全ての東西ルートを確保した。

港湾については啓開作業により、3月24日までに被災地の主要な港湾総てで一部の岸壁が利用可能となり、津波で大きな被害を受けた仙台空港は、米軍の協力も得て啓開し、3月16日に暫定滑走路の使用を開始した。

また、被災地で不足した燃料を輸送するため、通常使われない日本海側のルートを活用して石油列車を運転し、さらには被災地の末端まで物流を確保するために、被災県に物流の専門家を派遣した。以下に関連するノウハウ集を列挙する。

No. 37
道路局、東北地方整備局

| テーマ | 緊急物資輸送等支援                                                                                                             |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 項目  | 「くしの歯作戦」                                                                                                              |
| 概要  | 太平洋沿岸道路が津波による大きな被害が想定され、被災当日に「くしの歯型」救援ルートを設定することを決断。翌朝から集中的に点検・調査を実施し、県・自衛隊と連携し、災害協定締結済みの地元建設業者等の協力を得て、道路啓開を優先して実施した。 |
| 効果  | 東西ルートは全15ルートのうち、翌12日には11ルート、15日には全ルートを確保し、16日から一般車両通行可とした。また、国道45号は3月18日までに97%が通行可能として、道路啓開を概ね完了。救援活動や物資輸送の早期開始に繋がった。 |

No. 38-1
港湾局

| テーマ | 緊急物資輸送等支援                                                                                                                                                                                           |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 項目  | 航路啓開作業の実施                                                                                                                                                                                           |
| 概要  | 被災した港湾の津波警報が解除された3月14日の翌日から航路や泊地等の啓開作業を行った。                                                                                                                                                         |
| 効果  | 3月11日の発生直後、青森県八戸市から茨城県までの太平洋側の国際拠点港湾および重要港湾14港では津波の影響等により、航路や泊地に障害物があり、港湾の利用が出来ない状況にあった。そこで、大津波警報が解除された3月14日の翌日から航路や泊地等の啓開作業を行い、3月15日に釜石港、茨城港(常陸那珂港区)を皮切りに、3月24日までに14港全ての利用が可能となり、緊急支援物資等の輸送支援を行った。 |

仙台塩釜港(仙台区)の航路啓開

平成23年3月14日 海底状況の確認調査開始  
 平成23年3月15日 航路啓開作業に着手、高松埠頭岸壁前面の音速深達測量実施、ナローマルチビームによる海域地形測量実施  
 平成23年3月18日 高松埠頭(-12m)1バースが開放、引き続き航路啓開作業及び海域地形測量実施  
 平成23年8月8日現在 公共岸壁(-4.5m以上)13バースが開放(一部暫定)

●揚収地点

障害物の引き揚げ作業

コンテナ 自動車 トレーラー







## 5. おわりに

国土交通省として東日本大震災を踏まえた今後の災害対応のため、「ノウハウ集の作成」、「東日本大震災記録集の編纂」、「国土交通省防災業務計画の改正」の三つのテーマに取り組んでいる。ノウハウ集については前述のとおりであり、記録集については、今年度末の完成を目途に、現在膨大な資料の整理や関係者への聞き取り等を進めているところである。防災業務計画については、「防災基本計画（内閣府・中央防災会議策定）」を受けての改正となるが、防災基本計画が新たに津波災害対策編を加えた改正となる予定であり、

防災業務計画についても大幅な改正になる見込みである。これら三点セットは、東日本大震災での経験が無駄にすることなく今後の災害対応につなげていく要であり、全省で取り組んでまいる所存である。

J C M A

### 【筆者紹介】

堤 盛良（つつみ もりよし）

国土交通省

水管理・国土保全局 防災課 災害対策室

課長補佐



## 「建設機械施工ハンドブック」改訂4版

建設機械及び施工の基礎知識、最新の技術動向、排出ガス規制・地球温暖化とその対応、情報化施工などを、最新情報も織り込み収録。

建設機械を用いた施工現場における監理・主任技術者、監督、世話役、オペレータなどの現場技術者、建設機械メーカー、輸入商社、リース・レンタル業、サービス業などの建設機械技術者や、大学・高等専門学校・高等学校において建設機械と施工法を勉強する学生などに必携です。

建設機械施工技術の修得、また1・2級建設機械施工技士などの国家資格取得のためにも大変有効です。

### 【構成】

1. 概要
2. 土木工学一般
3. 建設機械一般
4. 安全対策・環境保全
5. 関係法令

6. トラクタ系機械
7. ショベル系機械
8. 運搬機械
9. 基礎工事機械
10. モータグレーダ
11. 締固め機械
12. 舗装機械

●A4判／約800ページ

### ●定 価

非 会 員：6,300円（本体6,000円）

会 員：5,350円（本体5,095円）

特別会員：4,800円（本体4,570円）

【ただし、特別価格は学校教材販売（学校等教育機関で20冊以上を一括購入申込みされる場合）】

※送料は会員・非会員とも沖縄県以外700円、沖縄県1,050円

※官公庁（学校関係を含む）は会員と同等の取扱いとします。

●発刊 平成23年4月

## 社団法人 日本建設機械化協会

〒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>

# 九州地方整備局における 排水ポンプ車による大震災支援活動

吉 永 勝 彦

平成 23 年 3 月 11 日に東北地方太平洋沖地震が発生した。三陸沖（牡鹿半島の東南東、約 130 km 付近）を震源としてマグニチュード 9.0 の巨大地震で宮城県北部では震度 7 が観測された。

この大地震の発生に伴い、国土交通省緊急災害対策本部長の派遣指揮に基づき、九州地方整備局では緊急災害対策派遣隊（TEC-FORCE）による応援として、3/12～5/23 現在で延べ 839 人・日が東北地方整備局災害対策本部長の指揮の下、大規模に被災している道路・河川・港湾等を重点的に調査や冠水箇所の排水作業を実施した。

キーワード：東日本大震災、緊急災害対策派遣隊（TEC-FORCE）、災害対策用機械、排水ポンプ車

## 1. はじめに

東北地方太平洋沖地震の発生に伴い、九州地方整備局では緊急災害対策派遣隊（TEC-FORCE）による応援として支援活動を行った。代表的な内容は、以下のとおりである。

### ◆現地支援班（東北地整統合同司令部）

本省、東北地方整備局、TEC-FORCE 各班、自治体派遣のリエゾンとの連絡調整

### ◆情報通信班

一級河川北上川復旧工事における通信回線の確保、大船渡市役所及び陸前高田市、大船渡地域振興局に対する、通信回線の確保や技術的支援等

### ◆被災状況調査班

一級河川名取川において調査を実施（河川）

国道 45 号南三陸地区において調査を実施（道路）

仙台塩釜港及び宮古港において調査を実施（港湾）

### ◆応急対策班（建設機械班）

軽油 10,000 L をタンクローリーで運搬

3/13 より東北地方へ排水ポンプ車を延べ 13 台派遣し、岩沼市、石巻市、東松島市、陸前高田市で、排水作業を実施

### ◆応急対策班（ポンプ排水計画マネジメント）

東松島市大曲地区の排水計画立案及びポンプ車の配置行程の作成

### ◆浚渫兼油回収船「海翔丸」

仙台港、小名浜港、相馬港の啓開、緊急輸送支援物資（A 重油、食料品、飲料水等）陸揚げ

また、現地情報連絡担当官（リエゾン）として、岩手県釜石市及び大船渡市へ職員を派遣（3/23～4/26 延べ 212 人・日）し、自治体の要望内容の聞き取り及び支援物資の調達などの支援活動を実施した。

津波による浸水箇所において、排水ポンプ車による排水作業等が 3 月 12 日から開始された。

排水にあたっては、北海道開発局及び全国 7 地方整備局から排水ポンプ車が約 120 台集結し、排水ポンプ車を含む災害対策用機械が総数約 260 台集中投入されている。

今回の報告は、九州地方整備局より応急対策班（建設機械班）として冠水した箇所の排水作業において実施してきた内容を取りまとめたものである。

## 2. 応急対策班（建設機械班）

排水は排水ポンプ車を用いた作業で、九州より排水ポンプ車 13 台（表—1）、水中ポンプの設置に必要なクレーン車とその作業チームを派遣した。応急対策班（建設機械班）としての職員派遣は 18 名—63 日間—延べ 158 人・日であった。

九州地方整備局より派遣した排水ポンプ車は、他整備局の支援車両とともに宮城県では岩沼市、石巻市、東松島市、岩手県では陸前高田市において排水作業を実施した（写真—1）。

現場での排水作業は各地区の排水計画に基づき実施され、浸水被害箇所が広域であったため派遣した排水ポンプ車は複数箇所に配置されることになった。

表—1 排水ポンプ車派遣の内訳

| No | 事務所名      | 排水能力                       | 派遣期間        |
|----|-----------|----------------------------|-------------|
| 1  | 佐伯河川国道事務所 | 30 m <sup>3</sup> /min     | 3/13 ~ 4/10 |
| 2  | 佐伯河川国道事務所 | 30 m <sup>3</sup> /min     | 3/13 ~ 4/12 |
| 3  | 佐伯河川国道事務所 | 60 m <sup>3</sup> /min     | 3/13 ~ 4/10 |
| 4  | 佐伯河川国道事務所 | 30 m <sup>3</sup> /min 軽量型 | 3/13 ~ 5/30 |
| 5  | 延岡河川国道事務所 | 30 m <sup>3</sup> /min 軽量型 | 3/13 ~ 6/3  |
| 6  | 延岡河川国道事務所 | 30 m <sup>3</sup> /min 軽量型 | 3/13 ~ 6/3  |
| 7  | 大隅河川国道事務所 | 30 m <sup>3</sup> /min 軽量型 | 4/6 ~ 5/28  |
| 8  | 八代河川国道事務所 | 30 m <sup>3</sup> /min 軽量型 | 4/7 ~ 5/30  |
| 9  | 川内川河川事務所  | 30 m <sup>3</sup> /min 軽量型 | 4/6 ~ 5/28  |
| 10 | 川内川河川事務所  | 30 m <sup>3</sup> /min 軽量型 | 4/12 ~ 5/28 |
| 11 | 大分河川国道事務所 | 30 m <sup>3</sup> /min 軽量型 | 4/12 ~ 5/29 |
| 12 | 菊池川河川事務所  | 30 m <sup>3</sup> /min 軽量型 | 4/13 ~ 5/23 |
| 13 | 宮崎河川国道事務所 | 30 m <sup>3</sup> /min 軽量型 | 4/13 ~      |



写真—1 陸前高田市小友浦地区

排水には派遣した排水ポンプ車毎に必要な人員を配置していたが、現地での応急対策班（建設機械班）としては1班の体制であった。そのため排水ポンプ車と同様に九州より派遣した待機支援車（小型）（写真—2）を用いて複数の排水作業箇所を移動し、派遣人員の健康管理や排水ポンプ車や排水作業の状況の確認をするなど現場の把握を行った。



写真—2 待機支援車

この待機支援車は、災害現場において作業の後方支援を行うもので、車内のスペースでは少人数ではあるが打ち合わせも可能である（写真—3）。



写真—3 待機支援車車内

装備として、車内には AC100 V のコンセントを有しており、パソコンやプリンターの使用も可能。搭載しているポータブル発電機を使用すれば、容量は小さいが長時間の電源も確保可能である。また、座席シートを展開して利用すれば4人の休息スペースも確保できる。

この待機支援車を利用して現場間を移動し、車内では現場状況や収集した情報・写真などの整理や各排水ポンプ車の人員に配布する連絡体制表などの資料の作成、およびメール等を利用して九州地方整備局の支援本部への報告等の作業を行った。また、定期的実施していた九州地方整備局での支援本部会議にも携帯電話等を利用して参加し、派遣人員や現場の状況等の映像配信や作業状況等の報告を行った。

### 3. 排水作業

排水が必要となる箇所の現場条件は様々であった。堤防等の決壊により広範囲に浸水し大量の海水を排水する必要がある箇所、比較的小規模な浸水箇所がいくつも点在する箇所。

特に大規模な排水作業が必要な箇所については多くの排水ポンプ車が必要であり、地区毎に設置された排水指導を行う応急対策班（ポンプ排水計画マネジメント）により各自治体の要望等を考慮した排水計画が立てられ、その計画をもとにブロック配置され各地方整備局の排水ポンプ車とともに排水作業にあたった（写真—4）。

各ブロックでは、状況に応じて大型土のう等により決壊箇所や排水ポンプ車の設置箇所の確保の整備が行われた（写真—5）。

また、排水が必要な箇所が広範囲に点在している箇所においては移動を伴う作業であり、その場所の多くがガレキに覆われていたことから、安全で効率よく作

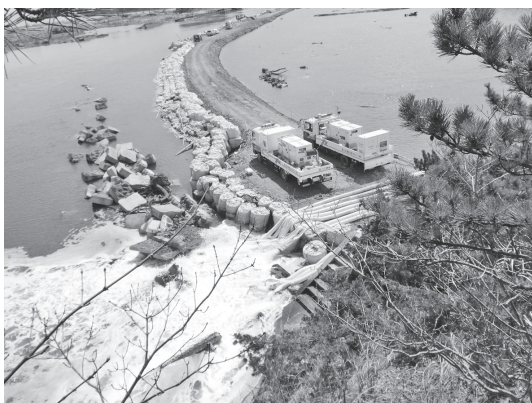




写真—4 派遣したクレーン車による設置作業



写真—6 人力による設置状況



写真—5 排水状況 東松島市潜ヶ浦地区



写真—7 水深を調整した水中ポンプ

業を進めていくためには、設置の都度、水中ポンプを設置する釜場とその排水路の確保が必要であった。

排水のために必要な既存の水路は破損し、多くの土砂やガレキが堆積していることから使用することができなかった。

そこで、自治体に派遣されている各地方整備局のリエゾンを通じて自治体担当者との調整を行い、近隣で作業を行っている重機等の協力により排水作業の環境を整備していただく箇所も多くあった。

それでも関係部署との調整や排水ポンプの設置のために行ったガレキの撤去作業など、排水ポンプ車を設置するまでの準備に多くの時間が必要とされた。

水中ポンプの稼働を行えば浮遊しているガレキ等を吸い寄せてしまうことになる。水中ポンプがガレキ等を吸い込んでしまうと故障や破損する恐れがあり排水作業の継続ができなくなってしまうからである（写真—6）。

排水が進むにつれて排水作業に必要とされる水深が確保できず、堆積している土砂の吸い込みの可能性もあるためフロートと水中ポンプの間隔の調整も必要とされた（写真—7）。

作業には、ガレキや土砂の吸い込みが無いように昼夜を通して運転中の監視および水中ポンプの排水量調

整等には十分注意が必要であった。

各冠水箇所の排水作業においては、関係自治体やリエゾンおよび協力業者と連携していくことで安全に排水作業を行うことができた。

#### 4. 安全対策

排水作業を行ってきた箇所には潮の影響を受け、潮位の変動により排水箇所の水位にも影響することから排水ポンプ車の運転操作は昼夜を問わず交代での連続作業となった。

作業箇所の近隣には作業メンバーの宿泊場所の確保は難しく、ほとんどが排水作業箇所から遠く離れており、毎日1～2時間の車移動が必要で、作業以外での労力も必要であった。

そのため、現地での応急対策班（建設機械班）では、各排水ポンプ車の作業メンバーの健康管理として、作業の交代時間に全員の健康状態の確認を行い、夜間における作業については無理のないローテーションで作業体制を組むなどの調整を行った（写真—8）。

また、派遣の当初より大きな余震が続いており作業現場における安全対策も必要であった。

作業箇所や宿泊箇所がそれぞれ異なることや、長期





写真—8 夜間に向けての排水作業

間にわたる派遣であったため人員の交代もあることから人員の入れ替わりとともに現地応急対策班（建設機械班）は各派遣メンバー全員と直接会って双方を確認し、携帯電話やメールアドレスの登録を行い、連絡手段を確保した。

なお、派遣メンバーの全員のメーリングリストは九州地方整備局の支援本部でも把握しており、排水作業を行っている地区において余震による津波警報が発令された際には九州地方整備局の支援本部から一斉メールにて作業現場から避難するよう連絡を行い、派遣人員全員の安否確認を実施した。

排水作業現場においては、移動する現場毎に必ず避難場所・避難経路の調査を行い、全員でその場所の確認を実施し、避難時の対策として移動用の車両については常に避難方向に向けて駐車するなど工夫を行った。

実際に津波警報が発令され避難したことが何度かあったが、真夜中の避難にもかかわらず迅速に避難が完了し全員の安全が確認できたことは、これまでに行ってきた準備と訓練の効果が確認されたものであった。

## 5. 排水作業を終えて

排水作業の派遣人員については、各派遣事務所の協力会社より排水ポンプ車の排水作業訓練や出水期における実排水作業を経験している人員で構成されており、日頃より排水ポンプ車の運転に精通している人員であることから、今回のように条件の厳しい現場においても迅速な排水ポンプ車の設置作業と適切な運転操作を行い、事故や故障もなく排水作業を終えることができた。

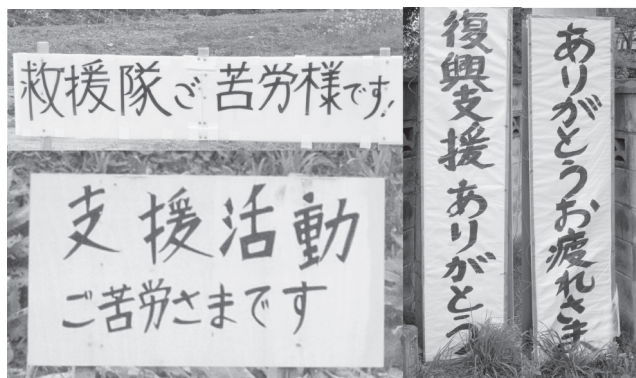
しかし、今回派遣した排水ポンプ車は長時間にわたる連続運転や海水の排水など、今までに実例のない稼

働を行ってきた。今後、この厳しい条件下で稼働した排水ポンプ車については機器の状態を点検整備により確認を行い、様々な条件でも十分な能力を発揮できるような機器の改良の検討とともに、排水ポンプ車を含む保有する災害対策用機械の機能が最大限に発揮できるように、東日本大震災での活動を踏まえて想定される条件での運用方法について検討を行っていきたい。

## 6. おわりに

今回、応急対策班（建設機械班）として従事した、「九州地方整備局における排水ポンプ車による大震災支援活動」について報告しましたが、同様に被災現場では各支援班や各地方整備局および各公共機関からも数多くの機器・人員が様々な支援にあたっています。職務ではなくボランティアとして全国から集まった数多くの方々が、様々な支援活動を行っており、皆が早急な復旧復興を願っております。

作業現場に向かう途中には、被災された方々からの復興への強い気持ちと支援者への感謝の気持ちが道路沿いにある数え切れない多くの看板からも伝わってきました（写真—9）。



写真—9 感謝のメッセージ

最後になりますが、東日本大震災により亡くなられた方々のご冥福をお祈り申し上げますとともに、被災された皆さまには心からお見舞いを申し上げます。

JICMA

### 【筆者紹介】

吉永 勝彦（よしなが かつひこ）  
国土交通省  
九州地方整備局 企画部 施工企画課  
計画係長





## 東日本大震災 恐るべし大津波

阿部 新康

### 〈震災前〉

弊社は、建設・海運・陸運・発電所・製油所における揚重作業の移動式クレーン（オペレーター付）リース業を営んでおります。主に宮城県内では、仙台火力（発）・新仙台火力（発）・JX 日鉱日石エネルギー（株）仙台製油所におけるプラントメンテナンス工事と福島県浜通りの新地火力（発）等、仙台港周辺の鋼材工場や物流センター、相馬港工業地帯の工場等、各ニーズに応える為、移動式クレーン（オールテレーンクレーン 100t～200t 吊）ラフタークレーン 10t～65t 吊を 25 台程保有し業務を行っていました。デフレ景気で四苦八苦しながらも技術の向上、安全作業の徹底をリスクアセスメント手法を用い、客先の要望に応えるべく努めておりました。建設工事では、大手ゼネコン様から橋梁・水門プラントメーカーまで幅広い要請を受けており客先には、中小企業ながらご愛顧をいただいております。全社員 46 名の会社であります。経営者の私は、この業界 40 年目になりますが、一社目入社時は経理部門で 5 年目より営業畑 32 年目で転社し代表となった次第です。クレーンの運転業務の経験は無いが、安全管理・衛生管理・機器整備・安全衛生マネジメント・リスクアセスメント等を学習し現在まで社員の教育・育成に努めて参りました。

震災前日の 3 月 10 日は、地元ロータリークラブの講話が私の担当で伊達正宗の「正宗と北上川」のお題で、北上川の築堤・登米市津山町の北上川の分流地点脇谷水門わきや・鶴波水門ときなみより正宗の家臣川村孫兵衛（土木家）が追波湾まで築いた新北上川や貞山運河ていざんうんがの建設工事の話をしておりました。

お陰で久々に歴史の勉強をしたところでした。その夜、家内にその話をしており、よもや翌日にその北上川の川底が見え（引き潮）大津波がくるとは夢にも思いませんでした。

### 〈3 月 11 日大震災〉

当日は、名取川河口に近い貞山運河水門（仙台市深沼海水浴場近）の工事現場に 60t ラフタークレーン（以後 R/C）～25t R/C が工期間近で 4 基作業しており、安全パトロールをし昼頃まで現場に居り、会社へ戻り

マネジメント事務処理をしていました。

14 時 46 分大地震が起き、事務所を飛び出しクレーンのいないモータープールで地震の恐ろしさを感じました。携帯電話のワンセグで大津波警報（石巻港 4m・仙台港 6m）を目にし事務所に居た社員 5 名・役員 4 名に避難命令を出し身の回りの物を持っている間に今度は、仙台港に 10m の大津波警報になり、声を大にして「逃げろ!!」を連呼しなんとか全員逃げる事ができました。事後に分かったのですが仙台港は 20m 位の津波が襲いかかりました。それから現場作業の社員は、夜まで連絡するが安否が分からず、音信不通のまま不安を抱え自宅のある石巻へ向かいました。どこを通っても被害の甚大さに、唯々驚愕し明朝 6 時に国道 45 号線沿いを歩き住宅地の水際まで辿りついた時、辺りの状態は、正に「地獄絵図」でした。

翌朝、本社営業所近くまで行きましたが、辺りは水没し、本社社屋は流出、ミニクレーン（10t～16t）は、駐機場脇の水路に落ち入口の橋上には隣の運送会社のトラック・トレーラや、自社のクレーンのリフター等が瓦礫と一緒に山となっており足を踏み入れる事が出来ませんでした。

社屋と倉庫・資機材は、流失しましたが、幸いにも社員全員無事という確認がとれ安堵の気持ちでした。

ライフラインは、ストップし、停電。電話が不通・携帯電話も通話が出来ず、メールも時々しか繋がらず、兎に角不便な日々が続きました。

次に不足したのがガソリン等油脂燃料でした。専属に構内業者として入っている「JX 日鉱日石エネルギー（株）仙台製油所」も甚大な被害を被り即、復旧作業に取り掛かりました。何とかクレーンの燃料（軽油）を確保し、作業できるクレーンを点検し、行政・客先の要請により救護・捜索活動に参加し一ヶ月以上道路上の大型車・トレーラ・油送タンクローリー等の撤去等が主な作業となりました。現場は、動き出しましたが本社機能の回復が大事なので子会社の二階に仮事務所を構え徐々に復活し、役員・社員が一丸となり、絶対に復興し、顧客のニーズに応えるべく気持ちの結束を図り何とか九ヶ月目までやって参りました。





写真一 3月12日 当社本社モータープール



写真一5 3月12日 JX 仙台製油所 火災黒煙



写真一2 3月12日 当社本社脇の川



写真一6 4～5日経過の黒煙と産業道路



写真一3 3月12日 当社本社モータープール



写真一7 仙台港 臨海鉄道の線路上



写真一4 3月12日 当社本社モータープール



写真一8 仙台港目の前（夢メッセの施設）





写真― 9 津波の力の凄さ (多賀城砂押川)



写真― 13 (倉庫の立ち並ぶ) 仙台港背後地



写真― 10 タンクローリー 流された残骸



写真― 14 仙台港背後地 (各社モータープール近く)



写真― 11 自衛隊救援活動 (多賀城市内)



写真― 15 仙台港背後地 (フェリー埠頭近く)



写真― 12 自衛隊救援活動 (多賀城市内)



写真― 16 交通量の多い仙台港産業道路





写真一 17 交通量の多い仙台港産業道路



写真一 18 無事逃げ出せたのか…。

写真一 19 避難した多賀城ジャスコにて・まさには津波襲来  
鉄塔の向こう側、倉庫・事務所・  
家屋が流されている写真一 20 3月11日 多賀城ジャスコ屋  
上より津波襲来  
2階建ての立体駐車場の上部、  
手摺に登り茫然とする人

社員の通勤車両・社有車・営業車も流失しましたので、通勤は乗合せをし、現場廻りは、一ヶ月ほどバイク・自転車等での手段をとりました。

当社の被害は、100tラフテレーン・60tR/C～10tR/Cまで9台に及び資機材等で4億3000万円となり当初立ち直りは、危ぶまれました。

4月よりクレーンメーカー、商社等に中古クレーンの買入れを依頼し、5月～8月までに以前の台数となりフル回転し北海道・東北各地・関東圏等に応援を要請し6月～8月には、1日当たり75台～85台ピーク時には、94台/日を稼働させ各発電所、工場群の復旧作業に努力しました。

お陰様で本社社屋は、12月16日に完成・引越しの運びとなり、12月で九ヶ月目になりますが、あっという間に正月を迎える事になります。行く年くる年、昨年2011年は、一生忘れ得ない大惨事の年となりましたが、2012年（平成24年）は、十二支でいう辰年で、イメージは、昇竜のようにかけ昇る「飛躍の年」としたいと考える人が多いようです。

「亢竜、悔いあり」という竜に関する故事成語がありますが、「亢竜」は、昇りつめた竜の事を指し、昇りつめた竜は、それ以上昇る事は出来ない。退く事を忘れて慎みを忘れていると失敗して滅びてしまう、と

というのが主な意味です。さて、私達に置き換えてみると、売上高でトップを記録した、又は、シェア一位を達成したところで慢心してしまう事は、ないでしょうか？ 何か一つの事を達成しても、そこを出発点として「もっと良くなる処はないか」「もっと技術の向上を図る」「コストを下げるには、どうしたら良いか…」など常に問題意識を持ち前向きに物事に取り組んでいく姿勢が重要ではないでしょうか。

力強さの象徴・権力の象徴でもある「竜」は、一方では、それに慢心する事の戒めも教えてくれます。皆様も常に上を目指しながらも周りを見失う事のないようにしましょう。そうすれば、真の意味での「竜」のようになれる事でしょう。震災を目の当たりにした私も自身を振り返りこう思った次第です。今後も会員各社のご隆盛・ご健勝をご祈念いたしまして、末筆いたします。

JJCMA

[筆者紹介]

阿部 新康（あべ しんこう）  
新港機工㈱  
代表取締役

# 災害対策機械の被災地派遣

稲垣 孝

国土交通省関東地方整備局は、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災への災害対策機械の派遣を実施し、その時の経験を今後想定される首都直下型地震、東海、東南海、南海地震への対応について、「東日本大震災での課題」「現地での対応と本部の役割」「今後の対応」について、活動事例を交えて紹介する。  
キーワード：災害対策機械、被災地派遣、受け入れ体制

## 1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震の対応で、関東地方整備局は被災地整でありながらも津波被災地へ排水ポンプ車を始めとする災害対策用機械の派遣を行い、現地で活動を行った。

本報告は、現地における TEC-FORCE の活動状況及び派遣にあたっての課題や今後の取り組みについて報告する。

## 2. 派遣状況について

今回の震災における災害対策用機械の派遣は、発災翌日の平成 23 年 3 月 12 日から平成 23 年 5 月 28 日までの 78 日間で延べ人員で職員 305 人、作業員 787 人の計 1,092 人となった。

### ①東北地整管内への派遣

東北地整管内への派遣は、排水ポンプ車 8 台、散水車 9 台、待機支援車 1 台、作業車 3 台、パトロールカー 1 台の計 22 台を派遣した。

### ②関東地整管内への派遣

関東地整管内への派遣は、照明車 7 台、対策本部車 2 台、待機支援車 3 台、排水ポンプ車 1 台、橋梁点検車 1 台の計 14 台を直轄での使用及び自治体への派遣を行った。

## 3. 震災当初の対応と現地の概要

震災当日の 3 月 11 日、本省より被災地への災害対策機械の派遣が指示され、給水のための散水車、待機支援車、パトロールカー、津波による浸水除去のため

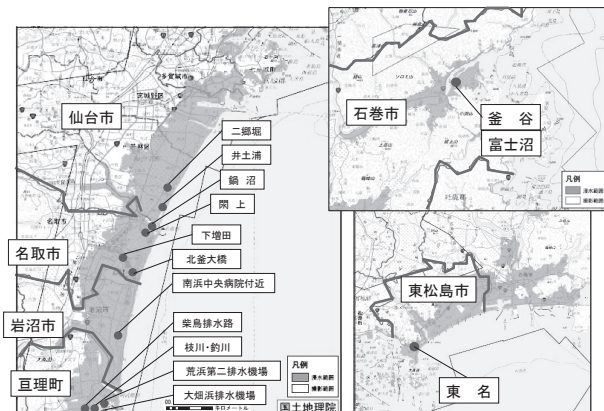
表—1 派遣状況について

### 1. 東北地整管内

| 派遣場所 |        | 派遣期間        | 主な派遣機械 | 主な作業内容         |
|------|--------|-------------|--------|----------------|
| 宮城県  | 名取市    | 3/21 ~ 3/30 | 排水ポンプ車 | 津波による浸水箇所の排水作業 |
|      | 岩沼市    | 3/22 ~ 3/27 | 排水ポンプ車 | 津波による浸水箇所の排水作業 |
|      | 亶理郡亶理町 | 3/30 ~ 4/28 | 排水ポンプ車 | 津波による浸水箇所の排水作業 |
|      | 仙台市    | 4/13 ~ 5/17 | 排水ポンプ車 | 津波による浸水箇所の排水作業 |
|      | 石巻市    | 4/17 ~ 4/27 | 排水ポンプ車 | 津波による浸水箇所の排水作業 |
|      | 東松島市   | 5/19 ~ 5/27 | 排水ポンプ車 | 津波による浸水箇所の排水作業 |
| 福島県  | 郡山市    | 3/12 ~ 3/20 | 排水ポンプ車 | 津波による浸水箇所の排水作業 |
|      |        | 3/13 ~ 継続   | 散水車    | 福島第一原発対応       |

### 2. 関東地整管内

| 派遣場所     |     | 派遣期間        | 主な派遣機械 | 主な作業内容      |
|----------|-----|-------------|--------|-------------|
| 常陸河川国道管内 |     | 3/13 ~ 3/14 | 照明車    | 事務所管内災害対応   |
|          |     | 3/16 ~ 3/18 | 照明車    | 事務所管内災害対応   |
|          |     | 3/18 ~ 3/23 | 照明車    | 事務所管内災害対応   |
|          |     | 3/12 ~ 3/16 | 対策本部車  | TEC-FORCE支援 |
|          |     | 3/12 ~ 3/16 | 待機支援車  | TEC-FORCE支援 |
| 利根川上流管内  |     | 4/17 ~ 4/27 | 照明車    | 事務所管内災害対応   |
| 利根川下流管内  |     | 4/1 ~ 4/25  | 待機支援車  | 事務所支援       |
| 茨城県      | 神栖市 | 3/12 ~ 3/20 | 橋梁点検車  | TEC-FORCE対応 |
|          |     | 4/9 ~ 4/22  | 排水ポンプ車 | 自治体支援       |



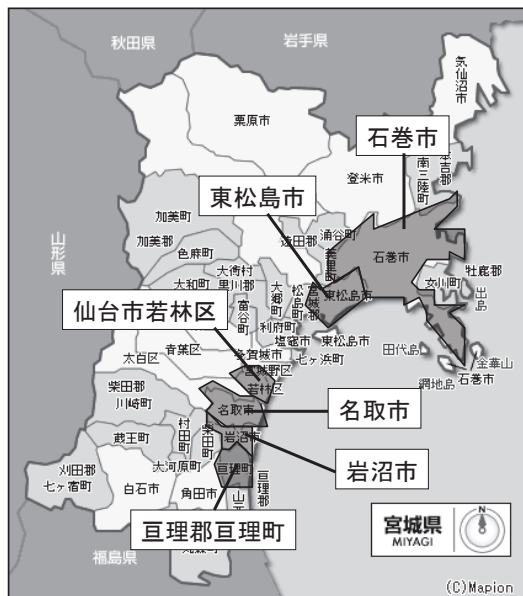
図—1 排水ポンプ車稼働位置



に排水ポンプ車の派遣を実施した。

被災地の状況は悲惨なものであり、水、食料、宿泊先が確保できず、すべてこちらで準備して向かった。

最も問題があったのが燃料の確保であり、東北では燃料が調達できない状況であり、関東においても燃料の調達が出来ない状態が続いた。



図一 2 排水ポンプ車稼働位置（宮城県）



写真一 1 排水作業状況（宮城県名取市）



写真一 2 排水作業状況（宮城県仙台市若林区）



写真一 3 宮城県名取市関上地区 平成 23 年 3 月 25 日撮影

## 4. 震災から解った課題

### (1) 燃料備蓄基地の必要性

近畿や中部からの支援として、燃料を 20t ロリー車車で輸送するとの申し出があったが、受け取る施設の安全性等の確認ができず、燃料を確保することが大きな課題となった。

ガソリンスタンドを借りる案も浮上したが、一般の方々との棲み分けが出来ずスタンド自体の協力が得られない事とスタンドのタンクでは、ローリー車 1 台分程度の受け入れしか出来ない状況であった。

特に被災地の東北ではガソリンスタンド自体も被災しており、受け取る事が出来ない状況であった。

関東地整では、備蓄基地を探していたところに、群馬県にある「山田重機リース(株)」から、自社の 230 kL のタンクを提供するとの申し出を頂き、関東地整備蓄基地として活用させて貰えることができた。

これで西日本からの燃料の受け入れも可能となり、政府調達の燃料を確保することができた。

### (2) 災害対策機械への燃料供給

次に、各災害対策機械への分配をどうするかが課題となった。



写真一 4 分配状況（4 kL ロリー車にて）



各車両に燃料を供給するために、4 kL ローリー車から直接給油できる車両の確保に苦慮したが、建設会社等の協力により数台確保できたので燃料分配車として活用した。

東北地整への燃料供給として、関東地整備蓄基地から140 kLの軽油を4 kL ローリー車にて各地に分配した。

### (3) ガソリン車からディーゼル車への移行

今回の災害対応で燃料の重要性を身に染みて感じた。

ガソリンは輸送が困難であること、輸送量が200リットル以下と少量であり保管量も少なく取り扱いがとても難しいこと。

それに対して軽油は、ドラム缶で輸送可能でありトラックに5本分約1,000リットル輸送でき取り扱いもガソリンに比べ簡単であった。

現地での燃料調達が可能であったので、こちらからドラム缶持参で行くことで被災地の東北地整の面倒を無くした。

関東地整で保有しているほとんどのパトカーがガソリン車でディーゼル車は8台と少なかったため、支援できる車両も限られてしまった。

これは、排ガス規制の影響でディーゼル車自体が少なくなってきたものである。

関東地整保有の1台を東北地整に支援として派遣した。

## 5. 現地での対応と本部の役割

### (1) 職員の役割

浸水地域の排水作業は、行方不明者の捜索に必要な不可欠な作業であり一刻一秒を争う業務である。

派遣した職員としては、自らも作業員として手伝いたいとの思いはあるが、本当に必要な業務は現地状況の把握、排水が可能かどうかの位置の確認、排水計画の見通しである。

また、現地には各地整からの応援も来ており排水計画を含め、現地での役割分担を考えなければならない。

関東地整では、現地応援班5名の内、班長として本局課長補佐、専門官クラスを派遣し、現地リエゾン（自治体との情報連絡員）との対応、本部への報告、各地整との連絡調整を行わせた。

### (2) 本部の役割

現地においては、派遣員が作業だけに集中できるように水、食事、宿泊先の確保などロジスティックス（戦略的物流）はすべて本部で実施した。

また、余震による津波の危険性もあるので、安否確保、連絡先の準備、パソコン、防臭マスク、ゴーグルなどの手配も行った。

特に宿泊先の確保が難しく、当初は待機支援車での寝泊まりだったが長期化している状況では、車両の中での宿泊では疲れが取れないため、宿泊先の確保が重要である。

### (3) 被災地本部と現地との情報が錯綜

被災地本部の混乱は十分理解をしているが、浸水現場と本部との情報に大きな差異が見られ、また各地整の車両をバラバラに配置するなど非効率な運営を行っている。

## 6. 今回の教訓を踏まえた今後の対応

関東地整では、首都圏直下型地震を想定して以下の対応について検討する。

### (1) 燃料の確保

首都圏直下型地震の想定範囲を外れた地域に備蓄基地を確保する。

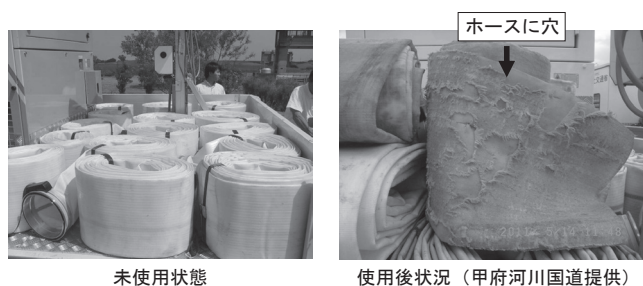
具体的には、群馬県にある民間の施設と災害協定を結び、政府調達の燃料や西日本からの調達に対応出来る燃料タンクを確保する。

### (2) 災害対策機械の高度化

今回の経験を踏まえ、軽油での車両、長期宿泊が可能となる待機支援車の改良、7人乗りダブルキャブトラックの導入など震災における課題をクリアする、より使いやすく故障等の起きにくい災害対策機械を保有する。



写真—5 引き上げ直後の排水ポンプ



写真—6 機械の損耗

例えば

- i) 車両燃料とその他機械を稼働させる発動発電機の燃料を軽油に統一する。

排水ポンプ車には、軽量型ポンプを用いることで現地での重機等が不要となる。

### (3) 現地対策本部の設置

他地整へ派遣する場合、現地作業を行う要員の他に、対外的な調整やロジスティックス（戦略的物流）を実施する部隊を現地対策本部に置き、作業負担の軽減、情報伝達及び連絡調整の効率化、危機管理等が図られる。

また、各地整の代表が一堂に会して、現地対策本部会議を開催し、各地整の実情（交替要員や作業員の確保）派遣先（自治体）リエゾンとの連携、災害対策機械のメンテナンスや交換用品の発注など、支援活動を効率的に実施するための組織が必要である。

### (4) 応援地整からの TEC-FORCE 受け入れ体制の整備

今回の震災では東北地整災害対策本部の混乱ぶりから、命令系統の統一化、情報収集の重要性、自治体との連携が重要な業務であり、国土交通省の業務として、①道路啓開、②河川堤防、津波への対応、③自治体へ

の支援、と業務が多岐にわたり災害対策本部だけでは対応しきれないので、応援調整の体制を整備する。

首都圏直下型地震を想定すると、全国からのアクセス、地震の影響を受けず、ライフラインが確保でき、宿泊施設も準備してある東松山の武蔵丘陵森林公園を拠点にすべての災害対策機械を集結させ、また、メンテナンスチームも設置し、応援チームの現地本部を設置する。

各現地本部では、地整の代表を決定し情報の共有化、一本化を図り関東地整災害対策本部への支援、判断、対応を各現地本部が判断し実施できるような体制を構築しておくべきである。

災害対策機械現地本部は独立で動けるようにしておくことで、東日本大震災の時のような指示待ちによる非効率な対応を削減することができる。

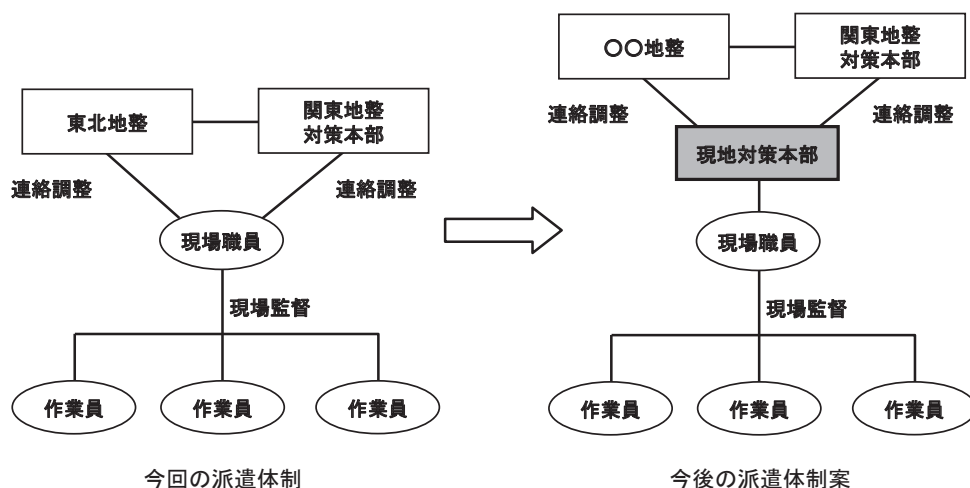
### (5) 技術事務所の役割

関東技術事務所は大規模災害が発生した際に応急復旧活動に使用する資機材が配備されており、大規模災害が発生した際には所管事務所等と協力し、災害復旧活動を行うとともに、関東地整の資機材の運用拠点として活動する。

また、関東技術事務所は、関東地整（さいたま市）の災害対策本部の機能が麻痺してしまうような被害を受けた場合には、バックアップ本部として位置づけられており、非常時には災害対応の中核施設としての役割を担うことになっている。

今回の震災では、技術事務所の活躍は大きかったが、その分の負担も大きく技術事務所自体への人的バックアップの無かったことが残念であった。

首都圏直下型地震を想定した場合、技術事務所の重要性が高まる上、活動範囲も広がるので、応援地整か



図—3 現地対策本部の設置

長野県グループ 平成23年6月15日（水）実施  
講習場所：上田 道と川の駅  
受講者数：97人



対策本部車の操作訓練



照明車の操作訓練

千葉県グループ 平成23年6月22日（水）実施  
講習場所：江戸川河川 三郷排水機場  
受講者数：61人

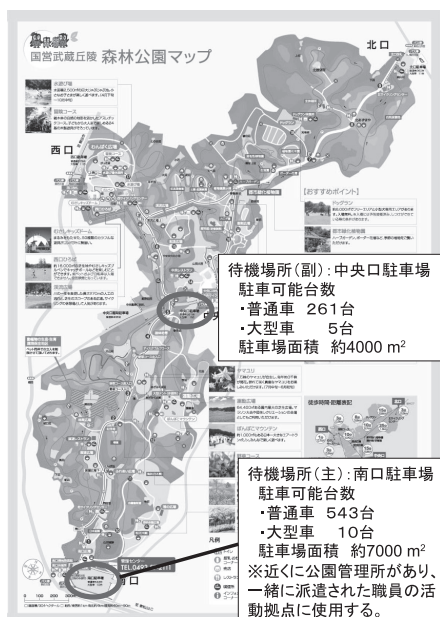


排水ポンプ車の操作訓練



待機支援車の操作訓練

写真一七 災害対策用機器操作講習の状況



図一四 関東地方整備局の災害対策用機械現地対策本部の設置

大規模災害時は各地方整備局から災害対策用機械が応援派遣されるため、受入体制を確保する必要がある。

#### 【受入場所】

場所: 国営武蔵丘陵森林公園  
(全体図は左記図を参照)  
住所: 埼玉県比企郡滑川町山田  
1920  
アクセス: 関越自動車道『東松山IC』  
から車で10分

#### 【他地整からの派遣機械数(想定)】

・排水ポンプ車: 80台  
・照明車: 50台  
・対策本部車: 10台  
・待機支援車: 20台  
(東北地方太平洋沖地震での派遣実績を元に想定)

らの人的なバックアップ、作業内容のマニュアル化を早急に検討しておかなければならない。

現在、技術事務所では、全職員を対象に月毎に訓練内容を変更して災害に備えて訓練を実施している。

7月下旬にあった7月29日新潟・福島豪雨では、土・日であったにもかかわらず北陸地整に対して迅速な災害支援が行われた。

これも職員の日頃の訓練の成果であると思われる。

## 7. おわりに

今回の震災では、大規模災害発生時における教訓を得ると共に、様々な課題が浮き彫りになった。

関東地整では、首都直下地震の発生が懸念されている中で、今回の教訓の反映と課題については出来る限り早く解決し、来るべき災害に備えることが重要である。

また、現在、地方整備局として何が出来るのか、どのように支援していくことが、被災地の皆様にとって

有意義であり、本当に困っておられることを理解することが、今後の復興支援に活かせることだと考えている。

国、地方、市町村としての支援のあり方、また縦割りと言われるが、国土交通省として、厚生労働省として、経済産業省として、環境省として所掌の範囲の中で最大限できることは何か、どうすれば他省庁の出先機関と連携して支援することが出来るのかを早急に検討すべきであると考えます。

今、この時にこそできることを実施することが、将来の災害への対応策であると考えます。

JICMA

#### 【筆者紹介】

稲垣 孝 (いながき たかし)  
国土交通省  
関東地方整備局 企画部 施工企画課  
課長





# 津波堆積物の再資源化による人工地盤造成

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2,500万トンと推定され、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。これらのガレキ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て有効活用せざるを得ない状況にある。筆者らは、既に開発した繊維質固化処理土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宮城県内の3箇所で行った。ここでは、これらの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、人工地盤造成、耐震性地盤材料、ガレキ、分級

## 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2,500万トンと推定され、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<sup>1)</sup>。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ほとんど行われていない。約2,500万トン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、有効活用せざるを得ない状況にある。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<sup>2)</sup>、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<sup>3)</sup>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、筆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高分子系改良剤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」を開発した<sup>4)</sup>。本工法は、既に780件、48万m<sup>3</sup>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<sup>5)</sup>。

今回、三井物産環境基金「東日本大震災復興活動支援」を受け、塩釜市中倉最終処分場、仙台市若林区の農地および気仙沼市の3カ所で津波堆積物の再資源化に関する試験施工を実施した。本報ではその内容について報告する。

## 2. 塩釜市中倉処分場における津波堆積物の処理

塩釜市中倉処分場は、2011年7月末をもって計画の容量に達するため閉鎖の予定であった。しかし、今回の大震災を受け、津波によるガレキの一次集積所として現在も稼働せざるを得ない状況になり、2011年9月現在でも可燃物や金属類、コンクリート、ガラスなどに分別する作業が行われている。大量の津波堆積物も同様に運び込まれており、今回、約400m<sup>3</sup>の津波堆積物を用いて再資源化のための試験施工を2011年8月22日～9月2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。配合量決定のための室内試験は一軸圧縮試験とし、ここでは改良土の強度および破壊ひずみについて改良目標を設定した。

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<sup>6)</sup>。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<sup>7)</sup>を用いて、一軸圧縮試験における強度の目標値を  $123 \text{ kN/m}^2$  と決定した。

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

また破壊ひずみは従来の研究<sup>8)</sup>にならい、5%以上とした。

ところで、今回の津波堆積物が、これまで本工法で扱ってきた泥土と大きく異なるのは、様々な大量のガレキ（木くず、ガラス、ビニールなど）が混入していることである（図—1参照）。特にレジ袋のようなビニール類が顕著であった。そこで、初めに篩いを用いてガレキの除去を行った。ガレキ除去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。



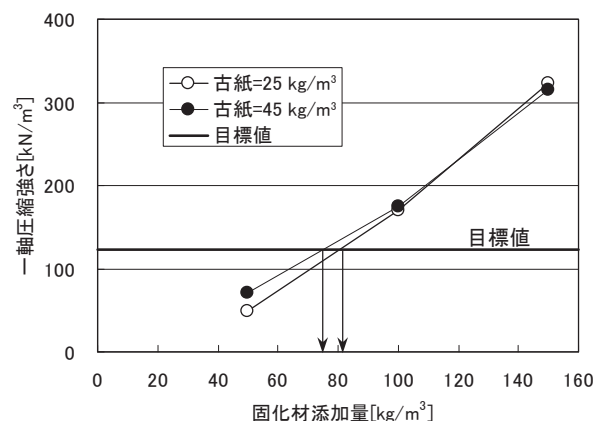
図—1 津波堆積物に含まれる種々のガレキ

表—1 津波堆積物の物理特性測定結果

| 含水比 [%] | 湿潤密度 [ $\text{g/cm}^3$ ] | 塩分濃度 [%] | pH [—] |
|---------|--------------------------|----------|--------|
| 68.0    | 1.48                     | 0.3      | 8.5    |

試験施工における古紙破砕物およびセメント系固化材の最適配合量を決定するため、古紙破砕物の添加量を  $25 \text{ kg/m}^3$  および  $45 \text{ kg/m}^3$  の2種類とし、それぞれの添加量に対してセメント系固化材の添加量を50, 100および  $150 \text{ kg/m}^3$  として試料を作成し、一軸圧縮試験を実施した。試料の作成には直径5 cm × 高さ10 cmのモールドを用いたが、試料作成手順は割愛する。

図—2に一軸圧縮試験結果を示す。強度の目標値をクリアするセメント系固化材の最小添加量は、古紙の添加量が  $25 \text{ kg/m}^3$  の場合は  $81 \text{ kg/m}^3$ 、 $45 \text{ kg/m}^3$  の場合は  $75 \text{ kg/m}^3$  であった。いずれの場合も破壊ひずみは5%を超えることが確認された。経済性を考慮し、本施工では古紙破砕物の添加量を  $25 \text{ kg/m}^3$ 、セメント系固化材の添加量を  $81 \text{ kg/m}^3$  と決定した。



図—2 一軸圧縮試験結果（塩釜市中倉処分場）

## (2) 試験施工概要

試験施工では、室内実験と同様に、初めに津波堆積物に含まれる種々のガレキを除去する作業から行った。本施工では、建設機械メーカーの協力を得て自走式スクリーン VR408 をお借りし、ガレキの分級作業を行った。作業の外観および分級の様子を図—3および図—4に示す。ビニールの破片などに付着した津波堆積物が団子状になりやすいため、少量ずつ投入し、分級を行った。ガレキは図—3の右のコンベアからダンプトラックのベッセルに直接投入した。スクリーンを通過したヘドロは、図—3の左のコンベアから排出し、地表面に堆積させた。

ところで、この現場の津波堆積物は、ガレキの量とヘドロの量がほぼ同程度であったため、約  $400 \text{ m}^3$  の津波堆積物を分級した結果、ガレキが除去されたス



図—3 作業の外観（VR408（左）、右のパワーショベルはZAXIS200）





図-4 スクリーン上の様子

リーン下のヘドロの量は約  $200 \text{ m}^3$  であった。

次に、この約  $200 \text{ m}^3$  のヘドロを繊維質固化処理土工法により改良した。改良は9月1日および2日の2日間で実施した。

まず水槽に所定量 ( $12.3 \text{ m}^3$ ) の津波堆積物を投入した。次に投入した津波堆積物に対して、 $25 \text{ kg/m}^3$  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(図-5)。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、室内実験で決定した添加量 ( $81 \text{ kg/m}^3$ ) になるように、セメント系固化材を添加した(図-6)。一連の攪拌時間は、おおよそ40分程度であった。改良土は、処分場における廃棄物の覆土として全量再利用される予定であったが、改良終了時には廃棄物の厚さが所定の厚さにまで達していなかったため、後日、覆土として再利用されること



図-5 古紙破砕物の攪拌・混合



図-6 セメント系固化材の添加



図-7 ショベルによる改良土の転圧

になった。そのため、改良土はパワーショベルにより水槽から取り出され、ショベル脇に仮置きすることにした。図-7は改良土をパワーショベルで転圧している様子を示す。

中倉処分場は最終処分場であるため、法的な受入れ時の有害物質の含有や溶出試験の義務付けは無いが、確認のため中倉処分場の津波堆積物を用いて土壤環境分析を実施した。土壤環境基準27項目のうち、フッ素のみがやや高い値 ( $0.8 \text{ mg/L}$  以下という基準に対して  $1.0 \text{ mg/L}$ ) を示した。そこで、改良後の土壌をサンプリングし、フッ素のみ再度分析した結果、溶出量は  $0.56 \text{ mg/L}$  に減少し、土壤環境基準を満足した。これは、セメント系固化材による不溶化の効果によると考えている。

ところで、中倉処分場の津波堆積物は濃い黒色を呈していた。一般に泥土が黒色を呈する場合、硫化鉄を含む有機物による影響と考えられる。そこで、XGT分析(X線分析顕微鏡)を実施した結果、最も多く含まれる元素はSiであり、次いでFe、3番目がSであった。このことより、中倉処分場の津波堆積物は硫化鉄を多く含むことによる黒色であると推察される。

### (3) 品質管理

施工終了後85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。振動ローラを用いた締固めではなく、ショベルによる転圧であるため、測定場所バラツキはあるが、5カ所の計測値の平均は  $1,962 \text{ kN/m}^2$  であった。この値を一軸圧縮強さに換算すると  $196.2 \text{ kN/m}^2$  となり、目標値である  $123 \text{ kN/m}^2$  以上を満足することが確かめられた。

## 3. 仙台市若林区藤塚における津波堆積物の処理

仙台市若林区は太平洋に面し、約6kmの海岸線を有する。名取川を境に北が仙台市若林区、南が名取市

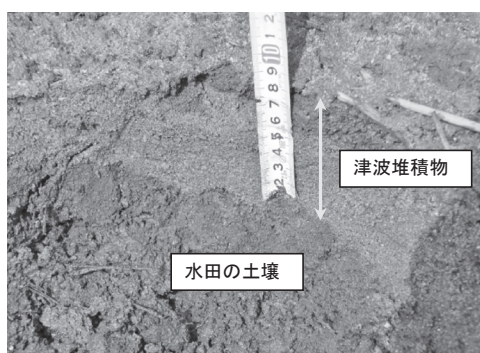


である。平坦な土地が多く、周辺で高台と言え、海岸線から約2 km 内陸を海岸線とほぼ平行に走る仙台東部道路（高速道路）程度である。3月11日の大津波は仙台東部道路まで達したが、仙台東部道路が高盛土の高速道路であったため、ここで津波が止められ、被害の拡大を防ぐ防波堤の役目を果たすことになった。仙台東部道路の東側は水田や農地が広がっていたが、その多くが津波をかぶる被害を受け、農地の上に大量のガレキや津波堆積物が残される大災害となった（図—8）。



図—8 大量のガレキが堆積した水田（仙台東部道路仙台東 IC 付近）

この地域の津波堆積物の特徴は、図—9に示すように津波によって巻き上げられたと考えられる海岸砂が農地表面を数 cm 程度覆い、その上に粘土層が数 mm 堆積しているという点である。筆者らの調査では砂質系堆積物の厚さは7～10 cm 程度であり、粘土質系の堆積物の厚さは5 mm 程度であった。



図—9 水田の土壌に堆積した津波堆積物（仙台市若林区）

ところで、硫化物を含む海底の泥土が、津波によって巻き上げられ、大気にさらされると空気中の酸素によって酸化され、様々な反応の末に最終的に硫酸を生成すると言われている<sup>9)</sup>。硫酸が生成されると土壌が酸性化し、また硫化鉄と硫酸が反応すると、硫化水素の発生も懸念されるため<sup>9)</sup>、迅速な津波堆積物の除去が農地の復元のためにも極めて重要であった。

さらに、上述したように仙台市の復興ビジョンでは、高盛土の幹線道路を建設する計画案も示されているこ

とから、筆者らは、農地に堆積した津波堆積物を除去し、その津波堆積物を繊維質固化処理土工法で改良し、高盛土の幹線道路建設のための地盤材料として再利用することを提案している。

震災から約5ヶ月が経過すると、ガレキの撤去もある程度進んで来たことから、津波堆積物の剥ぎ取り→繊維質固化処理土工法で改良→改良土を用いて人工地盤を造成する一連の施工を確認する試験施工を仙台市若林区藤塚の農地において2011年9月5日～9日に実施した。

### (1) 室内試験

室内試験の目的は2.(1)で述べた内容と同じであるので割愛する。また目標値としては、建設機械の走行に必要なトラフィカビリティーを確保し、かつ第2種処理土を満足するため、コーン指数を $q_c = 800 \text{ kN/m}^2$ 以上としたが、津波堆積物の堆積状況を考慮し、強度比は0.8とした。従って、コーン指数は $q_c = 800 \div 0.8 = 1,000 \text{ kN/m}^2$ 以上となり、さらにコーン指数 $q_c$ と一軸圧縮強度 $q_u$ との関係を示す(1)式を用いて、一軸圧縮試験における強度の目標値を $100 \text{ kN/m}^2$ と決定した。

図—10に津波堆積物サンプリングの様子を示す。8月上旬のサンプリングの時点で、自動車などの大型のガレキはほぼ撤去されているものの、図—10に示されるように、木くず、ビニール、瓦の破片、トタンなど様々なガレキ類が撤去されずに残っている状態であった。

仙台市若林区藤塚における津波堆積物の含水比、湿潤密度、塩分濃度およびpHを表—2に示す。

津波堆積物のサンプリングは梅雨明けの8月に行ったため、津波堆積物の表面は乾燥し、図—10に示さ



図—10 津波堆積物サンプリングの様子

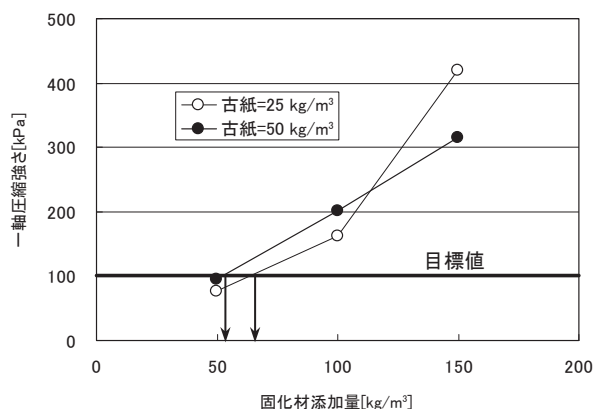
表—2 津波堆積物の物理特性測定結果

| 含水比<br>[%] | 湿潤密度<br>[g/cm <sup>3</sup> ] | 塩分濃度<br>[%] | pH<br>[—] |
|------------|------------------------------|-------------|-----------|
| 8.8        | 1.44                         | 0           | 7.8       |

れるようにひび割れた状態であった。そのため、サンプリング時の含水比は 8.8% と非常に低い値であった。また懸念された塩分濃度であるが、堆積した当初は海水の塩分濃度に近い値を示したと考えられる。実際、地権者の話では、震災直後の晴れの日には地表面が塩分で白くなっていたとのことである。しかし、今回、懸念された塩分は検出されず、塩分濃度は 0 であった。これは、梅雨のシーズンを経て 8 月にサンプリングした結果、ほとんどの塩分が梅雨の降雨により洗い流された結果であると推察される。

次に試験施工における古紙破砕物およびセメント系固化材の最適配合量を決定するため、古紙破砕物の添加量を  $25 \text{ kg/m}^3$  および  $50 \text{ kg/m}^3$  の 2 種類とし、それぞれの添加量に対してセメント系固化材の添加量を 50, 100 および  $150 \text{ kg/m}^3$  として試料を作成し、一軸圧縮試験を実施した。含水比が 8.8% と非常に低い値であるため、本室内試験では含水比が 40% になるように加水調製して試料を作成した。試料の作成には直径  $5 \text{ cm}$  × 高さ  $10 \text{ cm}$  のモールドを用いたが、紙面の関係上、試料作成手順は割愛する。

図—11 に一軸圧縮試験結果を示す。強度の目標値をクリアするセメント系固化材の最小添加量は、古紙の添加量が  $25 \text{ kg/m}^3$  の場合は  $64 \text{ kg/m}^3$ 、 $50 \text{ kg/m}^3$  の場合は  $52 \text{ kg/m}^3$  であった。いずれの場合も破壊ひずみは 5% を超えることが確認された。経済性を考慮し、本施工では古紙破砕物の添加量を  $25 \text{ kg/m}^3$ 、セメント系固化材の添加量を  $64 \text{ kg/m}^3$  と決定した。



図—11 一軸圧縮試験結果（仙台市若林区藤塚）

## (2) 試験施工概要

本試験施工では、若林区藤塚の農地に堆積した津波堆積物をブルドーザのブレードを制御した情報化施工で剥ぎ取り、剥ぎ取った津波堆積物を繊維質固化処理土工法で再資源化し、改良土を用いて小規模の模擬堤防を原位置で造成する一連の工程を確認することを目

的とした。ここでは、建設機械メーカーの協力を得て、情報化施工のためのブルドーザおよびトロンメル（分級機）をお借りし、施工を行った。

施工場所は仙台市若林区藤塚の農地であり、施工前は図—12 に示すように津波堆積物の上に雑草が覆い茂っている状態であった。そのため、初めに除草作業を実施し、その後、ブルドーザを用いて津波堆積物の剥ぎ取り作業を実施した。図—13 に使用したブルドーザを示す。



図—12 施工前の現場の様子（仙台市若林区藤塚）



図—13 津波堆積物の剥ぎ取りに用いたブルドーザ（D3K）

本試験施工の面積は約  $3,000 \text{ m}^2$  であり、約  $15 \text{ cm}$  の厚さで津波堆積物の剥ぎ取りを行った。従って、剥ぎ取った津波堆積物の量は約  $450 \text{ m}^3$  である。剥ぎ取った津波堆積物の中には、木くず、瓦の破片など様々なガレキ（ゴミ）が含まれていたため、次に図—14 に示すトロンメルを用いて分級作業を行った。図—14 の左のベルトコンベアからガレキが除去された津波堆積物が排出され、右のベルトコンベアからガレキ（ゴミ）が排出される。分級の結果、ガレキの混合割合は約 2 割であり、 $450 \text{ m}^3$  の 8 割に相当する約  $360 \text{ m}^3$  の津波堆積物を繊維質固化処理土工法により改良した。

上述したように、若林区の農地に堆積した津波堆積物の厚さは約  $10 \text{ cm}$  程度であり、また 8 月の好天により津波堆積物はかなり乾燥状態であった。そこで、効率良く古紙を攪拌・混合するために、初めに加水調整を行った。バキュームカーで現場に水を搬入し、ピッ





図一 14 ガレキの除去に用いたトロンメル

ト（水槽）に所定の水量の水を入れた後、所定の量の津波堆積物を水槽に投入して水と混合した。含水比は室内試験と同じ 40% になるように調整した。その後、室内試験で決定した配合量を基に、古紙破碎物の添加量が  $25 \text{ kg/m}^3$  になるように、またセメント固化材の添加量が  $64 \text{ kg/m}^3$  になるように添加し、攪拌・混合を行った。全体の攪拌時間は約 30 分であった。

改良が終了した土砂はパワーショベルによりピットから排出され、直ちにブルドーザにより敷地の境界まで運ばれ、小規模の模擬堤防造成が行われた。小規模の模擬堤防は、底面の幅 3 m、天端の幅 1.5 m、高さ 1 m の台形状である。図一 15 に施工後の農地の様子を示す。津波堆積物が約 10 cm の厚さで堆積し、雑草が覆い茂っていた農地は海岸側にミニ堤防を有する農地に復元された。



図一 15 施工後の現場の様子（仙台市若林区藤塚）

本施工現場でも津波堆積物を用いて土壌環境分析を行った。その結果、砒素のみ土壌環境基準を上回る結果となった ( $0.01 \text{ mg/L}$  以下に対し、溶出量は  $0.012 \text{ mg/L}$ )。そこで、施工後に改良土をサンプリングし、砒素のみ再度分析を行った結果、溶出量は  $0.005 \text{ mg/L}$  未満となり、土壌環境基準を満足した。これは、セメント系固化材による不溶化の効果によると考えている。

### (3) 品質管理

施工終了後 80 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。振動ローラを用いた締め固めではなく、ショベルによる転圧であるため、測定場所でバラツキはあるが、5 カ所の計測値の平均は  $2,902 \text{ kN/m}^2$  であった。この値を一軸圧縮強さに換算すると  $290.2 \text{ kN/m}^2$  となり、目標値である  $100 \text{ kN/m}^2$  以上を満足することが確かめられた。

## 4. 気仙沼市における津波堆積物の処理

気仙沼市も今回の震災で大きな被害を受けた地域の 1 つである。特に石油タンクが津波で流され、流れ出た石油に引火して火災が発生するなど沿岸部は壊滅的な被害となった。後述する試験施工を実施した 2011 年 10 月末でも沿岸部では信号が復旧しておらず、警察官が交差点で交通整理をする状況であり、1 日も早い復旧・復興が望まれる。

津波堆積物の性状は地域によって大きく異なるので、宮城県北部地域における津波堆積物を再資源化し、人工地盤を造成する一連の施工を確認するため、気仙沼市役所に試験施工を打診し、協力をお願いした。気仙沼市役所との協議の結果、市内の終末処分場に堆積している津波堆積物を使用し、改良土は終末処分場近くの公園に隣接し地盤沈下した箇所の嵩上げに再利用することになったため、津波堆積物を用いて嵩上げのための人工地盤を造成する試験施工を 2011 年 10 月 30 日から 11 月 3 日の工期で実施した。

### (1) 室内試験

室内試験の目的は 2. (1) で述べた内容と同じである。また目標値としては、仙台市若林区藤塚の現場と同じ値に設定した。すなわち、コーン指数を  $q_c = 800 \text{ kN/m}^2$  以上とし、強度比も同じく 0.8 とした。従って、コーン指数は  $q_c = 800 \div 0.8 = 1,000 \text{ kN/m}^2$  以上となり、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 (1) 式を用いて、一軸圧縮試験における強度の目標値を  $100 \text{ kN/m}^2$  と決定した。破壊ひずみについては、これまでの試験施工現場と同様に 5% 以上とした。

図一 16 に津波堆積物サンプリングの様子を示す。気仙沼市では、本試験施工現場付近に運び込まれた大量のガレキに対して、重機による分別作業や廃木材のチップ化作業などが 2011 年 10 月末でも精力的に行われていた。また図一 14 に示すトロンメルと同じ機械が分別現場に導入されており、津波堆積物から様々な種類のガレキが分級されていた。分級後の津波堆積物が図一 16 のように終末処分場に山積されており、今





図一 16 津波堆積物サンプリングの様子（気仙沼市）

回は、この山積されている津波堆積物を使用した。

ところで、この現場の津波堆積物の特徴は、図一 17 に示すように大量の木材チップが含まれていることである。この木材チップを取り除くことは極めて非効率であり、また筆者の研究室にて予備実験として通常の軟弱泥土に木材チップを混合し、木材チップ入り繊維質固化処理土を作成して、その強度特性を測定した結果、木材チップを混合しない通常の繊維質固化処理土に比べて強度が増加する結果が得られたので、本施工現場では、図一 17 に示す木材チップ混合の津波堆積物をそのまま使用することにした。なお、津波堆積物単位質量当たりのチップの質量割合を求めた結果、45%であった。



図一 17 気仙沼市終末処分場における津波堆積物

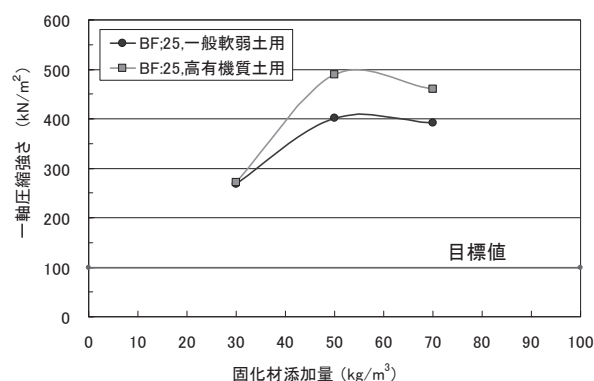
気仙沼市終末処分場における津波堆積物の含水比、湿潤密度、塩分濃度および pH を表一 3 に示す。サンプリング時の津波堆積物の含水比は 21.5%であり、やや乾燥が進んでいた。古紙破砕物を混合しやすくするため、含水比が 30%になるように加水調整し、室内試験を実施した。

表一 3 津波堆積物の物理特性測定結果

| 含水比<br>[%] | 湿潤密度<br>[g/cm <sup>3</sup> ] | 塩分濃度<br>[%] | pH<br>[—] |
|------------|------------------------------|-------------|-----------|
| 21.5       | 0.97                         | 0.74        | 7.94      |

上述したように本施工現場の津波堆積物には多くの木材チップが含有されていたため、古紙破砕物の添加量は 25 kg/m<sup>3</sup>とし、2種類の固化材、すなわち一般軟弱用の固化材と高有機質土用の固化材の2種類を試すことにした。

図一 18 に一軸圧縮試験結果を示す。固化材の添加量を 30 kg/m<sup>3</sup>、50 kg/m<sup>3</sup>、70 kg/m<sup>3</sup>としたが、2種類の固化材とも全ての添加量で目標強度を上回った。木材チップを含有するため、多少単価の高い高有機質土用の固化材も使用を試みたが、試験結果より一般軟弱用の固化材でも十分な強度が得られることが分かったため、固化材としては、より単価の安い一般軟弱用の固化材を使用することにした。また津波堆積物に含まれる木材チップが土粒子と絡み合うためと推定されるが、30 kg/m<sup>3</sup>という小さな添加量でも強度の目標値をクリアすることが分かった。ただし、試験施工においては、木材チップの含有量が常に一定であるとは限らないこと、また地盤改良マニュアル<sup>10)</sup>にはセメント系固化材の最小添加量として 50 kg/m<sup>3</sup>と明記されていることを考慮し、セメント固化材の添加量は 50 kg/m<sup>3</sup>とした。破壊ひずみはいずれの場合も 5%を超えることが確認されたため、本施工では古紙破砕物の添加量を 25 kg/m<sup>3</sup>、セメント系固化材の添加量を 50 kg/m<sup>3</sup>とした。なお、固化材の添加量が 70 kg/m<sup>3</sup>で強度が低下した理由は不明であり、今後検討して行きたい。



図一 18 一軸圧縮試験結果（気仙沼市終末処分場）

## (2) 試験施工概要

試験施工を実施した場所は、気仙沼市終末処分場近くの公園に隣接する場所で、今回の地震により地盤沈下が生じた箇所である。この地盤沈下した箇所を嵩上げするため、混合のための水槽を嵩上げ箇所のすぐ脇に設置した。試験施工では、初めに終末処分場に堆積してある木材チップ混合の津波堆積物を試験施工場所までダンプトラックで運搬し、その津波堆積物を所定の量だけ水槽に投入した。また室内試験と同様に含水

比を40%に調整するため、所定の量だけ加水した。本試験施工での1回の処理量は約14.5 m<sup>3</sup>である。その後、25 kg/m<sup>3</sup>の添加量になるように古紙破砕物を水槽に投入し、津波堆積物と混合した。さらにセメント系固化材を加え、攪拌・混合を行った。今回の施工で再資源化した津波堆積物の量は約100 m<sup>3</sup>であり、再資源化された土砂の全量を用いて嵩上げのための人工地盤を造成した。施工の様子を図一19に示す。

一連の攪拌・混合を終えた後、パワーショベルのバケットをミキシングバケットから通常のバケットに取り替え、このバケットにより改良土を水槽から取り出し、地表面に放土した。その後、バケットの底面およびショベルによる転圧を行い、地盤の嵩上げを行った。造成した人工地盤を図一20に示す。今回使用した津波堆積物のチップ含有量は45%とかなり高めであったので、全体的に弾力のある地盤となった。今後は室内実験により最適なチップ混合量を把握し、より効果的な人工地盤造成に貢献して行きたいと考えている。

ところで、本現場においても津波堆積物の土壤環境分析を実施した。土壤環境基準27項目のうち、砒素とフッ素のみ土壤環境基準を上回る結果となった（砒素は0.01 mg/L以下に対して0.012 mg/L、フッ素は0.8 mg/L以下に対して、0.81 mg/L）。そこで、施工後、改良土をサンプリングし、再度砒素とフッ素のみ分析を行った結果、砒素の溶出量は0.005 mg/L以下、フッ素は0.19 mg/Lに減少し、土壤環境基準を満足する結

果となった。上述したように、これもセメント系固化材による不溶化の効果のためと考えられる。

### (3) 品質管理

本現場では、まだコーン貫入試験による地盤強度計測は行われていない。これについては、別の機会に報告したい。

## 5. おわりに

3カ所の試験施工を通して、津波堆積物に繊維質固化処理土工法を適用し、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

仙台市若林区藤塚および気仙沼市の施工は、三井物産環境基金 東日本大震災復興活動助成を受けて実施した試験施工であることを付記し、謝意を表する。

また分級機やブルドーザーなどの建設機械の使用に対して多大なるご協力を頂いた日立建機株式会社およびキャタピラージャパン株式会社に厚くお礼申し上げる。

JCMA

### 《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](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](http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/hw_arikata/teigen/t01.pdf).
- 4) 森 雅人・高橋 弘他: 故紙破砕物と高分子系改良剤を用いた新しい高含水比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) ㈱土木研究所: 建設汚泥再利用マニュアル, p.58, 2008.
- 7) 同上, p.186.
- 8) 森 雅人・高橋 弘・熊倉 宏治: ペーパーラ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.
- 9) 宮城県農産園芸環境課: 東日本大震災に伴う農作物の技術情報(第2報), <http://www.pref.miyagi.jp/noenkan/nousansyokuryou/gijyutu-2.pdf>.
- 10) ㈱セメント協会: セメント系固化材による地盤改良マニュアル, p.48, 2007年.



図一19 気仙沼市における再資源化施工の様子



図一20 地盤沈下箇所を嵩上げするために造成した人工地盤

### 〔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





# 新型ハイブリッド油圧ショベル

## HB205-1/HB215LC-1

吉 田 周 司

近年、地球環境温暖化問題への対応として乗用車においてCO<sub>2</sub>排出量削減に向けたハイブリッド車が広く認知され販売されるようになった。

建設業界においても、旋回ブレーキエネルギーを再利用するハイブリッド油圧ショベル『PC200-8E0』を2008年6月、国内市場に世界初導入、2009年には中国・北米へも販売を拡大させた。これらの販売実績で蓄積したノウハウと技術を活かし、2010年12月フルモデルチェンジを実施したので、その概要について報告する。

キーワード：油圧ショベル、ハイブリッド

### 1. はじめに

現在全世界で稼働のハイブリッド油圧ショベルは、合計1,000台以上（2011年9月末現在）、10,000hを超えた事例もあり、環境保全への意識の高まりと独自のハイブリッドシステム技術力を高く評価され、

- ★2008年『日経優秀製品・サービス賞 最優秀賞』
- ★2009年『国土交通省 低炭素型建設機械認定』
- ★2010年度『日本建設機械化協会 会長賞』
- ★2010年度『日本機械学会 技術賞』

を受賞することができた。

新モデルでは、要望が高かったアームクレーン（国内向け）およびアタッチメント装着可能な共用配管を用意し、様々な現場に対応可能な仕様の拡充を実施した。また、ハイブリッド専用コンポーネントにおいても自社開発・自社生産による生産性を向上させることで、世界市場での供給可能体制を整えた。



写真1 HB205-1 外観

ここでは、デザインも一新したこの新型ハイブリッド油圧ショベル『HB205-1/HB215LC-1』概要について紹介する（写真1）。

### 2. ハイブリッドシステム概要

主要システムの構成は、自社開発した『旋回電気モータ』『発電機モータ』『インバータ（変換機）』『キャパシタ（蓄電機）』で成り立っている。旋回ブレーキ時の上部旋回体の運動エネルギーを電力に変換し『キャパシタ』へ供給（蓄電）する。また『発電機モータ』はこの電力を使って加速時のエンジンをアシストし、『キャパシタ』の電力が減ってくると発電を行う。『インバータ』は、『キャパシタ』に頻繁に出入りするこれら電力の制御を行っている（図1）。

このハイブリッドシステムでは、電気エネルギーを効率よく瞬時に蓄電・放電することを可能にするため、『キャパシタ』を採用していることが特徴のひとつである。

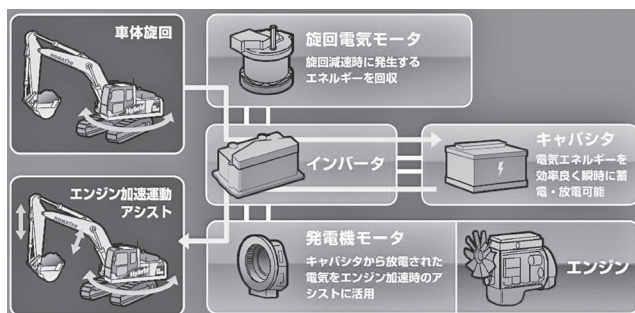


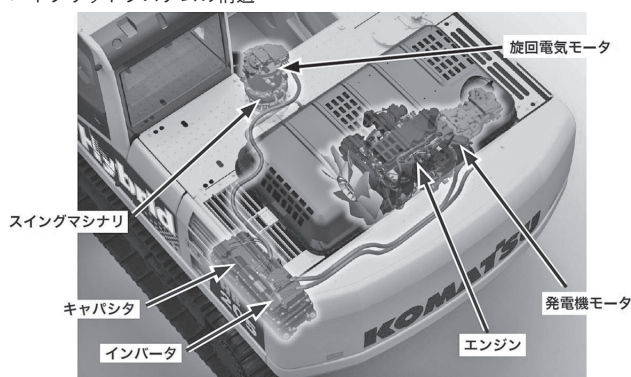
図1 ハイブリッドシステム概要



### 3. ハイブリッドシステムのコンポーネント

ハイブリッドコンポーネントは、コンパクト化により、20t標準機と車体外観寸法を変更することなく、車体に装着可能となった。これにより作業範囲を制約することなく同等レベルの仕様車として完成させている。以下にその詳細を述べる（図—2）。

ハイブリッドシステムの構造



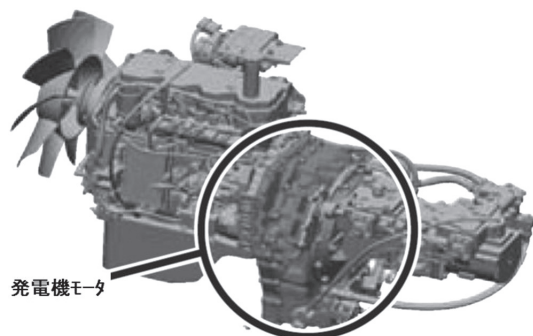
図—2 ハイブリッドコンボ搭載概要

#### (1) 発電機モータ

発電機モータはエンジンと油圧ポンプの間にビルトインされ、ハイブリッド機での燃費低減を図っている。

操作待機時にはエンジンを超低速で保持し、レバー操作時には瞬時に必要回転へ復帰させる超低速アイドルリング、必要な油圧吐出量を確保しながらエンジン燃費の良い低速回転でのポンプマッチング制御、を採用しており、この2項についてエンジン加速アシストモータとして機能する。

また、これらの駆動エネルギーをエンジンアイドルリング時に効率よく発電しキャパシタへの蓄電補充も行う。つまり発電機・モータ2役を担う主要コンポーネントである（写真—2）。

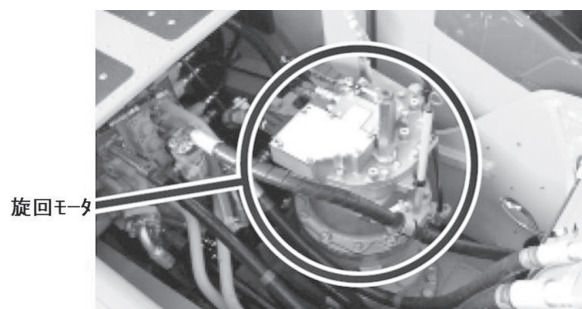


写真—2 発電機モータ

さらに、ロータには磁石を使わないスイッチトリダクタンス（SR）モータを採用し、レアアースフリー化も達成させている。

#### (2) 旋回モータ

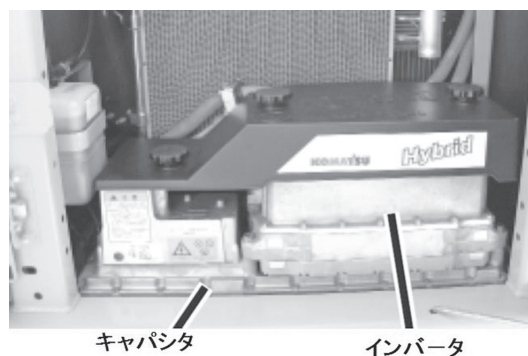
従来の油圧モータでは旋回減速時のブレーキを油圧リリーフで行っていたため熱として放出していたエネルギーをハイブリッド機では、電動モータにすることで回収可能になった。このエネルギーを駆動時に再利用することで大幅な燃費低減を実現している。また電動モータは油圧モータよりも加速時の効率が良く、スムーズな旋回性能を発揮できる点も大きな特徴である（写真—3）。



写真—3 旋回モータ

#### (3) インバータ

インバータは、直流電流を交流電流に変換、または逆変換する機能を持つ電力変換装置である。『発電機モータ』『旋回モータ』の交流電力を変換しキャパシタに直流としてエネルギー送電およびその逆の出力を行っている。キャパシタへの効率よい蓄電・出力制御を車体の頻繁に変化する稼働条件に応じて瞬時に行うことにより、燃費効率の大幅改善を可能とした（写真—4）。



写真—4 インバータ・キャパシタ

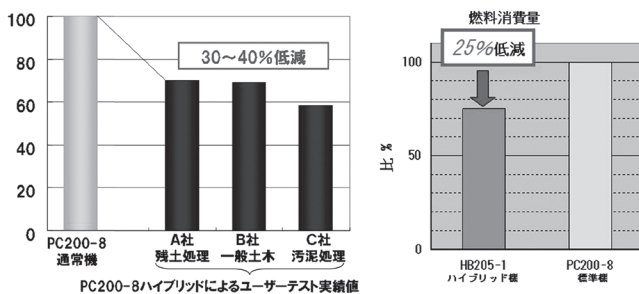
#### (4) キャパシタ

インバータと一体化しコンパクトに収められたキャパシタは、余剰エネルギーを蓄電および出力するコンポーネントである。通常のバッテリーとは異なり電子・イオンの移動のみで充放電でき、化学反応を伴わないことから、短時間での充放電が可能である。

乗用車のハイブリッドの場合は、発進加速時は大き



一般に稼働燃費は、標準機においてもその使われ方に大きく左右され、ハイブリッド機での低減効果も個別に評価する必要がある。旋回の頻度が多い場合には、その効果も大きく約41%の結果を得ることができる実例もある（図—8）。



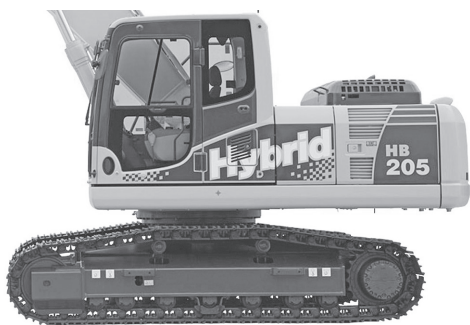
図—8 燃費低減効果事例

## 5. 新型ハイブリッド機での特徴

### (1) 新デザイン

旧モデル『PC200-8E0』に対して新モデルでは、機名を『HB205/HB215LC』とした。これはより環境負荷低減を意識したハイブリッドを強調し、新世代をイメージするものである。

また、稼働時にも周囲へアピールできるよう車体左右に『Hybrid』と大きく表示した（写真—5）。



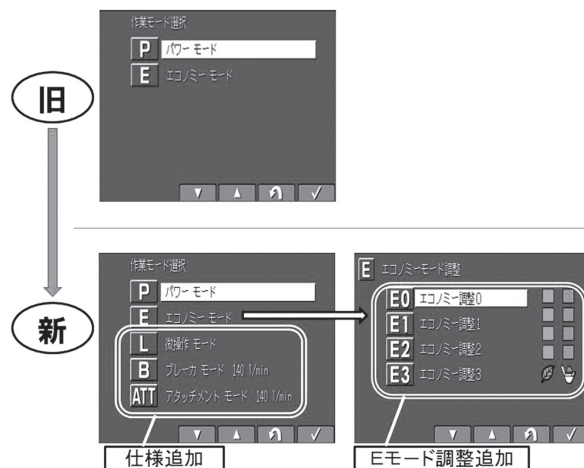
写真—5 新デザイン

### (2) 仕様車の拡充

旧モデルは、標準機に対してハイブリッドシステムの商品化を目的とし、販売仕様を絞ったものであったが、今回のモデルチェンジでは、多くのお客様に対応できる仕様の拡充を実施した。この20tクラスの市場はグローバルでも需要が大きく、各地域仕様にも対応可能とすることで、全世界の市場での発売も開始した。

#### ①作業モードの追加

旧モデルではEモード（省燃費モード）の選択は1モードしかなかったが、標準機と同等の4モードとし、



図—9 新モードモニタ画面

現場の状況にあった稼働による最適運転を可能にした（図—9）。

#### ②アームクレーン仕様

国内で要望の大きなものが、吊り作業可能仕様車であった。作業機先端にクレーンと同様にフックを装着し、車体からの吊り距離と重量から安定性をモニター監視し危険な場合には警告するシステムが織り込まれたもので、建設現場を中心に標準機の多くが装着しており、新モデルでも仕様を追加した（写真—6）。



写真—6 アームクレーン仕様

#### ③アタッチ・ブレーカ仕様

油圧ショベルの用途は、土砂の掘削だけでなく先端に様々なアタッチメントを装着することが多く、代表的なものにフォークグラブ、クラッシャ、ブレーカがある。装着には、増設油圧バルブと操作ペダルが必要となるが、新モデルでは標準機と同様に本仕様を準備し、多くのお客様用途に対応可能になった（写真—7）。

#### ④グローバル地域別仕様

20tクラスの需要は世界的に最も多く、その使われ方に対する仕様は多種多様なものである。ハイブリッド機でも、各地域固有の仕様にも対応することで、グ





写真-7 アタッチ・ブレイカ仕様

ローバルな市場で販売可能になった。

（言語も12ヶ国語に対応。）

旧モデルでは、中国・北米対応までに限定されていたが、欧州・アジア・豪州・南米など世界の主要な地域での販売も開始している。

### （3）点検整備性の改善

#### ①ハイブリッド温度ゲージ追加

標準機では、作業負荷の状況をオペレータが認識できるように水温ゲージや作動油温ゲージをモニタに常に表示しているが、新モデルでは、ハイブリッドシステムについてもその温度ゲージ表示を追加し、負荷をひと目で確認できるようにした。高負荷時には、ゲージレベルが上がりコーションで負荷の軽減運転を通知する（図-10）。



図-10 ハイブリッド温度ゲージ

#### ②ラジエータ給水の改良

ハイブリッド専用ラジエータ冷却水の給水口をエン

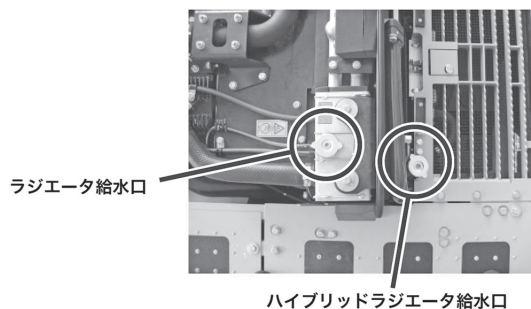


写真-8 ラジエータ給水位置

ジン用ラジエータと隣接配置し、車体上部フード開口の同じ位置から整備可能とした（写真-8）。

### （4）総合技術の向上

従来の標準機は、エンジン動力を油圧に変換し作業機を駆動操作するものだが、ハイブリッド機では電気動力を追加し、システム効率を改善しながらも操作時の違和感をなくすため、エンジン・電気・油圧・制御の各コンポーネントを総合的に成立させる必要がある。これらすべての要素を自社開発・自社生産することで、新モデルでは、性能と生産性を更に向上させることができ、全世界の市場へ供給可能な生産体制を整えることが可能となった。

## 6. おわりに

環境負荷の軽減に対する社会ニーズの高まりは、乗用車ではハイブリッド車、電気自動車と急速な勢いで社会に広まっている。建設機械でも本機の活用が、環境負荷軽減の一翼を担うべく全世界へ展開できるよう、更なる技術躍進に努めたいと考える。

JCM A

#### 【筆者紹介】

吉田 周司（よしだ ひろし）  
コマツ

開発本部 建機第一開発センタ 環境商品開発グループ  
チーム長



# ハイブリッドホイールローダ

松 井 邦 夫

近年、地球温暖化防止のためのCO<sub>2</sub>排出削減という国際的課題への取り組みとして、建設機械業界においても、省エネ・環境対策型の製品開発が進められている。中でもホイールローダに関しては、燃料消費量を低減し、作業効率を向上する様々な機構が装備されてきているが、省エネ化への要求はますます高まる傾向にあり、それに応えるためには、システムを革新させる必要がある。その対策の一つとして注目されているのが、ハイブリッドシステムの適用である。

今回、ホイールローダに適したハイブリッドシステム「HYTCs (Hybrid Torque Converter System)」を搭載した、11t級ホイールローダ「65Z Hybrid」を開発したので、その概要を紹介する。

キーワード：ホイールローダ、ハイブリッド、1モータ、遊星機構、省エネ

## 1. はじめに

近年、地球温暖化等の環境問題に対する意識・関心が高まる中、省エネ技術がますます注目されている。

それに応えるように自動車業界では、ハイブリッドシステムの高効率化を進めることで、更なる低燃費化を実現させ、ハイブリッド車の販売台数を伸ばしている。また、建設機械においては、2008年より、車体旋回エネルギーを回生する、ハイブリッド油圧ショベルが市場へ投入され始めた。

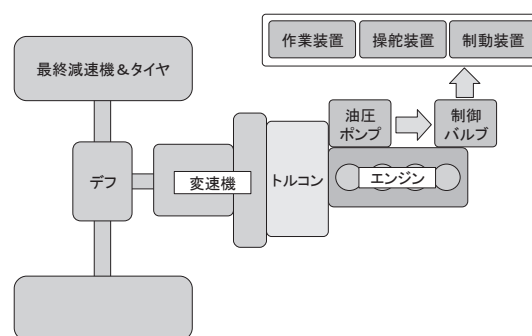
このような状況の中、2005年より、次世代のあるべきホイールローダの姿を求め、ホイールローダに適したハイブリッドシステムの開発に取り組んだ。

## 2. ホイールローダの現状

### (1) 従来機の基本構造

ホイールローダは、主に掘削・運搬・積み込みを行う建設機械で、中型クラス以上の走行系にはトルコンパータ（以下トルコン）が組み込まれるのが一般的である。また、作業装置・操舵装置・制動装置の駆動源としては、油圧ポンプが装備されている。図一1にトルコン搭載車の動力伝達系統図を示す。

トルコンは、入出力の回転数差（速度比）に応じて伝達トルクが決まる流体継手で、エンジンのトルク変動や変速機から入力される衝撃・振動を吸収減衰し、滑らかなトルク伝達特性を持っていると共に、変速の



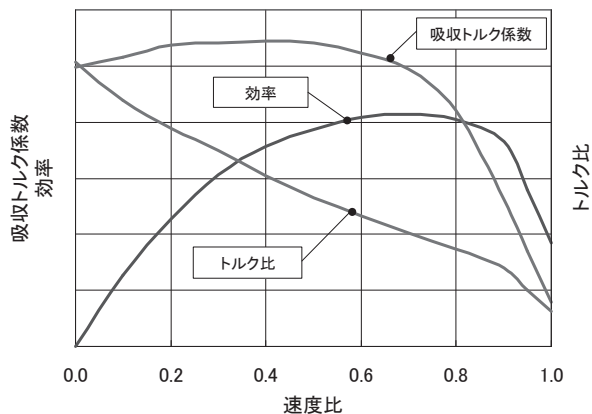
図一1 トルコン車の動力伝達系統図

自動化ができるなどの利点がある。また、強大な駆動力を必要とする、土砂のすくい込み作業時には、伝達トルクを増幅するなどの優位性を発揮する。

図一2は、トルコンにおける速度比に対するトルク比と効率・吸収トルク係数との関係を示すが、トルコンは全体的に効率が低く、特に低速度比域での効率が極端に低いことが確認できる。そのため、発進、加減速、ストール、前後進切換等の低速度比域の使用頻度が高いホイールローダでトルコンを使用することは、効率面で弱点となっている。一方、高速度比域で効率が低い問題の対応策としては、機械式クラッチでトルコンの入出力軸を直結させる、ロックアップ機構が一般的に知られている。

作業装置等の駆動源として使用されるポンプは、安価で信頼性の高いギアポンプが従来から搭載されてきた。しかし、ギアポンプの吐出量はエンジン回転数に比例して変化するため、油圧系で必要とする流量に対

して、過剰な吐出量となる場合があり、高負荷時には大きなエネルギー損失となる。そのため、近年では、吐出量を制御することができる可変容量ポンプが主流となっている。

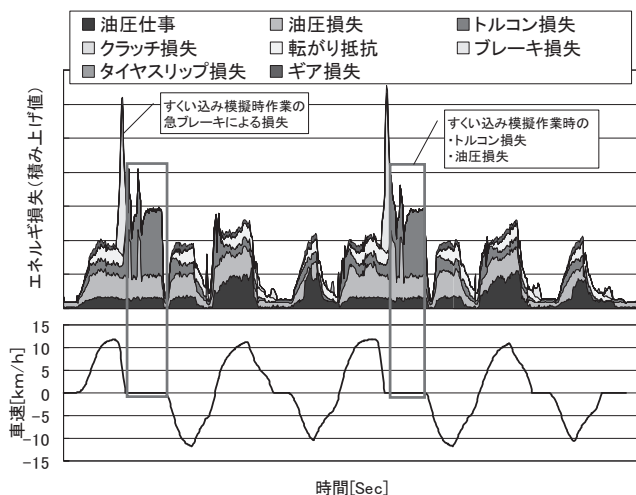


図一 2 トルコン性能線図

## (2) 従来機のエネルギー損失分析

建設機械の燃費計測方法である JCMAS 規格 V 作業模擬運転（以下 JCMASV）パターンでの動力系・走行系・油圧系の実機計測を行い、そのエネルギー損失を分析した。

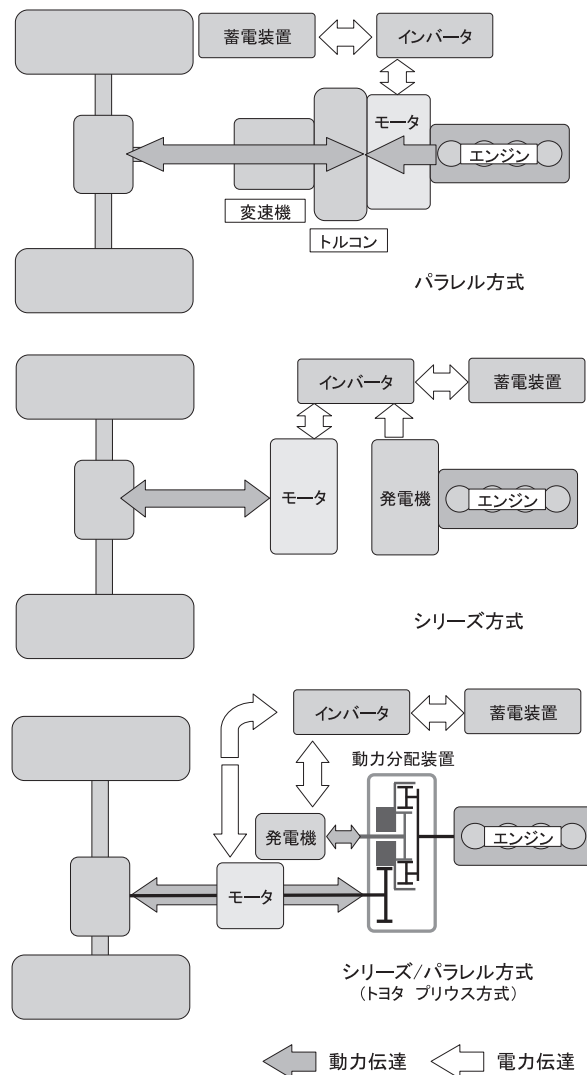
図一 3 は、JCMASV におけるエネルギー損失を示すグラフであるが、特にすくい込み作業時のトルコン損失、ギアポンプによる油圧損失が全般的に高いことがわかる。



図一 3 模擬運転時のエネルギー損失

## 3. 既存のハイブリッド方式の適用検討

自動車などのハイブリッドシステムは、図一 4 に示す、パラレル方式・シリーズ方式・シリーズ／パラレル方式に分類されることが知られている。



図一 4 各種ハイブリッド方式の動力伝達方法

### (1) パラレル方式

ホイールローダにパラレル方式を適用する場合、エンジンは主動力、モータを補助動力として、エンジンの出力部位にモータを装着するシンプルな方式となる。しかしながらこの方式では、動力の伝達方法は従来と変わりなく、トルコンに相当する機能を残さざるを得ないために、大きな燃費改善を期待することは困難である。また、減速時の電力回生以外では、エンジン出力に余裕があれば発電させることは可能だが、作業時のホイールローダでは、そのような余裕がほとんどなく、減速時の回生で得られる発電量自体も少ないため、この方式を採用すると、発電量が乏しくなってしまう問題もある。

### (2) シリーズ方式・シリーズ／パラレル方式

自動車などのシリーズ方式・シリーズ／パラレル方式は、発進時に必要なトルク性能と高速走行時に必要な回転性能を両立する1つのモータを動力源とするこ



とで、変速機を装備しないケースが多い。

しかしながら、ホイールローダの場合は、上述した通り、低速域において強大な駆動力が必要なため、1つのモータでそれを実現する高トルク性能と、高速走行時の高回転性能を両立させることは困難である。

この解決策として、「1モータ+変速機」または、「2モータ（高トルク型+高回転型）」の選択肢があるが、これらの方式は、モータ・発電機・各専用インバータ等が必要となり、高コストを招く可能性がある。

但し、これらの方式は、蓄電装置の能力が十分あれば、発電機を燃費効率の良いエンジン回転数領域で、一定運転することが可能である。また、発電された電力はインバータ制御することによって、モータ負荷に見合った必要最小限の電力を供給するため、省エネルギー運転が可能である。さらに、シリーズ/パラレル方式においては、トルコン低速度比域では、モータが力行しながらも発電機でエネルギー回生が可能で、ホイールローダでも、高い燃費改善が期待できるシステムと言える。

#### 4. HYTCs の開発

上述した通り、ホイールローダをハイブリッド化する場合、低速度比域でのトルコンストール状態を可能にすると共に、滑らかなトルク伝達特性を実現する必要がある。また、大幅な燃費改善を実現するためにはエンジン・モータ及び変速機を最適制御し、かつ効率良くエネルギー回生するシステムも必要である。

そこで、既存方式の課題を解決し、ホイールローダに適したハイブリッド方式として、「動力分配装置+1モータ」(図-5)を基本とする、HYTCsを開発した。この動力分配装置は、モータ/ジェネレータ（以下M/G）の回生トルクと遊星歯車の減速比により、安定したトルク増幅を実現すると共に、エンジン・M/Gを制御することにより、エンジンのトルクカーブ上の最適なポイントで出力トルクを制御可能である。

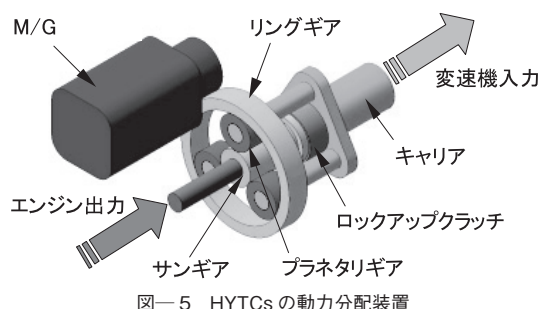


図-5 HYTCsの動力分配装置

#### (1) システム構成

HYTCsは、図-6に示す通り、走行系（動力分配装置・エンジン・M/G・変速機）・制動装置系・作業装置系・蓄電装置系と、全体を制御する統括コントローラで構成されたハイブリッド方式である。なお、蓄電装置には急速充放電を可能とする、電気二重層キャパシタを採用した。

統括コントローラは、アクセル/ブレーキ指令・車速状況・変速段・蓄電容量に応じて、エンジンとM/Gの回転数・トルク配分や、発進・加速・減速・ストール時の回生または力行状態を最適に制御する。

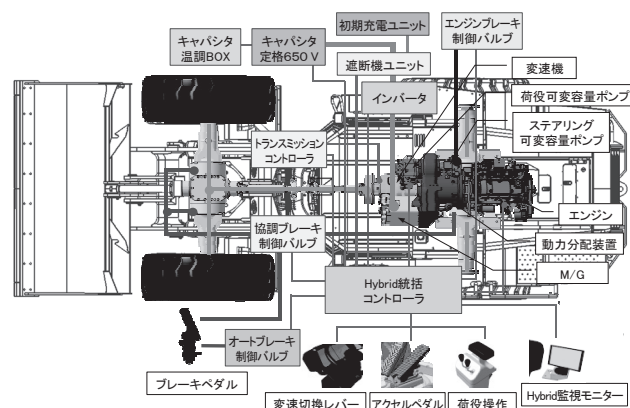
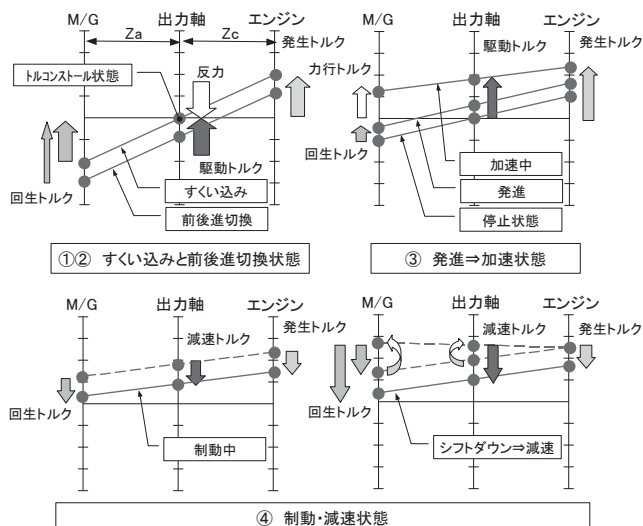


図-6 HYTCs構成図

#### (2) 動力分配装置の作動原理

動力分配装置の基本的な動きを、M/G・出力軸・エンジンの共線図(図-7)を用いて説明する。



共線図は、遊星歯車の作動状態（軸回転数）を図示する手段として用いられ、上図に示す通り、3要素のギア（M/G・出力軸・エンジン）回転数が必ず直線で結ばれる関係となる。

また、図中の  $Z_a$  = サンギア歯数  $Z_c$  = リングギア歯数の比率に合った縦軸間隔となる。（この関係が遊星歯車のギア比となる）

図-7 動力分配装置基本作動

### ①すくい込み時

M/Gの回生トルクで必要な駆動トルクを確保しつつ、従来捨てられていたエンジン動力をM/Gで回生する。(トルコンストール状態の実現)

### ②前後進切換

前後進切換時の減速エネルギーを回生するとともに、M/Gの回生トルクにより変速ショックを緩和しつつ、加速まで滑らかな走りを実現している。

### ③発進・加速時

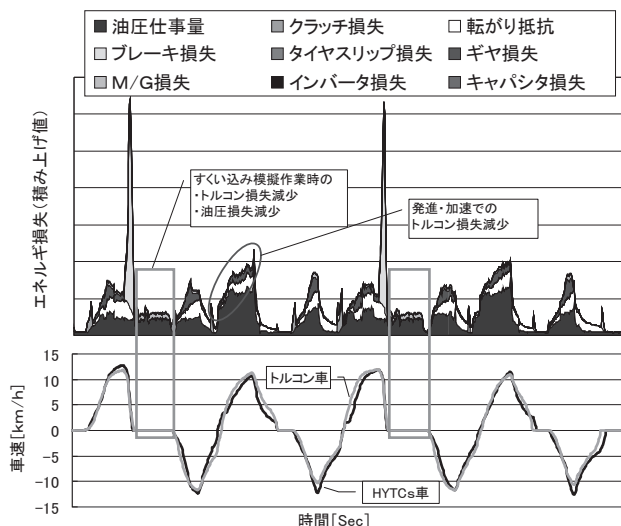
発進・加速時には、エンジン動力の余剰分をM/Gで回生し、設定速度以上ではエンジン動力にM/G動力をプラスして加速する。(この時もM/G回生トルクを制御することにより、滑らかなトルク伝達を実現)

### ④制動・減速時

制動・減速時には、M/Gの回生トルクでブレーキ力を発生させる。また、エンジンブレーキ制御バルブにより、油圧ポンプ圧を制御することで、回生量を増やすことが可能である。

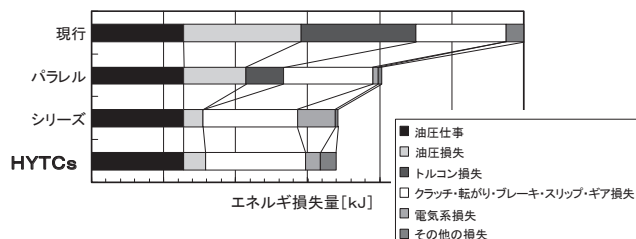
## (3) シミュレーションによる事前検証

図—8は、JCMASVパターンにおけるシミュレーション結果を示すグラフであるが、図—3と比較すると、すくい込み模擬作業・発進・加速時のトルコン損失が低減していることが確認できる。また、油圧システムの改良や統括コントローラからの制御により、油圧仕事量も全般的に低減している。(図—3・油圧仕事+油圧損失分)



図—8 模擬運転シミュレーション

図—9は、各ハイブリッドシステムのエネルギー損失を比較したグラフであるが、HYTCs方式での電気系効率が高い分、シリーズ方式に対し遜色のない改善効果を得ることを検証できた。



図—9 各ハイブリッド方式のエネルギー損失比較

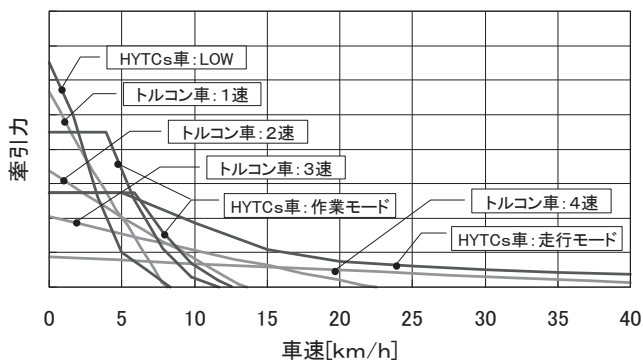
## 5. HYTCsの実機検証

HYTCsを搭載した、65Z Hybridの概観を写真—1に、走行性能線図を図—10に示す。



写真—1 65Z Hybrid

走行性能線図は、統括コントローラが指令する牽引力マップにもなっており、線図に応じたトルクを出力するように制御している。従って、牽引力マップを複数設定することにより、対象物の状態に適した牽引力に、瞬時にコントロールすることが可能である。

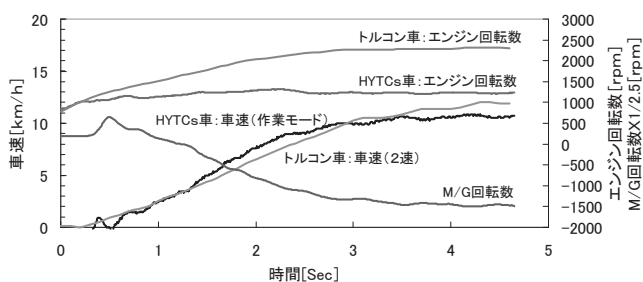


図—10 走行性能線図

### (1) 加速性能の検証

図—11に、発進からすくい込みまでの加速性能データの一例を示す。これによると、HYTCsによるM/Gのアシスト効果により、エンジン回転数の上昇を抑えつつ、トルコン車と同等以上の加速性能を有していることが確認できる。

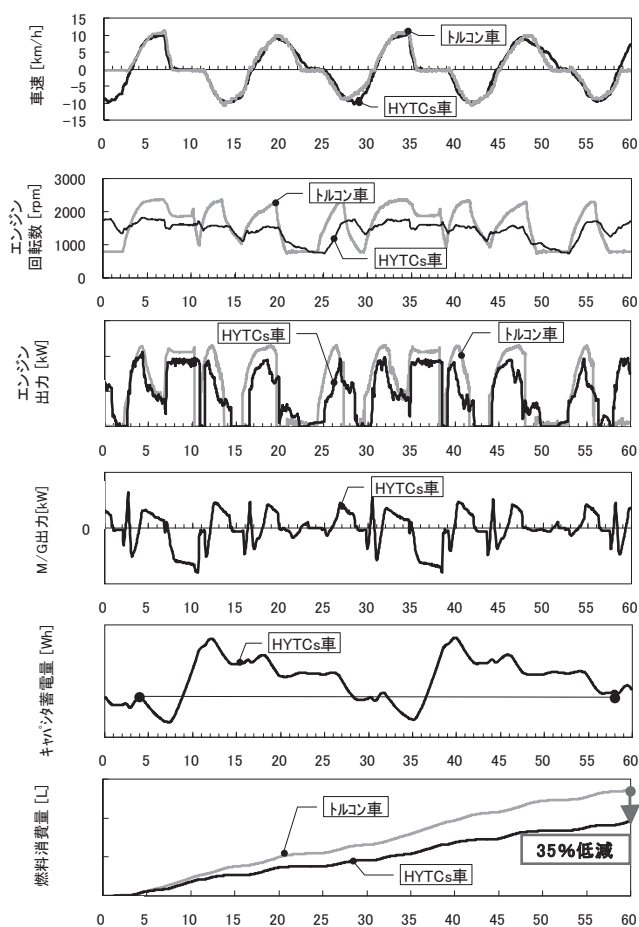
なお、本図で車速が 10 km/h 付近で頭打ちになっているのは、統括コントローラの指令によるものであり、走行性能は任意に設定することが可能である。



図— 11 加速性能

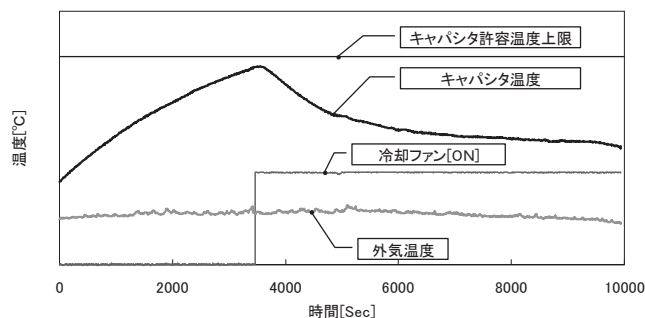
## (2) 燃費低減効果他の検証

図— 12 は、JCMASV パターンにおける、トルコン車と HYTCs 車の車速・動力系の挙動・燃料消費量を比較したものである。これによると M/G の頻繁な回生・力行動作に追従し、キャパシタ蓄電量が上昇・下降を繰り返すことで、エネルギーを有効活用し燃料消費量を 35% 低減していることがわかる。



図— 12 実機性能評価

図— 13 は、連続作業でのキャパシタ温度上昇を計測したデータである。安全面を考慮し、キャパシタの冷却には空冷方式を採用しているが、シミュレーションによる冷却用ダクト等の最適化と内部抵抗の低いキャパシタの採用により、過酷な充放電パターンでも期待通りの結果を得ることができた。



図— 13 キャパシタの温度上昇評価

## (3) 検証結果まとめ

燃費改善 35% を目標として開発を進めた結果、油圧シテム改良の相乗効果も含めて、目標通りの改善を達成することができた。また、キャパシタの蓄電収支バランス制御や、M/G とエンジンの動力配分制御等についても、狙い通りに動作することを確認することができた。

## 6. おわりに

HYTCs の実機検証結果では、市場へ投入しても充分評価していただけるだけの作業性と燃費改善効果を得ることができたが、製品として市場に幅広く普及させるためには、まだコスト等の克服しなければならない課題が残っている。しかし、今後のパワーエレクトロニクス・蓄電技術の発展により、さらに多くのエネルギー回収・蓄電が可能となり、ハイブリッド建機も安価に提供できる時代が近いと確信している。

最後に、本研究・開発に多大な協力を頂いた、川崎重工業(株)技術開発本部および(株)パワースステムの開発スタッフに謝意を申し上げます。

J C M A

### [筆者紹介]

松井 邦夫 (まつい くにお)  
(株) KCM  
技術部 開発計画課  
基幹職





# ハイブリッドロータリ除雪車の開発

林 千 尋

近年、省エネルギー機械の需要が高まっており、建設機械においてもハイブリッド仕様の開発が盛んに行われている。しかし、比較的稼働台数の少ないロータリ除雪車に関しては、ほとんど開発は行われていない。

従来の小型ロータリ除雪車は、その作業内容や使用方法から、エンジン効率の悪い領域を多用しているため、ハイブリッド化によって大幅な燃費改善が可能になったことがわかった。

開発した車両では、小型ロータリ除雪車にハイブリッドシステムを搭載し、発電用エンジンの小型化と高効率領域での運転、さらに回生エネルギーの回収を行うことによって大幅な燃費向上を実現した。

キーワード：除雪機械，省エネルギー，ロータリ除雪車，ハイブリッドシステム，低燃費，ニッケル水素バッテリー，モニタリングシステム

## 1. はじめに

近年、世界的に環境意識が高まっており、地球温暖化の防止、CO<sub>2</sub>の排出量削減、さらには燃料価格の高騰を背景とし、ハイブリッド車や電気自動車などの低燃費、環境性能を特徴とした次世代車両が相次いで実用化されている。

産業用車両においても例外でなく、車両台数の多い油圧ショベルやフォークリフトなどではハイブリッド仕様が既に市場に投入されている。

これらの状況をふまえ、環境性能の向上と燃費向上を主目的とし、ハイブリッドシステムを搭載したロータリ除雪車の開発を行った。

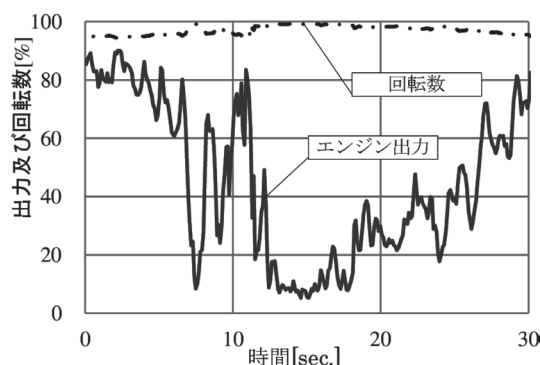
## 2. ロータリ除雪車の運転モード

現状のロータリ除雪車のエンジン負荷と回転数の変化を把握するため、除雪作業時と回送時それぞれの状況を調査した。

### (1) 除雪作業時

ロータリ除雪車の除雪作業は、車両前方に取り付けたらせん状のオーガによって雪塊を崩して掻き込み、その後方のブロワの遠心力によって路外やダンプトラックなどに投雪することにより行う。

ベースとした小型ロータリ除雪車の除雪作業時の負荷変動と回転数の一例を図一1に示す。



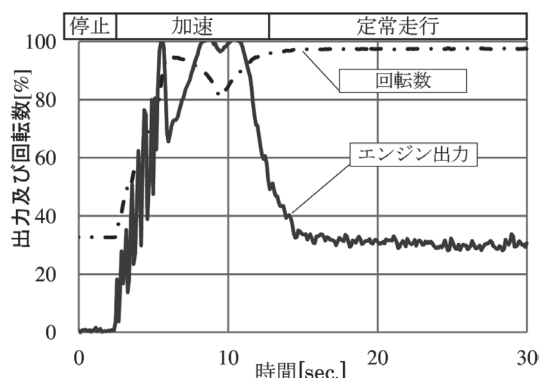
図一1 除雪作業時の負荷変動の例

作業時の車速は5 km/h未満とごく低速のため、エンジンの負荷は除雪作業によるものが大半を占める。また掻き込む雪の量によりその負荷が大きく変動するため、通常は即座に対応できるようエンジンをフルスロットル付近に固定して作業を行っている。除雪作業中のエンジン出力は定格値の5～90%の間で大きく変動しているが、平均では35%程度にとどまる。

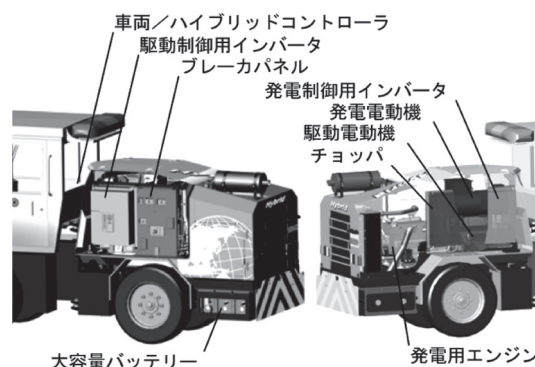
### (2) 回送時

回送時に停止状態から最高速度まで加速して定常走行に移行したときの負荷変動の例を図一2に示す。

加速時に一時的に最大出力を必要とするものの、定常走行に移るとエンジンの出力は30%程度まで減少する。また、小型ロータリ除雪車の最高速度は40 km/hで、最高回転数付近を多用する事になる。



図—2 回送時の負荷変動の例



図—4 機器レイアウト

表—1 主要諸元

|         |         |     | 開発車両                | ベース車両 |
|---------|---------|-----|---------------------|-------|
| 全長      | mm      |     | 6,070               | 5,680 |
| 全幅(除雪幅) | mm      |     | 1,800               |       |
| 全高      | mm      |     | 2,640               | 2,620 |
| 車両重量    | kg      |     | 8,640               | 6,510 |
| 定員      | 名       |     | 2                   |       |
| 機関      | 定格出力    | kW  | 70.1※ <sup>1</sup>  | 112.1 |
|         | 最大出力    | kW  | 110                 | —     |
|         | 定格出力    | kW  | 55                  | —     |
| 駆動用モータ  | 種別      |     | IPMSM※ <sup>2</sup> | —     |
|         | 定格出力    | kW  | 75                  | —     |
|         | 種別      |     | IPMSM※ <sup>2</sup> | —     |
| 発電用モータ  | 種別      |     | IPMSM※ <sup>2</sup> | —     |
|         | エネルギー容量 | kWh | 16.2                | —     |
|         | 種別      |     | ニッケル水素              | —     |

※1.発電専用

※2.埋込磁石同期電動機

### 3. 燃費の向上

前述のとおり、小型ロータリ除雪車の平均的なエンジン負荷は、定格の30～35%程度にとどまり、かつ、定格回転数に近い高回転で運転される時間が非常に長いという特徴がある事がわかった。

しかし、一般的にエンジンの効率是一定負荷以上のほうが良いことから、小型ロータリ除雪車の運転状態では、エンジン効率の悪い領域を多用しているといえる。

従って、ハイブリッドシステムの搭載によってエンジンを高効率運転することで、燃費を大幅に改善できると考えた。

### 4. 開発車両の概要

図—3に開発車両の外観、図—4に機器レイアウト、表—1に主要諸元を示す。

150馬力(110kW)クラスの小型車両をベースとし、インバータやモータ、大容量バッテリーなどのハイブリッド機器を車両後部の機関室内に搭載した。また従来の車両のエンジンを駆動用モータに置き換えた構成とし、このモータによって除雪装置の駆動と車両の走



図—3 外観

行はもとより、ステアリングやブレーキの油圧も発生させている。エンジン以外の車両機器構成を従来どおりとしたことにより、ベース車両からの変更を最小限にとどめ、開発期間とコストを抑えることができた。

モータ、インバータやバッテリーなどの機器は空冷仕様であるが、これらは電子機器のため雨や雪は故障の原因となる。そのため、機関室は密閉構造とし、前面の冷却空気の吸気口にはフィルターを設置して、雨や雪をシャットアウトする構造とした。発電用エンジンのファンによる空気流が、駆動・発電用モータ、各インバータを冷却したあと機関室最後部のラジエータを通過して外部に放出される。

バッテリー室については熱のこもりを防止するため、吸気口近くの電動ファンからダクトを通して冷却風を送り込む構造とした。

### 5. ハイブリッドシステムの概要

#### (1) 機器構成

図—5に開発車両の機器構成を示す。

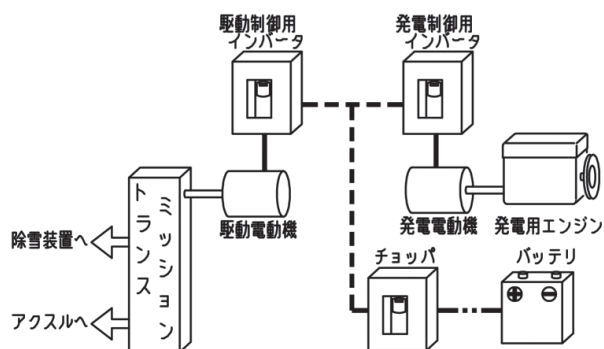


図-5 ハイブリッドシステムの構成

ハイブリッドシステムには、エンジンの動力と駆動用モータの動力が機械的に分離されているシリーズ方式を採用した。この方式は、駆動用モータの負荷条件にかかわらず発電用エンジンの負荷と回転数を任意にコントロールできることが最大のメリットである。このため、エンジンを高効率で運転できる時間を飛躍的に伸ばすことができる。このエンジンには従来機の約110kWのディーゼルエンジンに替えて70kWのものを採用し、小型化によって不足するパワーは大容量バッテリーでアシストしている。加えて、回生システムやアイドルストップ機能を搭載することで、さらに燃費の向上を図った。

また、駆動用モータと発電用モータには埋込磁石同期モータを採用し、インバータと組み合わせて制御することで高効率運転を実現した。前述のとおり、車両負荷の平均は35%程度にとどまることに着目し、駆動用モータには定格出力55kWのものを採用し、必要ときに過負荷運転することで、従来機同等の最大出力110kWを確保しつつ寸法、重量、価格の低減を図った。

車両全体の制御は従来通り車両コントローラが行い、回転数指令を受け取ったハイブリッドコントローラが各インバータとエンジンを制御する。ハイブリッド

コントローラは、回転数指令、必要駆動電力、バッテリー電力、充電量（以下SOC）、インバータの状態、モータ温度、エンジンの状況などの情報を複合的に判断し、各機器を制御する。

## (2) システムの動作

### (a) 車両停止時 図-6 (a)

SOCが規定値以下の場合、発電した電力をバッテリーに充電する。

### (b) 負荷<最大発電量の時 図-6 (b)

SOCが規定値以下の場合、発電電力を駆動用モータの出力よりも多くなるよう制御し、余剰分をバッテリーに充電する。

### (c) 負荷>最大発電量の時 図-6 (c)

発電電力を最大にし、不足分をバッテリーからアシストする。

また、SOCが既定値以上の場合、発電電力を下げ、バッテリーからの放電量を増やす。これにより燃料消費を低減する。

バッテリーの放電が続くSOCが制限値以下になった場合、過放電をしないよう駆動用モータの出力を制御する。

### (d) エンジン停止時 図-6 (d)

開発車両では、SOCが十分なときオペレータが任意にエンジンを停止させ電気自動車として運用することが可能になっている。このとき駆動用モータの出力上限値は、バッテリーの許容出力に基づき制御される。

### (e) 車両減速時 図-6 (e)

駆動用モータに逆トルクを発生させて運動エネルギーを回生し、バッテリーに充電する。

通常のハイブリッド車では、モータやバッテリーによって回生できる電力に制限がある。しかし開発車両では、シリーズハイブリッド方式と大容量バッテリーの

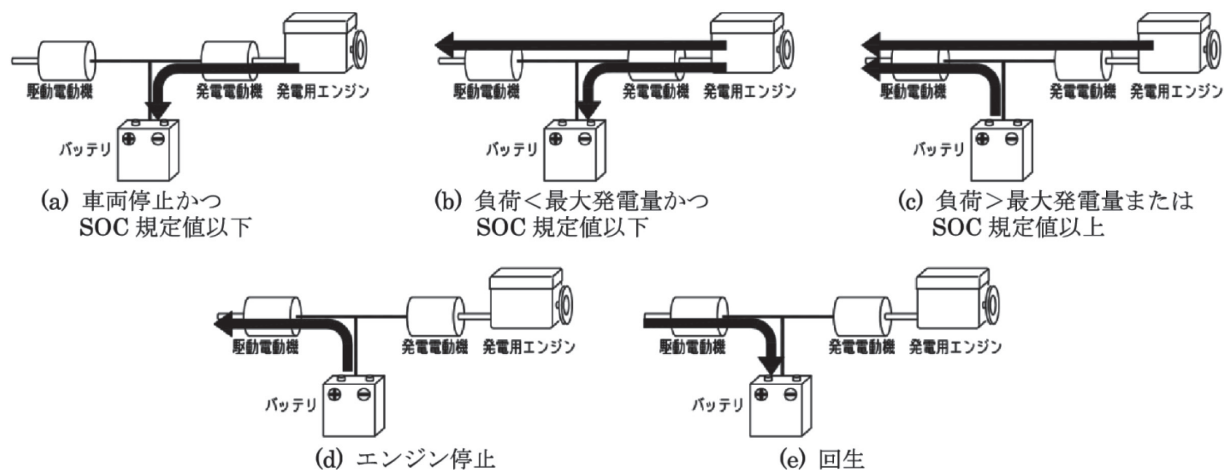


図-6 エネルギーの流れ

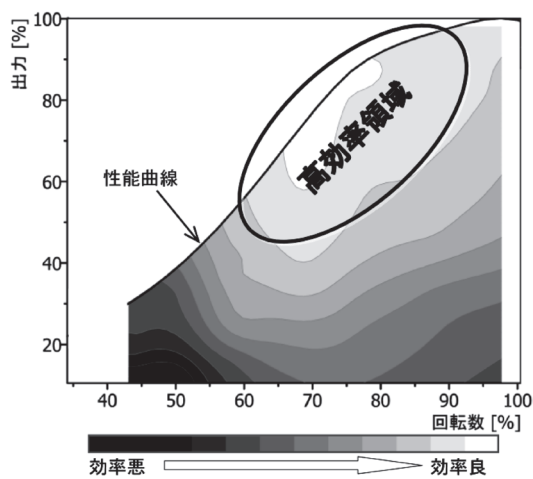


採用によりインバータとバッテリーの許容電力が大きく、運動エネルギーを最大限回収することが可能となっている。

ロータリ除雪車は、エンジン回転数を最大付近に固定しつつ、ごく低速で走行しながら除雪作業を行う。これを実現するため走行系に油圧ポンプとモータを組み合わせた油圧トランスミッション（HST）を採用している。開発車両では、このHSTと協調制御を行うことにより、さらに約5%回生電力をアップすることができた。

### (3) エンジンの制御

エンジンの高効率制御を行うにあたり、回転数、出力と効率の関係を調べた。図一七に、車両搭載状態で実測した図を示す。



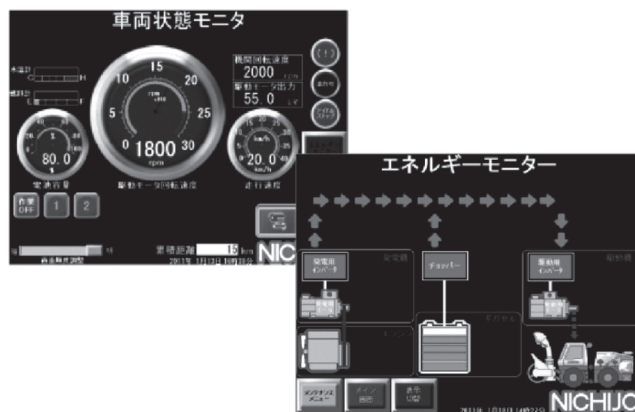
図一七 車両搭載状態でのエンジン効率

今回の構成の場合、任意の回転数においては高負荷の方が高効率で、特に丸で囲った領域において最良となることがわかった。これをもとに、必要な発電量から最適なエンジンの回転数を求め、常に全負荷運転になるよう制御している。

### (4) モニタリングシステム

開発車両では、従来の機械式メータに代えて大型タッチパネル式モニターを採用し、表示内容を切替えることができるようにした。

図一八に表示画面の例を示す。画面上には、回転数、走行速度など従来のメータの内容に加え、駆動用モータ出力、バッテリー残量のほか、電力の流れをリアルタイムに確認できるエネルギーモニターを表示でき、車両の状態をいち早く正確に把握することができる。また、バックの際には後方カメラの映像を表示することができる。



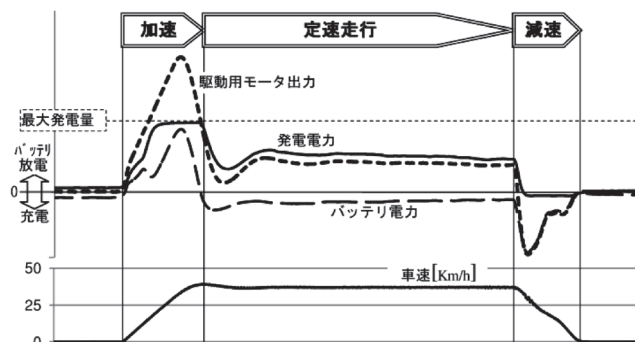
図一八 モニター表示画面

## 6. システムの動作と燃費削減効果

システムの動作と燃費削減効果を確認するため、回送を想定した走行試験を行った。

### (1) システムの動作の確認

図一九は、回送時の駆動用モータ出力、発電電力、バッテリー電力の変化を示している。



図一九 電力の変化

加速中は、駆動用モータの出力が次第に上昇し、ついには最大発電量を超える。このとき、不足する分のパワーをバッテリーから放電することで、発電量のアシストをしている。

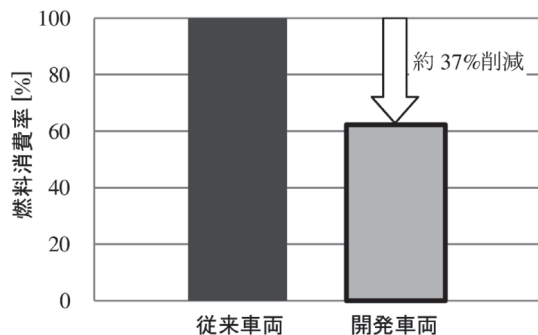
最高速度に達したあとは、駆動モータの出力は大幅に下がり、発電量に余裕が出る。このとき、アシストで使用した分の電力をバッテリーに充電するため、発電量が駆動用モータの出力よりも少し上回るよう制御して、余った電力を充電する。

減速時には、駆動用モータの出力をマイナスにすることで回生ブレーキをかけ、駆動用モータを回して発電した電力をバッテリーに充電する。

### (2) 燃費削減効果

図一十に、従来車両を100としたときの燃料消費

率（燃料使用量÷放出エネルギー量）の比較を示す。開発車両では、エンジンの小型化と高効率運転により、従来車両よりも約 37%の燃料消費率削減を達成することができた。



図—10 燃料消費率の比較

除雪作業時の確認試験は今後実施予定であるが、前述のとおり回送時と作業時の平均出力が大きく違うことから、作業時も同様の傾向になるものと考えられる。

### (3) アイドリングストップ

走行試験の結果を基に開発車両のエンジンがアイドリングの時間を算出したところ、郊外では約 25%、市街地では約 40%にも上り、この間の燃料消費量を算出すると、全体の約 1 割に達することがわかった。現時点では、アイドリングストップの条件を検討中の

ため確認試験を行うには至っていないが、この機能の完成によってさらに大幅に燃料消費を抑えられる可能性がある。

## 7. おわりに

今回開発した小型ハイブリッドロータリ除雪車では、従来機と同等の最大出力を確保しつつ大幅な燃費向上を達成することができた。

今後、アイドリングストップ機能の詳細検討や最適な SOC 管理方法の策定など、改善点も多いため、基本技術を完成させるとともに、さらなる燃費向上に向け開発を続ける予定である。

J C M A

### 《参考文献》

- 1) 鹿兒島昌之：ハイブリッドショベル SK80H，建設の施工企画，2011.1
- 2) 小川清光，二橋謙介ほか：世界初のエンジン式ハイブリッドフォークリフトの開発，産業車両，2010.4
- 3) 内田喜康，長坂一郎ほか：3.5 トン積みエンジン式ハイブリッドフォークリフトの開発，産業車両，2010.4

### 【筆者紹介】

林 千尋（はやし ちひろ）  
 (株)日本除雪機製作所  
 技術部



# 大型クローラクレーンの外部カウンタウエイト仕様

見 神 広 保

輸送に関するコンプライアンスに対する意識向上から、大型クローラクレーンの分解輸送単位の細分化による輸送質量の低減化の要求が強まっている。この一方策としてコンパクトなクレーン本体後方に別途カウンタウエイトを装着することにより、標準仕様と比べ2倍以上の性能を出すことのできる外部カウンタウエイト仕様についてその概念と標準仕様との違いを紹介する。

キーワード：クローラクレーン、大型、カウンタウエイト、マスト、タイヤ式

## 1. はじめに

クローラクレーンの市場は近年国内外とも建設需要は総じて横ばい状態ではあるが、国内においては輸送質量規制の強化によって機械の更新、海外においては中国、ロシア、中東地域の石油、天然ガス関連のプラントや発電所などの大型工事が拡大し、北米ではEPA規制の環境規制強化が行われたため、発電所の施設改修需要や風力発電施設新設などへの工事参入のために新規需要が見込まれつつある。

特に国内では、輸送質量規制の強化をうけ顧客の輸送に関するコンプライアンスに対する意識が向上し、適法輸送に関する関心が非常に高く、海外では輸送質量規制の最適化が製品競争力として重要な要素となり、分解輸送単位の細分化による輸送質量低減およびそれを補う簡便な組立分解に対する要求が高まっている。

この一方策としてコンパクトなクレーン本体後方に別途カウンタウエイトを装着することにより、標準仕

様に比べ2倍以上の性能を出すことのできる外部カウンタウエイト仕様について説明する。これにより通常作業ではコンパクトな本体のみで作業を行い、重量物作業の場合は外部カウンタウエイトを装着して対応するなど作業現場に合わせた組合せが可能となり、輸送形態においても最適化がはかれると考える。ちなみに写真—1に示す6000SLXでは本体カウンタウエイト160tに対し外部カウンタウエイト260tを装着する。

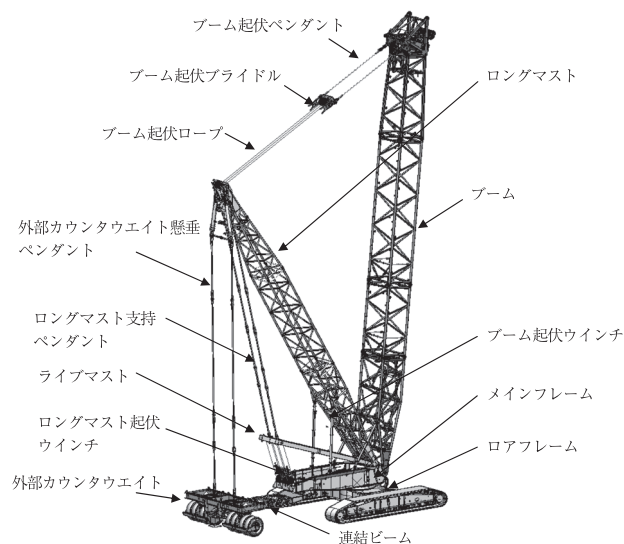
## 2. 外部カウンタウエイト仕様の概念

図—1に大型クローラクレーンの各部名称を示す。

移動式クローラクレーンは、移動式クレーン構造規格・クレーン等安全規則等の法規・基準にもとづき設計を行う。設計に際しては目標性能を設定し、それに



写真—1 6000SLX 外部カウンタウエイト仕様（タイヤ式）



図—1 大型クローラクレーンの各部名称

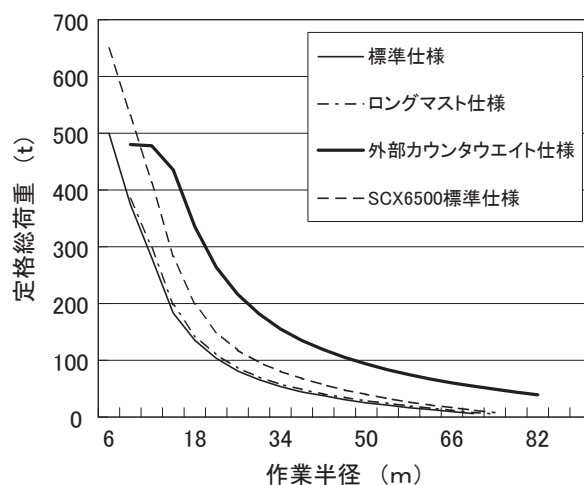


必要なブームや各部構造体の強度検討と転倒しないためのカウンタウエイト質量を決める。実際の設計では作業半径が小さい領域においてはブームの強度で性能が決まり、中間領域ではメインフレーム、ロアフレーム等のブーム以外の構造体、作業半径が大きい領域では安定度で性能が決まる。即ち、ブームや構造体は比較的作業半径が小さい領域での大きな吊り上げ荷重に対応するために設計されている。しかし、大型クレーンは長いブームを装着した作業半径が大きい領域での作業が大半を占める。この領域での吊り上げ性能は、前述のようにほとんどが安定度により決定される。つまり、ブームや各構造体を持っている強度を発揮できる領域は実際にはほとんど使用されない狭い範囲に限定されることになる。そこで、作業半径の中間域以上でブームの持つ強度限度近くまで安定度を増せば、性能を飛躍的に向上させることができるはずである。その考えによって作られたのが、外部カウンタウエイト仕様のクレーンである。なぜ外部カウンタウエイトかというと、移動式クレーンでは移動式クレーン構造規格で後方安定度の規定を満足する必要がある。これは吊り荷の無い状態でブームを最大角まで起伏させた時に後方に転倒しないようにするために規定されたものである。すなわちカウンタウエイトを必要以上に積み増しすることは後方転倒の危険があるため、カウンタウエイトの質量を制限する規定である。しかし外部カウンタウエイトの場合は吊荷による負荷に応じて浮上し、無負荷状態では地上にあるため後方に転倒させるようなモーメントを発生させないため、後方安定度上は問題なくなる。

外部カウンタウエイト仕様はクレーン本体の上部後方に張り出したロングマストと、クレーン本体後部に配置した外部カウンタウエイトおよびロングマスト先端から外部カウンタウエイトを吊り下げするためのペンダントから構成されている。荷役作業においては、旋回中心から吊荷までの距離と質量から発生する前回りモーメントにつりあう様に後回りモーメントを発生させるための外部カウンタウエイトを本体後方に搭載する。この作用により大きな安定度が得られると共に、クレーン全体の重心位置を旋回中心に近づけることができるので、構造体への局所的な負荷集中が避けられる利点もある。またクレーン本体の上部後方に張り出したロングマストは、ブーム支持張力を低減させ、ブーム圧縮力も軽減することができる。これによりブームの座屈強度などにより制限されていた長尺ブームでの吊り上げ能力の向上がはかれ、それにともない高揚程・大作業半径での荷役作業にも対応できるようになる。

このブーム圧縮力低減効果のみを生かすために、外部カウンタウエイトを装着せずロングマストのみを装着した仕様もある。吊荷やブームの自重により発生する力はロングマストの先端からブームに接続されたブーム支持ペンダントで支持される。また、ロングマストは、ロングマスト先端とクレーン本体の起伏装置とを接続するマスト支持ペンダント、同じく外部カウンタウエイトとを接続する外部カウンタウエイト懸垂ペンダントの2つの支持部材により接続される。このロングマストの支持ペンダントと外部ウエイト懸垂ペンダントへの張力の分担や制御方式は多種多様あり、メーカーや機種によって様々である。

これらの ロングマスト、外部カウンタウエイトを装備することにより、ブームや構造体の設計能力を最大限に引出し、標準クレーンで不可能であった作業を可能とする。上位クラスのクレーンで行う荷役作業をも可能にする。図—2に6000SLXでの標準仕様・ロングマスト仕様・外部カウンタウエイト仕様での性能比較を示す。標準仕様に対し2倍以上の性能差を持つ。中間作業半径域以上では参考として示したSCX6500（650t吊りクロークレーン標準仕様）同等以上の性能を持つ。



図—2 6000SLX 性能比較

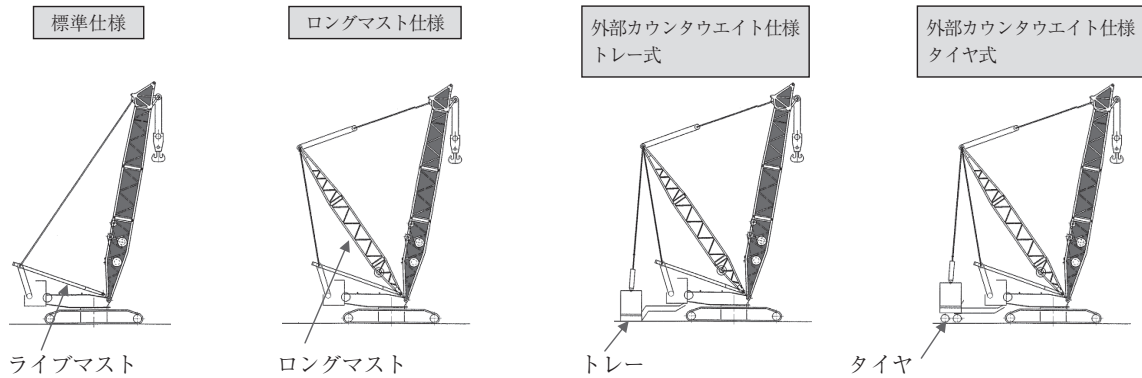
### 3. 各クレーン仕様の特徴

図—3に各クレーン仕様の概略図を示す。

#### (1) 標準仕様

クレーン本体の前方にブームを装着し、本体後方に張出したライブマストによりブームを支持した仕様である。

吊り荷による力はブームよりライブマスト先端に接続されたブーム支持ペンダントで支持される。ライブマストは本体の起伏装置により前後に起伏することに



図ー3 各クレーン仕様の概略図

より、ブームも起伏作動する。ロングマストや外部カウンタウエイトは装着しないので、一般的な移動式クレーラクレーンと同じと言える。作業半径が小さい領域においてはブーム、中間領域ではブーム（ジブ）以外の旋回輪、旋回フレーム、ロアフレーム等構造体、作業半径が大きい領域では安定度となる。クレーン作業における運転操作は、ライブマストが本体後方のカウンタウエイトより若干張り出す程度であり、予め旋回後端半径を考慮した障害物の撤去や、クレーンの据付け、旋回後端内への立ち入り禁止処置を行う事で後方の安全は確保できる。組立方法は小型のクレーンと同じであるが、但し部品質量が大きいということになる。組立の容易さが本仕様の最大の特徴である。

## (2) 外部カウンタウエイトなしの仕様（ロングマスト仕様）

ロングマストのみを装備した仕様である。吊荷はブームからロングマスト先端に接続されたブーム支持ペンダントで支持される。更に、ロングマストは、ロングマスト支持ペンダントのみにより本体に接続される。外部カウンタウエイトは装着しないので、標準クレーンに対する安定度の大幅向上は期待できず、作業半径が中間領域以上での吊り上げ性能は標準仕様とほぼ同等となる。しかし、ロングマストはライブマストに比べ長いのでブーム支持張力が低下し、ブーム圧縮力も軽減され、ブームの座屈強度などにより制限されていた長尺ブームでの吊り上げ能力の向上が見込める。作業半径が小さい領域での重い荷の吊り上げ作業に効果を持つ。作業半径の変更は、ロングマスト上に搭載したブーム起伏ウインチを作動させて行う。ロングマストはクレーンの組立作業において所定の角度に固定した後、クレーン作業状態では動かさない。クレーン作業における運転操作はロングマスト先端が本体より後方へ張り出す為、特に後方障害物への配慮が必要である。他は標準クレーンと同等であるが、しかし、

クレーン作業の安全を補償し、運転士の疲労を軽減する為にロングマストを装着した分の安全装置や制御装置を追加装備する必要がある。組立方法は標準クレーンに対しロングマストを装着する部分だけ煩雑となる。

## (3) 外部カウンタウエイト仕様 トレー式

外部カウンタウエイトなし仕様（ロングマスト仕様）に外部ウェイトを装備した仕様である。吊り荷はロングマスト仕様と同様にブームからロングマスト先端に接続されたブーム支持ペンダントで支持される。そして、ロングマストの反対側は2つのペンダントで支持される。一つ目の支持はロングマスト仕様と同様にロングマスト支持ペンダントにより本体に接続される。二つ目の支持は、ロングマスト先端とトレイ式の外部カウンタウエイト上部とを懸垂ペンダントにより接続される。ロングマストを装着し、更に外部カウンタウエイトを搭載するので、標準クレーンに比べ安定度が増加し吊り上げ性能が大幅に向上する。但し、ロングマスト仕様においてブームの強度で吊り上げ荷重が制限されている部分は、外部カウンタウエイトを装着しても吊り上げ性能の向上は期待できない。運転操作においては運転室内のロングマスト支持ペンダントの張力表示と外部カウンタウエイト懸垂ペンダントの張力表示を見ながら、二つの張力の配分を調節し荷重をつり上げる。このクレーン操作には十分な運転経験と技量が求められる。また、トレイ式の外部カウンタウエイトは無負荷時には地上に接地しているので、クレーン本体は旋回と走行ができない。ブームの起伏操作とフックの上げ下げのみが可能である。そこで、荷役作業前に吊り荷の質量と作業半径の可動範囲を確認する必要がある。荷を吊り上げた際に外部カウンタウエイトが浮上し、且つ半径を変化させてもクレーン本体が過負荷にならない様に外部カウンタウエイトの積載量を事前計画する必要がある。つまり、トレイ式外部カウンタウエイト仕様は条件によっては荷の吊り上げ下

げの半径変更の度に、補助クレーンを用いて外部ウェイトの積載量を調整する必要がある。積載量の調整は吊り荷を一旦地上などに降ろし、外部カウンタウエイトのトレイを地上に接地した状態で行う必要がある。吊り上げる荷の重さや作業半径に対応し、かつ旋回を可能とする為に外部カウンタウエイトの質量は8種類の組合せを設定した。組立方法はロングマストの装着を終えた後、本体後部にトレイ式外部カウンタウエイトを補助クレーンを使用して装着する。

#### (4) 外部カウンタウエイト仕様 タイヤ式

トレイ式と同様に外部カウンタウエイトを有する仕様であるが、外部カウンタウエイトをタイヤにより支持された仕様である。クレーンとしての構造および作動原理はトレイ仕様と同様である。外部カウンタウエイトを積載するフレームにはタイヤマウントの走行機構やステアリング機構を装備しており、吊り荷の有無や作業半径の遠近に関係なく旋回や走行を行うことができる。タイヤ式外部カウンタウエイトはクレーンが旋回、走行する際にタイヤを自ら駆動する時と、駆動しない（従動する）時の2通りモードを持っている。外部カウンタウエイトをタイヤが強く支えている時はタイヤを駆動するが、一方荷のつり上げにより外部ウェイトが上方へ強く懸垂されタイヤの支持力が小さい時は駆動せずにクレーン本体の旋回や走行に従動する。外部カウンタウエイトはクレーン組立ての際に予め必要十分な積載量を搭載しておく事ができるので、トレイ式に比べ作業性が大幅に向上する。反面、外部カウンタウエイトのタイヤが走行する路盤は事前に平坦であり十分な強度を確保した状態にしておく必要がある。運転操作におけるロングマスト支持ペンダント、外部カウンタウエイト懸垂ペンダントの張力調整はトレイ式と同様に行う必要がある。吊り上げる荷の重さや、作業半径、外部カウンタウエイトの走行路盤の強弱に対応する為に、外部カウンタウエイトの質量は4種類を設定している。組立方法はトレイ式と共通のロングマストの装着を終えた後、本体後部にタイヤ式外部カウンタウエイトを補助クレーンを使用して装着する。

### 4. タイヤ式外部カウンタウエイト仕様での走行モード

タイヤ式外部カウンタウエイト仕様での走行モードはクローラークレーンの動作および作業上の必要性から下記の3つの走行モードを設定した。モードの変更には中央部前後に配置したシリンダでジャッキアップす

ることにより、タイヤと地面の間の回転抵抗を軽減させて行う。

図中操作パネルの「走行フリー」はタイヤを駆動するか、従動とするかの選択するスイッチであり、駆動時 OFF（消灯）、従動時 ON（点灯）を示す。

#### (1) 旋回モード

クレーン本体の旋回中心を基準に本体の旋回に同期するようにタイヤのステアリング角を計算し、後部のタイヤ式外部カウンタウエイトが旋回走行する。本体の旋回中心からカウンタウエイト中心までの半径は16m, 13.5m, 11mの3種類を用意し、作業現場の状況により選択できるようにした。

タイヤはウェイトが重い時の「駆動」と軽い時の「従動」の選択が可能である（図-4）。

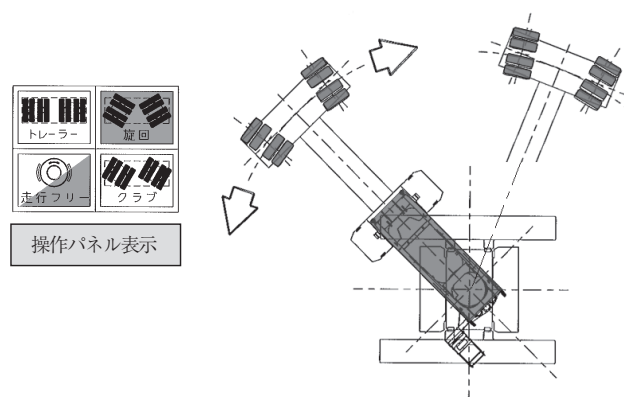


図-4 旋回モード

#### (2) トレーラモード

タイヤを全て前方に向け、クレーン本体が走行するとタイヤ式外部カウンタウエイトがそれに連れられて走行移動する。車両にあるトレーラと同じ動きをする。本体と外部カウンタウエイトの相対角90度からの移動も可能とした。これにより前進から後退に移ることのできるスイッチバックが可能となる。

外部ウェイトはクレーン本体により牽引される為、タイヤは自動的に「従動」になる（図-5）。

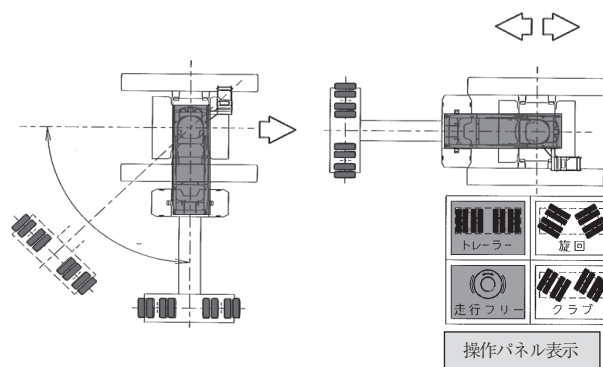
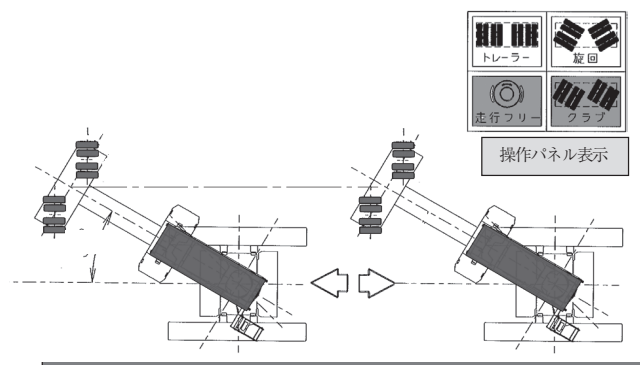


図-5 トレーラモード



### (3) クラブモード

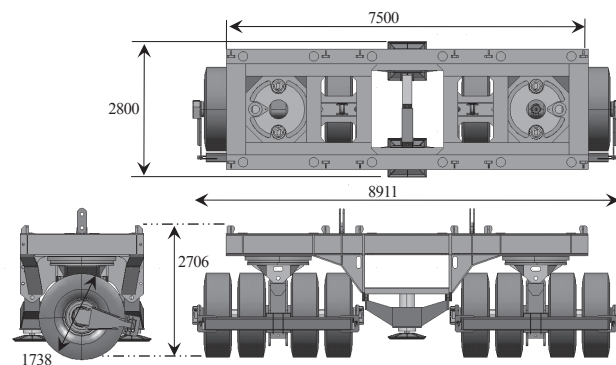
タイヤを全てクレーン本体のクローラと同じ方向に向け、クレーン本体が走行すると台車がそれに連れられて走行移動する。例えば建設物に沿って作業していく場合に有効となる。外部カウンタウエイトはクレーン本体により牽引される為、タイヤは自動的に「従動」になる（図－6）。



図－6 クラブモード

## 5. 輸送姿勢

本体の基本輸送姿勢は欧州での輸送を考えて幅3m以下とし、輸送質量は国内輸送を考えて32tとした。本体の組立においては65tラフテレーンクレーン2台での組立可能とした。外部カウンタウエイトフレームにおいても同様のコンセプトで設計を行った。図－7にその外形図を示す。輸送質量は約30tである。



図－7 外部カウンタウエイトフレーム外形寸法

## 6. おわりに

今後、工事の大型化あるいは再生可能エネルギーとしての風力発電等の建設で大型クローラクレーンを活躍の場は増えていくものと思う。しかし一方輸送質量規制の強化の中で従来の様な巨大な大型クローラクレーンではなく、コンパクトな本体姿勢でありながら必要な時には外部カウンタウエイトで重量物にも対応可能な大型クローラクレーンが今後は期待される。

JCM/A

#### 【筆者紹介】

見神 広保（みかみ ひろやす）  
日立住友重機械建機クレーン(株)  
生産本部 開発センタ  
部長



# 映像合成による 油圧ショベルの周囲確認支援システム

清 田 芳 永・因 藤 雅 人・加 藤 英 彦

油圧ショベルの周囲確認支援システムを開発したので、その概要を報告する。本システムは車体周囲を撮影する複数のカメラからの映像をリアルタイムに合成し、キャビン内のモニター上で映像を切り替える事なく周囲確認を可能とするものである。従来からのミラーやバックモニターシステムによる周囲確認の負担軽減、危険因子の見落とし防止を目標に開発を開始した。本報では、本システムを 20 トンクラスの油圧ショベルに適用した事例をもとに、そのシステム構成、技術、効果を紹介する。

キーワード：油圧ショベル、周囲確認、映像合成、カメラ、モニター

## 1. はじめに

油圧ショベルはその構造と大きさゆえに、特に車体後方と右側方にオペレータから直接目視できない死角が多く、周囲作業や障害物が混在する現場においては視界性確保が安全運用上の重要な課題である。

視界性確保のため、ミラーやバックカメラシステムが一般的に用いられている。しかしながら、キャビン外の車体各所にある複数のミラーを直接目視する事はオペレータにとって負担であるし、小型のミラーで広範囲をカバーするため像が小さく、危険因子を見落とす恐れもある。一方キャビン内のモニターに死角の映像を映し出すバックカメラシステムは、オペレータの負担軽減や危険因子の見落とし防止には有効であるが、映し出された映像と車体の位置関係を直感的に把握しづらく、また今後より広範囲をカバーするために複数のカメラを搭載する場合には、映像の切り替え操作が新たな負担となりうる。

そこで本システムは、油圧ショベルの周囲確認支援システムとして、車体の周囲状況を、映像を切り替えることなく、かつ車体と周囲作業、あるいは車体と周囲障害物との位置関係を把握しやすい映像で、キャビン内のモニターに映し出す事を目標とした。

開発に際しては 20 トンクラスの油圧ショベルを主ターゲットとし、試作、評価を行った。以後本報は、特記なき限り 20 トンクラスの油圧ショベルへの適用事例を基に記述する。ただしその前後のクラスや応用機といったバリエーションまで幅広く、かつ容易に適用可能とすること、および既存の油圧ショベルへの後

付け適用を可能とすることも考慮した。

## 2. システム構成

本システムの車載ハードウェアは、車体の後方、右側方、左側方を撮影する 3 台のカメラと、各カメラからの映像を入力し合成映像を出力する映像合成ユニットと、キャビン内前方右手に設置した液晶モニターとからなる。またこれらとは別に、PC 上で映像合成ボタンを生成するための映像合成ソフトウェアがある(図—1)。これらの概略仕様を表—1 に示す。

表—1 本システムの概略仕様

|          |       |                                          |
|----------|-------|------------------------------------------|
| カメラ      | 有効画素数 | H512 × V492 (約 25 万画素)                   |
|          | 走査方式  | インターレース                                  |
|          | 信号形式  | NTSC ビデオ信号                               |
| モニター     | 画面サイズ | 7 インチワイド                                 |
|          | 解像度   | H480 × V234                              |
|          | 信号形式  | NTSC ビデオ信号                               |
|          | 信号入力数 | 3 系統                                     |
| 映像合成ユニット | 出力解像度 | H320 × V240 (QVGA)                       |
|          | 信号形式  | NTSC ビデオ信号                               |
|          | 信号入力数 | 3 系統 (カメラ映像)                             |
|          | 信号出力数 | 4 系統<br>(カメラ映像スルー×3、合成映像×1)              |
|          | 外形寸法  | W140 mm × D125 mm × H35 mm<br>(フランジ部含まず) |

### (1) カメラ

各カメラは非同期の NTSC カラーカメラである。撮影方向によって明るさが異なる環境に対応するため、個別のオートゲインコントロールを備える。また

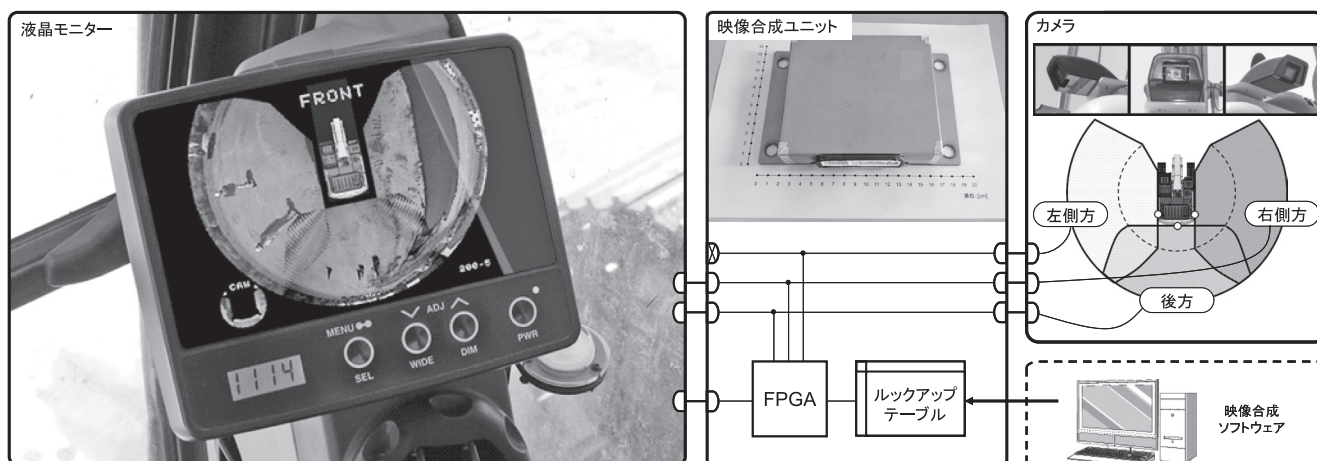


図-1 本システムの構成

薄暮や夜間の視界性確保に配慮し、高感度のCCDセンサーを採用した。

## (2) 映像合成ユニット

映像合成ユニットは、3系統のカメラ映像入力と、3系統のカメラ映像スルー出力と、1系統の合成映像出力を備える。映像合成ユニット障害時の視界性確保に配慮し、映像合成ユニットの電源断時にもカメラ映像スルー出力の途絶なき様設計した。

リアルタイムでの合成映像出力を実現するため、映像合成処理はルックアップテーブルに基づく画素並べ替え方式とし、FPGAを用いたパイプライン処理で実装した。油圧ショベルのバリエーションに対応するため、ルックアップテーブルは96種類まで登録、切り替えを可能とした。

その他、誤動作防止のため、合成映像出力のフリーズ、部品故障やソフトウェア障害、記憶データの損傷や意図せぬ改変を検知し、警告あるいは修復する機能を備える。

## (3) 液晶モニター

液晶モニターは3系統の映像入力、切り替え表示機能を備える。映像合成ユニット障害時の視界性確保に配慮し、1系統に合成映像を、残りの2系統にはオペレータから直接目視できない後方と右側方カメラのスルー映像を割り当てた。

## (4) 映像合成ソフトウェア

映像合成ソフトウェアは、対象とする油圧ショベルの車体寸法、カメラ位置と姿勢、カメラ光学系仕様、車体イラストデータ等を入力し、前記ルックアップテーブルを出力する。

新規車体バリエーションの追加作業時に、個別の合

成映像調整作業を不要とするため、車体の設計データとカメラのカタログ仕様のみからの映像合成を可能とした。

その他、ルックアップテーブル誤選択防止のための機種コード文字列埋め込み機能、カメラ姿勢ずれ可視化のための車体エッジ観察ウィンドウ埋め込み機能、合成映像利用時に液晶モニターの鏡像表示機能無効化を喚起する文字列重畳機能を備える。

## 3. 課題と解決

油圧ショベルの周囲確認支援システムを開発するにあたって目標とした機能のうち、合成映像の視認性に与える影響が大きい項目を以下に列挙する。

- ①車体のごく近傍まで映し出すこと
- ②障害物像を漏れなく映し出すこと
- ③車体と障害物との位置関係を正しく映し出すこと
- ④大型障害物の像を映し出すこと
- ⑤周囲作業者の像高を十分に大きく映し出すこと

これらは主にカメラ設置方法と、映像合成ソフトウェアでの映像合成方法の課題である。

### (1) カメラ設置方法

車体にカメラを設置するにあたっては、カメラ本体が車体から突出しない事、作業中の振動や衝撃で姿勢が変化しにくい事、油圧ショベルの機能性や外観を著しく損なわない事が条件である。また、カメラ映像上での障害物像の見え方を均等にするため、可能な限り左右対称の配置とし、撮影方向の偏り無く設置する事が望ましい。



## (a) カメラ位置

後方カメラはカウンターウェイト上面中央、左右側方カメラはハウス上面の左右後端に設置した。

## (b) カメラ姿勢

カメラの姿勢は仰角（上下首ふり）、方位角（左右首ふり）、回転角（光軸まわり回転）で記述する。

仰角は、カメラ直下の路面から、カメラ高さ程度的大型障害物までをとともに視野範囲内とするため、全てのカメラで鉛直下方より 55 度とした。ただし、実際には視野下端に車体の一部が映りこむため、路面上で車体近傍 30 ～ 40 cm 程度までは視野範囲外となる。

方位角は、撮影方向の対称性を重視し、全てのカメラを車体端面と直交させ 90 度間隔での設置とした。ただし、大型の車体で左右前方に死角が生じる場合のみ、側方カメラをやや前方に向けて設置した。

回転角は、全てのカメラで常に 0 度とした。

## (2) 映像合成方法

映像合成処理は、大きく分けて 2 つの処理からなる。1 つは合成映像上の画素位置とカメラ映像上の画素位置を対応付ける座標対応付け処理であり、1 つは複数のカメラで重複して撮影可能な範囲で、どのカメラ映像を採用するかを決定する映像境界処理である。

## (a) 座標対応付け処理

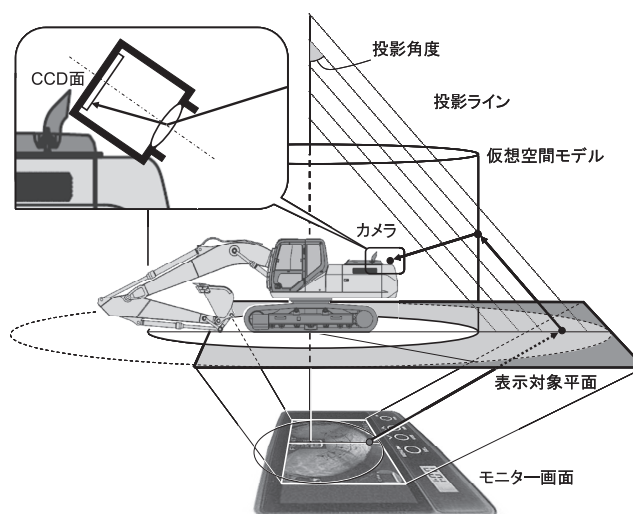
座標対応付け処理は、油圧ショベルの周囲に配置した円筒型の仮想空間モデルを媒介した 2 ステップの計算からなる（図一 2）。1 つは合成映像上の画素位置と仮想空間モデル座標とを対応付ける計算（STEP：1 とする）であり、1 つは仮想空間モデル座標とカメラ映像上の画素位置とを対応付ける計算（STEP：2 とする）である。

STEP：1 の計算では、モニター画素単位の 2 次元平面である合成映像上の点と、実世界単位の 3 次元空間である仮想空間モデル上の点とを対応づける。まずは予め定めた画素スケールで、画素単位の合成映像平面を実世界単位の平面（表示対象平面と呼ぶ）に変換し、油圧ショベルの接地面と重ね合わせる。次に、仮想空間モデルの円筒軸と所定の角度（投影角度と呼ぶ）をなし、円筒軸上の全点から半径方向全方位に伸びる線分（投影ラインと呼ぶ）群を定義する。そして表示対象平面上のある点を通る投影ラインが、仮想空間モデルと交わる点を計算する事で、STEP：1 の計算が完了する。

STEP：2 の計算では、実世界単位の 3 次元空間である仮想空間モデル上の点と、CCD 画素単位の 2 次元平面であるカメラ映像上の点とを対応付ける。まず

はレイトレーシングにより、仮想空間モデル上の各点について、各カメラの CCD 面上での結像位置を計算する。次に、CCD1 画素あたりの大きさから、前記結像位置がカメラ映像上のどの画素に相当するかを計算する事で、STEP：2 の計算が完了する。

仮想空間モデルの大きさは、合成映像上での障害物像までの距離感や、障害物像の変形度合いに影響する。また投影角度は、遠方の障害物の像高に影響する。本システムでは、実機での評価を重ね、円筒モデル半径を 5 m、投影角度を 60 度に設定した。



図一 2 合成映像とカメラ映像の座標対応付け処理

## (b) 映像境界処理

本システムのカメラ配置では、合成映像上のある画素に対し、最大 2 つのカメラ映像上の画素が対応付けられる場合がある。映像境界処理は、このうちどちらの対応付けを採用するかを選択する処理である。

最も簡易な方法は、前記レイトレーシングの計算過程で、カメラへの光線入射角が小さい対応付けを選択する方法であるが、映像境界部で障害物像が消失する問題を生じる。障害物を漏れなく映し出すためには、複数のカメラで重複して撮影可能な範囲で映像をうまく混合する必要がある。

本システムでは、障害物像の視認性を可能な限り保持しながら映像を混合する方法として、波の干渉パターンに基づいて対応付けを自動選択する方法を考案し、実装した。予め規定した幾何パターンに基づく方法と比較して複数機種への対応が容易であり、また自然現象に基づいたパターンで映像を混合することにより、合成映像上での映像境界処理部の違和感を低減する事ができる。

## 4. 実機評価

本システムをショベル実機に適用し、前述の目標機能について評価した。加えて、夜間視認性と、車体傾斜の影響も評価した。

### (1) 車体近傍の障害物視認性

車体近傍の視界性、障害物像の視認性、車体と障害物との位置関係を評価するため、車体側面に沿って人を配し、合成映像上での見え方を確認した（写真—1）。

車体のごく近傍まで、死角なく障害物像を映し出せている事がわかる。映像境界処理部において、実際の立ち位置と合成映像上での頭部の表示位置が逆転するが、障害物の存在を確認し、およその位置を把握する目的において要求を十分に満足する。

### (2) 大型障害物の視認性

大型障害物の視認性を評価するため、12 トンクラスの油圧ショベルに車体を接近させ、合成映像上での見え方を確認した（写真—2）。

合成映像の表示範囲が、カメラ高さでの水平面より上までカバーしている事で、大型障害物像の全体像を映し出せている事がわかる。

### (3) 障害物像の像高

合成映像上での周辺作業者の像高を評価するため、車体後端から後方12 m の位置に人を配し、その像高を確認した（写真—3）。

モニター画面上での像高はモニターサイズに依存するが、本システムにおいては約5 mm である。遠方の障害物の像高は、大型障害物の視認性とのトレードオフであり、前記投影角度を変更する事で容易に調整可能である。

### (4) 夜間視認性

夜間の視認性を評価するため、車体の近傍に人や障害物を配し、薄暮での合成映像を確認した（写真—4）。

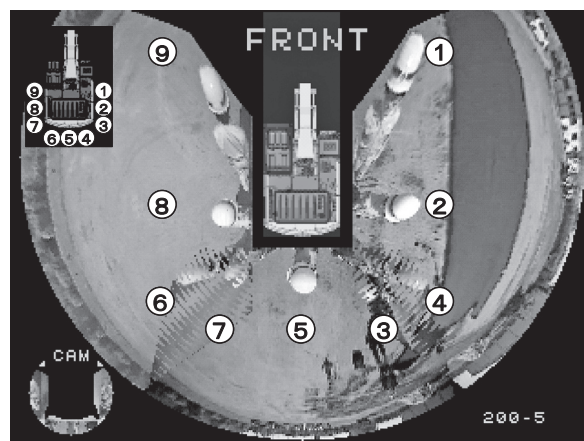
高感度の CCD センサが有効に作用し、障害物や歩行者の像を映し出せている事がわかる。ノイズが多く色彩情報も失われているが、障害物の存在を確認し、およその位置を把握する目的において要求を十分に満足する。

### (5) 車体傾斜の影響

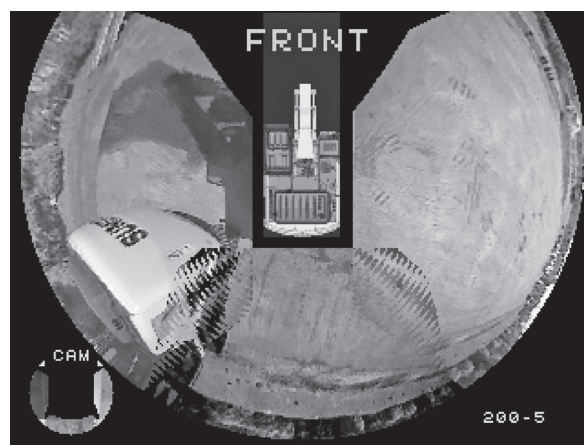
車体の傾斜が合成映像に及ぼす影響を評価するため、油圧ショベルのフロント部をジャッキアップし、

合成映像の見え方を確認した（写真—5）。

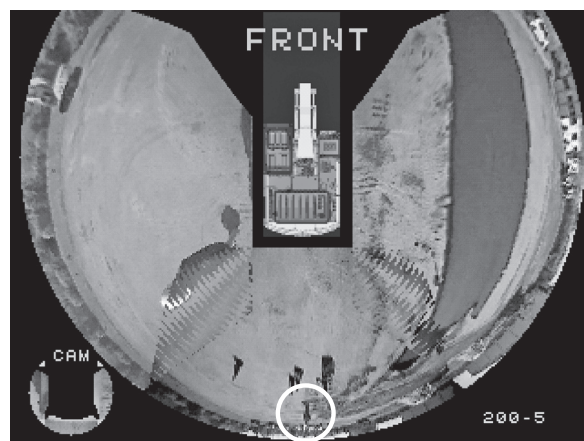
車体の傾斜によりカメラと路面の位置関係が変化し、路面パタンの連続性が失われている。しかしながら、本システムはカメラ映像を完全に繋ぎ合わせるものではなく、映像境界処理によりカメラ映像を混合表示するものである。従って、カメラで撮影可能な障害物は合成映像上に映し出す事が可能であり、障害物の存在を確認し、およその位置を把握する目的において要求を十分に満足する。



写真—1 車体近傍の障害物視認性



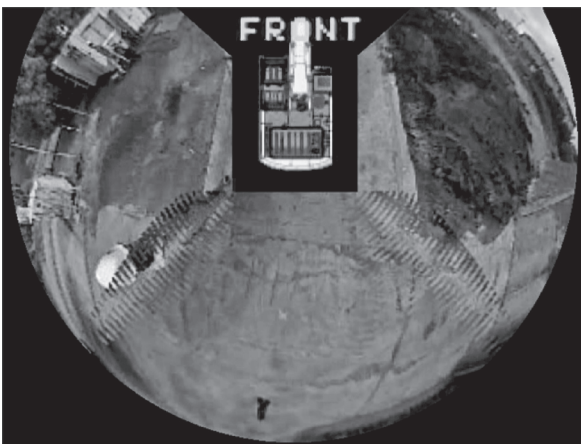
写真—2 大型障害物の視認性



写真—3 障害物像の像高



(2011年3月29日18時ごろ)  
写真—4 夜間視認性



写真—5 車体傾斜の影響

## 5. おわりに

本報で紹介した油圧ショベルの周囲監視支援システムは既に商品化開発を完了し、実作業環境での運用、評価段階にある。今後も機能改善、新機能開発を継続し、安全安心な作業現場の実現を目指したい。

J C M A

### 〔筆者紹介〕

清田 芳永（きよた よしひさ）  
住友重機械工業㈱  
技術本部 技術研究所 ソリューション技術グループ



因藤 雅人（いんどう まさひと）  
住友重機械工業㈱  
技術本部 技術研究所 ソリューション技術グループ



加藤 英彦（かとう ひでひこ）  
住友建機㈱  
技術本部 技術部 研究開発グループ





# “ライフサイクルサポート”に基づく 大型建設機械のプロダクトサポート

箕 輪 佳 祐

国内外を問わず鉱山など大規模現場にて使用されている大型建設機械は、現場における生産量に大きな影響を与える製品であるため、突発故障や機械整備による休車時間を最小に留めることが要求されると共に、長期間の機械代替サイクルを満たすことが求められている。

こうしたニーズを満たすためには、定期的な整備やメンテナンスを始めとした予防整備の徹底、迅速に建設機械を復旧する為の部品供給体制を始めとした強固なサポート体制が必要である。

本稿では大型建設機械の休車時間を最小限に留め、安心して機械を使用して頂く為に提供している大型建設機械に対するプロダクトサポートについてご紹介する。

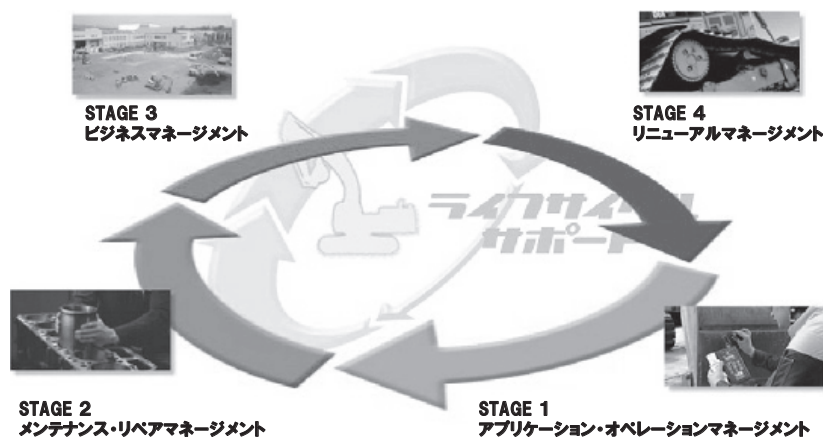
キーワード：ライフサイクルサポート、予防整備、VIMS, PL, EM, ET, リペアオプション, REMAN 部品、車両再生プログラム

## 1. はじめに

近年の全世界的な景気悪化に伴い、様々な産業でコスト低減を主体とした企業体制の改善が求められている。これは建設機械のユーザーにおいても同様であり、コスト低減の為、保有される建設機械の台数は年々減少傾向である。その為、限られた台数で仕事（生産・造成など）をこなしていく必要があり、機械は常に高稼働な状態となる。一方、突発故障などによる休車時間が作業現場に与える影響は従来と比べより大きくなり、より一層の休車時間の短縮が求められている。

また、海外新興国における建機中古車市場の規模は縮小傾向にあり、このことは日本国内における中古車

相場へも影響を与えている。その結果、オーバーホールなど大規模修理実施前に機械代替を行うことで、ランニングコストを圧縮するという従来型のビジネスモデルから、長期間保有・使用してゆくビジネスモデルへ変わりつつある。加えて、本年より施工されたオフロード法 2011 年度基準をクリアする為に建設機械メーカー各社では各種新規技術が採用されつつあるが、こうした機械に搭載されたエンジンを正常な状態で使用してゆく上で重要となるのが使用燃料であり、各社共に使用燃料を「硫黄分の少ない軽油」と定めている。通常日本国内で正規に軽油を購入した場合、その中に含有されている硫黄分は 10 ppm 未満である為に問題となることはないが、海外新興国では上記を満たす燃



図一 1 コンセプト：ライフサイクルサポートの紹介

料を入手することが困難である地域もあり適用されている排ガス規制値も異なる為、当面の間オフロード法2011年度基準をクリアした機械が導入される予定は無い。このため日本国内で販売されたオフロード法2011年基準を満たした機械を中古機械として転売することが、この面からも難しくなると考えられ、将来的にも機械の代替サイクル及び保有年数の長期化が予想される。

上述の通り近年、建設機械を取り巻く環境は劇的に変化しており、これらの変化に対応する為、建設機械の機械性能を最大限に発揮出来る状態で長期間に渡って使用して行くと同時にメンテナンスコストなど各種発生コストを最小限に留めることが要求されており、ユーザのランニングコスト低減への意識はより一層強まってきている。

それらの要求を満たし、ユーザが保有する機械により最大の利益を上げて頂くことが出来るよう、「ライフサイクルサポート」と呼ぶプロダクトサポートの基本的なコンセプトに基づき、機械の購入からその寿命に至るまで建設機械を通じてビジネスをサポートすることを目的とした強固なプロダクトサポート体制を構築し、安定した稼働、コスト低減を実現するだけでなく、ユーザの長期的な繁栄に貢献することを目指している。

今回は大型建設機械のプロダクトサポート体制について「ライフサイクルサポート」の観点より提言する4つのステージにおいてそれぞれ代表的なものを紹介する。

## 2. 大型建設機械におけるプロダクトサポート体制

大型建設機械とは、大型ホイールローダやオフ・ハイウエイトトラックを始めとする超大型の建設機械であり、国内外問わず鉱山など大規模な作業現場にて使用されている。

大型建設機械は現場における生産量に大きな影響を与える製品であり、突発故障や機械整備による休車時間を最小に留めること、また機械価格が高額であることから機械の長寿命化が求められる。

それらの要求を満たす為、全世界的なシステム及びプログラムが多数使用されている。

### (1) STAGE1 アプリケーション・オペレーション・マネジメント

アプリケーション・オペレーション・マネジメントは、使用状況に応じた適切な機械の仕様選定、運転操

作をサポートすることで、生産効率を最大にすると共にランニングコストを低減する。

#### ① MOA 改善プログラム

MOAとはメンテナンス・オペレーション・アプリケーションの略称であり、ユーザが保有する機械のメンテナンス、運転方法、作業現場環境の最適化を図ることにより生産効率を最大にすると共にランニングコストの低減を図る改善プログラムである。

具体的にはMOAハンドブック記載の各種チェック項目に基づき現状を評価し、改善余地のあるポイントの絞り込みを行う。その際、次項で紹介するVIMSも用いて改善ポイントの絞り込みを行うことで、より効果的な改善を行うことが可能である。

#### ② VIMS (バイタル・インフォメーション・マネジメントシステム)

VIMSとはVital Information Management Systemの略称であり、日本語名を車両情報管理／活用システムとしている。車両の各装置には各種センサーからの情報により制御を行うECMと呼ばれる制御用コンピュータが搭載されている。それらECMはCATデータリンクと呼ばれる車両に配備されたサーキットにより統合されている。VIMSシステムは、これらCATデータリンクの全体を包括した車載側システムとPCにインストールした専用ソフトウェアによって構築されており、各種車両データが取得可能であり管理／活用機能を提供している。

##### ・VIMSが提供する各種管理機能

車両の性能／状態監視(警告情報, エラー情報など)  
生産量／生産効率の管理(生産量, サイクルタイム, 燃料消費量など)

オペレータ運転操作の管理(速度段, 作業装置操作状況など)

メンテナンスの管理(各種情報を記録として残すことが可能)

VIMSの機能に付随する他のソフトウェアを活用することで走路状態分析や車両におけるバイアスの分析などを行うことが出来る為、現場環境だけでなくオペレーティング状況や車両状態の把握が出来る。こうしたことからVIMSを活用することで燃料消費量低減等のMOA改善に必要な各種情報を入手することが可能であり、ユーザの利益の増大に大いに役立てることが出来る。

また、本システムを使用してフリート単位での車両管理を行える為、現場全体としての機械管理を行うことが出来るだけでなく、後述の(3)で紹介するEM同様、燃料消費量や生産量などの各種情報をレポート



図ー2 VIMS システムの紹介

する機能を有している為、ランニングコストや生産状況の管理を簡単に行うことが出来、機械管理の省力化／効率向上に貢献する。

## (2) STAGE2 メンテナンス・リペアマネージメント

機械のメンテナンスとして日常点検やオイル交換だけでなくオイル分析や性能診断を充実させることに加えて、適切な予防整備の実施により修理費用の低減と休車時間の最小化、機械性能の維持をサポートする。

### ① ET

ETとはエレクトロニック・テクニシヤンの略称であり、車両の故障診断において有効な電子診断機器である。パソコンをベースとした診断機器であり、機械に専用コネクタを接続し車両全体に張り巡らされたCATデータリンクを介して故障の発生箇所や故障内容、発生履歴を表示し、修理時間の大幅な短縮に貢献している。各種性能値の確認及びデータの取得が可能とな為、無線式専用コネクタを使用し、リアルタイムで稼働状況を確認することが出来、MOA改善実施の際も有効な手法として使用される。他にも車両に搭載されている各種ソフトウェアの更新や、機械性能確認の

為の各種テストの実施、設定圧力調整などの詳細設定を行うことが可能であり、車両整備において多岐に渡り幅広く使用されている。

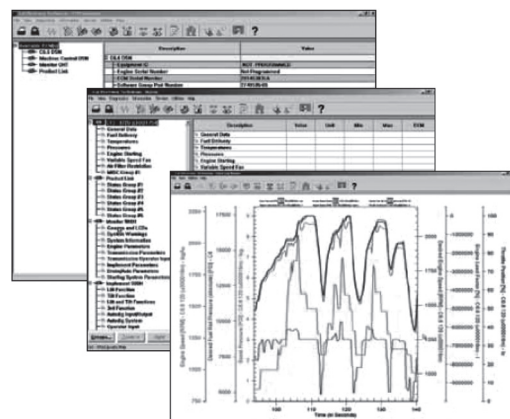
また、カスタマーETも供給しており、自家整備型のユーザに多く使用されている。

### ②性能診断プログラム「ゆ〜ふる」

「ゆ〜ふる」はホイールロード、油圧ショベルの各種性能値を計測し現状を診断するサービスプログラムであり、建設機械の健康診断である。「性能診断」「オイル分析」「バケット診断」「足回り診断」の4つの診断項目より構成されるプログラムである。各項目では以下の診断を行っている。

「性能診断」：エンジン回転数の計測や油圧ポンプ圧力の計測を始めとした各種計測を行い、新車時の基準値と比較し機械の現状を診断

「オイル分析」：作動油及びエンジンオイルのサンプリングを取得し、オイル分析室にてオイルの汚染度、劣化度、摩耗金属粉濃度分析を行い、機械に最適なオイル管理を提案



図ー3 ET 使用風景と診断データ





油圧機器の圧力計測



ET による各種性能試験



サンプリングオイルの取得

図一 4 性能診断プログラム「ゆ〜ふる」実施風景

「バケット診断」：バケット各部の板厚，バケットツースの摩耗量を計測することでバケットの現状を診断し，最適な補修・交換時期を提案

「足回り診断」：油圧ショベルの覆帯やアイドラの計測を行い，新品の寸法を元に摩耗量を計算し残存寿命や最適な交換時期を提案。ホイールローダでは，タイヤ残り溝や外傷の確認を行い現状の診断を行い，同じく最適な交換時期を提案

本プログラムを定期的の実施することで，日常的には気付かない僅かな性能低下を把握し，作業能力低下による時間的損失や燃料消費量悪化による燃料の損失，突発故障によるマシンダウンを未然に防ぐ予防整備を実施することが出来る体制を構築する。

また，専用の管理システムにより計測結果を管理している為，過去に実施した計測の結果の履歴を管理して傾向を捉えることも可能である。

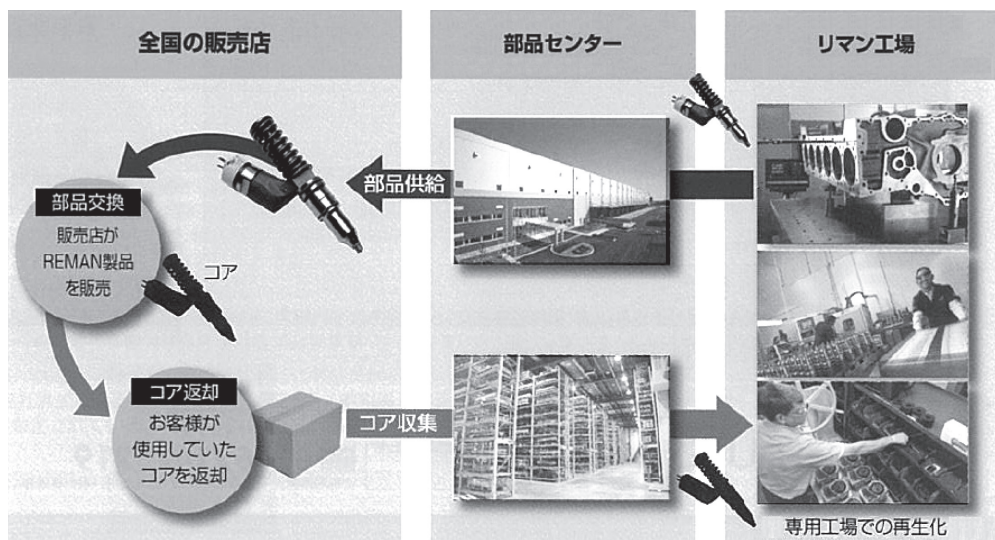
### ③リペアオプション

「リペアオプション」とは，稼働状況や休車時間，修理費用や寿命延長といった様々な要素から最適な修理方法を提案し，様々な場面におけるお客様ニーズに対応する為の修理方法の選択肢を意味する。

修理に使用する部品として新品部品を始め，全世界的に展開している再生部品である REMAN 部品や国内で運用している PES，あるいはクラシック・パーツを用意しており，修理費や納期に合わせた使用部品の選択が可能である。また検索システムにより所有する機械に使用可能な各種アイテムを検索することが可能である。

#### (a) REMAN 部品

REMAN 部品は全世界的に展開している再生部品であり，世界 8 カ国で 17 箇所ある再生専用工場にて回収したコアを新品同様の性能に再生している。このことから，資源の再利用という観点で環境に配慮した ECO な商品である。また REMAN 部品は魅力的な価格設定であるだけでなく新品部品と同様な保障が付いており，安心して使用できる商品となっている。供給



図一 5 REMAN によるリサイクルのしくみ

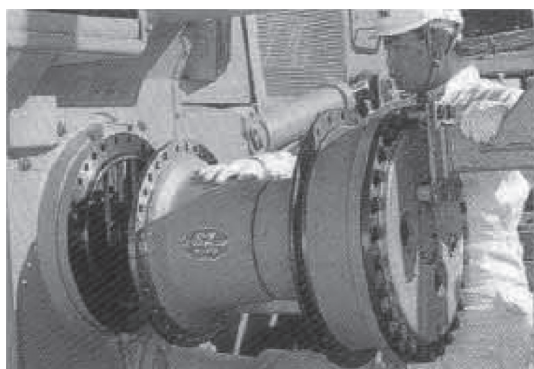


図ー6 代表的な REMAN アイテムの紹介

単位はエンジンなどのコンポーネント単位のものから、クランクシャフトの様なピースパーツと呼ばれるものまで幅広いものとなっている。

(b) PES (Parts Exchange Service : パーツ・エクスチェンジ・サービス)

PES は国内において供給している再生部品である。REMAN 部品と同じく、新品部品同様の性能に再生されており、新品部品と同じ保障期間を有している。またこの商品の魅力はその価格だけではなく、供給単位にある。コンポーネント単位での供給を行っている為、現場で故障したコンポーネントを PES とそっくり交換することが出来、休車時間を大幅に低減することが可能である。



図ー7 PES を活用した修理事例

(c) クラシック・パーツ (Classic Parts)

クラシック・パーツとは、世代の古くなった旧機種向けの純正新品部品である。品質・性能・保証は新品部品そのまま、価格は新品部品のおよそ半額である。供給部品は多岐に渡り、メンテナンスコスト圧縮に大きく貢献する。現在、国内では油圧ショベルやブルドーザー用の足回り部品より供給を開始しており、今後順次供給アイテムを拡大予定である。

(3) STAGE3 ビジネスマネジメント

① CAT PL (車両遠隔管理システム)

CAT PLとはCATプロダクトリンクの略称であり、大型建設機械用の車両遠隔通信システムである。衛星を使用し通信しているシステムであり、携帯電話の電波が圏外となってしまう鉱山の様な作業現場でも使用可能である。

本システムを用いて機械より、オイル交換時間を始めとした各種メンテナンス情報や警告情報、位置情報、稼働時間、燃料残量など各種機械状態を取得しており、専用のサイトである EM (イクイップメントマネージャー) よりデータとして取得することが出来る。

EM については次項で詳細を説明する。

② EM (Equipment Manager : イクイップメントマネージャー)

CAT PL の専用サイトである EM (イクイップメン

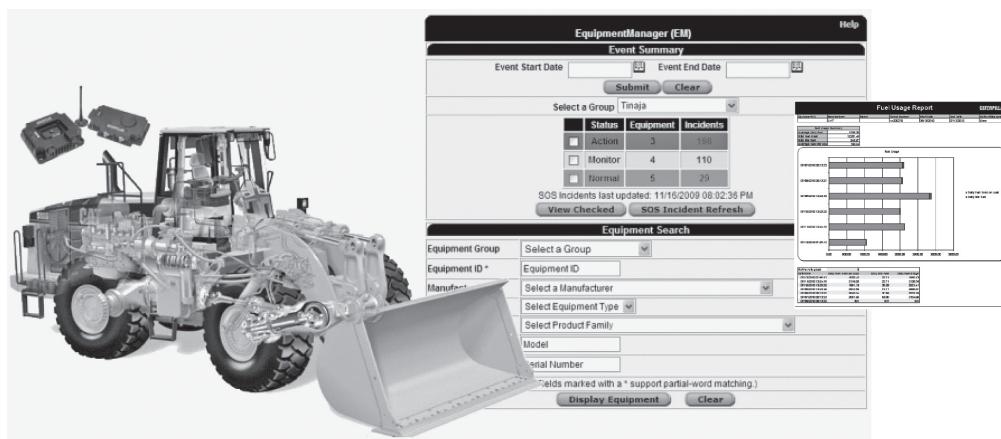
## CLASSIC™ PARTS



足回り部品

図ー8 クラシック・パーツ





図ー9 PL システムとイクイップメントマネージャー

トマネージャー)より機械の位置、稼働時間、警告情報、燃料消費量、エラーコードなど各種機械情報を確認する事が出来る。これらの機能により機械を休車させることなく機械状態を把握することが出来る為、機械の稼働を妨げることなく機械管理を行うことが可能である。また EM より取得したデータによりオイル交換などの定期メンテナンス時期を簡単に把握出来る為、機械の安定した稼働を確保する為には不可欠な予防整備メンテナンスのスケジュールが非常に立て易くなる。

上記機能に加え機械の機械稼働状況や、燃料の使用状況など各種情報を EM の機能であるレポート出力機能により簡単に出力することが出来る為、お客さまのランニングコスト管理を含む機械管理の省力化、効率向上に貢献することが出来る。

※小型～中型製品には PL-J (プロダクトリンクジャパン) を搭載しており、パソコンや携帯電話から機械のオイル交換時間を始めとした各種メンテナンス情報や警告情報、位置情報、稼働時間、燃料残量など各種機械状態を把握することが出来、機械管理の簡易化に大いに役立っている。(大型油圧ショベルは PL-J にて対応している。)

#### (4) STAGE4 リニューアルマネジメント

長年利用した機械の有効活用として、オーバーホール等大きな修理の実施時期の最適化と、適切な予防整備を実施することによる機械寿命の更なる延長に貢献する。

##### ① TCS (トータルコスト・シミュレータ)

お客様保有機械の情報と稼働条件を入力することで、推奨される予防整備の間隔及び運転経費、保有経費など機械のランニングコストを予測出来るシステム

である。ランニングコストの「見える化」が可能となり、過去実績と未来予測の定量化が行える。それにより、メンテナンスや運転操作方法、現場状況の改善に役立てたり、コンポーネントの寿命予測から、適切な修理の実施時期と修理費用の低減及び、予算化をサポートすることが可能となる。つまり、本システムを用いることで、適切な機械代替時期の算定が行えると共に、機械寿命延長の有効性を容易に検討することが可能である。

##### ②車両再生プログラム

大型建設機械の骨格を形成するフレームは非常に高い強度及び耐久性を有している。その特徴を生かし、長年使用された機械の各種コンポーネント類や各種作業装置を新品と同様な状態に修理し新車の状態に復元する、つまりは生まれ変わらせることで本来の機械寿命を飛躍的に延長し、機械の更なる有効活用が可能となる。また、先に説明したりペアオプションを活用することで、安価で保証付の機械に仕上げることも可能である。

本プログラムは機械寿命の延長期間や修理費など、ニーズに合わせ部分的な復元も可能であり、機械寿命延長に貢献する。

### 3. 活用事例の紹介

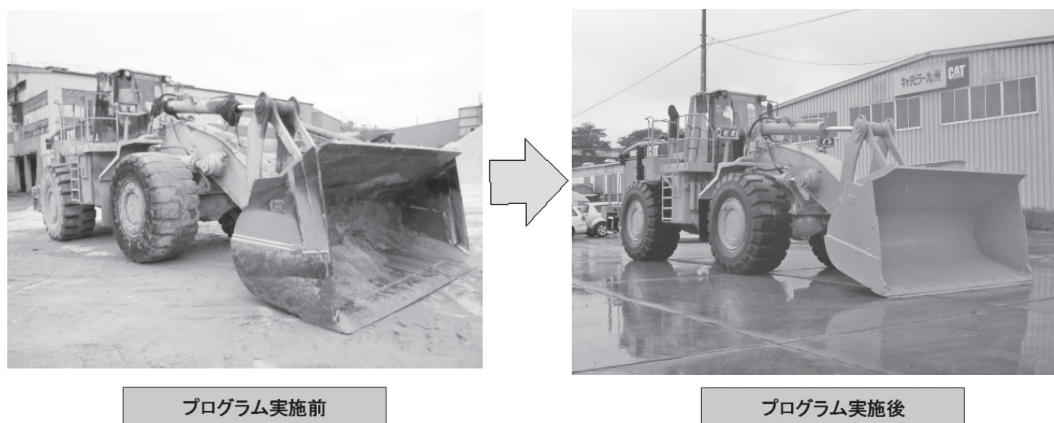
大型建設機械のプロダクトサポートを支える各種プログラムの中でも、特に関心が非常に高い、車両再生プログラムの活用事例を紹介する。

紹介する実施事例は、980G という大型ホイールローダをベースにし新車の状態に復元した事例である。

#### 〈実施車両情報〉

機種 : 988G  
稼働時間 : 26,322 時間





図ー10 車両再生プログラム実施事例

稼働状況 : 製鉄所内にて、水砕スラグの積込みに使用 (24hr / 日)

リニューアル :

①エンジン

エンジン AR の交換

②パワートレーン

トランスミッション, トルクコンバータ交換など

③ブレーキシステム

パーキングブレーキ, サービスブレーキ交換など

④ステアリングシステム

ステアリングポンプ交換など

⑤ไฮドロリックシステム

ไฮドロリックポンプ, コントロールバルブ交換など

⑥その他

コントロールユニット, 各種油圧ホース交換など

#### 4. おわりに

今後ますます、コスト低減を主体とした企業体制の改善が求められてくる中、建設機械のランニングコスト低減への意識はより一層強まりをみせる。本稿にて紹介した大型建設機械のみならず全ての建設機械に対し、ランニングコスト低減を実現し利益に貢献することが我々の使命である。

今後、既存の各種プログラムの活用推進を図ると共に、ニーズを満たす新たなコンテンツ、プログラムの開発を行い、建設機械を支えるプロダクトサポートの更なる強化を図っていく。

J C M A

【筆者紹介】

箕輪 佳祐 (みのわ けいすけ)

キャタピラージャパン(株)

部品サービス部 部品サービス推進グループ



# 純国産技術による第1号油圧ショベル UH03 の紹介

(社)日本機械学会 2011 年度機械遺産認定

田 中 利 昌

2011 年度の機械遺産に認定された UH03 は、純国産技術によるわが国最初の油圧ショベルであり、また構造的に見ても基本的に現在と同じ油圧システムの採用や 2 本ブームシリンダなど現在油圧ショベルの原型といえる。その UH03 油圧ショベルを紹介するとともに、日本が油圧ショベル開発の中心となった経過についても考察する。

キーワード：油圧ショベル，機械式ショベル，機械遺産，国産，油圧ショベル需要

## 1. 純国産技術によるわが国最初の油圧ショベル UH03 について

建設機械の代表ともいえる油圧ショベルは欧州にて誕生し、日本でも欧州との技術提携で導入された。その中で 1965 年（昭和 40 年）(株)日立製作所の建設機械製造部門（現日立建機）が純国産技術によるわが国最初の油圧ショベルである UH03（バケット容量 0.3 m<sup>3</sup>、総質量 8.7 t）を開発・発売した（写真—1）。



写真—1 機械遺産の UH03

本機が発売された当時は、欧州の油圧ショベルメーカーと技術提携により国内市場へ油圧ショベルが導入され始めた時期である。UH03 発売以前の機械で主流で

あった 1 ポンプ 1 バルブ油圧システムに対し、UH03 では現在と基本的には同じ 2 ポンプ 2 バルブ油圧システムを採用することにより複合動作の操作性が改善し、作業速度も向上した。本機のカタログを見ると掘削のサイクルタイムが 15～20 秒と記載されており現在とそれ程遜色のないスピードを備えていたようである。表—1 に UH03 の主なスペックを示す。またブームを 2 本の油圧シリンダで駆動するなど意匠的にも現在のこのクラス油圧ショベルの原型となっている（写真—2）。

そのほか、外観からはキャブが小さくオペレータのスペースは最小限であった。キャブ内には多数のレバーが並んでおり、フロント・旋回の操作用として 4 本、走行用が中央に 2 本と、6 本のレバーが普通であった（写真—3）。通常の掘削動作で使用するフロント（ブーム、アーム、バケット）—旋回の 4 動作は同時に操作するため手だけで操作できず、ブームと旋回は左右の手で、アームとバケット操作はレバー根元に取り付けられているペダルを足で操作するスタイルであった。

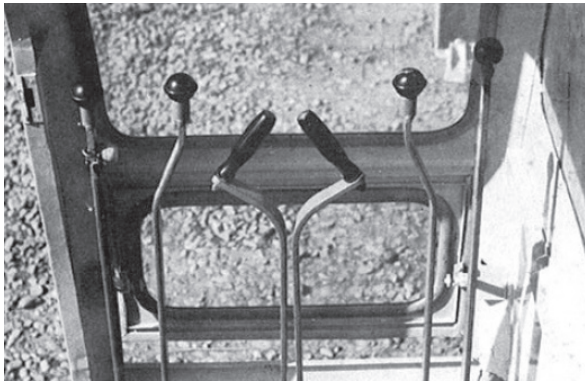
足回りは油圧駆動式ではあるが、チェーンでスプロケットを駆動するタイプでクローラ自身もトラックリ

表—1 UH03 の仕様

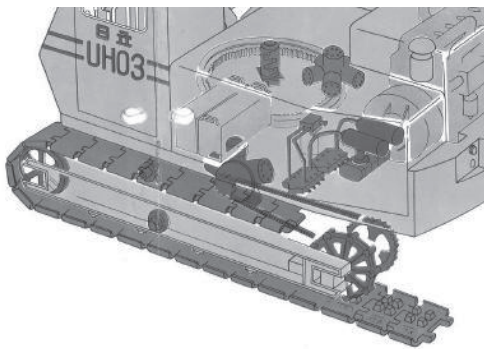
|         |             |         |                  |
|---------|-------------|---------|------------------|
| 総 質 量   | 約 8,700 kg  | 油 圧 方 式 | 2 ポンプ式           |
| 全 幅     | 約 2,340 mm  | 燃料タンク容量 | 約 125 ℓ          |
| 全 高     | 約 2,680 mm  | 名 称     | いすゞ DA220        |
| 履 帯 幅   | 400 mm      | 形 式     | 水冷 4 サイクル予燃焼室式   |
| 一動作所要時間 | 約 15～20 sec | 排 気 量   | 4,084 cc         |
| 走 行 速 度 | 約 2.56 km/h | 連続定格出力  | 50 ps/1,800 rpm. |



写真—2 UH03 カタログ



写真—3 UH03 操作レバー



写真—4 UH03 足回り構造

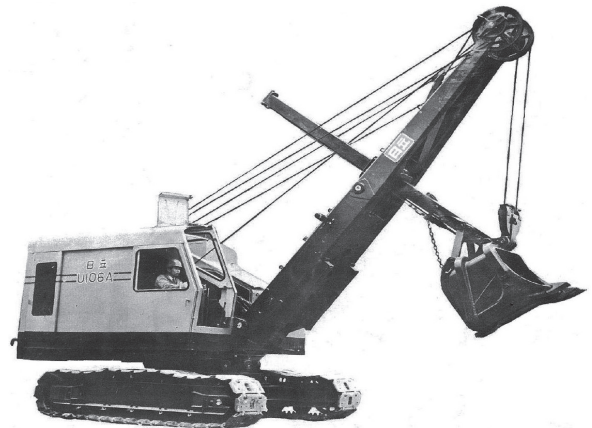
シンの無いいわゆるショベルタイプとなっている（写真—4）。またエンジンカバー等はカバーに開けられた通風口よりエンジンやファンが直接見え、まだ騒音等にそれほど配慮していない時代のものである。

## 2. 日本における油圧ショベルの普及経過

カタログを見て感じるのは足回りの性能に関する記述が強調されていることである。たとえば『足が埋まっ

てもフロントでジャッキアップして楽に脱出できる』、『スピターン・ピボットターンも自由自在』、『1m幅の溝も渡れる』等々。これらは油圧ショベルが導入される前に使われていた機械式ショベルに比べての特徴である。

油圧ショベルが登場するまでは掘削・積込み作業はパワーショベルフロントを備えた機械式ショベルが主流であった（写真—5）。戦後の復興や高度成長期の河川改修やダム工事、鉱山等で大活躍しており、油圧ショベルが登場した1965年頃では年間2000～2500台が出荷されていた。しかしフロントは油圧ショベルほどは細かく動かせず、操作も大変難しい。また、走行は機械式のため上回りからのシャフトで伝えられる動力をクラッチを介して左右クローラに伝える方式で、傾斜地等ではステアリングが切れない等制約が非常に大きいのが実情であった。また車体も重く重心も高いので作業も平地の地盤の良いところの現場が中心であった。



写真—5 機械式ショベル

そんな中で油圧ショベルの登場は機械化施工の適用できる範囲を大きく広げたといえる。当時のカタログ・資料、写真を見ても現場はとても機械式ショベルでは入っていけない不整地や軟弱地での稼働が多く、また林道工事や法面の整形等、導入されてすぐに現在とあまり変わらないレベルまでに使い方が広がった様子である。日本においては油圧ショベルが非常に普及したが、その理由としては

- ・それまでの一般土木向けの施工機械がそれ程広まっていなかったこと。
- ・日本の地形や土質により傾斜地や軟弱地が多く狭い現場が多いこと。（油圧ショベルは単に油圧式で走行能力が高いだけでなく、フロントを走行のアシストにも使え、走行能力だけでは行けない現場の施工も可能とした）



- ・溝掘削等では土質が悪く埋め戻しは砂を使うため、掘削・ダンプ積みが多い。(海外で多く使われているバックホウローダはこの点では使いにくい。)
- ・油圧ショベルは操作が簡単で、細かな整形作業も可能。

等々で、機械式ショベルから置換わる以上に急激に使用範囲を拡大していき、1970 年ごろには 8000 台レベル、1973 年には 2 万台を超える需要になった。その後も日本の油圧ショベル需要は拡大していき、1990 年に日本の需要は 5 万台を超え、全世界需要 10 万台弱の 50% を超えた。その後はバブル崩壊もあり日本の比率は下がったが、この日本の非常に大きな需要もあって油圧ショベル開発に関しては部品を含め日本がその中心地になっており、現時点では全世界油圧ショベル台数の 70% 程度は日本で開発されていると推定している。純国産技術によるわが国最初の油圧ショベル UH03 はこのような日本の油圧ショベルの出発点のひとつということが出来る。



写真-6 機械式ショベルの U-05 (左側) と機械遺産の UH03 油圧ショベル

機械遺産に認定された UH03 は、現在日立建機 土浦工場内で、日立 機械式ショベル 1 号機の U-05 と共に展示されている (写真-6)。土浦工場へ来場の際には見学頂ければ幸いである。

J C M A

【筆者紹介】

田中 利昌 (たなか としまさ)  
日立建機㈱  
事業戦略本部 企画室 技術部

## 平成 23 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 710 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)

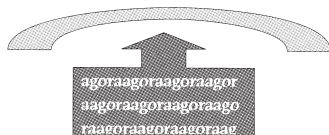
注 1) 複数冊発注の場合は送料単価を減額します。

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。

### 社団法人 日本建設機械化協会

〒 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>



## 小惑星探査機「はやぶさ」 搭載サンプル採取機構

矢 島 暁

小惑星探査機「はやぶさ」は、数々の苦難を乗り越え、2010年6月13日に無事地球への帰還を果たした。このニュースは各報道機関にて大きく取り上げられ多くの国民に感動を与えたが、このはやぶさには当社が開発に参画した小惑星サンプル採取機構が搭載されていた。小惑星サンプル採取機構に課せられたミッションは、(1) 小惑星に弾丸を撃ち込み破碎された表層部（サンプル）を衛星内部に導き、(2) 衛星内部でサンプルを分離しキャッチャと呼ばれる容器に格納し、(3) キャッチャを回収カプセルに搬送し真空密封を行う、という非常に複雑かつ高度なものであったが、これらのすべての動作が成功し所定の機能を満足したことが確認されている。また、回収カプセル内には小惑星由来の微量の粒子が入っていたことも確認されており、現在（独）宇宙航空研究開発機構にて詳細な分析が行われている。

キーワード：小惑星探査機「はやぶさ」、サンプル採取機構、ホーン部、サンプリング部、打ち込み式サンプリング方式、接地柔軟性、NEA（非火工品アクチュエータ）、微粒子回収

### 1. まえがき

はやぶさは、（独）宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所（JAXA）が開発した工学実験衛星であり、太陽系小惑星イトカワに着陸し、表層部（サンプル）を採取し地球に持ち帰ることを目的として、2003年5月9日内之浦宇宙空間観測所より打ち上げられた。図-1にははやぶさの外観写真を図-2にははやぶさの構成および主仕様を示す。はやぶさは打上げ後にリアクションホイール故障、地球との通信断絶、イオンエンジン故障など種々のトラブルに見舞われたことから、地球帰還は当初予定の2007年より延期されたが、これらのトラブルを克服し2010年6月13日に無事地球帰還を果たした。

また、地球に帰還した回収カプセル内部からは微粒

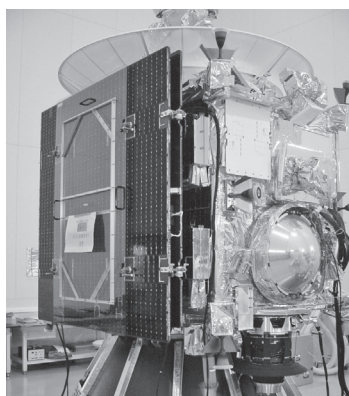


図-1 はやぶさ外観写真

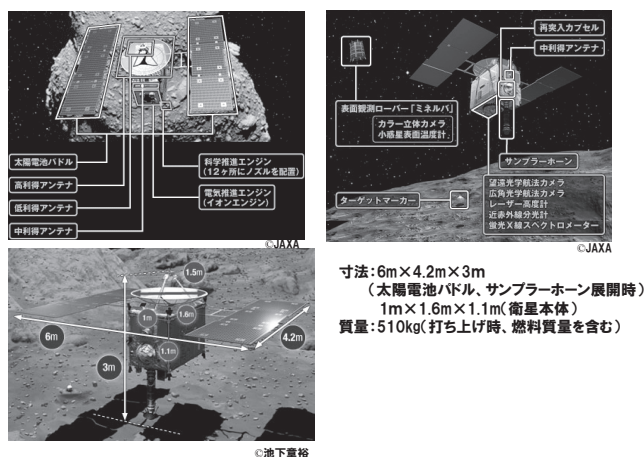


図-2 はやぶさの構成及び主仕様

子が発見され、これらはイトカワ由来のものと断定され、現在JAXAにて詳細な分析が行われている。表-1に、はやぶさの打上げから地球帰還までの主要イベントの履歴を示す。

はやぶさにおける工学的検証項目は以下の4点であり、当社はJAXAおよび日本電気(株)と共同で④のサンプル採取技術確立のためのサンプル採取機構の開発を行った。

- ① 惑星間航行用のイオンエンジンの実証
- ② 光学情報に基づく自動・自律的な位置制御システムの確立
- ③ 惑星間軌道からのカプセル再突入、回収技術の確立
- ④ 小惑星表面からのサンプル採取技術の確立

表―1 はやぶさの打上げから地球帰還までの履歴

|          |                                          |
|----------|------------------------------------------|
| 2003年5月  | M-V-5号ロケットにより打上げ                         |
| 2004年5月  | 地球スイングバイ 小惑星イトカワに向かう                     |
| 2005年9月  | 小惑星イトカワまで20 kmの地点に到着                     |
| 2005年11月 | 小惑星イトカワに降下, 世界初の小惑星軟着陸に成功<br>2回タッチダウン後離脱 |
| 2005年12月 | 地球との交信断絶                                 |
| 2006年1月  | 地球との交信復活                                 |
| 2007年1月  | サンプル採取機構の回収カプセルへの搬送成功                    |
| 2010年4月  | 地球帰還に向け軌道修正                              |
| 2010年6月  | 地球帰還 サンプル回収                              |
| 2010年11月 | 採取した微粒子が小惑星イトカワ由来のものと判明                  |

本報では, このサンプル採取機構の詳細および軌道上での実績について報告する。

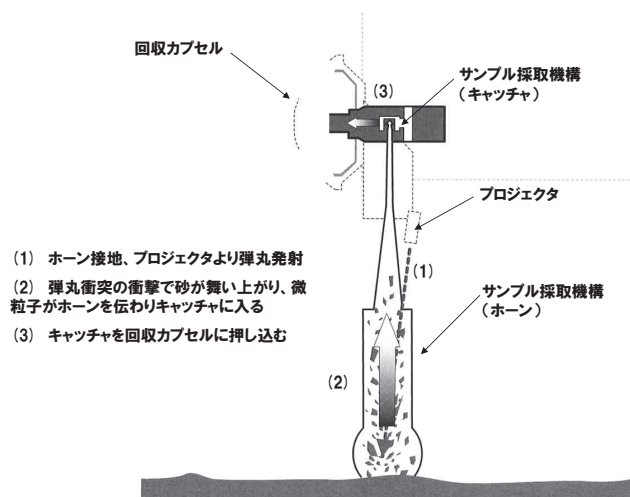
## 2. サンプル採取機構の詳細

### (1) 要求機能

開発に当たり, 小惑星サンプル採取機構に対して提示された要求機能を以下に示す。

- ①小銃（プロジェクタ）より発射されるプロジェクタイルにより小惑星表面を破碎すること
- ②破碎され飛散した小惑星表層の破片（サンプル）を筒状のホーンを介して衛星内部の捕集容器（キャッチャ）に導くこと
- ③サンプルを捕集容器（キャッチャ）内に2回に振り分け格納すること
- ④サンプルの格納されているキャッチャを回収カプセル内の真空コンテナに搬送し, コンテナ内に収容し固定すること
- ⑤真空コンテナをシールし, コンテナ内の気密を保つこと

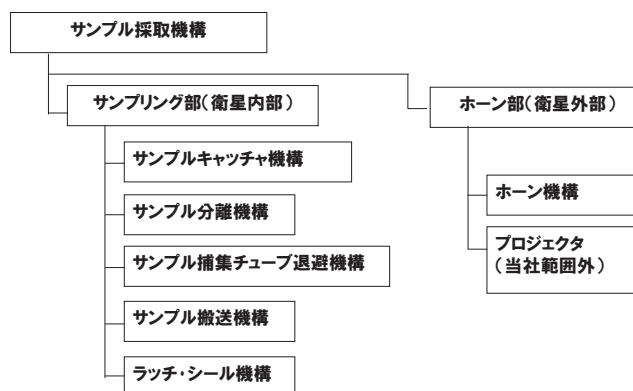
①の小惑星表面破碎のプロジェクタおよびプロジェクタイル開発はJAXAにて実施された。開発時は小惑星の表面状態は不明であったことから, いかなる表面状態にも対応可能であり, かつ微小重力環境下で成立する撃込み式サンプリング方式が開発された。図―3に, 撃込み式サンプリング方式を示す。本方法はプロジェクタイルをプロジェクタより撃ち出し小惑星表面を破碎させ舞い上がってくるサンプルを採取するという方法であり, 複数回にわたる無重力実験により十分な収集能力があることが確認された<sup>1)</sup>。その他②から⑤については当社にて開発を行った。



図―3 撃ちこみ式サンプリング方式

### (2) 構成および機能・性能

図―4に, (1)の要求機能を受け開発したサンプル採取機構の構成を, 表―2に機能および性能を, 図―5および図―6にサンプル採取機構外観図を示す<sup>2)</sup>。



図―4 サンプル採取機構の構成

サンプル採取機構は衛星内部に設置されるサンプリング部と衛星外部に設置されるホーン部により構成される。サンプル採取機構の主な特長を以下に示す。

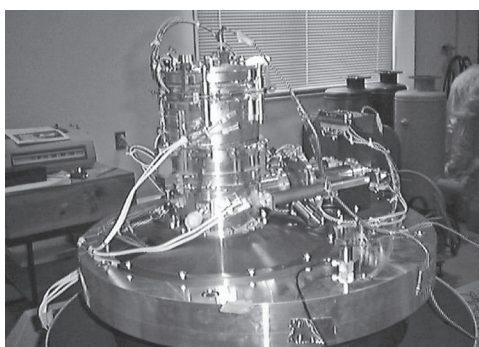
- ①高い動作信頼性（NEA（Non-Explosive Actuator, 非火工品アクチュエータ）およびばねによる駆動機構）
- ②アルミ合金／マグネシウム合金採用による軽量構造（全体質量 約8.0 kg）
- ③サンプル通過部に不純物混入防止のため純アルミコーティングを施工
- ④ホーン部に高強度繊維および特殊バネを使用し, 小惑星接地時の柔軟性を実現

サンプリング部はサンプルキャッチャ機構, サンプル分離機構, サンプル捕集チューブ退避機構, サンプル搬送機構およびラッチ・シール機構から構成され,

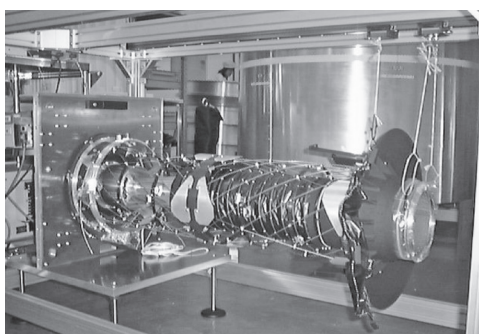


表—2 サンプル採取機構の機能及び性能

| 機構                 | 機能                                                                                                                        | 性能（注：数値はノミナル値）                                                     |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| サンプリング部            | サンプルの捕集，格納，回収カプセルまでの搬送，サンプルの真空シール                                                                                         | 寸法：290 mm (W) × 410 mm (H) × 280 mm (L)<br>質量：3.1 kg               |
| (1) サンプルキャッチャ機構    | 捕集したサンプルの格納                                                                                                               | 最大粒径：10 mm のサンプル格納<br>サンプル収納容積：70 cm <sup>3</sup>                  |
| (2) サンプル分離機構       | 捕集したサンプルのサンプルキャッチャ機構内での分離                                                                                                 | サンプル分離室数：2 室<br>回転方式による採取室の切り替え                                    |
| (3) サンプル捕集チューブ退避機構 | サンプル捕集後の，サンプルキャッチャ機構からの回転チューブの退避                                                                                          | 退避ストローク：72 mm                                                      |
| (4) サンプル搬送機構       | ・ サンプルキャッチャ機構及びサンプルキャッチャ機構内に格納されたサンプルの，回収カプセル内真空コンテナまでの搬送<br>・ サンプルキャッチャ機構搬送後の搬送ばね力の解除<br>・ ラッチ・シール機構のアクチュエータ駆動用電源ワイヤーの切断 | 搬送ストローク：161 mm                                                     |
| (5) ラッチ・シール機構      | ・ 真空コンテナに対しての真空シール<br>・ 衛星からの回収カプセル分離後，地上での回収／サンプル取出しまでの真空コンテナの気密保持                                                       | 真空コンテナ内圧力レベルの保持：<br>1.33 Pa ( $1 \times 10^{-2}$ torr) 以下（空気分圧レベル） |
| ホーン部               | 採取したサンプルをサンプリングまで導く                                                                                                       | 寸法：φ350 mm × 1,000 mm (L) 質量：4.9 kg                                |
| (1) ホーン機構          | ・ 衛星下面から 1,000 mm の位置において，破碎した表層の破片（サンプル）を捕集しキャッチャに導く                                                                     | ホーン下部開口径：φ150 mm<br>構体下面からの長さ：1,000 mm                             |



図—5 サンプル採取機構（サンプリング部）外観写真



図—6 サンプル採取機構（ホーン部）外観写真

またホーン部はホーン機構およびプロジェクタ（当社範囲外）から構成される。各機構の詳細を次に示す。

#### ① サンプルキャッチャ機構

サンプルキャッチャ機構は，捕集したサンプルを格納する機能を有する。サンプルキャッチャ機構はキャッチャ本体，カバー，仕切板，サンプル漏洩防止

板，回転筒およびコンタミネーションクーポンなどにより構成される。キャッチャ本体はアルミ合金製であり，カプセル内に設置される真空コンテナにできる限り多くのサンプルが格納可能なよう，下部の一部がフラットな円筒構造となっている。内容積は約 70 cm<sup>3</sup> である。キャッチャ本体内部は 2 回の捕集のサンプルが混合しないよう，仕切板により分離された 2 室に個別にサンプルを捕集できる構造となっている。図—7 に，サンプルキャッチャおよびサンプル分離動作概念図を示す。

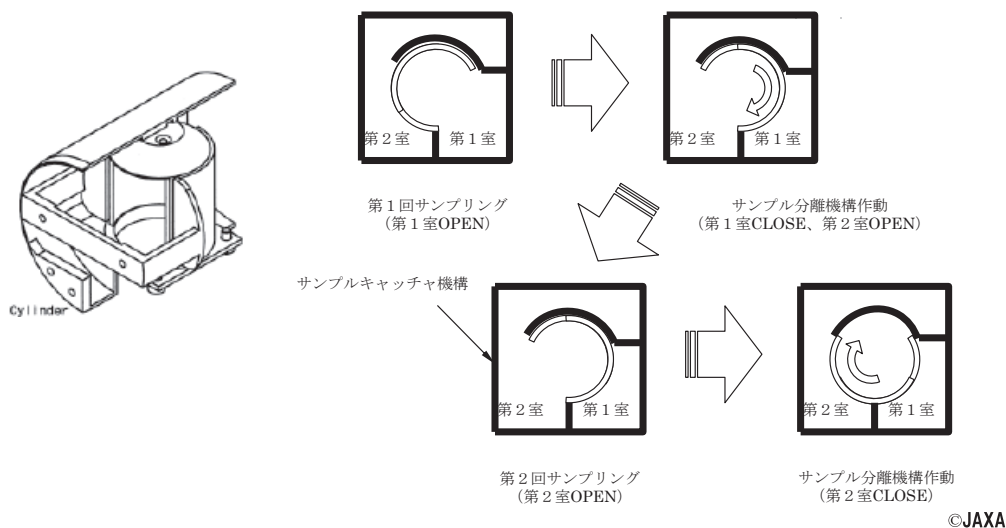
#### ② サンプル分離機構

サンプル分離機構は，捕集したサンプルをサンプルキャッチャ機構内で 2 室に個別に捕集できる機能を有する。サンプル分離機構の主要部材はアルミ合金製であり，回転チューブ，回転部受台，NEA，回転用ねじりばねなどで構成される。

図—7 に示す通り，2 回のサンプリングにより捕集されるサンプルを個別に格納できるよう，回転分離動作が 2 回行える構造となっている。回転角度は計 240° (120° × 2 回) である。

回転チューブは下部に回転台が取り付けられ，その内部に装着されたねじりばねにより回転駆動力が与えられ，上部に取り付けられたキャッチャ回転筒を回転させる。

回転駆動力の保持／解放には NEA が使用され，計 2 台搭載される。

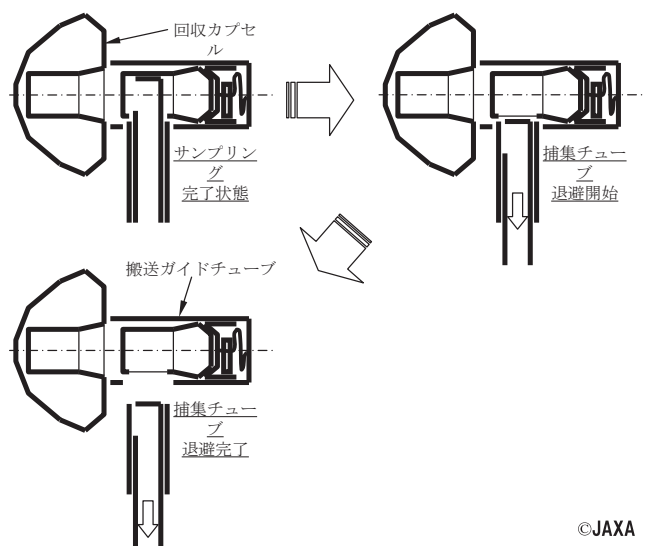


図一七 サンプルキャッチャ及びサンプル分離動作概念図

### ③ サンプル捕集チューブ退避機構

サンプル捕集チューブ退避機構は、サンプル捕集後カプセルへの搬送動作が可能となるよう、サンプルキャッチャ機構から回転チューブなどサンプル分離機構一式を退避させる機能を有する。サンプル捕集チューブ退避機構の主要部材はアルミ合金製であり、固定チューブ、回転チューブシャッタ、NEA、退避用圧縮コイルばね、ガイドロッドなどで構成される。

サンプリング時、サンプル分離機構一式は回転チューブがサンプルキャッチャ機構の所定位置にセットされるよう、NEAを介してサンブラ本体に保持固定される。サンプリング終了後はNEAを作動させることにより、サンプル分離機構一式はガイドロッド外周に設置された圧縮コイルばねにてサンプルキャッチャ機構から離れ、下部に退避しガイドロッド下部のストッパに衝突し停止する。



図一八 サンプル捕集チューブ退避動作概念図

回転チューブ外周には、チューブ出口からのサンプル漏洩防止のシャッタ機構が取り付けられる。本機構は上記の退避動作に伴い、圧縮コイルばねにより回転チューブ出口を閉塞する構造となっている。図一八に、サンプル捕集チューブ退避動作概念図を示す。

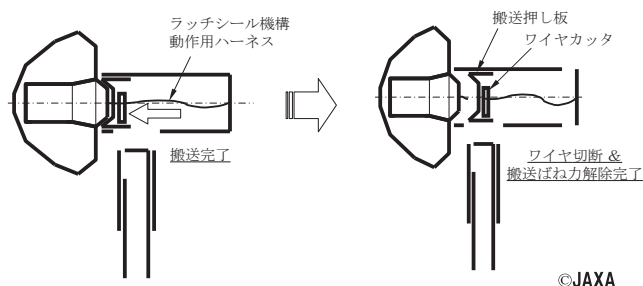
### ④ サンプル搬送機構

サンプル搬送機構は、サンプリング後サンプルをサンプルキャッチャ機構とともに回収カプセル内に搬送し、かつ搬送後カプセル分離に影響をおよぼさないよう、搬送ばね力を解除できる機能を有する。サンプル搬送機構は構体取付フランジ、搬送ガイド、搬送押し板、NEA、圧縮コイルばね、ラッチ部保持機構、搬送ばね力解除機構などにより構成される。

主要部材はアルミ合金製であるが、構体取付フランジなど一部の部品については、軽量化の目的によりマグネシウム合金が使用される。

サンプリング時、サンブラキャッチャ機構およびラッチ・シール機構は、搬送ガイドにヒンジ結合されたトリガおよびワイヤロープによりサンプリング位置に保持される。サンプリング後、NEAを作動させワイヤロープの拘束を解除することにより、これら機構一式は圧縮コイルばねによりカプセルまで搬送され、カプセル内コンテナシール面で停止する。

搬送ばね力解除機構は、カプセルへの搬送後、カプセルに残留する搬送ばねによる押付け力を解除する機能を有し、NEA、ワイヤロープおよびブッシュロッドにより構成される。カプセルへの搬送終了後NEAを作動させ、ワイヤロープの拘束を解除することにより、搬送押し板を搬送ガイドカバーとともに構体内部側方向に押し出し、カプセルへの押し付け力を解除する。図一八に、サンプル搬送動作概念図を示す。



図—9 サンプル搬送動作概念図

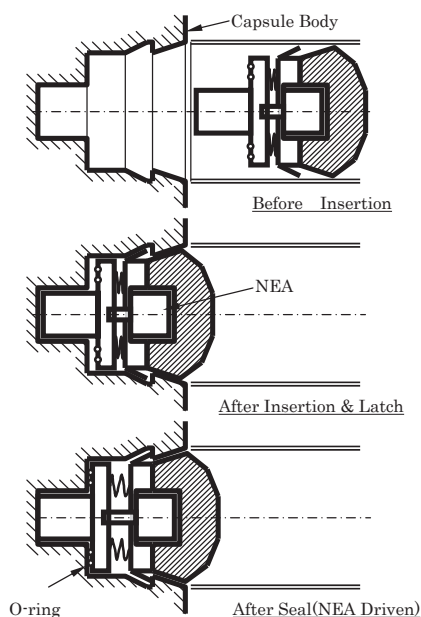
### ⑤ラッチ・シール機構

ラッチ・シール機構は、カプセルへのサンプルキャッチャ機構搬送後、キャッチャ機構を真空コンテナに固定し、かつカプセルが地上で回収されるまでの期間、真空コンテナ内を必要真空度に保持する機能を有する。

ラッチ・シール機構は、ラッチ内蓋、ラッチ外蓋、圧縮コイルばね、サンプルアプレータ、NEA、NEAケーブル切断用ワイヤカッタ、Oリング、真空コンテナなどで構成され、主要部材はアルミ合金およびチタン合金が使用される。

ラッチ外蓋および内蓋は、サンプルキャッチャ機構を保持するとともに、カプセルの地球への再突入時において、真空コンテナの耐熱シールドとなる機能を有する。また、ラッチ外蓋背面にはサンプルアプレータが取り付けられ、再突入時のカプセル内部への熱流入が防止される。

ラッチ外蓋および内蓋は、NEAにより初期結合されておりさらに12個の圧縮コイルばねが外蓋と内蓋



図—10 ラッチ・シール動作概念図

の間に設置される。カプセルへのサンプルキャッチャ機構搬送後、NEAに通電することにより両者間の拘束は解除され、外蓋および内蓋は圧縮コイルばねにより真空コンテナに押し付けられる。ラッチ動作終了後は、カプセルが衛星より分離可能となるようNEAから構体内部へのケーブルは搬送押し板に取り付けられたワイヤカッタにより切断される。

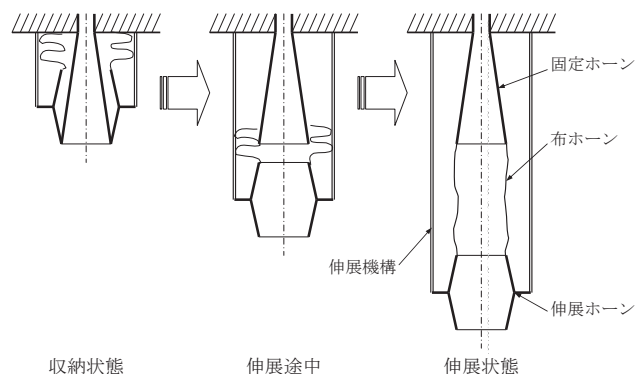
ラッチ機構と真空コンテナのシールは同心円状2重に配置されたOリングゴムにより行われる。Oリング間は、コンテナへの空気透過量を低減させるようポケット部が設置されており、地上での回収までの期間において所定の真空レベルが確保される。図—10に、ラッチ・シール動作概念図を示す。

### ⑥ホーン機構

ホーン機構は、プロジェクトにより小惑星表層から破碎されたサンプルをキャッチャ部へ導き、かつ小惑星タッチダウン時、縦横方向に柔軟に変形できる機能を有する。

ホーン機構は、打上げ時のロケット内設置領域の制約から打上げ時においては衛星下部パネルから全長400mmに収納され、打上げ後は宇宙空間にて全長1,000mmまで伸展する構造とした。ホーン伸展には伸展ストロークを考慮しDHS (Doublereverse Helical Spring) が使用され、同時にタッチダウン時の柔軟変形もDHSの伸縮および曲げにより行われる。

ホーン機構は構体下部パネル外面に設置され、固定ホーン、伸展ホーン、布ホーン、固定式ダストガード、展開式ダストガード、保持解放機構、ホーン伸展機構(DHS)、プロジェクトなどで構成される。主要部材はアルミ合金およびマグネシウム合金が使用される。布ホーン部は耐貫通強度確保のほかタッチダウン時に外力の加わった場合の伸縮性も確保するべく高強度繊維が使用される。図—11に、ホーン伸展動作概念図を示す。



図—11 ホーン伸展動作概念図



表一3 サンプル採取機構の動作履歴

| 動作                | 動作年月                                  | 結果                                           |
|-------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|
| ①ホーン伸展            | 2003 年 5 月 9 日<br>(打上げ直後)             | 正常に動作<br>(リミットスイッチ信号をテレメトリにて確認)              |
| ②サンプル分離           | 2005 年 11 月 26 日<br>(小惑星タッチダウン直後)     | 正常に動作<br>(リミットスイッチ信号をテレメトリにて確認)              |
| ③サンプル捕集チューブ<br>退避 | 2007 年 1 月 18 日                       | 正常に動作<br>(リミットスイッチ信号をテレメトリにて確認)              |
| ④サンプル搬送           | 2007 年 1 月 18 日                       | 正常に動作<br>(リミットスイッチ信号及びカプセル温度変化をテレメトリにて確認)    |
| ⑤ラッチ・シール          | 2007 年 1 月 18 日<br>2010 年 6 月 (地球帰還後) | 正常に動作<br>(カプセル温度変化をテレメトリにて確認。また地球帰還後の状態にて確認) |
| ⑥搬送ばね力解除          | 2007 年 1 月 18 日                       | 正常に動作<br>(リミットスイッチ信号をテレメトリにて確認)              |

3. 軌道上での作動実績

表一3に、打上げ後のサンプル採取装置の作動実績を示す。

いずれの動作もすべて正常に行われたことが確認され、サンプル採取機構としては100%の成功を収めた。また、地球帰還後に回収されたサンプルキャッチャから採取された約1,500個の微粒子については、2010年11月16日にイトカワ起源のものと正式に発表され、はやぶさは与えられたミッションを完遂した。これら微粒子の分析により、今後惑星形成と進化の解明が期待されている。

4. おわりに

- (1) 小惑星探査機はやぶさに搭載されたサンプル採取機構の開発を行った。
- (2) サンプル採取機構は、軌道上で所定の動作を正常

に行い、小惑星から微粒子を採取しカプセルに格納したことが確認された。

- (3) 本機構の高い動作信頼性が実証されたことにより、今後同種の小惑星探査ミッションへの適用が期待されている。

J|C|M|A

《参考文献》

- 1) 藤原他. 無重力環境下での試料採取の技術の開発. 宇宙環境利用に関する公募地上研究. 平成10年度 研究成果報告書.
- 2) 藤原顕, 矢野創. 「はやぶさ」に搭載された小惑星試料採取機構. 日本航空宇宙学会誌, 53 (620), 2005, P264-271.

【筆者紹介】

矢島 暁 (やじま さとる)  
住友重機械工業(株)  
量子機器事業部 設計部 粒子線グループ  
課長



ずいそう

## 柔道から教わったこと

上野雅恵



現在、私は三井住友海上女子柔道部コーチをさせていただいています。コーチになって経験は浅いですが選手の時とは違う難しさがあり、色々と考えさせられることが多いです。

私は2008年3月に選手を引退しました。選手時代は、ミュンヘン、大阪での世界選手権で2回優勝、そしてアテネオリンピック、北京オリンピックで2回優勝し、多くの国際大会の試合が良い思い出です。

私が柔道を始めたのは6歳のときです。きっかけは両親が柔道をやっていて、毎日道場に通っていました。「とても面白いから」とか「好きだから」とかではなく、半強制的でした。毎日柔道漬け、しかも父はスパルタ！もう毎日の生活サイクルの一部でした。そこでやってきたこと、教えられたことは、私の柔道人生の基盤です。勝つことは当たり前、そして良い試合内容でないと大会会場で怒られました。

高校まで北海道の旭川で過ごし、一番良い成績が全国高校選手権2位でした。人より何が優れているとか特になかったのですが、今の当社柔道部監督に声をかけていただき、上京することを決意しました。実業団で柔道をする、しかも東京に一人で行くなんて田舎娘にはとても恐ろしいことでした。祖母も、東京は悪い人がたくさんいるから、道に迷ったら警察の人に聞きなさいと言われてました。18歳から社会人となり、やはり実業団の世界の厳しさ、大人の世界の厳しさを感じました。しかし、たくさんの技を習得したり、世界で活躍する先輩方を身近で見て感動したり、世界チャンピオンになりたいという目標ができました。また、両親がもの凄く熱心に色々な大会の応援に駆けつけてくれました。

世界選手権初代表になったのは1999年バーミンガム世界選手権です。そのときは5位でした。2000年シドニーオリンピックに出場、初めてのオリンピックは自分のプレッシャーで体重が落ちすぎてしまい、スタミナ切れで3回戦敗退。その後、もう畳にあがるのが怖くて嫌になりました。気持ちを入れ替え、臨んだ2001年ミュンヘン世界選手権で初優勝しました。

そして2003年大阪世界選手権で優勝、2004年アテネオリンピックで念願の金メダル獲得、すごく嬉しかったのと同時にこれで引退を考えていました。周りの人たちにもう少し出来るのではないかと問われ、何となく身の入らない練習をしていて2005年カイロ世界選手権は初戦で負けてしまいました。日本に帰り、テレビ放映で自分の試合を見ました。情けなく恥ずかしい試合をしてしまい両親にも申し訳なかったし、何よりも自分で許せない試合でした。私はこのままでは終われないと、やるなら何が起きても北京オリンピックまでは続ける、最終目標は北京で金メダルをとると腹を決めました。それから、自分の周りのことをすべて見直し、食べ物、自分の使うもの、生活スタイルをすべて良いものに変えました。すると、自分でも無敵なのではないかというほど試合で勝てました。その矢先、肘を脱臼し、すべてが狂い始めました。初めて世界代表から落ち、まさにどん底、苦しい時期が続きました。そういう時に、いつも応援にきてくれる家族、そして本当に心から応援してくれている人たちに支えられました。そして北京オリンピックの代表になり、金メダルを取ることができました。そこに至るまで色んな人たちの協力があり、私の役目は勝つこと、北京オリンピックは支えてくれた人たちと一緒に作り上げてきた集大成でした。平常心であって、闘争心もあり、体を本能にまかせ、自分でも完璧な試合でした。

私が柔道から学んだ事とは、目的を達成する喜び、充実感、そして人の温かさです。毎日、体力的にも精神的にもぎりぎりの状態でした。悔しい、悲しい、死にそうにつらい、普段生活していて感じないことが凝縮された選手生活でした。そして、人は死ぬまで修行なのだと、常に己を尽くしていかなければならないと思っています。今年はロンドンオリンピックがあり、妹の順恵も目指しています。今度は妹が表彰台で国歌を聞けるようサポートし、戦いたいと思います。

ずいそう

## 誰か故郷を想わざる

JASRAC 出 1114994-101

熊谷勝弘



バブル崩壊後失われた10年といわれ、効果的な経済対策もないままさらに10年が過ぎ、政治の弱体化による政権交代もつかの間内政外交ともに世界の嘲笑に甘んじる状態となったところに3.11の東日本大震災が発生しました。

一瞬にして、人々は家族親兄弟姉妹、同胞、家財、田畑とともに故郷を失ってしまいました。

表題は、作詞・西条八十、作曲・古賀政男、唄・霧島昇による昭和15年の大ヒット曲です。

1. 花摘む野辺に日は落ちて  
みんなで肩を組みながら  
唄をうたった帰みち  
幼馴染のあの友この友  
ああ誰か故郷を想わざる
2. ひとりの姉が嫁ぐ夜に  
小川の岸でさみしさに  
泣いた涙のなつかしさ  
幼馴染のあの山この川  
ああ誰か故郷を想わざる
3. 都に雨の降る夜は  
涙に胸もしめりがち  
遠く呼ぶのは誰の声  
幼馴染のあの夢この夢  
ああ誰か故郷を想わざる

奇しくも、霧島昇氏は福島県双葉郡大久村（現いわき市大久町）の出身で、小学校を卒業した後上京し苦学して東洋音楽学校（現東京音楽大学）を卒業、コロンビアに所属し数々の歌史に残る唄を残しました。

いわき市には表題の歌碑が建てられています。

私は、唄を求められる時は必ずこの歌を唄うのが常です。

特に、1番の歌詞“幼馴染のあの友この友”，と2番の“ひとりの姉が嫁ぐ夜に”の節に来るところえきれずに涙してしまう始末です。

昭和20年生まれの私にとっては、物心がつきラジオ以外娯楽のなかったころ巷に流れていた曲でありました。

昭和6年満州事変に始まり、昭和12年支那事変が勃発やがて日中戦争へと拡大し長期化の様相とともに、成年男子の出征が相次ぎ、労働力不足とともに生活物資の困窮に対し昭和13年国家総動員法が発令され、あらゆる物資の生産価格配給と統制が設けられました。

昭和16年大東亜戦争へ突入、広島、長崎と無差別な原子爆弾による悲劇、戦死者約180万人、民間人約40万人の犠牲者を出し昭和20年ボツダム宣言をうけ

敗戦となりました。

ゼロからの復旧復興のもと今日にいたるは記すべくありません。

戦時中、立場はいろいろあったにせよ祖国のため家族のため異国において目的遂行のため従事しておられた多くの人々にとり何時の日か故国故郷に帰ることが最大の希求ではなかったでしょうか。

しかし、ほとんどの方々は二度と故国を踏むこともなく、故郷に帰ることもなく異国に没し、いまだ亡骸も帰ることなく荒野に眠っております。

昭和21年から昭和37年にかけて、ラジオで「尋ね人の時間」が放送されていました。幸い私の家族に尋ね人はいませんでしたが、子供ながら肉親と会えない人々がたくさんおられるのだと聞いていたのを思い出します。

ラジオしか楽しみのなかったころ、落語や浪曲、NHKの新諸国物語に家族で耳を傾けた時代でした。現在のように物の豊かではなかったあの頃のほうが家族愛、躰、礼儀作法、親を想い子を想う心が通っていたと思われます。

途上国をはじめ先進国を巡り歩いた体験から世界広しといえど日本ほど豊かな緑と豊富な水に恵まれた美しい国は他にないと信じております。

津軽弘前は私の故郷ですが、激変し小学校は統廃合でなくなり、中学校の学び舎は昔日の面影もなくなりました。

祖母父母妹と暮らした家屋もなくなり、城下町であった代官町、紙漉町、銅屋町、桶屋町などの風情もすっかり変化しなつかしい思い出をたどるものなど何もない有様です。せいぜい、岩木山と城跡、茂森の寺町ぐらいでしょうか。

それでいながら、青森から奥羽線の各駅停車の列車に乗り、「きたときわ」、「ないじょうし」と過ぎ、津軽平野に岩木山の山影が見えるころ、なぜかあの三味線の音が脳裏に錯綜し、目頭が熱くなり思わず涙がこみあげてきます。

昔の面影もない駅のホームに立つと、父、母が「カッやよく帰ってきたな」と迎えに来ているような錯覚に襲われます。

この度の大震災で全てを失い、且、放射能により帰ることもままならぬ方々に対する言葉もありません。が、故郷とはこの様なものではないでしょうか。

私は、生涯この歌を唄い臉をつむることで父母、はらから、遊び歩いた山川、貧しくも楽しかった住屋を想い果てることにしております。



## JCMA 報告

## 平成 23 年度 (社)日本建設機械化協会 研究開発助成

### 助成対象研究開発 決定のお知らせ

平成 23 年度研究開発助成担当  
技師長 鈴木 勝

#### I. はじめに

(社)日本建設機械化協会は、平成 23 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」は建設事業の機械化を推進し、もって国土開発と経済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 5 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 22 件の中から『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（早稲田大学創造理工学部：助手 亀崎允啓氏）』、『フィードバック変調器による油圧駆動型建設機械の精密位置決めの容易化（神戸大学大学院工学研究科：教授 横小路泰義氏）』、『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）』及び『回転表面波機構を用いた防塵防水型レスキューロボットの開発（東京工業大学大学院理工学研究科：教授 広瀬茂男氏）』の 4 件に対し助成を行うことに決定しました。

なお、研究期間は平成 24 年 1 月以降から平成 25 年 3 月末で、研究開発成果は平成 25 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. 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

早稲田大学創造理工学部 助手 亀崎允啓氏  
本研究では以下の調査、開発および評価を行う。

- (1) 調査 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の必要性を検証する。手動カメラ制御装置によって調整されたカメラ映像とそのときの作業状況を記録しておく。また、その効果の検証として固定カメラと可動カメラでの施工効率などの違いを比較する。
- (2) 開発 (1) の結果から制御に必要な汎用性の高い特微量を抽出し、作業状況に応じて適応的にズーム・アングルを制御する半自動化コントロール手法の試作・実装を行う。
- (3) 評価 実証実験は VR シミュレータを用いて行うこととし、制御対象のカメラは車載カメラ 1 台と環境カメラ 3 台とする。①ズーム・アングル制御なし、②ズーム・アングル他者手動制御、③ズーム・アングル自己手動制御、④ズーム・アングル半自動制御の 4 パターンで作業パフォーマンスの違いを検証する。瓦礫撤去作業などを模したタスクを行い、作業効率（時間）や作業品質（細かさ、過負荷、誤接触など）を評価する。

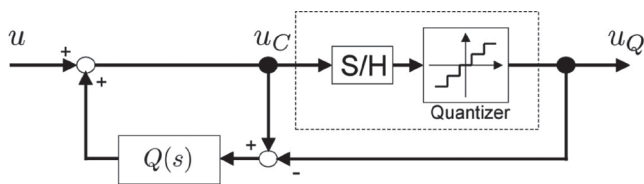
採択理由：次世代の遠隔操作技術開発の基礎となる研究開発であり、新規性及び発展性が特に高いことが評価された。

##### 2. フィードバック変調器による油圧駆動型建設機械の精密位置決めの容易化

神戸大学大学院工学研究科 教授 横小路泰義氏  
本研究では、申請者が開発した不感帯要素モデルを内包するフィードバック変調器を、小型建設機械に実際に適用し、比較的低コストで初心者でも容易に精密位置決めが可能となる建設機械となりうることを検証する。

フィードバック変調器は石川（現在大阪大学）らによって提案された手法であり、本来離散的な出力状態しか取れないアクチュエータ（極端な場合、正方向に

ON, 逆方向に ON, OFF の 3 状態) を疑似的に連続入力として扱えるようにするものである (図—1)。



図—1 フィードバック変調器のブロック図

採択理由：初心者でも精密位置決めが可能となる技術開発として意義が高く、特に発展性が高いことが評価された。

### 3. 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。

採択理由：被災地の補修・復旧に貢献する研究開発として必要性が高いとともに、発展性に優れていることが評価された。

### 4. 回転表面波機構を用いた防塵防水型レスキューロボットの開発

東京工業大学大学院理工学研究科 教授 広瀬茂男氏

回転軸の回転運動によって、その軸のラジアル方向とアクシャル方向への 2 つの波動運動を生成し、それによって回転軸アクシャル方向への波動運動を生成する「回転表面波機構」で推進するレスキューロボットを開発し、これを汚泥が散乱するような劣悪な災害現場での人命救助作業に活用できる実用機とするものである。

採択理由：移動機構として新しい試みであり、必要性の高さが評価された。

J C M A

## JCMA 報告

## 平成 23 年度 建設機械施工技術検定試験 結果報告

試験部

### 1. はじめに

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

この試験は、建設機械運転技術者の操作技能のみを対象とするものではなく、建設工事の機械化施工に必要な土木技術、建設機械の管理技術、さらにこうした技術の熟練度と応用力を兼ね備えた施工技術を対象としている。さらに 1 級（工事現場における建設機械運転技術者の指導監督的な職務に従事する者を対象）及び 2 級（主として熟練度の高い技術者を対象）に分けて試験が行われるとともに、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 23 年度については、6 月 19 日（日）に学科試験（10 会場）、8 月 19 日（金）から 9 月 11 日（日）の間に実地試験（13 会場）を行い、11 月 28 日（月）に実地試験の合格発表を行った。

### 2. 学科試験結果

6 月 19 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 2,861 名  
合格者数 880 名  
合格 率 30.8%

[2 級]

| 区 分   | 受検者数    | 合格者数    | 合格率   |
|-------|---------|---------|-------|
| 第 1 種 | 785 名   | 470 名   | 59.9% |
| 第 2 種 | 4,362 名 | 2,376 名 | 54.5% |
| 第 3 種 | 131 名   | 57 名    | 43.5% |
| 第 4 種 | 470 名   | 232 名   | 49.4% |
| 第 5 種 | 110 名   | 32 名    | 29.1% |
| 第 6 種 | 86 名    | 49 名    | 57.0% |
| 合 計   | 5,944 名 | 3,216 名 | 54.1% |

### 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 19 日（金）から 9 月 11 日（日）の間に実施した。結果は次のとおり（2 級についてはのべ人数）。

[1 級] 受検者数 968 名  
合格者数 877 名  
合格 率 90.6%

[2 級]

| 区 分   | 受検者数    | 合格者数    | 合格率    |
|-------|---------|---------|--------|
| 第 1 種 | 498 名   | 378 名   | 75.9%  |
| 第 2 種 | 2,571 名 | 2,334 名 | 90.8%  |
| 第 3 種 | 56 名    | 45 名    | 80.4%  |
| 第 4 種 | 248 名   | 220 名   | 88.7%  |
| 第 5 種 | 32 名    | 32 名    | 100.0% |
| 第 6 種 | 48 名    | 42 名    | 87.5%  |
| 合 計   | 3,453 名 | 3,051 名 | 88.4%  |

### 4. おわりに

平成 24 年度については 2 月 1 日（水）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 9 日（金）から 4 月 6 日（金）まで受検申込みを受け付け（郵送のみ）、6 月 17 日（日）に学科試験を行う予定である。



## CMI 報告

## JCMAS 油圧ショベル燃費試験 規格の検証

佐藤 充弘・稲葉友喜人

### 1. はじめに

建設機械の低燃費化は、建設施工の地球温暖化対策に欠くことのできない対策である。2000 年、国土交通省と建設機械製造各社は、建設機械の低燃費化に向けて主要 3 機種について燃費試験方法の規格化に着手し、2004 年世界で初めてとなる建設機械の燃費試験方法を(社)日本建設機械化協会規格として規格化（油圧ショベル：JCMAS H020，ブルドーザ：JCMAS H021，ホイールローダ：JCMAS H022，以下これらを「JCMAS 燃費試験」という）した。そして、2011 年 4 月「低炭素型建設機械の認定に関する規程」（国土交通省）が改正され、JCMAS 燃費試験に基づく燃費基準値が盛り込まれた。

JCMAS 燃費試験は、代表的な作業を模擬する動作の試験項目で構成されているが、必ずしも実際の作業燃費と一致するとは限らない。

そこで、建設機械を代表する油圧ショベルについて、JCMAS 燃費試験の燃費データと、実際の工事で稼働しているときの燃費データを比較し、その違いを検証した。

### 2. JCMAS 燃費試験による燃費

#### (1) JCMAS 燃費試験の概要

油圧ショベルの JCMAS 燃費試験は、“掘削・積み込み動作試験”，“ならし動作試験”，“走行試験”，“待機（アイドル）試験”の 4 種類の試験項目で構成されている。4 種類の試験項目には、それぞれの試験項目ごとの結果を一つにまとめるためそれぞれに重み係数が定められており、試験結果を一つにまとめた燃料消費量を「評価値」（kg/標準動作）という。この評

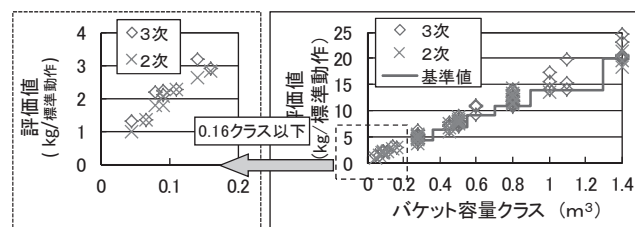
価値は、標準動作速度で模擬作業をした場合の 1 時間当たり消費量を表し、動作が速いほど、時間当たり消費量が少ないほど数値が小さくなる。

#### (2) JCMAS 燃費試験評価値の傾向

##### ①評価値の傾向

油圧ショベルの評価値は、図—1 に示すようにクラスが大きくなるとそれに伴い大きくなる。この傾向は、0.28 m<sup>3</sup> クラス以上では概ねバケット容量に比例している（図—2 参照）。

また、排出ガス 3 次対策型のトップランナーとして設定された「低炭素型建設機械の認定に関する規程」の燃費基準値（表—1 参照）は、2 次対策型を含めてもほぼ各クラスの最小評価値となっていることがわかる。



※「2 次」「3 次」は排出ガス対策次数を示す  
図—1 評価値の傾向と基準値

表—1 油圧ショベルの燃費基準値

| 区 分<br>標準バケット山積容量 (m <sup>3</sup> ) | 燃費基準値<br>(kg/標準動作) |
|-------------------------------------|--------------------|
| 0.25 以上 0.36 未満                     | 4.3                |
| 0.36 以上 0.47 未満                     | 6.4                |
| 0.47 以上 0.55 未満                     | 6.9                |
| 0.55 以上 0.70 未満                     | 9.2                |
| 0.70 以上 0.90 未満                     | 10.8               |
| 0.90 以上 1.05 未満                     | 13.9               |
| 1.05 以上 1.30 未満                     | 13.9               |
| 1.30 以上 1.70 未満                     | 19.9               |

※低炭素型建設機械の認定に関する規程

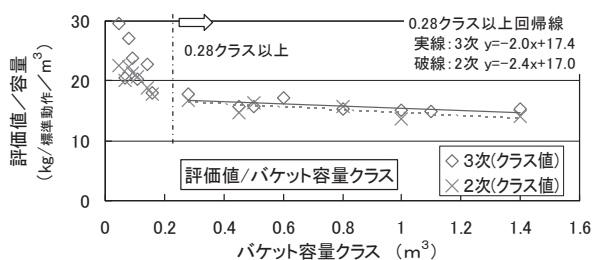
##### ②二つの指標による評価値の傾向

評価値を“バケット容量当たり”と“定格出力当たり”で表したときの傾向を図—2, 3 に示す。

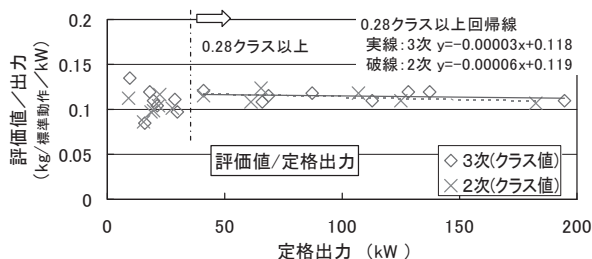
それぞれの傾向は、次のようになっている。

◆バケット容量当たり評価値は、0.28 m<sup>3</sup> クラス以上とそれ未満の小型（0.16 m<sup>3</sup> クラス以下）のクラスでは傾向が大きく異なっている。0.28 m<sup>3</sup> クラス以上では、概ね一定であるが大型化に伴う若干の燃費低減がみられる。それに対し、小型のクラスでは、クラスが小さくなるに従い燃費増加の傾向がみられる。

◆定格出力当たり評価値は、小型を含めて概ね一定となっている。



図—2 バケット容量当たり評価値の傾向



※複数の試験データがあるクラスは平均値，試験データが1台のみのクラスは1台でクラスを代表している。

図—3 定格出力当たり評価値の傾向

### 3. 実作業時の燃費

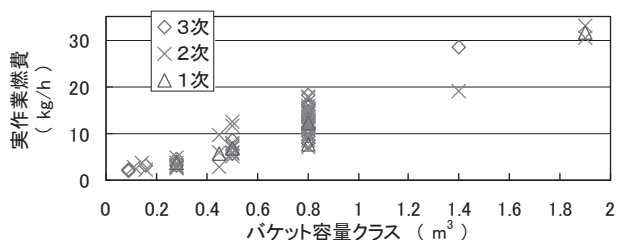
#### (1) 実作業燃費調査の概要

実作業時の燃費は，国土交通省が実施した直轄工事で稼働する油圧ショベルを対象とした調査結果（全82台）を用いた。

燃費は，調査期間中の総給油量を，消費した稼働時間で除算した値である。

#### (2) 実作業燃費の傾向

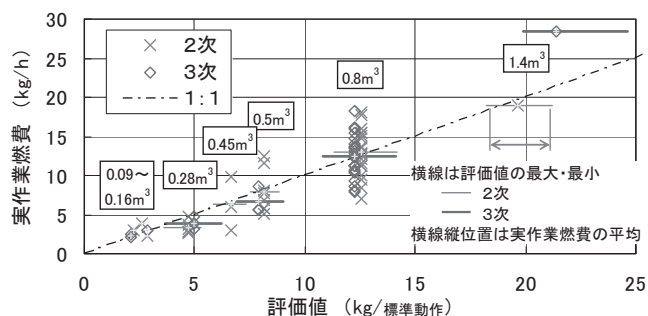
油圧ショベルの実作業燃費は，評価値同様図—4に示すようにクラスが大きくなるとそれに伴い大きくなる。ばらつきは大きいが大まかな傾向としては，評価値と似ている。



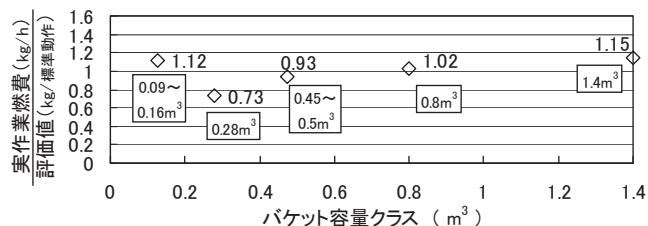
図—4 実作業燃費の傾向

### 4. JCMAS 燃費試験評価値と実作業燃費の関係

図—5は，評価値と実作業燃費の両方のデータがあるクラスについて，評価値と実作業燃費を対比して示したものである。また，図—6は，評価値に対する実作業燃費の比（図—5のデータを用いて算出）を表したものである。



図—5 評価値と実作業燃費の対比



図—6 評価値に対する実作業燃費の比

平均化した評価値と実作業燃費には，次の関係がみられる。

◆油圧ショベルを代表する0.8m³クラスは，良く一致している。

◆0.28m³クラス以上では，0.8m³クラス付近を中心に大きいクラスでは実作業燃費の方が大きく，小さいクラスでは実作業燃費の方が小さくなる傾向がある。

### 5. おわりに

0.28m³～0.8m³クラスに関しては，データの数があるのでそれなりの確かさで検証できたと考えるが，0.16m³クラス以下と1.4m³クラス以上についてはデータを増やして今回の結果を再確認する必要がある。特に，0.16m³クラス以下については，JCMAS燃費試験データそのものが少なく，今後のデータ収集を必要とする。

JCMAS

#### 【筆者紹介】

佐藤 充弘（さとう みつひろ）  
 (株)日本建設機械化協会  
 施工技術総合研究所 研究第四部  
 主任研究員



稲葉 友喜人（いなば ゆきと）  
 (株)日本建設機械化協会  
 施工技術総合研究所 研究第四部  
 技術課長



## 部 会 報 告

## 我が国における締固め機械の変遷（その 5. 平成元年～8 年）

機械部会 路盤・舗装機械技術委員会（締固め機械変遷分科会）

平成元年（昭和 64 年）（1989 年）

酒井重工業(株)

SG150 タンデム振動ローラ 900 kg（写真 5—1）

作業者の負担軽減のため、ハンドガイドクラスでも搭乗可能な振動ローラを開発した。油圧駆動なので発進、停止、加減速が容易に行え、ハンドガイドと同様な運搬が可能である。また、操向装置を設けているので、方向変換が容易である。

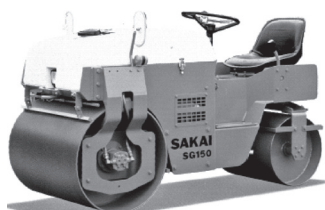


写真 5—1 酒井重工業(株) SG150

三笠産業(株)

MVC-65 プレートコンパクト

69 kg（写真 5—2）

移動の簡便性を図りアスファルト補修工事に便利な固定式水タンクを取り付けたモデルを発表した。



写真 5—2 三笠産業(株) MVC-65

MVH-200D 前後進プレートコンパクト 201 kg（写真 5—3）

MVH-200D には国産の空冷ディーゼル DY30 型を搭載し、油圧によるスムーズな前後進切り替え装置を採用し本格的に発売が開始された。又、国内の他社に先駆け周動部に手が入らない密閉構造も採用された。



写真 5—3 三笠産業(株) MVH-200D

川崎重工業(株)

KV4 II 振動ローラ 4.0 t（写真 5—4）

クラス最大の起振力、締固め幅を有し、ニュートラルスタータ機構の採用と自動振動装置を装備した。



写真 5—4 川崎重工業(株) KV4 II

KV4A II 振動ローラ 4.0 t（写真 5—5）

両輪駆動／前輪振動でアーティキュレート方式を採用しクラス最大の締固め幅を有した。後車輪の駆動チェーンはグリース封入式のオイルシールドチェーンを採用し、自動振動装置も装備した。



写真 5—5 川崎重工業(株) KV4A II

K20 II タイヤローラ 8.5～20 t（写真 5—6）

タイヤのスリップを抑制する TPD（トルクプロポーションングディファレンシャル）・オービットロール方式のステアリングシステムを装備した。電動式ポンプによるタイヤ散水で散水コックは運転席で操作可能であった。前輪揺動機構を有し、キャノピは FRP 製を装備した。エンジンフードはフルオープン式であった。



写真 5—6 川崎重工業(株) K20 II

日本ボーマク(株)

BW161AD, BW202AD センターアーティキュレートタンデム振動ローラ 重量 8.0, 12 t（写真 5—7）輸入販売を開始した。

ドラム幅が広い為、端部の転圧を容易に出来る様、座席、ハンドル共に 2 個装備した。また曲線走行時に内輪差での縁石への乗り上げ及び損傷を防止する様、前後輪をオフセットシクラブ走行出来るようにした。



写真 5—7 日本ボーマク(株) BW161AD

BW110A, AC 振動ローラ 重量 2.65, 2.5 t（写真 5—8）国内生産機を販売開始した。

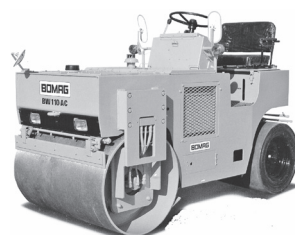


写真 5—8 日本ボーマク(株) BW110AC



前輪、駆動振動の一体型フレーム構造であり、広いベンチシートと、前後進レバーは左右の両側に装備され、端部の転圧がし易くなった。

平成2年(1990年)

ダイナパック建機(株)

CP201W タイヤローラ 8.5～20t (写真5—9)

スラントノーズによって良好な前方視界を確保し、フレーム下部側面をテーパ状に絞り込み後外側輪の視認性を向上させた。耐候性に優れた樹脂製キャノピーを採用。主要機器や基本構造は前モデルのCP20Wと変わりないが、視認性の向上により運転者が主体的に安全確保できる事が好評であった。



写真5—9 ダイナパック建機(株) CP201W

CC211 タンデム振動ローラ 8.0t (写真5—10)

散水装置は前後に分割配置された相互バックアップ方式で、一方のポンプが不調でも散水が行なえるようになっていた。また運転者が着座位置から散水状況を視認できるようになっていた。オプションのキャabinはROPS対応だった。



写真5—10 ダイナパック建機(株) CC211

CA251D 土工用振動ローラ 10t (写真5—11)

2段振幅切替式で幅広い施工に対応できた。振動装置は鉄輪の左右に独立したカートリッジ式で潤滑油量を少なくでき、整備性が高い一方で損傷時の修理コストも高額であった。



写真5—11 ダイナパック建機(株) CA251D

三笠産業(株)

MT-68SGK ランマ 75kg (写真5—12)

MT-65型→MT-65A型、そしてMT-68型へモデルチェンジしたオイル潤滑式ランマは、夜間工事や住宅密集地での工事等の要求に応える為に、MT-68型を更に変更し重量75kgの低騒音型ランマMT-68SGKとして発売。消音タイプのMT-68SS、67kgとともに、

ウレタンフートを備え現代の低騒音化の流れに先鞭をつけるモデルとなった。エンジンの機関音は消音カバーや大型マフラーにより低減し、フート打撃音は特殊なウレタン製フートで作業騒音を飛躍的に低減し、その概念はMT-72SGK型或いはMT-55L-SGKに引き継がれる。



写真5—12 三笠産業(株) MT-68SGK 低騒音型

川崎重工業(株)

KV10II 振動ローラ 10.3t (写真5—13)

全油圧駆動方式と強力な振動機構を有した。自動振動装置を装備し、TPDも採用した。



写真5—13 川崎重工業(株) KV10II

K20WII タイヤローラ 8.75～20t (写真5—14)

K20IIにワイドタイヤを装備するタイヤローラである。



写真5—14 川崎重工業(株) K20WII

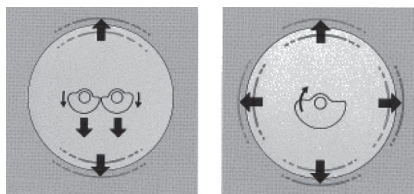
SD450型 振動ローラ 10.2t (写真5—15)

ダム建築等に用いられる、RCD工法の使用機材の老朽化に伴うローラの開発要請に応え開発された。今開発に当たり、低速安定性の要求が盛り込まれ、2軸偏心による垂直振動機構を採り入れ、上記要求に応えた。本機の主な構造、特長は、他の同クラスの機械と比べ最小回転半径が小さく、その垂直振動により、抜群の直進走行性能を実現した。また、座席が回転するので、長時間作業の疲労の軽減に寄与した。



写真5—15 酒井重工業(株) SD450

通常、振動ローラの振動機構は、全遠心方向に力が作用するのに対して、垂直振動タイプはロールに組み込んだ二軸の振動機構により、垂直方向の振動だけが発生する構造である。従って、転圧に最も有効な垂直方向の力だけが締め固め材料に作用するため、より深くまで締め固めることが可能で、作業効率が向上する。また、前後方向の力が相殺されるので、有害な振動が車体に伝播しないので、一般振動に比べ走行安定性、起振力増加が可能となる(図5—1)。



垂直振動

一般振動

図5-1 振動機構図

川崎重工業(株)

KV7AⅢ 振動ローラ 7.0t (写真5-16)

クラス No.1 の車両重量を有し、前後輪独立散水回路を採用した。振動、間欠散水はマイコンでコントロール出来、電気制御によるアクセルコントロールを装備した。クラス No.1 の最高速度・登坂能力を有し、自動振動装置も装備した。



写真5-16 川崎重工業(株) KV7AⅢ

平成4年(1992年)

酒井重工業(株)

HV201～501 ハンドガイド振動ローラ 510～780kg「ふみ丸シリーズ」(写真5-17)



写真5-17 酒井重工業(株)

HV型ハンドガイド振動ローラのフルモデルチェンジとして開発。「人と環境に優しく」をコンセプトに、カラーリング、デザイン、機能性、操縦性を大幅に向上させた。

その主な構造、特長は、

- (1) 樹脂コーティングハンドル、ゴム製グリップにより、冬期の寒さ対策を改善。
- (2) 両サイドには凸部がないため、壁際の施工が容易。
- (3) カーブクリアランスが大きいので、縁石際の施工が容易。
- (4) 油圧モータダイレクト駆動を実現し、滑らかな発進・停止が可能。
- (5) 散水パイプ、タンクは樹脂性を装備し、散水時の目詰まりを大幅改善。

三笠産業(株)

MRX-440P, 440 振動ローラ 1,775kg (写真5-18)  
搭乗型モデルとしてグリ石転圧用のMRX-440Pと路盤舗装用転圧機としてMRX-440を発表。振動数3,000vpmで4,500kgの起振力を有している。



写真5-18 三笠産業(株) MRX-440P, MRV-440

MVC-90RB プレートコンパクタ 160kg (写真5-19)

MVC-90Rは重量問題から吊り上げフックを標準に装備しモデル名もMVC-90RBと変更した。



写真5-19 三笠産業(株) MVC-90RB

川崎重工業(株)

KV4AⅢ 振動ローラ 4.0t (写真5-20)

低騒音型建設機械で、両輪駆動、前輪振動である。アーティキュレート方式を採用するとともに、大容量300リットルの水タンクと水中ポンプによる散水装置を装備した。散水は間欠散水を標準装備とした。クラス No.1 の最高速度、クラス最大の締固め幅を有した。後車輪の駆動チェーンにグリース封入式のオイルシールドチェーンを採用し、自動振動装置も装備した。



写真5-20 川崎重工業(株) KV4AⅢ

(株)明和製作所

MG-75S ハンドガイド振動ローラ 750kg (写真5-21)

夜間工事等の騒音低減に対応すべく、エンジンに大型マフラーを装備し、エンジン、油圧ポンプ類を完全にカバーリングしたMG-7の防音型タイプのハンドガイド振動ローラである。

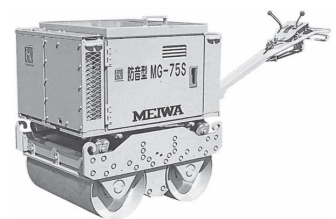


写真5-21 (株)明和製作所

MG-75S

平成5年(1993年)

ダイナバック建機(株)

CC142C コンバインド振動ローラ 4.0t (写真5-22)

散水装置はタンクから継手・ポンプに至るまで



写真5-22 ダイナバック建機(株) CC142C



樹脂や合金製で防錆対策されていた。当機種の他に2.5tの転圧幅違いが2機種、同じくタンデム3機種、計6機種があった。エンジンは空冷ディーゼルが搭載されており、騒音値は低いものの音質がうるさく不評であった。

CP201WT タイヤローラ 8.5～20t (写真5—23)

CP201W にトルコン付きパワーシフトトランスミッション(T/M)を搭載、自動ロックアップ機構により坂路での操作応答性を向上させた。機械式T/Mから全油圧式への過渡期のモデルであり、当機種の排ガス対応後継機CP202WT(平成9年(1997年))以降トルコン搭載機は無くなっている。

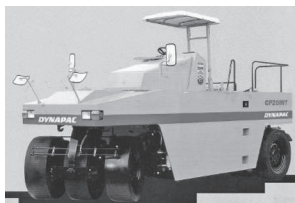


写真5—23 ダイナバック建機(株) CP201WT

(株)明和製作所

KP-3 長方形平板型プレートコンパクタ 33 kg (写真5—24)

伸縮可能なスライド式1本ハンドルで操作性が良く、ハンドルを倒せばガードレール下の作業も可能な、小回りのきく軽量タイプのプレートコンパクタである。



写真5—24 (株)明和製作所 KP-3

日本ボーマク(株)

BW115AC, AD 振動ローラ 重量2.53, 2.9t (写真5—25) 国内生産機を販売開始した。

カリフォルニア州のCARB規制を完全にクリアするクリーンエンジンを搭載、更に超低騒音型建設機械に指定された振動ローラである。



写真5—25 日本ボーマク(株) BW115AC

平成6年(1994年)

三笠産業(株)

MVC-40R プレートコンパクタ, 75 kg (写真5—26)

MVC-90RBの姉妹機として、更に汎用性を求めインターロッキングブロック専用機としてMVC-40Rを追加発表した。

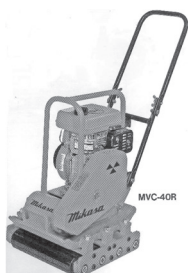


写真5—26 三笠産業(株) MVC-40R

(株)明和製作所

MG5-10M 2輪簡易搭乗型振動ローラ 1,050 kg (写真5—27)

MG5-10のレバーによる操向方式を丸ハンドル(ステアリングホイール)方式に変更したパワーステアリング付の後輪ステアリング式ローラである。座席はMG5-10同様に着脱式になっている。

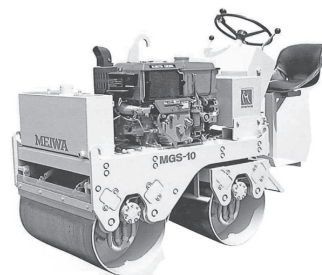


写真5—27 (株)明和製作所 MG5-10M

MS-5, 5E ハンドガイド振動ローラ 520, 530 kg (写真5—28)

油圧モータをロール内に配置することにより側面にギヤ等の出っ張りのない両サイド転圧形とした。

これにより、方向転換することなく左右の縁石や壁際の踏み残しのない転圧が可能となり作業性が向上した。

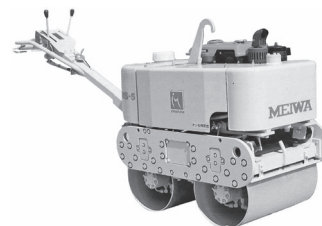


写真5—28 (株)明和製作所 MS-5

RP-5 前後進プレートコンパクタ 58 kg 振動板幅350 mm (写真5—29)

起振機の構造は二軸偏心方式で、二軸の偏心体でタイミングベルトをスイングする事により、偏心体の位相を変化させ、合成力を前進・後進に発生させる。



写真5—29 (株)明和製作所 RP-5

VP-7R, 8R 正方形箱型プレートコンパクタ 126, 133 kg ロール幅480 mm (写真5—30)

インターロッキングブロック施設専用開発されたプレートで振動板下に硬質ゴム製ロールを4本連結することで、ブロック表面にキズをつける事なく、安定して転圧する事ができる。



写真5—30 (株)明和製作所 VP-8R

日本ボーマク(株)

BW3R タイヤローラ 3.0t (写真5—31)

タイヤローラの生産、販売を開始した。アス



写真5—31 日本ボーマク(株) BW3R



ファルト舗装の転圧作業で、2.5t タンデム振動ローラとのセット使用を考えた。前輪の駆動用のタイヤは差動機構を装備しており引きずりを少なくする特徴を有した。

平成7年(1995年)

酒井重工業(株)

SW200, 230, 250 振動ローラ 重量1.33, 1.48, 1.55t (写真5-32)

TW200, 230, 250 振動ローラ 重量1.23, 1.31, 1.38t

SW / TW シリーズの最軽量機として、1tクラスの振動ローラを開発した。本型機は、樹脂タンクや、両輪駆動等他の中大型機と同じ機能、装置を装備しており、小規模舗装から溝埋設工事まで幅広い用途に活躍できる機械となった。



写真5-32 酒井重工業(株) SW250

三笠産業(株)

MVC-60CE プレートコンパクタ 61kg (写真5-33)

欧州安全規格に対応し、周動部に手が入らない密閉構造を採用した。エンジンはロビン EY15D 型を搭載した。



写真5-33 三笠産業(株) MVC-60CE

MVR-65W 前後進プレートコンパクタ 66.5kg (写真5-34)

機械式前後進モデルとして最軽量の MVR-65W を発表。W エアクリーナ方式を採用し、ガードフック上部の一次側クリーナは吸塵場所を上 に 設ける 効果で防塵性を高め、水タンクも装着可能である。



写真5-34 三笠産業(株) MVR-65W

MTR-35 ランマ 38kg (写真5-35)

グリス潤滑式で業界最軽量モデルのランマを発売した。

ロビン EC08GH 型空冷2サイクルエンジンを搭載し、電設工事等の溝工事にも対応できる150mmと100mm幅が用意され、支柱付きフットにより狭く深い溝でも転圧が可能である。



写真5-35 三笠産業(株) MTR-35

MRH-7DS ハンドガイド振動ローラ 730kg (写真5-36)

チェーンによる走行駆動方式を改め、油圧ポンプと油圧モータによる駆動式を採用し、サイドの凹凸を無くしたモデルを発表した。



写真5-36 三笠産業(株) MRH-7DS

(株)明和製作所

RA-60F, 80F ランマ 重量85, 65kg (写真5-37)

RA タイプのランマに4サイクルガソリンエンジンの搭載を開始。従来、ランマには2サイクルガソリンエンジンが搭載されてきたが、ランマ専用の4サイクルガソリンエンジンが開発された事に

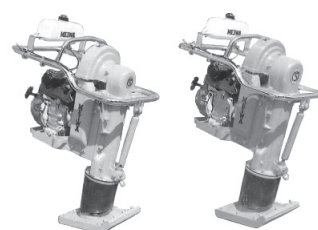


写真5-37 (株)明和製作所 RA-60F, 80F

より RA シリーズ2機種に4サイクルガソリンエンジンを搭載開始した。排ガス対策、エンジンの始動性、省燃費を実現し、混合ガソリンを作る手間も解消された。オプションで騒音対策用として、打撃音を低減させるウレタンフット板を設定する。

日立建機ダイナパック(株)  
(現(株)日立建機カミーノ)

CP03 タイヤローラ 3.0t (写真5-38)

前輪2モータ駆動を採用し油圧デファレンシャル機構がカーブ路面や狭隘現場の転圧に有効であった。



写真5-38 日立建機ダイナパック(株) CP03

平成8年(1996年)

酒井重工業(株)

HV10 ハンドガイド振動ローラ 130kg (写真5-39)

既存ハンドガイド振動ローラとプレートコンパクタの間のクラスをカバーするハンドガイド振動ローラを開発した。本機はハンドルを下げるにより、ガードレール下の転圧が可能である。

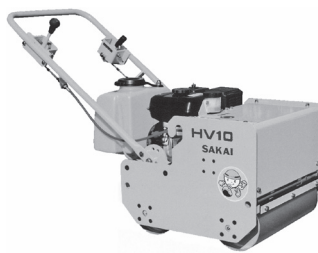


写真5-39 酒井重工業(株) HV10

新キャタピラー三菱株  
(現キャタピラージャパン株)

CS-433C, 563C, 583C  
振動ローラ 重量 7.0,  
11.6, 15.6 t (写真 5—40)

ROPS キャブ, ノースピ  
ンデフが標準装備である。



写真 5—40 新キャタピラー三菱株  
CS-563C

三笠産業株

MT-50W, 63W, 68W, 70W ランマ 重量 54,  
64, 70, 75 kg (写真 5—41)

オイル潤滑式ランマの集大成としてシリーズ化し発  
売開始。ロビン EC12D 型エンジンを新たに加え、世  
界で始めて W クリーナを採用し、クリーナのフィル  
タ効果を高めエンジンライフを飛躍的に高めた。

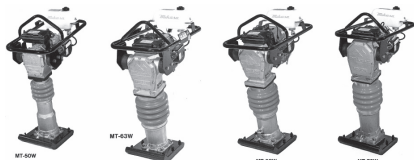


写真 5—41 三笠産業株 MT-50W, 63W, 68W, 70W

MVH-303, 304DS 前後進プレートコンパクタ  
重量 325, 340 kg (写真 5—42)

従来型 MVH-302DSA  
の前後進レバーを油圧で  
補助してスムーズな切り  
替えを可能にしたモデル  
を発表。この頃から日本  
国内でも前後進パイプロ  
が急速に普及し始めた。



写真 5—42 三笠産業株  
MVH-303, 304DS

川崎重工業株

K12II マカダムローラ  
10～12 t (写真 5—43)

第一次排ガス規制対応  
エンジンを搭載した低騒  
音型建設機械である。乗  
降は左右だけでなく前方  
からも可能であり、デ  
ラックスシートを採用しワンタッチ折りたたみ式  
FRP 製キャノピを装備した。



写真 5—43 川崎重工業株 K12II

KV4A, KV4WA, KV3WA コンバインド振動ロー  
ラ 4.0 t (写真 5—44)

第一次排ガス規制対応エンジン搭載した低騒音型建

設機械でもある。

斬新なスタイルと  
カラーリングを有  
し、充実のインス  
トルメントパネル、



写真 5—44 川崎重工業株 KV4WA, KV3WA

FRP 製のフルオープン式エンジンフード、自動振動  
装置を装備した。平坦性向上に向けワイドタイヤの  
KV4WA も設定した。

K20WHA タイヤローラ 9～12 t (写真 5—45)

第一次排ガス規制対応  
エンジンを搭載した低騒  
音型建設機械である。斬  
新なスタイルで曲面ガラ  
ス採用のピラーレスキャ  
ブを標準装備し低い車体  
と死角の少ないエンジン



写真 5—45 川崎重工業株

K20WHA

フード、リアカバーで広い視野を確保した。後方視認  
カメラ & テレビをオプション設定しハロゲンヘッド  
ランプを採用した。タイヤ散水は「連続散水」と「間  
欠散水」を選択でき、防錆水タンクとステンレス製散  
水パイプ、ハーネスの接続部に防水カバーを採用した。  
(社)発明協会の平成 8 年 (1996 年) 度近畿地方発明表  
彰発明奨励賞「タイヤローラ (意匠)」受賞。日刊工  
業新聞社 第 25 回機械工業デザイン審査委員会特別賞  
を受賞した。

(株)明和製作所

RTd-45F, RTc-65F ランマ  
重量 50, 70 kg (写真 5—46)

RA シリーズに続き、RT シ  
リーズに 4 サイクルガソリンエ  
ンジンを搭載し販売開始した。

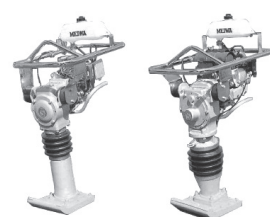


写真 5—46 (株)明和製作所  
RTd-45F, RTc-65F

日立建機ダイナパック株

CC122C II コンバインド振動ローラ 2.5 t (写真  
5—47)

前モデル CC122C の  
国産水冷エンジン搭載モ  
デル、排ガス規制対応に  
加え超低騒音型であっ  
た。前モデル同様、重量・  
サイズ別 3 機種のコンバ  
インドとタンデムで 6 機  
種のラインナップがあっ  
た。



写真 5—47 日立建機ダイナパック株  
CC122C II

CP202 タイヤローラ 8.5 ～ 20 t (写真 5 — 48)  
 前モデル CP201 の排ガス対応モデルチェンジ機, 以降のタイヤローラは全てワイドタイヤ化されたため, 標準タイヤ前 4 本・後 5 本のモデルは当機種が最後となる。



写真 5—48 日立建機ダイナパック(株)  
CP202

日本ボーマク(株)  
 BW61K, Y, KS, YS  
 ハンドガイド振動ローラ  
 560 kg, S: スタータ付  
 580 kg (写真 5 — 49)



写真 5—49 日本ボーマク(株)  
BW61 型

両サイドのオーバーハングが小さく, 障害物ギリギリまでの転圧作業が出来た。油圧駆動でしかも安全で使いやすい機械である。エンジンはクボタ, ヤンマーの 2 種類から選択出来た。

BW131ACW, AD  
 ワイドタイヤ, コンバインド振動ローラ 3.6 t,  
 タンデム振動ローラ 4.0 t (写真 5 — 50)



写真 5—50 日本ボーマク(株)  
BW131ACW

コンバインド振動ローラにはタイヤの差動機構がついておりアスファルトの仕上げ作業に適していた。

BPR25/40, 30/38D,  
 40/45D, 50/52D,  
 75/60D 前後進プレート  
 コンパクト 重量  
 124, 232, 342, 446,  
 643 kg (写真 5 — 51)



写真 5—51 日本ボーマク(株)  
BPR40/45D

ガス, 水道管, 光ケーブル等, 埋設後の転圧に

最適で, 作業の能率を向上させた。市街地のインターロッキングブロックの施工用にはプラスチックプレートを使用した。

=====トピックス=====

平成 6 年 (1994 年)

日本ボーマク(株)

BC601RB レフューズコンパクター 32.0 t (写真 5 — 52)



写真 5—52 日本ボーマク(株) レフューズコンパクター BC601RB

日本市場へ導入, ボーマク独特のバックルホイールは, ゴミの転圧に優れた性能を発揮し世界の最終処分場で活躍しています。

=====

次号では, (その 6, 平成 9 ～ 14 年) を掲載いたします。

J C M A

参考文献

日本建設機械要覧

写真提供

鹿島道路(株)

(株) KCM (川崎重工業)

キャタピラー・ジャパン(株)

コベルコ建機(株)

酒井重工業(株)

(株) 日立建機カミーノ

三笠産業(株)

(株) 明和製作所



|        |                   |        |
|--------|-------------------|--------|
| 04-325 | トンネル用アラミド三軸メッシュ工法 | 三井住友建設 |
|--------|-------------------|--------|

### ▶ 概 要

近年、山岳トンネルの覆工コンクリートの剥落を防止することのみならず、トンネル本体の耐久性を向上させ、建設コストはもちろん、その維持管理、補修まで含めたライフサイクルコストの低減に繋がる新しい技術が求められている。

こうした背景を踏まえ、三井住友建設は“トンネル用アラミド三軸メッシュ工法”を道路トンネルにはじめて適用し、良好な施工性と品質・出来映えを確認した。

“トンネル用アラミド三軸メッシュ工法”は、橋梁やボックスカルバートに数多く採用されている“砂付きアラミド三軸メッシュシート”（写真—1）を山岳トンネル覆工コンクリートに適用したコンクリート剥落防止・高品質化工法である。

山岳トンネルにおいては狭隘空間でのアラミドメッシュシートの確実な取付け方法などのハードルが高く、適用が遅れていたが、実証試験および試験施工により山岳トンネルにおける適用性が確認できた。



写真—1 アラミド三軸メッシュシートの配置状況

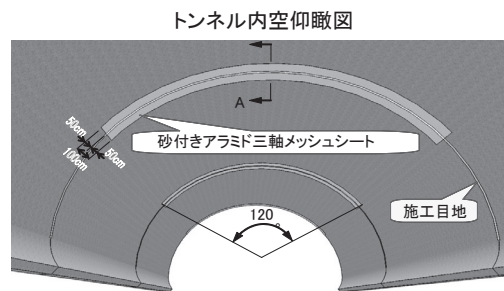
### ▶ 施 工

#### ○施工範囲

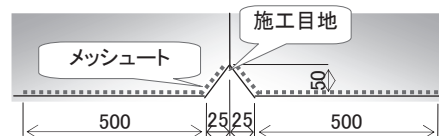
“砂付きアラミド三軸メッシュシート”を覆工コンクリートのひび割れ・剥落が発生しやすい目地部を挟んで幅約1m（片側約50cm）、クラウン部120°の範囲に配置する（図—1）。

#### ○固定方法

“砂付きアラミド三軸メッシュシート”は、移動式型枠（スライドセントル）のセット前やセット後に作業窓等からスキンプレート上に、コンクリート打込み中に移動しないように専用固定治具を型枠表面の穴に差し込みシートを挟み込むように固定する。



A—A断面図



図—1 設置範囲

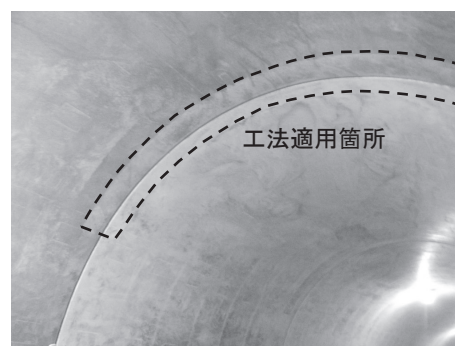
### ▶ 特 徴

#### ○耐久性の向上

“砂付きアラミド三軸メッシュシート”はコンクリートの剥落を防止するだけでなく、コンクリート表面のひび割れ幅も制御できるため、覆工コンクリートの耐久性が向上する。

#### ○コンクリート表面の出来映え

“砂付きアラミド三軸メッシュシート”はコンクリート表面に露出しないため、仕上がりは通常のコンクリート表面と変わらない（写真—2）。



写真—2 コンクリートの表面（打設後2日）  
（目地の両側が適用箇所）

### ▶ 問 合 せ 先

三井住友建設㈱ 土木本部 土木技術部

〒104-0051 東京都中央区佃2-1-6

TEL：03-4582-3060 FAX：03-4582-3217

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈03〉 積込機械

|            |                                      |                 |
|------------|--------------------------------------|-----------------|
| 11-〈03〉-02 | キャタピラージャパン<br>履帯式ローダ<br><br>Cat 973D | '11.7 発売<br>新機種 |
|------------|--------------------------------------|-----------------|

船内荷役やノロ処理現場などで活躍する履帯式ローダで、Cat 973C のフルモデルチェンジ機である。

エンジン出力は、従来機比約 10%アップの 196 kW である。レバーストロークと負荷に応じて吐出流量を自動的に調整し、常に最適な圧力・流量を供給するロードセンシング油圧システムを新たに採用して、生産性と燃費効率を向上している。

キャブ内のスイッチで、積込およびダンプ高さを正確に設定可能なオートマチックキックアウト機能を新たに標準装備している。キックアウト停止位置では停止ショックを低減する油圧クッション機能も備えており、オペレータが受ける衝撃を緩和するとともに荷こぼれも防止する。

エアサスペンションシートを標準装備し、オペレータの体格に合わせて作業ポジションを設定可能なほか、サイドトゥサイドアイソレータが横方向の振動を吸収し、作業中にオペレータの体を保持して疲労軽減に効果を発揮する。更に、密閉加圧式キャブ、高弾性キャブマウント、吸音材等により振動・騒音を低減し、より静かで快適なオペレータ環境を実現している。

大型着色フロントガラスを採用し、目に優しく広々とした作業視界を実現している。また、後方視界も改良したことで、リッパ（オプション設定）装着時の後方作業視界も向上している。

30 度（最大 90 度）チルト可能なチルト式キャブの新採用により、簡単かつ安全に油圧システムやパワートレインへのアクセスが可能である。日常の点検箇所を地上からのアクセスが可能な車両左側に集中配置しており、日常のメンテナンスが容易に行える。

多様な用途に対応するため、各種コンポーネントガード、密封式アンダーキャリッジ、各種ヒートシールド等を装備したスチールミル（製鉄所）仕様、各種高強度ガード、各種異物バリア、プレクリーナ等を装備した産廃仕様をオプション設定している。

表一 1 Cat 973D の主な仕様

|             |                              | 973D                |
|-------------|------------------------------|---------------------|
| バケット容量      | (m <sup>3</sup> )            | 3.2                 |
| ダンピングリーチ    | (m)                          | 1.19                |
| ダンピングクリアランス | (m)                          | 3.015               |
| 運転質量        | (t)                          | 28.5                |
| 定格出力        | (kW/(ps)/min <sup>-1</sup> ) | 196 (267)/1,900     |
| 最高走行速度      | (km/h)                       | 11.0                |
| 全長×全幅×全高    | (m)                          | 7.475 × 2.91 × 3.51 |
| 価格          | (百万円)                        | 40.24               |



写真一 1 キャタピラージャパン Cat 973D 履帯式ローダ

問合せ先：キャタピラージャパン

人事企画室 広報グループ

〒 158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

▶ 〈10〉 環境保全およびリサイクル機械

|            |                          |                  |
|------------|--------------------------|------------------|
| 11-〈10〉-01 | ウエダ産業<br>BT-120 バケットチッパー | '11.09 発売<br>新機種 |
|------------|--------------------------|------------------|

平成 20 年～22 年度にかけて NEDO より新エネルギーベンチャー技術革新事業として開発テーマ「パワーショベルアタッチメントによる間伐材、倒木及び竹の処理システムの技術開発」について当社は研究委託を受け、3 年間に亘る研究の末、平成 23 年 3 月末に開発した。

竹林や山林などで発生する廃材の発生現場でパワーショベル等に装着し、可搬式で、竹や木材などを長尺形状のまま投入し粉末状もしくはチップ状に二次破碎を行う新型アタッチメントである。

新方式により、全国の建機レンタル会社に在庫するパワーショベルを用いて、破碎対象物を発生現場で安価に、且つ、大量に生産することを可能とした。

破碎装置の本体とホッパーとが分離式となっており、ホッパーのみを取りはずした状態でパワーショベルを輸送可能である。

破碎方式は送りローターと破碎ローターとで構成され、過負荷防止のため、破碎ローターの回転数に応じて送りローターの速度を変化させる制御装置を装備している。破碎刃は交換可能のボルト止めとし、刃先端は磨耗してきた場合、肉盛りグラインダー研磨補正することによって再使用が可能である。

送りローターは油圧シリンダで上下に揺動でき、径の大小に加えて、不揃いな材料形状のものであっても効率よく破碎ローター側に送り込める。

運転席から見て反対側に投入口を設置、運転席側への飛散物の危険をできるだけ少なくしつつ、破碎物は運転席から見える場所で排出される。

破碎サイズはメッシュで選択可能であり、送りローターの速度調整により、粉状から 50 mm まで破碎サイズを選択できる。

## 新機種紹介

表一 2 BT-120 ほかの主な仕様

|                  | BT-70   | BT-120  | BT-200  |
|------------------|---------|---------|---------|
| 取付パワーショベルクラス (t) | 6 ~ 12  | 10 ~ 20 | 20 ~ 25 |
| 機械質量 (t)         | 1.1     | 1.5     | 3       |
| 破碎ローター径 (Φmm)    | 600     | 660     | 660     |
| 破碎最大径 (Φmm)      | 200     | 300     | 300     |
| 油圧 (Mpa)         | 27.4    | 31.4    | 31.4    |
| 投入口サイズ (mm)      | 400×200 | 600×400 | 930×400 |
| メッシュサイズ (mm)     | 10 ~ 50 | 10 ~ 50 | 10 ~ 50 |
| 処理能力 (t/h)       | ~ 2     | ~ 3.7   | ~ 6.2   |
| 価格 (百万円)         | 6       | 9       | 13      |



写真一 2 ウエダ産業 BT-120 バケットチッパー

問合せ先：ウエダ産業(株) 営業部  
〒 567-0868 大阪府茨木市沢良宜西 4-3-3

## ▶ 〈14〉維持修繕・災害対策用機械および除雪機械

|            |                                  |                  |
|------------|----------------------------------|------------------|
| 11-〈14〉-02 | やまびこ<br>LED バッテリー投光機<br>SL420LBG | '11.06 発売<br>新機種 |
|------------|----------------------------------|------------------|

夜間の工事やトンネル工事などで使用される 4 灯式の LED バッテリー投光機である。バッテリー発電機で稼動するので、CO<sub>2</sub>、騒音、振動が発生しないため、住宅付近での夜間使用や換気が難しい屋内やトンネル、地下鉄内での工事用照明などに適している。

発光効率の高い LED ランプを使用しているため、消費電力は 100 W ながら、250 W の水銀灯 4 灯に相当する明るさである 33,600 ルーメンを発揮する。夕方から翌朝までの連続運転を想定して約 14 時間の連続点灯を可能とした。また、LED ランプの照度を調節する機能を装備しており、最小照度に設定した時は約 28 時間の連続点灯を可能としている。

公共工事等における新技術活用システム (NETIS) にも登録されている。(NETIS 登録番号：CG-100025-A)

表一 3 SL420LBG の主な仕様

|               |                      |
|---------------|----------------------|
| LED ランプ       | 110 W × 4 灯          |
| 全光束 (lm)      | 33,600               |
| マスト材質・段数      | 硬質アルミニウム・2 段         |
| 昇降方式          | 手動ウインチ式 (落下防止付)      |
| 入力電源 (V, kVA) | 単相 100, 1.5          |
| 周波数 (Hz)      | 50/60                |
| バッテリー種類       | メンテナンスフリーバッテリー       |
| 連続点灯時間 (時間)   | (照度最大) 14            |
| 充電時間 (時間)     | 80% 充電：4, 100% 充電：9  |
| 作業時高さ (mm)    | 最小 3260 ~ 最大 2010    |
| 外形寸法 (mm)     | L1105 × W970 × H1890 |
| 質量 (kg)       | 238                  |
| 価格 (百万円)      | 1.6989               |



写真一 3 やまびこ SL420LBG LED バッテリー投光機

問合せ先：(株)やまびこ  
営業本部 産業機械課  
〒 198-8760 東京都青海市末広町 1-7-2



## 建設機械市場の現状

### 1. 建設機械出荷金額推移

2010年度の建設機械出荷金額（内需・外需の合計）は、1兆9,630億円で前年度比56%増加となった。内需は5,110億円で12%増加、外需は1兆4,520億円で81%増加した。その結果、内需、外需、総合計ともに3年振りの増加となった。

内需について製品別に見ると、油圧ショベル 39%増加 [1,380 億円]、ミニショベル 37%増加 [424 億円]、トラクタ 12%増加 [554 億円] となった。

内需全体では12%増加, 上記を含む6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 109%増加 [1,859 億円]、油圧ショベル 101%増加 [6,555 億円]、ミニ油圧ショベル 90%増加 [994 億円] となった。

外需全体では81%増加、上記を含む8機種と補給部品が増加、地域別では全9地域が増加した。

〔表一1〕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）は微減であるのに対して、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想定外の深刻な影響を与えており、建設機械市場においても極めて厳しい環境となり、その結果、2008年度、2009年度と2年連続大幅な減少になった。

こうした中、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、またリーマンショック以降におけるリース・レンタル業を中心とした買い控えの反動から回復基調に転じ、対前年比12%の増加となった。

表一 1 建設機械出荷金額実績 (内需・外需)

|            |     | (百万円)     |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |       | 前年度比 |
|------------|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|------|
|            |     | 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    |       |      |
| 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    | 11.5  |      |
|            | 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   | 109.2 |      |
|            | 計   | 238,162   | 275,202   | 262,512   | 274,449   | 182,353   | 174,863   | 174,587   | 163,848   | 176,071   | 236,342   | 285,628   | 336,799   | 398,988   | 325,337   | 138,508   | 241,229   | 74.2  |      |
| 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   | 274,009   | 295,296   | 197,598   | 99,556    | 138,014   | 38.6  |      |
|            | 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   | 101.0 |      |
|            | 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   | 86.4  |      |
| 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    | 37.3  |      |
|            | 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    | 89.6  |      |
|            | 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   | 70.2  |      |
| 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    | -0.8  |      |
|            | 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    | -1.8  |      |
|            | 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   | -1.2  |      |
| 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    | 29.4  |      |
|            | 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    | 36.9  |      |
|            | 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    | 33.4  |      |
| 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    | -21.9 |      |
|            | 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       | 12.3  |      |
|            | 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    | -20.0 |      |
| 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     | -60.2 |      |
|            | 外 需 | 2,426     | 3,182     | 2,568     | 5,895     | 2,734     | 2,902     | 5,652     | 3,398     | 12,887    | 13,165    | 8,648     | 6,642     | 5,923     | 6,808     | 3,357     | 2,659     | -20.8 |      |
|            | 計   | 61,490    | 68,937    | 66,252    | 59,218    | 42,947    | 41,133    | 34,155    | 35,037    | 47,783    | 33,745    | 26,372    | 20,689    | 13,647    | 18,662    | 18,150    | 8,545     | -52.9 |      |
| 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    | 22,869    | 18,851    | 17,821    | -5.5  |      |
|            | 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     | 20.5  |      |
|            | 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    | -2.4  |      |
| 油圧ブレーカ・圧碎機 | 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     | 29.8  |      |
|            | 外 需 | 5,226     | 6,433     | 8,116     | 8,105     | 8,375     | 7,391     | 6,709     | 7,414     | 8,060     | 9,114     | 11,099    | 13,481    | 15,209    | 11,267    | 6,884     | 10,196    | 48.1  |      |
|            | 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    | 39.3  |      |
| 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    | 47,607    | 53,323    | 55,608    | 47,952    | 31,938    | 35,603    | 11.5  |      |
|            | 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   | 80.4  |      |
|            | 計   | 114,401   | 120,414   | 103,891   | 82,687    | 88,649    | 84,604    | 72,949    | 94,082    | 119,613   | 147,822   | 191,866   | 250,850   | 304,904   | 274,265   | 167,010   | 279,247   | 67.2  |      |
| 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    | 5.0   |      |
|            | 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   | 54.0  |      |
|            | 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   | 29.2  |      |
| 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   | 757,539   | 847,062   | 890,270   | 689,677   | 457,574   | 510,992   | 80.5  |      |
|            | 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 | 80.5  |      |
|            | 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 | 1,222,386 | 1,653,283 | 1,920,687 | 2,300,553 | 2,675,729 | 2,197,078 | 1,262,190 | 1,962,979 | 55.5  |      |

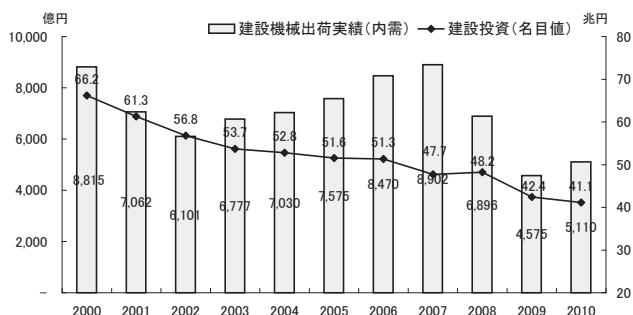
〈参考〉

・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ツシヤ、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

〔図－1〕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。

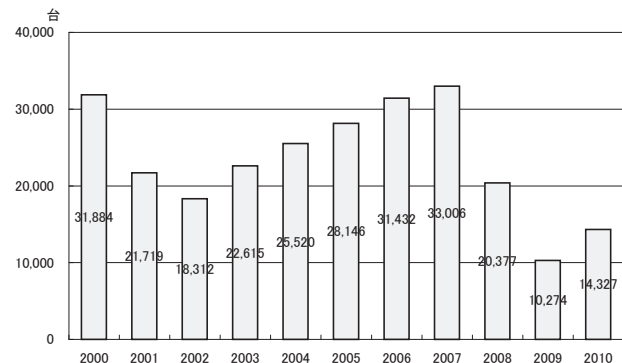


図－1 建設機械出荷実績（内需）／建設投資（名目値）

図－2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〔18千台〕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。

〔図－2〕に「油圧ショベル国内出荷台数」の推移を示す。



図－2 油圧ショベル国内出荷台数

## (2) 海外市場

図－3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。

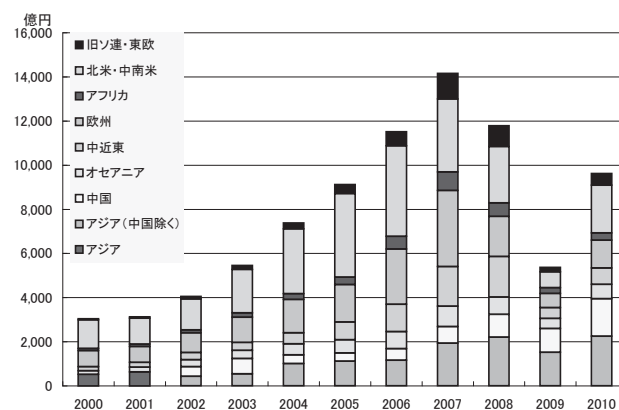
しかし、2008年9月のリーマンショックを発端とする世界同時不況により、2008年度は前年度比17%減少、2009年度は前年度比54%減少と大幅な減少となった。

こうした中、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。

地区別に見ると、北米・中南米199%増加〔2,168億円〕、旧ソ連・東欧161%増加〔532億円〕、欧州97%増加〔1,264億円〕、中国57%増加〔1,698億円〕、中近東50%増加〔746億円〕、中国を除く

アジア48%増加〔2,254億円〕、オセアニア42%増加〔645億円〕、アフリカ26%増加〔324億円〕となった。

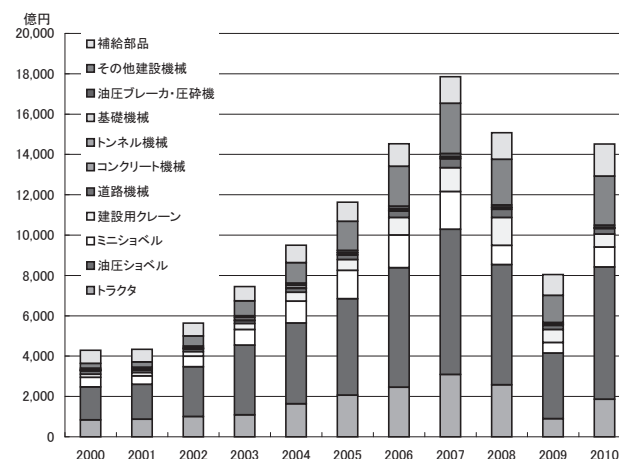
〔図－3〕にコンポーネントを除いた「建設機械完成品地域別輸出金額」の推移を示す。（2002年度より、アジア地区を「中国」と「アジア（中国除く）」に区分した。）



図－3 建設機械完成品地域別輸出金額（コンポーネントを除く）

図－4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、2010年度の総出荷金額は6,555億円と全体の45%を占める。また、トラクタは1,859億円と全体の13%、ミニショベルは、994億円と全体の7%を占める。

〔図－4〕に「建設機械別海外出荷金額」の推移を示す。



図－4 建設機械別海外出荷金額

## 3. リース・レンタル動向

2010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（主要5製品）は39%と前年度比4%増加となった。これは、上記2-（1）に記載のとおり、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

統計

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    |
| 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  |
|            | リース・レンタル | 25,182    | 30,570    | 22,677    | 17,921  | 16,922  | 16,474  | 18,089  | 13,177  | 12,070  | 13,163  | 13,864  | 20,157  | 20,068  | 15,507  | 7,063   | 9,564   |
|            | 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  |
| 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  |
|            | 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  |
|            | 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 |
| 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  |
|            | 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  |
|            | 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  |
| 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  |
|            | 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  |
|            | 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  |
| 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  | 20,250  | 16,429  | 15,780  | 15,780  | 14,990  | 12,573  | 10,849  | 15,480  |
|            | 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   |
|            | 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  |
| 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   |
|            | 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   |
|            | 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  |
| 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   |
|            | 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   |
|            | 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   |
| 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  |
|            | 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   |
|            | 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  |
| 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   |
|            | 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   |
|            | 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   |
| 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  |
|            | 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  |
|            | 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  |
| 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 |
|            | 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 |
|            | 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 |
| 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  |
| 内需計        |          | 1,380,925 | 1,499,676 | 1,226,365 | 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 |

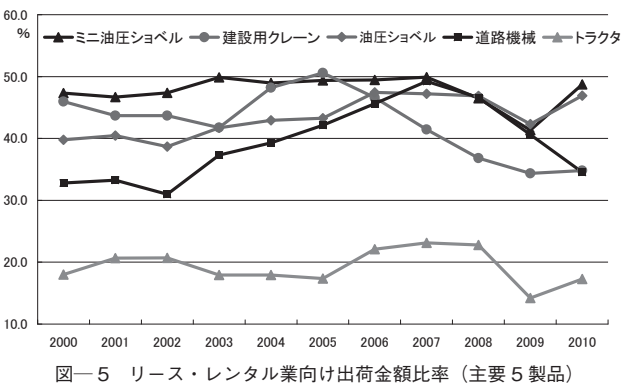
注) ユーザ等とは、建設業者、官公庁など、リース・レンタル以外の全てを言う。

た反動から、需要が増加したものと思われる。

〔表一〕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47%と前年比5%増加、ミニショベルは49%と前年比7%増加している。

〔図一〕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、過去十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、2010年度は、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、2.1倍となった。

近年の海外中古車市場活況による輸出台数の増加は、2008年10月以降世界的不況から、昨年から続く円高傾向の影響もあり減少に転じている。



## (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、図一七「中古車需要の国内・海外構成（主要6機種）」の通りである。

図一七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、2010年度は前年度比93%の58,760台となった。

## (3) 中古車輸出状況

図一八「機種別中古車輸出台数」は、2005年度～2010年度の中古車機種別輸出状況を示す。2010年度の機種構成では、油圧ショベルが約51%で最も多く、ついでミニショベル（23%）、ホイールローダ（14%）の順である。

また、中古油圧ショベルの輸出先を見ると、図一九「中古油圧ショベル輸出先」状況の通りであり、2010年度は、「中国・香港」が54%と突出しており、ついで「ベトナム」（13%）、「タイ」（6%）、「マレーシア」（6%）である。

## (4) 中古車の販売および現況

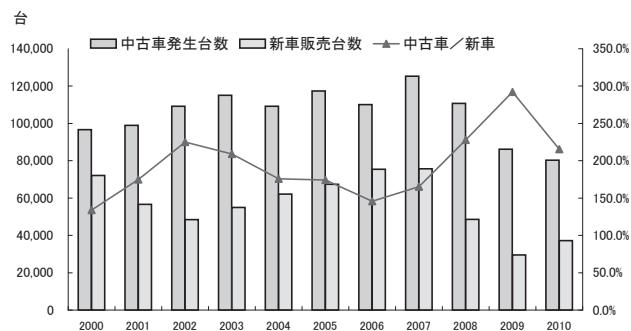
中古車の発生台数は3年連続の減少となった。また、主要6機種の中古車需要台数（国内・海外）も昨年より減少しており、海外輸出比率も3年連続で減少となった。中古車販売会社のオークション等で、世界同時不況から回復基調に支えられた海外バイヤー（香港・中国他）の購入意欲持ち直しが期待されたが、昨年度からの円高により、本格的な中古車需要・販売回復が心配されている。

## 5. 建設機械市場の今後の見通し

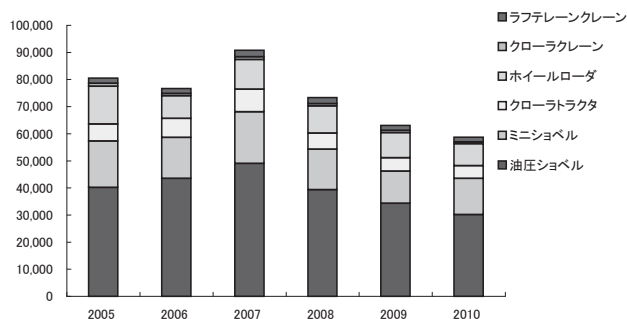
2011年度における国内市場については、東日本大震災の復旧・復興に起因するリース・レンタル向け等の需要が見込まれ、出荷金額は5,233億円〔前年同期比24%増加〕となり、2年連続で増加すると予測される。

また、海外市場については、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に加え、北米の需要が回復基調にあること等から、出荷金額は1兆5,049億円〔前年同期比16%増加〕となり、2年連続で増加すると予測される。

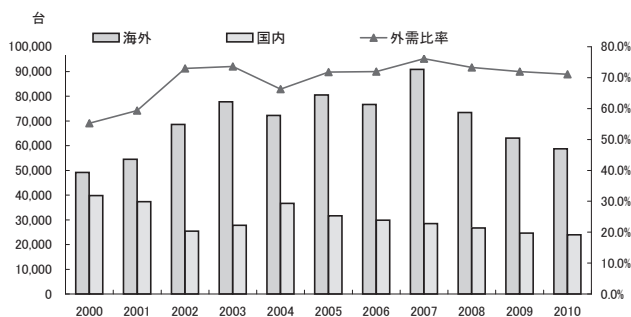
尚、上記掲載統計諸資料は(社)日本建設機械工業会発表の統計資料による。



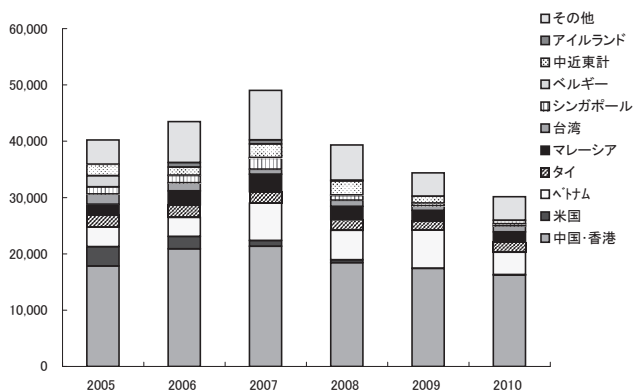
図一六 中古車発生・新車販売台数 (主要6機種)



図一八 中古車機種別輸出台数 (主要6機種)



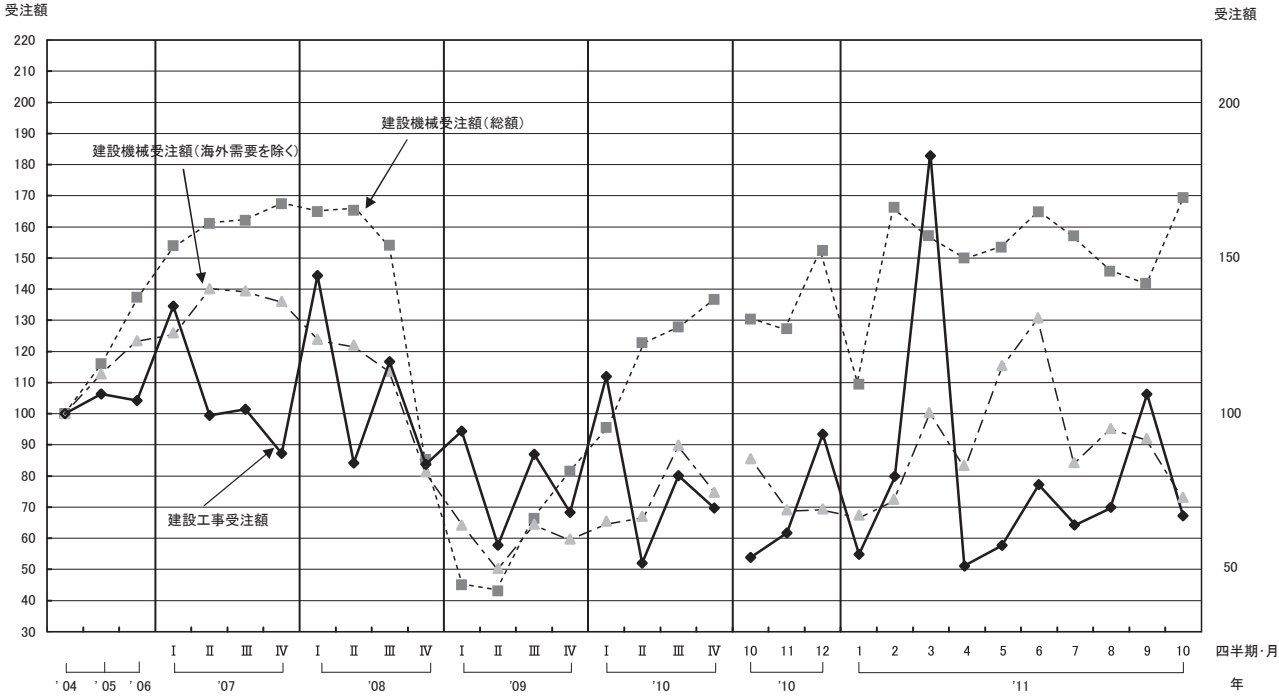
図一七 中古車需要台数の国内・海外構成 (主要6機種)



図一九 中古車輸出地域別状況 (油圧ショベル)

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 2004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 2004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<br>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   |        |       |        |           |        |            |         |
| 2004 年      | 130,611 | 92,008  | 17,150 | 74,858 | 27,469 | 5,223 | 5,911  | 93,306    | 37,305 | 133,279    | 131,313 |
| 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 |
| 2010 年 10 月 | 5,867   | 4,131   | 514    | 3,716  | 1,021  | 411   | 303    | 3,873     | 1,994  | 108,668    | 6,762   |
| 11 月        | 6,714   | 4,409   | 688    | 3,722  | 1,777  | 433   | 95     | 4,622     | 2,092  | 107,819    | 8,293   |
| 12 月        | 10,171  | 6,605   | 1,280  | 5,325  | 2,197  | 449   | 920    | 7,040     | 3,131  | 107,613    | 10,472  |
| 2011 年 1 月  | 5,980   | 4,069   | 677    | 3,392  | 1,242  | 386   | 283    | 4,297     | 1,683  | 107,012    | 6,917   |
| 2 月         | 8,729   | 5,799   | 1,224  | 4,574  | 2,059  | 448   | 424    | 5,983     | 2,747  | 107,291    | 8,513   |
| 3 月         | 20,085  | 14,615  | 2,042  | 12,573 | 3,938  | 570   | 961    | 14,998    | 5,086  | 114,047    | 13,188  |
| 4 月         | 5,544   | 3,850   | 929    | 2,921  | 909    | 360   | 426    | 3,756     | 1,788  | 111,759    | 7,239   |
| 5 月         | 6,232   | 4,133   | 1,028  | 3,105  | 1,068  | 319   | 712    | 4,041     | 2,191  | 111,213    | 6,754   |
| 6 月         | 8,280   | 6,194   | 1,251  | 4,943  | 1,471  | 356   | 259    | 5,958     | 2,322  | 111,336    | 10,102  |
| 7 月         | 6,933   | 5,174   | 1,303  | 3,871  | 1,124  | 363   | 273    | 5,052     | 1,882  | 111,681    | 6,563   |
| 8 月         | 7,585   | 5,247   | 1,484  | 3,764  | 1,600  | 338   | 399    | 5,300     | 2,285  | 111,469    | 7,730   |
| 9 月         | 11,468  | 7,561   | 1,669  | 5,892  | 3,420  | 433   | 54     | 7,059     | 4,409  | 111,797    | 11,948  |
| 10 月        | 7,290   | 4,424   | 1,079  | 3,345  | 2,204  | 440   | 222    | 4,427     | 2,864  | —          | —       |

建設機械受注実績 (単位：億円)

| 年       | 月     | 04 年   | 05 年   | 06 年   | 07 年   | 08 年   | 09 年  | 10 年   | 10 年<br>10 月 | 11 月  | 12 月  | 11 年<br>1 月 | 2 月   | 3 月   | 4 月   | 5 月   | 6 月   | 7 月   | 8 月   | 9 月   | 10 月  |
|---------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 総       | 額     | 12,712 | 14,749 | 17,465 | 20,478 | 18,099 | 7,492 | 15,342 | 1,381        | 1,348 | 1,613 | 1,159       | 1,756 | 1,660 | 1,590 | 1,638 | 1,744 | 1,662 | 1,542 | 1,502 | 1,802 |
| 海       | 外 需 要 | 8,084  | 9,530  | 11,756 | 14,209 | 12,996 | 4,727 | 11,904 | 1,051        | 1,081 | 1,345 | 899         | 1,475 | 1,274 | 1,269 | 1,191 | 1,238 | 1,333 | 1,173 | 1,145 | 1,517 |
| 海外需要を除く |       | 4,628  | 5,219  | 5,709  | 6,268  | 5,103  | 2,765 | 3,438  | 330          | 267   | 268   | 260         | 281   | 386   | 321   | 447   | 506   | 329   | 369   | 357   | 285   |

(注) 2004～2006 年は年平均で、2007 年～2010 年は四半期ごとの平均値で図示した。  
2010 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…

(2011 年 11 月 1 日～30 日)

### ■ 機 械 部 会

#### ■ ダンプトラック技術委員会

月 日：11 月 9 日 (水)

出席者：大貫廣明委員長ほか 6 名

議 題：① 9/20 開催の機械部会 幹事会の報告 (平成 23 年度上期の活動実績と下期活動計画) ②各社トピックス紹介 ③ 9/20 開催の国内標準委員会における JIS A 8340-5 ダンプ (重ダンプトラック及び不整地運搬車) の安全要求事項改訂案の審議結果報告 ④その他

#### ■ 除雪機械技術委員会・幹事会

月 日：11 月 16 日 (水)

出席者：江本平委員長ほか 11 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訂について ④除雪ドーザ規格の見直しについて ⑤その他

#### ■ 路盤・舗装機械技術委員会 締固め機械変遷分科会

月 日：11 月 17 日 (木)

出席者：戸川裕文分科会長ほか 10 名

議 題：①「締固め機械の変遷」資料の取り纏め作業 ②資料の CD 化の方針とその内容について ③その他 (ホールドツーランの再調査アンケートについて)

#### ■ 原動機技術委員会

月 日：11 月 17 日 (木)

出席者：有福孝智委員長ほか 21 名

議 題：①バイオマス燃料 (BDF) について (バイオマス・ジャパン㈱) の BDF への取り組み、62 京都高度技術研究所との BDF 意見交換会の報告) ②排気ガス粒子測定装置について ③スイスの排気ガス粒子規制について ④エンジンオイルのアンケート調査について ⑤土木研究所 実機排ガス試験および研究施設見学について ⑥その他

#### ■ ショベル技術委員会

月 日：11 月 18 日 (金)

出席者：尾上裕委員長ほか 5 名

議 題：①機械部会 幹事会 (9/20 開催) の報告・平成 23 年度上期の活動結果と下期活動計画について ②ミニ油圧ショベル燃費測定に向けての作業燃費

検討 WG から国交省への説明会 (11/15 開催) の報告 ③ ISO 国際会議 (エネルギー使用試験方法：10/18 開催) の報告 ④ JIS 土工機械 安全 第 1 部 一般要求事項 A8340-1 および油圧ショベルの要求事項 A8340-4 の改正発行について ⑤その他

#### ■ トンネル機械技術委員会 第 3 回幹事会

月 日：11 月 22 日 (火)

出席者：篠原望委員長ほか 6 名

議 題：①現場見学会の見学先と日程について (安永川トンネルに代わる見学先に関して) ②各分科会の平成 23 年度下期活動状況報告と今後の計画について ③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 22 日 (火)

出席者：鈴木康雅分科会長ほか 9 名

議 題：① CD の情報を基に全体まとめに向けた構成見直し、追加、修正審議 ②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 22 日 (火)

出席者：赤坂茂委員ほか 6 名

議 題：①前回議事録の確認について ②収集した資料の取り纏めについて ③その他

#### ■ 情報化機器技術委員会

月 日：11 月 25 日 (金)

出席者：白塚敬三委員長ほか 5 名

議 題：①「電気駆動及びハイブリッド電子系の安全性」会合 (11 月予定) の報告 ②環境省福島除染推進チームとの「汚染土壌等の除染についての意見交換会」(10/31 開催) の報告 ③その他

### ■ 製 造 業 部 会

#### ■ 国土交通省・作業燃費検討 WG 代表 ミニショベル検討状況報告会

月 日：11 月 15 日 (火)

出席者：田中利昌リーダーほか 12 名

議 題：①ミニ油圧ショベルの「燃費基準」についての検討状況の報告 (作業燃費検討 WG) ②今後の検討の進め方 ③その他

### ■ 建 設 業 部 会

#### ■ 三役会

月 日：11 月 30 日 (水)

出席者：川本伸司部会長ほか 4 名

議 題：①合同部会の確認 ②現場見学会について ③その他

### ■ 各 種 委 員 会 等

#### ■ 機関誌編集委員会

月 日：11 月 2 日 (水)

出席者：田中康順委員長ほか 24 名

議 題：①平成 24 年 2 月号 (第 744 号) の計画の審議・検討 ②平成 24 年 3 月号 (第 745 号) の素案の審議・検討 ③平成 24 年 4 月号 (第 746 号) の編集方針の審議・検討 ④平成 23 年 11 ～ 24 年 1 月号 (第 741 ～ 743 号) の進捗状況の報告・確認

#### ■ 新機種調査分科会

月 日：11 月 22 日 (火)

出席者：江本平分科会長ほか 5 名

議 題：①新機種情報の検討・選定

#### ■ 建設経済調査分科会

月 日：11 月 16 日 (水)

出席者：山名至孝分科会長ほか 2 名

議 題：①「防災まちづくりの考え方」の検討

#### ■ 新工法調査分科会

月 日：11 月 1 日 (火)

出席者：安川良博分科会長ほか 2 名

議 題：①新工法情報の検討・選定

## …支部行事一覧…

### ■ 北 海 道 支 部

#### ■ 建設機械整備技能検定実技試験協力に係る業務の移管について

月 日：11 月 7 日 (月)

場所：道立職業能力開発支援センター第 2 研修室

内 容：①業務移管に関するリース業協会との協議 ②平成 24 年度実施方針について

出席者：北村征整備検定委員長ほか 1 名

#### ■ 除雪講習会テキスト編集委員会第 1 回準備会

月 日：11 月 28 日 (月)

場 所：北海道支部 会議室

内 容：①編集委員会等スケジュールについて ②アンケート調査の実施について ③編集委員会及びテキストの構成について ④その他

出席者：近藤保企画部会副部会長ほか 10 名

#### ■ 東日本大震災を教訓とした地域防災力の向上に向けた報告会

月 日：11 月 29 日 (火)

場 所：北海道開発局職員研修室



報告者：北海道開発局開発監理部次長  
川崎博巳（前東北地方整備局仙台河川  
国道事務所長）  
出席者：野坂隆一企画部会長ほか3名

## ■ 東 北 支 部

### ■施工部会

月 日：11月8日（火）  
場 所：情報化施工研修会会場（仙台空  
港付近）  
出席者：山田仁一事務局長ほか2名  
内 容：①座学会場調査（名取市文化会  
館）②情報化施工研修会実施場所  
③その他

### ■施工部会

月 日：11月17日（木）  
場 所：情報化施工研修会会場（仙台空  
港付近）  
出席者：山田仁一事務局長ほか3名  
内 容：①名取市文化会館打合せ ②情  
報化施工研修会実施場所 ③その他

### ■施工部会

月 日：11月24日（木）  
場 所：情報化施工研修会会場（仙台空  
港付近）  
出席者：山田仁一事務局長ほか3名  
内 容：①名取市文化会館打合せ ②情  
報化施工研修レイアウト ③その他

### ■施工部会

月 日：11月30日（水）  
場 所：情報化施工研修会実施（仙台空  
港付近）  
出席者：施工企画課長補佐ほか  
内 容：①9：30～11：30 柴田松雄  
機械施工管理官の講演及び情報化施工  
の実務，設計データ作成等についてプ  
レゼンテーション実施。以上について  
の講師は(株)アクティオ，西尾レント  
オール(株)，(株)トプコンソキアポジショ  
ニングジャパンの協力 ②13：30～  
16：00 佐藤勝美施工企画課長ほか  
50名による実機研修実施（ブルドー  
ザ＋MG，モーターグレーダ＋MG，  
タイヤローラ＋MG，バックホー＋  
MG，出来形管理）。以上について次  
の各社の協力で実施（スタッフ全体で  
約30名）(株)アクティオ，西尾レント  
オール(株)，(株)ニコン・トリンブル，(株)  
トプコンソキアポジショニングジャパ  
ン，福井コンピュータ(株)

## ■ 北 陸 支 部

### ■けんせつフェア in 北陸 2011（参画行事）

月 日：11月4日（金）～5日（土）

場 所：新潟市産業振興センター  
出展者：109社  
参加者：3,000名

### ■除雪機械管理施工技術講習会

月 日：11月8日（火），17日（木），  
24日（木）  
場 所：新潟市など3会場  
講 師：警察，除雪施工者，建設機械メー  
カー  
内 容：①冬期の道路管理 ②除雪作業  
における事故防止 ③除雪施工法  
④除雪機械の点検取扱い  
受講者：679名（3会場）

### ■除雪機械展示会幹事会

月 日：11月28日（月）  
場 所：新潟県建設会館  
参加者：穂苅正昭企画部会長ほか16名  
議 題：2012除雪機械展示会計画につ  
いて

## ■ 中 部 支 部

### ■道路除雪講習会（高山）開催

月 日：11月9日（水）  
会 場：飛騨・生活文化センター  
参加者：41名

### ■運営委員会開催

月 日：11月10日（木）  
会 場：昭和ビル 9F 会議室  
参加者：小川敏治支部長ほか22名  
議 題：①平成23年度上半期事業報告  
②平成23年度上半期経理概況報告  
③その他

### ■道路除雪講習会（名古屋）開催

月 日：11月18日（金）  
会 場：昭和ビル 9F ホール  
参加者：66名

### ■情報化施工（建設 ICT）ゼミナール

月 日：11月21日（月）  
会 場：昭和ビル 9F ホール  
参加者：40名  
内 容：建設 ICT 導入普及研究会の最  
新の取組ほか4題

### ■広報部会

月 日：11月24日（木）  
会 場：支部事務局  
出席者：高木理仁広報部会長ほか4名  
議 題：「支部だより」編集について

## ■ 関 西 支 部

### ■建設技術展 2011 近畿 出展

月 日：11月1日（火）～2日（水）  
場 所：マイドーム大阪  
入場者：14,236人  
テーマ：「情報化施工」

### ■平成23年度 施工技術報告会 第5回幹事会

月 日：11月7日（月）  
場 所：関西支部 会議室  
出席者：松本克英事務局長ほか5名  
議 題：①講演プログラムの確認 ②ま  
えがきの検討について ③発表論文の  
査読作業について ④当日役割分担に  
ついて ⑤PC動作チェックの確認に  
ついて

### ■広報部会

月 日：11月9日（水）  
場 所：関西支部 会議室  
出席者：御園聰広報部会長ほか5名  
議 題：①「建設技術展 2011 近畿」報  
告 ②平成23年度施工技術報告会に  
ついて ③「JCMS 関西」第100号  
の発刊について

### ■摩耗対策委員会（第235回）

月 日：11月9日（水）  
場 所：追手門学院 大阪城スクエア 会  
議室

出席者：深川良一委員長ほか11名  
議 題：①委員長挨拶 ②技術講演「ブ  
ラストホールドリル」～鉦山等での穿  
孔の方法，ドリルによる穿孔メカニズ  
ム～ 講師：アトラスコプロ(株) サー  
フェスドリル事業部 技術スーパーバ  
イザー 小田切高氏 ③文献紹介「道  
路設計における摩擦係数」④その他

### ■建設用電気設備特別専門委員会(第381回)

月 日：11月14日（月）  
場 所：中央電気倶楽部 会議室  
議 題：①前回議事録確認 ②JEM-  
TR121 建設工事用電気設備機器点検  
保守のチェックリスト審議 ③JEM-  
TR104 建設工事用受配電設備点検保  
守のチェックリスト審議 ④その他

### ■除雪技術委員会 除雪機械運転者技術講習会

月 日：11月18日（金）  
場 所：今庄 365 スキー場  
参加者：182名  
内 容：①雪害対策の現状について  
②除雪作業体制と安全管理について  
③除排雪作業に伴う労働災害事故防止  
についておよび職場における心の健康  
づくり ④メンテナンス実技指導訓練  
⑤実機による実技施工訓練

### ■建設業部会，リース・レンタル業部会 合同見学会・部会

月 日：11月22日（火）  
場 所：世界文化遺産・姫路城〔天空の  
白鷺〕  
参加者：中山金光建設業部会長，伊勢木  
浩二リース・レンタル業部会長ほか

22 名

内 容：①姫路城内諸施設見学 ②大天  
守見学施設「天空の白鷺」見学 ③業  
部会

#### ■企画部会

月 日：11月24日（木）

場 所：関西支部 会議室

出席者：久永卓三企画部会長ほか5名

議 題：①運営委員会に提出する議題関  
連 ②支部会員について ③賀詞交換  
会の開催について ④その他

#### ■運営委員会

月 日：11月30日（水）

場 所：キャッスルホテル 6F 会議室

出席者：深川良一支部長ほか25名

議 題：①平成23年度上半期事業報告  
②平成23年度上半期経理概況報告  
③その他（支部会員、施工技術報告会、  
次回運営委員会開催日程等）

### ■ 中 国 支 部

#### ■運営委員会

月 日：11月7日（月）

場 所：広島 YMCA 会議室

出席者：河原能久支部長ほか29名

議 題：①23年度上半期事業報告書承  
認の件 ②23年度上半期経理概況報  
告承認の件 ③23年度下半期事業実  
施計画について

#### ■第3回編集委員会

月 日：11月14日（月）

場 所：広島 YMCA 会議室

出席者：小石川武則広報部会長ほか8名

議 題：①CMnavi 特集号構成（案）の  
確認・修正について ②編集作業分担・  
作業内容の確認等について ③作業工  
程について ④その他懸案事項

#### ■第5回施工技術部会

月 日：11月18日（金）

場 所：中国支部事務所

出席者：齋藤実施工技術部会長ほか3名

議 題：①情報化施工に関する講習会等  
の実施結果と今後の予定について  
②情報化施工研究会第1回（案）の開

催について ③「（仮称）災害対策に  
関する懇談会」への対応について

④建設技術講習会の企画について

⑤その他懸案事項

### ■ 四 国 支 部

#### ■工事現場見学会の開催

月 日：11月10日（木）

見学先：内海ダム再開発事業（香川県小  
豆島町）

参加者：13名

内 容：香川県が施工中の新内海ダム工  
事現場を見学

#### ■情報化施工実機研修会に参加

月 日：11月11日（金）

場 所：㈱アクティオ高知営業所（高知  
市）

参加者：当支部会員32名

内 容：TSを用いた出来形管理及びタ  
イヤローラ締固めの実機研修（なお、  
本研修会は㈱アクティオ四国支店（支  
部会員）が主催、四国支部の協賛によ  
るものである。）

#### ■運営委員会の開催

月 日：11月11日（金）

場 所：ホテル「マリナパレスさぬき」（高  
松市）

出席総数：神崎正支部長ほか23名

議決権数：総議決権数30名中28名（う  
ち委任状10名）

内 容：以下の議案を審議決定した。

①人事異動等に伴う役員等の変更

②平成23年度上半期事業報告 ③平

成23年度上半期経理状況報告 ④平

成23年度下半期事業計画（案）

#### ■建設機械の安全対策と防災に関する講習会の開催

月 日：11月29日（火）

場 所：香川県土木建設会館（高松市）

受講者：60名

内 容：①建設機械の頻発災害と本質的  
な安全対策…（講師）（独）労働安全衛  
生総合研究所 上席研究員 高木元也氏  
②東南海、南海地震に備えて～「四国

地震防災基本戦略」について～…（講  
師）四国地方整備局 企画部 防災課長  
補佐 二川義人氏

### ■ 九 州 支 部

#### ■建設技術講演会（日本建設業連合会協賛事業）

月 日：11月9日（水）

講演内容：①建設業を取り巻く状況・建  
設業の再生と発展のための方策 ②建  
設業法に基づく施工体制 ③適正な下  
請契約（建設業法令遵守ガイドライン）

#### ■企画委員会

月 日：11月15日（火）

出席者：江崎哲郎支部長ほか6名

議 題：①本部理事会提出資料について  
②第3四半期事業計画について ③他  
団体等との共催、協賛事業について  
④新公益法人移行に伴う支部規程の変  
更について ⑤その他

#### ■秋季運営委員会

月 日：11月15日（火）

出席者：江崎哲郎支部長ほか18名

議 題：①平成23年度上半期事業報告  
について ②平成23年度上半期経理  
概況報告について

#### ■情報化施工セミナー及び見学会（国土交通省雲仙復興事務所等との共催事業）

月 日：11月18日（金）

内 容：①情報化施工技術セミナー…雲  
仙復興事務所における情報化施工の取  
組み、情報化施工に関する最近の技術  
動向について ②情報化施工見学会…  
3D-MC コンクリートスリップフォー  
ムペーパー施工見学

#### ■施工安全講習会

月 日：11月28日（月）

参加者：30名（会員及び非会員）

講演内容：①九州地方整備局管内の事故  
発生状況と対応について ②油圧ショ  
ベルオペレータの周囲安全確認サポー  
トシステムについて ③ネットワーク  
対応型気象・環境モニタリングシステ  
ムについて

## 編集後記

このたびの東日本大震災におきましてはお亡くなりになられた方々へ心よりお悔やみ申し上げます。

また被災された方々に心よりお見舞い申し上げます。

例年では「新年あけましておめでとうございます」と文頭始めるところですが、今年はその様に始めることができませんでした。

前回、私が1月号の担当をしまったのが3年前で、リーマンショックの明けた年でした。前回は百年に一度、今回は千年に一度のあまりにも

不条理な現実には言葉がありません。

例年1月号は「建設機械」特集ですが、今回は「東日本大震災復旧」を取り上げることにし、特集を追加させて頂き「建設機械・東日本大震災復旧」としました。

また、大変無理を承知で震災の現場の方に執筆をお願いしました。頂いた原稿は、現実の震災現場で復旧活動をされた、そのままを報告して頂きました。

最後になりますが、今回執筆していただいた皆様には、お忙しい中、ご協力いただき、改めて御礼申し上げます。

(和田・石倉)

## 機関誌編集委員会

### 編集顧問

|       |       |
|-------|-------|
| 浅井新一郎 | 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

|       |                |
|-------|----------------|
| 山田 淳  | 農林水産省          |
| 伊藤 健一 | (独)鉄道・運輸機構     |
| 松本 久  | (独)水資源機構       |
| 篠原 望  | 鹿島建設(株)        |
| 和田 一知 | (株)KCM         |
| 安川 良博 | (株)熊谷組         |
| 渥美 豊  | 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) |
| 星野 春夫 | (株)竹中工務店       |
| 齋藤 琢  | 東亜建設工業(株)      |
| 相田 尚  | (株)NIPPO       |
| 田岡 秀邦 | 日本道路(株)        |
| 磯野 義男 | 日立建機(株)        |
| 岡本 直樹 | 山崎建設(株)        |
| 中村 優一 | (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「道路特集」予告

- ・東日本大震災に伴う常磐自動車道水戸管内の復旧工事
- ・新東名高速道路 御殿場ジャンクション～三ヶ日ジャンクション間の概要  
2012年初夏 162km 開通
- ・アスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法とその施工方法
- ・延長床版システムプレキャスト工法の概要と東日本大震災での効果
- ・中央環状品川線・横浜環状北線のトンネル工事概要
- ・凍結抑制舗装技術の概要と施工事例
- ・路上表層再生工法を応用した路面補修工法の施工事例 ヒートドレッシング工法
- ・路面切削機の情報化施工及び環境対応
- ・道路建設における3D-MCによる施工の展開
- ・レーザスキャナによるモータグレーダ自動制御システムの開発
- ・道路縦横断計測システム ROPO

## No.743「建設の施工企画」 2012年1月号

〔定価〕1部840円(本体800円)  
年間購読料9,000円

平成24年1月20日印刷

平成24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 社団法人 日本建設機械化協会

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

|           |                              |                   |
|-----------|------------------------------|-------------------|
| 施工技術総合研究所 | 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154      | 電話 (0545) 35-0212 |
| 北海道支      | 部〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8     | 電話 (011) 231-4428 |
| 東北支       | 部〒980-0802 仙台市青葉区二日町 16-1    | 電話 (022) 222-3915 |
| 北陸支       | 部〒950-0965 新潟市中央区新光町 6-1     | 電話 (025) 280-0128 |
| 中部支       | 部〒460-0008 名古屋市中区栄 4-3-26    | 電話 (052) 241-2394 |
| 関西支       | 部〒540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4    | 電話 (06) 6941-8845 |
| 中国支       | 部〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22    | 電話 (082) 221-6841 |
| 四国支       | 部〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22    | 電話 (087) 821-8074 |
| 九州支       | 部〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 2-8-26 | 電話 (092) 436-3322 |

本誌上への広告は(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 FAX 03-5472-1802 E-MAIL: [info@kyoeitushin.co.jp](mailto:info@kyoeitushin.co.jp)  
担当 本社編集部 宗像 敏