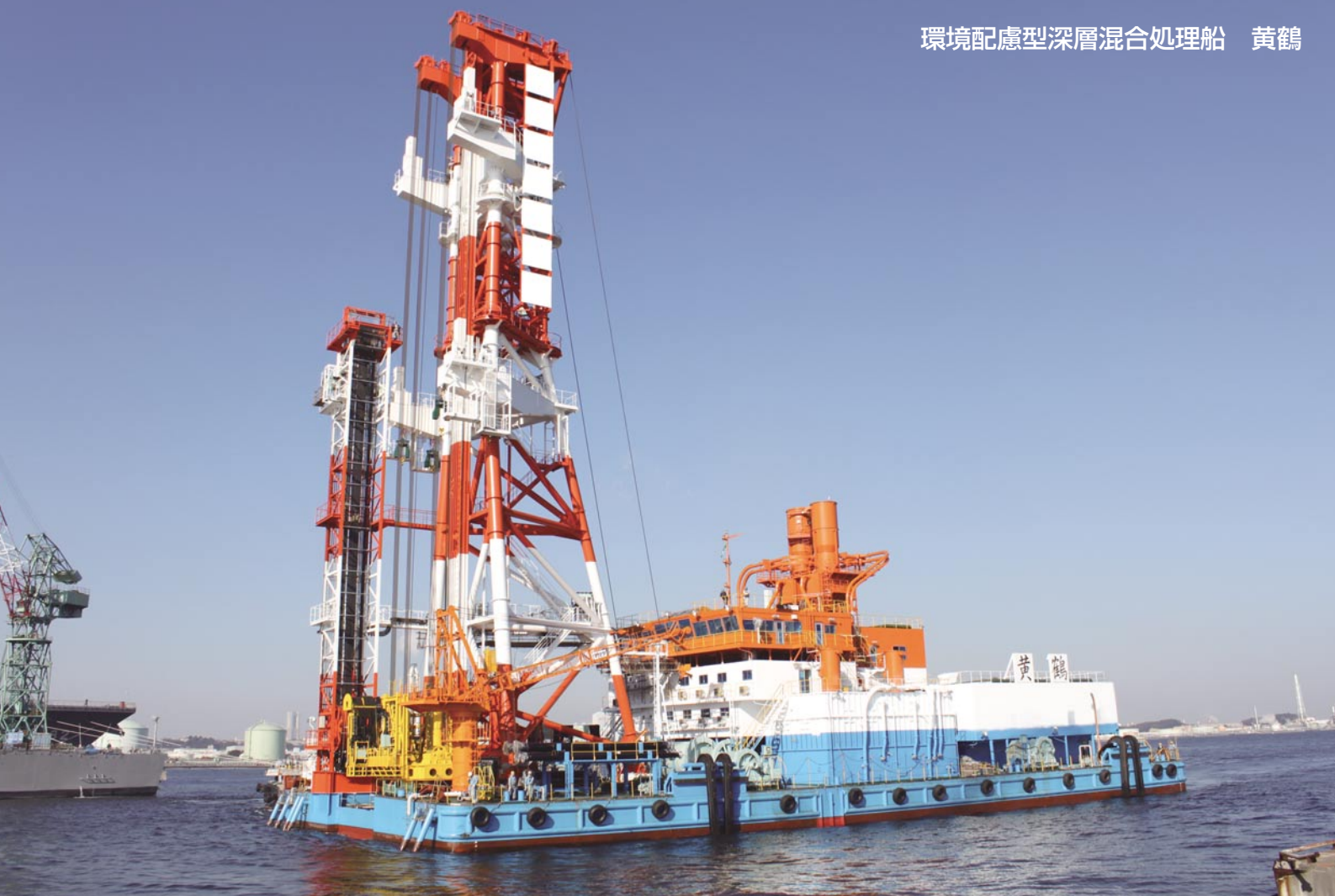


建設の施工企画 **11**

2010 NOVEMBER No.729 JCMA

環境配慮型深層混合処理船 黄鶴



建設施工の地球温暖化対策 特集

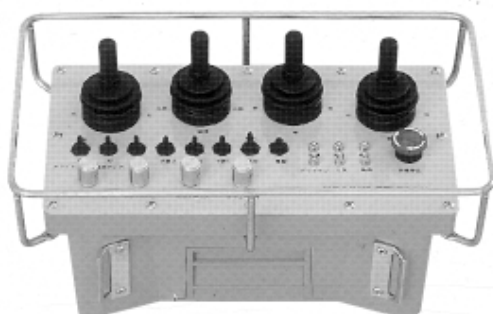
- 建設施工の地球温暖化対策
- 建設3団体の地球温暖化防止活動
- JCMA製造業部会・機械部会の地球温暖化対策への取り組み
- 情報化施工による温室効果ガスの排出抑制
- 海外鉱山におけるバイオ燃料導入プロジェクト
- 林業機械への「カーボンオフセット」適用事例
- ホイールローダ作業における省燃費運転
- 環境配慮型深層混合処理船 黄鶴
- ハーモニカ工法による環境負荷の低減と,
国道1号原宿交差点立体工事をモデルとしたCO₂排出量の評価
- 常温施工型加熱アスファルト混合物とその施工機械の開発と実用化

社団法人 日本建設機械化協会

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

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

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

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

ダム工事用コンクリート運搬テルハ（クライミング機能付）

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長 ●コストパフォーマンスに優れる。

機械重量が比較的軽量で、構造がシンプルな為運搬能力に対して安価である。

●安全性に優れる

コンクリートバケットが堤体上空を横切らないので安全性に優れる。

●環境に優しい。

河床に設置されるので、ダム天端付近の掘削を少なくできる。

●大型機材の運搬も可能

専用吊り具で車両等の大型機材の運搬が可能。



吉永機械株式会社

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

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

平成23年度

(社)日本建設機械化協会会長賞の公募について

拝啓 時下ますますご清栄のこととお慶び申し上げます。

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

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

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

敬具

記

1. 表彰の目的

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

2. 表彰対象者

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

3. 表彰の種類

表彰は、会長賞（本賞）、貢献賞および奨励賞とします。

受賞者には賞状、賞牌および副賞（1 件につき規定金額）が授与されます。

副賞賞金 会長賞・・・50 万円

貢献賞・・・20 万円

奨励賞・・・10 万円

なお、該当調査研究等がない場合はこの限りではありません。

4. 表彰は年 1 回とし、本協会通常総会（平成 23 年 5 月 25 日（水））終了後に行います。

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

6. 応募は別紙「(社) 日本建設機械化協会 会長賞募集要領」によります。

7. 会長賞の選考は本協会「会長賞選考委員会」で行います。

8. 提出期限 平成 23 年 2 月 1 日（火）（必着）

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

以上

(社)日本建設機械化協会会長賞募集要領

1. 候補対象 本協会の団体会員、支部団体会員、個人会員および関係者のうち表彰目的に適う業績のあった団体、団体に属する個人およびその他の個人。
2. 募集の方法 候補対象の団体、団体に属する個人およびその他の個人の応募による。
3. 応募の方法 協会所定の様式による。応募用紙は協会本部／会長賞事務局にありますので、FAXまたは電話でお申し込み下さい。(当協会のホームページからも取得できます。アドレス <http://www.jcmanet.or.jp/>)
記載方法
 - 「業績内容の概要」を記述する(1ページ以内)
 - 「業績の内容」(下記 a から j まで項目順に、簡潔に 10 ページ以内)
 - a. 業績の行われた背景
 - b. 業績の詳細な技術的説明
 - c. 技術的効果
 - d. 経済的効果
 - e. 開発コストおよび販売価格
 - f. 施工または生産・販売実績
 - g. 類似工法または機械との比較
 - h. 波及効果
 - i. 特許、実用新案のタイトル(出願、公開、登録、国内・国外を明記)
 - j. 他団体の表彰等に応募中かすでに表彰を受けているかについて記述
 - 参考資料として次のものを添付して下さい。
 - a. 特許関係(公開または登録済みのものの写し)
 - b. カタログ
 - c. 学会、技術誌等への発表論文があれば、そのコピー
 - 提出部数
応募用紙(「推薦書」・「業績の内容」セットのもの) 1部
また、応募用紙は電子データ(CD-R等1部)でも提出するものとし、配布された様式を基に作成を行うものとする。文字サイズは11ポイント以上、ファイル形式は、Microsoft Office Excel 97-2003形式とする。
参考資料 1部
4. 審査 (社)日本建設機械化協会会長賞選考委員会において応募技術を審査し、授賞者および表彰内容を決定する。
5. 表彰 平成 23 年度 (社)日本建設機械化協会総会終了後、賞状、副賞を贈る。
6. 応募の締切期日 平成 23 年 2 月 1 日(火) (必着)
7. 提出先 〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館内
(社)日本建設機械化協会 会長賞係 TEL 03-3433-1501 FAX 03-3432-0289
8. 成果の報告 受賞者の成果については、当協会機関誌「建設の施工企画」に掲載いたします。



平成 22年度 施 工 技 術 報 告 会

主題「最近の建設・保全技術と施工事例」

共 催 公益社団法人 地 盤 工 学 会 関 西 支 部
社団法人 日本建設機械化協会関西支部
社団法人 土 木 学 会 関 西 支 部

三学・協会では、直接、設計・施工・保全に携わった方々に施工技術の成果を報告していただく「施工技術報告会」を毎年企画しております。過去34回における当報告会には、官公庁・建設業・コンサルタント業をはじめ広範囲の多数の技術者に参加いただき、好評を得ております。

近年、事業の計画・立地に当たっては、現場の自然環境や住環境の保護といった観点から、種々の社会的要求が出され、事業者の企画の困難さは日に日に増しています。これに伴い、技術者も厳しい条件下での設計、施工を余儀なくされており、設計方法・施工方法・使用材料・施工設備など解決すべき問題は多岐にわたっています。このような困難な工事に対応するため、安全、環境との調和を前提に、施工方法の改善・開発さらには新材料・新技術の導入などに努めています。第35回目を迎える今回は、厳しい条件下で施工された建設および保全工事の中から5件を選び、実際に施工に携わった技術者より施工事例を発表していただきます。日頃直面している諸問題について関係各位の相互啓発にたいへん参考になると存じますので、多数参加いただきますようご案内申し上げます。

記

1. 日 時 : 平成23年1月26日(水)13:30～

2. 場 所 : 建設交流館 8Fグリーンホール 電話 06-6543-2551
(大阪市西区立売堀2-1-2 地下鉄四ツ橋線本町駅23番出口より徒歩5分)

3. プログラム:(※都合により発表順序を変更する場合があります)

13:30～13:35	開会挨拶	公益社団法人 地盤工学会関西支部 支部長	霜上 民生
13:35～14:10	①合成土留壁構造道路トンネル地下函体の構築 —阪神高速道路 島屋北工区開削トンネル工事— 阪神高速道路株式会社 建設事業本部 大阪建設部淀川左岸線建設事務所 主任 鹿島・銭高・東亜建設工事共同企業体島屋北工区JV工事事務所 所長 鹿島・銭高・東亜建設工事共同企業体島屋北工区JV工事事務所 次長 鹿島・銭高・東亜建設工事共同企業体島屋北工区JV工事事務所 工事係		杉本 学 河本 勝久 馬場 寿人 ○ 井上 直史
14:10～14:45	②掘削深さ42mの円形立坑の施工 —西天満立坑築造工事— 西松建設(株)関西支店西天満出張所副所長 西松建設(株)関西支店西天満出張所工事係長 西松建設(株)関西支店西天満出張所工事主任 西松建設(株)関西支店西天満出張所工事係		鎌倉 由浩 明石 雄三 ○ 小林 直人 白武 知浩
14:45～15:20	③開削工法による大規模4連アーチカルバートの施工 —第二京阪道路 打上工事・第二京阪道路 国守工事— 西日本高速道路(株)関西支社 枚方工事事務所 西日本高速道路(株)関西支社 枚方工事事務所 (株)大林組・青木あすなろ建設(株)・(株)松村組特定建設工事共同企業体 (株)大林組・青木あすなろ建設(株)・(株)松村組特定建設工事共同企業体 鹿島建設(株)・(株)熊谷組・みらい建設工業(株)特定建設工事共同企業体 鹿島建設(株)・(株)熊谷組・みらい建設工業(株)特定建設工事共同企業体		田口 敬介 水野 希典 ○ 黒石 浩介 安達 裕之 中野 計 内村 祥史
15:20～15:35	休 憩		
15:35～16:10	④超軟弱地盤上の盛土施工における真空圧密工法の効果 —舞鶴若狭自動車道 若狭工事— 中日本高速道路(株)名古屋支社敦賀工事事務所 所長 中日本高速道路(株)名古屋支社敦賀工事事務所 若狭工事長 前田建設工業(株)テクノロジーセンター技術研究所 主任研究員 前田建設工業(株)関西支店高速若狭作業所 所長 前田建設工業(株)関西支店高速若狭作業所 工事課長		川井田 実 山田 耕一 平田 昌史 ○ 信田 潤一 西川 浩二
16:10～16:45	⑤仮設鋼床版を利用した日々交通解放の床版取り替え —西名阪自動車道御幸大橋(上り線)床版補強工事— 西日本高速道路(株)関西支店南大阪高速道路事務所改良担当課長 西日本高速道路(株)関西支店南大阪高速道路事務所 横河工事(株)西名阪自動車道御幸大橋(上り線)床版補強工事現場代理人 横河工事(株)コンクリート構造室 横河工事(株)保全事業本部工事二部設計計画グループ		光田 剛史 木原 通太郎 ○ 菱田 智 白水 晃生 高田 寛

(※施工時の所属・役職名を記載しておりますので、現所属・役職名と異なる場合があります)

16:45～16:50 閉会挨拶 社団法人 日本建設機械化協会関西支部 支部長 深川 良一

4. 定 員 : 200名 (先着順)

5. 参 加 費 : 会 員 5,000円、非会員 7,000円 (いずれも講演概要資料代を含む)

6. 申込期限: 平成22年12月24日(金)

7. 申込方法: 参加申込書に勤務先、連絡先、氏名、会員の所属学・協会名を明記し、参加費とともに現金書留にて下記へお送り下さい。参加証をお送りいたします。なお、納入された参加費の払い戻しはいたしませんので、ご了承下さい。官公庁・公社公団で参加費を別途お支払いの場合は、申込書の余白に請求書等必要書類をご指示ください。

8. 申 込 先 : (社)日本建設機械化協会関西支部
〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリーズビル8F
TEL. 06(6941)8845 FAX. 06(6941)1378
e-mail:jcmakans@muse.ocn.ne.jp

平成22年度 施工技術報告会
参 加 申 込 書

連 絡 者	勤務先名称			
	氏 名・部 署			
	所 在 地	〒		
		TEL: FAX:		
参 加 者	氏 名	所 属 学 ・ 協 会 名	勤 務 先 部 課 名	

連絡事項 :

黎明期から今日までの歴史を写真で克明に解説した1冊

アスファルトフィニッシャの変遷

∞∞ 発刊のご案内 ∞∞

平成22年10月 社団法人 日本建設機械化協会

我が国の初めてのアスファルトフィニッシャは『日本建設機械要覧』の昭和32年度版に掲載されています。この度、当協会路盤・舗装機械技術委員会では路盤・舗装機械の歴史の調査結果から、新たにアスファルトフィニッシャの変遷として編集しなおし『建設の施工企画』に連載いたしました。本書はこの連載原稿を基に、更に年表を追加付録として編集しなおし、輸入機と国産機の誕生から今日までの進化はもとより、舗装の仕組みや技術的構造およびデザインを細かくわかりやすく解説しています。建設に関わる皆さまがたへ、舗装機械の貴重な保存記録集として、これらのデータも活用頂ければ幸いです。

◆ 内 容

はじめに

第1章 アスファルトフィニッシャの誕生

第2章 輸入機の導入

第3章 国産機の誕生

第4章 走行装置の変遷

第5章 コンベア装置及びスクリュウ装置

第6章 スクリード締め固め装置の変遷

第7章 スクリード加熱装置の変遷

第8章 スクリード幅伸縮装置の変遷

第9章 スクリードの自動制御の変遷

第10章 操作方法の変遷

第11章 特殊ニーズへの対応

おわりに

付 録 年表

アスファルトフィニッシャの変遷

平成 22 年 9 月

社団法人 日本建設機械化協会
機械部会 路盤・舗装機械技術委員会
舗装機械変遷分科会

◆ 本の体裁

A 4 版 オールカラー 全68ページ

◆ 特 徴

- ・数多くの写真・図が時代と共に掲載され、アスファルトフィニッシャの進化がわかる構成。
- ・機械本体だけではなく、舗装材料の流れにそった機構を詳しく解説。

◆ 定 価

3,150円（本体3,000円）

情報化施工関係の皆様待望の一冊

情報化施工の実務

発刊のご案内

平成 22 年 7 月 社団法人 日本建設機械化協会

謹啓 時下益々ご清祥のこととお慶び申し上げます。

また、平素より、当協会の事業推進につきまして、ご理解・ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。

さて、平成 20 年 7 月に「情報化施工推進戦略」がとりまとめられ、国土交通省の行う直轄事業の「道路土工、舗装工、河川土工については、2012 年までに情報化施工を標準的な施工・施工管理方法とする」ことが位置付けられました。また、平成 21 年 3 月に閣議決定された「社会資本整備重点計画」においても「情報化施工の普及を促進する」とされたところです。

当協会におきましても、これらを踏まえ、昨年 11 月に情報化施工の入門書として「情報化施工ガイドブック 2009」を出版致しましたが、依然として情報化施工に関するテキスト、実務参考書は十分とは言えず、情報化施工に携わる人材を育成し、普及を促進していくためには、その充実が望まれているところです。

そのため、この度、第二弾として情報化施工の中でも主要な技術であるマシンコントロールシステム(MC)、マシンガイダンスシステム(MG)に必要な三次元設計データの簡便な作成方法等MC、MGの実施に当たって必要な実務的な事項をとりまとめた「情報化施工の実務」を発刊致しました。

つきましては、実務者に必携の書として建設業者はもとより発注者、レンタル業者、建設機械メーカ等も含めまして情報化施工に関係される皆様には是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。

謹白

◆内容

第 1 章 はじめに

本書の内容、専用システムの調達、情報化施工実施までの手順

第 2 章 三次元設計データの作成

三次元設計データの作成手順、路線データ及びTINデータの作成

第 3 章 座標計算又は二次元CADによるTINデータ作成

メッシュデータ取得、設計データ作成ソフトへの読み込み

第 4 章 JCMA 専用ツールによるTINデータ作成

JCMA専用ツールの概要、JCMA専用ツールによるTINデータ作成

第 5 章 移動局への専用システムの装備

移動局の装備手順、モータグレーダの装備

第 6 章 基準局の設置

GNSS 基準局の設置、TS 基準局の設置

第 7 章 用語解説

◆本の体裁 (A 4 版 カラー 本編 92 ページ)

◆特徴

- ・国土交通省が定めた情報化施工に関する各種基準等を踏まえた内容。

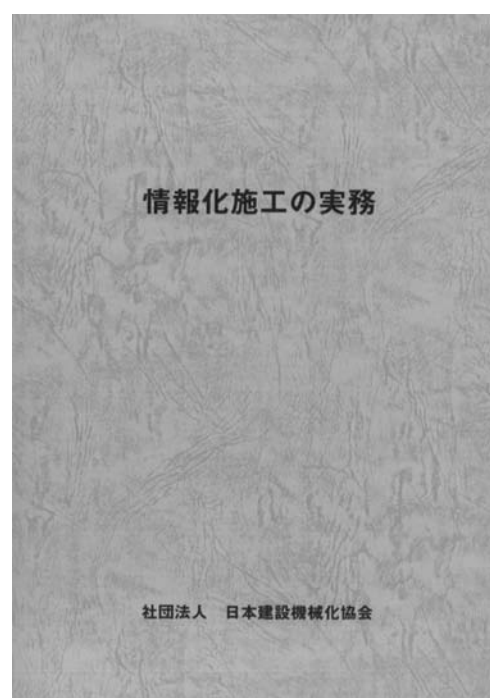
- ・図、写真、表を使い読みやすく理解しやすい構成。MC、MGを対象に記述。
- ・特に、実施に当たって課題となる三次元設計データの作成について詳細に記述。

◆定価 (税込み)

会員 : 1,800 円 (本体 1,715 円)、一般 : 2,100 円 (本体 2,000 円) (送料 400 円は別途いただきます。)

◆購入のお申込

JCMA の HP (<http://www.jcmanet.or.jp/>) から購入申込書をダウンロードし、必要事項をご記入の上お申込下さい。



情報化施工に関する入門書

情報化施工ガイドブック 2009

発刊のご案内

平成 21 年 11 月 社団法人 日本建設機械化協会

謹啓 時下益々ご清祥のこととお慶び申し上げます。

また、平素より、当協会の事業推進につきまして、ご理解・ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。

さて、昨年 7 月 31 日に国土交通省におきまして「**情報化施工推進戦略**」がとりまとめられ、国土交通省の行う直轄事業の**道路土工、舗装工、河川土工**については、**2012 年までに情報化施工を標準的な施工・施工管理方法とすることが位置付け**されました。

当協会におきましても、「情報化施工推進戦略」の目標を達成するため、情報化施工に携わります人材の育成等に努めておりますが、より一層の普及に資するため、「**情報化施工ガイドブック 2009**」を発刊致しました。

つきましては、情報化施工に携わる発注者、建設業者、建設機械メーカー、レンタル業者等関係各位の皆様には是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。

謹白

◆内容

第 1 章 情報化施工の動向

情報化施工技術の変遷、情報化施工技術の種類、情報化施工の特徴、情報化施工推進戦略等

第 2 章 マシンガイダンスシステム（MG）

マシンガイダンスシステムの概要、ショベルMGの実施手順、MG用設計データの作成等

第 3 章 マシンコントロールシステム（MC）

マシンコントロールシステムの概要、MCの実施手順、MC用設計データの作成等

第 4 章 締固め情報化施工

締固め情報化施工の概要、締固め情報化施工の実施手順、締固め情報化施工に必要な機器

第 5 章 TS（トータルステーション）出来形管理

TS出来形管理の概要、施工計画書、基準点の設置、基本設計データの作成、出来形計測等

第 6 章 用語解説

第 7 章 参考資料

情報化施工推進戦略

◆本の体裁

A 4 版 一部カラー 本編 6 4 ページ 参考資料 5 2 ページ

◆特徴

- ・国土交通省が定めた情報化施工に関する各種要領を踏まえた内容。
- ・図、写真、表を使い読みやすく理解しやすい構成。
- ・実用化されている主要な技術を中心に最新の情報化施工技術も含めて紹介。
- ・用語解説及び参考資料として情報化施工推進戦略を掲載。

◆定価（税込み）

会員：2, 1 0 0 円（本体 2, 0 0 0 円）、一般：2, 3 1 0 円（本体 2, 2 0 0 円）

なお、送料（4 0 0 円）は別途いただきます。

よくわかる建設機械と損料 2010

〔建設機械等損料表(損料本)の解説書〕

- 発刊 : 平成22年10月28日
- 体裁 : B5 版、一部カラー、約 400 ページ
- 価格(税込)

5,460円(一般)、4,620円(会員)

- 送料 : 450円

■本の特長

★ 損料本(損料算定表)の構成・用語の意味と

損料補正方法などを平易な表現で解説

★ 21件の関連通達類の位置付けと要旨を解説

★ 損料本(同)に掲載の機械について、

大分類別にコード体系を図示

★ 損料本(同)に掲載の、ほぼ全ての機械の概要と特徴を解説

- | | |
|-------------|------------|
| 01 ブルドーザ | 11 道路維持用機械 |
| 及びスクレーパ | 12 空気圧縮機 |
| 02 掘削及び積込機 | 及び送風機 |
| 03 運搬機械 | 13 建設用ポンプ |
| 04 クレーン | 15 電気機器 |
| その他の荷役機械 | 16 ウインチ類 |
| 05 基礎工事用機械 | 17 試験測定器 |
| 06 せん孔機械及び | 18 橋梁架設用 |
| トンネル工事用機械 | 仮設備機器 |
| 07 モータグレーダ | 20 その他の機器 |
| 及び路盤用機械 | 30 作業船 |
| 08 締固め機械 | 40 ダム施工機械等 |
| 09 コンクリート機械 | 50 除雪用機械 |
| 10 舗装機械 | |

0617 スリ積機

ー 011 【クローラ式・バックホウ・コンベア付】

浅底バケットを装着したバックホウでスリを掻き寄せ、エプロン奥に装着されたコンベアに載せ、コンベアで車両の後方まで送り、そのまま「ずり鋼車」などに積み込む機械。他の積込機械のように旋回したりバケットを高く持ち上げる必要がないため、導坑や小断面トンネルでも使える。外部から電力の供給を受けて作業を行うが、走行および補助用にエンジンを併設した機種もある。

ー 051 【ローディングショベル(電動式)】

スリをダンプトラック等に積み込むための電動式ローディングショベルで、排ガスを排出せず静かで、ホイールローダに比較しサイクルタイムが短く作業効率も高い。電源は電源ケーブルやケーブルリールを介して地上側から供給される。一般的に主機関である電動機の他に、走行用のディーゼルエンジンも併せ搭載している。バケットの形式には底を開いて排出するボトムダンプと、前方に傾けて排出するチルトダンプがある。

ー 06* 【ローディングショベル(エンジン駆動式)】

ディーゼルエンジン駆動式のローディングショベルで、トンネル工事用排ガス対策を施したもの。一般的に、狭い坑内での稼働を考慮しコンパクトな外形としている。スリの積込みの他、大型ブレイカを搭載し切羽の掘削等に用いられる事も多い。

0618 スリ積込・運搬機

ー 071 【ロードホウルダンプ】

1台でスリをバケットにすくい込み(Load)、運搬して(Haul)、目的地で排出(Dump)することができる機械。オペレータは車体の側面に横向きに座り、顔を走行方向に向けて運転するためシャトル運転が可能(方向転換が不要)である。また車両全高が低いため、比較的小断面のトンネルでも、天端(天井)が低い断面でも作業ができる。しかし、距離が長くなると作業効率は低下する。

0619 ダンプトラック(トンネル専用機)



★ 主要機械は、主なメーカ・ブランド、型式名と主仕様を表にして紹介

★ その機械が損料本(同)の何処に掲載されているか、

総称・俗称からページ検索が可能

(社)日本建設機械化協会

建設の施工企画

2010 年 11 月号 No. 729

目次

建設施工の地球温暖化対策 特集

- 3 グラビア 1. bc India A BAUMA CONEXPO SHOW
2. 3次元マシンコントロールシステム導入による施工の効率化及びCO₂排出抑制
- 5 巻頭言 気候変動の光と影 沖 大幹
- 6 建設施工の地球温暖化対策 山下 尚
- 9 建設3団体の地球温暖化防止活動 小池 勝則
- 14 JCMA 製造業部会・機械部会の地球温暖化対策への取り組み
..... 製造業部会・機械部会 作業燃費検討 WG
- 19 情報化施工による温室効果ガスの排出抑制
ICT 活用による建設機械の稼働時間減少 藤島 崇
- 24 海外鉱山におけるバイオ燃料導入プロジェクト 坪田 晴弘
- 29 林業機械への「カーボンオフセット」適用事例 宮内 昭男
- 32 ホイールローダ作業における省燃費運転 山本 茂太
- 37 環境配慮型深層混合処理船 黄鶴 今村 一紀・石黒 航祐
- 42 ハーモニカ工法による環境負荷の低減と、国道1号
原宿交差点立体工事をモデルとしたCO₂排出量の評価 宮地 孝
- 49 常温施工型加熱アスファルト混合物とその施工機械の開発と実用化
..... 菊地 重徳・市岡 孝夫
- 55 交流の広場 資源エネルギーの話をしよう 中澤 直樹
- 60 ずいそう 産学連携 一企業は大学との連携をもっと積極的に 久武 経夫
- 61 ずいそう 技術の進歩と人材育成 丸山 暉彦
- 62 部会報告 ISO/TC 127(土工機械 専門委員会)/SC 1(性能及び安全試験方法 分科委員会)/
WG 3(公道走行要求事項 作業グループ) ISO 28459 イギリス・ロンドン国際 WG 会議報告 ... 標準部会
- 67 部会報告 ISO/IEC 国際会議出席報告書 ISO/TC 127/WG 8(ISO 10987 持続可能性) 及び
ISO/TC 127/SC 1/WG 6(ISO 11152 エネルギー使用試験方法) 標準部会
- 72 部会報告 幌延深地層研究センター施設見学会(その1)
..... 機械部会 基礎工事用機械技術委員会
- 76 新工法紹介 機関誌編集委員会
- 79 新機種紹介 機関誌編集委員会
- 82 統計 建設機械市場の現状 機関誌編集委員会
- 86 統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移
..... 機関誌編集委員会
- 87 行事一覧(2010年9月)
- 90 編集後記 (岡本・石倉)

◇表紙写真説明◇

深層混合処理船「黄鶴」

写真提供：東亜建設工業(株)

深層混合処理船「黄鶴」は、環境へ配慮した新しい時代の作業船としてCO₂の排出量を低減できるエコ対応の

作業船を目指し、建造した。黄鶴には、新たに開発したエネルギーの高効率化と自然エネルギーの利用による「作業船ハイブリッドシステム」を搭載している。作業船ハイブリッドシステムは、①設備統合制御装置、②コージェネレーションシステム、③昇降ウインチ電力回生システム、④太陽光・風力発電システムより構成されている。

平成 23 年度 (社)日本建設機械化協会会長賞 公募のご案内

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

1. 表彰の目的

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

2. 表彰対象者

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

3. 表彰の種類

会長賞（本賞）、貢献賞および奨励賞

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

応募方法：

協会所定の様式による。応募用紙は FAX、TEL、または HP よりお申し込みください。

提出期限：

平成 23 年 2 月 1 日（火）（必着）

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 会長賞係

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

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

「アスファルトフィニッシャの変遷」発刊のご案内

路盤・舗装機械の歴史の調査結果を編集した、10号にわたる本誌連載原稿に、更に年表を付録として追加いたしました。輸入機と国産機の誕生から今日までの進化はもとより、舗装の仕組みや技術的構造およびデザインを細かくわかりやすく解説。建設に関わる皆様に、舗装機械の貴重な保存記録集として活用頂ければ幸いです。

■内容

アスファルトフィニッシャの誕生／輸入機の導入／国産機の誕生／走行装置の変遷／コンベア装置及びスクリュウ装置／スクリッド締め固め装置の変遷／スクリッド加熱装置の変遷／スクリッド幅伸縮装置の変遷／スクリッドの自動制御の変遷／操作方法の変遷／特殊ニーズへの対応

体裁：A4判 オールカラー 68頁

価格：3,150円（本体3,000円）

（送料別）

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 技術部

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

第 4 回 日本建設機械化協会 研究開発助成

建設機械及び建設施工技術に係る研究開発・調査研究であって、以下のいずれかに該当する新規性、必要性又は発展性の高いものを対象とします。

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

1. 助成対象者

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

2. 助成内容

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

3. 助成の決定

平成 22 年 12 月中旬

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会

研究開発助成事務局 齋藤

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

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

平成 22 年度 施工技術報告会のご案内

「最近の建設・保全技術と施工事例」

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

期日：平成 23 年 1 月 26 日（水）

場所：建設交流館 8F グリーンホール
（大阪市西区立売堀 2-1-2）

定員：200 名（先着順）

参加費：

会員 5,000 円、非会員 7,000 円

（いずれも講演概要資料代を含む）

申込期限：平成 22 年 12 月 24 日（金）

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 関西支部

TEL：06-6941-8845

FAX：06-6941-1378

e-mail：jcmakans@muse.ocn.ne.jp

建設業に新たな1ページ



2011年2月8日～11日 | 国際建設機械・建設資材製造機械・
ムンバイ・Bandra Kurla Complex 鋳業機械・建設車輛専門見本市

>> Register now! >> Register now! >> Register now! >> Register now! >> Register now! >> Register now! >>

- 世界を代表する建設機械専門見本市
2大主催社のジョイントベンチャーが運営
- 見本市のプロが提供する専門的かつ
良質なサービス
- 業界を代表する主要企業が参加
- インド建設業協会が共催
- インド有数のビジネス拠点ムンバイで開催

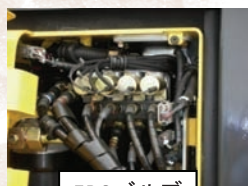
お問い合わせ
メッセ・ミュンヘン・インターナショナル日本代表部
Tel. 03-5276-3508, Fax 03-5276-3509
info@messe-muenchen.jp

www.bCindia.com

3次元マシンコントロールシステム導入による 施工の効率化及び CO₂ 排出抑制



無線受信機

GNSS受信機
GNSS方式のみ

EPCバルブ



無線アンテナ



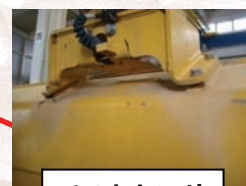
ディスプレイ



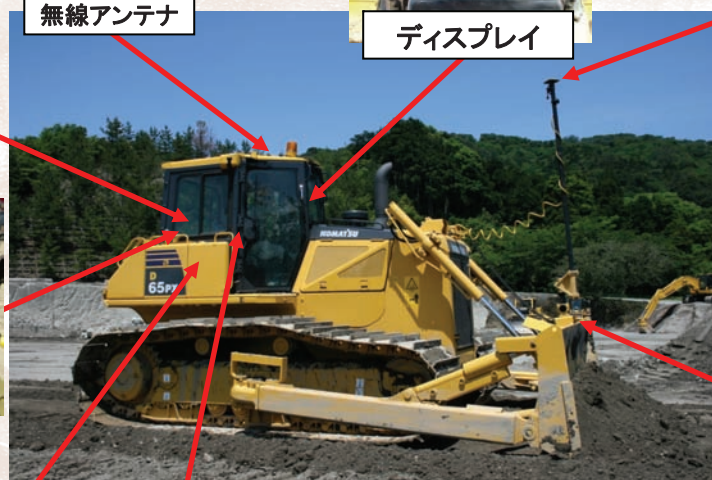
GNSS アンテナ



TS方式ではプリズム



チルトセンサ



Auto/Manual SW

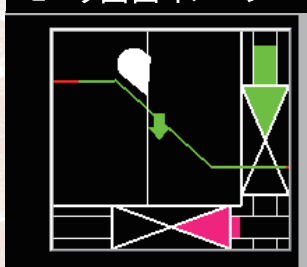
ブルドーザの3次元マシンコントロールシステム例

3次元マシンコントロールシステムに必要な車載装置。ブレードに取り付けたボール先端の3次元座標を計測し、ディスプレイ体型のコンピュータで設計値との差分を算出、電子制御バルブが設計どおりにブレードの高さと傾きを制御する。自動制御のON/OFFは手元のスイッチで切り替えられる。



自動追尾式 TS、GNSS を用いたマシンコントロールモータグレーダを用いた路盤整形工のマシンコントロールでは高精度な自動追尾式 TS が用いられることが多い。現場の丁張りはほとんど不要である。バックホウのマシンガイダンスでは、オペレータのモニタにバケット刃先位置と法面設計が表示されている（自動制御はされていない）。

モニタ画面イメージ



巻頭言

気候変動の光と影

沖 大 幹



2001年に発表された気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第3次レポートの重要なメッセージのひとつは20世紀終わり、1990年代の急激な気温上昇であった。それがいかに急激かを示す過去1000年間の全球平均気温の推移の図を作ったイギリス・イーストアングリア大学の研究グループのメールが2009年末、コペンハーゲンでの国連気候変動枠組条約（UNFCCC）のCOP15の前に暴露され、印象的な図になるよう、意図的にデータ処理がなされたのではないか、という疑惑が取りざたされた。これがいわゆるクライメートゲート事件である。さらに、2007年に発表された第4次報告書に、2035年までにヒマラヤの氷河が消失する、といった明らかに誤った記述がいくつかあることが指摘され、IPCCの報告書はUNFCCCでの議論の科学的根拠として用いられていることから、温暖化防止に向けた国際的な取り組みそのものに対する批判にまで発展した。

これに対し、IPCCは世界の学協会の集まりであるインターアカデミーカウンスル（IAC）に手続き、体制に関するレビューを依頼し、その結果が8月の末に発表された。これによると、事務局体制を強化すること、査読編集者の役割を強化することなどが盛り込まれているが、IPCCの評価プロセスそのものに関しては成功であった、とされている。それでもIPCCが取りまとめているような人為起源の二酸化炭素排出による地球温暖化は嘘だ、と信じている方もいるだろうし、その気持ちが察せられないわけではない。しかし、資料に基づいて科学的に考えれば、大気中の二酸化炭素濃度の上昇に伴い気温が上昇することはもっともであり、現在の二酸化炭素濃度の上昇が人為起源であることも蓋然性を持つ。気温上昇幅やそれに伴う海水面の上昇、水循環を含めた気候の変化に関する将来推計の不確実性、特に空間的に細かい変化についての不確実性は大きい、不確実性が大きいことと、信頼性が高

いか低いかは別の話である。

人口や経済状況といった将来の社会像を描いて温室効果ガスの今後の排出量や災害への脆弱性を想定せざるを得ない点以外は、今後世界の平均気温は上昇し、海面も上昇し、雨の降り方、熱帯低気圧の成り方も変わり、社会に様々な影響をもたらすだろう、という大筋は科学的に比較的客観的に推計可能である。では議論の余地はないか、というと、そうでもない。たとえ人為起源の地球温暖化によって相当の悪影響が想定されとしても、それに対してどの程度コストをかけてまで回避すべきか、という点は価値判断が入り、また、どういう手段で、どの悪影響から回避すべきか、という点についても優先順位づけの問題になるため、科学や技術の出番ではない。せいぜい、費用便益分析を示すことができるくらいである。実際、まともな温暖化論争は、どういう手段でどういう風に温暖化の悪影響を回避するか、という点に関する議論が多く、社会としての最終判断は政治がせざるを得ないであろう。そういう意味では、IPCCも、政策に関連しているが特定の選択肢を推奨するわけではない、という原則を繰り返し確認している。

こうした状況で我々は何をすればいいのだろうか。温暖化の悪影響が今世紀終盤には顕著になるにしても、それは、今後の日本社会の持続性を損ねる様々な要因のひとつに過ぎない。少子高齢化、エネルギー・天然資源価格の高騰、財政悪化条件下での社会基盤インフラの更新需要の増大、といった想定される諸問題と共に気候変動も考慮し、乗り越えるべく準備、実施していかねばならないのではないだろうか。利用可能なリソースが限られる中、省資源、省エネルギー、社会基盤の耐気象災害性能強化など、気候変動が例え生じなくとも本来推進すべき対策から展望を持って着実に進めていくことが大事であろう。

建設施工の地球温暖化対策

山下 尚

地球温暖化対策に関し、京都議定書では1990年比6%のCO₂排出量削減を義務づけられるとともに、昨年の国連総会での首相の演説を踏まえ、中長期目標として2020年までに25%のCO₂排出量削減等を定めた「地球温暖化対策基本法案」が閣議決定されている。建設施工におけるCO₂削減施策として、省エネ運転の啓発、ハイブリッド型など新たな技術を導入した低炭素型建設機械の認定制度等による普及支援の実施を進めるとともに、今後は燃費基準値等を定め、基準適合機種 of 普及支援施策を進めることが必要である。

キーワード：地球温暖化、CO₂排出量削減、低燃費型建設機械、低炭素型建設機械、エネルギー消費量、燃費基準、低利融資

1. はじめに

地球温暖化問題は、人間の産業活動等に伴って排出された人為的な温室効果ガスが主因となって引き起こされているとする説が有力とされている。大気中の二酸化炭素(CO₂)やフロンなどの温室効果ガス濃度の増加により、地球全体の地表および大気の温度が上昇することで、集中豪雨などの異常気象が頻発し、生態系に深刻な影響を及ぼすのみならず、伝染病や洪水被害の増加を通じて人類の生存基盤をもおびやかす可能性が指摘されており、地球規模での対策が求められる喫緊の課題とされている。

これに対して1997年(平成9年)、京都において「気候変動に関する国際連合枠組条約第3回締結国会議(京都会議)」が開催され、各国毎に温室効果ガスの排出量削減について「京都議定書」が採択された。

わが国においては、京都議定書において温室効果ガスの総排出量を2008年(平成20年)から2012年(平成24年)の第一約束期間内に、1990年(平成2年)比で6%削減することを義務づけられたのを受け、1998年(平成10年)に「地球温暖化対策推進大綱」が決定されたのに続き、官民における温室効果ガス抑制策の策定、実施状況の公表を柱とする「温暖化対策推進法」が制定されたが、わが国における二酸化炭素排出量全体の推移は1990年度比で増加傾向であり、地球温暖化対策推進大綱に基づくこれまでの対策を引き続き実施しても、京都議定書で示された目標が達成

できない見通しとなった。そこで、従来実施している対策・施策に加え追加的排出削減の達成に向けて、「京都議定書目標達成計画」が2005年(平成17年)4月に閣議決定された(平成20年3月改訂)。

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

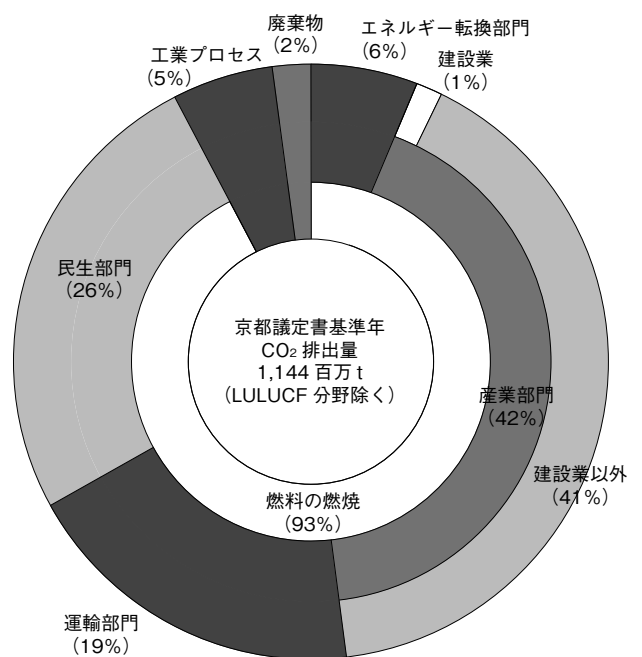
さらに、2009年(平成21年)9月の国連総会における鳩山首相(当時)の演説や、2009年11月の気候変動交渉に関する日米共同メッセージなどを経て、2010年3月12日に、温室効果ガス削減の中長期目標を2020年までに25%削減、2050年までに80%削減(いずれも1990年比)とすること等を定めた「地球温暖化対策基本法案」が閣議決定されているところである。

2. 建設施工分野からのCO₂排出量と排出削減対策

(1) 建設施工現場からのCO₂排出削減対策の現状

わが国における1990年(京都議定書の規定における基準年)のCO₂排出量は1,144百万tであり、このうち建設業におけるCO₂排出量(燃料の燃焼による排出)は全体の約1%をも占めている(図—1)。

建設施工分野におけるCO₂排出量においては、建設機械によるものが多くを占めており、建設機械施工



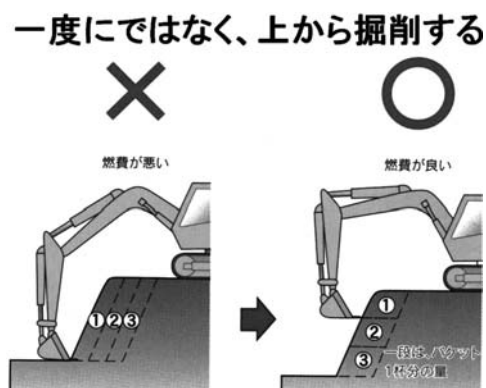
出典：国立環境研究所ウェブページ

図一 京都議定書基準年における分業別 CO₂ 排出量

における CO₂ 排出抑制に向けた取組みが必要である。

(2) CO₂ 削減に資する工法等選定

建設施工分野における CO₂ 削減対策として、施工効率の高い工法の採用によるエネルギー消費の低減、高炉セメントなどの CO₂ 排出量の少ない資材の使用、もしくは資材の使用量そのものを削減することが考えられる。国土交通省では、設計計画を行う発注者側技術者や施工時に施工計画を行う現場技術者を対象とし、CO₂ の排出削減に資する工法、資材、建設機械等の選定や CO₂ 排出量の測定方法等を示した「建設施工における地球温暖化対策の手引き」を平成 15 年に策定するとともに、建設機械に直接関与する現場管理者等に対して、燃料消費を抑えた運転方法などをまとめた「省エネ運転マニュアル」を作成し、省エネ運転の普及促進を図っている（図一 2）。



図一 2 省エネ運転マニュアルより

(3) 低燃費等建設機械の認定制度

CO₂ 排出量の少ない施工方法、資材の選定といった施策を進めると同時に、建設機械の低燃費化を推進することが重要であることから、国土交通省では、京都議定書目標達成計画に位置づけられた目標を達成するための一環として、2007 年 11 月より、CO₂ 排出低減建設機械の認定制度を開始した。動力伝達の効率化等による燃費改善が見込める省エネルギー機構を装備した建設機械を認定する制度であり、認定された建設機械を購入する際には、日本政策金融公庫の低利融資を受けることができる支援措置を用意しており、これまで 46 型式の建設機械が認定され、環境対策が不十分な古い建設機械の買換えの促進を図ってきたところである。

一方、近年新たな技術として車体旋回の減速時に発生するエネルギーを電気エネルギーに変換し、発電機モーター等を通じてエンジン加速時の補助エネルギーとして活用することで相当程度の燃費効率の改善が実現できるハイブリッド機構を備えた建設機械等の開発が進み、施工現場にも出まわり始めている。このため、国土交通省では、CO₂ 排出量低減が相当程度図られた建設機械の普及を目的として、本年 2010 年 4 月より、「低炭素型建設機械の認定制度」を開始した。この認定制度は、「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律（以下、「オフロード法」という）」の基準に適合するとともに、ハイブリッド機構を備えた建設機械を認定対象としており、排出ガス性状が良く、さらに大幅な燃費低減が期待できる低炭素型建設機械として認定される制度である。

2010 年 9 月末現在で 5 型式を認定しており、CO₂ 排出低減建設機械と同様、認定された建設機械を購入する際には日本政策金融公庫の低利融資を受けることができる支援措置を用意しているところである（表一 1）。

この「低炭素型建設機械の認定制度」については、ハイブリッド機構を有する建設機械に加え、エンジンを充電バッテリーと電動機に置き換えた動力システムにより稼働する電動建機についても来年度以降は認定対象に含められるよう検討を始めているところである。

電動建機はエンジンを搭載しないことから、ハイブリッド機構を備えた建設機械以上に CO₂ 排出量の低減効果が高くなると考えられる。

ところで、オフロード法においては、建設機械の排出ガス規制として 2011 年に PM（粒子状物質）を現行の基準値から 9 割程度削減、2014 年には NO_x（窒素酸化物）を現行の基準値から 9 割程度削減する基

表―1 政策金融公庫（国民生活事業）の例（その他に中小企業事業もある）

建設機械	超低騒音型建設	低振動建設機械	排出ガス対策型建設機械	低炭素型建設機械（ハイブリッド型建設機械）	オフロード法の基準適合表示の付された建設機械
貸付期間	15 年以内				
貸付利率	特別利率①	基準金利	特別利率②	特別利率②	特別利率② 特別利率③（53 kw ～ 75 kw）
貸付限度	7,200 万円まで（中小企業事業の場合は、7 億 2 千万まで）				

準へと強化することとされている。これらの排出ガス規制が強化される際には、高度なエンジン制御システムや排出ガス低減装置等、新たな技術要素の導入が不可欠であり、技術導入による燃費悪化が考えられる。従来型の建設機械の低燃費化に係る技術は、NO_x や PM などの排出ガス抑制とトレードオフの関係にあり、環境対策に向けた総合的な対策技術の開発が求められる。

（4）エネルギー消費量試験方法の規格化

（社）日本建設機械化協会規格であるエネルギー消費量試験方法（JCMAS）について、電気エネルギー駆動型やハイブリッド型といった最新のシステムへの対応、およびエネルギー消費量試験方法の最新の技術を反映させた改正が行われ、油圧ショベル、ブルドーザ、ホイールローダ各機種について 2010 年 9 月に規格が制定された。

建設機械の燃費試験については、一般的な自動車の燃費試験に比べ、その稼働形態が現場条件、施工方法によって多種多様となることから、燃費試験結果が示すデータの評価に苦慮するところであったが、上述の規格の制定を受け、いわゆる燃費（CO₂ 排出量削減量）が建設機械ユーザーにも可視化され、一般的な自動車と同様、燃費比較が容易となり、より低燃費な建設機械を選択する可能性が広がることにより、建設施工分野における環境対策がよりいっそう図られることが期待される。

さらに、「低炭素型建設機械の認定」において、エネルギー消費量試験方法に基づいて測定された燃料消費量についての基準値を設定し、その基準値よりも燃費の優れた建設機械であることを要件として、低炭素型建設機械に追加することを検討し始めているところである。

（5）CO₂ 排出量削減に資する建設機械への支援措置

本年 3 月に閣議決定された「地球温暖化対策基本法案」については、先の通常国会において参議院で審議

中であったが国会閉会に伴い廃案となったものの、臨時国会において再提出される予定とのことであり、温室効果ガス削減の中長期目標としての 25% 削減に関する様々な施策の展開が期待されるところである。

現在、建設施工時に排出される CO₂ の削減、特に建設機械から排出される CO₂ 削減の支援措置として関係各省による支援メニューを整備、準備しているところである。前述の買換え促進のための融資制度として平成 18 年度より開始している日本政策金融公庫による低利融資をはじめ、平成 23 年度概算要求の内容として、例えばハイブリッド建設機械の導入に対する特別償却、税額控除等の減税措置を行う税制改正（グリーン投資減税の導入）や、特殊自動車類から排出される CO₂ 削減対策として、市場投入初期段階にあるハイブリッド型油圧ショベル等の導入に対してその費用の一部を補助する制度など、各種支援施策を概算要求しているところである。

3. おわりに

建設施工分野において、経済発展を損なうことなく環境保全対策を推進していくためには、建設機械の低燃費化に関する技術の普及促進に努めるとともに、更なる技術開発を促進していく必要がある。現在、低燃費化された建設機械の技術開発、普及促進を図るため、前述のハイブリッド建設機械だけではなく、標準的な建設機械についても燃料消費量の基準値の設定と基準を達成した建設機械の普及促進施策を検討しているところであり、普及施策と相まって建設機械の低燃費化にかかる技術開発が促進され、それらの建設機械、技術が世界に普及していくことが、全世界における CO₂ 排出削減に寄与するといえるだろう。

JCMAS

【筆者紹介】

山下 尚（やました ひさし）

国土交通省 総合政策局

建設施工企画課 施工環境技術推進室

建設 3 団体の地球温暖化防止活動

小 池 勝 則

建設 3 団体（社）日本建設業団体連合会、（社）日本土木工業協会、（社）建築業協会）では、1996 年に建設業界の環境方針ならびに目標を「建設業の環境自主行動計画」として策定・公表した。建設業界における地球温暖化防止対策としては建物運用段階での CO₂ 削減が重要であるが、業界が直接管理できるものとして施工段階での CO₂ 削減活動も重要視しており、定量的な削減目標を掲げて取り組んでいる。毎年 2,000 現場を上回るサンプリング調査により、CO₂ 排出量の算定や削減活動の実施状況をフォローしながら活動を推進しているところであり、その取組み概要について報告する。

キーワード：CO₂ 排出量目標値、CO₂ 排出量調査、CO₂ 削減活動、省燃費運転、地球温暖化防止ツール

1. これまでの活動の経緯

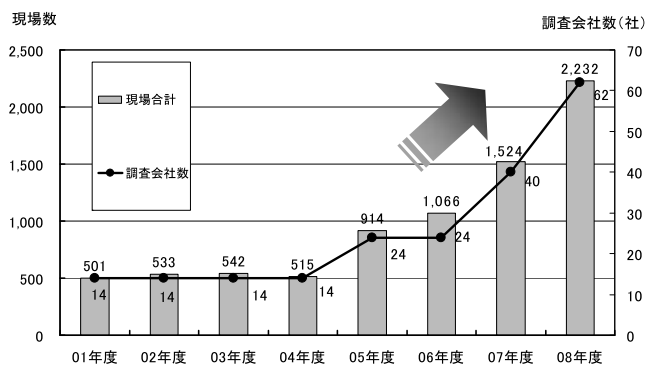
上記の「環境自主行動計画」を策定後、1997 年に建設 3 団体合同で地球温暖化防止対策ワーキンググループを設置し、翌年 1998 年に建設業界としての CO₂ 排出量削減目標値“2010 年度までに 1990 年度比で施工高 1 億円あたりの CO₂ 排出量原単位を 12%削減”を設定した。1999 年からは CO₂ 削減活動実施率調査、2001 年からは施工現場における CO₂ 排出量調査を開始した。その後、現在に至るまで、地球温暖化防止対策ワーキンググループは、建設 3 団体会員企業の施工現場における CO₂ 排出量の把握、省燃費研修会の開催、温暖化防止活動の啓発などに継続して取り組んでいる。

2. 建設施工段階における CO₂ 排出量目標値について

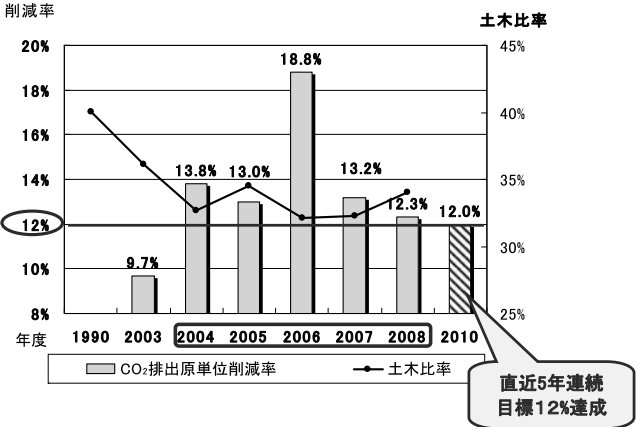
冒頭紹介したとおり建設 3 団体の地球温暖化対策については、建設施工段階、運用段階の両面で取り組みを進めているが、削減目標値は、自らが管理できるという観点で建設施工段階に限定している。削減目標の指標については、CO₂ 排出総量とすると、生産活動の規模（＝施工高）に大きな影響を受け削減活動の実態が把握しにくい。そのため、施工高 1 億円あたりの原単位を採用している。目標値については、建設現場の主要なエネルギーである電力、灯油、軽油につき CO₂ 削減活動項目を設け、各活動の実施に伴う CO₂ 削減効果を

を推定し設定した。

2009 年に上記ワーキンググループが中心となり CO₂ 排出量削減目標値の見直しに着手した。目標見直しに至った理由として、1 点目は調査参加会社数の増大（2006 年 24 社⇒2008 年度 62 社）、調査サンプル現場数の増大（2006 年 1,066 現場⇒2008 年度 2,232 現場）による、CO₂ 排出量調査精度の向上（図—1）。2 点目に CO₂ 削減活動項目に新たに重機の省燃費運転を追加し、活動の幅を広げたこと。3 点目は土建比率の影響を受けるとはいえ、目標値 12%を 5 年連続（2004 年～2008 年）で達成している実績（図—2）があること。これらを勘案し、新しい目標値として“2012 年度までに 1990 年度比で施工高 1 億円あたりの CO₂ 排出量原単位を 13%削減”を設定し、2010 年 4 月に「建設業の環境自主行動計画第 4 版（改訂版）」として公表した。



図—1 CO₂ 調査サンプル現場数推移表



図ー2 CO₂削減率推移表

3. 建設施工現場における CO₂ 排出量調査と CO₂ 削減活動調査について

2001 年より建設施工段階における CO₂ 排出量を定量的に把握するため、建設 3 団体会員の作業所においてサンプル調査を開始した（2000 年までは資源エネルギー統計値を使用し建設業界全体エネルギー使用量から推定）。調査対象範囲は建設施工現場とし、現場内重機・車両、仮設機器、事務所内照明・冷暖房等のほか、建設廃棄物搬送車両、残土搬送車両を対象とし、調査対象エネルギーは電力、灯油、軽油、重油である。他業種との重複を避けるため、コンクリートミキサー車（窯業対象）、資材搬入車両（運送業対象）などは除外し、ガソリン、燃料ガスについても、全体に占める割合が微小なので除外している。

具体的な調査方法としては、建設施工現場における電力、灯油、軽油、重油の使用量をサンプリング調査し、日本経団連から公表されるエネルギー別 CO₂ 排出原単位を乗じて、施工高あたりの CO₂ 排出量を算定している。

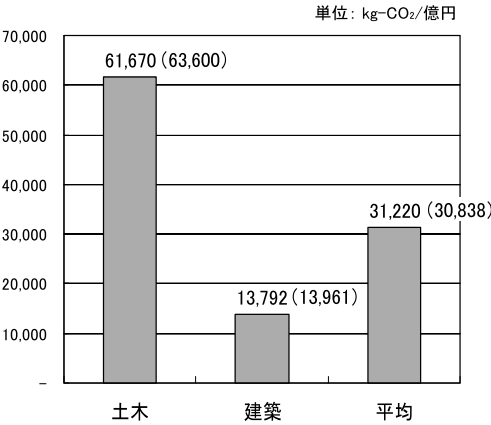
電力、灯油、重油は実際の使用量を計測。軽油については、調査を簡素化するため直接その使用量を計測するのではなく、重機・車両の使用種別・台数・日数を調査し、「建設機械等損料表」（社）日本建設機械化協会発行）の平均稼働時間、燃費により使用量を算定している。これを削減活動実施率、残土搬出量、残土搬送距離等の補助データにより補正し軽油起因の CO₂ 排出量を算定している。

2010 年 9 月に取りまとめた 2009 年度 CO₂ 排出原単位（施工高 1 億円あたり）は 1990 年度比 11.2% 減（2008 年 12.3% 減）であった。土木・建築とも原単位は改善されているが、業界平均値では悪化している理由は、CO₂ 排出量原単位の大きい土木工事の比率が約

2.4% 増加したことによる（土木比率 2008 年 34.0% → 2009 年 36.4%）。土木工事における CO₂ 排出原単位は、建築工事における CO₂ 排出原単位の約 4 倍（図ー3）であり、土木工事比率が全体の CO₂ 排出量原単位の増減に大きく影響している。

また、CO₂ 排出量調査と同時に、作業所における CO₂ 削減活動については、目標値達成のための具体的な削減活動項目を設け、建設施工現場ごとにその実施率を調査集計している（図ー4）。

なお、2009 年度調査には建設 3 団体会員 60 社の 2,402 現場が参加した。



図ー3 2009 年度 CO₂ 排出量原単位比較
() は 2008 年度値

活動項目		1990 年度 実施率 (%)	2009 年度 実施率 (%)	2012 年度 目標値 (%)
電力	①こまめな消灯	0	70.2	90
	②空調温度適正化	0	69.0	90
	③高効率照明の採用	60	83.8	90
灯油	④適正暖房	0	65.8	90
	⑤エアコン暖房への切替	30	87.2	85(達成済)
軽油	⑥アイドリングストップ	車両 0	80.1	90
		重機 0	79.4	90
	⑦適正整備	60	93.0	90(達成済)
	⑧省燃費運転研修	車両 0	33.5	90
		重機 0	36.7	50
	⑨発生土リサイクル (Q×L) Q: 平均搬出量 (m ³ /億円) L: 平均搬送距離 (km)	土木 24,026 Q: 2,356 L: 11.1	土木 15,088 Q: 1,658 L: 9.1	16,818 (達成済)

図ー4 CO₂ 削減活動と実施率（1990 年度初期値，2009 年度実績値，2012 年度目標値）

4. 省燃費運転研修会について

建設施工現場で使用される最大のエネルギーは軽油であり、2008 年度の調査実績では電力：約 17%，灯油：約 1%，重油：13% に対し軽油：約 69% となっている（図ー5）。従って、「軽油」の使用量を削減することが、建設施工段階における CO₂ 排出量削減のポイントとなる。

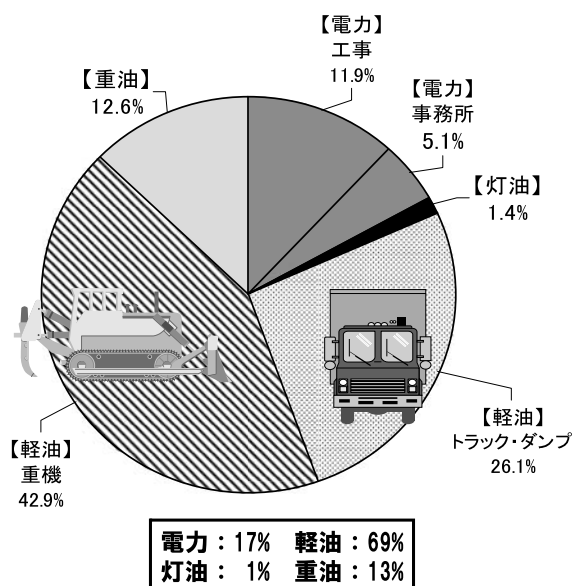


図-5 建設現場のエネルギー別使用比率 (2008 年度調査より)

そのため、特に使用量の多い汎用重機・車両「トラック・ダンプ」、「油圧ショベル」、「ラフテレーンクレーン」について省燃費運転の普及促進活動を行っている (写真-1～3)。

2002 年より計 26 回にわたり、「トラック・ダンプ」を中心に省燃費運転研修会を実施している。実技研修会の実施方法は、①地球温暖化に関する講義 (座学)、



写真-1 「トラック・ダンプ」省燃費運転研修会



写真-2 「油圧ショベル」省燃費運転研修会



写真-3 省燃費運転研修会 (座学)

②通常運転走行 (実技第 1 回目)、③省燃費運転のポイント (座学)、④省燃費運転走行 (実技第 2 回目)、⑤結果分析 (実技第 1 回通常運転と第 2 回省燃費運転の差をデータで示す) となり、技法指導や計測は車両メーカーに協力をいただいている。これまでの実施結果から「トラック・ダンプ」については平均約 25% の改善効果が得られ、この省燃費運転活動は CO₂ 削減に大きく寄与するとともに、燃料費節減にも大いに貢献することが確認されている (図-6)。

これまでは「トラック・ダンプ」を中心に実施してきたが、今後は、軽油使用割合が大きい「油圧ショベル」、「ラフテレーンクレーン」に重点を移して省燃費運転研修会を開催していきたいと考えている。ちなみに昨年度は四国の高速道路造成現場、今年度は北海道のダム現場で、いずれも建設機械メーカーに協力いただき「油圧ショベル」の実技研修会を開催した。

また、建設業界内における省燃費運転の普及と研修指導者の養成のため、より多くの担当者が受講できる座学研修会も適宜開催し、行政、関連業界ともタイアップしながら、省燃費運転の普及を推進しているところである。

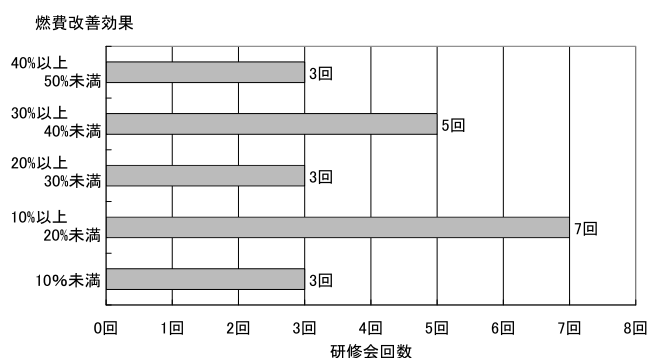


図-6 省燃費運転研修会 燃費改善効果 : 平均改善率: 24.3%
※燃費削減効果を測定した実技研修 21 回の結果データより

5. 地球温暖化防止活動用のツールについて

建設施工現場におけるCO₂削減活動を推進するため、広報・啓発用の地球温暖化防止ツールを用意している。地球温暖化防止ツールはポスター、リーフレット、省燃費運転マニュアルの冊子・DVDなどで(図一7)、状況に応じた活用ができるようにしている。特にリーフレットや省燃費運転マニュアル冊子は、建設施工現場における新規入場者教育や省燃費運転研修会の際に、従業員や協力会社社員を対象に配布し活用

できる内容としている。また、これらの資料は日建連ホームページ内の「地球温暖化防止活動コンテンツ」(<http://www.nikkenren.com/kankyuu/ondanka/index.html>)からダウンロードや購入ができるようにしている。

その中で、「絵で見る省燃費運転マニュアル」は省燃費運転の励行を建設業界の主要削減活動として定着させることをねらいとして2002年に発行した。現在、発行から8年が経過したので、現在、内容の見直しを行っている。主な変更点は、新たに省燃費運転のポイ



図一7① 絵で見る省燃費運転マニュアル



② 省燃費運転マニュアル DVD



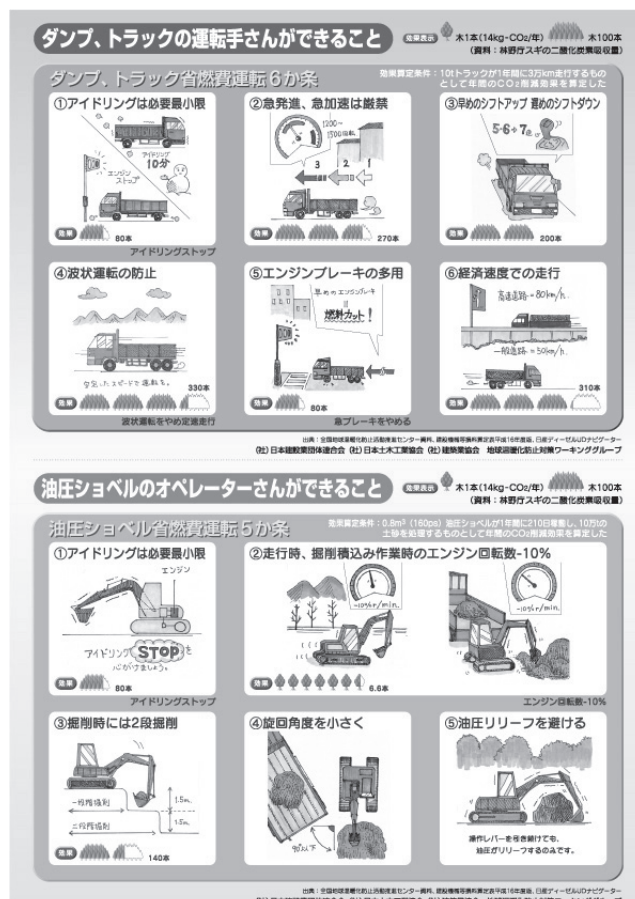
③ ポスター「省燃費運転で地球温暖化防止」



④ ポスター「ストップ・ザ・CO₂」



図一7⑤ リーフレット「作業所でできる地球温暖化防止活動!!」(トラック、油圧ショベル編)



自らの手で始めよう
作業所でできる地球温暖化防止活動!!

地球の温暖化は異常気象の増加等いろいろな問題を発生させています。
 この温暖化の原因と考えられているのが、二酸化炭素の排出量の増加です。
 省燃費運転は、燃料の消費量を減らし、二酸化炭素の排出量を抑えることに大きな効果があります。
 一人一人ができる小さな努力を始めましょう。

ラフテレーンクレーンの省燃費運転

燃費測定条件：ラフテレーンクレーン(25t程度)が25日/月稼働

走行時

①アイドリングは最小限
 アイドリング時間を1日1時間減らすと
 燃料の年間消費量を600t削減

②アクセルペダルの踏み込みを90%に
 1日の発進・加速を60回とすると
 燃料の年間消費量を1200t削減

③波状運転の防止・定速運転の走行
 ノロノロ運転 急加速運転
 1日の走行距離の20%を波状運転から定速運転にすると
 燃料の年間消費量を910t削減(走行距離40km)

④エンジンブレーキによる減速
 1日30回エンジンブレーキによる減速停止にすると
 燃料の年間消費量を1020t削減

作業時

①アイドリングストップ
 アイドリング時間を1時間減らすと
 燃料の年間消費量を700t削減

②エンジン回転数を上げない
 ※ギアを1速に下げ、ブーム降下、アウトリガーを1速に上げるとエンジン回転数を上げて作業速度は大きく変わります。
 エンジン回転数を最大から1500回転にして
 ワインチとブーム昇降を5回、ブーム伸縮を5回すると
 燃料の年間消費量を1690t削減

出典：(株)タダノ建設機械でエンタール
 (社)日本建設業団体連合会 (社)日本土木工業協会 (社)建設業協会 地球温暖化防止対策ワーキンググループ

重ダンプの省燃費運転

燃費測定条件：重ダンプ(32t-45t)を対象

走行時

①波状運転の防止・定速運転の走行
 ノロノロ運転 急加速運転
 定速運転をすると
 燃料使用量10%削減

②エンジンブレーキによる減速
 エンジンブレーキによる減速停止にすると
 燃料使用量50%削減

作業時

①ダンプアップ時のアクセル調整
 1,800rpm 8割 1,500rpm
 回転数を1800回転から1500回転にすると
 燃料使用量15%削減

②アイドリングストップ
 アイドリング時間を1時間減らすと
 燃料消費量が4t削減、電圧降下の発生を5分

③積み込み機による重ダンプへの積み込み方法
 クロスローディング Vシフトローディング
 前後積3回 横込み3回
 35-40度 横込み3回
 クロスローディングからVシフトローディングへの変更により積み込み機と重ダンプの積み合わせでは
 燃料使用量が3.4tの削減、作業効率が15%向上

出典：(株)タダノ建設機械でエンタール
 (社)日本建設業団体連合会 (社)日本土木工業協会 (社)建設業協会 地球温暖化防止対策ワーキンググループ

図-7⑥ リーフレット「作業所でできる地球温暖化防止活動!!」(クレーン、重ダンプ編)

ントとして「クレーン編」を追加し、その他省燃費運転のポイント・資料編データを全面的に最新の内容に更新する予定。

6. 今後の建設施工段階における CO₂ 排出量削減について

今回ご紹介したとおり、建設施工段階における CO₂ 排出量削減活動は、地道かつ日常的な活動が中心である。各施工現場において地球温暖化活動をより積極的に取り組んでもらえるよう、モチベーション向上につながる対策を検討していきたい。具体的には業界団体による表彰制度の設置などを考えている。

また、今後、建設施工現場における新たな CO₂ 排出量削減活動項目とし、「再生可能エネルギー(太陽光発電、風力発電等)の導入・活用」、「ハイブリッド

化・電動化した建機の導入・活用」、「LED・メタルハライドランプなどの低消費電力機器の導入」などが考えられる。現状では、各メニューとも建設施工現場において標準的に導入・活用するためには、さまざまな課題があるが、これらをクリアし、幅広く建設業界内に普及できるよう、建設3団体として検討を進めていきたい。

J C M A

【筆者紹介】

小池 勝則(こいけ かつのり)
 建設3団体
 地球温暖化防止対策ワーキンググループ
 座長



JCMA 製造業部会・機械部会の 地球温暖化対策への取り組み

製造業部会・機械部会 作業燃費検討 WG

地球温暖化対策として、建設機械には施工時における燃料消費低減が求められている。これを促進するためには、燃費低減の技術開発と燃費の良い機械の普及を促進することが重要である。製造業部会・機械部会では「作業燃費検討 WG」を立ち上げ、燃料消費量試験方法の標準化、燃費低減の目標値、燃費情報の開示方法など燃料消費低減を促進するための仕組みの検討を行っている。

キーワード：油圧ショベル、ホイールローダ、ブルドーザ、燃料消費量、試験標準、燃費低減活動

1. はじめに

地球温暖化対策として、1997年、京都において「気候変動に関する国際連合枠組み条約第3回締約国会議（京都会議）」が開催され、温室効果ガスの排出量削減について「京都議定書」が採択された。これを受け、我が国においては1998年に「地球温暖化対策推進法」が制定され、国・地方自治体・事業者・国民が一体となって地球温暖化対策が進められている。また京都議定書が失効する2013年以降のいわゆる「ポスト京都議定書」に織り込むべき事項についても各国間で議論が活発になり、継続した地球温暖化対策が進められようとしている。

建設機械においては、京都議定書およびそれを受けた国の活動方針に基づき、国土交通省内に「建設施工の地球温暖化対策検討分科会」が設置され、建設施工における二酸化炭素排出低減の対応が検討された。建設施工における二酸化炭素の発生は、セメント・鋼材などの資材製造時のエネルギー消費、資材などの運搬・施工時の機械の燃料消費など多岐にわたり各々の分野で対応が検討されたが、建設機械に関しては施工時における燃料消費低減に関して、まず燃料消費量の定量的な試験方法が必要であることが指摘された。これを受けて（社）日本建設機械化協会・機械部会では、燃料消費による二酸化炭素排出量の寄与率が大きい油圧ショベル・ホイールローダ・ブルドーザについて「燃料消費量試験方法」の標準化の検討を開始した。しかし検討が進むにつれ、この試験標準を使って燃料消費低減に結びつけるには、建設機械業界としての活動が必要との認識の上、2004年に製造業部会・機械部会より

成る「作業燃費検討 WG」を立ち上げ活動を進めてきた。本稿では施工時の燃料消費低減について「作業燃費検討 WG」の活動の概要を紹介する。

2. 燃料消費量試験方法の標準化

建設機械の燃料消費低減に関しては燃料消費効率の改良と、効率の良い機械を施工現場で選択可能にすることが求められるが、そのためにはまず燃料消費量の定量的な試験方法が必要である。

(1) 燃料消費量試験方法の現状

建設機械の燃料消費量試験方法としては、当時油圧ショベル、ホイールローダ、ブルドーザについて JIS 規格（JIS A 8402, JIS A 8421, JIS D 6507, 油圧ショベル・ブルドーザは現在廃止規格になっている）が存在した。

この規格は、土砂や砂利を使って実際に掘削・積込み・運搬作業を行い作業量と燃料消費量を測定する方法であるが、各メーカーのヒアリングによれば上記規格を参考に燃料消費量の試験を行っている事例はあるものの、土質条件の違いにより結果に大きく差が生じる、またオペレータの技量により結果に大きく差が生じるといった理由から燃料消費量に関する絶対値の公表は行っていない。また、試験を実施する場合においても、上記誤差を埋めるために旧モデルと新モデルの比較試験という形で土質条件・オペレータを同一にして相対評価を行っている場合が多い。土質条件やオペレータの技量による誤差の少ない燃料消費量試験方法の確立が望まれていた。

(2) 燃料消費量試験方法の検討と試験標準制定

(a) 基本的な考え方

建設機械には、様々な種類・大きさがあり、作業対象物も土砂・砂利・岩など多岐にわたる。またオペレータの技量により作業効率は大きく影響される。これらの条件下で車両としての総合評価ができることを念頭に、誤差が少なくかつ効率よく試験できること、および二酸化炭素排出量を評価する観点から、単位作業量当たりの燃料消費量（以下燃料消費効率又は燃費と言う）を評価することが必要である。このことから下記を基本的な考えかたとして検討を進めた。

- ①土質条件の違いにより結果に大きく差が生じない
- ②オペレータの技量により結果に大きく差が生じない
- ③燃料消費効率（燃費）が評価できる
- ④車両としての総合評価ができる
- ⑤試験に要する設備・費用・時間が過大とならない

(b) 試験方法の検討

(b-1) 対象とする建設機械

対象とする建設機械は二酸化炭素排出寄与率の大きい、油圧ショベル・ホイールローダ・ブルドーザの3機種とし、その中でも寄与率が大きくかつ一般的な土工工事に汎用的に使用されるクラスで検討を進めることとした。

対象とするクラスは

油圧ショベル：標準バケット定格容量

0.28～1.4 m³ 級

ホイールローダ：エンジン定格出力

40 kW 以上 230 kW 未満

ブルドーザ：エンジン定格出力 560 kW 以下

他の機種・クラスについては今後の状況を見て検討することにした。

(b-2) 試験項目

建設機械の作業はその機種にもよるが、掘削・積込み・運搬・ならし・破碎・解体など多岐にわたる。試験結果は最終的に車両の総合評価ができることを念頭に置き、試験項目は機種毎に代表的な作業工程を想定して試験をすることにした。また試験に要する時間・費用が過大にならないように作業工程の選定に配慮した。

試験をする代表的な作業工程は

油圧ショベル：掘削積込み作業、ならし作業、走行、待機

ホイールローダ：積込み作業、運搬作業、待機

ブルドーザ：掘削運土作業、待機

車両の総合評価は、これら作業工程の標準的な動作割合（時間割合）を想定し、その重み付けによって数値を1本化し評価することにした。

(b-3) 試験方法

試験をする上で最も重要なことは、土質条件とオペレータの技量による誤差を最小限にすることである。種々検討した結果、実物の土砂を使う試験には土質条件を同一にすることに限界があることから、実際の作業を想定した模擬動作試験を採用することにした。模擬動作試験は車両に「重り」「けん引負荷」などを使って実作業に近い負荷を与える方法であり、土砂と接触する工程が無くなるので土質条件によるバラツキを排除できると同時に、オペレータの技量によるバラツキを最小限に抑えることが出来る方法である。模擬動作のパターン・負荷のかけ方は機種により作業形態が異なるため、試行錯誤を繰り返しながら実作業との相関・精度・安全性・効率などを考慮して最適な方法を決定した。

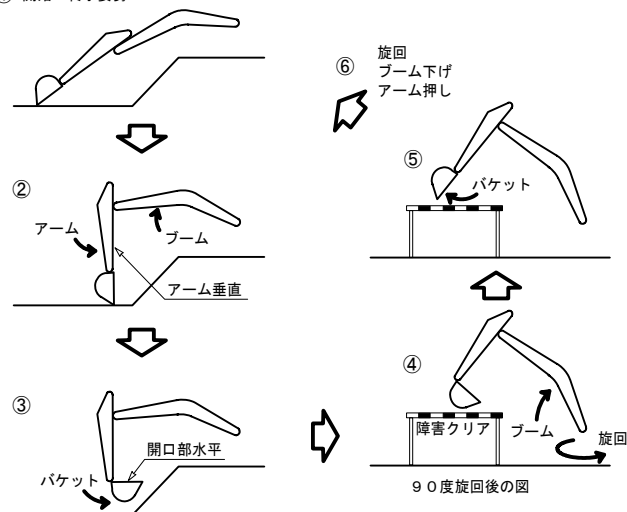
各機種の作業工程に対応する試験方法は
油圧ショベル

- ①掘削・積込み動作試験：標準バケットを装着し、掘削積込みの模擬動作を行う
- ②ならし動作試験：標準バケットを装着し、ブームとアームを用いてならし動作を行う
- ③走行試験：舗装路面又は十分締め固めた土の平坦な直線路を走行する
- ④待機試験：エンジン無負荷最低回転速度で行う

ホイールローダ

- ①積込み動作試験：重り付きバケットを装着し、積込みの模擬動作を行う
- ②運搬走行試験：重り付きバケットを装着し、舗装路面又は十分締め固めた土の平坦な直線路を走行する
- ③待機試験：エンジン無負荷最低回転速度で行う

① 開始・終了姿勢



図一 油圧ショベルの模擬動作パターン

ブルドーザ

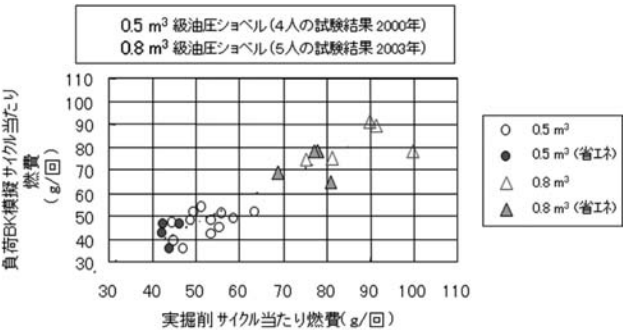
- ①けん引試験：十分締固めた土の平坦な直線路を、前進で最大けん引出力にてけん引走行、後進で軽負荷にてけん引走行する
- ②待機試験：エンジン無負荷最低回転速度で行う事例として、図一1に油圧ショベルの掘削積込み動作試験のパターンを示す。

(3) 試験方法の検証

この試験標準では模擬動作試験を採用したが、その前提として模擬動作作業と実際の作業に相関があることが重要である。模擬動作のパターン・負荷のかけ方については実際に模擬動作試験を行い、実際の作業との相関を確認した上で最適な方法を決定した。

事例として、図一2に油圧ショベルの掘削積込み作業における土砂を用いた実掘削試験と模擬動作試験の相関を示す。油圧ショベルは当初バケット内の土砂を想定した「重り付きバケット」を装着することで検討を進めたが、精度・安全性などの観点から「標準バケット（重りなし）装着」に変更するなど数次にわたり改良が加えられた。詳細は試験標準の解説の項に記載されている。写真一1に油圧ショベルのテスト風景の事例を示す。

試験標準は(社)日本建設機械化協会標準部 国内標準委員会で審議・承認後、世界貿易機関（WTO）／貿易の技術的障害に関する（TBT）協定の適正実施規準（CGP）に基づく意見受付公告を行った上で2004年4月JCMAS「(社)日本建設機械化協会規格」に制定されたが、さらに実施する上での問題点の有無を検証するため制定後1年間各メーカーで試行を行い、若干の修正を織り込んで2007年3月に改正版として完成・発行された。その後、ハイブリッド形油圧ショベル及び電気エネルギー駆動形油圧ショベルが普及し始めたため



図一2 実掘削試験と模擬動作試験の相関



写真一1 油圧ショベルのテスト風景

これらにも対応できるよう、又油圧ショベルの対象範囲を標準バケット定格容量0.01～1.9 m³級に拡大する等を織り込み2010年に改正版が発行された。

該当規格は下記であり、(社)日本建設機械化協会のホームページで閲覧可能である。

- JCMAS H020 土工機械—エネルギー消費量試験方法
—油圧ショベル
- JCMAS H021 土工機械—燃料消費量試験方法
—ブルドーザ
- JCMAS H022 土工機械—燃料消費量試験方法
—ホイールローダ

表一1 試験で得られる結果

油圧ショベル	ホイールローダ	ブルドーザ
①掘削積込み動作試験 掘削積込み動作当たり燃料消費量 (g/サイクル) (g/m³)	①積込み動作試験 想定仕事量当たり燃料消費量 (g/t)	①けん引試験 けん引出力当たり燃料消費量 (g/kWh)
②ならし動作試験 ならし動作当たり燃料消費量 (g/サイクル) (g/m)	②運搬走行試験 想定仕事量当たり燃料消費量 (g/t)	②待機試験 時間当たり燃料消費量 (kg/h)
③走行試験 走行距離当たり燃料消費量 (g/m)	③待機試験 時間当たり燃料消費量 (kg/h)	
④待機試験 時間当たり燃料消費量 (kg/h)		
解説に①～④項をまとめた「燃費消費量評価値」の計算方法を記載 (kg/標準動作)	解説に①～③項をまとめた「燃費消費量評価値」の計算方法を記載 (g/t)	解説に①～②項をまとめた「燃費消費量評価値」の計算方法を記載 (g/kWh)

(4) 試験で得られる結果と考察

試験で得られる結果を表―1に示す。試験結果は模擬動作試験を採用したため、数値の単位は一般に普及しているものと異なっているものもあるが、いずれも燃料消費効率を表す単位となっており、燃料消費性能の評価に使用可能である。またこれらの結果を用いて、標準的な動作割合を想定し、その重み付けによって数値を1本化し、車両の総合評価を表す「燃料消費量評価値」を計算する方法を解説の項に記載した。

この試験標準は、十分な技術的検討を重ねた結果、燃料消費量の試験方法としては現在得られる最良の方法であると判断して制定した。しかし、1年間の試行を経て改正・制定したとはいえ使用実績も少ないことから技術的には改善の余地は多々あると考えられ、今後の使用を通じて評価・改良されることを希望する。制定にあたっては(社)日本建設機械化協会機械部会トラクタ技術委員会／ショベル技術委員会・製造業部会・施工技術総合研究所・標準部、メーカー各社、国土交通省総合政策局施工環境技術推進室など関係各位に御協力していただいたことに感謝する。

3. 燃料消費低減に向けた活動

(1) 建設機械業界としての取り組み

建設機械は、従来から運転経費低減の観点から燃料消費低減の強い要望があり1990年前後に燃費低減に関する研究開発が進み商品化されてきた。しかしその後、排出ガス規制が実施され、1次規制、2次規制、3次規制と規制値が強化され、さらに2011～2014年には排出ガス3次規制より格段に厳しいレベルで排出ガス4次規制が導入されようとしている。燃費低減と排出ガス低減は、採用技術によってはトレードオフの関係にあり、両者を両立させながら研究開発を行わなければならないという状況にある。このような状況であるが、燃費低減は地球温暖化対策のためには優先的に取り組むべき事項であり、建設機械業界として積極的に取り組むことの確認を行った。

(2) 基本的な考え方

燃料消費低減を推進するためには、燃費低減の技術開発と燃費の良い機械の普及を促進することが重要である。これを推進するため下記を基本的な考え方として検討を進めた。

- ①燃費の目標値と目標年度を決める。
- ②燃費情報を開示しユーザが燃費の良い機械の選択を容易にする。

- ③燃費の良い機械を普及させるための仕組み（認定制度など）を提案し、官の普及支援を期待する。

燃費低減はこれまでも運転経費低減の観点からメーカー各社は積極的に改善を行ってきたが、改善の目標・評価方法・ユーザへの燃費情報提示などはメーカー各社が独自の方法で行っていた。しかし、改善目標が明確になることで、メーカー各社における建設機械の低燃費化に係る技術開発が促進されることが期待される。

(3) 対象とする建設機械の範囲

全産業に対する建設施工分野の二酸化炭素排出量の寄与率は、建設機械が主に稼働する土木事業分野では10%と言われている。その中で建設機械が消費する燃料に起因する寄与率は10%と言われているので、全産業における建設機械の土木分野における燃料消費に起因する寄与率は1%である。建設機械には非常に多くの機種が存在するが、二酸化炭素排出量（燃料消費量）寄与率の大きい油圧ショベル・ホイールローダ・ブルドーザについて検討することとした。この3機種で、建設機械に占める寄与率は70.2%となる（油圧ショベル：57.3%（ミニショベル含む）、ホイールローダ：7.4%、ブルドーザ：5.5%）。

油圧ショベル・ホイールローダ・ブルドーザの3機種について、対象とする範囲は二酸化炭素排出量（燃料消費量）寄与率を勘案し下記とする。この範囲で、建設機械に占める寄与率は59.6%となる。

- ①油圧ショベルの対象範囲は標準バケット容量0.28 m³～1.4 m³クラスとする。この対象範囲で全油圧ショベルに占める寄与率は85.1%となる。0.25 m³未満のミニ油圧ショベルの配車台数は多いが、寄与率が少ないため対象範囲から除外したが、制度に含めるかどうかは今後の課題とする。
- ②ホイールローダの対象範囲はエンジン定格出力40 kW以上～230 kW未満とする。この対象範囲で全ホイールローダに占める寄与率は80.4%となる。40 kW未満のミニホイールローダの寄与率は17.7%を占めるが、制度に含めるかどうかは今後の課題とする。
- ③ブルドーザの対象範囲はエンジン定格出力19 kW以上～300 kW未満とする。この対象範囲で全ブルドーザに占める寄与率は98.0%となる。

(4) 燃費の試験・評価方法

燃料消費の良否は「燃料消費効率（エネルギー消費効率）」で評価し、前項で定めたJCMAS「(社)日本建設機械化協会規格・燃料消費量試験方法」（以下

JCMAS 燃費試験方法と言う)に基づき試験を行う。車両全体の燃料消費効率(燃費)の評価はこの規格の解説(1)式で算出される「燃料消費量評価値」を使用する。

(5) 燃費の目標値と目標年度

メーカ各社が、燃費低減の技術開発を推進するために目標とすべき事項である。目標値は排出ガス3次規制車の最もすぐれた燃費を基本とし、以降に開発される燃費低減技術による燃費低減の評価及び排出ガス規制対応による燃費の影響評価を行った上で設定することとする。目標年度に関しては排出ガス4次規制が2011年～(主にPM90%減)と、2014年～(主にNO_x90%減)の2段階にわけて排出ガス3次規制より格段に厳しいレベルで規制が導入されようとしており、メーカ各社においてはこの規制への対応を最優先に開発に取り組む必要がある。排出ガス対策と燃費低減の技術は採用技術によってはトレードオフの関係にあることを勘案して目標年度を決める必要がある。

(a) 燃費の現状レベル把握

燃費の現状レベルを把握するため、現在生産している排出ガス3次規制対応車についてJCMAS燃費試験方法により試験を行った。試験は各社のご協力により、又データの公正さを担保するため(社)日本建設機械化協会施工技術研究所(CMI)の立会いの下、2008～2009の2年間で油圧ショベル、ホイールローダ、ブルドーザの3機種合計111台の試験を行った。関係各位のご協力に感謝する。

(b) 燃費低減技術及び排出ガス規制対応技術採用による燃費評価

排出ガス4次規制対応による燃費の影響評価、及び今後開発が予想される燃費低減技術の評価を行った。しかし、これらに対応する技術は概ね未完了の状態であり、将来の燃費評価を行うことは非常に困難であることを前提に、技術動向・メーカ各社からのヒアリング等を基に試算した。試算結果は既に採用済の技術・これから採用する技術などが混在しているため、燃費評価はこれらのことを理解した上で行う必要がある。

(6) 燃料消費低減に向けた仕組みの検討

作業燃費検討WGでは、これまでに把握した燃費の現状レベル、燃費低減の技術予測等を基に、目標値と目標年度、燃費情報の開示方法、これらを含む燃費低減に向けた仕組みの検討を行っている。燃費低減は地球温暖化対策のためには優先的に取り組むべき事項であり、建設機械業界として積極的に取り組むことが必要との認識の下、メーカ各社は積極的に取り組んでいる。活動結果はほぼ纏まりつつあり、近々国土交通省に提案し、国土交通省が進めておられる「建設施工分野における地球温暖化対策」に協力していく予定である。

4. おわりに

建設機械においては、従来から運転経費低減の観点より燃料消費低減の強い要望があり1990年代に省エネモード・アイドリング制御・油圧の高圧化・可変容量ポンプなど機器の省エネルギー(低燃費)機構の研究開発が進み商品化されてきた。今後ともメーカ各社の努力が続けられると思うが、作業燃費検討WGが検討している燃費低減の仕組みが機能することにより、改善が加速することを期待する。近年、画期的な省エネ技術としてハイブリッド建機が商品化され始めており、またクリーンエネルギーとしてバイオ燃料、電動化等の研究も進んでいる。地球温暖化対策のためには、従来技術の域を超えた新しい動力システムの開発・導入が不可欠と考えられており、これらの新技術の普及促進を図る仕組み作りも重要である。引き続き関係各位のご協力を依頼する。

JCMAS

[筆者紹介]

松本 毅(まつもと たけし)
作業燃費検討WGサブリーダー
(社)日本建設機械化協会 機械部会
幹事



特集>>> 建設施工の地球温暖化対策

情報化施工による温室効果ガスの排出抑制

ICT 活用による建設機械の稼働時間減少

藤 島 崇

2008年7月に「情報化施工推進戦略」が策定され、情報化施工を活用し、高い生産性と施工品質を実現する新たな施工システムの普及促進が進められている。この情報化施工推進戦略において、その適用効果の一つにCO₂排出量の抑制効果があげられている。最近の情報化施工導入によるCO₂排出量の抑制事例では、建設機械の自動化や操作支援によって建設機械の稼働時間短縮により燃料消費量を抑制する手法と、施工現場で想定される不確定要因をIT導入によってリアルタイムに収集し効率的な資機材配置を実現することで材料ロスの低減などを図る手法が報告されている。本稿では、建設機械と測位技術を組合せ、建設機械の自動化を促進した結果として燃料消費量が削減できた事例について紹介する。

キーワード：情報化施工，マシンコントロール，稼働時間短縮，施工精度向上，燃料消費削減

1. はじめに

情報化施工とは、最新の情報技術を利用して、施工の合理化を図る手法であり、その考え方は従来手法でも利用されてきた。1990年代以降は、位置計測技術の急速な進歩にとともに、地盤沈下や法面の動態観測に自動追尾式の光波測距儀や各種の計測センサー、衛星測位技術などが利用されるようになり、リアルタイムに得られる現場計測データを次段階の施工方法や対策工の検討に用いる技術として認識されてきた。

その後、1990年代後半には、パーソナルコンピュータや情報通信機器が普及し、位置計測技術、制御機器と融合することで、多様な情報化施工技術が生まれ、現場での有効活用事例が増えてきた。

そこで、1997年度より国土交通省が「情報化施工促進検討委員会」を設立、その実現に向けて2001年3月には「情報化施工のビジョン」がとりまとめられた。このビジョンにおいて、情報化施工とは、「建設事業の調査・設計、積算・発注、施工、維持管理という実施プロセスの中から施工に注目し、各プロセスから受け渡される電子情報と施工中に得られる電子情報を活用して施工や施工管理の効率化、品質の均一化、安全性向上、環境負荷低減など、施工の合理化を実現するシステム」として定義されている。

さらに近年は、国土交通省の積極的な取り組みに加え、建設事業のコスト縮減と品質確保への要求が一層高まったことと、計測技術や通信技術、ソフトウェア

等の現場適用性が向上したことで情報化施工技術への期待が一層高まると共に、その適用効果なども明らかになりつつある。

このような背景から、2008年7月には「情報化施工推進戦略」が策定され、情報化施工を活用し、高い生産性と施工品質を実現する新たな施工システムとして普及促進が進められている（図—1参照）。

本稿では、この情報化施工推進戦略において、適用効果の一つにあげられているCO₂排出量の抑制効果について、その概要を述べる。



図—1 情報化施工の実現イメージ
「情報化施工推進戦略 2008.7より抜粋」

2. 情報化施工の導入形態と温室効果ガスの抑制の考え方

現状の情報化施工の導入形態は、大きく2種類に分けられる。一つは、情報技術を用いて建設機械の操作の一部を自動化したり、操作の支援を行うものである。例えば、ブルドーザやモータグレーダのブレードの位置や向きをGNSSや自動追尾TS等の測位システムを利用して計測し、車内に搭載したPCにて設計値との差を瞬時に算出、油圧バルブ等を制御してブレードを設計どおりに動かすことができる。このため、従来の作業で必要だった丁張り本数の削減や夜間作業なども実施可能となる。さらには、従来はオペレータの目視確認と検測を何度も繰り返して施工精度を確保していたが、本技術では、丁張りが無くても設計どおりの敷均し作業が従来より素早く実施でき、機械の作業時間を短縮することで、結果として機械の稼働に伴うCO₂の排出量を抑制することができる。

当初、このような測位システムを建設機械の管理等に用いる手法は、測位システムが高価であったことなどから、大規模鉱山で利用が始まった。その後、2000年代に入って、自動追尾式TSやRTK-GNSSの機器価格が低下したことと、作業員の高齢化などで熟練オペレータが不足しつつある状況で確実な施工と品質確保などの要求の高まったことから、現在は、舗装工事（路盤整形工）等で導入事例が増えている。

もう一つの形態は、施工で得られる情報を用いて現場で実務に携わる技術者の判断を精緻化、迅速化させる形態である。一般に、建設工事には、天候、地質などの施工条件に関する不確定要因が多く、施工計画を立てる際には、条件の悪い状態でも施工を行うことができるように、ある程度の余裕を持たせて計画を立て、施工を行うことになる。仮に、変動する現場条件を迅速に把握することで、条件の変化に柔軟に対応し、エネルギーや資材の投入を必要最小限に抑える判断を行うことができれば、資材やエネルギーの有効利用が可能となり、結果として施工に伴う環境負荷を低減することにつながる。2000年代以降のネットワーク技術の進歩により、大規模工事などでの導入事例が増えている。

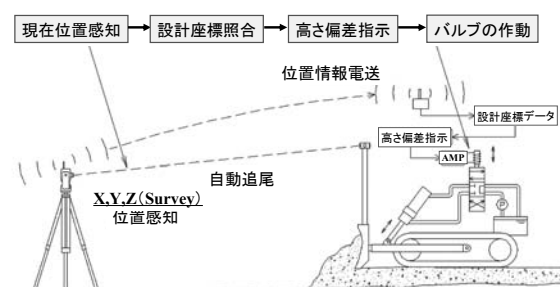
本稿では、前述の建設機械の自動化あるいは操作支援によるCO₂の排出量抑制手法での事例について記述する。

3. 重機の自動化による環境負荷低減技術事例

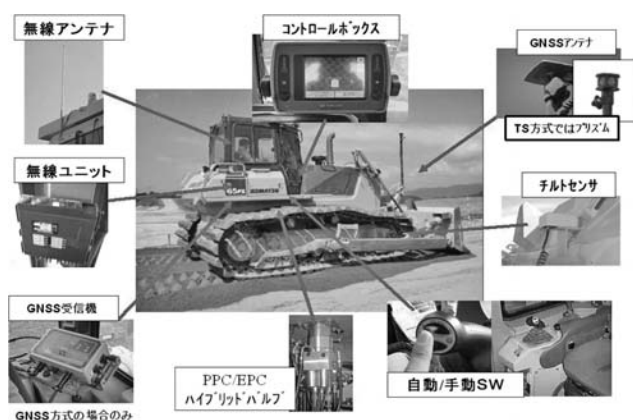
(1) マシンコントロールの概要

ブルドーザのマシンコントロールシステムの概念図を図一2に示す。ブレードに設置したプリズム部の位置を自動追尾式TSで計測し、計測結果を建設機械へ無線で送信する。建設機械は、計測結果とあらかじめ建設機械にインプットした設計データとの高低差を演算し、高さの差が一致するようバルブを制御する。オペレータは建設機械の走行操作を行うだけでよい。図一2はシステムの概念図であるが、実際には、計測位置の時間差から進行方向を算出し、ブレードの角度を角度センサーで検出することで、3次元的にブレードを自動制御することができる。

図一3は、3次元マシンコントロール（測位システムはGNSS）の場合の重機側に設置される機器類を示している。現状では、システムの導入に際しては各種のセンサーの設置、キャリブレーションが必要となる。しかし、最近では、配線類、制御バルブの標準装備やオプション化の動きもあり、ユーザによる重機の改造といった負担は減少が期待される。



図一2 自動追尾式TSを用いた機械制御の概念



図一3 GNSSを用いたブルドーザシステム類

(2) 重機の自動化によるCO₂抑制

例えば、舗装工の路盤整形作業においては、舗装面への不陸の影響をなくすために高精度な施工が要求さ

れている。このため、精度を確保するための密な間隔での丁張り設置や、施工中の丁張りとの検測作業の頻度が多い。加えて、従来手法では、丁張り間の施工は高度な技術を持つ熟練オペレータへの依存度が高い。ここに、3次元マシンコントロールを導入することで、所定の精度確保と作業効率の向上を実現することができる。

図-4は、舗装工事の路盤整形工について、従来施工の作業手順と3次元マシンコントロールを導入した場合の作業手順の相違を示している。この技術では、人間の勘や技能に頼ることなく、施工範囲全体にわたって高精度な施工を行うことが可能となり、結果として材料ロスの低減や機械の稼働時間短縮による燃料消費量(CO₂発生量)の削減が可能となる。

(3) 自動追尾式 TS を用いたモータグレーダの事例

次に、自動追尾式 TS を用いたモータグレーダのマシンコントロールによる路盤整形工を実施した場合の事例である。

図-5上図に施工状況、図-5下図は従来工法とマシンコントロールでの整形作業の結果について、レベルを用いて道路中心部における高さの計測を行い、設計高さとの差として比較した結果である。さらに、表-1は従来施工とマシンコントロールを用いた場合の作業時間と燃料消費量の比較結果である。

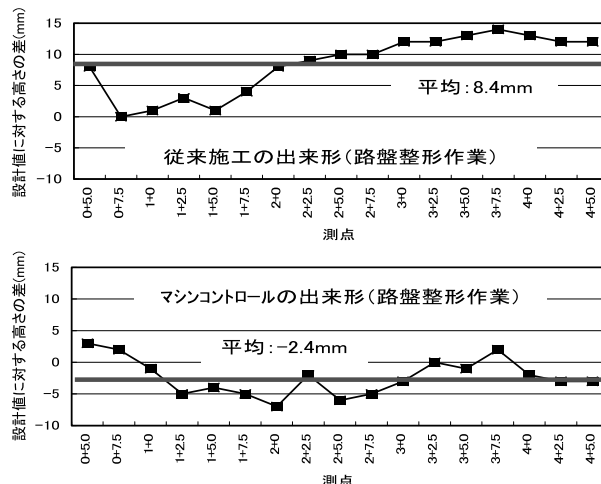


図-5 道路中央部の出来形計測結果の比較

表-1 作業時間の比較結果

	従来施工	マシンコントロール
作業面積	650 m ²	650 m ²
作業時間	2.03 h	1.25 h
燃料消費量	16 リットル	10 リットル

注1) 100 m 区間を対象に実施。2 回の平均値。

注2) グレーダのオペレータはオペレータ経験 25 年以上の熟練者

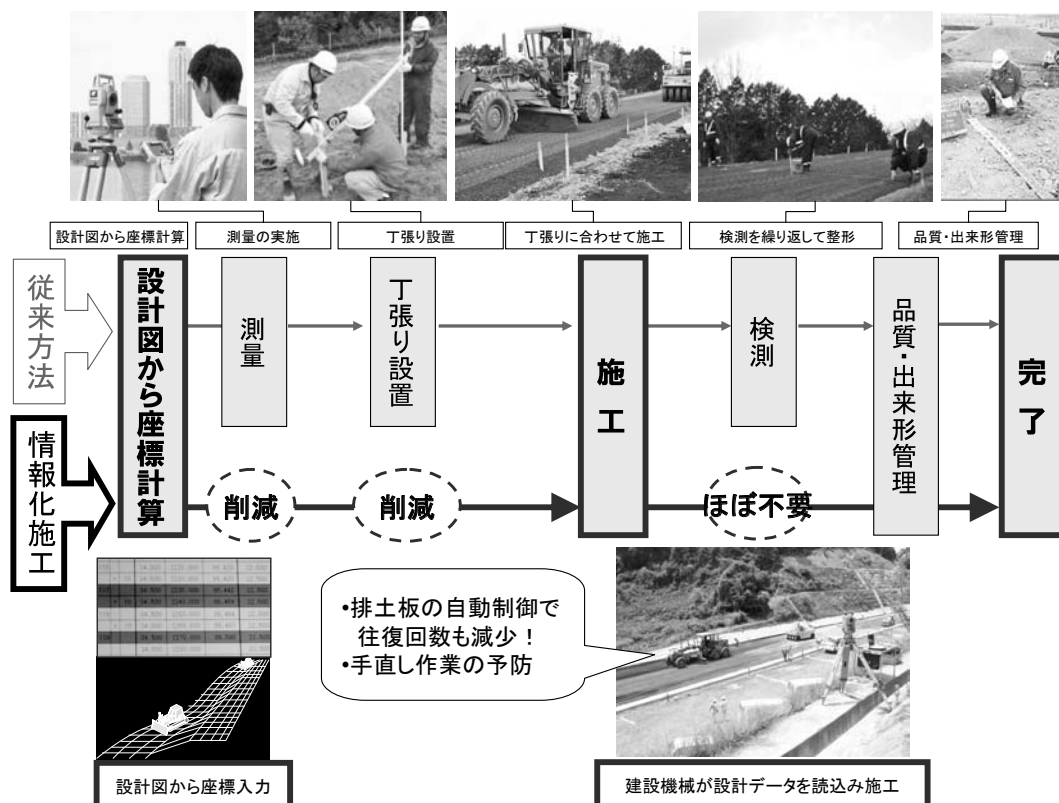


図-4 従来の施工手順と情報化施工の手順

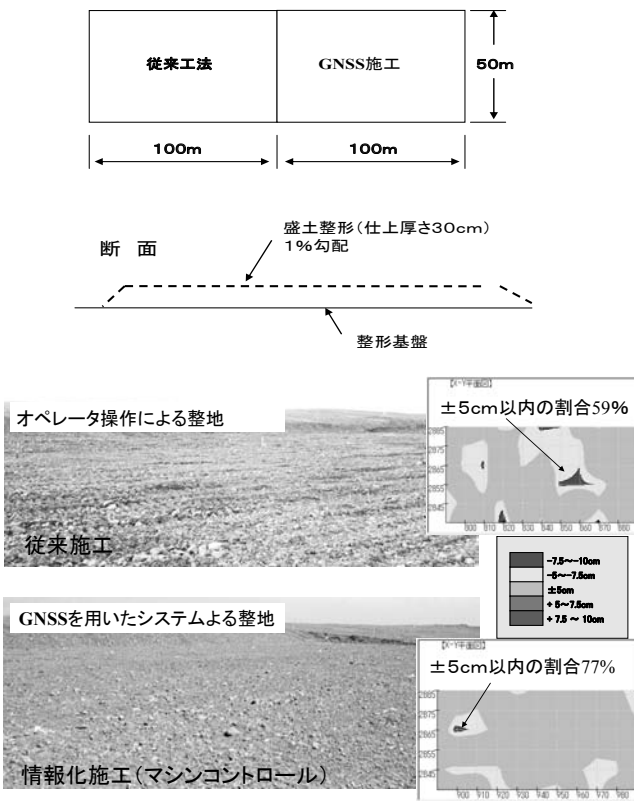
図より、マシンコントロールを用いることで、より設計値に近い完成高さで整形作業が実施でき、材料ロスの低減に寄与できる。また、従来施工で消費した燃料は16Lであったのに対し、マシンコントロールを用いた施工では10Lであり、直接的なCO₂排出量も約35%削減されている³⁾。

(4) GNSS を用いたブルドーザでの事例

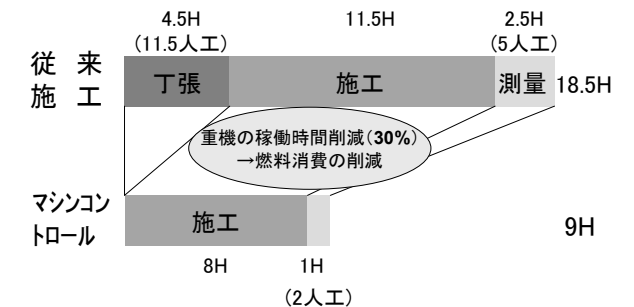
GNSS を用いたブルドーザのマシンコントロールを用いて整地作業を実施した場合の事例である。

図一6 上図に施工条件、図一6 下図は従来工法とマシンコントロールでの整地作業の結果について、TSを用いて計測を行い、設計高さとの差として比較した結果である。

さらに、図一7は従来施工とマシンコントロールを用いた場合の作業時間の比較結果である。



図一6 従来施工と情報化施工の精度比較



図一7 作業時間の比較結果

前述のように、ブルドーザには目標の仕上がり形状が設計データとしてインプットされており、丁張り設置の必要が無い（ただし、設計データ作成は丁張りの準備計算と同様の作業が必要）。

また、丁張りを目安にオペレータが操作する従来施工に比べ、精度の向上を確保しつつ、ブルドーザの稼働する作業時間も約30%縮減している。このことは、ブルドーザの稼働時間が短くなっていることを意味し、その分の燃料消費量削減に寄与していると考えられる。

4. マシンコントロール技術の展開

本稿では、ブルドーザのマシンコントロール技術およびモータグレーダのマシンコントロール技術について事例を紹介した。

しかし、近年の測位技術の進展は目覚ましく、既に以下の建設機械でその適用事例が報告されている。さらに、技術の普及が進むにつれ多様な現場条件に適したシステムの組合せや使い分け、現場での簡易な利用方法等、現場での応用が進んできている。ここでは、これらのシステムの特徴を簡単に紹介しておく。マシンガイダンスとは、マシンコントロールのように油圧制御などによる自動制御は行わず、ブレードやバケットなどの作業装置の位置と設計値との差をオペレータに画面表示で提供するシステムである。

表一2 マシンコントロール・マシンガイダンスの適用機械

建設機械	測位方式
ブルドーザ	自動追尾式 TS RTK-GNSS
モータグレーダ	自動追尾式 TS RTK-GNSS
アスファルトフィニッシャ	自動追尾式 TS
バックホウ (マシンガイダンス)	自動追尾式 TS RTK-GNSS

(1) 自動追尾式 TS の利用例

自動追尾式 TS1 台につき、一つの計測対象の座標を計測できる。計測精度は±10mm 程度（実際には建設機械の揺れ、TS と距離等によって変化する）であり、モータグレーダの路盤整形作業のような高精度な施工が必要な場合や、小規模工事や狭隘な場所、



図一8 自動追尾式 TS の特徴

GNSS の利用が困難な箇所でも用いられることが多い。

(2) GNSS の利用例

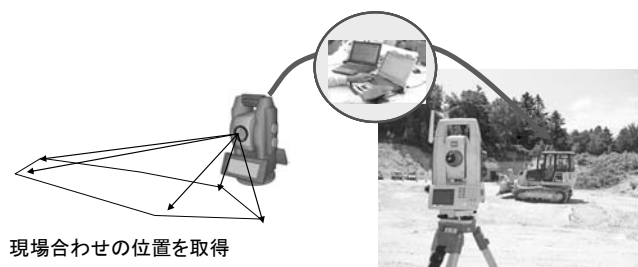
RTK-GNSS は移動局の GNSS 受信機の他に基準局の設置が必要である。基準局は、複数の移動局に補正データを送信することができるため、現場内で複数の重機を稼働させる場合に用いられる場合が多い。また、GNSS 方式では TS 方式に比べて精度面でやや劣ることから土工での適用事例が多い。最近では、この高さ方向での精度を向上させる方法として、レーザ計測装置を組合せる技術なども実用化されている。



図—9 TK-GNSS 方式の特徴

(3) 制御用設計データの作成方法

前述のマシンコントロール技術を利用するためには、施工前に3次元の設計データを建設機械にインプットする必要がある。この設計データは、設計図面を参照して、変化点の座標を算出して入力することが一般的である。しかし、実際には、現場でのすり付けが必要になる場合が多いため、最近では、図—10に示すように、TSを用いた測量により現況とのすり付け位置を計測し、これに合わせた設計データを作成する等、設計データを効率的に作成するノウハウも蓄積されつつある。



図—10 現況に合わせた設計データの作成手法例

5. おわりに

CO₂ 抑制は情報化施工の一つの効果として期待されており、本稿ではその一例として、重機の燃料消費に着目した事例を紹介した。しかし、実際の施工現場では、その他の工事との調整や材料供給などの都合による重機の待ち時間発生等、本稿で例示した効果が必ず発揮できるわけではない。さらに、マシンコントロールの導入には少なからず投資も必要となる。特に、ハード面での費用に加え、これを効率よく運用するための人材を育成することが重要である。高度な機器を持っていても、これを有効に活用できなければ効果は発揮できない。現場の条件を踏まえたシステムの選定、システムの特徴を最大限に活用する準備を行うことが、結果としてCO₂抑制効果の発揮にもつながると考える。

さらに、情報化施工によるCO₂抑制効果をより高めるためには、「はじめに」で紹介したように、情報化施工を用いることで従来の現場では不確定要素であった事項を情報として捉え、より精緻な準備や判断を実施することで、工事全体としてロスを削減することが重要となる。

(社)日本建設機械化協会においては、平成20年度より、情報化施工研修会を開催して人材育成に取り組んでおり、今後は、さらに、このような情報化施工技術を理解し、現場での応用が可能な人材育成に向けて取り組みを進めて参りたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 情報化施工推進戦略：情報化施工推進会議，2008年7月
- 2) 建設工事における環境保全技術：地盤工学会 地盤工学・実務シリーズ26，2009年1月
- 3) 金澤，坂本，藤島：舗装工の情報化施工について，第26回 日本道路会議論文集，H17.10
- 4) 坂本，金澤，藤島：舗装工の情報化施工について，平成17年度 建設施工と建設機械シンポジウム論文集，H17.11

【筆者紹介】

藤島 崇（ふじしま たかし）
(社)日本建設機械化協会
施工技術総合研究所
研究第三部
技術課長



海外鉱山におけるバイオ燃料導入プロジェクト

坪 田 晴 弘

インドネシアのカリマンタン島の鉱山跡地に栽培したジャトロファの種から、現地に建設した精製プラントで、バイオディーゼル燃料（以下、BDF）を作る。

このBDFは軽油の代替燃料となり、当鉱山で稼働する積載量90トンのダンプトラックに使用する。

当事国では、鉱山跡地修復義務とBDF推進義務があること、ジャトロファは乾燥した貧栄養地でも栽培可能であること、食用に適さず食料と競合しないこと等のメリットがあることから、この話が進んだ。

このプロジェクトは、カーボンニュートラルなBDFを、鉱山で稼働する建設機械に利用することで、温暖化対策に貢献しようと立ち上げた地産地消の新たなビジネスモデルの一例である。

キーワード：バイオディーゼル燃料、ジャトロファ、インドネシア、ダンプトラック、鉱山、地産地消、CO₂削減、BDF

1. はじめに

1997年の京都議定書、昨年の国連気候変動枠組み条約締約国会議（COP15）、そして今年の生物多様性条約締約国会議（COP10）と地球温暖化対策は、世界の最優先課題の一つであり、企業にとっては、社会的責任（CSR）として本業を通じた環境への積極的な対応が必要で、今や避けて通れなくなっている。ここ数年の間に、自動車業界だけでなく建設機械メーカーも、格段に燃費の良いハイブリッド建機を世に送り出して、地球温暖化対策に貢献している。

本稿では、その建設機械メーカーが次の対策として、カーボンニュートラルな再生可能エネルギーである、バイオディーゼル燃料（BDF）と鉱山オペレーションを組み合わせ、新たなビジネスモデルを構築しようと海外の企業と共同プロジェクトを立ち上げたのでここに紹介する。尚、本ビジネスモデルは、インドネシアの鉱山会社、現地の販売代理店と日本の建設機械メーカーの共同プロジェクトであり、グローバルな温暖化対策の一例である。

2. インドネシアのカリマンタン島

インドネシアは、石油や石炭等天然資源の採掘が国の経済の主幹をなしている。大小さまざまな島で構成されており、首都ジャカルタのあるジャワ島、観光地

で有名なバリ島、シンガポールに近いスマトラ島、そして当該鉱山のあるカリマンタン島（旧ボルネオ島）等がある。このカリマンタン島は、世界で3番目に大きな島（日本の約2倍の面積）であり、インドネシア、マレーシア、ブルネイと3つの国に分かれている。気候は熱帯気候で熱帯雨林が発達し、大量のCO₂を吸収可能なことから「地球の肺」と呼ばれている。また、数多くの野生生物が生息している。



図一 1 インドネシアの地図

この島の南方に、石炭採掘の広大な鉱山がある。当該鉱山は、いくつかのサイトに分かれているが、ここで稼働している当該建設機械メーカーの積載量90トンのダンプトラックは、総計300台余である。

次の写真一1に見える小さな車両が、積載量90トンのダンプトラックであり、鉱山の大きさが推定できる。



写真—1 インドネシアの石炭鉱山



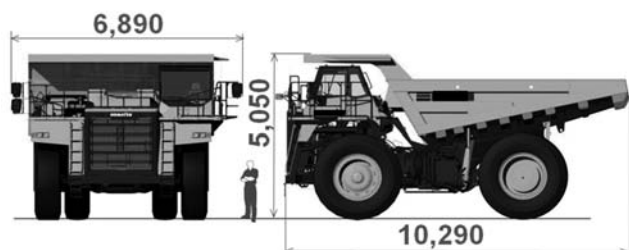
写真—3 ジャトロファの苗床



写真—2 鉱山で稼働中の建設機械



写真—4 ジャトロファ栽培地



図—2 積載量 90 トンのダンプトラック

インドネシアには、採掘し終わった鉱山跡地を修復する義務が鉱山会社があり、現在鉱山跡地や跡地周辺にジャトロファ等の植物が植えられている。鉱山会社組織の中に植物を育てる業務の部門があり、60 余種類の植物の苗床を管理している。

3. バイオディーゼル燃料の原料ジャトロファ

(1) 栽培地

ジャトロファ（別名ナンヨウアブラギリ）は、熱帯の乾燥した貧栄養地でも育つ植物で、その種を搾って燃料にできることは以前から知られていた。しかし、精製までのコストが軽油に比べ2割前後高くなるため、経済的な面から興味を持たれていなかったが、2008 年の原油価格高騰の折、世界的に関心が高まった。ア



写真—5 ジャトロファの実

フリカ、インド、タイ、マレーシア、フィリピン等世界的に栽培地が広まった。当インドネシアの鉱山跡地もその一例である。

(2) 植物原料油

パームや菜種、大豆、ひまわり等の原料からも BDF は作られるが、ジャトロファのもう一つの特徴は食用に適さないという点である。パーム油の原産地でもあるカリマンタン島で、以前プランテーションが熱帯雨林を破壊していると言われ、また食糧との競合でパーム油が高騰して、世界的に問題視されたりした

事例があったが、ジャトロファならこんな心配をすることもない。同様に、食糧とは競合しないマメ科のポンガミアとか緑藻のボトリオコッカス等も将来有望な原料として、世の中では研究が進んでいる。

また、比較表(表―1)でも示しているが、流動点(液体が固化する温度)でもパーム BDF が12℃であるのに比べ、ジャトロファ BDF なら2℃と低く、燃料として使用可能地域も広がるメリットもある。

(3) BDF 精製 (図―3)

(a) 前処理工程

原料となる植物粗油(搾り汁)等からリン脂質を除去し(脱ガム)、遊離脂肪酸を除去する(脱酸)工程。

(b) エステル化工程

前処理を経た植物油(食用油に近いもの)にメタノールと触媒を加え、脂肪酸メチルエステル(BDF)を作る工程。

(c) 後処理工程

エステル化工程で使用したメタノールを回収して、再利用に回す。後処理を経て、製品となる BDF が完成する工程。

次に、ジャトロファの種から BDF 精製までの油を

比較した写真を示す(写真―6)。

左から順に、

- ①ジャトロファ BDF (後処理工程後の油)
- ②脱ガム, 脱酸をした油 (前処理工程後の油)
- ③ジャトロファ粗油(種を搾ったままで不純物含む)
- ④ジャトロファの種(写真―5 の実にある)を示す。

(4) BDF 要求品質

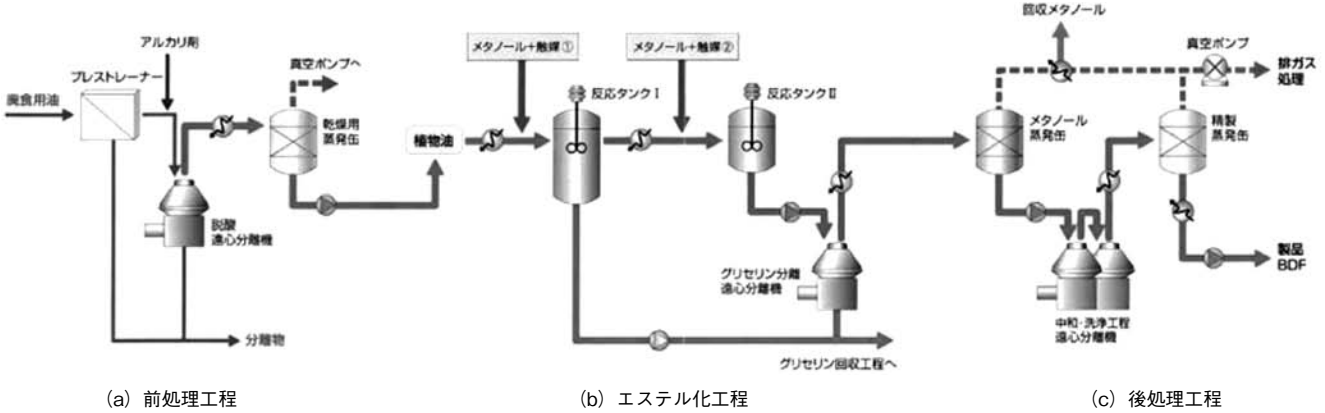
BDF として、欧州規格 (EN14214), インドネシア規格 (SNI-04-7182-2006), 米国規格 (ASTM D6751) 等がある(表―2)。ここインドネシアで使用する



写真―6 BDF 精製までの油等比較

表―1 原料油と BDF の比較表

原料油	項目	菜種	大豆	パーム	ジャトロファ
	収穫量	× 0.5トン/ha	× 0.3トン/ha	◎ 4トン/ha	○ 2トン/ha
	収穫効率	○ 機械での収穫可能	◎ 大規模機械での収穫可能	○ 手作業での収穫だが、油含む果実密集し効率よい	△ 現状目視選別の上、手作業での収穫
	食物との競合	× 食用油用途と競合	× 食物・食用油用途と競合	× 食用油用途と競合	◎ 食用に適さず競合しない
	栽培地	○ 丈夫で育ちやすい	△ 連作障害発生しやすく消毒や土壌改善が必要	△ 湿潤、肥沃な土地に限る	◎ 乾燥地、貧栄養地でも栽培可能
BDF	低温特性(流動点)	◎ -13℃ 寒冷地に強い	○ -2℃	× 12℃	△ 2℃



図―3 BDF 精製工程

表－2 BDF 規格比較表

項目	単位	欧州規格 EN14214	インドネシア規格 SNI-04-7182-2006	米国規格 ASTM D6751
エステル含率	% (m/m)	≥ 96.5	≥ 96.5	－
密度	kg/m ³	860 – 900	850-890	－
動粘度	mm ² /s	3.5 – 5.0	2.3 – 6.0	1.9 – 6.0
引火点	℃	≥ 101	≥ 100	≥ 130
曇り点	℃	－	≤ 18	－
含硫量	mg/kg	≤ 10	≤ 100	≤ 15
残留炭素	% (m/m)	≤ 0.3	≤ 0.05	≤ 0.05
硫酸灰分	% (m/m)	≤ 0.02	≤ 0.02	≤ 0.02
セタン価	－	≥ 51.0	≥ 51.0	≥ 47.0
含水率	mg/kg	≤ 500	－	－
水でい分	% volume	－	≤ 0.05	≤ 0.05
総不純物量	mg/kg	≤ 24	－	－
銅板腐食性	rating	class 1	≤ class 3	≤ class 3
酸化安定度	hours	≥ 6	－	≥ 3
酸価	mg KOH/g	≤ 0.5	≤ 0.8	≤ 0.5
ヨウ素価	－	≤ 120	≤ 115	－
リノレン酸メチルエステル含量	% (m/m)	≤ 12	－	－
多価不飽和メチルエステル含量	% (m/m)	≤ 1	－	－
残存メタノール	% (m/m)	≤ 0.2	－	≤ 0.2
残存モノグリセリド	% (m/m)	≤ 0.8	－	－
残存ジグリセリド	% (m/m)	≤ 0.2	－	－
残存トリグリセリド	% (m/m)	≤ 0.2	－	－
残存遊離グリセロール	% (m/m)	≤ 0.02	≤ 0.02	≤ 0.02
残存全グリセロール	% (m/m)	≤ 0.25	≤ 0.24	≤ 0.24
I 族元素 (Na+K)	mg/kg	≤ 5	－	≤ 5
II 族元素 (Ca+Mg)	mg/kg	－	－	≤ 5
リン含量	mg/kg	≤ 10	≤ 10	≤ 10
90%留出温度	℃	－	≤ 360	≤ 360

ためには、最低インドネシア規格を満足する品質の BDF でも良いが、将来を考えて今回は欧州規格を満足する品質の BDF を目標とする。

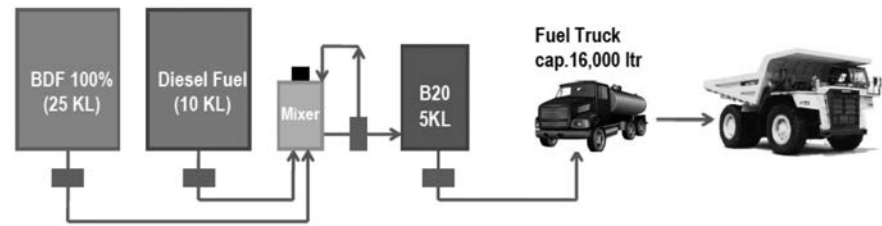
本導入プロジェクトでは、精製プラントだけでなく、BDF の品質を常にチェックするため、成分分析室も併設する計画である。

(5) B20 (20% BDF, 80%軽油) ブレンド

欧州の自動車では、B3 から B10 あたりが法規制の基準値になっている。インドネシアでは、ペナルティはないが、最低 B5 の BDF 推進義務となっている。先を考え、このプロジェクトでは、ダンプトラックの燃料を B20 ブレンド (図－4) で進めている。

4. 共同プロジェクトの基本合意

本ビジネスモデルは、次の 2 フェーズで構成される。



図－4 BDF ブレンド B20

(1) 導入プロジェクト (2010 年から 2012 年)

インドネシア鉱山会社が当該鉱山跡地にジャトロファ等を栽培する。その種を搾って、当地に作った小型の精製プラント (日産 1 トン、写真－7) で、BDF を作る。プラントに併設した分析室 (写真－8) にて、BDF が規格を満足するか否かの成分分析を行う。原料植物の栽培ノウハウや精製プラント、分析室は建設機械メーカーが提供する。B20 の BDF にて、数台のダンプトラックを稼働し、性能試験および耐久試験を経て、建設機械メーカーがダンプトラックの品質保証をする。事前検討では、技術上の課題は克服できるが、経済的な問題、例えば軽油と BDF の価格差や現地法規制の状況等の社会環境は不透明である。量産プロジェクトへの移行に与える影響を検討した上で、問題なければ量産プロジェクトに移行する。



写真－7 パイロットプラント建設中



写真－8 分析室建設中

(2) 量産プロジェクト (2012 年以降)

このプロジェクトは、100 台規模のダンプトラック

をB20のBDFで稼働させるものである。そのために必要な大型の精製プラント(日産30から50トン予定)は鉱山側の費用で製作することが決まっている。さらに、鉱山側はジャトロファ等の植物原料を確保するため、定期的な植林をし、その後の育成管理も行う。以上の共同プロジェクトは、2009年11月に基本合意された。



写真—9 共同プロジェクトのメンバー

(3) プロジェクト合意に至る背景

今回のジャトロファ栽培には、建設機械メーカー側から長期にわたるインドネシア側への多大な支援が背景にある。具体的には、1991年から現在まで、建設機械メーカーの社員が当該国の林業省研究開発庁とフタバガキ(ラワン材)の植林技術開発に貢献してきた経緯があり(写真—10, 11)、今回のジャトロファ栽培のノウハウも技術指導している。生物多様性保全活動の一例でもある。



写真—10 フタバガキ苗木の育成

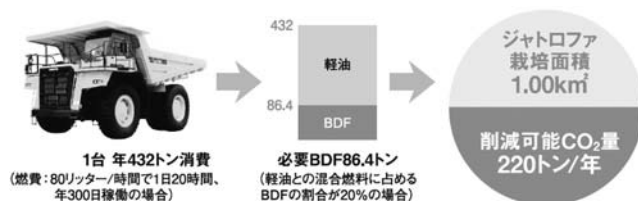


写真—11 フタバガキ植林後 現在

5. CO₂削減期待効果(図—5)

量産プロジェクトに移行した場合、100台規模のダンプトラックが稼働することになる。軽油の代替燃料であるBDFは、植物から製造されるため原料植物が生育途中で大気中のCO₂を吸収することにより、使用しても大気中のCO₂を増加させないと考えられている(カーボンニュートラル)。100台規模のダンプトラックがB20ブレンド燃料を使用すれば、消費燃料の20%分のCO₂を削減できることになる。これは、換算すると1年間で約2万トンCO₂相当となり、当該建設機械メーカーの国内生産工場の排出する1年間の約10分の1となる。ちなみに、2009年度の国内生産工場総排出量は、約19万トンCO₂であった。

さらに、将来1,000台規模のダンプトラックに採用することになれば、国内生産工場排出分と同等のCO₂削減が期待できる。



図—5 BDF消費量とCO₂吸収栽培面積

6. 終わりに

本共同プロジェクトは、非常に数多くの人の協力により成立している。インドネシア鉱山会社、販売代理店、林業省、そして日本の建設機械メーカー等いろいろな立場の人が、それぞれのメリットを享受しながら、地球温暖化対策という社会貢献につながるプロジェクトとして、思いを一つにして進んでいる。

個人的には、地球規模のスケールの大きな温暖化対策の取り組みに参加させていただいていることに、非常に喜びを感じている。是非とも成功させたい。

JCMA

【筆者紹介】

坪田 晴弘(つばた はるひろ)
 (株)小松製作所
 環境管理部
 主幹



林業機械への「カーボンオフセット」適用事例

宮内 昭男

産業界で、「カーボンオフセット」が流行語のように使われはじめているが、具体的なことは知られていないのが実情ではないだろうか。

そこで業界で馴染みのある油圧ショベルの林業仕様機を事例として、カーボンオフセット活動を紹介し、政府が進めている「チャレンジ25」への貢献を検討する。

建設機械では、今回紹介した「製品型」カーボンオフセットの他、展示会等で発生するCO₂をオフセットする「イベント型」も実施されている。今後は更にカーボンオフセットの輪を広げる活動を続けていく所存である。

キーワード：カーボンオフセット、木づかい運動、高性能林業機械、CDM（クリーン開発メカニズム）、CER（認証済み排出削減量クレジット）

1. はじめに

京都議定書の目標達成へ向け林野庁では2005年度から、国民運動として「木づかい運動」への取り組みを開始した。林業機械を取り扱っている会社は「木づかい運動」に参加登録し、国産材活用の普及活動に加わっているものが多い。

京都議定書の約束期間である2008年に入ると、マスコミ報道等によりCO₂削減への取り組みが現実のものとなってきた。

この「木づかい運動」は日本政府が京都議定書で約束した1990年に比べてCO₂を6%削減する内の、2/3に当たる3.8%（当初は3.9%）を森林整備により達成することを目標とする運動で、シンボルマークは、当初削減無目標の3.9%（サンキュー）となっている。（＊1）

これらメーカでは、このマーク（図—1）を名刺、カタログや展示会で使用し日ごろから「木づかい運動」

の啓蒙活動を推進している。

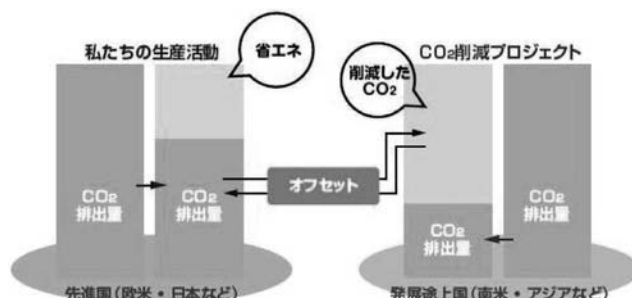
2. カーボンオフセットの概要

カーボンオフセットの定義は環境省が2008年2月に公表しているが、判り易く定義すると次のようになる。「経済活動（機械製造）において発生するCO₂等を、できるだけ減らす努力を行い、それでも発生したCO₂を、他の場所で削減したCO₂で埋め合わせる（オフセット）」と定義することができる。

この定義の内容を具体的に示したのが（図—2）で、京都議定書によりCO₂等の温暖効果ガスの削減目標を設定されている先進国が、削減目標が設定されていない、いわゆる「発展途上国」のCO₂等の削減プロジェクトにより削減した量を「クレジット」として取得できる制度で、京都議定書ではCDM（Clean Development Mechanism；クリーン開発メカニズム）といわれている。



図—1 木づかい運動シンボルマーク



図—2 カーボンオフセットの仕組み

3. カーボンオフセット適用事例

(1) 概略

森林整備に用いられる林業機械1台（※2）につき、工場で機械組立時に発生したCO₂に相当する1～2t分のクレジット（CO₂排出権）を取得し、日本政府へ届け出する。このことにより、林業機械を購入いただいたお客様はCO₂削減活動に貢献したことになり、日本政府へ届け出たCO₂排出権は、京都議定書で定められた、日本の温室効果ガス削減目標である6%にも寄与する。

(2) 対象機種

次の2系列機械を対象にした。

①油圧ショベルがベース的林業専用機

- ・型式：ZX130L 運転質量13tクラスの林業専用足廻り等を装備
- ・型式：ZX135USL 上記機種の後端旋回半径を小さくしたタイプ



写真一 1 ZH135USL



写真一 2 プロセッサ



写真一 3 ハーベスタ



写真一 4 スイングヤード

②高性能林業機械アタッチメント付きの油圧ショベル

③追加機種

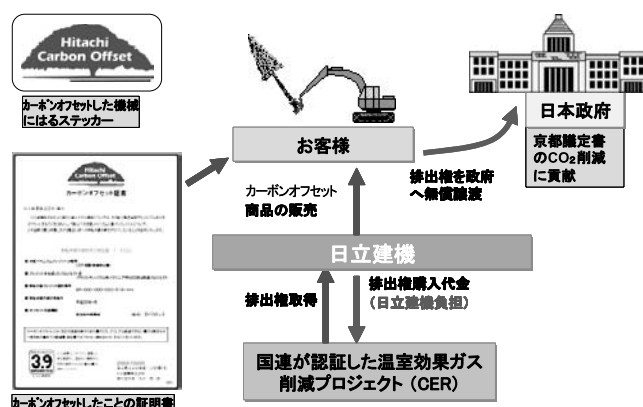
お客様からの強い要望で、木材をチップ化する「木材破砕機」と林道の木材運搬車であるフォワーダーを対象機種に加えた。その後、木材を掴んでトラックやフォワーダーに載せるグラップル付き油圧ショベルも対象機種とした。



写真一 5 木材破砕機

(3) カーボンオフセットのスキーム

カーボンオフセット対象製品は（図—3）の流れのように、購入頂いたお客様には機械と共に、CO₂ 排出権とそれを証明する「カーボンオフセット証書」及び、カーボンオフセットした機械であることを示す「ステッカー」をお送りしている。お客様は1tから2tのCO₂ 排出権を日本政府に譲渡し CO₂ 削減に貢献したことになる。



図—3 カーボンオフセットによる貢献

4. 販売実績と今後の展望

林業機械を対象としたカーボンオフセット活動は、2008年10月より開始し、2010年1月段階で申請受付が100台に達した。

その後も順調に販売が進み2010年7月時点で約150台となり、日本政府に譲渡したCO₂ 排出権も約150tに達している。

現在のCO₂ 排出権は、国連基準に準拠したCDM（クリーン開発メカニズム）プロジェクトから得られるCER（Certified Emission Reduction）認証済排出削減量の海外クレジットであるが、今後は環境省主導で日本国内で生み出される森林由来クレジットのJ-VER（ジェイバー*3）等に展開することを検討している。

5. おわりに

「京都議定書の削減義務を達成する」という国の方針に沿って民間企業としてどのようなことができるか、日本林業再生の観点から「木づかい運動」にどのように貢献することができるか、との課題に対して1つの回答が、林業機械に対する「カーボンオフセット」活動であった。しかし、この活動は始まったばかりであり、今後も継続・発展させていく所存である。

<説明>

* 1. 「3.9 マーク」

京都議定書で約束したCO₂ の3.8%を森林整備により達成することを目標にした、シンボルマーク。当初の目標は「3.9%」であったので、削減目標が「3.8%」になっても、「3.9 サンキュー」という覚え易いこともあり、そのまま使用されている。

* 2. カーボンオフセットの削減対象

林業機械1台を組立の際に排出されるCO₂ をカーボンオフセットの対象とした。運転質量12tクラスの油圧ショベルでCO₂ 排出量は約1tとなる。

* 3. J-VER（ジェイバー）

環境省がVER（Verified Emission Reduction）の認証基準により創設した「クレジット制度」で、国内における自主的な温室効果ガス排出削減・吸収プロジェクトから生じたクレジットを指す。

JCMA

[筆者紹介]

宮内 昭男（みやうち あきお）

日立建機(株)

商品開発・建設システム事業部 技術部

ホイールローダ作業における省燃費運転

山 本 茂 太

建設工事において、主に積込機として広く活用されるホイールローダには、燃料消費を低減し作業効率を最大化する様々な機構が装備されている。特に掘削積込作業について、これら機能の詳細とその効果を十分に発揮する最適な作業方法を紹介する。

キーワード：ホイールローダ, 省燃費運転, インペラクラッチトルクコンバータ, スロットルロック, フューエルマネジメントシステム

1. はじめに

ホイールローダは、建設工事においては主に運搬機への積込作業に適用されている。大型のバケットを装備し、短時間に大量の土砂を処理することが可能なことから、大規模な造成工事やダム建設工事といった明かり工事の他、トンネル坑内にも投入されてきた。作業機であるバケットの容積が大きく、時間当たり作業量が大きいため、運搬機には大型の重ダンプが組み合わせられる例が多い。

建設工事以外のアプリケーションでは、碎石プラントにおける製品積み込みや、更に大型のバケットを装着して比重の小さい穀物や石炭などの積み込み、専用アタッチメントを装着した積雪地域での除雪や、木材積み込みなど幅広い用途で使用されている（図—1）。



図—1 ホイールローダのアプリケーションの例

走行用タイヤを装着しており機動性に優れているので、短距離の運搬も同時に行なう「ロードアンドキャリア」といった用途にも活用される。切羽から原石投入ホッパまでの距離が近い鉱山現場で多く見られる。

しかし、近年の建設工事現場では、ホイールローダに代わって油圧ショベルが積込機の主流となってきた。油圧ショベルには自重を活かした強い掘削力

と、豊富なアタッチメントを装着可能な汎用性において優位である（表—1）。地山に対する掘削力で劣るホイールローダには、補助作業としてブルドーザによる起砕と原石の集積が不可欠となるが、油圧ショベルはこれらの作業をほぼ単独で行なうことも出来る。こうした特性が、稼働台数を減らして効率化したいという現場のニーズに合致したものと考えられる。しかし、Caterpillar 社の調査結果によると、同じエンジンを搭載する機種では、車輛単体での時間当たり燃料消費量においてはホイールローダが約 25% 優位である（表—2）。ホイールローダのエンジンに対する負荷が小さいことがうかがえる。また、バケット容量が油圧ショベルの 2 倍の大きさであることから、燃料生産性でも優位であることが推察できる。

短期間に大量の土砂を移動しなければならないような建設工事では、今後ともホイールローダが活用され

表—1 ホイールローダと油圧ショベルの特性比較

	ホイールローダ	油圧ショベル
掘削力	△	◎
バケット容量	◎	○
積込作業能力	◎	○
機械経費	○	○
機動性	◎	△
居住性	○	◎
汎用性	○	◎

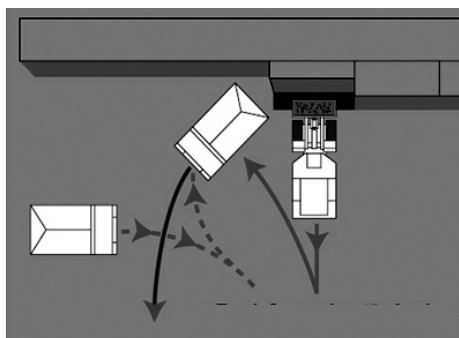
表—2 機種別の時間当たり燃料消費量比較

機種	ホイールローダ (7.0 m ³ 級)	油圧ショベル (3.5 m ³ 級)
エンジン		
18,000 cc 級	100%	125%

る余地が十分に有ると考える。ホイールローダの作業効率を最大化し、温室効果ガスの排出を最小限とする最適なオペレーティングと各種機能について以下に記述する。

2. ホイールローダの掘削積込作業の特性と課題

ホイールローダの主な用途である掘削積込作業では、単位時間当たりの作業量が最大となり、燃料生産性も優れた「Vシフトローディング」方式が推奨される（図—2）。Vシフトローディングでは、ホイールローダが運搬機に対して前後進してVの字を描くように機動するが、細かく4つのフェーズに分解ができる。「掘削」「積車走行（切返し）」「ダンプ（荷おろし）」「空車走行（復帰，切返し）」である。一連の作業を効率化し燃費を低減させるためには、各々の作業の特性と車輛の機構を理解する必要がある。特にクリティカルとなる掘削作業と積車走行作業の作業内容と最適なオペレーティングについて、以下に詳述する。



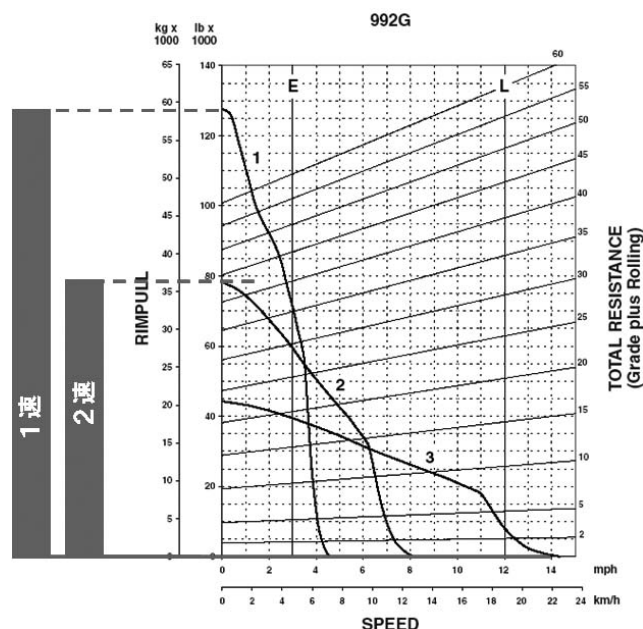
図—2 Vシフトローディング

(1) 掘削作業

掘削作業では、車輛本体を起砕、集積された原石に向かって前進させバケットを貫入して、より多くの原石をバケットに積み込むことが肝要である。その際に重要となるのは、車輛の牽引力をバケット先端へ十分に伝達することである。

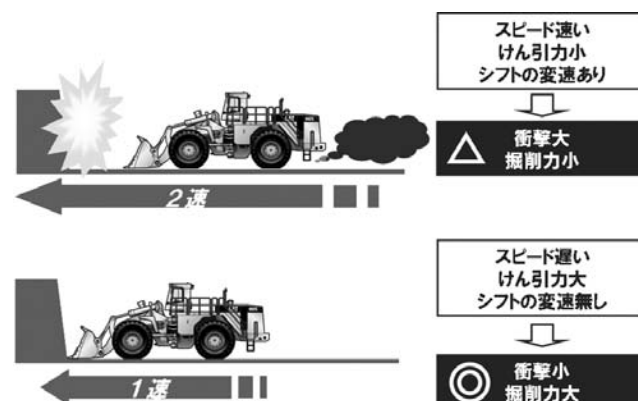
まず、原石に向かって前進する際、速度段は1速を用いることが推奨される。それは、車輛速度が極めて遅くなる掘削作業のような場合、1速が最も牽引力が大きくなるからである（図—3）。

バケットを勢い良く原石へ貫入させるために、2速以上の大きな速度段を使用して、大きな車速で掘削を行なう例が散見されるが、図—3の通り2速の牽引力は1速に対して約60%と大きくない。また、原石に衝突した段階で速度が減じ、自動的に1速へシフト



図—3 ホイールローダの牽引力曲線（横軸：速度，縦軸：牽引力）

ダウンしてしまうため、変速装置へ大きな負荷が掛かる。その他、高速（＝運動エネルギー大）で原石へ突入するため衝撃も大きく、フレームなど車輛構造物に対しても甚大な影響を与える（図—4）。



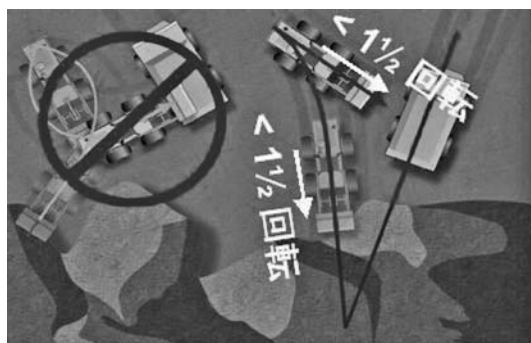
図—4 掘削作業における速度段の違い

バケットへより多く積み込むために、タイヤをスリップさせてしまう例が多いが、牽引力のロスとタイヤの損耗に直結するため、注意が必要である。更に、アクセルを踏み込んでも車輛がそれ以上前進できない状態、いわゆるトルコンストールさせてしまっている状態もよく見られる。これは燃料の浪費のみならずトルクコンバータの油温上昇を招き、最終的に重大な故障を引き起こす。Caterpillar社では、掘削作業はバケットが原石に到達してから12秒以内に収めるように、指導を行なっている。

(2) 積車走行（切返し）

積車走行作業では、掘削終了後にバケットをリフト

しながら一旦後進する。その後、車輛の方向を運搬機へ向け直しつつ、トランスミッションを切り替えて前進し、バケットを運搬機のベッセル(荷台)まで上げる。走行距離を抑えたコンパクトな機動と素早いバケットリフトが、サイクルタイム最小となる効率的な作業につながる。走行距離はタイヤの1.5回転以内に収めることが理想的である(図—5)。



図—5 理想的な積込作業(右側)

前後進切り替えの際は、駆動系に掛かる負荷を低減するためアクセルを戻してエンジンの回転数を落とすが、同時にバケットのリフト速度も遅くなってしまい、次に前進して運搬機に近づく過程で、バケットがベッセルの高さまで上がりきらないことがある。結果、サイクルタイムが長くなってしまい、効率的な作業ができなくなってしまう。車輛の特性、つまり走行と作業機操作という複合動作をした場合の車輛の挙動や、エンジン回転数に応じた速度などを把握することが重要となる。

また、運搬機を積み込みしやすい位置に停車させることも重要である。運搬機の位置は、切羽に対して40から50度の角度で停車させることが理想であり、運搬機が十分に切羽に近づけるように、積込フロアの落石などを事前に除去する必要もある。

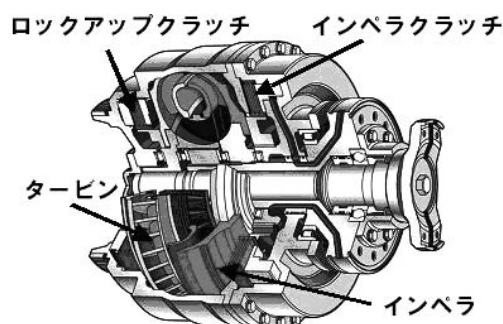
3. 高効率な掘削積込作業を実現する機構

前述の通り、ホイールローダの掘削積込作業を効率的に行なうためには、いくつかの課題がある。現在のホイールローダには、こうした課題を解消する機構が装備されている。それら機構の詳細と効果的な使用方法について以下に述べる。

(1) リンブルコントロール機能付インペラクラッチトルクコンバータ

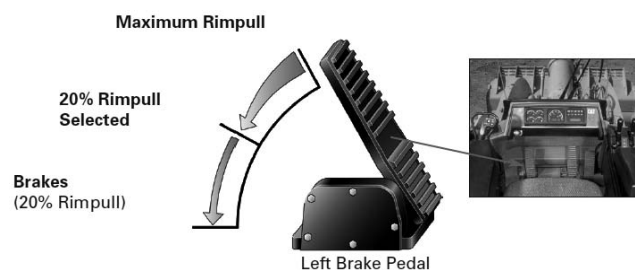
リンブルコントロール機能付インペラクラッチトルクコンバータ(以下 ICTC)は、作業中の牽引力と油

圧を最適にマッチさせるよう設計している。ICTCにより、オペレータは作業に合わせた適正な牽引力を引き出すことができる(図—6)。



図—6 リンブルコントロール機能付インペラクラッチトルクコンバータ (ICTC)

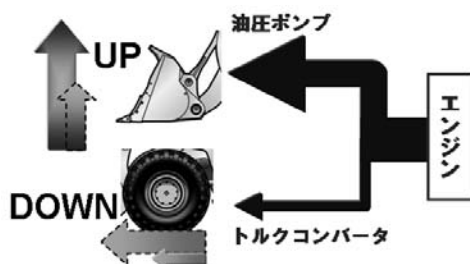
オペレータは、運転席足元の左側に配備されたブレーキペダルを踏み込むことにより、ICTCのインペラクラッチ圧を減少させることができる。ペダルを踏み込むとインペラクラッチ圧が徐々に減少し、踏み込み量約40%で牽引力は最小20%まで絞られる。更に踏み込むとサービスブレーキ圧をコントロールすることができ、車輛を制動させられる(図—7)。いわばクラッチとブレーキが混在した機構である。これにより掘削作業の際の牽引力ロスと、タイヤスリップの防止が図れる。また、積車走行時にバケットをリフトさせながら運搬機へ接近する場合も、ICTCによって牽引力が減じることで車速を低速に抑えつつも、バケットリフト速度は最大となり、安全で効率的に作業を行なえる。走行距離がタイヤの1.5回転以内のコンパクトで理想的な積込作業が実現され、サイクルタイムが短縮される。



図—7 左側ブレーキペダルの使用方法

切返しの際も ICTC を使用することで、作業の効率化が図れる。前後進を切り替えている間、ICTC のインペラクラッチ圧が減少し、前後進クラッチがほぼ接続するまでインペラクラッチを接続しない。トルクコンバータは前後進切り替えのエネルギーを吸収し、トランスミッションクラッチに影響が無いようにしてクラッチ寿命を延長する。これにより、従来はトランス

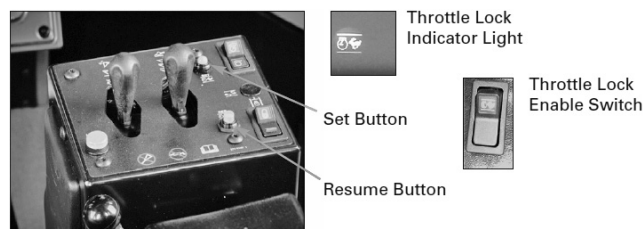
ミッションへの負荷が過大で不可能であった、アクセル全開での前後進切り替えが可能となった。前後進切り替え中もエンジンが高回転であるため、油圧力が最大となり、バケットリフト作業を止めることなく常時トップスピードに保持できる（図—8）。



図—8 左側ブレーキペダルの作用

(2) スロットルロック

スロットルロックは、エンジン回転数を任意の回転数で一定に保つことが出来る機構である。これにより、オペレータはアクセルペダル操作から解放され、作業装置のコントロールに専念できるため、疲労の軽減と生産性の向上が図れる。またエンジン回転数を高回転に保持することで、トルクコンバータの冷却効率を最大とすることができる。エンジン回転数は、作業機操作レバー横の使いやすい位置にあるセットおよびレジュームボタンで任意に設定する（図—9）。またアクセルペダルを踏むことで解除される。



図—9 スロットルロックスイッチ

(3) 最適な掘削積込作業

上記 ICTC とスロットルロックを組み合わせることで、高効率で車輻への負荷が少ない最適な掘削積込作業が可能となる。速度段を1速に固定して、スロットルロックによりエンジン回転数を高回転に保持する。速度調節は左側ブレーキペダル（ICTC）で行なうことによって、エンジン回転を高回転に保ちながら素早い作業機の作動が実現する。結果、下記の効果が得られ最大の作業能力を発揮する。

- ・掘削からダンプまで一連の積み込み作業において前／後進とも1速を使用することで、最大牽引力を発揮できる

- ・走行距離が小さいコンパクトな積み込みができる
- ・トランスミッションへの負荷を最小化する
- ・エンジンは高回転のままで、車速は小さくリフトアームの動きは最大化することができ、スムーズで正確な積み込みができる
- ・エンジンを高回転で使用することにより、負荷が掛かるトルクコンバータの冷却効果が大い
- ・長時間運転しても疲労が少なく、安定した作業ができる

(4) エンジン回転数低減による省燃費運転

スロットルロックを高回転ではなく、低回転に設定変更することによって、更なる燃料消費の低減が期待できる。

スロットルロックでエンジン回転数を変化させた場合の作業量と燃料消費量、燃料生産性を計測し比較した（表—3）。フルスロットルであるケース1と比較して、低回転数に設定したケース2から4では、回転数に応じて作業量と燃料消費量が低減し、燃料生産性が向上していることがわかる。ケース1は「作業量優先モード」、ケース4は「燃費重視モード」と考えることが可能である。スロットルロックの回転数を作業内容に対応して設定することで、期待される作業量と燃料消費量を実現することができる。

【テスト概要】

- ①場所 : 国内デモセンター
- ②機種 : 11.5 m³ 級ホイールローダ
および 90 t 級運搬機
- ③取扱材料 : 岩混じり土砂
- ④作業内容 : V シフトローディング、4 杯積み

表—3 スロットルロックによるエンジン回転数比較

	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4
スロットル ロック (rpm)	1,850	1,700	1,600	1,500
作業量 (m ³ /h)	100%	97%	94%	91%
燃料消費量 (L/h)	100%	93%	88%	83%
燃料生産性 (m ³ /L)	100%	105%	107%	108%

(5) フューエル マネジメント システム（燃費低減システム）

最新のホイールローダでは、駆動系制御システムとエンジン制御システムを統合して更に進化させた

「Fuel Management System」(フューエル マネジメント システム: 燃費低減システム, 以下 FMS) を装備している。前項の積込方法では, スロットルロックでエンジン回転数を低く設定することにより燃費を低減したが, 牽引力および作業装置のパワーが必要な時もエンジン回転数が低いため, 重負荷作業には適用が難しかった。FMS は, 掘削モードのみ通常のパワーを維持し, 掘削以外の作業モード(積車走行, ダンプ, 空荷走行)ではエンジン回転数を低下させることで燃費低減を図るシステムで, 使用目的や作業条件に応じて, 「フルパワーモード」, 「バランスモード」, 「燃費優先モード」の 3 モードから選択出来るようになっている。

- フルパワーモード: 通常と同様に掘削, 積車走行, ダンプ, 空荷走行と全ての作業モードでハイアイドルのフルパワー状態で作業モード
- バランスモード: 掘削のみハイアイドルで, それ以外は回転数を落として(約 1,800 rpm) 作業量と燃費を両立した作業モード
- エコノミーモード: 掘削のみハイアイドルで, それ以外は更に回転数を落として(約 1,700 rpm) 燃費の低減を優先した作業モード

モードの選択も作業機レバーの脇にあるスイッチで, 任意に設定可能である。

FMS の効果として, ホイールローダの代表的な作業である「トラック積込作業」と「ロードアンドキャリア作業」における作業量と燃費を各モードで比較した社内テスト結果を紹介する。

V シフトによるトラック積込作業においては, 「バランスモード」は「フルパワーモード」に対して作業量は僅か 4% 低下するのみで, 燃費は 15% 低減した。「エコノミーモード」では, 作業量は 12% 低下に対して, 燃費は 20% 低減した(表— 4)。

ロードアンドキャリア作業(運搬距離 = 110 m)においては, 「バランスモード」は「フルパワーモード」に対して作業量は僅か 5% 低下するのみで, 燃費は 30% と大幅に低減した(表— 5)。掘削以外の作業比率が高いロードアンドキャリア作業では, 燃費低減に大きな効果があることがわかる。

【テスト概要】

- ①場所: 国外ブルーピンググラウンド
- ②機種: 7.0 m³ 級ホイールローダ
および 46 t 級運搬機
- ③取扱い材料: 岩混じり土砂
- ④作業内容: V シフトローディング, 3 杯積み

表— 4 トラック積込作業

	作業量	燃費
フルパワーモード	100%	100%
バランスモード	96%	85%
エコノミーモード	88%	80%

表— 5 ロードアンドキャリア作業

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

以上のように, FMS は単なる燃費低減ではなく, 作業量を確保しつつ燃費を低減する, 即ち燃料生産性が最大となるように, 掘削時は作業量が最大, 掘削以外の作業では燃費を低減することができるシステムである。

4. おわりに

以上の通り, ホイールローダにおける省燃費運転操作方法および機能について述べたが, 生産財である建設機械は, 環境負荷低減を意識すると共に, 何よりもユーザの利益への貢献を考えねばならない。高効率な作業を実現するために, 是非とも装備されている様々な機能の活用と最適なオペレーティングの実践をお願いしたい。

燃費低減と作業能力向上の両立を実現するためには, もはやパワーソースであるエンジン単体の改良では成し得ず, 車輛全体の最適化が不可欠となっている。今後ともユーザニーズの的確なフィードバックによって最良の建設機械を開発する努力を続ける所存である。

JCM A

[筆者紹介]
山本 茂太 (やまもと しげた)
キャタピラー・ジャパン(株)
営業直轄部 市場開発課
主任

環境配慮型深層混合処理船 黄鶴

今 村 一 紀・石 黒 航 祐

深層混合処理船「黄鶴」は、新しい時代の環境に配慮した作業船として、地球温暖化防止に取り組み、CO₂の排出削減に努めたエコ対応の作業船を目指し、新たな試みとしてエネルギーの高効率化と自然エネルギーの利用による「作業船ハイブリッドシステム」を新規開発し、搭載した第1号の作業船となっている。

本船「黄鶴（こうかく）」の船名は、中国の故事に伝わる幸運をもたらした黄色い鶴に由来しており、新しい深層混合処理船として現代の環境問題を反映し、これからの作業船の方向性を指し示すものとなると考えている。

本報では、「黄鶴」の特長、作業船ハイブリッドシステムの効果（計画・実績）について報告する。

キーワード：深層混合処理工法、環境配慮型、作業船ハイブリッドシステム

1. はじめに

深層混合処理法は、原位置の軟弱粘性土にセメントまたはセメント系固化材を添加して原位置で強制的に攪拌混合し、化学的固結作用を利用して地盤中に強固な安定処理土を形成する工法である。しかも、短期間で高強度の改良地盤が得られること、構造物の沈下が少ない、耐震性に優れている、周辺環境への影響が少ないなど多くの利点を有している。

当社グループは現在、大型船（5.7 m² 級）2 隻、中型船（4.6 m² 級）1 隻、そして小型船（2.2 m² 級）2 隻の深層混合処理船を保有している。

しかしながら、老朽化に伴う新替えの時期を迎え、今後の市場を睨み、大型の深層混合処理船を建造することとした（写真—1）。



写真—1 深層混合処理船「黄鶴」

2. 本船の特徴

(1) 環境配慮型

(a) 作業船ハイブリッドシステムの開発・搭載

環境配慮型作業船として、エネルギーの高効率化と自然エネルギーの利用を組み合わせた「作業船ハイブリッドシステム」を新規に開発し、搭載した。作業船ハイブリッドシステムは、

- ①発電設備・統合制御装置
- ②コージェネレーションシステム
- ③昇降ウインチ電力回生システム
- ④太陽光・風力発電システム

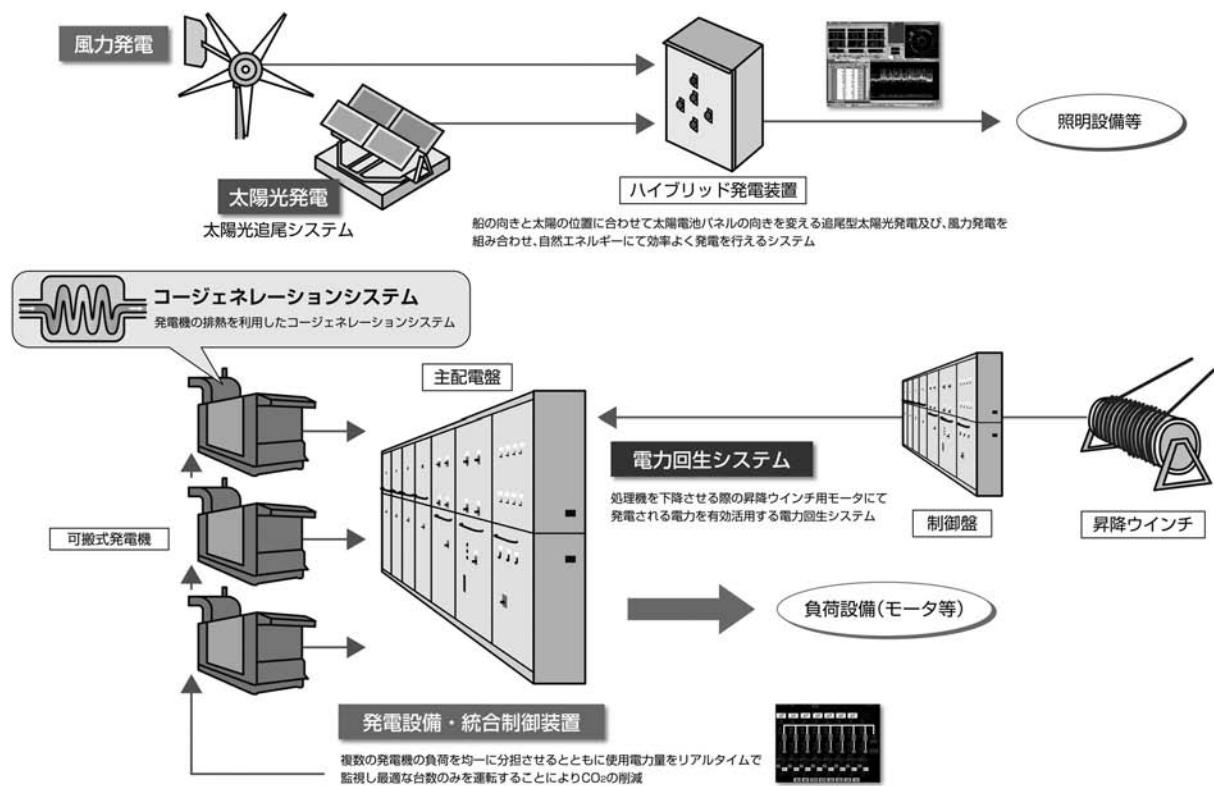
より構成されている。これらによって、従来の作業船に比べ、CO₂排出量を削減できるシステムとなっている（図—1 参照）。第3節より、本システムの詳細について示す。

(b) 電動方式の積極的採用

ウインチ類は従来、油圧式のもの主流であったが、エネルギー効率の高い電動方式を採用し、また、ウインチ類を稼働させる電動モーターには省エネ効果の高いインバータ方式を採用した。油圧機器をほとんど使用しないため、騒音や油の流出等の環境事故を未然に防ぐことが可能となっている。

(c) マルポール条約対応型発電機を使用

マルポール条約に対応した国際大気汚染防止原動機証書（EIAPP 証書）を取得した発電機を使用した。本船は、非自航船であるため日本国内ではマルポール



図ー１ 作業船ハイブリッドシステムの例

条約は適応されないが、環境意識の高まりによる社会情勢の流れ、及び海外では非自航線も自航船も同様の扱いのため、本機の搭載に至った（写真－２）。



写真－２ 可搬式発電機

(2) 大型船規格の深層混合処理船

本船の改良面積は5.47 m²であり、大型船規格(5.7 m²級)の深層混合処理船としている。主な仕様について表－１、搭載機器について写真３～５に示す。

(3) 護岸際までの地盤改良が可能

深層混合するための処理機を船首に配置している。これにより護岸際までの地盤改良が可能となる。

表－１ 黄鶴の主な仕様

全長	70.0 m
幅	32.0 m
深さ	4.50 m
計画吃水	2.65 m
塔高（水面上）	61.0 m
改良深度	52.0 m
セメントサイロ	300 t × 4 基
ミキサー	3 m ³ × 2 基
アジテータ	13 m ³ × 1 基
グラウトポンプ	440 ℓ /min × 8 台
改良面積	5.47 m
攪拌翼径	φ 1.4 m
攪拌軸数	4 軸
処理機電動機	350 kw × 4 台
軸トルク	7.5 t・m
回転数	MAX45 rpm
処理機重量	275 t
昇降ウインチ	450 kw, 50 t × 20 m/min
操船ウインチ（6 台）	55 kW, 30 t/15 t × 9/20 m/min

(4) 高い機動性

本船のタワー高さを水面上 61.0 m に抑えている。これにより、明石海峡大橋などの通過も可能で、全国への回航が容易となる。



写真-3 昇降ウインチ



写真-6 操作盤



写真-4 ミキサー



写真-7 ウェブカメラ管理画面



写真-5 グラウトポンプ

(5) 集中コントロール（操作室）

操作室では、操船、バラスト操作、処理機の昇降、攪拌軸の回転、プラントでのセメントミルクの製造等を集中して操作及び管理可能となっており、ブリッジでの一元管理を行うシステムとしている。また、自動運転が可能であり、一連の流れをあらかじめ設定したフローで制御できるシステムとなっている（写真-6）。

(6) WEB カメラによる集中監視

WEB カメラの利点は、LAN の幹線と、電源のみ

があれば容易に増設でき、監視する場所もブリッジや機関監視室など自由に選択することが可能となる。現在、18 台の WEB カメラを装備し、ブリッジと機関監視室にて各部を詳細に集中監視できるシステムとしている（写真-7）。

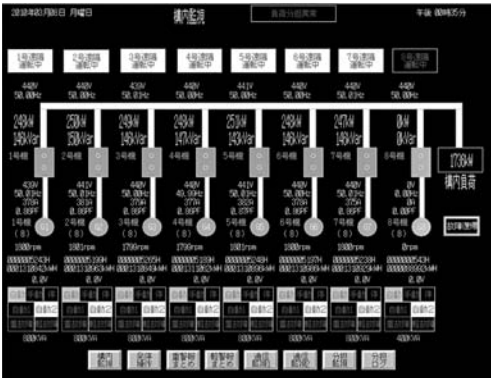
3. 「作業船ハイブリッドシステム」概要

①発電設備・統合制御装置

搭載しているディーゼル発電機を、従来の作業船に搭載されていた大型発電機から複数の小型発電機に切り替え、発電機の負荷を分散させることで、稼働効率を高めることができるシステムである。各々の発電機負荷を均一分担させるとともに使用電力量をリアルタイムに監視でき、必要とされる発電機台数の把握が可能となり、最適な台数のみを運転することによって、CO₂ 排出量を抑えることができる。このシステムにより、当社従来機比較で約 17% の CO₂ 削減効果を得られる（写真-8）。

②コージェネレーションシステム

作業船の電気は、化石燃料をもとに発電され、一般的に化石燃料の総エネルギーの 30% を排熱として放



写真— 8 発電機統合制御画面

出されるといわれている。各発電機のダクトの周囲に温水配管を通し、排気として出される熱を回収して温水をつくり、船内で使用する温水として利用している(写真— 9)。



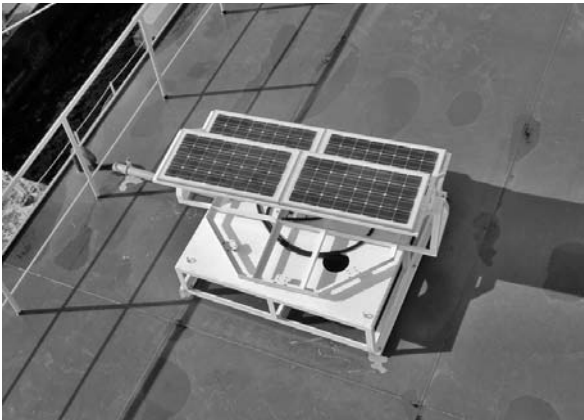
写真— 9 コージェネレーション

③昇降ウインチ電力回生システム

処理機を下降させる際に処理機を吊下げている昇降ウインチは、処理機の重みによって回されることになる。その際に昇降ウインチのモータは発電機と同じ働きをし、発電する。通常は、このとき発生する電気を熱に変換して放出しているが、本船では、発生する電気を発電機側に戻す(回生)ことが可能なシステムとしている。

④太陽光・風力発電システム

可搬式発電機による発電に加えて、太陽光及び風力等の自然エネルギーを利用した発電設備を採用している。これまで、施工状況により船の向きが変わる作業船では、太陽光発電には不向きであった。しかし、船の向きが変わる場合でも、船の向きと時間により太陽パネルの向きを可動させる太陽光追尾システム(特許出願中)を考案することにより、作業船でも効率良く発電を行える発電システムとした。また、風力発電は太陽光が発電しない夜間を補うために設けている(写真— 10, 11)。



写真— 10 太陽光発電及び太陽光追尾システム



写真— 11 太陽光・風力発電管理画面

4. 「作業船ハイブリッドシステム」の効果

(1) 計画

今回搭載した「作業船ハイブリッドシステム」の電力回生システム、コージェネレーションシステム、太陽光・風力発電の効果のシミュレーションを行なった。

電力回生システムは実働平均負荷率を50%とし、実働時間を18時間として計算した。

コージェネレーションシステムは十分に熱回収ができ、6 kw の電気温水器2台が不要になると考え計算した。

太陽光・風力発電は実働時間を24時間、発電効率を50%とし、春分(日照時間を12時間)の場合を想定し計算した。各項目についての計算結果を表— 2に示す。

需要率と運転時間を考慮した負荷設備全体の消費電

表— 2 各システムの発電量

昇降ウインチ回生電力	3,555.0 kWh / 日
コージェネレーション	86.4 kWh / 日
太陽光・風力発電	2.1 kWh / 日
合計	3,643.5 kWh / 日

力が68,400 kWh／日と推定した場合、上記3つのシステムで設備全体の5%程度を賄えると考えている。

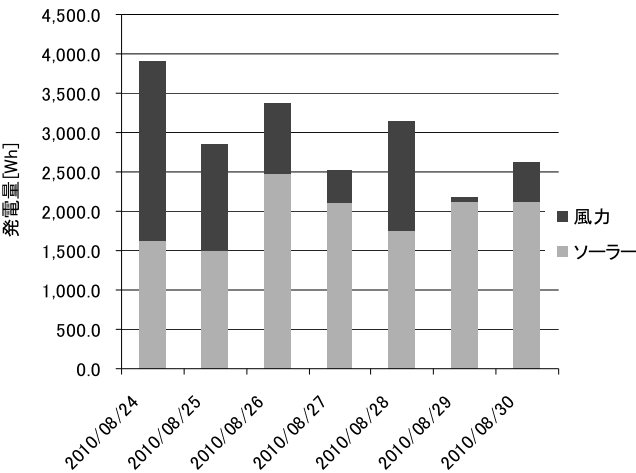
(2) 実績

太陽光・風力発電について、本運転時一週間（8月24日～8月30日）までの発電量の記録を取り、その結果を表―3、図―2に示す。

計測日は夏のため日照時間が長く、かつ雨も少なく猛暑日が続いていたため、計画よりも発電量が多い結果となった。

表―3 太陽光、風力発電量

年月日	太陽光 [Wh]	風力 [Wh]	総累積 [kWh]
2010/8/24	1,620.8	2,285.4	3.9
2010/8/25	1,498.6	1,360.6	2.9
2010/8/26	2,482.1	884.2	3.4
2010/8/27	2,118.4	407.0	2.5
2010/8/28	1,767.2	1,376.3	3.1
2010/8/29	2,123.2	59.7	2.2
2010/8/30	2,126.2	505.6	2.6
日当り平均	1,962.4	982.7	2.9



図―2 太陽光・風力発電量グラフ

居住区照明設備の消費電力は145.9 kWh／日なので、この結果より太陽光・風力発電は居住区照明設備の消費電力の2%程度を賄っている結果となった。

電力回生システム、コージェネレーションシステムについては今後、実際の運転の中でCO₂削減効果を確認していく所存である。

5. おわりに

黄鶴は環境配慮型深層混合処理船として様々な環境配慮技術を盛り込み、今回新たに「作業船ハイブリッドシステム」を搭載することとなり、作業船として新たな一歩を踏み出したことは喜ばしい限りである。「作業船ハイブリッドシステム」の今回の設備に関しては将来に備えての試作機であり、ここで得られたデータをもとに本格的なシステムを構築していく予定である。

本船を建造するに当たり、建造および試運転調整等にご協力頂いた関係者の方々に、誌面を借りて深謝致します。

J C M A

[筆者紹介]

今村 一紀 (いまむら かずき)
東亜建設工業(株)
土木事業本部 電気グループ
グループリーダー



石黒 航祐 (いしぐろ こうすけ)
東亜建設工業(株)
土木事業本部 機械グループ



ハーモニカ工法による環境負荷の低減と、国道1号原宿交差点立体工事をモデルとしたCO₂排出量の評価

宮 地 孝

横浜市戸塚区で施工中の国道1号原宿交差点立体工事では、トンネル築造に新技術「ハーモニカ工法」を導入している。同工法は小型の泥土圧式シールド機にて掘削した小断面のトンネルを積み上げて、大断面のトンネルやアンダーパスを構築する非開削工法である。都市部などにおいて需要が増しているアンダーパス等の工事を短期間で経済的に施工出来る技術として注目されているが、さらに同工法には、建設副産物を削減し環境負荷を低減するメリットもある。ここではそのメリットを紹介し、また同時に、実際の原宿交差点立体工事においてCO₂排出量調査を行ったので、その結果について報告する。

キーワード：ハーモニカ工法、アンダーパス、建設副産物、環境負荷、CO₂排出量

1. ハーモニカ工法の概要

ハーモニカ工法とは、矩形の大断面トンネルを複数の小断面に分割し、小型のハーモニカマシンにより繰り返し掘削した後、小断面トンネルを一体化し、その

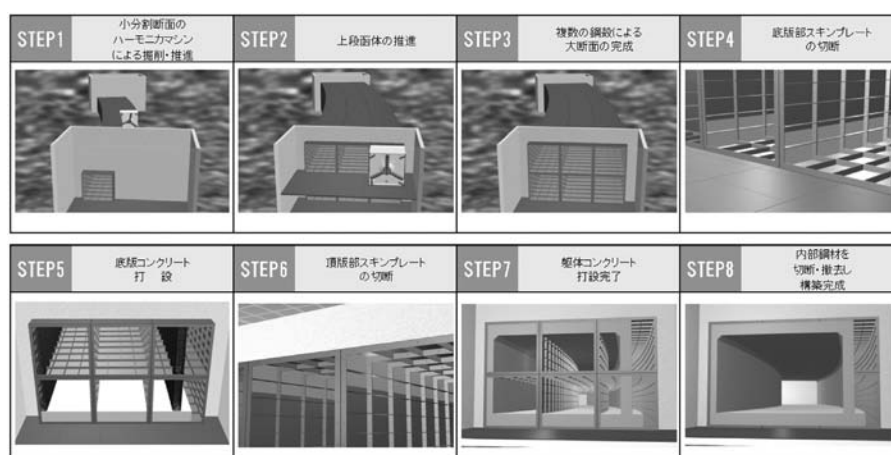


図ー1 ハーモニカ工法概要図

内部に構造物を作り上げる工法である。掘削を完了した坑口の形状が、ハーモニカの吹き口に似ていることからこの工法を「ハーモニカ工法」と命名した(図ー1)。

ハーモニカ工法の施工手順を図ー2に示す。ここでは矩形トンネルの断面を上下に2分割横方向を3分割、合計6分割した断面について説明する。

まず始めにハーモニカマシンで下段端部より基準トンネルを掘削する。引続き基準トンネルに隣接する下段のトンネルを掘削する(STEP1)。次に上段トンネルを順次掘削する(STEP2)。複数の鋼殻により断面が完成し(STEP3)、トンネル間の隙間に止水処理をした後、底版・壁・頂版等の躯体が貫通する部分の鋼殻の一部(スキンプレート・縦リブ)を部分的に解体しながら鉄筋を組み立て、コンクリートを打設し大断面のトンネルを構築する(STEP4～STEP7)。コ



図ー2 ハーモニカ工法施工手順

ンクリートの養生後、内部の鋼殻（主桁・縦リブおよびスキンプレート）を切断・撤去し仕上げを行う（STEP8）。

トンネル同士を接触させながら掘削を行うため、掘削方法はテール内でセグメントを組立てるシールド方式ではなく、立坑内で鋼殻を供給する推進方式である。

ハーモニカ工法の特徴を以下に示す。

環境負荷低減メリットについては別項にて述べる。

- ①掘削時のトンネル単体が小断面のため、低土被りでの施工が可能である。
- ②小型のマシンを繰り返し利用するため、全断面のシールドマシンに比べ非常に安価であり、作業基地等の設備も小規模で済む。
- ③100 mを超える距離の掘削が可能である。
- ④曲線施工が可能である。
- ⑤地表面の沈下を最小限に抑える事が出来る（密閉型の泥土圧式ハーモニカマシンで掘削をすることにより切羽土圧管理が行える事と、推進方式であるため、テールボイドが無い）。
- ⑥トンネルの掘進が完了した段階で大断面の掘削作業が完了するため、内部掘削は不要。支保工架設も不要。

2. 国道1号原宿交差点立体工事の概要

(1) 事業目的

国道1号の横浜市戸塚区戸塚町～同区東俣野町区間は、藤沢・湘南以西と横浜以東を結ぶ交通が集中して著しい混雑状況にあり、なかでも、横浜市の主要幹線道路である環状4号と交わる原宿交差点における容量不足は著しく、渋滞の原因となっている。本事業は、原宿交差点を通過する交通の約80%を占める国道1号の直進車を立体化（アンダーパス化）して分離させることにより渋滞を軽減させるもので、平成22年12月

の上下線トンネル供用を目指して工事を進めている。

(2) 工事概要

工事名称：国道1号原宿交差点立体工事

施工場所：神奈川県横浜市戸塚区原宿町地先

発注者：国土交通省関東地方整備局

設計・施工：大成建設株式会社

工期：平成18年3月18日～平成23年2月21日

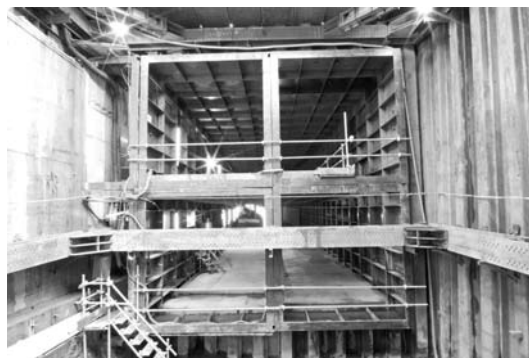
（その1工事、その2工事含む）

アンダーパス区間420mのうち、ボックスカルバートのトンネル区間が186mであり、そのうち環状4号線直下の73m部分にハーモニカ工法を採用した（図—3）。ハーモニカ工法施工部は平面線形R=320m、縦断線形R=1,000mの三次元複合曲線である。

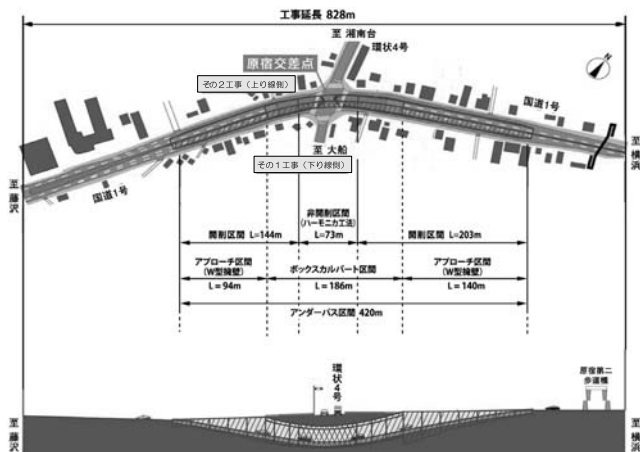
ハーモニカ部では、上下線2車線ずつのトンネルを施工するために、上下2段、横5列の合計10個の小断面トンネル（1つが約4m×約4m）に分割して施工を行った。工事は「下り線トンネル」を作るその1工事（6個の小断面トンネルを施工）と、「上り線トンネル」を作るその2工事（4個施工）に分けて行われた（図—1）。写真—1、写真—2はマシンの到達状況と、その2工事でのハーモニカ掘削完了時の写真である。



写真—1 ハーモニカマシンの到達状況



写真—2 その2工事で施工した4個の小断面トンネル



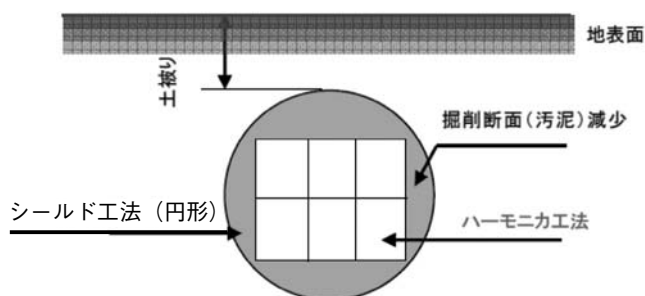
図—3 全体工事概要図

3. ハーモニカ工法の環境負荷低減メリット

(1) 非開削部の建設汚泥・建設発生土量の低減

代表的な非開削工法である円形のシールド工法と比べた場合、トンネル構造物としての必要断面とほぼ同程度の寸法で掘削・土留めが可能であり、施工中に発生する建設汚泥を最小限に抑えることが出来る。

例えば、原宿交差点立体工事で施工するアンダーパストンネル（以下、原宿トンネル）の下り線断面で考えた場合、仮に一般的な円形のシールド工法で施工した場合（直径約 11 m）と比較して、掘削断面比較で約 22% に当たる約 1,500 m³ の建設汚泥を削減する事が出来た（図—4）。これは、約 18 km 離れた汚泥処分場までの運搬を考慮すると、CO₂ 発生量を 9.6 t 削減した事になる。

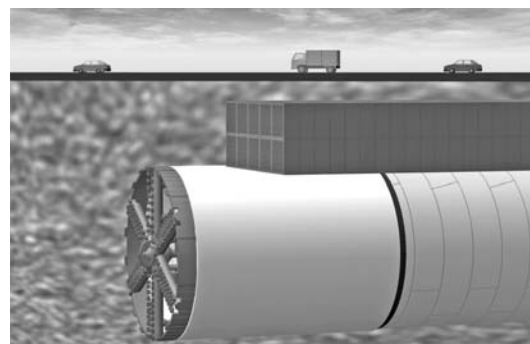


図—4 通常のシールド工法とハーモニカ工法の断面比較

また、シールド工法よりはトンネル構造物に比較的近い断面で施工可能な既存の外殻先行方式と比較しても、ハーモニカ工法は有利である。すなわち、アンダーパス部の線形に追従して曲線施工する事が可能であることから、やはり建設発生土を低減させるメリットが期待でき、曲線が急なほどそのメリットは大きくなる。仮に今回ハーモニカ工法で施工した箇所（平面線形 R = 320 m、縦断線形 R = 1,000 m の三次元複合曲線）を、既存の外殻先行方式で直線的に施工し、内部掘削後に構築を行ったと仮定した場合と比較すると、約 28% に当たる、約 1,900 m³ の建設発生土を削減する事が出来たと推定される。同様にそれらを処分場まで運搬した場合と比べると、CO₂ 発生量は 11.6 t 削減出来た事になる。

(2) 非開削部以外での発生土量の削減

シールド工法では、施工時の路面沈下や隆起の問題から、最低でもシールド直径の半分程度の土被りが必要とされている。従って、仮に通常のシールド工法で都市部のアンダーパスを計画すると、掘削箇所の深度を深くする必要が生じる（図—5）。



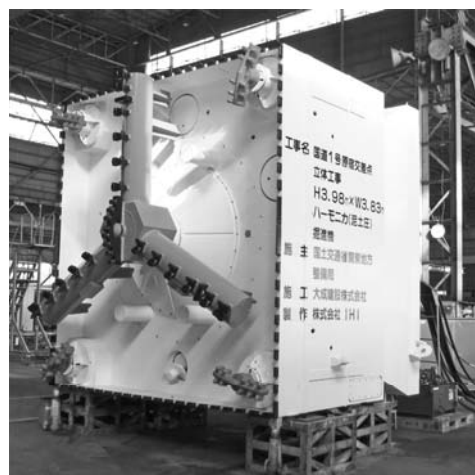
図—5 通常のシールド工法とハーモニカ工法の深度比較

このため、トンネル両側に建設する地上へのアプローチ区間の延長が長くなり、発生土量は多くなる。一方、ハーモニカ工法では低土被りでの施工が可能であるため、アプローチ区間延長を必要最低限とすることが出来、工事から発生する残土量を抑える事が出来る。

原宿トンネルにおいてその効果を試算すると、シールド工法（円形）に比べて、約 62%（約 27,000 m³）の発生土を削減し、CO₂ 発生量も 162 t 削減した事になった。

(3) 掘削機の小型化による省資源化

ハーモニカ工法は、小さい掘削機械（写真—3）を繰り返し使用するのが特徴であり、全断面のシールド工法の掘削機械に比べ、機械重量が小さくなる（原宿トンネルのハーモニカマシンの場合、4 m × 4 m の断面で約 80 t）。



写真—3 ハーモニカマシン

それにより、マシンへの鋼材使用を大幅に低減出来る。原宿トンネルとほぼ同断面のトンネルを全断面のシールドマシンで掘削した場合（機械重量約 2,000 t）と比較して掘削機械重量は 5% 以下となり、その環境負荷低減効果は大きなものとなる。ハーモニカ工法で

は仮設の鋼殻に鋼材を多めに使用（約 650 t）しているが、原宿トンネルの場合その鋼材量を全て見込んで試算しても、トンネル区間を全断面シールド工法で施工した場合に比べて約 65% の鋼材量を削減出来た。仮設の鋼殻については、その本設利用や、転用を可能にする工夫を進めていけば、その環境負荷低減メリットは大きなものになるだろう。

（4）近隣交通への影響低下による CO₂ 削減効果

非開削工法である事と、掘削機械が小型で、作業基地・設備などの地上作業スペースが最小限に抑えられる事により、地上での車線規制工事が少なくて済む。都市部などでアンダーパスが必要とされている箇所では、そもそも交通量が多い箇所での工事が多い。こういった場所で車線規制した場合に発生する工事渋滞による CO₂ 発生量は相当なものであると推定される。渋滞を少なくし、CO₂ の発生を低減する事は環境負荷低減のメリットがある。

また、ハーモニカ工法はトンネル断面を複数の矩形断面に分割して掘進するため、掘進が終了した鋼殻内では並行して後工程であるコンクリート躯体構築作業を行えるメリットもあり、工程の短縮が可能である。原宿トンネル（その 1 工事）の場合、入札時に指定された最大施工日数の 540 日から 90 日短縮して工事を完了させる事が出来た。工事を短期間で終わらせ、早期に渋滞解消を実現する事による CO₂ 発生抑制効果も見込まれる。一日 10 万台もの交通が集中する原宿交差点の場合、渋滞解消による CO₂ 削減効果は 600 t / 年に及ぶと推定されており、90 日の工程短縮効果は約 150 t の CO₂ 削減効果となる。

（5）環境負荷低減メリットのまとめ

今まで述べたように、都市部のアンダーパス工事などに、「低土被り」「コンパクトな設備・基地」で施工出来るハーモニカ工法は、従来工法に比べてさまざまな環境負荷低減メリットがある。それらのメリットが認められ、「平成 21 年度リデュース・リユース・リサイクル推進功労者等表彰」において、栄えある「国土交通大臣賞」を受賞する事ができた（写真—4）。

本文では、いくつかの主要なトピックスに分類して、従来工法との比較という形でハーモニカ工法の環境負荷低減メリットの大きさを確認した。その大きさを大雑把に掴む事は出来たと思われるが、厳密にはこれらのトピックス以外の項目での小さなメリット・デメリットもあり、これら全体を CO₂ 発生量の低減量として定量的に評価・把握する事は非常に困難な作業である。



写真—4 3R 国土交通大臣賞

しかし、2005 年には京都議定書が発効し、我が国も 2012 年までに温暖化ガスの排出量を 1990 年を基準として 6% 削減することが義務づけられている事などを勘案すると、建設工事における CO₂ 排出量削減を議論するためには、排出量の定量的な評価といったものが今後ますます重要となってくると思われる。

現状では、建設工事における環境評価は、評価の対象範囲や原単位などの不確実性が大きく、統一された方法が確立されている訳では無い。しかし、今後の CO₂ 削減を議論するためには、その評価事例を蓄積していく事も重要なステップであると思われる。そこで、この度 CO₂ 排出量の評価の一例として、原宿交差点立体工事をモデルとして詳細な評価を試みたので、次章にて結果をご報告する。

4. CO₂ 排出量の評価

（1）CO₂ 排出量評価の基本的な考え方

本章では、原宿交差点立体工事をモデルにした CO₂ 排出量の評価結果について報告する。なお、今回の CO₂ 排出量評価の対象は、当工事のその 1 工事（下り線トンネル施工時）とした。

報告に移る前に、建設工事における CO₂ 排出量評価に関する基本的な考え方を、簡単にまとめる事とする。国土交通省においては、従来の工事コストのほかに、環境の改善、リサイクルの推進などを社会的コストとする新たな概念を提示し、発注時にライフサイクル全般を考慮した、環境負荷の低減を図るための施策を進めているところである¹⁾。「建設工事で発生する CO₂」についても、建設機械や資材運搬に伴う排気ガスの発生など、建設作業に直接関わるものに加え、建設に用いる資材の生産に関わるものなど、ライフサイクル全般を考慮する事が必要である。

実は、国内における狭義の建設産業のCO₂排出量、すなわち施工時における排出量は、全産業の排出量のうち約1%を占めるに過ぎない²⁾。一方、建設材料の製造や構造物の供用時のエネルギーに由来するCO₂排出量は、全産業の総排出量の約30%を占める²⁾。

効果的にCO₂排出量を削減するためには、構造物の設計時に、構造物のライフサイクルを踏まえて、使用材料や供用時のエネルギーを考慮することが必要である。使用材料の面からは、資材量の削減や副産物の使用などが、CO₂排出量削減に有効であると考えられる。

上記の観点から、今回の評価では、建設資材の輸送時、重機の稼働や電力消費などの施工時、廃棄物処理時でのCO₂排出量に加え、ハーモニカ工法で使用された鋼材や鉄筋・コンクリートといった、材料の製造時のCO₂排出量についても算出を行った。

(2) CO₂ 排出量の算出方法

(a) インベントリ分析概要

アンダーパス構築によるCO₂排出量を、各種の環境負荷原単位を用いて定量的な評価を行った。CO₂排出量の原単位には、基本的に資源の採掘から輸送までを含む積み上げ法に基づく原単位^{3, 4)}を用いた。ただし、積み上げ法による原単位が得られないものに関しては、産業連関表に基づいた原単位を用いた。積み上げ法では、原料の採掘、原料の輸送、加工、製品の輸送、さらには製造時に用いる燃料の採掘から消費までを調査対象としているが、採掘時に用いる掘削機械の製造や、各種材料・燃料を製造・精製する工場の建設、および輸送車両・建設機材の製造・維持補修時の燃料消費によるCO₂排出量は考慮していない。

計算の対象としたのはアプローチ部、ボックスカルバート部、ハーモニカ工法部の施工とし、工事準備段階の付替え道路の施工などについては考慮していない。

(b) 各項目のインベントリ分析

インベントリ分析は、資材製造、輸送、施工、電力、廃棄物処理に分けて行った。

①資材製造

資材製造では、鋼鉄やコンクリート材料のセメントや骨材などを製造する時に発生するCO₂量を考慮した。鋼材には、ハーモニカマシン、鋼殻、開削部の山留め材、覆工板、コンクリート構造物の鉄筋などがある。本工事では、コンクリート構造物の大部分が高炉B種コンクリートで施工されている。高炉セメントは、製鉄所の高炉での副産物である高炉スラグを利用して

いるため、CO₂排出量の原単位は普通セメントと比較して40%程度低くなっている³⁾。鋼鉄の内、リース材は耐用年数を20年と仮定し、1年に原単位の5%ずつ排出するものとした。

②輸送

建設資材などは、建設現場に輸送されて初めて利用することができると考えなければならないため、このような輸送によるCO₂排出量も考慮する必要がある。ただし、建設資材の製造段階以前の輸送については、資材製造の方ですでに考慮されているために除外してある。生コンクリートや鉄筋などといった建設現場で消費されるものは片道分を、リース材は往復分を考慮した。また、残土などを中間処理施設まで運搬する分もこの項目に分類した。施工機械の運搬はハーモニカマシンのみを考慮した。

③施工（電力以外）

クレーンなどの建設機械の稼働によるCO₂排出量の原単位は1時間当たりのデータである。1日あたりの建設機械の稼働時間を6時間と仮定してCO₂排出量を計算した。

④電力

排水ポンプ、橋型クレーン、ハーモニカマシンなどの建設機械は購入電力によって作動するため、購入電力によるCO₂排出量を、工事計画段階の電気使用予定量(kW)から算出した。購入電力のCO₂排出量の原単位はkW・h当たりであるため、施工の項目と同様に稼働時間を6時間として算出した。

⑤廃棄物処理

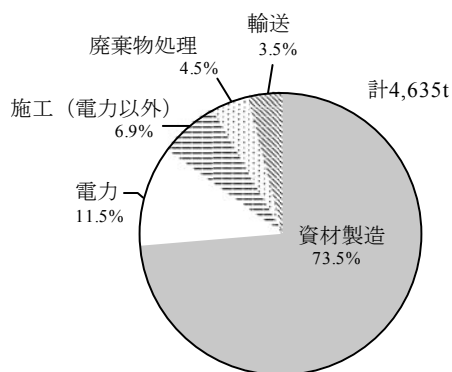
コンクリートがら、アスファルトがら、汚泥の処理によるCO₂排出量は、その発生量に処分の原単位をかけることで算出した。なお、鋼鉄のスクラップの処分については、電炉鋼として再利用され则认为、除外した。

(3) CO₂ 排出量の算出結果と評価

(a) CO₂ 排出量の算出結果

図一6に原宿交差点立体工事のその1工事でのCO₂排出量の算出結果を示す。CO₂排出量の総量は4,635tとなり、そのうち資材製造によるものが約4分の3を占める結果となった。続いて電力、施工（電力以外）、廃棄物処理、輸送の順となった。電力が施工を上回ったのは、ハーモニカマシンの稼働によるものと考えられる。

また、原宿交差点立体工事で用いられるコンクリートは主に高炉セメントが用いられているが、今回は高炉セメントの使用によるCO₂排出量の削減効果を定

図一6 CO₂排出量の内訳

量的に評価するため、仮に全てのコンクリートに普通セメントを使用した場合のCO₂排出量についても同時に算出した。

その結果、普通セメントを用いた場合のCO₂排出量の総量は4,635tから5,400tとなり、大幅に増加することが分かった。この5,400tを基準に見れば、高炉セメントを用いることによって4,635tにまで低下させ、CO₂排出量を14%削減できたとも言える。

ここまで大幅に効果があったことの原因として、高炉セメントは普通セメントと比較して、CO₂排出量の原単位が40%程度低くなっていること、また資材製造によるCO₂排出量が元々多くを占めていることが考えられる。

(b) 資材製造によるCO₂排出量の内訳

資材製造によるCO₂排出量が総量に与える影響が多大であることが把握できたため、今度は資材製造によるCO₂排出量の内訳について調査を行った。

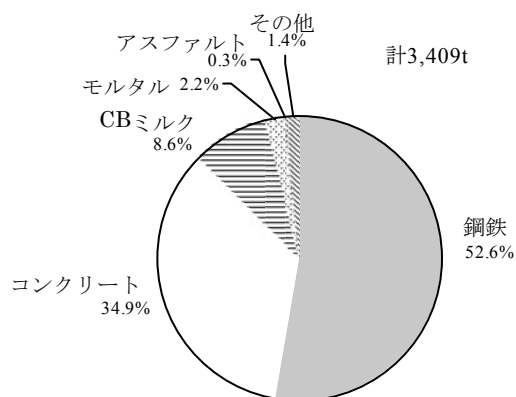
その結果を図一7に示す。

高炉セメントを使用した場合（実際の工事）（図一7(a)）では、鋼鉄によるCO₂排出量が最も多く、約53%を占めた。鋼鉄に起因するものが多いのは、ハーモニカ工法で鋼殻に鋼材を使用しているためであると考えられ、工法の特徴が出ている。普通セメントを用いた場合（図一7(b)）ではコンクリートによるCO₂排出量が逆転して最も多くなった。このように、高炉セメントの使用はCO₂排出量の削減に大きく寄与することが確認できた。

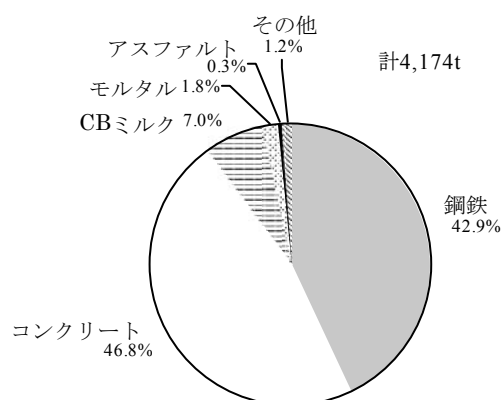
(4) CO₂排出量評価のまとめ

今回のCO₂排出量評価は、実際の工事をモデルとして、施工時における排出量にとどまらず、建設材料の製造などに起因する広義のCO₂排出量を定量的に算出した結果である。その結果を概略でまとめると、

①工事にて発生するCO₂排出量の総量は4,635tであった。



(a) 高炉セメントを使用



(b) 普通セメントを使用

図一7 資材製造によるCO₂排出量の内訳

②資材製造によるCO₂排出量が全体の4分の3近くを占めていた。さらに資材製造の内、約半分は鋼鉄に起因するものであった。

③普通セメントの代わりに高炉セメントを使用することでCO₂排出量を14%削減できており、高炉セメントの使用はCO₂排出量の削減に効果的である。といった事を確認する事が出来た。

今回の評価作業は現時点では「ハーモニカ工法」適用後のCO₂排出量を算出したのみであり、在来工法などと比較してどれくらいの環境負荷低減効果があるかについての詳細な比較までは至っていない。環境負荷低減効果は3章でも述べたとおり非常に多岐に渡ることから、それらを全て数値化して詳細に評価する事は非常に困難である。しかし、昨今の社会情勢を考えると、今後工事によって発生するCO₂排出量を的確に算出し、環境負荷の少ない工法を採用する事は、地球温暖化対策にとって非常に重要となるであろう。

5. おわりに

ハーモニカ工法は、都市部の交差点や鉄道横断部におけるアンダーパス構築を、低土被り・非開削で実現出来る工法として、現在非常に注目を集めている。今

後はその環境負荷低減メリットの面からも、その優位性がさらに評価されてくるであろう。

最後に、国道1号原宿交差点立体工事の施工に関して、多大なるご指導・ご協力を頂いた、国土交通省関東地方整備局の関係者の皆様に、誌面を借りて御礼申し上げます。

J C M A

《参考文献》

- 1) 国土交通省：国土交通省 HP、環境ポータルサイト、
<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/>
- 2) 日本経済団体連合会：経団連環境自主行動計画、建設、
<http://www.keidanren.or.jp/japanese/policy/pol133/g04.html>
- 3) 土木学会：コンクリートの環境負荷評価（その2）、土木学会コンクリー

ト技術シリーズ No.62, 2004

- 4) 産業環境管理協会：LCA 日本フォーラム HP、LCA データベース、
<http://www.jemai.or.jp/lcaforum/>
- 5) 建築学会：建物の LCA 指針, 1999
- 6) 大成建設技術センター報第 41 号：国道1号原宿交差点立体工事での CO₂ 排出量の評価, 2008
- 7) 国土交通省 横浜国道事務所：よここくナビ <http://www.ktr.mlit.go.jp/yokohama/> より、原宿交差点立体化 HP

〔筆者紹介〕

宮地 孝（みやち たかし）

大成建設㈱

横浜支店

国道1号原宿交差点立体工事業務所

監理技術者



橋梁架設工事の積算 ——平成 22 年度版——

■改訂内容

1. 積算の体系
 - ・大都市補正地区の拡大
 - ・施工箇所が点在する工事の積算方法
2. 橋種別
 - 1) 鋼橋編
 - ・損料改定による複合損料全面改訂
 - ・FRP検査路歩掛、鋼製排水溝設置新規掲載ほか
 - 2) PC橋編
 - ・トラス梁特殊支保工 歩掛の追加 ほか
 - 3) 橋梁架設用仮設備機械等損料算定表
 - ・損料全面改訂

■ B5 判／本編約 1,100 頁（カラー写真入り）
別冊約 120 頁 セット

■定価

非会員：8,400 円（本体 8,000 円）

会 員：7,140 円（本体 6,800 円）

※別冊のみの販売はありません。

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 600 円

沖縄県 450 円（但し県内に限る）

■発行 平成22年5月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>

常温施工型加熱アスファルト混合物とその施工機械の開発と実用化

菊 地 重 徳・市 岡 孝 夫

道路舗装部門における主要なCO₂排出源であるアスファルト混合物の製造に伴って発生するCO₂を削減するために、従来のアスファルト混合物よりも低い温度で製造可能なアスファルト混合物の開発に取り組んでいる。本論では、この新しいタイプの「水を添加することで固まるアスファルト混合物」を施工するために開発したアスファルトフィニッシャの概要について述べる。

キーワード：道路舗装，施工機械，アスファルトフィニッシャ，散水装置

1. はじめに

アスファルト混合物は、熱可塑性の材料であるため、一般に施工は160℃程度の高温で行っている。そのため、アスファルト混合物の製造に際して、使用する主材料の骨材（碎石，砂等）を180～200℃程度まで加熱する必要があるが、これが、道路舗装部門におけるCO₂排出量の大半を占めている。

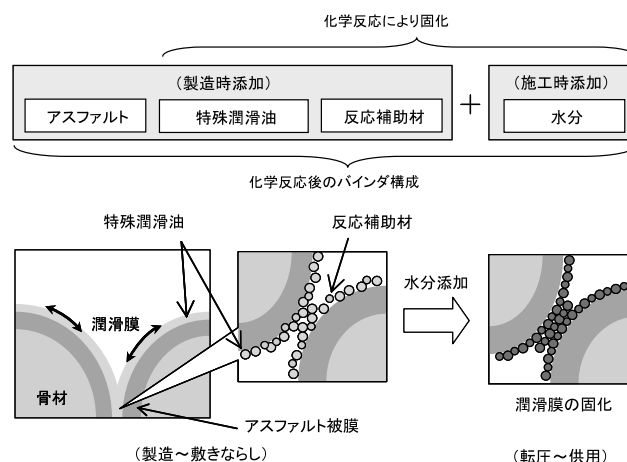
このような背景の中、筆者らは、骨材加熱温度を低減することにより、製造時のCO₂を大幅に削減でき、かつ可使用時間の長いアスファルト混合物の開発に取り組んでいる。

本報では、水と反応することにより硬化する新しいタイプのアスファルト混合物「常温施工型アスファルト混合物」について概説した後に、この特殊なアスファルト混合物の敷きならし用に新たに開発したアスファルトフィニッシャについて述べる。

2. 常温施工型加熱アスファルト混合物の概要

(1) 概要

常温施工型アスファルト混合物（以下、本混合物）は、加熱アスファルト混合物でありながら、常温での施工性を大幅に改善した新しいタイプのアスファルト混合物である。本混合物の反応概念図は、図—1に示すとおりである。図から、アスファルト被膜の表面を特殊潤滑油でコーティングすることで、常温での作業性を確保するとともに、敷きならし後（転圧前）に、水を散布することで、特殊潤滑油、反応補助材および水が化学反応を起こし固化的ため、所要の強度が得ら



図—1 常温施工型アスファルト混合物の反応概念図



写真—1 常温施工型アスファルト混合物

れるものである。

なお、本混合物の外観は写真—1に示すとおりであり、施工時に規定量の水を加えること以外は、通常の加熱アスファルト混合物と同様に取り扱うことができる。

(2) 特長

本混合物の主な特長は、以下に示すとおりである。

①混合物の長時間運搬・施工が可能

早朝に出荷したアスファルト合材を、夜間に施工することが可能であり、また1台のダンプで数カ所の現場を施工することが可能。

②施工性改善

薄層施工，冬期施工，ダンプ進入不可現場，人力施工での施工性が向上する。

③環境負荷軽減

アスファルトの約3割を植物由来の材料に置き換えることができるため，環境負荷を軽減することができる。

④屋外での貯蔵が可能

あらかじめ施工現場に運搬しておくことが可能。

⑤熱中症対策

敷きならし温度を低く抑えることができるため，特に夏期における作業員環境を改善することができる。

⑥省エネルギー化・製造時のCO₂排出量低減

製造温度およびサイロでの貯蔵温度の低減が可能なため，省エネルギー化およびCO₂排出量の低減が図れる。

⑦その他

一般的なアスファルトプラントでの連続出荷および再生合材への適用も可能。

(3) 適用条件

本混合物が適用可能なアスファルト混合物の種類およびアスファルトの種類は、表―1および表―2に示すとおりである。

表―1 混合物の種類と適用性

混合物の種類	密粒度 アスコン	細粒度 アスコン	粗粒度 アスコン	アス安定処理	再生 混合物	開粒度 アスコン	排水性 混合物
適用性	○	○	○	○	○	○	△

表―2 アスファルトの種類と適用性

アスファルトの種類	ストレート アスファルト	ポリマー改質 アスファルト Ⅱ型	ポリマー改質 アスファルト H型	脱色 アスファルト
適用性	○	○	△	△

○:適用可能

△:適用注意(混合物性状が低下する可能性があるため)

(4) 使用材料

使用材料(粗骨材,細骨材,フィラー)の物理性状は、表―3および表―4に示すとおりである。使用材料は、通常のアスファルト混合物で使用している材料と同じものを使用する。

表―3 使用材料(粗骨材)

項 目	6号碎石	7号碎石	規格値 ^{※)}
表乾密度(g/cm ³)	2.648	2.633	2.45以上
かさ密度(g/cm ³)	2.630	2.604	―
見掛密度(g/cm ³)	2.678	2.682	―
吸水率(%)	0.68	1.11	3.0以下
すり減り減量(%)	10.5	―	30以下

※)各規格値は、舗装設計施工指針に準拠した。

表―4 使用材料(細骨材,フィラー)

項 目	粗砂	細砂	石粉
表乾密度(g/cm ³)	2.562	2.642	―
かさ密度(g/cm ³)	2.486	2.570	―
見掛密度(g/cm ³)	2.692	2.768	2.708
吸水率(%)	3.08	2.78	―
すり減り減量(%)	―	―	―

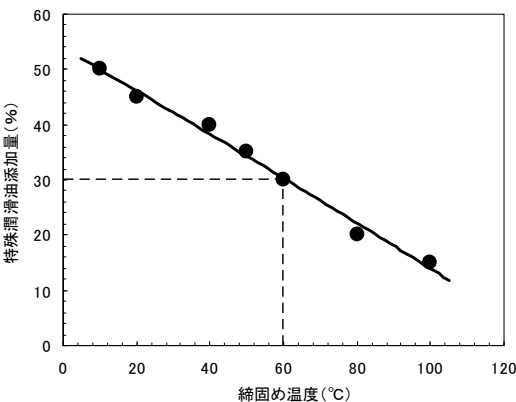
(5) 混合物配合

本混合物の代表的な混合物配合を表―5に示す。標準的な特殊潤滑油の添加割合は、アスファルトの内割で30%であり、反応補助材は特殊潤滑油に対して75%を石粉と置き換える。なお、図―2に示すように特殊潤滑油の添加割合を変化させることで、施工可能温度を変化させることができる。

ここでは例として、密粒度アスファルト混合物(13)、アスファルト量5.5%、締固め温度60℃の場合の配合を示す。

表―5 混合物配合例(密粒度アスコン)

項 目	配合割合(%)				
	骨材 (碎石,砂)	石粉	反応 補助材	アスファ ルト	特殊潤滑油
通常混合物	89.5	5.0	―	5.5	―
本混合物	89.5	3.8	1.2	3.85	1.65
備 考	―	―	特殊潤滑油の75%	―	アスファルトの30%



※1) 混合温度は、いずれも120℃とした。

※2) 各締固め温度における特殊潤滑油の添加量は、各締固め温度において締固め度が100%となる添加量とした。

図―2 締固め温度と特殊潤滑油添加量の関係

(6) 混合物性状

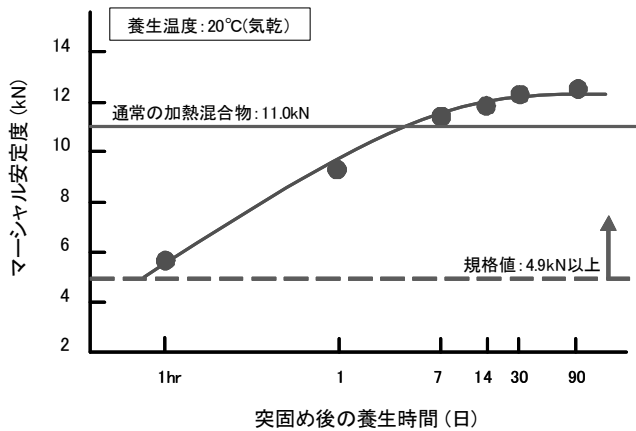
本混合物の混合物性状は、表―6に示すとおりである。表から、本混合物は、締固め温度を50℃とした場合でも、通常の加熱混合物と同等の性状を有していることが分かる。

また、マーシャル供試体の養生時間と安定度の関係を図―3に示す。図から、本混合物は、時間の経過とともに安定度が増加していき、養生開始1時間で規格値(4.9 kN)を満足し、養生開始7日後には、通常の加熱アスファルト混合物の値を超えることが分かる。

表―6 代表的な混合物性状

項 目	本混合物	加熱混合物	基準値	備 考
製造温度(℃)	120	160	—	—
締固め温度(℃)	50	140	—	—
マーシャル安定度(kN)	1時間 5.8 1日 9.2 7日 11.2	11.0 — —	4.9以上	20℃(気乾)で養生
残留安定度(%)	84.7	81.3	75以上	水浸マーシャル
動的安定度 DS(回/mm)	6,000+	520	500以上	
ねじり骨材飛散率(%)	0.7	18.7	—	Bタイプ
曲げ破断ひずみ(×10 ⁻³)	2.3	2.3	—	試験温度-10℃
BPN	65	62	60以上	試験施工ヤード
締固め度(%)	99.7	99.2	94以上	抜取コア密度
D ₀ たわみ量(μm)	450	480	600以下	FWD測定

※1) 各混合物試験の試験実施までの養生時間は、1週間とした
※2) BPN、締固め度およびD₀たわみ量は、構内試験施工実施時に採取した値



図―3 養生時間とマーシャル安定度の関係

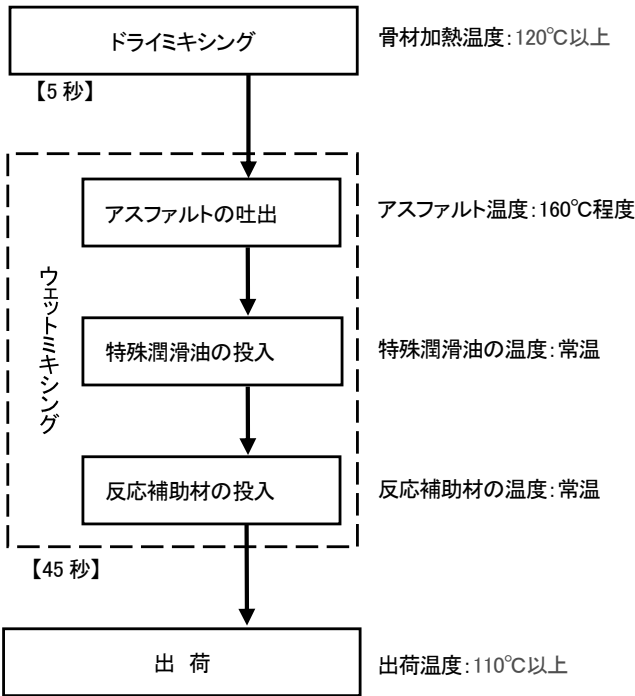
(7) 製造方法

本混合物は、特殊な製造設備を設けることなく、一般的なアスファルトプラントで製造できるが、水分により硬化が促進されるため混合物中に水分が残存すると、練落とし後数分で反応が開始し、作業性が著しく

低下する。

そのため、骨材加熱温度は必ず120℃以上とし、混合物の練落とし温度を110℃以上とする必要がある。また、製造温度の上限については、通常混合物の上限温度以下であれば問題ないことを確認している。図―4に本混合物の製造フローを示す。

本混合物は、特殊潤滑油の添加量を調整することにより、雨水などに曝されることがなければ、練落とし後24時間程度までは、作業性が低下することなく施工することができるものである。



図―4 製造フロー

(8) 施工方法

本混合物の人力による施工方法および施工上の留意点は、以下に示すとおりである。

(a) 敷きならし

本混合物の敷きならしは、通常のアスファルト混合物と同様に行うことができる(写真―2参照)。なお、運搬、屋外での貯蔵および施工時などにおいて、雨などの水分の供給により硬化が開始する恐れがあるので、天気が不安定なときなどはシート養生を十分に行う必要がある。

(b) 散水

強度発現を促進するためには、敷きならし後(転圧前)に水の散布が必要で、散水量の目安は施工厚さが5 cmの場合の、1～2 L/m²である(写真―3参照)。このとき、散水量が不足すると強度発現が遅れる。また、ホースやバケツなどで直接散水すると散水が不均一になるため、必ずジョウロなどで均一に散水する必



写真—2 敷きならし状況 (敷きならし温度：50℃)



写真—3 散水状況

要がある。

(c) 転圧

本混合物は、散水すると硬化反応が始まるので、散水後は速やか（5分程度以内）にビブロプレートもしくはローラで十分に締め固める必要がある（写真—4参照）。

ここで、施工可能温度を大幅に下回って施工する場合には、作業性が悪化し、十分な締め固めが得られなくなり、また、逆に施工可能温度よりも大幅に高い場合には、散水した水により舗装表面に細粒分が浮き上がり、不安定な状態になることがあるため、適切な施工温度で転圧する必要がある。



写真—4 転圧状況

(d) 交通開放

転圧完了後1時間程度で交通開放が可能である。

3. 施工機械の開発

(1) 専用ペーバの開発

前章で概説したとおり、本混合物は常温での施工性を大幅に改善した新しいタイプのアスファルト合材である。しかしながら、人力での施工ではその施工量に限界があるため、水分で硬化する材料特性を生かした施工を効率的に行うことを目的に、敷きならしと同時に表面に自動散水する機能を備えたアスファルトフィニッシャを開発した（写真—5参照）。



写真—5 専用ペーバ全景

(2) 開発背景

試験施工を重ね、本混合物を有効に施工するための装置を検討した結果、以下の課題を解決する必要がある。

- ①本混合物は水分と反応して硬化する材料特性を有するため、従来のアスファルトフィニッシャに散水装置を設置しなければならない。
- ②散水装置の位置は、バンプレタの ON, OFF に関わらず、スクリード後方では水分が有効に浸透しないため、スクリード前方に設置する必要がある。
- ③スクリード前方に滞留した混合物に水を散布すると硬化してしまうため、スクリュウとスクリードの間にスペースを設け、混合物を所定の厚さに粗ならしすることのできる装置を備え、その後方で水を散布する必要がある。
- ④スクリードに混合物の抱えがなくなるとスクリードに浮力が発生しないため、粗ならし装置は上下機構を有し、スクリード前方の滞留量を調整できなければならない。

(3) 専用ペーバの仕様

アスファルトフィニッシャは、HA45C-7を使用し、散水量 $1.0 \sim 2.0 \text{ L/m}^2$ を満足することのできるウォーターポンプ、スプレーノズルを選定した。HA45C-7は、伸縮スクリード部に材料の抱え量を一定に保つための伸縮式モールドボードを標準で備えている。

このモールドボードは上下機構により伸縮スクリードへの混合物溜まり量の調整が可能であることから、左右伸縮部への散水は、この伸縮式モールドボード通過直後で行うこととした。また、散水ノズルの取り付けは、施工幅員の変化に対応できるように、前後左右、上下に調整可能な構造とし、回送時には取り外すことなく本体幅に収まる構造とした（写真—6 参照）。



写真—6 散水状況

スクリード本体部前方での混合物粗らし、散水スペースを設けるため、スクリードアーム延長部材を製作し、スクリードを従来の位置より 300 mm 後退させた。これに伴い、重量バランスを見直した結果、270 kg のフロントウェイトを取り付けることとした。

スクリード本体部前方で混合物を粗らしする装置として、既存の本体モールドボードと一体構造とした追加のモールドボードをスクリード本体前方に取り付け、混合物溜まり量を調整できる上下調整機構を設けた。また、この上下調整機構は左右 2 分割とし、それぞれのハンドルにより左右ゲートの高さを調整できる構造とした。この既存モールドボードと追加のモールドボードの間につくられたスペースに水配管、散水ノズルを設置し、スクリード本体部へ散水できる構造とした。また、これらの装置は全て組み替え式で標準仕様に変更可能な構造とした（写真—7 参照）。

(4) 施工性の確認

①散水能力

散水用のノズル数は、スクリード本体部分 3 個、スクリード伸縮部左右各 1 個配置し、ノズル 1 個当り



写真—7 追加モールドボードと散水装置

の散水量は実測で 2.4 L/min となり、施工速度 $1.0 \sim 3.0 \text{ m/min}$ 、施工幅員 $2.0 \sim 4.5 \text{ m}$ において液体散布量 $1.0 \sim 2.0 \text{ L/m}^2$ を満足できる仕様となった。また、アスファルトフィニッシャに積載できるタンク容量には限りがあるため、水タンクは 300 L とし、連続施工で 25 min もしくは 200 m^2 毎の補充が必要となる。

②施工性

スクリード前方に設置したモールドボードにより粗ならしした混合物に散水することで、混合物下部まで水分を確実に浸透させることができた。また、スクリード前方に滞留する混合物の量を調整することで、混合物の硬化による仕上がり面への悪影響も見られなかった。

また、スクリードアームを延長したことによる機械の重量バランス、混合物抱え込み量増加に伴う必要牽引力、ステアリング性能への影響も問題ないことが確認できた。

4. 今後の展開

本混合物は通常の加熱合材のように材料を貯蔵するホットサイロが不要で、作り置くことができる。このため、フレコンパックのような形で長距離運搬すれば近くに合材工場がない地域でも施工が可能である。

そこで今回、写真—8 に示すようなフレコンパックカッターを製作し、ホッパ部に装着したが、材料供給のたびにフィニッシャが停止しなければならない状態となった。今後、フレコンパック等を用いて長距離運搬した場合の施工方法をさらに検討していきたい。

5. おわりに

本報「常温施工型アスファルト混合物」は当社で製品名「マイルドミックス」として商品化しており、今



写真—8 フレコンバック貯蔵合材の施工状況

後大いに販売実績をあげていこうと考えている。

また、本報常温施工型アスファルト混合物専用ペーバは製品名をマイルドミックスペーバとして商品化した。

最後になりますが、本報マイルドミックスペーバの開発に多大の協力を頂いた住友建機(株)殿に深く感謝申し上げます。

J C M A

《参考文献》

- 1) 畠山ほか：中低温度域で施工可能な超薄層オーバーレイ工法の開発、道路建設、平成21年9月、p.28～34
- 2) 畠山ほか：水分添加により強度発現する常温施工型アスファルト混合物に関する一検討、第64回土木学会年次学術講演会、論文番号V-028、平成21年9月
- 3) 畠山ほか：常温施工型アスファルト混合物の超薄層オーバーレイ工法への適用について、第28回日本道路会議、論文番号320013、平成21年10月

〔筆者紹介〕

菊地 重徳（きくち しげのり）
前田道路(株)
製品事業本部 機械部
係長



市岡 孝夫（いちおか たかお）
前田道路(株)
技術本部 技術部
課長代理



平成 22 年度版 建設機械等損料表 発売中

■内 容

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

■ B5判 約 720 ページ

■一般価格

7,700 円（本体 7,334 円）

■会員価格（官公庁・学校関係含）

6,600 円（本体 6,286 円）

■送料（単価） 600 円（但し沖縄県を除く日本国内）

注 1）複数冊発注の場合は送料単価を減額します。

注 2）沖縄県の方は(株)沖縄建設弘済会

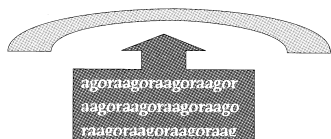
（電話：098-879-2097）にお申し込み下さい。

社団法人 日本建設機械化協会

〒 105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>

交流のひろば/agora—crosstalking—



資源エネルギーの話をしよう

中 澤 直 樹

21 世紀は各国が資源エネルギー全般の確保を争う時代に入ったかのように見える。急増する中国やインドの資源エネルギー消費、資源需要の増加は価格の急騰をもたらし、資源獲得競争は激しくなるばかりである。本稿では主に世界最大のエネルギー消費国となった中国のエネルギー事情を見ながら、世界最大の資源輸入国である日本の現状と国産資源開発に向けた取り組みを紹介する。実は、日本の近海には豊富な資源が眠っているのである。

キーワード：資源、エネルギー、海底熱水鉱床、メタンハイドレート、レアメタル

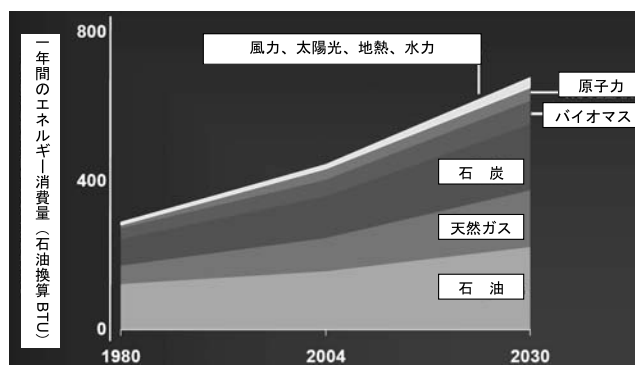
1. 資源を武器とした国家衝突の時代

中国が日本の領土である尖閣諸島や東南アジア地域で問題となっている南沙諸島の領有を主張する、ロシアが政治的に対立するウクライナへの天然ガスパイプラインのバルブを閉める、米国が石油利権の確保のために中東諸国に対して政治介入を行う、中国が漁船船長逮捕の対抗として日本へのレアアースの禁輸をちらつかせる。これらはすべて、資源エネルギーの確保が根底に流れる政治行動であり、資源を武器として使う国家間の戦争である。中国、ロシア、イラク、ベネズエラ、そして眠れる資源の宝庫であるアフリカ諸国が自国利益最優先の資源ナショナリズムを掲げて世界の資源市場に台頭してきた。石油争奪の 20 世紀、そして 21 世紀は各国が資源エネルギー全般の確保を争う時代に入ったかのように見える。

2. どっこい化石燃料の時代はまだ続く

オバマ大統領はグリーンニューディール政策を掲げ、中国は風力および太陽光発電の大規模投資を発表し、日本の前首相は国連演説で CO₂ の 25% 削減を国際公約とした。世界中の先進国では再生可能エネルギー開発の大合唱である。まるで近い将来、石油や石炭などの化石資源の消費が大幅に減少するような錯覚をおぼえる。本当にそうなるのだろうか。

図—1¹⁾ をご覧頂こう。これは国際エネルギー機構 (IEA : International Energy Agency) が発表した 2030 年までの世界のエネルギー消費予測である。エ



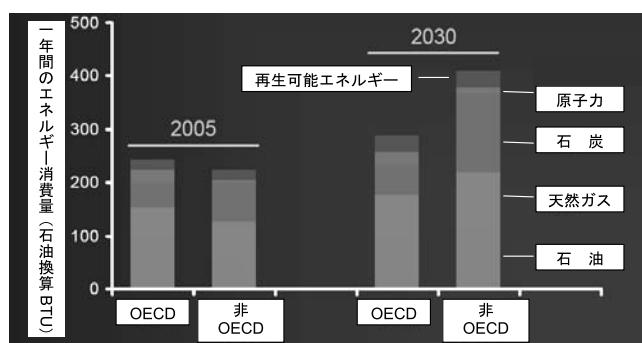
図—1 2030 年までの世界のエネルギー消費予測
(データは国際エネルギー機関 IEA)

ネルギー消費量は 2030 年時点で 2010 年よりも 40% 増加すると予測されている。ここでその内訳をじっくりと見よう。読者諸氏の期待に反して石油、天然ガス、石炭、再生可能エネルギー (風力、太陽光、地熱、水力) について、2010 年と 2030 年ではそれらの比率はほとんど変わらない。2030 年時点でもエネルギー消費の 80% は石油、天然ガス、石炭などの化石燃料によると予測されている。世界中で風力、太陽光、バイオマスなどの再生可能エネルギーの開発につとめても、エネルギー消費全体に占める割合はそれほど変わらないのである。地球温暖化防止のための有力なエネルギー源として期待される再生可能エネルギーであるが、化石エネルギー社会を低炭素社会に転換させるには、より一層強力なエネルギーの登場と 20 世紀型物質社会の大転換が必要なのである。

では 2030 年において現在よりも 40% 増加する世界のエネルギー消費は、何に起因するのだろうか。

3. 急増する中国の石炭消費

2009年に中国（石油換算 22.5 億トン）は米国（同 21.7 億トン）を抜いて世界一のエネルギー消費国となったようだ（IEA 発表）。中国での高い経済成長はインフラ施設、自動車所有者、住環境の整備に伴う冷暖房施設の増加をもたらし、エネルギー需要は急増している。中国は 2006 年には米国を抜いて世界最大の CO₂ 排出国となり、中国の巨大な需要と消費が世界のエネルギー事情に大きな影響を与えるようになった。しかしこれは中国だけの傾向ではない。図—2²⁾を見よう。これは OECD 諸国と非 OECD 諸国（中国、インド、ブラジルを含む）の 2005 年と 2030 年のエネルギー消費量である。2005 年には両者のエネルギー消費量は同程度であったが、2030 年には非 OECD が OECD の 1.4 倍になると予測されている。インドもブラジルも高い経済成長を続けており、中国を追って資源エネルギーの大消費地になろうとしているのである。



図—2 OECD 諸国と非 OECD 諸国の 2030 年におけるエネルギー消費予測

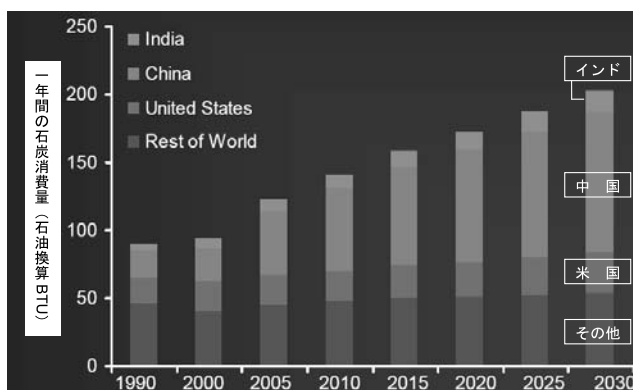
図—2 でもう一つ注目すべきは非 OECD 諸国の石炭消費の増加である。2030 年時点でのエネルギー消費の約 35% が石炭である。エネルギー資源の中で最も CO₂ の排出量が多い石炭の消費が今後最も増加する。実は、石油の埋蔵量が中東に約 6 割、天然ガスがロシアと中東に約 7 割と言うように偏在しているのに対し、石炭は世界に広く分布している。中国は世界第 1 位の石炭生産国（埋蔵量は世界 3 位）、それに米国（同世界 1 位）、インド（同 5 位）、豪州（同 4 位）と続く。自国に豊富にある資源を使うことは石炭消費国のエネルギー安全保障上重要なことであり、石炭は石油よりも安心して使えるエネルギー資源なのである。

さて、世界第 1 位の石炭生産国であり石炭消費国である中国に注目しよう。実はここから世界のエネルギー問題が垣間見えてくるのである。中国と石炭の関

係を以下に箇条書きにする。

- ・中国は世界第 1 位のエネルギー消費国（2009 年 IEA 発表）
- ・中国は世界第 1 位の CO₂ 排出国
- ・中国は世界第 1 位の石炭生産と石炭消費国（世界の約 40%）
- ・中国の石炭火力は中国全体の発電量の約 80%（2009 年時点推定）

いかがだろうか。石炭に特化した中国のエネルギー生産の驚くべき数字である。石炭は化石燃料としては石油や天然ガスに比べて豊富で安価であることから、経済成長の著しい中国の重要なエネルギー供給源となっている。2000 年から 8 年間に中国で作られた石炭火力発電所は 603 基、これは同時期の世界全体の 64% と言われている。現在猛烈な勢いで作られている中国国内の石炭火力発電所は、日本の最新の石炭火力よりもエネルギー効率が悪く（約 7% 劣る）、CO₂ の排出量も多い。そして、それらは今後数十年稼働し続けるのである。中国の経済大国への歩みは始まったばかりであり、2010 年には GDP で日本を抜き米国に次ぐ世界第 2 位の経済大国になると見られている。図—3²⁾ は 2030 年までの世界の石炭消費予測であり、中国の急増ぶりが際だっている。2008 年に石炭輸入国に転じたとされる中国は、2011 年には現在世界第 1 位の石炭輸入国である日本を抜くと予測されている。世界最大の石炭生産国が世界最大の石炭輸入国となる。驚くべきは、中国の資源エネルギー需要の量もさることながら、その増加のスピードである。日本の隣国はすさまじい速さで世界中の資源エネルギーを飲み込もうとしている。



図—3 2030 年までの世界の石炭消費予測

4. 資源輸入大国日本

—独自の資源戦略を持て！—

我々は子供の頃から「日本は資源のない国、加工貿

易の国」と教えられ、資源は海外から買うもの、そのために良い工業製品を売って資源を買うお金を稼ぐということを考えてきた。確かに以下の数字を見ると日本は世界中から資源を集めている。

- ・日本の世界第1位：石炭輸入，天然ガス輸入，レアメタル輸入
- ・日本の世界第2位：原油輸入，鉄鉱石輸入，銅鉱石輸入

日本は化石資源ばかりでなく，ベースメタル(鉄，銅，鉛，亜鉛など)，レアメタル(タングステン，バナジウム，白金など)，更には希土類と呼ばれるレアアース（ネオジム，イットリウムなど）でも世界トップクラスの輸入国である。

世界の資源輸入では米国，中国，そして日本の3カ国が多くの資源で上位を占めている。しかし，米国と中国は資源輸入大国であると同時に資源保有大国でもある。自国の豊富な資源を武器に，その市場に大きな発言力を持つことができるのである。近年中国の資源輸入の急増が話題になる。中国は自国の豊富な資源を消費しつつも，世界中から資源を集める戦略を実行に移している。中国のアフリカ資源外交，海外有力資源開発会社の買収，外国企業との油ガス田の共同開発，そして石炭，レアメタル，レアアースなど自国に豊富にある資源の輸出規制など，中国は戦略的にエネルギー政策を進めている。日本はどうだろうか。一方的な資源輸入国であるにもかかわらず，資源エネルギー戦略がないと言われる。「産業の米」と呼ばれるベースメタル，「産業のビタミン」と呼ばれハイテク製品や鉄鋼の生産に欠かせないレアメタルやレアアース，日本は独自の資源戦略を持たねばならない時に来ている。

5. 資源小国の呪縛を捨てよ

(1) 日本の海 ―世界第6位の排他的経済水域―

日本は本当に資源のない国なのだろうか。気がつけば中国とその権利を巡って政治問題となっている東シナ海の春曉油ガス田開発があり，事実上その石油と天然ガスは中国の支配下にある。第二次世界大戦以前はその南半分が日本領であったサハリン，1980年代に石油と天然ガスの大規模な埋蔵が確認されたことから，日本からの巨額の投資もあり，現在，世界でも有数の油ガス生産地帯になろうとしている。もし，東シナ海とサハリンの海底に豊富な石油と天然ガスがあることがわかっていたら，日本の戦前戦後の歴史は今と違ったものになっているだろう。今一度考えてみよう。日本は本当に資源小国なのか。

日本の国土面積は世界61位（38万 km²），資源は既に学んだように多くを輸入に頼っている。しかし，四方を海に囲まれた日本，ならば海に目を転じてみよう。日本の領海と排他的経済水域（EEZ：Exclusive Economic Zone）を合わせた広さ447万 km²は世界第6位である。EEZとは，国連海洋法条約に基づいて設定される経済的な主権がおよぶ水域のことを指す。沿岸国は同条約に基づいた国内法を制定することで自国の沿岸から200海里（約370 km）の範囲内の水産資源および鉱物資源などの非生物資源の探査と開発に関する権利を得られる。図—4³⁾に日本のEEZを示す。太平洋に点在する島々が世界第6位の面積のEEZ（領海を含む）を日本にもたらしめている。この広さは国土面積の12倍にもなるのである。そして近年この日本の海に多くの資源が存在していることがわかってきた。



図—4 世界第6位の海域面積を有する日本の排他的経済水域（領海を含む）：資源確保のために点在する島々の役割は大きい

(2) 海底の鉱山 ―海底熱水鉱床―

海底熱水鉱床とは，海底の割れ目から数キロメートルもしみ込んだ海水が，マグマの熱によって周囲の岩石中に含まれている金属成分を溶かし込んだ熱水となり，これが上昇して温度の低い海底あるいは海底付近に硫化物を形成する。この硫化物の化学組成には地域的特徴はあるものの，一般に銅，亜鉛，鉄などの主要金属元素と金や銀などの貴金属元素が含まれている。これまでの海底調査により，熱水鉱床1トンあたりには金が数グラムから十数グラム，銀が数十グラムから数百グラム，銅，鉛，亜鉛では種類によって異なるが数キログラム含まれていることがわかってきた。日本南方海域の伊豆・小笠原弧や九州南西方の沖縄トラフには，海底熱水活動に伴う複数の黒鉱型鉱床が発見されている⁴⁾。これらの水深は1,000 m前後と比較的浅

く、その地理的位置は日本の陸域に近いこともあり、潜在的な資源としての要素を十分に備えている。日本近海には熱水鉱床が15ほどあるとみられる。鉱物種やその資源量を評価するためには詳しい海底地形調査やボーリング調査が必要であるが、日本は決して資源小国ではない可能性が出てきたことは確かなようである。

(3) 燃える氷 ―メタンハイドレート―

メタンハイドレート (Methane Hydrate) は、メタン (CH_4) を水 (H_2O) が囲む構造の物質であり氷のような固体である。天然ガスの成分であるメタンが含まれているために、非在来型天然ガス資源として注目されている。ある程度の低温と高圧条件下で生成し、海底 (Seabed) や凍土 (Permafrost) 地帯などに存在することが確認されている。メタンハイドレートは低温で見た目はシャーベット状であり、火を近づけると燃え始めることから「燃える氷」と呼ばれる。このメタンハイドレート、日本近海の海底に大量にあることがわかっており (図-5⁵⁾)、排他的経済水域内の海底下15カ所に分布することが確認されている。15



図-5 日本近海に存在するメタンハイドレート資源の位置：資源量は合計で液化天然ガス消費量の100年分と言われる。

カ所を合わせた資源量は、1996年の時点で液化天然ガス換算7兆3,500億 m^3 と推計されている。これは現在の日本の液化天然ガス消費量の約100年分に相当する⁶⁾。日本は比較的早い時期からメタンハイドレート利用の実用化をめざして取り組んできた。この研究で日本は、世界のフロントランナーの役割を果たしている。2008年に閣議決定された「海洋基本計画」では、メタンハイドレートを将来のエネルギー安全保障上重要な有望な国産エネルギーとなりうると位置付け、今後10年程度をめどとした商業化を目標に国が先導的役割を担うことが明記された。しかし、深海底からメタンハイドレートを連続的に取り出す技術や海底環境に与える影響についての研究は始まったばかりであり、商業生産への道は平坦ではない。日本は世界最大の液化天然ガス輸入国である。国内消費のほぼ100%を海外に依存し、2008年には約7千万トンの液化天然ガスが輸入されており、その輸入額は4.6兆円を超えている。この分が国内資源でまかなえるとすれば、エネルギー安全保障に対する大きな貢献であり、更には日本経済に与えるプラスの影響は計り知れないものがある。

(4) 海水中にも資源？ ―レアメタル―

今話題のレアメタルとレアアースは偏在資源の代表選手と言われる。図-6⁷⁾にレアメタルとレアアースの産出量国別割合を示す。中国の圧倒的シェアが際立つ。海水には全元素の約7割の種類が溶存しており、ウラン、リチウム、バナジウムなどの有用希少金属の宝庫となっている。ウランについては、溶存濃度に海水全量を掛け合わせると約45億トンとなり、世界の原子力発電所で一年間に消費されているウランの60,000倍になる。日本近海では黒潮により運ばれるウラン量は、年間520万トンと試算されており、陸ウランの経済的に採掘が可能とされる総埋蔵量に匹敵する⁸⁾。

海水中には他にもコバルト、チタン、マンガン、ス

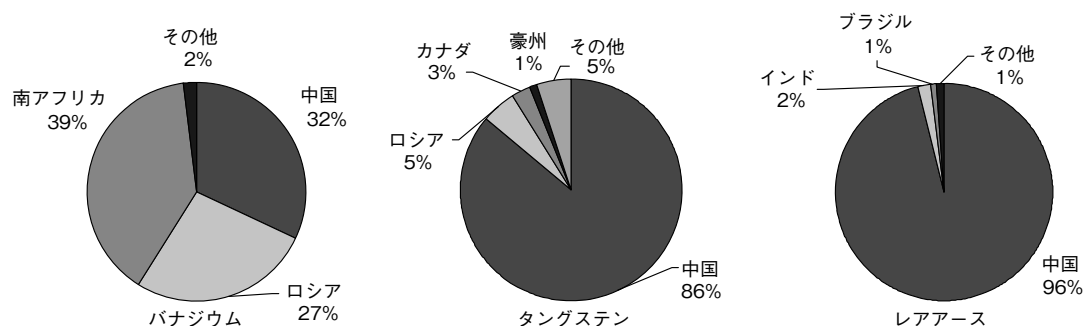


図-6 レアメタル (バナジウム、タングステン) およびレアアースの世界産出量国別割合 (2007年度データ)：中国はこの他、モリブデンでも世界の25%を産出している。

トロンチウムなど多くのレアメタルが溶存している。海水中からレアメタルを回収するための捕集技術は、ウランでは(独)日本原子力研究開発機構、リチウムでは(独)産業技術総合研究所が長年研究を行っている。更に両者の捕集剤を使った実海域実験では(財)エンジニアリング振興協会の研究がある⁹⁾。これらの研究により捕集剤の吸着能力の向上や捕集方法の改良が重ねられた結果、日本の海水中レアメタル捕集技術は世界の最先端を走っている。読者の中には海水からのレアメタル捕集研究をご存じない方が多いと思う。資源のない日本で、国産資源を求めて世界最先端の研究が行われている。

6. 資源開発が求める技術と技術者

21世紀に入り、日本が直面しているのは経済の再構築と経済成長のための資源エネルギー確保である。日本の資源開発の舞台は海である。水深数百メートルを超える深海での資源開発作業には人間が直接作業に赴くことができない。図-7¹⁰⁾は海底熱水鉱床の生産概念図である。海底に掘削機を降ろし、掘り碎いた



図-7 Technip 社が提案する海底熱水鉱床の生産概念図：海底に掘削機を降ろし、掘り碎いた鉱石を海上の母船まで吸い上げる。日本でも同様の方法と考えられる。

鉱石を海上の母船までライザー（海底掘削機械と海上の母船を結ぶパイプ）で吸い上げる。海底では無人化された掘削機が母船からのリモートコントロールにより海底を走行しながら掘削や集積作業を行うことになる。この無人化技術こそが海底資源の開発に最も必要とされるこれからの技術開発課題である。更に、母船、洋上施設、ライザー、海底作業機械などなど、個別の機材の開発に加えて、資源開発には調査、探鉱、試掘、資源量の評価、採鉱、生産、輸送、製品化、流通、そして環境保全やモニタリングといった各種機材やシステムを総合的にオペレートするエンジニアリング技術が必要とされる。

資源エネルギーを開発する巨大プロジェクトを遂行するためには3E技術（Energy エネルギー、Environment 環境、Engineering エンジニアリング）の知識が必要である。それを備えられるのはこれまで国土の開発に携わってきた土木建設技術者ではないかと筆者は思うのである。

7. 最後にもうひとつ

そうそう、日本が挑むべき資源エネルギー問題は化石資源や鉱物資源だけではない。日本の食糧海外依存度60%も忘れてはいけない。

J C M A

《参考文献》

- 1) "Facing The Hard Truths About Energy," National Petroleum Council, July 18, 2007, USA.
- 2) "One Year Later, An update presented to the National Petroleum Council," National Petroleum Council, September 17, 2008, USA.
- 3) 海上保安庁ホームページ <http://www.kaiho.mlit.go.jp/>
- 4) 飯笹幸吉 (2008)：「わが国の排他的経済水域内の海底熱水鉱床について」, 第48回海洋フォーラム
- 5) (独)産業技術総合研究所ホームページ <http://www.aist.go.jp/>
- 6) 十市 勉 (2008)：「埋蔵量100年分の国産資源「燃える氷」を商業化できるか?」, 日経BP社
- 7) 世界資源マップ2007年度データ, ダイアモンド社
- 8) 玉田正男他 (2006)：「モールド捕集システムによる海水ウラン捕集のコスト試算」, 日本原子力学会和文論文誌, Vol.5, No.4, pp.358-363.
- 9) 中澤直樹他 (2008)：「海水中希少金属の捕集実験」, 土木学会海洋開発論文集, pp.309-314, 2008年6月25日.
- 10) Technip 社ホームページ <http://www.technip.com/en>

【筆者紹介】



中澤 直樹 (なかざわ なおき)
システム工学研究所(株)
代表取締役社長

ずいそう

産学連携 —企業は大学との連携をもっと積極的に—

久 武 経 夫



建機メーカーに奉職していた頃から現在までに大学の先生方と様々な係わり合いを持ってきました。この機会に、我が半生の大学との連携を振り返ってみたいと思います。

大学との最初の接点は1980年、東京大学産業機械工学科の石井研究室と(株)フジタとの共同で行った転圧機械の自動化研究が最初です。この研究が大学と協調した研究の原点となり、以来、研究の要所で大学との連携を行って参りました。

研究の持続性、テーマや技術の自由な展開、客観化、時にはリクルートが大学との連携のメリットです。学生の研究テーマとして学術性付与や1年単位の研究サイクルへの対応が前提になるなどの問題はありますが、企業に較べ格段に廉価な技術検証が魅力です。

研究過程での複数案からの絞り込みに際し、大学で副案の研究を継続して頂くと、主案で行き詰ったときの手戻りが省略できます。転圧機械の経験を基に日鉄鉱業(株)と共同で行ったダンプトラック無人走行の開発に際して、慶應義塾大学計測工学科の新井研究室にはそんな支援をして頂きました。

第一次オイルショックの時は、石油資源の枯渇に現時点では想像出来ない危機感があり、様々な省エネの試みを行いました。その中の10～20%の水を軽油と超音波攪拌した加水燃料に依るエンジンの台上実験では、特定条件で20%の省エネ効果が立証されました。この実験には早稲田大学資源工学科伏見研究室と機械工学科の大聖教授の支援を頂きました。斯様に奇想な研究は、大学を巻き込んで初めて実現できます。

建機の省エネ関連では、計測機器を駆使した運転技術の定量解析、シミュレーション技術を用いた運搬路の設計や運転・運行手法の最適化、建機への管理機器の搭載の研究も行いました。これらの内で、管理機器開発等アイデアを取り合えず具現化する領域では、電気通信大学マイコンクラブの組織的な支援を頂きました。最近、NHKロボコンで準優勝をした湘南工科大学ロボット部の学生の支援を得ています。総合技術であるロボットの研究を行っている学生達は、装

置や機能別に配属され全体を見渡せない企業の技術者を凌駕する能力を発揮します。

1996年4月から1998年3月までの2年間、早稲田大学長谷川名誉教授が主宰された、2公益法人を含む22企業と大学の共同勉強会のお手伝いをさせて頂きました。産官学の専門家に依る59回、118コマの講義には学生も参加し、建設現場ロボット化の現状と課題を学びました。成果は、700頁の「建設作業のロボット化」(工業調査会)に纏められています。

東北大学(現千葉工業大学)中野教授とは、油圧ショベルのイージーオペレーション化の研究で十数年に渡る連携があります。先生には、その間、定期的に土木施工現場を視察頂き、自動化やシステム化などに対する貴重な助言を頂戴致しました(建設の施工企画'04.01, '05.02, '06.10, '07.01)。

中野教授は、会長をされている「NPO国際ロボフェスタ協会」の理事として、ロボットの教育を通じた人材育成を推進されております。私も非力ながら理事として応援させて頂いております。

建設機械の周辺安全対策を目的としたヘルメットの形状と色を検知するシステムの研究では、筑波大学油田教授にご指導頂きました。油田教授とは、火山探査ロボットの研究などを通じ、現在も協力関係が継続しております。

火山探査ロボットは、筑波大学、東北大学、千葉工業大学との協調、国土交通省の支援で進行しており、昨年は桜島、本年10月には浅間山などでの実験を行いました。実験に参加をする学生諸子の意欲、協調性、能力には目を見張るものがあります。技術的な目標と企業や行政との日常的な接触が学生の意欲や人間形成に重要である事を実感致しました。

産業用ロボットの技術での日本の優位性を維持する為には、学生の意欲の高揚が必須です。企業や行政がもっと積極的に産官学協調の実績創りに励んで頂きたいと思います。

—ひさたけ つねお (株)インロッド・ネット 代表取締役—


 ずいそう

技術の進歩と人材育成

丸 山 暉 彦



先日、ある骨董品店でタイガー計算機が1万2千円で売られているのを見て、思わずぐるぐるチンと回してしまいました。インターネットで調べるといろいろな価格で売られているようです。1970年代はじめ、研究室にはレジスターほどの大きさの電卓がありました。50万円したそうです。電卓は電気式卓上計算機の略で、文字どおり机の上にでんと置かれていました。その表示部は桁の一つ一つが親指大の真空管で、0から9までの形をした発光部が重ねてあるものでした（ニキシー管というのだそうです）。また、大型計算機はプログラムをパンチカードで入力するものでした。パンチカードの束を、1日に1回計算センターに運んで、翌日、出力用紙を受け取るシステムでした。パンチミスが一ヶ所でもあると一日が無駄になりました。1980年頃からパーソナルコンピューターが使えるようになり、高性能化、低価格化が進み、急速に普及しました。パソコンが普及すれば、仕事の量は半分以下に減り、休日が増えると思ったのですが、幻想であったことはご存知のとおりです。

1980年代は、携帯電話も大きなカバンほどあり、自動車電話はお金持ちのシンボルで、アンテナだけついている車があったほどです。現在、小学生でも持っている携帯電話は、カメラ、テレビ、電子マネー、定期券など機能がありすぎて私には使いこなせていません。

このような状況を20年前、30年前の誰が予想できたでしょうか。逆に言えば、20年後、30年後の科学技術を予測することはまったく不可能です。現在、不景気が続いて閉塞感が蔓延していますが、もっと将来に希望をもていいと思います。

昔、測量計算の必需品は「7桁対数表」だったと言ってもわかる人は少ないでしょう。結構厚みのある本で、任意の角度に対するサイン、コサインの対数が7桁で示されており、8桁目は比例配分で求めました。比例配分や対数の足し算にはそろばんを使っていました。関数計算機能付きの電卓ができてからは対数表を使うことはなくなりました。また、光波測距儀の出現にも驚かされたものです。大学の講義用に購入しても、性能改良の速度が早く2、3年で手持ち品が陳腐化してしまい補充できないでいます。今はトータルステー

ションやGPS測量の時代ですが、大学で使用している機器は昔のままのアナログで、講義内容が実務ともっともかけ離れているのは、測量学かもしれません。

今、理科系の大学や高専の授業で注目を集めているのは、テレビでおなじみのロボットコンテストです。ロボットとはいっても自律型ではなく、リモートコントロールのものがほとんどですが、研究室では自律型のものも多数開発されています。私の職場では、屋根雪おろしロボットや、がれきから被災者を救出するロボットが試作されています。日経サイエンス2010年10月号が「ロボットが変える戦争」と題して、戦争用ロボットの急速な進歩を紹介しています。微小な細胞ロボットも開発され、身体内部の検査や治療に使われる可能性もあるそうです。

小惑星探査機「はやぶさ」の帰還に日本中が感動したのは今年6月のことです。また、9月には国土交通省が海底資源調査用の無人探査機導入に11億円を要求しました。これらの技術は将来、建設機械にも応用される可能性があります。

いろいろな分野の技術が、私たちの想像の及ばない速度で進化しており、将来どのようになるのか、まったく予想がつきません。これらの技術は多くの研究者、技術者の努力の賜物ですが、ついて行くのが大変ですし、海外との競争も激しくなることでしょう。何よりも大切なのは優秀な人材を育てることにあるのは間違いありません。若い研究者、技術者を育成するために大学教育が対応できているのかと問われると、大丈夫だと言い切れないもどかしさがあります。大学の教育研究レベルの世界ランキングがあって、日本の大学は中国や韓国に抜かれてしまっています。我が国の技術者教育を日本全体で真剣に考える必要があります。たとえば、最先端の測量技術は現場の方に出前授業をしていただくのはいかがでしょうか。大学では、見やすいパワーポイントをつくる、明瞭な発声をこころがける、適切な演習問題を準備するなど、授業方法の改善が進められています。このようなことも含めて建設機械化協会にご検討いただければ幸いです。

——まるやま てるひこ 長岡技術科学大学 環境・建設系 教授、
(社)日本建設機械化協会 北陸支部長 ——

部 会 報 告

ISO/TC 127 (土工機械 専門委員会) / SC 1 (性能及び安全試験方法 分科委員会) / WG 3 (公道走行要求事項 作業グループ) ISO 28459 イギリス・ロンドン国際 WG 会議報告

標準部会

1. はじめに

土工機械の公道走行に関する世界的な安全要求事項として、欧州 EN 15573 規格に基づく ISO 28459 規格を ISO/TC 127 専門委員会下の SC 1 分科委員会で作成する為、前回 2008 年 10 月（於シカゴ）に続き、WG 3 作業グループが 2010 年 6 月 16 日～17 日にロンドンで国際会議を開催、日本からは国内道路運送車両の保安基準に関する専門家として協会標準部の小倉次長が出席したので、以下にその概要を報告する。

2. 概要

欧州における安全要求に関連して、油圧ショベル、ブルドーザ、ホイールローダなど量産建機の大半を占める「土工機械」の「公道走行」に関する「安全要求事項」の規格が必要とされた。まず欧州標準化機関 CEN で EN 15573「土工機械—道路での使用における要求事項」が作成され、これに基づき世界的な安全要求事項として国際標準化機構 ISO で ISO 28459「土工機械—公道走行要求事項」を作成することとなった経緯がある。ISO/TC 127 専門委員会直属傘下の作業グループとして米国が主査を務め、2006 年に会合、各国保安基準の調査を開始したが、当時 EN 15573 の作成作業に欧州側関係者の労力が注がれていた為、作業が滞った。その後 CEN での作業進展を受け、ISO/TC 127/SC 1 分科委員会 Ireland 議長（イギリス）を主査として SC 1 傘下に WG 3 作業グループを設置、2008 年 10 月 2 日～3 日米国シカゴで再出発した後、今回が第 2 回の会合となる。

公道走行を対象とする点から、各国／地域の制限事項との関係をどう扱うかが最大の論点である。

3. 会議場所及び出席者

- ・開催地：英国ロンドン市 Chiswick High Road, BSI (英国規格協会) 会議室
- ・開催日：2010 年 6 月 16 日（水）～17 日（木）
- ・出席者：イギリス 1 (Mr. Mark Ireland 主査：JCB Research), フランス 1 (Mr. Patrice Caulier：Bobcat France), 米国 4 (Dr. Dan Roley, Mr. Chuck Crowell, Mr. Mark Andrews: Caterpillar (3 名とも), Mr. Rick Weires: John Deere), 日本 1 (小倉公彦: 協会), 計 7 名

4. 内容

英国作成の案文を基に論議、以下の合意を得た。

- ・本規格は公道走行する車輪式・履带式土工機械、不整地用トラック及びテレハンドラを対象とする。テレハンドラは国内では実績のない機械であり、ISO/TC 110/SC 4 が取扱う。
- ・会議で作成した案文を NWIP (新規作業項目提案) 投票にかける。
- ・共通的な要求事項よりも厳しい各国／地域の制限事項は規格本文に記載せず、同時作成中の TS (技術仕様書) 案文に列挙とし、日本国内の保安基準のみ記載されているが、今後 TS 案文の作成作業は進めない。

以下に議事の詳細を記す。

(1) 規格案文—道路での使用における要求事項

(a) 最新の案文—公道走行要求事項規格の説明

ISO/TS 28459 案文につき討議、不整地走行テレスコピックハンドラを対象範囲に含める意図で引き続き案文を作成、NWIP に添付する目的で会議終了後に案文を準備し、さらなる検討を要する項目を除き WG が全ての事項に対処する。

(b) 最新の案文—公道要求事項 TS (技術仕様書) の説明

国ごとに異なる要求を列記した TS 案文につき討議したが、ISO/TC 127 にとって作成を進めるメリットがなく、主たる要求事項と異なる要求をもつ国々に(その存在による正当化の)機会を与える役割のみ果たせばよいこととした。TS 案文の作成は進めないが、主規格の協議において関連する(日本の)国家規格を検討する。(3)項参照)

(c) 案文の進捗

案文の検討と共に日本及びスウェーデンのコメントにつき討議した。スウェーデンは欠席の為、コメントに対する決議事項を回答とした。案文の変更箇所は、見え消し修正版に示すこととした。主な論議と変更箇所は以下の通り：

- EN 15573 及び、多数の国の要求に合わせて幅の上限 2.6 m を 2.55 m に減じた(日本、韓国は 2.5 m)
- 最高時速 20 km/h 未満の機械についてかじ取り装置の要求、ISO 5010 の使用を明確化
- 追加座席位置の要求
- 不意の作動
- 特別な警告プレート要求の削減
- ツール及びエキイプメントの運搬

(d) TC 127/SC 1 作業計画における案文登録に向けた次の段階

ISO/TC 127/SC 1 で案文を登録、ISO/TC 110/SC 4 でも投票を要求する。両 TC の専門家を招集する。TC 127/SC 1 の作業計画として登録し、案文の成熟度から 24 ヶ月での開発スケジュールを選択する。

(e) 定義、責務及び将来の業務スケジュール
議長国イギリスが NWIP 登録を行う。

(2) その他の事項

次回会議は NWIP 投票締切に合わせて日程を決め、集まったコメントに対処する。時期は未定だが、可能な限り他の ISO/TC 127 会議と同時開催とする。

(3) 日本からの報告

前回会議で各国専門家が持ち帰った宿題事項(各国／地域の車両制限(質量及び寸法)について明確とすること)のうち、日本の担当分について以下の通り報告／意見を提出した。

(a) 鉄輪ローラの最新技術水準における設計速度の確認：

国内鉄輪ローラの仕様値は最高速度 16 km/h、殆どが 15 km/h 以下である

(b) 履带式機械の接地圧について検討：

ISO/WD 28459 では 0.8 MPa (116PSI) = 8.15 kg/cm² 以下

保安基準の細目告示では、3 kg/cm² を超えないこと(下記式による仮想接地面積において)*

$$A = a \times b \times n$$

A：仮想接地面積 a：履帯の接地長

b：履帯の接地幅 n：履帯の条数

* 注：ISO/WD は履帯のトレッド形状を考慮しており実接地面積に近いが、保安基準では接地長×接地幅において完全に接地した状態を想定している為、単純には比較できない

(c) 特別表示プレート、突出部保護などについて

(車両制限よりも広幅の場合の)特別表示プレート、ナンバープレート、突出部に関する保護などに関し、低速車両表示プレートと同様の文面とするべく英国議長が案文作成：

基準緩和車両の表示に関する日本国内の規定について調査 …次項参照

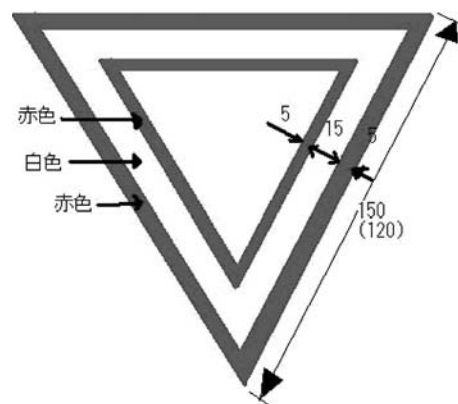
(d) 走行時高さ表示の適切な寸法について

基準緩和車両の表示に関する日本国内の規定について調査：

●道路運送車両法施行規則より関係部分抜粋
(制限の表示)

第 54 条 自動車の使用者は、第 52 条第 1 号、第 2 号(法第 54 条第 1 項 及び法第 54 条の 2 第 1 項の規定による指示に係るものに限る。)及び第 3 号に掲げる処分に係る自動車(第 3 号に係るものにあつては、その運行のため必要な保安上又は公害防止上の制限を付されたものに限る。)を運行の用に供しようとするときは、第 19 号様式による標識を当該自動車の後面に見やすいように表示しなければならない。

* 第 19 号様式=倒立正三角形のしるし(色及び寸法の指定あり)を規定(図—1 参照)。



図—1 第 19 号様式 (基準緩和表示)

①形状は、倒立正三角形とする。

②寸法は、総べて「mm」とする。この場合において括弧内に示す寸法は、軽自動車及び小型自動車における寸法とする。

●基準緩和自動車の認定要領について（依命通達）より関係部分抜粋

第8 基準緩和の認定等

1 地方運輸局長は、第6の規定に基づいて審査した結果、基準緩和の認定を行うことが適当であると判断した場合は、第7に基づく条件、制限及び期限を付したうえで、基準緩和の認定を行い、第3号様式による基準緩和認定書を申請者に交付するものとする。

2 基準緩和の認定に当たって基準緩和項目の一部又は全部の諸元を表示するよう制限を付された自動車にあっては、自動車の後面に道路運送車両法施行規則（昭和26年運輸省令第74号）第54条の規定による標識（制限を受けた自動車の標識）に近接した見やすい箇所に、横35mm、縦60mm以上の大きさの文字を用いて、次の例により表示するものとする。

この場合において、複数の項目を表示しようとするときは、次の例に掲げる順によるものとする。また、貨物自動車にあっては、最大積載量を他の基準緩和項目の諸元を表示する文字と同じ大きさの文字を用いて表示するものとする。

基準緩和項目	表示の例
長さ	「全長 15.50 m」
幅	「全幅 2.80 m」
高さ	「全高 3.90 m」
車両総重量	「重量 35.00 ton」
最大積載量	「最大積載量 28.0 ton」
軸重	「軸重 18.00 ton」
隣接軸重	「隣接軸重 23.00 ton」
輪荷重	「輪重 6.00 ton」
最大安定傾斜角度	「運行速度 40 km/h 以下」
最小回転半径	「回転半径 14.0 m」

(e) フェンダ幅についての要求の調査：

大型・小型特殊自動車は、保安基準第18条のフェンダ装着要求から除外されている。

乗用車では回転部分の突出を防ぐ目的でフェンダを装着しているが、グレーダ等の産業車両では作業の用途上、運転席からタイヤを視認できる必要がある。フェンダを装着すると作業性を損なうため、特殊自動車は除外されている。従って、日本はフェンダが覆う範囲の幅寸法要求を記述しないことを要望した。

(f) 機械の完全性／強度ないし一般的要求事項について：

日本の国内保安基準を調査し、以下の通り提出

・安定性（保安基準第5条、細目告示第8条）

空車状態で左右35°に傾けても転倒しないこと（最高速度20 km/h以下の自動車においては30°）

・走行装置（保安基準第9条、細目告示第11条）

堅ろうで、安全な運行を確保できること

タイヤに加わる荷重、すなわち積車状態の軸重に係る輪数で割った値は、タイヤの負荷能力以下であること

・操縦装置（保安基準第10条、細目告示第12条）

運転姿勢において容易に操作・識別できるよう、ステアリング中心線から左右へ水平距離500 mm以内に必要装置が配置されていること

・かじ取装置（保安基準第11条、細目告示第13条）

堅ろうで、安全な運行を確保できる強度、操作性等であること

・制動装置（保安基準第12条、細目告示第15条）

走行中の自動車が確実かつ安全に減速及び停止でき、かつ平坦な舗装路面等で確実に停止状態に保持できる、独立に作用する2系統以上の制動装置を備えること

ただし、最高速度35 km/h未満の大型特殊自動車、農耕作業用小型特殊自動車及び最高速度25 km/h未満は、1系統でもよい

・燃料装置（保安基準第15条、細目告示第18条）

燃料への引火等のおそれのない、強度、構造、取付方法であること

衝突や、他の自動車に追突された場合の燃料漏れを防止する性能であること

エンジンルーム内に燃料タンクがないこと

給油口の位置は排気口から300 mm以上離れていること

給油口の位置は露出した電気端子・スイッチから200 mm以上離れていること

・電気装置（保安基準第17条の2、細目告示第21条）

火花による乗車人員への傷害や、無線設備の機能に障害を与える電波を発するおそれのない取付位置、取付方法であること

・車枠及び車体（保安基準第18条、細目告示第22条）

堅ろうで運行に十分耐える強度、取付方法等であること

外形その他形状は、鋭い突起がないこと、回転部分が突出していないこと等他の交通の安全を妨げるおそれがないこと

ただし、大型特殊自動車及び小型特殊自動車は除く
なお、Bluebook 2008年版**より関連保安基準及び細目告示を抜粋した別資料を提示し、詳細はそちらを

参照とした。

**JASIC（自動車基準認証国際化研究センター）刊：
AUTOMOBILE TYPE APPROVAL HANDBOOK
FOR JAPANESE CERTIFICATION 2008

5. 今後の対応

前回のシカゴ会議で提起した点【ISO規格制定に当っては、国連欧州経済委員会 UN/ECE 作業部会 WP 29（自動車基準調和世界フォーラム）で審議されている各国法令の整合化との連携を図る必要があるのではないか】について、日本から再度注意を喚起したが、国際標準化機構 ISO と国連欧州経済委員会 UN/ECE の活動に接点がない為か、出席国の関心が低く WG 3 会議での支持は得られなかった。欧米では各種産業車両（いわゆる“作業車”）と乗用・貨物自動車（いわゆる“自動車”）は別の範疇であり、公道走行において適用される基準も異なるものと推察されるが、日本では公道を走行する場合、建設機械を含む各種産業車両にも“自動車”の保安基準がほぼそのまま適用されるので、今後国内法令と ISO 規格の適用範囲／要求事項に齟齬が生じないように、制定作業と並行して国内／海外関係団体との情報共有を継続する必要がある

と考える。

6. その他

今回の国際 WG 会議はロンドン市 Gunnersbury 駅に隣接した BSI（英国規格協会）ビルディングで開催された。3泊4日の短い滞在ではあったが、ヒースロー国際空港からホテルのある Hammersmith 駅への移動や、ホテルから BSI へ移動する間、一度も地下鉄・列車の不具合に遭遇しなかったことに少々驚いた。（過去に2度ロンドンを訪れた際、乗ろうとした地下鉄が2度とも何かのトラブルで突然止まり、払い戻しも受けられずやむなく切符を棄てた体験から）日本の PASMO、Suica に似た Oyster card が利用でき、空港からロンドン中心部へは地下鉄（tube）の他に Paddington 駅へ直通の Heathrow express も乗り入れている。ヒースロー国際空港では稼働中の第1, 3, 4ターミナルに加え、第5ターミナルの建設工事が進められている。外国人旅行者に対する駅員の態度にも向上が見られ、2012年のロンドンオリンピック開催に向け公共交通整備・サービス改善が進められていると感じた。

また、今回の会議は、当初4月下旬に米国シカゴで



写真一 1 ISO/TC 127/SC 1/WG 3 会議出席者（イギリス, 米国, フランス）



写真一 3 BSI（英国規格協会）ビルディング入口



写真一 2 ISO/TC 127/SC 1/WG 3 会議出席者（米国）



写真一 4 拡張整備中のヒースロー国際空港

開催の予定であったが、アイスランド火山噴火による火山灰の影響で欧州勢が出発できず一旦キャンセルされた後、改めてイギリス・ロンドンで6月に開催となった。再通知から開催まで間がなく、成田―ヒースロー直行便がとれなかった為、ヘルシンキ経由フィンランド航空便を利用した。「日本からヨーロッパへ最速」が同航空の謳い文句ではあるが、ヘルシンキ―ヒースローは約3時間かかり、夜遅くの現地到着となった。また、帰りの便も早朝に現地出発の為、帰国前日に

Hammersmith 駅から空港近くのホテルへ移動し1泊するなど、会議以外の調整にも色々と手間取った出張であった。

なお、宿題事項であった国内保安基準の調査に当り、ご協力頂いた(社)日本産業車両協会事務局ならびに特殊自動車常任委員会の方々に、誌面を借りて厚く御礼申し上げます。

(標準部会 事務局記)

JCMIA

大口径岩盤削孔工法の積算 ——平成 22 年度版——

■改訂内容

- ・国交省の損料改正に伴う関連箇所の全面改訂
- ・ケーシング回転掘削工法のビット損耗量の設定
- ・工法写真、標準積算例による解りやすい説明
- ・施工条件等に対応した新たな岩盤削孔技術事例の追加
- ・“よくある質問と回答”の追加

- A4 判／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）

●発刊 平成 22 年 5 月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>

部 会 報 告

ISO/IEC 国際会議出席報告書

ISO/TC 127/WG 8 (ISO 10987 持続可能性) 及び

ISO/TC 127/SC 1/WG 6 (ISO 11152 エネルギー使用試験方法)

標準部会

1. 会議名

- (1) ISO/TC 127/WG 8 (ISO 10987 持続可能性) 及び
- (2) ISO/TC 127/SC 1/WG 6 (ISO 11152 エネルギー使用試験方法)

2. 開催地

フランス国パリ市西郊（デファンス地区）クールブ
ヴォア市 Maison de la Mécanique（機械会館）会議室
（CISMA（建設・荷役・製鉄機械工業会）手配による）

3. 開催日

- (1) ISO/TC 127/WG 8 (ISO 10987 持続可能性)
平成 22 年 9 月 27 日（月）～ 28 日（火）午前
- (2) ISO/TC 127/SC 1/WG 6 (ISO 11152 エネルギー
使用試験方法)
平成 22 年 9 月 28 日（火）午後～ 29 日（水）

4. 出席者

スウェーデン	2	Ms Ulrika kihlander, Mr Heinz Werner (ボルボ)
日本	4	藤本 聡, 出浦 淑枝, 砂村 和弘, 此村 靖
中国	4	黄中良 (Huang Zhongiang 柳工), Yan Kun, Duan Lin (Tianjin Research Institute of Construction Machinery), Li Tie Sheng
米国	6	Mr David Gamble, Mr Tim West (ジョンディーア社), Mr Chuck Crowell, Dr Dan Roley (キャタピラー社), Mr Steve Neva (韓国斗山 - ボブキャット社), Mr

Edward Wagner (中国柳工)

フランス 3 Jean-Jacques Janosch (キャタピラー フランス), Mr Maxime Vinconneau (Manitou マニトウ社 (小形建設・荷役機械メーカー)), Mrs Cosette Dussaughey (工業会 CISMA)

ドイツ 1 Mr Werner Ruf (リープヘル社)

イタリア 1 Dr Sem Zarotti (IMAMOTER 農業機械建設機械研究所)

英国 1 Ms Victoria Hutson (JCB 社)

計 22 名が両会議に出席。

・ISO/TC 127/WG 8 コンビナー (WG 主査) 兼プロジェクトリーダー (以下 PL): 前記 Roley 博士 (キャタピラー社)

・ISO/TC 127/SC 1/WG 6 コンビナー兼 PL: 前記 Crowell 氏 (キャタピラー社)

5. 主要議題, 議決事項, 特に問題となった点及び今後の対応についての所見

(1) ISO 10987 持続可能性関係

① 審議結果

・日本意見「ISO 16714 (土工機械 - 熱回収含むリサイクル性 - 用語及び計算方法) 既出の用語は「用語及び定義」から削除せよ」は、賛成意見「引用規格改訂時に本規格も改訂が必要になるというわずらわしさを避けるべき。ISO 起草規則にも同様の主旨が記載されている」と反対意見「引用規格をすべて購入しないと理解できないのは経済的負担が重くなり、好ましくない」の両論が平行線となったため、DIS ではこのまま残して、投票で各国意見を問うこととした。

付記: 「持続可能性」の規格は、機械の使用者が持続可能性報告書 (又は社会責任報告書, 環境報告書) を作成する際の参考デー

タを提供する意図なので、国内的にも使用者の意見を求める必要があろう。

- ・2番目の日本意見「“ISO 11152（エネルギー使用試験方法）発行まで本規格を活用”を削除せよ」は了承された。
- ・燃料消費量を例示するかどうか、議論となったが、ついに決着を見ず。PLのRoley博士は、ISO 11152発行までは時間がかかるので、この規格は顧客がCO₂（二酸化炭素）推定にすぐ使える参考値を提供したいと主張。CD（委員会原案）に例示されたホイールローダの燃料消費量は、Caterpillar社のSpecification Chartからの引用で公知の数値である旨を説明した。しかし測定方法が開示されていないし、ホイールローダ以外の数値をどこから引用するかについても不明だとして、強い反対を受けた。
- ・GHG（温室効果ガス）として、CO₂に加えて

表－1 小形ホイールローダの燃料消費量（参考）

ホイールローダの例	燃料消費量 L/hour
軽負荷	4.1 ～ 6.6
中負荷	6.6 ～ 8.9
重負荷	8.9 ～ 11.4

HFCs（ハイドロフルオロカーボン類）を記載した。冷媒名と充填量を開示項目とする。

- ・数値で示しにくい（運転員の省燃費運転の）教育効果をどう記載するのか、議論あり。JCB、ボルボによると5～30%の燃費削減実績があるとのことで、実績ある会社は具体的な数値を書けばよい。あるいはトレーニングプログラムを用意していることを記載するだけでもよい。

②その他情報

- ・EUでは、CECE（建設機械工業会）とCEMA（農業機械工業会）で“Carbon Project Team”を発足して、規制当局と対話を開始した。2017年以前には規制開始されない見込み。
- ・EPAは、CO₂排出寄与度にもとづき、ブルドーザ、油圧ショベル、ホイールローダの3機種に限定して規制を検討している。
- ・「各国建設機械工業会が足並みをそろえて、有害物質削減を進めたい」という提案がPLからあった。別途、関係者にメールで提案が届く見込み。

③今後の予定

- ・10/3 DIS用案文作成（PL）
- ・10/15 WG専門家の意見締切

- ・11/1 DIS用修正案文作成（PL）
- ・12/15 WG専門家の意見締切
- ・1/1 DIS(国際規格案)を(ISO幹事国経由ISO中央事務局に)提出
- ・3月末 DIS投票開始（ISO参加各国による投票で要5ヶ月）
- ・10/17, 18 次回会議は北京を予定（10/18 BICES建機展示会があるので）

(2) ISO 11152 エネルギー消費試験方法関係

概要：エネルギー消費量の測定方法に関しては、日本から提案したJCMAS H020～H022に規定の、「模擬動作」による測定と、イタリア、スウェーデンなどからの提案による「実掘削」による測定のどちらがよいかでここ3回もめたまま決着がつかなかった。いくら話しても会議では決着がつかないので、国際WGコンビナーのCrowell氏及び親専門委員会ISO/TC 127の総まとめの国際議長でもあるRoley博士から、両論併記のままではISOとして強制力を持った規定とするのはいかなものかという点があるので、いったん、ISOの技術仕様書（以下TS）として成立させて、成立後3年後に、各国でどちらが有用かどうか見極めたうえでISOにする際に決着を付けようと、ほとんど提案というよりも宣言がなされ、そういう「段取り」とされた。

なお、JCMASの測定方法は、TSに取り込まれることとなった。

付記：ISOのTS（技術仕様書）は、ISO国際規格の発行に関する合意が、将来的には可能としても、直ちには得られないという場合、暫定的に適用する前段階の規格として、ISOの規定に従い発行されるISOの出版物で、1回の投票で成立し、3年後に見直しになる。

①審議結果

- ・試験条件を巡って、実作業か模擬動作か、ひとしきり議論があったが、まとまらないため、（現時点ではISOの国際規格には進めず）ISO/TS（ISO技術仕様書）として両論を併記することとなった。
- ・ブルドーザ（JCMAS H021）を追加する。
- ・エネルギー蓄積装置として（油空圧によるエネルギー再生の可能性を考慮して）アキュムレータを追加する。

- ・(ハイブリッドなどにおける蓄電池やキャパシタの) SOC (蓄積エネルギー率) は「試験前に完全充電」でなく、ボルボ提案にならない「試験前後で同値とする」とする。

付記：SOC が試験前後で同値とならない場合の扱いは、JCMAS H 020 の適用範囲にハイブリッドを含める改正の技術的検討の際の最大の問題点で、結局、エネルギー変化量が、消費した燃料の真発熱量（低位発熱量）に相当するエネルギーの 1% 以下の場合は（同値とみなして）補正不要とし、これを上回る場合は、蓄積エネルギーを（機関の）運転で復帰させるか、又は、エネルギー変化量を燃料消費量に換算するか、の二種類の補正方法を規定した経緯があるので、JCMAS の当該部分を英訳して、提出する必要がある。

- ・試験前に実施すべきならし運転期間（running in）が規定されていたが、これを 300 時間でなく、「最低でも 20 時間、これを超える場合は製造業者が推奨する時間」に変更する。
- ・JCMAS で規定している「2 号軽油」では欧州など理解されない地域があるので、使用燃料の要求仕様（硫黄 0.005% 以下など）を規定する。

付記：地域・時期・銘柄などにより燃料の軽油の性状は若干の差異があり、国内では資源エネルギー庁の総合エネルギー統計で用いられる軽油の高位発熱量 37.7 MJ/L であるが、この値自体、軽質油化などを反映して見直しの経緯があり、市販の軽油にはバラツキがあり、国際的には、原油の入手先などの事情でより大きな差異があると思われる（厳密に原単位で比較するのは、使用する軽油の真発熱量（低位発熱量）を確認すべきとなり、前出の真発熱量は、便宜的に、同統計に示す軽油の高位発熱量に、これも同統計に示す軽油類の換算係数 0.95 を乗じて算出）。

- ・ローダの（ダンプクリアランス）目標高さは「JCMAS では 2.2 m」, 「ボルボは最低でも供試ダンプ高さの 60%」だが、日本は 11 t トラックを想定しており、海外では異なる可能性もあるので、ボルボの表記にする。
- ・ショベルの（ダンプクリアランス）目標高さは、「JCMAS では 0.5 m ~ 2.5 m」, 「ボルボは 2.5 m」だが、対象機械の大きさによって決める必要があ

るので保留。

- ・アイドリングが充電時間となる場合、従来のアイドリングと区別するために別の用語が必要。JCMAS 英語版の内容も参考にして更に検討する。

付記：JCMAS では、従来アイドリングとしていたが、表記を“待機運転”に変更している。

- ・各作業モード（掘削積込、ならし、走行、待機）の比率は、各国事情を加味して再検討する。
- ・終了 30 分前に再び、実作業か、模擬動作かの議論となった。主な発言は以下のとおり。
 - －最終的にはどちらかに決めるべき。現在、各社が社内標準で測定した値しかないので、測定値を比較しようがない。今回、2 種類の方法を TS として、どちらの方法で計測したかを記載すれば、比較の第一歩にはなる。
 - －乗用車の場合、メーカは模擬走行値を提示、雑誌等が実走行値を掲載し、使用者は適宜活用できている。
 - －現時点では、どんな規制になるかわからないため、測定方法の方向性が定まらない。使用者ごとの現場条件や機械仕様のイメージが湧きやすい実作業値がよいと思うメンバーは、使用者が規制されることを想定しているのではないか。一方、メーカの型式認定規制となれば、より短時間で測定可能でばらつきの少ない模擬動作に賛成するメンバーが増えるはず。

②今後の予定

- ・～ 12/15 ばらつき幅検討のために提供できる既存の試験結果を提供する。ただし油圧ショベル、ホイールローダ、ブルドーザの 3 機種に限る（WG 専門家）（JCB 社、キャタピラー社、ボルボ社は提供すると宣言）。
- ・～ 12/15 作業モードの比率を提案する。日本も日本市場以外で同様か、確認する（WG 専門家）。
- ・～ 11/15 JCMAS H20：2010 英訳を PL に送る（JCMA）。
- ・～ 12/1 各国専門家意見を反映して案文を作成する（PL）。
- ・2011 年 10 月 18, 19 日 次回 WG 北京（各国意見を見て、10 月以前に開催する可能性あり）。

その場メモより：

1. Crowell 氏の開会：今回は中国から 4 人も来ている。
2. Crowell 氏から「案文作るのがおくてゴメン。」（←日本もさんざんアオッタ）。意見が日本とジョンディーアから来ている。
3. ボルボの専門家 Ms Kihlander が、ボルボの社内測定方法を公開してその説明を 10 分程度行った（ホイルローダの実積込方法）。
4. 日本からの意見を藤本氏・出浦氏が説明した。
 - ・ ANNEX でブルドーザの測定方法も入れて欲しい：WG として OK
 - ・ SOC は試験終了時は開始前と同じとする：WG として OK（付記：この件は日本から JCMAS を示して補正方法など説明要）
 - ・ 慣らし運転 300 Hour は長すぎ－WG として OK もどの程度にしたらいいか 30 分程度議論した
 - ・ 燃費計の図面直し－WG として OK
 - ・ ハイブリッドの追加説明は追って JCMAS 英訳を提出－WG として OK
 - ・ アイドリング率 30% 化：WG で議論
 - ・ 実掘削はやめるべき：WG で議論
 - ・ ホイルローダの負荷バケット模擬動作も入れるべき：
 - ・ ブルドーザのけん引試験もいれるべき：Crowell 氏は（台数比率的に重要性が低い）日本の案が理にかなった方法との意見
5. Janosch 氏（フランス）がこの規格の政府、製造者、使用者の 3 者の立場から考えるべきと演説した。
6. Crowell 氏が、模擬動作と実掘削を両方規格に入れると言ったところ、Ruf 氏（ドイツリープヘル社）が両方いれるのは良くないと発言。Roley 氏が、土質で 10% 以上結果がかわってくるのはよくないと発言。JCB 社も出浦氏に賛成で、土質で燃費結果がかわってくるのでは多くの顧客の土質で同じ機械を測定するはめになってしまうと懸念。そこで Roley 博士が、ISO/TS であれば 1 回の投票で成立するからそれでいこうと推奨。結論：ISO/TS を使った迅速方法で一旦はやく成立させて、両論併記（JCMAS と実掘削）でいく。ブルドーザはいれない。
7. ここから 2 日目：SOC の完全再充電の件いろいろもめた。
8. なぜか Crowell 氏はならし時間を多めにとりたいようだ。300 時間は多すぎ、25 時間は短い。

メーカーのさだめた時間とした。

9. 燃料の規定。「2 号軽油」では通じない。Crowell 氏あずかり。
10. JCMAS のホイルローダの積み込み高さ 11 t 車で 2.2 m に関して、ボルボは 2.1 m の案文を出している。ピン高さの 60% で規定すればよいのではと Crowell 氏あずかり。
11. 雨の日の試験の書き方でもめる。小雨はゆるしたい。Dry condition でいいではないかと論議。Crowell 氏あずかり。
12. 堅土の定義をどうするか論議。
13. 傾斜は ISO 3450, ISO 5010 の規定をコピーすればよいと論議。
14. 日本からアイドリングモードのなかに、小さな段取り時間をふくめるので、ウェイティングモード（JCMAS では“待機”）と言い換えることを説明したが、英語の語感にあわならしい。Low idle and charging idle を含めてアイドルとして言葉を定義する。詳細は JCMAS H 020 の最新版を見て Crowell 氏が検討する。
15. 燃費の実データを集めると指示があったが、実データは出せるのか？
16. JCMAS のホイルローダの負荷バケット（による模擬動作）も規定にいれる。
17. 日本以外でのアイドル時間比率をあつめるべき：宿題となった。
18. 2 日目午後になって：ブルドーザの測定規定も含めるべきとなった。
19. 藤本氏が実掘削の 35 m はいくらなんでも長すぎるといったところ、ボルボは 30 m でやっていると発言。Ruf 氏が「溝掘りだけがショベルの仕事じゃあない」といいだした（かれの発言はまぜかえしが多い）。Ruf 氏がいうには、この規格ができればすぐにドイツの建機雑誌で各社比較につかわれるだろうと。
20. 10 月 7 日までに Crowell 氏は今回の会議に集まった文書と議事録を発行（例によって未発行）。
21. 12 月 1 日までに Crowell 氏は改定案文を WG 各国専門家に回付。
22. 市場の（国ごとの）作業モード比率の違いを、12 月 15 日までに Crowell 氏に報告。
23. 機種の違いだいたい 30% 程度ある。
24. 次回会合は、中国での ISO 10987 持続可能性会議に続き開催。ただし、開催するのは WG が必要と Crowell 氏が認めた場合。2011 年 10 月 18 日ごろ。

(3) 今後の対応についての所見

- ① ISO/TC 127/WG 8 (ISO 10987 持続可能性) 会議
- ・ 持続可能性 (Sustainability) の会議といっても、メンバーの関心は燃費に集中しており、かなりの時間が燃費関連の議論に割かれた。
 - ・ 持続可能性規格の作成は、各国の燃費規制に備えることが一つの目的なので、日本の燃費規制または業界自主行動計画の最新情報を確認しておくこと。日本は最も早く低燃費機械の指定制度を検討開始したが、いまだ基準値も運用も公表されていない。この1年のうちに欧米中で規制検討開始されたので、国際 WG の各国専門家は、日本の規制のことなどすっかり眼中になくなってしまった。
- ② ISO/TC 127/SC 1/WG 6 (ISO 11152 エネルギー消費試験方法) 会議
- ・ 会議前に配布された WD 案 (WG 段階での作業原案) では、「ショベルのみ JCMAS 採用、ホイールローダ及びブルドーザの JCMAS は不採用」となっていたので、ホイールローダ及びブルドーザを盛り込むように主張した。「ISO でなく TS として両論併記」という妥協案にはなったが、前回より盛り返したことは評価して欲しい。会議終了直前に再度議論が蒸し返したように、まだメンバーは完全には納得しておらず、更に盛り返しのチャンスはあると思う。模擬動作のみを残して ISO にできないか、引き続き機会を狙いたい。
 - ・ 日本の主張を有利に導くために、事務局および関係者の一層のご協力をお願いしたい (最新 JCMAS の迅速な英訳、各社および事務局による

綿密な案文検討、WG 国際会議への各社委員の積極的参加、参加者への協会補助、根拠データ収集・開示など)。

- ・ 自動車の規格・規制動向の確認は必須。使えるものは英訳要。
- ・ 前出のように、前日に行われた持続可能性の会議でも、かなりの時間が燃費関連の議論に割かれており、この議論を通じて参加者の暗黙の了解ができているので、燃費 WG 参加者は持続可能性 WG にも是非参加する必要がある。耳慣らし、舌慣らしにもなるし、各国参加者の性格・背景情報も収集できる (敵を知ってこそ有利に戦える)。
- ・ 中国から4名も参加者がおり、次回会議も北京での開催が決まった。当初、日本開催を提案する予定だったが、北京での展示会に併せて実施すれば、日本からの参加者にもメリットがあると考えられ、特に反対する状況にはなかった。市場も縮小し、建設機械展示会もない日本のプレゼンスは益々小さくなるばかりという事態に懸念を感じるが。。。

6. 次回開催予定

2011 年 10 月 18 日ごろ～中国北京市を予定。

JCMAS

[筆者紹介]

藤本 聡 (コベルコ建機(株))
出浦 淑枝 (コマツ)
砂村 和弘 (日立建機(株))
此村 靖 (日立建機(株))

部 会 報 告

幌延深地層研究センター施設見学会（その1）

機械部会 基礎工事用機械技術委員会

1. はじめに

基礎工事用機械技術委員会と大深度地下空間施工技術委員会は平成22年9月8日に、高レベル放射性廃棄物の地層処分技術を開発している北海道天塩郡幌延町の幌延深地層研究センター施設見学会を開催した。参加者は基礎工事用機械技術委員会 青柳委員長、大深度地下空間施工技術委員会 粕谷副委員長をはじめ16名が参加し、地層処分に関する基礎研究の現状と研究設備にふれることができた。今回は基礎工事用機械技術委員会として報告を行い、次号では大深度地下空間施工技術委員会として報告を行う予定である。

2. 高レベル放射性廃棄物の処分方法について

現在、わが国の電力発電量はおよそ11,000億kWhで、米国の43,000億kWh、中国の29,000億kWhに次いで世界3位となっている（総務省統計局 世界の統計 2006年の数値を引用）。国内の電力発電量の内訳は大まかに6割が火力発電、3割が原子力発電、1割が水力・風力などの自然エネルギーによるものとなっているが、化石エネルギーに依存した火力発電は資源枯渇やCO₂排出などの問題に直面しており、今後、原子力発電の役割が大きくなるものと考えられる。

原子力発電は主にウランを燃料としており、使用した燃料は再処理して未使用のウランや新たにできたプ

ルトニウムを回収し再び燃料として有効に活用することができる。この核燃料サイクルの過程において使用済み燃料を再処理する際に高レベル放射性廃液が発生する。これをガラス原料と高温の溶融炉内で液状ガラス化し、それをステンレス製のキャニスターに滴下し、キャニスター内で冷えて固化したものが高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）である。高レベル放射性廃棄物の処分方法として海洋底処分、宇宙処分、氷床処分など様々な処分方法が検討され、その中で地層処分が他の方法と比較して、もっとも問題点が少なく、実現性があることが国際的に共通した認識となっている。

わが国でも、2000年に制定された「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律（最終処分法）」の中で高レベル放射性廃棄物は地下300m以深に地層処分することとしている。

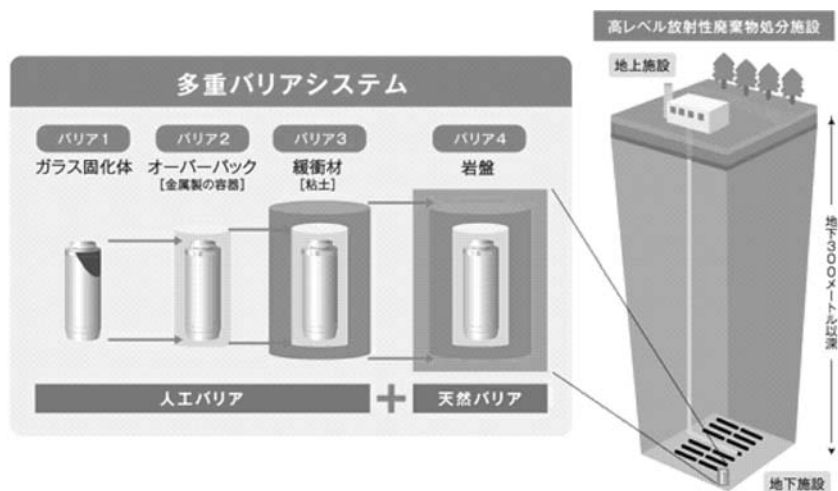
地層処分とは、地下300m以深の地層（岩盤）中に処分（埋設）するものであり、地下深くの環境で放射能が減衰するまで十分な期間、人の生活環境から隔離することを目的とした処分方法である。そのため、処分地は地質的に安定している必要があり、火山活動や活断層の影響がない適性のある処分地の選定が重要となる。また、より安全性を高めるために、高レベル放射性廃棄物は岩盤による天然バリアと人工バリアに包まれた状態となる（多重バリアシステム）。人工バリアとは上記ガラス固化体をオーバーパックと呼ばれ



写真—1 見学会記念写真



図—1 核燃料リサイクル模式図（JAEA 資料より抜粋）



図一 地層処理多重バリア模式図（「経済産業省 資源エネルギー庁」ホームページより）

る厚さ 19 cm もの金属容器内に収め、さらにベントナイトを主成分とする厚さ 70 cm もの緩衝材で周囲を覆うことで、地下水との接触を一定期間抑制するものである。

3. 幌延深地層研究センターについて

（1）地層処分技術の開発拠点

（独）日本原子力研究開発機構の地層処分技術開発拠点は東海研究開発センター（茨城県那珂郡東海村）、東濃地科学センター（岐阜県土岐市泉町）と今回見学した幌延深地層研究センターの3施設がある。東濃地科学センターは結晶質岩の地質について、また幌延深地層研究センターは堆積岩の地質について、深地層を掘り進めながら深地層と地層処分に関する研究・開発を行っている。ただし、あくまで研究開発施設であるため、プロジェクトの終了後には地下施設を埋め戻し、地上の研究施設を閉鎖する計画となっている。

（2）施設

幌延深地層研究センターは西に利尻富士が展望できる北緯 45 度の街、幌延町に 2000 年 11 月、北海道及び幌延町との間で「放射性廃棄物を持込まない、使用しない」などを約束した「幌延町における深地層の研究に関する協定」を締結し研究が始まった。同センターでは、地下深部の構造・環境を調査する技術や地層処分の実施に必要な技術の研究開発を進めており、そのスケジュールは、地上からの調査研究の第一段階が平成 17 年度に完了し、現在、第二段階の地下施設建設時の調査研究が継続しており、そして第三段階の地下施設での調査研究が並行して始まった段階である。

幌延深地層研究センターの敷地は、地上施設エリアと地下施設エリアに分かれ、地上施設エリアには試験棟、研究管理棟、PR 施設「ゆめ地創館」、本年度開設した地層処分実規模試験施設などがある。また、地下施設エリアには 2010 年 9 月現在、地下 250 m まで掘削が進んでいる換気立坑（φ 4.5 m）、東立坑（φ 6.5 m）



写真一 幌延深地層研究センター施設配置（「幌延深地層研究センター」ホームページより）



写真二 幌延深地層研究センター入り口

と来年掘削が始まる西立坑（ ϕ 6.5 m）が地下施設として計画されている。これら3本の立坑は最終深度500 mを目標に掘削が進み、すでに貫通した地下140 m、250 mの調査用水平坑道やそれ以深で計画されている周回試験坑道によりそれぞれがつながることとなる。

(3) 地上施設見学

今回の幌延深地層研究センター施設見学会では、PR施設「ゆめ地創館」と地層処分実規模試験施設、そして換気立坑から入って地下140 mの水平坑道を見学することができた。

PR施設「ゆめ地創館」では、幌延の地理学的展示物や原子力発電、地層処分を分かりやすく解説したパネルなどが展示されている。地下500 mへ降りていく様子を体感できる（あくまで体感で、実際は地下5 m）バーチカルトランスポーター500というエレベータで移動し、地下展示室を見学。次に地下展示室の連絡通路から地層処分実規模試験施設へ移り、地層処分に使用される実物サイズの人工バリアのカットモデルなどの展示を見学した後、「ゆめ地創館」の展望台へ移動した。地上50 mの展望台からは施設が一望でき、当日の好天候のおかげで利尻富士が見えた。また、周辺の牧草地帯では牛が放牧され、隣接するトナカイ牧場のトナカイたちの様子が見て取れる。広がる景色を眺めながら、我が国のどこかのこのように広大で市街から離れた場所にでなければ地層処分もできないのだろうと感じた。現在、処分実施主体として設立された原子力発電環境整備機構（NUMO）が処分事業地の公募をしているようだが、いまだ候補地は定まっていない。

(4) 地下施設見学

現在掘削が進められている東立坑と換気立坑は地上設備として巻上機、櫓、坑口座張があり、削孔先端の足場となるスカフォードまでの構成は同様であるが、掘削方法は換気立坑が機械掘削工法であるのに対し、東立坑は発破工法である。

地下施設の見学として、この換気立坑から200～400万年前の地層となる地下140 mの水平坑道へ入った。水平坑道へ降りるエレベータは、大人4人が整列してやっと乗れるエキスパンドメタルで覆われた籠であった。エキスパンドメタルの隙間から覗く立坑の壁のみの景色が数分続き、 ϕ 4.5 mの立坑がとても狭く感じた。地下坑道という言葉から、蒸し暑く少し砂埃で煙ったイメージを持っていたが、到着した水平坑道は換気設

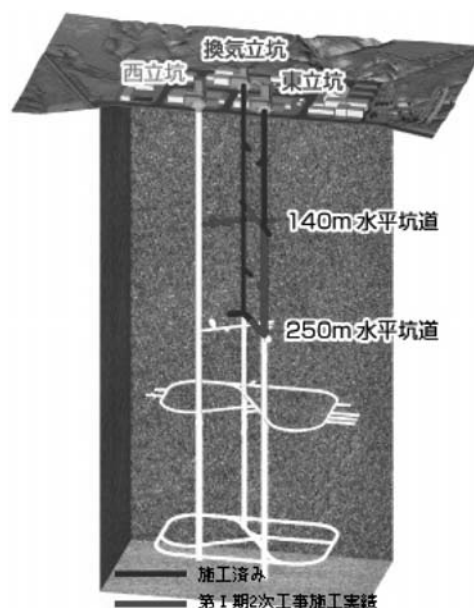


図-3 地下施設イメージ
（「幌延深地層研究センター」ホームページより）



写真-4 PR館地下展示室
（「幌延深地層研究センター」ホームページより）



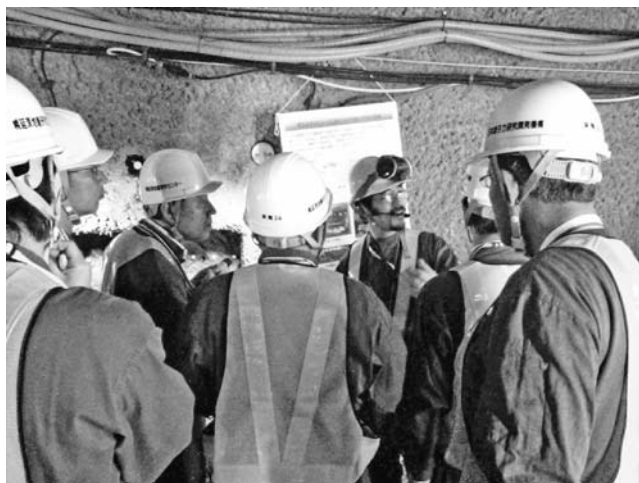
写真-5 PR館地下展示室見学の様子

備が機能しているため、すごしやすい環境に保たれていた。水平坑道断面は高さ3.6 m幅4 mの略半円形状で人の移動には十分な空間が確保されている。

水平坑道の各所では様々な地質に関する研究・試験が行われており、その研究や試験を解説するパネルが設置されている。地層処分には長期間、大深度での観察が不可欠であり、また、本来、空気に触れない地層が掘削により空気に触れることで酸化してしまう恐れがあるが、その性能や度合いを評価する研究は大変長い期間が必要となる。同センターで研究を続けられる



写真一六 地下施設見学の様子



写真一七 地下施設見学の様子

研究員の方たちの、絶え間ない努力がこのような研究を支えているのだと感じた。

4. おわりに

北海道の雄大な土地に建設された幌延深地層研究センターの地下 140 m にある研究施設に入れるという貴重な体験と、今後の電力供給において避けては通れない高レベル放射性廃棄物の処分について分かりやすく解説した展示施設を見学することができ、普段なじみのない分野に触れることができ、参加者の皆さんは大変満足しておられたようです。個人的には換気立坑先端を掘削している機械が稼働している様子を、モニターなどを通じて見てみたかったのですが、残念ながら当日の掘削予定はなかったようです。それでも、数々の展示物や地下施設の見学は子供のころの社会見学のように、ワクワクした気持ちでいっぱい、満足できる見学会でした。

最後に、幌延深地層研究センターの概要と地下施設での説明をしてくださった同センター主任研究員の佐藤治夫様、PR 施設を案内してくださった同センター地域交流課長の篠田典幸様をはじめ、見学会にご協力いただきました施設職員の皆様に深く感謝いたしますとともに、このプロジェクトの成果が未来の電力供給事情に大きな成果となることをお祈り申し上げます。

JCMA

《参考文献》

- 1) (独)日本原子力研究開発機構
「幌延深地層研究センター」
<http://www.jaea.go.jp/04/horonobe/index.html>
- 2) 経済産業省 資源エネルギー庁 放射性廃棄物等対策室
「放射性廃棄物と地層処分の HP」
<http://www.enecho.meti.go.jp/rw/>

(次号に続く)

新工法紹介 機関誌編集委員会

04-316	覆工コンクリート保湿・保温シート ＜LHT＞	日本国土開発
--------	---------------------------	--------

▶ 概 要

土木学会・建築学会では、コンクリートの湿潤養生期間の標準日数を定めていますが、コンクリートの強度や耐久性を向上させるためには、湿潤養生期間をさらに延ばすことが必要であると記載しています。そのため、発注者・施工者の皆様から、コスト・施工などの諸条件に見合った方法で、養生期間を最大限確保できる工法が求められています。

当社は、このほど「覆工コンクリート保湿・保温シート《LHT》」工法を開発し、青森県の大鰐町において、(独)防災科学技術研究所発注の大鰐広帯域地震観測施設建設工事のトンネル覆工コンクリートの養生に採用して効果を確認しました。主な特徴は、①施工の省力化を可能にし、②低コストでありながら③養生期間を最大限確保できるという点です。また、その結果として④強いコンクリートを構築することができました。

▶ 特 徴

LHT とは、型枠脱型直後のコンクリート表面に、特殊な専用接着剤で特殊な専用シートを装着するもので、長期湿潤養生が可能な工法です。人力でトンネル内面に設置し、仮設備を必要としないため、いつまでも設置可能です。

①施工の省力化

- i) 必要材料・・・LHT シート, LHT 接着剤
(軽量で取扱いやすい材料)
- ii) 使用機械・・・高所作業車, 接着剤噴霧器 (ローラでも可)
(汎用機械で対応可能)
- iii) 必要労務・・・作業員 2 名

【準備作業】 必要なし＜既往技術

(0 時間＜ 3 ～ 7 日程度必要)

【装着作業】 覆工コンクリートの場合、作業員 2 名が 2 ～ 4 時間程でトンネル延長 = 10.5 m (220 m²) 分を装着



接着剤を塗布
して貼るだけ



②低コスト

LHT は、i) 準備作業なし、ii) 安価な材料、iii) 安価な施工費、iv) 転用可能などにより、既往技術と比較しても低コストなコンクリート養生工法であると言えます。また、LHT はトンネル断面の大きさに制限がある既往技術に対し、小断面から大断面でも適用可能です。一般的なトンネル (周長 20 m 延長 1000 m 程度) におけるコストは既往技術の 60% 程度です。

③養生期間を最大限確保

養生なし = 【型枠設置期間 12 ～ 18 時間】
+ 【脱枠後養生期間 0 日】

既往技術 = 【型枠設置期間 12 ～ 18 時間】
+ 【脱枠後養生期間 7 日】

LHT 養生 = 【型枠設置期間 12 ～ 18 時間】
+ 【脱枠後養生期間 1 日～無制限】

④強いコンクリートを構築

i) コンクリート強度

LHT 養生による 28 日強度 = 1.83 × 養生なし
(外気温 25℃, 湿度 70%)

ii) 保温効果 = 養生無 (10℃) > LHT 養生 (4.9℃)

(外気温 0℃ の場合のコンクリート断面内部と表面との温度差)

※ 8℃ 以上の場合、ひびわれ発生確率が高い。

iii) 保湿効果 (コンクリート表面部湿度)

養生無 (65 ～ 70%) < LHT 養生 (90 ～ 100%)

▶ 技術の評価

・ NETIS 登録: QS-090031-A



LHT 設置 (大鰐広帯域地震観測施設建設工事)

▶ 問合せ先

日本国土開発(株) 経営管理本部経営企画室

広報担当 細谷

〒107-8466 東京都港区赤坂 4-9-9

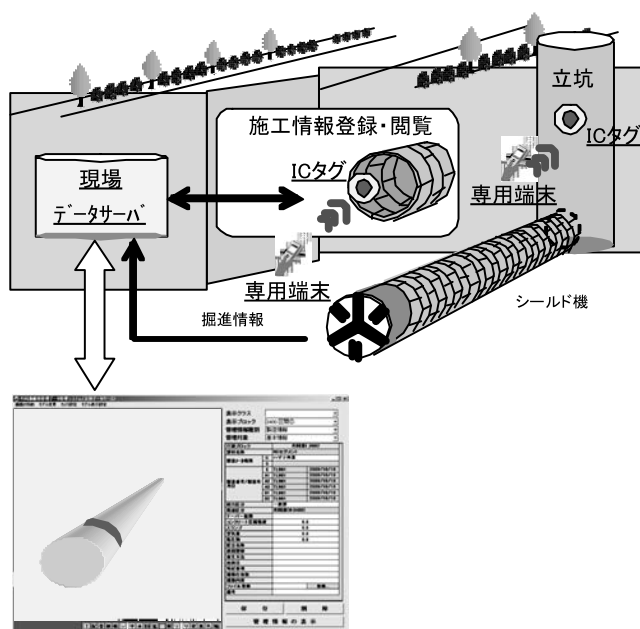
TEL: 03-5410-5720

11-96	IC タグを活用した 設計・施工情報総合管理システム	ハザマ
-------	-------------------------------	-----

▶ 概 要

現在の維持管理業務は、将来的な維持管理コストの把握や補修の優先順位付けが難しいなどの理由から、不具合箇所を現地を確認できた場合に補修を行う「事後型保全」が主流であり、より経済的かつ効率的な業務改革への期待が高まっている。

本システムは、①現場データサーバ、②三次元情報検索閲覧システム、③IC タグと専用端末、から構成され、施設管理者が維持管理するために必要な情報を系統立てて一元管理することで、これらの情報がいつでもどこでも利用可能となり、従来の「事後型保全」から費用対効果の高い「予知型保全」「予防型保全」への移行がスムーズに行えるようになっている。



三次元情報検索閲覧システム

図-1 「設計・施工情報総合管理システム」概要図

▶ 特 徴

① 構造物のライフサイクル全体を考慮したシステム構成

従来は、維持管理に必要な情報を施工者と施設管理者が別々のシステムを使って管理していたため、情報が散在もしくは欠落していることが多い。本システムでは「現場データサーバ」に施工者が設計情報と施工情報を登録し、施設管理者が点検情報を登録することで、ライフサイクルを考慮した情報の一元管理を実現している。このように、施工後の供用段階で、登録された情報を有効利用することを前提にシステム設計している点

に特徴がある。

② 情報の可視化

「三次元情報検索閲覧システム」は、対象となる土木構造物を立体的に表示し、任意の場所における施工時情報などの各情報を表示することで、「確認したい場所」の「確認したい情報」を瞬時に把握できる。これにより、図面データと資料を関連付ける必要がなくなり、長時間の情報収集作業から解放される。また、担当者間で空間把握に関する共通の認識をもてるようになることで、平面的な図面の誤認も少なくなる。

③ 現地での情報登録・情報確認

工事事務所内だけでなく現地（坑内）で情報を確認するため、施工時におけるセグメントの詳細情報や供用時における点検情報などを、現地においてIC タグへ登録する。入力間違いや入力忘れを防止するとともに、維持管理に必要な情報を現地でも確認することが可能である。



写真-1 IC タグと現地での情報登録状況

▶ 用途（IC タグ）

- ・シールド工事
- ・推進管工事
- ・コンクリート構造物

▶ 実 績

- ・泥水式シールド（延長約 3,900 m）
（セグメント外径φ3,780 mm、φ3,450 mm（親子シールド））
- ・泥水式推進（延長約 520 m、推進管内径φ2,600 mm）
- ・三次元情報検索閲覧システムは、山岳トンネル・カルバート・橋梁下部工など、導入先多数。

▶ 問 合 せ 先

（株）間組 土木事業本部 技術第一部
〒105-8479 東京都港区虎ノ門2-2-5
TEL：03-3588-5761

新工法紹介 機関誌編集委員会

09-32	S-Jet 工法 (シミズジェットミスト工法)	清水建設
-------	----------------------------	------

概要

建物のリニューアル・解体工事では、アスベストを除去するケースが多くあり、作業の効率化が課題となっている。これまでも、ウォータージェットを活用した除去工法はいくつか開発されているが、使用水量が多く、下層階への漏水が懸念されることや、余剰水の処理作業が発生することなどから、リニューアル工事には適用されていなかった。

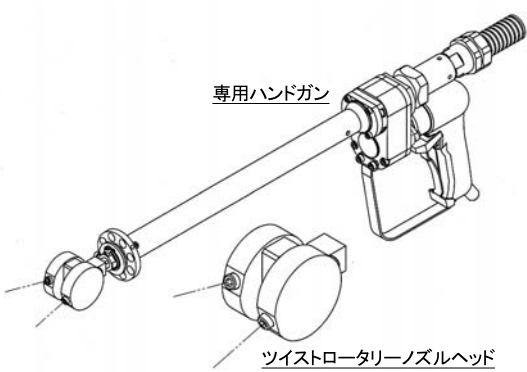
S-Jet 工法

本工法の最大の特徴は、既存のウォータージェット工法と同等の除去効率を確保する一方、使用水量を 1/3 ～ 1/10 に削減したことである。

これにより、使用水がアスベストにすべて吸収されて余剰水が発生しなくなるので、リニューアル工事へ適用が可能になった。

少量で高い除去効率を確保できるのは、アスベスト硬さや付着強度に対応して、アスベストが剥がれやすい任意の角度を設定してウォータージェットを噴射できる「ツイストロータリーノズルヘッド」を開発したことによる。既存工法では、ウォータージェットの噴出角度を調整できず、かつ、除去効率を高めるために対象物ごとにノズルを交換したり、砂などの研磨剤を水に混入させることが一般的であったが本工法では不要となる。

当工法の機器は、新開発の水ジェットノズル「ツイストロータリーノズルヘッド」が取り付けられた「ハンドガン」及び、「超高压ポンプユニット」と「圧力調整機器ユニット」から構成さ



図ー1 S-Jet 工法で用いるハンドガンとノズルヘッド

れている。リニューアル工事に対応するために、構成機器はエレベータで搬送できるサイズになっている。

S-Jet 工法のメリット

- ①リニューアル工事におけるアスベストの除去効率が従来の手作業に比べ、平均で3倍、ボルト廻りなどの細部にいたっては10倍以上となる。これにより、従来1平米あたり10,000～45,000円（概ね1,000平米規模）かかっていた除去費用を30%程度削減できるとともに、工期短縮も可能となる。
- ②噴射ジェットの射程距離は5cm程度で、噴出孔から1mも離れるとミスト状となり破壊力がなくなるため、作業の危険性ならびに隔離シート等の仮設物を破損する可能性が著しく低下する。
- ③ノズルヘッドが先端に付いたハンドガンの反力が従来の1/3程度（100N→30N）になるため、作業負荷が軽減される。
- ④出隅、入隅などのアスベスト吹き付け部位、湿式耐火被覆や青石綿等の種類、接着剤や塗料の使用の有無を問わず適用可能である。また、接着剤に含まれたアスベストについても、接着剤の付着強度を低下させるはく離剤を併用することで、除去することが可能である。

実績

リニューアル工事、3件（平成21年）

問合せ先

清水建設㈱ 生産技術本部 機械技術部
〒105-8007 東京都港区芝浦1-2-3 シーバンスS館
TEL：03-5441-0433（ダイヤルイン）

表ー1 S-Jet 工法に用いる機器の主な仕様

超高压ポンプユニット	最高噴射圧力：180 Mpa 最大噴射水量：2.7 ℓ / 分
	ポンプ電動機出力：11 kw/200 V 寸法：L1,000 × W700 × H1,300 mm 質量：500 kg
圧力調整機器ユニット	寸法：L920 × W685 × H1,350 mm 質量：400 kg

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈02〉 掘削機械

10-〈02〉-04	コマツ 油圧ショベル（後方超小旋回形） PC228US-8/PC228USLC-8	'10.06 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

各種作業に幅広く使用されている PC228US について、環境対応および省エネ対策、安全対策、車両遠隔管理機能などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。

従来機では、軽負荷作業であってもエンジン回転を維持したままポンプ側で吐出量を下げてコントロールしていたが、本機においては、必要十分な吐出量を確保したうえで、出来るだけ低いエンジン回転とする制御機構を採用して、燃費効率のよいエンジン回転とポンプ吐出量のマッチングを実現している。また、作業機レバーを中立にすると数秒後にエンジン回転数を自動的にダウンするオートデセルにおいて、回転数を従来よりも低く設定し、燃費と騒音の低減に効果を上げている。作業（量）優先の P モードと燃費優先の E モードの設定では、作業に応じてモニタパネルからワンタッチで選択できるようにしている。その他マルチモニタではエコゲージでその時の運転状態を見ることが出来、また、アイドリング状態が 5 分以上

続くとアイドリングコーションを表示して省エネ運転をアシストしている。油圧ショベル転倒時運転者保護構造を内蔵したキャブ（天窓開閉）では、足元スペースの確保や低騒音化を実現して居住性を向上しており、前方、後方の視認性を向上するとともに、後方モニタリングシステムを標準装備して安全性を高めている。

標準搭載の車両遠隔管理システム（KOMTRAX）は、稼働情報、位置情報などの提供のほかに“省エネ運転支援レポート”などのユーザへの提出、“メール送信サービス”による異常発生時におけるユーザへの連絡などを加えてサービスを充実している。7 インチ液晶モニタにはファンクションスイッチを採用して多機能操作を容易にしており、予め記憶させたパスワードを入力しないとエンジン始動が出来ないイモビライザを装備して、盗難などのトラブルに対処している。点検・整備箇所の最適配置、給油口のリモート化、ロングライフのオイルやフィルタの採用などメンテナンス性向上に配慮しており、エンジンオイルとエンジンオイルフィルタ 500 h、作動油 5,000 h、作動油フィルタ 1,000 h、作業機回りの給脂 500 h などと交換間隔を延長している。また、機械の異常チェック、メンテナンス履歴記憶、故障履歴記憶の機能を備えた健康診断システム（Equipment Management Monitoring Sytem）を搭載して異常発生時のスピーディな対応を図っている。

表―1 PC228US-8/PC228USLC-8 の主な仕様

	PC228US-8	PC228USLC-8
標準バケット容量 (m ³)	0.8	0.8
機械質量 (t)	21.7	22.9
定格出力 (kW (ps)/min ⁻¹)	110(150)/2,000	110(150)/2,000
最大掘削深さ×同半径 (m)	6.62×9.875	6.62×9.875
最大掘削高さ (m)	10.7	10.7
最大掘削力(バケット)通常/アップ (kN)	138/149	138/149
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)	2.31/1.68	2.31/1.68
走行速度(自動) 高/中/低 (km/h)	5.5/4.1/3.0	5.5/4.1/3.0
登坂能力 (度)	35	35
接地圧 (kPa)	50	41
最低地上高 (m)	0.44	0.44
全長×全幅×全高（輸送時） (m)	8.70×2.98×3.05	8.89×3.08×3.05
価格 (百万円)	21.7875	—
アームクレーン仕様 定置吊り (t)×(m)	(1.7～2.6)×(8.56～6.5)	(2.0～2.7)×(8.56～7.0)
同上 定置吊り (t)×(m)	2.9×(6.0～1.68)	2.9×(6.5～1.68)
同上 走行吊り (t)×(m)	1.4×(6.0～1.68)	1.4×(6.5～1.68)
解体仕様 最大掘削高さ (m)	10.6	—
同上 最大床面掘削半径 (m)	9.7	—
同上 全長×全幅×全高 (m)	8.80×2.98×3.065	—

(注) (1) 全高の数値はグローサ高さを含む。
(2) アームクレーン仕様は JCA 規格に適合。
(3) 解体仕様は各部を強化し、開閉式ヘッドガード（固定式シースルー天窓）、1.3 t 増量ウエイト、トリプルシューなどを採用。後方超小旋回形油圧ショベルに該当せず。
(4) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
(5) 国土交通省・超低騒音型建設機械。



写真―1 コマツ PC228US-8 油圧ショベル（後方超小旋回形）

10-〈02〉-05	住友建機 油圧ショベル(マグネット/グラップル仕様) SH350HD-5LCWMH	'10.06 発売 応用製品
------------	---	-------------------

重掘削形油圧ショベル SH350HD-5（バケット容量 1.4 m³）をベースに、スクラップヤードなどにおけるマテリアルハンドリング専用機として開発されたもので、マグネット仕様、グラップル仕様、マグネット・グラップル併用仕様にまとめられた新機種である。専用ロングブーム/ロングアーム、クローラ全幅を延長した専用拡幅下部走行体（強化型）、ロングクローラ、任意の位置に停止できるパラルリンク式エレベータキャブ、マグネット専用ポンプ・油圧モータ駆動による発電機、専用増量カウンタウエイト、φ1.5 m マグネットが装着できるアタッチメント交換簡易脱着装置（市販クイックヒッチ）などの採用で、金属リサイクル市場への幅広い対応を図っている。

新機種紹介

作業内容に合わせて選べるスロットル一体型モード（モードの切替えがスロットルと連動）を装備しており、作業量優先のSPモード、作業量と燃費を両立のHモード、燃費優先（低騒音）のAモードによって、マグネット作業時などにおけるエンジン回転数の制御が可能である。この時、スロットルを下げてもマグネット保持力は落ちないようにになっている。オートアイドル／ワンタッチアイドル機能は、マグネットモード時でも使用が可能であり（特許申請中）、マグネット吸着中はエンジンがアイドル状態にならないように安全機能が働くようになっている。ホース損傷などによる圧力低下時の急激な落下を防止するブーム落下防止弁、エレベータキャブフロントガード（メッシュ）、エレベータキャブ干渉防止装置、エレベータキャブ落下防止弁、エレベータキャブ緊急降下装置（キャブ内、外に作動ボタン）、エレベータキャブ脱出用梯子、マグネット磁力低下警報、各部に強化型カバーやガードなどの安全対策を採っている。

その他、重掘削形油圧ショベル SH350HD-5 で基本的性能として採用されているスムーズな（複合）操作性、高効率化、省エネ化などを実現する SIHS 油圧システム（SUMITOMO Intelligent Hydraulic System）、走行自動 2 速切替、ブーム・アーム・バケット油圧再生回路、エンジンルーム防火壁、走行アラーム、旋回レバー連動ブレーキシステム、エンジン緊急停止スイッチ、GPS などの安全対策、ならびにロングライフ作動油、ダブルエレメントエアクリーナなどの使用によるメンテナンス性向上策が全て備えられている。

表一 2 SH350HD-5LCWMH の主な仕様

	マグネット仕様	グラップル仕様
運転質量 (t)	47	46.2
定格出力 (kW(ps)/min ⁻¹)	202(275)/2,000	202(275)/2,000
装着可能マグネットサイズ (mm)	φ 1570/φ 1740	—
同上質量 (φ 1570/φ 1740) (t)	2.75/2.55	—
同上能力 (φ 1570) 冷時/熱時 (t)	1.25/1.12	—
同上能力 (φ 1740) 冷時/熱時 (t)	1.335/1.21	—
同上発電機出力 (kVA)	20	—
装着可能グラップル(最大掘み幅) (mm)	—	2600/2820
同上質量 (2600/2820) (t)	—	1.76/2.57
同上爪先最大掘み力(2600/2820) (kN)	—	37/40.7
同上外幅(爪最大開き) (2600/2820) (mm)	—	2800/3110
同上旋回トルク (2600/2820) (N・m)	—	4400/6500
最大作業半径 (m)	13.20	12.98
最大作業高さ (m)	13.17	13.97
最大作業深さ (m)	5.71	4.85
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)	2.57/3.75	2.56/3.75
エレベータキャブ上昇量 (m)	2.78	2.78
全長×全幅×全高 (本体) (m)	12.08×3.49×3.44	12.08×3.49×3.44
価格 (本体) (百万円)	50.19	—

(注) (1) 運転質量は、マグネットφ1570、グラップル2820を装着時。
(2) マグネット能力値は嵩比重1.3の場合とする。
(3) グラップル（最大掘み幅）：爪最大開き幅（内寸）。
(4) 作業範囲：マグネット仕様はマグネット中心位置。グラップル仕様はアーム先端ピン位置。
(5) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
(6) 国土交通省・低騒音型建設機械。



写真一 2 住友建機 SH350HD-5LCWMH 油圧ショベル
(マグネット／グラップル仕様)

► 〈05〉 クレーン、インクラインおよびウインチ

10-〈05〉-03	IHI 建機 クローラークレーン(ラチスブーム形) CCH2000-6	'10.04 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

建築工事、土木工事、設備工事などに、大きな作業半径と作業高さをもって使用されている 200 t 吊りクローラークレーンについて、環境対応性、居住性、安全性、信頼性、分解・輸送・組立性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。クレーン仕様、タワークレーン仕様が確立されている。

ウインチは減速機を内蔵型としてコンパクト化を図っており、巻上操作などでは、微速コントロール装置（エンジン回転と連動／単独の切替付）を採用して確実な運転を可能にしている。タワージブ起伏専用ドラムを備えており、クレーン仕様／タワー仕様切換えの際のワイヤロープ巻換え作業を不要としている。キャブは正面ガラスと上面ガラスのサッシをなくして、広い視界を確保している。安全装置として、過負荷防止装置、作業範囲制限設定装置、緩停止システム（限界角接近および負荷率 90% 時作動）、フック過巻防止（自動停止）、ブーム過巻防止（自動停止）、第 2 ブーム過巻防止（自動停止、解除不可）、テレスコピックブームリミットストップ（クレーン仕様）、スタビライザ及びジブリミットストップ（ラフフィングタワー仕様）、旋回ロック、ドラムロック、レバーロック、自動ブレーキ装置、エンジン緊急停止スイッチ（2ヶ所）、油圧安全弁などを備えて、スムーズな安心運転を確保している。作業範囲制限設定装置、エンジン回転計などの安全装置の作動状況は、装備しているモーメントリミッタ（7.5 インチカラー液晶ディスプレイ付）の表示で確認することができる。

標準装備の他に、特別仕様としてフリーフォール付主補巻上装置（モード切替付）、旋回モード切替装置（レバー中立時、フリー／ブレーキ）、ドラム回転感知グリッパ、無線通話装置、モーメントリミッタ外部警報灯（3 色）など多くの装備が用意されている。

新機種紹介

表―3 CCH2000-6の主な仕様

	クレーン仕様	タワークレーン仕様
最大吊上げ荷重×作業半径 (t)×(m)	200×5.2	35×10
クレーンブーム長さ基本/ライトブーム (m)	18~72/72~93	―
クレーンジブ長さ (m)	13~37	―
ジブ付最大ブーム長さ (72 m ブーム+37m ジブ) (m)	109	―
タワーポスト長さ (m)	―	38~65
タワージブ長さ (m)	―	27~51
フック地上最大揚程 (65 m ポスト+51 m ジブ) (m)	―	113.5
旋回角度 (度)	360	360
全装備質量 (18 m ブーム+200 t フック) (t)	約 210	―
全装備質量 (65 m ポスト+51 m ジブ+35 t フック) (t)	―	約 236
接地圧 (KPa)	約 113	約 126
定格出力 (kW (ps)/min ⁻¹)	242 (329)/2,000	242 (329)/2,000
走行速度 高/低 (km/h)	0.9/0.6	0.9/0.6
登坂能力 (度)	16.7	16.7
カウンタウエイト/カーボディウエイト (t)	92/19	92/19
全長×全幅×全高 (A フレーム格納) (m)	3.445×7.77× 3.775	3.445×7.77× 3.775
価格 (本体標準) (百万円)	200	220

(注) (1) クレーン価格：基本ブーム 18 m、200 t フック付。
タワークレーン価格：ポスト 38 m + ジブ 27 m、35 t フック付。
(2) クレーンジブはライトブームに装着不可（補助ジブを除く）。
(3) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
(4) 国土交通省・低騒音型建設機械。



写真―3 IHI 建機 CCH2000-6 クローラクレーン

▶ 〈11〉 コンクリート機械

10-〈11〉-03	極東開発工業 コンクリートポンプ車(2 ウエイパワー式) PY100-26-SEM	'10.04 発売 新機種
------------	---	------------------

建築工事、土木工事で使用されているコンクリートポンプ車についての新機種で、鹿島建設株式会社と極東開発工業株式会社の共同研究によって開発されたものである。車両搭載の生コンクリート圧送装置は、従来の車両エンジンからの取出し動力による駆動に加えて、外部電源動力による駆動を可能にして、2 ウエイパワー方式を確立したものである。車両には電動モータを搭載しており、外部電源を利用して電動モータにより生コンクリート圧送装置を駆動する。コンクリート打設作業においては、車両エンジンを停止して建設現場の電力を利用して行うので CO₂ の排出がなく、騒音も従来機比約 5 dB 低減される（車両前方 7 m での測定値）。

表―4 PY100-26-SEMの主な仕様

最大吐出量(大容量圧送)エンジン駆動/モータ駆動 (m ³ /h) [MPa]	87 [5.9]/87 [5.9]
最大吐出量(高圧圧送)エンジン駆動/モータ駆動 (m ³ /h) [MPa]	61 [8.5]/61 [8.5]
電動機出力 (電源) (kW) ((V)/(Hz))	132 (400/50)
車両エンジン最高出力 (kW (ps)/min ⁻¹)	265 (360)/1800
最大骨材寸法 (ブーム輸送管径) (mm)	40 (125A)
ブーム最大リーチ/同最大地上高さ (m)	22.4/25.8
ブーム旋回角度 (全旋回) (度)	360
コンクリートポンプ シリンダ径×ストローク (数) (mm)	φ 205×1900- (2)
ホッパ容量/同地上高さ (m ³)/(m)	0.5/1.3
輸送管洗浄水 最大理論吐出量/同吐出圧力 (L/min)/(MPa)	416/8.0
洗浄水タンク容量 (L)	500
アウトリガ張出幅 前/中/後 (m)	5.43/5.43/2.38
軸距×輪距 (前輪/後輪) (m)	5.55× (2.055/1.855)
タイヤサイズ全輪 (2 輪)-後輪 (8 輪) (―)	295/80R22.5 - 275/80R22.5
車両総質量 (乗車定員 3 名) (t)	約 21.7
全長×全幅×全高 (m)	9.96×2.49×3.52
価格 (百万円)	87.15

(注) (1) 最大吐出量は、吐出量 [ピストン前面圧] の書式で示す。
(2) ブーム (圧送) 形式：全油圧 4 段屈折式。
(3) 架装シャシーは、GVW22 トン級車を使用 (上記仕様値は、「日野 BDG-FS1EPYA 改」を使用した場合を示す)。



写真―4 極東開発工業 PY100-26-SEM コンクリートポンプ車 (2 ウエイパワー式)

建設機械市場の現状

1. 建設機械出荷金額推移

2009 年度の建設機械出荷金額（内需・外需の合計）は、1 兆 2,621 億円で前年度比 43% 減少となった。内需は 4,575 億円で 34% 減少、外需は 8,046 億円で 47% 減少した。その結果、内需、外需ともに 2 年連続の減少となった。

内需について製品別に見ると、油圧ショベル 50% 減少[995 億円]、油圧ブレーカ・圧砕機 46% 減少 [63 億円]、建設用クレーン 45% 減少 [837 億円] となった。

内需全体では 34% 減少、トンネル機械を除く 9 機種が減少し、補用部品は横這いとなった。

また、外需について製品別に見ると、トラクタ 66% 減少 [888 億円]、建設用クレーン 53% 減少 [646 億円]、トンネル機械 49% 減少 [33 億円]、道路機械 49% 減少 [202 億円] となった。

外需全体では 47% 減少、全 10 機種および補給部品が減少した。

表一 1 に「建設機械出荷金額実績（内需・外需）」の推移を示す。

2. 市場動向

(1) 国内市場

建設機械の国内出荷金額実績は、図一 1 に示す通り、2002 年度以降、建設投資（名目値）は微減であるのに対して、建設機械出荷金額は 2007 年度までの間、5 年連続増加に転じている。この要因として、排ガス規制による代替需要、さらにはここ数年高水準に推移する中古車の海外輸出を背景にレンタル業を主とした更新需要により、増加基調が継続したものと思われる。

しかし、2008 年 9 月のリーマンショックを発端とする世界同時不況は、輸出主導・外需依存で長期に亘って成長を続けてきた日本経済に想定外の深刻な影響を与えており、建設機械市場においても極めて厳しい環境となり、その結果、2008 年度の国内出荷金額は、前年度比 23% の減少、2009 年度は、前年度比 34% 減少と 2 年連続大幅な減少になった。

図一 1 に「建設機械出荷実績（内需）」と「建設投資（名目値）」の推移を示す。

表一 1 建設機械出荷金額実績（内需・外需）

		(百万円)															前年度比
		1995年度	1996年度	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度	2001年度	2002年度	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度	2008年度	2009年度	
トラクタ	内 需	128,953	144,529	111,500	88,576	89,095	91,587	87,567	63,612	67,375	73,470	79,907	91,222	86,751	68,094	49,643	-27.1
	外 需	109,209	130,673	151,012	185,873	93,258	83,276	87,020	100,236	108,696	162,962	205,721	245,577	309,147	257,243	88,865	-65.5
	計	238,162	275,202	262,512	274,449	182,353	174,863	174,587	163,848	176,071	236,432	285,628	336,799	395,898	325,337	138,508	-57.4
油圧ショベル	内 需	376,808	402,362	312,824	247,496	263,380	267,425	188,967	159,521	192,052	214,172	238,281	274,009	295,296	197,598	99,556	-49.6
	外 需	172,868	189,301	214,421	208,604	176,600	163,180	172,457	246,681	345,935	400,994	478,539	591,749	719,983	595,586	326,209	-45.2
	計	549,676	591,663	527,245	456,100	439,980	430,605	361,424	406,202	537,987	615,166	716,820	865,758	1,015,279	793,184	425,765	-46.3
ミニショベル	内 需	131,932	140,899	113,169	84,133	82,904	77,058	62,286	50,683	57,222	64,408	70,268	79,449	79,793	49,022	30,883	-37.0
	外 需	17,968	15,988	25,405	34,978	45,808	48,200	41,716	51,793	77,065	108,351	139,938	162,416	186,806	96,291	52,449	-45.5
	計	149,900	156,887	138,574	119,111	128,712	125,258	104,002	102,476	134,287	172,759	210,206	241,865	266,599	145,313	83,332	-42.7
建設用クレーン	内 需	247,535	290,949	235,651	146,524	121,583	114,087	88,509	75,703	88,724	100,310	122,191	146,263	170,066	151,053	83,700	-44.6
	外 需	35,341	43,155	52,596	33,711	26,689	15,814	16,801	23,539	29,454	44,617	54,577	87,490	117,935	138,168	64,616	-53.2
	計	282,876	334,104	288,247	180,235	148,272	129,901	105,310	99,242	118,178	144,927	176,768	233,753	288,001	289,221	148,316	-48.7
道路機械	内 需	62,549	69,138	56,413	44,681	39,171	39,754	35,182	32,521	34,443	33,353	28,383	29,012	29,515	23,546	18,270	-22.4
	外 需	10,862	16,283	15,078	15,605	11,556	16,661	11,917	12,338	14,134	18,361	22,299	32,389	43,926	39,836	20,260	-49.1
	計	73,411	85,421	71,491	60,286	50,727	56,415	47,099	44,859	48,577	51,714	50,682	61,401	73,441	63,382	38,530	-39.2
コンクリート機械	内 需	56,954	62,611	49,335	32,857	30,707	32,612	24,787	20,312	23,955	21,346	21,273	21,516	22,988	15,931	13,927	-12.6
	外 需	5,338	5,061	3,446	1,924	1,320	1,651	1,302	3,290	2,571	2,082	1,777	2,231	3,229	1,704	798	-53.2
	計	62,292	67,222	52,781	34,781	32,027	34,263	26,089	23,602	26,526	23,428	23,050	23,747	26,217	17,635	14,725	-16.5
トンネル機械	内 需	59,064	65,755	63,684	53,323	40,213	38,231	28,503	31,639	34,896	20,580	17,724	14,047	7,724	12,254	14,793	20.7
	外 需	2,426	3,142	2,568	5,895	2,734	2,902	5,652	3,398	12,887	13,165	8,648	6,642	5,923	6,608	3,357	-49.2
	計	61,490	68,897	66,252	59,218	42,947	41,133	34,155	35,037	47,783	33,745	26,372	20,689	13,647	18,862	18,150	-3.8
基礎機械	内 需	44,318	41,789	31,437	20,466	19,882	18,067	14,267	14,257	13,983	13,167	15,508	18,139	24,787	22,869	18,851	-17.6
	外 需	4,580	2,638	2,147	986	986	994	818	260	654	1,449	984	1,229	2,118	2,689	2,497	-7.1
	計	48,898	44,427	33,584	21,452	20,868	19,061	15,085	14,517	14,637	14,616	16,492	19,368	26,905	25,558	21,348	-16.5
油圧ブレーカ・圧砕機	内 需	24,090	25,503	19,816	15,120	15,435	15,563	13,808	11,758	13,135	13,426	14,820	15,915	16,537	11,680	6,322	-45.9
	外 需	5,226	6,433	8,116	8,105	8,375	7,391	6,709	7,414	8,060	9,114	11,099	13,481	15,209	11,267	6,884	-38.9
	計	29,316	31,936	27,932	23,225	23,810	22,954	20,517	19,172	21,195	22,540	25,919	29,396	31,746	22,947	13,206	-42.4
その他建設機械	内 需	92,251	90,239	76,093	57,690	60,752	60,908	46,610	43,285	45,605	46,532	47,607	53,323	55,609	47,952	31,938	-33.4
	外 需	22,150	30,175	27,798	24,997	27,897	23,696	26,339	50,797	74,008	101,290	144,259	197,527	249,295	226,313	135,072	-40.3
	計	114,401	120,414	103,891	82,687	88,649	84,604	72,949	94,082	119,613	147,822	191,866	250,850	304,904	274,265	167,010	-39.1
補給部品	内 需	156,471	166,352	156,443	138,426	128,335	126,242	115,766	106,865	106,343	102,269	101,577	104,167	101,204	89,678	89,691	0.0
	外 需	69,018	74,430	82,118	66,029	60,474	64,871	63,170	63,616	71,189	87,865	95,307	112,760	131,888	131,696	103,599	-21.3
	計	225,489	240,782	238,561	204,455	188,809	191,113	178,936	170,481	177,532	190,134	196,884	216,927	233,092	221,374	193,290	-12.7
合 計	内 需	1,380,925	1,499,676	1,226,365	929,292	891,457	881,534	706,252	610,156	677,733	703,033	757,539	847,062	890,270	689,677	457,574	-33.7
	外 需	454,986	517,279	584,705	586,707	455,697	428,636	433,901	563,362	744,653	950,250	1,163,148	1,453,491	1,785,459	1,507,401	804,606	-46.6
	計	1,835,911	2,016,955	1,811,070	1,515,999	1,347,154	1,310,170	1,140,153	1,173,518	1,422,386	1,653,283	1,920,687	2,300,553	2,675,729	2,197,078	1,262,180	-42.6

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

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

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

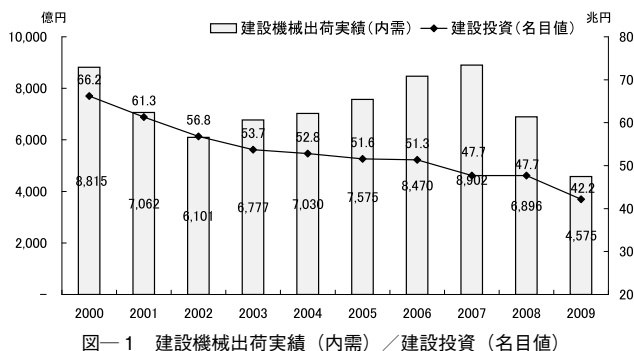


図-1 建設機械出荷実績（内需）／建設投資（名目値）

図-2に示す通り、建設機械の主力製品である油圧ショベルの国内出荷台数は、2002年度「18千台」を底に2003年度以降、2007年度まで5年連続増加に転じたものの、2008年度は、前年度比38%の減少、2009年度は前年度比50%の減少となった。

〔図-2〕に「油圧ショベル国内出荷台数」の推移を示す。

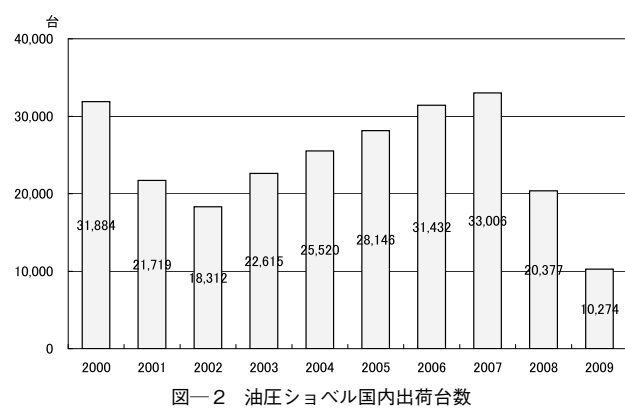


図-2 油圧ショベル国内出荷台数

(2) 海外市場

図-3に示す通り、2002年度以降、主要なマーケットである北米・中南米地区、欧州の好調な経済成長を背景に、また高成長の著しいアジア地区にも牽引され、2007年度まで増加傾向に転じた。

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

2009年度について、前年度比増加した地区は、中国6%増加[1,080億円]を除き、各地区で大幅な減少となった。

地区別に見ると、旧ソ連・東欧78%減少[204億円]、中近東73%減少[497億円]、北米・中南米72%減少[724億円]、欧州65%減少[642億円]、アフリカ58%減少[256億円]、オセアニア43%減少[453億円]、中国を除くアジア31%減少[1,519億円]となった。

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

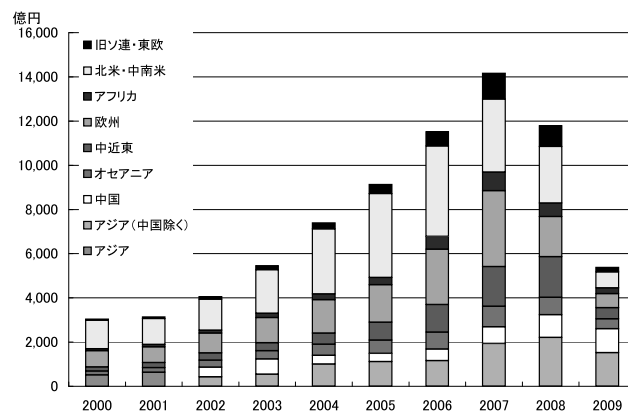


図-3 建設機械完成品地域別輸出金額（コンポーネントを除く）

図-4に示す通り、製品別に見ると、国内市場と同様に油圧ショベルの出荷割合が増加しており、2009年度の総出荷金額は3,262億円と全体の41%を占める。また、トラクタは889億円と全体の11%、ミニショベルは、524億円と全体の7%を占める。

〔図-4〕に「建設機械別海外出荷金額」の推移を示す。

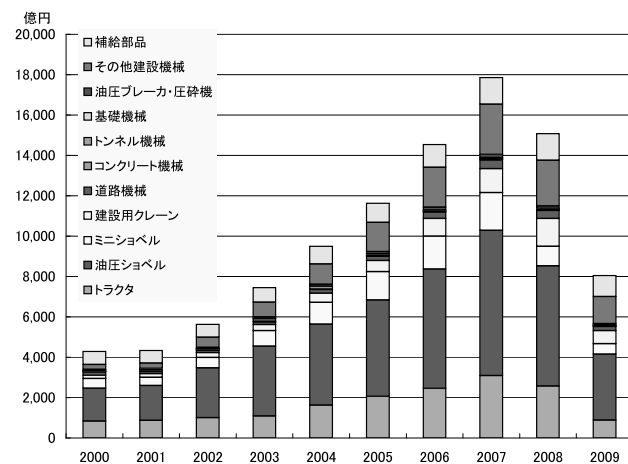


図-4 建設機械別海外出荷金額

3. リース・レンタル動向

2009年度の国内におけるリース・レンタル業向け出荷金額比率（主要5製品）は30%と前年度比6%減少となった。これは、上記2. (1)に記載のとおり、2008年9月のリーマンショックを発端とする世界同時不況による国内経済の低迷、更には、海外市場の低迷によりレンタル業を主とした中古車の海外輸出に伴う更新需要が減少したことによるものと思われる。

表-2に補給部品を除いた建設機械本体の「業種別（リース・レンタル／その他）国内出荷金額実績」の推移を示す。

統計

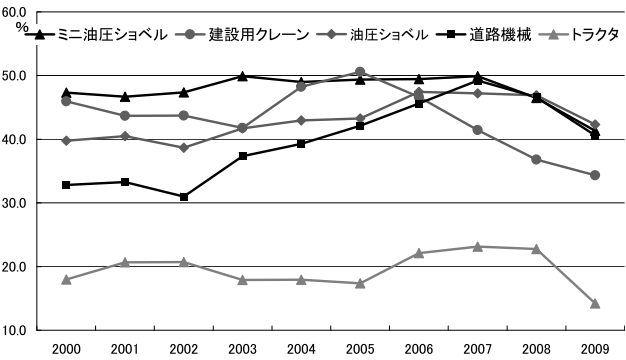
表一 業種別（リース・レンタル／その他）国内出荷金額実績

		(百万円)															前年度比
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
トラクタ	ユーザー等	103,771	113,959	88,823	70,655	72,173	75,113	69,478	50,435	55,305	60,307	66,043	71,065	66,683	52,587	42,580	-19.0
	リース・レンタル	25,182	30,570	22,677	17,921	16,922	16,474	18,089	13,177	12,070	13,163	13,864	20,157	20,068	15,507	7,063	-54.5
	計	128,953	144,529	111,500	88,576	89,095	91,587	87,567	63,612	67,375	73,470	79,907	91,222	86,751	68,094	49,643	-27.1
油圧ショベル	ユーザー等	281,586	287,539	222,438	168,490	172,588	161,046	112,477	97,831	111,964	122,191	135,167	144,024	155,881	104,940	57,420	-45.3
	リース・レンタル	95,222	114,823	90,386	79,006	90,792	106,379	76,490	61,690	80,088	91,981	103,114	129,985	139,415	92,658	42,136	-54.5
	計	376,808	402,362	312,824	247,496	263,380	267,425	188,967	159,521	192,052	214,172	238,281	274,009	295,296	197,598	99,556	-49.6
ミニショベル	ユーザー等	89,138	87,978	68,568	48,473	45,470	40,588	33,206	26,678	28,675	32,865	35,576	40,152	39,976	26,233	18,118	-30.9
	リース・レンタル	42,794	52,921	44,601	35,660	37,434	36,470	29,080	24,005	28,547	31,543	34,692	39,297	39,817	22,789	12,765	-44.0
	計	131,932	140,899	113,169	84,133	82,904	77,058	62,286	50,683	57,222	64,408	70,268	79,449	79,793	49,022	30,883	-37.0
建設用クレーン	ユーザー等	159,938	178,796	138,509	78,603	68,845	61,643	49,841	42,624	51,665	51,940	60,364	78,066	99,570	95,459	54,956	-42.4
	リース・レンタル	87,597	112,153	97,142	67,921	52,738	52,444	38,668	33,079	37,059	48,370	61,827	68,197	70,496	55,594	28,744	-48.3
	計	247,535	290,949	235,651	146,524	121,583	114,087	88,509	75,703	88,724	100,310	122,191	146,263	170,066	151,053	83,700	-44.6
道路機械	ユーザー等	45,060	48,900	40,638	30,058	26,454	26,708	23,477	22,443	21,587	20,250	16,429	15,780	14,990	12,573	10,849	-13.7
	リース・レンタル	17,489	20,238	15,775	14,623	12,717	13,046	11,705	10,078	12,856	13,103	11,954	13,232	14,525	10,973	7,421	-32.4
	計	62,549	69,138	56,413	44,681	39,171	39,754	35,182	32,521	34,443	33,353	28,383	29,012	29,515	23,546	18,270	-22.4
コンクリート機械	ユーザー等	51,520	58,059	46,137	30,234	27,978	29,894	21,929	18,065	21,228	18,594	19,118	18,427	20,660	14,344	12,606	-12.1
	リース・レンタル	5,434	4,102	3,198	2,623	2,729	2,718	2,858	2,247	2,727	2,752	2,155	3,089	2,328	1,587	1,321	-16.8
	計	56,954	62,161	49,335	32,857	30,707	32,612	24,787	20,312	23,955	21,346	21,273	21,516	22,988	15,931	13,927	-12.6
トンネル機械	ユーザー等	55,133	64,735	61,252	50,875	37,901	36,303	26,742	31,294	34,746	19,921	17,504	13,930	7,699	12,143	14,687	21.0
	リース・レンタル	3,931	1,020	2,432	2,348	2,312	1,928	1,761	345	150	659	220	117	25	111	106	-4.5
	計	59,064	65,755	63,684	53,323	40,213	38,231	28,503	31,639	34,896	20,580	17,724	14,047	7,724	12,254	14,793	20.7
基礎機械	ユーザー等	42,375	39,778	28,763	18,722	17,149	15,601	13,184	12,831	12,510	11,738	14,564	17,023	22,828	21,082	18,153	-13.9
	リース・レンタル	1,943	2,011	2,674	1,744	2,733	2,466	1,083	1,426	1,473	1,429	944	1,116	1,959	1,787	698	-60.9
	計	44,318	41,789	31,437	20,466	19,882	18,067	14,267	14,257	13,983	13,167	15,508	18,139	24,787	22,869	18,851	-17.6
油圧ブレーカ・圧碎機	ユーザー等	22,234	22,862	18,096	10,938	10,915	11,614	12,183	10,541	10,850	10,712	11,355	12,411	12,582	9,120	5,120	-43.9
	リース・レンタル	1,856	2,641	1,720	4,182	4,520	3,949	1,625	1,217	2,285	2,714	3,465	3,504	3,955	2,560	1,202	-53.0
	計	24,090	25,503	19,816	15,120	15,435	15,563	13,808	11,758	13,135	13,426	14,820	15,915	16,537	11,680	6,322	-45.9
その他建設機械	ユーザー等	63,778	57,981	48,696	36,731	40,734	41,338	31,436	30,119	31,233	31,859	32,131	33,526	32,807	33,362	22,087	-33.8
	リース・レンタル	28,473	32,258	27,397	20,959	20,018	19,570	15,174	13,166	14,372	14,673	15,476	19,797	22,802	14,590	9,851	-32.5
	計	92,251	90,239	76,093	57,690	60,752	60,908	46,610	43,285	45,605	46,532	47,607	53,323	55,609	47,952	31,938	-33.4
本体計	ユーザー等	914,533	960,587	761,920	543,879	520,207	499,848	393,953	342,861	379,763	380,377	408,251	444,404	473,676	381,843	256,576	-32.8
	リース・レンタル	309,921	372,737	308,002	246,987	242,915	255,444	196,533	160,430	191,627	220,387	247,711	298,491	315,390	218,156	111,307	-49.0
	計	1,224,454	1,333,324	1,069,922	790,866	763,122	755,292	590,486	503,291	571,390	600,764	655,962	742,895	789,066	599,999	367,883	-38.7
補給部品	ユーザー等	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	リース・レンタル	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	計	156,471	166,352	156,443	138,426	128,335	126,242	115,766	106,865	106,343	102,269	101,577	104,167	101,204	89,678	89,691	0.0
内需計		1,380,925	1,499,676	1,226,365	929,292	891,457	881,534	706,252	610,156	677,733	703,033	757,539	847,062	890,270	689,677	457,574	-33.7

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

国内市場の主力製品である油圧ショベルのリース・レンタル比率は2008年度47%と前年比ほぼ横ばいで推移している。また、ミニショベルは47%と前年比3%減少、建設用クレーンは37%と前年比5%減少している。

図一5に「リース・レンタル業向け出荷金額比率（主要5製品）」を示す。



図一5 リース・レンタル業向け出荷金額比率（主要5製品）

4. 中古車市場動向

国内からの中古車輸出の増加が、更新を主とした国内新車需要の喚起になると想定される点については、2. (1)「国内市場」の項で触れているが、本項ではその中古車の流通状況について特徴を記した。

(1) 新車販売台数と中古車発生台数

中古車の発生は下取・買取等で新車販売店に入庫するものと、中古車販売会社買取するものと2通りに大別される。その総発生量と新車販売台数を表したのが、図一6「中古車発生・新車販売台数（主要6機種）」である。

なお、主要6機種とは油圧ショベル、ミニショベル、クローラトラクタ、ホイールローダ、クローラクレーン、ラフテレーンクレーンである。

図一6の通り、過去十年間の中古車発生台数は新車販売台数より多く、2002年度は、新車販売台数の2.3倍と比率では頂点となり、以降新車販売台数の増加に伴い比率は減少傾向であったが、2009年度は前年度に続き、新車販売台数の急激な落ち込みにより、2.9倍という2002年度並みの比率となった。

近年の海外中古車市場活況による輸出台数の増加は、2008年10

月以降世界的不況により減少に転じている。

(2) 中古車の需要傾向

発生した中古車は一部（部品取・スクラップ等）を除き、大半が国内または海外（輸出）に販売される。これを国内・海外需要として過去の推移を見ると、図一七「中古車需要の国内・海外構成（主要6機種）」の通りである。

図一七に示す通り内需は年々減少傾向にある反面、外需は増加基調にあったが、前述の通り、2009年度は前年度比86%の63,050台となった。

(3) 中古車輸出状況

図一八「中古車機種別輸出台数（主要6機種）」は、2005年度～2009年度の中古車機種別輸出状況を示す。2009年度の機種構成では、油圧ショベルが約55%で最も多く、ついでミニショベル（19%）、ホイールローダ（15%）の順である。

また、中古油圧ショベルの輸出先を見ると、図一九「中古車輸出地域別状況（油圧ショベル）」の通りであり、2009年度は、「中国・香港」が51%と突出しており、ついで「ベトナム」（20%）、「マレーシア」（6%）である。東アジア、東南アジア以外で輸出台数が多い地域は中近東で、全体の約4%を占めている。

(4) 中古車の販売および現況

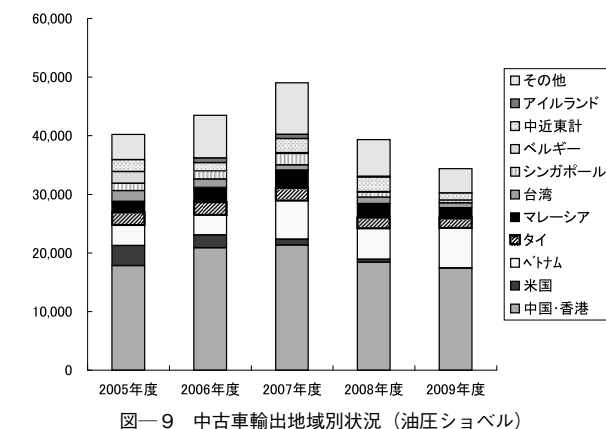
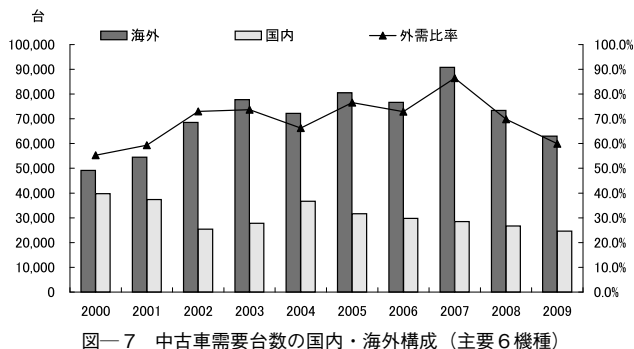
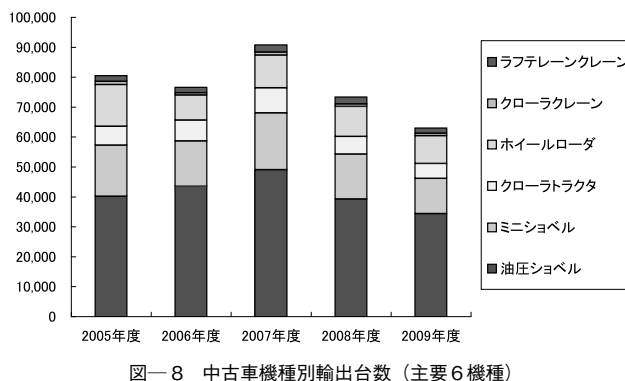
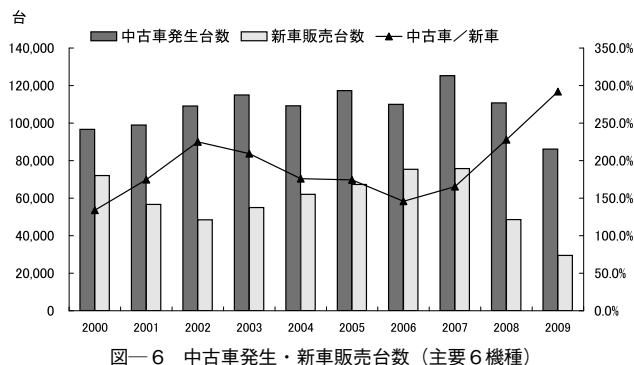
国内新車販売台数減少により中古車の発生台数は2年連続の減少となった。また、主要6機種の中古車需要台数（国内・海外）も昨年より減少しており、海外輸出比率も2年連続で減少となった。中古車販売会社のオークション等で、世界同時不況から回復基調に支えられた海外バイヤー（香港・中国他）の購入意欲持ち直しが期待されたが、本年度初めからの円高により、本格的な中古車需要・販売回復が心配されている。

5. 建設機械市場の今後の見通し

2010年度における国内市場については、公共投資は低水準のままであるが、民間需要については一部住宅など好材料がある等から、5機種が増加すると見込まれ、出荷金額は3,777億円[前年同期比3%増加]となり、3年振りに増加すると予測される。

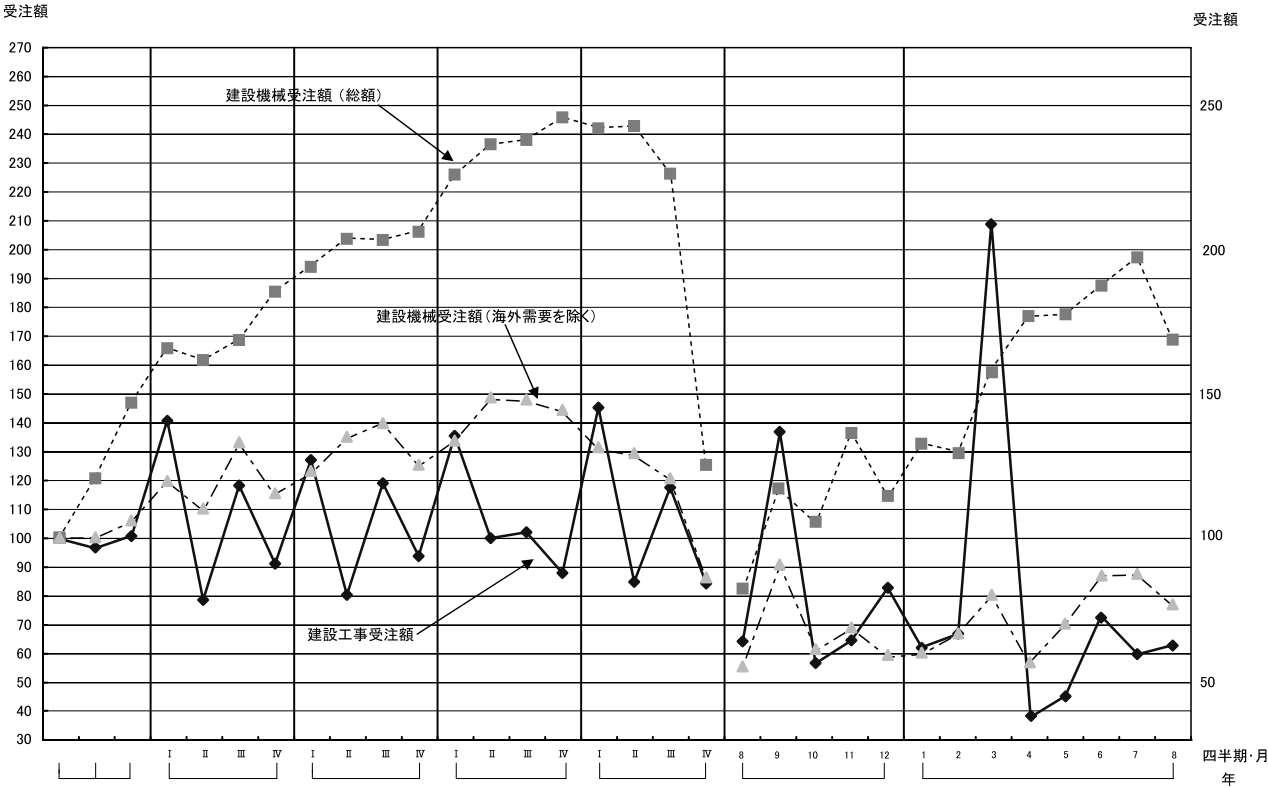
また、海外市場については、中国・アジアを中心とした新興国および資源開発国向けの需要が大幅に増加することが見込まれることから、6機種が増加すると見込まれ、出荷金額は1兆1,311億円[前年同期比61%増加]となり、3年振りに増加すると予測される。

尚、上記掲載統計諸資料は(株)日本建設機械工業会 発表の統計資料による。



建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 2002年平均=100)
建設機械受注額：建設機械受注統計調査(建設機械企業数24前後) (指数基準 2002年平均=100)



建設工事受注動態統計調査 (大手 50 社) (単位：億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非製造業							
2002 年	129,862	80,979	11,010	69,970	36,773	5,468	6,641	86,797	43,064	146,863	145,881
2003 年	125,436	83,651	12,212	71,441	30,637	5,123	5,935	86,480	38,865	134,414	133,522
2004 年	130,611	92,008	17,150	74,858	27,469	5,223	5,911	93,306	37,305	133,279	131,313
2005 年	138,966	94,850	19,156	75,694	30,657	5,310	8,149	95,370	43,596	136,152	136,567
2006 年	136,214	98,886	22,041	76,845	20,711	5,852	10,765	98,795	37,419	134,845	142,913
2007 年	137,946	103,701	21,705	81,996	19,539	5,997	8,708	101,417	36,529	129,919	143,391
2008 年	140,056	98,847	22,950	75,897	25,285	5,741	10,184	98,836	41,220	129,919	142,289
2009 年 8 月	6,943	4,741	1,132	3,609	1,285	455	462	4,714	2,230	109,318	8,933
9 月	14,865	11,062	1,141	9,921	2,548	742	512	11,078	3,787	112,322	11,689
10 月	6,216	3,794	610	3,183	1,827	387	208	3,604	2,611	111,239	7,536
11 月	7,087	4,519	648	3,872	1,610	560	398	4,605	2,483	109,818	8,560
12 月	8,994	6,135	1,229	4,906	1,744	448	667	6,353	2,642	103,956	14,218
2010 年 1 月	6,699	4,533	530	4,003	1,420	412	335	4,517	2,182	106,884	7,737
2 月	7,303	4,761	778	3,983	2,160	466	-83	4,663	2,640	106,255	8,559
3 月	22,574	14,822	1,752	13,070	5,481	532	1,739	15,961	6,613	113,788	14,450
4 月	4,220	2,885	693	2,191	694	430	211	2,549	1,670	112,318	7,168
5 月	4,966	3,437	636	2,801	704	400	426	3,609	1,357	109,786	6,841
6 月	7,811	5,478	858	4,621	1,599	493	241	5,486	2,325	107,922	9,445
7 月	6,560	4,619	1,128	3,492	1,031	447	464	4,378	2,182	107,333	6,945
8 月	6,942	4,966	895	4,071	1,410	488	77	4,858	2,084	—	—

建 設 機 械 受 注 実 績 (単位：億円)

年 月	02 年	03 年	04 年	05 年	06 年	07 年	08 年	09 年 8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	10 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月
総 額	8,667	10,444	12,712	14,749	17,465	20,478	18,099	594	850	767	991	831	962	934	1,140	1,269	1,283	1,351	1,418	1,222
海 外 需 要	4,301	6,071	8,084	9,530	11,756	14,209	12,996	391	518	543	738	616	743	687	848	1,068	1,022	1,038	1,101	942
海外需要を除く	4,365	4,373	4,628	5,219	5,709	6,268	5,103	203	332	224	253	215	219	247	292	201	261	313	317	280

(注) 2002 ～ 2004 年は年平均で、2005 ～ 2008 年は四半期ごとの平均値で図示した。
2009 年 8 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…

(2010年9月1日～30日)

■ 機 械 部 会

■機械整備技術委員会

月 日：9月3日（金）

出席者：森三朗委員長ほか11名

議 題：①平成22年度上期活動結果と下期活動計画について ②ハイブリッド・電動（バッテリー含む）建機の整備の安全WGの人選と進め方 ③「整備の基本」原稿の校正について ④その他

■油脂技術委員会・グリース分科会

月 日：9月3日（金）

出席者：田路浩分科会長ほか8名

議 題：①オンファイルシステム立上げ費用に関する前回宿題の確認 ②リブランドオンファイルの進め方 ③オンファイルマニュアル作成作業 ④その他

■基礎工用機械技術委員会・幌延深地層研究センター施設見学会（施工部会 大深度地下空間施工技術委員会と合同）

月 日：9月8日（水）

出席者：青柳隼夫委員長ほか16名

議 題：①高レベル放射性廃棄物地層処分へ向けた深地層の調査研究を行うための深度140m地下施設（調査坑道）や地上施設（排水処理設備等）の見学

■運営連絡会

月 日：9月13日（月）

出席者：斉藤秀企副部会長ほか8名

議 題：①平成22年度上期の活動報告について ②平成22年度下期活動計画について ③中期事業計画（平成22～24年度）について ④その他

■基礎工用機械技術委員会・幹事会

月 日：9月15日（水）

出席者：青柳隼夫委員長ほか6名

議 題：①平成22年度上期活動内容の報告について ②技術変遷調査A・Bチームの概説シートの作成状況についての確認 ③活動成果報告書の形と取扱いについて ④その他

■ショベル技術委員会

月 日：9月15日（水）

出席者：尾上裕委員長ほか10名

議 題：①JCMAS燃費測定標準改訂の最終報告 ②燃費測定検討WGの国交省説明打合せの報告 ③ISO国際会議に向けた燃費測定標準のポイント

について ④BAUMA2010の各社提供写真・コメントの扱いについて

⑤平成22年度上期活動実績と下期活動計画について ⑥その他

■幹事会

月 日：9月21日（火）

出席者：青柳幸雄部会長ほか20名

議 題：①平成22年度上期の活動報告について ②平成22年度下期活動計画について ③中期事業計画（平成22～24年度）について ④報告事項作業燃費検討WGの活動状況 ⑤その他

■基礎工用機械技術委員会・幹事会

月 日：9月24日（金）

出席者：青柳隼夫委員長ほか6名

議 題：①A・Bチーム概説シート修正作業 ②その他

■トンネル装機械技術委員会・新技術施工技術分科会

月 日：9月30日（木）

出席者：椎橋孝一郎分科会長ほか8名

議 題：①活動テーマの説明 ②活動内容についての意見交換 ③調査・研究作業の分担 ④その他

■ 製 造 業 部 会

■作業燃費検討WG・国土交通省打合せ会議

月 日：9月3日（金）

出席者：田中利昌リーダーほか11名

議 題：①作業燃費検討WG検討結果の報告と国交省への提案 ②JCMAS燃費測定標準の改訂について ③国交省認定制度案に関する検討取り纏め案について ④その他

■マテリアルハンドリングWG

月 日：9月17日（金）

出席者：生田正治主査ほか5名

議 題：①5月26日付で各メーカーに発信した連絡文の見直しについて ②林業関係との整合についての方針審議 ③その他

■ 建 設 業 部 会

■幹事会

月 日：9月13日（月）

出席者：川本伸司部会長ほか12名

議 題：①秋季現場見学会について ②上半期事業報告について ③機電技術者意見交換会について ④合同部会について ⑤その他

■ レンタル業部会

■部会

月 日：9月2日（木）

出席者：高見俊光部会長ほか12名

議 題：①建設施工企画課小野寺企画専門官より「情報化施工技術の一般化・実用化の推進」に関する説明と意見交換 ②上半期事業報告 ③コンプライアンス分科会の活動報告 ④その他

■ 各種委員会等

■機関連誌編集委員会

月 日：9月1日（水）

出席者：太田宏委員長代行ほか18名

議 題：①平成22年12月号（第730号）の計画の審議・検討 ②平成23年1月号（第731号）の素案の審議・検討 ③平成23年2月号（第732号）の編集方針の審議・検討 ④平成22年9～11月号（第727～729号）の進捗状況の報告・確認

■新機種調査分科会

月 日：9月28日（火）

出席者：渡部務分科会長ほか8名

議 題：①新機種情報の検討・選定 ②8月度作業原稿の確認 ③9月度作業分担の仕分け

■建設経済調査分科会

月 日：9月22日（水）

出席者：山名至孝分科会長ほか4名

議 題：①平成22年11月号原稿（平成22年建設機械市場の現状）の検討・確認 ②平成22年12月号原稿（平成22年建設業の業況）の検討・確認

…支部行事一覧…

■ 北 海 道 支 部

■建設機械施工技術検定実地試験

月 日：9月3日（金）～5日（日）

場 所：石狩市（株）日立建機教習センター 北海道教習所

受験者：1級133名、2級423名

■平成22年度除雪機械技術講習会（第1回）

月 日：9月10日（金）

場 所：函館市 函館建設業協会

受講者：111名

内 容：①除雪計画 ②除雪の施工方法 ③冬の交通安全 ④除雪の安全施工 ⑤除雪機械の取り扱い

■平成22年度除雪機械技術講習会(第2回)
月 日：9月14日(火)
場 所：旭川市 旭川トーヨーホテル
受講者：257名
内 容：第1回に同じ

■第1回除雪車チャンピオンシップ実行委員会
月 日：9月15日(水)
場 所：北海道支部会議室
参加者：宮本秀実技術委員会委員ほか7名
内 容：①除雪車チャンピオンシップ実施に関する検討事項について ②その他

■平成22年度除雪機械技術講習会(第3回)
月 日：9月17日(金)
場 所：帯広市 とかちプラザ
受講者：202名
内 容：第1回に同じ

■平成22年度除雪機械技術講習会(第4回)
月 日：9月22日(水)
場 所：旭川市 旭川トーヨーホテル
受講者：267名
内 容：第1回に同じ

■平成22年度除雪機械技術講習会(第5回)
月 日：9月24日(金)
場 所：札幌市 ホテルポールスター札幌
受講者：368名
内 容：第1回に同じ

■第2回除雪車チャンピオンシップ実行委員会
月 日：9月27日(月)
場 所：北海道支部会議室
参加者：本田久夫調査委員会委員ほか6名
内 容：①除雪車チャンピオンシップ実施に関するアンケート調査について ②その他

■平成22年度除雪機械技術講習会(第6回)
月 日：9月28日(火)
場 所：札幌市 北海道教育会館ホテルユニオン
受講者：154名
内 容：第1回に同じ

■平成22年度除雪機械技術講習会(第7回)
月 日：9月30日(木)
場 所：釧路市 釧路市観光国際交流センター
受講者：210名
内 容：第1回に同じ

■ 東 北 支 部

■技術部会

月 日：9月1日(水)
場 所：JCMA 会議室
出席者：深堀哲男技術部会長ほか5名

内 容：東北地方整備局の要請に基づき防災訓練を実施

■施工部会

月 日：9月21日(火)
場 所：JCMA 会議室
出席者：山田一彦施工部会長ほか12名
内 容：①平成22年度除雪講習会開催計画について ②「道路除雪の手引き」の改訂概要について ③講習会用PPTの改正について ④除雪機械仕様一覧表について

■施工部会

月 日：9月29日(水)
場 所：天童市
受講者：247名
内 容：除雪講習会

■施工部会

月 日：9月30日(木)
場 所：新庄市
受講者：179名
内 容：除雪講習会

■ 北 陸 支 部

■北陸雪氷技術研究会運営委員会(参画事業)

月 日：9月2日(木)
場 所：石川県庁会議室
出席者：三日月晋一事務局長
議 題：平成22年度北陸雪氷技術シンポジウム実施計画について

■建設機械施工技術検定実地試験

月 日：9月4日(土)～7日(火)
場 所：コベルコ教習所 新潟教習センター
受験者：1級59名、2級232名 計291名(延べ)

■北陸情報化施工研究会(参画事業)

月 日：9月9日(木)
場 所：北陸地方整備局会議室
出席者：三日月晋一事務局長
議 題：平成22年度活動計画及び事例研究

■除雪機械管理施工技術講習会

月 日：9月28日(火)
場 所：魚沼市地域振興センター
受講者：182名

■建設技術報告会(参画事業)

月 日：9月30日(木)
場 所：富山国際会議場
参加者：500名
発表技術：34技術

■ 中 部 支 部

■平成22年度建設機械施工技術検定試験(実地)実施

月 日：9月4日(土)～7日(火)
場 所：刈谷市「住友建機販売㈱名古屋技術研修所」
受験者：1級91名、2級312名(延べ1級155名、2級346名)

■企画部会

月 日：9月9日(木)
出席者：佐藤保企画部会長ほか4名
議 題：平成22年度部会活動について

■「建設技術フェア2010 in 中部」幹事会に出席

月 日：9月21日(火)
出席者：五嶋政美事務局長代理出席
議 題：「平成22年度建設技術フェア2010 in 中部」の実施について

■広報部会

月 日：9月22日(水)
出席者：佐宗健也広報部会長ほか7名
議 題：中部支部だより70号の編集について

■「情報化施工(建設ICT)ゼミナール」開催

月 日：9月28日(火)
会 場：昭和ビル9F
出席者：約70名
内 容：①中部地整における建設ICTの取組と今後に向けて ②情報化施工の技術者育成について ③情報化施工のベースとなる3D設計データ作成について(実演含む) ④トータルステーション(測量・出来形)の概要について ⑤建設ICTモデル工事について

■ 関 西 支 部

■平成22年度建設機械施工技術検定実地試験

月 日：9月4日(土)～7日(火)
場 所：キャタピラー教習所(㈱およびコベルコ教習所(㈱))
受験者：1級178名、2級539名

■建設用電気設備特別専門委員会(第368回)

月 日：9月9日(木)
場 所：中央電気倶楽部 315号会議室
議 題：①MT14「建設現場用途」IEC文書審議について(本部 技術部より説明) ②建設用負荷設備機器点検保守のチェックリストの規格見直し

■建設技術展2010近畿 現地説明会

月 日：9月9日(木)
場 所：マイドーム大阪 2Fホール

出席者：松本克英事務局長
内 容：当支部の展示コマは3F03 プースに決定

■除雪機械講習会

月 日：9月10日（金）
場 所：福井県 福井土木事務所
参加者：47名
内 容：①除雪作業体制と安全管理
②除排雪作業における事故事例 ③除雪機械の種類・除雪車点検整備要領・車検の必要知識

■災害応急対策（実務）担当者会議

月 日：9月14日（火）
場 所：近畿地方整備局 近畿技術事務所
出席者：33名
内 容：①災害及び災害対策に関する講義・講習会 ・開会の挨拶 ・「建設機械を活用した災害対策」・「近年の災害及び緊急災害対策派遣隊（TEC-FORCE）について」・「災害協定について」・「災害対策用機械及び機械施設の現状について」 ②操作訓練並びに意見交換 ・「機械設備」班と「災害対策用機械」の2班に分かれて実施 ③全体意見交換会

■広報部会

月 日：9月29日（水）
場 所：関西支部 会議室
出席者：御園聰部会長ほか5名
内 容：①建設施工研修会の開催について ②「建設技術展2010 近畿」について ③平成22年度施工技術報告会について ④「JCMS 関西」第98号の発刊について ⑤その他

■ 中 国 支 部

■1・2級建設機械施工技術検定実地試験

月 日：9月4日（土）～7日（火）
場 所：西部開発多目的広場
受験者：1級37名、2級230名（1種45、2種231、3種10、4種39）

■情報化施工（体験セミナー）講習会

月 日：9月8日（水）

場 所：【座学】広島市産業振興センター 研修室、【実習】西部開発多目的広場
参加者：73名

講習内容：【座学】①情報化施工の現状と動向…国土交通省中国地方整備局企画部機械施工管理官 川端誠氏 ②情報化施工対応システムの詳細、施工までの流れと得られる効果について…㈱トブコン販売・西尾レントオール㈱
【実習】マシンコントロール実機体験会、最新測量機器実測体験会…西尾レントオール㈱・㈱ジツタ中国・㈱トブコン販売による実機体験 ①3D-ドザーシステム体験 ②3D-MCmmGPSシステム体験 ③TSGPS 転圧管理システム体験 ④土木用 GPS システム実測体験 ⑤TSを用いた出来型管理システム実測体験

■新技術活用現場研修会

月 日：9月15日（水）
場 所：尾道・松江自動車道（大万木トンネル工事）広島県庄原市高野町和南原地内
参加者：23名

工事内容：①国土交通省三次河川国道担当分トンネル工事（2140m）発破掘削方式による NATM 工法・AGF-PT 工法（注入敷長尺先受け工法） ②尾道・松江自動車道の進捗状況の説明

■第2回広報部会

月 日：9月22日（水）
場 所：中国支部事務所
出席者：6名
議 題：①広 報 誌「CMnavi」No.31（AUT）編集作業について ②広報誌「CMnavi」No.32（WIN）編集作業について ③その他懸案事項

■第27回「新技術・新工法」発表会

月 日：9月29日（水）
場 所：広島 YMCA 大会議室
参加者：80名
発表課題：【技術発表】①情報化施工の推進…国土交通省中国地方整備局企画部施工企画課長補佐 浅川政和氏 ②静的拡張破砕推進方式による小口径管

敷設替え技術（EXP 工法）…大林道路㈱本店 平井正哉氏 ③ドルフィンゲート（ライジングセクターゲート）の開発・事例紹介…㈱IHI インフラシステム水門設計部 福島憲明氏 ④高伸度・高強度繊維を使用した岩石対策工…前田工繊㈱地盤防災推進部 吉田真輝氏 ⑤コスト縮減を可能にしたマンホール浮上り防止工法…ライト工業㈱技術営業部 飯田陽朗氏 【映像発表】①東京スカイツリー建設プロジェクト…㈱大林組

■ 四 国 支 部

■四国地方整備局総合防災訓練に参加

月 日：9月1日（水）
参加者：工藤建夫副支部長等20名
訓練内容：防災協定に基づく情報伝達訓練

■建設機械施工技術検定実地試験の実施

月 日：9月8日（水）～9日（木）
場 所：日立建機㈱東四国営業所
対象種別：1～4種
受験者数：延べ413名（1級144名、2級269名）

■バックホウ遠隔運転講習会の共同実施

月 日：9月14日（火）～16日（木）
場 所：愛媛県内3地区（愛南町、宇和島市、大洲市）
受講者：20名
内 容：国土交通省大洲河川国道事務所と共同で、目視による遠隔操縦方式の講習を実施

■ 九 州 支 部

■企画委員会

月 日：9月17日（金）
出席者：久保田正春整備部会長ほか6名
議 題：①建設機械施工技術検定実地試験結果について ②本部理事会提出資料について ③第3四半期事業について ④秋期運営委員会について ⑤その他

編集後記

環境特集は毎年の特集テーマとなっていて、環境関連の特集も多いですが、地球温暖化対策に絞った特集は今回が初めてとなりました。地球温暖化対策は広範な分野に及びますが、建設施工に限定すれば編集範囲は限られてきます。

巻頭言は、東京大学生産技術研究所の沖大幹教授に執筆をお願いしました。「気候変動の光と影」と題して、懐疑論にも言及しながら、人為起源の二酸化炭素排出による地球温暖化の蓋然性、その気候変動による社会へのさまざまな影響は客観的に推計可能としながらも、大所高所の見地からの対応を薦められています。

行政情報は、国土交通省の建設施工の地球温暖化対策について、主に建設機械のCO₂削減対策についての執筆を頂きました。

特集報文では、業界としての取組み、また建設機械メーカ、施工会社個々の取組みを紹介して頂きました。

業界の取組みとしては、建設3団体の温暖化防止活動について、JCMAの製造業部会・機械部会の取組み、そして、情報化施工による温室効果ガスの排出抑制について執筆をお願いしました。

建設機械メーカでは、最近、ハイブリッド建機がスポットを浴びていますが、既に数多く紹介されています。そこで、本号ではカーボンニュ-

トラルのバイオ燃料(BDF)導入プロジェクト、林業機械へのカーボンオフセット適用事例、建機の省燃費運転について紹介しました。

施工会社では、ハイブリッドシステムを搭載した環境配慮型深層混合処理船の開発、ハーモニカ工法による立体工事をモデルとしたCO₂排出量の評価、常温施工型の加熱アスファルト混合物マイルドミックスを取上げました。

「交流のひろば」は、地球温暖化対策と密接な関係がある資源エネルギーについて、おどろきの話をシステム工学研究所の中澤直樹氏にして頂きました。

先日の名古屋市での生物多様性条約締約国会議(COP10)は、遺伝資源の利益配分を定めた「名古屋議定書」と、2010年以降の保全目標「愛知ターゲット」の2主要議題を採択し閉幕しました。京都議定書に続き、日本の地名を付けた議定書が2つになり、今後、地球環境保全のため日本の責任ある行動が求められています。

さて、5月から編集作業に取組み、方針、素案、計画の各段階を経て、漸く校正も概ね終り、発刊に向けて最終工程に入っています。最後になりましたが、お忙しいなか執筆頂いた方々、話題を提供して頂いた方々、その他編集に協力して頂いた方々有難うございました。厚く御礼申し上げます。

(岡本・石倉)

機関誌編集委員会

編集顧問

浅井新一郎	今岡 亮司
加納研之助	桑垣 悦夫
後藤 勇	佐野 正道
新開 節治	関 克己
高田 邦彦	田中 康之
田中 康順	塚原 重美
寺島 旭	中岡 智信
中島 英輔	橋元 和男
本田 宜史	渡邊 和夫

編集委員長

岡崎 治義 (株)東京建設コンサルタント

編集委員長代行

太田 宏 三井造船(株)

オブザーバ

山下 尚 国土交通省

編集委員

山田 淳	農林水産省
松岡 賢作	(独)鉄道・運輸機構
石戸谷 淳	首都高速道路(株)
高津 知司	本州四国連絡高速道路(株)
松本 久	(独)水資源機構
松本 敏雄	鹿島建設(株)
和田 一知	(株)KCM
安川 良博	(株)熊谷組
渥美 豊	コベルコ建機(株)
富樫 良一	コマツ
藤永友三郎	清水建設(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン(株)
星野 春夫	(株)竹中工務店
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
相田 尚	(株)NIPPO
田岡 秀邦	日本道路(株)
堀田 正典	日立建機(株)
岡本 直樹	山崎建設(株)
中村 優一	(株)奥村組
石倉 武久	住友建機(株)
京免 継彦	佐藤工業(株)
松澤 享	五洋建設(株)
藤島 崇	施工技術総合研究所

12月号「鉄道における建設施工特集」予告

- ・鉄道整備におけるPPP等による民間資金の活用方策
- ・我が国鉄道システムの海外展開
- ・北海道新幹線 津軽蓬田トンネル (SENS工法) の施工
- ・ドバイメトロでの大型建設機械による大規模歩道橋の急速施工
- ・トルコボラス海峡横断鉄道トンネルの施工
- ・九州新幹線 松原線路橋の施工
- ・大断面鋼鉄道箱桁橋の送出し架設
- ・京急蒲田駅付近連続立体交差事業における直接高架工法の適用
- ・東北縦貫線工事
- ・九州新幹線 熊本総合車両基地の盛土工事の施工
- ・都市部における鉄道線増連続立体交差工事の一例

No.729「建設の施工企画」 2010年11月号

〔定価〕1部840円(本体800円)

年間購読料9,000円

平成22年11月20日印刷

平成22年11月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 辻 靖 三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 社団法人日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

電話 (03) 3433-1501 / Fax (03) 3432-0289 / <http://www.jcmanet.or.jp/>

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話 (025) 280-0128
中部支部	〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26	電話 (052) 241-2394
関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話 (082) 221-6841
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26	電話 (092) 436-3322

本誌上への広告 (株)共栄通信社までお問い合わせ下さい。

本社 〒105-0004 東京都港区新橋3-15-8 (精工ビル5F) 電話 03-5472-1801 FAX03-5472-1802 E-MAIL : info@kyoeitushin.co.jp

担当 本社編集部 宗像 敏

KOBELCO

低燃費のコベルコ!

低炭素社会の実現へ

特報
iNDr
搭載ショベル
NETIS
登録なる!

コベルコは、**環境負荷ヘラシ隊**。

私たちはつねに二歩先ゆく環境技術で地球の明日を考えています。



CO₂削減40%!
ハイブリッドショベル

国土交通省から低炭素型建設機械に指定!

※削減数値は当社従来機同クラス機比の値です。



CO₂削減最大20%!
低燃費ショベル

※削減数値は当社従来比。機種により異なります。



CO₂削減最大21%!
オートアイドルストップ機能

※削減数値は非使用時との比であり、機種により異なります。



CO₂削減最大52%!
電動マルチ解体機

※削減数値は当社同クラスエンジン式との比であり、機種により異なります。



騒音低減約5dB!
iNDr搭載ショベル

※NETIS (ネティス) : 国土交通省の新技术情報提供システム。

※騒音は当社従来機比の値です。

NETIS
登録!

アイ・エヌ・ディー・アール
コベルコの防音・防じんテクノロジー **iNDr** Integrated Noise & Dust Reduction Cooling System



コベルコ建機株式会社 <http://www.kobelco-kenki.co.jp>
東京本社/〒141-8626 東京都品川区東五反田2-17-1 ☎03-5789-2111

多様なニーズに確かな技術で応えます。
 進化を続ける三笠の自信作。

パイプロコンパクター
 MVH-306DSC



低騒音型
 コンクリートカッター
 MCD-216S-SGK



低騒音型
 バイブレーションローラー
 MRH-600DSA



防音型
 タンピングランマー
 MT-55L-SGK
 NETIS登録
 TH-100005-A



静音型
 プレートコンパクター
 MVC-F60S
 NETIS登録
 TH-100006-A



高周波バイブレーター
 FX-40RE/FU-161



三笠産業株式会社
 MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社/〒101-0064 東京都千代田区猿樂町1-4-3 TEL: 03-3292-1411 (代)

大阪支店 TEL: 06-6541-9631
 札幌営業所 TEL: 011-892-6920
 仙台営業所 TEL: 022-238-1521
 新潟出張所 TEL: 090-7422-8801

北関東営業所 TEL: 0276-74-6452
 長野出張所 TEL: 080-1013-9542
 静岡出張所 TEL: 090-2413-5953
 中部営業所 TEL: 052-451-7191

金沢営業所 TEL: 076-201-8611
 中国営業所 TEL: 082-875-8561
 四国出張所 TEL: 087-868-5111
 九州営業所 TEL: 092-431-5523

南九州出張所 TEL: 080-1013-9558
 沖縄出張所 TEL: 090-7440-0404

確かな技術で世界を結ぶ

Attachment Specialists

任意の高さに停止可能

パラレルリンクキャブ



パラレルリンクキャブ仕様車

車の解体・分別処理を大幅にスピードアップ

自動車解体機



自動車解体機

ワイドな作業範囲で効率の良い荷役作業

スクラップハンドラ



スクラップハンドラ仕様車

スクラップ処理で高い作業効率を発揮

リフティングマグネット



リフティングマグネット仕様車

船舶・プラント・鉄骨物解体に威力を発揮する

サーベルシア



MSD4500R

丸太や抜根を楽々切断する

ウッドシア



MWS700R (油圧全旋回式)



マルマテクニカ株式会社

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

■名古屋事業所

愛知県小牧市小針2-18 〒485-0037
電話 0568(77)3312
FAX 0568(77)3719

■本社・相模原事業所

神奈川県相模原市南区大野台6丁目2番1号 〒252-0331
電話 042(751)3800
FAX 042(756)4389

■東京事業所

東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号 〒156-0054
電話 03(3429)2141
FAX 03(3420)3336

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS

強力型ブームヘッダー



主な特長

- カッター出力は330kWで、強力な切削力を発揮し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- 機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m（ケーブルハンガーを除く）
- 定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅9.5m
- 高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- 接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

KYB カヤバシステム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

<http://www.kyb-ksm.co.jp>

本社・営業/カスタマーサービス
中部支店
西部支店
三重工場

〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル
〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町6番地2
〒812-0016 福岡県福岡市博多区博多駅南1丁目7番14号 ボイス博多
〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町6番地2

TEL. 03-5733-9443
TEL. 059-234-4139
TEL. 092-411-4998
TEL. 059-234-4111

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他
産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。
日本国内 自社自力生産・直接修理を实践中！

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機
フルラインアップ!!

ケーブルレス サテラ 離操作

Nシリーズ 微弱電波
Rシリーズ 産業用ラジコンバンド
Uシリーズ 429MHz帯 特定小電力
Gシリーズ 1.2GHz帯 特定小電力
ポーバ 防爆形無線機

- ◆ 業界随一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応！
- ◆ 常に！業界一のコストパフォーマンス！
- ◆ 迅速なメンテナンス体制！
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい！代々互換性を継承、補修の永続制

スリムケーブルレス

より安価なオーダー対応を実現！

微弱電波・特定小電力 両モデル対応 N/U/Gシリーズ
フルオーダー対応で最大32点まで対応可！
2段階スイッチ装着可能
●スリムなボディ…従来品(TX-5600)との体積比約88%
●自由度の高い操作スイッチ配置など、多様なオーダー対応性
●優れた耐塵・防雨性能…送信機はIP65相当
●衝撃に強い新ブラケースを採用
●自社開発！新生2段階スイッチで高い耐久性
●パネルゴムに突起部を追加、操作感を向上(標準釦位置のみ)
●見易くなった☑ 電池残量告知ランプ付

標準型 RC-5708N

- 8操作8リレー
- 軽量・コンパクト受信機

セットで 15.75万円

標準型 RC-5712N

- 12操作12リレー
- 照明出力リレーの保持を標準採用

セットで 17.85万円

マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ
標準型 RC-6016N
●16操作16リレー
最大24リレーまで対応可能

セットで 21万円



防爆形 対応可能(N/Uシリーズ)

微弱電波・特定小電力 両モデル対応 N/U/Gシリーズ
2段階押し・特殊スイッチ装着可能
標準型 RC-8516N
セットで 23.1万円
タフ頑強 ケーブルレス
強くて大きい最強ハンディ機登場！
無理難題を一刀両断!!
●16操作16リレー、最大32リレーまで対応可能
●堅牢なボディ、耐衝撃性能が向上
●ハンディなのに特殊スイッチ(キノコ形スイッチ、キースイッチ等)装着可能
●防雨・防塵性能強化、送信機はIP65相当
●防爆形はTX-8400型送信機で対応(Nシリーズのみ)

マイティサテラ N/U/Gシリーズ
微弱電波・特定小電力 両モデル対応
●操作信号数 最大32点(またはプロボ最大6項目と入出力信号26点以下)
ジョイスティック 特殊スイッチ装着可能
3ノッチジョイスティック型 RC-7132N
セットで 94.5万円～
全押しボタン RC-7126N
セットで 47.25万円～
ジョイスティック 2本装着オーダー例
旧アンリツ製 デジタルテレコン 入替専用モデル
新型ジョイスティック採用

チップケーブルレス Nシリーズ
微弱電波モデル対応
標準型 RC-3208N
●8操作8リレー
セットで 12.6万円
コンパクトという選択肢!!
～機能を絞ると、こんなに小さくなりました～
●片手で握り替えずに、正逆操作が行えます!
●チップ部品採用でポケットサイズ化!
●トコトン機能を絞ってコストダウン!
●電動トリロ付きチェーンブロックの無線化に最適!
●操作距離30m程度の微弱電波専用機!
●アルカリ乾電池なら60時間以上の連続使用可能!
●高い防水性能…送信機はIP65
●従来機と信号互換あり! 受信機は既設のままで送信機のみ取替可

ケーブルレスミニ ポケットサイズの本格派!
微弱電波・ラジコンバンド N/Rシリーズ
両モデル対応
●微弱Nシリーズは、240MHz化でより安定した電波の飛び!
●3操作3リレー 最大5リレーまで対応可能
●2段階押しスイッチ追加可能!(オプション)
標準型 RC-4303N/R
セットで 10.5万円
テラハにはセロ線電源*とおんぶ/だっこ金具*で電気配線不要・取付簡単!(*オプション)
取付例

リソーサー 離操作 Nシリーズ Uシリーズ
微弱電波・特定小電力 両モデル対応
標準型 RC-2512N
●12操作12リレー
最大32リレーまで対応可能
●見易くなった☑ 電池残量告知ランプ付
セットで 23.1万円
軽量コンパクト ショルダータイプ

データケーブルレス 工次次第で用途は無限!
微弱電波・特定小電力 ラジコンバンド 全モデル対応 N/R/U/Gシリーズ
送信機 (外部接点入力型) 7100型
6300型
5700型
3200型
受信機
●機器間の信号伝送に!
●多芯の有線配線の代わりに!
標準型 セットで
TC-1305R 21.525万円
TC-1308N(微弱電波) 23.1万円
写真はUシリーズ

MAXサテラ Uシリーズ Gシリーズ
特定小電力専用モデル
ジョイスティック 特殊スイッチ装着可能
全押しボタン装着タイプ RC-9300U
●多機能多操作(比例制御対応可)
セットで 99.75万円
金属シャシの多操作・特注仕様専用機!!
無線変速ジョイスティック 2本装着例

無線式火薬庫警報装置 発破番 ES-2000R
アンテナ等の標準付属品付 セットで 42万円
●長距離伝送 到達距離約2km～(6km)
●受信機から電話回線接続機能、携帯電話へもOK!
●高信頼性 異常判定アルゴリズム
●音声メッセージで異常箇所を連絡(受信側)
●大音量警鳴音発生 110dB/m
ER-2000R(受信機) ET-2000R(送信機)

無線化工事のことならフルライン、フルオーダー体制の弊社に今すぐご相談下さい。また、ホームページでも詳しく紹介していますのでご覧下さい。 朝日音響 検索



常に半歩、先を走る
ベンチャー企業創出支援投資 対象企業
朝日音響株式会社
〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部
FAX:088-694-5544(代) TEL:088-694-2411(代)
http://www.asahionkyo.co.jp/

東日本地区販売代理店/技術拠点
FAX 042-492-0411
東海地区販売代理店/技術拠点
FAX 0562-46-1908
大阪地区販売代理店
FAX 06-6393-5632

株式会社 広進
TEL 042-492-0410
(有)キノシタ・E・システムズ
TEL 0562-46-1905
中川システム
TEL 06-6393-5635

KOMATSU

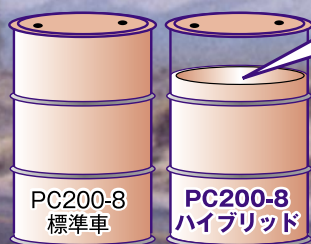
Hybrid

燃費低減 **25%** を実現中！

もう！現場標準です

ハイブリッド
続々稼働中

現場 日本全国津々浦々
工期 2008年6月～
施工者 全国のお客様



通常機比 燃料消費量(市場平均試算※)

25% 低減

※建設機械の平均的使われ方から算出した社内基準より試算

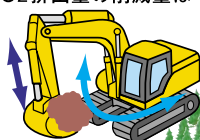
PC200 ハイブリッドは、旋回エネルギー回生するので、旋回時の負荷・旋回角度・旋回の頻度によって燃費低減効果が異なります。旋回角度が大きい作業においては 25% 以上の低減効果を得ることも可能です。お客様テストにおける実測データでは**最大 41%** もの低減を実現した例もあります。

'08年6月の30台限定発売後、すでに稼働 10,000 時間を超えるものも出ており、その高い信頼性のもと、燃料消費量と CO₂ 排出量を削減し続けます。

CO₂ 排出量も
25% 削減

CO₂ 排出量の削減

PC200 ハイブリッドによる標準機との1年間の CO₂ 排出量の削減量は...



杉の木 **737 本** が
1 年間に吸収する
CO₂ 量に相当

※年間1000時間稼働とし、杉の木1本(杉の木は50年杉、高さ20～30m)当たり1年間に平均約14kgのCO₂を吸収するものとして換算

世界初

ハイブリッド建設機械
PC200 Hybrid

※市販車

ハイブリッドの詳細

<http://www.komatsu.co.jp/hybrid/top.html>

KOMATSU

コマツ 国内販売本部 〒107-8414 東京都港区赤坂 2-3-6
<http://www.komatsu-kenki.co.jp>

