

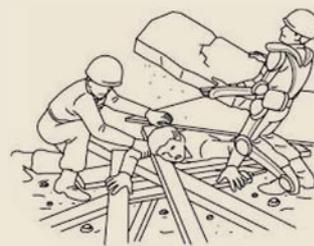
建設の施工企画 1

2010 JANUARY No.719 JCOMA



パワー増幅ロボット (試作機)

パワー増幅装置 応用例



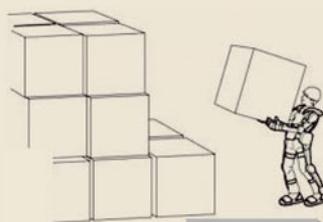
災害救助



重作業アシスト



引越し
(屋内作業アシスト)



屋内物流

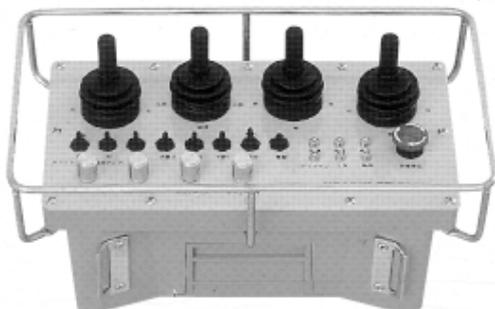
建設機械 特集

- 建設機械の排出ガス対策と地球温暖化対策の現況
- BDF 仕様の維持管理車両走行試験
- パワー増幅ロボットの建築現場への応用
- 廃棄ゴムクローラ類のリサイクルの現状と将来の展望
- 建設機械の部品再生事業
- デジタルヒューマン技術の最新動向と建設機械への適用可能性
- モノづくりを通しての国際貢献
- 建設機械を応用した国際貢献事業
- AC駆動式ブルドーザーD7E
- 大型ハイブリッドホイールローダの開発
- グレーダの技術動向
- 大型油圧ショベル用モニタ

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

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

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

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

ダム工事用コンクリート運搬テルハ（クライミング機能付）

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

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



吉永機械株式会社

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

情報化施工研修会のご案内 ～ICT建設機械の現地研修～

ICTを活用した新しい施工技術である情報化施工は、施工品質の向上や熟練度に左右されない高い精度の施工などを実現する方法として、更なる普及が期待されています。平成20年7月、国土交通省が設置した『情報化施工推進会議』は、「情報化施工推進戦略」を提言しましたが、その中でも「人材育成」が非常に重要であることを指摘しています。

(社)日本建設機械化協会は、3次元データを利用した建設機械制御に関する実践的な教育により、情報化施工に対応できる技術者を育成することを目的として、「情報化施工研修会」を開催しております。

今回の研修会は下記日程で実施することとしておりますので、研修生の募集についてご案内申し上げます。

なお、当協会ホームページにおいてもご案内をしております。

記

1. 開催日程： 平成22年1月28日(木)～29日(金)
平成22年2月25日(木)～26日(金)
2. 場 所：(社)日本建設機械化協会施工技術総合研究所（静岡県富士市大淵3154）
『情報化施工・安全教育研修センター』
3. 主 催：社団法人 日本建設機械化協会
4. 対 象：建設現場管理者、建設機械オペレーター、その他マシンコントロールの体験あるいは習得を希望する方。
5. 研修会のコース

コース名	研修目標	受講資格	受講費用
体験コース (開催期間 初日の1日) CPDS認定研 修(6unit) 定員:20名	○マシンコントロール(MC、MG)を用いた施工の概要(システム構成、運用)を把握する ○MC、MG用データを使用した 実機施工を試乗体験 する	①特になし (「車両系建設機械(整地・運搬・積み込み用及び掘削用)運転技能講習」修了者であれば、施工機械の運転体験が可能)	<u>20,000円/人</u>
実務コース (2日間) CPDS認定研 修(14unit) 定員:20名	○設計図面を読みMC、MG用 データ作成 をマスターする ○測量データを利用し データ作成、出来形管理の基本 を習得する ○ 実機を用いた実習 によりMC、MG施工の基本を習得する	①特になし (「車両系建設機械(整地・運搬・積み込み用及び掘削用)運転技能講習」修了者であれば、施工機械の運転体験が可能)	<u>88,000円/人</u> ○研修用パソコンの利用(一人1台) ○「 研修修了証 」を発行

- ・体験コースを既に受講した方が**実務コース**を再受講する場合、**68,000円/人**で受講できます。
- ・主に、1月の研修会では、ニコン・トリンプル社製のシステム、2月の研修会では、トプコン社製のシステムを使用して実施します。
- ・受講費用には、建機・機材のレンタル費、パソコンの利用、傷害保険、テキストなどの費用が含まれています。宿泊費、食事代は含みません。
- ・ヘルメット、安全チョッキは当方で準備します。なお、実習の際は安全靴の着用をお願いします。
- ・諸般の事情により内容を変更する場合があります。

平成22年度

(社)日本建設機械化協会会長賞の公募について

拝啓 時下ますますご清栄のこととお慶び申し上げます。

平素より、(社)日本建設機械化協会の業務につきましては格別のご理解、ご支援を賜り厚く御礼申し上げます。

(社)日本建設機械化協会は、平成元年、創立40周年を記念して(社)日本建設機械化協会会長賞を創設し、建設事業の機械化に関し顕著な功績をあげた技術について表彰してまいりました。

今回も下記により公募いたしますので、内容ご検討の上、多数の応募をお願い申し上げます。

敬具

記

1. 表彰の目的

日本の建設事業における建設の機械化に関して、調査研究、技術開発、実用化等により、技術の向上に顕著に寄与したと認められる業績を表彰し、もって建設事業の高度化を推進することを目的とします。

2. 表彰対象者

表彰は、本協会の団体会員、支部団体会員、個人会員および関係者のうち表彰目的に適う業績のあった団体、団体に属する個人およびその他の個人を対象とします。

3. 表彰の種類

表彰は、会長賞(本賞)、貢献賞および奨励賞とします。

受賞者には賞状、賞牌および副賞(1件につき規定金額)が授与されます。

副賞賞金 会長賞・・・50万円

貢献賞・・・20万円

奨励賞・・・10万円

なお、該当調査研究等がない場合はこの限りではありません。

4. 表彰は年1回とし、本協会通常総会(平成22年5月26日(水))終了後に行います。

5. 会長賞への応募は、応募用紙の提出により行われます。推薦書は自薦、他薦を問いません。

6. 応募は別紙「(社)日本建設機械化協会 会長賞募集要領」によります。

7. 会長賞の選考は本協会「会長賞選考委員会」で行います。

8. 提出期限 平成22年2月1日(月)(必着)

9. 受賞者の成果については、当協会機関誌「建設の施工企画」に掲載いたします。

以上

(社)日本建設機械化協会会長賞募集要領

1. 候補対象 本協会の団体会員、支部団体会員、個人会員および関係者のうち表彰目的に適う業績のあった団体、団体に属する個人およびその他の個人。
2. 募集の方法 候補対象の団体、団体に属する個人およびその他の個人の応募による。
3. 応募の方法 協会所定の様式による。応募用紙は協会本部／会長賞事務局にありますので、FAXまたは電話でお申し込み下さい。(当協会のホームページからも取得できます。アドレス <http://www.jcmanet.or.jp/>)
記載方法
 - 「業績内容の概要」を記述する(1ページ以内)
 - 「業績の内容」(下記 a から j まで項目順に、簡潔に 10 ページ以内)
 - a. 業績の行われた背景
 - b. 業績の詳細な技術的説明
 - c. 技術的効果
 - d. 経済的効果
 - e. 開発コストおよび販売価格
 - f. 施工または生産・販売実績
 - g. 類似工法または機械との比較
 - h. 波及効果
 - i. 特許、実用新案のタイトル(出願、公開、登録、国内・国外を明記)
 - j. 他団体の表彰等に応募中かすでに表彰を受けているかについて記述
 - 参考資料として次のものを添付して下さい。
 - a. 特許関係(公開または登録済みのものの写し)
 - b. カタログ
 - c. 学会、技術誌等への発表論文があれば、そのコピー
 - 提出部数
 - 応募用紙(「推薦書」・「業績の内容」セットのもの) 15部
 - 参考資料 1部
4. 審査 (社)日本建設機械化協会会長賞選考委員会において応募技術を審査し、授賞者および表彰内容を決定する。
5. 表彰 平成 22 年度 (社)日本建設機械化協会総会終了後、賞状、副賞を贈る。
6. 応募の締切期日 平成 22 年 2 月 1 日(月) (必着)
7. 提出先 〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館内
(社)日本建設機械化協会 会長賞係 TEL 03-3433-1501 FAX 03-3432-0289
8. 成果の報告 受賞者の成果については、当協会機関誌「建設の施工企画」に掲載いたします。

第59回欧州建設機械化視察団 団員募集のお知らせ

bauma 2010(ドイツ・ミュンヘン)

本協会は毎年海外視察団を派遣し、海外の建設機械及び施工技術を見聞し、我が国の建設機械化の発展に寄与して参りました。本年度も関係各位のご要望にお応えして、下記要領により海外視察団参加者を募集し派遣することになりました。今回の視察の主目的は、ドイツ・ミュンヘンで開催される国際的な建設機械及び建設資材等の展示会“bauma 2010”の視察です。3年ごとに開催されるこの展示会では世界最大規模の展示会で、50カ国3000社以上／団体が出展を予定しており、最新の建設機材、サービス、そして技術を一望することができます。そのほか、ドイツ・フランクフルトにおけるインフラ整備、都市再開発の工事現場視察等を予定しております。

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

【展示会概要】

【開催地】ドイツ・ミュンヘン 【期 間】2010年4月19日(月)～25日(日)
 【周 期】3年毎 【主 催】ミュンヘン見本市会社
 【会 場】ドイツ・新ミュンヘン国際見本市会場 【出展社】3,002社(2007年実績)
 【入場者】501,523人(2007年実績)

【主要出展品目】

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

日 程 表

日次	月日曜	発着地／滞在地名	発着現地時刻	交通機関名	摘 要
1	2010年4月18日(日)	東京(成田)発 ミュンヘン着	午 前 夕 刻	航 空 機 専 用 バス	空路、ミュンヘンへ(欧州1都市乗り継ぎ) 到着後、ホテルへ (フュッセン泊)
2	4月19日(月)	ミュンヘン滞在	終 日	専 用 バス	◎bauma 2010国際建設機械見本市視察 (フュッセン泊)
3	4月20日(火)	ミュンヘン滞在 ミュンヘン発 フランクフルト着	午 前 夕 刻 夜	専 用 バス 航 空 機 専 用 バス	◎bauma 2010国際建設機械見本市視察 空路、フランクフルトへ 専用バスにてホテルへ (フランクフルト泊)
4	4月21日(水)	フランクフルト滞在	終 日	専 用 バス	◎フランクフルト建設現場状況視察 (フランクフルト泊)
5	4月22日(木)	フランクフルト滞在	終 日	専 用 バス	◎フランクフルト建設現場及び周辺視察 (フランクフルト泊)
6	4月23日(金)	フランクフルト発	午 前	航 空 機	空路、帰国の途へ(欧州1都市乗り継ぎ) (機内泊)
7	4月24日(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：平成22年4月18日(日)～4月24日(土) 5泊7日

視 察 地：ミュンヘン・フュッセン・フランクフルト(3都市)

催行人員：最少催行人員10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2010年3月12日(金)

募集パンフレット請求先⇒ 近畿日本ツーリスト(株) 虎ノ門公務旅行支店 担当：川口／宮(キュー)

TEL03-3502-2921 FAX03-3502-2920

<営業時間/月～金：09：30～17：30> *この広告でのお申し込みは受け付けておりません。まずは資料(パンフレット)を上記宛までご請求ください。

<管理番号：044909121028-K-SSW>

●視察企画に関するお問い合わせ●

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：齋藤 清志

THE PEAK OF EXCELLENCE

bauma 2010

4月19日～25日・ミュンヘン

++++BEST++++

業界最高峰の専門見本市
イノベーション、最新製品
業界を代表する企業が
集結!

500,000m²もの展示面積を誇る bauma は、単に世界最大の専門見本市というだけではなく、イノベーションが集結し市場を一望できる、国際的に重要な業界の原動力です。

- 業界大手・代表的な企業が集結
- イノベーションと最新製品を体験
- あらゆる建設機械・鉱業機械が一堂に

貴社のビジネスに、業界を世界的にリードする bauma をご活用下さい!

お問い合わせ：
メッセ・ミュンヘン・インターナショナル日本代表部
Tel. 03-5276-3508 • Fax 03-5276-3509
info@messe-muenchen.jp
www.bauma.de

「1・2級建設機械施工技士」

国家資格取得にチャレンジしませんか!

—— 平成22年度建設機械施工技術検定試験のご案内 ——

平成22年度1・2級建設機械施工技術検定試験を次のとおり実施いたしますので、建設機械操作施工に従事している技術者の皆さんは、資格取得を目指してみませんか。

この資格は施工技術の向上を図るため、建設事業の建設機械施工に係る技術力や必要な知識を検定するもので、高い評価が得られ、ご本人と所属の企業にとって大いに役立ちます。

(以下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る問合せをしてください。)

平成22年2月

国土交通大臣指定試験機関

JCMA 社団法人 日本建設機械化協会

(URL <http://www.jcmanet.or.jp>)

1. 申込み方法は？

所定の受験申込み用紙に必要事項を記載し、添付書類とともに申込み受付期間に郵送申込み。

平成22年2月中旬から受験申込み用紙など（「受験の手引」一式）を当協会等で販売いたします。

「1級受験の手引」1部 600円（送料 250円）

「2級受験の手引」1部 500円（送料 250円）

問合せ先、販売場所は裏面末尾の一覧表のとおりです。

2. 申込み受付期間は？

平成22年3月15日(月)から4月9日(金)まで

*申請は、郵送申込みのみとなりますのでご注意ください。

3. 試験日は？

学科試験：平成22年6月20日(日)

実地試験：平成22年8月下旬から9月中旬

*実地試験は、学科試験合格者のみ受験でき、日程は8月上旬に決定、通知いたします。

4. 受験手数料は？

1級学科試験：10,100円

2級学科試験：1種別につき10,100円(2種別は2倍)

1級実地試験：

操作施工法2科目と組合せ施工法の場合 27,800円

操作施工法1科目と組合せ施工法の場合 21,400円

組合せ施工法の場合のみ 15,000円

2級実地試験：1種別につき21,600円(2種別は2倍)

5. 受験資格は？

- (1) この試験は、学科試験と実地試験に区分され、学科試験に合格した方が実地試験を受験できます。
- (2) 学歴等の資格区分に応じて一定の実務経験が必要であり、**基本的な資格**は下表のとおりです。

学歴等の資格区分		1級(必要な実務経験年数)	2級(必要な実務経験年数)
大 学	指 定 学 科	3 年 以 上	1 年 以 上
	指 定 学 科 以 外	4 年 6 月 以 上	1 年 6 月 以 上
短 期 大 学 高 等 専 門 学 校	指 定 学 科	5 年 以 上	2 年 以 上
	指 定 学 科 以 外	7 年 6 月 以 上	3 年 以 上
高 等 学 校	指 定 学 科	10 年 以 上	3 年 以 上
	指 定 学 科 以 外	11 年 6 月 以 上	4 年 6 月 以 上
上 記 以 外	—	15 年 以 上	8 年 以 上
資 格 取 得 者 級	指 定 学 科	通 算 8 年 以 上	—
	指 定 学 科 以 外	通 算 9 年 以 上	—
	そ の 他	—	通 算 12 年 以 上

①1級の実務経験には、上表記載の実務経験年数の内に、指導監督的実務経験か、専任の主任技術者としての実務経験が1年以上含む必要があり、その証明も必要となります。(尚、専任の主任技術者の場合、年数は短縮されます)

②2級について、上表の実務経験年数は2種類の建設機械を受検する場合必要な年数を記載しています。(1種類受検の場合は年数は短縮されます)

③「指定学科」とは、この試験に関し大学、高等学校等における機械工学、土木工学、都市工学等専門的な分野の学科を言います。

*上記①②の短縮される年数と、③の指定学科の詳細については試験部にご確認ください。

6. 試験地は？

学科試験：北広島市(北海道)、仙台市、東京都、新潟市、名古屋市、東大阪市、広島市、高松市、福岡市、那覇市

実地試験：石狩市、多賀城市、栃木県下都賀郡壬生町、秩父市、新潟市、小松市、刈谷市、明石市、小野市、広島市、善通寺市、福岡県糟屋郡須恵町、沖縄県国頭郡東村

*それぞれ受検希望地を選択していただけます。

*学科試験地及び実地試験地は、会場の都合で変更する場合があります。

*受検する建設機械の種類によって、実地試験地は制約があります。

7. 試験の種別と使用機械等は？

(1) 学科試験

1級：択一式と記述式により、土木工学、建設機械一般、法規、各種別の機械に関する一般的知識を問います。

2級：択一式により、共通科目として土木工学、建設機械一般、法規等の概略的知識を。選択種別の知識を問います。(1種～6種の内、偶数・奇数の組合せであれば、1回の試験で最大2種別まで受検可能)

(2) 実地試験

1級：6種別に区分された建設機械施工法の内から、選択した2種別の機械を運転操作する試験です。(2級で合格した種別の数だけ免除があります)記述式の試験もあります。(学科試験日に実施)

2級：学科合格種別の機械で運転操作の試験をします。

試験機械区分	種別	試験使用機械
トラクタ系機械操作施工法	第1種	ブルドーザ
ショベル系機械操作施工法	第2種	油圧ショベル
モータ・グレーダ機械操作施工法	第3種	モータ・グレーダ
締固め機械操作施工法	第4種	ロード・ローラ
舗装用機械操作施工法	第5種	アスファルト・フィニッシャー
基礎工事用機械操作施工法	第6種	アースオーガ
建設機械組合せ施工法	-	1級のための記述試験(実地)

8. 資格取得のメリットは？

- 「1級又は2級建設機械施工技士」の称号が付与されます。
- 建設業の許可基準の一つである営業所ごとに置く専任の技術者、建設工事現場に置く主任技術者、又は監理技術者(1級のみ)になれます。
- 建設業法に基づく経営事項審査における技術力の評価に、技術者数として加点できます。
- 労働安全衛生法に規定する車両系建設機械などの特定自主検査者(事業主を除く。)として、必要な科目について下表のとおりその全部免除(○)又は一部免除(△)の取扱いが受けられます。

特定自主検査者の取扱い(主要なもの)

建設機械技術検定	事業内検査員資格	車両系建設機械			
		整地・運搬・積み込み・掘削・解体用	締固め用	基礎工事用	コンクリ打設用
1級建設機械施工技士		○	○	○	△
2級建設機械施工技士	第1種	○	△	△	△
	第2種	○	△	△	△
	第3種	○	△	△	△
	第4種	△	○	△	△
	第5種	△	△	△	△
	第6種	△	△	○	△

◆◆◆ 問合せ先、「受験の手引」請求先一覧表 ◆◆◆

名称	所在地	電話番号
(社)日本建設機械化協会 試験部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2F (URL http://www.jcmanet.or.jp)	03-3433-1575
同 北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北3条西2-8 さつげんビル5F	011-231-4428
同 東北支部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1 二日町東急ビル5F	022-222-3915
同 北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル9F	025-280-0128
同 中部支部	〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル9F	052-241-2394
同 関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル8F	06-6941-8845
同 中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル4F	082-221-6841
同 四国支部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイティブビル4F	087-821-8074
同 九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26 第3白水駅東ビル	092-436-3322
(社)沖縄建設弘済会	〒901-2122 浦添市勢理客4-18-1 トヨタマイカーセンター4F	098-879-2097
同 北部支所	〒905-1152 名護市字伊差川24-1	0980-53-1555

ご注意

最近、当協会が行うこの技術検定の申込み手続きの代行業務やまぎらわしい名前の講習等の勧誘を行う民間団体がありますが、当協会とは関係がありません。当協会は、電話等により直接勧誘又は案内を行っておりませんし、他の機関に受付等の業務の一部を依頼することはありません。この技術検定の申込み、問合せは、ご本人が直接当協会に行ってください。

目次

建設機械 特集

3	巻頭言 新年のご挨拶	辻 靖三
4	建設機械の排出ガス対策と地球温暖化対策の現況	森川 博邦
8	BDF仕様の維持管理車両走行試験 ～地球温暖化防止への取り組み～	大浦 義司・政田 潔・西井 智紀
14	パワー増幅ロボットの建築現場への応用	城垣内 剛
19	廃棄ゴムクローラ類のリサイクルの現状と将来の展望 —広域認定制度の活用—	清水 一城
24	建設機械の部品再生事業	矢山 秀樹
29	デジタルヒューマン技術の最新動向と建設機械への適用可能性	持丸 正明
34	モノづくりを通しての国際貢献 地雷除去に挑む 豊かで平和な大地への復興 ～大地よ 蘇れ～	雨宮 清
40	建設機械を応用した国際貢献事業 (地雷除去から地域復興まで)	柳樂 篤司
45	AC駆動式ブルドーザ D7E	福岡 大輔
50	大型ハイブリッドホイールローダの開発	伊藤 徳孝
55	グレーダの技術動向	坂井 幸尚
61	大型油圧ショベル用モニタ	高橋 豊
66	ずいそう 夢を追う	松岡 義之
67	ずいそう 『サッカーへの思い』	三浦 和明
68	CMI 報告 生分解性プラスチックによる鏡ボルト工	安井 成豊・寺戸 秀和・鈴木 健之
71	部会報告 アスファルトフィニッシャの変遷 (その7)	機械部会 路盤・舗装機械技術委員会 舗装機械変遷分科会
77	新工法紹介	機関誌編集委員会
79	新機種紹介	機関誌編集委員会
82	統計 建設業の国際展開 その1	機関誌編集委員会
86	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
87	行事一覧 (2009年11月)	
90	編集後記	(富樫・山本)

◇表紙写真説明◇

パワー増幅装置とその応用例

写真提供 : アクティブリンク(株)
イラスト提供 : とんべいの機械博物館
(<http://homepage3.nifty.com/tompei/>)

建築・土木分野での高齢化問題対応、及び苦渋作業からの開放を目的として、人間の四肢の動作に追従する事ができる腕と足を持つパワー増幅装置の開発が進んでいる。現在、100kgの重量を扱える建設現場での汎用機械を目指して試験段階であるが、将来は建築・土木分野以外の林業、災害救助、コンテナの荷積み、工場内重作業への応用も期待できる。

2010年(平成22年)1月号PR目次

【ア】 朝日音響(株)……………表紙3

【カ】

カヤバシステムマシナリー(株)……………後付6
コスモ石油フリカンツ(株)……………後付5
コベルコ建機(株)……………後付1
コマツ……………表紙4

【ク】

大和機工(株)……………表紙2
【マ】 マルマテクニカ(株)……………後付3
三笠産業(株)……………後付2

【ヤ】

吉永機械(株)……………表紙2

情報化施工研修会のご案内 — ICT 建設機械の实地研修—

3次元データを利用した建設機械制御に関する実践的な教育により、情報化施工に対応できる技術者を育成することを目的として「情報化施工研修会」を開催しております。次回の研修生を次のとおり募集いたします。

1. 申込み方法

所定の申込書に記入の上、郵送、Fax

またはメールにて申込み。申込書は当協会ホームページより入手できます。

開催日1週間前をもって締切とします。

2. 開催日（以降、順次開催予定）

平成22年1月28日（木）～29日（金）

平成22年2月25日（木）～26日（金）

3. 受講費用

体験コース：20,000円/人

実務コース：88,000円/人 ※

（※研修用PCを利用、修了証を発行）

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会（担当：白鳥）

TEL：03-3433-1501

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

平成22年度 (社)日本建設機械化協会会長賞 公募のご案内

下記の通り、「(社)日本建設機械化協会会長賞」の公募をご案内致しますので、多数の応募をお願い申し上げます。

1. 表彰の目的

日本の建設事業における建設の機械化に関して、調査研究、技術開発、実用化等により、技術の向上に顕著に寄与したと認められる業績を表彰し、もって建設事業の高度化を推進すること。

2. 表彰対象者

本協会の団体会員、支部団体会員、個人会員および関係者のうち表彰目的に合う業績のあった団体、団体に属する個人およびその他の個人。

3. 表彰の種類

会長賞（本賞）、貢献賞および奨励賞

4. 会長賞への応募は、応募用紙の提出により行われます。推薦書は自薦、他薦を問いません。

応募方法：

協会所定の様式による。応募用紙はFAX、TELにより申し込むかHPより取得願います。

提出期限：

平成22年2月1日（月）（必着）

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 会長賞係

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

http://www.jcmanet.or.jp

第59回欧州建設機械化視察団団員募集のお知らせ

— bauma2010：国際建設機械・建設資材製造機械・鉱業機械
建設用車輛・建設機器専門見本市の視察—

3年に一度、世界最大、かつ重要な建設機械、建設資材製造・加工、建設用車輛等分野における見本市と位置づけられているbauma2010が2010年4月19日～25日まで、ドイツ・ミュンヘン市で開催されます。

本協会は海外の建設機械、施工技術を視察する海外視察団を毎年派遣していますが、第59回視察団派遣に関係各位のご要望に応え下記の要項で計画

しました。関係各位におかれましては本視察団参加の機会を捉え、今後の企業活動に役立てて頂きたく、多数のご参加賜りますようご案内申し上げます。

目的：bauma2010及びフランクフルトにおけるインフラ整備、都市再開発の工事現場等の視察と見学

期日：平成22年4月18日（日）～24日（土）

訪問先：ミュンヘン、フュッセン、フランクフルト

定員：20名程度

参加費：365,000円（空港税等別途）

申込締切：平成22年3月12日（金）

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 海外視察団係

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

http://www.jcmanet.or.jp

平成22年度建設機械施工技術検定試験

— 1・2級建設機械施工技士—

平成22年度1・2級建設機械施工技術検定試験を次のとおり実施いたします。

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。（以下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る問い合わせをしてください。）

1. 申込み方法

所定の受験申込み用紙に必要事項を

記載し、添付書類とともに郵送。

平成22年2月中旬から、受験申込み用紙等を含む「受験の手引」一式を当協会等で販売します。

2. 申込み受付期間

平成22年3月15日（月）から4月9日（金）まで

※申込みは郵送のみです。

3. 試験日

学科試験：平成22年6月20日（日）

実地試験：平成22年8月下旬から9月中旬

※実地試験は、学科試験合格者のみ受験でき、日程は8月上旬に決定、通知します。

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

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。

昨 2009 年は世界的な急激な経済収縮で始まり、各国で大規模な対応策がなされてきて、急激な景気減速は収まりつつあるものの、依然として上り傾向が定着するような情勢ではありませんし、わが国ではデフレ脱却が大きな課題となっています。アジアの一部で回復の動きがありますが、本年には日欧米で混迷を脱し回復が期待されるところです。

国内としては昨夏に政権交代が起こり、大変革時代となりました。政治、行政、経済、社会とほとんどの分野で、改革というスローガンの下、従来の仕組みの検証、見直し、変革が急激に取り組みられました。具体的な実施は昨年からはじめましたが、本格的には 2010 年度の政府予算案、税制改革案、各種法律改正案等の国会での議論を経てからとなります。現下の日本では経済浮揚、雇用、財政再建等が深刻な課題ですが、その解決のためにも、進行する少子高齢化社会での長期的な国家の成長戦略を目指さなければならない事態であると考えられます。

地球上では国家間競争は経済を中心にこれまで以上に厳しいものになるでしょうし、また地球温暖化対策という共通の課題には協調が必要となるでしょう。国家の基盤ができていないと協調もできないので、まず、国家としての安定、成長が重要になると思います。

日本の歴史の中で世界の流れに取り残された遅れを取り戻した時期が大きく 2 回あると言われていますが、1 回目は明治政府となって近代国家に入る時期、

TV ドラマの「坂の上の雲」の時代です。2 回目は世界大戦で荒廃した国土を復興し 1 億の国民が生活を守り発展していった戦後の成長期であったと思います。封建制から立憲制へ、そして民主制へと、それぞれ社会的にも大変革でした。その変革を乗り切って成長し、世界有数の経済国家となりました。

狭い国土で少ない資源でこれが達成できたのは、日本人のひたむきな努力、新しいことへの志向、技術・知恵の集中の結晶によるものでしょう。そこで得たことは、地球上での位置づけの中で日本の立脚点は、日本人自身の進取性、勤勉性であり、ものづくり、知的活動にあると思います。

国家間の複雑になってきた関係の中で、先進国の中で少子高齢化社会化が最も進んだ国として、新しい国の在り方を見出して行かねばならない変革期であり、波高い海原を海図のない航海をしている様ですが、1.3 億人が乗った船の針路を定め、乗り切るキーポイントは、やはり知的活動でしょう。船体である限られた国土は、生活基盤であり経済基盤であります。これを限なく十二分に活動できる機能をもつものとして更に充実していくことが第一であり、その安定した基盤の上で発現される知的活動、生産活動が、針路を見出し、そこに向かう強力な推進力となるものでしょう。

3 回目の変革期の始まりに際し、日本丸が新世界目指して航路平安になるか、波浪に翻弄されるか、先を見据えた舵取りが、乗員である国民の未来を決めていく、大切な、新たな一年が始まります。

建設機械の排出ガス対策と地球温暖化対策の現況

森川 博 邦

建設機械の排出ガス対策は、「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律」に基づく使用規制が2006年10月1日より開始されているが、将来の環境基準達成を確実なものにするため更なる排出ガス規制が必要であり、現行の基準値を約9割削減する次期規制が2011年から導入される。

次期規制においては、排出ガス後処理装置等新たな技術要素の導入を前提としており、建設機械メーカーによる開発努力はもとより、技術の実効性を担保するためには、ユーザーによる使用段階の努力も不可欠である。

また、建設施工においては、排出ガス対策のみならず地球温暖化対策も求められており、建設機械メーカー、ユーザー双方の連携が必要である。

キーワード：建設機械、機械施工、環境対策、排出ガス、地球温暖化対策、NOx、PM、CO₂

1. 建設機械の排出ガス対策について

(1) これまでの取り組み

建設機械からの排出ガスについては、台数では自動車全体の1.3%であるにもかかわらず、建設機械から排出されるNOx及びPMの総量は、自動車等の移動排出源から排出される総量のうち、それぞれ16.8%、10.9%（平成17年度時点）を占めており、排出ガス対策が求められている。

これに対し、国土交通省では、平成3年に建設機械の排出ガス基準値（その後第2次基準値（平成13年）、第3次基準値（平成18年））を定め、基準値を満足する建設機械を指定する制度（排出ガス対策型建設機械指定制度）を導入するとともに、国土交通省発注工事において排出ガス対策型建設機械の使用を原則化することにより、建設機械の排出ガス対策に取り組んできた。一方、既に導入されていた公道を走行する特殊自動車の排出ガス規制強化に合わせる形で、建設機械をはじめとする公道を走行しない特殊自動車（以下「特定特殊自動車」）についても、排出ガスの寄与率の大きいエンジン出力帯（19～560kW）について同一の排出ガス基準値により排出ガス規制を導入することとなり、「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律」（以下「オフロード法」）に基づく使用規制が、平成18年10月1日より開始された。

(2) オフロード法の概要

オフロード法においては、規制開始日（平成18年10月1日以降で、燃料及びエンジンの出力帯毎に定められた日）以降に製作された特定特殊自動車については、技術基準に適合したものを使用しなければならない。また、特定特殊自動車の製作者等は、特定特殊自動車の製作前に国に届出等を行い、技術基準に適合した特定特殊自動車には、基準適合表示（図-1）を付すことができることとされている。

なお、特定特殊自動車には車検のような制度がないため、使用過程においても基準に適合することを担保する枠組みとして、特定特殊自動車の使用場所に立入検査等を行い技術基準に適合しない状態になったと認められるときは、主務大臣より必要な整備を行う命令（以下、技術基準適合命令）を発することがあり、この命令を無視した場合は罰則の対象となる。（ただし、規制開始以前から使用している等、法の規制対象外の

名称	基準適合表示	少数特例表示	確認証
表示			表示の代わりに個々に確認証が交付
備考	法律に基づく技術基準を満たすものとして、型式届出された車両に表示	一定台数（30台/年かつ承認後の総生産台数100台）以下の製作・輸入をするものとして国が承認した車両に表示	使用者が製作等した建設機械などの場合で、個別に検査を受け、技術基準に適合していることが確認されたものに対して交付

図-1 オフロード法における基準適合表示等

製作品		H18	H19	H20	H21	H22
軽油	19kW以上	経過措置期間	H20.8猶予期間終了			
	37kW未満	使用規制	H19.10規制開始			
	37kW以上	経過措置期間	H21.8猶予期間終了			
	56kW未満	使用規制	H20.10規制開始			
	56kW以上	経過措置期間	H22.8猶予期間終了			
	75kW未満	使用規制	H20.10規制開始			
	75kW以上	経過措置期間	H20.8猶予期間終了			
	130kW未満	使用規制	H19.10規制開始			
	130kW以上	経過措置期間	H20.8猶予期間終了			
	560kW未満	使用規制	H18.10規制開始			

※表示がなくても使用できる特定特殊自動車について(使用規制の適用除外)
 ・使用規制開始前(例:軽油を燃料とした130kW~560kWであればH18.10.1以前)に製作された車両(現在使用している車両含む)
 ・経過措置として旧モデルで製作される車両(継続生産車)
 ・(モデルチェンジまでの期間を考慮し、使用規制開始後であっても旧モデルの車両を猶予期間終了まで約1~2年製作可能)
 ・その他(使用の開始前に個別に主務大臣の検査を受け、技術基準に適合することの確認を受けた場合等)

図-2 出力帯毎の規制開始日及び規制適用除外について

特定特殊自動車は、技術基準適合命令等の対象外である(図-2)。

また、国土交通大臣からは「建設業に係る特定特殊自動車排出ガスの排出の抑制を図るための指針」により、建設業において使用される特定特殊自動車に対して、排出量を増加させないための燃料の使用、及び点検整備の実施に努めるべきことが示されている。

(3) 排出ガス対策型建設機械(第3次基準)指定制度の概要

建設施工における排出ガス対策を進めていくためには、オフロード法に基づく基準適合表示の付された建設機械の普及促進と併せて、オフロード法による使用規制の対象外となっている可搬式建設機械(発動発電機等)やエンジン出力が19kW未満の小型建設機械

についても、排出ガス対策を図っていくことが重要である(図-3)。

このため、オフロード法と同等の基準を満足する建設機械について、排出ガス対策型建設機械(第3次基準)として指定する制度を平成18年3月に創設し、オフロード法による使用規制対象外の建設機械の排出ガス対策を進めている。

なお、第3次基準排出ガス対策型建設機械指定制度では、道路運送車両法及びオフロード法で指定及び届出がされた車両は指定の対象外であるが、オフロード法施行前に製作されたオフロード法届出車両と同一モデルについても、オフロード法と同等の基準を満たしていることを示す意味で、第3次基準適合ラベル(図-4)を貼付出来ることとしている。また、基準より黒煙濃度が1/5に低減された建設機械については、トンネル工専用排出ガス対策型建設機械として指定を行うことで、トンネル工事における坑内作業の環境改善を図っている。

	可搬式建設機械の表示	車両系建設機械の表示	トンネル工専用建設機械の表示
表示			

図-4 排出ガス対策型建設機械(第3次基準)指定ラベル

(4) 排出ガス対策型建設機械の普及促進について

建設機械の排出ガス対策の実効性向上のためには、基準適合車が円滑かつ早期に普及する必要がある。このため、取得に係る支援措置として、中小企業投資促進税制や、株式会社日本政策金融公庫によるオフロード法の基準適合表示の付された特定特殊自動車及び排出ガス対策型建設機械(第3次基準)に対する低利の融資制度が認められている。

(5) 更なる排出ガス対策に向けて

これまでの取り組みにより、排出ガス対策型建設機械の普及は順調に進み、平成19年度末時点で排出ガス対策型建設機械の普及率が約75%(バックホウの場合)に達するなど効果をあげている。しかし早期の大気環境改善のためには更なる排出ガス規制が必要であり、中央環境審議会第9次答申(平成20年1月)において、今後、自動車全体に占めるディーゼル特殊自動車の粒子状物質(PM)、窒素酸化物(NOx)の寄与割合が増加すること、また、今後ディーゼル特殊自動車についてもPM、NOx後処理装置の導入が可

エンジン出力帯	車両系建設機械	可搬式建設機械
8~19kW	小型ローラ 小型バックホウ 等	
19kW ~ 560kW	道路運送車両法による排出ガス規制の対象(オンロード、オフロード兼用) バックホウ(ホイール型) バックホウ(履带式) トラクションセル(ホイール型) ブLOWER	 発動発電機 空気圧機

※図示した機種はあくまでも該当機種の例を示したものである
 □ : 道路運送車両法及びオフロード法の規制対象機種
 [] : 指定制度で対象とする機種
 [---] : 指定制度で対象とする機種(道路運送車両法及びオフロード法の指定及び届出がされた車両は対象外)

図-3 排出ガス対策型建設機械(第3次基準)指定制度の対象機種について

能になると考えられることから、将来の環境基準達成を確実なものにするためには、ディーゼル特殊自動車の排出ガス対策を行うことが必要である旨が示され、2014年までに現行のオフロード法の基準値を約9割削減（NO_x、PMの場合）する次期規制を導入することとされており、基準の国際調和の観点より

- ・新試験モードとしてNRTCモードの採用
- ・2段階で規制強化
- ① 2011年～
PM後処理装置の導入や燃焼の改善を前提
- ② 2014年～
NO_x後処理装置の導入を前提

とすることとなった。

新たな規制の導入にあたっては、これまでと同様エンジン出力帯毎に排出基準値や規制開始期日が定められる予定であり、2009年9月10日から1ヶ月間パブ

リックコメントに付している（図—5、6）。

パブリックコメントの結果を踏まえ、基準を定めている「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律施行規則」（平成18年経済産業省、国土交通省、環境省令第1号）及び「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関して必要な事項を定める告示（平成18年経済産業省、国土交通省、環境省告示第1号）」の改正作業を進めている。

また、技術基準適合車両に付すことのできる基準適合表示についても、どの時点の技術基準に適合しているかが、基準適合表示により判別できるよう、基準年を入れる等の改正を行う予定である。

これらについて、本年の早い時期に公告を行う見込みである。

2. 建設施工における地球温暖化対策

(1) CO₂ 排出削減の要請

地球温暖化問題は、人間の産業活動等に伴って排出された人為的な温室効果ガスが主因となって引き起こされているとする説が有力とされている。大気中の二酸化炭素（CO₂）やフロンなどの温室効果ガス濃度の増加により、地球全体の地表および大気の温度が上昇することで、集中豪雨などの異常気象が頻発し、生態系に深刻な影響を及ぼすのみならず、伝染病や洪水被害の増加を通じて人類の生存基盤をもおびやかす可能性が指摘されており、地球規模での対策が求められる喫緊の課題とされている。これに対して平成9年に京都において「気候変動に関する国際連合枠組条約第3回締結国会議（京都会議）」が開催され、温室効果ガスの排出量削減について「京都議定書」が採択された。

わが国については、京都議定書において温室効果ガスの総排出量を2008年から2012年の第一約束期間内に、1990年比で6%削減することを義務づけられたのを受け、平成10年に「地球温暖化対策推進大綱」が決定されたのに続き、官民における温室効果ガス抑制策の策定、実施状況の公表を柱とする「温暖化対策推進法」が制定されたが、我が国における二酸化炭素排出量全体の推移は1990年度比で増加傾向であり、地球温暖化対策推進大綱に基づくこれまでの対策を引き続き実施しても、京都議定書で示された目標が達成出来ない見通しとなった。

そこで、従来実施している対策・施策に加え追加的排出削減の達成に向けて、「京都議定書目標達成計画」が平成17年4月に閣議決定された（平成20年3月改訂）。建設施工分野では、同計画の中で、「低燃費型建

○ディーゼル特殊自動車の排出ガス基準値比較表

定格出力	CO		NMHC		NO _x		PM		ディーゼル黒煙	
	現行	改正案	現行	改正案	現行	改正案	現行	改正案	現行	改正案
19kW以上 37kW未満 のもの	5.00 (6.50)	5.0 (6.5)	1.00 (1.33)	0.7 (0.9) ▲30%	6.00 (7.98)	4.0 (5.3) ▲33%	0.40 (0.53)	0.03 (0.04) ▲93%	40%	25%
37kW以上 56kW未満 のもの	5.00 (6.50)	5.0 (6.5)	0.70 (0.93)	0.7 (0.9)	4.00 (5.32)	4.0 (5.3)	0.30 (0.40)	0.025 (0.033) ▲92%	35%	25%
56kW以上 75kW未満 のもの	5.00 (6.50)	5.0 (6.5)	0.70 (0.93)	0.19 (0.25) ▲73%	4.00 (5.32)	3.3 (4.4) ▲18%	0.25 (0.33) ▲92%	0.02 (0.03)	30%	25%
75kW以上 130kW未 満のもの	5.00 (6.50)	5.0 (6.5)	0.40 (0.53)	0.19 (0.25) ▲53%	3.60 (4.79)	3.3 (4.4) ▲8%	0.20 (0.27) ▲90%	0.02 (0.03)	25%	←
130kW以上 560kW未 満のもの	3.50 (4.55)	3.5 (4.6)	0.40 (0.53)	0.19 (0.25) ▲53%	3.60 (4.79)	2.0 (2.7) ▲44%	0.17 (0.23) ▲88%	0.02 (0.03)	25%	←

注 1. 現行及び改正案欄中の値は平均値を表し、括弧内の値は上限値を表す。
2. CO、NMHC、NO_x、PMの単位はg/kWhである。
3. 規制値（CO、NMHC、NO_x、PM）は、ディーゼル特殊自動車8モード法及びNRTCモード法によるもの。
4. 規制値（ディーゼル黒煙）は、ディーゼル特殊自動車8モード法及び無負荷急加速黒煙の測定法によるもの。
5. 表中の▲の数字は、現行の平均値規制値からの削減率を示す。
6. NMHC欄の現行規制は炭化水素。

図—5 排出ガス基準値の現行と改正案の比較
(パブリックコメントに付した案)

- ・定格出力130kW以上560kW未満の原動機を備えたもの
平成23年10月1日（継続生産車及び輸入車については平成25年4月1日）
- ・定格出力75kW以上130kW未満の原動機を備えたもの
平成24年10月1日（継続生産車及び輸入車については平成25年11月1日）
- ・定格出力56kW以上75kW未満の原動機を備えたもの
平成24年10月1日（継続生産車及び輸入車については平成26年4月1日）
- ・定格出力37kW以上56kW未満の原動機を備えたもの
平成25年10月1日（継続生産車及び輸入車については平成26年11月1日）
- ・定格出力19kW以上37kW未満の原動機を備えたもの
平成25年10月1日（継続生産車及び輸入車については平成27年9月1日）

図—6 次期規制の適用開始時期（パブリックコメントに付した案）

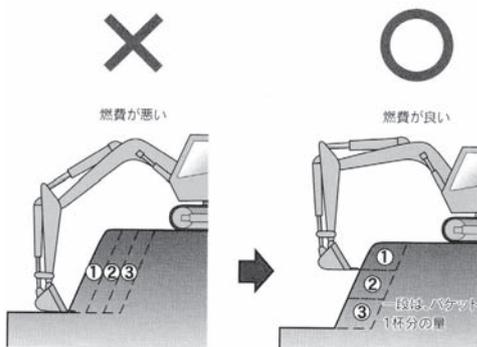
設機械の使用を奨励し、公共工事において積極的に活用することにより低燃費型建設機械の普及を推進する等、建設施工分野における省CO₂化を推進する。」ことが位置づけられ、温暖化対策を推進している。

(2) 建設施工現場からのCO₂排出削減対策の現状

建設施工分野におけるCO₂排出量においては、建設機械によるものが多くを占めており、建設機械施工において排出抑制に向けた取組が必須である。

建設施工分野におけるCO₂削減対策として、施工効率の高い工法の採用によるエネルギー消費の低減、高炉セメントなどのCO₂排出量の少ない資材の使用、もしくは資材の使用量そのものを削減することが考えられる。そこで国土交通省では、設計計画を行う発注者側技術者や施工時に施工計画を行う現場技術者を対象とし、CO₂の排出削減に資する工法、資材、建設機械等の選定やCO₂排出量の測定方法等を示した「建設施工における地球温暖化対策の手引き」を平成15年に策定するとともに、建設機械に直接関与する現場管理者等に対して、燃料消費を抑えた運転方法などをまとめた「省エネ運転マニュアル」を作成し、省エネ運転の普及促進を図っている（図一7）。

一度にではなく、上から掘削する



図一7 省エネ運転マニュアルより

また、上記の施策を進めると同時に、建設機械の低燃費化も、CO₂排出抑制には欠かせない。これについては、国土交通省では京都議定書目標達成計画に位置づけられた目標を達成するための一環として平成19年11月より、CO₂排出低減建設機械の認定制度を開始している。これは、動力伝達の効率化等による燃費改善が見込める省エネルギー機構を装備した建設機械を認定する制度である。認定された機械を購入する際には、低金利で融資が受けられる支援措置により、買換を促進するものである。

3. おわりに

次期排出ガス規制においては、基準等の国際整合を考慮するとともに、高度なエンジン制御システムや排出ガス後処理装置等新たな技術要素の導入を前提としており、建設機械メーカーによる開発努力はもとより、これらの技術の実効性を担保するためには、一定の品質を確保した燃料の使用や適切な点検整備等、建設機械ユーザーによる努力も不可欠となっている。

また、一般的にはディーゼルエンジンの低燃費化に係る技術が、NO_xやPMなどの大気汚染物質の排出抑制対策とトレードオフの関係にあることから、特定特殊自動車の次期排出ガス規制に対応するための新たな技術要素の導入が燃費悪化を引き起こす可能性も想定されるため、総合的な対策技術の開発が求められることとなる。

こういった状況のなか、近年、減速時等の回生エネルギーを電気エネルギーに変換・蓄積し、発電機モーター等を通じて加速時の補助エネルギーとして活用するハイブリッド建設機械など、排出抑制と燃費効率の改善を実現可能とする技術が開発されている。また、カーボンオフセットという点に着目すると、将来的にはBDF等の活用にも目を向けていく必要もあろう。建設施工分野においては、経済発展を損なうことなく環境保全対策を推進していくための更なる技術開発促進と普及支援との総合的な対策の必要があると考える。また建設機械メーカー、ユーザー双方が連携する適切な方策を求めていく必要もあると考えている。

我が国の建設機械は世界規模で普及している国際商品であるため、建設機械からのCO₂排出低減にかかる技術開発を促進することは、全世界におけるCO₂排出削減に寄与するものであり、このことは環境先進国としての我が国の使命の一端を担うことにもつながるはずである。

JCMA

【筆者紹介】

森川 博邦（もりかわ ひろくに）
国土交通省 総合政策局 建設施工企画課
施工環境技術推進室
課長補佐



BDF 仕様の維持管理車両走行試験

～地球温暖化防止への取り組み～

大 浦 義 司・政 田 潔・西 井 智 紀

近年バイオディーゼル燃料（以下、BDF）をディーゼル機関の燃料に用いた取り組みがされているが、その多くが軽油に数パーセントから数十パーセント BDF を混入した混合燃料である。本州四国連絡高速道路㈱（以下、弊社）においては、平成 21 年 1 月から BDF100%燃料を保有する一部のディーゼル車に用いる実験を実施している。BDF の原料となる廃食用油は、弊社が管理する一部パーキングエリアのレストランで発生したものを回収、その精製は地元業者と連携して再利用した。なお、実験機には、エンジンに高負荷がかかる耐風型調査車を選定したので、実験結果の建設機械等への応用が期待できる。

キーワード：地球温暖化防止、ディーゼル機関、BDF、廃食用油

1. はじめに

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第 4 次評価報告書（平成 19 年）¹⁾によると、20 世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇要因は、人起源による二酸化炭素（CO₂）等の温室効果ガスの増加によってもたらされた可能性が高い²⁾とされている。地球温暖化防止には、温室効果ガスの排出削減が喫緊の課題であり、我が国を含め世界各国の政府・企業・個人レベルでの排出削減に向けた取り組みが求められている。

そこで弊社では、数ある温室効果ガス削減手法のひとつで、一部維持管理用車両（写真-1）の燃料を二酸化炭素排出量としてカウントされない^{1) 2)}バイオディーゼル燃料（以下、BDF）での試験運用を開始した。あわせて BDF 原料を、管内のパーキングエリ

アで使用された天ぷら油等（以下、廃食用油）を用いる取り組みも開始し、平成 21 年 6 月時点で約 500 L を回収・BDF 化し活用している。

本文では、走行試験を通して得られた廃食用油・BDF 活用を行う上での課題と解決方法、走行試験の結果と今後の展開について述べる。

2. 車両関連での取り組み

高速道路の保全業務には、散水車、路面清掃車、標識車など多数の維持管理車両が必要であり、これらの車両運行においても温室効果ガスが排出されている。

そこで、弊社では、高速道路の保全業務で使用する維持管理車両からの温室効果ガス排出削減を目指すべく、以下の事前検討を踏まえ、車両の燃料を代替燃料（BDF）による排出削減を試行することとした。

(1) 車両関連での温室効果ガス削減の取り組み

国内で取り組まれている主な温室効果ガス削減対策は

- ①車両の低燃費化（内燃機関）
 - ②車両のハイブリッド化（内燃機関＋モータ駆動）
 - ③車両の燃料電池化（モータ駆動）
 - ④車両の電気自動車化（モータ駆動＋電池充電）
 - ⑤車両の燃料を代替燃料化（BDF など）
- 等である。



写真-1 走行試験車両 外観

(2) 現段階での保全業務への適用検討

①車両の低燃費化（内燃機関）

車両更新時に順次、次世代燃費基準適合車両へ交換。

②車両のハイブリッド化（内燃機関+モータ駆動）

ハイブリッドは、減速時に発電し、エネルギーを回収・充電しモータ駆動エネルギーを利用することを特徴としている。高速道路の保全業務では、一定速度での巡航走行が多く減速があまりないことから、効果は望めない。よって、現時点での保全業務への適用から除外した。

③車両の燃料電池化（モータ駆動）

燃料電池車は、機構上、水素貯蔵のために高圧タンクを搭載しており、高速道路の保全業務では、追突リスクも高くこれらの防御対策などを付加するなど対応が必要となる。

現在、車両メーカー各社による高圧水素容器の安全性の検証作業³⁾が進められているが、現時点で市販されているものは、非常に高価(普通車タイプで数千万円)であり、現時点での保全業務への適用から除外した。

④車両の電気自動車化（モータ駆動+電池充電）

電気自動車は、車両メーカー各社で軽量の小型車から販売が開始されている。なお平成20年12月時点で商品化されている大型車両（海外除く）はなかった。高速道路の保全業務に利用する車両には、標識装置などの架装品を車両上部等に搭載するほか、安全面から2,000ccクラスのボディ車両を採用しており、現時点での保全業務への適用から除外した。

⑤車両の燃料を代替燃料化（BDF など）

高速道路の保全業務に使用している車両では、トラックなどディーゼル機関の車両を多く保有している。これらの車両は通常燃料として「軽油」を利用している。この燃料を軽油代替燃料である「BDF」などの植物由来油に替えることで、軽油燃焼時の温室効果ガス排出分を削減⁴⁾する。

この取り組みでは、基本的に車両改造は不要であることから、比較的短期間で開始することが可能で、導入コストもわずかである。またBDFの原料も、高速道路のパーキングエリアで発生した廃食用油を回収し精製することから、リサイクル活動としても有効と考えられる。ただし、車両燃料システムの不具合発生に注意する必要があることから十分な点検を前提として取り組む必要がある。

3. 走行試験対象車両

(1) 対象車両の選定

走行試験を行うにあたり、燃料変更による不具合も

想定されたため、次の条件を満たす車両とした。

①ディーゼルエンジン車であること。ただし、DPR等の高度排気ガス除去システム非装着車であること。

②重負荷条件に耐える車両であること。

③中型免許（8t以下）で運転可能であること。

以上を満たす弊社保有車両として、耐風型調査車(以下T1)と道路巡回車B(以下T2)の2台を選定した。当面は、エンジンへ高負荷がかかるT1へ先行してBDF導入を行い、先行導入結果をT2へ反映する計画とした。

先行導入車両T1の外観を写真-1に、主要仕様を表-1に示す。

表-1 走行試験車両仕様

項目	仕様
1. 内燃機関	ディーゼル機関
2. 排気量	4,100 cc
3. 車両総重量	6,060 kg
4. 燃料の種類	軽油
5. タンク容量	100 L
6. DPR [*] 等装着有無	なし

※ DPR=Diesel Particulate active Reduction system,
ディーゼル車高度排ガス除去システム

(2) 対象車両でのCO₂削減

今回BDF燃料に置き替える予定の燃料(900L/年^{*})を軽油で消費したと仮定して排出されるCO₂の量を以下のように算定し、約2,300kg/年となった。

※ 900L/年=100L/月×12ヶ月×燃料化率75%

算定式⁵⁾

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ 排出量 (tCO}_2\text{)} \\ &= \text{燃料使用量} \times \text{単位発熱量} \times \text{排出係数} \times 44/12 \\ &\quad (\text{kl}) \quad (\text{GJ/kl}) \quad (\text{tC/GJ}) \end{aligned}$$

燃料の種類	: 軽油
年間の燃料消費見込み量	: 0.9 kl/年 (900 L/年)
燃料の単位発熱量	: 38.2 GJ/kl
排出係数	: 0.0187 tC/GJ

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ 排出量 (tCO}_2\text{)} \\ &= 0.9 \times 38.2 \times 0.0187 \times 44/12 \\ &= 2.356 \text{ tCO}_2 \\ &\doteq 2,300 \text{ kg/年} \end{aligned}$$

4. BDF

(1) 燃料性状

燃料性状の違いを表一2に、比較写真を写真一2に示す。

表一2 軽油・BDFの性状比較

項目	軽油	BDF
1. 原料	原油 (化石燃料)	植物油 (廃食用油含)
2. 製法	蒸留法	アルカリ触媒 メチルエステル法
3. 比重	0.83	0.88
4. 引火点 (°C)	73	110
5. 比粘度 (軽油1)	1	1.1
6. 流動点 (°C)	-10	-7.5
7. 硫黄分 (ppm)	408	1未満



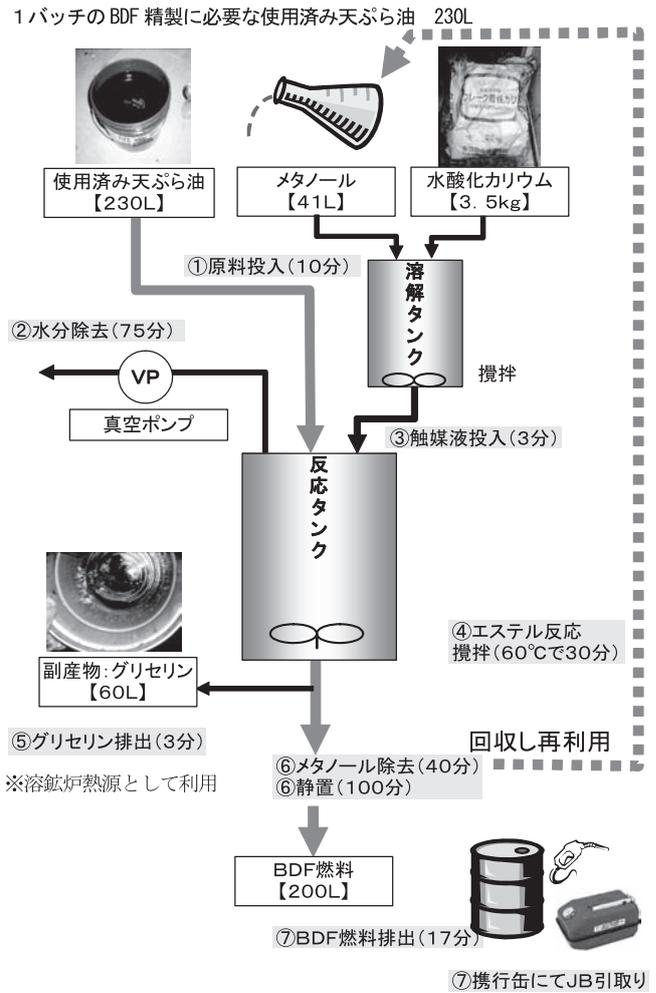
写真一2 比較写真

BDFは、CO₂削減効果のほか、表一2に示すとおり軽油に比べて硫黄分が少なくほとんど含まれないので、SO_x対策としても有効である。

(2) BDF 精製フロー

今回は、最も一般的なBDF精製法であるアルカリ触媒メチルエステル法により行うこととした。必要な材料は、原料となる廃食用油（使用済みてんぷら油）と、触媒液としてメタノールと水酸化カリウムを用いる。これらを精製プラントにセットし、装置を運転させることでBDFが自動精製される。副産物のグリセリンは、熱源としてリサイクルが可能であり、今回地元業者にてBDF精製プラント敷地内のアルミ廃材向け溶鉱炉の熱源としてリサイクルしている。

BDF精製フローを図一1、精製プラントを写真一3に示す。



図一1 BDF精製フロー



写真一3 BDF精製プラント 外観

5. 活用に向けた課題と対応策

原料（廃食用油）・BDFの取扱い活用にあたっては、各種法規制があり、事業活動として行う場合には事前に十分な調査と、各課題への対応が必要となった。各段階別の遵守法令等を表一3に示し、それぞれの課題と対応を以下に示す。

表一 3 各段階別遵守法令及び関係先一覧

各作業と遵守法令等	遵守法令	関係先	
		行政機関	その他
① 原料調達・運搬	・廃掃法	・自治体	・食堂排出事業者
	・消防法 ・市町村 火災予防条例	・消防署	
② 原料加工・精製	・廃掃法		・県許可の廃棄物処理業者
③ BDF 運搬・保管	・消防法 ・市町村 火災予防条例	・消防署	
④ 軽油燃料車両へのBDF 使用	・道路運送車両法	・運輸支局	

(1) 原料調達・運搬

本試験では、弊社管理の一部パーキングエリアのレストランから排出される廃食用油（100L／月）を回収しBDF 加工工場へ運搬する計画とした。

(a) 課題

廃食用油は、廃棄物の処理および清掃に関する法律（以下「廃掃法」という。）上、「廃油」として産業廃棄物に位置づけられることから、取扱い上の法規制を受ける。廃食用油は、消防法上、危険物第四類動植物油類（指定数量 10,000 L）にあたるが、取扱い量が 100 L と指定数量未満であることから同法上の事前届出等は不要である。ただし、危険物であることにならないことから、保管・運搬など取扱い上、火災予防条例の規制を受ける。

(b) 対応策

BDF 原料としては、廃食用油をろ過し清浄度向上を行うとともに、保管時に水分等の不純物混入を防ぎ清浄度維持を行うために専用保管容器による保管を行うこととした。また所轄の自治体へ、廃食用油を BDF 化し活用する試験計画書を届出することとした。BDF 原料（弊社購入）の収集運搬は、指定数量未満であるが運搬中の火災事故防止のため、危険物取扱者免状保有者が収集・運搬にあたることとし、容器は転倒しても内容物がこぼれない専用容器とした。

(2) 原料加工・精製

運搬コスト・BDF 精製品質を考慮すると、試験車両保管所近隣で原料加工・精製が可能な工場が必要であった。

(a) 課題

BDF 精製品質が悪い場合、車両への悪影響が懸念される。

(b) 対応策

自社で専用プラントを持ち、BDF 製造する方法が運搬コスト・品質管理の面ではよいが、専用プラントの設置コスト・設備の維持管理を考慮すると現実的でない。そこで、県内の BDF 工場へ加工・精製を委託する方法を採用した。

(3) BDF 運搬・保管

原料の廃食用油 100 L に対し、精製される BDF は約 80 L である。

(a) 課題

BDF は、消防法上、危険物第四類第三石油類非水溶性液体（指定数量 2,000 L）にあたるが、取扱い量が 100 L と指定数量未満であることから同法上の事前届出等は不要である。ただし、危険物であることにならないことから、保管・運搬など取扱い上、火災予防条例の規制を受ける。

(b) 対応策

精製された BDF は、専用容器に入れ弊社の管理センターへ運搬、専用保管庫にて保管する（写真一 4）。この作業は、指定数量未満であるが運搬・取扱い中の火災事故防止のため、危険物取扱者免状保有者があたることとした。



写真一 4 BDF 専用保管庫

(4) 軽油燃料車両への BDF 使用

軽油を燃料とする車両は、法律上さまざまな規制のもとに運行している。したがって、燃料を BDF などの軽油以外のものに変更する場合は、事前に関係先と十分な確認を行い、燃料変更前に行うべき処置や手続きをとっておく必要がある。

以下に直面した課題と対応を示す。

(a) 課題

軽油で使用した車両に BDF を給油し走行させる場合、車両内部で軽油と BDF の混合が予想される。自動車用燃料と燃料以外のものを混ぜて利用することは、たとえ少量であっても地方税法（軽油引取税）上認められていない。したがって、軽油から BDF100%（BDF5%^{*}でも同様）に切り替える場合も原則として一端、燃料タンクを空にし、燃料タンク内をフラッシングした後に、BDF を入れる必要がある。

※残り 95%の軽油には、軽油引取税の納税義務あり。

(b) 対応策

BDF 利用開始前に、次の①～④の作業を行い軽油と BDF が混合されない状態にした。

- ① T1 の燃料タンクおよび燃料配管内の軽油を排出・回収
- ② 燃料配管内に残留した軽油を完全廃棄するために、エンジンストールするまで燃焼実施
- ③ BDF を給油し、内部フラッシングを行い①②と同様に燃焼実施
- ④ BDF を給油し、使用開始

また、BDF 燃料を使用するにあたり、所轄の運輸支局にて、車検証の記載事項の変更手続きを行い、燃料の種類として「廃食用油燃料併用」の追記を行った。さらに、BDF を 100% 使用するので地方税法上問題ないことを所轄税務署に確認した。

6. 走行試験項目と中間結果

(1) 軽油と BDF での走行データの比較

平成 21 年 1 月より走行試験をスタートさせた。比較項目および計測データを表 4 に示す。結果、燃費・加速性能に若干の低下が見られるものの、排気ガスの

表 4 軽油・BDF 比較項目および計測データ

項目	軽油	BDF	変化率	備考
消費燃費* (km/L)	6.6	6.1	8%	燃費が悪化。
排気ガス 黒煙 (%)	5.5	2.7	- 51%	黒煙濃度が半減。
CO (ppm)	0.01	0.01	0%	変化なし。
HC (ppm)	10	0	- 100%	全量削減。
0～100m 加速性能 (sec)	11.2	11.6	4%	0.4 秒増加。

※消費燃費は、軽油（平成 19 年間平均燃費）と BDF（平成 21 年 1～6 月平均燃費）

黒鉛・HC などに改善が見られた。

(2) 始動性・走行安定性・ゴム系部品劣化

BDF（100%）で運用させた場合の不具合情報が不足していたことから、以下の点に注目して確認を行った。

(a) 始動性

走行試験開始が 1 月であり、気温低下（0 度前後）による燃料粘度の変化による燃料搬送不良等に伴う始動性悪化が懸念されたが、良好な始動性を確認できた。

(b) 走行安定性

BDF の品質のばらつきによるアイドル時や走行時の回転数不安定などが懸念された。

走行試験により、燃料供給配管の燃料フィルターの内部にスライム状白濁物の目づまり（初回、70 km、2 回目 200 km で発生）による回転数上昇不良・白煙発生が確認されたが、燃料フィルター交換により復旧した。

この白濁物（写真 5）は、燃料配管内のフラッシングでも落ちなかった軽油使用時の付着物が BDF 使用により剥がれ燃料フィルター部につまりを発生させると言われている⁶⁾。燃料変更時の一次的な症状⁶⁾とみている。

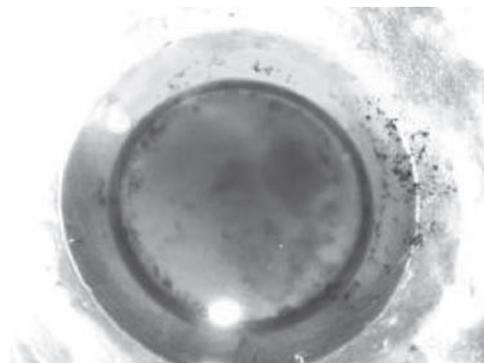


写真 5 燃料フィルター内の白濁物

2 回目の交換以降、現在 1,700 km 走行し不具合はない。今後 T2 の走行試験時には、燃料フィルターを予防的に交換する。

(c) ゴム系部品劣化

BDF 燃料は、事前調査でゴム系部品への侵食・膨潤化に伴うオイル漏れなどが報告⁶⁾されていた。しかし、使用開始から 7 ヶ月経過時点で駐車場所でのオイル滴下痕や、定期点検時にもオイル漏れの報告はない。

7. 今後の展開

T1によるデータ収集は当初目標とした1,500 km程度の走行実験を終えたことから終了し、当初懸念された冬季のBDF始動性に問題のないことが確認できたことから、T2によるBDF使用実験を行う。

8. まとめ

今回報告した廃食用油を活用したBDFによる維持管理車両での走行試験は、環境への取り組みとしては小規模(CO₂削減量 2,300 kg/年)であるが、原料供給面やBDFの品質面の確保が重要であり、これらに十分な注意を払うことで、建設機械などさまざまな機器の軽油代替燃料として利用が期待できるものである。

今回の取り組みにおいては、各官公庁を始め、レストラン事業者・燃料工場・整備工場・当社関係部署のさまざまな関係者の尽力により実現できたものであり、誌面を借りて感謝の意を表します。

JCM/A

《参考文献》

- 1) Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof and Co-authors 2007: Technical Summary. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 23-78. pp.4
- 2) 国土交通省：国土交通白書2008平成19年度年次報告書 pp.3-4,2008.5
- 3) 財団法人自動車研究所：平成20年度燃料電池自動車に関する調査報告書 pp.ii,2009.3
- 4) Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Reporting Instructions (Volume 1) pp.1.3
- 5) 環境省・経済産業省：温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル ver.2.4, pp. II -22-23,2009.3
- 6) 全国バイオディーゼル燃料利用推進協議会：バイオディーゼル燃料の製造・利用に係るガイドライン 別添資料 バイオディーゼル燃料導入に伴う車両等への技術指針 pp.2-3,2008.5.30

(2009年11月11日受付)

【筆者紹介】

大浦 義司 (おおうら よしじ)
本州四国連絡高速道路(株)
鳴門管理センター
施設課



政田 潔 (まさだ きよし)
本州四国連絡高速道路(株)
神戸管理センター
施設課長



西井 智紀 (にしい ともき)
本州四国連絡高速道路(株)
鳴門管理センター
施設課



パワー増幅ロボットの建築現場への応用

城垣内 剛

近年、我が国のさまざまな分野で、作業者の高齢化問題が浮上してきている。筆者らは、高出力なロボットアームを人間の四肢の動きに追従するようコントロールすることによって、あたかも人間の力が数百倍に増幅されたかのような感覚で、人間単体では不可能な重作業を可能にするパワー増幅ロボット（パワーローダー）の開発を行っている。建築・土木分野での実用化を目指しており、災害発生後の人命救助・復旧作業をはじめ、工場・倉庫等での荷積み・荷捌き作業など、広く応用展開を進めていく予定である。

キーワード：パワー増幅、ロボット、パワーローダー、重作業

1. はじめに

我が国の総人口は、2005年の約1億2,777万人をピークに、2008年10月1日現在、1億2,769万人で、前年（1億2,777万人：2007年10月1日現在推計人口）に比べて約8万人減少している。また、65歳以上の高齢者人口は、過去最高の2,822万人（前年2,746万人）となり、総人口に占める割合（高齢化率）も、22.1%（前年21.5%）となり、22%を超えている¹⁾。一般に、高齢化率が7%を超えた社会を「高齢化社会」、14%を超えた社会を「高齢社会」と呼んでおり、我が国は既に「超高齢社会」に突入している。

図-1は、厚生労働省から公表されている統計情報「人口の推移及び将来推計人口」から作成したグラフである²⁾。

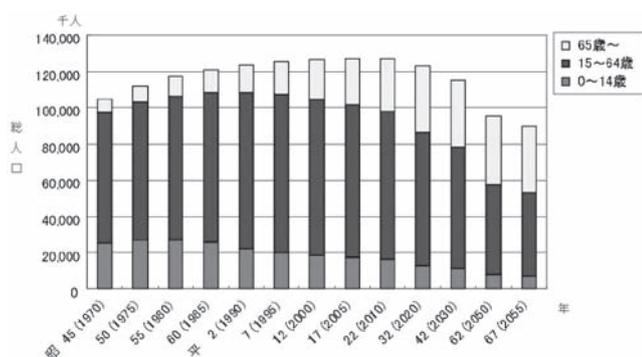


図-1 人口の推移及び将来推計人口

この統計情報は、1970年～2005年までは「国勢調査」による実績値、2010年以降は「日本の将来推計人口」

(2006年12月推計)による推計である。

この統計から、生産年齢人口と呼ばれる15歳から64歳の人口は、将来大きく減少することが予測される。したがって、労働者の作業効率を高めることは我が国の将来に向けて、早急に解決しなくてはならない問題である。

このような背景の中、人間の動作を機械で直接補助することによって、多少の重労働でも楽に作業できるようにしようという試みが、すでに国内にある複数の大学等研究機関で進められている。それぞれ異なった方式での研究・開発が行われている。これらは、パワースーツ、パワードスーツ、パワーアシストスーツなどと呼ばれており、その名の通り、スーツのように人間が装着するタイプのものが多い。一部は医療用として実用化されはじめている³⁾。しかし、実際に重作業を行う作業者の力を十分補助できる装置は未だ実用化されていない。

建築・土木分野においては、作業員の高齢化は深刻な問題である。クレーン等の重機を使用して作業員の肉体的負荷を代替しているが、重機から下ろされた部材は、実際に使用する現場まで、作業員が人力で運んでいるのが現状である。

そこで筆者らは、前出のような装着タイプではなく、人間の関節構造とは異なる構造を持ちながら、人間の四肢の動作に追従することができる腕と脚を持ったパワー増幅ロボット（パワーローダー）の開発を進めている（写真-1）。

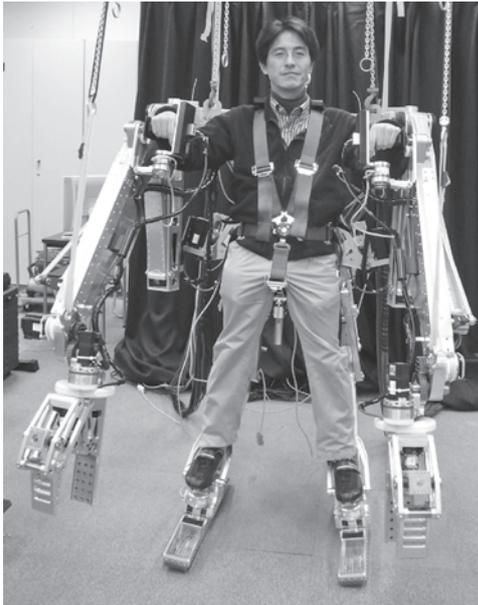


写真-1 パワーローダー（試作機）

2. パワーローダーの基本構成

パワーローダーは、人間の動作に追従する両腕・両脚を持っている。

重量物を拾い上げる動作が行えるよう、腕は左右独立に3次元的な動作が可能である。重量物を把持するときに、さまざまな角度からのアプローチができるよう、腕の先端に装備されたハンドは左右ともに、手首を中心に上下方向に回転、また、前後軸を中心とした回転（ねじり動作）が可能になっている。脚は操作者の脚の動きに追従するため、付け根部分を中心に前後、上下、左右に動作が可能である。

現状の試作機では、両腕・両脚それぞれの操作部に6軸力センサーを搭載し、人間がパワーローダーに与える力の大きさと向きを検出し、これに応じてコンピューターが18機ある電磁モーターのトルクを調整することにより、人間の動作に追従している。

3. 開発の経緯

このパワーローダーの開発に至る以前に、筆者らは装着型（ウェアラブル）パワーアシストスーツの開発を試みている。

(1) パワーアシストスーツ

写真-2は、ウェアラブル・パワーアシストスーツの実験風景である。

これは、筆者らが2003年以前に開発した試作機である。出資評価を受けた際、評価者に実際に装着して

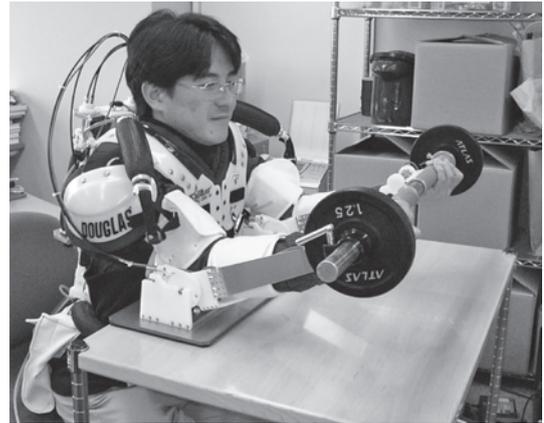


写真-2 ウェアラブル・パワーアシストスーツ試作機

もらい、パワーアシストされている感覚を体感させることができた。

この装置は、空気圧で動作するゴム人工筋肉を、アクチュエーターとして使用している。肩の部分に見える黒い円筒状のものがゴム人工筋肉である。他にも同様のゴム人工筋肉が背中に3本装着されている。背中の中心に配置した1本のゴム人工筋肉で体幹を保持し、肩に配置した2本でこの腕を保持しながら、背中に配置した残り2本のゴム人工筋肉でワイヤーを介してひじ関節より先端部分を引き上げる仕組みである。この構成で手にかかる荷重のうち、7.5 kgをキャンセルすることができる。

ゴム人工筋肉の動作原理を図-2に示す。

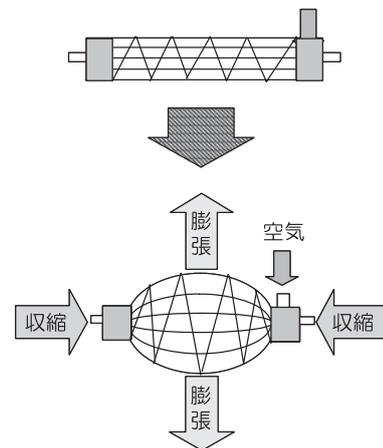


図-2 ギュム人工筋肉の動作原理

ここで示すゴム人工筋肉は、マッキベン型アクチュエーター、エアマッスル、ラバーマッスル等の呼び名で呼ばれているものと基本的な動作原理は同じものである。

両端部に栓をしたゴムチューブに対して、縦方向を拘束するよう、表面にメッシュを被せた構造になっている。

このゴムチューブの中に空気を送り込むと、空気の圧力でゴムチューブが膨張する。しかし、縦方向はメッシュによって拘束されているため膨張できず、径方向の膨張に引っ張られて縦方向に収縮する。膨らみながら収縮する様が動物の筋肉に似ているところが人工筋肉と呼ばれている所以である。

特徴としては、アクチュエーター自体が軽く、柔らかい。さらに、ゴムチューブの内面全体がアクチュエーターの収縮に寄与するため、断面積のみで圧力を受ける構造になっている一般的なエアシリンダー等よりも、パワー・ウェイト・レシオを大きく取りやすいことが挙げられる。反面、動作にエアコンプレッサー等の空圧機器を必要とするため、パワーアシストスーツのような、移動しながらの使用が前提となる機器では、装置全体の重さが問題になる。また、一般に空気圧による機器制御は空気の収縮・膨張などによる、制御遅れが大きく、素早い動作は苦手である。これに加え、ゴム人工筋肉では、アクチュエーター自身が膨張・伸縮するため、さらに遅れが大きくなり、制御性は悪くなる。他にも、与える空気の量と収縮率が比例しない、荷重と収縮率が比例しない等々、制御性が悪化する要因は多い。

しかし、アクチュエーター自身の構造が単純で、軽量であることから、安価に大量生産できる可能性を持っており、今後、制御方法が確立されればパワーアシストに限らず、広く使われる可能性がある。

筆者らは、ゴム人工筋肉の、軽い、柔らかいという特徴に着目し、人体に直接接触する機会が多いパワーアシストスーツには、適当であると判断した。

また、この機器を開発していく中で、人間の力をアシストするだけでなく、人間の力に逆らうように動作するエクササイズスーツ（図-3）、人間の動きを矯正するように動作するスポーツトレーニングスーツ（図-4）などを提案しながら用途開発を行った結果、脳卒中による片まひのリハビリテーションに応用するという用途が見つかった。

この用途に向けて開発した試作機が写真-3である。これは、健全な腕の動きをセンシングして、まひした腕を健全な腕の動きに合わせて動かすことにより、リハビリテーションの効果を促進しようというものである。

この後、商品化に向けたデザインモデルを開発し、マスコミ等で公開したところ、さまざまな分野の方々から高い評価をいただき、米国 TIME 誌の The best inventions of 2006 に選出された（写真-4）⁴⁾。

このような用途展開はあったものの、ウェアラブルタイプのパワーアシストスーツでは、構造上、大きな



図-3 エクササイズスーツ



図-4 スポーツトレーニングスーツ



写真-3 上肢リハビリ支援スーツ試作機
(出典：朝日新聞 2005/10/17)

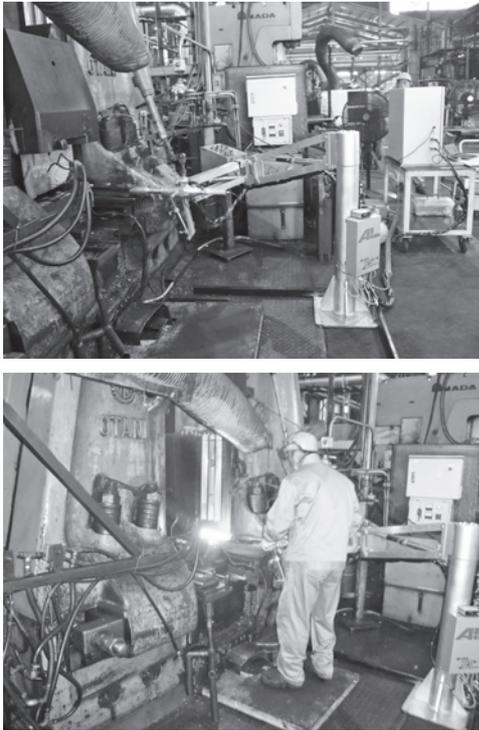
力を出すことは困難であると判断した。なぜならば、人間の関節は回転軸をずらしながら曲がるので、ウェアラブルなスーツタイプの機器が大きな力を出すと、人間の関節に強い負荷がかかることになる。人間の力を補助（アシスト）するだけでなく、大きく増幅するためには、人間の関節に負荷をかけない機構が必要であった。



写真—4 リハビリ支援スーツが掲載されたTIME誌

(2) パワー増幅装置

人間の力を大きく増幅する装置をパワーアシストと区別するために、パワー増幅装置と呼ぶ。パワー増幅装置の実用化の一例として、鍛造作業アシストロボットを挙げる（写真—5）。



写真—5 鍛造作業アシストロボット

鍛造部品の製造を行う企業と共同で、エアハンマーを用いた鍛造作業をアシストするロボットを実用化に向けて開発中である。

ここで製造されるものは、主に、自動車の部品などである。鍛造作業では、1,200℃以上に熱した鉄の棒（ワーク）を先端に金型が装着された数トンのハンマーで整形する。この作業は、3～4mの高さまで空気圧で押し上げられたハンマーを落下させて打ち付けるため、ワークの変形が毎回一定にならない。したがって、ロボットを使って自動化することが極めて難しい。

現状では、作業者は「ハシ」と呼ばれる大型のヤットコを使って、真っ赤に熱せられた約20kgの鉄の塊を掴みあげて金型まで移動させ、ハンマーを打ち付ける作業を行なっている。高熱と轟音の中で体力を使う作業であり、建築・土木業界と同じく、国内の少子高齢化が進む中で若い作業者が減り、作業者の高齢化が進んできている。

現状では、20kgあるワークの重量をキャンセルするように鉛直方向のみ制御している。水平方向は弱いバネ・ダンパーで柔らかく回転を規制しているが、アクティブな制御は行っていない。

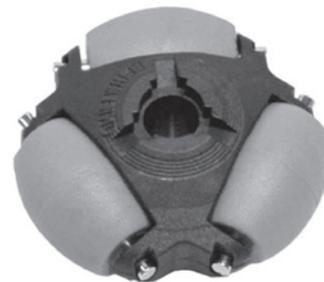
行動範囲が極めて限定される作業では、写真—5のように床に固定した支柱にアームを取り付けて作業を補助することが可能である。しかし、動作範囲が広くなると装置自身を動かす必要がある。

写真—6は、車輪で移動できるパワー増幅装置の例である。



写真—6 車輪での移動を試みた例

この装置は、手元のコントローラーに与える力の大きさと向きにしたがって車輪とアームが適切に動作し、移動しながら作業ができる。車輪にはオムニホイール（写真—7）と呼ばれる全方位型車輪を使用しており、前後左右に自由に平行移動、及び回転動作が可能である。



写真—7 オムニホイールの例

このような装置では、床面が十分平坦で車輪に巻き込むようなものが放置されていないことが、使用上の大前提となる。オムニホイールの代わりに、クローラーを使えば、床面の形状には対応しやすいが、本体の回転を伴わずに平行移動できる方向が前後方向に限定されるため、直感的な操作は難しい。

そこで、操作者の直感的な動作に追従する脚による歩行を試みた（写真—8）。



写真—8 パワーペダル

これは、文部科学省知的クラスター創成事業の「岐阜・大垣地域ロボティック先端医療クラスター」の中で立命館大学と共同で開発したもので⁵⁾、操作者の足の下にある6軸力センサーで脚の出す力の向きと大きさを検出し、これに追従するようにロボットの脚を動かすことにより、人間の約7倍の力を出す装置である。この装置はバランス制御を行わず、人間の出す力を増幅し、人間の脚の動きにできるだけ忠実に追従するように制御されている。この制御方法で歩行を行うことに成功した。これにより、人間の直感的な操作にロボットが十分追従することが確認できたと同時に、人間が平常時に獲得した歩行に関するスキルを用いながら、ロボットによって増幅された力を使いこなすことができるという方向性が確認できた。

4. パワーローダー

これらの成果をもとに、人間の両腕・両脚の増幅を行うパワー増幅ロボット（パワーローダー）の試作機を開発した。

この試作機は、100 kgの重量物を床から2 mの高さまで持ち上げることを目標に設計されている。この

スペックは、過去に行った建築関連会社へのヒアリングに対する回答に由来する。建築現場で現場の作業員が扱わなければならない重量の目安として、手ばらしクレーンのパーツの重量を基準とした。手ばらしクレーンは、建物の屋上で大型のクレーンを解体する際に最終段階で用いられるクレーンであり、これ自体の解体作業はすべて人力で行わなくてはならない。このパーツ類がほぼ100 kg以下に設定されていることから、これを作業員1人で解体できるようになることを将来の目標とし、まず100 kgの重量を扱えることを基準に、建築現場で汎用的に使えることを目指した。

現状では、試作機（写真—1）を用いて、片手で25 kgのおもりを持ち上げる実験を行っており、ほぼ安定した操作ができる段階まできている。

5. おわりに

ハイパワーを望まれる作業現場に向けたパワー増幅装置の開発目標として、建築・土木分野での実用化を想定し、開発を行ってきた。この活動の中で、建築・土木分野以外にも、林業、災難救助、コンテナの荷積み、工場での作業などの潜在的な需要があることがわかった。例えば、トラックは荷物を運ぶだけでなく、荷台を付け替えることによって、ミキサー車にもクレーン車にもなる。部分を取り替えることによって、さまざまな用途に使われている。現在、開発中のパワーローダーも一部のパーツを交換することによって、さまざまな分野に適用できるようなベースにしたいと考えている。

最後に、これまでの開発に多大なるご協力をいただいたパナソニック(株)殿、まこと工業(株)殿に、この場を借りて感謝の意を表したい。

JICMA

《参考文献》

- 1) 内閣府：平成21年版高齢社会白書（内閣府，2009），第1章 pp2.
- 2) 厚生労働省：労働統計要覧（厚生労働省，2008），表番号1 人口の推移及び将来推計人口.
- 3) 「NEDOBOOKS」編集委員会：RT スピリッツ 人に役立つロボット技術を開発する（NEDO，2009）.
- 4) THE BEST INVENTIONS OF 2006, TIME November.13.2006.
- 5) Katsuya KANAOKA, Go SHIROGAUCHI and Haruji NAKAMURA: Power Pedal as a Man-Machine Synergy Effector - Bipedal Walking with Human Skill and Robot Power- (2008 IEEE International Conference on Robotics and Automation).

【筆者紹介】

城垣内 剛（しろがうち ごう）
アクティブリンク(株)
代表取締役 副社長



廃棄ゴムクローラ類のリサイクルの現状と将来の展望

—広域認定制度の活用—

清水 一城

(社)日本建設機械工業会では、2001年7月に「使用済み建設機械のリサイクル推進行動計画」を策定し、活動を行ってきた。その活動の一環として建設機械の部品の中でも約50%が鉄鋼で構成された貴重な資源であるにも拘らずその処理の困難さによりリサイクルが進んでこなかった廃棄ゴムクローラ類に着目し、広域認定取得によるリサイクルの促進を目指し活動を行ってきた。

2007年12月には、環境省より広域認定を取得し、2008年8月よりその事業を全国へと拡大させて活動を進めてきた。

廃棄ゴムクローラ類の紹介、これまでの処理の状況、本システムの有用性と今後の事業展開について紹介する。

キーワード：廃棄ゴムクローラ類、広域認定制度、リサイクル、産業廃棄物、環境省、ゴムクローラ、ゴムパット、排出事業者

1. はじめに

近年、企業活動を行う上で環境問題は、非常に重要な要素となっている。拡大生産者責任の考え方の社会への浸透により、企業は製品の回収・リサイクルにまで一定の責任を有し、循環型社会の構築などの目標達成のため製品の環境負荷を低減させる施策を行っていることは、周知の通りである。

当然、建設機械業界も例外ではなく、(社)日本建設機械工業会では、2001年7月25日に『使用済み建設機械のリサイクル推進行動計画』を策定し、活動を行ってきた。この行動計画は、自走式建設機械を対象とし、建設機械のリサイクル可能率97%以上を目標としている。

その目標を達成する為にまず、建設機械製造事業者が取組む事項として、

- 1) リサイクル可能率の維持・向上
- 2) リサイクルの容易化のための技術開発
- 3) 3R (Reduce, Reuse, Recycle) の推進と環境負荷物質の低減

の3つを挙げている。

そして次に関係者（製造事業者、ユーザ、処理事業者、政府）全体で取組む事項として

- 1) リサイクル実行方法の提案と推進
- 2) 部品、コンポーネントの再使用促進
- 3) リサイクル推進に関する情報提供

4) リサイクル率の評価とフィードバック方法の確立の4つを挙げている。

このような行動計画を策定し、活動を行ってきた。

この取組み事項の1) リサイクル実行方法の提案と推進の中で建設機械の部品を

- ①大物板金構造物（ブーム・アーム・フレームなど）
- ②自動車類似部品（内装・電装品など）
- ③建設機械特有の部品（カウンターウエイト、ゴムクローラ、大型タイヤ）

の3つに分け、その中の③建設機械特有の3部品については、適正処理の確保に積極的に取り組むとした。

その中の一つであるゴムクローラは自動車や家電製品と比較してリサイクル困難な部品等の使用割合が少ない建設機械の中で、処理が困難な部品とされてきた。また重量比で50%以上が鉄鋼で構成されておりマテリアルリサイクルできる貴重な資源である。

今回は、このゴムクローラを対象とした広域認定制度を利用したリサイクルシステムの有用性と今後の展望について記述する。

2. ゴムクローラ類とは

(1) 概要

建設機械産業では、1980年頃から舗装路面の保護や走行時の騒音低減および乗り心地の向上を狙いとし

てゴムクローラ類を装着した機械が開発された。その後、下水道整備などの都市基盤整備事業に伴う都市型土木の急速な成長と共に利用が広がり、汎用性のある建設機械の足回りとして広く普及した。

(2) 種類

建設機械に使用されるゴムクローラの種類は、以下の2種類に分けられる。

①一体型ゴムクローラ (ゴムシュー)

ゴムクローラを使用する目的である騒音や振動の低減に大きな効果を出すのが、一部が破断した場合などは、修復や一部交換は困難であり基本的に全交換となる (写真-1)。

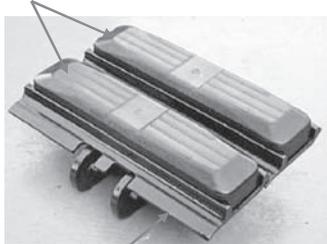


写真-1 一体型ゴムクローラ (ゴムシュー)

②分割型ゴムクローラ (パットシュー)

鉄製のクローラのシューの部分 (板の部分) ごとに取り付けるもの。一体型と比較すると騒音や振動の低減の点では劣るが、廃棄の容易さや破断、磨耗の際に部分交換が可能のため主に重量の重い油圧ショベルで普及している (写真-2)。

パットシュー



シュー (クローラの鉄製の板の部分)

写真-2 分割型ゴムクローラ (パットシュー)

(3) 構造・成分

ゴムクローラは、張力を保持するスチールコードと、それを補強する芯金、およびそれらを包み込むカバーゴムで構成され、加硫処理で固定されている (図-1)。ゴムクローラ全体の成分の構成比率 (重量比) は、良質の鉄鋼が55~66% (芯金部分50~60%、スチールコード部分5~6%)、カバーゴムが35~45%で構

成され、いずれも貴重なリサイクル資源である (表-1)。ただ、このような構造のため、各成分ごとに分離し、リサイクルするということが非常に困難である。

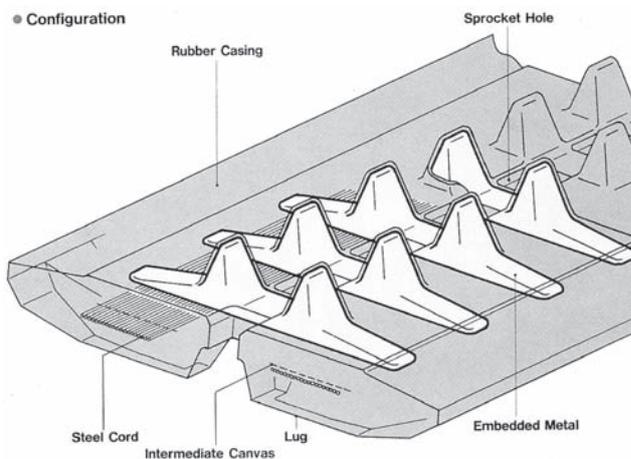


図-1 ゴムクローラの構造

表-1 ゴムクローラの構成材料重量比率

構成材料	建設機械用ゴムクローラ
芯 金	50 ~ 60%
スチールコード	5 ~ 6%
ゴム・カーボン	35 ~ 45%

なお、使用されている鉄鋼とカバーゴムは、基本的にタイヤに使用されているものと同一の成分からなっており『廃棄物の処理及び清掃に関する法律』における廃棄物分類では、廃タイヤと同じ『廃プラスチック』に該当する。

3. 廃棄ゴムクローラ類の発生状況とこれまでの処理の状況

(1) 発生状況

廃棄ゴムクローラ類は、主に整備工場や現場での交換時に発生する。また建設機械自体の廃車の際にも発生する。建設機械用ゴムクローラの特徴として、その使用条件が非常に厳しく、ゴムの損傷・磨耗、芯金の剥離、スチールコードの切断等による交換が多いことが挙げられる。

ゴムクローラ類の耐用年数は、稼働時間にもよるが、概ね4~6年程度である。よって廃棄ゴムクローラ類は、頻繁にかつ継続的に発生している。具体的な発生量は、『平成15年度廃ゴムクローラの広域リサイクルシステム報告書』では、24,700トン/年と推定している。

(2) 処理の内訳

年間発生量 24,700 トンの処理の内訳は以下の通りである (図-2)。

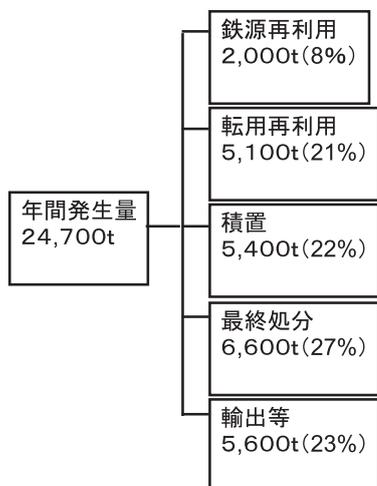


図-2 発生量と処理の内訳

(a) 鉄源再利用

電炉業者による鉄源としてのリサイクル。

(b) 転用再利用 (写真-3)

敷板としての代用品や路盤の養生用として使用。用途はかなり限定的。

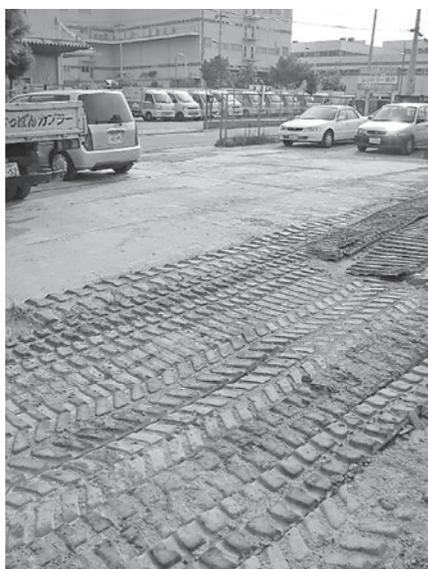


写真-3 ゴムクローラの転用事例

(c) 積置 (写真-4)

ストックヤードなどへの積置。不法投棄の温床となりやすい。

(d) 最終処分

最終処分場 (埋立施設) への埋め立て。最終処分場の残余年数には限界があり、本来リサイクル可能な資源を埋め立てていることになる。



写真-4 ゴムクローラの積置事例

(e) 輸出等

中古建設機械として海外へ出て行く機械についているゴムクローラ類。

このような処理状況であるが、このスキームに入らない一部の廃棄ゴムクローラ類が不法投棄されていることもある (写真-5)。

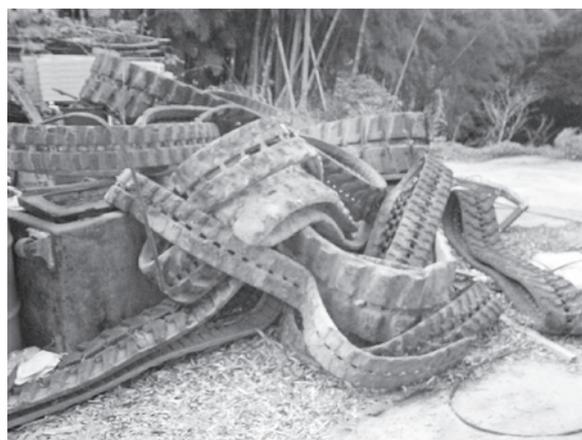


写真-5 ゴムクローラの不法投棄事例

(3) これまでの対応状況の経緯

これまでの廃棄ゴムクローラ類の処理の経緯は下記の通りである。

(a) ダイオキシン類特別処置法 (1999 年公布) や焼却炉規制の厳格化以前

サービス工場が下取・引取してきた多くの廃棄ゴムクローラ類は、ガス切断機等を使用して焼却炉に入る大きさに切断し、ゴム類を焼却した後、残った鉄くずをスクラップとして処理していた。安価に処理できていたが、焼却に伴う黒煙やにおいの拡散が発生するなどの問題もあった。

(b) ダイオキシン類特別措置法公布および焼却炉規制厳格化以降

サービス工場や使用者自身が処理する適当な方法はなく、産業廃棄物として業者に処理委託をするようになった。業者に委託するために非常に手離れはよいが、

処理コストの増大がネックとなり積置が増大する一因となった。

(c) ㈱日本建設機械工業会では上記のような状況を踏まえ電炉でのリサイクルを全国的に拡大し、受け入れ先の増大および回収量の増大によるコストダウンを図った。しかし切断の困難さによる受入拒否や更なるコストアップを受け新しい仕組みづくりが求められることとなった。

以上のような経緯があり、㈱日本建設機械工業会としては、更なるリサイクル促進を目指し広域認定制度の取得を目指すこととなった。

4. 広域認定制度の活用

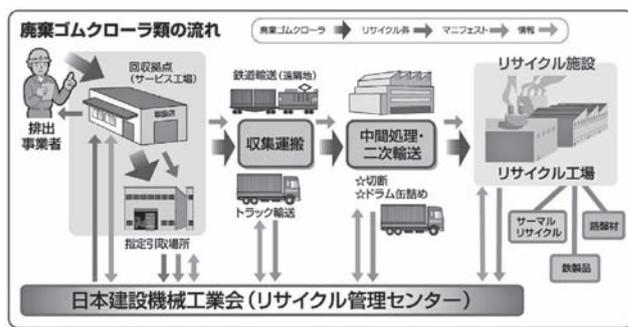
(1) 広域認定制度とは

広域認定制度とは、製造事業者が自社の製品に関して責任を持って処理（リサイクル）する場合、そのシステムが環境省より認定されれば各都道府県知事の認可がなくても全国で処理ができる（製造事業者自身のみなし産業廃棄物業者として活動できる）ようになる『廃棄物の処理及び清掃に関する法律』の特例制度である。つまり通常、産廃処理を業とする場合は、その営業範囲の各地方自治体の長の許可が必要であるが、それを不要とし、製造事業者自身が責任を持って自

社の製造した製品をリサイクルできるというシステムである。通常、製造事業者ごとに取得するものであるが、㈱日本建設機械工業会では、建設機械およびゴムクローラ類の製造事業者15社を束ねた上で工業会という単位での申請を行い、2007年12月19日に認定を取得した（写真—6）。

(2) 回収のシステム

廃棄ゴムクローラ類の回収スキームは下図の通り（図—3）である。



図—3 廃棄ゴムクローラ類回収スキーム

排出事業者とは、建機のエンドユーザ（建設業者、レンタル会社等）であり、ここから排出された廃棄ゴムクローラ類は、回収拠点（メーカ15社の販売店やサービス工場などの拠点）に持ち込まれ、それは複数の回収拠点を束ねる指定引取場所へ搬送される。そして一定数量が溜まると指定引取場所へ直接、収集運搬事業者が収集に行き中間処理や二次輸送を経てリサイクル施設へと持ち込まれるシステムとなっている。

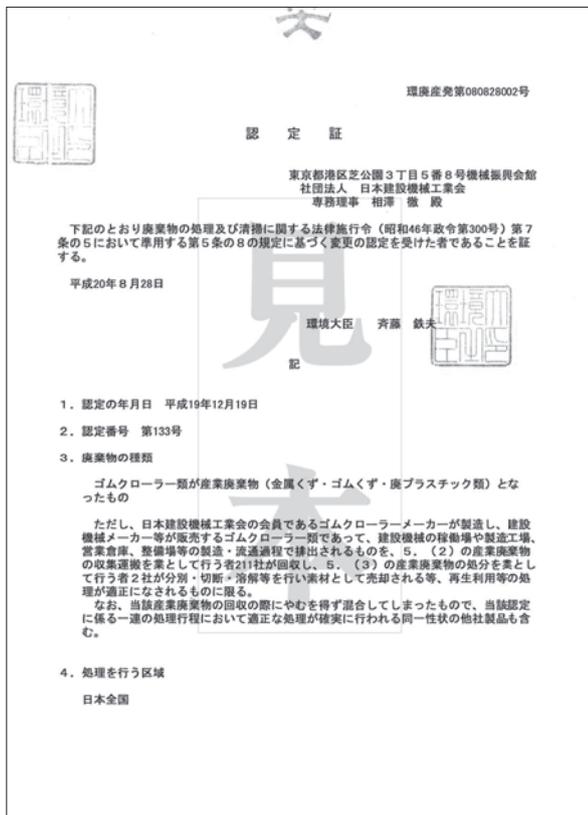
また、この廃棄ゴムクローラの流れは、必ず廃棄ゴムクローラ類現物とマニフェストがセットになって動くシステムとなっており、それが本システムで回収した廃棄ゴムクローラ類がリサイクル施設まで持ち込まれることを担保することとなる。

(3) リサイクル施設

本リサイクルシステムは、新日本製鐵(株)広畑製鐵所の転炉を最終処分施設とし、下図の通り（図—4）燃料ガスの回収によるサマールリサイクルとマテリアルリサイクル合わせてほぼ100%のリサイクルを実現している。

(4) 本システムを利用することのメリット

①排出事業者の方がリサイクル費用を負担することとなり、受益者負担の原則でリサイクルを行うことができる。



写真—6 広域認定制度認定証

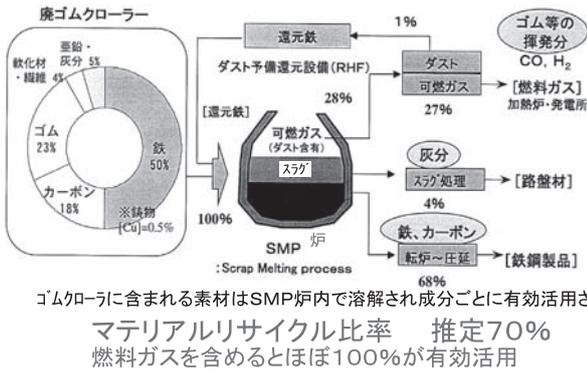


図-4 廃ゴムクローラの処理方法

- ② 100%リサイクルのシステムを利用することを通じて環境負荷の低減に貢献することができる。
- ③ 複数メーカを横断的に回収（ルート回収）することが可能となり、回収が効率化されることによって回収量の増加が図れる。

5. 広域認定制度を利用した本リサイクルシステムの今後の展望と課題

(1) 今後の展望

本リサイクルシステムは、これまで困難とされてきた廃棄ゴムクローラ類の適正処理を実現したものである。今後は更なる回収量の増大を図り、建設機械業界全体としての環境負荷低減を通じた社会貢献を更に推

し進める必要がある。そのためには、製造事業者だけでなく、建設機械に関する広範囲の関係者に本システムを認識していただき、利用をしていただく努力を行っていく必要がある。

(2) 今後の課題

このようなリサイクルシステムを維持させるには2つの要素が必要である。それは、適正な処理方法の確保と適正なコストレベルの維持である。本リサイクルシステムは適正な処理方法は確立しているのだから、適正なコストレベルを維持することが必須の課題となる。

そのためには、廃棄ゴムクローラの回収量の増大を図らなければいけない。今回の掲載により、本リサイクルシステムを多くの関係者に知っていただき、その有用性を理解していただくことにより、少しでも多くの関係者に利用していただきたいと考えている。

JCMA

[筆者紹介]

清水 一城 (しみず かずしろ)
 (株)日本建設機械工業会
 リサイクル管理センター



建設機械の部品再生事業

矢山 秀樹

長期に亘って高い信頼性と耐久性が要求される建設機械の構成部品には、品質および量共に十分な材料が使用されている。しかしながら摩耗や損傷によって交換されると、後はスクラップとして処分されていたこれら部品を回収してリサイクルプロセスを経ることで、資源の有効活用と環境への対応のみならず、建設機械のランニングコスト低減にも貢献する再製造部品（リマン）の事業概要と仕組みについて紹介する。

キーワード：建設機械，部品，再生，リサイクル，コスト低減，環境対応

1. はじめに

昨今の米国発金融危機、円高、不況といった環境のもとで様々な産業において、売上高減少に伴う企業体質のスリム化、コスト低減を余儀なく課せられる中、建設機械に求められる課題は、生産性向上や作業効率の改善はもとより、燃費の向上やメンテナンス／修理費用といったランニングコスト低減ばかりでなく、環境への対応も以前にも増して強くなってきている。ディーゼルエンジンの排出ガス規制強化や化石燃料からの代替／ハイブリッド化、生分解性オイルの適用などメーカーにより様々な取組が進められているが、低コストでの実現にはそれぞれ大きな課題が未だ残されている。

本稿では「リマン部品」、つまり建設機械用部品のリサイクルビジネスに焦点をあてて、そのコンセプトや特徴からリサイクルの仕組みはもとより、ランニングコスト低減への寄与と環境への対応を如何にして両立させるかを紹介する。

2. 建設機械部品の現状

(1) 国内の状況

バブル崩壊から長期に亘って低迷した国内経済は、21世紀になってからのBRICsを始めとする新興国の急激な経済成長、莫大なインフラ整備への投資に伴った外需主導によってその長いトンネルから脱け出し、長期間の好景気に沸いた。また原油や鉄鉱石を初めとした各種地下資源原材料調達に伴う設備増強への投

資拡大から、新興国のみならず先進国でも建設機械の需要は増大し、世界的な機械不足は、東南アジアにおける中古車市場の拡大と取引相場の著しい上昇を招いた。

このような状況のもと国内では、建設機械の下取価格上昇に伴った代替サイクルの短縮と新車需要の拡大をもたらした。

しかし今日の急激な景気悪化は、全世界的な金の流れを停止させてしまい、特に製造業においては一瞬にして在庫の山を築くこととなった。そして海外新興国における建機中古車市場の急激な収縮が国内における中古車相場の急落を誘発させることによって、代替サイクル／保有年数の長期化が自ずと予想されるようになる。

(2) 機械保有の傾向

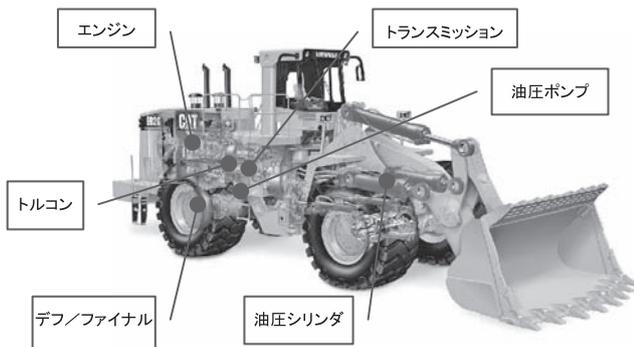
前項で述べたように、「機械の保有年数が増加する」ということは、それだけ保有に要するメンテナンスや修理の頻度が増加することになり、今まで以上に機械管理の品質向上を図ることによって、機械性能の維持とランニングコスト低減を実現させなければならない。

例をあげれば、従来はオーバーホール等大規模な修理を実施する前に機械を代替する方が投資効果を見込めていたが、今後は保有期間を長くしても性能低下と発生コストを最小限に抑えることで、その価値を最大限引き出すことも経営の選択肢として考慮しなければならないだろう。そこには修理方法や必要な部品の選択肢が求められ、修理後の機械の用途や、修理による

寿命延長方針，修理に費やすことのできる時間／日数，もちろん修理予算も含めた選択肢が提供できると共に，これを提供できるだけの能力（知識，技術，設備，管理手法）が求められることはいうまでもない。

(3) 建設機械部品の特徴

建設機械は製品種別にもよるが，様々な部品で構成されている（写真－1）。



写真－1 建設機械の主要コンポーネント

- 動力源 : エンジン
- 動力伝達 : トランスミッション,
ポンプ／モータ／バルブ,
ファイナルドライブ, 油圧シリンダ
- 構造物 : 各種フレームやカバー, 作業装置
- 制御装置 : 電装ハーネスや油圧ホース
- 運転室 : キャブ, シート, 操作機器

これら主要構成部品は過酷な現場で長期に亘って稼働する車両として，

- ・高い信頼性
- ・高い耐久性
- ・高い安全性

が求められることは必須であることから，高い負荷，繰返し荷重や衝撃荷重，振動や熱にも長期間耐えられるよう，各構成部品には品質，量共に十分な材料（鉄）が使用されている。また〔動力源〕や〔動力伝達装置〕の構成部品は高い性能を発揮する為に，高精度の機械加工が要求される精密部品でもあると言える。

特に近年の建設機械は，排出ガス規制に代表される法規制対応の強化，機械性能向上の実現手段として各部に電子制御化が織込まれ，部品に求められる加工精度は1/1000ミリレベルにまで及んでいるのが現状である。その製造プロセスにおいて，多大な資源とエネルギーを要する部品も，従来は性能低下や修理によって機械本体から取外されたあとは，廃却もしくはスクラップ処理されていて，資源としてはリサイクルされ

ながらもその恩恵が直接，機械保有者に還元されることはなかった。

加えて修理方法，修理部品の選択肢も新品部品への交換による処置が殆どであり，一部の再生品が提供できて現状（As is）で保証なし，廉価販売という程度であった。

3. リマン部品

(1) リマン部品とは

リマンとは「リマニュファクチャード・プロダクト」を語源とした「再製造部品」を意味する。



部品交換の際に取外した部品を「コア」として回収した上で，専用工場にて新品同様に再製造されて再度，お客様に販売するリサイクルプロセスを実現することで，新品同様の性能・品質・保証付の部品を低価格で提供できるようにしたものである。

(2) リマンの特長

①新品同様な品質，性能，および保証

回収されたコアは世界17の再生専用工場で，新品製造と違わぬ技術と基準を適用することによって，新品同様に再製造される。加えて新品と同じ保証も付与される。

②リーズナブルな価格

新品同様かつ保証付であるにも拘らず，その価格は新品部品の約4割引

③充実したアイテム

エンジン，油圧ポンプ／シリンダ，トランスミッションを始めとした約10,000点の品揃え（写真－2）

④幅広いバリエーション

様々な修理方法に応じた部品供給単位のバリエーションを充実

アッセンブリ^{*1} ⇒ 休車時間短縮による迅速な現場復帰

ピースパーツ^{*2} ⇒ 部分修理と修理費用の低減

※1：組立てられたコンポーネントの状態

※2：小部品の状態



写真—2 色々なアイテム

(3) コア回収によるリサイクル (図—1)

前述の通り、リマンは販売時における「コア」の回収が必要不可欠であり、100%のコア回収がリサイクルプロセスの発端となるが、コアを効率的に回収した上で高い再生技術による専用工場での集中再生、および再製造部品として魅力ある価格で再び供給するには、取扱うコアのボリュームとグローバルな物流ネットワークなくして実現することは不可能である。参考までに2008年度は、世界中から約100万トンのコアを回収。資源の有効活用を通して環境保全にも貢献している。

①リマン販売時におけるコア回収

リマン販売時には取外した部品をコアとして回収する

ことが廉価提供の条件としている。実質的には現状でほぼ100%のコア回収を実現しており、コアの程度によってリマン販売価格にも多少の増減幅を持たせている。コア回収不可の場合はもちろん、販売価格も高くなる。

②回収における物流ネットワーク

世界中のディーラを通じて、迅速に部品供給できるネットワークは、言い換えれば世界中からのコア回収を効率的に実施できることになる。リサイクルコストを最小限に抑えて、低価格でリマンを提供するには、再生処理量を最大限にしなければならない。

従って、世界中で集められたコアを集中させるための物流ネットワークは既に構築されており、グローバル企業としての強みであるとも言える。

③専用工場による集中再生

数多くのリマン部品を効率的かつ高度な技術で再製造するには、部品の種類に応じた集中再生工場をグローバルに展開することが求められる。

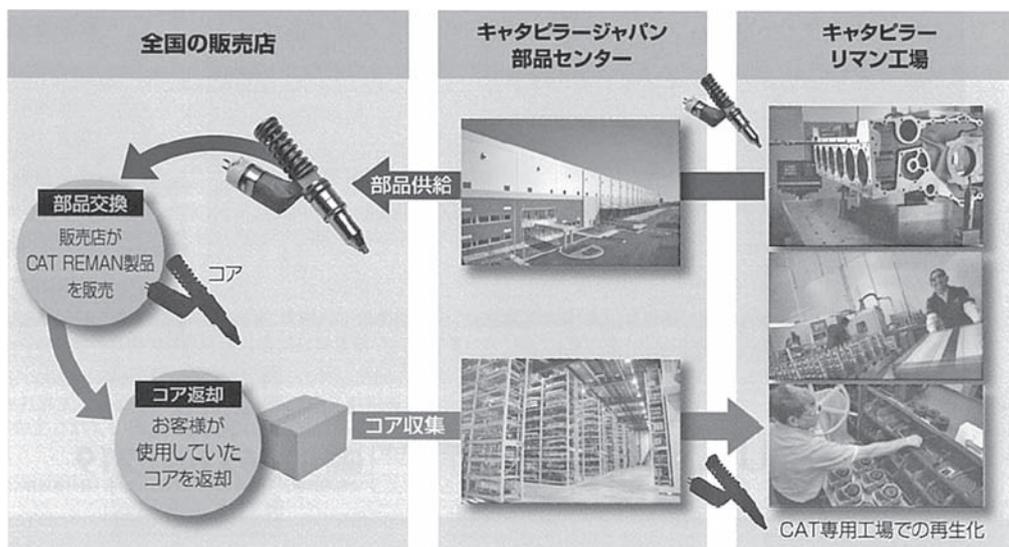
現在、15カ国17箇所の専用工場では、エンジン、油機、ミッション等といった部品種類別に世界中から回収されたコアの集中再生が行われている。

尚、再製造技術およびプロセスについては後述する。

④リマンとしての供給

リマンとして生まれ変わった部品は、新品部品と同じ物流ネットワークによって、再度世界中に供給される。新品部品と同一のロジスティクスおよびシステムに載せることで、迅速な供給を可能としている。

このように、コア回収から再製造、そしてリマンとして再び供給するまでのサイクルを、迅速かつ効率的に回していくことが、再製造に要するコスト低減と均一化された高品質、および低価格での提供を実現していることは、言うまでもない。



図—1 リマンによるリサイクルのしくみ

(4) 再製造プロセス

リマンはリサイクルビジネスであり、今日では環境問題が大きく取り上げられているが、既に37年前よりビジネスとして取り組んでいる。

リマン販売時に回収されたコアは、部品配送ネットワークを活用し、部品センターに集められてリマン専用工場に送られる。そこで再生され、新たなリマン部品に生まれ変わり、また新たなお客様に提供するシステムとなっている。リマン専用工場に集められたコアは、

- ①点検
- ②コンポーネントの完全分解
- ③スクラップ部品の再資源化
- ④部品洗浄と再生作業
- ⑤新品純正部品を使用しての製品アッセン化
- ⑥製品テスト、パッケージ化

のプロセスを経て再生されると共に、それぞれの工程においても、廃棄材を最小限に抑える仕組みが取られている。

図一2は新品部品製造プロセスとリマン再製造プロセスを示したものである。新品部品製作に必要な、採掘／製錬／鋳造／機械加工プロセスを必要としないリマン部品は汚染物質廃棄／エネルギー消費／原材料調達を最小限に抑えて、環境への対応と資源の有効活用を実現するばかりでなく、高品質の部品を廉価で提供することで、お客様利益への貢献をも両立している。

(5) 高度な再製造技術

リマン再製造専用工場における品質管理手法は基本的に

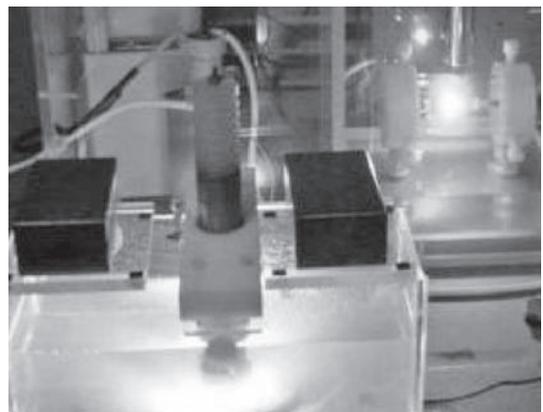
- ・ ISO9001-2000
- ・ TS16949 *TS : Technical Specification
- ・ 社内品質認証制度
- ・ CPI プロセス

* CPI : Continuous Product Improvement

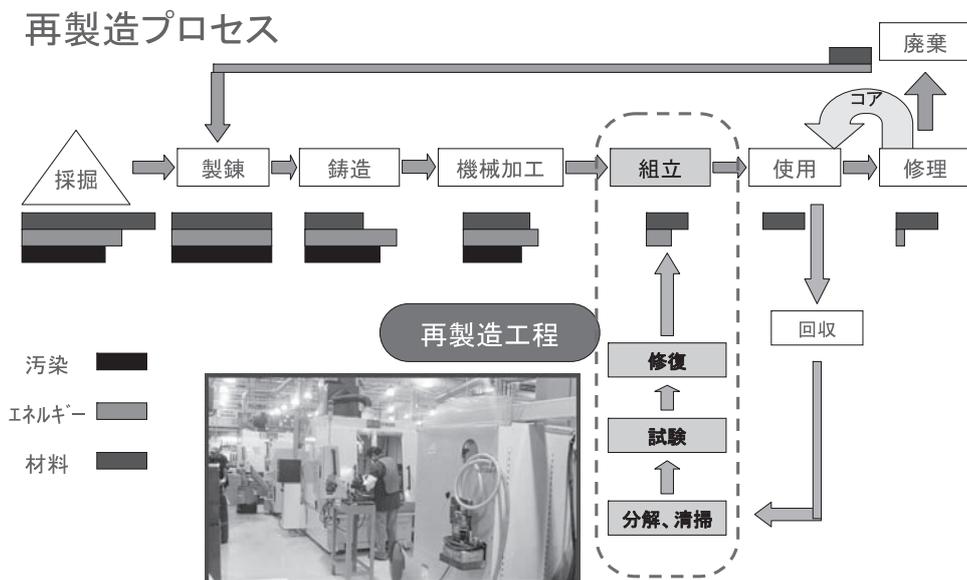
をベースとしており、第三者機関による認証に社内独自制度を追加している。

再製造技術は基本的に新品部品と同様のプロセス、同一の基準を適用しており、洗浄方法を一つとっても、超音波洗浄、熱洗浄、非研磨性プラスト、二酸化炭素洗浄、塩浴洗浄、衝撃波洗浄、流動床洗浄といった部品および材質に応じた最適な洗浄方法を適用している(写真一3)。

また洗浄技術以外にも超音波／磁気探傷検査の100%実施等、回収されたコアの徹底的な洗浄と見えない損傷状況のチェックを徹底的に実施している。



写真一3 衝撃波洗浄



図一2 リサイクルによる環境対応

また溶射による表面加工（写真—4）や、蒸着によるコーティング、再製造プロセスや肉盛溶射加工、機械加工等を経て組立工程、新品部品と同一基準の性能試験、そして梱包（写真—5）に至るまで、徹底的な品質管理のもと、再製造品として生まれ変わる。



写真—4 溶射による表面加工



写真—5 専用の梱包荷姿

(6) リマンの活用とリペアオプション

プロダクトサポートには、「リペアオプション（修理の際の選択肢）」という考え方がある。

これはお客様の機械に不慮の故障が発生し、修理が必要となった際に“お客様の機械状況や使用状況を考慮して、最善の修理方法を提案／提供するという考え方である。

例えば、休む間もない高稼働現場では生産活動に支障をきたさぬ様、高品質の部品と十分なサービスで突

発的な故障を最小限に抑えたいお客様や、多少修理費用が高んでも、早急な修理で機械の休車時間を抑えて、早急な現場復帰を求めるお客様、修理に要する時間は十分あるが修理費用は最小限に抑えたいお客様など、様々なニーズに応じた修理方法の選択肢を用意するものである。

例えばエンジンの予防整備を実施する場合には

【修理方法の選択肢】

- ・オーバーホールによる摩耗部品交換
- ・アッセンブリ交換
- ・サブアッセンブリ交換

【修理部品の選択肢】

- ・新品部品
- ・リマン部品
- ・再生コンポーネント
- ・中古部品

といった修理方法および修理部品の組合せによって

- ・修理費用
- ・修理時間（休車時間）
- ・機械寿命の延長幅
- ・保証の有無

に幅広いバリエーションが生まれることから、以下に示すお客様ニーズに叶った解決策を提供できる。

【お客様ニーズ】

- ・修理／整備に要する時間と費用
- ・機械寿命の延長方針
- ・機械代替方針
- ・機械稼働方針
- ・環境への対応方針

この中でも、廉価にも拘らず高品質で保証付となっているリマンの役割は非常に大きく、今後さらにそのニーズは高まっていくことが予想される。近い将来はアフターマーケットにおける供給部品はリマンが主流となる可能性も期待できることから、ワールドワイドでの連携を強化して、国内におけるリマンの本格展開と部品アイテムの更なる拡充を図っていく。そしてより一層お客様のランニングコスト低減のお手伝いと環境への配慮を図っていく所存である。

JICMA

【筆者紹介】

矢山 秀樹（ややま ひでき）
 キャタピラー・ジャパン(株)
 営業部門プロダクトサポート部
 プロサポ開発課
 課長

デジタルヒューマン技術の最新動向と建設機械への適用可能性

持丸 正明

人間の機能をコンピュータ上にモデル化し、製品と人体の相互作用を、製品 CAD データと人間モデルとでシミュレーションするデジタルヒューマン技術が研究されている。本稿では、産総研で開発している「Dhaiba」というデジタルヒューマン技術の概要を通じて、デジタルヒューマン研究の動向を紹介するとともに、建設機械設計への適用を展望する。

キーワード：人間工学，人間中心設計，デジタルヒューマン

1. はじめに

デジタルヒューマン技術とは、人間の構造や機能をコンピュータ上に再現して、人間と製品の相互作用をコンピュータ上でシミュレーションする技術である。細胞、臓器、血管、筋骨格系の詳細構造をモデル化して、薬剤や医療機器と人体との相互作用をシミュレーションすることで医療に役立てる研究がある。また、臓器、筋骨格構造と慣性特性をモデル化し、自動車衝突シミュレーションに活用している研究もある。一方で、人間の体形、運動、変形、感覚をマクロな機能レベルで再現して、製品の人間工学評価に利用している事例もある。産総研デジタルヒューマン研究センター（以下、DHRC）では、主としてマクロな機能レベルの人体モデルを研究し、製品の人間中心設計への活用を進めている。本稿では、このような機能レベルでのデジタルヒューマン技術に着目し、筆者らが開発している人体機能モデル「Dhaiba」の概要説明を通じて最新研究動向を紹介し、建設機械設計への適用を展望する。

2. デジタルヒューマン技術の動向

機能レベルでのデジタルヒューマン技術は、1990年代から本格的に研究され、実用化されてきた。これらはコンピュータマネキン（computer manikins）と呼ばれることが多く、CADで設計された製品モデルの空間に、人間モデルを持ち込んで到達域や視野などをチェックする目的で利用が始まった。人間中心設計における最大の困難性は、個人差対応にあると言って

良い。設計者自身も人間であるわけで、そもそも人間にとって使いにくいように設計することはあり得ない。それにもかかわらず、使いにくい製品が設計されてしまうのは、設計者が自分以外の人間の特性を予測しきれないことに原因がある。「そんなユーザがいるとは思わなかった」という言葉に象徴される。デジタルヒューマン技術とは、「こんなユーザがあり得る」ことを、設計段階で設計者に知らせる効能を持っている。

現在、市販コンピュータマネキンとしては、SIEMENS社の Jack、Human Solutions 社の RAMSIS、Dassault 社の SafeWork の3つがよく利用されている。Jack は、ペンシルベニア大学の Badler 教授らのチームが、RAMSIS はミュンヘン工科大学の Bubb 教授らのチームが、SafeWork はカナダの Genicom Consultants という企業が開発したものである¹⁾。それぞれ、CADと連携しており、CAE ツールのひとつとして位置付けられている。自動車、航空機産業で幅広く活用されており、工場のライン設計や福祉機器開発でも利用されつつある。無論、人間のすべての機能を再現できているわけではなく、デジタルヒューマン技術そのものは開発途上である。世界各国の大学や研究機関で、継続して研究が進められている。上記の大学の他に、ミシガン大学（HUMOSIM）、アイオワ大学（Santos）、オランダ TNO、フランス INRETS、そして、DHRC（Dhaiba）が拠点となり、研究開発を進めている。

市販コンピュータマネキンの現時点での技術課題は、おおむね、以下のようなものである²⁾。

①人体機能寸法の再現精度：集団を代表する体形モデルに所定の姿勢を与えたとき、手先の到達寸法など

の機能寸法が精度良く再現できないことがある

- ②運動の自動生成：製品を操作するときの運動を自動生成する機能が乏しく，ユーザがいくつかのキーフレーム姿勢を構成して中間姿勢を自動補間したり，モーションキャプチャで実測したデータを使うなどの手間が必要である
- ③負担，快適性の仮想評価：操作負担，快適性の評価機能が十分ではない
- ④詳細な手の機能の再現：手先による操作，把持などを再現できるだけの十分な精度の手のモデルがない，もしくは，上記の操作，把持姿勢を生成する機能が乏しい
- ⑤認知行動機能の再現：人間が外部環境を認識して，それに応じて行動を選択する機能が再現できていない

3. 人体機能モデル Dhaiba の開発

DHRC では，2 節で述べた技術課題のうち，①から④の課題を解決するための研究開発を進めてきた。センターでは，機能的にモデル化する (Functional)，科学的根拠とデータに基づいてモデル化する (Authentic)，個人差をモデル化する (Variational) の3つのコンセプトに基づいて開発を進めている。

(1) 体形モデル

市販コンピュータマネキン，ロボットのように体節が関節で接続された外観を持つものが多い。一方，近年，人体3次元形状スキャナによって体表面形状と解剖学的特徴点を簡便かつ大量に計測できるようになった。Dhaiba プロジェクトでは，このデータに基づきアパレル分野などでも活用可能なリアルな外観を持つ体形モデルを開発している。従来の体節モデルの代表体形構成に用いられる人体寸法は，個人間で計測項目が対応しており多変量統計がそのまま適用できる。これに対し，3次元形状データは個人によってデータ点数が異なり，単純な比較統計ができない。そこで，実測した解剖学的特徴点を手がかりに，Dhaiba モデルを実測した3次元形状データにフィッティングする技術 (図-1 左) を開発した。これにより，すべての個人の3次元体形が解剖学的に対応付けられた同一点数の多面体モデル (人体相同モデル) で表現されることになる。この頂点データを主成分分析することで，3次元体形の個人差を20程度の主成分に圧縮して表現できる。この主成分を用いて，日本人集団を代表する統計的な代表体形モデルを構成した (図-1 右) ³⁾。

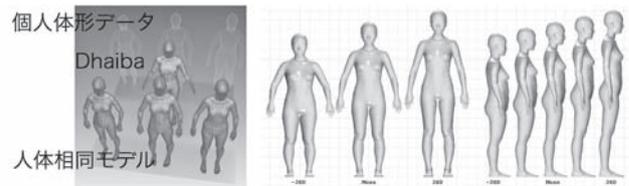


図-1 体形相同モデリングと代表体形モデル

(2) 機能的関節構造モデル

先に挙げた技術課題①の機能寸法とは，手を前方挙上したときの到達寸法など，特定の姿勢での寸法を指す。市販のコンピュータマネキンでは，手足の寸法や全身寸法を入力して体形モデルを生成する。この体形モデルの手を前方挙上させ，その機能寸法をコンピュータ内で計測して，それを人間の実測寸法と統計的に比較することで精度を検証した。この結果，+40から-80 mmにもおよぶ寸法誤差が生じていることが分かった⁴⁾。この主たる要因は，肩関節の構造を単純にモデル化している点にある。そこで，DHRC では，上肢と体幹にそれぞれ3点以上のマーカを貼り，その運動から瞬間中心に準ずる考え方で生体内の機能的関節中心を最適化計算する技術を開発した。体幹に対する機能的な肩関節中心の軌道曲面をモデル化することで，機能寸法を精度良く再現 (誤差10 mm以下) するモデルを提案した。この方法を全身の関節に拡張して全身機能的関節中心データを多数の被験者で計測した。これを，主成分分析することで，機能的関節構造の個人差を代表するモデルを構成している (図-2) ⁵⁾。

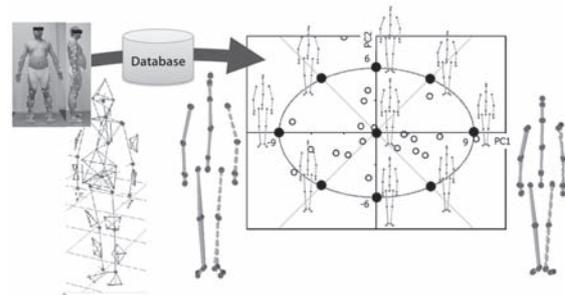


図-2 機能的関節構造の代表モデル

(3) 運動生成モデル

人体モデルの運動を自動生成する研究は，コンピュータグラフィクス，バイオメカニクス，ロボティクスなどの分野で研究されている。エネルギー消費最小，筋疲労最小のような評価関数を最適化することで運動を生成する方法が提案されている。歩行などの基本動作の生成には成功しているが，複雑な運動の生成は実現できていない。そこで，DHRC では，実測した運動データベースに基づいて中間的な運動を生成する

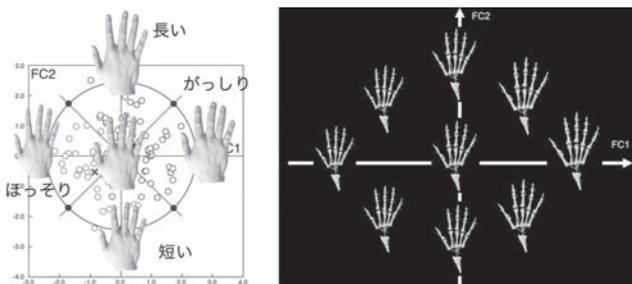
アプローチを選択した。製品の設計寸法を変えた場合の運動を異なる人体寸法の被験者で実測し、時間軸にキーフレームを設定して関節角度の対応づけを行い、一連の運動をキーフレーム×関節数の多次元ベクトルとして表現する。これを設計寸法に対してマッピングし、任意の設計寸法について近傍の設計寸法の実測運動データを重みつきで合成する⁶⁾。運動データベースを蓄積しなければならないというデメリットはあるが、技術そのものは汎用性が高く、図一3に示す乗車運動のみならず、ペダル操作、サイドブレーキ操作などにも適用可能であることを確認している。これらの技術は、複数の自動車会社の社内CADシステムに実装され、活用が始まっている。



図一3 設計寸法に応じて生成された乗車動作

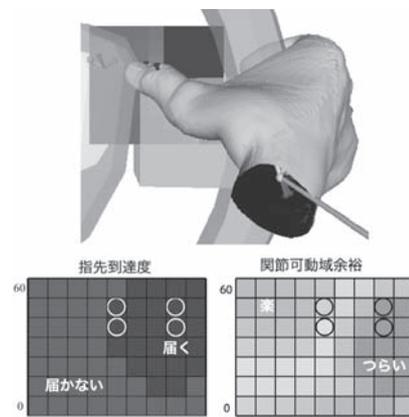
(4) 手の機能モデル

スイッチ操作などを模擬するには、全身モデルよりも解像度の高い精密な手の機能モデルが必要となる。DHRCでは、300人の男女について80箇所の寸法を独自に計測し、因子分析に基づいて日本人を代表する手の表面形状モデルを構成した(図一4左)⁷⁾。さらに、その関節構造をモデル化するために、異なる姿勢で取得したMR画像から骨領域を抽出して、関節の屈曲軸と関節中心を精度良く計算する技術を開発した。前述の300人のうち20人についてMR画像から関節中心を計算し、その関節間距離を外部寸法から計算する回帰式を得た。これに基づいて代表手モデルの関節構造モデルを構成した(図一4右)⁸⁾。



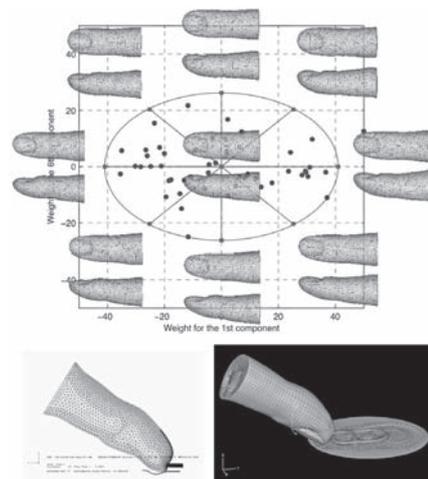
図一4 手の代表形状モデルと代表関節構造モデル

運動データベースを用いて、製品の操作姿勢を自動生成することができる。(3)と類似した方法で、実測した運動データを補間合成し、さまざまな中間姿勢を計算した。図一5は自動車のステアリングスイッチ操作姿勢を生成した結果である。運動データベースには、スイッチエリアの直方体の頂点に相当する8つの実測姿勢データが格納されており、この範囲内の任意の位置での操作姿勢を計算によって推定した。さらに、指先の到達可能性、および、操作姿勢における関節可動域余裕を評価することで、スイッチの押しやすさを仮想評価できることを示した。評価結果は、心理実験の結果と合致した⁹⁾。



図一5 ステアリングスイッチ操作姿勢生成と操作性評価

指先がスイッチなどに触れたときの指先の変形と摩擦の機能を再現するために、指先を3次元の有限要素モデルとして構成した。個人ごとの有限要素モデルを簡便に構成するために、指先のMR画像間の空間相違を歪み関数で表現し、それをモデル変形に適用する技術を開発した。50人の指先MR画像から個人ごとの有限要素モデルを構成し、(1)と同様の技術で有限

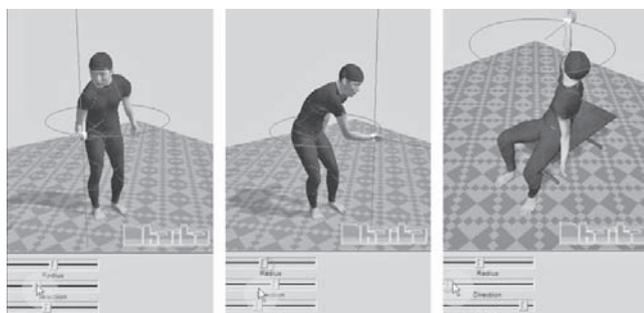


図一6 指先有限要素の代表モデルとプルタブ開封シミュレーション

要素モデル構造の個人差を主成分分析し、日本人を代表する指先モデルを生成した(図一6上)¹⁰⁾。これらの指先モデルにより、製品操作時の指先に生じる摩擦現象を精密に再現できるようになり、パッケージの操作性向上などに活用されている(図一6下)。

(5) 統合可視化ソフトウェア

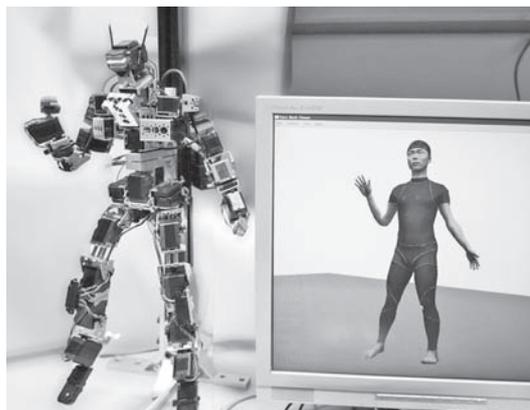
DHRCでは、上記のモデルを統合し可視化するソフトウェアの開発を進めている。体形と基本姿勢(立位・座位)を選び、リーチターゲット位置を指定することで、リーチ姿勢を生成、表示できる。可視化ソフトウェアには、製品オブジェクトをインポートすることができ、逆に生成した姿勢の体形データを多面体データとしてエクスポートすることもできる。オブジェクトとの衝突が起きた場合には、それを画面に表示する。このDhaiba可視化ソフトウェアは、2010年3月にDHRCのWebサイトから公開予定である。なお、このソフトウェアは、要素技術のプログラムがバックグラウンドで動作し、それらがプログラム間通信することで可視化ソフトウェア上で統合表示する構造となっている。可視化ソフトウェアのプログラムインタフェース部分も開示する予定であり、ユーザが独自のプログラムを追加することも可能となる。



図一7 Dhaibaによるリーチ姿勢生成

(6) Active Marionette インタフェース

(5)ではリーチターゲットの指定によってDhaibaのリーチ姿勢を生成するというインタフェースに限定されている。個々の関節を動かすことで任意の姿勢を与えることも可能であるが、コンピュータの2次元インタフェースで人体の3次元姿勢を変更するのは容易ではない。そこで、DHRCでは、小型ロボットを介して、Dhaibaの姿勢をコントロールするインタフェース「Active Marionette」を開発している。ロボットの姿勢をDhaibaに伝達するだけでなく、Dhaibaがオブジェクトと衝突した結果や、関節可動域の限界をロボット側のサーボを使って力覚提示できる機能を備えている。



図一8 Active Marionette インタフェース

4. 建設機械への適用に向けて

(1) 設計支援

建設機械の市場はグローバルであり、かつ、女性労働者も増えていることから、人体寸法や操作力限界などで、今まで以上に広範な個人差を考慮する必要がある。これらの背景から、建設機械設計におけるデジタルヒューマン技術の潜在ニーズは大きいと思われる。しかしながら、乗用車に比べ導入は遅れ気味である。下記の技術的課題が障壁になっていると理解している。

第一の課題は建設機械のサイズに伴う計測困難性である。通常の工事現場で見える建設機械も乗用車より大きい。特殊環境(たとえば鉱山など)では、さらに巨大な建設機械が動いている。車両に乗り込むためには階段のようなものをのぼることになる。これらの乗車運動をモデル化するには、この運動を計測する必要があるが、既存の光学式モーションキャプチャで計測できるようなものではない。そこで、加速度計やジャイロセンサを併用した非光学的なモーションキャプチャ技術と人体モデルを組み合わせた計測技術の確立が必要となる。

第二の課題は操作系の複雑さとダイナミクスである。建設機械には多数の操作レバーがあり、その操作性評価が重要となる。現在の人体モデルでも、可操作性などを評価することで人体機構と機械機構の整合性を評価することはできるが、人間が備える操作学習機能まで踏まえて評価するのが難しい。人間の操作学習系を一次遅れ系のシステム同定問題としてモデル化する研究も行われており、それらを、人体機能モデルと統合する取り組みも必要となろう。

(2) 機械操作データの収集と再利用

最後に前広な提案をしたい。建設機械が乗用車より大きく進んでいる部分がある。それは、多くの建設機

械にGPSや操作モニタが搭載され、それらのデータが企業に集約される仕組み（コマツのKOMTRAXなど）が実装されている点である。これは「車両の運用情報を収集し、顧客サービスに再活用する」仕掛けである。車両を操作しているのが人間であることを考えると、これは人間の操作運動データを収集しているとも言える。操作者の人体寸法を取得できれば、デジタルヒューマンモデルを用いて、車両操作情報を操作者の運動情報に変換することは不可能ではない。世界中のさまざまなユーザの乗降、操作運動データを衛星回線を通じて大量に蓄積でき、これらのデータを分析して、より操作性の良い設計に活用するというサイクルを廻すことができるのではないか。データは実験室だけで収集する時代ではない。サービスを介して、顧客自身に参加いただいて、実環境で大規模データを集め、それらをデジタルヒューマンモデルを用いて解析するという視点もあって良い。

5. おわりに

デジタルヒューマン技術の動向を、特に、筆者らが開発しているDhaibaの開発動向を通じて紹介した。建設機械へのデジタルヒューマン技術の適用を検討していただきたい。その上で、建設機械特有の課題があれば、それらを大学や産総研などに問題提起し、共同研究をすることで問題解決し、適用場面を拡げていく取り組みが有効であろう。企業内での情報が不足しているようであれば、類似の取り組みをしているメンバーのコンソーシアム（DHRC主催のデジタルヒューマン技術協議会など）に参加するのも一案である。

JCM A

《参考文献》

- 1) 持丸正明：デジタルマネキン，日本機械学会誌，Vol.107, No.12, pp.917-919, 2004.
- 2) 持丸正明：製品設計を支援するデジタルヒューマン技術，設計工学，Vol.43, No.1, pp.2-8, 2007.
- 3) Mochimaru, M and Kouchi, M. : Statistics of 3-D body shapes using PCA or MDS and their applications, IEA Congress, 2009.
- 4) Kouchi, M., Mochimaru, M. and Higuchi, M. A Validation Method for Digital Human Anthropometry: Towards the Standardization of Validation and Verification. SAE Trans. J Aerospace, p.254-259, 2005.
- 5) Aoki, K., Kawachi, K., Kouchi, M. and M. Mochimaru: Functional Joint Rotation Centers for Whole Body Digital Manikin, SAE DHM Symposium, 2008.
- 6) Kawachi, K., K. Aoki, M. Mochimaru and M. Kouchi: Motion Distribution Map of Ingress to Driver's Seats, SAE DHM Symposium, 2007.
- 7) Kouchi, M., N. Miyata and M. Mochimaru: An Analysis of Hand Measurements for Obtaining Representative Japanese Hand Models, SAE DHM Symposium, 2005.
- 8) Miyata, N., Kouchi, M. and Mochimaru, M: Generation and Validation of 3D Link for Representative Hand Models. SAE Trans. J Passenger Cars, 2007.
- 9) Miyata N. and Mochimaru, M.: Hand posture prediction for designing push-button switches distribution, SAE DHM Symposium, 2009.
- 10) Nohara, K., Tada, M., Umeda, K. and Mochimaru, M.: Synthesizing Possible Variations of Finger Structure Using Principal Component Analysis for Non-Rigid Volume Registration Results. ISHF Symposium, 2007.

【筆者紹介】

持丸 正明（もちまる まさあき）

(株)産業技術総合研究所
デジタルヒューマン研究センター
副センター長



モノづくりを通しての国際貢献

地雷除去に挑む 豊かで平和な大地への復興 ～大地よ 蘇れ～

雨 宮 清

地雷は、世界120カ国に1億2千万個も埋設されていると言われる。世界の60%が地雷国である。世界大戦が終結して60年以上も経った今も生き続けている地雷。手足が吹き飛ばされ全身に火傷を負ったわが子を抱きしめる父母の姿は言葉にならない。しかも手作業で地雷を除去する除去員の死傷者の数は毎年60名を下らない。そんな地雷国が今、少しずつ蘇ろうとしている。

地雷を取り除いて平和を取り戻し、豊かで肥沃な大地に復興するために1995年に開始した対人地雷除去機の開発は今年で15年目を迎えるが、この間、8機種を開発してきた。最新式の対人地雷除去機旋回式ロータリカッタタイプ及びプッシュ式フレールタイプが完成した。生活を脅かし復興の妨げになっている地雷を取り除き、緑豊かな大地に復興する取り組みと対人地雷除去機の開発、それを通じて地雷埋設地域に住む人々や子ども達と日本の子ども達の国際交流などモノづくりを通しての国際貢献を紹介する。

キーワード：地雷、対人地雷除去機の開発、農地復興、国際貢献、社会貢献、国際交流

1. はじめに

カンボジアを始めとする地雷原での人手による地雷除去は、劣悪の条件下で行われている。気温が日中40℃にもなるジャングル化した地雷原での植生除去は地雷の危険に加え、蚊によるマラリアやデング熱、毒蛇の危険も待ち受けている。そして雨季の氾濫で除去した土地にまた地雷が流れ込む。極まりない悪条件である。これらの状況を解決したのが油圧ショベル型の対人地雷除去機（ロータリーカッタタイプ—RC式）とプッシュ式フレールタイプ—FH式で小型タイプから大型タイプまでの8機種である。

RC式は地雷処理の前工程の灌木除去には絶大な力を発揮し、伐採した灌木を排除し、同時に対人地雷を除去する機材である。



フレール式 V33



ロータリーカッタ式 V33

FH式は前方に地雷除去用のフレールハンマーを装着し、人手の約100倍以上の能力で除去でき、さらに

除去後の農地復興のため後方にリッパ（鋤）を装着している。開発にあたり地雷国で繰り返し実証試験と研究、改善に取り組み、除去能力、安全性・耐久性に優れた製品となった。



FH式 FV30

これらは、カンボジア、アフガニスタン、アンゴラ、ニカラグア、ベトナムで68台が社会復興及び国際貢献に活躍している。

2. 開発の成果

①世界トップレベルの性能をもった対人地雷除去機
地雷国に納入実績を持つ油圧ショベル（建設機械）を改良した対人地雷除去機の稼働実績と技術ノウハウを基にしてNEDOの研究支援等を受け、高い耐久性、安全性、効率性を追求した世界トップレベルの製品となった。

②国際的に認められた高い評価

既にこの対人地雷除去機を採用しているカンボジア地雷除去センター (CMAC), アフガニスタン (UNMACA), アンゴラ政府 (INADO) 等での稼働実績で日本初, 高性能対人地雷除去機は高い評価を受けている。

③モノづくりをとおして地雷埋設国への国際貢献及び社会復興

今回, 開発したRC式, FH式対人地雷除去機は, 地雷国を安全な大地に復興するだけでなく, 復興した大地は農耕地や学校, 道路などに利用され, 地元農民の自立や国の復興の平和及び経済支援に大いに役立っている。



対人地雷除去機による対人地雷除去及び農地復興

3. 新型地雷除去機プッシュ式フレールタイプ FV30 (FH式)

FH式FV30は1995～2000年の研究開発実績をベースに新規に開発したもので, 開発期間は2001～2007年の約6年間を要した。2007年2月から実用化し, カンボジア, アンゴラで使用されている。

主な特徴を紹介する。

(1) 新規性

地雷処理だけでなく処理後の探査の容易化と農地復興をスムーズに行い, さらに地盤の凹凸に機敏に対応する自動制御機能を持っている。

- ①農地復興のためにリッパー (鋤) を装備
- ②フレールハンマー装置両下部にレベルプレート (ソリ型) を装着し, 地盤に応じて処理深さを調整する。



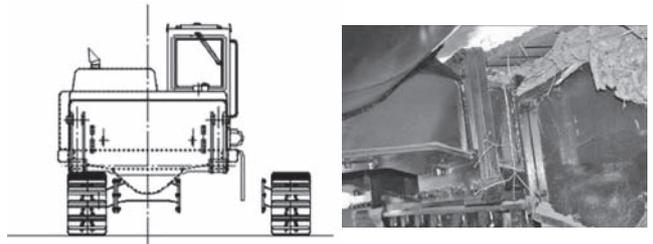
①リッパー (鋤)



②レベルプレート

- ③大型地雷による足回り損傷に対する復元性を向上させたユニット構造とし, トラックフレームとメイン

フレームを分割構造としトラックフレームの交換を容易にした。



③履帯の分割化

(2) 獨創性 (世界の地雷原での耐爆・耐久テスト)

地雷原は埋設状況が様々で不発弾や対戦車地雷が混在している場所も多い。万一それらに遭遇した場合, オペレーターや機材の安全確保に重点を置いた機材の開発は必至である。この難易度の高い耐爆評価試験に関しては, 国内で経済産業省, 防衛省の協力や外務省研究支援無償などの協力により耐爆性能の確認と改良を行った。また, カンボジアやアフガニスタンなどで実施した実証試験に積極的に参加し, 困難な課題について克服してきた結果, カンボジア, アフガニスタン, アンゴラなどにおいてその耐爆性, 安全性と耐久性が評価, 実証されている。



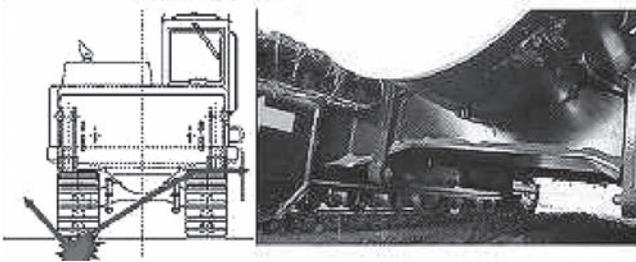
アフガニスタンでの耐爆・耐久性テスト



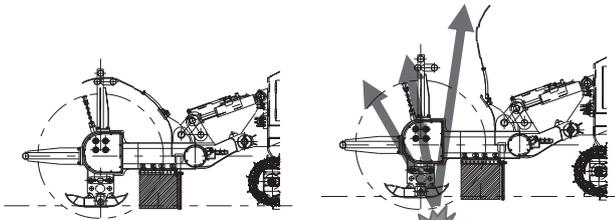
カンボジアでの耐爆・耐久性テスト

(3) 独自のアイデア

不発弾や対戦車地雷に万一遭遇した場合, 機材の損傷を最低限に防ぐためシャーシフレーム部を湾曲型にし, 下からの爆風を逃げ易くすることで本体下部への損傷を防ぐ対応を施し, アタッチメントは独自の衝撃吸収機能や飛散物防止カバーの開発など多くのアイデアを盛り込んだ。



シャーシフレーム部を湾曲型にし、下からの爆風を逃げ易くすることで、本体下部への損傷を防ぐ。



- ②爆風衝撃を吸収する独自の衝撃吸収機能を装備
フレールハンマー装置の取り付け部に独自に開発した緩衝材（ショックアブソーバー）を装備した。
- ③防弾性の高いキャブ採用により安全性を確保
強化プラスチック（ポリネード）板の重ね合わせと特殊鋼材の適用によりキャブの防弾性を格段に向上した飛散物防止キャビンを開発した。



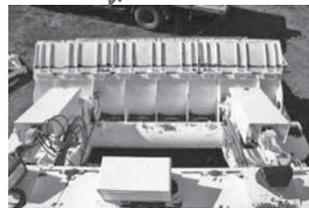
ショックアブソーバー



飛散物防止キャビン



飛散物防止カバーの装着により機材への損傷を最小限に抑える。



(5) オンリーワンの特徴（多様性）

- ①ブッシュ（灌木）地帯でも対応可能
- ②泥濘地帯でも使用できる軽量大出力
- ③礫の多い現場でも耐磨耗性が高いハンマー
- ④リッパーの装着



ハンマーの対磨耗性の向上のため、直接地雷を処理するハンマー部の形状と材質については、現地の実証試験が必須であった。そこで様々な種類・材質・形状のハンマーを製作し、ハンマー及びチェーンは現地の技術者にも肉盛り再生ができるようにしたため維持コストの軽減に繋がった。



ブッシュ（灌木）地帯の地雷除去



泥濘地帯での軽量大出力

(4) 従来製品との差

- ①スライド式昇降キャブ採用により視界性を向上
安全性向上のためにキャブを後部に配置し、キャブに昇降機能を加えることで視界性を向上させた。



降ろした状態



上げた状態

(6) 機材故障時の復元性追求

不発弾や対戦車地雷による損傷や、油圧システムの故障に対して、現地スタッフが早期に復元できる構造・機能とし、さらに部品入手性を考慮した装置構成とした。

(7) 現地の除去員に対し徹底した教育を実施

すべての納入国のオペレーターを含む関係者を国内に招いて教育を実施し、現地での納入指導に関しては当社の指導員がいなくても確実な使用が出来るようになるまで徹底した教育を行っている。これが現地からの高い評価に繋がっている。



日本にアンゴラ人を招き、実機指導



アンゴラ国にて実機運転指導



アンゴラ国にて実機運転指導



アフガニスタンでの地雷処理指導

3. 復興された地雷原

現在、対人地雷除去機が納入された地雷原は復興が進み、少しずつ豊かで平和な大地へと蘇っている。肥沃な大地が蘇り、そこに種を蒔き、お米や野菜、果物を作り、それを売ってお金に換え、衣類や靴を買い、薬も買えるようになっている。地雷原に住んでいた人々が平和で安心して暮らせる日々を取り戻し、子どもたちが学校へ通える普通の暮らしが始まった。



カンボジアで地雷除去後、農地復興を地雷除去機で行い現地の農民たちや子どもたちと畑作業を行う。

4. 第二のふるさとカンボジア

カンボジアでは2000年から機材の供与を開始し、地雷原の中にある住居や小学校の地雷除去を行った。彼ら農民がバナナやサトウキビなどを植えて農民として自立できるまでに約5年間を要した。その後、日本の援助によって小学校が建てられ、運動場もでき、子どもたちの笑顔は溢れている。

カンボジア国は特に思い入れが強い国である。カンボジアでは1970～1990年の20年間内戦が続いた。

1975～1979年、ポルポトとクメール軍の戦いでは最も多くの地雷が埋められた。パリ平和協定にもかかわらず1991年からポルポトが亡くなる1989年まで山の中では内戦が続き、地雷が埋められた。現在でもカンボジアには500万個とも600万個と言われる地雷がある。長く続いた戦争で何百万人もの人がタイへと逃げたがカンボジアに戻る途中、地雷を踏んで多くの人が亡くなったり負傷したりした。被害に遭った人々の多くは、兵士ではなく民間人であり、今も彼らは地雷事故に遭っている。また、ベトナム戦争により240万個の不発弾がカンボジアに残っている。これらを重ね合わせるとカンボジアにはとてつもない数の地雷と不発弾という負の遺産が残っているのである。地雷や不発弾の被害者は現在、年間300名と言われているが住民統計が取れない地雷原や山中に住んでいる人々を加えるとその数は実に1,000名以上と言われている。地雷は、どこに埋まっているか分からないため畑仕事の最中に爆発して被害に遭う。地雷が爆発したときの瞬間温度は800～1,000℃になるため一瞬にして顔が焼けただれ、重傷を負って出血多量で亡くなってしまふ。

対人地雷による子どもへの被害は極めて残虐である。山中の地雷原で負傷すると村から町の病院まで7時間から8時間かかり、地雷を踏んだ子どものおよそ85%は病院へ着く前に出血多量で亡くなってしまふそうである。しかも被害者の内40%が子どもである。埋まっている地雷の数は実に子ども1人に対して2個の割合で、これはアフリカのアンゴラでも状況は同じである。

負傷した子どもは、成長が止まる二十歳位まで繰り返し手術と戦わなければならない。成長に伴って伸びた骨が肉を突き破ろうとするので痛みがひどく、神経に触れて痙攣を起こすこともある。伸びた骨を数年に一度切り取る手術を受けなければならないが手術ができる人はまだいいほうで、山の中に住んでいる子どもの多くは、お金がないので手術を受けられないのが現状である。



地雷で左腕を失い、骨の切断手術ができなため、異様に伸びてしまった少女

5. 企業にとってのCSR活動

CSR (Corporate Social Responsibility) が非常に大事な時代に入って来た。日本においてはCSRに対する取り組みは諸外国に比べてもその歴史は古く1970年代からCSRという言葉が使われてきた。これは古くから日本人特有の助け合い文化によるところが大きい。CSRとは社会的な存在としての企業が存続に必要な不可欠な社会の持続的発展に対して必要なコストを払い、未来に対する投資として必要な活動を行い、人間にとって本当に必要なモノを作り、物や技術を共有しあうという考え方だと思う。日本企業がCSRに期待する社会的責任は企業の社会的貢献や企業イメージの向上を図る諸活動ではなく、企業収益の実現は、人に役立つモノづくりの活動の上に成り立っているものである。調和を尊ぶ日本社会は、このような助け合いの伝統であり、成長段階で経験的に会得され、実践され、ひいては日本の伝統的企業経営の姿に集約されていくものであった。私は地雷除去機の開発をとおして企業と社会及び世界、日本と世界、人間と自然が共生できる社会を実現していきたいと思っている。社会貢献及び国際貢献は元来、日本の伝統的な考えであり人の心を豊かにしてきたのである。CSRの理解を深め、一人ひとりが人のために何かをしていくことにより心の豊かさが家族や周囲に伝わって行くように活動を広めていきたいと思っている。



日本の小学校で地雷講演したときの児童とのひとコマ

私は、これまで地雷除去機の納入国、地雷埋設国及び日本国内における技術の指導、機材供与、地域学校支援、地雷除去の復興支援、そして地雷被害者の慰問活動などできる限りを行ってきた。ここ数年は日本国内で学校・企業・団体に自分の体験をもとに講演活動を行っている。小中高・大学を中心に北海道から九州、沖縄まで講演活動に奔走し、昨年は83回を数える。時には実際に地雷除去機を持ち込み、模擬地雷を地中に埋め地雷の怖さを伝えるデモンストレーション

を行うこともある。手作業で地雷を除去する危険と大変さ、地雷国の人々の苦しみを知ることの大切さ、特に「命の大切さ、人の気持ちを分かり合うことの大切さ」を伝えている。特に「いじめ」は絶対にいけない。親にありがとうの気持ちを言葉にして出すことで家族みんなが幸せな気分になれることを学生たちに話している。

講演やテレビを観て日本全国の小学生からお年寄りまで幅広い年齢層の方からたくさんの手紙を戴く。その数は昨年で9,856通に及ぶ。その文面で全国の皆様から励ましのお言葉を頂戴し、感謝の気持ちでいっぱいである。ある中学生は、「世界の人々のために生きていく自分を見つけ出したい。」、高校生や専門学校生の中には「今後の進路に対してまじめに取り組み、少しでも人のためになれる仕事をしたい。」と書いてある。こういった言葉を見るとうれしくて目頭が熱くなる。

また、アフガニスタンでは地雷除去後の土の上を裸足で歩いて確かめたり、ニカラグアでは地雷原に持ち込んだ機械の下でドアを開けた瞬間、地雷が爆発して右耳が聞こえなくなったり、考え事をしていたら足を踏み外して大腿骨を折ったり。ポロボロの体になってしまったが、今でも地雷原で新開発の機材を試運転したり、初めて地雷除去機を納車する地雷国では自ら運転し、その安全性を実証してみせる。使命だと思ってやっていることだから何が起きても観念している。しかし、日本に帰って来るとこうして生きているのが不思議に思うことがしばしばある。



大腿骨を骨折し車椅子で

6. 子ども達の国際交流

日本の子どもたちから現地に向けた手紙、絵や版画などを持参して被害に遭った地雷原に暮らす子どもたちを励まし、子ども達の国際交流を行っている。日本では今、人の命の大切さが失われつつある。毎日のように親が子を殺し子が親を殺す事件が報道されてい

る。なぜ日本はこれほどまでに狂ってしまったのだろうか。一方、発展途上国へ行くと家族や住民の絆が強い。世界第二位の経済大国になった代わりに心の豊かさを失ってしまったのだろうか。カンボジアやアフリカでは生きるのに精一杯で人が人を殺すなんてことは考えられない。地雷原で暮らす人々は貧しいが家族や友達との絆、命の大切さを知っている。そういう姿、地雷原に暮らす人々の生き様を日本の子どもたちに伝えたい。



日本の子どもたちが描いた絵を海外の地雷国へ届け、喜んでくれる子どもたち。アンゴラの子供たちは日本の子どもたちに絵を描いてくれる。子どもたちの国際交流のひとコマ

7. 「技術者はモノづくりの挑戦者であり、技術の根源はモノづくりと人づくりにある。」

これは、私の座右の銘だ。今の日本は、モノづくりと人づくりがアジア諸外国にとって代わられてきた。情けないことだ。さらに日本は少子化が進み、人手、すなわち技術者の数は減る一方だ。企業はこれまで人を大切にし、技術者を育成し今の日本を作ってきた。「職人の魂」をもう一度振りかえってみる時ではないか。

今、これらの地雷除去機が稼働する地雷国では、少しずつではあるが復興が進んでいる。地雷で冒された大地に住む人々が蘇った農地で額に汗して働く喜びの声やグラウンドではしゃぐ子どもたちの声は聞こえなくなった私の右耳にも聞こえてくる気がしてならない。私は、すでに62歳を過ぎた。天命と思っているこの事業を全うするに時間が足りない。今、こうしている間にも地雷原のどこかで誰かが、もしかして子どもたちが被害に遭っているのかと思うと胸が苦しくなる。

JCMA

【筆者紹介】

雨宮 清 (あめみや きよし)
山梨日立建機株式会社
代表取締役



建設機械を応用した国際貢献事業

(地雷除去から地域復興まで)

柳 樂 篤 司

地雷を取り巻く問題については、過去にいくつかの誌面で報告し、対人地雷除去機の開発についても述べてきた。しかしながら、地雷除去機を供与するだけで良いのだろうか？ 除去跡地を農地化し、農業用の溜池を造り、収穫した農産物を市場へアクセスする道路を整備して親の収入を増やし、子ども達が教育を受けやすい環境を造る。そこまですれば、何か見えてくるものがあるのではないか？ 日本地雷処理を支援する会 (JMAS) と共に、まず我々“民”が動いて、その支援をパイロット的に行い、“日本らしい意義ある国際貢献とは何か”について、実証すべく開始した活動を本稿にて報告する。

キーワード：地雷除去，地域復興，コミュニティ開発，社会貢献，官民合同，カンボジア，アンゴラ

1. 世界の地雷被害

紛争により地雷が埋設された国々は、報告されているだけで40カ国以上にわたり、毎年約2万人の人々が犠牲に遭い、その多くは一般市民であると言われている。その内の少なくとも16カ国では、一人当たりGDPがUS\$1,500を下回り、貧困の中で生活をしている環境でもある。東南アジア以外に、アフリカ、中近東も地雷被災国が多い。地雷被災国の状況を表-1に示す。

表-1 地雷被災国の地雷とGDP

地雷埋設国例		地雷の数(万個)※	GDP/人
アジア	カンボジア	400～600	818
	ベトナム	350	1,040
	ラオス	不明	841
中近東	アフガニスタン	1,000	429
	イラク	1,000	2,989
	エジプト	2,300	2,161
アフリカ	アンゴラ	1,000～2,000	4,961
	モザンビーク	300	465
	スーダン	100	1,519
	エチオピア	50	324

※ ICRC / 国連地雷除去データベース [1997年3月現在] より

2. 対人地雷除去機 D85MS - 15 の開発

D85MS - 15 は、27トンの中型ブルドーザをベースに、2003年から経済産業省と(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 NEDO の助成金事業で開発し、

アフガニスタンとカンボジアにおいて、外務省と(財)日本国際協力システム JICS の研究支援無償プロジェクトで、現地実証テストを行い、両国の国際機関から Acceptance Certificate を得た対人地雷除去機である (写真-1)。



写真-1 D85MS とカンボジアの子ども達

人力での地雷除去は一人当たり10～20m²/hといわれるが、この除去機を使うと500m²/hで人手の25～50倍もの作業速度で、かつ安全に除去作業を遂行できる¹⁾。

何故、対人地雷のみを対象とするかと言うと、実は、過去においては地雷除去機は武器扱いであり、2002年8月以降になってようやく、輸出管理令のリストから対人地雷除去機が武器扱いから外れた。(なお、対戦車地雷除去機は今でも武器扱いである。)そ

れ故、対人地雷除去機は2003年から本格的に開発され、2007年にアフガニスタンへ1号機が納入された。

機械の特徴は、土漠地域でも、急斜面のある地域でも、灌木のある地域でも、多様な現場で使える足回りと牽引力を発揮できるブルドーザがベースであること、かつ深さ30cmまでを確実に掘削できる除去アタッチメントの構造である。

3. 復興のために必要なハードとソフトの支援

地雷除去が進むのは良いが、その結果、人々の生活が向上するのか？ ODAで機材を納入するのも必要だが、地雷除去から地域復興まで、つまり、連続した支援を実現できれば、その地域が復興し、マクロ的に生活が向上し、生産性の向上と子ども達への教育と発展するのではないかと。復興するためのツールは、地雷除去機であり建設機械であり、我々はハードを提供できる。しかし、その土地に入って、コミュニケーションと対話し、被災地を復興させるためには、プロのパートナーが必要であり、そのための知識とKnow-How（ソフト）をもっているのが、認定特定非営利活動法人“日本地雷処理を支援する会（以下、JMAS）”である²⁾。

JMASは、自衛隊のOBが中核となり、カンボジア、ラオス、アフガニスタン等で、各国政府の不発弾・地雷除去機関と共同し、技術・人材等を援助しているNPOである。

4. カンボジアでの復興プロジェクト

2008年1月から、JMASを支援する形で、プロジェクトが発足した。対人地雷除去機と油圧ショベルと小型ブルドーザをJMASに無償貸与し、活動費5,000万円を寄付して、カンボジアのBattambang州にあるReak Smey Sanha Village（以下、Sanha村）にて、地雷除去から地域復興までのコミュニティ開発を開始した。このSanha村の現状と要望、そしてJMASの復興計画（図-1）を以下に記す。

【現状の問題】

- ・73家族、300人が暮らす、道路以外は全て地雷原にある村。地雷原と判っていても、地元の農民がトウモロコシを育てて生計を立てている。世帯当りの年収はUS\$600～1,000。
- ・2007年度には4件の人が地雷の被害にあった。

【地元の要望】

- ・道路3.5kmに沿った、幅100mの範囲での地雷除去



図-1 JMASの復興計画

- ・藁葺き屋根の小学校の改善、凸凹の激しい道路の補修、農業用池や井戸の造成、等々。

【JMASの復興計画】

- ・35ha以上の地雷除去
- ・道路の1.3km以上の補修
- ・約10箇所の農業用池の造成
- ・小学校の改築1クラス（30名）×3クラス

日本人3名のJMASスタッフが、2008年5月から約1年間、現地に滞在し、機材の管理や土木施工について、現地の人々にOJT教育を実施した（写真-2, 3）。



写真-2 灌漑工事を見守る子ども達



写真-3 側壁成型施工方法の実施訓練

弊社スタッフは、機材の現地組立、操縦、メンテナンスまでの技術指導(写真—4)を実施した。

復興状況を図—2に示す。実施した直後にアンケートも16家族から取得し、その結果、全家族が復興に満足していることが判明した。約40haの地雷原が農地になると、1家族当り0.5haの作地面積が増えることにつながり、これで将来にわたり、毎年一家族当り約US\$140の増収となる計算である。これにより子どもが労働から解放され、学校で授業を受けること

ができる。アンケート結果で感心したのは、最も住民が喜んだのが“学校の改築”であったことだ。村民が子ども達の将来にける意気込みが強く伝わってきた。その他、道が改善されたので、近隣村から農作物を買いに来る、子どもの登校時間が短縮される、地雷被災家族や母子家庭の近辺に農業用池を造成したので、重労働である水くみ作業から解放され、かつ農地が活性化される、等々の社会レベルの向上につながったのは言うまでもない。今後も、この村を適宜調査し、開発の影響や改善点をモニターする。

5. アンゴラでの復興プロジェクト

2008年5月は、日本で第四回アフリカ開発会議TICAD IVが開催され、アフリカへの支援が見直された年と言っても過言ではない。地雷除去から地域復興までのコミュニティ開発を、アンゴラにも拡張する機運が官民で生まれ、日本政府、住友商事(株)、豊田通商(株)、コマツの4社で、JMASを支援する“官民合同”の枠組みが形成された。各企業が機材を持ち出し、過酷な現地での労働環境を整備し、社会貢献を実施した。場



写真—4 組立作業訓練

地雷除去	41ヘクタール 東京ドーム約30個分の広さ	地雷除去機及び除去隊員による処理			
		 対人地雷:49個 不発弾:10発	 対人地雷:62個 不発弾:61発	 コーン畑へ	 キャベツ畑へ
道路・側溝	4.0km	道路改修			
		 泥沼地獄の解消	 雨季でも通行可能	 カルパート設置	
溜池	10個 50mプール20個分	住民の要望に応えた様々な溜池			
		 自然湧水池	 小流の池	 雨水調整池	
学校	校舎&グラウンド ・3クラス・職員室・トイレ サッカーグラウンド 2面分の広さ	スロム サン チェイ小学校			
		 新校舎建設	 2haのグラウンド整備		
井戸	1基 (インド製ポンプ)	第1回目			
		 第2回目	 第3回目に湧水	 皆でトイレの水汲み	

図—2 カンボジア 2008 復興状況 (“オヤジたちの国際貢献 (4)” 2009 JMAS 発行より)

所はアンゴラ北部にある Bengo 州の Mabubas にある元軍の駐屯跡地である。そこには約 1,300 名の人々が住み着き、周囲には約 100 ha 以上の地雷原が広がり、2007 年度には 2 名の小学生が地雷の被害に遭っている。機材の通関手続きや、活動許可に時間がかかったが、2009 年 4 月から、地雷除去活動を開始した。ここにも JMAS 日本人スタッフ 3～4 名が常駐し、プロジェクト遂行の任務にあたっている（写真—5, 6）。



写真—5 アンゴラにて地元チームと共に



写真—6 アンゴラ地雷原

6. もう一つの地雷除去活動

地雷問題を解決するには、世界中で地雷被害がある現状を知ってもらうこと、JMAS 等の NPO が活動していること、そのための支援を募ること、が必要である。そのためには、世論にこの現状を知ってもらうことが必要であり、そこで社員からの発案で、(株)タカラトミーに賛同を頂き、(株)タカラトミーが、トミカ対人地雷除去機 D85MS を 2008 年 9 月から発売した。街中の玩具屋で買える 1 個 300 円程度のトミカである

が、仕掛けがある。1 個販売されるごとに約 10 円を JMAS に寄付することにした（2008 年度）。発売前からメディアで話題に取り上げられ、その結果、2008 年度は実質半年間で約 15 万個が販売された。玩具を欲しがらる子どもを通じて、親が地雷問題を知り、それを子どもに伝える。その循環教育に一役買っていると確信する³⁾（写真—7）。



写真—7 トミカ対人地雷除去機

7. 今後について

2009 年度は、カンボジアでは新たな村で、アンゴラでは 2008 年度に引き続き Mabubas にてプロジェクトを実行している。継続し、活動地を広げることにより、“安全で、安心な村”が増えるはずである。建設機械メーカーとして、そして対人地雷除去機を開発した我々の取組んでいる活動が、微力ではあるが地雷被災国への支援の一助となり、日本らしい国際貢献として、認知されれば本望である（写真—8～10）。



写真—8 旧校舎の整地



写真—9 新校舎前にて（先生と生徒達）



写真—10 地雷原がキャベツ畑へ

《参考文献》

- 1) 建設の施工企画 2007年11月号 “人道支援のための対人地雷除去機の開発”
- 2) <http://www.jmas-ngo.jp/>
- 3) <http://mediajam.info/topic/906938>
<http://www.komatsu.co.jp/CompanyInfo/press/2009052011355306431.html>
<http://www.takaratomy.co.jp/products/tomica/info/topics.htm>

【筆者紹介】

柳楽 篤司（なぎら あつし）
 コマツ 建機マーケティング本部 海外営業本部
 地雷除去プロジェクト室
 副室長



AC 駆動式ブルドーザ D7E

福岡 大輔

近年、BRICs（ブラジル・ロシア・インド・中国）の著しい経済発展、人口増加により、世界のエネルギー消費量は増加の一途を辿っており、これに起因する環境汚染が国際的な問題となっている。特に温室効果ガス（CO₂：二酸化炭素、CH₄：メタン、N₂O：一酸化二窒素等）による地球温暖化は国際的な深刻な問題として取り上げられており、削減が強く求められている。我が国は温室効果ガスの排出を2020年までに1990年比で25%削減するとの中期目標を打ち出しており、今後この目標達成に向けた取組みとして、我々建設機械業界は高いハードルの目標数値が課せられる事が想定される。また、温室効果ガス以外にも、NO_x（窒素酸化物）、HC（炭化水素）、CO（一酸化炭素）、PM（微粒子物質）、黒煙といった排出ガスに対して、更なる削減が求められている。今回、こうした状況下に対応した革新的な技術 エレクトリックドライブシステムを搭載した次世代型 AC 駆動式ブルドーザ D7E について紹介する。

キーワード：エレクトリックドライブシステム、CAT C9.3ACERT エンジン、センターポスト&チルトキャブ、電動エアコンディショナシステム、ハイドロリックシステム、クーリングシステム

1. 概要

D7E はエンジン定格出力 175 kW (238PS)、排気量 9.3 L、特定特殊自動車排出ガス規制法（オフロード法）に適合する能力を備えた 27 トンクラスの中型ブルドーザである。パワートレインは、従来のメカニカルドライブシステムに変えて、新たにエレクトリックドライブシステムを搭載し、クリーンな排出ガスによる環境への配慮は言うまでもなく^{*}、燃費、ランニングコスト

等を削減しながら、生産性の向上を図っている。その他にも、随所に新機能を盛り込んでおり、視認性、操作性、居住性、サービスマンテナンス性、安全性が飛躍的に向上している。図-1 に新機能一覧を紹介する。
※ EPA（U.S Environmental Protection Agency：米国環境保護局）から 2008 年 Clean Air Excellence Award 受賞

2. エレクトリックドライブシステム

ブルドーザの動力伝達装置は、中・大型ではトルクコンバータとパワーシフトトランスミッションを組み合わせたメカニカルドライブが、小型では油圧ポンプ&モータのハイドロスタティックが主流で、中・大型の一部には、左右の履帯の駆動に油圧モータを採用したディファレンシャルステアリングを導入し、更なる操作性の向上を図っている。D7E ブルドーザは図-2 のドライブシステムに示すように、現行のディファレンシャルステアリングと次世代の動力伝達機構であるエレクトリックドライブを組み合わせたもので、エンジンで発電機を駆動し交流電力（AC480V）を発生させ、パワーインバータで一旦直流（DC650V）に変換し、AC モータを駆動する時に再度交流に変換し、動力をファイナルドライブに伝達する。ディファレンシャル

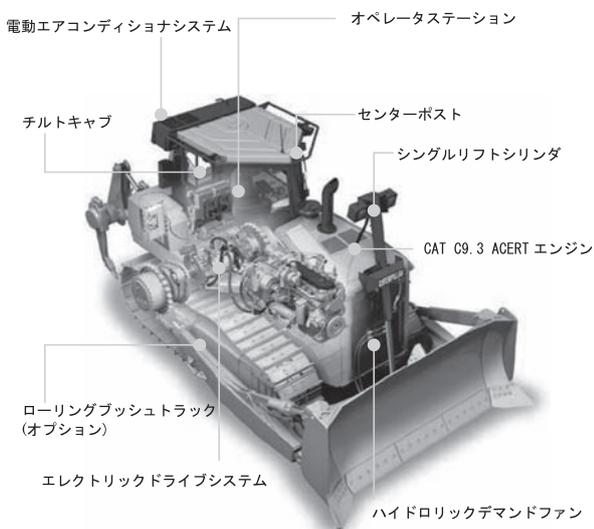
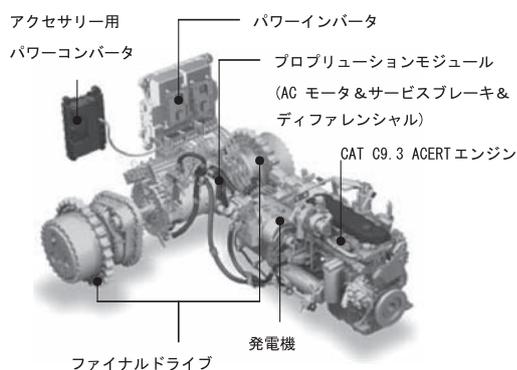


図-1 D7E 新機能一覧

ステアリングにより、左右の履帯に動力を伝えながらの旋回（パワーターン）や左右の履帯を正逆転させてのその場旋回（スポットターン）が行える。搭載エンジンは、出力 175 kW（238PS）、排気量 9.3 L で特定特殊自動車排出ガス規制法（オフロード法）に適合する能力を有している。AC モータは無段変速で、メカニカルドライブのようなギヤシフトは不要である。パワーインバータで一旦変換された直流は、アクセサリ用パワーコンバータで、車両用電源（DC24V）を供給すると共にエアコンのコンプレッサ駆動、ラジエータやパワートレインオイルを冷却するウォータポンプの駆動に DC320V を供給する。これにより、従来はエンジンからベルト駆動で行っていたのがベルトレスとなり、燃費低減、サービス性の向上に寄与している。また、パワートレインの部品点数は従来機比の 60% と少なく、機械経費の低減を図っている。社内テストでは、メカニカルドライブの D7R2 ブルドーザ（重量 28.4 t、出力 179 kW）に比べて、ドーピング作業において作業量（ m^3/h ）で 10% アップ、燃料消費量（L/h）で 20% 低減、燃料生産性（ m^3/L ）で 25% アップという結果が得られている。



図一2 エレクトリックドライブシステム

3. CAT C9.3 ACERT エンジン

D7E は、特定特殊自動車排出ガス規制法（オフロード法）に適合する能力を備えた CAT C9.3 ACERT エンジン（定格出力／回転数 175 kW/1,700 rpm、排気量 9.3 L）を搭載している。このエンジン動力を利用し、発電機で高効率な AC480V を発生させている。尚、前述したエレクトリックドライブの採用に伴い、エンジンベルト、オルタネータを不要としている。エンジンの制御は、エレクトロリック・コントロール・モジュール（ECM）にて行い、噴射量・タイミング・圧力をシリンダごとに、正確に制御し、マルチ・インジェクション・システムの多段噴射、最適な燃焼効率

を実現することで、NO_x、HC、CO、PM、黒煙の発生を抑制するとともに低騒音・低振動化も実現している。



写真一 CAT C9.3 ACERT エンジン

4. オペレータステーション

(1) センターポスト&チルトキャブ

運転環境の心地良さ、視認性、操作性、サービスメンテナンス性を追求したセンターポスト&チルトキャブを採用しており、オペレータ・ステーションは最新技術の粋を集めたものとなっている。このセンターポストキャブの採用とセンターライン上に視界の妨げとなるシングルリフトシリンダ（1本タイプ）とマフラー、エアクリーナを配置する事により、前方の視認性を従来機比 35% 増加させており、左右コントロールレバーとシートをそれぞれ独立して調整可能なシートマウントコントロールとともに比類のない操作性を提供して作業性向上に寄与している。また、キャブが手動でチルトアップできることから、油圧やエレクトリックドライブの機器類へのアクセスが容易に行える為、休止時間を大幅に短縮する事が可能となっている。尚、オ



A: オペレータ視界



B: シートマウントコントロール

C: チルトキャブ

写真一2 オペレータステーション

ペレータ騒音は73 dBと従来機比50%低減している。

(2) モニタリングシステム

ダッシュ・パネル・ゲージ（エンジン回転数、燃料計、エンジン冷却水、ハイドロリックオイル温度、トランスミッションオイル温度）と液晶モニタとの組合せにより、オペレータ及びメカニックが車両の運転、故障診断イベント、整備間隔、操作モードなどを監視する。このモニタリングシステムを通してオペレータの好み、運転パラメータを変更することも可能で、これによりオペレータは車両の運転効率を高める更なる手段を得ることになり、休車時間の短縮と車両性能を最大限に引出すことができる。



写真-3 モニタリングシステム

(3) ディファレンシャルステアリングレバー

オペレータの親指だけで車両の前後進、速度の操作を行うことが出来るようにまとめられており、オペレータの疲労を軽減している。また予めよく使用する速度を記憶させ、ボタンひとつで速度を呼び出すことができる速度メモリ機能を備えており、オペレータの操作性を向上している。



写真-4 ディファレンシャルステアリングレバー

- ①前後進切替えスイッチ
- ②速度調整ホイール
- ③速度メモリボタン
- ④パーキングブレーキ

(4) 電子油圧制御式 (E&H) コントロールレバー

従来の油圧パイロット式から電子油圧制御式 (Electronic & Hydraulic : E&H) に変え、レバー操

作力を軽減している。また安全面に配慮し、従来機同様に作業機装置ロックスイッチをブレードコントロールレバー脇に配置している。



(a)ブレードコントロールレバー
(b)リップコントロールレバー
(c)作業装置ロックスイッチ
写真-5 電子油圧制御式 (E&H) コントロールレバー

(5) オートシフトダイヤル&スロットルダイヤル

オートシフトダイヤル、スロットルダイヤル機能（詳細は後述）と前述した速度調整ホイール、速度メモリボタンを組み合わせることで、オペレータは様々な状況や用途に応じた速度調整をスムーズに行え、作業機の操作に集中する事ができる。

オートシフトダイヤル①は、前後進の速度について4種類のセッティングを可能としている。

- セッティング1—後進速度が前進速度より30%速い
- セッティング2—前進1.5 後進2.5
- セッティング3—前進2.1 後進2.5
- セッティング4—任意設定（モニタリングシステム上で設定）

スロットルダイヤル②は、エンジン回転数を5段階に調整(800 rpm, 1100 rpm, 1300 rpm, 1550 rpm, 1800 rpm)可能となっている。

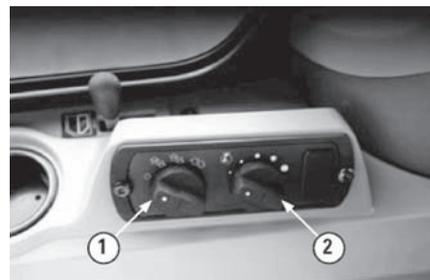


写真-6 オートシフトダイヤル&スロットルダイヤル

(6) トラベルコントロールペダル

エンジン回転数を調整する従来機のデセルペダルと異なり、パワーインバータからACモータへ供給されるAC（交流電気）を調整する事で車両を減速させ、最終的にサービスブレーキを利用し停止させる機能を備えたトラベルコントロールペダルを採用している。この機能により、エンジンの負担軽減を図っている。



写真一七 トラベルコントロールペダル

(7) 電動エアコンディショナシステム

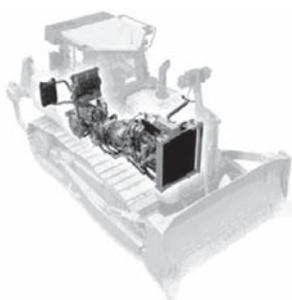
D7Eに採用しているエアコンディショナは、アクセサリ用パワーコンバータから供給されるDC（直流電気）で稼動されるため、エンジン回転数が低い場合でも、エアコン機能を十分発揮し、燃費を抑えながらキャブ内を適温に保つことができる。加えて、エンジンベルトが不要となり、従来エンジンフード内に配置していた構成部品（コンデンサ、コンプレッサ、アキュムレータ、ドライヤ、配管等）を集約し、エンジン周辺の高温度の影響を受けないキャブ後方へ配置している。これにより、簡単に脱着可能となり、メンテナンス時における休止時間を短縮する事ができる。



写真一八 電動エアコンディショナシステム

5. クーリングシステム

効率性、耐久性を重視した設計が成されており、支柱にアルミニウムを使用し、耐熱性、防錆性を向上させたラジエータ、エア・トゥ・エア・アフタークーラとアクセサリ用パワーインバータから供給されるDC320Vで稼動する電動ウォーターポンプの組合せにより、各々の構成品の冷却を行っている。またエンジン

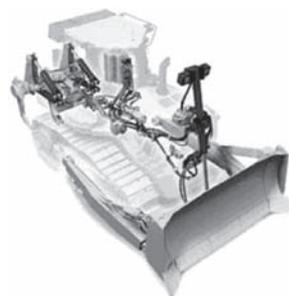


写真一九 クーリングシステム

冷却の必要性に応じて、ファンの速度を自動的に調整し駆動する、ハイドロリックデマンドファンを装備しており、エンジンへの負担軽減と共に冷却の効率向上を図っている。また必要に応じてファンを駆動させることで騒音低減にも貢献している。

6. ハイドロリックシステム

前後の作業機に油圧を供給するコントロールバルブをそれぞれの作業機近くに別々に配置し、ハイドロリックオイルが循環する時間を30%速くする事で作業機応答性の向上を図っている。これにより、シングルリフトシリンダは従来機同様の能力を有する一方、部品点数を半減しメンテナンス性向上に貢献している。



写真一〇 ハイドロリックシステム

7. アンダーキャリッジ

大型ブルドーザと同等の部品、窒素ガス充填式リコイルシリンダなどを採用する事により、耐久性の向上を図っている。尚、現場状況に応じて、足回り経費を35～70%低減することが可能なローリングブッシュトラックをオプションとして設定している。



写真一一 ローリングブッシュトラック

8. メンテナンス性

従来機同様に日常点検は全てエンジンフード左側に集約している。今回、エレクトリックドライブシステムを始めとする新機能の採用により、パワートレインオイル／

フィルタとハイドロリックオイル／フィルタの交換時間が大幅延長され、メンテナンスコストの削減を図っている。



写真-12 エンジン左側サービスドア内部

表-1 サービスドア時間比較表

	D7E	従来機
パワートレインオイル	2,000 時間	1,000 時間
同 フィルタ	2,000 時間	500 時間
ハイドロリックオイル	4,000 時間	2,000 時間
同 フィルタ	1,000 時間	500 時間

9. 安全性

D7E はオペレータ、周囲の作業員、メカニックの安全を配慮した様々な設計、機能を施している。新たな特徴として下記 3 点を紹介する。

(1) エレクトリックドライブセーフティ

エレクトリックドライブシステムが、万が一異常をきたした場合、診断システムがこれを速やかに感知し、モニタリングシステムを通じてオペレータに通知する。その後、メカニックがアクセスする場合、同システムは個々に完全密閉されており、且つ各システムを繋ぐケーブルには絶縁体素材を使用、コネクターには米軍規格



(a)米軍規格コネクター (c)LED 付ディスコネクトスイッチ



(b)エレクトリカルケーブル

写真-13 ドライブトレイン内部

を満たした部品を使用している為、仮に雨などの水に浸かった場合でも、メカニックは安全に作業を行える。その他安全装置として、ディスコネクトスイッチを設置しているが、サービスマンが確実に電流がシャットダウンされたことを確認できる LED ランプを備えている。

(2) オペレータ感知システム

オペレータ感知システムはエンジン稼動時、オペレータがシートから離れた際、自動的にハイドロリックロックがかかるシステムである。これによりステアリングレバー、コントロールレバーはロック状態となる為、オペレータは安全に乗降する事ができる。

(3) 後方監視カメラ (オプション)

広角視界を持つカラーカメラをオプションとして設定している。オペレータステーション内には、周囲の明るさに応じてディスプレイの輝度やコントラストを調整することが出来る 7 インチカラーモニターを用意。極端に後方視界が悪い場合や、さらに後方の安全を確認したい場合に有効活用する事ができる。

10. おわりに

D7E の最大の特徴は、革新的なエレクトリックドライブシステムと CAT C9.3 ACERT エンジンが生み出す高効率エネルギーシステムに因る生産性の向上と排出ガス環境対策である。

今後も環境対策を初めとした、時代とともに変化する様々な市場要求に応える製品開発に努力する所存である。



写真-14 D7E 外観

JCMA

[筆者紹介]

福岡 大輔 (ふくおか だいすけ)
キャタピラー・ジャパン(株)
市場開発部 トラクタ商品課



大型ハイブリッドホイールローダの開発

伊藤 徳孝

化石エネルギーの枯渇，地球温暖化，鉱物資源・燃料価格の高騰，バイオ燃料に端を発した食料問題等から，建設機械にも環境対応型の製品開発が求められている。このような背景の下，エネルギー回生が可能な電機駆動式大型ハイブリッドホイールローダを開発した。

主な特徴は①大幅な燃費向上，②走行性能および作業性能向上，③メンテナンスコスト削減，④環境負荷低減，等である。主要コンポーネントはエンジンは排気量30,500 cc，出力735 kW，発電機は625 kVA，モータは110 kW × 4基で構成されており，車載コンピュータシステムによって走行系・荷役系が最適制御されている。

キーワード：ハイブリッド，ホイールローダ，省エネ，電機駆動，キャパシタ

1. はじめに

化石エネルギーの枯渇，地球温暖化，鉱物資源・燃料価格の高騰，バイオ燃料に端を発した食料問題などから環境対応型の製品開発が強く求められてきており，建設機械も同様である。

大型ホイールローダにおいては油圧機器やエンジンの損失低減などに取り組んではあるものの，それだけでは大幅な燃料消費量の低減には限界があり大胆なシステムの見直しが必要であった。その低減対策として近年，注目されているのが電動化とハイブリッドシステムおよびエネルギーの再利用である。

以上のような状況下，以前より電動化に取り組み1997年にバケット容量11 m³の大型電機駆動式ホイールローダ（以下電動機と呼称）を開発し，市場に投入して稼働データを蓄積してきている。

本報では，この電動機に対して，さらなる環境負荷低減を目指し，キャパシタを搭載してエネルギーの再利用を図った大型ハイブリッドホイールローダを開発したので，本報ではこの開発機について報告する。

2. ホイールローダの現状

ホイールローダとは，主に掘削，運搬，積み込みを行う建設機械で，車輦本体が移動して前記の作業を行う構造であり，車輦本体を移動するために多くのエネルギーを消費している。

さらに，ホイールローダによる環境負荷としては，燃料消費の他，排ガス，振動・騒音，作動油・使用済みフィルタ類の廃棄，グリース等潤滑油の垂れ流し，タイヤ摩耗粉による土壤汚染などがあげられる。

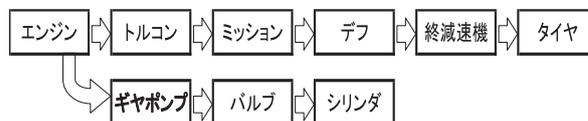
ホイールローダの開発に対しては省エネを含む環境負荷の低減と同時に，顧客に受け入れられる魅力ある車輦であることが必須条件となる。魅力ある製品であるためには車輦の性能・装備はもちろんであるが，運転経費が低い事が重要となる。現状のホイールローダを20,000時間使用したときの運転経費の一例を図一1に示す。保有経費の他に修理費と燃料費および油脂・消耗品費が大きな割合を占めている。



図一1 20,000時間稼働時の運転経費の割合

これらの経費をいかに低減できるかが魅力ある製品としての大きな要素となる。

従来の駆動装置にトルクコンバータを採用したホイールローダ（以下トルコン機と呼称）の動力伝達系統を図一2に示す。



図一2 トルコン機の動力伝達系統

エンジンの出力は主にタイヤを駆動する走行系、シリンダを駆動する油圧系および電装品等補機類の動力として使用される。走行系に採用されているトルクコンバータはエンジンの回転数とトルクを流体力により伝達し、回転速度比で0からおよそ1まで、トルク比で3程度まで変換することができる優れた機能を持っておりホイールローダには古くから使用されている。しかし、伝達効率が低い欠点がある。

油圧系で使用される、ポンプは安価で信頼性の高いギヤポンプが多く使われているが、ギヤポンプの吐出量はエンジン回転数に比例して増減するため、作業機に必要な流量をコントロールバルブで絞って、制御していることからエネルギー損失が多い。そこで、近年は省エネを目的として可変容量ポンプを使用し、必要な時に必要な部位に吐出する構造としたものが採用されてきている。

図-3に従来のトルコン機でV字掘削作業を行った時のエンジン出力に対するエネルギー消費割合の一例を示した。走行系、および油圧系のエネルギー損失が大きいことが判る。



図-3 V字掘削作業時のエネルギー消費割合

3. 大型電機駆動式ホイールローダ

(1) 電動機の特徴

1997年に電動機を開発し、市場に投入して稼働データを蓄積してきている。

電動機の走行系には従来のトルコン機に比べて伝達効率の高い電機駆動式を採用した。動力伝達系統を図-4に、主要機器の配置を図-5に示す。駆動モータは効率が高く、メンテナンスの容易なACモータを採用し、インバータにより制御する構造とした。発電効率を上げるために作業時のエンジン回転数は1,800回転とし、作業待ちの時は自動で回転数を下げる機能を追加した。

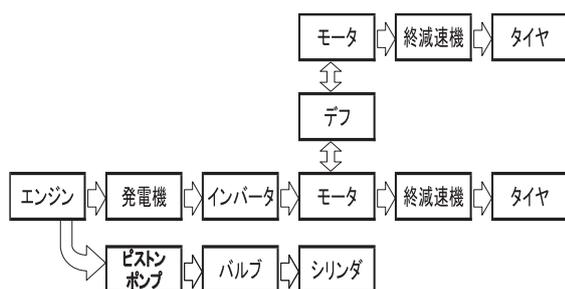


図-4 電動機の動力伝達系統

駆動モータおよび減速機は、図-5に示す通り4輪に配置し、左右のモータ間に差動機を設け、前後の差動機をプロペラシャフトで連結する構造とした。この差動機とプロペラシャフトによる連結で作業時のタイヤの空転を防止すると同時に、旋回時の内外輪差による回転数の差に対して、効率よく動力を伝達できるようになった。

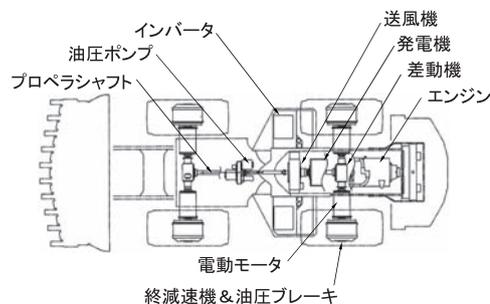


図-5 主要機器の配置

エンジン出力を従来のトルコン機と同等としたときの走行性能を図-6に示す。

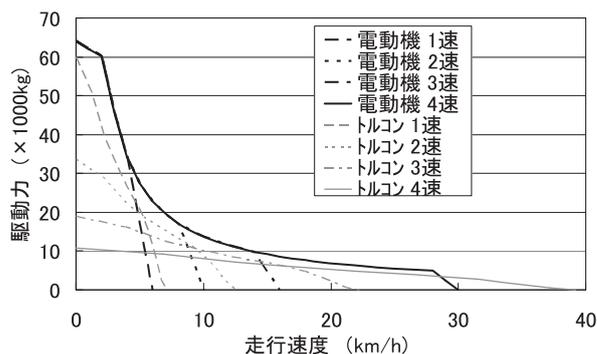


図-6 走行性能

トルコン機と比較して伝達効率が高く、モータの出力範囲が広いことから変速機を使わずに必要な駆動力と走行速度を得る事ができる。本車輛では、作業現場の状況に合わせて最高速度を制限するために速度段を設定しているが最大駆動力は全ての速度段で発揮できる。オペレータは作業現場に適した速度段を運転開始時に一度設定するだけで、その後は変速操作することなく安全な速度で作業を続けることができる。

油圧系には可変容量ポンプを採用し、運転席のコントロールバルブからの信号で必要に応じて油圧ポンプの吐出量を制御する構造とした。この構造により作業時の運転席のコントロールレバー操作だけで、アクセルペダルでエンジン回転数を操作することなく作業機を最大速度で動かすことが可能となり、実作業時の作業量を増やす事ができた。

可変容量ポンプを採用したことで、油圧によるエネルギー損失を低減し、作動油温度の上昇を抑え油圧機器

の寿命を延長する事ができた。

さらに、メンテナンスコストを低減するためにグリース給脂が不要なメンテナンスフリーピンを採用し、摩耗の激しいバケット部分には1300 N/mm²級耐摩耗鋼を採用するなどの改善を図った。

(2) 電動機の評価と課題

電動機は1997年から稼働を開始し稼働時間は20,000時間を超えている。表一1にバケット容量11 m³級ホイールローダの時間当たり燃料消費量を比較した。時間当たり燃料消費量は従来のトルコン機と比較すると約15%減少している。

表一1 時間当たり燃料消費量

機種	燃費 (L/hr)	測定期間
11 m ³ 電動機	57.0	ユーザI '97/12 ~ '02/2
11 m ³ トルコン A	70.1	ユーザI '93/1 ~ '94/12
11 m ³ トルコン B	64.8	ユーザI '93/1 ~ '94/12
11 m ³ トルコン C	68.0	ユーザI '98/1 ~ 12
11 m ³ トルコン D	64.1	ユーザI '96/1 ~ 12
11 m ³ トルコン E	65.0	ユーザI '96/1 ~ 12

さらに、メンテナンス費用では駆動部分のオーバーホール費用の低減、タイヤ交換時間の延長、グリース使用量の低減など当初目標とした成果が確認されている。

しかしながら、負の評価として次の項目が残った。

- 1) ペダル操作による車輛の動き出しがトルコン機と比較すると0.5秒ほど遅れる。
- 2) 加速は良いが車速をアクセルペダルでコントロールする事が難しい。

これらの問題点は、トルコン機ではエンジンの出力により駆動力が決定されるが、電動機ではエンジンの出力に関わりなく、モータの出力が設定されエンジンの出力が後追いになる事に起因している。エンジンは負荷に応じた動力を出力しており、燃料もこの出力に応じて供給されている。

通常1,800 rpmで無負荷運転しているところに突然大きなトルクを加えると燃料の供給が追いつかず必要な出力を発揮する前に回転数が低下してしまう。特に、近年の排ガス対策型エンジンでは、急激な燃料噴射量の増加を押さえる傾向にあり、急な負荷変動に対応できなくなってきている。

電動機ではエンジン回転数の低下を防止するため、駆動モータ出力の増加特性を制御して、エンジンが回転数低下を起こさない範囲でトルクを変化させ、急激なトルク変動を抑えており、車輛速度がアクセルペダ

ルの指令速度に達するまでの時間に遅れが発生し、運転者が車速をコントロールする事が難しいという結果となっている。

4. 大型ハイブリッドホイールローダ

そこで、キャパシタを搭載してエネルギーの再利用することでさらなる省エネを図り、電動機の欠点を改善した大型ホイールローダを開発することとなり、バケット容量13 m³の大型ハイブリッドホイールローダ（以下ハイブリッド機と呼称）を開発し、2008年に発売した。

ハイブリッド機の外観を写真一1に、ハイブリッドシステム構成を図一7に、主な仕様を表一2に示す。

ハイブリッドシステムは既の実績のある電動機の電機駆動システムにキャパシタを追加し、車輛が減速するときに、モータで発生した電気エネルギーを回収できるようにした。回収されたエネルギーは、発進および加速の動力としてエンジン出力の不足分を補うようにした。

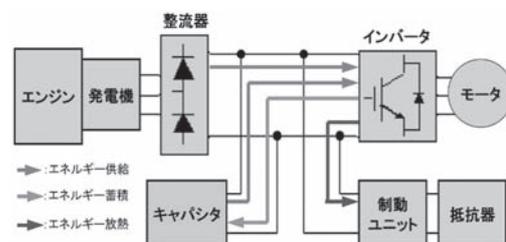
減速時のエネルギーを有効に回収するために、フットブレーキ操作時に、機械式ブレーキと連動して電気ブレーキが働く構造とした。さらに、通常のブレーキ操作時ブレーキペダルの踏み込み角が少ない範囲では電気ブレーキが作動し、その後踏み込み角が増え、電気ブレーキの制動力が不足する時はフットブレーキが作動する構造とした。

この結果ブレーキパッドの摩耗を軽減することができた。

通常のバッテリー・キャパシタを用いたハイブリッドシステム構成では負荷変動に対するエンジンパワーの不足分をバッテリー・キャパシタで補いエンジン負荷を平滑化し、従来機より小さなエンジンを用いる事が一



写真一1 ハイブリッド機の外観



図一7 ハイブリッドシステム構成

表—2 ハイブリッド機の主な仕様

車輦	型式	L130
	バケット容量	13 m ³
	常用荷重	23,400 kg
	車輦総重量	110,000 kg
エンジン	メーカー	Cummins
	型式	QST30
	出力	735 kW
発電機	メーカー	Hitachi
	型式	YEFC10UP-RD
	出力	625 kVA
走行モータ	メーカー	Hitachi
	型式	YEFFZO KK
	出力	110 kW
	個数	4
キャパシタ	型式	600L1-70C-DL
	定格電圧	800 V
	最大電圧	875 V
	最大電流	100 A
	静電容量	8.2 F

通常のバッテリー・キャパシタを用いたハイブリッドシステム

般的である。

ここでホイールローダに必要なエネルギーを検討してみると走行系と油圧系を同時に最大出力で操作すると、エンジン定格出力の150%程度の出力が必要となり、トルコン式の場合はエンジン出力に合わせて機械的に負荷が分担されている。

電動機の場合、負荷の分担はコントローラにより制御され、エンジンおよびキャパシタからのエネルギーが大きいほど走行系および油圧系に大きな負荷を与えることが可能となり、時間当たりの作業量を増やすことができる。

そこで、本システムでは、エンジン出力は従来機と同等とし、キャパシタに蓄えられたエネルギーは、発進・加速のエネルギーとして利用することで時間当たりの作業量を増やし生産量の増加をはかることとした。

キャパシタ容量は以下の制約もあり、発進・加速に必要な最小限の容量に抑えることとした。

- 1) キャパシタを配置するスペースが限られていること。
- 2) キャパシタが高価であること。

将来的に、小型・大容量で安価なバッテリー、キャパシタが開発されたときは、エンジンを小型化しさらに燃料消費を抑えることが可能である。

ホイールローダの標準的な作業は、前進で掘削後、荷を積んで後進した後、後進から前進に切り換えて前進、荷を放出する。減速時の電気エネルギーを回収する機会は後進から前進に変換する時であり、最低1回の

減速・停止のエネルギーを回収できることが必要である。キャパシタの仕様を表—2に示す。

本車輦では、さらに燃費を低減するために温度感應型の冷却ファンを採用し、荷役用に加えてステアリング用にも可変容量ポンプを採用するなど、油圧系の省エネを同時に実施している。

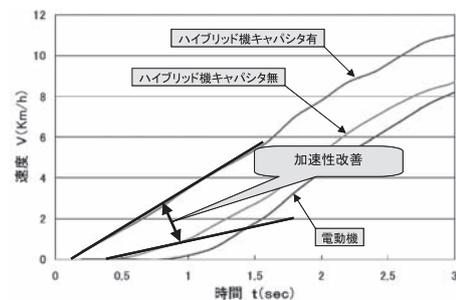
5. 実証試験

本研究開発では、キャパシタの効果を実証するために、実機による各種試験により、電動機およびトルコン機との比較試験を行った。ここでは、キャパシタによる操作性の改善、作業量および燃料消費量について報告する。

(1) 操作性改善効果

実証試験ではまず、当社試験オペレータによる官能評価を実施し、電動機で問題となった2項目について改善効果を確認し、良好な結果が得られた。

図—8でアクセルペダルを瞬時に踏み込んだときのキャパシタの有無による発進・加速性能を比較する。アクセル操作に対する車輦の追従性能は電動機が0.8秒後に動き出しているのに対してハイブリッド機は約0.2秒となり約0.6秒改善している、さらにキャパシタの有無では0.3秒の差があった。同時に加速性が改善されている。



図—8 キャパシタの有無による発進・加速性評価

(2) エネルギー回生

車輦の前後進を繰り返して行い、キャパシタの有無による充放電の状態および燃費の差を検証した。充放電の状態を図—9に示す。

図—9において下方が減速時の回生電流を、上方が発進および加速の放電を示している。減速時に電気エネルギーがキャパシタに充電され、発進時および加速時に放電されていることが確認される。

前後進走行時の時間当たりの燃料消費量を図—10に示す。キャパシタの有無で13%の差が見られる。

作業時の燃費試験はI字掘削作業の模擬試験により行った。結果を図—11に示す。時間当たりの燃料消

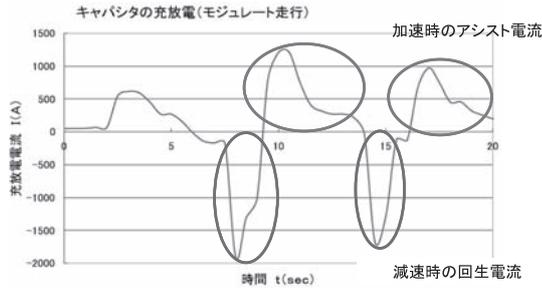


図-9 キャパシタの充放電

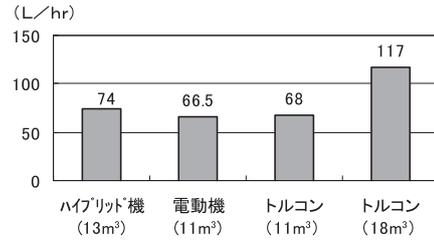
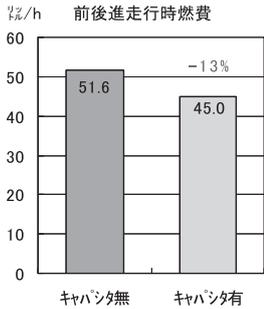
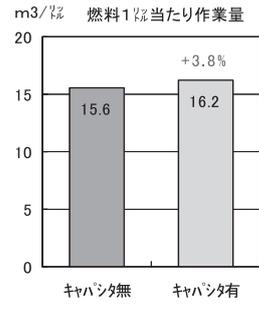


図-13 時間当たり燃料消費量 (ロード&キャリ工法時)



前後進繰り返し走行(前後進モジュレート)
キャパシタ効果≒最大
試験条件 2速フルアクセル
前後進繰り返し
走行区間15m

図-10 前後進走行時燃費



積み込み模擬試験(サイクル)
キャパシタ効果≒最少
試験条件 2速フルアクセル
掘削→フォーム上昇後進→前進
→排土→後進→掘削の繰り返し
走行区間 約10m

図-11 積み込み試験時燃費

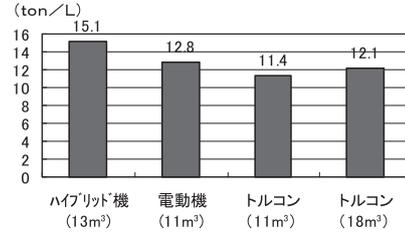


図-14 燃料1リットル当たり作業量 (ロード&キャリ工法時)

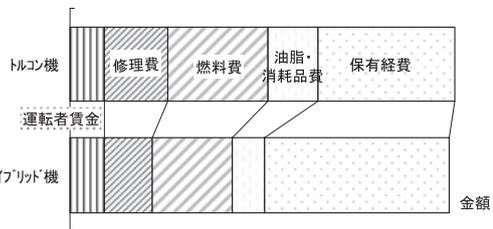


図-15 20,000時間稼働時の運転経費

費量は同等であったがキャパシタ有りの時の時間当たり作業量は3.8%増加した。

社内試験終了後、ユーザに納車して、実作業時のデータを計測した。試験方法はロード&キャリ工法で行い、燃料消費量は満タン法で、作業量は設備に装備されている計量器から読みとった。運転操作はユーザのオペレータにお願いした。

試験結果を図-12および図-13に示す。これらの結果から燃料1リットル当たりの作業量を比較すると図-14の通りとなりトルコン式の従来車と比較すると32%作業量が増加した。

これらの結果と20,000時間余稼働している電動機の修理費および油脂・消耗品費の実績を用いて、ハイブリッド機を導入し20,000時間使用したときの運転経費を推定すると図-15となり、ユーザにも大きな利益となる事が想定できる。

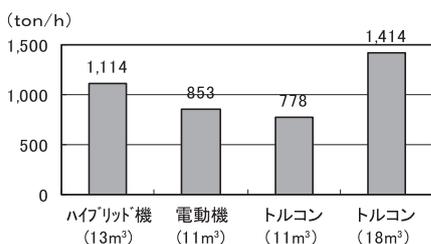


図-12 時間当たり作業量 (ロード&キャリ工法時)

6. おわりに

今回のハイブリッド機は「L130」として市場投入したが、キャパシタを採用することで、車輛の負荷変動に対してエンジンパワーが追従できない不足分を補い、燃費低減と作業量の増加および作業性を改善できることが確認された。

今後、電動化技術、ハイブリッド化技術、キャパシタおよびバッテリーなど蓄電技術の進歩により、さらに多くのエネルギーの回収および蓄積が可能となり、エンジンの小型化、油圧系の電動化を含め大幅な省エネが進むことを確信して本文を終わる。

JICMA

《参考文献》

- 1) 社団法人日本機械学会 第17回交通・物流部門大会講演論文集 No.08-68
- 2) 建機新報 No.1408 建設施工の環境・安全対策
- 3) 鹿児島昌之他：R&D 神戸製鋼技報, Vol.57 No.1 (Apr.2007)
- 4) 国土交通省 建設機械の排出ガス対策

【筆者紹介】

伊藤 徳孝 (いとう のりたか)
TCM (株)
建設車両事業部
ホイールローダ開発センター
部長



グレーダの技術動向

坂井 幸尚

国内では除雪機械というイメージの強いグレーダだが、海外の建設現場では作業機自由度の高さから汎用機械として多用されており、各社の技術競争も盛んである。

海外市場向けに導入した最新機械 GD555-5, GD655-5, GD675-5 では大幅に視界を改善した新型キャブを搭載し、パワートレインの制御改善により操作容易化と燃費向上も実現した。中心機種となる GD655-5 を例にこれら技術について解説し、グレーダの技術動向を紹介する。

キーワード：グレーダ、技術動向、6角キャブ、トルコン、自動変速、燃費

1. はじめに

グレーダは走行することで地面（時には雪）を削り、均す機械であるため、走行機能の改善や走行時の安全確保を行ってきた。

近年の車両開発では「環境」や「安全」に加え、「燃費」への要求が急速に高まっているが、この社会変化への対応も、従来の改善の延長であり、排ガス規制をはじめとする各種規制対応を順次進めてきている。

また、熟練オペレータの不足という問題に対して、グレーダの整地作業習熟をアシストするという意味で、運転操作を容易にするトランスミッションのトルコン化などを早くから継続してきた。その結果、独特の車体構成は古くから大きく変わらないものの、その走行機能については革新的な進歩をとげたものとなっている。

そこで本稿では海外向けとして発売した最新の機械を例にグレーダの技術動向を解説する。

2. 技術概要

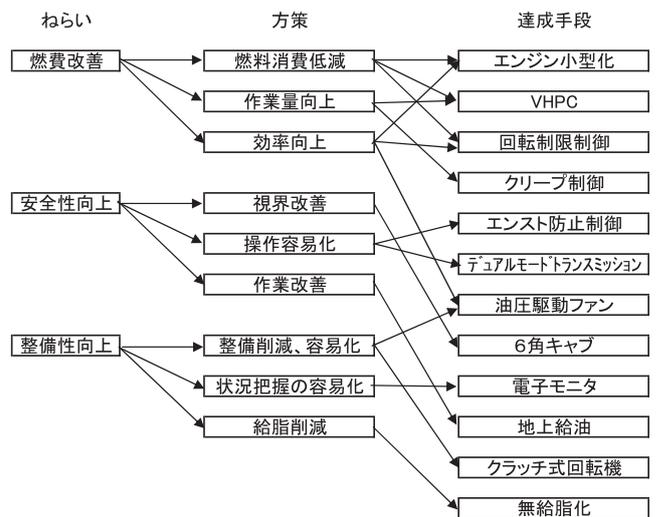
表-1 に改善技術のねらいと本稿で解説する項目を示す。

(1) エンジン

グレーダのエンジンは特殊な例を除き、機体の大きさによらず、6気筒ターボディーゼルエンジンが一般的である。

精密な仕上げ作業が要求され、その際にはローアイドル付近の低回転でも作業を行うグレーダにおいては

表-1 ねらいと達成手段



エンジンの低速トルクが重視される。近年の高圧噴射、電子制御化により低回転トルクを改善しながら、低排気量化も可能になり、低燃費化に貢献している。

表-2 に近年の同車格での排気量、出力変遷を示す。

表-2 同車格での排気量、出力変遷

機種名	排気量	定格出力 (kw)	発売年
GD605A-5	11.0 L	115	1990 年
GD655-3	8.3 L	134/149	2002 年
GD655-5	6.8 L	108/134/149/163	2009 年

① VHPC (可変出力)

エンジン出力は生産性向上と、回送時の速度向上を目的に近年上昇傾向にある。ただし、タイヤ式のためトラクション限界が低いグレーダでは、単純な出力増

加は燃費の悪化のほか、コントロール性の低下から作業性の悪化を招く。

これを解決する手段として、近年は可変馬力（以下VHPC）が一般的になっている。

90年代になって一般化したVHPCは、速度段により最高出力を切り替える機構で、メカガバナの世代ではHI・LOW2段制御であった。電子制御化により出力設定自由度が増した現在では4段の出力カーブを設定し、上側3段、下側3段をそれぞれP、Eの2モードとして設定し使用している。

これにより、通常使用するEモードでは、トラクションに見合った出力で燃費と作業性を向上し、回送性能を重視したPモードでは、高出力を生かした速度維持性能を発揮できる。

②回転数制御

グレーダの整地作業においては、低速度段でアクセル全開のまま、エンジン最高回転で走行することがよく見られた。

低負荷作業では不要な高回転でエンジンにとって、不経済な領域を使い続けることになるが、オペレータにとってはアクセルコントロールを行わずに操作ができるため、無意識に行っていると考えられる。

速度段に応じてエンジンの最高回転を制限することで、燃費効率の良い領域を使用し、速度低下分はオペレータが1段高い速度段を使用することで燃費と作業量を両立する制御を追加した。

制限は燃費改善と、自動変速への影響、最高速度の維持を勘案し、速度段別に変化する。図-1に概念図を示す。また、走行性能の低下は避けなければならないため、この機能は作業時のEモードに設定し、Pモードでは回転制限は行わない。

この機能を搭載した車両では他の改善効果も合わせ、燃費は20%向上した。

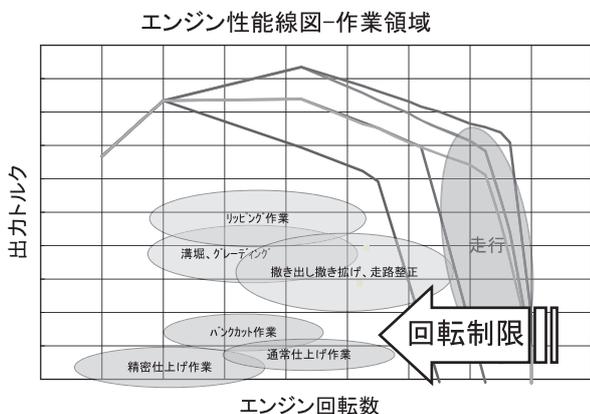


図-1 エンジン回転制限

(2) 油圧駆動ファンシステム

排ガス規制対応により、エンジンからの発熱量は増加し、クーリングユニットへの負担は増している。さらに熱帯地域での連続稼働も可能にするため、従来の熱帯地仕様相当のクーリング能力を標準車に折り込んでいるが、一方で寒冷地での暖気時間短縮や除雪作業時の暖房能力を両立するため、油圧駆動ファンを採用している。

従来のエンジン直動ファンの場合、ファン回転数はエンジン回転数に比例するが、油圧駆動では回転制御が可能のため、高温時の高負荷稼働など必要時には中高速域でファンを最高回転数に保つことができ、逆に寒冷時にはエンジン回転数にかかわらず、ファン回転数を最低回転に保つことができる。このため、寒冷時にはファンで消費する不要な馬力をカットすることができ、燃費を向上することができる。

構造上も油圧駆動化することでエンジンとの機械的な結合がなくなるため、エンジンルーム内に隔壁を設ける事ができ、ラジエータグリル開放部からの騒音発散を抑制することができる。

また、油圧ファンはスイッチ切換えによりファンを逆転することでラジエータの清掃を行うことができる。図-2に示すとおり、ファンはラジエータ後方にあり、通常は車体後方に風を吸い出すレイアウトだが、逆転により前方に向けて風を吹き付けることで、堆積したほこりを落とすことが可能になる。

従来、ラジエータ清掃はサービスホールを開いて、エアブローする必要があったが、ファン逆転を使用することで、工具を使用することなく3分程度で十分な清掃効果を得ることができるため、クーリングユニットの効率低下を防止することができる。

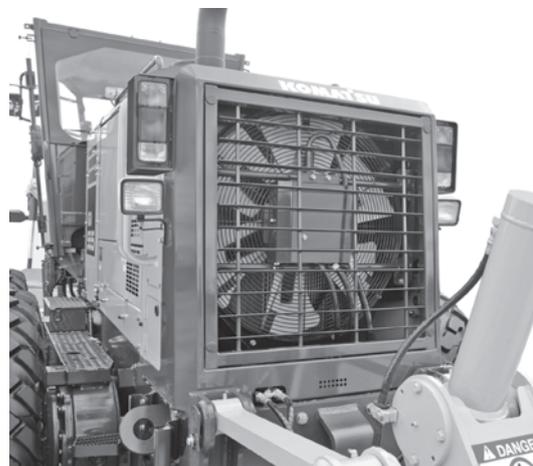


図-2 油圧駆動ファン

(3) デュアルモードトランスミッション

他建機ではオートマチックが主流であるが、グレーダではいまだにパワーシフトマニュアルトランスミッションによるダイレクトドライブが主流である。このグレーダにあって、トルコンを備え、オートマチック走行が可能な「デュアルモードトランスミッション」を展開している。

これはロックアップトルコン付多軸式パワーシフトトランスミッションに3ペダル、8ポジションのシフトレバーによるコントロール系を組み合わせたものである。

このシステムは、図一3に示すスイッチにより「マニュアルモード」と「トルコンオートモード」を任意に選択することができる。前者ではトルコンを常時ロックアップし、3ペダルのパワーシフトとして機能し、完全なダイレクトドライブで作業することができる。後者では、トルコンオートマチック車として2ペダルで運転することが可能である。トルコンオートモード時にもクラッチに相当するインチングペダルは使用することができ、半クラッチ操作による速度コントロールも可能である。このデュアルモードトランスミッションは前世代から採用され、好評を得ているが、最新機種では、表一3に示す後進時自動変速や後述するエンスト防止機能を追加し、オペレータにとってより扱いやすいものとしている。



図一3 T/Mモード切替スイッチ

表一3 シフトパターン

		Position of gear shift lever							
		F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6	F-7	F-8
AUTO MODE	Gear speed								
	F-1	○							
	F-2		○						
	F-3			○					
	F-4				○				
	F-5					○			
	F-6						○		
	F-7							○	
F-8								○	
MANUAL MODE		●	●	●	●	●	●	●	●
	R-1	○							
	R-2		○						
	R-3			○					
R-4				○					

- : In lockup state (torque converter is not in use)
- : As the machine speed increases, torque converter state changes to lockup state.
- : In torque converter state
- | : Automatic gear shift

①クリーブ制御

仕上げ作業や、障害物周囲の整正作業では、1速半クラッチを使って、極低速で作業を行うことが一般的である。このような作業は経験的に時速1 km/hで行われることが多いため、この速度を半クラッチ操作無く維持できるクリーブ制御が搭載されている。マニュアルモードではオペレータの意思を重視するため、従来と同じように半クラッチ操作に委ねているが、トルコンオートモードでは作業の容易化をねらい、時速1 km/h一定で走行する制御を行う。トルコンオートモード時に前進1速、アクセルオフ、ブレーキ開放などの条件が揃うとコントローラはクリーブ制御に入り、トランスミッションを制御して1 km/hを維持する。この制御中にはある程度まで、走行抵抗が増加しても、速度を維持し、逆に下り勾配等により走行抵抗が減少しても速度は維持される。アクセルを踏み込めば通常通りの加速に移行する。

この機能により、オートモードでは、極低速の仕上げ作業でも作業機操作に専念でき、初心者でも安全に作業を行うことができる。

②エンスト防止制御

当初のデュアルモードトランスミッションではクラッチ操作が必要なマニュアルモード時は、「完全なマニュアル」を優先したため、インチングペダルを踏まずに停止した場合や、エンジン低回転での重負荷作業時に過負荷によりエンストする心配があった。

しかし、現在の仕様では、マニュアルモード時に負荷によりエンストが予想される場合はエンスト前にトルコンモードに切り替える「エンスト防止制御」が追加され、心配は解消された。

この制御によりトルコンモードに移行した後は、

- ①安定した速度まで加速をする、または
 - ②一旦クラッチを切って再発進を行う、または
 - ③モード切替スイッチを再操作すること
- ことでマニュアルモードに復帰する。

この機能により、インチング性能を重視したマニュアルモードを初心者でも容易に使用できるようになった。

(4) 新型6角ROPSキャブ

新機種では作業視界を最大限に確保する新型6角ROPSキャブを採用した。従来からグレーダでは運転席前方の視界を最大限確保するために努力が続けているが、一般的な4角形キャブでは、その構造上前側柱(以下Aピラー)が作業機視界を横切ってしまう。そのため、構造から見直した6角形キャブを採用し、左



図-4 運転席からの作業機視界

右ドアガラスからブレードを一望する形状を実現した(図-4)。

この六角構造の実現にはフロア上の機器配置の工夫だけでなく、油圧回路の変更も必要となった。従来の構造では、床下左右に油圧コントロールバルブがあり、キャブ前面の幅がバルブ幅の制約を受けるため、大幅な形状変更ができない。そのため、新たに開発した、一体式多機能バルブをキャブ前に搭載し、フロア、キャブ形状の自由度を上げることに成功した(図-5)。

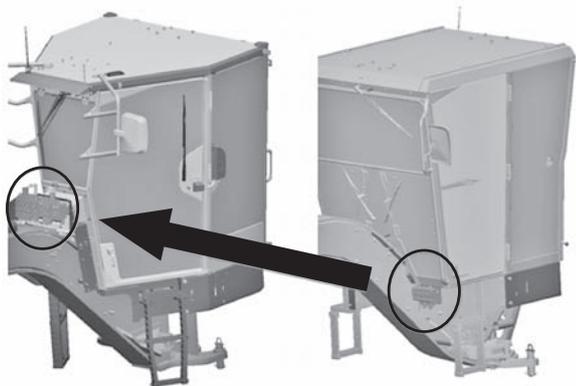


図-5 バルブ配置変更

さらにグレーダでは前傾斜が一般的なフロントウィンドを後傾斜とすることでAピラーをY字配置とし、運転席前方のリフトシリンダと視点を重ねることで、通常時の圧迫感を緩和した。このAピラー形状によりドア形状も上方に向かって幅が狭くなることになり、ドア解放時の上部張り出し量が減少した。これにより、実作業時の使い勝手の改善にも繋がっている。従来のグレーダは現在でも立って作業するオペレーターが多いが、新型のキャブではシートに着座した状態での視界確保を重視しており、室内高も着座を前提として見直している。この視界改善により、シートベルトを着用し安全に作業を行うことができる(図-6)。



図-6 新型六角ROPSキャブ形状

(5) 電子モニタ

グレーダのモニタパネルは、独特の作業機操作レバーに挟まれ、他の建機に比べて小さくまとめられている。この中で必要な情報を表示する努力をLCDディスプレイで行っている(図-7)。

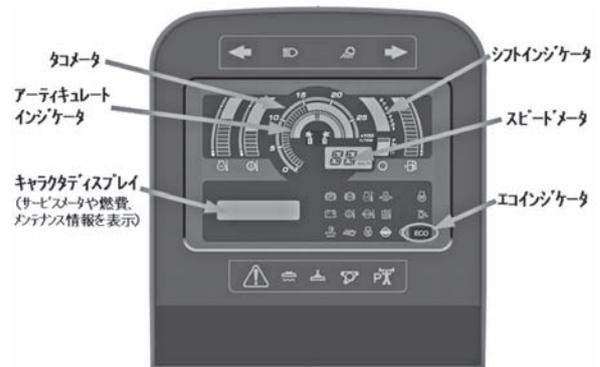


図-7 モニタパネル

確認頻度の高い、速度、エンジン回転、アーティキュレート状態を中央に配し、周囲に各種インジケータ、メータを配置している。

この機種ではエコインジケータが装備される。これはエンジン始動で点灯し、エンジン高回転使用により燃費効率が低下すると消灯する。停車時には設定が変わり、無用な空ぶかしでも消灯するので、これを目安に運転することで経済運転を行うことができる。

また、その結果はキャラクターディスプレイで、時間あたり燃費、距離あたり燃費として確認することができる。このディスプレイにはメンテナンス時期なども表示され、サービス管理を確実にしている。

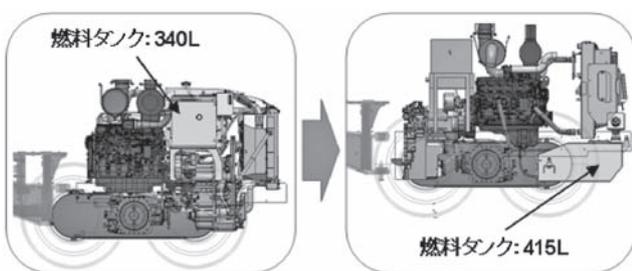
(6) 地上給油可能な燃料タンク配置

グレーダは道路整備や除雪で多用されるため、一般の給油施設で燃料給油を行うことが考えられ、地上から容易に給油できることは重要である。従来は足場を使用し、フード上面から給油を行っていたため、地上給油化により、大きく安全性が向上する。そのため、順次地上給油化を進めてきた(図一8)。



図一8 地上給油

地上給油可能とするためには、従来エンジンルーム上部の空間に収めていた燃料タンクを車体最下面に移動するために、大幅なレイアウト変更が必要となる(図一9)。GD655-5の例では、レイアウト変更と同時に燃料タンク大型化も同時に実現し、燃費向上とあわせて給油回数削減も実現している。

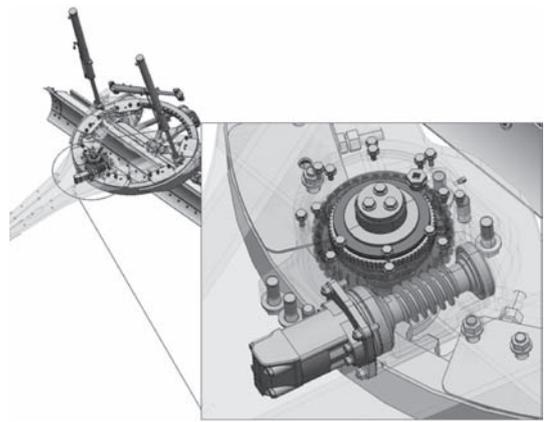


図一9 タンクレイアウト

(7) その他の整備性改善

①クラッチ式サークル回転機

グレーダブレードを水平面上で回転させるサークル回転機には、従来安全装置としてシャープピンを装備していた。シャープピンは外力による衝撃から車体やオペレータを守る確実な方法ではあるが、作業中にブレード衝突等で外力を受け、一旦ピンが折損した場合には復旧作業が必要となり、改善が望まれてきた。



図一10 クラッチ式サークル回転機

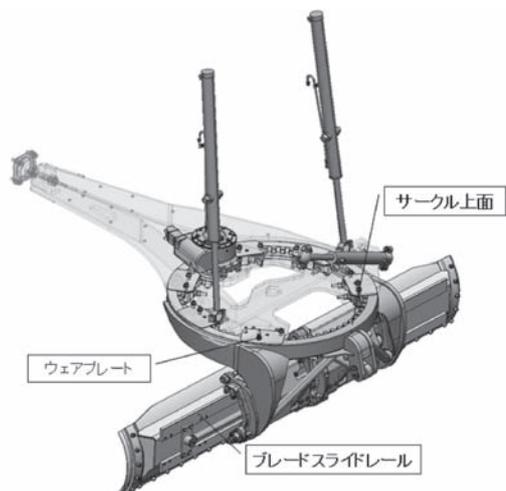
最新の機種ではシャープピンに変えて回転機クラッチを標準装備としている(図一10)。

これは回転機の軸上に多板クラッチを装着したもので、外力を受けた場合にクラッチが滑ることで、ブレードが回転して衝撃を逃がすことができ、車体の破損を防止する。シャープピンと異なり外力回避後はそのまま作業を継続できるため、シャープピンの折損を恐れず、最大能力を発揮することができる。また、復旧作業が不要のため、除雪作業時などは道路上でのシャープピン交換がなくなるため、オペレータの安全性の向上に貢献することができる。

②摺動部グリスレス化

グレーダの作業機は可動部分が多く、給脂箇所が多い。この中でも露出して触れる機会の多い摺動部分は無給脂化されている。

図一11に示すサークル上面、スライドレールは摺動部分に耐磨耗用強力合金を使用するなどして無給脂化している。この部分は露出しており、メンテナンス時などに乗ってしまうことも考えられるため、グリス



図一11 作業機摺動部

によって滑ることが防止でき、メンテナンス箇所の削減に加え安全性の向上、更には飛散グリスを削減することで環境にも配慮した。

その他の部分についても今後は給脂箇所の削減を行うことが今後の課題である。

3. 機種紹介

最後に本技術紹介に題材として取り上げた車両を図—12に紹介する。

ブレード幅:3.7m
 運転整備重量:15,495kg(標準車)
 定格出力:163kw



図—12 GD655-5

4. おわりに

本稿では環境、安全の観点から現在のグレーダの技術の一部を紹介したが、今後の技術開発は一層資源を有効活用し、より安全性を高める方向に向かっていくことは言うまでもない。

環境保全が望まれる時代にあって、地球に対して働きかける建設機械は、何より環境に配慮されていなければならないだろう。

今後も技術の発展により建設機械と地球のより良い関係が作られていくことを期待する。

JCMMA

[筆者紹介]

坂井 幸尚 (さかい ゆきひさ)
 コマツ
 開発本部 建機第二開発センター
 グレーダ開発 Gr.
 主任技師



大口徑岩盤削孔工法の積算

——平成20年度版——

■内 容

平成20年度版の構成項目は以下のとおりです。

- (1) 適用範囲
- (2) 工法の概要
- (3) アースオーガ掘削工法の標準積算
- (4) ロータリー掘削工法の標準積算
- (5) パーカッション掘削工法の標準積算
- (6) ケーシング回転掘削工法の標準積算
- (7) 建設機械等損料表
- (8) 参考資料

● A4判/約240頁(カラー写真入り)

● 定 価

非会員: 5,880円(本体5,600円)

会 員: 5,000円(本体4,762円)

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 450円

沖縄県 340円(但し県内に限る)

● 発刊 平成20年5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>

大型油圧ショベル用モニタ

高橋 豊

建設機械用モニタの多くがカラー液晶ディスプレイを使用したものになり、燃料残量計や水温計などの表示だけでなく後方カメラ映像も表示できる多機能タイプになったが、機械に何か異常が発生したときには故障診断ツールを接続して故障箇所を探すことが一般的である。ここでは故障診断ツールを組み込んだ車載モニタを紹介する。

キーワード：建設機械、油圧ショベル、モニタ、故障診断

1. はじめに

土木・採石・鉱山などでは土砂、岩石の掘削および積込作業に油圧ショベルが数多く利用されている。掘削・積込・均しなど多くの作業を1台でこなすことができる油圧ショベルは便利な機械であるが、環境性能向上と作業性能向上を両立するためエンジン、油圧の制御は複雑になってきている。エンジンは排ガス規制をクリアするため電子ガバナを搭載したディーゼルエンジンが主流である。エンジン制御の電子化が始まった初期の頃、制御情報はブラックボックスと化し、エンジンコントロールユニットが出力する故障情報は赤と緑のLEDの点滅や故障コードと呼ばれる英数字の表示のように専用の辞書がなければ解読できないものが多かった。専用の故障診断ツールの開発が進み、メンテナンススタッフによる故障診断は容易になった



図-1 鉱山で稼働する大型油圧ショベル

が、専用の故障診断ツールをもたないオペレータにとっては相変わらず故障箇所を見つけることは困難であった。作業中に機械のモニタに警報が出たときに迅速な対処ができるようにするため、オペレータが確認できる車載型の故障診断装置が求められていた。

2. 予防保全のためのモニタリングと故障診断

大型油圧ショベルに搭載されるモニタに故障診断機能が必要になった背景には、大型油圧ショベルが稼働する環境が関連する。石炭、金、銅、鉄などを採掘する大規模鉱山で稼働する運転質量190t以上の大型ショベルの多くは、1日20時間以上稼働し、運転手の交代と燃料、油脂類の補給および鉱山の非稼働日以外は機械が止まることがない。採掘現場は地下数百メートルの深さのすり鉢の底であったり、海拔数千メートルの高地であったりする。広大な鉱山では、鉱山入口の事務所から良く整備された広い鉱山内道路を四輪駆動のオフロード車で20分以上走った先が採掘現場というところも珍しくない。稼働時間は月間500時間、年間6,000時間。大型油圧ショベルを長時間連続稼働させるには、機器に不具合が発生しないようにする予防保全とそのための機器のモニタリングが必要となる。

(1) 電気・電子部品の信頼性確保

モニタリングを行う上で、電気・電子部品が正常に機能し、センサ情報が正しく伝わるのが重要である。鉱山という粉塵と振動が多い環境の中で電子機器の耐久性と信頼性を確保するために、コントロールユニット

ト自体の耐久性とケーブル接続方法の確立を図った。

大型油圧ショベルはエンジンを制御するコントロールユニットと油圧機器を制御するコントロールユニット、運転室内のディスプレイとディスプレイに各種情報を表示するコントロールユニットを搭載している。これら最重要部品であるコントロールユニットには埃の浸入を防ぎ、耐震性、放熱性を確保するためアルミの鋳物をベースにした筐体を使用した。コントロールユニットに接続するケーブルのコネクタには信号の寸断防止を図るため、振動に強いコネクタを採用した。エンジンの熱で温度が上がる部位には耐熱性の高い電線および電線保護チューブを使用し、車体の振動で電線が振れやすい部位はケーブル固定方法を工夫し、センサ情報がコントロールユニットに確実に伝わるようにした。

(2) 稼働記録の集計と稼働状況のモニタリング

大型油圧ショベルに装着したセンサ情報をコントロールユニットに取り込み記憶し、データをダウンロードすることで機械がどのように稼働したかを知ることができる。

Windows パソコン（以下 PC）の小型高性能化と携帯情報端末（以下 PDA）の普及が進み、モニタリング機器として使用されるようになり、油圧ショベルのコントロールユニットのデータをサービス員が専用ソフトをインストールした PDA でダウンロードして PC に取り込むことができるようになった（図-2）。



図-2 PDAによるデータダウンロード

これにより、エンジン稼働時間、作業時間、走行時間、作動油温度、平均燃費、警報履歴やフォルト履歴（センサの故障や通信異常の情報）などの稼働記録は PC 上で数値データとグラフで見ることができるようになった（図-3）。衛星通信を利用した方法でも主要な稼働データを見ることができるようになり、稼働記録の集計は容易になった。

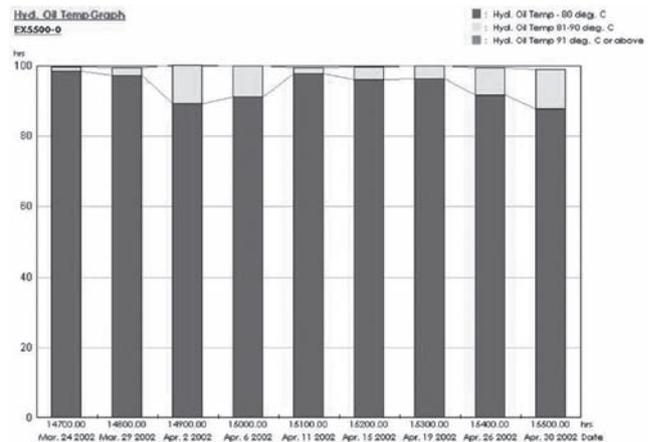


図-3 PC上のグラフデータ（作動油温度）

しかし、故障診断を行うためには、稼働中の機械の状況をモニタリングする必要がある。一般に使用される PC や PDA は粉塵や振動に弱いので、機械が停止している間にデータをダウンロードする作業では支障はないが、稼働中の機械の状況をモニタリングするには防塵・防振対策が必要となる。そこで、機械が停止している間に過去の稼働データをダウンロードする際は PC や PDA を使用し、稼働中のデータ記録と故障診断は車載モニターで行うよう機能分担を図り、粉塵や振動が多い大型油圧ショベル特有の環境の中でもモニタリングと故障診断が行えるようにした。

(3) 車載型故障診断装置の技術的な背景

大型油圧ショベルに車載型の故障診断装置を搭載するにあたり、警報発生部位を分かりやすく示すことが重要と考え、文字だけでなくイラストや図を組み合わせる表示を行うことにした。イラストや図などの画像データは文字データに比べてデータ量が多いため、大きなデータを高速処理することが必要であり、イラストや図に示した線 1 本 1 本がきれいに見えるようにするためには、解像度の高いディスプレイも必要であった。コントロールユニットに使用される電子部品の高性能・低価格化が進み、処理速度の速い演算装置（CPU）、大容量のデータの読み書きが可能なメモリ（RAM）、高精細のカラーマルチ液晶ディスプレイなどが入手しやすくなり故障診断画面がイラストや図などの画像入りで表示できるようになった。車載型の故障診断装置を搭載したことにより、通常サービス員以外には持つことがない専用ソフトをインストールした PDA を使用しなくとも、稼働中に表示された警報の詳細な内容を故障診断画面で確認することができるようになった。

3. モニタリングシステムの特徴

(1) コントロールユニットのネットワーク接続

大型油圧ショベルはエンジンコントロールユニット、油圧コントロールユニットなどいくつかのコント

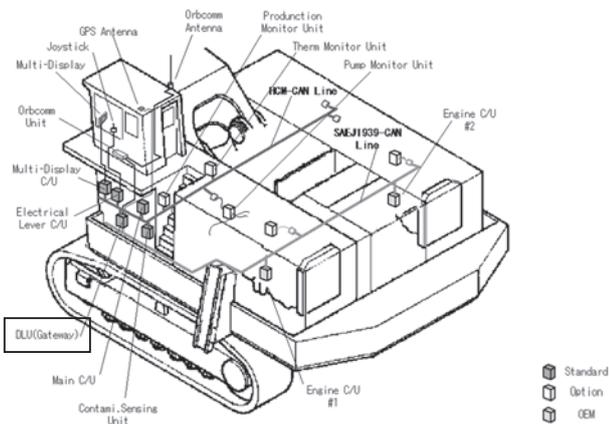


図-4 コントロールユニットの配置とネットワーク接続

ロールユニットを搭載しており、図-4に示すように、コントロールユニット間で通信を行えるようなネットワークを構成している。Data Logging Unit (図-4ではDLUと表記) と呼ぶコントロールユニットは、各コントロールユニットと通信してデータを随時取得・記録する機能をもつ。運転席内には表示システムとして図-5のような10インチカラー液晶マルチディスプレイを搭載した。このディスプレイは通常はエンジン回転数やラジエータ水温などの基本情報を表示し、モード切り替えによって警報箇所と警報内容、対処方法を図と文書で表示する。また、警報発生前後の不具合に関するデータを表示できるようにし、従来のように記録データをDLUからPDAでダウンロードしなくてもデータの確認を行える構成とした。ディスプレイが座席から離れているため操作キーは別置きにして着座位置での操作をしやすいとした。

(2) 警報と故障診断画面

ディスプレイの表示画面として、図-6の例では通常画面の画面下部分に左エンジンの冷却水がオーバーヒートしていることが表示されている。画面を切り替えると、イラストと写真で点検場所、文書で点検内容を見ることができる。メカニック向けにさらに詳しい点検要領を表示した例を図-7に示す。図-7は冷却水レベルが低いことを示す警報画面で、さらに画面を切り替えると、電気系統の点検要領を絵と文で見ることができる。

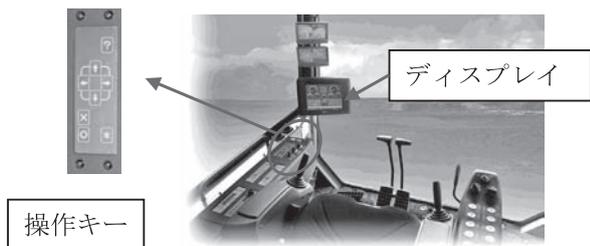


図-5 運転席内の配置

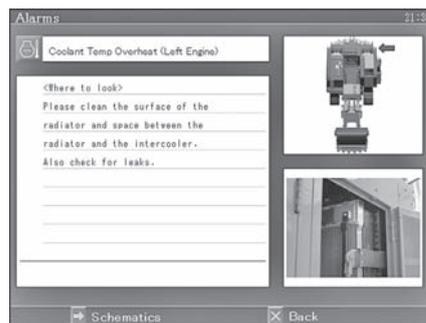


図-6 通常の画面 (左) と警報内容表示画面 (右)

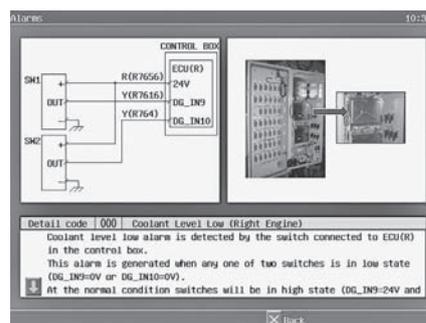
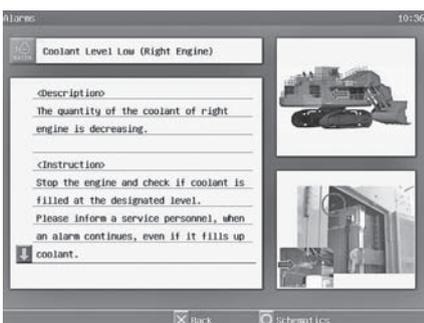


図-7 点検場所と点検内容説明画面 (左) と故障診断画面 (右)

オペレータまたはメカニックが運転室内のモニタ画面で警報内容と点検箇所、点検作業内容を確認できるようにすることで、警報の原因を突き止めるまでの時間短縮を図った。

(3) スナップショット

大型油圧ショベルにはエンジンや油圧機器の状態を検出するためのセンサが取り付けられており、以前は10箇所程であった検出箇所が現在は50箇所を超える。車載型故障診断装置を使用し、オペレータならびにメカニックが運転室内のディスプレイで警報部位と対応方法を確認できるようになったが、不調に陥った機械の修理を行うためには警報発生の原因を特定することが必要である。

機器の異常が起きてモニタ画面に警報が出る前には何らかの兆候が現れているものと考えられ、機器の異常が起きる前後の情報を分析することで何故異常が起きたかを知る手がかりが得られる。異常が起きたときの前後の情報を記録するスナップショット機能は重要である。

スナップショット機能として自動と手動の2種類を設定した。どこかの部位で何か異常が起きたときに異常の前後の状況を自動保存する機能が自動スナップショットである。異常が発生したときに、その異常に関するセンシング項目のデータを異常が発生する前5分間と発生後1分間自動的にDLUに保存し、後

からデータ呼び出して液晶ディスプレイに表示させることができるようにした。図-8のように液晶ディスプレイには記録時間内の最大値、最小値およびデータの変遷を再生することができ、異常の原因を判断するための参考にすることができる。

手動スナップショットでは、図-9のように故障診断を行いたい項目を選択し、その項目に関するセンシングデータを液晶ディスプレイにリアルタイムに表示させるとともにDLUにデータを記録させることができるようにした。故障診断部位と診断項目を指定し、自動スナップショットよりもさらに詳しいデータを取ることができる。

自動スナップショットと手動スナップショットの機能を活用することで、特殊なツールを接続することなく機器の状態を数値で確認でき、故障診断を迅速に行うことができる。

例えば、作動油のオーバーヒートが起きた場合、原因がどこにあるかを特定しなければ修理は行えない。作動油タンクの油温度をモニタリングすることで、油温上昇からオーバーヒートを予想することはできるが、作動油温度が上昇した原因を特定することはできない。オイルクーラを油圧駆動ファンで冷却している油圧ショベルでは、表-1に示すような項目をモニタリングすることでオーバーヒートの原因を特定することができる。



図-8 自動スナップショット画面

表-1 作動油オーバーヒートに関連するモニタリング項目

センシング項目	用途
外気温度	不具合の予兆を特定するための基本温度
作動油タンク油温度	不具合の予兆を特定するための基本温度
オイルクーラ出口油温度	オイルクーラ効率判定
オイルクーラ前面空気温度	オイルクーラ効率判定
オイルクーラ入口圧力	バイパスバルブの作動状態判定
ファンモータの制御状態	ファンモータの駆動状態判定

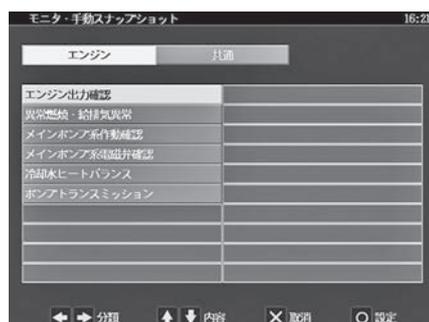


図-9 手動スナップショット画面 (項目選択画面 (左) と選択した項目の表示)

オイルクーラ前面空気温度、オイルクーラ出口油温度、外気温度からオイルクーラの効率をモニタリングし、さらに、オイルクーラを保護する目的で設置されているバイパスバルブ（オイルクーラ回路の圧力が一定圧力以上になると作動油タンク側へバイパスする機能をもつ）が正常に作動しているかどうかを判定するために、オイルクーラ入口圧力を検出。オイルクーラ冷却用のファンモータの不具合を判定するためファンモータの制御状態をモニタリングすることで、オイルクーラ本体、バイパスバルブ、ファンモータのどの部位がオーバーヒートの原因か特定することができる。このようなモニタリングを特別な計測機器を装着することなく、運転室内のディスプレイを使用して行うことができるようになり、サービス員にとって有効なツールとなった。

4. おわりに

油圧ショベルの作業環境は、熱帯地から寒冷地までさまざまであり、使われ方も顧客ごとに異なる。このため、油圧ショベルを構成する部品の通常使用温度の

範囲やダストの状況、エンジンおよび油圧機器への負荷の大きさや負荷変動量も異なる。部品の設計寿命だけでは交換時期を適正化することは難しいため、機械が正常に稼働している時のデータとの違いを追跡調査して、致命的な故障が発生する前に異常の前兆を見つけて部品交換を行うことが、機械の高稼働率維持と維持修理費低減、コスト/トン低減につながる。機械に搭載されるモニタは単に今の状態を表示するだけでなく異常を検知し致命的な故障を未然に防ぐツールとしてますます重要になっていくものと考えている。

JCMA

《参考文献》

古野：車両モニタシステム，油空圧技術，Vol.43, No.10, 2004, 18/22
藤田：超大型油圧ショベルの電子制御化，油空圧技術，Vol.48, No.4, 2009, 26/30

【筆者紹介】

高橋 豊（たかはし ゆたか）
日立建機㈱
マイニング事業本部
技術サポートグループ
技術課長



平成 21 年度版 建設機械等損料表

■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
- ・損料積算例や損料表の構成等をわかりやすく解説
- ・機械経費・機械損料に関係する通達類を掲載
- ・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 730 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 沖縄県以外 600 円
沖縄県 450 円（但し県内に限る）
（複数お申込みの場合の送料は別途考慮）

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>

ずいそう

夢を追う

松岡義之



バンクーバーオリンピックの開催を間近に控え、スポーツ界は益々活気に満ち溢れているように思えます。4年に一度のスポーツの祭典、オリンピック。世界中のトップアスリートたちが繰り広げる熱い戦い。その中で、私が人生を懸けて情熱を注いできた競技が「柔道」です。競技者として、指導者として、常に夢を追って戦ってきた人生についてお話したいと思います。

私が柔道を始めたのは中学生の頃でした。当時の私は小柄でしたが、自分より体格の大きい者を倒した時の快感は何とも言えないもので、柔道の魅力にどんどんのめりこんでいきました。高校・大学時代は、個人戦というよりも団体戦での活躍に重点を置いていたこともあり、自分自身にとってオリンピックというものは、夢のまた夢というような存在でした。しかし、兵庫県警へと就職し、日々レベルの高い仲間たちと稽古に没頭していくうちに、実力も付き、自然に世界へ意識が向いていきました。

26歳で初めて出場した世界選手権で2位となり、オリンピックへの手応えを掴み、そして翌年のロサンゼルスオリンピックへの切符を手にすることができました。

念願のオリンピック代表になってから、大会本番の当日を迎えるまで、今までにないプレッシャーとの戦いが始まり、眠れない日々も多々ありました。しかし、それまでの誰にも負けない稽古量が、揺るぎのない自信となって、私を支えてくれました。夢だと思っていたオリンピックの舞台で金メダルを獲得し、「何事も、自分を信じて貫けば、達成する事ができる」と、この時強く感じました。

その後、現役を引退し、全日本のコーチとして幾つかのオリンピックに同行し、そこで活躍する選手を間近で見るうちに、自分自身味わったオリンピックでのあの感動や興奮を教え子たちにも味わってほしいという想いが強くなり、18年間勤務した兵庫県警を退職し、心機一転、「コマツ女子柔道部」の監督に就任しました。

コマツ女子柔道部の監督に就任してからの13年間は、苦勞の連続でした。

就任した直後のチームは、お世辞にも世界を目指せるようなチームとはいえませんでした。選手をスカウ

トし、意識改革からのスタートで、オリンピック代表を育てるには、時間を必要としました。そんな苦勞が報われたのが、谷本歩実選手との出会いです。コマツに入社する前の谷本選手は、一本を取る魅力に溢れた選手でしたが、その反面、波があり、調子の浮き沈みが大きい選手でした。しかし、コマツ入社後、安定した力をつけ、思い切りのいい柔道で、見事に金メダルを獲得しました。この瞬間は、指導者として、最高の感動を選手から与えてもらいました。その4年後、谷本選手や私にとって、2度目の挑戦となった北京オリンピックでは、直前の腰の怪我也有り、常に不安を抱えながらの調整でしたが、大会本番では、怪我の影響などまったく感じさせず、宿敵であるフランスのデコス選手に、決勝戦で見事な内股を決め、見事2連覇という偉業を達成してくれました。

共に夢を追い、幾つもの苦勞を乗り越えてきた選手と一緒に味わう喜びや感動は、私の人生での最高の瞬間です。

監督という仕事は、一つの大きな試合が終わっても、また新たな試合が迫り、気持ちを心底休める余裕は無く、精神的にも肉体的にも大変な仕事です。

しかし、10人の選手がいれば、10人分の夢を一緒に追う事ができる、そんな夢のある仕事でもあります。

コマツという最高の環境で柔道に打ち込めることへの感謝の気持ちを忘れずに、今後とも応援して頂いている多くの皆さんと感動を共有できるよう、また、勇気や元気を届けられるようなチームにしていきたいと思えます。



—まつおか よしゆき コマツ女子柔道部 監督—

ずいそう

『サッカーへの想い』

三浦和明



『サッカーへの想い』と大袈裟に書きましたが、私自身はサッカーに本格的に取り組んだことはなく、また、熱烈なファンということもありません。しかしながら、息子を通じて、今年で約8年間、サッカーに関わってきました。その想い（まだ現在進行形ですが）を書かせて戴きます。

学生時代に遊びでサッカーを楽しんだことはありますが、サッカーに関してはズブの素人である私のサッカーとの関わりは、仙台に住んでいた時に長男がサッカースポーツ少年団へ入団した時から始まり、次男・三男と続き、足掛け約8年になります。

前述の通り、私には3人の息子がいます。残念ながら3番目も「ついて」産まれた為、男3兄弟です。この息子3人が(決して意図したものではありませんが)共にサッカーワールドカップの開催年に生まれました。長男はドイツが3度目の優勝を果たしたイタリア大会の1990年、次男は初めてアメリカで開催された1994年(優勝はブラジル)、そして三男はジダンが活躍しフランスが地元開催で初優勝を遂げた1998年に生まれました。サッカーの上手な3兄弟なら、因縁も感じますが、親の最良目で見ても残念ながら3人ともにセンスがあるとは思えません。たまたま長男がサッカーを始めたので、次男・三男も見てうちに、なんとなくやり始めたのではないかと思います。

スポーツ少年団は、監督・コーチはいますが、父兄(一番重要なのは母親)のサポートがなくては成り立たない団体です。当初はそれとは知らず、練習・試合は監督・コーチ任せで、父兄による練習当番も家内に任せきりでした。何がきっかけかは忘れましたが、父親の参加を求められ、息子と一緒に練習に通うようになり、「練習試合にも審判が必要であり、講習を受けるだけで取得出来るから」と言われ、いつの間にか審判資格を取得し、審判もするようになりました。

サッカー経験のある方をご存知かと思いますが、最低ランクの4級審判は、講習を受け、登録料を支払うだけで12歳以上であれば誰でも資格が取得出来ます。今では、講習もパソコン(Eラーニング)でも可能となっており非常に便利です。簡単に資格を取得出来るのは良いのですが、有効期間は1年間なので、毎年更新講習と登録料が掛かるのが少し不満?(ルールも変

わるので講習は必要だし、協会運営には金も掛かると思いますが。)

また、北海道では冬期間は外でサッカーすることが難しい為、屋内のフットサルに切り替わります。フットサルは5人制での対戦となり、ルールもサッカーとは大きく異なります。よって、審判資格もサッカーとは別にフットサル審判の資格が必要となります。これもサッカーと同様に4級は誰でも取得でき、更新は毎年です。

前述の通り、審判資格の取得は簡単ですが、実際の審判は大変です。4級審判ですから、練習試合を除いてほとんど副審(ラインズマン)しかしませんが、これが中々大変です。オフサイドを判定する為に、最後尾の守備に合わせて動かなくてはならず、上手なチームになるほど、ラインの上げ下げが早く、子どもとは言え同じように動くのは体力的にキツイものがあります。また、判定が得点に絡むこともあり微妙な場合はドキドキします。

フットサルの審判はサッカーに比べてフィールドが狭く、オフサイドも無いので体力的にはサッカー程キツクはありませんが、バックパス・4秒ルール・反則等見るべきことが多いので、気は遣います。審判は(自分にとっては)大変ですが、子どもとスポーツ少年団を通じての触れあいを続けたいと思いますので、スポーツ少年団にいる限りは続けようと考えています。

スポーツ少年団の良いところは、子どもがスポーツを通じて成長することが出来るのが第一ではありますが、親も充分楽しめることだと思います。試合での我が子の(少ないのが残念な)活躍、チームの勝利を見ることも楽しいのですが、子ども達と同じように体を動かすことで、子どもの成長を肌身で感じる(自分の体力の衰えを痛感することでもある)こと、また、汗をかくことで美味しいビールを飲むことも非常に楽しいことです。親同士、コーチと子ども達のサッカーの試合を肴に飲むことも「また楽しからずや」です。

三男も小5なので、この楽しみも残り1年程になりました。『サッカースポーツ少年団は子どものためならず(自分の楽しみのため?)』老体にムチ打って審判も頑張ります!

CMI 報告

生分解性プラスチックによる 鏡ボルト工

安井 成豊・寺戸 秀和・鈴木 健之

1. はじめに

トンネルを施工法によって分類すると、山岳工法、シールド工法、開削工法に大別される。このうち山岳工法は、わが国における山岳部のトンネル施工において標準的に用いられる工法で、NATM (New Austrian Tunnelling Method) という名称で呼ばれることが多い。

NATMは、施工時に確認される地山の性状に応じて適宜施工法等を見直すことができ、また、トンネル内での断面形状に対してもシールド工法に比べて柔軟な対応が可能である。さらに、一般に開削工法では施工が困難となるような土被りを有するトンネルでも、施工が可能である等の優位な点がある。

NATMの基本的な施工法は、掘削と支保工（主として吹付けコンクリートとロックボルト）を繰り返してトンネルを構築する。NATMでは、掘削後、支保工の施工が終了するまでは切羽が素掘りの状態で自立する必要がある。しかしながら、地山の性状によっては素掘り状態での切羽の自立が期待できないこともあり、このような場合は一掘進長の短縮や切羽安定対策などの補助工法による対策がとられる。

切羽安定対策は、一般に切羽近傍の安定を確保するための対策を総称したものであり、対象箇所によって「天端補強工」、「鏡補強工」、「脚部補強工」に分類できる。現在、鏡補強工として用いられる工法には、核残し、鏡吹付け、鏡ボルト工がある¹⁾。当研究所では、これらのうち、鏡ボルト工を対象として新しい材料である生分解性プラスチックを利用した鏡ボルト工について研究を行っている。

なお、本報告では、本研究の方針と生分解性プラスチックを利用した鏡ボルト工の概要について述べる。

2. 鏡ボルト工の現状と課題

本研究で対象とする鏡ボルト工は、その打設長によって短尺と長尺に分類される。短尺と長尺に明確な分類はないが、前者は打設長が3～6m、後者は6mを超えるものを指すことが多い¹⁾。その施工方法は、短尺、長尺に関わらず、ドリルジャンボ等によって鏡面を適当な間隔で削孔し、鋼管やグラスファイバー系のボルトを打設するのが一般的である。

鏡ボルト工を施工する対象とその目的は、2種類に分類することができる。一方は破砕帯区間などで、鏡ボルトの縫付け効果により、切羽の崩落を防止することを目的として施工する場合であり、もう一方は、未固結地山等のように、鏡ボルトを介して注入材を注入し、鏡ボルト周辺を注入改良することにより、掘削するまでの切羽の自立性を確保することを目的として施工する場合である。このように鏡ボルト工は不良地山での補助工法として用いられているものの、以下のような課題があると考えられる。

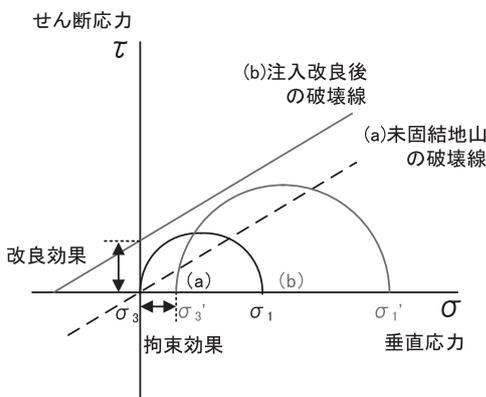
- ①鏡ボルト工の材料選定、打設長、配置などの設計方法が確立されていない。
- ②鏡ボルトはトンネル掘削と同時に除去する必要があるが、鋼管によるボルトを用いた場合、除去に要する労力が大きい。
- ③グラスファイバーによる鏡ボルト工では、トンネル掘削時の除去作業においてファイバーの飛散による作業員への影響が懸念される。
- ④鋼管およびグラスファイバーのボルトは産業廃棄物として処理する必要があるため、トンネル掘削時のずりとの分別が必要である。

鏡ボルト工の施工性や坑内環境を保全するためには、以上の課題を改善することが必要である。

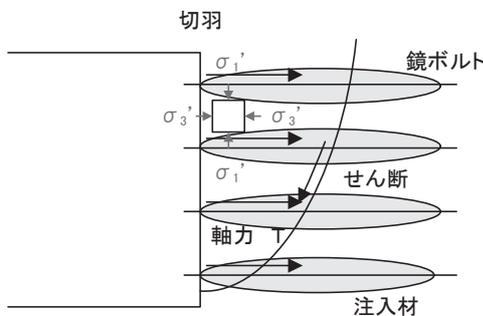
3. 研究の方針

都市部で多くみられる砂質土系の未固結地山では、**図—1 (a)** に示すような応力状態および破壊線であると想定される。すなわち、無対策で掘削すると、切羽前方に緩みが生じ、容易に破壊に達する応力状態になる。そこで、**図—2** に示すように鏡ボルト工の施工による改良効果と拘束効果によって鏡周辺の応力状態を**図—1 (b)** に示すような三軸状態とし、さらに注入改良によって地山のせん断効果を高めて破壊線

を移行させることで切羽の安定が確保できる可能性がある。特に、土砂地山のように元々の地山強度が小さい箇所に対しては、天端補強工の適用を含めて天端の緩み抑制を図りながら施工が実施されることが多いこと、大きな地圧を受ける地山とはなりにくいことから、切羽に発生する応力 (σ_1') も特殊なケースを除いては大きな値になることは想定しにくい。そのため、そのような施工条件下においては、適切な改良効果を発揮できれば、それに見合った拘束効果を発揮させることで切羽安定に必要な状態を確保できる可能性が高く、鏡ボルトそのものに高い強度や剛性を必要としない可能性も考えられる。



図一 注入改良の効果



図二 鏡ボルト工の作用効果

また、未固結地山では、一般に自由断面掘削機や油圧切削機等の掘削機械を用いて掘削作業を行う。そのため、現在多く使用されている鏡ボルト（鋼管、グラスファイバー製）を除去・切削する場合の施工性や注入材（シリカレジン等）を含む材料の産業廃棄物処理問題が生じている。

そのため、本研究では、土砂地山の切羽安定に必要なかつ十分な性能を把握するとともに、掘削時の施工性や産廃問題への対応を考慮した新しい材料を用いた鏡補強工について検討を行う方針とした。

そうした中で、従来多く使用されている鏡ボルトに比べて材料強度は小さいが、材料そのものが土壤中の

バクテリアにより分解される生分解性プラスチックを新たなボルト材料（エコボルト）とし、1日強度で1.0～1.5MPaの圧縮強度が発生する浸透性の良い生分解性の注入材（グリーングラウト）を使用することに着目した。これらの新しい材料を使用した鏡ボルト工は、切羽を早期に自立させることが可能であり、自由断面掘削機や油圧切削機等の機械での施工性が良く、ずりも産業廃棄物にならない鏡ボルト工になるものと期待される。

そこで、本研究は、要素実験や実現場における試験施工等によって、新しい材料の鏡ボルト工の未固結地山に対する適用性の検討を行うものとした。

4. 新しい材料を用いた鏡ボルト工

(1) 生分解性プラスチックの概要

生分解性プラスチック²⁾は、微生物が元々持っている分解能力を利用して造られたプラスチックであり、言い換えれば、微生物が分解可能な物質から作られた新材料のことである。

生分解性プラスチックの大きな特徴としては、上で述べたように、微生物の働きにより分子レベルまで分解し、最終的には水と二酸化炭素に分解され自然界に循環していく性質が挙げられる。しかし、生分解性プラスチックは、コストが高いため、量産体制が整えられず、ますますコスト削減が進まないといった悪循環に陥っており、なかなか普及しないということが現状である。

(2) エコボルトの概要

本研究で使用するエコボルトの特徴を以下に示す。

①表一に示すように材料の強度が低いため、自由断面掘削機や油圧切削機での掘削が容易であり、施工性が良い。

表一 強度比較

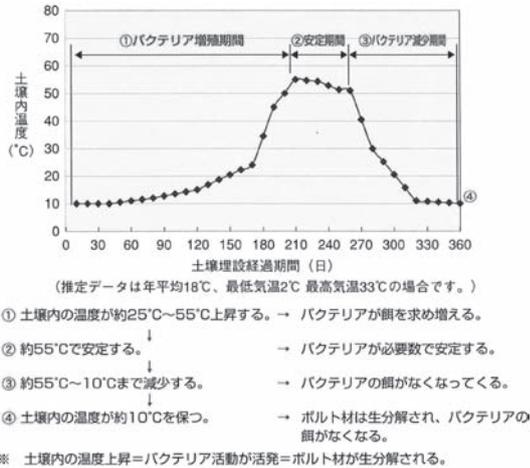
名称	引張強度 (kN)	せん断強度 (kN)
エコボルト φ 31 mm 中空タイプ	12	10
ファイバーボルト φ 30.5 mm	176.5	39.2

(エコボルト パンフレットより抜粋)

②コンニャクを製造する際に、不要となる「飛び粉」という材料と生分解性プラスチックを原料としているため、生分解性プラスチックと同様に土壤中のバ

クテリアにより分解される性質がある。

- ③バクテリアにより分解されるため、ずりを産業廃棄物として分別する必要がなくなり、コストや作業の手間が縮減される。
- ④エコボルトは1年程度の期間にて生分解される（図一3参照）。



図一3 生分解日数データの例
(エコボルト パンフレットより抜粋)

- ⑤掘削時にGFRPのようにファイバーが飛散し、作業員に悪影響を与えることもない。
- 以上のような特徴を有するため、エコボルトは、2章で挙げた鏡ボルトの課題②③④を解消することが可能な材料であるものと考えられる。

(3) グリーングラウトの概要

本研究で注入材として使用するグリーングラウトの特徴を以下に示す。

- ①グリーングラウトはバクテリアによって生分解されるため、注入して固化した土の残土処分は、一般土として処分可能である。
- ②粘性が低い(A液:100 mPa・s, B液:1.5 mPa・s)ため、浸透性が良く、広範囲かつ微細な間隙に注入が可能である。
- ③1日強度で1.0～1.5 MPaの圧縮強度が得られる(豊浦砂とグリーングラウトの重量比 85:15)。
- ④配合の選定によって瞬結から緩結まで対応が可能である(表一2参照)。

以上のような特性を有するため、グリーングラウトをエコボルトの注入材として用いることにより早期に切羽の自立性が確保できると同時に、エコボルトと共に使用することにより一般土として処分することが可能となる。

表一2 グリーングラウトの配合と特性

配合組成 400g 当り	種別	NJD-30	NJD-60	NJD-90
	A液(200g)	NJD主剤(g)	200.0	200.0
B液(200g)	NJD-G剤(g)	40.0	40.0	40
	NJD-R剤(g)	6.8	6.5	6.2
	水	153.2	153.5	153.8
ゲル時間(秒)		7~40	50~70	80~100 (MAX60分迄)
		瞬結~中結	中結~緩結	
固結標準砂(サンドゲル) 24時間後物性	一軸圧縮強度(MPa)	1.0~1.5		
	透水係数(cm/sec)	10 ⁻⁵ ~10 ⁻⁸		

(エコボルト パンフレットより抜粋)

5. おわりに

今回の報告では、研究の方針および生分解性プラスチックを利用した鏡ボルト工についてのみ述べたが、現在、地山と鏡ボルトの付着強度試験等を行っている。今後は、これらの試験結果を解析に用いる物性値に反映し、鏡ボルト工の最適な配置を検討するとともに、実現場にて試験施工を行い、新しい材料の鏡ボルト工の施工性や適用性を確認したいと考えている。

謝辞：本報告は、社団法人日本建設機械化協会 施工技術総合研究所と新日本開発株式会社の共同研究開発の成果である。ここに記して、本共同研究の関係者の方々に謝意を表す。

JICMA

《参考文献》

- 1) (株)土木学会：トンネルライブラリー20 山岳トンネルの補助工法、2009年9月
- 2) 生分解性プラスチック研究会：今日からモノ知りシリーズ トコトンやさしい 生分解性プラスチックの本、日刊工業新聞社、2004年8月

【筆者紹介】

安井 成豊(やすい しげとよ)
(株)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所
研究第一部
次長

寺戸 秀和(てらと ひでかず)
(株)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所
研究第一部
技術課長

鈴木 健之(すずき たけゆき)
(株)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所
研究第一部
研究員

部 会 報 告

アスファルトフィニッシャの変遷（その7）

機械部会 路盤・舗装機械技術委員会 舗装機械変遷分科会

第7章 スクリード締め固め装置の変遷(仕上げ性能)

スクリードによる締め固めはフローティングスクリードの持つレベリング作用の効果を高めると同時にローラによる転圧時にできる変形を少なくすることを目的としている。本章では、その種類と変遷および締め固め性能との関連について述べる。

(1) タンパ式スクリード

(a) 初期のアスファルトフィニッシャとタンパ装置

昭和30年代前半は国内アスファルトフィニッシャの黎明期で、この頃は各社とも最大施工幅員3.2～3.6mが主流であり締め固め装置はタンパ式であった。国産1号機の東京工機(株)のTK6、住友機械工業(株)のHA32、(株)新三菱重工業のAF1、(株)新潟鐵工所のNF35(写真7-1)等各社の初代アスファルトフィニッシャはすべてタンパ装置を装備していた。当初はベルト駆動式タンパもあったがほどなく油圧式に統一された。

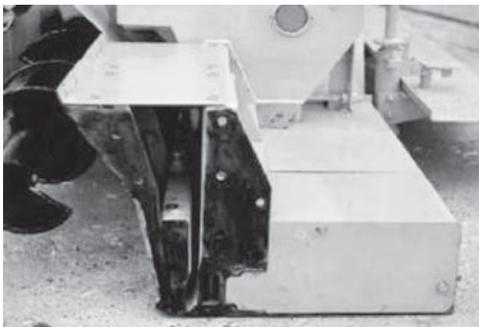


写真7-1 (株)新潟鐵工所 NF35 タンパ式スクリード

(b) タンパの基本構造と機能

タンパは、スクリード前部に配置され、上下往復運動を行い、アスファルト合材を一定の高さにカットし締め固めると同時にスクリードの下に押し込む働きをする。通常油圧駆動でストロークは3～5mm、回転数は1,200～1,300rpmで調整可能である。通常タンパは図7-1に示すように中央で左右に分割されており左右逆位相で、スクリード全体の振動を抑えている。

(c) タンパ式スクリードのデフレクタ

通常タンパの前には、タンパ部にスムーズに合材を導入するためにデフレクタ(写真7-1)が装着され

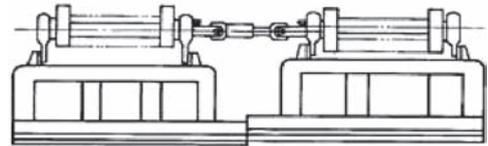


図7-1 タンパ構造の一例

ており、現在でも同様である。しかし昭和30年代後半から、寒冷地ではトペカのような耐摩耗性合材が使われるようになり、これらの合材は前述のデフレクタとタンパのみでは流動性が悪く満足のいく仕上げ面が得られなかった。そこで合材の流入をスムーズにするためにタンパ前部に先端の尖ったストライクオフ式デフレクタが装備された。またタンパそのものの先端形状もこの合材にマッチするよう改良された。写真7-2は昭和39年(1964年)に発売された三菱重工業(株)AF4Sのスクリードである。

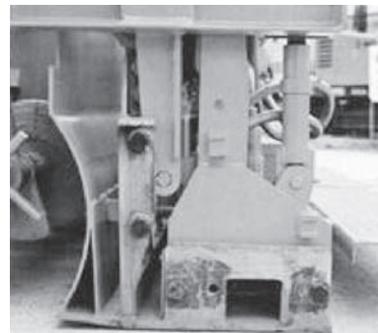


写真7-2 三菱重工業(株) AF4S

(d) タンパ式の問題点

タンパ式では、後述のバイブレータ式に比べ高密度の締め固めが期待できるが、回転数、ストローク、突き出し量の調整が適正でないとスクリードが異常振動し、仕上げ面に亀裂やほうき目と呼ばれる縦すじが発生することがある。またタンパ前後の隙間からアスファルトモルタル(アスファルトと微細骨材の混合物)が侵入するため、清掃、維持管理に手間がかかり、さらにタンパエッジの摩耗にも注意が必要であった。これらの点は、その後改良が加えられている。しかし、国産機ではタンパのみを装備したスクリードは姿を消している。

(2) バイブレータ式スクリード

国産機では昭和40年代前半頃まではタンパ式のみが生産されていたが、当時国内に輸入されたアスファルトフィニッシャの多くはすでにバイブレータ式であった。国内機においてもその後の工事の大型化、舗装条件等の多様化に伴い最大施工幅員4.0m以上のアスファルトフィニッシャが開発されるようになったが、これらにはタンパに代わりバイブレータが装備されるようになった。バイブレータ式スクリード(図7-2)は、高い密度を得ることより全体を均一に締め固め、所要のきめと平坦性を得ることを主な目的としている。

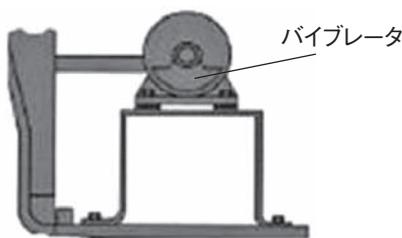


図7-2 バイブレータ式スクリード

(a) バイブレータの基本構造と機能

バイブレータは偏心体を取り付けたシャフトを油圧モータで回転させるものが多く、締め固め効果に寄与するのは、振動数と振幅である。振幅は偏心体の質量と偏心量によって決まり、振動数は通常30～50Hzで使用されることが多い。起振力の調整は、振動数の調整により可能である。当初は電磁式のものも開発されたが現在ではほとんどが油圧駆動式である。写真7-3にバイブレータの一例を示す。

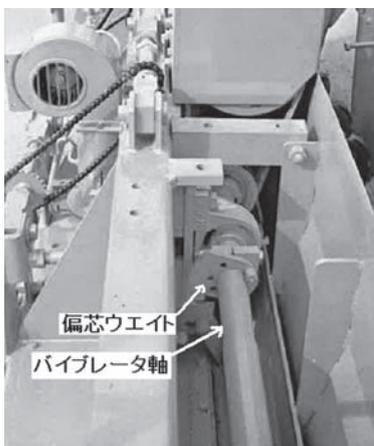


写真7-3 バイブレータの一例

(b) バイブレータ式の導入と変遷

①輸入機のバイブレータ

昭和38年(1963年)に輸入されたセダラピッド(米)

BSF-2には電気制御式のバイブレータが装備されていた。昭和40年(1965年)より輸入され当時のベストセラーとなったパーバークリーンSA41は、油圧バイブレータ式であった。その後、国産機においてもバイブレータは油圧式が主流となった。

②国産機のバイブレータ

住友重機械(株)は、昭和44年(1969年)にSAF400さらに昭和45年(1970年)にはHA45Cを発売したが、これらのアスファルトフィニッシャには本体に搭載された交流発電機を動力源とした電磁式バイブレータ(写真7-4)が採用された。

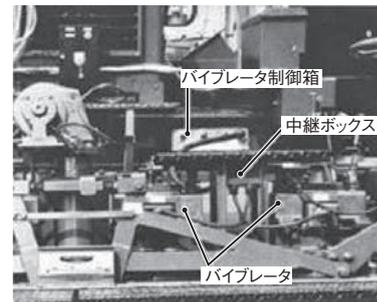


写真7-4 住友重機械(株) 電磁式バイブレータ付スクリード

③バイブレータ構造の変化

昭和48年(1973年)、三菱重工業(株)のMF45や(株)新潟鐵工所のNF50には油圧バイブレータが搭載された。このバイブレータは二軸式で前後方向の振動を相殺し垂直振動のみを発生させるタイプであった。二軸式バイブレータは構造が複雑でコストが高い割には、垂直運動という特長が舗装性能において評価されず、現在では姿を消し、バイブレータ式スクリードのほとんどが写真7-3のような油圧一軸式バイブレータである。

④油圧バイブレータが主流に

昭和50年代中頃には、伸縮式スクリードが登場するが、構造のシンプルさ、メンテナンスの容易さから当時はこのスクリードにも油圧バイブレータが採用された。

(c) バイブレータ式スクリードのデフレクタ

①初期のデフレクタ

バイブレータ式スクリードはタンパのようにそれぞれで合材の流入を助ける機能が弱いためスクリードの前部に、合材の流入をスムーズにするためのストライクオフと呼ばれる飲み込み部分を持ったデフレクタが装着され、初期の頃はエッジ型と呼ばれる先端の尖ったものが一般的であった。ストライクオフ型デフレクタ(図7-3)は合材の種類により高さ、角度を調整できるようにした。

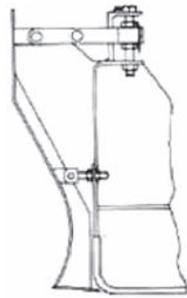


図 7-3 ストライクオフ型デフレクタ

②一体型のデフレクタ

小型機においてはバイブレータが主流でありデフレクタは通常調整の不要な固定式である。写真 7-5 は昭和 52 年（1977 年）の三菱重工業(株) MF30 のスクリードで、スクリードフレームの前部にストライクオフ型デフレクタの形状を持たせている。



写真 7-5 三菱重工業(株) MF30 スクリード

範多機械(株)では、スクリードの形態によりデフレクタのストライクオフ形状をストレート（エッジ）型と R 型（写真 7-6）に使い分けている。一段伸縮スクリードにはエッジ型，比較的フローティングしにくい二段伸縮スクリードには R 型のデフレクタを採用している。



写真 7-6 範多機械(株)ストレート（エッジ）型デフレクタ（左）と R 型デフレクタ（右）

③最近のデフレクタ

近年，中型機の締め固め装置は，各社とも幅広いニーズに応じて選択できるようバイブレータタイプとタンパ・バイブレータタイプの両方を提供するように

なっている。一方，締め固め装置と密接な関係にあるデフレクタの形状・方式については，これまでメーカーごとに前述のごとく種々変遷してきたが，近年の熟練作業不足や作業時間短縮指向により，調整の容易な R 型デフレクタが主流となっている。

(d) 特殊バイブレータ

①可変式バイブレータ

昭和 51 年（1976 年），(株)新潟鐵工所から発売された NF220 や NF130，また，昭和 57 年（1982 年），住友重機械工業(株)から発売された HA45C3 等には可変式バイブレータ（写真 7-7）が搭載された。寒冷地においては冬期合材の硬化が早く，ローラでの転圧を補助するようアスファルトフィニッシャでの初期締め固め密度をできるだけ高めるべく開発された。バイブレータ軸に装備されたバランスウエイトの位置を変更することにより起振力を強・中・弱の 3 種類に調整することができる。

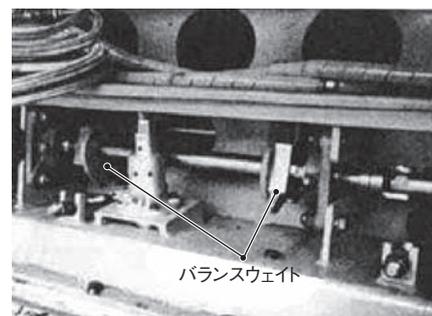


写真 7-7 住友重機械工業(株) 可変式バイブレータ

②打撃式バイブレータ

昭和 54 年（1979 年）に大成道路(株)が導入したフェーゲル（独）S-1502（写真 7-8）には，締め固め装置が装備された本格的な油圧伸縮型スクリード（475 型エキステンシブルスクリード）が装着されていた。このスクリードには回転式バイブレータではなく，打撃ピストン（油圧ハンマー）式バイブレータ（写真 7-9）が採用され，電気式のスクリード加熱ヒータと共に伸縮式スクリード下部構造をシンプルなものにした。こ



写真 7-8 フェーゲル（独） S-1502



写真7-9 フェーゲル（独） 打撃ピストン式バイブレータ

のスクリードの打撃力調整は、打撃サイクルは一定（68 Hz）で油圧の圧力（40～150 bar）を変化させることにより行った。これが後のプレッシャーバー付きタンパ・バイブレータ式スクリード（HPCスクリード）の開発に繋がったと思われる。

③水平振動スクリード（写真7-10）

昭和63年（1988年）、範多機械(株)は、仕上げ性の向上と同時に騒音・振動を和らげ環境に配慮した水平振動スクリード（写真7-10）を開発した。振動の方向が水平方向のため表面をなでるように締め固め引きずりがでにくくまた、振動音が低くさらにスクリードマンの足への疲労も軽減できるのが特長である。



写真7-10 範多機械(株) 水平振動スクリード

④タンピング・バイブレータスクリード

この方式は、図7-4に示すように、1つのバイブレータスクリードから構成されるものである。通常の

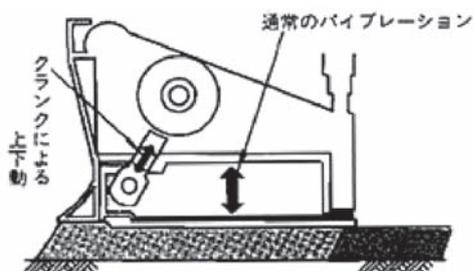


図7-4 タンピング・バイブレータスクリード

バイブレータスクリードが上下のみ振動するのに対して、このスクリードは上下に振動すると同時にスクリード前方のみが別途上下動し、両者が合成された挙動を示す。これにより、このスクリードは、振動しながら踏み固めるような動作を行い、締め固め能力を向上させようとするものである。

このスクリードは、輸入された実績はあるが、輸入年代や台数は不明である。

(3) タンパ・バイブレータ式スクリード（図7-5）

1970年代後半になると、道路交通量の増加に対応すべく強度・耐久性の高い舗装が必要となり、その結果アスファルトフィニッシャにこれまでより高い締め固め能力が要求されるようになった。これを受けバイブレータとタンパを併用したタンパ・バイブレータ方式（以降TV式）が導入された。TV式スクリードは上層路盤材の施工にも対応できるようにとのニーズにも応えることができた。この時期には、タンパの清掃性も改善されると共に条件に合わせた調整も可能となり、一段と高い締め固め性能が安定的に得られるようになった。

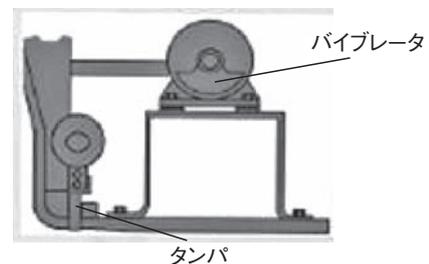


図7-5 TV式スクリード

(a) TV式の導入と変遷

①輸入機が先鞭をつける

昭和47年（1972年）にTV式のフェーゲル（独）S-2000が輸入された。その後これを皮切りに他の海外メーカーのTV式アスファルトフィニッシャも国内に導入された。

②国産機での開発

三菱重工業(株)では昭和58年（1983年）に初めてTV式スクリードを開発、MF45VSTVに搭載して市場導入した。これに引き続き、当初バイブレータ式として開発されたMF60、MF90（写真7-11）もそれぞれその後TV化された。

③機能の進化

(株)新潟鐵工所では昭和60年（1985年）、TV式デュアルマットスクリードを開発、NF220ATV-DM（写真7-12）を発売した。このスクリードの特徴は、

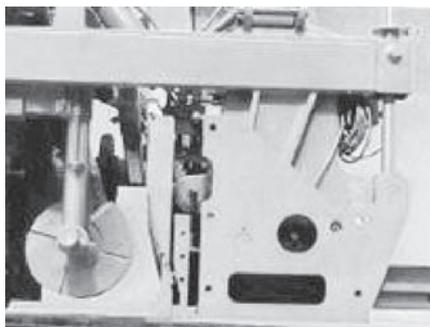


写真 7-11 三菱重工業(株) MF90TV

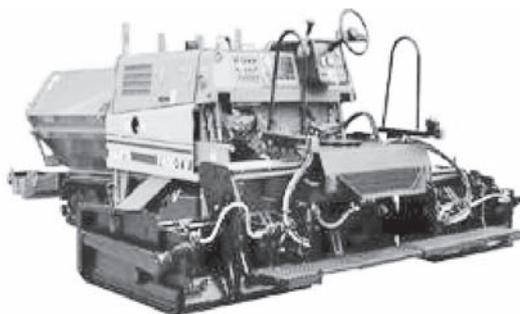


写真 7-14 範多機械(株) F40C-TV



写真 7-12 (株)新潟鐵工所 NF220ATV-DM

タンパを完全に止めて、パイププレート式としても使えることであった。

④効果の促進

住友建機(株)では昭和 61 年 (1986 年), HA45C5TV (写真 7-13) を発売した。この機種には、締め固め効果をさらに高めるため前述の可変式パイププレートも装備された。

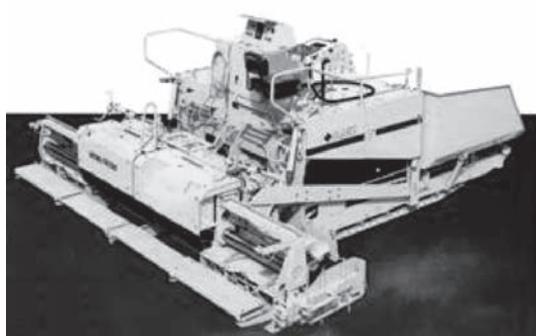


写真 7-13 住友建機(株) HA45C5TV

⑤小型機での導入

範多機械(株)では平成 12 年 (2000 年), 小型機では国内初めての TV 仕様機 F40C-TV (写真 7-14) を開発した。

(b) 特殊な TV 式スクリーン

①三菱重工業(株)DF-1 高締め固めスクリーン

昭和 44 年 (1969 年), 当時の建設省関東地方建設

局では、アスファルト舗装工事の締め固め工程において、ローラによる転圧を省略する目的でアスファルトフィニッシャーによる高密度の締め固め装置の研究が行われた。室内試験の結果に基づき締め固め装置を開発、強力締め固め型アスファルトフィニッシャーとして当時の三菱重工業(株)に製作を依頼したものがダブルタンパ仕様の DF-1 である。DF-1 のスクリーンには図 7-6 のように前後二基のタンパと一基のバイブレータが装備され、タンパはそれぞれ独立してストローク調整が可能。種々の舗装テストの結果、タンパの締め固め効果が高く、アスファルトフィニッシャーのみで約 95% の締め固め密度が得られることがわかった。ただし、エキステンション部の密度が低いこと、走行速度、敷き均し厚、合材の種類に適切な振幅、振動数を見出すことができず、平坦性、騒音の問題についての課題が残り、1 台製作しただけにとどまったが、後の日本における締め固め装置の開発に貢献した。

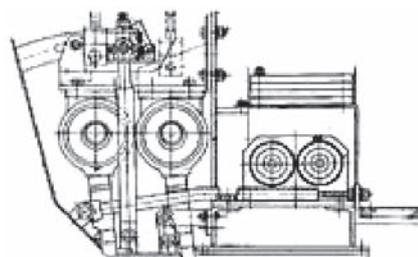


図 7-6 三菱重工業(株) DF-1 高締め固めスクリーン

② ABG (独) TAITAN ダブルタンパ型 TV 式スクリーン (図 7-7)

昭和 62 年 (1987 年), 国内では初めてダブルタンパ型 TV 式スクリーンを装備した ABG (独) TAITAN 411 が鹿島道路(株)へ納入された。ダブルタンパ型 TV 式スクリーンは、一本の駆動偏心軸で前後 2 基のタンパを駆動する。アスファルト舗装のみならず厚い層のセメント処理ベースおよび転圧コンクリート (RCCP) の施工に適している。スクリーンでの締め固め密度が高く、したがってローラ作業による不陸の発生を最小

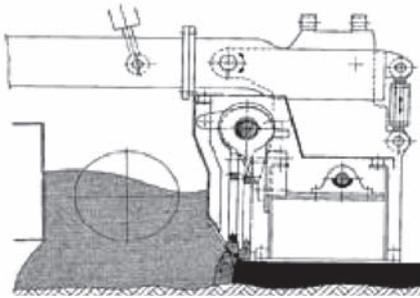


図7-7 ABG (独) TAITAN ダブルタンバ型TVスクリード

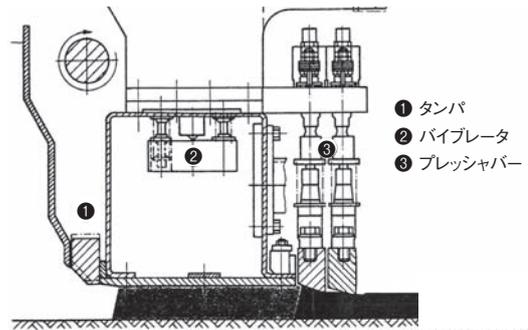


図7-8 フェーゲル (独) HPCスクリード

限度に抑えることが可能となり均一かつ高密度・高精度な舗装を可能にした。通常のTV式スクリードに比べ5～7%高い密度が得られる。

③フェーゲル (独) プレッシャバー付きTV式スクリード

昭和60年(1985年), 国内で初めてフェーゲル製プレッシャバー付きTVスクリード(HPCスクリード)を装備したフェーゲル(独)S1700が大成道路(株)へ納入された。プレッシャバーはスクリード後部に装備され, 油圧で毎分3,000～4,200回の高速振動をする装置で, 国内には二本式(図7-8)が多く入っている。アスファルト舗装のみならず厚い層のセメント処理ベースおよびRCCPの施工に適している。舗装の厚さにかかわらず平坦性と高密度が達成でき, 交通量の多い道路でのひずみの防止や合材の短時間転圧等に威力を発揮する。

J C M A

参考文献

建設の機械化(建設の施工企画)
建設機械
舗装
日本建設機械要覧

写真提供

鹿島道路(株)
大成ロテック(株)
東亜道路工業(株)
日本道路(株)
(株)NIPPO
前田道路(株)
ヴィルトゲンジャパン(株)
キャクピラージャパン(株)
住友建機(株)
範多機械(株)

03-161	後方組立方式スパンバイスパン工法	三井住友建設
--------	------------------	--------

▶ 概 要

支間割が比較的均一に計画された都市内や市街地の大規模高架橋の建設には、プレキャストセグメントを1支間ごとに架設するスパンバイスパン工法が、高品質化や工期短縮などの点で有利と考えられ、多く採用されている。この工法は、架設径間の真下にセグメントを搬入し、架設ガーダーで吊り上げて架設を行うが、桁下で別工事が行われている場合や、交差道路、地形上の制約などがある場合は、セグメントを1個ずつ橋面上上げて架設箇所まで運搬する必要があった。また、全てのセグメントを架設ガーダーで空中に吊り下げた状態で、プレストレスを与えて主桁を一体化させるため、接合作業などに多くの時間と手間を必要としていた。さらに、工程短縮のためには架設ガーダーが複数必要になり、コストアップの一因ともなっていた(図-1)。

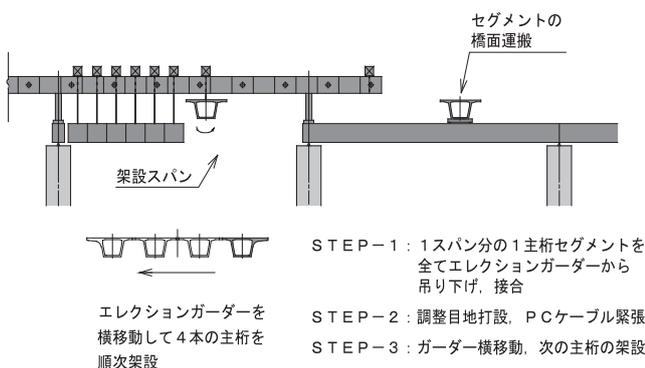


図-1 従来のスパンバイスパン工法の例

今回開発した「後方組立方式スパンバイスパン工法」は、従来のスパンバイスパン工法に比べ、工程を大幅に短縮するとともにコストを縮減できる新しい橋梁架設工法である(図-2)。架設ステップを下記に示す。

STEP 1 1本目の主桁セグメントを、架設径間の後方で組み立て(写真-1)、橋面運搬し、架設ガーダーにて架設する(写真-2)。

STEP 2 1本目の主桁を横移動装置で受け替えて所定位置まで横移動した後、PC鋼材を緊張する。並行して2本目の主桁を後方で組み立て、運搬して架設する。

STEP 3 3本目、4本目の主桁を同様に架設し、PC板を敷設した後、架設ガーダーを前方の径間に移動する。

STEP 4 後方の径間でPC板を埋設型枠として床版の後打ちコンクリートを打ち込む。

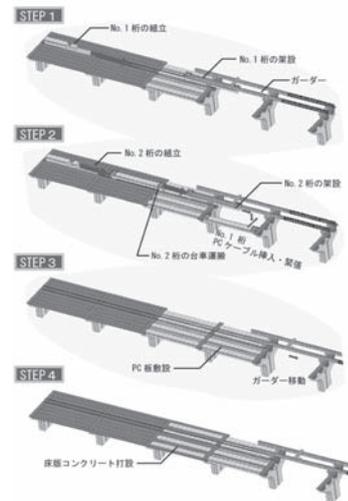


図-2 後方組立方式スパンバイスパン工法



写真-1 既設主桁上での組立て



写真-2 主桁のガーダー架設

▶ 特 徴

○架設済みの主桁上でセグメントを組み立て、橋面運搬して架設するため、桁下の制約条件に左右されない。

○架設ガーダーで主桁を架設した後、直ちに横移動装置で受け替えて架設ガーダーから開放し、PC鋼材緊張作業等を行うため、次の主桁の組立や架設作業を並行して行うことができ、従来のスパンバイスパン工法に比べて、1/3の日数での架設が可能となる

○急速架設できるため、従来工法より架設ガーダーの基数が少なく済み、コストを縮減できる。

▶ 実 績

大阪府交野市「第二京阪(大阪北道路)青山地区高架橋工事」(国土交通省近畿地方整備局浪速国道事務所発注、平成21年12月竣工予定)にて採用

▶ 問合せ先

三井住友建設㈱ 土木本部 土木技術部
〒164-0011 東京都中野区中央1-38-1
Tel: 03-5337-2132 Fax: 03-3367-4762

新工法紹介 機関誌編集委員会

04-310	保温, 湿潤養生台車による コンクリート養生工法	熊谷組
--------	-----------------------------	-----

▶ 概 要

覆工コンクリート打設後の初期養生に起因して供用後、コンクリート表面にひび割れが発生したり、表面の劣化が起きたりなどコンクリート表層の品質に大きな影響が懸念されている。そこで、覆工コンクリートの品質向上による耐久性の確保、維持管理費の低減を目的として覆工コンクリート打設後の養生を『外気遮断養生』と『湿潤養生』の二種類に分けてそれぞれ専用の台車を用いて養生する『保温・湿潤養生台車によるコンクリート養生台車』工法を開発し、鳥取自動車道のトンネル工事で適用、効果を確認した。

▶ 養生台車システムの構成

台車のシステムは、外気遮断養生台車1台と湿潤養生台車2台で構成され、それぞれレール上を電動移動装置によって覆工の進行に伴い移動する(図-1)。コンクリート打設後、ひび割れが出やすい2日間は外気遮断の養生期間とし外気遮断養生台車が担当する。コンクリート温度がある程度下がる3日目からは、湿潤養生台車により湿潤養生を4日間行う。これにより合計6日間の打設後の初期養生をする施工サイクルとなる(図-2)。湿潤養生台車には、保水マットが取り付けられてあり湿潤状態を維持している。保水マットは、吸水性に優れ養生中のメンテナンスが不要で、耐久性にも優れた不織布などを使用している(図-3)。

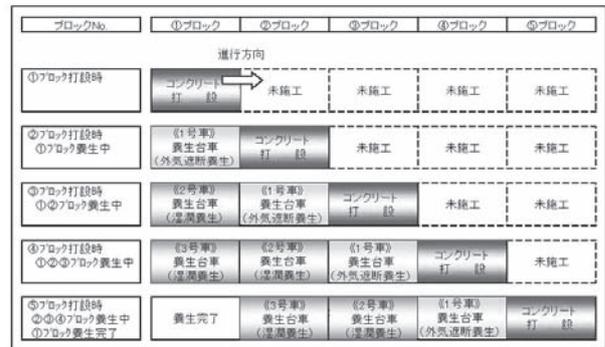


図-2 養生施工サイクル順

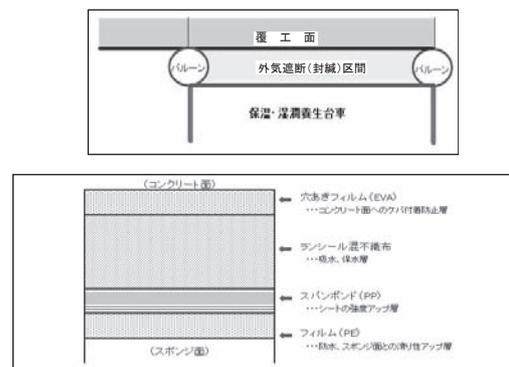


図-3 外気遮断部の詳細と湿潤養生マットの表面構造

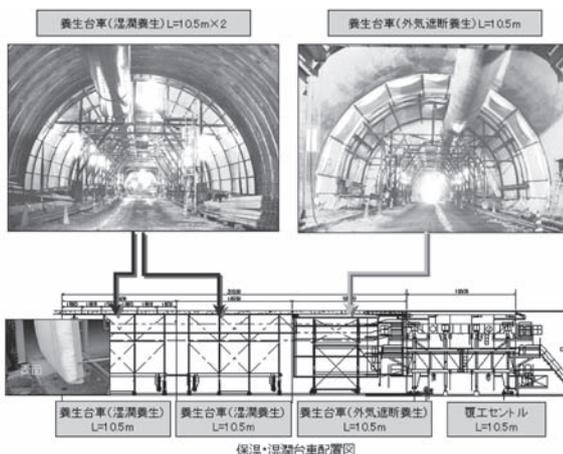


図-1 保温・湿潤養生台車概要図

▶ 効 果

脱型直後から機密性の高い外気遮断・湿潤養生ができるので以下のような効果が期待できる。

- ・打設した覆工コンクリート面全体でほぼ均一な養生効果が確保できる。
- ・コンクリート表面の乾燥を防止して収縮に伴うひび割れの発生を抑制し、表層組織の緻密化が期待できる。
- ・膨張剤や乾燥収縮低減剤を使用することなく品質の向上を図ることができる。

▶ 実 績

- ・西日本高速道路中国支社発注：鳥取自動車道智頭用瀬トンネル南工区(平成18年12月完了)

▶ 工業所有権他

- ・特許出願中
- ・NETIS申請中

▶ 問合せ先

(株)熊谷組 土木事業本部 トンネル技術部
〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1
TEL：03(3235)8649 FAX：03(3266)8525

▶ 〈01〉 ブルドーザおよびスクレーパ

09-〈01〉-02	コマツ ブルドーザ (リッパ付) D375A-6	'09.10 発売 モデルチェンジ
------------	--------------------------------	----------------------

鉱山、土木工事などで使用されている大形のブルドーザについて、低燃費生産性、環境対応性、操作性、居住性、安全性、耐久性、メンテナンス性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。

エンジン出力のアップや、ブレード形状の改良などと同時に、フルパワーを発揮するP作業モードや軽負荷作業で燃費優先のE作業モードを設定して効率的な省エネ運転を可能にしている。搭載のロックアップ機構付自動変速装置は、スイッチ操作で簡単にマニュアル変速への切換えが可能で、一般的なドーピング作業などの自動変速モードにおいては、負荷に応じてトルコンロックアップが作動し、オートシフトダウン⇄オートシフトアップ機能によって、設定された最高速度段が自動的に選択される。また、不整地ドーピングなど負荷変動の多い作業で使用されるマニュアル変速モードにおいては、トルコンロックアップ機構は作動せず、負荷がかかると自動的にシフトダウンはするが負荷が抜けても自動的にシフトアップはしない。さらに、速度段プリセット機能があり、一旦変速モードを設定すると、走行レバーを前・後進に入れるだけで自動的に変速が行われるので、往復繰返し作業を容易にしている。リッピング後や岩盤ドーピング後などにおける後進車速をダウンさせる後進スローモード、リッピング作業時に状況に応じてエンジン回転を自動的にコントロールするシューズリップコントロール（岩盤の硬さにより5段階のモードから選択）が設けられており、デクセル操作のわずらわしさから解放している。トランスミッションのクラッチ係合においては、速度段・回転数・変速状況などに応じて自動的に電子制御式調整弁・ECMV（Electronic Controlled Modulation Valve）が働き、最適に調整されて、ショックの少ないスムーズな係合を実現している（特許出願中）。また、ステアリングクラッチとブレーキにおいては、車両の状態に応じてECMVにより最適に調整され、スムーズな押し回し作業や傾斜地作業を可能にしている（特許出願中）。作業機用油圧ポンプには可変ポンプを採用し、制御の容易化と効率的な操作性を図っている。足回り機構においては、8個の下転輪にボギー構造（特許出願中）を採用しており、けん引力の増大、走行安定性や乗り心地の向上を実現している。キャブには運転状態が一目で分かるエコゲージ付の7インチ液晶マルチモニタを装備しており、車体前後傾斜角度など各種情報のグラフィカル表示や、オペレータ5人分の設定後進速度の記憶などを可能としている。また、対処方法を示す故障診断機能や、オイルやフィルタ類の交換時期表示の機能も有する。オペレータシートは、正面方向と15度右方向に回転できる2ポジション式で、回転に応じて走行コンソールも自動的に回転するようになっており（特許）、リッパポイントの視認を確実にしている。油圧駆動ラジエータファンの採用、エンジンの日常点検整備箇所を左側に集中配置、イコライザバーサイドピン給脂のリモート化、エンジンオイル交換間隔500hに延長などによりメンテナンス性を向上している。

表一 1 D375A-6 の主な仕様

機械質量	(t)	72.23
定格出力	(kW (PS)/min ⁻¹)	455 (618) /1,800
排土板 幅×高さ	(m)	4.775 × 2.265
排土板 最大上昇量/下降量	(m)	1.66/0.715
排土板 チルト量	(m)	1.065
リッパ最大切削深さ	(m)	1.14
リッパ最大上昇量	(m)	1.135
リッパシャंक個数/切削角 (標準) (個)/(度)		3/45
最高走行速度 (F3 + 3L)/(R3 + 3L) (km/h)		0 ~ 11.8/0 ~ 15.8
登坂能力	(度)	30
最小旋回半径	(m)	4.2
最低地上高	(m)	0.657
接地圧	(kPa)	146
全長×全幅×全高 (ROPS 上端)	(m)	10.195 × 4.775 × 4.285
価格	(百万円)	110.55

- (注) (1) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
 (2) セミUドーザ、可変式マルチリッパ、ROPS、密閉加圧式キャブ、エアコンを装備。
 (3) 高さ関係数値は履帯突起高さを含む。
 (4) 排出ガス対策エンジン (ecot 3形)、ロックアップ機構付自動変速パワーライン (特許出願中)、パームコマンド形操作レバー (Palm Command Control System) (特許・出願中)、車両管理システム (Vehicle Health Monitoring System)などを搭載。
 (5) 走行速度における + 3L 速度段は、エンジン回転制御により設定されたもので、高速整地作業などに適する。



写真一 1 コマツ D375A-6 ブルドーザ

▶ 〈02〉 掘削機械

09-〈02〉-13	コマツ ミニショベル PC05-1A	'09.11 発売 モデルチェンジ
------------	--------------------------	----------------------

狭所作業や小規模作業に対応するコンパクトなミニショベルで、環境適合性、操作性、メンテナンス性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。

機体全幅は0.69mで狭所進入性が良く、機械質量は0.5tとして輸送を容易にしている。走行操作レバーは2本で、1本レバーに比して狭所作業における操作を確実にしている。エンジンフードは板金製を採用して補修などを容易にしている。

オプションとして、ロングアーム (0.775m長さ)、狭幅バケット (0.25m幅)、アタッチメント用油圧取出口などを確立している。

新機種紹介

表-2 PC05-1A の主な仕様

標準バケット容量	(m ³)	0.011
機械質量	(t)	0.5
定格出力	(kW(ps)/min ⁻¹)	3.5 (4.8) /2,250
最大掘削深さ×同半径	(m)	1.30 × 2.39
最大掘削高さ	(m)	2.2
作業機最小旋回半径/後端旋回半径	(m)	0.96/0.70
バケットオフセット量 左/右	(m)	0.38/0.32
走行速度	(km/h)	1.6
全長×全幅×全高 (輸送時)	(m)	2.30 × 0.69 × 1.23
価格	(百万円)	1.8165

- (注) (1) ブームスイング機構付。ゴムクローラを装着。
 (2) 日本陸用内燃機関協会・排出ガス自主規制 (2次規制) 適合エンジンを搭載。
 (3) 国土交通省・超低騒音型建設機械 (申請予定)。
 (4) 全高は運転席シート高さを示す。

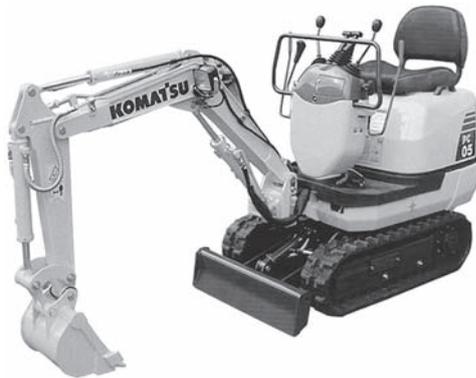


写真-2 コマツ PC05-1A ミニショベル

▶ 〈12〉 モータグレーダ, 路盤機械および締固め機械

09-〈12〉-02	日立建機 ロードローラ (マカダム式) CS125-3	'09.10 発売 モデルチェンジ
------------	-----------------------------------	----------------------

路盤工事, 舗装工事などで使用されるロードローラ (マカダム式) について, 環境対応性, 操作性, 居住性, 安全性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。

走行はHST駆動方式を採用して, 滑らかな変速, 発進・停止を可能にしている。車体姿勢が真っ直ぐになるとインジケータランプが点滅する直進インジケータ, 走行レバーが中立時には散水を停止して撒き過ぎを防止する走行連動スイッチ付散水間欠タイマ, 夜間作業時に便利なサイド転圧作業灯や後方作業灯などを装備して効率的な作業性を確保している。運転席からの視認は欧州視界基準 1m × 1m をクリアして安全性を高めており, 巻取り式シートベルトを備えたオペレータシートは, 固さ調節が可能なサスペンション付として長時間運転に配慮している。安全装備として, 車両左右の乗降口に設けたロックレバーが開の位置にあるとパーキングブレーキが作動して走行ができないゲートロックレバーシステム (パーキングブレーキスイッチがOFFの状態でもゲートロックレバーが開の

位置にある時は走行できない), 前後進レバーを後進に入れると常時作動する赤外線利用の後方ガードセンサ (後方の人物や障害物を検知してブザーと回転灯で知らせる), 電気式パーキングスイッチがONで前後進レバーが中立位置でのみ始動できるニュートラルエンジンスタート機構, 電気式パーキングブレーキスイッチをOFFにしないと走行できないパーキングロックアウト機構, 前後車輪に装着した4個のアンダミラー, モニタ・スイッチ類を保護するモニタカバーなどを備えて安全作業を確実にしている。鉛レスの電線やアルミ製ラジエータの採用, 樹脂製部材に材料名を表記, リサイクルしやすい鉄製エンジンカバーの採用などで環境保全対応に配慮している。

表-3 CS125-3 の主な仕様

運転質量 (前軸質量/後軸質量)	(t)	10.155 (5.180/4.975)
締固め幅 (オーバーラップ)	(m)	2.10 (0.05)
運転質量線圧 前輪/後輪	(N/cm)	462/443
輪径×幅 前2輪/後1輪	(m)	φ 1.64 × 0.55/ φ 1.64 × 1.10
軸距	(m)	3.4
散水タンク容量	(L)	670
定格出力	(kW(PS)/min ⁻¹)	53.7 (73.0)/2,200
最高走行速度 (前後進共) 低速/高速	(km/h)	7/15
最小回転半径	(m)	6.2
登坂能力 (作業質量時)	(度)	25
最低地上高	(m)	0.3
全長×全幅×全高	(m)	5.04 × 2.10 × 3.15 (2.61)
価格	(百万円)	10.71

- (注) (1) 折りたたみ式キャノピ装着。HST駆動。
 (2) 全高はキャノピ天端高さ (キャノピ折りたたみ時高さ) で示す。
 (3) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
 (4) 国土交通省・超低騒音型建設機械。

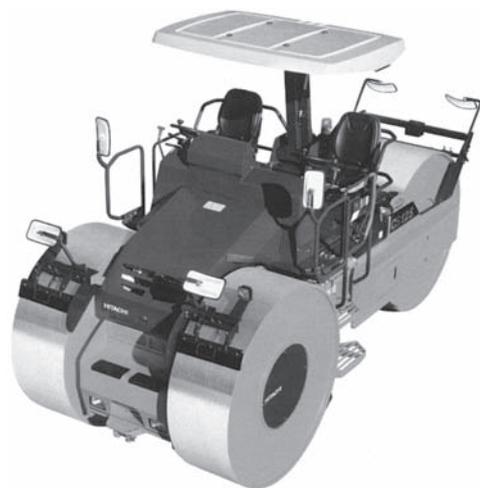


写真-3 日立建機 CS125-3 ロードローラ (マカダム式)

新機種紹介

▶ 〈14〉 維持修繕・災害対策用機械および除雪機械

09-〈14〉-02	KCM 除雪ドーザ (マルチプラウ付) 55DV-2	'09.08 発売 モデルチェンジ
------------	----------------------------------	----------------------

迅速な現場移動と多様な除雪作業に対応する高速型の除雪ドーザ (マルチプラウ付) で、低燃費生産性、環境対応性、居住性、安全性、信頼性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。

エンジン出力においては、フルパワーを発揮する P (パワー) モードと負荷が比較的小さく燃費優先の FE (エコノミー) モードの 2 作業モードを設けており、また、オートマチックトランスミッション内蔵のロックアップ付トルクコンバータを採用して、49 km/h の高速走行を可能にするとともに効率的な省エネ運転を実現している。ステアリングシステムには直動式オービットロールを採用して機敏なステアリング操作と直進走行性を確保しており、走行振動抑制装置を標準装備して走行安定性と乗り心地の向上を図っている。走行ブレーキには全油圧乾式ディスクブレーキを、タイヤはラジアルスノータイヤを採用して寒冷地対応を図っている。車両状態やメンテナンス情報、故障履歴などを表示する故障診断機能・MODM (Machine Operation diagnostic Module) を搭載しており、異常発生時の迅速な処置を可能にしている。

スノーローダ (スノーバケット付) を標準とし、オプションとして、アングリングプラウ、サイドスライドアングリングプラウ、マルチプラウなどの豊富なアタッチメントを用意している。

表-4 55DV-2 の主な仕様

	除雪ドーザ (マルチプラウ付)	スノーローダ (スノーバケット付)
マルチプラウ 全幅×全高 (m)	3.28 × 1.315	-
プラウ・アングリング角度 前/後 (度)	39/32.5	-
スノーバケット 容量 (m ³)	-	1.6
運転質量 (t)	9.83	9.08
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	93 (126)/2,200	93 (126)/2,200
ダンピングクリアランス× 同リーチ (バケット 45 度前傾) (m)	-	2.79 × 0.955
最大掘起力 (バケットシリング) (kN)	-	56
最大けん引力 (kN)	68.2	68.2
最高走行速度 F4 ロックアップ/R3 (km/h)	49/31	49/31
最小回転半径 (最外輪中心) (m)	4.48	4.48
登坂能力 (度)	30	30
軸距×輪距 (前後輪共) (m)	2.60 × 1.82	2.60 × 1.82
最低地上高 (m)	0.41	0.41
タイヤサイズ (-)	17.5R25	17.5R25
全長×全幅×全高 (回転灯上端) (m)	6.75×3.28×3.125	6.29×2.45×3.335
価格 (百万円)	-	15.5

- (注) (1) キャブ (1 人乗り) を搭載。
 (2) マルチプラウ関係数値はプラウ・ストレート時の数値で示す。
 (3) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
 (4) 国土交通省・低騒音型建設機械基準値をクリア。



写真-4 KCM [AUTHENT] 55DV-2 除雪ドーザ

建設業の国際展開 その1

まえがき

日本の建設投資はピークの平成4年度の84兆円から、平成20年度見込みは約47兆円となり60%弱の減少となっている。

特に公共投資（土木工事の占める割合が高い）は、政府の財政事情が厳しいこともあってピークの平成7年度の35.2兆円から17.4兆円と半減しており、今後もさらに減ることが予想される。

この状況は、国内建設市場が拡大から飽和状況を超えて、縮小の領域に入っていると考えてよい。

一方建設業の許可業者数、就労者数はそれぞれ15%、22%の減少で投資額に比べて低いため、競争が激化し採算の低下を招いている。

このままでは建設業は衰退し、厳しい自然環境から国民の生命と財産を守り、経済の基幹である社会インフラストラクチャを創出し、維持していく役の産業が立ち行かなくなる。

このような事態を打開するにはどうしたらいいのか、国土交通省が平成21年8月に「建設業等の国際展開支援フォーラム提言」を発表しているので、今回その内容を紹介することとした。

なお詳しく知りたい方は国土交通省ホームページをご覧ください。

1. はじめに

我が国建設業は、国民生活や産業活動を支える根幹的な基盤である住宅・建築物や社会資本の整備を通じ、我が国経済社会全体の発展に大きく貢献してきた。また、依然として我が国のGDPや全就業者数の約1割を占める基幹産業でもある。一方、建設業の許可業者数は近年減少傾向にあり、国内の建設投資は、ピーク時の約6割、公共投資に限れば半減というこれを上回るペースで減少していることなど、我が国建設業が引き続き健全な発展を続けていくための方策を検討していく必要性が高まっている。

また、海外の建設市場をみると、我が国建設企業の受注実績は2008年度に6年振りに減少したものの、中・長期的に見て、アジアや中東地域では、引き続き社会資本整備や都市開発への大きな需要が見込まれている。このような中で、欧米の建設企業は言うまでもなく、中国や韓国等の建設企業も海外の建設市場において活発な活動を行っているが、我が国の建設企業について言えば、厳しい自然条件や地理的条件の下で蓄積された高度な地震関連の技術やトンネル・橋梁技術などを有してはいるものの、欧米の大手企業等と比べて海外市場への進出が十分になされているとは言い難い。今後、我が国建設業が海外の建設市場において幅広く活躍するためには、コンサルタント、高速道路会社、商社、金融機関など、異なるノウハウを持った企業との連携を図っていくことも求められる。このような状況を踏まえ、各建設企業の海外事業を、業務全体の「従」た

る分野から経営改善に資する「主」たる分野に転換することを目指し、有識者等からなる「建設業等の国際展開支援フォーラム」を昨年12月に設置した。本フォーラムでは、本年7月までに合計3回の本委員会を開催するとともに、本委員会の下にワーキンググループを設置し、実務的な見地からの検討を深めてきたところである。

以下の提言は、各委員による幅広い視点からの意見を踏まえつつ、我が国建設業等の国際展開を積極的に推進していく観点に立って、

- ・各建設企業等が経営戦略の改革として取り組むべき事項とその方向性
- ・各建設企業等が行う改革を後押しするために政府が講じるべき政策的な支援の枠組み

について、本フォーラムにおける検討の結果をまとめたものである。

2. 我が国建設業の現状とその国際展開の必要性

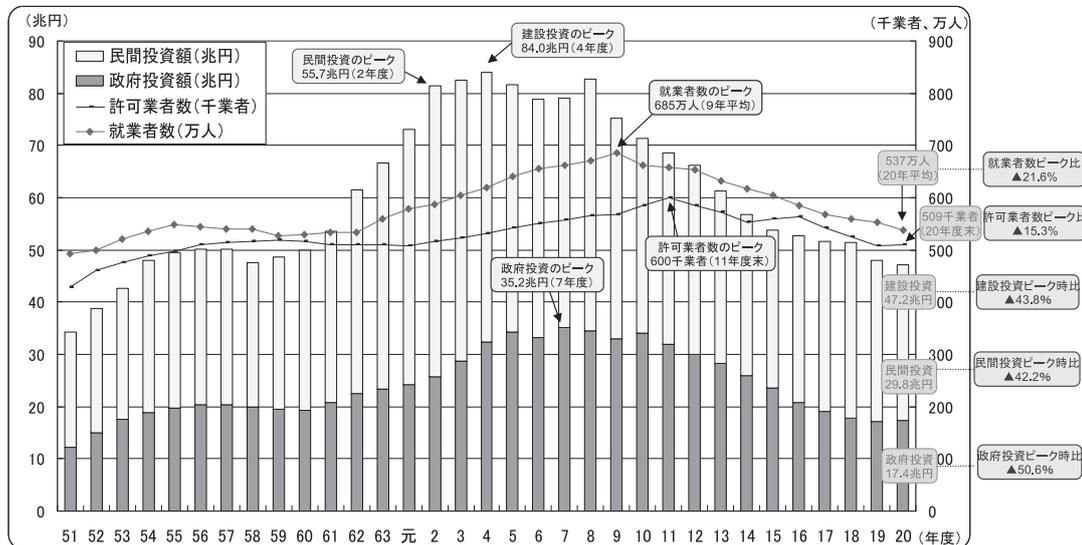
(1) 我が国建設業を取り巻く経済情勢とその現状

我が国の経済情勢は、米国発の金融市場の混乱に端を発した世界的な経済危機の影響を受け、百年に一度とも言われる戦後最大の不況に直面している。このため、建設業を含め、我が国のあらゆる産業が厳しい状況に置かれている。

我が国建設業の現状を見れば、建設投資は、ピーク時である平成4年度（84兆円）と比較すると、平成20年度では47兆円と、約6割にまで減少することが見込まれている。しかしながら、GDPに占める建設投資の割合や全就業者に占める建設業就業者数が全体の約1割を占めていることを踏まえれば、我が国の建設業がその活力を維持し、我が国全体の経済成長や雇用の下支えに引き続き寄与していくことが必要であることには変わりはない（図—1）。

このような中で、海外建設市場の状況に目を転じれば、我が国建設業の海外進出は、アジア地域における戦後の賠償工事から始まり、1970年代から海外進出が本格化し、その後経済情勢による浮き沈みがありながらも、2007年度の海外受注実績は、過去最高の1兆6,813億円を記録したところである。しかしながら、2008年度においては、経済情勢悪化の影響もあり、海外受注実績は1兆347億円と6年振りに減少に転じた。一方、資金源別や発注者別にみると、自己資金によるもの（2001年度：73%→2008年度：92%）、あるいは民間の現地企業発注のもの（2001年度：27%→2008年度：38%）の割合が増加しているところである（図—2、3）。

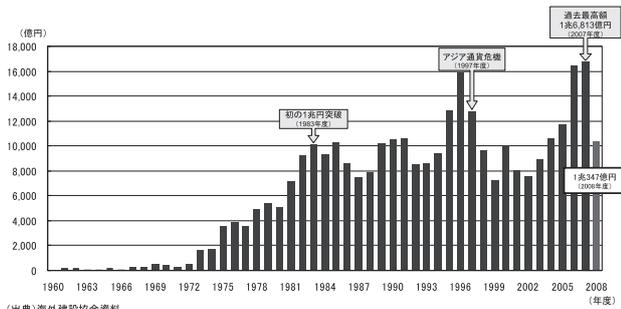
- 建設投資額(平成20年度見込み)は約47兆円で、ピーク時(4年度)から約44%減。公共投資は7年度から約51%減。
- 建設業者数(20年度末)は約51万業者で、ピーク時(11年度末)から約15%減。
- 建設業就業者数(20年平均)は537万人で、ピーク時(9年平均)から約22%減。 ※21年4月は506万人(前年同月比22万人減)。



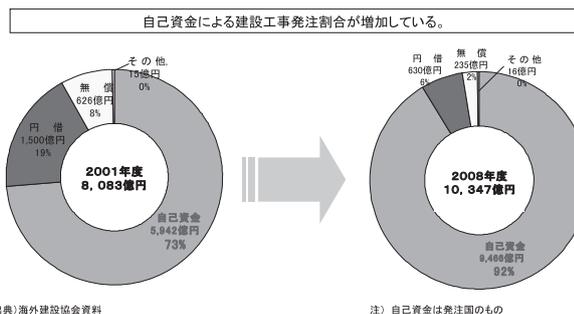
出所:国土交通省「建設投資見通し」、「許可業者数調べ」、総務省「労働力調査」
 注1 投資額については平成18年度まで実績、19年度・20年度は見込み
 注2 許可業者数は各年度末(翌年3月末)の値
 注3 就業者数は年平均

図一 建設投資，許可業者数及び就業者数の推移

我が国建設業界の海外における受注は、20年以上にわたり、1兆円規模で推移してきたが、最近の国際競争力強化の取組みにより、2007年度は過去最高額を更新し、1兆6,813億円(前年度比329億円増)を達成したが、2008年度は、経済情勢の影響もあり、6年ぶりに減少して1兆347億円となり、これまでの平均的な水準まで逆戻りした。



図二 我が国建設業の海外受注実績の推移



図三 資金源別の海外受注実績

(2) 我が国建設業の国際展開の遅れと日本の国内建設市場

我が国建設業の国際展開を日本の大手5社の海外売上比率で見ると、数字のみを一律に比べられない面はあるものの、同業の海外大手5社や日本の自動車や電機メーカーの大手企業と比較してもかなり小さいものとなっている(図一4)。また、建設分野に関連する産業として日本の主要建設機械メーカーの海外売上比率(トップクラスで7割程度)と比較しても、やはり同様に小さいものとなっている。このように我が国建設業の国際展開が進まない理由はどのような背景によるものであろうか。

まず、我が国の国内建設市場そのものの規模が大きく、比較的安定的な市場であったために、あえて海外進出をそれほど積極的に行う必要がなかったということが考えられる。(財)建設経済研究所によれば、2002年度の日本の建設投資額を100とした場合、2007年度の日本の建設投資額は87となっている一方、アジア14カ国・地域をあわせた建設投資額は、2002年度には129であったものが、2007年度には336という数字となっている(図一5)。また、これまで、政府間レベルでは、日米建設摩擦など我が国の建設市場開放という問題が話題に上ったこともあるが、国内の実際の建設プロジェクトに関連して、我が国の建設企業が生き残りをかける必要があるほどの競争が生じるような状況にはなっていないという指摘もあるところである。この点、例えば、自国の建設市場が小さかったことにより、外国の建設企業を買収しながら海外事業を増やしていったスウェーデンのスカンスカ社のようなケースと比較すると対照的である(同社が買収を盛んに行った時期で比較すると、スウェー

統計

我が国大手5社の海外売上比率は、同業の海外大手5社と比較して低い。また、他の主要な製造業と比較しても海外売上比率は著しく低い。

【海外大手5社】

	(2007年実績/百万ドル)		
	総売上高	海外売上高	海外売上比率
VINCI(仏)	41,716	14,688	35.2%
BOUYGUES(仏)	32,062	12,090	37.7%
HOCHTIEF(独)	23,861	23,313	89.3%
SKANSKA (スウェーデン)	18,547	13,982	75.6%
BECHTEL(米)	17,696	11,742	66.3%

【日本大手5社】

	(2007年実績/百万ドル)		
	総売上高	海外売上高	海外売上比率
鹿島建設	16,413	3,006	18.3%
大林組	15,877	3,013	19.0%
大成建設	15,149	2,144	14.2%
清水建設	12,603	1,342	10.6%
竹中工務店	10,721	1,458	13.6%

出典：“ENR” August, 2008 “The Top 225 International Contractors”

【日本自動車メーカー大手5社】

	(2007年実績/百万ドル)		
	総売上高	海外売上高	海外売上比率
トヨタ	220,918	150,173	68.0%
本田技研工業	100,864	83,609	82.9%
日産	90,960	69,892	76.8%
スズキ	29,432	17,620	59.9%
マツダ	29,208	18,374	62.9%

【日本電機メーカー大手5社】

	(2007年実績/百万ドル)		
	総売上高	海外売上高	海外売上比率
日立製作所	94,342	53,091	56.3%
パナソニック	76,209	34,959	45.9%
ソニー	74,550	56,352	75.6%
東芝	64,438	29,956	46.5%
富士通	44,797	14,050	31.4%

出典：売上上位5社の抽出：帝国データバンク(全国企業あれこれランキング2009)、東洋経済(会社四季報2009-4集)

財務データ：Reuters Knowledge

注記：売上順は連結ベース

財務データは全て連結ベース

：1ドル＝119円で換算

図一 4 海外の大手建設企業の海外売上比率

各国・地域別の建設投資を比較すると、日本の建設投資は相対的に小さくなっている。特に、アジアの建設投資が相対的に大きくなっている。

各国・地域別の建設投資(名目値)

	日本		アメリカ		西欧		中・東欧		アジア	
	2002年度	2007年度	2002年	2007年	2002年	2007年	2002年	2007年	2002年	2007年
GDP(兆円)	497.6	515	1309.8	1625.8	1119.1	1887.4	43.7	95.6	407.7	963.8
(2002年の日本を100とした場合)	(100)	(103)	(263)	(327)	(225)	(379)	(9)	(19)	(82)	(194)
建設投資(兆円)	56.3	48.7	107.9	134.3	64.8	131.5	3.3	7.9	72.5	189.0
(2002年の日本を100とした場合)	(100)	(87)	(192)	(239)	(115)	(234)	(6)	(14)	(129)	(336)

出典：建設経済研究所資料より作成

注) 1. 日本データは年度。

2. 欧州の構成国は、オーストリア、ベルギー、デンマーク、フィンランド、フランス、ドイツ、アイルランド、イタリア、オランダ、ノルウェー、ポルトガル、スペイン、スウェーデン、スイス、イギリス、チェコ、ハンガリー、ポーランド、スロバキアの19カ国。

3. アジアの構成国は、中国、香港、台湾、インド、インドネシア、韓国、マレーシア、フィリピン、シンガポール、スリランカ、ベトナム、タイ、オーストラリア、ニュージーランドを含めて14カ国・地域。

図一 5 建設投資の国際比較

デンの建設投資の規模は、日本のわずか3%弱(2000年)。

このような状況下では、為替リスクなど海外での事業に必然的に生じる負担を負ってまで、積極的に国際展開を行おうとする意識が芽生えなかったものと考えられる。このため、我が国建設業の国際展開は、我が国の国内建設市場の事業量が縮小する際に拡大するという形で進んできたところである。

さらに、このことに加えて、日本の国内建設市場が諸外国と比較して特殊な構造を持っていたということもその要因として挙げられる。

我が国においては、建設の請負契約において発注者側の意向が反映されやすいという片務性があると指摘されているものの、一般的には、発注者と受注者が相互に信頼感を持って建設プロジェクトを

進めてきた。戦後、社会基盤整備を迅速に進めていかなければならない状況の中で、円滑にプロジェクトを進めるという点ではメリットがあったのは事実であるが、そのことが我が国で建設プロジェクトに携わる者に、契約に関する認識を希薄なものにしてきたことは否めないところである。国によっては、文化や価値観等が異なることにより、発注者が日本で通常想定されるような対応を取らないことも多いため、そのことが我が国建設企業が受注した海外建設プロジェクトに係る契約上のトラブルを引き起こす大きな要因ともなっている。こうした中で、我が国では、最近では一部で発注者と受注者のコミュニケーション向上に向けた取り組みが行われ始めているものの、これまでは、発注者に対して契約を踏まえて必要なクレー

ムを適切に行う、発注者と受注者間のやり取りを文書化し相互で確認するなどのノウハウが蓄積されてこなかったと考えられる。

さらに、公共工事の代金の支払い方法の特殊性の問題も挙げられる。我が国の公共工事においては、出来高部分払いの試行のような取組みも行われてはいるが、前金払と竣工払による支払いが一般的であり、このことは、工事の工期後半を受入金がない状態で行わなければならないことを意味する。このため、月毎の出来高、支出金、受入金の相関関係を把握することにより、建設プロジェクトのコスト管理の経過を見せようとするインセンティブが受注者にも発注者にも働かないことになる。

(3) 我が国建設業等の国際展開を推進する必要性

主要な建設企業の近時の決算に、収益悪化の原因が海外での建設工事にあるとされているものがあることからわかるように、確かに我が国建設業の海外事業を取り巻く情勢は厳しいものがある。そのような中にあるのは、我が国建設業も一時的に「守り」の事業展開をせざるを得ない部分があることも否定できない。しかしながら、中・長期的な視野で見た場合、海外への事業展開に向けた歩みを止める、あるいは後退させることが適当なのであろうか。

国内建設市場は、我が国の社会資本の整備水準が高まってきていることや人口減少社会が到来し、少子高齢化も本格的に進展しつつあることを考慮すれば、少なくとも、今後その規模が大きく拡大していくとは考えにくい。したがって、中・長期的な観点で見た場合、我が国建設業の国内市場への依存度が高い水準のまま推移することが、産業全体の継続的な発展という観点から適当なものであるとは必ずしも言えない。

このような視点に立って海外を見れば、例えば、アジアや中東諸国では、現在は経済危機にあえぎ建設投資の落ち込みに苦しんでいる国が多いものの、インフラ整備や都市開発の潜在的需要は引き続き高いものと考えられる。欧米の建設企業や伸長著しい中国や韓国の建設企業との競争に打ち勝ち、このような諸国で我が国の建設企業がインフラ整備や都市開発に関するプロジェクトへの参画を進めれば、自社の受注拡大はもちろんのこと、これらの諸国における経済成長が促されることで、我が国がアジア等とともに発展する道筋がつけられることになると考えられる。

また、我が国の建設企業が海外へ進出することで、建設技術の移転により地元の建設企業の育成が図られる、質の高い社会資本や建築物の整備が進むといった点で、進出先国にとっても多大な利益をもたらされるものと考えられる。このため、我が国建設業等の国際展開は、開発途上国等に対して我が国が果たすべき国際貢献の一環としても、積極的に行っていくべきものと考えられる。

他方、海外の建設市場では、PFI、コンセッションなど、単なる施工請負ではないプロジェクトに挑んでいく必要性が生じているが、このようなものに対しては、現状では、建設企業のみで対応できる範囲を超えているものも多いため、コンサルタント、高速道路

会社、商社、金融機関など、違ったノウハウを持った企業が協力して対処していく必要がある。また、発注者である政府機関との調整などの面では、各企業だけで対応することに限界があるケースもあるため、そのような場合も含め、我が国政府も協力を行っていくことが必要不可欠となる。

したがって、

- ・我が国建設業の健全かつ継続的な発展を目指し、かつ、それを我が国全体の経済成長につなげていく、
- ・開発途上国等に対して我が国が果たすべき国際貢献を行っていく、

ためには、このような厳しい経済情勢である今こそ、我が国建設業等の国際展開に向けた施策展開を進めていかなければならない。その際には、官民一体となって、従来にもまして積極的な対応を行っていく必要があると考えられる。また、政府部内においても、例えば、外務本省で行われる各国大使による会議等の機会を利用して情報交換を図るなどしながら、国土交通省をはじめとした関係省庁、在外公館や政府機関が緊密な連携を図っていく必要がある。

(4) 新しいビジネススタイルの創造を目指して

我が国建設業は、我が国特有の厳しい自然条件や地理的条件の下で蓄積された地震関連の技術やトンネル・橋梁技術、また、勤勉で創意工夫に富む気質を有するというような日本の国民性に由来するとも考えられる、工事の品質確保、工期の遵守といったノウハウを有しているが、それらの技術やノウハウの国際展開が大々的に進められるということはこれまでなかった。

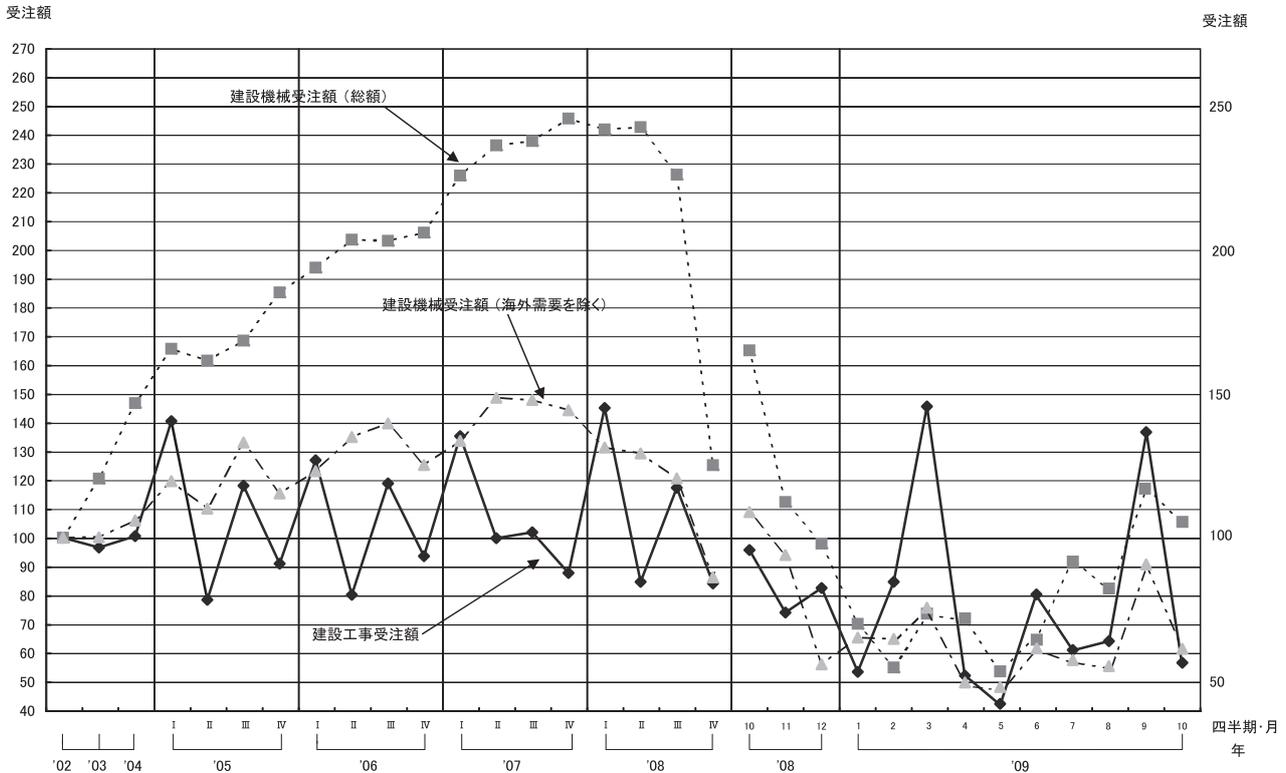
これは、海外における受注量が国内建設市場の動向に左右され、国内建設市場が回復傾向にある際には、海外事業で収益が上がらなると撤退するということが繰り返されてきたため、海外事業に関する様々な経験やノウハウがなかなか蓄積されないという問題があったことによると指摘されている。継続的に事業が行われないということは、進出先国の建設プロジェクトに関するニーズを的確に把握する、日本の建設業の特長を外国人にもわかりやすく説明するといった努力を行う、国際的にみて標準的な契約管理やコスト管理を行える人材を養成するといった取組みを腰を据えて行わせるインセンティブに欠けるということを意味していた。

このようなことが生じるのは、我が国建設業の国際展開が国内建設市場の落込みの穴埋めを行う形で従属的に行われきたことによる限界であると考えられる。したがって、建設業等の国際展開を積極的に進めるには、以上に述べたような体質からの脱却を図り、我が国建設業が行う海外事業を、事業全体の「従」たる分野から経営改善に資する「主」たる分野に転換していく必要がある。

このような観点に立って、本フォーラムでは、事前に有識者等に対して行ったヒアリングの結果を踏まえ、建設業等の国際展開を積極的に進めるために企業や政府が取り組んでいくべき5つの課題を挙げることにした。(以下次号に続く。)

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 2002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 2002年平均=100)



建設工事受注動態統計調査 (大手 50 社)

(単位：億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非製造業							
2002年	129,862	80,979	11,010	69,970	36,773	5,468	6,641	86,797	43,064	146,863	145,881
2003年	125,436	83,651	12,212	71,441	30,637	5,123	5,935	86,480	38,865	134,414	133,522
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	129,919	142,289
2008年10月	10,369	5,638	1,504	4,133	3,016	526	1,189	6,451	3,918	136,081	9,553
11月	8,015	6,067	1,143	4,924	1,259	457	232	5,803	2,212	133,514	11,014
12月	8,942	6,447	1,149	5,298	2,315	423	- 243	6,224	2,718	128,683	13,628
2009年1月	5,789	4,138	715	3,423	1,248	374	29	3,758	2,031	125,703	9,300
2月	9,168	5,968	1,269	4,699	2,476	472	251	5,765	3,402	123,985	11,178
3月	15,863	8,455	1,563	6,892	6,394	652	362	9,160	6,703	121,164	17,732
4月	5,628	4,201	932	3,269	856	454	117	3,619	2,009	115,323	12,276
5月	4,548	3,120	783	2,337	815	429	185	2,703	1,845	112,001	8,611
6月	8,697	5,501	979	4,522	1,788	463	946	6,332	2,365	110,113	11,237
7月	6,609	4,488	1,409	3,079	1,549	407	165	4,496	2,112	111,954	7,569
8月	6,943	4,741	1,132	3,609	1,285	455	462	4,714	2,230	109,318	8,933
9月	14,865	11,062	1,141	9,921	2,548	742	512	11,078	3,787	112,322	11,689
10月	6,216	3,794	610	3,183	1,827	387	208	3,604	2,611	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	02年	03年	04年	05年	06年	07年	08年	08年 10月	11月	12月	09年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
総 額	8,667	10,444	12,712	14,749	17,465	20,478	18,099	1,192	812	708	506	397	528	515	386	464	663	594	850	767
海外需要	4,301	6,071	8,084	9,530	11,756	14,209	12,996	796	470	504	268	161	258	333	210	239	452	391	518	543
海外需要を除く	4,365	4,373	4,628	5,219	5,709	6,268	5,103	396	342	204	238	236	270	182	176	225	211	203	332	224

(注) 2002～2004年は年平均で、2005年～2008年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2008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…

(2009年11月1日～30日)

■ 機 械 部 会

■トンネル機械技術委員会・掘削り有効利用分科会

月 日：11月4日(水)

出席者：川本伸司分科会長ほか8名

議 題：①調査事例補足情報の検討
②報告書目次構成について ③次回までの作業について ④その他

■油脂技術委員会・グリース分科会

月 日：11月6日(金)

出席者：田路浩分科会長ほか10名

議 題：①グリースオンファイルに向けた各社考え方の整理 ②分科会(後の運営委員会)の活動方針作成 ③その他

■クリーンエネルギー建機燃費測定標準作成WG・省エネ特別幹事会合同会議

月 日：11月10日(火)

出席者：此村靖リーダーほか16名

議 題：①JCMAS案に対する省エネ特別委員会の論点確認と修正案の検討協議 ②その他

■自走式建設リサイクル機械分科会

月 日：11月13日(金)

出席者：佐藤文夫委員長ほか1名

議 題：①木材破砕機C規格JIS原案の遠隔操縦の安全要素事項の検討 ②その他

■トンネル機械技術委員会・山岳品質・安全確保分科会

月 日：11月13日(金)

出席者：坂下誠分科会長ほか10名

議 題：①担当作成資料の確認と内容の検討 ②その他

■除雪機械技術委員会

月 日：11月16日(月)

出席者：江本平幹事長ほか13名

議 題：①ホームページについて ②除雪ドーザ・ロータリー車の規格見直しについて ③除雪ロータリー車の性能試験方法について ④除雪機械の工法とオプションについて ⑤その他

■路盤・舗装技術委員会・舗装機械変遷分科会

月 日：11月16日(月)

出席者：戸川裕文分科会長ほか10名

議 題：①アスファルトフィニッシャの変遷についての校正 ②その他

■ショベル技術委員会

月 日：11月18日(水)

出席者：尾上裕委員長ほか9名

議 題：①建設施工の地球温暖化対策検討分科会に向けた作業燃費WGの進捗について ②JISA83404付属書Cの見直しについて ③油圧ショベルの重量表示について ④JIS操作方式の状況について ⑤その他

■トンネル機械技術委員会・シールドマシン等安全技術調査分科会

月 日：11月18日(水)

出席者：高村勝之進分科会長ほか3名

議 題：①各自準備したシールドマシン組立てチェックリスト(輸送～組立て完了)の内容検討 ②今後のスケジュールその他について

■ダンプトラック技術委員会

月 日：11月19日(木)

出席者：阿部誠一委員長ほか6名

議 題：①各社トピックス紹介(クボタ殿) ②不整地運搬車のピクトリアル化の件についてJCMASに提案する項目の審議等 ③その他

■原動機技術委員会

月 日：11月20日(金)

出席者：有福孝智委員長ほか21名

議 題：①次期排出ガス規制の動きについて ②次期規制の技術検討状況の報告 ③バイオディーゼル燃料について ④その他情報交換

■ 製 造 業 部 会

■マテリアルハンドリングWG

月 日：11月25日(水)

出席者：生田正治リーダーほか7名

議 題：①自動車解体機等の取扱いに関する厚労省見解への対応検討 ②その他

■ 建 設 業 部 会

■建設機械事故防止推進分科会

月 日：11月5日(木)

出席者：立石洋二分科会長ほか9名

議 題：①新任分科会長の互選 ②安全情報技術小会議からの依頼事項に関する討議 ③その他

■秋季現場見学会

月 日：11月18日(水)

出席者：坪田章部会長ほか27名

議 題：①情報化施工システムの説明受講 ②GPSシステム装着機械のデモ見学 ③GCS900トータルステーション装着機種による施行デモおよび出来形精度確認の見学 ④その他

■ レンタル業部会

■コンプライアンス分科会

月 日：11月19日(木)

出席者：高見俊光分科会長ほか9名

議 題：①不適性燃料使用実態調査結果の国土交通省報告について ②「建設機械等レンタル標準契約」の改定に関する討議 ③その他

■ CP車総合改善委員会

■第一分科会

月 日：11月4日(水)

出席者：宇治公隆分科会長ほか7名

議 題：①討議成果の報告書作成 ②その他

■ 各 種 委 員 会 等

■機関誌編集委員会

月 日：11月4日(水)

出席者：岡崎治義委員長ほか18名

議 題：①平成22年2月号(第720号)の計画の審議・検討 ②平成22年3月号(第721号)の素案の審議・検討 ③平成22年4月号(第722号)の編集方針の審議・検討 ④平成21年11～22年1月号(第717～719号)の進捗状況の報告・確認

■新機種調査分科会

月 日：11月18日(水)

出席者：渡部務分科会長ほか3名

議 題：①新機種情報の検討・選定 ②技術交流・討議—VTR(血管を泳ぐマイクロマシン)

■建設経済調査分科会

月 日：11月24日(火)

出席者：山名至孝分科会長ほか6名

議 題：①平成22年1月号原稿の検討

■新工法調査分科会

月 日：11月25日(水)

出席者：安川良博分科会長ほか3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

■情報化施工推進検討WG事務局会議(4-1)

月 日：11月5日(木)

場 所：(社)日本建設機械化協会北海

道支部

出席者：沖野座長ほか7名

内容：①第4回WG（情報化施工普及促進フォーラム（仮称））について、実施計画、取組み内容について ②情報化施工ガイドブック2009発刊について ③その他

■除雪機械技術講習会打合せ

月日：11月30日（月）

場所：さつげんビル 会議室

参加者：山田技術部会副部長ほか18名

内容：①平成21年度除雪機械技術講習会のアンケート調査結果について ②平成22年度除雪機械技術講習会の実施について ③その他

■ 東 北 支 部

■施工部会

平成21年度除雪講習会

月日：11月5日（木）

場所：仙台市ハーネル仙台

受講者：146名

■施工部会

「ゆきみらい2010 in 青森」除雪機械展示・実演会

月日：11月10日（火）

場所：KKR ホテル仙台

参加者：白鳥技師長ほか13名

議題：第2回平成21年度除雪機械展示・実演会打合せ

■広報部会

EE東北作業部会

月日：11月18日（水）

場所：宮城県建設産業会館

出席者：岩本忠和専門技術員ほか20名

議題：平成21年度決算報告及び平成22年度事業計画について

■技術委員会

月日：11月19日（木）

場所：東北支部会議室

出席者：高橋弘委員長ほか6名

議題：第7回新技術情報交換会の論文について

■施工部会

平成21年度除雪講習会

月日：11月26日（木）

場所：山形県上市市

受講者：11名

■企画部会

第7回新技術情報交換会

月日：11月27日（金）

場所：仙台市国際センター

聴講者：90名

内容：空気融雪（ACCESS）ほか6テーマの論文発表

■ 北 陸 支 部

■北陸情報化施工推進委員会

月日：11月12日（木）

場所：北陸地方整備局会議室

参加者：小林正樹企画部会委員

議題：北陸情報化施工推進委員会の設立と取組について

■新潟地区ゴルフ大会

月日：11月20日（金）

場所：湯田上GC

出席者：藤田明幹幹事ほか10名

■建設機械整備技術委員会

月日：11月24日（火）

場所：新潟県建設会館

参加者：渡部敏男建設機械整備技術委員長ほか18名

議題：建設機械整備工数表の改定について

■建設機械整備技術検討会

月日：11月24日（火）

場所：新潟県建設会館

参加者：宮村兵衛北陸地方整備局施工企画課長ほか13名

議題：建設機械整備に伴う課題について

■西部地区現場見学会

月日：11月25日（水）

場所：東海北陸自動車道等の大規模施設見学ほか

参加者：上田誠普及部会委員ほか16名

■除雪機械管理施工技術講習会

月日：11月10日（火）～26日（木）

のうち5日間

場所：魚沼市等5会場

講師：北陸地方整備局・各事務所、警察、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：808名（5会場）

■ 中 部 支 部

■広報部会

月日：11月4日（水）

出席者：西脇恒夫広報部会長ほか8名

議題：中部支部だより 第69号 編集会議

■調査部会

月日：11月9日（月）

出席者：山本芳治調査部会長ほか10名

議題：平成21年度秋季講演会 実施要領打合せ

■道路除雪講習会開催

高山会場：飛騨・世界生活文化センター

月日：11月18日（水）

参加者：25名

名古屋会場：昭和ビルホール

月日：11月19日（木）

参加者：49名

内容：①除雪における適切な管理について ②冬期の道路管理について

③除雪施工のポイント ④作業の安全と事故・ヒヤリハット ⑤交通事故防止について ⑥除雪機械の取扱い等

講師：中部地方整備局担当官、警察担当官、JCMA 担当者、除雪機械メーカー技術者等

■秋季講演会開催

月日：11月20日（金）

場所：名古屋通信会館

参加者：約200名

内容：「中部地方における社会資本整備について」講師／国土交通省中部地方整備局企画部長野田徹氏、「これからの建設機械施工技術に求められるもの」講師／(社)日本建設機械化協会施工技術総合研究所長見波潔氏

■運営委員会開催

月日：11月24日（火）

会場：昭和ビル9F

参加者：小川敏治支部長ほか24名

議題：①平成21年度上半期事業報告 ②平成21年度上半期経理概況報告 ③その他

■災害対策部会（災害対策用機械等の操作訓練）

月日：11月24日（火）～26日（木）

場所：国土交通省中部技術事務所

内容：平成21年度第2回災害対策用機械等の操作訓練が行われ、会員会社5社が訓練に参加

■広報部会

月日：11月30日（月）

出席者：西脇恒夫広報部会長ほか8名

議題：中部支部だより 第69号 編集会議

■ 関 西 支 部

■第138回JCMA会

月日：11月6日（金）

場所：瀬田ゴルフコース

参加者：深川良一支部長ほか7名

■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18日（水）

場所：竹中大工道具館，カワサキワールド

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26名

内容：①施設の見学 ②合同討論会（平成22年2月予定）のテーマと担当の検討

■建設用電気設備特別専門委員会（第359回）

月日：11月19日（木）

場所：中央電気倶楽部 会議室

議題：①「建設用負荷設備機器点検保守のチェックリスト」の検討 ②「建設用電気設備の接地工事指針」修正（案）の再審議

■広報部会

月日：11月25日（水）

場所：関西支部会議室

出席者：安田佳央広報部会長ほか4名

議題：①支部行事の実施結果について ②建設技術展2009近畿について ③平成21年度 施工技術報告会について ④「JCMA 関西」第97号の取組みについて ⑤支部機関誌のWeb化について ⑥その他

■企画部会

月日：11月26日（木）

場所：関西支部会議室

出席者：石瀬治武企画部会長ほか7名

議題：①運営委員会に提案する議題の審議 ②会員数の状況について ③行事関連について ④支部機関誌のWeb化について ⑤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26日（木）

場所：今庄365スキー場

参加者：78名

内容：①除排雪作業に伴う事故防止及び事例 ②メンテナンス実技指導 ③実技施工訓練

■ 中国 支 部

■情報化施工 体験セミナー

月日：11月9日（月）

場所：ソフトビジネスパーク島根

参加者：33名

内容：マシンコントロール実機試乗及び最新測量機器実測体験
①3Dドローザーシステム試乗
②3D-MCmmGPSシステム試乗
③TSGPS 転圧管理システム試乗

④TSを用いた出来形管理システム実測体験

■情報化施工 体験セミナー

月日：11月10日（火）

場所：テクノアークしまね大会議室・ソフトビジネスパーク島根

参加者：81名

内容：情報化施工の現状と山陰地区に於ける動向 国土交通省松江国道事務所 森下博之氏 ②情報化施工対応システムの詳細、施工までの流れと得られる効果について 西尾レントオール(株)・(株)トプコン販売・(株)ジツタ中国 ④マシンコントロール実機試乗会・最新測量機器実測体験 (3Dドローザーシステム試乗・3D-MC mmGPSシステム試乗・TSGPS 転圧管理システム試乗・TSを用いた出来形管理システム実測体験)

■第5回部会長会議

月日：11月12日（木）

場所：中国支部事務所

出席者：高倉寅喜部会長ほか8名

議題：①整備局との懇談会について ②下期運営委員会について ③建設技術フォーラムについて ④情報化施工について

■中国地方整備局と(社)日本建設機械化協会 中国支部との懇談会

月日：11月25日（水）

場所：八丁堀シャンテ会議室

出席者：中国地方整備局技術調整管理官 金山義延氏ほか9名・中国支部支部長 河原能久ほか10名

議題：①公共工事の品質の確保について（工事の積算・発注について、機械設備（修繕）工事及び機械設備点検業務について、総合評価方式による入札契約制度について、建設機械施工技士制度の活性化について） ②その他要望について（機械設備等の適切な維持管理とその対策（体制）の確保について、災害時における中国地方整備局所管施設応急対策業務について） ③その他（建設機械施工/継続学習制度（CPDS）の導入体制について

■ 四 国 支 部

■見学会の開催

月日：11月5日（木）

見学先：四国横断自動車道（鳴門JCT）及び徳島東環状線（東環状大橋及び末広・住吉高架橋）工事現場

参加者：16名

■運営委員会の開催

月日：11月24日（火）

場所：ホテル「パールガーデン」（高松市）

出席者：議決権総数：32名

出席議決権数：望月秋利支部長ほか28名（うち委任状10名）

その他出席者：高橋英雄会計監事ほか5名

議事：第1号議案 人事異動に伴う役員等の変更に関する件 第2号議案 平成21年度上半期事業報告に関する件 第3号議案 平成21年度上半期経理状況報告に関する件 第4号議案 平成21年度下半期事業計画（案）に関する件

その他：事務局からの連絡事項

■ 九 州 支 部

■企画委員会

月日：11月6日（金）

出席者：相川亮委員長ほか8名

議題：①情報化施工講習会の開催結果について ②現場見学会、施工技術発表会及び建設行政講演会について ③運営委員会の運営について

■運営委員会

月日：11月6日（金）

場所：福岡パークホテル

参加者：古川恒雄支部長ほか30名

議事：①平成21年度上半期事業報告について ②平成21年度上半期経理概況報告について ③臨時支部総会開催について

特別講演：福岡北九州高速道路公社 渡口潔理事長

演題：都市高速のはなし

■現場見学会

月日：11月10日（火）

場所：長崎市本河内低部ダム

参加者：田上事務局長ほか12名

編集後記

新年あけましておめでとうございます。

昨年は、米国、日本において新政権が発足し、景気刺激の新風を巻き起こすか期待されましたが、リーマンショックに端を発する景気低迷の悪夢の影響は大きく、先行きは依然不透明なままです。世界経済は、BRICs、特に中国に牽引される状況となっておりますが、これからは経済を拡大させながら、どう環境問題に向き合うかが重要な案件になると考えます。環境面では、「温室効果ガス25%削減」の鳩山イニシアチブが提唱され、先月の12月にはCOP15にて全地球規模での環境対策が議論されました。自動車業界では、ハイブリッド車、燃料電池車、電気自動車が一掃の勢いを削り、今まさに黎明期といった様相を呈していますが、これからの持続可能性を考えた場合、産官学の連携、そして我々一人一人の価値観、ライフスタイルを見直す時期を迎えたと痛感しています。

さて恒例となっている新年号のテーマ「建設機械」ですが、この分野でも、ハイブリッドに代表されるCO₂削減技術が進み、一昨年より各社から新型機の市場投入が開始されました。またIT、通信技術の発達に伴い、施行全体を統合管理する情報化施行時代に入り、ICTモデル工事数も拡大しました。将来的には、従来の建設機械の稼働分野の枠組み

を超え、関連事業・産業活動を交えた全産業トータルでの最適工法を配慮する時代になる事でしょう。

今回の特集号では、従来テーマに加え「次世代技術」として最近話題のパワードスーツを取り上げました。建設機械の概念を幅広くとらえた場合、将来の小型建機像の有力な候補になる可能性があります。また機械の性能評価の新技术として応用が期待できるデジタルマネキン技術を紹介しています。

また「国際貢献事業」として、アフガニスタン、カンボジア等で活躍している地雷処理機械を取り上げました。日本は国際貢献の分野において、資金は提供するが、汗を流さないと陰口を叩かれる事が多いのですが、今回の特集報文を読んでもらってもお解かり頂ける様に、機械の維持管理から学校設立まで、現地に根付いた国際貢献をされています。建設機械を応用し、地雷処理活動に従事されている方々の努力に改めて敬意を表します。

今年2010年は、日米欧での排ガス四次規制開始の前年となり、各メーカーは対応を迫られる事となりますが、日米欧からその他地域への経済シフトがより一層加速する事も予測されるため、バランスを重視した柔軟な舵取りが必要になると考えられます。

最後になりますが、お忙しい中執筆頂いた方々、話題を紹介して頂いた方々大変有難うございました。誌面を借りて厚く御礼申し上げます。

(富樫・山本)

機関誌編集委員会

編集顧問

浅井新一郎	今岡 亮司
上東 公民	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	田中 康順
塚原 重美	寺島 旭
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

岡崎 治義 (社)日本建設機械化協会

編集委員長代行

太田 宏 三井造船(株)

編集委員

森川 博邦	国土交通省
山田 淳	農林水産省
松岡 賢作	(独)鉄道・運輸機構
圓尾 篤広	(株)高速道路総合技術研究所
石戸谷 淳	首都高速道路(株)
高津 知司	本州四国連絡高速道路(株)
平子 啓二	(独)水資源機構
松本 敏雄	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)
富樫 良一	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
泉 信也	東亜建設工業(株)
斉藤 徹	(株)NIPPO
高木 幸雄	日本道路(株)
堀田 正典	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)
京免 継彦	佐藤工業(株)
久留島匡繕	五洋建設(株)
藤島 崇	施工技術総合研究所

2月号「地盤改良特集」予告

- ・砂浜侵食海岸における堤防等に係る全国調査と緊急対策
- ・実物大の空港施設を用いた液状化実験～耐震工法のコスト削減に向けて～
- ・自在ボーリングを用いた注入工法による液状化対策工法の開発
- ・三次元削孔による耐震補強・液状化防止工法の現状～カーベックス工法～
- ・中層混合処理工法における混合性能および掘削性能の向上～スラリー揺動攪拌工法(WILL工法)～
- ・大口径深層混合処理工法の施工管理システム～テノコラム工法～
- ・吉野川下流域における農地防災用水路の整備事業と空気連行型翼式超高压噴射工法の適用事例
- ・河川護岸の耐震強化対策と高圧噴射複合攪拌工法の適用
- ・低排泥低変位噴射攪拌工法「OPTジェット工法」
- ・間欠エアールとインナースクリーを併用した静的締固め工法の紹介～STEP工法～
- ・羽田再拡張事業D滑走路における管中混合固化処理船団
- ・羽田再拡張事業D滑走路建設における軽量混合処理土工
- ・大水深捨石投入均し船(KUS-ISLAND)
- ・DJM工法(粉体噴射攪拌工法-Dry Jet Mixing)の最新技術

No.719「建設の施工企画」 2010年1月号

[定価] 1部840円(本体800円)

年間購読料9,000円

平成22年1月20日印刷

平成22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	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支	〒980-0802 仙台市青葉区二丁目16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話 (025) 280-0128
中部支	〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26	電話 (052) 241-2394
関西支	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話 (082) 221-6841
四国支	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26	電話 (092) 436-3322

KOBELCO

さすがコベルコ!

選択される「商品」「社員」「会社」へ

“さすが”を
証明



後方超小旋回の小・中型機には

通常形の中・大型機には

極低騒音 低燃費

超低騒音基準より -5dB (SK70SRは -0dB)

当社従来機より $-18\sim 20\%$

SK70SR SK125SR
SK135SR [LC] SK225SR
SK235SR [LC]

SK200 SK210LC SK250
SK260LC SK330 SK350LC
SK460 SK480LC

※燃費は同等作業土量で比較

ACERA アセラ・ジオスペック
GEOSPEC

フルラインナップ完成!



全機種
オフロード法適合

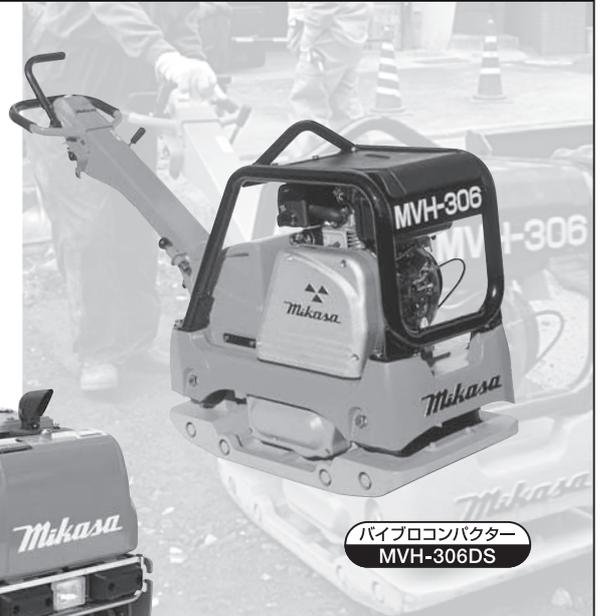
コベルコ建機株式会社 <http://www.kobelco-kenki.co.jp>

東京本社/〒141-8626 東京都品川区東五反田2-17-1 ☎03-5789-2111

多様な現場環境に柔軟に対応する技術とパワー。
 進化を続ける三笠が確かな未来を約束します。



バイブレーションローラー
MRH-600DSA



パイプロコンパクター
MVH-306DS



高周波バイブレーター
FX-40RB/FU-161



コンクリートカッター
MCD-216VDXS



タンピングランマー
MT-55L

三笠産業株式会社
 MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社 / 〒101-0064 東京都千代田区猿樂町1-4-3 TEL : 03-3292-1411 (代)
 ●営業所: 札幌 / 仙台 / 関越 / 長野 / 静岡 ●出張所: 山梨

三笠建設機械株式会社

本社 / 〒550-0012 大阪市西区立売堀3-3-10 TEL : 06-6541-9631 (代)
 ●営業所: 中部 / 金沢 / 中国 / 九州 ●出張所: 鹿児島 / 沖縄 / 四国

確かな技術で世界を結ぶ

Attachment Specialists

任意の高さに停止可能

パラレルリンクキャブ



パラレルリンクキャブ仕様車

車の解体・分別処理を大幅にスピードアップ

自動車解体機



自動車解体機

ワイドな作業範囲で効率の良い荷役作業

スクラップハンドラ



スクラップハンドラ仕様車

スクラップ処理で高い作業効率を発揮

リフティングマグネット



リフティングマグネット仕様車

船舶・プラント・鉄骨物解体に威力を発揮する

サーベルシア



MSD4500R

丸太や抜根を楽々切断する

ウッドシア



MWS700R (油圧全旋回式)



マルマテクニカ株式会社

■名古屋事業所

愛知県小牧市小針2-18 〒485-0037
電話 0568(77)3312
FAX 0568(77)3719

■本社・相模原事業所

神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号 〒229-0011
電話 042(751)3800
FAX 042(756)4389

■東京事業所

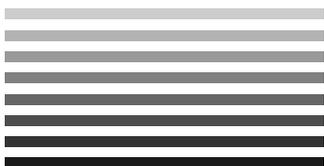
東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号 〒156-0054
電話 03(3429)2141
FAX 03(3420)3336

- (社)日本産業広告協会会員
- 学術誌広告業協会会員

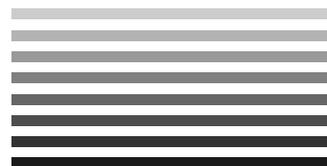


心から心へのメッセージ

We will serve you a message from heart to heart.



数ある情報誌のうちの確に
ユーザーの脳裏を捕えるものは？
それは学会・協会誌です。



的確な判断、敏速な対応そして広い視野を持った時、初めて時代の変化をキャッチし広告することの意義を考えさせられます。弊社は、皆様の心をアピールする手助けをモットーに心がけております。

お問合せ・お申し込みは・・・



学術・技術誌専門広告代理業
株式会社 共栄通信社

本社：〒105-0004 東京都港区新橋3-15-8 精工ビル5階
電話：03-5472-1801(代表) FAX:03-5472-1802
E-mail: info@kyoeitushin.co.jp
神戸出張所：〒655-0046 神戸市垂水区舞子台6-10-13-406
電話&FAX: 078-785-5658

本誌掲載広告カタログ・資料をご希望の方に・・・

建設の施工企画(月号) 広告掲載下記カタログを請求します。

ご 芳 名			
会社名(校名)			所属部・課名(学科)
所 在 地 (または住所)	〒	TEL	
		FAX	
会 社 名		製 品 名	

上記に所要事項ご記入の上(株)共栄通信社『建設の施工企画』係宛
(〒105-0004 東京都港区新橋3丁目15番8号 TEL03-5472-1801/FAX03-5472-1802)にお送り下さい。

それはいつまでも
青い空のために



コスモ **ECO** ディーゼル

「DH-2」対応
ディーゼルエンジンオイル
SAE 10W-30 / SAE 15W-40

美しい地球、豊かな環境を目指して
ひた走るパワー、コスモルブ・ウェイ

コスモ石油ルブリカンツの 環境対応潤滑油



省電力型油圧作動油

コスモ
スーパーエポック **UF**



省電力型工業用ギヤー油

コスモ
ECOギヤー **EPS**

それはいつまでも
蒼い地球のために

地球環境へ、

さらに新しい対応を求められている今、オイルもまた、次の課題をクリアする進化が問われます。
コスモ・ルブは、地球に、人に、優しい環境LUBEソリューションを提案してまいります。



コスモ石油ルブリカンツ株式会社

<http://www.cosmo-lube.co.jp/>

カスタマーサポートセンター：0120-15-4899

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー



主な特長

- カッター出力は330kWで、強力な切削力を発揮し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- 機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m（ケーブルハンガーを除く）
- 定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅9.5m
- 高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- 接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

KYB カヤバシステム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

<http://www.kyb-ksm.co.jp>

本社・営業/カスタマーサービス	〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル	TEL. 03-5733-9443
中部支店	〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町6番地2	TEL. 059-234-4139
西部支店	〒812-0016 福岡県福岡市博多区博多駅南1丁目7番14号 ボイス博多	TEL. 092-411-4998
三重工場	〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町6番地2	TEL. 059-234-4111

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他 産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。日本国内自社自力生産・直接修理を實踐中！

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機
フルラインアップ!!
リソーサー
ケーブルレス サテライト 離操作

Nシリーズ：微弱電波
Rシリーズ：産業用ラジコンバンド
Uシリーズ：429MHz帯 特定小電力
Gシリーズ：1.2GHz帯 特定小電力
ポーバ：防爆形無線機

- ◆ 業界唯一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応！
- ◆ 常に！業界一のコストパフォーマンス！
- ◆ 迅速なメンテナンス体制！
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい！
代々互換性を継承、補修の永続

スリムケーブルレス

より安価なオーダー対応を実現！

微弱電波・特定小電力
両モデル対応 Nシリーズ
Uシリーズ

2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

フルオーダー対応で
最大32点まで対応可！

- スリムなボディ…従来品(TX-5600)との体積比約88%
- 自由度の高い操作スイッチ配置など、多様なオーダー対応性
- 優れた耐塵防雨性能…送信機はIP65相当
- 衝撃に強い新ブラケースを採用
- 自社開発！新生2段階押しスイッチで高い耐久性
- パネルゴムに突起部を追加、操作感を向上(標準釦位置のみ)
- 見易くなった 電池残量告知ランプ付

標準型
RC-5708N

- 8操作8リレー
- 軽量・コンパクト受信機

セットで
15.75万円



標準型
RC-5712N

- 12操作12リレー
- 照明出力リレーの保持を標準採用

セットで
17.85万円



マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ
標準型

RC-6016N

- 16操作16リレー
- 最大24操作まで対応可能

セットで
21万円



防爆形無線機 対応可能
《ポーバ》(微弱電波・特定小電力)

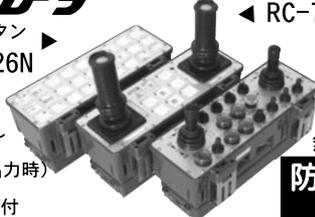
マイティサテライト

N/U/Gシリーズ

全押しボタン
RC-7126N

セットで
47.25万円

- 最大操作数64 (オープンコレクタ出力時)
- 見易くなった 電池残量告知ランプ付



3ノッチジョイスティック型
RC-7132N

セットで
94.5万円

ジョイスティック
2本装着オーダー例

無段変速対応可

防爆形無線機 対応可能
《ポーバ》(微弱電波のみ)

メガケーブルレス

N/U/Gシリーズ

標準型
RC-8416N

- 16操作16リレー
- 最大32リレーまで対応可能
- ハンディーなのにロータリー・トグルスイッチ装着可能
- 見易くなった 電池残量告知ランプ付

セットで
23.1万円



裏側
スイッチ
装着例

チップケーブルレス

コンパクトという選択肢!!
～機能を絞ると、こんなに小さくなりました～

微弱電波モデル
対応

標準型
RC-3208N

- 6操作8リレー

セットで
12.6万円



スリムなので
片手で握り替えずに、
逆正操作が行えます!

- スリム・小型・軽量
- 送信機ケース強度が増大!
- 防水性アップ(送信機はIP65)
- 価格がさらに安価に!
- 従来機と信号互換あり!



チップケーブルレス
(親指が遠くまで
届きます)

従来機
(ケーブルレス型)

ケーブルレスミニ

ポケットサイズの本格派!

微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応 N/Rシリーズ

- 3操作3リレー
- 最大5リレーまで対応可能

標準型
RC-4303N/R

セットで
10.5万円



リソーサー 離操作

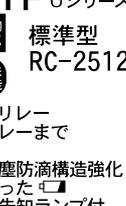
Nシリーズ
Uシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

標準型
RC-2512N

- 12操作12リレー
- 最大32リレーまで対応可能
- 送信機防塵防滴構造強化
- 見易くなった 電池残量告知ランプ付

セットで
23.1万円



価格もサイズも
ハンディー並み!



軽量コンパクト
ショルダータイプ

データケーブルレス

工夫次第で用途は無限!

微弱電波・特定小電力
両モデル対応 N/R/U/Gシリーズ

- 機器間の信号伝送に!
- 多芯の有線配線の代わりに!

標準型 セットで
TC-1305R 21.525万円

TC-1308N(微弱電波) 23.1万円



送信機
(外部接点入力型)
写真はUシリーズ

受信機

MAXサテライト

Uシリーズ
Gシリーズ

特定小電力
専用モデル

RC-9300U

- 多機能多操作 (比例制御対応可)

セットで
99.75万円



金属シャーシの
多操作・特注仕様専用機!!



無段変速ジョイスティック
2本装着例

無線式火薬庫警報装置

発破番 ES-2000R

アンテナ等の標準付属品付
セットで
42万円

ER-2000R(受信機) ET-2000R(送信機)

110dB/m

- 長距離伝送 到達距離約2km～(6km)
- 受信機から電話回線接続機能、携帯電話へもOK!
- 高信頼性 異常判定アルゴリズム
- 音声メッセージで異常箇所を連絡(受信側)
- 大音量警鳴音発生

無線化工事のことならフルライン、フルオーダー体制の弊社に今すぐご相談下さい。また、ホームページでも詳しく紹介しておりますのでご覧下さい。 朝日音響 検索



常に半歩、先を走る
ベンチャー企業創出支援投資 対象企業
朝日音響株式会社
〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部
FAX: 088-694-5544(代) TEL: 088-694-2411(代)
<http://www.asahionkyo.co.jp/>

東日本地区販売代理店/技術拠点
FAX 042-492-0411
東海地区販売代理店/技術拠点
FAX 0562-46-1908
大阪地区販売代理店
FAX 06-6393-5632

株式会社 広進
TEL 042-492-0410
(有)キノシタ・E・システムズ
TEL 0562-46-1905
中川システム
TEL 06-6393-5635

KOMATSU

Hybrid

燃費低減 25%を実現中!

もう! 現場標準です

ハイブリッド 続々稼働中

現場 日本全国津々浦々
工期 2008年6月~
施工者 全国のお客様



通常機比 燃料消費量(市場平均試算※)

25%低減

※建設機械の平均的使い方から算出した社内基準より試算

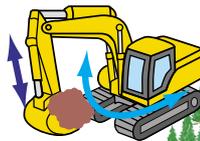
PC200 ハイブリッドは、旋回エネルギー回生するので、旋回時の負荷・旋回角度・旋回の頻度によって燃費低減効果が異なります。旋回角度が大きい作業においては25%以上の低減効果を得ることも可能です。お客様テストにおける実測データでは**最大41%**もの低減を実現した例もあります。
'08年6月の30台限定発売後、すでに稼働8500時間を超えるものも出ており、その高い信頼性のもと、燃料消費量とCO₂排出量を削減し続けます。

CO₂排出量も 25%削減

CO₂排出量の削減

PC200ハイブリッドによる標準機との1年間のCO₂排出量の削減量は...

杉の木 **748本**が
1年間に吸収する
CO₂量に相当



●年間1000時間稼働とし、杉の木1本(杉の木は50年杉、高さ20~30m)当たり1年間に平均約14kgのCO₂を吸収するものとして換算

世界初[※]

ハイブリッド建設機械 PC200 Hybrid

※市販車

ハイブリッドの詳細 ▶

<http://www.komatsu.co.jp/hybrid/top.html>

KOMATSU

コマツ 国内販売本部 〒107-8414 東京都港区赤坂 2-3-6
<http://www.komatsu-kenki.co.jp>

