

建設の施工企画 12

2012 DECEMBER No.754 JCMA



トロリー式
ダンプトラック
(ザンビア)

建設施工の地球温暖化対策、環境対策 特集

- 建設施工における地球温暖化対策
- ディーゼル特定特殊自動車の排出ガス規制の強化
- 工事現場におけるCO₂削減量の見える化(環境家計簿)の取組
- マイニング市場の動向と機械の電動化
- 大規模道路土工工事にバイオディーゼル燃料(B100)を使用
- 低炭素施工システム
- 遮熱性舗装の開発
- 排ガス長期規制適合機に対する燃料・オイルについての問題・注意
- スクラビング・フローテーションを用いた土壌洗浄法による放射性物質汚染土壌の効率的な浄化と減容化
- 油圧ハンマ打撃音対策への取り組み
- 低炭素型のコンクリートの各種構造物への適用
- トンネル工事における自然由来重金属含有掘削すりの管理

一般社団法人 日本建設機械施工協会

平成25年度

一般社団法人日本建設機械施工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。

また、平素より、一般社団法人日本建設機械施工協会の事業につきまして格別のご理解、ご支援を賜り厚く御礼申し上げます。

本協会では、**一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞**を創設し、平成元年度から、建設事業の高度化に関し顕著な功績をあげた業績について表彰して参りました。

平成25年度も下記により受賞候補者を公募致しますので、内容をご検討の上、ご応募いただきますようよろしくお願い申し上げます。

敬具

記

1. 表彰の目的

我が国の建設事業における**建設機械及び建設施工に関する技術等に関して、調査・研究、技術開発、実用化等**により、その高度化に顕著な功績をあげたと認められる業績を表彰し、もって**国土の利用、開発及び保全並びに経済及び産業の発展に寄与**することを目的とします。

2. 表彰対象

本協会の団体会員、支部団体会員、個人会員又は関係者のうち表彰目的に該当する業績のあった団体、団体に属する個人及びその他の個人を対象とします。

3. 表彰の種類

表彰は、本賞（**会長賞**）、**貢献賞**及び**奨励賞**とします。

受彰者には賞状及び副賞として1件につき下記の賞金を授与します。

副賞賞金 本 賞・・・50万円

貢献賞・・・20万円

奨励賞・・・10万円

4. 表彰式

本協会第2回通常総会（平成25年5月29日（水））終了後に行います。

5. 応募

別紙「**一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞募集要領**」に基づく、**応募用紙**の提出により行われます。なお、**自薦、他薦を問いません**。応募の締め切りは、**平成25年1月31日（木）（必着）**です。

6. 選考

本協会が設置した「**一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞選考委員会**」で選考致します。

なお、該当する業績が無い場合は表彰致しません。

7. その他

受賞業績は、本協会機関誌「**建設の施工企画**」及び本協会**ホームページ（HP）**に、応募業績は本協会**HP**に掲載致します。

以上

一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞募集要領

1. 表彰対象 本協会の団体会員、支部団体会員、個人会員又は関係者のうち表彰目的に該当する業績のあった団体、団体に属する個人及びその他の個人。
2. 募集の方法 表彰候補の団体、団体に属する個人及びその他の個人の応募による。
3. 応募の方法 協会所定の応募用紙による。
応募用紙は、当協会のホームページ（<http://www.jcmanet.or.jp/>）からダウンロードし、必要事項を記載の上、Excel 形式で、電子メールにてお申し込み下さい。
応募締切 平成 25 年 1 月 31 日（木）

4. 記載方法 ○「業績内容の概要」を記述する（1 ページ以内）

○「業績内容」（下記 a から j まで項目順に、簡潔に 10 ページ以内）
 - 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を記述
○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
○提出物
応募用紙（「推薦書」・「業績の内容」セットのもの）
参考資料

5. 申込・問合せ先

一般社団法人日本建設機械施工協会
阿部宛 E-mail: t-abe@jcmanet.or.jp
TEL 03-3433-1501 FAX 03-3432-0289

ゆきみらい 2013 in 秋田 開催のお知らせ

平成 25 年 2 月 7 日（木）～2 月 8 日（金）に秋田県秋田市において、ゆきみらいが下記をテーマに開催されます。

「秋田発 甦れ日本 雪国から元気を」

■概要

- 名 称 / ゆきみらい 2013 in 秋田
開催期間 / 平成 25 年 2 月 7 日（木）～2 月 8 日（金）
開催場所 / 秋田県秋田市
主 催 / 「ゆきみらい 2013 in 秋田」実行委員会
国土交通省東北地方整備局，秋田県，秋田市，（特社）雪センター，
秋田商工会議所，（財）秋田観光コンベンション協会，
東日本高速道路（株）東北支社，（一社）日本建設機械施工協会，
（社）東北建設協会，（一社）秋田県建設業協会，（社）秋田市建設業協会

■実施内容

ゆきみらいシンポジウム

- ・開催日 / 平成 25 年 2 月 7 日（木）14：00～17：00
- ・会 場 / 秋田県児童会館けやきシアター

ゆきみらい研究発表会

- ・開催日 / 平成 25 年 2 月 8 日（金）9：30～17：00
- ・会 場 / 秋田県児童会館けやきシアター 1 階（研究発表・講評）
秋田県生涯学習センター 3 階 講堂（研究発表）

ゆきみらい見本市

- ・開催日 / 平成 25 年 2 月 7 日（木）10：00～17：00
平成 25 年 2 月 8 日（金）10：00～15：30
- ・会 場 / 秋田市文化会館 地下 1 階 展示ホール

除雪機械展示・実演会（一般社団法人 日本建設機械施工協会）

- ・開催日 / 平成 25 年 2 月 7 日（木）10：00～15：30
平成 25 年 2 月 8 日（金）10：00～15：00
- ・会 場 / 八橋運動公園駐車場

〈全体スケジュール〉

	2/7(木)	2/8(金)
ゆきみらいシンポジウム	←→	
ゆきみらい研究発表会		←→
ゆきみらい見本市	←→	←→
除雪機械展示・実演会	←→	←→

○時間については、変更の場合もあります。

○これらの内容につきましては、下記でもご覧いただけます。

ゆきみらい 2013 in 秋田 ホームページ

(http://www.thr.mlit.go.jp/yukimirai_akita/index.html)

○お問い合わせ等に関しましては、下記実行委員会事務局までご連絡ください。

○実行委員会事務局：〒011-0901 秋田市寺内字蛭根 85 番地 9

秋田市建設部道路維持課内 TEL 018-864-3643

欧州建設機械化視察団 団員募集のお知らせ

bauma 2013(ドイツ・ミュンヘン)

本協会は毎年海外視察団を派遣し、海外の建設機械及び施工技術を見聞し、我が国の建設機械化の発展に寄与して参りました。本年度も関係各位のご要望にお応えして、下記要領により海外視察団参加者を募集し派遣することになりました。今回の視察の主目的は、ドイツ・ミュンヘンで開催される国際的な建設機械及び建設資材等の展示会“bauma 2013”の視察です。3年ごとに開催されるこの展示会は世界最大規模の展示会で、50カ国3000社／団体以上が出展を予定しており、最新の建設機材、サービス、そして技術を一望することができます。そのほか、ドイツ・シュトゥットガルト／フランクフルトにおけるインフラ整備、都市再開発の工事現場視察等を予定しております。

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

【展示会概要】

【開催地】ドイツ・ミュンヘン

【期 間】2013年4月15日(月)～4月21日(日)

【周 期】3年毎

【主 催】ミュンヘン見本市会社

【会 場】ドイツ・新ミュンヘン国際見本市会場

【出展社】3,256社(2010年実績)

【入場者】420,170人(2010年実績)

【主要出展品目】

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

日 程 表

日次	月日曜	発着地／滞在地名	発着現地時刻	交通機関名	摘 要
1	2013年 4月14日 (日)	東京(成田)発 フランクフルト着	午 前 タ 刻	航 空 機 専 用 バス	空路、フランクフルトへ 到着後、ホテルへ (フランクフルト泊)
2	4月15日 (月)	フランクフルト発 ミュンヘン着 ミュンヘン滞在	午 前 午 前 終 日	航 空 機 専 用 バス ↓	空路、ミュンヘンへ 車にてbauma会場へ ★ <u>bauma 2013国際建設機械見本市視察(1日目)</u> (ミュンヘン泊)
3	4月16日 (火)	ミュンヘン滞在 ミュンヘン発 シュトゥットガルト着	終 日 後 刻 タ 刻	専 用 バス ↓ ↓	★ <u>bauma 2013国際建設機械見本市視察(2日目)</u> 車にてシュトゥットガルトへ 到着後、ホテルチェックイン (シュトゥットガルト泊)
4	4月17日 (水)	シュトゥットガルト滞在 フランクフルト着	終 日 タ 刻	専 用 バス ↓	★ <u>シュトゥットガルト工事現場視察及び市内視察</u> 車にてフランクフルト着 (フランクフルト泊)
5	4月18日 (木)	フランクフルト滞在	終 日	専 用 バス	★ <u>フランクフルト工事現場視察及び市内視察</u> (フランクフルト泊)
6	4月19日 (金)	フランクフルト発	午 前	航 空 機	空路、帰国の途へ (機内泊)
7	4月20日 (土)	東京(成田)着	午 前		到着後、入国審査及び通関手続終了後、解散

※発着地及び交通機関は変更になることがあります。

視察期間 平成25年4月14日(日)～4月20日(土) 5泊7日

視 察 地 ミュンヘン・シュトゥットガルト・フランクフルト

催行人員 最少催行人員15名(添乗員同行)

参 加 費 お一人様365,000円(1人1室)(空港税・燃油サーチャージ別途)

締 切 日 募集締切日は2013年3月1日(金)

募集パンフレット請求先⇒ 近畿日本ツーリスト(株) 第5営業支店 担当:宮(キュウ)・森谷

TEL03-6891-9305 FAX03-6891-9405

●御問い合わせ先●

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2階

TEL03-3433-1501 FAX03-3432-0289

担当:鈴木 勝

増刷出来 !!

建設施工における地球温暖化対策の手引き

当協会では地球温暖化問題を学び、建設施工における本問題を理解し、実践するための必携書として、これらを簡潔に分かりやすく纏めた「建設施工における地球温暖化対策の手引き」を発刊しておりましたが好評を頂き御要望を多く頂いているため、この度急遽コピー版で増刷致しました。本書によって地球温暖化と建設施工における地球温暖化対策を理解し、建設現場での実践に役立てて頂きたく思います。

◇主な内容

- ・建設施工における工法、資材、建設機械及びその運転方法等について、CO₂の排出を削減するための一般的な対策手法や留意事項を示した。
- ・各工種の標準的な工法におけるCO₂排出量を算出すると共に、その排出量の削減が可能な対策と削減量を対策効果例として示した。
- ・国土交通省の土木工事積算システムにアクセスが多く、地球温暖化対策に関連する8工種を選定した。

◇掲載工種

土工／法面工／擁壁工／基礎工／仮設工（鋼矢板工）／道路舗装／トンネル工／橋梁工（参考資料のみ）

◇体裁・定価

A4判, 85頁

定価 会員 1,470円（本体1,400円）、送料600円

非会員 1,575円（本体1,500円）、送料600円

官公庁（学校関係を含む）は会員価格です。

建設施工における地球温暖化対策の手引き

平成15年7月

一般社団法人 日本建設機械施工協会

（旧 社団法人 日本建設機械化協会）

「建設施工における地球温暖化対策の手引き」準拠 地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル

本書は「建設施工における地球温暖化対策の手引き」に準拠して作成・発行したもので、地球温暖化対策を実施する際に稼働する建設機械の省エネ運転のための操作方法を、具体的に簡便にイラストを使って分かりやすく記載したものです。是非とも上の「手引き」と併せて利用下さい。

◇主な内容

基本事項、油圧ショベル、ブルドーザ、ホイールローダ、ローラ、ホイールクレーン、クローラクレーン、ダンプトラック、点検整備

◇体裁・定価

B5判, 50頁

定価 会員・非会員共 525円（本体500円）



増刷出来 !!

建設作業振動対策マニュアル

本書は地方自治体の環境担当者が実務的に施工現場で施工者に対して振動規制法の適切な執行を行い、振動防止指導や住民からの苦情に的確な処置がとれるようにすること、又建設工事の発注者あるいは施工者が適切に環境保全に対処した工事の計画・施工・管理を実施できるようにすること等を目的として作成しました。

しかし本書は平成6年の初版発行でありまして、その後なされた法規制の制定、改正等に対してその内容を十分に網羅していません。しかし建設作業における振動対策に係わっておられる方々から内容的に参考になる部分が多であるという事で、増刷の要請を多く頂き、当協会ではこの度増刷する事と致しました。是非とも下の当協会の姉妹書「建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック 第3版」とも併せて利用頂ければ幸甚でございます。

◇ 主な内容

- 第1章 建設作業振動の規制
- 第2章 建設作業に伴う公害振動の実態と対策の現況
- 第3章 届け出・苦情時の望ましい対応のあり方
- 第4章 振動の基礎及び測定・評価方法
- 第5章 地盤振動の伝搬と予測
- 第6章 建設工事と建設機械
- 第7章 現状と対策例
- 第8章 建設工事工程計画と工事振動予測例

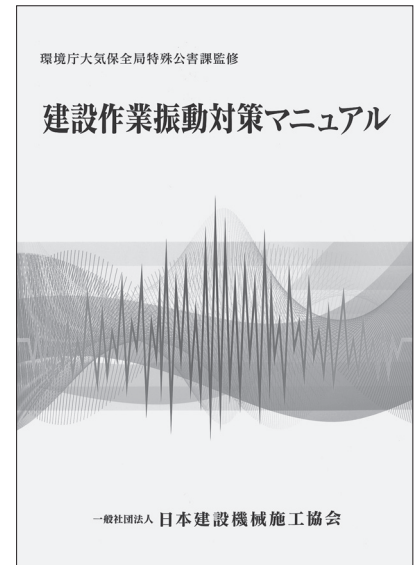
◇ 体裁・定価

B5判, 360頁

定価 会員 5,400円(本体5,143円), 送料520円

非会員 6,000円(本体5,715円), 送料520円

官公庁(学校関係を含む)は会員価格です。



建設工事に伴う 騒音振動対策ハンドブック 第3版

本書は昭和52年に初版が発刊され、昭和62年に改訂されましたが、その後低騒音型建設機械の指定制度の発足及びその大幅な普及など建設機械の低騒音化・低振動化が進むとともに、高流動化コンクリート工法、超高周波振動杭打ち機など低騒音・低振動化技術の進展が著しいので、そのような最新技術と最新データを盛り込んで平成13年に第3版改訂版を発刊致しました。

◇ 主な内容

- 第1章 建設工事と公害
- 第2章 現行法令
- 第3章 調査・予測と対策の基本
- 第4章 現地調査

◇ 取り上げた工種

土工、運搬工、岩盤掘削工、基礎工、土留め工、コンクリート工、舗装工、鋼構造物工、構造物とりこわし工、トンネル工、シールド・推進工、軟弱地盤処理工、仮設工、定置機械(空気圧縮機、発動発電機)

◇ 体裁・定価

B5判, 330頁

定価 会員 5,880円(本体5,600円), 送料600円

非会員 6,300円(本体6,000円), 送料600円

官公庁(学校関係を含む)は会員価格です。



平成24年度 建設施工と建設機械シンポジウム論文集・梗概集

- 発 刊：平成24年10月26日
- 本の体裁：A4判 モノクロ 約250ページ CD-ROM 付き
- 価格(税込)：2,000円
- 送料(単価)：600円(沖縄県を除く日本国内)

※ 複数発注の場合は、送料単価を減額します。

■ 内 容

本協会では事業活動の一環として、毎年、建設機械と施工法に関する技術の向上を図ることを目的に日頃の研究・開発の成果を発表する「建設施工と建設機械シンポジウム」を開催しており、今年度は平成24年11月7、8日に機械振興会館にて行われました。

この論文集・梗概集には、「災害、防災、復旧・復興」、「ICTの利活用」、「品質確保とコスト縮減」、「環境保全・省エネルギー対策」、「安全対策」、「維持・管理・補修」の6分野について産学官の皆さんからの応募論文38編のほか、ポスターセッション10編の発表内容や施工技術総合研究所の研究報告4編、さらには本協会の研究開発助成の成果報告2編も掲載されております。

発 売 中

平成24年度版 建設機械等損料表

- 発刊 : 平成24年4月
- 体裁 : B5判 モノクロ 684ページ
- 価格(税込) : 7,700円(一般) 6,600円(会員等)
- 送料(単価) : 600円(沖縄県を除く日本国内)

※ 複数発注の場合は送料単価を減額します。

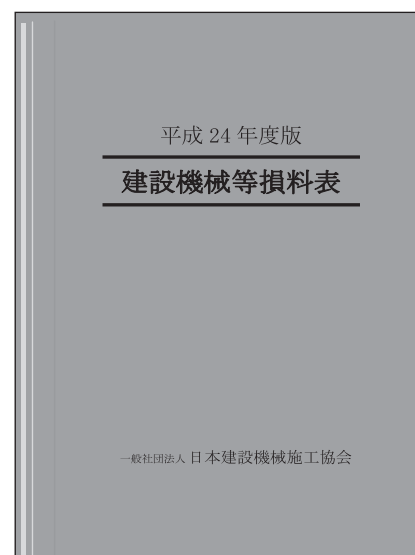
※ 沖縄県の方は一般社団法人 沖縄しまたて協会(TEL:098-879-2097)にお申込み下さい。
(沖縄県内送料単価:450円)

■ 内容

- ・国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づき編集
- ・機械経費・損料等に関する通達・告示類を掲載
- ・損料表の構成・用語や損料積算例を解説
- ・燃料・電力消費量(率)を掲載
- ・主要建設機械は写真・図で概要を紹介
- ・主要建設機械は「日本建設機械要覧」
の関連ページを紹介

★参考(平成24年度版の主要改正点)

- ・損料諸数値を全面改正
- ・バックホウの形式名称と分類コードを変更
- ・空気圧縮機(低圧・定置式・レシプロ型)等を削除
- ・かにクレーン、乳剤スタビライザ、多機能型ロータリ除雪車等を追加掲載
- ・その他



一般社団法人 日本建設機械施工協会

◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内 ◆

会 費：年間 9,000円

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

★個人会員の特典

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

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非入会下さい!!

◆ 一般社団法人 日本建設機械施工協会について ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会は、建設事業の機械化を推進し、国土の開発と経済の発展に寄与することを目的として、昭和25年に設立された公益法人です。国土交通省および経済産業省の指導監督のもと、建設の機械化に係わる各分野において調査・研究、普及・啓蒙活動を行い、建設の機械化や施工の安全、環境問題、情報化施工、規格の標準化案の作成などの事業のほか、災害応急対策の支援等による社会貢献などを行っております。今後の建設分野における技術革新の時代の中で、より先導的な役割を果たし、わが国の発展に寄与してまいります。

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

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

■会員構成

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

■主な事業活動

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

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙を使用してください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

TEL:(03)3433-1501 FAX:(03)3433-0401

一般社団法人 日本建設機械施工協会会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会個人会員に入会します。

平成 年 月 日

個人会員入会申込書		
ふりがな		生年月日
氏名 (自署)		大正 昭和 平成 年 月 日
機関誌の送付先	A. 勤務先 B. 自宅 (ご希望の送付先に○印で囲んで下さい。) ※「勤務先」に送付の場合は下記(A)の項目に、「自宅」に送付の場合は下記(B)の項目にご記入下さい。	
(A) 勤務先名		
(A) 所属部課名		
(A) 勤務先住所	〒 TEL _____ E-mail _____	
(B) 自宅住所	〒 TEL _____ E-mail _____	
その他 連絡事項	平成 年 月より入会	

【会費について】年間 9,000円

- 会費は当該年度前納となります。年度は毎年4月から翌年3月です。
 - 年度途中で入会される場合であっても、当該年度の会費として、全額をお支払い頂きます。
 - 会費には機関誌「建設の施工企画」の費用(年間12冊)が含まれています。
 - 退会のご連絡がない限り、毎年度継続となります。退会の際は必ず書面にてご連絡下さい。
- また、住所変更の際はご一報下さるようお願い致します。

【その他ご入会に際しての留意事項】

- 個人会員は、定款上、本協会の目的に賛同して入会する個人です。○入会手続きは本協会会長宛に入会申込書を提出する必要があります。
- 会費額は総会の決定により変更されることがあります。○次の場合、会員の資格を喪失します:1.退会届が提出されたとき。2.後見開始又は保佐開始の審判を受けたとき。3.死亡し、又は失踪宣言を受けたとき。4.1年以上会費を滞納したとき。5.除名されたとき。○資格喪失時の権利及び義務:資格を喪失したときは、本協会に対する権利を失い、義務は免れます。ただし未履行の義務は免れることはできません。○退会の際は退会届を会長宛に提出しなければなりません。○拠出金の不返還:既納の会費及びその他の拠出金品は原則として返還いたしません。

【個人情報の取扱いについて】

ご記入頂きました個人情報は、日本建設機械施工協会のプライバシーポリシー(個人情報保護方針)に基づき適正に管理いたします。本協会のプライバシーポリシーは http://www.jcmanet.or.jp/privacy_policy.htm をご覧下さい。

建設の施工企画

2012 年 12 月号 No. 754

目次

建設施工の地球温暖化対策、環境対策 特集

3	巻頭言 地球から人へ	沖 大幹
4	建設施工における地球温暖化対策 建設機械の燃費基準制度	吉田 真人
9	ディーゼル特定特殊自動車の排出ガス規制の強化 2011 年規制及び 2014 年規制強化	山口 武志
13	工事現場における CO ₂ 削減量の見える化（環境家計簿）の取組	福原 潤二・高橋 丞二
19	マイニング市場の動向と機械の電動化 マイニング用トロリー式ダンプトラックと電動式油圧ショベル	宇野桂一郎
23	大規模道路土工工事にバイオディーゼル燃料（B100）を使用 新東名高速道路 岡崎サービスエリア工事の例	斉藤 栄一・長谷川博一・副島 幸也
30	低炭素施工システム 2020 年に 1990 年比 40%削減を目指して“TO-MINICA”	高橋 昌宏
37	低炭素型のコンクリートの各種構造物への適用 クリーンクリート	新村 亮・竹田 宣典・小野 栄
43	遮熱性舗装の開発 パーフェクトクール	岩間 将彦
51	トンネル工事における自然由来重金属含有掘削ずりの管理 第二伊勢道路 2 号トンネル河内工区環境保全対策報告	伊藤 省二・志水 政弘・伊藤 達也
59	排ガス長期規制適合機に対する燃料・オイルについての問題・注意 2011 年および 2014 年排ガス規制対応	吉田 史朗
65	スクラビング・フローテーションを用いた土壌洗浄法による 放射性物質汚染土壌の効率的な浄化と減容化	毛利 光男
72	油圧ハンマ打撃音対策への取り組み	田中ゆう子
78	交流の広場 EU のゼロエネルギー・ハウス指令（パッシブハウス）	望月 浩二
82	ずいそう 日本社会における自転車ロードレースのポジショニング	大門 宏
83	ずいそう 海外の思い出	塚本 高広
84	JCMA 報告 「平成 24 年度 建設施工と建設機械シンポジウム」開催報告（その 1） 優秀論文賞 2 編・論文賞 2 編・優秀ポスター賞 2 編・ 審査委員特別賞 1 編を表彰	河田 博之
87	JCMA 報告 第一回情報化施工活用支援セミナー開催の報告 一般社団法人 日本建設機械施工協会 情報化施工委員会 復興支援ワーキング	
88	CMI 報告 山岳トンネルの地山評価 一三重県の事例	石原 廣和
92	部会報告 範多機械(株) 本社工場見学会	機械部会 除雪機械技術委員会
94	新工法紹介	機関誌編集委員会
97	新機種紹介	機関誌編集委員会
100	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
101	行事一覧（2012 年 10 月）	
105	協会発行図書一覧表	
106	編集後記	（和田・岡本）
	「建設の施工企画」既刊目次一覧	

◇表紙写真説明◇

トロリー式ダンプトラック（ザンビア）

写真提供：日立建機(株)

ザンビアの銅鉱山で稼働するトロリー式ダンプトラック EH4500。トロリー式ダンプトラックは、車体上部に

搭載されたパンタグラフにより登坂路に設置された架線に流れる電力を取り込み、AC モータを駆動させて走行する。下り坂など架線が設置されていない部分では、エンジンで発電した電力で走行可能であり、トロリーモードとディーゼルモードの切り替え制御を行なっている。架線下ではエンジン式と比べて登坂能力が向上するほか、燃費低減と CO₂ 排出量の低減が図れる。

情報化施工により東日本大震災の復興を支援

施工部会情報化施工委員会(委員長:植木陸央 鹿島建設株式会社機械部)は、情報化施工を通じ災害に強く信頼性の高い復興事業を実現できるよう被災3県の施工者や発注者などを支援することとしました。

まずは、一般社団法人日本建設機械

施工協会のサイトに復興支援のためのホームページを立ち上げ、情報化施工に対する疑問や現場での困りごとについての相談にに応じていくこととしました。次に、復興事業において情報化施工を取り入れ、自社のレベルアップを図ろうと考える施工者を、被災3県の

中から募り、業務受注後から竣工までをトータルサポートしていくこととしています。

<http://www.jcmanet.or.jp/sekou/hukkou/index.html>

平成25年度 一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞 ご案内

下記の通り、「一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞」をご案内致します。

1. 表彰の目的

我が国の建設事業における建設機械及び建設施工に関連する技術等に関して、調査、研究、技術開発、実用化等により、その高度化に顕著な功績をあげたと認められる業績を表彰し、もって国土の利用、開発及び保全並びに経

済及び産業の発展に寄与すること。

2. 表彰対象

本協会の団体会員、支部団体会員、個人会員又は関係者のうち表彰目的に該当する業績のあった団体、団体に属する個人およびその他の個人。

3. 表彰の種類

本賞(会長賞)、貢献賞および奨励賞

4. 選考

本協会が設置した「一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞選考委員

会」で選考致します。

5. 表彰式

本協会第2回通常総会(平成25年5月29日(水))終了後に行います。

詳細問い合わせ先:

一般社団法人日本建設機械施工協会 阿部

TEL: 03-3433-1501

FAX: 03-3432-0289

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

第6回 日本建設機械施工協会 研究開発助成

建設機械・施工に関する試験・調査・研究・技術開発であって、以下のいずれかに該当する新規性、必要性又は発展性が高いと判断されるものを対象とします。

- ①建設機械施工の合理化
- ②建設機械施工の品質確保
- ③建設機械施工における安全対策
- ④建設機械施工における環境保全
- ⑤建設機械による防災・災害復旧に関する技術の開発

⑥建設機械施工に関連した社会資本保全技術の開発

1. 助成対象者

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

2. 公募期間

8月1日(水)～10月31日(水);終了

3. 助成決定

平成24年12月中旬

4. 助成期間

助成決定の翌日～平成26年3月31日

詳細問い合わせ先:

一般社団法人日本建設機械施工協会 研究開発助成事務局 鈴木

TEL: 03-3433-1501

FAX: 03-3432-0289

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

増刷出来!! 「建設施工における地球温暖化対策の手引き」

■主な内容:

- ・建設施工における工法、資材、建設機械及びその運転方法等について、CO₂の排出を削減するための一般的な対策手法や留意事項を示した。
- ・各工種の標準的な工法におけるCO₂排出量を算出すると共に、その排出量の削減が可能な対策と削減量に対

策効果例として示した。

- ・国土交通省の土木工事積算システムにアクセスが多く、地球温暖化対策に関連する8工種を選定した。

■掲載工種:

土工/法面工/擁壁工/基礎工/仮設工(鋼矢板工)/道路舗装/トンネル工/橋梁工(参考資料のみ)

■体裁: A4判, 85頁

■価格: (税込, 送料600円)

会員1,470円, 非会員1,575円

■問い合わせ先:

一般社団法人日本建設機械施工協会

TEL: 03-3433-1501

FAX: 03-3432-0289

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

巻頭言

地球から人へ

沖 大 幹



科学技術の発達によって人間は思うがままに自然を改変し制御できるようになった、という科学技術万能主義があっけなく崩れたのは1960年代である。人間活動による環境劣化のせいでいずれ人類も減じる、あるいは地球環境にとっては人間の存在は害悪である、といった環境保全至上主義が世界的な公害問題の深刻化や、核戦争のリアルな脅威のもとで広まった。

こうした世界観は20世紀後半を通じて維持され、1990年代になると、冷戦の終結を受け、国際社会が立ち向かうべき新たな共通の脅威としてオゾンホールや熱帯林の減少、生物多様性の喪失などの地球環境問題が取り沙汰されるようになった。中でも、エネルギー安全保障をめぐる思惑もあって、地球温暖化が中心課題として大きくクローズアップされ、「地球を守る」ためにはこれまでの生活を悔い改め、豊かさや快適さを犠牲にしても「地球に優しい」暮らし方へと転換しよう、という贖罪的な論調が主流となった。

しかし、一方で、生物多様性に関してはどれほど気候変動と同様に優れた科学研究が進み、楽観視できない将来展望を記した報告書が提出されても、国際会議が開催され条約が締結されるだけで国内外の世論は冷淡であった。こうした流れを受け、生物多様性に絶対的な価値があるというよりは、水や空気の浄化、食料供給、自然災害被害軽減、あるいは新薬の材料の提供といった人類へのメリット、生態系サービス、があるからこそ生態系を守らねばならない、という風に説明されるようになった。つまり、生物多様性が維持され生態系が環境変動に対して強靱であることが人類にとっても有益である、という人間中心主義への転換が21世紀への変わり目に生じたのである。

こうした世界的な意識転換に伴い、北極のシロクマの棲家が奪われてしまうからとか、世界各地の森林が気候変化に追従できないから、といった自然生態系への直接影響だけではなく、地球温暖化が人間社会にどのような利益不利益をもたらすのかに関する詳細な情報

提供が求められるようになった。洪水や干ばつの頻度増大や激化、食料生産や発電への影響が詳細に推計されるようになると、そうした被害や変化の悪影響を最小限に抑えようとする地球温暖化への適応策が議論されるようになった。二酸化炭素やメタンなどのいわゆる温室効果ガスの排出削減を目的とする緩和策の議論に終始していた21世紀初頭までとは大きく変化したのである。

さらに、防災や農業開発などの適応策に関する議論は、地球温暖化の悪影響を相対化することにつながった。すなわち、以前だと地球温暖化がある程度以上進行したら人類は滅亡してしまう、といったある意味盲目的な地球温暖化対策至上主義であったのが、水や食料の安全保障、エネルギーや鉱物資源の枯渇、疫病、化学物質への暴露、あるいは戦争といった様々な社会的リスクのひとつとして地球温暖化の脅威が捉えられるようになったのである。

もちろん、今でも地球環境の保全の方が人類の持続的開発よりも大事であると極論する方々もいるだろうし、エネルギー安全保障のために地球温暖化問題を利用していった勢力にとっては想定外の方角への進展かもしれない。しかし、すでに日本でも世界でも、地球温暖化を始めとする地球環境問題をリスクマネジメントの枠組みで捉えなおす動きが性急に進んでいる。地球温暖化の進展に伴って懸念される被害が温室効果ガスの排出削減などの対策によってどの程度削減できるのか、という費用便益分析が検討されている。人類の持続可能な開発にとってどんな地球環境保全策がどの程度役立つのか、が冷静に議論され始めているのだ。まさに、地球から人へ、である。地球環境の保全という持続可能な開発の手段が20世紀後半には自己目的化していたとみることもできるだろう。

詳細は2012年6月に発売された拙著『水危機 ほんとうの話』(新潮選書)をお読みいただけると幸甚である。

建設施工における地球温暖化対策

建設機械の燃費基準制度

吉 田 真 人

国土交通省では、建設施工分野における地球温暖化対策として、建設機械の燃費性能の評価（燃料消費量評価）、燃費基準値（目標値）の設定、燃費性能の優れた建設機械の認証制度についての検討を行ってきた。本稿では、この認証制度を中心に、建設施工分野のCO₂排出削減施策について紹介する。

キーワード：地球温暖化対策、CO₂排出削減、燃料消費量評価、燃費基準値、トップランナー、認証制度、JCMAS

1. はじめに

地球温暖化問題は、地球規模での対策が求められる喫緊の課題であり、我が国においては、2008年から2012年の5年間で1990年比平均6%の温室効果ガス削減という京都議定書の約束を達成するため、京都議定書目標達成計画（2005年閣議決定）に基づいて、国、地方公共団体、事業者や国民等の幅広い層で地球温暖化対策を進めてきた。

しかし、2011年3月11日の大震災を契機とした原子力発電所の稼働停止により、2012年度の排出量は2011年と比較し大幅な増加が懸念されており、2020年までに25%削減を達成するためには、より一層の温暖化対策の推進が必要である。

特に国土交通省は、CO₂総排出量の約20%を占める運輸部門、30%以上を占める民生部門（業務その他部門、家庭部門）を初めとし、所管する部門のCO₂総排出量に占める割合が大きいため、各施策のもと地球温暖化対策を推進してきたところである。

建設施工分野では、低炭素型建設機械等の普及促進など、CO₂の排出ができる限り抑制された建設施工を目指していくなどの対策を推進している。

2. 建設機械の燃費性能

建設施工分野におけるCO₂排出は建設機械からの排出が大きな割合を占めており、燃費性能の優れた建設機械を普及促進することにより、効果的にCO₂排出削減が図られることが期待される。同様の事例である運輸部門における自動車は、各機種の燃費性能を測

定し公表しているため、自動車ユーザーは各機種の燃費性能を数値的に比較し選択することができる。昨今の燃料価格の高騰により、燃費に対するユーザー意識は高まっており、ハイブリッド車など燃費性能の優れた自動車が販売台数の上位を占め、燃費性能はユーザーが自動車を選定する際の重要なファクターの一つとなっている。一方、建設機械の燃費性能については、これまで測定方法等について規格化されておらず、そのため建設機械ユーザーが燃費性能の優れた建設機械を識別・選択することは困難であった。燃費性能の優れた建設機械の普及のためには、自動車における10・15モードやJC08モードのような、燃費性能を評価する方法及び基準が必要であり、建設機械ユーザーが燃費性能を数値的に認識できるような制度が必要と考えられる。

以上のことから、国土交通省では、地球温暖化対策の一つとして建設機械からのCO₂排出量の削減を目的に設置している「建設施工の地球温暖化対策検討分科会（以降、「分科会」と記す。）」において、建設機械の燃費性能の評価（燃料消費量の評価）について検討を進めてきた。

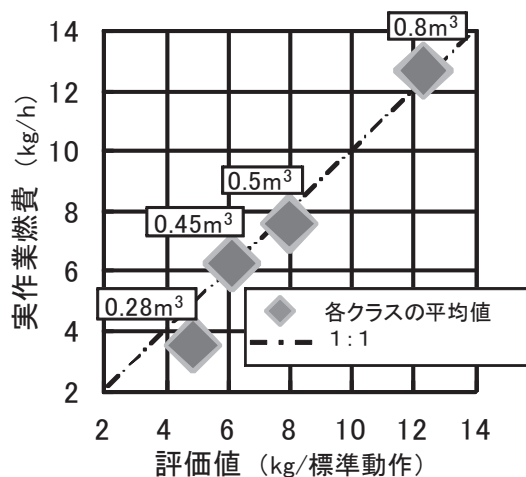
（1）燃費性能の計測方法

燃費性能を適切に評価するため、まず第一に、燃費（燃料消費量）の計測方法を基準化・規格化することが必要である。自動車における10・15モードやJC08モードに相当するものであり、建設機械ユーザーが日常作業で把握している燃費の良し悪しと比較して大幅に異なることがないよう、実動作時の燃費と高い相関が求められる。

一般社団法人日本建設機械施工協会の協力のもと、建設機械の燃費性能についての計測方法はJCMAS（一般社団法人日本建設機械施工協会規格）にまとめられている。自動車が機種に関係なく統一的な計測方法としているのに対し、JCMASは建設機械の機種ごとに燃費の計測方法を規定している。これは、主として走行のみに用いる自動車とは異なり、建設機械が多種多様な用途に用いられるためである。

例えば油圧ショベルについては、「JCMAS H020 土工機械—エネルギー消費試験方法—油圧ショベル」として計測方法が規格化されており、その計測方法は、“掘削・積込み動作試験”、“ならし動作試験”、“走行試験”、“待機（アイドリング）試験”の4種類の試験項目で構成されている（図—1）。

これら複数の試験結果を、実作業時における各動作の時間割合をもとに設定した“重み係数”により一つにまとめた値を「燃料消費量評価値（以降、「燃費評価値」と記す。）」という。この燃費評価値が自動車における燃費に相当するものであるが、自動車の燃費が「km/l」を単位とし値が大きいほど燃費が良いのに対し、燃費評価値は、単位作業当たりの燃料消費量（1/標準動作（油圧ショベルの場合））を表し、値が小さいほど燃費が良くなる。また、バケット容量や定格出力が異なるクラス間では単位作業量が異なるため、燃費評価値を計測する際の模擬動作において掘削深さやならし距離等の試験条件が異なり、そのため異なるクラス間では燃費評価値を単純に比較できない点に注意が必要である。燃費評価値と実際に施工を行った際の燃費（以降、「実作業燃費」と記す。）との相関を見てみると、各クラスにおいて、燃費評価値の平均



図—2 評価値と実作業燃費の対比

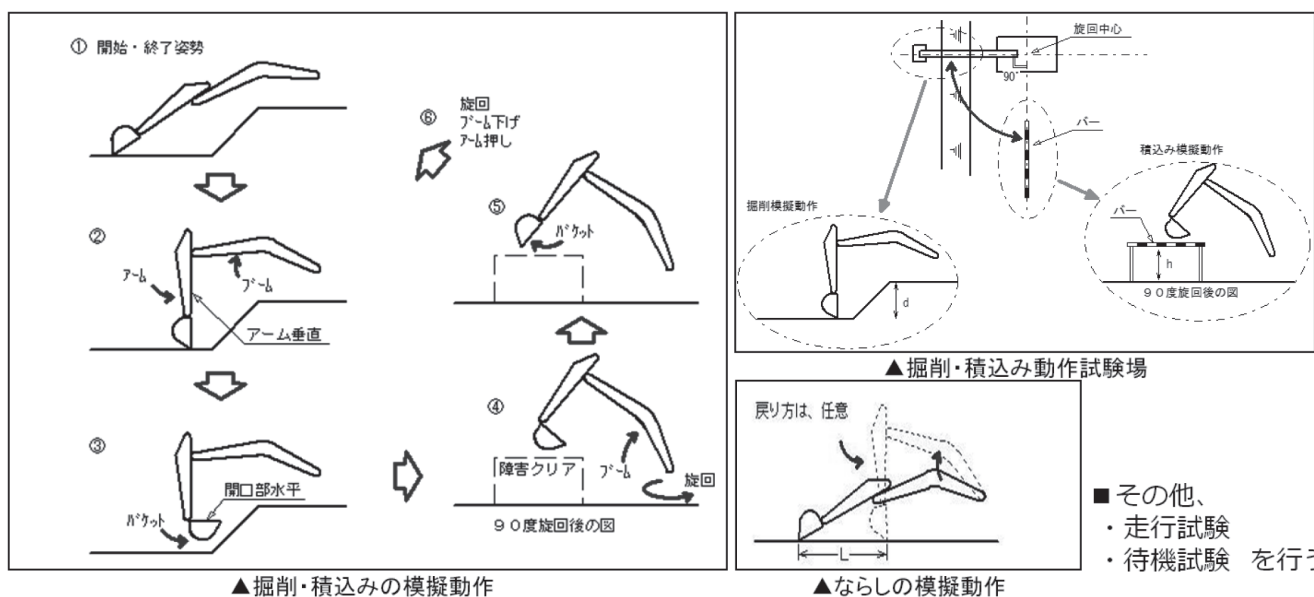
値と実作業燃費の平均値に近い値となっている（図—2）。

今般燃費の計測方法が基準化された機種は、主要3機種の油圧ショベル・ホイールローダ・ブルドーザである。また、最新のハイブリッド型、電動型の機種についても燃料消費量の計測が可能な規格となっている。

(2) 燃費基準値の策定と認証制度

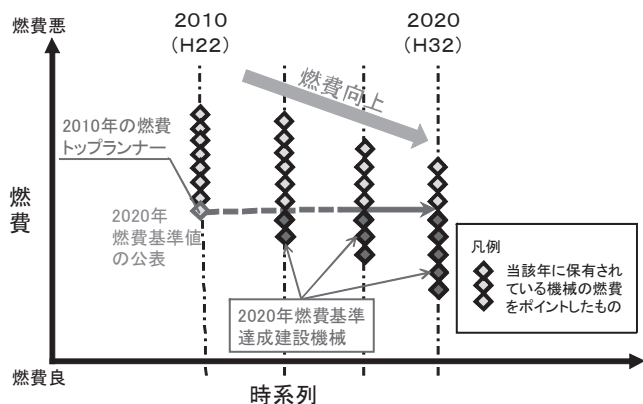
CO₂排出削減効果の高い建設機械が積極的に導入され普及していくためには、燃費改善が図られた建設機械を認証し、ユーザーが燃費改善の進んだ建設機械を自発的に選択しやすい環境にすることが重要である。

分科会では、JCMAS 試験方法により得られる燃費評価値について、基準年の建設機械の中で最も燃費評価値の良い建設機械（トップランナー）の数値を燃費基準値として採用した。



図—1 油圧ショベルの模擬動作試験

この燃費基準値は、自動車の燃費基準と同様、一定期間に設定した燃費評価値の目標値となっており、2010年のトップランナー値を2020年の目標値としている（図—3）。



図—3 燃費基準値の設定

また、燃費基準値については、5年程度の期間を設けて、その基準値を更新することとしている。

業界の協力をいただきながら、2010年時点における各建設機械の燃費評価値の計測をとりまとめることができたことから、分科会において2020年燃費基準値（トップランナー）を設定した。主要な3機種の場合に応じて、図—4のとおりの数値となる。

例えば、標準的に使用されるバケット容量0.8^m級の油圧ショベルの場合、10.8 kg／標準動作という値が燃費基準値となる。

これまで見てきたように、建設機械の燃費性能の考え方は、広く普及している自動車の燃費の考え方とは測定方法や単位等が異なる。自動車と建設機械の燃費の比較について図—5に掲げる。

3. 建設機械の認証制度

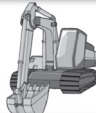
燃費基準値を達成した建設機械の普及促進を図るた

油圧ショベル	
標準バケット 山積容量	燃費基準値 (kg/標準動作)
0.25～0.36	4.3
0.36～0.47	6.4
0.47～0.55	6.9
0.55～0.7	9.2
0.7～0.9	10.8
0.9～1.05	13.9
1.05～1.3	13.9
1.3～1.7	19.9

ホイールローダ	
定格出力 (kW)	燃費基準値 (g/t)
40～110	21.3
110～230	27.9

ブルドーザ	
定格出力 (kW)	燃費基準値 (g/kWh)
19～75	568
75～170	530
170～300	508

図—4 主要3機種の燃費基準値

	建設機械	自動車
		
燃費測定方法	模擬動作試験 ・油圧ショベル: JCMAS H020 ・ブルドーザ: JCMAS H021 ・ホイールローダ: JCMAS H022	模擬走行試験 (乗用車: JC08モード) シミュレーション試験 (トラック等: JE05モード)
燃費の単位	・kg/標準動作 (JCMAS H020※油圧ショベル) 標準的な動作を行うのに必要な燃料 ・g/kWh (JCMAS H021※ブルドーザ) 標準的な作業時、けん引出力あたりに必要な燃料 ・g/t (JCMAS H022※ホイールローダ) 標準的な作業時、土量あたりに必要な燃料 値が小さいほど燃費が良い	km/L 燃料1Lあたりの走行距離 値が大きいほど燃費が良い
カタログ等への記載	順次記載 (燃費基準を達成した建設機械についてメーカーが自主的に記載を開始している)	すべての車種に記載 (エネルギーの使用の合理化に関する法律(省エネ法))
測定者	各メーカーで測定	認定機関で測定(道路運送車両法)
燃費基準の考え方	目標値	規制値 (省エネ法)

図—5 建設機械の燃費と自動車の燃費

め、燃費基準値をもとに、燃費評価値に応じて建設機械を認証することを分科会において決定した。

販売される建設機械の燃費評価値がこの燃費基準値を達成するもの、達成するまでにはいかないが燃費基準値の85%の燃費を達成するものなどに分け、それぞれの燃費評価値に応じた認証を行う予定としている。特に建設機械ユーザーに認知されやすいように、☆マークの個数による区分を採用することとした（図—6）。

この☆マーク等を用いた認証制度については、NO_x（窒素酸化物）やPM（粒子状物質）について最終基

燃費基準達成率	認証
100%以上	☆☆☆
85%以上	☆☆
85%未満	☆

図—6 認証制度における☆マーク

準となる排出ガス規制（2014年排出ガス基準規制）に対応した機種を対象として行うことを予定している。これは、排出ガス規制に対応するエンジン開発等を先ず優先して行いつつ、CO₂排出削減に係る技術開発も並行して行うことにより、各種規制に合わせた適切な技術開発が進むであろうとの判断からである。

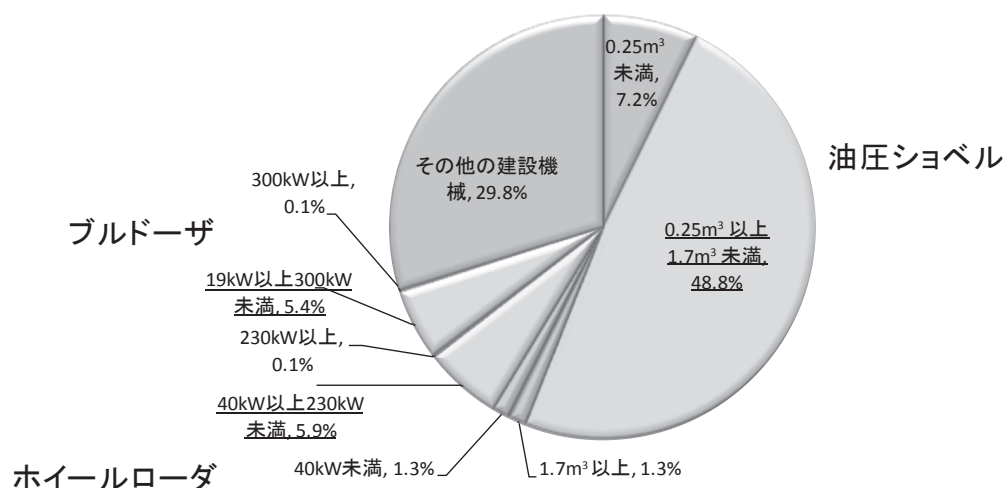
また、認証は燃費基準値が設定されている主要3機種を対象として行う。主要3機種の建設機械は図—7にあるとおり、CO₂排出寄与率が全建設機械の約60%を占めている。燃費改善率を機械単体で評価した場合、トップランナー基準を達成する主要3機種の燃費改善率の平均は、1990年比で20.3%にも達する。

4. 認証制度の概要

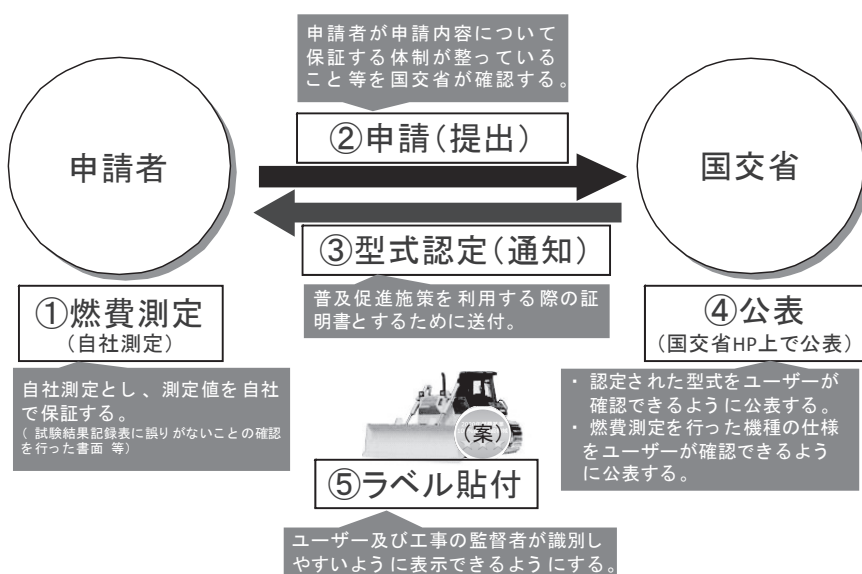
燃費基準値を達成した建設機械の認証については、

特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律（以降、「オフロード法」と記す。）の届出と同様に、一つの型式について申請を行うことにより、同一型式の範囲内にある機械については申請を不要とする制度設計を想定している。この同一型式の範囲は、エンジンや油圧装置、変速装置等の仕様が同一である範囲とすることを検討している。これは、燃費性能への寄与率が高い機構が同一であれば、機械全体の燃費性能も近い値となるためである。

また、申請の際に必要な燃費評価値の計測については、申請者自らが測定を行う自社測定とすることを検討しており、申請者は自らが測定した燃費評価値について責任を持つとともに、申請書にその旨を記載し、国土交通省がその事実を確認した上で認証を行うという制度設計を想定している。なお、燃費を計測する機種の燃費性能は仕様によって差が生じるため、計



図—7 建設機械のCO₂排出寄与率



図—8 認証制度概要案

測した機械の仕様については国土交通省のホームページ上に公開し、建設機械ユーザーが確認できるようにすること等を検討している。また、認証を受けた建設機械については、建設機械ユーザーが識別しやすいよう、燃費基準値を達成したことを証する表示を車体に付する予定である。

以上の認証制度の概要について、図—8に掲げる。

5. おわりに

建設機械施工分野におけるCO₂排出量を削減していくため、燃費性能の優れた建設機械の普及促進を進めていく必要がある。設定された燃費基準値、認証制度を活用し、燃費性能の優れた建設機械を普及してい

くためには、JCMASで計測される燃費評価値と実際の燃費との相関関係、購入時に販売機種ごとの燃費比較ができることなどについて、建設機械ユーザーに対して、わかりやすい説明を続け、認知を広げていく努力が必要である。今後、認証制度を開始するにあたり、燃費基準値、認証制度、燃費評価値の計測規格であるJCMASの3点について、建設機械ユーザーへの認知を深めるよう努めていくことが必要である。

JCMAS

[筆者紹介]

吉田 真人（よしだ まさと）
国土交通省
総合政策局 公共事業企画調整課
環境・リサイクル企画室
環境技術係長

平成 24 年度版 建設機械等損料表 発売中

■内 容

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

■B5判 約 680 ページ

■一般価格

7,700 円（本体 7,334 円）

■会員価格（官公庁・学校関係含）

6,600 円（本体 6,286 円）

■送料（単価） 600 円（但し沖縄県を除く日本国内）

注 1）複数冊発注の場合は送料単価を減額します。

注 2）沖縄県の方は一般社団法人沖縄しまたて協会（電話：098-879-2097）にお申し込み下さい。

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒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>

ディーゼル特定特殊自動車の排出ガス規制の強化

2011 年規制及び 2014 年規制強化

山口 武志

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）については、平成 18 年 10 月より規制を開始している。中央環境審議会「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について」第 9 次答申（平成 20 年 1 月）を受けて、平成 23 年 10 月よりそれまでの規制値から PM を約 9 割削減した規制強化を開始し、平成 26 年からは NOx を約 9 割削減する規制の強化を行う予定である。また、中環審第 11 次答申（平成 24 年 8 月）の対応も必要となっている。本稿では、オフロード法の概要を説明し、中環審第 9 次及び第 11 次答申による平成 23 年規制及び平成 26 年規制の強化等について説明する。

キーワード：特定特殊自動車、ディーゼル、排出ガス規制、オフロード法

1. オフロード法の概要

一般自動車の排出ガス規制が進んだ結果、台数割合の少ない特殊自動車の排出ガスの寄与率が高くなっていくことが予想されたことから、特殊自動車の排出ガス規制も段階的に進めることとなった。平成 15 年 10 月から公道を走行するオンロード特殊自動車の排出ガス規制を開始し、続いて公道を走行しないオフロード特殊自動車の排出ガス規制として「特定特殊自動車排出ガスの規制に関する法律」が制定され、平成 18 年 10 月より規制を開始している。

特定特殊自動車とは、公道を走行しない特殊な構造を有する作業車であり、建設機械の油圧ショベルやブルドーザ、産業機械のフォークリフト、農業機械の普通型コンバイン等である。オフロード法の対象となるのは、ガソリン・LPG 及び軽油を燃料とする定格出力が 19kW 以上 560kW 未満である。

オフロード法の枠組みは、特定特殊自動車及びそれに搭載される特定原動機について、国が規定する排出ガス性能に関する技術基準を満たすものには、特定特殊自動車製作等業者が、基準適合表示を付することができる。また、多品種少量生産という特徴から、年間生産台数 30 台以下の特定特殊自動車について少数生産車承認という特例措置等も設けられており、こちらは少数特例表示を付することとなる。

使用者にあっては、既に使用過程にあるものを除き、規制適用日以後の新車については、基準適合表示等の表示を付したものでなければ国内使用ができないとい

う規定が設けられているため、使用者は新車購入時に基準適合表示等を付したものを選ぶこととなる。

なお、平成 18 年の規制開始以降、平成 24 年 9 月末までで、型式届出特定特殊自動車で約 1,100 型式、少数生産車の承認型式で約 770 型式となっている。

昨年の東日本大震災においては、被災地での災害復旧に使用する場合に限り、基準適合表示等が付されていない無表示車を一時的に使用可能とし、復旧・復興の支援に取り組んだところである（現在は、この措置は終了している）。

2. ディーゼル特殊自動車の規制強化について

ディーゼル特殊自動車については、平成 20 年 1 月、中央環境審議会「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について」第 9 次答申において、一般自動車の排出ガス規制のさらなる強化に伴い、引き続き特殊自動車の PM、NOx の排出ガス寄与率が高まることが予想され、また一方で、ディーゼル特殊自動車についても、PM、NOx 後処理装置の導入が可能になると考えられることから、ディーゼル特殊自動車の規制の強化について、平成 23 年（2011 年）に PM を約 9 割削減、平成 26 年（2014 年）に NOx を約 9 割削減するという 2 段階の規制強化目標が答申された。また、平成 24 年 8 月、中環審第 11 次答申において、黒煙規制の見直し及び使用過程時における排出ガス許容限度目標値について答申がなされた。以下に 2011 年規制及び 2014 年規制強化における概要を記す。

(1) 2011 年規制強化等の概要

2011 年規制強化に伴うオフロード法の省令及び告示の一部改正を平成 22 年 3 月に実施しており、平成 23 年 10 月より出力帯別に段階的に規制強化が始まっている。その概要については以下のとおりである。

①排出ガス新試験モードの追加

ディーゼル特殊自動車の排出ガス試験として、現行の定常試験モード（8 モード法）に加えて、世界統一基準とされている過渡試験モード（NRTC モード）を追加した。

②ディーゼル特定特殊自動車の排出ガス規制値の強化

ディーゼル特定特殊自動車の排出ガス規制値を表 1 のとおり強化した。主として PM を約 9 割削減している。また、ディーゼル黒煙の汚染度は全ての出力帯で 25% となった。

③少数生産車の基準の細目の改正

改正基準適用後は、改正前基準による型式届出特定特殊自動車であったもの又は改正後基準に適合した型式届出特定特殊自動車と同等の排出ガス性能を有するものとして表 2 に定める基準を満たすディーゼル特定特殊自動車について、少数生産車として申請できることとなる。

④規制開始時期について

特定特殊自動車等に今回の改正による規制が適用される時期は、定格出力帯ごとに図 1 のとおりである。適用日以後の新しい型式の特定特殊自動車は、改正基準に適合する必要がある。

⑤改正基準に適合した特定特殊自動車の基準適合表示様式の追加

特定特殊自動車製作者等事業者は、技術基準に適合

表 1 ディーゼル特定特殊自動車の排出ガス規制値比較表

定格出力	一酸化炭素 (CO)			非メタン炭化水素 (NMHC)			窒素酸化物 (NOx)			粒子状物質 (PM)			ディーゼル黒煙		
	2006	2011	2014	2006	2011	2014	2006	2011	2014	2006	2011	2014	2006	2011	2014
19 kW 以上 37 kW 未満のもの (D1)	5.00 (6.50)	5.0 (6.5)	5.0	1.00 (1.33)	0.7 (0.9)	0.7	6.00 (7.98)	4.0 (5.3)	4.0	0.40 (0.53)	0.03 (0.04)	0.03	40%	25%	25%
37 kW 以上 75 kW 未満のもの (D2)	5.00 (6.50)	5.0 (6.5)	5.0	0.70 (0.93)	0.7 (0.9)	0.7	4.00 (5.32)	4.0 (5.3)	4.0	0.30 (0.40)	0.025 (0.033)	0.025	35%	25%	25%
56 kW 以上 56 kW 未満のもの (D3)	5.00 (6.50)	5.0 (6.5)	5.0	0.70 (0.93)	0.19 (0.25)	0.19	4.00 (5.32)	3.3 (4.4)	0.4	0.25 (0.33)	0.02 (0.03)	0.02	30%	25%	25%
75 kW 以上 130 kW 未満のもの (D4)	5.00 (6.50)	5.0 (6.5)	5.0	0.40 (0.53)	0.19 (0.25)	0.19	3.60 (4.79)	3.3 (4.4)	0.4	0.20 (0.27)	0.02 (0.03)	0.02	25%	25%	25%
130 kW 以上 560 kW 未満のもの (D5)	3.50 (4.55)	3.5 (4.6)	3.5	0.40 (0.53)	0.19 (0.25)	0.19	3.60 (4.79)	2.0 (2.7)	0.4	0.17 (0.23)	0.02 (0.03)	0.02	25%	25%	25%

注 1. 2006, 2011, 2014 欄中の値は平均値を表し、括弧内の値は上限値を表す。2014 の上限値については検討中。

2. CO, NMHC, NOx, PM の単位は g/kWh である。

3. 2006 の非メタン炭化水素は、炭化水素である。

表 2 少数生産車の基準の細目の比較

定格出力	同等とみなす基準	
	改正前	改正後
19kW 以上 37kW 未満	Tier2, Stage III A	Tier4
37kW 以上 56kW 未満	Tier3, Stage III A	Tier4, Stage III B
56kW 以上 560kW 未満	Tier3, Stage III A	Interim Tier4, Stage III B

備考

1 Tier2 及び Tier3 は、Code of Federal Regulations Title40 Chapter1 Part89 に規定する基準を、Interim Tier4 及び Tier4 は、Code of Federal Regulations Title40 Chapter1 Part1039（以下「Part1039」という）に規定する基準をいう。ただし、次に該当するものは除く。

イ Part1039 の § 1039.102 に記載の規定のうち、定格出力 56kW 以上 560kW 未満の Phase-out の基準

ロ Part1039 の Subpart H に規定する the averaging, banking, and trading program（以下「ABT program」という）を適用したときに、ABT program の Emission credits が負数となる the family emission limit for the engine family の基準

2 Stage III A, Stage III B は、97/68/EC 及びその改訂指令に規定する基準をいう。

2011年規制	H23年度(2011年度)				H24年度(2012年度)				H25年度(2013年度)				H26年度(2014年度)				H27年度(2015年度)				
	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	
軽油を燃料とするもの 19kW以上37kW未満 (D1)												(10/1)新車規制適用日									
												経過措置23ヶ月		継続生産車規制適用日(9/1)							
37kW以上56kW未満 (D2)												(10/1)新車規制適用日									
												経過措置13ヶ月				(11/1)継続生産車規制適用日					
56kW以上75kW未満 (D3)									(10/1)新車規制適用日												
									経過措置18ヶ月					(4/1)継続生産車規制適用日							
									(10/1)新車規制適用日												
75kW以上130kW未満 (D4)									経過措置13ヶ月							(11/1)継続生産車規制適用日					
				(10/1)新車規制適用日																	
130kW以上560kW未満 (D5)				経過措置18ヶ月								(4/1)継続生産車規制適用日									

- ・定格出力130kW以上560kW未満の特定原動機を備えたもの
平成23年10月1日(改正前の基準に適合した継続生産車及び輸入車については平成25年4月1日)
- ・定格出力75kW以上130kW未満の特定原動機を備えたもの
平成24年10月1日(改正前の基準に適合した継続生産車及び輸入車については平成25年11月1日)
- ・定格出力56kW以上75kW未満の特定原動機を備えたもの
平成24年10月1日(改正前の基準に適合した継続生産車及び輸入車については平成26年4月1日)
- ・定格出力37kW以上56kW未満の特定原動機を備えたもの
平成25年10月1日(改正前の基準に適合した継続生産車及び輸入車については平成26年11月1日)
- ・定格出力19kW以上37kW未満の特定原動機を備えたもの
平成25年10月1日(改正前の基準に適合した継続生産車及び輸入車については平成27年9月1日)

※かつ書き中の年月日前までが経過措置期間となる。 ※※2014年規制の適用日は未定。

図一 1 2011 年規制基準値の適用開始日と経過措置期間

表一 3 基準適合表示及び少数特例表示

	2006	2011
基準適合表示		
少数特例表示		
改正前の基準による型式届出車であったもの ※ 2006 においては、みなされていたもの		
改正基準の型式届出車と同等の排出ガス性能を有するもの		

した型式届出特定特殊自動車には基準適合表示を、承認を受けた少数生産車には少数特例表示をそれぞれ付することができるが、今回の改正に伴って、表示様式を追加した(表一3)。

(2) 2014 年規制強化等に関する中環審の答申について

中環審第9次答申において、ディーゼル特定特殊自動車の排出ガス規制値の更なる強化が提言されており、その実施に関する省令等の改正を平成24年度中を目途に予定している。また、中環審第11次答申においても、ディーゼル特定特殊自動車に関する答申を受けており、省令等改正時に合わせて取り込むべく準備

を行っているところである。以下に改正に関する中環審第9次答申及び第11次答申の内容について記す。省令等改正については、環境省ホームページ等で情報提供する予定である。

○中環審第9次答申対応

ディーゼル特定特殊自動車の排出ガス規制値の強化については表一1のとおりである。定格出力が56kW以上560kW以下についてNO_xを約9割削減している。

○中環審第11次答申対応

中環審第11次答申において、ディーゼル特殊自動車の排出ガス低減対策として記載されている内容は以下のとおり。

(a) 黒煙規制の見直し

1) C1 モード黒煙試験の廃止

平成23年規制に適合したディーゼル特殊自動車のC1モード黒煙試験結果では、DPF等の排出ガス低減対策により黒煙汚染度は0%となっており、平成26年目標値以降も黒煙汚染度は引き続き0%となると考えられるため、規制合理化の観点からC1モード黒煙試験を廃止する。

2) 使用過程時における排出ガス許容限度目標値

使用過程時のPM排出測定方法について、黒煙汚染度測定器からオパシメーターによるものに変更し、使用過程時の許容限度目標値は光吸収係数0.5 m⁻¹とする。平成26年目標値の車両からオパシメーターによる目標値を適用することとするが、平成26年目標値を平成23年規制値から継続する定格出力が19kW

以上 56 kW 未満の車両については、平成 28 年（2016 年）末までに適用を開始する。

(b) 国際基準調和に向けた追加的排出ガス低減対策
UN-ECE/WP29 において平成 21 年（2009 年）に策定された特殊自動車用世界統一試験規則 NRMM (Non Road Mobile Machinery) においては、ブローバイガス対策及び定常試験に係る追加的対策が規定されている。

1) ブローバイガス対策

原則としてブローバイガス排出を禁止し、ブローバイガスを大気開放する必要がある車両については、排出ガス試験時に、排気管排出ガスに加え大気開放するブローバイガスも測定して、両方合わせたものに許容限度値目標値を適用する。

2) 定常試験における RMC の追加

NRMM では、定常試験そして定常サイクルの C1 モード又は RMC (Ramped Modal Cycle) のいずれかの試験を行い評価することとしている。C1 モード又は RMC による排気ガス量は同等と見なすことができるため、定常試験として RMC を導入し、排出ガスの認証試験時に C1 モード又は RMC のいずれかの選択を可能とする。

ブローバイガス対策及び定常試験の追加について、平成 26 年目標値の車両から適用することとし、定格出力が 19 kW 以上 56 kW 未満の車両については、平成 28 年（2016 年）末までに適用を開始する。

3. おわりに

排出ガス低減技術については、ディーゼル自動車で先行して開発されているが、ディーゼル特定特殊自動車は、エンジンの使用域が異なったり、多品種少量生産であり、エンジン製作者と車両製作者が異なる場合が多いなど、技術転用が容易ではないが、新基準適用車が徐々に増えているところである。

新基準適合車の導入に際し負担を軽減するために、固定資産税の軽減措置や(株)日本政策金融公庫による融資制度等の支援措置を用意している。また、平成 23 年度より、ハイブリッド特定特殊自動車の補助事業を行っており、支援に努めているところである。

一方で、平成 23 年規制や平成 26 年規制による排出ガス低減目標値を達成するためには、コモンレールシステムの導入や PM、NO_x 後処理装置の装着が必要と考えられるが、高精度・高機能化が図られており、適正な燃料を使用しない場合、装置の劣化や故障などの悪影響を及ぼす恐れがある。このため使用者には、排出ガス性能を担保するため、取扱説明書にある適正燃料の使用の遵守をお願いしたい。また、使用過程における排出ガス低減装置の適正な機能を確保するためには、使用者の点検・整備の励行による適切な管理を行うことも重要である。

J C M A

[筆者紹介]

山口 武志 (やまぐち たけし)
環境省
水・大気環境局 自動車環境対策課
課長補佐

工事現場における CO₂ 削減量の見える化（環境家計簿）の取組

福 原 潤 二・高 橋 丞 二

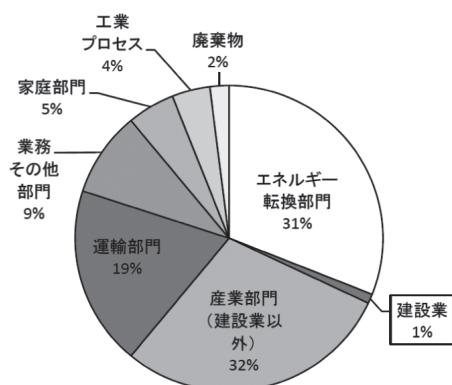
地球規模での温暖化対策、自然との共生、循環型社会の実現が求められているなか、北海道開発局では社会資本整備の実施段階において、先駆的に環境対策に取り組む「北海道エコ・コンストラクション・イニシアティブ」を推進している。このなかで、地球温暖化ガス削減に向け、工事現場における CO₂ 排出削減を推進するため、受注者と発注者が協働で CO₂ 削減量を見える化する取組（環境家計簿）を平成 21 年度から実施している。本編では環境家計簿の概要と、工事現場の CO₂ 削減活動の事例を紹介する。

キーワード：工事現場、CO₂ 削減、見える化、環境家計簿、建設機械、アイドリングストップ

1. はじめに

北海道開発局では、平成 20 年に閣議決定された「地球環境時代を先導する新たな北海道総合開発計画」に基づき、地球環境時代を先導し自然と共生する持続可能な地域社会の形成に向けた主要施策を推進している。また、我が国の環境施策の先駆的取組としてモデルとなる施策を展開する「北海道環境イニシアティブ」を中期的な重点施策として推進している。当施策の一環として、社会資本整備の実施段階において、受注者と発注者が連携しながら、工事目的物や施工プロセスにおける環境対策等について先駆的・実験的な取組を行う「北海道エコ・コンストラクション・イニシアティブ」を進めており、環境家計簿は CO₂ 排出削減に向けた取組の一つとして、平成 21 年度から取り組んでいるところである。

建設業からの CO₂ 排出量は、日本の CO₂ 直接排出量の部門別内訳で全体の約 1% を占めている（図—1）。



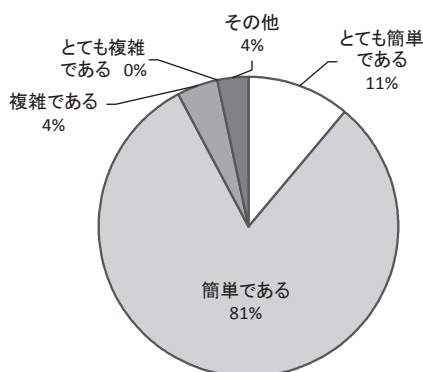
図—1 日本の CO₂ 直接排出部門別内訳²⁾

(社)日本建設業連合会では建設業による気候変動への対応、自然環境等の保全・再生・創造などの役割を社会基盤整備の中で担うことを目的とした「環境自主行動計画」(第 4 版)を 2007 年に策定(2010 年に改訂)し、地球温暖化対策として工事実施段階における CO₂ の排出抑制目標を掲げている。

社会資本整備の実施段階である工事現場においても CO₂ 排出量の削減に向けた取組が必要なことから、工事現場における CO₂ 排出量を見える化し、CO₂ 削減活動の促進と、受注者、発注者の CO₂ 削減に対する意識向上を目的として、環境家計簿に取り組んでいるところである。

2. 環境家計簿の改善の経緯

平成 21 年度は、10 工事を環境家計簿の試行工事に選定し、それぞれの工事における CO₂ 削減活動による削減率の集計結果は 2～3% となり、削減効果が見える化できることを確認した。ただし、CO₂ 削減量の集計方法として、そのベースとなる燃料消費の実績について、個々の伝票などから積み上げるものであったため、作業の繁雑さ、リース・下請け契約形態による追跡の困難性などの課題が挙げられた。また、環境家計簿の取組を拡大するためには集計方法の簡素化が必要である旨、業界団体からも指摘があったところである。このため、平成 22 年度からは、集計方法を大幅に改善し、現場の重機等の延べ導入台数、運搬距離、作業量、削減活動の取組実施率により算出が可能である(社)日本建設業連合会の算出手法を取り入れ、集計手



図一2 H23 年度アンケート結果（取組・集計方法の難しさ（受注者））

間を大幅に軽減した。また、この算出方法以外に、施工方法の工夫など先進的取組による削減活動について、別途集計し、現場状況に応じた削減活動も促進しているところである。平成23年度の試行工事受注者へのアンケート調査では、取組・集計方法について、「とても簡単」と「簡単」との回答の合計が92%を占めており（図一2）、改善効果が確認されている。この他、アンケートでの改善意見等を受け、集計表などの手法の一部を改良しつつ、平成23年度には350工事、平成24年度には約400工事で試行を行っている。

3. 環境家計簿の概要

（1）環境家計簿の前提、対象工事

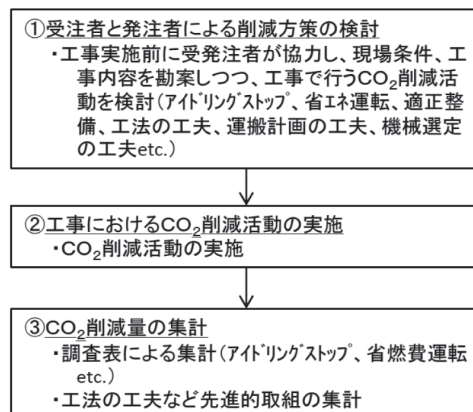
CO₂削減活動を検討・実施する際の前提として、目的物に求められる所定の品質や工事施工における安全性が損なわれないこと、及び、工事コストやライフサイクルコストの上昇とならないこと、の2点を基本的条件としている旨を受発注者打合せなどで確認している。CO₂削減活動を優先するあまり、工事目的物の品質や性能の確保がおろそかになったり、工事費や維持管理費が嵩んだりすれば、社会資本整備の本来の目的に反することになるからである。

環境家計簿の試行工事は、北海道開発局の全ての事業部門（河川、道路、農業、港湾、空港、漁港、建築）を対象としている。また、工事区分は、一般土木、舗装、維持、鋼橋、しゅんせつ、建築など様々な工事区分で試行を行っている。各部門、各工事区分による適応性や特徴などを把握できるものと考えている。

（2）環境家計簿の流れ（CO₂削減活動と削減量の集計）

試行工事における環境家計簿の流れについては図一3のようになっている。工事現場でのCO₂直接排出の大部分を占める建設機械使用については、それらの削

○環境家計簿の流れ



図一3 環境家計簿の流れ

減活動の基本的項目である「アイドリングストップ」、「省燃費運転」、「重機車両の適正整備」を対象として専用の調査表（環境家計簿調査表）によりCO₂の削減量を算出しており、各試行工事の必須項目としている。

なお、工事事務所などでの「こまめな消灯」、「高効率仮設電気機器の使用の促進」、「過剰冷暖房の抑止」、「適正暖房の推進」、「エアコンへの転換」については、CO₂総排出量について、同調査表を用いて集計している。

具体的な集計としては、受注者が環境家計簿の試行期間中に工事現場内で使用した電力・灯油・A重油について、使用量を調査表に記入するが、最も使用量の多い軽油については、工事で使用した建設機械について、機種・仕様毎に稼働台数を日々集計し、試行期間内の延べ台数や運搬回数等を調査表に記入する。CO₂削減活動項目の実施状況率については、発注者が現場の活動状況を目視等により確認し記入する。建設機械の使用状況と、CO₂削減活動項目の実施状況率により、CO₂削減活動を行わなかった場合と行った場合のCO₂排出量を算出し、差し引きされた個々の削減量を集計している。施工方法の工夫など先進的取組については、工法の選定や運搬計画の変更、機械の選定等による削減方策など、地形条件や現場周辺の環境、施工時期、工事量等を勘案し、それぞれの現場での適用性を踏まえながら行うものであり、算出方法も多様であるため、個々に算出、集計している。

（3）「環境家計簿の手引き」について

環境家計簿の目的、手順、集計方法などを現場担当者が参照できるよう、「環境家計簿の手引き」としてまとめている。この手引きにはこれまでの取組で実施されたCO₂削減活動のうち、他の現場でも検討対象になりそうな事例を選択し、好事例として掲載するなど、建設現場において一層の取組推進が図られるよう

「環境家計簿の手引き」の目次	
1.	建設工事とCO ₂
1. 1	北海道エコ・コンストラクション・イニシアティブ
1. 2	本手引きのねらい
1. 3	建設工事におけるCO ₂ の発生源
2.	環境家計簿の取組によるCO ₂ 削減量の算出
2. 1	算出の前提
2. 2	算出の範囲
2. 3	設計変更の扱い
2. 4	CO ₂ 削減活動と削減量の集計の流れ
2. 5	環境家計簿の様式
3.	建設工事におけるCO ₂ 削減方策(先進的取組事例集)
3. 1	工法選定の工夫
3. 2	運搬計画の工夫
3. 3	機械選定の工夫
3. 4	材料選定の工夫
3. 5	その他の工夫
4.	その他

図一四 「環境家計簿の手引き」の目次

構成を工夫している（図一四）。

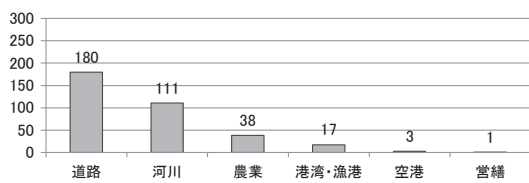
また、年度当初には担当者向けの説明会を開催し、その際に「環境家計簿の手引き」を配布するとともに、北海道開発局のホームページにも掲載している。

(http://www.hkd.mlit.go.jp/zigyoka/z_jigyoku/gijyutu/kankyokakeibo.html 北海道開発局 トップページ >> 防災・技術・機械・電気通信 >> 環境家計簿)

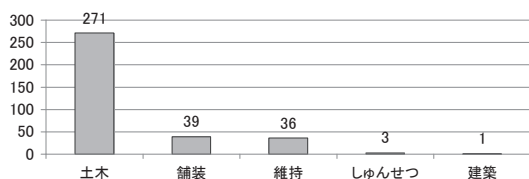
4. 平成 23 年度の試行結果

平成 23 年度は 350 工事で試行を行った。事業部門別、工事区分別の件数は図一五、六の通りであり、道路部門、土木工事の件数が多い。

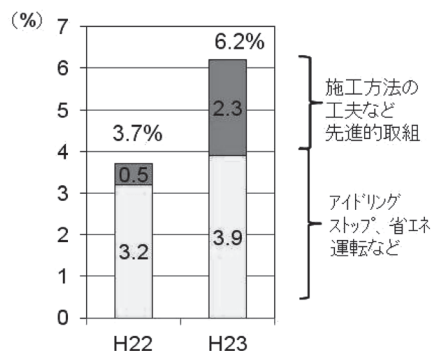
350 工事の CO₂ 排出削減量の合計は 1,409 t-CO₂ (80 年生のすぎが 1 年間に吸収する量の約 104,000 本に相当) となり、工事の平均削減率は、6.2% (平成 22 年度の平均削減率は 3.7%) となった。うち、「環境家計簿調査表」が対象とする削減活動の基本的項目である「アイドリングストップ」、「省燃費運転」、「重機車両の適正整備」による削減率は 3.9% (平成 22 年度は 3.2%)、施工方法の工夫など先進的取組による削減率



図一五 事業部門別試行工事件数



図一六 工事区分別試行工事件数

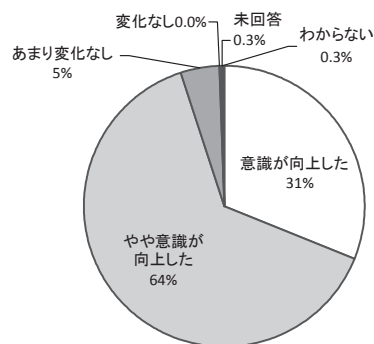
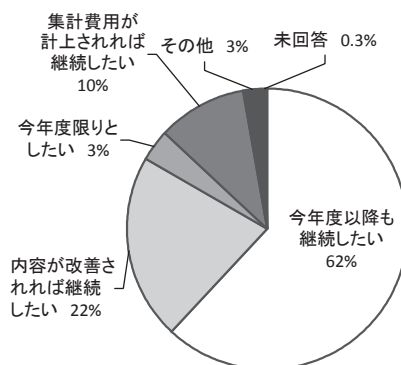


図一七 H22年度・H23年度 試行工事の平均削減率の比較

は 2.3% (平成 22 年度は 0.5%) であった（図一七）。

CO₂ 削減率が平成 22 年度の結果と比較して 2.5% 伸びているが、特に施工方法の工夫など先進的取組による伸び率が高い。これは、環境家計簿による CO₂ 削減活動が平成 22 年度より浸透し、より多くの現場で独自の取組が実施された結果であると考えられる。

試行工事の受注者へのアンケートでは、工事現場での環境対策への意識変化の設問に対し、「向上した」と「やや向上した」の回答の合計が 95% となり、CO₂ 削減に対する意識の向上が図られていることが確認されている（図一八）。今後の継続意思については「継続したい」との回答が多いが、「内容が改善されれば継続したい」という意見が 22% あった（図一九）。これらの意見を踏まえ、平成 24 年度は「環境家計簿の

図一八 H23年度アンケート結果（CO₂削減に対する意識変化（受注者））

図一九 H23年度アンケート結果（取組を今後も継続したいか（受注者））

手引き」の充実や、調査表の改良などを含む環境家計簿全体の改善を図っているところである。

5. 「先進的取組」の事例紹介

工事現場においてCO₂削減活動を検討するにあたって、工法の選定や建設機械の運用など様々な段階において、独自のアイデアの採用や現場条件に適した工夫をすることで効果的な取組とすることができると考えられる。このため、これまでの環境家計簿の取組のうち、他の現場の模範や参考になりそうな事例を選定し、「先進的取組」として収集・整理した上で、「環境家計簿の手引き」に収録している。内容の分類として、残土の再利用やICT（情報化）施工などの工法の工夫によるもの、場外搬出する残土や廃棄物等の搬出先の調整による運搬計画（運搬距離の短縮）の工夫によるもの、ハイブリッド型建設機械や電動式機械の使用など機械の選定によるもの、中温化舗装の施工など材料選定によるものなどと整理している。個別の取組については、その取組の内容、CO₂削減量の算出方法等を掲載しており、紹介している。今後は今までに取り組まれた「先進的取組」の更なる普及・拡大と、独自のアイデアにより新たな「先進的取組」が実施されることを期待している。

「先進的取組」の内容によっては、資機材の流通拡大や技術革新により年々コストが下がっているものや施工性・安全性が向上しているものなどがあり、日々新たな技術が提案されている。各試行工事においては、これらの要素について、取組を選定する際に留意すべきであると考ええる。また、個々の取組はCO₂削減が本来の目的ではなく、本来の目的（施工効率の向上、燃料コストの縮減など）は別途達成しつつ、CO₂削減の効果も発揮する、というものが多い。環境家計簿をきっかけとして工事現場で実施された取組もあるが、別途実施している取組について、CO₂削減の視点から見える化することにより、一層の取組促進につながるものと考えられる。以下、環境家計簿の中で取り組まれた、「先進的取組」の7事例を紹介する。

① ICT 施工（情報化施工）

ICT（情報通信技術）を利用し、モータグレーダやブルドーザ等を自動制御することにより施工効率の向上、品質の確保、検測作業の省力化を図ることを目的とした施工技術である。単位面積あたりの燃料消費量が減少することによりCO₂削減に寄与する。平成23年度の環境家計簿試行工事における取組数は6件であり、CO₂総削減量は約8t-CO₂となっている。1工事



写真-1 ICT施工による車道路盤工数均し状況

あたりのCO₂削減量が多いことが特徴である。

② RFIDを利用した骨材運搬管理システム

骨材運搬用ダンプトラックに情報読書き可能距離1m程度である2.45GHz帯のRFID（非接触式電子的情報交換システム）のICタグを搭載し、情報伝達機能（骨材の種別、運搬時間等）で骨材運搬を管理するシステムである。骨材貯蔵施設など各設備付近での待機時間を短縮し、骨材運搬のサイクルタイム短縮を図るとともに、骨材誤投入の防止による品質管理の向上、無人化による安全性の向上が図られる。骨材運搬のサイクルタイム短縮によりCO₂削減に寄与する。平成23年度の環境家計簿試行工事における取組数はダム建設現場の1件であり、CO₂総削減量は約0.5t-CO₂となっている。



写真-2 骨材運搬管理システムによる情報伝達の状況

③ 脱水ケーキの利用

濁水処理施設より排出された脱水ケーキを現場内で再利用することで、建設副産物の活用を図る取組である。購入した場合などと比較すると土砂の掘削や運搬に要する燃料を低減することでCO₂削減に寄与する。平成23年度の環境家計簿試行工事における取組数は3件であり、CO₂総削減量は約27t-CO₂となっている。1工事あたりのCO₂削減量が多いことが特徴である。



写真一三 脱水ケーキを利用した盛土の施工状況

④防寒養生の工夫

寒中コンクリート施工時の防寒養生において、一般的に使用するシートより断熱性の高いパネルや、高保温性のシートを使用することにより熱損失量を抑え、熱損失量を抑えることで保温のための燃料使用量を削減する取組である。防寒養生中の燃料使用量削減により、CO₂削減に寄与する。平成23年度の環境家計簿試行工事における取組数は8件であり、CO₂総削減量は約6t-CO₂となっている。寒冷地である北海道では他都府県と比べ気温差が大きく、CO₂削減効果が大きいと考えられる。



写真一四 パネルを用いた防寒養生の状況

⑤ハイブリッド型建設機械の使用

バックホウ等の建設機械にハイブリッド型を使用することで、燃料使用量を削減する取組であり、CO₂削減に寄与する。平成23年度の環境家計簿試行工事にお



写真一五 ハイブリッド型バックホウの使用状況

減に寄与する。平成23年度の環境家計簿試行工事における取組数は22件であり、CO₂総削減量は約29t-CO₂となっている。取組により初期コストは増加するが、燃料使用量が削減されるため、燃料コスト削減が期待できる取組である。また、現場での作業量が多いほど、削減効果は高くなる。

⑥ソーラーパネルの利用

工事現場で使用される電光標識や仮設機材、現場事務所の照明等の電力を、発動発電機や商用電力から、ソーラーパネルに変更することで、軽油、ガソリン等の燃料や電力の使用量を削減する取組であり、CO₂削減に寄与する。平成23年度の環境家計簿試行工事における取組数は73件（試行工事の約2割）であり、CO₂総削減量は約120t-CO₂となっている。取組により初期コストは増加するが、取組期間中の燃料や電力使用量が削減されるため、CO₂削減に加え、燃料等のコスト削減が期待できる取組である。多くの現場で取組が可能な汎用性のある技術であり、今後の技術革新により、将来的にさらに削減効果が向上する可能性がある。



写真一六 ソーラーパネルを利用した電光標識

⑦LED照明の使用

現場事務所や休憩所等の照明をLED蛍光灯等に変更し、電力使用量を削減する取組であり、CO₂削減に寄与する。平成23年度の環境家計簿試行工事にお



写真一七 現場事務所でのLED照明の使用状況

る取組数は66件（試行工事の約2割）であり、CO₂総削減量は約7t-CO₂となっている。今後さらに普及拡大が期待できる取組である。取組により初期コストは増加するが、取組期間中の電力コストの削減が可能な取組である。

6. 今後の取組

平成23年度の試行結果から、一定のCO₂削減効果と現場の意識向上が図られているという結果が得られており、平成24年度についても一層取組の浸透と定着を図ることを目的に全道の約400工事で環境家計簿を実施しているところである。平成23年度のアンケートに多く寄せられた「環境家計簿の手引き」の内容拡充要望を受け、今後の環境家計簿の展開に必要なデータ（各取組の実施率や「先進的取組」に要する費用や施工性、安全性等に関するデータの取得）や、現場担当者の意見等を収集する予定である。取組を浸透させるポイントとしては、データ精度が確保される範囲で集計手間を簡略化することが挙げられるが、一方で個々の算出では、削減効果と同時に追加排出が考えられる場合にそれらを漏れなく積み上げるなど、妥当性

を確保した比較算出とする配慮が必要である。環境家計簿の試行は、今年度で4年目を迎えている。今年度試行している試行工事を含めたデータ・意見、集計上の課題など改善を加え、本取組が一層、浸透・定着するように、内容の充実を図っていく考えである。

J C M A

《参考文献》

- 1) 北海道開発局：「北海道エコ・コンストラクション・イニシアティブの展開」第26回寒地技術シンポジウム
- 2) 国土技術政策総合研究所：「社会資本のライフサイクルをととした環境評価技術の開発に関する報告」

【筆者紹介】

福原 潤二（ふくはら じゅんじ）
国土交通省
北海道開発局 事業振興部技術管理課
企画係長



高橋 丞二（たかはし じょうじ）
国土交通省
北海道開発局 事業振興部技術管理課
技術管理企画官



マイニング市場の動向と機械の電動化

マイニング用トロリー式ダンプトラックと電動式油圧ショベル

宇野 桂一郎

21世紀に入り、新興国、とりわけ中国、インドを始めとする人口大国における急速な工業化を受け、石炭、鉄鉱石等の資源鉱物需要は拡大の一途をたどっている。こういった新興国の経済成長が続く限り、今後も長期的には資源需要の伸びは常態化するという見方が一般的である。生産性を重要視するのは勿論のことながら、市場からは環境に配慮したマイニング機械を求める声が非常に強くなってきている。本稿では、マイニング市場の動向に簡単にふれ、環境に配慮したトロリー式ダンプトラックと電動式油圧ショベルを紹介する。

キーワード：環境、電動式、トロリー、油圧ショベル、ダンプトラック

1. はじめに

世界的な資源需要の伸びをうけ、マイニング機械の需要は確実に伸びており、各メーカーとも独自技術を盛りこんだ製品投入をしてきている。電動・ハイブリッド化は環境保護、省エネルギー化に対する有効な技術であり、その技術進歩は顕著なものがある。当然ながら市場要望も年々高まってきている。しかしながら、大型の機械となるマイニング用油圧ショベルやダンプトラックでは、20t級クラスの中型油圧ショベルで応用されているようなハイブリッドシステムは、現在までのところ、高出力でコンパクトな電動機器が現実的ではないことと、連続重負荷で稼働することを考慮すると実用的ではないと考えられている。一方の電動化については、ダンプトラックのトロリー化や電動油圧ショベルなどが実用化されてきている。ここでは、マイニング機械に焦点をあてて、市場の概要を述べ、環境に優しいトロリー式ダンプトラックと電動油圧ショ

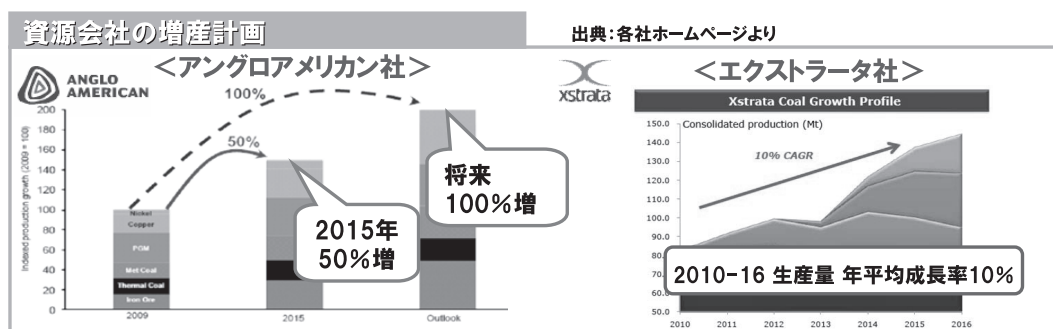
ベルについて述べる。

2. マイニングの市場動向

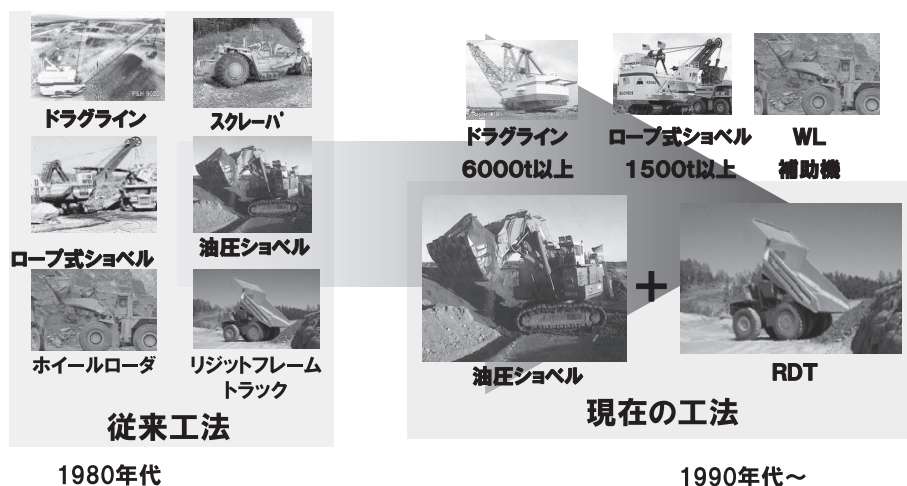
坑内掘り工法（トンネル工法）が主であった鉱山開発において、1960年以降、露天掘り工法が資源大消費地であるアメリカ大陸から世界へ普及した。露天掘り鉱山で使用される全製品市場規模は、2011年度で約1兆円である。昨今の中国の経済の減速、シェールガス開発による石炭等資源価格の変動など、市場動向を注視する必要があるが、長期的には今後10年間で世界資源生産量は大きく増加すると予想されている。

（1）露天掘り鉱山の歴史

ドラグライン、機械式ショベルなど、効率的な露天掘り工法に必要な大型掘削機械が開発されてから、露天掘り鉱山が多く開発されるようになった。今日の露天掘り工法での生産量は、全資源産出量の約45%（The



図—1 大手資源会社の増産計画



図一2 マイニング工法の変化

freedonia Group, Inc. の調査に基づく推計) を占めている。施工法のニーズとともに、鉱山用の大型機械類は主に米国で開発されてきたが、1970年代に登場した大型油圧ショベルは、施工法に革新をもたらし、現在では油圧ショベルとダンプトラックの組み合わせ（ショベル／ダンプ工法）」が主流となっている。20年超の長期償却を前提としたドラグラインなど高価な機械類では、資源市場の変動に柔軟に対応できず、また、1年ごとの短期売買契約、グローバルな資源価格（生産コスト）競争、新規鉱山開発スピードなどへの適合で、今後もショベル／ダンプ工法への市場ニーズは高まると予想される。

(2) 資源ブームと鉱山会社の動向

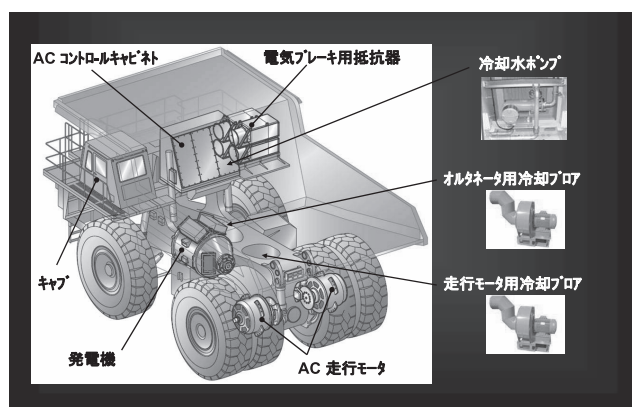
1990年代から2000年初めにかけてのマイニング不況時に、苦しい経営^{かじ}舵取りの中で鉱山会社の合併寡占化が進んだ。その後の中国、新興国の急激な資源需要から資源価格が高騰し、鉱山会社は大きな利益を得るようになり、更なる積極投資、新規鉱山開発という動きが世界的に起きている。そのため世界的に人材不足が起きており、鉱山会社は製品の製造・供給者に対し、鉱山運営に共同で関わり、機械運行や維持保全などへのソリューションを提供することを要請するようになっている。鉱山の電源設備のインフラを利用したのマイニング機械の電動化は、環境保護、生産効率の向上の二つの目的を解決する手段となっている。

3. トロリー式ダンプトラックと電動油圧ショベル

環境への配慮という観点からの電動化の有効性のほかに、人件費の高騰などにより、資源の生産コストが

上昇する傾向にあるなか、生産性（コスト／トン）のより一層の向上が求められ、マイニング機の電動化はその解決手段の一つとしても注目されており、ダンプトラックのトロリー化と油圧ショベルの電動化の要望は高くなっている。

従来のマイニング用のダンプトラックの駆動方式は、自動変速機を用いた機械式か、エンジンで発電機を駆動し、発電機からの交流出力を整流して走行モータを駆動するDC（Direct Current）方式の電動式が主であった。近年は先進のIGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）インバータ技術を駆使したAC（Alternating Current）ドライブ方式が主流になりつつある。図一3にAC電気駆動式ダンプトラックの構成を示す。



図一3 AC電気駆動式ダンプトラックの構成

トロリー式ダンプトラックは、荷を積んで登坂する時だけ、設置された架線から電力の供給を直接受けて、車載のディーゼルエンジンを使わずにACドライブモータを駆動する。これによって燃費は大幅によくなり、登坂時のスピードもディーゼルエンジン式に比べ速くなり生産性も向上する。

一方、電動式油圧ショベルは、通常搭載されるディーゼルエンジンを電動モータに変更し、ケーブルから電力の供給を受けて、駆動のすべてを電動モータで賄う。一般に鉱山には電気のインフラがあるところが多く、電動式油圧ショベルを採用することでランニングコストは大幅に向上し、CO₂の排出もなくなるという大きな利点がある。

(1) トロリー式ダンプトラック

トロリー式ダンプトラックは車体上部に搭載されたパンタグラフにより、登坂路に設置された架線に流れる電力を取り込む。その電力で AC ドライブモータを駆動させるため、電力供給時にはエンジンをアイドリング状態に保つことが可能となる。また車体には制御をつかさどる制御ボックスを搭載し、トロリーモードとディーゼルモードの切り替え制御を行っている。このモード切替制御により、放土現場や積込作業現場及び下り坂などの架線が設置されていない部分では標準機と同様にエンジンで発電した電力で走行可能である。

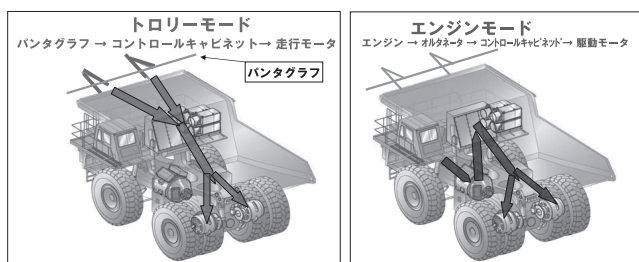


図-4 トロリー式ダンプトラックの動力の流れ



図-5 トロリー式ダンプトラックの外観

最適なトロリー式ダンプトラックを提供するには、トロリー式固有のパンタグラフを含めたダンプトラックの電動モータ等の主要電機品の信頼性、さらに車体システムとしてのチューニングが非常に重要となる。現場

は適切な架線の設置、供給電圧の安定化が必要となる。

ディーゼルエンジン搭載の標準機と比較した場合、トロリー式ダンプトラックの利点は以下のとおりである。

- ① CO₂ 排出量の低減
- ② 燃料消費量の低減
- ③ 登坂能力の向上
- ④ エンジンメンテナンス費用の低減

例えば、燃料消費量について、仮に勾配10%の登坂路を往復した場合、標準機と比較してトロリー式ダンプトラックは燃料消費量を半分程度に低減することができる。また、勾配10%の登坂路で荷を積載した状態で走行する場合は、エンジン式トラックの走行速度は約11 km/h であるが、トロリー式ダンプトラックではその約2倍のスピードでの登坂走行が可能である。これは荷の積み込み場所から放土現場までの移動時間が短縮されることになり、標準機と比較しトラック1台分あたりの生産量の向上につながる。

メンテナンス費用に関しては、前述のようにトロリーモード時にエンジンをアイドリング状態に保つことができるため、エンジン負荷が低減される。それにより、一般的な例として稼働時間を60,000時間まで想定すると、標準機では3回のエンジンオーバーホールが必要となるところ、トロリートラックでは2回で済むことになる。

このように、エンジン負荷を低減できることより、機械自体より排出されるCO₂排出量を低減できる。

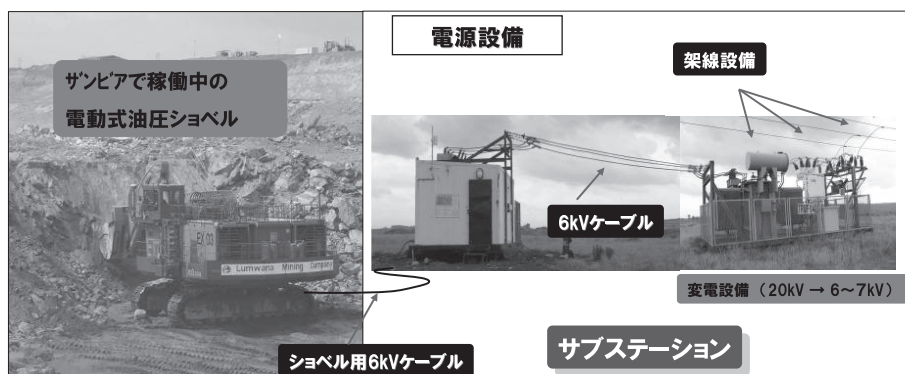
つまり、トロリー式ダンプトラックの導入により、生産面と環境面の双方において大きなメリットを得ることができる。

(2) 電動式油圧ショベル

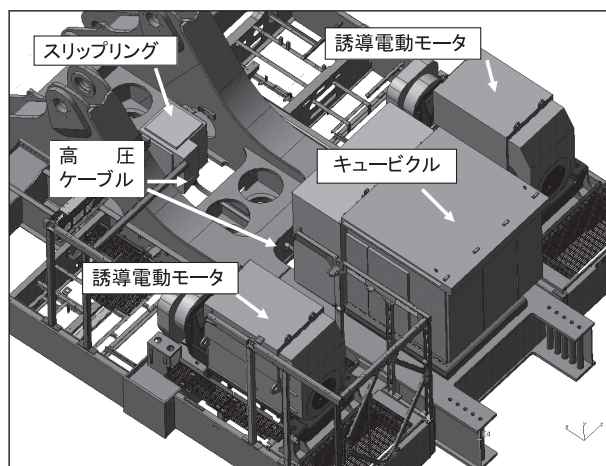
マイニング用電動式油圧ショベルの市場は現時点でマイニング用油圧ショベルの出荷台数のうち10%にも満たないが、直近の2年から3年で電動式油圧ショベルの引き合い数は約2倍に増加し、今後も電動式油圧ショベルの需要は拡大するものと見込まれている。

本稿で紹介する超大型電動式油圧ショベルは、標準機であるエンジン式油圧ショベルに対して原動機を3相誘導電動モータに換装したものであり、アクチュエータは全て油圧機器である。図-6に500t級電動式油圧ショベルの主要電動機器の構成を一例として示す。また下記に機器の概要を示す。

- > 原動機は高電圧3相誘導電動モータ（左右2基）
- > モータの起動停止を制御し高電圧機器の状態をモニタするキュービクル
- > 電源を供給する高圧ケーブル



図ー7 電動式油圧ショベルの稼働現場



図ー6 電動式油圧ショベルの機器構成

(電源→スリッパリング→キュービクル→モータ)
 >上部旋回体と走行体のケーブルを回転可能に
 接続するスリッパリング
 エンジン式と比較し、電動式油圧ショベルは以下の
 利点がある。

- ①ショベル本体からは排ガス (CO₂) が出ない
- ②消費電力が軽油に比較し安価である
- ③オーバーホール費用を低減できる
- ④エンジンオイルやフィルタなどの廃棄物が発生しない
- ⑤低騒音・低振動である

エンジン式に比較し、電動式油圧ショベルのトータルのランニングコストは1/2程度であることから、特に燃料価格の高い国・地域においては、顧客側のコスト低減に貢献できる。図ー7に電動式ショベルの稼働現場例を示す。

電動式油圧ショベルは、常にプラグインした状態で使用される。したがって、送電設備を必要とし、ケーブルがあることによって長距離の移動に手間がかかるなどのデメリットもある。

しかし、環境問題とトレードオフ関係にある鉱山開

発において、電動式油圧ショベルは環境負荷低減という面で優位性があり、さらに電源供給のためのインフラが整った鉱山では、ランニングコスト面において顧客に対し極めて有益なメリットを提供できる製品であると考えられる。

2011 年末までの納入先はアジア・アフリカ・ロシア CIS (Commonwealth of Independent States: 独立国家共同体) 地域が大半を占めているが、排ガス規制が厳しくなるにつれ、今後はアメリカ地域からも需要が増えてくるものと考えられる。

4. おわりに

ここで述べた、トロリー式ダンプトラックと電動式油圧ショベルは、今後さらに需要が高まると予想され、メーカーとしてはより一層の効率化、省エネルギー化を図っていく必要があると考えている。機械の電動化では、生産性向上のためには鉱山の電源設備が密接に関係する。今後は機械単体の提供からさらに進化し、鉱山全体の効率的運営、環境保護に寄与する提案をおこなっていく所存である。

J C M A

《参考文献》

- 1) 「新興国で需要が高まる電動式大型油圧ショベルの開発と市場開拓」, 日立評論 Vol.91 No.6 (2009 年 6 月)
- 2) 「大規模露天掘り鉱山向け超大型油圧ショベル, ダンプトラック」, 日立評論 Vol.93 No.2 (2011 年 2 月)
- 3) 「マイニング機械の変遷と電動化における今後の展開」, 日立評論 Vol.94 No.5 (2012 年 5 月)

【筆者紹介】

宇野 桂一郎 (うの けいいちろう)

日立建機㈱

営業統括本部 マイニング事業本部 技術サポート部
 部長



大規模道路土工工事にバイオディーゼル燃料 (B100) を使用

新東名高速道路 岡崎サービスエリア工事の例

齊 藤 栄 一・長谷川 博 一・副 島 幸 也

建設工事における CO₂ の削減を目的に、道路土工工事の撤出し・敷均し・締固め工事で使用するブルドーザおよび振動ローラの燃料に、100%濃度のバイオディーゼル燃料「B100」を大量に使用した。B100 の使用に際しては、燃料フィルターやポンプの目詰まり等の不具合が発生する場合があるので、建設機械の整備や部品管理、B100 の品質管理結果等から、従来通りの建設機械の施工性が確保できるノウハウの蓄積につとめた。また、建設機械の挙動や締固め密度等に関する施工試験も実施し、その後の施工管理結果と併せ、所定の施工品質が確保できていることを確認した。

キーワード：バイオディーゼル燃料、BDF、B100、建設機械、廃食用油、CO₂ 排出量削減、カーボンニュートラル、道路土工

1. はじめに

バイオディーゼル燃料は、廃食用油や菜種油、パーム油等の生物由来油から作られるディーゼルエンジン用の燃料である。バイオディーゼル燃料を従来の軽油燃料の代わりに使用すると、カーボンニュートラル¹⁾の考え方に基づいた CO₂ の削減効果が見込まれ、さらには酸性雨などの原因になる SO_x (硫黄酸化物) もほとんど排出されないという効果も期待される。

そこで筆者らは、軽油代替として特に CO₂ の削減効果が大きい、100%濃度のバイオディーゼル燃料（以降、「B100」と呼ぶ）を大規模な道路土工工事に適用した。具体的には、「第二東名高速道路 岡崎サービスエリア工事」に適用を提案したところ、「地球温暖化の抑制」を環境方針に掲げる発注者（中日本高速道路株式会社）の理解も得られ、同工事への採用が実現した。本報は、バイオディーゼル燃料の概要について述べると共に、同燃料を建設工事へ適用するための各種試験や管理方法、および当該工事への適用結果について述べる。

2. 工事の概要と B100 の使用量

今回 B100 を適用した岡崎サービスエリア工事の概要を以下に示す。

工事名称：第二東名高速道路 岡崎サービスエリア工事

企業者：中日本高速道路(株) 名古屋支社

施工場所：愛知県岡崎市宮石町から岡崎市駒立町まで

工期：平成 22 年 12 月 21 日～平成 26 年 10 月 30 日

工事内容：サービスエリア部（図—1）を含む大規模道路土工工事

- ・工事延長 2,900 m
- ・土工延長 2,498 m
- ・切盛土量 3,800,000 m³
- ・調整池 3 箇所
- ・砂防堰堤 2 箇所
- ・函渠工 4 箇所
- ・橋梁下部工 2 箇所

上記、大規模道路土工工事における盛土部の、撤出し・敷均し工事と締固め工事に B100 を使用した。本



図—1 サービスエリア完成予想図

工事で使用するバイオディーゼル燃料の概要は以下の通りである。

総使用量（予定）：140,000 ℓ

月当り平均使用量： 5,000 ℓ

使用期間（予定）：28 ヶ月

仕 様・規 格：B100（JIS K 2390 規格適合品）

対 象 建 設 機 械：ブルドーザ，振動ローラ

3. バイオディーゼル燃料について

（1）バイオディーゼル燃料とは

バイオディーゼル燃料とは，バイオディーゼルフューエルの略で，生物由来油から作られるディーゼルエンジン用燃料の総称であり，Bio Diesel Fuel の頭文字をとって「BDF」と略されることもある。菜種油，パーム油，オリーブ油，ひまわり油，大豆油などの植物油，および廃食用油（いわゆる天ぷら油等）など，様々な油脂がバイオディーゼル燃料の原料となり得るが，日本国内においては，廃食用油から精製されるものが主流となっている。油脂は粘度が高い等の特徴を有しており，そのままディーゼルエンジンの燃料として使用すると，燃料ポンプに析出物が付着してエンジンに不具合が発生することが懸念される。このため，エステル交換反応²⁾などの化学処理を施して原料油脂からグリセリンを取り除き，油脂を脂肪酸メチルエステル等の軽油に近い物性に変換したものがバイオディーゼル燃料である。

バイオディーゼル燃料は，そのまま，あるいは軽油に混ぜてディーゼルエンジンの燃料として使うことができる。混合率 100% 未満のバイオディーゼル燃料は軽油引取税の課税対象となるが，100% 濃度の場合は非課税となる。当該工事では，カーボンニュートラル

の考え方による CO₂ 排出削減効果をより高めるために，軽油を一切混合しない 100% 濃度のバイオディーゼル燃料「B100」を使用した。今回使用した B100 を写真—1 に示す。

（2）B100 利用のメリット

① CO₂ の削減効果

B100 を軽油の代わりに車両や建設機械等で使用すると，カーボンニュートラル（CO₂ の放出と吸収が相殺されている状態）の考え方に則り，1 ℓ 当り約 2.58 kg の CO₂ 削減効果を有する。今回の工事では，概ね 140,000 ℓ の B100 の使用が見込まれており，これにより約 360 t の CO₂ 削減効果が見込まれる。

② 黒煙および硫黄酸化物の低減効果

B100 を使用すると，排ガス中の黒煙が，軽油を使用した場合に比べて 1/3 ～ 1/6 に低減される。また，酸性雨等の原因となる硫黄酸化物（SO_x）もほとんど排出されないという利点も有する²⁾。

③ コスト低減効果

前述の通り B100 は軽油引取税の対象外となることから，軽油価格が高騰している場合には燃料費が低減される可能性がある。ただし，B100 は軽油に比べて流通量が少なく，製造・貯蔵等のインフラ施設の拠点も限られているため，使用場所や使用量によっては，輸送コストや追加のインフラの設置コストが発生し，軽油よりもコスト高となる場合がある。使用条件を事前に精査する必要がある。

（3）B100 使用時の留意点

2008 年にバイオディーゼル燃料に対する規格 JIS K 2390 が策定されたが，これは B100 に対する規格ではあるものの，軽油燃料に混合して使用することを前提としたものであり，B100 をそのまま使用場合には注意を要する。例えば，国土交通省からは，「高濃度バイオディーゼル燃料等の使用による車両不具合等防止のためのガイドライン」³⁾ が制定されており，使用時の留意点および不具合や対策の事例等が記載されている。また，バイオディーゼル燃料の品質にもメーカー等によりばらつきがあることから，ガイドラインや品質試験結果等を参考に，適切に選定する必要がある。さらに，トラックやバス等の車両系に比べて建設機械での使用実績は少ないことから，事前および使用中の機械整備や燃料の品質管理がより重要になるものと考えられる。



写真—1 今回使用した B100

(4) B100 の調達

今回の B100 の調達にあたっては、「自社製造」についても検討したが、製造コスト、原料調達、製造に関する法規制等のリスクを避けるために、メーカーから購入することとした。購入先の選定に際しては、① B100 が JIS 規格該当品であること、②定期的に品質管理を行っており品質の変動が小さいこと、③安定的に供給できる製造能力と輸送手段を有すること、④安定した原料調達のルートを有すること、⑤万が一不具合が発生した場合にバックアップ体制を整えていること等に着目し供給業者を数社選定した。選定した供給業者の中から、① B100 の価格、② PL 法対応、③提供されたサンプルに対する品質（著者らの技術研究所にて品質試験を実施）を精査し、今回の調達先⁴⁾を決定した。写真—2 には調達先メーカーのバイオディーゼル燃料の製造プラント⁴⁾を示す。



写真—2 バイオディーゼル燃料製造プラント⁴⁾

4. 使用する建設機械の選定と整備

(1) 建設機械選定時の留意点

B100 を使用する建設機械の選定に際し、以下の点に留意した。

- ①ディーゼルエンジンは近年の排ガス規制強化に伴い、「DPF（ディーゼル微粒子捕集フィルター）」「電子制御」など、排ガス浄化性能を高めるための装置を備えているが、これらは軽油用に開発されたものであり、燃焼温度に違いがある B100 では、逆に不完全燃焼や燃料噴射ポンプの目詰まりなどを起こす恐れがある。
- ② B100 は、軽油と比較して一般的に低温での流動性に難があり、外気温の低い冬季等に燃料噴射系統の目詰まりを起こす可能性がある。
- ③ B100 は軽油と比較して酸化しやすく、それにより析出した劣化物は、燃料フィルターの目詰まりや噴射ポンプへのスラッジ付着などの原因となる場合がある。

ある。

- ④ B100 は燃料タンクなど燃料系統のフラッシング効果を持っており、初期段階で燃料フィルターの目詰まりを起こす原因となる。
- ⑤ B100 はゴム部材に浸透しやすく、ホース類などのゴム製品を膨潤させて劣化を早める場合がある。

(2) 使用する建設機械の選定

前節の①に対応し、「DPF」や「電子制御」を備えていない「第2次排ガス規制」以前の建設機械を使用することとした。選定した建設機械を以下に示す。

<ブルドーザ>

メーカー：CAT（キャタピラージャパン）

機種：D6R-LGP II

<振動ローラ>

メーカー：酒井重工業

機種：SV512D

ブルドーザへの B100 の給油状況を写真—3 に、各建設機械の稼働状況を写真—4、5 に示す。



写真—3 B100 の給油状況



写真—4 B100 で稼働するブルドーザ



写真—5 B100 で稼働する振動ローラ

(3) 建設機械の事前整備

前々節②の低温時の B100 流動性低下に対しては、建設機械に特別な改造等は施さず、施工中の外気温と、エンジンの始動性や始動後初期のエンジンパワー等の相関を、毎日の機械オペレータへのヒアリングや運行記録から把握し、不具合の抽出につとめた。

前々節③の B100 からの析出物に対しては、エンジンオイルおよび燃料フィルターの交換頻度を通常時より上げることで対応した。

前々節④の燃料フィルターの目詰まりに対しては、軽油から B100 への入れ替えた後の初期段階にエンジンオイルと燃料フィルターの交換を頻繁に行うことで対応した。

前々節⑤のホース類の劣化に対しては、耐久性の高いフッ素系のホースを準備しつつ、まずは燃料系のゴムホースを全て新品の純正品に交換することで対応し、随時ホース類の劣化を確認しながら工事を進めた。今のところ、純正のホース類を通常の頻度で交換することで、大きな不具合は発生していない。

5. 試験施工の実施

実施工に入る前に、B100 を用いて以下の項目を確認した。

(1) エンジン出力の確認

ブルドーザおよび振動ローラのアイドリング状態、およびブースト状態（一般に“ふかした状態”）でのエンジン回転数の変化を確認した。その結果、軽油の場合と比較して、エンジン回転数に顕著な差異は見られなかった。また、建設機械オペレータに対するヒアリングを実施し、ブルドーザを用いた撒出し、敷均し施工、振動ローラを用いた転圧施工において、始動性

やパワー不足は感じられないとの調査結果を得た。

(2) 排ガス性状の確認

FA（フリーアクセル）スモーク測定を実施し、排ガス濃度を測定した。測定結果を表—1 に示す。表より、B100 の場合、軽油の場合に比べて PM（粒子状物質）が 60～70% 低減しているのが分かる。また、B100 使用時の排ガスの SO_x （硫黄酸化物）濃度、一酸化炭素濃度の測定結果によれば、その値はともに 1（vol ppm）未満であり、ほぼ発生が抑えられていることが分かった。

表—1 FA スモーク測定による排ガス濃度測定結果

建設機械	ブルドーザ（D6R）		振動ローラ（SV512）	
使用燃料	軽油	B100	軽油	B100
排ガス濃度（%）	34.4	9.5	28.6	12.3

(3) 振動ローラの振動数とローラ加速度応答値

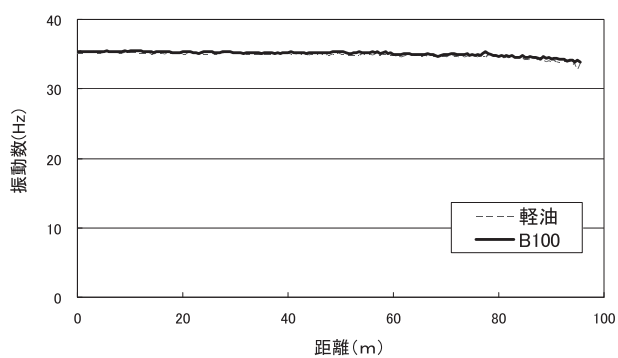
締固め施工が終了した直線距離約 100 m の道路部において、振動ローラを走行させた時の振動数とローラ加速度応答値⁵⁾（以降、“CCV 値”と呼ぶ）を軽油使用時と B100 使用時で図—2、3 に比較する。図—2 は振動数、図—3 は CCV 値の比較を示したものである。両図には、低速および高速走行時（走行モードは低速・高速の 2 段階）の、弱振および強振モード（振動モードは弱振・強振の 2 段階）それぞれでの測定値を示してある。また、各データは振動ローラ進行方向 0.5 m 毎の測定データの平均値を示している。図—3 (a) の低速－弱振モードで、B100 と軽油の CCV 値に一部差異がある部分が見られるが、この原因については現段階では明らかになっていない。その他のモードの CCV 値および振動数（図—2）については、概ね B100 と軽油で大きな差異は認められず、B100 使用による振動数や加速度応答値の低下は見受けられない。

以上に示した結果から、B100 を使用した場合、施工能力においては軽油使用の場合と特に大きな差異がないものと判断された。

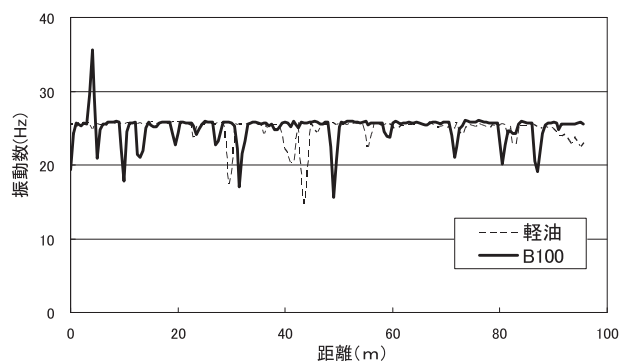
6. 施工中の管理について

(1) B100 の使用管理

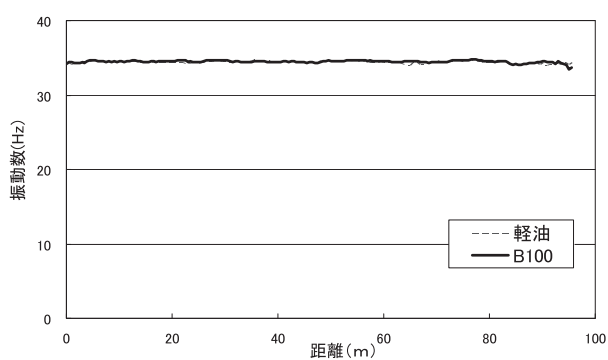
B100 の使用に際しては、気温の低下による燃料の粘性増大、およびそれに伴うポンプの目詰まり、始動性の低下等の問題が懸念されたため、継続的な外気温の測定を行った。また、燃料の給油量（使用量）、建



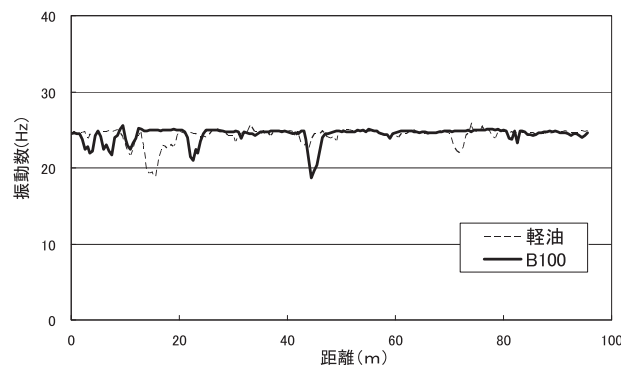
(a) 低速－弱振モード



(b) 低速－強振モード

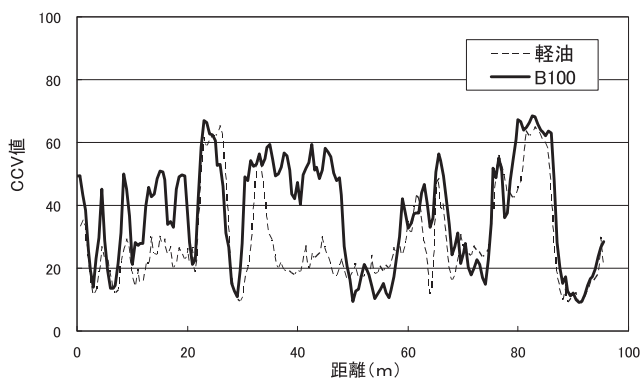


(c) 高速－弱振モード

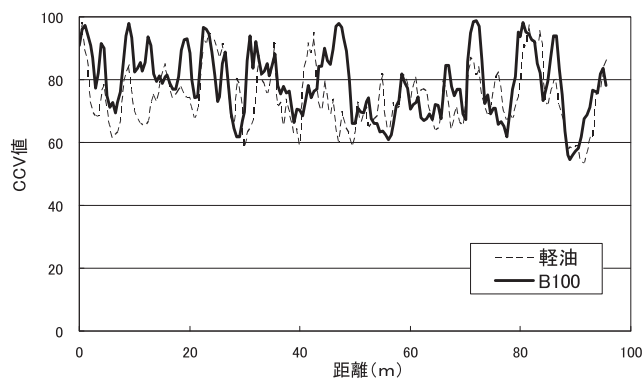


(d) 高速－強振モード

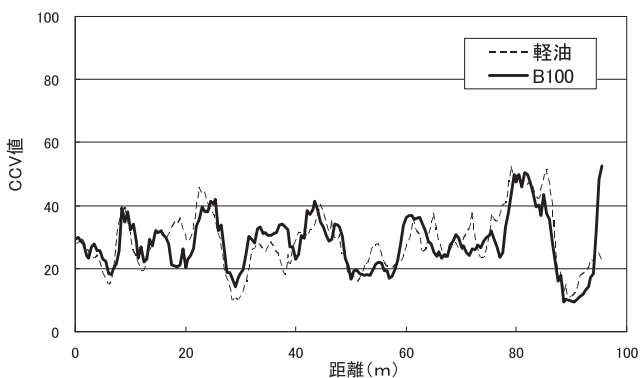
図－2 振動ローラにおける振動数の比較



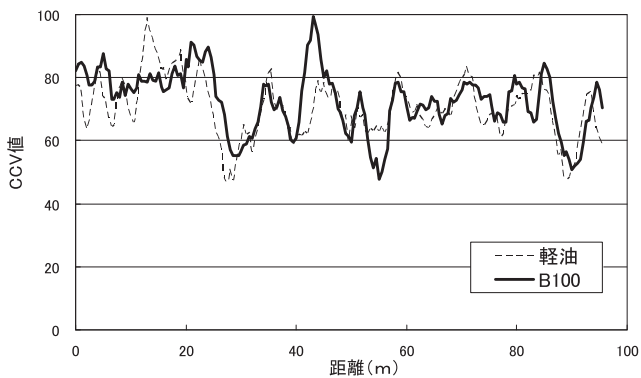
(a) 低速－弱振モード



(b) 低速－強振モード



(c) 高速－弱振モード



(d) 高速－強振モード

図－3 振動ローラにおけるCCV値の比較

設機械の稼働時間、エンジン始動時の回転数（アイドリング時）を毎日記録した。2012年8月30日現在におけるB100の使用実績を表―2にまとめる。

表―2 B100 使用実績
(対象期間：2011年11月26日～2012年8月30日)

建設機械	ブルドーザ (D6R-LGP II)	振動ローラ (SV512D)
B100 使用量 (ℓ)	23,600	16,800
建設機械稼働時間 (hr)	1,320	1,610
燃料消費率 (ℓ/hr)	17.8	10.5

(2) 施工品質の管理

締固め施工時における施工品質の管理は、軽油を用いる通常の管理と同様、RI計器を用いた密度比管理にて行った。具体的には、発注仕様により、締固め後の路体（表―2に示したB100使用の対象期間においては締固めの対象構造物は路体である）の最大乾燥密度 ρ_{dmax} に対する乾燥密度 ρ_d の比が92%以上になる様、RI計器を用いて管理した。密度比が92%以上となる転圧回数は事前の施工試験で決定するが、対象期間中のRI管理においては、所定の転圧回数で締め固めることにより、毎日の締固め管理全てのケースで所定の密度比（92%）を超えたことを確認している。

(3) B100 の品質管理

B100の品質については、燃料の供給業者も試験等を実施し品質管理を実施しているが、ノウハウの蓄積および独自の品質管理手法を確立することを目的に、著者らも自主的に品質管理を実施した。その内容を表―3、4に示す。試験内容は、概ね1～2日程度で早期に品質を確認できる内容とした。表―3は簡単な機器を用いて簡易的に品質を評価する定性的な試験、表―4は試薬等を用いて定量的に評価できる試験である。表―4の試験項目は、「バイオディーゼル燃料の製造・利用に係るガイドライン」⁶⁾を参考に、バイオディーゼル燃料の品質を特定する上で比較的重要とされる項目を選定した。これらの試験は毎月1回、サンプルとなるB100を採取し、筆者らの技術研究所で実施している。

2012年8月30日時点で、これまで10回の品質管理試験を実施したが、簡易試験は表―3の判定基準を、試薬等を用いた試験は表―4中に示したJIS K 2390の規格値をほぼ満足するものであった。

(4) トラブル事例について

今までのところ建設機械の故障等、工程や施工品質に影響を及ぼす様なトラブルは発生していない。しかし比較的軽微なトラブルとして、外気温低下によるエ

表―3 B100 の品質管理試験（簡易試験）⁷⁾

試験名	試験方法	判断基準
①水との混合試験	B100と水道水をペットボトルで混合し、ボトルごと水温60℃のお湯に入れそのまま静置する（お湯の加温はしない）。	水の濁りがほとんどとれない。 →反応残渣除去洗浄が不十分
		石鹸・牛乳の様な層の析出 →メチルエステル交換反応が不十分
		振った後の下層水のpH測定 →アルカリ性の場合、反応残渣除去洗浄が不十分
②冷却静置試験	B100をペットボトルに入れ、冷蔵庫で一晩静置する。	B100の曇り発生、粘性の増大 →冬季に燃料ポンプ等に不具合が発生する恐れ有り。

表―4 B100 の品質管理試験（試薬等を用いた試験）

測定項目	測定方法	検出範囲	JIS K 2390 規格
①メチルエステル化率（脂肪酸メチルエステル含有量）	試薬混合 (簡易測定キット ⁸⁾)	3段階 ・96.5%以上 ・95%程度 ・90%程度	96.5%以上
②密度	質量測定	10 ⁻⁴ (g/cm ³) 以上	0.86～0.90 (g/cm ³)
③酸価 (AV)	試験紙 ⁸⁾ 浸漬	酸価 0.0～4.0 (mgKOH/g) の範囲で5段階	0.5 (mgKOH/g) 以下
④メタノール	酵素反応 (吸光度計使用)	0.02～1.5 (wt%)	0.20 (wt%) 以下
⑤遊離グリセリン	酵素反応 (吸光度計使用)	0.01 (wt%) 以上	0.02 (wt%) 以下

ンジン不調が発生した。以下にその概要を記す。

夜半から早朝にかけての外気温が低下した 2012 年 2 月の早朝に、ブルドーザのエンジンを始動後、作業開始のために回転数を上げたところ、エンジンの自動停止が発生した。当日（月曜日）朝の最低気温は -5.8°C 、前日（日曜日）の最低気温は -8.8°C と氷点下を記録したことから、これは燃料の粘度増または一部凍結などによる燃料の供給量不足によるエンジンの自動停止と推定された。これまでも -5°C 程度の気温を記録したことはあったが、エンジンの不調はなかった。今回はブルドーザを稼働させない日曜日をはさんだことで、燃料が完全に冷え切り、燃料の粘度増、一部凍結に至ったものと考えられた。なお、アイドリングにより車輻温度が上昇した後は、エンジンの停止トラブルは発生しなかった。以降の対策として、前日が休業日で低温状態であった場合や施工当日の明け方が低温状態であった場合には、通常より長めに（10 分程度）建設機械のアイドリングを行うこととした。なお、振動ローラについては、外気温低下によるエンジン停止等のトラブルは発生していない。

7. おわりに

B100 はバスやトラック等の車両系においては、その利用例が多かったものの、バックホウやブルドーザ等、建設機械への利用例は比較的少ないのが現状であった。今回、建設機械への大量利用について、その有効性を実証できたことは、今後のバイオディーゼル燃料の拡大、およびそれに伴う CO_2 削減の推進に、大いに役立つものと考えられる。ただし、現時点では本工事における計画総使用量の約 30%を使用したに過ぎず、今後も継続して建設機械の管理、品質管理等に注力し、更なる知見とノウハウを蓄積していく計画である。

一方、軽油の使用を想定した建設機械のエンジンは、排気ガス対策強化のため、今後ますます軽油使用に特化して最適化が施されていくことが予想される。これは、バイオディーゼル燃料を扱う際において、軽油と

の特性差がより大きな不具合リスクになる面があり、今後の解決すべき課題であるといえる。

謝 辞

本工事における B100 の導入に際し、発注者である中日本高速道路(株)様、B100 の供給者である(株)レポインターナショナル様からは、絶大なるご支援を頂きました。ここに記して深く感謝申し上げます。

J C M A

《参考文献》

- 1) 京都メカニズム情報プラットフォーム
(<http://www.kyomecha.org/info/glossary.php?i=H02>)
- 2) (株)レポインターナショナル：バイオディーゼル燃料
(<http://www.e-revo.jp/bdf/index.html>)
- 3) 国土交通省自動車交通局：高濃度バイオディーゼル燃料等の使用による車両不具合等防止のためのガイドライン
(http://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha10_hh_000025.html)
- 4) (株)レポインターナショナル (<http://www.e-revo.jp/index.html>)
- 5) 北村佳則、藤岡一頼、内山恵一、西尾貴至、中島 聡：ローラ加速度応答法を用いた道路路床の品質管理に関する研究（その 2）、地盤（土質）工学研究発表会概要集、pp.1345-1346、2004
- 6) 全国バイオディーゼル燃料利用推進協議会：バイオディーゼル燃料の製造・利用に係るガイドライン、12p、2010
- 7) 関東バイオエナジー(株) (<http://www.kanto-bio-energy.com/top.html>)
- 8) バイオマスジャパン(株) (<http://www.biomassjapan.jp/>)

【筆者紹介】

齊藤 栄一（さいとう えいいち）

(株)間組

技術・環境本部環境部 温暖化対策プロジェクト推進室
室長



長谷川 博一（はせがわ ひろかず）

(株)間組

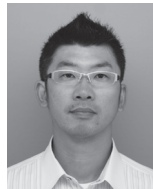
名古屋支店 土木部 岡崎作業所
課長



副島 幸也（そえじま こうや）

(株)間組

土木事業本部 機電部
課長



低炭素施工システム

2020 年に 1990 年比 40%削減を目指して “TO-MINICA”

高橋 昌宏

現在認定エコ・ファースト企業^{*1}として、“施工中に排出する CO₂ 総量の削減”，“設計する事務所ビルから排出する CO₂ 総量の削減”，“改修工事中に排出する CO₂ 総量の削減”，“保有施設から排出する CO₂ 総量の削減”について“2020 年に 1990 年比 40%削減”を目指して活動している。

そのうち，施工中に排出する CO₂ を削減するための手段として，低炭素施工システムを開発し，建設現場において展開している。本稿では，「本システム」の概要及びその適用事例を紹介していく。

*1 企業が環境大臣に対し，地球温暖化対策など，自らの環境保全に関する取り組みを約束する制度（エコ・ファースト制度）により認定を受けた企業。

キーワード：低炭素施工，CO₂ 削減，地球温暖化，CO₂ 排出量，BDF

1. はじめに

低炭素施工システムとは，施工段階における CO₂ 排出量を削減するため独自に開発したシステムである。2009 年に開発に着手し，2010 年 4 月より全国の作業所にて運用を開始している。低炭素施工システム（Toda Minimum Carbon Construction）から TO-MINICA システム（以下「本システム」という）と呼んでいる。

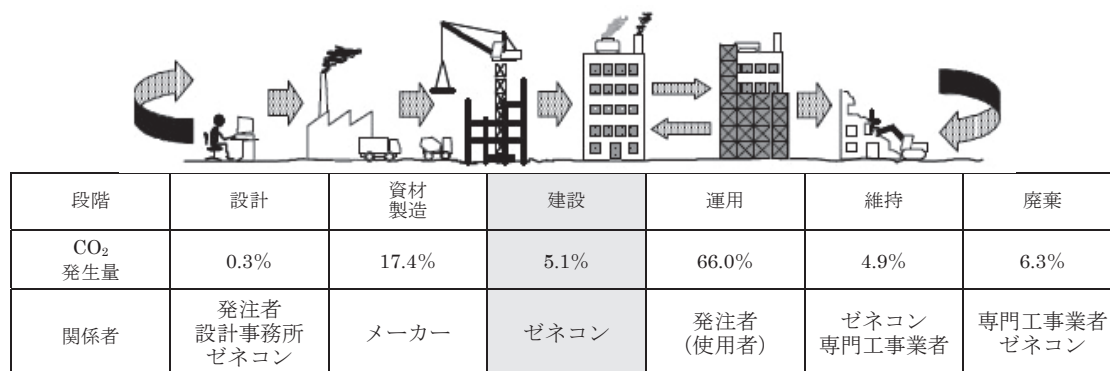
建設ライフサイクルにおける CO₂ 発生量を図—1 に示す。建物のライフサイクルにおいて発生する CO₂ は建物の運用段階での発生量が最も多く 66%，次に資材製造における排出量が多く 17%である。施工段階における排出量は 5%と全体からするとごく少量である。しかしながら，施工段階において CO₂ 削減に取り組めるのは我々ゼネコンだけであり，削減に取り組むのはゼネコンの使命である。そこに着目して，「同

じ設計図ならば，国内のどの建設会社より CO₂ 発生量を少なくする」の理念のもと「本システム」の開発に至った。

建設投資は，最も多かった 1992 年の 84 兆円をピークに年々減少しており，2010 年時点では 41 兆円であり，ピークの 50%近くまで減少している。それに伴い CO₂ の排出量も 1992 年をピークに減少しており，2010 年時点ではピーク時の 50%となっている。このような背景を受け，日本建設業団体連合^{*2}においては，CO₂ 削減目標を排出量ではなく，施工高 1 億円あたりの CO₂ 排出量（原単位）を削減目標の指標としている。

*2 全国的に総合建設業を営む企業等が連合し，建設業に係る諸制度をはじめ建設産業における内外にわたる基本的な諸課題の解決等に取り組んでいる。

当社における CO₂ 削減目標も原単位とし，“2020 年に 1990 年比 40%削減”という高い目標を掲げ取り組



図—1 建設ライフサイクルにおける CO₂ 発生量¹⁾

んでいる。国、日建連及び当社の CO₂ 削減目標値について表—1 に示す。

表—1 CO₂ 削減目標値

	国	日建連	当社
削減指標	排出量	原単位	原単位
起算年	1990 年	1990 年	1990 年
2010 年	6%	12%	18.6%
2020 年	25% * 3	—	40%

* 3 原発事故を受けエネルギー政策の見直しにより修正予定

現状として、1990 年における CO₂ 排出量原単位は 19.3t-CO₂/ 億円、2008 年は 16.5 t-CO₂/ 億円である。これを 2020 年に 11.5t-CO₂/ 億円とすることで 40%削減を達成することとなる。

“2020 年に 1990 年比 40%削減”を達成するための手段である「本システム」においては、①排出量原単位の基準年を 2008 年とする、② 2020 年に 2008 年比 30%削減するとして、取り組んでいる。基準年と削減目標の関係を表—2 に示す。

この目標を達成するため、5つのカテゴリで削減

表—2 基準年と削減目標

年	排出原単位 (t-CO ₂ / 億円)	削減目標	
1990 年	19.3	基準年	—
2008 年	16.5	14.4%	基準年
2020 年	11.5	40%	30%

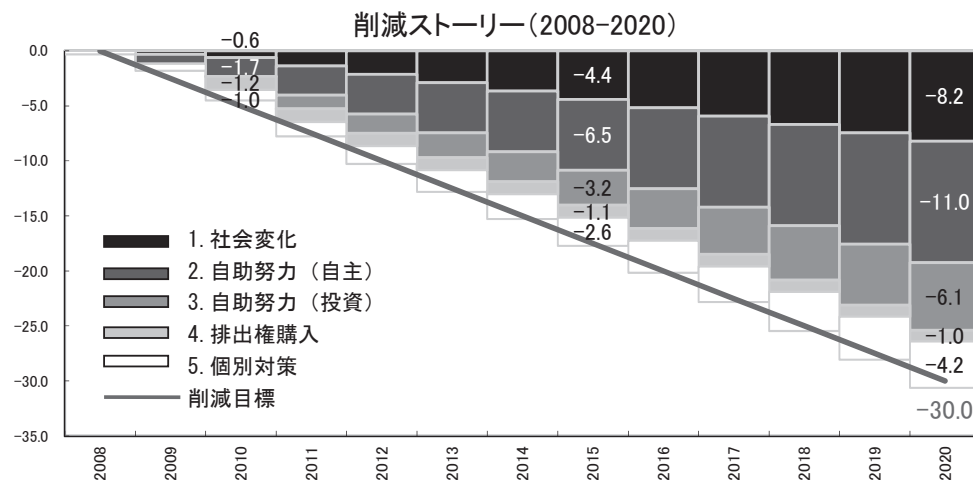
項目を整理して各々に目標値を設定し、削減に取り組んでいる。2020 年までの各カテゴリにおける削減目標と削減ストーリーを図—2 に示す。

2. 「本システム」(低炭素施工システム)の概要

「本システム」の実施にあたり、以下のプロセスが実行されている。

(1) 建設現場における施工段階の CO₂ 排出量の算定

「本システム」の運用においては、まず、建設現場における施工段階の CO₂ 排出量を算定していくこと



1.社会変化による削減・・・▲8.2% 1-1. 建機・車両の性能向上・・・▲3.3% 1-2. 電力係数の向上・・・▲4.6% 1-3. 燃料の脱炭素化・・・▲0.3%	4.排出権の購入による削減・・・▲1.0% 4-1. グリーン電力・・・▲1.0% (2020 年購入量: 80 万 kWh)
2.自助努力による削減・・・▲11.0% 2-1. 教育による啓蒙・・・0.9% 2-2. 省燃費運転の実技研修・・・▲9.0% 2-3. 建機・車両の適正整備・・・▲0.4% 2-4. 仮設照明の消灯・・・▲0.7%	5.個別の対策による削減・・・4.2%以上 5-1. 残土処分・廃棄物処理計画の変更 5-2. 掘削計画の見直し 5-3. 建設汚泥の場内再生利用 5-4. 廃棄物運搬車両の削減
3.投資を伴う自助努力による削減・・・▲5.6% 3-1. 仮設照明の LED 化・・・▲4.6% 3-2. エコオフィスへの転換・・・▲1.0%	

図—2 CO₂ 削減ストーリー

により異なる。実際の現場において実施したCO₂削減対策の例を図一5に示す。

(5) 建設現場におけるCO₂削減量・CO₂排出量の把握

建設現場におけるCO₂削減量の把握は、計画時に作成した「CO₂排出量削減検討シート」を用いる。計画段階では、CO₂削減量を算定するための数量として、計画時の数値（活動量、資材投入量、削減量など）が

用いられているため、その削減活動が完了した後、計画値を実際の数値に置き換えることで削減されたCO₂の量を把握している。

一方、CO₂排出量については、「本システム」のシートである「CO₂排出量調査シート」を用い、現場内で使用するエネルギーにCO₂排出係数を掛けることで算定している。なお、使用する電力については、電力会社からの請求書、化石燃料（軽油、灯油等）については協力企業からの報告に基づき把握している。「CO₂

■工事概要■

建設地：東京都 建物用途：事務所ビル
階数地上12階、地下2階 構造：S造
建築面積 800 m²、延床面積 10,500 m²
工期：18ヶ月

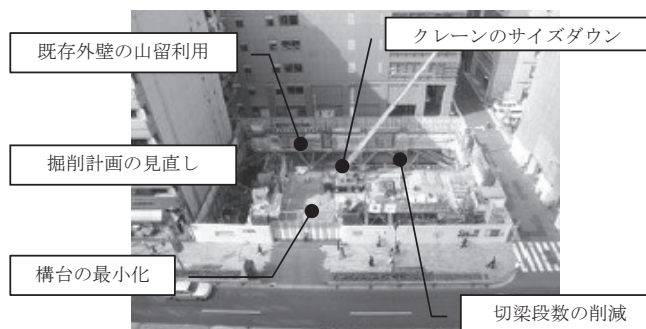
■CO₂データ■

標準排出量 432.7 t
目標排出量 347.0 t
目標削減量 85.7 t（19.8%削減）

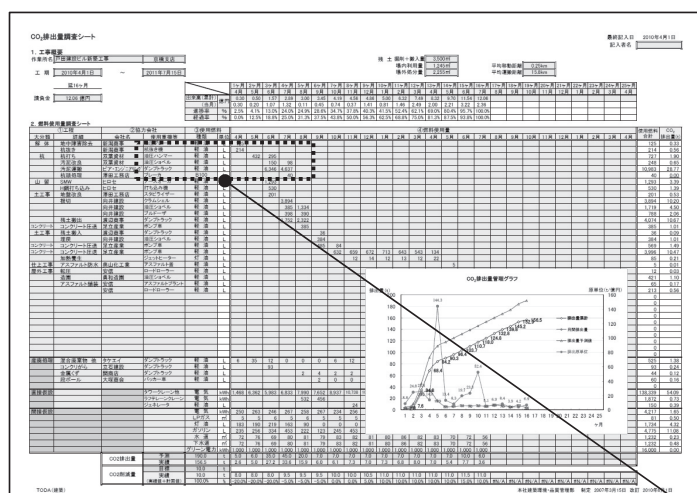
■削減活動と削減量■

施工計画の見直し・・・5.61 t
（既存外壁の山留利用、山留切梁段数の削減、乗入れ構台の最小化、掘削計画の変更）
デッキプレートの採用・・・0.87 t
バケットによるコンクリート打設・・・1.23 t
トラッククレーンの見直し・・・0.51 t
定式式クレーンのサイズダウン・・・9.31 t

省燃費運転教育の実施・・・6.41 t
仮設照明のLED化・・・1.23 t
遠隔操作による仮設照明のこまめな消灯・・・3.9 t
グリーン電力の利用・・・20.9 t
現場事務所の空調設定温度の調整・・・1.0 t
小型仮設風力発電システムの設置・・・0.04 t 他



図一5 建設現場におけるCO₂削減例



月次管理項目
・燃料使用量
・電力使用量
・上下水使用量

使用重機等	種類	単位	4月	5月	6月	7月
油圧ブレーカ	軽油	L	125			
杭抜き機	軽油	L	214			
油圧ハンマー	軽油	L		432	295	
油圧ショベル	軽油	L			150	98
ダンプトラック	軽油	L			6,346	4,637
ブレーカ	B100	L				40

図一6 CO₂排出量調査シート

排出量調査シート」の概要を図—6に示す。

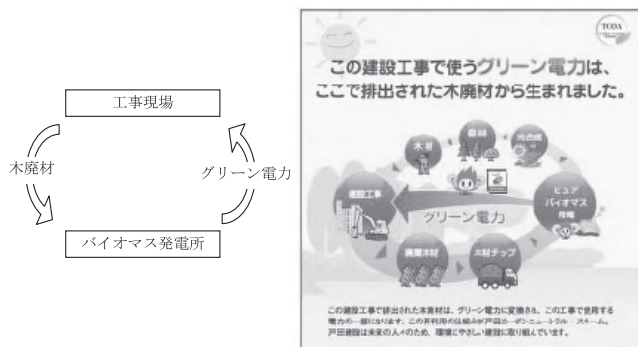
3. CO₂削減策の推進

CO₂削減においては、再生可能エネルギーの利用も重要となってくる。当社においては、再生可能エネルギーとして、グリーン電力及びバイオディーゼル燃料(BDF)の使用を推進している。またその他にLED照明を仮設照明に利用することも推進している。

(1) グリーン電力の推進

グリーン電力とは、化石燃料等を利用せずに太陽光、風力、バイオマスなどにより発電した電力であり、これを使用してもCO₂の発生はゼロとみなされる。

当社で使用するグリーン電力は、バイオマス原料100%で発電されたものであり、年約80万kWhを発電事業者より購入し、建設現場で活用している。また、バイオマス発電所に近接する現場においては、グリーン電力を使用するだけではなく、工事で発生する型枠廃材や木くずを発電所に発電の原料として搬出し、その木くずで発電されたグリーン電力を現場に還元するカーボンニュートラルスキームを運用している。本スキームのイメージを図—7に示す。



図—7 カーボンニュートラルスキーム

グリーン電力の活用により毎年、約300tのCO₂削減を図っている。

(2) バイオディーゼル燃料(BDF)の自社製造

バイオディーゼル燃料とは、生物から得られる油脂を軽油の代替燃料となる脂肪酸エステルに変換したものである。BDFは、そのカーボンニュートラル効果から、使用してもCO₂の発生はゼロとされる。

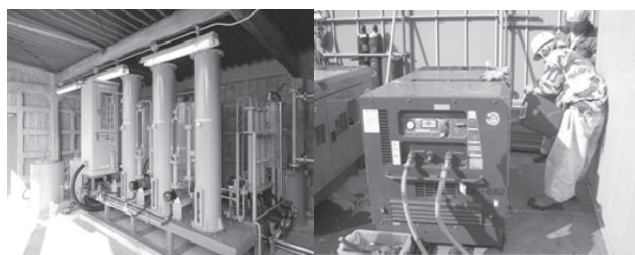
千葉県松戸市にある機材倉庫において、2010年に精製装置を設置し、市内外の事業者等より提供いただいた廃食用油を原料にBDFを自社で精製している。

自社で精製したBDFは建設現場に配送し、杭工事

等で使用するエアコンプレッサや発電機の燃料として使用することにより、これらの建設から発生するCO₂の削減を図っている。現在までに約33,000Lを使用し、90tのCO₂削減につながっている。

BDFの精製能力の増強および品質の向上のために、2012年2月にBDF精製装置の刷新を図った。これにより東京都をはじめ、千葉県、埼玉県、神奈川県及び都県下の5政令指定都市（以下、九都県市）の条例で定める燃料基準*4を満足するBDFが得られるようになり、東京都を中心とした首都圏において掘削機械などの建設機械においてもBDFの使用が可能となった。これによりさらなるCO₂削減につながっている。

図—8に設置しているBDF精製装置とBDFを使用する建設機械の様子を示す。



図—8 BDF精製装置（左）と機器への給油（右）

*4 九都県市においては、条例で大気汚染による健康被害防止のため、硫黄分、残留炭素分などの基準を満たさない燃料を建機や車両で使用することを禁止している。

(3) 仮設照明でのLED照明の普及促進

LED照明は、導入コストが蛍光灯等と比較すると非常に高いが、省エネ性能および耐久性に優れているため、運用コストが蛍光灯等の数分の1となり、長期間使用することで導入コストの回収ができるとされている。しかし、建物などの建築工事においては、短期間（長くても2、3年）での使用しかできないため、運用面でのメリットを享受できず、導入コストを回収できないため、建設現場での採用が進まないという問題があった。

そこで、LED照明を会社で一括購入し、現場に対してリースするという方式を採用することで現場での導入コストを低減し、短期間でも運用面でのメリットが生じるようにした。これにより多くの現場で仮設照明にLED照明を採用できるようになり、全社的なCO₂の削減につながっている。図—9に仮設照明で使用する蛍光灯型LED照明と投光器型LED照明を示す。



図一 9 電球型 LED 照明（左）と投光器型 LED 照明（右）

また LED 照明においては、使用するだけでなく、メーカーと共同で、軽く丈夫で持ち運びが容易な防水型の投光器を開発し、従来品より利便性を高めることで現場への普及拡大を図っている。

以上のように「本システム」の全国展開を機に、本社を中心としたバックアップ体制を確立し、個々の現場での取り組みだけではなく、全社で目標の達成に向けた活動をしている。

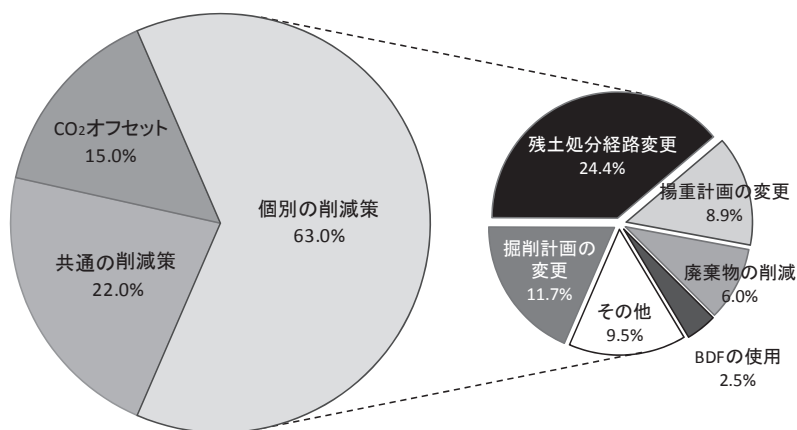
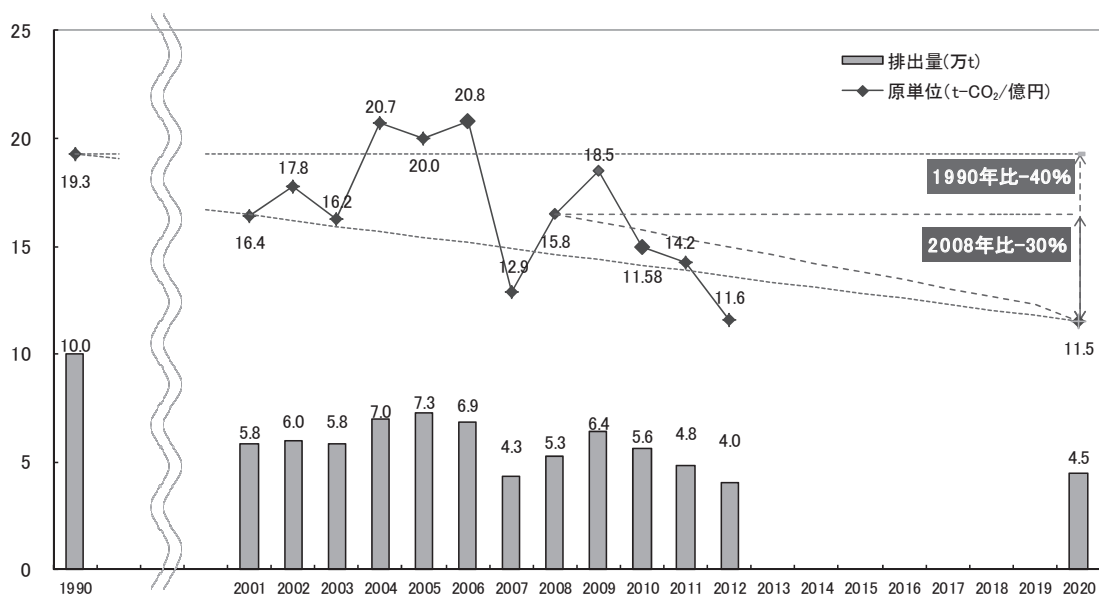
4. 「本システム」の効果と実績

(1) CO₂ 削減実績

「本システム」を適用する建設現場における 2012 年の CO₂ 削減量の内訳を図一 10 に示す。

現場全般に共通する削減策として、車両の運転手・建機による省燃費運転の実施による削減、建機・車両の適正整備による燃費向上、不要な仮設照明の消灯、仮設照明の LED 化による電力使用量の削減などがあり、これらによる削減量は全体の約 22% を占めている。

また、それぞれの現場における個別の削減策として、掘削計画、揚重計画の変更による効率的な施工、廃棄物・搬出残土の削減および建設汚泥の場内再生利用による使用燃料の削減、残土処分時の処分場の変更による運搬距離の短縮、バイオディーゼル燃料（BDF）の使用による軽油の削減などがあり、これらで約

図一 10 CO₂ 削減量の内訳図一 11 CO₂ 排出量原単位の推移

63%を削減している。

特に効果的な削減策は、土工事に関するものであり、掘削計画や残土処分時の処分場の変更などにより全体の36%の削減量となっている。土工事で発生するCO₂は、工事全体で発生するCO₂の約3割に相当することからも、土工事における対策がCO₂削減に大きく寄与することが分かる。

なお、再生可能エネルギーの活用(CO₂ オフセット)、グリーン電力の使用では全体の約15%を削減している。

(2) CO₂ 排出量原単位の推移

図－11 に建築工事におけるCO₂ 排出量原単位の経年変化を示す。

基準年である1990年における原単位は、19.3 t-CO₂/ 億円であり、原単位は経年とともに低減してきている。「本システム」導入開始前の2009年の原単位は、18.5 t-CO₂/ 億円であったが、導入以降の2011年では14.2 t-CO₂/ 億円、2012年では11.58 t-CO₂/ 億円と原単位の低下が顕著であり、「本システム」導入の効果が現れてきているといえる。2012年の11.58 t-CO₂/ 億円は、2020年における目標値の11.52 t-CO₂/ 億円まで近づいてきている。

5. おわりに

TO-MINICA の導入により順調にCO₂ 排出量原単位は低減してきているが、今後の社会環境の変化を考えるとこのまま目標を達成できるという状況ではない。2011年における電力排出係数^{*5}は、CO₂の発生

の少ない原子力発電が推進されていた時期の数値であり、原子力発電が停止している現在の状況を反映しているものではない。そのため、今後は、同様の活動を行ったとしてもCO₂排出量は大きく算定されることとなる。また、建設投資が年々減少するなかで、工事の低価格化が進むと排出原単位を引き上げることにつながる。今後もTO-MINICAシステムの運用を推進し、現在の水準を維持するだけでなく、さらに原単位を低減することで、エコ・ファースト企業として宣言した“施工高1億円あたりのCO₂排出量（原単位）を2020年に1990年比40%削減”を達成していきたい。

***5 他人から供給された電気の使用に伴う二酸化炭素排出量については、電気の使用量に排出係数を乗ずることで算定される。国が公示する電力事業者ごとの排出係数であり、事業者ごとに発電に使用するエネルギー等により数値が異なる。**

JCMA

《参考文献》

- 1) (社)日本建築学会、建物のLCA指針、(2003)
- 2) (社)日本建設業連合会、建設業環境自主行動計画第4版改訂版、(2010)
- 3) 服部伸介他：バイオ燃料を自社生産して建設現場で使用、建設機械、9月号(2011)

【筆者紹介】

高橋 昌宏（たかはし まさひろ）
戸田建設㈱
建築環境・品質管理部



低炭素型のコンクリートの各種構造物への適用 クリーンクリート

新 村 亮・竹 田 宣 典・小 野 栄

セメント代替に高炉スラグ微粉末等の産業副産物を混和材として多量に使用することにより、コンクリート製造による CO₂ 排出量を大幅に削減可能な「クリーンクリート（以下「本材料」という）」を開発した。「本材料」は通常のコンクリートと同等の強度を有し、さらに低発熱、低塩分拡散性等の優れた性能を有している。本材料を設備・機械基礎や道路構造物など各種構造物へ適用し、施工性やコンクリートの品質が良好なことを確認した。

キーワード：コンクリート、低炭素化、品質、設備基礎、道路構造物、寒中施工

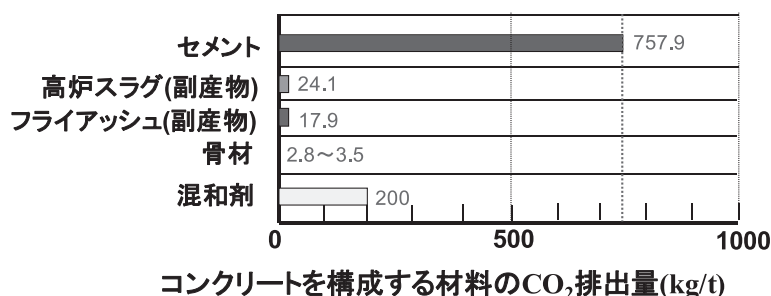
1. はじめに

地球温暖化対策として、各分野で CO₂ 排出量削減の取組みが進められている。建設分野においても資材の製造・運搬、機械の運搬・稼働、施工、建設後の運用、解体・廃棄など、社会資本整備全般にわたって CO₂ 排出量の削減は重要な課題である。2008 年の日本の 1 年あたり CO₂ 排出量は約 11.5 億 t とされているが¹⁾、コンクリートの製造時における CO₂ 排出量の総計は 2,800 万 t 程度であり、日本の CO₂ 排出量の約 2.2% を占めている。このようなことから、コンクリート分野における CO₂ 排出量削減は極めて重要な課題である。そこで、コンクリートに用いる材料に CO₂ 排出量の少ない産業副産物を使用し、所要の品質が得られるように配合を定めることにより CO₂ 排出量の少ない、環境に配慮した低炭素型のコンクリートを開発し、実工事へ適用を行ってきた。本稿では、「本材料」の特徴と各種構造物への適用事例について述べる。

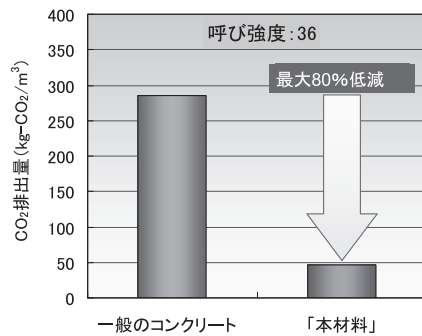
2. 低炭素型のコンクリートの概要

コンクリートに用いる材料の CO₂ 原単位を図—1 に示す²⁾。コンクリートの構成材料の中で、製造時に高温で燃焼して生産される普通ポルトランドセメント (OPC) の CO₂ 排出量は極めて大きな値である。一方で主に土木用コンクリートでは、水和熱の抑制、化学的抵抗性の向上などのコンクリートの性能を改善することを目的として、産業副産物である高炉スラグ微粉末 (BS)、フライアッシュ (FA)、シリカフューム (SF) などが混和材料として OPC に置き換えて使用されてきた。これらの材料の CO₂ 排出量は OPC に比べてきわめて小さく、これらを用いることにより、コンクリート製造時の CO₂ 排出量を相当小さくすることが可能である。

一般に建設工事に使用されるコンクリートの 1 m³ 当たりの CO₂ 排出量は約 200 ～ 300 kg 程度であるが、今回開発したコンクリートは、CO₂ 原単位が大きい OPC 量を結合材中の 15 ～ 30% まで低減し、BS、FA、SF など CO₂ 原単位の小さい産業副産物を混和材とし



図—1 コンクリート用材料の CO₂ 原単位

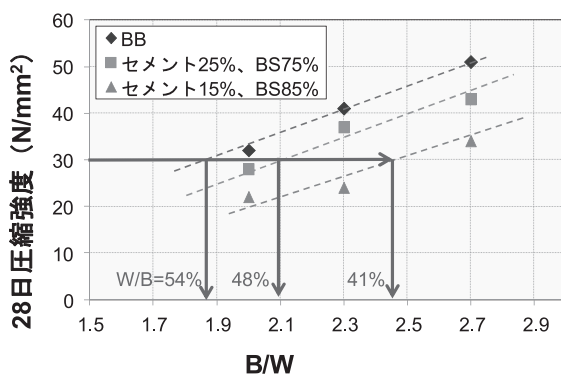
図一2 CO₂ 排出量の比較

で多量に使用することにより、CO₂ 排出量を一般のコンクリートに比べて最大 80% 程度削減できるものである (図一2)。

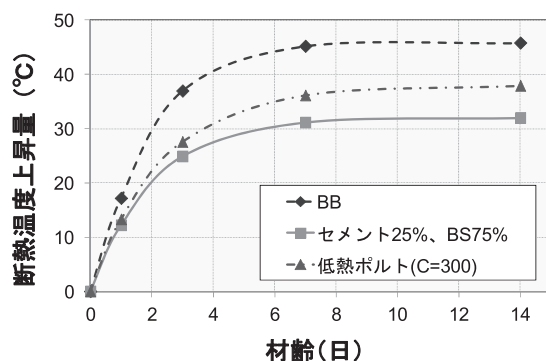
3. 低炭素型のコンクリートの特徴

通常、副産物を多量に使用すると、強度発現が遅くなるだけでなく、十分な強度を得ることが難しくなる。「本材料」では、図一3に示す通り結合材水比を調整することにより、管理材齢 (28 日等) での必要な強度を確保することができる。

また、副産物を多量に使用し、セメント含有量が少ないことから、図一4に示す様に結合材の水和発熱を低減することができ、マスコンクリートの温度ひび割れの発生防止に有効である。

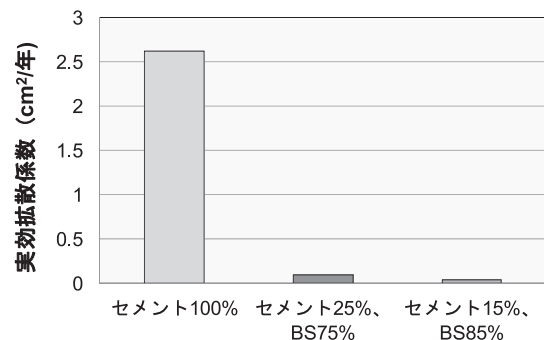


図一3 材齢 28 日標準養生強度と結合材水比の関係



図一4 コンクリートの断熱温度上昇試験結果

高炉スラグ微粉末はコンクリートの水和組織を緻密化するため、塩分の拡散侵入の防止に効果があることが知られている。高炉スラグ微粉末を多量に使用した「本材料」は図一5に示す通り塩分の拡散係数が小さく、コンクリート中の鉄筋などの鋼材の塩害腐食の発生防止に有効である。



図一5 塩分の拡散係数試験結果

コンクリートの乾燥・自己収縮、凍結融解抵抗性等の耐久性に関わる性能は高炉スラグ B 種等の普通コンクリートと比べ同等以上である。

4. 各種構造物への適用

(1) 製鉄所基礎コンクリートへの適用

高炉スラグ骨材を使用し、材齢 28 日で圧縮強度 50 N/mm² が得られる本材料を、製鉄所の設備基礎構造物 (10 m × 15 m, 厚さ 1 m, 打設量 154 m³) へ適用した³⁾。

使用材料を表一1に示す。結合材には、高炉セメント B 種 (BB) と高炉スラグ微粉末 (BS) を使用し、主にコンクリートのワーカビリティ改善のためにジルコニア起源のシリカフューム (SF) を用いた。ジルコニア起源の SF は、エンジニアセラミックや電子部品、光学機器などに使用されているジルコニアを精製する際の副産物である。細骨材には高炉スラグ細骨材と海砂を 50 : 50 の混合比で使用し、粗骨材には高炉スラグ粗骨材をプレウエッティングして使用した。本材料の配合を表一2とした。CO₂ 排出量は 103 kg/m³ であり、普通ポルトランドセメントを使用した場合 (30-15-20N) に対して 65% の削減効果がある。

製造は、製鉄所内のレディーミクストコンクリート工場 (強制 2 軸練りミキサ) で行った。高炉スラグ微粉末の貯蔵には専用サイロを使用し、シリカフュームはミキサに直接投入した。コンクリートの運搬にはアジテータ車を使用した。

コンクリートは、ポンプ車のブーム (配管径 : 5 イ

表—1 使用材料

使用材料	記号	仕様	密度 g/cm ³
高炉セメント B 種	BB		3.04
高炉スラグ微粉末	BS	ブレン値 4,620 cm ² /g	2.89
シリカフューム	SF	ジルコニア起源, ブレン値 106,000 cm ² /g	2.23
細骨材	S1	高炉スラグ細骨材, FM2.20	2.83
細骨材	S2	海砂, FM2.60	2.60
粗骨材	G	高炉スラグ粗骨材, FM6.49	2.60

表—2 コンクリートの配合

スランブ (cm)	空気量 (%)	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)							高性能 AE 減水剤 (B+SF×%)
				W	B		SF	S1	S2	G	
					BB	BS					
21	4.5	43	53.9	172	200	200	10	490	452	772	0.6

ンチ)により打ち込み、締固めは、通常の高周波振動機を用いた。打込み速度は平均 25 m³/時であり、約 6 時間で 154 m³を打設した。コンクリート打込み後、パラフィン系の膜養生剤を散布し、木ゴテにて打込み面の粗仕上げを行い、養生マットを用いて湿潤養生を 7 日間行った。

フレッシュコンクリートの品質試験結果（アジテータ車 13 台測定）を表—3 に示す。打込み場所におけるスランブは 21.5 ～ 23.0 cm、空気量は 3.5 ～ 5.1% の範囲にあり、コンクリート温度は 18 ～ 19℃で安定していた。圧縮強度の材齢による推移を図—6 に示す。標準養生と現場封かん養生の圧縮強度の差異は小さく、材齢 28 日での目標強度の 50 N/mm²を上回った。また、材齢 7 日において 30 N/mm²以上の十分な初期強度発現があった。

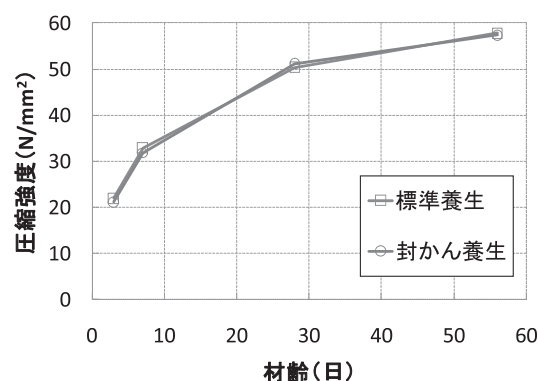
(2) 道路構造物への適用

高炉スラグ微粉末を多量添加した低炭素型のコンクリートを道路構造物へ試験的に適用した⁴⁾。使用した材料を表—4 に、コンクリートの配合仕様を表—5 に示す。一般的なコンクリートに比べ CO₂ 排出量を約 75 ～ 65%削減している。設計基準強度 24, 21 N/mm²の 2 種類の配合を使用し、材齢 28 日で設計基準強度を満足するように室内試験練りにより W/B を決定した。C1 配合を掘割部鉄筋コンクリート底版へ、C2 配合を舗装下部レベル調整用の無筋調整コンクリートへ適用した。

実施工前に行った施工試験において、「本材料」を生コンクリート工場で製造し、アジテータ車で運搬後、各種の試験を行った。強度については、1 m × 1 m ×

表—3 フレッシュコンクリートの品質試験結果

	平均値 (N = 13)		
	スランブ (cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度 (℃)
出荷時	22.9	4.0	19.0
荷降し箇所	22.6	4.2	18.2
打込み箇所	22.4	4.5	18.8



図—6 圧縮強度の推移

1 m ブロック試験体、2 m × 2 m × 0.2 m スラブ供試体（写真—1）のコア強度を測定した。スラブ試験体には C1 配合を使用し、養生を 3 種類変えて、表面性状の観察、強度、表面の緻密さの指標として原位置透気試験（トレント法）を行った。フレッシュ性状の経時変化を表—6 に示す。コンクリート温度が 30℃程度と高いにもかかわらず、出荷 90 分後のスランブロス は 4 cm 程度であり、空気量も安定している。ブロック試験体のコア強度試験結果を表—7 に示す。上部の強度はやや低いものの、いずれのコアも設計基準強度を十

表—4 使用材料

使用材料	記号	仕様	密度 g/cm ³
普通ポルトランドセメント	C		3.16
高炉スラグ微粉末	BS	ブレン値 4,000 cm ² /g	2.89
シリカフェューム	SF	ジルコニア起源	2.23
細骨材	S	石灰砕砂・山砂混合	2.62
粗骨材	G	石灰砕石	2.66

表—5 コンクリートの配合仕様

配合名	設計基準強度 (N/mm ²)	スランプ (cm)	W/B (%)	C/B (%)	CO ₂ 排出量 (kg/m ³)
C1	24	15	45.0	25	80
C2	21	18	47.0	15	58

$$B = C + BS + SF$$

分に上回っている。スラブ試験体の試験結果を表—8に示す。膜養生と養生マットを併用した場合、表面ひび割れの発生は認められなかった。コア強度、テストハンマー強度、透気係数等全般にわたって、膜養生と養生マットを併用した場合が最も良好な結果となった。

底版はポンプ車のブームで打設し、調整コンクリートは定置式ポンプを使用し、φ125 mm、水平換算距離 300 m の配管で圧送した。コンクリートの粘性が

表—6 フレッシュ性状経時変化

配合	測定工程	スランプ (cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度 (℃)
C1	出荷	19.5	4.9	30
	49 分後	16.5	3.9	31
	60 分後	17.5	4.5	31
	90 分後	15.5	5.1	31
C2	出荷	21.5	4.8	30
	40 分後	18.0	5.1	31
	60 分後	18.0	5.2	31
	90 分後	17.0	5.0	31

表—7 ブロック試験体コア強度試験結果 (N/mm²)

配合	C1	C2
上部	28.2	24.3
中部	35.8	26.3
下部	37.6	27.8
平均	33.1	26.1



写真—1 スラブ供試体

通常よりもやや高いものの、圧送、打込み、締固め、仕上げとも通常のコンクリートとはほぼ同様に問題なく行うことができた。養生には事前の施工試験の結果に基づき、膜養生剤と養生マットを併用した結果、ひび割れ等の発生は見られなかった。300 m ポンプ圧送前後において、スランプが最大 2.5 cm 程度低下したが、空気量、強度の変化はほとんど見られなかった。

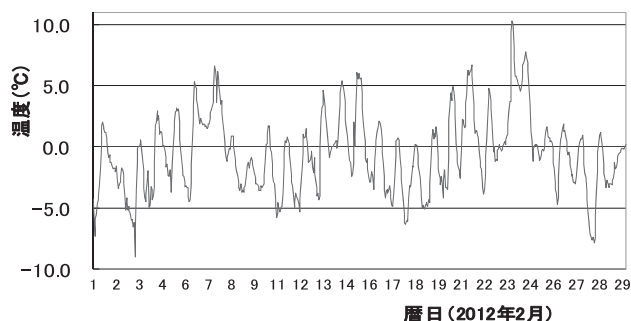
(3) 寒冷期での震災廃棄物処理施設への適用

宮城県の災害廃棄物処理業務のうち亘理処理区の二

表—8 スラブ試験体試験結果

供試体	A	B	C
養生方法	養生なし	膜養生	膜養生 + 養生マット (1 週間)
表面性状	微細な表面ひび割れが発生	一部に微細な表面ひび割れが発生	異常無し
コア強度 (N/mm ²)	32.0	31.1	36.1
テストハンマー強度 (N/mm ²)	25.3	29.9	29.6
透気係数 (m ²) × 10 ⁻¹⁶	0.041	0.15	0.018

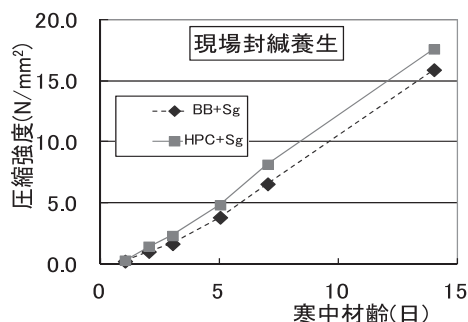
次処理施設破碎選別エリアの作業床、機械基礎となるベースマットに対し、寒冷期に低炭素型のコンクリートの施工を行った⁵⁾。総打設量は1193 m³であった。打設は2月1日～13日の10回に分けて実施した。現場付近の2月の気温を図一7に示す。



図一7 現場付近の外気温（2月度）

設計基準強度（材齢28日）は21 N/mm²であるが、寒冷期における材齢早期での機械基礎設置等が計画されるため、材齢7日の現場封緘養生供試体の強度で7 N/mm²以上を目標に設定した。また、初期凍害を受けない目安の強度（4～5 N/mm²程度）を早期に発現できる配合を選定した。その結果、セメント成分を早強型（HPC）に変えた配合（表一9）とした。事前の試験練りで図一8に示すように現場封緘養生の材齢5日で4.9 N/mm²、7日で8.2 N/mm²が得られた。

コンクリートの打設はピストン式のコンクリートポンプ車（ブーム付き）で行った。工場からの運搬時間が40分程度であり、運搬にはアジテータ車10台程度を使用したため、打設速度は30 m³/h程度であった。打設状況を写真一2に示す。一般に寒中施工では保



図一8 現場封緘養生供試体の強度発現性

温等の養生が必要であるが、「本材料」では特に保温養生が重要となる。今回の打設部位は床板厚さが20 cmと薄く、蓄熱しにくい構造のため、冷氣から表面を保護する目的で保温層付き養生シートと、厚手の養生シートをダブルで設置し養生を行った。

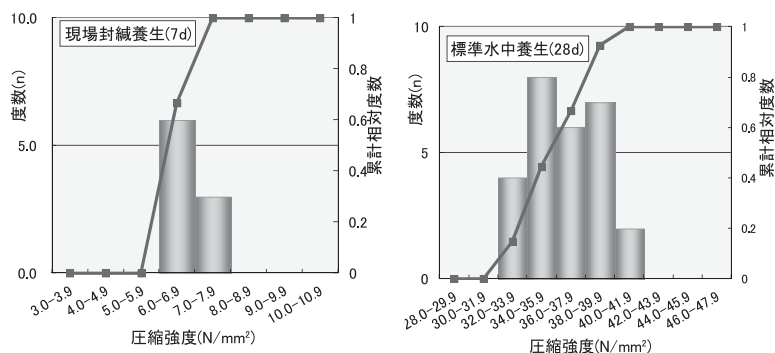
現場荷卸し試験の結果は、スランプが13～17 cm（平均14.8 cm）、空気量が3.9～4.8%（平均4.4%）、温



写真一2 打設状況

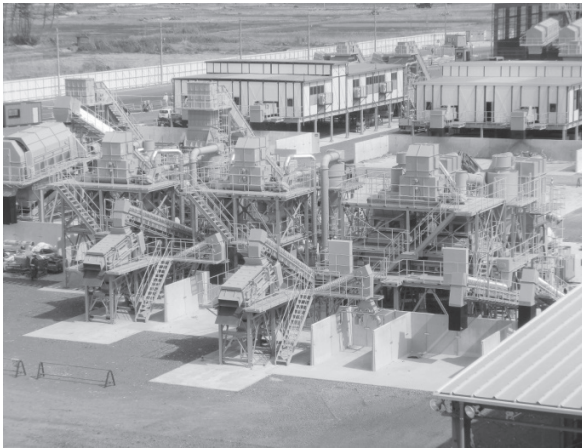
表一9 「本材料」の配合（冬期仕様）

スランプ (cm)	空気量 (%)	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					AE 減水剤 (B × %)
				W	B		S	G	
					HPC	BS			
15	4.5	43.0	45.3	175	118	289	742	968	1.0



図一9 封緘・標準水中養生供試体の強度分布

度が4.5～9.0℃（平均6.0℃）であった。また圧縮強度は、現場封緘7日強度が6.4～7.4 N/mm²（平均6.9 N/mm²），標準水中28日強度が32.0～41.4 N/mm²（平均36.5 N/mm²）となった。強度試験の結果を図—9に示す。約1年経過後もひび割れ等の不具合は認められていない。完成後の処理施設を写真—3に示す。



写真—3 完成後の破砕選別エリア

5. おわりに

産業副産物を多量に使用した低炭素型のコンクリート「クリーンクリート」を各種構造物へ適用し、異なる施工条件でもコンクリートの施工性、品質が十分に確保できることが確認できた。今後、低炭素型のコンクリートの活用を促進し、低炭素化社会の実現へ貢献したいと考えている。

JCMA

《参考文献》

- 1) 国際エネルギー機関 (IEA) 「CO₂ EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION」2010
- 2) 土木学会「コンクリート構造物の環境性能照査指針（試案）」、コンクリートライブラリー 125, 2005
- 3) 竹田宣典, 半田敬二, 近松竜一, 一瀬賢一「高炉スラグ系材料を用いた低炭素型のコンクリートの性質と適用」, アーバンインフラ・テクノロジー推進会議第23回技術研究発表会, 2011.11
- 4) 三浦律彦, 小野 栄, 新村 亮, 新開 千弘「震災廃棄物処理施設建設工事での低炭素型のコンクリートの冬期施工と品質管理」, 土木学会第67回年次学術講演会, 2012.9
- 5) 新村 亮, 山下 徹, 三浦律彦「道路構造物への混和材高含有コンクリートの適用」, 土木学会第67回年次学術講演会, 2012.9

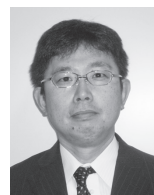
【筆者紹介】



新村 亮（しんむら あきら）
㈱大林組
生産技術本部 技術第一部
主席技師



竹田 宣典（たけだ のぶふみ）
㈱大林組
技術研究所 生産技術研究部
上席研究員



小野 栄（おの さかえ）
宮城県
環境生活部 震災廃棄物対策課
技術主幹

遮熱性舗装の開発

パーフェクトクール

岩 間 将 彦

昨今、気候変動に代表される地球温暖化問題は深刻化し、環境問題に対する関心が世界各国で高まっている。我が国でも、熱中症により病院搬送される患者数は年々増加の一途を辿り、夏期の気温上昇は今や社会的な問題となってきている。一方、都市部ではヒートアイランド現象が顕在化しており、歩行者の熱環境だけでなく舗装の耐久性にも影響を及ぼしている。遮熱性舗装は、舗装の耐久性向上と都市の熱環境改善が期待できる環境技術であり、その施工面積は年々増加している。本稿では、遮熱性舗装のメカニズムや路面温度低減効果、環境への効果、適用事例など最近の動向を含めて紹介したい。

キーワード：地球温暖化、ヒートアイランド現象、遮熱性舗装、路面温度上昇抑制、熱環境

1. はじめに

アスファルト舗装は日射を吸収しやすい材料でできている。夏の日中には日射をほぼ垂直に受け止めるため、路面の最高温度が60℃を超えることも珍しくない。高温化した路面は、大気を暖めるとともに遠赤外線放射量が増して道路空間の熱環境を悪化させるほか、熱可塑性のアスファルトをバインダとする舗装自体の耐流動性に影響を及ぼし、わだち掘れなど耐久性を低下させる原因にもなる。また、道路舗装は都市部で15%程度の面積を占めており、熱環境の改善を図る上では公共用地に展開する道路舗装の対策が速効性があり、重要となる。

そこで開発されたのが遮熱性舗装であり、日射に含まれる近赤外線のみを高反射する特殊な反射特性を持っていて、見た目には従来の舗装に似た色に仕上げながら日射の熱吸収を抑えることができる。この技術が初めて発表されたのは2001年であり¹⁾、市場の拡大とともに技術の完成度は高まってきている。

2. 遮熱性舗装とは

(1) 遮熱性舗装のメカニズム

遮熱性舗装は、熱反射性顔料や中空微粒子などを配合した遮熱コート材を舗装路面に塗布することで路面温度の低減効果が得られる。見た目は黒くても熱くなりにくい、すなわち色を表現する可視光はそのままに、目に見えない近赤外線だけを高反射して熱吸収を防ぐ

というユニークな反射特性を持つ。光として人が認識しない近赤外線を舗装表面で高反射して熱吸収を防止するため、日射による蓄熱を防いで路面の高温化を防止できる。

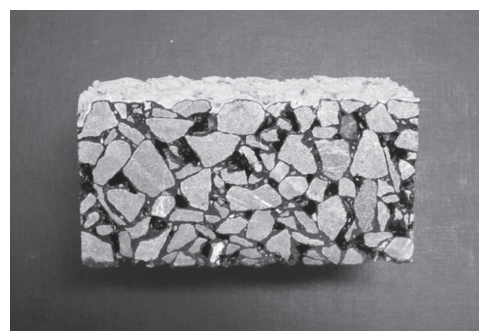


写真1 遮熱性舗装の断面例（上が遮熱コート材）

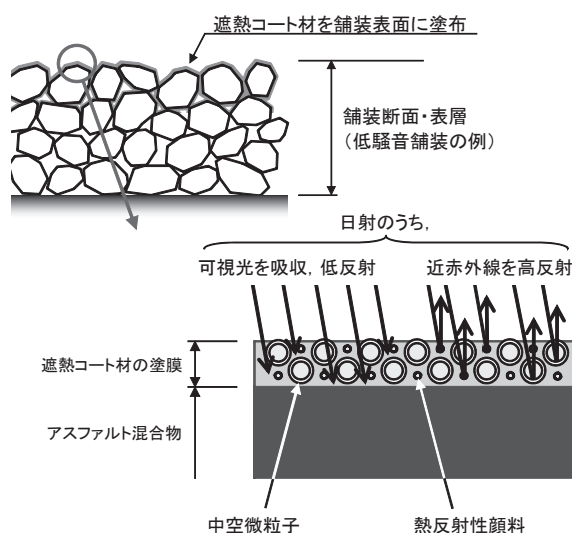


図1 遮熱性舗装のメカニズム

遮熱性舗装の表面には、アスファルト舗装面に直接日射が当たらないように遮熱コート材を塗布している(写真—1)。薄膜の遮熱コート層には熱反射性顔料や中空微粒子などを含有していて、これらの働きによって、日射に含まれる可視光線と近赤外線に対する特徴的な日射反射特性を付与している。図—1に、温度低減効果が得られる遮熱性舗装のメカニズムを示す。

(2) 熱反射性顔料の効果

遮熱性舗装に使用されている熱反射性顔料は、遮熱コート材に所定の色調を与えつつ、近赤外線を高反射する材料である。熱反射性顔料を配合した遮熱コート材の反射率を分光光度計で測定すると、図—2に示すような結果が得られる。図は既設のアスファルト舗装に類似した濃灰色に設定した例であるが、人が色や明るさを覚える可視光線の波長域においては、所要の色調や明度に応じた低い反射率にとどまるが、可視光線から長波長側の視覚に影響しない近赤外線の波長域においては、非常に高い反射率を示すという特徴的な反射特性がある。図—2のように同じ濃灰色で一般塗料と比較すれば、近赤外線域の反射特性の違いは歴然としている。

このように、道路舗装用として濃灰色に設定した場合は、可視光線域の反射を抑えて道路区画線の視認性を確保し、かつ日射の近赤外線域をほとんど反射する

ので日射の熱吸収を防止して熱くなりにくい。

(3) 塗料ベースと施工方法

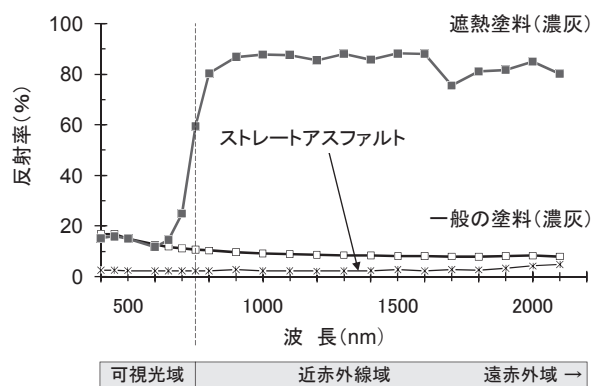
遮熱コート材のベース樹脂には主に2種類があり、主剤と硬化剤を混ぜて反応・硬化させるMMA系の2液硬化型樹脂と、水系のアクリルエマルジョン樹脂などが使われている。2種類の遮熱コート材は適用する道路の交通量によって選択される。塗布後10分程度で硬化する速硬性と強靱な塗膜が特徴のMMA系は交通規制を伴う車道に最適である。一方、耐摩耗性は若干劣るものの比較的成本が安く施工時の臭気が少ない水系は歩道や公園を中心に使われている。MMA系の施工は専用のスプレーガンによる吹付けで行われ、水系は吹付けのほか自在ぼうきによる塗布で行われる(写真—2)。

3. 遮熱性舗装の性能

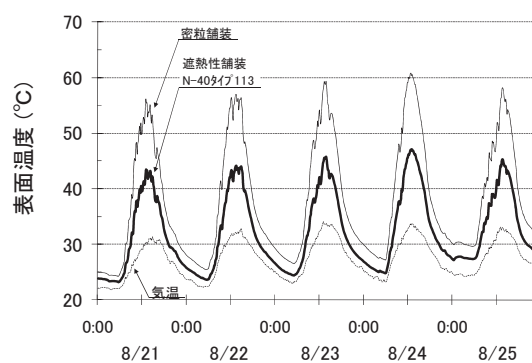
(1) 路面温度上昇抑制性能

開発した遮熱性舗装の性能を確認するため、屋外ヤードにて試験施工を実施し、遮熱性舗装の路面温度上昇抑制性能を検証した。

図—3は、(独)土木研究所で測定した結果である²⁾。ここでは、実道レベルの舗装厚で通常密粒度舗装と遮熱性舗装の試験舗装ヤードを構築し、舗装表面の温度



図—2 遮熱コート材の反射特性



図—3 遮熱性舗装の表面温度(夏期)

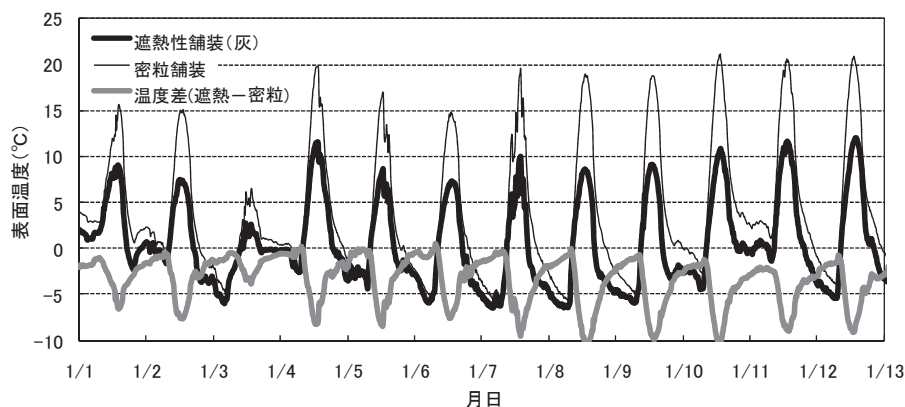


(a)



(b)

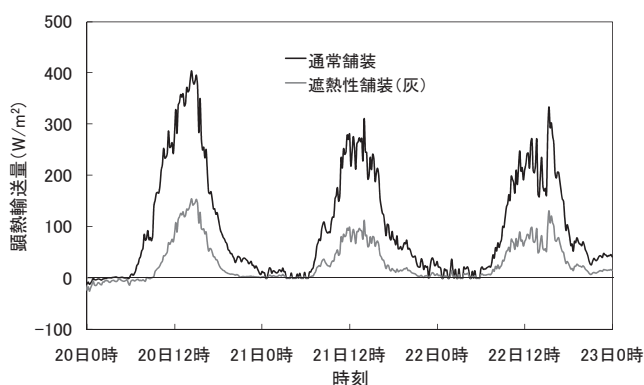
写真—2 遮熱性舗装の施工 (a) MMA系2液硬化型, (b) 水系1液型



図—4 遮熱性舗装の表面温度（冬期）

を測定することで、遮熱性舗装の路面温度上昇抑制性能を検証した。結果より、8月の晴天日において、遮熱性舗装の最高温度は密粒度舗装よりも約15℃低下していることが分かる。また、夜間においても、日中に蓄熱を防止しているため、20時から6時までの表面温度が密粒度舗装よりも約3.0℃低減していることが分かった。

一方、図—4は同試験ヤードにおける冬期の結果である。結果より、密粒舗装と遮熱性舗装の温度差はそれほど大きくないことが分かった。



図—5 顕熱輸送量の試算結果

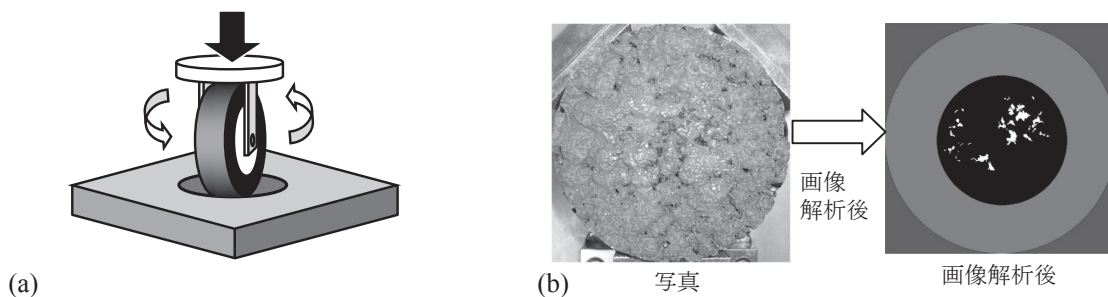
(2) 遮熱性舗装の顕熱輸送量

熱収支を考えた場合、舗装面からは大気を直接加熱する顕熱が、舗装面の温度差に応じて放出される。図—5は、試験施工ヤードから得られた結果に基づき算出した密粒舗装と遮熱性舗装の顕熱輸送量である。結果より、遮熱性舗装の顕熱輸送量は密粒舗装と比較し、日中で半分程度まで減少していることが分かった。また、顕熱輸送量のほとんど無い時間帯が、密粒舗装に比べて長いことが分かる。これは、遮熱性舗装による路面への蓄熱量を抑制した効果によるものと考えられ、熱帯夜問題解消に効果的であることが分かる。

(3) 遮熱コート層の耐久性

遮熱性舗装の温度低減効果とわだち掘れ抑制効果を長期間確保するためには、交通荷重に対して、はがれにくい丈夫な遮熱コート層が求められる。同時に、遮熱コート層には遮熱性舗装の樹脂と母体となるアスファルト舗装との良好な付着性能も求められる。昨今では、遮熱コート層の耐久性を評価するため、遮熱材のはがれ抵抗性試験を実施することで、性能用件工事で遮熱性舗装の塗膜表面の耐久性に関する性能指標を設定している自治体もある³⁾。

図—6は、遮熱材のはがれ抵抗性試験の概要である。試験は、遮熱材を塗布した円筒形供試体を専用治具に設置し、輪荷重で 686 ± 10 Nを供試体に載荷させた



図—6 遮熱材のはがれ抵抗性試験
(a) 試験概要、(b) 画像解析状況

状態で左右に 45 度の角度で繰り返し回転させ実施する。供試体を 650 回転させた後、試験機から供試体を取り出し、遮熱材のはがれた箇所を画像解析により算出する³⁾。また、性能指標として運用されているはがれ面積率は、タイヤ設置面積のピクセル数に対する遮熱材のはがれた箇所のピクセル数の割合で算出する。遮熱材のはがれ抵抗性試験の測定例を表—1 に示す。

表—1 遮熱材のはがれ面積率 測定例

試験後のはがれ面積率	
性能指標例	40%以下
遮熱性舗装	9.9%

注) はがれ面積率 = (はがれた箇所のピクセル数 / タイヤ設置面積のピクセル数) × 100

結果より、試験を実施した遮熱性舗装のはがれ面積率は画像解析で約 10%と算出され、性能指標例の 40%を大きく下回る結果となった。そのため、使用した遮熱塗料は実道で繰り返し載荷される交通荷重に対しても強度があり、はがれ難い塗料であると判断できる。

(4) 臭気性能

遮熱塗料のベース樹脂として使用されている MMA (メタクリル酸メチル) は医療用にも使われる材料であるが、歯科治療を受ける際に似た独特な臭気があるため、世間一般には不快と認識されやすいことが分かってきた。市街地や商店街に近接した現場での施工を考慮した場合、施工時に発生する臭気は抑制することが望ましい。このような背景を踏まえ、最近では MMA 系遮熱コート材の低臭化の開発が進められており、都市部を中心に実道でも適用されてきている。

表—2 は、通常型遮熱塗料と低臭型遮熱塗料の室内臭気測定結果である。結果より、低臭型遮熱塗料は通常型遮熱塗料に比べ、最大臭気値が約 1/5 に低減されていることが分かる。また、低臭型遮熱塗料の塗布に伴うすべり抵抗性やはがれ抵抗性等の供用性に関する性能指標も、室内試験により通常型遮熱塗料と同等であることを確認している。そのため、低臭型遮熱塗料は都市部での遮熱性舗装の施工に適した材料と考えられる。

表—2 室内臭気測定結果例

臭気タイプ	臭気レベル
性能指標例	300
低臭型遮熱塗料	177
通常型遮熱塗料	889

4. 遮熱性舗装の効果

(1) 空港誘導路での適用事例

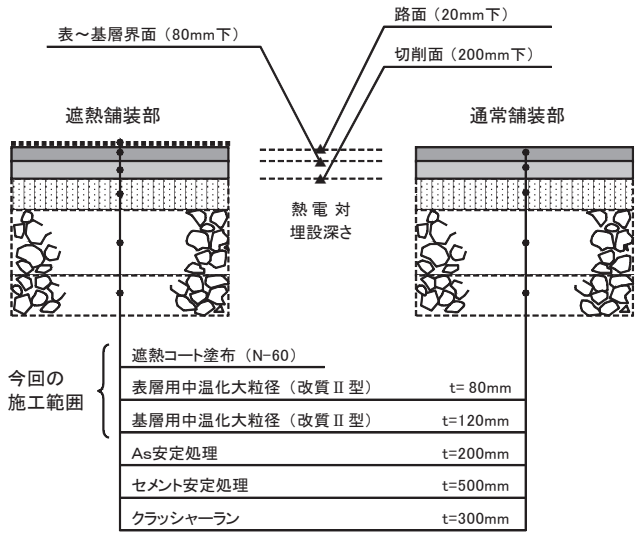
遮熱性舗装の効果を確認するため、ここでは遮熱性舗装の空港誘導路への適用を紹介する⁴⁾。周囲に建物が隣接せず、太陽高度が低い冬季も含めて日中のほぼ全ての時間帯で太陽光が当たる理想的な屋外での評価事例と言える。遮熱性舗装の本来の温度低減性能を明らかにするとともに、それに伴う舗装耐久性への効果を検証している。場所はボーイング 747 型機などの大型機が就航する空港誘導路で、舗装の改修時に遮熱コート材 (灰色) を塗布した遮熱工区 (写真—3) と塗布しない通常工区を設けて、舗装体温度と路面性状を測定した。



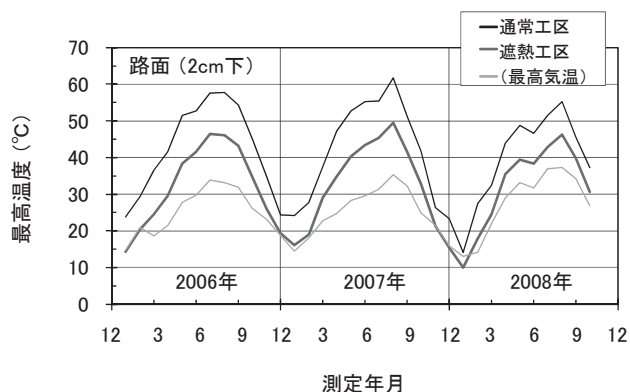
写真—3 空港誘導路での施工例 (成田国際空港)

(2) 路面温度低減効果

図—7 は試験施工誘導路に埋設した熱電対の配置図であり、図—8 は誘導路の路面 (2 cm 下) に熱電対を埋設して供用開始から約 3 年間連続して舗装体の温度を測定した結果である。これより、遮熱工区と通



図—7 舗装構成と施工範囲

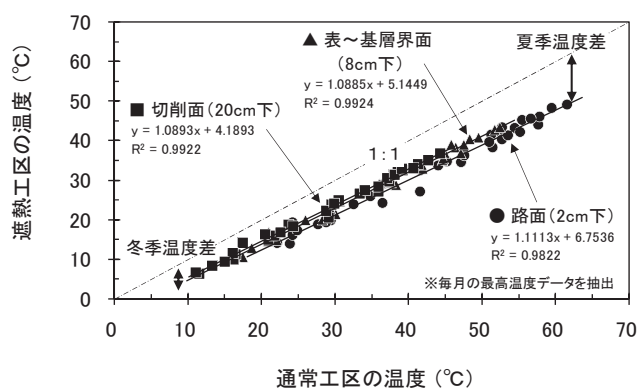


図一8 路面温度の推移（毎月の最高値）

常工区の路面温度は毎年同様に推移しており、年間を通じて遮熱性舗装の温度低減効果が明確に認められる。その効果は供用期間を通じて安定して持続しており、最大の路面温度低減効果は毎年約8～10℃で推移している。

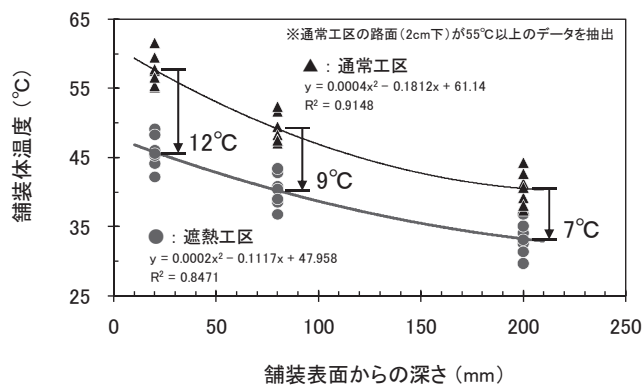
両工区の舗装体を深さ方向3測点で記録した、毎月の最高温度データをプロットしたのが図一9である。これより、1:1の線と比較すると、冬季の低温側では両工区の温度差は縮小するものの、いずれの温度域でも遮熱工区の方が低く、夏季に舗装体温度が高温になるのにもない温度低減効果が拡大している。

なお、これは日中の最高温度で整理したものであり、雨天時や降雪時には両舗装の温度差がほぼ無くなることから、路面凍結を促進するなどの影響は無い。



図一9 両舗装部の温度差

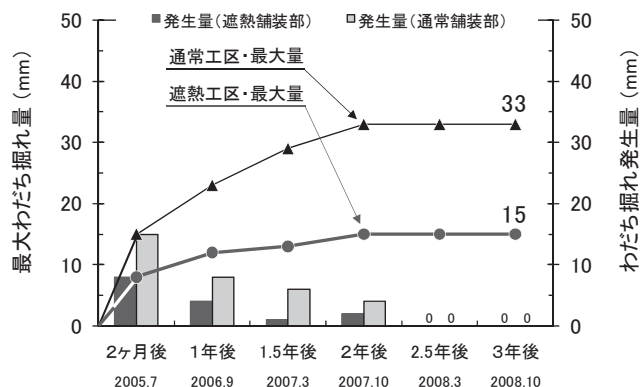
熱可塑性のアスファルトを使用するアスファルト舗装は、舗装体温度が耐流動性に大きく影響する。図一10に示すとおり両工区での温度差は路面～8 cm下までの表層部で約10℃、8～20 cm下までの基層部で7℃以上あり、この差はアスファルト舗装の強度特性を大幅に変えるだけのインパクトがあり、温度低減化による耐流動性の改善効果は十分に期待できる。



図一10 舗装深さと温度低減効果

(3) 温度低減効果とわだち掘れ量

図一11は、供用3年後までのわだち掘れ量の推移を示したものであり、供用期間とともにわだち掘れ量が増加していくことが分かる。大型のボーイング747型機が就航している今回の調査箇所では、供用2年を経過した時点でわだち掘れ量の増加が収束する傾向がみられ、供用3年後には通常工区が33 mmに達したのに対して、遮熱工区は15 mmと、半分以下に抑えられている。このことから、遮熱性舗装による路面温度の低下が舗装の耐流動性改善に効果的であることが分かる。



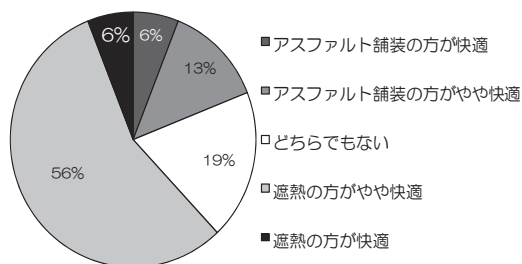
図一11 供用年数とわだち掘れ量の関係

5. 歩行者空間の熱環境改善

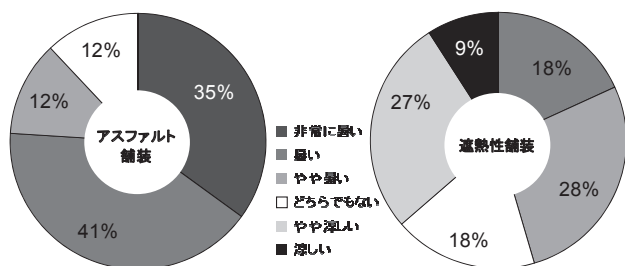
(1) 歩行者の暑熱環境

図一12、13は、遮熱性舗装の歩行者への影響を検討するために実施した被験者実験の結果²⁾である。実験は気温が約35℃で晴天時の正午ごろに20歳代、30歳代の男女6名を集め、アスファルト舗装の路面温度が56℃、遮熱性舗装が43℃の条件で実施した。なお、被験者には先入観が入らないように事前に遮熱性舗装に関する情報は与えず、両舗装の上に3分ごとに立ち、足温感や快適性をアンケートにより調査した。

図一12より、アスファルト舗装ですべての被験者



図一 12 被験者が感じた足下の暑熱感（足温感）



図一 13 相対評価による快適性

が暑熱的に苦しさを訴えているのに対して、遮熱性舗装は暑熱感が緩和していることが分かる。特に足温感については両舗装の差が顕著で、足下から感じる暑さを訴えた比率が遮熱性舗装で半減している。これは、表面温度の低減により足への伝熱が変化して足温感に影響を与え、その結果として全身の暑熱感が改善したものとする。

一方、図一 13 に示す相対評価では、快適性についてアスファルト舗装が良いと回答したのは 19% であるのに対し、遮熱性舗装の方は 62% と被験者の多くが快適に感じている結果となった。

これより、遮熱性舗装による路面温度の低減化は路面から放射する遠赤外線と大気加熱を抑えて、歩行者空間の熱環境改善が期待できる。

友永らも同様に歩行者の暑熱環境に着目し、被験者実験を実施した⁵⁾。実験では、排水性舗装上と遮熱性舗装上における気温や路面温度等の物理量に関連付け、被験者の暑熱感や快適感等の生理量や心理量を調査した。その結果、被験者は排水性舗装の蓄熱に伴う輻射熱を暑熱感として感じる割合が高く、遮熱性舗装による路面温度上昇抑制効果により、被験者の暑熱感が軽減され、快適性も促進されることが分かった。

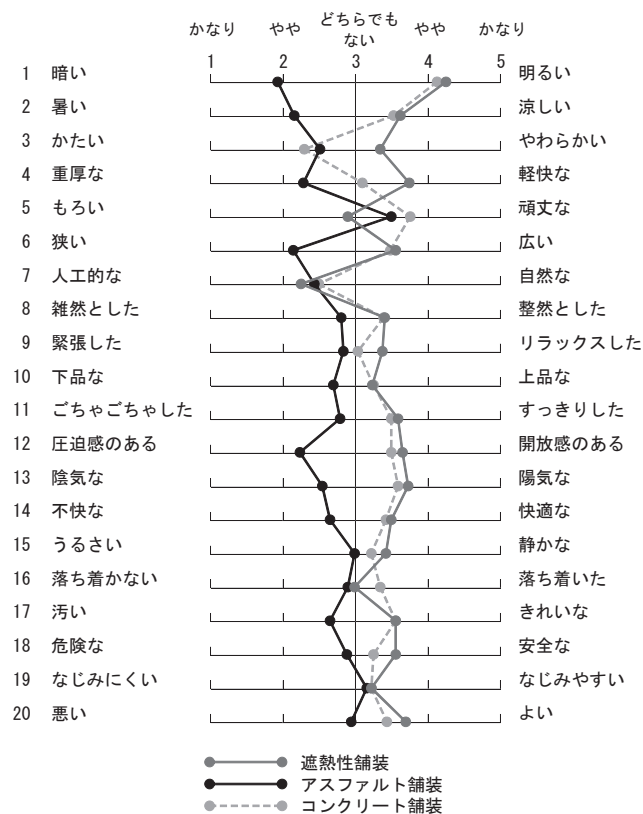
(2) 歩行者の印象評価

遮熱性舗装の導入が歩行者に与える印象を評価するため、遮熱性舗装を施工した近隣住民へのアンケート調査を実施した⁶⁾。

調査箇所には、遮熱性舗装と従来舗装（アスファルト舗装およびコンクリート舗装）が隣接して施工され

ている居住専用空間の生活道路を選定した。気温が 32℃ の日中に、62 名の被験者が 1 人ずつ調査箇所を歩き、道路空間に占める舗装の視覚からの印象を、20 組の形容詞対義語について 5 段階評価した。

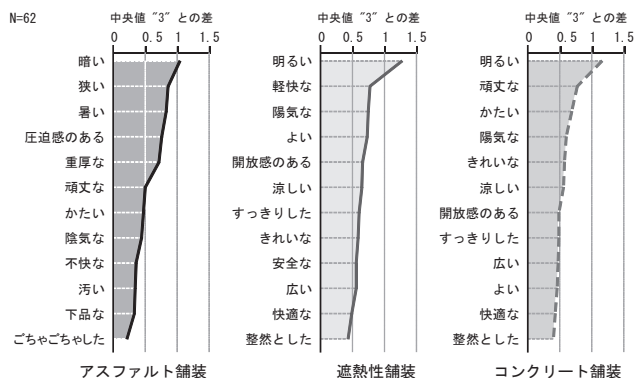
図一 14 は、被験者が回答した舗装の印象の平均値を表したものであり、中央（どちらでもない）から右側には快適を、左側には不快を表す形容詞で分類している。



図一 14 舗装の印象についての評価結果

路面が濃灰色の遮熱性舗装と灰色のコンクリート舗装は類似した傾向で、「明るい」を筆頭に「開放感、整然とした」など肯定的な評価であったのに対し、黒色のアスファルト舗装は対照的に「暗い、圧迫感、不快な」など否定的な評価となっている。「人工的な」という項目は、3 舗装に共通した調査結果となった。

図一 15 は、図一 14 の中央値 3 との差を示したものである。これによれば、アスファルト舗装の「暗い」印象は、夜を象徴するため危険や不安につながり、良いイメージの形容詞は選択されていない。一方、遮熱性舗装とコンクリート舗装の「明るい」印象は、開放的ですっきりとしたイメージにつながっており、見通しが利きやすく、心理的に安心感を与えることが分かった。

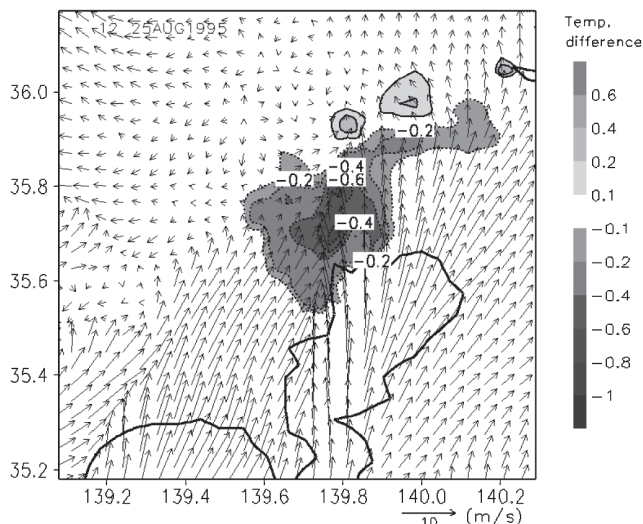


図—15 各舗装の特徴的印象

6. 都市大気への影響

本内らは、シミュレーションモデルを用いて、東京23区の道路用地（細密数値情報における道路用地のうち、道路の緑地率7.9%に相当する面積を除く面積分、約88km²）に遮熱性舗装を導入した場合の気温低減効果を試算した²⁾。

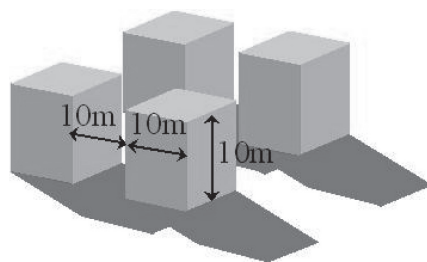
遮熱性舗装導入による気温変化量を図—16に示す。図に示す結果より、舗装の表面温度が低下したことに起因して、都市部で正午には0.8℃以上、午後2時でも0.6℃以上の気温低減効果が認められた。この結果より、道路面積率の高い都市部においては、遮熱性舗装が有効なヒートアイランド対策であると考えられる。



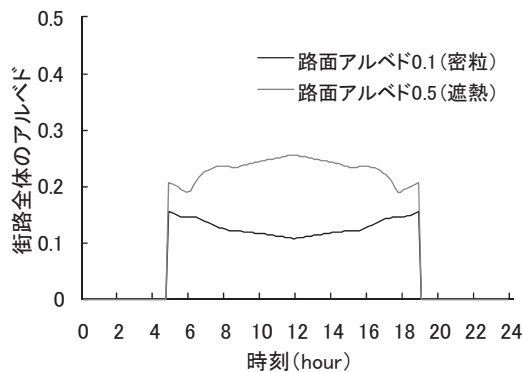
図—16 遮熱性舗装導入による気温の変化（夏期晴天日の正午）

また、舗装面を囲うように建物が存在する都市部の街路空間の場合、舗装面で反射される日射の一部は沿道の建物に吸収されて壁面温度を上昇させることが懸念される。そのため、遮熱性舗装の反射日射が周囲建物に及ぼす影響をシミュレーションにより試算した。

シミュレーションでは、図—17に示す街路空間



図—17 試算ケース

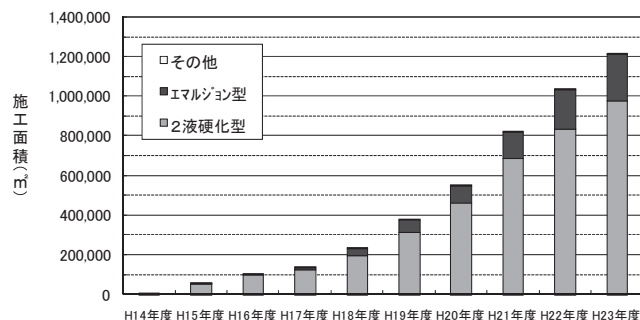


図—18 街路空間全体のアルベド

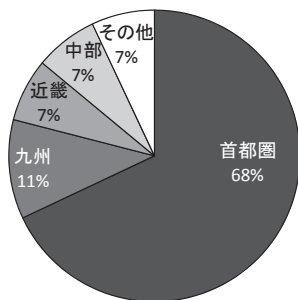
(キャノピー)をモデルとして設定し、試算を実施した。図—18に示す試算結果より、遮熱性舗装の導入により街路空間全体としての反射率が增大することで蓄熱が抑えられ、街路空間から上空大気への顕熱量は減少することが分かった。その結果、遮熱性舗装の導入は都市のヒートアイランド化を抑制する方向に働くと考えられる。

7. 施工実績

民間会社で構成する路面温度上昇抑制舗装研究会が集計した施工実績では、遮熱性舗装の施工面積は平成23年度までに累計で120万m²を超えた（図—19）。首都圏などの都市部での施工がほとんどであるが、九州、近畿、中部でも施工されてきており（図—20）、最近では駅前ロータリーや公園などにも採用が広がっている（写真—4, 5）。



図—19 エリア別施工実績



図一 20 施工実績



写真一 4 駅前ロータリーでの施工例



写真一 5 公園での施工例（皇居外苑）

8. 海外での評価

遮熱性舗装は、斬新かつ独創的な先進技術として世界でも認知され始めてきている。2011年には世界道路協会 (PIARC) から世界道路協会賞 (ベストイノベーション)



写真一 6 世界道路協会賞の授賞式の様子



写真一 7 世界道路功績賞の授賞式の様子

ション賞)を(写真一 6), 2008 年には国際道路連盟 (IRF) から世界道路功績賞 (Global Road Achievement Awards) を受賞している (写真一 7)。道路舗装の分野における日本発の環境技術開発への取り組みが、世界の舞台で認められている。

9. おわりに

気候変動に代表される地球温暖化問題は、全産業の喫緊の課題である。気候変動への適応も含めて、今回紹介した遮熱性舗装 (パーフェクトクール) など、今後も道路舗装から社会に貢献できる新しい技術の開発を鋭意行っていく所存である。

JICMA

《参考文献》

- 1) 吉中 保, 根本信行: 路面温度のヒート抑制を目的とした機能性舗装に関する一検討, 土木学会舗装工学論文集第 6 巻, pp.29-38, 2001.
- 2) 木内 豪, 吉中 保, 深江典之: ヒートアイランド低減効果を目指した高性能の遮熱性舗装の開発, 舗装 Vol.39 No.10, pp.7-11, 建設図書, 2004.
- 3) 峰岸順一, 上野慎一郎: 遮熱性舗装表面の耐久性に関する性能の設定, 東京都土木技術支援・人材育成センター年報 (平成 22 年), pp.41-50, 東京都, 2010.
- 4) 早川 勇, 植松祥示, 関田将巳, 吉中 保: わだち掘れ対策を目的とした空港誘導路への遮熱性舗装の適用検討, 舗装 Vol.44 No.8, pp.9-13, 建設図書, 2009.
- 5) 友永拓史, 芦刈義孝, 濱田敏宏: 遮熱性舗装による道路環境の改善効果一歩行者を対象とした体感温度による検証一, 舗装 Vol.43 No.6, pp.31-36, 建設図書, 2008.
- 6) 吉中 保, 小野浩一, 武石英人, 鈴木明彦: 遮熱性舗装の心理的印象評価に関する件等, 舗装, Vol.44 No.5, p.14-18, 2009.

【筆者紹介】

岩間 将彦 (いわま まさひこ)

(株) NIPPO

研究開発本部 技術研究所 研究第一グループ
副主任研究員



トンネル工事における自然由来重金属含有掘削ずりの管理

第二伊勢道路 2 号トンネル河内工区環境保全対策報告

伊 藤 省 二・志 水 政 弘・伊 藤 達 也

日本国内では、砒素など自然由来の重金属類を含む土壌や岩石が広く分布する¹⁾。これら重金属類を含む土壌や岩石を掘削するトンネル工事では、周辺環境への負荷を低減するために様々な環境対策が必要である。環境対策を実施するにあたり、掘削ずりに含まれる重金属類の定量分析が必要となるが、分析期間は数日間を要するため、その期間中の運搬・保管・搬出時における飛散・流出防止や排水処理、その他騒音・振動防止などの環境対策が必要となる。本報では重金属を含む掘削ずりが発生する現場での ICT 技術を導入した環境対策及び管理方法について紹介する。

キーワード：トンネル，自然由来，重金属，砒素，掘削ずり，騒音対策，振動防止

1. はじめに

トンネル工事では、施工に伴い搬出される掘削ずりに自然由来の重金属類や黄鉄鉱を含有することがある。黄鉄鉱は地山から掘り出すことにより空気中の酸素と反応して酸性水を生成したり、地下水や河川に拡散することにより、周辺環境に影響を及ぼすリスクがある。

これらの環境リスクを評価するためには、掘削ずりに含まれる砒素などの量について迅速な分析が必要になる。リスクの低減には、環境基準を超過した対策が必要なずり（以降「要対策土」と言う）を処理するまでの期間における、拡散防止対策を行うためのシステムの構築が重要となる。さらに、本来の目的であるトンネル構築に対する作業負担を軽減させ、ヒューマンエラーを無くす管理手法も重要となる。

筆者らは、重金属含有掘削ずりを一元管理する目的で WEB 管理システムを開発した。本報は本管理システムを導入した第二伊勢道路 2 号トンネル河内工区における、環境対策手法について報告する。

2. 工事概要

一般国道 167 号第二伊勢道路は、三重県鳥羽市白木町から伊勢市二見町に至る約 7.6 km のバイパス道路であり、地域高規格道路「伊勢志摩連絡道路」の一部区間として整備している²⁾。

第二伊勢道路 2 号トンネルは、総延長が 3,260 m で

あり、起点側の河内工区と終点側の堅神工区の両押しで施工を行った。河内工区は、トンネル延長 1,603 m、掘削断面積約 65 m² であり、発破掘削、NATM 工法で施工した。位置図を図 1 に示す。

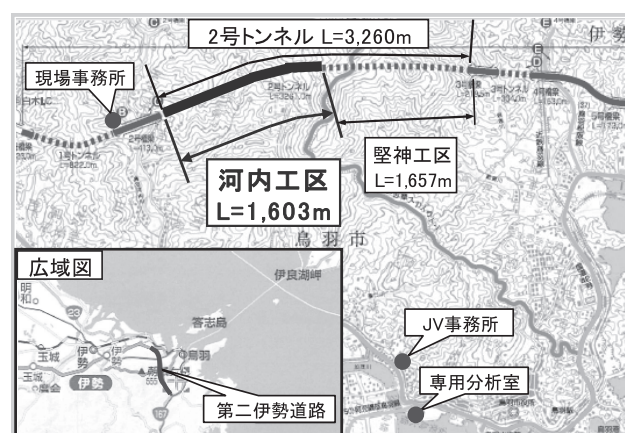
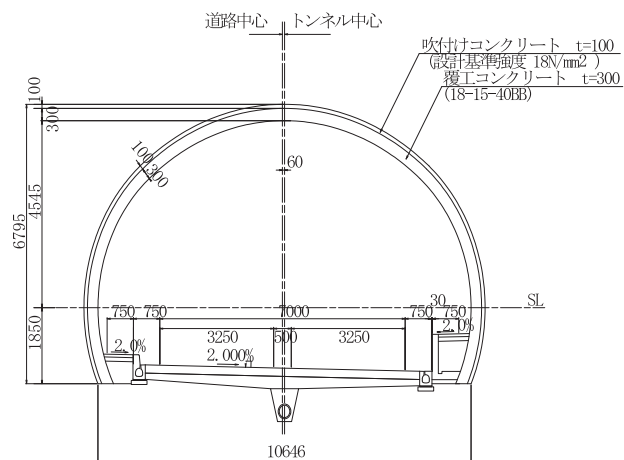


図 1 第二伊勢道路 2 号トンネル河内工区位置図

本工区の地山は、計画段階において一部自然由来による重金属（砒素）と黄鉄鉱を含有していることが判明していたことから、掘削ずりは、要対策土と一般残土を区分するために化学分析による判定が求められた。

本工事では、要否判定期間中の掘削ずりは風雨等による拡散防止のために既設の白木トンネル内に仮置きされるが、場所の制限もあり工事工程確保のためには仮置き時間の短縮が必要となった。そこで終点側の堅神工区と協議し、共同で専用の分析室を近隣に設置することで運搬を含めた分析工程時間の短縮を実施し対応した。

なお、本工事の概要を以下に示し、標準断面図を図—2に示す。



図—2 標準断面図 (CII-b)

- ・ 工事名：一般国道 167 号第二伊勢道路（2 号トンネル（仮称）河内工区）国補道路改良工事
- ・ 工事場所：三重県鳥羽市河内町地内
- ・ 施工方法：NATM 工法 発破掘削方式
タイヤ（ベッセル）工法
- ・ 延 長：L = 1,603 m
(トンネル全延長：L = 3,260 m)
- ・ 掘削断面：65 m²
- ・ 掘削土量：123,032 m³

3. 地形地質

(1) 地形・地質概要

図—3に地質縦断面図を示す。第二伊勢道路周辺では、北部から南部に向かって、より新しい時代の地質帯が分布する。当該地区で最も古い地層は、三波川帯であ

り、堆積岩起源の変成岩類（結晶片岩）で構成されている。本地域では泥質片岩（泥岩起源）を主体とし、砂質片岩（砂岩起源）・珪質片岩（チャート起源）・緑色片岩（凝灰岩・塩基性岩起源）などが分布する。

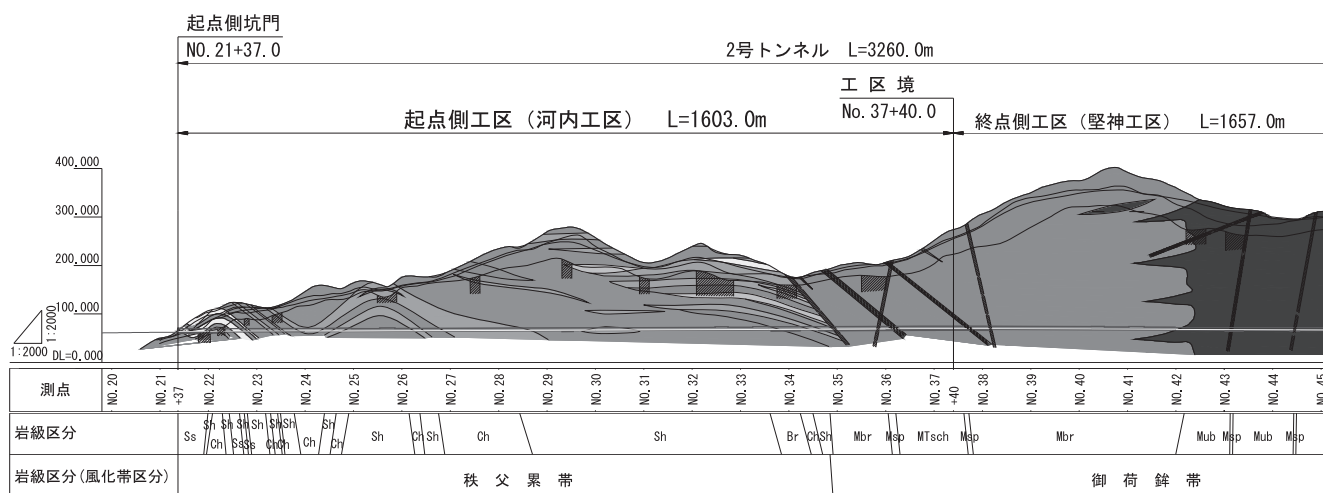
その上位には、御荷鈴（みかぶ）帯が分布し、主に緑色岩（玄武岩質塩基性岩類および玄武岩質火山碎屑岩〔塩基性凝灰岩類〕）を主体とし、一部で滑石片岩やチャートが認められる。

また、御荷鈴帯には超塩基性岩類（蛇紋岩や斑れい岩）の大規模な貫入が認められる。当該地区で最上位と考えられている地層は、秩父累帯であり、頁岩（泥岩の固結が進んだもの）、チャートを主体とし、砂岩・凝灰岩。塩基性岩などが分布する。起点側である河内工区は、図—3に示すように秩父累帯（約 84%）と御荷鈴帯（約 16%）が主体である。御荷鈴帯と秩父累帯の境界には断層があり、ボーリング調査では 9 m 程度の破碎帯が確認された。

(2) 計画時環境汚染リスク

2 号トンネル施工前の計画時において、掘削ずりに含まれる砒素の溶出や、黄鉄鉱等による酸性水の発生などの周辺環境への影響リスクについて事前に評価が実施されていた³⁾。リスク評価結果について一部紹介する。

事前のリスク評価は、ボーリングにより採取した試料を用いた重金属の溶出量・含有量試験の短期的リスク評価、長期安定性のための強制酸化溶出試験、酸・アルカリ溶出試験、酸性水評価のための長期間 pH 試験やイオン含有量試験を実施した。秩父累帯では、頁岩の 20% で砒素の溶出リスクや強制酸化試験等で 7% の酸性水発生リスクが認められ、御荷鈴帯においても斑れい岩と緑色岩で砒素の溶出や酸性水発生リスクが



図—3 地質縦断面図

確認された。表—1 にリスク評価に基づく要対策土発生率予測を示す。

表—1 要対策土発生率予測

岩級区分		要対策土発生率
秩父累帯	頁岩	26.7 ~ 30.7%
御荷鈴帯	緑色岩（塩基性岩）	3.2 ~ 9.7%
	斑れい岩	22.2 ~ 26.7%

4. 掘削ずりの判定・運搬

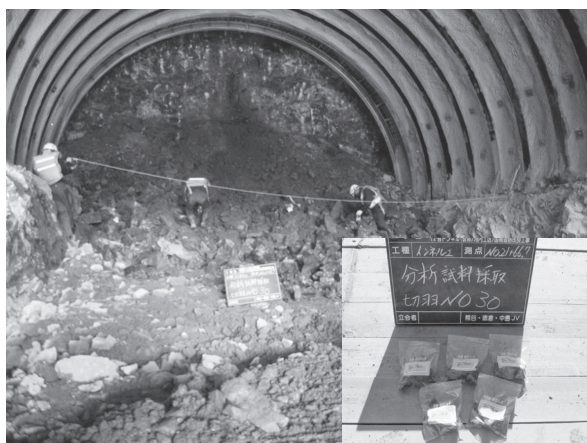
工事により発生する掘削ずりは、環境汚染のリスクを低減させるとともに、掘削サイクルに影響を及ぼすことの無いように、対策の要・不要を迅速かつ正確に判定することが必要であった。

本章では、掘削ずりの発生から処理に至る間の管理方法について記述する。

(1) 掘削ずりの判定

①試料採取

分析に用いる試料の採取は、1切羽ごとに行った。採取方法は、発破後の後ガスが抜け安全確認を行った後、切羽後方において2m間隔で発破されたずりを計5地点から採取した。なお、切羽ごとに異なる色の試料袋を使用し、試料の取り違いなどのヒューマンエラーを防止した。試料採取状況を写真—1に示す。



写真—1 試料採取状況

②試料分析

採取した試料は、近傍に設置した専用分析室（図—1 参照）に運搬し、乾燥後、ジョークラッシャー（破砕機）により2mm以下に粉砕した。粉砕した各試料は、等重量で混合しひとつの試料とした。混合試料を各種分析に使用する際は、適宜縮分により必要量を分取した。写真—2に専用分析室を示す。



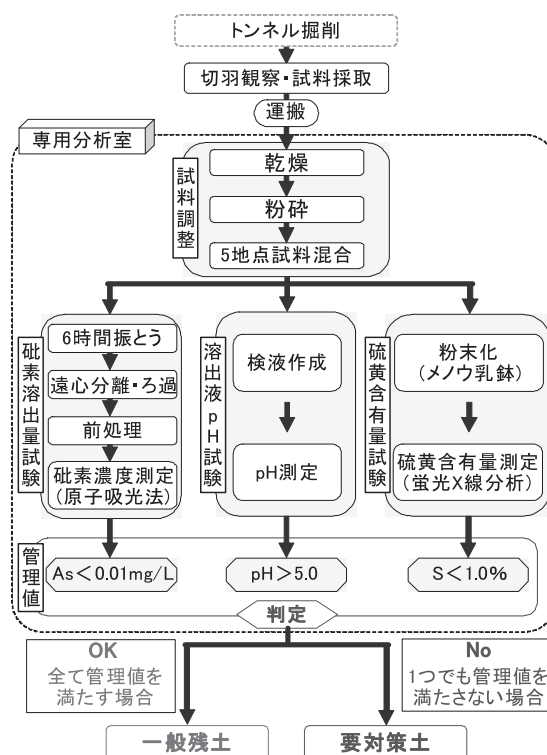
写真—2 専用分析室

分析項目は、短期的リスクの判断方法として、砒素の溶出量試験（環境省告示18号）の測定を行い、長期的リスクの判断方法として硫黄含有量試験（蛍光X線分析）と溶出量pH試験を実施し、管理値との比較を行った。

③試料判定

採取した試料の分析結果から、要対策土と一般残土を区分けするフローを図—4に示す。図に示すように、砒素溶出量試験、溶出液pH試験、硫黄含有量試験の3項目の試験のうち、1項目でも管理値を超える場合は要対策土として判定した。

対象となる1,416切羽の判定結果については、砒素だけで要対策土と判定された数は33切羽、砒素と硫黄の両方により要対策土と判定された数は1切羽、硫黄だけで要対策土と判定された数は5切羽、pHについては全ての切羽について管理値を満足し、合計39切羽において要対策土と判定された。なお、湧水・排水中に砒素の溶出は認められなかった。



図—4 掘削ずり判定フロー

(2) 掘削ずりの運搬

掘削ずりは数日を要する判定の間、一時保管を行い、判定後にそれぞれの処理場所へ運搬を行った。判定前の掘削ずりは砒素溶出量が不明のため、要対策土と想定し周辺環境への影響低減を考慮した運搬方法と保管方法が必要である。

掘削ずりはベッセル函に積み込み、切羽後方に一次仮置きをした後、飛散・流出防止の目的で白木トンネル内に一時保管を行った。写真—3にベッセル函運搬ダンプの写真を示し、写真—4に白木トンネル内の保管状況を示す。

一般残土と判定を受けた掘削ずりは、一般残土積替えヤードで積替えを行い、一般残土処分場へ運搬処理

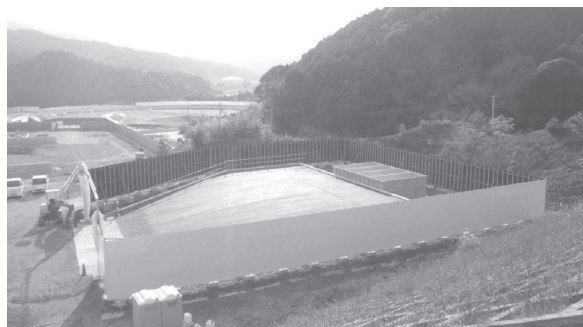
を行った。要対策土は、流出防止を考慮した要対策土積替えヤードで車輛に積み替えた後、要対策土処分場へ搬出し封じ込め処理を行った。図—5に掘削ずりの運搬フローを示し、写真—5に要対策土積替えヤードを示す。



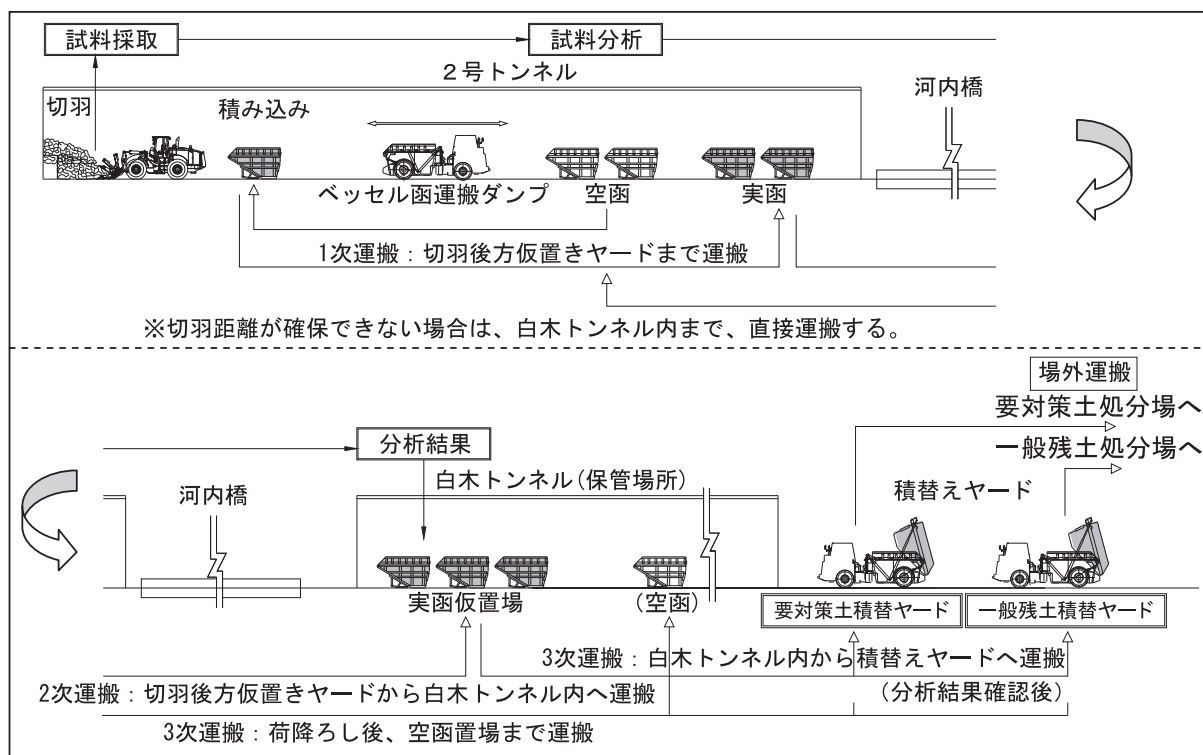
写真—3 ベッセル函運搬ダンプ



写真—4 白木トンネル内保管状況



写真—5 要対策土積替えヤード



図—5 掘削ずりの運搬フロー

5. WEB 共有管理システム

本工事は、トンネル構築と周辺環境への影響を低減させる施工方法と管理手法を同時に行うことが重要であった。さらに、安全や品質を確保しつつ迅速な施工を行う必要性から、現場内の要所をネットワークで結び、情報の共有・一元管理をする WEB 管理システムを導入した。

(1) 掘削ずり WEB 共有管理システム

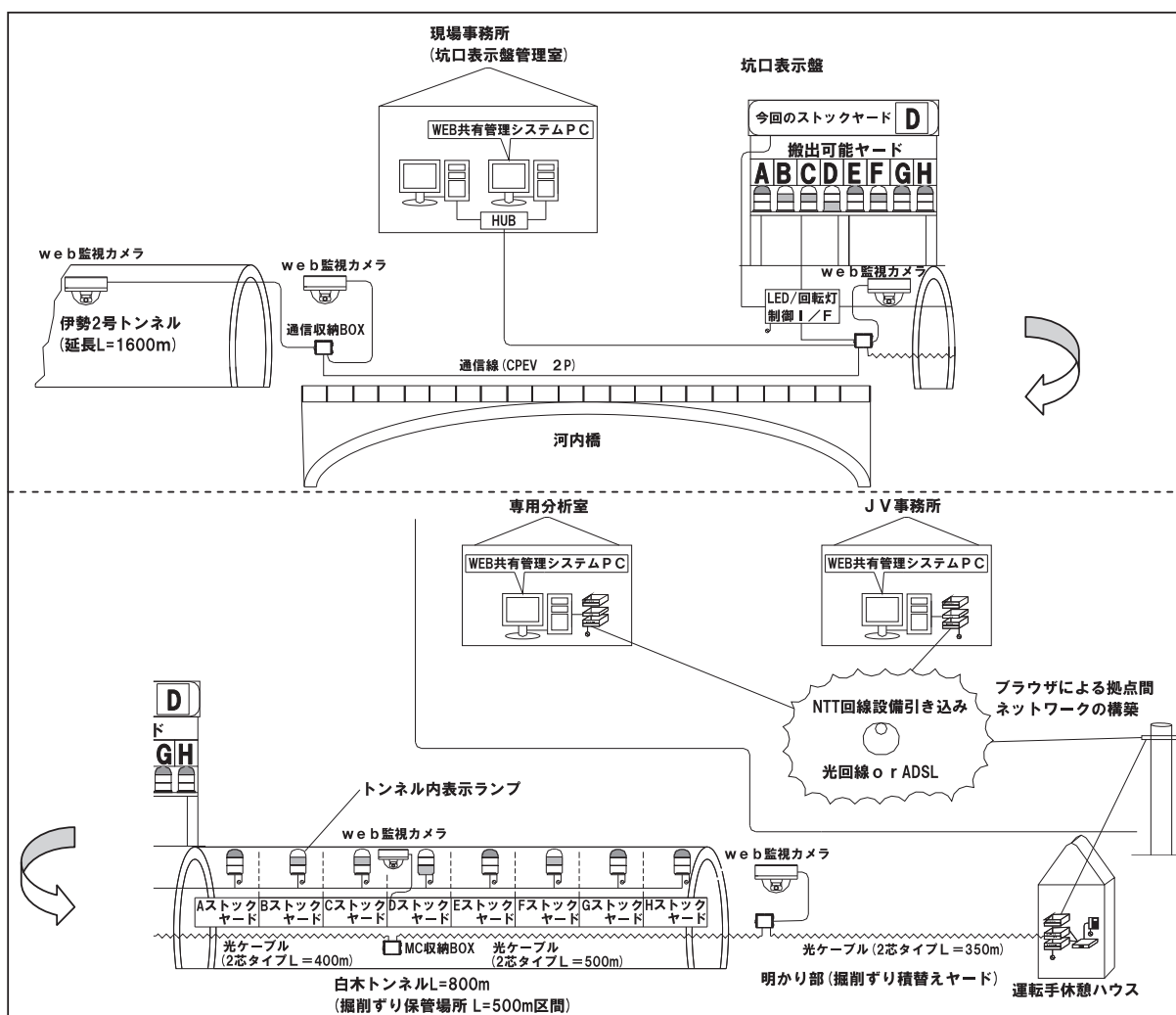
掘削ずり WEB 共有管理システムの概要を図—6 に示す。ネットワークを構築した箇所は、現場事務所、専用分析室、JV 事務所の 3 箇所とした。

まず試料の採取後現場事務所において、採取した切羽番号の入力を行うことにより、専用分析室、JV 事務所で試料の出所が確認できる。専用分析室までの試料の運搬時間は概ね 30 分程度であるが、その間に専用分析室では受入準備を行い、試料が届くと同時に分析を開始することができる。専用分析室では、分析結

果が判明した段階で結果を入力する。JV 事務所管理者は、画面情報により結果を確認し、保管されている該当ずりの判定を入力する。現場事務所の管理者は、その判定結果を元に保管されている該当掘削ずりの判定結果を迅速に現場に反映することが可能である。写真—6 に現場事務所内の WEB 共有管理システムを示す。



写真—6 WEB 共有管理システム



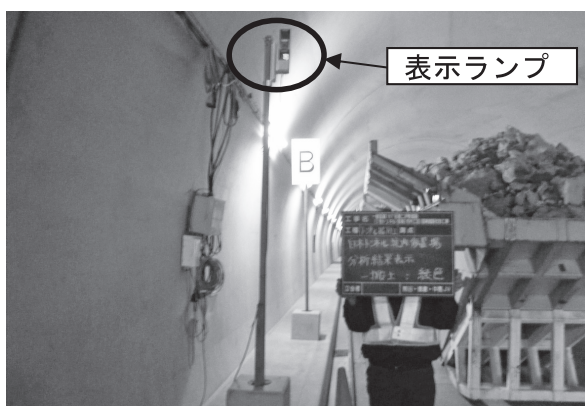
図—6 掘削ずり WEB 共有管理システム概要図

現場への反映は、保管場所の白木トンネル坑口および該当区画に現場事務所から操作が行える表示盤と表示ランプを設置して行った。

掘削ずりが保管されている白木トンネルの保管場所の延長は500mであり、A区画～H区画の8区画に区分けされている。4章で述べたように、判定結果に応じて、要対策土と一般残土のそれぞれの積み替え場所にベッセル函運搬ダンプを用いて運搬した。判定結果を確認した現場事務所管理者は、坑口表示盤に運搬対象のストックヤードの位置（A～H）を表示し、3色回転灯の色で対象ベッセル函の積み替えヤード先を指示する。3色灯の表示は、赤の回転が要対策土積み替えヤードへの運搬を指示し、緑の回転が一般残土積み替えヤードへの運搬を指示する。黄色は、分析中であり待機を示している。なお、坑内のA～Hストックヤードに設置している3色回転灯も坑口表示盤と連動して同様の表示をし、取り違いを起こさないようにした。写真―7に白木トンネル坑口表示盤を示し、写真―8にトンネル内表示ランプを示す。



写真―7 白木トンネル坑口表示盤



写真―8 トンネル内表示ランプ

(2) WEB 動画監視システム

掘削ずり運搬時の粉塵の有無の確認や、迅速に現場確認が行えるように現場内の5箇所 WEB 監視カメラを設置した。設置箇所は、白木トンネル両坑口、白木トンネル保管ヤード天端、掘削中の2号トンネル切羽、2号トンネル坑口とした。全てのWEB監視カメラは、WEB管理システムで使用されているパソコンと接続されており、どのパソコンからも確認できると共に、録画などによりサイクルタイムの計測なども迅速に行うことができた。これらの情報等により、品質の高い円滑な施工や安全管理を実施した。写真―9にトンネル内のWEB監視カメラを示し、写真―10にWEB動画監視システムを示す。



写真―9 WEB カメラ



写真―10 WEB 動画監視システム

(3) 騒音・振動自動計測システム

2号トンネルと掘削ずり保管場所を結ぶ河内橋近傍には民家があり、施工による影響を監視することを目的に、騒音・振動自動計測システムを設置した。計測場所は2号トンネル坑口近傍の河内橋下部とした。本システムを用い、騒音や振動を24時間監視することで、場内車輛の制限速度や、掘削ずり運搬可能時間の設定、夜間使用を禁止する機械、施工方法などの選定を行った。騒音・振動計も、WEB共有管理システム

と接続されており、どのパソコンからも確認できる。
写真— 11 に騒音・振動自動計測システムを示す。



写真— 11 騒音・振動自動計測システム

6. その他環境対策

工事では、発破掘削や重機類の走行による騒音の低減や、粉塵の飛散防止対策などが必要となる。本章では、騒音、防塵対策について記述する。

(1) 騒音対策

①防音扉及び坑口部防音シート

発破掘削時の騒音防止対策として、防音扉を2基設置した。そのうち1基については、低周波音圧レベルの振動を防止するために、ネズミ鉄（新素材ラスク）⁴⁾を使用した防音扉を設置した。さらに、発破時以外に発生する機械の音などを低減させる目的で、坑口には防音シートを設置した。設置した防音扉を写真— 12 に示し、坑口部防音シートを写真— 13 に示す。



写真— 12 防音扉



写真— 13 坑口部防音シート

②運搬走路における防音シート

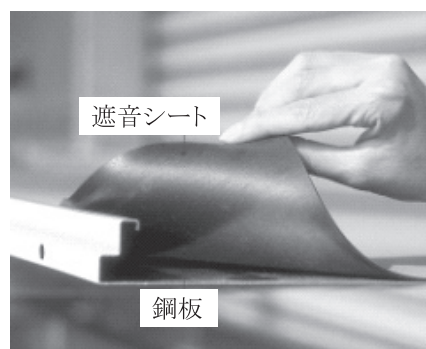
掘削ずりの運搬走路となる河内橋付近には民家が点在していることから、ベッセルダンプ等の重機による騒音を低減させる目的で、河内橋両壁に防音シート（高さ3m）を設置した。写真— 14 に防音シートの設置状況を示す。



写真— 14 防音シート

③防音型万能板の設置

要対策土積み替えヤードでは、積み替え時の騒音が予想されたことから、外周には遮音シートを貼付した防音型万能板を設置し近隣家屋への騒音対策を行った。写真— 15 に防音型万能板を示す。



写真— 15 防音型万能板

(2) 粉塵対策

①運搬走路における防塵シート設置

粉塵対策として、掘削ずり運搬車両などの移動経路となる白木ヤード内の工事用道路や積み替えヤード、場外へ通じる工事用道路に防塵シート（高さ3m）を設置した。写真—16に設置状況を示す。



写真—16 防塵シート

②工事用道路の散水及びスーパーの使用

掘削ずり運搬車両などの移動経路となる河内橋橋梁部や舗装部、白木トンネル内、白木ヤード内の工事用道路、積み替えヤード、場外へ通じる工事用道路において、粉塵防止の目的で適宜散水を実施した。また、橋梁部や舗装部についてはスーパーを用いて粉塵発生の低減を行った。

③使用機材の取り扱い

本工事では砒素を含有する要対策土を取り扱うことから、特に一般残土への要対策土の混入に留意して施工を行った。要対策土の判定を受けた掘削ずりに用いたベッセル函については、使用後の空函時に清掃を実施した。場外搬出に使用した車両については、一般残土を取り扱う前に車体及び荷台の清掃を行った。なお、場外搬出を行う全ての車両に対しては、飛散防止シートを荷台に設置すると共に、場外出口部に設置した乾式タイヤ洗浄機での清掃等、運搬による場外への要対策土の拡散を防止した。

7. おわりに

第二伊勢道路2号トンネルは、自然由来重金属（砒素）の溶出などの環境に対するリスクのある地質であ

ることが設計段階から確認されていた。本案件は、与えられた諸条件の中で迅速かつ高品質な施工と、環境リスク低減の目的で、WEB 共有管理システムの導入など工夫を行った。今後の更なる工夫や ICT 技術の発達により、革新的な施工管理手法が登場することを期待すると共に、同様の工事があった際に参考になれば幸いである。

謝 辞

本工事施工の各過程においては、発注者の皆様にはご理解ご指導をいただきました。また、協力業者の皆様にも大変ご尽力いただきました。末筆ではありますが、皆様に厚く御礼申し上げます。

J C M A

《参考文献》

- 1) 建設工事における自然由来重金属等含有土砂への対応マニュアル検討委員会、建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル、2010.3
- 2) 三重県、伊勢志摩連絡道路 国道 167 号第二伊勢道路パンフレット、2011.12
- 3) 三重県志摩建設事務所、一般国道 167 号（第二伊勢道路）国補道路改良（トンネル掘削残土評価検討その3）業務委託報告書、2009.3
- 4) ㈲スイサク、<http://www.rask.co.jp/raskpage.html>

【筆者紹介】

伊藤 省二（いとう しょうじ）
 ㈱熊谷組 名古屋支店 土木部
 伊勢2号トンネル作業所
 所長



志水 政弘（しみず まさひろ）
 ㈱熊谷組 名古屋支店 土木部
 伊勢2号トンネル作業所
 副所長



伊藤 達也（いとう たつや）
 ㈱熊谷組 土木事業本部 環境事業部
 課長



排ガス長期規制適合機に対する 燃料・オイルについての問題・注意

2011 年および 2014 年排ガス規制対応

吉 田 史 朗

2011 年からの排ガス規制対応にディーゼル微粒子捕集フィルタ（DPF：Diesel Particulate Filter）の装着が必要となったが、目詰りすることが問題となる。煤は再燃焼で再生可能であるが、燃料やオイル中の金属分は灰となり目詰り原因となるため、超低硫黄燃料とローアッシュオイルの組合せ使用が必須である。

オフロードにおいては、低コスト化から A 重油が規制対象外機では使用される可能性があるが、高硫黄燃料であり、酸中和能力の大きいハイアッシュオイルが必要である。

軽油と A 重油がある場合、ローアッシュとハイアッシュのオイルの使い分けが必要で、組合せ不適とならないよう啓蒙するとともに、アンケートで意識調査を行ったので、その状況も報告する。

キーワード：排気ガス規制、DPF、燃料、オイル、品質、規格

1. はじめに ～排気ガス規制と燃料・オイル品質の変遷～

1970 年代に、光化学スモッグ、酸性雨が問題になり、1980 年代後半からエンジンの排気ガス規制が始まった。オンロード自動車から始まり、段階的に規制値が厳しくなり、オフロード自動車へと波及し、最終目標の長期規制が、2011 年に 3 次（主に、PM：0.17 ⇒ 0.02 g/kWh）、2014 年に 4 次（NOx：2.0 ⇒ 0.4 g/kWh）と 2 段階で実施されることとなった。

排気ガス規制が段階的に強化されるに従って、影響度の大きい燃料中の硫黄分（S 分）が順次減らされた。燃料の低硫黄化に伴いエンジンオイルの品質も適正化が進んだ。ディーゼル用について、その経緯を図—1 に示す。

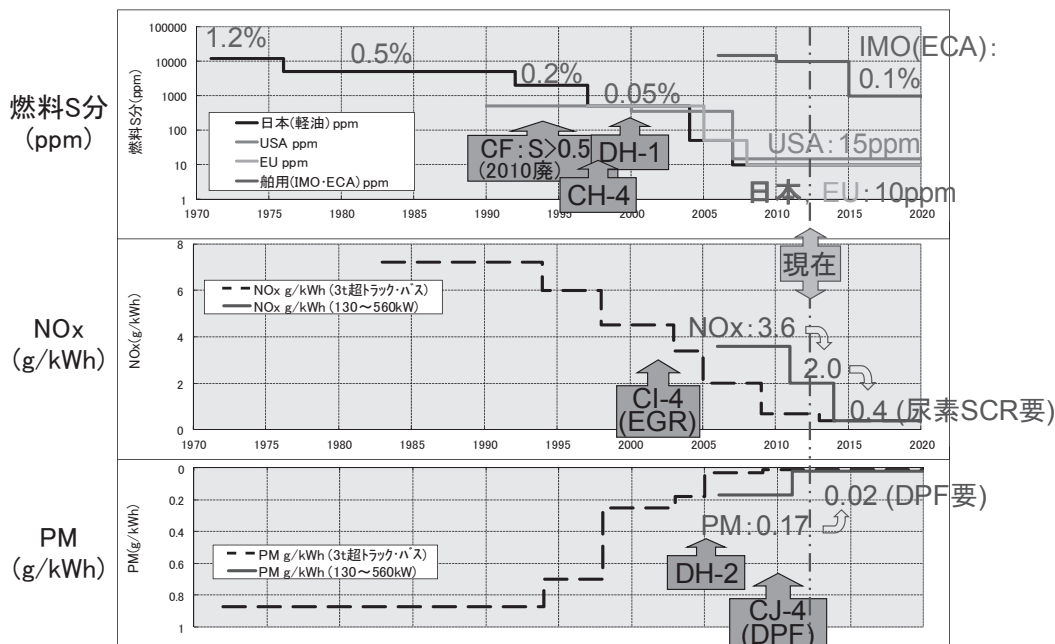
オンロードでは、燃料が軽油と規制されており、当初硫黄分は 1.2% であったが、排ガス規制で 0.5% になり、その後、規制強化とともに、0.2 → 0.05 → 0.0050 → 0.0010%（10ppm）になった。この硫黄分レベルによって、採り得る排ガス対策があり、それに適したオイル規格が作られた。例えば、API（American Petroleum Institute）のオイル規格変遷をみると、初期の対策として噴射タイミングリタードがあったが、排気ガス温度の上昇からピストントップランド高温化によるカーボン成長の防止として、清浄性を高めた CF-4（CE 廃止）の設定、また、低硫黄化（0.05%）を前提に、低

NOx 対策である EGR（排気再循環）用にカーボン分散性を高めた CI-4（CG-4 廃止）の設定があった。最終段階として後処理装置（DPF）装着を前提とした規制が始まったが、詰まり防止（延命化）を図った CJ-4 が設定された。

一方、オフロードに対しては、当初全体の寄与度が低いことから据置きされていたが、オンロードが対策され改善が進んだことで無視できなくなり、また、エンジンが共用されることから、後追いで規制がかけられた。

しかし、大きな問題が顕在化した。オフロードでは燃料の規制がなく、オンロード用以外の税金がかからない安価な燃料が使用されており、硫黄分規制がなく、エンジンメーカの推奨 1% 以下が運用されていた。そのためオフロード用として CF（S > 0.5%）が設定された。ところが、日本製 CD よりも CF/CF-4 の品質が劣る形となったため、日本の自工会（日本自動車工業会）が主体となって日本自動車技術会規格（JASO）：DH-1 を設定し、DPF 付用として DH-2 を設定した。API では、CF-4 に対して CH-4 に変更された。

米国では、燃料の硫黄分は、オン・オフともに 15 ppm に規制され、CF が廃止された。しかし、欧州では、定置式発電機は未定で、船舶用は、0.1%（1,000 ppm）の方向であり、日本は、まだ具体的な方針はなく、オフロード法で、適正燃料を使用のことで、とされている。そのため、高硫黄燃料と低硫黄燃料が混在している状況である。



図—1 排ガス規制と燃料・オイル品質の変遷

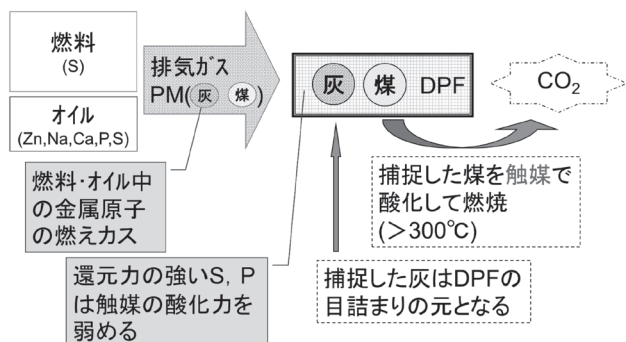
国内のオフロードでは、軽油以外に灯油、A重油が使用されている例があり、国交省・直轄工事の抜き燃料調査でも、硫黄分が軽油規格以上のものが21%あることが確認されている¹⁾。

これまでは、エンジンへの実害がなかったが、2011年の3次排ガス規制に対しては、規制値を守れないだけでなく、DPFの耐久性に影響し、最悪エンジンが停止するので適正燃料の使用を遵守する必要がある。国内において、現在では、適正燃料は軽油のみである。

2. 後処理装置 (DPF) への燃料・オイル品質の影響

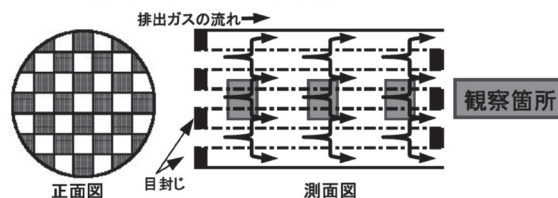
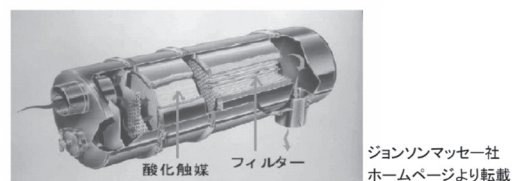
PMの大幅低減に効果のあるDPFは、セラミックの微小な空隙で、気体は通過させ、固体の微粒子を捕捉するものである。その機能説明を図—2に、構造を図—3に示す。

PMは、未燃の炭素(煤)と燃料・オイル中の金属



図—2 排ガス規制対応・DPFの機能

DPFを切断し、上流、中流、下流でのアッシュ堆積状態を観察

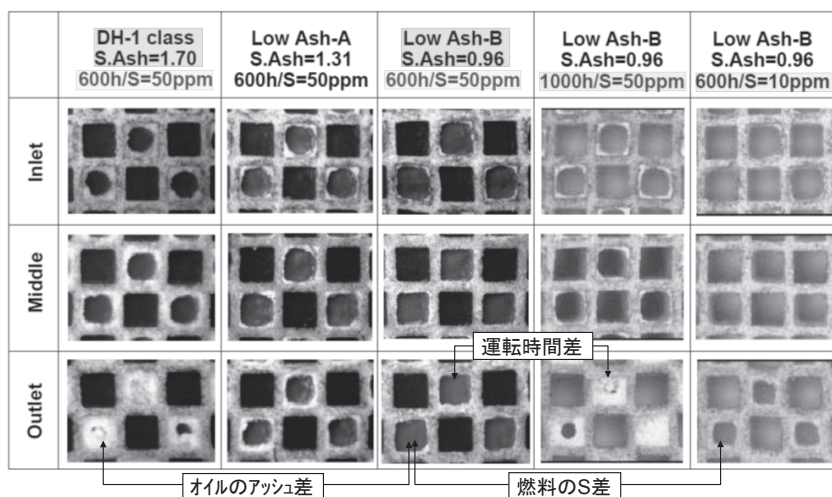
図—3 DPFの構造²⁾

原子の燃えカス(灰)である。煤は触媒による酸化で CO_2 として取り除けるが、灰は固体のままで堆積し続け排ガス通路を閉塞することになる。排気ガスが排出されないと新気が入ってこないでエンジンは燃焼できずストールしてしまう。建設機械で稼働中にエンジンが止まることは人身事故に繋がる危険な事象で避けなければならない。DPFの詰りを検証した例²⁾があるので、図—4に示す。

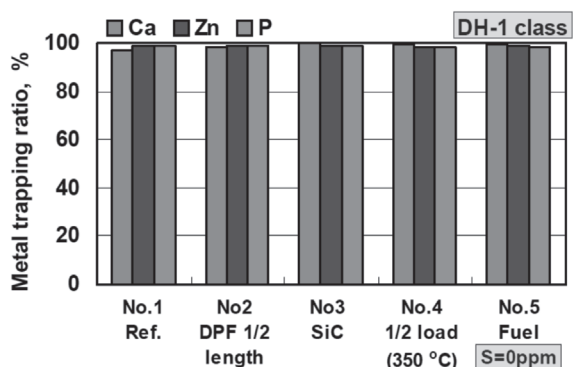
図—4は、燃料の硫黄分が、50, 10 ppm, オイルの硫酸灰分(S. Ash)量が、1.70 (DH-1相当), 1.31, 0.96 (DH-2相当) g/kg, 運転時間が、600, 1,000 hでの詰まり状況を観察したものである。

観察位置は、図—3に示した入口(Inlet), 中央(Middle), 出口(Outlet)で、白い物が堆積物である。

S. Ashが大きいものほど詰りが酷く、運転時間が長いほど詰りが酷いことがわかる。また、燃料の硫黄

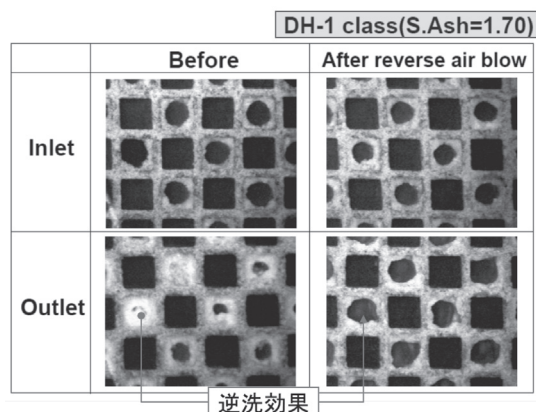
図—4 DPF の詰り検証²⁾

DPFサイズ、材質、排気温度、燃料S量に拘わらず、オイル由来の金属は、ほとんどすべてCR-DPFで捕捉されている

図—5 捕捉堆積物の分析²⁾

逆洗エアブローによるアッシュ除去効果

- 逆洗エアブローにより下流側のアッシュが除去された。
- 市場でのDPFメンテナンスに対しての逆洗エアブローの効果については、更に検討が必要。

図—6 DPF 逆洗エアブローの効果²⁾

分は、50ppmと10ppmでは、差が少ないことがわかる。捕捉された堆積物の分析結果を、図—5に示す。

捕捉物のほとんどは、Ca, Zn, Pといったオイルの添加剤の金属である。捕捉率は、ほぼ100%であり、

DPFの詰り寿命は、オイル中の金属量とDPFの容量で決まる。

DPFの詰りに対して、逆洗エアブローが知られているが、その効果の状況は図—6のようである。

大きな詰りは取れるが、壁面に付着の堆積状況には効果が見られない。延命効果は、稼働状況で異なってくると考えられるので、データを取りつつ新替え工事までの応急処置として運用が望ましいと考えられる。

3. DPF付きエンジンの燃料とオイル品質規格

DPFの詰りは、燃料硫黄分が50ppm以下では、オイル中の金属分が支配的である。オイルの金属分は、ディーゼルエンジンオイルとして重要な清浄性、分散性を確保するための塩基価の元である。そのため、ローアッシュオイルは、塩基価が小さいことを意味する。酸中和性に乏しいので、高硫黄燃料に使用した場合、オイル寿命が極端に短くなるので、注意が必要である。よって、DPF付きエンジンには、燃料は「超低硫黄軽油」で、オイルは「ローアッシュオイル」の組合せ使用が必須である。

燃料は、軽油が、硫黄分が10ppm以下と規定（JIS K-2204 参照）されており、適正燃料である。

オイルは、API規格では、CJ-4（Engine-Oil-Guide-2010 参照）が、JASO規格では、DH-2（M 355：2006 参照）が適している。

DPF付用オイルとして、重要な項目を抜き出して比較した表を、図—7に示す。

DH-2とCJ-4では、硫酸灰分、リン、硫黄分が、規定されている。DH-1では、それらの規定はなく、高硫黄燃料対応として酸中和能力を確保するために塩基価を10.0以上（塩酸法）としている。塩基価につい

規格	JASO		API
品質等級	DH-1	DH-2	CJ-4
硫酸灰分 (質量%)	—	1.0±0.1	1.0 以下
塩基価 (mgKOH/g)	10.0以上	5.5以上	—
リン (質量%)	—	0.12 以下	0.12 以下
硫黄 (質量%)	—	0.5 以下	0.4 以下

高S(<0.5%)燃料対応

CJ-4に規定なし

図—7 JASO : DH-1/DH-2 と API : CJ-4 比較

では、DH-2は、5.5以上としているが、CJ-4にはない。清浄性、耐酸化に対して必要な事項であるので、CJ-4の場合、API認証のドーナツマーク付が品質確保の点で望ましい。

4. 軽油外燃料の動向と影響

オフロードでは、燃料として軽油以外のものを使用しても違法にならない。そのため、灯油やA重油またはバイオディーゼル燃料(BDF)が使用される場合があった。従来のエンジンでは、排気ガス性状に問題があってもエンジンが故障に至るのは稀であった。しかし、DPF付では、塩基価の高いオイルでは早期目詰まりに陥り、塩基価の低いオイルでは酸化によってオイルの早期劣化が進み摺動部分で問題が発生し易くなる。よって、軽油外燃料の使用は控えなければならない。

(1) A 重油

船用や発電用に専ら使用され、自動車用のエンジンがコンバートされて稼働しているのが、同型式の建機エンジンにはA重油(JIS K-2205 参照)が使用され

IMO 第57回海洋環境保護委員会 (MEPC57('10/4))の審議結果について
[概要] http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha08/10/100407_.html

1. 大気汚染関係

■NOx 3次規制案: 80%減、地域規制を承認。実施2016年～

■SOx規制案

指定海域: 2015年0.1%、

一般海域: 2020/25年0.5%

* 船上に処理装置を設置するか、

硫黄分が0.5%以下のA重油に転換要

2. 温室効果ガス(GHG)関係

・国際海運からの温室効果ガス削減対策に関する原則について合意

・CO2排出指標等具体策は、次回MEPC58の合意を目指す

3. シップリサイクル関係

4. バラスト水管理規制条約関係

図—8 IMO 排ガス規制³⁾

やすい。船用もIMO規制³⁾で排ガス規制が進んできているが、レベルは低く、燃料の硫黄分については図—8の通りで、今後もA重油は存続する。

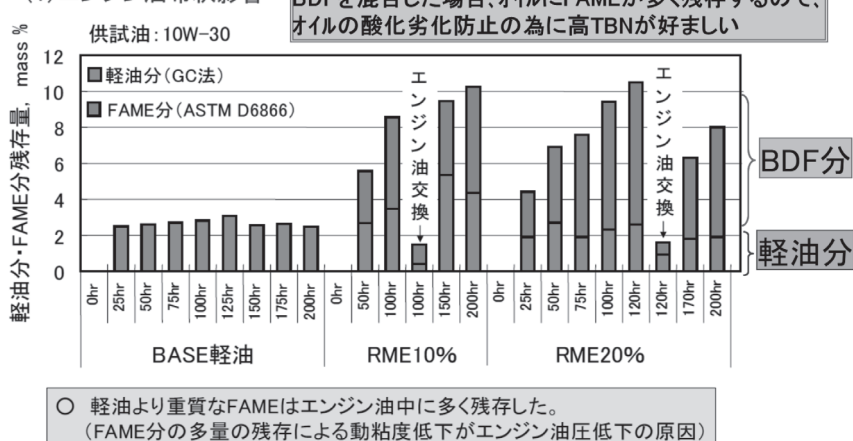
(2) BDF

軽油の品質として、5%の混合が認められている⁴⁾。DPF付エンジンでは、触媒の酸化作用の活性化のため、300℃以上にしなければならない。そのために、ポスト噴射を行って燃焼させ排気温度を上げるようにしている。僅かではあるが、その未燃燃料がオイルに混入する。軽油は高油温によって蒸発するが、BDFの場合、オイル内に蓄積し、ダイリューションに至る。実験結果⁵⁾を図—9に示す。粘度が下がり油圧低下を招き、耐久途中でオイルの新替えを余儀なくされている。BDFによる酸化も進むため、オイル寿命を半分位に考えるのが良い。

また、DPFの煤捕捉による詰りを、排気管に燃料噴射して燃焼させ煤も同時に燃焼させる再生処理が行われるが、BDFが10%を超えると不十分となり、100%では再生不可となる。実験結果⁵⁾を図—10に示す。

エンジンオイル影響 —エンジン油中の軽油分、FAME分残存量— JATOP

(1) エンジン油希釈影響

図—9 BDF のオイルへの影響⁵⁾

後処理影響 —DPF強制再生 試験結果—

JATOP

*1: RME、CME、*2: RME、*3他の混合率の結果から推定

試験項目		バイオ燃料混合率、mass%			
		10	20	50	100
DPF 強制再生	自動	○	○	○ (FAME*2)	× (FAME*2)
	手動	○	○ (HBD) × (FAME*1)	× (FAME*3)	× (FAME*3)

○: Pass、×: Fail

○ FAME混合率の増加により、強制再生がFailとなる傾向がみられた。
 —自動強制再生はFAME100%混合でFail
 —手動強制再生はFAME20%混合でFail (HBD20%混合はPass)

(FAMEの発熱量や揮発性が軽油と比較して低いことに起因すると推定される)

図—10 BDFのDPFへの影響⁵⁾

5. 意識調査

以上のように、DPF付エンジンの場合は、燃料とオイルの品質が重要となり、かつ、規制対象外機や従来機との併存において、燃料とオイルの品質組合せ適否が起り得るので、建機・エンジンメーカーとユーザー側である整備・レンタル業にアンケートを行った。その結果を紹介する。

(1) 現行機の燃料・オイル品質の推奨と実際

推奨燃料と使用燃料を図—11に示す。メーカーの推奨では、軽油と100%軽油を区別しているが、使用者側は、軽油と認識していて、軽油外が少ないことから、品質について厳格にとらえていない可能性がある。

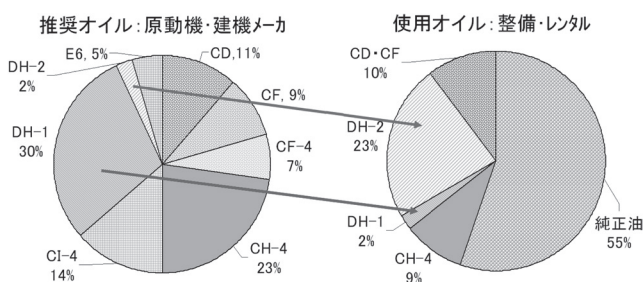
推奨オイルと使用オイルを図—12に示す。JASO:

推奨燃料:		使用燃料:	
・軽油 (<B5)	64%	・軽油	99%
・100%軽油	27%	・灯油	1%
・燃料成分規制*1	9%	・A重油 他	0%

*1: 排ガス規制対象外機

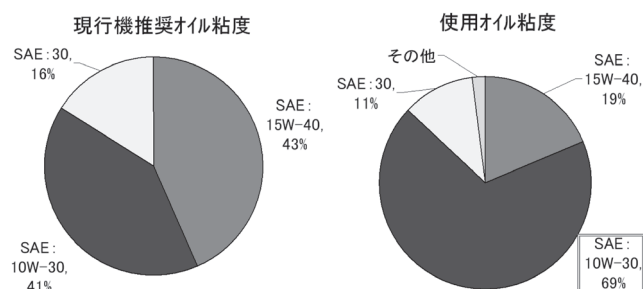
推奨は、厳格であるが、使用者側は、軽油外の比率が小さく、そこまで認識していない可能性がある

図—11 現行機の燃料



図—12 現行機のオイル品質

DH-1とDH-2について、逆転現象がみられる。使用燃料が、厳格に軽油であれば問題ないが、軽油外燃料が含まれていた場合には、問題になる可能性がある。DH-2の方が新しい規格なので、旧規格DH-1を包絡していると考えているならば、それは誤解である。メーカーの推奨に戻した方がよい。また、図—13に示す粘度においても、10W-30と15W-40で比率の違いがみられる。推奨と実態で差があると考えられる。



図—13 現行機のオイル粘度

(2) DPF付機の燃料・オイル品質の推奨

推奨燃料は、図—14に示すが、現行機とほとんど変わらない。

推奨オイルは、図—15に示すが、品質においては、新たに設けられたカテゴリのJASO: DH-2あるいはAPI: CJ-4である。粘度においては現行機と同様である。

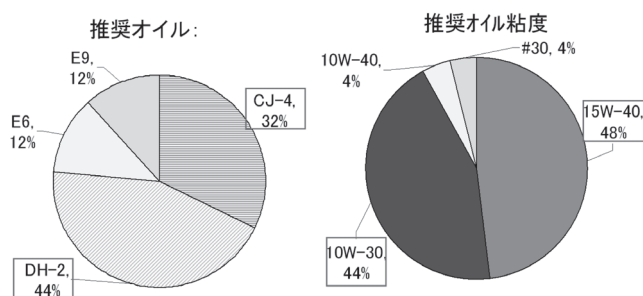
このメーカーの推奨に対するユーザー側の反応は、図—16の通りである。80%が遵守事項ととらえられており認知度としては高い方であるが、20%は必須との考

推奨燃料:		(現行機)	
・軽油 (<B5)	67%	(64%)	
・100%軽油	28%	(27%)	
・燃料成分規制*1	5%	(9%)	

*1: 排ガス規制対象外機

推奨燃料は、現行機と、ほとんど変更なし

図—14 DPF付機の燃料



図—15 DPF付機のオイル品質と粘度

■ 燃料:軽油, オイル:DH-2相当の使用が必須	
①認識している	80%
②知ってはいるが、推奨だと思っていた	20%
③知らなかった	0%
メーカ推奨と使用者認識にズレがあり、DPFの目詰りリスクの啓蒙が必要	

図—16 DPF付機の燃料とオイル品質

えに及んでいない。

DPFの目詰りリスクに対する啓蒙が必要である。

(3) DPF付機の燃料・オイル品質の励行

燃料・軽油, オイル・DH-2の入手性については、図—17に示すように問題なさそうである。

しかし、在来機との燃料・オイル品質の使い分けについては、図—18に示すように、80%と大半が不安視している。

■ 燃料:軽油, オイル:JASO:DH-2相当の入手性	
(軽油)	
①配給ルートがすでにあり問題ない	100%
②配給ルート不明・わからない	0%
(オイル)	
①純正油を使用	50%
②購入できる	50%
③購入できない・わからない	0%
軽油とオイルの入手性は問題なさそう	

図—17 推奨燃料とオイルの入手性

■ 在来機との燃料・オイル品質の使い分け	
①問題ない	20%
②混乱して誤使用が出そう	45%
③ユーザーに徹底できない	35%
低硫黄燃料には、ローアッシュオイル 高硫黄燃料には、ハイアッシュオイル の組合せ使用となることのPRが必要	

図—18 燃料・オイル品質の使い分け

6. おわりに

2011、14年の排ガス規制は、後処理装置装着を前提としたもので、これまでのように、燃料とオイルの品質について、エンジンが故障しなければ良い、ということでは済まされない世界になった。

燃料の品質については、適正燃料は“軽油”であると情宣されてきたが、これは排ガス性状の点からで、軽油外燃料を使用してもエンジンに大きなトラブルが発生せず問題となることがなかった。しかし、DPF付エンジンでは、軽油外燃料は、PMの増加でDPFが早期に詰り、エンジンがストールして稼働中にストップする危険性があることを認識する必要がある。

また、エンジンオイル品質については、劣化による潤滑性、清浄性不良によるエンジントラブルの経験が多くあり、そのため、指標となる塩基価が重要視されてきた。しかし、DPF付エンジンでは、塩基価の元となる金属系添加剤が灰となって、DPFの詰りの元となって寿命を短くする。それゆえ、ローアッシュのエンジンオイルの使用が必須であることを認識する必要がある。ただし、ローアッシュといっても、単に金属系添加剤の量を減らしただけのものでは、清浄・分散性の能力不足の可能性があるので使用を避け、メーカの純正油か、品質の適正が保証された規格適合品(JASO:DH-2, または, API:CJ-4)を使用することが、重要である。

一方、高硫黄燃料の場合には、生み出される硫酸の中和をしなくてはならないため、塩基価の大きいハイアッシュのオイルを使用せねばならない。

ローサルファ燃料にローアッシュオイル、ハイサルファ燃料にハイアッシュオイルの組合せ使用が必須であり、DPF付機では、超ローサルファ燃料でローアッシュオイルを使用し、目詰り防止を図ることが遵守事項であることを認識されたい。

J|C|MA

《参考文献》

- 1) 国土交通省、報道発表「建設機械における排出ガス対策の一環として燃料使用状況を調査しました！」(2009.6.12)
- 2) JCAP、第4回成果発表会「オイルWG報告：後処理装置に及ぼすオイルの影響」(2005.6.1)
- 3) 国土交通省、「IMO 第57回海洋環境保護委員会(MEPC57)の審議結果について」(2010.4.7)
- 4) 経済産業省、省令第3号「揮発油等の品質の確保等に関する法律施行規則の一部を改正する省令について」(2007.1.15)
- 5) 金子タカシ、JATOP、第2回成果発表会「ディーゼル車バイオ燃料WG報告」(2012.3.9)

【筆者紹介】

吉田 史朗(よしだ しろう)
MHI さがみハイテック(株)
設計部 エンジン設計グループ



スクラビング・フローテーションを用いた土壌洗浄法による放射性物質汚染土壌の効率的な浄化と減容化

毛利 光 男

福島県内の校庭と運動場の表層土壌を用いて、スクラビング・フローテーションを強化した土壌洗浄法による浄化と減容化に関する実験的な検討を行った。放射性Csは、砂～細砂分よりも土壌粒子径が小さく比表面積が大きな粘土・シルト分に偏在していた。分級処理（2段湿式フルイ＋サイクロン）のみによる除去率は試料によってバラツキが大きく66～87%であった。分級処理に加えて化学的な洗浄処理（スクラビング・フローテーション）を行った場合の除去率は試料間のバラツキが小さく90～96%であった。放射性物質汚染土壌についてもスクラビング・フローテーションを行うことで安定して90%以上の高い除去率が得られることが確認された。

キーワード：放射性物質汚染土壌，放射性セシウム（Cs），土壌洗浄，スクラビング・フローテーション，減容化，浄化

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに引き続いて発生した津波により、福島第一原子力発電所が大きな損傷を受け、大量の放射性物質が環境中に放出された。現在、環境放射能のほとんどを占めているのは、放射性Cs（ ^{134}Cs 、 ^{137}Cs ）である。原子力発電所から放出された放射性Csはエアロゾルなどの形で広域に移流拡散し、降雨に溶けてイオンの形で降り注いだものと考えられている。降雨に伴って地上に降下した放射性Csは、市街地や農耕地の土壌と草木類、道路舗装面、森林・緑地の樹木の葉や樹皮、地表の落葉や腐葉土など雨に接触する媒体へ吸着・蓄積された。

環境省は、除染とは環境中にある放射性物質による被曝量を低減させる方法である「取り除く」、「遮蔽する」、及び「遠ざける」を組み合わせることで対策を行うことであると定義し、除染によって人への追加被曝線量を年間1mSv以下にすることを長期的目標としている。広範囲な地域で放射性Csを含む表層土壌、側溝の汚泥、草木類や落葉を取り除くため、膨大な量の汚染土壌と廃棄物（環境省の試算によると福島県内で2800万 m^3 ）が集積することが予想される。除染によって発生する汚染土壌等は、各市町村の仮置き場で3年間保管された後、中間貯蔵施設へ搬出され、そこで30年間保管される。膨大な汚染土壌等を保管する中

間貯蔵施設の建設には、広大な施設用地と莫大な建設費用が必要となる。このため、膨大な量の汚染土壌等を効率的に減容化する技術が強く望まれている。筆者は重金属類や鉱物油による汚染土壌を対象としたオンサイト型土壌洗浄プラント（処理実績：累積240万ton）の技術開発に従事してきたが、今まで培ってきた洗浄技術は放射性物質汚染土壌に対しても十分に適用可能であると考えている。

本稿では、放射性物質汚染土壌の効率的な浄化と減容化を目的として、福島県内の校庭と運動場の表層土壌を用いて、スクラビング・フローテーションを強化した土壌洗浄法の事前適用性試験を行った結果について報告する。実験に先立って、土壌における放射性Csの保持機構に関する文献を基に、土壌中の放射性Csの存在形態に関する考察を行った。これより、放射性Cs汚染土壌に対してはスクラビング・フローテーションを強化することが効果的であると考えた。事前適用性試験では最初にロードカーブ試験を行い、土壌粒子径と含有放射エネルギーの関係性を調べた。次にスクラビングと超音波による土壌粒子の表面摩擦による含有放射エネルギーの低減効果を調べた。この基礎的な知見を基に一連の土壌洗浄試験を実施し、スクラビング・フローテーションを用いた洗浄法が放射性物質汚染土壌の効率的な浄化と減容化にどのように寄与しているのかについて評価を行った。

2. 土壌における放射性 Cs の保持機構, 存在形態

土壌中では粘土鉱物や有機物の表面が負に荷電しているため、 Cs^+ は、 K^+ や Ca^{2+} などの陽イオンと同様に、この負電荷を中和する形で土壌表面に吸着する性質を有する¹⁾。複数の文献^{2) ~ 10)}より考察された土壌における放射性 Cs の保持機構を図一 1 (A) に、放射性 Cs 吸着粒子の存在形態を図一 1 (B) に示す。

塚田ら⁵⁾は、土壌中の ^{137}Cs をイオン交換画分、有機物結合画分、強固な結合画分（抽出残渣）に分類した。土壌中の ^{137}Cs は、 K^+ 、 NH_4^+ 等の陽イオンと置き換わることができるイオン交換態が全体の 10%、有機物結合態が 20%、粘土鉱物等との強固な結合態が 70% であると報告している。

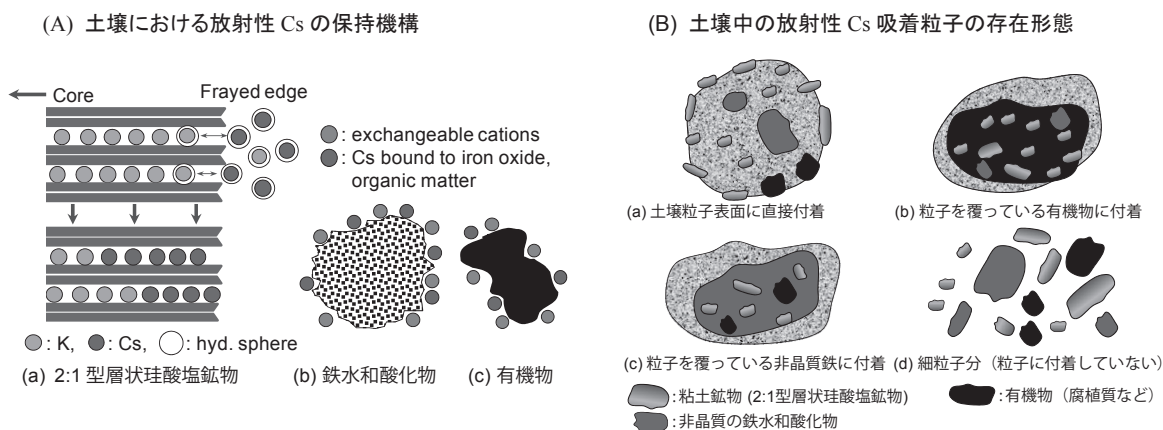
2:1 型の粘土鉱物である雲母類による放射性 Cs の特異吸着に関しては、多数の研究が行われてきた^{2) ~ 10)}。

放射性 Cs は雲母類の風化によって部分的に膨潤した末端部 (frayed edge) の層荷電に特異的かつ非可逆的に吸着されること、土壌中の雲母類の含有量が少量 (1 ~ 2%) であっても大量の放射性 Cs を強く吸着できることがよく知られている⁷⁾。このため、強く吸着された放射性 Cs は、雨が降っても土壌表層に止まって下方へ移動しない。

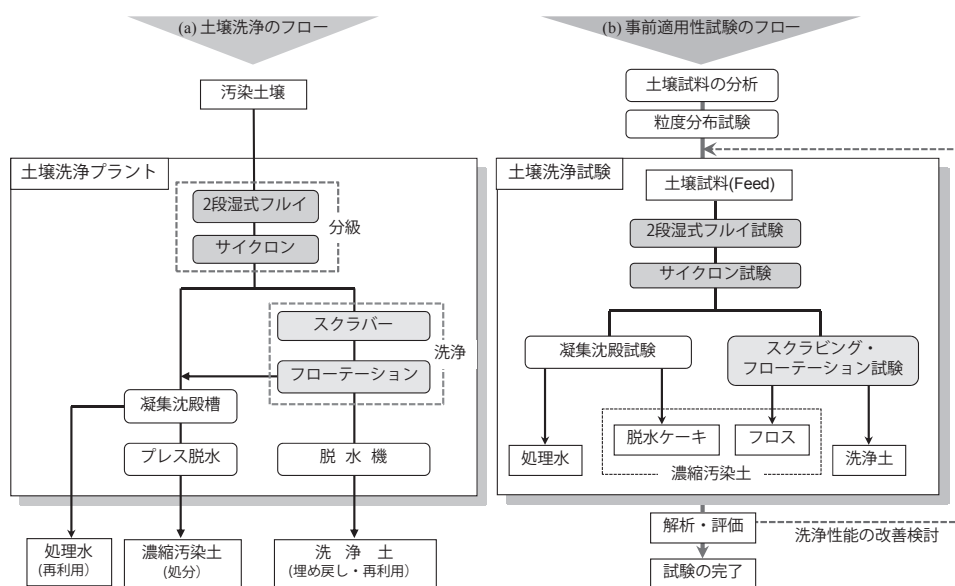
雲母類以外での放射性 Cs の土壌への吸着は、粘土鉱物による陽イオン交換、水和酸化鉄や腐植質などへの吸着等によって起きると考えられている。水和酸化鉄は、雲母類と異なり、Cs を固定ではなく吸着する⁷⁾。Cs の腐植質への吸着は一般的に弱い⁷⁾。

3. 土壌洗浄の処理フローとスクラビング・フローテーションの概要

土壌洗浄法は重金属類、鉱物油などの汚染物質の多



図一 1 土壌における放射性 Cs の保持機構と土壌中の放射性 Cs 吸着粒子の存在形態



図一 2 土壌洗浄と事前適用性試験の概要

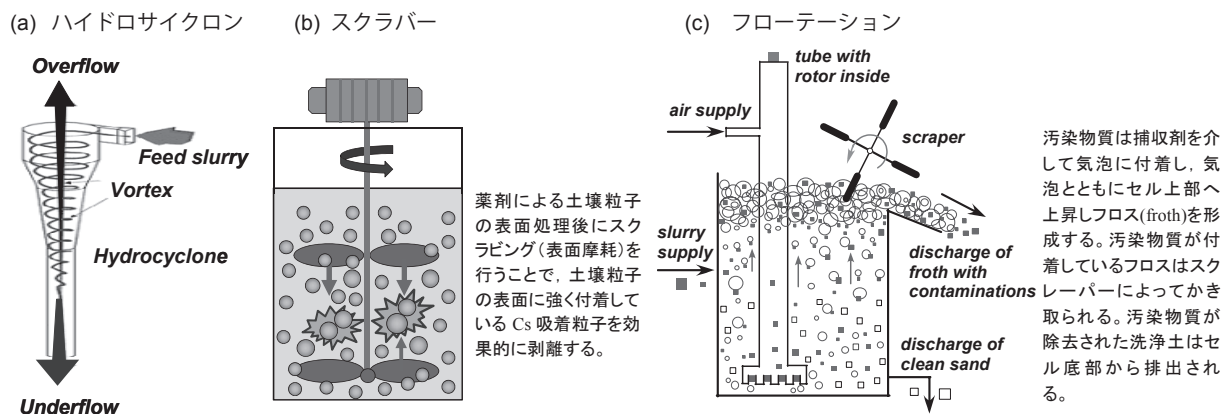


図-3 ハイドロサイクロン、スクラビング・フローテーション（スクラバー＋フローテーション）の概要

くが砂～粗砂分よりも細粒子分（粘土，シルト）に付着しやすいという性質を利用して，土壤から汚染物質を含有する細粒子分を分離，除去することによって土壤を浄化する技術である。放射性物質汚染土壤の場合も同様である。図-2 (a) に示した土壤洗浄法は鉱山技術と化学工学を基にしたものであり，主に2段湿式フルイとサイクロンによる分級プロセスと，スクラバーとフローテーションによる化学的な洗浄プロセスから構成されている。汚染土壤は，湿式フルイによって2 mm 以上の礫・粗砂を取り除いた後，サイクロン（図-3 (a)）によってオーバーフロー（細粒子分，概ね $63\mu\text{m}$ 以下）とアンダーフロー（砂・細砂分，概ね $63\mu\text{m} \sim 2\text{mm}$ ）に分離される。アンダーフロー（砂・細砂分）は，スクラバー（図-3 (b)）において複数の薬剤により表面処理された後，スクラビング（表面摩耗）によって土壤粒子表面から汚染粒子が効果的に剥離される。続くフローテーション（図-3 (c)）において土壤中の汚染物質は，清浄な土壤粒子との表面性状の違いを利用して洗浄・分離される。フローテーションによって洗浄された砂・細砂分は，脱水機を経て再利用が可能な洗浄土となる。汚染物質が濃縮され

ている濃縮汚染土は脱水ケーキとして処分場（放射性物質汚染土壤の場合は中間貯蔵施設での保管後に最終処分施設）へ搬出される。

4. ロードカーブ試験，表面摩耗試験

放射性物質汚染土壤の基礎的な知見を得るために，ロードカーブ試験とスクラビング・超音波による表面摩耗試験を行った。

(1) ロードカーブ試験

ロードカーブ試験とは，ステンレス製の金網篩いを用いて土壤試料を湿式で分級し，土壤粒子径と汚染物質の含有量（乾燥土）の関係を求める試験のことである。福島県内の校庭土壤に対してロードカーブ試験を行い，土壤粒子径と放射性 Cs 含有量（乾燥土の $^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$ ）の関係を調べた。元土の放射性 Cs 含有量が低濃度（7610 ～ 11350 Bq/kg）である2試料のロードカーブを図-4 (a) に，中～高濃度（41700 ～ 70620 Bq/kg）である4試料のロードカーブを図-4 (b) に示す。どの土壤試料についても放射性 Cs は，砂～

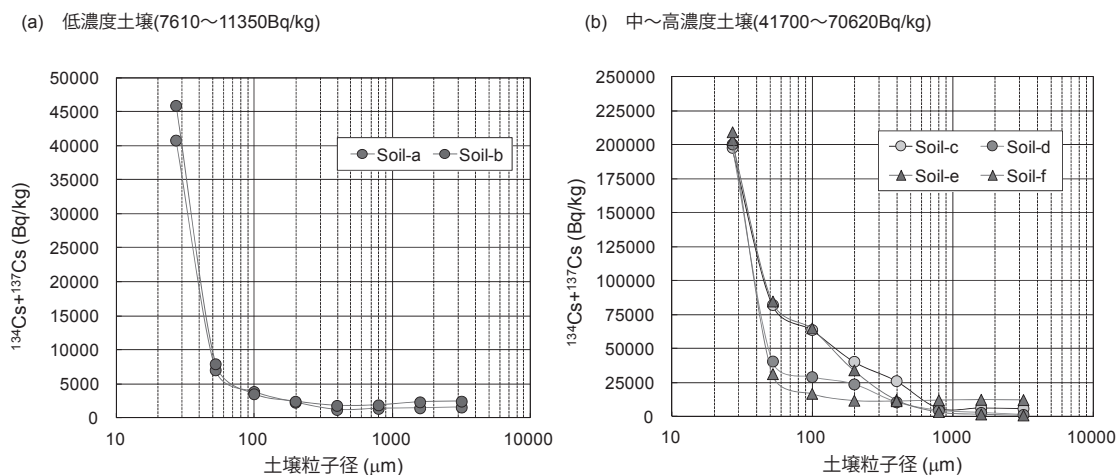


図-4 校庭土壤試料の含有放射エネルギーのロードカーブ

細砂分よりも土壌粒子径が小さく比表面積が大きな細粒子分（粘土・シルト）に偏在していることが認められた。前述したように、放射性Csの保持に寄与するのは、雲母類、粘土鉱物、水和酸化鉄、腐植質などであり、これらは粘土・シルト分に多く含まれている。既往の知見と今回のロードカーブ試験の結果とは良く合致していると考えられる。

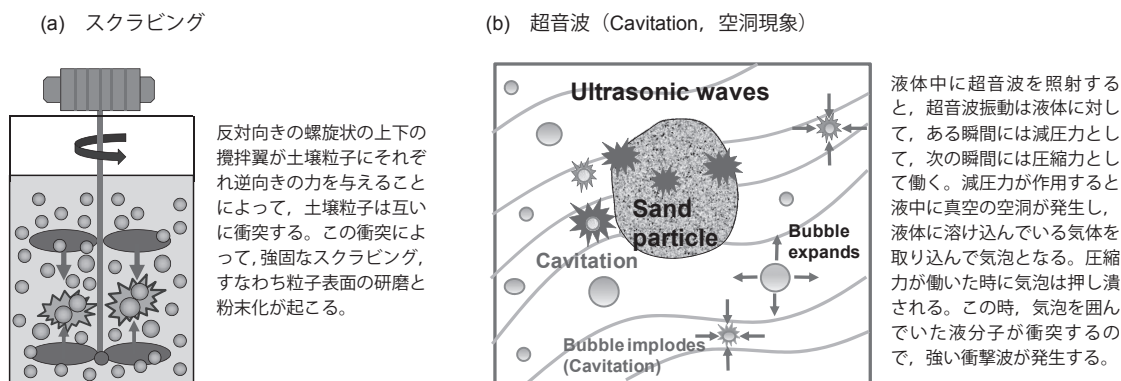
以上より、土壌洗浄の有効性、すなわち放射性Cs量の大部分を含有する粘土・シルト分を効率的に分離・除去することによって汚染土壌の含有放射エネルギーを大幅に低減できることが示唆された。

(2) スクラビング・超音波による表面摩耗試験

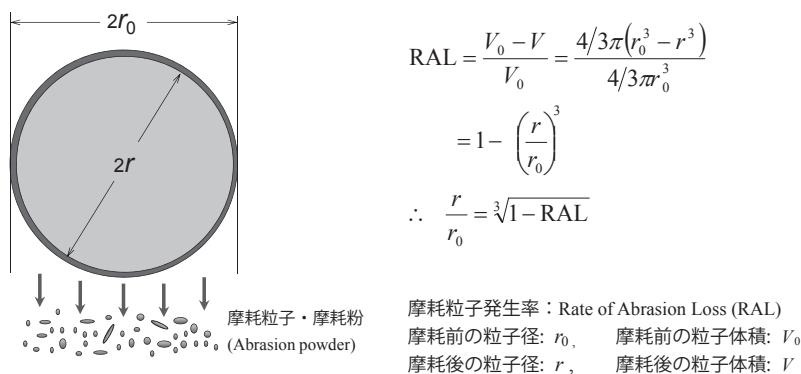
図—1 (b) からは、土壌粒子表面に付着している放射性Cs吸着粒子を土壌粒子表面から剥離させると、土壌粒子の含有放射エネルギーが大幅に低減することが期待される。この効果を把握するため、薬剤を用いないでスクラビングと超音波を用いて土壌粒子表面を摩耗し、粒子表面から放射性Cs吸着粒子を物理的に剥離する試験を行った。スクラビングでは、図—5 (a) に示すように土壌粒子を互いに衝突させることによって粒子表面を擦り合わせ、土壌粒子表面の摩耗、研磨を行った。超音波では、図—5 (b) に示すように超

音波のキャビテーション（空洞現象、超音波振動によって発生する小さな気泡（空洞）が潰れる時に強力な衝撃波を発生）によって土壌粒子表面の摩耗を行った。今回は湿式振動フルイ機を用いて、校庭土壌試料を $250\mu\text{m} \sim 2\text{mm}$ の粒子分に篩い分けた。スクラビング試験では、スクラバー試験機を用いて $250\mu\text{m} \sim 2\text{mm}$ の粒子分500 gr-dryに水330 mLを加えたセル内の試料に対して1400 rpm × 10分間のスクラビング（表面摩耗）を行った。超音波試験では、超音波発信機を用いて $250\mu\text{m} \sim 2\text{mm}$ の粒子分100 gr-dryと水1000 mLを入れた1Lガラス瓶に対して40 kHzの超音波を100分間照射した。

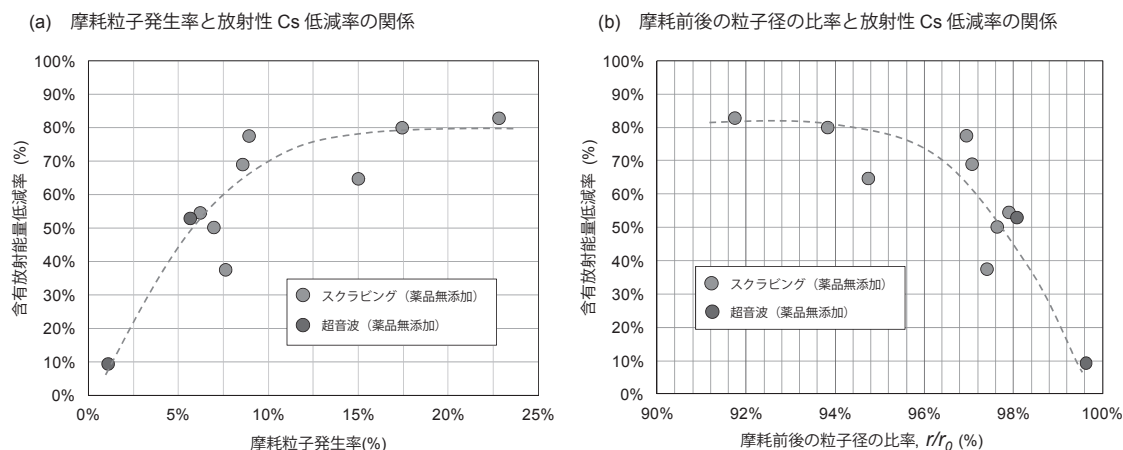
摩耗粒子発生率の定義、および摩耗粒子発生率と摩耗前後の粒子径との関係を図—6に示す。この関係式では、土壌粒子が球形であること、表面摩耗が均等に行われることを仮定している。スクラビング・超音波を用いた土壌粒子の表面摩耗（薬剤は無添加）による放射性Csの低減効果を図—7 (a) に示す。表面摩耗前後の土壌粒子径の比率と含有放射エネルギー低減率の関係を図—7 (b) に示す。図—7 (a) より、粒子量の5%を摩耗すると含有放射エネルギー低減率は約45%、10%を摩耗すると低減率は約70%であった。また、粒子量の15%以上を摩耗しても含有放射エネルギー低減率は80%



図—5 スクラビング、超音波による表面摩耗



図—6 摩耗粒子発生率と摩耗前後の粒子径の関係



図一七 表面摩耗による放射性 Cs の低減効果

で止まった。図一七 (b) より、粒子量の 5% の摩耗は粒子径が元の 98% に、10% の摩耗は粒子径が元の 96.5% になることに相当する。これは、直径 $500\mu\text{m}$ の粒子の場合には表面の $5\mu\text{m} \sim 8.8\mu\text{m}$ 厚が削り取られるということを意味する。

以上より、土壌粒子表面を物理的（薬剤は無添加）に摩耗し、粒子表面から放射性 Cs 吸着粒子を剥離させることは、放射性 Cs の低減に効果的であることが認められた。一方、物理的な表面摩耗のみで放射性 Cs を大幅に低減させる場合には、多量の摩耗粒子が発生するという問題があることもわかった。このため、図一三 (b) に示したように、薬剤による土壌粒子の表面処理後にスクラビングを行うことで、土壌粒子表面に付着している放射性 Cs 吸着粒子を効果的に剥離し、かつ摩耗粒子の発生量を抑制することが合理的であると考えた。

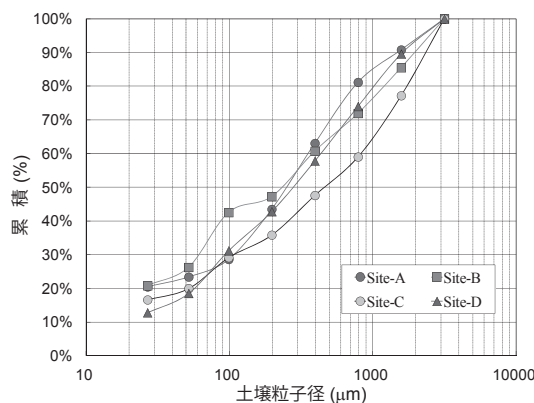
以下の土壌洗浄試験におけるスクラビング・フローテーションは、全て薬剤を添加して実験した。

5. 事前適用性試験

今回は 4 試料（小学校校庭土壌×3 試料，運動場土壌×1 試料）の事前適用性試験を行った。事前適用性試験のフローを図一二 (b) に示す。土壌洗浄試験は、主要プロセスである 2 段湿式フルイ、サイクロン、スクラビング・フローテーションのミニプラント試験機を用いて行った。本試験では、スクラビング・フローテーションを強化した土壌洗浄法の浄化と減容化の特性を実験的に把握することを目的とした。サイクロンのオーバーフローを主体とする洗浄排水を循環再利用するためには、良質な処理水を得る必要がある。このため、凝集沈殿試験を行い処理水の放射性 Cs 濃度の検討を行った。

(1) 粒度分布試験

4 試料の粒度分布試験の結果を図一八に示す。4 試料の $63\mu\text{m}$ 以下の細粒子分の割合は 18～26%， $63\mu\text{m} \sim 2\text{mm}$ の砂分の割合は 57～71%，及び $2 \sim 4\text{mm}$ の粗粒子分の割合は 9～23% であった。これらの 4 試料は、 $63\mu\text{m}$ 以下の細粒子分の割合が小さいため、土壌洗浄に適した粒度構成であると判断された。



図一八 土壌試料の粒度分布（累積加積曲線）

(2) 土壌洗浄試験

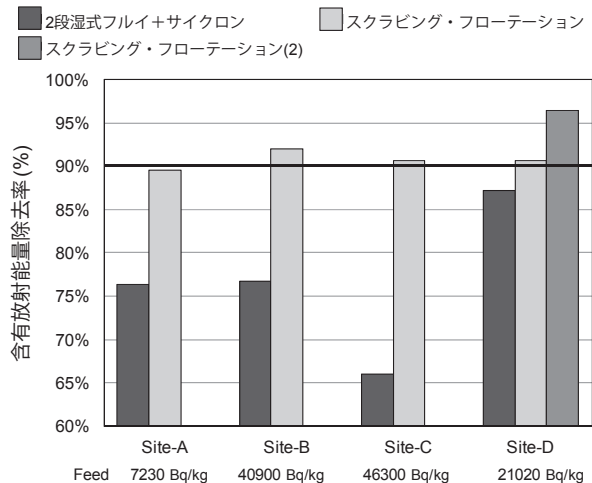
4 試料の洗浄試験の結果を表一に示す。表一には、分級処理（2 段湿式フルイ＋サイクロン）のみの場合と分級処理に続いて洗浄処理（スクラビング・フローテーション）を行った場合の浄化効果と減容率を比較するために、それぞれの場合の含有放射エネルギー、除去率、及び減容率を示した。除去率は、元土（Feed）の含有放射エネルギーに対する除去された含有放射エネルギーの割合を示している。減容率は、元土（Feed、乾燥重量）に対する洗浄土（乾燥重量）の割合を示している。

図一九に分級処理のみの場合と分級処理に続けて洗浄処理を行った場合の含有放射エネルギーの除去率を示す。分級処理のみによる除去率は試料によってバラツキが大きく Site-A 試料で 76%，Site-B 試料で 77%，

表—1 放射性物質汚染土壌の土壌洗浄試験の結果

試料名	Feed $^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)	分級処理 (2段湿式フルイ+サイクロン)			洗浄処理 (スクラビング・フローテーション)			凝集沈殿処理		採取場所
		$^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)	除去率 (%)	減容率 (%)	$^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)	除去率 (%)	減容率 (%)	$^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)	pH (-)	
Site-A	7200	1710	76%	81%	750	90%	77%	< 10	7.5	小学校
Site-B	40900	9520	77%	78%	3290	92%	74%	< 10	7.6	小学校
Site-C	46300	15730	66%	83%	4330	91%	80%	< 10	7.8	小学校
Site-D (1)	21000	2700	87%	84%	1960	91%	81%	< 10	7.8	運動場
Site-D (2)	〃	〃	〃	〃	740	96%	73%	—	—	〃

※ Site-D (2) のスクラビング・フローテーションは、Site-D (1) よりもフロスの発生量が大きくなる条件で行った。

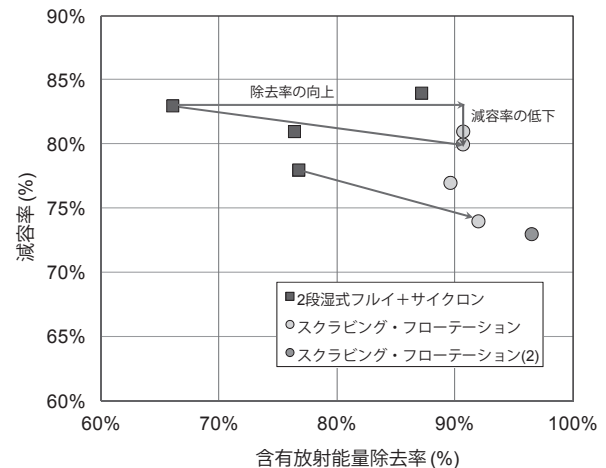


図—9 分級処理のみの場合と洗浄処理を追加した場合の含有放射エネルギーの除去率

Site-C 試料で 66%，Site-D 試料で 87% であった。分級処理に加えて洗浄処理を行った場合の除去率は試料間のバラツキが小さく 4 試料とも 90～92% であった。Site-A ～ Site-C の土壌試料については化学的な洗浄処理を追加することによって、含有放射エネルギー除去率は 66～77% から 90～92% へと 14～25% も大幅に改善された。一方、Site-D の土壌試料については通常の洗浄処理を追加しても、除去率は 87% から 91% へと 4% しか改善されなかった。Site-D の土壌試料については、フロス発生量が大きくなる条件での洗浄処理を別途行ったところ、除去率は 87% から 9% 向上し 96% となった。

以上より、放射性物質汚染土壌についても分級処理だけでなく、スクラビング・フローテーションを行うことで安定して 90% 以上の高い除去率が得られることが確認された。

図—10 に含有放射エネルギー除去率と減容率との関係を示す。分級処理（2段湿式フルイ+サイクロン）のみよりも洗浄処理（スクラビング・フローテーション）を追加することによって除去率が大幅に向上する反面、減容率が多少低下することが認められた。今回の 4 試料については、分級処理のみの減容率は 78～



図—10 含有放射エネルギー除去率と減容率の関係

84% であり、分級処理 + 洗浄処理の減容率は 73～81% であった。薬剤を用いない物理的な表面摩擦（4.(2) を参照）に比べて、洗浄薬剤を使用するスクラビング・フローテーションでは、濃縮汚染土となる摩擦粒子の発生量が少ないこと、すなわち減容率の低下が僅かであることが認められた。

さらに減容化を進めるためには、スクラビングによって発生する剥離粒子や摩擦粒子の中から、放射性 Cs 吸着粒子を選択的に分離する「フローテーションの選択性」を一段と強化する必要がある。フローテーションの選択性が良好な場合には、放射性 Cs の高い除去率と高い減容率の両方を満足させることが可能となる。この検討結果については、別途報告する予定である。

フローテーション試験の一例を写真—1 に示す。写真表面に見えるのはフロス（汚染粒子を表面に付着した気泡）であり、このフロスには放射性 Cs が高濃度で含まれていた。フロス付着物を X 線回折 (XRD) で分析したところ、放射性 Cs を強く吸着することが知られている金雲母 (phlogopite) が多く含まれ、他に蛭石 (vermiculite)、石英 (quartz)、カオリナイト (kaolinite)、インド石 (indialite) などが含まれて



写真—1 フローテーション試験の状況

いた。約6%含まれている鉄 (Fe) は非晶質の化合物形態で含まれていると考えられた。

(3) 凝集沈殿試験

サイクロンのオーバーフローの凝集沈殿試験を行ったところ、無色透明の清澄感のある処理水が得られた。凝集剤には、無機凝集剤 (PAC, 硫酸バンド) と高分子凝集剤 (ノニオン系, アニオン系) の両方を用いた。表—1 に示すように、4 試料とも処理水の放射性 Cs 濃度は定量下限値未満 (< 10 Bq/kg) であった。凝集沈殿試験から、放射性物質汚染土壌の洗浄処理において土壌中の放射性 Cs が水にほとんど溶出しなことが、および処理水の循環再利用が十分可能であることが確認された。

6. おわりに

今回の一連の実験的検討より、土壌洗浄によって放射性物質汚染土壌の浄化・減容化が効率的に行えること、単なる分級処理だけではなく、スクラビング・フ

ローテーションを行うことで安定して90%以上の高い含有放射線除去率が得られることが判明した。

今後は、放射性物質汚染土壌の洗浄処理の取り組みを推進し、放射性物質汚染土壌の浄化・減容化に貢献する所存である。

J C M A

《参考文献》

- 1) 社日本土壌肥科学会：土壌・農作物等への原発事故影響 WG, セシウム (Cs) の土壌でのふるまいと農作物への移行, <http://jssspn.jp/info/nuclear/cs.html>, pp.1-2.
- 2) Bostick, B. C., Vairavamurthy, M. A., Karthikeyan, K. G., and Chorover, J. : Cesium adsorption on clay minerals: An EXAFS Spectroscopic investigation, *Environmental Science & Technology*, Vol.36, No.12, pp.2670-2676, 2002.
- 3) Sawhney, B. L. : Selective sorption and fixation of cations by clay minerals: A review, *Clays and Clay Minerals*, Vol.20, pp.93-100, 1972.
- 4) 山口紀子ら：土壌—植物系における放射性セシウムの挙動とその変動要因, 農業環境技術研究所報告, Vol.31, pp.75-129, 2012.
- 5) Tsukada, H., Takeda, A., Hisamatsu, S., and Inaba, J. : Concentration and specific activity of fallout ^{137}Cs in extracted and particle-size fractions of cultivated soils, *Journal of Environmental Radioactivity*, Vol.99, No.6, pp.875-881, 2008.
- 6) Schulz, R. K., Overstreet, R., Barshad, I. : On the Soil Chemistry of Cesium 137, *Soil Science*, Vol.89, Issue 1, pp.16-27, 1960.
- 7) US EPA : Understanding variation in partition coefficient, Kd, values, Volume II : Review of geochemistry and available Kd values for Cadmium, Cesium, Chromium, Lead, Plutonium, Radon, Strontium, Thorium, Tritium (^3H), and Uranium, EPA 402-R-99-004B, pp.2.1-2.3, pp.5.16-5.21, pp.D.9-D.19, 1999.
- 8) Cornell, R. M. : Adsorption of cesium on minerals: a review, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, Vol.171, No.2, pp.483-500, 1993.
- 9) Rosso, K. M., Rustad, J. R., and Bylaska, E. J. : The Cs/K Exchange in Muscovite interlayers, An ab initio treatment, *Clays and Clay Minerals*, Vol.49, No.6, pp.500-513, 2001.
- 10) Jackson, M. L. : Interlayering of Expansible Layer Silicates in Soils by Chemical Weathering, *Clays and Clay Minerals*, Vol.11, pp.29-46, 1962.

【筆者紹介】

毛利 光男 (もうり みつお)

清水建設㈱

エンジニアリング事業本部 土壌環境事業部

主査



この報文は「平成24年度 建設施工と建設機械シンポジウム」において、論文賞を授与されました (JCMA 報告…p.84 参照) が、原文とは一部異なる表現をしてあります。

油圧ハンマ打撃音対策への取り組み

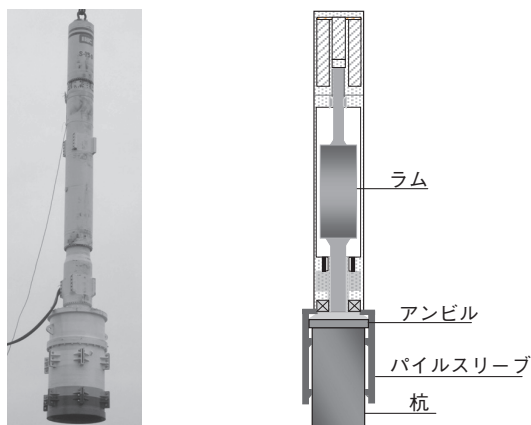
田 中 ゆう子

油圧ハンマによる打設では、ハンマと杭の衝突により大きな打撃音が発生する。このため、施工時における工事現場周辺への騒音対策が課題となっている。そこで、打設時に最も大きな音を発する部位を重点的に遮音する打撃音低減装置を開発し、施工性を確保しつつ騒音の低減を可能にした。横浜港南本牧地区の工事では、油圧ハンマの音源から15m離れた計測地点で、125 Hz～4,000 Hzの幅広い各周波数帯において最大で9 dB（デシベル）、平均6 dBの低減を確認した。

キーワード：騒音、油圧ハンマ、打撃音、模型実験、遮音構造

1. はじめに

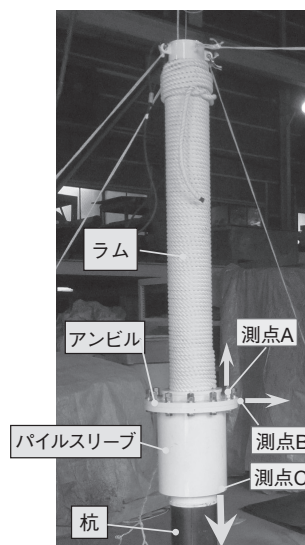
軟弱な地盤に構造物を建築する際は、基礎地盤からの支持力が必要とされるため、油圧ハンマなどにより基礎杭を土中に貫入させる。油圧ハンマは、ディーゼルハンマに替わって、低騒音で施工できる打撃式杭打ち機として開発されたものである。しかし、油圧ハンマは図—1に示すようにラムがアンビルに落下し、アンビル下端から杭へエネルギーを伝達して杭を地中に打ち込むため、大きな打撃音が発生させる。よって、騒音対策は取り組むべき課題とされている。これまでも防音カバーなどの低減装置が開発されているが、その多くは油圧ハンマや杭全体を覆うもので、杭の高さ管理に支障が生じるなど、施工性に課題を残していた。そこで本研究では、施工性を確保しつつ騒音を低減する「油圧ハンマ打撃音低減装置」の開発を目的とした。



図—1 油圧ハンマ（左）と構造イメージ（右）

2. 油圧ハンマ模型実験

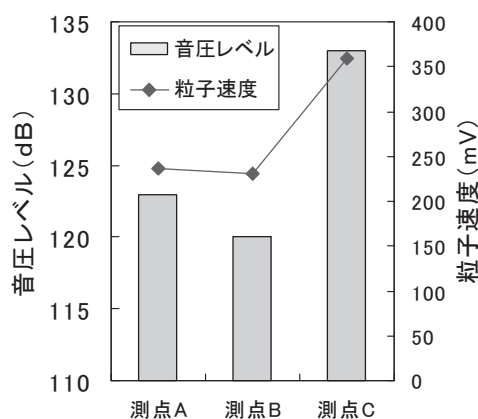
騒音を発生させる原因になっている部分と、実際に騒音を放射している部分とは、必ずしも同じではない。このため、最も大きな騒音を放射している部分、箇所を特定し、騒音源のどの部分に対策すべきか優先順位をつけることが重要である。そこで、本研究では油圧ハンマによる打撃音の低減方法を検討するに当たり、油圧ハンマのどの部分に着目すべきなのかを、最初に写真—1の模型による実験から特定した。



写真—1 油圧ハンマの模型概要と測点

音を発すると思われるアンビルやパイルスリーブ周囲に多数の測点を設け、音の大きさと方向性を把握するため、音圧レベルおよび音響粒子速度を測定した。

音響粒子速度は音の伝播する速さを示す。音響特性の計測には、精密騒音計（NL-32, RION）および音響粒子速度計（PU プローブ, MicroFlow）を用いた。とくに音圧レベルと音響粒子速度が高かった測点 A～C における測定結果を図—2 に示す。計測する前は、杭と衝突して打撃音を発生するアンビル付近が最も高くなると予想していた。しかし、計測の結果、最も高かったのは、写真—1 に示すパイルスリーブと杭の隙間である測点 C から発生する下向きに伝達する音であった。これらの結果を基に、パイルスリーブと杭の隙間を下方へ進む音を優先的に低減する方法を次に検討した。



図—2 音圧レベルと音響粒子速度

3. 打撃音低減方法の選定

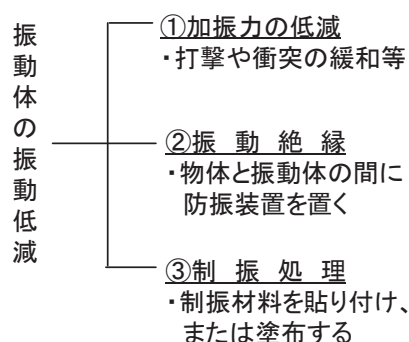
一般に鋼板など減衰の小さな材料で構成されているものは振動が大きく、さらに、そこから放射される騒音も大きい。よって、ラムの落下すなわち、加振源から固体中を伝わってきた①振動によって発生する音の抑制および、②放射された音の低減が、パイルスリーブと杭の隙間を下方へ進む音の低減につながると考えた。

そこで、まずこの振動を抑制する方法を検討した。

(1) 振動の低減

振動源から伝わってきた振動によって発生する固体音を低減する方法としては、図—3 のような方法が知られる。「②振動絶縁」は、振動伝達率を低下させることにより、振動により発生する音を抑えるものである。振動伝達率の低下は、本装置開発の目的に含む施工性の維持に影響することから、本研究では振動エネルギーを熱として消滅させる「③制振処理」を検討対象とした。

制振とは振動エネルギーを吸収して共振を抑制し、振動や固体伝搬音の低減を図ることである。制振材料

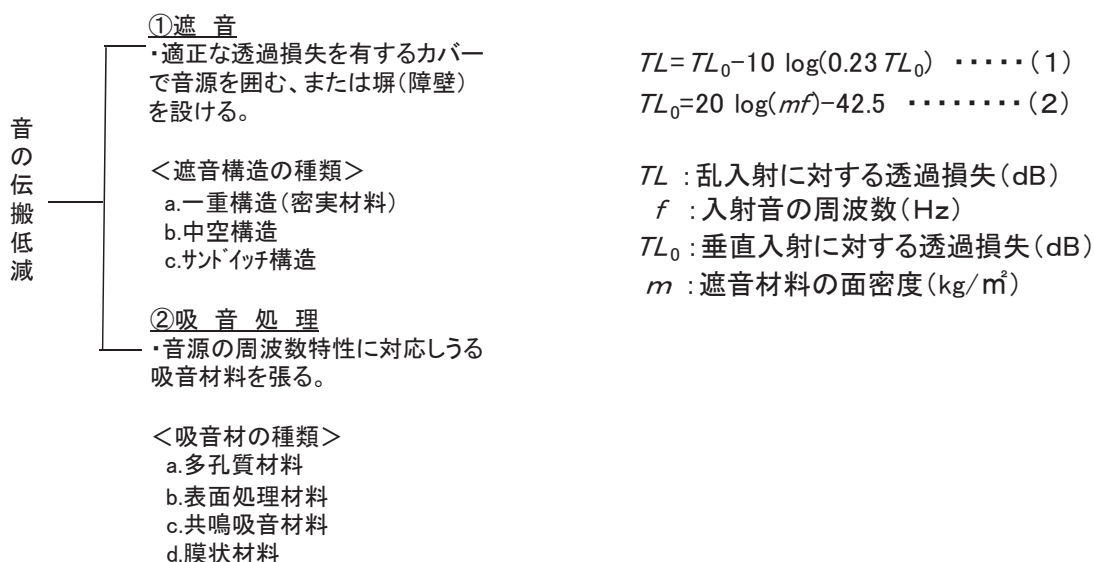


図—3 振動低減の方法

としてはゴム系、樹脂系、ゴムアスファルト系、フォーム系などがある。振動エネルギーを熱に変えて消散させるタイプには、振動体に制振材料を付与した非拘束タイプと、制振材料の変形を拘束する拘束板を制振層の上に付加した拘束タイプの2タイプがある。いずれのタイプも、振動によって板の表面が変形を繰り返す場合、材料の伸縮やずれによって、材料の内部摩擦により振動が吸収される。しかし、制振材料の上にその上面の変形を拘束する剛性のある板を付ける非拘束タイプは、一般に制振材料の厚さが振動体に対して2倍以上で用いることが好ましいとされる。振動体が鋼管杭やパイルスリーブなど厚みがあるものであるため、非拘束タイプを選択した場合、装置としてかなりの重量になり、設置方法について問題が生じると考えた。よって、本検討では鋼板やステンレス板などの間に制振材料を挟んで制振金属板として使用する拘束タイプを主に検討した。また、振動体として杭は徐々に地中に打ち込まれるため、直接制振材料を固着させた場合、後に撤去が伴う。このため、振動体としてはパイルスリーブを対象とした。金属を拘束層として付けた比較的やわらかいゴム系の制振材料を、接着剤で振動体に張り付けて使用する場合を想定し、模型実験を行った。制振材の性能を的確に発揮させるためには、振動体に確実に密着、固着していることが不可欠である。しかし、模型実験の結果、パイルスリーブの垂直面に制振材を密着させ続けることは、難しいという結論に達した。この他、制振材の効果は、質量が大きい材料ほど大きくなるため、打撃力の非常に大きな油圧ハンマでは、落下対策が併せて必要となる。効果の高い高質量の制振材を選択する場合、安全面の課題が残った。このため、続いて音の伝搬における低減の検討を行った。

(2) 遮音による低減

音の伝搬低減の方法としては、図—4 に示すように「①遮音」と「②吸音処理」がある。遮音材料とは、



図—4 音の伝搬低減の方法

音の透過が少ない材料のことであり、一般に透過損失の周波数特性でその性能が示される。本研究では、パイルスリーブと杭の隙間を下方へ進む音の放射を防ぐために遮音材料の検討を進めた。遮音機構としては図—4に示すように密実材料による「a. 一重構造」、2つの密実材料の間に空気層を設ける「b. 中空構造」、さらに中空構造の空気層の代わりに芯材として剛性材料、弾性材料、抵抗材料などを用いる「c. サンドイッチ構造」が知られる。遮音材料の透過損失は図—4の式(1)、(2)で求められる。これらの式が示すように、遮音材料の質量を増すことによって透過損失が大きくなる。そこで、パイルスリーブと杭の隙間を下方へ進む音を反射させる位置に透過損失の大きい遮音材料を設け、音の放射を抑制する構造が有効であると考えた。とくに、芯材として物理的性質の異なるものを、遮音材料で挟むサンドイッチ構造に着目した。サンドイッチ構造は、芯材を伝搬する音波が距離によって減衰する効果と、共鳴透過時の共鳴振動に芯材が抵抗として働く効果が付加される。このため、中空構造に比べ透過損失の周波数特性が、全域にわたって向上する。よって、対策対象の下向きに放射される音を、鋼板と芯材からなるサンドイッチ構造により遮音する装置の検討を進めた。

(3) 吸音材料の選定

遮音構造としてサンドイッチ構造を採用する場合、芯材としてはヤング率が十分小さい多孔質吸音材料が、有効である。一般に、吸音材料としては図—5に示すようにグラスウールやロックウールに代表されるa. 多孔質材料、メタルラスなどのb. 表面処理材料、

石こうボードなどのc. 共鳴吸音材料、ビニルフィルムなどのd. 膜(板)状材料が一般的に知られる。これら材料と空気層を組み合わせることによって、吸音率を向上させ、幅広い周波数帯に対しての吸音を確保できる。

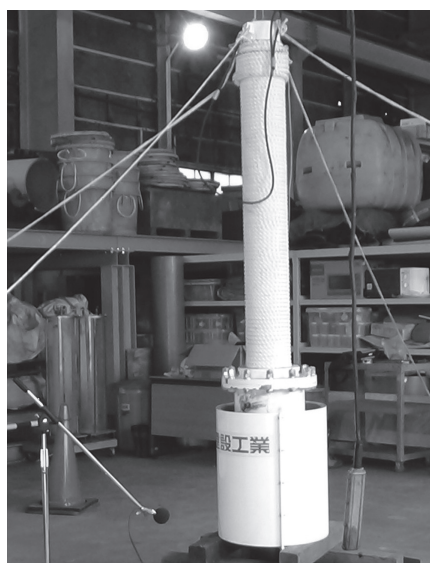
グラスウールなどのように多孔質材料は繊維と繊維の間に多数の細孔がある。音波がこの細孔に入射すると繊維自体の振動や繊維相互の摩擦、細孔を通過するときの粘性抵抗などにより、音エネルギーの一部が熱エネルギーに変換され、吸音される。空気粒子の振動速度が大きい高音域ほど摩擦抵抗が大きくなるため、一般に多孔質材料の吸音率は高音域で大きくなる。また、吸音材料の密度が大きくなるほど摩擦抵抗は大きくなる。さらに吸音材料を厚くすると、音波の移動距離が長くなり、多孔質材料を通過し剛壁で反射した音波は剛壁で反射して再び材料中を進行し、外部に出るまでの距離が長くなるため、さらに吸音率が増加する。このため、多孔質材料を厚くするほど低音域の吸音率が増加する。よって、サンドイッチ構造を構成する多孔質吸音材料として、比較的入手しやすく、音源の周波数特性に対して選択肢の幅が広いことから、グラスウールを選択した。なお、吸音材料を屋外で使用する場合、雨水などの吸水により目詰まりを起こさない対策が求められるが、最近は耐候性を備えた材料も開発されており、屋外でも広く利用が可能である。

以上の検討からパイルスリーブと杭の隙間を下方へ進む音を鋼板で囲み、その中に多孔質吸音材料のグラスウールを充てんする遮音構造を採用することにより、どの程度騒音を低減できるのかを次に模型および実験による実験により確認した。

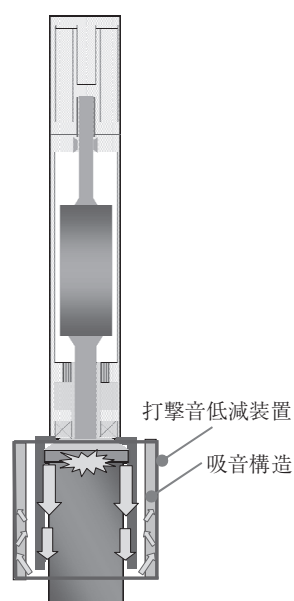
4. 実験の内容

(1) 模型による遮音実験

写真—2に示すようにパイルスリーブと杭の隙間を覆う植木鉢状の装置を油圧ハンマの模型に固定し、隙間から放射される音を上方へ反射させるとともに、パイルスリーブと装置の鋼板の間に充てんした吸音材により音エネルギーの減衰を図った(図—5)。低減装置を付けた模型に打撃音を発生させたところ、パイルスリーブから1.0 m離れた位置で6 dBの低減効果が認められた。



写真—2 模型に遮音装置を付けた状態



図—5 遮音構造イメージ

(2) 直江津における現地実験

模型実験の結果を基に、実機油圧ハンマ(S-90, IHC 製)に取り付ける打撃音低減装置を製作した。装

置は底面中央に杭径に相当する穴の開いた植木鉢状とし、装置とパイルスリーブの隙間にグラスウールを充てんする構造とした。本装置は最も大きな音が放射される部分を重点的に覆う構造であり、また施工性を考慮して専用の治具にて簡易に脱着できるよう配慮した。このため、新潟県直江津 LNG 受入基地建設工事において、本装置を油圧ハンマに取り付けたが、杭の高さ管理に支障が生じることがなく、施工性を確保することができた。実験の条件は、下記のとおりである。

【現地実験条件】

場所：新潟県 直江津 LNG 受入基地建設工事現場内

杭種：鋼管杭 杭径：φ 1,000 mm

測定位置：杭から 15 m、杭打ち船デッキ上高さ 1.5 m

計測機器：精密騒音計 (NL-32, RION)

写真—3に低減装置を取り付けた油圧ハンマの状況を示す。打撃音低減装置を取り付けた油圧ハンマによる打設時の騒音と対策を講じない場合の杭打ち作業の騒音を測定し、その効果を確認した。図—6は杭



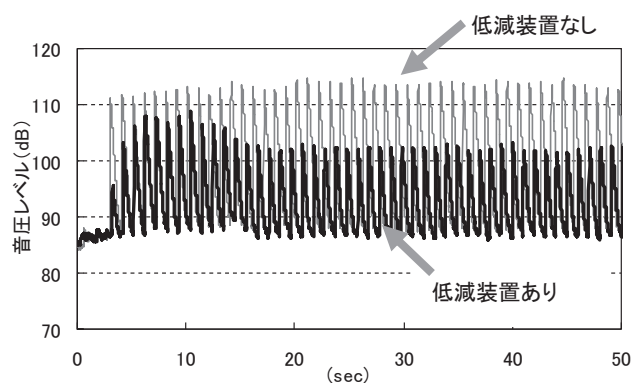
写真—3 低減装置付き油圧ハンマ (直江津)



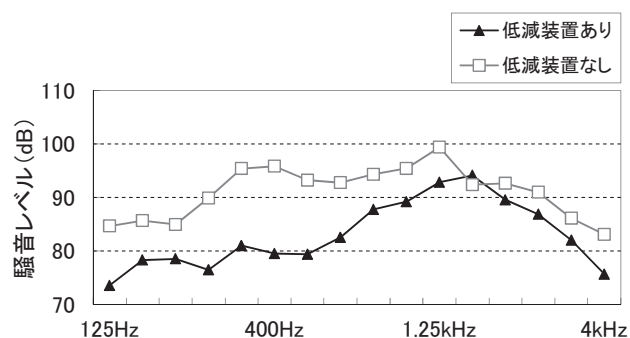
写真—4 低減装置付き油圧ハンマによる打設状況 (直江津)

打ち開始直後の音圧レベルの変動を低減装置の有無で比較したものである。

実験の結果、図—6に示すレベル波形から、低減装置を取り付けることによって、音圧レベルの最大値が低減されている様子が確認された（図中薄い色の波形が装置なし、濃い色の波形が装置ありを示す）。また図—7は同時刻の1/3オクターブバンド周波数分析の結果を比較したものである。低減装置によって250～500Hzにおいて10dB以上低減されており、とくに400Hzでは16dB、オールパスでは6dBの騒音レベルの低減が認められた。1.6kHzの周波数での低減に課題がみられたものの、幅広い周波数帯で騒音レベルを低減することが確認できた。



図—6 低減装置の有無による音圧レベルの変化



図—7 低減装置の有無と油圧ハンマ騒音の周波数特性（直江津）

(3) 横浜港南本牧地区における効果検証

続いて横浜港南本牧地区の工事において、写真—5に示す油圧ハンマ（S-200, IHC 製）に取り付ける打撃音低減装置を製作した。装置は写真—6に示すように、鋼板を模型実験と同様に植木鉢状に加工したもので、直江津と同様に底面はパイルスリーブと杭との隙間を覆う構造とした。ただし、直江津の実験で1.6kHzにおける遮音の課題があったため、装置内側には直江津とは異なる吸音特性のグラスウールを配置し、音エネルギーの吸収効率を高め、さらに低減させる構造とした。本低減装置を取り付けた場合と、装置



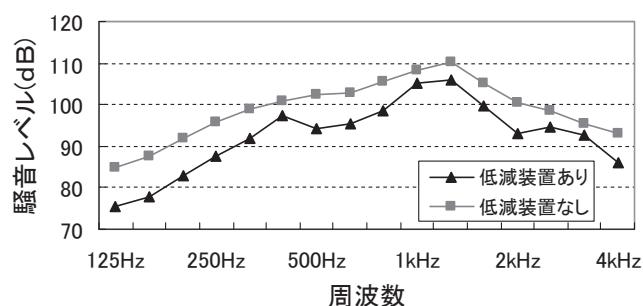
写真—5 装置なしの油圧ハンマ（本牧地区）



写真—6 装置を付けた油圧ハンマ（本牧地区）

を取り付けない通常の施工の場合（対照）の騒音を計測して比較を行った。計測には精密騒音計（リオン、NL-32・NA-28）を使用し、1/3オクターブバンド分析により周波数ごとの低減効果を定量的に評価した。

実験の結果、図—8に示すように油圧ハンマの音



図—8 低減装置の有無と油圧ハンマ騒音の周波数特性（本牧地区）

源から 15 m 離れた計測地点で、125 ～ 4,000 Hz の各周波数帯において最大で 9 dB、平均で 6 dB の低減を確認した。なお、現地の実施条件は以下のとおりである。

【現地実施条件】

場所：横浜港南本牧地区工事現場内

杭種：鋼管杭 杭径： ϕ 1,500 mm

測定位置：杭から 15 m, G.L. + 1.5 m

計測機器：精密騒音計（リオン NL-32, NA-28）

5. おわりに

油圧ハンマの模型実験により実際に騒音を放射している部分を特定し、コンパクトな遮音構造を選定することで、施工性を確保しつつ騒音を低減する「油圧ハンマ打撃音低減装置」を開発することができた。本装置の特長をまとめると以下のとおりである。

- ①広い周波数帯において騒音を低減できる。
- ②装置の固定箇所を油圧ハンマおよび杭の一部に限定することにより、施工精度を確保することができる。
- ③コンパクトな構造であるため、取り付けや取り外しが容易である。
- ④従来の大型防音カバーに比べ、軽量で安価である。

南本牧地区および直江津の実績から、本装置により油圧ハンマの打撃音を平均 6 dB 低減することを確認した。この点について、例えば国土交通省の「低騒音型・低振動型建設機械の指定」によると、騒音基準値からさらに 6 dB 低減できた低騒音型建設機械は「超低騒音型建設機械」と表記できることから、本低減装置による 6 dB の低減は 1 段階高い評価に相当する効果と捉えられる。

今後も施工に伴う周辺環境への影響を最小化する技術の開発に努めたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 北川原徹，原誠，樋野親俊：杭打機械の騒音・振動対策の可能性，建築の技術，第 170 号，pp.53-64，1980.
- 2) 田中柳之助：くい打ち機用防音カバーの開発状況，基礎工，第 4 巻 9 号，pp.50-56，1976.
- 3) 社団法人 産業環境管理協会：新・公害防止の技術と法規，丸善（株），pp.224-266，2008.

【筆者紹介】

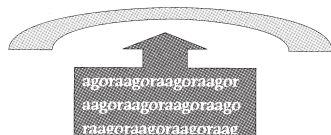
田中 ゆう子（たなか ゆうこ）

東亜建設工業（株）

技術研究開発センター 水圏・環境技術グループ

主任研究員





EU のゼロエネルギー・ハウス指令 (パッシブハウス)

望 月 浩 二

まず最初に、欧州の省エネ先進国であるスイスとドイツの省エネ動向を述べる。これらの国々では長期的な一次エネルギー消費削減目標として、42%～70%という大きな値を掲げている。それを可能にする技術的な対策として、大きな意味を持つのが、パッシブハウスの技術である。ドイツで発明され、現在では、全世界で約 18,000 の施工例をもつこの技術には、欧州連合 (EU) も注目し、その気候・エネルギー・パッケージという政策の枠内で、ゼロエネルギー・ハウス指令を制定するに至った。これによって、パッシブハウス技術は、2020 年以降には、EU 全域 (27 ヶ国、総人口 5 億人) の新築家屋で義務となる。

キーワード：持続可能 (sustainable)、スイス、ドイツ、欧州連合 (EU)、2000 ワット社会、デカップリング (decoupling)、パッシブハウス、プラスエネルギー・ハウス、EU の 20-20-20 政策、ゼロエネルギー・ハウス指令、強制換気、地中熱、ファリスト博士

1. はじめに

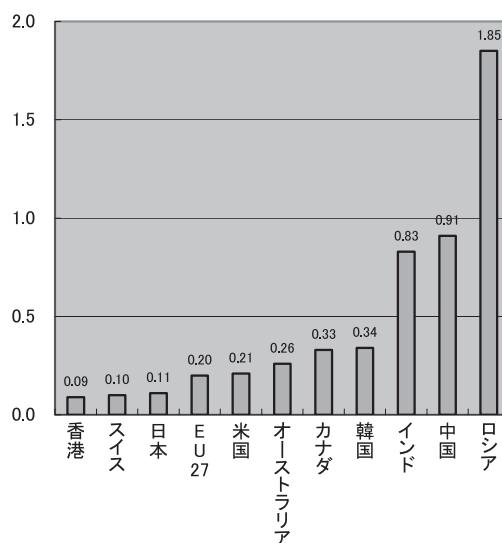
本文は、ドイツで発明され、多数の施工例によって実績を証明したパッシブハウスの技術が「EU 気候・エネルギー・パッケージ」政策の切り札の一つとして採用され、EU のゼロエネルギー・ハウス指令によって、EU 域内で義務化されたことを述べるが、その建設工法的な詳細は専門書 (本文末の文献を参照) に任せる。本文では、欧州の省エネ先進国の省エネ・カルチャーを説明し、その中で重用される技術としてパッシブハウスを紹介する。

2. 欧州の省エネ先進国の動向

(1) 乾いた雑巾の水分の 67%を絞り出すスイス

まず、図 1 の棒グラフをご覧ください。これによると世界の省エネ・ランキングでは、首位の香港、二位のスイス、三位の日本が、僅差で並ぶ。よく日本では、省エネに関しては、日本は「乾いた雑巾」なのでこれ以上絞っても意味がない、という発言を聞く。それに対して、日本と並ぶスイスは、今後、一次エネルギーの消費をさらに 70%削減する「2000 ワット・プロジェクト」を国家政策として推進している。「乾いた雑巾」を言い訳にする日本では考えられないことだ。

ここでは、なぜスイスが 2,000 ワットを目指すのか



出典：IEA (2007), "CO₂ emissions from fuel combustion 1971-2005"

図 1 GDP 当たりの一次エネルギー供給量 (2005 年)

という理由が振るっている。地球が持続可能であるためには、世界中の国々が 2000 ワット社会になる以外に道はない、というのが理由なのだ。現在、米国が 12,000 ワット、西欧諸国が 6,000 ワット、日本が 5,400 ワット、中国が 1,500 ワット、インドが 1,000 ワット、バングラデッシュが 300 ワットであり、世界の平均値は 2,000 ワット。そこで計算してみると、世界中の国々が 2000 ワット社会になれば、地球温暖化問題は解決、すなわち、地球は持続可能、というのが、チューリヒ

工科大学の科学者グループの結論だ¹⁾。もちろん彼らは、スイスが現在の 6,500 ワットを 2,000 ワットに引き下げる可能性を入念に検討し、技術的にも、経済的にも、十分に可能という結論が出たので、国家プロジェクトとして採用したのである²⁾。現に、スイスの三大都市（チューリヒ、バーゼル、ジュネーブ）のモデル地区ではすでに 2000 ワット社会が実現している³⁾。今後はそれを全国に広めていくべく、国が音頭をとって推進している。

「2000 ワット社会」の意味

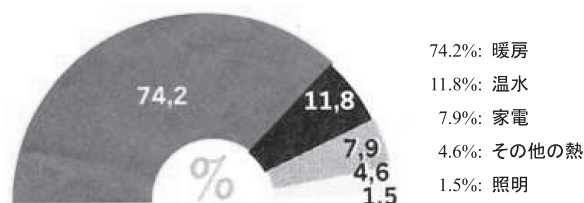
正確に表現すると：「一人あたり 2,000 ワットのエネルギーを消費する社会」。つまり、100 W 電球 20 個の消費するエネルギー = 17,520 (= $2 \times 24 \times 365$) kWh/year-person

(2) ドイツの一次エネルギー消費の削減目標は 42%

ドイツ連邦環境省の発表によると、ドイツは 2008 年から 2050 年までの間に、一次エネルギー消費を 42% 削減し、CO₂ の放出量を 75% 削減することを目指す。これは、スイスの値に比べると控えめだが、重化学工業の盛んなドイツの産業構造を考えると、野心的な値である。

(3) スイスとドイツにおける一次エネルギー消費の大幅削減の実現のためのアプローチ

では、それをどのようにして実現するのか。両国では、建物、モビリティ、都市計画、エネルギー供給の領域で、綿密かつ具体的なプロジェクトが立案されて、実行に移されている^{4, 5)}。建物に関しては、図—2 をご覧いただきたい。



出典：DIE ZEIT, 13. Nov. 2008, p.44

図—2 ドイツの家庭でのエネルギーの用途

スイスでもドイツでも、パッシブハウス（無暖房住宅、後述）の導入により、暖房を事実上、不要にすることによって、家庭でも、その他の建物でも、図—2 が示すように、エネルギー消費を大幅に削減できる。

筆者は 2012 年 5 月にスイスのチューリヒで、2000

ワット・プロジェクトの最高責任者 3 名にインタビューしたが、その際に見学した研究所ビル“Forum Chriesbach”は、38,615 m³ の体積で、220 人の研究者が勤務する建物だが、パッシブハウスの技術で建てられており、無暖房・無冷房である。この建物に関する詳細な説明は文献 13) を参照。この建物は 11 の建築賞をもらっており、世界中から見学者が絶えない。他の例は文献 4) を参照。スイスのモデル地区（チューリヒ、バーゼル、ジュネーブ）では、一戸建て住宅、集合住宅、研究所ビル、病院ビルなどがパッシブハウスの技術で実現している。なお、2008 年 11 月 30 日の住民投票で、チューリヒ市民は全国に先駆けて、「2000 ワット社会」を市の条例に取り入れることを承認した¹⁴⁾。

(4) デカップリング

このようなスイスやドイツの省エネの話をするとよく受ける質問は、経済成長＝エネルギー消費の増加なので、エネルギー消費を削減するかぎり、経済成長が阻害されて、国の経済が立ち行かなくなるのではないかと、いうものだ。例えば、日本経団連の「エネルギー・環境に関する選択肢」に関する意見（2012 年 7 月 27 日）¹²⁾ が典型例だ。

それに対して欧州では、デカップリング(decoupling)ということが言われて久しい。これは、持続的発展のキーワードで、一般的には、経済成長と資源（リソース）消費との間の正比例関係を効率改善によって解消することを指す。エネルギーも資源の一つなので、これが当て嵌まる（経済成長とエネルギー消費量の減少との両立）¹⁷⁾。

このデカップリングは理論（絵に描いた餅）ではなくて、ここ二十数年、ドイツで実現しているので、その可能性は実証されている¹⁸⁾。そればかりか、ドイツではそれを強化してゆく方向にある。現に、デカップリングにもかかわらず、2012 年度のドイツの貿易収支は中国を抜いて世界でトップの座を奪還するという予測だ。黒字の金額は、2,100 億米ドルに上る見込み。これは経団連の心配が杞憂に過ぎないことを証明する。

3. EU の気候・エネルギー・パッケージ

(1) EU の 20-20-20 政策

このようなデカップリングの可能性を前提として、欧州連合（EU）では、「EU 気候・エネルギー・パッケージ」(The EU climate and energy package) という名称の政策を掲げているが、この政策の根幹を成すの

は「EU の 20-20-20 ターゲット」という目標で、2020 年までに次の三つの「20」を実現することを目指す⁶⁾：

- 1) EU としての温暖化ガス排出量を 1990 年比で 20%削減する、
- 2) EU のエネルギー消費の 20%を再生可能エネルギーで賄う、
- 3) 省エネにより、一次エネルギーの消費量を 20%削減する。

(2) EU の省エネ政策としてのゼロエネルギー・ハウス指令

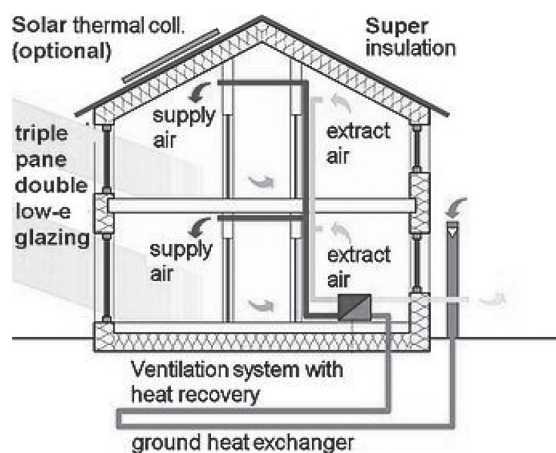
この目標³⁾のための具体的な施策として EU 委員会は、ゼロエネルギー・ハウス指令（指令 2010/31/EU）を立法した⁷⁾。この指令は 2010 年 5 月 18 日に欧州議会を通過して成立したが、その主な内容は「2020 年 12 月 31 日以降に EU 域内で新築されるすべての家屋はゼロエネルギー・ハウス（nearly zero energy building）でなければならない。公共の建物については 2 年前倒しとする」というものである。ここで、nearly zero energy とは、暖房に要するエネルギーがほとんどゼロという意味である（詳しい定義は指令の官報告示⁷⁾を参照）。なお、このテーマに関しては、EU 委員会の建物省エネのホームページ The European portal for energy efficiency in buildings⁸⁾が関連情報を掲載しているので、ご覧いただきたい。なお、EU 指令は、加盟国が国内法化することによって効力を発揮するが、そのような国内法の例として、イタリアの例¹⁵⁾を参照されたい。

(3) EU ゼロエネルギー・ハウス指令のバックボーンとしてのドイツのパッシブハウス技術

1980 年代にドイツの物理学者ヴォルフガング・ファイストとスウェーデンの建築家ボー・アンダソンが考案したパッシブハウスのコンセプトを実現すると、その家屋は外気温が氷点下 15℃ 以上なら暖房が不要となる⁹⁾。現在では、パッシブハウスは全世界で約 18,000（ドイツで 13,000）の施工例があるといわれる。

次にそのコンセプトを説明する（図—3）。まず、窓には 3 重窓ガラスを採用し、また、屋根と床と外壁には分厚い断熱材（40 mm）を貼ることにより、すくねた断熱性能を実現する。さらに重要なのは、24 時間、強制換気をすることで、そのために各部屋に供給する外気は、必ず地下を通す。地下の温度は年間を通して一定（地中熱）なので、夏の暑い空気は地下を通すことにより冷やされ、冬の冷たい空気はそれにより予熱される。そして屋内から排出される空気は熱交換器を

通し、そこで室内で発生する人体や家電製品の放出する熱を室内に導入する空気に引き渡す。人間一人は約 100 ワットの熱を発散する。これはローソク 10 本分の熱であり、また消費されたエネルギーの 3 %を光に変換するだけの白熱電球 1 個よりも少し強い熱源である。



出典：http://en.wikipedia.org/wiki/Passivhaus

図一 3 パッシブハウスの原理図

このような原理により、上述のように、外気温が氷点下 15℃ 以上なら暖房が不要という家屋が実現する。すなわち、日本にあてはめれば、北海道・東北などの一部の寒冷地を除いては、暖房がまったく不要になる。

ドイツでは、こういったパッシブハウスは、一戸建て住宅だけでなく、フランクフルト市公団住宅（800 軒）や、最近では学校、老人ホーム、消防署などの公共建築にも採用されて、快適な住環境を提供している。パッシブハウスの人気はたいへんなもので、不動産の専門家によると「パッシブハウスに空き家はない、建築が終わる前に家はさばけている。普通の家ではそうはいかない」とのこと。建築の費用は、同じ大きさの従来の家屋と比べて、約 15%増加するが、暖房費用がゼロなので、速やかに元を取る。年間の平米あたりのエネルギー消費は、ドイツの古い家屋では平均して 300 kWh 程度であるが、パッシブハウスでは 15 kWh 程度となる。まさに、nearly zero energy といえる。

EU のゼロエネルギー・ハウス指令は、このパッシブハウスを EU 27 カ国に普及させることになる。その地球温暖化対策上の意義はきわめて大きいといえよう。

前述の、EU のゼロエネルギー・ハウス指令は新築の建物に適用されるが、ドイツでは、既存の建物を徹底リフォームすることによってパッシブハウス化することも政府の助成を受けて、大々的に行われている。



図—4 フランクフルト市の公団住宅

図—4 はその例で、フランクフルト市の公団住宅である¹⁶⁾。

このパッシブハウスの進化形として、パッシブハウスの屋根に太陽光発電(PV)モジュールを設置すれば、エネルギー収支がプラスの家という意味の「プラスエネルギーハウス」が実現する。これもドイツではすでに大々的に実現しつつある。

パッシブハウスに関する最新の情報は、毎年ドイツで開催される“International Passive House Conference”で得ることができる。このキーワードでウェブ検索すれば詳細情報を入手できる。次回は第17回を数え、2013年4月19～20日にドイツのフランクフルトで開催される¹⁰⁾。これは、国際会議と見本市が一体となったイベントである。また、パッシブハウスの元祖であるファイト博士の主宰するパッシブハウス研究所(南ドイツ、ダルムシュタットに所在)のウェブサイトの英語版も貴重な情報源といえよう¹¹⁾。

なお、最近では、ドイツでパッシブハウス技術の修行を積んだ日本人の建築家が、日本の高温多湿な夏の気候に適合するようにパッシブハウスに改良を加えており、その施工例が日本国内に現れている。それ関係の情報は、YouTube または Google で「パッシブハウ

ス」とカタカナで入力すると得られるので参照されたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) <http://www.novatlantis.ch/en/2000-watt-society/vision.html>
- 2) <http://www.2000watt.ch/>
- 3) <http://goo.gl/dn9Op>
- 4) <http://www.novatlantis.ch/en/projects.html>
- 5) <http://www.umweltbundesamt.de/energie-e/index.htm>
- 6) http://ec.europa.eu/environment/climat/climate_action.htm
- 7) 官報告示 URL: http://www.buildup.eu/system/files/content/EPBD_2010_31_EN.pdf
- 8) <http://www.buildup.eu/>
- 9) <http://www.passiv.de/> (英語ボタンあり)
- 10) http://www.passivhaustagung.de/siebzehnte/Englisch/index_eng.html
- 11) <http://passiv.de/en/index.php>
- 12) <http://www.keidanren.or.jp/policy/2012/057.html>
- 13) http://www.eawag.ch/about/nachhaltig/fc/index_EN
- 14) <http://www.swissinfo.ch/jpn/detail/content.html?cid=15510910>
- 15) http://ec.europa.eu/enterprise/tris/nview.cfm?p=2012_435_EN_EN
- 16) http://passiv.de/de/05_service/03_fachliteratur/030103_altbau_wohnungsbau/03_sanierung_tevessstrasse/03_sanierung_tevessstrasse.htm
- 17) <http://goo.gl/950OH> の p.47
- 18) ドイツのデカップリング成功への道については、連邦環境省の英語パンフ“Climate Protection and Growth - Germany's Path into the Renewable Energy Age”, Oct. 2011. 48 pages を参照。ダウンロード URL: <http://urx.nu/23Hg>

《日本語推奨ウェブサイトおよび専門書》

- ・パッシブ建設と地中熱利用 <http://www.geo-power.co.jp/>
- ・パッシブハウス・ジャパン <http://goo.gl/balsj>
- ・自然エネルギー利用のためのパッシブ建築設計手法事典、彰国社、新訂版(2000/7)
- ・世界基準の「いい家」を建てる、森みわ、PHP 研究所(2009/7/14)

[筆者紹介]

望月 浩二 (もちづき こうじ)
ドイツ在住環境問題コンサルタント



ずいそう

日本社会における 自転車ロードレースのポジショニング

大 門 宏



(株) NIPPO の自転車ロードレース競技プロチーム (TeamNIPPO) で監督 (チームマネージャー) を務める大門宏です。

今回は、自転車ロードレースの競技の成り立ちから、その魅力、醍醐味について、一企業が持つチームの運営責任者、監督の立場から少しお話しさせて頂きたいと思います。

ここ数年、自転車ロードレースは、日本でも健康思考を追い風に、「新しいスポーツ」として浸透しつつあります。しかし舞台を欧米に移すと、18世紀から数多くの大会が開催されており、その歴史は大変古く、8種目 (陸上、水泳、体操、レスリング、フェンシング、射撃、テニス、自転車) から始まった近代オリンピック第1回大会 (1896年アテネ [ギリシャ] 大会) から今年30回の節目を迎えたロンドン大会に至るまで、一度として途切れることなく正式種目として実施されている人気競技でもあります。

ただ現在の日本社会では、それだけ伝統のあるスポーツであるとの認識は未だ根付いていません。自転車ロードレースの魅力は、なんといっても社会 (民衆) との融和、一体感でしょう。

自転車のトラック競技もそうですが、野球やサッカー、卓球等の球技、相撲や柔道等の格闘技等は開催場所がスタジアムや体育館の中、もしくはTVを通じた「中継」でしか観戦することは出来ません。しかも、ほとんどの国際大会は「有料」が常識化しています。

一方自転車ロードレースは、通常一般公道を使用します。我々人類にとっても一般道路 (公道) は社会そのものの、いわば流通の生命線です。即ち社会からの理解が得られなければ、決して運営、開催することが出来ないスポーツなのです。ですから、大会の開催自体、地域社会とは決して切り離すことは出来ません。

自転車ロードレースがその地域で生活している一般市民からの承諾を得ただけに留まらず、そのスポーツの競技性 (魅力) にも関心、興味が集中することになります (観る側 (観客) として)。また、開催される街の企業にとっても業種を問わず自慢の商品を「宣伝する場」として、波及効果は計り知れません。この社会からの視点、関心に欧米人はいち早く注目し、これ

まで自転車ロードレースは、商品の宣伝、広報活動の格好の「媒体」として、非常に目立つ色使いでスポンサーロゴがデザインされたカラフルなジャージ、チーム車両で「魅せるスポーツ」として、様々な企業が参入し、発展して今日に至っています。

日本人にとって最も馴染み深いスポーツ観戦は、やはりプロ野球でしょう。しかし観客席数にも限りがあり、しかもわざわざ会場まで足を運び入場料を払わないと観戦出来ないスポーツに比べ、市街地でオープニングセレモニーを披露し、スタートからゴールまで町から町へ、一般公道を使用して市町村を駆け抜ける自転車ロードレースは、一般社会に向けてのアピール「露出度」の点で、スタジアムを使うしかない野球やサッカーと比べても比べ物にならないことは明らかです。ヨーロッパでは、昔は現在ほどテレビやインターネットは普及しておらず娯楽も少なかったため、支持するチーム、アスリートを応援するため集まった民衆で、溢れかえっていました。21世紀に突入した今日でも、それら競技性魅力、伝統は失われることなく、ツール・ド・フランスやジロ・デ・イタリアをはじめ毎年5大陸、世界各地で開催されている大会を通して、引き継がれています。

そういう意味で自転車ロードレースが日本でも、一部の人だけが興味を持つ新しいスポーツではなく、箱根駅伝のようにみんなに愛されるスポーツとなることを願っています。

[プロフィール]

1962年金沢市生まれ

中京大学体育学部卒業後、シマノ工業 (実業団) を経てスイス国内のチームを転々とし4シーズン在籍する。

1990年より日本舗道 (株) NIPPO の旧称) 自転車ロードレースチームに移籍。

日本代表選手として世界選手権、バルセロナオリンピック、アジア大会等でも好成績を挙げる。

1995年同チーム監督兼任選手を経て1996年より監督、現在に至る。

ずいそう

海外の思い出

塚本 高 広



1996年4月15日、社長より呼出を受け「シンガポールに直ぐに赴任」を要請されました。当時、私は入社以来18年間、建機部門で道路清掃車の営業に従事、一方、工機部門ではシンガポールにアジア向け工作機械の現地法人を1年前に設立、当日は現地社長が赴任1年も経たず急死の訃報が社内に流れ、失礼ながら対岸の火事の様な気持ちで聞いていた所へ急遽の赴任要請でした。社長とは言え、設立1年に満たない小さな会社です。ローカル社員が居るものの、駐在員業務は社長業ほか営業・技術・総務・人事・経理から雑用まで全てを掌握せねばならず、加えて全く経験がない工作機械を扱う会社、その上に仕事は英語。全てが従前と違う環境で重責を果たせるのか、会社を潰すのではと色々悩みましたが、結局1週間後には単身で赴任、現地で仕事を始めておりました。

1年目は全てが分からないことばかりで、ほとんどの時間を仕事に費やす生活。平日はアパート往復が面倒臭く、会社のソファで寝泊りをして朝は掃除のおばちゃんが事務所に来る音で目を覚ますという生活をしていました。

思い出と学んだことは数多くあります。他民族国家シンガポールで、シンガポリアン中国人（中国人とは違う人種であると思っています）のローカル顧客の方々や社員達、マレー人やインド人の方々とのお付合で、その考え方・文化・宗教観の違いなどを肌で感じました。日本人から見れば『あつかましい』振舞と言われかねませんが、空港カウンターなどで遠慮気味にしていれば割込されます。無理に割込をすれば文句を言われます。『日本人の謙虚さ』は良い面でもあります。正しいことなのでアピールしなくとも相手が暗黙で分かってくれるは通用せず、厳しい競争に常にさらされている世界で正しいと思ったことは自ら主張しないと置いていかれる世界であることも学びました。

仕事面では日本の常識が通用しないこと。例えば売上回収は取りに行くのが当たり前で、請求書送付だけで入金する感覚では滞留が増えるだけです。駐在中1997年にアジア通貨危機が発生、顧客から景気悪化という理由だけで支払が滞り、その回収に4年費やした苦い経験もあります。6年の駐在期間中に色々な経験や失敗をしましたが、学んだことで最も大きなこと

は日本が世界標準ではなく世界の中で日本だけが異質な国であること。これは日本に居るだけでは見えず、外に出て初めて分かることなのだと思います。

現在、駐在当時の90年代と比べて相当に日本力が落ちていると思います。超円高背景とは言え今年上半期の貿易収支が3兆円超えの赤字であったことは、貿易立国の日本の力が落ちていることを端的に表していると思います。当時は日本の製品がまだ力を持っており、日本の発展とその技術・製品・品質力に尊敬の目が注がれ、東南アジア諸国は日本を見習えと『ルックイースト』という言葉がありました。いつ頃から衰退して行ったのか？シンガポール建国初代首相リークアンユー氏の2000年の講演会では、『ルックイースト』という見方は既になく、逆に衰退の危惧が指摘されたことを覚えています。

この10年間、新興国発展に伴い市場のグローバル化が進みました。その間、我々は外に出ず、自分達が肌で感ぜずで、それに対するアクションが不足する中で、ハングリーな周りの世界が進んでしまったのだと思います。『草食系男子』という言葉があり、おとなしい・海外に行きたくないなど、会社でも実際にその状況を実感していますが、豊かになった日本国内で同質な集団、すなわち居心地の良い環境を好む傾向が強まってタフさが無くなったのでは？それは若者達だけでなく、自身含めて日本人全員が草食系化したのではないかと自戒を含めて感じています。

日本はまだまだやれると思っています。追いついて来た韓国・中国など新興国より上回る『体力』と『知力』があるのにそれを使っていないだけ。その上に『チームワーク力』という他国にはない大きな強みを我々は持っています。建機の世界でも環境・排ガス対応、自動制御建機、自動走行車両等、高い要素技術を異種交配したイノベーションが進んでおり、それを実現させるのが、『体力＝頑張り・粘り』、『知力』そして『チームワーク力』だと思います。

会社の中で海外経験を積ませて頂いた一員として会社に感謝するとともに、下の世代にもそれを伝え、経験を積ませるよう、更に尽力して参りたいと思います。

JCMA 報告

「平成 24 年度 建設施工と建設機械シンポジウム」開催報告（その 1）

優秀論文賞 2 編・論文賞 2 編・
優秀ポスター賞 2 編・
審査委員特別賞 1 編を表彰

一般社団法人 日本建設機械施工協会
技師長 河田 博之

一般社団法人日本建設機械施工協会主催による「平成 24 年度 建設施工と建設機械シンポジウム」が、平成 24 年 11 月 7 日（水）、8 日（木）の 2 日間にわたり、東京都港区機械振興会館において開催されました。

このシンポジウムは、「建設機械と施工法」に関する技術の向上を目的に、技術開発、研究成果の発表の場として昭和 50 年より開催しています。また、産学官あるいは異業種間の交流連携の場にもなっています。

今回も例年と同様に「災害、防災、復旧・復興」、「ICT の利活用」、「品質確保とコスト縮減」、「環境保全・省エネルギー対策」、「安全対策」、「維持・管理・補修」の 6 分野について発表論文を広く募集しました。

論文が 38 編、ポスターセッションは 10 編と昨年と同数の応募があり、6 分野に分けて論文発表を行いました。2 会場で論文が発表されましたが、昨年を上回る参加者によって熱心な発表と質疑応答が行われました。

論文は 1 次選考として事前に実行委員会により厳正に査読・審査され、当日の発表内容の 2 次審査の結果、2 編の優秀論文賞、2 編の論文賞、また 2 編の優秀ポスター賞、1 編の審査委員特別賞が授与されました。



◆優秀論文賞◆

- (1) 100 m 以上の超高層建物における閉鎖型解体工法「テコレップシステム」の開発および実施適用
○市原英樹、萱嶋 誠、梅津匡一（大成建設㈱）
超高層ビル解体に伴う近隣環境保全、安全性の向上と荷下ろし発電システム適用によるエネルギー消費低減につながる新しい技術の新規性、有用性とわかりやすく工夫された発表が評価されました。



- (2) GPS を利用した超高層タワー鉛直精度管理技術の開発（世界最高高さの自立式電波塔建設工事に国内初適用）
○池田雄一、田辺 潔、原田恒則（株大林組）
高さ 634 m の自立式電波塔の施工のために開発された GPS 鉛直精度管理技術の有用性とわかりやすく工夫された説明が評価されました。

◆論文賞◆

- (3) 土壌洗浄法による放射性物質汚染土壌の効率的な浄化と減容化
○毛利光男、土田 充、中嶋卓磨（清水建設㈱）
今後膨大な量の汚染土壌と廃棄物の集積が予想される中、集積物の効率的な放射性物質の除去と減容化につながる時代の要請に沿った技術の有用性が評価されました。
- (4) 多様な災害に向けた無人化施工技術の開発と適用（ICT を活用した多種・多数機械の遠隔操作）
○領木紀夫、川音一郎、伊藤 真
多様な災害復旧への対応を目的に開発された ICT 技術を活用した無人化施工のシステムの有用性が評価されました。

◆優秀ポスター賞◆

今回のポスターセッションはいずれも内容の濃いポスター発表でしたが、審査委員が新規性、有用性、完成度について評価し、以下の発表が選ばれました。

また、今回は技術の新規性を特に評価して審査委員特別賞を設けました。

- (1) 小型簡易支持力試験機（エフレット）の建設工事現場への適用（「品質の向上」と「施工の効率化」）
○中山憲士（ランディックス工業㈱）, 岩原廣彦（㈱四国総合研究所）
- (2) カメラ式舗装高さ自動制御システムの開発（カメラアイシステム）
○大西秀樹, 高橋幸男, 西館 愛（㈱NIPPO）
- (3) 河道閉塞災害への「呼び水サイフォン排水装置」の提案（起動力は「水の力！」）：審査委員特別賞
○馬淵 剛（㈱山辰組）, 岩佐直人（日鐵住金建材㈱）, 平松 研（岐阜大学）



◆施工技術総合研究所研究報告

- S1. 蛇腹式防水シート工の開発（研究第一部 鈴木健之）
- S2. 橋梁のコンクリート床版防水システムに関する研究（研究第二部 榎園正義）
- S3. ICT 搭載型無人化施工機械の施工性検証試験結果について（研究第三部 鈴木勇治）
- S4. 地盤振動の伝達経路対策振動低減効果（研究第四部 齊藤聡輔）

◆平成 22 年度研究開発助成対象成果報告

1. 電磁界を利用した高張力ボルトの緩み検査センサの開発
後藤雄治（大分大学 工学部機械・エネルギーシステム工学科 准教授）
2. 柔軟な力制御によるミニショベル掘削作業の知能化に関する調査研究
玄 相昊（立命館大学 理工学部ロボティクス学科 准教授）

◆特別講演

現在、復興庁を中心として東日本大震災からの復旧・



復興への取り組みが進められています。

特別講演では、津波被災地の復興まちづくり、原子力災害地域におけるインフラ整備、復旧・復興マネジメント、円滑な事業の推進及び施工の確保について貴重なお話しをしていただきました。

演題：東日本大震災からの復旧、復興への取り組みについて —インフラ整備の視点から見た復旧、復興—

講師：復興庁 参事官 尾澤卓思氏

◆パネルディスカッション

『岐路に立つ無人化施工』

○コーディネーター

立命館大学理工学部教授 建山和由氏

○パネリスト

芝浦工業大学工学部教授 油田信一氏

一般財団法人砂防・地すべり技術センター

企画部長 田村圭司氏

鹿島建設㈱ 機械部企画グループ長 植木睦央氏

㈱熊谷組 機材部担当部長 北原成郎氏

国土交通省 公共事業企画調整課企画専門官

宮武一郎氏

パネリストとして、ロボット研究者、砂防関係者、建設無人化施工協会、土木学会、行政の各代表として5氏に参加していただきました。

各パネリストから無人化施工の事例紹介、無人化施



工の現状と課題等の発表の後、ディスカッションが行われました。

最後にコーディネーターの建山氏が、これまで発展し効果を上げてきた無人化施工技術をさらに発展させるためには、産学官が連携しながら普段でも汎用的に使えるフィールドを用意すること、また、ロボット分野の方々と一緒にさらに技術を高めていく努力の必要性を総括され、終了しました。

今回のシンポジウムは、昨年を上回る一般聴講の申

し込みがあり、約 650 名（2 日間延べ参加者数）もの参加者となりました。

業務多忙の中を論文やポスターを作成し、発表いただきました皆様、開催にあたり色々とお骨折りをいただきましたシンポジウム実行委員会委員や運営をお手伝いいただきました皆様、また、多くの聴講者の皆様にもご協力いただき、無事終了することができました。来年度も多くの皆様に参加いただくことをお願いして、ここに深く感謝申し上げます。

J C M A

橋梁架設工事の積算 ——平成 24 年度版——

■改訂内容

1. 鋼橋編
 - ・横取り設備質量算定式の見直し
 - ・製作工労務単価の変更に伴う架設用の製作部材単価改訂
 - ・積算例題の見直し
2. PC橋編
 - ・二組桁横取り装置設備を追加
 - ・プレキャストセグメント主桁組立工の適用範囲拡大
 - ・架設支保工工法の供用日数の補正方法の説明図追加 ほか

■ 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）

※別冊のみの販売はいたしません。
※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも
沖縄県以外 600 円
沖縄県 450 円（但し県内に限る）

■発刊 平成24年5月

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒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>

JCMA 報告

第一回情報化施工活用支援セミナー 開催の報告

一般社団法人 日本建設機械施工協会
情報化施工委員会 復興支援ワーキング

1. 復興支援ワーキングの紹介

日本建設機械施工協会情報化施工委員会では、東日本大震災の災害復興事業に情報化施工を活用することで、安全・安心できる復興事業を実現し、一日も早い復興を遂げられるよう活動しています。同委員会に立ち上げた復興支援ワーキングには、情報化施工機器関連メーカー、建設機械メーカー、レンタル業社、測量業者、施工業者、ソフトウェア業者等、幅広い企業が参加しています。復興事業が情報化施工を利用して迅速に進められるよう、ワーキング参加企業が一体となって測量業務から施工管理にいたるまで、発注者、施工者の皆さんをトータルでサポートしています。

(1) ホームページで情報の提供開始

「がんばろう東北！！東日本大震災復興支援サイト」
<http://www.jcmanet.or.jp/sekou/hukkou/index.html>
を開設しました。活動の紹介、情報化施工のQ&A、つぶやき広場などで、情報化施工に関わる情報を提供しています。発注者様、施工業者様それぞれに向けた情報を記載しました。

(2) 震災復興工事チャレンジ業者募集

情報化施工の経験はないが、震災復興工事を情報化施工で効率的に作りたいとお考えの施工業者様を募集しております。情報化施工に関わるメーカー、レンタル会社、ソフト会社が賛同していることを最大限に活用し、導入・実施に関するトータルコンサルティングをさせていただき、施工現場にあった機材の提案及び一部の機材を一定期間無償で貸与いたします。まだまだ募集しておりますので、応募をお待ちしています。

2. セミナーの開催

活動の一環として、11月1日に宮城県岩沼市で「第一回情報化施工活用支援セミナー」を開催しました。

(1) 午前の開催内容

午前中、名取市文化会館にて、「情報化施工の概要」「情報化施工技術の実施概要」「現地測量値からMCデータを作成する方法」を紹介しました。



写真1 名取市文化会館高での講義風景

(2) 午後の開催内容

実技会場には、情報化施工機器を搭載した多数の建機を用意し、以下のシステムを利用した作業を実際に体験していただきました。

- ①モーターグレーダの3D MC
自動追尾 TS を利用したすき取り作業
- ②ブルドーザの三次元 3D MC (RTK 版)
RTK-GNSS を利用したすき取り作業
- ③油圧ショベル (バックホウ) の 3D MG
VRS を利用した法面整形作業
- ④油圧ショベル (バックホウ) の 2D MG
小規模掘削 (溝掘り) 作業
- ⑤ TS 出来形管理基本設計データ作成



写真2 キャタピラー東北岩沼ICT研修センターでの風景



写真3 セミナー受講者、スタッフとの全体写真

現在の情報化施工に関わる多くのメーカーの製品が一堂に会したのは、初めてとなりました。

3. 今後の活動

各社の協力で講習会は成功をもって終了することができました。関係者各位にこの場を借りて、御礼申し上げます。

引き続き「チャレンジ業者の募集」と「第二回情報化施工活用支援セミナー」の開催を行う予定です。

CMI 報告

山岳トンネルの地山評価 —三重県の事例—

石原 廣和

支保構造とは、トンネルを安定に保つための構造物であり、構成する部材としては、吹付けコンクリート、ロックボルト、鋼アーチ支保工、覆工等がある。支保構造の選定は、工費および工期に影響することから、施工時に適切な地山評価を実施することが重要である。また、一般に山岳トンネルの事前調査では、線状構造物であるという特殊性から、地山性状を細部にわたり確実に把握することが難しいことから、当研究所では、発注者、施工者、当研究所の3者で施工時に実際に切羽を観察することにより、地山評価を実施し、適切な支保構造の選定を行っている。

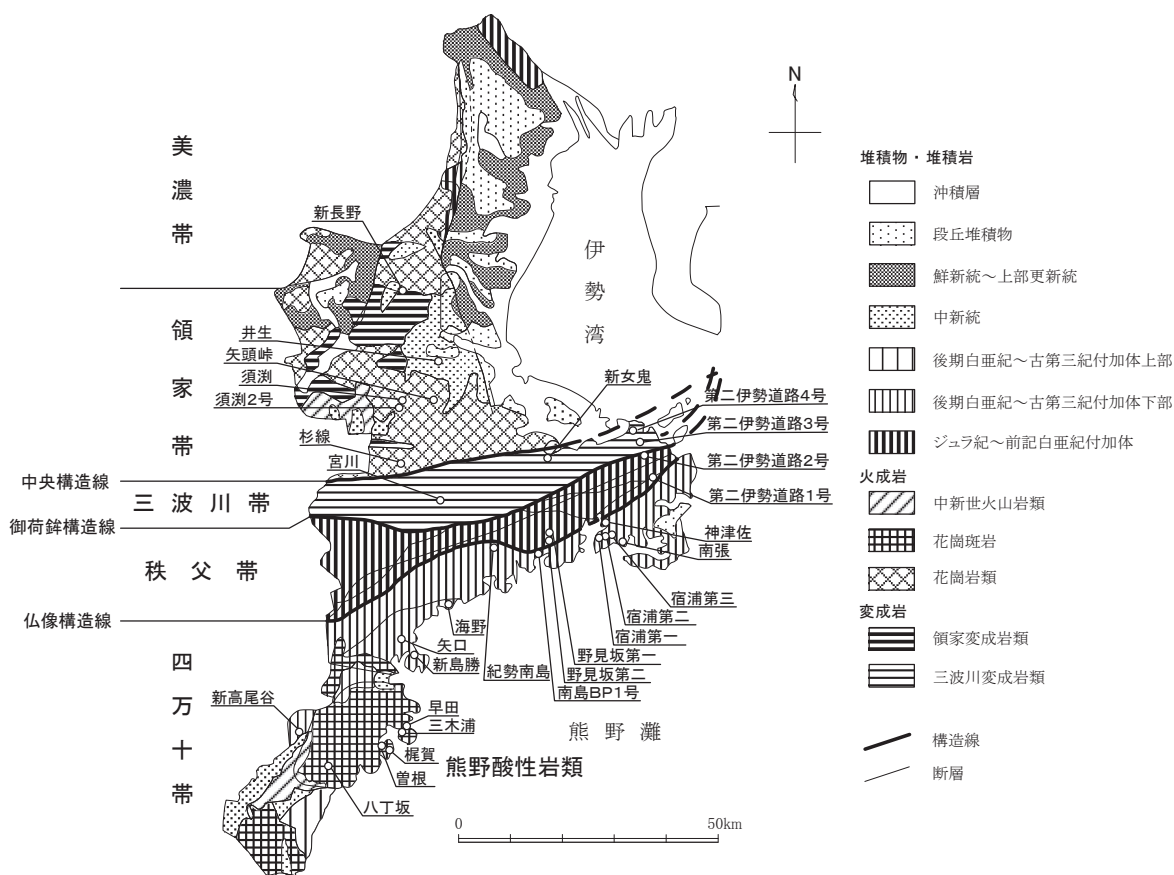
本報告では、当研究所で多数の山岳トンネルにおいて地山評価を実施している三重県について、近年行った地山評価事例の概要を紹介する。

2. 三重県における地山評価の概要

1. はじめに

施工技術総合研究所（CMI）では、山岳トンネルの施工時に、当研究所のトンネル技術者が中立的な立場で、品質と安全性を確保しつつ、適切な支保構造の選定を実現するための地山評価を静岡県、山梨県、三重県等で実施している。

当研究所では、平成7年度から三重県発注の山岳トンネルの地山評価を実施している。図—1に示すように、平成24年度までに計30本の山岳トンネルにおいて地山評価を実施しており、地質構造区分で見ると、中央構造線内帯～外帯に分布する領家帯、三波川帯、秩父帯、四万十帯と多岐にわたっている。



図—1 三重県発注の地山評価実施トンネル位置図（文献1）に加筆）

3. 地山評価方法

当研究所では、平成7年度から地山評価方法として、定性的な観察を定量化する評価手法（岩盤評価点法）を採用してきた。しかし、道路トンネル技術基準（構造編）・同解説²⁾や道路トンネル観察・計測指針³⁾では、切羽観察評価手法の一つとして、新切羽評価点法⁴⁾が示されており、また、近年設計された道路トンネルの地山評価は、新切羽評価点法を採用しているものが多いことから、平成16年度以降は、新切羽評価点法を採用している。

新切羽評価点は、「圧縮強度」、「風化変質」、「割れ目の間隔」、「割れ目の状態」の4項目の観察項目の足し合わせで最高点の100点を構成し、その点数に対して、「湧水量」、「水による劣化」の2項目の調整点を減じることにより求められる。評価点が高い程、堅硬な地山状況を示しており、軽い（剛性の低い）支保構造（例えば、B、C I等）の選定が可能となる。逆に、評価点が小さい程、脆弱な地山状況を示しており、トンネルの品質と施工時の安全性を確保するためには、重い（剛性の高い）支保構造（例えば、D I、D II等）が必要となる。

4. 各地質帯の地山評価結果

以下に、三重県における各地質帯のうち、新切羽評価点法による地山評価実績の多い領家帯および三波川帯の地山評価結果について述べる。

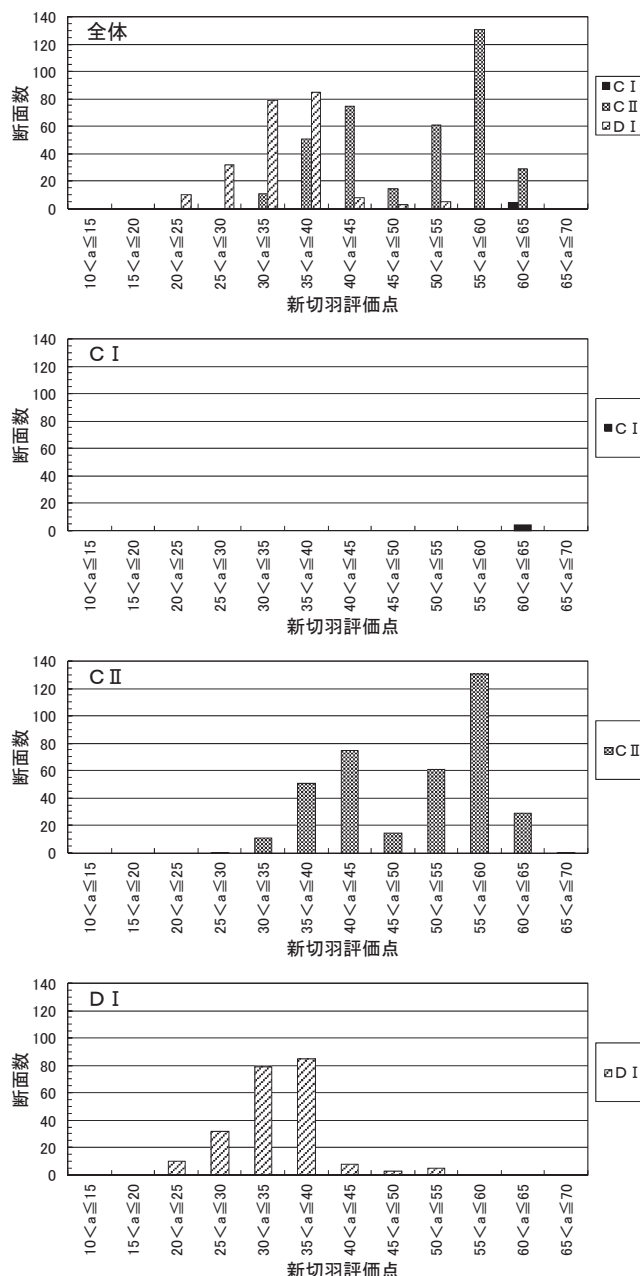
(1) 領家帯

(a) 切羽観察結果

領家帯では、表—1の杉線トンネルを除く4本のトンネルで新切羽評価点法による地山評価を実施している。

領家帯の支保構造別の新切羽評価点を図—2に示す。C Iは60～65点の範囲、C IIは40～45点および55～60点をピークとする山型の分布、D Iはおもに25～40点の範囲を示しており、概ね新切羽評価点の支保選定の目安の範囲（C I：55～70点、C II：35～60点、D I：40点以下）に該当する。

また、各支保構造の断面数（標本数）を見ると、C IIおよびD I主体の地山状況であったことが分かる。



図—2 領家帯における支保構造別の新切羽評価点

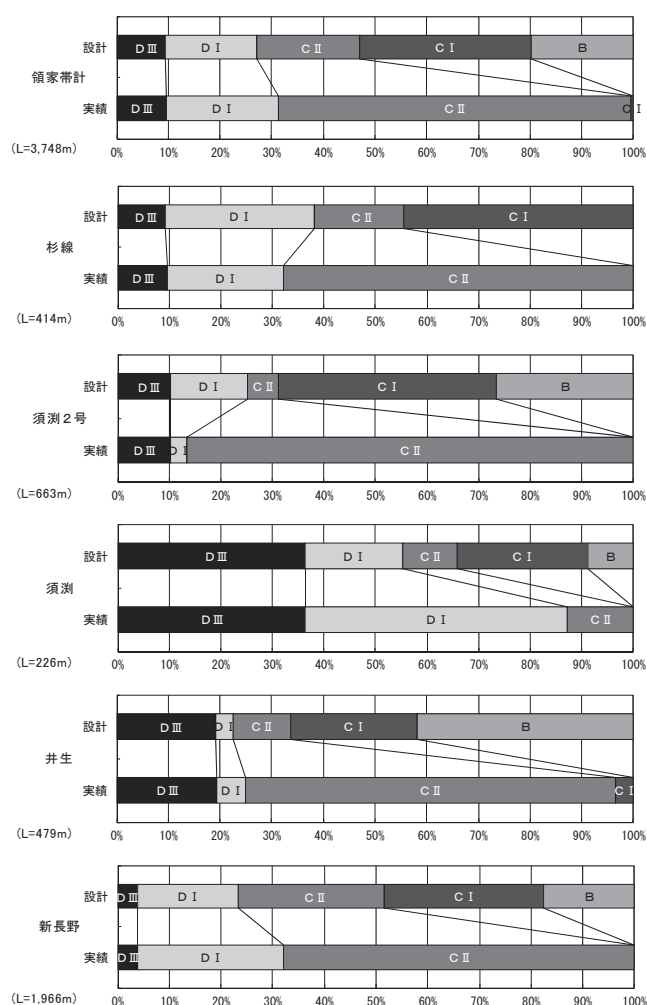
(b) 支保構造

領家帯における支保構造変更の内訳（支保構造の設計と施工実績の比較）を表—1および図—3に示す。領家帯の支保構造の選定には以下の特徴が見られる。

設計では、Bを最上位の支保構造とし、約20%の延長で計画されていたが、施工実績ではBは採用されていない。また、設計ではC Iも約33%の延長で計画されていたが、施工実績では約0.4%（延長16.5m）の延長のみしか採用されていない。全体としては、C IIの施工実績が全体の約68%の延長を占めており、C II主体の支保構造であった。

表一 領家帯における支保構造の設計と施工実績の比較

支保構造		DⅢ	DⅠ	CⅡ	CⅠ	B	計
領家帯計	設計	356.0 m	662.0 m	744.0 m	1243.0 m	741.0 m	3746.0 m
	実績	359.8 m	812.7 m	2559.1 m	16.5 m	0.0 m	3748.0 m
杉線	設計	38.0 m	119.0 m	72.0 m	183.0 m	0.0 m	412.0 m
	実績	40.0 m	93.6 m	280.4 m	0.0 m	0.0 m	414.0 m
須測2号	設計	68.0 m	99.0 m	40.0 m	280.0 m	176.0 m	663.0 m
	実績	67.4 m	22.0 m	573.6 m	0.0 m	0.0 m	663.0 m
須測	設計	82.0 m	43.0 m	24.0 m	57.0 m	20.0 m	226.0 m
	実績	82.2 m	115.0 m	28.8 m	0.0 m	0.0 m	226.0 m
井生	設計	92.0 m	16.0 m	53.0 m	118.0 m	200.0 m	479.0 m
	実績	93.3 m	26.0 m	343.2 m	16.5 m	0.0 m	479.0 m
新長野	設計	76.0 m	385.0 m	555.0 m	605.0 m	345.0 m	1966.0 m
	実績	76.9 m	556.1 m	1333.1 m	0.0 m	0.0 m	1966.0 m



図一 三 領家帯の支保構造変更の内訳

(c) 地質の特徴

領家帯では、地山評価実施時に花崗岩、花崗閃緑岩、閃緑岩、片麻岩、緑色片岩が出現したが、その主体は花崗岩および花崗閃緑岩であった。

領家帯の花崗岩は水平および垂直節理が発達しており、節理間隔は最大で 50 cm 程度、通常 10 ～ 30 cm 程度であり、節理面に沿って剥離しやすい状況であっ

た。また、花崗閃緑岩は片麻状を呈し、節理に加えて弱い片理に沿って剥離しやすい状況であった。

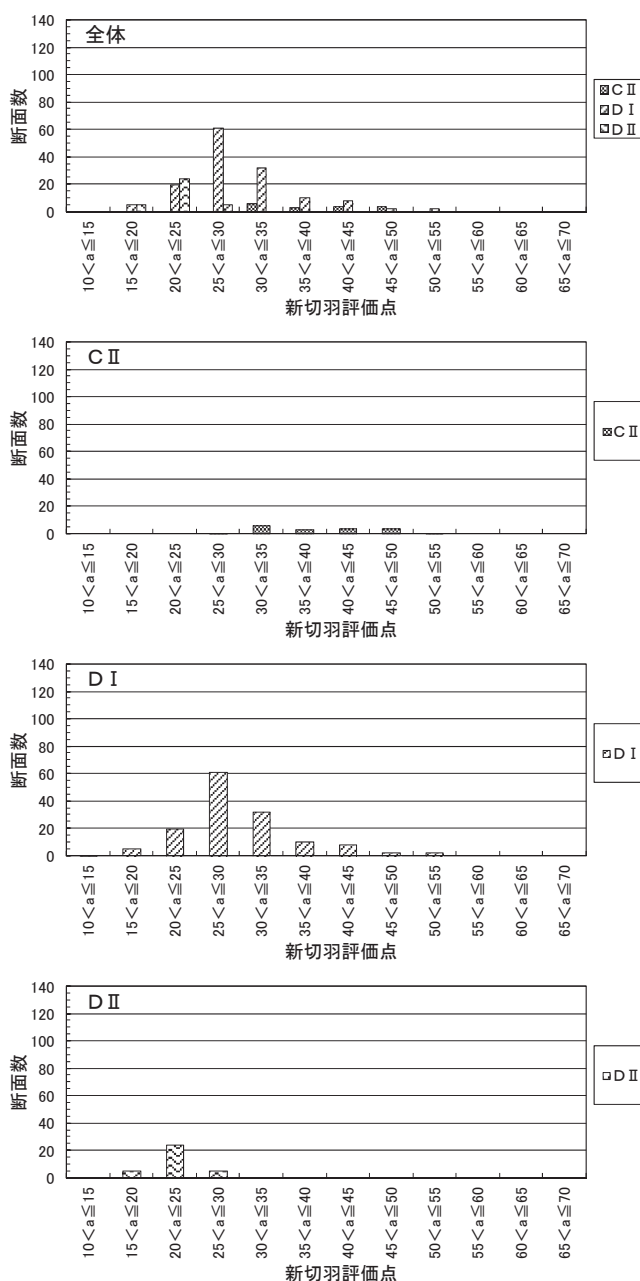
したがって、領家帯では、CⅡ主体でDⅠ（一部CⅠ）を伴う地山状況となったものと考えられる。

(2) 三波川帯

(a) 切羽観察結果

三波川帯では、表一 2 の新女鬼トンネルを除く 3 本のトンネルで新切羽評価点法による地山評価を実施している。

三波川帯の支保構造別の新切羽評価点を図一 4 に示す。CⅡは 30 ～ 50 点の範囲、DⅠは 25 ～ 30 点をピークとする山型の分布、DⅡは 20 ～ 25 点をピークとす



図一 四 三波川帯における支保構造別の新切羽評価点

る山型の分布を示しており、概ね新切羽評価点の支保選定の目安の範囲（CⅡ：35～60点，DⅠ：40点以下）に該当する。

また、各支保構造の断面数（標本数）を見ると、DⅠ主体の地山状況であったことが分かる。

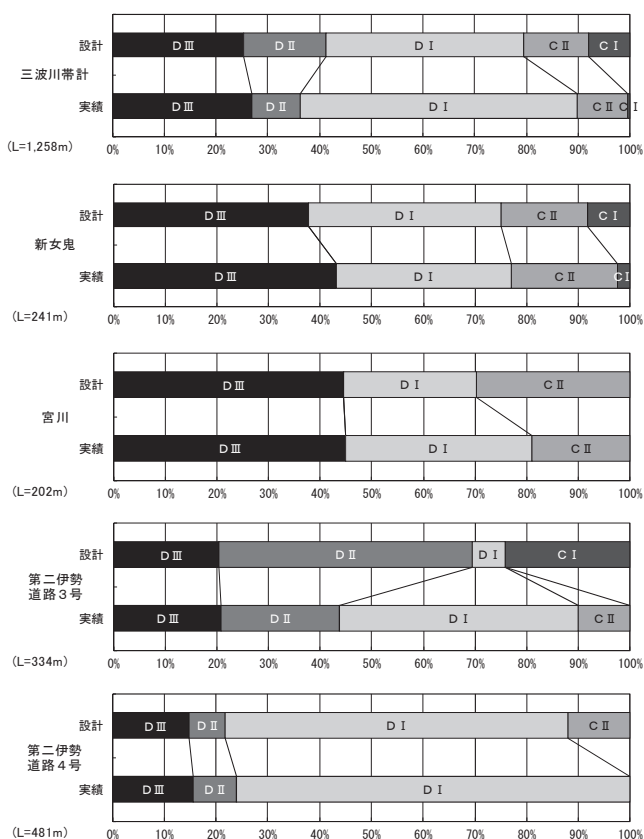
(b) 支保構造

三波川帯における支保構造変更の内訳（支保構造の設計と施工実績の比較）を表―2および図―5に示す。三波川帯の支保構造の選定には以下の特徴が見られる。

設計では、CⅠを最上位の支保構造とし、約8%の延長で計画されていたが、施工実績では約0.5%（延長6m）の延長のみしか採用されていない。また、設

表―2 三波川帯における支保構造の設計と施工実績の比較

支保構造		DⅢ	DⅡ	DⅠ	CⅡ	CⅠ	計
三波川帯計	設計	320.0 m	198.0 m	481.0 m	158.0 m	101.0 m	1258.0 m
	実績	338.8 m	117.0 m	675.0 m	121.2 m	6.0 m	1258.0 m
新女鬼	設計	91.0 m	0.0 m	90.0 m	40.0 m	20.0 m	241.0 m
	実績	103.8 m	0.0 m	82.0 m	49.2 m	6.0 m	241.0 m
宮川	設計	90.0 m	0.0 m	52.0 m	60.0 m	0.0 m	202.0 m
	実績	90.6 m	0.0 m	73.0 m	38.4 m	0.0 m	202.0 m
第二伊勢道路3号	設計	68.0 m	164.0 m	21.0 m	0.0 m	81.0 m	334.0 m
	実績	69.4 m	77.0 m	154.0 m	33.6 m	0.0 m	334.0 m
第二伊勢道路4号	設計	71.0 m	34.0 m	318.0 m	58.0 m	0.0 m	481.0 m
	実績	75.0 m	40.0 m	366.0 m	0.0 m	0.0 m	481.0 m



図―5 三波川帯の支保構造変更の内訳

計ではDⅡも約16%の延長で計画されていたが、施工実績では約9%の延長のみしか採用されていない。全体としては、DⅠの施工実績が全体の約54%の延長を占めており、DⅠ主体の支保構造であった。

(c) 地質の特徴

三波川帯では、地山評価実施時に泥質片岩、砂質片岩、緑色片岩、珪質片岩が出現したが、その主体は泥質片岩であった。

三波川帯の泥質片岩は片理が発達しており、片理間隔は数mm程度であった。また、片理面は鏡肌が発達し、粘土を挟在しており、片理面に沿って剥離しやすい状況であった。さらに、南斜面の坑口部では、北斜面と比べ気温変化が大きいことにより風化変質が進行し、褐色化および粘土化しており、小土被り区間では小断層が存在し、脆弱であった。

したがって、三波川帯では、DⅠ主体でCⅡ、DⅡ（一部CⅠ）を伴う地山状況となったものと考えられる。

5. おわりに

上記のとおり、当研究所では、これまでに多数の山岳トンネルにおいて地山評価を実施している。今後も更に施工時の地山評価データを収集・分析することにより、各地質帯の地山評価結果の特性について検証していく予定である。

また、支保構造の設計と施工実績の乖離が見られることから、その様な乖離を極力減らすことが可能となるように、設計時の類似地山の支保構造選定の際に、今回の事例を始めとした地山評価結果が参考資料と成り得るよう、今後も取り組みを進めていく所存である。

J C M A

《参考文献》

- 1) 坂 幸恭, 綿谷好修：三重県の地盤、地質と調査, 2002年第4号, pp.35～45, 2002.
- 2) 社団法人道路協会：道路トンネル技術基準（構造成編）・同解説, 2003.11.
- 3) 社団法人道路協会：道路トンネル観察・計測指針（平成21年改訂版）, 2009.2.
- 4) 東・中・西日本高速道路(株)：トンネル施工管理要領（計測工編）, 2006.10.

【筆者紹介】

石原 廣和（いしはら ひろかず）
一般社団法人日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所 研究第一部
主任研究員



部 会 報 告

範多機械(株) 本社工場見学会

機械部会 除雪機械技術委員会

1. はじめに

除雪機械技術委員会では平成 24 年 10 月 2 日（火）に大阪市西淀川区に位置する範多機械(株)本社工場見学会を実施したので本誌に紹介する。

参加者は事務局を含めて 10 社、15 名であった。

範多機械(株)本社工場は主力製品であるアスファルトフィニッシャや凍結防止剤散布車、小型路面切削機など、各種道路機械の製造販売が主であるが、近年は空港関連設備から汚泥吸引車分野などと幅広い製品群へ技術を展開している。

はじめに特色ある会社の歴史を紹介する。範多機械(株)は昭和 30 年 2 月に大阪北区に設立、法人として 58 年の業歴があり、その歴史は江戸時代の慶応元年(1865 年) 4 月、英国人 E. H. ハンター氏が来日し、神戸に貿易商社 範多商店を創業し輸入および国産ロードローラの草分けである「ハンタのロードローラ」を販売したところまで遡る。その後第二次大戦終了まで国内に名声を博したこの分野の名門である。

昭和 30 年 2 月に同機械部を継承して今日にいたる設立経緯を考慮すると 147 年の業歴を有している。



写真一 1 神戸市立王子動物園に保存されている創業者ハンター氏の邸宅

2. 工場概要

本社工場は JR 大阪駅周辺の北新地駅から東西線で 3 駅過ぎた加島駅（所要時間約 7 分）で下車し徒歩 10

分のところにある。本社は 1 駅戻った御幣島駅近くにある。利便性のよい地区に部品センターはじめ製造本部のあるアスファルトフィニッシャ専用の竹島第一工場、凍結防止剤散布車専用組立工場の竹島第二工場、AF スクリード組立専用工場の竹島第三工場が主工場として同地区に集中している。他に試験場としての竹島モータープール、車輛置き場の竹島ヤード(3,379 m²)を有してこれらを総じて竹島工場と呼んでいる。

本社と工場をあわせた総敷地面積は、19,781 m²である。



写真二 ①本社 ②部品センター ③倉庫 航空写真



写真三 ①竹島第一工場 ②竹島第二工場 ③竹島第三工場
④竹島ヤード 航空写真

1) 竹島第 1 工場 (6,518 m²)

主力製品の AF（アスファルトフィニッシャ）の組立専用工場としてクローラ式とホイール式タイプを 2 ラインの組立タクトで月産 30 台ペースで出荷している。

アスファルトフィニッシャーはクローラ式7機種、ホイール式6機種で計13機種あるが、近年の生産割合はホイール式が80%と高く、けん引力(4WD)と機動性の両方を兼ね備えていることが需要変化の要因であるとのことである。クローラ式の機種ラインナップも依然多く、多機種組立ラインとなっている。



写真-4 竹島第一工場内部

2) 竹島第二工場 (5,434 m²)

第二工場は凍結防止剤散布車と特殊車両の組立専用工場で、散布装置ユニット組立は車載式と自社架装ユニット用の2ラインの組立であった。

散布車は季節製品のために、工場生産期は主に受注期から納入期の6月～12月が生産ピークとなり、受注増となっても納期は冬季シーズン前必至ということから操業負荷調整が一番厳しくなるラインとのことである。

手押式簡易散布装置から車載式小型散布装置、国道・県道向の汎用機種から高速道路、空港向の大型散布車など多岐多彩な機種揃えで国内最大の供給メーカーとしてまさに生産真っ盛りの工場でした。

組立中心のアッセンブラー工場として機能しているため、組立部品をはじめ散布剤を積載する鋼製ホッパー等も周辺の外注工場で製作し適宜工程に合わせてラインに搬入している。そのためか、構内に部品等の仕掛品が場所取る構図はなくすっきりとした組立工場となっている。

組立架装が完成した車両は、周辺の全塗装を行う協力工場数社で完成塗装を施し仕上げられる。

完成車はモータープール(40台収納可能3,306 m²)に移されて完成検査後、全国各地へ届けられる。

3) 竹島第三工場 (スクリード工場 1,144 m²)

今回見学はできなかったが、第一工場に組立てされるAFの作業装置で機能心臓部にあたるスクリードの組立専用工場である。

ここは、AFの性能を位置づける技術が凝縮される部分で幅員変化に自由自在に対応する伸縮機構(最小0.8mから最大4.5mまで)により広い施工幅に対応できる型式を生み出す組立ラインである。

4) その他

範多機械(株)製の製品は日本全国に販路を持っていることから大阪本社の他に北海道から九州まで全国に8ヶ所の営業所を構えている。本社ビル横の部品センターからは全国190ヶ所のサービス拠点に補用部品が供給されており、全国ネットのサービス体制を整えている。

見学当日の10月2日現在で従業員は154名とのことであった。



写真-5 見学者一同 集合写真

3. おわりに

最初に第一工場の見学に入り清潔な工場であると感じた。ライン横にサブ組立としてクリーンルームがあり油圧機器の先組等を行っていた。清潔な上にさらに粉塵対応しているところなど品質へ配慮している点が印象的だった。

主要製品群に機種ラインナップが多く、多品種工場の印象を受けた。開発設計でも1～2台のオーダー品もあるとのことから技術陣の取組む気配が感じられ、開発型企業としての強いイメージも受けた。短時間での見学でありましたが、有意義な工場見学だった。

最後に大変お忙しい中、親切に対応していただいた範多機械(株)の役員、幹部、従業員の皆様には厚く御礼申し上げます。

(文責：稲見)

新工法紹介 機関誌編集委員会

03-166	ピア・リフレ工法 (曲げ補強仕様)	オリエンタル 白石
--------	----------------------	--------------

▶ 概 要

従来の既設橋脚の耐震補強工法には、RC 巻立て工法や鋼板巻立て工法などがあるが、これらの工法は、鋼矢板などの土留め・仮締切を設置し、締切内掘削、排水を行って作業空間を確保する必要があり、既設構造物直下の厳しい制約条件下では、鋼矢板が短尺で多くの継施工が必要となることから、施工が困難で、工期が長く、工費も高額となるなどの課題があった。

そのような中、厳しい制約条件下において、施工性に優れ、大規模な掘削および土留めが不要な圧入鋼板巻立てによる橋脚のせん断補強工法「ピア・リフレ工法」を展開してきたが、優先的かつ限定的に緊急輸送道路などを対象に実施された落橋等の甚大な被害を防止するための「橋梁耐震補強3箇年プログラム」が終了し、今後は現行の耐震水準を考慮した耐震補強対策が実施されるため、発注者、コンサルタントからは、せん断耐力向上に加えて曲げ耐力の向上が求められている。

従来の「ピア・リフレ工法」は、せん断補強工法であることから、これまでそれらの需要に対応することができなかったが、このたび、施工性に優れ、経済的な工法である同工法の特徴を生かしながら、橋脚の曲げ補強へ対応するため、同工法を更に発展させて、曲げ補強に対応した圧入鋼板を用いた橋脚の耐震補強工法「ピア・リフレ工法（曲げ補強仕様）」を開発した。

施工手順は、まず既設橋脚に補強鋼板を圧入するための反力として反力用鋼板をエポキシ樹脂および施工アンカーにより固定する。次に、反力用鋼板に圧入装置（圧入ジャッキ、加圧リング）を設置し、分割された補強鋼板を現場溶接により巻き立て、フーチング天端まで補強鋼板を継ぎ足しながら圧入する。補強鋼板と既設橋脚との空隙を洗浄して、水中不分離性収縮補償コンクリートを15cm程度打設し、補強鋼板を5～10cm程度引き抜き、養生する。補強鋼板内を排水した後、WJ削孔装置によりフーチングを削孔・洗浄し、軸方向鉄筋を挿入し、エポキシ樹脂により定着する。最後に収縮補償コンクリートを打設し、上部の補強鋼板の設置、収縮補償コンクリートを打設して、既設橋脚と一体化させることで耐震性能の向上を図ることが出来る。

▶ 特 徴

① 仮設備の小規模化

従来は鋼矢板などの土留め・仮締切を設置する必要があったが、2m程度の梁下空間が確保できれば土留め・仮締切は不要

となる。また、従来は重機等を使用するために仮栈橋を設ける必要があったが、分割された資機材を使用するため、単管足場や組立式フロート程度の足場で施工が可能となる。このため、仮設備の小規模化が図れ、経済性が向上する。

② 河川環境への影響を軽減

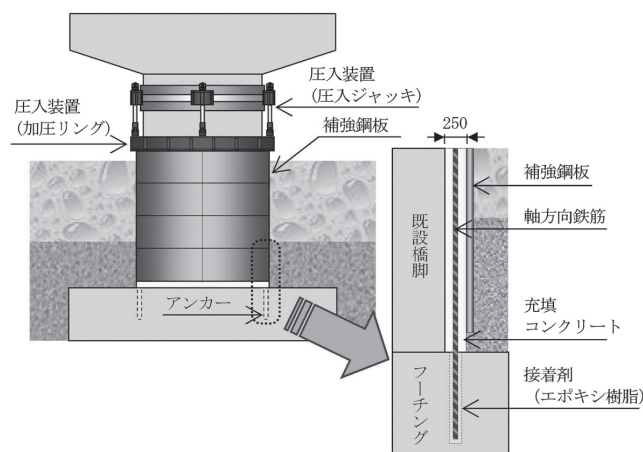
仮締切・仮栈橋が不要となり、航路の確保、河積阻害率の軽減が図れる。また、掘削も補強鋼板内のみであり、発生土量を大幅に削減できることから、河川環境への影響を最小限にすることができる。

③ 開削不要で施工可能

圧入工法であるため、従来堤体などの橋脚補強で必要な、開削や切回し道路等が不要となる。

④ WJ 工法によるフーチング削孔

狹隘かつ数m先のフーチングを削孔する必要があるため、作業空間を確保できないため、フーチングの鉄筋探査が出来ない。そこで鉄筋を切断することなくフーチングを削孔できるWJ工法を用いることで、既設鉄筋への対応が可能となる。



図一 工法概要

▶ 用 途

- ・既設RC橋脚の耐震補強工事（曲げ補強）

▶ 実 績

- ・「ピア・リフレ工法（曲げ補強仕様）」の施工実績は現在無い。
- ・せん断補強対応「ピア・リフレ工法」は、高速道路高架橋耐震補強工事（φ2.5m）他10橋

▶ 問 合 せ 先

オリエンタル白石(株) 施工・技術本部
技術部 補修補強チーム

〒135-0061 東京都江東区豊洲 5-6-52

TEL：03-6220-0637

新工法紹介

05-66	ドレーン材同時埋設工法 (NSDD 工法)	西松建設
-------	--------------------------	------

▶ 概 要

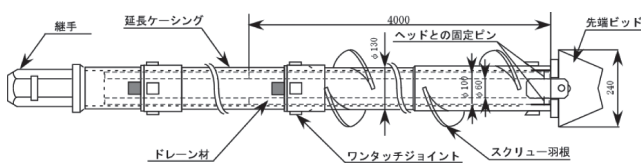
液状化対策の一つである排水工法とは、液状化の可能性がある砂地盤中に人工ドレーン材、あるいは碎石を打設し、地震時に発生する地盤内の過剰間隙水をドレーン内に速やかに流入させることで、過剰間隙水圧の上昇・蓄積を抑制する液状化防止工法である。一般の排水工法の施工では、ボーリングマシンを用いて所定深度までケーシング掘りを行い、その後で地上からドレーン材をケーシング管内に挿入し、ケーシングを引き抜くことでドレーン材が設置される。従来工法ではボーリングマシンによるケーシング削孔と、ドレーン材の建込み、ケーシングの引抜きは別々に行われる。それぞれが別工程であり、継足し作業も多いため、各工程に要する時間とコストがかかることが課題であった。

西松建設は、施工の効率化を図り、施工時間の短縮とコストダウンを目指した「ドレーン材同時埋設工法（NSDD 工法）」を開発した。ドレーン材同時埋設機構により、掘削した土砂を地表にほとんど排出することなく、地盤の削孔と同時にドレーン材を所定深度に埋設できる排水工法の施工技術である。

▶ 特 徴

本工法の特徴は、以下の通りである。

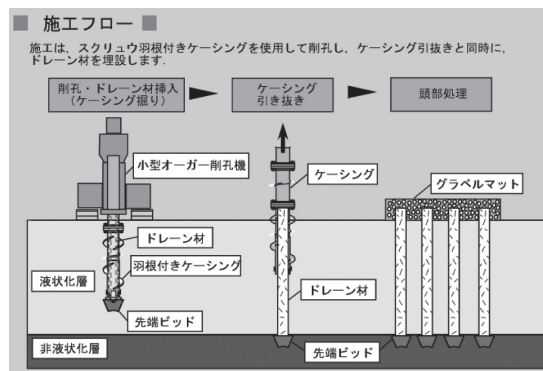
- ・ドレーン材同時埋設機構により、地盤の削孔、打止め管理、ケーシングを引抜きするだけの作業となり、従来工法に比べ作業効率（施工性）が向上する（図—2、3）。
- ・ドレーン材埋設は鉛直施工および最大45度までの斜め施工ができるため、既設の宅地、道路、インフラおよび構造物の周辺地盤や狭小・狭隘部におけるドレーン施工が可能である。
- ・羽根付きケーシング掘りの採用により、水や添加材を用いなくても無排土で削孔可能である（写真—1）。
- ・水や添加材を使用しないため、汚泥が発生せず産業廃棄物の処理が必要ない。
- ・施工中の騒音・振動が少ないため、市街地での施工が可能である。



図—1 ドレーン材同時埋設機構の概要図



図—2 従来工法の施工フロー



図—3 NSDD 工法の施工フロー



写真—1 ケーシング、先端ビット及び削孔状況



写真—2 ドレーン材の埋設完了状況

ある。

▶ 用 途

- ・既設宅地、道路、埋設管や埋設構造物等の液状化対策工事

▶ 実 績

千葉県成田市にて、本工法の施工性の検証を目的とした試験施工を実施し、サイクルタイムは従来の施工法の約50%に短縮、コストは20%程度削減が可能であることを確認した（写真—2）。

▶ 問 合 せ 先

西松建設(株) 技術研究所土木技術グループ
〒105-8401 東京都港区虎ノ門1-20-10
TEL: 03-3502-0273

新工法紹介

08-43	ケーソン自動注水制御システム	あおみ建設
-------	----------------	-------

概要

防波堤等の建設工事において、ケーソンを安全に海底に沈設するためには、ケーソンの姿勢を水平に保つようにマスへの注水作業を行う必要がある。それには、各マスの水位監視やポンプのON/OFF操作などのために作業員がケーソン上を移動することになるが、ケーソン上は、様々な機器やワイヤー等が輻輳しており、また、波による動揺などでケーソンが上下動するため、安全性の向上の観点から作業の省力化が求められていた。

そこで、ケーソンマス内に設置した深度センサーとケーソン天端に設置した傾斜計により、各マスの水位、隣接するマス間の水位差およびケーソンの傾斜を監視し、注水ポンプを自動制御することでケーソンの水平を確保するシステムを開発した。

本システムにより、ケーソン据付時の姿勢制御などが自動化され、施工管理の省力化と施工時の品質確保の両立が期待できる。また、ケーソンから離れた場所からの遠隔監視も可能で、さらに遠隔操作ウィンチと組み合わせることで、ケーソン上の無人化施工にも対応できる。

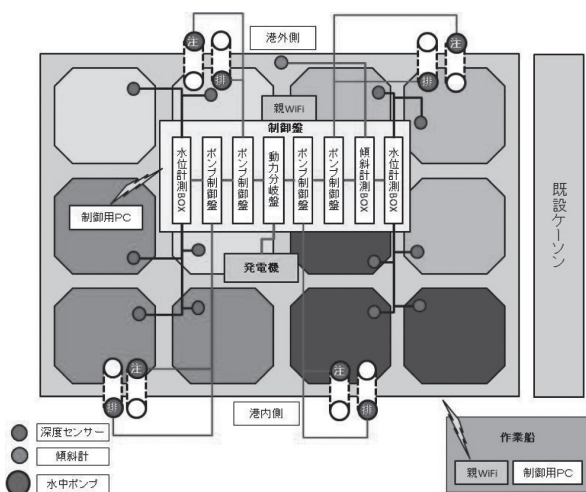


図1 ケーソン自動注水制御システム概要図

特徴

- ・ケーソンマス内に設置した深度センサーにより、各マス内の水位を自動計測し、制御用PCの管理画面でリアルタイムに水位および注水量を表示できる。
- ・ケーソン天端に設置した傾斜計によりケーソンの傾きを自動計測し、制御用PCの管理画面でリアルタイムに水平性を確認できる。

- ・隣接するマス間の水位差が規定値を超えないよう注水ポンプを自動制御し水位差を解消するため、水頭差による偏荷重で隔壁が損傷するのを防止できる。
- ・水位計測を自動化することにより、作業員がケーソン上を移動することがなくなり、作業の省力化が図れる。
- ・無線LANを活用することで、ケーソンから離れた場所から制御用PCを遠隔操作することが出来るため、起重機船上や既設ケーソン上などで、関係者が同時に管理画面を確認でき、施工性の向上が図れる。

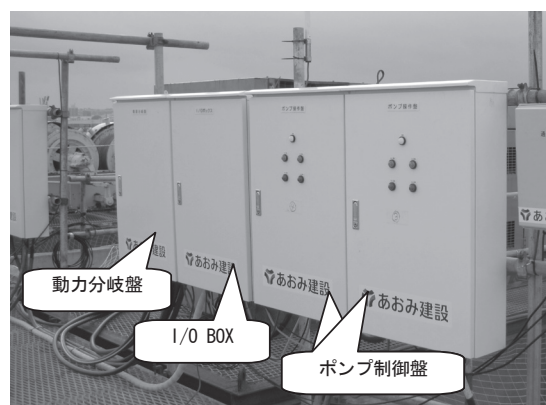


図2 各種制御盤および使用機器

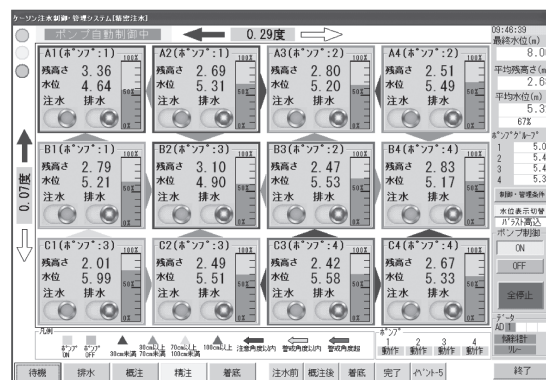


図3 計測状況表示画面

用途

- ・ケーソン据付工事全般

実績

- ・那覇港（浦添ふ頭地区）防波堤（浦添第一）仮設堤築造工事
- ・酒田港本港地区防波堤（南）築造工事 ほか

問合せ先

あおみ建設(株) 土木本部 技術開発部

〒108-8430 東京都港区海岸 3-18-21 ブライトイースト芝浦

TEL：03-5439-1014

新機種紹介 機関連編集委員会

▶ 〈02〉掘削機械

12-〈02〉-05	コマツ 油圧ショベル PC350-10 ほか	'12.07 発売 新機種
------------	----------------------------------	------------------

中型、大型油圧ショベルPC220-10/LC-10、PC230-10/LC-10、PC300-10/LC-10、PC350-10/LC-10、PC400-10/LC-10、PC450-10/LC-10の12機種は、NO_x（窒素酸化物）排出量を従来機に比べて50%低減し、日本（特定特殊自動車排出ガス2011年基準）・北米（EPA Tier4 Interim）・欧州（EU Stage 3B）の排出ガス規制に対応したモデルチェンジ車である。新エンジンとメインユニットを最適に制御するトータルビークルコントロール（機体総合制御）を採用することにより生産性と燃費性能の両立を図り、燃料消費量を従来機に比べて5～10%低減させている。

安全面の特長として、落下防止用ハンドレールの採用によるマシンキャブ上での点検・整備時の落下防止や、IDキー採用による機械の盗難リスクの軽減を図っている。運転席には高精細7インチLCDモニタを新たに採用し、安全かつ正確でスムーズな作業を実現するとともに、エコガイダンス等の表示により省エネ運転のサポートを行っている。

更に、国内で初めてパワーラインの保証延長と無償メンテナンスを取り入れた、新たなサービスプログラム「KOMATSU CARE（コマツ・ケア）」を提供している。コマツ・ケアは新車購入時に自動的に付帯され、トータルライフサイクルコストの低減と長期間の稼働に貢献するものと思われる。



写真—1 コマツ PC350-10 油圧ショベル
（一部オプションを含む）

表—1 PC350-10/LC-10 ほかの主な仕様

項 目	PC220-10 [PC220LC-10]	PC230-10 [PC230LC-10]	PC300-10 [PC300LC-10]
機械質量 (t)	23.0 [24.5]	23.8 [24.8]	31.1 [31.9]
エンジン定格出力 ネット (JIS D0006-1) (kW/min ⁻¹) (PS/rpm)	132/2,000 (180/2,000)	132/2,000 (180/2,000)	192/1,950 (261/1,950)
標準バケット容量 (新JIS/旧JIS) (m ³)	1.0/0.9	1.0/0.9	1.4/1.2
標準バケット幅 <サイドカッタ含む> (m)	1.155<1.260>	1.155<1.260>	1.340<1.460>
全長 (m)	9.885	9.885	11.145
全幅 (m)	2.980 [3.280]	2.980 [3.180]	3.190
全高 (m)	3.185	3.185	3.285
後端旋回半径 (m)	2.940	2.940	3.445
価格 (百万円)	24.80 [25.70]	26.25 [27.10]	34.00 [35.10]

項 目	PC350-10 [PC350LC-10]	PC400-10 [PC400LC-10]	PC450-10 [PC450LC-10]
機械質量 (t)	33.3 [34.1]	43.1 [44.0]	44.6 [45.5]
エンジン定格出力 ネット (JIS D0006-1) (kW/min ⁻¹) (PS/rpm)	192/1,950 (261/1,950)	268/1,900 (364/1,900)	268/1,900 (364/1,900)
標準バケット容量 (新JIS/旧JIS) (m ³)	1.4/1.2	1.9/1.7	1.9/1.7
標準バケット幅 <サイドカッタ含む> (m)	1.34<1.47*>	1.475<1.625>	1.440<1.625*>
全長 (m)	11.145	11.940	12.040
全幅 (輸送時/作業時) (m)	3.190	2.995/3.490 [3.090/3.590]	3.145/3.490 [3.145/3.490]
全高 (m)	3.290	3.635	3.660
後端旋回半径 (m)	3.445	3.645	3.645
価格 (百万円)	36.00 [37.10]	43.50 [44.70]	46.00 [47.60]

*コーナーアダプタ含む

問合せ先：コマツ コーポレートコミュニケーション部

〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6

新機種紹介

▶ 〈10〉 環境保全およびリサイクル機械

12-〈10〉-02	サナース 表土剥離・回収機 PUMA2400	'12.07 発売 新機種
------------	----------------------------------	------------------

2つのレベルセンサーを持つ自動地形適応システムが剥離する表土の厚さを測定し、次いで、剥ぎ取り部（デルタテーブル）が精確に剥ぎ取り・回収して行く。

2011年の福島第一原子力発電所事故以降進められている放射能汚染された土壌の除染事業において、既に除染現場に導入され、稼働している。

◆表土剥離・回収機「PUMA2400」の特長

①自動地形適応システム

自動地形適応システムが剥離する表土の厚さを精確に制御（0～100 mm）して、回収量を必要最小限に抑える。また、剥離・回収後の表面は滑らかになる。

②高い作業効率性

農地の除染では、1日あたり換算で厚さ30 mmの表土を約1,500 m² 削り取ることが可能である。また、表土を効率よく回収できるように、チェーンの速度は調整可能で、負荷が過度にかかった場合はチェーンの動作方向を反転させることもできる。

③運転作業員への安全対策

運転室はROPS/FOPS/TOPS（欧州安全規格）に適合している。また、タッチパネルや電子制御システムによる運転操作で、運転作業員への負荷を可能な限り低減する。



写真—2 サナース販売（ドップシュタット製造） PUMA2400 表土剥離・回収機（作業時）



写真—3 格納時姿勢

表—2 PUMA2400 の主な仕様		
寸法（長さ×幅×高さ（作業時））	（mm）	8,855 × 2,470 × 3,107
重量	（t）	7
排気量	（CC）	3,300
定格出力	（kW/PS）	61/83
最高前進速度	（km/h）	9
燃料	（ℓ）	98
希望小売価格	（百万円）	73

問合せ先：(株)サナース 営業部
〒231-0002 神奈川県横浜市中区海岸通 4-20-2

新機種紹介

▶ 〈13〉 舗装機械

12-〈13〉-02	住友建機 グースアスファルトフィニッシャー HGP55W	'12.04 発売 新機種
------------	------------------------------------	------------------

HGP55W（グースアスファルトフィニッシャー）は、主に橋梁の鋼床板の防水層（基層）に使用されるグースアスファルト合材を敷き均す機能を持つ、特殊アスファルトフィニッシャーである。

同機は、当社のホイール式アスファルトフィニッシャー HA50W-7 をベースマシンとし、国土交通省第3次排出ガス基準値ならびに低騒音型建設機械の基準値に適合している。さらに、HA50W-7 は、走行装置にミッション駆動方式を採用していることから、グースアスファルト施工の、必須条件とも言える最低施工速度 0.5 m/min を可能としている。

また、従来型グースアスファルトフィニッシャーを保有するユーザーから得られた数多くの要望や改善を開発に取り込むことで、安全性はもちろんのこと、施工性や輸送性の向上を図っている。

安全性向上では、加熱装置（コンベヤおよびスクリード）に均一加熱性の高い熱風式バーナを採用し、非常時における火災を防止する為、ガスラインを過流速弁で閉じたり、非常停止ボタンを解除しても、ガスラインだけは専用の解除ボタンを押さない限り、復帰できない安全機能も備えている。さらには、自動温度制御機能もあり、施工時の無駄なガス消費も抑えている。

施工性向上では、スクリュー式コンベヤの合材投下部を、油圧で左右にスイング移動が可能なスイング式オーガコンベヤを採用し、横断勾配施工における上流側への撒き出し性能の向上に加え、撒き出しスクリュー装置は、スクリュー駆動部を外側に配置した油圧伸縮方式を採用し、撒き出し性能を向上させ、スクリード端部にまで安定した合材供給を可能としている。

スクリードは、グースアスファルト舗装に適した密封型パイププレート式2枚スクリード（デュアルマットスクリード）を搭載している。スクリードプレートには、高温なグースアスファルト合材でも熱歪みが生じにくい厚板（ $t=14\text{ mm}$ ）の耐磨耗鋼板を採用し、熱によるスクリードプレートの変形を防止している。施工幅は最大 5.5 m（EXT 有）まで対応（EXT 無しでは最大施工幅 4.5 m）。

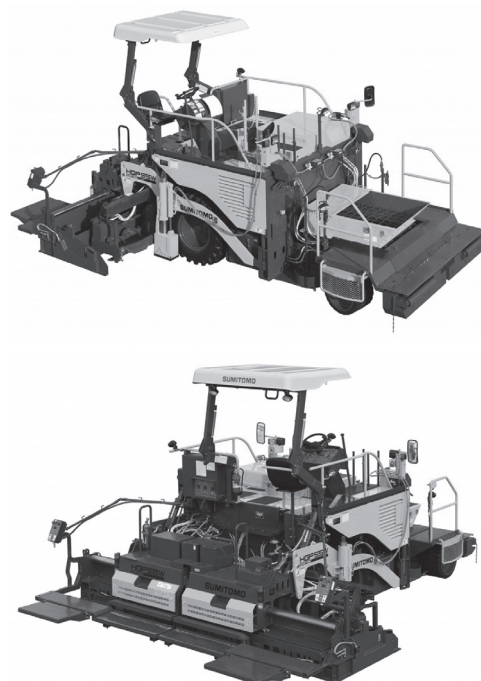
舗装厚制御方式は、レベルローラ方式とリフトシリンダ（吊下）方式を採用し、いずれもスイッチ一つで操作が可能な低速油圧シリンダを採用している（オートグレードコントローラ「AGC」にも対応）。

輸送性向上では、セルフトラレーによる輸送が可能な寸法および重量内に収まっており、さらに、積み込み積下ろしの段取り作業時間の短縮の為、一人でも容易にレベルローラの着脱が行えるよう、専用の格納装置を備えている。また、施工時に使用する型枠スライダを本体スクリード内蔵式にし、着脱作業を不要とする工夫も施されている。

表—3 HGP55W の主な仕様（標準仕様）

本体質量	(kg)	11,550
全長	(mm)	5,750
全幅	(mm)	2,490（回送時）／2,875（作業時）
全高	(mm)	2,555
舗装幅	(m)	2.4～4.5（油圧伸縮） 最大 5.5（EXT0.5 × 2 有）
舗装厚	(mm)	10～100
舗装速度	(m/min)	0.5～20
ホッパ容量	(ton)	1.4
定格出力	(kW/min ⁻¹)	70.9 / 2,000
走行装置形式		ホイール式
移動速度	(km/h)	0～15
スクリード形式		DM-VG レベルローラ方式
舗装厚制御方式		スクリードリフト（吊下）方式
締固機構		パイププレート
振動数	(Hz)	50
加熱装置	スクリード コンベヤ	自動温度制御式熱風バーナ 同上
価格	(百万円)	58.0

（注）全長・全高および重量は、オプション装備品により異なる。



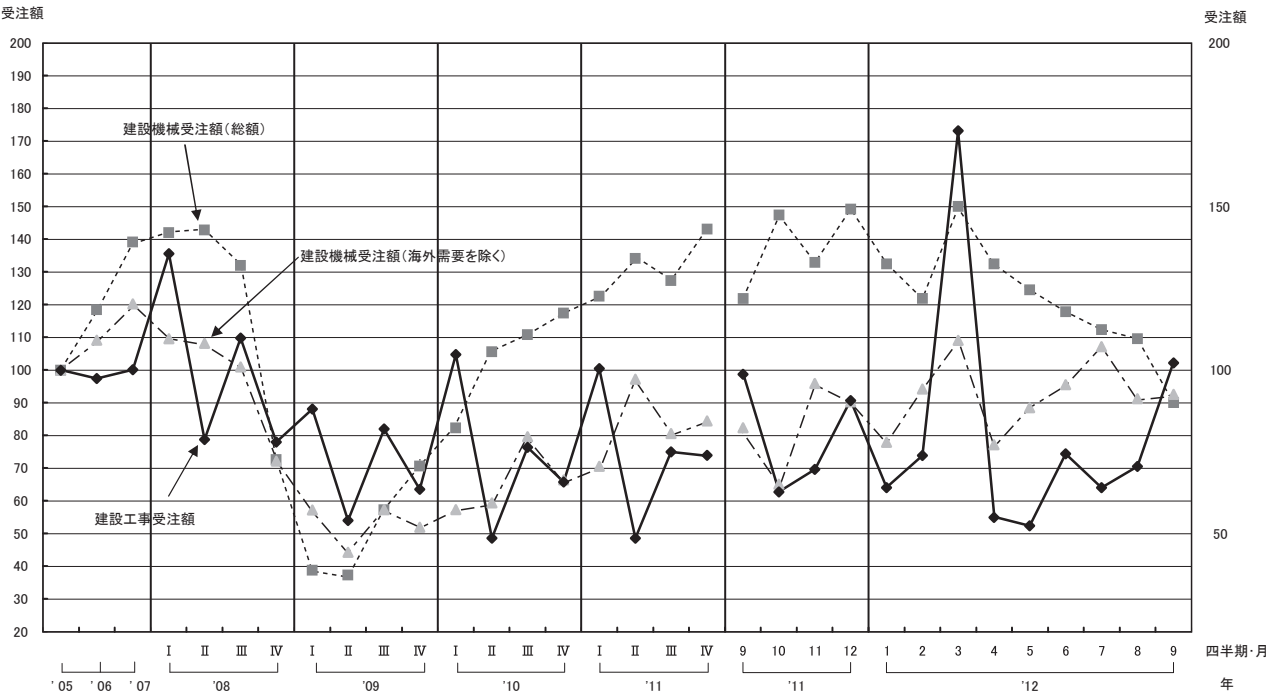
写真—4 住友建機 HGP55W グースアスファルトフィニッシャー

問合せ先：住友建機(株) 技術本部 道路機械技術部

第二設計グループ

〒263-0001 千葉県千葉市稲毛区長沼原町 731-1

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 2005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 2005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								
2005 年	138,966	94,850	19,156	75,694	30,657	5,310	8,149	95,370	43,596	136,152	136,567	
2006 年	136,214	98,886	22,041	76,845	20,711	5,852	10,765	98,795	37,419	134,845	142,913	
2007 年	137,946	103,701	21,705	81,996	19,539	5,997	8,708	101,417	36,529	129,919	143,391	
2008 年	140,056	98,847	22,950	75,897	25,285	5,741	10,184	98,836	41,220	128,683	142,289	
2009 年	100,407	66,122	12,410	53,712	24,140	5,843	4,302	66,187	34,220	103,956	128,839	
2010 年	102,466	69,436	11,355	58,182	22,101	5,472	5,459	71,057	31,408	107,613	106,112	
2011 年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059	
9 月	11,468	7,561	1,669	5,892	3,420	433	54	7,059	4,409	111,797	11,948	
10 月	7,290	4,424	1,079	3,345	2,204	440	222	4,427	2,864	113,424	6,867	
11 月	8,124	5,202	1,179	4,023	1,587	431	904	5,811	2,313	113,297	8,208	
12 月	10,327	6,989	1,753	5,237	2,184	391	763	7,301	3,026	112,078	11,030	
2012 年	1 月	7,449	4,990	933	4,058	1,727	333	399	5,241	2,208	112,743	7,001
2 月	8,576	5,387	1,056	4,330	2,442	404	343	5,695	2,880	112,603	9,034	
3 月	20,021	13,216	2,021	11,196	5,148	540	1,117	13,976	6,045	117,803	15,393	
4 月	6,443	4,721	1,083	3,638	1,110	418	194	4,577	1,866	117,710	6,342	
5 月	6,176	4,284	960	3,324	1,309	337	246	4,171	2,005	116,271	7,709	
6 月	8,663	6,106	1,433	4,673	2,053	354	149	5,999	2,664	115,408	9,834	
7 月	7,488	5,156	1,043	4,112	1,809	430	93	5,163	2,325	116,359	6,602	
8 月	8,247	5,373	1,030	4,342	2,246	400	228	5,424	2,823	115,240	9,295	
9 月	11,880	7,617	1,541	6,076	2,810	496	957	8,373	3,507	—	—	

建 設 機 械 受 注 実 績 (単位：億円)

年 月	05 年	06 年	07 年	08 年	09 年	10 年	11 年	11 年 9 月	10 月	11 月	12 月	12 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
総 額	14,749	17,465	20,478	18,099	7,492	15,342	19,520	1,502	1,802	1,634	1,831	1,641	1,500	1,851	1,627	1,532	1,443	1,391	1,347	1,107
海 外 需 要	9,530	11,756	14,209	12,996	4,727	11,904	15,163	1,145	1,517	1,208	1,441	1,306	1,089	1,378	1,290	1,147	1,026	929	951	700
海外需要を除く	5,219	5,709	6,268	5,103	2,765	3,438	4,357	357	285	426	390	335	411	473	337	385	417	462	396	407

(注) 2005 ～ 2007 年は年平均で、2008 ～ 2011 年は四半期ごとの平均値で図示した。
2011 年 9 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…

(2012 年 10 月 1 日～31 日)

■ 機 械 部 会

■除雪機械技術委員会及び範多機械本社工場見学

月 日：10 月 2 日（火）

出席者：江本平委員長ほか 14 名

場 所：範多機械(株)本社・竹島工場

議題等：①第 1 第 2 工場見学 ②除雪機械技術委員会 ③質疑応答 ④その他

■情報化施工技術委員会

月 日：10 月 5 日（金）

出席者：白塚敬三委員長ほか 7 名

議 題：①「業務用無線の紹介説明とお困りの事項についてのヒヤリング」日本無線(株) ②9/27 開催の機械部会幹事会の報告 ③その他

■基礎工事用機械技術委員会

月 日：10 月 10 日（水）

出席者：篠原慶二委員長ほか 12 名

議 題：①バックホウ、クレーン、トラック等のベースマシーンを利用した基礎工事用機械の提示整理とその運転資格の整理について ②見学会について ③その他

■機械整備技術委員会

月 日：10 月 11 日（木）

出席者：森三朗委員長ほか 9 名

議 題：①「2011 年および 2014 年排ガス規制適合機に対する燃料・エンジンオイルについての問題・注意」 ②9/27 開催の機械部会幹事会の報告について・平成 24 年上期の活動報告と下期の活動計画 ③ハイブリッド・電動（バッテリー含む）建機の整備の安全 WG ④その他

■コンクリート機械技術委員会

月 日：10 月 11 日（木）

出席者：大村高慶委員長ほか 6 名

議 題：①工事現場見学会候補の紹介 ②平成 24 年度上期活動実績の報告 ③トラックミキサ JIS 原案の紹介、検討 ④12/3 技術連絡会発表機種決定：コンクリートポンプ、振動機、トラックミキサ ⑤シンポジウムの紹介 ⑥その他

■ショベル技術委員会

月 日：10 月 12 日（金）

出席者：尾上裕委員長ほか 5 名

議 題：①9/27 開催の機械部会幹事会の報告について・平成 24 年度上期の

活動報告と下期の活動計画 ②9/24 開催の作業燃費 WG および国交省打合せの報告について ③インターマッ ト建機展示会の報告について ④その他

■トンネル機械技術委員会 環境保全分科会

月 日：10 月 12 日（金）

出席者：掛川敏弘分科会長ほか 8 名

議 題：①担当各社の作成資料の説明と内容の検討 ②報告書のまとめ方の方針についての検討 ③その他

■トンネル機械技術委員会 第 4 回幹事会

月 日：10 月 18 日（木）

出席者：篠原望委員長ほか 6 名

議 題：①国交省との勉強会「一機」の対応について ②現場見学会と工場見学会について ③その他

■トンネル機械技術委員会 新技術・施工技術分科会

月 日：10 月 23 日（火）

出席者：赤坂茂幹事ほか 4 名

議 題：①切羽前方探査についての各委員追加収集資料の説明 ②成果品のまとめ方について ③その他

■トンネル機械技術委員会 トンネル機械未来像分科会

月 日：10 月 25 日（木）

出席者：浅沼廉樹分科会長ほか 3 名

議 題：①昨年度活動成果から、前回に引き続きこれらを実現するための掘削技術、覆工技術、素材技術についての各自追加資料を持ち寄って説明と検討 ②その他

■ 製 造 業 部 会

■製造業部会・マテリアルハンドリング WG

月 日：10 月 10 日（水）

出席者：生田正治主査ほか 10 名

議 題：(1) ①林業用機械の定義について ②リスクアセスメント纏め表の審議 ③運転マニュアル等から技術的に盛り込み必要事項の審議 ④海外規格との整合事項の検討 (2) ①厚労省との方向付けについて報告 ②車両系建設機械構造規格の変更必要事項の審議 ③その他

■ 建 設 業 部 会

■第 16 回機電技術者意見交換会

月 日：10 月 4 日（木）～5 日（金）

出席者：増子文典部会長ほか 33 名

議 題：①自己アピール ②「私の考える未来の機電技術者」について討議

③講演会 ④討議成果報告、講評 ⑤その他

■三役会

月 日：10 月 30 日（火）

出席者：増子文典部会長ほか 3 名

議 題：①運営幹事会及び理事会の報告 ②秋季現場見学会準備の進捗状況 ③各 WG 進捗情報報告 ④クレーン安全協議会について ⑤『建設機械施工安全技術指針』改訂に関する取組 ⑥その他

■機電技術者意見交流 WG

月 日：10 月 30 日（火）

出席者：久留島匡繕主査ほか 7 名

議 題：①第 16 回機電技術者意見交換会を振り返って ②第 16 回機電技術者意見交換会のアンケート集計・報告書の作成に向けて ③来年度の意見交換会実施に向けて（予約等） ④その他

■ レ ン タ ル 部 会

■コンプライアンス分科会

月 日：10 月 2 日（火）

出席者：隼直毅分科会長ほか 6 名

議 題：①「建設機械レンタル契約」の手引き解説部分改訂作業 ②その他

■ 各 種 委 員 会 等

■機関誌編集委員会

月 日：10 月 3 日（水）

出席者：田中康順委員長ほか 19 名

議 題：①平成 25 年 1 月号（第 755 号）の計画の審議・検討 ②平成 25 年 2 月号（第 756 号）の素案の審議・検討 ③平成 25 年 3 月号（第 757 号）の編集方針の審議・検討 ④平成 24 年 10 ～12 月号（第 752 ～754 号）の進捗状況の報告・確認

■建設経済調査分科会

月 日：10 月 17 日（水）

出席者：山名至孝分科会長ほか 2 名

議 題：①「建設業の業況」原稿検討 ②その他

■新機種調査分科会

月 日：10 月 23 日（火）

出席者：江本平分科会長ほか 4 名

議 題：①新機種情報の持ち寄り検討 ②新機種紹介データまとめ ③その他

…支部行事一覧…

■ 北 海 道 支 部

■平成 24 年度除雪機械技術講習会（第 5 回）

月 日：10 月 3 日（水）

場 所：稚内市 稚内建設会館

受講者：76 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 24 年度除雪機械技術講習会（第 6 回）

月 日：10 月 10 日（水）

場 所：旭川市 道北経済センター

受講者：76 名

内 容：第 5 回と同じ

■第 2 回企画部会

月 日：10 月 15 日（月）

場 所：センチュリーロイヤルホテル

出席者：野坂隆一部会長ほか 12 名

内 容：①平成 24 年度上半期事業概要・
経理概況報告、その他

■平成 24 年度除雪機械技術講習会（第 7 回）

月 日：10 月 17 日（水）

場 所：函館市 函館北洋ビル 6 階大・
小ホール

受講者：114 名

内 容：第 5 回と同じ

■第 3 回運営委員会

月 日：10 月 22 日（月）

場 所：センチュリーロイヤルホテル

出席者：熊谷勝弘支部長ほか 25 名

内 容：①平成 24 年度上半期事業概要・
経理概況報告、その他

■情報化施工旭川地方セミナー

月 日：10 月 25 日（木）

場 所：旭川市 旭川建設業協会 4 階大
会議室

内 容：【座学】①情報化施工の最近の
動向 ②ビデオ上映「情報化施工技術
全般の紹介」③ TS 出来形管理技術
…・PC による 3 次元データ作成、・
TS（現場用端末）への 3 次元データ
入力及び TS による出来形管理 ④マ
シンコントロールグレーダ技術 ⑤施
工体験談（今までの取組事例と苦心体
験について）【実機デモ・体験】・PC
による 3 次元データ作成、・TS 実機（現
場用端末）への 3 次元データ入力及び
TS による出来形管理の実機デモ

受講者：82 名

■ 東 北 支 部

■建設部会

月 日：10 月 10 日（水）

場 所：東北支部会議室

出席者：佐野真部会長ほか 6 名

内 容：①平成 24 年度活動計画 ②「支
部たより」安全コーナーについて
③ 60 周年記念誌の準備作業について、
東北のビックプロジェクト選別 ④特
殊現場見学会について ⑤その他

■企画部会

月 日：10 月 22 日（月）

場 所：東北支部会議室

出席者：高橋弘支部長ほか 10 名

議 題：①上半期事業説明 ②支部 60
周年誌関係 ③ゆきみらい 2013 In 秋
田の計画について ④その他

■施工部会（除雪講習会 12 回開催）

月 日	場 所	最終 確定人数
9 月 26 日（水）	青森市	231
9 月 27 日（木）	弘前市	137
10 月 2 日（火）	秋田市	236
10 月 3 日（水）	横手市	367
10 月 10 日（水）	山形市	226
10 月 11 日（木）	新庄市	171
10 月 16 日（火）	盛岡市	289
10 月 17 日（水）	盛岡市	296
10 月 24 日（水）	宮古市	89
10 月 26 日（金）	奥州市	191
10 月 30 日（火）	会津若松市	198
11 月 2 日（金）	仙台市	196
受講者総計		2627

■ 北 陸 支 部

■除雪機械管理施工技術講習会

月 日：10 月 1 日（月）

場 所：ハイブ長岡 特別会議室

受講者：179 名

■平成 24 年度第 1 回雪氷部会

月 日：10 月 3 日（水）

場 所：新潟県建設会館 会議室

出席者：丹羽吉正部会長ほか 11 名参加

内 容：「除雪作業における運搬排雪実
態調査」について…・調査結果報告、・
今後の進め方討議

■除雪機械管理施工技術講習会

月 日：10 月 4 日（木）

場 所：新発田市カルチャーセンター
視聴覚室＋展示室

受講者：99 名

■除雪機械管理施工技術講習会

月 日：10 月 9 日（火）

場 所：金沢市 石川県地場産センター
第 5 研修室

受講者：125 名

■林業機械化にいがたモデル開発研究会第 1 回分科会

月 日：10 月 10 日（水）

場 所：加茂市上高柳地内

参加者：宮村事務局長 1 名

内 容：現場見学及び検討会

■除雪機械管理施工技術講習会

月 日：10 月 16 日（火）

場 所：魚沼市 魚沼地域振興センター
コンベンションホール

受講者：219 名

■除雪機械管理施工技術講習会

月 日：10 月 18 日（木）

場 所：上越市 上越商工会議所 大会議
室

受講者：166 名

■除雪機械管理施工技術講習会

月 日：10 月 22 日（月）

場 所：新潟市 新潟建設会館 大会議室

受講者：181 名

■除雪機械管理施工技術講習会

月 日：10 月 30 日（火）

場 所：富山市 富山県農協会館 ホール

受講者：247 名

■平成 24 年度建設技術報告会

月 日：10 月 31 日（水）

場 所：金沢市 金沢市文化ホール

聴講者：501 名（北陸支部より 9 名参加
（うちスタッフ 1 名））

■ 中 部 支 部

■「建設 ICT 施工ガイドブック（仮称）」 TS による施工管理ビデオ撮り

月 日：10 月 5 日（金）

場 所：静岡県富士市「施工技術総合研
究所」

参加者：安江運営委員、永江事務局長、
福井コンピューター(株)関係者 6 名

■技術部会

月 日：10 月 10 日（水）

出席者：青木部会長ほか 4 名

議 題：技術発表会テーマの選定等につ
いて

■第 7 回東海・東南海・南海地震対策中 部圏戦略会議担当者会議

月 日：10 月 23 日（火）

出席者：永江事務局長

議 題：基本戦略最終とりまとめにつ
いて

■「建設技術フェア 2012 in 中部」

月 日：10月25日（木）～26日（金）
場 所：愛知県名古屋「中部地方整備局中部技術事務所構内」

参加者：永江事務局長、五嶋部会員

■「最新の情報化施工セミナー」講師

月 日：10月27日（土）
場 所：三重県四日市市「コマツ名古屋三重営業所」

参加者：永江事務局長

■第3回東海・東南海・南海地震対策中部圏戦略会議幹事会

月 日：10月29日（月）
出席者：奥田災害対策部会長
議 題：基本戦略最終とりまとめについて

■ 関 西 支 部

■情報化施工セミナー

月 日：10月2日（火）
場 所：追手門学院大阪城スクエア
参加者：19名
内 容：講演「情報化施工と建設現場の安全性の確保について」
講 師：Jochen Teizer（ヨッヘン・タイザー）准教授（米国ジョージア工科大学 土木環境工学科）

■建設業部会・リース・レンタル業部会合同見学会、部会

月 日：10月12日（金）
場 所：㈱小松製作所 大阪工場
参加者：太田義已建設業部会長、伊勢木浩二リース・レンタル業部会長以下31名
内 容：①大阪工場概要説明 ②新技術紹介（KOMTRAX、排出ガス2011年規制適合機など） ③工場見学、PC2000・PC350見学 ④質疑応答 ⑤部会（合同討論会について）

■建設施工研修会

月 日：10月24日（水）
場 所：建設交流館 グリーンホール
参加者：84名
内 容：【第1部】事例発表「無人化施工について」…国土交通省近畿地方整備局 企画部 施工企画課長 加藤義紀氏
【第2部】第45回建設施工映画会「FLIGHT TO THE WORLD」「砂圧入式静的締固め工法」など8編

■広報部会

月 日：10月24日（水）
場 所：建設交流館 グリーンホール控室
出席者：荒金秀一広報部会長以下6名
内 容：①「建設技術展 2012 近畿」へ

の対応について ②「JCMA 関西」第102号の取り組みについて

■建設用電気設備特別専門委員会（第391回）

月 日：10月24日（水）
場 所：中央電気倶楽部 会議室
議 題：①前回議事録確認 ②JEM-TR104 建設工事用受配電設備点検保守のチェックリスト審議 ③その他

■緊急災害応急対策業務担当者会議

月 日：10月29日（月）
場 所：国土交通省 近畿地方整備局 近畿技術事務所
参加者：51名
内 容：①災害及び災害対策に関する意義 ②操作訓練並びに意見交換

■建設技術展 2012 近畿 出展

月 日：10月31日（水）～11月1日（木）
場 所：マイドームおおさか
入場者：14,316人
テーマ：「情報化施工」

■ 中 国 支 部

■第6回企画部会

月 日：10月2日（火）
場 所：中国支部事務所
出席者：高倉寅喜部会長ほか4名
議 題：①中国地方整備局との「意見交換会」の進め方について ②平成24年度「情報伝達訓練」の実施結果について ③その他懸案事項

■新技術活用等現場研修会

月 日：10月11日（木）
場 所：①広島高速3号線（広島市南区光南4丁目から観音新町4丁目間の工事現場・太田川放水路部の橋梁工事現場 ②西部水資源再生センター ③マツダミュージアム
参加者：19名
工事内容：①広島南道路として事業進捗中である広島高速3号線の高架道路及び橋梁工事現場 ②日本初の低温炭化燃料製造方式を採用した下水汚泥再生処理センターで、再生材（ペレット）は、火力発電の燃料として利用されている ③マツダの車づくりの過去・現在・未来の見学と実際の組立工場内の見学

■第31回「新技術・新工法」発表会

月 日：10月15日（月）
場 所：広島県立産業技術交流センター（情報プラザ）
参加者：67名
発表課題：【講話】新技術・新工法の活用促進について…中国地方整備局企画部施工企画課長補佐 和崎正令氏 【技

術発表】①最近の舗装用機械について…大林道路㈱機材センター 浦邊寛氏 ②津波・危機管理対応水門開閉機…豊国工業㈱技術部第一設計グループ 稲摩丈弘氏 ③道路橋 RC 床版取換用高強度軽量プレキャスト PC 床板…㈱IHI インフラ建設 PC 技術部 山下亮氏 ④無線遠隔操作方式の平板載荷試験装置…㈱大本組土木部 池田公洋氏・三浦吉郎氏 ⑤水路トンネル調査ロボット…復建調査設計保全構造部 今井田敏宏氏 【映像発表】①大規模災害を想定した超長距離からの遠隔操作実証実験…国土交通省九州地方整備局・（財）先端建設技術センター・㈱ CN インターボイス

■第3回施工技術部会

月 日：10月16日（火）
場 所：中国支部事務所
出席者：齋藤実部会長ほか5名
議 題：①平成24年度上半期事業報告について ②道路除雪講習会の開催について ③情報化施工セミナー等について ④建設技術講習会について ⑤その他懸案事項

■第3回部会長会議

月 日：10月17日（水）
場 所：広島 YMCA 会議室
出席者：高倉寅喜部会長ほか7名
議 題：①平成24年度（下期）運営委員会について（上半期事業報告（案）及び下期事業実施計画について・上半期経理状況報告について・事業活動実施上の懸案事項等について ②中国地方整備局との意見交換会について ③その他懸案事項等

■下期運営委員会

月 日：10月22日（月）
場 所：広島 YMCA 会議室
出席者：河原能久支部長ほか22名
議 題：①24年度上半期事業報告承認の件 ②24年度上半期経理概況報告承認の件 ③24年度下半期事業実施計画について

■第3回広報技術部会

月 日：10月26日（金）
場 所：中国支部事務所
出席者：小石川武則部会長ほか4名
議 題：①広報誌（CMnavi）36号について ②広報活動に関する課題等について ③その他懸案事項

■第7回企画部会

月 日：10月29日（月）
場 所：中国支部事務所
出席者：高倉寅喜部会長ほか5名
議 題：①中国地方整備局との「意見交

換会」の進め方について ②情報化施工の推進について ③その他懸案事項

■ 四 国 支 部

■協賛事業「四国の道路を考える会」総会

月 日：10月2日（火）

場 所：高松サンポート合同庁舎会議室（高松市）

出席者：岩澤委式事務局長ほか加盟 31 団体・組織から 33 名

議 題：①平成 23 事業報告及び決算報告について ②平成 24 事業計画及び事業予算について ③役員改選について ④その他

■協賛事業「四国建設広報協議会」平成 24 第 1 回会議

月 日：10月4日（木）

場 所：高松サンポート合同庁舎会議室（高松市）

出席者：岩澤委式事務局長ほか加盟 27 団体・組織から 26 名

議 題：①規約の一部改正（案）及び平成 24 役員の再任について ②「くら

しと技術の建設フェア in 四国 2012」について ③その他

■支部機関誌「しこく」編集委員会

月 日：10月16日（火）

場 所：支部事務局（高松市）

出席者：小松修夫企画部会長ほか 5 名

議 題：機関誌「しこく」No.90 の編修内容について

■部会長会議

月 日：10月16日（火）

場 所：支部事務局（高松市）

出席者：小松修夫企画部会長ほか 5 名

議 題：合同部会幹事会及び運営委員会に諮る議題等について

■合同部会幹事会

月 日：10月31日（水）

場 所：建設クリエイティブビル会議室（高松市）

出席者：小松修夫企画部会長ほか 17 名
議 題：①人事異動等に伴う役員等の変更について ②平成 24 年度上半期事業報告について ③平成 24 年度上半期収支状況報告について ④平成 24 年度下半期事業計画（案）について

⑤その他

■ 九 州 支 部

■九州建設技術フォーラム実行委員会

月 日：10月10日（水）

出席者：田上事務局長

議 題：フォーラムの準備状況

■企画委員会

月 日：10月24日（水）

出席者：久保田正春企画委員長ほか 8 名

議 題：①施工安全講習会について

②九州建設技術フォーラムについて

③運営委員会の開催について ④本部

理事会資料について ⑤建設行政講演

会について ⑥支部事務局移転の検討について

■九州建設技術フォーラム

月 日：10月31日（水）

出席者：田上事務局長

内 容：基調報告及び基調講演（プレゼンテーション、ポスターセッション）

■「建設の施工企画」投稿のご案内■

——一般社団法人 日本建設機械施工協会 機関誌編集委員会事務局——

会員の皆様のご支援を得て当協会機関誌「建設の施工企画」の編集委員会では新しい編集企画の検討を重ねております。その一環として本誌会員の皆様からの自由投稿を頂く事となり「投稿要領」を策定しましたので、ご案内をいたします。

当機関誌は 2004 年 6 月号から誌名を変更後、毎月特集号を編成しています。建設ロボット、建設 IT、各工種（シールド・トンネル・ダム・橋等）の機械施工、安全対策、災害・復旧、環境対策、レンタル業、リニューアル・リユース、海外建設機械施工、などを計画しております。こうした企画を通じて建設産業と建設施工・建設機械を取り巻く時代の要請を誌面に反映させよ

うと考えています。

誌面構成は編集委員会で企画いたしますが、更に会員の皆様からの特集テーマをはじめ様々なテーマについて積極的な投稿により機関誌が施工技術・建設機械に関わる産学官の活気あるフォーラムとなることを期待しております。

（1）投稿の資格と原稿の種類：

本協会の会員であることが原則ですが、本協会の活動に適した内容であれば委員会で検討いたします。投稿論文は「報文」と「読者の声」（ご自由な意見、感想などの 2 種類があります。

投稿される場合はタイトルとアブストラ

クトを提出頂きます。編集委員会で査読し採択の結果をお知らせします。

（2）詳 細：

投稿要領を作成してありますので必要の方は電子メール、電話でご連絡願います。また、JCMA ホームページにも掲載してあります。テーマ、原稿の書き方等、投稿に関わる不明な点はご遠慮なく下記迄お問い合わせ下さい。

一般社団法人 日本建設機械施工協会

機関誌編集委員会事務局

Tel：03(3433)1501, Fax：03(3432)0289,

e-mail：suzuki@jcmanet.or.jp

一般社団法人日本建設機械施工協会 発行図書一覧表 (平成 24 年 11 月現在)

発行年月	図 書 名	税込価格	会員価格	送料
H24 年 9 月	道路除雪オペレータの手引	3,000	2,000	600
H24 年 5 月	よくわかる建設機械と損料 2012	5,460	4,620	450
H24 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 24 年度版	5,880	5,000	450
H24 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 24 年度版	8,400	7,140	600
H24 年 4 月	平成 24 年度 建設機械等損料表	7,700	6,600	600
H23 年 4 月	建設機械施工ハンドブック 改訂 4 版	6,300	5,350	700
H22 年 10 月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,150		400
H22 年 10 月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,150		400
H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,100	1,800	400
H22 年 3 月	日本建設機械要覧 2010 年版	51,450	43,050	1,050
H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,310	2,100	400
H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	2,940	2,490	450
H20 年 2 月	除雪機械技術ハンドブック	3,000		600
H18 年 2 月	建設機械施工安全技術指針・指針本文とその解説	3,360	2,800	450
H17 年 9 月	建設機械ポケットブック (除雪機械編)	1,000		250
H16 年 12 月	2005「防雪・除雪ハンドブック」(除雪編)	5,000		530
H15 年 7 月	道路管理施設等設計指針 (案) 道路管理施設等設計要領 (案)	3,360		600
H15 年 7 月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,575	1,470	600
H15 年 6 月	道路機械設備 遠隔操作技術マニュアル (案)	1,890		600
H15 年 6 月	機械設備点検整備共通仕様書 (案)・機械設備点検整備特記仕様書作成要領 (案)	1,890		600
H15 年 6 月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	525		250
H13 年 2 月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック	6,300	5,880	600
H12 年 3 月	移動式クレーン, 杭打機等の支持地盤養生マニュアル	2,600	2,300	390
H11 年 10 月	機械工事施工ハンドブック 平成 11 年度版	7,980		600
H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,200		600
H11 年 5 月	建設機械図鑑	2,625		600
H10 年 3 月	大型建設機械の分解輸送マニュアル	3,780	3,360	600
H9 年 5 月	建設機械用語集	2,100	1,890	600
H8 年 11 月	Construction Mechanization in Japan 1997	3,150		420
H7 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	9,800	9,300	800
H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,000	5,400	520
H6 年 6 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,000	7,500	500
H5 年 8 月	道路除雪ハンドブック	5,200	4,800	420
S63 年 3 月	新編 防雪工学ハンドブック	10,500	9,450	520
S59 年 11 月	場所打ち杭設計施工ハンドブック	5,145	4,630	460
S59 年 2 月	建設機械整備ハンドブック (エンジン整備編)	6,510	5,859	520
S56 年 12 月	建設機械整備ハンドブック (基礎技術編)	8,400	7,560	520
S55 年 1 月	建設機械整備ハンドブック (管理編)	4,200	3,780	520
	建設機械履歴簿	400		250

購入のお申し込みは当協会 HP <http://www.jcmanet.or.jp/> の出版図書欄の「ご購入方法」の「図書購入申込書」をプリントアウトし、必要事項を記入してお申し込みください。

編集後記

地球温暖化対策基本法案が16日の衆院解散に伴い廃案となりました。「2020年に90年比25%削減」の国際公約は、福島原発事故に伴い、原発頼みの温暖化対策の見直しを迫られています。

政府が9月に策定した「30年代に原発ゼロを目指す革新的エネルギー・環境戦略」を踏まえ、年末に策定するはずだった新たな削減目標や13年以降の温暖化対策も衆院解散で更に不透明となっています。

日本は13年以降、京都議定書の削減義務から離れ、自主的な取り組みが求められますが、このままでは根幹となる法律や計画がない状態で移行する可能性があります。

11日付の日経によると、ポスト京都の空白を埋めるため、鉄鋼・化学など46業界が自主削減目標を設定し、経団連が「低炭素社会実行計画」として年内にも公表します。但し、原発依存度が見通せないなかで、業界全体の目標設定はできていません。

26日からドーハ（カタール）で始まったCOP18（国連気候変動枠組み条約締約国会議）では、2020年からのすべての国が参加する新しい枠組みまでの議定書継続で対立、延長期間（第2約束期間）に日本、ロシア、カナダは不参加、後ろ向きの姿勢として批判されています。原発事故後1年半が過ぎても新たな温暖化対策がつかれない日本の立場も問われています。しかし、次政権の新

たな政策を待つしかないようです。

さて、本特集号の巻頭言は東京大学の沖大幹教授に「地球から人へ」を執筆頂きました。

行政情報は、建設施工における地球温暖化対策として、建設機械の燃費基準制度についてと、オフロード法の2011年規制及び14年規制強化について執筆頂き、また、北海道開発局の「環境家計簿」の取組みを紹介しています。

温暖化対策の特集報文では、国内では知られていないトロリー式ダンプトラック等の海外の露天掘り鉱山の超大型電動建機を紹介、BDF（B100）の使用例、エコファースト企業の低炭素施工システム、低炭素型コンクリートの適用事例、遮熱性舗装の開発を紹介しています。

環境対策関連では、3次排ガス規制対策車から問題となるDPF適合燃料・オイルについて、また、震災後問題となっている放射性物質汚染土壌浄化の実験的検討を紹介しています。その他には、自然由来重金属含有掘削ごりの処理、騒音対策としては油圧ハンマでの取組みを紹介しました。「交流のひろば」はドイツ在住の望月様がパッシブハウスによるEUのゼロエネルギー・ハウス指令を報告します。

最後となりましたが、ご多忙中にもかかわらず、快くご執筆を引き受けて下さいました皆様、心より感謝申し上げますとともに、読者の皆様も含めまして、すばらしい新年のお迎えを祈念しましてお礼とさせていただきます。11月末（和田・岡本）

機関誌編集委員会

編集顧問

今岡 亮司	加納研之助
桑垣 悦夫	後藤 勇
佐野 正道	新開 節治
関 克己	高田 邦彦
田中 康之	塚原 重美
中岡 智信	中島 英輔
橋元 和男	本田 宜史
渡邊 和夫	

編集委員長

田中 康順 鹿島道路(株)

オブザーバ

山下 尚 国土交通省

編集委員

桑原 一登	農林水産省
伊藤 健一	(独)鉄道・運輸機構
篠原 望	鹿島建設(株)
和田 一知	(株)KCM
安川 良博	(株)熊谷組
原口 宏	コベルコ建機(株)
原 茂宏	コマツ
藤永友三郎	清水建設(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン(株)
岡崎 直人	(株)竹中工務店
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
相田 尚	(株)NIPPO
船原三佐夫	日立建機(株)
岡本 直樹	山崎建設(株)
川西 健之	(株)奥村組
石倉 武久	住友建機(株)
江本 平	範多機械(株)
京免 継彦	佐藤工業(株)
野元 義一	五洋建設(株)
藤島 崇	施工技術総合研究所

1月号「建設機械特集」予告

- ・除雪機械のアセットマネジメント
- ・建設機械市場の動向
- ・オフロード法 2011 年基準適合大型ブルドーザ D155AX-7
- ・油圧駆動式フォークリフトの開発 FH40-1/FH45-1/FH50-1
- ・鋼床版上 SFRC 舗装用小型コンクリートフィニッシャの開発 CCF (Compact Concrete Finisher)
- ・油圧ショベル用二次元ガイダンスシステム
- ・オフロード法 2011 年基準適合アーティキュレートダンプトラック 740B
- ・20 t 級ハイブリッドショベル SK200H
- ・分解搬送性に優れた建物解体機 新型建物解体機「NEXT」シリーズ
- ・新型グースアスファルトフィニッシャ HGP55W の紹介
- ・機械稼働情報を活用した建設機械のライフサイクルサポート
- ・打撃破壊方式による岩盤切削機の開発 インパクトカッターの開発
- ・分粒装置付きロードスタビライザの開発 ストーンセパレータの紹介
- ・建設機械のルーツを求めて USA 歴史的建設機械博物館視察記

No.754「建設の施工企画」 2012年12月号

〔定価〕1部840円（本体800円）

年間購読料9,000円

平成24年12月20日印刷

平成24年12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 一般社団法人日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支	部〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支	部〒980-0802 仙台市青葉区二丁目16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支	部〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話 (025) 280-0128
中部支	部〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26	電話 (052) 241-2394
関西支	部〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支	部〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話 (082) 221-6841
四国支	部〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支	部〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26	電話 (092) 436-3322

本誌上への広告は(株)共栄通信社までお問い合わせ下さい。

本社 〒105-0004 東京都港区新橋3-15-8（精工ビル5F） 電話 03-5472-1801 FAX03-5472-1802 E-MAIL : info@kyoeitushin.co.jp

担当 本社編集部 宗像 敏

“建設の施工企画” 既刊目次一覧

平成 24 年 1 月号 (第 743 号) ～平成 24 年 12 月号 (第 754 号)

平成 24 年 1 月号 (第 743 号)

表 紙 写 真

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

建設機械・東日本大震災復旧 特集

協会活動のお知らせ

◆巻頭言 新年のご挨拶 一国の将来像を選択する年……辻 靖 三 /3	
東日本大震災の初動対応と 『東日本大震災～初動の記録～災害時ノウハウ集』……堤 盛 良 /4	
九州地方整備局における排水ポンプ車による大震災支援活動……吉 永 勝 彦 /9	
◆トビックス 東日本大震災 恐るべし大津波……阿 部 新 康 /13	
災害対策機械の被災地派遣……稲 垣 孝 /17	
津波堆積物の再資源化による人工地盤造成……高 橋 弘 /22	
新型ハイブリッド油圧ショベル HB205-1/HB215LC-1……吉 田 周 司 /30	
ハイブリッドホイールローダ……松 井 邦 夫 /35	
ハイブリッドロータリ除雪車の開発……林 千 尋 /40	
大型クローラークレーンの外部カウンタウエイト仕様……見 神 広 保 /45	
映像合成による油圧ショベルの周囲確認支援システム……清 田 芳 永 人 /50 加 藤 英 彦	
“ライフサイクルサポート” に基づく 大型建設機械のプロダクトサポート ……箕 輪 佳 祐 /55	
純国産技術による第 1 号油圧ショベル UH03 の紹介 ……田 中 利 昌 /62 (社) 日本機械学会 2011 年度機械遺産認定	
◆交流の広場 小惑星探査機「はやぶさ」搭載サンプル採取機構 ……矢 島 暁 /65	
◆ずいそう 柔道から教わったこと……上 野 雅 恵 /71	
◆ずいそう 誰か故郷を想わざる……熊 谷 勝 弘 /72	
◆JCMA 報告 平成 23 年度 (社) 日本建設機械化協会研究開発助成 ……鈴 木 勝 /73 助成対象研究開発決定のお知らせ	
◆JCMA 報告 平成 23 年度建設機械施工技術検定試験結果報告 ……試 験 部 /75	
◆CMI 報告 JCMAS 油圧ショベル燃費試験規格の検証 ……佐 藤 充 弘 /76 稲 葉 友 喜 人	
◆部会報告 我が国における締固め機械の変遷 ……機械部会 路盤・舗装 (その 5. 平成元年～8 年) ……機械技術委員会 /78 (締固め機械変遷分科会)	
◆新工法紹介 ……機関誌編集委員会 /85	
◆新機種紹介 ……機関誌編集委員会 /86	
◆統 計 建設機械市場の現状 ……機関誌編集委員会 /88	
◆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 /92	
行事一覧 (2011 年 11 月) …… /93	
編集後記 ……(和田・石倉) /96	

平成 24 年 2 月号 (第 744 号)

表 紙 写 真

アスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法
写真提供：(株) NIPPO

道路 特集

協会活動のお知らせ

◆巻頭言 震災の経験から学んだこと……村 井 貞 規 /3	
新東名高速道路 御殿場ジャンクション ～三ヶ日ジャンクション間の概要 ……中日本高速道路(株) 2012 年 4 月 14 日 (土) 162km 開通 ……東京支社建設事業部 /4	
東日本大震災に伴う水戸管内の高速道路の ……石 田 慎 治 寛 海 /9 早期復旧への取り組み ……藤 和 田 田	
アスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法と ……石 垣 勉 展 行 /15 その施工方法 ……尾 本 志 信	
延長床版システムプレキャスト工法の概要と ……伊 藤 彰 彦 /20 東日本大震災での効果	
中央環状品川線・横浜環状北線のトンネル工事概要 ……吉 川 直 志 /25	
凍結抑制舗装技術の概要と施工事例 ……及 川 義 貴 徹 広 /31 鈴 小 木 柴 朋	
路上表層再生工法を応用した路面補修工法の ……渡 辺 直 利 治 悟 /36 施工事例 ヒートドレッシング工法 ……羽 本 田 間	
路面切削機の情報化施工及び環境対応 ……谷 岡 健 一 郎 /41	
道路建設における 3D-MC による施工の展開 ……山 口 達 也 /45	
レーザスキャナによるモータグレーダ ……杉 迫 泰 成 /51 自動制御システムの開発	
道路縦横断計測システム ROPO ……木 下 修 一 /57	
◆交流の広場 タイヤの環境対応技術 ……佐 口 隆 成 /62	
◆ずいそう 半世紀を振り返って ……衣 笠 敏 文 /66	
◆ずいそう 歴史は繰り返す ……丹 野 光 正 /67	
◆JCMA 報告 「平成 23 年度 建設施工と建設機械シンポジウム」開催報告 ……(社) 日本建設機械化協会 優秀論文賞 4 編・優秀ポスター賞 3 編を表彰 ……技師長両角和嘉 /68	
◆JCMA 報告 平成 23 年度機械施工と 建設機械シンポジウム優秀論文賞 (1) ……関 口 峰 晃 /71 路床・路盤整正機への ICT 施工技術の適用 ……平 野 泉 慎 太 郎 路盤整正への適用事例	
◆JCMA 報告 情報化施工システムの建設機械への ……(社) 日本建設機械化協会 取り付け簡素化・機器共用化のあり方 ……技師長白鳥昭浩 /77 —マシンコントロールシステムの調達コスト削減に向けて—	
◆部会報告 我が国における締固め機械の変遷 ……機械部会 路盤・舗装 (その 6. 平成 9～14 年) ……機械技術委員会 /81 (締固め機械変遷分科会)	
◆部会報告 ISO/TC 127(土工機械)の国際作業グループ会議報告 TC 127 ……標 準 部 会 /89 (土工機械)/WG 8 (ISO 10987 持続可能性) 会議及び同 TC 127/SC 1/WG 6 (ISO 11152 エネルギー使用試験方法) 会議	
◆統 計 東日本大震災からの復興計画 ……機関誌編集委員会 /93	
◆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 /98	
行事一覧 (2011 年 12 月) …… /99	
編集後記 ……(相田・岡本) /102	

表 紙 写 真

アタッチメント式路面清掃装置 (試作機)

写真提供: (独)土木研究所 寒地土木研究所

除雪 特集

協会活動のお知らせ

- ◆巻頭言 雪氷災害の教訓から学ぶ……………佐 藤 威 /3
- 位置情報を活用した除雪機械運用支援技術……………牧 野 正 敏 /4
小宮山 一 重
- 除雪機械の通年活用による道路維持管理の提案……………中 村 隆 一 /9
ロータリ除雪車を活用したアタッチメント式路面清掃装置……………住 田 憲 行
- 道路除雪機械の変遷……………栗 田 五 輪 /14
北海道開発局における除雪機械のあゆみ……………佐々木 憲 弘
- ハイパワー LED を活用した新たな視線誘導対策……………池 田 和 也 /20
- ◆一般報文
除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止対策……………安 井 省 侍 郎 /25
- ◆トピックス
「タイ国における排水活動 (国際緊急援助隊) ……政策局公共事業 /31
の実施に関する座談会」その 1……………国土交通省総合
企画調整課
- 東北新幹線 (八戸・新青森間) の散水消雪設備……………安 木 興 /39
- 消融雪施設の現状と自然エネルギーを……………齋 藤 浩 之 /48
活用した融雪技術の紹介
- システム搭載型高熱伝導率無散水融雪パネル……………谷 口 晴 紀 /53
田 中 義 人
- 地中熱利用のロードヒーティング技術と工事実績……………田 中 雅 人 /57
- ◆交流の広場
建設機械のグローバル化を支援する開発環境……………仲 川 史 彦 /62
「YRP ワイヤレス IOT サービス」のご紹介
- ◆ずいそう 景観は心映す鏡……………橋 本 公 文 /66
- ◆ずいそう 仕事感……………牛久保 武 彦 /67
- ◆JCMA 報告 平成 23 年度機械施工と建設
機械シンポジウム 優秀論文賞 (2)
大規模災害に対応するサイフォン排水技術の……………武 田 直 人 /68
開発 河道閉塞部の緊急排水対策
- ◆JCMA 報告 冬の北陸 地域の活力がにぎ……………笠 原 邦 昭 /74
わいを！
ゆきみらい 2012 in 金沢 ◆除雪機械展示会
報告◆
- ◆JCMA 報告 洪水被害を受けたタイ王国に……………(独)日本建設機械化協会 /79
おける排水支援活動等報告会……………技師長岡角和嘉
- ◆部会報告 我が国における締固め機械の変遷……………機械部会 路盤・舗装 /80
(その 7. 平成 15 ～ 22 年)……………機械技術委員会
(締固め機械変遷分科会)
- ◆部会報告 ISO/TC 127 (土工機械) の国際作業グループ……………標準部会 ISO/ /89
会議報告 ISO/PWI 17757 (自律式機械の安全性) 会議及び……………TC 127 土工機
ISO/TC 127/SC 2/WG 16-ISO 13766 (電磁両立性) 会議及び……………械委員会国際専
ISO/TC 127/SC3/WG 9-ISO 14990-1 (電気駆動及び……………門家 (Expert)
- ◆部会報告 ISO/TC 127 (土工機械) 総会及び……………標準部会 ISO/TC /94
各分科委員会 (SC 1 ～ SC 4) 並びに……………127 土工機械委員会
議長諮問グループ (CAG) ベルリン (ドイツ)……………各分科会委員長及び
国際会議出席報告……………事務局
- ◆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 /109
- 行事一覧 (2012 年 1 月)……………/110
- 編集後記……………(山本・赤神) /112

表 紙 写 真

ナ・アワ・プルーア地熱発電所 全景 (ニュージーランド北島)

写真提供: 富士電機株

エネルギー・エネルギー施設 特集

協会活動のお知らせ

- ◆巻頭言
今後のエネルギーをどのように供給するか……………倉 阪 秀 史 /3
- 既設砂防堰堤を活用した小水力発電ガイドライン (案)……………吉 村 元 吾 /4
- 水素エネルギー新産業の拠点化に向けた福岡の挑戦……………小 林 真 二 郎 /9
- ◆トピックス
「タイ国における排水活動 (国際緊急援助隊) ……国土交通省総合 /15
の実施に関する座談会」その 2……………政策局公共事業
企画調整課
- 21 世紀のエネルギー、天然ガス……………伊 原 賢 /24
天然ガスの埋蔵量の急増と LNG 需給への影響と展望
- 高効率・高信頼度の電力供給システムの開発……………小 林 広 武 /28
スマートグリッド技術
- 佐久間発電所及び佐久間周波数変換所の概要と構造……………中 村 悦 幸 /33
- 単機容量世界最大の地熱発電所……………武 藤 寿 枝 /39
ニュージーランド ナ・アワ・プルーア地熱発電所
- 海洋エネルギー発電の技術開発……………大 重 隆 /43
- 風力発電の原理・構造と建設……………天 野 義 如 /48
長 沼 二 巳
- レンズ風車と洋上浮体式複合エネルギーファーム……………大 屋 裕 二 /55
- 太陽光発電の現状と今後……………亀 田 正 明 /60
- 葛西水再生センター太陽光発電設備……………井 上 潔 /64
遠 藤 和 広
- 太陽光発電で下水処理……………栗 原 隆 次 /69
都域バイオマス系廃棄物の……………野 崎 健 博
エネルギー転換システム……………村 田 一
- ◆建設紀行 重機土工における最適作業機能と……………福 川 光 男 /73
操作制御方法の選択と課題
地場施工会社の災害復興道路工事適用事例
- ◆建設紀行
被災地東北の復旧・復興のために……………熊 谷 貴 広 /77
- ◆交流の広場
世界最大級のソーラーカーレースで 2 連覇……………木 村 英 樹 /78
- ◆ずいそう 「東日本大震災」災害派遣体験記……………谷 津 俊 幸 /80
- ◆ずいそう 初老!? って……………大 石 重 生 /81
- ◆JCMA 報告 平成 23 年度機械施工と……………/82
建設機械シンポジウム 優秀論文賞
- (3) ハイブリッドシステムを搭載する……………林 千 尋 /92
ロータリ除雪車の開発……………平 山 英 樹
青 田 佳 緒 理
- (4) 連続・高速・大量 CSG 製造設備の開発……………西 野 隆 行
と合理化システム 世界初となる台形……………長 谷 弘 俊
CSG ダム……………船 迫 雄
- ◆CMI 報告
大規模災害対応サイフォン排水の現場適用に向けて……………佐々木 隆 男 /92
- ◆部会報告
中央環状品川線大橋ジャンクション連結路工事見学会……………建 設 業 部 会 /96
- ◆部会報告 建設機械用グリース規格……………機械部会 /98
JCMAS P 040 のオンファイル……………油脂技術委員会
- ◆新工法紹介……………機関誌編集委員会 /102
- ◆新機種紹介……………機関誌編集委員会 /105
- ◆統 計
平成 23 年度建設投資見通しの概要 (改訂版)……………機関誌編集委員会 /107
- ◆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 /110
- 行事一覧 (2012 年 2 月)……………/111
- 編集後記……………(松本・中村) /114

平成 24 年 5 月号 (第 747 号)

表 紙 写 真

無人化施工における自動平板載荷試験機

写真提供：(株)熊谷組

ロボット・無人化施工 特集

協会活動のお知らせ

◆巻頭言 知能建設ロボットへの期待……………	高 橋 弘	／3
災害対応ロボット開発環境への考察と 災害対応無人化システム研究開発プロジェクトの紹介……………	北 島 明 文	／4
大規模災害に迅速に対応可能な 無人化施工技術の推進……………	菊 田 一 行	／8
大規模土砂災害に向けた取り組み……………	森 山 裕 二	／12
浦川金山沢における無人化機械施工の 取り組み……………	伊 巻 幹 雄 老 野 裕 介	／19
ヘリコプター施工で施工現場を無人化 富士山大沢崩れ源頭部対策に向けて……………	岩 本 年 正	／23
海上工事における無人化・自動化施工技術……………	野 元 義 一	／28
建設機械等の遠隔施工と電波利用……………	久 武 経 夫 中 里 邦 子	／33
無人化施工における自動平板載荷試験機の開発 雲仙普賢岳無人化施工工事における技術開発……………	坂 西 孝 仁 北 原 成 郎	／40
無人化施工における無人測量システムの開発 開発経緯と改良型システムの導入結果……………	橋 詰 亮 樹 沼 浅 三 鬼 廉 尚	／45
トンネル内無人飛行船画像伝送 地下空間・狭隘空間における無人移動体通信技術……………	大 津 良 司	／50
災害対応ロボットの実用化と課題……………	小 柳 栄 次	／57
建設系廃棄物選別システムの開発 ロボットビジョンを応用した 廃棄物判定手法による選別性能検証……………	中 村 聡 雄 上 野 隆	／62
◆交流の広場 国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう」ロボットアーム……………	土 井 忍	／67
◆ずいそう 心……………	浅 見 八瑠奈	／73
◆JCMA 報告 平成 23 年度建設施工と建設機械 シンポジウム パネルディスカッション「東日本大震災 ～建設機械が果たした役割とこれからの課題～」……………		／74
◆部会報告 ISO/TC 127 (土工機械) 2012 年 2 月欧州での国際作業グループ会議報告……………	標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会 国際専門家 (Expert)	／93
◆新工法紹介……………	機関誌編集委員会	／103
◆新機種紹介……………	機関誌編集委員会	／105
◆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	／108
行事一覧 (2012 年 3 月)……………		／109
編集後記……………	(岡 崎 ・ 原)	／112

平成 24 年 6 月号 (第 748 号)

表 紙 写 真

セメント系改良土による下水道管きょ耐震化

写真提供：国土技術政策総合研究所

ライフラインの復旧 特集

協会活動のお知らせ

◆巻頭言 二度の大震災の経験を経て ライフライン地震対策の一層の充実を……………	能 島 暢 呂	／3
災害時を考慮した地域モビリティの確保……………	秋 村 成一郎 野 津 隆 太 仁 竹 浪	／4
下水道地震・津波対策技術検討委員会の活動紹介 下水道施設の復旧及び今後の対津波対策に向けた提言……………	榎 井 正 将	／8
下水道管路施設における耐震化技術の 有効性評価と今後の技術的課題……………	深 谷 渉	／13
東日本大震災による道路橋の被災と今後の研究……………	星 隈 順 一	／20
プローブデータから見えた 道路ネットワークの課題……………	上 坂 克 巳 橋 本 浩 良 塚 幸 広	／25
東北地方太平洋沖地震に伴う 霞ヶ浦用水施設の被災状況と応急対策の報告……………	西 川 隆 司	／30
東日本大震災における下水道管渠更生工法の 追跡調査報告……………	河 野 通 久	／36
SPR 工法・オメガライナー工法……………		
地震時の液状化に対応した マンホール浮上防止対策技術……………	池 田 匡 隆	／41
仙台空港アクセス鉄道への震災復旧支援……………	諏訪内 幹 男	／45
東日本大震災における仙台空港への 初動対応と現場管理……………	北 原 正 俊	／51
センサネットワーク技術を応用した ユビキタス構造モニタリング……………	倉 田 成 人	／55
◆特別報文 日本統治時代台湾における 台北飛行場建設……………	井 上 敏 孝	／60
◆交流の広場 東日本大震災における 自動車リサイクル業界の対応……………	北 島 宗 尚	／66
◆ずいそう 意外な程に冷静？……………	渡 邊 学	／70
◆ずいそう 継続の大切さと責任……………	島 田 延 昭	／71
◆CMI 報告 コンクリート構造物の 塩害対策への取り組み……………	渡 邊 晋 也 谷 倉 泉	／72
◆部会報告 ISO/TC 127 (土工機械)2012 年 3 月 フランス国パリ西郊クールブヴォア市での 国際作業グループ会議報告……………	標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会 国際専門家 (Expert)	／75
◆新工法紹介……………	機関誌編集委員会	／86
◆新機種紹介……………	機関誌編集委員会	／90
◆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	／96
行事一覧 (2012 年 4 月)……………		／97
編集後記……………	(田 岡 ・ 渥 美)	／100

平成 24 年 7 月号 (第 749 号)

表 紙 写 真

放射線遮蔽キャビン付きフォークリフト 2 号車 (バケット仕様)

写真提供: 三菱重工業(株)

建設施工の安全対策 特集

協会活動のお知らせ

◆巻頭言 人間工学視点の事故調査で.....堀 野 定 雄 /3
建設施工安全達成建設業における労働災害の発生状況と.....林 守 彦 /4
災害防止の具体策情報化施工技術の管理要領.....渡 達 賢 一 /11
福 田 瓶 正 康鉄道・運輸機構における鉄道建設工事の.....佐 原 圭 介 /16
事故防止への取組み北陸新幹線、白山総合車両基地建設工事の安全対策...田 井 伸 治 /22
「三現主義」と「コミュニケーションの強化」の徹底 間 中 弘 之昇降機工事における営業線近接施工の事例...坂 上 剛 /28
西国分寺駅におけるエレベータのオンレール搬入 田 上 実土木工事におけるドラグショベル作業の.....高 木 元 也 /32
安全を考える

スマホで運行管理.....小 林 明 博 /38

高所作業車挟まれ防止補助装置の開発.....深 見 知 久 /42
桑 原 紳 郎車両検知システムと遠隔監視 Web 動画カメラの開発...蜂 谷 洋 祐 /46
カードル・カークルとジオスコープ潜水作業における安全性の向上に向けて.....杉 本 英 樹 /53
水中ポジショニングシステムの開発海外工事における安全管理...河 田 孝 志 /58
マレーシア・パハンセランゴール導水トンネル

放射線の基礎および建設重機等の汚染管理.....川 妻 伸 二 /67

放射線に汚染された瓦礫を有人で処理する建機...佐 藤 真 /72
放射線遮蔽キャビン付きフォークリフトの開発◆交流の広場 中国の大型ダムにおける日本人安全専門家による安全コンサルタント...佐 藤 幹 浩 /76
業務の紹介 溪洛渡ダムでの実績

◆ずいそう 継続は...力かな?.....屋 宜 伸 行 /79

◆ずいそう 若い人になんて言うの?.....丸 浦 世 造 /80

◆JCMA 報告 一般社団法人 日本建設機械施工協会 /81
第 1 回通常総会 (社員総会) 報告平成 24 年度 一般社団法人 日本建設機械施工 /84
協会会長賞受賞業績 (その 1)◆CMI 報告 情報化施工研修会の報告鈴 木 勇 治 /97
伊 藤 修 文 夫

◆部会報告 JKA 補助事業の概要標 準 部 会 /100

◆新工法紹介.....機関誌編集委員会 /101

◆新機種紹介.....機関誌編集委員会 /102

◆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 /107

行事一覧 (2012 年 5 月) /108

編集後記.....(伊藤・江本) /112

平成 24 年 8 月号 (第 750 号)

表 紙 写 真

ウォータースクリーンの自動車トンネルへの適用 (イメージ)

CG 提供: 鹿島建設(株)

工場・プラント・生産設備の災害対策 特集

協会活動のお知らせ

◆巻頭言 耐津波学の構築と津波対策の推進...濱 田 政 則 /3

東日本大震災を踏まえた危険物施設及び.....消防庁危険物 /4
石油コンビナート施設の地震・津波対策 保安室特殊災害室

建設会社における災害時の基礎的事業継続力認定...其 田 誠 /10

地震・津波に対応した非定常時・緊急時のための...鈴 木 和 彦 /15
教育・訓練システム 宗 澤 良 臣
バーチャルリアリティ技術を活用した安全教育アンダーピングによる.....竹 村 瑞 元 /20
稼働中工場基礎の補強工事 藤 田 淳供用中の沈埋トンネル直下地盤を対象とした...深 澤 哲 也 /26
液状化対策 鎗 田 納 義 也 晴
カーベックス工法の施工実績液状化地盤上道路の変状防止対策.....光 本 純 二 /31
タフロード® 伊 古 屋 浩 弘格子状地盤改良工法の液状化対策効果と工場内での施工...小 西 一 生 /36
TOFT 工法® 内 田 明 彦

免震装置の信頼性.....茂 木 正 史 /40

既存施設直下および周辺地盤の液状化対策工法...大 野 康 年 /45
バルングラウト工法微細な水粒子幕を用いた防火設備.....井 田 卓 造 /50
ウォータースクリーンCSG 製造プラントのユニット化中 根 亘 成 /55
1 日で組立解体できる CSG 製造プラント 蔵 元 一

◆交流の広場 最近の大水深海底油田開発技術の紹介.....渡 邊 啓 介 /58

◆ずいそう あたかも川が造ったように.....小 林 一 郎 /62

◆ずいそう 究極の省エネポンプ場.....石 崎 顕 史 /63

◆CMI 報告 環境対策工事における CM横 澤 圭 一郎 /64
藤 田 木 健 之◆部会報告 ISO/TC 195 (建設用機械及び装置専門委員会)...標 準 部 会 /69
オランダ・デルフト国際会議報告

◆新工法紹介.....機関誌編集委員会 /76

◆新機種紹介.....機関誌編集委員会 /79

◆統 計 平成 24 年度 建設投資見通しの概要機関誌編集委員会 /83

◆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 (2012 年 6 月) /88

編集後記.....(藤島・船原) /92

平成 24 年 9 月号 (第 751 号)

表 紙 写 真

高知県室戸岬西方沖 GPS 津波計

写真提供：高知工業高等専門学校

防災，安全を確保する社会基盤整備 特集

協会活動のお知らせ

◆巻頭言 災害大国と非常時モード……………大 石 久 和	3
東北地方太平洋沖地震を踏まえた津波警報の改善…永 岡 利 彦	4
断層用鋼管の開発……………長谷川 延 広 雄	9
耐震補強等に用いるあと施工型せん断補強技術 ……竹 本 幸 弘	14
RMA 工法 ……佐 羽 辰 徹	
杭頭と構造物底盤を絶縁・分離する ……西 村 晋 一	19
杭頭絶縁免震工法の開発 ……木 福 武 毅 陽	
地盤の不飽和化による液状化対策技術 ……三 枝 弘 幸	25
空気注入不飽和化工法 (Air-des 工法) の開発 ……三 好 井 直 之	
地下鉄道の火災と排煙対策……………伊 藤 健 一	30
250,000 kL LNG 地下タンク建設に向けた ……平 賀 宙	39
取り組み ……石 ケ 谷 幸 暁	
高知県における堤防の耐震・津波対策……………吉 村 浩 司	44
上層階先行供用開始後の下部免震化工事……………宇 梶 剛 司	49
岐阜市民病院施工報告 ……小 嶋 宣 和	
GPS 津波計測システム ……神 崎 政 之	56
GPS を搭載した海洋ブイによる津波早期検出システム ……松 下 泰 弘	
ダム貯水池内における地すべり対策工事……………芦 田 徹 也	63
大滝地区地すべり対策工事 ……船 大 友 充	
◆交流の広場 ……中 島 紫 寿 香	69
陸・海・空からの防災・減災支援……………	
◆ずいそう 会社一筋四十年を振り返って……………斎 木 成 治	72
◆ずいそう ムスリムは不思議な人？……………熊 谷 守 晃	73
◆CMI 報告 研究所施設の紹介と活用状況 ……太 田 正 志	74
◆建設機械施工技術・建設技術審査証明報告 ……エコベストを用いた吹付け石綿の ……無 害 化 処 理 工 法 (CAS 工 法)	78
◆部会報告 ISO/TC 127 (土工機械) ……国際作業グループ 2012 年 6 月ドイツ会議報告 ……標 準 部 会	82
◆部会報告 ……木質バイオマスコージェネレーション工場見学会 ……建 設 業 部 会	88
◆新工法紹介……………機 関 誌 編 集 委 員 会	90
◆新機種紹介……………機 関 誌 編 集 委 員 会	91
◆統 計 ……平成 24 年度 公共事業関係予算 ……機 関 誌 編 集 委 員 会	95
◆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	98
行事一覧 (2012 年 7 月) ……	99
編集後記……………(安 川・京 免)	102

平成 24 年 10 月号 (第 752 号)

表 紙 写 真

多目的自航式起重機船「CP-5001」

写真提供：五洋建設㈱

海洋と海岸施設 特集

協会活動のお知らせ

◆巻頭言 第二期海洋基本計画の策定と ……来 生 新	3
海洋の総合的管理の具体化……………	
浮体式洋上風力発電施設の普及促進……………瀧 澤 尚 士	4
安全確保のため技術基準を制定……………	
漁港漁場整備長期計画の概要……………伊 藤 敏 朗	9
海洋工事の多様なニーズに応える多目的自航式起重機船 ……CP-5001 ……廣 井 康 伸	15
法面浚渫ワイドグラブバケットの開発 ……可動式ブロックによる法面傾斜角に合わせた浚渫施工 ……桃 田 信 弘	20
ケーソン無人化据付システムの運用と ……草 刈 成 直	25
その評価 ……加 竹 藤 内 幸 昌	
広範囲に杭を保持するパイルキーパー装置 ……着脱式ワイドキーパー ……宮 本 憲 都	29
一重締切により河川を切り回しながら汐止堰を構築 ……斐伊川沿岸農業水利事業 平田船川汐止堰建設工事 ……浦 島 理	34
GPS・ソナー搭載 ……自律航行無人リモコンボートによる深浅測量 ……木 本 慎 一	41
塗装工事における設計・施工の留意点 ……海岸近くの道路橋への Rc-I 塗装系の適用 ……片 脇 清 士	44
三次元 VOF 法による津波シミュレーション ……長谷部 雅 伸	50
◆交流の広場 ……地球深部探査船「ちきゅう」とは？ ……倉 本 真 一	55
◆交流の広場 太平洋で発見された ……レアアース泥の特長と開発可能性 ……加 藤 泰 浩	59
◆ずいそう 3つの印象的エピソード ……望 月 哲	65
◆ずいそう タビ たび 旅……………高 橋 馨	66
◆平成 24 年度 ……一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞 ……受賞業績 (その 2)	67
◆CMI 報告 建設材料および施工の ……各種性能評価試験 ……谷 倉 泉	72
◆部会報告 土工機械に関する ……国際標準化—最近の TC 127 活動状況 ……標 準 部 会	77
◆新工法紹介……………機 関 誌 編 集 委 員 会	83
◆新機種紹介……………機 関 誌 編 集 委 員 会	88
◆統 計 ……平成 24 年度 主要建設資材需要見通しの概要と ……機 関 誌 編 集 委 員 会	92
価格動向……………	
◆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	96
行事一覧 (2012 年 8 月) ……	97
編集後記……………(藤 永・齋 藤)	100

平成 24 年 11 月号 (第 753 号)

表 紙 写 真

山岳トンネルの情報化施工

写真提供: (株)演算工房

情報化施工, ICT 技術, 自動化・ロボット化, 自動制御 特集

協会活動のお知らせ

◆巻頭言 なぜ、ロボットは日本人の仲間なのか…	竹 村 公太郎	／3
情報化施工の現状と今後の展開…	山 口 崇	／4
CIM の導入に向けて ……	石 川 雄 一	／10
「TS を用いた出来形管理」で規定した機能と今後の取り組み ……	梶 田 洋 規	／16
ICT を利用した作業性・信頼性向上及び判断支援に資する機能 ……	北 川 順	／16
災害対応ロボットのあるべき姿…	田 所 論	／23
多種多数機械を用いた無人化施工システムの開発 ……	領 木 紀 夫	／32
福島第一原子力発電所災害復旧工事における遠隔操作 ……	石 中 川 利 行	／32
3 次元設計データを用いた計測及び誘導システム ……	星 野 真 吾	／38
携帯電話を利用した移動体管理システム ……	石 田 仁	／43
船舶や工事車両の安全監視等に活用 ……		
バックホウ 2D マシニングガイダンスシステム ……	小 林 一 年	／49
簡易 VR を用いた「次世代無人化施工システム」の開発 ……	古 屋 弘 春	／53
建機の遠隔操作に VR を導入し、作業効率を改善したシステム ……	清 水 千	／53
可視光通信 3 次元位置計測システムを ……	三 上 博	／60
現場に適用し実用化 ……		
道路建設における情報化施工の現状とその効果…	山 口 達 也	／65
億首ダムの IT 施工を「四次元」管理 ……	江 田 正 敏	／71
ダム ICT 施工総合管理システム「4D-DIS」適用事例 ……	山 本 隆 太郎	／71
山岳トンネルにおける IT コンストラクションの ……	鈴 木 裕 彦	／77
現状と新たな取り組み ……	林 彦 史	／77
◆交流の広場 高設栽培に対応したイチゴ収穫ロボット ……	林 本 茂 彦	／83
高設栽培 ……	山 齋 藤 貞 文	／83
◆ずいそう 心をこめて海とつき合う ……	渋谷 正 信	／87
◆ずいそう 一秒の重み ……	野 口 健太郎	／88
◆平成 24 年度 一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞 ……		／89
受賞業績 (その 3) ……		
◆CMI 報告 トータルステーションを用いた ……	竹 本 憲 充	／95
路盤工の出来形の多点管理手法の検討 ……		
◆新工法紹介 ……	機関誌編集委員会	／99
◆新機種紹介 ……	機関誌編集委員会	／100
◆統 計 平成 24 年 建設業の業況 ……	機関誌編集委員会	／102
◆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	／104
行事一覧 (2012 年 9 月) ……		／105
編集後記 ……	(篠原・野元)	／108

平成 24 年 12 月号 (第 754 号)

表 紙 写 真

トロリー式ダンプトラック (ザンビア)

写真提供: 日立建機(株)

建設施工の地球温暖化対策, 環境対策 特集

協会活動のお知らせ

◆巻頭言 地球から人へ…	沖 大 幹	／3
建設施工における地球温暖化対策 ……	吉 田 真 人	／4
建設機械の燃費基準制度 ……		
ディーゼル特定特殊自動車の排出ガス規制の強化 ……	山 口 武 志	／9
2011 年規制及び 2014 年規制強化 ……		
工事現場における CO ₂ 削減量の見える化 ……	福 原 潤 二	／13
(環境家計簿) の取組 ……	高 橋 丞 三	／13
マイニング市場の動向と機械の電動化 ……	宇 野 桂一郎	／19
マイニング用トロリー式ダンプトラックと ……		
電動式油圧ショベル ……		
大規模道路土工事にバイオディーゼル燃料 ……	齊 藤 栄 一	／23
(B100) を使用 ……	長谷川 博 幸	／23
新東名高速道路 岡崎サービスエリア工事の例 ……	副 島 幸 也	／23
低炭素施工システム 2020 年に 1990 年比 40%削減を目指して…	高 橋 昌 宏	／30
“TO-MINICA” ……		
低炭素型のコンクリートの各種構造物への適用 ……	新 村 亮 典	／37
クリーンコンクリート ……	竹 小 野 宣 栄	／37
遮熱性舗装の開発 パーフェクトクール…	岩 間 将 彦	／43
トンネル工事における自然由来重金属含有掘削ずりの管理 ……	伊 藤 省 二	／51
第二伊勢道路 2 号トンネル河内工区環境保全対策報告 ……	志 藤 水 政 弘	／51
伊 藤 志 弘		
排ガス長期規制適合機に対する燃料・ ……	吉 田 史 朗	／59
オイルについての問題・注意 ……		
2011 年および 2014 年排ガス規制対応 ……		
スクラビング・フローテーションを用いた ……	毛 利 光 男	／65
土壌洗浄法による放射性物質汚染土壌の ……		
効率的な浄化と減容化 ……		
油圧ハンマ打撃音対策への取り組み…	田 中 ゆう子	／72
◆交流の広場 EU のゼロエネルギー・ ……	望 月 浩 二	／78
ハウス指令 (パッシブハウス) ……		
◆ずいそう 日本社会における ……	大 門 宏	／82
自転車ロードレースのポジショニング ……		
◆ずいそう 海外の思い出…	塚 本 高 広	／83
◆JCMA 報告 「平成 24 年度 建設施工と ……	河 田 博 之	／84
建設機械シンポジウム」開催報告(その 1) ……		
優秀論文賞 2 編・論文賞 2 編・優秀ポスター賞 ……		
2 編・審査委員特別賞 1 編を表彰 ……		
◆JCMA 報告 一般社団法人日本 ……	建設機械施工協会	／87
第一回情報化施工活用支援セミナー開催の報告 ……	情報化施工委員会	
復興支援ワーキング ……		
◆CMI 報告 山岳トンネルの地山評価 ……	石 原 廣 和	／88
一三重県の事例― ……		
◆部会報告 範多機械(株) 本社工場見学会…	機 械 部 会	／92
除雪機械技術委員会 ……		
◆新工法紹介 ……	機関誌編集委員会	／94
◆新機種紹介 ……	機関誌編集委員会	／97
◆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	／100
行事一覧 (2012 年 10 月) ……		／101
協会発行図書一覧表 ……		／105
編集後記 ……	(和田・岡本)	／106