

建設の施工企画 1

2009 JANUARY No.707 JCMMA

我が国初の中型電気ショベルと
各社の最新型ハイブリッド油圧ショベル

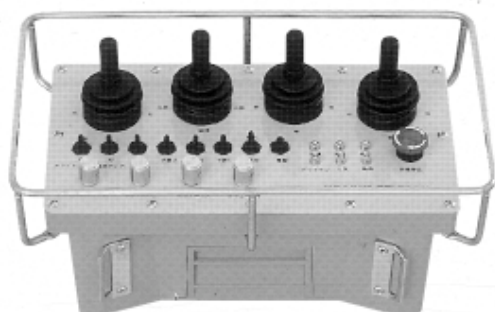


建設機械 特集

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



吉永機械株式会社

〒130-0021 東京都墨田区緑4-4-3 TEL. 03-3634-5651

URL <http://www.yoshinaga.co.jp>

平成21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。

受彰者には賞状、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、該当論文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（例年5月）の際に行います。

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. 応募は次頁「(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21年2月20日（金）（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)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 21 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 21 年 2 月 20 日(金)(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。

情報化施工研修会のご案内 ～ICT建設機械の实地研修～

社団法人 日本建設機械化協会

(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、本年7月より「情報化施工研修会」を開催しております。今年度内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。

記

1. 開催日： 平成21年 2月12日(木)～13日(金)
(以降の開催日程、開催日の追加・変更などの最新情報については、当協会ホームページにてご確認ください。)
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。（实地研修は道路路盤工で実施）
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 の初日1日) 定員:20名	○マシンコントロール(MC)を用いた 施工の概要 (システム構成、運用)を把握する ○マシンコントロール(MC)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)	25,000円/人
実務コース (2日間) 定員:20名	○設計図面を読み MC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施工の基本を習得する	①「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」の修了者 ②パソコン(エクセルなど)操作経験がある者	130,000円/人 ○研修用パソコンを利用(一人一台) ○「 研修修了証 」を発行

- ・現時点で日程が決まっている研修会では、トプコン社製のMCシステムを使用する予定です。
- ・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。また、主要箇所へのバス送迎を予定しております。
- ・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。

6. 講 師

- ・日本建設機械化協会 情報化施工委員会
- ・施工技術総合研究所
- ・その他、施工会社、建設機械メーカー、測量器械メーカーなどの専門家

7. 申し込み先：(社)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所(<http://www.cmi.or.jp/>)
〒417-0801 静岡県富士市大淵3154

f a x : 0545-35-3719 メール: joho-kenshu@cmi.or.jp

申込書に記入の上、郵送、Faxまたはメールにてお願いします。申込書は当協会ホームページ(<http://www.jcmanet.or.jp/>)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。申込み受付後、確認メールを送付致します。

8. 問い合わせ先：(社)日本建設機械化協会(担当：藤原)

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5-8(機械振興会館)

電話：03-3433-1501 f a x : 03-3432-0289

又は、(社)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所

電話：0545-35-0212 (担当：研究第三部 上石，総務部 引地)

※ 企業単位で研修を行いたいなどのご要望があれば、別途ご相談下さい。

「情報化施工研修会」参加申込書

20 年 月 日

No. _____

(フリガナ) 参加者氏名	(年齢： 才)			
機関名(会社名) 所属・役職				
連絡先住所	〒			
	TEL		FAX	
E-mail				
希望コース	※どちらかに○をお付け下さい。 1. 体験コース (25,000円/人) 2. 実務コース (130,000円/人)			
受講資格の確認	※どちらかに○をお付け下さい。 1) 「車両系建設機械運転技能講習(整地・運搬・積み込み用及び掘削用)」 の修了 ・ 済 ・ 未 2) パソコン(エクセル等)経験 ・ あり ・ なし			
請求書	※どちらかに○をお付け下さい。 必 要 ・ 不 要 通			
	※その他必要な送付書類(見積書、領収書等)をご記入下さい。			
送金日	※あらかじめお分かりでしたらご記入下さい。 月 日 銀行 支店より送金			

※申込の人数が少ない場合、中止する場合があります。また、定員オーバーなどの場合、受付をお断りする場合がありますので、予めご了承願います。

ゆきみらい2009in高岡の概要

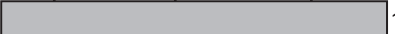
■概 要

- ❖名 称／ゆきみらい2009in高岡
- ❖開催期間／平成21年2月12日(木)～2月14日(土)
- ❖開催場所／富山県高岡市
- ❖主 催／「ゆきみらい2009in高岡」実行委員会
(国土交通省、富山県、高岡市、社団法人 北陸建設弘済会、社団法人 雪センター、
社団法人 日本建設機械化協会、高岡商工会議所、社団法人 高岡青年会議所、
中日本高速道路株式会社 金沢支社)

■実施内容

- ❖ゆきみらいフォーラム
 - ・開催日／平成21年2月12日(木)14:00～17:00
 - ・会 場／ウイング・ウイング高岡4Fホール<高岡市末広町1-7>
 - ・実施主体／「ゆきみらい2009in高岡」実行委員会<北陸地方整備局(企画部)主体>
- ❖ゆきみらい研究発表会(第1～3分科会)
 - ・開催日／平成21年2月13日(金)9:30～16:00
 - ・会 場／ウイング・ウイング高岡4F、5F <高岡市末広町1-7>
 - ・実施主体／「ゆきみらい2009in高岡」実行委員会<北陸地方整備局(道路部)主体>
- ❖ゆきみらい見本市(※2/12(木)9:45より、ゆきみらい全体のオープニングセレモニーを行う。)
 - ・開催日／平成21年2月12日(木)～14日(土)10:00～17:30 ※最終日は15:00まで
 - ・会 場／ウイング・ウイング高岡1F <高岡市末広町1-7>
 - ・実施主体／「ゆきみらい2009in高岡」実行委員会<富山県・高岡市主体>
- ❖除雪機械展示・実演会(※2/12(木)10:30より、除雪機械展示・実演会のオープニングセレモニーを行う。)
 - ・開催日／平成21年2月12日(木)10:00～17:00、13日(金)10:00～15:00
 - ・会 場／高岡文化の森 特設会場<高岡市中川1>
 - ・実施主体／(社)日本建設機械化協会

※県内外から高岡に来て頂いた参加者との意見交換や親交を目的とし交流会を開催予定。
開催日／平成21年2月12日(木)18:30～

	1日目 2/12(木)	2日目 2/13(金)	3日目 2/14(土)
①ゆきみらいフォーラム	14:00 	17:00	
①ゆきみらい研究発表会		9:30 	16:00
②ゆきみらい見本市	10:00 		15:00
③除雪機械展示・実演会	10:00 	15:00	

○時間については、変更の場合もあります。

○これらの内容につきましては、下記でもご覧いただけます。

開催全体案内HP・・・高岡市ホームページ (<http://www.city.takaoka.toyama.jp/>)

○お問い合わせ等に関しましては、下記実行委員会事務局まで御連絡下さい。

○実行委員会事務局：〒939-0192 富山県高岡市福岡町大滝 12 高岡市福岡庁舎内

TEL 0766-64-1453

よくわかる建設機械と損料

発刊のご案内

当協会では平成18年4月に「平成18年度版 建設機械損料の解説と機械一覧」を発刊、機械損料とは何か、損料算定表に掲載されている建設機械はどんなものか、どのメーカーのどの型式が特定の規格に該当するのかなどの情報を提供して来ました。

本書は、この既刊本の内容を大幅に刷新し、名称も「よくわかる建設機械と損料」に変更し発刊するものです。

まず機械損料や損料補正などについては、より分かりやすく平易な表現で解説を加えており、平成20年度版建設機械等損料表における改正ポイントも一覧表にして掲載しています。

また、関連通達・告示についても、それらの位置づけと要旨をわかりやすく解説しています。

建設機械などについては最新の情報を織り込むとともに、損料算定表に掲載されている「ほぼほとんどの機械・機器(分類コード7桁で表現される機種)」について、その概要・特徴をわかりやすく解説しています。

さらに、索引においては建設機械等の一般的な呼び名(総称・俗称)からでも、その機械が平成20年度版損料算定表の何ページに掲載されているのかを調べられるよう工夫しており、損料本の全般についてわかりやすさ、使いやすさを追求した構成となっています。

機械損料に関する理解を深め、損料算定表の適切な活用方法を習得するために、必ずや参考になるものと考えます。

是非とも本書をご活用頂きますようご案内致します。

■掲載内容

1. 損料算定表の解説
2. 特殊機械の機械損料
3. 関連通達・告示の解説
4. 建設機械等の分類・概要と主要メーカー・型式名
5. 索引

①損料、損料補正、損料算定表などについて、より分かりやすく解説。
②H20年度版損料算定表の改正内容を記述。

H20損料表に掲載した22の文書の要旨を記述。

ほとんどの機械・機器について概要を記述。

機械の総称・俗称からページ検索が可能。

■本の体裁 B5判 約380ページ(一部カラー刷)

■発刊期日 2008年12月16日

■予定価格(消費税を含む)

- ・会員価格 4,300円
- ・一般価格 4,900円

■予定送料 450円

社団法人 日本建設機械化協会

橋梁架設工事の積算

平成20年度版

∞∞∞改訂・発刊のご案内∞∞∞

平成20年4月 社団法人 日本建設機械化協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

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

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準、建設機械等損料算定表等が改正され、平成20年4月以降の工事費の積算に適用されることに伴い、また近年の橋梁架設工事の状況、実績等を勘案し、当協会では「橋梁架設工事の積算 平成20年度版」を発刊致しました。

なお前年度版同様、橋梁の補修・補強工事の積算に際し、その適用範囲や積算手順をわかりやすく解説した「橋梁補修補強工事積算の手引き 平成20年度版」を別冊(セット)となっています。

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

敬 具

◆内容

平成20年度版の構成項目は以下のとおりです。

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



◆改訂内容

平成19年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

- 1. 共通(鋼橋、PC橋)
 - ・共通仮設費率の改訂
 - ・架設用仮設備機械等損料算定表の改訂
 - ・機械設備複合損料の改訂
- 2. 橋種別
 - 1) 鋼橋編
 - ・設備損料の諸雑費の改訂(ケーブルクレーン、送出し設備、門型クレーン、トラベラクレーン等)
 - ・架設桁組立・解体歩掛の改訂
 - 2) PC橋編
 - ・プレグラウトPC鋼材縦締工歩掛の新規設定
 - ・コンクリート床版の炭素繊維補強工法の吊足場改訂

●B5判／本編約1,120頁(カラー写真入り)
別冊約120頁 セット

●定価

非会員：8,400円(本体8,000円)
会 員：7,140円(本体6,800円)

- ※ 別冊のみの販売はいたしません。
- ※ 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 600円
沖縄県 450円(但し県内に限る)

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

●発刊 平成20年4月28日

大口径岩盤削孔工法の積算

平成20年度版

∞∞改訂・発刊のご案内∞∞

平成20年6月 社団法人 日本建設機械化協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

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

本協会では、平成18年5月に「大口径岩盤削孔工法の積算 平成18年度版」を発刊し、関係する技術者の方々に広くご利用いただいております。

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準、建設機械等損料算定表等が改正され、平成20年4月以降の工事費の積算に適用されることに伴い、当協会では内容をより充実し、わかりやすく解説した「大口径岩盤削孔工法の積算 平成20年度版」を発刊致しました。

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

敬 具

◆ 内 容

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 |

◆ 改訂内容

平成18年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

- ・ 国交省の建設機械等損料の改正等に伴う関連箇所の改訂
- ・ 歩掛改正に伴うケーシング回転掘削工法の変更
- ・ 標準積算例をよりわかりやすく解説
- ・ 施工条件等に対応した岩盤削孔技術事例の紹介
- ・ “よくある質問と回答”の記載

● 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）

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

● 発刊 平成20年5月30日



写真でたどる 建設機械 200 年

発刊のご案内

油脂技術委員長などを務めたコマツの大川聡氏が、長年の博物館や文献調査に基づき世界の建設機械の歴史を取り纏めました。本書では建設機械が出現する以前の人力器械の時代から、1800年初頭の蒸気浚渫船や蒸気ショベルの発明に始まり、現在に至る200年間の建設機械の歴史を約350葉の写真と図でたどることができます。

建設機械に全く初めての方でも分かるように平易な解説になっており、また建設機械を熟知されている方にとっても本邦初の写真の掲載等もあり、皆様に役立ち愉しめる内容となっています。

写真でたどる 200 years of construction vehicles in photographs

建設機械 200年

社団法人日本建設機械化協会
大川 聡 著
Satoshi Ohkawa



2003 キャタピラー789Bダンプトラック（アメリカ）



1954 小松製作所 HD150-1ダンプトラック（日本）



1922 ロジャーストラクター&ハーレー社4輪駆動トラクター（アメリカ）



1924 コムナークローラトラクター（ソビエト）

初めてまとめられた 建設機械の写真集

建設機械（建機）は、様々な建築現場や災害現場などで活躍し、人々の生活を豊かなものにしていく。ふたんにすることが少なく、一般的に余り知られていない。建機の世界をここに明らかにする。



●主な掲載内容（全15章）

1. 18世紀以前の人力による建設器械
2. 蒸気式建設機械の誕生
3. 蒸気トラクタや蒸気ショベルの発達
4. クローラの発達史
5. ガソリンエンジン式建設機械の出現
6. ディーゼルエンジンへの移行
7. 第2次世界大戦前後の建設機械
メーカーの状況
8. 戦後の建設機械の技術革新
9. 最近の建設機械の流れ

●A4判、128頁

●平成20年6月発刊

●定価2,800円

（税込み2,940円）送料450円

●会員価格2,372円

（税込み2,490円）送料450円

◆ 日本建設機械化協会『個人会員』のご案内 ◆

会 費：年間 9,000円

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

★個人会員の特典

- 「建設の施工企画」を機関誌として毎月お届け致します。(一般購入価格 1冊840円/送料別途)。
「建設の施工企画」では、建設機械や建設機械施工に関わる最新の技術情報や研究論文、本協会の行事案内・実施報告などのほか、新工法・新機種の紹介や統計情報等の豊富な情報を掲載しています。
- 協会発行の出版図書を会員優待価格(割引価格)で購入できます。
- シンポジウム、講習会、講演会、見学会等、最新の建設機械・建設機械施工の動向にふれることができる協会行事をご案内するとともに、会員優待価格(割引価格)で参加していただけます。

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非ご入会下さい!!

◆ 社団法人 日本建設機械化協会について ◆

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

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

社団法人 日本建設機械化協会とは…

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

■会員構成

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

■主な事業活動

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

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械化協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

【お問い合わせ・申込書の送付先】

社団法人 日本建設機械化協会 個人会員係

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

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

建設の施工企画

2009 年 1 月号 No. 707

目 次

建設機械 特集

7	巻頭言 新年のご挨拶	辻 靖三
8	省エネルギー対策の現状と今後の方向性	資源エネルギー庁 省エネルギー対策課
12	月面開発と建設機械	金森 洋史
18	「ファンタジー営業部」民間国際ロボット救助隊検討における夢の建機	岩坂 照之・荒川 輝昭
25	写真でたどる建設機械 200 年	大川 聡
30	ハイブリッド油圧ショベル	井上 宏昭
35	建設機械のハイブリッド化とハイブリッドショベル	落合 正巳・園田 光夫
40	7t 級ハイブリッドショベルの開発	鹿児島昌之
45	バッテリーハイブリッドフォークリフト	吉田 正志
49	ブルドーザ, ホイールローダの省エネ技術—燃料生産性の向上を目指して—	河埜 修次
53	移動式クレーンの環境対応	森 和誉
58	高所作業車の省エネ機能 簡易ハイブリッドシステムの試み	川上 謹司
62	振動ローラのポリゴンドラム および エコモード — CO ₂ 排出量削減を実現する振動ローラの最新技術—	橋本 毅
66	小規模現場対応 小型フォームドアスファルトプラントの開発	平藤 雅也
71	建設機械省燃費運転の普及活動	乾 寛
76	交流の広場 電力回生ブレーキ技術の変遷	佐々木拓二
85	ずいそう “一本柔道”	谷本 歩実
86	ずいそう オリンピック出場・クレー射撃	中山由起枝
87	ずいそう 次期大統領選出の瞬間を現地で体感して	伊勢木浩二
88	CMI 報告 D - GPS を用いた建設機械 (草刈機) の稼働状態 把握システムの開発検討	榎園 正義
94	新機種紹介	機関誌編集委員会
99	統 計 「国土交通政策のこれからの方向性 (重点政策)」の概要	107 行 事 一 覧 (2008 年 11 月)
106	統 計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移	110 編 集 後 記

◇表紙写真説明◇

ショベルの変遷

写真提供: 大川聡氏, コマツ, 日立建機(株), コベルコ建機(株)

1930 年日本初の神戸製鋼所 50 - k 中型電気ショベルは, 米ビサ イラス製ショベルを参考に開発された。デンプ容量 1.5 m³ である。最新型ショベルは, 各社から 2008 年より発売されたハイブリッド油圧ショベルである。これらは, 大幅な燃費低減を達成する事により, 機械施工において機械サイドから地球温暖化問題に対応する事を目指している。

2009 年 (平成 21 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 8

キャタピラー・ジャパン(株).....後付 3
コベルコ建機(株).....後付 2
コマツ.....表紙 4
【ク】大和機工(株).....表紙 2

(株)鶴見製作所.....後付 7
【マ】マルマテクニカ(株).....後付 5
三笠産業(株).....後付 4

【ヤ】吉永機械(株).....表紙 2
【ラ】(株)流機エンジニアリング.....後付 1

平成 21 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。

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：

「(社)日本建設機械化協会 会長賞募集要領」によります。

提出期限：

平成 21 年 2 月 20 日（金）（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>

情報化施工研修会 参加のご案内

下記の通り、「情報化施工研修会」の参加をご案内致します。

開催日：平成 21 年 2 月 12 日（木）～13 日（金）

場 所：(社)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所 情報化施工・安全教育研修センター

研修会のコース：①体験コース（MC を用いた施工概要の把握、MC 用データを使用した実機施工の試乗体験）／25,000 円（1 日）

②実務コース（MC 用データ作成、出来形管理の基本習得、実機を用いた実習）／130,000 円（2 日間）

申込先：(社)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所

〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154

FAX：0545-35-3719

e-mail：joho-kenshu@cmi.or.jp

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

申込書に記入の上、郵送、FAX ま

たは e-mail にてお申込みください。

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会（担当：藤原）

TEL：03-03433-1501

FAX：03-3432-0289

(社)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所（担当：研究第三部 上石、総務部 引地）

TEL：0545-35-0212

平成 20 年度版 建設機械等損料表 購入のおすすめ

—機械経費積算に必携—

■国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づいて編集

■損料算定例や損料表の構成を解説

■機械損料等に関係する通達類を掲載

■各機種の燃料消費量を掲載

■各種建設機械の概要を紹介

■当協会発行「日本建設機械要覧」の参照頁を掲載

発行：平成 20 年 4 月

体裁：B5 判 約 600 頁

価格：（送料別途）

一般 7,700 円（本体 7,334 円）

会員 6,600 円（本体 6,286 円）

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 総務部

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

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

写真でたどる建設機械 200 年 購入のおすすめ

本書では建設機械が出現する以前の人力器械の時代から、1800 年初頭の蒸気浚渫船や蒸気ショベルの発明に始まり、現在に至る 200 年間の建設機械の歴史を約 350 葉の写真と図でたどることができます。

■主な掲載内容（全 15 章）

1. 18 世紀以前の人力による建設器械

2. 蒸気式建設機械の誕生

3. 蒸気トラクタや蒸気ショベルの発

達

4. クローラの発達史

5. ガソリンエンジン式建設機械の出現

6. ディーゼルエンジンへの移行

7. 第 2 次世界大戦前後の建設機械メーカーの状況

8. 戦後の建設機械の技術革新

9. 最近の建設機械の流れ

発行：平成 20 年 6 月

体裁：A4 判 128 頁

価格：（送料別途）

一般：2,940 円（本体 2,800 円）

会員：2,490 円（本体 2,372 円）

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 総務部

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

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



出 展 の ご 案 内

International Exhibition for Construction
Equipment & Technology



CONET2009

平成
21年度

建設機械と施工技術展示会

2009年6月25日(木)～28日(日)

10:00～17:00 (最終日は16:00まで)

幕張メッセ

(9・10・11ホールおよび屋外展示場)



未来を築く先端技術がここにある。

主催／社団法人 日本建設機械化協会

後 援／国土交通省 経済産業省 農林水産省 総務省消防庁 防衛省

(独) 水資源機構 (独) 森林総合研究所 (独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構

(独) 都市再生機構 日本下水道事業団 千葉県 千葉市 (順不同、申請予定)

協 賛／(社) 日本土木工業協会 (社) 日本道路建設業協会 (社) 日本機械土工協会

(社) 全国建設機械器具リース業協会 (財) 国土技術研究センター (財) 先端建設技術センター

(財) 道路保全技術センター (財) 日本建設情報総合センター (社) 河川ポンプ施設技術協会

(社) 全国クレーン建設業協会 (社) 日本基礎建設協会 (社) 軽仮設リース業協会

重仮設業協会 (順不同、申請予定)

企画・運営／アテックス株式会社

www.conet2009.jp

■開催にあたって

(社)日本建設機械化協会は、重要な事業活動として発足当初の1949年から「建設機械と施工技術の展示会」を開催し、建設機械分野の発展を担ってきました。以来、わが国の最高水準の建設機械と施工技術の展示会として、国内をはじめアジア各国を含む海外から高い評価と関心を獲得し、今回で41回目の開催となります。

2009年は前回の2006年から3年を経っていますが、最近の社会的に関心が特に高い「先端技術」「環境」「安全・安心」を中心テーマとし、建設機械の技術を結集して「未来を築く先端技術がここにある」を広くアピールできる場を企画しました。

建設機械を中心に施工技術、仮設機材、ICT関連機器等、関連する分野を網羅した展示とし、ユーザーや事業主体の課題解決の展示会を目指し、併せて世界に誇る日本の科学技術の一環として建設機械、施工技術を広く一般来場者にもアピールしていきます。

関係各位におかれましては CONET2009 の趣旨をご理解いただき、積極的なご参画・ご支援を賜りたくお願い申し上げます。

社団法人 日本建設機械化協会
会長 辻 靖三

開催概要

名 称:  **CONET2009** International Exhibition for Construction Equipment & Technology JCOMA **平成21年度 建設機械と施工技術展示会 (CONET2009)**
International Exhibition for Construction Equipment & Technology

会 期: 2009年6月25日(木)～28日(日)
10:00～17:00 (最終日は16:00まで)

搬 入: 6月22日(月)～24日(水)

搬 出: 6月28日(日)会期後～29日(月)午前中

会 場: 幕張メッセ (9・10・11ホールおよび屋外展示場)
〒261-0023 千葉県千葉市美浜区中瀬2-1

主 催: 社団法人 日本建設機械化協会

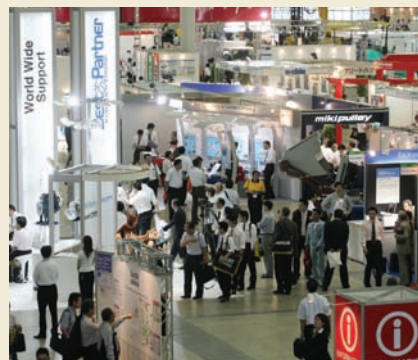
後 援: 国土交通省 経済産業省 農林水産省 総務省消防庁 防衛省
(独)水資源機構 (独)森林総合研究所 (独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構
(独)都市再生機構 日本下水道事業団 千葉県 千葉市 (順不同、申請予定)

協 賛: (社)日本土木工業協会 (社)日本道路建設業協会 (社)日本機械土工協会
(社)全国建設機械器具リース業協会 (財)国土技術研究センター
(財)先端建設技術センター (財)道路保全技術センター
(財)日本建設情報総合センター (社)河川ポンプ施設技術協会
(社)全国クレーン建設業協会 (社)日本基礎建設協会
(社)軽仮設リース業協会 重仮設業協会 (順不同、申請予定)

企画・運営: アテックス株式会社

展示規模: 国内外150社/団体 (予定)

入 場 料: 無料 (登録制、Web事前登録可)



■出展のメリット

1 製品・技術 PR に最適! 建設機械と施工技術が集う国内最大の展示会

- 建設機械・技術に関わる製造・販売業、レンタル業、建設コンサルタントなど幅広い業界関係者が来場します。
- 業界や世代を越え、あらゆる来場者を誘致します。環境配慮、社会貢献を展示や実演にて広く PR することができます。

2 周辺分野も包括した幅広い出展構成により、活発な情報交流を実現

- 建設機械・機材・部品等のユーザーや異業種の来場が新たな製品・技術 PR の場を創出します。
- 出展者同士の情報交換・業務提携や周辺業種への自社 PR を効果的に行うことができます。

3 建設産業界の「いま」にスポットをあてた充実の併催企画

- 専門性の高い企画展示・セミナーを開催し、建設産業界関係者の来場を促進します。
- 業界に捉われない多目的なイベントを開催し、建設産業界の内外から関心を喚起します。

■ 出展対象・来場対象

出展対象 (建設機械・部品メーカー、建設業、測量機械・施工管理機械メーカー、建設コンサルタント、建設関連団体、レンタル業 など)



① 建設機械 (大型・小型)

ブルドーザ、掘削機械、積込機械、運搬機械、クレーン、基礎工事機械、骨材生産機械、トンネル工事用機械・設備 など



② 仮設機材

足場・手摺材、型枠材、配管材、ポンプ、山留め材 など



③ 施工技術

建設工法、土木工法、建築工法、環境対策工法、土地改良工法 など



④ 作業用品・備品

作業服、防寒着、防塵服、つなぎ、安全靴、ヘルメット、ゴーグル など



⑤ アタッチメント・部品

油圧ブレード、破碎機、鉄筋カッター、バケット、エンジン、タイヤ、ワイヤロープ、整備・検査機器、ガラス、ライト、稼動記録計 など



⑥ メディア・団体・その他

新聞・雑誌、広告、インターネット関連、コンサルティングサービス など



⑦ ICT関連製品

CAD、CAE、解析ソフト、積算ソフト、施工管理ソフト、電子入札、測量機器、情報化施工機器、施工管理機器、接近検知・警報機器、GPS など

特 設 ゾ ー ン

先端技術ゾーン

先端施工技術、情報化施工技術、位置情報関連機器、遠隔稼動情報収集 など

環境ゾーン

排気ガス対策、振動・騒音対策、CO₂削減、建設副産物リサイクル など

安全・安心ゾーン

災害対策、災害救助、災害復旧、交通安全、福祉 など



来場対象

建設機械製造業

建設業

建設機械販売・サービス業

機材・部品等製造販売業

リース・レンタル業

商社・ディーラー

建設コンサルタント

官公庁・団体等

報道関係

一般

学生

■ 併催企画

■ セミナー・講演

● 出展者プレゼンテーションセミナー

会場内特設ステージにて、新製品の発表会や濃密な技術紹介が可能です。

※開講費用は別途有料。後日、ご案内を送付いたします。

● 主催者セミナー

行政機関、各種団体との連携のもと、経営者・学識者らによるセミナーを予定しています。Web サイト、Eメール配信、新聞・雑誌等にて情報を公開し、来場を促進します。



■ 併催イベント

「先端技術」「環境」「安全・安心」の3種類の企画展示コーナーや、建設機械を用いた実演・デモンストレーションの他、特殊車両の展示等を予定しています。また、一般来場者の興味を引くイベントも多数開催を予定しています。

【予定】

主催者コーナー（「先端技術」「環境」「安全・安心」企画展示）、働く乗り物展示コーナー、建設機械操作競技会コーナー、建設機械試乗会、全国物産展、プラモデルパビリオン など



■ 来場者誘致のためのプロモーション活動

● 公式 Web サイト

事前来場登録システム、出展者一覧、各種イベント・セミナーの案内等、来場に直結する最新情報を随時公開します。

www.conet2009.jp

● 特別招待券の発送

出展者はもちろん、各種関連団体および個別会員企業、報道関係者他、多数の来場対象に直接招待券を発送します。

● VIP 招待サービス

出展者および VIP 顧客に入場を限定したラウンジを設営し、より専門的かつ濃密な情報交換の場を提供します。

● 広告展開・パブリシティ活動

建設・土木専門誌、日刊紙、スポーツ誌、Web 等への広告掲載を実施し、業界関係者・ユーザーのみならず一般生活者へも広範に告知します。また、記者発表会、プレスリリースの配布など、積極的に PR 活動をおこないます。

■ 出展要項

1. 展示規格・料金について

(1) 並列小間・複列小間

① 基礎小間

隣接する小間がある場合、境界を仕切るバックパネル、サイドパネル、小間番号板を主催者の負担で設置します。

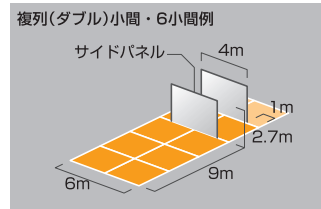
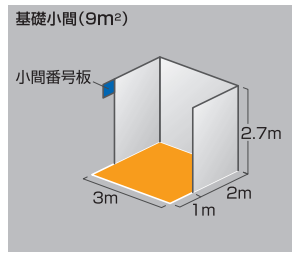
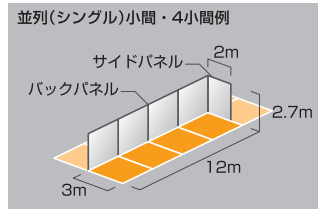
※カーベットは含まれません。

※角小間など隣接する小間のない場合、サイドパネルは設置しません。

※複列小間は4小間以上からの申し込みとなります。

② 小間規格

小間(9㎡)は以下の2種類があります。



③ 出展小間料金(税込)

会 員	300,300円/屋内1小間
非会員	346,500円/屋内1小間

1小間=9㎡(間口3m×奥行3m×高さ2.7m)

※(社)日本建設機械化協会の本部・支部団体会員のお申込については、会員料金が適用されます。

④ 角小間指定料金(税込)

1〜3小間をご希望の場合は、出展申込時に、有料で角小間をご指定いただけます。

会 員・非会員	52,500 円
---------	----------

※小間数に関わらず、上記の料金です。

※指定のない小間に関しては、小間数、申し込み順等を考慮して配置します。

※4小間以上お申し込みの場合は、原則として角小間になります。

(2) スペース小間

原則として4方向を通路とした、展示ホール内のスペースのみを提供します。

※㎡単位での受付となります。ご希望に添い兼ねる場合もありますのでご了承ください。

※間仕切となるパネルは設置しません。

※エンジン駆動による実演はできません。

① 出展小間料金(税込)

会 員	~200㎡以下	20,790円/㎡
	200㎡超~300㎡以下	19,635円/㎡
	300㎡超~400㎡以下	18,480円/㎡
	400㎡超~	17,325円/㎡
非会員	—	24,255円/㎡

(3) 屋外展示・実演

屋外展示場(北側・南側)に、展示スペースのみを提供します。

エンジン駆動による実演が可能です。

※㎡単位での受付となります。ご希望に添い兼ねる場合もありますのでご了承ください。

※間仕切となるパネルは設置しません。

① 屋外出展小間料金(税込)

会 員	5,775円/㎡
非会員	9,240円/㎡

② 注意事項

- ・雨天、強風等の悪天候により、実演等ができない場合があります。
- ・天候不良の場合であっても出展料金の返金には応じられません。予めご了承ください。
- ・JR京葉線の線路沿いとなりますので、列車通過時には騒音があります。
- ・施工にあたっては、掘削はできません。

● 出展小間料金に含まれるもの

- (1) 出展スペース
- (2) バックパネル、サイドパネル(隣接小間のある場合のみ)
- (3) 特別招待券(出展小間数に応じた規定枚数)
- (4) 公式Webサイト、会場案内図、公式ガイドブックへの社名・出展内容掲載
- (5) 主催者による企画運営費および広告宣伝費
- (6) 主催者による安全管理費、要員費および警備費

● 出展小間料金に含まれないもの

- (1) 出展者の自社小間の装飾、設営、運営費
- (2) 自社小間内の電気・水道・ガス等設備工事費および使用料
- (3) 自社出展機器などに対して付保した損害保険料
- (4) 展示・実演および搬入・搬出作業の際に発生した対人・対物事故などにかかる費用
- (5) 法令および展示規則に基づく展示装飾等の改修費用
- (6) その他、出展小間料金に含まれない費用

2. 小間位置の決定

各出展者の小間位置は、出展内容、出展規模、実演の有無、出展申込順等を考慮し、会場計画に基づき主催者が決定します。

3. 出展申込方法について

① 申込方法

出展申込書(別添)に必要な事項をご記入の上、下記運営事務局にご提出ください。

CONET2009 運営事務局

〒100-6012 東京都千代田区霞が関3-2-5 霞が関ビル12階 アテックス(株)内

申込期限：2009年2月25日(水)

※但し、スペースがなくなり次第締め切ります。

② 申込の保留・取り消し

出展内容が本展示会の趣旨にそぐわないと判断した場合、事務局はその受付を保留または拒否することがあります。

4. 料金の支払いについて

① 出展小間料金の支払い方法

主催者が申込書記載内容を確認の後、請求書を送付します。

支払期限までに指定口座にお振込みください。

支払期限：2009年3月25日(水)

※振込手数料は出展者にてご負担願います。

② 出展申込の解約(キャンセル)

一度申し込みされた出展の取り消し・変更は原則としてできません。万一、出展申込者の都合により、出展の取り消しまたは変更があった場合は、下記の通り解約料を申し受けます。なお、出展申込のキャンセルは、書面にてのみ受理します。

書面による解約通知を受領した日	解約料
2009年3月25日以前	出展小間料金の50%
2009年3月26日以降	出展小間料金の100%

■ スケジュール

2008年10月下旬	出展募集開始
2009年 2月25日	出展申込締切
3月25日	出展小間料金 支払期限
3月下旬	出展者説明会・記者発表会 出展マニュアル配布 プースレイアウト発表
6月22日~24日	小間装飾工事・搬入日
6月25日~28日	CONET2009会期
6月28日 会期後~29日午前中	搬出日

■ 会場アクセス

● 会場：幕張メッセ(JR京葉線、海浜幕張駅徒歩5分)

※ご来場の際は、できるだけ公共交通機関をご利用ください。



■ 主催

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(代表) FAX: 03-3432-0289

www.jcmanet.or.jp

■ お申し込み・お問い合わせ

CONET2009 運営事務局

〒100-6012 東京都千代田区霞が関3-2-5 霞が関ビル12階 アテックス(株)内

TEL: 03-3503-7807 FAX: 03-3503-7620 E-mail: info@conet2009.jp

www.conet2009.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。

本年 2009 年は(社)日本建設機械化協会にとって、昭和 24 年 (1949) の創設以来、60 年目にあたります。設立当初の日本の状況は、戦災で国土は荒廃し外地から帰還した人々を含めいかに生活していくかという危機であり、そのためには国土を復興して、食糧、エネルギーを確保し、水害等から安全な生活の場を早く整備することが最大の課題でありました。その状況で国土建設は重大な使命であり、その展開に当っては建設の主役に機械力を投入することでした。まさに建設の機械化であり、当協会の発足は時代に適うものであり、機械製作者、それを駆使する工事施工者が一体となり、公共事業者側との連携プレーで推進するという重要な役割を果たしてきました。

爾来、高度経済成長期、オイルショック期、バブル経済とその破綻期等を経て今日に至ってきています。しかし特に昨年はまさに世界、国内において政治、金融経済、エネルギー・食糧・鉱物資源等についての重大事態が勃発し大波乱の年でした。年明けても危機状態は継続しており、今年の展開も有識者でも予測困難な混迷状態となっています。当協会創設時と今日の状況は全く異なるものであり、60 年間の変り様はその間生活体験してきた世代にとっては別世界の感です。

しかし、国民の活動と生活の場である国土造りはどんな時代でも国民が将来生きていく国家の基盤となる

資産形成であり、時代で課題の変遷はあるもののそれに適った投資は着実に積み重ねなければ生き残れません。建設事業分野においては、事業の効率性・省コスト・環境保全がより一層求められ、それを実現する設計・工事・維持管理ではそのプロセス全体での効率化・環境保全・安全性向上が普遍的に取り組んでいかなければなりません。そのために重要なのは新技術・新材料の導入、人材育成、関連する業界の経営環境の安定であります。これらは国内のみならず、海外で展開してリターンを国内に還流できる産業としても重要な役割があります。

当協会が果たすべき役割は現在でも基本は不変であり、建設機械とそれを主役とした建設工事での省エネルギー、省環境負荷、省コスト、安全性向上、海外展開についての新たな課題に対応し調査研究、規格化、普及、人材養成等の活動を進めます。新技術・新工法・新材料の導入には先導的な役割が大事であり、特に情報通信技術との一体化技術は重要テーマの一つであります。建設機械施工分野での学術団体、国内外での JIS・ISO 規格の審議団体であり、自ら調査・研究・検定できる研究所を有する法人として、還暦を迎えた新年に当り、認識を新たに活動していきます。協会の活動、運営に会員皆様のご協力をお願いいたしますとともに、会員各位の業務活動の安定、発展を祈念申し上げます。

——つじ せいぞう (社)日本建設機械化協会 会長——

省エネルギー対策の現状と今後の方向性

資源エネルギー庁 省エネルギー対策課

地球温暖化対策とともに、原油高を背景としたエネルギー安全保障の強化を図るために、京都議定書の目標達成及び環境と経済の両立に向け、世界を主導する省エネルギー国家として、省エネルギー対策の更なる強化が必要である。

1. 省エネ法の改正

平成19年5月に発表された安倍元総理の地球温暖化問題に対する提案「美しい星へのいざない：Invitation to Cool Earth 50」では、「6%削減目標を確実に達成するため、(略)排出量の伸びが著しいオフィスや家庭を中心に、新たな対策を追加し、本年度中に京都議定書目標達成計画を見直します」と宣言した。これを受けて甘利前経済産業大臣は、エネルギー消費の半分弱を占める産業部門、エネルギー消費増加の著しい民生(業務・家庭)部門等の対策について、幅広く、規制と支援の両面から検討を行い、省エネルギー対策の更なる強化を図ることを発表し、平成19年6月以降、総合資源エネルギー調査会省エネルギー部会にて有識者の検討を行った。この検討を踏まえ、省エネ法改正案を国会に提出、平成20年5月23日成立、同5月30日公布された。

(1) 工場・オフィス等に係る省エネルギー対策の強化

これまで一定規模以上の大規模な工場に対しエネルギー管理の義務を課していたが、改正により事業者単位のエネルギー管理を義務づけることとしている。これにより、業務部門に多く見られる中小規模の事業場を数多く設置する事業者を新たに義務の対象に加えるとともに、産業部門を含め、事業者の経営判断に基づく効果的な省エネルギーの取組を推進する。

(2) 住宅・建築物に係る省エネルギー対策の強化

家庭・業務部門における省エネルギー対策を強化するため、①大規模な住宅・建築物に係る規制の担保措置を強化するため、所管行政庁の指示、公表に加えて

命令(罰則)を導入する。②一定の中小規模の住宅・建築物を届出提出義務等の対象に追加する。③住宅を建築・販売する事業者に対し、省エネルギー性能向上を促す措置を導入する。④住宅・建築物の省エネルギー性能の表示等を推進する。

(3) その他の措置

(a) セクター別ベンチマーク

改正省エネ法第5条第2項に、判断の基準となるべき事項について「業種別のエネルギーの使用の合理化の状況その他の事情を勘案して定めるものとし、これらの事情の変動に応じて必要な改定をするものとする」といったかたちで下線部分が盛り込まれており、それを受け、現在工場等判断基準小委員会(以下、小委員会)でセクター別ベンチマークについて検討を進めている。セクター別ベンチマークとは、同様もしくは非常に近い手法によりエネルギーを使用している特定の事業(製品やその製造方法又は提供サービスの種類やその提供手法等により区分可能な範囲)について、そのエネルギーの使用の合理化の状況を比較できる指標を設定し、省エネルギーが他社と比較して進んでいるか、遅れているかを明確にし、非常に進んでいる事業者を評価するとともに、省エネルギーが遅れている事業者に更なる努力を促すものとして、第三回小委員会にて示された。

ベンチマークの対象業種については、全業種への同時適用は難しいことから、産業部門において、重点を絞ってエネルギー多消費産業等をいくつか選定し検討を行い、その後、対象業種を広げていく方針となっており、引き続き小委員会にて検討を行う予定である。

(b) 共同省エネルギー事業

複数の事業者が連携を行うことで、優れた技術やノ

エネルギーの使用の合理化に関する法律の一部を改正する法律の概要

経済産業省
資源エネルギー庁

- 地球温暖化対策の一層の推進のためには、大幅にエネルギー消費量が増加している業務・家庭部門における省エネルギー対策を強化することが必要。
○そのため、省エネ法を改正し、オフィス・コンビニ等や住宅・建築物に係る省エネルギー対策を強化する。
※平成20年5月30日公布、平成21年4月1日（一部については22年4月1日）施行。

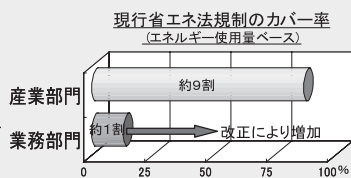
対策1. 業務部門等に係る省エネルギー対策の強化

事業者単位の規制体系の導入

<現行>

一定規模以上の大規模な工場に対し、工場単位のエネルギー管理義務

改正



<改正後>

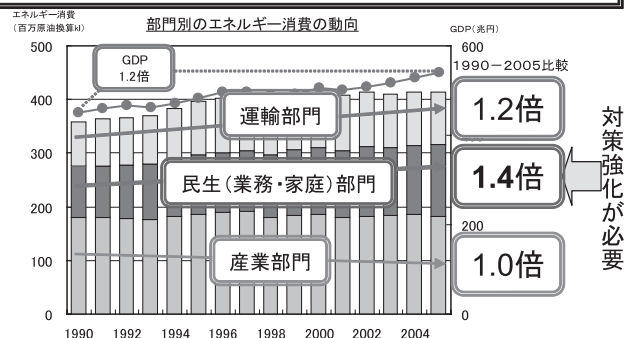
- ①事業者単位（企業単位）のエネルギー管理義務を導入。
 - ②フランチャイズチェーンについても、一事業者として捉え、事業者単位の規制と同様の規制を導入。
- これらにより製造業を中心とした工場だけでなく、オフィスやコンビニ等の業務部門における省エネルギー対策を強化。

その他の措置

<改正後>

各企業の省エネルギーの取組については以下の状況を勘案して総合的に評価することを規定。

- ・業種毎の省エネルギーの状況（セクター別ベンチマーク策定）
- ・複数の事業者が共同して省エネルギーを行う取組（共同省エネルギー事業）



対策2. 住宅・建築物に係る省エネルギー対策の強化

<現行>

大規模な住宅・建築物（2000㎡以上）の建築をしようとする者等に対し、省エネルギーの取組に関する届出を提出する義務等

<改正後>

改正

- ①大規模な住宅・建築物に係る担保措置の強化（指示、公表に加えて命令を導入）。
 - ②一定の中小規模の住宅・建築物も届出義務等の対象に追加。
 - ③住宅を建築し販売する事業者に対し、住宅の省エネ性能向上を促す措置を導入（多数の住宅を建築・販売する者には、勧告、命令による担保）。
 - ④住宅・建築物の省エネルギー性能の表示等を推進。
- これらにより家庭・業務部門における省エネルギー対策を強化。

図—1 エネルギーの使用の合理化に関する法律の一部を改正する法律の概要

ウハウ等が共有され、我が国全体の省エネルギーを実現する場合もあることから、今回の本改正省エネ法では、複数の事業者が共同して省エネルギーを行う取組を促進するよう配慮するとの規定が盛り込まれている。

本改正省エネ法では、事業者の方々には、平成21年度から事業者単位でエネルギー管理を行い、平成22年度から報告していただくこととなっている（住宅・建築物については、一部を除き、平成21年度から施行予定）。

そのためには、政令、省令、告示等について年度内に策定する必要があることから、有識者による検討を行うべく総合資源エネルギー調査会 省エネルギー基準部会※において、年内の最終取りまとめに向けた検討を進めている（住宅・建築物については、国土交通省と合同でとりまとめ）。

※資源エネルギー庁ホームページ（<http://www.enecho.meti.go.jp/>）をご参照下さい。

2. 今後の省エネ対策の方向性（21年度概算要求額 [20年度予算額]）

エネルギー消費の増加が続く業務部門を始めとする各部門における省エネルギー対策を支援するため、予算や税制等により省エネ設備等の導入を促進することが重要である。

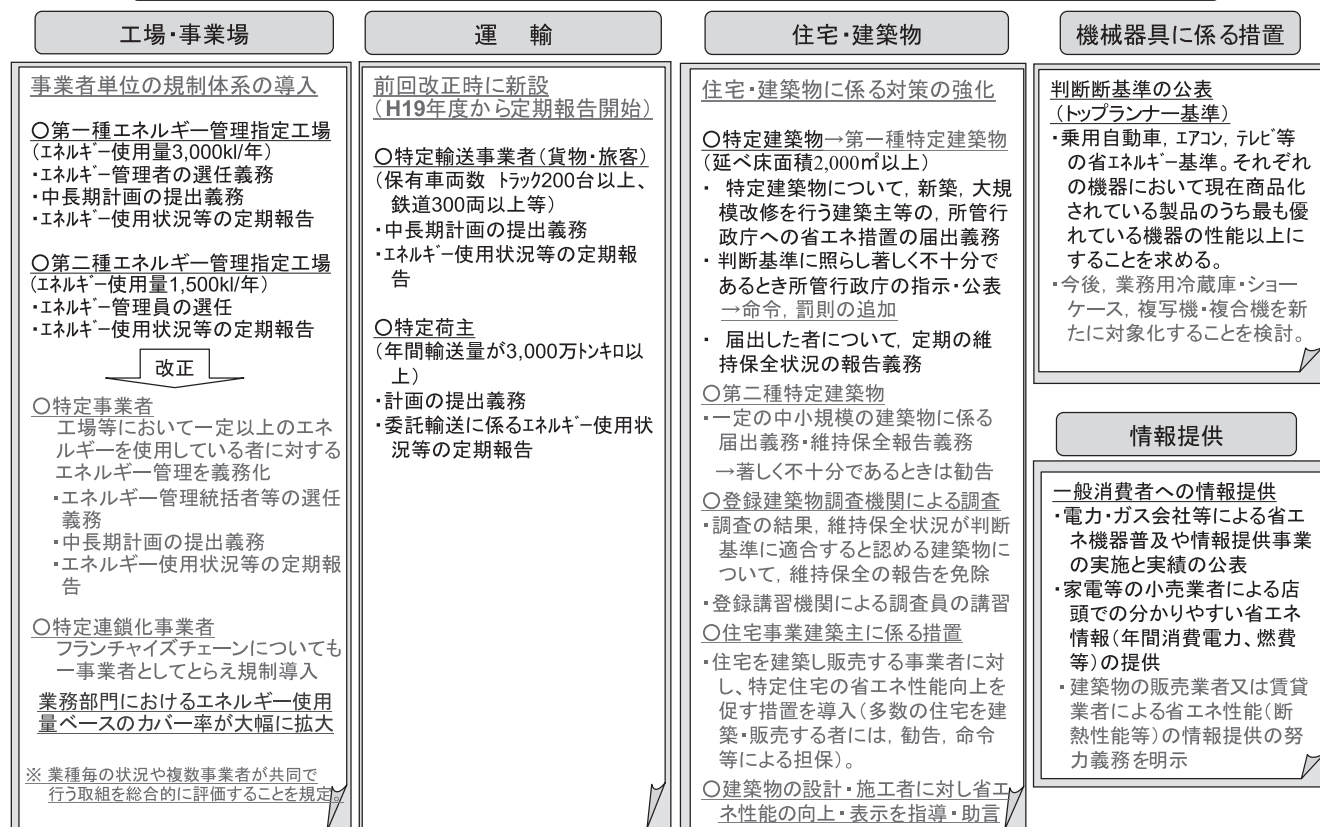
そのため、特に高い省エネ効果が期待される高性能工業炉やコンビナート等における複数連携事業等の導入など、費用対効果や政策的意義の高い省エネルギー投資を重点的に支援する（エネルギー使用合理化事業者支援事業（405.2億円 [296.5億円]））。

また、中小企業や業務部門を始めとする工場・事業場等における省エネを促進するため、省エネ技術の導入可能性に関する診断事業等の実施とともに、十分な与信が得られない中堅・中小企業のESCO導入を支援を強化する（エネルギー対策導入促進事業（15.0億円 [11.1億円]））。

エネルギー消費が増加している民生部門の対策については、断熱性能が高く、高効率機器等を備えた省エ

エネルギーの使用の合理化に関する法律の概要

基本方針：エネルギーの使用の合理化のためにエネルギーを使用する者等が構すべき措置に関する基本的な事項を大臣が公表



図ー2 エネルギーの使用の合理化に関する法律の概要

エネルギー住宅及び建築物の普及を促すとともに、高効率給湯器等優れた省エネ設備機器の導入支援などにより、民生部門の省エネルギー対策を積極的に推進する(住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業(221.0億円[222.3億円])。

税制については、省エネビルの普及支援を強化するため、窓等の断熱と空調、照明、給湯等の建築設備から構成される高効率省エネビルシステムやビルエネルギー管理システム(BEMS)を対象に追加した上でエネルギー需給構造改革投資促進税制の適用期限を2年間延長する既存住宅については、省エネ改修工事を行った場合、①住宅ローン残高の一定割合を所得税から控除、②固定資産税の3分の1を軽減する住宅の省エネ改修促進税制を創設した。また、21年度税制改正要望として、高断熱窓、高効率設備、太陽光発電等を備えた高性能の省エネ新築住宅の普及に向け、一定の省エネ住宅に関する住宅ローン減税制度を延長及び拡充を図るとともに、既築住宅の省エネ性能の向上を促進する住宅省エネ改修促進税制の延長等を行うことを盛り込んでいる。

また、エネルギー多消費機器のうち省エネ法で指定

するものについて省エネルギー基準を、基準設定時に商品化されている製品のうち最も省エネ性能が優れている機器の性能以上に設定する「トップランナー制度(現在、テレビ、エアコン、冷蔵庫等21品目が対象)」を拡充していくため、2008年度中にテレビの新基準の検討を前倒しすることや、複合機、業務用冷蔵庫、ルーターを対象品目に追加することを検討する。

加えて、省エネ家電普及促進フォーラムにより、省エネ家電製品の一層の普及促進を図るとともに、今年5月12日に設立した「省エネあかりフォーラム」等を通じて、2012年を目途に、白熱電球から電球形蛍光灯等への原則切替えの実現を目指す。

技術開発については、省エネルギー技術の大きなブレークスルーを目指す。具体的には、産学官や異なる事業分野の様々な主体の連携を図り、中長期的視点に立った技術開発を進めるために、省エネルギー技術戦略に基づき、革新的な省エネ技術開発に対し重点的に支援する(エネルギー使用合理化技術戦略的開発事業(96.5億円[69.0億円])。

石油危機以降、我が国は省エネの取組を通じた生産

性や技術力の向上を「強み」として世界市場を席卷し目覚ましい成長を成し遂げた。鉄鋼業における大型の廃熱回収設備やハイブリッド自動車等に代表されるこれらの省エネ技術は、「節約型」のみならず、需要と雇用を生み出す「投資型」の省エネとしても広がりを見せている。

今後は、省エネについて、「投資型」を更に促しつつ、我が国の「強み」を、国内における多様な分野や海外へ幅広く展開していくことにより、我が国のみならず、世界の経済社会生活にとっての成長と安全・安心をも

たらず「芽」として育んでいくことが重要である。そこで、「省エネ化と『省エネ産業』の展開に関する研究会」を本年10月立ち上げ、①「システム」「チェーン」「面」での展開、②業務・家庭、公共などの分野での展開、③中堅・中小企業での展開、④標準化、人材の育成、ITの活用、⑤国際的な展開等の視点から、かかる課題について来年2月の取りまとめを目途に集中的な検討を行っているところである。本研究会の議論も踏まえながら、省エネ対策の一層の推進に向け、積極的に取り組んでまいく所存である。

JCMMA

建設の機械化／建設の施工企画 2004年バックナンバー

平成16年1月号（第647号）～平成16年12月号（第658号）

1月号（第647号） ロボット技術特集	5月号（第651号） リサイクル特集	9月号（第655号） 維持管理特集	■体裁 A4判 ■定価 各1部840円 （本体800円） ■送料 100円
2月号（第648号） 地震防災特集	6月号（第652号） 海外の建設施工特集	10月号（第656号） 環境対策特集	
3月号（第649号） 地下空間特集	7月号（第653号） 安全対策特集	11月号（第657号） 除雪技術特集	
4月号（第650号） 行政特集	8月号（第654号） 情報化施工特集	12月号（第658号） 新技術・新工法特集	

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>

月面開発と建設機械

金森 洋史

2020年には人が再び月に行き、本格的な月面拠点の建設を始める。その目標に向けて、世界各国では月面開発に関わる様々な活動が計画されている。しかしながら、これらの計画において考慮すべき技術的な課題は多い。特に月面における建設作業には様々な困難が予想されることから、それを支援できるような建設機械が不可欠と考えられている。本報では、今後の月開発の計画とそこに必要とされる建設機械の開発状況を紹介する。

キーワード：宇宙開発，月，建設，建設機械，ロボット

1. はじめに

人類が太古の昔から慣れ親しみ、また時として神とも崇められる「月」は一体どのようなところなのだろうか。それまで地球から観測するしかなかった我々の好奇心は、1960年代後半～70年代前半における米国と旧ソ連による月開発競争によって、より一層膨らむこととなった。特に米国のアポロ計画では、人が月面に降り立ち、様々な観測機器を使うことによって月に関する多くの新事実が解明された¹⁾。当然、「次は月面拠点」という機運が高まることとなったのだが、地上には様々な問題が山積しており、その後の月面開発は必ずしも順調と言える状況ではなかった。

そのような状況において我が国は、科学探査を目的に着実な月探査を推進してきている。特に2007年9月に打ち上げられた月探査衛星「かぐや」による観測では、14種類の科学機器を使ったデータ収集に加え、NHKのカメラによるハイビジョン映像（図—1）も

撮られ、科学者のみならず一般の人にとっても月探査をより身近なものにした²⁾。

現在、日本のみならず宇宙開発に関わる主要国が月探査を表明しており、再び人類が月に降り立つことを計画している。本稿では、これらの月探査計画の概要を紹介すると共に、その後の“月で暮らす”場合の課題について解説する。さらに、その実現のためにどのような性能のどのような機械が必要となるか、現在開発中の機械を含めて紹介する。

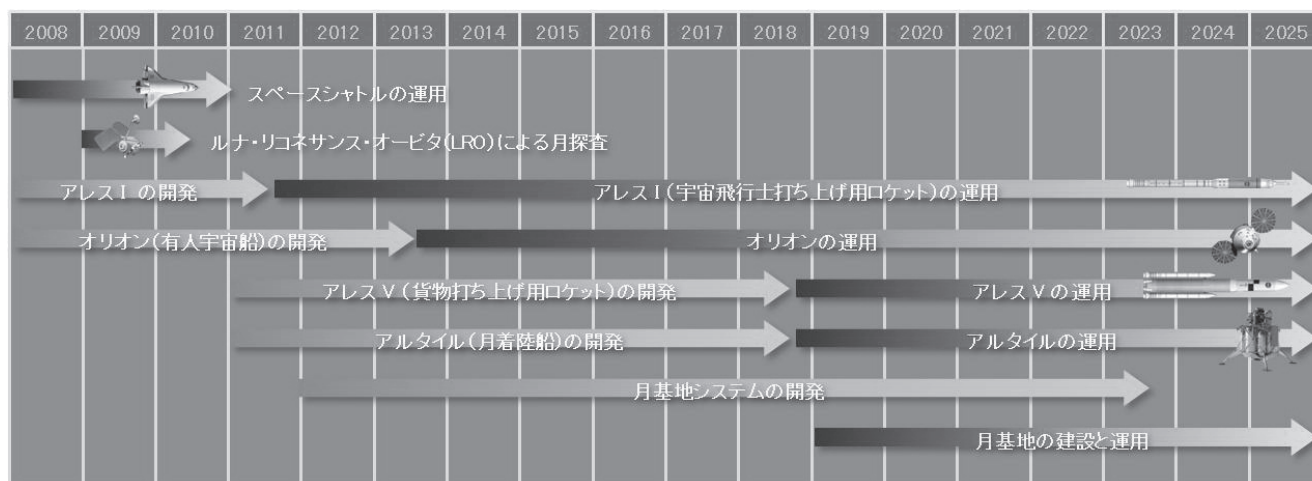
2. 各国の月探査計画

2004年のはじめ、米国のブッシュ大統領は新しい米国の宇宙政策を発表した³⁾。その新政策にはスペースシャトルの退役や宇宙ステーションの終了計画が含まれているが、中でも注目されたのは、2020年までに再び月に人類を送り、月面拠点を構築するという項目である。これによって、「月探査」が世界中で注目を集めるようになり、NASA（米国航空宇宙局）ではこれを実現するための具体的な開発が開始された。図—2にその開発シナリオを示す⁴⁾。まずスペースシャトルに代わって人を宇宙に送り出すために、人が搭乗するオリオンと呼ばれる有人宇宙船とそれを打ち上げるアレスIと呼ばれるロケットの開発が行われる。さらに、約40年前にアポロを打ちあげたサターンV型に匹敵する貨物用のロケット（アレスV）ならびに月着陸船（アルタイル）の開発が進められる。

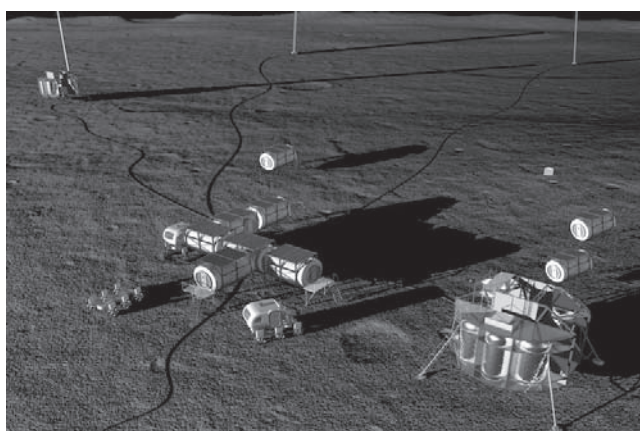
これらの開発がほぼ終了する2018年以降に、本格的な月面拠点の建設が行われる。その建設場所の候補



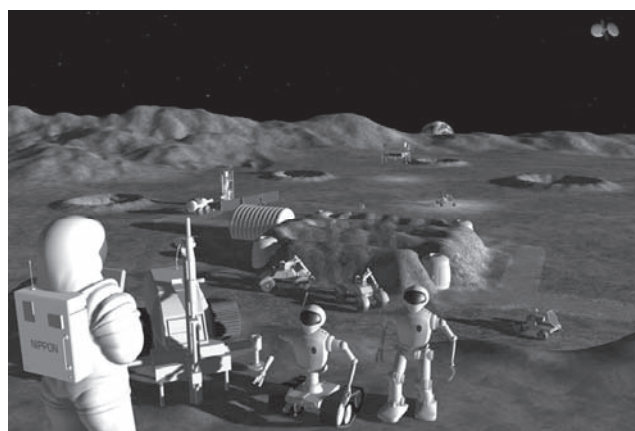
図—1 「かぐや」によるハイビジョン映像（提供 JAXA/NHK）



図一2 NASAの月開発シナリオ



図一3 NASAの月面拠点構想 (提供 NASA)



図一4 JAXA2025 月面拠点 (提供 JAXA)

の一つとして、シャクルトンクレータという月の南極に近いクレータの縁が考えられている。この場所は高緯度で高台になっているため、地球の白夜のように長時間の日照（太陽エネルギー）が得られることに加え、水（氷）の存在可能性など、科学的に興味深い永久陰と呼ばれる地域の近くとなっている。図一3に、NASAの月面拠点構想の例を示す。

一方我が国では、2005年に宇宙航空研究開発機構（JAXA）がJAXA2025という長期計画を発表した。これによると、2015年頃までに月周回衛星（かぐや）等による月探査、月の利用可能性の探査ならびに将来に向けた先端技術開発が行われる。この段階で一旦計画の見直しを行った後、国際計画における国際的貢献や役割分担、長期滞在を可能にするための技術開発などを2025年頃までに実施することになっている。図一4は、JAXAが考える2025年頃の月面拠点の構想図である⁵⁾。

月の探査に関しては、我が国や米国のみならず、欧州（ESA: European Space Agency）、中国ならびに

インドなども多くの関心を寄せている。欧州では、2003年～2006年にかけて、月周回衛星（SMART-1）によって極地などの探査を行った。中国は、「かぐや」打ち上げの約1ヵ月後の2007年10月に、「嫦娥（じょうが：中国読みはチャンア）1号」と呼ばれる月周回探査機を打ち上げた。現在、この探査機は月を周回しながら様々なデータを収集していると思われる。将来的には、中国は月に着陸機を送り、表土などを地球に持ち帰ることも計画している。インドは2008年10月に、「Chandrayaan-1（チャンドラヤーン-1）」と呼ばれる月周回探査機を打ち上げた。これには11種類の科学機器が搭載されている。また、米国も2009年4月に、LRO（Lunar Reconnaissance Orbiter）およびLCROSS（Lunar CRater Observation and Sensing Satellite）と呼ばれる探査機を2つ同時に打ち上げる予定である。LROは高度50 km（「かぐや」は高度約100 km）を周回し、高解像度カメラによる月面拠点候補地の探査や、水氷の存在可能性などを観測する。一方LCROSSは月の極地に物体を衝突させ、それに

よって発生した粉塵のデータを集めながら自らも月に衝突するという探査機である。これらの粉塵は地上からも観測されることになっている。

以上のように、これからの10年はこのような無人による月の探査が数多く行われ、まだ知られていない月の素顔が明らかにされると期待される。さらにその先の10年では、有人による月面探査が展開されることは必至である。

3. 月で暮らすために

(1) 拠点の発展シナリオ

有人による月面探査は、しだいにその探査領域や探査項目を拡大し、それに伴い月面での滞在に必要な施設の重要性が高まっていく。2020年から2030年にかけて構築された初期の月面拠点は、その後20～30年の間に都市（規模の大きな拠点）へと発展し、これに伴い月面で必要となる技術も増えていく（図—5）。

まず必要となる技術は、人が生きていくための技術である。人が大量に消費する酸素や水を可能な限り循環再生利用する閉鎖生態システムや、月面での生活を考慮した居住施設などである⁶⁾。また、拠点を運用するためのエネルギー施設なども必要となる。比較的初期の拠点では、これらに必要な物資の大部分を地球に依存するため、長期間の月面滞在は困難である。

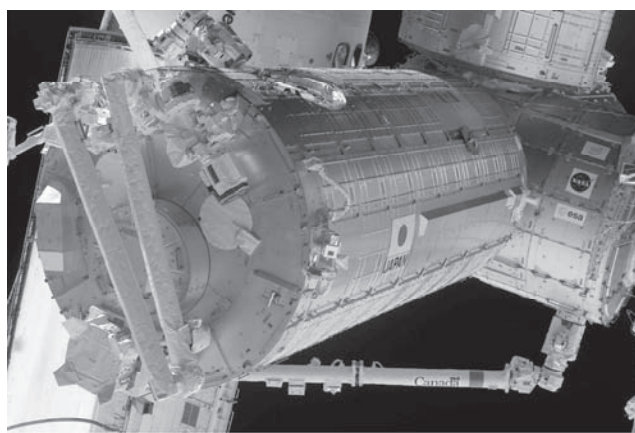
月の資源やエネルギーを有効に活用し自給率を高めていくことで、本格（長期）的な月面での生活が可能となる。特に重要な酸素や水に関しては、再生利用できない損失分が現地生産で賄われる。月面を覆うレゴリスと呼ばれる岩石や砂は、地球上の岩石と同様に大部分が酸化物となっており、これから酸素を取り出すことができることから、すでにその具体的な技術の研究開発も進められている。エネルギーに関しては、地球か

ら運び込んだ発電装置と太陽エネルギー（太陽電池ならびに太陽炉）が併用して使われることになる。拠点の規模拡大と共に、太陽エネルギーへの依存度は高くなることが予想される。

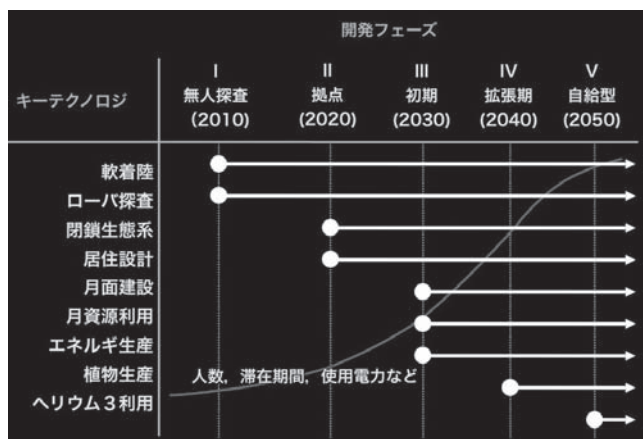
以上のほかに必要な施設・設備には、離着陸施設、物資の保管や搬送などの物流施設、通信設備、人間の船外活動支援施設（エアロック、宇宙服保管・装着など）および各種作業機械などが挙げられる。さらに、科学探査のための天文観測施設や地質探査施設、ライフサイエンスの実験施設などにも必要になる。

(2) 拠点施設の構造形式

月面拠点の施設には、その発展段階や施設の用途に応じて様々な形式の構造物が適用される。比較的初期の段階では、地上で製作した金属製のモジュールを月面に設置して使う方法が有効と考えられている。これは、2008年6月に星出宇宙飛行士によって組み立てられた国際宇宙ステーションの日本モジュール（きぼう：図—6）のようなもので、現場作業が少ない金属



図—6 「きぼう」に使われた金属製のモジュール（提供 JAXA）



図—5 月面都市の発展シナリオ



図—7 インフレータブル構造（提供 NASA）

製の予圧モジュールを組み合わせることから、高い信頼性が期待される。拠点の発展と共に、膜で構成されるインフレータブル構造（厚手の風船のような構造：図—7）や将来的にはコンクリート構造の生活空間も提供されると予想される⁷⁾。

(3) 建設方法

前述のようないずれの構造形式においても、月面での主な建設作業項目は以下の通りとなる。

- ・ 建設機械・資材の荷降ろし
- ・ 測量・位置出し
- ・ 基礎工事・仮設工事
- ・ 資材運搬・位置決め
- ・ 構造体建設（組立て・展開）
- ・ 内装・設備
- ・ 覆土工事

最後にあげた覆土工事は、施設内部の人や機器類を過酷な月面環境から保護する目的で実施される項目であるが、その他については地上の作業項目と変わらない。

しかし地球上とは環境が大きく異なるため、これらの作業の内容は大きく異なる可能性がある。建設作業において特に考慮すべき月の特殊環境を以下に列挙する。

- ・ 作業員が限られる（科学者も工事に参加する）
- ・ 資材の過不足による損失が大きい（地球からの運搬費が高い）
- ・ 空気が無く、潤滑や廃熱が困難
- ・ 風景のコントラストが強く視認性が悪い
- ・ 月表土（レゴリス）の細かい粒子（ダスト）が作業に悪影響を及ぼす
- ・ 外部で水が使えないので洗浄が困難
- ・ 温度環境が厳しい（昼夜の温度差約 300 度）
- ・ 日照周期が 29 日である

以上のような特殊環境を考慮しながら、建設作業の内容や施工計画を検討していくことが必要になる。これらの詳細な検討は今後の課題となっており、建設機械の開発などもこれと並行して進められる。

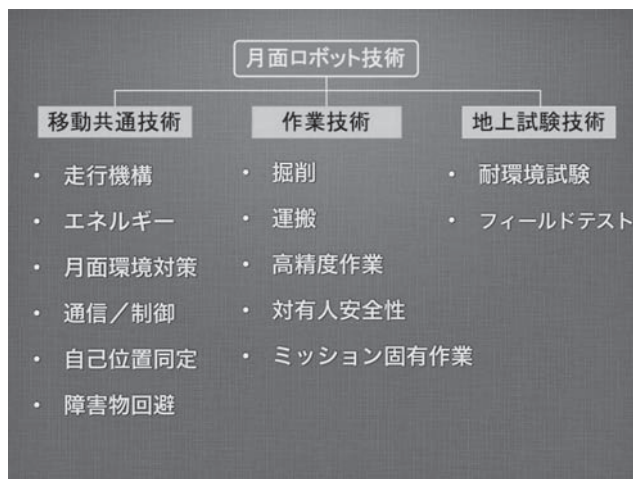
4. 月面の建設機械

(1) 月面作業用ロボットの構成技術

前述のように、月面での建設作業の内容や施工計画は地上とは大きく異なることが予想されるが、これらを具体的に決定するために、地球上では様々な実験やタスク分析あるいはシミュレーションなどが行われる。その結果から、それらの作業を人がやるのかあるいは機械やロボットがやるのかが決められる。また、

機械やロボットが必要な場合には、それらがどのような機能や特性を持っていないかにならないかについての検討も必要となる。

月面作業用の機械に求められる技術を図—8にまとめる。なお、月面で使用される機械の多くは知能化される可能性が高いため、以降は建設やその他作業用機械を総称してロボットと呼ぶ。



図—8 月面作業用ロボットの構成技術

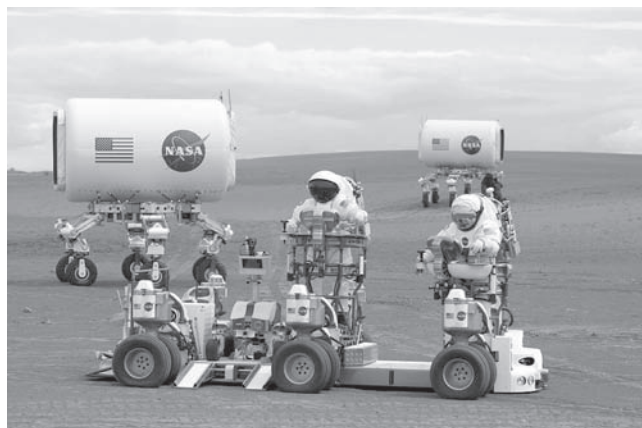
地上と同様に月面作業に移動は不可欠となるが、活動時間が限られている月面では、移動に多くの時間を割くことをなるべく避けたい。図—8の左列には、そのための自律移動に必要な技術が挙げられている。また、地上よりも小さい重力で十分なトラクションを得るための検討も重要となる。

中央の列は、具体的な作業に必要な技術を示している。基本的には左列の移動技術と組み合わせて、ロボットの機能を作り上げていく項目である。

右列には、宇宙システム特有の試験技術が挙げられている。ロケットの打ち上げ振動や着陸衝撃、月面での真空環境や温度条件に適合するように、地上で可能な限りの耐環境試験を実施する。これは、一般に全ての衛星に対して実施されている項目である。さらに、タスク分析に不可欠なフィールドテストも重要である。リハーサルも兼ねたフィールドテストによって、人とロボットの連携が試験される。

(2) NASA の検討

NASA を中心として進められている月面建設用ロボットの開発では、人間とロボットの作業分担が難しいことから、ロボットのプロトタイプと人（宇宙飛行士）との協調による作業の分析を行っている⁴⁾。図—9～図—12に、NASA で開発中の作業用ロボットを



図一 9 人と居住部の搬送車 (提供 NASA)



図一 11 ショベルロボット (提供 NASA)



図一 10 人間型作業ロボット (提供 NASA)



図一 12 月面クレーン (提供 NASA)

紹介する。

(3) 建設機械に及ぼす月の環境要因

2. (3) で示したような建設作業に影響を及ぼす月面の特殊環境は、当然建設機械の設計においても十分考慮される必要がある。主な作業用機械の設計において、さらに考慮すべきその他の事項を以下に示す。

(a) 運搬

レゴリスで覆われた月面を走行するために、十分なトラクションが得られるような走行機構が必要となる。特にクレータ縁部のような傾斜地の走行には、走行の機構や制御において様々な工夫が求められる。不整地の走行には多くのエネルギーが使われるので、綿密な運搬計画を立て、場合によっては軌道の設置なども考慮する。

(b) 掘削

掘削には、ボーリングのような穿孔掘削や図一 11 のようなショベル掘削あるいはブルドーザやスクレーパなどのような表面切削などがある。

ボーリング掘削で特に考慮すべき事項は、月面では水が使えないことである。掘削ビットに発生する熱や

排土の処理をどのようにするかが課題となる。

ショベル掘削や表面切削では、掘削抵抗に十分対応できるような支持構造が必要となる。地上の機械をそのまま月面で使用すると、重力が地上の 1/6 と低いために機械本体の安定性が不足し、場合によっては本体が浮き上がってしまう事も予想される。

(c) 荷揚げ・荷降ろし

NASA では図一 12 に示すようなクレーンの開発も進めているが、場所によっては表層のレゴリスが厚く、柱の基礎部分で十分な支持力が得られない可能性もある。より安定的な荷揚げ・荷降ろし機械として、ジャッキあるいはリフトのような機械も検討されている。

5. まとめ

各国の宇宙開発計画によれば、月で人が活動を開始することは必至であり、そのために必要な拠点の建設についても現実的な検討が始められている状況にある。月面での建設は、「きつい」一人の長時間活動、「汚い」一月面の細かいダストで汚れる、「危険」ハザードな環境の俗にいう 3K 現場である。しかし、これ

らの作業要求を明確化し、適切な建設機械の開発を行うことによって、人はロボット（＝建設機械）と作業を分担し、これらの3Kを軽減・克服する事ができると考えられる。その結果として、効率的な月面都市の建設ならびに運用への道が大きく広がるものと期待される。

J C M A

《参考文献》

- 1) D. W. Reynolds : Apollo - The epic journey to the moon, Tehabi books (2002)
- 2) NHK「かぐや」プロジェクト編：かぐや月に挑む，日本放送出版協会 (2008)
- 3) NASA : The Vision for Space Exploration (2004)

- 4) 米国の宇宙開発関連情報はNASA ホームページより，http://www.nasa.gov/mission_pages/exploration/main/index.html
- 5) 日本の宇宙開発関連情報は，JAXA ホームページより，<http://www.jspec.jaxa.jp/enterprise/moon.html>
- 6) 清水建設宇宙開発室編：宇宙に暮らす，裳華房（2002）
- 7) 清水建設宇宙開発室編：‘月へ，ふたたび’，テクノライフ選書，オーム社（1999）

[筆者紹介]

金森 洋史（かなもり ひろし）
清水建設㈱ 技術研究所
宇宙・ロボットプロジェクトリーダー



建設の施工企画 2005 年バックナンバー

平成 17 年 1 月号（第 659 号）～平成 17 年 12 月号（第 670 号）

1 月号（第 659 号） 建設未来特集	6 月号（第 664 号） 建設施工の環境対策特集	10 月号（第 668 号） 海外の建設施工特集
2 月号（第 660 号） 建設ロボットと IT 技術特集	7 月号（第 665 号） 建設施工の環境対策—大気環境特集	11 月号（第 669 号） トンネル・シールド特集
3 月号（第 661 号） 建設機械施工の安全対策特集	8 月号（第 666 号） 解体・再生工法特集	12 月号（第 670 号） 特殊条件下での建設施工機械特集
4 月号（第 662 号） 建設機械施工の安全対策特集	9 月号（第 667 号） 専門工事業・リースレンタル特集	■体裁 A4 判 ■定価 各 1 部 840 円 （本体 800 円） ■送料 100 円
5 月号（第 663 号） 災害復旧・防災対策特集		

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>

「ファンタジー営業部」 民間国際ロボット救助隊検討における夢の建機

岩 坂 照 之・荒 川 輝 昭

「ファンタジー営業部」とは HP におけるコンテンツ名称である。今は世の中に存在しない空想上の構造物や組織の実現について、異業種企業が協働して検討するのがその内容であるが、その第4弾のテーマは「世界初、民間国際ロボット救助隊を創ろう」であった。本稿では「ファンタジー営業部」の、特に第4弾テーマを中心とした概要と、筆者らが第4弾にて2年前に提案した「レスキューロボット運搬用車両」を紹介すると共に、その後発生してしまった地震災害の反省点と、その後の建機技術の進展を踏まえた「進化版レスキューロボット運搬用車両」構想を紹介する。言わば「建設の施工企画」誌面をお借りした、ファンタジー営業部第4弾「番外編」ともいえる本稿が、新年号にふさわしい夢のある読み物となれば、望外の喜びである。

キーワード：ファンタジー営業部、レスキューロボット、運搬用車両、ハイブリッド

1. 「ファンタジー営業部」概要

東証一部企業として屈指のユニークな Web サイトであろう「ファンタジー営業部」(図-1)は2003年2月に当社ホームページの片隅で、社内告知すらなくひっそりと開始された。前田建設が現時点の保有技術および材料の下で、アニメやゲームといった空想世界にのみ存在する特殊な構造物を本当に受注したらと仮定し、社内外の技術者が一致協力して実現検討する様子を公開したのがその中身であった。これは建設業ならびに前田建設のファン作りを目的とした広報活動として、社員提案のボランティアから始まった企画である。インターネットとアニメ(サブカルチャー)の親和性に注目し、建設に全く興味のない方々に我々の技術や業務内容を楽しく、かつ詳しくご理解いただくという狙いである。

空想上の構造物に関する検討は、まずアニメならアニメ作品を可能な限り全て視聴し、意匠はもちろん機能も含め、忠実に設計することから始まる。施工も同様に、建設地およびその地質推定から行い、環境に配慮しながら本業と同じフローで計画を立案する。なお、空想上の構造物には大胆で大掛かりな「稼動部分」が含まれることが多く、ご協力いただく機械・設備メーカーには普段以上の難しい課題に向き合っていただくことになる。「ファンタジー営業部」で唯一本物の建設プロジェクトと異なる点は、コストダウンが不要で、

良いモノをひたすら追求できる楽しさである。

以上、本企画は Web といいつながら本業と変わらぬ質と量の作業が必要で、ご参加いただく技術者にとって大変面倒が多い。にもかかわらず皆様にプロの技と遊び心を絶妙にバランスさせた素晴らしい検討をしていただいたことで本企画は豊かになり、人気を獲得できたのである。まずはアニメファン中心に話題となり、さらに大手ポータルサイト、やがて IT 雑誌や建築雑誌、最終的にはテレビ・ラジオ・新聞にまで多数取り上げられ、広告費用換算をすれば数億円という媒体露出を達成した。さらには多数の出版社からオファーを



図-1 「ファンタジー営業部」トップ画面

うけ、国内で2冊、韓国でも1冊が書籍化。いずれも好調な売れ行きを示している。

これまで実現に挑戦したテーマは4つ。アニメの中の「ロボットの基地」や「宇宙に行く汽車の橋」、ゲームの中の「架空のサーキット」。そして直近の題材こそ、本稿のテーマである、「レスキューロボットを中心とした民間国際救助隊」の実現検討なのである。

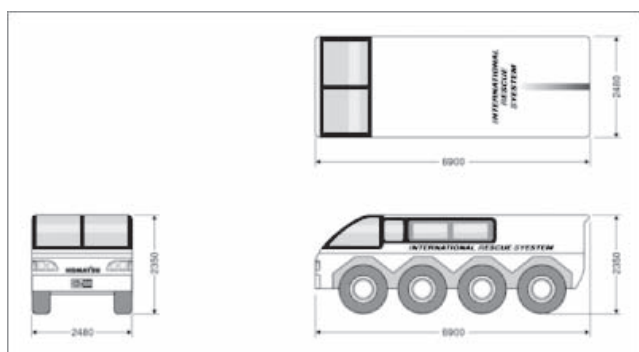
2. 前回提案版「レスキューロボット運搬用車両」

第4弾のテーマ、「レスキューロボット」を中心とした、国際的かつ民間運営のレスキューチームについての実現検討は、広報活動としての「ファンタジー営業部」を高くご評価いただいた、ロボット開発に携わっている各大学の先生方からの異業種協働オファーに端を発している。

検討を通じて印象に残ったのは、異なる各分野のプロでも、明確な目的とゴールの下に集まれば、リーダー不在でも、相当な仕事ができるということである。

前田やコマツ以外にも、現役消防士（NPO 法人）、アパレル会社のデザイナー、航空会社の皆さんといった方々の情熱がぶつかり合って生まれた検討結果の詳細は Web をごらんいただくとして、以下、前回提案の「レスキューロボット運搬用車両」（図—2）を紹介したい。

運搬用車両はタイヤ式8輪車を基本としている。これは被災空港から被災地までの高速移動という要求に加え、不整地での走破性を併せ持たせた結果である。過酷な状況下で2～3輪のパンクにも耐える設計となっている。操舵は全輪で、かつ同／逆位相とも可能な構造となっているため、平行移動も小回りも可能な構造となっているため、平行移動も小回りも可能な、災害地で重宝する設計となっている。サスペンションは油圧式独立サスで車高調整機能を備えている。これは不整地走行において車体を極力フラットに保ち、隊

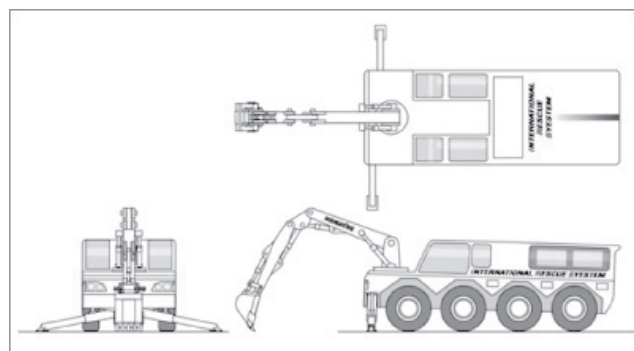


図—2 「レスキューロボット運搬用車両」概要図

員の疲労やロボットへの振動ダメージを軽減し、なにより被災者搬送時に大きな意威力を発揮する。

動力伝達はハイドロ・スタティック・トランスミッション、すなわち油圧ポンプに油圧モータを組み合わせた動力伝達方式を採用することで、ドライブシャフトおよびディファレンシャルギアを省き、ボディ下クリアランスを大きく取っている。

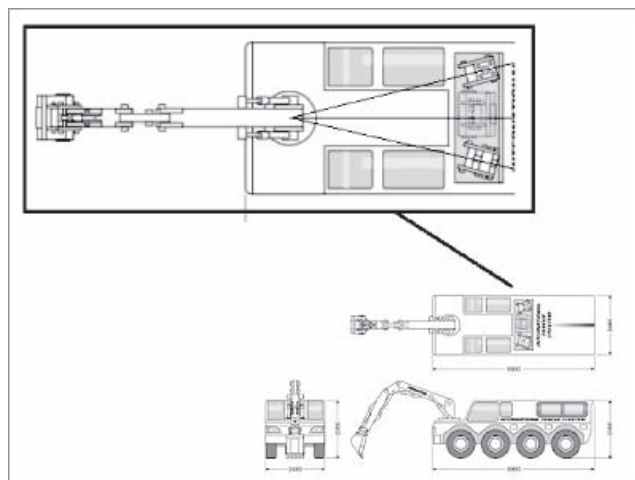
実は前回提案の「運搬用車両」にはもう一つタイプが存在する。被災者をレスキューロボットが発見した後にすぐ救助が開始できる「作業機付」（図—3）がそれである。



図—3 「作業機付レスキューロボット運搬用車両」概要図

ご覧の通り、車体前部に作業アームが取り付けられ、かつ車体中央部に3個程度のアタッチメント収納庫が設けられている（図—4）ため、救助においては最適なアタッチメントを最短時間で付け替え可能で、救助効率を高めている。当然ながら、そのオペレーションに際しては、ラジコン操作が可能であり、危険な場所や、被災者近傍などの繊細な操縦が必要な場合に重宝する。

さらには実際の救助隊の意見「救助作業において活



図—4 アームとアタッチメント収納庫の関係

躍するのは、案外シンプルな道具」から、レスキュー隊が救助で使用頻度が多いという油圧ジャッキやハンマードリル、救急用支柱器具などで使用する油圧をこの運搬用車両から供給できる構造とし、救助隊員の重量物ハンドリングの軽減を図っている。

なお、提案の最後ではコマツ（さん）が保有する建機稼動管理システム「コムトラックス」を、救助隊の神経系統として使用する提案もなされている。すなわち建設機械だけでなく各ロボットや隊員の位置や作業状況までを正確に、かつ一元的に把握し、被災者発見場所の記録やトリアージ作業の効率化を目指そうというものである。以上が2年前にファンタジー営業部第4弾で提案された「レスキューロボット運搬用車両」の内容である。

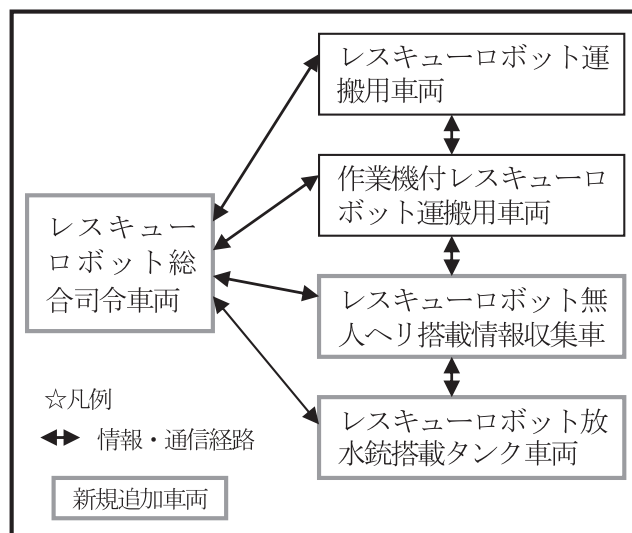
3. さらに増えた車両タイプ

以降、コマツのその後2年間の技術発展の成果と、今回改めてNPO法人のリーダーである真壁氏にお聞きした、その後の大地震における反省点より、再度検討した「進化版レスキューロボット運搬用車両」を紹介させていただきたい。なお、ここからはWeb版ファンタジー営業部のフォーマットおよび世界観と同様に、ファンタジー営業部長であるA部長と、コマツの荒川氏による会話型式でお送りさせていただくことをご容赦いただきたい。

A部長：ずいぶん荒川さんとはご無沙汰していましたが、お元気でしたか。さて、今回「進化版」を見せていただくにあたり、楽しみにしていたのが「さらに車両タイプが増えましたよ」という、事前のメールだったわけですが、どんな内容ですか？

荒川：はい、前回提案させていただいた車両は、「レスキューロボット運搬用車両」と「作業機付レスキューロボット運搬用車両」2機種でしたが、大規模災害を想定した場合実際に作業に着手する前に事前調査が必要になります。また、各種車両を投入すると全体の状況を把握し効率的な運用を図らなければなりません。それらの車両を集中管理し、外部との連携を取る必要から総合司令車他数種類の車両バリエーションを検討致しました（図—5）。

A部長：なるほど、レスキューロボット総合司令車両と、レスキューロボット無人ヘリ搭載の情報収集車両、そしてレスキューロボット放水銃搭載のタンク車両



図—5 「レスキューロボットの車両バリエーション」と「情報・通信経路」のイメージ図

両の3つですか。しかし総合司令車といい、情報収集車といい、ICT時代らしく情報系統の充実を図られたのには理由があるのですか？

荒川：今までの情報通信は無線通信を使った会話によるものでしたが、情報量としては限界があります。

これからの情報としては、「車両の位置情報」や「現場付近の映像」をリアルタイムに伝達することにより、機動性を高めることが可能になります。

A部長：実際、真壁リーダーからも情報収集や指揮命令系統の一元化の話は出たのですか？

荒川：はいありました。情報共有化することにより、事前検討、事前準備が可能になりより迅速な対応ができます。

また、現場の状況を把握することにより、対処の優先順位・効率的な資機材の運用を図る上でも指揮命令系統の一元化は、重要な要件であると指摘されました。考えて下さい、隊員それぞれが、勝手な行動を取っていたのでは能力が分散されます、必要な場所に必要な資機材を投入することにより救助の効率が上がります。

A部長：確かに我々の前回提案でも、御社のコムトラックスを基本とした情報共有システムを提案していたくらいですからね。実際のコムトラックスはあれから何か進化があったのですか。

荒川：コムトラックスの

- ①地図表示機能が強化されました。
- ②コマツサービス拠点が地図上に表示されました。
(拠点名・電話番号・FAX 番号が表示されました)
- ③登録保税エリアが地図上に表示されました。
- ④建機・サービスカーのアイコンを目的別に表示出来るようにしました。
- ⑤地図画面の切替を高速化しました。

代表的な変更は以上ですが、さらに詳細に改善しています (図-6)。

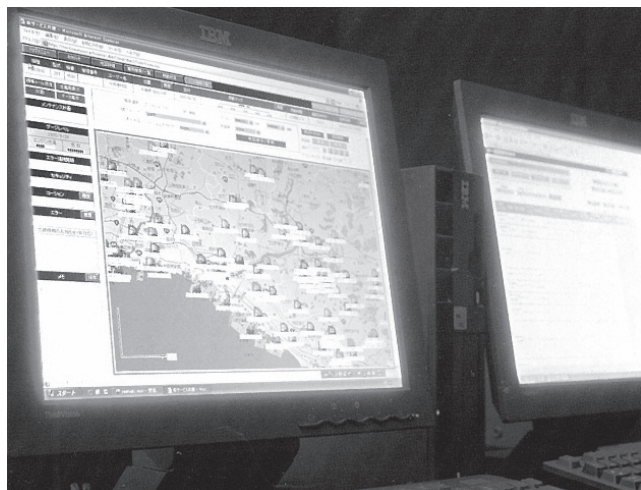


図-6 「コムトラックスの表示画面」

A 部長：そういえば御社は中国でのビジネスも順調との報道が多かったですが、コムトラックスのニーズは中国でもあるのですか。

荒川：政治上の問題があり情報はオープンにしていません。但し国土が非常に広大なのでコムトラックスの機能は有効だと思います。中国のコンセンサスが得られれば普及拡大するツールになります。

A 部長：弊社でも情報化施工への対応が業務となってきていますが、これからは異なる機器の情報を一元化して管理、操作する時代なのでしょう。例としてシールド工事などは統合管理システムなどの導入は早かったように思いますが、御社でも情報化施工への対応はいろいろ進んでるのではないですか。今回の総合司令車と似た機能が既に開発されているのでは？

荒川：残念ですが、情報化施工では総合司令車と同等な機能は開発されていません。但し今後に向けて、開発検討をしています。

A 部長：しかし脱線ですが、総合司令車両イメージ

図の隊員制服がきちんとアパレル会社のものになっているのは、なぜか嬉しいですね (図-7)。

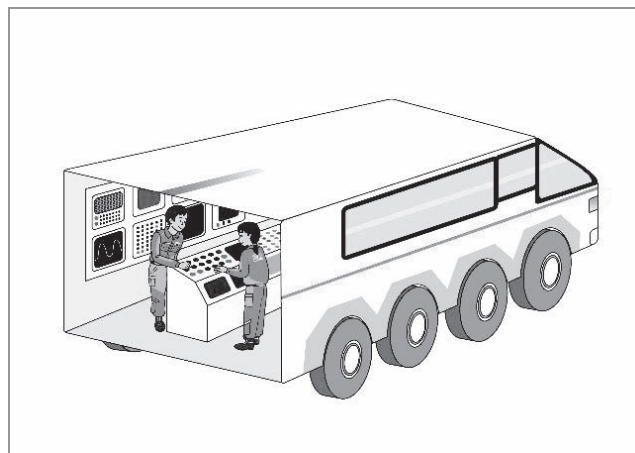


図-7 「レスキューロボット総合司令車両」の概要図

荒川：よく気が付きましたね。「ファンタジー営業部」は、前田建設工業(株)、航空会社、アパレル会社、コマツ、各分野の企業の担当者が協力して運営されています、担当者は努力して成果を出しました。その成果を「お互いにきちんと反映させたい」との思いです。

A 部長：さて情報収集車 (図-8) ですが、ラジコンヘリを選択されたのはなぜですか。

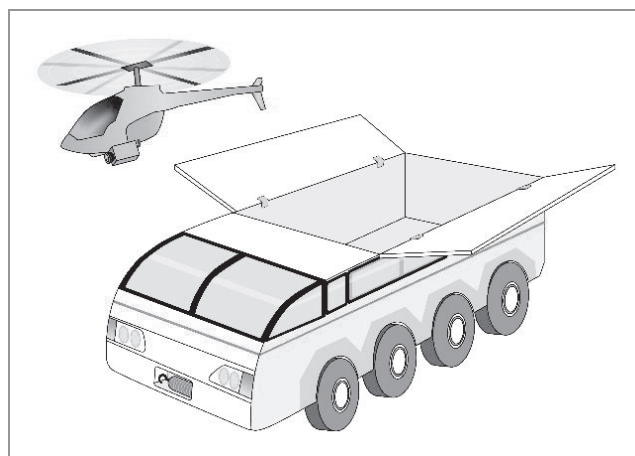


図-8 「レスキューロボット無人ヘリ搭載情報収集車両」の概要図

荒川：海難救助みたいに搜索範囲が何百 km にも及ぶ場合にはヘリコプター導入の必要性がありますが、災害現場における情報収集範囲は数 km です。

情報収集車両も移動が可能で、障害物等で移動が不可能な場合、また河川等で移動が困難な場合に、その先数 km の範囲をラジコンヘリで情報収集します。

また、コスト的にもラジコンヘリは安く済むのが、メリットです。また、ヘリコプターでは、現場の地形による気流条件、気象条件を充分把握していなければ非常に危険です。

ラジコンヘリの欠点としては山間部等の狭隘地では、無線通信距離が短くなることがあります。

そのため、情報収集車両には、バルーンアンテナを搭載しています。バルーンアンテナとは、バルーン(風船)にヘリウムガスを充填させ無指向アンテナを装着したもので、地上から30m～50mの高さにして無線通信距離を確保します。

A 部長：そういえば荒川さんのご専門はラジコンなわけですが・・・もしかして趣味もラジコンヘリですか？

荒川：いいえ、いいえ。私の現在の趣味は、下手ですがゴルフと船釣りです。釣りの方はビギナーズラックで師匠よりいつも釣果が良いので、最近お誘いが掛かりません。リタイヤしたら海の側の田舎で暮らしたいと思っています。

その時は、ラジコンヘリも趣味のひとつに加えたいと思います。これが私の小さな夢です(笑)。

A 部長：荒川さんが行かれた雲仙普賢岳でもラジコンヘリが調査を行ったような話を聞いたことがありますか？

荒川：そうですね。地形調査業務に採用され、業務に有効だったと評価されています。雲仙普賢岳は、立入禁止区域になっており、丘の向こう側の地形がどうなっているか分かりません。砂防ダム構築の設計業務に効果がありました。

A 部長：ラジコンヘリの動力はエンジンでしょうか。となるとガソリンも運搬する必要があるのではないのでしょうか。たしか航空会社さんの飛行機ではガソリンを、積みなかったですね。

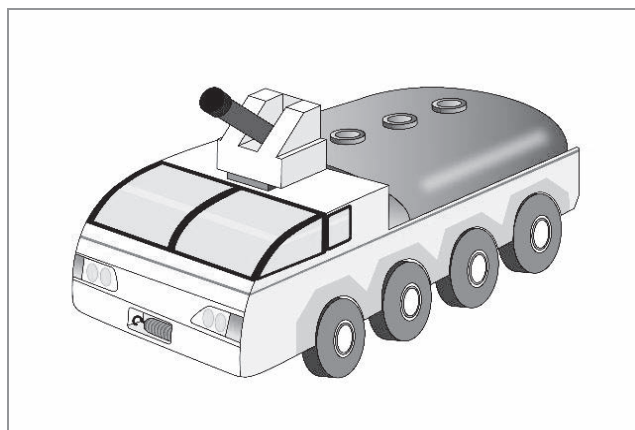
荒川：航空会社さんと詳細調整は必要ですが、燃料を携行缶で運搬するのではなく情報収集車両の車内に専用の燃料タンクおよび給油機を搭載しています。安全上およびラジコンヘリの効率運用を図るために、これらの設備を搭載しています。

A 部長：やはりイラストのように屋根が大きく開く構

造が宜しいのですか？単に、他の運搬用車両にコンテナなどに入れて牽引させるのではいけないのですか？

荒川：災害現場には、さまざまな危険が潜んでいます。さらに情報収集車はその現場の最前線に出ます。よってラジコンヘリの組立後発進・帰着時の着陸・収納業務を隊員が車外に出ることなく、安全に実施するため天井開閉式にしました。たとえば、火山の噴火で火砕流が発生した場合、天井の扉を閉めれば耐熱性に優れたレスキューロボットの本领発揮です。

A 部長：最後の放水銃つきタンク車(図—9)ですが、これは実際の車両にも装備されているものですか？確か学生時代に学園紛争などでこの手の車を見た気がしますか？



図—9 「レスキューロボット放水銃搭載タンク車両」の概要図

荒川：古い話を良く記憶していますね。学園紛争の時の放水車は警視庁の放水車ですが、放水銃付き無人放水車は、東京消防庁に実際に配備されスーパーマーケットの消化活動に活躍しました。

なお東京消防庁の無人放水車は消火栓からポンプ車による水後送式なため、水タンクは搭載していません。

A 部長：このタンクというのは、実は飲料水運搬も視野に入れているのですか？浄水装置を積んでるとか？

荒川：鋭いですね。放水銃つきタンク車両は、消化活動と飲料水供給の両方の機能を有しています。災害現場では、水道の断裂・井戸の破損等、消火用水の確保はもちろん、さらに飲料水の確保は至難の業と言えなくもありません。放水銃つきタンク車両には、膜式ろ過装置を搭載して井戸水を飲料に供することができます。

4. ベース車両の進化

A 部長：さて、各タイプのベースとなる車両ですが、前回同様、これも共用しているのですよね。この部分の進化はいかがですか？

荒川：全車共通の無線 LAN を構築したことです。このシステムは、音声だけでなく、ラジコンヘリからの映像とか、その他必要な情報の共通化を図りました。

もちろんテレビ電話も可能で、現場の状況がひと目で分かります。

A 部長：聞くとところによるとハイブリッドとか？

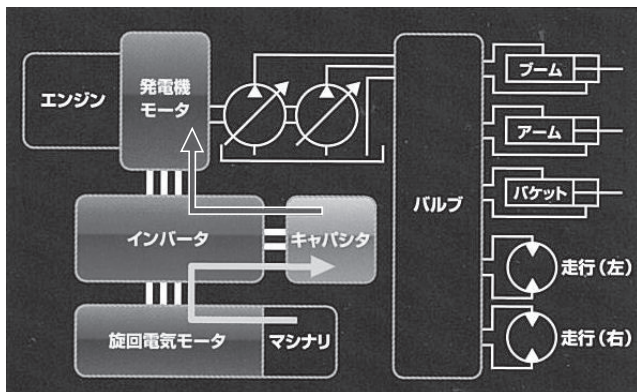
荒川：そうですね。ハイブリッドシステムにすると、低燃費化が図られ、「運搬用車両」が同容量の燃料タンクだとしたら、その行動範囲がさらに拡大されメリットが大きいと思います。

また、燃料の輸送量も少なくなり、その分他の救援物資の輸送量が多くなりより迅速な救援活動に繋がります。

A 部長：例えば御社のハイブリッド型油圧ショベル「PC200-8 ハイブリッド」では、ショベルの旋回時のエネルギーをためる構造なんですか・・・いや、自動車と違って走り回らないですからね、どうやって回収するのか不思議だったんです。

荒川：その通りです。コマツハイブリッドシステムは、油圧ショベルの旋回エネルギーを回収するシステムです。

構造的には、旋回油圧モータを旋回電気モータに置き換えることで、旋回エネルギーを電気エネルギーに変換し回収します（図—10）。



図—10 「コマツハイブリッドシステム」の概念図

A 部長：気になるのは、御社ハイブリッドの電力を蓄える方法がキャパシタという点で、これ確か、蓄電も放電も割と瞬間で完了して、かつ大容量蓄電が難しいのではなかったですか？今回のような車両でもこれですか？

荒川：いいえ。「運搬用車両」は、走行するのが主目的なのでコマツハイブリッドシステムとは、ちょっと異なります。

指摘の通りコマツハイブリッドシステムでは、旋回エネルギーを短時間で回収・消費します。

「運搬用車両」は、走行が主になりますので長時間エネルギーを蓄える必要からキャパシタではなくハイブリット走行車両と同じリチウムイオンバッテリーに変更します。

もうひとつ異なる点は、「ハイブリッド運搬用車両」が前回提案の車両と異なりトランスミッションがない点です。従来、ハイドロ・スタティック・トランスミッションを採用し、走行油圧モータを8輪に各1個ずつ装着していました。

今回、走行油圧モータを走行電気モータに置き換えることで、走行エネルギーを電気エネルギーに変換し回収します。

レスキューロボットのハイブリッドシステムは、コマツハイブリッドシステムとハイブリッド走行車両システムのいい所取りということになります。

A 部長：ハイブリッド専用エンジンというのは何が特徴なのですか。

荒川：特徴としては、燃料消費量の低減と NO_x、CO₂ のさらなる削減を実現しました。

災害現場では唯でも環境が悪くなっているのに、救援に来ているからと云って、NO_x、CO₂ をバラ撒きたくないですね。

A 部長：その他、タイヤ式8輪、全輪操舵（同位相&逆位相）、油圧式独立サス（車高調整機能付）などは同一ですか？

荒川：ええ、同一です。

5. 用途別車両の特徴とまとめ

A 部長：それでは最後に、各タイプの特徴とスペックをおさらいしましょうか。

荒川：了解です。以下、示します。

①レスキューロボット総合司令車両の特徴

- a. カラー液晶モニタを社内に 15 画面設置し制御盤の操作により個々の映像を表示することができます。
- b. 無線 LAN 機能で全車にリアルタイムで情報・通信が可能です。
- c. バルーンアンテナを搭載し難聴地区の解消を図り活動範囲を広げます。

表ー1 「レスキューロボット総合司令車両」のスペック

全長	6,900 mm
全幅	2,480 mm
全高	2,350 mm
重量	17,000 Kg
エンジン	ハイブリッドシステム
出力	450PS
乗員数	5 名 + 2 名

②レスキューロボット無人ヘリ搭載情報収集車両の特徴

- a. 無人ヘリを搭載し、情報収集活動を行います。
- b. 無線 LAN 機能で全車にリアルタイムで情報・通信が可能です。
- c. バルーンアンテナを搭載し難聴地区の解消を図り活動範囲を広げます。

表ー2 「レスキューロボット無人ヘリ搭載情報収集車両」のスペック

全長	6,900 mm
全幅	2,480 mm
全高	2,350 mm
重量	17,000 kg
エンジン	ハイブリッドシステム
出力	450PS
乗員数	3 名 + 2 名
搭載ヘリ	常用 2 機, 予備 1 機

③レスキューロボット放水銃搭載タンク車両の特徴

- a. 放水銃による消火活動および膜式ろ過装置による飲料水の供給。
- b. 無線 LAN 機能で全車にリアルタイムで情報・通信が可能です。

以上

表ー3 「レスキューロボット放水銃搭載タンク車両」のスペック

全長	6,900 mm
全幅	2,480 mm
全高	2,350 mm
重量	18,000 kg
エンジン	ハイブリッドシステム
出力	450PS
乗員数	2 名
搭載設備	消防ポンプ 1 基, 吸引ポンプ 1 基, 膜式ろ過装置

A 部長：どこの世界も情報の収集と共有のツールが凄い勢いで進化する時代なのですな。だからこそ、情報の信憑性、信頼性を見極める力が、ますます重要になるとも言えるかな。今回はありがとうございました。

荒川：ええ、そうですね。「レスキューロボット運搬車両」も、エンジン・ハイドロ・スタティック・トランスミッション他、各ユニットは一つの LAN で繋がっており統括するのが制御コントローラです。

それと同じ考えで「レスキューロボット」各車両の動きを無線 LAN で繋ぎ、把握するのが「レスキューロボット総合司令車両」です。

NPO 法人のリーダーである真壁氏の要求に、少しでも答えられたかなと自画自賛しています。

J|C|M|A

[筆者紹介]
岩坂 照之（いわさか てるゆき）
前田建設工業(株)
総合企画部

荒川 輝昭（あらかわ てるあき）
コマツ
直轄営業部
技術サポート Gr
ラジコンチーム

写真でたどる建設機械 200 年

大 川 聡

日本建設機械化協会から国内初となる建設機械の歴史を綴った『写真でたどる建設機械 200 年』を出版した。本書では 1803 年の英国蒸気浚渫船から始まり現在に至るまでの建設機械の歴史を 350 枚の写真を使って解説し、さらにハイブリッド建設機械に繋がる最近の動向も検討している。本稿では本書から抜粋して蒸気式建設機械の誕生、蒸気トラクタ発達、内燃機関や電気モーターへの動力の転換、クローラ発達など各時代における建設機械の進歩を時代背景も交えて紹介する。

キーワード：建設機械、歴史、エンジン、クローラ、トラクタ、ショベル、ダンプトラック

1. はじめに

建設機械メーカーはこの数年の市場の活況で世間の注目を集めているが、建設機械そのものを紹介する図書は少ない。このため、一般の人は勿論、他の産業界の人々にも建設機械について十分な理解が得られていないのが現状である。

筆者は 20 年前から国内外の博物館を見て回り、国内外の文献や図書などにより今まで明らかでなかった建設機械の歴史を調べてきた。この調査結果を基に、今回『写真でたどる建設機械 200 年』として本建設機械化協会／三樹書房から出版する運びになった。本書をまとめるに際して一般の人にも興味を持って理解して頂ける平易な解説を目指した。

本稿では、200 年の建設機械の歴史の概要を本書から抜粋して紹介する。

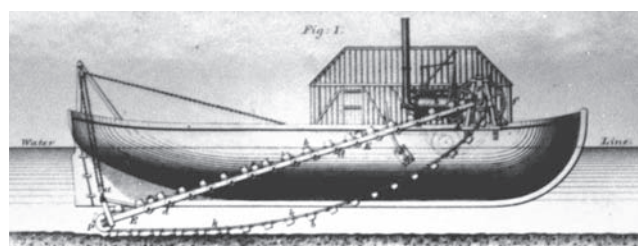
2. 建設機械の発達の流れ

人類最初の動力である蒸気機関が発明される以前もギリシャ時代から人力や馬力による建設器械が実用されていた。その後、蒸気機関、ガソリンエンジン、電気モーター、ディーゼルエンジンそして今後のハイブリッドシステムと動力が変遷している。もう一つの重要な要素である足回りは、船上、線路、鉄輪、クローラ、タイヤと発達してきている。作業機はワイヤー式から油圧式に変遷している。これが、現在までの歴史のマクロ的な流れである。一方、これらの進歩を阻害する出来事として、英国の赤旗法、戦前の日本の建設

機械化の禁止策あるいは第 2 次世界大戦などがあったことが時代を振り返ると判る。

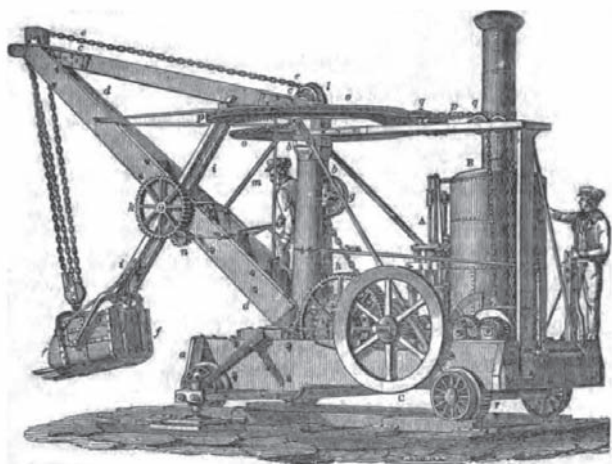
3. 蒸気建設機械の出現（1801-1850 年）

英国の R.トレビシックはコンパクトな高圧蒸気機関を開発し、蒸気自動車や蒸気機関車を発明した。1803 年には世界初の建設機械となる蒸気浚渫船（図一 1）も発明しており、ロンドン港で実用されている。当時は海運が交通の要であるため港の浚渫は重要な建設機械の用途であった。



図一 1 R.トレビシックの蒸気浚渫船（ロンドンサイエンスミュージアムにて撮影）

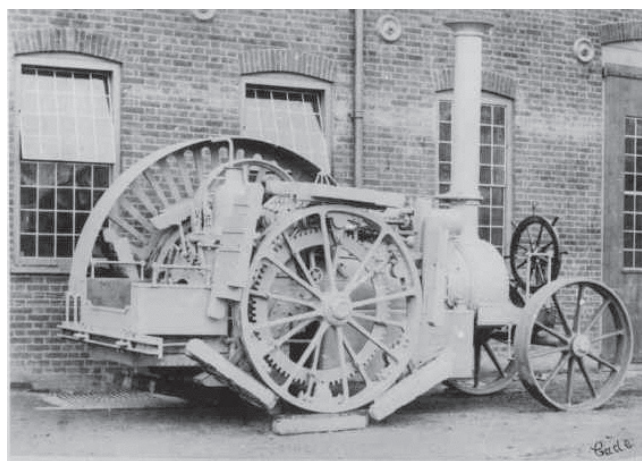
1839 年には米 W.G. オーティスが蒸気ショベル（図一 2）を発明し実用化している。このショベルは線路上を蒸気機関で走行し、アウトリガーで車体を固定した後、掘削作業とショベル部の旋回もできる先進的な設計であった。この蒸気ショベルは当時急速に伸びていた欧米の鉄道建設に多く使われている。1841 年～1849 年にかけては英国と米国で移動式（ポータブル）蒸気機関が開発されている。



図ー2 W.G. オーティスの蒸気ショベル (Railway Journal and Mechanics' Magazine, 1,16 (1843) p265 より転載)

4. 蒸気トラクタ発達とスエズ運河工事 (1851-1880 年)

1858 年に英国クレイトン・シャトル社により自走式のポータブル蒸気機関（すなわち蒸気トラクタ）が発明され急速に普及している。しかし、蒸気トラクタは軟弱地で車輪が埋まる問題が当初からあったため、英国の B. ボイデルは低接地圧のシュー付き車輪を発明し、1856 年に蒸気トラクタ（写真ー1）として実用化している。1867 年には英国で蒸気ロードローラが実用化されている。また、同年英 R.W. トンプソンはソリッドゴムタイヤを付けた蒸気トラクタを発明し、米国でもライセンス生産している。このタイヤにより走行音低減と牽引力アップができたと言われている。しかし、1865 年に英国では悪名高い「赤旗法」が制定され、その後 30 年間も英国の蒸気トラクタの進歩は停滞することになった。



写真ー1 英 B. ボイデルのシュー付き車輪蒸気トラクタ (Brian Hutchings 氏所蔵写真)

1859 年からのスエズ運河工事では仏 A. クーブレが発明したラダーエクスキャベータが投入され成功を収め、その後 100 年間世界中で使用されることになる。

5. 100 年前の世紀末 (1881-1900 年)

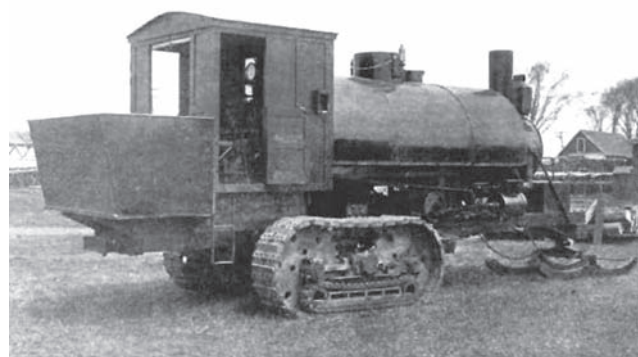
この時代に内熱機関、電気モーターなどの建設機械への応用も始まっている。坑内用電気機関車がハンガリーで実用化され、英国では内燃機関トラクタがホーンズビー社によって実用化されている。

蒸気ショベルはさらに改良が進み、1884 年には英国で全旋回式蒸気ショベルが開発され、ドイツでバケットホイール掘削機 (BWE) が発明されている。米国では蒸気ショベルの大型化（バケット容量 1.3 m^3 以上）が進み、運河工事や鉱山開発に普及するようになった。

6. クローラの発達史 (1770-1910 年)

1770 年に英国 R.L. エッジワースによりいくつかのクローラ特許が考案されている。前述のボイデルのシュー付き車輪もこの特許のクローラ的一种になる。

1901 年に米 A.O. ロンバードが初の実用クローラ式雪上トラクタ（写真ー2）を実用化して、木材運搬用に量産されている。米ホルツ社（後のキャタピラー社）も 1904 年に蒸気式クローラトラクタを開発し、これがその後のキャタピラー社の礎になったことは有名である。一方、英ホーンズビー社も同時期に独自のクローラ式トラクタを開発している。



写真ー2 米 A.O. ロンバードのクローラ式蒸気雪上トラクタ (米 Maine 大学 H. Crosby 教授所蔵写真)

7. 多様なエンジンの実用化とパナマ運河工事 (1901 年 -1910 年)

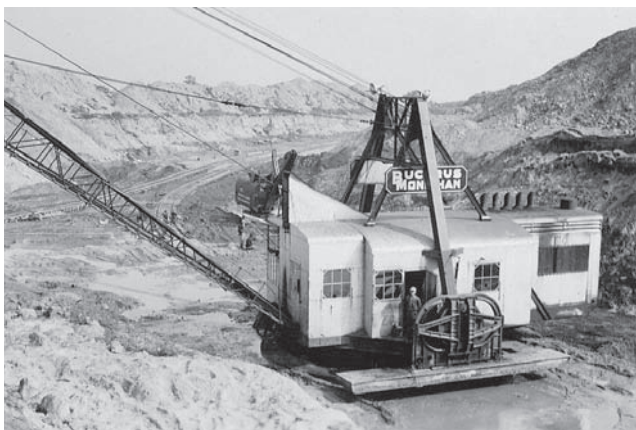
20 世紀始めは、ガソリンエンジン、蒸気機関やバッテリーが自動車動力となっており、フェルナンド・ポルシェによりガソリンエンジンとバッテリーのハイブリッドカーも発明されている。その後、ハイブリッドシステムは軍用車として第 2 次大戦中まで使用されたが、建設機械には適用されなかった。

建設機械ではドイツで電気ショベルが実用されている。1904 年からはパナマ運河工事が米国主導で始まり、米ビサイラス、米マリオン両社の 100 余台の大型蒸気ショベルなどが活躍することになる。

8. 第 1 次大戦前後 (1911-1920 年)

1914 年の第 1 次世界大戦では、米ホルツ社のクローラトラクタが連合軍に 1 万台以上も納入されている。その後、米国ではダム建設と道路建設が大規模になり、石炭露天掘りも始まっている。このため、トラクタの生産は大幅に増えたが、逆に 1910 年代に 186 社もあった米トラクタメーカは、10 年後に 10 社に淘汰されている。

米大型蒸気または電動ショベルは 500 トン級まで大型化が進んだ。1913 年には米 O.J. マチソンがウォーキングドラグラインの足回りを発明している (写真—3)。また、米マックトラック社が油圧式のダンプトラックを開発している。



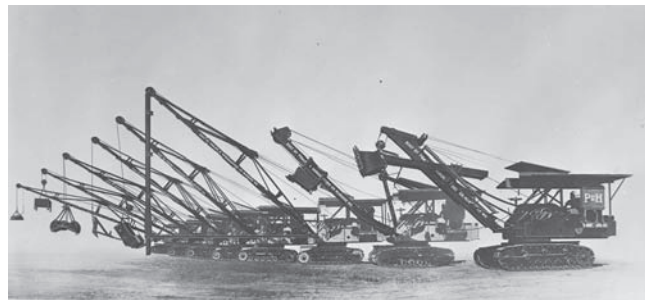
写真—3 1930 年代ビサイラス社ウォーキングドラグライン (Coal City Home = Page: <http://coalcity.lib.il.us/coalmining/> より転載)

9. 建機の多様化と恐慌 (1921-1930 年)

米国ではホルツ社が競合のベスト社と合併してキャ

タピラー社となり、近代的な黄色塗装のクローラトラクタを発売した。これが現在まで建設機械の標準色ようになった。小松製作所は最初の G25 クローラトラクタを開発している。

ショベルに関しては、米ハーニシュフェガー (P & H) 社が既にこの時代に様々なアタッチメントを付けたガソリン式クローラショベル (写真—4) を販売している。米国では 1,500 トンを越える露天掘り向け蒸気ショベルや蒸気ドラグラインが製造されているが、日本でも神戸製鋼所が国産初の電気ショベル 50-K が開発されるようになった。



写真—4 P&H 社 300 シリーズ・パワーショベルの 9 種類のアタッチメント (P&H Mining Equipment 社提供写真)

英国では農機トラクタを改造したホイールローダを JCB 社が発明している。日本では三菱重工が蒸気ロードローラを開発したが、関東大震災のため長期不況に陥り、失業対策のために土木工事機械化を禁止している。このため第 2 次大戦まで人力工事が中心になってしまった。1929 年には世界大恐慌が始まっている。

10. ディーゼルエンジン実用化 (1931-1940 年)

世界恐慌に苦しんでいたキャタピラー社は建設機械用ディーゼルエンジンの開発に成功した。このディーゼルエンジンに載せ換えたトラクタは燃費が同じガソリントラクタの半分になり、不況下のキャタピラー社が立ち直るきっかけとなった。

1930 年代にはブレード付きのブルドーザも普及した。独メンク社はスクレープドーザを発明して、米ハフ社は油圧式ホイールローダを発明している。米マックトラック社とユークリッド社は世界初のオフロード専用ダンプトラックを開発しフーバダム建設に投入している。米 R.G. ルターナが近代的なモータースクレーパを発明している。英エーベリング・バーフォード社も前後進容易なシャトルダンパー (ダンプトラックの一種) を発明し一時世界中に普及した。

11. 第2次世界大戦前後（1941-1950年）

米国では1941年以降、建機メーカーは戦車・爆撃機の部品製造を命じられて、キャタピラー社では軍用としてD7ブルドーザだけを重点的に製造させられていた。

日本では建設機械メーカー以外の鐘淵ディゼル工業やトヨタ自動車などもブルドーザを生産したが、十分な台数は量産されることなく終戦となった。

終戦後は、戦争被害が直接無かった米国を除いて全ての建設機械メーカーは生産再開がやっとの状態であった。しかし、米国ではダムと道路建設により、敗戦国側は農業生産と復旧工事のため建設機械の需要は大きくなっていった。敗戦後まもないイタリアではブルネリ社によって世界初の油圧ショベルが開発されている。

12. 建設機械革新の時代（1951-1960年）

1956年に米GMユークリッド社は、エンジン、ラジエータと世界初のパワーシフトトランスミッションをそれぞれ2基ずつ備えた革新的な大型ブルドーザTC12（388馬力）を発売した。キャタピラー社はこれに対抗する286馬力のD9を投入し長期にわたり世界のベストセラー機種となった。一方、米アリスチャルマー社も204psのHD21ブルドーザを開発している。米インターナショナルハーベスタ社はドーザショベルを開発している。日本では日特金属工業が湿地用三角シューを発明し、1958年にブルドーザ用に実用化している。

1953年にはドイツとフランスで油圧ショベルの開発ラッシュが起こっている。



写真—5 1962年米ミキサーモービル社技術導入の川崎重工KLD5ホイールローダ（川崎重工提供写真）

米ミキサーモービル社はアーティキュレート式ステアリングを発明しホイールローダの作業性能を大きく改善した（写真—5）。1955年には米インターナショナルハーベスタ社がバケット・リンク機構の基本となるZバーリンクを発明し、米メルロー社はスキッドステアローダを発明した。

ダンプトラックでは、米ルターナウェスティンハウス社がハイドロニューマチック・サスペンションとV型ベッセルを持つ先進的なダンプトラックを開発している（写真—6）。これが現在のオフロードダンプトラックの原形となった。日本では小松製作所と日野自動車が10-15トン積みオフロードダンプトラックを製造していた。



写真—6 1957年ルターナウェスティンハウス社LW32ダンプトラック（コマツアメリカ・ベオリア工場にて撮影）

13. 日本の建設機械の進化（1961-1970年）

イギリスではJCBにより世界発の油圧駆動ドーザショベルが開発されている。日本では1963年にキャタピラー社と新三菱重工がキャタピラー三菱を設立し、小松製作所はこれに対抗するために有名なマルA対策（QCによる品質改善活動）よりブルドーザを徹底的に改良して、世界的な品質レベルになったと言われる。

1968年には日本の政府海洋開発プロジェクトにより、日本国土開発とコマツが水陸両用ブルドーザ、日立製作所が水陸両用油圧ショベルを開発し世界を驚かすことになった。

日本の建機メーカー8社は米独仏から一斉に油圧ショベル技術の導入を図り、国産開発派3社を含めた厳しい開発競争を起こしている。

オフロードダンプトラックについては、スウェーデンのボルボ社が世界初のアーティキュレートダンプ

DR631 を開発している。

14. 建設機械の変遷とガスタービンエンジン (1971-1990 年)

1970 年に小松製作所は大型ブルドーザ D355A を米国市場に投入し、シベリア向けにはパイプレイヤーを輸出している。一方で 1977 年にキャタピラー社がハイドライブの D10L ブルドーザを発表し世界に大きな衝撃を与えている。

油圧ショベルについては、1972 年にコマツは耐久性の高いブルドーザ用クローラを油圧ショベルに採用して一挙にシェアを回復している。このような油圧ショベルの進歩と普及により、1970 年後半には国内ブルドーザ比率は半減し 25% に落ち込んでいる。1980 年代には韓国メーカが安価な油圧ショベルで世界の市場に参入した。米国では露天掘りの乱開発を防ぐ「表土埋戻し法」が制定され、多くの巨大ショベルが廃却されることになった。

1950 年代から 1970 年代前半にかけて日米の建設機械メーカがガスタービン搭載を試み、米 GM ユークリッド社は 210 トン積みガスタービン・ダンプトラックを 1 台鉾山に納入している。しかし、二度に亘る石油ショックで燃費の悪いガスタービンの開発は止めを刺されることになった。

米ワブコ社はエレベータ式モータースクレーパを開発し大きなシェアを持った。しかし、1986 年にモータースクレーパが市場崩壊して、多くの建設機械メーカがモータースクレーパから手を引くことになった。

15. 将来の建設機械

本書では最近の様々な建設機械の方向性も紹介したが、ここでは大型化について示す。図-3 は 1900 年から現在までの超大型車の総重量の変遷をまとめた図である。陸上で動く建設機械の大型化の上限は 15,000 トン位であり、油圧ショベルやダンプトラックについては現在の技術では 1,000 トンを越えるのは難しいなどと推定できる。

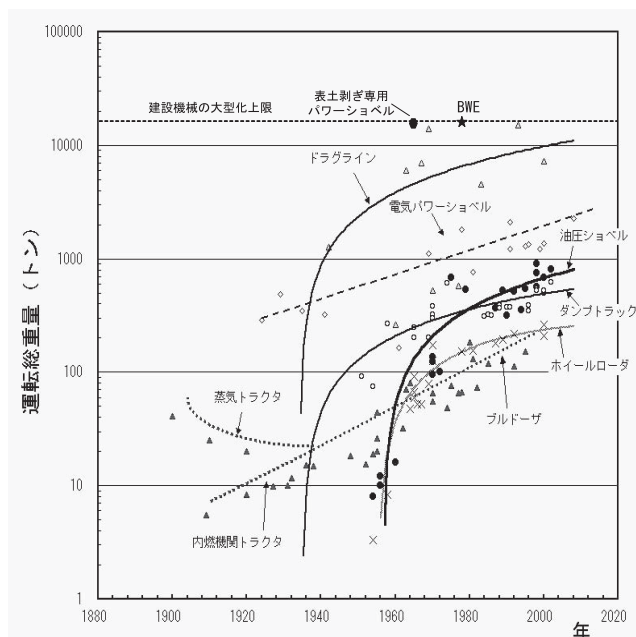


図-3 超大型建設機械の総重量変遷（筆者）

16. あとがき

『写真でたどる建設機械 200 年』は写真と図表で建設機械の歴史と動向をまとめた本であり、本邦初公開の写真もある。これらの写真を見て歴史を身近に感じて頂ければ幸いである。また、1800 年代からの欧米建機メーカを中心とした会社の歴史年表も添付したので業務の参考に利用して頂きたい。

本書のご推薦の言葉にあるように、建設機械の将来の指針の参考になり、若い世代に建設機械への興味を持って頂くきっかけになれば幸いです。

J C M A

【筆者紹介】

大川 聡（おおかわ さとし）
コマツ開発本部材料技術センタ
シニアテクニカルアドバイザー



ハイブリッド油圧ショベル

井 上 宏 昭

油圧ショベルの旋回装置を電気駆動化するハイブリッドシステムを開発し大幅な燃費低減効果を達成することにより、地球温暖化問題とりわけ CO₂ 排出に対する社会的貢献を果たす。また、一向に進まぬ温暖化ガス低減に対し建設業界においても今後規制が厳しくなることが予想される経営環境下にあって、お客様に燃費低減可能な商品を提供することによりご満足いただくと共にマーケットの活性化に結びつける。

上記目標のもとに、今春より PC200 ハイブリッドを発売開始したのでその概要について報告する。

キーワード：油圧ショベル、ハイブリッド

1. はじめに（建設機械のハイブリッド化について）

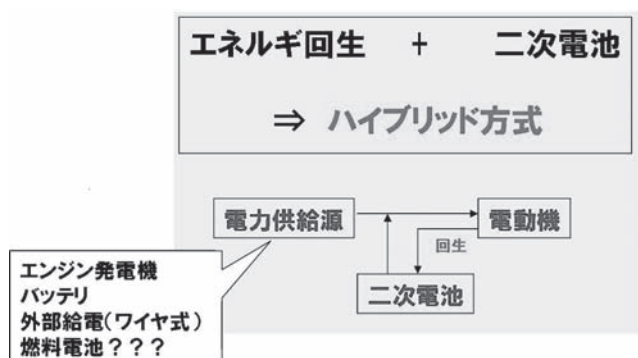
1997 年にトヨタ自動車からまったく新しいコンセプトの乗用車が発売された。それまでの走る・曲がる・止まるといった基本性能に対し、環境、とりわけ CO₂ 低減を第一義としてとらえハイブリッドシステムを搭載したプリウスの登場である。このクルマが産業界に与えたインパクトははかり知れず早速建設機械のハイブリッド化について検討を着手した。また、ここでハイブリッド方式を図—1のごとく定義した。すなわちアクチュエータの電動化と回生エネルギーのストレージシステムを備えたシステムである。従って電力供給源については各種のシステムが考えられ、エンジン発電機以外にバッテリー+キャパシタからなるハイブリッドフォークリフトの実用例がある。

建設機械は、製造から廃却にいたるライフサイクルにおいて CO₂ の排出は稼動時の燃料消費によるもの

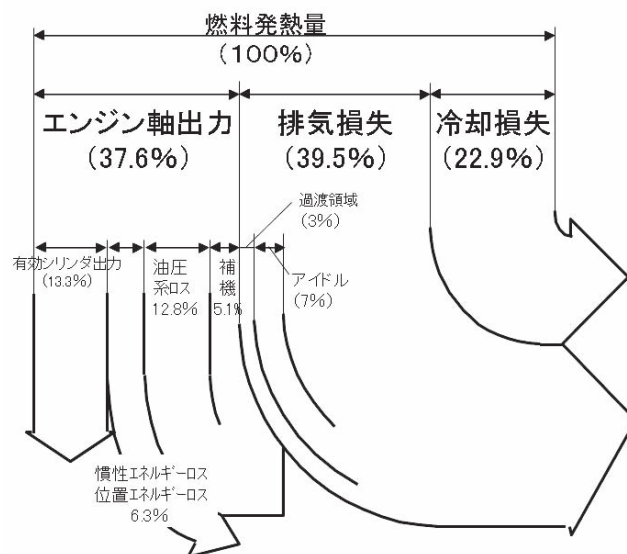
が 90% 以上を占めており、燃料消費の低減が直接温暖化ガス排出の低減につながる為、ハイブリッド化による低燃費技術は環境のみならず機械を使用していただくお客様にとっても有益な手法であることが判明した。そこで国内において最も普及している油圧ショベルに対し、燃費低減を目標としたハイブリッド油圧ショベルの開発を 2005 年より本格的に開始した。

2. 油圧ショベルの低燃費技術

図—2 に油圧ショベルの代表的な作業でのエネルギーフローを示す。これによると消費燃料 100% 内、有効仕事として取り出せるエネルギーは 13.3% であり、そ



図—1 ハイブリッド方式



図—2 油圧ショベルでのエネルギーフロー

の他は概ね熱損失となって廃棄される。この間エンジン出力を総て油圧エネルギーに変換し各アクチュエータに分配する油圧ショベルにおいては、エンジン～ポンプ間においてエネルギー変換ロスが、圧油を分配する際に圧力損失他によるロスが発生する。さらには作業機および上部旋回体の位置・運動エネルギーは油圧システムのメータアウト損失となって熱に変換されロスを計上する。これに対し、上部旋回体の駆動を電気モータで行うハイブリッドシステムとすることによりエネルギー変換および伝達ロスの低減と、旋回体の運動エネルギーを回生することが可能となる。そうして得られたエンジン出力の抑制効果をさらにエンジン燃費マップ上で最適マッチングさせることで、大幅な燃費低減効果を見込むことが出来る。

3. ハイブリッド油圧ショベル概要

(1) ショベル外観

PC200-8 ハイブリッドショベル外観を図—3に示す。

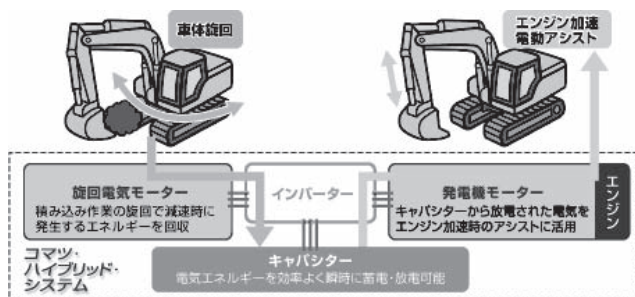


図—3 ハイブリッドショベル外観

(2) ハイブリッドシステム

ハイブリッド油圧ショベルの構成は、旋回電気モータ、発電機モータ、インバータ、キャパシタ等から成り立っている。車体の旋回が減速する時、旋回電気モータが減速時に発生するエネルギーを電気エネルギーとして回収し、キャパシタと呼ばれる蓄電器に蓄える。これを旋回時のエネルギーとして再活用すると共に、発電機モータを通じて作業時のエンジン加速時のアシストエネルギーとしても活用する。此の為、待機状態を始めエンジン回転を低く抑え燃料消費量の低減が可能となっ

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

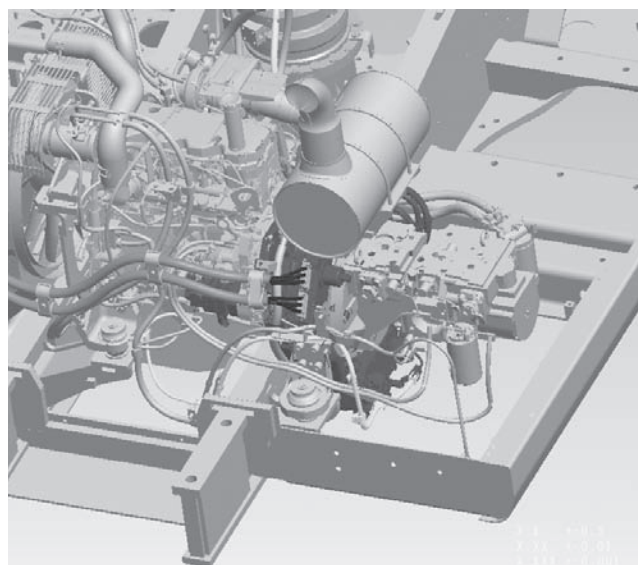


図—4 ハイブリッドシステム概要

(3) ハイブリッドコンポネント

(a) 発電機モータ

発電機モータはエンジンと油圧ポンプ間にビルトインし油圧ポンプへの伝達効率を格段に高めている。また、エンジンアイドリング状態では効率よく発電しキャパシタへの蓄電補充も行う。

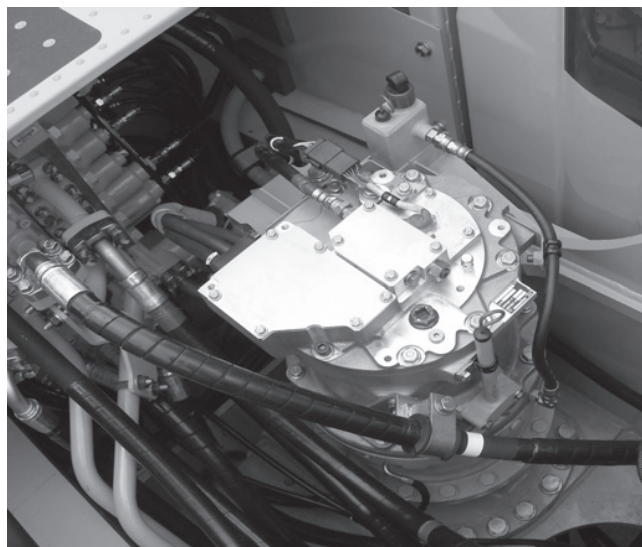


図—5 発電機モータ

(b) 旋回モータ

旋回減速時のエネルギーを回収する電気モータを新規開発した。電気モータは油圧モータよりも加速時の効率が良く、スムーズな旋回性能を発揮できる。

電気モータ用の潤滑油、冷却水循環も専用ケースを開発することで対応し、さらに電気モータ特有の高回転に伴い、専用減速機も新規開発した。

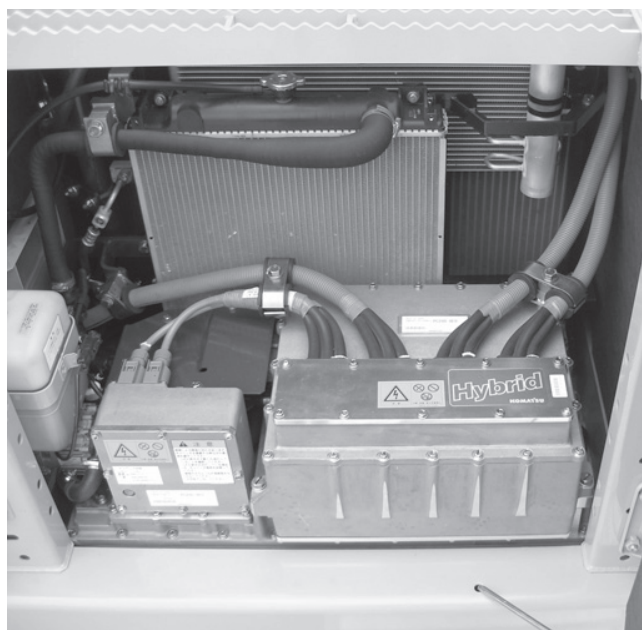


図一六 旋回モータ

(c) インバータ、キャパシタ

昇圧器一体型インバータとキャパシタをコンパクトに車載。専用の水冷装置を装備することで、各コンポネントの信頼性を確保した。蓄電器としては、電子・イオンの移動のみで充放電できるキャパシタを搭載。そのため化学反応を要するバッテリーに比べ、短時間での充放電が可能で、建設機械の頻繁なエンジン回転変動への追従を可能にした。

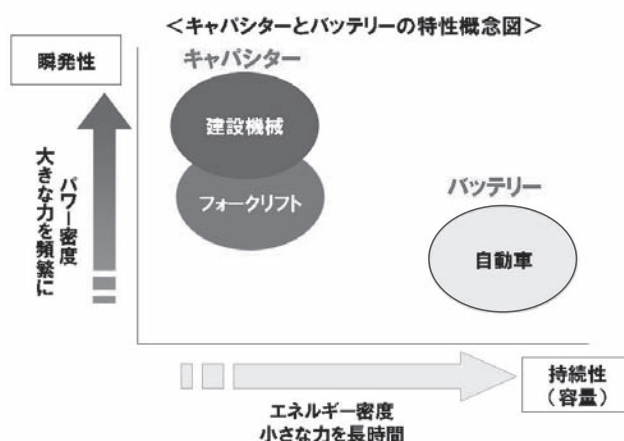
また、発熱や劣化が理論的に無いので、長寿命でかつメンテナンスも不要である。



図一七 インバータ・キャパシタ

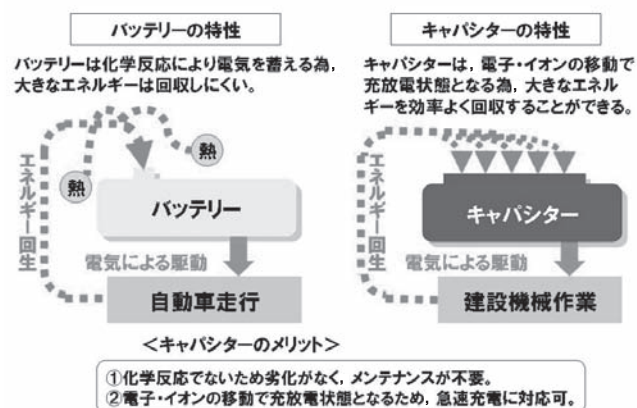
(d) キャパシタについて

巡回回生エネルギーの蓄電装置としてキャパシタを採用した。ハイブリッド技術で先行する自動車の場合は、発進加速の際に大容量の電気エネルギーを必要とし、その後は比較的安定したエンジン回転で使われる為、蓄電装置としてバッテリーを搭載している。それに対して、建設機械の場合、掘削作業等で短時間で頻繁なエンジン回転の変動が生じ、この頻繁なエンジン回転に追従してアシストするために、キャパシタを採用した。



図一八 キャパシタとバッテリーの特性概念図

自動車に使われるバッテリーは化学反応を伴い、放充電に時間を要するため、十分なアシストが得られないが、キャパシタであれば効率よく回収・蓄電し、また瞬時に放電することが可能となる。



図一九 建設機械ハイブリッドと自動車ハイブリッド

(4) IT 技術

ハイブリッド車では、エコ運転を助成するため、「ハイブリッド専用モニター」を装備した。

(a) 省エネナビゲーションシステム

運転席に装備したモニタ画面中央部に、直近5分毎の燃料消費量を棒グラフ表示し、オペレータのエコ運転励行を助成する。また画面を切り換えることで、直近1時間、12時間、1週間、1ヶ月の過去の燃料消費データも表示できる。

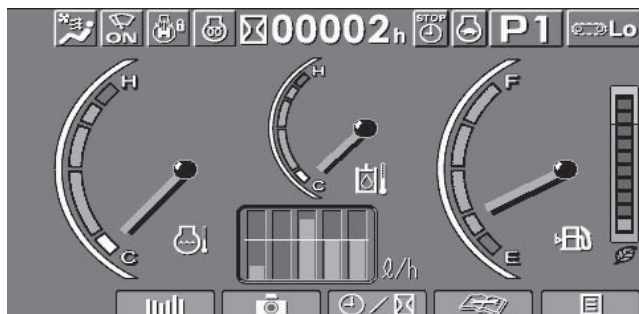


図-10 省エネナビゲーションシステム

(b) エネルギーモニタ

モニタ画面を切り換えることで、キャパシタの充放電や発電機モータのエンジンアシストの状況を、エネルギーフローとしてモニタ表示することも可能である。画面にはシステムを構成する各コンポと、それらコンポ間のエネルギーの流れが以下に色分け表示される。

- ・油圧駆動エネルギー
- ・電気駆動エネルギー
- ・回生エネルギー

①作業機操作+旋回起動時

作業機は従来機同様エンジンによるエネルギーを油圧で動かす。(エンジン～ポンプ～作業機の流れ)

旋回はキャパシタ及び発電機からの電気エネルギーで駆動する。(発電機／モータ+キャパシタ～旋回体の流れ)



図-11 作業機操作+旋回起動時エネルギーフロー

②作業機操作+旋回減速時

旋回減速時のエネルギーは、回生されてキャパシタに

蓄電される。(旋回体～キャパシタの流れ)

回生したエネルギーの一部は、発電機モータを介してエンジンをアシストし(キャパシタ～発電機／モータの流れ)、作業機の動きを助ける。



図-12 作業機操作+旋回減速時エネルギーフロー

(5) 低燃費効果

従来機「PC200-8」と比較して、平均25%(*)の燃費低減を実現した。また、実際に行ったユーザテストでは、旋回動作の頻度が高い作業現場において、最大で41%の燃費低減が認められた。これはこのシステムが旋回エネルギーを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るためで、旋回角度が大きい作業においては、公称値25%以上の低減効果を得ることも可能である。

※市場平均は、建設機械の平均的な使われ方から算出した社内基準で試算。

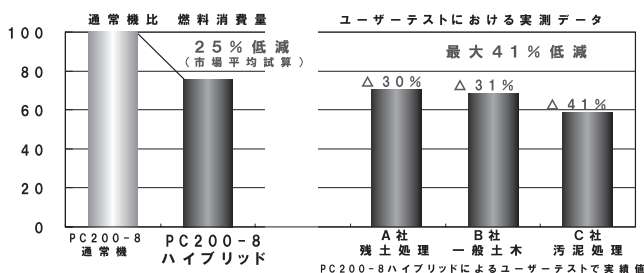


図-13 燃費低減効果

(6) CO₂ 削減効果試算

ハイブリッド車1台が1時間作業をした場合、燃費低減効果として通常機と比較した場合、約10kgのCO₂が削減される。日本国内で稼働する弊社の油圧ショベルが全てハイブリッド車に置き換わった場合を試算すると、年間約370,000トンのCO₂の排出が削減されることとなり、これは東京ドームの約153個分に相当する。

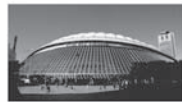
PC200-8 ハイブリッド 1台/作業1時間 約10kgのCO₂削減



日本国内で稼働するコマツの油圧ショベルが全てハイブリッド車になったら・・・

年間約370,000トンの
CO₂排出量が削減 注1)

東京ドーム約153個分のCO₂削減に相当



×約153個分
注2)

注1)油圧ショベルの稼働台数/排出量は2006年末の数値。ユーティリティ(ミニ建機)は除く
注2)東京ドームの体積1,240,000m³として試算

図ー14 CO₂ 排出量の削減

4. まとめ

従来のエンジン出力を総て油圧のエネルギーに変換し各アクチュエータを駆動する油圧ショベルのシステムに対し、上部旋回体の駆動を電気モータで行うことにより、エネルギー変換および伝達ロス低減と、旋回体の運動エネルギーを回生することが可能となった。これにより得られたエンジン出力の抑制効果をさらにエンジン燃費マッチングと組み合わせることにより、大幅な燃費低減効果を達成し、併せ以下の技術を確立した。

(1) 旋回装置の電動化技術

従来の油圧モータに換え電気モータにより上部旋回体を駆動する。操作性とりわけ他作業機との複合操作におけるモータ制御技術を確立した。

(2) 旋回運動エネルギーの回生技術

旋回電気モータ減速時のエネルギー回生を行うため、蓄電池の電圧制御技術を確立した。

(3) エンジン、油圧、電気のトータルエネルギーマネジメント技術

エンジン、油圧ポンプ、発電機モータ各々のパワー配分を決定し、燃費最適運転となるようなトータル制御技術を確立した。

(4) ハイブリッドコンポーネントの開発技術

建設機械用重負荷対応のハイブリッドコンポーネントとして、モータ・インバータ・キャパシタを開発した。(キャパシタセルは購入品)

5. おわりに

ハイブリッド建機の将来性についてはまだその途に就いたばかりではあるが温暖化対策並びに資源枯渇化対策の一助として、今後各社より発売され一定量のマーケットシェアを占めるものと思われる。普及にあたってのキーポイントはコスト低減であるが、総合評価落札方式に見られるような行政側からの支援にも期待したい。

また技術的には、様々な用途で用いられる建設機にあってはハイブリッドシステムによる省エネ手法は極めて有効であると考え、今後も引き続き開発を行っていく所存である。

J C M A

[筆者紹介]

井上 宏昭 (いのうえ ひろあき)
コマツ 開発本部
建機第一開発センタ
環境商品開発グループ
チーム長



建設機械のハイブリッド化とハイブリッドショベル

落 合 正 巳・園 田 光 夫

建設機械は、第二次オイルショック以降、省エネに対する改良も重要視され、様々な改良を重ねてきている。しかしながら、近年は、地球温暖化防止京都会議で採択された京都議定書によるCO₂低減に対応するため、地球規模での環境保全、地球温暖化対策という大きなテーマと向き合っており、製品開発に取り組んでいかなければならない状況となってきた。

この状況下、建設機械製品においても自動車に見られるように、各社、ハイブリッド化を積極的に進めてきている。本報告では、建設機械のハイブリッド化の状況を踏まえ、その効果と課題について述べると共に、20tハイブリッドショベルの概要を紹介する。

キーワード：ショベル、省エネルギー、環境保全、CO₂、ハイブリッド

1. はじめに

1997年の地球温暖化防止京都会議で採択された京都議定書において、CO₂を含む温室効果ガスの低減目標6%が設定された。我々建設機械業界もこれを受けて、CO₂低減に寄与する省エネルギー技術の開発を行っている。日本で生産されるディーゼルエンジンの10%は、建設機械向けと言われており、さらに、建設施工分野におけるCO₂の排出量は国内総排出量の約1%を占め、その主要な排出源は建設機械である。このようなことから、建設機械における省エネルギー技術、すなわち環境負荷低減技術の向上は、業界に与えられた大きな命題と認識されている。

自動車業界においては、省エネルギー化、クリーン化を目的とした電動化が進められてきており、各種のEV (Electrical Vehicle) やHV (Hybrid Vehicle) が製品化されてきている。建設機械においても各メーカ、ハイブリッド建機、等、電動化建機の開発が進められてきている。

本稿では、建設機械のハイブリッド化に当たっての効果と課題について述べるとともに、20tハイブリッドショベルの概要について、紹介する。

2. 建設機械とハイブリッド化

(1) 建設機械の種類と適用ポイント

建設機械には、クローラ系、ホイール系(図—1)等、

様々な種類の機械が存在する。これらの機械のハイブリッド化を考える時、それぞれの機械に適したハイブリッドシステムを考えなければならない。昨今開発されている自動車と比較し、多くのアクチュエータを備えていることも大きな特徴である。

例えば、ハイブリッド自動車においては、走行という一つのアクチュエータに対して、減速時エネルギーを回生し、そのエネルギーを加速時に使用するシステムである。従って、エンジンの小型化が容易にできる



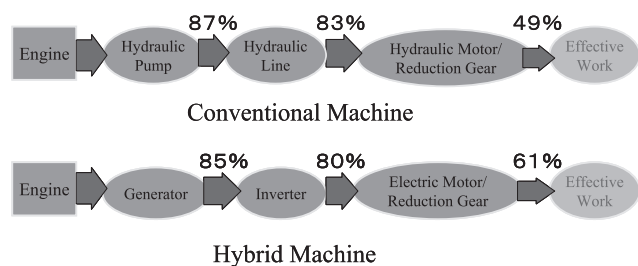
(a) クローラショベル (b) クローラクレーン



(c) ホイールショベル (d) ホイールローダ

図—1 建設機械の種類

システムとなる。一方、建設機械の油圧ショベルにおいては、少なくとも6個のアクチュエータ（旋回、ブーム、アーム、バケット、左右走行）が必要である。これら夫々のアクチュエータに、作業形態に応じて、時には総動力を分配し、時には総動力を一つのアクチュエータに集中させる。従って、どのアクチュエータ動力を回生し、エンジンの小型化を図るかがポイントであり、非常に難しい。もう一つの違いは、建設機械が、油圧動力を使用していることである。ハイブリッドシステムを構成する時、蓄エネルギー器として、アキュムレータ、フライホイール、電池、キャパシタが考えられる。多くの建設機械メーカのハイブリッドシステムは、発電機／電動機を使用し、蓄エネルギー器として電池、キャパシタを使用したシステムが一般的である。回転アクチュエータは電動機に置換されるが、効率やコンパクト性で油圧シリンダを上回る電動アクチュエータは存在しない。油圧と電動をうまく組み合わせたハイブリッドシステムということになるであろう。その点、クローラークレーンは、全て回転アクチュエータであり、電動化ハイブリッドは、容易であるかもしれない。油圧駆動を電動駆動とした場合の効率化の単純試算例を図－2に示す。



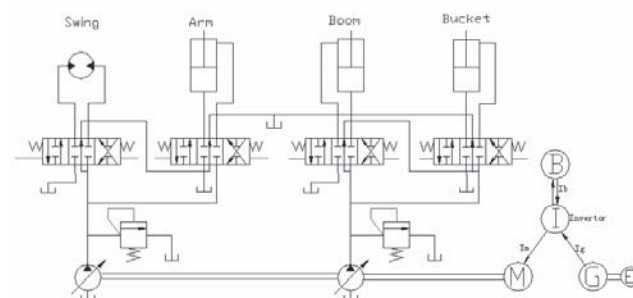
図－2 電動化による効率比較

(2) ハイブリッド建設機械のシステム例

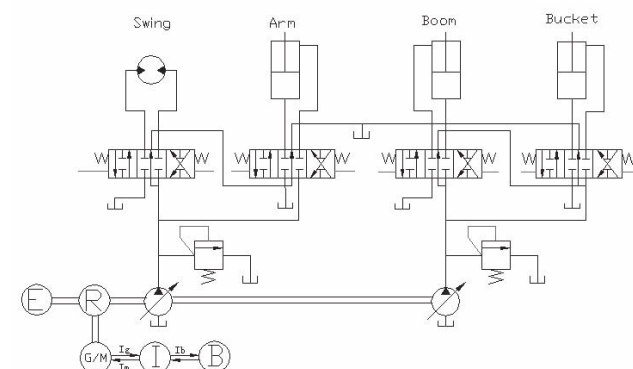
ホイール系の建設機械は、走行系は自動車と同様の電動ハイブリッドシステムで構成し、作業機系は従来通り油圧駆動とする構成が一般的であろう。現状の油圧ショベルは、複数個の油圧ポンプで複数のアクチュ

エータを駆動していることから、様々なハイブリッドシステムが考えられる。システムの違いによる省エネルギー化比較をした例を表－1に示す。

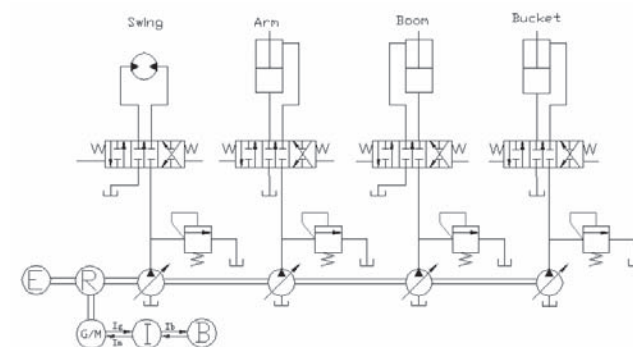
図－3, 4, 5は、それぞれのシステム概念図である。システム変更によっては、標準機に対して、5割以上の省エネルギー化が図れることが推測される。



図－3 2-Pump Serial System



図－4 2-Pump Parallel System



図－5 4-Pump Parallel System

表－1 システムの違いによる燃費比較

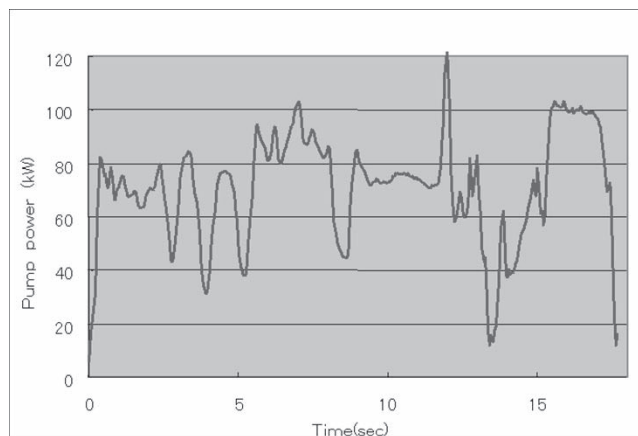
System	Fuel Consumption Ratio
2-pump System (Conventional System)	1
Serial Hybrid 2-pump System	1.10
Parallel Hybrid 2-pump System	0.86
Serial Hybrid 4-pump System	0.46
Parallel Hybrid 4-pump System	0.40
Double-pump Regeneration System	0.43
4-pump Hydraulic System	0.41

(3) ハイブリッド建設機械の課題

図－6は、油圧ショベルの作業時（掘削作業）の負荷変動である。自動車に比べ比較にならない大きな負荷変動となる。この大きな負荷変動に対して、いかに効率的に動力回収を行うかが重要な課題となる。また、この変動数／時間の多さから、二次電池やキャパシタの充放電繰り返し寿命が問題となる。電動アク

チュエータに対しては、負荷変動に対応する動力回収時の応答性や微操作性が課題となる。

建設機械は、屋外の全世界全地域で使用される。従って、使用される機器には、耐高温性、耐低温性、防水性等、自動車と同等の耐環境性が要求される。耐振動、耐衝撃には、自動車よりも更に厳しく、対振動は5～7 G、耐衝撃は10 G以上が要求される。

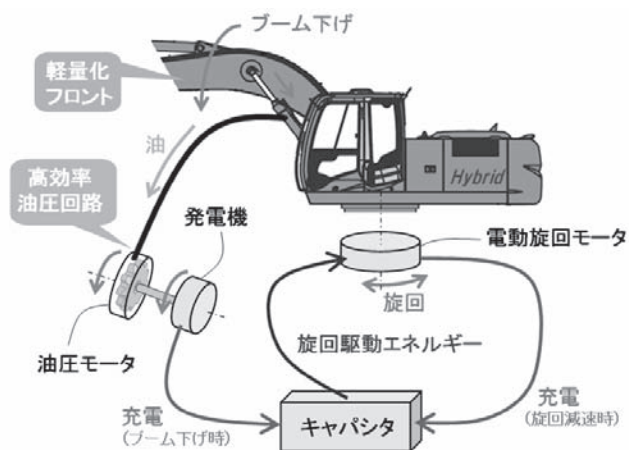


図一六 ショベルの掘削時負荷変動波形

3. ハイブリッドショベル

(1) システム概要

ハイブリッドショベル（20 t）のシステム概要を図一七に示す。20 t 標準機をベースに、フロント作業機は油圧駆動とし、旋回は電動機直駆動となっている。旋回ブレーキ時のエネルギーと位置エネルギーの大きいブーム下げ時のエネルギーを回生している。回生したエネルギーは、キャパシタに蓄え旋回駆動動力として使用している。エンジンと油圧ポンプ間には、扁平型発電機を設け、キャパシタ電力低下時に電力補充を



図一七 ハイブリッドショベルシステム概念図

行うシステムとしている。

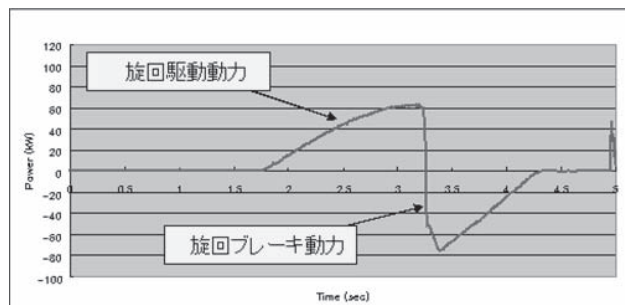
エンジンは、標準機と同等の作業性能を維持させることから小型化せず、効率の良い作動点で駆動するようエンジン制御を行い、高効率化を図っている。

また、旋回電動としたことから、標準機油圧システムを見直し、改良を加え、油圧システムの効率化も図っている。

(2) 回生システム

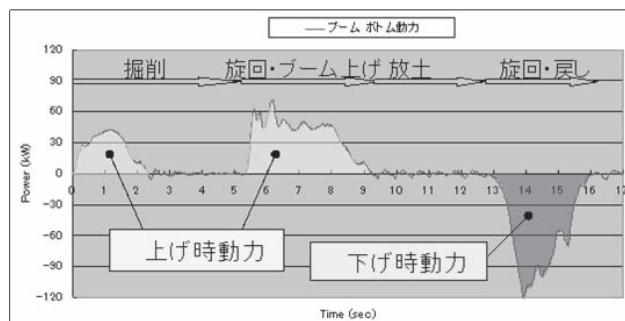
ハイブリッドシステムにおいては、エネルギー回生が重要なポイントとなる。クローラ型ショベルの場合には、走行系は自動車と異なり加減速時間が短く、有効なエネルギー回収が困難である。クローラ型ショベルで動力回生が期待できるのは、旋回ブレーキ時の運動エネルギーとフロントの位置エネルギーである。前述したように、今回開発したハイブリッドショベルにおいては、旋回減速時とブーム下げ時のエネルギー回生を行うシステムとしている。

図一八は、現状油圧ショベルの旋回時における駆動力を示す。マイナス動力は、ブレーキ時の動力であり、回生可能な動力である。旋回駆動動力の約7割が、回生可能であることがわかる。



図一八 旋回駆動時動力波形

図一九は、掘削作業時のブームシリンダボトムの動力を示したものである。図から、掘削時のブームの下げ動力（ブレーキ動力）は大きく、ブーム上げ動力



図一九 掘削作業時のブーム動力波形

の約8割が、回生可能なエネルギーである。

この回生可能なエネルギーを如何に効率よく回収し、使用するかが、ハイブリッドショベル全体の効率に大きく影響することになる。

今回開発したハイブリッドショベルに搭載しているブーム回生システムは、ブームシリンダのタンクへの戻り回路に設けた油圧モータと、この油圧モータで駆動される発電機で構成される。ブーム下げ時のブレーキは、この油圧モータの回転数とトルクで決定される。油圧モータで駆動される発電機の電力は、キャパシタに蓄えられ、旋回駆動エネルギーとして使用される。緩急のブレーキ力（ブーム下げの操作性）と効率の良いエネルギー再生制御が要求される。

(3) 構成部品と課題

先にも述べたが、建設機械は産業用に比べ使用環境、耐久性基準が厳しく、そのまま産業用電動モータを建設機械に用いることはできない。使用回転数帯と効率のマッチング、旋回停止時でのメカニカルブレーキも必要となる。ブレーキを内蔵、コンパクト化し、ハイブリッドショベルに搭載した旋回電動減速機を図一10に示す。



図一10 旋回電動減速機

油圧部品においては、作動油が熱を運ぶ媒体となり冷却が行われるが、電気部品の場合、特別の冷却システムを考慮しなければならない。現状の電動機、キャパシタの推奨使用温度は、60℃前後である（最近では、使用温度70℃以上のキャパシタも商品化されて来ている）。また、クローラ型ショベルの場合、自動車のように走行時の自然放熱も期待できない。開発したハイブリッドショベルの電動機やキャパシタは、水冷の強制冷却システムを搭載している。

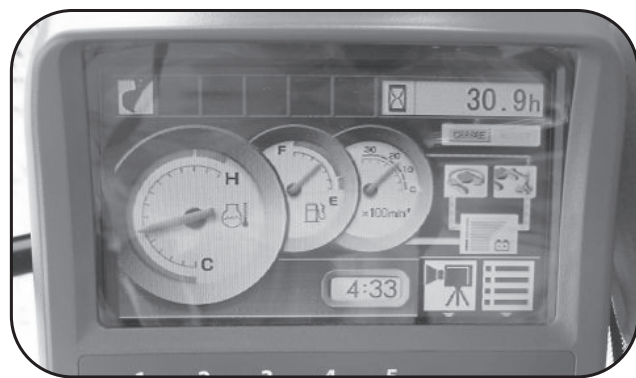
(4) ハイブリッドショベル開発機

図一11に、ハイブリッドショベルの掘削試験状況を示す。試験結果では、標準機に比べ、20～25%の燃費向上（作業形態により異なる）を確認した。本システムでは、標準機と同等の性能を確保するため、エンジンの小型化は取り入れていない。負荷率を考慮したエンジンの小型化、エンジンアイドル時での二次電池への充電等を行うことにより、30%前後の燃費低減が図られると思われる。



図一11 ハイブリッドショベルの掘削試験状況

図一12は、専用モニタであり、作業時の電力の使用状況やキャパシタの充電状況が知れるようになっている。



図一12 専用モニタ

4. おわりに

建設機械は、多くのアクチュエータを有し、特に油圧シリンダを用いていることから、ハイブリッドシステムをはじめとする電動化は非常に難しい。しかしながら、電動駆動を採用し、機械に適したシステムを構成することにより、25%以上の燃費向上が図れると思われる。

コスト的には非常に厳しいが、地球環境保全、安全、快適性を含めた人間尊重と大きな視野で捉えた製品開発が要求される時代となってきた。更には、顧客ニーズの多様化、経済性も考慮していかなければならない。循環型社会へ変わる中で、CO₂削減、地球温暖化対策に少しでも寄与するため、建設機械の電動化、ハイブリッド化を積極的に推進、努力していきたい。

JCM A

《参考文献》

- 1) 杉山他：建設機械における燃費提言の取り組み，建設機械，Vol.39 No.6 (2003)，26/31
- 2) 落合：環境対応建設機械への取り組み，建設物価，No.9 (2003)
- 3) 神戸製鋼，コベルコ建機：ハイブリッド建設機械の研究開発，NEDO 第一回「新規環境産業創出型技術研究開発制度」分科会資料 6-2 (2001)
- 4) 環境省：建設機械における CO₂削減のためのバッテリー駆動化に関する技術開発，「平成 17 年度地球温暖化対策技術開発」業務報告書，(2005)
- 5) 大木他：バッテリーショベルの開発，平成 18 年度秋季 JFPS 講演会論文集 (2006)，145/147



[筆者紹介]

落合 正巳 (おちあい まさみ)
日立建機㈱
技術開発センタ
主管研究員



園田 光夫 (そのだ みつお)
日立建機㈱
技術開発センタ
主任研究員

建設の施工企画 2006 年バックナンバー

平成 18 年 1 月号 (第 671 号) ~ 平成 18 年 12 月号 (第 682 号)

1 月号 (第 671 号)

夢特集

5 月号 (第 675 号)

施工現場の安全特集

10 月号 (第 680 号)

情報化施工と IT 特集

2 月号 (第 672 号)

環境特集 温暖化防止に向けて
(大気汚染防止・軽減) 特集

6 月号 (第 676 号)

リサイクル特集

11 月号 (第 681 号)

ロボット・無人化施工特集

3 月号 (第 673 号)

環境特集 環境改善 (水質浄化・土壌浄化)

7 月号 (第 677 号)

防災特集

12 月号 (第 682 号)

基礎工事特集

4 月号 (第 674 号)

特集 品確法 公共工事の品質確保

8 月号 (第 678 号)

標準化特集

■体裁 A4 判

■定価 各 1 部 840 円

(本体 800 円)

9 月号 (第 679 号)

維持管理・延命化・長寿命化特集

■送料 100 円

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>

7t 級ハイブリッドショベルの開発

鹿兒島 昌 之

近年、地球温暖化防止や経済性などの観点から、建設機械においても作業中の燃料消費量を低減することが求められてきている。建設機械の中でも最も稼働台数の多い油圧ショベルに関しては、これまで油圧機器やエンジンの損失低減などに取り組んできている。しかし大幅な燃料消費量低減を図るためには大胆なシステムの見直しが必要である。その低減対策として注目されているのが、自動車で用いられているハイブリッドシステムの適用である。このような状況下で、当社では7t級ショベルを対象にハイブリッドショベルを開発した。シリーズパラレルハイブリッドシステムを採用したハイブリッドショベルを製作し、燃費試験およびモニタ評価を実施した。その結果、従来ショベルと同等の作業が可能で、かつ大幅な燃費低減が可能であることがわかった。

キーワード：油圧ショベル、ハイブリッドシステム、ディーゼルエンジン、電動機、バッテリー

1. はじめに

2008～2012年に地球温暖化の温室効果ガス排出量を1990年比で5%以上削減することを目標に、各国・地域の削減数値目標を割当てた京都議定書が1997年12月のCOP3において採択され、2003年10月にロシアが批准承認したことで、2005年2月16日に発効した。

しかし、我国の温室効果ガス排出削減目標の6%は2007年度では8.7%増加し、14.7%の削減が必要となっており、法的拘束力のある数値目標の達成に向けて、「地球温暖化対策推進大綱」に基づき、省エネルギー対策は加速されようとしている。

我国の温室効果ガス排出量の約1%が建設機械の燃

料消費によるもので、その内、油圧ショベルが59%を占めるといわれている。その削減対策の手段として注目されているのが、建設機械の省エネルギーやエネルギーの効率向上を目的とするハイブリッドシステム^{1), 2)}の開発である。

このような状況下、技術総合開発機構（NEDO）および（株）神戸製鋼所と共同で、シリーズハイブリッドシステムを採用した7t級のハイブリッドショベルを開発し、実作業における省エネルギー効果の実証試験を行った。

さらに、より商品機に近いシステムとしてシリーズパラレルシステムを採用したハイブリッドショベルを開発し、約6ヶ月のモニタ評価を実施した。

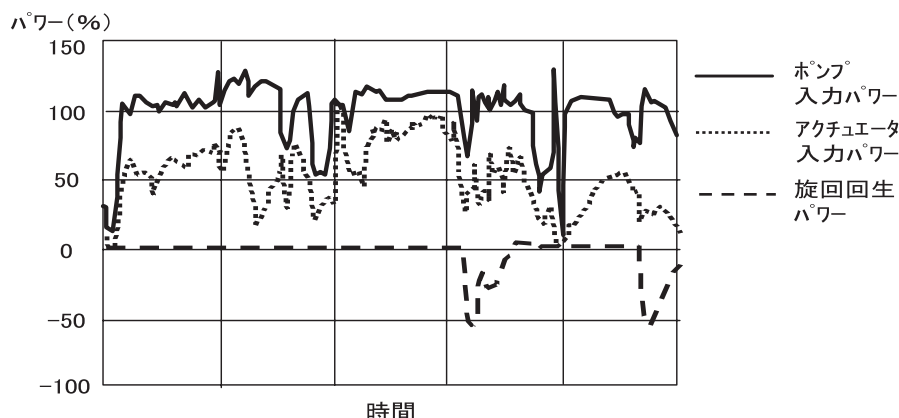


図1 油圧ショベル動力

2. ハイブリッド化の狙い

油圧ショベルは、掘削などの高負荷作業と水平引き・均しなどの低負荷作業を短時間で繰返すため、大きな負荷変動を受ける。また、基本アクチュエータとバケット、旋回、左右走行という分散配置されたアクチュエータを持っており、これらのアクチュエータに対し高エネルギーを高応答に供給するために油圧システムが採用されている。

油圧ショベルの動力を図-1に示す。図-1は20t級油圧ショベルによる「掘削・ブーム上げ90°旋回、排土・ブーム下げ90°旋回」1サイクルのポンプ入力パワー平均値を100%としたパワー消費時刻暦データの一例である。

従来の油圧ショベルでは、最大負荷に対応できる動力を油圧ポンプから供給し、余剰動力を熱として放出しながら機械の動きを制御しているため、作業有効パワーが低い場合であっても、複合操作時のコントロールバルブでの各アクチュエータへの流量分配や合流のための絞り損失が下がらない。また、作業装置の下降時や旋回停止時など外部から与えられる位置エネルギーや運動エネルギーも熱として放出している。さら

に図-1からわかるように、ポンプ入力パワーと比較して旋回回生パワーも少なく、回生パワーの再利用のみでは大幅な燃費削減は難しいと思われる。

これらの状況を踏まえ、油圧ショベルのハイブリッド化については、図-2のような狙いでシステム開発を行った。すなわち燃費低減のポイントは以下である。

- ・旋回電動機化による回生パワーの再利用、旋回部損失低減。
- ・油圧部損失低減。
- ・バッテリーと電動機によりエンジンを積極的にアシストすることでエンジンの小型、高効率運転を実現。

3. ハイブリッドショベルの開発

(1) システム構成および機器

図-3に当社で開発したハイブリッドシステムの構成を示す。7t級ショベルを対象とし、図のようなシリーズパラレルハイブリッドシステムでショベルを構成した。従来ショベルは、エンジンにより駆動されるポンプからパワーを各アクチュエータに配分しているが、本システムではエンジンと発電電動機の両方のパワーでポンプを駆動している。これにより従来より

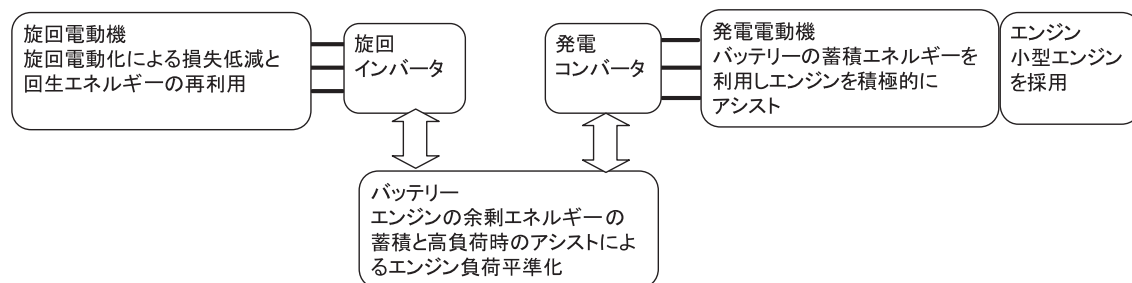


図-2 ハイブリッドシステムの狙い

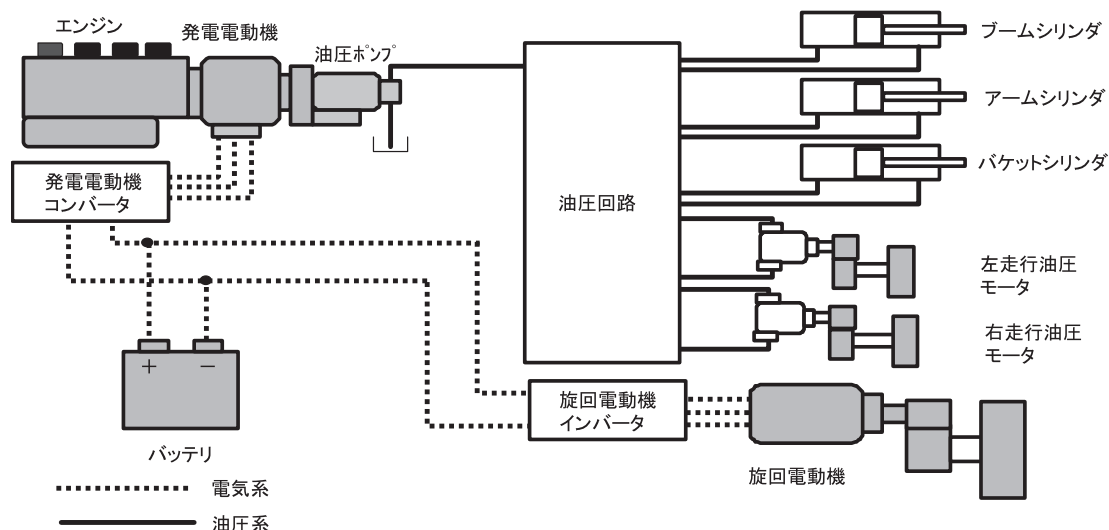


図-3 ハイブリッドショベル構成

小型のエンジンが使用可能である。

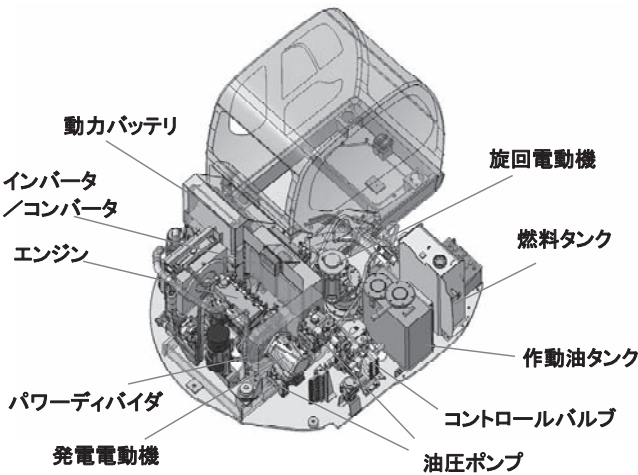
また、旋回を電動機駆動とすることで旋回部の損失を大幅に削減可能であり、さらに旋回と他アクチュエータの複合動作時に生じる分配ロスを低減することができる。表―1 に機器スペックを示す。

表―1 機器スペック

エンジン	定格出力	28.0 kW/1800 min ⁻¹
	公称電圧	288 V
バッテリー	容量	5.5 Ah
	定格出力	7.5 kW
発電電動機	形式	三相交流同期形永久磁石式
	定格出力	14 kW
旋回電動機	形式	三相交流同期形永久磁石式

機器スペックからわかるように、発電電動機によるアシストを積極的に行うことで、従来7t級では40 kW 程度のエンジン出力が必要であったものがこれより一回り小さなエンジンで従来機と同等の作業が可能となっている。

また、バッテリーに関しては、乗用車クラスのハイブリッ



図―4 機器配置

ド自動車で用いられるものと同クラスの容量である。

図―4 に機器配置を示す。バッテリー、発電電動機、旋回電動機など従来機より機器が増加している。

(2) モニタ機

製作したモニタ機の初号機はINTERMAT2006（パリ）、CONET2006（東京）およびWORLD OF CONCRETE2007（ラスベガス）に参考出展を行った。

複数台のモニタ機は、国土交通省の「排出ガス対策型バックホウ（2次基準値）」の指定を受け、一般ユーザによるモニタ評価に供した。ハイブリッドショベルモニタ機を写真―1 に示す。

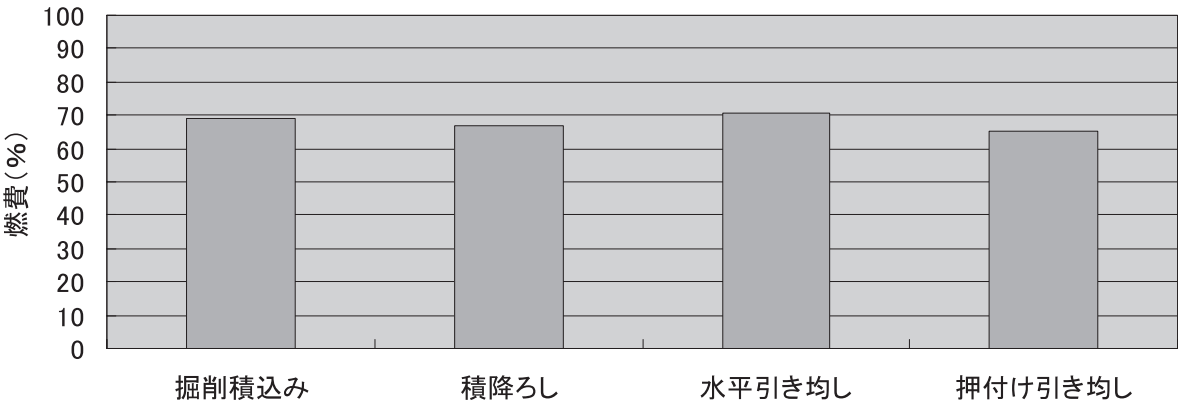


写真―1 モニタ機（展示用）

4. 燃費評価

弊社は、技術総合開発機構（NEDO）の委託研究で、現場観察により下水管埋設工事の作業をパターン化し、燃費評価用標準運転モードとして定めている³⁾。

この標準運転モードの内、積込み、積降しと均しの一部について、燃費試験を実施し、現行機に対する省燃費効果を検証した。図―5 に作業毎の燃費比較結果を示す。図で従来機の燃費を100%としている。こ



図―5 ハイブリッドショベル燃費

これらの作業で約 30～35%の燃費低減が可能である。

また、これらの作業を組み合わせた標準運転モードはアイドリングなども含まれるため、さらに燃費は低減できると考えられる。

5. モニタ評価

(1) モニタ方法

異なる業者（建設業、解体、産廃業など）に貸し出し、実稼働データの収集および客先の評価をヒヤリングした。

(a) モニタ機 A

道路工事、ブレーカ作業、解体等の多種複数作業での性能評価を目的とし、解体、産廃業者など数社に2週間～1ヶ月単位で貸し出し、モニタ評価を実施した。稼働状況を写真—2、写真—3に示す。



写真—2 稼働状況（家屋解体）



写真—3 稼働状況（産廃処理）

(b) モニタ機 B

宅地造成など一般的な作業での性能評価を目的とし、建設業者1社に6ヶ月程度貸し出し、モニタ評価を実施した。稼働状況を写真—4に示す。



写真—4 稼働状況（宅地造成）

(2) 稼働データ収集

エンジン回転速度、バッテリー電流などモニタ機の稼働状況のデータを収集するために、モニタ機には図—6のようなデータ収集装置を装備し、稼働データ収集を行った。

この稼働データの分析により、各現場毎の稼働状況、ハイブリッド機器の負荷状況、エンジンの負荷状況、燃料消費量などのハイブリッドシステム開発に有効なデータが得られた。



図—6 データ収集装置

(3) モニタ結果

モニタ先へのヒヤリングを実施した。以下にその内容を示す。

- ・速度、パワーは問題ない。
- ・旋回は思うように動いてくれるので乗りやすい。
- ・燃費が良い（従来の半分以下）。
- ・音は静か、問題なし。電動旋回の音も気にならない。
- ・操作違和感は、全く感じない。

(4) モニタ機燃費評価

モニタ機の稼働データを基に燃費を計算し、従来機と比較を行った。図—7に燃費を示す。従来機と比較して大幅な燃費低減が可能となっている。

(5) モニタ機まとめ

- ・機械全体としては従来機と同等の性能という評価を得ており、操作性も特に問題ないと思われる。
- ・「旋回はスムーズで流れたりしないでさっと止まる」

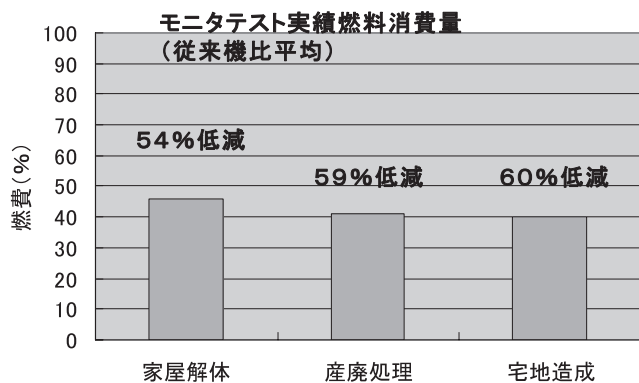


図-7 モニタ燃費

という意見があり、電動旋回も良い評価を得ている。
・稼働データの分析結果によれば、ごくまれに高負荷作業が連続し、バッテリー SOC（充電状態）が低下している部分が見られる。しかし、動力制御部分を工夫することにより、問題ないレベルとなっており、今回のモニタ評価でも問題になっていない。

6. まとめ

建設機械の省エネルギー化のための方策として 7t 級油圧ショベルを対象に、ハイブリッドショベルを開

発し、モニタ評価を実施した。

モニタ期間中は大きなトラブルもなく、モニタ評価は無事終了した。さらに、実際の稼働データを多数収集することができ、本システムにより従来ショベルと同等の作業が可能で、かつ大幅な燃費低減が可能であることがわかった。

今後の商品化では、ハイブリッドシステムを構成する機器のコストダウンが課題であると考えている。

J C M A

《参考文献》

- 1) 近藤宏一ほか：ハイブリッド車用電気式 4WD システムの開発，自動車技術会学術講演会前刷集，No.101-01，pp.13-16（2001）
- 2) 佐々木正和ほか：キャパシタハイブリッドバスシステムの開発，自動車技術会学術講演会前刷集，No.102-01，pp.9-14（2001）
- 3) 小見山昌之ほか：6 トンクラス油圧ショベルのエネルギー効果評価モード，建設の機械化 [626] p.28（2002）

【筆者紹介】

鹿児島 昌之（かごしま まさゆき）
コベルコ建機㈱
開発生産本部 要素開発部
マネージャー



建設の施工企画 2007 年バックナンバー

平成 19 年 1 月号（第 683 号）～平成 19 年 12 月号（第 694 号）

1 月号（第 683 号）

建設機械特集

6 月号（第 688 号）

建設施工の安全対策特集

10 月号（第 692 号）

維持管理・延命特集

2 月号（第 684 号）

道路工事・舗装工事特集

7 月号（第 689 号）

建設施工における新技術特集

11 月号（第 693 号）

情報化技術特集

3 月号（第 685 号）

除雪特集

8 月号（第 690 号）

防災・災害復旧特集

12 月号（第 694 号）

ロボット・無人化施工特集

4 月号（第 686 号）

環境特集

9 月号（第 691 号）

河川・港湾・湖沼・海洋工事
特集

■体裁 A4 判

■定価 各 1 部 840 円
(本体 800 円)

5 月号（第 687 号）

ダム of 施工技術特集

■送料 100 円

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>

バッテリーハイブリッドフォークリフト

吉 田 正 志

日本では近年、フォークリフトは年率2%程度のペースでバッテリー化比率が上昇し、2007年度フォークリフト販売ではバッテリー車の比率は全体の50.2%に達した。市場の配車台数はまだエンジン車が多いものの、寿命が約8年のフォークリフトは数年のうちにバッテリー車が上回ることが予想される。バッテリーでモータを動かし、作動するバッテリー車は二酸化炭素排出量がガソリンエンジン車の約1/5と少なく、環境保全に優れている。加えて日々のランニングコストがガソリンやディーゼル燃料より安いので、エンジン式に比べ約1.7倍の購入価格もおおよそ1.5年で回収できる。これらの理由から、ほぼ全ての業種・業界でバッテリーフォークリフトの導入を進めるなど、メリットの多いバッテリー車だが、エンジン式に比較して1回の充電で稼働できる時間が短い、放電が進むとパワーが落ちる、充電時間が長い、補水が面倒などのウィークポイントがあった。ここでは、これらの課題を解決するため開発したバッテリーハイブリッドフォークリフトについて述べる。

キーワード：フォークリフト、ハイブリッド、バッテリー

1. バッテリーハイブリッドフォークリフトの特徴

(1) 電力使用量を最大20%節約

(バッテリー車で、更なる大幅省エネが可能)

⇒省エネルギー & CO₂ 削減に貢献します

(2) パワーダウンなし

(放電が進むとパワーが落ちるバッテリー車の欠点を克服)

⇒バッテリーの放電が進んでもスピードが落ちずにパワフルさを維持できる様に制御。

(3) 急速充電機能により稼働時間を大幅延長

(充電を使い切ると、充電で一晩使えないバッテリー車の欠点を克服)

⇒1時間の急速充電で60%回復。

最長11時間(*)の稼働が可能。

急な作業時間の延長(残業)、充電忘れなど万一の時に安心。

(*)稼働状況により変動)

(4) 密閉式シールバッテリーの採用

(バッテリーの取扱の面倒さを克服)

⇒バッテリーのメンテナンスで最も煩わしい補水作業



図ー1 1.5トン積バッテリーハイブリッド車

が不要となり、補水忘れによるバッテリー劣化の心配無し。

2. 搭載機器

バッテリーハイブリッド車では従来のエネルギー型電源のバッテリーに加え、パワー型電源としてキャパシタを搭載した二系統の電源を車載。このシステムを生かすため、車載式急速充電器とハイブリッド用コントローラを搭載。またバッテリーを補水作業が不要なシールバッテリーとし、全てのモータのAC化も含めて消耗

品や交換部品を削減し、車両トータルの省エネも大幅に改善。このキャパシタと急速充電器が、従来のバッテリー車のウィークポイントである①エンジン式に比較して1回の充電で稼働できる時間が短い、②放電が進むとパワーが落ちる、③充電時間が長い等を解決する柱となっている（図—2）。



図—2 バッテリーハイブリッド車の構成

3. エネルギー回生のしくみ

従来からバッテリーフォークリフトには「回生制動」機能を搭載し、回生エネルギーを回収していたが、鉛バッテリーは内部抵抗が大きい為、瞬間的に発生する回生電流（エネルギー）を充電できずほとんど熱となり、回生エネルギーの2～3%程度しか回収できなかった。また鉛バッテリーは充電に10時間程度を要するため、長時間連続稼働するうえでのネックになっていた。予備バッテリーに交換しての稼働は可能だが、エンジン車の燃料給油のような手軽さはない。これらの問題の解決の手段としてキャパシタに着目したが、従来の技術ではキャパシタに蓄えられたエネルギー量の有効活用度や大電流の放出や吸収の遅れ等、実用上の課題があったため、新規キャパシタを研究開発し、実用上の課題を解決し商品化を行った。キャパシタは電解液・アルミ箔・活性炭等で構成されており、モータ制動時の回生エネルギーを効率良く回収し、蓄電・放電できる特性を持っている（図—3）。その結果、バツ



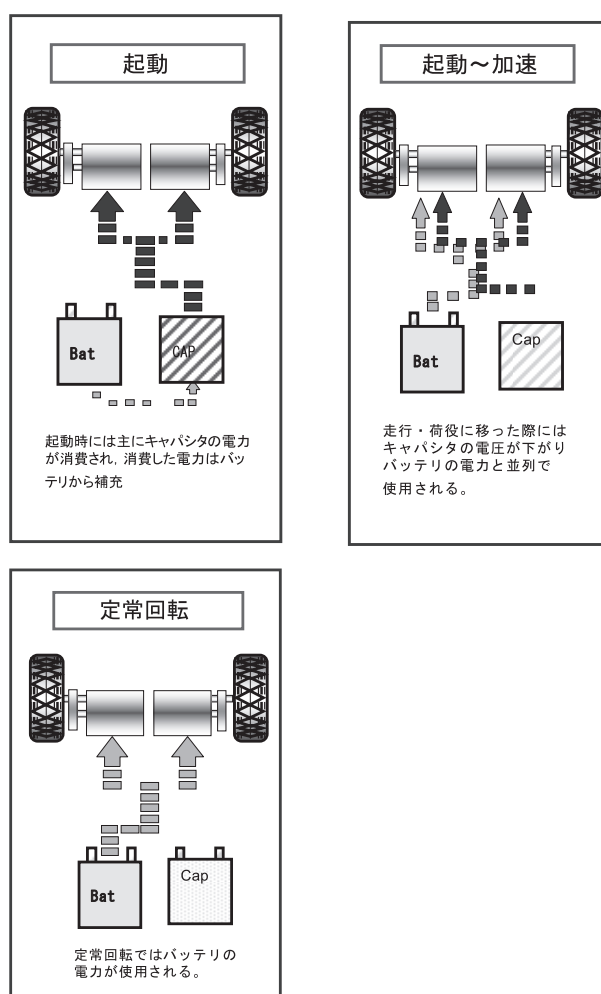
図—3 エネルギーの流れ比較

テリーハイブリッド車での回生エネルギーの回収効率は90%以上となった。

4. エネルギー消費のしくみ

起動時にはキャパシタの電力が主に消費され、消費した電流はバッテリーから補充される。モータの回転が増加してくると、キャパシタに蓄えられたエネルギーが減少し、電圧が下がると共にバッテリーから供給される電力が増加する（キャパシタとバッテリーの共働）。

さらに定常走行のようにモータ回転が定常に移った場合にはバッテリーの電力が使用される（図—4）。



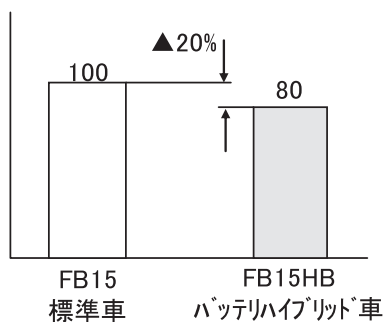
図—4 走行・荷役時の電気の流れ

5. 省エネ効果の確認

(1) 消費電流量

1.5 トン積み標準車に対して20%削減（図—5）。

（JIVAS F30「バッテリー式フォークリフトトラックの一充電稼働時間試験手順」による）



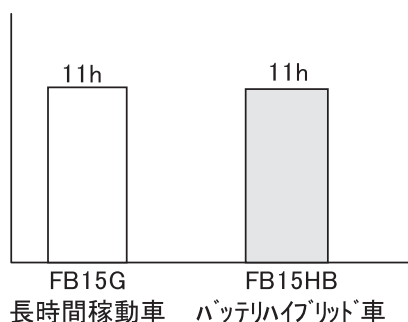
図—5 消費電流量

(2) 稼働時間

ハイブリッド車は昼休みに1時間の急速補充電1回で11時間稼働を達成。

大容量バッテリー搭載の長時間稼働車(1.5トン積み)と同等の稼働時間を標準の車体サイズで達成(図—6)。

(JIVAS F30「バッテリー式フォークリフトトラックの一充電稼働時間試験手順」による)

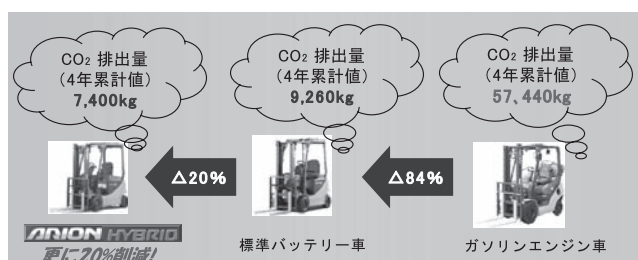


	FB15G 長時間稼働車	FB15HB バッテリーハイブリッド車
バッテリー容量(Ah)	725	360
旋回半径(mm)	1930	1750
全長(フォーク前面)(mm)	2195	2050

図—6 稼働時間

6. CO₂ 排出量削減

CO₂ 排出量は、従来のエンジン車に対し、80%以上の大幅削減を達成した従来のバッテリー車から更に20%の削減を実現(図—7)。

図—7 CO₂ 削減量比較

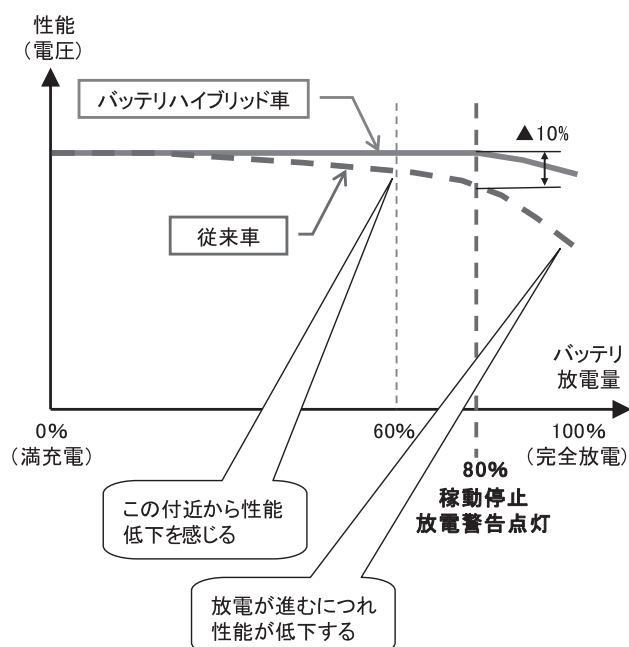
【試算条件】

- ①稼働時間は6時間/日、年間稼働日240日
- ②CO₂ 排出係数は環境省公表ガイドラインに準拠
- ③ガソリンエンジン車/標準バッテリー車とバッテリーハイブリッド車との比較
- ④車輛の負荷条件は弊社テストデータを使用

注：上記数値は、稼働条件により変動

7. パワーダウン防止

通常のバッテリー車では60%放電ぐらいから性能が低下(発進加速, リフト上昇速度の低下)してくるが、バッテリーハイブリッド車ではキャパシタがカバーするため、80%放電近くまで、性能を維持する事が可能(図—8)。



図—8 放電に伴う性能変化

8. 急速充電効果

バッテリーハイブリッドフォークリフトでは、急速補充充電機能と、急速充電に強い蓄電池「シールバッテリー」を搭載。急速充電器は1時間の補充電で60%回復可能(従来の3時間の補充電分に相当)。

これにより、急な作業時間の延長(残業)、充電忘れなど万一の時にも対応が可能なバッテリー車となった。

9. おわりに

現在まで、フォークリフトはエンジン車をバッテリー

車に置き換えることにより省エネ、排出ガス対策はできるもののバッテリー車でこの以上の省エネ化は限界と考えられていた。しかし、今回キャパシタを搭載してエネルギーを効率良く回収・使用することにより、バッテリー車の更なる省エネとCO₂削減が可能であるという確信を得る事ができた。また急速充電器とシールバッテリーを採用することで、バッテリー車のベーシックな問題点（①稼動時間が短い、②急な仕事増に対応できない、③パワーが落ちる、④補水作業の煩わしさ）を充分克服できたため、従来エンジン車を使用して、バッテリー車の面倒さに不満をもっていたユーザにも満足して使用頂ける商品になったと考えている。

また手前味噌になるが、このバッテリーハイブリッドフォークリフトの技術と省エネ効果が評価され、日本

機械工業連合会の平成19年度優秀省エネルギー機器表彰で、最優秀賞である経済産業大臣賞を頂いた事を付加させて頂きたい。このバッテリーハイブリッド車は次世代のバッテリーフォークリフトの標準となる可能性を持っていると考え、今後益々このコンセプトを進化させることにより、ユーザの期待に応えていきたいと考えている。

J C M A

【筆者紹介】

吉田 正志（よしだ まさし）
コマツユーティリティ(株)
開発本部
ユーティリティ第二開発センタ
副所長



橋梁架設工事の積算

——平成20年度版——

■改定内容

1. 共通（鋼橋、PC橋）
 - ・ 共通仮設費率の改訂
 - ・ 架設用仮設備機械等損料算定表の改訂
 - ・ 機械設備複合損料の改訂
2. 橋種別
 - 1) 鋼橋編
 - ・ 設備損料の諸雑費の改訂（ケーブルクレーン、送出し設備、門型クレーン、トラベラクレーン等）
 - ・ 架設桁組立・解体歩掛の改訂
 - 2) PC橋編
 - ・ プレグラウト PC 鋼材縦締工歩掛の新規設定
 - ・ コンクリート床版の炭素繊維補強工法の吊

足場改訂

■ B5判／本編約 1,120 頁（カラー写真入り）
別冊約 120 頁 セット

■定 価

非会員：8,400 円（本体 8,000 円）
会 員：7,140 円（本体 6,800 円）

※別冊のみの販売はありません。

※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 600 円

沖縄県 450 円（但し県内に限る）

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>

ブルドーザ，ホイールローダの省エネ技術

—燃料生産性の向上を目指して—

河 埜 修 次

最近の建設機械を取り巻く環境を見ると，地球温暖化に伴う CO₂ 削減化対応として，建設機械メーカーに課せられた課題は，排出ガス規制適合／低燃費型建設機械の開発であり，建設機械を使用するユーザ側の課題は，省エネ運転の励行と考えられる。トラクタ系建設機械の代表格であるブルドーザ，ホイールローダに対する省エネ技術として，最新のブルドーザのエレクトリックドライブシステム，ホイールローダの燃費低減システムにより燃料生産性（燃料 1 L で何 m³ 又は何 t 仕事をしたか）の向上にいかに関与しているかを紹介する。

キーワード：燃料生産性，エレクトリックドライブシステム，燃費低減システム

1. まえがき

最近では，CO₂ 排出量削減や燃料費高騰による燃料費低減の観点から，土木工事，採石現場等で「省エネ運転」に関する問い合わせや運転研修の依頼等が多く寄せられている。「省エネ運転」で重要なことは，単なる燃費の低減ではなく，燃料生産性の向上にどれだけ貢献できるかであると考えている。

そこで，初めてのエレクトリックドライブシステムを搭載した D7E ブルドーザと“Fuel Management System”（燃費低減システム）を搭載した 988H ホイールローダ（バケット容量 7.0 m³）の特長を通じて，燃料生産性の向上にどれだけ寄与できるかを紹介する。なお，D7E ブルドーザは，2008 年 3 月に米国・ラスベガスで開催された「CONEXPO 2008」に参考出品として展示した（写真—1）。



写真—1 D7E ブルドーザ概観

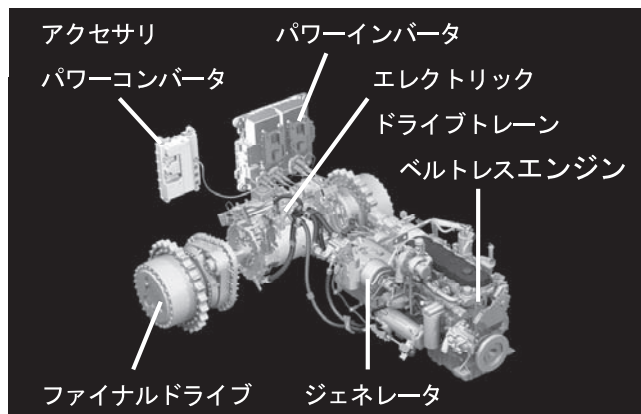
2. D7E ブルドーザ

ブルドーザは，掘削機械として欠くことのできない建設機械で，1904 年にキャタピラー社の前身であるホルト社（米国）が今日の前形である無限軌道の装軌式トラクタを開発したのが始まりで，その後数々の開発・改良を経て今日に至っている。動力伝達装置の進歩を見ると，1960 年代半ば頃からトルクコンバータを使用し，油圧で前後進の切替え・変速が行え，操作が簡単なパワーシフトトランスミッションの開発により生産性・操作性が飛躍的に向上した。1980 年代後半からは，更なる操作性の向上を目指して，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や小型ブルドーザに採用されている油圧で走行を行うハイドロスタティックトランスミッションへと進歩している。

D7E ブルドーザは，重量は 27 t クラス，排出ガス 3 次規制に適合した C9 エンジン（排気量 9.3 L）により，出力は 175 kW（238 PS）である。ディーゼルエンジンでジェネレーター（発電機）を駆動して発電し，左右の履帯に接続する 2 個の交流モータを駆動することにより走行し，ディファレンシャルステアリングやハイドロスタティックトランスミッションのように，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旋回（スポットターン）が行えるとともに，可変スピードモータの採用により無段変速で，現行の機械式トランスミッションのようなギヤシフトは不要である。

社内テストでは現行の D7R II ブルドーザ（重量

28.4t, 出力 179 kW) に比べて, 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 (写真—2)。



写真—2 エレクトリックドライブシステム

そのほかの特長を挙げると下記の通りである。

①部品点数が少ない。

- ・パワートレインの部品点数は, 現行機の 60% ほどと少ない。
- ・エンジンで電装品を駆動する場合のベルトが不要。
- ・ブレードのリフトシリンダが従来の 2 本タイプから 1 本タイプに変更。

②前方視界の改善。

センターポストキャブ (写真—3) とリフトシリンダ 1 本タイプの採用により, 全方位とブレード側面の視界を現行機より 35% 改善し, 生産性と安全性を向上 (写真—4)。

③居住性, メンテナンス性の向上。

従来, キャブ内にあったエアコンシステムがキャブ外に装着され, 室内が広々とし騒音も 50% 低減。キャブはチルトタイプで, メンテナンス時のアクセス性が向上。

④足回り経費を 20 ~ 30% 低減。

従来の足回りのリンクのブッシュは, ブッシュの同一個所がスプロケット・セグメントと接触するため, ブッシュの反転が必要であるが, D7E に搭載の“System One”技術は, ローリングブッシュを採用することにより, ブッシュが回転しながらセグメントと接触するため, ブッシュの反転が不要 (図—1, 2)。

⑤オプションの「AccuGrade」(本誌 2007 年 11 月号で紹介) と組合せることにより, 整地作業の精度向上とコスト低減が図れる。

以上のように, 画期的なエレクトリックドライブシステムを搭載した D7E ブルドーザは, 現行機に比べ

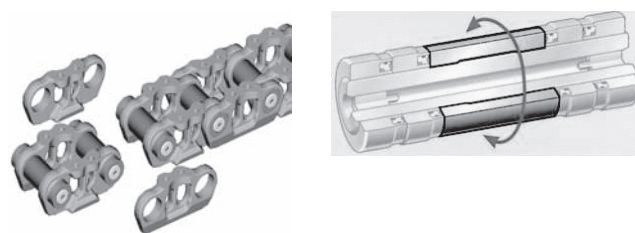
て, 高い生産性, 燃料消費量の低減, 運転経費の低減を提供し, コスト低減に大きく貢献できると期待する。



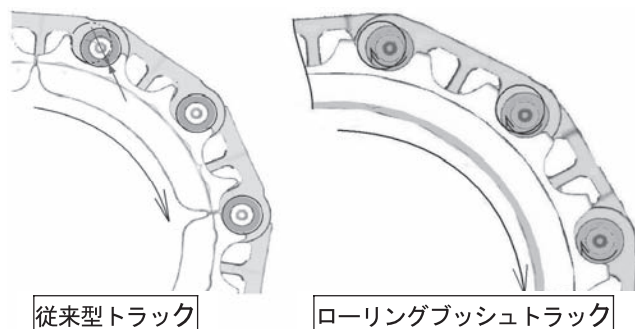
写真—3 センターポストキャブによる視界



写真—4 ドーピング作業



図—1 ローリングブッシュトラック



図—2 足回り比較

3. 988H ホイールローダの燃費低減システム

大型ホイールローダでは効率的な積込方法として、インペラクラッチトルクコンバータ（けん引力を任意に100%から25%までコントロールできる機能）とスロットルロック（エンジン回転数の維持機能）の組合せにより、エンジン回転数を高回転に維持し、無駄な動きを少なくしたコンパクトな積込を行うことにより積込能力の向上を図ってきた。しかし、必要作業量や作業条件によっては、掘削・積車走行・ダンプ・空荷走行と全ての作業モードにおいて、エンジンを高回転に維持する必要がないことから、掘削時のみ通常のパワーを維持し、掘削以外の作業モード（積車走行、ダンプ、空荷走行）ではエンジン回転数を低下し、燃費低減を図る目的で開発したのが988H（バケット容量7.0 m³、出力354 kW）に搭載されている燃費低減システムである。使用目的や作業条件に応じて、「フルパワーモード」、「バランスモード」、「燃費優先モード」の3モードから選択できる機能を有している。なお、モードの選択は運転席のスイッチ操作で簡単に行える（写真—5）。

①フルパワーモード

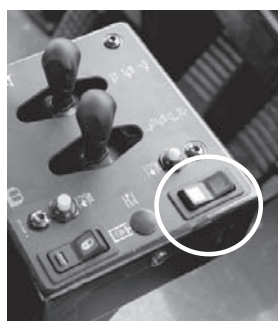
現行と同様に、掘削、積車走行、ダンプ、空荷走行と全ての作業モードで、2,120 rpm のフルパワー状態を使用するモード。

②バランスモード

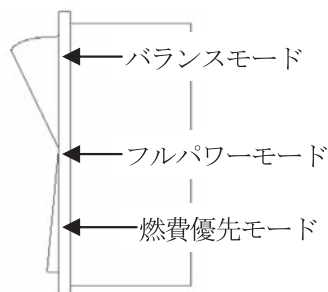
掘削時のみ2,120 rpm で、掘削以外は1,800 rpm となり、作業量と燃費を両立したモード。

③燃費優先モード

掘削時のみ2,120 rpm で、掘削以外は1,700 rpm となり、燃費低減を優先したモード。



写真—5 モード切替えスイッチ



ホイールローダの代表的な作業である「トラック積込作業」と「ロード&キャリ作業」における作業量と燃費を各モードで比較した社内テスト結果を紹介する。

V シフトによるトラック積込作業においては、「バ

ランスモード」は「フルパワーモード」に対して、作業量は僅か4%低下するのみで、燃費は15%低減。「燃費優先モード」では、作業量は12%低下に対し、燃費は20%低減（表—1、写真—6）。

表—1 トラック積込作業

	作業量	燃費
フルパワーモード	100%	100%
バランスモード	96%	85%
燃費優先モード	88%	80%



写真—6 トラック積込作業

ロード&キャリ作業（運搬距離：110 m）においては、「バランスモード」は「フルパワーモード」に対して、作業量は僅か5%低下するのみで、燃費は30%と大幅に低減となる。掘削以外の作業モード比率が高いロード&キャリ作業では燃費低減により大きな効果がある。（表—2、写真—7）

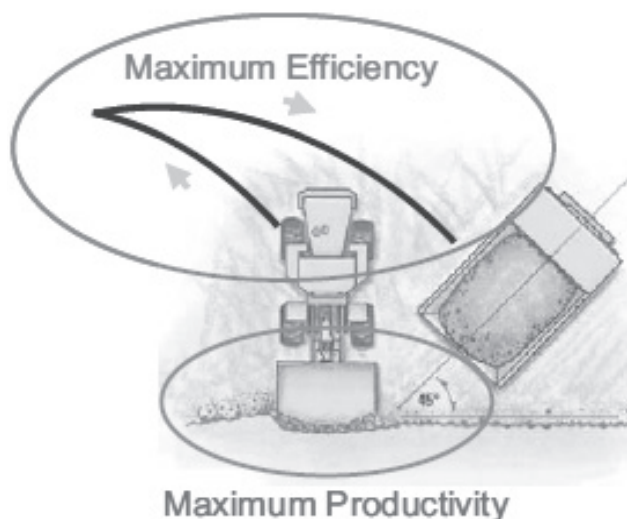
表—2 ロード&キャリ作業

	作業量	燃費
フルパワーモード	100%	100%
バランスモード	95%	70%



写真—7 ロード&キャリ作業

以上のように、988H 燃費低減システムは、単なる燃費低減ではなく、作業量を確保しつつ燃費を低減する、即ち燃料生産性が最大となるように、掘削時は作業量が最大、掘削以外の作業モード（積車走行、ダンプ、空荷走行）では燃費を低減することができるシステムである（図—3）。



図—3 燃費低減システムイメージ

4. おわりに

2006 年より実施された第3次排出ガス規制、地球温暖化防止のための CO₂ 削減、急激な原油相場の高騰など建設機械を取り巻く環境は厳しい状況である。

各メーカーともこのような状況を踏まえ、ハイブリッドや燃費低減技術の開発に積極的に取り組んでいることが多く見られる。

今後は、マーケットニーズにスピーディかつきめ細かく対応するとともに、ますます厳しくなる環境規制や環境保護に対応した商品を提供することにより、お客様の利益に貢献できるよう努めたい。

J C M A

【筆者紹介】

河埜 修次（こうの しゅうじ）
キャタピラー・ジャパン(株)
市場開発部
トラクタ商品課
アカウントマネージャー



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>

移動式クレーンの環境対応

森 和 啓

移動式クレーンはその機動性から建設現場では欠かすことのできないものとなっているが、近年、環境への配慮から建設機械にも排ガス規制が順次適用されている。本稿では2008年6月に発売されたラフテレーンクレーン GR-250N-2（通称名 CREVO 250 G3）において排ガス対策だけでなく省エネルギー、周囲環境への配慮にも取り組んだ環境対応技術を紹介する。

キーワード：環境対策、クレーン、ラフテレーン、排ガス規制、通行規制

1. はじめに

移動式クレーンは自走して作業現場まで移動できるのが最大の特徴であり、人件費の削減や工期の短縮に大きく寄与できるため、現在の建設現場では欠かすことのできない機械となっている。

しかし、移動式クレーンのほとんどはディーゼルエンジンを動力源にもつため、昨今の環境意識の高まりの中、トラックやバスと同様に社会から厳しい視線が注がれるようになった。

また、移動式クレーンは車両重量が重く、道路に掛かる負担が大きいため、道路や橋梁の修繕など自治体が行うメンテナンスを増加させている可能性も否定できない。

今回は、移動式クレーン（特にラフテレーンクレーン）の環境対策への取り組みについて、周囲環境の負荷低減、動力損失の低減、その他の3つの観点について、2008年6月に発売した GR-250N-2（25t吊りラフテレーンクレーン CREVO 250 G3：図—1）を取り上

げて詳細を説明する。

2. 周囲環境への負荷低減対策

(1) エンジンの排出ガス規制対応

GR-250N-2は、ディーゼル特殊自動車平成18年排出ガス規制対応エンジンを搭載している。これは、乗用車やトラック等に対する大幅な排出ガス規制強化に伴い、特殊自動車からの排出寄与率が相対的に高まることを踏まえて実施されたもので、旧規制に比べHC（炭化水素）で60%、NO_x（窒素酸化物）で40%、PM（粒子状物質）で15%の削減を求めるものである（定格出力130kW以上560kW未満の原動機の場合）。

この規制に対応するため、従来機 GR-250N-1 から引き継いだコモンレール式燃料噴射を用いた電子制御ガバナに加え、排出ガスの一部を冷却・還流させるクールド EGR が採用されている。

しかし、この排出ガスの清浄化は周囲環境への負担軽減に直結するが、高度な制御技術やインフラ整備（燃料の低硫黄化など）を前提に成り立つものである。

(2) 低騒音化

本機では、エンジンフードの工夫や、騒音源となる油圧脈動により振動が発生しやすい油圧機器をゴムで支持することで低騒音化を図っている。これにより近隣住民に対する騒音対策の必要性が削減され、より簡易な遮蔽で現場作業を可能にしている（国土交通省の低騒音型建設機械の指定を取得済み）。



図—1 タダノ GR-250N-2 ラフテレーンクレーン

(3) エンジン暖気の自動化

エンジンの電子制御化により、冷却水温が低い時には自動的に回転数が上昇する機能（アイドルアップ機能）を付加している。従来は必要に応じて手動で回転数を調整していたため、不必要に燃料消費が増大する可能性があった。また、手動操作の煩わしさもなくなっている。なお、手動による回転調整機能も残し、必要に応じて選択できるようにしている。

(4) 車体の軽量化

GR-250N-2は従来機に比べ、クレーン性能を犠牲にすることなく車両総重量を26.5tから25.6tに900kgもの大幅な軽量化を行った。主な対応は、ブームの断面形状を下面が大きくラウンドした形状として座屈に対して強い形状とすると同時に、鋼板のグレードを上げて板厚の低減を図った（図—2）。またブーム伸縮方式を従来の伸縮シリンダ2本から1本へと変更し、全4段のブームをシリンダ1本とワイヤロープで伸縮する構造とした。また、旋回台の構造も見直し、大幅な軽量化を実現している。このような軽量化により車体重量が軽くなればその分、走行燃費などの向上が見込まれ、より排出ガスの低減が期待できる。



図—2 下面が大きくラウンド（湾曲）したブーム

(5) 部品レベルでの対策

鉛を用いた封印の廃止やボルト類の表面処理を6価から3価クロムに変更するなど、部品面からも環境負荷低減に努めている。

3. 動力損失の低減対策

ラフテレーンクレーンは動力として油圧を使用している。油圧ポンプはエンジンと共に常時回転している

ため、クレーンを操作していなくても油圧を発生させている。クレーン作業のほとんどは保持状態や待ち時間のためアイドル状態に多くの時間を費やしている。このアイドルによる動力損失がエネルギーの浪費に直結しており、環境に与える影響も大きい。

以下に、動力損失を低減させる取り組みについて述べる。

(1) 可変容量ポンプの採用及び制御

一般的に向かい合った歯車の噛み合いを利用して作動油を圧縮するギアポンプは安価である。しかし、吐出量はポンプの回転数に比例するため、油圧式クレーンのように要求される流量や負荷が様々に変化するような使われ方では、必要に応じた容量や圧力が得難く、オペレータは余裕を持つために必要以上に回転数を上げて使用する傾向がある。この様な使用方法是、余剰分を送り出すエネルギーを浪費する上に、作動油温の上昇を招き油圧効率を低下させる。その対策の一つとして、従来から可変容量ポンプを採用している。

しかし、可変容量ポンプ単体ではきめ細かな制御が行えないため、より効率良く使用するにはクレーンの使用状態やエンジン回転数などに応じてポンプ容量をコントロールする必要がある。

そこで、GR-250N-2では、レバー操作量に応じた制御（ポジティブコントロール）やエンジン回転数に応じた制御（パワーシフト）を取り入れ、動力損失を低減している。これらの制御の採用により、実作業を模したモデル作業での測定値で従来機と比較して約10%の燃費改善効果を確認している。

(2) 複数油圧ポンプの合流制御

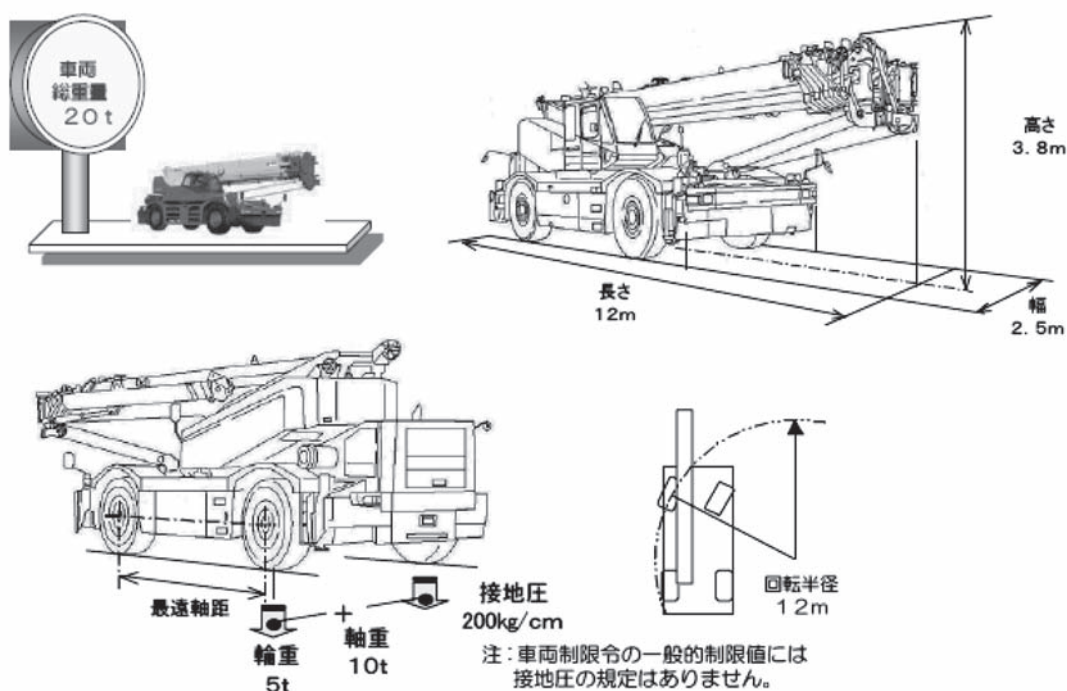
可変容量ポンプは複雑で高価であるため、比較的簡易に容量を変化させる方法として、走行用ステアリングポンプには複数の油圧ポンプ（ギアポンプ）を必要に応じて合流・分離させる方法を採用している。エンジン回転数が低い時には他のポンプを回路に合流させて容量不足を補い、必要な油量を確保している。

4. その他

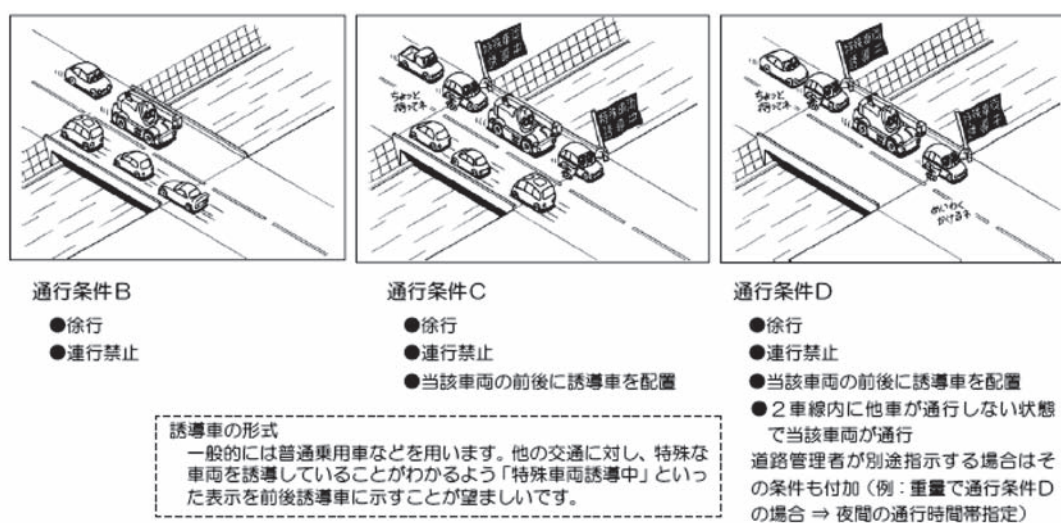
(1) 通行条件の改善

道路は一定の構造基準により造られているため、道路法では道路の構造を守り、交通の危険を防止するため、道路を通行する車両の大きさや重さの最高限度を定めている。この最高限度のことを「一般的制限値」という（図—3）。

基準値（道路運送車両の保安基準），一般的制限値（車両制限令）



図一3 保安基準による一般的制限値



図一4 各通行条件に課せられる制限

ラフテレーンクレーンのように構造が特殊である車両は、幅、長さ、高さおよび、車両総重量のいずれかが一般的制限値（道路運送車両の保安基準で定められた限度値）を超える場合があり、橋、高架の道路、トンネル等で制限値を超える車両を通行させる場合には特殊車両通行許可が必要である。この通行許可には、個別算定計算結果によりA～Dの通行条件が付されることになる。この通行条件は、軸重や車軸の配置、通行経路上の橋梁の強度などにより決定され、その条件によって先導車が必要な場合や、さらに夜間走行が必要になる場合がある（図一4）。

GR-250N-2では、車両の軽量化と共に軸距を最適化し通行許可条件の緩和を図っている。仮に国道1号線を全線走行するとして算定を行ってみた結果、GR-250N-2は、従来機が全行程の僅か5%しかB条件では走行できないという結果に対し、全行程の約90%の橋梁を先導車の必要や時間の縛りのないB条件で走行できる（表一1）。先導車が不要になれば当然、その分消費する燃料は少なくて済むため、大幅な排出ガス削減となる。

また、B条件で走行できるということは橋梁などに対しての負荷が軽減されているため、メンテナンス等

表一 1 国道1号線走行時に課せられる条件比較

	GR-250N-2	GR-250N-1
車両総重量	25.595t	26.495t
軸距	3.88m	3.5m
B条件	342	19
C条件	30	343
D条件	1	8
個別審査(迂回)	2	5
B条件率	91%	5%
基本通行条件	A	C

が少なく済むため、これに伴うエネルギーの消費を抑えることが可能と考えている。

(2) 人工衛星による車両管理システム

ここでは、エンジンや油圧機器の技術的な環境対策だけでなく、性能を維持するためのフォロー対策についての取り組みを紹介する。

高性能なエンジンや油圧機器の性能を維持するためには、適正なメンテナンスなどの管理が不可欠である。GR-250N-2では、車両から発信された情報や整備記録などを弊社（サービス工場含む）とお客様で共有し、一括管理するシステム（HELLO-NET）を導入した（図一5）。お客様により効率良くクレーンを使用しただけのための適切なメンテナンスの啓発や車両の遠隔

診断が可能になり、環境負荷低減に役立つと考えている。

また、今まで判り難かった実使用での車両状態のデータが得られるため、今後、さらに環境対策への開発を進めて行く上で有用な情報が得られると考えている。

2. 走行時のCO₂排出削減運転法（データは25tクラスの例）

ラフテレーンクレーンは運転法でCO₂排出量すなわち燃費は大きく変化します。CO₂排出削減のための運転法をまとめると、次の4つが大切です。

(1) アイドリング運転

不要なアイドリング運転は燃料のムダ



アイドリングストップ運動の推進

(2) 発進・加速運転

アクセルペダルをいっぱい踏込むと燃料を多く消費する



アクセルペダルの踏み込み過ぎない発進・加速

(3) 定常運転

波状運転は著しく燃費が悪化する



車間距離をとって経済的な速度で定速運転

(4) 減速運転

急ブレーキは燃費悪化につながる

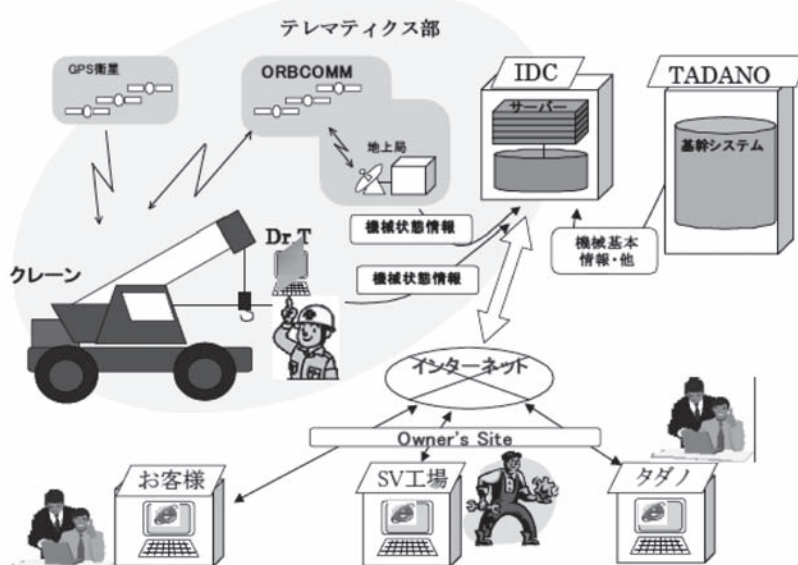


車間距離をとり、滑り運転をしてブレーキは最小限に

誰にも簡単にできて、しかも安全運転につながる運転法です。CO₂排出削減につながる省エネ運転を心掛けましょう。

図一6 経済的運転の説明会資料（一部）

HELLO-NET 構成図



図一5 HELLO-NET 構成図

(3) 経済的な使用方法の追求

自動車の運転と同様、クレーン操作においても運転手の技量や癖がクレーンの燃費などに反映されている。そこで、クレーンの効率的な操作方法を理論と実験で検証し、資料作成や必要に応じて説明会等でユーザーへの啓発を行っている（図—6）。時には実機を運転して比較してもらい、効果の大きさを運転手に実感してもらう取り組みも行っている。

5. まとめ

ここまで、移動式クレーンの環境対策について述べてきたが、ほとんどのものが一朝一夕で成せるもので

はなく、過去データの蓄積や地道な取り組みの積み重ねによるものである。

これからも、社会の要求に応えるべく環境対策への取り組みを進めていく所存である。

J C M A

[筆者紹介]

森 和誉（もり かずたか）

(株)タダノ

LE 開発第一部 RC 開発ユニット

ユニットマネージャー



建設機械ポケットブック

<除雪機械編>

本書では、除雪機械について事故や故障を未然に防止するための主要な点検項目や点検時の留意点などを整理しました。日常点検や定期点検・整備における基礎資料として活用され、点検、整備および修理を的確かつ効率的に実施し、道路の維持除雪工事を安全で適正に施工するための一助となれば幸いです。

監修／国土交通省北海道開発局事業振興部機械課

発行／社団法人 日本建設機械化協会

目次

1. 整備点検のあらまし
2. 除雪トラック

3. 除雪グレーダ
4. 除雪ドーザ
5. ロータリ除雪車
6. 小形除雪車
7. 凍結防止剤散布車
8. 資料編

●パスポートサイズ／87 ページ

●平成 17 年 9 月発刊

●定 価

1,000 円（本体 953 円）送料 250 円

※送料は複数冊申込みの場合、又は他の図書と同時申込みの場合、割引となる場合があります。

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>

高所作業車の省エネ機能 簡易ハイブリッドシステムの試み

川 上 謹 司

高所作業車の機能をひとことで言えば“高所で安全に作業するための可動式の足場”である。つまり、ブーム、バケットを伸張、展開して作業位置まで上昇した後は、作業が終わるまで静止しているか、位置調整のための小移動がときおり行われる程度の使われ方が多い。高所作業車による作業時間の内、静止時間の割合は作業内容にもよるが7割から9割を占めることが作動モニタリングで分かっており、動力源であるエンジンのアイドリングストップを励行するだけでかなりの省エネ効果が見込める。今回“簡易ハイブリッドシステム”と称してアイドリングストップ機能を主体とする省エネシステムを開発したので紹介する。
キーワード：高所作業車、アイドリングストップ、ハイブリッド、ライフサイクルコスト、アイソレータ、サブバッテリー

1. はじめに

市街地でよく見かける電気工事や通信工事に使われている高所作業車は市販のトラックに作業装置を架装したものであり、アウトリガジャッキや旋回台、ブーム、バケットなど作業装置の大半は油圧シリンダや油圧モータで作動する。油圧源であるポンプの駆動には架装トラックのエンジンを使うのが“標準仕様”であるが、市街地での騒音苦情に配慮して、別載エンジン駆動の“静音エンジン仕様”や、電動モータ駆動の“バッテリー仕様”も設定している。

静音エンジン仕様は騒音対策が主目的だが、車両のエンジンに比べて小排気量のものを使っているため、燃費は約半分で済むという省エネ面でのメリットがある。バッテリー仕様では充電を商用電力で行うため、電気自動車やプラグインハイブリッド車と同様に使用中の炭酸ガス排出は無い。充電にかかる電気代は静音エンジン仕様の燃料代の約半分で済み、さらに低コストで省エネである。

しかし、これらの低騒音（省エネ）仕様の高所作業車は、初期購入にかかるイニシャルコストが高いため、メンテナンスや消耗品などのコストを合わせた総費用（ライフサイクルコスト）で見ると、標準仕様<静音エンジン仕様<バッテリー仕様の順となり、騒音対策を何よりも優先する電気工事用高所作業車以外の用途には普及していないのが実情である。

今回紹介する簡易ハイブリッドシステムは省エネが

主目的で、イニシャルコストを極力抑えながらランニングコストを低減し、ライフサイクルコストで標準仕様を下回るのを目標に開発した4番目の動力仕様であり、通信工事用や一般レンタル用の高所作業車への普及をターゲットとしている。

2. 高所作業車を使った作業例

写真—1は通信工事の例で光ファイバを家庭に引



写真—1 光ファイバ接続工事

き込むため、空中に設置されている接続箱から分岐接続しているところである。1箇所の工事時間は30分程度から長い時には3時間を超える場合もあり、省エネ対策としてアイドリングストップが有効である。

写真－2は高所作業車を使った窓拭き作業の例であり、窓枠に沿って数分ごとに、小移動を繰り返す。このような作業では、アイドリングストップだけではなく、小移動用の代替油圧源があれば、エンジン始動回数が減り、省エネであるとともに始動時間ロスがないことから使い勝手も向上する。



写真－2 窓拭き作業

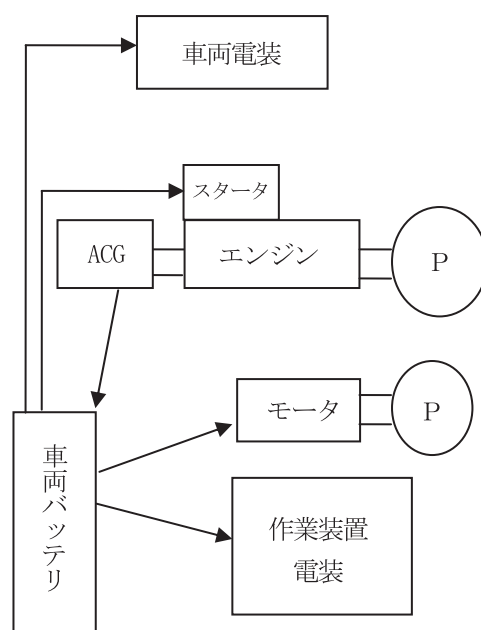
3. 簡易ハイブリッドシステムの構成

高所作業車には、エンジンが故障し高所で立ち往生するのを防止するために、電動の非常用ポンプが備えられており、簡易ハイブリッドシステムではこれを高所に上がってからの小移動に有効利用する。電動ポンプはエンジン駆動のポンプに比べて吐出量が少なく作動速度は遅くなるが、小移動用には十分である。

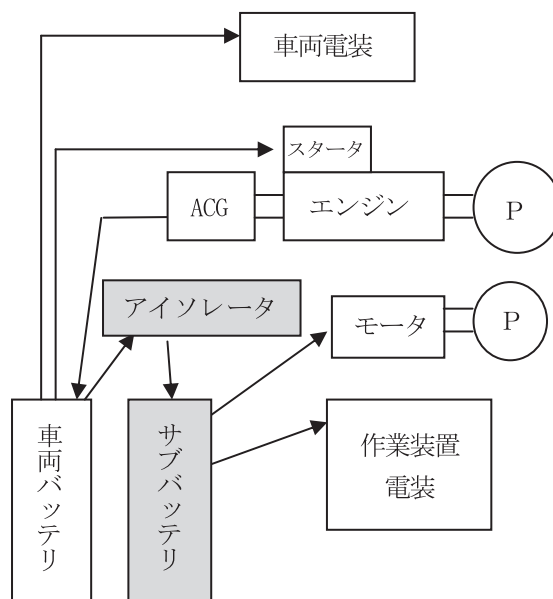
アイドリングストップさせたまま電動ポンプを多用するようになると、車両バッテリーを電源にしていたのではバッテリーの消耗が激しく、作業が終わって現場移動の段階になって車両のエンジンがかからなくなる恐

れがある。このため、簡易ハイブリッドシステムでは電動ポンプ用に別載の“サブバッテリー”を備えている。サブバッテリーの充電は走行中などに車両のジェネレータで行うようにし、前述したバッテリー仕様車のように車庫に帰ってから商用電源から充電するという手間を省いている。

サブバッテリーの充電回路はアイソレータと呼ばれる機器（スイッチ）を介して車両バッテリーに接続している。アイソレータはアイドリングストップ時には、サブバッテリーの電圧が下がってきても、車両バッテリーからの電力持ち出しがないように回路を遮断する。充電時には、車両バッテリーの充電を優先しながら、余剰電



図－1 標準仕様のパワー系統図

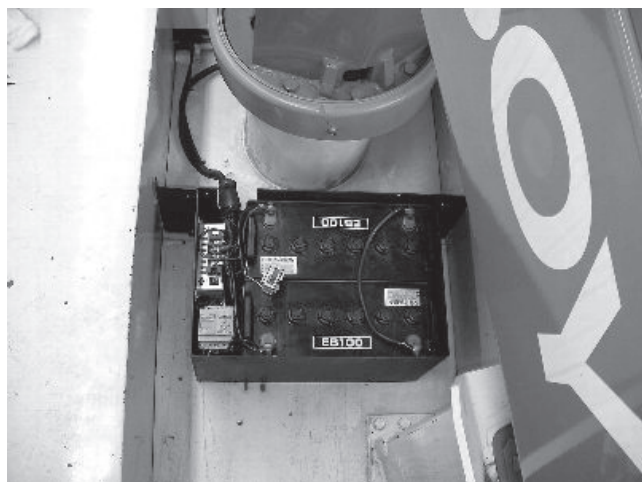


図－2 簡易ハイブリッド仕様のパワー系統図

流をサブバッテリーに流すように分流制御する。

図—1は標準仕様高所作業車のパワー系のブロック図、図—2は簡易ハイブリッド仕様のものである。図中 ACG はジェネレータ、P は油圧ポンプを表す。

写真—3は高所作業車のフレーム上に設置したサブバッテリーとアイソレータである。



写真—3 サブバッテリーとアイソレータ

4. 簡易ハイブリッドシステムの制御

高所作業車の作動をジャッキアップからブーム、バケットを作業位置まで展開する大移動と、作業位置に上がってからの微調整のための小移動に分けると、大移動ではストレスなく作業を行うためにスピードが重視され、小移動では微動性が重視される。よって、大移動時には速やかにエンジンを始動して大流量のエンジン駆動のポンプをあて、移動が終わればアイドリングストップさせる。小移動時にはアイドリングストップのまま電動ポンプで作動させることで、エンジンの稼動時間をできるだけ少なくできる。

大移動と小移動の判別は以下のような方式が考えられる。

- ①操作時間が短かければ小移動、長ければ大移動と判別。
- ②操作レバーの操作量（倒し加減の大小）で判別。
- ③大流量が必要な操作、例えばブーム起こし、ブーム伸びなどは大移動と判別。
- ④バケット高さや作業半径が、あらかじめ設定（作業位置下限と想定）した高さや半径より大きくなると小移動（作業状態）と判別。
- ⑤操作レバーに押しボタンスイッチなどを追加して作業者が任意に選択。

今回の仕様は①の操作時間方式とし、10秒を基準として、それより短かければ小移動として電動、長ければ大移動としてエンジンを始動するようにプログラムした。

概略シーケンスは以下のとおり。

- ・高所作業車の操作をしていない時はエンジン停止（アイドリングストップ）。
- ・ジャッキアップ操作では即エンジン始動。
- ・ブーム操作では最初電動ポンプで駆動。操作時間が10秒より長くなればエンジンを始動してエンジンポンプで駆動。エンジン始動後に電動ポンプ停止。（10秒以下は小移動、10秒以上は大移動と判別する。）
- ・一旦エンジンを始動すると、操作の中断などによる頻繁な始動・停止を避けるため操作が終了してもすぐには止めず、一定時間後にエンジン停止。

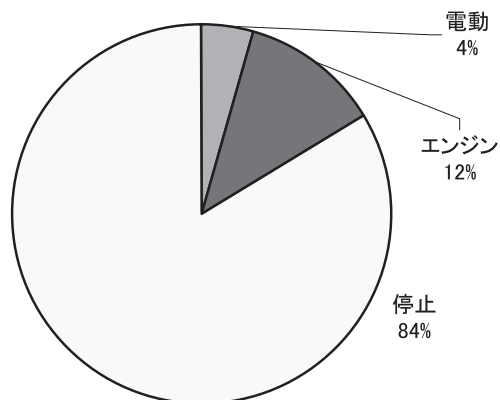
5. フィールド試験結果

簡易ハイブリッドシステムを搭載した通信工事用高所作業車のモニター車を製作し2007年7,8月の2ヶ月間に渡って通信工事会社7社で試用していただいた。オペレータの意見は以下のように電動速度に関する不満があったもののおおむね好評であった。

- ・手間要らずでアイドリングストップを励行でき、作業に専念できる。
- ・サブバッテリーがあるので、長時間のアイドリングストップでも車両バッテリーが上がる心配がない。
- ・アイドリングストップ状態から動き始める時に、まず音の低い電動ポンプからスタートするので、いきなりエンジンが始動して、通行人を驚かせるということがない。
- ・電動速度が遅い。
- ・電動時間設定（10秒）が短い。

モニター期間中に得られたデータは以下のとおり。

- ・作業時間（PTO ON 時間）：約 71 時間
- ・電動時間：約 3 時間
- ・エンジン稼動時間：約 9 時間、エンジン始動回数：約 760 回
- ・アイドリングストップ時間：約 59 時間
- ・作業時間に占めるエンジン稼動時間、電動時間、アイドリングストップ時間の割合はそれぞれ 12 %、4 %、84 %となる。



図ー3 電動，エンジン駆動，アイドリングストップの割合

(1) 作業燃費

エンジン稼動時間と始動回数より，作業時の燃料消費量を計算すると約 20 L となり，作業燃費は 3.6 時間 / L となる。(745 gCO₂/ 時間)

簡易ハイブリッドシステムが無い標準仕様機でアイドリングストップを励行しない場合，約 56 L 燃料消費が増え，76 L となり，作業燃費は約 1 時間 / L となる。(2,830 gCO₂/ 時間)

簡易ハイブリッドシステムによる省エネ効果は 74 % (約 1/4 に削減) となる。

(2) 走行燃費

モニター期間中の走行距離は 1,540 km，給油量は 324 L であった。作業による燃料消費 20 L を引くと，304 L が走行による燃料消費で，走行燃費は平均 5.1 km/L (522 gCO₂/km) となる。

(3) 走行と作業の燃料消費割合

従来機の場合，304 L : 76 L = 80 : 20 となるところ，簡易ハイブリッド仕様の場合，304 L : 20 L = 94 : 6 となる。

6. おわりに

アイドリングストップに電動ポンプを加えたシンプルで低コストなシステムで，想定どおり大きな省エネ効果が得られた。当初の目標である“ライフサイクルコストで標準仕様機以下”について，モニターデータを基に試算した結果は以下のとおり。

2 ヶ月間（実働 29 日間）で 56 L の節減量を，年間の稼動日数を 240 日として 10 年間で換算すると 4,634 L (約 12 tCO₂) となる。軽油の単価を 130 円 / L とした金額換算では約 60 万円となる。簡易ハイブリッドシステムのコストをこの金額以下にすることは十分達成可能であると考えている。燃料高騰や地球温暖化対策が叫ばれている昨今，このシステムを広く普及させていきたい。

また，今回は作業装置の省エネ，作業燃費の削減について述べたが，高所作業車の燃料消費の大半は走行燃費である。架装キャリヤの方でもアイドリングストップ機能付きトラックや，ハイブリッドトラックが着目されており，今後はこれら車両側も連携させた総合的な省エネシステムを検討していきたい。

最後に，夏場の 2 カ月に渡って簡易ハイブリッド高所作業車のモニター試用に協力いただいた通信工事各社の皆さんに感謝の意を表したい。

J C M A

〔筆者紹介〕

川上 謹司（かわかみ きんじ）
（株）タノ
技術研究所



振動ローラのポリゴンドラム および エコモード

— CO₂ 排出量削減を実現する振動ローラの最新技術—

橋 本 毅

今日の社会状況は、建設機械に対してもさらなる CO₂ 排出量削減を求められており、メーカーとしても、いかに効率よく施工ができ、なおかつ CO₂ 排出量が少ない建設機械を研究・開発し、市場に投入することが最重要課題となってきた。

本稿では、振動ローラの CO₂ 排出量削減に非常に効果的な新技術、Polygon Drum（ポリゴンドラム）と ECOMODE（エコモード）について紹介する。

キーワード：締固め用機械、振動ローラ、多角形ドラム、ポリゴンドラム、厚層化、燃費改善

1. はじめに

2005 年に京都議定書が発効され、CO₂ などの温室効果ガスの削減が世界各国の緊急課題となっている。今、企業においても、これまで以上の温室効果ガス削減対策を講じることが強く求められている。

これはもちろん建設重機メーカーにおいても例外ではなく、いかに効率よく施工ができ、なおかつ CO₂ 排出量が少ない建機を研究・開発し、市場に投入することが各メーカーの最重要課題となっている。

これまで我々ローラメーカーでは、低燃費エンジンの採用、駆動システム・油圧システムの効率化、などを通して、CO₂ 排出量削減を実現してきた。

しかしながら、前述の状況は、我々ローラメーカーにさらなる CO₂ 排出量削減を求めてきており、各社としてもそれに対応するべく新たな技術を研究・開発している。

以下本稿では、CO₂ 排出量削減に非常に効果的な新技術、Polygon Drum（ポリゴンドラム）と ECOMODE（エコモード）について紹介する。

2. Polygon Drum（ポリゴンドラム）

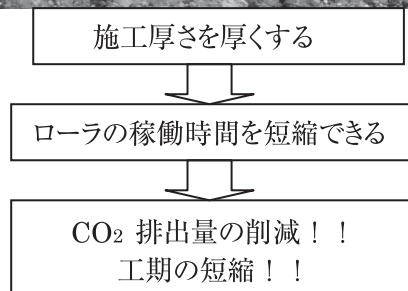
土工転圧工事において、ローラがより深部まで転圧することが可能となれば、1 回の施工厚さをより厚くすることが可能となる。

施工厚さをより厚くすることができれば、一定量の土砂を転圧とした場合、それだけローラの稼働時間を短縮することが可能となる。つまり、施工厚さを

2 倍にできれば、単純計算でローラ稼働時間を半分にすることができ、ローラの稼働による CO₂ 排出量も半分にすることが可能である（図—1）。

さらに、プロジェクト全体の工期を短縮することも可能となり、プロジェクト全体での CO₂ 排出量削減にも非常に効果的である（前後の工程が十分な能力を持っていることが必要となる）。

このような要望に基づき、振動ローラでいかに深部



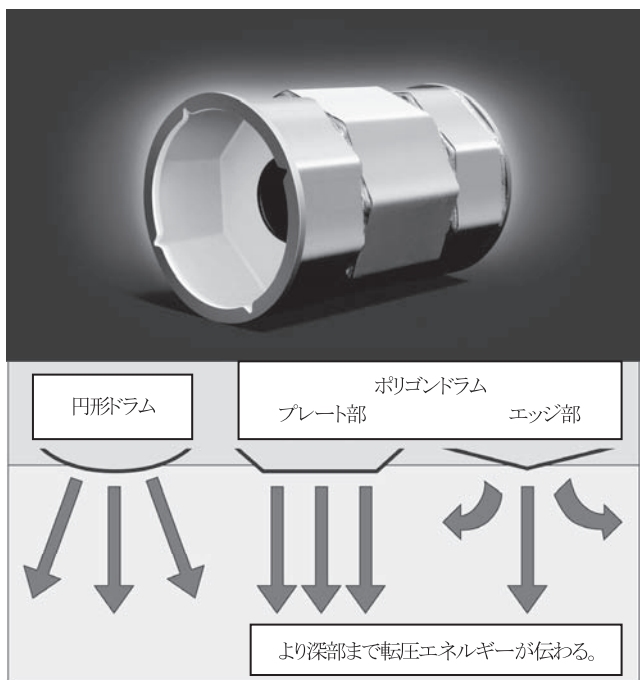
図—1 施工厚さ

まで転圧エネルギーを伝達できるかに主眼をおいて研究を行った結果、ポリゴンドラムが開発された（写真—1）。



写真—1 BOMAG ポリゴンドラムローラ

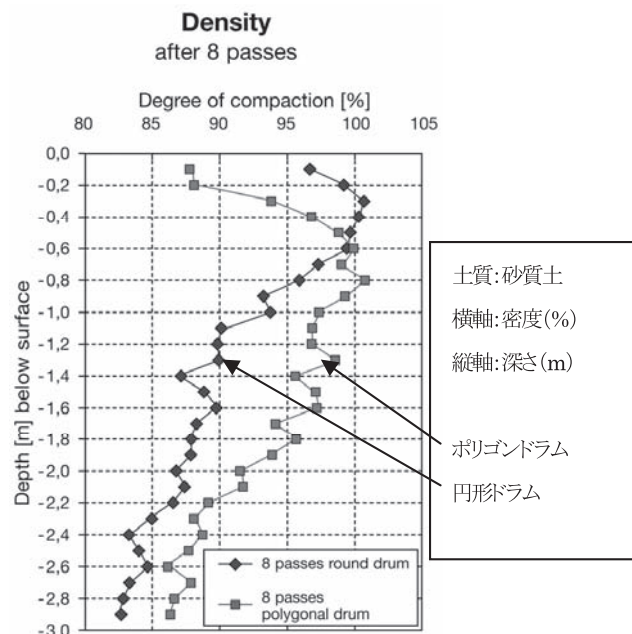
ポリゴンドラムは8角形の形状を持つ振動ドラムを搭載した振動ローラであり、その8角形のエッジ部とプレート部の連続作用によって、従来の円形ドラムと比較してより深部へ振動ローラの転圧エネルギーを伝えることができる（図—2）。



図—2 ポリゴンドラム

ドイツで行った円形ドラムを装備した同クラスの振動ローラとの比較試験結果を図—3に示す。この結果から、目標密度を90%と仮定した場合、8回転圧後

にその目標密度を満たしている深さは、従来の円形ドラムを装備した振動ローラでは約1.1m、ポリゴンドラムを装備した振動ローラでは約2.2mとなっていることがわかる。



図—3 8回転圧後の密度分布

すなわち本試験の土質条件下では、ポリゴンドラムは円形ドラムに比べ、施工厚さを約2倍にすることが可能であると言える。

また、国内においても、関西空港造成工事や第二東名高速道路造成工事等で同様の試験施工を行い、深部転圧に対するポリゴンドラムの有効性が報告されている（写真—2）。^{1) ~ 4)}



写真—2 25 ton ポリゴンドラムローラによる試験施工（第二東名高速道路引佐IC 施工現場）

3. ECOMODE (エコモード)

振動ローラは施工中の振動数（周波数）を一定にする必要があるため、通常エンジン回転数は固定して運転される。この場合、登坂時などに十分なエンジン出力を発生させることを考慮するため、エンジン回転数は最大回転数（定格回転数）に固定されるのが一般的である。しかしながら、通常最も多い施工状況である平地での転圧を行う場合には、この最大エンジン回転数は過剰であり、燃料消費率やCO₂排出量削減の観点から好ましくない機械となってしまう。

振動ローラの走行負荷に応じてエンジン回転数を最適に制御し、なおかつ振動の振動数を一定に保つことができれば、余分なエンジン回転数を削減することができ、燃費の改善、すなわちCO₂排出量削減に非常に効果的である。

このような要望に基づき、近年研究が進められている振動ローラの電子制御化（バイワイヤ化）技術を利用

して、エンジン運転の効率化システム「エコモード」が開発された（図—4）。

エコモードは、電気制御化された、トラベルレバー、速度計、振動モータ、エンジン制御ユニット（EMR：Engine Management Regulator）を統合管理することにより、走行負荷に応じた最適なエンジン出力（回転数）を、振動周波数を一定に保ちながら、制御する機構である。すなわち、トラベルレバーの傾斜角度と実際の運転速度との乖離を計測し、最適なエンジン出力（回転数）となるようエンジンの制御を行う。その時、振動モータの容積をエンジン回転数に応じて制御し、振動数を一定に保持するのである（図—5）。

これにより、燃料消費率の向上、騒音の低減、エンジンや油圧機器の寿命増大、等の効果が実現できる。ドイツにおける試験でも、従来機に比べて約20～30%の燃料消費率の改善すなわちCO₂排出量の削減が確認されている（当社比）。

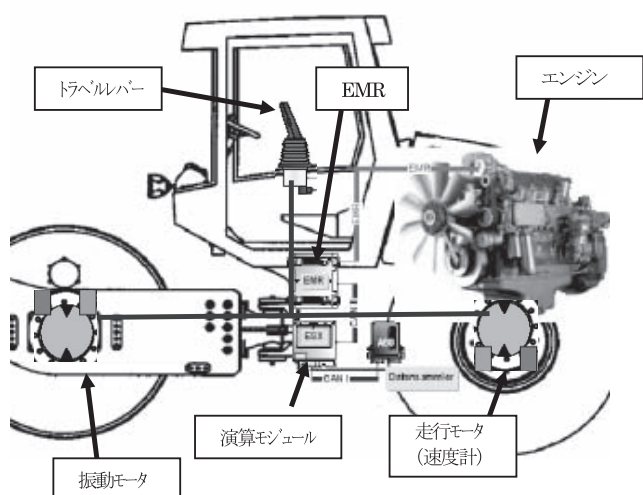
4. CO₂ 排出削減量（計算値）

砂質土を転圧する場合の、ポリゴンドラム、エコモードを搭載した振動ローラと、通常の振動ローラのCO₂排出予想量（計算値）を算出し比較した結果を図—6に、比較したローラの仕様を表—1に示す。

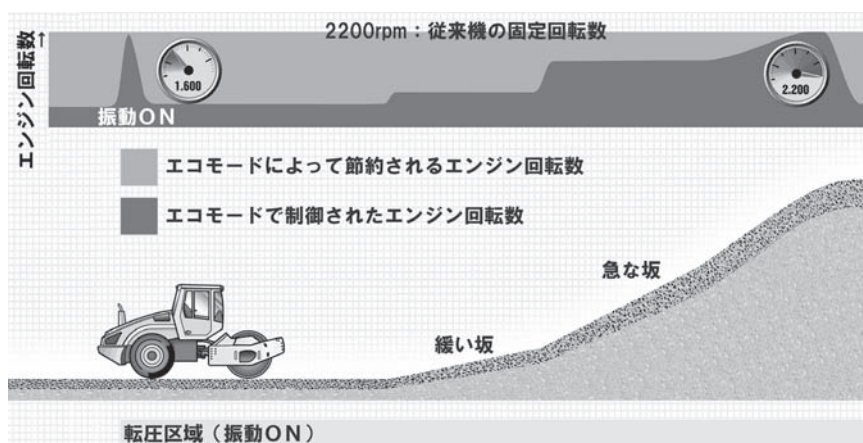
ここで、CO₂排出量は、エンジンの燃料消費量、砂質土を対象としたメーカ推奨1回施工厚さを基に算出している。

また、工程の平均負荷を機械の最大出力の70%とし、転圧速度3 km/h、転圧回数8回、転圧幅2 m（ドラム幅はすべての機械で2.13 m）としている。

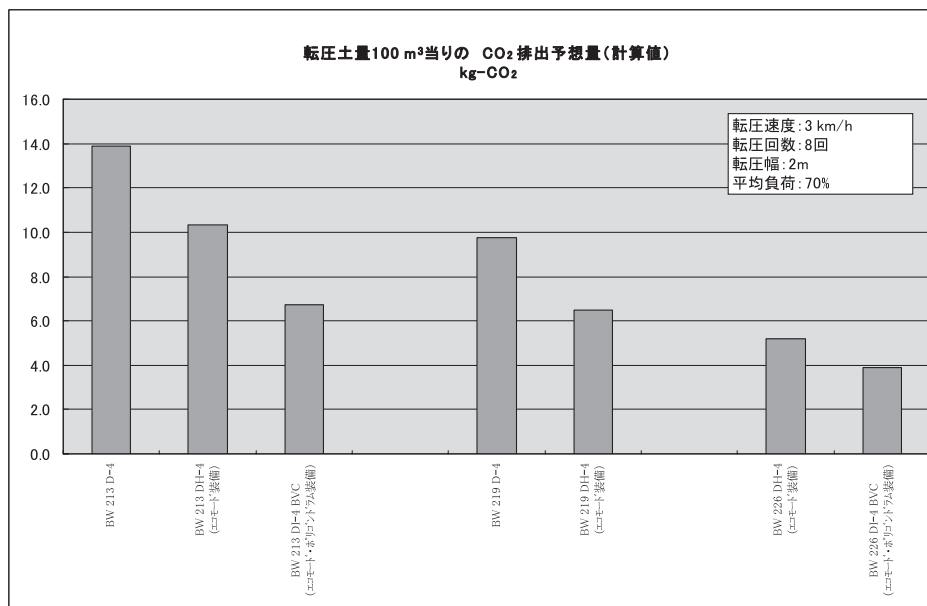
本結果から、エコモードを搭載したローラは、同クラスの搭載しないローラに比べ、CO₂排出量を約30%削減することが可能である。また、ポリゴンドラ



図—4 エコモード概要図



図—5 エコモードによる効果

図-6 転圧土量 100 m³ あたりの CO₂ 排出予想量 (計算値)表-1 CO₂ 排出予想量 (計算値) 比較モデル

モデル	運転質量 (kg)	最大起振力 (kN)	エンジン出力 (kW)
BW213D-4	12,525	275	99
BW213DH-4 (EM 装備)	12,700	300	119
BW213DI-4BVC (PD・EM 装備)	15,070	365	119
BW219D-4	19,050	314	150
BW219DH-4 (EM 装備)	19,200	326	150
BW226DH-4	25,210	330	150
BW226DI-4BVC (PD・EM 装備)	25,350	530	150

PD: ポリゴンドラム

EM: エコモード

ムを搭載したローラは、同クラスの搭載しないローラに比べ、CO₂ 排出量を約 30% 削減することが可能である。

さらに、エコモード・ポリゴンドラム両方を搭載したローラは、両方を搭載しないローラに比べ、CO₂ 排出量を約半分にすることが可能である。

また本結果から、工事の規模等にもよるが、一般的には大型の機械を採用する方が、燃料消費量改善や CO₂ 排出量削減には効果があることがわかる。

なお、本結果は振動ローラから直接排出される CO₂ に対する計算結果であり、ポリゴンドラムを使用する

ことによるプロジェクト全体の工期短縮効果は見込んでいない。ポリゴンドラムを採用する際には本結果に加え、この効果も期待できる。

5. まとめ

以上で述べてきたように、ポリゴンドラムおよびエコモードは、振動ローラの CO₂ 排出量削減に非常に効果的な技術である。

これらを搭載したローラは、ヨーロッパ、アフリカ、中東などの大規模工事で多数使用されている。

これらの技術を今後日本でも広く展開していきたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 奥田・坂井・中島・松下・建山: 八角形ドラム大型振動ローラによる締固め、土と基礎, 54-4, pp.28-30 (2006)
- 2) 竹沢・小林・白田・藤岡: 八角形振動ローラを用いた試験施工結果 (その1), 土木学会, 第 62 回年次学術講演会講演概要集, pp.541-542 (2007)
- 3) 竹沢・井口・藤岡・小林: 八角形振動ローラを用いた試験施工結果 (その2), 土木学会, 第 62 回年次学術講演会講演概要集, pp.543-544 (2007)
- 4) 竹沢・藤岡・小林: 多角形ドラム形状転圧ローラによる試験施工, 日本道路協会, 第 27 回日本道路会議論文集, 論文番号 13P08 (2007)

【筆者紹介】

橋本 毅 (はしもと たけし)
ボーマクジャパン(株)
技術・サービス部 技術グループ
課長代理



小規模現場対応 小型フォームドアスファルトプラントの開発

平 藤 雅 也

小規模工事や災害復旧工事等の緊急工事に柔軟に対応すべく、小規模現場対応小型フォームドアスファルトプラントの開発を行った。各装置を1つのユニットとして集約化させることで、トラック1台での運搬を可能とした。また他のユニットを付け加える事ができ、プラントシステムの拡張性も考慮している。

本報では、この小型フォームドアスファルトプラントの有効性を報告するとともに、省エネルギー、省資源、リサイクル、コスト縮減といった社会的ニーズに対し、フォームドアスファルトとセメントを併用したCFA（Cement Formed Asphalt）工法の有効性を検討する。

キーワード：小規模工事、フォームドアスファルトプラント、トラック1台での運搬、拡張性、CFA工法

1. はじめに

近年、地球環境問題に国際的な関心が高まり、建設分野においてもその意識が広く浸透し、新技術、新工法の開発・活用が行われている。

アスファルト混合物に関して、このような技術の1つに常温混合物がある。各材料のCO₂原単位、混合物製造におけるエネルギー消費量から、単純にCO₂発生量を比較した場合、常温混合物は加熱アスファルト混合物に比べて60%程度のCO₂排出量削減が可能とされている。中でもフォームドアスファルトを用いた工法は、性能面・扱いやすさの面から注目されている。

本報では、今まで対応できなかった小規模工事や災害復旧工事等の緊急工事に柔軟に対応すべく開発した、小規模現場対応小型フォームドアスファルトプラントについて紹介するとともに、省エネルギー、省資源、リサイクル、コスト縮減といった社会的なニーズに合致したCFA工法の有効性を検討する。

2. CFA工法

CFA工法とは、セメント・瀝青安定処理の一種で、安定材としてフォームドアスファルトとセメントを使用した路上路盤再生工法である。

(1) フォームドアスファルト

フォームドアスファルトとは、高温（150～160℃程度）のストレートアスファルトに、少量の水（アス

ファルトに対して1.5～2.5%程度）と空気を添加することでフォーム（泡状）化させたアスファルトのことである。写真—1に、フォームドアスファルトの発泡状態を示す。

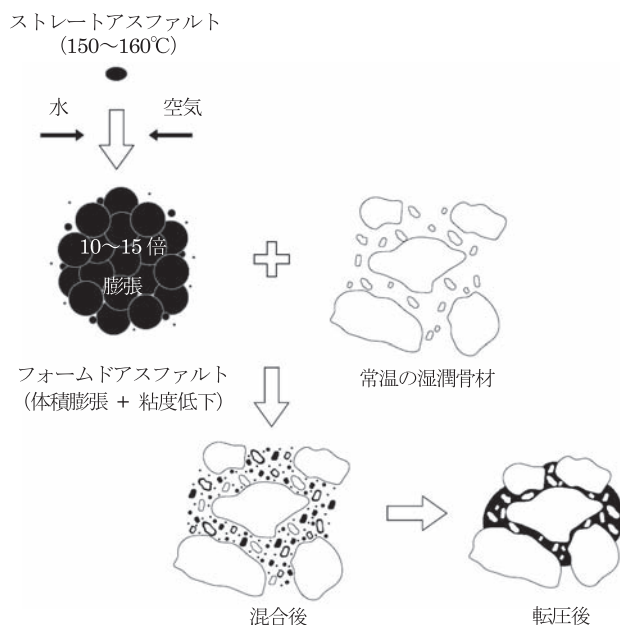


写真—1 フォームドアスファルト発泡状態

フォーム化させることでアスファルトの見掛け上の体積が10～15倍程度に増加し、それと同時に粘性が大幅に減少する。これにより、常温湿潤状態の骨材との混合が容易になり、骨材を加熱することなくアスファルトを分散・混合することが可能となる¹⁾。

(2) フォームドアスファルト混合物の特徴

フォームドアスファルトと骨材を混合すると、混合物内でフォームドアスファルトが細粒分とアスファルトモルタルを形成し、小さな固まりとなって均一に分散した状態になる。このアスファルトモルタル分が、転圧時に接着剤のように作用し粗骨材同士を結合させ



図一1 CFA工法のプロセス

る仕組みになっている（図一1）。

加熱アスファルト混合物はアスファルト被膜が粗骨材を被覆し、アスファルトの粘着力によってお互いが結合している。このため、アスファルト被膜が破れ、その個所に水分が混入してしまうと、水の表面張力によってはく離し、骨材が飛散してしまう²⁾。フォームドアスファルト混合物は、アスファルトモルタル分が粗骨材を把握する構造なため、水分によってはく離するといった現象が生じない。また、不等沈下によって一時的にアスファルトと骨材の接着が損なわれたとしても、沈下部で再びアスファルトと骨材が結合することで強度が回復するため、不等沈下を起こしても盤としての強度を保つ事が出来る。

さらにセメントを添加することで、強度増加を図る事も可能となる。

また、セメントを添加していない状態であれば、常温で1ヶ月程度の貯蔵が可能である。したがって、混合してから施工するまでに時間的な制約を受けないため、広範囲多目的な用途に適用可能となる。

構造的な評価として、フォームドアスファルトのみを混合した場合の等値換算係数は0.55、セメントを併用した場合には0.65となる³⁾。

また、工事用仮設道路、農道等の軽交通道路や、機械置き場などでは、表面を乳剤シーラなどで強化することで表層としても使用できる。ただし、車両が旋回する個所などでは表面の骨材等が飛散してしまう可能性があるため注意が必要である。

CFA工法の特徴を整理すると、以下のとおりである。

- ・常温湿潤状態の骨材とアスファルトの混合が可能。

- ・たわみ性を有しており、耐久性に優れる。
- ・強度発現が早く、施工後養生を必要としないため、早期の交通開放が可能である。
- ・作業性に関しては、粒状材料と同等である。
- ・工事用仮設道路や農道等の軽交通道路では表層として供用することも可能である。

3. フォームドアスファルト混合物の製造方式

フォームドアスファルトによる常温型混合物の製造方式には、専用スタビライザによる「路上混合方式」と、専用プラントによる「中央混合方式」の2種類がある。

路上混合方式は損傷したアスファルト舗装を碎石路盤とともに現位置で破碎混合し、より強固な路盤に再生する強化路盤工法である。破碎・混合を1台で同時に行うため、短時間での施工が可能となる。また、現地発生材料をそのまま有効活用できるため、路盤材の搬入や切削材等の搬出を抑制することができる。このため工事車両を減らすことができ、省エネルギーおよびCO₂発生量の抑制に寄与できる。写真一2にアスファルトタンク内蔵型のフォームドスタビライザを示す。



写真一2 フォームドスタビライザ

一方、中央混合方式は、目的に合った任意の材料を使用し、混合物を大量に製造することができる。このため、大規模な新規路盤の施工や、他の現場での舗装発生材やグリズリアンダ材等の低品位骨材を活用する



写真一3 フォームドアスファルトプラント

施工等に有効といえる。写真—3にフォームドアスファルトプラント（製造能力 150 t/h）を示す。

4. プラント概要

フォームドアスファルトプラントの特徴として、常温混合物は加熱アスファルト混合物のように骨材を加熱・乾燥させる必要がないため、ドライヤが不要になる。これにより、燃料消費量を大幅に抑えることができ、同時に CO₂ 等の排出ガス、臭気や粉塵、振動騒音の抑制にも寄与できる。また、プラントの規模を縮小することも可能となる。

これまでのフォームドアスファルトプラントは生産能力が大きく（150～300 t/h）、必然的に機械設備も大掛かりなものだった。その為、運搬・組立て・設置に手間と費用が掛かり、小規模現場には適さないという難点があった。

この難点を解消すべく、数千 m² 程度の小規模工事に対応できる小型フォームドアスファルトプラントを開発した（写真—4）。



写真—4 プラント外観

(1) 特徴

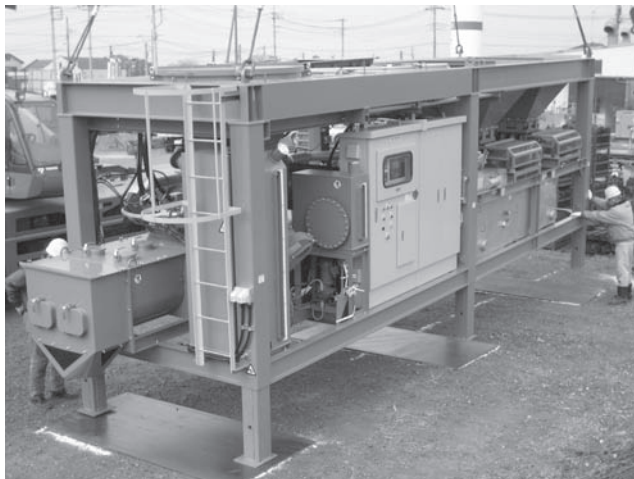
従来のプラントにおいて、材料投入にはホイールローダを使用している。本機では、材料投入にバックホウの使用を前提とすることで、ホッパを小型化した。また、各装置の選定、及び配置を見直すことによって、排出ベルコン以外の装置を1つのユニットに集約化させることができ、トラック1台での運搬を可能とした



写真—5 トラック1台での運搬が可能

（写真—5）。

設置・組立てに関しては、強固な基礎等は必要とせず、敷き鉄板の上に本体を降ろし（配置には 50 ton クレーンを使用）、本体上部のスペースに収められた排出ベルコン、小物をセットし、配線関係を繋ぐだけである（写真—6）。このため現場での組立てが非常に容易となっている。



写真—6 機械設置状況

ただし、100 kVA の発電機が別途必要である。

これらの特徴から、小規模現場は勿論のこと、災害時の緊急復旧工事等にも迅速に対応することが可能になる。

(2) 能力・仕様

本プラントは、コールドビンとセメントチャージビン、アスファルトタンクを備えた連続ミキシング方式の可搬式プラントである。各材料の配合の調節に関しては、モータの周波数で制御し、機械に装着された温度計・流量計にて管理を行う。なお、フォーム水の制御は、アスファルトポンプと連動しているため、常に一定の水アスファルト比を保つことが可能である。

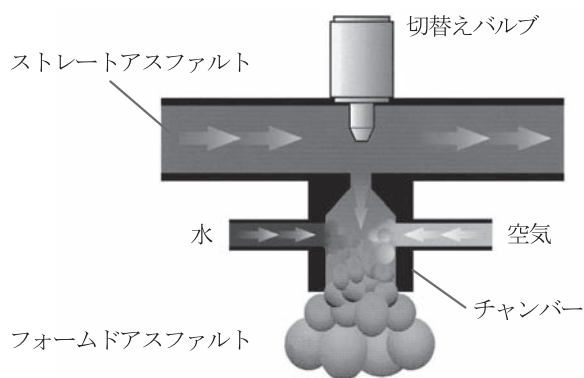
表—1に本機の主要諸元を示す。

フォームドアスファルト噴射装置に関しては、本機には噴射ノズルが3つ装着されており、各ノズルのチャンパー内でアスファルトに水・空気を添加し、ノズルからフォームドアスファルトとして噴射する構造となっている。製造されたフォームドアスファルトは、骨材に直接噴射されるため、均質な混合性を確保することが可能である（図—2）。

また本機は、アスファルトタンク、フォームドチャンパーおよび配管に電気ヒーターを装備するとともに、圧縮空気によってノズル内を常に清掃する構造と

表一 主要諸元

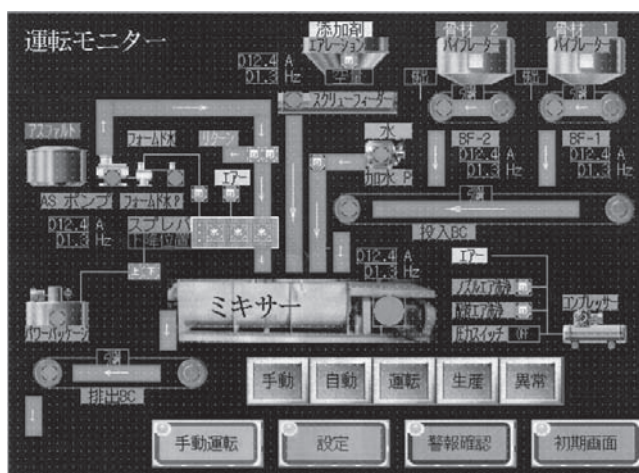
主要諸元	
能力	最大 50 t/h
全 長	14,000 mm (作業時)
	9,010 mm (回送時)
全 幅	2,300 mm (作業時)
	2,300 mm (回送時)
全 高	4,255 mm (作業時)
	2,700 mm (回送時)
重 量	10,000 kg
ホッパ (2 ビン)	1 m ³ × 2
水タンク	0.5 m ³ (加水用)
	0.1 m ³ (フォームド用)
アスファルトタンク	1.0 m ³ × 1
セメントビン	1.45 m ³ × 1



図一2 フォームド噴射装置イメージ図

っており、アスファルトによる装置の詰まりを防ぐ構造となっている。

プラント本体に制御盤・運転モニタが装備されており、即座に各装置の運転状況を把握することができる。材料制御に関しても、運転モニタ上で簡単に変更することが可能である (図一3)。



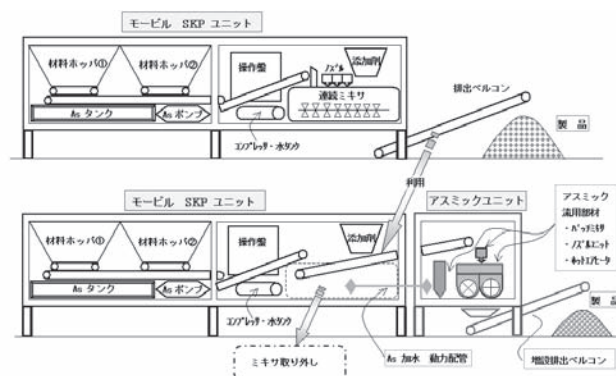
図一3 運転モニタ

5. 拡張性

本機は、通常のフォームドアスファルトプラントやソイルプラントとしての使用だけではなく、別ユニットを装着することにより、自然色舗装製造プラントへ転換できる構造となっている (写真一7、図一4)。



写真一7 アスミックユニット

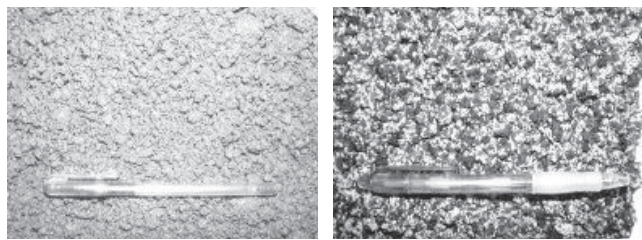


図一4 ユニット装着イメージ図

(1) 自然色舗装とは

自然色舗装とは、加熱したストレータアスファルトを霧状の微粒子にして常温の砂質土中に少量(3～6%程度)添加し混合する安定処理工法である。この工法の目的は、アスファルト自体を微粒子として土粒子間に均一に分散させることによって、土の安定性を高め、土そのものが有している色調を出来るだけそのまま生かすことにある。写真一8の左に湿潤状態の表面、右にバーナーで加熱した際の表面を示す。右写真で示すように、混合物中のアスファルトが黒色に変わり、混合物中のアスファルトが均一に分散しているのがわかる。

自然色舗装の特徴は以下のとおりである。



写真—8 自然色舗装施工後表面状態

- ・ 自然色に近い色合いを有しているため、周辺景観と調和する。
- ・ 降雨によるぬかるみが減少する。
- ・ 土埃の発生を抑制する。
- ・ 混合後も貯蔵が可能である。

6. 施工

本機を使用したフォームドアスファルトを使用した車道用土系舗装の試験施工の様子を紹介する（写真—9）。材料投入にはバックホウ、製造された混合物の運搬はホイールローダを使用した。



写真—9 混合物出荷状況

使用した骨材は、土系の風合いを得るためにC-40とマサ土を使用した。

施工は、TV式アスファルトフィニッシャで敷均し、初期転圧に振動ローラ、二次転圧にタイヤローラを使用して行った（写真—10）。施工結果としては、十分な土の風合いが得られ、良好なものと判断された。



写真—10 アスファルトフィニッシャによる敷均し

7. おわりに

本報では、この度開発した小規模現場対応小型フォームドアスファルトプラントの紹介、CFA工法の特徴、有効性を説明してきた。以下に内容をまとめる。

フォームドアスファルト混合物は、加熱アスファルト混合物のように骨材を加熱する必要がなく、低公害・省エネルギーであるため、フォームドアスファルトを用いたCFA工法は時代のニーズに合致している工法といえる。

本機はトラック1台で運搬できるため、数千m²程度の小規模工事や災害復旧工事等の幅広いニーズに応えることが可能といえる。

今後とも路上路盤再生工法、中央プラント混合方式および今回開発した小型フォームドアスファルトプラントを有効活用し、様々なニーズに応えるべく、積極的にCFA工法の普及を進めていきたいと考えている。

JCM A

《参考文献》

- 1) 日本道路協会：舗装施工便覧（平成十八年版），pp.212-213
- 2) 建設図書：漫画で学ぶ舗装工学基礎編，pp.90-92
- 3) 日本道路協会：舗装再生便覧，pp.225

【筆者紹介】

平藤 雅也（へいとう まさや）
鹿島道路㈱
機械部 設計開発課



建設機械省燃費運転の普及活動

乾 寛

地球温暖化の防止及び原油高騰への対応の面から、省燃費運転は避けて通ることのできないテーマとなっており、各建機メーカーにとって、燃費の少ない機械の開発が最重要課題となっている。しかしながら、燃料消費量には運転方法が大きく影響し、最終的に省燃費を実現するためには、運転方法改善への取り組みが不可欠である。したがって、建機メーカーには機械を生産・販売するだけでなく、運転方法に関しても適切な指導を行い、普及を図ることが求められている。また一方、燃料高騰の中で（最近は落ち着いてはいるが）ユーザにとっても省燃費は最大の関心事である。ここでは、省燃費に対する考え方、省燃費運転方法とその普及活動について述べる。

キーワード：省燃費運転、地球温暖化、CO₂削減、原油高騰、燃費低減、コスト低減

1. 省燃費運転についての考察

(1) 省燃費運転の定義

はじめに、省燃費運転の考え方について明確にしておかなければならない。もちろん、省燃費運転とは燃料を少なくする運転であるが、現実には誤解されていることもある。ユーザからは「1日（1時間）当たりの燃料消費量を少なくして欲しい。」とよく言われる。しかし、時間当たりの燃料消費量を低減させることは非常に簡単である。アクセルを絞れば確実に時間当たりの燃費は低減できる。ただ、そうすれば機械のパワーも低下し、作業量も減少する。一方、大量の作業をすれば必ず燃料消費量は多くなる。つまり、燃料消費量が多いということは、それだけしっかりと仕事をしている、ということもできる。例えば、1日当たりの燃料消費量が10%削減できても、10日で終わる仕事が2日も3日も延びてしまったのでは省燃費とは言えない。CO₂の総排出量も増加してしまう。反対に1日当たりの燃料消費量が10%増加しても、9日以内に終了すれば省燃費は実現できたことになり、CO₂の総排出量も減少することになる。もちろん、1日当たりの燃料消費量が10%削減でき、かつ作業量の低下が10%以内であれば省燃費運転は達成されたことになる。

つまり、省燃費を論議する場合には時間当たり使用量（ℓ/h）ではなく、作業量あたり使用量（ℓ/トンあるいはℓ/m³）で行わなければ意味がないというこ

とである。具体的な例を表—1に示す。例えばダンプへの積込作業で、積込作業比率が50%から80%へ向上すると、時間当たり燃費は約50%増加するが、作業量も同様に60%増加するため、作業量当たり燃費は7%低減し、結果的には省燃費運転となる。

表—1 積込作業比率と燃費の関係

事例	積込作業 比率 (%)	時間当たり 作業量 (トン/H)	時間当たり 燃費 (ℓ/H)	作業当たり 燃費 (ℓ/トン)
A	50	100 (100)	11.0 (100)	0.1100 (100)
B	80	160 (160)	16.4 (149)	0.1025 (93)

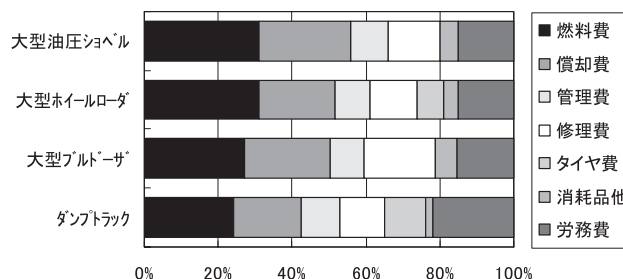
作業時の燃費を20ℓ/H、アイドリングの燃費を2ℓ/Hとすると

事例Aの燃費 = $20 \times 0.5 + 2 \times 0.5 = 11 \text{ ℓ/H}$

事例Bの燃費 = $20 \times 0.8 + 2 \times 0.2 = 16.4 \text{ ℓ/H}$

(2) 省燃費と生産コスト

図—1に示すように、機械経費の中で燃料費の占める割合は概ね25～30%程度である。この比率は、機械のサイズ、運搬距離や作業内容等の稼動条件によ



図—1 機械経費に占める燃料費の割合

て大きく変動するが、かなりのウェイトを占めている。将来は燃料費の高騰が懸念されており、燃費削減は環境問題のみならず生産コスト低減のためにも避けて通れない課題である。

しかしながら、経費全体から考慮すると別の側面が見えてくる。前述した例の詳細を表—2に示す。事例Bに示すように、1日当たりの燃費が10%増加しても9日で作業が完了すれば、総燃費はほぼ同じである（省燃費は1%達成される）が、それにも増して、生産性が向上するため生産コストが低下するのである。機械経費全体に占める燃費の部分（約30%）が10%増加するが、償却費、管理費等他の経費はほとんど増加しない（厳密にはそうではないが）。したがって、この場合の時間当たり機械経費の合計は $30\% \times 1.1 + 70\% = 103\%$ となり、3%アップにとどまる。それに対して1日当たりの生産量は11%増加するため、7%以上のコスト削減が実現できるのである。

さらに頑張って仕事をし、1日当たりの燃費が40%アップにもなって、作業が8日で終了した場合を考慮してみる（事例C）。この場合、トータル燃費は12%の増加となり全く省燃費とは言えない。しかし、事例Bと同様に機械経費を求めると、この場合の方が生産コストは10%も有利となる。もちろん、省燃費の観点からは勧められる話ではないが、コスト低減も重要なファクターであり単純に無視するわけにもいかない。

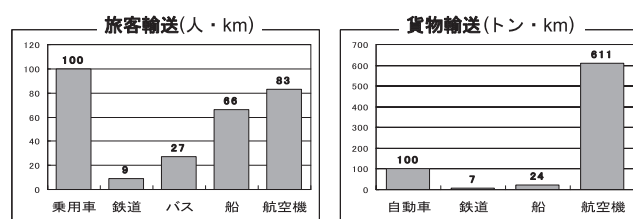
表—2 作業能力と燃費、生産コストの関係

事例	全体 作業量 (トン)	1日 当たり 燃費 (ℓ/日)	稼働 日数 (日)	総燃料 (ℓ)	1日当たり経費			1日 当たり 生産量 (トン/日)	生産 コスト (円/トン)
					燃料費 (指数) (円/日)	その他 (指数) (円/日)	(円/日)		
	①	②	③	④ = ② × ③	⑤	⑥	⑦ = ⑤ + ⑥	⑧ = ① / ③	⑨ = ⑦ / ⑧
A	1,000	100	10	1,000	30	70	100	100	1.00
B	1,000	110	9	990	33	70	103	111	0.93
C	1,000	140	8	1,120	42	70	112	125	0.90

(3) 省燃費と経済合理性

別の観点から省燃費を考えてみる。図—2に示すように、人の移動に関しては、乗用車が最も効率が悪いにもかかわらず、鉄道、バスへのシフトはほとんど進んでいない。貨物輸送に関しても、最も効率の悪い航空機輸送が増大している。このような状況の中で強制的に省燃費措置をとると、かえって経済合理性を逸脱することになりかねない。建設機械でも同様のことが言える。作業量を稼がなければならないときは燃費を犠牲にしなければならない場合もある。いたずらに

省燃費に固執することなく、少なくとも、無駄な燃料消費を無くする、というスタンスで省燃費運転の普及活動を進めている。



(出典：文部科学省原子力百科事典ATOMICA)

図—2 旅客、貨物の輸送効率

2. 省燃費運転のための現場環境整備

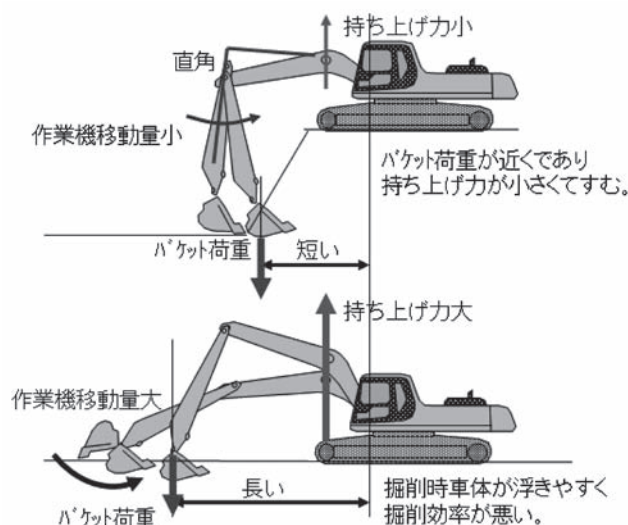
機械別の具体的な省燃費運転方法については、日本建設機械化協会からすでに小冊子「省エネ運転マニュアル」が発行されている。したがって、具体的な方法については割愛するが、その運転方法を実行するためには、そのための現場造成が必須である。

(1) 油圧ショベル

バックホーは本来下方掘削を前提として設計されている。さまざまな省エネ運転方法が紹介されているが、ダンプのベッセル高さ程度の掘削、積込ベンチを造成し、その位置で油圧ショベルが作業できるような現場環境としなければ実現は困難である。

そうすることによって、

- ①大きな掘削力を発揮できる。
- ②作業機の移動量が少なくてすむ。
- ③ツースが掘削方向に向きやすい。



図—3 作業位置による作業効率の違い

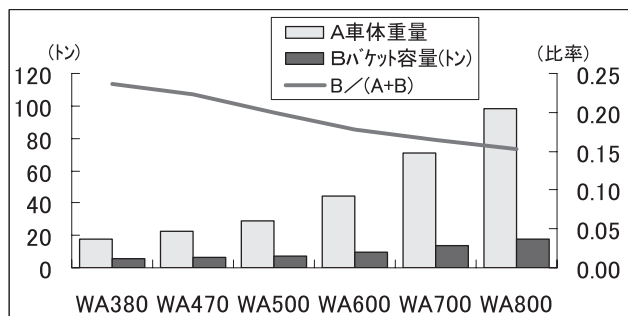
④ブームの持ち上げ力が少なくてすむ。
等の状況により省燃費運転が可能となる。

(2) ホイールローダ

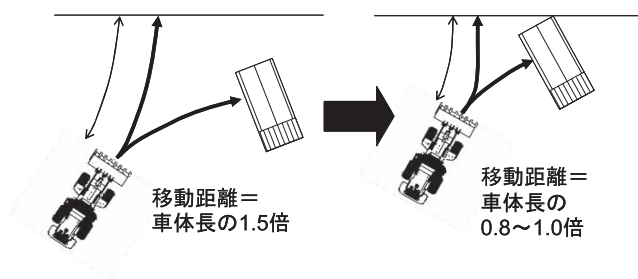
ホイールローダは移動しながら掘削、積込を行うが、全体重量のうち運搬する岩石あるいは土の重量は15～25%程度しかない（大型になるほど比率は小さくなる）。言い換えればほとんどのエネルギーが自重の移動のために消費されているのである。このために、移動距離をできるだけ短縮することが省燃費に直結するわけであるが、そのためには、

- ①ダンプトラックをできるだけ切羽に近づけることができるような切羽展開。
 - ②スムーズに前後進移動できるようなベンチ内フロアの平坦化。
- が必要である。

また、同様の理由から積込回数を少なくすることも効果的である。10トンダンプの4隅にきっちりと積むために4回積んでいたのを積み込み方法を改善して3回にして効果を上げた例もある。大型バケットを装着し1回で積んでいる例もある。使用方法にかなりの制約条件があるが、確実に省燃費が実現している。



図—4 バケット容量と車体全体重量の比率



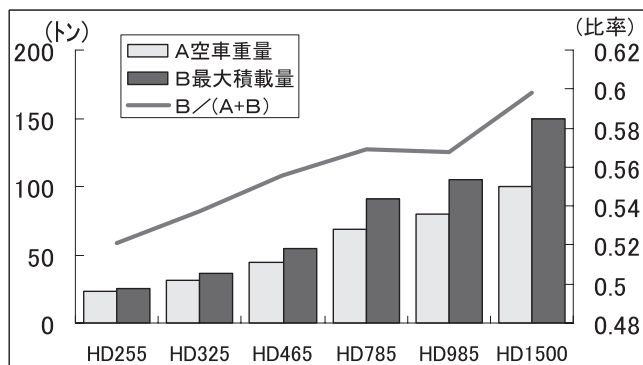
図—5 ダンプをできるだけ切羽に近づける切羽展開

(3) ダンプトラック

ブレーキを踏むことはエンジンが発生したエネルギーを無駄に捨てていることであり、できるだけブ

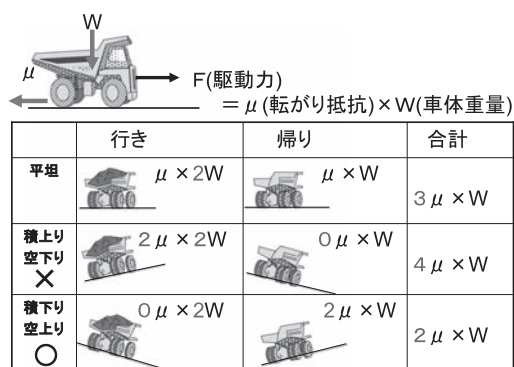
レーキを踏まずに一定速度でスムーズに走行することが省燃費運転のポイントであるが、そのためには走路整備が必須である。オペレータにいくら省燃費運転を指導してもそれなりの環境整備ができなければ無理である。逆の言い方をすれば走路整備がしっかりできれば省燃費運転は自然と実現できる。

ホイールローダと同様にダンプトラックの場合も運搬効率は良くない。運搬時はエネルギーの約半分はダンプ自体の運搬に費やされ、帰りは空なのですべての燃料がダンプ自体の移動に費やされる。つまり全エネルギーの3分の1程度しか有効に使用されていない。さらに走路抵抗は燃料消費量に直結する。締め固められた走路の走路抵抗は3～4%程度であるが、泥濘地状態となると8～10%に上昇し、作業量当たり燃費は2倍程度に跳ね上がる。このことから走路整備がいかに重要かが認識できる。



図—6 積載重量と車体全体重量の比率

また、図—7に示すように平坦地を往復するよりは、5～6%の積下り走路で往復の方がエネルギーは少なくてすむ。これは、降坂惰性運転時、燃料消費量がゼロになることから言えることであるが、実際に、ダンプトラックのスピードアップとあいまって30%の燃費低減を実現しているユーザもある。こういった走路が採用できる現場は限られると思うが、部分的にで



図—7 運搬状況による駆動力比較

も採用を検討する価値はあると思われる。

3. 普及活動

普及活動については、納得して省燃費運転を実現できるように、下記項目に重点をおいて実施している。

- ①座学だけでなく、できるだけ機械に乗って省燃費運転を体感していただく。
- ②講習前と講習後の燃料消費量を測定し、改善結果を確認していただく。
- ③ただ、単にトータル燃費を測定するだけでなく、個別作業要素ごとの燃費を測定し、きめ細かい改善を図る。(最近の機械は燃料噴射量等の測定装置を内蔵しており、簡単にアウトプットできる。)

デモセンターにはプロのオペレータが常駐しており、ユーザの希望に応じて省燃費運転講習会を実施している。また、状況によってはユーザの現場で実施する場合もある。2001年から実施し、今までに50余社、約220名のオペレータに実施している。また、燃費測定を含まない「省燃費講習会」も、各地域の販売店と協同で実施し、ユーザから評価を得ている。

以下、普及活動の実例について述べる。

(1) 油圧ショベル

テクノセンタでの掘削、積込作業例である。軽負荷作業でありパワーを抑えたモードで作業したため作業量は減少するが、それ以上に燃料消費量も低減し、結



写真1 油圧ショベル省燃費運転講習

表3 油圧ショベル省燃費実績

作業内容		燃費量 (ℓ/H)	作業量 (トン/H)	燃費率 (ℓ/トン)
積込作業 ・軽負荷モード使用 ・上部から下部へ 順番に掘削	講習前	21.1 (100)	453.1 (100)	0.047 (100)
	講習後	18.7 (89)	438.7 (97)	0.043 (91)

果的に平均約9%の省燃費が達成された例である（オペレータ5名の平均値）。

(2) ホイールローダ

ユーザの稼動現場で実施した例である。中型ホイールローダでの積込作業では2%程度しか省燃費効果は出なかったが、積込回数を減らすことにより、15%の省燃費効果が得られた。理論的には25%以上の効果が見込まれるはずであったが、積込・荷切り作業に時間がかかったためであり、作業に慣れればさらなる低減が期待できる。走行に関しては走路整備を行い車速をアップし、作業量を増やすことによって約10%の省燃費が達成できた（オペレータ14名の平均値）。



写真2 ホイールローダ省燃費運転講習

表4 ホイールローダ省燃費実績

作業内容		燃費量 (ℓ/H)	作業量 (トン/H)	燃費率 (ℓ/トン)
積込作業 ・軽負荷モード使用 ・オートシフトの活用	講習前	20.6 (100)	379.2 (100)	0.054 (100)
	講習後	19.8 (96)	373.4 (98)	0.053 (98)
積込作業 ・上記作業 + 積込回数の減少 4回→3回	講習前	18.8 (100)	281.3 (100)	0.067 (100)
	講習後	21.4 (114)	375.0 (133)	0.057 (85)
L & C (走行のみ) ・軽負荷モード使用 ・オートシフトの活用 3速→4速	講習前	22.0 (100)	338.0 (100)	0.065 (100)
	講習後	21.5 (98)	365.0 (108)	0.059 (90)

(3) ダンプトラック

ユーザの稼動現場で実施した例である。積上りの場合は、かなりの燃料を消費する。従って、下り時に定速惰性運転を行っても効果はほとんどでないが、積下

りの場合は、20%の燃費削減が達成できた。この場合は惰性運転の効果とともに、車速アップによる運搬量の増加も大きく影響している（個別測定値）。



写真-3 ダンプトラック省燃費運転講習

表-5 省燃費実績

作業内容		燃費量 (ℓ/H)	作業量 (トン/H)	燃費率 (ℓ/トン)
積上り運搬 ・波状運転の禁止 ・惰性運行（下り）	講習前	59.7 (100)	250.8 (100)	0.238 (100)
	講習後	58.6 (98)	255.3 (102)	0.230 (97)
積下り運搬 ・惰性走行（下り） ・5%走路勾配 （ブレーキ不要）	講習前	47.7 (100)	860.0 (100)	0.055 (100)
	講習後	38.0 (80)	860.0 (100)	0.044 (80)

(4) KOMTRAX データの活用

KOMTRAX とは車体各部に装着されたセンサーから燃費、圧力、異常情報等さまざまなデータを発信、蓄積するシステムであるが、蓄積されたデータは省燃費運転提案にかなり有効に活用できる図-8に示す「省エネ運転支援レポート」では

- ①エンジンは回っていても仕事をしていない状態が300時間以上（全体の26%）を占めている。
- ②全体の90%が軽負荷作業であるにもかかわらず、軽負荷モード運転が全くなされていない。

等の稼働実績が示されているが、今までの使用方法を改善することにより確実に燃費低減を実現できる。このように、ユーザの使用状況が長期間にわたって正確に記録されているため、個々のユーザ毎に個別の運転方法の改善を提案することができる。IT機器の普及により実現した新しいサービス提案であるが、この種の提案は説得力もあり効果的でもあり、今後ますます活用を進めなければならない。

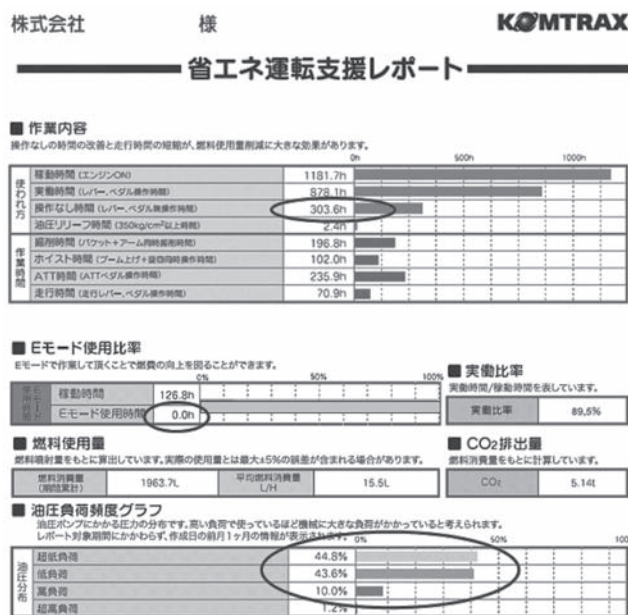


図-8 省エネ運転支援レポート

4. おわりに

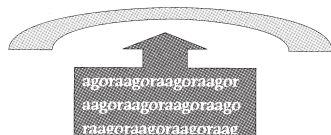
省燃費運転の普及には、実際に燃費が良くなることを体得してもらうことが必要であるため、講習前と講習後の作業量当たりの燃費測定を原則としている。しかしながら、作業量の正確な測定が困難であるため、なかなか正しい作業量当たり燃費も得られにくくばらつきも大きい。燃費差を正しく把握する場合は、積載重量を固定したまま燃費を測定する場合もあるが、実際には、燃費は作業方法、稼働環境条件等にも大きく影響され、同じような作業をしたつもりでもデータは大きくばらつく。また、省燃費運転の効果が他の現場でも同様の効果を発揮するとは限らない。しかし、活動の目的は、省燃費データを詳しく取るのではなく、無駄な燃料消費を削減して、少しでも温暖化防止、コスト削減に貢献することである。オペレータが燃費低減の傾向を確認し、今後の運転に反映することである。そのためには、省エネ運転ができているかどうかを、オペレータが運転しながら確認できる燃費計や負荷レベル計を建設機械全機種に装着することが望まれる。今後とも省エネ運転の普及を促進していきたい。

JICMA

【筆者紹介】

乾 寛 (いぬい ひろし)
株式会社 小松製作所
営業本部サービス企画部
鉱山採石グループ GM





電力回生ブレーキ技術の変遷

佐々木 拓 二

鉄道はもともとエネルギー効率の良い輸送機関である。鉄道車両において走行に要するエネルギーは車両の質量や走行抵抗や走行速度に依存している。さらにブレーキ時に、それまでに消費したエネルギーの内のいくらかを返却できれば、総合的な消費エネルギーはさらに低減できることになる。このために使われるのが「電力回生ブレーキ」である。この電力回生ブレーキが、なぜ「回生」と呼ばれるのか、どのような背景と技術的な変遷を経て、今日のように当然のように採用されるようになったか、その原理と歴史を振り返る。

キーワード：省エネルギー、回生ブレーキ、チョップ制御、インバータ駆動、VVVF インバータ、PWM コンバータ

1. はじめに

鉄道は輸送機関の中ではエネルギー効率が良く、CO₂ 排出量も少なく、エネルギー消費の面からは優等生であると言える。これは硬い鉄のレールの上を、硬い鉄の車輪が転がるという鉄道システムでは、走行に伴って生ずる走行抵抗が小さいためである。すなわち小さな力（牽引力）で重い物（人や貨物）を運ぶことができることを意味している。

この走行抵抗をさらに小さく抑えるには車両の軽量化が大きく影響することになる。このため、最近の車両の車体はアルミニウムやステンレスを使って軽量化が図られており、これにより更なる省エネルギー化を達成している。

さらに最近の電車では、ブレーキ時に発生するエネルギーを電気に変換したうえで架線に返す「電力回生ブレーキ」が当たり前の機能になっている。高速走行の新幹線電車でも交流での電力回生ブレーキが採用されるようになった。新幹線車両では空気抵抗の低減と車両質量の大幅な軽量化、そしてこの回生ブレーキによって、消費電力量を増やすことなく、すなわち地上変電所設備の容量アップをすること無く速度向上を達成することができた。

一方、バッテリーを車両に搭載した架線無しでも走れる路面電車の開発も試みられており、この場合もブレーキ時の回生エネルギーをバッテリーの充電に使うように考えられている。また気動車でも電気駆動とのハイブリッドで構成し、ブレーキ時の回生エネルギー

を有効に使うことで実用化されている。

2. 「回生ブレーキ」という言葉

（財）鉄道総合技術研究所でバッテリー電車の開発をプレス発表した際に、取材に来ていた記者から、「なぜ回生ブレーキと呼ぶのか」、「再生ブレーキとなぜ呼ばないのか」との質問があったとのことである。後日回答することとなり、それが巡り巡って私にその回答を求められる事態が生じた。

「回生ブレーキ」という用語は、英語では接頭語 'Re' の付いた「Regenerative Brake」が対応しており、確かに「再生」の方が素直な表現なのかもしれない。また鉄道以外の分野では、「資源の再生」とか「エネルギーの再生」といった言葉が一般的であり、「回生」という言葉を使っているのは、我々鉄道技術者だけのように見受けられる。

さらにマズイことに、お隣の中国、漢字の本家・本元である中国の鉄道技術者は、我々の言う「回生ブレーキ」を「再生制動」と表現し呼んでいるためますます厄介である。我々日本の鉄道技術者だけが「回生」という言葉を固守し、孤立しているのが実態なのである。

そもそも何故、我が国の鉄道の世界だけが、「回生」という日頃使い慣れない言葉を使うようになったのか、その理由は定かではない。しかし、かなり古い文献でも、我が国の鉄道界では昔から「回生」という言葉を使い続けてきており「再生」が使われなかったのは事実である。何の迷いもなくこの「回生」が使われ

てきたのには、それなりの理由があると考えられる。

これは当時の「回生ブレーキ」の使用目的が、現在の「回生ブレーキ」の使い方と大きく異なっていたからだとは私は推測している。今でこそ「回生ブレーキ」は列車の停止のためのブレーキだと思われて当然であるが、昔の「回生ブレーキ」は列車の停止のために使うものではなかったのである。

最初の回生ブレーキは、下り勾配での列車の加速を抑えるための「抑速ブレーキ」として開発・使用された。すなわち、速度を持って走る列車の「運動エネルギー」をブレーキ時に電力として戻すのではなく、上り勾配を苦労して登った、列車が標高の高い位置にたどり着いたことで得た、その「位置エネルギー」を、下り勾配走行時に「抑速ブレーキ」という手段で電力に変換して戻す、それが当初の「回生ブレーキ」だったのである。「運動エネルギー」の回収ではなく「位置エネルギー」の回収が目的であり機能であった。

位置エネルギーの回収の場合、エネルギーの蓄積（登り勾配走行）と、その放出（下り勾配での抑速）との間には時間的な遅れ（ずれ）が生じる。これが「再生」ではなく「回生」という言葉を選んだ、昔の技術者の見識だと、私は推測している。

3. 「機械的回生制動」という言葉

回生ブレーキというと電気技術の世界の話と思いがちであるが、実はルート選定を含む鉄道線路の基本設計とも大きく関係している。昔の権威ある鉄道の教科書には「機械的回生制動」という項目があった。

これは、下り勾配を利用して加速し、上り勾配を利用して減速するような線路断面形状を設定すれば、位置エネルギーを加減速に利用でき、動力に要するエネルギーは極力節約でき、機械ブレーキ関係の消耗も減じることができることを目的としたものである。しかしこれを実現するには線路断面形状が制約され、線路の建設費も高くなるため広くは採用されなかった。

小生が鉄道に関係するようになった1970年の頃、海外の鉄道雑誌でロンドンの地下鉄ピクトリア線建設を紹介記事があり、その中で駅を地表近くの浅いところに建設し、駅出発後は下り勾配で自然に加速が加わるようにし、次駅に近づくと登り勾配となり自然減速を期待できるように設計しており、省エネルギーの線路断面設計を行っているとの論文を読んだことを思い出す。

しかし実態としては既に地下鉄網が張り巡らされていた歴史ある大都市ロンドンでは、新しく建設する地

下鉄路線は、既にある路線の下を通らざるを得ず、このような線路断面形状にせざるを得なかったと言うのが正直な理由であったと考えられる。わが国の東京の地下鉄大江戸線でも同様な制約で「機械的回生制動」に適した線路断面形状とならざるを得なかったのが現実である。

4. 電力回生ブレーキを採用する理由

今でこそ電力回生ブレーキ（以下、回生ブレーキと呼ぶ）の採用の目的は、省エネルギーや省資源を目指しているが、開発当時の回生ブレーキの目的は省エネルギーや動力費の削減などではなかった。連続する下り勾配区間を、機械ブレーキだけで速度を制限しながら走ると、車輪と制輪子との摩擦で熱が発生し、この熱で車輪のタイヤ緩みを生じたり（当時の車輪は一体車輪ではなかった）、温度の上昇とともにブレーキ力が低下したりした。また制輪子と車輪の摩耗も激しく、その保守も大変であった。

もし電気ブレーキが使えるなら、これらの問題は解決できることになる。電気ブレーキ、すなわち発電抵抗ブレーキを採用したとしても、このような長い区間の抑速ブレーキは一定時間の連続使用となるため、熱容量の大きな抵抗器が必要となりその重量も大きくなってしまふ。このため軸重を厳しく制約された我が国の鉄道における電気機関車では、重量的にも取付けスペース的にも、大きな抵抗器を搭載することができなかったのが現実であった。

一方、回生ブレーキなら、重い大きな抵抗器は不要となるため、電気回路は少々複雑になっても、そのメリットを生かすことができたのである。さらに当時の地上変電所では、現在のような整流器による整流ではなく回転変流機で電気鉄道用の直流を作っていたため、直流側から電力会社（交流）側への逆変換も可能であり、同一線区に負荷となる列車が存在しなくとも、エネルギーの回生が期待できた。このような理由で、勾配線区専用の電気機関車に回生ブレーキは最初に採用されるようになった。一方、このような電力の逆変換を期待する変電所の方も「回生変電所」と呼ばれていた。

5. 直巻電動機のブレーキ時のみ分巻制御

回生ブレーキは連続勾配区間のある線区およびその線区を走る電気機関車に1930年代にまず採用された。碓氷峠の機関車（ED42）や中央線の機関車（EF11）

である。さらに電車でも京都と大阪の間の逢坂ノ関を越える京阪電鉄京津線の電車などにこの時期に採用されることになった。その後、1950年代になって、奥羽線福島・米沢間の電気機関車（当初は直流電化でありEF16）、上越線の機関車（EF16の二次車）などが活躍することになる。

これら線区はいずれも直流電化区間であり、機関車の主電動機は直流直巻電動機が使われている。この直巻電動機は抵抗で電力を消費する発電抵抗ブレーキではそのまま発電機として使えるが、速度に関わらず発電電圧を一定電圧に制御する必要のある回生ブレーキではそのままでは使うことはできない（電機子チョッパ制御で初めてそのまま使えるようになったが、それは後述する）。

このため、回生ブレーキを使用する場合は電動機の回路を組替えて界磁を制御できるようにする必要がある。よってブレーキ時には界磁を独立に制御する分巻電動機（発電機）として使用することになる（写真—1）。



写真—1 中央線 EF11 形直流電気機関車（1934 年製造）

6. 交流電化での位相制御による回生ブレーキ

交流電化が実用化され交流電気機関車が誕生した。交流電気機関車で回生を行う場合は、直流機関車と異なり、界磁の分巻制御だけでなく、さらに直流を交流に変換する機能の追加が必要である。半導体素子サイリスタのブリッジ構成によって、これを可能にしたのが、奥羽線福島・米沢間（1968年に交流電化に変更）のED78形とEF71形交流電気機関車である。

しかしこのサイリスタ・ブリッジによる位相制御での回生ブレーキは、多くの高調波を伴い、力率も良くできないという欠点がある。主変圧器二次側の巻線を分割しブリッジを多段に接続することで、制御に伴う電圧変化量を抑えることや、ブリッジのサイリスタの

非対称制御により制御を細分化するなど、いろいろな技術手段を加味して改善を行なったものの、それでも高調波と力率の問題は残ることになった。

このため地上側での対応策を設備できる特定の線区にしか交流回生の電気機関車は投入できなかったのが現実であった（写真—2）。



写真—2 ED78 形交流回生ブレーキ付電気機関車（1968 年製造）

7. 複巻電動機と界磁チョッパ制御の組合せによる回生ブレーキ

それまでの回生ブレーキは主として勾配線区専用の電気機関車で「抑速ブレーキ」としての採用が主流であった。その後、電車の「停止ブレーキ」にも回生ブレーキの採用がいろいろ試みられるようになった。1960年代からは直巻界磁と分巻界磁を持った複巻直流電動機を使った回生ブレーキが実用化され始めた。1970年代になって半導体技術の進歩により直流を応答良く制御できるチョッパ制御が開発されるようになると、これを複巻直流電動機の分巻界磁制御に使った界磁チョッパ制御電車が急速に普及するようになった。この結果、通勤電車など、一般の電車にも広く回生ブレーキが採用されるようになった。この場合は、主電動機は複巻電動機を採用し、架線電圧の急変などに対する過渡特性を直巻界磁に期待し、他励分巻界磁にはチョッパ制御による制御を持たせる使い方となる。発電抵抗ブレーキの場合は、架線電圧の制約を受けないため、ブレーキ時の発電電圧は力行時の3倍近い高い発電電圧まで許容して使用してきた。しかし回生ブレーキの場合は架線電圧の制約が生じるため、発電電圧をむやみに高くはできず、高速からのブレーキ時は発電電圧を抑えるため界磁を弱めることとなるが、これには直流機の整流の制約が存在する。一方、速度が低下すると発電電圧を上げるため界磁を強めることとなるが、これも磁気飽和の制約を受け、むやみ

に低速までカバーすることはできない。このように回生ブレーキ使用の速度域に制約が生じるものの、かなり広い中高速の速度域を一定パワーでの回生ブレーキでカバーできるため、この複巻電動機を採用した界磁チョップパ制御電車は民鉄を中心に幅広く使われることとなった（写真—3）。



写真—3 東急電鉄 8000 形界磁チョップパ制御電車

8. 電機子チョップパ制御による回生ブレーキ

半導体素子の大容量化に伴い、電車の主回路そのものをチョップパで制御する電機子チョップパ制御の電車も実現可能となった。電機子チョップパ制御は当時の営団地下鉄（現 東京地下鉄）で精力的に開発され、1970年には実用化され、チョップパ電車 6000 形が誕生した。これは世界的に見てもこの分野では最先端を行っていたとすることができる（写真—4）。



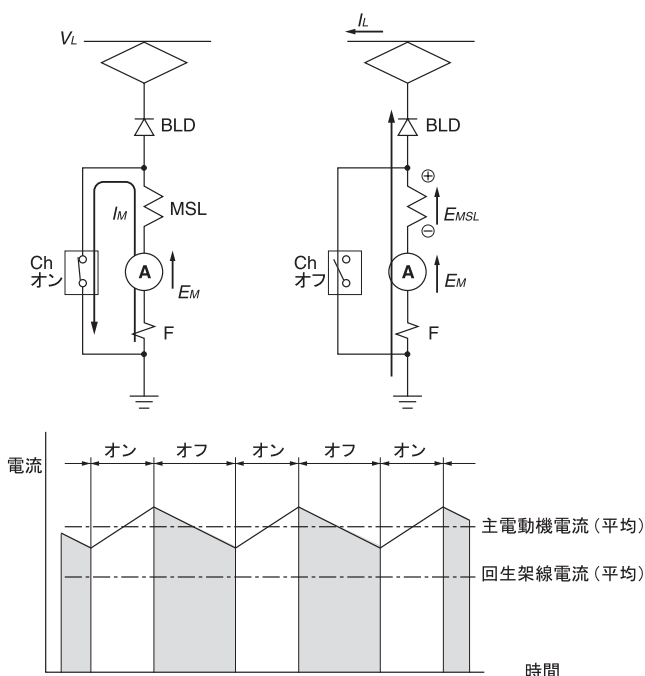
写真—4 営団 6000 形電機子チョップパ制御電車

電機子チョップパ制御により、回生ブレーキは新たな局面を迎えることになった。なぜなら、これまでは不可能だった直流直巻電動機をそのまま発電機に使う電力回生ブレーキ制御ができるようになったためである。分巻ではなく直巻のままで回生ブレーキが使える

ことは画期的なことであった。電機子チョップパ制御の出現により、回生ブレーキは停止直前まで使えるようになった。また、起動時の抵抗ロスのない、カム軸の進段のような電流のステップ変化の無い連続制御が可能になり、さらに主回路の接点も減り保守が簡易となる、など、いろいろなメリットがあるため、地下鉄車両を中心に電機子チョップパ制御電車は急速に普及することとなった。

9. 電機子チョップパ制御の限界と弱点

電機子チョップパ制御での回生ブレーキ制御の原理とその特性については一般には正しく理解されていない感がある（図—1）。



図—1 電機子チョップパブレーキ制御原理図

回生ブレーキと言うと、発電電圧が架線電圧よりも高いから電気が架線側に戻ると考えるのが素直ではあるが、電機子チョップパでは様子が少し異なる。電機子チョップパでの回生は、チョップパのオン状態で直巻発電機をリアクトルを介して短絡状態にし、発電電流を増加させる。そしてチョップパのオフ状態でリアクトルに生じる端子電圧と発電電圧との和が架線電圧より高くなることで架線側に電流を返すとともに電流は減少する。このオン（電流増）とオフ（電流減）との瞬時的な繰り返しと、オン時間とオフ時間の時間比率の制御で直巻電動機であるにも関わらず、電流と電圧の制御が可能となるのである。よってブレーキ時の電動機の

発電電圧は架線電圧よりも常に低い状態で使用することとなる。仮にブレーキ時の電動機の発電電圧が架線電圧よりも高い状態となると、チョップのオンで電流増加、オフでも電流増加となり、発電電流は増加・発散してしまい、制御不能の状態に陥ってしまう。さらには、架線電圧の急降下などにも配慮すると、この電圧に余裕を持たせて使うことになり、高速度での回生ブレーキは苦手という特性になってしまう。

速度が高い状態では電動機の回転数も高く、発電電圧も高くなる。しかし上記の発電電圧の制約を守るためには、発電電流（ブレーキ電流）そのものを小さく絞って発電電圧を抑える必要が生じる。連続した弱め界磁制御を併用できるシステムにしない限り、一定パワー制御もできない。極端な言い方をすれば、その電車の定格速度以上では回生ブレーキ電流は絞って使用せざるを得ず、それだけ電気ブレーキ力は小さくなってしまう。

この欠点をどのような方法でカバーするかが電機子チョップの技術開発の根幹だった。地下鉄電車のように駅間距離が短く、走行速度が比較的低い場合は致命傷にはならないものの、郊外線区のように駅間距離の長い、高速走行の場合には、この制約は致命傷と言えるほどの弱点になってしまうのである。

対応策としては、列車としての定格速度を高く設計する（特急電車の歯車比で通勤電車に使う）、この場合は加減速度が不足するため主電動機の容量をアップする（大容量の主電動機とする）、ブレーキ時は一定弱め界磁として発電電圧を抑える（電圧でなく電流で仕事をする事になり主電動機の容量を上げることになる）、ブレーキ時には直列抵抗を挿入して発電電圧の許容値を高くする（抵抗の損失分だけ回生電力は期待できなくなる）、などがあり、これらを組み合わせ

て対応していたのが現実である。

私が開発を担当した国鉄のチョップ制御電車 201 系では、これらの対応策を全て採用したシステムにしている。それでもまだ高速域での電気ブレーキ力は十分なのが実態であった。

中央線で快速列車として活躍したオレンジ色のこの電車も、今ではインバータ駆動の新しい電車に置き換えられ、消えゆく状況にある（写真—5）。

10. 添加励磁方式による回生ブレーキ

電機子チョップ制御電車 201 系は国鉄ではそれまでの 103 系に代わる久々の新形式通勤電車であった。その後の通勤電車の標準形式になるはずであったが、車両価格が高くなってしまったこともありその後の採用は制限される結果となった。このため国鉄においては、電機子チョップ制御電車は 201 系からさらに拡大・発展することはなく、その代替として誕生したのが添加励磁方式による 205 系電車である。これは直巻電動機の界磁コイルを別電源から添加励磁することで、複巻電動機と同様な特性を実現したものであり、特急電車などに搭載してきた大型電動発電機（MG）での制御と使用実績から、これを主回路にも適用したものだと言える。山の手線の電車にはこの 205 系が投入されることになった。

11. VVVF インバータ制御による主電動機の誘導電動機化

大容量半導体素子の開発がさらに進み、電流のオン・オフを自由にできる GTO 素子（Gate Turn-Off Thyristor）などの大容量化も実現し、直流から 3 相交流を作るインバータ装置も床下搭載が可能な小型化が実現できるようになった。それに伴い、主電動機をそれまでの直流機ではなく、整流子やブラシの無い、保守が楽な、誘導電動機で構成することも夢でなくなった。そして 1985 年前後からはインバータ電車が続々登場するようになった（写真—6、図—2）。

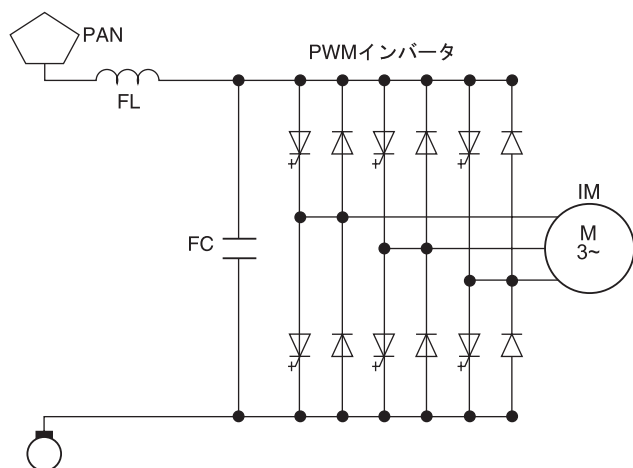
鉄道車両の駆動用に使われるインバータは一般に「VVVF インバータ」と呼ばれている。これはインバータの出力が、誘導電動機の制御に合わせて、電圧を変える（VV は Variable Voltage の略）と周波数を変える（VF は Variable Frequency の略）との組合せから成立っているからである。しかしインバータの動作原理から言えば「PWM インバータ」と呼ぶことになる。これは上記の VVVF を達成するために



写真—5 国鉄 201 系試作電車公式試運転記念写真
(左端が若かりし頃の筆者)



写真—6 大阪市交 20 形インバータ制御電車



図—2 インバータ電車回路概念図

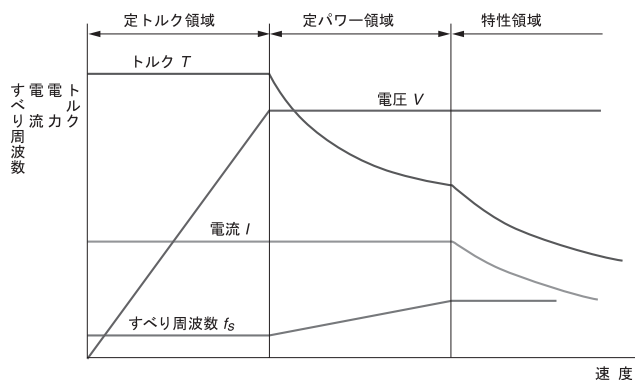
通電パルス幅を制御すること（PWMはPulse Width Modulationの略）でVVVFの出力を作っているからである。

一般に定格速度までは、すべり周波数は固定して、電圧と周波数を比例させ、電流が一定、すなわちトルクが一定になるように制御する。これを定トルク領域と呼ぶ。

インバータの出力電圧が上限に達し、それ以上は上げられない点が定格速度となり、ここからは、すべり周波数を制御することで電流一定となるように制御することになる。電圧一定で電流一定であるため、掛け合わせた電力も一定値になり、この領域を定パワー領域と呼ぶ。

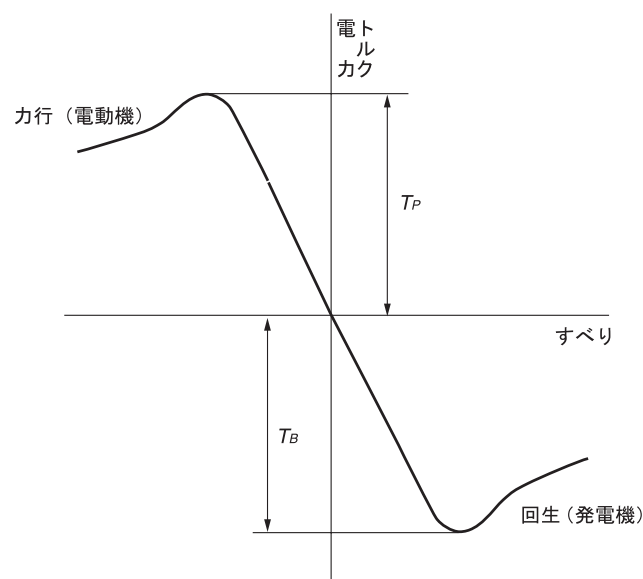
さらに速度が上ると、一定電流制御もできない領域に入り、電流は速度の上昇とともに低減することとなる。この領域を特性領域と呼んでいる。新幹線電車のように最高速度で走行する時間割合が多い電車の場合、特性領域は使わずに、最高速度でも定パワー領域になるように設計するのが一般的である（図—3）。

インバータの出力周波数と電動機の回転数（周波数に換算）とトルク特性から、回転周波数より低い周波



図—3 誘導電動機制御特性

数を与えるとトルクの方は逆転して、回生ブレーキが働くことになる。この場合のブレーキ力特性も、力行の場合の引張り特性を逆向きにした特性となる（厳密に言えば駆動装置の伝達損失分が力行では減ずる方に、ブレーキでは加算する方に働き、この分が異なる）。この結果、インバータ駆動での回生ブレーキ特性は、複巻電動機での高速での性能と、電機子チョップパでの定格速度以下での、停止までのブレーキ性能とを併せ持ったような特性となり、幅広い速度域を回生ブレーキでカバーできることになる（図—4）。



図—4 すべり周波数と力行制御、回生ブレーキ制御

インバータの出力は3相の交流であるため、この出力の相の位相を変えると電動機は逆転することになる。よって、インバータ制御の電車では、力行・ブレーキの切替と、前進・後進の切替、これら全てがインバータの制御だけで可能になり、有接点の転換器や制御器は全く不要になる。構成機器が大幅に減り、保守が大幅に簡易化される。

最近ではこれらの性能をさらに生かして、最新型の

路面電車「LRV」や常電導磁気浮上の「リニモ」などでは、停止までの全ブレーキを電力回生ブレーキのみで行う「純電気ブレーキ」も実用化されるようになった。これまでの電車では「ブレーキのためには圧縮空気が必要」というのが常識であったが、これまでの常識を覆す、圧縮空気無しで車両を構成することも可能になったのである。

12. PWM コンバータの開発による交流回生ブレーキ

主電動機の誘導電動機化は多くのメリット、特に保守上のメリットが大きいため、急速に採用が広まり、現在では主回路というとVVVFインバータによる誘導電動機駆動が当たり前になっている。しかし、新幹線電車のような交流車両ではさらに回生時の直流を交流に変換する機能の追加が必要となる。

直流電車のVVVFインバータの回路をじっくり眺めてみると、回生ブレーキ時はエネルギーは電動機(交流)側から電源(直流)側に流れていることが判る。この原理を用いれば、PWM制御で、交流を電圧制御しながら直流に変換することもできることが判る。

サイリスタ・ブリッジによる位相制御による変換で

はなく、このPWMコンバータによる交流・直流変換とVVVFインバータとを組み合わせることで主回路を構成した最初の交流電車が新幹線300系「のぞみ」なのである。

一般には新幹線でも300系から主電動機が交流機(誘導電動機)になった点だけが強調されているが、技術的に見れば、このPWMコンバータの開発が最大の成果なのである。鉄道車両ではセクションでの電力中断、セクションでの位相変化などがあり、また電圧変動幅も非常に大きい。このような電気鉄道の過酷な条件下で、PWMコンバータを実用化したことは画期的な技術開発だと言える。このおかげで、低次の高調波も小さくなり、ユニット間の位相差運転などで高次の高調波も小さく抑えることができるようになった。また回生ブレーキが可能になっただけでなく、交流側の力率も自由に制御・設定できるようになったのである。この結果、速度向上に伴い本来なら地上の変電設備の容量増強も必要になるところを、回生ブレーキの採用と力率改善により、変電設備など電力設備の増強無し(むしろ以前より電力消費量は減少したと報告されている)で速度向上が可能になったのである。

その後の交流車両は新幹線車両は当然のこと、在来線の電車・電気機関車を含めて全てこのPWMコンバータ方式が採用され現在に至っている(写真—7、図—5)。

13. 今後の課題

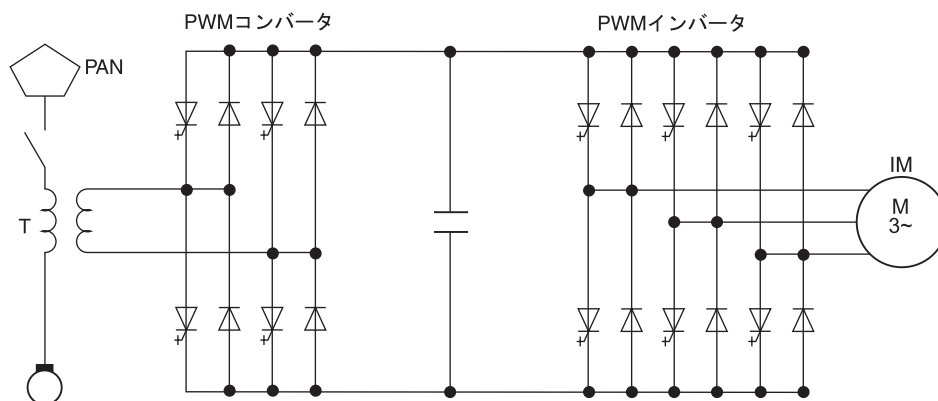
最後に、電力回生ブレーキに関連した地上設備と関連した今後の課題について私見を述べさせていただく。

(1) 変電所と回生車両との電圧協調

チョップパ制御電車201系投入当初、思っていたより



写真—7 新幹線 300 系「のぞみ」



図—5 PWM コンバータ電車主回路概念図

回生率が上らず、「お前は嘘つきだ」と非難されたことがある。実際に電車の運転台に添乗して様子を見てみると、架線電圧は絶えず上限の1650V近くにあり、これではフルには回生できないのは当たり前だと反論したことを懐かしく思い出す。せっかく回生しようと思っても、架線電圧が高い場合はそれ以上電圧を上げないように電流絞込みが働き、本来持っている回生能力は発揮できずに終る。このため、回生車両の走る線区の変電所の送出電圧は、昔のように力行時の運転性能確保のために上限近くに電圧を高く設定する考えを変え、回生ブレーキ時の電力をいかに有効に回生させるかを考慮して、適正な値に設定する必要がある。場合によっては、列車の走行密度や時間帯に応じて送出電圧を変えるなどの配慮も必要になる。

一方、大きなパワーを必要とする新幹線の場合は、交流電化であり回生電力は変電所から電力会社側に戻ることができるため、直流回生のような負荷が無くなり回生電流が架線電圧を押し上げるとはあまり考慮する必要はない。このため、変電所送出電圧は上限に近い30kVのままとし、車両側のパンタ点での電圧上昇を32kVまで許容することで対応している。

(2) 回生電力の有効活用

回生ブレーキ機能が当たり前になった昨今、せっかく回生ブレーキ機能もその電力を受け入れてくれる他の負荷がなければ回生の意味も無くなる。現在の直流き電では、整流装置で直流に変換しているため、変電所から電力会社側への逆変換を期待することはできない。よって自社の系統内でこの回生電力を消費することが基本となる。回生電車誕生当初は、回生電力をいかに有効に活用するか、列車の運行ダイヤ、変電所の位置・間隔、前述した変電所送出電圧など、電気鉄道システム全体として真面目に検討を行っていた。しかしそのような検討は近年ではあまり行われていないように見受けられる。

変電所に直流から交流に逆変換する装置を設置することも考えられる。実運用となると、装置価格や効率の面で問題も多く、特定の勾配線区に設置する程度に止まるのが現実である。このため回生電力を他の車両の走行に使うことを期待するだけでなく、余剰となる電力を地上設備で一時的に蓄積するなり、他に活用するなどの検討も今後行っていく必要がある。

(3) 電力系統の保護の協調

回生ブレーキの機能はある意味では小さな変電所があちこちにある状態だと言える。このため、電力系の

異常時には回生車両はすみやかに、その異常を検知して、自らの回生電力も即遮断する必要がある。現在の回生車両は架線電圧や架線の周波数や波形を絶えず各車両独自で観測しており、この変化を捉えて事故を判断・検知する個別の検知システムを採っている。しかし将来的には地上設備と一体となって、地上からの情報・指示でアクションをとる総合システムの検討も必要となると思われる。

(4) セクション位置への配慮

回生ブレーキはパンタグラフの離線や電力中断が苦手である。ブレーキという保安機能であるため、回生がダウンしてもしばらく様子を見るといった時間的猶予は無い。回生ブレーキがダウンすると即バックアップの別のブレーキ（一般には機械ブレーキ）に移行して停止まで使い、回生ブレーキは途中で回復使用しないのが一般的である。

従来の交・交セクションは、力行条件を基本に場所が決められてきた。回生ブレーキが作用する区間にセクションがあると、そこで回生失効を生じてしまうことになる。このためセクションの位置決定は従来のような力行条件からではなく、今後はATCによるブレーキ作動区間を避けるなどを優先して決める必要がある。

(5) 停電検知システムとの共存

新幹線システムでは、架線電圧の中断を「異常」として検知し、早急に非常ブレーキをかけ、すみやかに列車を停止させるという、世界にも例を見ない保安システムを採用している。外国の技術者などは、停電すれば走るための電力は無くなるのだから停止するのは当たり前、程度にしか理解しておらず、この件の説明はいつも苦勞してきた。外国の技術者だけでなく、最近の我が国の鉄道技術者の中にも、この点を正しく理解していない人が多く見受けられる。

この停電検知による非常停止システムは架線系を鉄道線路全体の異常検知センサーとして活用する素晴らしい保安システムなのである。線路への落下物や飛翔物があり、これで地絡が生じた場合や、地震発生などの緊急事態で意識的に変電所からの送電を停止すると、車両は0.5秒以上の停電を「異常」と検知して（交・交セクションでの中断と識別するため0.5秒としている）、0.7秒後には非常ブレーキ指令を出し、停電から僅か1.2秒後には実際にブレーキが働くことになる。地上のATC信号電源の断や、ATC電源同期信号の断など、新幹線システムでは非常ブレーキを指示する

回路は複数仕組まれているが、この停電検知が一番早く、フェールセーフで、確実に動くシステムなのである。

車上からの対向列車への緊急停止の指令も、沿線からの列車緊急停止の指令も、いずれも架線を地絡させ停電状態をつくり、この停電検知機能を働かせて非常停止させることにしている。

しかし停電状態では回生ブレーキは使えない。回生ブレーキが主流となった現在の新幹線電車では、機械ブレーキだけでの高速からの非常ブレーキは、極力使いたくないのが実態である。今後は、この素晴らしい保安システムと、機械ブレーキのみでの非常ブレーキとを、どのように共存し解決していくかが、大きな課題になると私は考えている。

以上

J C M A

《参考文献》

- 1) 山下善太郎：電気車工学，オーム社（昭和23年10月）
- 2) 佐々木拓二：電力回生ブレーキ，電気鉄道，Vol.29, No.4（昭和50年4月）

- 3) チョッパ制御方式専門委員会編：チョッパ制御ハンドブック，電気学会（昭和51年6月）
- 4) 曾根悟ほか：講座 電力回生について，電気鉄道，Vol.31, No.12（昭和52年12月）からVol.32, No.6（昭和53年6月）まで
- 5) 川添雄司：交流電気車要論，電気車研究会（昭和46年12月）
- 6) 高原英明ほか：鉄道車両用PWMコンバータの技術，鉄道車両と技術，No.46（1999.5）からNo.51（1999.10）まで
- 7) 高木亮ほか：特集 回生ブレーキをめぐって，鉄道車両と技術，No.78（2002.7）
- 8) 飯田秀樹・加我敦：インバータ制御電車概論，電気車研究会（2003年8月）
- 9) 佐々木拓二：電力回生ブレーキ技術の変遷，鉄道と電気技術（2006年3月）

【筆者紹介】

佐々木 拓二（ささき たくじ）

（1945年4月23日生）

1968年4月 日本国有鉄道に就職

元、国鉄車両設計事務所主任技師

元、助鉄道総合技術研究所 浮上式鉄道開発本部 車両部長

元、(株)東芝 交通システム事業部 技監

前、(株)海外鉄道技術協力協会（JARTS）常務理事

現、(株)日本鉄道車両機械技術協会 専務理事



「建設機械施工ハンドブック」改訂3版

近年、環境問題や構造物の品質確保をはじめとする様々な社会的問題、並びにIT技術の進展等を受けて、建設機械と施工法も研究開発・改良改善が重ねられています。また、騒音振動・排出ガス規制、地球温暖化対策など、建設機械施工に関連する政策も大きく変化しています。

今回の改訂では、このような最新の技術情報や関連施策情報を加え、建設機械及び施工技術に係わる幅広い内容を取りまとめました。

「基礎知識編」

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

「掘削・運搬・基礎工事機械編」

1. トラクタ系機械
2. ショベル系機械
3. 運搬機械
4. 基礎工事機械

「整地・締固め・舗装機械編」

1. モータグレーダ

2. 締固め機械

3. 舗装機械

● A4版／約900ページ

● 定 価

非 会 員：6,300円（本体6,000円）

会 員：5,300円（本体5,048円）

特別価格：4,800円（本体4,572円）

【但し特別価格は下記◎の場合】

◎学校教材販売

〔学校等教育機関で20冊以上を一括購入申込みされる場合〕

※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700円、沖縄県1,050円

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

●発刊 平成18年2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>

ずいそう

“一本柔道”

谷 本 歩 実



皆さんこんにちは！コマツ女子柔道部の谷本歩実です。この度の北京オリンピックでは多くの方々のご声援を賜ったことに深く感謝しております。この紙面をお借りして改めて御礼申し上げます。

さて、今回の北京オリンピック後、“日本柔道とは？”と様々なところで耳にする機会が増えてきました。恐らく、メダル獲得数の減少やあまりの消極的な試合運び、審判に疑問を投げ掛けたいくなるようなジャッジ、これが柔道の技なのかと首を傾げたいくなるようなシーンなど、多くの方々の客観的評価が疑問として問いかけられているからではないでしょうか。

私の一本柔道へのこだわりを話す前に、まず柔道の今日までの歴史を簡単に振り返ってみようと思います。

近代柔道は1882年（明治15年）嘉納治五郎先生が創設され、日本はもとより世界中に普及し始め、特に昭和39年には東京オリンピックの競技種目として取り入れられました。現在では国際柔道連盟への加盟国、地域は199カ国にのぼり目覚ましい発展を遂げています。ヨーロッパでの普及は著しく、特にフランスは日本の柔道人口の3倍にも及んでいると言われています。柔道は本来「精力善用、自他共栄」を基本理念とし「柔能く剛を制し、剛能く柔を断つ」を真髄としています。単に勝利至上主義ではなく精神鍛錬を目的とし、中学、高校の体育の授業に取り入れられているのも青少年の健全育成が目的とされているからです。柔道は本来、武道であり陸上や水泳のようにタイムや距離などの記録で結果を出すスポーツとは意を異にしていました。

柔道が全世界に普及し競技として取り入れられ、オリンピック種目にも採用されると本来の理念は二の次とし勝利至上主義にならざるを得なくなります。「柔道」が「JUDO」となりルールも随分と変わってきました。日本では一本を果敢に獲りにいく柔道スタイルが重視されますが、海外ではルールを最大限に生かした勝利優先の戦い方が重視されるようにも見受けられます。最近の柔道はジャケットレスリングとよく言われますが、日本選手の中にもそういった選手が珍しくありません。私の主観ではありますが日本人選手が日本柔道を放棄している現実があります。

さて、私なりの柔道観、そして信念である一本柔道へのこだわりについて述べさせていただきます。一本柔道とは華麗な技で誰が見ても分かり易い決まり技を修得し実践する事ですが、その前に一本を取る柔道の心の持ち方にあると考えています。その信念が限りないこだわりとなっているように思います。この事は皆さんと関連するお仕事と共通する事ではないでしょうか。家を建てるには基礎が重要ですね。柔道では戦える体力づくりに相当するように思えます。住む人のニーズを考えた設計、天災から守る施行、技法は柔道における心の持ち方、反復練習、技の磨き、相手との対応術に相当するのではないのでしょうか。そして住む人の満足感は正に建てる人達の匠の技、こだわりがあってこそ得られるものだと思います。よく神社、仏閣を訪れたり近代的ビルを見たとき心が洗われる時があります。きっとデザイン、技法、施行の中の造る人たちの深く刻み込まれたイメージ、執念、飽くなきこだわりの結果が人々の心を動かすのでしょうか。

北京オリンピックでの決勝戦の直前、不思議な感覚に捕らわれました。それは、心の底からわくわくする感覚と充実感と感謝の気持ち。腰の怪我を乗り越えて最高の舞台で最大のライバルと戦える喜び、会場に響き渡る応援。夢の舞台オリンピックに挑む全てのプレッシャーが力に変わり、溢れる気持ちで胸がいっぱいでした。ここまでの険しい道のりを一本柔道で乗り越えてきた信念がそうさせたのだと思います。

一本勝ちを念頭に置く事で自ずと自分を極めていく事に繋がり、一本勝ちを意識する事で本質が見据えられる。自分の柔道に対する心を極め、結果を出して行く事が一本勝ちへの飽くなきこだわりを生むことになり、アテネ、北京とオール一本勝ちで2連覇する事が出来ました。一本柔道を貫いていなければ、この2つの金メダルは無かったと思います。気が付いたら、こだわり貫いた一本柔道に支えられてきたんだなあと思って思いました。

そしてなによりも多くの方々に支えられ、大きな声援で自分の背中を後押しして頂いたことが2つの金メダルの最大の勝利への貢献であったと深く感謝しています。

ずいそう

オリンピック出場・クレー射撃

中山 由起枝



高校時代はソフトボールのキャッチャーをしていましたが、会社の熱心な勧誘や恩師の薦めもあり、未知の世界である射撃に取り組む事になりました。1997年4月入社後、同僚と2人で1年余に及ぶ射撃留学に旅立ちました。場所は会社の駐在員が住むトリノと聞いていたのですが、イタリア射撃協会指定のコーチは500 km 以上離れたフィレンツェの郊外にいて、会社の人間どころか日本人が誰一人もない町で言葉も判らない不自由な生活が始まりました。2人で「帰ろうか」と泣き「やめようか」と悩んだスタートでした。しかし今では良き思い出で、なにより国際大会の場で平常心を保てる土台となりました。

98年秋からは国内中心の活動となり、早速翌年5月開催の熊本ワールドカップの予選会が始まり7人参加のトップで代表となりました。国際大会デビューとなったこの大会で4位タイとなり、シュートオフ（順位決定）で敗れ5位となりました。まだ五輪出場へのルールも知らなかったのですがこのシュートオフで勝っていれば、1～3位の国は獲得済みだったので日本が出場枠を獲得できたと後から聞かされました。クレー射撃の女子種目は1カ国1人の出場となり、世界選手権やワールドカップなどの優勝国に出場枠が与えられます。1位の国が獲得済みであれば2位に繰り下がって与えられるルールになっています。

その翌月イタリアで開催のワールドカップで3位となり、運も良く繰り下がりルールでシドニー五輪の出場枠を獲得できました。順風満帆で進んできましたが、取材を多数受けるようになり、また周囲の期待や注目を浴びれば浴びるほど自分が孤立するよう感じ、団

体競技とは違う逃げ場のない重圧を感じるようになりました。会社も私も初体験の五輪、周囲も戸惑いながらのオリンピックで17人中13位と惨敗でした。試合後、色々な思いが重なりこの世界から逃げたいという一心で銃を置く決断をしました。

あれだけ嫌だったのに時が経つとまた射台に立ちなくなり、五輪以前からお世話になっている内藤博文コーチも「帰って来い」と熱心に声をかけてくれました。ただ娘が小さく復帰は無理と思っていたのですが、母が「娘がいたからできなかったと、後から後悔するほうが子供に失礼だ」と背中を押してくれ復帰を決心しました。

そして北京五輪へのチャレンジが始まりましたが、06年5月のワールドカップカイロ大会での4位が最高で、なかなか出場枠を獲得できませんでした。そんな中、照準を定めたのが07年4月の韓国でのワールドカップでした。時差もなく、獲るならここだとコンディションを整えて臨み、自身2度目となるワールドカップ優勝で出場枠を獲得できました。

その後、国内決定戦を経て08年4月に北京代表として決定しました。家族に負担をかけ、娘に我慢を強いて掴んだ五輪への切符。これを中途半端にはできない。誰のために頑張るのでもない「自分自身のため」そして娘のため。悔いを残さず本番（8月11日）を迎えたい。今回はクレー射撃の選手は私一人だったので内藤コーチや会社とも相談し①クレーを飛ばす機械が北京の会場と同じメーカーで自宅から近い那須国際射撃場を練習の場としたい、②本番ではクレー上部にパウダーの入った中国製のものを使用するので、これを輸入して練習したい、③試合は6人で撃つので、複数の射手に協力してもらいたい…この願いを叶えてもらいました。周囲の人たちは夫々の分担を全力で取り組んでくれました。メダルにこそ届きませんでしたが、家族、コーチ、射撃の仲間、会社どれか一つでもベクトルが狂っていたら4位入賞はできなかったと確信します。

そして今、娘が「もう1回はやってもいいよ」と許可をくれましたので、皆で更にもう一段階段を上がれるようスタートしています。

——なかやま ゆきえ 日立建機株式会社 コーポレートコミュニケーション部——



写真—1 15m先のクレー放出口へ集中

ずいそう

次期大統領選出の瞬間を現地で体感して

伊勢木 浩 二



10月に本社を大阪駅近くに移転した。何ヶ月かかけて社員一同わっさわっさと準備をすすめて、今は無事に引っ越しも終わり、やっと落ち着いた。お世話になった方々に引っ越しの報告をすると、大半の方が「大変な世の中に大丈夫？」と言って心配してくれる。アメリカのサブプライムローンから始まり、リーマンショック、それに伴って日本でも会社の倒産、廃業を耳にする。

よく昔から「アメリカがくしゃみをすれば日本は風邪をひく」などと言われてきた。しかし、私見だが、今回は風邪をひかないと信じている。今回はアメリカがくしゃみではなく風邪をひき、万病のように世界中に蔓延しつつある。日本はそれをうつされそうになりながらも何とか耐えているように思う。「病は気から」というように今こそ暗くならないようにしなければ、日本の中で不況だとか過剰に騒ぎすぎれば気持ち的に沈んでしまい、不況という世界的な、「はやり病」に日本も侵されると思う。

百聞は一見に如かず、11月初旬にアメリカ経済の拠点ニューヨークへ行ってきた。第44代アメリカ大統領が決定する瞬間をブロードウェイで体感した。その時、本通りの大きな道路いっぱいには白人も黒人も入り乱れ、群衆が大きな道路を埋め尽くし、各州ごとに開票結果が巨大なスクリーンで発表されるたびに大歓声とともに拍手が沸き起こり、見知らぬ人同士が握手をしている。そして、オバマ氏が次期大統領と決まった瞬間もマケイン陣営の人々がオバマ陣営の人に「おめでとう」と握手、ハグをしており、私はこの盛り上がり怒涛のようなヒューマンパワーを感じた。今のブッシュ大統領に不満があったのかどうかは分からないがすごかった。その時、この人たちはなぜ大統領選挙にここまで熱くなれるのか？と真剣に思った。でも後で考えてみれば自分の国のトップが誰になるか？ということに関心がないことの方がおかしいのかもしれない。

日本ではどうかと考えれば、先日、首相が決まった時には国民はこれほど熱くなかったと思う。選挙中もアメリカでは候補者は「このような政策を実行します」、「こんな国を作りたい」といった未来や夢、自分の考えを理解してもらおうとしている。これも日本では首相や与党が考え、政策を語れば野党が反対し、何

をしても言っても反対意見を言うことが主流となっている。これでいいのだろうか？前向きな意見をぶつけ合うのであれば国もよくなるのではないかな、と思う。

私は政治のプロではないのでこのように単純にしか見れないし、よく解らない。しかし、自分には何の力もないが、日本を思い、日本は平和で豊かなよい国になってほしいと願っている。

日本では周囲の人のことや他人のことまで関心を持つ余裕がないのか、人に親切にする人も少なくなった。しかし、ニューヨークで博物館に行こうと地図を見ながらストリート名が書かれた看板を読んでいたら明らかに70歳を超えた見知らぬおばさんが「May I help you?」と声をかけてくれた。「博物館に行きたい」と言うと、親切に教えてくれた。また、地下鉄で吊り革を持って立っていた時も、私を老人と思ったのか定かではないが、前に座っている40歳くらいの男性が席を譲ってくれた。その際、何か早口でペラペラ言われたが、私には理解できなかった上に、とっさに遠慮する言葉も出てこない。たぶん次の駅で降りるから席を替わってくれたのだろう、と勝手な解釈をして座らせてもらった。しかし、その人はとうとう私の降りる駅になっても斜め横に立ったままで、時々目が合うと微笑みを送ってきて何とも気まずい思いの十数分間であった。自国の大統領選出に熱くなり、見知らぬ人にも親切になれるアメリカ国民はすごいと思う。

日本にもアジア、ヨーロッパの国々にも、その国の歴史を感じる建物、名所旧跡が多々あり、それらを観光することも楽しみの一つであるが、アメリカにはそれがない。日本でいえば江戸時代から国がはじまったようなものだ。せいぜいジョージ・ワシントンが1789年に初代大統領に就任してからの発展、移民と開拓の歴史くらいだ。

しかし、世界のリーダーと自称するだけの発展した都市と大自然を有する広大な国土に国力のすごさを感じる。先祖が移民者でありその血をひくからかもしれないが、過去を引きずらず、細かいことは気にしないあっさりした国民性、しかし愛国心は強く持っていて、あらゆる人種を受け入れ、目指すところは人種差別のない自由の国ということも素晴らしいことだと思った。

CMI 報告

D-GPS を用いた 建設機械（草刈機）の稼働状態 把握システムの開発検討

榎園 正義

1. はじめに

現在、北陸技術事務所で開発中の無人・有人対応型草刈機の施工調査において、試作機（開発機）の作業能力の評価を行うためには種々の現場で性能試験を行い、詳細な稼働状態を把握する必要がある。また、草刈機の作業形態は線状の施工であり、少しでも実作業に近い状態での調査が望ましいが、調査のために試験区間（距離）を設定したり、カラーコーン等の目標物を事前に配置して常に調査員が開発機を目視確認して、作業時のレーン変更や所要時間をストップウォッチを用いて記録しているのが現状である。この方法は、人的ミスの発生が懸念されたり、多大の労力（省力化）を要するなどの問題がある。

本開発は、今後新規に開発される建設機械（特に線状施工形態）等での長期間使用を目的とした現地適応性試験時等において、機械の詳細な稼働状態を把握する手法として、経済的な D-GPS（GPS コンパス）と各種センサの情報および ICT（情報通信技術）を用い、遠隔で自動計測するシステムの開発に向け、草刈機への適用検討を行ったものである。

2. 検討概要

本開発は、次の 2 つのテーマについて検討を行うこととした。

- ① D-GPS（GPS コンパス）の精度検証を目的とした、自己位置把握の基礎実験
- ② D-GPS を用いた草刈機の稼働状態把握システムの検討（開発中）

2.1 自己位置把握の基礎実験

(1) 実験概要

草刈機（ベースマシン）の自己位置把握技術として、単独測位（S-GPS）、D-GPS（GPS コンパス）および RTK-GPS を用いた測位精度に関する比較実験を行い、本システム開発の基礎資料とする。

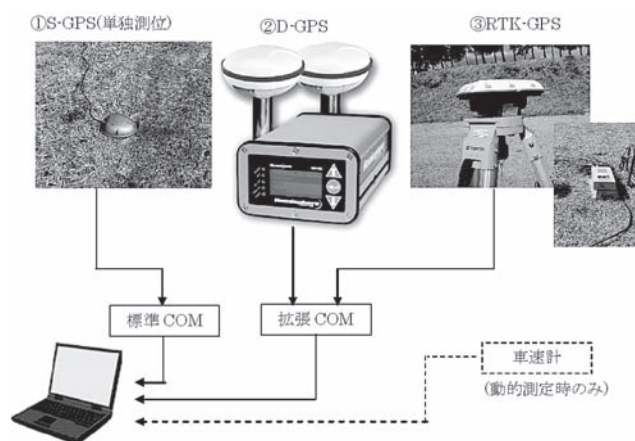
(2) 実験方法、実験条件および評価方法

1) 実験方法

3 種類の測位方式の機器仕様を表—1 に、測定システムの構成を図—1 に示す。また、各 GPS システムのデータ出力条件は表—2 に示すとおりとした。

表—1 測位方式と測定システムの構成

測位方式	測定システムの構成	主な仕様
①単独測位 (S-GPS)	・ GPS アンテナ ・ GPS 受信器	・ 外部への出力が可能なタイプ ・ カーナビ相当 (SiRFStarIII) ・ 周波数: L1 (1575.42 MHz), C/A コード ・ 水平精度: 10 m ・ 更新レート: 1 Hz
②D-GPS	・ D-GPS アンテナ ・ D-GPS 受信器	・ 周波数: L1, C/A コード ・ GPS コンパス (VS100 シリーズ) ・ SBAS 等の補正情報に対応 ・ 水平精度: 0.6 m 以下 ・ 更新レート: 10 Hz
③RTK-GPS	・ 移動局 RTK-GPS アンテナ ・ 移動局受信器 (MS-750) ・ 固定局 GPS アンテナ ・ 固定局 GPS 受信器 (MS-750)	・ 周波数: L1, C/A コード, L1/L2 (2 周波) ・ リアルタイム測位 ・ 位置精度: 水平 2 cm, 垂直 3 cm ・ 更新レート: 20 Hz



図—1 測定システムの構成

表一 2 測位方式とデータ出力条件

測位方式	出力条件 データ更新レート（サンプリング速度）	
	静的（静止）	動的（移動）
① SGPS（単独測位）	1 Hz	1 Hz
② D-GPS	1 Hz	5 Hz
③ RTK-GPS	1 Hz	5 Hz
<参考>④車速計	—	2 Hz

2) 実験内容と実験条件

主な実験内容と実験条件は、表一 3 に示すとおりとした。また、使用機器一覧表を表一 4 に示す。

3) 評価方法

①静的（静止）測定データ

定点での測位データの経時変化を把握し、誤差（精度）の評価を行う。

②動的（移動）測定データ

車両に各 GPS アンテナを搭載し、走行位置を変えた条件でテストコース（750 m）の周回でデータを取得し、RTK-GPS データを真値として差異を評価する。

表一 3 実験条件

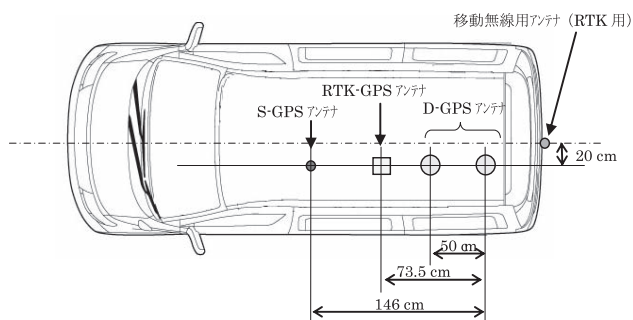
実験内容	実験条件	測定項目	走行速度
(1) 静的（静止）精度の検証	・テストコース上に測点を設定し、各 GPS 測位方式で同時に一定時間測定し、その座標を測定する。	①座標 (X, Y, Z)	・静止
(2) 動的（移動）精度の検証	①テストコース上のセンターライン走行（座標比較）。	①座標 (X, Y)	・5 ～ 50 km/h（約 5 km/h ピッチ）
	②テストコースの左車線（反時計回り）内の走行（座標比較）。	②速度 (X, Y)	・5 ～ 50 km/h（約 10 km/h ピッチ）
	③テストコースの左車線（反時計回り）内の蛇行走行（座標比較）。	①座標 (X, Y) ②速度	・任意速度にて

表一 4 使用機器一覧表

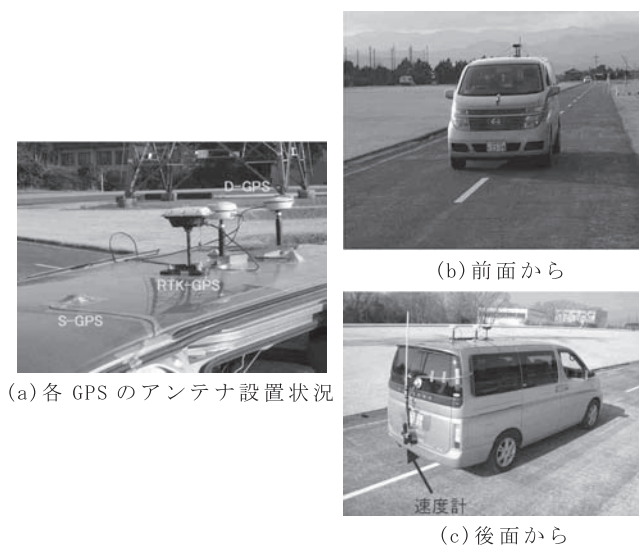
種別	機器名称	主な仕様	数量	備考
(1) GPS システム	① S-GPS（単独測位）	・ SiRFStarIII チップセット ・ 周波数：L1（1575.42 MHz），Cacode ・ トラッキング感度：-159 dBm ・ 水平精度：10 m ・ 更新レート：1 Hz	1 台	
	② D-GPS（GPS コンパス）	・ VS100 シリーズ：L1, C/A コード ・ GPS 方位精度＜0.1° RMS ・ 更新レート，最大 20 Hz ・ SBAS（MSAS，WAAS）等の補正情報に対応（専用の静止衛星からの補正データを利用する方式） ・ 水平精度＜0.6 m（95%）	1 式	・（株）ヘミスフィア
	③ RTK-GPS	・ MS750：2 周波形 GPS 受信機（基地局用，移動局用） ・ GPS アンテナ ・ 水平精度 2 cm，垂直精度 3 cm ・ 更新レート，最大 20 Hz ・ 基地局による補正情報	1 式	・ トリンプル
(2) 速度計測システム	①空間フィルタ式速度検出器（LC-1100）	・ 測定範囲：1.5 ～ 320 km/h（中速，高速用）	1 台	・（株）小野測器
	②非接触速度計（LC-1500）	・ 速度（アナログ出力）・距離（パルス出力）	1 台	・（株）小野測器
	③外部表示器（LC-0180）	・ 速度表示	1 台	・（株）小野測器
(3) データ収録装置	①パソコン	・ Windows XP（ハイパーターミナルで収録） ・ 拡張 COM	2 台	
(4) 車両	①エルグランド	・ 1 BOX	1 台	
摘要	・ SBAS（Satellite-based Augmentation System；エスバス）とは、専用の静止衛星からの補正データ（無料）を利用した高精度の測位システムで、日本ではひまわりの後続機である運輸多目的衛星 MTSAT を利用した衛星補強システム MSAS（Multi-functional Transport Satellite；エムサス）が運用される予定。 ・ 米国では、INMARSAT（インマルサット）を利用した広域補強システムを WAAS（ワース）と言い、欧州では EGNOS（イグノス）と呼ばれている。			

③ GPS の速度データ

別途速度計測システムを車両に設置し、このデータを真値として、各 GPS の速度データを評価する。



図一 車両上面へのアンテナ配置



写真一 車両への各 GPS アンテナ搭載状況

(3) 実験結果

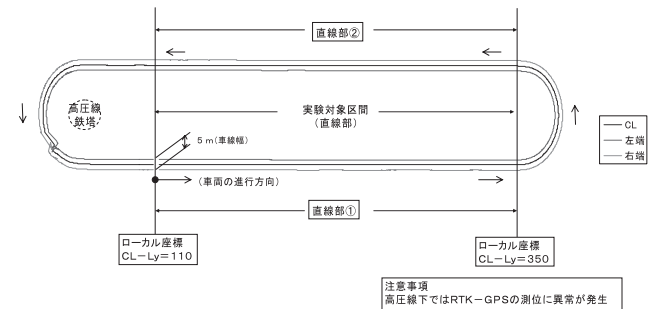
1) 静的（静止）測位精度

- ① RTK-GPS の測位誤差（精密度）は、0.005 m、長時間測定 of DRMS（データの 95%）は 0.010 m とバラツキも少なく、非常に高い精度を有している。
- ② D-GPS の測位誤差は、0.089 ~ 0.319 m と比較的良好な結果であったが、長時間測定 of DRMS は 0.32 ~ 1.06 m と若干のバラツキが認められる。本 D-GPS は SBAS 利用で表一 4 に示すように 0.6 m（95%）以下としているが、長時間の精度は、周辺環境は比較的良好であることから、衛星配置による影響を受けたものと考えられる。

2) 動的（移動）測定精度

テストコースのセンターライン上の車両走行（低速：5 km/h）による RTK-GPS の測位データを基に、車道幅（片側 2.5 m × 2 = 5 m）を考慮してテストコース全体図を作成したものを図一 3 に示す。また、評

価は図中の試験区間（①，②）の各 GPS データで検証した。



図一 3 テストコースの全体図 (RTK-GPS で作成)

- ① センターライン走行時の軌跡（速度 5 ~ 50 km/h）
 - ・ S-GPS の測位差は、最小で 1.0 m、最大で 6.0 m（仕様値 10 m 以内）となった。
 - ・ D-GPS の測位差は、仕様値 0.6 m に対して、最小で 0.1 m、最大で 1.0 m と比較的良好な結果となった。
- ② 片側（左）車線走行時の軌跡（速度 5 ~ 50 km/h）

片側車線走行での逸脱可能性について評価した結果を表一 5 に示す。

表一 5 左車線走行時の逸脱可能性

走行速度 (km/h)	S-GPS		D-GPS		RTK-GPS	
	直線部①	直線部②	直線部①	直線部②	直線部①	直線部②
5	×	○	○	○	○	○
10	△	×	○	○	○	○
20	○	×	○	○	○	○
40	×	○	△	△	○	○
50	△	△	○	○	○	○
備考	・表中の凡例は、以下のとおりとする。 ○：車線の逸脱なし △：車線の逸脱可能性あり ×：車線の逸脱あり					

③ 蛇行走行時の軌跡（速度 10 ~ 30 km/h）

片側車線（2.5 m）内を蛇行走行した場合の車線からの逸脱の有無を評価した結果を表一 6 に示す。この表から、D-GPS と RTK-GPS では車線からの逸脱は認められない。

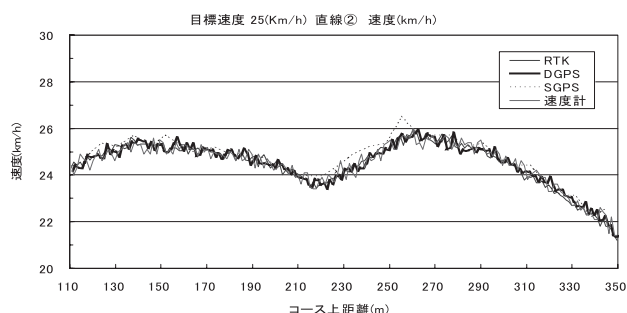
表一 6 蛇行走行時の逸脱の有無

走行速度 (km/h)	S-GPS		D-GPS		RTK-GPS	
	直線部①	直線部②	直線部①	直線部②	直線部①	直線部②
10 ~ 30	×	×	○	○	○	○
備考	・表中の凡例は、以下のとおりとする。 ○：車線の逸脱なし ×：車線の逸脱あり					

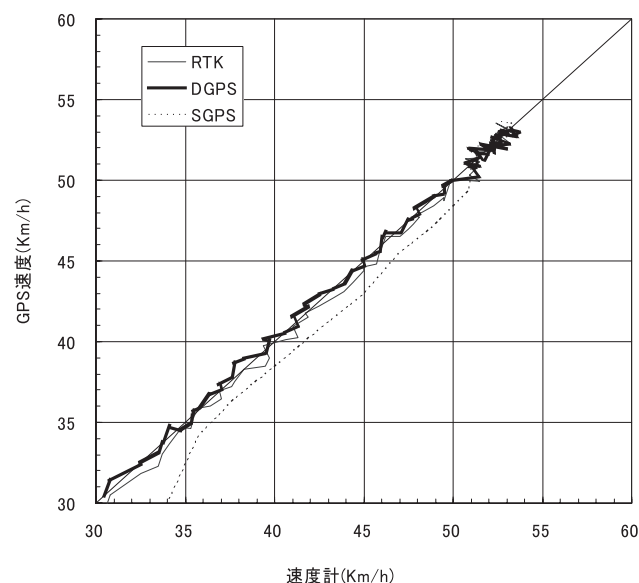
3) 走行速度

速度計 (LC-1100) と各種 GPS による定速度時の比較図の例を図—4 に、車両加速時の速度計と各種 GPS による速度との関係を図—5 に示す。また、この図から次のことが言える。

- ①S-GPS は、図—4 から 25 km/h 以下であれば、ほぼ正確な値と判断される。
- ②D-GPS, RTK-GPS は図—4、図—5 から 50 km/h 以下の範囲で、ほぼ正確な速度値であると判断される。



図—4 速度計と各種 GPS による速度比較例



図—5 速度計と各種 GPS による速度との関係 (加速時)

(4) まとめ

各種 GPS を用いた自己位置の測定精度 (水平精度) について、各種の基礎実験を行った結果は、次のとおりであった。

- ①RTK-GPS は、センターライン走行の軌跡から動的測位でも再現性があり、基準データとして十分な精度を有する。
- ②S-GPS は、道路横断方向に対して最小で約 1.0 m 最

大で約 6.0 m の誤差を生じ、片側車線内走行や蛇行走行では車線から逸脱する。

- ③D-GPS は、道路横断方向に対し、最小で約 0.1 m、最大で約 1.0 m の誤差となったが、片側車線走行や蛇行走行では、車線から逸脱することはなかった。
- ④D-GPS, RTK-GPS による走行速度は、50 km/h 以下であれば、ほぼ正確な値と判断される。

以上のことから、草刈機のベースマシン位置を把握するシステムを構築するためには、取扱が簡易で、適切な精度を有し、経済的な D-GPS (GPS コンパス) の適用が有効と考えられる。

2.2 D-GPS を用いた草刈機の稼働状態把握システムの検討

(1) 検討概要

草刈作業試験時の省力化を目的に、現在開発中の無人・有人対応型草刈機に D-GPS、角度計、AE センサ、無線 LAN 等を搭載し、遠隔の連絡車内で計測データを無線 LAN で受信することにより、草刈作業の稼働状況をリアルタイムで管理用パソコンの画面に表示するシステムの開発検討を行った。

(2) 検討方法

1) 搭載対象とした草刈機 (開発機)

開発機は、急斜面では転倒時に人的被害を回避するため無人運転を行い、緩斜面では緻密で効率の高い有人運転が行える草刈機で、有効刈幅および走行性能は次のとおりである。

- ・有効刈幅；1,525 mm
- ・最大走行速度；6.5 km/h

2) 測定項目と測定方法および主な仕様

草刈作業における作業試験時の省力化のため、稼働状態を把握するための測定項目と測定方法およびセンサの種類と主な仕様を表—7 にまとめて示す。

3) 計測システムの構成

計測システムは、図—6 に示すように草刈機搭載のシステムとリアルタイムで表示・データ収録する連絡車内の管理システムで構成する。

また、車内の管理 (計測・表示) システムは図—7 に示すように現地にて推定作業範囲のローカル座標を設定することによって、草刈機の位置や作業状態をリアルタイムに区画全体 (或いは、草刈機から半径 30 m を選択) の軌跡を表示可能な計測・表示ソフトを開発した。なお、画面の表示は機械の端線、中心線、塗りによる軌跡が選択できるものとした。

3) 作業機の状態（傾斜計）

<下げ>

状態	実測値（度）	計測値（度）	誤差（度）	評価
静止	0.0	0.0	0.0	良好
走行	0.0	0.0	0.0	良好

<上げ（最大）>

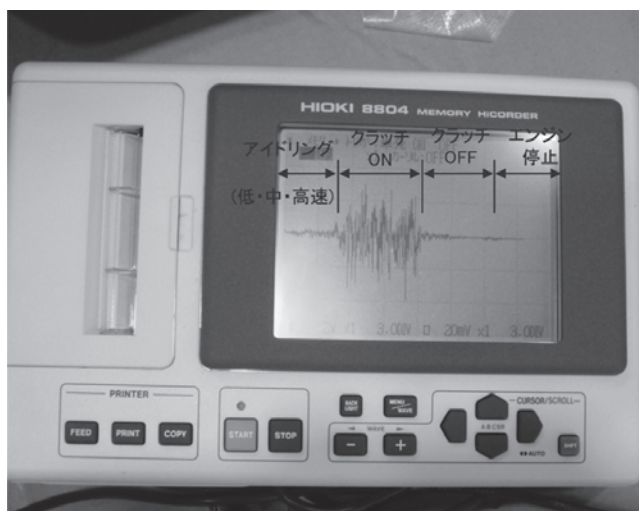
状態	実測値（度）	計測値（度）	誤差（度）	評価
静止	16.8	16.8	0.0	良好
走行	—	17.1	0～0.3	ほぼ良好

4) 刈刃の回転状態（AE センサ；図—8 参照）

状態	クラッチ OFF	クラッチ ON	評価
静止	振幅小	振幅大	判別可

5) 表示ソフト

概ね、簡易な操作で使えることを確認した。



図—8 刈刃の回転状態と AE センサ出力状況

3. あとがき

本検討の結果、計測・表示ソフトの開発については、簡易な使い方で運用できるシステムであることをほぼ確認できた。また、本システムは従来の高価な機器（RTK-GPS 等）システムや有料の測位補正データを使用せず、D-GPSを採用し、最も経済的（安価）なシステムとして構築したことが大きな特徴である。

今後は、実際の堤防法面勾配（約26～36°）条件下で、草刈機に搭載した状態（法面の勾配や凹凸による振動条件）で、D-GPSや各種センサの適用性と測定精度、さらに通信システム等を検証することにより、従来の局所的な管理から、連続的な計測データによる管理とすることで、より効率的、合理的な施工調査手法の確立を目指せるものと考えている。

最後に、本開発の実施にあたり、ご協力頂いた西尾レント(株)、(株)シンクウェアの関係者の方々にお礼を申し上げます。

J C M A

[筆者紹介]

榎園 正義（えのきぞの まさよし）
 (株)日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所
 研究第四部 技術課長



新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈01〉ブルドーザおよびスクレーパ

08-〈01〉-04	キャタピラー・ジャパン ブルドーザ (マルチシャンクリップ付) CAT D11T	'08.11 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

鉱山、大規模土木工事などで使用されている大形ブルドーザについて、環境対応性、操作性、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。

搭載エンジンには、EPA（米国環境保護局）の排出ガス対策（第2次規制）基準値をクリアするACERT型を採用して環境対応を図っている。ブレードやリッパは車体重量が効果的に伝えられるよう車体に近づけた設計としており、同時に良好な作業視界が得られるよう燃料タンクやリッパフレームなどの形状に配慮している。右手ブレード操作レバーはジョイスティック式（ブレード上げ／下げ、チルト左／右）とし、ブレードの反応速度（レスポンス）を3段階に切替えてできる3モードブレードコントロールや、掘削、運土、排土、それぞれの作業に最適なブレードピッチ角度を予め設定（+7.5度～-7.6度）しておき、作業に応じてスイッチ一つで切替えてできるオートブレードアシスト機能を備えている。また、リッパ操作では、ボタン一つでオペレータの好みのシャンク位置（リッパ上げのみ、上げ+シャンクイン、上げ+シャンクアウト）にできるリッパ自動格納機能を備えている。走行操作においては、予め前後進の速度段の組み合わせを設定できる2モードクイックシフト機能を備えており、前後進の切替のたびに各モードで設定された速度段に瞬時に自動シフトして、オペレータの手間を低減している。また、作業状況に応じてタイミングを3段階の中から選択できる3モードオートダウンシフト機能を備えており、コントローラで車速をモニタし、車両に大きな負荷がかかった時は自動的にシフトダウンが行われる。左手のステアリング（電子式クラッチ&ブレーキ（EBC）・レバー）、変速（アップシフト、ダウンシフト・ボタン）、前後進切替え（スイッチ）、パーキング（スイッチ）の操作は、フィンガタッチオペレーションシステムとしている。パワートレインには、エンジン出力の75%をトルクコンバータ経由、25%をダイレクトに伝達するトルクディバイダ付トルクコンバータ、クラッチ接続を最適に電子制御するECPC（Electronic Clutch Pressure Control）搭載のプラネタリ式トランスミッション、4枚プラネタリ使用の2段減速プラネタリ終減速機などを採用して、スムーズな動力伝達と耐久性を考慮したコンポーネント構成としている。ブレーキシステムは、スプリング作動・油圧開放式を採用しており、万一、油圧に支障が生じてでもブレーキが作動して安全を確保するようにしている。クーリングシステムにおけるラジエータは、アッパタンクのない分割式コアを採用してサービス性を良くしており、冷却水がラジエータを2度通る2パスシステムとして高い冷却効率を実現している。冷却ファンは油圧駆動とし、冷却水温に応じた回転制御を行なっている。走行装置は、高位置スプロケット・ドライブ機構や、前後のアイドラ、トラックローラが揺動するボギーシステムを採用して、広いシュエ接地面積の保持と大きなけん引力の発揮、走行抵抗やスリップの軽減、良

好な乗り心地、機械各部の耐久性アップなどを実現している。また、トラックリンクブッシュは密封潤滑式として寿命を延長している。密閉加圧式ROPS/FOPSキャブは、幅を15%、ガラス面積を30%拡大して居住性と視界性を向上している。また、オペレータに合わせた各種設定、警告・情報の入手、稼働データの確認などができるアドバイザリモニタリングシステムを搭載して、稼働率の向上を図っている。

表—1 CAT D11Tの主な仕様

運転質量	(t)	102.72 [101.33]
定格出力	(kW (ps)/min ⁻¹)	634 (862)/1,800
排土板 幅×高さ	(m)	5.60 × 2.775
排土板 最大チルト量	(m)	1.185
リッパ 最大掘削深さ	(m)	1.07 [1.61]
最高走行速度 F3/R3	(km/h)	0 ~ 11.8/0 ~ 14.0
最低地上高	(m)	0.675
接地圧	(kPa)	160 [158]
全長×全幅×全高	(m)	10.165 × 5.6 × 4.81 [10.10 × 5.6 × 4.81]
価格	(百万円)	224.385

(注) (1) キャブ・マルチシャンクリップ付仕様 [キャブ・シングルシャンクリップ付仕様] の書式で示す。

(2) 高さ関係数値は履帯突起高さを含む。



写真—1 キャタピラー・ジャパン CAT D11T ブルドーザ

▶ 〈02〉掘削機械

08-〈02〉-27	日立建機 ミニショベル（後方超小旋回形） ZX27U-3 ほか	'08.10 発売 モデルチェンジ
------------	---------------------------------------	----------------------

管工事、宅地造成工事など、比較的狭隘な現場で使用される後方超小旋回形ミニショベル ZX27U-3、ZX30U-3、ZX35U-3、ZX40U-3、ZX50U-3 の5機種である。環境適合性、操作性、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。

エンジンは日米欧の排出ガス規制（米（EPA）は中間4次規制）基準値をクリアするものを搭載しており、国内の特定特殊自動車排出ガス基準適合車としている。また、騒音対策の実施によって、国土交通省の超低騒音型建設機械基準値および欧州騒音規制値（EU2000/14/EC、STAGE II）をクリアしている。エンジンにはエコゾーンを設定して低燃費での効率的な作業を可能にしており、

新機種紹介

さらに、オートアイドル機構を装備（ZX27U-3は除く）して燃費低減とともに騒音低減を図っている。作業機操作レバーは油圧パイロット式で、運転席サイドに備えたショートストロークのリスト式を採用して、軽くスムーズな操作感覚を実現している。走行は自動変速システムを採用しており、高速走行時にステアリングなどで高負荷になると自動的に低速走行に切替わり、負荷が軽くなると高速走行に復帰する。上部旋回体のスカート部にD形閉断面構造のフレームを採用、スイングポストの縦ピンに大形の1本ピンを使用、ブーム先端ブラケットに高張力鋼を使用、アーム先端とバケットの連結部の接触面に耐磨耗のWC（タングステン・カーバイト）を溶射、作業機全てのピンジョイント部にHN（含油）ブッシュを採用、ボックス構造のブレードステーを採用、芯金形状を強化したゴムクローラを採用などで耐久性を向上している。標準装備の4柱キャノピの屋根には透明パイザを取付けて、良好な上方視界と雨除け効果が得られるようにしている。安全については、4柱キャノピおよび

キャブがROPS/OPG（TOP ガード・レベル1）に適合しているほか、作業機、ブレード、旋回、走行の全操作をロックするロックレバー、ニュートラルエンジンスタート機構、旋回パーキングブレーキ・走行パーキングブレーキなどを装備して確実にしている。土砂の溜まり難い形状構造のトラックフレーム、鋳や目詰まりのし難いウエービーフィン採用のアルミ製ラジエータ・オイルクーラ、運転室下を大きく開くチルトアップフロア、作業機の分割式ホース、リサイクル考慮のスチール製カバー、狭い場所に配慮した上下スライド式エンジンカバーなどを採用してメンテナンス性を向上している。また、旋回ギヤをグリースバス式として給脂間隔を500hに、作業機ピン回りにHNブッシュを採用して給脂間隔を500hとしている。樹脂性部材には材料名を表記してリサイクルに配慮している。

多様なニーズに備えて、ブレイカ仕様機（ZX27U-3）、フォークグラブ仕様機（ZX27U-3）、スライドアーム仕様機（ZX27U-3を除く）、クレーン仕様機（ZX27U-3を除く）などが設定されている。

表-2 ZX27U-3 ほかの主な仕様

	ZX27U-3	ZX30U-3
標準バケット容量 (m ³)	0.08	0.09
運転質量 (t)	2.76 [2.93]	3.00 [3.17]
定格出力 (kW (ps)/min ⁻¹)	19.7 (26.8)/2,200	21.3 (29.0)/2,400
最大掘削深さ×同半径 (m)	2.59 × 4.67	2.78 × 4.89
最大掘削高さ (m)	4.45 [4.28]	4.62 [4.43]
最大掘削力 (バケット) (kN)	22.6	27.5
作業機最小旋回半径 / 後端旋回半径 (m)	1.96 [2.05]/0.775	1.95 [2.14]/0.775
バケットオフセット量 (m)	0.605/0.74	0.605/0.74
左 / 右	[0.605/0.70]	[0.605/0.70]
走行速度 (km/h)	4.5/2.6	4.4/2.9
高速 / 低速		
登坂能力 (度)	30	30
接地圧 (kPa)	28 [30]	28 [29]
最低地上高 (m)	0.32	0.28
全長×全幅×全高 (m)	4.20 × 1.55 × 2.46 [2.50]	4.45 × 1.55 × 2.46 [2.50]
価格 (百万円)	3.8325	4.095



写真-2 日立建機 ZX50U-3 ミニショベル（後方超小旋回形）

▶ 〈03〉 積込機械

08-〈03〉-10	キャタピラージャパン ホイールローダ CAT910H ほか	'08.10 発売 モデルチェンジ
------------	-------------------------------------	----------------------

一般土木工事、砂利・採石プラント作業、除雪作業などに幅広く使用されるホイールローダについて、環境適合性、操作性、居住性、安全性、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、CAT910H、924Hz、924H（924Hzと同型で箱形断面構造アームを採用）の3機種である。車両遠隔稼働管理システム（Product Link Japan）を搭載しており、車両の位置情報、稼働状況、サービス状況などの管理でユーザサポートを充実している。

3機種ともにエンジンは排出ガス規制対応のACERT型を搭載しており、国内の特定特殊自動車排出ガス基準適合車としている。また、騒音対策によって国土交通省の低騒音型建設機械にも適合している。とくに910Hでは、室内騒音値70dB（A）を実現しており、

	ZX35U-3	ZX40U-3	ZX50U-3
標準バケット容量 (m ³)	0.11	0.14	0.16
運転質量 (t)	3.44 [3.61]	4.49 [4.65]	4.82 [4.98]
定格出力 (kW (ps)/min ⁻¹)	21.3 (29.0)	28.4 (38.6)	28.4 (38.6)
	/2,400	/2,400	/2,400
最大掘削深さ×同半径 (m)	3.05 × 5.21	3.34 × 5.74	3.55 × 5.94
最大掘削高さ (m)	4.87 [4.71]	5.60 [5.48]	5.76 [5.63]
最大掘削力 (バケット) (kN)	27.5	32.1	36.8
作業機最小旋回半径 / 後端旋回半径 (m)	2.07 [2.23] /0.87	2.19 [2.27] /0.98	2.15 [2.30] /1.00
バケットオフセット量 (m)	0.605 [0.74] /0.605 [0.70]	0.695/0.86	0.695/0.86
左 / 右			
走行速度 (km/h)	4.4/2.9	4.2/2.7	4.2/2.7
高速 / 低速			
登坂能力 (度)	30	30	30
接地圧 (kPa)	32 [33]	26	27 [28]
最低地上高 (m)	0.28	0.34	0.34
全長×全幅×全高 (m)	4.65 × 1.74 × 2.46 [2.50]	5.34 × 1.96 × 2.51 [2.55]	5.46 × 2.00 × 2.51 [2.55]
価格 (百万円)	4.515	5.145	5.46

(注) (1) 4柱キャノピ仕様〔キャブ仕様〕の書式で示す。
(2) ゴムクローラ仕様を示す。

新機種紹介

さらに、スイッチ切替によるパワーモード／エコモードを備えて、エコモードにおけるエンジン・ハイアイドル回転数をパワーモード時の約80%まで自動的に抑えて燃費低減を図っている。作業機構に平行機能を加えた新機構のZ型リンケージを採用しており、フォーク作業など水平保持作業にも便利にしている。ホイールベースを延長しており、ステアリング角度アップ(40度)で旋回性を保持しながら作業安定性と乗り心地を向上している。走行駆動方式は2モータHSTを採用しており、アクセルワークだけの加減速が可能で、HSTブレーキの使用とともに運転を容易にしている。924Hz、924Hでは、油圧平行回路を採用してチルト・リフトの連動操作性を向上しており、積み込み作業、かさ上げ作業、登坂しながらのリフトアップ作業などをスムーズに行なうことができる。燃費を抑え、騒音低減に効果のある電子制御可変スピードファン、エンジンと冷却システムを隔壁で分離して冷却効率と遮音性を高めたセパレートクーリングシステム、オーバーヒートの兆候を感知してエンジン出力を自動的に50%(最大)絞り、エンジンへのダメージを最小限に抑えるエンジンオートディレイト機能などを採用して、高効率化とともに環境対応や耐久性の向上を図っている。ステアリング操作および作業装置にかかる負荷を感知し、油圧システム内全ての油量配分を最適にコントロールするロードセンシングハイドロリック&ステアリングシステムを採用しており、エンジンパワーのロスや無駄な燃料消費を少なくしている。スムーズな変速と前後進転換を実現する電子式トランスミッションクラッチ圧制御システム(ECPC)を搭載したオートマティクトランスミッションには、オートマティク・アグレッシブモード／オートマティク・エコノミモード／マニュアルに切替える3ポジションオートシフトスイッチを装備して、作業条件により最適なシフトタイミングが選択できるようにしている。サービスブレーキにおいては、ブレーキペダルの踏込みでトランスミッションをニュートラルにシフトするニュートライザ機能付き密閉湿式ディスクブレーキを採用しており、作業機への動力を有効に発揮できるようにしている。作業機操作レバーは1本のジョイスティックで、ダウンシフトスイッチや前後進切替スイッチを装備しており、レバーから手を離すことなくスムーズな操作を行なうことができる。3機種に共通特長とするROPS/FOPSキャブは、ビラーレスフロントガラスや傾斜付エンジンフードの採用で視界性を良くしており、広い座面のサスペンションシートや走行振動抑制装置(910Hはオプション装備)の採用で乗り心地を良くして居住性を向上している。安全装備においては、トランスミッションが中立時しかエンジンスタートができないニュートラルスタート機構、誤操作を防止するレバーロック機構などのほか、ラミネートフロントガラスや大型ハンドレールを採用して安全性に配慮している。日常点検の機器類は地上からサービスができる位置(924Hz、924Hでは車両右側に集中)に配置し、エンジンオイルフィルタの交換間隔250h、エンジンオイルと燃料フィルタの交換間隔500h、作動油、HSTドライブオイル、ディファレンシャルおよび終減速オイルの交換間隔2,000h、冷却水の交換間隔3,000hなどの長時間間隔でメンテナンス性を向上している。

使用条件に対応した除雪仕様車、畜産仕様車(910H)、産廃仕様車(910H)、ハイリフト仕様車(910H、924H)などのほか、多くのアタッチメントが用意されている。

表—3 CAT910Hほかの主な仕様

	CAT910H	CAT924Hz	CAT924H
標準バケット容量 (m ³)	1.3	1.9	1.9
運転質量 (t)	6.53 [6.88]	10.14	10.83
定格出力 (kW(ps)/min ⁻¹)	63 (86)/2,200	96 (131)/2,300	96 (131)/2,300
ダンピングクリアランス×同リチ (バケット45度前傾) (m)	2.695 × 0.94	2.76 × 0.865	2.76 × 1.07
最大掘起力 (バケットシリンダ) (kN)	63	98	—
最高走行速度 (km/h)	(前後進共・低速/高速) 0 ~ 10.5/0 ~ 34.5	(F4/R3) 38.0/21.3	(F4/R3) 38.0/21.3
最小回転半径 (最外側) (m)	5.1	5.7	5.7
登坂能力 (度)	25	25	25
軸距×輪距 (前後輪共) (kPa)	2.55 × 1.725	2.80 × 1.88	2.80 × 1.88
最低地上高 (m)	0.375	0.37	0.37
タイヤサイズ (—)	16.9-24-10PR (L2)	17.5-25-16PR (L3)	17.5-25-16PR (L3)
全長×全幅×全高 (m)	6.23 × 2.30 × 3.07	7.04 × 2.55 × 3.17	7.15 × 2.55 × 3.17
価格 (百万円)	12.7575	22.155	22.155

(注) (1) CAT910Hはキャノピ仕様[キャブ仕様]の書式で示す。

(2) CAT924Hz、CAT924Hはキャブ仕様を示す。



写真—3 キャタピラージャパン CAT910H (上) と CAT924H (下) ホイールローダ

新機種紹介

▶ 〈09〉 骨材生産機械

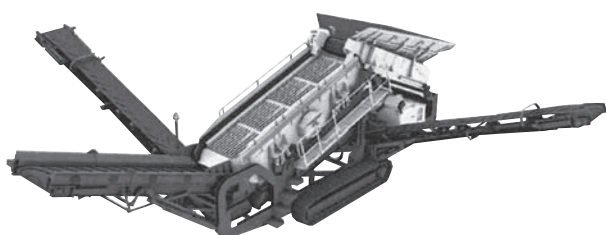
08-〈09〉-02	メッツォ・ミネラルズ・ジャパン 自走式振動ふるい機（クローラ式） ST272	'08.12 発売 輸入新機種
------------	--	--------------------

土地造成工事，解体工事，道路工事，産業廃棄物処理などで使用される自走式2段デッキ振動型ふるい機で，生産性，環境対応性，耐久性，メンテナンス性などの向上を図って設計された輸入新機種である。

本機は3種類のふるい製品を生産する能力を持っており，最大600 mm サイズの材料投入を可能としている。排出ガス規制に対応するエンジンを搭載し，ふるい装置，排出コンベヤ装置，走行装置などの駆動は油圧駆動としている。スクリーンの回転数，振幅およびコンベヤの負荷状態などは常に監視されており，目標品質が得られるよう自動的に調整される。カラーモニタ付制御装置を装備して調整操作を容易にしており，ボタン一つでスクリーンおよび排出コンベヤの起動，停止が行われる。異常発生時に備えて非常停止システムを装備しており，また，機械診断機能も装備してメンテナンスを確実にしている。ホッパやコンベヤは油圧折りたたみ式となっているので，これを利用してコンパクトにまとめて，輸送時など迅速な対応が可能である。オプションの無線遠隔制御装置による移動操作も可能としている。

表—4 ST272の主な仕様

スクリーン寸法（2段）幅×長さ	(m)	1.524 × 4.866
スクリーン角度範囲	(度)	10 ~ 17
ホッパ容量	(m)	4.8
材料投入 高さ / 幅 / 長さ	(m)	3.565/3.000/4.185
機械質量	(t)	34.24
定格出力	(kW (ps) / min ⁻¹)	125 (170) / 2,000
排出ベルトコンベヤ幅	アング材 / (m)	1.2
ミドル材 / オーバ材		
コンベヤ排出高さ	アング材 / (m)	3.87/3.87/3.425
ミドル材 / オーバ材		
走行速度	(km/h)	0.89
登坂能力	(度)	25
最低地上高	(m)	0.3
接地圧	(kPa)	114
燃料タンク容量	(L)	273
作業時 全長×全幅×全高	(m)	14.51 × 15.19 × 4.94
輸送時 全長×全幅×全高	(m)	14.10 × 3.00 × 3.56
価格	(百万円)	47.5



写真—4 メッツォ・ミネラルズ・ジャパン「ロコトラック」ST272 自走式振動ふるい機

▶ 〈12〉 モータグレーダ，路盤機械および締固め機械

08-〈12〉-04	日立建機 タイヤローラ CP220-3	'08.11 発売 モデルチェンジ
------------	---------------------------	----------------------

舗装工事，基礎工事などで使用されるタイヤローラについて，環境対応性，操作性，居住性，安全性，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。

搭載エンジンは，日本，欧州（EU），北米（EPA）の排出ガス規制（第3次）対応のものを採用しており，国内の特定特殊自動車排出ガス基準適合車としている。また，低騒音エンジン，送風音低減のHS ラジエータファン（特許出願中），低騒音マフラ，低音構造などの採用により，国土交通省の超低騒音型建設機械に指定されている。車両は運転席低床・低重心設計として車両安定性と運転席への乗降性の向上を図っており，一方，視認性においては欧州視界基準1 m × 1 m をクリアして安全性を高めている。走行は，アクセルペダルの操作でスムーズな発進，走行，停止ができるHST 駆動方式を採用し，ブレーキシステムは，主ブレーキ（全油圧式密閉湿式ディスク型），補助ブレーキ（HST ブレーキ），駐車ブレーキ（スプリング式湿式ディスク型）の3系統を採用している。駐車ブレーキはエンジンを停止すると自動的に作動し，また，電気式駐車ブレーキスイッチがONの時は，アクセルペダルを踏んでも走行しない。車両後方には赤外線利用のガードセンサを標準装備しており，検知エリア内に人や障害物が入ると回転灯が作動し，さらに内側に入るとブザー音で作業員に危険を知らせる。ニュートラルエンジンスタート機構では，電気式駐車ブレーキスイッチがON および前後進レバーが中立位置でのみ始動できる。キャノピは，輸送時に運転席左横に折りたたむ構造の折りたたみ式を標準とし，オプションでROPS 対応のキャブ / キャノピを用意している。カバー付きの多機能液晶モニタで機械情報やフィルタ，オイルなどの交換間隔を把握することができ，さらに，エンジンオイルフィルタ，燃料フィルタ（兼ウォータセパレータ），HST チャージフィルタ，散水フィルタ，タイヤ散水ポンプなどを車両左側ステップサイドに集中配置して，メンテナンス性を向上している。水タンクへの給水口を大形化すると

表—5 CP220-3の主な仕様

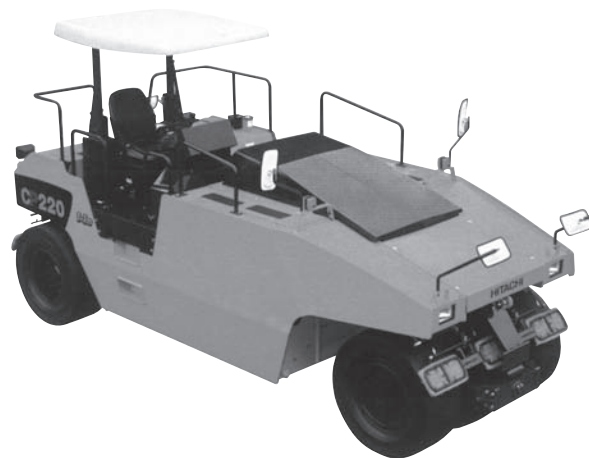
運転質量（前軸質量 / 後軸質量）	(t)	12.855 (5.540/7.315)
締固め幅（オーバラップ）	(m)	2.275 (0.055)
散水タンク容量	(L)	3,700
定格出力	(kW (ps) / min ⁻¹)	69.0 (93.8) / 2,000
最高走行速度（前後進共）	(km/h)	10/24
低速 / 高速		
最小回転半径	(m)	6.3
登坂能力	(度)	25
最低地上高	(m)	0.29
軸距	(m)	3.85
タイヤサイズ 前軸3本 / 後軸4本	(-)	14/70-20-12PR (OR)
全長×全幅×全高	(m)	5.11 × 2.275 × 2.86 (2.36)
価格	(百万円)	10.4

(注) (1) キャノピ仕様を示す。

(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。

新機種紹介

ともにエンジン回転選択スイッチを用意して、迅速な給水作業を可能にしている。給水ポンプのグリース給脂はリモート化して運転席から行えるようにしており、また、他車給水、路面散水の切替えも手元のレバーで行えるようにしている。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。



写真—5 日立建機 CP220-3 タイヤローラ

平成 20 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
- 各機種の燃料消費量を掲載
- わかりやすい損料積算例や損料表の構成を解説
- 機械経費・機械損料に係る通達類を掲載
- 各種建設機械の構造・特徴を図・写真で掲載
- 日本建設機械化協会発行「日本建設機械要覧」参照頁を掲載

■B5判 約 600 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>

「国土交通政策のこれからの方向性（重点政策）」の概要

まえがき

国土交通省は「国土交通政策のこれからの方向性（重点施策）」を平成 20 年 8 月にとりまとめ発表している。

今回の発表は平成 17 年 8 月の「国土交通重点施策」に次いでのものであるが、その内容は日本が現在及び将来に向けて対処しなければならない課題を 5 つの施策（柱）としてとりまとめている。

前は自然災害の多発や公共事業をとりまく社会情勢が厳しかったこともあり、さし迫った緊急対策を重点政策にあげていたが、今回は中；長期に軸を置いたものとなっている。

国土交通政策は行政的な施策と公共事業そのものがあるが、財政が逼迫している中で我が国の国土を保全し国民の暮らしに寄与する公共事業を今後どのように進めようとしているのかを紹介する。

詳しくは国土交通省ホームページ重点的施策に掲載されているので御覧下さい。

1. 世界の成長と活力を我が国に取り込む基盤づくり

(1) 国際航空機能の拡充等と航空自由化の推進

- ・ 2010 年の供用開始当初の首都圏空港（成田・羽田）の増枠を最大限活用するとともに、成田・羽田の有機的連携の強化を図りつ

つ、両空港の一体的な活用を推進し、首都圏全体の国際航空機能を最大化・24 時間化

- ・ 関西空港、中部空港については、地理的・経済的にアジアに近く、24 時間運用を活かしてフルに活用することが重要
- ・ 引き続き、アジア・ゲートウェイ構想に基づく航空自由化交渉を着実に推進

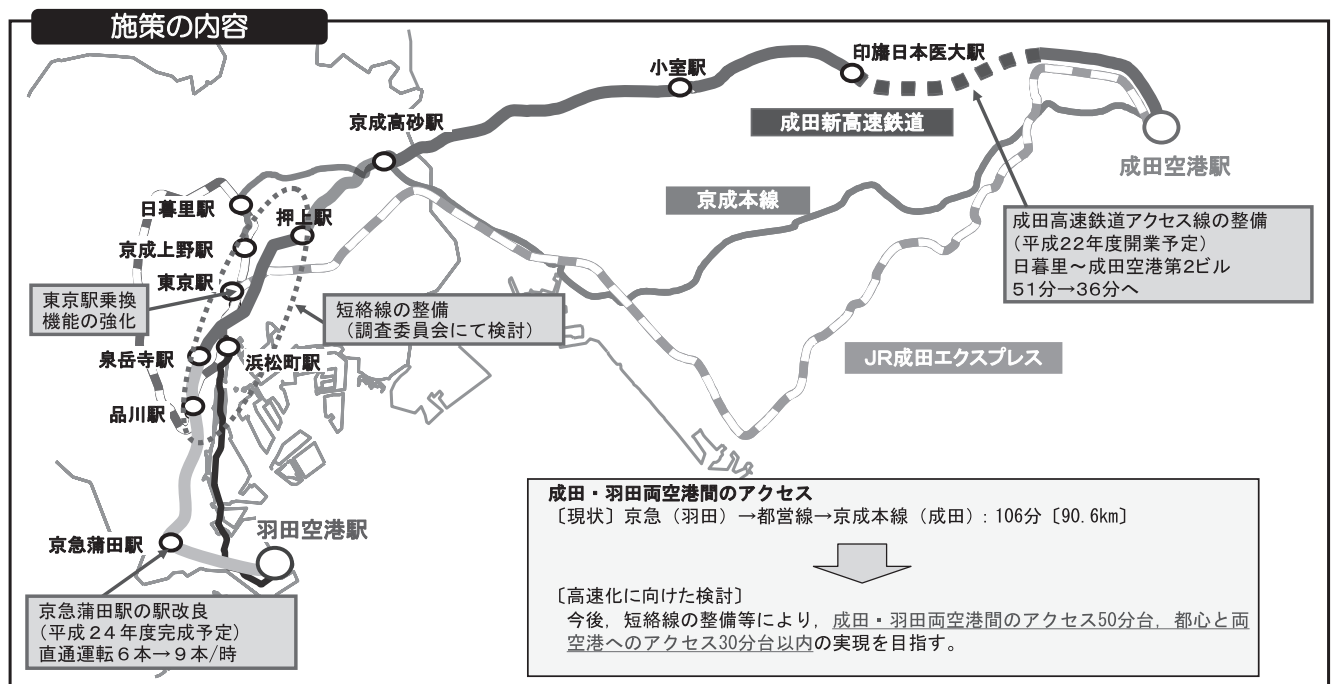
概算要求額 3,701 億円の内数

(2) 成田・羽田両空港間及び都心と両空港間の鉄道アクセスの改善

首都圏の国際競争力を維持・強化していく観点から、成田・羽田両空港の一体的活用を推進するに当たり、両空港間及び都心と両空港間のアクセス強化を図るため、平成 22 年度完成予定の成田新高速鉄道等の既存ストックを最大限活用することを前提に、短絡線の整備を含め、首都圏空港として相応しいアクセス改善のための調査・検討を実施

概算要求額 180 百万円の内数

(図—1)



図—1

／ 統 計

(3) コスト・サービス水準でアジア主要港を凌ぐスーパー中核港湾の実現

次世代高規格コンテナターミナルの整備や臨海部物流拠点の形成を推進するとともに、港湾サービスの24時間化などスーパー中核港湾を核としたコンテナ物流の総合的集中改革プログラムを推進し、国内外をつなぐシームレス物流網の形成を目指す

概算要求額 738 億円

(4) 国際物流に対応した道路ネットワークの構築

拠点的な空港・港湾から高速道路等へのアクセス道路の整備を推進するとともに、国際標準コンテナ車の通行支障区間を早期に解消

(5) 我が国の技術・経験を活かした人流・物流サービスの向上への支援

途上国の経済活性化及び我が国企業の競争力の強化を図るため、我が国の鉄道・物流・観光分野における優れた技術・経験の途上国等への普及を図るとともに、戦略的に技術移転を行い、人流・物流サービスの向上に資する効果的な支援を行う

概算要求額 131 百万円

(6) 環状道路等の整備と高速道路ネットワークの有効活用・機能強化

地域の活性化、物流の効率化、都市部の深刻な渋滞の解消等の政策課題に対応する観点から、環状道路等の整備や、高速道路料金の引下げなどの既存高速道路ネットワークの有効活用・機能強化策を推進する

(7) 多様な関係者の連携による物流効率化の促進

空港等の物流拠点周辺や都市部など物流がふくそうした地域において、物流事業者、荷主企業、施設管理者、関係自治体等、物流に係る多様な関係者の連携による物流効率化の促進を図る取組みを支援する

概算要求額 270 百万円

(8) 国内外からの投資を喚起する不動産投資市場の活性化

国内外からの安定的な不動産投資を喚起し、日本の不動産投資市場を着実に成長させていくため、市場の信頼性・透明性の向上や市場環境の整備を行うことにより、不動産投資市場の活性化を図る

概算要求額 579 百万円

(9) 住宅投資の促進と豊かな住生活の実現

住宅取得の支援、リフォーム等による良質な住宅の整備、既存住宅流通の活性化などによる、良質な住宅ストックの形成を通じ、住宅関連投資の増大による我が国の内需振興や国民の住生活の安定の確保及び向上の促進を図る

(10) ICT を利活用したイノベーションの推進

ICT の持つポテンシャルを最大限に活用し人口減少局面においても高い生産性を確保するため、国土交通分野における ICT の活用やイノベーション推進のための環境整備を推進する

2. 自立した活力ある地域づくり

(1) 経済と暮らしを支える幹線道路ネットワークの整備

地域の自立と競争力強化にとって重要となる産業の立地・振興、観光地等へのアクセス向上等を図るため、高規格幹線道路等のネットワークの整備を推進する。また、地域の持つ資源をネットワークによって有機的に結びつけて、自立した圏域を形成するため、生活幹線道路の整備を推進する

(2) 整備新幹線の着実な整備

国土の骨格を形成し、地域間の移動時間を大幅に短縮させ、環境にもやさしい高速交通機関である整備新幹線の整備について、政府・与党申合せに基づき、着実に推進

概算要求額 81,240 百万円

(図—2)

(3) 空港、港湾等の周辺地域における地域活性化

・空港を活用した地域活性化の取組を支援する制度を創設し、乗換時間を活用したトランジットツアーの開発等の地域観光振興、航空物流による地域産品の流通促進等、空港機能高質化事業と連携して地域の活性化を図る

・臨海部への企業立地による地域活性化を図るため、多目的国際ターミナルの整備、効率的な産業物流を実現する「臨海部産業エリア」の形成を促進する。また、旅行者の快適性と利便性の高い旅客船ターミナル等の整備を推進する

空港を活用した地域活性化への支援概算要求額 250 百万円

港湾における地域活性化施策概算要求額 664 億円

(4) 広域ブロックの自立の促進

・地域自立・活性化総合支援制度の活用等による広域地方計画の具体化の推進

・定住自立圏等の形成支援、「新たな公」の取組支援による生活に必要な機能の確保やコミュニティ創生の推進

国と地方の協働による計画の推進概算要求額 276,735 百万円

(5) 集約型の都市構造への転換を誘導する観点からの都市計画制度等の見直し

都市計画制度を今後の人口減少社会、地球環境問題に適応した制度へと再構築するため、すべての事項にわたり検証・検討を行い、都市計画制度の抜本見直しを行う

施策の内容

○平成16年12月の政府・与党申合せに基づき、整備新幹線の着実な整備を推進する。未着工区間については、安定的な財源見通しの確保に努め、それが出来次第、着工についての追加要求をする。

整備新幹線の現状

(平成16年12月 政府・与党申合せ)

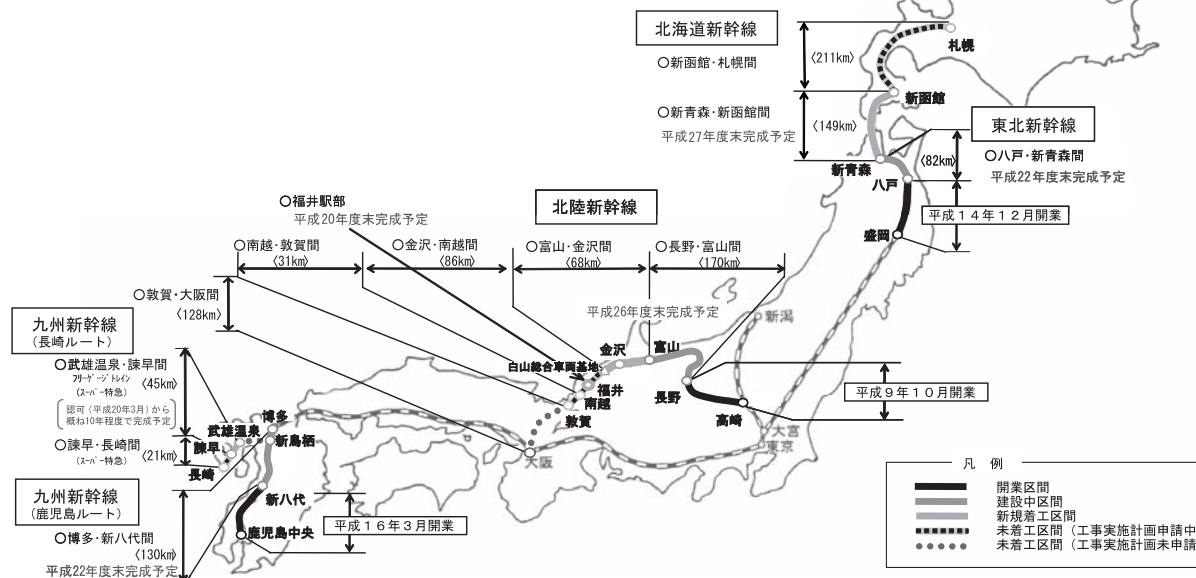


图-2

(6) 中心市街地の活性化や都市再生の推進

まちなかへの都市機能の集積やまちなか居住の促進を図るとともに、民間主体・地域参加によるまちづくりの支援などにより、中心市街地の活性化や都市再生を推進する

概算要求額 305.900 百万円の内数

(7) 地域の経済と雇用を支えている建設業の活力回復の推進

地域の経済と雇用を支えている建設業は、建設投資の減少や価格競争の激化、資材の価格高騰等により厳しい経営環境にあることから、その生産性を向上し、成長力を確保する必要がある。このため、経営力や人材育成の強化への支援、入札契約制度改革などにより建設業の活力回復の推進を図る

(8) 地域における交通の活性化・再生

地方鉄道、地方バス、離島航路等の公共交通の活性化・再生に向けた取組に対する支援拡充等を行うとともに、交通結節点の改善、徒歩・自転車による移動環境の整備など、都市・地域における総合的かつ戦略的な交通施策を推進する

概算要求額 1029 億円

(9) 離島の生活航路の確保と活性化

離島住民が日常生活を行う上で必要不可欠な交通手段である離島航路に、船舶建造等構造改善投資に対して支援するとともに、運航の結果生ずる欠損に補助を行う。また、地域公共交通活性化・再生

総合事業と連携する他、離島において就航率の向上、船舶の大型化のための港湾整備との連携を進めることで離島公共交通の活性化を図る

平成 21 年度概算要求額 5,600 百万円

3. 歴史、風土等に根ざした美しい国土づくりと観光交流の拡大

(1) 我が国の貴重な歴史的資産を含む地域の歴史的環境の保全・整備によるまちづくりに関する制度の積極的活用

「地域における歴史的風致の維持及び向上に関する法律（歴史まちづくり法）」の施行を踏まえ、国の認定を受けた歴史的風致維持向上計画に基づく市町村の取組について、関連支援制度の積極的な活用を促し、歴史・文化資産を活かした地域の活性化を推進する

概算要求額 1,000 百万円

(2) 美しく魅力ある国土づくり・地域づくりの推進

まちづくりと一体となったにぎわいのある河畔空間の創出への支援、地域の実情に応じて多様な手法を活用した無電柱化の推進により、美しく魅力ある国土づくり・地域づくりを推進する

(3) 観光立国推進基本計画に掲げられた目標の達成に向けた施策推進

平成19年6月に閣議決定された「観光立国推進基本計画」に掲

／ 総 計

げられた目標の達成に向け、観光立国の実現に関する施策を総合的かつ計画的に推進する

(4) 観光圏整備による国際競争力の高い魅力ある観光地の形成と国際観光交流の拡大

観光交流人口の拡大による自律的な地域経済の確立を図るため、内外観光客の宿泊旅行回数・滞在日数の拡大を目指し、国際競争力の高い魅力ある観光地の形成を促進するとともに、訪日旅行の満足度を高め、訪日リピーターを増加させるための取組み等を実施

4. 地球環境時代に対応したくらしづくり

(1) 地球温暖化対策の強化

低炭素社会の構築を目指し、公共交通・自転車の利用促進、物流効率化、交通渋滞の緩和、低公害車や省エネ鉄道車両等の普及・開発の促進、クール SHIPPING（海運分野全体の低炭素化）の推進、航空保安システムの高度化等の推進、住宅・建築物の省エネ性能の向上、歩いて暮らせる都市・地域づくり等の低炭素型都市構造への転換、「北海道環境イニシアティブ」による取組など、地球温暖化対策の強化を図る

低公害車の普及促進、次世代低公害車の開発・実用化の促進、環境対応・省力化に資する鉄道システムの開発、高効率船舶の技術開発等のクール SHIPPING（海運分野の低炭素化）の推進、RNAV の導入等の航空保安システムの高度化等の推進など、地球温暖化対策の強化を図る

・ 施策の内容

低公害車や省エネ鉄道車両等の普及・開発の促進（4,129 百万円）

クール SHIPPING（海運分野の低炭素化）の推進（5,824 百万円）

省 CO₂ 技術が導入されたプロジェクトの支援等による住宅・建築物の省エネ性能の向上や、集約型都市構造の実現、都市緑化、下水道の有する資源・エネルギーの有効利用、エネルギーの面的利用等の総合的な推進、「北海道環境イニシアティブ」による取組など、地球温暖化対策の強化を図る

・ 施策の内容

住宅・建築物の省エネ性能の向上（102,030 百万円の内数）

歩いて暮らせる都市・地域づくり等の低炭素型都市構造への転換「北海道環境イニシアティブ」による取組（735,650 百万円の内数）

(2) 次期静止地球環境観測衛星の整備等による地球環境の監視・予測の強化

地球温暖化問題における緩和策や適応策の策定に資するため、陸・海・空あらゆる角度からの観測・監視を強化する。また、温室効果ガス濃度の詳細な分布や気候変動に関する長期的な監視情報を提供するほか、我が国を対象として、極端な現象の変化予測も含めた概ね 30 年程度先の地球温暖化の予測情報を提供する

概算要求額 9,032 百万円

(3) 洞爺湖サミットの成果を踏まえた国際的発信と国際連携の強化

洞爺湖サミットの成果を踏まえた、アジアを中心とした交通環境分野や水管理分野における国際連携の強化、地球地図プロジェクト等の取組の国際的発信を行う

・ 施策の内容

交通分野における地球環境・エネルギー対策に関する国際連携の強化（51 百万円）

アジア・太平洋水サミットを受けた国際連携の強化（91 百万円）

地球地図プロジェクト（72 百万円）

(4) 多様な生態系を守る水・緑の保全・再生の推進

多様な生態系を守る水・緑を保全・再生するため、多自然川づくり、自然再生事業の集中的な実施、河川環境管理基本計画の見直し、緑地の確保・緑化の推進、下水再生水等を利用した水辺空間の再生、藻場・干潟の再生、生物の生息環境に配慮した海岸づくりなどを推進する

・ 施策の内容

良好な河川環境の保全・再生（795,594 百万円の内数）

都市部における緑化の推進及び水辺空間の再生

良好な港湾環境の保全・再生・創出（1,341 百万円）

(5) 循環型社会の構築の推進

建設廃棄物のリサイクルの推進、下水汚泥等の有効利用の推進、静脈物流ネットワークの構築などにより、循環型社会の構築を推進する

・ 施策の内容

建設リサイクルの推進（40 百万円）

資源循環形成下水道（63,603 百万円）

(6) 住宅の寿命を延ばす「200 年住宅」への取組の推進

長期にわたって使用可能な質の高い住宅ストック（「200 年住宅」）の形成を図るため、法制度の整備とその着実な施行、税制特例の拡充等の検討、予算措置等の諸施策を推進する

5. 安全・安心で豊かな社会づくり

(1) 地球温暖化等に伴う災害リスク増大への適応策の推進

地球温暖化に伴う気候変化により豪雨の頻発や台風の大化型、海面水位の上昇等による水害・土砂災害・高潮災害等の頻発・激甚化、海岸侵食の進行、降雨の変動幅拡大に伴う渇水の深刻化等の災害リスクが増大している。温暖化の進行を即座に止めることは困難であることから、避けられない気候変化の影響に対処するための適応策を推進する

(2) 地震対策の強化

大規模地震等災害発生時の緊急的対応の強化、公共交通インフラ

等の耐震化の推進、監視・情報提供体制の強化など、大規模地震等への対応策を推進し、防災・減災対策の強化を図る

(3) 耐震改修とアスベスト対策の一体的実施など、住宅・建築物の安全・安心対策の強化

住宅・建築物の安全性の確保のため、アスベスト対策及び耐震改修を一体的に進めるとともに、密集市街地の整備を促進する。また、住宅瑕疵担保履行法、改正建築士法の施行体制の整備を図る

概算要求額 62,169 百万円

(4) 人優先の歩行空間や自転車走行空間の確保

- ・歩行者や自動車から分離された自転車走行空間の整備など、自転車利用環境の整備を推進
- ・地域の実情に応じた多様な手法を活用し、無電柱化を推進

(5) 自律的移動支援の推進～モビリティサポートの推進～

地域の抱える様々な課題に対応するため、ユビキタス技術等を活用し、あらゆる歩行者の移動に関連する必要な情報をいつでも、どこでも手に入れることができる環境を街づくりの中に構築することを目指した地域の先進的な取組のうち、全国的課題の解決に資するものなどについて、「モビリティサポートモデル事業」を創設し支援する

概算要求額 140 百万円

(6) 公共交通に係る事故被害者支援の充実

事故当事者以外の者が被害者支援を行う必要性、事故発生直後の被害者等への情報提供、被害者等への精神的支援等のあり方、事故当事者に十分な補償能力がない場合の対応等について検討を行う

概算要求額 32 百万円

(7) 全交通モードの運輸安全対策の強化

運輸安全マネジメント制度及び保安監査を充実強化し、より一層の安全性の向上を図るとともに、昨年の航空機の滑走路誤進入事案を踏まえ、航空管制業務等の安全性向上を図るなど、全交通モードにわたって安全対策を強化する

運輸安全マネジメント制度及び保安監査の充実強化概算要求額 284 百万円

航空管制業務等の安全性向上概算要求額 4,988 百万円

(8) 予防保全的管理への転換に向けた戦略的維持管理の推進

早期に損傷を発見し、早期に補修・補強を行う等、予防保全の観点から戦略的に維持管理・更新を実施し、災害や事故等から国民の生命財産を守り安全・安心を確保するとともに、施設の長寿命化を図ることによりライフサイクルコストを低減

概算要求額 4,632 億円

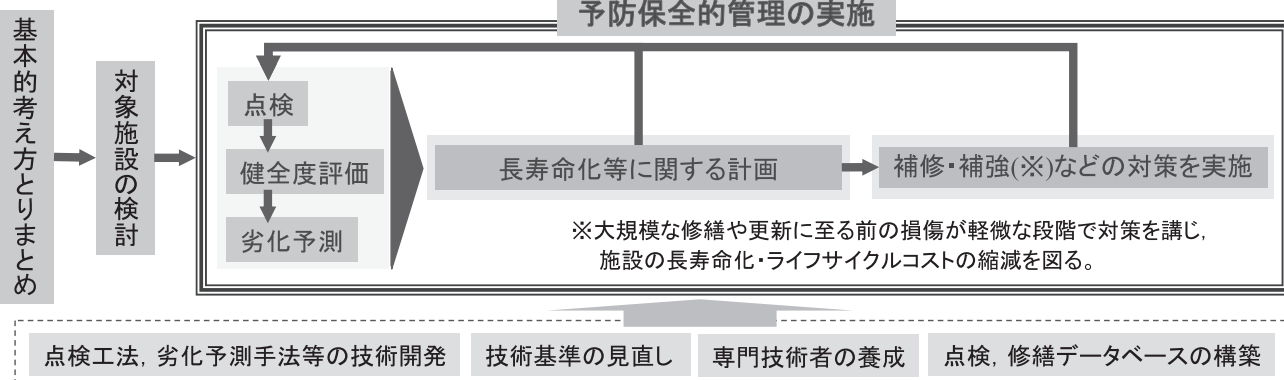
(図－3)

(9) マンションの適切な管理・再生の推進

良質な分譲マンションストック形成を促進するため、マンション

政策の内容

○戦略的維持管理の考え方



今後の主な取組み

社会資本の長寿命化計画の策定に対する補助制度の創設・拡充

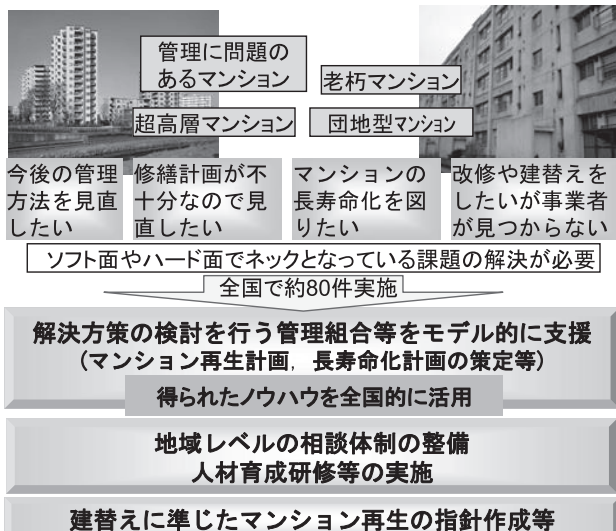
- ・長寿命化計画の策定に必要な補助制度を創設（河川管理施設）
- ・更新費用の縮減に向けた補助事業の一元的な管理の実施（河川管理施設）
- ・長寿命化計画の策定に対する補助の拡充により地方公共団体等を支援（道路橋・港湾施設）

統 計

施策の内容

適切な維持管理等

<マンション等安心居住推進事業の創設等>



再生の推進

<マンション再生のための支援制度の拡充>



図—4

の維持管理、修繕、建替え等について、マンション再生計画や長寿命化計画の策定などソフト面やハード面のあり方を見直す管理組合等を対象にモデル的に支援するとともに、地域レベルの相談体制の整備等を推進するマンション等安心居住推進事業を創設する。また、マンション再生促進のための補助制度の拡充（優良建築物等整備事業において、マンションのバリアフリー化・耐震化等を支援）やマンション再生指針の整備等を行う

概算要求額 21,964 百万円の内数

(図—4)

(10) ふくそう海域での海難事故半減をめざす総合的安全対策の推進

交通政策審議会答申の「新交通ビジョン」を踏まえて、重要施策である①海事関係行政機関との連携強化、②海難分析及び対策立案機能の強化、③交通ルールなどの制度面の充実、④ AIS の整備等を踏まえた海上交通センターの機能強化、⑤航路標識の高機能化、多機能化、⑥ AIS ビジュアル情報提供 (ENSS) の構築等を進める

概算要求額 6,204 百万円

(11) 基本方針等に基づく一体的・総合的なバリアフリー化の着実な推進

乗降客数の少ない駅の段差解消等の移動等円滑化、地域のニーズに応じたバス・タクシー車両の開発・普及、充実したメニューによる歩行空間の移動等円滑化、建築物の移動等円滑化など基本方針等に基づく一体的・総合的なバリアフリー化を推進

・施策の内容

鉄道駅のバリアフリー化（概算要求額：6,900 百万円）

地域のニーズに応じたバス・タクシーに係るバリアフリー車両の開発（概算要求額：70 百万円）

歩行空間のバリアフリー化

建築物のバリアフリー化

(12) 「ケア付き住宅」の整備促進等による高齢者の居住の安定確保

高齢者ができる限り住み慣れた地域や家庭で自立し、安心して暮らし続けることができるよう、「5つの安心プラン」（平成 20 年 7 月 29 日関係閣僚懇談会）に掲げられている「ケア付き住宅」の整備促進等、住まいと福祉の連携のとれた住まいづくり・地域づくりを推進するため、必要な制度整備を行う

概算要求額 268,600 百万円の内数

(13) 日本籍船・日本人船員の確保・育成の推進

安定的な海上輸送の確保を図るために必要な日本籍船の確保又は船員の育成及び確保を図るため、国土交通大臣による基本方針の策定、船舶運航事業者等による「日本船舶・船員確保計画」の作成及び同計画に係る認定事業者に対する予算措置及び課税の特例等の支援措置等について実施する

(14) 安全・安心な海上交通の実現

マラッカ・シンガポール海峡の航行安全対策を実施していくとともに、海上輸送安全性向上のための総合対策、検査・監査等の執行体制の強化を実施することにより、安定的な国際海上輸送の確保及

び船舶の安全性向上を図る

(15) 巡視船艇等の緊急整備や複数クルー制の拡充（空き巡視艇ゼロ）等海上保安体制の充実強化

- ・「海洋基本計画」及び「経済財政改革の基本方針 2008」を踏まえて、老朽・旧式化した巡視船艇・航空機等の緊急かつ計画的な代替整備、「空き巡視艇ゼロ」を目指した複数クルー制の拡充等を進めることにより治安の維持、安全の確保等を図り、安全・安心な海を実現する

- ・原油高騰の下、しょう戒及び救助等に必要な巡視船艇・航空機の運航に必要な経費を確保する

概算要求額 72,626 百万円 定員 170 名

(16) 海洋・沿岸域環境の保全に向けた取組の強化

陸上起因・船舶起因汚染のほか、海洋投棄、漁業、海洋空間の開発・利用、海底資源探査・開発などの様々な活動の影響を受ける海洋・沿岸域環境の保護、保全、再生に向けた取組の強化を図る

- ・施策の内容

漂流・漂着ゴミ対策の推進

（概算要求額）

河川等災害関連事業費 117 億円の内数

港湾整備事業費 2,623 億円の内数

海岸利用の活性化による魅力ある地域づくりの支援

（概算要求額）

海岸事業費 548 億円の内数

閉鎖性海域の水質改善

（概算要求額）

下水道事業費 7,579 億円の内数

港湾整備事業費 2,623 億円の内数

海洋汚染防止対策の充実強化

（概算要求額）12 百万円

海洋環境イニシアティブの推進

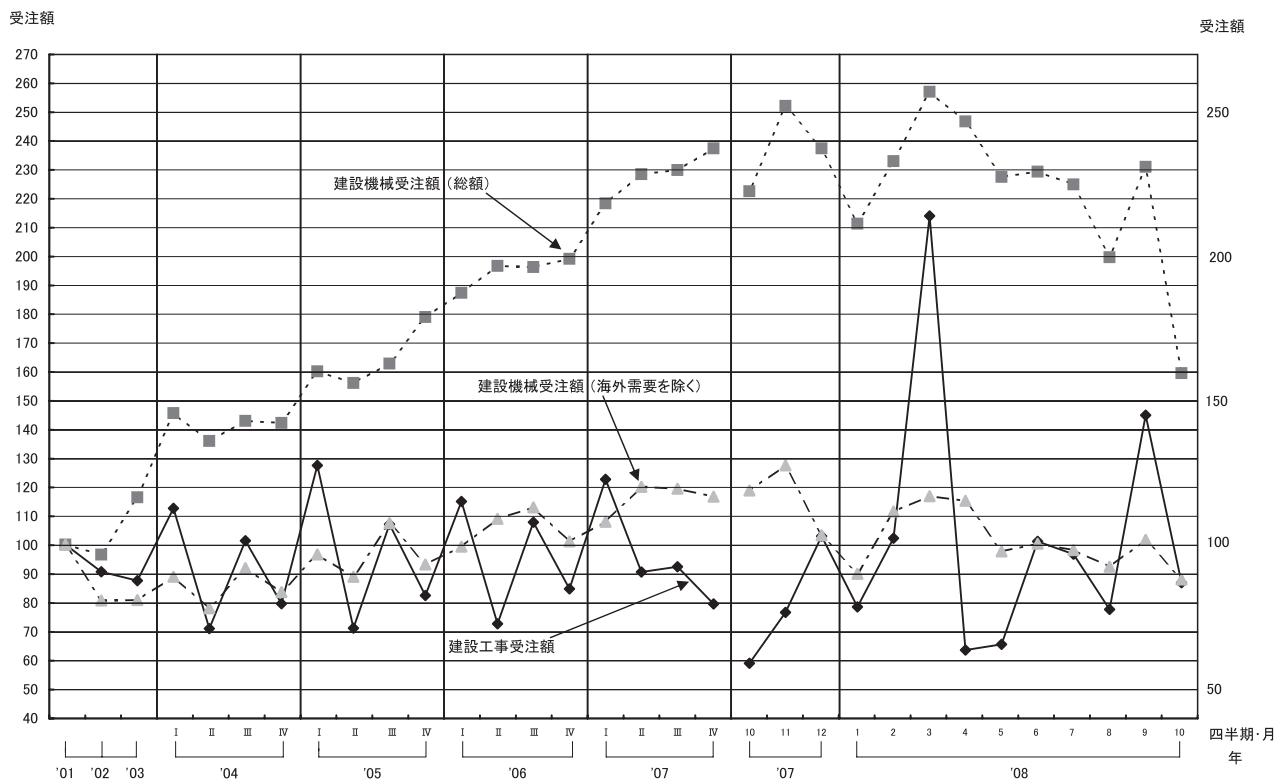
（概算要求額）1,824 百万円

(17) 我が国領海及び EEZ の的確な海洋管理等の推進

我が国の領海及び広大な EEZ を維持・管理していくため、海洋基本計画（平成 20 年 3 月 20 日閣議決定）に基づき、我が国周辺海域における海洋調査の推進、我が国における海洋に関する情報の一元的管理・提供、本土から離れた離島の保全・管理・利活用等を行う

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 2001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 2001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							
2001 年	143,383	90,656	15,363	75,293	39,133	6,441	7,153	93,605	49,778	162,832	160,904
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
2007 年 10 月	7,044	5,368	1,311	4,056	882	437	358	5,019	2,025	132,936	9,864
11 月	9,155	7,046	2,000	5,046	1,211	458	440	6,870	2,285	130,427	11,794
12 月	12,293	8,722	1,712	7,011	2,068	518	984	8,821	3,472	129,919	12,450
2008 年 1 月	9,385	6,789	1,358	5,432	1,686	352	557	6,737	2,648	130,042	9,709
2 月	12,212	7,768	1,823	5,946	3,371	481	591	8,242	3,969	130,681	11,615
3 月	25,513	18,247	4,046	14,201	4,369	602	2,295	18,308	7,206	134,911	20,115
4 月	7,598	5,844	1,639	4,205	759	450	545	5,456	2,141	132,528	10,963
5 月	7,829	6,064	1,515	4,550	839	440	485	5,816	2,012	132,608	9,642
6 月	12,078	8,114	1,840	6,275	2,447	560	957	8,516	3,562	132,533	11,917
7 月	11,553	8,471	2,543	5,928	2,057	496	530	8,479	3,074	134,214	9,759
8 月	9,276	6,525	1,522	5,003	1,530	464	758	6,461	2,816	132,644	10,626
9 月	17,287	12,873	2,870	10,003	1,637	490	2,287	12,343	4,943	135,704	13,747
10 月	10,369	5,638	1,504	4,133	3,016	526	1,189	6,451	3,918	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	01年	02年	03年	04年	05年	06年	07年	07年 10月	11月	12月	08年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
総 額	8,983	8,667	10,444	12,712	14,749	17,465	20,478	1,662	1,883	1,773	1,578	1,740	1,919	1,842	1,699	1,713	1,680	1,491	1,725	1,192
海 外 需 要	3,574	4,301	6,071	8,084	9,530	11,756	14,209	1,127	1,309	1,308	1,173	1,238	1,393	1,323	1,259	1,261	1,237	1,075	1,267	796
海外需要を除く	5,409	4,365	4,373	4,628	5,219	5,709	6,268	535	574	465	405	502	526	519	440	452	442	416	458	396

(注) 2001～2003年は年平均で、2004年～2007年は四半期ごとの平均値で図示した。

2007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…

(2008年11月1日～30日)

■ 機 械 部 会

■路盤・舗装機械技術委員会・幹事会

月 日：11月5日(水)

出席者：青山俊行委員長ほか8名

議 題：①技術連絡会発表内容について
②ホームページについて ③その他

■路盤・舗装機械技術委員会・安全環境分科会

月 日：11月5日(水)

出席者：小葉健一分科会長ほか8名

議 題：①アスファルトプラントの安全対策について ②その他

■トンネル機械技術委員会・事故災害防止(山岳トンネル)分科会

月 日：11月11日(火)

出席者：藤原龍雄幹事ほか5名

議 題：①報告書成果品の問題点及び成果物に対する討議 ②その他

■トンネル機械技術委員会・環境保全分科会

月 日：11月12日(水)

出席者：坂下 誠分科会長ほか4名

議 題：①各担当作成文書の確認・討議
②今後のスケジュールについて ③その他

■ショベル技術委員会

月 日：11月12日(水)

出席者：此村 靖委員長ほか8名

議 題：①低燃費型建設機械指定制度について ②北京 ISO 国際会議報告について ③ミニショベルのブレーカ作業について ④その他

■トンネル機械技術委員会・事務局会議

月 日：11月18日(火)

出席者：篠原慶二委員長ほか6名

議 題：①技術連絡会議の発表内容について ②その他

■トンネル機械技術委員会・事故災害防止(シールドトンネル)分科会

月 日：11月19日(水)

出席者：川本伸司分科会長ほか2名

議 題：①報告書の取り纏めについて ②その他

■路盤・舗装機械技術委員会・舗装機械変遷分科会

月 日：11月20日(木)

出席者：小葉賢一分科会長ほか7名

議 題：①アスファルトフィニッシャーの変遷について ②その他

■ダンプトラック技術委員会

月 日：11月27日(木)

出席者：伊戸川 博委員長ほか5名

議 題：①各社トピックス(クボタ)
②技術連絡会発表内容紹介 ③ピクトリアル化の各社実施状況 ④JIS改正審議 ⑤その他

■基礎工用機械技術委員会

月 日：11月27日(木)～28日(金)

出席者：青柳隼夫委員長ほか14名

議 題：①TRD工法の施工技術調査
②コベルコクレーン殿見学会 ③その他

■トンネル機械技術委員会・未来型機械分科会

月 日：11月28日(金)

出席者：河上清和分科会長ほか4名

議 題：①報告書の内容討議について ②その他

■ 建 設 業 部 会

■建設業部会 秋季現場見学会

月 日：11月20日(木)

出席者：坪田章幹事長他20名

見学場所：東京国際空港再拡張工事

■建設業部会 建設機械事故防止推進分科会

月 日：11月25日(火)

出席者：村本利行分科会長他11名

議 題：①アドバイザー・会長からの報告 ②各部会(製造業、レンタル業、商社)からの報告 ③業種別合同部会報告内容について ④D/Bの試運転状況報告 ⑤(仮)安全情報技術会議の活動規程案について

■ CP 車総合改善委員会

■第一分科会

月 日：11月19日(水)

出席者：宇治公隆分科会長他8名

議 題：①製造業への検討事項を踏まえた上での第4回会議検討項目の更なる議論 ②災害事例の検討 ③その他

■ CONET2009 関係

■広報分科会

月 日：11月6日(木)

出席者：溝口孝遠分科会長他8名

議 題：①分科会委員の紹介 ②イベント会社(案)検討及びその他(案)
③作業とスケジュール ④その他

■環境分科会

月 日：11月7日(金)

出席者：今北分科会長代行会長他7名

議 題：①分科会委員の紹介

②CONET2006における「環境」テーマの実例 ③特別展示内容協会(案)の検討 ④作業とスケジュール ⑤その他

■基調講演・セミナ他分科会

月 日：11月19日(水)

出席者：分科会長他8名

議 題：①展示内容の具体的内容についての検討 ②作業とスケジュールについて ③その他

■安全・安心分科会

月 日：11月20日(木)

出席者：高見俊光分科会長他7名

議 題：①出展機械の検討 ②安全安心コーナーのストーリーの検討 ③その他

■先端技術分科会

月 日：11月21日(金)

出席者：上田尚輝分科会長他7名

議 題：①情報化施工の流れについて ②イベント会社との作業分担について ③その他

■ 製 造 業 部 会

■製造業部会・作業燃費検討会

月 日：11月7日(金)

出席者：溝口孝遠幹事長ほか13名

議 題：①低燃費型建設機械の指定制度について ②低燃費型建設機械の基準値について ③その他

■製造業部会・作業燃費検討会

月 日：11月25日(火)

出席者：溝口孝遠幹事長ほか15名

議 題：①低燃費型建設機械の指定制度について ②低燃費型建設機械の基準値について ③その他

■ 各 種 委 員 会 等

■機関誌編集委員会

月 日：平成20年11月5日(水)

出席者：廣松新委員ほか20名

議 題：①平成21年2月号(第708号)の計画の審議・検討 ②平成21年3月号(第709号)の素案の審議・検討 ③平成21年4月号(第710号)の編集方針の審議・検討 ④平成20年11～21年1月号(第705～707号)の進捗状況の報告・確認

■新機種調査分科会

月 日：平成20年11月18日(火)

出席者：渡部 務分科会長ほか5名

議 題：①新機種情報の検討・選定

②技術交流・討議—VTR（「地球磁場の謎」について）

■建設経済調査分科会

月 日：平成 20 年 11 月 26 日（水）
出席者：山名至孝分科会長ほか 5 名
議 題：① H21/1 月号原稿素案の検討（国土交通政策のこれからの方向性）

■新工法調査分科会

月 日：平成 20 年 11 月 28 日（金）
出席者：村本利行分科会員ほか 4 名
議 題：①新機種情報の検討・選定

…支部行事一覧…

■北海道支部

■第 3 回災害応急対策業務協定に関する検討会（企画部会）

月 日：11 月 17 日（月）
場 所：(社)日本建設機械化協会北海道支部

出席者：林企画副部長ほか 8 名
内 容：①北海道支部における業務支援体制について ②今後の作業計画について

■平成 20 年度除雪技術講習会打合せ

月 日：11 月 26 日（水）
場 所：(社)日本建設機械化協会北海道支部
受講者：山田技術部会副部長ほか 9 名
内 容：①平成 20 年度除雪機械技術講習会のアンケート結果について ②平成 21 年度除雪機械技術講習会について ③その他

■東北支部

■除雪講習会（仙台会場）

日 時：11 月 5 日（水）
場 所：ウエルサンピア仙台
受講者：180 名

■企画部会

日 時：11 月 13 日（木）
場 所：協会会議室
出席者：山田仁一部会長ほか 5 名
議 題：第 2 回運営委員会上程議題

■技術委員会

日 時：11 月 13 日（木）
場 所：協会会議室
出席者：高橋 弘委員長ほか 5 名
議 題：新技術情報交換会発表課題審査

■新技術情報交換会

日 時：11 月 26 日（水）

場 所：宮城県建設産業会館

参加者：100 名

発表課題数：7 題

■北陸支部

■広報委員会

月 日：11 月 5 日（水）、25 日（火）
場 所：北陸支部事務局
参加者：羽賀清治広報委員長ほか 5 名
議 題：除雪機械展示・実演会の広報資料作成について

■新潟地区、西部地区合同現場見学会

月 日：11 月 6 日（木）
場 所：親不知防災工事、北陸新幹線工事現場ほか
参加者：青木鉄朗普及部会長ほか 20 名

■ゆきみらい 2009 in 高岡事務局会議

月 日：11 月 13 日（木）
場 所：ウイング・ウイング高岡
参加者：三日月事務局長
議 題：ゆきみらい 2009 in 高岡の実施計画について

■除雪機械管理施工技術講習会

月 日：11 月 10 日から 26 日のうち 5 日間
場 所：長岡市など 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：871 名（5 会場）

■中部支部

■調査部会

月 日：11 月 4 日（火）
出席者：山本芳治調査部会長ほか 11 名
議 題：「平成 20 年度建設事業最近の話」講演会実施について協議

■運営委員会開催

月 日：11 月 6 日（木）
会 場：昭和ビル 9F
参加者：土屋功一支部長ほか 24 名
議 題：①平成 20 年度上半期事業報告 ②平成 20 年度上半期経理概況報告 ③その他

■「平成 20 年度建設事業最近の話」講演会開催

月 日：11 月 10 日（月）
会 場：昭和ビル 9F
参加者：約 150 名
内 容：①道路関係事業の話題について ②河川関係事業の話題について ③中日本高速道路事業の話題について

④入札契約制度等について

■広報部会

月 日：11 月 17 日（月）
出席者：西脇恒夫広報部会長ほか 10 名
議 題：①中部支部 50 周年記念誌について ②中部支部ニュース第 26 号の編集会議

■災害対策部会（災害対策用機械等の操作訓練）

月 日：11 月 19 日（水）
場 所：国土交通省中部技術事務所
内 容：平成 20 年度第 2 回災害対策用機械等の操作訓練が行なわれ、会員会社 5 社が訓練に参加

■関西支部

■「建設技術展 2008 近畿」第 2 回実行委員会

月 日：11 月 4 日（火）
場 所：支部会議室
出席者：小段委員長ほか 8 名
議 題：①展示ブースの検討 ②記念品の検討 ③実行予算の審議 ④当日の説明担当の決定

■「建設技術展 2008 近畿」第 2 回主催・共催者会議

月 日：11 月 5 日（水）
場 所：OMM ビル 2F 会議室
出席者：堀内事務局長ほか 1 名
議 題：①「建設技術展 2008 近畿」の準備状況 ②注目技術賞の審査について ③技術交流会について

■企画部会

月 日：11 月 18 日（火）
場 所：支部会議室
出席者：石瀬治武企画部会長ほか 7 名
議 題：①運営委員会に提出議題の審議 ②会員数の状況について ③次年度総会について ④行事関連について

■ポンプ設備部会の課題に関する検討会

月 日：11 月 19 日（水）
場 所：支部会議室
出席者：久野啓嗣補佐ほか 11 名
議 題：意見交換会に係る諸課題について

■水門設備部会の課題に関する検討会

月 日：11 月 19 日（水）
場 所：支部会議室
出席者：久野啓嗣補佐ほか 7 名
議 題：意見交換会に係る諸課題について

■建設業・リース・レンタル業部会 合同見学会

月 日：11 月 19 日（水）
場 所：石樽峠道路石樽トンネル工事

(大林・飛鳥 特定建設工事共同企業体)
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
18名

■広報部会 編集委員会

月 日：11月25日(火)
場 所：支部会議室
出席者：安田佳央広報部会長ほか4名
議 題：JCMA 関西 第94号の編集に
ついて

■ 中 国 支 部

■新技術活用現場研修会

月 日：11月7日(金)
場 所：①広島市新球場本体工事(防災
機能設置の天然芝のオープン球場)
②岩国基地整備工事現場
参加者：17名

■運営委員会

月 日：11月10日(月)
場 所：国際教育センター
出席者：中村秀治支部長ほか30名
議 題：①20年度上半期事業報告書に
ついて ②20年度上半期経理概況報
告書について ③20年度下期行事計
画について

■道路除雪講習会

月 日：11月27日(木)
場 所：くまびきメッセ 大会議室(松
江)

参加者：33名
内 容：①国道54号の除雪対策 国土
交通省松江国道事務所道路管理二課長
佐藤 勝氏 ②施工方法と作業のポ
イント (社)日本建設機械化協会東北支
部所属技術者 石井典男氏 ③除雪作
業の安全対策及び事故とヒヤリハット
の事例 (社)日本建設機械化協会北陸支
部雪水部会委員 甲斐 賢氏 ④除雪
機械の取り扱い共通編及び機械編 (社)
日本建設機械化協会北陸支部雪水部会
委員 甲斐 賢氏

■ 四 国 支 部

■運営委員会の開催

月 日：11月4日(火)
場 所：マリンパレスさぬき
議 事：第1号議案 人事異動等に伴う
役員等の変更に関する件
第2号議案 平成20年度上半期事業報
告に関する件
第3号議案 平成20年度上半期経理概
況報告に関する件
第4号議案 平成20年度下半期事業計
画(案)に関する件
第5号議案 定款及び支部規程の一部改
正に関する件
出席者：総議決権数：35名
出席者数：望月秋利支部長ほか32名(内
委任状6名)

その他の出席者：三野容志郎会計監事は
か5名

■情報化施工&自動化・ロボット化に関する講習会の開催

月 日：11月19日(水)
場 所：サン・イレブン高松
内 容：①情報化施工の現状と展望【講
師】四国地方整備局 企画部 施工企
画課長補佐 元木真二 ②社会基盤整
備における情報化・自動化・ロボット
化【講師】香川大学 工学部 安全シ
ステム建設工学科 教授 神崎 正
受講者：37名

■ 九 州 支 部

■秋季運営委員会

月 日：11月4日(火)
出席者：古川恒雄支部長ほか34名
議 題：①平成20年度上半期事業報告
②平成20年度上半期経理概況報告
③運営委員交代に関する件 ④支部規
程の一部改正

■第8回企画委員会

月 日：11月4日(火)
出席者：相川 亮企画委員長ほか10名
議 題：①秋季運営委員会の提出議題と
運営について ②10月実施の事業実
施結果報告 ③第3四半期事業計画に
ついて

■「建設の施工企画」投稿のご案内■

—社団法人日本建設機械化協会「建設の施工企画」編集委員会事務局—

会員の皆様のご支援を得て当協会機関誌
「建設の施工企画」の編集委員会では新し
い編集企画の検討を重ねております。その
一環として本誌会員の皆様からの自由投稿
を頂く事となり「投稿要領」を策定しまし
たので、ご案内をいたします。

当機関誌は2004年6月号から誌名を変
更後、毎月特集号を編成しています。建設
ロボット、建設IT、各工種(シールド・
トンネル・ダム・橋等)の機械施工、安全
対策、災害・復旧、環境対策、レンタル業、
リニューアル・リユース、海外建設機械施
工、などを計画しております。こうした企
画を通じて建設産業と建設施工・建設機械
を取り巻く時代の要請を誌面に反映させよ

うと考えています。

誌面構成は編集委員会で企画いたします
が、更に会員の皆様からの特集テーマをは
じめ様々なテーマについて積極的な投稿に
より機関誌が施工技術・建設機械に関わる
産学官の活気あるフォーラムとなることを
期待しております。

(1) 投稿の資格と原稿の種類：

本協会の会員であることが原則ですが、
本協会の活動に適した内容であれば委員会
で検討いたします。投稿論文は「報文」と
「読者の声」(ご自由な意見、感想など)の
2種類があります。

投稿される場合はタイトルとアブストラ

クトを提出頂きます。編集委員会で査読し
採択の結果をお知らせします。

(2) 詳 細：

投稿要領を作成してありますので必要の
方は電子メール、電話でご連絡願います。
また、JCMA ホームページにも掲載して
あります。テーマ、原稿の書き方等、投稿
に関わる不明な点はご遠慮なく下記迄お問
い合わせ下さい。

社団法人日本建設機械化協会「建設の施工
企画」編集委員会事務局

Tel：03(3433)1501, Fax：03(3432)0289,

e-mail：suzuki@jcmanet.or.jp

編集後記

新年あけましておめでとうございます。

昨年は、北京オリンピック等の大きなニュースもありましたが、やはり米国サブプライムローン問題によるリーマン・ブラザーズの破綻から始まった急激な景気後退がダントツの重大ニュースといえるでしょう。

年の前半までは、加熱気味と思えるBRICSを中心とする全世界的な好景気でしたが、後半からは前半とは正反対の景気後退状況になり、今年に入ってもその先行きは不透明なままで今後の状況を予想できない状態となっています。これは、企業がグローバル化を推進した結果、良くも悪くも、これらの企業が同時に全世界地域で種々の影響を受け易くなり、それにより全世界が同時にそれも急激な景気変動に見舞われる状態になったためと思われます。いずれにせよ、ここ何年かの好景気は、やはり行き過ぎであったと痛感しますし、石油、鉄等の異常な高騰もそうですが、この状況がずっと続くこと自体、異常事態と思わざるを得ません。ここ数年の過熱気味ともいえる好景気により、各企業が本来の自身の姿を見失い、この景気に踊らされ、翻弄されたともいえます。今年は、もう一度冷静になって、本来の我を

再構築（本来のリストラクチャリング：改革）する良い機会と捉えて取り組むべきだと思います。

前段が長くなりましたが、今回の特集は、年に一度の1月号に企画されているテーマである「建設機械」です。

昨年、建設機械では、石油の高騰、温暖化により、より省エネルギーが要求され、注目された年でした。それにより、建機業界でも、自動車業界と同様に、ハイブリッド化を中心として省エネ化が進んだ年だと思います。

そこで、今年の「建設機械」特集では、「省エネ」をキーワードに各建設機械での省エネルギー技術を紹介することにしました。

また、ハイブリッドでは、建機を代表する機種である油圧ショベルにおいて、各社から量産化モデルが発表され、そのことから「建機のハイブリッド元年」ともいえます。

今年は、市場では、米国の一極化経済から多極化経済へ。技術では、ハイブリッド化等新たな技術革新のステージでの展開となり、企業は本来の自身の姿・在り方を見出し、自己改革を進めていくことになるでしょう。

最後になりますが、今回執筆していただいた皆様には、お忙しい中、ご協力いただき、改めて御礼申し上げます。

（和田、石倉）

機関誌編集委員会

編集顧問

浅井新一郎	今岡 亮司
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

廣松 新	国土交通省
浜口 信彦	国土交通省
米田 隆一	農林水産省
小沼 健一	(独)鉄道・運輸機構
野村 英孝	(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	川崎重工業(株)
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)
山本 茂太	キャタピラー ジャパン(株)
宮崎 貴志	(株)竹中工務店
泉 信也	東亜建設工業(株)
中山 努	西松建設(株)
斉藤 徹	(株)NIPPO コーポレーション
三柳 直毅	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	住友建機製造(株)
京免 継彦	佐藤工業(株)
久留島匡繕	五洋建設(株)
藤田 一宏	施工技術総合研究所

2月号「建築特集」予告

- ・建築物総合環境性能評価システム（CASBEE）の概要
- ・環境行動計画 2008：住宅・建築物の省エネ性能の向上
- ・バリアフリー新法に基づくバリアフリー化の進捗状況
- ・街づくりに関する情報化の取組み
- ・国交省で保有する建物の省CO₂調査
- ・近年の建築施工関連研究
- ・施工シミュレーションの動向
- ・ドイツの建設産業における構造変化とテクノロジー利用
- ・最新の屋上緑化と課題
- ・超高層集合住宅におけるリフトアップ工事
- ・NEDOにおけるアスベスト処理対策技術開発と最新動向
- ・ハイブリッド構造の高架駅
- ・博多駅開発の特徴と施工計画
- ・建築物の構造ヘルスマニタリング
- ・既存事務所ビルと灯台レンズの免震レトロフィット
- ・環境改善効果を強化した植物

No.707「建設の施工企画」 2009年1月号

〔定価〕1部840円（本体800円）

年間購読料9,000円

平成21年1月20日印刷

平成21年1月25日発行（毎月1回25日発行）

編集兼発行人 辻 靖三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 社団法人 日本建設機械化協会

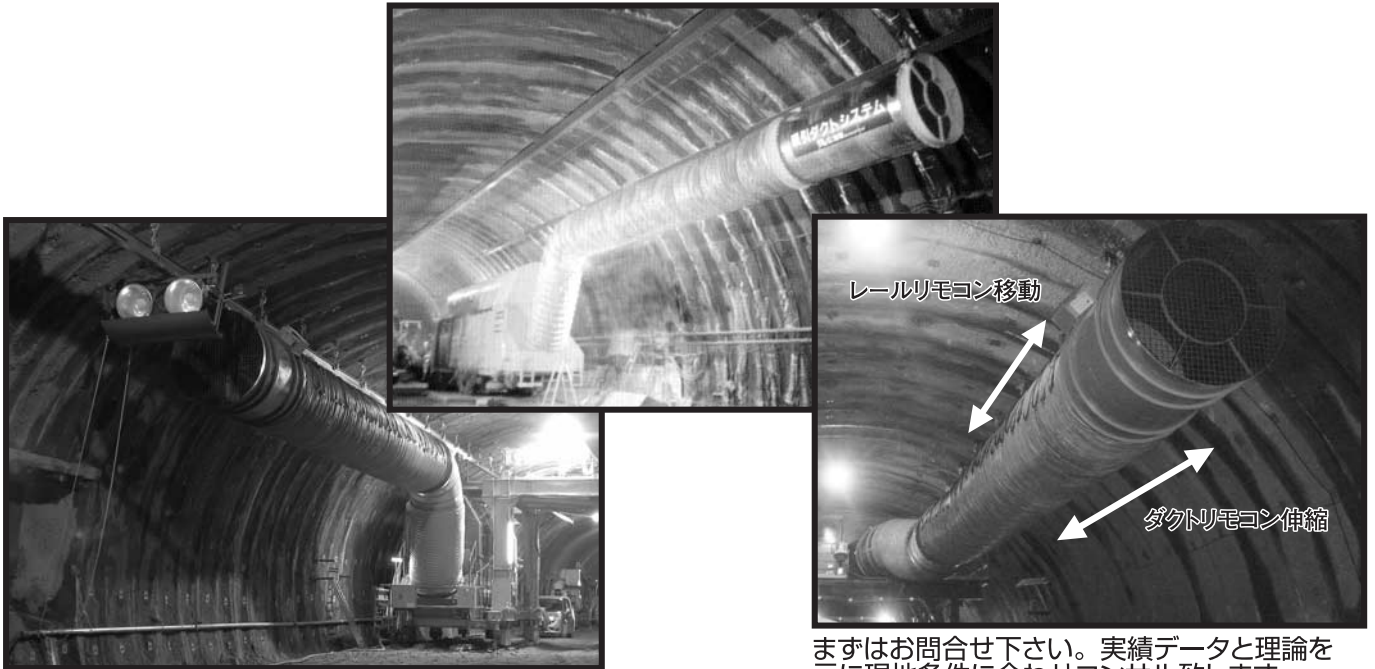
〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

電話 (03) 3433-1501 / Fax (03) 3432-0289 / <http://www.jcmanet.or.jp/>

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支	部〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支	部〒980-0802 仙台市青葉区二丁目16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支	部〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話 (025) 280-0128
中部支	部〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26	電話 (052) 241-2394
関西支	部〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支	部〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話 (082) 221-6841
四国支	部〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支	部〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26	電話 (092) 436-3322

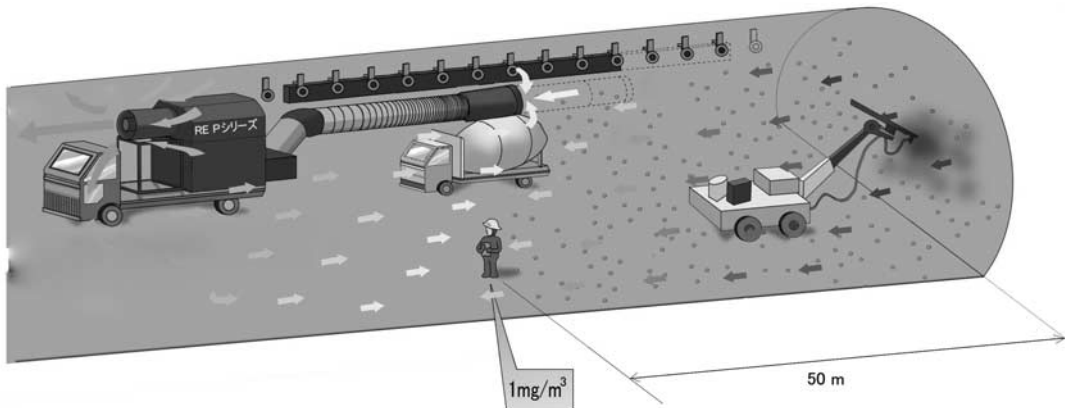
吸引ダクトシステム

吸引ダクトシステム特許取得【第3883483号】
ガイドラインを大幅にクリア $1\text{mg}/\text{m}^3$ を達成!!



まずはお問合せ下さい。実績データと理論を元に現地条件に合わせコンサル致します。

- ・発生源粉塵対策の決定版。
- ・ダクトはもちろん吊下げレールも無線リモコンで楽々前進。
- ・掘削工法や作業サイクルに適応。**操作のお手間をとらせません。**
- ・**最低限の切羽送気量**と後方の**高い清浄空間**の確保で換気コスト・ランニングコストの大幅なコストダウンに。
- ・適応径は $\phi 600 \sim \phi 1500$ 、負圧-2kpa、収縮率1/5、100m以上もレンタルで対応可。移動照明を使用することで切羽作業効率、安全性が大幅にアップ。その他の口径・延長はご相談下さい。



株式会社流機エンジニアリング

URL : <http://www.ryuki.com> E-mail : eigyobu@ryuki.com

本社 / 〒108-0073 東京都港区三田3-4-2 COI聖坂ビル
TEL : 03 (3452) 7400 (代) FAX : 03 (3452) 5370

つくば / 〒308-0114 茨城県筑西市花田90-1
テク/センター TEL : 0296 (37) 7680 (代) FAX : 0296 (37) 7681

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



サイズが違って、 積み重ねてきたものは変わらない。

油圧ショベルの歴史は
この小さなCATミニの中に詰まっている。
どの国の現場に居ようとも…。

キャタピラージャパン株式会社

本社（営業部門） 神奈川県相模原市田名3700 〒229-1192
Tel 042-764-8730 <http://japan.cat.com/>
CATERPILLAR(キャタピラー)及びCATはCaterpillar Inc.の登録商標です。

CATERPILLAR®
TODAY'S WORK. TOMORROW'S WORLD.™

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



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



パイプロコンパクター
MVH-306DS



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

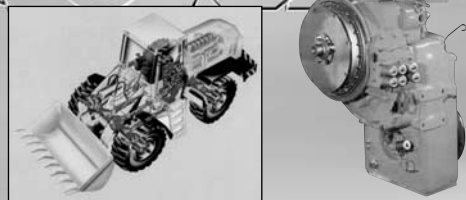
本社／〒550-0012 大阪市西区立売堀3-3-10 TEL：06-6541-9631（代）
 ●営業所：中部／金沢／中国／九州 ●出張所：鹿児島／沖縄／四国

MARUMA

あらゆる建設機械／シールドマシン・・・ 油圧機器の整備・再生

建設機械用ZFトランスミッション

点検・整備は、日本ではマルマのみが対応



建設機械のあらゆる油圧機器

斜板式ダブルポンプ



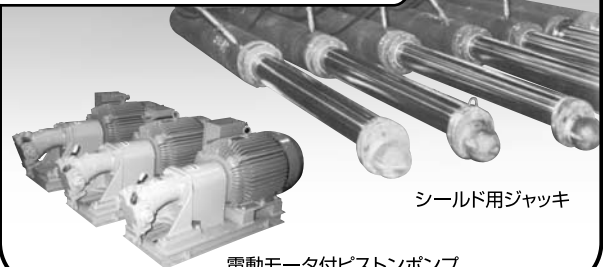
斜板式ピストンポンプ



斜軸式ピストンモータ



シールドマシン用油圧機器



シールド用ジャッキ

電動モータ付ピストンポンプ

建機と共に半世紀以上。確かな「信頼」をお届けします！

整備・再生された各Ass'yは、自社独自開発の多機能油圧機器試験機により性能を確認。各テストのデータはデータベースとして保存され、出荷後、マッチング調整や、搬送されてきた同等品の確認テストに活用します。この万全を期した体制がマルマの高い信頼性のゆえんです。



マルマテクニカ株式会社

本社・相模原事業所 営業部 整備油機課

〒229-0011 神奈川県相模原市大野台6-2-1

TEL042 (751) 3809 FAX042 (756) 4389

E-mail:yuki@maruma.co.jp

東京事業部 〒156-0054

E-mail:tokyo@maruma.co.jp

名古屋事業所 〒485-0037

E-mail:service@maruma.co.jp

東京都世田谷区桜丘1-2-22

TEL03 (3429) 2141 FAX03 (3420) 3336

愛知県小牧市小針2-18

TEL0568 (77) 3311 FAX0568 (77) 3719

URL <http://www.maruma.co.jp/>

- (社)日本産業広告協会会員
- 学術誌広告業協会会員



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。

無駄な電力を抑え CO₂排出量を 大幅に削減。

地球温暖化防止に貢献し、環境にやさしい
ツルミの電極式自動運転ポンプシリーズ



KTVE型

三相200V

吐出し口径：50～100mm
出力：0.75～5.5kW
全揚程：10～22m
吐出し量：0.18～0.6m³/min



HSE型

単相100V

吐出し口径：50mm
出力：0.4kW
全揚程：8m
吐出し量：0.1m³/min



LBA型

単相100V

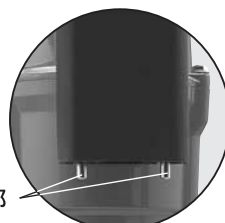
吐出し口径：40・50mm
出力：0.25・0.48kW
全揚程：6・8m
吐出し量：0.1・0.12m³/min



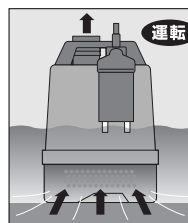
電極式水位センサで 自動運転を実現



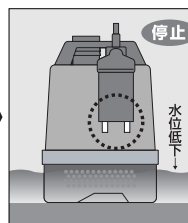
電極部



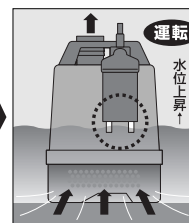
例：LBA型イメージ図



排水開始



水位低下を電極が検知



水位上昇を電極が検知

湧水などにより水位が上昇し、ポンプ電極部に水面が接すると運転を開始、またポンプ排水により水位が低下し電極部から水面が離れると、約1分後に自動停止する。このきめ細かい運転による省エネが大幅なCO₂削減効果に貢献します。（当社、非自動運転形ポンプ比）

株式会社 鶴見製作所

大阪本店：〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40 TEL.(06)6911-2351(代) FAX.(06)6911-1800

東京本社：〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8 TEL.(03)3833-9765(代) FAX.(03)3835-8429

営業拠点

国内60ヶ所・海外10ヶ所

生産拠点

国内2ヶ所・海外2ヶ所

北海道支店：TEL.(011)787-8385

東北支店：TEL.(022)284-4107

東京支店：TEL.(03)3833-0331

北関東支店：TEL.(048)688-5522

新潟支店：TEL.(025)283-3363

中部支店：TEL.(052)481-8181

北陸支店：TEL.(076)268-2761

近畿支店：TEL.(06)6911-2311

兵庫支店：TEL.(078)575-0322

中国支店：TEL.(082)923-5171

四国支店：TEL.(087)815-3535

九州支店：TEL.(092)452-5001

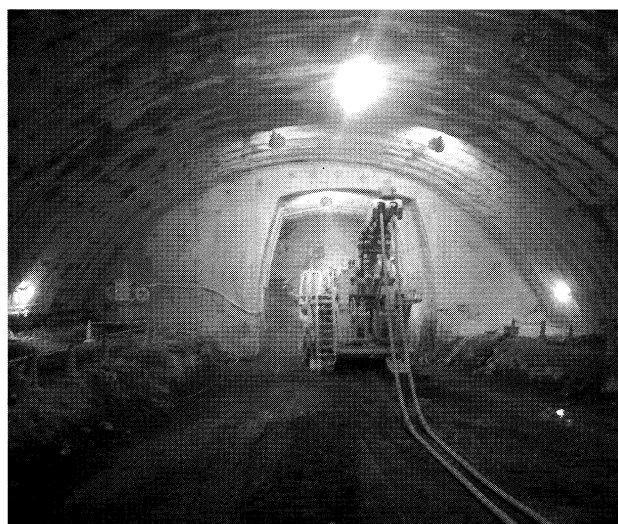
www.tsurumipump.co.jp

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



カッター出力 330kW
総出量 120ton



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>

（旧社名：日本鉾機株式会社）

本社・営業/カスタマーサービス
中部支店
西部支店
三重工場

〒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
〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町62番地2
〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東2丁目6番26号 安川産業ビル
〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町62番地2

TEL. 03-5733-9443
TEL. 059-234-4139
TEL. 092-411-4998
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・直接修理を实践中！

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機 フルラインアップ!! ケーブルレス サテラ 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

- ◆ 業界随一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応！
- ◆ 常に！業界一のコストパフォーマンス！
- ◆ 迅速なメンテナンス体制！
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい！
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

N/U/Gシリーズ

3ノッチジョイスティック型

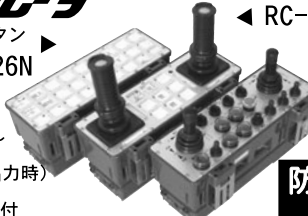
RC-7132N

セットで
94.5万円～

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」



マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

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～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

新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、
正逆操作が行えます!

- 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)

特許! テルハには
ゼロ線電源*と
おんぶ/だっこ金具*で
電気配線不要・取付簡単!
(*オプション)

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

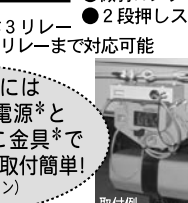
N/Rシリーズ

- 微弱Nシリーズは、240MHz化でより安定した電波の飛び!
- 2段階押しスイッチ追加可能!(オプション)

- 3操作3リレー
- 最大5リレーまで対応可能

標準型
RC-4303N/R

セットで
10.5万円



取付例

リソーサー 離操作

Nシリーズ
Uシリーズ

価格もサイズも
ハンディー並み!

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

標準型
RC-2512N

2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

- 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



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

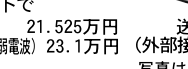
N/R/U/Gシリーズ

- 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

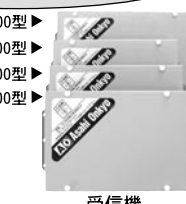
TC-1305R 21.525万円

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

Uシリーズ
Gシリーズ

特定小電力
専用モデル

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

全押しボタン
装着タイプ
RC-9300U

- 多機能多操作(比例制御対応可)

セットで
99.75万円



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

一般電話へ自動転送!

音声メッセージ

ER-2000R(受信機) ET-2000R(送信機)

2km～(6km)

火薬庫

- 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110dB/m

無線化工事のことならフルライン、フルオーダー体制の弊社に今すぐご相談下さい。また、ホームページでも詳しく紹介していますのでご覧下さい。 朝日音響 検索



常に半歩、先を走る
ベンチャー企業創出支援投資 対象企業
朝日音響株式会社
〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部
FAX: 088-694-5544(代) TEL: 088-694-2411(代)
http://www.asahionkyo.co.jp/

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

8スタイル。 待望の登場



ALL NEW PC120/130-8

特定特殊自動車排出ガス基準適合車

コマツ 営業本部 TEL.03-5561-2714
〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 <http://www.komatsu.co.jp/ce/>

雑誌 03435-1



4910034350193
00800

「建設の施工企画」

定価 一部 八四〇円

本体価格八〇〇円