

# 建設の施工企画 ①

2007 JANUARY No.683 JCOMA

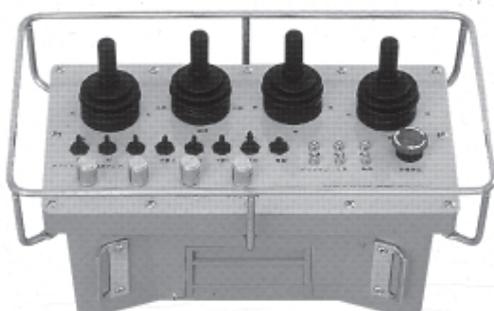


## 建設機械 特集

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）又は油圧バルブ出力仕様も可能。
- 充電は急速充電方式（-ΔV検出+オーバータイム付き）
- 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](mailto:mgclub@daiwakiko.co.jp)  
営業所 東京、大阪、他

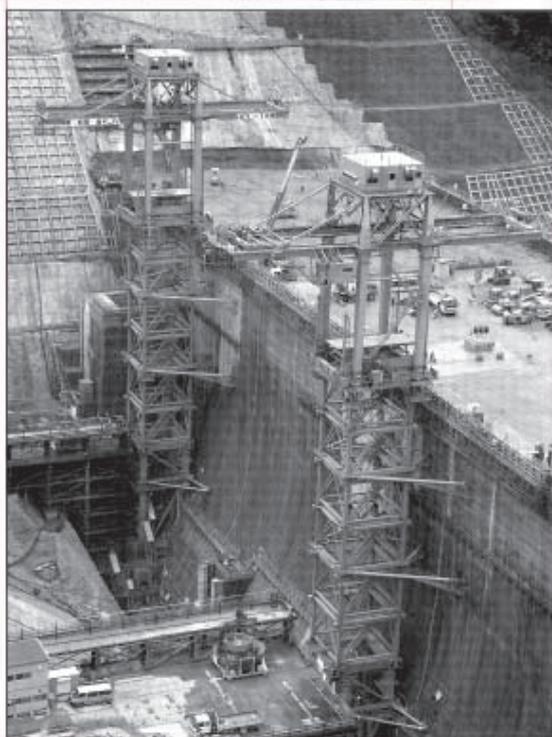
## ダム工事用コンクリート運搬テルハ(クライミング機能付)

### 重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

**特長**

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



**永** 吉永機械株式会社

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

平成 19 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、建設事業の建設の機械化に関し顕著な功績をあげた技術について (社) 日本建設機械化協会会長賞を創設し表彰をおこなってまいりました。

今回の公募は第 19 回目にあたりますが、下記項目について検討のうえ、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合する業績のあった団体、団体に属する個人およびその他の個人を対象とします。

### 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。

被表彰者には賞状、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）の際行います。

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

6. 応募は別紙「(社) 日本建設機械化協会 会長賞応募要領」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 19 年 2 月 9 日（金）（必着）

## (社) 日本建設機械化協会会長賞応募要領

1. 推薦は規定の「応募用紙」に指定事項を記入のうえ、参考書類を添えて行って下さい。  
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/>)
2. 業績内容の記述は、「業績内容の概要」を1ページ以内に記述し、次に「業績の内容」をaからjの項目順に簡潔に10ページ以内で記述して下さい。(簡潔に記述し、ページ数は10ページ以内であれば多少を問わない。)
  - 「業績内容の概要」を記述する(1ページ以内)
  - 「業績の内容」
    - 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
3. 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
4. 提出部数 応募用紙(「推薦書」・「業績の内容」セットのもの) 20部  
参考資料 1部
5. 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 会長賞係へメール、持参または郵送して下さい。本文をメールで送付する場合、参考資料等メールで送れない資料は別便で持参または郵送でも結構です。  
担当：研究調査部 次長 川本伸司  
TEL 03 - 3433 - 1501 FAX 03 - 3432 - 0289  
E-mail: [skawamot@jcmanet.or.jp](mailto:skawamot@jcmanet.or.jp)

# 第 58 回海外建設機械化視察団派遣のお知らせ

国際建設機械・建設資材製造機械・建設用車輛・鉱業機械専門見本市  
(BAUMA2007) 視察

本協会は毎年海外視察団を派遣し、海外の建設機械及び施工技術を視察し、我が国の建設機械化の発展に寄与して参りました。本年度も関係各位のご要望にお応えして、海外視察団参加者を募集し派遣することになりました。

今回の視察の主目的は、3年に1度、ドイツ・ミュンヘンで開催される建設機械、資材製造、加工および建設用車輛分野における世界最大、そして最も重要な見本市「BAUMA2007」(会期：2007年4月23日～2007年4月29日)の視察です。

そのほか、工事現場等の視察も予定しております。

関係各位におかれましては、本視察団に参加されることにより今後の企業活動に大いに役立つものと思われまます。ご検討の上、是非多数の方々にご参加を賜りたく、ご案内申し上げる次第です。

期 日 平成 19 年 4 月 23 日 (月) から 1 週間程度

訪 問 地 ミュンヘン及びベルリン (予定)

視察目的 「BAUMA2007」及び周辺地の工事現場等の視察

定 員 20 名程度

参 加 費 45 万円程度

## ●お問い合わせ先●

社団法人日本建設機械化協会 海外視察団係  
東京都港区芝公園 3 - 5 - 8 機械振興会館内  
TEL 03 (3433) 1501  
FAX 03 (3432) 0289

# ゆきみらい 2007 in 会津 除雪機械展示・実演会

入 場 無 料



期 日 平成 19 年 2 月 8 日 (木) 10 : 00 ~ 16 : 00  
平成 19 年 2 月 9 日 (金) 10 : 00 ~ 15 : 00  
場 所 会津総合運動公園駐車場  
(福島県会津若松市門田町大字御山字村上 164 番地)  
交 通 会津若松駅より約 6 km 車で約 20 分  
会津若松駅よりシャトルバス運行 (約 30 分間隔)

## ●出展者●

国土交通省東北技術事務所・いすゞ自動車(株)・岩崎工業(株)・開発工建(株)  
川崎重工業(株)・(株)共栄社・コベルコ建機(株)・(株)小松製作所・新キャタピラー三菱(株)  
(株)拓和・TCM(株)・(株)トプコン・新潟トランス(株)・日産ディーゼル工業(株)  
(株)日本除雪機製作所・(株)パトライト・範多機械(株)・日立建機(株)・日野自動車(株)  
三菱ふそうトラック・バス(株)・矢崎総業(株)・和同産業(株) (順不同)

## ●お問い合わせ先●

社団法人日本建設機械化協会 除雪展係  
東京都港区芝公園 3 - 5 - 8 機械振興会館内

TEL 03 (3433) 1501

FAX 03 (3432) 0289

ゆきみらい 2007 in 会津のホームページ

<http://www.yukimirai2007.com/index.html>

建設機械 特集

3 グラビア 子どもの夢～建設機械

5	巻頭言 新年に想うこと	坂根 正弘
6	建設機械化の歴史	川本 正之
13	日本における建設技術の推移	渡部 務
19	機械化施工と施工企画の未来	村松 敏光
24	Hi-OSSによるリサイクルソリューション提案	草木 貴巳
29	コンタミネーションコントロール～世界最高品質の5★認定工場を目指して～	飯田 哲也
33	建設機械におけるGPS活用と展開—建設機械遠隔管理システム—	笠原 時次
37	油圧ショベルの技術動向—油圧ショベルにおける環境対応技術 (排ガス削減, 省エネルギー, 低騒音化)の動向—	下垣内 宏
41	ホイールローダの多用途性について	荻山 兼希
45	作業所のための建築工事用機械	佐久間康如・洗 光範
50	土工機械とユーザニーズ	岡本 直樹
56	未来に要求される建設生産技術 (総論)	山元 弘
61	第23回 国際建設ロボットシンポジウム (ISARC) — ISARCの20年を振り返って—	久武 経夫
70	ダムの有効活用と建設機械	山口 温朗
74	IT施工の将来と課題	上石 修二
80	交流の広場 模型を通してモノ作りを考える	高石 賢一
84	ずいそう 私と建設機械～日本におけるブルドーザ開発秘話～	小蒲 康雄
86	ずいそう 「強くなるために」	谷本 歩実
87	連載 土木技術者評伝 嘉南大圳設計者 八田與一技師 (3) —台湾で愛され日本人に知られていない偉大な土木技術者—	川本 正之
90	JCMA 報告 ISO/TC 195/SC 1 及び ISO/TC 195/WG 7 国際会議出張報告	標準部会
92	JCMA 報告 BAUMA CHINA2006 出張報告	業務部
94	CMI 報告 富士山資材運搬機械高度化技術の確立に向けて ～ハイブリッド富士 HEART システム (FHS-02) の開発～	石川 裕一・山本三千昭・太田 正志
98	新機種紹介	広報部会
101	統計 河川道路事業の更新需要と安全・安心	広報部会
105	行事一覧 (2006年11月)	
108	編集後記	(金津・村上)

◇表紙写真説明◇

大型ホイールドーザのバケットで遊ぶ子供たち

写真提供: コマツ

建機メーカー各社は建機ユーザに対する広報活動だけでなく、色々な形で一般社会に対しても建設機械や生産工程などを紹介する活動も行っています。

その一つとして、工場開放デーなどで、本物の建設機械を見たり触ったりして貰うイベントを開催しています。特に子供たちにとっては日常生活で接することの少ない建設機械をまじかに見ることが出来る良い機会となっています。表紙ならびにグラビアはその時のスナップ写真です。子供たちに驚きと興奮を提供すると同時に、主催者側でも彼らの反応に喜びを感じるとともに開発意欲をそえられる結果となっています。子供たちの夢を近い将来には実現出来るよう、また一般社会との交流を絶やさないようにしていきたいものです。

**第 58 回海外建設機械化視察団派遣**  
**— BAUMA 2007 : 国際建設機械・建設資材製造機械・**  
**建設用車輛・鉱業機械専門見本市の視察—**

3年に一度、世界最大、かつ重要な建設機械、建築資材製造・加工、建設用車輛分野における見本市と位置づけられている「BAUMA 2007」が2007年4月23日～29日まで、ドイツ・ミュンヘンで開催されます。

本協会は海外の建設機械および施工技術を視察する海外視察団を毎年派遣していますが、第58回視察団派遣を関係各位のご要望に応えまして下記のとおりで計画しました。関係各位におか

れましては、本視察団に参加されることにより今後の企業活動に大いに役立つものと思われまふ。ご検討の上、是非多数の方々にご参加を賜りたく、ご案内申し上げます次第です。

目 的：「BAUMA 2007」および周辺地の工事現場等の視察

期 日：平成19年4月23日（月）から1週間程度

訪問地：ミュンヘン及びベルリン（予定）

定 員：20名程度  
 参加費：45万円程度

連絡先：東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館内  
 社団法人日本建設機械化協会  
 海外視察団係  
 tel: 03 (3433) 1501  
 fax: 03 (3432) 0289

**ゆきみらい2007 in 会津 除雪機械展示・実演会<入場無料>**

平成18年度「ゆきみらい2007 in 会津」が2007年2月8日～10日、会津若松市にて開催されますが、その一環として本協会主催の「除雪機械展示・実演会」を福島県会津若松市において開催いたします。最新技術を活用した除雪機械や除排雪装置、雪関連の計測機器、機材等が展示、紹介されます。

開催期日：平成19年2月8日（木）～9日（金）

開催場所：会津総合運動公園駐車場（福島県会津若松市門田町大字御山

字村上164）

出展：本年は以下22の産官が出展いたします（順不同）。

国土交通省東北技術事務所、いすゞ自動車(株)、岩崎工業(株)、開発工建(株)、川崎重工業(株)、(株)共栄社、コベルコ建機(株)、(株)小松製作所、新キャタピラー三菱(株)、(株)拓和、TCM(株)、(株)トブコン、新潟トランス(株)、日産ディーゼル工業(株)、(株)日本除雪機製作所、(株)パトライト、範多機械(株)、日立建機(株)、日野自動車(株)、三菱ふ

そうトラック・バス(株)、矢崎総業(株)、和同産業(株)

問合せ先：東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館内  
 社団法人日本建設機械化協会  
 除雪展係  
 tel. 03 (3433) 1501  
 fax. 03 (3432) 0289

参 考：ゆきみらい2007 in 会津のホームページ  
<http://www.yukimirai2007.com/index.html>

**平成19年度 (社)日本建設機械化協会会長賞の公募**

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

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。

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合する業績のあった団体、団体に属する個人およびその他の個人。

表彰の種類：会長賞（本賞）、貢献賞および奨励賞。なお、該当論文がない場合はこの限りではありません

応募方法：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。表彰への応募は、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。詳細、応募用紙

はHP (<http://www.jcmanet.or.jp/>)より。

提出期限：平成19年2月9日（金）（必着）

提出先：東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館内  
 社団法人日本建設機械化協会 会長賞係担当：研究調査部 次長 川本伸司  
 tel: 03 (3433) 1501  
 fax: 03 (3432) 0289  
 E-mail: [skawamot@jcmanet.or.jp](mailto:skawamot@jcmanet.or.jp)

# 子どもの夢～建設機械

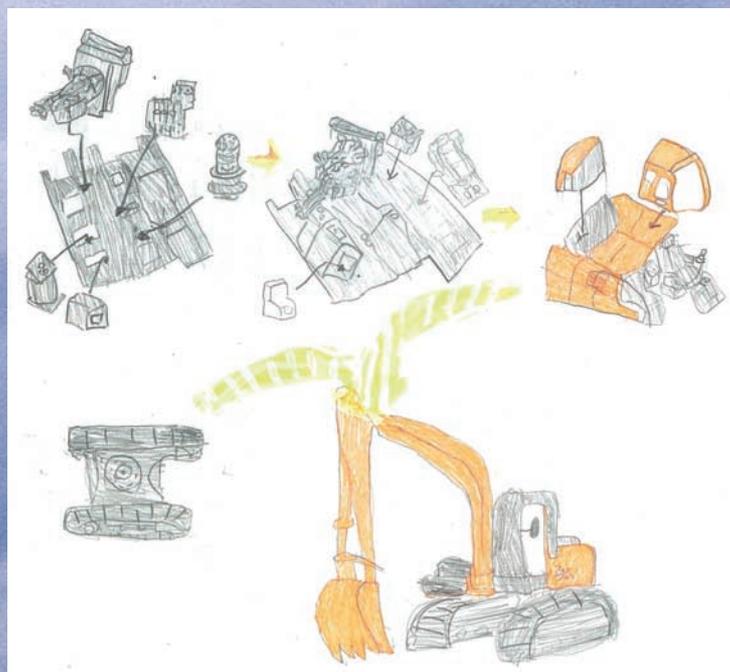
日常生活で接することの少ない建設機械は子どもにたくさんの想像を与えます。「はたらくくるま」は子どもに大人気。子どもが夢見る建設機械を紹介します。



⇩見学会で大人気。超大型ホイールローダに長蛇の列



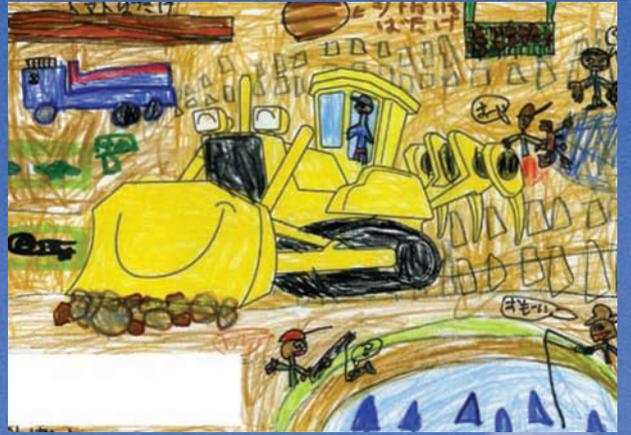
⇩はたらくくるまの写生大会，大きな建設機械に子ども達は夢中



⇩こんなに大きいのもうやって出来るんだろう



⇨海の中もスイスイ



⇨工事現場で大活躍



⇨強いぞ虎ブルドーザ



⇨空飛ぶ天使のブルドーザ



⇨鉱山で働く超大型ショベルとダンプトラック



⇨ジープがまるでミニカー



⇨65 m も OK ! 世界一ノッポのビル解体機



⇨超大型ブルドーザ整列

## 巻頭言

# 新年に想うこと

坂根 正弘



謹んで新年のお喜びを申し上げます。本年もどうぞよろしく願い申し上げます。

年末年始に昨年一年間を振り返り、今年の新たな目標を立てられた方も多いいことと思ひます。私自身の昨年は、いつもと変わらず国内、海外を飛び回った一年でした。作っている製品が建設・鉱山機械をはじめとする産業機械なので、お客様はまさに世界中にいらっしゃいます。したがって、お客様や代理店、工場を訪問するためには、どれだけ時間があっても足りないです。

こうして自分が実際にいろいろな場所へ行って感じたことは、確実に世界経済が日米欧主体のものから、アジア、中南米、アフリカといった地域も巻き込んだ「真のグローバル化」の時代に入ってきている、ということです。よく私は講演などで「建設機械の地域別需要構成の変化は世界経済の動きそのもの」と説明しています。1980年代後半から90年代、日米欧が世界経済の中心であったころは、全世界の建設・鉱山機械需要のうち80%以上が日米欧で占められていました。しかしながら、その後、中国の台頭、東南アジアの回復、鉱山資源価格の上昇、世界的な人口増や都市化の進展によるインフラ整備の急伸により、日米欧以外の地域での建設・鉱山機械の需要は大きく伸び、それら地域の2006年の需要は全体の40%を占めるまでとなっています。実際に私自身も昨年は、中国、南米、アフリカ、東南アジアの各国を訪問しましたが、訪れるたびに街並みは私の想像を超える速さで変貌し、南米、アフリカの鉱山は24時間フル稼働の状態が続いています。

我が社は、アジアでのポジションを高めることを経営目標のひとつとしていますが、中国、ロシア、トルコを含めたグレーター・アジアや、アフリカ、中南米などのいわゆる「その他世界」でのビジネスチャンスを実に掴むために、まだまだやるべきことは沢山あるということを実感した年でした。

一年を振り返ったあとは、新年の誓いということになるのですが、私は毎年「今年はこんなことをやろう」とか、新たな目標を設定するタイプではありません。ただ、2001年に社長になってから続けている、会社を取り巻くあらゆるステークホルダーとの直接対話だけは今年も継続していこうと強く思っています。「会社の価値は社会を含むすべてのステークホルダーからの信頼度の総和である」というのが私の持論です。信頼度とは、ステークホルダーに対してサプライズ（突然の情報）、特に悪いサプライズのない会社です。そのために私は、お客様、株主、投資家、サプライヤー、代理店、社員と直接会い、会社の状況を正しく説明し、ある時はお願いをし、ある時はその皆さんと共に考えるようにしています。私は、これが社長の一番大事な仕事と考えています。

こうして国内外のさまざまな場所を訪問し、いろいろな人と話をしたり社内でのディスカッションを通じて出来上がったものが、「環境」「安全」「IT」をキーワードとしたモノ作り、というコンセプトです。このコンセプトに合致し、優れた性能を持った商品を、社内では「ダントツ商品」と称しています。市場に送り出す製品の「ダントツ商品化」率をできる限り向上させていくことが、本年の我々の大きな目標のひとつです。

皆様のグローバルレベルでのビジネスに役立てていただくべく、ITを活用し、地球環境や作業環境、すべての安全に配慮した商品をお届けして参る所存ですので、何卒よろしく願い申し上げます。

最後になりましたが、本年も協会の活動に会員の皆様のご協力をお願い申し上げますと共に、皆様の一層のご活躍を祈念致しまして、新年のご挨拶とさせていただきます。

— さかね まさひろ コマツ 代表取締役社長（兼）CEO —

# 建設機械化の歴史

川 本 正 之

今回、日本建設機械化協会から表記の題で、原稿依頼を受けた。先に、「日本建設機械要覧 2007」改定につき、まえがき委員にご推挙をいただき、約 40 ページ程をまとめたところであった。そこからダイジェスト版としてまとめてみた。

キーワード：進駐軍から学んだ建設機械化

## 1. 江戸時代～大正末期

明治時代以前は、当然のことながら建設機械はまだなく、掘削・運搬はすべて人力によった。よく知られているのは、江戸時代末期、老中首座の水野越前守<sup>えちぜんのかみ</sup>ただくに忠邦による、下総印旛沼の開鑿工事である。



図一 印旛沼の開鑿工事の風景

明治に入っては、すでに立派な土木技術者が存在し、例えば東京帝国大学には広井勇教授<sup>いさみ</sup>という橋梁の大家がいて、青山士、八田與一<sup>あきら</sup>、宮本武之輔、久保田豊等々多くの逸材を育てた。青山士は、大学卒業後パナマ運河に単身乗り込み、ポール持ちから測量技師、さらには設計主任にまで上り詰めた。帰国後は荒川放水路や、信濃川の大河津分水路の自在堰を完成させ、水害や深沼田で苦しむ多くの農民を助け、今日の穀倉地帯へと変貌させた。

八田與一も、当時日本が統治していた台湾に赴任し、<sup>かなんたいしゅう</sup>今なお「嘉南大圳の父」と慕われ、命日（5月8日）

には追悼式が、毎年烏山頭<sup>うざんとう</sup>ダムを一望する銅像と墓前で嘉南の農民によって盛大に行われている。これは農民が被る洪水、干ばつ、塩害の三重苦に悩まされていた不毛の地に、灌漑用ダムを造り、灌漑水路総延長1万6千km（愛知用水の約10倍）の給排水路を構築して穀倉地帯へと変貌させ、嘉南60万農民の生活向上を果した（昭和5年完成）。このダムで、初めてアメリカ・ドイツから大型土木機械を輸入して（事業費の4分の1）、初め嫌がる現場を説得して、人力から機械化施工に代えた日本最初の現場であろう。

宮本武之輔は、青山士の部下で鉄筋コンクリートの第一人者として活躍し、利根川、荒川放水路の設計施工を担当した。信濃川の大河津分水自在堰は、先輩の内務省技師、岡部三郎が設計して完成したが、昭和2年6月の大洪水に見舞われて、自在堰はもろくも激流に陥没してしまった。内務省の威信は大きく失墜、代わって所長（現：北陸地方整備局長）に青山士が、現場の主任技師（現：工事事務所長）に宮本武之輔が投入され完成させたものである。すでに70数年が経過して老朽化が見られ、今年から1km程下流に新しい自在堰の工事を着手している。

明治43年に始まった利根川改修工事は、実に6000万 $m^3$ の土工量であり、信濃川の大河津分水工事は3000万 $m^3$ の土工量を消化した。いずれも1年間当たりの平均土工量は300万 $m^3$ といわれる。したがって、使用した建設機械の数量も現在の大規模工事に比較しても決して遜色なく、例えば、大正6年末における利根川工事用機械としては浚渫船17、引船7、土運搬524、バケット掘削機18、機関車（20t）23、トロ（3 $m^3$ ）1765、同（1 $m^3$ ）3650、その他削岩機、ポンプ、杭打機、コンクリートミキサなど多数という記録が残

っている。もって日本の興隆期における先人の、進取の気性と建設合理化への烈々たる気魄が窺えるのである。

## 2. 大正末期～終戦時

大正12年の関東大震災や昭和初期の世界恐慌に見舞われ、失業者対策事業として、建設工事が大いに興り本格的な公共施設、すなわち河川、道路、鉄道、港湾など質的に飛躍し、この間に建設技術は大きな発達をみたのである。

しかるに建設技術の発達に伴い、当然飛躍すべき建設の機械化は失業救済と相反するとの理由で時の為政者に斥けられ、当時保有していた機械の使用すら禁ぜられ、建設の機械化はここに一頓挫を来した。

これに反して、アメリカにおいてもニューディール政策により、大規模な公共事業が計画されたのは同様だが、合理化精神の旺盛な国柄だけあって、経済性は無視せず、建設は合理化され機械化も大いに発展した。カリフォルニア州の大穀倉地帯では、農機具メーカーとしてホルト社とベスト社が産声をあげていた。大正14年(1925)この両社が合併して、イリノイ州ベオリアにキャタピラー社が設立されたのである。

この結果、第二次大戦では航空機力の戦いであったが、航空基地設営の速度が制空権の先後を決した。ブルドーザ、パワーショベル、スクレーパ、モータグレーダなどを縦横に駆使して、ジャングルを伐開整地し、極めて短期間に基地を完成するアメリカと、人力のみに依存して、極端に言えばモッコとシャベルのみで数ヶ月かからねば仕上がらない、わが国の建設力とでは勝敗の帰趨は明らかであった。



写真一 ホルト社製装軌式トラクタ

## 3. 戦後の建設機械化

### (1) 建設省の設立

内務省の廃止の翌日、昭和23年1月1日、内務省国土局が戦災復興院を統合し、総理庁外局として「建設院」の看板を掲げた。こうして明治10年、内政を総覧する内務省の一部署として、土木部が設置されて以来、初めて他の内政機関と訣別して、土木部門だけの単独行政機関を設立した。

だが、総理庁の外局というポジションは、省内外の期待に応えるものではなかった。国土局の土木・建築系の技術者を中心に、技官の地位向上をめざす運動があり、この運動は早くから技術者の地位を保障する「建設省」の設立を省内外に訴えていた。そして、昭和23年7月3日、建設院は「建設省」に昇格した。ここに初めて建設事業と機械工業とが固い握手を交わすことになったが、これを実現する契機となったのが、昭和23年の発足当初から設けられた「建設機械整備費」であった。

本予算は、わが国の建設機械化史にとっては、正に忘れることのできない画期的な措置であった。すなわち当時の経済安定本部は、建設合理化の有力な方法として建設の機械化を強く推進し、建設力を急速に強化するためには、主要建設機械を工事費から切り離して購入しうる予算措置を必要とするとの結論を得て、昭和23年度より建設省予算として建設機械整備費に付けた。後になって農林省(現：農林水産省)、運輸省(現：国土交通省)に対しても同じ措置をとり、建設機械化の機運は大いに醸成された。



写真二 昭和23年7月 建設省発足

## (2) 進駐軍から学んだ画期的な機械化

### ①最初の進駐軍工事は一入間川飛行場建設

先にも述べたが、第二次大戦は航空機力の戦いであった。日本本土へのB-29爆撃機空爆を少しでも遅らせようと、栗林中将率いる勇猛果敢な2万人の日本軍兵士は、硫黄島（世田谷区の半分にも満たない面積の島）で米軍海兵隊6万人と死闘の36日間を繰り返して散っていった。それは正しく航空機による執拗な空爆から始まったと言われている。

そんな敵国米軍が、日本を占領してマッカーサー最高司令官の下、各飛行場の拡張工事のため、日本人の前に次々と大型建設機械を運び入れて来たのである。そこで、間組は敗戦から社員を食わせんがために、会社が二の足を踏む中、入間川飛行場拡張工事を請負、以来横田・羽田・立川・厚木飛行場の仕事を請負った。

### ②羽田飛行場工事—本格的機械化施工

羽田飛行場の拡張工事は昭和20年9月から、米軍808建設部隊によって開始された。面積は従来の3.5倍にあたる260万 $m^2$ に拡張する計画であった（現在：1000万 $m^2$ ）。現場では米軍のダンプトラック、ブルドーザ、ショベル、ターナブルスクレーパなどの大型機械が縦横無尽に活躍していた。当時の現場次長は「その工事のスピーディな進捗振りに興奮すら覚え、当時沈みきっていた自分自身にも尊い生きがいを与えてくれた」と語っている。



写真-3 ターナブルスクレーパ

地盤の凸凹を削り取って、これを収容・運搬し、所定の場所で捨土することができる土木機械。前に結合されたトラクターが牽引する。

米軍の責任者に、自分たちも機械作業に従事したい旨を進言して、機械班を編成し特別教育を受け助手程度の技術を習得、さらにメカニック部隊も編成して教育を受けた。

## 4. 建設機械の施工法の変遷

### (1) 重機械施工法の始まり—丸山ダム

木曾川中流の岐阜県加茂郡八百津町丸山に位置する

発電所は、戦時中着工されたがすぐ中断していた。戦後の電力再編成の結果、関西電力の帰属と決まり、昭和26年新会社の第1号工事として再着工の運びとなった。

この工事で間組は、他社に先駆けて土木工事における重機械化施工を実践する機会を得、この丸山を嚆矢として、機械化施工法は佐久間ダムで本格化するのである。

### ①重機械による骨材採取とダム掘削

骨材採取には、日立の電動式ショベル1号機（掘削量1.2 $m^3$ ）1台、同2号機（0.6 $m^3$ ）2台、ブルドーザは、東日本重工業（現：三菱重工）製1台、小松製2台、キャタピラー製1台、ダンプトラックは、いすゞ製と日野製8t車24台が導入された。ショベルはこの他にアメリカ製ビサイラスショベルの中古1台を使用し、工事最盛期にはブルドーザ5台、ショベル7台、キャリオールスクレーパ3台が配置された。ダンプトラックについては、この当時わが国の自動車メーカーも4t積み程度のものは既に製造していたが、土木工事にはそれでは小さいため、いすゞ、日野両自



写真-4 ダンプトラックの威力

ダンプトラックが従来のトロ線にとって代わって絶大な威力を発揮。

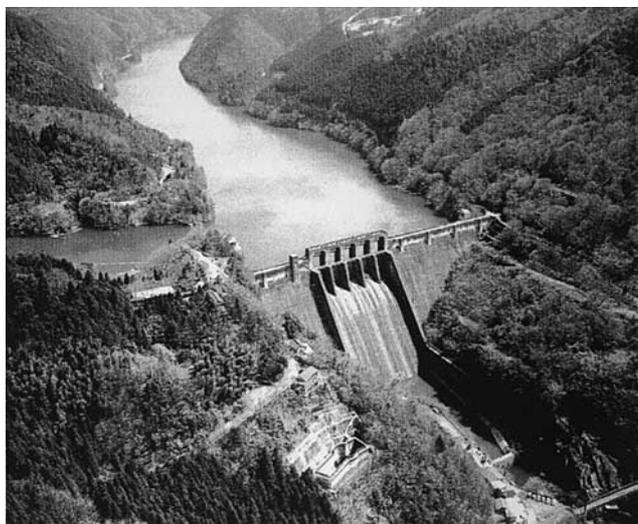


写真-5 丸山ダム



写真—6

神戸製鋼の電気ショベル、小松製作所のブルドーザ、油谷重工のブルショベル、いすゞ自動車のダンプトラックなど国産重機が使用された。

動車に特注して8t車を製作させた。このダンプトラックは荷台が三方転の珍しい型のものであった。しかし、運搬路整備まで手が回らず、砂利道を疾走する8t積みダンプトラックはよく故障し、24台のうち常時稼動していたのはその半数くらいだったという。

ダム掘削は、木曾川の締切りとともにただちに始められた。工事は河床部掘削土のズリ出し道路をつくることから始められ、パワーショベル2台とブルドーザ1台、ダンプトラック8台が配備された他、デリッククレーンやトロッコなど従来の工法も併用され三脚デリックも設置された。

昭和27年6月1日、第1号ダンプトラックがズリを積んで稼動を開始した。その時堰堤工事係として現場にいたFは「いざ出発という時、ブウァーという万歳の声が聞こえ、はっとして仰ぐとダム右岸や道路やそばにあった吊橋に社員や労働者が黒山になって、いっせいに万歳をしている。われわれ河床でも感極まって一緒に万歳を叫んだ。初めて重機械を使用した時の感激は忘れられない」と述べている。これこそが日本における、人の手から機械に変わった瞬間であった。

ところで、なぜ間組は業界のトップを切って重機械施工を実践しえたのだろうか。前にも述べた通り、一つには進駐軍工事でいち早くその技術を学び取っていたことがあるが、さらに重要なのは、OMスクールを開設してオペレータ養成に努めたことなどであった。同時に発注者である関西電力の理解、指導、協力によるところも大きかった。重機械施工という着実な時代の流れを、発注者も業者も、的確に把握し取り組み実践したのである。「日本の重機械化施工は、丸山においてその緒に就いたことを忘れてはならない」と記されている。

## (2) 本格化する重機械化施工—佐久間ダム

### 重機を駆使した仮排水路締切り工事

昭和28年5月には、早くも仮排水路トンネルの掘削が開始された。トンネル延長787mと850mのもの2本。左岸の岩質が悪いため、これらを右岸に並行して設ける。内径はともに10m、掘削断面の直径は11.2mに及び、仮排水路としては未曾有の大口径トンネルであった。

アメリカのアトキンソン社の技術援助を受け、工事には大型ジャンボが初めて導入された。ジャンボは全断面掘削に用いられる画期的な機械であった。コンクリートの巻立てにも、従来の自然流下式に代わる工法が導入された。型枠には移動式のスチールフォームを用い、コンクリートポンプによって全断面を一挙に巻立ててしまう。その工法には日本の技術者も目を見張った。

こうして、トンネルのコンクリート打設が昭和29年3月上旬に完了し、3月28日仮締切り工事が決行された。

この日、上流の平岡発電所では運転をストップし、取水口を締切って天竜川の流れをダムによって完全に遮断した。しかし、支流からはかなりの水量が流れ込んでくる。一体どのくらいの時間で天竜川の流れを締切ることができるのだろうか。電源開発株の永田理事は1日半、アトキンソン社の技術者は2日間で可能とした。これに対し、開発会社の技術顧問であった土木界の重鎮、大西英一（元日本発送電総裁）は1～2週間はかかると見た。

仮締切りにも重機械が総動員された。上流右岸に土砂を満載した9台のダンプトラックが待機し、その隣にはブルドーザとパワーショベルが控える。平岡で止水してから5時間後、天竜川の水量が目立って減ってきた。真夜中の12時、爆破、通水のベルが押された。仮排水路トンネルの入り口に築かれたコンクリート堰堤が粉々になって飛び散るまもなく、天竜の水はドット音を立ててトンネルに流れ込む。すぐさまダンプトラックは川岸に向かって走り、次々に土砂を空けブルドーザがそれを川の中に押し出す。天竜の流れはその土砂を下流へ押し流そうとする。

水流と重機械の激しい攻防戦の末、午前0時55分ついに天竜川は完全にせき止められた。重機械の威力とそれを駆使した技術力は、当代一流の技術者たちの予想を裏切り、わずか55分で仮締切り工事を完了させた。今の人たちには考えられないことかも知れないが、当時はまだその程度であったのである。



写真—7 天竜川を締切る

河水は仮排水路へと導かれさすがの天竜も川底を見せる。締切りは一瞬のうちに終り重機施工の力量を発揮した。



写真—8 佐久間ダム

1日も早い戦後の復興を待ち望んで完成（昭和31年10月15日）した佐久間ダム。最近撮影した写真（平成16年）。

### (3) わが国初のロックフィルダムの機械化施工 —御母衣ダム

#### (a) 御母衣の立地条件とロックフィルダム

平家の落人集落で知られる岐阜県の御母衣は、庄川のの上流部に位置する。庄川は飛騨高原に源を発する中級規模の河川であるが、多量の積雪と降雨による豊富な水量に恵まれ、しかも流れは一気に日本海に注ぎ落差もとりやすい。こうした御母衣に着目した電源開発(株)は、ダム建設地点の調査を開始した。その結果、右岸に相当規模の断層と、岩質脆弱な地盤が存在することが判明し、アメリカに技術者を派遣したり、外国からダムの権威を招聘するなど検討を重ね、ついに日本初のロックフィルダム建設に踏み切ったのである。

御母衣ダムの規模は堤高131m、堤延長405m、堤体積は795万 $m^3$ 。当時の言い方にならえば「新丸ビルが35個も入る」わが国最大の構造物であり、マスコミは「20世紀のピラミッド」と形容した。また発電所も、ほぼ同時期に着工された奥只見と並んで、電

源開発(株)としては初めての大規模な地下発電所であった。佐久間発電所で協力関係にあったアメリカのアトキンソン社と技術援助契約を結び、昭和32年5月着工に踏み切った。

(b) 800万 $m^3$ に及ぶ材料の採取・運搬そして盛立てロック材をはじめとする堤体材料の採取と運搬、そしてダムの盛立ては御母衣ダム建設のハイライトともいべき大工事である。しかもこれらがほぼ同時並行に進められるため、とりわけ材料の採取と運搬は全工程に決定的な意味をもった。

工事は昭和33年6月に開始された。ロック材の採取場はダム上流約2.5kmの庄川左岸の急峻な花崗岩地帯であった。採取工事はすべて大発破によって行われ、総所要量のうち88%が坑道式大発破、残りの12%がベンチカット式大発破によって掘削された。

遮水壁に使用する土質材料については、アトキンソン社に大いに助けられた。現場ではさまざまな「粘土」を採取してきてアトキンソン社の技術者に見せ判断を仰いだが、彼らの返事はいつも「ノー」であった。そ



写真—9 遮水壁材採取現場

ダム上流3.5km地点の山腹で、パワーショベル（ピサイラスエリー 150B）により遮水壁材の採取は順調に進んだ。



写真—10 土質遮水壁の締固め

基礎部幅99.4mの土質遮水壁の築造は、盛立てと締固めのくり返し。シーブスフートルローラーが活躍する。



写真—11 御母衣ダム全景

昭和36年10月、わが国初のそして最大のロックフィルダムを完成。ダム建設史に輝かしい実績を記録する。

して彼らが自ら探し出してきたものは風化した花崗岩だった。このような材料が遮水壁に使えるとは電源開発(株)の技術者も信じられなかったという。

勿論、風化花崗岩をそのまま使うわけではない。風化花崗岩は密度や剪断強度は大きい、透水性が高いという難点がある。また粘性土質は、透水性はあるが含水比が高く十分な締固めができない。ともに単独では遮水材として使えないが、これらを DG75 : 粘土 25 の割合で混合すると良質な遮水壁材が得られたのである。

次に運搬であるが、主役は80台のダンプトラックであった。ロック材の採取現場では、大発破によって破碎されたロックが3台のパワーショベルによって休むまもなく22tダンプに積み込まれる。ダンプは平均10m<sup>3</sup>のロックを満載して疾走する。ダム材料の総量は約800万m<sup>3</sup>に達し、一地点からの一日の運搬量は1万~2万m<sup>3</sup>に及んだ。

膨大なダム材料の運搬を可能にしたのは「高速道路」と呼ばれた専用道路であった。この道路建設もアトキンソン社の提案によるもので、ダンプのスピードアップにより、運搬の回転時間を在来道路使用の場合と比べて約4割カットし総工費を大幅に低下させた。

専用道路は左岸のロック運搬用道路2.5kmと右岸の遮水材運搬用道路3.5kmの2本。幅員は15mであり基礎に厚さ1.5mのロックを敷き詰めた砂利道であった。そのために常に路面材料を補給し、モーターグレーダによる維持補修を行い車体への衝撃を低減させた。さらに砂塵によるエンジンへの悪影響を防止す

るために常時散水するという周到さであった。

現在私たちが実際に実行していることであるが、この時から引き継がれているということである。

#### (4) さらに大型化した重機械施工—黒部川第四ダム

関西電力が富山県の黒部川に計画した、黒部川第四発電所である。日本の尾根といわれる中部山岳地帯。3000m級の<sup>がが</sup>嶮々たる山並みが連なり、一年の半分は5mを超す雪に埋もれてしまう北アルプス一帯は、きびしく人間を拒絶する秘境である。黒部川は北アルプス中央部の<sup>わしぼたけ</sup>鷲羽岳に源を発し、その流れは立山連峰と後立山連峰との間を縫い、宇奈月を経て日本海へ注ぐ全長86kmの川である。

##### (a) 人力で資機材を運搬し、大町トンネル工事に着手

黒四ダムが建設された御前沢は、立山と針の木岳の断崖絶壁に囲まれた急峻な溪谷である。ダム地点に達するには、立山の一の越峠(標高2700m)ルートと、大町側の針の木峠(標高2541m)ルートの二つしかない。

しかも両ルートとも急勾配で、かつ冬季には積雪にはばまれ工事資機材の大量輸送はまず不可能である。このため関西電力では、大町側の扇沢からダム側の赤沢まで、針の木岳の下を幅員5~6mのトンネルをぶち抜き、工所用資機材を運搬する計画を立てた。

富山地方鉄道立山線の終点<sup>せんじゅがほら</sup>千寿ヶ原を拠点に、美女平を経て<sup>みだがほら</sup>弥陀ヶ原の追分小屋までトラックで運搬し、ここから人力により立山の一の越を越え、急斜面を下って、ダムサイトの資機材集積場にいたる25kmがその道のりである。荷を背負って運ぶ人たちを、現地では<sup>ごうりき</sup>ボッカ(強力)と呼ぶ。富山県の岩嶺寺・芦嶺寺(ともに立山)の山案内人たちを採用したが、地元だけでは足りず、富士山の強力たちも招き、最盛期には女性を含め400名ほどのボッカを雇った。

##### (b) アルプス越え雪上作戦

気温が上がり雪がしまってきた、昭和32年4月1日未曾有の雪上輸送作戦が開始された。まず前年秋に追分小屋に運んで整備したブルドーザで、一の越を越え御山谷へ至る雪上輸送道路をつくる。ブルドーザが急峻な斜面を登り始める。しかし、除雪しながらの走行は予想外に時間を食い、室道平に着いたのは追分を出発して8日後の4月9日の夕刻であった。室道平・一の越間は急勾配のため、途中でスイッチバックの地点を設けた。ここで濃霧と吹雪に見舞われたりしたが、4月13日標高2700m一の越の頂に勇姿を現した。

つづいて一の越から、御山谷越冬基地へ下り、ここから黒部川沿いに標高1350mの御前沢へ進む。この延長距離は7km。途中30度の急勾配で300m余の



写真一12 ブルドーザのアルプス越え  
昭和32年の春先、残雪を利用して重機械を自走させ、アルプス越えを敢行する快挙をなし遂げた。



写真一13 立山トンネルの横坑  
黒部側延長1578m。工事は標高2315mの断崖の横坑掘削から始まる。ズリ運搬のダンプは、絶壁に設けた道路をバックで横坑に入る恐怖の連続である。

部分を除雪して蛇行道路を作り、立ち往生を繰り返し川を雪で埋めて渡るなどしながら、一週間後の4月20日ついにブルドーザは御山谷に到着、雪上輸送ルートが開通した。ナポレオンのアルプス越えを彷彿させる快挙であった。

他に方法がなかったとは言え、この雪上輸送の決行は一見無謀とさえ思えるが、実は国内外のブルドーザ・メーカーの意見や、地元の人たちの知恵を借りるなど、事前の綿密な研究・調査を重ね万全の準備態勢を整えた上での断行であった。ブルドーザの到着は現場の士気を一気に高め、迎え掘に、また仮排水路掘削にめざましい効果を発揮したのである。

その後、この大町トンネルは未曾有の破砕帯に拒まれ、約1年間の闘いの中でトンネル工事のあらゆる施工法が試され、今日の世界に冠たるトンネル技術を確立していった。このような経緯を経て、昭和36年6月5日過酷な自然を克服し、記念すべき竣工式を迎えたのである。

敗戦によって打ちひしがれた国土を再建するためには、産業復興のための工場への電力供給が全てであっ

た。そのために、丸山ダムから始められ、佐久間、御母衣、そして黒四へと次々水力発電所を建設し、あの輝かしい奇跡だとも言われている高度経済成長へと繋がっていったのである。

## 5. 道路建設分野から他分野に発展した建設の機械化

このように各地の大型ダム建設で培われた建設の機械化は、やがて日本の高度経済成長と相まって、名神高速道路に始まる日本の高速道路建設の夜明けと共に発展・進展を遂げた。また、高速道路のみならず新幹線工事や各地の大型ニュータウンの造成工事さらにはコンビナートの埋立て工事、飛行場造成拡張工事、ゴルフ場造成工事へと拡大していった。

さらには、各メーカーの重機械改良への取組みによって、特に油圧化による格段のパワーアップに繋がり、それに伴い安全性・居住性・操作性が追及され、効率の良い機械、また一段と小型化や大型化が進んできたのが現実である。

## 6. おわりに

日本の土木技術はこのような建設機械を駆使しての施工法を確立して、国内外の工事に携わり実績を積み上げてきた。最近のアルジェリアにおける高速道路6車線の400 kmを、工期40ヶ月で日本のゼネコンJVが受注したとのこと。

これは当初3～4番札であったが、最終的には技術競争に競り勝ち受注にいたったと聞いている。大土工事あり、トンネル・橋梁もあるとのこと、灼熱の太陽の下、日本の優秀な土木技術を遺憾なく発揮せられ、もちろん厳しい工期を守って他の工区に負けない優秀な品質と安全管理で竣工されることを願ってやまない。 JICMA

### 《参考文献》

- 1) 株式会社 間組：間組百年史
- 2) 社団法人 日本建設機械化協会：日本建設機械要覧2004
- 3) 新キャタピラー三菱株式会社：新キャタピラー25年史  
尚、詳細については、拙著：重機械による施工法の変遷（機械化協会発行）をご覧下さい。

### 【筆者紹介】

川本 正之（かわもと まさゆき）  
（社）日本機械土工協会  
技術委員長



# 日本における建設技術の推移

渡 部 務

日本の建設技術は、建設施工技術と建設機械技術を両輪として、質的にも、量的にも世界のトップレベルに発展してきており、機械化施工の時代から情報化施工の時代へと変遷している。CONET 2006 では、(社)日本建設機械化協会設立から現在に至る建設技術の推移(表)を掲示発表した。本報文でさらに、協会設立以前や現状の建設機械技術について内容を充足し、多様化する今後の課題に対する建設技術の発展を期待するものである。

キーワード：建設施工技術、建設機械技術、機械化施工、情報化施工、無人化施工

## 1. はじめに

日本社会は高度経済成長期を経てすでに、伸長の少ない成熟期に達していると言われている。一方、広域にわたる自然災害の発生、経年変化による土木構造物の耐久性懸念、産業活動に伴う環境汚染の問題など多くの課題が生じてきている。経験工学をベースとする建設技術の分野においては、過去の推移を知って現在を理解し、現在を究めて将来を創生するというプロセス認識が重要である。今や建設工事における建設機械化施工は普通のことであり、建設施工技術と建設機械技術は相互助長の関係にある。

一般の CONET 2006 においては、「(社)日本建設機械化協会・50年史」などの資料を参考にして、「日本における建設技術の推移(1)～(3)」パネルを作成掲示した(別表—1参照)。本表は(社)日本建設機械化協会発足の1949年から現在までについてまとめたものであるが、その内容補足と今後の発展への期待を含めて、建設機械技術を中心にもう一度考えてみたい。

## 2. 人力作業から機械化施工へ (1948年以前について)

1760年代に英国から始まったと言われる産業革命によって、土木建築の分野においても、直接の人力作業から人力(家畜力)・機械(器具)使用の作業へと発展し、動力源としてのスチームエンジン、ガソリンエンジン、ディーゼルエンジンなどが発明されてからは、土木建築の施工における建設機械の使用は欠くべ

からざるものとなった(表—1参照)。

我が国では、1870年頃(明治3年頃)からスチーム式バケットラダー浚渫船などの建設機械の輸入があり、港湾工事、河川工事、鉄道工事、水力開発工事などで大量の工事量を消化している。1922年頃(大正11年頃)から建設機械の国産化も始まったが、その後の世界的な経済不況と戦時体制の強化によって機械化は停滞した。

第二次世界大戦後は国土復興が急務であり、建設工事の種類、量、スピードの要求から建設施工技術と建設機械技術の急速な進展を見た。佐久間ダム工事における機械化施工はその代表例であり、本体工事に先立って重機の走行に耐える立派な工事用道路が造られることや、大形ブルドーザやスクレーパを用いて大量の土を直接掘削運搬することなどは、全く従来の考え方を転換するものであった(表—2参照)。1949年以降の建設技術の発展については、別表—1に記載したとおりである。

## 3. 建設機械技術の現状

戦前における、必要な建設機械を輸入して使用するという補助的な考え方から、戦後の盛んな建設工事においては、機械の調達次第で施工法が決まるという建設機械中心の時代が変わっている。我が国の建設機械の成長過程は、新しい機械の輸入あるいは技術導入の時期を経て、調達が容易で改良が可能な国産化に至っている。国産化機械の使用過程においては、工事の立地条件、種類、規模、内容などを研究し、例えば湿地

表一 1 建設機械技術の進歩（1948年以前）

年代	建設機械技術の変遷	自動車（4輪車）技術の変遷
1591	人力掘削船の出現（豪）	—
1690	蒸気機関の発明（仏）	—
1771	蒸気ホイール式トラクタの出現（仏）	蒸気自動車の開発（仏）
1780	馬力浚渫船の出現（英）	—
1800	杭打ち船の出現（日）	電池の発明（伊）
1804	蒸気バケット浚渫船の出現（英）	—
1814	蒸気機関車の出現（英）	—
1818	—	車軸回転から左右輪独立ステアリング機構開発（英）
1825	—	ディファレンシャル機構開発（仏）
1826	シールド掘進機の出現（英）	—
1832	—	3段変速機の開発（英）
1835	馬けん引ローラの出現（米）	—
1837	蒸気ショベルの出現（米）	—
1842	—	ゴムタイヤの開発（米）
1867	蒸気ロードローラの出現（英）	—
1867	クローラ式・蒸気トラクタの出現（米）	—
1870	バケットラダー浚渫船の輸入（日）	—
1875	蒸気クレーンの出現（英）	—
1876	—	4サイクル内燃機関（都市ガス燃料）の実用化（独）
1880	トンネルボーリング機械の出現（英）	—
1880	ロックドリルの輸入（日）	—
1881	TBMの出現（英）	—
1884	全旋回式・蒸気ショベルの出現（英）	—
1885	鍋トロの輸入（日）	気化器使用・内燃機関（ガソリン燃料）の開発（独）
1886	—	ガソリンエンジン4輪車の開発（独）
1888	—	空気入りゴムタイヤの開発（英）
1891	坑内用電気機関車の出現（欧）	ラック&ピニオン・ステアリングの開発（独）
1897	内燃機関（オイルエンジン）トラクタの出現（英）	—
1897	ポンプ浚渫船の輸入（日）	—
1898	—	プロペラシャフト+ベベルギヤ・駆動方式の開発（仏）
1902	—	ディーゼルエンジンの実用化（独）
1903	電気ショベルの出現（米）	—
1904	蒸気クローラトラクタの実用化（米）	圧縮空気によるエア・ブレーキの開発（米）
1907	蒸気ショベルの輸入（日）	—
1911	蒸気タンデムローラの輸入（日）	—
1920	—	4輪油圧ブレーキの実用化（米）
1922	蒸気タンデムローラの国産化（日）	—
1922	コンクリートポンプの出現（米）	—
1925	ガソリン機関車の実用化（日）	—
1926	—	強化ガラス（ワイヤ/セルロイド）の開発（米）
1927	—	シンクロメッシュ変速機の開発（米）
1928	空気タイヤ・モータグレーダの出現（米）	—
1928	ケーブルコントロールユニット・トラクタの出現（米）	—
1930	電気ショベルの国産化（日）	—
1930	ディーゼル機関車の実用化（日）	—
1931	ガソリントラクタの国産化（日）	—
1937	シールド掘進機の国産化（日）	—
1938	ディーゼルハンマの出現（独）	エアコン装着の実用化（米）
1938	モータスクレーバの出現（米）	—
1940	ディーゼルトラクタの国産化（日）	自動変速機の実用化（米）
1943	ブルドーザの国産化（日）	—
1945	ホイールドーザの出現（米）	—
1946	モータグレーダの国産化（日）	—
1947	アースドリルの出現（米）	日本乗用車の生産再開（日）
1947	4輪駆動・ホイールローダの出現（米）	—
1947	トルクコンバータ・トラクタの出現（米）	—
1947	パワースhiftトランスミッション・モータスクレーバの出現（米）	—

資料：(1)「建設機械化の50年」(社)日本建設機械化協会 平成11年5月15日発行)

(2)「土工教室/土工機械史」(<http://www.yamazaki.co.jp>)

(3)「建設機械 2006. 10月号」(日本工業出版(株)発行)

(4)自動車技術の変遷は、「第29回東京モーターショー資料」(社)自動車工業振興会発行)

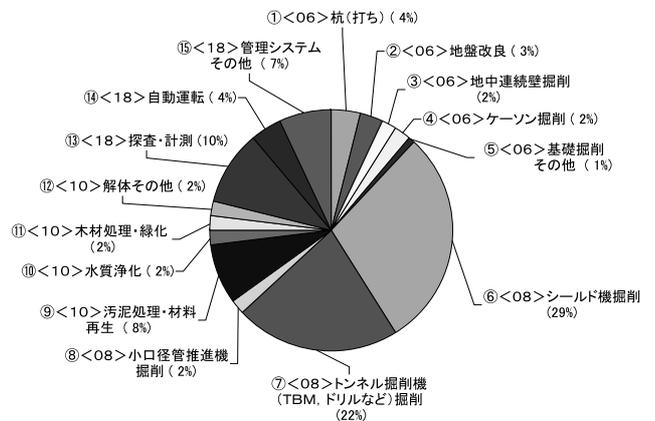
表一 2 工事における建設機械の使用例

昭和 29 年佐久間ダム工事で 使用した主な建設機械 (輸入)			大正 6 年利根川改修工事で 使用した主な建設機械		
機械名	規格	数量	機械名	規格	数量
Diesel Power Shovel (Bucyrus Erie 3 + Maron 2)	2 1/2 c.y.	5	浚渫船		17
Diesel Power Shovel (Bucyrus Erie 1 + Maron 1)	2 c.y.	2	引船		7
Rocker Shovel	Eimco104	2	土運船	20T	524
Loader	Eimco40H	9	バケット掘削機	3m3	18
Loader	Eimco 21	17	機関車	1m3	23
Caterpillar Tractor with Dozer (Caterpillar)	D-8	9	トロッコ		1765
Dump Truck (Euclid Rear dump)	15T	30	トロッコ		3650
Truck Crane (Bucyrus Erie 1 + Browning 1)	20T	2	削岩機		多数
Low-Bed Truck Trailer (International Harvester)	40T	1	ポンプ		多数
Transit mixer (Chain Belt)	2 c.y.	2	杭打機		多数
Cement Truck and Trailer (International Harvester)	120bbl	2	コンクリートミキサ		多数
Pumpcrete (Chain Belt)	2stage 8"	3			
Concrete Placer (Pressweld)	3/4 c.y.	6			
Air Slider (Fuller Kinnion)	350bbl	1			
Vertical Pump (Fairbanks)	20"	6			
High Speed Cable Crane (Wisco)	25T	1			
Standard Cable Crane (Lidgerwood)	25T	1			
Mixing Plant (Noble)	4-4 c.y.	1 式			
Cooling Plant (Vogt)	750T	1 式			
Aggregate and Sand Plant (Conveyor)	1100T	1 式			

資料：(1)「佐久間発電所計画概要」(電源開発(株) 佐久間建設所 昭和 29 年 1 月発行)  
 (2)「建設機械化の 50 年」(社)日本建設機械化協会 平成 11 年 5 月 15 日発行)

用クローラ (1954 年), ミニショベル (1970 年), ゴムクローラ (1983 年), 超小旋回形ミニショベル (1984 年), 後方超小旋回形油圧ショベル (1993 年), 稼働情報管理機能 (GPS 利用) (2000 年) などの技術開発を実現して, 我が国の事情に適した建設機械として育てている。一方, 社会ニーズとして存在する建設品質の確保, 経済性の追求, オペレータの熟練不足・高齢化と女子労働者活用, 環境保全, 産業廃棄物処理とリサイクルなどの問題対策を考慮した機械設計, さらに, 国際的に要求される建設機械の性能, 安全性, 居住性, 運転操作性, 整備性などについての規格 (ISO/TC127 Earth-moving machinery (1969 年設立), JIS, JCMAS) への適合も進めて, 世界に通用するトップレベルの建設機械に完成させている。

表一 3 は, 1998 ~ 2004 年度に出現が多かった新機種について, 技術内容をまとめたものである。新機種では, 専用仕様や数種の作業モードの設定で作業効率を向上し, エネルギー回収・再生で低燃費生産性を実現している。別表一 1 に示す振動式タイヤローラや 2 層舗設アスファルトフィニッシャなどのように, 新しい施工技術によって出現したものも多数見受けられる。また, 図一 1 は同年度において, 施工技術の要求にともなって開発あるいは実用化された製品についてまとめたものである。現在の社会ニーズに添って, 施工技術や建設機械技術が確実に進展していることがうかがえる。



(注) (1) ⑥シールド掘削機 (29%) の内容: 異形断面掘削 (3%), 断面拡縮掘削 (5%), 分合流接合 (3%), 曲線・斜坑掘削 (2%), カッタビット関係 (6%), セグメント関係 (2%), その他 (8%)  
 (2) ⑦トンネル掘削機 (22%) の内容: TBM (5%), 覆工 (4%), 搬送 (2%), 集塵・換気 (2%), 検査・計測 (7%), その他 (2%)

図一 1 開発・実用化製品の技術内容  
(1999 ~ 2004 年度 総数 = 282 件)

#### 4. 今後の課題

別表一 1 のまとめでは, 台風, 大雨, 地震, 津波, 火山活動 (火砕流, 噴石など), 竜巻などによる災害の発生について, その代表的なもののみしか記載していない。国土の約 8 割が山地で年降水量が多い, 都市集中形生活環境によって広域被害が増加しているなどの事由もあるが, 気象庁のデータから作成した図一 2 で見ると, 台風と大雨による災害は 1989 年以降非常

表一 3 新機種と主な技術内容 (1998～2004年度)

機種	新機種 伸長年度	主な技術内容
<00>各機種共通	—	油圧駆動式冷却ファン、ラジエータ&オイルクーラ・アルミ製/別置き/並列配置、モノレバー (ジョイスティックなど)、密閉湿式ブレーキ、走行自動変速、ロードセンシングステアリング、オートアイドル大容量キャブ/ビラーレス前面ガラス/エアコン、ROPS/FOPS キャノピ・キャブ、マルチディスプレイ/カラグラフィック、稼働情報管理機能/故障診断機能、チルトアップフロア/メンテナンス機器集中配置、生分解性作動油使用
<01>ブルドーザ	2001～2003	作業モード設定、前後進/変速/ステアリング・1本レバー、下転輪ボギー構造
<02>油圧ショベル	2001	作業モード設定、ブーム・アーム油圧再生回路、ブーム・アーム自動制御掘削、旋回輪/足回り/燃料タンクの大形化、ラウンド形/スライドドア・キャブ (小旋回形)、ポンプ室&エンジン室・ファイヤウォール
<02>ミニショベル	1999, 2004	ブーム・アーム油圧再生回路、作業位置制限機構/バケット・キャブ干渉防止機構、後方超小旋回形、2本柱キャノピ・ROPS、Z形ブーム・アーム/ブームシリンダ背面配置/車体右前部ブーム支持
<03>ホイールローダ	2003, 2004	作業モード設定/1速固定モード設定、大容量トルコン搭載、ロングホイールベース/ワイドトレッド、モノブーム形 (視界性)、走行振動抑制装置
<04>重ダンプトラック	2002	オートマチックリターダ/全油圧ブレーキ/排気ブレーキ、低車高安定性/不整地走行性 (アーティキュレート式)、電動閉閉式エンジンフード
<04>不整地運搬車	2000, 2004	運転席・荷台全旋回形、エンジン横置き (視界性)、ボギー構造トラック/4分割スプロケット、オーバラン/傾斜・警報装置
<05>クローラクレーン &ホイールクレーン	1998, 2003	後方小旋回形、レバー・ドラム回転感知機能、1軸・1ドラム・1モータ・1ポンプ方式/ウインチ可変容量モータ、ウインチ強制冷却/ワイドドラム/巻上・巻下速度 120 m/min、作業範囲制限機能/メッセージ付過負荷防止装置、トルコンロックアップ、4モードステアリング、ラジアルタイヤ (ホイールクレーン)
<05>高所作業車	2001	1000 kg 積載荷重、作業床 XYZ 方向制御、作業床自動格納、中折れ伸縮 (3 + 3段) ブーム、作業範囲制限機能/アウトリガ張幅独立検知、バッテリー動力源、軌陸両用作業車
<06>アースドリル &杭打機 &地盤改良機	—	圧入ケーシング反力利用機構 (アースドリル)、オーガ/回転圧入併用機 (杭打機)、オーガ駆動無段変速、低重心構造 (地盤改良機・モータ下部設置)
<07>せん孔機 &ハンドブレーカ	—	指定深度ドリフタ自動後退・削孔機構、切羽マーキング不要、空圧・エンジン式ハンドブレーカ
<09>選別機	1998, 1999, 2003	建設廃棄物処理に関連で輸入機増 (各年 6, 8, 5 件)、油圧駆動 (作業・走行)、2段デッキ式振動スクリーン
<10>木材破砕機	1999, 2002, 2003	建設廃棄物処理に関連で輸入機増 (2003年 9 件)、自動反転/停止/復帰/供給量調整、4段階送り速度、空気搬送排出
<10>建設廃材破砕機	2002	建設廃棄物処理に関連、3方向投入、過負荷自動反転
<11>コンクリートポンプ車 &トラックミキサ	—	全油圧 4 段階曲げブーム機構 (コンクリートポンプ車)、アルミシャシ (トラックミキサ・軽量化)
<12>モータグレーダ &ロードスタビライザ	—	ロックアップトルコン (モータグレーダ)、運転席後方配置 (モータグレーダ・作業機視認性)、サイドシフト付ディスクロータ (スタビライザ)
<12>ロードローラ &タイヤローラ &振動ローラ	— 2004 2000	1 m × 1 m 視界/運転席低床 (低重心)、大径輪、全輪駆動 (マカダムローラ)、1 m × 1 m 視界/運転席低床 (低重心) (タイヤローラ)、ロングホイールベース、HST 駆動、1 m × 1 m 視界 (振動ローラ)、停車時・自動振動停止、フートブレーキ連動オートアイドル (振動ローラ)
<13>アスファルトフィニッ ャ	2003	シンクロナイズド 4 輪駆動、3 連無段階伸縮スクリード、プロワ式加熱装置、発進・起振 1 スイッチ、乳剤散布機付
<14>コンクリートカッター	—	ブレード垂直上下機構
<16>空気圧縮機	2001	送出エア冷却用アフタクーラ、ピストン式アンロード&オートリリーフバルブ、低騒音化
<17>エンジン発電機・溶接機	2000, 2002	アイドリング溶接・発電、ガソリンエンジン&バッテリー式溶接機、低騒音化、長時間運転可

(注) (1) 伸長年度は、当該機種の新機種 (モデルチェンジを含む) 出現が特に多かった年度を示す。

(2) 出現の少ない新機種については一部省略した。

に増大している。1996～2005年における地震被害については、最大震度4以上で、人的被害のみのもの28件、人的被害+物的被害(家屋、道路など)のもの48件で計76件が発生しており、2000年以降増加傾向にあって、とくに2005年は22件と異常に突出した発生となっている。雲仙普賢岳・火砕流災害(1991年)では無人化機械施工システムが確立しており、阪神・淡路地震災害(1995年)や新潟県中越地震災害(2004年)などの経験を踏まえた対策体制も整備されつつある。早急な対策技術の開発が求められるところである。

施工コストの低減や施工品質確保への要求が強まる中、土木建築構造物の造成、改良、維持修繕、解体・リサイクル、汚染物処理などと施工技術は多様化して

おり、この多様化に対応すると同時に、建設機械には次のような技術の高度化が求められている。

- ①生産性向上と省エネルギー化(低燃費、高効率化、専用機化など)の両立
- ②環境保全への対応(排出ガス対策、騒音対策など)
- ③安全対策の充実(作業周辺、オペレータの安全)
- ④機械管理技術の充実(稼働管理、保守点検、故障診断)
- ⑤技術(機械)のシステム化(無人化施工、情報化施工など)

また、これを実現するための油圧技術、制御技術、センシング技術、IT(通信)技術などの要素技術の向上が必要であり、すでに研究開発の進んでいる建設ロボットや、電気動力、バイオマスなどの新エネルギー





## 機械化施工と施工企画の未来

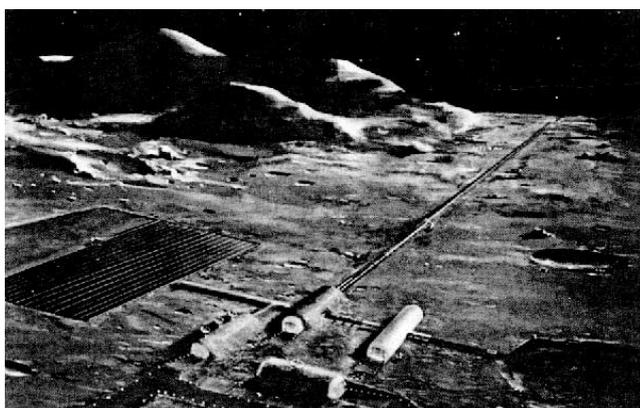
村松 敏光

工場において、細分化された流れ作業に組み込まれた生産機械・生産設備の性能が生産性を左右していた時代が過ぎ、複合化した新しい生産システム、生産技術が重要な地位を占めている。建設においても、建設機械化が主要な命題であった時代は過ぎ去り、建設生産システムをいかに構築するかという時代になっている。生産設備である建設機械の使い方、機械に人と資材を加えた生産財の効率的な運用を考える技術の時代、ICT/RTを基礎とした「施工企画」の時代が来ている。そして、機械化施工と施工企画の未来は、宇宙へもつながる。

キーワード：ICT, RT, 情報化施工, 建設生産システム, 建設生産技術

### 1. 未来の建設技術, 建設機械

昨年の「建設の施工企画」1月号の表紙は、月面基地を建設する建設機械であった。昨年の12月4日、米国航空宇宙局(NASA)は、2024年に、月の極点付近に国際基地を建設する構想を発表した(asahi.com, 2006年12月6日)。これに先立つ2004年の1月に、ブッシュ大統領は、月面基地をベースとして火星探査を目指す「新宇宙戦略」を発表している。



図一1 月面の発電基地想像図<sup>i</sup>

<sup>i</sup> “Space Resources and Space Settlements” の第V章で紹介された David R. Criswell の想像図では、円筒を横にした基地建物の上に、レゴリスが盛り上げられている。

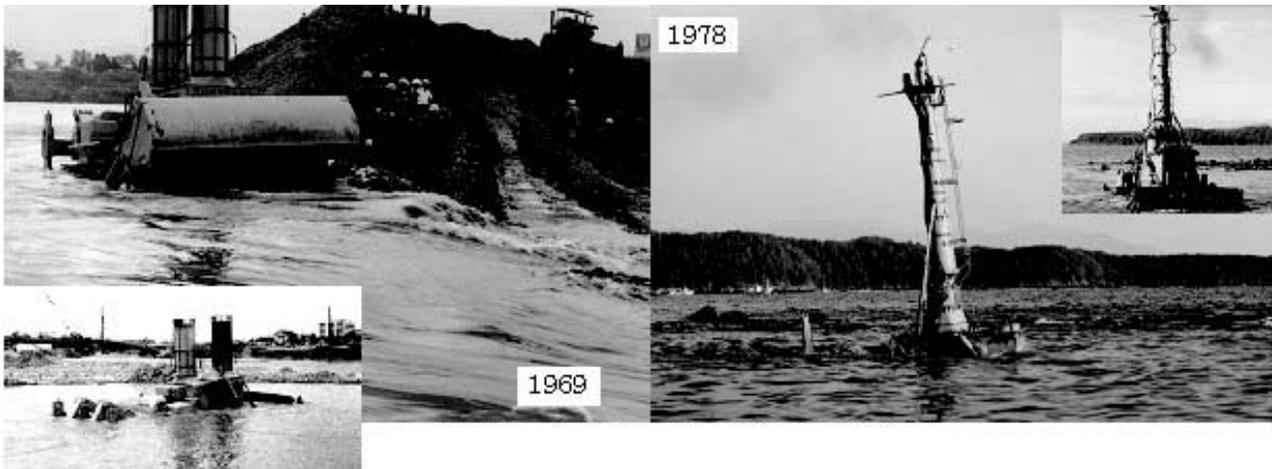
(<http://www.nas.nasa.gov/About/Education/SpaceSettlement/spaceres/images/figV-1-2.GIF>)

50年来の人類の夢であった月面基地が、にわかに現実味を増している。

月面での長期間の滞在のためには、宇宙線を防止するため、図一1のように、レゴリス(月表面の土)を盛って防衛することが最も現実的といわれている。かまぼこ型や円筒形の建物が並ぶのではなく、土の下に隠れた基地になると想像されている。建設機械の活躍の場が宇宙にまで期待されている。

しかし、月面での建設作業は、1/6といわれる重力のため、作業効率は、地上の1/6以下になるとも言われている。火星探査車が、軟らかい砂漠での走行や斜面を登ることに大変苦勞し、地上では想定していなかった低い走破性だったそうである。また、地上からの遠隔操作は、通信時間による信号の遅れが、無人化施工の比ではなくなる。月面での作業を効率化する技術は、地上で実現した技術をさらに発展させなければならない。そして、それは地上での建設を改革することにつながる。

建設機械の重要な性能である生産効率の基本的な指標として燃料消費率がある。ブルドーザの作業における燃料消費量は、作業をしているときと、走行しているときとの差が少ないといわれている。移動で多くの燃料を消費してしまう原因は、作業量が重量に依存しているからである。作業装置であるブレードの形状に関する研究や、推進力を得るための走行装置(履帯)の研究は、テラメカニクスと呼ばれている研究分野に属する。最近、燃費を大幅に改善したブルドーザが発表され、その改善要因としてブレードの形状が挙げら



写真一 水中ブルドーザによる作業

れている<sup>ii</sup>ことは、建設機械を生産設備として見たときの大きな進歩といえる。しかも、燃費改善効果の6割がブレードの形状によるものだそうである。

無人化施工は、1969年7月2日、梅雨前線の降雨により神通川が増水し、西側橋脚が沈下した際の、緊急復旧において、水中ブルドーザが投入されたことに始まる。その後、桜島の野尻川河口部に堆積した土砂の除去などに使われた。そして、立山の砂防工事において、危険箇所での掘削に、無線操縦のバックホウが投入された。

このようにして、特殊な現場で実績を積み上げてきた1990年、雲仙普賢岳が198年ぶりに噴火し、1991年6月3日に溶岩ドームの崩落によって発生した大火砕流は43名の犠牲者と500棟を越える家屋焼失を起こした。下流を守るための工事を危険地域で実施するため、1993年に、無人化施工の試験フィールド工事として土砂の掘削や運搬を成功させ、コンクリートやSGMの砂防堰堤、鋼製スリット構造の砂防堰堤の建設を実現させるまでになった。また、有珠山の噴火での復旧工事を経て、2 km以上も離れたところから、映像信号や制御信号の遅れを克服して、無人化施工を成功させている。無人化施工で、遠隔操作や施工現場の情報ネットワーク化が進み、発展したのと同じ時期に、ケーソン掘削作業、シールド掘削機械、ビルの建築作業などでも、ネットワーク化、遠隔操作化、自動制御化が進展している。ICT/RTが、建設現場の改革におけるキーテクノロジーであることが示された実例といえる。

建設機械の構造を工夫して、作業効率、作業性能を

向上するとともに、人の操作を機械が補うような、自動制御とマニュアル操作の融合が期待される。建設機械は、建設工事にとっての重要な生産設備であり、その効率向上、生産システムとの融合が、施工全体の効率や品質を左右する。そして、作業しやすい工法や建設機械は、地上の建設工事を改革するだけでなく、月や宇宙での建設工事をも実現するであろう。

## 2. 明日の建設技術、建設機械

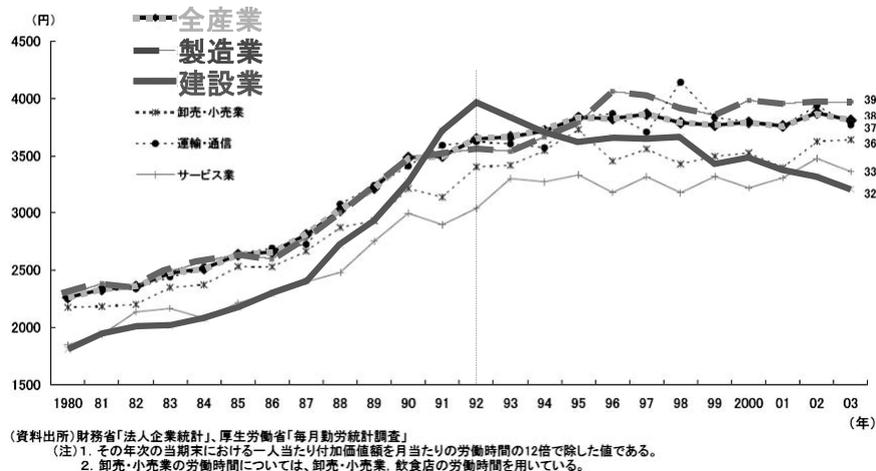
今後の建設産業政策の在り方について検討を行うため国土交通省に設置された建設産業政策研究会での、藤本隆宏委員の資料<sup>iii</sup>に記されているように、エンドユーザーや産業論といった上部から俯瞰した議論だけでなく、現場発の議論も必要と考える。イノベーション25においても、イノベーションによる生産性向上は重要なキーワードになっている。そして、ICT/RTを活用した建設イノベーションにおいても、情報基盤整備が、明日の建設技術、建設機械のイノベーションを支えるものと期待される。さらに、その根底には、イノベーション25戦略会議後の記者会見で黒川内閣特別顧問が指摘<sup>iv</sup>されたように、固定観念にとらわれない「意識のイノベーション」が求められる。

いわゆる製造業においては、テイラーに端を発し、デミングによって実用化の域に達した統計的管理手法を、戦後、生産現場に適用することによって、末端の作業員から経営層に至る総合的な改革が進められた。

<sup>iii</sup><http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/const/kengyo/sangyoseisaku/2006/0731/shiryou/item2.pdf>

<sup>iv</sup><http://www.kantei.go.jp/jp/innovation/dail/brief.pdf>

<sup>ii</sup><http://www.komatsu.co.jp/CompanyInfo/press/2006033019450912157.html>



図一 2 産業別従業員一人一時間当たり付加価値額の推移

具体的には、高性能の製品を開発する「中央研究所」と、安定した品質の製品を効率的に生産する「生産技術研究所」として組織化され、製造現場においては「QCサークル」を基礎とする工場従業員の組織化、意識改革が行われた。この結果、我国製造業は、「低廉で高品質」という神話を築くまでに成長することができた。そして、継続的な改善の取り組みを進め、発展させ、トヨタ方式などとして結実し、ものづくりの国として、世界に冠たる経済的発展を実現した。近年のリコールの増加、リチウムイオン電池の障害などの発生は、生産現場が新たなイノベーションを求めていることの証左かもしれない。

建設業においてもQC活動への取り組みが行われ、1979年に竹中工務店、1983年に清水建設がデミング賞を受賞するまでになった。清水建設に、生産技術本部が組織されたことは、他の総合建設業にはない特色となっている。また、品質、効率を向上する工法や、未経験の構造や施工条件に対応する工法など、多くの新技術が導入された一方で、設計・施工が分離され、各工程が専門業者に細分化され、工程内で複数の専門業者が輻輳する場合もある。このため、施工全般のマネジメントが困難な状況も発生している。部分最適化が進み、現場とそのマネジメントを含めた生産システムの改革が十分とはいえない状況におかれて、総合建設業や専門工事業における改善努力や専門的能力の向上等による効果が、十分に発揮されているとはいえない面がある。

この結果、付加価値を労働時間で除した付加価値労働生産性の推移を見ると、1990年頃には、製造業を凌駕していたが、その後は、他産業が生産性を向上したのに対し、建設業においては低下の一途をたどってきた。その要因は、建設投資の急速な減少によるもの

が大きいと考えられるが、生産システムの面からみると、技術の評価、能力発揮が十分とはいえない。

このような議論における抵抗は、一品生産であること、屋外の作業であること、施工環境が自然に左右されることなどを挙げることが多い。しかし、鉄筋作業、コンクリート打設など、現場の作業、専門工事業者の目から見れば、同じ作業の繰り返しである場合も多い。施工しやすい形状、構造を考えること、単純な作業に分解して熟練工の負担を軽減することなど、「生産技術」の観点からの改善余地は十分にあると考える。また、新しい施工法が現場の作業者に受け入れられるように、現場作業者の負担増加にならないように、現場と開発者が協働して改善することは、技術の発展に欠かすことができない。藤本隆宏委員の資料に記されている「ものづくり現場発の戦略論」、「能力構築競争力」、「知のめぐりの良い組織」が求められるゆえんである。

最も初期にロボットが導入された自動車のボディの組み立てでは、ロボットが生産コストを低減したといわれているが、実際は、ロボットでもできるスポット溶接とするために、溶接箇所数を半減した、設計と生産の融合効果の方が大きいといわれている。CADやコンピュータネットワークが、ボーイング777以降の国際分業生産を現実のものとし、ジャストインタイムなどのロジスティクスを改革した。CAMの導入は、設計を物に移しこむという「ものづくり」において、現場と設計を直結し、全ての関係者が同時に参加して改善につなげる取り組みを可能にし、コンカレント・エンジニアリングが生産現場を改革した。

建設業においても、このような改革を進めることが求められており、建設生産の効率を向上させることは、建設産業の再生に欠かせないものである。ここで必要

なことは、「ものづくり産業」としての建設業を対象とする産業政策に潜在していた技術イノベーションとその環境整備を、具体的かつ明示的に示すことである。そして、品確法に基づく技術競争環境を醸成し、ICT/RTの導入基盤等の仕組みづくりによって、建設業の技術イノベーション環境を提供し、安くて高品質の構造物を提供する「ものづくり産業」として脱皮させることにある。

### 3. 明日につなげるために

#### (1) ICT/RT に対する期待

建設生産システムに起きている、あるいは今後起きるであろう変化に柔軟に対応していくには、関係者相互が情報を共有し、それぞれの責任において適切に対応できるような環境整備が必要である。この基本となるものが「情報の共有」であり、それを可能にするデータベース相互の融通性の確保が必要である。

企画・設計・施工・管理のライフサイクルを横軸、それぞれの段階での関係者の関係を縦軸とすると、建設生産にかかる共有は縦軸の共有といえる。そして、横軸での共有化においては、設計情報とともに、時間情報、施工情報、投入資源情報などを統合したデータベースの一形態ともいえる次世代CADが有効であると考ええる。

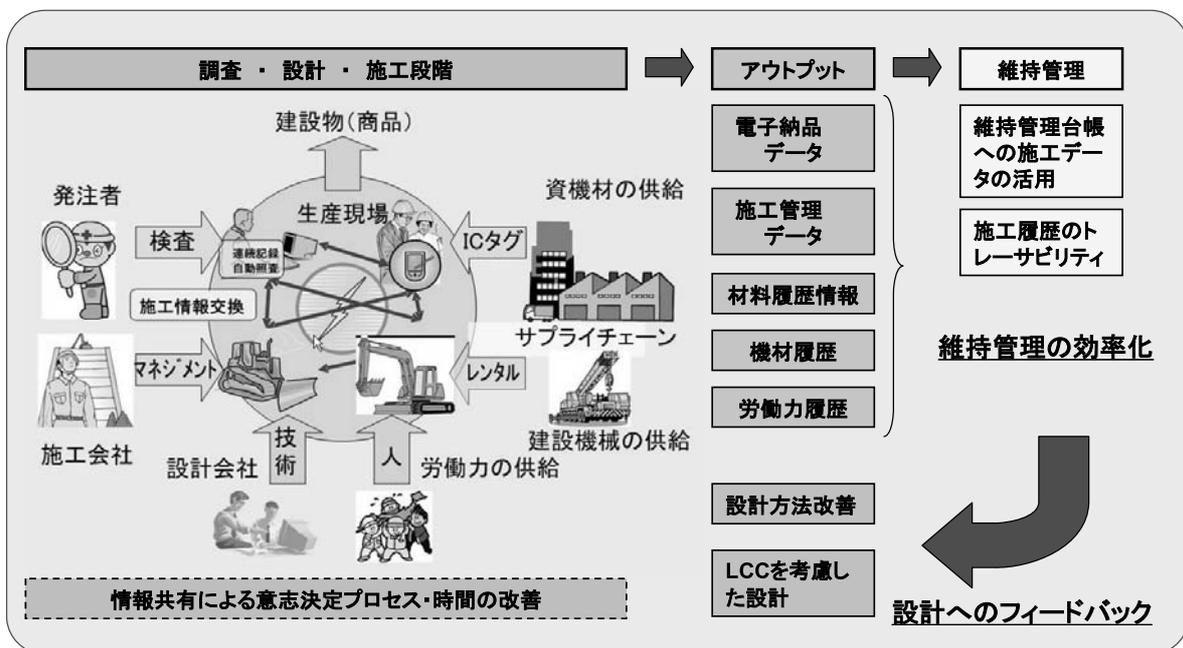
従来は、同じ設計思想の下で構築されたデータベースしか相互運用ができなかったが、情報の記述形式が

標準化されたことにより、データ要素の共通的な定義や対応に関する情報（メタデータ・レジストリなど）の整備によって相互運用が可能になっている。多数のステークホルダーが関係する建設分野におけるメタデータ・レジストリの構築、次世代CADの標準化とこれらの導入を進めることが、多くの企業が参画して初めて実現する建設現場における「新しいパートナーシップの構築」の基盤整備として求められる。

#### (2) 建設生産システムの改革

建設生産システムの改革は、建設生産に関わり、建設生産を担う関係者が、相互の連携を強化し、十分にその能力を発揮することにつながるものでなければならない。「機能・役割分担の多様化」は、専門工事業の特化、元下関係の重層化、契約関係などにとどまらず、現場で行われる工程間の調整、建設機械そのものに測量機能を具備することによる機器機能の複合化や、現場における作業相互の関係にまで及んでいる。縦軸の機能・役割分担の多様化は、施工段階にとどまることなく、横軸の各段階においても発生している。

縦軸においては、関係者が個々に独立して最善を目指す部分最適化では限界があり、相互に連携しながら、総合的な品質の向上、コストの縮減が追及されなければならない。このことは、「コスト縮減」から「コスト構造改革」に、「価格競争」から「総合評価」に変わったことに端的に現れている。そして、関係者が同じ情報を共有することによって、各主体の責務の的確な遂行、相互に対等な関係を構築でき、片務性の排除、



図—3 情報技術による施工現場の改革

公正かつ透明な競争環境の整備にも資することにもつながる。品質は、建設工事に参加する人々の一つ一つの作業、資材などの積み上げで達成されるものであり、コストも同様である。関係者が情報を共有し、同じ目的意識を持つことが求められる。

また、適正な施工を確保するには、技術者・技能者が能力を発揮する環境を提供することも重要である。このため、最新の ICT 技術を用いたマネジメント支援システムの構築とともに新技術を導入しやすくする制度設計が求められる。例えば、関係者が、品質やコストの基礎となる全ての作業・工程にバーチャルで参画できる情報化施工を前提とすることで、新技術導入における品質の懸念が軽減できると考える。そこで、ICT/RT の導入基盤となる標準化、技術基準の改定等を行うとともに、新技術活用支援システム等の制度を強化、発展させることが求められる。

横軸の機能・役割分担の多様化は、企画・設計・施工・管理といったライフサイクルにおいても発生している。例えば、エレベータの製造・設置と点検・補修といった横軸において、機能・役割分担の多様化が発生している。規格化され、大量に生産される自動車においては、整備業者とユーザの直接的な関係に比べて、メーカーとユーザの関係は間接的であるが、リコールはもちろん、良い製品の再生産には、ユーザとメーカーの情報共有は不可欠である。建設物や建設機械においても、建設物の維持・管理が新たなサービス提供を可能とし、改良が商品の再生産と同じ意味を持つことを考えれば、横軸での役割の多様化、共有化は、ますます重要になってくると推察できる。

#### 4. 未来へ

ヒエラルキーからリゾームへと進む変化は、人類の歴史において、国際関係、経済活動、人と人との関係、そして情報システムに至るまで、過去にも、現在でも

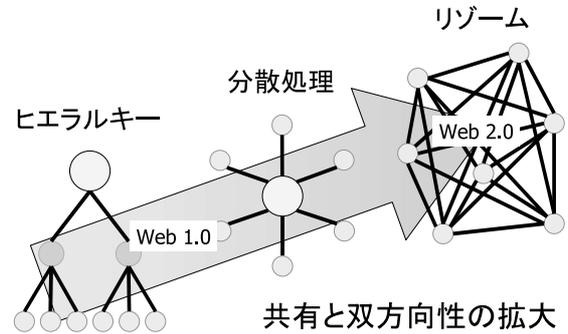


図-4 秩序形態の変化

多く見られる。ICT/RT は、組織構造、社会構造などがヒエラルキーからリゾームへと変革が進む中で、一方向の WEB1.0 から、全ての参加者が受信者であると同時に発信者となる Web2.0 へと情報分野の変革が進む中で、これらの変化を支え、実現してきた。建設生産システムにおいても、参加者の機能・役割が多様化している中で、ICT/RT を基礎とし、活用していくことで、変革を実現することができると思う。

日本の QCM が、ICT/RT を活用したコンカレントエンジニアリングを基礎として、製品の品質にとどまることなく、製造現場の効率化にとどまることなく、経営層を含めた生産システム全体の改革に果たした役割に、もう一度注目したい。建設を取り巻く環境の変化は、次代へ進むチャンスでもある。技術イノベーションこそが、その扉を開きうる。技術と建設生産の改革に携わる方々がその技術情報を交換し、技術研鑽をする場が求められる。

JICMA

#### [筆者紹介]

村松 敏光 (むらまつ としみつ)  
国土交通省 総合政策局  
建設施工企画課長

# Hi-OSS によるリサイクルソリューション提案

草木 貴 巳

日立建機では日立オンサイトスクリーニング&ソリューション【Hi-OSS（ハイオス）（商標登録済）】によるリサイクル提案活動を行っている。

このシステムはお客様の現場での諸条件に応じて建設機械類を組み合わせることで現場内（オンサイト）における最適システムを構築し、ゼロエミッションを目指すものである。Hi-OSSにより最適なシステムを構築するのに必要であれば他社製品もいとわずに採用する。この柔軟な発想がHi-OSSの求めるソリューション提案である。

中核をなす機械装置のほとんどがクローラを履いた自走式の機械であるため、設置が容易で場所を問わず処理後の撤去作業もスムーズに行える特徴を有している。

キーワード：環境，環境シミュレーション，産業廃棄物，リサイクル，クラッシャ，土壌汚染

## 1. はじめに

産業活動を行う上で環境配慮は避けて通れない経営課題となってきた。近年、大気汚染や水質汚濁、不法投棄あるいは土壌汚染等による深刻な社会問題が顕在化している。特に大規模不法投棄現場の廃棄物の撤去や、最終処分場のリニューアルをどう進めるかが大きな課題となっている。この処理システムとして注目を集めているのが、弊社が提案するHi-OSSである。Hi-OSSは不法投棄現場処理や解体現場で発生する建設系廃棄物の現場でのリサイクル、あるいは土木現場の現位置での土のリサイクル利用等、様々な現場で多くの自走式リサイクル機械が活躍している<sup>1)</sup>。すなわち「どこでもHi-OSS」である（図—1）。

自走式リサイクル機械は建設機械の足回りであるクローラを装備した各種処理装置を示す。この中にはコンクリート塊（コンガラ）を破碎するクラッシャ、木材をチップ化する木材リサイクラ、土砂や碎石のサイズを選別するスクリーン、建設残土を土木資材によみがえらせる土質改良機等がある。

このような機械装置はトレーラで現場に持ち込みその現場で処理できるのが最大の特徴となっている。これは弊社が長年製造販売してきた油圧ショベルで培ってきた油圧技術から成り立っている。これら装置群の開発の背景には油圧ショベルを基本ベースとして作業目的に合った応用開発技術や油圧ショベルのアタッチメントである破碎機等を開発してきた経緯が挙げられる。以下に様々な現場にて活躍する「どこでもHi-OSS」を紹介する。

## 2. 不法投棄現場でのHi-OSS事例

このHi-OSS誕生のきっかけとなったのが、以下に述べる青森・岩手県境の不法投棄現場での処理システムである。

のどかな田園風景が広がる岩手県二戸市。青森県と県境をはさんだこの一帯に、産業廃棄物の不法投棄が確認されたのは1999年。面積27ha、投棄量は約82万トン（図—2）。そのほとんどが、500km以上も離れた首都圏から運び込まれたものだった。



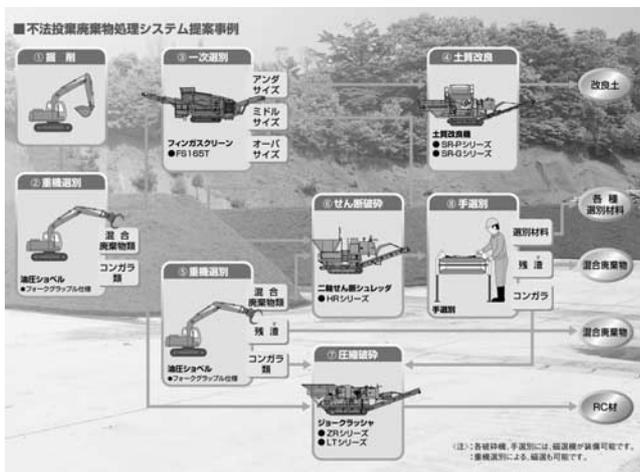
図—1 様々な現場で活躍する「どこでもHi-OSS」



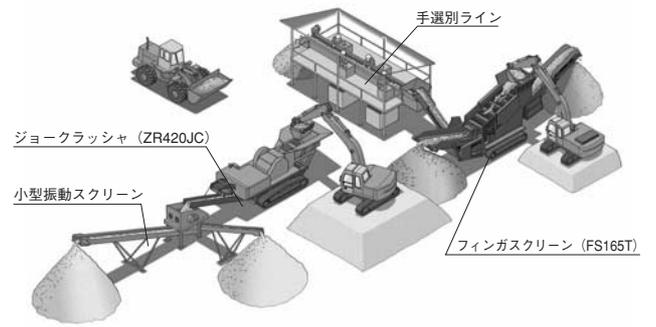
図一 青森・岩手不法投棄現場（岩手県側）



図一 日立フィンガススクリーン FS165T



図一 不法投棄処理システムフロー



図一 造成現場内での廃棄物のリサイクルシステム例

### 3. 造成現場での Hi-OSS 事例

岩手県では 18 万 8 千トンもの廃棄物の全量撤去の方針を打ち出し、可能な限りマテリアルリサイクルを目指していた。

採用された Hi-OSS は現場内選別システム（図一 3）として 2005 年 4 月から稼働を開始し、重機での粗選別、石灰混合処理、養生工程を経て、フィンガススクリーン（図一 4）による選別、さらには手選別を行い、大型廃棄物、廃プラスチック、破碎不適合物、金属くず、土砂混じり廃棄物の 5 種類に仕分けされる。廃プラスチック類は 2 軸せん断シュレツダにより 50 mm 以下に細断される。処理能力は、150 t / 日で、2010 年 3 月までに全量を処理する計画である。今日現在まで処理システムは順調に稼働し、全体の 36 % 処理が終了している。

従来こうした産業廃棄物は焼却処分や最終処分場に持ち込まれるのが一般的であった。が、この例のようにリサイクルが可能となれば全国に 1100 万トン眠るとされている不法投棄産業廃棄物の処理が大きく加速されるであろう。本事例のように Hi-OSS の実力を十分に示せたのは良い機会であったといえる。

近年、都市部の再開発が始まっている。この場面では建物解体時に発生するコンガラの減容化及び現場内再利用のニーズが解体業者の間で顕在化している。

現場内を自由自在に動き回る自走式の破碎機が自走式リサイクル機の原点となった。<sup>1)</sup>

このように自走式リサイクル機を用いる Hi-OSS の利点はコンガラの処理にとどまらず、最大の特徴である“オンサイト”つまり現場で発生する処理対象物を現場内から持ち出さず、現場内で再利用することすなわち“ゼロエミッション”を目指すという点にある。

造成現場に目を向けてみると、静岡県浜松市（旧：浜北市）の宅地造成現場に埋まっていた廃棄物混じり残土 1 万 8,500 m<sup>3</sup> の処理は Hi-OSS の採用により環境復旧工事が施工された（図一 5）。廃棄物の構成は残土が 78.4 %、コンガラ 17.1 %、廃プラスチック 2.7 %、木屑 1.7 %、金属くず 0.1 % であった。残土の含水率が高く、通常のスクリーンでは目詰まりするところであるが、前処理として生石灰処理で含水率を下げた後、フィンガススクリーンで 3 分級し、手選別ラインを設け廃棄物ごとに選り分け、コンガラはクラッシ



図一六 碎石現場で活躍するロコリンクシステム

ヤにて破碎処理した。この結果、全体の95.5%を現場内での路盤材、埋め戻し材として再利用することができた。そして、最終処分したのは残り4.5%に過ぎなかった。

この事例のような宅地造成現場あるいは道路造成現場の環境復旧工事も今後ますます出てくるように思われる。現場内に埋まっていたものを、現場資材として再利用できることで効率の良い、低コストでの造成工事が実現できる。また、場外搬出量が減少したことにより輸送に費やす燃料からのCO<sub>2</sub>排出量の削減効果も大きい。

#### 4. 碎石現場での Hi-OSS 事例

今まで自走式クラッシャを用いたコンガラのリサイクルについて述べてきたが、弊社が提案する「どこでも Hi-OSS」は碎石現場にも採用されている。碎石現場でも大塊状の原石に商品価値をつけるために、破碎・粒度調整は必要不可欠である。今までは固定式プラントが主流であり、切り出した石を前記プラントまでダンプなどで運搬し、破碎処理していた。

Hi-OSS では発破後の切羽に自走式クラッシャが移動し、それと同時にクラッシャにコンベヤシステムを組み合わせる。これをロコリンクシステムという（図一六）。切り出した石をクラッシャに投入すると搬出された碎石はコンベヤで次工程ヤードまで自動搬出される。クラッシャは自走式なので、作業が進むにつれ投入機と共に移動する。このときコンベヤシステムも連動して移動し、最終ヤードまでの碎石のダンプ移動が不要になる。したがって、ダンプに対するコストが不要となり経済効果が期待できる。さらにダンプが使用する燃料も不要となるため、その分CO<sub>2</sub>の排出が



図一七 築堤工事で活躍する土質改良機 SR-G2000

削減できる。

#### 5. 災害現場での Hi-OSS 事例

次に、災害現場での「どこでも Hi-OSS」事例を紹介する。2003年7月の宮城県北部、2004年10月の中越地方で起こった地震では、河川堤防が陥没、崩壊を引き起こした。その復旧のため緊急工事が行われた（図一七）。この作業に活躍したのが弊社の土質改良機 SR-G2000 を中心とした Hi-OSS である。崩壊した土砂をバックホウで掘削し、現場内で生石灰混合により改良することで、その改良土を新しい堤体へと再生し堤防機能を復元できた。

また、場外で土砂を積んで走り回るダンプが減少したことも周辺への環境配慮型の施工といえる。

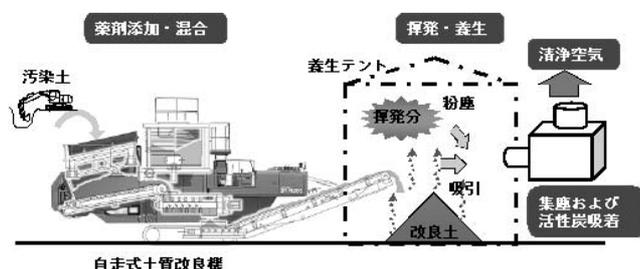
この事例以外にも、鹿児島県桜島の火山防砂工事において、砂防堰堤の内部材として現地発生土を活用したソイルセメントを製造する工事にも採用された。

このように Hi-OSS の柔軟性、機動性は災害現場においてもそのパフォーマンスを発揮し社会貢献に役立っている。

#### 6. 土壌浄化における Hi-OSS 事例

2002年に“土壌浄化対策法”が施行され、工場や建設現場等の土地所有者に土壌汚染の調査や汚染の暴露防止が義務付けられた。汚染物質が流出すると土壌や地下水を汚染する。土壌汚染がある場合、その土地の資産価値は下がる。特に、不動産を買収する場合や不動産の時価を厳密に評価しなおす場合には土壌汚染の調査と浄化は避けて通れなくなる。

弊社ではいち早くこの土壌汚染浄化に取り組み、技術開発、ノウハウの積み上げを行ってきた。この土壌汚染対策にも Hi-OSS 提案を取り入れガソリンスタン



図一 8 SR-P1200 を用いた現場内での土壌浄化施工の例

下の跡地浄化 (SS ソリューション), 工場跡地の浄化施工 (工場跡地ソリューション), 射撃場の鉛浄化を現位置 (オンサイト) で行うソリューションなど「どこでも Hi-OSS」のバリエーションを増やしている<sup>2)</sup>。

汚染物質には重金属, 揮発性有機化合物 (VOC) 油等がある。土壌汚染の場合には汚染対象物, 汚染レベル, 処理土量が異なるためケース毎に特殊処理することが多い。

このため機動力や柔軟性のある「どこでも Hi-OSS」に注目が集まっている。オンサイト工法ではダンプ等により対象となる土砂を全量場外に持ち出す必要が無いので, 道路交通上の安全面および CO<sub>2</sub> の排出等の環境面での効果がある。

また, 土壌浄化施工の場合には汚染土壌に何らかの添加剤を混合する場合がほとんどである。Hi-OSS の中核となるのが自走式土質改良機 SR-P1200 である (図一 8)。図では VOC の処理を行っている例を示している。この機械は混合性能の優れたパドルミキサと土量を直接計測するコンベヤスケールを備え, 土砂と添加材を高精度に混合できる。したがって, 余分な添加剤を使用しなくて済むので, 効率と経済性を合わせて向上できる。この Hi-OSS による土壌浄化も数多くの実績を上げており社会に対する貢献度は高いと考えている。

## 7. 農林分野での Hi-OSS 事例

農林分野でも Hi-OSS は活躍している。林業分野では不要な木材の現場処理に活用されている。例えば間伐材, 抜根処理がそれにあたる。今までは間伐材, 抜根は作業現場で放棄され集中豪雨などで流出し河川やダム等で問題視されていたが, 日立木材リサイクラおよび油圧ショベルベースの高機能林業機械の組み合わせによる Hi-OSS を用いれば間伐材や抜根を現場でチップ化し, マルチング材として再利用することで, その保水効果や雑草の生育抑制, それに伴う森林の生育助長による治水効果等, 自然環境や生活環境の向上に



図一 9 木材チップ堆肥化作業現場

役立っている。

チップを生産する目的の一つとしてはその堆肥化もある。自然界では廃木が土に戻るまでにはかなりの時間を要していた。現在では廃木材が土に戻るまでの時間は確保できない。早期に堆肥にするには原料となる廃木材を細かく破碎し, 粒度調整を行うことで良質の堆肥を生産する。林業から農業へ繋がるこういったサイクルの中にも日立建機の「どこでも Hi-OSS」が活躍している (図一 9)。

また, 昨今盛んに叫ばれているバイオマスについても, 木材資源のチップ化が重要なファクタとなる。ボイラ発電, メタンガス精製には効率良い生産性を確保する為に, チップ化とその粒度調整が不可欠である。Hi-OSS は自走式木材リサイクラと自走式スクリーンを組み合わせ, お客様が必要とする製品を生産する仕組みを提供できる。循環型社会の中においても Hi-OSS は多くの可能性を秘めていると考える。

## 8. CO<sub>2</sub> 排出シミュレータ

ここまでで紹介した事例では“オンサイト”で作業し, リサイクルできるものは極力リサイクルするという工法であるので, 場外搬出量の最小限化とバージン材の搬入の最小限化が可能となり, 横持ち費用, その為のエネルギー投入量の節減, さらには排気ガス排出量の低減, すなわち温室効果ガスの大気中への排出量抑制効果があることは明白である。

事例として述べた浜松市の場合はすべて場外に運び出して廃棄物として処分する場合に比べて, 運搬が大きく減ることにより大幅なコスト削減が実現でき, 総エネルギー投入量で 157 万 kWh (80%) が節約され, CO<sub>2</sub> 排出量では 176 t (53%) もの削減が可能であると試算できる。埋め戻しにバージン材を別途購入することを考えれば, コスト削減効果はさらに大きくなる

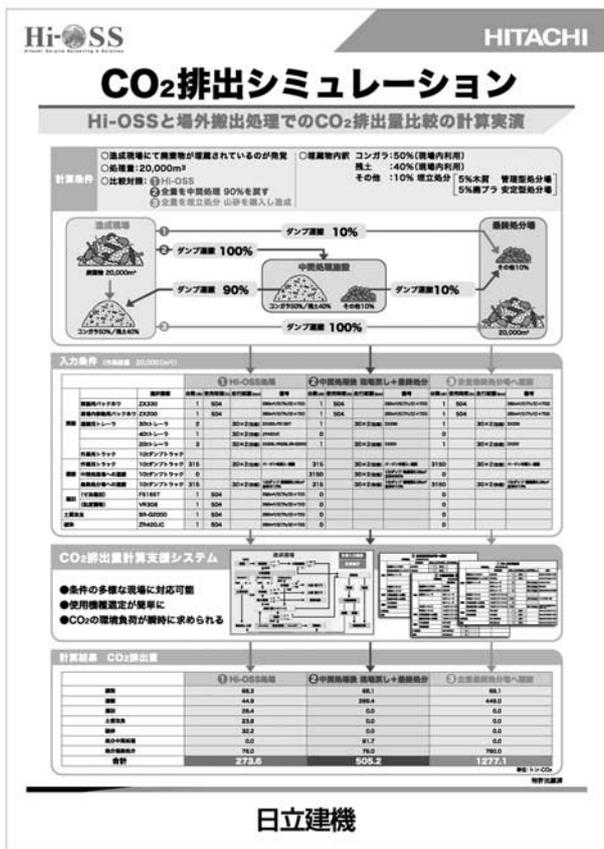


図-10 CO<sub>2</sub>排出シミュレーション

はずである。また、輸送量が少なくなるということは、沿線の交通量の増加も押さえられ住民への負担を押さえる効果となる。

また、弊社では作業内容・使用重機・工期に応じた全体工程のCO<sub>2</sub>排出量のシミュレーションプログラムを開発しお客様へのHi-OSS提案の重要なツールとしている(図-10)。

これは、

- ①可能な限り現場内で再利用する場合
- ②全量を中間処理場へ搬出し、処理したりサイクル材として現場に戻し使用する場合
- ③最終処分場へ搬出し、埋立処分する場合

のそれぞれの作業工程におけるCO<sub>2</sub>の排出量を比

較・検討できるツールである。条件にもよるが、Hi-OSSの環境負荷低減が目に見える形になる。

このようにHi-OSSの採用によりコスト・環境負荷の両面でメリットがあることがわかる。

### 9. おわりに

いくつかの事例を紹介したが、弊社が提案する「どこでもHi-OSS」は廃棄物処理現場のみならず様々な現場で数多く採用されている。私たちは施工の効率向上とゼロエミッションを目指し、この「どこでもHi-OSS」の普及のためCO<sub>2</sub>排出シミュレータ等のツールを活用してお客様の事業計画や現場条件を配慮したコンサルティング活動を強化してゆきたい。

また、Hi-OSSでは油圧ショベルに代表される汎用機も稼働するが、日立建機は環境に配慮した排気ガス3次規制をクリアした新型ZX(油圧ショベル)や新型ZW(ホイールローダ)シリーズを市場投入し、さらには電動駆動ショベルの開発やリサイクル機械の電動化等環境に配慮した技術開発も日々続けている。今後、「どこでもHi-OSS」が更なる進化を遂げ、真の価値を提供し社会に貢献できるよう努力を続けてゆく所存である。

以上。

JICMA

#### 《参考文献》

- 1) 日立建機(株) 木川理二郎:リサイクル技術の開発で環境問題解決に貢献, 環境ソリューション企業総覧2006年度版 Vol.6, 日本工業新聞社, PP.378-383
- 2) 日立建機(株) 橋本久儀:“オンサイト浄化技術, 環境浄化技術, 日本工業出版 第4巻第9号

#### 【筆者紹介】

草木 貴巳(くさき たかみ)  
 日立建機株式会社  
 営業本部 Hi-OSS推進部  
 営業課長



# コンタミネーションコントロール ～世界最高品質の5★認定工場を目指して～

飯田 哲也

建設機械の油圧システムの高圧化・精密化にともない、その内部を流れる作動油の清浄度を高いレベルで管理することが重要になっている。建設機械は常に泥や砂、埃の中で作業をしており、これらの汚染物質から機械を守ることで、機械性能を維持し、故障を防がなければならない。

本報文ではその管理方法と取り組みについて紹介する。

キーワード：高圧化、精密化、油圧システム、作動油管理、整理整頓、清掃

## 1. はじめに

近年の建設機械のほとんどに油圧システムが使用されている。これらの油圧システムは、施工の効率化を図る重要な装置であり、その性能を最大限に引き出すため油圧システムの高圧化が急速に進んでいる。これは図-1に示した油圧ショベルのパイロットリリーフ圧設定値の推移を見ても分かる。

また高圧化に耐えられるようなシステムにするため、システム内部の各部品のクリアランス（間隔）も小さく、これまで以上に部品の精密度が要求されている。このような状況において、油圧システム内部を流れている作動油の重要性がますます高まっている。

油圧システム内部を流れる作動油は、人間で例えると体内を流れる血液のようなものであり、もし私たちの血液にバイキンが入ると、発熱や嘔吐、倦怠感などの症状が出て、そのまま放置すれば取り返しのつかないことになるのと同様に、建設機械でも作動油に不純物が混合すると、機械性能に著しく影響を及ぼす。

建設機械が稼動する施工現場においては、常に砂、

泥、埃、水といった汚染物質にさらされているのに加えて、油圧システムが作動するときに内部で発生する摩耗金属も、システムに悪影響を及ぼす要因のひとつである。

新キャタピラー三菱株式会社（以下、当社）は、このような汚染物質を総称してコンタミネーション（Contamination 以下：コンタミと略す）と呼んでおり、これらの物質を建設機械の油圧システムから排除することで、お客様が当社の建設機械をいつでも安心して使用していただけるように全社一丸となって取り組んでいる。

今回は、当社のコンタミに対する取り組み状況とその管理方法について紹介をする。

## 2. コンタミは機械の大敵

コンタミが油圧システム内部に侵入すると、それを起因として摩耗が発生する。例えば油圧シリンダー内部にコンタミが混入すると、シリンダーの伸縮部分にコンタミが噛み込んで、シリンダーロッドの表面が傷つけられる。そこから作動油漏れが発生すると、外部に漏れた作動油が新たなコンタミの侵入を促したり、また摩耗したシリンダーロッド自体がコンタミになることで、他の油圧システムに悪影響を及ぼす原因となる。油圧システム内部の損傷は、結果として機械の性能低下を引き起こし作業効率が悪化したり、油圧システムに故障を引き起こすなど、場合によってはマシンダウンにつながる重大な故障の原因となる。このようにコンタミは建設機械にとって大敵であり、排除しなければならない汚染物質である。

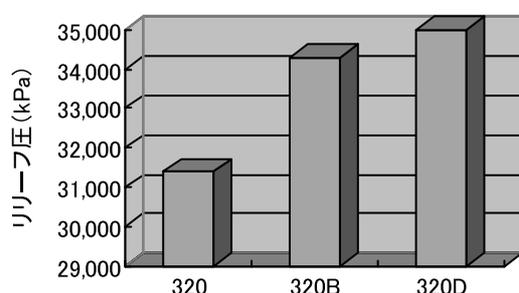


図-1 20tクラス油圧ショベルのパイロットリリーフ圧設定値の推移

通常、油圧システムに侵入したコンタミは、大きさが25ミクロン以上（1ミクロンは1ミリの1000分の1）のものは機械本体のフィルターで除去される。また12ミクロン以下になると、ほとんどがシステムを素通りするため、悪影響を及ぼす確率は非常に低い。油圧システムに影響を与えるコンタミの大きさは12～20ミクロンと言われており、例えば人間の毛髪の直径が約80ミクロン、また人の裸眼で見える最小の大きさが40ミクロンなので、通常コンタミは私達の目に見えない状態で存在している。

当社は以前より油圧システムからこのようなコンタミを取り除こうと努力してきたが、常にお客様の機械の性能を維持しつづけていくためには、コンタミをより高いレベルで管理（コントロール）しなければならない。そこで現在、米国キャタピラー社を中心に、グループ各社の工場や修理現場で取り組まれているのが『コンタミネーションコントロール（Contamination Control 以下CCと略す）』である。

### 3. CCの取り組み

コンタミを排除するためには、侵入経路を把握して、それを断つか、あるいは侵入したコンタミをできるだけ早く取り除く以外に方法はない。コンタミが油圧システムに侵入する原因は、作動油交換や油圧ホース交換といった修理/メンテナンスを行うときに、長時間油圧システムを開放することである。このような場合にできるだけコンタミが侵入しないように十分に配慮をする、これがCCの取り組みである。

CCには100項目近くもの評価基準（ガイドライン）があり、それを基に定期的にサービス工場・サービスカー・修理やメンテナンス方法などの評価を実施している。以下に代表的な評価項目を示す。

#### (1) 社内教育の徹底

取り組みに当たって、まずは全社の意思統一を図る。修理やメンテナンスを担当するサービスメカニックだけでなく、セールスマンや管理者へCCの必要性と取り組み方法を説明し、その後は定期的に取り組み状況や今後の計画についてミーティングを実施する。

#### (2) 洗車場の設備

工場で建設機械を修理する前に、工場内にコンタミを持ち込まないように、機械に付着した泥や油をきれいに除去する。洗車装置の性能だけでなく、洗車場の清掃、排出された泥や油の処理方法なども評価の対象としている（写真—1）。

#### (3) 工場設備

洗車された建設機械を搬入する工場は、外部からのコンタミの侵入を防ぎ、内部で発生するコンタミを排除する設備を整えている（写真—2）。また工場内設備や工具の整理整頓、清掃を徹底している。

写真—3にあるように、工場内の床面はコーティングされ、オイルがこぼれても染み込まないようにしている。また、境界線を設けることで、工具類の整理整頓、安全エリアの確保を実施している。作業台は埃の目立つ色にして、汚れたらすぐにふき取るようにしている。

グラインダーを設置する場合は、機械の分解や組立をするエリアとは隔離するか、同じエリアに設置する場合は外部に粉塵が飛散しないように、カバーを設置する。

#### (4) 作業における取り組み

本章の冒頭でも述べたとおり、コンタミがシステム内部へ侵入する原因のほとんどが、修理/メンテナン



写真—1 洗車場



写真—2 工場入口

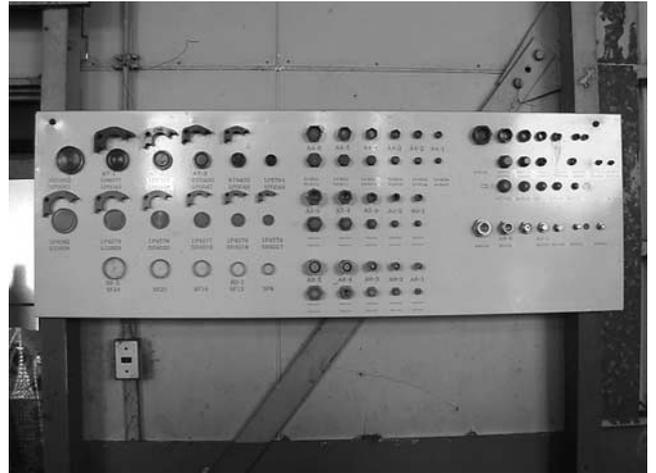
スでシステムを開放するときであり、この項目が一番重要視されている。中でも油圧ラインに対しては徹底した管理を実施しており、修理/メンテナンスのために油圧ラインを切り離す際には必ずキャップやプラグをつけるようにしている（写真—4）。キャップやプラグは、コンタミの付着を防ぐため、引き出しや密閉された容器に保管し、使用する際に大きさが一目でわかるようなサンプル一覧を掲載するなど、工夫が施されている（写真—5）。

油圧ホースやチューブの分解・組立の際は、特製のホースクリーナーで発泡スチロールの弾丸を通過させて、ホース内部をしっかりと清掃する。特に新品のホースは、口金を取り付ける際に内部にコンタミが混入しやすいため、必ずホースクリーナーで清掃することを徹底している（写真—6）。

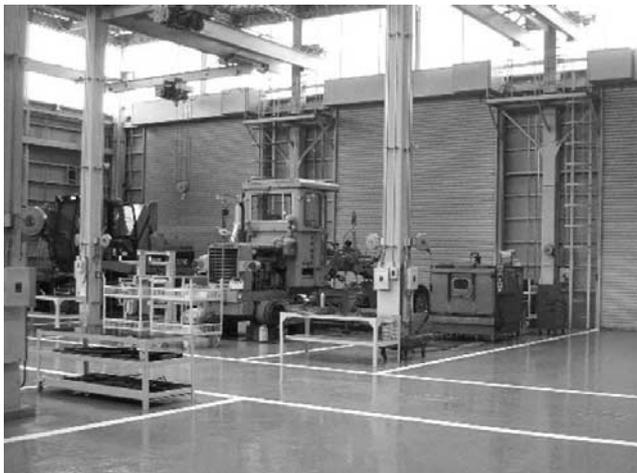
また油機部品に限らず、新品の部品や分解された部品をコンタミから守るため、組立直前までビニールシートやラップに包んで保管をしている（写真—7）。

### (5) 部品倉庫の管理

部品倉庫内のすべての部品は、使用されるまで箱やパッケージで保護されているか、コンタミが侵入しないように引き出し内に入れる、あるいはビニールカバーで覆われた棚で保管される。また、倉庫内は常に整



写真—5 油圧プラグ早見表



写真—3 工場設備



写真—6 ホースクリーナー



写真—4 油圧ラインキャップ



写真—7 分解部品の保管

理整頓され、通路に部品が置いてあってはならない。清掃も頻繁に行われ、床面だけでなくすべての棚も埃がないように徹底している（写真—8）。

#### （6）オイルの管理

機械で使用されているオイルは一定間隔でサンプリングされ、当社が提供する SOS（Scheduled Oil Sampling：オイル分析サービス）にて分析が行われる。オイル内のコンタミはもちろんのこと、金属摩耗粉からどの部品がどれくらい摩耗しているか、過去から蓄積されたデータベースより導き出される。コンタミや摩耗粉の数値が規定値を上回った場合は早急にオイル交換が実施される。

また、油圧機器の修理を行った後には、必ず『オイルフラッシング』を実施する。『オイルフラッシング』とは、専用ポンプを使用し作動油を循環させて、非常に目の細かいフィルターでコンタミや摩耗粉を除去するサービスのことである（写真—9）。

## 4. 評価方法

以上のような評価項目を元に、現在全国グループ工場のすべて（約 90 拠点）にて CC を推進している。評価の方法は、それぞれの基準の達成度を計算して、5 段階の★（スター）で表しており、5★（ファイブ・スター）を最も高い評価としている。この最高クラス 5★を獲得したサービス工場は、世界最高品質のサービスを提供できる工場として、認定書を授与して



写真—8 部品倉庫



写真—9 オイルフラッシング

いる。現在、全国のグループ販売店で 5ヶ所のサービス工場が 5★を獲得しており、今後も増加していく予定である。

これまで汚れているのが当たり前と考えられていた建設機械のサービス工場が、お客様の機械の性能や品質を一番に考え、これほどまでに徹底して CC に取り組んでいることに対して、お客様からも非常に高い評価をいただいている。

## 5. おわりに

今回ご紹介した CC への取り組みはごく一部であるが、基本的な概念は、クリーンな環境、クリーンなパーツ、クリーンなオイルで、クリーンなサービスを提供することである。取り組み内容は、どの工場でも実施していることかもしれないが、継続して維持しつづけることが重要と考える。キャタピラーグループは今後もお客様の建設機械の性能を維持しつづけて、安定したサービスを提供することをお約束したい。 **JICMA**

#### 【筆者紹介】

飯田 哲也（いいた てつや）  
新キャタピラー三菱株式会社  
プロダクトサポート部  
プロダクトサポート商品企画 GP



# 建設機械における GPS 活用と展開

## —建設機械遠隔管理システム—

笠原 時次

建設機械遠隔管理システムとは、車両に内蔵されたエンジンや油圧のコントローラなどの情報あるいは、センサーからの情報を、GPSなどの位置情報と共に衛星通信や携帯電話回線、インターネットなどの通信インフラを利用して、それらの情報を元に各種の車両管理支援を実施していくツールである。本報文は、これらのデータを使った顧客へのサービスについて述べる。

キーワード：建設機械遠隔管理システム、GPS、ライフサイクルコスト、IT、顧客サービス

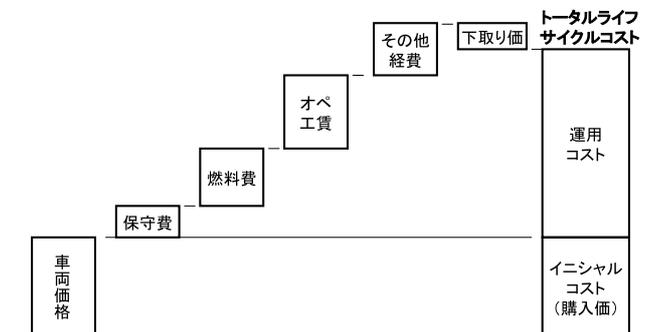
### 1. はじめに

近年、衛星通信、携帯電話、インターネット通信などの通信インフラの発展は著しく、医療、流通、教育などの各種サービス産業では、つい10年ほど前までは不可能と思われた通信サービスが、急激に、ごく一般的かつ当たり前の時代になっている。本誌でも毎回号で必ず何らかの記事が投稿されている様に、建設機械業界でも各社如何にこれらのIT技術を駆使して顧客サービスの向上に努めて行くか、すなわち、ITによる施工技術支援やプロダクトサポート面での差別化が今後の建設機械メーカーとしての生き残りをかける鍵といっても過言ではない。今までの様に、単に良い商品あるいは性能を提供するだけでは、お客様の満足を得るのは難しくなっている。すなわち、如何に良い商品を提供しても、オペレータの使い方、車両のメンテナンス状況などによっては、メーカーの品質向上の努力は徒労に終わってしまう可能性があるからである。

お客様にとっては車両のライフサイクルの中で、如何に低いオペレーティングコストで高い作業量を創出するか、また、車両の残存価値を高めるかなど、同業各社間で必死に競争を行っており、その中で、メーカーだからこそ、その様な活動を支援できる分野がある。ここでは、車両遠隔管理技術の仕組みそのものは、既に一般常識になっているので、それらのツールを利用した顧客支援などの方法について考えてみたい。

### 2. 車両のライフサイクルとは

ライフサイクルとは、お客様にとっての車両の購入



図—1 一般的な車両ライフサイクルコストの構成

から下取り売却までのサイクルを示し、車両の一生で、どれだけのコストが掛かるかを示す指標として、ライフサイクルコストというものがある(図—1)。

一般的には、これはO&O(Operating & Owning)コストと言われているが、ここで、如何に運用コストを下げ、下取り価を上げるかが視点になる。更に、このコストに対して、マイニングユーザなどでは生産量(作業量)を高めることにより、生産コストを下げる事が要求される。これらの関係は下記の算式で表される。

$$\langle \text{生産コスト (円/Ton)} \rangle =$$

$$\langle \text{O\&O コスト (円/Hr)} \rangle / \langle \text{生産量 (Ton/Hr)} \rangle$$

### 3. 一般的なシステム概要

GPS衛星より位置情報を取り込み、車両に内蔵されたエンジンや油圧のコントローラなどの情報あるいは、センサーからの情報などと共に、衛星あるいは携帯電話などの通信回線網を介して車両のデータサーバ

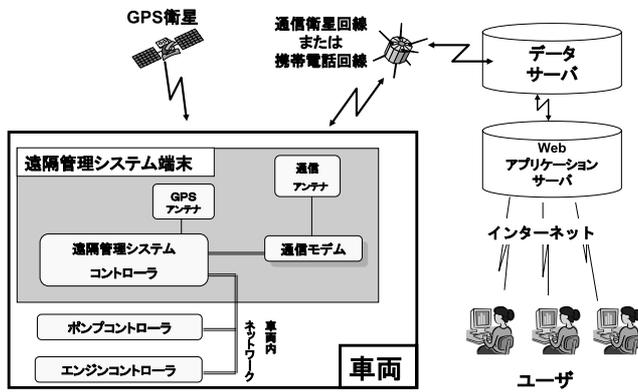


図-2 システム概略イメージ

にそれらの情報を蓄積し、Webアプリケーションにより情報を解析して、サービス代理店や顧客が活用できるものにしてインターネットなどで配信する。更に緊急性を必要とする情報などは携帯電話などにメールで個別にお知らせするといったものが一般的である(図-2)。

市場には、このようなシステムを提供するのは、建機メーカーのみならず、沢山のサードパーティの会社があるが、位置情報や稼働時間情報を提供するのみに留まっているものが大多数である。何故ならば、図-2に示すポンプやエンジンコントローラからの情報の抽出は建機メーカーからのシステム開示が必要となるが、これらの情報は建機メーカーにとっては車両そのものの心臓部分でもあるので、開示はされない為である。

取得情報としては、車両に搭載されたコントローラなどにより相違はあるが、一般的には下記項目で代表される(表-1)。

- ①サービスメータ
- ②車両の位置
- ③稼働履歴(稼動マップ)

表-1 取得情報および、Web表示の一例

主な取得情報	Web表示、レポート、メール転送サービス
サービスメータ	毎日、累積稼働時間
車両の位置	現在位置、過去の移動履歴
稼働履歴	日報作成 車両、オペレータの管理
エラー/コーション	車両異常の早期検出
作業時間	作業内容の分析
燃料消費率	省エネレポートの提供
使われ方	作業負荷(使われ方)を把握
燃料残量	毎日の燃料残量を表示
ラジエター水温	ラジエター水温を表示

- ④エラー/コーション
- ⑤燃料消費関連
- ⑥使われ方情報
- ⑦その他

#### 4. 建設機械遠隔管理システムを活用した顧客へのサービス提供

##### (1) 顧客コストの低減提案

以下にこのツールを活用した顧客支援の方策について、図-1に従って、例を示してみる。

##### (a) 保守費の低減

最近では各建機メーカーは保守点検などのサービス契約による、お客様の保守費用の低減などのサービスを提供しているが、基本的に、車両の保守点検のトリガー情報は、「取り扱い説明書」などに示されているように、何時間でオイルの交換を実施しなさいといった、稼働時間(以下サービスメータと呼ぶ)である。昔はこのサービスメータはセールスマンやサービスマンが現場訪問した時に、ついでに実車をチェックして取得していた。これは「車両タッチ率」として、代理店などの活動管理点としていたものである。しかしながら、実際に得られる情報は全体配車の数パーセント程度であり、それも、スポット情報で、今現在はどうかという情報は到底取ることは出来なかった。しかしながら、この遠隔管理システムにより、情報は、ほぼ100%自動的に入手でき、的確な時期に、的確なメンテナンスサービスが可能となった。更に、位置情報なども入手できる為に、計画的な訪問サービスも可能である。

これに加え、最近の車両では、車両そのものにフィルタやオイルの交換時間を管理する仕組みを持っている場合があり、こうした交換時期の情報も遠隔管理システムを通じて把握できるようになってきている。

##### (b) 燃料費の低減

燃料消費を左右するものとしては;

- ①アイドル時間(無作業時間)
- ②過大負荷による油圧リリーフ時間
- ③省エネ運転モードでの運転時間

などがあるが、油圧のコントローラ情報から、①と②については管理でき、エンジンコントローラ情報から、③について実際にオペレータは省エネ運転モードを使用して作業をしているかなどが管理できる。これらの情報からオペレータなどへの運転指導が可能となる。

##### (c) オペレータ工賃の削減

オペレータの時間当たりの工賃の低減などは当然シ

システムでは不可能であるが、車両稼働の効率化などから、同じ工事を短時間で終了させることは、この遠隔管理システムを活用することにより多少は可能である。すなわち、時間当たり作業量の向上を図る手助けである。

例えば、現場内あるいは、他の現場間で、夫々の車両の稼働状況を見ることにより、忙しい現場に車両を移動させるなどのフリート管理が実施できることも一つの手である。更に、上述のアイドリング時間と実作業時間管理などによる、勤怠管理なども可能となる。

**(d) その他経費の低減**

その他経費の中で、盗難保険などが有るが、GPS情報による車両の移動管理が可能となり、予定に無い車両の突然の移動などを検知することにより、盗難の早期発見ができ、更に、エンジンのリモートロックの仕組みと合わせ、盗難抑制を図ることができる。これにより、盗難件数を低減できれば、保険会社などとの交渉で、盗難保険料を低減させることも可能であろう(図-3)。

**(e) 下取り価のアップ**

下取り価の見積もり項目としては、通常では経過年数、サービスメータ、外観などがあるが、この遠隔管理システムを活用することにより、

- ①メンテナンス履歴
- ②使われ方(作業負荷履歴)
- ③故障履歴

などの情報を得ることが出来るようになる為に、外観

に加え、目に見えない内部的な検査も可能となり、シッカリとメンテし、車両を大切に使用していた場合などは、再販のし易さに繋がる為に、バイヤーの好評価を得られる。

**(2) 生産量 (Ton / Hr) の向上提案**

生産量の向上には;

- ①車両そのものの性能アップ
- ②稼働率の向上

があるが、ここでは稼働率に注目すると、稼働率は一般的に下記の算式で管理される。

<稼働率> =

$$\frac{\text{<実稼働時間(Hr)>}}{\text{<計画作業時間(Hr)>}}$$

上記で、計画作業時間と実稼働時間の差は、「メンテナンス時間」と「故障修理時間」がある。すなわち、これらの時間を如何に短縮することが出来るかということになる。

**(a) メンテナンス時間の短縮**

お客様もしくはサービス代理店は車両遠隔管理システムから、各地域に配車されているお客様フリートのメンテナンス時期が管理できるので、それまでのサービスメータの進み具合などから、計画的なメンテナンススケジュールを立てることができ、それに必要な消耗品などの計画的在庫の管理もできる。従って、計画作業時間外を利用したメンテナンスが可能となり、稼働率の確保が行える(図-4)。

**(b) 故障修理時間の短縮**

稼働率の低下に繋がる一番の要因が突発故障事故で

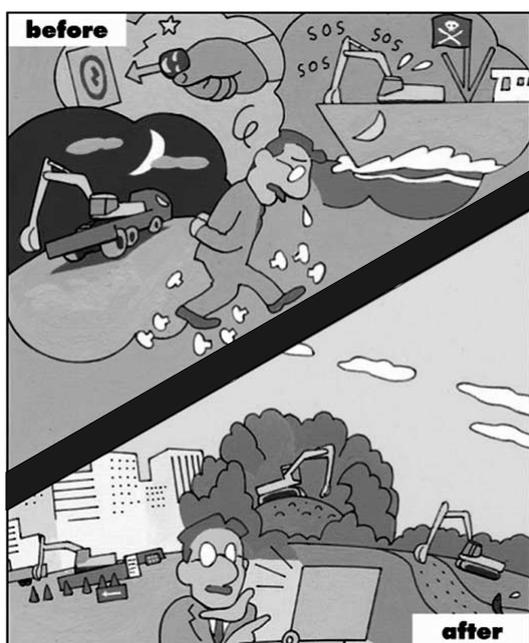


図-3 盗難抑制 (Before & After) イメージ

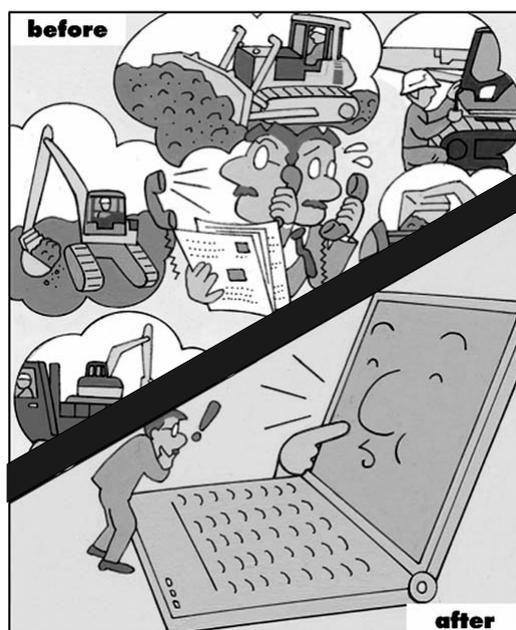


図-4 計画的メンテナンス (Before & After) イメージ

ある。この遠隔管理システムでは、作業機の亀裂などの機械的な故障事故などは遠隔で管理することはできないが、エンジンや油圧、電気系統など車両の心臓・血管・神経に当たる部分に関しては、表-1の様に、エラー情報やコーション情報などにより、ある程度の故障予知が可能であり、重大な故障に発展する前に対応することができる。また、位置情報などから、故障発生時にはサービス代理店のサービスエンジニアは迅速に現場訪問ができ、修理時間の短縮が可能である。

更に、前述した車両の使われ方（運転作業状況）情報などから、過度な過酷作業などがあれば、オペレータに対する操作指導を実施したり、定期的なメンテナンスが実施されていない場合には顧客へのアドバイスを実施するなどして、故障発生率を低下させることも可能である。

## 5. おわりに

以上、本報文では主に顧客の視点に立った、遠隔管理システムのサービスについて述べてきたが、勿論

代理店を含むメーカー側としても、この仕組みを活用することにより今までの業務の進め方が大きく変革していく要素をおおいに含んでいる。従来では喉から手が出るほど欲しかった顧客の現場の状況が、ほぼリアルタイムで入手でき、更には国、地域、機種別に各種情報のフリート解析ができ、メーカーとしても、マーケティング部門のみならず、開発・生産部門にとっても「宝の山」の情報である。

最近「みえる化」という言葉がよく言われているが、まさに、この仕組みは車両稼働現場の「みえる化」の仕組みであり、現場—顧客—代理店—メーカーを直結することが可能となる。

JICMA

### 【筆者紹介】

笠原 時次（かさはら ときつぐ）  
コマツ  
建機マーケティング本部  
KOMTRAX グローバル推進室  
室長



## 橋梁架設工事の積算

——平成 18 年度版——

### ■内 容

国土交通省の土木積算基準、建設機械等損料並びに材料費・労務費の改正等に併せて内容の改訂・補充を行いました。  
主な項目は以下のとおりです。

- (1) 架設用機械損料及び機械設備複合損料の改訂
- (2) 施工歩掛の新規及び一部追加掲載
  - ・歩道橋及び側道橋架設工
  - ・PCパイプ工法セグメント桁の主桁組立工、及び同場所打桁の圧縮鋼材工
  - ・コンクリート床版の炭素繊維補強工法
  - ・その他（鋼床版吊り金具切削工、敷鉄板設置工、検査路用足場・アンカーボルト設置工、橋名板・高欄・排水設置工、PCコンポ橋床版の側部足場設置工 等）

### (3) 施工歩掛の改正

- ・諸雑費率（主桁全断面溶接工、補修工事 等）
- ・補修コンクリートアンカー工

### (4) その他

- ・TEG（トラベリングエレクションガントリークレーン）工法の紹介
- ・工種内容の説明補足

■ B5版/約 1,100 頁（カラー写真入り）

### ■定 価

非会員：8,400 円（本体 8,000 円）  
会 員：7,140 円（本体 6,800 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 700 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>

# 油圧ショベルの技術動向

## —油圧ショベルにおける環境対応技術(排ガス削減, 省エネルギー, 低騒音化)の動向—

下 垣 内 宏

近年, 地球温暖化防止, 環境保護を図るため環境への負荷低減に向けた取組みが行われており, 「建設機械の環境負荷低減技術指針」(日本建設機械化協会規格 JCMAS H016 2002) が日本建設機械化協会規格として纏められている。

建設機械のうち約4割を占める油圧ショベルは, その汎用性から種々の工事に多用されており, 環境負荷低減に対する技術開発は重要である。環境負荷低減の方策として環境汚染防止に重点を置き, 油圧ショベルにおける排ガス削減, 省エネルギーおよび作業環境改善の低騒音化技術の現状・動向について説明する。

キーワード: 環境負荷の低減, 油圧ショベル, 排ガス削減, 省エネルギー, 低騒音化

### 1. はじめに

近年, 地球温暖化防止や環境保護を図るため環境への負荷低減に向けた取組みが種々の団体や業種で行われているが, 建設機械においても「建設機械の環境負荷低減技術指針」が日本建設機械化協会規格として纏められている。

建設機械に要求される基本事項として, 環境汚染防止に対するライフサイクルのCO<sub>2</sub>排出量の低減, 特に90%以上は稼動中の燃料から排出されるため燃料消費量の低減が重要であり, 「機械の機能・効率の改善, 新しい使用方法・施工方法を提案することにより作業量あたりの燃料消費量(燃料消費効率)を改善する」との技術指針が示されている。

ここでは, 建設機械の約4割を占める油圧ショベルの環境汚染防止に重点を置き, 油圧ショベルの排ガス削減, 省エネルギーおよび生活環境・作業環境改善に寄与している低騒音化技術の動向について記述する。

### 2. 油圧ショベルの環境負荷低減技術

#### (1) 特定特殊自動車排ガス規制およびエンジン—油圧ショベル対応技術

まず, 油圧ショベルの地球温暖化防止に関連する排ガス規制について記述する。

第3次レベル(以下Tier3)の排ガス規制は, 日本では2006年10月から130kW以上560kW以下のエ

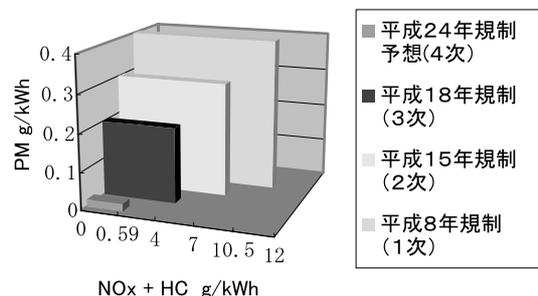
ンジン出力カテゴリーを皮切りに段階的に開始されている。

図—1に代表的な油圧ショベル20tクラス(バケット容量0.8m<sup>3</sup>)の出力カテゴリーである75kW以上130kW未満の排ガス規制値を示す。

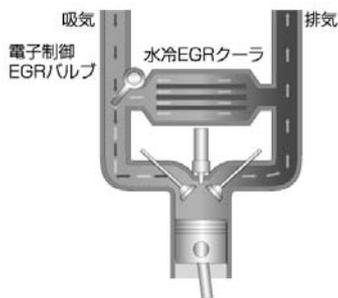
第2次レベル(以下Tier2)からTier3規制値の変化は, 窒素酸化物+炭化水素(NO<sub>x</sub>+HC)で約40%低減の4.0(g/kW-h), 粒子状物質(PM)は33%低減の0.2(g/kW-h), 黒煙は40%⇒25%に規定されている。

このTier3規制に対応するためエンジンには排気の一部を吸気側に再循環するガス排ガス再循環システム(EGR: 図—2), 燃料噴射の高圧化(例: コモンレール方式)や燃料噴射時期遅延等の燃料噴射を制御する電子制御システムが採用されている。

第4次レベル(以下Tier4)規制値は日本では現在検討中であるが, 図—1で示すように厳しい規制値



図—1 排ガス規制値 (75kW ~ 130kW の場合)



図一2 排ガス再循環システム (EGR)



写真一1 コベルコ ジオスペック SK330-8

が予想されている。

北米 EPA の Tier4 排ガス規制は 2011 年から開始される計画で、Tier3 に対しさらに NOx と PM 基準値が低減されており、NOx 低減には尿素を活用した選択式還元触媒 (SCR) や PM 低減用のディーゼル粒子フィルター (DPF) 等の採用が必要と考えられる。

(2) 燃料消費量低減, 省エネルギー対応技術

(a) 汎用油圧ショベルの対応技術

環境負荷低減, 作業燃料消費量低減に対し油圧ショベルでは 80 年代後半から作業状況に応じエンジン回転数とポンプ出力を選択できる作業モードやエンジン回転数にマッチしたポンプ出力を電子制御するシステムを搭載し, 効率的な稼動により燃料消費量の低減を行ってきた。

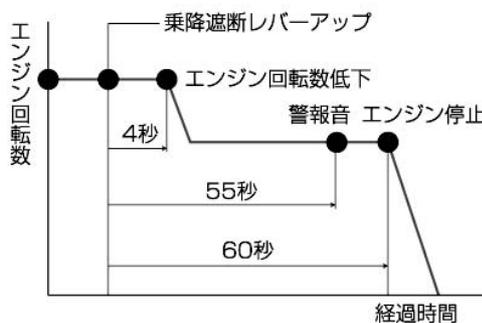
作業中手待ちが発生した場合レバー操作が行われていないことを感知しエンジン回転数を自動的に低減するオートアイドルも低燃費・省エネルギーに寄与している。

近年バス等にアイドルストップシステム搭載が増加しているが, 油圧ショベルでも手待ち状態が長引いた場合にはエンジンを自動的に停止し燃料消費量と排出ガス排出量を抑制するオートアイドルストップを標準装備している油圧ショベル (写真一1 コベルコジオスペック SK200-8, SK330-8) もある。

オートアイドルストップ作動図を図一3に示す。

作業中手待ちが発生した場合に乗降遮断レバーをアップすると4秒後にエンジン回転をデセル回転まで下げ, 手待ち状態がさらに継続する場合は60秒後に自動的にエンジンを停止し, 排ガス排出量を抑制する。

前述したコベルコジオスペック SK200-8, SK330-8 は電子制御クールド EGR やコモンレール式燃料噴射を採用したエンジンを搭載して Tier3 排ガス規制に対応し, エンジン回転数を一定制御するアイソクロナス制御やコントロールバルブ内部に通路を新設し圧力損



図一3 オートアイドルストップ作動図

失を低減し油圧ショベルの燃費低減を図っている。結果として, ジオスペック SK200-8 は弊社従来機比作業量同等で約 20 %の燃料消費量低減 (標準作業モード, 掘削 90 度旋回作業) を達成している。

(b) ハイブリッドショベル

前述したように油圧機器の損失低減やエンジンの効率化による燃料消費量低減に取り組んでいるが, それだけでは限界があり, さらなる燃料消費量低減を図るためエンジンとバッテリーシステムからなるハイブリッドシステムの油圧ショベルへの適用がある。

コベルコ建機で開発した 6t クラスのハイブリッドショベルの主要機器配置図を図一4に, 動力伝達図を図一5に示す。

油圧システムの動力配分損失低減, 負荷変動によるエンジン損失低減については, エンジン, バッテリー, キャパシタから構成されるハイブリッド動力源とし, 負荷変動の大きい掘削時でも, 負荷に対するエンジンパワーの不足分をバッテリーで補うことによりエンジン負荷を平滑化し, 従来の油圧ショベルに搭載されているエンジンより小さなエンジンを用いてエンジン高効率運転が可能となり, 燃料消費量を低減できる。

また, 再生動力の蓄積と再利用 (再生) に対しては,

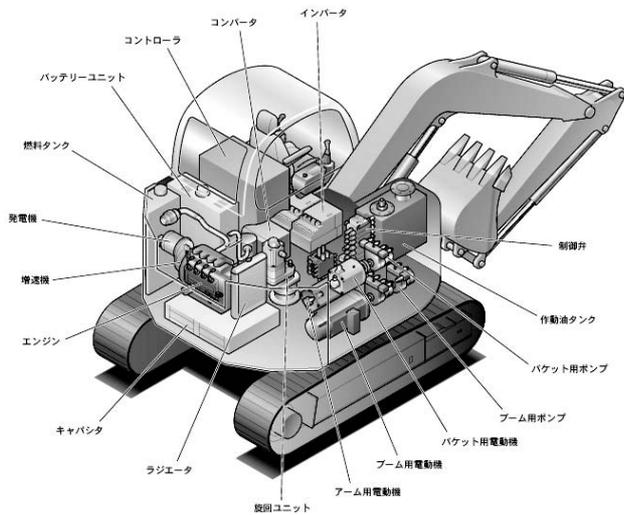


図-4 ハイブリッドショベル機器配置図

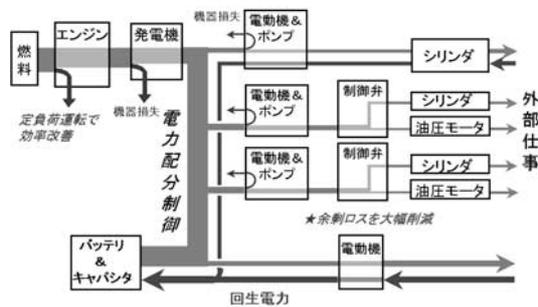


図-5 ハイブリッドショベルの動力伝達

ブームは電動機と両回転油圧ポンプを用いたクローズドシステムとし、ブーム上昇時に蓄積した位置エネルギーをブーム下げ時に、油圧を介して電気エネルギーとして回生している。旋回については直接電動機で駆動するシステムを採用しており、旋回停止時には上部旋回体の運動エネルギーを電気エネルギーとして回生している。

上記内容を反映した6tクラスの実証機を製作し、従来の油圧ショベルとほぼ同等の作業サイクルタイムで作業を行い比較評価した結果、従来の油圧ショベルに対し燃料消費量削減40%以上の効果があることが確認できた。

### (3) 電動式油圧ショベル

CO<sub>2</sub> 排出抑制技術として、排気ガスを排出しない電動方式の油圧ショベルについて記述する。

一般的に油圧ショベルに適用されている電動方式には電源駆動タイプとバッテリー駆動タイプの2種類がある。

電源駆動タイプは、油圧ショベルにエンジンの代替として交流電動機を搭載し、電源ケーブルを接続し直

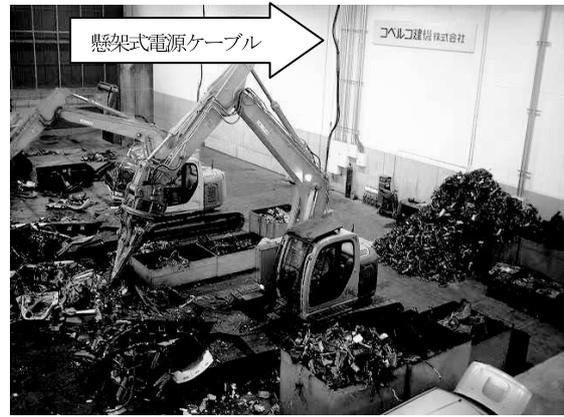


写真-2 電動式ショベルの屋内現場稼働状況

接交流電動機を駆動して油圧ショベルを駆動するタイプである。

電源駆動タイプは作業現場に電源を必要し、ケーブル接続により油圧ショベルの稼働範囲は制限されるが、稼働範囲を限定できる屋内作業では排気ガス排出がなく作業環境悪化を防ぐことができ効果的である。

電動式油圧ショベルの屋内作業現場での稼働状況を写真-2に示す。

バッテリー駆動タイプは充電式のバッテリーを搭載し、バッテリーをパワーソースとして油圧システムを駆動するタイプである。

バッテリーの一例としてリチウムイオンバッテリーが挙げられるが、課題として、油圧ショベルの大きさにより搭載できるバッテリーの大きさが限定され、充電後の稼働時間が短く（一般的にフル稼働で数時間程度）、充電を繰り返す必要がある。

さらにバッテリーや充電装置等がコスト高ではあるが、バッテリーの小型・大容量化、充電装置の小型化等の技術進歩により長時間稼働が可能になり、油圧ショベルへの適用が増加すると考える。

## 3. 油圧ショベルの低騒音技術

### (1) 作業環境改善に対する低騒音化

油圧ショベルは都市型工事や住居近くでの工事にも多く使用されており、作業時の騒音低減は作業現場および周辺環境において非常に重要である。

油圧ショベルには国土交通省低騒音型あるいは超低騒音型の指定制度があり、1997年からは、それまでの無負荷ハイアイドル時の定置騒音（騒音レベル）から掘削作業を模擬した動的な騒音レベル（音響パワーレベル）に変更になり、負荷変動に対する騒音の低減を行うとともに、油圧ショベルが発する音質の改善に

も取り組んでいる。

定置作業において油圧ショベル本体の主な音源として、エンジンの機関音や吸排気音、油圧ポンプ等の油圧音が挙げられる。

エンジン機関音については、コモンレール式エンジンの燃料噴射時期や噴射量、噴射圧力を電子制御で最適に行い、変動を抑制し機関音を低減している。

また、無負荷ハイアイドルからの負荷掛け時エンジン回転数をほぼ一定に保つアイソクロナス制御の採用も油圧ショベルの騒音低減に寄与している。

吸排気音のレベル低減については、従来から吸気ダクトの採用、マフラー減音構造の採用を行ってきた。その結果、最近では低騒音型より6dB低い「超低騒音型」を取得するモデルも増加している。

騒音レベルが低くなっていくと、これまで埋もれていた音が耳障りに感じる場合もあり、音質の改善への取り組みが加速している。

耳ざわりを感じる音にマフラー気流音や油圧ポンプ吐出音が挙げられ、周波数分析を行い耳ざわりと感ずる音域をカットする対策を行い、音質を改善している。

#### 4. その他の環境負荷低減技術

##### (1) リサイクル

「建設機械の環境負荷低減技術指針」では再生利用についても指針が示されており、油脂類、樹脂およびカウンタウエイトを取り上げ記述する。

##### (a) 油脂類

油圧ショベルでは作動油オイルや潤滑用グリス、エンジンオイル等を使用しており、環境負荷低減のため主に交換間隔の延長を進めている。

作動油では抗乳化性に優れたベースオイルに耐磨耗剤、酸化防止剤を添加しロングライフ化を行い、従来2000時間であった交換時間を5000時間にまで長寿命化している。

潤滑用グリスについてもアタッチメントのピン結合部に自己潤滑ブッシュの採用や耐磨耗性に優れたブッシュを採用し500時間の給脂サイクルに延長している。

また、エンジンオイルは交換時間の延長(500時間)とともに交換時不用意に流出させないようにクイックドレンコックを装着し環境保全に配慮している。

作動油オイルや潤滑用グリスについてはバイオオイルの準備が進められており、普及を推進していく必要がある。

##### (b) 樹脂

油圧ショベルの外装部品には環境への配慮および修理の容易化を加味して鋼板を多用しているが、外装の一部や運転室内には樹脂を使用しており、リサイクルの容易化のため樹脂材質を部品に明記している。

##### (c) カウンタウエイト

一般的にカウンタウエイトには鋳物ウエイトと製缶ウエイトがある。鋳物品は製缶品に対しリサイクルが可能であるが溶解可能な大きさに小割りする必要があるため、小割り可能な構造とする配慮が求められている。

製缶ウエイトは内部にコンクリートブロックおよび比重調整用の鉄片類を入れており、使用材料の明示や解体の容易な構造にする必要がある。

#### 5. おわりに

油圧ショベルにおける環境負荷低減技術のうち、地球温暖化防止および環境保護に対応する技術、関連技術を中心に記述した。

油圧ショベルメーカーとして、さらに排ガスを低減する動力複合化技術や排ガスを発生しない油圧ショベルの進化技術、環境負荷低減に対応する油圧ショベルの新しい形を提案していく所存である。 JICMA

##### 《参考文献》

- 1) 日本建設機械化協会規格、建設機械の環境負荷低減技術指針
- 2) 鹿見島 昌之、ハイブリッドショベルの開発、建設機械、2006.5、Vol.42, No.5

##### 【筆者紹介】

下垣内 宏 (しもかきうち ひろし)  
コベルコ建機株式会社  
開発生産本部  
ショベル開発部  
部長



# ホイールローダの多用途性について

荻山 兼希

ホイールローダは建設機械としては油圧ショベルについてポピュラーなものであるが、土砂の積み込み作業を主体とするため、一般の人たちが目にする機会は少ない。

しかしながら、タイヤを履いて走り回ることが出来るという特徴を生かした、土砂積込作業以外の場所でも活躍する、一風変わった機械が存在している。今回これらについて述べてみることにする。

キーワード：ホイールローダ，用途，ホットスラグ，ドーザ，トーイングトラクタ，畜産，ごみ処理

## 1. はじめに

ホイールローダは本来積み込み機械として開発され、市場の要求に沿ってさまざまな改良を加えられ今日に至っているが、その最大の特徴は、ゴムタイヤを装着した車輪で、どんな路面でも運搬走行できる機動性にある。

この機動性に、強力な作業リンクによる大きな掘削力と、大出力による大きな駆動力という特徴を加えて、土砂積み込み機械としての機能を満足させている。

このホイールローダの持つ特徴の一部を強調することによって、積み込み以外の特殊な作業に使用される製品が色々と開発されている。

ここでは、どのような特徴を持った機種がどこで使われるようになっているか、代表的なものについて述べてみる。

## 2. タイヤの断熱性に着目したもの

### (1) ホットスラグ処理車

製鉄所の高炉から排出されるどろどろに溶けたスラグは、一旦仮置き場におかれ、少し冷却された後、まだ内部は赤熱した状態で最終冷却場まで運び出される。

このとき熱々のスラグを掬い取って運ぶのに活躍しているのがホットスラグ処理車である（写真—1）。

この作業時には、熱いスラグの上にタイヤが乗り上げることもしばしばあり、従来はゴム製のタイヤでは焼けてしまうのではないかと思われ、走行装置が鉄製のクローラ式の車両のほうが向いているのではないかと



写真—1 ホットスラグ処理車

と考えられていた。

しかし、鉄で出来たクローラは、熱が内部の駆動部品にまで伝わり、シールが焼け、オイルが漏れ出し、焼き付きを起こすなど故障につながるため、駆動部分の修理費がかさむ結果となっていた。

一方、タイヤの場合は、ゴムと空気が完全な断熱材となり駆動部品にまで熱が伝わらないため、タイヤ表面の焼け焦げだけに留まり、通常の作業と大差なく使用に耐えられることが判明した。

また、目の細かいプロテクションチェーンで保護しておけば、さらに損傷も少なくなるため各地で採用されるようになっていく。

当然高熱にさらされる作業機部分や、油圧配管、電気配線などに対する耐熱処理は施しているが、タイヤ

が駆動部分への熱を遮断してくれることがこの作業を可能にした最大の要因である。

### 3. 公道走行に着目したもの

#### (1) 高速除雪ドーザ

ホイールローダはタイヤで走行するため、車検を受ければ公道走行が出来る数少ない種類の建設機械であり、この特徴を生かして除雪アタッチメントを装着して、道路除雪機械として数多く使用されている。

通常これらの機械の回送速度は35km/h程度であり、朝一番の除雪作業への出勤時や除雪必要地点間の移動時に他の自動車より遅く、交通渋滞を招く問題が提起されていた。

特に北海道では、回送や、移動の距離が長く、限られた時間内で作業を終える必要のある除雪作業において、高速で走れる除雪ローダが強く求められていた。

そこで、道路走行時渋滞を引き起こさない程度に、大幅に走行性能を向上させた除雪作業重視の機種を開発した(写真-2)。

この機種では、高速で走るためにエンジンの出力を1クラス上のものにしなければならなかった。

また、タイヤについては、先述のホットスラグ処理車とは逆に、走行時にタイヤの繰り返したわみによる内部発熱が大きく、断熱材であるためにゴム内部に熱をこもらせタイヤの損傷を招くので、発熱させないための特殊な建設機械用ラジアルタイヤを装着することとなった。

その他走行時のピッチングを防止するリアアクスルのスプリングサスペンション(図-1)、作業機の油圧クッションを利用した車体制震装置(ダイナミックダンパ)の装着、動力伝達の効率を上げるロックアップ付トルクコンバータ(図-2)、乾式ディスクブレーキ採用など、さまざまな工夫を凝らしている。



写真-2 高速除雪ドーザ

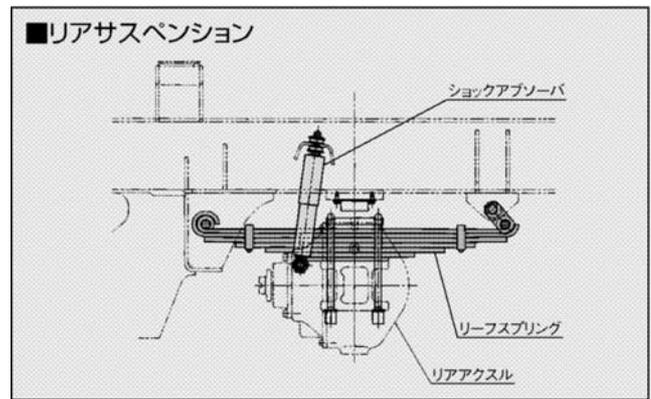


図-1

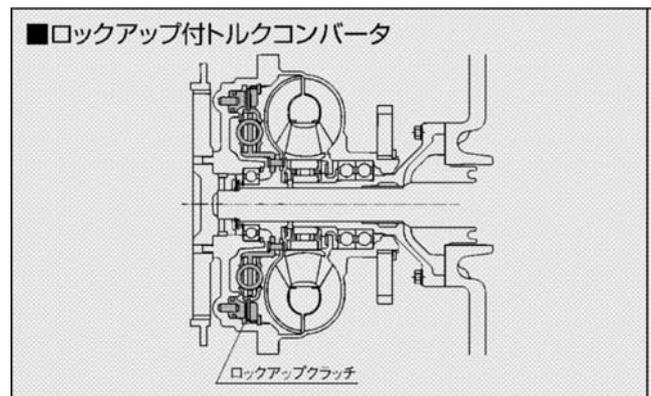


図-2

### 4. 強力な持ち上げ力に着目したもの

#### (1) 大理石運搬車

大理石や御影石などの高級な建設用石材は、原石として切り出す時、出来るだけ大きなブロックで切り出すほうが高価で取引できるため、運搬する機械も強力な持ち上げ力が求められる。

また、石の塊を切り出す切羽から、かなりの距離、不整地を運搬することも多く、優れた踏破性も求められる。

これらの要求を満たすものとして、四角く切り出された石材運搬専用工夫したフォークを装着した大理石運搬車が開発されている(写真-3)。

この機種は特に四角く切り出された石材を、効果的に出来るだけ重心が手前になるように抱え込める形状の頑丈なフォークと、通常のバケット車より頑丈にした作業機部分、場合によっては、油圧シリンダのサイズアップによる持ち上げ力、掘り起こし力の強化なども行い、作業現場の要求に応じている。

さらに、もう一息大きなサイズの石材を運搬したいという要求に対し、可能な範囲でホイストアームを短



写真-3 大理石運搬車

くして、運搬能力をアップした、ショートアーム仕様も設定されている。

ここでは、土砂を掘削する時に必要な強力な掘削力と持ち上げ力を作業の要求に合わせてさらに強化すること、ホイールローダの基本的特徴である、不整地における踏破性が生かされたことで、商品化に成功したと言える。

## 5. 駆動力の大きさに着目したもの

### (1) ホイールドーザ

ホイールローダで土砂の掘り込みをする時には、バケットを土砂に深く突っ込む必要があるため、通常の走行に必要な値をはるかに超える、強力な駆動力を持たせている。

この特徴を生かすことで、クローラタイプのドーザよりはるかに機動性に優れたホイールドーザが生み出されている（写真-4）。



写真-4 ホイールドーザ



写真-5 トーイングトラクタ

この機種ではバケットの代わりに排土板を装着し、トルクコンバータの冷却能力をアップさせて、低速、高負荷のドーピング走行に対応させている。

但し、あくまで軽量物を扱う現場で、比較的速いスピードで作業できることを求めるお客様に重宝されている。

主な作業現場としては、貯炭場の石炭の集積や、砂漠で砂の排除、集積などを行うような所が挙げられる。

### (2) トーイングトラクタ

強力な駆動力のみに注目し、ホイールローダの作業機能をすべて取り除いて商品化したのが、トーイングトラクタである（写真-5）。

この機種は、作業装置をすべて取り去り、トレーラとの連結装置を装着したものであり、製鉄所内などで重量物を積載したトレーラを構内で移動させる時の牽引用トラクタとして使われる。

走行路面は比較的平坦で傾斜も少ないことから、自重23トン程度でも総重量150トンもあるトレーラまで牽引することが出来る。

## 6. 不整地の踏破性に着目したもの

### (1) 畜産仕様車

大規模牧畜業の作業現場では、軟弱地の走行や、干草の上に乗上げる作業など、非常に走行しにくい現場での作業が多く見られる。

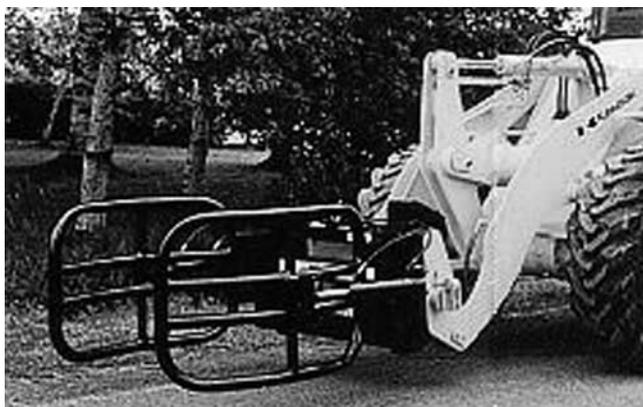
このような現場に対応するべく設定されたのが畜産仕様車である（写真-6）。

これには、特殊な幅広タイヤを装着し、接地圧を下げて、軟弱地や干草にタイヤがめり込まないようにし、左右のタイヤでスリップするのを防ぐための差動制限装置も装着している。

さらに、干草のくずや土ぼこりによるラジエータの目詰まりを防ぐための、防塵タイプラジエータ装着、



写真—6 畜産仕様車



写真—7 サイレージアタッチメント

付着したごみを逆方向に吹き飛ばす、逆転切り替え付き冷却ファン、ごみの侵入を防ぐ車体下部カバーの装着など、車両本体に対しても、さまざまな工夫がなされている。

作業装置についても、先端のみが簡単に取替えできる仕様にしてサイレージや堆肥の処理など、多目的に使用できるように工夫されている（写真—7）。

## 7. まとめ

以上、あまり目立たないところで力いっぱい働いている、ちょっと変わった用途のホイールローダについて紹介してきたが、これらと同様に特徴を生かして、その一部を色々とアレンジすることで、ホイールローダはまだまだ新しい用途の分野に進出できる可能性があると考えられる。

これからリサイクル社会が進んでゆく中で、多用途性を生かしたもっと変わった機種が登場し、新しい分野でも今まで以上に縁の下の力持ちとして黙々と活躍してくれることを期待している。

JICMA

### 【筆者紹介】

荻山 兼希（おぎやま かねき）  
川崎重工業株式会社  
車両カンパニー  
建設機械ビジネスセンター  
営業部  
営業企画課



# 大口径岩盤削孔工法の積算

——平成 18 年度版——

## ■内 容

平成 18 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) 岩盤用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

● A4 版／約 250 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）

## 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>

# 作業所のための建築工事用機械

佐久間 康如 ・ 洗 光 範

当社では様々な建設機械をメーカーとともに開発し実用化してきた。建築会社の機械運用部署として作業所からのニーズを吸い上げ、具現化したものであるが、これは作業所だけ、機械メーカーだけ、運用部署だけではなしえなかったことである。各社、各部署が専門分野での知識・技術を出し合い、互いに協力し合うことによって実現できたことである。本文では、今までに開発した機械の実例を紹介し、今後の機械、機械メーカーへの要望を記した。

キーワード：クレーン、最上階、クライミング、外装材、フォークリフト、エレベータ、リニューアル

## 1. はじめに

バブル期のゼネコン各社は、機械化施工、自動化施工を積極的に開発、採用し、新たな施工方法、施工機械を盛んに開発してきた。その後バブルの崩壊とともに機械の開発も衰退してきたが、当社ではタワークレーンを中心に、新たな機能を付加した機械の開発を地道に続けてきた。これらは機械のエンドユーザである作業所の不満、要望に対処している中から見つけ出したニーズを、機械運用の立場から検討を加え、建機メーカーの技術力を結集して実現したものである。

## 2. 開発機の紹介

### (1) タワークレーン

クライミング式タワークレーンは建築現場において最もシンボリックで、工程を左右する重要な建設機械である。しかしその基本的な機構は40年前から殆ど変わらず、世間の技術の発達に伴い、電気部品や、制御機構が向上するなどに留まり、大きな変化は見られない。そんな中で、当社は地道に作業所ニーズを発掘し、新たな機能を持ったクレーンを実現してきた。以下に当社で採用した代表的な機構を紹介する。

#### (a) クライミング機構

高層建築の躯体内部に設置するクライミングクレーンにあっては、そのベースが施工中の最上階から5フロア程度も下の階に設置されており、クライミング直後でも、最上階から2フロア程度下の階にしかベースを設置することができない。その間のフロアはマスト

があるため、やむを得ずダメ開口として残していた。これは、従来のクライミング機構を持ったタワークレーンでは避けられないことであった。しかし、大きな開口が数フロアに亘って残っている状態は危険であり、また上部の止水ができないため、仕上げ工事に着手でき



写真-1 OTA-150Hのクライミング装置

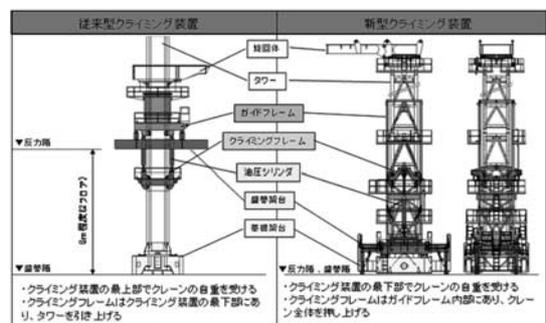


図-1 最上階クライミング機構

ず、全体工程に支障をきたす原因ともなっていた。

そこで、施工中の最上階にクレーンのベースを設置できるクライミング機構を開発し、採用した。

また、このクライミング装置は、クレーン本体から切離すことができるため、クライミング時の本体荷重を任意のフロアに預けることも可能である。

#### (b) 旋回フレームとブームの構成

従来の大型クライミングクレーンでは、自分のブームで自分のマストを吊上げ、マストを継ぎ足す機構であるため、旋回フレームのマスト上部が大きく開いており、ブームは旋回中心よりも後方に配置する必要があった。また、フロアクライミング時はブームを伏せた状態でマストがクレーン本体よりも上方に突き出るため、ブーム根元部分にもマストが通る大きさの開口が必要となる。従って、旋回フレームの後方が長く、かつブームは作業半径以上に長くなり、根元ブームの開口補強により重量が大きくなるなど、構造的に不利な状態にあった。

これらの問題を解決し、より効率的な機構とするた

めに、マストを上部からではなく側方（クレーン本体の下）から吊り込んで接続する方式とした。これと先に述べたクライミング機構の採用により、ブーム根元の取付け位置を旋回中心より前方にできるため、ブームも短く、軽量にすることができた。このブームの取付け方法は、海外のクレーンやクライミングの必要のない低床式ジブクレーン、小型のクライミングクレーンでは採用されているが、国内で大型のタワークレーンで採用されたのは初めてである。

#### (c) ブーム、ガントリーの折り畳み

大型のクライミングクレーンを解体するには、中型のクレーンを新たに設置し、そのクレーンで解体をする。その際問題となるのが、ブームとガントリーの解体である。ブームは吊り芯（重心）が遠くになり、一方、ガントリーは吊り位置が高く、設置条件によっては解体用のクレーンを一回り大きな機種にする必要がある。これを回避するために、解体されるクレーンのブームを、途中で自力で折り曲げ、先端部分を自力で取り外すことができ、ガントリーにおいては折り畳ん



写真一 2 OTA-300Hのコンパクトな旋回フレーム



写真一 4 ブームの自力折り畳み状況



写真一 3 マスト吊り込み状況



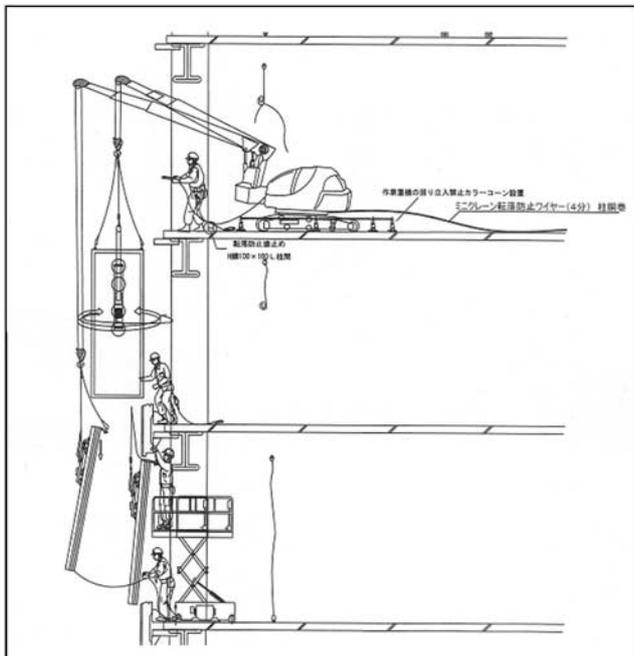
写真一 5 ガントリーの自力折り畳み状況

で吊り位置を低くすることができる機構とした。

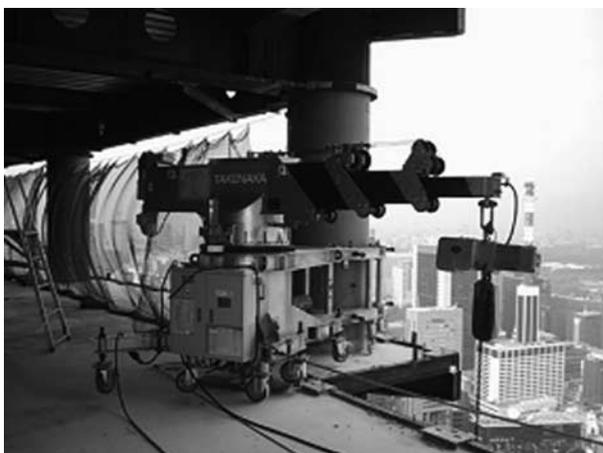
(2) 外装材揚重クレーン

オフィスビルの外装材取付工事の揚重機としては、タワークレーンを使用し、鉄骨工事と外装工事を交互に行っていた。しかしタワークレーンの揚重負荷が多く、また短工期での施工が求められる中、最近では市販のフロアクレーンやマイクロクレーンを外装材揚重専用として使用することが多い。しかし、クレーンの荷重を受けるスラブの補強が発生することや、安全上、二次的な転倒防止策を施す必要がある。そこでこれらの問題を解決する新しいコンセプトのクレーン(コアクレーン)を開発した。

コアクレーンの特徴は、柱を抱き込む構造となっており、転倒、落下の危険性が少ないことやクレーン



図一 二 ミニクローラクレーンによる外装材取付模式図



写真一 六 コアクレーン

の荷重を柱や大梁で負担するためスラブ補強が不要なことである。また分割可能なため、工事用エレベータでの上下階への移動も非常に容易である。

しかし、コアクレーンはスラブ上で作業、移動する必要があるため、開口部周りには設置できず、タワークレーンを使用せざるをえない。この場合、揚程が高くなるほど天候や風の影響を受けやすいため、外装工程が工事全体の工程に影響を与えてしてしまう。そこで開口部周りで外装材を取り付ける揚重システムを開発した。

風による荷振れを防ぐために、本設のゴンドラガイドレールに沿って昇降できる専用の揚重フレームを製作し、これをシャトルクレーンで揚重する方法を採用した。またシャトルクレーンは、走行式とすることでブームを短くすることができ、途中階への設置も考慮しワンフロアに納まる高さにすることで狭い場所でも効率的に作業ができるものとした。

しかし、建物最上階の外装材においては、前記いず



写真一 七 シャトルクレーン



写真一 八 耐風揚重フレームによる外装揚重



写真—9 タワークレーン解体機による外装施工

れのクレーンでも対応できない部分があり、タワークレーン解体用の小型クレーンを使用することとした。

このクレーンの特徴は本設エレベータで揚重可能な大きさ、重量まで分解可能であり、走行部は本設のゴンドラレールのスパンに合わせ大きさを変えることができる。本設エレベータで揚重できることから最近ではリニューアル工事の外装、看板等の取替え工事にも使用している。

### (3) フォークリフト

当社では、既存建物の免震化工事等の施工も多く行っている。この工事では既存建物の地下を掘削する必要があるので、施工計画で掘削高さは可能な限り低く抑えられている。掘削後の底盤にマットスラブを施工した後の有効作業高さは1800 mm前後であり、この空間の中で数トンもある免震装置やジャッキなどを運搬、設置しなければならない。今までは手押し台車や電動ハンドパレットなどを使用していたが、作業効率が悪いので、リース会社と共同で、低車高のフォークリフトを新たに製作した。ユーザ側からは施工上必要な仕様を提示し、リース会社により今後の運用を考慮した仕様を追加し、メーカーと共同で開発したものである。



写真—10 低車高フォークリフト

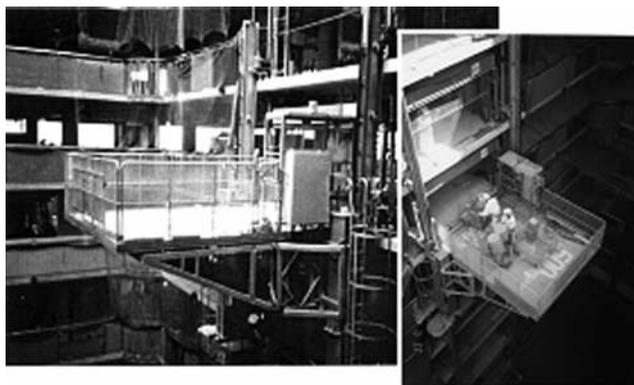
このフォークリフトの最大の特徴は、運転者のシートを車体の側面に配置することにより、全高を1600 mmに抑えていることである。

### (4) その他の機械

上記以外にも様々な機械を開発、製作してきた。

- ・ポストも一緒にクライミングする大型ロングスパンエレベータ（クライミングエレベータ）
- ・アームが横方向（回転軸が垂直）にスイングする油圧ショベル
- ・地下施工空間専用天井クレーン
- ・開口専用クレーン（ブランチクレーン）

ブランチクレーンとは、上空制限のある搬入階から地下開口へ安全に資材を投入するためのクレーンである。地下への資機材の揚重方法として、通常は仮設開口付近に移動式クレーンや電動ホイストを配置している。しかし移動式クレーンは先に述べたミニクロウクレーン同様転落、落下の恐れがあり、また電動ホイストは開口上部に設置するため手間がかかる。そこでコアクレーンと同様に柱を抱き込む構造を持ち、転倒の危険性が少なく、かつフォークリフトにより簡単に設置できるクレーンを開発した。また、このクレー



写真—11 クライミングエレベータ



写真—12 ブランチクレーン

ンはティーチングによるブーム先端の軌跡を制限する機能を持ち、上空が制限される空間でも容易にその性能を発揮することができるようになってきている。

以上は作業所の持つ個々の課題を解決するために、施工計画の段階から機械メーカーとともに検討を重ね、開発をしてきた事例である。

### 3. 建設機械への要望

#### (1) 建設機械開発の二極化

現在、建設機械への開発の需要は大型化、小型化の二極化の傾向にある。都市部の再開発プロジェクトなど大規模建築では効率化、短工期化のため、大型の機械はより大きく、高機能、高品質へと需要が高まっている。一方、建物が密集した都市部や住宅街では、狭い道路に面した既存の建物を取り壊して建替える工事が多く、小型で高性能、高出力な機械が求められている。尚且つ、騒音や振動、粉塵、排ガスを極力発生させない環境にやさしい配慮も必要不可欠である。

基礎工事に特化して言えば、既存の地下躯体を解体するという需要が増えているが、地下躯体は敷地一杯に作られていることが多く、新たな地下構造物を作る際に非常に大きな障害となる。狭い道路でも運搬することができ、狭隘な敷地に設置でき、隣接建物にできるだけ近づいて、地下に埋まったRC造あるいはSRC造の強固な躯体を深さ数十メートルにも亘って切削、破壊していけるような、小型で高出力な機械が望まれている。

このような傾向は、今後更に強まると考えられる。

#### (2) 故障しない機械

我々、機械を運用する立場の者としては、機械が故障するのは当たり前であると認識しているが、エンドユーザにとっては機械は故障しないものであり、万が一故障すると工事全体の進捗に大きな影響を与えてしまうもので、故障はあってはならないことである。絶対に故障しない機械はありえないことではあるが、一般の乗用車のように、買ってから一度もボンネットを開けたこともない、日常の点検を一度もしていないものでも何の支障なく稼働できるような、故障の少ない建設機械の実現が望ましい。機械の故障はユーザにとっては「百害あって一利なし」であり、「失敗は発明の母」たりえないのである。ユーザの勝手な都合、我儘な要望の部分もあるが、より安価で高品質な機械を実現し、市場に供給することが、機械メーカーの使命であり、機械メーカーにしかできないことである。そのた

めには、機械メーカーは常に最新の関連技術情報を収集し、新たな技術を開発していく必要がある。

#### (3) リニューアル工専用機械

高度経済成長期から40年以上が経ち、その頃に盛んに建てられた高層ビルが老朽化し、建替えやリニューアルの需要が拡大してきた。

リニューアル工事では、全ての資機材を本設のエレベータで揚重する必要がある、大型機械は使えず殆どを人力に頼らざるを得ない状況である。特に店舗のリニューアル工事では、昼間は店舗が営業をしており、作業は夜間だけ、しかも材料や足場、工具などは作業終了時に毎回移動、撤去する必要がある。そんな中で最も重宝される機械といえば高所作業車であるが、これもエレベータで運搬できる大きさの機種は極わずかしかないのが現状である。すなわち、今後ますます増加するであろうリニューアル工事において求められているのは、小型軽量で移動が容易な機械である。例えば、分解して運べる高所作業車、小型で強力なコンクリートポンプ、設置解体が容易な養生施設、振動粉塵の少ないコンクリート解体用機械などである。これらは、リニューアル工事だけでなく新築工事においても十分有効に使えるものである。

### 4. おわりに

本文では当社が開発してきた機械を紹介するとともに、建設機械に対するニーズをランダムに述べてきたが、ユーザが自由な要望を出し、機械運用者がそれを吟味し、ニーズへと高め、機械メーカーが高度な技術力をもって具現化する。この関係を継続することで新たな建設機械の開発、機械技術の発展、延いては建機業界の活性化に繋がるものと考えられる。

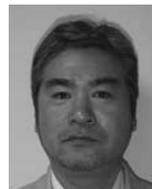
JICMA

#### [筆者紹介]

佐久間 康如 (さくま やすゆき)  
株式会社竹中工務店  
東日本機材センター  
機械グループ



洗 光範 (あらい みつり)  
株式会社竹中工務店  
東日本機材センター  
機械グループ  
課長代理



# 土工機械とユーザニーズ

岡本直樹

土木工事は建設機械の発展とともに歩んできたが、近年の建設機械の進歩は目覚ましいものがある。わが国の土工機械の導入は明治期に遡るが、特に戦後の土工機械の種類と作業を概説し、その土工機械と施工法の変遷、ユーザニーズの変化等について述べる。また、近年の技術動向とユーザサイドの要望としてオペレータ、整備職、安全担当者、工事管理者等の意見を記し、最後に自動化・情報化の現状と要望についても言及する。

キーワード：建設機械，機械土工，土工機械，機械化施工

## 1. はじめに

機械土工の歴史を振り返ってみると、土工機械とその施工法も時代と共に変化してきている。社会ニーズの変化と基盤技術の革新が変化の大きな要因となっていて、最終的にエンドユーザの選択が建機需要の推移に影響している。そのユーザの選択には経済性の他、取巻く社会環境の変化が影響し、業界構造変化の大きなうねりが底流にある。

## 2. 土工機械とユーザニーズ

### 2.1 土工機械の歴史

わが国の建設機械の導入は、明治初期から早くも始まっていたが、本格的な導入は日清戦争後の社会資本整備拡大と明治29年の河川法制定により、全国主要河川を高水工事へ転換する改修工事が開始されてからである。この時期に導入されたラダーエキスカベータと軽便軌条の土工機械車（鍋トロ牽引）の組み合わせが、河川工事の機械土工スタイルとなった。明治末期から



写真-1 ラダーエキスカベータ

はスチームショベルが掘削積込機として導入され始め、河川工事以外の機械土工にも投入された。

大正10年頃から昭和初期にかけて機械化施工は大いに浸透・普及し、ディーゼル機の輸入も始まったが、その後の大恐慌と戦時体制で機械化は後退する。

戦後、進駐軍とともに米国製ブルドーザやスクレーパがやって来た。国土復興にこれらの革命的土工機械が活躍を始める。米軍払下げ機械を利用する一方、模倣による国産化と国産メーカー育成も図られた。

当初、直営施工で進められた機械化は、昭和30年代に入ると大手ゼネコンが建設機械部門を拡充し、昭和40年代には専門工事業に機械保有がシフトした。その後も土工機械は、大型化・油圧化・タイヤ化を進め、昭和55年頃からエレクトロニクスを融合したメカトロニクス化が進行し、自動化・情報化を推進する新しい技術革新が始まった。

### 2.2 土工機械の種類と作業

機械土工の主要作業と組み合わせ機械の関係を図-1

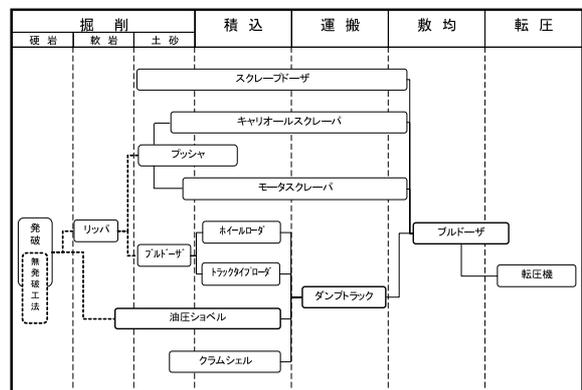


図-1 土工機械の組み合わせと役割

に示す。これらの組み合わせ工法は、スクレーパ工法とショベル&ダンプトラック工法に大別できる。

スクレーパは、自己完結的な機械で掘削・積込・運搬・敷均を1台で行え、敷均ブルは端掻き程度でよい。キャリオールスクレーパとモータスクレーパは、プッシュドーザを積込補助に付け、サイクルタイムの短縮を図る。

一方、ショベル&ダンプトラック工法は、積込機としてローダや油圧ショベルが使われ、開削等ではクラムシェルが用いられる。ドラグラインは近年殆ど使われていない。

運搬のダンプトラックは汎用のリジッド型と軟弱地や急勾配登坂に強いアーティキュレート型があり、海外では長距離運搬にトレーラダンプが用いられている。

その他に連続運搬工法として、ベルトコンベアやスラリ輸送等がある。連続掘削積込機としてはBWE(バケット・ホイル・エキスカベータ)があり、米国ではベルトローダも使われている。海外の大規模土工では使ってみたい機種である。



写真—2 ベルトローダ

### 2.3 土工機械と施工法の変遷

戦後の土工機械と施工法の変遷からユーザーニーズの変化を見てみる。

#### (1) 積込機とダンプトラック

戦後、ブルドーザやスクレーパ工法が導入され、土工事は革命的に変わる。また、軌道式土工に代わってショベル&ダンプ工法が導入されるが、当初、積込はケーブル式ショベルのままであった。ローダが登場すると、積込機の主流はトラックローダ、やがてホイルローダへと交代した。ケーブル式万能掘削機は、クラムシェルと軟弱地用のドラグラインが残ったが、ドラグラインも油圧バックホウの普及と共に姿を消してしまった。クラムシェルだけが、今日もクローラクレーン等に装着され開削工事に使われている。

昭和50年代には油圧ショベルの普及と共に切崩ブルを必要としないバックホウに置き換わっていった。ローディングショベルも一時導入されたが、掘削力不

足から建設業では支持されなかった。しかし、露天掘鉱山の超大型機市場では、ローディングショベルがケーブル式ショベルの地位を奪いつつある。

当初、10t車はバックホウ積込、重ダンプにはホイルローダ積込であったが、バックホウの大型化により、重ダンプでもバックホウ積込が主流となり、ホイルローダ積込の優位性は機動性のみとなってしまった。しかし、ホイルローダには積込の用途以外にも、ロード&キャリ工法の需要がある。

現在、国内土木工事で使われる最大のダンプトラックは90t級で、その積込の油圧ショベルは190t級である。135～120tダンプは、関空I期工事で使われたのみで、分解組立、回送を考慮すると90t級ダンプが土木工事での限界であるようだ。海外の露天掘鉱山では、900t級の油圧ショベル、360t級重ダンプが活躍している。

#### (2) スクレーパ系

スクレーパ系については、戦後、払下げのルターナのキャリオールやターナブル(モータスクレーパ)が導入され、その後に国産化も進み、ケーブル式から油圧式へと進行した。また、メンク社の技術導入により国産化したスクレーパドーザは、日本の国情にマッチし軟弱地で活躍した。一方、米国で多用されているエレベータリングスクレーパは日本では普及しなかった。

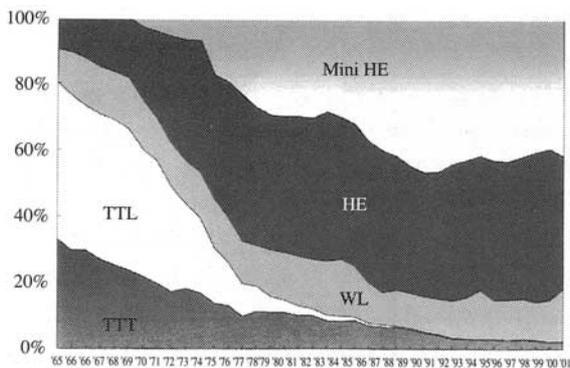
モータスクレーパ(MS)は宅地造成工事の花形で、面土工で大いに威力を発揮したが、開発が進むと立地条件が丘陵地から急峻な山へと変化していった。このためMS工法に不向きな急勾配、岩掘削が多くなりMS工法は衰退し、キャリオールスクレーパも現在殆ど生産されていない。また、スクレーパドーザがバブル崩壊後の需要低迷からか生産休止状態であるのは残念である。

代わって現在では、急勾配、軟弱地に強いアーティキュレートダンプが普及し、近距離では同様にクローラダンプが増加して新しい需要に応えている。

#### (3) 長期動向

主要建設機械の国内需要割合の変化の長期動向をみると、図—2のように推移している。

油圧ショベル：HEの急増とともにトラクタ系が激減し、昭和40年に8割を占めていたトラクタ系(ホイルローダ：WL、トラックローダ：TTL、ブルドーザ：TTT)と油圧ショベルの割合が昭和の終り(1988年)までに逆転してしまっていて、平成以降は概ね落ち着いている。油圧ショベルの増加がブルドーザの減少を招いたのは当然としても、ホイルローダの割合が一定なのは採石業での需要が安定しているためと



図一 国内建機需要の推移

思われる。

(4) 環境対策

1997年の騒音規制法施行令の改正後、都市向け超低騒音仕様の油圧ショベルが数多く開発された。一方、ブルドーザはクローラの走行騒音が問題となり、その対策としてオイル封入リンクや低振動のボギー機構(弾性足回り)等の採用があるが、更なる低減対策が求められる。

排ガス規制対策では3次規制対応型が出荷され始めているが、省エネ対応も地球温暖化対策とともに石油価格高騰でオイルショック以来、再び重要な問題となってきた。

3. 運転環境とユーザニーズ

最近の建設機械メーカーの取組みは、排ガス規制、振動・騒音規制等の環境対策、オペレータの高齢化や熟練オペレータの不足、更にレンタル機の増加等への対応としてのイージオペレーション化、その他に安全対策、自動化・省力化、情報化等への対応がある。



写真一 3 ブルドーザの運転席

3.1 最近の運転装置

運転装置の操作性には走行系と作業系がある。ブルドーザの従来型の操向は、ステアリングクラッチ&ブレーキ方式で、片側の履帯への動力伝達を切ることで行い、下り操向では逆ステアリングとなり熟練

を要した。近年は hidrostatic drive や differential drive の採用に伴い、ジョイスティック等の一本レバーに操作が集約され、ステアリングクラッチ&ブレーキ方式も電子制御式のフィンガコントロール仕様となっている。



写真一 4 フィンガコントローラ

ホイールローダもスティックタイプや小回転ハンドル(±72度)が採用され、ステアリング操作を容易にしている。



写真一 5 ローダのステアリングスティック



写真一 6 小回転ハンドル

重ダンプトラックでは、ディスクブレーキの油温保持のため、下り走行時の適正シフト段の選定とリターダ操作により、エンジン回転を一定の範囲に収めて走行する熟練が要求されたが、オートリターダの採用により、オペレータをリターダ操作の煩わしさから解放した。

作業系の操作性も電子制御と油圧を組み合わせたE&Hコントロールで操作が容易となっている。

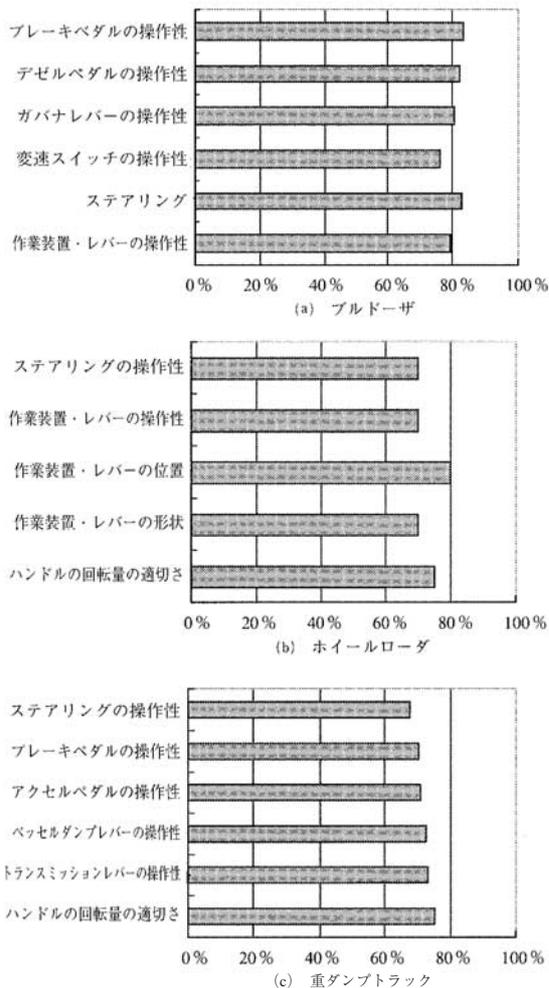
従来の運転装置よりも人間工学的に考えられ、軽いタッチで操作できるので、慣れれば扱いやすそうであるが、従来機種のように初めての機種でも見れば判るという感覚ではなく、初めて乗車すると戸惑いを隠せないのではないかと懸念する。古いオペレータには抵抗感もあるようである。

### 3.2 オペレータの意見

土工機械の代表的な機種について、弊社のオペレータに行ったアンケート結果を紹介する。機種は、ブルドーザ、バックホウ、ホイールローダ、重ダンプトラックの4機種で、メーカー、型式等は不問とし、それぞれ操作性・居住性・安全性の満足度を調べた。

#### (1) 操作性

操作性には、走行系と作業装置系の操作性があり、機種毎に操作装置は異なるので、機種毎の調査項目を設定した。その調査項目は図3～5のグラフ縦軸に示す。ブルドーザは、全般に満足度が80%程度と高い。



図—3 操作性

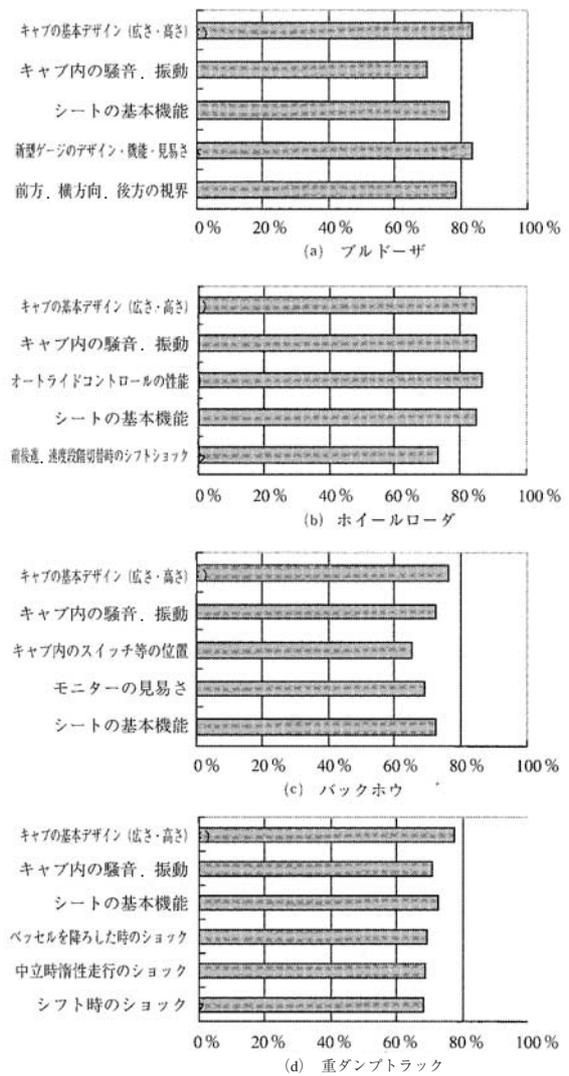
ホイールローダは作業装置・レバー位置の満足度が80%，それ以外は70%前後である。また、重ダンプトラックも全般に70%前後の満足度に達しており、3機種とも満足度は高い。

#### (2) 居住性

居住性の満足度は、ブルドーザがキャブ内の騒音・振動で70%程と低いが、他は80%前後の満足度となっている。ホイールローダも前後進・速度段階切替時のシフトショック以外は80%を超え、満足度は高い。バックホウ、重ダンプトラックはどの項目も80%に満たず、70%前後の満足に終わっている。これら居住性の満足度は、機種によって異なる作業特性や走行性の影響も大きいようだ。

#### (3) 整備性

給脂箇所の集約、給脂間隔の延長等メンテナンスがやり易くなり、メンテナンス工数も減少しているが、オペレータの満足度は60%程度と全般に低い。



図—4 居住性

(4) 要望する装置・機能

オペレータが要望する装置・機能を列記すると以下のものがあり、その要望度を図-5に示す。

- ・自動給脂システム
- ・トラブル予知装置
- ・エンジンオーバーヒート防止装置
- ・メンテナンスフリー
- ・ターボタイマー
- ・シート／レバー位置のワンタッチセット
- ・超低騒音仕様

メンテナンスや故障予防に関するものに要望が高いが、作業装置等の自動化への要望は低い。

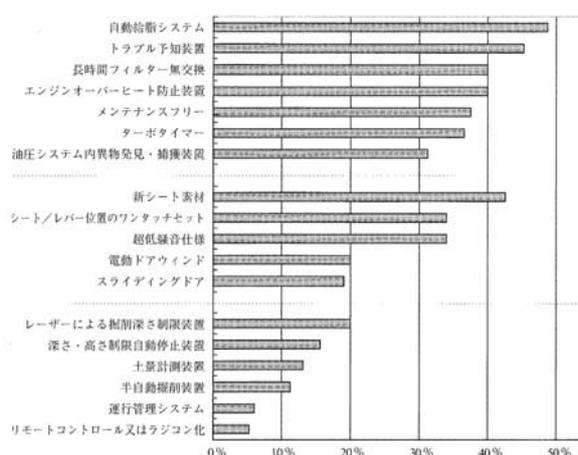


図-5 要望

3.3 整備職からの要望

今日の建設機械は電子制御化され、さまざまなセンサやスイッチ類が搭載されていて、各建機メーカーの診断システムを導入し、マスタしなければ性能診断や故障探求ができない。従来の機械制御・油圧制御・電気制御での経験と勘（知識に裏付けされた）だけでは故障の原因を追及できなくなった。従って、各機械メーカーのコンピュータ診断機器を導入し、教育を繰り返して習熟に努めている。

更に、コンピュータ制御による問題として緊急停止機

能がある。作業中に危険な状態で緊急停止した場合、オペレータには対応不能で、診断システムによる故障診断と復旧が必要であり時間を要する。重大故障予防の必要な機能ではあるが、緊急回避機能を付加して欲しい。

また、排出ガス対策において、規制対応エンジンの中には、高圧縮型として燃費が極端に悪化したものや極端に寿命を縮めたエンジンも出ている。耐久性や寿命に影響しない排ガス対策エンジンを要望する。

その他に、故障部品の交換において必要以上にアッセンブル交換を強要される場合があるので改善して欲しい。

3.4 安全担当者からの要望

近年、地球環境や人間尊重の考え方が重視され、安全対策もより重要となり、安全装備・規格等の国際標準化（ISO規格）が進められている。また、一般的な安全A・B規格に加え、土工機械個々の安全C規格の制定が進行している。

安全担当者からの要望としては、全般的な安全対策の他に高齢化対応、疲労軽減対策がある。

具体的な要望事項としては、後方視認カメラのバックホウ・ホイローダ・重ダンプへの装備。重ダンプに関しては、右サイドや前方直下の死角対策も必要である。また、人間の接近警報・停止装置、機械の横転防止装置・警報等の装備。ホイールタイプ車への歯止めの標準装備、消火器の標準装備、シートベルトの改良、整備点検箇所からの転落防止策、低い位置での集中給脂、転落防止手摺り、足元の滑止め、キーの抜取り忘れや作業装置降し忘れの警報装置等がある。

3.5 工事管理者の要望

工事管理の立場からは、省燃費でダウンタイムの少ない高生産性の機械、即ち経済的な機械を要望している。また、最適な施工計画と施工管理を支援する統合管理システムの提供を望んでいる。

新機種への要望としては、無発破硬岩掘削機、岩の仕上げ掘削機、岩盤清掃機、エアータンパの機械化、ストーンピッカ、高効率揚土機械等がある。また、各種アタッチメントの迅速交換性、消耗品の耐摩耗性向上（足回り、エッジ・ビット類、タイヤ等）等の要望もある。

4. 土工機械の自動化・情報化

4.1 自動化

建設機械の自動化への取組みは比較的早く60年代に始まり、80年代からは「建設ロボット」という呼称で自動化が推進された。土工機械では、70年代に電磁誘導ケーブル方式による無人ダンプトラックが開発され、80年代末期にマイコン制御による無人ダン

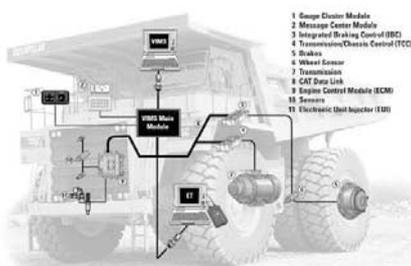


図-6 電子制御と診断システム

プトラックが出現した。

土工機械の作業装置系の自動化として、ブレード制御は回転レーザ方式が70年代に米国で実用化し、日本でも圃場整備では一般的な装備となった。そして、近年は自動追尾TS（トータルステーション）やGPSを利用したものが多い。これらのブレード自動制御は軽負荷の仕上げ制御用で、掘削作業（バカ押し）には向いていない。掘削用の自動制御が望まれる。

バケット制御でも仕上げ用に回転レーザや自動追尾TS、GPSが利用されている。積込作業については、積込対象材の位置や形状の認識に画像処理やレーザレンジセンサの利用研究が進められているが、格段の認識技術が求められている。

自動走行の誘導制御法は、デッドレコニングを基本として累積誤差補正が必要であるが、近年では補正用にGPSが利用されている。

建設機械のラジオコントロールは、60年代後半から利用されていたが、雲仙普賢岳の災害復旧工事では、映像情報の移動体伝送と電波中継法が開発された。遠隔操作では、極限ロボット等で研究されたテレグジスタンス技術の活用が将来は望まれる。

#### 4.2 情報化

土工事への情報化の取組みは、メインフレーム時代に日報管理、機械管理、原価管理等をバッチ処理していたものが、PCの登場によりタイムリーに活用できるようになった。また、積算は勿論、施工計画等の技術計算への利用も容易になり、CALS/ECの推進によってCADの利用も一般化してきた。

また、GPSと運土計画を組み合わせた土工管理システムやGPSを利用した締固め管理が大規模土工で一般化している。近年の情報化施工は、CAD情報とGPSによる3次元位置情報を照合して機械制御を行えるようになった。建機メーカーによる情報化機器と管理ソフトウェアのオプション化が進み、経済的に利用できることが望まれる。

#### 4.3 海外の状況

海外の動向では、建機搭載型のGPS機器や重機管



写真-8 GPS 無人ダンプ

理用ソフトウェアが、建機メーカーのオプションとして急速に普及し始めている。

例えば、鉱山機械統合管理システムでは、各重機は無線LANで結ばれ、稼働データを自動記録し、施工にフィードバックする。管制センターでは、稼働モニタリングにより重機の最適配置を行っている。また、機械の健康状態からメンテナンス・定期修理等を含めた統合管理を行っている。

ダンプトラックのGPS無人運転については、96年頃から米国・豪州で実験が始められ、近頃はチリ鉱山での実用化実験が発表されている。

### 5. おわりに

土工機械は蒸気ショベルの発明以降、技術革新と共にさまざまな機械が開発され改良発展してきた。一方、機種や施工法の変遷には、社会環境の変化とユーザーズも大きく影響を与えていた。近年は、地球環境に配慮し、安全で経済的な建設機械が要望されている。

施工において機械化はほぼ達成され、情報化施工の時代に突入している。今後は建設機械も情報化施工システムの構成要素としての発展を期待する。

JICMA

#### 《参考文献》

- 1) 岡本：機械土工のあゆみと近況，建設の施工企画，'05.9
- 2) 三浦尚子：ホイールローダのニーズ変化と製品特徴，建設機械，'04.9
- 3) 松永光史：建設機械オペレータの運転環境，建設機械，'02.3
- 4) 岡本，神倉：わが社の建設機械整備と課題，建設機械，'05.2
- 5) 岡本，村上，金津：大型重機土工における安全対策，建設の施工企画，'05.3
- 6) 岡本：大規模土工の近未来風景，建設の機械化，'03.1
- 7) Leica. CAT, Modular : Technical Bulletin

#### 【筆者紹介】

岡本 直樹（おかもと なおき）  
山崎建設株式会社  
安全施工本部  
技術担当部長



写真-7 管制センター

## 未来に要求される建設生産技術（総論）

山 元 弘

未来に要求される建設技術について建設生産を中心に話題提供する。環境について、身近なところから地球環境まで、騒音、振動、粉塵、排気ガス、低燃費、再生可能、省資源、省エネ、リサイクル、国際貢献などのキーワードで述べる。建設生産は、進展が期待されており、生産性、省人・省力化、安全性、環境負荷、品質確保・向上・保証、評価、時間・工期短縮、ICT/RT、高精度測位、自動制御、全体最適化、次世代CAD、情報化、データ交換、標準化、施工ナビ、維持管理、履歴台帳、技術継承・発展などのキーワードで述べる。また、建設技術に関する計画を紹介する。

キーワード：建設生産、施工、環境、情報化、建設機械

### 1. はじめに

インフラ整備では、すべてのベースになるものとして、製造業以上に近未来予測を要するものと考えている。ここでは、未来に要求される技術をイメージする端緒として、建設生産を中心に、一定の大胆さをもって、読者に話題を提供しようとするものである。

### 2. 環境

人類文明は、有限な地球の中で、かなり危険なところまできている認識がある。身近にも環境がキーワードとされて久しい。ここでは、環境の視点から、現況を鑑みつつ今後の技術を展望する。

#### (1) 騒音・振動・大気質

建設工事に伴う、騒音・振動は、改善が進んできている。一方、より高い期待が持たれることも現実であり、これに役立てていくことも望まれている。工法、機械、現場管理手法などでの改善が考えられる。また粉塵、排気ガスの改善にも役立てていくことが望まれている。

ここでは、計画上の事前予測・評価技術も必要とされている。アセスメント段階と、より現場に即した工事実施段階とがあり、その適切な評価も望まれている。また、騒音・振動等で、リアルタイムに計測、評価値算出、外部掲示を行い、記録も可能な機器が普及しつつある。

その他、最近の話題では、ノズル開発が著しい噴霧

器、解体現場での自動散水、アクティブ振動制御などがある。また、個別技術の取組から、全体の最適化の取組まであり、今後後者も比重が高まっていくものと思われる。

#### (2) 排気ガス

NOx、PM等の改善では、機械単体を対象として、従前より国交省による指定制度があり一定の効果を上げていたが、2006年10月よりいわゆるオフロード法による規制が開始された。次期規制も迫っており、その後もさらなる改善が望まれている。今後とも、後処理装置等による対応やその改良が想定されている。

#### (3) 低燃費機械

エンジン関係や各種省エネモード等開発が進められている。排気ガスとも関係するが、ハイブリッド建設機械の開発が進められているところであり、今後普及に向けた展開が期待される。また、ハイブリッド建機では、動力源とアクチュエータを1対1対応とする等、操作性の向上や制御に向けた構成も考えられる。

#### (4) 再生可能燃料

バイオ燃料が着目されているが、当面の間の対応と思われる。世界人口とその食料を支える耕作面積は、2020年頃交差すると言われている。バイオ燃料は耕作地によらない必要があり、バイオ燃料の継続には、非耕作地や海洋の開拓も視野に入る。この他、有機廃棄物の処分を兼ねる下水道汚泥消化槽等を中心とするガスエネルギーを活用する体系もCNG代替等として考えられる。かつて製鉄所の余剰ガスを都市ガスとして供給した事例（水島→岡山市）もあり、体系は色々

と考えられる。

燃料電池も建設分野に限らない共通課題ではあるが、将来的には、水の光触媒による電気分解などの再生可能燃料であることが求められると考えられる。

#### (5) 省資源・省エネ・リサイクル評価と設計・工法

建設工事自体の省エネルギー・省資源・リサイクルの評価指標が整備され、多くの現場で容易に指標が用いられることが期待される。例えば、建設工事のエネルギー原単位の算出が行われたり、単体では建設機械のリサイクル評価指標のISOでの検討が最終段階となっている等、取組が進められている。これらが体系化され、消費の構造が明らかになり、精度を上げ、容易に使用できることが望まれる。

設計・工法での取組が必要であることは当然とされているが、このためにも評価指標が容易に使用できることが望まれる。施工計画と関連づけされたいわゆる次世代CADでこの機能が盛り込まれることも考えられる。

#### (6) 材料プラントの省エネルギー

建設工事のエネルギーでは、工事現場そのものだけでなく、物流や供用時を含めたライフサイクルも考慮対象となりトータルな最適化が望まれる。この中で個別技術としては、建設材料製造のエネルギーがポイントと考えられる。セメント、アスファルト等のプラントでの省エネ化も進められ、リユース、再生利用も進められているが、さらに低温化や材料自体の見直しも考慮すべきものと思われる。

#### (7) 地球環境と国際貢献

地球環境は人類共通の課題であり、国際貢献を果たすにふさわしい課題と考えられる。

砂漠化の防止については、現実的には伐採構造を止められるのが社会的な課題かもしれないが、従前より言われている砂漠緑化技術もまた真摯に取り組んでしるべき課題のひとつと考えている。

本誌ではかつて、エジプトのカッタラ窪地を内海として気候自体に働きかけようという提案の、導水工事の機械が紹介されたことがあり、印象に残っている。気候変動予測は共通の課題であるが、未来に向けて大胆な国際貢献プロジェクトがあって欲しいという気持ちである。

世界の水災害・水資源問題としては、(独)土木研究所つくば中央研究所内にユニセフのICHARMという研究機関が設立されたことを紹介する。

### 3. 建設生産

人類の歴史では、技術(の進歩)が社会構造を変えてきたことは否定できない。技術革新のインパクトの大きさにもよろうが、建設生産の視点から、現況を鑑みつつ今後の技術を展望する。

#### (1) 生産性

建設投資が大幅に減少する一方、建設労働人口の減少は小幅にとどまっており、労働生産性が低下する計算になるのが自然である。生産性向上への圧力は弱まっている現況認識であるが、いかに低価格に耐えうるかと、投資して生産性向上を目指すことは、共存している。

#### (2) 事例に見る未来へのキーワード

最近身近で話題となっている技術では、グレーダやブルの自動ブレード制御(3次元マシンコントロール)の導入が進みつつある。この技術は、敷均しのブレード操作を自動で行うもので、以前より回転レーザーでの高さ制御が行われており、近年のGPSまたは自動追尾トータルステーションでは位置に応じた高さ制御を行うようになってきている。

従前では、作業員が計測して修正作業を行っているが、この技術では、修正作業は大幅に短縮され、計測は作業終了前の確認のみとなる。また丁張り等の施工目標の設置の省略が可能で、欠点をあげれば現場の作業員には施工現場の目印がないこととなる。ここでの効果は、丁張りの省略や作業時間が短縮されることにより、生産性の向上、計測作業員の省人・省力化、人による計測頻度が下がるため安全性が向上、運転時間が短縮されて環境負荷が低減等、複合的に効果がある。品質確保としては、所定の厚さと平坦性が、面的に、オペレータの操作技量によらずに担保され、かつ記録にとることも可能である。さらに精度向上に価値があるならば、この方向性も考えられる。また結果としての工期短縮は、受発注者がこれを生かすことができるのであれば、事業効果の早期発現、工事による社会的損失の低減、総合的環境負荷の低減、仮設等定常経費の低減、機器・技術者の次の現場への早期移動、受注機会の拡大等、好材料がそろっている。

欧米では、比較的大規模現場に恵まれている、丁張り技術者の確保に難渋することがある、工期短縮ボーナスがある、高機能機械の保有により受注が有利になる等で、大きく普及が進んでいる。日本でも大規模現場を中心に導入が進んでいるが、一定の稼働が担保されれば、普及の臨界点に到達すると考えられ、このためにも中小現場での転用先が確保されること、レンタ

ル会社からの供給などが期待される。

この例に複合的に見られる、未来に向けてのキーワードは、主なところで、生産性、省人・省力化、安全性、環境負荷、品質確保、作業時間短縮、工期短縮、個別的には、品質保証、品質向上、平坦性向上、層厚管理向上、省資源、技術的には、屋外でのリアルタイム精密位置計測、自動制御などがあげられる。

### (3) 品質確保と品質向上の評価

品質確保では、発注者側からは、公募型指名から一般競争への制度的な移行、近年の改ざん事件などからの、性悪説に耐えうる、監督・検査の技術的向上がある。これは、発注者責任と考える。施工後の非破壊検査の他、特に、事後に確認できない、施工中の確認技術の向上が期待されている。受注者側は、積極的な意味で品質証明・品質保証をどう行うべきか、その技術も課題となろう。

品質向上では、国民にかわって公共財を購入する賢い消費者としての発注者は、要求性能と品質向上と価格のバランスをとる方向性と思われるが、技術的にも制度的にも課題である。上述では精度向上を例としたが、耐久性の価値の評価も容易ではないと考えられる。しかし、品質向上を評価できないと、改善圧力としては不利になり、行うべきものと考えている。

「設計方法や施工の規格値と、それが経験的にも妥当であること」に対して、規格値に対して大きく施工精度が向上してかつ面的データが担保された場合に、設計改善にフィードバックされて経験的にも妥当なのかデータ蓄積が行われうるのか、課題である。この他に、性能規定の議論やこれを裏付けるデータ収集・蓄積の議論もある。また例えば、道路の場合、路盤の平坦性が向上した場合に、苦情発生までの期間の関係で統計的な差異があるのか等、色々な見方がなされるようになっている。

### (4) 全体最適化

一工程とその機材に着目した事例を紹介したが、全体工程の中でその効果が活かされ、いわゆる全体最適化につながるべきである。

しばしば事例とされるプレハブ建築では、設計のモジュール化、受注と調達・工場の連動化、運搬・組み立ての連動化等、全体最適化に努めている。また通常の木造でも、プレカット工場で柱加工しており、考慮すべき事例である。

始まりから終わりまで、多数の関係者が存在し、一貫した最適化のために、情報共有、連携の強化とその実現手法、運用手法が重要である。

土木では資材調達との連携が重要と説かれることが

多い。例えば、鉱山、原石山、長期の土取り場での事例からも、砕石業、残土のリユース調整での連携は、難しい一方、今後ますます力を入れるべきものと考えられる。

### (5) 次世代 CAD と改善

従前より 4 次元 CAD では、3 次元のプロダクトモデルに加えて、施工段階の時間的要素を加味したものとして検討がなされ、一定の効果が報告されている。

製造業での CAM 等のアナロジーからは、以下のようなイメージが想定される。

モジュール化された標準部品（と許容される寸法の伸縮等）の組み合わせにより設計がなされる。標準部品とは構造物の構成要素であって、現場の作業標準と資機材・仮設等と対応している。標準部品は、作業標準の改善がなされる最小単位となっており、標準施工手順や代替改善手法等が記述されている。現場の進捗の変化による段取り替えや手配の最適化を支援する。打合せはいつでもビジュアルに可能。標準部品は、資機材・仮設の調達と対応している。ここでは、設計と施工改善、全体最適化は連携されるものとの立場に立っており、この支援はシステムの要件になる。

改善では、CE（コンストラクティブ・エンジニアリング）の提唱があり、紹介する。工場的な時間研究を主体におくと、マテハン時間より作業時間が主体となる土木では不利であるとされているが、生産性、苦渋性、安全性の観点で、総合的システムティックに分析し、改善を立案・試行するものである。この他、各工程の余裕を圧縮・集約し、工期短縮を図る手法が注目されている。

十数年前 CALS 以前に語られていた CAD 標準データ構造は難渋し、日の丸 CAD エンジンも製造業でも困難となり、ここで、アプリケーションを主眼にしっかりとした取組が期待される。

### (6) データ交換と標準化

ここまで述べたことから、ICT/RT は、キーテクノロジーである。情報化では、データ交換は必ずある。標準化は（それが審議中の ISO15143 であろうとデファクトであろうと）避けられない。ここでは、拡張、保守が容易でしっかりと管理されることが必要である。

初めにあげた例では、ブレード制御のための施工図データを渡すのにベンダー、メーカーを問わず、次に 3 次元フィニッシャでデータ項目が増えれば追加管理が容易で、資機材調達への拡張も齟齬が生じない、などを標準が備えるべき要件として想定している。

## 4. その他の話題

最近、身近で語られた、語った話題を紹介する。

### (1) 建設労働災害の減少

一例として、先に述べたキーワード、建設生産の安全について、具体的に記述する。

近年の建設労働死亡者数は、労働人口ベースで他産業平均の4倍近い。人的要因や、屋外危険作業だからやむを得ないとする一方、技術による改善が目指されることが自然と考える。転落等で約半数、建設機械等で約2割となっており、これを中心として、建設労働の安全を目指す。また、既存技術も含めて生かす、ヒューマンエラーを前提とした取組体制が望まれ、事業者、施工者の労働安全確保に対する基本的な姿勢が変わることも期待される。

これまでの事例としては、転落の危険性のある作業の無人化、省人化（例：無人玉掛け、遠隔のり面施工機械）、有人作業での転落防止技術（例：危険箇所位置ガイダンス、手摺り先行足場）、建設機械周辺作業の無人化、省人化（例：機械作業中計測を人力によらない、計測機器や作業装置の自動制御）、特に危険な作業での遠隔無人化施工（例：雲仙・有珠等）などがあげられ、今後の発展が期待される。また、ロボットテクノロジーの活用とその機能を生かす施工方法・施工体制、屋外での機械や人の位置特定技術と必要ならばそのインフラ化、危険防止にかかる施工・資機材・人的資源等の管理方法などがあげられる。

### (2) 建設機械

最近、ICチップ入り自動車運転免許証でエンジン始動と連携可能なものが発表された。建機では、20年前ICカードの機能として準備された。今後、操作性のカスタマイズ登録も可能とされている。オペレータの操作意図をバケットの先まで伝えようとする、開発側の指向があり、技能者の働き甲斐や心も意識している。

主力機種で、車載液晶モニタ（7インチ程度）が標準装備になりつつある。今後、オペレータに施工指示や参考情報を提供する（設計図と計測結果を建設機械に搭載し通信する）「施工ナビ」として、遠隔も含めて期待されるが、施工法とセットでなければ受け入れ難いことが認識されている。

稼働管理では、衛星通信等で蓄積する方法も標準装備になりつつある。機器としての管理の他、個別の色々な単位での生産性数値化へ展開が可能で、例えばオペレータ単位も可能となる。データ交換標準は緩やかなイーグルJCMA（建機協規格）がありISO15143

（審議中）との整合もとられている。

我田として筆者のチームでは、2台を1人で操作できるマシンと、その（自動機能を活用する）施工を提示し、「プログラマブル・バックホウ」の技術仕様や組合せ施工モデルが、発展できるような仕組みを準備したいと考えている。ただし、自動制御に向く油圧系や、双腕のような構造等は範囲に入っていない。

### (3) 維持管理

履歴台帳のデータ項目として蓄積されるべきものが何か、維持管理の計画・管理技術から明らかにされつつある。経過過程により千差万別な状態となる維持管理は、今後の技術発展が期待されている。

経験に重みのある土木の技術継承にあって、情報の蓄積が質・量とも大きく進めることが可能となってきた現在、継承だけでなく、技術自体が発展してもおかしくない。前述の品質向上の評価での例で言えば規格値と設計基準がなぜそうになっているか、経験・データ蓄積・技術判断記録等多くの人が共有できる体制があり得る。情報化による技術継承・発展へのアプローチでは、このような議論もあると聞く。

## 5. 建設技術に関する計画

今後要請されるであろう、建設技術についての総論としては、国によりいくつかの計画がなされており、これが参考となるので概略を紹介する。

### (1) 国土交通省技術基本計画（平成15年11月）

現行の国土交通省技術基本計画（H15～19）では、技術研究開発の戦略について、その方向性に関する「開発戦略」では、以下の5つの目標に向かって、重点的に推進することとしており、具体化するためのテーマのうち10を重点プロジェクトとして位置づけている。

目標①安全で不安のない暮らしを実現します

目標②良好な環境を取り戻し美しく持続可能な国土を子や孫に引き継ぎます

目標③快適で生活コストの安い暮らしを実現します

目標④国際競争力を高める活力ある社会を実現します

目標⑤誰もが社会の一員であることを実感できる社会をつくります

重点プロジェクト

①東海、東南海・南海地震を中心とした地震防災対策の強化

②陸・海・空の事故防止／削減のための総合的技術の開発

③地球に優しい低公害交通機関等の開発

- ④自然共生型国土基盤整備技術の開発
- ⑤循環型社会を構築する技術の開発
- ⑥地球規模の環境変動再現データベースの構築と地球温暖化メカニズムの解明
- ⑦安全で低コストな大深度地下利用を可能にする技術の開発
- ⑧建設ロボット等による自動化技術の開発
- ⑨非破壊検査等による社会資本の健全度評価技術の開発
- ⑩宇宙・海洋などのフロンティア分野の開拓

この他、開発成果を確実に実用化していくための仕組みとしての「推進戦略」、技術振興のための「人材・基盤戦略」、国民に理解を得る「コミュニケーション戦略」があげられている。

## (2) 建設産業技術戦略（平成12年3月）

ここでは方向性が、以下のように述べられている。

近い将来、住宅・社会資本の更新時期が集中的に来ることや、環境問題の認識の高まり、少子・高齢化、情報化、国際化、国民の価値観の多様化が進む中で、これまでに蓄積された世界的に優れた建設技術の一層の高度化に努めるとともに、以下に述べる技術課題を解決することが、今後のわが国の社会経済活動の基礎となる21世紀の住宅・社会資本整備に必要である。

また、建設産業技術は他産業技術を広く包含し、国民の生活基盤の形成を担うとともに、新たな技術市場の創出を推進する力を有している。このため、住宅・社会資本整備だけでなく、建設産業技術領域にとどまらない広範な学際・業際領域における技術革新を創出し、21世紀におけるわが国の産業技術力強化に貢献する。

- ①ストックの利活用によるバランスある住宅・社会資本整備に資する技術
- ②自然や環境と調和した住宅・社会資本整備に資する技術
- ③住宅・社会資本の高度情報化推進に資する技術
- ④性別・年齢を問わない住宅・社会資本整備に資する技術
- ⑤安全で豊かな国土基盤整備に資する技術
- ⑥人文・社会科学に立脚した国土基盤整備に資する技術
- ⑦未利用空間の高度利用に資する技術
- ⑧国際市場に対応した技術
- ⑨コスト低減や投資効率・耐久性向上に優れた技術

## (3) その他

- (a) 科学技術基本計画分野別推進戦略社会基盤分野・フロンティア分野（平成18年3月）

総合科学技術会議でまとめられたもので、社会基盤分野では、防災、テロ対策・治安対策、都市再生・生活環境、ストックマネジメント、国土の管理・保全、交通・輸送システム、ユニバーサルデザインの観点から課題が整理されている。社会資本整備審議会・交通政策審議会技術部会の提言（平成17年12月）がベースとなっており、国土交通技術会議の「社会的技術」（社会的課題を早急に解決するための技術）の提言（平成17年4月）を反映するものとされている。

- (b) 「国土交通分野イノベーション推進大綱」

（仮称）

現在、国は「イノベーション25」を打ち出しており、検討中のこの大綱では、ヒト・モノ・クルマの流れの円滑化、地域の活性化の推進、安全・安心で豊かな生活環境の実現、社会資本整備・管理の効率化の4つの視点で、ICTの活用も踏まえつつ、取りまとめが進められている。

- (c) 協会の活動

（社）日本建設機械化協会では、「建設生産システム研究会報告書」（平成15年3月）を取りまとめている。ここでは、建設技術の将来に向けて、協会会員を中心とする関係者が、協会の場も活用し、何を念頭に進めるべきかの観点で、取りまとめが行われたとされている。

## 6. おわりに

最近身近で、土木関係のイノベーションについての提案を聞く機会があり、多様性が存在しているか確認されていることを再認識した。

教えをいただいている多くの方々に感謝するとともに、ここでの記述の文責は当方にあり、議論の話題提供のための私見であることを確認する。

技術について、熱く語る場が多くあることが望まれていると思う。

JICMA

【筆者紹介】

山元 弘（やまもと ひろし）  
独立行政法人土木研究所  
技術推進本部  
先端技術チーム  
主席研究員



# 第23回 国際建設ロボットシンポジウム (ISARC)

## — ISARC の20年を振り返って —

久武 経夫

1984年に米国ピッツバーグのカーネギーメロン大学にて第1回を開催した国際建設ロボットシンポジウム (ISARC) は、各国を巡回開催し、日本では、第5回 (1988年)、第9回 (1992年)、第13回 (1996年)、第23回 (2006年) に開催されている。

日本で最初に開催された第5回のISARCは、バブルの絶頂期では、建設施工の自動化・ロボット化への研究は様々な施工分野で闊達に行われたが、1990年のバブル崩壊によりロボット熱が沈静化した。

1992年の雲仙普賢岳の火山災害を契機に、建設機械の遠隔操縦を前提とした「無人化施工」が危険作業の分野で一般化し、ロボット化研究の一翼を担うようになって来た。景気低迷や建設投資抑制など厳しい経済環境の中で、安全施工、苦渋作業の回避などへの社会的な要求を背景に、実用化を目指した新たな展開が始まっている。

ロボット技術 (RT) や情報処理技術 (IT) の急速な進歩によって、従来、困難とされていた建設など屋外作業における高度な省力化・自動化・ロボット化の実現が可能になってきたが、解決しなければならぬ問題も数多く残されている。これら、建設業をめぐる諸問題を解決すべく建設分野のロボット技術の開発とその導入、普及促進などへの寄与が期待されている。

キーワード：国際建設ロボットシンポジウム, ISARC, IAARC, 建設ロボット, 産学共同, RT

### 1. はじめに

今回のシンポジウムは、日本を含め諸外国の建設産業における建設ロボット分野の技術革新と建設生産システムの近代化促進を目的に、「建設産業をリードするロボット技術 (RT) & 情報技術 (IT)」を総合テーマとした。

シンポジウムでは、国内外の土木・建築をめぐる建設活動へのロボット導入の現状と将来を展望するとともに、建設ロボットの要素技術に関する研究、ロボットの適用事例、ロボット化施工に対する計画・管理技術、コンピュータによる情報化施工、環境、防災、安全回復、リニューアル、急速施工などが発表された。

本稿では、第9回 (1992年) を除くと、1988年以降ほぼ10年間隔で日本で開催された第5回 (1988年)、第13回 (1996年)、第23回 (2006年) のISARCの参加者数と参加者の属性の推移、日本の技術者による発表論文の内容変遷、技術革新の時系列的な発展傾向の分析を行った。分析を通じて下項が明らかとなった。

- ① 現在も進行中の建設ロボットの多くが1988年の段階で研究に着手されていた
- ② 研究の対象が個別のロボット研究から情報化施工や

維持管理などの分野に拡大している

- ③ 大学の存在が研究の継続を支えている

### 2. 建設現場へのロボット導入

#### (1) ISARC2006における発表技術の現状

計画・管理技術では、シミュレーション手法を用いた建築計画、部材等をモデル化した建設計画支援、複数機械による施工空間の共有の手法、人間とロボットの共存の在り方などが議論された。

GPSや光学系のセンサを融合した3次元の位置計測技術や機械位置制御システム、3D設計図に基づく掘削施工など、計測制御技術を駆使した情報化施工が道路や造成などの施工分野での研究の潮流となっている。

施工機械群の遠隔操縦によって、施工現場に作業者が立ち入らない無人化施工に関連した報告も行われた。

RFIDや空間の情報伝達手段を用いた、人、機械、資材の所在と属性管理、道路や建築施工現場での所在認識など、新しい発想の報告もあった。RFIDなどの外部記憶装置は、設計・管理用コンピュータシステム

表一 建設活動へのロボット等導入 (ISARC2006)

		ISARC2006 発表技術	将来の展望
計画・管理技術		部材などをモデル化した建設計画支援システム, ライフラインなどインフラのGIS情報, プロブレムシミュレーション	管理情報入力自動化・高速化 計画・管理支援システム導入による誤計画抑止やコスト削減の実効性確認
情報化施工 (IT construction)		設計・施工・施工管理・維持, コスト管理の統合化 設計情報の3D表示, 3D施工支援システム, 自動掘削・整形 出来高管理可搬端末の改良	設計とロボット機械制御の情報融合
無人化作業	全自動ビル建設システム	施工の統合管理, 複数クレーンの干渉回避, RF-IDに依る施工情報取得	有人作業部のロボット化 (搬送・設置・溶接など, 全作業プロセスのロボット化など)
	施工の無人化	施工機械の遠隔操縦化技術 掘削・積込機械の自動化 (ホイールローダ, 油圧ショベル)	各種工種への無人化技術の展開 対象物の認識 自動化, 施工機械群の統合管理
防災, 安全回復		探査ロボット, 救援・復旧ロボット, RFIDによる空間管理, その他	実現場での成果実証
リニユーアル	状態の調査・計測	状態監視計器の統合管理 (橋梁), 道路の路面状態の検査 トンネルや管内検査ロボット	交通流を阻害しない高速検査, 最終検査レベルの検査制精度, 機器・ソフトウェアの標準化を通じた広域利用
	修復	煙突や下水道管内の清掃など狭隘・悪環境作業のロボット化	多様な空間への対応
急速施工		全自動ビル施工	在来工法を凌駕する施工速度の実現

表二 施工分野別のロボット化などの事例の時代変遷

施工分野	1988年	1996年	2006年
造成, 一般土工	転圧機械の自動運転 石積みロボット	スクレーパ作業シミュレーション	油圧ショベルの半自動掘削
道路	遠隔操縦 舗装切断ロボット 地盤圧密度検査ロボット化	作業機構軌跡・起点・終点指示で自動掘削 リアルタイム圧密データ管理	掘削・舗装目標の3D (GPS, 光波) 表示, 3D設計データに基づく自動掘削など。 路面性状調査システム
トンネル・シールド	シールドトンネルのロボット施工, 自動検査	セグメントの搬送, 締結の自動化, マルチメディア管理, トンネル用無線テレメータシステム, TBMの自動化	資材の自動搬送 検査・保守・運用支援ロボット
地下	地中連壁施工のコンピュータ制御	地中壁自動掘削, ウォータジェット式パイル切断, オープン/ニューマチックケーソンの自動化	—
建築	ハンドリングや仕上作業のロボット化, ロボット化用壁面材料 施工計画シミュレーション	全自動ビル建設システム ボード設置他ロボット	3Dモデル, 3D-CADを用いた施工管理
ダム, 湖水		クレーン自動化	—
河川, 湖水	橋梁ピア昇降ロボット	堤防検査, 自動浚渫他	—
海洋	捨石均しのロボット化	—	水中バックホー作業・調査船高精度位置決め技術
その他	計画用エキスパートシステム	—	—

と個々の施工ロボット間のデータ授受, 資機材と施工機械や施工ロボットを連繋するツールとしての活用も期待されている。

その他, 状態監視や検査ロボット, 清掃や再生など, 維持管理に係わるシステムの発表も今回の特徴として

上げられる。

表一に, その概要を示した。表中の将来への展望は, 発表論文の展望記述に依った。

## (2) 工種別のロボット化事例

表二に, 第9回を除く約10年毎の開催時の発表

事例について、施工分野毎に特筆すべきロボット化や高度化の事例を示した。

一般の土工事に用いられる汎用建設機械の高度化は、1988年代の遠隔操縦から半自動システムに展開している。但し、発表の多くは試作機械の段階で、商品として市場に供給はされていない。

道路工事用の機械・システムに関しては、個々の機械の遠隔操縦や自動化から、GPSや光学系センサにより計測した位置を目標とした自動掘削が一般化しつつある。

シールドやTBMなどトンネルは、1996年の時には各社が発表した、セグメントの搬送、組立、締結などの自動化から、検査・保守・運用支援システムなど、維持管理にシフトしている。地中連続壁やケーソン工事などに関して、今回は報告例が見当たらなかった。

ビル建築の自動化システムは、後述の早稲田大学を中心とした研究開発コンソーシアムが契機となり各社が研究を行った。今回も複数件の研究成果が発表されている。

ダム、トンネル、大型造成工事など、大規模施工に関する発表が少ないのが今回の特徴である。

### (3) 機械別のロボット化事例

ロボット化発表事例の時系列的な推移を機種別に分類した結果を表一3に示す。表一3では、今回のシンポジウムで発表されたロボットの内、実際の作業現場に採用された研究成果を過去に遡り検証した。

共通技術である、屋外での位置決め技術に関しては、GPSやレーザスキャナなどによる位置決め精度の向上がロボット施工を容易にした。カメラシステムを用いたリアルタイムの位置認識も最近の技術である。

油圧ショベルに関しては、この20年、基本的な技術は変わっていないが、掘削対象地形や機械の姿勢をモニタに表示する高速データ処理とビジュアル化が最近の特徴である。

1996年時にシミュレータの製作が発表されたブルドーザに関する研究発表は無かったが、後述する、ローダの自動化システムが10年間の研究成果を一気に発表した。

その他、レスキュー、自動車椅子、脚ロボット、マニピュレータなど、多様なロボットが発表された。個々の作業のロボット化から作業単位で機械やロボットを見たシステム化指向が今回の特徴の一つである。但し、報告文書から判断すると、積上げの成果継承が行われていない事例も見受けられた。

表一4に、油圧ショベルなどマニピュレータ機能を有する移動ロボットの自動化研究例を示す。ブー

ム・アームを持つ油圧ショベルは、フィールドロボットの研究対象として選ばれ易いのか、多くの研究機関が研究の対象としている。

(株)フジタによるポータブルロボットは、建設機械の座席に設置したロボットアームが人間の代わりに機械を操縦する装置で、ブルドーザやクローラダンプトラックにも搭載実績がある。

後述の、独立行政法人空港港湾研究所が開発中の水中バックホウは、海中での実験も終え、実用段階に達している。

今回は、油圧ショベルをベースマシンとした双腕型機械が3種類発表された。ランカスター大学は、5自由度の油圧ショベルに6自由度のマニピュレータを搭載した11自由度を有する機械で、原子力発電プラントの解体などの工事を行うことを想定して開発された。

油圧ショベルの操縦の容易化や自動化研究に関連し、今回は報告されなかったが、後述の千葉工業大学の中野教授が、操縦支援、半自動操縦の研究を進めている。

本報では網羅できなかった、過去10年間のトピックスとして、キャタピラー社の支援による、カーネギーメロン大学の研究成果も注目すべきである。

### (4) 国・組織別参加者

#### (a) 組織別参加者

表一5は、ISARCの、第5回(1988年)、第9回(1992年)、第13回(1996年)、第23回(2006年)の参加者数を、国別、所属組織別に分類したものである。上記開催毎の参加者の傾向として、下記がある。

- ①2006年の基調講演、パネルディスカッションなどを除く発表論文数は、1996年の1.4倍である。
- ②国外論文の比率は、1996年40%から2006年51%と増加している。
- ③国外は従来から大学の参加が中心であったが、国内においても大学の発表数が激増している。総発表数の内大学が関与した発表は、1996年44%、2006年66%である。内国内では1996年23%、2006年47%である。日本では、大学が関与した発表数が1996年の3倍、大学単独の発表が5倍に増加している。公的研究機関の発表数の増加も顕著である。独立行政法人化、大学法人化の影響が顕著に顕れたものと思われる。
- ④国内組織での大学と民間企業の共同発表の数には大きな変化は見られず、共同研究までの展開までに至っていない。その中で、公的研究機関を中心に複数大学や企業も巻き込んだ共同研究体による成果発表が注目される。本件に関しては、別節で詳述する。

表-3 機械別のロボット化発表事例の時代の変遷

		第5回 1988年	第13回 1996年	第23回 2006年
共通技術 (センシングシステムなど)		レーザービーム式3次元位決め 技術データベースの構築 ミリ波利用の提案 人工知能, バーコード管理	ノンプリズムTSによる自動地形計測, 複数レーザービームによる2次元位置認識, 2眼位置認識, 立体視, 超音波トランス スポンダによる機械安全化システム	高精度位置認識/レーザーキャナ・GPS・ カメラ・超音波, 人感センサ現場安全管理 固定・移動カメラによるトラッキング RFID技術
汎用建設機械	油圧ショベル	作業端高度化(石積みロボット) バックホウ自動掘削モデル フロントショベルの水平押し出し システム	作業機構軌跡・起点・終点指示 で自動掘削 埋設物探知47中野	実機実験, 機械の3D位置・姿勢 表示, 設計データに基づく自動 掘削, 把持等力帰還センサ, モ ノレバー操縦支援システム
	ホイール及びク ローラ型ローダ	水平押し出し制御 自動化研究用モデル構築	模型の軌道制御	模型・バーチャル実験 対象の認識・モデル化, 自動積込
	ブルドーザ	軟弱地盤走行時の最適操縦	運転シミュレータの開発	
	グレーダ モータスクレーバ	レーザー均平装置	スクレパカッチングエッジの 位置制御	GPS・光波によるレベル計測・制 御
	転圧機械	コンパクト無人走行, 仕上検査ロボット	位置認識, 無人運転/振動ローラ	
	クレーン	クレーンとマニピュレータロボッ トの協調 ワイヤ式2次元空間対応クレーン クローラクレーンの吊荷高さ制御 クランプの遠隔切離し	クレーンとマニピュレータロボッ トの協調 クレーン視界運転支援 ケーブルクレーンの自動運転 クレーンの可動領域設定・制御	—
マニピュレータ・ ハンドリングロボッ ト	空圧式・バランス付マニピュレータ ボード設置・石積みロボット 水平ディストリビュータ 6自由度マニピュレータの最適経路	耐火被覆吹付・ボード設置・軽量 部材設置・内装仕上ロボット 超遠隔操作ロボット, 4脚マニ ピュレータロボット	5~6自由度マニピュレータ 双腕型マルチアームロボット	
移動ロボ ット	水平面移動	レーザー・超音波他に依る位置認識 路面切削・コンクリート打設・仕上げロボット, 転圧仕上検査ロボット クリーンルーム検査ロボット, 宇宙ロボット	6汎用移動体	GPS・光波による位置認識
	凹凸・階段	—	6脚作業ロボット	レスキュー, 脚ロボット, 自動車椅子
	ヒューマノイド	—	—	画像解析による対象認識
	アシストスーツ	—	—	作業補助, 腕力増強
	壁面 煙突内	壁面検査, 塗装ロボット 壁面歩行ロボット	壁面塗装ロボット, 耐火被覆吹付ロボット	塗装 自動昇降・清掃ロボット
トンネル用機械	セグメント設置等・シールド自動制御 削孔・コンクリート吹付け・打設ロボ ット レーザー仕上計測等・トンネル自動検 査ロボット	セグメント搬送・設置・掘削自動化 小口径・TBMの全自動掘削 削孔・溶接ロボット 走行型自動保守ロボット 地中無線テレメータ	検査・保守・運用支援ロボット	
地下施工機械	コンピュータ制御地中連壁施工機械 地盤改良機	ケーソン内自動掘削, 立孔掘削ロ ボット, 地中掘削機の最適制御	—	
ビルディング施工機械	遠隔操縦・自動ロボット, 各種ハンドリング/仕上ロボット ビル建設プロセスシミュレーシ ョン	半/全自動ビル建設(上階持上・外 壁施工・溶接・資機材搬送) ドーム建設へのロボット導入 ロボット化対応のプレキャスト部材	施工管理	
海洋機 械	海底調査・作業	8脚式捨石均し機械 6脚水中調査ロボット	—	水中バックホー操縦支援, 超音波形状認識 水中調査ロボット
	水中浮遊型	—	—	深度, 姿勢制御可
	作業・調査船	—	—	高精度位置決め技術
調査	打音式壁面内検査装置	土工現場検査・空調検査ロボット	路面調査	
その他	単管パイプ清掃・修復ロボット パイプライン・管路検査ロボット	超音波トランスポンダ式対物監視 パイプライン自動溶接	—	

表—4 油圧ショベルなどマニピュレータ機能を有する移動ロボットの自動化研究例 (ISARC2006)

発表内容		報文頁	国	発表者
1	水中バックホーの海底地形認識と操縦の容易化など	36,52	日	空港港湾研, 筑波大学, 佐伯建設
2	ステレオビジョン, レーザスキャナを用いた3D計測, 作業動作分析	24,252,527,543	日	土木研究所, 東大, 理化学研究所
3	マスタースレーブマニピュレータ	499	日	鹿島建設
4	ポータブルロボット (機械の座席に設置)	642	日	フジタ
5	GPSを用いた3-D運転支援システム	7	フィ	Oule 大学
6	レスキュー用機械として開発された双腕型油圧ショベル	237,669	日	テムザック
7	双腕型油圧ショベル	539	日	日立建機
8	6自由度のマニピュレータを5自由度の油圧ショベルに搭載	231	英	ランカスター大学

表—5 国際建設ロボットシンポジウム国・組織別参加発表報文数

		第5回	第9回	第13回	第23回
開催年		1988年	1992年	1996年	2006年
開催月日		6.6~8	6.3~5	6.11~13	10.3~5
除基調講演等 発表数	国内	52	54	63	77
	内外		4	4	1
	国外	37	41	43	80
	合計	89	99	110	156
国内	大学	11	5	4	19
	大学・公的研究機関	1	1	1	7
	大学・民間企業	1	6	7	6
	大学・公的研究機関・民間企業				4
	公的研究機関	4	10	5	11
	公的研究機関・民間企業	2	3	9	3
	民間企業	34	29	37	27
国外	大学	25	30	32	58
	大学・公的研究機関			1	4
	大学・民間企業		1	3	5
	公的研究機関	8	6	5	11
	公的研究機関・民間企業			1	
民間企業	3	4	1	1	

注：JHも公的機関とした。

### (b) 国別参加者

国内で開催された、過去4回のISARCについて、国別の参加傾向を調査した。表—6に調査結果を示す。

現在までに、延べ28カ国からの参加があり、海外からの参加者の比率が増える傾向にある。第5回の参加は10カ国であったが、第9回12カ国、第13回16カ国、今回18カ国と、回を重ねる毎に増加している。当初は、米、英、仏、独が、海外からの参加者の主流を占めていたが、参加者の増加に従ってその比率は低下している。開催回毎の新規参加国が参加者数を押し上げる結果となっている。今回は、特に、台湾と韓国の発表者が全発表者の4分の1を占めている。

### (c) 大学が関連した研究課題の変遷と研究の継続性

表—6 国際建設ロボットシンポジウム国別発表報文数

	第5回	第9回	第13回	第23回
日本	52	54	63	77
アメリカ	16	17	8	8
イギリス	6	12	11	3
ドイツ	3	2	5	4
フランス	6	2	1	
オランダ				2
イタリア				2
スペイン			1	3
ルーマニア				3
ハンガリー		1		
チェコスロバキア		1		
チェチェン			1	
ロシア		2	1	
ポーランド			2	1
フィンランド	1			1
スエーデン		1		
デンマーク	1	1		1
イスラエル			1	1
クエート			1	
イラン				1
インド				3
カナダ	1		1	1
オーストラリア	1	1	2	4
ニュージーランド			1	
中国	1	1		
タイ			1	
台湾			7	26
韓国				16
国際		4日/米	3日/米	1台/米
参加国数	10	12	16	18
合計	89	99	110	156

表—7に、国内で開催された、4回のISARCの内、第5回(1988年)、第13回(1996年)、第23回(2006年)における大学の研究発表の課題と発表者を示した。大学が関連した研究発表の特徴として、下項がある。

表一 国内開催の ISARC における大学が関連した研究課題の変遷と研究の継続性

	発表の内容	発表者	開催年・報文掲載頁			備考
			1988	1996	2006	
1	建設施工のロボット化の現状と将来	東京理科大学	239			
2	地下ライフラインの維持管理	香川大学			30, 293	
3	WABOT-HOUSE 研究所の紹介	早稲田大学			152	
4	プロジェクト管理におけるリスク分担	京都大学			381	
5	人とロボットの協調の在り方	京都大学			388	
6	建設と車の生産プロセスの差異分析と新提案	京都大学			371	
7-1	ビル建設ロボット導入	早稲田大学	213			長谷川教授 WAS COR プロジェクト 展開特許出願：31 嘉納教授
	ビル建設施工ロボット化に向けた作業分析	早稲田大学				
	ビル自動建設施工情報管理システム	早稲田大学		925		
7-2	エキスパートシステムと施工計画	早稲田大学	521			嘉納教授
	床面昇降による建設空間確保	早稲田大学			176	
	施工管理と 3D-CAD, バーチャルリアリティ, RFID, 映像	早稲田大学			430	
8	木造住宅向け CAD-CAM システム	東京大学			357	
9	衝突回避法を用いたモジュラー構造物の組立	東京工業大学			853	
10	建築用 2 次元移動型クレーン	東京大学	661			
11	クレーンと産業ロボットによる重量物ハンドリング	東京大学	747	113		新井教授
12	ID タグを用いた建設部材の位置姿勢推定	大阪大学			164	
	RFID タグ付建材で材料・施工等ライフサイクル管理	大阪大学			365	
13	ホイールロードスケールモデルの軌道制御	山祇研究会		699		山祇研究会メンバー による発表
	自律型ホイールロードによる積込システム	筑波大学			466	
	ホイールロード岩石の自律掘り込み作業時の外乱監視	中央大学			472	
	バケット掘り込み作業時の岩石山の反力分析	東京電機大学			476	
	履帯系車両のバーチャルモデルの軌道制御	産業技術総合研究所 (産総研)			482	
	ブレーカによる岩石破碎の対象認識と最適位置制御				487	
14	パイプライン検査ロボット	東京理科大学	887			福田教授
	6脚マニピュレータロボット	名古屋大学		261		
	3D 映像等によるクレーン操縦支援	名古屋大学		581		
	空調検査ロボットの視覚ナビゲーション	名古屋大学				
15	可変ベクトルプロペラを用いた小型水中移動体の開発	長崎大学			66	
16	プレハブ壁材を用いたビル壁面ロボット施工	東京理科大学	441			
17	壁面検査用歩行ロボット	宮崎大学	581			
18	壁面昇降型窓清掃ロボット, 未来機械	香川大学			215	
19	建設施工用自動走行車両	大阪大学	249			
20	重量物搬送用 4 脚移動ロボット	香川大学			221	
21	フォークリフト型階段昇降ロボット	産業技術短大			206	
22	段差を昇降する 6 脚ロボット	大阪大学			225	新井教授
	ヒューマノイドロボットを用いた…	大阪大学			517	
23	パワーアシストスーツによる搬送作業支援	名古屋大学			523	
24	スクレーパカッチングエッジの数値制御	東北大学		587		高橋教授
25	軟弱地盤におけるブルドーザの最適操縦	愛媛大学	717			室教授, 他
	隔壁掘削自動化システム 掘削機と地盤の反力予測	愛媛大学		285 625		
26	自動削孔機を用いた発破作業	山口大学		285		
27	リアルタイムネットワークを用いたバイラテラルアームロボット制御	慶応大学			548	
28	屋内解体作業用破砕機械の作業性の評価と改善	慶応大学			822	
29	熟練オペレータによるバックホウ操縦技術の解析	東京大学			543	
30	バイラテラル型水中バックホウ	筑波大学			36	
	遠隔操縦バックホウの操縦性評価	空港港湾研究会			52	
31	バックホウのバケットに埋設物探知/映像と力センサ	東北大学		547		中野教授
32	車載型 3 次元路面形状計測	早稲田大学			569	早稲田大学, 他
		国土総合研究所				
	3D カメラによる道路白線高精度認識	早稲田大学			675	
33	複数センサの組合せによる防波堤の観察	東京大学			72	
34	転圧作業における地盤評価法	京都大学		645		建山教授
35	固定及び移動カメラの協調監視による施工現場の安全空間の確保	大阪大学			182	
36	RFID タグ等をも用いた施工現場の安全管理等	筑波大学			158	
37	音源探求による周辺理解	名古屋大学	325			

注：転・就職などで結果的に共同発表の形態となった事例も含む

①早稲田大学

早稲田大学の研究室の様に、20年間ビルディング等建築構造物の施工合理化を追求し、成果発表を続けた事例（表中7-1, 7-2項）がある。同校では、建設作業用ロボット開発のための基礎的な調査研究を目的として、1982年～1995年の14年間、大学と民間13社の共同研究「WASCOR研究プロジェクト」を運営し、多くの学会発表と31件の特許出願を行っている。上述の3回のISARCでの発表例は無いが、1973年に発表されたWABOT-1はヒューマノイドロボットの先駆けとなった。今回紹介された「WABOT-HOUSE研究所」（表中3項）によって、これらの研究の継続性が保障された。大学を核とした研究体制の整備と研究の継続性を担保するための外部組織との連繋が特徴である。

②山祇研究会（研究組織の連繋）

中央大学・筑波大学・東京電機大学・独立行政法人産業総合研究所が参加した「山祇研究会」に日立建機（株）が協力した研究集団が、ホイール（写真-1）若しくはクローラ型ローダによる積み込み作業自動化の研究を行っている。研究会に属している研究者のISARCでの研究成果発表は、1996年に1件、今回は、ホイールローダによる掘削・積込作業、履帯系車両のバーチャルモデルの軌道制御、ブレーカを装備した油圧ショベルによる岩石破碎作業の自動化関連5件（表中13項）の研究成果の発表を行った。各研究機関・研究者が得意分野を持ち寄って補完的な研究体制を確立している。持続的な成果を上げて行く効率的な研究手法で、これからの研究の在り方を示唆するものとして注目される。

③独立行政法人空港港湾研究所（水中バックホーの研究）

空港港湾研究所が主体で研究を推進している水中バックホー（図-1）は、特定研究領域では、筑波大学

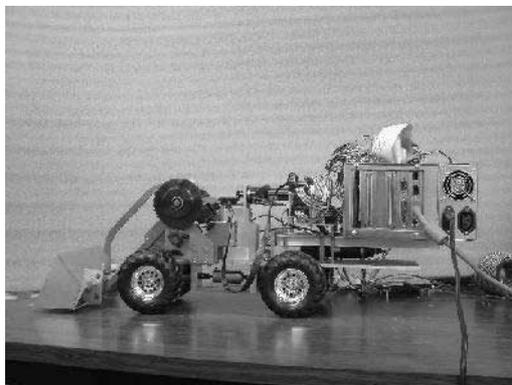


写真-1 ホイールローダ

や佐伯建設（株）などの知見を集約して効率的な研究を推進している。非搭乗の水中機械を自在に操縦するためのワンレバー型の操縦支援装置、濁水中の掘削対象物の位置と形状を認識するための超音波式対物認証システム（超音波トモグラフィー）などの研究を進めている。今回の報告では、簡易操縦装置による操縦の容易化とバケットの位置と反力から海底の地形推定などの実験結果が報告された。

④独立行政法人 土木研究所（油圧ショベル自動化の研究）

土木研究所による油圧ショベル自動化の研究成果では、1988年（第5回）で、バケットの軌跡制御の研究成果が発表されている。その後、ファジー制御などの研究を経て今回の発表に至っている。20年越しの研究である（図-2）。

自動化を指向する今回の研究では、東京大学、理化学研究所が関連した研究を行っており、その成果も併せ発表された。

⑤その他の大学と民間企業や公的研究機関との連携

②の日立建機（株）の他、名古屋大学（表中14項）、愛媛大学（表中25項）、慶応義塾大学（表中27,28項）、早稲田大学（表中32項）などがある。東北大学（表中31項）も1987年の研究開始以来、複数の民間企業との共同研究を経ている。

今回実施した発表傾向の分析結果では、研究の効率化を求める企業とのロボットや映像処理技術などの研究成果活用を求め大学とは、現場での活用を企図した共同研究を今後更に積極的に展開するものと思われる。

図-3は、慶応義塾大学と日立建機（株）による、建築物の屋内解体作業用の破碎機械の作業性の評価と改善の研究対象機械である。

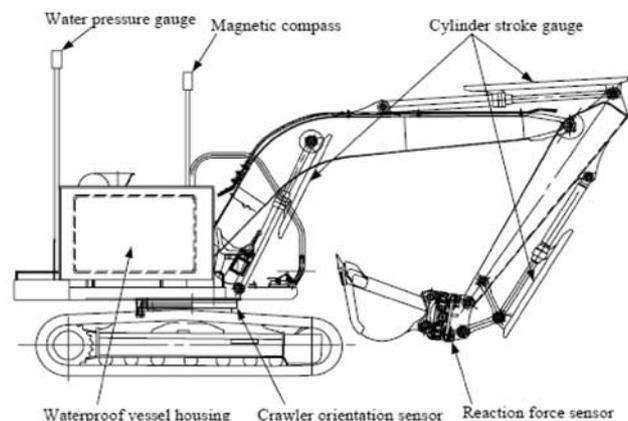
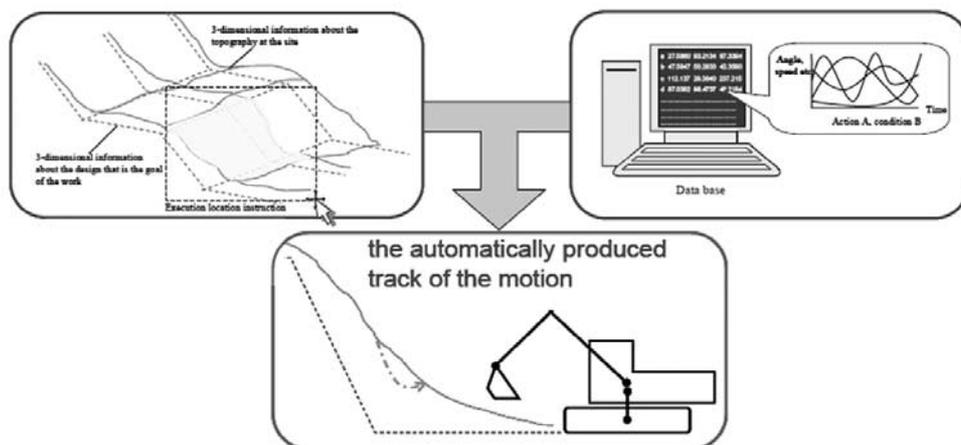


図-1 水中バックホー



図一 油圧ショベルの自動制御（施工情報とロボットの融合）

える要素技術を例示した。

#### 4. おわりに

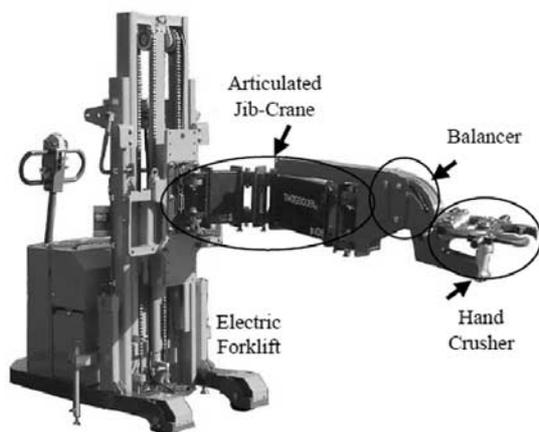
10年ぶりのISARCの開催が、参加者数、参加国数ともに過去の開催例を上回り、成功裏に閉会した。今回の国内開催を、10年後とすると2016年となるが、少子化・高齢化の中で作業のロボット化への要求は更に高まるものと想定される。

過去20年間の研究を総覧した結果、研究の実を上げるためには、研究の継続が最も重要である事が判明した。課題によっては、10～20年の研究期間を要している。筆者等が携わった、日鉄鉱業(株)の石灰採掘現場で採用された無人ダンプトラックは、スケールモデルやシミュレーションによる基礎研究を開始してから現場で採用されるまで8年間、現場での玉成に更に3年間の研究期間を必要とした。その間、代替案などの周辺技術の研究に大学に支援頂いた。

1996年に発表された、千葉工業大学中野栄二教授による、油圧ショベルのイーザーオペレーション化と半自動化の研究は、東北大学在籍中の1986年の研究開始以来、研究が20年間継続されている。この研究に協力した民間企業が、4回交替したが、現在まで研究が途絶える事は無かった。

大学の協力による持続性、周辺技術への研究展開による研究課題維持の安定化は、期間限定のプロジェクトで成果を見ずに終了した研究が多々存在する中で、課題の延命策や今後の研究の在り方を示唆するものとして注目される。研究の継続性に留意した支援施策が求められる。

尚、国際建設ロボットシンポジウムの第1回（1984年）～第14回（1997年）の14年間の発表論文についてはデータベース化され、テーマの変遷など詳細な



図三 破砕機を装備したフォークリフト

### 3. 無人化施工

無人化施工については、「ロボQ」など要素技術の発表の他、無人化施工に関する総括的な報告も行われた。

1993年に長崎県雲仙普賢岳に導入された無人化施工は、「人が立ち入ることができない危険な作業現場において、遠隔操作が可能な建設機械を使用し作業を行う」と定義され、以来、災害復旧現場を中心に150現場で導入されている。

無人化施工の実現には、人力で行われている様々な作業の機械化と作業機械の遠隔操縦化が前提となる。13年間の無人化施工の実績の中で、転圧機械や運搬機械などの自動化も試みられている。遠隔操縦～半自動化～自動化への展開の道程として注目すべきである。危険現場の安全施工を目的に、国が積極的に支援し、組織的、継続的な導入を行って成果を上げた例として注目すべきである。表一8に、無人化施工を支

表-8 無人化施工の技術進展

導入技術	稼働条件, 装着機器・システム	使用例他
制御		
機側での遠隔操縦	機械, オペレータ距離50m以内	鉄鋼プラント
現場映像を見て遠隔操縦	同上50m以上, 現場が見通せない	
・同上	立体視/対象物間の距離情報の付与	眼鏡利用での試行例
操縦の容易化	操縦かん	
作業機の軌跡表示	施工目標と作業機の位置を表示	
作業機の半自動制御	作業機位置・姿勢制御	
作業機の全自動制御	反復作業	品木ダム, 霞ヶ浦
計測		
機械稼働情報の帰還	機械の状態を操作室に伝送	雲仙普賢岳
GPS機械位置情報の追加	地形, 転圧面積, 転圧回数, 沈下量	雲仙普賢岳
機械の姿勢・対象位置情報	姿勢や対物距離センサ	コンクリート吹付け実験/国土交通省
遠隔測定器の搭載	地形, 地盤強度, 地表温度, 他	災害調査車両
機械・システム		
非搭載型建設機械	遠隔操縦機能を標準装備	災害調査車両/用ベースマシン他
操縦ロボット/ロボQ, ALT	空気/電磁アクチュエータによる遠隔操縦	国土交通省, 西尾レントール(株), 他
電波		
アンテナ自動追尾/建設機械搭載	50GHz帯の高画質映像伝送	日立建機(株), (株)熊谷組, MHI
中継等による長距離伝送	制御信号と画像の多重伝送	雲仙普賢岳, 有珠山, 他
高出力電波の特例利用	災害復旧用/1.25W/地域限定	雲仙普賢岳, 北海道有珠山
複数機械情報の多重伝送	400MHzの6波を50GHzで統合	雲仙普賢岳で実験
遠隔操作器(操縦桿)	操縦装置・送信機の共通化	国土交通省北陸地方整備局
双方向多重伝送	制御信号と画像の多重伝送	国土交通省関東技術事務所
無線LAN	接続の汎用化による多重化, 広域化	五洋建設(株)
無線・有線LAN	複雑な地形への対応, 遠距離化	谷沢川無人化施工/国土交通省

注: Kitahara, Yoshida "Deployment of construction robots applying the information technology and network system" 23th ISARC 2006.10 に筆者が追記した

トレンド分析が行われた。分析結果は、第14回(1997年)、第15回(1998年)シンポジウム及び「建設作業のロボット化」(株)工業調査会 1999.6 で報告されている。

JICMA

《参考文献》

- ・第5回, 第9回, 第13回, 第23回国際建設ロボットシンポジウム 予稿集
- ・上野高敏「国際建設ロボットシンポジウム (ISARC) の論文傾向分析」建設作業のロボット化 pp.649—658 (株)工業調査会 1999.6



【筆者紹介】

久武 経夫 (ひさたけ つねお)  
株式会社インロッド・ネット  
代表取締役

## ダムの有効活用と建設機械

山口 温 朗

ダム事業を巡っては、効率的なダムサイトが少なくなってきたことや、新規のダム建設には合意形成を図るために長い年月を要するようになってきていることなどから、従来型のダム建設事業に加えて、既設のダムをより有効に活用する事業が必要となってきた。既設ダムの機能を向上させる事業には、ダム再開発事業、ダム群連携事業、ダム群再編事業、堤体の高上げ、放流能力の増強および堆砂対策事業などがあり、これまでのダム建設技術に加えて新たな技術開発や建設機械の開発が必要になってくると思われる。

キーワード：ダム再開発、ダム群連携、ダム群再編、放流能力増強、堆砂対策等

### 1. はじめに

水資源機構は、ダム建設事業として思川開発事業、滝沢ダム建設事業、武蔵水路改築事業、徳山ダム建設事業、川上ダム建設事業、丹生ダム建設事業、大山ダム建設事業、小石原川ダム建設事業の8事業を進めている。このうち、滝沢ダムと徳山ダムについては、堤体工事を完成させ、平成19年度の竣工を目指して試験湛水を実施中である。大山ダムについては、平成24年度の完成のため、平成19年度当初に本体工事の着手を行うべく入札契約手続きを進めているところである。その他、思川開発、武蔵水路改築、川上ダム、丹生ダム、小石原川ダムについても着実に事業を進めている。

最近のダム建設事業を見ると、環境保全措置等に関する調査検討や地域住民との合意形成に時間を要するようになってきているとともに、後発ダムということで、必ずしも効率の良いダムサイトが多くなっているのも事実である。その一方で、依然として洪水や渇水は各地で頻発しており、ダムによる対応が求められている場合も少なくない。

そのような社会情勢の中、国土交通省等で進められているのが、ダム再開発事業、ダム群連携事業、ダム群再編事業などである。これらの事業は、既存の施設を治水、利水の面からできるだけ効率よく利用しようとするもので、条件によってはダムを新設する場合に比べ、トータルコストの縮減や短期間での事業効果発現等が期待できる。

### 2. ダム再開発事業の事例<sup>1)</sup>

ダム再開発事業は、ダムの機能を最大限に活用するという観点に立ち、水系やダムの特性を踏まえてダム群の再編や一体的運用およびダム機能向上等に取り組んでいくものである。具体的には、近接するダムを連絡水路で結び、ダム群として運用することにより治水、利水、環境保全機能を向上させるダム群連携事業や、複数ダムの治水と利水容量を振替えることにより、ダム群としてより効率的、効果的な治水、利水等の対策を図るダム群再編事業、既設ダムの再開発やダムの操作ルールの見直し、利水容量の買い取りによる治水容量の確保等、既存施設を最大限活用した事業展開となる。ダム再開発事業の事例として放流能力の増強を図った五十里ダムの事例を紹介する。

国土交通省所管の五十里ダムは、鬼怒川支川男鹿川に洪水調節、農業用水の供給、発電を目的として昭和31年に建設された堤高112mの重力式コンクリートダムである。

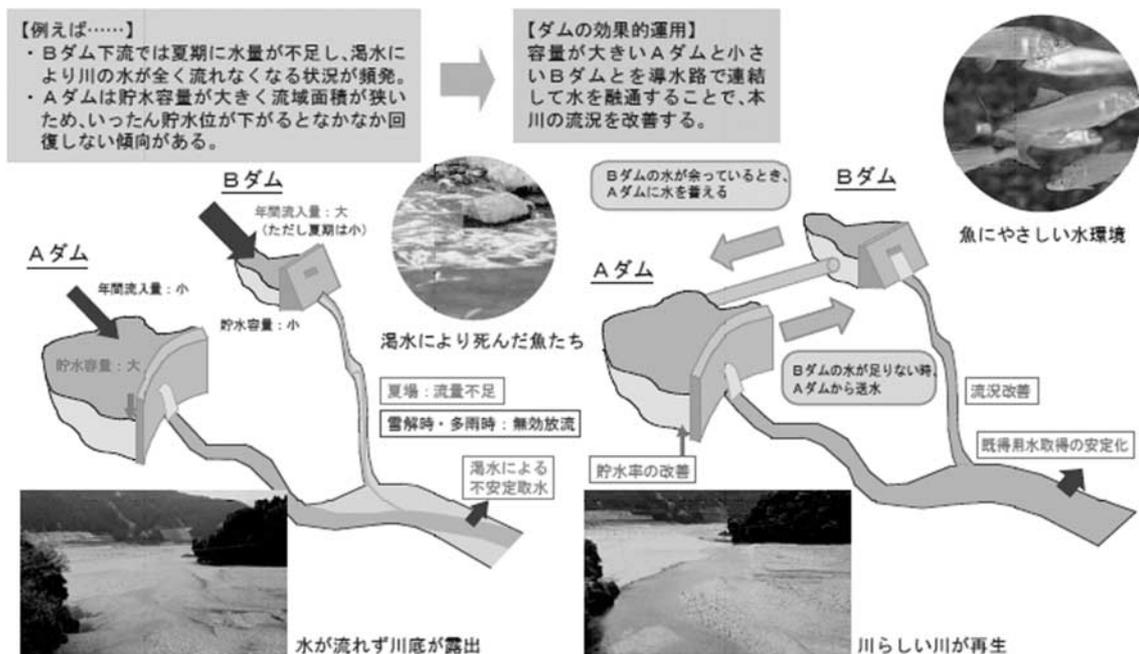
五十里ダムの改良前の放流能力は、毎秒約100m<sup>3</sup>で、放流ゲートが「全開・全閉」放流しかできなかったため、ダム湖の水位調整が難しく、放流すると下流水位が急激に上昇するなどの問題を抱えていた。この問題を解決するために平成11年度から14年度にかけて施設改良工事が実施された。工事の内容は、ダム堤体にφ5mのトンネルを2本掘り、毎秒250m<sup>3</sup>の放流設備を2門、合計毎秒500m<sup>3</sup>の「部分開度」放流が可能な放流設備を増設するものである。この際の堤



写真一 工事状況



写真二 削孔機械



図一 ダム群連携事業のイメージ<sup>2)</sup>

体削孔工事では、ロードヘッダという削孔機械を用いて長さ約 50 m のトンネルを 2 本掘削した。掘削においては、施工性に優れていることは勿論、トンネル周囲のコンクリートに悪影響を及ぼさない機能を有することが肝要であった。写真一、写真二に工事状況と削孔機械を示す。

### 3. ダム群連携事業の事例

ダム群連携事業は、近接するダム貯水池間を連絡水路で結んだり、ダム近傍の河川からダム貯水池へ導水したりして、ダム貯水池の積極的な有効利用を図る事業で、地域単位でのダム群の機能の最適化を目指すものとなる。

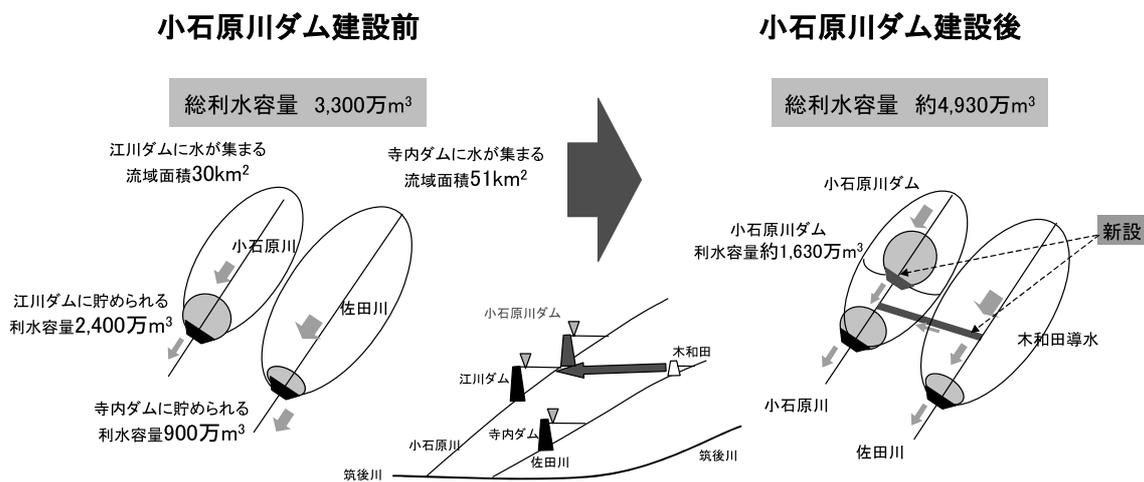
ダム群連携事業のイメージを図一に示す。小流域で流入量が少なく容量の大きいダム（Aダム）と

大流域で流入量が大きく容量の小さいダム（Bダム）を連絡水路で連絡することにより，連絡水路を通じて無効放流を他のダムに貯留する。これにより渇水時の河川流量の確保および河川環境改善の観点から，既存ダムを有効に活用することによって早期に水資源開発を行うことを可能とする。

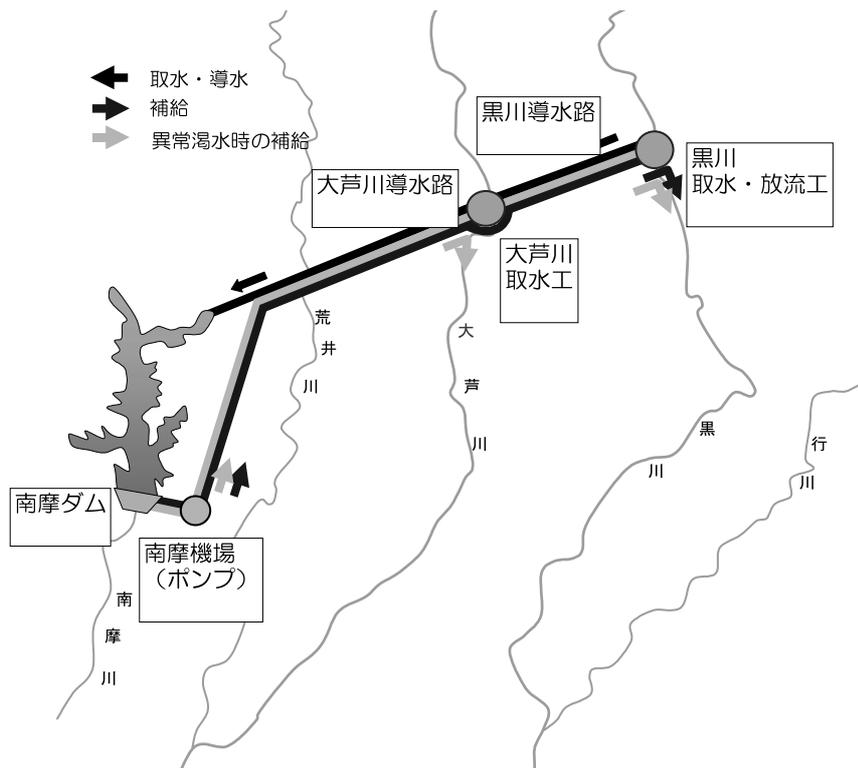
水資源機構が進めている筑後川水系の小石原川ダム建設事業は，ダムの建設とともに導水路を建設するもので，ダム近傍の河川の水を既存のダム貯水池へ導き，ダム貯水池と貴重な水資源を効率的に利用しようとす

るものである。

小石原川ダム建設事業は，筑後川水系の小石原川に小石原川ダム（福岡県朝倉市）を建設するとともに，近傍河川の佐田川から小石原川への導水施設を建設する。この事業は，関係機関との協議を終了し平成18年3月23日に事業実施計画が認可された。小石原川ダムで計画されている水運用を図一2に示す。現在，小石原川には江川ダム（昭和50年度管理開始），佐田川には寺内ダム（昭和53年度管理開始）があり，農業用水や都市用水を確保している。しかし，寺内ダム



図一2 小石原川ダム建設事業の概要図



図一3 思川開発建設事業の概要図

は、江川ダムと比較して貯水容量が小さく流域面積が大きいので、ダムが満水となっている時が多く、貴重な水が利用されずに流れている。

そこで、江川ダムの上流に新たに小石原川ダムを建設して上流部の水を貯留し、これによって空いた江川ダムの貯水池には寺内ダム上流の佐田川からの導水路（延長約5 km）で導水される水を貯留するもので、より効率的に水を貯えることができる。

小石原川ダム建設事業は、新規ダム建設事業であるが、既存の江川ダム、寺内ダムとともに、小石原川と佐田川の2河川の貴重な水資源をより効率的に利用するもので、ダム群連携事業を事前に計画段階として取り込んだダム建設事業であるということが出来る。

また、利根川水系の思川開発事業は、南摩川に南摩ダム（栃木県鹿沼市）を建設するとともに、近傍の黒川および大芦川から南摩ダム貯水池への導水路（延長約8.7 km）を建設し、各河川の流量が豊富でかつ南摩ダムに空き容量があるときに取水し、導水するものである。黒川に対しては、正常流量を下回った場合に、下回った流量を南摩ダムから補給することとしている（図—3）。

小石原川ダムや思川開発建設事業の実施にあたっては、従来のダム建設技術に加えて、延長が長い山岳部の水路トンネルを建設する技術が必要となる。この場合、地下水被圧が大きいので、できるだけ地下水位に影響を与えることなく小断面長大トンネルを早期に施

工する技術および建設機械が求められる。

#### 4. ま と め

本稿では既存五十里ダム再開発事業としての放流能力の増強および小石原川ダム建設事業と思川開発事業におけるダム群連携事業について紹介した。

今後人口の減少など、時代の変化に応じた水利用の見直しが必要となってくる。新しいダム建設が難しい中で新たな水が必要になれば、既存ストックである既設ダムを有効利用せざるを得ない。したがって、今後は本稿で紹介した以外にも様々な再開発事業に取り組んでいくが必要になる。ダム事業においても時代が要請する事業を着実に履行する技術や建設機械を研究・開発し、安全で良質な水を安定して安く届けることに一層努めていく所存である。

JICMA

#### 《参考文献》

- 1) <http://www.ktr.mlit.go.jp/kinudamu/>
- 2) (財)ダム技術センター：目で見るダム事業

#### [筆者紹介]

山口 温朗（やまぐち よしあき）  
独立行政法人水資源機構  
ダム事業部 部長



## 「除雪・防雪ハンドブック」（除雪編）（防雪編）

### ●「除雪・防雪ハンドブック」（除雪編）目次

1. 冬季道路交通確保
2. 雪とその対策
3. 雪による障害発生とその機構
4. 気象雪水調査
5. 道路除雪計画
6. 除雪機械・施設の配置計画
7. 除雪作業
8. 路面凍結対策
9. 歩道除雪
10. 除雪作業の管理
11. 除雪機械の運用管理
12. 高速道路の除雪
13. 消・融雪施設等の整備
14. 雪氷情報の活用と提供
15. 道路除雪の新技術  
資料編

### ●改定内容

1. 除雪機械の高速化、効率化、安全対策等の進展とあわせ、多車線化、自動車専用道路、堆雪帯設置道路の普及等道路形態の多様化を踏まえ、それに対応した最近の除雪工法を記述
2. 新しい除雪機械の機能、性能について記述
3. 除雪分野における情報技術の利用状況について紹介
4. 融雪施設の新しい取り組みや実施例について紹介

### ●A4判、カラー写真入り、約390ページ

### ●平成16年12月末発刊

### ●定 価

「除雪・防雪ハンドブック」（除雪編）

定価 5,000円（税込み）

「除雪・防雪ハンドブック」（防雪編）

定価 5,000円（税込み）

送料 530円（除雪編、防雪編2冊1組670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>

# IT 施工の将来と課題

上 石 修 二

情報化施工の取り組みとして、土木施工の効率化、施工品質の確保、施工管理や監督検査における業務改善等を目的として情報技術（IT）の利用が盛んに行われている。このような取り組みについて、「IT 施工セミナー」における基調講演、国土交通省のIT技術の活用方策についての報告、民間工事におけるIT技術の活用事例等の報告、について紹介すると共に、情報化施工の将来や課題などについて述べる。

キーワード：情報化施工、IT 施工技術、活用事例、要素技術

## 1. はじめに

近年、情報技術（IT）の高度利用により、土木施工の効率化、施工品質の確保、施工管理や監督検査における業務改善への取り組みが盛んに行われている。

国土交通省は、盛土工・舗装工を中心にIT技術の活用方策検討を進めており、この成果の一環として、「TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工管理要領（案）」（国土交通省）がまとめられるなどしている。また、九州電力㈱の小丸川発電所では、上部調整池（全面アスファルト表面遮水壁型調整池）の施工において、施工および工事管理の省力化、品質向上を目的として、「ITを用いた施工及び工事管理システム」を導入するなど、民間工事におけるIT技術の活用事例も報告されている。

このような施工現場での情報技術利用の拡大にもかかわらず、情報化技術の適用対象作業が部分的であったり、大規模土木工事に限られていることなど、一般に普及したとは言いがたく、開発した技術を有効活用し“施工現場の情報化”を普及していくことが必要である。

このようななかで開催された、「IT 建設施工セミナー」（CONET2006, H18.7月）では、「今、施工現場の情報化に求められるべきものは何か？」と題し、産学官のそれぞれ違った立場から、現在の施工現場における情報利用事例や建設機械や測量機器における研究開発事例の報告とともに様々な問題提起をしていた。参加者数は、予定数を超えて延べ250名（会議室：定員150名）に達し、業界からの注目度の高さが再確認された。以下に、各セミナー講演者の発表内容を

を紹介しつつ、情報化施工の将来像や課題などについて整理する。

## 2. 情報化施工の将来を分かつもの（基調講演より）

建山和由教授（立命館大学・理工学部）の基調講演「岐路に立った情報化施工？」は、今後、情報化施工は発展するのか、それとも尻すぼみになってしまうのか、という問いかけから始まった。情報化施工の今後について、情報化施工の2大要素は「ITを利用した情報収集の高度化」と「得られた情報の有効利用」であり、この2つが満たされなければ発展しない。これに対し、ある建設系の学会の会員数減少をとりあげ、インフラ整備に関わる設計方法や施工マニュアルが整備され、技術が固定化している状況に陥っていると指摘した。

しかし、近年、構造物のメンテナンス・建設投資の減少・環境負荷対策の重視・激化する自然災害・性能規定の導入のように、マニュアル外の対応を求められるようになってきている。このためには、技術者の判断の高度化が不可欠で、情報の有効利用により技術者の意志決定を適切に支援することが情報化施工の発展に寄与すると論じた。

その一例として、大規模土工へのコンカレントエンジニアリングの導入が紹介された。現場は、発破による土砂採取場での施工現場で、利用した火薬量、ダンプの台数、取得される土量、処理能力などの情報の鮮度を失うことなく（迅速に）、多様な情報を共有することによって、最適火薬量・配車を行うことができた

という点で、意志決定型情報化施工として報告された。このように、現場の変化に柔軟に迅速に対応でき、導入前に比べ、16倍もの情報を取得し、意志決定時間を約半分に削減できたことが報告された。

最後に、今後の方向性として、情報取得技術の高度化と情報の判断プロセスの記録の保存、さらにそれを共有して意志決定を支援することが重要であり、意志決定に必要な情報とは何かといったことについて、今後さらなる研究が必要であるとまとめられた。

### 3. 情報化施工の方向性

#### (1) レベル・メジャー検測からの脱却を目指す IT 型の出来形管理

国土技術政策総合研究所の田中研究官より「TS 出来形管理コンセプトについて」と題する発表があった。ここでは、TS を用いた出来形管理システムの問題について、設計情報（道路線形情報と横断形状情報）を利用して現場での計測と同時に設計値との相違を確認できることがポイントで、人間のデータ転記作業による記述ミス低減と、現場での計測準備・事務所での帳票整理・作成作業の時間短縮が可能であると説明した。さらに、平成 17 年度に実施した試行工事でのアンケート結果が報告され、データ作成時の入力ミスが怖い、操作がしにくいといった課題も挙げられたが、作業の効率化などの点で施工業者も有益性を感じており、監督職員からも不正防止にもつながるとの意見が紹介された。

H18 年度も試行が継続され、H19 年度からは本格運用される予定で、これに伴い、基本設計情報の標準化と設計段階からの流通も合わせて検討を進めていると報告された。

続いて、TS を用いた出来形管理システムのサポートソフトを、国際航業㈱の森氏が紹介した。

出来形管理システムは、基本設計入出力プログラム・現場作業用システム（測量機器）・出来形帳票作成プログラムの 3 つからなり、基本設計入出力プログラムは出来形観測を行うにあたって必要な基本設計情報を作成するプログラムで、現場作業用システム（測量機器）は、トータルステーション接続された採取したデータと作成した基本設計情報を比較し蓄積するためのプログラムである。また、出来形帳票作成プログラムは、現地にて採取された観測データを用いて出来形帳票を作成するプログラムである。

今後の課題としては、TS 用出来形管理ソフト開発の促進があげられ、そのためには各プログラム間でやり

取りされるデータの標準化が必要であるとしている。

#### (2) 施工情報利用可能な建設機械ロボットの構想

国土交通省の技術開発「IT を利用した建設ロボット等の開発」（平成 15～19 年度）に関して、プロジェクト全体構想について、独立行政法人、土木研究所の山元主席研究員より、計測システムの実証実験について山口研究官より発表された。

プロジェクトは、IT 技術と RT 技術を土木施工・施工管理に活用することで、危険・苦渋作業を解消するとともに、品質向上・コスト削減を目指すもので、土工を対象として、①圧縮された 3 次元設計情報の構築、② 3 次元情報を利用した効率的な施工管理手法の実現、③ 3 次元情報を利用した IT 施工システムの基盤技術の開発の 3 つの開発目標を設定している。

目標①、②に関しては、（上記の）3 次元設計情報を用いた TS 出来形管理手法を構築し、機器の開発目標を定義した。目標③に関しては、IT 施工システム構築に必要な 3 次元計測機器の試作、3 次元情報を用いたマンマシンインタフェースの画面表示案の提案、熟練オペレータの技能（暗黙知）を形式知化して、自律制御に利用する仕組みの検討をしてきた。引き続き、IT 施工システムに必要な各要素技術を開発し、プロトタイプの実験を実施、上記要素技術を利用した無人化施工のオペレータ支援システムを早期に実現、IT 施工システムの開発課題を明確化し、プロトタイプを今後の実機実験に活用すること。

計測システムの開発は、GPS などを使った建機位置計測コンポーネント、およびステレオビジョン、レーザスキャナによる 3 次元計測コンポーネントの 2 つのコンポーネントに分割して開発してきており、今後、さらに機能向上を目指していく考えを示した。

#### (3) 情報化施工の新しい取り組み（国土交通省の取り組み）

国土交通省総合政策局の石塚課長補佐は「国土交通省の取組について」ということで、現在、施工現場においては少子高齢化などにより建設業従事者や熟練オペレータが減少したり、労働災害がほかの産業に比べ多く、状況改善が困難ななかで、数多くの課題を抱えている、と指摘。対応策のひとつとして情報化施工が挙げられ、昨年度取りまとめた今後の方針となるマスタープランを紹介した。

その基本方針は、建設施工の情報化推進に寄与すること、公共工事の品質確保やコスト削減に寄与すること、CALS/EC と連携した施策であること、の 3 つである。

今年度の予定として、アスファルト舗装における出

来形管理試行工事を10現場程度実施し、「舗装の情報化施工管理要領(案)」を策定する。道路土工における出来形管理試行工事を10現場程度行い「施工管理情報を搭載したTSを用いた出来形管理要領(道路土工編)(案)」を策定する。「データ交換標準(案)」を舗装用機材へ適応を拡大し、国際化標準の検討をする。そのほか、情報化施工適応工種の拡大を図る、としている。

今後の取り組みとしては、①道路土工・舗装中心から河川土工等の他工種への展開を図る。②施工管理要領、マニュアル等を作成し建設事業への普及拡大を図る。③施工情報の標準化に取り組み、情報化施工の基盤を整備する。以上のことにより、情報化施工を推進していく方針であることを示した。

関東地方整備局の情報化施工の取り組みについて、企画部施工企画課の金澤係長から、公共工事に占める割合の高い舗装工を対象として、情報化施工を組み合わせた施工と施工管理手法を構築し、平成17年度に実現場における実証実験結果を中心に、国土交通省における舗装工の情報化施工の取り組みについて紹介された。

その中で、舗装の層厚管理手法を、路盤・As舗装の掘り起こし・コア抜きから、TS測量に代えることにより、容易に層厚計測点数を増やすことができるため、多点管理による層厚のチェックが可能になること、本システムは実現場においても適用性が高いことが報告された。今後は、監督検査および施工管理のさらなる効率化を目指し、本システムを現場実務にどのように組み込んでいくかを具体的に検討していくため、引き続き直轄工事において実証実験を実施すると同時に、最終的には、舗装の情報化施工管理要領案のとりまとめを行っていく予定であることが示された。

中部地方整備局中部技術事務所の桜田専門職から、今後、バックホウの熟練オペレータの減少は必至であり、オペレータの技量の不足を補う技術の整備が求められることを背景とし、現在のバックホウの位置に対する設計データを重ね合わせて車載モニタに示す情報提供機能、バックホウ掘削中に得られた刃先位置の軌跡データを、施工実績として記録し、出来形管理帳票として出力する機能等を有するバックホウ支援システムについて、平成13年度からの基礎的な検討の上で、今後、普及に向けて取り組むべき課題が見えてきたところである、との報告があった。

今後は、バックホウの情報化施工支援システムから出力される出来形データを監督検査に利用できるよう、本システムに即した監督検査方法を策定すること、

実現場における本システムの導入効果を評価すること、本システムに即した施工管理基準の策定に向けた基礎的なデータの収集を行うことを考えている。

#### (4) 遅れている日本のIT建機導入

(株)トプコンの棚橋氏は「海外のIT建機の動向」について発表し、土木工事のIT施工の特徴として、工場の生産ラインと同じようにオートメーション化するためには、複数の工種、機械間で情報を一元化し、作業工程を短縮することで、生産性を高めるべきである、とした。3次元マシンコントロールは、現行作業である①測量、②設計、③測設、④施工、⑤検測のうち、③～⑤を1ステップで行える技術である。具体的には、杭打ち等の現場指標なしで施工が行えるものであることを説明。以下、海外でのIT建機導入の事例と、日本における今後の課題について述べた。

##### (a) 海外での事例

- ・米国は土木IT施工の最大市場である。日本に比べて工事規模が大きく、専用の大型機械が複数台稼働しており、3DMCが適合しやすい背景がある。
- ・欧州は、米国に次ぐIT施工の先進国であり、北欧諸国に浸透しつつある。特に、舗装機械のIT施工対応が目覚ましく、米国よりも進んでいる。
- ・欧州では、小規模工事でのIT施工対応が進んでおり、汎用機(ショベル)のIT施工化が急成長している特徴がある。
- ・北欧における貯水池造成工事、高速道路建設工事、宅地造成工事、空港建設工事の導入事例がある。

##### (b) 日本での技術開発と今後の課題

- ・高い施工精度(mmオーダー)が要求されることについて、GPSとレーザを組み合わせたmmGPS技術を開発し、生産性を向上させ、高さ精度がmmオーダーを実現することが可能となった。
- ・粗造成であっても同じデータを用いるが、粗造成では、迅速で正確性を求められ、高低差といった変化量の大きい作業となるため、オペレータが施工中に検測できる利用しやすいインターフェイスを開発し、自動油圧制御を排除することでコストダウンを目指した。
- ・現状、ブルドーザとモータグレーダでのIT施工の普及は進みつつある。
- ・TS、GPS、mmGPSと3DMCを適切に組み合わせることで、全工程、異なる建設機械、複数台に導入することが可能となり、シームレスな工事進行が可能となる。その結果、より大きな生産性の向上が期待できる。

## 4. 新たな情報化施工の取り組み（民間の取り組みから）

### (1) 新しい施工管理

#### (a) IT 土工管理システム

鹿島建設株植木氏からは、「IT 土工管理システムによる大規模土工の管理について」と題した発表が以下の内容で行われた。

これまで情報化施工は、重機土工分野においては縦横無尽に動き回る機械の状況管理が非常に困難であるため情報化施工の普及が進まなかった。そこで今回は、大規模工事における重機土工の合理化のための取り組みについて報告する。

宮崎県小丸川揚水発電所上部調整池を切盛土工で造成し土工終了後全面アスファルト表面遮水壁を施工する工事に、工程管理及び品質管理をそれぞれ合理化するため IT 土工管理システムを導入した。

本システムの中心は 3 次元 CAD であり、施工プロセスに応じて①ダンプトラックのナビシステム、② 3 次元施工システム、③ 3 次元位置誘導システム、④締め固め管理システムを複合的に結合してシステムを構築し、測位技術として、GPS 測位と自動追尾式トータルステーションを用いたものである。

本システムの導入による合理化は次のとおりである。

#### ①土工量管理

掘削・盛立量管理のリアルタイム化、掘削・盛立量集計作業の省力化、出来形測定の省力化。

#### ②締め固め管理

転圧管理の合理化（全数管理）、密度管理（RI 法）の省力化、重機オペレータの支援向上・負担軽減。

#### ③ 3 次元施工システム

丁張り作業の省力化、現場の安全性向上、出来形の高品質化。舗設レーンの計画・作図作業の省力化、設計作業の高品質化、重機オペレータの支援向上・負担軽減。

これは、設計情報から施工の各プロセスの品質に至るまで管理して、発注者と協議しながら将来の維持管理までつなげていこうとする初めての取り組みであった。

#### (b) Web とデータベースを用いた新しい施工管理

株大林組の古屋氏から、「Web とデータベースを用いた新しい施工管理手法の紹介」について、以下の発表が行われた。

秋田県中規模ロックフィルダムにて導入した、3D

プロダクトモデルを用いた情報化による施工管理の試みについての紹介。

システムの導入目的は、データの共有と有効活用にある。従来方法では、設計・施工から品質管理まで指示や報告が多い。しかし、情報化施工を導入すると、情報はデータベースとしてスマートに交換でき、指示や報告のやり取りが少ないという利点がある。

問題点として、システム導入のイニシャルコストが高い、維持管理へのデータの引継ぎ方法、施工者と発注者の利害が一致しないと普及が進まない、などが挙げられる。

運用方法は次のとおりである。まず、施工計画を 3DCAD で作成しデータベースに登録する。登録されたデータをエリア内の重機に無線 LAN で配信し、重機は受信した施工指示に従って施工する。施工中に重機で情報を取得しデータベースに送信する。データベースは重機で取得される情報を管理し、その情報は Web で配信したり、出来形品質管理に利用できる。

#### (c) 海工事での情報化施工取り組み

東亜建設工業株の増田氏から「海工事情報化事例」の発表が以下の内容でなされた。

海工事は、潮位により高さに変化する。波浪により影響される。海底面が目視確認できない。大規模工事が多い。大型作業船を使用するなどの特徴があり、情報化を推進しやすい環境にあるといえる。

情報化施工への取り組みは、約 10 年前にナローマルチビーム測深ソナーで海底探査を行ったのがきっかけで、GPS を活用してより多くの情報が得られたことから、このシステムを海工事に活用できるように開発を進めたことである。

システムの応用例として、重機の姿勢把握と遠隔操作技術が代表的である。姿勢把握ではバックホウ台船システムを開発して、バックホウの刃先データと海底探査システムで得た情報を比較しながら海底を確実に掘削することができた。また、遠隔操作技術は、水中バックホウに多くのセンサを取り付けて、人が入ることができない発電所の取水口などで安全に作業を行うことができた。

システムを導入することによって得られる利点は、①安全性の確保、②人員の削減、③作業効率の向上が主に挙げられ、その成果は、函館港島防波堤災害復旧ケーソン撤去工事で、測量船、浚渫船等の現場の作業船どうしが無線 LAN でネットワークを行い、現場事務所とは携帯電話を通じて施工情報を共有することによって、施工効率を向上することができたことにある。

以上のようなシステムを今後活かすためには、業界

の枠を超えた協力や、産学官の連携と活用と継続が大事であるが、コスト的に規模の小さい現場への適用が可能であるか等の課題が残される。

#### (d) 立体制御管理工事事例報告

鹿島道路(株)の和田氏からは、「小規模工事事例報告」と題して以下の発表が行われた。

情報化施工と言われているものの中で、建設機械支援情報化システムについてみると、機械運用管理支援システムと、機械操作管理支援システムとに分かれ、後者の中でも平面制御(2DC)と、立体制御(3DC)に分かれる。平面制御管理は、単一の平面を設定して、その中心に回転式レーザを設置してその周囲の建設機械の平面位置を制御するシステムであり、立体制御管理はGPSまたはLPSを用いて平面および高さ座標を管理するシステムである。

LPSは基地局に設置する自動追尾TSから重機に設計データを送信する方式であり、高さ精度が±10mm程度とされているのに対し、GPSでは高さ精度が±30mm程度である。ここで、GPSの精度を向上させるために、ゾーンレーザ発光器を現場に設置して重機に高さ補正情報を送ることによって、高さ精度を±10mm程度まで向上させることができる。

立体制御の施工事例として、モータグレーダによる道路舗装は多くあり、その他では阪神競馬場内走路の砂による仕上げ舗装、空港誘導路および滑走路があり、なかでも、花巻空港では、グレーダの他にアスファルトフィニッシャーにもシステムを搭載して、夜間作業という悪条件下でも精度の高い舗装作業が進められた。また、ブルドーザにもシステムを搭載した例があり、小丸川上部ダムのトランジション整形作業では急勾配のもとでの作業が効率よく進められた。

#### (2) 3次元データ利用の要素技術

「国内情報化施工の貢献を目指して」と題して(株)ニココン・トリンプルの永井氏は、GCSシリーズ(GCS900)は作業機装置(ブレード)にGPSを設置する特徴があり、海外では2000セット以上実績があるが、日本ではこれから普及させたい、と述べている。

GCS900ブルドーザバージョンマシンガイダンスにより、施工精度は丁張りがなくても、それと同じかそれ以上の精度が得られることを確認した。また、施工の効率化効果も期待できることが確認された。上記効果は、無人化施工において顕著であり、「コンクリートの敷均し」、「施工盛土(土砂型枠)」において適用した場合、施工時間(所要時間)は60%アップ、施工精度は標準偏差で約4倍の精度が得られた。施工精度の向上については、特に丁張り等の設置されること

が少ない中央部での施工において、その効果が歴然であった。マシンコントロールを利用することで、なめらかできれいな施工も可能となる。

ライカジオシステムズ(株)の小林氏から「3次元MCの取り組み」として、現在、ライカのみ対応している3DMCの機械としては、主に型枠がなくてもコンクリートの舗装ができる特殊な機械であるコンクリートフェイスや、縁石や側溝の施工用であるカーブ&カッター、また下層路盤を仕上げるトリミングの機械といった3機種が挙げられる、と述べた。

また、国の方をお願いしたい事として、情報化施工は電子データ(3Dデータ)を作成しなければならないことから、従来通りの手作業ではなく、工事の電子データ作成についていち早く改善して頂きたい、そうしないと他の国にどんどん遅れていく、とも述べた。

コマツエンジニアリング(株)山口氏は「3Dカメラ地形計測事例」として、デジタルカメラの画像解析による計測技術の紹介を行った。ステレオ処理というこの方式は、2枚(もしくはそれ以上)のデジタル写真により、両者の対応点を自動に探索し、三角測量の原理で対象点の位置を求めるもので、建機搭載、自動車への搭載、地上に固定した方法などバリエーションが多彩で、比較的短時間に処理が可能で、様々な応用が可能としている。今後のIT活用の一手段としての利用が期待される。

## 5. おわりに

以上様々な立場からの報告があり、IT施工技術が機械施工に寄与することとして、①機械作業装置が自動制御となることから、丁張り、管理ワイヤ等の基準点設置の減少、簡略化に効果があり、施工コストの低減ができること、②施工品質の向上として、複雑な横断勾配を持つ断面でもムラのない均一な仕上がりが実現でき、熟練オペレータの不足にも対応できる。また、③その他の効果として、管理または手元作業などのために重機の周囲で作業する人員を削減できることから、安全性の向上に大きな効果があり、設計、測量、制御、結果データ管理の合理化につながる、等があげられた。これらの機械施工を支援するために、マシンガイダンス(操作支援)とマシンコントロール(自動制御)の2つの機能向上が必要である。

また、IT施工技術は、現場での利用にとどまらず、品質管理の適正化のための発注者の監督・検査の支援にとって不可欠であると同時に、受発注者間での情報共有による業務改善にも寄与し、計画や施工管理に関

わる技術者の高度な意志決定を適切に支援するため、情報の有効利用が重要なことも強調された。

これらの技術にとって、3次元設計データを利用することは必須であり、メーカー側から国に対して、設計データの3D情報利用について“早く改善を”との要望が出されている点を、再認識すべきであろう。その意味で、国土交通省が取り組み始めた舗装や土工の出来形管理へのIT技術応用をきっかけとして、海外の

IT施工先進国に遅れることなく、情報化施工が発展していくことを期待したい。

JICMA

【筆者紹介】

上石 修二（あげいし しゅうじ）  
社団法人日本建設機械化協会  
施工技術総合研究所  
研究第三部 次長



## 「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とりまとめました。

「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】

◎会員予約販売

〔当協会の本部・支部会員で、平成18年1月末日迄に購入申込みされる場合〕

◎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。

●発刊予定 平成18年2月上旬

### 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>



## 模型を通してモノ作りを考える

高石 賢一

建機製造メーカーがプロモーション用に作る模型は精巧に出来たものが多い。それら模型はどのように作られていくのだろうか。そしてプロモーションに貢献するためには何が必要なのだろうか。物を作るといふ視点から良いモデルとは何かを探り、あらためて日本人ならではの物作りを考えてみた。

キーワード：模型、油圧ショベル、ブランド、デザイン、プロモーション

国内外を問わず建設機械メーカーではプロモーション用としてミニチュアモデルを作ることが一般的になっており、少なくとも本誌の読者であれば一度や二度は目にされたことがあるのではないだろうか。当社はいわゆる模型店であるが、一般的な模型店とは違い世界中の建機モデルを輸入販売、さらには自社のオリジナルモデルや最近ではコマツのプロモーション用モデルも手がけさせていただいた。そんな経験を基に模型を通してモノを作るといふことを考えてみたいと思う。

プロモーション用建設車モデルの発祥は定かではないが、イギリスやドイツ等、ヨーロッパでは戦後すぐ作られていたようだ。鉄道模型を代表に欧米では古くから模型イコール大人のホビーという図式が成り立っておりおそらく自然と生まれてきたものであり今やひとつの文化として確立されている。ドイツの建機展 BAUMA などに行くときのメーカーでも必ず新型車の模型が置いてあり、売店では大人たちが買い求めている光景を目にする。海外では倉庫で働くパレット車のような小さな機械からひとすくい100トンなんて超大型ショベルまでさまざまな模型が存在する（写真—1）。最近では建設業界とは無関係な子供や大人のコレクター人口も増えつつある。乗用車などとは違ってあこがれてもおいそれと実機を買うわけにもいかないし模型がちょうど良いのかもしれない。また、模型の出所が実機メーカーということで、いわば由緒正しい血書付。ほとんどのモデルは金属素材が使われており、手にしたときの重量感も魅力のひとつとなっている。前出の超大型ショベルの重量は約13キロもあり模型とは思えない。同じ縮尺で集めていけば実機の大きさの違いを比べたりと実はなかなか奥が深い楽しい



写真—1 ビサイラス 495HF 超大型マイニングショベル  
ひとすくい100トンという世界最大級のショベル。

世界である。

縁あってコマツの新型バックホウ PC200-8 型のプロモーション用模型を担当させていただいた（写真—2）。その時のモデル作りの流れを簡単に説明しておこう。まずは機種選び、建機メーカーが企画した場合は新型機種になることが多い。つぎに模型の仕様。つまり縮尺や実機をどこまで再現するか。そして実機の取材、図面等の入手、それを基に模型用の図面を起こす。CAD データが一般的になっている。次に原型となるモデルを作成して監修する。

最終調整をしていよいよ金型製作。金型完成後、実際に成形しパーツがキチッと組み立てられるか検証する。問題なければ量産に入る。一回で OK になることはあまりないが。

パーツが揃ったところで塗装や印刷が施された後ラインで組立。箱詰めして出荷ということになる。模型



写真-2 ケンクラフトでプロデュースしたコマツ PC200-8 ショベル  
1 : 50 と 1 : 87

が世に出るまでには決定してから8ヶ月から10ヶ月の納期が掛かる。PC200-8の場合は原型製作をやらずに模型の図面だけで監修し納期短縮を図った。この辺の実作業は経験豊富なドイツの模型製造メーカーに委託、ドイツで金型図面を書き、中国の工場で作成から製造まで行った。模型業界でも中国生産は一般的になっている。

我々模型メーカーが一番苦心するところは、いかに本物らしさを出すかということである。所詮模型は模型でしかないのだが、プロモーション用としての使命は実機のデザイン、新しい機能や装備を立体的に見せるということである。紙のカタログでは伝えきれない部分を触感的、視覚的に捉えてもらうことが出来るのだ。建機の場合は実機が大きいだけに機能や構造はむしろ模型の方が説明しやすいこともある。残念ながら機械の性能や操作感を実機で体感するしかないが、その模型を見れば、そのメーカーの機械への取り組み方や品質の裏づけ、ひいては会社の体質まで想像できてしまうと言ったらおおげさだろうか。

実際、海外国内問わずいろいろな建機メーカーの方と会ったり、工場を見せていただいたりしてきたが、模型がいい加減なところ、言い換えると模型もまともに作れないような会社のその機械はそれなりのようだし、模型もキチッと作れる会社は社長の意図するところが隅々まで行き届いているような感想を持った。メーカーに対するイメージが自然と生まれてしまうのだろう。プロモーションとして使う以上できる限り手抜きのないものを作ることがブランドイメージを良くし、一人でも多くの人にファンになっていただく方法のひとつと言えるのではないだろうか。もちろん建機メーカーは模型製造業が専門ではないので優秀な外注

先が不可欠となる。ここで問われるのは外注先である我々のようなモデルメーカーの技量とセンスだ。新しいアイデアでモノ作りを考え他社との差別化を図らなければならない。しかし、どんな優れたものでもすぐ真似され、それがスタンダードになってしまうというのは他の業界となんら変わりはない。世の中は絶えず変化しておりこれでよしというのはありえないのだ。建設車モデルの縮尺/スケールは1 : 50 (50分の1と読む) が国際スケールとして主流となっているが、この縮尺は建築模型の基準でもあり実際に模型を使って現場での作業内容の検証もシュミレーションすることもある。PC200-8はグローバルにというコンセプトに合わせて従来の1 : 43から1 : 50に変更した。モデルの仕様は新しいアイデアを盛り込み、精密感のある本物らしさを追求した。メインとなる本体やアーム、ブーム、キャビン、シャシーフレーム等は通常ダイキャストと呼ばれる錫やアルミなどの合金を金型に流して成形する。ダイキャストを使うことにより質感や重量感を演出でき実車の雰囲気伝えてくれる。従来ゴムやプラスチックを使用することが多いクローラはダイキャストを使い実機感をアップ、さらにシャシーフレームの中にスプリングを仕込み、テンションが掛かるようにし、省略されがちなフレームの上下に配置される小さな転輪や足掛け用のステップまで別パーツで取り付けた。またエンジンフードを開閉式にして排気ガス規制をクリアした新型エンジンを見られるようにしてメカニカルな感じを強調している。油圧配管、ライト、手すり、4箇所につくバックミラー、ワイパー、運転席内においてもシートやレバー類等まで再現した。このようにして出来上がったモデルは旧型と比較してみた場合、ボツェリ感がなくなりシャープでありながら重量感と精密感、そして機械の持つ力強さを上手く演出できており、現時点では他社製品と比較してもレベルの高いものが出来たと思う。

模型は本物らしさが重要だと書いたが、本物がそのまま小さくなったらなんて夢を時々見る。それこそドラえもんに頼めばできそうだが、残念ながらドラえもんはまだ存在していない。ここにご紹介するのは“夢”のような1 : 50用の油圧システムの試作品で油圧ポンプとシリンダーは動作確認が出来ている。油圧ポンプは約10 m/mの立方体、油圧シリンダーは直径3 m/m。油圧配管の内径は0.4 m/mとどのパーツも極小クラス。高精度な切削技術も求められるが、そこは技術の日本、大田区などに強い味方になっていただけそうな会社がけっこうある。コントロールバルブは形にはなったもののいくつか問題があり現在研究中であ

る。小さな車体の中にすべてを搭載しラジオコントロールで実機通り操縦できるようにするという模型の究極の形のひとつである。ヨーロッパではすでに油圧で動く建機モデルは手作りしたり発売されているものもあるが、1 : 16 とかなり大きなサイズばかりである。動きは悪くないのだが、なにか手に余るというか模型の域を出ていないのである。どうも自分が欲しいものではなさそうな気がしていた。そこで思い浮かんだのが1 : 50 の油圧で動く建機モデルだ。タタキ台として既存のコマツのブルドーザ D375A にラジコンを搭載、ブレードは油圧ではなく車体にウインチを仕込みワイヤ式で上下、チルト出来るようにした(写真—3)。エンジン音も実機の音源を入手、サンプリングして音を出しライトも点灯させた。外観からは全くラジコンだとは分からない。動く姿はHPでご覧いただけたら幸いだが、土もガンガン押していく姿は実機を彷彿とさせる。2006年4月にオランダで開催された建機模型展示会(ヨーロッパではそんなコアな展示会もあるのだ)で発表したところとても注目を浴び手ごたえ十分。考えてみればその展示会ではそれまで1 : 50 でラジコンにしたモデルはなかったし、だれも登場を予測出来なかったのだと思う。これで実機と同じ油圧で動くとなれば、それこそ夢のようなモデルの誕生だ。帰国後さっそく油圧システムの開発に着手(写真—4)。まだまだ開発途上だが実現すれば、よりリアルなプロモーションモデルとしての役目も担えるだろうし、模型マニアにはとっては実機と同じシステムで自分で操縦することが出来る小さいながら本物の機械が



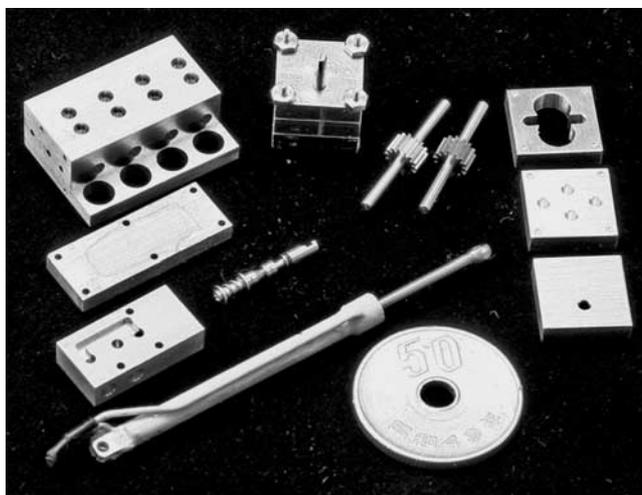
写真—3 ラジコンメカを組み込んだ1 : 50 ブルドーザの試作品

手に入るのだ。さらに実機同様にメーカーでオイル交換などメンテナンスしてもらえば、楽しい“遊び”となるに違いないと夢はさらに大きく膨らむ。システムさえ出来てしまえばどんな機種にも搭載可能なのでさらに夢は広がっていく。

そしてこのモデルは是が非でも Made in Japan として世界へ発信するつもりだ。

私はモノの形、つまりデザインというものにもとても惹かれる。あるデザインを見てどうやってこの形が生まれたのだらうと思いをめぐらす。いまさら当たり前なのだが人工的に作られたものはすべて“誰か”がデザインしている。100円ショップの安物から高価な宝石類や自動車、建造物等身の回りにあるありとあらゆるモノがあるのである。別にデザイナーという肩書きでなくてもデザインは日常的に行われているのである。このことは“質の良いもの”を作るということにもとても関係しているようにも思うのだ。一見して何かをまねたような偽物くさいものもあるし、独創的なものや時間をかけて練られたものなど千差万別である。我々は製作者であると同時に消費者でもあるのだが世の中には商品価値が低いものも少なくない。自分では買わないようなものを作って人に売りビジネスとしている会社もありとても残念だ。

少なくとも自分はそうはなりたくない。そんな思いからデザイン関係の書籍等アイデアを発想するヒントになりそうなものを読んでみたり、美術館や博物館、森や山など自然の中へ行って本物とは何かと答えを探しに出かけたりしてみる。当然住んでいる国や習慣、食べ物、毎日見ている風景や仕事場、時代背景等密接に絡み合っていて単純には割り切れるものではない。しかし“質の良いもの”を作るという意識を持つとい



写真—4 開発中の極小油圧システム

うことは自分が消費者でもあるのだと考えればおのずと答えが出てくるのではないだろうか。

世の中にはモノが溢れている、買いきれないほどに。美徳とされていたアメリカ流の大量生産や大量消費はすでに時代遅れだと感じているのは私だけだろうか。



写真—5 ケンクラフトオリジナルモデルのひとつ。街中の現場でも見かける地固め用機械で通称ランマーと呼ばれるもの。1：50にするととても小さい

資源が限られていることが明白な現代にあって資源を無駄なく大事にしたモノ作りは古来から日本人が持っている、いや持っていたというべきかもしれないが、美的感覚、消費感覚、価値観をもう一度見直す時期にきているのかもしれない。

作り手側のワクワク感とお客様の想像をチョッとだけ超えた何かが加味されていることも必要であろう。

先人、賢人が作った“本物”を見極め、その奥にある精神的レベルでの学びや自己の成熟を先の商品開発の指針としたい。

(<http://www.kenkraft.net>)

JCMA

【筆者紹介】

高石 賢一（たかいし けんいち）  
有限会社ケンクラフト  
代表取締役



## 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25日発刊（平成17年11月販売開始）

●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>

ざいそう

## 私と建設機械 ～日本におけるブルドーザ開発秘話～

小 蒲 康 雄



ふり返るとこの世に生を受けて86年、その間私と建設機械は切り放せない関係であった。私ごとで誠に恐縮ではあるがその一部をご笑覧頂ければ幸いである。

私は幼少の時から船が好きで、大学の機械科では船用ディーゼルに関心を持っていた。卒論、設計ともそれを選択し、昭和18年に卒業した。当時は戦争真ただ中で徴兵は必至、従って学友一同軍の技術科士官を目指していた。私も海軍技術科短期現役を受験し合格、卒業即入隊となった。海軍に入隊した初期6ヶ月間の初年兵教育中、私は希望配属先を艦政本部の海軍工廠と申告していたが、最終発表で施設本部と決められた。施設部とは一体何をやる所か。機械関係を調べてみると、建設機械に関わる部署であった。当時、外国語は、敵国語として使用が認められていなかったため、パワーショベルを掬揚掘削機、ドラグラインを牽綱掘削機、ブルドーザを押均機（陸軍排土機）、スクレーパを鋤取車などと呼んでいた時代のことである。

太平洋戦争開戦当初は日本軍が優勢であったが、しだいに米軍が盛り返し、太平洋の島嶼を占領すると、海兵隊は土木重機械を縦横に駆使して、短時間で土工を終え鉄板を敷き応急滑走路として飛行機を飛ばして来る。これを不沈空母と称したが、対する我が軍は開戦までブルドーザの名前も知らなかった。従って人力施工では飛行場を作るにも敵に十数倍する時間を要し競争にならない。また航空母艦は空爆雷撃により撃沈され損傷して減ってゆく。海軍はこの劣勢を挽回すべく、土木、建築、築城等に関する研究実験と土木重機械の開発試作と試運転、更に指導者の教育訓練を行うべく、急ぎ実験所を増設した。

昔から我が国では土木は、社会資本の蓄積として施行されて来たが、昭和初期の世界的不況時代に、国の方針として失業救済、雇用促進のため人力施工を重点とし、機械化施工は原則禁止との政策をとって来た。そのため土木機械と機械化施工は米英に著しく遅れたまま、戦争に突入した。これが敗戦の大きな一因でもある。私の入隊した頃は戦争も末期状態で国を挙げて軍艦、飛行機、戦車、大砲等兵器の増産に狂奔していた時期で、今更土木機械を造るには、工場、技術、資材の総てが不足していた。海軍では捕獲したブルドー

ザをスケッチして未経験の紡績機械工場等にも造らせた。しかしながら、機能・材質共劣悪で、試作機の試運転の際、監督官が「その木を倒してみよ」と云った所、「そんなことをしたら機械が壊れる…」と云ったとか云わなかったとか。そんな機械が前線で活躍出来る筈がなかった。

海軍では一台毎に機長、運転手、操作手、助手の4人をつけた。運転手には、走行とエンジン回転のアクセルレバーに集中させ、操作手はブレードやバケットの操作だけをさせた。土中の岩塊等の荷重変化に対しては「運」「操」二名が「あ・うんの呼吸」で気を合わせて…。全域作動型ガバナーの代わりに人力で補った。「機械の不備は精神力で補え」とばかり運転実習のための猛訓練が続く毎日であった。

陸戦隊では中型戦車を持っていた。戦車は、戦闘時以外は無用の長物。そこで平時はブル作業に利用出来ないかと提案があった。排土板を砲塔からヒッパラでぶら下げて作業を試みた。失敗！理由は、戦車は高速走行するのでバネ等クッション性が良く、小さな凹凸でピッチングすると、排土板は大きく上下することと、ヒッパラの鈍い動作では、戦車の最低速でも排土板の上下動が遅れて排土作業どころではないためであった。

逆にブルを戦闘時に活用出来ないかとの提案に対し、ボンネットの上に機関銃を載せ、周囲を鉄板で囲んでテスト…。速度が遅くて鈍重、しかもクッション性が悪いので、走行中の射撃は不可能、重心が高く敵からまる見え、その上防衛鋼板はお粗末、塹壕の方がまだ信頼出来る等の理由で却下！

代用燃料を使わざるを得なかったため、燃料でも苦勞した。液体系では松根油とアルコールを使ったが、アルコールは気化熱冷却によって気化器周辺に霜が



昭和19年、中型戦車にブレードを装着して、ブルドーザ代用テストをした。肝心のブレードは写真から外れているが、ブレードのプッシュロッドが写っている。乗っているのは若かりし日の小生。小口径砲の下の小窓の車内に運転手が乗っており、小窓の右前下にブレードを上下するチェーンブロックのチェーンだけが見える。ブレード操作には、操作手が前部ボンネットの上に乗る、砲身にしがみついてチェーンブロックを扱った。

くことに留意すれば、ガソリンに似て最も使い易かった。ただ、酒の代わりに失敬する輩が現れ燃費が悪くなったり、中にはメチル系を知らずに大量に飲んで失明寸前の事故も起こり、そんなことへの対策に苦勞した。

固体系は木炭、薪、カーバイドで、そのうちカーバイドは水を加えてガスを発生させるので、取り扱い是最も容易であるが、ガス発生量を安定させるのに難があった。薪は入手が容易であり、汽車のように勇ましく煙を吐いて走る。ただしタール分が多く調子も今一力が出ない。木炭車が最も多く使われたが、火起しの手間と運転にはかなり気を使った。当時箱根越えで東京まで行くのに、荷台の半ばを燃料となる炭俵が占領して積荷は半減、火起し係の助手を乗せて、更には、エンコ時の予備食料まで積み込んで…。冬季はディーゼル燃料の着火が鈍く、又潤滑油が粗悪で固くなるため、朝のエンジン始動は困難を極めた。空気清浄器を外して、ウエスに油を染ませて燃やし、空気と火を半々位…つまり温風を吸わせてスターターで始動するが、半々の兼ね合いが難かしい。更に気温が下がると油が固結しスターターが廻らなくなる。油を暖めるため下から火を燃やす。誠に危険千万。ある時火が強すぎて燃料濾過器を焼き、燃料が漏れて文字通り火に油を注ぎエンジンを燃やしてしまった。大失敗！しかし当時のディーゼルエンジンは分解修理して動いたのが幸いだった。

昭和20年に入り硫黄島、沖縄戦で玉碎し戦況は末期的状況になって、敵の次の侵攻目標たる本土上陸作戦が現実的となって来て、首都に近い湘南海岸や駿河湾が最先に狙われるであろうと云われていた。重要施設や工場を地下に移すべく、我々施設部隊も全力をあげて内陸部にトンネルを掘るよう命令された。

8月12日動けるトラック十数台をかき集め、なけなしの燃料を積み込み、トンネル掘削用の機械、資材、ダイナマイト、食料、工員達を乗せて、群馬県安中に向き沼津を出発した。8月14日夜、熊谷市手前の鉄道ガード上に差しかかった時、空襲警報のサイレンと殆ど同時に、落下傘に吊るされた照明弾がゆらゆら落ちて周囲が真昼のように明るくなった途端、敵機B29の焼夷弾攻撃が始まった。私は直ちに工具に退避を命じてから、運転手と共に車の下にもぐった。火の粉が落ちてくると荷台に飛び乗って、叩き消しては車の下に逃げた。車には爆薬も積んでおり、危険はあったが不思議と恐怖心はなかった。危機一発、何とか直撃は免れた。数時間の焼夷弾攻撃がやっと終って敵機が去ると、熊谷の市街地は全焼していた。火災が落ち着くのを待って、障害物を排除しながら熱気の残る市街地を通り抜け、三日三晩不眠不休の悪戦苦闘の末、翌朝やっと目

的地の安中に到着した。後の記録によると、B29×82機から590tの焼夷弾が落とされ、死傷者：1000名、全半焼：3750戸の被害とされている。

目的地に着いてほっとする間も無く、「正午に重要放送が有るので、各指揮官は本部に集合せよ」との命令が出た。時に昭和20年8月15日。ぎらぎらするような灼熱の太陽の下「終戦の詔勅」の玉音放送を聞いた。ラジオは雑音で聞きとり難かったが、初めて聞く天皇陛下の声。「本物だろうか？」と一瞬、頭をよぎった。心身共に疲れていて、悔しいとも悲しいとも感じず、殆ど無感動、虚脱状態であったように思う。総指揮官中田技大尉の命で、直ちに原隊沼津に帰ることになった。夜になり、昨日まで灯火管制で真暗だった民家では、こうこうと電気を付け、戸を開け放ち夕涼みをしている。皆やれやれと心から終戦を喜んでいる様子が見られた。我々も安心してヘッドライトをつけて走る。矢張り戦争でない方が良い。

途中厚木付近で、航空隊の若手将校達が終戦に反対して、最後の一機まで戦うと称し、飛行機を飛ばしビラを撒いて騒いでいた。不穏な空気で我々も一時緊張したが、前述のように一般民衆は心から終戦を喜んでいて、とても戦争を継続できる雰囲気では無い。もはや民心は完全に軍部と離反している。戦争は本当に終わったことを痛感した。

終戦で日本本土は一面の焼野原、国民は家なく食なく塗炭の苦しみを味わうことになり、一刻も早い戦災復興、農地開墾と食料増産、住宅建設が焦眉の急であった。海軍施設部隊は技術、人員、機械を温存して実務能力を有し、即平和転換が可能とされ、終戦時の国策として、取り敢えず現業部門を持つ運輸省の所管で戦災復興に当たることになった。海軍の野外実験所は運輸省運輸建設本部技術員養成所と改められ、私も同所勤務が発令された。最初の仕事は農林省委託により、ブルドーザで鋤を牽引して荒地を耕す機械開墾工事であった。こうして戦闘機の滑走路整備用に開発されたブルドーザに新たな使命があたえられた。

私は、その後、建設省、神戸製鋼所で建設機械の開発と普及に従事した。その間にも様々なエピソードがあったが、紙面の都合でその話は他の機会に譲りたい。

本稿は、小蒲氏が手記としてまとめられた回想文の一部を抜粋して編集したものである。紙面の都合で全文を載せられなかったことは残念ではあるが、日本における建設機械開発史において貴重な文章で、是非記録に留めていただきたいという想いから投稿した次第である。

ずいそう

## 「強くなるために」



谷本歩実

柔道を始めて16年。

初めて真っ白な柔道着に袖を通した9歳。日の丸を初めて背負った19歳。そして沢山の方に支えられてオリンピックという大舞台で夢を叶えることが出来た23歳。現在25歳になり、新たな目標に向かって全力で取り組んでいます。

オリンピック優勝という最大の夢を達成する過程で恩師、古賀稔彦先生から学んだことを皆さんにお話したいと思います。私の体験から少しでも参考にして頂けることがあれば幸いです。

## ■ “勝負心”

勝負の世界には「勝ち」「負け」が存在します。これは試合などで客観的に見た「勝負」のことで、それとはまた別に実際に勝負する人間にしか分からない「勝負」があります。これを“克己”といい、その言葉通り自分に妥協することなく己に克つという意味を表します。

勝負は常に克己の状態であらうからこそ「勝ち」「負け」から沢山のことを学べるのです。しかし、克己でない状態で戦った場合、何故勝ったのか、何故負けたのか、その意味に気付くことが出来ない場合があります。

これはスポーツの世界だけではなく、仕事や勉強においてもレベルアップしたいと思う気持ちがあれば、全ての人に当てはまることだと思います。克己とは、自分の内面から起こるものなので、ごまかそうと思えば簡単に出来ることですが、まず自分に克てない人間が相手に勝てるわけがなく、その状態でたとえ力の差によって勝ったとしても、その勝ちからは何も得ることはないと言えます。要するに克己とは、本人の意志がどれだけ強いのか、弱いかにによって左右されるため、常に向上していきたいのであれば、まずは己に克つことが前提になるのです。

私の場合、克己の状態であらうで勝って得たものは、積み重ねた努力の自信と全力で戦って目標を達成した時の感動。そして、克己の状態であらうで負けて学んだことは、次は絶対に勝ちたいと湧き上がる執念。この悔しさと課題が次へ繋がる最大の糧になります。

ご存知の方も多いと思いますが、“勝負心”とは、私がサインを書く際に必ず添える言葉です。19歳で初めて日本代表になった時、日の丸のプレッシャーに押し潰されそうになっている私に、勝負に対する心構えを古賀稔彦先生が一番最初に教えてくれました。試合前の調整の際には体調や技術だけではなく、勝負に

対する心構えも必ず100%に準備して試合へ挑むようにしています。

## ■ “癖”

もう一つ、強くなるために私が身に付けた癖があります。それは、“考える癖”です。ひとことで言うと“自らが向上したいと思う気持ちの生かし方”を身に付ける方法で、逆転の発想で取り入れたものです。

そもそも癖とは、無意識のうちに習慣付いた行動のことで、一度身に付いたら当たり前のようにとってしまいます。

よく、「壁にぶつかったときにどのように乗り越えますか？」という質問を受けます。きっと皆さんにも一度は壁にぶつかった経験があると思います。不思議なもので人から与えられた目標にはある程度の限界が来ると諦めてしまう人がいますが、自分の決めた目標にはがんばり続けることが出来るのです。この違いが何かおわかりでしょうか。

人は覚悟を決め、決心したことには心が揺らがないからです。まず壁にぶつかったときは自ら“自問自答”して、一つ答えるごとに、では次にどうするかと一つ一つ問題を解決し、考え続けることによって最終的には今やるべきことが見出せるのです。自分の心の声を聞き、自分で考える力が自然と身に付けば次に大きな壁にぶつかったときでも、同じ方法で乗り越えることが出来るのです。

私の場合、心の中にもう一人の自分をつくり、常に強くなるためにはどうしたらいいのかと自問自答しています。また、もう一人の自分をつくることによって、辛いときに自分を励ますなど、常に二人分のパワーを得ることが出来精神的にも強くなる事が出来ました。

オリンピックには魔物がいると言われていました。それは、計り知れないプレッシャーのことでしょう。私がアテネオリンピックで優勝できた勝因は、正にこの鍛えてきた精神力の強さだと思います。2年後の北京オリンピックへ向けてさらに強い精神力を身に付け頑張ります。楽しみにしててください。

皆さんも、まずは自分を知ること。長所や短所、好きなこと嫌いなこと、自分自身を深く把握し考える癖を身に付けてみてください。自分を知ってみるのも面白い発見があって楽しいと思いますよ。

—たにもと あゆみ コマツ 宣伝グループ—

## 嘉南大圳設計者 八田與一技師 (3)

—台湾で愛され日本人に知られていない偉大な土木技術者—

川 本 正 之

- |                  |   |
|------------------|---|
| (1) 姿を現した銅像      | (7) 不毛から肥沃へ—10年の月日を費やして嘉南大圳が完成—                       |
| (2) この人の事を知ってほしい | (8) 李登輝氏は語る—米とサトウキビの増産で稼いだ外貨「八田さんの本当に大きな貢献は3年輪作だと思う」— |
| (3) 胸に抱く大計画      | (9) 撃沈—いつ死んでもお国のためなら本望じゃないか—                          |
| (4) 家族とともに       | (10) 陽光浴びる銅像—大変な恩恵をもたらした技術に国境はない—                     |
| (5) 前例なき工法       |   |
| (6) 二つの試練        |   |

(本文中敬称略)

### (7) 不毛から肥沃へ—10年の月日を費やして嘉南大圳が完成—

台南は台湾でも最古の街で、約四百年の歴史を持つ。城跡など史跡も数多いが、その反面周囲に広がる嘉南平野は台湾で最も貧しい土地だった。

かつて嘉南平野には「看天田」（台湾語でクアティーツァン）という言葉があった。空の雲行きをみて耕作する。運を天に任せた田という意味だ。農業に必要な水は雨水が頼りの溜池から桶で汲み上げたり、足で踏んで車輪を回し揚水するだけだった。

台湾は元来、雨の多い地域だ。年間降水量は世界平均の2.6倍(2,500 mm)と、日本(1,800 mm)や欧州各国(600～800 mm台)をはるかに上回る。ただし、降雨や地下水が豊富なのは台湾内でも北部と東部で、嘉南平野は降雨が少ないだけでなく、その9割が5月から10月の雨期に集中する。土地は平坦で排水も悪く、洪水か旱魃が常だった。海が近い地域では塩害もひどく、地表が白くなっていた。だが、台湾でもこの時代を知る人はもうほとんどいなくなった。不毛の大地だった嘉南平野が緑の沃野へと姿を変えたのは、今から約75年前のことだ。

昭和5年(1930)3月、嘉南大圳は10年の月日が費やされて完成した。ダムが満水になるまで2ヶ月かかり、

約1億5千万トンの水が山ひだを縫うように入り込んで複雑な形をした人造湖が姿を現した。その輪郭から「珊瑚潭」と命名された。

同年5月15日、嘉南大圳\*の通水式が行われ、ダム直下の水門から毎秒70トンの水が噴出した。烏山頭では與一も出席して祝賀会が開かれ、関係者が別れを惜しむかのように三日三晩のお祭り騒ぎが続いた。

與一は昭和5年(1930)8月、住み慣れた烏山頭を離れ、台北の総統府に帰任することになった。所長の永年の業績を記念するために、職員らの交友会が與一の銅像を作ることを出した。與一は、銅像を贈りたいという話に感激し感謝しながらも、「堰堤は、私だけが造ったのではない。気持ちはありがたいが…」しかし、総代の人々は、「交友会のシンボルとして、私たち全従業員の心の糧として作りたいのです」。與一は「全従業員のために…」と言われると、それ以上辞退することはできなかった。

「ありがたいことだが、お願いがある。よく見かける



写真—8 満水になった珊瑚潭貯水池。まだ工事用レールが敷かれたままになっている。(古川勝三著「台湾を愛した日本人」より転載)



写真—9 導水路を流れてきた水が南幹線と北幹線に分かれる工事中的分水門(古川勝三著「台湾を愛した日本人」より転載)

\*「嘉南大圳」文中たびたび出てくるが、これの意味は「嘉南」は勿論地名である。「大圳」の「大」は、大きいという意味であるが術違いに大きいとなる。圳は、水路を指す意味で、日本の漢字になくて今回苦労した字である。

なお、本文をまとめるにあたって、出版社及び著者の了解を得て下記の参考文献から一部、写真及び文章を引用・転載しました。

1) 産経新聞「凜として」取材班、「凜として 日本人の生き方」、産経新聞(2005)  
2) 古川勝三著、「台湾を愛した日本人」、青葉図書

正装し、威厳に満ちた格好で高い台座に立つ像にはして欲しくない」など希望を述べたと言う。地面に腰掛けるという珍しいスタイルは、與一の希望であったのかもしれない。

銅像は金沢の彫刻家・都賀田勇馬が作り、台湾に送られてきた。明治の彫刻家・朝倉文夫の弟子筋に当たり、ロダン風の粗削りな作風を特徴としていた。昭和6年7月31日、銅像はダム北側の小さな丘に置かれた。台座はなく、じかに草むらに座る格好だ。現在、像の置かれている場所の約1m前にあった。

### (8) 李登輝氏は語る一米とサトウキビの増産で稼いだ外貨

「八田さんの本当に大きな貢献は3年輪作だと思う」—

李登輝<sup>りとうき</sup>台湾前総統が名誉会長を務める「台湾総合研究院」は、日本時代に「台湾八景」の一つに数えられた台北郊外の淡水にある。高層ビル上階のオフィスから亜熱帯の空気を通してマングローブが広がる淡水河の河口を見下ろせた。

八田與一の話が専門の農業経済に及んだためか、李登輝は興に乗って楽しそうに話し続けた。輪作とは、同じ土地に稲・サトウキビ・芋など複数の作物を何年かに1回（この場合3年）のサイクルで作る作付け方式。與一が造った嘉南大圳は、灌漑できる水の量が全地域で3分の1しかないために考えられた。

「技術者は、これだけの水しかないからこれだけ灌漑すればいいとしか普通考えないんだ。だが八田さんは5万町歩（ヘクタールとほぼ同じ）分の水で、15万町歩の農家に利益を<sup>あまね</sup>遍く与えようとした。農民への福祉的な考えが強いんだな。こういうことに頭を使っているところが、僕は並大抵じゃないと思ったなあ」

しかし、嘉南大圳や3年輪作は当初から経済学会で評



写真—10 八田與一や嘉南大圳を語る李登輝台湾前総統（産経新聞「凜として 日本人の生き方」より転載）

判が悪かった。その論旨は、米は台湾で年に2度獲れるが、サトウキビは生育に18ヶ月掛かるのだから、独占資本である製糖業保護に過ぎない、というものだ。

だが、李登輝は逆の事実を指摘する。

「これもあなた方があまり知らないことだけれど、台湾が<sup>ほうらいまい</sup>蓬莱米を売り

出した時、日本に対する移出がすごいんだ。一番儲けたのはだれだと思ふ。台湾の地主なんだよ」。

「蓬莱米」は大正11年（1921）磯永吉が台湾総督府農業試験場で開発した、台湾の気候でも育つジャポニカ種の米だ。台湾古来の米は粘りがなく、日本人の嗜好に合わなかった。だが日本米とよく似た蓬莱米は値段も安く、内地への販売が急増した。とりわけ台湾は2期作で6月に収穫できるのが強みだった。

昭和12年（1937）になると、嘉南大圳灌漑区域内の米の生産額は工事前の11倍、サトウキビは4倍と、それぞれ予想を大幅に上回る大成長を見せた。農業生産額全体も工事前より3600万円増えた。土地価格も5千万円から2億円に跳ね上がっている。つまり、嘉南大圳の建造費の5400万円は、十分に元が取れた計算になる。嘉南平野は豊かになった。米とサトウキビはどちらも大幅に増産されたが、とりわけ伸びたのが蓬莱米だった。

李登輝の講義はまだ終わらなかった。

「台湾の地主が大変なお金を得るようになり、農村組合にどんどん預金が集まる。地主たちは組合連合会を作りたいと要望したが、総統府が却下した。資金量が何と当時の台湾銀行より多いんだ。大変なことになったんだ」

しかし、昭和15年（1940）ごろから、日本は台湾での製鉄など工業化にも力を入れ始めた。そのときにこれらの地主の預金が改めて注目される。この資金で産業銀行が設立され、工業化に融資を行った。いわば、嘉南の米やサトウキビが台湾の産業高度化を下支えし始めていた。

この構造は戦後も続く。昭和40年（1965）ごろまで主な輸出品は米と砂糖だった。稼いだ外貨が工業化に転嫁され、奇跡といわれた経済成長を実現した。

李登輝は平成14年（2002）11月、「日本人の精神」と題して慶応大学で講演する予定だった（<http://www.aeda.net/asia/leelecture.html>）。嘉南大圳を造った八田與一に見る「公に奉ずる精神、社会主義、率先垂範、実践躬行」などの要求を、「ますます不可欠な道徳体系」である日本精神として紹介する予定だったが、外務省にビザ発給を拒否され、いまだに果たせずにいる。\*

與一は戦後の台湾を見ることはなかった。しかし半世紀にわたって、その経済発展を支えたと知れば、嘉南大圳に生涯を賭けたことに悔いはないと感じただろう。

### (9) 撃沈—「いつ死んでもお国のためなら本望じゃないか」—

昭和16年（1941）末、米国との開戦に踏み切った日本

\*その後、訪日は平成16年（2004）12月に実現された。

軍はフィリピンに上陸した。翌年になってもマニラ湾湾口を塞ぐ島にある「コレヒード要塞」攻略に手間取っていたが、フィリピン開発には早々と手が着けられた。

当時、フィリピン農業の大半は、米国へ輸出する砂糖の原料のサトウキビ（甘蔗）だった。だが、今や米国市場は失われた。

その一方、日本は広大な地域を占領下に置いたことで、域内にさまざまな物資を供給する必要に迫られていた。布地にする綿花の確保もそのひとつで、サトウキビ畑を綿花畑に置き換えることが計画された。5年間に綿花の耕作面積を17倍、50万ヘクタールに拡大するのが目標で、何よりも大規模な灌漑整備が必要となる。

昭和17年（1942）3月、八田與一のもとに「比島軍司令部」から台湾総督府を通じて要請が来た。フィリピンでの10月の綿花作付けに間に合うよう、灌漑専門家として指導してほしいというのだ。台北の與一の家では次女の綾子の結婚式が間近だった。

與一は船でいったん日本に戻り、広島・宇品港から「大洋丸」（約1万4千トン）に乗り込んで、フィリピンのマニラ港に向かうことになった。

第一次大戦の賠償としてドイツから取得した客船だった。甲板には陸軍の歩兵砲が据え付けられ、潜水艦を威嚇する疑砲まであった。「若い者がどンドン戦地に行って身を捧げているのに、自分のような者は、もう一つの仕事も残したし、いつ死んでもお国のためなら本望じゃないか」と口癖のように言っていた。

出港3日目の5月8日午後6時半、五島列島沖の船中

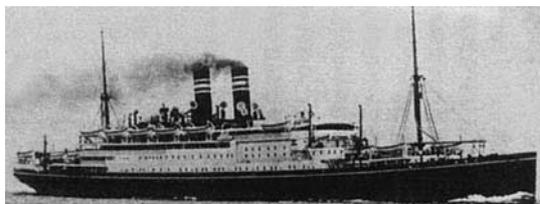


写真-11 八田與一や南方開発要員が乗込み五島列島沖で米潜水艦に撃沈された大洋丸（産経新聞「凧として 日本人の生き方」より転載）



図-3 大洋丸の沈没位置（産経新聞「凧として 日本人の生き方」より転載）



写真-12 台湾総督府の夏季の官服を着た八田與一（金沢市立ふるさと偉人館提供）（産経新聞「凧として 日本人の生き方」より転載）

でコレヒード要塞陥落の祝宴が開かれ、台湾総督府から来た與一と宮路末彦、湯本政夫の技師3人は士官待遇で、一等食堂に招かれた。あまり酒を飲まない與一は早めに食事を終え、たばこを吸っていたという。

同日午後7時31分、大洋丸から約1.5 km離れた地点から米潜水艦グレナディア号は4本の魚雷を発射した。昭和16年（1941）12月8日の真珠湾攻撃の翌日、米海軍は日本船舶への「無制限」攻撃を潜水艦に命令した。商船でも無警告に撃沈する作戦で、戦時国際法違反とされる。

午後8時40分、大洋丸は艦首から逆立ちして海に消えた。駆逐艦が夜を徹して救助を続けたが、一夜明けると穏やかな海は一面に死体漂う死者の海となっていた。大洋丸の撃沈で1360人中、817人が死亡した。三菱商事45人、三井物産27人など、大手企業の社員に犠牲が多かった。

海流で流された大洋丸の犠牲者の遺体は、昭和17年（1942）6月1日から対馬の沿岸で多数発見され始めた。6月10日、山口県萩の漁師が沖合いで與一の遺体を網にかけ、浜辺に持ち帰った。東京帝大の学生だった長男の晃夫は台湾総督府の東京事務所から連絡を受け、萩に向かった。遺体は棺に入れられ、砂浜に仮埋葬されていた。晃夫が遺体を見ると、遺留品で父と確認できたが、「あごの骨を見てすぐにわかりました」と、晃夫（83）は振り返る。56歳の與一は、総督府に数人しかいない「勅任技師」という高位にあり、遺骨は台湾に持ち帰られて、台北で盛大な葬式が営まれた。

烏山頭ダムでも慰霊式が行われ、開かれた送水路の水門からは水が激しく噴出した。終戦まで毎年5月8日、烏山頭では慰霊のためこのような放水が続けられた。

（以下、次号）

記 2005年4月29日

JCMA

【筆者紹介】

川本 正之（かわもと まさゆき）  
社団法人日本機械土工協会  
技術委員長

## JCMA 報告

## ISO/TC 195/SC 1 及び ISO/TC 195/WG 7 国際会議 出張報告

標準部会

10月18日～20日の3日間、米国ミルウォーキーのホテル Residence Inn 内の会議室で開催された2件のISO国際会議（ISO/TC 195/SC 1（コンクリート施工機械及び装置）会議及びISO/TC 195/WG 7（手押し式締固め機械）会議）に出席したので、概要を報告する。

### 1. ISO/TC 195/SC 1 国際会議

まずはじめに、TC 195（Building construction machinery and equipment／建設用機械及び装置）は、建設機械のうちTC 127（Earth-moving machinery）の土工機械（ブルドーザ、油圧ショベルなど）、TC 214（Elevating work platforms）の昇降式作業台（高所作業車など）およびTC 96（Cranes）のクレーン（（社）日本クレーン協会所掌）を除いたすべての建設機械及び装置を扱うTC（Technical Committee／専門委員会）で、その下のSC 1は日本が幹事国を務め、コンクリート施工機械及び装置関係の規格を開発するSC（Sub Committee／分科委員会）で、今回は今年5月にポーランドのワルシャワで行われた年一度の国際会議で懸案となった下記推進中の3件のISO規格について協議するために、AEM（ミルウォーキーに本部を置く米国建設機械工業会）がホストを買って出してくれて開催されたものである。

今回は、P（積極参加）メンバー6ヶ国（日本、中国、韓国、米国、ドイツ、イギリス）から計15名の出席のもとで開催された。日本からは議長の大村氏、（財）日本規格協会からコーディネータの綾部氏、幹事の下名が出席した。



写真—1 SC1会議

議事は大村議長の進行によって、下記討議を行った（写真—1参照）。

#### — ISO/DIS 18651.3（内部振動機）

Compaction diameter, Load testなどの規定について、主にポーランドとドイツの意見が対立し、第3次のDIS（Draft International Standard）まで進めてもまだ決着していない。今回は決着させるつもりで準備し会議に臨んだが、今度は今頃になって米国が数値データを含んだ規定は、技術の進歩に制約を与えるということで、多くの変更を主張し、第4次のDISを作成し、FDIS（Final DIS）またはそのまま発行出来るか否かの投票にかけるとした。

#### — ISO/DIS 21573-2（コンクリートポンプ—第2部：性能試験方法）

5月の国際会議でRotary pumpに関するデータも載せるべきとのことで、第2次のDIS案を作成して、会議で協議した結果、更にDouble roller pumpのデータも追加した第2次DISを作成し、投票にかけるとした。

#### —コンクリートポンプ等の安全要求事項

JIS A 8612をベースに日本が提案し、ドイツがコンビナー（WG幹事）を引き受けてくれ、進めることになっていた本規格は、5月の国際会議でドイツが辞退し、代わって米国がコンビナーとなって進めることになったが、各国の規格、法規制の差異等の事前調査にもう少し時間がかかるので、それら調査結果を見て、NWIP（New Work Item Proposal）にするかTR（Technical Report）にするかを判断することとなった。

今回は、来年5月に韓国ソウルでTC 195の親委員会の前に開催する予定である。また再来年2008年はポーランドのワルシャワでの開催が予定されている

が、今回参加の中国が開催に意欲的で、中国北京での開催を強く要望してきた。中国は、最近の機械産業の急成長も手伝って、非常に強気な姿勢が見られた。日本もこれを利用し、特に欧州に対して有利に進められるよう図ってゆきたい。なお、SC 1 (Sub Committee/分科委員会) は、昨年 8 月に WG 4 (Working Group/作業グループ) を格上げしたものである。

## 2. ISO/TC 195/WG 7 (手押し式締固め機械) 国際会議

この会議は上記 SC 1 会議の前日 17 日に開催された。

振動プレート及びランマのインパクトエネルギーの測定方法に関する規格を新業務項目提案 (NWIP) するのに先立ち、各国の意見をまとめるために開催され、概ね下記内容の討議がなされた。

現状の測定方法としては、LEMB (Light Equipment Manufacturers Bureau) が規定したボールを鉄板に押し付けてその凹みでエネルギー値を計算する方法があるが、複雑でコストもかかるとのことで、スウェーデンの Dynapac 社から提案されている機械に取り付けた加速度計で加速度を測ることによってエネルギー値を得る測定方法をベースに討議が行われたが、Wacker 社からのデータを用いての説明により、規格にするには、その測定方法による値のバラツキが大き過ぎることから、TR (テクニカルレポート) にとどめるべきとのコメントもあり、今後更に検討することとなった。

SC 1 最終日 20 日の会議が半日で終わったため、午後ホテルから車で 1 時間弱の所にある Putzmeister 社 (コンクリートポンプ車の最大手メーカー) の工場を見学するチャンスに恵まれた。工場は、ゆったりとした近代的オフィスと、物流という観点でみるとやや難のあるレイアウトではあったが、塗装を含め各工程の仕事が丁寧で、品質はさすがといった印象をもった。

最後に、会議の行われたミュンヘンは、ウイスコンシン州の南東、ミシガン湖の西岸に位置する、ドイツ系移民の多い人口約 63 万人の都市で、札幌とほぼ同



写真—2 ミルウォーキー美術館前

緯度の北緯 43 度、シカゴから車で 2 時間の所にある。街は静かで、清潔で整然とした街並みが印象的である。それと“ミュンヘン・札幌・ミルウォーキー”とどこかの CM に有ったように、ここミルウォーキーはビールの町。ダウントウンと言われている場所も、買い物をするような店はショッピングモール以外にはほとんどないが、オフィス、銀行の間に、各店自慢のビールを売りにし、Brewery (醸造所) をもったレストランが点在し、ビール好きにはたまらない町である。

またここは美術館、博物館も多く、散歩がてらに立ち寄ったミシガン湖岸にあるミルウォーキー美術館には、ミルウォーキーへの観光客のシンボリック的存在ともなっている、美術館が開館すると開き、閉館すると閉じる、開くと最大約 70 m にもなる、鳥が羽を広げたような美しいデザインの建造物を見ることができた。これはガラス張りの美術館のエントランスの日よけとして作られたものだとのこと (写真—2 参照)。次回は観光で来て、館内の展示物も是非ゆっくり観てみたいものである。

JCMA

## JCMA 報告

## BAUMA CHINA2006 出張報告

業務部

出張者：天野国際業務担当部長

出張期間：2006年11月19日（日）～26日（日）

出張先：中国 上海市

出張目的：第3回 BAUMA CHINA 展示会（2006年11月21日（火）～24日（金）4日間）にブースを設け協会・研究所の紹介及び CONET2008 の広報宣伝活動を行った。

### 展示会概要

施設：上海新国際博覧中心（SHANGHAI NEW INTERNATIONAL EXPO CENTRE）にて開催。

会場面積：150,000 m<sup>2</sup>（屋内 46,000 m<sup>2</sup>，屋外 104,000 m<sup>2</sup>）

出展者数：1,088 社／中国 732 社（国内企業 505 社，海外進出企業 227 社），海外企業 356 社

来場者数：80,000 人以上

### 展示会の様子

今回の展示会は前回（2004年）に比べ、面積で約1.5倍、出展者数で約1.5倍、来場者数で約1.6倍と飛躍的な拡大を示し、BAUMAの実力を示したものと言える。

会期中は最終日を除き連日の雨にも係らず、初日から多数の来場者が訪れ、特に屋内展示は非常な混雑を呈していた。

今回は特にヨーロッパを中心とした国家パビリオンの進出が目立ち、各国とも大きなスペースを占めて展



会場受付風景



屋外展示風景

示を行っていたのが印象的であった。

（参考）国家パビリオン一覧

英国、フィンランド、フランス、ドイツ、イタリア、スペイン、韓国、米国の8カ国



ドイツ パビリオン



イタリア パビリオン

協会ブースにも多くの来場者が立ち寄り、目立った点は、中国人来場者からは、協会の会員になる為の質問が多かったことである。中国の人が日本からの情報を入手しようとする為と思われるが、前回にはなかった質問で、それだけ彼らの関心が高まってきたと言えよう。海外来場者はアジアとヨーロッパが目立った。特にインド系の来場者が多く、彼らは CONET への質問が目立っていた。少しずつ CONET の知名度も浸透し始めた感がある。

一方、今回の展示会には、CAT、CASE の出展が無く、これは今年5月に北京で開催された CONEXPO ASIA の影響が影を落としている。

CONEXPO の進出以降、中国では2年の間に3回の建機展が開催される状況となっている。

(BAUMA CHINA, BICES, CONEXPO ASIA)

各出展者はこの対応に苦慮しており、日本の建機工も含め、BAUMA 主催者に CONEXPO との調整を促す意見が出されている。3回の実施では出展者の出費負担増大や、出展者が分裂出展をすれば来場者は全ての機械を見ることが出来なくなり、彼らの期待を裏切ることとなる。

中国の展示会市場は混乱しており、今後の対応が注目される。

### 展示会での成果

今回は主催者の BAUMA CHINA、協同主催の CNCMC、CCPIT をはじめ、すでに協力を行っている各国の展示会主催者トップと話し合いを持つことが出来た。

また、懸案であった INTERMAT との話が出来、2003年以降中断されている CONET とのブースバータを次回以降進めることで合意した。

これで世界の主な建機展との協力関係は全て整ったと言える。今後の CONET のプレゼンスを高めるのに有効な結果となった。

### その他

今回出展している日本企業（現地法人を含む）35社のブースを訪問し、協会の紹介、次回 BICES での日本パビリオンへの出展協力要請、次回 CONET への出展要請などを行った。

JICMA

## 平成 18 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」平成 17 年度最新改訂に基づいて編集
- 各機種の燃料消費量を掲載
- 損料表の構成を解説
- 機械経費・機械損料に関係する通達類を掲載
- 各種建設機械の構造・特徴を図・写真で掲載

■ B5 版 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 700 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>

## CMI 報告

## 富士山資材運搬機械 高度化技術の確立に向けて

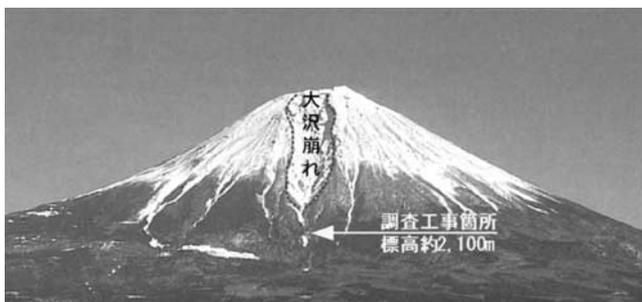
～ハイブリッド富士 HEART システム (FHS-02) の開発～

石川 裕一・山本三千昭・太田 正志

### 1. はじめに

富士山の西側斜面には、「富士山大沢崩れ」と呼ばれる急峻で崩落を続ける深く巨大な谷（写真—1）がある。そこでは、毎年15万m<sup>3</sup>にも及ぶ岩盤や土砂が崩れ、一度は沢にとどまるが、数年ごとに台風や豪雨で土石流となって一気に谷を流れ下り、これまで度々の土砂災害を発生させてきた。このまま崩落が続くと、やがて美しい富士山の形さえ変わってしまうことも懸念されてきた。

国土交通省富士砂防事務所では、昭和57年度よりこの大量の土砂発生源である大沢崩れ対策のための調査や研究（富士山源頭域調査工事）に着手し、高標高、急傾斜地での砂防技術確立に向けて検討している。ここで紹介するハイブリッド富士 HEART システム (FHS-02) は、サーボモータ駆動や浮きレールなどを採用することで、高標高、急傾斜地における資材運搬を安全、確実に環境影響にも配慮した運搬手段となるよう開発を進めているものである。



写真—1 西側から見た富士山

### 2. 資材運搬機械の開発理念

#### (1) 富士山における資材運搬の課題

現在、富士山源頭域調査工事現場への資材運搬は、民間の大型ヘリコプターで行っている。しかし、高標高で気象の影響を受けやすい富士山でのヘリコプター運搬は、飛行できない日も多く、資材の安定供給、大量供給といった点では課題もある。また、工事費に占める運搬費も大きく、これらの課題を解決するため、環境に優しく、低コストで安定供給、大量供給が可能な資材運搬機械の導入が望まれた。

#### (2) 自然環境への配慮

富士山は、富士箱根伊豆国立公園にあり、特別名勝に指定されるなど、日本を象徴する美しい景観として親しまれている。また、これまで実施した富士山大沢崩れを起点とする大沢川周辺の自然環境調査からは、保全すべき多種類の植物や動物の生息も確認されている。

こうした背景から、資材運搬機械の開発導入にあたっては自然環境への配慮が重要である。その実現のため「富士山大沢川峡谷部資材運搬手段計画検討委員会 (H2～H11年度)」を開催し、学識経験者の指導のもと資材運搬手段の検討を進めてきた。自然環境への具体的な指導内容として次の事項があげられた。

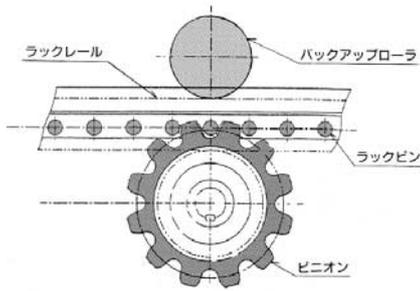
- ・ 運搬施設に伴う地形改変を極力少なくすること。
- ・ 植生への影響を極力少なくすること。
- ・ 運搬施設が動物の行動範囲を妨げないこと。
- ・ 設置する運搬施設が景観に影響を与えないこと。
- ・ 排気ガス、騒音等が動植物に悪影響を与えないこと。

### 3. 資材運搬機械の開発

#### (1) 資材運搬手段の選定

運搬機械は、開発理念を踏まえながらも厳しい地形条件や気象条件に対応できる機能を確保する必要がある。先にも述べたとおり富士山大沢崩れは、高標高、急傾斜地であるため、運搬機械はこれら条件をクリアできる高いスペックが求められる。そこで、既存技術（道路運搬、ロープウェイ、飛行船、トンネル等）も含め、資材運搬方式の検討及び選定を行った結果、鋼構造の走行レールをラックとピニオンの噛み合わせにより走行する新しい運搬機械の開発を行うこととした。

開発にあたっては、まずラック・ピニオン方式（図—1）の試作機による動力伝達機構の確認試験、軌条



図一 ラック・ピニオン構造

構造の設計と施工試験等を実施し、富士山源頭域調査工事現場までを想定して、運搬機械や走行レールの仕様の決定を行った。

### (2) 資材運搬ルートを選定

富士山大沢崩れまでの運搬ルートを選定は、最も自然環境への配慮を必要とするため、環境影響、機械仕様の両面から尾根に沿って植生調査、現場踏査及び路線測量等を繰り返し実施した。

選定した運搬ルートは、学識経験者の指導を仰いで候補となるルートを絞り込んでいったが、今後の富士山大沢崩れの対策方法によっては、基地、すれ違い線、分岐装置等を考慮した運搬ルートの詳細な検討も必要である。

### (3) 富士 HEART システム (FHS-01) の開発

平成9年1月、第1号試作機(写真一2)を完成させ、弓沢第三えん堤工事におけるコンクリート運搬、機能性や耐久性試験を実施した。第1号試作機は、富士山における自然環境に配慮し調和のとれた資材運搬手段であることを、多くの方に理解していただき、また親しんでもらう目的から、調和 (harmony)、環境 (environment)、急傾斜地 (ascent)、軌道 (railway)、

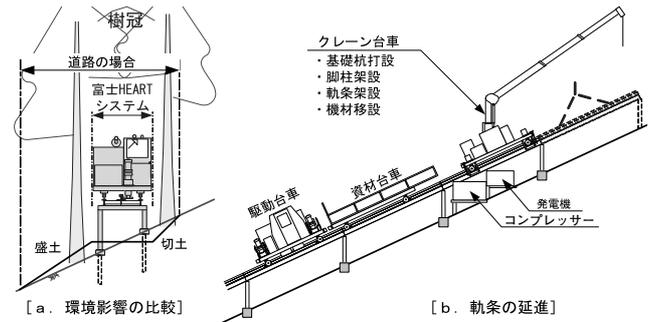


写真一2 第1号試作機(富士 HEART システム)

輸送 (transportation) の頭文字 H・E・A・R・T を採り「富士 HEART システム」と名付けた。

主な特徴は次のとおりである。

- ・H 鋼材による軌条構造のため、道路建設に比べ地形改変が少ない (図一2)。



図一2 第1号試作機の軌条架設イメージ

- ・浮きレールのため動物の往来を妨げない。また、植生への影響も小さい。
- ・道路 (切土、盛土) に比べ占有空間が少ない。
- ・ラック・ピニオン方式により、勾配 30° に対応した登坂能力がある。
- ・走行レール設置において、地表面への影響が小さい。
- ・本設備自体で軌条の延伸が可能である。

## 4. 資材運搬機械の高度化

### (1) 第1号試作機(富士 HEART システム)の課題

第1号試作機では運用上、構造上あるいは安全面を含め、多くの機能調整、部品交換、改良等が必要であった。第1号試作機建設時の施工実態調査やその後実施した各種確認試験結果より、次のような課題を抽出した。

- ・軌条架設に時間がかかり、実際に富士山大沢崩れまで軌条を敷設しようとするると相当の年数が必要となる。
- ・縦断と横断の傾斜が重なる区間では、車輪が走行レールから浮き上がり、不安定な走行となることがある。
- ・積載重量や傾斜角による負荷変動に対して、一定速度での走行ができない。
- ・非常ブレーキの機能が不十分である。
- ・長期的な耐久性を確保するには、現行の塗装仕様の見直し、分岐装置の機構変更、台車保管施設の設置が必要である。
- ・本格運用時には、分岐装置の電動化が必要である。
- ・環境影響に配慮し、より排出ガスの少ない駆動方式

を採用する必要がある。

一方、資材運搬手段全体を考えると、第1号試作機の仕様では、急斜面を呈する尾根から峡谷内へ直接資材を運搬することが困難であることも課題としてあげられる。

(2) ハイブリッド富士 HEART システムの開発

前記の課題を解決するため、第1号試作機で蓄積した研究成果を踏まえ、環境影響の低減、台車速度や軌条架設速度の高速化及びコスト縮減を目指して、大幅な見直しを行い、平成16年3月、第2号試作機となるハイブリッド富士 HEART システムを設計・製作した(写真—3)。



写真—3 第2号試作機の各台車

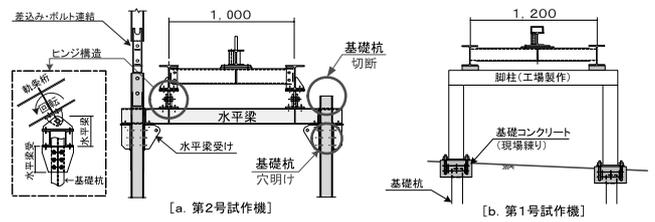
主な改善点は、次のとおりである。

① 駆動台車 (ハイブリッド方式の採用)

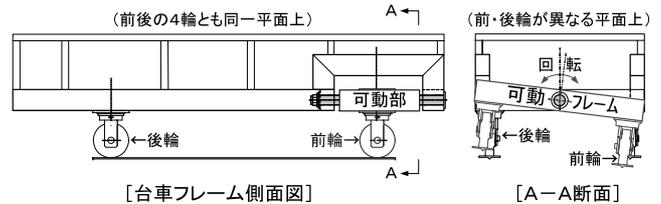
- ・第1号試作機が油圧駆動であったのに対し、より環境影響(排出ガス, 騒音等)を低減するため、駆動装置にサーボモータを採用した。また、下り坂では、駆動モータを発電モータとし回生充電を可能とした。
- ・給電はリチウムイオンバッテリーであるが、充電を補完する発電用マイクロガスタービンを用いたハイブリッド方式である。
- ・非常ブレーキは中央のラックレール部を両側から直接挟み込む方式とし、制動力の向上を図った。なお、発電用マイクロガスタービンは、従来のディーゼルエンジンに比べ、排出ガスの含有成分が浄化・減少しており、冷却水や潤滑油を必要としない利点もある。

② 台車全般

- ・周辺樹木への影響を改善するため、台車幅、走行レール幅を縮小し、走行時の占有面積を低減した(図—3)。
- ・複雑な線形区間で生じる車輪の浮き上がり防止に、可動式の車輪フレーム構造(図—4)を採用した。



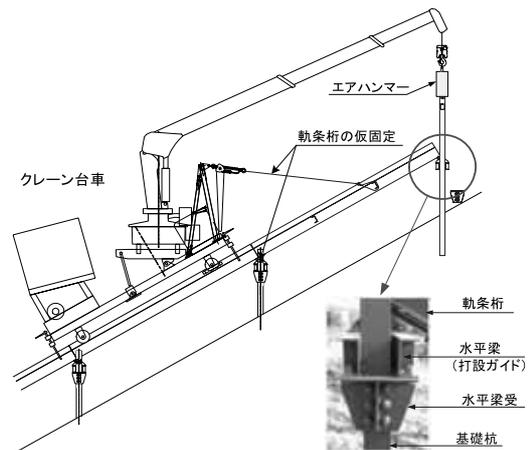
図—3 第1号と第2号試作機の軌条構造比較



図—4 可動式車輪フレーム構造

③ 走行軌条 (走行レール)

軌条架設の時間短縮を図るため、軌条架設目標をこれまでの2スパン/3日(1スパンは標準レールで長さ5m)から2スパン/1日とするため、基礎工を含めた軌条構造を全面的に見直した。主な高速化の手法は、時間と手間の掛かるコンクリート基礎や脚柱の排除、水平梁とヒンジ構造の採用である。これにより、水平梁付き軌条桁を計画勾配で既設ヒンジに連結でき、基礎杭打設、施工誤差の吸収が容易になることから架設時間の短縮が可能となる(図—5)。



図—5 第2号試作機軌条架設イメージ

(3) 運搬技術高度化に向けた今後の計画

第2号試作機は、高標高、急傾斜地での重量物運搬の目的で開発したハイブリッド方式の運搬機械としては日本初である。今後現地に試験走行軌条を設置し各種調査試験を実施する。また、高標高、急傾斜地での設計性能の確認、問題点や課題の把握、改善を行い、

新方式による資材運搬機械の高度化に向け取り組む予定である。

また、走行レールの高速架設方式についても、要素試験の結果、新たな課題（基礎杭打ち込み機械、基礎構造等）のあることも既に判明しているため、現地試験によりこれら課題解決に向けた検討を実施していく。

さらに、今後大量輸送に不可欠なすれ違い線とその分岐装置、尾根から峡谷内へ資材を運搬するための二次運搬技術の研究開発も必要と考える。

## 5. おわりに

「頭を雲の上に出し、四方の山を見下ろして…♪」と歌われる日本一の富士山。その自然の偉大さ、素晴らしさ、厳しさ、全てを受け入れながら、富士山に与える影響を最小化した資材運搬手段を模索している。

今後、これまで蓄積した運搬技術と異分野からの多様な高度化技術を駆使し、「ハイブリッド富士

HEART システム」の名にふさわしい運搬手段を引き続き検討していきたい。

JCMA

### 【筆者紹介】

石川 裕一（いしかわ ひろかず）  
国土交通省中部地方整備局  
富士砂防事務所  
建設監督官

山本三千昭（やまもと みちあき）  
社団法人日本建設機械化協会  
施工技術総合研究所  
研究第三部 専門課長

太田 正志（おおた まさし）  
同 研究第一部 主任研究員

## 建設機械施工安全技術指針指針本文とその解説

### ◆「指針本文とその解説」目次

#### 第I編 総論

- 第1章：目的
- 第2章：適用範囲
- 第3章：安全対策の基本事項
- 第4章：安全関係法令

#### 第II編 共通事項

- 第5章：現地調査
- 第6章：施工計画
- 第7章：現場管理
- 第8章：建設機械の一般管理
- 第9章：建設機械の搬送
- 第10章：賃貸機械等の使用

#### 第III編 各種作業

- 第11章：掘削工，積込工
- 第12章：運搬工
- 第13章：締固工
- 第14章：仮締切工，土留・支保工
- 第15章：基礎工，地盤改良工
- 第16章：クレーン工，リフト工等

- 第17章：コンクリート工
- 第18章：構造物取壊し工
- 第19章：舗装工
- 第20章：トンネル工
- 第21章：シールド掘進工，推進工
- 第22章：道路維持修繕工
- 第23章：橋梁工

● A5版／約300頁

#### ● 定 価

非会員：3,360円（本体3,200円）

会 員：2,800円（本体2,667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 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。

● 発刊予定 平成18年2月上旬

### 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>

# 新機種紹介 広報部会

## ▶ <02> 掘削機械

06-<02>-23	新キャタピラー三菱 ミニショベル (後方超小旋回形) CAT 302C CR	'06.11 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

都市土木工事や小規模工事におけるコンパクト性と狭所作業性を増強してモデルチェンジしたミニショベル (後方超小旋回形) である。エンジンは国土交通省の排出ガス対策 (3次規制) に対応するものを搭載しており、市街地や住宅地における作業にも配慮して、騒音対策により国土交通省の超低騒音型建設機械にも適合する。油圧システムには可変容量ピストンポンプを採用して掘削力やけん引力の効率的なアップを図り、走行は自動2速を採用して機動性を向上している。ブームやアームの長さを伸ばして作業範囲を拡大しており、2tダンプトラックの荷台奥までの積み込みを容易にしている。トラックフレームの延長と拡幅を図り、作業安定性と耐久性を向上している。操作レバーはリストタイプを採用し、広い運転スペースを確保するとともに機体左右から昇降できるウォークスルー構造にしている。前方視界の良い2本柱構造のTOPSキャノピと巻き込み式シートベルトを標準装備し、操作油圧ロック、旋回駐車ブレーキ、走行駐車ブレーキのほか、エンジンニュートラルスタート機構を採用して安全性を向上している。横開き式のエンジンサービスドアや開口の大きなサイドカバー、エンジンオイル交換間隔500hなどでメンテナンスを容易にしている。

オプションとして、強化型アーム、強化型ロングアーム、増量カウンタウエイトなどを用意して作業対応幅を拡げている。

表一 CAT302C CR の主な仕様

標準バケット容量 (m³)	0.066
機械質量 (t)	2.05
定格出力 (kW (ps) /min⁻¹)	13.5 (18.3) /2,400
最大掘削深さ×同半径 (m)	2.320 × 4.260
最大掘削高さ (m)	4.07
最大掘削力 (バケット) (kN)	19
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)	1.80/0.725
走行速度 高速/低速 (km/h)	46/2.4
登坂能力 (度)	30
接地圧 (kPa)	25.6
最低地上高 (m)	0.315
全長×全幅×全高 (輸送時) (m)	3.85 × 1.45 × 2.47
価格 (百万円)	3.78

(注) TOPSキャノピ、ゴムクローラ付仕様を示す。



写真一 新キャタピラー三菱「REGA」CAT302C CR ミニショベル (後方超小旋回形)

06-<02>-24	日立建機 ミニショベル ZAXIS 17U-2 / ZAXIS 15UR	'06.11 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

都市土木工事や農林業土木工事などで使用される、狭所作業性と環境対応の向上を図ったZX17U-2 (後方超小旋回形) とZX15UR (超小旋回形) の2機種である。クローラ全幅を変更できる可変脚機構により狭所通過 (最小クローラ幅0.97と0.99 m) を可能にしており、作業時はクローラ幅を拡張して安定性を増すとともに、旋回後端部がクローラ幅から出張るのを小さくして安全性に配慮している。エンジンは国土交通省の排出ガス対策 (3次規制) 基準値をクリアするものを搭載しており、騒音対策により、国土交通省の超低騒音型建設機械にも適合する。クローラ全幅の拡張変更にもなうブレード幅の変更はピンの脱着で行われる。リストタイプの油圧パイロット式操作レバーを標準装備して操作フィーリングを向上しており、ロックレバーによる作業機、旋回、走行、ブレード、スイングの操作ロックで誤操作からの安全性を確保している。また、ロックレバーが作動状態のみエンジン始動ができるニュートラルエンジンスタート機構を採用している。作業機の全てのピンジョイント部にはHNブッシュ (含油ブッシュ) を採用して給脂間隔を500hに延長しており、点検・整備のしやすいフルオープン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。そのほか、ラジエータをアルミ製にするなどでリサイクル率を97%に上げており、樹脂部材については材質を表示するようにしている。

ZX17U-2については、エンジン出力を従来機比15%アップしてアーム掘削力を従来機比18%向上しており、本体スカート下部全周にD型閉断面構造のフレーム (特許出願中) を採用して耐衝撃性を増して損傷を防いでいる。また、ROPS / OPG (TOPガード) 対応の3本柱キャノピを標準装備している。ZX15URについては、作業中に作業機を止めることなくスムーズに運転室を回避できる作業機と運転室の干渉防止機構 (オートマルチーノシステム) を採用して、作業効率と安全性の向上を図っている。

表二 ZAXIS 17U-2 / ZAXIS 15UR の主な仕様

	ZAXIS 17U-2	ZAXIS 15UR
標準バケット容量 (m³)	0.044	0.036
機械質量 3柱キャノピ/2柱キャノピ (t)	1.770 [1.820] /1.750 [1.800]	1.530 [1.600]
定格出力 (kW (ps) /min⁻¹)	11.0 (15.0) /2,400	8.8 (12) /2,100
最大掘削深さ×同半径 (m)	2.170 × 3.900	1.935 × 3.480
最大掘削高さ (m)	3.56	4.04
バケットオフセット量 左/右 (m)	0.420/0.650	0.415/0.620
最大掘削力 (バケット) (kN)	16	13
作業機最小旋回半径/ 後端旋回半径 (m)	1.61/0.675 [0.755]	0.620/0.620
走行速度 高速/低速 (km/h)	4.3/2.4 [4.0/2.3]	3.6/2.0 [3.6/2.0]
登坂能力 (度)	30	30
最低地上高 (m)	0.165	0.16
接地圧 (kPa)	28 [29]	25 [26]
全長×全幅 (拡張~縮小) ×全高 (m)	3.59 × (1.28~0.97) × 2.40	3.20 × (1.24~0.99) × 2.215
価格 (百万円)	2.75	3.4

(注) (1) キャノピ、ゴムクローラ [キャノピ、グローサシユ] 書式で示す。  
(2) 全幅は、クローラ幅 & ブレード幅の拡張時寸法を示す。

新機種紹介



写真一 2 日立建機「arc」ZAXIS17U-2（後方超小旋回形）（左）と ZAXIS15UR（超小旋回形）（右）ミニショベル



写真一 3 コベルコ建機「ビートル」SK15SR-3 ミニショベル（後方超小旋回形）

06-〈02〉-25	コベルコ建機 ミニショベル（後方超小旋回形） SK15SR-3	'06.12 発売 モデルチェンジ
------------	---------------------------------------	----------------------

都市土木工事、農林業土木工事などに広く使用される、コンパクトで、狭所作業性を特長とするミニショベルである。可変脚機構によりクローラ全幅を変更（1.32 m → 0.99 m）して1 m幅通路への進入通過が可能であり、輸送時機械全長は3.42 mで2 tダンプトラックへの積載運搬が可能である。エンジンは、国土交通省の排出ガス対策（3次規制）基準値をクリアするものを搭載しており、騒音対策によって国土交通省の超低騒音型建設機械や欧州2次騒音規制にも適合する。油圧システムにおいては、掘削するその瞬間に余力のある旋回・ドーザ系油圧ポンプの作動油をアーム回路に合流活用する方式で高効率化を図っており、負荷時においてもアームのスピーディな動きを実現している。昇降間口の広い3本柱キャノピはTOPS / FOPS規格に適合するもので、視界にも配慮した形状としている。そのほか、日常点検機器の集中配置、脱着可能な燃料タンクの採用、作動油の交換間隔5,000 hなどでメンテナンス性を向上している。

表一 3 SK15SR-3の主な仕様

標準バケット容量	(m <sup>3</sup> )	0.044
機械質量	(t)	1.620 [1.670]
定格出力	(kW (ps) /min <sup>-1</sup> )	11.3 (15.4) /2.200
最大掘削深さ×同半径	(m)	2.15 × 3.89
最大掘削高さ	(m)	3.68
バケットオフセット量 左/右	(kN)	0.540/0.400
最大掘削力(バケット)	(kN)	15.2
作業機最小旋回半径/後端旋回半径	(m)	1.56/0.66
走行速度 高速/低速	(km/h)	4.0/2.0 [3.6/1.8]
登坂能力	(度)	30
接地圧	(kPa)	27 [28]
最低地上高	(m)	0.160
全長×全幅×全高	(m)	3.42 × (1.32 ~ 0.99) × 2.35
価格	(百万円)	2.93

(注) (1) キャノピ付、ゴムクローラ [鉄クローラ] の書式で示す。  
(2) 全幅は、可変脚寸法 (拡張時~縮小時) で示す。

▶ 〈10〉 環境保全装置およびリサイクル機械

06-〈10〉-05	コマツ 自走式破碎機（クローラ式） BR380JG-1E0	'06.11 発売 モデルチェンジ
------------	-------------------------------------	----------------------

コンクリートガラや自然石の破碎に使用されている大作業量の自走式破碎機について、環境保全対応、安全性、操作性、耐久性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。搭載の大容量ジョークラッシャには油圧式クラッシャ保護機構（ロックシリンダ）を備えており、万一、金属などの異物を噛み込んだ場合にはロックシリンダが縮んでクラッシャを保護すると同時に、自動停止して、オーバー材の排出を防ぐようになっている。また、異物噛み込みで閉塞した場合でも、簡単に最大隙間に広げられるので異物の除去が容易である。出口隙間のセットは全自動調整システムを採用しており、調整は、液晶モニタにより3モードからの選択で簡単にできる。クラッシャとコンベヤ間の隙間を530 mmと大きくとってスペースを確保すると共に、クラッシャ下部周りにカバーを装着して鉄筋が引っかかりにくい構造としている。また、サイドフレーム左右に開口部を設けて、万一異物が引っかかってもクラッシャ下へ容易にアクセスできるようにしている。排出コンベヤには逆転機能があり、異物除去を容易にしている。エンジンは排出ガス対策（3次規制）基準値をクリアする ecot3 型を搭載しており、EPA（米国環境保護局）Tier3、EU（欧州）stage3A に対応している。操作スイッチ類は地上から操作できる位置のパネルに集中配備されており、ワンタッチスタート機構により、磁選機、コンベヤ、クラッシャ、フィーダを簡単に作動することが出来る。最低地上高はコンベヤの昇降機能により変更が可能で、最低地上高が100 mmではインタロック機構により走行が出来ないようにして安全に配慮している。ウォーターセパレータ機能付燃料プレフィルタやリモート給脂装置の装備、エンジンオイルとフィルタ、燃料ドレンコックのリモート化などメンテナンスを容易にしている。稼動情報管理機能（KOMTRAX）を装備して、迅速なサービス対応を図っている。

その他オプション仕様として、サイドコンベヤ、積込み機に乗っ

## 新機種紹介

たまたまで走行モードと作業モードの切り換えやワンタッチスタート機構の操作ができるラジコン、グリズリバー（目開き 15～40 mm）、排出コンベヤの排出量を記録できるコンベヤベルトスケール、散水装置（散水用ノズルはクラッシャ上部に標準装備）、増設下転輪、クラッシャトルクアップブーリーなどが用意されている。

表—4 BR380JG-1E0 の主な仕様

最大供給塊サイズ (コンクリート/自然石)	(m)	1.0 × 0.9 × 0.475/ 0.425 × 0.425 × 0.425
最適供給塊サイズ (コンクリート/自然石)	(m)	0.475 × 0.325 × 0.325/ 0.325 × 0.325 × 0.325
供給口寸法	(m)	1.065 × 0.55
出口隙間調整範囲(開き側)	(mm)	50～150
ホッパ大きさ/投入高さ	(m)	2.50 × 3.54/3.2
排出ベルトコンベヤ幅/排出高さ	(m)	1.05/2.80
運転質量	(t)	34
定格出力	(kW (ps) /min <sup>-1</sup> )	140 (190) /2,050
走行速度	(km/h)	3
登坂能力	(度)	25
シュー幅×接地長 - 2本	(m)	0.5 × 3.275 - 2本
最低地上高 走行時/作業時	(m)	0.2 · 0.3/0.1 · 0.2
燃料タンク容量	(L)	400
全長×全幅(輸送時幅)×全高	(m)	12.5 × 2.87 (2.81) × 3.2
価格	(百万円)	49.8

- (注) (1) 最大供給塊寸法は、破砕物の向きに注意して投入すれば破砕できる最大の寸法を示す。  
最適供給塊寸法は、破砕物の投入向きに関係なく破砕できる最大の寸法を示す。  
(2) 最低地上高 0.1 m 時では、インタロック機構により走行は出来ない。



写真—4 コマツ「GALEO」BR380JG-1E0 自走式破砕機

レクタカバーはスプリングで固定し、タンパの振動音を低減するとともに合材の侵入を抑制してエッジの偏磨耗を低減した。合材ゲートの上下調整は簡単であり、合材の種類に応じて作業中でもゲートへの流入量を微調整することができる。2段目伸縮スクリードのステップマウント部をスプリングで支持し、防振ラバーとの相乗効果で振動を抑制してオペレータの居住性を向上した。スクリードごとに着火スイッチとバーナの作動状況を表示する燃焼モニタランプを装備し、着火と燃焼が簡単に確認できるようにした。エンジンは、国土交通省の排出ガス対策（2次規制）基準値をクリアするものを搭載し、騒音対策によって、同省の低騒音型建設機械にも適合する。

オプション仕様として、標準装備のバイブレータ仕様や熱風プロア式バーナ（タイマ制御式）のほかに、タンパ・バイブレータ仕様、熱風プロア式バーナ（温度自動管理式）、超音波合材フローコントロール、折りたたみ式キャノピなどが用意されている。

表—5 MF61E/MF61WE SERIES II の主な仕様

	MF61E SERIES II	MF61WE SERIES II
舗装幅員	(m) 2.330～6.000	2.330～6.000
最大舗装厚	0.3/0.22	0.3/0.22
45 m 幅員時/6.0 m 幅員時	(m)	(m)
舗装速度/最高走行速度	(m/min) / (km/h)	1.0～10.0/15.0
ホッパ容量	(m <sup>3</sup> ) 11	11
クラウン量調整範囲	(%) 1.5～+3/0～+3	1.5～+3/0～+3
メイン部/伸縮部	(%)	
タンパ振動数	(Hz) 0～26.6	0～20.0
バイブレータ振動数	(Hz) 0～41.7	0～41.7
フィーダ 幅×列/速度調整範囲	(m) / (m/min)	0.521 × 2/0～18
スプレッド 直径×ピッチ/速度調整範囲	(m) / (rpm)	φ 0.32 × 0.32/0～66
φ 0.32 × 0.32/0～66		φ 0.32 × 0.32/0～66
機械質量	(t) 12.54 [12.94]	12.41 [12.96]
定格出力	(kW (ps) /min <sup>-1</sup> ) 69.9 (95) /1,950	69.9 (95) /1,950
ホッパ容量	(m <sup>3</sup> ) 11	11
最小回転半径	(m) スピンターンモード時 3.4	7.8
登坂能力 移動時/作業時	(度) 51/16	30/15
履帯幅×接地長	(m) 0.275 × 2.620	—
軸距×輪距(前/後)	(m) —	2.8 × (2.125/1.990)
タイヤ 前輪ソリッド/後輪ラジアル	(—) —	20 × 14 × 16/155R25 (OR)
全長×全幅×全高(輸送時)	(m) 6.400 × 2.490 × 2.575	6.675 × 2.490 × 2.580
価格 V/TV	(百万円) 48.46/51.85	46.51/50.00

- (注) (1) [ ] 書きでタンパバイブレータ仕様車の値を示す。  
(2) V：バイブレータ付， TV：タンパ・バイブレータ付を示す。

### ▶ <13> 舗装機械

06-<13>-02	新キャタピラー三菱 アスファルトフィニッシャ MF61E SERIES II/MF61WE SERIES II	'06.11 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

施工品質、耐久性、居住性、環境適合性などの向上を図ってモデルチェンジした、舗装幅 2.3～6.0 m のバイブレータ仕様を標準とする MF61E SERIES II（クローラ式）と MF61WE SERIES II（ホイール式）である。2段目伸縮スクリードの伸縮ロッド径やロッド間隔の拡大、上部フレームの強化によって剛性と耐久性をアップし、これにともなって仕上げ精度を向上した。スクリードのデフ



写真—5 新キャタピラー三菱 三菱 MF61WE SERIES II アスファルトフィニッシャ

## 河川道路事業の更新需要と安全・安心

### 1. まえがき

社会資本整備の公共事業は、その成果として国民に安心と繁栄と快適さをもたらしている。

しかし公共事業が財政構造改革のもとに縮小され続けており、このままでは建設業の衰退とともに国土保全の担手が不足する事態になるのではないかと懸念されている。

国土交通省は、平成18年6月「道路整備の中期ビジョン（案）」、同年9月「河川堤防の詳細点検結果等について（中間報告）」を発表しているが、それぞれの内容は、インフラの根幹である河川・道路の社会資本ストックが更新需要の増加と安全・安心の質の面から不十分であることを示している。近年の国内各地の水害や地震による被害、減らない交通事故、相変わらずの交通渋滞等の現象を見れば、公共事業を着実に進めることの必要性が理解できよう。

### 2. 河川整備

国が管理する直轄河川の河川堤防について、平成14年度から「浸透に対する安全性の調査」を行っており、平成18年3月末までの調査結果を発表しているが、その概要は次のとおりである。

#### 2-1 堤防の詳細点検の目的

##### 【これまでの堤防整備】

##### 堤防の量的整備の実施

- ・これまでの堤防がない区間での築堤、幅や高さが不足している区間での拡幅や嵩上げを優先的に実施。
- ・一方、過去に築堤された堤防は、戦後十分な管理ができずに急遽作られたことなどから、十分な強度を有しないものがあると考えられる。

##### 【堤防の点検】

##### 堤防の点検の実施

- ・既存堤防の安全を確保するため、平成14年度から浸透に対する安全性の調査を国管理区間約10,200 kmの既設堤防を対象に実施。
- ・平成18年3月末までに約5,900 kmの区間の点検を実施。
- ・この結果、点検済み区間のうち、約2,100 kmにおいて堤防強化が必要。
- ・なお、点検は平成21年度までに完了させる予定。

##### 【これからの堤防整備】

##### 質的強化の計画的な推進

- ・堤防の点検結果を踏まえ、堤防の安全性が不足している箇所につ

いては積極的に堤防強化を進める予定。

- ・また、質的強化の実施までの間、効果的な水防活動の推進を図るため、堤防詳細点検結果を水防管理団体等と共有化。

#### 2-2 堤防の詳細点検結果（中間報告）

全国での点検必要区間10,204 kmのうち、点検済み区間は5,921.8 km、そのうち堤防強化が必要な区間は2,112.6 kmで点検済み区間の36%となっている。

進捗状況は整備局によって異なるが、平成21年度までに完了させる予定としている。

表1～表3に全国、主な河川、関東地方の河川の点検結果を示す。

表1 地域別河川堤防の安全性中間報告（資料出所：国土交通省）

地域	点検必要区間	点検済み区間	堤防強化が必要な区間
全国	10,204	5,921.8 (58%)	2,112.6 (36%)
北海道	2,196.5	1,352.4 (62%)	219.5 (16%)
東北	1,291	584 (45%)	261 (45%)
関東	1,712	1,481 (87%)	668.3 (45%)
北陸	1,000.2	328.1 (33%)	117.8 (36%)
中部	992.2	713.5 (72%)	344.6 (48%)
近畿	734.7	596.1 (81%)	196 (33%)
中国	634.1	268.3 (42%)	81.8 (30%)
四国	325.1	162.1 (50%)	92.3 (57%)
九州	1,381.3	436.3 (33%)	132.2 (30%)

※単位：km

表2 主な直轄河川の点検結果（資料出所：国土交通省）

水系名	点検必要区間	点検済み区間	堤防強化が必要な区間
阿武隈川	172	88	55 (63%)
荒川	212	212	123 (58%)
江戸川	122	99	66 (67%)
多摩川	69	62	18 (29%)
千曲川	132	53	33 (62%)
庄内川	72	72	51 (71%)
長良川	90	22	18 (82%)
淀川中下流	111	111	34 (31%)
木津川下流	53	53	48 (91%)
吉野川	118	100	60 (60%)
筑後川	158	32	20 (63%)
大淀川	133	29	2 (7%)
川内川	108	7	7 (100%)

※単位：km

表一3 関東地方の河川別点検結果（資料出所：国土交通省）

水系名	河川名	点検済み区間	堤防強化が必要な区間
利根川	利根川	343.1	187.2 (55%)
	鳥川・神流川	47.7	4.2 (9%)
	小貝川	126.8	33.3 (26%)
	鬼怒川	151	56.1 (37%)
	江戸川	99.3	65.7 (66%)
	中川	28.7	11.6 (40%)
	常陸利根川	42.9	7.2 (17%)
	渡良瀬川	86.5	31.7 (37%)
久慈川	久慈川	73.2	56.6 (77%)
那珂川	那珂川	63.9	28.4 (44%)
荒川	荒川	211.6	123.1 (58%)
多摩川	多摩川	62.2	17.6 (28%)
鶴見川	鶴見川	21.4	5.2 (24%)
相模川	相模川	6.6	2.7 (41%)
富士川	富士川	116.1	38 (33%)

※単位：km

### 3. 道路整備

#### 3-1 道路整備の中期ビジョン（案）の概要

##### 【課題と背景】

- ・アジアの急成長などグローバル競争激化の中での国際競争力の強化、急速に進展する少子化・高齢化社会への対応及びCO<sub>2</sub>排出量削減など地球環境問題への対応が喫緊の課題となっている。
- ・わが国の社会・経済・生活を支える基幹的な社会インフラである道路は、今後の修繕・更新需要の増大、年間損失額が約12兆円にも上る交通渋滞、年間で死者6,000人・死傷者110万人を上回る交通事故、地方部での隘路の存在及び沿道を含めた道路空間の再生など、多くの問題を抱えている。

##### 【道路整備の中期ビジョン（案）の考え方】

- ・道路行政が進めるべき施策を国民に明らかにし、その重要性に関する認識を共有することが不可欠と考えている。
- ・昨年末に政府・与党で取りまとめられた「道路特定財源の見直しに関する基本方針」を踏まえ、真に必要な道路整備について議論が必要と考えている。
- ・このため、中期的な（概ね10年間の）整備目標とその達成に必要な事業量等を「道路整備の中期ビジョン（案）」として整理し、公表することとした。

#### 3-2 今後実施すべき道路施策の概要

道路を巡る様々な問題の対応にあたり、中期的な整備目標を設定し、以下の施策を実施。

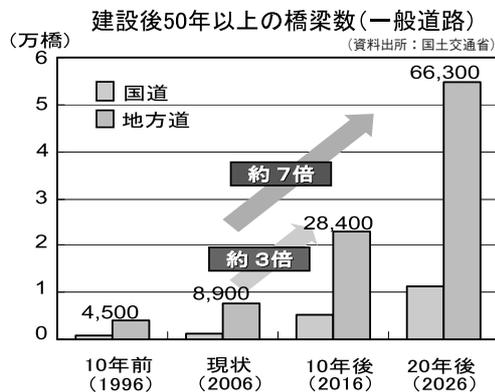
##### 供用中道路の維持・修繕・更新

##### 【課題】

- ・橋梁など高度経済成長期に作られた多くの道路ストックが、今後急速に高齢化（図一1）。

##### 【目標】

- ・既存橋梁の延命化（平均60年程度を約100年以上に）を図ることにより、ライフサイクルコストを最小化。



図一1

##### 【事業量】

- ・建設後50年以上となる約28,400橋をはじめとする道路に対し、適切な時期に必要な維持・修繕・更新を実施。

##### 供用中道路の安全・安心の確保

##### ■緊急輸送道路等の防災対策

##### 【課題】

- ・全道路約120万kmに、耐震補強未対策の橋梁が数多く存在。このうち、緊急輸送道路約90,000kmに限っても、耐震補強未対策橋梁は約3,800橋。\*
- ・全道路約120万kmに、道路斜面等において土砂崩れ等の対策が必要な箇所が存在。このうち、緊急輸送または豪雨等での事前通行規制区間に該当する約10万kmに関しては、約36,500箇所が未対策。\*平成18年度末見込み

##### 【目標】

- ・緊急輸送道路及び豪雨等での事前通行規制区間等の防災対策を完成させて、災害時等において、救急活動や緊急物資輸送の途絶を防ぐ。

##### 【事業量】

- ・緊急輸送道路等について、耐震補強未対策橋梁約3,800橋、防災・防雪要対策約36,500箇所について対策を実施。

##### ■交通事故対策

##### 【課題】

- ・交通事故による年間死者数6,871人、年間死傷者数約116万人（平成17年 図一2）。（国民の約100人に1人が交通事故で死傷）

##### 【目標】

- ・人・車への対策と合わせて、道路施策を実施し、交通事故死者数5,000人以下、死傷者数100万人以下とする。

##### 【事業量】

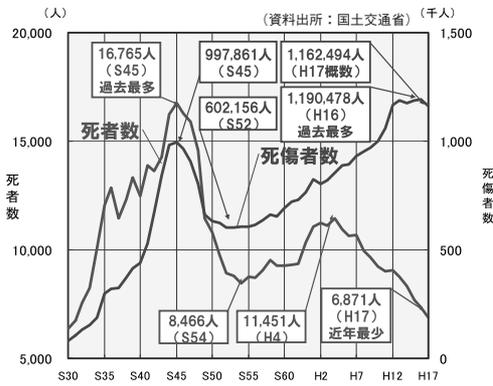
- ・学童の利用が多くかつ自動車交通量の多い通学路などの歩道、約23,000kmを整備。
- ・幹線道路において、繰り返し事故が発生している事故多発箇所（死傷事故率が県平均の4倍以上等）約2万箇所の対策を実施。

##### 道路交通の円滑化

##### ■道路交通の円滑化と地球温暖化防止

##### 【課題】

- ・全国の年間渋滞損失約12兆円。
- ・三大都市圏では年間約5.4兆円の渋滞損失が発生。
- ・都道府県庁所在地に全国の渋滞損失時間の8割が集中。



図一 2

- ・主要渋滞ポイントが約 2,200 箇所存在。
- ・開かずの踏切など、抜本対策が必要な緊急対策踏切が約 1,400 箇所存在。
- ・運輸部門での CO<sub>2</sub> 排出削減のためには、大きなウエイトを占める自動車からの排出量削減対策が急務。

【目標】

- ・主要渋滞ポイントや緊急対策踏切における渋滞の緩和・解消。
- ・京都議定書目的達成のために 2010 年までに約 800 万 t の CO<sub>2</sub> を削減するとともに、引き続きその削減を促進。

【事業量】

- ・渋滞損失時間が集中する三大都市圏において高規格な環状道路約 600 km を整備。
- ・交差点をはじめ、渋滞が頻繁に発生する主要渋滞ポイント約 2,200 箇所等について、環状道路整備・バイパス・交差点改良等を実施し、渋滞を緩和・解消。



緊急車両の走行にも影響

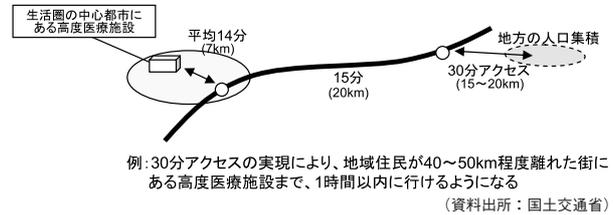
- ・開かずの踏切など抜本対策が必要な緊急対策踏切約 1,400 箇所のうち、大都市の連担している踏切等約 600 箇所の抜本対策を実施。

都市と地域の活性化

■ 国民生活を支える高速定時サービスの提供

【課題】

- ・少子高齢化・人口減少により、地方が深刻な状況に。地域社会を支えるため、医療・買い物等のサービスを広域的に共有できる連携・交流基盤が必要。
- ・規格の高い道路までの 30 分アクセスで見ると、人口のカバー率は全国で 87 %、都道府県別では 80 % に達していない県が 13 県。



【目標】

- ・事故・災害や渋滞に対して、高速定時サービスの信頼性を高める。
- ・地方の人口集積地を高規格幹線道路ネットワークに接続。41 の都道府県においてアクセス可能人口を拡大し、新たに合計 700 万人を 30 分以内に高速定時サービスにアクセス可能とする。都道府県別に見ても、最低 80 % をカバーする。

【事業量】

- ・既掲の三大都市圏環状道路に加え、高規格幹線道路約 3,300 km を整備し、高規格道路網を概成。

■ 国際競争力強化

【課題】

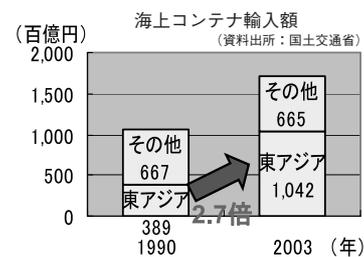
- ・アジア諸国との経済的な連携の下に国内経済に活力を与える基盤整備が必要。
- ・現況：拠点的な空港・港湾へのアクセス率 66 % (米国：91 %、欧州：84 %)。

【目標】

- ・国内の物流拠点及び生産拠点間の円滑な通行を確保。
- ・拠点的な空港・港湾の 9 割 (60 箇所 / 67 箇所) と規格の高い道路網を 10 分以内で連絡。

【事業量】

- ・国際標準コンテナ通行支障区間約 560 km を解消するとともに、三大都市圏環状道路約 600 km を含む国際物流のための基幹ネットワークを約 5,200 km 整備。
- ・未連絡の 16 の空港・港湾と規格の高い道路網を連絡するアクセス道路の整備。



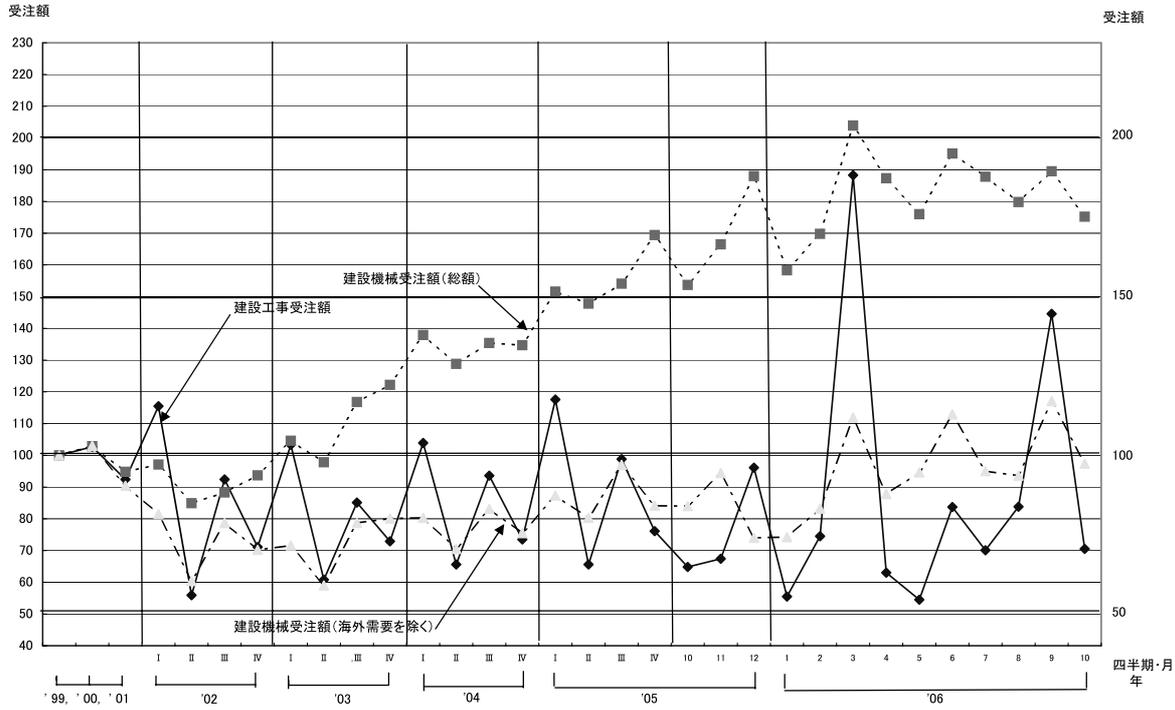
4. まとめ

最近の建設事業の話題は、公共投資予算の削減・コスト縮減・入札制度の改革など、契約上の問題が多く、公共投資本来の国民の暮らしを守る国土保全のための施策がおろそかにされる傾向がある。今回報告した資料は安心して河川・道路の社会資本が万全でないことを示したものである。

社会資本の正しい理解が今こそ求められており、公共投資が健全なものとなることを期待したい。

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 1999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 1999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							
1999年	155,242	96,192	12,637	83,555	50,169	4,631	4,250	97,073	58,169	186,191	164,564
2000年	159,439	101,397	17,588	83,808	45,494	6,188	6,360	104,913	54,526	180,331	160,536
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
2005年10月	8,382	5,560	1,034	4,526	2,057	405	360	5,755	2,627	138,588	10,028
11月	8,718	6,326	1,243	5,082	1,354	433	605	6,321	2,396	136,731	10,857
12月	12,429	9,019	1,848	7,171	2,110	481	819	9,085	3,344	136,152	12,703
2006年1月	7,186	5,614	1,269	4,345	995	362	215	5,251	1,935	131,489	12,383
2月	9,641	6,937	1,299	5,638	1,720	453	531	6,809	2,833	130,007	10,959
3月	24,365	17,172	3,320	13,852	5,064	589	1,539	17,761	6,604	134,733	19,630
4月	8,153	6,597	1,922	4,675	893	425	237	6,069	2,085	137,143	9,045
5月	7,056	5,705	1,575	4,130	633	423	294	5,598	1,458	134,880	9,193
6月	10,826	7,713	1,933	5,780	1,721	553	839	8,375	2,451	134,201	12,015
7月	9,065	6,547	1,523	5,023	1,089	400	1,029	6,173	2,891	134,361	9,710
8月	10,839	7,771	2,005	5,766	1,680	487	901	8,215	2,624	134,977	10,074
9月	18,711	11,813	2,483	9,330	2,431	755	3,713	12,263	6,448	139,816	14,357
10月	9,118	6,942	1,475	5,467	1,436	415	326	6,619	2,499	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	99年	00年	01年	02年	03年	04年	05年	05年10月	11月	12月	06年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
総 額	9,471	9,748	8,983	8,667	10,444	12,712	14,749	1,213	1,314	1,484	1,249	1,340	1,609	1,478	1,389	1,540	1,482	1,419	1,496	1,383
海外需要	3,486	3,586	3,574	4,301	6,071	8,084	9,530	794	843	1,115	879	925	1,051	1,040	917	977	1,008	952	912	897
海外需要を除く	5,985	6,162	5,409	4,365	4,373	4,628	5,219	419	471	369	370	415	558	438	472	563	474	467	584	486

(注) 1999～2001年は年平均で、2002年～2005年は四半期ごとの平均値で図示した。  
 2005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…

(2006年11月1日～30日)

### ■ 機 械 部 会

#### ■路盤・舗装機械技術委員会

月 日：11月1日(水)  
出席者：小葉賢一分科会長ほか31名  
議 題：①住友スリーエム㈱ CTC 見学、研修安全要求について ②安全対策に関する意見交換会 ③その他

#### ■建築生産機械技術委員会 移動式クレーン分科会

月 日：11月7日(火)  
出席者：石倉武久分科会長ほか2名  
議 題：①EN474-12のC規格作成検討 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7日(火)  
出席者：坂下 誠分科会長 ほか4名  
議 題：①報告書本文の審議 ②対策の分析について ③その他

#### ■トンネル機械技術委員会・技術研究分科会

月 日：11月8日(水)  
出席者：福田日出男分科会長 ほか5名  
議 題：①シンポジウム発表原稿 ②その他

#### ■路盤・舗装機械技術委員会・安全対策分科会アスファルトフィニッシャー部門

月 日：11月13日(月)  
出席者：小葉賢一分科会長ほか13名  
議 題：①アスファルトフィニッシャーの安全規格の検討 ②その他

#### ■路盤・舗装機械技術委員会・安全対策分科会瀝青材散布機械部門

月 日：11月13日(月)  
出席者：小葉賢一分科会長ほか11名  
議 題：①瀝青材散布機械の安全規格の検討 ②その他

#### ■油脂技術委員会・燃料エンジン油分科会

月 日：11月14日(火)  
出席者：吉田史朗分科会長ほか8名  
議 題：①オフロード用の国内外燃料に関する意見交換会 ②今後の活動について ③その他

#### ■基礎工事用機械技術委員会・C規格分科会

月 日：11月15日(水)  
出席者：鎌田裕一分科会長ほか12名  
議 題：①C規格原案の検討 ②その他

#### ■建築生産機械技術委員会定置式クレーン分科会

月 日：11月15日(水)  
出席者：三浦 拓分科会長ほか7名  
議 題：①プランニング百科の見直し ②その他

#### ■油脂技術委員会・JCMAS 油脂規格普及分科会

月 日：11月16日(木)  
出席者：長尾正人分科会長ほか7名  
議 題：①オンファイルシステムについて ②普及促進協議会設立総会の準備について ③その他

#### ■路盤・舗装機械技術委員会・安全対策分科会アスファルトプラント部門

月 日：11月17日(金)  
出席者：小葉賢一分科会長ほか10名  
議 題：①アスファルトプラントのC規格原案検討 ②EN746-1安全基準検討について

#### ■ダンプトラック技術委員会

月 日：11月21日(火)  
出席者：伊戸川 博委員長ほか6名  
議 題：①ホームページ開設準備について ②各社トピックス報告 ③その他

#### ■建築生産機械技術委員会幹事会

月 日：11月22日(水)  
出席者：石倉武久委員長ほか2名  
議 題：①各分科会活動報告 ②本委員会の活動審議

#### ■油脂技術委員会

月 日：11月27日(月)  
出席者：杉山玄六委員長ほか17名  
議 題：①JCMSA 油脂規格普及促進協議会の設立総会 ②その他

### ■ 製 造 業 部 会

#### ■製造業部会・作業燃費検討WG

月 日：11月13日(月)  
出席者：田中利昌リーダほか17名  
議 題：①作業燃費測定法(JCMSA)の改正案について ②制度骨子の検討 ③その他

#### ■製造業部会・小幹事会

月 日：11月22日(水)  
出席者：山田 透幹事長ほか2名  
議 題：①次期排ガス規制対応について ②業種別合同会議について ③その他

#### ■排ガス連絡会(製造業部会小幹事会、機械部会原動機技術委員会)

月 日：11月29日(水)  
出席者：山田 透幹事長ほか10名  
議 題：①次期排ガス規制について ②今後の進め方について ③その他

### ■ 各 種 委 員 会 等

#### ■機関誌編集委員会

月 日：11月8日(水)  
出席者：村松敏光委員長ほか15名  
議 題：①平成19年2月号(第684号)の計画 ②平成19年3月号(第685号)の素案 ③11～1月号(第681～683号)の進捗状況確認

#### ■新機種調査分科会

月 日：11月20日(月)  
出席者：渡部 務分科会長ほか6名  
議 題：①新機種情報の検討・選定 ②技術交流「産業総合研究所の研究概要とロボット開発について」

#### ■建設経済調査分科会

月 日：11月29日(水)  
出席者：山名至孝分科会長ほか2名  
議 題：公共事業の品質確保

#### ■新工法調査分科会

月 日：11月29日(水)  
出席者：安川良博分科会長ほか2名  
議 題：新工法持ち寄り検討

## …支部行事一覧…

### ■ 東 北 支 部

#### ■支部部会長懇談会

月 日：11月9日(木)  
場 所：東北支部会議室  
参 加 者：岸野佑次支部長ほか13名  
議 事：各部会の活動状況と今後の活動予定

#### ■技術支援制度説明会

月 日：11月16日(木)  
場 所：東北支部会議室  
講 師：東北地方整備局施工企画課長  
参 加 者：菅原次郎広報部会長ほか9名  
議 事：品確法に基づく発注者支援技術者の募集について

#### ■弘前市除雪講習会講師派遣

月 日：11月17日(金)  
場 所：弘前市・岩木文化センター  
派遣講師：遠藤 糾、齋 恒夫、石井典男  
受 講 者：約250名

#### ■技術委員会

月 日：11月17日(金)  
場 所：東北支部会議室  
出席者：高橋 弘委員長ほか3名  
議 事：第4回新技術情報交換会優秀論文について

### ■中部支部除雪講習会講師派遣

月 日：11月20日(月)～11月22日(水)

場 所：岐阜・長良川国際会議場  
飛騨・世界生活文化センター  
名古屋・昭和ビル大ホール

派遣講師：山田一彦、阿部新治

受講者：約250名

### ■第4回新技術情報交換会

月 日：11月22日(水)

場 所：仙台市・ハーネル仙台

参加者：約100名

### ■EE東北作業部会

月 日：11月27日(月)

場 所：仙台市・宮城県建設産業会館

出席者：遠藤 糾事務局長

議 題：①平成18年度EE東北決算について ②平成19年度の実施方針について

### ■特殊現場研修会

月 日：11月28日(火)

場 所：山形県鶴岡市温海・温海トンネル避難坑工事現場

参加者：歌代 明建設部会長ほか11名

議 題：トンネルボーリングマシン

## ■北陸支部

### ■広報委員会

月 日：11月10日(金)

場 所：北陸支部事務局

出席者：羽賀清治広報委員長ほか9名

議 題：支部パンフレットの改訂及びホームページの充実

### ■西部地区現場見学会

月 日：11月9日(木)

場 所：北河内ダム工事及び金沢山側環状道路等

参加者：23名

### ■新潟地区現場見学会

月 日：11月14日(火)

場 所：291号災害復旧工事及び石油精製施設等

参加者：26名

### ■除雪機械管理施工技術講習会

月 日：11月8日から30日のうち7日間

場 所：長岡市など7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

## ■中部支部

### ■秋季講演会

月 日：11月1日(水)

会 場：通信会館ユニオンホール

内 容：①防災活動に期待する建設機械(国土交通省中部地方整備局)河川部長、細見 寛 ②建設生産システムの高度化とIT技術(財団法人建設経済研究所 常務理事)松下敏郎

参加者：約230名

### ■部会長・副部会長会議

月 日：11月6日(月)

会 場：昭和ビル会議室

参加者：安江規尉企画部会長ほか12名

議 題：①平成18年度上半期事業報告 ②平成18年度上半期経理概況報告の確認

### ■広報部会

月 日：11月7日(火)

出席者：西脇恒夫広報部会長ほか7名

議 題：①中部支部だより第66号の編集会議 ②中部支部ニュース第22号の編集会議

### ■建設技術フェア2006in中部に協賛出展参加

月 日：11月8日(水)～9日(木)

会 場：ナゴヤドーム

出展者・出展技術：221件

来場者：14,100名

### ■道路除雪講習会開催

・岐阜会場：長良川国際会議場

月 日：11月20日(月)

参加者：70名

・高山会場：飛騨・世界生活文化センター

月 日：11月21日(火)

参加者：91名

・名古屋会場：昭和ビル9階ホール

月 日：11月22日(水)

参加者：80名

内 容：①冬期の道路管理について ②冬期の交通安全について ③除雪施工のポイント ④作業の安全と事故・ヒヤリハット ⑤凍結防止散布作業について ⑥除雪機械の取扱い等

講 師：中部地方整備局担当者、警察担当官、JCMA東北支部担当者、除雪機械メーカー技術者等

### ■運営委員会開催

月 日：11月28日(火)

会 場：中日パレス

参加者：土屋功一支部長ほか27名

議 題：①平成18年度上半期事業報告 ②平成18年度上半期経理概況報告について承認

## ■関西支部

### ■新機種・新工法委員会

月 日：11月7日(火)

出席者：金田一行委員長ほか4名

議 題：①前建設災害公害分科会の活動経緯について ②平成18年度活動内容について ③平成18年度新機種・新工法委員会の開催について

### ■水工技術委員会

月 日：11月7日(火)

出席者：角 哲也委員長ほか10名

議 題：①テーマの検討「多様化する取水設備への対応策」「ゲート運転操作の信頼性向上策」②技術講話「都市型水害に関する話題」について

### ■広報部会編集委員会

月 日：11月16日(木)

出席者：安田佳央編集委員長ほか6名

議 題：JCMA関西第90号の編集について

### ■「建設技術展2006近畿」実行委員会

月 日：11月16日(木)

出席者：山田安治委員長ほか8名

議 題：出展ブース仕様の最終確認について

### ■建設インキュベーション委員会

月 日：11月20日(月)

出席者：建山和由委員長ほか11名

議 題：①塩害から砂漠化一分野を超えた技術的リンクを求めて(神戸大学都市安全研究センター教授)飯塚敦 ②新技術に関する文献調査

### ■企画部会

月 日：11月22日(水)

出席者：本庄正史部会長ほか8名

議 題：①平成18年度上半期事業報告の件 ②平成18年度上半期経理概況報告の件 ③平成18年度上半期各部会事業執行状況報告の件

### ■建設業部会およびリース・レンタル業部会合同見学会

月 日：11月30日(木)

参加者：岡本哲哉建設業部会長、伊勢木浩二リース・レンタル業部会長ほか29名

見学先：西大阪延伸線建設工事3工区(大成・前田・五洋JV)

## ■中国支部

### ■運営委員会

月 日：11月7日(火)

場 所：国際教育センター

出席者：中村秀治支部長ほか29名

議 題：①18年度上半期事業報告書について ②18年度上半期経理概況報告書について ③18年度下期行事予定について

#### ■「最近の公共工事を取り巻く話題」講演会

月 日：11月22日(水)  
場 所：国際教育センター  
参 加 者：61名  
内 容：①公共工事の品質確保の取り組み(国土交通省中国地方整備局企画部) 神宮祥司 ②公共工事のコスト縮減・リサイクルへの取り組み(国土交通省中国地方整備局企画部) 榎井芳樹

### ■ 四 国 支 部

#### ■見学会

月 日：11月2日(木)  
場 所：香川県直島町・直島環境センター  
内 容：豊島産業廃棄物中間処理施設

の見学

参 加 者：15名

#### ■運営委員会

月 日：11月7日(火)  
場 所：ホテルマリンパレスさぬき  
議 題：①人事異動に伴う役員変更に関する件 ②平成18年度上半期事業報告に関する件 ③平成18年度上半期経理概況報告に関する件 ④平成18年度下半期事業計画(案)に関する件 ⑤四国地方整備局との災害応急対策業務に関する協定書(案)に関する件  
出 席 者：出席議決権数：望月秋利支部長ほか35名(内委任状8名)、当日出席者総数：36名

#### ■「くらしと技術の建設フェア」に協賛

月 日：11月10日(金)、11日(土)  
場 所：高松市・サンメッセ香川  
内 容：会員会社が10ブースにパネル、模型等を展示

参 加 者：喜多機械産業(株)ほか7社

### ■ 九 州 支 部

#### ■行政講演会

月 日：11月14日(火)  
出 席 者：古川恒雄支部長ほか124名  
議 題：①国土交通行政の最近の動向・話題 ②河川行政の最近の動向 ③道路行政の最近の動向

#### ■第9回企画委員会

月 日：11月15日(水)  
出 席 者：古川恒雄支部長ほか14名  
議 題：①支部財政改善取り組みについて ②第3、第4四半期の事業について ③その他

#### ■現場見学会

月 日：11月30日(木)  
参 加 者：米村信幸委員長ほか21名  
見学箇所：芦北日奈久道路新芦北トンネル

## ■「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の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@jcmamet.or.jp

## 編集後記

新年明けましておめでとうございます。

今年の初夢は如何でしたか？ 実感なき戦後最長の好景気と言われているが、明るい初夢を見れたでしょうか？

2006年も慌しく過ぎ、2007年の新たな年を迎えました。

最近では1年1年時の経つのが早く感じられます。つい最近2006年のお正月のお祝いをしたように感じます。

1年を1年と感じられるのは1歳の子供だけで、1年の経過感覚は経過年齢分の1年だとの理論があるそうです。私の場合55歳なので1/55年だそうです。そう考えると確かに年毎に早くなる感じがします。

慌しく過ぎ去った2006年の十大ニュースを私なりに幾つか上げてみますと

- ・北朝鮮核問題
- ・小泉政権から安倍政権へ
- ・小中学生のいじめ、自殺問題
- ・子供の親殺害問題
- ・第一回ワールドベースボールで日本が優勝
- ・早稲田実業高校が甲子園で優勝
- ・冥王星が惑星の定義から外される
- ・皇室に41年ぶりの男児悠仁親王が誕生
- ・日本ハムファイターズが日本一

### 2月号「道路工事・舗装工事特集」予告

- ・道路工事に関連した施策
- ・豊見城トンネル（導坑無し）の超近接トンネル
- ・9号京都西立体千代原トンネル本体工事
- ・道路工事における排水管更生
- ・東名高速道路の集中工事における交通規制車線運用
- ・ブロック型音声案内システム「ブロックボイス」の適用事例
- ・交通安全対策舗装の取組み

・トリノ五輪フィギュアスケート荒川静香が優勝

暗いニュースが多い中で、スポーツ関係は野球・アイススケートなど、明るいニュースが多かったと思います。

そして、去年の1年を文字で表すと『命』、何とか『自分』を大事にし、『他人』を大切に、愛せる時代になって欲しいと思います。

今年は何の様な年になるのでしょうか、以前より言われている2007年問題、大量の退職者が出て技術の伝承が問題視され、各企業が必死に取り組んでいます。

何とかスムーズなバトンタッチができることを期待します。

ところで、1月号の特集テーマは『建設機械』として、各メーカーの現状の取組み、ユーザサイドの要望、建設機械の未来等、幅広い建設機械に関するテーマを集めてみました。建設機械の輸出比率60%を大きく超える現状、今後、全世界を視野に入れた機械開発が益々望まれると思います。

最後になりますが、年末のご多忙な時期にも拘わらずご執筆頂いた筆者の方々に心より御礼申しあげるとともに、本年が皆様方にとってより良き年となりますよう心からお祈りし、編集後記と致します。

(金津・村上)

## 機関誌編集委員会

### 編集顧問

浅井新一郎	石川 正夫
今岡 亮司	上東 公民
岡崎 治義	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

村松 敏光 国土交通省

### 編集委員

清水 純	国土交通省
浜口 信彦	国土交通省
照井 敏弘	農林水産省
夏原 博隆	(独)鉄道・運輸機構
村東 浩隆	中日本高速道路(株)
新野 孝紀	首都高速道路(株)
坂本 光重	本州四国連絡高速道路(株)
平子 啓二	(株)水資源機構
吉村 豊	電源開発(株)
松本 敏雄	鹿島建設(株)
和田 一知	川崎重工業(株)
岩本雄二郎	(株)熊谷組
嶋津日出光	コベルコ建機(株)
金津 守	コマツ
山崎 忍	清水建設(株)
村上 誠	新キャタピラー三菱(株)
宮崎 貴志	(株)竹中工務店
銅冶 祐司	東亜建設工業(株)
中山 努	西松建設(株)
森本 秀敏	日本国土開発(株)
斉藤 徹	(株)NIPPO コーポレーション
吉越 一郎	(株)間組
三柳 直毅	日立電機(株)
岡本 直樹	山崎建設(株)
庄中 憲	施工技術総合研究所

## No.683「建設の施工企画」 2007年1月号

〔定価〕1部840円(本体800円)  
年鑑購読料9,000円

平成19年1月20日印刷

平成19年1月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 小野 和日見

印刷所 日本印刷株式会社

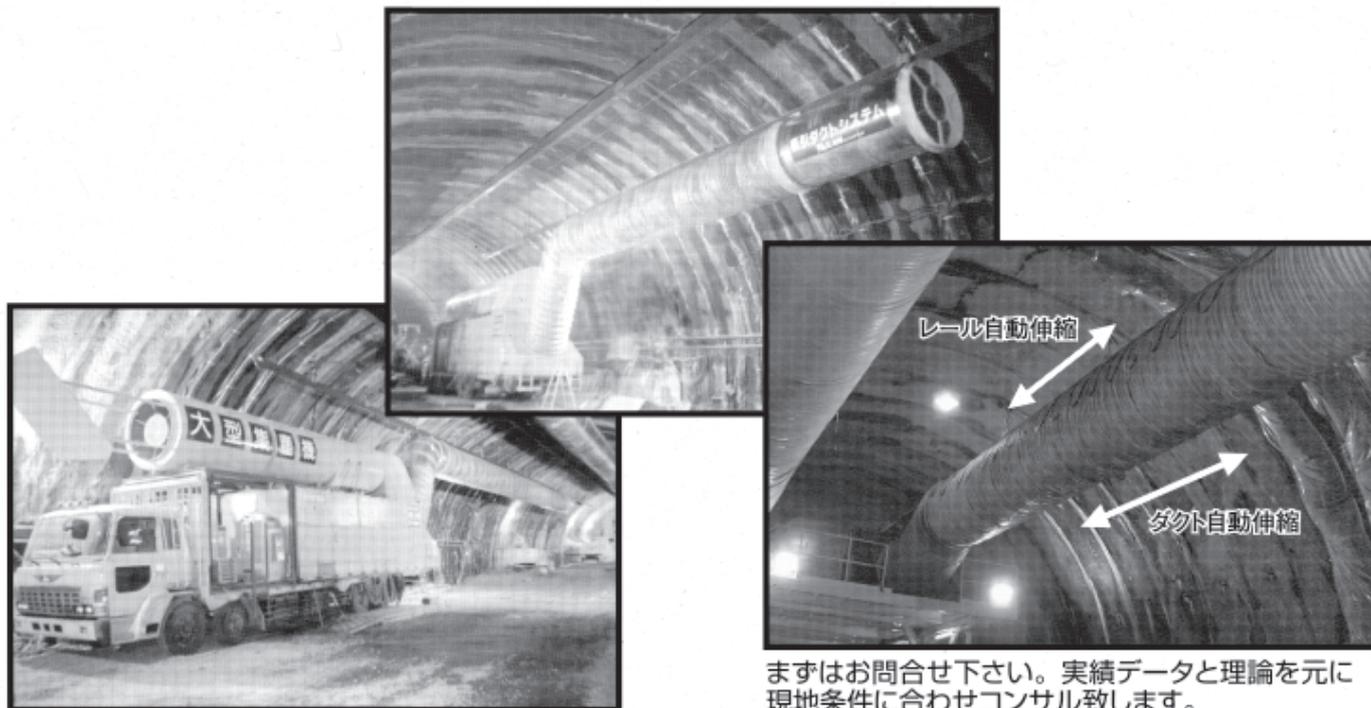
## 発行所 社団法人 日本建設機械化協会

〒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
北海道支店	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支店	〒980-0802 仙台市青葉区二日町 16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支店	〒950-0965 新潟市新光町 6-1	電話 (025) 280-0128
中部支店	〒460-0008 名古屋市中区栄 4-3-26	電話 (052) 241-2394
関西支店	〒540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支店	〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22	電話 (082) 221-6841
四国支店	〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支店	〒810-0041 福岡市中央区大名 1-8-20	電話 (092) 741-9380

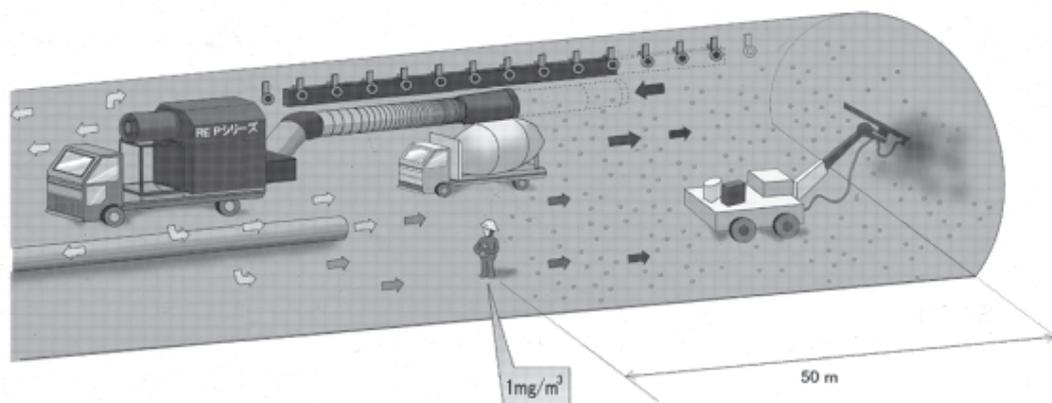
# 吸引ダクトシステム

ガイドラインをクリア ※)  $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ 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。
- ・ダクト径は $\phi 600 \sim \phi 1800$ 、負圧-2kpa、収縮率1/5、100m以上もレンタルで対応可。



宇宙・原子力・環境など開発部門の人材を募集しています。

**株式会社 流機 エンジニアリング**

URL : <http://www.ryuki.com> E-mail : [eigyobu@ryuki.com](mailto:eigyobu@ryuki.com)

本社 / 〒108-0073 東京都港区三田3-4-2 プロフィットリンク聖坂  
TEL: 03 (3452) 7400 (代) FAX: 03 (3452) 5370

つくば / 〒308-0114 茨城県筑西市花田84-6  
リースセンター TEL: 0296 (37) 7680 (代) FAX: 0296 (37) 7681

# KOBELCO

さすがコベルコ!

選ばれる「商品」「社員」「会社」へ

# 掘削新流儀。

性能美しい掘削機、  
アセラ・ジオスペック誕生。

作業量を求める声がある。  
燃費やコストを優先する仕事がある。  
環境優先という流れがある。  
さらには妥協を許さない品質、そして安全。  
それらすべての方向への価値拡大  
といった課題に、性能の見事な  
トータルバランスを結実させて  
回答とした新型掘削機、  
アセラ・ジオスペック。  
ムダを抑え余裕を感じさせる  
そのスマートな振る舞いが、  
いま新たな掘削作業  
スタイルを提案する。



業界初! 排ガス新法適合

燃費低減約 **20%** (SK200・SK210LC)  
**18%** (SK330・SK350LC)  
当社従来機比



アセラ・ジオスペック開発コンセプト

**NEXT-3E**

## Enhancement【作業量の増大】

- 圧力損失を徹底的に抑えた新油圧回路。
- 高効率コモンレール式電子制御エンジン採用。
- パワフルな走行力とアーム・バケット掘削力。

## Economy【経済性の向上】

- 先進パワープラント採用により燃料消費量を低減。
- 優れたメンテナンス性により保守コストを低減。
- 高い構造耐久性、信頼性によりマシン価値向上。

## Environment【環境への対応】

- 最新の日・米・欧排出ガス基準値に適合。
- オートアイドルストップ機能を標準装備。
- 音質改善を含めた低騒音化・低振動化を実施。

# ACERA GEOSPEC

アセラ・ジオスペック

**SK200** ● バケット容量:0.8m<sup>3</sup>  
● 機械質量:19,700kg

**SK210 LC** ● バケット容量:0.8m<sup>3</sup>  
● 機械質量:20,100kg

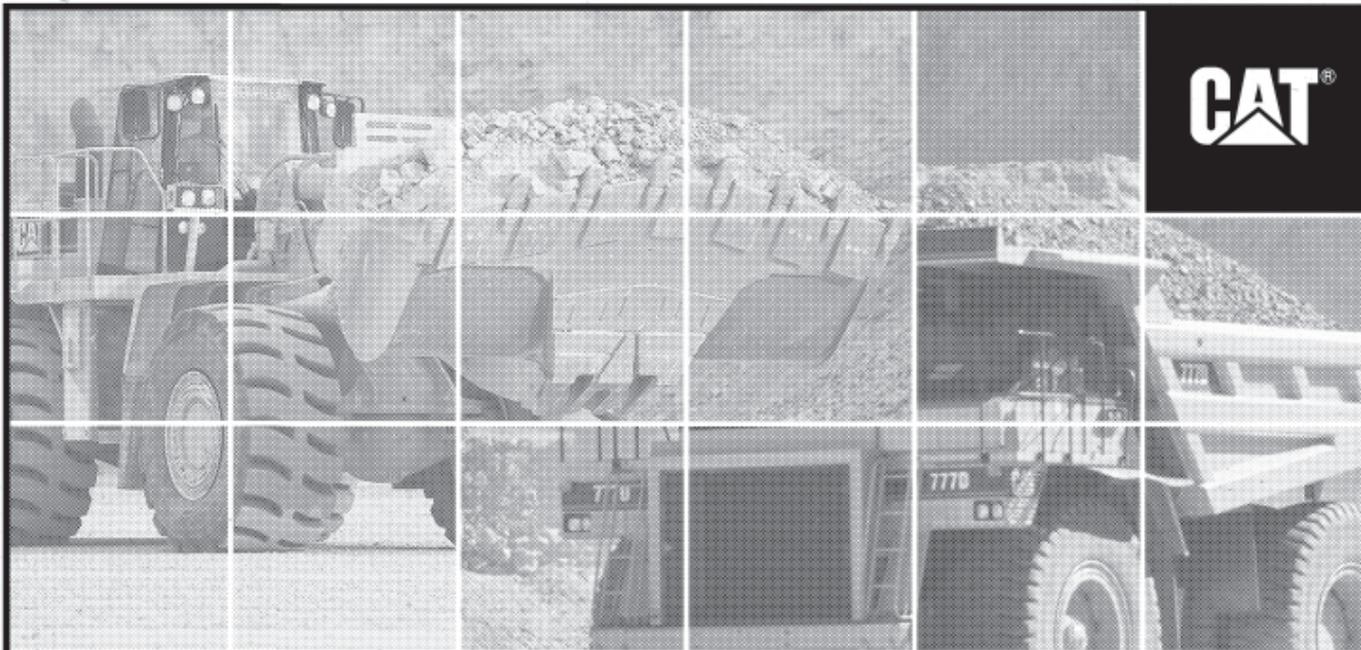
**SK330** ● バケット容量:1.4m<sup>3</sup>  
● 機械質量:33,800kg

**SK350 LC** ● バケット容量:1.4m<sup>3</sup>  
● 機械質量:34,600kg

お問い合わせ、カタログのご請求は……

**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



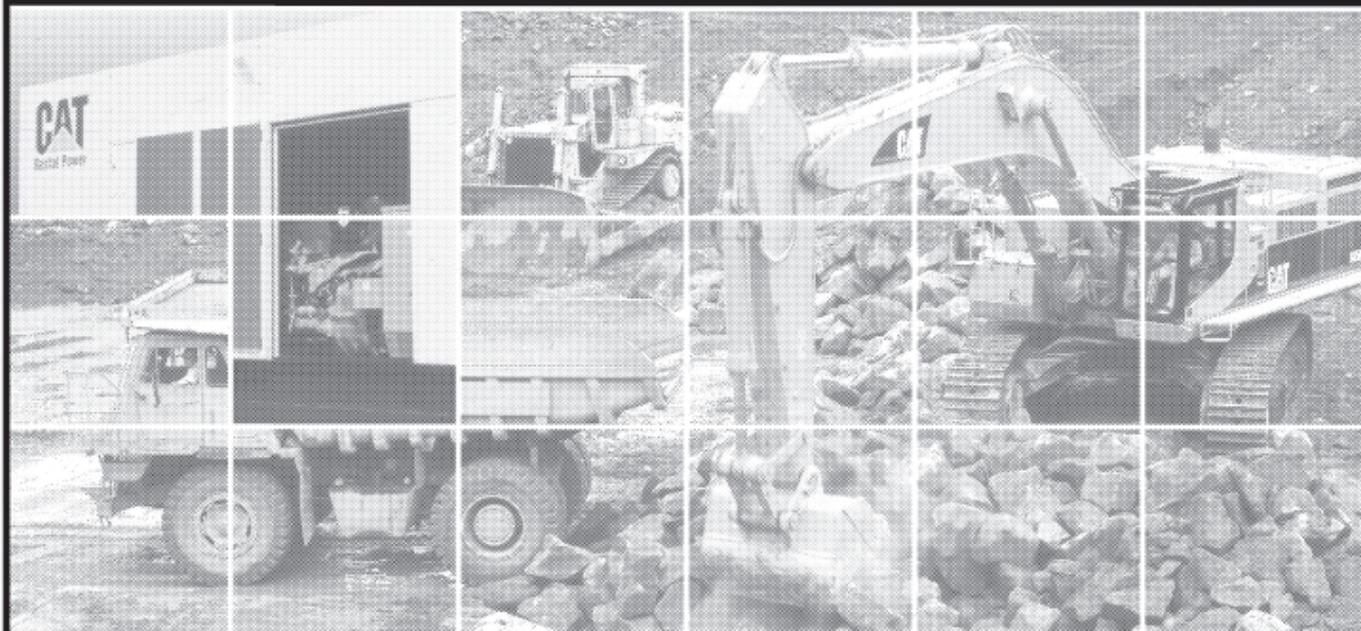
新世代環境対応型エンジン

# ACERT<sup>®</sup> Technology

CAT燃焼排出ガスエミッション  
低減最先端技術「ACERT<sup>®</sup>」

米国・EU基準をクリアした  
世界レベルの環境性能

CATエンジン技術を  
結集した高信頼性



カタログのご請求は、最寄りの販売店までお申し付けください。また、下記URLよりダウンロードも可能です。  
[http://www.scm.co.jp/support/cata\\_pdf/index.html](http://www.scm.co.jp/support/cata_pdf/index.html)



新キャタピラー三菱



新キャタピラー三菱株式会社

本社(営業部門) / 神奈川県相模原市田名3700 〒229-1192  
 TEL.042-764-8730 <http://www.scm.co.jp>

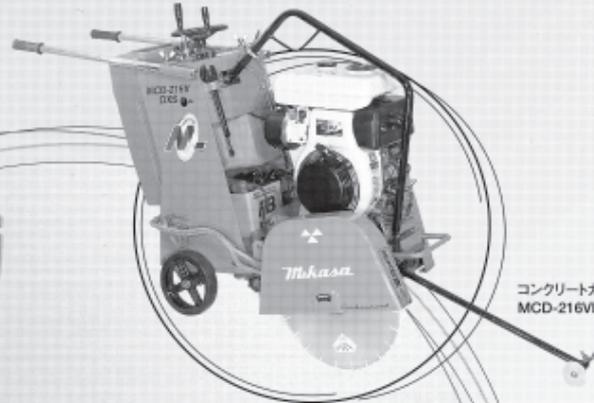
CATERPILLAR (キャタピラー)、CAT及びACERTはCaterpillar Inc.の登録商標です。REGAは新キャタピラー三菱株式会社の登録商標です。



http://www.mikasas.com



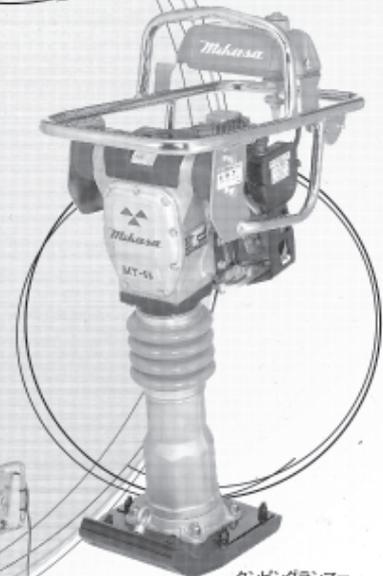
パイプレーションローラー  
MRH-600DSA



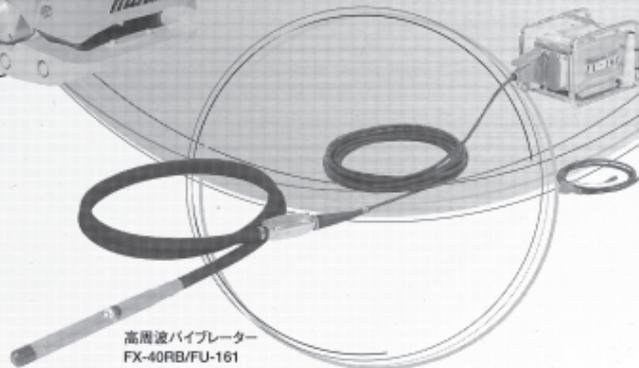
コンクリートカッター  
MCD-216V DXS



パイプロコンバクター  
MVH-306DS



タンピングランマー  
MT-55



高周波バイブレーター  
FX-40RB/FU-161

多様な作業環境に、柔軟に対応する品質・技術・パワー。  
「三笠」は現場に支持されています。

**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/北関東/新潟/長野/静岡 ●出張所:青森/山梨

**三笠建設機械株式会社**

〒550-0012 大阪市西区立売堀3-3-10 TEL:06-6541-9631 (代)

●営業所:名古屋/福岡/高松 ●駐在所:広島/鹿児島/沖縄

総合物流システム

**TCM**

<http://www.tcm.co.jp>

**作業量増大と燃費低減を両立!**



**業界初**

エンジントルクとポンプトルクを協調制御する  
TT (Total Torque-control) システムを採用

ホイールローダ

**ZW** シリーズ

**業界初TT (Total Torque-control) システムの採用**

作業内容に応じて選択できる3つの作業モード。各モードはTTシステムにより、あらゆる扱い物に対して、最適な条件で作業ができます。

**新開発のオートランスミッション**

作業内容に応じて選択できる3つの走行モード。車速と車両の負荷を検知し、滑らかな変速を実現します。

**新油圧回路によるスムーズな複合動作**

リフトアームとバケットを同時に動かす複合動作を実現。掘削や積込みといったフロント作業を効率良く、スムーズに行えます。



グッドデザイン賞  
受賞商品  
GOOD DESIGN  
AWARD 2006



ホイールローダ ZW220  
※写真はオプション品を含む

**TCM株式会社**

本社 / 〒550-0003 大阪市西区京町堀 1-15-10  
東京本部 / 〒105-0003 東京都港区西新橋 1-15-5

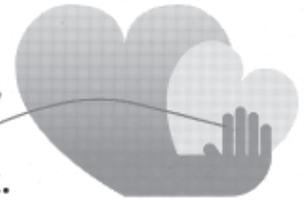
Tel.06-6441-9151  
Tel.03-3591-8171

- (社)日本産業広告協会会員
- 学術誌広告業協会会員



## 心から心へのメッセージ

We will serve you a message from heart to heart.



数ある情報誌のうちの確に  
ユーザーの脳裏を捕えるものは？  
それは学会・協会誌です。



的確な判断、敏速な対応そして広い視野を持った時、初めて時代の変化をキャッチし広告することの意義を考えさせられます。弊社は、皆様の心をアピールする手助けをモットーに心がけております。

お問合せ・お申し込みは・・・



学術・技術誌専門広告代理業  
**株式会社 共栄通信社**

本社：〒104-0061 東京都中央区銀座7-3-13 (ニューギンザビル5階)  
☎(03)3572-3381(代) FAX(03)3572-3590  
E-mail: info@kyoeitushin.co.jp  
大阪支社：〒530-0047 大阪市北区西天満3-6-8号 (笹屋ビル2階)  
☎(06)6362-6515(代) FAX(06)6365-6052

## 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 年 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  
(〒104-0061 東京都中央区銀座 7丁目3番13号 電話03-3572-3381/FAX03-3572-3590)にお送り下さい。

確かな技術で世界を結ぶ

Attachment Specialists

任意の高さに停止可能

### パラレルリンクキャブ



パラレルリンクキャブ仕様車

車の解体・分別処理を大幅にスピードアップ

### 自動車解体機



自動車解体機

ワイドな作業範囲で効率の良い荷役作業

### スクラップハンドラ



スクラップハンドラ仕様車

スクラップ処理で高い作業効率を発揮

### リフティングマグネット



リフティングマグネット仕様車

船舶・プラント・鉄骨物解体に威力を発揮する

### サーベルシア



MSD4500R

丸太や抜根を楽々切断する

### ウッドシア



MWS700R (油圧全旋回式)



マルマテクニカ株式会社

■名古屋事業所 (製作工場)

愛知県小牧市小針2-18 〒485-0037  
電話 056(877)3311 (ダイヤルイン)  
FAX 056(872)5209

■本社・相模原事業所

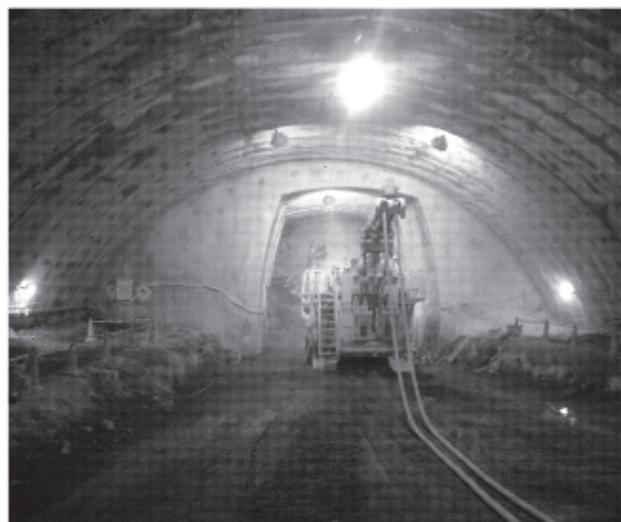
神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号 〒229-0011  
電話 042(751)3800 (代表)  
FAX 042(756)4389

■東京事業所

東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号 〒156-0054  
電話 03(3429)2141 (代表)  
FAX 03(3420)3336

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

# RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー



## 主な特長

- カッター出力は330kWで、強力な切削力を発揮し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- 機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m(ケーブルハンガーを除く)
- 定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅9.5m
- 高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- 接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

## KYB カヤバシステム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

<http://www.kyb-ksm.co.jp>

(旧社名:日本鉦機株式会社)

本社・営業/カスタマーサービス	〒105-0012	東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル	TEL. 03-5733-9443
中部支店	〒514-0396	三重県津市雲出鋼管町6番地2	TEL. 059-234-4139
西部支店	〒812-0013	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	TEL. 092-411-4998
三重工場	〒514-0396	三重県津市雲出鋼管町6番地2	TEL. 059-234-4111

クレーン・搬送台車・建設機械・特殊車輛他  
産業機械用無線操縦装置

今や業界唯一。日本国内自社自力生産・直接修理を實踐中!

- ◆業界随一のオーダー対応制度…「小ロット」オーダー対応、「安全対策」特注仕様対応、他
- ◆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
- ◆業界随一のフルラインアップ
- ◆25年間代々互換性を継承、補修の永続

## 防爆形無線機のボーバ(BoBa)

(社)産業安全技術協会検定合格品

# 新小型防爆

- ▶ 小型・軽量、取り回し良好!
- ▶ 危険場所設置用受信機<sup>(\*)</sup>の設置が容易!
- ▶ 特定小電力局もラインアップ! <sup>(\*)オプション</sup>

### 少点数の防爆形クレーンに最適!

TX-6B00N/U型  
送信機例  
(ボーバ6000)

微弱・特小両対応  
203×78×42 420g  
最大操作点数 24点  
本質安全防爆構造  
i263



(オプション対応)  
危険場所設置用  
耐圧防爆箱入り受信機

230×400×180 約18Kg 最大26リレー  
耐圧防爆構造 Exd[ia] II BT4

★他に、多点数・  
レバー対応機、  
外部接点入力機を  
ラインアップ!

## 特小チャンネル不足でお困りのかたへ

一挙解決! 1.2GHz帯 特小

Gシリーズ

400MHz帯が混雑していても  
新規導入可能!!

## マイコンケーブルレス データケーブルレス

6000G

16点

外部接点入力型送信機

1000G

170×224×56 1.4Kg

16点標準型送信機  
203×78×42 450g

受信機  
240×264×56  
2.1Kg



ラインアップを順次拡充予定!

お薦め

既に429MHz特小機をチャンネル数いっばいの40台近く  
導入されている事業所で新規クレーン設備等の無線化を  
検討中のお客様、および高層ビル建築現場など多数の  
無線化された設備が密集して使われる場所にお薦めです。

## 無線化実績例

ラジコンブル



マイティ **サテラ** Nシリーズ  
Uシリーズ

RC-7100N/U型

微弱・特小  
両モデル対応

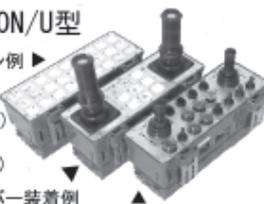
レバー・特殊  
スイッチ装着可能

全押しボタン例

- 最大操作数64  
(オープンコレクタ出力時)
- 比例制御対応可  
(電圧/電流アナログ出力)

3ノッチレバー装着例

モノレバー  
2本装着オーダー例



MAX **サテラ** Uシリーズ

RC-9300U型

無段変速レバー  
2本装着例



- 多機能多操作
- 比例制御対応可  
(電圧/電流  
アナログ出力)

## スリムケーブルレス

Nシリーズ  
Uシリーズ

特殊車輛



微弱・特小  
両モデル対応

2段階押しスイッチ  
装着可能

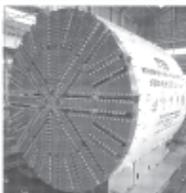
RC-5700N/U型

- 最大32リレーまで対応
- 表示LED取付など、安価で  
多様なオーダー対応性
- 優れた対応・防雨性能  
…IP65相当
- 自社開発! 新生2段階押し  
スイッチで高い耐久性

12点オーダー対応例 (キャリアカー操作)



トンネル掘削機



マイコン **ケーブルレス**

RC-8400N/U型

微弱・特小  
両モデル対応

2段階押し・特殊  
スイッチ装着可能

Nシリーズ  
Uシリーズ

●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スイッチや  
トグルスイッチ等の  
特殊スイッチ装着可能



特殊スイッチ装着  
押し釦ハーフピッチ配置例

裏面  
スイッチ装着例  
(表面だけでは操作点数が不足する場合)

コンクリートバケット



## ケーブルレスミニ

Nシリーズ  
Rシリーズ

微弱・ラジコンバンド  
両モデル対応

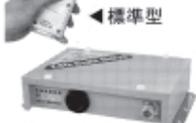
RC-4300N/R型

標準型

- 3操作3リレー  
最大5リレーまで対応可能

Nシリーズ

- ・240MHz化で安定した飛び!
- ・2段階押し対応可能(オプション)



微弱・特小ともにフルラインで取り揃えていますので、  
お気軽にお問い合わせください。ホームページでもご紹介しています。

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/

東日本地区代理店

FAX 0424-92-0411

東海地区代理店

FAX 0562-46-1908

大阪地区代理店

FAX 06-6393-5632

株式会社 広進

TEL 0424-92-0410

(有)キノシタ・エシステムズ

TEL 0562-46-1905

中川システム

TEL 06-6393-5635

To The Next Stage  
**GALEO**



8スタイル。  
**PC138US-8/PC128US-8**  
特定特殊自動車排出ガス基準適合車

**KOMATSU** 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/>

「建設の施工企画」

定価 一部 八四〇円

本体価格八〇〇円

本誌広告取扱  
は一手扱いの



株式会社 共栄通信社

本社：〒104-0061 東京都中央区銀座7-3-13(ニューサザビル5F)  
☎ 03 (3572) 3381 (代) FAX.03 (3572) 3590  
東京支社：☎ 03 (3571) 8291 (代) FAX.03 (3571) 8293  
大阪支社：☎ 06 (6362) 6515 (代) FAX.06 (6365) 6052

雑誌 03435-1