平成27年10月25日発行（毎月1回25日）　Vol.67 No.10 （No.788）　ISSN 2187−851X

一般社団法人
日本建設機械施工協会誌（Journal of JCMA）

建設機械施工

2015 10

Vol.67 No.10 October 2015（通巻788号）

特集

地球温暖化対策
環境対策
環境対策工

高圧ジェット水を用いた油汚染土壌の洗浄プラント

水噴流型混合機

濁水処理装置

巻頭言　建設機械施工分野における環境対策への期待

行政情報　建設業におけるバイオディーゼル燃料利用ガイドライン

技術報文
- 我が国の温暖化防止対策の状況
- 油汚染土壌の新バイオパイル工法の開発
- 油や放射能汚染などの土壌洗浄・濁水処理及び混合技術
- オゾンマイクロバブルを用いた油・揮発性有機化合物含有水の高効率な浄化技術

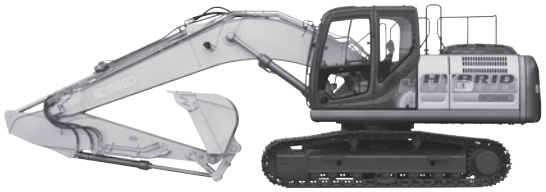
JCMA報告　平成27年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績（その3）
- 全周波数帯域に対応したトンネル発破消音器の開発
- オンサイト除染排水処理システムの開発・実用化
- 生分解性作動油　他

一般社団法人 日本建設機械施工協会

KOBELCO

低燃費のコベルコ!
低炭素社会の実現へ

新たな世代の建機（しんせいき）登場、



HYBRID
SK200H

HYBRID SK200H。

コベルコの新世機

圧倒的な燃費性能で新たな世代をリードするコベルコの「新世機」。
その技術で、低燃費のコベルコは、もっと低燃費のコベルコになる。

特定特殊自動車 軽油 排出ガス2011年基準 適合車

約16%の燃料削減（JCMAS測定方式）
ハイブリッド化により、従来機（SK200-8）に比べ約16%燃料消費量を低減。

オフロード法2011年基準適合
排気ガス後処理装置の搭載により排出ガス中のPM（粒子状物質）を大幅削減。

コベルコ建機株式会社 東京本社 /〒141-8626 東京都品川区北品川 5-5-15 ☎03-5789-2111 www.kobelco-kenki.co.jp

第９回一般社団法人日本建設機械施工協会研究開発助成対象者の募集について

一般社団法人日本建設機械施工協会（以下「JCMA」という。）は，第９回研究開発助成対象者を下記のとおり公募します。

１．実施スケジュール

（１） 公募期間は，平成 27 年 8 月 10 日から平成 27 年 10 月 31 日までとします。

（２） 助成対象者の決定は，平成 27 年 12 月中旬頃の予定です。

（３） 助成期間は，助成決定の翌日から平成 29 年 3 月 31 日までです。

（４） 研究成果報告書を，平成 29 年 6 月 30 日までに提出して頂きます。

（５） 研究成果は，「平成 29 年度建設施工と建設機械シンポジウム（例年 11 月中旬～12 月上旬開催)」で発表し，かつ，JCMA へ論文として投稿して頂きます。

２．研究開発助成の対象

建設機械又は建設施工（施工に伴う調査を含む）に関する技術開発若しくは調査・試験研究であって，以下のいずれかをその目的として，新規性・必要性・発展性が高いと判断されるものを助成の対象とします。

①施工の合理化
②施工の品質管理
③建設工事における安全対策
④建設工事における環境保全
⑤災害からの復旧及び防災
⑥社会資本の維持管理・保全技術の向上又は合理化
⑦その他建設機械又は建設施工に関する技術等の向上と普及

３．研究開発助成の対象者

JCMA より研究開発助成を受けることができる方(以下「助成対象者」という)は，原則として以下のとおりです。

①大学，高等専門学校及びこれらの附属機関に属する研究者及び研究グループ
②法人格を有する民間企業等の研究者及び研究グループ

４．申請手続きと注意事項

（１）助成を希望する研究者又は研究グループの代表者は申請書（様式－1①②④⑤）（共同研究の場合は様式－１③を追加）に必要事項を記入のうえ，正本１部，写し１部及び電子データを記録した電子媒体（Word 形式）を，期限まで(当日消印有効)に JCMA へ郵送により提出するものとします。（なお，セキュリティー上の都合から電子メールによる受付は行っておりません。）また，申請の際に，説明に必要な範囲で参考資料を添付することは差し支えありません。

（２）申込件数は１人（共同研究の場合は１研究グループ）あたり１件とします。

（３）所属される機関において助成等の申請，受入れ機関が指定されている場合等は指定された機関の長又は代表者が申請することができます。

（４）JCMA 以外の補助制度，助成制度との重複申請は可能です。但し，JCMA の助成において実施を予定する内容と他の制度もしくは助成によって実施する研究開発の内容の全てが重複しないようにして下さい。

（５）助成対象とならなかった場合には申請書及び添付資料等は審査終了後に返却します。

５．申請書に記載された個人情報及びその他技術情報の利用目的について

申請書に記載された個人情報は，申請者への連絡，情報提供のために使用いたします。
また，取得した個人情報のうち，氏名，所属機関名及び役職名および申請書に記載された研究開発調査名及びその概要等については，当事業の広報のために刊行物，報告書，ホームページ等で公表し，第三者に提供することがあります。

これに同意した上で申請を行っていただきますようお願い申し上げます。

６．助成金交付手続き

（１）助成が認められた申請者は助成決定通知受領後，JCMA に請書等の手続き書類（様式－２①～④）を提出して頂いた時点で全額を交付します。

（２）助成金は手続き終了後にすみやかに助成研究者の指定する金融機関の口座（助成金振込先通知書（様式－２②に記載された口座））に振り込みますが，助成金の受け入れ方法については，予め申請書（様式－１①）にも明記しておいてください。

７．その他

採否の理由等に関しましては，お問い合わせに応じかねますので，ご了承下さい。

（参考）助成実績

年　度	申請数	採択数
平成 19 年度	１４件	２件
平成 20 年度	８件	２件
平成 21 年度	８件	１件
平成 22 年度	２０件	２件
平成 23 年度	２２件	４件
平成 24 年度	８件	４件
平成 25 年度	９件	１件
平成 26 年度	７件	１件

〒105-0011　東京都港区芝公園３－５－８　機械振興会館 2 階
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
担当　森川
TEL:03-3433-1501　　FAX：03-3432-0289
ホームページ（実施要綱・様式のダウンロード）はこちらから
http://www.jcmanet.or.jp/

情報化施工研修会のご案内　～ＩＣＴ建設施工の実地研修　～

ＩＣＴを活用した新しい施工技術である情報化施工は、施工品質の向上や熟練度に左右されない高い精度の施工などを実現する方法として、更なる普及が期待されています。２０１３年３月、国土交通省が設置した『情報化施工推進会議』は、「情報化施工推進戦略」を提言しましたが、その中でも「人材育成」が非常に重要であることを指摘しています。

一般社団法人日本建設機械施工協会は、３次元データを利用した建設機械制御等に関する実践的な教育により、情報化施工に対応できる技術者を育成することを目的として、「情報化施工研修会」を開催しております。次回の研修会は下記日程で実施することとしておりますので、研修生の募集についてご案内申し上げます。

記

１．　開催日程　：　**平成２７年　１０月２９日(木)～３０日(金)**

２．　主　　催　：　一般社団法人　日本建設機械施工協会

３．　場　　所　：　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
（静岡県富士市大渕3154）
『情報化施工・安全教育研修センター』
アクセスマップはこちらです。(→) http://www.cmi.or.jp/cmi/map.htm

４．　対　　象　：　建設現場管理者、建設機械オペレーター、その他マシンコントロール（ＭＣ）、マシンガイダンス（ＭＧ）、トータルステーション（ＴＳ）による出来形管理の体験あるいは習得を希望する方。

５．研修会のコース

コース名	研　修　目　標	受　講　費　用	備　考
実務コース （2日間） 定員:20名	○設計図面を読み**MC、MG用データ作成**をマスターする ○測量データを利用し**データ作成、出来形管理の基本**を習得する ○**実機を用いた実習**によりMC、MG施工の基本を習得する	一般:**51,400円/人** **会員:41,100円/人**	**○CPDS認定研修（14unitを予定）** ○**研修用パソコン**の利用（一人1台） ○「**研修修了証**」を発行 ○**（独）雇用・能力開発機構のキャリア形成促進助成金制度に基づき、受講料及び賃金の助成**を受けられる場合がありますので、**雇用・能力開発機構都道府県センター**等でご確認いただくことをお勧め致します。

・受講資格は特にありませんが、「車両系建設機械(整地･運搬･積み込み用及び掘削用)運転技能講習」修了者であれば、施工機械の運転が可能です。

・旧体験コースを既に受講した方が**実務コースを再受講する場合、３６，０００円/人**で受講できます。

・受講費用には、建機・機材のレンタル費、パソコンの利用、傷害保険、テキストなどの費用が含まれています。宿泊費、食事代は含みません。

・ヘルメット、安全チョッキは当方で準備します。なお、実習の際は安全靴の着用をお願いします。

・諸般の事情により内容を変更する場合があります。

・平成２６年１０月の研修会は、主にニコン・トリンブル機器による研修を予定しております。

・お申し込み後のキャンセルは、開催日の５営業日前までに、担当者へ電話連絡をしてください。左記以降のキャンセルにつきましては、受講費用の返金を行いません。受講者の変更につきましては、開催日の前日まで受け付けております。

6．研修カリキュラム

第1日目

時間	講義内容
9:45～ 9:55	主催者挨拶 ガイダンス
9:55～ 10:55	基調講演 （国土交通省を予定）
11:05～ 12:00	情報化施工概論
13:00～ 14:30	情報化施工の 適用場面と実施項目
14:40～ 15:10	情報化施工に 必要な設計データ
15:20～ 17:20	設計データ作成演習 （路線・TIN）

第2日目

時間	講義内容
8:30 ～9:50	情報化施工の デモンストレーション
10:10 ～12:00 13:00～ 16:00	情報化施工現場実習 ①ブルドーザのMC /ローバー ②モータグレーダのMC ③バックホウのMG/TS ④ローラ回数管理 ⑤TS出来形管理
16:00～ 16:30	質疑応答

研修カリキュラムは都合により変更されることがあります。

7．講　師：日本建設機械施工協会、建設機械、測量器械メーカ、ソフトウェアメーカなどの専門家

受　講　風　景

実地研修場所全景

8．お問合せ先：一般社団法人　日本建設機械施工協会（担当：森川・荒川）
〒105-0011　東京都港区芝公園３丁目５－８（機械振興会館）
TEL：03-3433-1501　　Fax：03-3432-0289
又は、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
TEL：0545-35-0212　（担当：研究第三部　上石・椎葉、総務部　引地）

9．お申込み方法：ＨＰから参加申込書をダウンロードし、必要事項をご記入の上、メールまたはFaxにて
お申込み下さい。

論　文　投　稿　の　ご　案　内

日本建設機械施工協会では，学術論文の投稿を歓迎します。論文投稿の概要は，以下のとおりです。なお，詳しいことは，当協会ホームページ，論文投稿のご案内をご覧下さい。

当協会ホームページ　http://www.jcmanet.or.jp

★投稿対象

建設機械，機械設備または建設施工の分野及びその他の関連分野並びにこれらの分野と連携する学際的，横断的な諸課題に関する分野を対象とする学術論文(原著論文)の原稿でありかつ下記の条件を満足するものとします。なお，施工報告や建設機械の開発報告も対象とします。

⑴ 理論的又は実証的な研究・技術成果，あるいはそれらを統合した知見を示すものであって，独創性があり，論文として完結した体裁を整えていること。

⑵ この分野にとって高い有用性を持ち，新しい知見をもたらす研究であること。

⑶ この分野の発展に大きく寄与する研究であること。

⑷ 将来のこの分野の発展に寄与する可能性のある萌芽的な研究であること。

★部門

⑴ 建設機械と機械設備並びにその高度化に資する技術部門

⑵ 建設施工と維持管理並びにその高度化に資する技術部門

★投稿資格

原稿の投稿者は個人とし，会員資格の有無は問いません。

★原稿の受付

随時受付けます。

★公表の方法

当協会機関誌へ掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

★連絡先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）
日本建設機械施工協会　研究調査部 論文担当
E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp
TEL : 03 - 3433 - 1501
FAX : 03 - 3432 - 0289

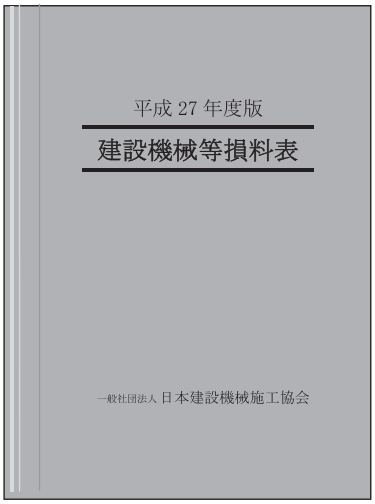
発刊のお知らせ

平成27年度版 建設機械等損料表

■発刊 ： 平成27年5月9日

■体裁 ： B5版 モノクロ 約620ページ

■価格(送料別) 一般：7,920円(本体 7,334円)
会員：6,787円(本体 6,285円)



■平成 26 年度版に対する変更点
・損料算定表の諸元欄の記載要領・表現を変更し読み易さを改善
・「機械運転単価表」の作成例を、現行歩掛に合わせて見直し
・関連通達・告示に「東日本大震災の被災地で使用する建設機械の機械損料の補正」を追加

＊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。

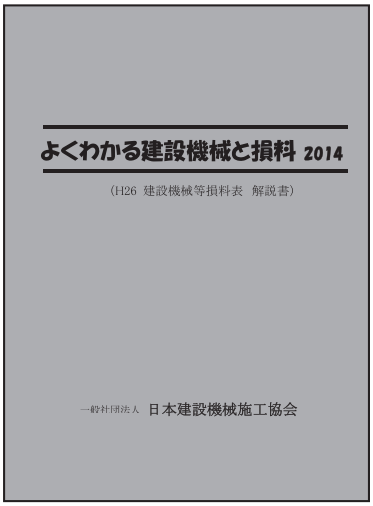
よくわかる建設機械と損料 2014

本書は平成26年度版 建設機械等損料表の解説書として作成したものですが、平成27年度版 建設機械等損料表の解説書としてもお使い頂けます。

■発刊 ： 平成26年6月

■体裁 ： B5版、一部カラー、約400ページ

■価格(送料別) 一般：5,616円(本体:5,200円)
会員：4,752円(本体:4,400円)



■特長

★ 損料用語、損料補正方法を平易な表現で解説
★ 各通達・告示類の要旨を解説
★ 各建設機械の分類コードの体系を図示
★ 各建設機械の概要(機能・特徴)を紹介
★ 主要建設機械のメーカ・型式名を表にして紹介
★ 機械の俗称からも掲載ページ検索が可能

一般社団法人 日本建設機械施工協会

橋梁架設工事及び設計積算業務の必携書

橋梁架設工事の積算

平成２７年度版

∞∞∞　改定・発刊のご案内∞∞∞

平成 27 年 5 月　　一般社団法人　日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

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

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準が改正され、平成 27 年 4 月以降の工事費の積算に適用されることに伴い、また近年の橋梁架設工事の状況、実績等を勘案し、当協会では**「橋梁架設工事の積算　平成 27 年度版」**を発刊することと致しました。

なお前年度版同様、橋梁の補修・補強工事の積算に際し、その適用範囲や積算手順をわかりやすく解説した**「橋梁補修補強工事積算の手引き　平成 27 年度版」**を**別冊（セット）で発刊**致します。

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

◆内容

平成 27 年度版の構成項目は以下のとおりです。

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

◆改定内容

平成 26 年度版からの主な改定事項は以下のとおりです。

１．鋼橋編
- 送出し設備における説明文章、写真の追加
- 少数Ｉ桁橋の足場工及び防護工の一部改定
- ﾌﾟﾚｷｬｽﾄ PC 床版工、場所打ち PC 床版工の一部改定

２．ＰＣ橋編
- 門構移動装置の新規掲載
- ポストテンション桁製作工他、各工種の適用範囲の明確化
- 横組工　地覆・高欄施工足場の記載
- 緩衝ゴム設置工　新規掲載

３.橋梁補修編
- 足場タイプ別詳細作業内容の掲載
- 落橋防止システム工の一部改定
- ストップホール工の新規掲載
- 塗替塗装　素地調整工の改定
- はく離材による塗膜除去作業の注意点の新規掲載

別冊「橋梁補修補強工事 積算の手引き」
- 極少施工歩掛の考え方を新規掲載
- 補修工事用数量集計マニュアルを新規掲載

●Ｂ５判／本編 1,201 頁（カラー写真入り）
　別冊　197 頁　　セット

●定価
　一般価格：9,720 円（本体 9,000 円）
　会員価格：8,262 円（本体 7,650 円）

※　別冊のみの販売はいたしません。
※　送料は一般・会員とも
　　沖縄県以外 600　円
　　沖縄県 610 円

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

●発刊　平成 27 年 5 月 21 日

初の
実務者向け入門版!!

情報化施工 デジタルガイドブック

2014.3 発刊!

土木工事の施工現場においては、施工および施工管理の省力化、品質向上を目的として、モーターグレーダやブルドーザなどのマシンコントロール技術やトータルステーションを用いた施工管理・出来形管理技術をはじめ、ICT技術の活用事例が大規模工事現場はもちろんのこと、小規模工事においても適用されはじめています。

このような中、国土交通省は、平成25年3月に今後の情報化施工の普及促進のための新たな施策*「情報化施工推進戦略」*
～「使う」から「活かす」へ、新たな建設生産の段階に挑む!!～
を発表しています。

当協会では、情報化施工を考えておられる実務者の皆様のために新しい情報化施工入門書「情報化施工デジタルガイドブック」を刊行いたしました。本書によって、情報化施工技術を理解していただき、現場施工に役立てていただきたいと考えています。

特　徴

本書では、情報化施工を担当する現場技術者の皆様を対象として作成したもので、DVD版の主な特徴は以下のとおりです。

★画像・映像による解りやすい技術紹介
★業務の流れに沿った解説
★導入効果の概説
★50項目以上の用語説明
★インターネット・エクスプローラ等のブラウザを使用して画面を切り替えながら見ることができる

Windows版

デジタルブックDVD版
（デジタル画像・動画等）
プレビューA4版冊子付

定　価

一般価格	2,160円（本体2,000円）
会員価格	1,944円（本体1,800円）

※送料別途

主な内容

1 情報化施工のあらまし
2 情報化施工技術の種類
3 情報化施工の適用工種
4 情報化施工の運用手順
5 建設機械・測量機器リスト
6 情報化施工データ
7 情報化施工の導入効果
8 導入事例
9 用語の説明

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　図書　検索

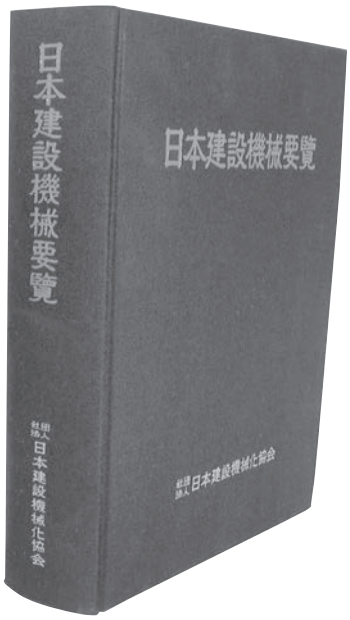
関係部署に回覧ください。

一般社団法人 日本建設機械施工協会

2013年版
日本建設機械要覧
ご案内

本協会では、国内における建設機械の実態を網羅した『日本建設機械要覧』を1950年より3年ごとに刊行し、現場技術者の工事計画の立案、積算、機械技術者の建設機械のデータ収集等に活用頂き、好評を頂いております。

本書は、専門家で構成する編集委員会の審査に基づき、良好な使用実績を示した国産および輸入の各種建設機械、作業船、工事用機械等を選択して写真、図面等のほか、主要緒元、性能、特長等の技術的事項、データを網羅しております。購読者の方々には欠かすことのできない実務必携書となるものと確信しております。



体　　裁

B5判、約1,320頁／写真、図面多数／表紙特製

価　　格

価格は次の通りです（消費税8%含む）
一般価格　52,920円（本体49,000円）
会員価格　44,280円（本体41,000円）
（注）送料は1冊900円となります。
（複数冊の場合別途）

特　　典

2013年版日本建設機械要覧購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版、2004年版、2007年版及び2010年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2013年版を含めると1998年から2012年までの建設機械データが活用いただけます。

2013年版　内容目次

- ブルドーザおよびスクレーパ
- 掘削機械
- 積込機械
- 運搬機械
- クレーン、インクラインおよびウインチ
- 基礎工事機械
- せん孔機械およびブレーカ
- トンネル掘削機および設備機械
- 骨材生産機械
- 環境保全およびリサイクル機械
- コンクリート機械
- モータグレーダ、路盤機械および締固め機械
- 舗装機械
- 維持修繕・災害対策機械および除雪機械
- 作業船
- 高所作業車、エレベータ、リフトアップ工法、横引き工法および新建築生産システム
- 空気圧縮機、送風機およびポンプ
- 原動機および発電・変電設備等
- 建設ロボット、情報化機器、ウォータジェット工法用機器、CSG工法用設備、タイヤ、ワイヤロープ、検査機器等

◆ 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

○「建設機械施工」を機関誌として毎月お届け致します。(一般購入価格　1冊864円/送料別途)。
「建設機械施工」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処にあたります。(国土交通省各地方整備局との「災害応急対策協定」の締結)
○付属機関として「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「建設機械施工」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
・建設機械施工(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)3432-0289

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係 行
FAX ：（03）3432－0289

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　　（ご希望の送付先に〇印で囲んで下さい。） ※「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

〇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。
〇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。
〇会費には機関誌「建設機械施工」の費用（年間12冊）が含まれています。
〇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】

〇個人会員は、定款上、本協会の目的に賛同して入会する個人です。 〇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。 〇会費額は総会の決定により変更されることがあります。 〇次の場合、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うけたとき。3.死亡し、又は失踪宣言をうけたとき。4.1年以上会費を滞納したとき。5.除名されたとき。 〇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。 〇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。 〇拠出金の不返還：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。

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 27 年 10 月現在）　消費税 8%

No.	発行年月	図　書　名	一般価格（税込）	会員価格（税込）	送料
1	H27 年 5 月	橋梁架設工事の積算　平成 27 年度版	9,720	8,262	600
2	H27 年 5 月	平成 27 年度版　建設機械等損料表	7,920	6,787	600
3	H26 年 6 月	よくわかる建設機械と損料 2014	5,616	4,752	500
4	H26 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算　平成 26 年度版	6,048	5,142	500
5	H26 年 3 月	情報化施工デジタルガイドブック【DVD 版】	2,160	1,944	400
6	H25 年 6 月	機械除草安全作業の手引き	972	864	250
7	H25 年 3 月	日本建設機械要覧　2013 年版	52,920	44,280	900
8	H23 年 4 月	建設機械施工ハンドブック　（改訂 4 版）	6,480	5,502	600
9	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,240		400
10	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,240		250
11	H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,160	1,851	400
12	H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,376	2,160	400
13	H21 年 9 月	道路除雪オペレータの手引	3,085	2,057	500
14	H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	3,024	2,560	500
15	H19 年 12 月	除雪機械技術ハンドブック	3,086		500
16	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	3,456	2,880	400
17	H17 年 9 月	建設機械ポケットブック　（除雪機械編）	1,029		250
18	H16 年 12 月	2005「除雪・防雪ハンドブック」（除雪編）	5,142		600
19	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）	3,456		500
20	H15 年 7 月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,620	1,512	400
21	H15 年 6 月	道路機械設備 遠隔操作監視技術マニュアル（案）	1,944		400
22	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)	1,944		400
23	H15 年 6 月	地球温暖化対策　省エネ運転マニュアル	540		250
24	H13 年 2 月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック（第 3 版）	6,480	6,048	500
25	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（第 2 版）	2,675	2,366	400
26	H11 年 10 月	機械工事施工ハンドブック　平成 11 年度版	8,208		600
27	H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,320		500
28	H11 年 4 月	建設機械図鑑	2,700		400
29	H10 年 3 月	大型建設機械の分解輸送マニュアル	3,888	3,456	500
30	H9 年 5 月	建設機械用語集	2,160	1,944	400
31	H6 年 8 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,229	7,714	500
32	H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,172	5,554	500
33	H3 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,079	9,565	600
34	S 63 年 3 月	新編　防雪工学ハンドブック【POD 版】	10,800	9,720	500
35	S 60 年 1 月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック	6,480		500
36		建設機械履歴簿	411		250
37	毎月　25 日	建設機械施工【H25.6 月号より図書名変更】	864	777	400
			定期購読料　年 12 冊　9,252 円(税･送料込)		

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。

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

JCMA

建設機械施工

Vol.67　No.10　October　2015（通巻 788 号）

目　次

地球温暖化対策・環境対策・環境対策工　特集

3　*巻頭言*　建設機械施工分野における環境対策への期待…… 高橋　弘
4　*行政情報*　建設業におけるバイオディーゼル燃料利用ガイドライン … 柳　雅之
9　我が国の温暖化防止対策の状況 …… 村上　誠・友延　弘輝
21　油汚染土壌の新バイオパイル工法の開発
　ちゅらパイル工法 …… 門倉　伸行・佐々木静郎・久保　幹
28　油や放射能汚染などの土壌洗浄・濁水処理及び混合技術
　混合器として水噴流型混合器を利用した土壌洗浄及び濁水処理 …… 藤井　忠広
33　オゾンマイクロバブルを用いた油・揮発性有機化合物含有水の高効率な浄化技術
　…… 小河　篤史・三吉　純男・長　千佳
38　全周波数帯域に対応したトンネル発破消音器の開発
　…… 伊藤　哲・本田　泰大・木梨　秀雄
43　低炭素施工システムの構築
　“TO-MINICA”Web システム…… 周　潔・樋口正一郎
47　オンサイト除染排水処理システムの開発・実用化
　…… 久保田　洋・繁泉　恒河・野口俊太郎
52　地下空洞充填におけるシールド泥水の有効利用 …… 平間　昭信・川端　康夫
56　製品化に至るまでの二酸化炭素（CO_2）排出量を実質ゼロ以下にできる環境配慮型コンクリート
　CO_2-SUICOM（スイコム） …… 関　健吾・向原　敦史・庄司　慎
60　生分解性作動油
　次世代脂肪酸エステル系作動油 …… 小川　仁
65　*ずいそう*　四国遍路と石組の文化を訪ねて …… 髙倉　寅喜
66　*ずいそう*　ジャズの楽しみ …… 小河　義文
68　*JCMA 報告*　平成 27 年度　日本建設機械施工大賞　受賞業績（その 3）
75　*CMI 報 告*　ラフテレーンクレーンの作業燃費調査 …… 稲葉友喜人・佐藤　充弘
78　*部 会 報 告*　除雪機械の変遷（その 11）　除雪グレーダ（3）…… 除雪機械技術委員会
84　*部 会 報 告*　㈱協和機械製作所，㈱日本除雪機製作所工場見学会 …… 機械部会
87　*部 会 報 告*　厚幌ダム建設事業　ダム本体工事　現場見学会 …… 建設業部会

89　**新工法紹介** ……機関誌編集委員会
91　**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**（2015 年 8 月）
104　**編 集 後 記** ……小倉・竹本

◇表紙写真説明◇

高圧ジェット水を用いた
油汚染土壌の洗浄プラント

写真提供：東京電力㈱,㈱土壌環境プロセス研究所,㈱間組

地震により建屋から漏洩した絶縁油による土壌汚染が生じた。これを迅速かつ経済的に浄化するため，高圧ジェット水を用いてオンサイトで洗浄し，洗浄済み土を埋め戻しに再利用する方法が採用された。表紙写真は，洗浄作業中の洗浄プラントおよび高圧水ジェット洗浄・濁水処理装置の外観である。 約 1 年間の稼働で汚染土壌 35,000 t を洗浄でき，油の除去率 96％ときわめて高い洗浄性能が達成された。

2015 年（平成 27 年）10 月号 PR 目次
【ア】
朝日音響㈱…… 後付 1
【カ】
カヤバシステムマシナリー㈱…… 後付 10
コベルコ建機㈱…… 表紙 2
コマツ…… 表紙 4
コスモ石油ルブリカンツ㈱…… 後付 8
【タ】
デンヨー㈱…… 後付 6
大和機工㈱…… 表紙 3
㈱鶴見製作所…… 後付 9
【ハ】
日立建機㈱…… 後付 2
【マ】
マルマテクニカ㈱…… 後付 3
三笠産業㈱…… 後付 7
㈱三井三池製作所…… 表紙 3
三輪運輸工業㈱…… 後付 5
【ヤ】
吉永機械㈱…… 後付 5

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:植木睦央　鹿島建設株式会社東京建築支店機材部）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応え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 27 年度「建設施工と建設機械シンポジウム」のご案内

本協会では，“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，「建設施工と建設機械シンポジウム」を毎年開催しております。本年度も「暮らしを支える建設施工と建設機械」をテーマとし，①災害，防災，復旧･復興，② ICT の利活用・ロボット，③品質確保とコスト縮減，④環境保全，省エネルギー対策，⑤安全対策，⑥維持・管理・補修の６項目に関する論文発表を行うほか，ポスターセッションも行います。

参加申し込み期限：６月１日（月）済み
会期：平成 27 年 12 月１日（火）～２日（水）

詳細問い合わせ先：
一般社団法人日本建設機械施工協会
シンポジウム実行委員会事務局
水口・荒川
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
http://www.jcmanet.or.jp

「平成 27 年度版 建設機械等損料表」「よくわかる建設機械と損料 2014」改訂・発刊のお知らせ

1．平成 27 年度版 建設機械等損料表
・損料算定表の諸元欄の記載要領・表現を変更し読み易さを改善
・「機械運転単価表」の作成例を，現行歩掛に合わせて見直し
・関連通達・告示に「東日本大震災の被災地で使用する建設機械の機械損料の補正」を追加
発刊：平成 27 年５月
体裁：B5 判，約 620 頁
価格（送料別）
　一般 7,920 円（本体 7,334 円）
　会員 6,787 円（本体 6,285 円）

2．よくわかる建設機械と損料 2014
・損料用語，損料補正方法を平易な表現で解説
・各通達・告示類の要旨を解説
・各建設機械の分類コードの体系を図示
発刊：平成 26 年６月
体裁：B5 判，約 400 頁
価格（送料別）
　一般 5,616 円（本体 5,200 円）
　会員 4,752 円（本体 4,400 円）

詳細問い合わせ先：
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/

日本建設機械施工協会「個人会員」入会のご案内

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。

会費：年間 9,000 円

★個人会員の特典
○機関誌「建設機械施工」を毎月お届け致します。

本誌では，建設機械・施工技術に関わる最新情報や研究論文，本協会の行事案内・実施報告等のほか，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，会員価格で参加できます。

お問い合わせ・申込書の送付先
※お申し込みには本誌差込広告ページの申込用紙をご利用ください
一般社団法人日本建設機械施工協会
個人会員係
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
http://www.jcmanet.or.jp

巻頭言

建設機械施工分野における環境対策への期待

高　橋　　弘

近年，マスコミのニュースで「災害列島」という言葉が聞かれるようになってきた。それほど，近年では大規模自然災害が多発している。一昔前までは「ゲリラ豪雨」は聞き慣れない言葉であったが，最近では一般的な気象用語と言っても過言ではないほど頻繁に使用されるようになってきている。2014 年の豪雨による広島市での土砂災害，2011 年の台風 12 号による近畿地方での土砂災害などの大規模災害はゲリラ豪雨による被害の代表例と言える。ゲリラ豪雨のような異常気象は，地球温暖化による気候変動が 1 つの要因であるとも言われている。そのため，様々な分野で地球温暖化対策，地球環境保全に対する取り組みが進められている。建設機械施工分野でも同様であり，本協会でも「建設施工における地球温暖化対策の手引き」や「地球温暖化対策　省エネ運転マニュアル」を出版し，啓蒙活動を行っていることは会員各位ご存じの通りである。また本協会誌でも，環境関連の特集が定期的に組まれ，建設機械施工分野における環境対策が重要視されていることがうかがわれる。

ところで，建設機械施工分野における環境対策は，排ガス関係，廃棄物リサイクル関係，機械の振動・騒音関係，汚染土壌対策など多岐に亘る。排ガス関係では，建設機械メーカーなどが積極的にエンジン開発を行っており，地球温暖化防止に大いに貢献していることは言うまでもない。今では大学のオープンキャンパスは珍しいものではなくなってきたが，筆者が所属している東北大学工学部では，20 数年以上前からこのオープンキャンパスを行っている。始めた当時は，子供たちの理科離れが叫ばれ始めた時であり，理科離れを少しでも食い止めようと，主として小学生を対象とし，小学生に色々な不思議体験をさせて，理科･科学って面白いと感じてもらえるような努力をしていた。当時，母親に連れられてキャンパスに来ていた小学生に建設機械のイメージを聞くと，「黒い煙をもくもくと吐いて，力強く働く大きな機械」という回答が多く聞かれた。しかし，最近では，「力強く働く大きな機械」は同じでも「黒い煙をもくもくと吐いて働いている」という回答は全くと言っていいほど無い。建設機械の進歩に伴い，建設機械に対する子供たちのイメージも徐々に変わってきている。近年では，ハイブリッドショベルのような地球環境に優しい建設機械も続々と開発され，市場に投入されている。建設機械メーカーの弛まぬ努力に敬意を表したい。

現在の文明社会を維持・発展させるためには，資源・エネルギーの確保，インフラなどの社会基盤整備は欠かすことができないことは誰しもが認めるところであろう。しかし，人間が活動するとどうしてもゴミが出る。廃棄物問題は避けて通れない地球環境問題の 1 つである。そこで，建設機械施工分野でも，施工に伴って排出される廃棄物を極力削減したり，また廃棄物を再資源化し，有効利用して循環型社会の構築に貢献するための努力が精力的に進められている。筆者の研究室では，建設汚泥などの未利用高含水比泥土の再資源化に関する研究を進めているが，この技術は東日本大震災で発生した大量の津波堆積物の処理・再資源化にも多少ではあるが貢献した実績を有する。陸上に打ち上げられた津波堆積物は時間とともに一種の天日乾燥状態になり，篩分けによりガレキが除去され，防潮堤建設などに利用されている。一方，港湾や川底から浚渫された津波堆積物の一部には，本研究室で開発した再資源化工法（繊維質固化処理土工法）が適用され，遊水地の堤防整備や被災した堤防の補強･嵩上げなどに有効活用されている。これは，建設機械施工分野における廃棄物リサイクルを目指して開発した技術が，被災現場での復旧にも寄与できることを示したものであり，国策でもある国土強靭化・災害に強い国づくりにもつながる一例と考えている。

旭硝子財団は，「地球環境問題と人類の存続に関するアンケート」を毎年実施し，環境危機時計を発表しているが，それによると，環境危機時計は 9 時少し過ぎを指し，「極めて不安」レベルにある。世界終末時計は，核戦争などによる人類の終末を午前零時とし，その終末までの残り時間を示すものであるが，現在は午前零時数分前である。これと比較すれば，環境危機時計はまだましではあるが，それでも地球環境問題は待ったなしの状況である。これまで進められてきている建設機械施工分野での地球温暖化防止対策や環境対策が今後益々進展し，少しでも地球環境の改善や保全につながることを期待したい。

――たかはし　ひろし　東北大学大学院環境科学研究科――

行政情報

建設業におけるバイオディーゼル燃料利用ガイドライン

柳　　雅之

日本建設業連合会では「建設業の環境自主行動計画」を策定し，建設現場の使用エネルギー量の約70％を占める軽油の使用量削減を進めており，「2020年までに，CO_2排出量原単位で1990年度比20％削減」という目標の達成に向けて，カーボンニュートラル燃料（CO_2排出量をカウントしない燃料）であるバイオディーゼル燃料の利用拡大が有効な手段と考えている。そのため利用実績の多い会員企業のノウハウと利用実績を取り纏めた「建設業におけるバイオディーゼル燃料利用ガイドライン」を作成し，新たに導入を検討している会員企業に利用しやすい形で情報提供することで，バイオディーゼル燃料利用の健全な拡大を促進したい。

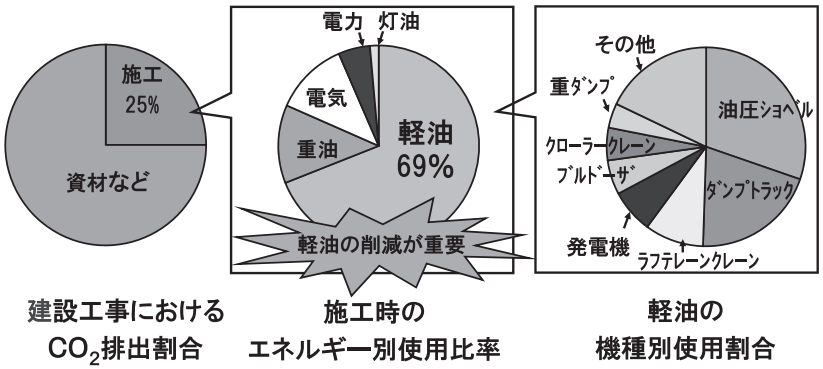
キーワード：バイオディーゼル燃料，建設機械，地球温暖化，CO_2排出量削減，温室効果ガス

1. 建設業界の取り組み

2013～2014年に発表されたIPCC第5次報告書では，人類の経済活動に伴って，大気中の二酸化炭素濃度は上昇し続けており，地球温暖化が確実に進行していること，それらが自然生態系や気候変動などに大きな影響を及ぼしていることが報告されている。現在進行形で進む地球温暖化に対しては，今まで以上に温室効果ガスの排出削減に取り組まなければならないことは明らかであり，日本建設業連合会会員企業においても，事業活動を進める上で身近な問題であることを十分認識し，スピード感を持って効率的な対策を行っていかなければならないという社会的責任を共有している。

日本建設業連合会では，1990年代後半より「建設業の環境自主行動計画」を策定し，建設現場における使用エネルギー量の約70％を占める軽油の使用量（**図―1**）の削減に取り組んできた。軽油使用量は，施工現場内の重機類と運搬に関わるトラック，ダンプトラックに起因するため，効率的な重機・運搬車両の配備による使用実績の減少，省燃費運転の励行による軽油使用量の削減など，具体的な対策を進めている。なかでも省燃費運転については，業界内の着実な浸透・定着をめざし，会員企業とその専門工事業者の方々への座学講習会（**写真―1**），実技講習会（**写真―2**）を毎年定期的に開催している。

今後，「建設業の環境自主行動計画 第5版」の目標「2020年までに，CO_2排出量原単位で1990年度比20％削減」の達成に向けて，業界全体として継続して軽油使用量の削減に取り組んでいくためには，省燃費



出典：(社)日本建設業団体連合会　2008年度

図―1　建設工事における使用エネルギー量の割合

写真―１　座学講習会

写真―２　実技講習会

運転のより一層の励行に加えて，バイオディーゼル燃料の利用拡大が有効な手段と考えている。

2. 本ガイドラインの目的

植物性の食用油を精製した再生燃料であるバイオディーゼル燃料は，カーボンニュートラル燃料（CO_2 排出量をカウントしない燃料）（**図―２**）として着目されているが，その利用にあたっては，

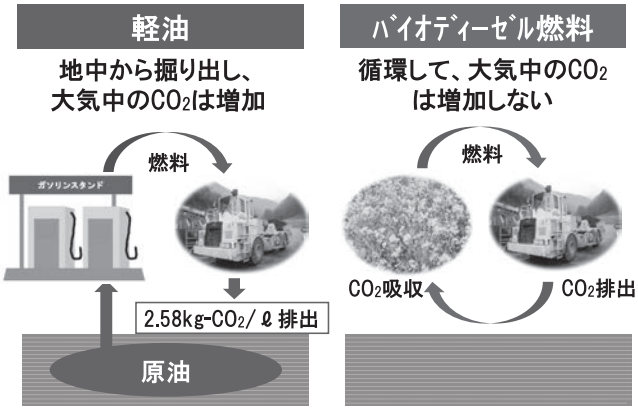
①バイオディーゼル燃料の品質にばらつきがあり，機械や車両にダメージを与えたとされる事例がある

②供給量が不安定で，必要な時に必要な量の燃料が確保できない

③法規制，届出，税法等への標準的な対応が整備されておらず，入口のハードルが高い

などの課題があり，いまだ本格的な普及には至っていない。

そのため，今回，「建設業におけるバイオディーゼル燃料利用ガイドライン」を作成し，前述の課題に関する情報やその対応策を集大成し，バイオディーゼル燃料の導入を検討している会員企業に利用しやすい形で提供することにより，バイオディーゼル燃料利用の健全な拡大を促進したいと考えている。建設業界のバイオディーゼル燃料利用の推進は，会員企業の大幅な CO_2 排出量削減に役立つだけでなく，行政・省庁によるバイオディーゼル燃料推進の後押しという副次的効果を通じて，バイオディーゼル燃料製造業者や関連業界の発展に寄与すると期待される。



図―２　カーボンニュートラル

3. 本ガイドラインの概要

本ガイドラインは，バイオディーゼル燃料の利用者の立場で，先述した３項目の課題への対応として，(1) 準備，(2) 燃料の調達，(3) メンテナンス，(4) 取り扱い，(5) 法令・条例について，バイオディーゼル燃料を利用するために留意すべき事項の解説を行っている。

バイオディーゼル燃料を利用するにあたり，調達する燃料の品質の確認が最も重要と考えている。

バイオディーゼル燃料は，バイオディーゼル燃料100％（以下「B100」）と軽油との混合率を５％未満とした燃料（以下「B5」）の２種類の規格がある。B5 は，経済産業省の定めたもので，軽油と同等品として取り扱われる。B100 は，全国バイオディーゼル利用推進協議会が「協議会暫定規格」を示している。ただし，民間規格であるため法的な拘束力はない。

以下に本ガイドラインで解説している主な事項を簡単に紹介する。

(1) バイオディーゼル燃料の使用のための準備

(a) 発注者との事前協議

使用者は，工事の仕様書を確認し，必要に応じて発注者と事前協議を行う。

(b) 協力会社・リース会社との事前協議

協力会社やリース会社に対し，メンテナンス項目や軽油と異なる留意事項について事前に説明を行う。

（c）覚書の締結と点検記録の保管

責任の所在を明確にし，トラブルを回避するため，元請会社と協力会社の間で覚書の締結を推奨する。

覚書きでは，現場で使用するバイオディーゼル燃料の調達先および品質，使用する建設機械，日常点検の方法等を明記し，バイオディーゼル燃料の使用時に行う機械の日常および定期点検項目を定め，記録を保管する。

（d）公道を走る車両で B100 を使用するための手続き

公道を走る車両で B100 を使用する場合，自動車車検証の変更手続きが完了していることを確認する。

(2) バイオディーゼル燃料の調達

（a）燃料調達先の選定

調達先の選定にあたっては，製造設備（**図―3**）を視察することが望ましく，製造実績，品質管理，原料の廃食用油の収集が適切に行われているかどうかなどの事項について確認して判断する。

（b）配送・保管等

B100 は，不飽和脂肪酸の酸化により品質が劣化する可能性があるため，製造から利用までの期間を１ヶ月程度とし，現場への配送方法，現場における保管方法，建設機械への給油方法などのルールを，燃料会社・配送会社とあらかじめ策定する。

（c）燃料品質の確認

調達先に分析結果の提出を依頼し，直近の分析結果が基準に適合していることを購入契約の前に確認するとともに，使用開始後も定期的に確認を行う。

（d）PL 保険への加入の確認

燃料の製造会社に PL 保険の保険証書のコピー提出を求め，保険に加入していることを確認する。

メーカーは，B100 使用時に発生したエンジンの不具合について保証していない。しかし，エンジンの不具合は軽油使用時にも発生することがある。そのため，バイオディーゼル燃料の使用者の責によらない不具合が発生した際のリスクを低減するため，PL 保険に加入しているバイオディーゼル燃料会社から調達する。

(3) 燃料使用のためのメンテナンス

バイオディーゼル燃料の調達で示した品質のバイオディーゼル燃料を使用することを前提に，使用するための留意事項について以下に示す。特に，エンジンオイルの日常点検および適切な交換が重要である。

（a）燃料使用前の消耗品の交換

エンジンオイル，燃料ホース等のゴム製の部品および燃料フィルター等の消耗品の状況を良く確認する。バイオディーゼル燃料の使用前に交換することが望ましい。

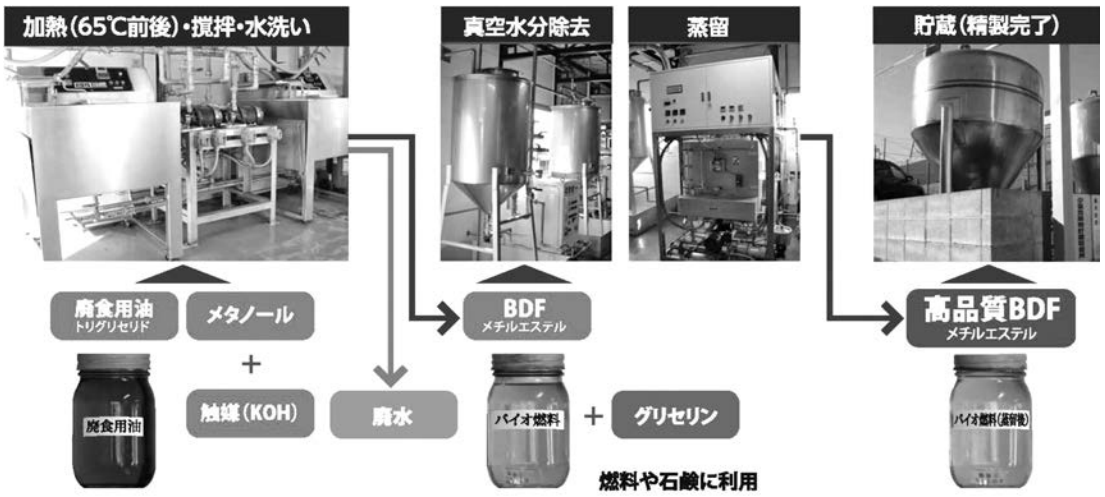
（b）燃料使用直後のメンテナンス

使用開始後は燃料フィルターの状況に注意し，開始後１ヶ月程度を目途に燃料フィルターを交換する。

（c）燃料使用時のメンテナンス（日常点検，３ヶ月点検など）

日常点検票や定期点検票に，バイオディーゼル燃料使用時の点検項目を追加し，確実な点検の実施と記録を行うこと。

軽油と異なるバイオディーゼル燃料の特性を理解し，バイオディーゼル燃料使用時の点検項目を点検票に追加する必要がある。最も重要な日常点検の項目の一つがエンジンオイルである。バイオディーゼル燃料は，エンジンの機種により差異があるものの，エンジンオイルに混合しそれを放置した場合，エンジンオイルの劣化が促進されエンジントラブルの原因となる。



図―３　バイオディーゼル燃料の製造工程の例

車両・機械の管理者は，運転実施者に燃料特性を説明し，エンジンオイルの日常点検の実施を確実にする必要がある。

(4) 現場におけるバイオディーゼル燃料の取扱い

(a) バイオディーゼル燃料の貯蔵

バイオディーゼル燃料を現場で貯蔵する場合は，消防法に従い適正に行うこと。

400 リットル未満の貯蔵・取扱いの場合は，市町村の火災予防条例の規制を受けるが，届出は不要である。400 リットル以上 2,000 リットル未満の貯蔵・取扱いについては，少量危険物貯蔵所または取扱所として所轄消防署への届出が必要である。消防法の指定数量である 2,000 リットル以上の貯蔵については，事前に所轄の消防署に相談の上，指示に従う必要がある。

(b) 建設機械などへの給油

建設機械等への給油は，作業所における貯蔵タンク等の設備投資や保安監督者が不要な，タンクローリーからの給油が望ましい。

(5) 法令・条例等

(a) バイオディーゼル燃料に関する法令・条例

B5 は「揮発油等の品質の確保等に関する法律（品確法)」において品質基準が定められており，軽油に混合することができるバイオディーゼル燃料の割合は 5%が上限（B5）となっている。バイオディーゼル燃料と軽油を混合・販売する事業者は「軽油特定加工業者」としての事業者登録と品質確認が義務付けられており，B5 を使用する場合には「軽油特定加工業者」の加工した B5 であることを確認して使用する。

B100 を使用する場合は，品確法の対象外となる。公道を走る場合には陸運局に届出し，車検証の備考欄に「バイオディーゼル 100%燃料併用」等の但し書きを記載する必要がある。

(b) 一都三県（東京，神奈川，埼玉，千葉）の環境確保条例

一都三県では，条例により排ガス規制が厳しくなっており，条例で定める 4 項目の基準を満たさない燃料の使用を禁止している。したがって，使用するバイオディーゼル燃料の品質に特に注意が必要である。

(c) 法令・条例・規定など

使用者は，工事の仕様書を確認し，発注者と事前協議を行う。

オフロード法（特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律）は，公道を走行しないオフロード特殊自動車に対する排出ガスの規制を目的に施行されている。オフロード法では，直接的に使用している燃料を規制していないが，バイオディーゼル燃料の使用においても，スモーク試験（**写真―3**）で排気ガスを測定するなど，オフロード法を遵守することは必須である。

(d) 消防法

バイオディーゼル燃料は，消防法の第 4 類第 3 石油類（引火点 70℃以上 200℃未満）に該当する。現場で指定数量以上のバイオディーゼル燃料を貯蔵する場合は，事前に所轄の消防署に相談の上，指示に従う必要がある。

4. バイオディーゼル燃料の使用実績

建設機械などへのバイオディーゼル燃料の使用実績（**表―1**）について紹介する。これは，会員企業へのアンケートから各実績を収集し，分類してまとめたものである。

(1) 建設機械の種類

建設機械としては，バックホウ，クローラークレーン，ダンプトラック，発電機への使用が，件数，使用量ともに多い。また，各機械の規格・諸元をみても，

写真―3　スモーク試験の実施状況の例

表―1 バイオディーゼル燃料の利用実績

建設機械	現場数	バイオディーゼル燃料の使用量の合計（ℓ）	1現場当りのバイオディーゼル燃料の使用量（ℓ）
バックホウ	23	183,657	7,985
クローラークレーン	11	142,641	12,967
ブルドーザ	2	66,918	33,459
振動ローラ	2	78,548	39,274
フォークリフト	1	750	750
ダンプトラック	13	225,093	17,315
重ダンプ	3	152,558	50,853
パッカー車	1	2,409	2,409
ミキサー車	1	9,134	9,134
ユニック車	1	540	540
連絡車	1	760	760
発電機	23	165,072	7,177

※ 2015 年 3 月末時点の集計結果

バックホウで 0.7 ～ 1.2 m^3，クローラークレーンで 60 ～ 150 ton，ダンプトラックで 10 ton，発電機で 200 kVA 程度と，通常の中型，大型工事で使用する汎用的な建設機械への適用が進んできている。

(2) 排ガス対策のレベル

使用機械の排ガス対策（基準値）レベルは，ほとんどが第 1 次～ 2 次基準値レベルである。第 3 次基準値レベルの機械に適用した例は数件程度である。「DPF（ディーゼル微粒子補修フィルター）」や「電子制御」等，排ガスの浄化性能を高めるための装置が軽油に特化して進化したため，第 3 次以降の基準値レベルでは，燃焼温度の異なる B100 の制御にはまだ課題を有することがその理由と考えられる。

5. おわりに

バイオディーゼル燃料の利用・普及にあたっては，利用者側の建設業界だけでなく，供給者側の製造業界，建設機械を提供してくれるメーカーやリース会社，利用方針を示す国・行政などの連携が不可欠である。そのために日本建設業連合会会員企業に向けて本ガイドラインを作成した。本ガイドラインを活用して，日本建設業連合会から関係各所にも働きかけを行い，関係者全体でバイオディーゼル燃料の健全な普及を推し進めていけるような環境づくりを行っていく予定である。皆様のご協力をお願いする。

JCMA

［筆者紹介］
柳 雅之（やなぎ まさゆき）
鹿島建設㈱
環境本部
担当部長
（前・一般社団法人日本建設業連合会 環境委員会
温暖化対策部会 バイオディーゼル燃料普及検討 WG 委員）

我が国の温暖化防止対策の状況

村　上　　誠・友　延　弘　輝

国連気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は 1988 年に設立された組織で，5 年～ 6 年毎に気候変動に関する評価報告書を公表している。日本国内では 2014 年 12 月環境省より IPCC の 5 次報告が発表された。その中で『二酸化炭素の累積総排出量と世界平均気温の応答は，ほぼ比例関係にある』との新見解が発表された。そして，二酸化炭素排出量増大が現在のまま進んでいけば，気温上昇が予測され，それに伴う数々の気候変動を含むリスクが合わせて予想されている。温室効果ガスの削減こそが喫緊の課題であり，その解決こそが次世代に美しい地球をバトンタッチしていく為に必要な事ではないだろうか。

キーワード：温室効果ガス，二酸化炭素，COP21，IPCC

1．地球温暖化の原因と仕組み

(1) 温室効果ガスと温暖化

地球は太陽からの光によって暖められ，暖められた地球表面から赤外線が放射される。その赤外線を温室効果ガスが吸収し大気が暖められる。もし温室効果ガスが存在しなければ，地球表面から放射された熱は，地球の大気内には留まらず，地球の平均温度は－19℃になる。現在の地球の平均気温はおおよそ 14℃，これは温室効果ガスのおかげである。しかし，温室効果ガスの量が増え大気中の濃度が高まり熱の吸収が増えた結果，気温が上昇し始める。これが地球温暖化である。

図―1 は温室効果ガスと地球温暖化メカニズムを示したものである。左側の図は 200 年前の地球，右側の図が現在の地球である。産業革命以降，二酸化炭素，メタン等の温室効果ガスが大量に排出され濃度が上がった。その結果，熱の吸収が増え気温が上昇している。1880 年～ 2012 年で全世界の平均気温は 0.85℃上昇と言われている。

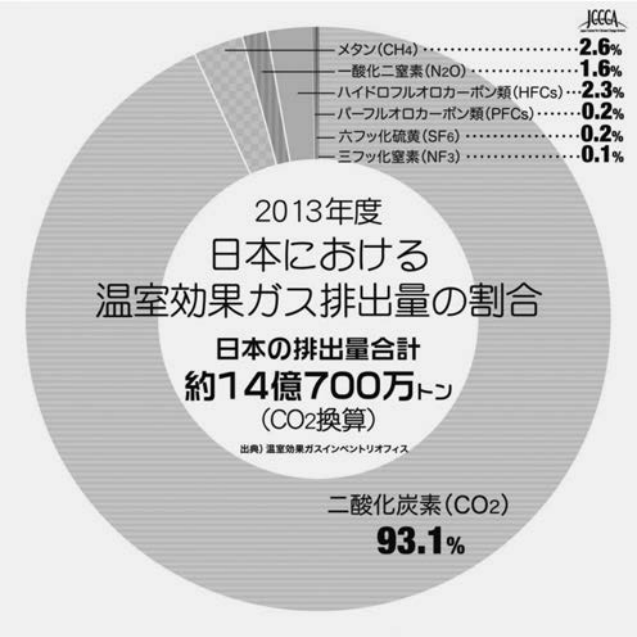
図―1　温室効果ガスと地球温暖化メカニズム
出典）全国地球温暖化防止活動センターウェブサイト（http//www.jccca.org/）より

(2) 温暖ガス種類と発生量

温室効果ガスは，京都議定書において排出量削減対象となり，環境省において年間排出量が把握されている。現在温室効果ガスには，二酸化炭素（CO_2），メタン（CH_4），一酸化窒素（N_2O），ハイドロフルオロカーボン類（HFCs），パーフルオロカーボン類（PFCs），六ふっ化硫黄（SF_6）の 6 種類及び 2015 年 4 月より新たに対象になった三ふっ化窒素（NF_3）を加えて 7 種類がある。

図―2 が日本に於ける 2013 年度の温室効果ガスの排出量の割合で，総排出量は 14 億 700 万トンで前年度 13 億 9000 万トンからみて 1.2％増加している。温室効果ガスの 93％が二酸化炭素で，温暖化には二酸化炭素の影響が最も大きい。

ハイドロフルオロカーボン類（HFCs），パーフルオロカーボン類（PFCs），六ふっ化硫黄（SF_6），三ふっ化窒素（NF_3）は数量的には約 3％（CO_2 換算）と非常に少ないが，地球温暖化係数[*1]で 1,430 ～ 22,800 倍（二酸化炭素を 1 とした）の非常に高いレベルの温暖化能力を持っている。従って，温室効果ガス削減対策は二酸化炭素が中心であるが，ハイドロフルオロカーボン類（HFCs），パーフルオロカーボン類



図―２ 2013 年度温室効果ガス排出割合
出典）温室効果ガスインベントリオフィス
全国地球温暖化防止活動センターウェブサイト（http//www.jccca.org/）より

図―３ 複数の分野地域に及ぶ主要リスク
出典）IPCC 第５次評価報告書
全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト（http://www.jccca.org/）より

(PFCs)，六ふっ化硫黄（SF_6），三ふっ化窒素（NF_3）等のガス削減対策も進めて行かなければならない。

＊１：地球温暖化係数とは，二酸化炭素を基準にして，他の温室効果ガスがどれだけ温暖化する能力があるかをあらわした数字

（a）全世界で予想されるリスク

ICCP5 次 WG1 の評価報告書では 20 世紀半ば以降の温暖化の主な要因は，人偽的な可能性が極めて高い（確度 95％以上）と報告されている。そして，温室効果ガスの排出増加量の 78％は化石燃料の燃焼と工業プロセスにおける二酸化炭素が占めている。即ち，化石燃料の使用により温暖化を招き，全世界では温暖化による８つのリスクが予想されている（**図―３**）。

①海面上昇により，低地・小島等の沿岸での高潮・洪水被害
②内陸洪水による大都市部へ被害
③極端な気象現象による電気・水・ガス等のインフラの機能停止
④熱波による，屋外労働者の極端な暑熱期間における死亡や疾病
⑤気温上昇，干ばつ等による食料安全保障が脅かされる
⑥水資源不足と農業生産減少による農村部の生計及び所得損失
⑦沿岸海域における生計に与える海洋生態系，機能及びサービスを損失
⑧陸域における生計に与える生態系商品，機能及びサービスを損失

種々のリスクの中で，近年，非常に問題視されているのが熱波・干ばつ・洪水，台風，山火事等の異常気象である。異常気象とは，世界気象機関において「平均気温や降水量が平年より著しく偏り，その偏差が 25 年以上に１回しか起こらない程度の大きさの現象」と定義されている。しかし，最近，異常気象が頻繁に起きるため従来の基準が合わなくなっているのではなかろうか。

最近，世界で起きた異常気象事例としては，2013 年に，インドシナ半島，ロシアアムール川流域，中国中部から朝鮮半島，インド，ヨーロッパの広い範囲で降雨が非常に多くなり，大洪水の被害が発生している。一方中国南部では干ばつの影響による飲料用水の不足や農作物への被害が発生している。同じく米国カリフォルニア州では 2013 年の年間降水量が 1895 年以降最も少なく，干ばつは現在も続いており飲用水や農業用水が不足するとともに大規模な森林火災も発生している。

2015 年に入り５月下旬のインド中部では熱波により 2200 人以上が死亡，また，タイでは 2014 年から続く大干ばつで農業等に大きな被害が出ている。その他，最近のニュースでは，中国・ミャンマーの大雨による大洪水等がある。

（b）日本国内で予想されるリスク

2100 年，日本では温室効果ガスの濃度上昇が最悪シナリオの場合，気温が 3.5 ～ 6.4℃上昇，降水量が 9 ～ 16%上昇，海水面が 60 ～ 63 cm 上昇するとされている。温暖化による我が国のリスクは以下が想定されている。

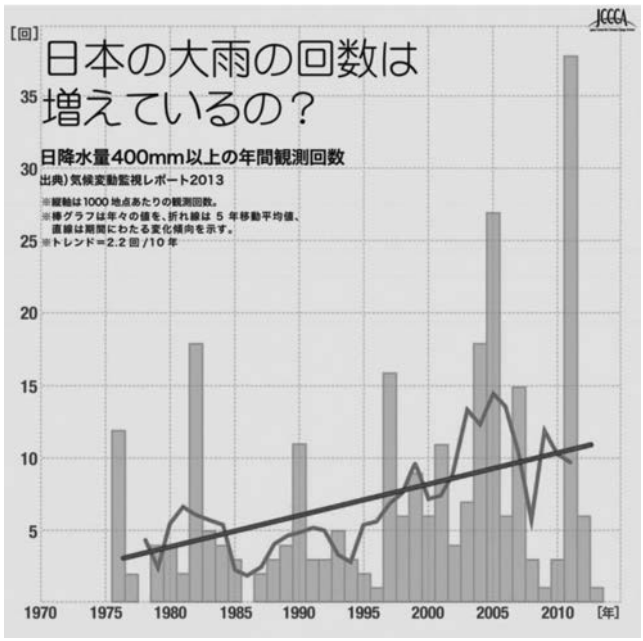
①洪水が多発
②海水面の上昇により干潟の 12%消失
③河川流量が 1.1 ～ 1.2 倍になる事による沿岸地域での被害
④熱中症による死亡者数の増加及び救急搬送車数が倍増
⑤温暖化による農作物の変化
⑥蚊の分布域の変化

図―4 は最近発表された 2100 年の真夏日の予想である。北海道の北日本海側：現在 8 日⇒ 48 日，東日本太平洋側で現在 49 日⇒ 105 日，沖縄・奄美は年間の半分が真夏日となり，全国で真夏日の日数が 2 倍～ 6 倍に増える予想である。本年も 8 月現在，日本では猛暑日連続日数更新，群馬県・福島県では気温 39℃越え，日本観測地点 19 ケ所で最高気温を更新している。

図―5 は日降水量が 400 mm を超える雨の降った回数の変化で毎年着実に回数が増えている。2014 年京都府の福知山では，月間雨量の約 2.5 倍にもなる 300 mm 以上の雨が 24 時間以内で降る局地的な豪雨で河川が氾濫し大洪水となった。同年長崎県五島列島では 1 時間 110 mm という 50 年に一度の大雨が降り土砂災害を引き起こしている。また，広島県安佐地区では 1 時間 87 mm の雨が降り続け 144 ケ所で土砂崩れを起こし，74 名が亡くなる大災害となった。

ゲリラ豪雨や竜巻の多発，台風発生の位置変化と風力の強さ，そして，本年 8 月には関東地区の海岸でシュモクザメが大量確認され遊泳禁止になった。これらは全て地球温暖化の影響と思われる。

図―4　2100 年日本の真夏日予想
出典）環境省・気象庁「日本国内における気候変動予想の不確実性を考慮した結果について」全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト（http://www.jccca.org/）より



図―5　日本の大雨（日降水量 400 mm 以上）年間観測回数
出典）気象庁「気候変動監視レポート 2013」全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト（http://www.jccca.org/）より

2. 各国の温室効果ガス削減への取組

(1) 各国の温室効果ガスの発生量

全世界の温室効果ガスの排出量は経済発展と人口増加に伴い年々増え続けている。1750 年～ 1970 年までの 220 年の累積排出量と 1970 年～ 2010 年まで 40 年間の累積排出量は同量だと言われている。即ち，単純計算すると 1970 年～ 2010 年の 40 年間は過去の 220 年間に比べて温室効果ガスの排出量が年平均 5．5 倍増えている。

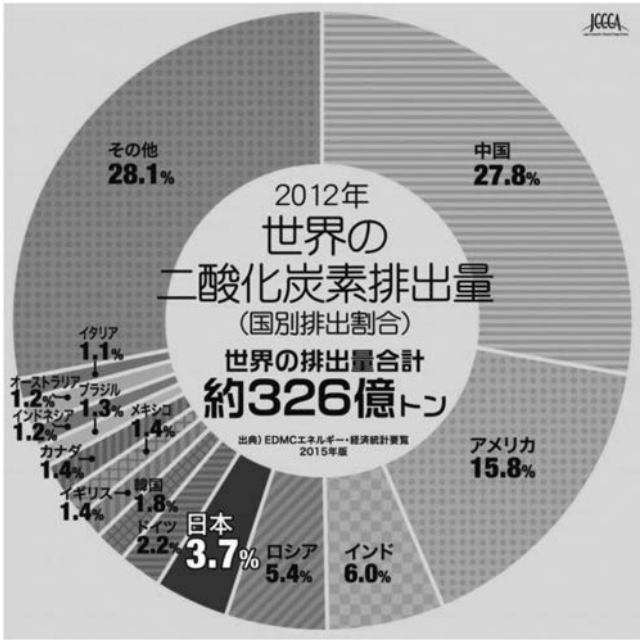
図―6 は 2012 年世界の CO_2 の総排出量である。総排出量は約 326 億トン。中国とアメリカの二大国が全体の 43%を占めている。排出量トップの中国は 2000 年から 2012 年の 12 年間で 33.5 億トンから 82.5 億トンへと 2.46 倍に大幅に増加している。第 2 位のアメリカは 57 億トンから 50.7 億トンと 12%削減している。その中で，我が国の排出量は 3.7%で 5 位であり，人口一人当たりでは米国・ロシア・韓国に次いで 4 位

となっている。2000 年から 2012 年の変化では，原子力発電が停止し約 90％を火力に頼っているにも関わらず，12.7 億トンから 12.9 億トンと微増に留まっている。これは，京都議定書を批准し官民一体となって取り組んだ省エネ・新エネ・エネルギー転換等の成果だと考えられる。

ICCP5 次では，『CO_2 の累積排出量と気温の上昇は比例している』と報告されている。そして，今後全く対策がされない場合，CO_2 濃度は現在の 430 ppm から 2100 年には 750 ppm ～ 1300 ppm に増加すると予想され，2100 年に於ける世界気温が，産業革命以前の水準と比べて 3.7 ～ 4.8℃上昇するとされている。現在，この温度上昇を抑え，世界のリスクを最低限に抑える為の許容される温度上昇は 2℃とされ，目標とされている。

2100 年気温上昇を 2℃に抑えるための CO_2 の濃度 450 ppm：累積排出量は 2 兆 9000 億トンと算出されている。2011 年までに人類が排出した CO_2 の累計排出量は 1 兆 8900 億トン，差引き，今後許容される排出量は 1 兆 100 億トンである。**図―6** で分る様に，2013 年の全世界の CO_2 排出量は 326 億トン。単純計算すると今後約 30 年で許容される排出量 1 兆 100 億トンの枠を超えてしまう事になる。

今後温暖化は避けられないが，リスクを最低限にする為には，世界全体で出来るだけ早く CO_2 削減対策を実施し，2050 年には 2010 年比 40 ～ 70％削減すると共に 2100 年にはゼロまたはマイナスにし，気温の上昇を 2℃未満に抑える必要がある。



図―6　世界の二酸化炭素排出量
出典）EDMC ／エネルギー・経済統計要覧 2015 年版
全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト（http://www.jccca.org/）より

(2) 全世界での温室効果ガス削減の歴史

古くは 1827 年フーリエ（フランスの数学者）が初めて温室効果ガス効果を指摘，その後，二酸化炭素の赤外線放射の吸収効果，二酸化炭素と気温上昇の関係等多くの学者が研究してきた。

近年になり温暖化の研究は全世界的・組織的な動きに変わってきている。1988 年 8 月，世界気象機関（WMO）と国連環境計画（UNEP）の共同で気候変動に関する政府間パネル IPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change）が設立された。1990 年 8 月，IPCC は第 1 次評価報告書にて，21 世紀末までに地球の平均気温が約 3℃，海面が約 65cm 上昇するとの具体的予測を発表した。1995 年気候変動枠組条約国会議（COP1）がドイツのベルリンで開催され地球温暖化に対する全世界レベルでの国際会議がスタートした。1997 年京都で開催された COP3 では京都議定書が採択された。京都議定書のポイントは以下の通り。

①先進国の温室効果ガス排出量の削減目標値設定
②国際協調による目標達成の為の仕組みの（排出量取引等）導入
③途上国に対しては，数値目標の義務なし

1990 年を基準年として，2008 年～ 2012 年先進国全体で 5％の削減（日本は 6％削減）を目指したものであった。しかし，発展途上国（中国等）の自主参加が見送られ，米国・ロシア連邦も受け入れを見送った。55 ケ国以上の国々が締結したが，温室効果ガス排出大国（中国･米国）が抜けた為，効果はそれなりにあったものの限定的とみられている。その後 COP17 において，ポスト京都議定書（2012 年以降）の合意がされたが，途上国の不参加等公平性の面から日本，ロシア，カナダは参加していない。そして，2015 年 12 月にフランスのパリ開催予定の COP21 に於いて 2020 年以降の新しい温暖化対策の新しい枠組みに全世界が合意しようとしている。

(3) COP21 に向けての各国の状況

COP21 は全世界の約 200 ケ国が参加し，本年フランスのパリで開催される。COP21 に向け，参加各国は国連気候変動枠組条約事務局に 2025 年または 2030 年時点での新たな温暖化対策目標案を提出しつつある。**表―1** は各国の提出状況の一部をまとめたものである。特筆されるのは，京都議定書では目標値を持っていなかった中国，参加を見送った米国が目標値を

表―1　COP21 に向けた各国の温暖化対策目標値

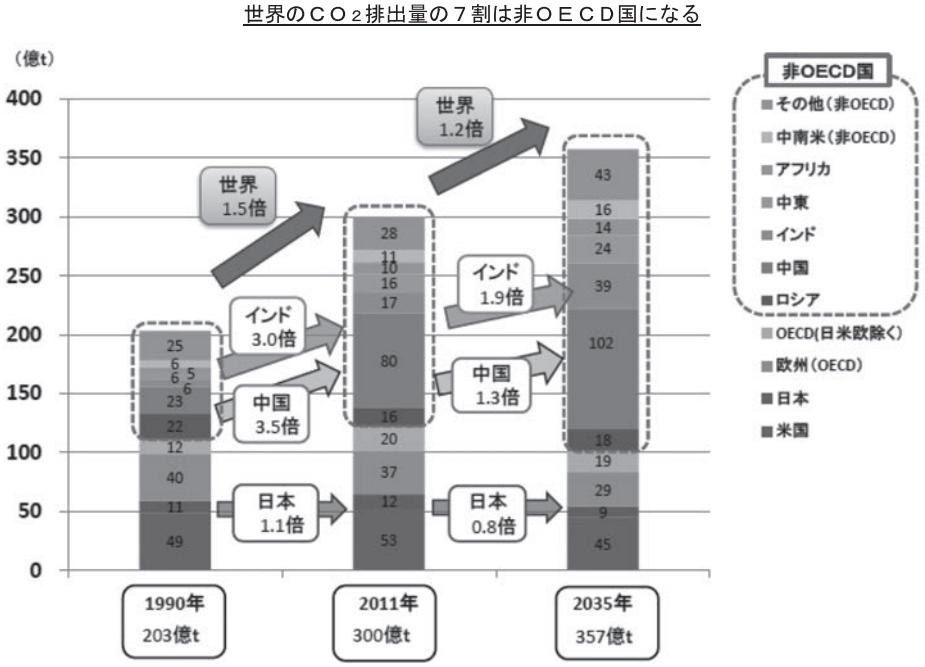
各国	2012 年度排出量シェアー%	京都議定書		COP21 に向けた各国の目標値		
		基準	削減率%	基準年	目標年	削減率
中国	27.8	1990年を基準とし2008年～2012 年先進国全体で5%以上の削減を目指す	目標値無	2005 年	2030 年	2005 年度比で GDP あたりの CO_2 排出量を 60 ～ 65%削減する
						一次エネルギー消費に占める非化石燃料の割合を 20%に増やす
						2005 年度比森林ストック容量を約 45 億 m^3 増加させる
米国	15.8		批准せず	2005 年	2025 年	26 ～ 28%削減，50 年 80%削減
インド	6		目標値無	未提出		
ロシア	5.4		0	1990 年	2030 年	20 ～ 25%削減
日本	3.7		6	2013 年	2030 年	26%削減
ドイツ	2.2		21	1990 年	2030 年	EU 全体：40%削減，50 年 80 ～ 95%削減
韓国	1.8		目標値無	BAU 比	2030 年	37%削減
カナダ	1.4		6	2005 年	2030 年	30%削減
イギリス	1.4		12.5	1990 年	2030 年	未確認
メキシコ	1.4		8	BAU 比	2030 年	25%削減，但し支援等により 40%削減

早々と表明したことである。

日本政府は本年 7 月 17 日『2030 年度の温室効果ガス削減目標を 2013 年度比 26%減』を決定し，国連気候変動枠組条約事務局に提出した。但し，電源構成（ベストミックス）が予定通り達成された場合である。そして，本年 7 月，米国オバマ大統領が火力発電所からの CO_2 排出ガス削減を 2030 年までに 32%（従来 30%）に拡大する旨の発表を行った。今年度末に開催される COP21 は 2100 年までの方向性が決まる重要な会議となる。

(4) 主要国の削減対策

2013 年度，全世界の CO_2 排出量に占める日本の割合は 3.7%。米国と中国は合わせて 43%を超える CO_2 排出大国である。日本が排出量を 0%にしても温暖化に与える影響は小さい。しかしながら，日本は世界 3 位の経済大国であり CO_2 削減技術に優れている。米国・中国と比べると小さいが，日本国内において CO_2 削減する事はもとより，発展途上国への技術支援等，是非とも取り組まなければならない課題である。**図―7** は世界の CO_2 排出見通しである。世界の CO_2 排出量



図―7　世界の CO_2 排出量の見通し
出典）IEA　WEO2013

は，2030 年に約 1.2 倍に増加，非 OECD 国の排出量が増加し全世界の 70％となる見込みである。非 OECD の排出量の削減は今後の大きな課題である。

ここで，主要国の CO_2 削減に向けたエネルギー政策を見てみると以下となる。

①中国（2012 年度 CO_2 排出量　90.7 億トン　27.8％）
- ・エネルギー効率の向上
- ・原子力の推進
- ・石炭火力の依存低減等エネルギー構成の最適化

②米国（2012 年度 CO_2 排出量　51.4 億トン　15.8％）
- ・天然ガスや再生可能エネルギーの利用拡大
- ・原子力の利用拡大
- ・エネルギー効率向上
- ・石炭火力の規制強化

④インド（2012 年度 CO_2 排出量　19.6 億トン　6％）
- ・エネルギー効率向上
- ・原子力の利用拡大と電力供給確保
- ・再生可能エネルギー利用拡大

③ EU
- ・再生エネ・省エネの推進
- ・原子力は各国で選択判断
  （EU 全体としてバランスの取れたエネルギー・電源構成）

3. 日本の取組

(1) 日本の 26％削減設定

日本は，2008 年～ 2012 年京都議定書で批准した 6％の削減を達成する為に，官民一体となり各種対策を進めてきた。5 ケ年平均の総排出量は 12 億 7800 万トンで，基準年度比 1.4％の増加となった。しかし，森林等吸収源及び京都メカニズムクレジットを加味し，8.4％減となり，国際公約である京都議定書の目標（基準年比 6％減）を達成した。そして，本年 7 月 17 日 COP21 に向け各国の目標値に遜色ない意欲的な数値目標『2030 年度の温室効果ガス削減目標を 2013 年度比 26％減』を決定し，国連気候変動枠組条約事務局に提出した。26％削減のカギとなるのは，発電での CO_2 削減である。CO_2 の発生の殆ど無い原子力発電・再生可能エネルギーの割合を如何にした電源構成にするかであり，今回の表明に合わせて電源構成（ベストミックス）が決定された。

日本が提出した約束草案の概要は以下の通り。

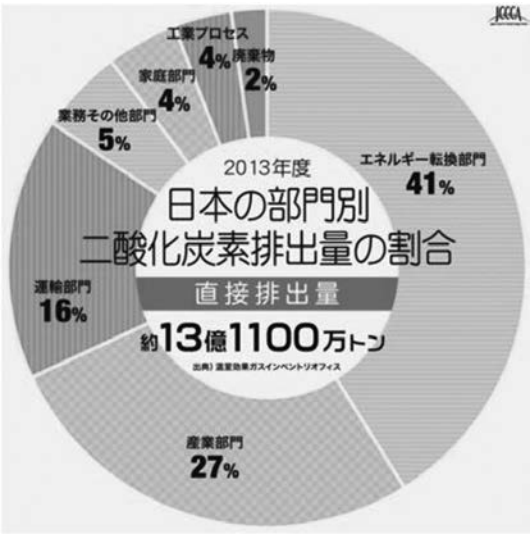
①国内の排出削減・吸収量の確保により，2030 年度に 2013 年度比 26％減（2005 年度比 25.4％減）の水準（約 10 億 4200 万トン）以下にする

②本約束草案は，エネルギーミックスと整合的なものとなるように，技術的制約，コスト面の課題などを十分に考慮した裏付けのある対策・施策や技術の積み上げによる実現可能な削減目標である

(2) 各業界の温室効果ガス（CO_2）発生量

図―8，9 は日本の部門別 CO_2 の排出量を直接排出量，間接排出量から見たものである。

直接排出量は各部門が生産側から見たもので，間接排出量は使用者から見たものである。直接排出量で見ると排出量のトップはエネルギー転換部門，即ち，発電所等が 41％で最も大きなウエイトを占める。CO_2 削減対策の重点が発電部門にある事が分かる。これを間接排出量で見ると**図―9** となる。間接排出量の CO_2



図―8　日本の部門別二酸化炭素排出量の割合（直接排出量）

図―9　日本の部門別二酸化炭素排出量の割合（間接排出量）
出典）温室効果ガスインベントリオフィス
全国地球温暖化防止活動センターウェブサイト（http//www.jccca.org/）より

削減対策は省電力対策が主体になり，目標は 17％である。部門別では，業務その他部門・家庭部門の CO_2 排出量が年々増える傾向にある。使用エネルギーは電力，石油，ガス，石炭等が有るが電力のウエイトが高い。その電力の消費を減らせれば直接排出量で最大のエネルギー転換部門（発電所等）の CO_2 削減に貢献する事になる。

(3) 電源構成（ベストミックス）の設定

日本の 2030 年 26％の CO_2 削減目標は，**図― 10** に示すように，2030 年までの年間成長率を 1.7％／年に想定し，電力構成については，安全性，安定供給，経済効率性及び環境適合に関する政策目標を同時に達成する中で，①徹底した省電力（17％）を推進する　②再生エネの最大限の導入　③火力発電の効率化等を進めつつ　④原子力発電依存度を可能な限り低減することを基本方針として決定されている。

電源構成としては原子力 20 ～ 22％，再生エネ 22 ～ 24％，LNG27％，石炭は 26％，石油 3％を想定した削減目標である。尚，再生エネの内訳は太陽光 7％，風力 1.7％，バイオマス 3.7 ～ 4.6％，地熱 1.0 ～ 1.1％，水力 8.8 ～ 9.2％である。しかしながら，我が国のベースロード電源と位置付けられている原子力発電は，8 月 11 日再稼働を開始した九州電力の川内原子力発電を除き稼働停止中である。

今後，申請中である原子力発電の再稼働の進捗状況，省エネルギー進展具合，再生可能エネルギー導入状況，新エネルギーの開発状況等により電源構成も変わってくると考えられる。

政府では今後 3 年毎のエネルギー基本計画の検討に合わせて，必要に応じて電源構成を見直すとしている。

4. CO_2 削減対策の現状と課題

(1) 部門別排出量削減対策と 26％削減目標

新たに $CO_2$26％削減，省電力 17％，電源構成（ベストミックス）が決まり，京都議定書批准以来各部門が従来から進めている削減対策に，エネルギー変換部門の対策が明確になった。これにより各部門共通対策として省電力 17％も新たな目標となった。従来の削減対策を見直し，あらたな取り組みが始まると考えられる。

(2) 部門別削減対策の概要

各部門の主要な CO_2 排出削減対策として取り組んでいる事項に，今回 $CO_2$26％削減目標で新たな削減対策も加えてまとめた。対策の内容を判りやすくする為，直接対策と間接対策に分類した。

(a) エネルギー転換部門主要対策　（CO_2 排出量の割合 41％）

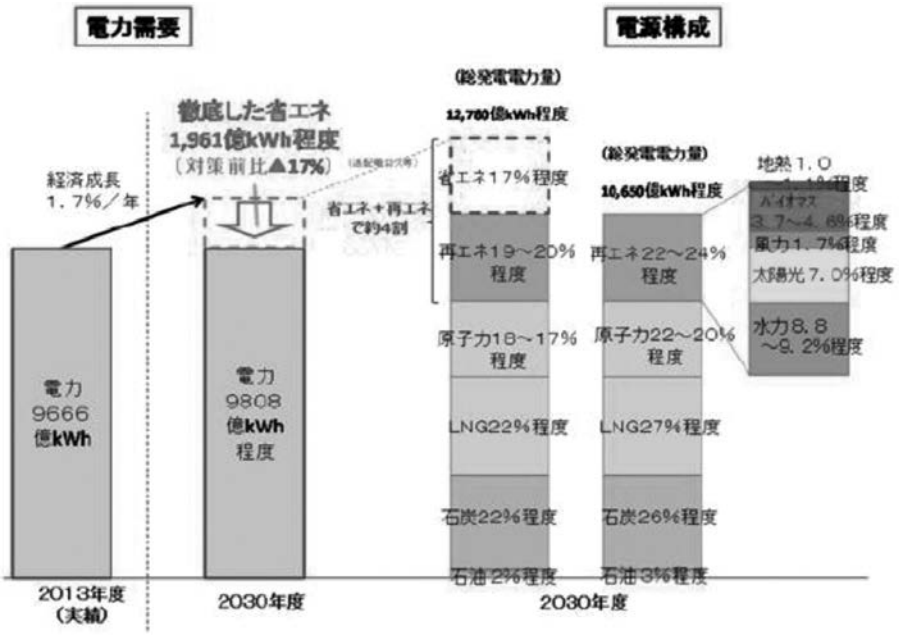
〈間接削減対策〉

省電力　LED 化，高効率設備機器の適用

等

〈直接削減対策〉

電力業界は 2030 年までに 35％削減目標を表明，関連企業 35 社が参加



図― 10　2030 年度の電力の需給構造と電源構成（ベストミックス）
出典）経済産業省　長期エネルギー需給見通し

＊CO_2を出さない原発再稼働，稼働延長等で20～22%を確保
＊再生可能エネルギーの拡大　22～24%に拡大
＊既存火力の効率アップ　LNG火力の効率アップ，石炭火力効率をLNGガス発電並に効率アップで化石燃料削減でCO_2削減
｛USC（石炭火力高効率微粉炭火力発電技術），A－USC（700℃級先進超々臨界圧発電，IGCC（石炭火力複合発電）等で効率アップ｝
効率アップ技術開発に国からの補助制度の制定
＊政府は建設計画が進んでいる石炭火力のCO_2排出量を規制する方向に進んでいる
＊CO_2回収，貯留方式（CCS）の適用によるCO_2ガスの処理の実用化

(b) 産業部門の主要対策（CO_2排出量の割合27%）

〈間接削減対策〉
＊省電力　LED化，高効率設備機器の適用，コゼネレーションシステムの導入
等　省電力17%削減の一翼を担う

〈直接削減対策〉
＊化石燃料使用削減，エネルギー転換
＊環境省「先進対策の効率的実施によるCO_2排出量大幅削減事業」（ASSET事業）で削減促進
＊CO_2回収，貯留方式（CCS）の適用によるCO_2ガスの処理の実用化
等　省電力で発電所の総発電量削減でCO_2削減が大きなウエイトを占める

(c) 運輸部門の主要対策（CO_2排出量の割合16%）

〈間接削減対策〉
＊省電力　LED化の促進，高効率設備機器の適用
等　省電力17%削減の一翼を担う

〈直接削減対策〉
＊エンジンの燃費アップ
＊次世代自動車の普及促進
バイオ燃料車，天然ガス車，クリーンディーゼル車，ハイブリッド車，プラグインハイブリッド車，電気自動車，燃料電池車，水素自動車等の普及拡大
＊ITS（高度道路交通システム）普及で事故，渋滞を減らし効率的な走行でCO_2削減
＊低炭素インフラロードマップ（信号制御，光ビーエン，自動運転）
等　次世代自動車の普及という大きな手段を持つ

(d) 業務その他部門（CO_2排出量の割合　5%）

〈間接削減対策〉
＊省電力　LED化の促進，高効率設備機器の導入，コジェネレーション適用の拡大
＊総務省主導の「地域エネルギーシステム」や「分散型エネルギーインフラプロジェクト」等で効率アップのエネルギー供給システム
等　省電力17%削減の一翼を担う

〈直接削減対策〉
＊環境省「先進対策の効率的実施によるCO_2排出量大幅削減事業」（ASSET事業）で削減促進
等　総務省主導のシステム開発や，プロジェクトで間接削減が主体となる

(e) 家庭部門（CO_2排出量の割合　4%）

〈間接削減対策〉
＊省電力　ホームエネルギー管理システム（HEMS）適用による効率的な電力使用，エネファーム採用拡大，LED化の促進，高効率家電製品普及促進
等　省電力17%削減の一翼を担う
＊東京都の「スマートエネルギー都市」の実現
＊太陽光発電適用で電力の自給，電気自動車へ給電
＊低炭素ロードマップ（省エネ基準適合義務化，促進とするZEB／ZEH）
・ZEB：ゼロエネルギービル
・ZEH：ゼロエネルギー住宅
＊新築住宅における省エネ基準適合の促進
等

その他工業プロセス部門は4%あるが，産業部門や業務部門と共通するところが多いと考えられる。

廃棄物部門2%はモーダルシフト（船舶や鉄道を活用），ハイブリッド化，省エネ設備導入等があげられる。

部門横断的施策として，J―クレジット制度（温室効果ガスの排出減量，吸収量を認証する制度でクレジットは色々な活動に利用できる）の促進，先端的環境技術を有する地域企業支援事業等がある。

間接として各部門の省電力は電力使用量17%削減目標に向けて展開される事なり，共通的に取り組む中心的な課題となる。

(3) CO_2削減の展望

大手電力10社，電源開発，日本原子力発電及び特定規模電気事業者（新電力）23社は2015年7月17日，2030年度の販売電力量1kW当りのCO_2排出量（排出係数）を，2013年度比で約35%削減となる自主目標を発表した。参加事業者は35社で「電気事業における炭素社会実行計画」を策定した。

2013 年比 35％は全体では 10％程度の貢献となると言われている。各部門ともに目標を明確にして具体的に展開されることが期待される。

「省電力 17％」,「ZEB ／ ZEH の適用拡大」,「発電部門の 35％ CO_2 削減」,「次世代自動車普及拡大」などが確実に実施されれば $CO_2$26％削減も見えてくるのではないか。

(4) エネルギー転換部門の現状と課題

(a) 原子力発電再稼働，稼働延長申請状況

〈保有原発の発電能力〉

廃炉既決定の福島第一発電は除き，27 年 2 月に 5 基の廃炉が決定し，保有総基数は工事中の新設 3 基を含め 46 基となる。

廃炉前の総基数	48 基	4426.4 万 kW
廃炉決定	5 基	221.6 万 kW
廃炉後現在の基数	**43 基**	**4204.8 万 kW**
新設工事中	3 基	414.3 万 kW
新設込総発電基数	46 基	4619.1 万 kW

(b) 40 年寿命を基本とした 2030 年稼働推定

①再稼働，稼働延長申請状況

現時点で再稼働申請済み基が全て審査に合格し再稼働が実現（稼働延長は含まず），40 年寿命を前提に 2020，2030，2040 年に稼働容量がどの様になるか，また発電量比率がどの様になるか検討した。

再稼働申請　15 発電所　25 基

審査合格　5 基，　審査終了　4 基，審査中　8 基，審査序盤又は中止その他　8 基（2015 年 7 月現在）九電川内発電所は 8 月に再稼働 1 号となった。審査合格に発電所再稼働に弾みが付くとの期待もあるが，難題が多く難しい面もある。

②稼働推定

表―2 は 40 年寿命を基本とした 2030 年の原発発電量比率と発電設備容量の推定を示す。

(5) 原発 22％確保する上での課題

表―2 から判明する事は，2030 年 22％を確保する為には，単純化するため 1 基 100 万 kW とすると，合計で約 40 基の稼働が必要である。40 年寿命を基準にすると再稼働継続基は 18 基となるので 22 基の再稼働追加申請及び稼働延長申請が必要となる。新設中の大間原発を入れ保有 44 基がすべて稼働した場合の比率は約 24.06％でこれが最大と考えられる。22％を確保するには 44 基中 40 基（約 91％）の稼働が必要であり，寿命基準 40 年を厳密に適用すると稼働には次のような大きな課題がある。

①再稼働審査の為の安全審査，安全対策の実施

② 40 年寿命に達した原発の稼働延長申請, 検査, 改造, 補修等

③地域住民の同意

④増え続ける使用済み核燃料の処分方法

等

最近では新たな活断層の疑いの出た発電所，また地域住民が再稼働差し止め仮処分を申し立て，福井地裁が運転を認めない決定をした等の問題が出ている。

これ等の課題をクリアーして再稼働，稼働延長して

表―2　2030 年の原発発電量比率と発電設備容量
2010 年電気事業連合会資料，日本原子力産業協会資料参照

	2015 年	2020 年	**2030 年**	2040 年
政府設定のベストミックス 原発発電量比率			**20 ～ 22%**	
25 基再稼働申請 (40 年寿命適用) (新設大間原発含む)	25 基稼働 2505.8 (申請基全稼働の場合)	24 基稼働 2395.6 (40 年寿命クリアー基)	**18 基稼働** **1851.8** **(40 年寿命クリアー基)**	5 基稼働 542.4 (40 年寿命クリアー基)
発電量比率	13.7%	13%	**10.86%**	3.2%
省電力 17％見込後の 原発発電量比率			**20 ～ 22%**	
発電量比率 22％時の 原発発電容量			**3971.2** **約 40 基に相当**	
保有原発全稼働時の 発電容量 (新設大間原発含む)			**4343.3** **44 基**	
発電量比率			**24.06%**	

注 1）2030，2040 年は 17％省エネ後で算定。2015，2020 年は現状発電量とした。

注 2）建設中であるが安全審査申請済みの大間原発 1 基は含めた。

注 3）原発稼働比率は最大値の 22％とした。

も，最大 20 年延長となるので，費用対効果，需要家への安定供給責任など慎重に検討され，稼働の判定をしてゆく事になるだろう。

(6) 課題解決の想定される方向性

発電部門では原子力発電稼働の可否が削減対策の大きなウエイトを占めている。前述の再稼働，稼働延長の困難さを踏まえ並行して色々な対策が進んでいる。

建設機械施工の昨年 10 月号，今年 2 月号報文でも述べたが，我が国のエネルギー政策上の問題は大きく次のような点がある。

＊エネルギーの自給率が 6％と極端に低く（OECD 加盟国 34 カ国中 33 位），エネルギー安全保障上に大きな問題を有する。特に経済面では大きなリスクを抱えている。

＊一次エネルギーのなかで化石燃料依存率は原発停止で 93.1％と高く調達先が政情不安定等のリスクがあり，エネルギー安全保障上の問題がある。

＊地球温暖化ガス CO_2 排出の削減が出来ず，増える傾向にある。

これ等を解消する対策として，これから予想される対策も含め期待がかかるのは

1 つ目は省電力である。技術開発も進んでおり，17％削減目標に向け各部門共通で取組が加速すると予測出来，省電力⇒省化石燃料⇒ CO_2 削減とつながる。

世界的にも先行している日本の省エネ，省電力技術はこの目標設定で更に技術力を高め，日本はもとより海外への貢献も期待出来る。

2 つ目として再生可能エネルギー開発の拡大である。特に世界第 3 位のポテンシャルを持つ安定電源である地熱発電開発の促進，そして豊かな森林資源を生かしたバイオマス発電があげられる。不安定電源とされている風力発電（陸上，大型洋上）の促進や先行している太陽光発電を抑制する事なく，電源としての余剰電力は，究極のクリーンエネルギーと脚光を浴びている水素製造に振り向け，水素で貯蔵，自動車や大型発電に活用する。

今のところバッテリーでは大容量，長期貯蔵が困難であるが，水素は長期に大量の貯蔵が可能である。

この特色を生かし不安定な電力をうまく活用する事が望まれる。しかし日照率に左右される太陽光発電は設備利用率 12％，風速に左右される風力発電は陸上 20％，洋上 30％と利用率が低いので原子力発電 1 基分の水素を製造するには膨大な設備を要する。

従って過度な期待は出来ないが，電源構成（ベストミックス）の再生可能エネルギー 22％～ 24％分を超えて開発出来た電力は水素に変換，活用で，CO_2 削減や自給率向上に貢献できると考えられる。

太陽光発電建設費もかなりの速度で低下しており，海外勢の日本市場進出もあって，競争が激化しており，価格低下は一層加速するものと予想できる。

来年は電力自由化が実施されるが，買い取り価格制度も段階的に価格低下し，最終的には自由競争で取引がされ，新電力からは，自由化した再生可能電力を買い集め，水素製造メーカーと連携して強力な水素生産体制が生まれる事が期待出来る。

3 つ目は当面は化石燃料依存度が高いので，石炭火力の効率を LNG 火力並に効率アップ，LNG 火力は更に効率をアップし，燃料費の削減，エネルギー転換，引いては CO_2 削減。

{USC（石炭火力高効率微粉炭火力発電技術），A－USC（700℃級先進超々臨界圧発電，IGCC（石炭火力複合発電）等で効率アップ} 等で効率アップ。

国は電力会社や関連メーカーの高効率の火力発電技術開発へ支援する。補助金などを設け，25 年頃に今の一般的な石炭火力より 4 割ほど高い設備の実用化にめどを付ける計画も進んでいる。

また削減し切れない CO_2 は CCS（CO_2 回収，貯留方式）の実用化，適用。

エネルギー転換（燃料転換）では，安価なシェールガスが石炭や石油になり変って火力発電を担うようになれば，経済面はもとより CO_2 削減に大きな力になる。

4 つ目は大量の水素製造，調達体制の確立がある。水素の調達には 3 段階有ると言われている。

＊第一ステップは国内調達

鉄鋼，化学工場等で副産物として発生する水素を活用，加えて既存製造設備の余剰活用．2030 年近くまでは，エネファームや燃料電池車等への供給量は確保できるといわれている。

＊第二ステップは海外調達

燃料電池車（FCV）の普及拡大，大型水素火力発電が始まり水素の使用量が増大すると第一ステップの国内産では供給し切れなくなり輸入が始まる，2030 年頃からと言われている。褐炭等現在不使用の低レベル化石燃料を変質して水素を製造し輸入，変質時に CO_2 が発生するが輸出側で

回収処分すれば，日本は水素輸入でクリーンなエネルギー確保となる。生産国のCO_2回収・貯留にはCCSの適用など水素の価格に反映される可能性はある。

アメリカやオーストラリアは多くの不使用の低レベルの化石燃料埋蔵を持つ。これを利用した水素の液化プラントや貯蔵設備，輸送体制，受け入れ貯蔵体制，保管設備などサプライチェーンの整備が整いつつある。技術面で困難だった液化水素のガス技術が開発され，水素を燃料とした大型9万kW発電所の実証プラントが2017年中に稼働開始する計画で進んでいる。

また水素，LNG混合燃料のタービンの開発，水素単独燃料としたタービンの開発等水素社会へのインフラ整備が着々と進んでいる。

普及面では東京都が東京五輪・パラリンピックで「選手村を水素タウン」を志向し，燃料電池車の普及促進や（FCVを都内で購入に1台101万円補助），インフラ整備にも補助を付けている。

7月には燃料電池送迎バスの運行テストも始まった。

この実現は国内外のモデルとなり，大きな宣伝効果をもたらし，国内外の水素社会促進に一役買う事となると予想される。

国もFCV購入に当って1台当たり202万円の補助金を付け一般車並の価格レベルにして普及促進を支援している。都内で購入する場合は303万円の補助を受けられる事になる。

燃料電池車製造3社，水素ガス製造会社が共同で，水素ステーション建設への支援，ステーション管理運営費の補助などを実施して燃料電池車の普及拡大に力を入れている。

オーストラリアには日本の消費量で250年相当の使用できてない褐炭埋蔵量が有り，これを水素に変換して輸入。

もう一つの供給源と期待出来るのは，電力に余剰を持つロシアや，これから日照率の高い国での太陽光発電や，安定風力を得やすい国での風力発電を大規模開発し余剰電力を利用して製造された水素を日本に輸入などが考えられる。ホルムズ海峡を経由しないエネルギー調達で政情安定国からの調達体制が整えば，エネルギー安全保障上も有利になる。

＊第三ステップ

抑制する事なく開発を促進し目標の24％を超過させた「余剰再生可能エネルギーで水素の製造」，日本近海に多く埋蔵量されていると言われている（日本の消費量の100年分の埋蔵量）「メタンハイドレートの商業化を実現し，水素への変換」，「不足分を政情安定国からの海外調達」で，水素社会の実現に大きなステップとなる。

1つ目～4つ目の対策が進み「水素社会実現」へと進展すると「自給率も23％以上に向上」，「化石燃料使用量も大幅低減」，「CO_2削減も26％を上回り」，「日本のエルギー安全保障」などが解決され，我が国のエネルギー政策上の問題点は解決されてゆく事が期待される。

当面は化石燃料依存度が高く，従来からの色々なリスクを抱えざるを得ないと考える。原子力発電停止で，代替えとして燃料費の安い石炭火力の建設計画が進んでいる。石炭火力はLNG火力の約2倍のCO_2ガスを排出すると言われている。世界的にはアメリカ，中国を筆頭に石炭火力を抑制する方向に動いていている。日本は原子力発電所停止以降，石炭火力建設計画が盛んになっている。

環境省は山口，千葉，愛知の3県で新建設に異議を表明している。また環境アセスメント法の適用範囲を下げ現在適用外の小型機（11万kW以下）にも適用する方向となった。

アメリカでは1963年大気浄化法改正法（通称マスキー法）が制定され一酸化炭素（CO）炭化水素（HC）排出量を1/10にした。1976年には自動車の排気ガス中の窒素酸化物（NO_X）を1970年～1971年型車の1/10として排ガスを規制した。これに沿って日本の自動車メーカーは技術開発で1978年完全達成しアメリカへの輸出を有利に導いた。

日本の発電部門でも火力発電でLNG，特に石油，石炭火力の新設，既設を含め何らかの形でCO_2排出規制法が制定される事も必要ではないかと考えられる。

＊その他

太陽光発電は開発抑制に向っているが，開発促進の1つのアイデアとして，全国に張り巡らされた高速道路の防音壁や，日照率の高い膨大な空間を持つ道路上に，側面から屋根を張り出し，これ等に太陽光パネルを設置，得られた電力は水素に変換し，サービスエリア毎に水素ステーションを完備，FCVへ供給する。水素燃料でエネファーム等小型発電機を設置で，高速道路電力網の自給自足，また水素を燃料とする電源車が開発されれば，災害時道路網ネットを生かした，水素の融通，電力の供給などが考えられる。建設では施工上の問題，建設コストの問題，

メンテナンスの問題等色々な課題はあると考えるが，実現すれば「水素社会実現」の一端を担い，多くの利点が考えられる。
太陽光パネルの柔軟性や透明性等の技術開発が進んでいる。再生可能エネルギーから水素への変換，貯蔵技術開発も急速に進んでおり，実現への可能性は望めるのではないか。

5. おわりに

本報文では温室効果ガスの影響力の大きい CO_2 を中心に地球温暖化防止対策と電源構成（ベストミックス）について述べてきた。温室効果ガスの削減は全世界レベルで取り組まなければならない最重要課題である。経済発展と人口増加で CO_2 の自然増がある中で，全世界で CO_2 の排出量を削減していかなければならない。

国は 2013 年『環境エネルギー技術革新計画』の基本計画改訂を発表した。内容としては 2050 年までに温室効果ガス排出量を 8 割削減する。そして，CO_2 削減の為の革新的技術の着実な開発と全世界への普及の具体化を図るため，①短中期・中長期に開発を進めるべき革新的技術（37 技術）を特定，②技術開発を推進するための施策の強化，③革新的技術の国際展開・普及に必要な方策についてまとめたもので，今後，革新的な技術により世界の CO_2 削減に貢献するというものである。

本年 8 月 11 日九州電力の川内原子力発電稼働が稼働開始し，8 月 14 日から送電が開始された。これで，国内で『原子力発電の稼働ゼロ』の状態が無くなり，ベースロード電源の一つとなる原子力発電の稼働がスタートした。今後，現在休止中の原子力発電の再稼働の検討が熱をおびてくるだろう。温室効果ガス CO_2 を発生させず，日本のエネルギー自給率（6%）を改善し，発電コストが安い原子力発電の価値は高い。しかし，2011 年 3 月 11 日の福島原子力発電所事故を目の当たりにした日本国民としては，再稼働審査の為の安全審査，安全対策の実施，地域住民の同意，増え続ける使用済み核燃料の処分方法など今後解決すべき課題も多い。国が前面に立ち一つ一つ丁寧に解決して欲しい。

4 章で述べたが，原子力発電の再稼働は CO_2 削減に重要であるが，合わせて進めて行かなければならないのは「再生可能エネルギーの拡大」，「シェールガス輸入，エネルギー転換」，「水素の活用拡大，調達体制構築」，「メタハイドレートの開発」，「エネルギーに関する革新的技術開発」と「省エネ」である。ほとんどは国・地方自治体・企業が一体となって取り組むべき課題である。

我々が主に個人レベルで CO_2 削減に貢献できるのは家庭部門である。**図―9** で示すように家庭部門の CO_2 の排出量は全体の 15%を占め約 2 億 100 万トン。1990 年から 2013 年で 53.2%増加している。一世帯あたりにすると年間 5.37 トン排出している。照明・電気器具 36.2%，自動車 23.7%，暖冷房 16.9%である。省エネ機器や省燃費自動車への買い変えは省エネ・省電に効果があるが，電気製品の使用時間短縮・冷暖房の設定温度の変更でかなりの排出量が減らせる。また，ビデオ・テレビ等の待機電力を無くすだけで，家庭で使用する電力の 7%が削減できる。国民一人一人が省エネ・省電力に取り組み，地域での活動に広げていく地道な活動が必要である。また，国が進めるカーボンオフセットの取り組みを理解し，カーボンオフセット商品・サービスの購入（年賀状，食品，旅行，保険等）も重要である。

NPO 法人新エネ研究会東日本では，CO_2 を削減し地球温暖化防止に貢献する為，今後もエネルギー全般を研究するとともに，省エネ（特に省電力）普及への地道な活動を続けていきたい。

謝　辞

本資料作成に当たっては，政府発表資料，経済産業省・資源エネルギー庁・電気事業連合会・全国地球温暖化防止活動推進センター（JCCCA）・NEDO の資料を参照させて頂いた。また，原稿作成にあたって新エネ研究会東日本のメンバー各位にお世話になった。この場を借りて厚くお礼申し上げます。

JCMA

［筆者紹介］

村上　誠（むらかみ　まこと）
NPO 法人新エネ研究会東日本
理事長

友延　弘輝（とものぶ　ひろてる）
NPO 法人新エネ研究会東日本
顧問

油汚染土壌の新バイオパイル工法の開発
ちゅらパイル工法

門　倉　伸　行・佐々木　静　郎・久　保　　幹

沖縄県には 37 施設の米軍基地があり，今後，これら米軍基地が返還されれば，基地内で使用されていた燃料系油分（ジェット燃料，ガソリン，軽油）や機械油（潤滑油系，重油）による汚染土壌が顕在化されることが考えられ，返還された土地において汚染土壌の浄化が必要であると考えられる。

そこで，沖縄県では将来の基地移転に伴う土壌汚染浄化技術の開発をテーマにした公募事業を開始した。このような汚染土壌に対して，敷地内でバイオレメディエーションにより浄化を行えば低コストにより浄化が可能となる。本工法開発はその一環で実施した実証実験である。本報では，沖縄県内の粘土質の現地土壌を用い，石油分解菌投与のオーグメンテーションと栄養剤のみを添加するスティミュレーションの両者を行い，燃料系油や潤滑油などの異なる油種を用いて分解性能の比較を行った結果や浄化土壌を用いた植物育成実験結果について報告する。

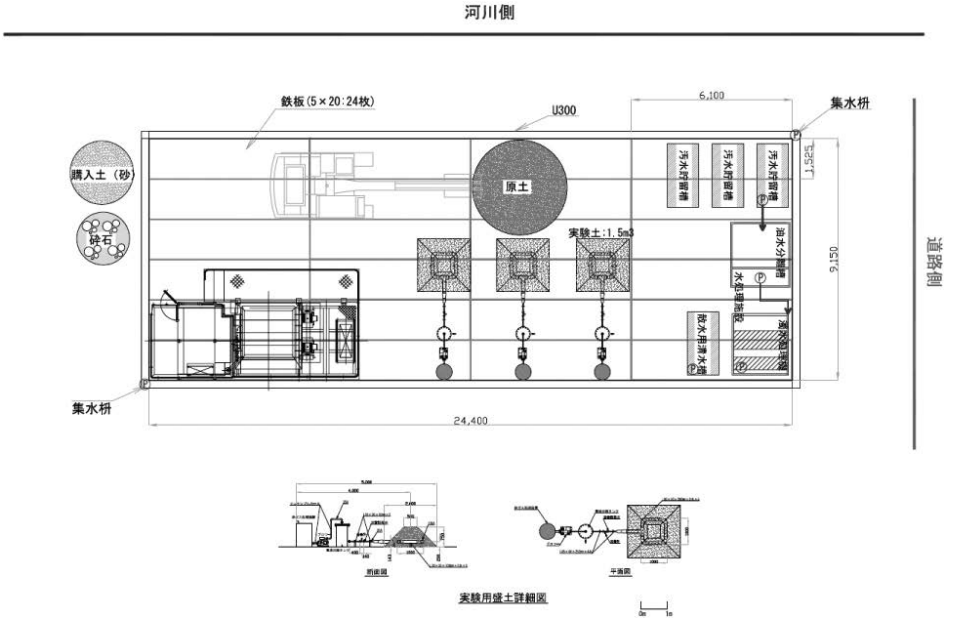
キーワード：土壌汚染，油汚染，バイオレメディエーション，遺伝子解析，石油分解菌，沖縄

1. 実験方法

(1) バイオパイルによる油分浄化実験

本実験では，実汚染土壌の入手ができなかったため，土壌に油を添加して作成した模擬汚染土壌形成後，土壌を盛土（パイル）状に積み上げてバイオパイルを作成して浄化を進めた（**図**―1）。バイオパイルの設置写真を**写真**―1 に示す。

実施した 4 つの実験条件を**表**―1 に示す。模擬汚染土壌に使用した土壌と油種は，STEP1 が現地の砂礫土壌と A 重油，STEP2 では米軍基地周辺の土壌として琉球石灰岩の風化土壌である「島尻マージ」を用い，油は基地跡地で最も多く確認されているジェット燃料を用いた。STEP3 では同様に島尻マージと生分解性の低いと言われている潤滑油の基油となる「ベースオイル」を用いた。STEP4 では，土壌中の C/N（投



図―1　バイオパイル平断面図

写真―1　バイオパイル写真（写真奥からパイル A，パイル B，パイル C）

表―1　バイオパイル実験条件

STEP No.※1	パイル名	投与・添加資材条件※2			模擬汚染土壌条件		備　考
		石油分解菌	栄養塩	有機資材※3	土質	油種※4	
STEP1	パイル A	×	×	×	砂礫土壌	A 重油	コントロール
	パイル B	×	○	○			スティミュレーション
	パイル C	○	○	○			オーグメンテーション
STEP2	パイル A	同上			粘土質土壌（島尻マージ※5）	ジェット燃料	同上
	パイル B						
	パイル C						
STEP3	パイル A	同上			粘土質土壌（島尻マージ※5）	ベースオイル＋ジェット燃料	同上
	パイル B						
	パイル C						
STEP4	パイル A	同上（C/N 調整 C/N=8 ～ 15）			粘土質土壌（島尻マージ※5）	ベースオイル＋ジェット燃料	同上
	パイル B						
	パイル C						

※1　STEP1：2012 年 4 月～同 10 月実施，STEP2：2012 年 11 月～ 2013 年 2 月実施
　　STEP3：2013 年 5 月～ 2013 年 11 月，STEP4：2013 年 11 月～実験継続中
※2　○：投与・添加あり　　×：投与・添加なし
※3　STEP1 では鶏糞堆肥，STEP2 ～ 4 では牛糞堆肥をそれぞれ乾燥土壌重量比で 10％添加
※4　初期油分濃度は 5,000 mg/kg dry-soil に設定
※5　琉球石灰岩の風化土壌とされる

入する分解菌や栄養剤，有機資材の炭素量（C）と窒素量（N）との比率）を調整して STEP3 と同様の条件で実施した。沖縄固有の粘土質土壌である「島尻マージ」と種々の添加材との混練りを行う際には，そのままでは適度な水分のために大塊が発生してしまったため，それを解消するために「もみがら」を混入することで解決することができた。また，堆肥などの有機資材の添加は，本工法が単なる汚染土壌の浄化に止まらず，浄化した土壌が植物の生育などにも適した良質の土壌を作り出すことを目的とした。そこで，これらの種々の資材を混合したバイオパイルによる浄化手法として，沖縄のことばを用いて「ちゅらパイル」工法と名付けた。

各 STEP とも，パイル A が比較のためのコントロール，パイル B が栄養塩と有機資材を添加するスティミュレーション，パイル C は油分解菌と有機資材を投入するオーグメンテーションである。石油分解菌は，立命館大学が保有する，直鎖状炭化水素や長鎖環状アルカンを唯一の炭素源として生育する石油分解菌 *Rhodococcus sp.*NDKK6 株を用いた。

本菌は，立命館大学と㈱熊谷組，日工㈱とで国に申請し，「バイオレメディエーション利用指針」に適合し大臣確認を取得した[1)]。分解菌のモニタリングには，立命館大学が開発した遺伝子解析手法により，土壌菌数は環境 -DNA 法[2)]，油分解菌は Real time PCR 法[3)] により解析した。オーグメンテーション時の初期分解菌濃度は，2×10^7 cells/g-soil に設定した。

実験場所は，沖縄県浦添市の南洋土建㈱資材置場で実施した。土壌の混練は，混練り装置に重量を予め定量した土壌を入れ，栄養塩や有機資材，微生物と大塊発生防止の為の「もみがら」などを投入して一定時間混練りした。なお，その後の実験により，粘性土壌の混連には，汚染土壌対策で薬剤を添加・混連するのに一般的に使用される土質改良機を使用することで大塊を発生することなく混連することがわかり，「もみがら」の投入を省略することができてコスト低減につな

がった。混練後，排出された土壌をパイル（盛土）状に養生し，パイル上部には，雨水による汚染水発生防止と臭気の拡散防止のため，透気性のある防水シートで覆った。好気性微生物保持のためのエアー供給は，パイル内に予め設置した有孔管を通して空気を吸引することでパイル内に周囲の空気を取り込む吸気方式で実施した。吸引後の排気は，活性炭を充填した脱臭装置を通して油臭の拡散防止を行った。また，パイル内には，土壌中酸素濃度や温度を計測するための酸素センサーや温度センサー・水分センサーを埋め込み，連続計測を行った。パイルへの散水は，土壌表面や内部の状況および水分データをみながら，1 週間に 1 ～ 2 回程度適宜行った。

バイオパイルの下には，油混じりの雨水の土壌浸透防止のため鉄板を敷き詰め，パイルに降った雨水を鉄板周囲に設置した側溝に集水し，水処理装置によって油水分離や沈殿処理を行った後，河川放流した。処理水は定期的に排水分析を行い，基準値以下を確認している。

(2) 植物育成実験

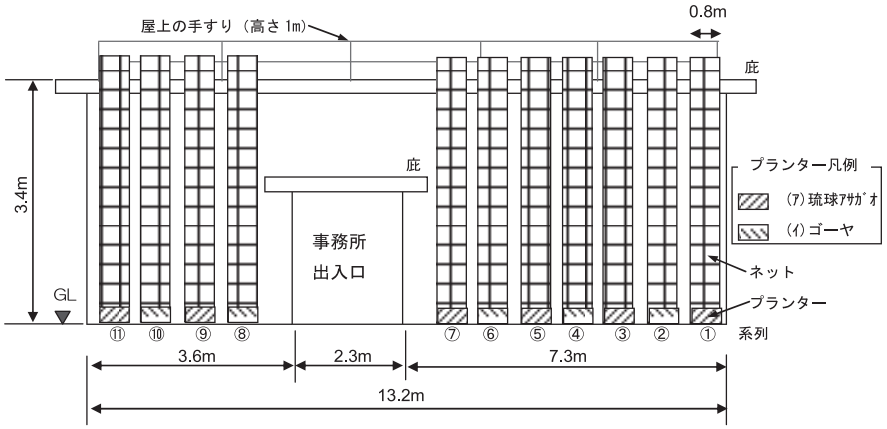
STEP2 の浄化実験後の土壌を用いて，沖縄を代表する植物である琉球アサガオとゴーヤを植栽し，植物が順調に生育できるか検証を行った。供試土壌はパイル A，B，C の浄化後の土壌，また分解菌を投入したパイル C の浄化土壌に施肥したケース，比較のために元の島尻マージ（原土壌）及び模擬油汚染土壌とし，供試土壌と植物の組み合わせで計 11 系列の実験を行った。**表―2** に実験条件を示す。平屋の事務所建物の屋外壁際の地上部（南南西に面する）にプランターを 1 系列に 1 個設置し，プランターあたり 2 株の植物を植えた。各プランターから屋上（高さ 3.4 m）にかけてネットを張り渡し，自動潅水装置を全系列に設置した。**図―2** に実験の概略図を示す。

植生モニタリングは，期間中外気温湿度をモニタリングし，両植物のツルの到達高さを箱尺で計測した。また，ゴーヤについてはゴーヤ中の油分濃度を分析することで土壌中の油分の影響の有無を調べた。

表―2　植生実験条件

系列 No.	供試土壌	供試植物	
		（ア）琉球アサガオ	（イ）ゴーヤ
①	模擬油汚染土壌	○	–
②	原土壌（島尻マージ）	–	○
③		○	–
④	浄化実験後土壌	–	○
⑤	（パイル A：コントロール）	○	–
⑥	浄化実験後土壌	–	○
⑦	（パイル B：スティミュレーション）	○	–
⑧	浄化実験後土壌	–	○
⑨	（パイル C：オーグメンテーション）	○	–
⑩	浄化実験後土壌	–	○
⑪	（パイル C：オーグメンテーション）＋肥料	○	–

※ 1　25 L 容プランターに琉球アサガオ , ゴーヤともに 2 株植栽した。
※ 2　潅水は朝と夕方の 2 回毎日実施。
※ 3　2013 年 5 月 24 日植栽。6 月 21 日⑩⑪に追肥 , 全系列摘心。8 月 6 日全系列追肥。
※ 4　ネット：幅 80 cm，目合 10 cm



図―2　植生実験概略図（立面図）

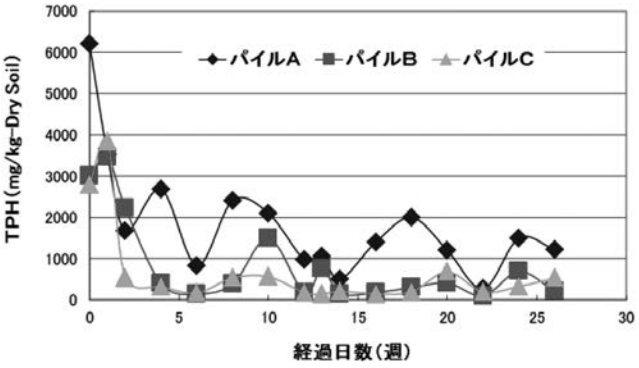
2. 実験結果

(1) 油分浄化結果

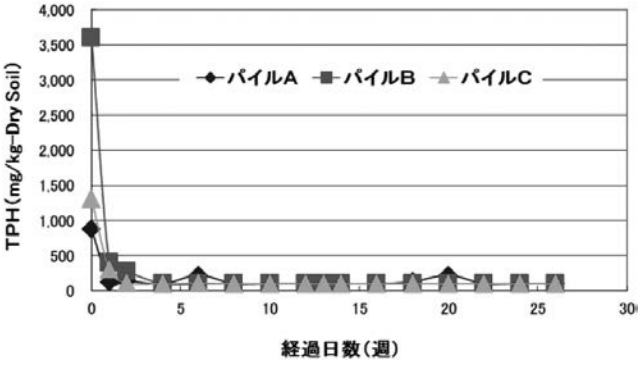
表―3に，STEP1 ～ STEP4の浄化結果のまとめとして，各STEPの油分濃度，油膜･油臭結果を示す。また，**図**―3～5にSTEP1，2，4に対する油分濃度の経時変化，**図**―6，7にSTEP1とSTEP4の石油分解菌および土着の石油分解に寄与する菌（土壌中の石油分解に寄与する遺伝子 *alkB* を保有する菌）の経時変化を示す。

その結果，油種がA重油やジェット燃料等の燃料系の油では，揮発の影響が大きく，オーグメンテーション，スティミュレーションにかかわらず油分濃度の低減も早く，それに応じて油膜･油臭もなくなっていた。一方，潤滑油の基油となるベースオイルのケースでは，**図**―5を見るとバラツキはあるものの，油分濃度の低減は遅く，パイルBおよびパイルCにおいて，6週～8週目あたりから徐々にTPHが低減する傾向が見られ，17週になってパイルCにおいて，環境省の「油汚染対策ガイドライン」に規定された目標である「油膜・油臭がないレベル」が達成された。

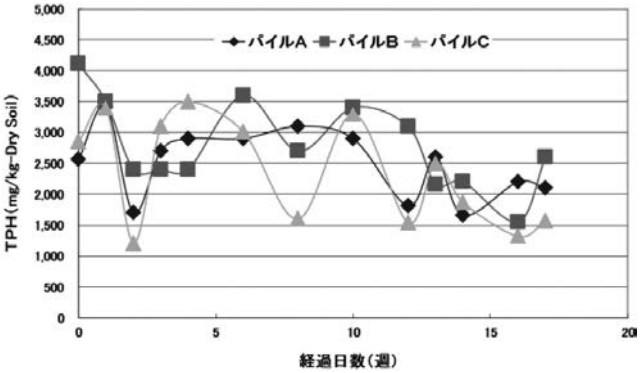
油分濃度の低減と石油分解菌および石油分解寄与菌の継時変化を比較すると，STEP1では**図**―6より，投与した分解菌は4週までの初期のうちに菌数は低減し，それ以降はほぼ定量下限値（1×10^6 cells/g-soil）以下で推移した。一方，石油分解寄与菌数は特にスティミュレーションのパイルBおよびオーギュメンテーションのパイルCとも2週目以降で菌数が高く，これらのことから油分の低減は初期では分解菌の影響が高く，それ以降は土壌中の石油分解寄与菌の効果で分解が進んだものと考えられる。STEP4では，



図―3　油分濃度の経時変化（STEP1）



図―4　油分濃度の経時変化（STEP2）

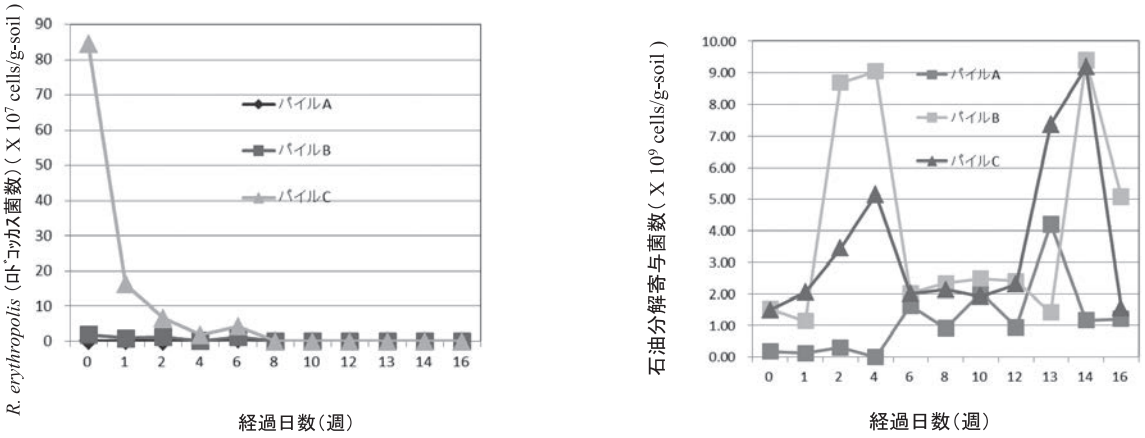


図―5　油分濃度の経時変化（STEP4）

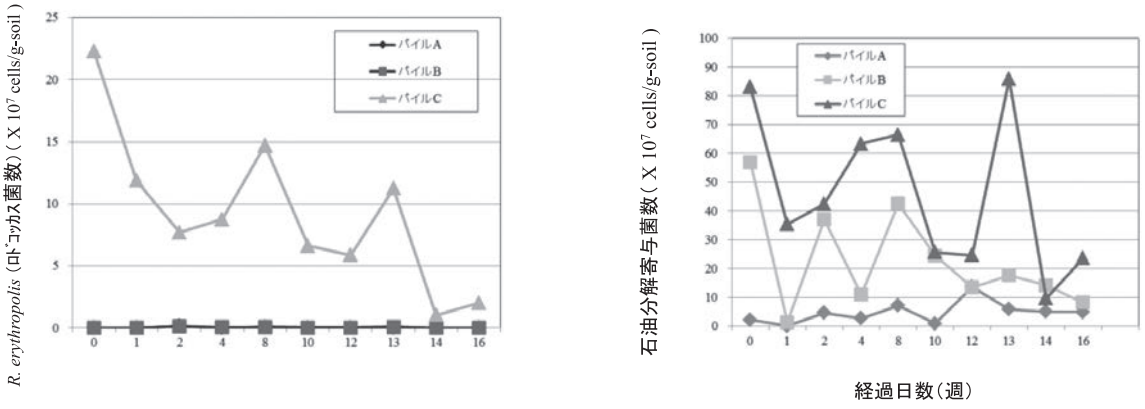
表―3　浄化結果のまとめ

STEP No.※1	パイル名	投与･添加資材条件※2			模擬汚染土壌条件		備　考	油分濃度･油膜･油臭分析結果			
		石油分解菌	栄養塩	有機資材※3	土質	油種※4		油分濃度 (mg/kg)	油膜	油臭	達成時期
STEP1	パイルA	×	×	×	砂礫土壌	A重油	コントロール	970	有	1	12週目
	パイルB	×	○	○			スティミュレーション	170	有	1	
	パイルC	○	○	○			オーグメンテーション	180	無	0	
STEP2	パイルA	同上			粘土質土壌（島尻マージ※5）	ジェット燃料	同上	100	有	1	8週目
	パイルB							100	有	0	
	パイルC							100	無	0	
STEP3	パイルA	同上			粘土質土壌（島尻マージ※5）	ベースオイル＋ジェット燃料	同上	2,180	有	1	18週目
	パイルB							1,310	無	1	
	パイルC							1,050	無	0	
STEP4	パイルA	同上（C/N調整：C/N=8～15）			粘土質土壌（島尻マージ※5）	ベースオイル＋ジェット燃料	同上	2,100	無	0	17週目
	パイルB							2,600	無	0	
	パイルC							1,570	無	0	

※1　STEP1：2012年4月～同10月実施、STEP2：2012年11月～2013年2月実施
　　STEP3：2013年5月～2013年11月、STEP4：2013年11月～2014年3月12日
※2　○：投与・添加あり　　×：投与・添加なし
※3　STEP1では鶏糞堆肥、STEP2～4では牛糞堆肥をそれぞれ乾燥土壌重量比で10%添加
※4　初期油分濃度は5,000 mg/kg dry-soilに設定
※5　琉球石灰岩の風化土壌とされる



図―６　石油分解菌および石油分解寄与菌数経時変化（STEP1）



図―７　石油分解菌および石油分解寄与菌数経時変化（STEP4）

図―７より分解菌数はSTEP1のような急激な低減を示すことなく，13週程度まで比較的高い菌数を保持していた。石油分解寄与菌数は，特にパイルB，Cにおいて高い菌数保持が示されていた。STEP4では，ベースオイルという比較的生分解性の低い油を使用したため，油分濃度の低減もA重油やジェット燃料のように短い浄化期間での油分分解は進まなかったが，**図**―５を見る限りではスティミュレーションよりは分解菌投与したオーギュメンテーションの方がより早く，より高い浄化性能を示しており，潤滑油等のより高沸点成分の多い重油汚染に対しては，やはり栄養剤投与だけのスティミュレーションよりオーギュメンテーションの効果が発揮されると考えられる。

(2) 植物育成実験結果

図―８に全系列の植生実験途中での植物生長推移写真を示す。なお，実験期間中の外気温はおおむね20～37℃，相対湿度は40～100％の範囲で推移し高温多湿環境であった。

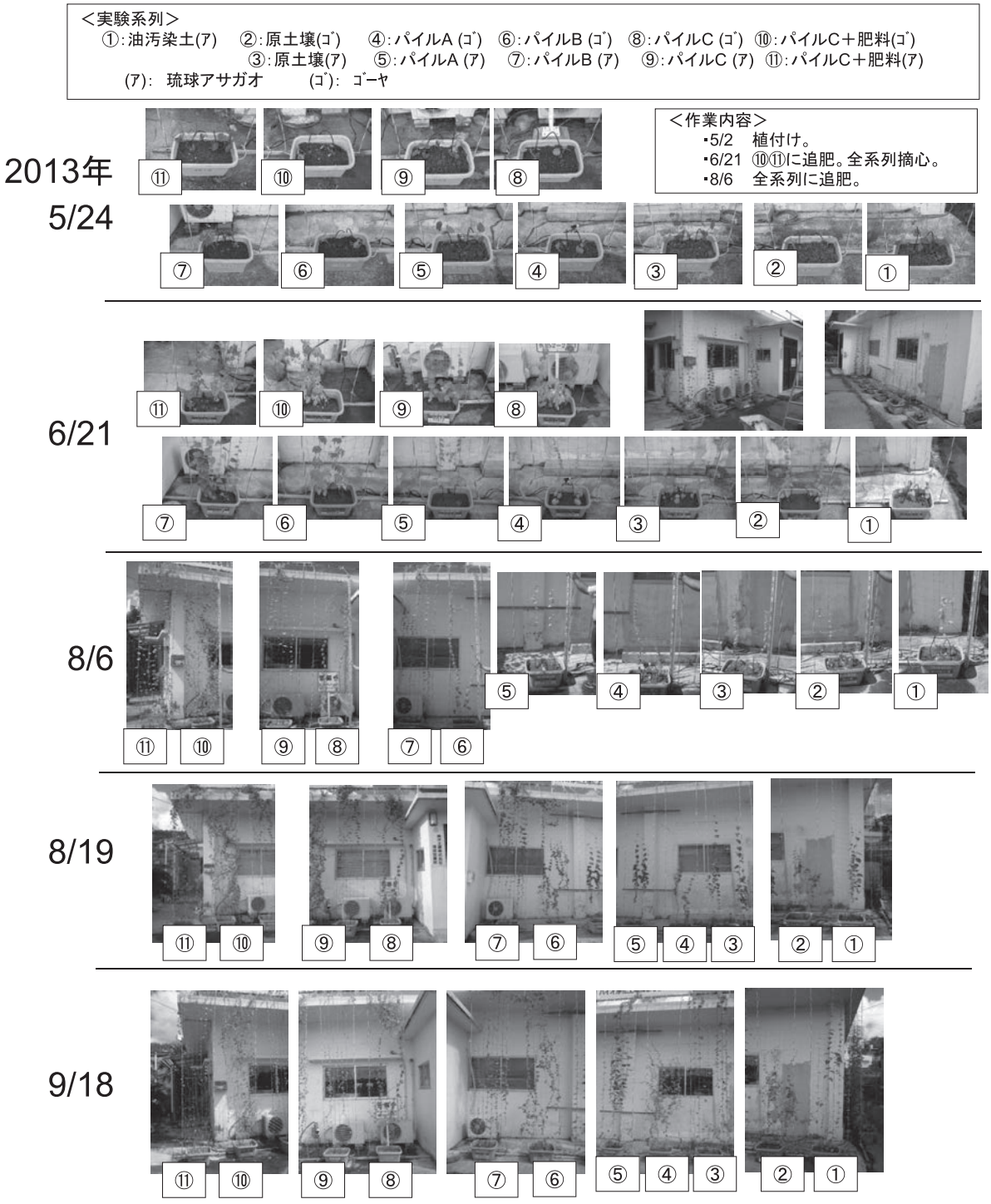
図―９に植物の生長高さ，**表**―４にはゴーヤ中の油分濃度分析結果をまとめた。植物の生長は，琉球アサガオでは，油汚染土壌の生長が最も遅く，次いで遅い方から順に，原土壌，パイルA，パイルC（肥料あり），パイルC，パイルBの順であった（**図**―９左）。

ゴーヤでは，原土壌とパイルAの生長が遅く，植付け後の早い段階からパイルB，Cの成長が著しく良かった（**図**―９右）。**表**―４より，ゴーヤの実の油分濃度は市販品でも油分濃度に大きなばらつきがあり，浄化土壌で生長したゴーヤは市販品や島尻マージだけの原土壌と比較しても植物中の油分が極端に高い値を示すことはなく，同程度の値であった。

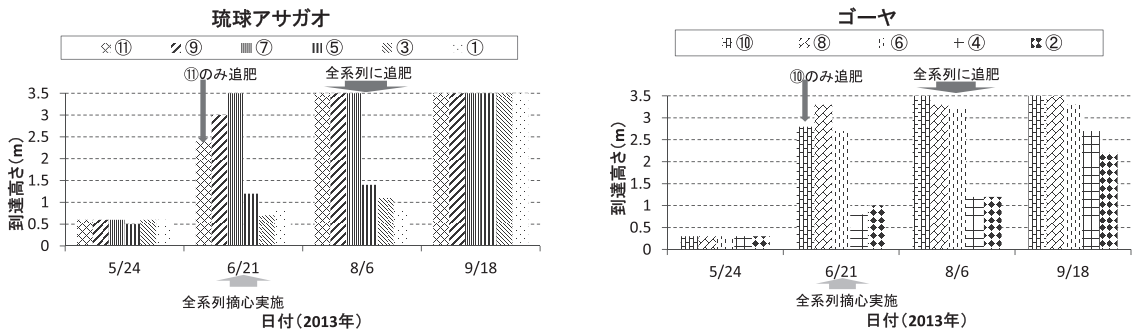
3. まとめおよび今後の方針

以上，沖縄の現地土壌に燃料系のA重油やジェット燃料のほか，生分解性の低いといわれるベースオイルを添加した模擬油汚染土壌により，バイオパイル工法で油分の浄化実験を行った結果，下記のことが判明した。

①燃料系の油による模擬汚染土壌では，揮発効果とともに，油分の微生物分解により初期から油分濃度の低下が確認され，８週から12週程度で油膜・



図―８ 植物の生長推移



図―９ 植物の生長到達高さ（左：琉球アサガオ 右：ゴーヤ）

表―4　ゴーヤ中の油分濃度分析結果

	試　料	試料採取日※1	油分濃度※2（mg/kg-wet ゴーヤ）
清浄土	市販品のゴーヤ	8 月 15 日 10 月 18 日	240 470 ～ 580
	原土壌で育てたゴーヤ	9 月 23 日	210，520
浄化土壌	パイル A で育てたゴーヤ	9 月 23 日	300
	パイル B で育てたゴーヤ	8 月 29 日 9 月 23 日	700 370
	パイル C※3 で育てたゴーヤ	8 月 15 日 8 月 29 日 9 月 23 日	210 ～ 320 220 ～ 350 690

※1　2013 年
※2　実を粉砕後，溶媒（HORIBA H997）抽出し，油分濃度計（IR 法）で計測した
※3　パイル C+ 肥料も含めた

油臭のないレベルまでの浄化がなされていた。

②生分解性が低いと言われる潤滑油の基油となるベースオイル添加のケースでは，STEP3 での浄化性能が当初の予想よりも時間がかかったため，土壌中の C/N を調整して再実験を行った。その結果 17 週で油分濃度 1,500 mg/kg 程度までの低減が達成され，油膜・油臭なしのレベルまでの浄化が達成された。

③また，これらの浄化が投入した石油分解菌や土着の石油分解寄与菌の効果であることも菌の解析などから明らかとなった。

④ジェット燃料汚染土を浄化した土壌を用いて，浄化土壌が植生の基盤土壌として問題が生じないか試験を進めた結果，「ゴーヤ」の実もなり，琉球アサガオの生長も順調であった。

以上，これまでの実験により，基地跡地で想定される油汚染に関しては，燃料系油や潤滑油等，油種が異なっても石油分解菌の投入や土着の石油分解寄与菌などを活性化させることで微生物分解ができることが証明された。また，浄化後の土壌を用い，植物などの育成に対しても問題を与えないことも検証された。

今後は，今回実施してきたような模擬的な土壌ではなく，実汚染土壌を用いた浄化の確認や実サイトでの浄化効果などを実施していきたいと考えている。

謝　辞

なお，本研究は沖縄県の公募事業「微生物等を活用した汚染土壌の浄化処理技術開発事業」の一環で実施したものであり，ここに沖縄県の担当者ならびに評価委員の先生方に感謝の意を表します。

JCMA

《参 考 文 献》

1）門倉伸行・佐々木静郎（2011）：原位置バイオ土壌浄化システム　―バイオレメディエーション利用指針にもとづく石油分解菌安全性評価について大臣確認取得―，環境浄化技術 ,pp18-24
2）H.Aoshima, A.Kimura, A.Shibutani, C.Okada, Y.Matsumiya, M.Kubo（2006）: Evaluation of soil bacterial biomass using environmental DNA extracted by slow-stirring method, Appl. Microbol. Biotecnol. 71,875-880
3）立命館大学・株式会社熊谷組・星和電機株式会社（2009）：原位置オプト・バイオ土壌浄化システム，2006-2008 年度 NEDO 大学発事業創生実用化開発事業性報告書
4）金城和哉･仲村　紳･門倉伸行･佐々木静郎･村田　均･川口博史（2014）：沖縄県内土壌を用いた模擬汚染土壌のバイオ処理における油種の違いによる浄化，第 20 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会 講演集 pp311-314
5）門倉伸行・佐々木静郎・土路生修三・村上順也・金城和哉・村田　均・松宮芳樹・久保　幹（2013）：沖縄現地土壌を用いた模擬汚染土壌のバイオパイル実証実験，第 48 回地盤工学研究発表会，pp.1074-1075
6）村上順也・金城和哉・門倉伸行・佐々木静郎・土路生修三・久保　幹（2014）：沖縄県内土壌を用いた模擬汚染土壌のバイオ処理効果とバイオ処理土壌の植物への影響，第 20 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会 講演集 pp417-421

［筆者紹介］

門倉　伸行（かどくら　のぶゆき）
㈱熊谷組
技術研究所
技術部長

佐々木　静郎（ささき　しずお）
㈱熊谷組
技術研究所
地球環境研究グループ部長

久保　幹（くぼ　もとき）
立命館大学
生命科学部副学部長
生命科学部生物工学科　教授

特集≫≫　地球温暖化対策・環境対策・環境対策工

油や放射能汚染などの土壌洗浄・濁水処理及び混合技術

混合器として水噴流型混合器を利用した土壌洗浄及び濁水処理

藤　井　忠　広

汚染土壌の汚染物質は，油・有機物や粘土のような微細粒子等がある。その浄化方法として水を使用した土壌洗浄とその際発生する濁水処理の概念を説明する。

その概念を実現する基幹技術である土壌と水又は濁水と凝集剤の混合技術としての水噴流型混合器を解説する。更には土壌洗浄や濁水処理の実績内容を紹介する。

キーワード：土壌洗浄，濁水処理，混合，放射能汚染土壌，油汚染土壌，フッ素汚染土壌，粘土汚染農地，大腸菌汚染砂，凝集剤混合

1. はじめに

最近でも，工場跡地や農地などで汚染土壌が存在している。汚染物質は，油・有機物質・フッ素・粘土のような微細粒子や放射能物質を含む微細粒子など多岐にわたる。

その土壌浄化工法は，掘削廃棄・薬液注入処理・熱分解処理及び水による土壌洗浄などがあり，汚染状態や施工環境条件に適した工法が採択されている。

今回は，油・微細粒子や放射能物質などの汚染土壌浄化に実績のある水による土壌洗浄の概念と濁水処理・それらに共通する混合機能のある水噴流型混合技術及び実施例の概要を記述する。

2. 土壌洗浄と濁水処理

土壌洗浄では土壌と水の混合操作・混合物から洗浄土壌を得るための分級操作が必要である。その分級操作で濁水が発生するので，濁水処理では濁水と凝集剤の混合・発生フロックの分級操作を行う。この概念を**図**―１で説明する。

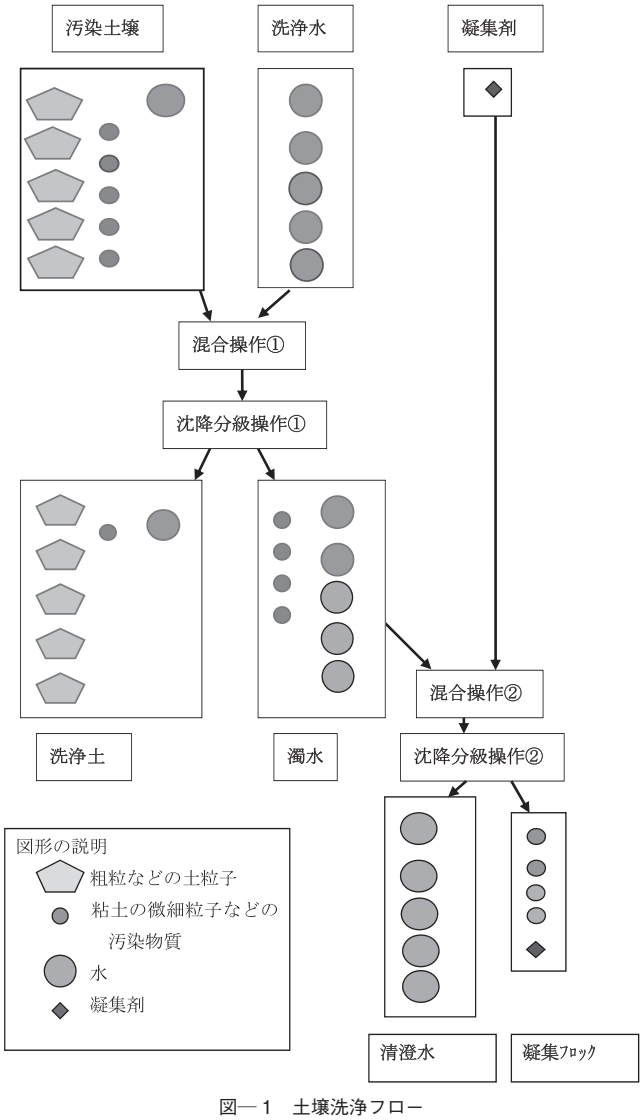
(1) 名称の説明

図―１で使用する名称の内容を**表**―１に記載する。

(2) 土壌洗浄 [1)]

汚染土壌の組成は，岩石の粒子群・汚染物質及び含有水から成り立っている。

汚染物質の形態は，油・有機物のような液体であっ



図―１　土壌洗浄フロー

表―1　名称の説明

汚染土壌	土壌洗浄の対象物であり，土壌粒子・汚染物資及び含有水から構成されている。 汚染物質として，油・有機物・粘土のような微細粒子土壌や放射能物質等がある。 砂場の大腸菌を含む砂も一種の汚染土壌である。
洗浄水	汚染土壌と混合させて，土壌スラリーを作るための水である。 水量は汚染土壌重量と同程度を使用するケースが多いが，目標とする洗浄条件から設定する。
凝集剤	土壌スラリーから洗浄土壌を分離する。その際発生する濁水を凝集処理するための凝集剤である。 凝集剤は粉末の無機系凝集剤を使用しており，添加量は濁水量の 50 ppm から 200 ppm 程度である。
混合操作①	汚染土壌を洗浄水と混合して，土壌の粒子が水に分散した状態の土壌スラリーを作る操作である。 土壌中の汚染物質もスラリーとして水に分散される。
沈降分級操①	土壌スラリーを沈降分級操作して，洗浄土壌と濁水に分ける。 沈降物を洗浄土壌として回収する。汚染物質は洗浄水量に逆比例して希釈される。
洗浄土壌	沈降分級操作①の沈降分離した土壌である。 洗浄土壌含有水の汚染物質濃度は希釈されているので，土壌中の汚染物質量は減少している。
濁水	沈降分級操①で土壌スラリーから分離した濁水である。 粘土などを含む大部分の汚染物質が濁水に含まれる。
混合操作②	濁水と粉末の無機系凝集剤を混合する。
沈降分級操作②	混合操作②で生成した凝集フロック水を沈降分級して，清澄水と凝集フロックに分離する。
清澄水	汚染物質を除去した水である。 但し凝集しない汚染物質はここに含まれる。
凝集フロック	汚染物質の大部分が凝集フロックになるケースが多い。

たり，放射能物質のように微細粒子と結合している場合もある。

汚染土壌は，固体として存在している。その土壌を洗浄するためには，土壌と洗浄水を混合して，粗粒子・シルト及び粘土等がそれぞれの粒子レベルで分離した状態で水に分散したスラリーを製造する。汚染物質の大部分は，そのスラリーを沈降分級して発生する濁水中に希釈された状態で存在する。このスラリーから沈降土壌を回収すれば，そこに含まれる含有水中の汚染物質濃度が低減していることにより，土壌中の汚染物質量が低減する。即ち土壌洗浄が成立する。この土壌洗浄では，汚染土壌を洗浄水に土壌粒子レベルまで水に分散させる混合装置が必須になる。

(3) 濁水処理

スラリーから洗浄土壌を回収したあとの濁水を浄化するために，凝集剤を混合して汚染物質をフロック化して除去する。

濁水に粉末の凝集剤を濁水量の 50 ppm から 200 ppm 程度混入する必要がある。

ここでも混合装置が必須である。

3. 水噴流型混合技術

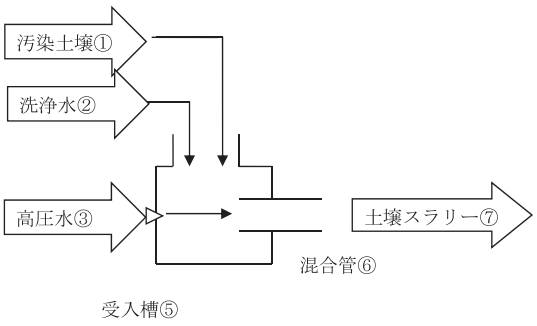
2（2）土壌洗浄及び 2（3）濁水処理において混合装置が必須である。

それは，土壌を洗浄水に均一に分散する性能を有する事及び大量の水に微量の凝集剤を均一に混合する性能を有する事である。

これらを実現する混合装置として水噴流型混合器を開発して，土壌洗浄や濁水処理の実績を積んできた内容を説明する。

(1) 構造 [2)]

水噴流型混合器は，水噴流を利用した混合器であり，回転体が無い混合器である。構造を**図―2** で説明する。



図－2　水噴流型混合器の構造

高圧水③をノズルを介して噴流とし，同時に汚染土壌①と洗浄水②を受入槽⑤に流下させると，それらは噴流のせん断力により高速流動し，瞬時に混合して混合管⑥に流入して，土壌スラリー⑦を形成する。

即ち汚染土壌①の汚染物質は，土壌スラリー⑦に分散した状態になる。

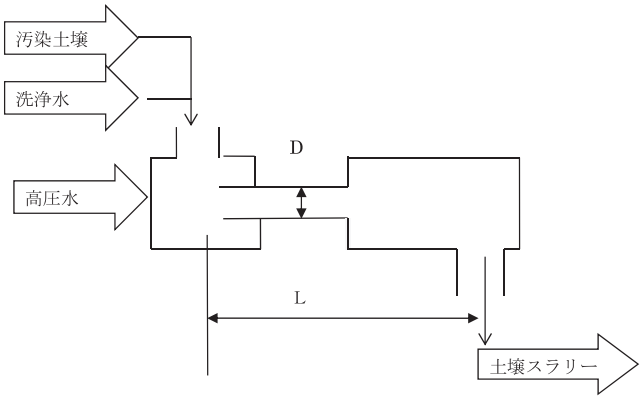
濁水と凝集剤を混合する場合，土壌①と洗浄水②の代わりに，濁水と凝集剤を投入すれば，瞬時に混合が起こり，凝集反応後にフロックを形成する。

(2) 水噴流型混合器の仕様

実績のある水噴流型混合器の概略仕様を**表―2**，**図―3**に記載する。

表―2　水噴流混合器仕様

土壌処理能力 kg/hr	洗浄水 kg/hr	混合管径　D mm	混合器長　L mm
600	600	20	600
3,000	3,000	40	700
15,000	15,000	80	2,000



図―3　水噴流混合器寸法図

4. 実施例

(1) 土壌洗浄

(a) 油汚染土壌洗浄

絶縁油が 0.5 ～ 1.5％含有した汚染土壌を水噴流型混合器を利用して，

2 段階洗浄を行った。回収した洗浄土壌の油含有量は 250 ppm 以下であった。除染された絶縁油は　微細粒子に吸着され凝集処理し廃棄土として処分された。土壌処理能力は，15 トン /hr（1 系列当たり）である。

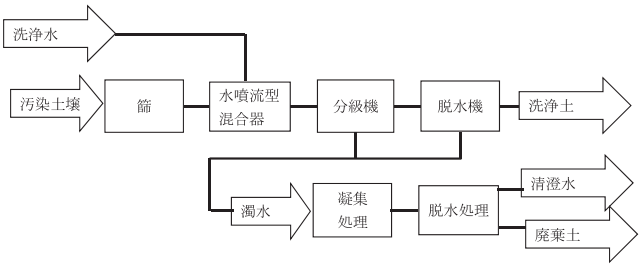
フローシート（**図―4**），洗浄プラント（**写真―1**）及び水噴射型混合器（**写真―2**）を掲載する。

(b) 農地洗浄

鳴門金時芋の農地は砂地であるが，経年劣化により粘土等の微細粒子が増大する。芋品質維持のために，その微細粒子を土壌洗浄により除去した。

農地洗浄システム（**図―5**）及び農地洗浄現場写真（**写真―3**）を掲載する。

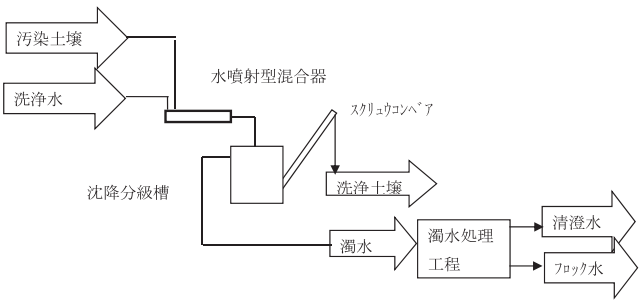
農地洗浄の結果は，洗浄前後の粒径加積曲線で評価した。



図―4　油汚染土壌ブロックフローシート

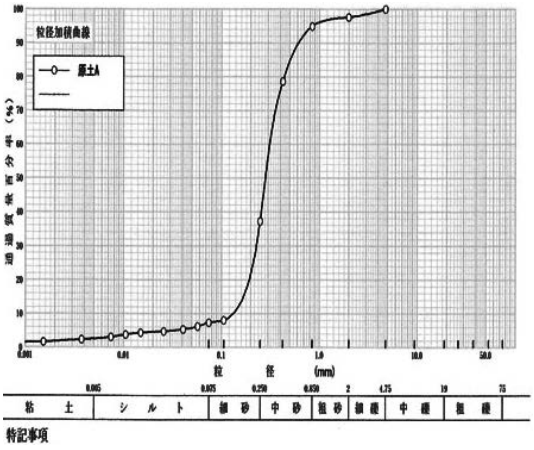
写真―1　洗浄プラント

写真―2　水噴流型混合器

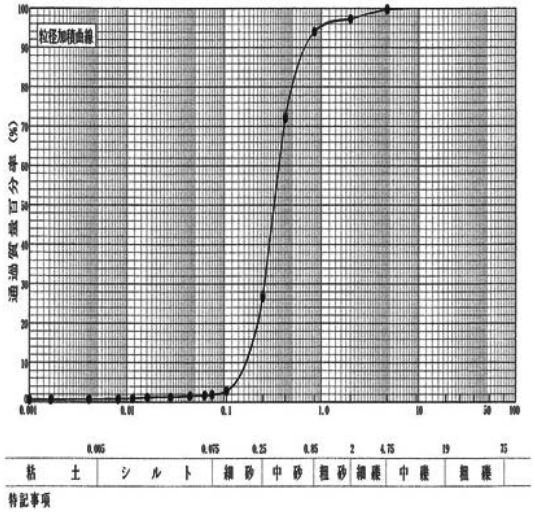


図―5　農地洗浄システム

写真―３　農地洗浄現場写真



図―６　土壌粒径加積曲線（洗浄前）



図―７　土壌粒径加積曲線（洗浄後）

土壌粒径加積曲線（洗浄前，**図**―６）及び土壌粒径加積曲線（洗浄後，**図**―７）を掲載する。洗浄前後でシルト及び粘土が減少している。

（c）その他

水噴流型混合器を使用した土壌洗浄の実績を**表**―３で簡単に説明する。

表―３　その他の土壌洗浄

放射能汚染土壌（**写真**―４）	「環境省 26 年度除染技術実証事業の採択技術」である「放射性物質に汚染された土壌の洗浄実験及び洗浄後の土壌の再利用に向けた検証」で使用された。 土壌処理能力は 3 ton/hr，濁水処理能力 10 m^3/hr である。
フッ素汚染土壌（**写真**―５）	土壌洗浄及び土壌のフッ素除去薬液のすすぎ洗浄に使用された。 土壌処理能力は 15 ton/hr である。 フッ素溶出量を 1/10 に削減できた。
大腸菌汚染土壌（**写真**―６）	砂場の大腸菌汚染砂を洗浄した。 土壌処理能力は 2 ton/hr である。 大腸菌群数（個 /gr）は，洗浄前 15,000 が洗浄後（50 から 800）になった。

写真―４　放射能汚染土壌洗浄装置

写真―５　フッ素汚染土壌洗浄装置

写真―６　大腸菌汚染土壌洗浄装置

(2) 濁水処理 [3)]

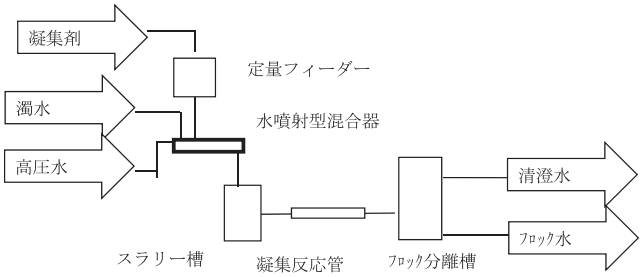
(a) 凝集プロセス

濁水と凝集剤の混合に水噴流型混合器を使用した。

濁水は，水噴射型混合器の上部から注入する。ただし濁水中の粒子が小さい場合には，ノズルからの噴流水を濁水にすることも可能である。

紛体定量フィーダーを使用して，注入水の流入面上に凝集剤を落下させる。水噴流型混合器で濁水と凝集剤が混合したあと，凝集反応管を通して凝集反応させる。そこでフロックが発生する。フロックを含む水を沈降分級して，フロック水と清澄水をえる。

そのプロセスを**図―8**に記載する。



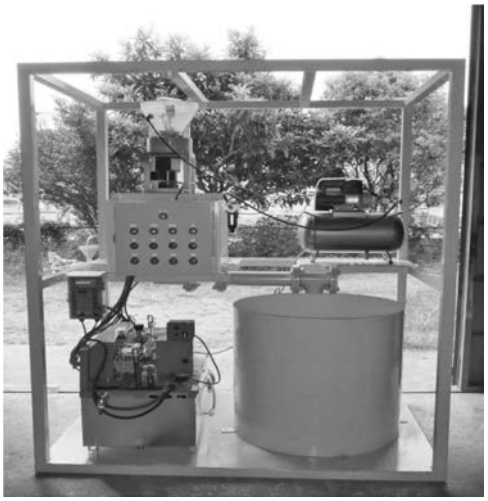
図―8 濁水処理プロセス

(b) 実績

濁水処理能力10 m^3/hr及び20 m^3/hrの実績がある。

100 m^3/hrの基本設計作成は完了している。

20 m^3/hrの水噴霧型混合器・凝集剤フィーダー及びスラリー槽を**写真**―7に掲載する。



写真―7 濁水処理の水噴流混合器

5. おわりに

水噴流型混合器を開発し，約10年かけて土壌洗浄及び濁水処理での実用化に挑戦してきた。

発展の余地のある技術であるので，今後更なる技術改良や多くの実績を作ることに挑戦を続ける所存である。

謝 辞

その間に徳島県立農業研究所・東京電力㈱・間組㈱・アステック東京㈱・西松建設㈱・前田建設㈱や日立機械㈱などの多くの関係者のご協力により，実績を積み今日に至っていることに謝辞を申し上げます。

JCMA

《参考文献》

1) 特許番号第3737099「汚染土壌洗浄方法」
2) 特許番号第4990326 「高圧水を用いた土壌と水の混合物の製造装置」
3) 特許番号第5738115 「汚濁排水に凝集剤を添加する新規連続汚濁排水処理装置及び方法」

[筆者紹介]
藤井 忠広（ふじい ただひろ）
㈱土壌環境プロセス研究所
代表取締役

オゾンマイクロバブルを用いた油・揮発性有機化合物含有水の高効率な浄化技術

小　河　篤　史・三　吉　純　男・長　　千　佳

本技術は，揮発性有機化合物や油を含んだ汚染水の浄化技術である。浄化には酸化分解効果の高いオゾンマイクロバブルを利用したことで，これまで分解が困難とされていた重油・機械油・潤滑油などの油種やエタン系の処理も可能となることを室内実験により確認した。また，国内の事業所のC重油含有水の処理に本技術を提供し，その有効性を確認した。

キーワード：オゾン，マイクロバブル，酸化分解，油，VOC

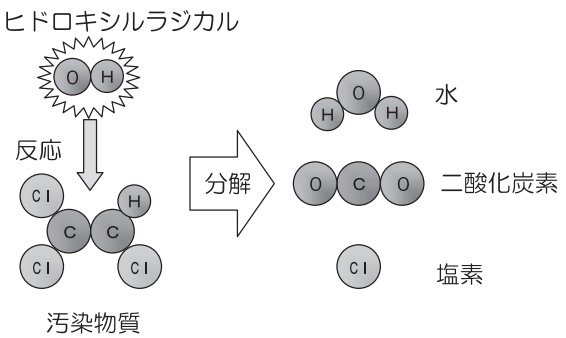
1. はじめに

事業活動にともなって油や揮発性有機化合物（以下，VOC）による地下水や工場排水の汚染が生じるケースがある。このような汚染水は，適用される法令に基づいて，地下水基準や排水基準等を満足するよう，適正な水質まで改善されている。これまで，水質改善の方法としては，VOC汚染水に対しては薬剤を用いた酸化分解，油含有水に対しては油水分離後に産業廃棄物として処分することが一般的であった。しかし，VOCの酸化分解は薬品を使用するため，薬品費が高くなることや，薬品由来の汚泥が発生するため浄化の過程で産業廃棄物が発生し，その処分費用も発生することが問題とされてきた。一方，油含有水は油がエマルジョン化したものであるが，これについてはガソリン等の炭素数が少ないものは酸化分解や揮発による浄化が可能であるものの，重油のような炭素数の大きい油は揮発しないだけでなく，酸化分解のために大量の薬品を必要とすることからオンサイトでの浄化処理がされず，産業廃棄物として場外処分されているのが実情である。このような背景から，油やVOCで汚染された水を安価で確実に浄化できる技術の開発が課題となっている。

近年，VOCに汚染された地下水汚染の対策技術としてオゾンマイクロバブル（以下，OMB）を用いた手法が注目されている。オゾンを用いた有機化合物の分解は，水処理の分野では知られており，分解の過程や最終段階でも有害物質が生成・残留しないことが特徴である。既往の研究ではオゾンマイクロバブルを用いてVOC汚染地下水を浄化した事例が報告されており，VOCの種類によって浄化性能に差が見られたことが記されている[1)]。筆者らは，油およびVOCの模擬汚染水を用いた室内実験でオゾンマイクロバブルによる分解性能を確認し，実際の油含有水の浄化工事にオゾンマイクロバブルを用いた浄化プラントを適用したので，本稿でその結果について報告する。

2. OMBによる有機化合物の酸化分解

OMBによる有機化合物の分解には，活性酸素の一種であるヒドロキシルラジカル（以下，OHラジカル）を利用する。従来より，土壌汚染対策の分野では，OHラジカルを用いたVOCの浄化技術としてフェントン法が知られている[2)]。この方法は，地中に過酸化水素水と触媒となる鉄を注入して接触させ，フェントン反応によりOHラジカルを発生させるもので，VOCはOHラジカルに結合を切断されて最終的には水，二酸化炭素，塩素に分解される。一方，OMBによる有機化合物の酸化分解は，OHラジカルの発生機構がフェントン法とは異なっており，オゾンガスがマ

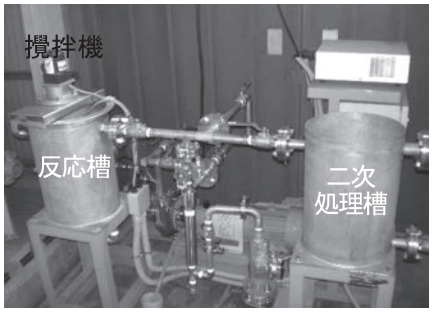


図―1　汚染物質分解の模式図

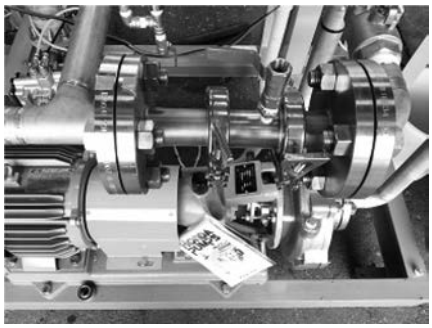
イクロバブルに変化して水中で自己圧潰する際のエネルギーによってOHラジカルが生成されるといわれている[3]。したがって，OHラジカルを発生させるために過酸化水素や鉄触媒のような薬品を必要とせず，薬品費や薬品起源の汚泥が発生しないことがOMBを用いた酸化分解の特徴といえる。OMBによるVOCの酸化分解の模式図を**図**―1に示す。

3. OMBによるVOCの分解実験

OMBによる分解効果を確認するため，各種のVOC試薬をもちいた模擬汚染水を作成し，室内分解実験を実施した。実験装置を**写真**―1，2に示す。



写真―1　実験装置全景



写真―2　実験装置（ラインミキサー）

(1) 使用材料

実験に使用したVOC試薬はベンゼン，トリクロロエチレン，テトラクロロエチレン，シス-1,2-ジクロロエチレン，1,1,1-トリクロロエタン，1,2-ジクロロエタン，ジクロロメタン，四塩化炭素の8項目である。

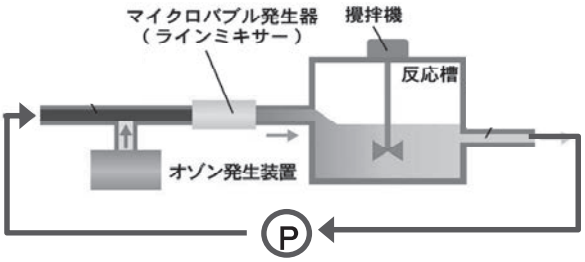
また，pH調整剤には苛性ソーダまたは希硫酸を使用した。

(2) 実験方法

実験は以下の手順で実施した。

①**図**―2に示す実験装置の反応槽に60 Lの水道水を投入する。

②pH調整剤を投入して撹拌する。



図―2　室内分解実験の模式図

③反応槽にVOC試薬を投入し，1分間撹拌混合して模擬汚染水を作製する。

④模擬汚染水をポンプで循環させながらオゾンガスを吹き込み，OMBにする（酸素吐出量4 L/min，オゾン発生量25 g/hr）。

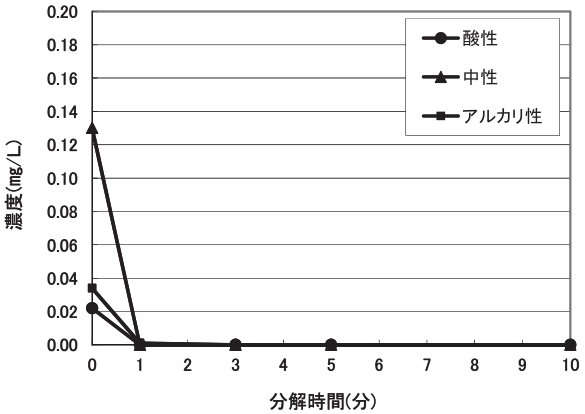
⑤所定時間経過後に模擬汚染水を二次処理槽に移したのちにサンプリングし，液中の汚染物質の濃度を測定する。

なお，pHの違いによる分解の可否を確認するため，酸性（pH＝3.0），中性（pH＝7.0），アルカリ性（pH＝10.0）の3パターンで実験を行った。

(3) 実験結果

(a) ベンゼンの実験結果

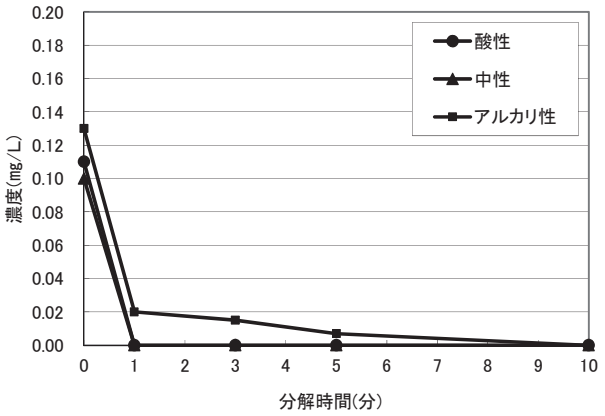
ベンゼンの分解確認実験結果を**図**―3に示す。初期濃度が地下水基準（0.01 mg/L）の数倍程度の模擬汚染水は，pHに関わらず，分解開始1分後に1/10以下に分解され，地下水基準を満足する結果が得られた。



図―3　ベンゼンの実験結果

(b) トリクロロエチレン

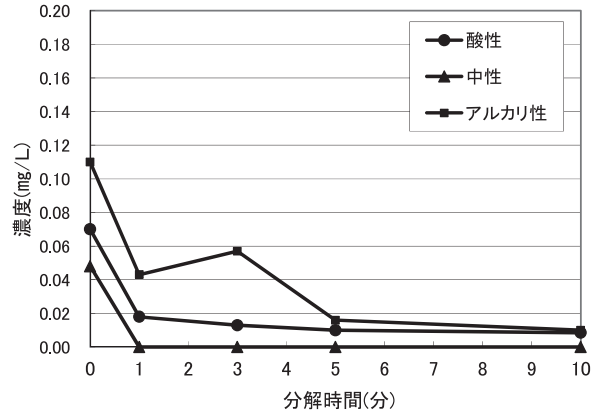
トリクロロエチレンの分解確認実験結果を**図**―4に示す。トリクロロエチレンは地下水基準（0.03 mg/L）の数倍程度の模擬汚染水であれば，酸性および中性では分解開始1分後に，アルカリ性では分解開始5分後には初期濃度の1/10以下まで分解され，地下水基準を満足した。



図―４　トリクロロエチレンの実験結果

（c）テトラクロロエチレン

テトラクロロエチレンの分解確認実験結果を**図―５**に示す。テトラクロロエチレンは，地下水基準（0.01 mg/L）の数倍から数十倍程度の模擬汚染水であれば，中性では分解開始１分後に初期濃度の 1/10 以下まで分解され，地下水基準を満足した。



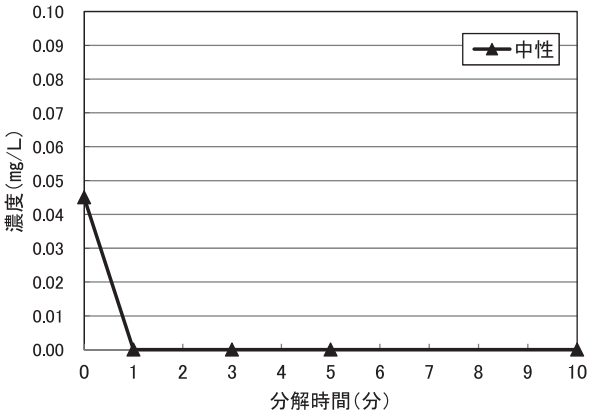
図―５　テトラクロロエチレンの実験結果

（d）シス 1,2- ジクロロエチレン

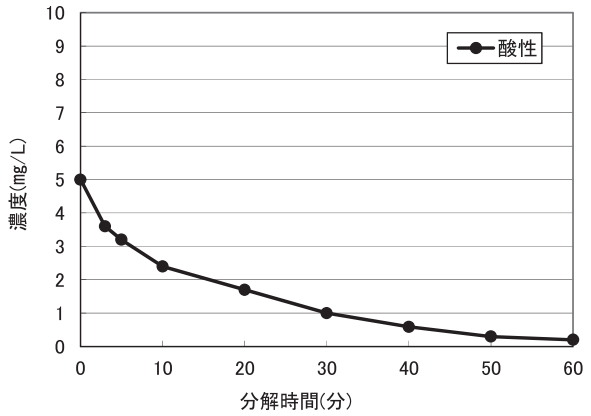
トリクロロエチレンおよびテトラクロロエチレンの実験結果をもとに，シス -1,2- ジクロロエチレンを用いて，中性の条件で分解の可否を確認した。結果を**図―６**に示す。実験の結果，シス -1,2- ジクロロエチレンは中性では分解開始１分後には初期濃度の 1/10 以下まで分解され，地下水基準の数倍程度の汚染水であれば地下水基準を満足できることを確認した。

（e）1,1,1- トリクロロエタン

1,1,1- トリクロロエタンでは，酸性で分解時間を 60 分として，分解確認実験を実施した。結果を**図―７**に示す。実験の結果，1,1,1- トリクロロエタンでは，地下水基準（1 mg/L）の５倍の模擬汚染水が，酸性では分解開始 30 分後に環境基準を満足し，さらに分解開始 40 分後には初期濃度の 1/10 程度となった。



図―６　シス -1,2- ジクロロエチレンの実験結果



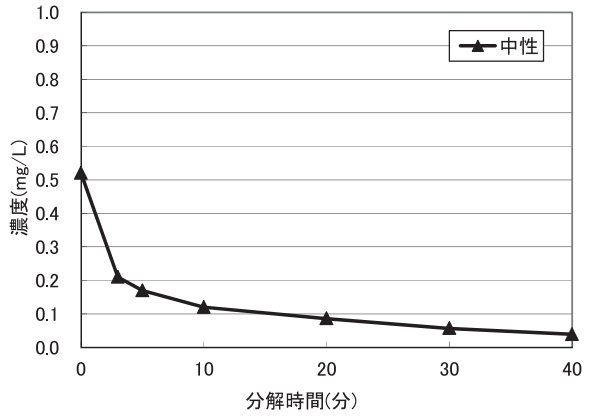
図―７　1,1,1- トリクロロエタンの実験結果

（f）1,2- ジクロロエタン

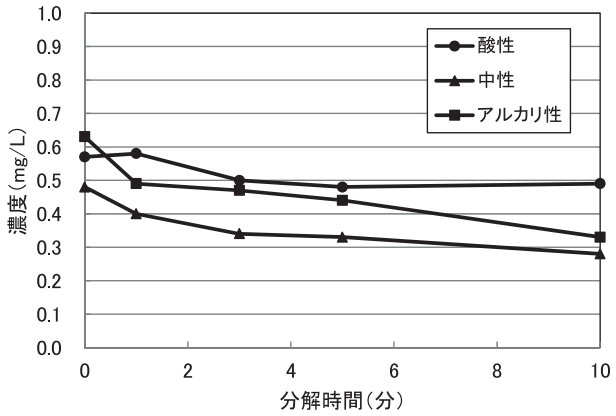
1,2- ジクロロエタンでは，中性で分解時間を 40 分として，分解確認実験を実施した。結果を**図―８**に示す。実験の結果，1,2- ジクロロエタンでは，下水道排水基準（0.04 mg/L）の約 13 倍の模擬汚染水であれば，中性条件では分解開始 40 分後には 1/10 以下まで分解され，排水基準を満足する結果が得られた。

（g）メタン系の分解確認

ジクロロメタンの分解確認実験結果を**図―９**に示す。ジクロロメタンは酸性ではほとんど分解が進ま



図―８　1,2- ジクロロエタンの実験結果

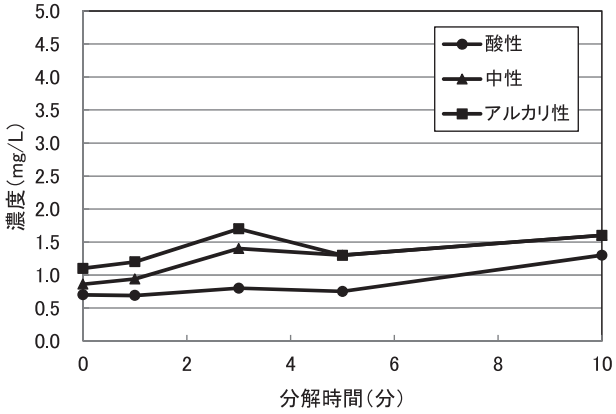


図―９　ジクロロメタンの実験結果

ず，分解できないことを確認した。また，中性およびアルカリ性では，初期濃度は地下水基準（0.02 mg/L）の 30 倍程度の模擬汚染水は，分解開始後 10 分で約半分となったが，分解時間経過とともに処理効率は明らかに低下していることもあり，OMB を用いたジクロロメタンの分解は難しいことがわかった。

（h）四塩化炭素の分解確認

四塩化炭素の分解確認実験結果を**図**― 10 に示す。四塩化炭素は全てのケースにおいて，分解時間 10 分経過後も初期濃度と同程度であり，濃度の低減は確認されなかった。したがって，OMB を用いた四塩化炭素の分解はできないことが分かった。



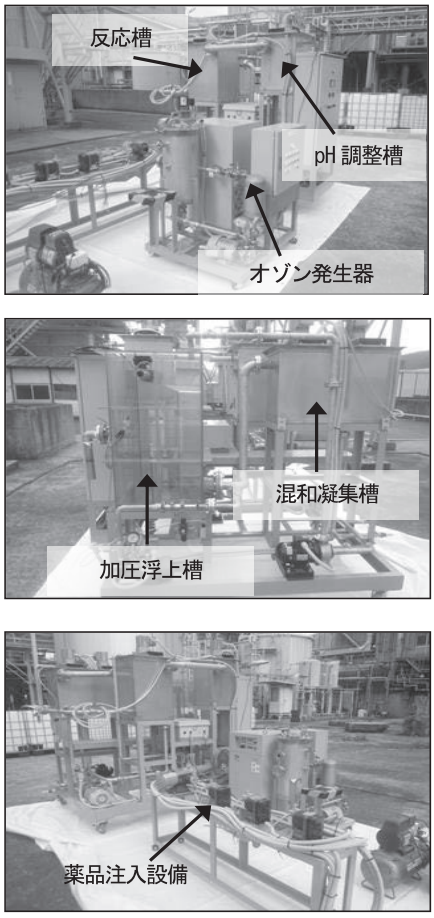
図―10　四塩化炭素の実験結果

4. OMB 水処理設備を用いた油含有水分解

国内の事業所で C 重油タンクの洗浄をした際に発生した油含有水を OMB を用いた水処理プラントで浄化した。従来，タンク洗浄水の処理は，浮上分離等の方法で行われており，処理期間は約 1 か月を要していた。

(1) 水処理プラントの概要

油含有水の処理プラントを**写真**―３に示す。処理プラントは pH 調整槽，反応槽，混和凝集槽，加圧浮上槽，薬品注入設備，オゾン発生器，マイクロバブル発生器で構成される。プラントの運転条件は，通水量 6.7 L/min，オゾン発生量 25 g/h とした。



写真―３　OMB を用いた油含有水処理プラント

(2) 浄化の手順

油含有水の浄化は，次の手順で実施した。

①原水槽にて浮上油を除去する。

② pH 調整槽で C 重油含有水の pH を 3 程度に調整し，反応助剤として硫酸第一鉄を鉄濃度が 20 mg/L となるよう投入する。

③ OMB を発生させ，反応槽で油含有水と OMB を 7 分間反応させる。

④混和凝集槽で高分子凝集剤と PAC を添加しフロックを凝集させる。

⑤加圧浮上槽で凝集させたフロックを除去する。

(3) 浄化結果

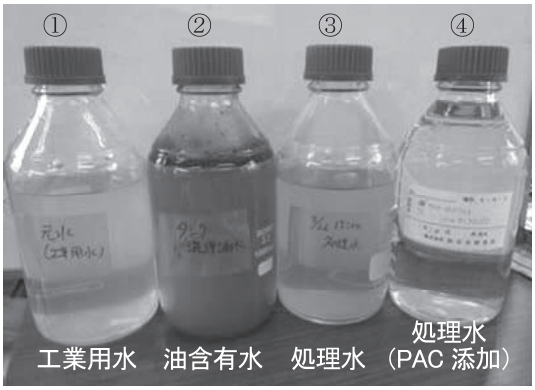
C 重油含有水の浄化結果を**表**― 1 に示す。原水のノルマルヘキサン抽出物質は 140 mg/L であったが，オ

表―1　C 重油含有水分解結果

項目	オゾン供給量（g/h）	鉄添加量（mg/L）	ノルマルヘキサン抽出物質（mg/L）
原水	−	−	140.0
CASE1	25	30	5.0
CASE2	10	20	＜5.0
CASE3	7.5	30	6.0

ゾン供給量と鉄添加量を変化させたいずれのケースでも処理水のノルマルヘキサン抽出物質は 1/10 以下まで分解され，CASE1 および CASE2 では，下水道排水基準（5 mg/L）以下となり，CASE3 でも下水道排水基準と同程度まで油分が分解できた。

写真―4 は①洗浄に用いた工業用水，②油含有水，③処理水，④処理水（PAC 処理）の外観の比較である。通常の分解処理で処理水の外観は，C 重油タンクの洗浄に用いた工業用水と同程度の外観まで改善されたが若干の濁りが見られるため，PAC（10％溶液）を 0.05％添加した結果，ほとんど透明な状態まで外観が改善された。



写真―4　処理原水および処理水の外観の比較

5. おわりに

模擬 VOC 汚染水および C 重油含有水を OMB で酸化分解した結果，次のことが明らかとなった。

①ベンゼン，トリクロロエチレン，テトラクロロエチレン，シス -1,2- ジクロロエチレンの模擬汚染水は，比較的短時間（1 ～ 3 分程度）で初期濃度の 1/10 以下までの分解が可能である。

② 1,1,1- トリクロロエタンおよび 1,2- ジクロロエタンの模擬汚染水は，短時間での分解は難しいが，30 ～ 40 分程度で初期濃度の 1/10 程度まで分解が可能である。

③ C 重油含有水のノルマルヘキサン抽出物質は，7 分間の処理時間で初期濃度の 1/10 未満に分解できた。

以上より，OMB を利用することで水中に含まれる特定の VOC や C 重油を効果的に分解できることが明らかとなった。特に C 重油含有水の浄化実績では，浮上分離後に廃油（産業廃棄物）として処理する方法と比較して，約 75％までコストが低減されたこともあり，今後，油や VOC で汚染された水を安価で確実に浄化できる技術として適用範囲を広げていきたい。

なお，本技術は，㈱日本海水，㈱ナゴヤ大島機械と共同で開発したものである。

J C M A

《参考文献》

1）高木一成（2012）：オゾンマイクロバブルによる地下水浄化工法の適用事例，第 18 回地下水・土壌汚染とその防止に関する研究集会講演集，pp.297 ～ 300.

2）中間哲志他（2005）：フェントン反応剤によるガソリンスタンドのベンゼン・油汚染浄化，第 11 回地下水・土壌汚染とその防止に関する研究集会講演集，pp.652 ～ 655.

3）高橋正好（2007）：マイクロバブル・ナノバブルの基礎と工学的応用―オゾンの新しい可能性についての検討―．日本医療・環境オゾン研究会会報 Vol.14，No.4，pp68-74.

［筆者紹介］

小河　篤史（おがわ　あつし）
㈱奥村組
土木本部　土木統括部　環境技術室
環境技術グループ
グループ長

三吉　純男（みよし　すみお）
㈱奥村組
土木本部　土木統括部
環境技術担当部長

長　千佳（ちょう　ちか）
㈱奥村組
土木本部　土木統括部　環境技術室
環境技術グループ
主任

特集≫≫　地球温暖化対策・環境対策・環境対策工

全周波数帯域に対応したトンネル発破消音器の開発

伊　藤　　哲・本　田　泰　大・木　梨　秀　雄

トンネルの発破音は，広い周波数帯域にわたり，衝撃的で非常に大きなエネルギーを発生する特徴がある。とくに低周波音は，窓やサッシなどの建具ががたつく物的苦情や不快感や耳鳴りなどが生じる心身にかかわる苦情の原因となることがある。従来はその対策として，コンクリート充填式や砂充填式の重厚な防音扉が用いられてきたが，低周波音の低減効果は小さかった。そこで，防音扉に替わる新技術として音響管を用いた消音器と平行吸音板を用いた消音器を併用した，全周波数帯域に対応する山岳トンネル発破消音器を開発した。山岳トンネル現場でその効果を検証したところ，16 Hz ～ 4 kHz オクターブバンドで防音扉を上回る約 10 ～ 25 dB の低減効果が得られた。

キーワード：消音器，音響管，吸音材，低周波音，騒音，発破，山岳トンネル

1. はじめに

トンネルの発破は広い周波数帯域にわたり非常に大きなエネルギーを瞬間的に発生するため，発破音は周辺環境に大きな影響をおよぼす。とくに低周波音（100 Hz 以下の音）は，500 m 以上離れた民家でも窓やサッシなど建具のがたつきが発生する物的苦情や不快感，耳鳴りなどが発生する心身にかかわる苦情の原因となることがあるが，低周波音は 100 Hz 超の音に比べて坑内で減衰しにくいため[1]，掘削期間中は常時周辺環境に対する配慮が必要となる。従来の発破音対策は，コンクリート充填式や砂充填式の重厚な防音扉が用いられてきたが，既往の文献[2]や著者らがトンネル現場で実施した測定結果によれば，防音扉による低周波音の低減効果は小さく，必ずしも有効な対策とは言えなかった。

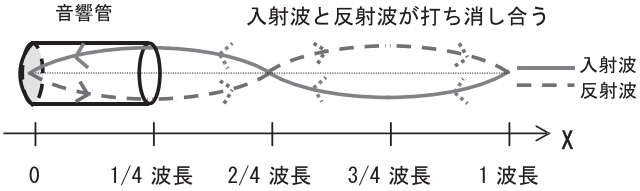
著者らは，従来の防音扉に替わる低周波音を低減する新技術として，音響管を用いた消音器を開発した[3]。この方式は，自動車のマフラーなどの定常的な騒音に対して利用されるもので，発破音のような衝撃性の音に対しては本技術が初めての適用である。しかし，トンネルで発破の低周波音を低減するには，音響管を非常に大きくする必要があるため，その配置や構造を工夫した。それに加え，100 Hz 超の発破音を低減できる平行吸音板式消音器を設置して，全周波数帯域に対応した山岳トンネル発破消音器を開発した。本論文では，システムの概要と，縮尺模型実験による消音器の開発，および山岳トンネル現場での適用事例について述べる。

2. トンネル発破消音器の概要

トンネルの発破音は低周波音から 100 Hz 超の音まで広範囲に及ぶため，本発破消音システムは，低周波音に対しては音響管を用いた消音器，100 Hz 超の音に対しては平行吸音板式消音器を用いた 2 種類の消音器による構成とした。以下に各消音器の概要を示す。

(1) 低周波音対策（音響管式消音器）

低周波音を低減するために音響管を用いた消音器（以下音響管式消音器と記す）を開発した[3]。その消音原理を**図**―１に示す。片側を閉じた音響管に音波が入射すると，端部で反射波が生じる。管の長さを波長の 1/4 とすると，開口部付近の入射波（**図**―１の実線）と反射波（**図**―１の波線）が逆位相となり，相互に打ち消し合うことで低減効果が得られる。一方で，発破の低周波音は 100 Hz 以下の周波数帯域の騒

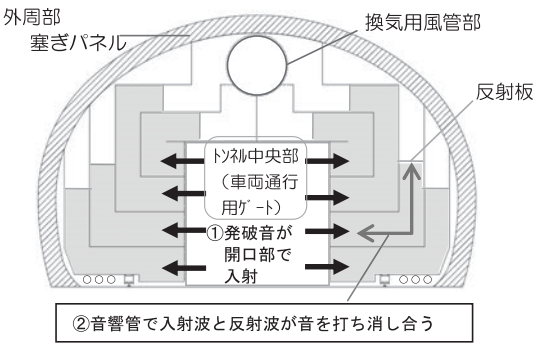


図―１　音響管式消音器の消音原理

音である。単体の音響管では特定の周波数でしか低減効果が得られないため，長さの異なる複数の音響管を組み合わせる構成とした。

写真―１に音響管式消音器の設置状況，**図**―２にその概要を示す。トンネル施工中に重機，車両が走行するトンネル中央部と換気用風管部分は開口しており，発破音はここを通過する。この開口に音響管を設置することで，発破音を低減する。一方，低周波音は波長が長く，音響管の長さは，18 Hz で約 5 m となるため，**図**―２のように音響管をトンネル断面に収まるようにトンネル中央部の開口部から断面内で折り曲げた形状として配置した。なお，折曲げても低減効果の損失はない。音響管１本あたりは幅１m ×高さ１m であり，同様の音響管をトンネル縦断方向の６m の範囲に配置して消音器を構成する。音響管の種類は，**表**―１のように 16 ～ 63 Hz 帯域の各周波数（1/3 オクターブバンド）で低減効果が得られるように設定した。

写真―１　音響管式消音器の設置状況



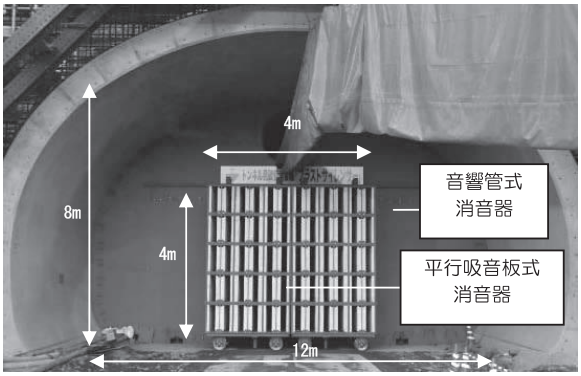
図―２　音響管式消音器の概要

表―１　共鳴周波数と音響管本数

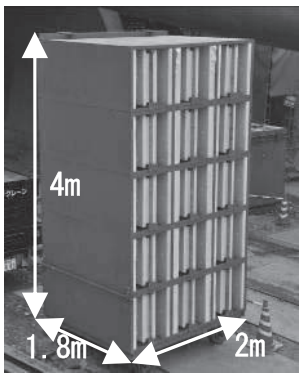
	トンネル中央部							換気用風管部			
共鳴周波数（Hz）	63	40	36	28	25	20	18	63	45	30	18
音響管本数（本）	4	2	2	3	5	4	4	2	1	2	1

(2) 100 Hz 超の発破音対策（平行吸音板式消音器）

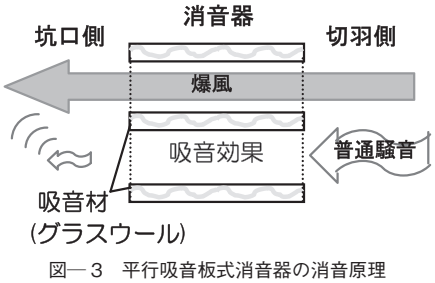
100 Hz 超の発破音の対策として，ダクトの内側に吸音材を貼り付けた平行吸音板式消音器を開発した[4]。この消音器は，音響管式消音器の坑口側のトンネル中央部に設置する。幅 4 m ×高さ 4 m と断面積が小さく設置・撤去が容易である。**写真**―２，３に平行吸音板式消音器の設置状況を示す。幅 2 m ×高さ 4 m ×奥行き 1.8 m の箱形消音器 2 つから成る。幅 0.3 m ×高さ 0.8 m ×長さ 1.8 m のダクトを 60 本重ねた内側に，厚さ 100 mm の吸音材を貼付けた構造とした。部材は鋼板（t = 2.3 mm）とアングル（40 mm × 40 mm × 5 mm）の組み合わせである。**図**―３に平行吸音板式消音器の消音原理を示す。100 Hz 超の発破音が消音器を通過する際，壁面の吸音材（グラスウール）に吸音され，騒音が低減する。従来の防音扉はトンネルの全断面を塞いで音を封じ込めるため，発破の爆風



写真―２　平行吸音板式消音器



写真―３　平行吸音板式消音器（片側）



図―３　平行吸音板式消音器の消音原理

が扉をゆらして二次的な騒音が生じる問題があった。しかし，本消音器は爆風を坑外に通しながら騒音を低減できることから，この問題が解消する。また，音響管式消音器の開口部分は全断面の約 25％であり，小さい面積の対策で効果が得られる。なお，本消音器 1 個の重量はグラスウールを含めて 3 t と軽量で，現場での主な設置作業はクレーンでの揚重作業のみである。本消音器は，発破時以外はレールにより左右に開放するため，掘削作業の妨げとならない。消音器の開閉は人力で行うことができる。

3. 音響管式消音器の縮尺模型実験

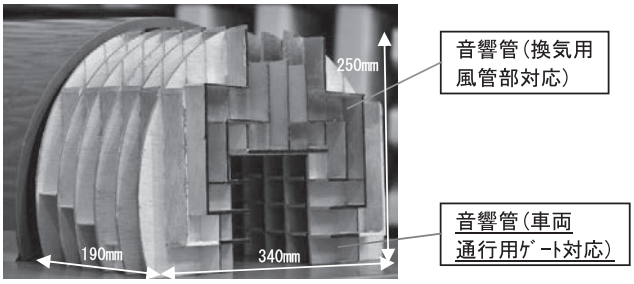
音響管式消音器の設計に際し，発破音に対する低減効果を確認するため，発破音を模した衝撃性の音源を用いた 1/32 縮尺の音響模型実験を実施した。設計は以下の 3 つの手順で行った。

①各音響管の共鳴周波数の確認

折り曲げた音響管の縮尺模型とスピーカーおよびマイクロフォンを用いて，音響管の長さに対する共鳴周波数を確認する。

②音響管配列の設計

16 ～ 63 Hz 帯域（1/3 オクターブ中心周波数）で低減効果を得られるよう，共鳴周波数の異なる様々な長さの音響管を組み合わせた配列ケースを検討する。**写真**― 4 に音響管式消音器の縮尺模型を示す。

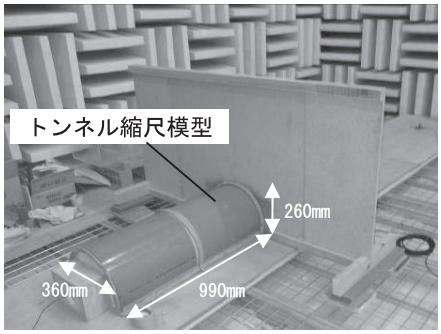


写真― 4　音響管式消音器模型写真

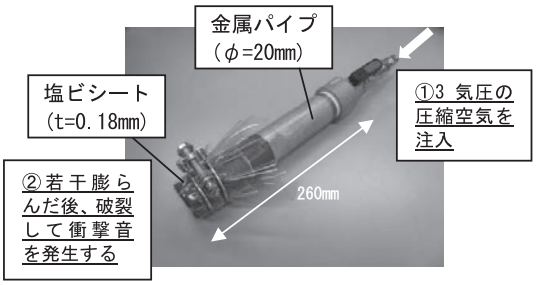
③縮尺模型による低減効果の確認

写真― 5 に示すトンネルの縮尺模型に，音響管式消音器の縮尺模型を挿入し，低減効果が最大となる音響管の長さと配置の最適化を図る。実験には，発破を模した音響模型用音源[5]を用いた（**写真**― 6）。

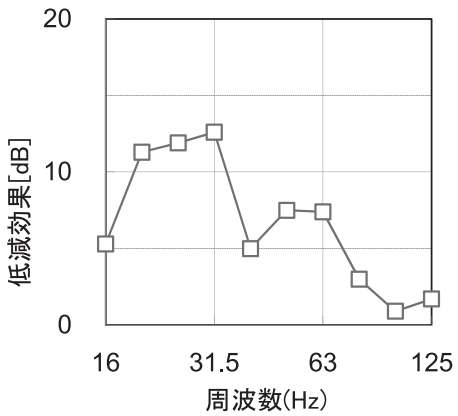
図― 4 に模型実験の低減効果の測定結果を示す。縮尺模型実験では対象周波数である 16 ～ 63 Hz 帯域で約 5 ～ 13 dB の低減量が得られた。



写真― 5　トンネルの縮尺模型写真



写真― 6　音響模型用音源



図― 4　音響管式消音器の低減効果（縮尺模型）

4. 山岳トンネル現場での適用

全周波数帯域消音システムを採用した事例の低減効果の検証結果を示す。消音器はトンネル坑口より 8 m の地点に設置した。**写真**― 7，8 に消音システムの設置状況を示す。

写真― 7　坑口部の状況

写真―８　消音システム設置状況

(1) 測定条件

低減効果は，消音システムの設置前後の騒音測定値を比較することにより検証した。音源は実際の発破音と，発破音を模した広帯域衝撃性音源[6)～8)]（**写真**―９）の２種類で行った。**表**―２に騒音測定時の発破諸元を示す。切羽の状況により各発破の火薬量，発破条件が異なる。測定結果のばらつきの影響を排除するため，消音システムの設置前後で計４回測定した。**図**―５に騒音測定時の切羽と消音システムおよび音源と騒音測定点の位置関係を示す。騒音測定点P1は，坑口から30 mの坑外の地点とした。

写真―９　広帯域衝撃性音源

表―２　騒音測定時の発破諸元

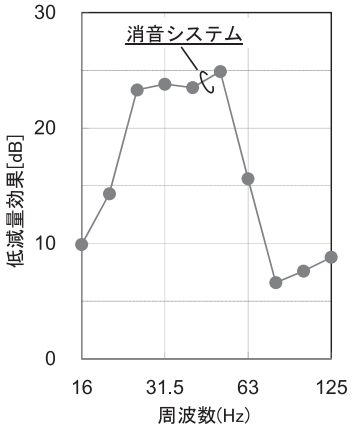
	切羽位置	岩盤等級	雷管	全装薬量
消音器設置前	坑口～約330m	DI	DS電気雷管	約6 kg
				約5 kg
消音器設置後	坑口～約330m	DI	DS電気雷管	約7 kg
				約7 kg

(2) 測定結果

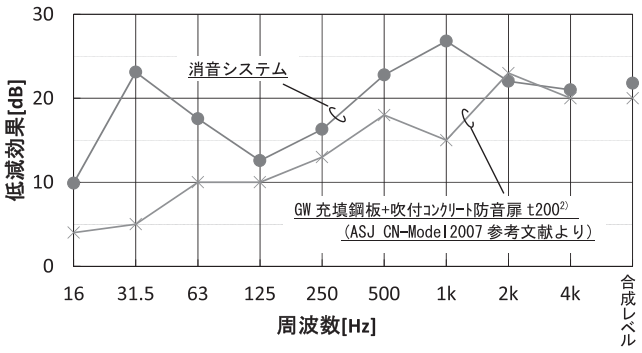
低周波音は実発破の測定結果をもとに算出し，100 Hz以上の騒音は，暗騒音の影響を受けていたため広帯域衝撃性音源の測定結果をもとに算出した。全周波数帯域の測定データに対しては，一般的な騒音対策などで用いられるオクターブ分析を，低周波音に対しては環境省の低周波音の測定マニュアル[9)]に準じて，1/3オクターブ分析により詳細に行った。**図**―６に低周波数帯域における消音システムの低減効果を，**図**―７に100 Hz超の騒音を含む全周波数帯域の低減効果を示す。

音響管式消音器の低減効果は，対象周波数である16～63 Hz帯域において，約10～25 dBであった。

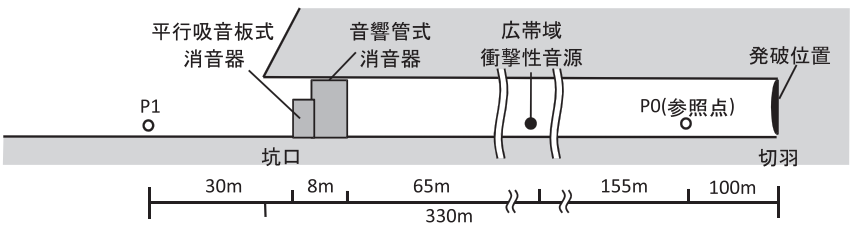
次に，全周波数帯域を見ると，音響管式消音器によ



図―６　トンネル発破音消音器による低周波数域の低減効果測定結果
（1/3オクターブ分析結果）



図―７　トンネル発破音消音器による低減効果測定結果
（オクターブ分析結果）



図―５　騒音測定時の切羽，消音システムおよび音源と騒音測定点の位置関係

り 16 ～ 63 Hz 帯域は約 10 ～ 25 dB の低減効果が，平行吸音板式消音器により 125～4 kHz 帯域は約 15 ～ 25 dB の低減効果が得られていた。比較として一般的な防音扉（グラスウール充填の鋼板 t = 100 mm ＋吹付コンクリート t = 100 mm）の低減効果[2]を併せて示す。本システムは防音扉の挿入損失測定結果と比べると，100 Hz 超の騒音に対する低減効果は同等以上であり，低周波音に対する低減効果は 16 ～ 63 Hz 帯域で 5 ～ 20 dB 大きい。

5. おわりに

トンネル発破音対策の新技術として，全周波数帯域に対応した山岳トンネル発破消音システムを開発した。発破騒音は広帯域に及ぶため，限定的な周波数のみの対策では不十分であるが，本システムを用いることで発破音を全周波帯域で抑制することが可能となった。発破で掘削しているトンネル現場に本システムを適用し，低周波音で約 10 ～ 25 dB(16 ～ 63 Hz 帯域)，100 Hz 超の騒音で約 15 ～ 25 dB（125 ～ 4 kHz 帯域）の低減効果を確認した。

本消音システムでは，低周波音は音響管の共鳴現象により発破音自体のエネルギーを使って消音され，100 Hz 超の騒音は吸音材の吸音効果により低減されるため，動力は不要であり環境負荷が一切無い。また，ブロック構造で設置・撤去が容易かつ転用が可能なため，コストダウンが可能となる。

本消音器はこれまで 5 現場で設置実績がある。今後も多数の山岳トンネル工事における有効な技術として，多くの現場へ普及して環境負荷の低減に貢献するとともに更なる技術の発展をしていきたい。

JCMA

《参考文献》

1）船津弘一郎，内山恒光：トンネル発破の特性と予測，日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集，pp.57-60, 1987.9.
2）日本音響学会建設工事騒音予測調査研究委員会：建設工事騒音の予測モデル ASJ CN-Model2007，音響学会誌，64，pp.229-260, 2008.
3）諏訪薗和彦，本田泰大，西野俊論，松野徹，伊藤哲，三村聡：音響管を用いた発破消音器の開発と現場適用事例，土木学会全国大会講演論文，pp.123-124，2012.9.
4）山下信一，本田泰大，渡辺充敏，荒川晃士，木梨秀雄，伊藤哲，中村亮：広帯域型トンネル発破消音器の開発と現場適用結果，土木学会全国大会講演論文，pp.825-826，2013.9.
5）渡辺充敏，本田泰大：音響模型実験における仮設防音扉の挿入損失に関する検討，日本建築学会学術講演梗概集，pp.261-262，2012.9.
6）土肥哲也，加来治郎，佐野昌伴，西ヶ谷忠明：模擬発破音発生装置を用いたトンネル発破音の放射指向特性，日本騒音制御工学会講演論文集，pp.185-188，2005.9.
7）横田考俊，土肥哲也，牧野康一，岡田恭明，吉久光：広帯域・高音響エネルギーレベル衝撃性音源の開発と伝搬実験への適用，日本音響学会講演論文集，pp.819-820，2007.3.
8）横田考俊，縄岡好人，橘秀樹：広帯域衝撃性音源を用いたトンネル発破音の音響エネルギーレベル推定，日本音響学会講演論文集，pp.1443-1444，2008.3.
9）環境省大気保全局：低周波音の測定方法に関するマニュアル，pp.19，2000.10.

［筆者紹介］

伊藤　哲（いとう　さとし）
㈱大林組
生産技術本部　トンネル技術部　技術第二課
副課長

本田　泰大（ほんだ　やすひろ）
㈱大林組
技術研究所　環境技術研究部
主任

木梨　秀雄（きなし　ひでお）
㈱大林組
生産技術本部　トンネル技術部
副部長

特集≫≫　地球温暖化対策・環境対策・環境対策工

低炭素施工システムの構築
“TO-MINICA”Web システム

周　　潔・樋　口　正一郎

施工中の現場で発生する CO_2 排出量の削減を可能にする低炭素施工システム（TO-MINICA）（以下「本システム」という）をウェブ上で稼働できるように改良し，TO-MINICA Web システム（以下「本 web システム」という）を開発した。低炭素施工システム（TO-MINICA：Toda Minimum Carbon Construction）とは，施工段階における CO_2 排出量の把握及び削減するための手法である。EXCEL シートを基にしたプログラムを Web 上で稼働するシステムに変更することで，現場の作業負担を減少し，協力会社を含めて関係者全員で情報共有できるようになった。Web システムは 2015 年 4 月に運用を開始している。本稿では本 Web システムで実現できること及び Web システムの利点について述べる。
キーワード：Web，CO_2 排出原単位，CO_2 排出量の推移，施工経過率，削減活動

1. Web システム構築の経緯

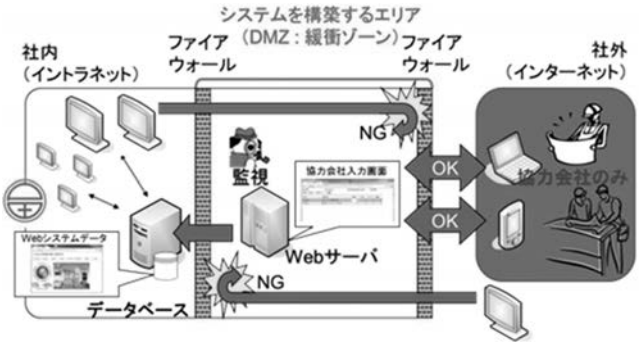
本システムとは，施工段階における CO_2 排出量の把握及び削減するための手法である。本取組を通じて“施工高 1 億円あたりの CO_2 排出量（原単位）を 2020 年に 1990 年比 40％削減”することを目指している。

開発当初は，EXCEL シートを活用したプログラムで，当該現場の諸条件及び燃料使用量等を定期的に入力することで，施工段階における CO_2 排出量（標準排出量）の算定を行っていた。燃料使用量の収集に当たっては，協力会社に Fax や電話で問い合わせ，その結果を作業所で入力する等の繁雑さが課題であった。また，削減目標達成への PDCA アプローチがしにくい等の弱点もあった。それを解決するため，本 Web システムを開発し，EXCEL シートから Web 上で稼働するシステムに変更することで，現場の作業負担を減少し，協力会社を含めて関係者全員で情報共有できるようになった。Web システムは 2015 年 4 月に運用を開始している（**図**―1）。

2. 本 Web システムの概要

本 Web システムの概要は**図**―2 に示す。協力会社からもデータの入力を行うために，インターネット上にサーバーを設け，外部からもゼネコン側からもアクセスが可能な環境を設けた。また，セキュリティ確保のために DMZ（緩衝ゾーン）を設けてサーバーへの侵入を防いでいる。

図―1　本 Web システムのイメージ



図―2　システム概念図とセキュリティの仕組み

3. 本 Web システムで実現できること

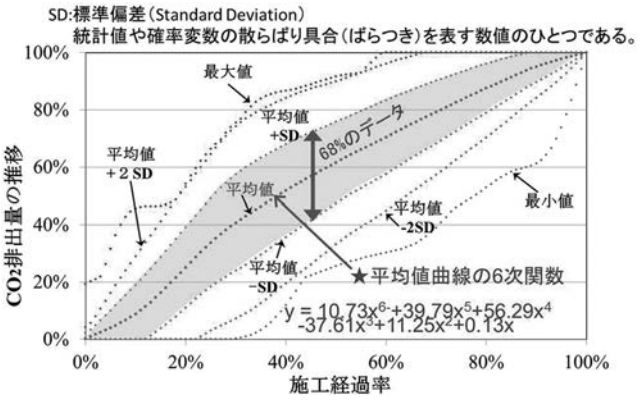
(1) 工期中の CO_2 排出量予測算定

着工前に，削減活動を行わずに一般的に施工した場合の CO_2 排出量の予測値を算定する。本 Web システムでは，工事価格，全体工期，延床面積，構造を入力することで着工から竣工までの CO_2 排出量予測値を時系列で算出できる。

予測量の算定については 2010 年から蓄積したデータを分析し，着工から竣工までの CO_2 排出量予測の理論式を導き出し，本 Web システムに反映している。施工段階の CO_2 排出量は様々な要素が関連している。過去に蓄積したデータから，CO_2 排出に関係が深い 4 つの基本要素（地下の有無，構造，用途，施工支店）を選定した。算定は以下の流れにより行う。

・工事進捗における CO_2 排出量予測
＝全体 CO_2 予測排出量［t- CO_2］×施工経過率における CO_2 排出量の推移［0 ～ 100%］
・全体 CO_2 予測排出量［t- CO_2］
＝延床面積［m^2］×全体平均排出原単位［t- CO_2/m^2］×各種係数（用途×支店×構造×地下の有無×補正係数）
・CO_2 排出量の推移［0 ～ 100%］
＝10.73 ×経過率［%］^6 + 39.79 ×経過率［%］^5 + 56.29 ×経過率［%］^4 − 37.61 ×経過率［%］^3 + 11.25 ×経過率［%］^2 + 0.13 ×経過率［%］
（図 3 に示す平均値曲線 6 次関数の近似式の各係数を CO_2 排出量の推移算定式の係数として用いる。）
・経過率＝ 1 ／工期［日］×経過日数［日］

2010 年からの実施事例として，全国 11 支店，合計 104 現場の CO_2 排出量データを分析し，施工経過率に沿った CO_2 排出量推移を算出し，**図―3** に示すグラフにプロットした。グラフには CO_2 排出量推移の平均値，最大値・最小値，標準偏差が表されている。全データの 68%が平均値 ± 標準偏差× 1 に入っていることからこの理論式の妥当性が確認できた。



図―3　システム概念図とセキュリティの仕組み

(2) CO_2 削減計画の立案

CO_2 排出量削減に向け，41 項目の削減メニューから，自作業所で実施する項目を選択する。これにより削減される CO_2 量が算定され，同時に削減可能なコストも表示される（**図―4**）。

例として，事務所の照明点灯時間を短縮すると，短縮 1 時間で 0.8 t の CO_2 削減と 3,586 円のコスト削減が可能である。

(3) 燃料使用量の入力

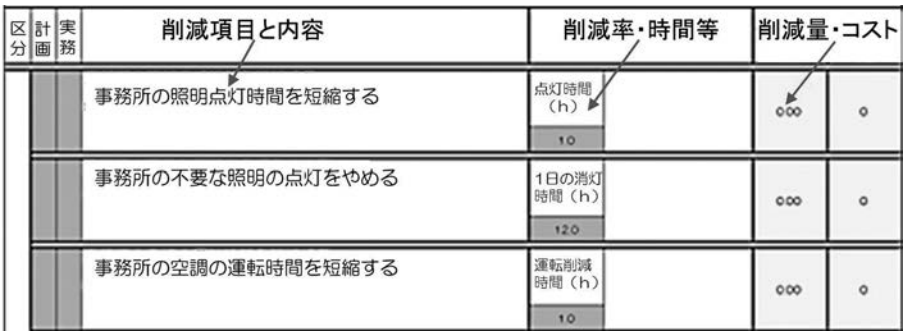
工事段階で発生する CO_2 排出量を算定するために，工事で使用する燃料（軽油，電力等の 8 項目）の使用量を把握する。燃料使用量は，協力会社が使用する燃料（主に軽油）と作業所から支給する燃料（主に電力）があり，本 Web システムへの入力方法は以下のとおりとなる（**図―5**）。

（a）協力会社

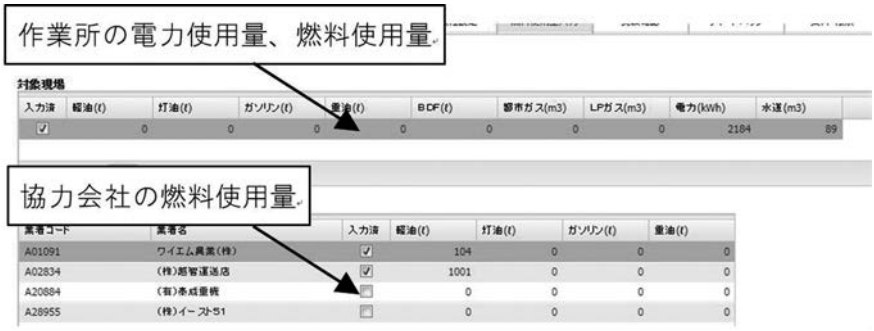
協力会社の担当者に，データ入力依頼のメールが毎月届く。そこに記載されたアドレスを開くことで，本 Web システムの燃料使用量入力画面に至る。メールを利用することで，入力の忘れを防ぐ効果を期待している。

（b）作業所

協力会社と同様にデータ入力依頼メールからシステ



図―4　CO_2 削減計画（建築）



図―５　燃料使用量の入力

ムの入力画面をひらき，燃料使用量を入力する。

(4) CO_2 排出量の実績確認

(a) 実績確認画面

実績確認画面では，竣工までの CO_2 排出予測線と，燃料使用量から算定される CO_2 排出量累計の実績線，施工原単位実績線が表示される。作業所はこれらの結果を見て目標排出予測量以下に抑えられるように管理を行う（**図―６**）。

予測定線は，3（1）で説明した理論式に基づいて表示される。

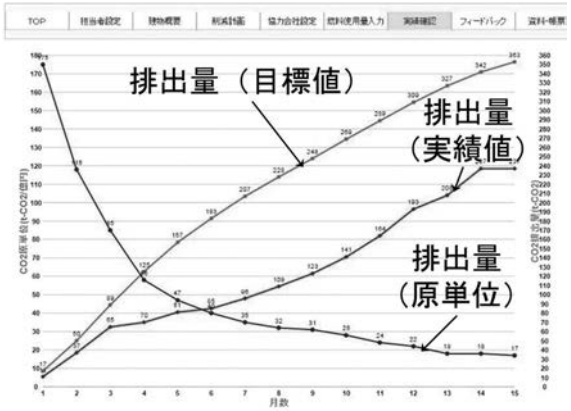
(b) 予測値を用いた過去データの評価

実際の現場において実施した CO_2 排出量の予測曲線及び実績曲線との検証を以下に示す。

検証例１　事務所ビル（工事概要）

・建設地：東京都　建物用途：事務所ビル
・階数地上：20 階，地下：2 階，構造：S 造
・建築面積：1,610 m^2，延床面積：28,499 m^2
・工期：31 ヶ月

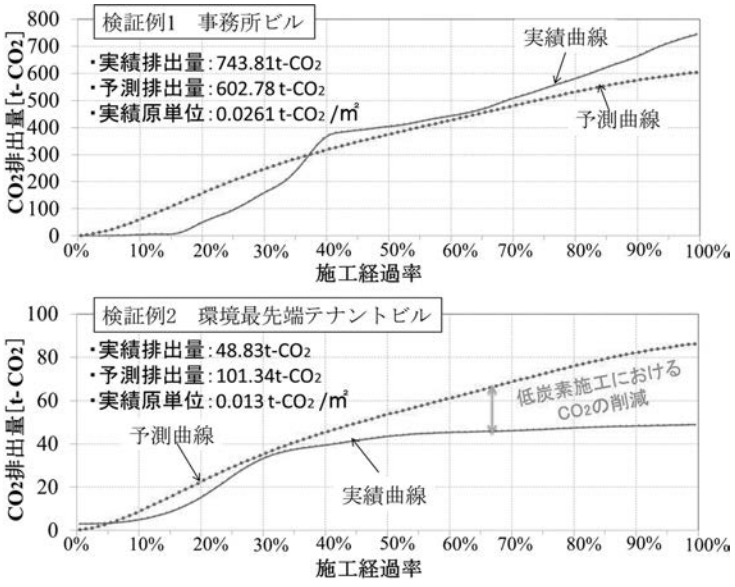
検証例２　環境最先端テナントビル（工事概要）



図―６　実績確認

・建設地：東京都　建物用途：事務所ビル
・階数地上：8 階，地下：0 階，構造：S 造
・建築面積：472 m^2，延床面積：3,755 m^2
・工期：10 ヶ月

図―７は CO_2 予測排出量と CO_2 排出実績との比較を試みたグラフである。検証例 1 を見ると，二つの CO_2 排出カーブは近似しており，今回の分析に相応の妥当性があることを検証できた。



図―７　予測曲線の検証

検証例2の検証対象は2011年竣工した環境最先端テナントビルである。施工段階で掘削計画，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等様々なCO_2排出量削減策を実施した。その結果，CO_2排出量の実績曲線は予測曲線より大幅に下がることが検証できた。

4. 本Webシステムによる利点

(1) 入力項目の簡略化

CO_2排出量予測に必要な情報を大幅に減らし，さらに，建物の基本情報を「建物データベース」（TIP：Toda Information of Product）から自動取込とすることで入力作業を大幅に削減した。

(2) 入力方法の多様化

Webを使ったシステムとしたことで，パソコンに限らずにスマートフォンやタブレット端末からも入力が可能となった。協力会社にとっても，時と場所を選ばず入力ができ，利便性が向上している。

(3) PDCAが容易に

関係者に月毎にメールが自動配信されることが可能となり，データの入れ忘れを防止できる。また，CO_2排出量データは適時確認できるので，目標に達していない場合には新たな削減手段を講じることができる。

(4) データ信頼度の向上

本Webシステム実施対象作業所が報告してきたデータは支店単位で纏められた上で，本社に一括的に集められる。

これまでは，3ヶ月から半年に1回であった集計作業が，毎月行うことができるようになり，データの精度確保と排出量管理に役立っている。

(5) 省CO_2意識を高める

協力会社からもシステム上で数値を入力するので，ゼネコンだけでなく協力会社を含めた省CO_2意識の高揚に繋がる。2014年度のCO_2排出原単位は20.3CO_2-t/億円で基準年比▲29％であり，目標の▲40％まであと一息である。

5. おわりに

本システムの活用により，作業所・協力会社における入力作業を軽減すると共に，CO_2排出量データの精度向上に繋げ，さらなる省CO_2活動の推進に努めていく。

JCMA

［筆者紹介］

周　潔（しゅう　きよ）
戸田建設㈱
価値創造推進室　価値創造戦略ユニット

樋口　正一郎（ひぐち しょういちろう）
戸田建設㈱
技術開発センター
副センター長

オンサイト除染排水処理システムの開発・実用化

久保田　洋・繁　泉　恒　河・野　口　俊太郎

除染作業で発生する排水中の放射性セシウムは粘土等の懸濁物質を除去することにより，大幅に低減できることが確認されている。筆者らは除染現場での排水処理をさらに進め，住民の方により「安心」してもらえる除染排水処理を目指し，1ｔ車クラスに搭載可能なコンパクトな排水処理装置に濁度計と水中放射線量計を併用設置した「水質監視型オンサイト除染排水処理装置」の開発を行った。本装置に使用したモニタリングシステムの検証および実排水処理の結果について紹介する。

キーワード：除染排水，オンサイト，濁度，水中放射線量

1. はじめに

福島第一原子力発電所の事故に由来する放射性物質により汚染された地域を除染するために，平成23年8月30日に公布された放射性物質汚染対処特措法（以下，特措法）に基づき，環境省により除染のガイドライン[1]が策定された。以降，国直轄の除染特別地域や市町村が中心となる除染実施区域において除染が進められている。除染作業において発生する除染排水は現在，技術指針[2]に沿って排水中の懸濁物質（SS）を沈降除去する処理が行われている。除染作業に伴う排水の処理基準としては，特措法第33条に定められている同一人が0～70歳まで，その濃度の水を飲用した場合の年間放射能量1mSvに相当する，セシウム137の値を90で除した値とセシウム134を60で除した値の和が1以下という，廃棄物処理施設周辺の公共水域の水中の濃度限度[3]が基準として用いられることが多い（以下，「公共水域限度」という）。

除染作業で発生する排水中の放射性セシウムは粘土等のSS分に強く吸着されていることが分かっており[4]，この除去方法として，凝集剤を添加しSS分を沈降除去する凝集沈殿処理は排水中の放射能濃度低減において大変有効である。凝集沈殿処理方法として，排水を回収し特定の場所に設置した大型排水処理装置を用いて処理する集約処理か，排水処理装置を現地に持ち込み処理するオンサイト処理がある。放射性物質を含む排水を移送するリスクや敷地の確保等の観点からオンサイトで処理できる方がより好ましいと考えられる。実際，オンサイト処理装置は①ドラム缶やバケツ等を現地に持ち込み手作業で処理する方法，②4ｔ車などに凝集沈殿処理装置一式を搭載し現地で車上処理する方法が既に行われている[5]。ただし一方で，①の方法については手作業での移動や設置が必要であり処理能力が低いこと，②の方法については道路幅が大きい現場では良いが，住宅が密集しているエリアや狭い路地等では4ｔ車の進入が困難な場合や住民の通行障害となる等その適用範囲が限られるという課題がそれぞれあった。加えて除染排水を処理した処理水の放射能濃度を測定する場合，正確な測定はゲルマニウム半導体検出器等による分析室内での測定が必要であり，費用と時間を要する。また現地測定法として提案されている簡易法でも分析用試料を別途採取する必要があり，測定にあたっては外部の放射線の影響を減衰させるための鉛箱などの遮蔽体を用いることが多い[6]。

筆者らは福島県内の住宅除染業務において，低線量エリア，狭い路地，部分除染，スポット的に発生する除染排水といった状況に対応するため，新たにオンサイト処理装置の開発を行った。開発にあたりこれまでのオンサイト処理の課題を鑑み，従来よりもコンパクトで軽量な構造の排水処理装置とすることで機動性を高くし，かつ処理水放射能濃度が管理基準以下であることをリアルタイムで推定できるモニタリング機能を搭載した「水質監視型オンサイト除染排水処理装置」（以下，「本装置」という）を作製し，実排水処理に適用した。

2. 水質監視型オンサイト除染排水処理装置

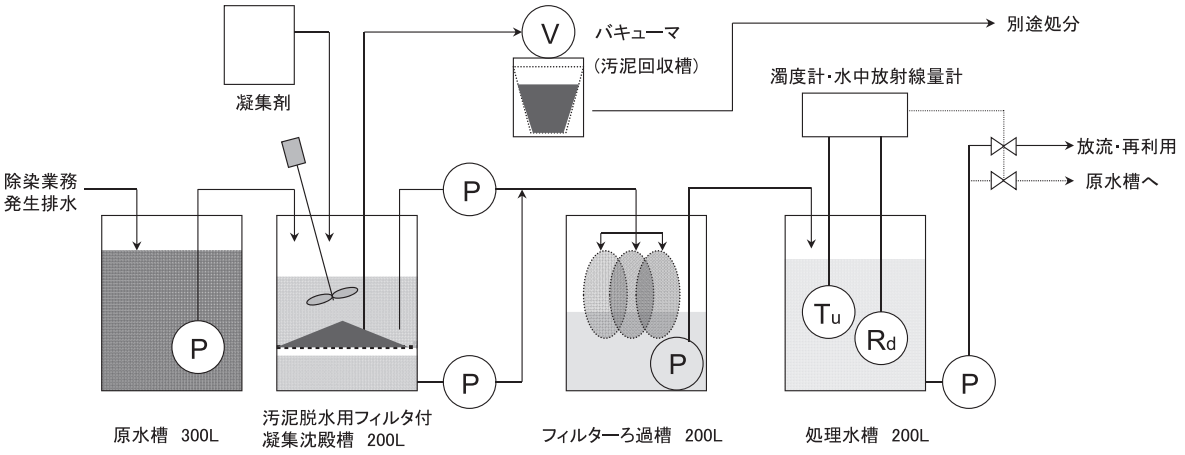
(1) 排水処理フロー

本装置の処理フローを**図―1**に，装置外観を**写真―1**に示す。処理フローとしては排水処理を行う部分と水質モニタリングを行う部分の2つに分けられる。排水処理装置としては，台座，原水槽，凝集沈殿槽，ろ過槽，処理水槽（モニタリング槽），制御盤等から構成される。凝集沈殿槽には㈱アステック東京社の「キュイーンシステム」をろ過水槽には同社の「ロカッキー」をそれぞれ導入[7]し，それらが1～1.5 tトラックに搭載可能となるようにコンパクトかつ作業性が確保できる配置とした。装置の処理能力は約400 L／時間である。原水槽・処理水槽は軽量化の観点から樹脂製タンクを用いた。各槽間の移送用ポンプのON-OFFスイッチ，濁度計の指示計を制御盤で操作できるようにし，また各槽間のバルブも作業者が操作しやすいように作業スペースへ集約させた。また装置の車両への搭載が行いやすいように装置は鋼製の台座の上に設置し，ユニット化することにより移動式クレーン等を用いて一括で積み替えが可能な構造とした。

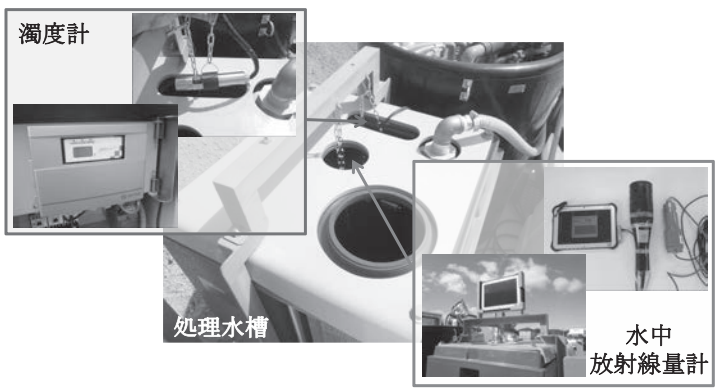
写真―1　本装置外観

(2) モニタリング用計測器

本装置にはモニタリング用計測器として，これまで濁水中の放射能濃度の管理として用いられている濁度計[8]（オプテックス社製，TC-100）に加えて，水中放射線量計も処理水槽（ポリエチレン製200 L，600 × 600 × 750 mmH）にそれぞれ設置した（**写真―2**）。水中放射線量計には㈱堀場製作所の「PA-1100W」[9]を用いた。両測定器とも上部より吊るして固定し，水中放射線量計は測定部が槽中央になるように調整し



図―1　排水処理フロー



写真―2　モニタリング用計測器

た。それぞれの測定値について濁度計は制御盤の表示器に，放射線量計はタブレット型 PC に接続することで外部にリアルタイムの数値を表示し，現場で作業者が確認することができるようにした。

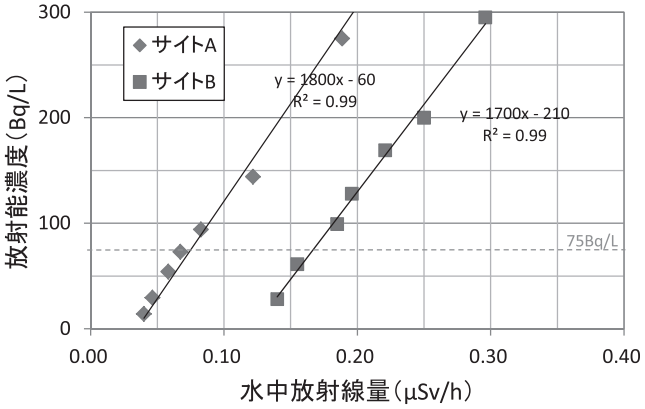
3. モニタリングシステムの検証

(1) モニタリング装置の検証試験

モニタリングに用いる濁度計，水中放射線量計の性能を検証する目的で，現地にて検証試験を行った。試験は除染作業除去物を材料として，初期汚染水を作製し，処理水槽（200 L）内にて 10 ～ 11 回に分けて清水で希釈しながら濁度，水中放射線量の計測値と希釈汚染水のゲルマニウム半導体検出器での分析値の関係を検証した。試験は空間線量率の異なる 2 ヶ所で行った。試験条件を**表**―１に示す。表中のバックグラウンド水中放射線量とは処理水槽内を希釈用の清水のみで満たした際の値である。空間線量率と比較して，サイト A，B それぞれ 28%，35% まで低減されており，200 L 水槽により外部の放射線量を 70% 程度遮蔽できることが確認された。

(2) 水中放射線量と放射能濃度

図―２にモニタリング検証試験における水中放射線量と放射能濃度の関係を示す。水中放射線量は放射能濃度に対して決定係数でサイト A，B 共に 0.99 と高い相関関係を示した。回帰直線の傾きはサイト A では 1,800 なのに対してサイト B では 1,700 とその差は 6% 程度であり，排水中の懸濁物の違いによる影響をほとんど受けないことが示唆された。**図**―２より両サイトの水中放射線量は公共水域限度である $^{134}Cs/60 + {}^{137}Cs/90$ の値が 1（75 Bq/L 相当）以下の濃度域であっても定量性が得られることが明らかになった。水中放射線量の定量下限値としては，サイト A では 30 Bq/L 程度，サイト B では 50 Bq/L 程度であることが推定された。これらのことから水中放射線量はオンサイトにおいて放射能濃度をモニタリングする指標として有効であり，公共水域限度相当の 75 Bq/L であれば適用可能であることが明らかになった。ただ



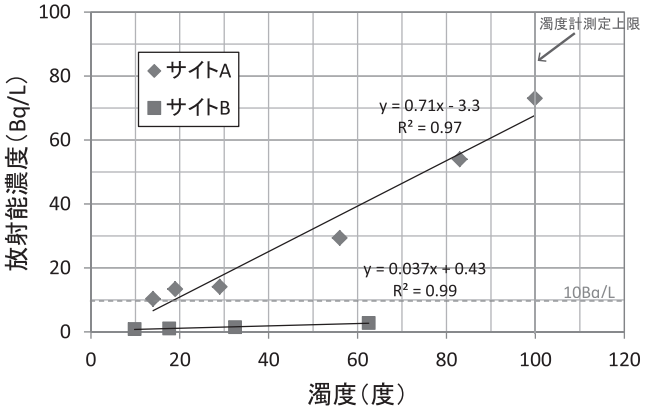
図―２　水中放射線量と放射能濃度の関係

しサイト A よりも B において定量下限が高くなった理由としてバックグラウンド線量が影響していると考えられ，高線量地域で使用する場合にはさらに定量下限が上昇する可能性が考えられた。

(3) 濁度と放射能濃度

図―３にモニタリング検証試験における濁度と放射能濃度の関係を示す。濁度は測定器（TC-100）の測定範囲が最大 99.9 であるため，それ以下の値について放射能濃度との相関関係を調べた。放射能濃度との関係ではサイト A で決定係数 0.97，サイト B で 0.99 と共に高い相関関係にあることが明らかになった。

本結果から濁度は放射能濃度が公共水域限度相当の 75 Bq/L 以下と低い濃度領域においても高い直線性を有しており，水道水の管理目標値である 10 Bq/L に



図―３　濁度と放射能濃度の関係

表―１　モニタリング装置検証試験条件

試験地	所在地	空間線量率	バックグラウンド水中放射線量	汚染水材料	初期汚染水濃度
		μSv/h	μSv/h		Bq/L
サイト A	福島県内	0.09	0.025	雨水枡等堆積物	1,140
サイト B	福島県内	0.40	0.14	排水処理汚泥	295

ついても管理基準として適用することが可能であることが示唆された。ただし濁度についてはサイトA，Bの回帰直線の傾きは大きく異なっており，排水中の濁質分と放射能濃度との関係式を排水の種類毎に作成しておく必要があることも明らかになった。

(4) モニタリング装置の特徴

本装置で用いた濁度計，水中放射線量計のそれぞれの特徴を**表―2**にまとめる。

4. 除染排水処理

表―3に実排水処理の結果の一例を示す。3種類の排水は原水が59～172 Bq/Lであったが，本装置で処理したあとの処理水は10 Bq/L以下まで低下しており，低減率は最大99%以上であった。このことから本装置が実排水の処理においても有効であることが確認された。

モニタリングデータはサイトAで行った試験では濁度および水中放射線量とも低い値を示しており，実測の放射能濃度に沿う結果となった。一方，サイトBで行った実排水試験では水中放射線量がバックグラウンドよりも0.1 μSv/h以上高い値を示した。しかし濁度は25であり，**図―3**の関係式（サイトB）からも放射能濃度は低いことが推定された。結果的には，サイトBの実排水処理を行った場所の近傍にあったフレコンからの線量の遮蔽有無が結果に影響していることが判明し，実測の放射能濃度は濁度が示すとおり低い値であった。このことから水中放射線量計の測定時には周辺環境を確認し，線量が安定している場所を選ぶ必要があることが確認された。

本装置は開発後，除染現場にて70バッチ以上の排水の処理を行ったが，定期的な放射能濃度測定およびモニタリング装置の指標から処理水が10 Bq/L以下であったことが確認されている。

5. おわりに

本装置は1 t車に搭載可能な容積・重量に収まるよう設計したことにより，処理量は多くないが大型のトラックが入れない住宅街や狭い道路の先にある除染現場にも対応することができる装置となった。また本装置はユニット化されていることから，積み下ろし作業は一括で短時間のうちに行うことができ，必要時にのみ車両に搭載して使用することも特長のひとつである。さらに従来のオンサイト排水処理では行われていない濁度計および水中放射線量計を用い測定値をリアルタイムで表示することにより，処理水質を「見える化」し，より安心な除染排水の管理を実施することが可能となった。

表―2 各モニタリング装置の特徴

	濁度計	水中放射線量計
測定範囲	10 Bq/L以下でも推定可能 濁度計の上限までしか測定できず	30 Bq/Lが定量下限（200 L槽） 高濃度の測定可能
測定時間	10秒程度	3～5分
外部放射線の影響	受けない	受ける 定量下限が上昇するため，高線量域では遮蔽が必要
濁質の影響	受ける 懸濁物質の放射能濃度により変換係数が大きく変化	ほとんど受けない
溶解性Csへの対応	対応不可	対応可能

表―3 実排水処理結果

処理場所	排水種類	放射能濃度				処理水槽モニタリングデータ	
		^{134}Cs	^{137}Cs	^{134}Cs＋^{137}Cs	$\frac{^{134}\mathrm{Cs}}{60}+\frac{^{137}\mathrm{Cs}}{90}$	濁度	水中放射線量
		Bq/L	Bq/L	Bq/L		度	μ Sv/h
A	雨水枡等洗浄排水	15	44	59	0.74	−	−
	処理水	＜0.73	＜0.89	＜1.6	＜0.02	0.3	0.038（0.03-0.04）
A	樋等洗浄排水	40	132	172	2.1	−	−
	処理水	＜0.5	0.71	0.71	＜0.02	11	0.049（0.04-0.05）
B	路面洗浄排水	40	130	170	2.1	−	−
	処理水	＜0.8	1.7	1.7	＜0.03	25	0.42（0.28-0.30）

本装置で適用した濁度計と水中放射線量計を用いたモニタリングは，それぞれが放射能濃度と高い相関関係を示すことが確認されたが，両測定器を併用することにより，それぞれの特長を生かし，より精度の高いモニタリングが可能であることが示唆された。併用方式を用いることで濁質の影響を受けにくい水中線量計を用いて濁度計を較正することも可能と考えられ，様々な種類の土壌を取り扱う除染現場だけでなく，分級などの中間処理にともなう排水処理の水質管理においても有効な手法となることが考えられ，今後の除染関連業務での活用が期待される。

謝　辞

本装置の開発にあたり，水中放射線量計の貸与をはじめ，モニタリング装置検証試験において多くのご協力を頂いた㈱堀場製作所の中西保之氏，伊藤浩史氏，渡辺崇氏，高井義則氏に感謝いたします。

JCMA

《参 考 文 献》

1）環境省：除染関係ガイドライン 第 2 版（2013）
2）福島県：除染業務に係る技術指針 第 2 版（2014）
3）経済産業省：原子力発電所以外に適用されている放射能に関する主な指標例（2012）．http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/120427_01a.pdf
4）㈱国立環境研究所：放射性物質の挙動からみた適正な廃棄物処理処分（技術資料 第四版）（2014）
5）福島県生活環境部：平成 24 年度第一回福島県除染技術実証事業実施結果報告書（2013）
6）除染廃棄物・技術協議会 浄化土壌 WG：受け入れ土壌 / 浄化土壌の測定技術の情報．http://tacrwm.jp/03_techinfo/pdf/03_06/03_06_02_material_pub.pdf
7）㈱アステック東京：簡易型濁水・汚泥処理装置キュイーン，超簡易型ろ過機ロカッキー．http://www.astec-tokyo.co.jp/product/index.html
8）農林水産省：農地除染対策の技術書（第 2 編施工編）（2013）．http://www.maff.go.jp/j/nousin/seko/josen/
9）中西保之，伊藤浩史，古川泰生，富永浩二，野口俊太郎，久保田洋，繁泉恒河：簡易線量率計を用いた水中の放射性セシウム簡易スクリーニング法．環境放射能除染学会誌 ,Vol3,No.2,pp83-88（2015）

［筆者紹介］

久保田　洋（くぼた　ひろし）
㈱フジタ
建設本部　環境エンジニアリングセンター
土壌環境部

繁泉　恒河（しげいずみ　こうが）
㈱フジタ
建設本部　環境エンジニアリングセンター
土壌環境部

野口　俊太郎（のぐち　しゅんたろう）
㈱フジタ
建設本部　環境エンジニアリングセンター
土壌環境部
部長

特集≫≫ 地球温暖化対策・環境対策・環境対策工

地下空洞充填におけるシールド泥水の有効利用

平 間 昭 信・川 端 康 夫

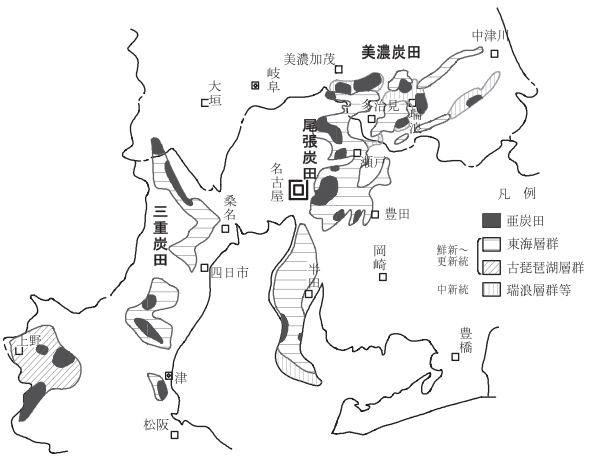
東海地区に散在する亜炭廃坑の陥没対策は，東南海トラフ地震などの特定災害における国土強靱化，防災・減災の取組み対象となっている。現在，実施されている亜炭廃坑の陥没対策には，砕石工場で生ずる副産物の脱水ケーキを主材とし，セメント系固化材，水を混合した流動性の高い充填材による充填工法が適用されている。ここでは，シールド工事で生じる余剰泥水を不要地下空洞の充填材として有効活用することを目的とし，大型充填用模型を用いた実験を行い，充填材として良好な品質を有することを確認したことを報告する。

キーワード：地下空洞，充填材，泥水式シールド，汚水，流動性，圧縮強度

1. はじめに

自然災害が多発する日本において，国土強靭化（ナショナル・レジリエンス）基本法が平成 25 年 12 月に策定され，国土強靭化に向けた取り組みが行われている。過去の負の遺産として全国に分布する亜炭廃坑や地下採石場跡，地下防空壕跡鉱などの不要地下空洞は，長期的な地盤のゆるみで陥没事故が起きるようになり，社会的リスクとなっている。特に，**図―1** に示す，東海地区に散在する亜炭廃坑の陥没対策は，東南海トラフ地震などの特定災害における国土強靱化，防災・減災の取組み対象となっている。

現在まで，亜炭廃坑をはじめとする不要地下空洞に対する充填技術の開発，施工実績を積み重ね，過去 20 年間に約 40 万 m^3 の空洞を充填した実績を有している。



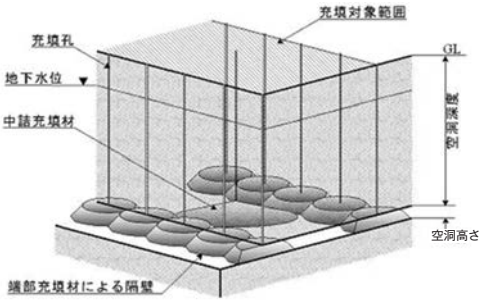
図―1 東海地方の亜炭廃坑分布 [1)]

現在，実施されている亜炭廃坑の陥没対策には，砕石工場で生ずる副産物の脱水ケーキ（粘土キラ，砂キラ）を主材とし，セメント系固化材，水を混合した流動性の高いスラリー材による充填工法が適用されている。一方，これまでにフライアッシュ，下水道汚泥焼却灰，溶融スラグ，ペーパスラッジ焼却灰などのリサイクル材の配合を検討し，良好な適用性を確認してきた [2)]。

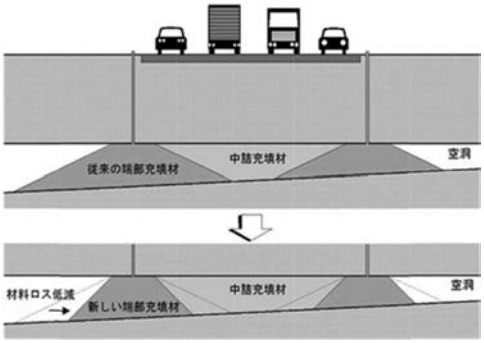
本報告では，シールド工事で生じる余剰泥水を不要地下空洞の充填材として有効活用することを目的とし，大型充填用模型を用いた実証実験の結果について報告する [3)]。泥水式シールド工法は，掘削中の切羽を安定させるために，掘削土中の粘土を取り込んだ泥水をシールドマシーンのチャンバー内に充満させ切羽を安定させた状態で掘削を行っている。掘削土は泥水とともに地上部に流体輸送され，一次処理装置により 0.075 mm 以上の砂・礫分と，0.075 mm 未満のシルト・粘土分を含んだ余剰泥水に分離される。砂・礫分は残土処分や有効利用されているが，余剰泥水は二次処理装置により脱水ケーキとして処理したのち，廃棄物として最終処分場で処理されている。シールド工事では，この廃棄物となる余剰泥水が大量に生じることから，その有効な再利用方法として余剰泥水を主材とした充填材の検討を行った。

2. 空洞充填工法とは

地下空洞充填工法は，固化材を混練したスラリーを地上からボーリング孔を通じて地下空洞に注入し，閉塞することで地盤の安定化を図る工法である。流動型充填工



図―２　限定充填工法概要図



図―３　急硬タイプ端部充填材の適用例

法および限定充填工法の２つの充填工法に分類される。

流動型充填工法とは，安全性の確認された粘土・シルト状の脱水ケーキなどの産業副産物を充填材の母材としてリサイクル利用し，これに固化剤と水を加えて混練したものを用いる一般的な工法である。

限定充填工法は，**図**―２に示すように，流動性抑制を目的に特殊水ガラスまたは急硬材を添加することで，広い空洞の対策範囲を限定するための隔壁を形成する。その隔壁内部に流動性の高い中詰充填材を充填することで対象範囲外への充填材の漏洩を防止し，効率的な空洞対策を可能とする工法である。地下空洞の条件(空洞高さ，空洞深度，地下水の有無，空洞底面の傾斜など）に応じて，**図**―３に示すように，各種材料を使い分けることができ，多様な地下空洞に対応した充填材を選定できる。

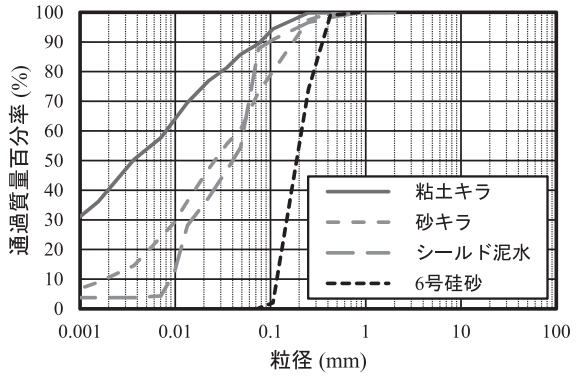
3. シールド泥水を用いた検証実験概要

(1) 使用材料

充填材主材の泥水は，泥水式シールド工法が適用されている現場の泥水を使用した。使用した充填材主材の物理試験結果を**表**―１に，充填材主材の粒度分布を**図**―４に示す。

表―１　充填材主材の物理試験結果

項　目	粘土キラ	砂キラ	泥水(乾)	6 号硅砂
土粒子の密度 (g/cm^3)	2.64	2.73	2.66	2.70
含水比 (%)	35.5	12.2	234.9	0.8
最大粒径 (mm)	2	2	2	0.85
細粒分含有率(%)	89	73	88	100
粘土分含有率(%)	54	19	4	0
50%粒径 (mm)	0.003	0.025	0.039	0.194
均など係数	22.9	25.1	5.5	1.74



図―４　充填材主材の粒度分布

(2) 充填材の要求性能および配合

充填材の要求性能を**表**―２に示す。この要求性能を満足する配合を室内実験で求めた。求めた配合を**表**―３に示す。

(3) 検証実験方法および測定項目

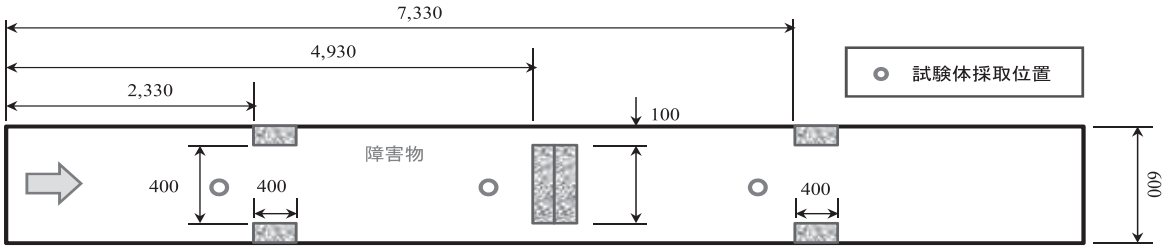
検証実験は，**図**―５に示す障害物を配した模型（長さ 10 m ×高さ 0.3 m ×幅 0.6 m）に，流下速度 60 ℓ／分，流下時間 10 分，流下量 約 620 ℓ の条件で充填

表―２　充填材の要求性能

単位容積質量	P ロート流下時間	ブリーディング率	圧縮強度
1.3～1.5 t/m^3	9 ～ 14 秒	3%以下	50 kN/m^2 以上

表―３　検証した充填材配合

充填材種類	単　位　量 (kg/m^3)						
	充填材主材				水	固化材	遅延剤
	粘土キラ	砂キラ	泥水	6 号硅砂			
キラ配合	360	120	－	－	800	60	0.18
泥水配合	－	－	375	125	793	60	0.18



図―５　大型充填用模型平面図

表―４　測定項目および測定方法

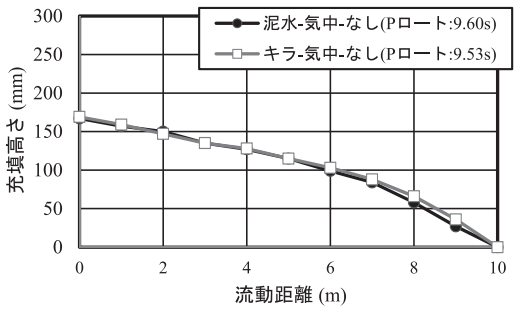
測定項目	測定方法
P 漏斗試験	JSCE-F 521「プレパックドコンクリートの注入モルタルの流動性試験方法（P 漏斗による方法）」に準拠。**写真**―１参照。
ブリーディング試験	JSCE-F 522「プレパックドコンクリートの注入モルタルのブリーディング率および膨張率試験方法」に準拠。
流動勾配	各測定ポイントでの充填高さを測定し，流動勾配を求めた。
圧縮強度	JIS A 1216「土の一軸圧縮試験方法」に準拠して，型枠採取により圧縮強度を求めた。
コアによる圧縮強度，単位容積質量	硬化後，模型内からコアを採取して JIS A 1216「土の一軸圧縮試験方法」に準拠して圧縮強度，単位容積質量を求めた。

材を注入し，流動勾配の測定および圧縮強度，単位容積質量の分布を測定した。なお，不要地下空洞は，地下水などで湛水している場合があることから，検討したケースは実際の充填環境を想定し，模型内を湛水したケース（以下，水中）と湛水しないケース（以下，気中）の２ケースで実施した。測定項目および測定方法を**表**―４に示す。

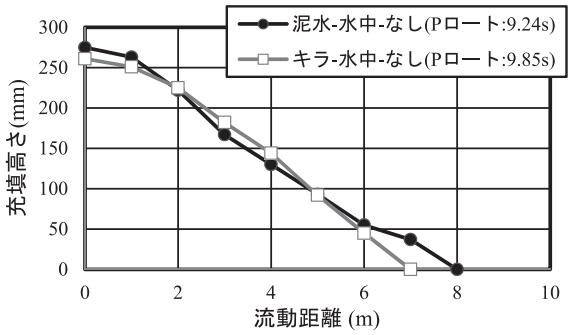
4. シールド泥水を用いた検証実験結果

(1) 流動勾配

気中における充填材の流動勾配を**図**―６に，水中の流動勾配を**図**―７に示す。シールド泥水を用いた充填材の流動勾配は，気中および水中ともに，従来のキラ材を用いた充填材とほぼ同等の流動性を有することを確認できた。今回の実験におけるシールド泥水の流動勾配は気中で 1.5%，水の抵抗を受ける水中では 3.9%だった。なお，注入した充填材の P 漏斗流下時間は，9.24 ～ 9.85 秒であった。



図―６　気中における充填材の流動勾配



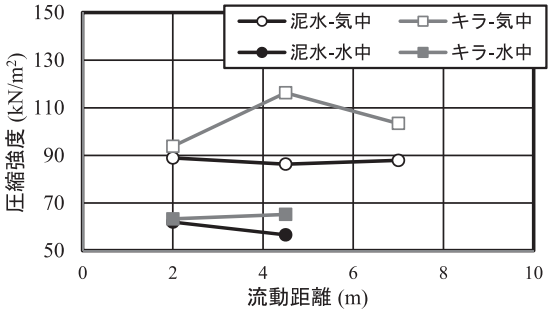
図―７　水中における充填材の流動勾配

(2) 圧縮強度および単位容積質量の分布

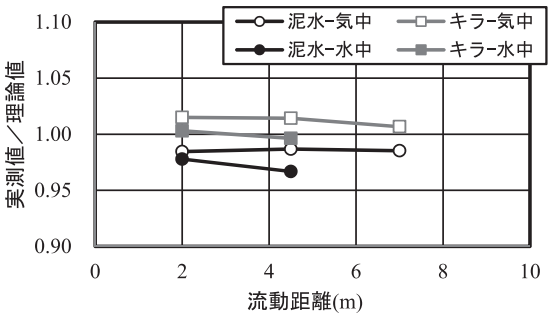
圧縮強度の測定結果を**図**―８に，単位容積質量の測定結果を**図**―９に示す。模型内の２m，4.5 m，７m の位置でサンプルを箱抜きし，硬化後コア抜きして測定を実施した。なお，水中の実験では，７m の位置で試験体採取が行えなかったことから 4 m までの結果を示した。

圧縮強度は泥水，キラ材の各配合ともに，流動距離の影響を受けず，ほぼ同じ圧縮強度であった。一方で，水中の試験では材料投下時の撹拌が若干影響し，気中に比べて水中の圧縮強度が小さな値を示したが，流動距離の影響はなく，要求性能の 50 kN/m^2 を満足する結果であった。

配合表に基づく設計単位容積質量（1.353 t/m^3）に対する比は，気中が 0.98 ～ 0.99 であり，水中では 0.97 ～ 0.98 の結果であり，単位容積質量も流動距離および水中での流動の影響はほとんど確認されなかった。



図―８　圧縮強度測定結果：材齢 28 日

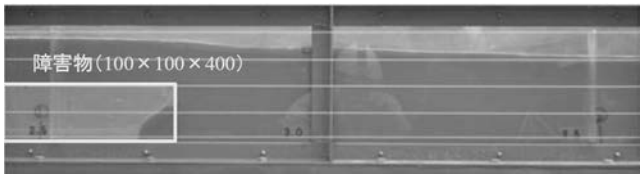


図―９　単位容積質量測定結果：材齢 28 日

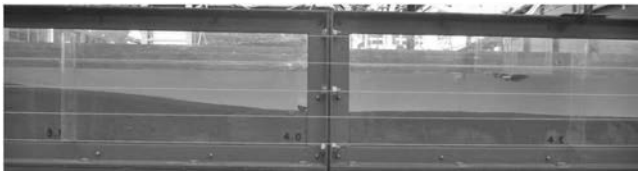
(3) 充填状況

図―５の模型平面図に示したように，気中および水中ともに，充填材の流動を阻害する障害物を複数配置して，流動状況を観察した（**写真**―１）。**写真**―２に示すように，流動方向に対して障害物の背面側にも充填材が充填されており，高い充填性能を確認した。また，**写真**―３に示すように，水中を流動させた充填材については材料分離は確認されなかった。

写真―１　Ｐ漏斗試験状況



写真―２　充填材の充填状況



写真―３　水中における充填材の流動状況

5. おわりに

実際の泥水式シールド工法の採用現場で生じた余剰泥水を主材とした充填材の配合を選定し，大型充填用模型を用いて充填性を検証した。今回実施した実験で得られた知見を以下に示す。

・Ｐロート流下時間など，これまでの充填材の要求性能を満足する配合を選定することにより，キラ材を用いた従来の充填材と同等の流動勾配および充填性が得られた。
・圧縮強度は，泥水，キラ材の充填材ともに，水中においても流動距離の影響を受けず，要求性能の 50 kN/m^2 を満足した。

今回の検証実験において，シールド工事から排出される余剰泥水は，充填材取材として高い適用性が確認できた。ただし，実際のシールド工事の現場では，地質条件によって，余剰泥水の密度，粒度分布などの品質が異なるため，充填材の配合や性状に影響を与えることが考えられる。このことから，今後は，これら地質条件が充填材の性状に及ぼす影響を把握し，充填材の要求性能を満足する配合設計を選定するための検討を進めていく予定である。

JCMA

《参 考 文 献》
1）日本充てん協会編：改訂版 空洞充填施工マニュアル，―空洞による災害防止と地盤安定化のための技術―，日本充てん協会，2004.
2）坂本昭夫，山田則紀利，岩城圭介，川本眺万：リサイクル材料の空洞充填材への適用性，材料，第 54 巻第 11 号，pp.1123-1128，2005.
3）川端康夫，松原利之，望月泰彦，平間昭信，坂本昭夫：土木学会第 70 回年次学術講演会講演概要集，Ⅲ部門，pp.121-122，2015.9.

[筆者紹介]
平間　昭信（ひらま　あきのぶ）
飛島建設㈱
土木事業本部　エンジニアリング部
インフラ防災グループ
上席技術員

川端　康夫（かわばた　やすお）
飛島建設㈱
土木事業本部　エンジニアリング部
インフラ防災グループ
部長

特集≫≫ 地球温暖化対策・環境対策・環境対策工

製品化に至るまでの二酸化炭素（CO_2）排出量を実質ゼロ以下にできる環境配慮型コンクリート

CO_2-SUICOM（スイコム）

関　健吾・向原敦史・庄司　慎

石炭灰をはじめとする産業副産物を大量に活用し，さらにCO_2を吸収・固定するコンクリート“CO_2-SUICOM”（以下「本コンクリート」という）を開発した。本コンクリートについて，室内試験によってCO_2排出量および廃棄物リサイクル量を評価した。また，取得した結果に基づき，実工事に適用した場合のCO_2排出量および廃棄物リサイクル量を試算した。その結果，本コンクリートを実工事に適用することで，環境負荷を著しく低減することができるとの見通しを得た。

キーワード：石炭灰，CO_2，炭酸化養生，排気ガス，コンクリート

1. はじめに

近年火力発電は，我が国の電力供給量の90％程度を担っており，それに伴い産業や国民生活を支える重要なエネルギーとなっている[1)]。しかしながら，火力発電のうち石炭火力の特徴として，原料となる石炭を燃焼した際にCO_2と石炭灰が排出されてしまうことが挙げられる。CO_2は地球温暖化の一因として考えられており，国内外において，排出量の削減が求められている。他方，石炭灰に関しては，その有効利用率は高いものの，最終処分場の延命化という観点からは，更なる有効活用が望まれる。

これまでにも，機械設備の合理化やコンクリートへの石炭灰の活用（フライアッシュセメント）に代表されるように，各方面で前述の課題解決に向けた検討が様々なされている。しかしながら，火力発電所は今後も増設されることが見込まれており，益々の努力を重ねることが必要であると考えられる。

このような背景のもと，著者らは，特殊混和材や石炭灰などの副産物を用いてコンクリート中にCO_2を吸収・固定する本コンクリートを開発した[2)]。本コンクリートの特徴は二つある。まず一つ目は，材料製造時のCO_2排出量が少ない特殊混和材や石炭灰をセメント代替として用いることで，材料製造時のCO_2排出量を低減していることである。二つ目は，火力発電所の排ガスを充満させた養生槽内でコンクリートを養生（以下，炭酸化養生）することで，排ガス中のCO_2をコンクリート中に吸収・固定させていることである[2)]。このように，本コンクリートは，石炭灰等産業副産物の有効活用とCO_2排出量の大幅削減という二項目を実現しており，前述した二つの課題解決に寄与するものとして期待される。また，本コンクリートは，配合設計や製造方法の工夫により，石炭灰利用率を更に高めることができる。

ここでは，石炭灰利用率を高める手法として，即時脱型方式のプレキャストコンクリートブロックの製造を想定し，室内試験によりコンクリートの品質評価を行うと共に，実工事に適用した場合の環境負荷低減効果を試算した結果を報告する。

2. 本コンクリートの品質評価結果

(1) 使用材料および配合

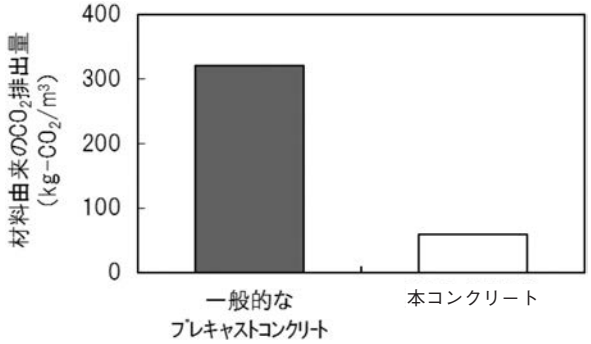
本コンクリートの使用材料を**表―1**に示す。表中には，土木学会の指針[3)]に示される材料由来のCO_2排出量および廃棄物リサイクル量の原単位を併記した。なお，同指針中では，セメントおよび石炭灰は廃棄物リサイクル量の計上対象として扱われているものの，高炉スラグ微粉末およびフライアッシュは計上対象外として扱われている。

配合は，即時脱型性等を考慮して，水粉体比を32％とした。その場合，本コンクリートの単位セメント量は55 kg/m^3，単位石炭灰量は212 kg/m^{3}となる。強度や配合にもよるが，一般的なプレキャストコンクリートは，単位セメント量が400～450 kg/m^{3}程度と考えられ，石炭灰は使用していない場合がほとんどであることを踏まえると，本コンクリートは，セメント使用量が大幅に低減され，代わりに石炭灰の使用量

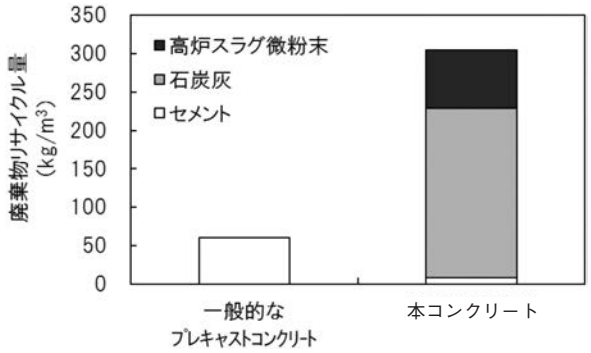
表―1　使用材料[3)]

名称	密度 (g/cm³)	CO_2 排出量 (kg/ton)	廃棄物リサイクル量 (wet-kg/ton)
水道水	1.00	0	0
早強セメント	3.14	766.6	148
高炉スラグ微粉末	2.91	26.5	−
γ -C_2S (ダイカルシウムシリケート)	2.85	159.3	(740)※
石炭灰（原粉）	2.20	0	1000
細骨材	2.62	3.7	−

※参考として，材料に含まれる副生消石灰の量を示すが，本検討では考慮しない



図―1　材料由来の CO_2 排出量の比較



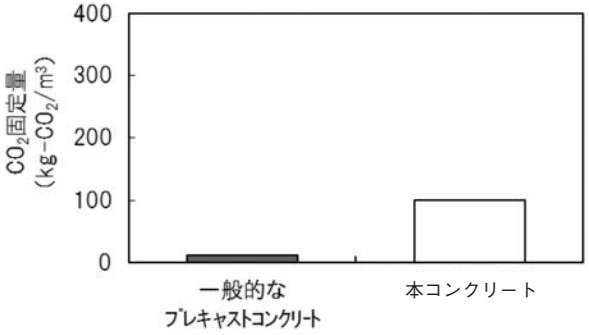
図―2　廃棄物リサイクル量の比較

が著しく多くなっていることが分かる。

各々の配合について，土木学会の指針[3)]に従い，材料由来の CO_2 排出量および廃棄物リサイクル量を算出した。算出結果を**図―1**および**図―2**に示す。本コンクリートは，一般的なプレキャストコンクリートと比較して，材料由来の CO_2 排出量が 1/6 と大幅に少ないだけでなく，廃棄物リサイクル量も 4 ～ 6 倍へと大きく増加することが分かる。

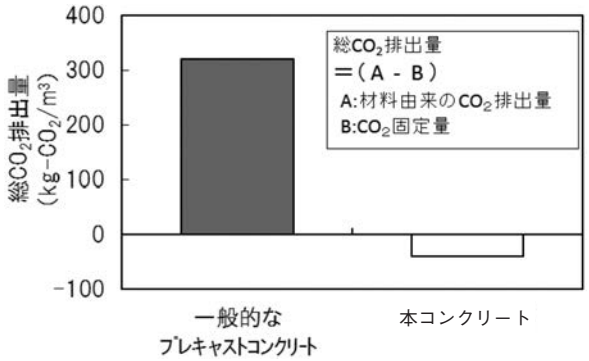
(2) CO_2 削減量の評価

試験室の設備（促進中性化試験装置）を用いて炭酸化養生を行った本コンクリートについて，無機炭素分析を行い，CO_2 固定量を測定した。測定結果を**図―3**に示す。図より，一般的なプレキャストコンクリートは炭酸化していないため，ほとんど CO_2 を固定していない結果となったが，本コンクリートは 100 kg/m³ の CO_2 をコンクリート中に固定していることが分かる。



図―3　CO_2 固定量の測定結果

ここで，“材料由来の CO_2 排出量（**図―1**）”から，“CO_2 固定量（**図―3**）”を差し引いた，CO_2 排出量の評価結果を**図―4**に示す。図より，一般的なプレキャストコンクリートは 320 kg/m³ 程度の CO_2 を排出するのに対し，本コンクリートの CO_2 排出量は −39 kg/m³ であった。すなわち，CO_2 削減量は 320 −（−39）= 359 kg/m³ と大幅に低減できることが分かった。



図―4　CO_2 排出量の評価結果

3. 実工事に適用した場合の環境負荷低減効果の試算

前章での室内試験による品質評価結果を踏まえ，本コンクリートを実工事に適用した場合について，CO_2 排出量と廃棄物リサイクル量を試算し，環境負荷低減効果を評価した。

(1) 対象工事と試算条件

検討対象とした工事条件および試算条件を**表―2**に示す。検討対象は，大規模太陽光発電所（以下，メガソーラー発電所）新設工事のうち，太陽光パネル基礎

表―２ 検討対象とした工事条件および試算条件

分類	項目	試算条件	
		一般的なプレキャストコンクリート	本コンクリート
工事概要	工事対象物	メガソーラー発電所	
	使用コンクリート製品	太陽光パネル基礎ブロック	
工事条件	ブロック寸法	2.0 m × 0.4 m × 0.5 m	
	使用ブロック数量	11,000 個	
	コンクリート使用量	4,400 m^3（0.4 m^3 × 11,000 個）	
	練混ぜ方法	コンクリートミキサ（2.5 m^3）を使用（0.6 kg-CO_2/ m^3）[3]	
	締固め方法	棒状バイブレータ（0.2 kg-CO_2/h）[3]	CV-10 型全自動成型機(3.7 kW × 4 台)（6.0 kg-CO_2/h）
	養生方法	蒸気養生→気中養生	気中養生→炭酸化養生
	運搬方法	トラック（ディーゼル，10 t）（2.7 kg-CO_2/m^3）[3]	
	運搬経路	工場 10km 納入場所	工場 10km 炭酸化養生 10km 納入場所

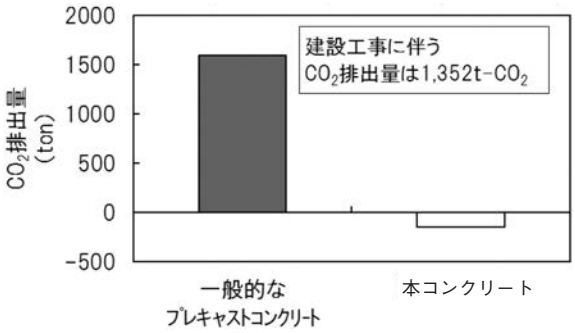
ブロックの設置工事とした。発電出力は，2013 年時点で建設予定であったメガソーラー発電所のうち，最大規模である 8,000 kW と設定した。

(2) 実工事に伴う CO_2 削減量

基礎ブロックの材料製造～練混ぜ～締固め～養生～運搬までを対象として，実工事に伴う CO_2 排出量をそれぞれ算出した。各工程における CO_2 排出量の算出結果を**表―３**に示す。なお，同表には，前章にて測定したCO_2固定量も併記した。表より，本コンクリートは，基礎ブロックの製造から運搬までを考慮しても，CO_2 排出量はマイナスとなる結果であり，一般的なプレキャストコンクリートと比較して 400 kg/m^3 の CO_2 を削減できることが分かった。さらに，工事全体で製造する基礎ブロック数量（11,000 個）を考慮し，工事全体での CO_2 排出量を算出した。算出結果を**図―５**に示す。図より，一般的なプレキャストコンクリートを使用した場合は，工事全体で 1,592 ton の CO_2 を排出する結果となった。一方，本コンクリートを使用した場合は，－147 ton の CO_2 を排出する，すなわち，147 ton の CO_2 を固定する結果となった。よって，本条件において本コンクリートを使用する場合は，1,592－(－147) = 1,739 ton の CO_2 を削減できる結果となった。

表―３ 実工事における CO_2 排出量の算出結果

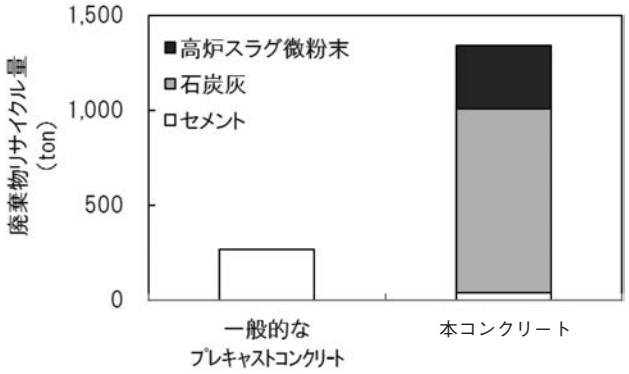
項目			一般的なプレキャストブロック	本コンクリート
A：CO_2 排出量（kg/m^3）	使用材料		320.0	61.0
	製造	練混ぜ	0.6	
		締固め	0.0	0.1
		養生	38.5	0.0
	運搬		2.7	5.4
B：CO_2 固定量(kg/m^3)			0.0	100.0
合計（A － B）			361.8	－39.0



図―５ 実工事における CO_2 排出量

(3) 実工事に伴う廃棄物リサイクル量

前述の廃棄物リサイクル量（**図―２**）の結果および工事全体で製造する基礎ブロック数量に基づき，工事全体での廃棄物リサイクル量を算出した。算出結果を**図―６**に示す。図中には，土木学会の指針[3]に示される定義に加えて，高炉スラグ微粉末を加えた場合の廃棄物リサイクル量も併記した。図より，工事全体における廃棄物リサイクル量は，一般的なプレキャストコンクリートを使用した場合には 267 ton となるのに対し，本コンクリートを使用した場合には，1,008 ton



図―６　実工事における廃棄物リサイクル量

となり，約 4 倍となることが分かった。さらに，高炉スラグ微粉末も計上した場合には，その値は 1,341 ton とさらに増加する結果が得られた。

4. おわりに

本コンクリート CO_2-SUICOM を実工事に適用することで，CO_2 排出量および廃棄物リサイクル量において，環境負荷を大きく低減できる可能性が示された。

我が国のエネルギー供給政策として，想定シナリオにもよるが，2020 年までに 2,626 万～ 5,200 万 kW の太陽光発電の設置が見込まれている [4)]。仮にこれらに用いる太陽光パネル基礎ブロックを，全て本コンクリート CO_2-SUICOM で製造した場合，CO_2 排出量は 571 ～ 1135 万 ton 程度削減できる試算となる。また，廃棄物リサイクル量は，243 ～ 484 万 ton 程度増加できる試算となる。

JCMA

《参 考 文 献》

1）資源エネルギー庁：電力調査統計，インターネット HP
http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/electric_power/ep002/results.html#headline2
2）吉岡 一郎ほか：CO_2 排出量をゼロ以下にできる環境配慮型コンクリートの開発，電力土木，平成 23 年 11 月号
3）土木学会：コンクリート構造物の補修・解体・再利用における CO_2 削減を目指して，コンクリートライブラリー 134，2012
4）経済産業省 2013 年以降の対策・施策に関する報告書
http://www.env.go.jp/earth/report/h24-03/main.pdf

［筆者紹介］

関　健吾（せき　けんご）
鹿島建設㈱
技術研究所　土木材料グループ
研究員

向原　敦史（むかいばら　あつし）
中国電力㈱
流通事業本部　土木計画担当

庄司　慎（しょうじ　まこと）
デンカ㈱
インフラ・無機材料部門
特殊混和材部　技術課

生分解性作動油
次世代脂肪酸エステル系作動油

小 川 仁

建設機械より漏洩した油圧作動油は，河川や土壌等に混入し自然環境に影響を及ぼす可能性がある。ISO14001 に代表されるよう，環境に対する企業の取組姿勢が問われており，生分解性作動油の検討，使用は不可欠の課題である。

本稿では，環境保護の観点から生分解性作動油の技術的課題および次世代脂肪酸エステル系作動油の特徴を紹介する。

キーワード：脂肪酸エステル，油圧作動油，環境保護，生分解性，建設機械，次世代油

1. はじめに

近年，地球環境問題が注目されており，潤滑油の河川，海水および土壌への漏洩対策も重要な課題となっている。機械に使用される潤滑油の多くは鉱油を基油として製造されているが，一般的に鉱油は自然界で分解されにくく，長期間にわたり残存する。漏れないように対策をとることが一番望ましいが，万が一，自然界に流出してしまった際のことを考え，自然界の微生物に分解されやすい生分解性潤滑油に対する要望が高まりつつある。

建設機械においても，施工時の突発的な油圧作動油の漏れや拡散が起こった際，環境汚染の観点から環境への影響が少ないことが求められ，自然界の微生物に分解されやすい生分解性が注目されている。生分解性は**表**―１に記載した試験法で評価されており，酸素の消費量や二酸化炭素の生成量，有機物の分解率から算出される。主な潤滑油基油の生分解度を**表**―２に示した[1)～4)]。鉱油やホワイトオイルは，生分解性が乏しく，生分解性作動油の基油に用いることができない。PAO（ポリ-α-オレフィン）は，低粘度油の生分解性は良好であるが，油圧作動油で使用される高粘度油は生分解性が乏しい[3), 4)]。植物油や合成エステルなどの脂肪酸エステルは，生分解性が良好であり，生分解性作動油で幅広く使用されている。ポリエーテルも生分解性は良いが，シール材や塗料との適合性に注意が必要であり，鉱油との相溶性に問題があることから油圧作動油には不向きである[5)]。

表―１ 主な生分解性試験

試験法		生分解度の算出方法
OECD 法	OECD 301B	二酸化炭素の生成量を測定
	OECD 301C	酸素の消費量を測定
	OECD 301F	酸素の消費量を測定
ASTM 法	ASTM D5864	二酸化炭素の生成量を測定
	ASTM D6731	酸素の消費量を測定
CEC 法	CEC-L-33-A-94	IR スペクトルで分解率を測定

表―２ 潤滑油基油の生分解性[1)～4)]（CEC-L-33-T-82 法※）

基材名	生分解度，%
鉱油	15 ～ 35
ホワイトオイル	25 ～ 45
PAO ①（100℃動粘度が 4 mm^2/s 以下）	50 ～ 80
PAO ②（100℃動粘度が 6 mm^2/s 以上）	5 ～ 30
植物油	70 ～ 100
合成エステル①（ポリオールエステル）	70 ～ 100
合成エステル②（ダイマー酸エステル）	20 ～ 80
ポリエーテル（EO）	70 ～ 100

※ 現在は，CEC-L-33-T-94 法

以上のように，生分解性が求められる油圧装置では，基油に脂肪酸エステルを用いた油圧作動油（脂肪酸エステル系作動油）が使用されており，今後も環境保護の観点から使用量が増えていくものと思われる。しかしながら，従来の脂肪酸エステル系作動油には，いくつかの技術的な課題がある。後述，次世代脂肪酸エステル系作動油の特徴と課題について解説する。

2. 生分解性潤滑油

(1) 建設機械用生分解性作動油

生分解性潤滑油の開発・使用は，特に多数の国が水源を一緒にする欧州で活発であり，ドイツやスイス等では条例により，郊外・森林等特定地域での作業には生分解性潤滑油の使用が義務づけられている。現在，日本国内においては生分解性潤滑油の使用は義務づけられていないが，㈳日本建設機械化協会規格（JCMAS）では建設現場における油の漏洩対策の一環として，建設機械用生分解性作動油の品質・性能を追究した規格（HKB）が制定されている。環境や生態系保護に対する意識がさらに強くなっており，油圧作動油の漏洩は機械ユーザーにとって無視できる問題ではなくなっている。必然的に生分解性作動油の使用がますます普及すると思われる。

(2) エコマーク

エコマークは「第三者認証による自主的な環境ラベル」であり，㈶日本環境協会が ISO14024 の規定に則って運営されている。日常生活に伴う環境への負荷の低減などを通じて，環境保全に役立つと認められる商品に「エコマーク」を付けることにより，商品の環境的側面に関する情報を広く社会に提供し，環境に優しくありたいと願う消費者による商品の選択を促すことを目的としている。

3. 脂肪酸エステル系作動油における課題

(1) 脂肪酸エステル系作動油の特徴

脂肪酸エステル系作動油は，基油に脂肪酸エステルを使用している。基油の脂肪酸エステルは，アルコールと脂肪酸が脱水縮合して生成する化合物であり，植物油と合成エステルに分類される。植物油は天然に存在する油脂であり，グリセリンとオレイン酸などの脂肪酸が反応して生じたものである。合成エステルは原料のアルコールと脂肪酸を任意に組み合わせて製造されるものであり，狙った特性に物性を調整することが可能である[6]。

表―3　脂肪酸エステル系作動油の主な特徴

長所	短所
・生分解性が良い ・難燃性である ・粘度指数が高い ・低温流動性が良い	・酸化安定性が悪い ・耐摩耗性が悪い ・非鉄金属との適合性が悪い

従来の脂肪酸エステル系作動油は**表―3**のような特徴があり，生分解性等に優れるが，鉱油に比べて酸化安定性，耐摩耗性および金属適合性などが劣るため，管理を怠るとトラブルに至る可能性があった。

(2) 脂肪酸エステル系作動油の酸化安定性

脂肪酸エステルの酸化安定性は原料のアルコールと脂肪酸の化学構造に影響される。アルコールと脂肪酸の違いによる脂肪酸エステルの特徴を**表―4**にまとめた。ネオペンチルポリオールと飽和脂肪酸を原料にした飽和脂肪酸エステルは，酸化安定性に最も優れるが，厳選した原料を使用するために高価であり[6]，限られた用途でしか使用されない。一方，不飽和脂肪酸エステルは飽和脂肪酸エステルより酸化安定性は劣るが，低温流動性や粘度特性，コスト面で優れており，市場に流通しているほとんどの脂肪酸エステル系作動油に適用されている。しかしながら，酸化安定性に課題がある場合が多く，建設機械メーカーでは作動油の交換時間を鉱物油の半分程度に設定しているのが現状である[5]。

(3) 脂肪酸エステル系作動油の耐摩耗性

油圧作動油には油圧ポンプの破損を防ぐため，摩耗防止剤などの添加剤が配合されている。鉱油系ではジアルキルジチオリン酸亜鉛（ZnDTP）などの添加剤が使用されており，優れた耐摩耗性を発揮する。しかしながら，欧州の生分解性潤滑油の規格（EU エコラベル）では ZnDTP などの金属化合物の使用が禁止さ

表―4　アルコールと脂肪酸の違いによる脂肪酸エステルの特徴

種類	菜種油など	不飽和脂肪酸エステル	飽和脂肪酸エステル
アルコールの種類	グリコール	ネオペンチルポリオール	ネオペンチルポリオール
脂肪酸の種類	不飽和脂肪酸	不飽和脂肪酸	飽和脂肪酸
熱・酸化安定性	×	○	◎
粘度特性・低温流動性	○	◎	○
入手性・コスト	◎	○	×
分類	植物油	合成エステル	合成エステル

れており，添加剤の選定に注意が必要である。また，脂肪酸エステル中では従来の鉱油で使用されている添加剤を加えると，効果が不十分な場合や過剰反応による摩耗促進が起こる場合が報告されている[7),8)]。

(4) 脂肪酸エステル系作動油の金属適合性

油圧ポンプの摺動部には黄銅などの非鉄金属が使用されているが，脂肪酸エステル系作動油はこれら金属材料との適合性が低いと言われている[9)]。脂肪酸エステル系作動油を使用する場合には黄銅を使用しない別仕様の油圧ポンプを使用することもあり，黄銅に適合する脂肪酸エステル系作動油が求められている。

4. 次世代脂肪酸エステル系作動油

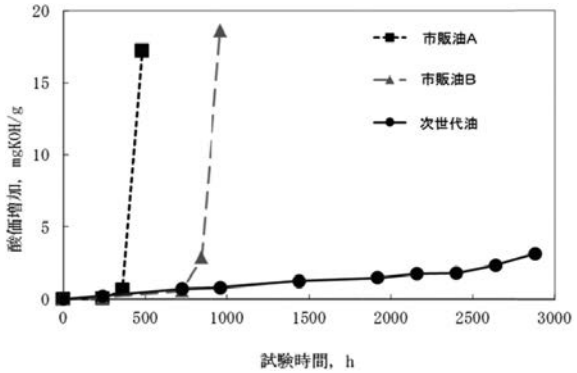
上述のとおり，従来の脂肪酸エステル系作動油では酸化安定性，耐摩耗性および金属材料との適合性に課題があった。これらの課題を克服するためには適切な基材（エステル）の選定と新規な発想に基づく添加剤処方が必要である。そこで，生分解性を有した次世代脂肪酸エステル系作動油を開発したので，その各種性能を紹介する。

(1) 次世代脂肪酸エステル系作動油の酸化安定性

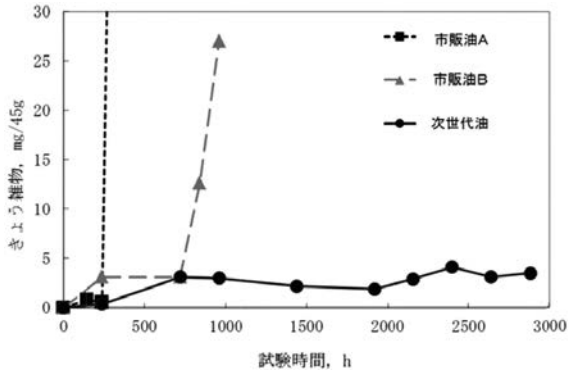
脂肪酸エステル系作動油の酸化安定性を向上させるには，酸化防止剤の選定が重要である。

次世代脂肪酸エステル系作動油（以下，次世代油という）および市販脂肪酸エステル系作動油（以下，市販油という）を用いて，酸化安定性試験（Dry-TOST）を実施した。酸価増加を**図―1**，きょう雑物量の推移を**図―2**に示す。次世代油は酸価増加やきょう雑物量の生成量が少なく，従来の市販油よりも酸化安定性が向上していることがわかる。

このように，次世代油は従来の市販油よりも寿命が長く，油圧作動油の交換時間の延長が期待できる。



図―1　Dry-TOST における酸価増加

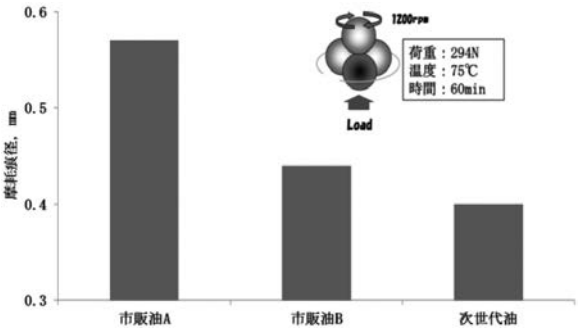


図―2　Dry-TOST におけるきょう雑物の推移

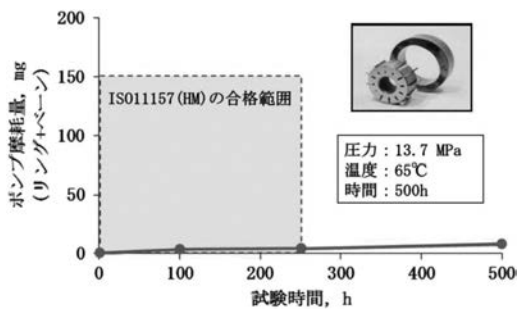
(2) 次世代油の耐摩耗性

脂肪酸エステル系作動油の耐摩耗性を向上させるには，摩耗防止剤の選定が重要である。次世代油では脂肪酸エステルに最適な摩耗防止剤を配合することで，耐摩耗性の向上を検討した。**図―3**に次世代油の耐摩耗性を四球試験で評価した結果を示す。従来の市販油よりも摩耗痕径が小さく，優れた耐摩耗性を有していることがわかる。

また，次世代油を用いて，実際の油圧ポンプでの耐摩耗性を評価した。評価は ASTM D7043 に規定されている V104C ベーンポンプ試験を実施した。本試験は油圧ポンプを用いて油圧作動油の耐摩耗性を評価する試験であり，耐久試験前後のポンプの摩耗量（ベーン＋リング）を評価する。ISO 規格（ISO 11158, HM）では，250 時間後におけるポンプの摩耗量が



図―3　四球試験における耐摩耗性の評価結果



図―4　V104 ベーンポンプ試験における耐摩耗性評価結果
（合格基準：250 h 後のポンプ摩耗量が 150 mg 以下）

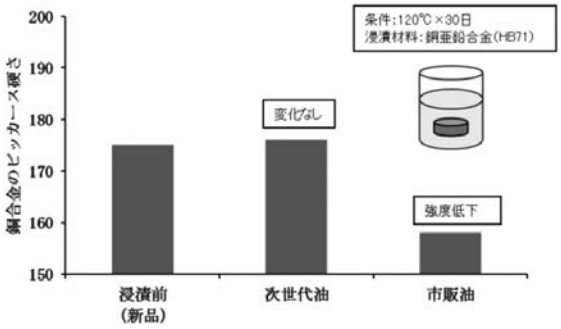
150 mg 以下であることを合格基準としている。次世代油での試験結果は**図**―4 のとおりであり，ISO 規格を満足するだけでなく，500 時間後でもポンプの摩耗量が少ないことを確認した。

このように，次世代油は四球試験だけではなく，実際の油圧ポンプでも優れた耐摩耗性を実証している。

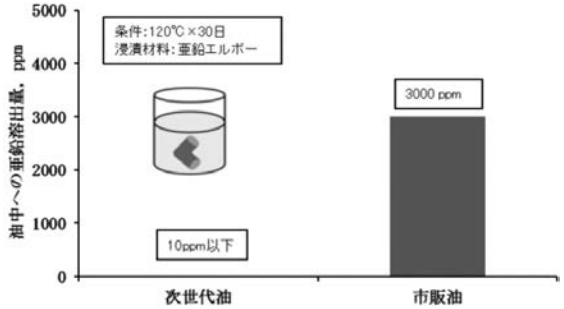
(3) 次世代油の金属材料との適合性

油圧ポンプで使用される黄銅には，亜鉛などの両性金属が含まれているが，両性金属は酸に溶解しやすい性質がある。脂肪酸エステルは脂肪酸が原料であるため，未反応の脂肪酸が残存した場合，黄銅から亜鉛などの金属が溶出し，黄銅を脆化させてしまう場合がある。このことから，次世代油は亜鉛の溶出を抑制することで，黄銅との適合性向上を検討した。

図―5 は，亜鉛材料（エルボ）を脂肪酸エステル系作動油に 120℃で 30 日間浸漬させて，亜鉛の溶出量を測定した結果である。従来の市販油では顕著な亜鉛の溶出が確認されたが，次世代油では亜鉛の溶出が



図―5　浸漬試験後の亜鉛溶出量



図―6　浸漬試験前後における黄銅の強度変化

表―5　次世代油の代表性状

項目＼種類		単位	次世代油	建設機械用生分解性作動油（HKB）性能基準[10]	
				常温用	低温用
粘度区分			ISO VG46	VG46	VG46L
密度	15℃	g/cm^3	0.921	報告	
色相	ASTM		L1.0	報告	
引火点	C.O.C	℃	300 以上	報告	
動粘度	40℃	mm^2/s	46.8	41.4 以上	
				50.6 以下	
	100℃	mm^2/s	9.37	6.8 以上	
低温粘度	−20℃	mPas	1300	−	5000 以下
流動点		℃	−37.5	−30 以下	
酸価		mgKOH/g	0.37	報告	
水分		ppm	200 以下	1000 以下	
銅板腐食			1	1 以下	
さび止め性	蒸留水		さびなし	さびなし	
泡立ち性	24℃		0/0	50/0	
	93.5℃		0/0	50/0	
	93.5℃後の 24℃		0/0	50/0	
FZG 試験		不合格ステージ	12	8 以上	
V104C ベーンポンプ試験（250 時間）	リング摩耗量	mg	3.5	120 以下	
	ベーン摩耗量	mg	0.7	30 以下	
A2F ポンプ試験（35MPa, 500 時間 , 80℃）	粘度変化率	%	3	10 以下	
	酸価増加	mgKOH/g	0.45	2.0 以下	
	きょう雑物	mg/100 ml	0.9	10 以下	
加水分解安定性	銅の質量変化	mg/cm^2	−0.02	報告	
	銅変色		1	報告	
	油層酸価値増加量	mgKOH/g	0.28	報告	
耐荷重試験（シェル 4 球式）	融着荷重	N	1569	1235 以上	
耐摩耗試験（シェル 4 球式）	294N，1200rpm，60min，75℃	mm	0.47	0.6 以下	
摩擦特性	SAE No.2（μs）		0.08	0.07 以上	
環境に対する基準	生分解度　（OECD 301B）	%	60 以上	60 以上	
	急性毒性　（96h LC50）	mg/L	100 以上	100 以上	

ほとんどないことがわかる。また，実際の油圧ポンプに使用されている黄銅を用いて，同様の浸漬試験を実施した。浸漬試験前後における強度変化（ビッカース硬さ）を**図**―6に示す。**図**―5で亜鉛の溶出が確認された従来の市販油では，浸漬後にビッカース硬さの値が小さくなっており，黄銅の強度低下が確認された。一方，次世代油に浸漬した場合では，黄銅の強度低下は確認されなかった。

このように，次世代油は黄銅に含まれる亜鉛の溶出を抑制することで，従来の市販油よりも黄銅との適合性を向上させている。

(4) 次世代油の性状

以上のように，次世代油では酸化安定性，耐摩耗性および非鉄金属との適合性の改善に成功している。また，次世代油の一般性状を**表**―5に示すが，一般社団法人日本建設機械施工協会（JCMAS）が定めている建設機械用生分解性作動油（HKB）の性能基準[10]を満足している。更に，次世代油は公益財団法人日本環境協会によるエコマークの認定基準[11]も合格しており，エコマーク認定商品として登録されている。

5. おわりに

脂肪酸エステル系作動油の特徴を解説し，課題として酸化安定性，耐摩耗性および非鉄金属との適合性に課題があることを説明した[12]。さらに，これらの課題を克服するための具体案として，次世代脂肪酸エステル系作動油を紹介した。

欧州の建設・工事現場で使われる建設機械では，早くから生分解性の油圧作動油を採用されるなど環境対応への取組みがなされてきた。世界共通で環境保護という大きな課題がある中，日本の建設・工事現場で使用される建設機械に，次世代脂肪酸エステル系作動油を適用することによって，地球環境に貢献できれば幸いである。

JCMA

《参考文献》

1) Honald, S；Review of the Current Situation, The Lubrizol Corporation (1993)
2) Lou A.T Honary・Erwin Richter；Biobased Lubricants and Grease, WILEY 編, 2001 年, p.188
3) J.f.Carpenter；Lub.Eng, 50, 5, 359 (1994)
4) J. F. カーペンター・山内弘 (訳)；トライボロジスト, 39, 4, 330 (1994)
5) 落合正巳・波多野和弘；トライボロジスト, 45, 4, 286, (2000)
6) 川本英貴・吉川文隆；トライボロジスト, 59, 7, 407, (2014)
7) I.Mnami&S.Mitsumine；Tribology Letters, 13, 2, 95 (2002)
8) 平尾佳二・長谷川敏晃・木寺洋介・目見田通政・南一郎；トライボロジスト, 48, 9, 734 (2003)
9) 武田健吾；油空圧技術, 12, 36, (2008)
10) 社団法人日本建設機械化協会；建設機械用生分解性油圧作動油 JCMAS P 042 (2004)
11) 公益財団法人 日本環境協会 エコマーク事務局；エコマーク商品類型 No.110, 生分解性潤滑油 Ver.2.6 認定基準書 (2012)
12) 置塩直史；ENEOS technical Review 57, 1, 33 (2015)

［筆者紹介］
小川　仁 （おがわ　ひとし）
JX 日鉱日石エネルギー㈱
潤滑油カンパニー
潤滑油販売部　工業用潤滑油グループ
担当マネージャー

ずいそう

四国遍路と石組の文化を訪ねて

髙　倉　寅　喜

2014年，この年は弘法大師42才にして四国八十八ヶ所霊場を開創以来1,200年の吉祥の年に当たり，各寺では50年ぶりに記念行事も開催され賑わっていた。

四国遍路の歴史は「石」に，弘法大師の修行の歴史は「岩」に始まる。そして四国には歴史を刻む「石積の技術」に裏打ちされた景観も各所に見られる。趣味の写真撮影を兼ね四国遍路の傍らこれらを尋ね歩くのが大きな楽しみである。

四国遍路に訪れる人は年間30万人ともいわれる，歩き遍路からバスツアーとその手段は様々であるが，

四国遍路，その歴史を伊予河野家の古文書「与陽盛衰記」や「石手寺縁起」の中では「衛門三郎伝説」として語っている。石手寺の寺宝とされる「玉の石」の物語もここに語られる。

四国遍路は古くは弘法大師を師と仰ぐ高野山の修行僧が大師の足跡を辿る修行の場であった。それが庶民に一般化されたのは江戸時代以降とされる。そこには「四国遍路の父」と称えられる1人の僧「宥辯真念」が大きな功績を残している。真念により編纂・発刊された「四國邊路道指南」は本格的なガイドブックとされ広く庶民に親しまれ，遍路道を整備し，そこに道標を設置し，遍路宿さえ設置している。これにより四国遍路が庶民のものとして定着し今日に至っている。真念の建てた道標は200基に上るといわれる。ここでも「石」が大きな役割を果たしている。

観自在寺は愛媛県最初の霊場である。ここから凡そ30分，西海半島の先端に「外泊」という集落がある。「美しい日本の歴史的風土百選」の一つ「石垣の里」である。入江に面した急斜面，段々に積まれた石積みが中腹まで続く，その上に建つ民家，民家の周りを軒の高さまで囲む石垣，台風や季節風から暮らしを守る知恵，石垣は台所の前だけ切り下げられ常に海の様子が見える工夫もされている。写真愛好家には一度は訪れたい景観の地である。

写真―1　外泊　石垣の里

宇和島市に属する三浦半島，国道56号から凡そ40分，半島の先に「遊子水荷浦」が位置する。「日本の重要文化的景観」とされる石積の景観，海岸沿いの集落の背後の急斜面，尾根まで続く段畑風景，400年の歴史，この風景も一時は荒廃の憂き目にも，平成12年「段畑を守ろう会」を結成し，景観保全に取り組み今では年間2万人が訪れる地となっている。

写真―2　遊子水荷浦　段畑

讃岐は雨の少ない瀬戸内気候，溜池の多い地域である。満濃池は弘法大師が修築した貯水池として有名であるが，観音寺市に豊稔池というダム湖がある。その石組の堰堤は「国の重要文化財」に指定されている。全国唯一の石組の5連マルティプルアーチダムは昭和5年の完成，自然と調和したその石組堰堤は，中世ヨーロッパの城を彷彿とさせるすばらしい景観。

写真―3　豊稔池堰堤

同乗2人，車を降り白衣を被り般若心経を唱え，そして結願，「また出かけようか」と思えるから不思議である。1,200 kmの遍路道は「四国の道」や「四国自然歩道」としての整備も進められている。いつの日か歩き遍路に挑戦してみたいと思うこの頃である。

――たかくら　とらき　大林道路㈱中国支店　副支店長――

ずいそう

ジャズの楽しみ

小 河 義 文

1. ジャズとの出会い

ジャズに興味を抱いたのは，かれこれ 40 年ほど前のことです。社会人になって，何か楽器がやりたくて，街の音楽教室に行ったのがきっかけでした。

その時の講師がジャズ好きで，最初はトランペットを習っていましたが，その後，ドラムやベースも手がけるはめになりました。

吹奏楽でフルートをやっていたため，譜面を読む基本的なことは一応は理解していたので，色々な楽器にも，余り抵抗はありませんでした。

その教室では，講師からジャズ･アドリブやジャズ･フレーズ奏法などの手ほどきを受けたほか，ジャズの楽しみも教えてもらいました。

何しろ給料も安かったので，帰省の費用がなくて，大事なトランペットを一時的に質入れしたこともありました。

当時はマイルス・デビスやソニー・ロリンズ，ジョン･コルトレーンといった，いわゆるモダンジャズ（ダンモなどと呼ばれていた…）が盛んで，専門月刊誌などに浸っていました。

今もジャズ・ライブハウスが結構盛んですが，当時はジャズ喫茶と称していて，そこへフルート持参で出かけて，セッション・ライブを夢中でしていました。

若かりし頃の渡辺貞夫さんが良くやっていた，ボサノバも好きで，特にフライ・ミー・トゥ・ザ・ムーンや黒いオルフェなどは，フルートでの得意な曲でした。

当時は商店街や街のイベントで，演奏依頼が結構あって，あちこち行きましたが，ある時，山中の神社のようなところで，夏祭りの演奏依頼で行ったのですが，強烈なヤブ蚊の襲撃で，演奏もままならなかったこともありました。

楽器はいろいろやってみようと思い，ものになったかどうかは別にして，ドラム，ベース，ギター，エレクトーン，トランペット，サックスなど一応は手がけてみました。

今はビッグバンドのコンサートマスターをしているのですが，こうした各種の楽器の経験が，大変役に立っています。

2. レコードの楽しみ

今でこそ音楽の音源は CD ですが，ジャズとめぐり会った頃は 33 回転アナログレコードが主流でした。

いわゆるジャズの名盤などと言われるレコード盤などを買い揃えるのも趣味になっていました。今でもそれは，現存財産として残してあります。

今でもたまに，古いレコードを引っ張り出して針を落とすこともありますが，音楽 CD にありがちな，粒がたった鋭利な音ではなく，レコードのウォームな音のなかに，たまにスクラッチノイズが入る雰囲気がとても好きです。

我が家のリスニング・ルーム（四畳半の大きさは，リスニング・ルームと呼べるのか…）では，現在 JBL の小型スピーカをパラ接続して，4 本にしていますが，これが実にジャズに向いている音がするのです。

3. ビッグバンドとの出会い

ビッグ・バンド・ジャズをずっとやりたいと思っていました。しかし転勤などでなかなか，グループが見

つからなかったのですが，定住地決定とともに，ようやく地元のビッグバンドに入ることができたのが 20 年ほど前のことです。

パートはベースでした。ベースはコンボバンドを組んでやっていたので，まるっきり初めてではありませんでしたが，ビッグバンドの譜面を見て，合わせられるようになる迄には，かなりの時間と訓練を要しました。

それでも，かなりのめり込み，一時期は 2 つのビッグバンドを掛け持ちしていた時期もありました。

ビッグバンドは，通常サックスが 5 本，トロンボーンが 4 本，トランペットが 4 本，それとリズム隊と呼ばれる，ピアノ，ギター，ベース，ドラムの総勢 17 名が標準編成となります。

中でもビッグバンドの縁の下の役目として，グルーブを支えるのが，リズムパートとなりますが，小気味よいスイングのリズムが決まったときは，達成感と充実感があります。

ビッグバンドのナンバーは，カウント・ベイシーやグレン・ミラー楽団など，多くの名曲がありますが，どれも楽しくスイングし，バンド全体が一体となって，グルーブするとき，何とも言えない気持ちよさがあるのです。

4. コンマスの悩み

現在地元のビッグ･バンドで，コンサート･マスター（通称コンマス，もじって，カンマスといわれることも…）の役目を負っています。

社会人バンドの場合，楽器の腕は中級者レベルからプロと思われるレベルのメンバーの集合体ですので，合わせが結構大変なのです。

しかもメンバーは，各々職業を持っているほか，働き盛りの中年あるいは，そろそろ技術の伝承を考えなければならない年金生活予備軍もいるのです。

従って生活優先もやむを得ないこともあり，定期練習でパートが埋まらないことも多く，練習でのまとめも大変です。

練習では音程ピッチ合わせ，細かいニュアンスの指示，楽曲の仕上げ，カウント出しなど多くの仕事があります。

5. 定期演奏会

地域の音楽ファンの皆さんに向けて，毎年 10 月に所属ビッグバンドの定期コンサートをしています。

昨年は第 18 回のコンサートをやりましたが，800 人収容の市民会館大ホールが，満席になるほどの盛況でした。

演奏会にこぎ着ける迄には，会場の予約から当日の舞台セット，曲の仕上げ，PA の調整など，下準備が大変なのですが，終了後の充実感は格別です。

コンサートでは，カウント･ベイシーやグレンミラーなど，いわゆる定番のナンバーを始め，ポピュラーやラテンも織りまぜて，どなたにでも楽しんでもらえるよう工夫をしています。

6. 今後の活動

地域施設へのイベント出演や震災復興支援コンサートなどの活動もしてきました。今後も地域や音楽ファンの皆さんに楽しんでもらえるような活動をしていきます。

そして多忙な日々の潤滑油として，今後もジャズを楽しんで行きたいと思っています。

――おがわ　よしふみ　（一社）日本建設機械施工協会　技師長――

JCMA 報告

平成 27 年度　日本建設機械施工大賞　受賞業績（その 3）

優秀賞

全自動ブレード制御機能搭載中小型 ICT ブルドーザの開発

コマツ

ICT ブルドーザ「D61EXi/PXi-23」は都市土木向け中型ブルドーザとして，従来の情報化施工でも可能であった整地の仕上げ作業時だけではなく，掘削作業時を含む全てのブレードコントロールを自動化した世界初の全自動ブレード制御機能を搭載し，作業効率の大幅な向上を実現した。

また，従来の情報化施工キットを後付けしたブルドーザではブレードに装着していた主要 ICT コンポーネントを車体に移設し，工場装着する事で，車両としての高い信頼性を確保した。

この構成を採用する事により，特に GNSS アンテナをブレード上からキャブ上に移設した事で，走行地面の位置・高さをブレード姿勢に関わりなく，足回りの座標から取得する事が可能となり，刻々と変化する現況地形の正確な把握を実現した。

今後，幅広い現場への情報化施工導入を実現するとともに，国土交通省が主導する「情報化施工推進戦略」により将来的には広く一般に活用が見込まれている情報化施工の更なる普及拡大を担う主力商品となっていく技術として貢献するものと考える。

また，建設現場が抱える様々な課題を解決し，「未来の現場」を実現させていくためのソリューションとして，安全で生産性の高い現場を実現するとともに，災害復旧にも役立つ技術として期待している。

業績内容の概要

GNSS 測位技術と車体の制御技術を融合させる事により，施工効率の向上，すなわちユーザのコストメリットを大幅に改善する次世代のブルドーザを開発した。

近年，情報通信技術（ICT）を利用したマシンコントロール（MC）ブルドーザの広がりにより，丁張を大幅に削減した施工全体の効率改善が進んでいるが，従来システムでは仕上げ整地など限定的な作業にのみ適用可能であった。

そこで，車体制御技術と GNSS 測位技術を融合させることで，作業機の負荷を自動調整する機能を中心に新機能を付加し，掘削・運土から整地までの一連のブルドーザ作業に対し自動制御の適用範囲を拡大した事で更なる施工効率の向上を可能にした。これにより作業時のオペレータの疲労軽減や，経験の浅いオペレータでも熟練オペレータに匹敵する作業が可能になった。

以下に主なユーザメリットを記す。

(1)～(5)は従来機のメリットを踏襲した項目，(6)～(10)は本開発によるものである。

(1) 工期短縮：丁張大幅削減，検測回数の低減，やり直し低減
(2) 省資源化：高精度化による土砂材料の無駄削減，やり直し低減による燃料消費の低減
(3) 人件費削減：丁張作業削減，検測回数低減による測量工数の低減
(4) 安全性向上：オペの疲労軽減，車両周辺の検測作業員の不要化
(5) 人材不足の解消：熟練オペ不足の解消
(6) 施工効率の更なる向上：自動制御の適用範囲の拡大
(7) 作業機上の GNSS アンテナマストやケーブル類の廃止による視界性の向上。
(8) 車体外部に露出したケーブルの廃止により作業中の破損がなくなり，信頼性が向上。
(9) 盗難防止の為に毎日の GNSS アンテナを着脱したいたが，これが不要となり，安全性が向上。
(10) 履帯下の位置測量が可能となり，走行しながらリアルタイムで現況地形の把握が可能。

業績内容

a. 業績の行われた背景

GNSS 測位技術を利用したブルドーザの作業機自動制御システムは，丁張を大幅に削減しかつ経験年数の少ないオペレータでも熟練者並みの仕上げ施工を可能とすることで施工全体の効率を大幅に改善した。

しかしながら作業機への過大な負荷が掛かった場合にはオペレータが手動操作により作業機負荷を調整する必要があるため，作業機の自動制御は整地などの軽負荷作業にのみ適用可能であった。

そこで，従来から培ってきた油圧ポンプ・モータ等の車体コンポーネント制御技術と GNSS 測位技術を融合させることで，従来のマシンコントロールブルドーザ（以下 従来機）

に対し，各種コンポーネントを車体に内蔵し（Integrated），作業機の負荷を自動調整する機能を付加（Intelligent）することで，掘削・運土作業から整地作業まで，MC 作業の適用範囲を拡大した革新的な（Innovative）中小型 ICT ブルドーザを開発した。

b. 業績の詳細な技術説明

1. システム構成と主なコンポーネントの機能

本システムは，作業機刃先位置を算出する GNSS 測位部分と作業機の自動制御を担う部分とに大別される（**図―1**）。

(1) GNSS アンテナ：アンテナ位置を世界座標系で測位する。

(2) GNSS 受信機：GNSS 測位座標，IMU 出力，シリンダストロークから現場座標系における作業機刃先座標を算出する。

(3) コントロールボックス：情報化施工のインタフェースとして設計面データ，作業機刃先～設計面の偏差，など各種情報を表示し，タッチパネル画面による操作パネル機能を兼ねる。

(4) 高精度慣性センサ（IMU+）：車体の姿勢角（ピッチ，ロール，ヨー）を検出する。

(5) ストロークセンシングシリンダ：車体に対する作業機刃先の相対位置を検出する。

(6) センサコントローラ：作業機の自動制御（作業機バルブの EPC に指令電流を出力する）。

(7) 作業機コントロールレバー：自動制御 ON ／ OFF 切替え操作，作業機のマニュアル操作。

(8) 電子制御作業機バルブ：コントローラからの指令電流を受けて油圧シリンダを動かす。

2. 作業機の自動制御

本機の最大の特徴は，従来の MC ブルドーザの作業適用範囲が軽負荷での主に仕上げの整地のみであったのに対し，仕上げ面まである程度の掘削深さがある場合でも，作業機の負荷を最適に制御することで掘削・運土作業も自動化したことである。

また作業が進行して仕上げ面に近づくに従い，自動的に掘削制御から整地制御に切替えることで，仕上げ面へのダメージを気にせずシームレスな自動施工を可能とした。

(1) 整地制御

作業機刃先座標が，施工現場の設計面データによって決まる目標座標に一致するように油圧シリンダを制御する（従来機と同一機能）。

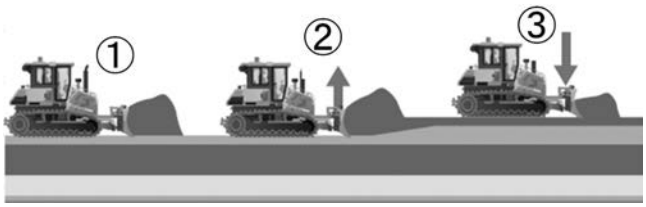
(2) 負荷制御

作業機にかかる負荷が，コントローラにあらかじめ設定された目標の負荷に一致するように油圧シリンダを作動させて，作業機刃先の高さを制御する（**図―2**）。

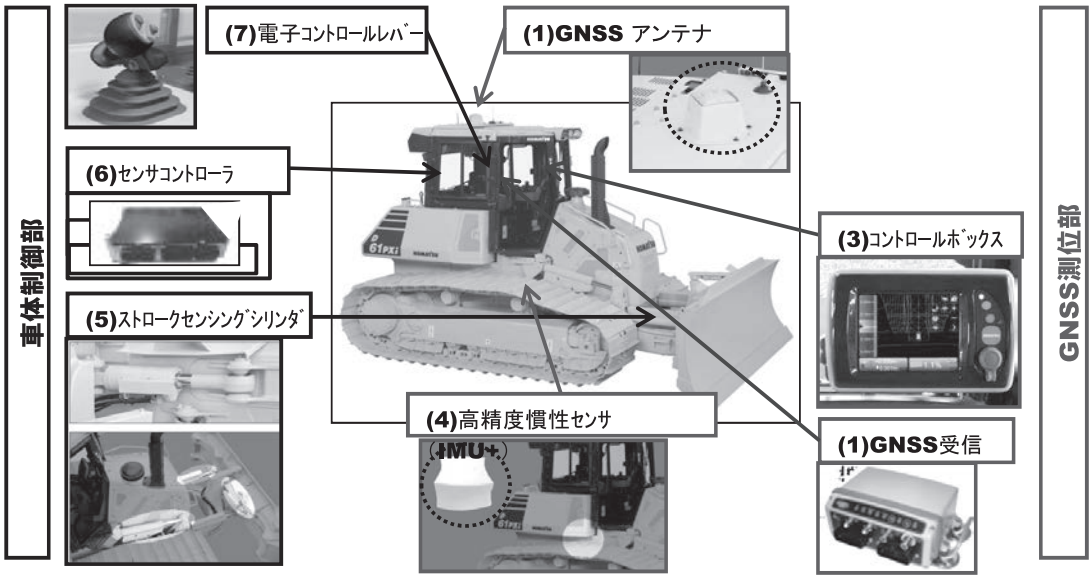
また，本機のパワートレインには静流体駆動式トランスミッション（以下 HST）を採用しているため，左右のスプロケットに搭載された油圧モータの回路圧と容量から車体の牽引力が算出可能である。作業機の負荷はこの牽引力を基に補正項加味して算出している。

①作業機の負荷が増大。

②シュースリップが発生しないように自動的に作業機を上げて負荷を調整する。



図―2　負荷制御



図―1　コンポ構成

③常に作業機の負荷が一致となるように作業機高さを調整する。

(3) シュースリップコントロール

機械の本体に搭載したGNSSアンテナからリアルタイムに計測される位置情報により，機械の移動体速度が得られる。一方，スプロケット回転数から理論車速が得られる。

この両者の比率から履帯のスリップを検出している。作業中に一定量のスリップを検出すると，自動的に作業機を上げることで作業機負荷を下げ，スリップを回避する。

(4) 掘削モードの選択機能

作業内容に応じてオペレータが選択可能な4つのモードを設定した（**図―3～6**）。

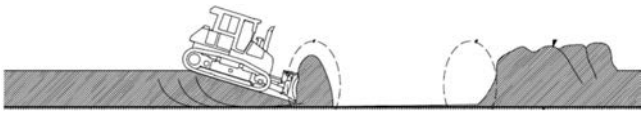
①運土　モード

掘削深さが浅く，長い距離を掘削・運土する作業に適する。作業機に掛る負荷が下がった場合でも刃先高さを下げないことで滑らかな掘削跡となり，長い距離での作業でも疲れない。

図―3　運土　モード

②切り土　モード

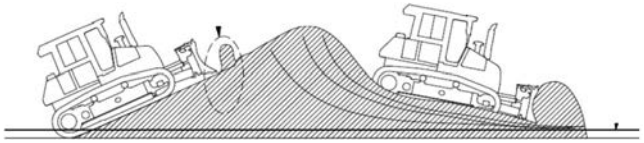
掘削深さがある程度深く，短い距離を掘削する作業に適する。作業機に掛る負荷を常に目標値に保つことで，最大効率での作業を行い，時間当たり土量の効率が良い。



図―4　切り土　モード

③敷き均し　モード

ダンプトラックが排土したような置土を，撤き出し・敷き均しする作業に適する。置土への突込み時，急激な負荷変動があっても，一時的に目標負荷を上げる事で負荷抜けを防止。



図―5　敷き均し　モード

④仕上げ整地　モード

掘削制御を有しない，整地制御のみのモードであり，仕上げ整地や変曲点を縦断する作業に適する。設計面への作業機の追従のみを行う。

図―6　仕上げ整地　モード

(5) 作業機負荷の選択機能

掘削制御の作業機負荷の目標値は土質や作業の内容に応じて3つのモードから選択可能とした。

①ライトモード　　軽負荷作業に適する
②ノーマルモード　一般作業に適する
③ヘヴィモード　　重掘削作業に適する

c. 技術的効果

1. コンポーネントの信頼性，作業者の安全性向上

従来のMC機能を搭載したブルドーザでは，GNSSアンテナおよび慣性センサユニット（以下IMU+）のセンサ類を作業機に搭載し，直接的に作業機の刃先位置を計測していたが，車体前方の直接土砂とぶつかる作業機上に精密機械であるセンサを搭載することとなり，信頼性等に問題があった。それに対し本機では，GNSSアンテナをキャンビンの天板上に，またIMU+を車体フレーム内に内蔵した（**図―7**）ことにより，従来機（**図―8**）に対して次の優位性を獲得した。

①作業機上のGNSSアンテナマストやケーブル類の廃止による視界性の向上。
②車体外部に露出したケーブルの廃止により作業中の破損がなくなり，信頼性が向上。

図―7　中型ICTブルドーザの外観

図―8　従来機の外観イメージ

③盗難防止の為に毎日の GNSS アンテナを着脱したいたが，これが不要となり，安全性が向上。

④履帯下の位置測量が可能となり，走行しながらリアルタイムで現況地形の把握が可能。

2. ブルドーザ施工の容易化（図―9）

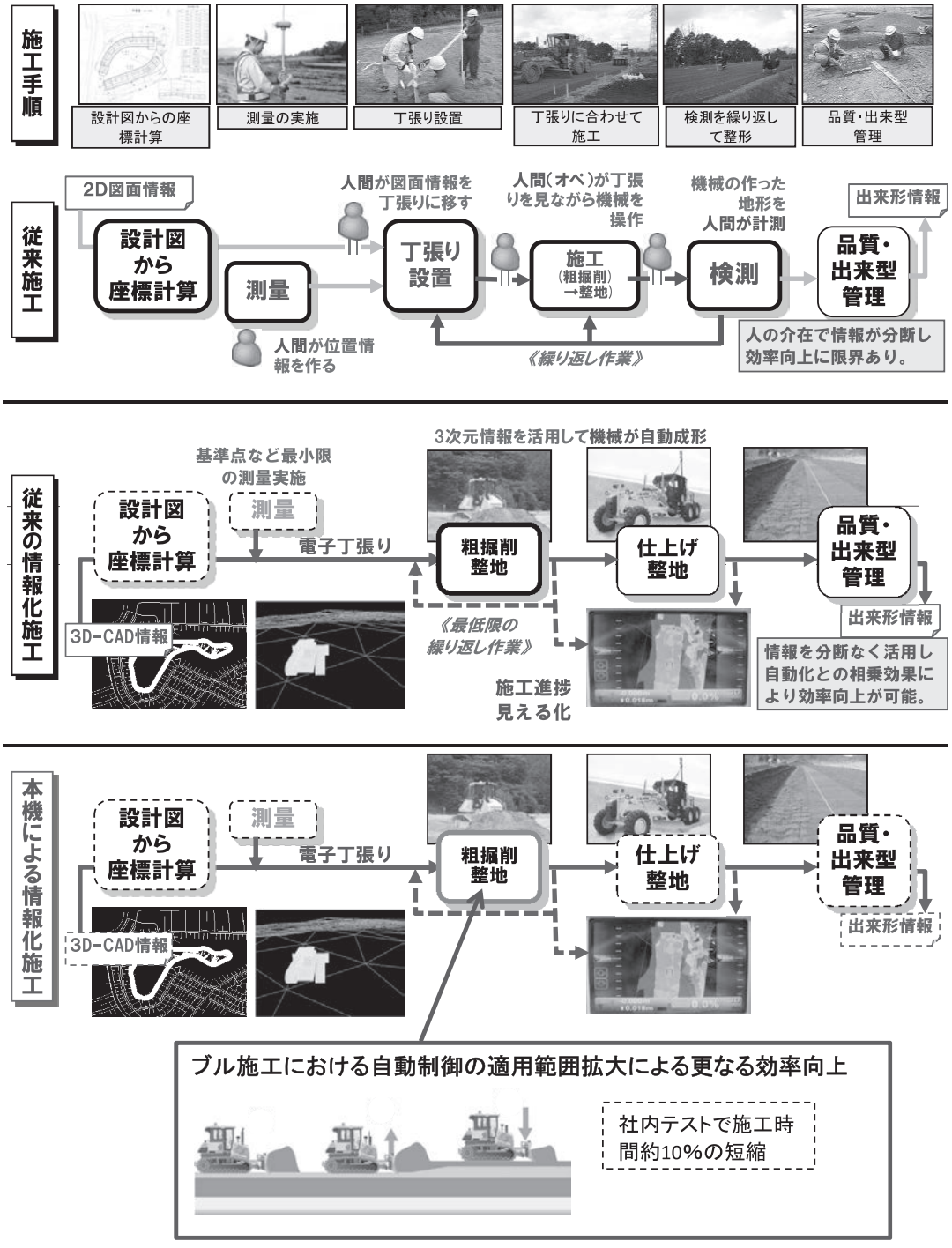
整地作業だけでも習得するのに 3 年必要と言われる程，ブルドーザの運転には高い技量が必要とされているが，これまでに述べてきた作業機の自動制御システムの支援により，掘削・運土や整地まで内容を選ばずに，経験の浅いオペレータでも熟練オペレータに匹敵する作業が可能となった。

3. 施工効率の向上

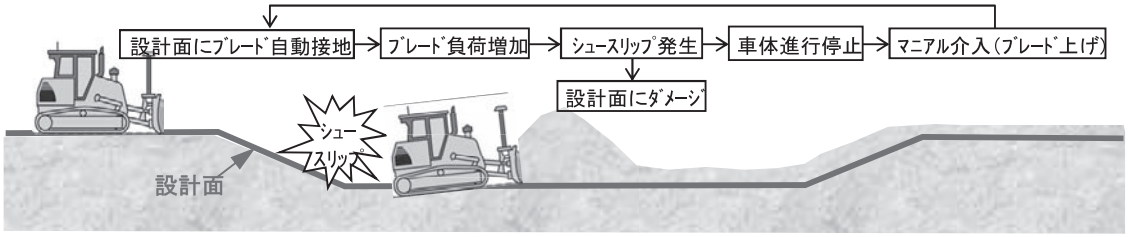
従来の情報化施工で丁張の大幅削減，検測回数の低減，やり直し低減等による，工期短縮（場合によっては半減）のメリットを踏襲しつつ，本開発では更なる施工時間の短縮を実現した。

d. 経済的効果

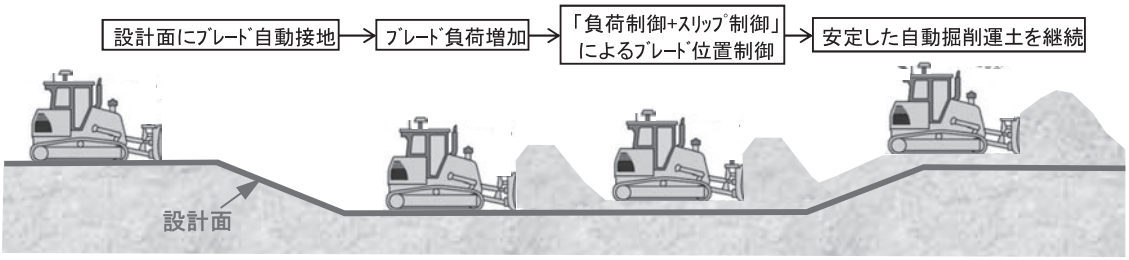
GNSS 測位技術と車体の自動制御を融合させる事で，施工効率の向上，すなわちユーザのコストメリットを大幅に改善した。



図―9　施工手順の比較



図―10　従来機での問題（作業機位置制御のみ）



図―11　開発機による改善（作業機位置制御＋負荷制御＋スリップ制御）

(1) 工期短縮：丁張大幅削減，検測回数の低減，やり直し低減
(2) 省資源化：高精度化による土砂材料の無駄削減，やり直し低減による燃料消費の低減
(3) 人件費削減：丁張作業削減，検測回数低減による測量工数の低減
(6) 施工効率の向上：自動制御の適用範囲の拡大
(8) 車体外部に露出したケーブルの廃止により作業中のひっかけ等による断線の懸案がなく，信頼性が向上。→交換部品代の低減。

e. 生産販売実績

排ガス規制地域向け北米，欧州，日本に出荷しており，標準車に対する ICT 仕様率は増加しており，市場ニーズの拡大の様子が見られる。

f. 類似機械との比較

従来機は作業機の位置制御，つまり目標高さと刃先高さの差（偏差）をゼロにする位置制御のみを行っている為，**図―10** の様に負荷を抱えてシュースリップが発生するとオペレータがマニュアル操作で作業機を持ち上げる事で負荷を減らさないと押し続ける事はできない。逆にマニュアル操作で補助しない場合，シュースリップで整地面を傷めてしまう。

前述した「整地制御」，「負荷制御」，「スリップ制御」を組合せる事で途中でマニュアル操作で補助することなく，自動で最後まで押し切る事が可能となった（**図―11**）。

g. 波及効果

欧米においては従来機に対するメリットをユーザが評価しており，従来機にとって代わる存在となりつつある。

日本においては北米ほど従来機が普及していない影響か，MC 自体が初めてというユーザも多く，従来機からのメリットである「丁張大幅削減」を始めとする工期短縮のメリットと，自動掘削を付加した本機が好評を得ている。例えば，主に油圧ショベルの経験しかないオペが本機を操作し，ショベルで時間を掛けて整地していた現場を，本機で整地作業が可能となり，大幅に工期を短縮した現場もある。

従来機に対して自動制御適用範囲を拡大した本機の市場導入により日本市場での情報化施工の普及は一段と加速するものと考える。

山本　茂（やまもと　しげる）
コマツ
開発本部　建機第一開発センタ　情報化建機開発グループ

田中　昌也（たなか　まさや）
コマツ
開発本部　システム開発センタ　メカトロ制御第 2 グループ

栗原　隆（くりはら　たかし）
コマツ
開発本部　ICT 開発センタ　HMI システム開発グループ

影山　雅人（かげやま　まさと）
コマツ
開発本部　油機開発センタ　制御機器開発グループ

地域貢献賞

防潮堤法面用護岸ブロック専用吊具の開発

玉石重機㈱

業績の概要

「ブロックの吊り具で現場が変わる！」。

平成 24 年宮城県仙台湾南部海岸の堤防復旧工事に従事した際，その作業工程の中に壊れた堤防を新たに再構築しその法面に洗掘防止用のブロックを設置する作業があった。

作業は，構築した堤防の下地法面に当工事で採用されたコンクリート二次製品を玉掛け作業で据え付けていくというものである。

玉掛け作業は吊り具を用いて行う荷掛けおよび荷外し作業で，特定危険作業に指定される難易度の高い作業である。

今回は工期的にも余裕のない中，どうやって安全を確保しながら効率よく作業を進めることができるか。現場でその手法の検討を行い採用されたコンクリート二次製品（被覆用ブロック重量 2 t）の形状および寸法に最適な吊り具を発案・製作することとした。

今回開発した専用吊り具は従来手法の玉掛けに比べ，吊り具の着脱の容易さ・吊り荷状態の安定性が非常によく，当該工事での活用で大きな成果があった。

業務内容

a. 業績の行われた背景

平成 23 年の東北地方太平洋沖地震の被害に対する復旧事業が平成 24 年から仙台湾南部海岸で本格的に開始された。

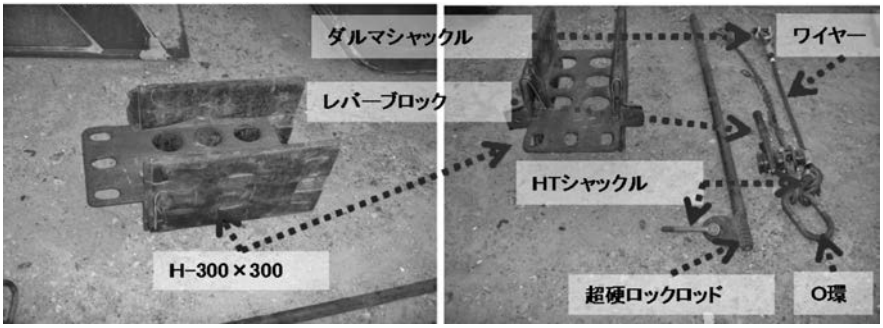
当社も 24 年より復旧事業に参加し，海岸堤防の再構築を手がけた。

b. 業績の説明

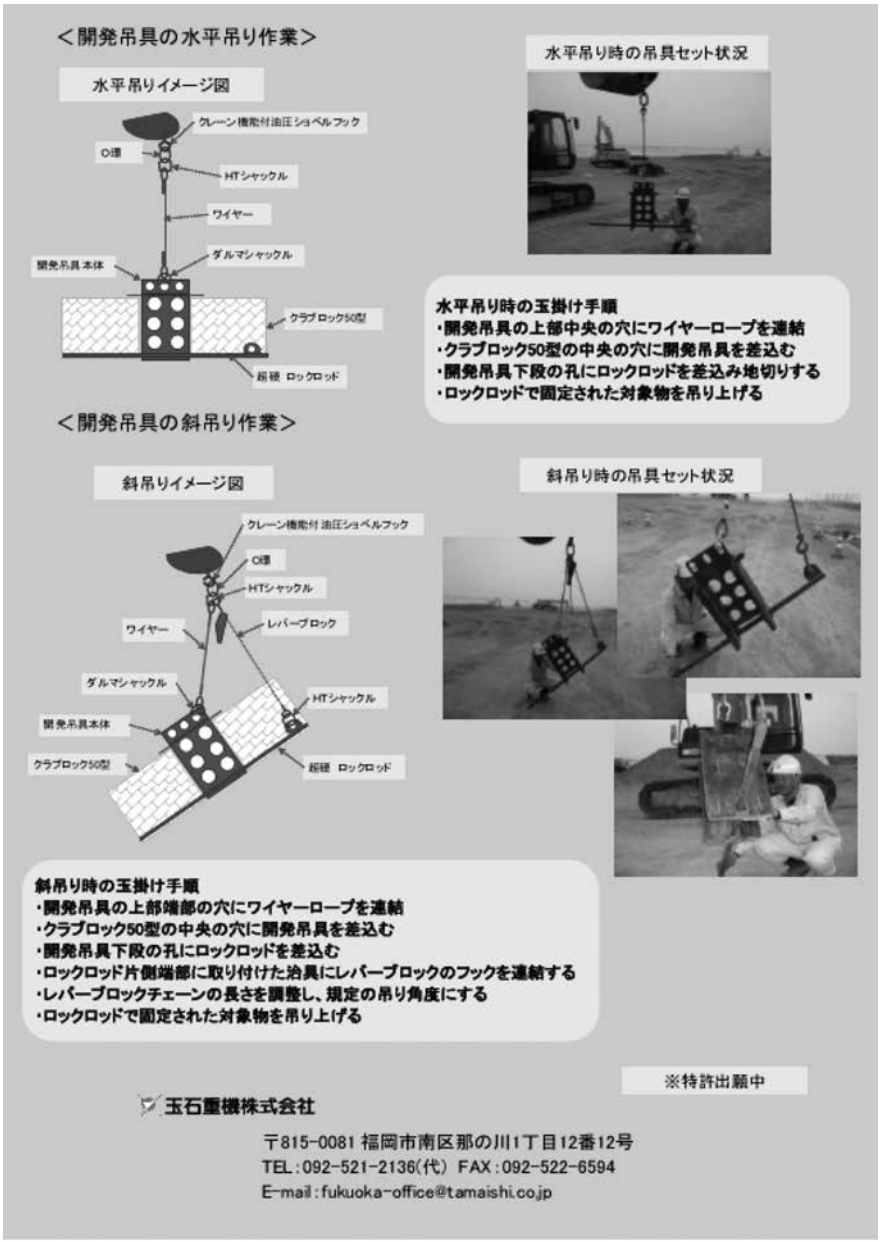
開発した吊り具は，コンクリート二次製品専用の吊り具で着脱の容易性・吊り荷状態での安定性・据付コストの縮減を狙って発案した。

- 吊り具本体は H 鋼 300 を加工して製作する。
- 上部玉掛け部分には 3 箇所孔を設け，目的に応じて取付位置を変えることで水平吊り，斜吊りどちらでも対応できるものとした。
- 壁面部の 3 面は孔抜きを行い，より軽量化を図る。
- 下部にはロックロッド差し込み用の孔を設ける。
- 対象ブロックとの接触面は傷付け防止用のゴムを取り付ける。

写真―１　水平吊りによる玉掛け（荷卸し作業）：左，斜吊りによる玉掛け（据付け作業）：右



写真―２　開発吊具と玉掛け用具



図―1 パンフレット

・対象ブロックに差し込んだ時のズレ防止にストッパーを付ける。
・超硬質のクローラドリルシャンクロッドに玉掛け用治具を加工して取り付ける。

c. 業績の効果

従来は今回のような玉掛け用治具がついていないコンクリート二次製品の従来手法による玉掛け作業は，胴巻き用具を用いる吊り手法が広く行われた。

当社は，工事着手初期に専用吊り具の開発を行い玉掛け作業を行ったが，結果として荷掛け・荷外しの手間が容易で施工性がよく，安定した吊り荷状態が確保できた。

施工方法の条件にも大きく影響されるが，近隣工区で行われていた従来手法と比較しても２倍程度（当社比）の作業量の差がみられた。

近隣工区より当吊り具の見学依頼や貸し出しの依頼があったので，近隣の他社現場（3箇所）へ開発吊り具を貸し出し，活用してもらった。

濵山 祐司（はまやま ゆうじ）
玉石重機㈱
事業本部技術部
片岡 廣志（かたおか ひろし）
玉石重機㈱
事業本部
山口 勇治（やまぐち ゆうじ）
玉石重機㈱

CMI 報告

ラフテレーンクレーンの作業燃費調査

稲葉友喜人・佐藤　充弘

1. はじめに

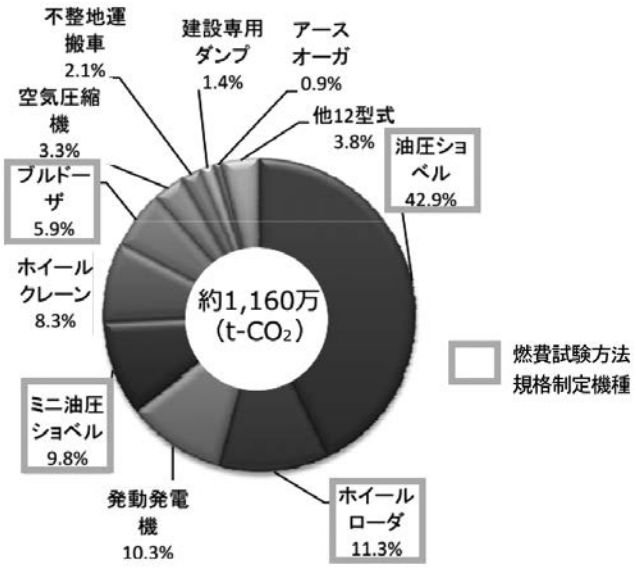
建設機械の低燃費化は，建設施工の地球温暖化対策に欠くことのできない対策である。

2000 年，国土交通省と建設機械製造各社は，土工機械主要 3 機種（油圧ショベル，ホイールローダ，ブルドーザ）の低燃費化に向け各種の調査・検討を開始した。そして現在，上記 3 機種の燃費試験方法が規格化され，「燃費基準達成建設機械認定制度」（国土交通省）が開始されるに至っている。

一方，荷役機械を代表するラフテレーンクレーン（ホイールクレーンの殆どを占める）は，土木工事や建築工事等に幅広く使用され CO_2 排出量寄与率としても無視できない機種（**図―1**）でありながら，その燃費特性について把握されていない現状にある。

今回，ラフテレーンクレーンの低燃費化に向け，クレーン作業の燃費特性を把握することを目的に，各種の燃費試験を実施した。

本稿は，上記の結果を紹介するもので，調査は国土交通省総合政策局の委託を受けて実施した。



図―1　機種別 CO_2 寄与率 [1] と燃費試験方法規格制定機種

2. 燃費試験の概要

(1) 試験車

試験車は，ラフテレーンクレーン国内製造メーカ全 3 社から最新（2011 年排出ガス規制適合）の 25 t 吊各 1 型式を選定した。

(2) 試験項目

試験項目と試験条件を**表―1** に示す。試験では，**図―2** に示す動作を 1 サイクル測定した。

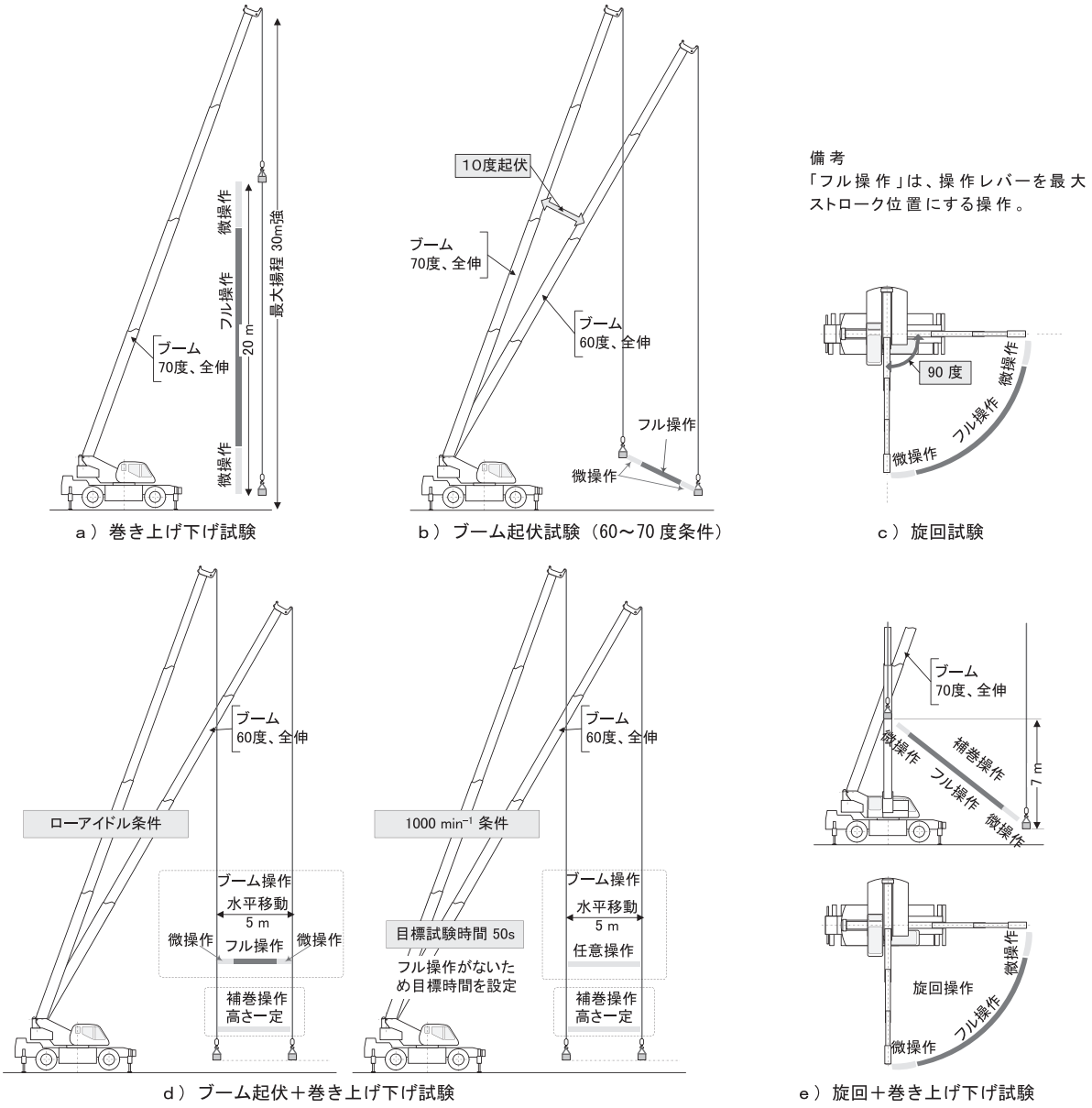
試験は，クレーン作業の殆どが主巻ではなく補巻を用いることから補巻を使用する試験とした。複合操作試験は，荷の巻き上げ下げ作業がブーム起伏や旋回との複合操作で行われることが多いことを踏まえて設定した。

試験条件は，ブーム角度など一般的な使い方がある場合はそれを条件とした。吊り荷は，補巻許容荷重の 1/2 を基本条件とした。単独操作試験については，微操作（動かしはじめと停止時の微操作部分）と燃費の関係を調べるための試験条件を設定した。

表―1　試験項目と試験条件

試験項目		オペレータ	動作対象	試験条件				
				エンジン回転	ブーム角度	荷重※1	揚程	操作方法※2
単独操作	巻き上げ下げ	各社1人	補巻	100%	70 度	2 t	20 m	3 種類
				70% ローアイドル	70 度	2 t	20 m	通常
				100%	70 度	1 t / 3 t	20 m	通常
	ブーム起伏		ブーム	ローアイドル	50 ～ 70 度	1t	–	3 種類
				ローアイドル	60 ～ 70 度	1 t	–	通常
				ローアイドル	60 ～ 70 度	2 t	–	通常
	旋回		旋回	ローアイドル	70 度	2 t	–	3 種類
アイドリング		–	PTO-OFF	ローアイドル	–	–	–	–
			PTO-ON	ローアイドル	–	–	–	–
			PTO-ON	ハイアイドル	–	–	–	–
複合操作	ブーム起伏＋巻き上げ下げ	各社3人	ブーム補巻	ローアイドル	60 ～約 70 度※3	2 t	一定維持	ブームは通常
				1000min^{-1}	60 ～約 70 度※3	2 t	一定維持	ブームは任意
	旋回＋巻き上げ下げ		旋回補巻	ローアイドル	70 度	2 t	7 m	通常

※1 「荷重」は，フック質量等を含む総荷重。
※2 「操作方法」は，動かしはじめと停止操作の微操作部分（中間フル操作）を“早め”“通常”“慎重”の 3 水準で設定。“任意”は，全区間任意操作。
※3 「ブーム起伏＋巻き上げ下げ試験」は，ブーム角度 60 度の荷を手前に 5 m 水平移動させ，元に戻す試験。



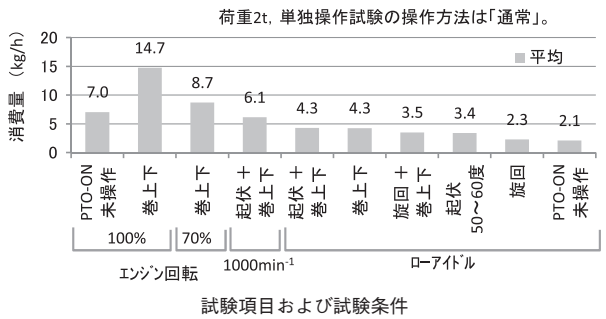
a）巻き上げ下げ試験　b）ブーム起伏試験（60～70 度条件）　c）旋回試験

d）ブーム起伏＋巻き上げ下げ試験　e）旋回＋巻き上げ下げ試験

図―２　試験項目別試験動作

3. 試験結果の概要

図―３に試験結果の概要を示す。図は，荷重２ｔを条件とする試験項目と未操作時（PTO-ON）の時間当たり消費量を比較したものである。図よりクレーン作業における燃費の大小関係について，次のことが分かる。



図―３　試験項目ごとの燃費

・単独操作は，同一エンジン回転（ローアイドル）で燃費値の大きい順に並べると，巻き上げ下げ，ブーム起伏，旋回の順になる。
・消費量の大きい巻き上げ下げは，エンジン回転全域で未操作時の２倍程度と推察される。
・消費量の小さい旋回は，巻き上げ下げやブーム起伏と比べ格段に小さく未操作時と大差がない。
・同一エンジン回転（ローアイドル）で巻き上げ下げの消費量を上回る複合操作試験項目がないことから，複合操作による大幅な燃費増加は予想しにくい。

4. 試験結果の分析

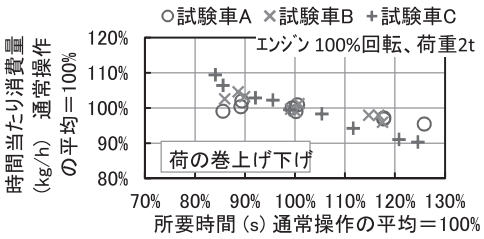
(1) 微操作の程度と燃費

微操作方法の相違による燃費への影響を把握するた

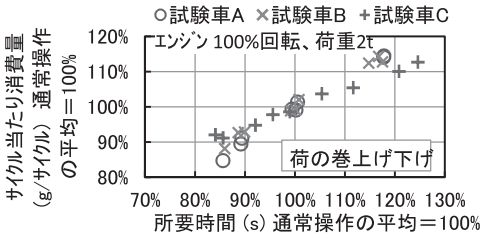
め，微操作部分について３水準（**表**―１の※２参照）の微操作方法を設定して単独操作試験を行った。

図―４は，燃費変化の傾向が明瞭なエンジン 100 %回転条件の巻き上げ下げ試験結果を示したものである。

時間当たり消費量とサイクル当たり消費量は，試験所要時間との関係として逆の傾向にあることを確認した。また，データの分布傾向から，試験車個々の再現性を確保するためには，試験時間を規定することが有効であることが分かった。



a）時間当たり消費量の傾向



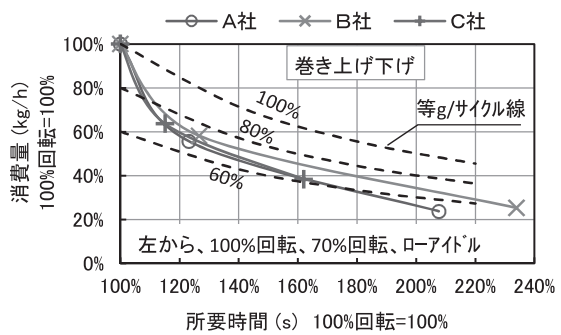
b）サイクル当たり消費量の傾向

図―４　微操作方法を変えたときの時間と燃費の変化

(2) エンジン回転と燃費

荷の巻き上げ下げ作業には広範囲なエンジン回転領域が使用されることから，その際の燃費変化を把握するため，エンジン回転を変えて巻き上げ下げ試験を行った。結果を**図**―５に示す。

試験車３台の傾向は良く似ており，同じ仕事量（荷の質量と移動量）ならばエンジン回転を下げた方が燃料の消費が少なくて済むことがサイクル当たり消費量の変化から分かる。

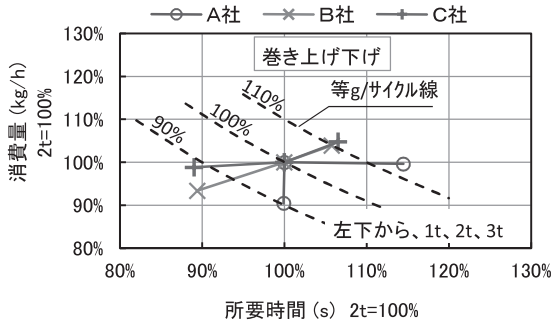


図―５　エンジン回転を変えたときの時間と燃費の変化

(3) 荷の重さと燃費

荷の重さを変えたときの燃費変化を把握するため，荷重を変えて巻き上げ下げ試験を行った。結果を**図**―６に示す。

所要時間と時間当たり消費量の変化特性は試験車で異なるが，サイクル当たり消費量で見たときの変化は試験車共通であり，２t（補巻許容荷重の 1/2）を中心に荷重を倍半分に変えても１割程度の増減に収まることが分かった。



図―６　荷の重さを変えたときの時間と燃費の変化

5. おわりに

今回，ラフテレーンクレーンを代表する 25 t 吊について全社の燃費試験を実施することで，共通する燃費特性，試験車で異なる燃費特性，それぞれについて確認することができた。

今後，建設施工の地球温暖化対策を進める上で土工機械に次ぐ建設機械として，ラフテレーンクレーンの燃費試験方法の規格化が重要になるものと考えられる。

今回の調査結果が，燃費試験方法の規格化や省エネ運転への展開に活用されることを期待する。

JCMA

《参考文献》

1）国土交通省：平成 24 年度 建設施工の地球温暖化対策検討分科会 配布資料，pp.20，2013 年２月

［筆者紹介］

稲葉　友喜人（いなば　ゆきと）
（一社）日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所　研究第四部
技術課長

佐藤　充弘（さとう　みつひろ）
（一社）日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所　研究第四部
主任研究員

部　会　報　告

除雪機械の変遷（その 11）　除雪グレーダ（3）

機械部会　除雪機械技術委員会

平成 10 年（1998 年）

除雪作業効率化によるコストの縮減を狙って旧建設省東北地方建設局と㈱小松製作所，三菱重工業㈱ 3 社共同研究で，視界改善型除雪グレーダが開発された。作業視界および走行視界が大幅に改善されたキャブが搭載され，作業機操作もジョイスティック操作レバーで片手操作が可能となり従来の 2 名乗車から 1 名乗車の除雪が可能となった。

㈱小松製作所は，2.8 m 級 GD305A-3 と GD355A-3 および 3.1 m 級 GD405A-3Y および 3.7 m 級 GD505A-3A を開発した。GD405A-3Y は発進や走行が滑らかなコラムシフト方式（変速レバーがハンドルシャフトに取り付けられた方式）の，トルコン付き自動変速トランスミッションを採用した。

基準値	周囲視界 75.4 m	前方視界 110.94m²	ブレード視界 5.51m²
現行キャブ	66.09m	39.94m²	3.55m²
座　位	87.7 %	36.0 %	64.6 %
現行キャブ	66.18m	67.23m²	3.69m²
立　位	87.8 %	60.6 %	67.0 %
視界改善型	66.44m	69.69m²	4.4 m²
座　位	88.1 %	62.8 %	79.9 %

写真 4-64　4.0 m 級　230PS 視界改善型グレーダ　MG500-S（E）とブレード視界　三菱重工業㈱　平成 10 年

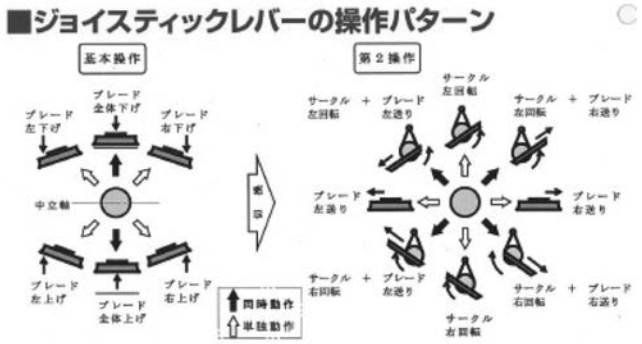


写真 4-65　ジョイスティックレバーと操作パターン　MG500-S（E）　三菱重工業㈱　平成 10 年

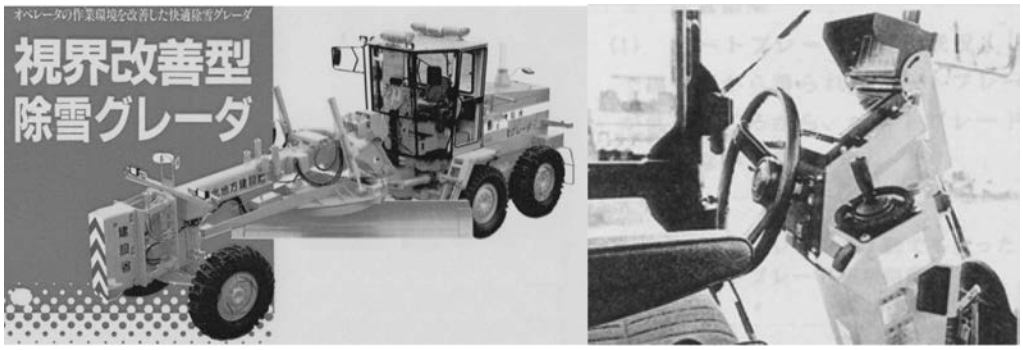


写真 4-66　4.0 m 級　230PS 視界改善型除雪グレーダ　GD704A-4Y とジョイスティック操作レバー　㈱小松製作所

写真 4-67　3.1 m 級　125PS GD405A-3　㈱小松製作所　平成 10 年

平成 14 年（2002 年）

㈱小松製作所は 3.7 m 級の GD655-3Y を市場導入した。

GD655-3Y はロックアップ機能付きトルコンを採用した（トルコンの弱点である燃費をロックアップ機能で解消し，トルコンによる高機能化をはかった。）世界初のデュアルモードトランスミッションを搭載し，作業条件・用途に応じたダイレクトドライブとトルコンドライブの使い分けが可能となった。

写真 4-68　3.7 m 級　167PS GD655-3Y　㈱小松製作所　平成 14 年

三菱重工業㈱は，国土交通省第 2 次基準排出ガス規制値をクリアした 3.1 m 級 MG230Ⅱを，平成 15 年には，同規制をクリアした 3.4 m 級 MG330Ⅱ，3.7 m 級 MG430Ⅱを，そして平成 16 年には同 4.0 m 級 MG500-SⅡ，4.3 m 級 SR320Ⅱを開発した。

写真 4-69　3.1 m 級　115PS MG230Ⅱ　三菱重工業㈱　平成 14 年

写真 4-70　3.4 m 級　137PS MG330Ⅱ　三菱重工業㈱　平成 15 年

写真 4-71　3.7 m 級　157PS MG430Ⅱ　三菱重工業㈱　平成 15 年

写真 4-72　4.0 m 級　230PS MG500-SⅡ　三菱重工業㈱　平成 16 年

写真 4-73　4.3 m 級　320PS SR320Ⅱ　三菱重工業㈱　平成 16 年

平成 16 年（2004 年）

㈱小松製作所はロックアップ付きトルクコンバータトランスミッション搭載で自動変速付きの 4.0 m 級の GD755-3Y および 4.3 m 級の GH320-3 の 2 機種を市場導入した。

写真 4-74 4.0 m 級 254PS GD755-3Y ㈱小松製作所 平成 16 年

平成 20 年（2008 年）

㈱小松製作所は 2006 年排ガス規制を満足する 3.7 m 級の GD655-3Y0，可変出力 4.0 m 級の GD755-5Y および 4.3 m 級の GH320-5 の 3 機種を市場導入した。

写真 4-75 4.3 m 級 320PS GH320-5 ㈱小松製作所 平成 20 年

三菱重工業㈱は，2006 年廃ガス規制を満足する 3.1 m 級 MG230Ⅲ，3.4 m 級 MG330Ⅲ，3.7 m 級 MG430Ⅲ，4.0 m 級 MG500-SⅢ，4.3 m 級 SR320Ⅲを開発した。

写真 4-76 3.4 m 級 150PS MG330Ⅲ 三菱重工業㈱ 平成 20 年

写真 4-77 3.7 m 級 175PS MG430Ⅲ 三菱重工業㈱ 平成 20 年

写真 4-78 4.0 m 級 258PS MG500-SⅢ 三菱重工業㈱ 平成 20 年

写真 4-79 4.3 m 級 340PS SR320Ⅲ 三菱重工業㈱ 平成 20 年

写真 4-80 3.1 m 級 128PS MG230Ⅲ 三菱重工業㈱ 平成 21 年

4-1-2 V プラウ

昭和 40 年代前半まで，新雪除雪用として多用されたが，除雪体制の充実にともない，1 台の機械が大量の雪を処理する必要がなくなり，現在では吹き溜まり突破用など限られた用途で使用されている。

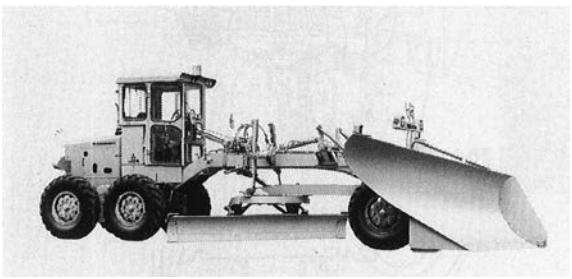


写真 4-81 V プラウ [2)]

写真 4-82　V プラウによる除雪作業 [2)]

旧建設省東北地方建設局においては昭和 44 年以降，除雪グレーダ用 V プラウは，使用されなくなり，ブレードとサイドウイングが使用された。

4-1-3　アングリングプラウ

昭和 50 年代前半から，アングリングプラウが除雪グレーダに使用された。国交省では，使用例はないが，地方道で使用されている。

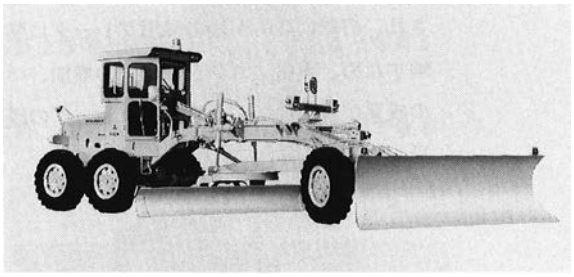


写真 4-83　アングリングプラウ [2)]

4-1-4　サイドウイング・マックレー装置

昭和 7 年（1932 年），北海道開発局においてサイドウイング付米国製グレーダを導入し，これを元に昭和 30 年以降除雪グレーダにサイドウイングを導入した。

昭和 49 年（1974 年），北海道開発局において除雪グレーダのサイドウイングの開閉機構に従来のワイヤロープ併用，一部油圧式から，全油圧式開閉装置を採用した。

ワイヤロープ併用に対し，油圧式は昇降装置部分の視界改善や作動が確実になることから，現在は油圧作動方式に移っている。

昭和 53 年（1978 年），北海道開発局において除雪グレーダの油圧式サイドウイング開閉機構の動作を円滑にするため，従来の屈曲アーム式に代わって，直線伸縮式を導入した。

昭和 55 年，㈱協和機械製作所において，アーティキュレートフレーム式除雪グレーダ用 2 ウェイサイドウイングを開発し，昭和 56 年から各市町村へ納入を開始した。

昭和 57 年（1982 年），㈱協和機械製作所において，アーティキュレートフレーム式除雪グレーダ用サイドウイングを開発し，各市町村へ納入を開始した。

写真 4-85　油圧式サイドウイング [2)]

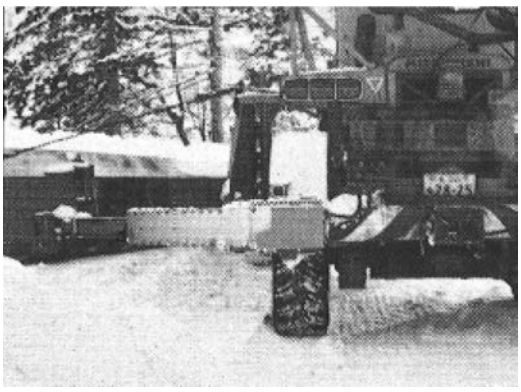


写真 4-86　全油圧式サイドウイング（リニア伸縮式）　昭和 53 年 [2)]

写真 4-84　ワイヤーロープ式サイドウイング [1)]

写真 4-87 アーティキュレートフレーム式除雪グレーダ用２ウェイサイドウイング

写真 4-88 アーティキュレートフレーム式除雪グレーダ用サイドウイング

昭和 62 年（1987 年），防衛庁の依頼により，㈱協和機械製作所において，除雪グレーダ用サイドウイングを開発し納入した。

昭和 62 年，㈱協和機械製作所において，アーティキュレートフレーム式除雪グレーダ用全油圧式サイドウイングを開発し，各市町村へ納入を開始した。

写真 4-89 アーティキュレートフレーム式除雪グレーダ用全油圧式サイドウイング

4-1-5 圧雪除去装置

昭和 42 年（1967 年）度，旧建設省北陸地方建設局においてロータリ式ツインカッタが試作導入された。

昭和 43 ～ 45 年頃，ブレード切り刃の改良が行われた。

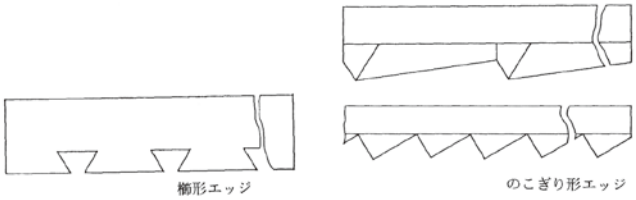


図 4-3 カッティングエッジの改良 [3)]

昭和 46 年（1971 年），㈱協和機械製作所において，除雪グレーダ用氷盤破砕を開発し，札幌市に納入した。

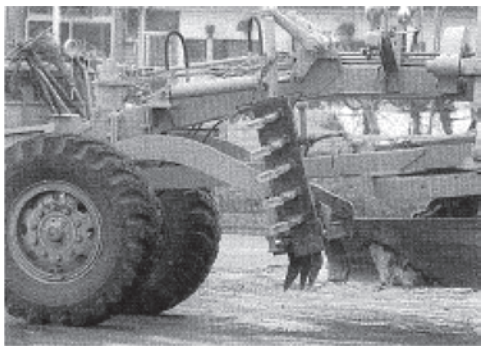


写真 4-91 氷盤破砕装置 昭和 46 年

昭和 46 年，旧建設省北陸地方建設局と㈱小松製作所共同で圧雪除去装置が開発された。昭和 47 年（1972 年）除雪グレーダに導入された。

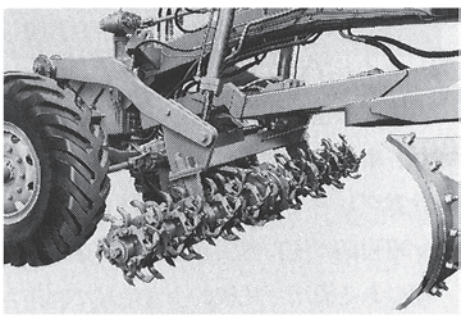


写真 4-90 氷盤破砕機付除雪グレーダ 昭和 42 年 [3)]

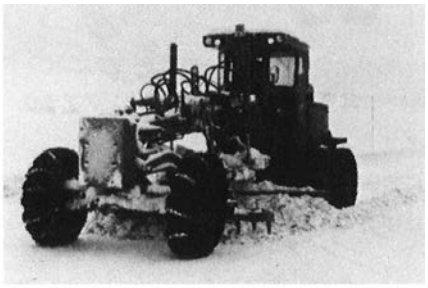


写真 4-92　圧雪除去作業　昭和 47 年 [3)]

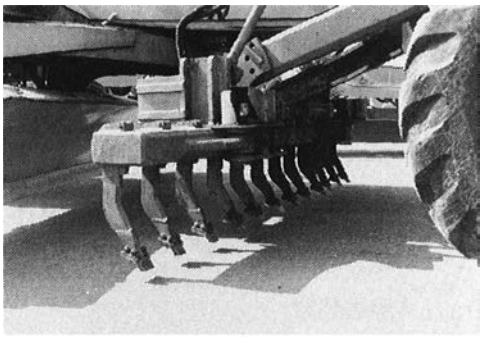


写真 4-93　のみ形圧雪除去装置　北陸技術事務所　昭和 50 年代 [3)]

昭和 50 年代，旧建設省東北地方建設局において，北陸技術事務所開発の「のみ形圧雪除去装置」が導入された。

平成 3 年（1991 年），㈱協和機械製作所において，除雪グレーダ用圧雪除去装置を開発し，札幌市に納入した。

写真 4-94　圧雪除去装置　平成 3 年

4-1-6　サイドプラウ

昭和 50 年代に，旧建設省東北地方建設局において東北技術事務所開発のグレーダ用サイドプラウが歩道除雪に使用された。

昭和 53 年（1978 年），㈱協和機械製作所において，除雪グレーダ用サイドプラウを開発し，札幌市へ納入した。

昭和 55 年（1980 年），北海道開発局の依頼により，㈱協和機械製作所において，拡幅除雪用の除雪グレーダ用補助翼（サイドプラウ）を開発した。

昭和 60 年度に，旧建設省北陸地方建設局において

写真 4-95　サイドプラウによる歩道除雪　東北技術事務所　昭和 50 年代 [3)]

写真 4-96　除雪グレーダ用サイドプラウ　昭和 53 年

写真 4-97　サイドプラウとブレードによる新雪・拡幅同時除雪　札幌市　昭和 53 年

除雪グレーダによる歩道除雪用にサイドプラウが導入された。

JCMA

《参 考 文 献》
1）北海道開発局における除雪機械の変遷　昭和 55 年 3 月　編集発行　北海道開発局建設機械工作所
2）道路除雪 30 年史　平成 3 年 3 月 30 日　編集　建設省東北地方建設局道路部道路管理課・機械課　発行　社団法人東北建設協会
3）除雪機械の歴史　平成 3 年 3 月　監修　建設省北陸地方建設局　発行　社団法人日本建設機械化協会北陸支部

部　会　報　告

㈱協和機械製作所，㈱日本除雪機製作所工場見学会

機械部会　除雪機械技術委員会

1. はじめに

この度，除雪機械技術委員会では下記要領で工場見学を行ったので報告する。

当初は，㈱日本除雪機製作所 1 社だけの見学の予定であったが，同じ札幌市内のすぐ近くに別の年度に予定していた㈱協和機械製作所があることを考慮して，今回は 2 社併せて見学会を開催することになったものである。

見学スケジュールは，下記の通りである。

記

平成 27 年 9 月 3 日（木）

㈱協和機械製作所　工場見学

住所：〒 063-0835 札幌市西区発寒 15 条 12 丁目 3 番 25 号

14：00　JR 函館本線手稲駅集合

14：40 ～ 16：30　会社説明，工場見学，質疑応答

9 月 4 日（金）

㈱日本除雪機製作所　工場見学

住所：〒 006-0835 札幌市手稲区曙 5 条 5 丁目 1 番 10 号

9：00　JR 手稲駅集合

9：30 ～ 12：00　会社説明，曙工場見学，稲穂工場見学，質疑応答

12：40 ～ 14：00　昼食会（工場見学会総会）

14：20　札幌駅解散

図―１　工場見学の場所

参加者は，除雪機械技術委員会の委員の所属会社 8 社，（一社）日本建設機械施工協会からで，1 日目 16 名，2 日目 17 名であった。

2. 協和機械製作所本社工場見学

㈱協和機械製作所（設立当初の社名は，協和製作所）は，昭和 14 年に設立されてから今日まで，約 75 年の歴史を有している。昭和 40 年に現在の発寒鉄工団地に移転した。取り扱っている製品は，高性能空港用除雪車両から高速道路用，一般道路用除雪車両，さらには草刈・トンネル清掃・排水装置搬送用機器などの特殊作業車などであり，広範囲な機器の設計製作を行っている。トラック系除雪機のメーカとして知られている。従業員約 90 名，工場敷地約 16,000 m^2 とのことである。北海道内の除雪トラックをすべて製作している。各種プラウの他，オプション群として，サイドウイング，汎用プラウ，シャッターブレード，投雪シュート，トラックグレーダ自動制御装置，粗面形成装置などを製作している。

工場では，除雪トラックの組み立て，大型万能車への除雪装置の取り付け，プラウ，ブレード，サイドウイングの製作，特装車の組み立て，完成車の検査，大型のショットブラストなどを実施している。

会社説明，ビデオ上映（協和機械製作所 75 年の歩み）のあと，記念写真撮影を行い，工場を見学した。3 つの組立工場，塗装工場，製作工場，倉庫などをすべて見学した。製作工場には，立型 CNC 旋盤など最新鋭の機械が導入されていた。部品は，立体倉庫に収納され，整然としていた。構内には塗装まで完了した納車予定の多数の除雪トラックが所狭しと並んで活況を呈していた。また，事務所は，広い敷地の一角にあり，工場と隣接しており，密接な工場とのコミュニケーションが可能な配置であった。

汎用プラウや，V プラウなどの迫力のある製作過程を垣間見ることができ大変貴重な体験となった。プラウの曲がりをきちっと規定どおりにするには，大変な経験と勘が必要とのことであった。溶接での熱の出入りで微妙な形状の変化につながるようである。

見学所感

工場内は，どこも整然としており，作業環境が整備されていると感じた。

創立当初は，現在の１つの組立工場の半分程度の規模で，そこから 10 倍程度の規模の工場にまで成長されたということで　成長の軌跡を実感できた。

写真―１　㈱協和機械製作所　本社前集合写真（前列中央藤枝社長）

3. ㈱日本除雪機製作所本社工場見学

㈱日本除雪機製作所は，留萌鉄道の子会社であった三和興業㈱を前身とし，昭和 37 年に設立された。留萌鉄道では，留萌の炭鉱で港まで石炭を運搬していたが，冬期には，10 m の積雪があり，それに対応するため，ロータリ式軌道除雪機を製作した。当時の建設省の要請で，道路用にも製作するようになり年７台生産していたということである。これが同社のロータリ除雪車製作の発端である。

本社は，札幌市にあるが，平成 27 年３月に JR 函館本線稲穂駅の南側から北側 400 m ほどのところに新規移転したばかりである。

㈱日本除雪機製作所は，川崎重工業が約 75％出資しており，ロータリ除雪車の国内トップ企業である。主な製品には，ロータリ除雪車のほか，凍結防止剤散布車，軌道モータカー，重量物運搬車などがある。今年（平成 27 年）従来の稲穂工場に加え，新たに曙工場を増強し，生産力を向上している。工場は生産ラインを合理化し，能率をアップしているそうである。

また，従業員は約 200 名で，札幌をはじめ，東北，北陸に営業所を有している。設計は，実質 20 名で行っているとのことであった。

工場の敷地面積は，曙（あけぼの）工場が，約 13,000 m^2，稲穂工場が約 9,000 m^2 である。また，テストコースとして張碓（はりうす）試験場を近くに有

写真―２　㈱日本除雪機製作所　本社

写真―３　㈱日本除雪機製作所本社モニュメント前集合写真
（前列中央左光石社長）

写真―４　曙（あけぼの）工場

写真―５　稲穂工場

している。

曙工場は，凍結防止剤散布車，軌道車，重量物運搬車工場で，部品の溶接製作，車両組み立て，塗装，納入部品検査，完成車両検査などの部門からなっている。凍結防止剤散布車は年に 75 台ベースで製作している。

ロータリ除雪車の油圧技術をベースにして，それ以外の重量物運搬車の車輪制御などにも活かされている。20 軸，40 輪の車輪を自在に走行制御できるそうである。

清掃装置のアタッチメントなど，大型の装置が組み立て中であった。

稲穂工場は，ロータリ除雪車専門工場で，部品の溶接製作，車両組み立て，塗装，納入部品検査，完成車両検査などを実施している。ロータリ除雪車は，年に 260 台生産しておりほぼ 1 日 1 台に相当する。

溶接ロボットが導入され，作業の合理化が図られていた。

カムアップ方式など工程の合理化にも熱心な様子が窺えた。

工場でキャビンの製作などの作業をしている方は，平均年齢が 20 代後半ということで，若い人が多かった。

工場の暖房は，頭上数 m の屋根下に配置された数本の管路から遠赤外線が発せられることにより行われていた。体の芯から温まるそうである。

本社玄関前に飾られた機械の前で記念写真を撮ったが，これは 1971 年に製造，稚内で使用されていたロータリ除雪車 HTR-700 が払い下げられ復元されたもので，本体に使用されているアルミ板は製造当時のままである。同社の製品を象徴するものであると感じた。

見学所感

新工場を見ることができてよかった。参加者にとって最新設備を見学できたので参考になったと思われる。

自社での製作にこだわりがあるのを感じた。制御機器のセットアップと組み立て，ソフトのインストール，ワイヤーハーネス，キャブの内張り加工などの内作，部品の全品検収など品質管理にも意欲的である。

両社とも，最近の除雪車の売れ行きが好調で，平年よりかなり多い除雪車が製作されており，構内のストックヤードは，満杯状態であった。その中で，生産体制を最大限効率的に運用し，規模を拡大して，それに対応しているのがよくわかった。

4. おわりに

一度に 2 つの工場見学という盛りだくさんのスケジュールであったが，普段見る機会の少ない除雪機械の生産現場に触れて，得られたものは大きかったと思う。委員相互の交流を図ることもできて有意義であった。

㈱日本除雪機製作所および㈱協和機械製作所の方々には，貴重な機会を与えていただき，またお世話になり大変ありがとうございました。

部　会　報　告

厚幌ダム建設事業　ダム本体工事　現場見学会

建設業部会

1. はじめに

建設業部会では，平成 27 年度夏季現場見学会を 2015 年 9 月 10 日，北海道の厚幌ダム建設事業ダム本体工事において実施したので本誌に紹介する。

参加者は，事務局を含め 14 名であった。

2. 工事概要

厚幌ダムは，2 級河川厚真川水系厚真川の北海道勇払郡厚真町字幌内地先に多目的ダムとして建設するもので，厚真川総合開発の一環をなすものである。

ダムの目的は，治水（洪水調整），利水（かんがい・水道用水）及び流水の正常な機能の維持（河川環境の保全）である。

発注者	北海道胆振総合振興局	
施工者	安藤ハザマ・岩田地崎・田中特定建設工事共同企業体	
ダムの諸元	型式	台形 CSG ダム
	堤高	47.2 m
	堤頂長	516 m
	堤体積	48.1 万 m^3
	総貯水容量	47,400,000 m^3
	有効貯水容量	43,100,000 m^3

現場の特徴は，ダム型式が台形 CSG であることである。台形 CSG ダムは，貯水池内の母材山から採取した材料（頁岩）に水とセメントを添加し，混合したものをダム本体の主な材料として台形形状に盛り立てた最も新しいダム型式である。同型式をダム本体に採用し既に完成したダムとしては，当別ダム（北海道），金武（きん）ダム（沖縄県）の 2 ダムだけであり，厚幌ダムとサンルダム（北海道開発局）が 3 番目の完成を目指し，現在，施工中である。

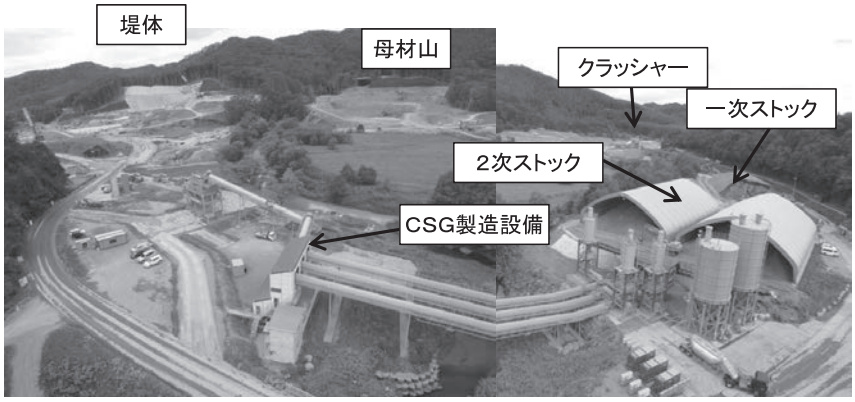
3. 現場見学

現場見学にあたり，事務所から現場へ移動するバスの中で工事概要の説明を受けた。

現場は，大きく 4 か所（母材山，CSG 製造設備，コンクリート製造設備，ダム本体）にわかれており，そのうち母材山を除いた 3 か所を見学した（**写真―1**）。

まずは，CSG 製造設備を見学した。母材山から 40 t

写真―2　クラッシャー



写真―1　現場全景

重ダンプで運搬された母材をクラッシャー（**写真**―2）にかけ80 mm以下にし，一次ストックヤードに仮置き，そのあと大型テント内の二次ストックヤードに移動させ，CSG製造設備でCSGを製造する。製造能力は，345 m^3/h（一台当り115 m^3/h × 3台）である。電力の容量が少ないため，プラント設備は発電機で稼働させていた。

次に，コンクリート製造設備（**写真**―3）を見学した。ミキサーは，2軸強制練3.0 m^3 × 2台で180 m^3/hの能力がある。製造されたコンクリートの運搬や骨材の運搬には，15 tダンプトラックが使用されていた。

最後に堤体を見学した。残念ながら，この日はCSGの打設をしていなかった。現在，1日約3,000 m^3の打設を行っているそうだが，最盛期には，5,000 m^3の打設を目標にしているとのことだった。

CSGの打設機械の法面締固機と照明台車を紹介する。法面締固機（**写真**―4）は，CSGとコンクリートの境界（**写真**―5）を締め固めるための機械で，いろいろな工夫を重ね現在の形となった。照明台車（**写真**―6）は，堤頂長が516 mと長いため，左右岸法面からの照明が届かないため必要になったと思われる。

写真―3　コンクリート製造設備

写真―4　法面締固機

写真―5　CSGとコンクリートの境界法面

写真―6　照明台車

写真―7　プレキャスト型枠

その他，上下流共外側は，プレキャスト型枠（**写真**―7）を使用していた。

4. おわりに

最後に，大変お忙しい中，今回の見学会にご協力頂きました安藤ハザマ・岩田地崎・田中建設共同企業体の関係者の皆様に，厚く御礼申し上げます。

JCMA

04-358	坑内環境一元管理 自動制御システム	戸田建設

▶概　　要

山岳トンネルの施工では，地山掘削作業や吹付コンクリートの吹付作業，ずり出しダンプの往来等によって多くの粉じんが発生する。また，想定外の有害ガスの発生や夏季における坑内温度の上昇に伴う熱中症のリスクなど，坑内環境の管理が重要となっている。通常，これらの管理は現場職員が日常管理として定期的に各種計測機器を使用して計測し，その結果を元に送風機や集じん機器等の作動設定を変更している。そのため，多くの時間と労力が必要であると同時に，刻一刻と変化する坑内環境の中で，対応の遅れに伴う環境悪化の危険性もあった。

戸田建設では，対策の一つとして粉じん濃度や有害ガス濃度，坑内温度等の各種坑内環境に関するデータを坑内に設置したセンサーによってリアルタイムに自動計測し，あらかじめ設定した基準値の範囲に自動制御することが可能な「坑内環境一元管理自動制御システム」を開発した。

▶特　　徴

本システムの特徴を以下に示す。

①坑内環境管理項目の任意設定

環境管理項目として，粉じん濃度，坑内風速，坑内温度，メタン濃度等の有害ガス，坑外へ漏出する浮遊粒子状物質など，坑内環境の管理として必要な項目を任意に設定可能である。

②坑内環境項目の計測と制御の自動化

環境管理項目に対応した計測機器を坑内各所（切羽付近や坑口付近など）に設置し，自動計測を行う。計測した値があらかじめ設定した基準値の範囲内になるように送風機や集じん機等を設定した数段階のレベルに自動稼働させることで坑内環境を制御する。

③坑内環境の一元管理

これら一連の作業はすべて一元管理された自動制御により，迅速な対応によって坑内環境悪化を回避し，日常管理作業の効率化を図ることが可能である。

④坑内環境のリアルタイムモニタリング

坑内環境の状況は現場事務所や本支店，および，システムメーカでモニタリング可能で，情報を共有することで，計測，制御機器の不具合に対して速やかに対応することができる。

なお，システムの構築においては，集じん機と送風機を連動させて管理することで，適切なエアカーテン効果（粉じんなどの封じ込め効果）が常に確保されていることや，必要な坑内風速をトンネル全域で最低限確保した上で，システムを構築している。

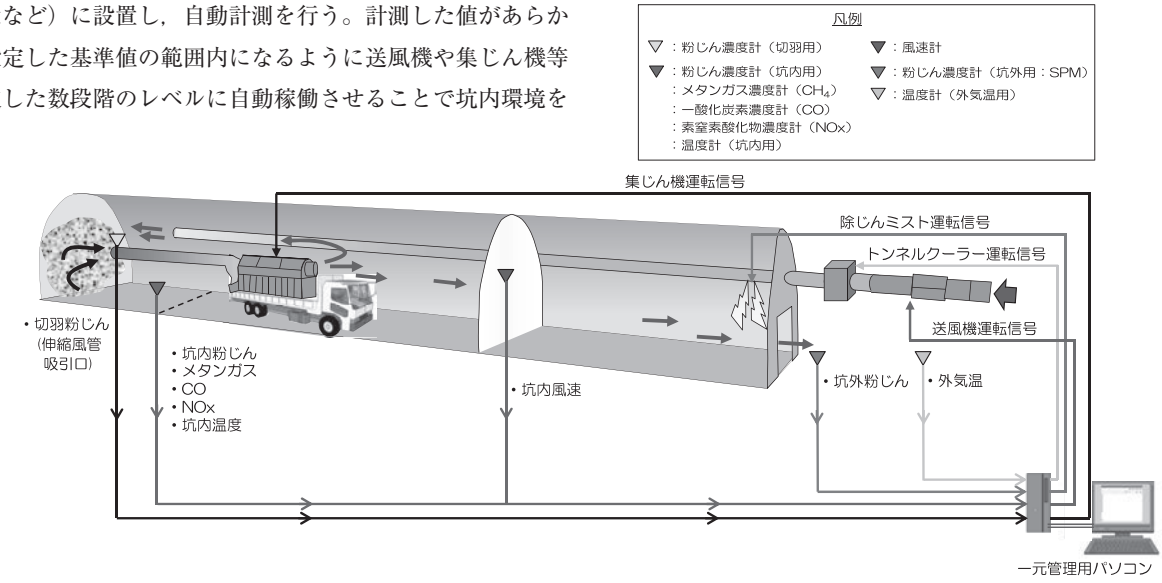
開発したシステムの効果の確認を目的に，現場実証試験を実施し，本システムの適用によって，坑内作業員の労働環境の常時改善や管理作業の効率化の確認，また，消費電力の最小化や健康リスク軽減も期待できることを把握している。

▶用　　途

・山岳トンネル工事他

▶問 合 せ 先

戸田建設㈱　技術開発センター　田中　徹
土木技術営業部　小林由委
〒104-8388　東京都中央区京橋 1-7-1
TEL：03-3535-2641　または　03-3535-1607



図―1　システム概要図

新工法紹介

04-359	外ボルト締結型コンクリート 中詰め鋼製セグメントを用いた 空伏せ管渠工法	大成建設

▶概　　要

都市部でのシールド工事では，十分な立坑用地の確保が困難な事が多く，既設構造物や地下埋設物，道路条件等の制約より，立坑部分で複雑な線形（急曲線や急勾配）を計画せざるを得ないことがある。その場合でも，矩形断面の現場打ちコンクリート構造とするのが一般的であるが，施工難易度が高い分，高い躯体品質を確保しにくい部分が生じやすくなるため，点検や補修に要する手間が大きくなる可能性が高い。また，複雑な構造物の構築に不可欠な鉄筋工や型枠工の熟練技能労働者が不足，急勾配施工の場合は型枠支保工などの施工面で安全管理が困難といった問題もある。

大成建設は，品質・安全上のリスクを最小限に抑え，工期短縮も可能な工法として，シールド工事用セグメントを応用した「外ボルト締結型コンクリート中詰め鋼製セグメントを用いた空伏せ管渠工法」を開発し，神戸市発注のシールド工事に初適用した。

▶特　　徴

①急曲線に対応可能

セグメントは気中組立てのため，シールドマシン内で組立て困難な急曲線管路を構築可能（実績：セグメント外径 ϕ 4.1 m，曲率半径 R = 4.5 m）。

②三次元曲線に対応可能

三次元 CAD による組立て計画と三次元座標による出来形管理により，平面・縦断曲線が複合する曲線も施工可能（実績：縦断 R = 15 m，横断 R = 18 m）。

③高い躯体品質

プレキャスト製品であるため，鉄筋工や型枠工の熟練技能労働者を必要とせず，高い躯体品質を実現可能。

④工期短縮が可能

現場打ちコンクリート構造に比べ，30 ～ 40％の工期短縮が可能。

⑤外ボルト方式による安全性向上

トンネル内部での組立て作業が不要となり，急勾配施工での安全性が飛躍的に向上，また，内面平滑性にも優れる。

▶施 工 手 順

①所定の高さにセグメント受台を設置

②地上でリング状に組立てたセグメントを立坑下へ投入

③既設セグメントとボルト締結

④切梁が干渉する高さまでセグメントが組みあがった段階で流動化処理土等により埋戻し

⑤解体する切梁・腹起しの反力がセグメントに作用しないように開口補強鋼材を設けて盛替えコンクリートを構築

⑥切梁・腹起しの解体

［上記① → ⑥を繰り返し］

写真―１　外ボルト締結型コンクリート中詰め鋼製セグメント

写真―２　組立状況

写真―３　施工状況

▶用　　途

・空伏せセグメントによる管渠構築全般

▶実　　績

・中突堤ポンプ場放流渠築造工事（その 2）

▶問 合 せ 先

大成建設㈱　関西支店　土木部　技術部技術室
〒 542-0081　大阪府大阪市中央区南船場 1-14-10
TEL：06-6265-4603

▶〈02〉掘削機械

15-〈02〉-05	日立建機 ミニショベル（後方超小旋回型） ZX20U-5A	'15.04 発売 新機種

土木工事をはじめ，管工事，設備工事，建築基礎工事などの狭小な現場で使用される 2.0 トンクラスの後方超小旋回型ミニショベルであり，国土交通省第 3 次排出ガスおよび，超低騒音型建設機械の基準値に適合している。

操作レバー方式を前スタンドレバーからリストコントロールレバーに変更したことにより，広い運転席で余裕のある操作が可能となっている。

操作方式は，上位機種同様「全操作油圧パイロット式レバー」とし，オプションの 4WAY セレクタバルブ式マルチレバーも従来機と同様に運転席下の外から見やすい位置に装着できる。

標準仕様の 2 柱キャノピのルーフは，「雨溝付きの大型ルーフ」であり，できるだけオペレータに雨がかからないようにしている。

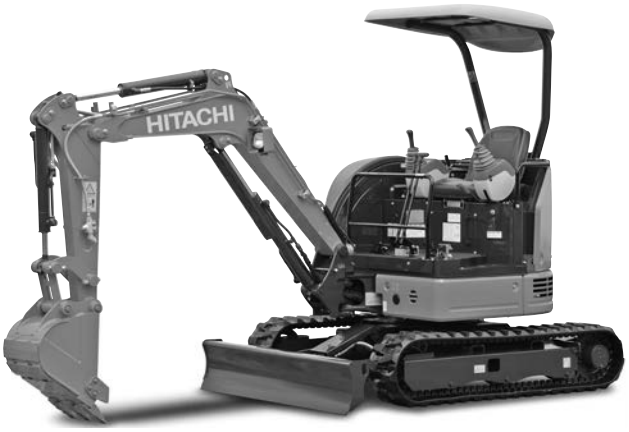
さらに，「上下スライド式エンジンカバー」や「ワンタッチで開閉可能なラジエータカバー」などの「ワイドフルオープンカバー」により，車体後方からのメンテナンス作業が容易となっている。シートを前方に倒すことによりエンジン上部のメンテナンスも容易である。

オプション品として，「4 面補強付きアーム」，「側面・底面補強バケット」，「アタッチメント配管」および「書類入れ用ホルダ」もしくは「グリスガンホルダ」がある。さらに，盗難予防装置として「テンキーロックシステム」や「イモビライザキー」を装備している。

表―1　ZX20U-5A の主な仕様

標準バケット容量	(m^3)	0.07
最大掘削深さ	(m)	2.33
最大掘削半径	(m)	4.19
最大掘削高さ	(m)	4.08
機械質量	(t)	1.99
定格出力	(kW(PS)/min^{-1})	13.0（17.7)/2,200
走行速度　高速／低速	(km/h)	4.4／2.6
登坂能力	(%)	47
接地圧	(kPa)	24.2
最低地上高	(m)	0.29
クローラー中心距離	(m)	1.20
シュー幅	(m)	0.25
全長×全幅×全高（輸送時）	(m)	3.86 × 1.45 × 2.41
標準小売価格	(百万円)	3.65

注）価格は工場裸渡し，消費税別。寸法および価格は 2 柱キャノピ仕様。



写真―1　日立建機　ZX20U-5A　ミニショベル（後方超小旋回型）（一部オプションを含む）

問合せ先：日立建機㈱　経営管理統括本部
ブランド・コミュニケーション本部　広報戦略室　広報グループ
〒 112-8563　東京都文京区後楽 2 丁目 5 番 1 号

15-〈02〉-07	コベルコ建機 ミニショベル（超小旋回型） SK30UR-6，SK38UR-6，SK50UR-6E	'15.07～10 発売 新機種

管埋設，路面補修などの工事で利便性を発揮する 3 ～ 5 トンクラスの超小旋回型ミニショベルである。SK50UR-6E は排出ガス後処理装置（DPF）を装備し，特定特殊自動車排出ガス 2014 年基準に適合している。

H モード（作業優先モード）に加えて，S モード（省エネ・燃費優先モード）を設定し，作業負荷に合わせた作業モードの選択が可能であり，燃料消費量は，従来モデルの H モードに対して，S モードで，最大約 23 ～ 25%の低減を図っている。

さらに，エンジン冷却システム iNDr（アイ・エヌ・ディー・アール）を，超小旋回型ミニショベルに搭載し，エンジンルーム内の防塵性とメンテナンス性を向上させ，従来機に比べ，機械右後方で最大 4 dB の騒音を低減させている（SK30UR-6 の場合）。

なお，エンジン冷却の排風を下方に向け，エンジン排出ガスについても，機体下方に排出する「iNDr＋E」仕様（SK50UR-6E は標準設定，SK30UR-6 及び SK38UR-6 はオプション設定）を設定することで，接近する植木に直接熱風を当てず，立ち枯れを抑制している。

キャノピには剛性のある鋼板ルーフ，キャブにはラウンドデザインやリンク式スライドドアを採用し安全性・居住性の向上を図っている。共に TOPS（横転時オペレーター保護構造）規格に適合している。さらに，ハイリーチクレーン（オプション）の吊り上げ能力を引き上げるなど，作業性能も向上させている。

新機種紹介

表―２　SK30UR-6，SK38UR-6，SK50UR-6E の主な仕様

本体型式			SK30UR-6	SK38UR-6	SK50UR-6E
標準バケット容量（山積／平積）（m^3）			0.07／0.06	0.11／0.07	0.20／0.18
クローラ仕様			ゴムクローラ	ゴムクローラ	ゴムクローラ
機械質量（キャノピ／キャブ）（t）			3.00／3.20	3.64／3.83	5.32／5.49
定格出力		（kW/min^{-1}）	17.1/2,400	17.1/2,400	27.9/2,400
燃料タンク		（l）	42	42	75
旋回速度		（min^{-1} {rpm}）	8.3 {8.3}	9.9 {9.9}	8.5 {8.5}
走行速度（1 速／2 速）（km/h）			2.1／3.8	2.5／4.2	2.2／4.0
登坂能力		%（度）	58（30）	58（30）	58（30）
最大掘削力	バケット	（kN {kgf}）	25.6 {2,600}	27.1 {2,760}	35.2 {3,590}
	アーム	（kN {kgf}）	16.2 {1,650}	14.1 {1,430}	21.9 {2,230}
全長		（m）	4.22	4.32	5.24
全幅		（m）	1.55	1.70	1.96
全高		（m）	2.57	2.57	2.60
最大掘削半径		（m）	4.69	4.98	5.81
最大掘削深さ		（m）	2.88	3.26	4.17
最大掘削高さ		（m）	5.41	5.67	6.41
最大ダンプ高さ		（m）	4.00	4.26	4.86
価格（税抜き）		（百万円）	4.940	5.501	8.123

写真―２　コベルコ建機　SK50UR-6E　ミニショベル（超小旋回型）

問合せ先：コベルコ建機　営業促進部
〒 141-8626　東京都品川区北品川 5 丁目 5 番 15 号
（大崎ブライトコア 5F）

▶〈03〉積込機械

15-〈03〉-01	日立建機 ホイールローダ　ZW80-5B	’15.02 発売 モデルチェンジ

主に除雪，農畜産，産廃等で使用されているホイールローダであり，「時代にマッチした環境性能」「快適な運転空間」「メンテナンスコストの低減」をコンセプトにモデルチェンジしたものである。

特定特殊自動車排出ガス規制 2014 年基準に適合しており，酸化触媒とマフラのみで構成される排ガス後処理装置により，セラミックフィルタの定期清掃・交換が不要である。国土交通省低騒音指定機であるが，エンジン最高回転数を 10%抑制するスロットルリミットスイッチにより，騒音値を超低騒音相当まで下げることも可能である。

運転席へのアクセスルートには左右にグラブハンドルと大型ステップを設け，安全に乗降可能である。運転席は快適なサスペンションシートをはじめ，作業機レバーや前後進レバーの誤操作防止レバーロック，巻き込み式シートベルト，エンジンオフ時に自動的に作動するパーキングブレーキ，ROPS/FOPS 構造のキャブ仕様などにより，安全性の向上を図っている。

メンテナンス面では，センターコンソールに配されたモノクロ液晶モニタにフィルタの交換時期を知らせる機能を設け，定期的なメンテナンスをサポートしている。作業機のジョイント部には潤滑特性のよい HN ブッシュを採用し，給脂間隔を 250 時間へ延長している。車体下部の給脂部にはリモート配管を装備し，日々のメンテナンスにかかる時間を低減している。

表―３　ZW80-5B の主な仕様

標準バケット容量	（m^3）	0.9
運転質量	（t）	4.895
最大出力	（kW（PS）/min^{-1}）	49（67）/2,200
定格荷重	（t）	1.440
全長	（m）	5.235
全幅	（m）	1.920
全高	（m）	2.790
ホイールベース	（m）	2.200
トレッド	（m）	1.470
ダンピングクリアランス	（m）	2.500
ダンピングリーチ	（m）	0.880
最高走行速度（前進／後進）	（km/h）	34／34
標準小売価格（税抜）	（百万円）	8.8

注）価格は工場裸渡し，消費税別。

写真―3　日立建機　ZW80-5B　ホイールローダ

問合せ先：日立建機㈱　広報戦略室　広報グループ
〒 112-8563　東京都文京区後楽二丁目 5 番 1 号

表―4　650TLX の主な仕様

		クレーン仕様
最大つり上げ荷重×作業半径	(t × m)	65 × 3.0
ブーム長さ	(m)	10 ～ 30.1
ロープ速度　フロント／リヤ	(m/min)	105
第 3 ウインチ	(m/min)	105
ブーム上げ速度	(s/ 度)	52/0 ～ 78.0
旋回速度	(min^{-1})	4.5
走行速度（高速／低速）	(km/h)	1.7／1.2
登坂能力	(%)	30
エンジン名称		いすゞ 6HK1 (2011 年基準適合)
定格出力	(kW(PS)／min^{-1})	210(285)／1900
接地圧	(kPa)	92.4
全装備質量	(t)	70.9
価格（クレーン標準仕様：税抜）	(百万円)	85.0

注：表中，各作業速度は負荷により変化します。

▶〈05〉クレーン，インクラインおよびウインチ

15-〈05〉-04	**日立住友重機械建機クレーン テレスコピックブーム式 クローラクレーン 650TLX**	**'15.03 発売 新機種**

建築，港湾荷役，基礎土木に加え，既存杭撤去作業にも対応した 65 t 吊りテレスコピックブーム式クローラクレーンである。

作業性能を高めるため，軽量かつ高強度・高剛性な六角断面形状の 4 段テレスコピックブームとしている。さらにオーガやバイブロなど基礎系現場の多様なニーズに対応するために，圧力および流量の異なる 3 つの油圧源をオプションで用意している。また，モード切替スイッチ（クレーン／掘削）により掘削モード（掘削作業時には，警報のみ発する）に切り替えて，安全を確保しながら掘削作業にも集中できるようにしている。

輸送・分解組立面では，クローラ自力着脱装置や自力着脱装置付カウンタウエイトを設定し，さらにブームも着脱可能（いずれもオプション）とすることで，テレスコピックブームの持つ機動力の高さと輸送規制へ対応している。また，本体輸送幅を 2.99m とすることで，回送時のトレーラーの待機時間をなくし，輸送コストを低減させている。

安全面では，シンプルで使いやすい大型モニターに加え，ボイスアラームなどの事故抑止機能を充実させている。さらに旋回角度制限装置（オプション）と過負荷防止装置（M ／ L）のブーム高さ制限およびブーム角度（上限／下限）制限機能を組み合わせることで，作業領域の設定を可能とし，接触事故の防止および反復作業の効率向上により，オペレータの疲労軽減を図っている。

標準装備の予防保全システム「リモートセンシング」により，機械の健康状態を把握し，ダウンタイムの最小化とメンテナンスの向上，整備時間やコストの削減を図っている。

写真―4　日立住友重機械建機クレーン　650TLX　クローラクレーン

問い合わせ先：日立住友重機械建機クレーン㈱　販売企画部
〒 110-0015　東京都台東区東上野六丁目 9 番 3 号

新機種紹介

▶〈11〉コンクリート機械

15-〈11〉-02	極東開発工業 コンクリートポンプ車 ピストンクリート PT110-10	’15.05 発売 新機種

「高圧打設」「長距離打設」に特化したブーム非搭載の大型ピストン式コンクリートポンプ配管車である。最大吐出量 112 m^3/h，最大吐出圧力 16.0 Mpa の高圧大容量ユニットを搭載している。搭載するトラックシャシーは移動性，設置性に配慮してショートホイールベース（5.55 m）の GVW22 t 車を採用している。

コンクリート圧送装置は新油圧制御システムにより，従来の高圧ピストン車よりもさらに高圧で大容量かつ低騒音仕様とし，また圧送シリンダはシリンダストローク 2100 mm のロングストロークシリンダによりコンクリートバルブの切換え回数を少なくし，各機器の磨耗を軽減してランニングコストの低減を図っている。また，コンクリート打設終了後の配管洗浄用として従来機に比べ吐出能力を約 25％向上させた高圧水ポンプを搭載して洗浄作業の効率化を図っている。

ポンプユニットには高所打設に使用されるストップバルブ（生コンクリート逆流防止用）の作動用の油圧取出しポートを車両左右側面に各 2 セット装備しており，最大 4 台（同時操作 2 台）のストップバルブを作動させることができる。安全対策として，ホッパ側面に設けた緊急停止ボタン（ホッパ攪拌羽根，ポンプ運転，ブーム作動を停止），攪拌自動停止装置（ホッパスクリーンを開くと自動的に攪拌羽根を停止）などを装備している。

表―5　PT110-10 の主な仕様

		PT110-10
ポンプユニット仕様		8B 仕様
最大吐出量　標準／高圧	(m^3/h)	112/83
最大吐出圧力　標準／高圧	(MPa)	10.1/16.0
コンクリートシリンダ径	(mm)	205
シリンダストローク	(m)	2.1
水ポンプ 吐出圧力	(MPa)	10.5
ホッパ容積	(m^3)	0.5
リヤアウトリガ張出スパン	(m)	2.38
車両 全長×全幅×全高	(m)	9.98 × 2.49 × 3.015
車両総質量	(t)	15.3
価格	(百万円)	63

写真―5　極東開発工業　PT110-10　コンクリートポンプ車

問合せ先：極東開発工業㈱　技術部
〒673-0443　兵庫県三木市別所町巴 2 番地

▶〈12〉モータグレーダ，ロードスタビライザ，締固め機械およびソイルプラント

15-〈12〉-02	コマツ モータグレーダー GD675-6	’15. 4 発売 モデルチェンジ

NOx（窒素酸化物）と PM（粒子状物質）の排出量を従来機に比べて大幅に低減し，オフロード法 (*1) 2014 年基準に適合したモデルチェンジ車である。加えて，エンジンとトランスミッションを最適に制御し，燃料消費量を従来機に比べ大幅に低減 (*2) している。また，エンスト防止機能などの追加により生産性も向上させている。

車両後方確認用の後方視認用カメラ・モニタと，セカンダリエンジン停止スイッチにより安全性を高めるとともに，機械モニタには鮮明で見やすい高精細 7 インチ LCD モニタを採用し，運転中の燃料消費率の表示やガイダンスにより省エネ運転のサポートも行っている。

さらに，新車購入時に自動的に付帯される，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，サービスプログラム「KOMATSU CARE（コマツ・ケア）」を提供しており，トータルライフサイクルコストの低減と長時間稼働に貢献すると思われる。

写真―6　コマツ　GD675-6　モータグレーダー
（一部オプションが含まれる）

表―6　GD675-6 の主な仕様

		土工仕様 3.7 m ブレード※	除雪仕様 3.7 m ブレード※
運転質量	(t)	17.845	18.285
乗車人員	名	1	
エンジン定格出力　ネット	kW/〔PS/rpm〕	E モード：135－163〔183－221〕/2,000～2,100 min^{-1}	
		P モード：135－150－163〔183－203－221〕/2,000 ～ 2,100 min^{-1}	
ブレード長さ×高さ×厚さ	(m)	3.71 × 0.545 × 0.019	
全長	(m)	9.51	9.765
全幅	(m)	2.41	
全高	(m)	3.175	3.41
最小旋回半径	(m)	7.4	
最高速度	(km/h)	48.5	
価格※	(百万円)	32	

※価格：工場裸渡し消費税抜き
土工仕様には 3.7 m ブレード以外に 4.0 m ブレードを選択可能
除雪仕様には 3.7 m ブレード以外に 4.0 m ブレード，4.3 m ブレードを選択可能

＊1. オフロード法：特定特殊自動車排出ガスのNOx(窒素酸化物)，PM（粒子状物質）排出量の規制等に関する法律。
＊2. P モード時 13%減／時間　E モード時 28%減／時間
自社テスト基準による従来機との比較である。実作業では作業条件により異なる場合がある。

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

15-〈12〉-03	日立建機カミーノ ハンドガイドローラ ZV550WL	'15.05 発売 モデルチェンジ

道路工事や基礎工事などで使用されるハンドガイドローラの 550 kg クラスにおいて，本体上面を従来機に対し 192 mm 低くし軽量コンパクト化することで，前方視認性・操作性を向上させたモデルチェンジ機である。

ZV-W シリーズの特徴である清掃の容易な散水ノズルを踏襲するとともに，パワーパックとローラ間の開口を大きくとることで，ローラの清掃性を向上させている。

前後進レバーを中央に配置し，本体の左右どちらからでも容易に操作できるようにするとともに，大型スイッチの採用により操作性を向上させている。

ハンドルアシスト機能の追加により，ハンドル格納時の操作力を従来機に対し 45%低減させている。

スクレーパ・走行モータ・操作スイッチの各部位に保護構造を設け，衝突や異物侵入での破損防止を図っている。

表―7　ZV550WL の主な仕様

機械質量	(kg)	565
エンジン型式		クボタ E75-E3-NB3
エンジン定格出力	(kW/min^{-1})	4.0/2,500
燃料タンク容量（軽油）	(L)	4.8
走行速度	(km/hr)	前進 0 ～ 3.5 ／後進 0 ～ 3.0
振動数	(Hz)	55
起振力	(kN)	9.8
価格（税抜）	(百万円)	1.8

写真―7　日立建機カミーノ　ZV550WL　ハンドガイドローラ

問合せ先：㈱日立建機カミーノ　営業本部
〒 340-0004　埼玉県草加市弁天 5-33-25

新機種紹介

15-〈12〉-04	日立建機カミーノ プレートコンパクタ ZV40PFL	'15.05 発売 モデルチェンジ

道路工事や基礎工事などで使用されるプレートコンパクタの40 kg クラスについて，操作性・運搬性の向上を目的にモデルチェンジしたものである。

ZV-PF シリーズの特徴であるエンジン防振ゴム・ハンドル防振ゴム・ハンドルストッパゴムによる 3 重防振設計を踏襲し，6%の軽量化（対 ZV40PF）により操作性・運搬性を向上させている。

吊環をエアクリーナ，エンジンオイルのメンテナンスが容易なレイアウトとし，さらにフレームをエンジンオイルドレンプラグの取り外しが容易なフラットでコンパクトな構造とするなど，整備性に配慮している。

起振部と底板部を分割することで，底板摩耗時の交換部位を最小限とし，交換作業工数とランニングコストを低減している。さらに早期摩耗しやすい底板後部を二重構造とし，補強板の厚みと面積を増やすことで耐久性を向上させている。

輸送に便利な簡易台車（ZV40PFL・ZV60PFL 共通）をオプションで設定している。

表―8　ZV40PFL の主な仕様

機械質量	(kg)	46
エンジン型式		スバル EH09
エンジン定格出力	(kW/min^{-1})	1.5/3,600
燃料タンク容量（ガソリン）	(L)	1.5
走行速度　※	(m/min)	19
振動数	(Hz)	103
起振力	(kN)	7.2
価格（税抜）	(百万円)	0.22

(注) ※日立建機カミーノの基準による。

写真―8　日立建機カミーノ　ZV40PFL　プレートコンパクタ

問合せ先：㈱日立建機カミーノ　営業本部
〒 340-0004　埼玉県草加市弁天 5-33-25

▶〈13〉舗装機械

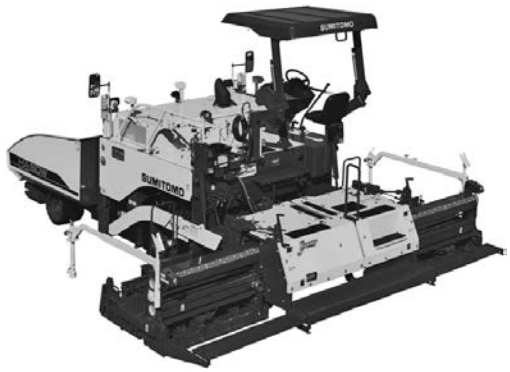
15-〈13〉-01	住友建機 アスファルトフィニッシャ HA50W-8	'15.03 発売 モデルチェンジ

道路舗装工事に使用される搭乗式のアスファルトフィニッシャである。コンパクトなボディにより道路舗装以外の駐車場などの小規模な現場にも対応可能となっている。延長スクリードを必要とせず，高剛性で 2.3 m から 5 m まで無段階に伸縮可能な 3 連伸縮スクリードを装備することで従来機に比較して高精度の舗装が可能である。オペレーターの操作性向上を目的として運転席に 7 インチのカラーモニターを採用している。環境にも配慮したエンジンとエコモードの搭載により，低燃費運転を可能としている。フィールドビューモニター(注1) をオプション設定し安全性の向上を図っている。遠隔稼働管理システムを標準装備している。

(注 1) アスファルトフィニッシャの死角である前方と左右の各カメラ画像を合成処理し，運転席のカラーモニター上にて広角からの俯瞰映像により安全確認が可能なシステム。

表―9　HA50W-8 の主な仕様

		TV 仕様	V 仕様
〈舗装能力〉			
舗装幅	(m)	2.3 ～ 5.0（無段階伸縮）	
舗装厚	(mm)	10 ～ 150	
舗装速度	(m/min)	2.0 ～ 12	
ホッパ容量	(t)	8	
〈本体〉			
質量	(kg)	10840	10650
全長	(mm)	5920	
全幅	(mm)	2490	
全高（キャノピ付）	(mm)	2555（3410）	
軸距	(mm)	2500	
輪距	(mm)	2110 ／ 1970	
〈エンジン〉			
メーカー・型式	−	いすゞ 4JJ1XZSS-02	
総排気量	(L)	2.999（4CYL）	
定格出力	(kW/min^{-1})	74.9/2000	
最大トルク	(N・m/min^{-1})	359/1600	
燃料タンク容量	(L)	115	



写真―９　住友建機　HA50W-8　アスファルトフィニッシャ

問合せ先：住友建機販売㈱　営業企画部
〒 141-6025　東京都品川区大崎二丁目１番１号（Think Park Tower）

▶〈14〉維持修繕・災害対策用機械および除雪機械

15-〈14〉-03	やまびこ エンジンカッター ECD7412S，EC7412S，EC7414S	’15.08 発売 モデルチェンジ

現場でのコンクリート二次製品（歩車道境界ブロック，側溝など）やダクタイル鋳鉄管（水道用）などの切断作業における耐久性向上を図ってフルモデルチェンジしたエンジンカッターである。

「4 ステージエアクリーナシステム」は，切断作業中に舞い上がる粉塵が，エンジンの気化器（キャブレタ）に流入する前に粉塵を分離する。粉塵分離能力は，従来機に比べ約 7 倍に向上し，粉塵からエンジンを守っている。

特に集塵タイプ（ECD7412S）は，コンクリート二次製品などの切断作業に多く使用され，市街地・住宅地など粉塵に配慮が必要な環境下の工事に適している。低振動化を重視した設計により，振動値（3 軸合成値）は，従来機比 3.4 m/s 減の 4.5 m/s を実現している。外形寸法（全長）は 17 mm 短くなっている。

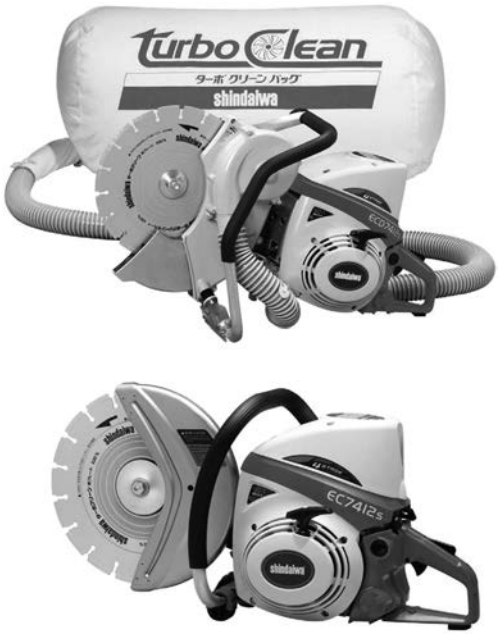
一方，スタンダードタイプ（EC7412S,EC7414S）は，埋設された側溝や水道管などを取り替える作業空間の狭い工事に適し，ユーザからの軽量・小型化の要望に応えている。従来機と比べ，質量は EC7412S が 9.7 kg，EC7414S が 10.1 kg となり，どちらも 0.7 kg 軽く，外形寸法（全長）は，EC7412S が 33 mm，EC7414S が 24 mm 短くなっている。

また，高出力・高トルクのカッター専用エンジンは，実用回転域の出力に優れている。さらにエアクリーナ，電装系の防水性を高めたほか，ソフトスタートに加え，始動性を容易にするプライマリーポンプ，デコンプを標準装備している。

その他，ダストシール付の防塵リコイルを搭載し，粉塵によるリコイルスタータの巻き戻し不良などの対策を講じている。残容量が見える燃料タンクや開閉容易な燃料キャップにより，作業性も向上させている。

表―10　ECD7412S/EC7412S/EC7414S の主な仕様

	ECD7412S	EC7412S	EC7414S
切断能力　（mm）	130	110	130
排気量　（mL）		73.5	
燃料タンク容量　（L）		0.7	
最高周速度　（m/s）	45.2	60.0	70.0
3 軸合成値　（m/s²）	4.5	6.0	7.0
本体外形寸法　（mm）	735×279×478	707×240×376	746×240×401
本体乾燥質量　（kg）（ブレードなし）	12.7	10.1	9.7
価格（税込）　（円）	454,680	336,960	363,960



写真―10　やまびこ　エンジンカッター

問合せ先：㈱やまびこ　宣伝課
〒 731-3167　広島市安佐南区大塚西 6-2-11

15-〈14〉-07	マイト工業 バッテリー式 LED 投光機 NB180-WD	’15.05 発売 モデルチェンジ

排ガスや騒音対策が求められる場所で使用されるバッテリー式投光機について，点灯時間と作業性，安全性の向上を図ったモデルチェンジ機である。

バッテリー容量を従来の 1,440 Wh から 2,200 Wh に増やすことにより，点灯時間を 8 時間から 12 時間に向上させている。バルーン照明は 30 W の LED ライトを 6 個使用し全灯時 180 W の点灯，片面のみの点灯や半分の消費電力での点灯など 4 段階での切替機能があり，90 W では 24 時間の点灯ができる。

バッテリーはリン酸鉄リチウムイオンバッテリーを使用し，軽量

新機種紹介

化（鉛バッテリーの 1/2）とバッテリー寿命の延長を図っている（約 1,500 サイクルが可能）。リチウムバッテリーは BMU（バッテリー・マネージメント・ユニット）でセルバランス監視を行い，セルのバラツキによる能力低下や過充電・過放電防止を制御している。リン酸鉄リチウムイオンバッテリーは，コバルト酸リチウムイオンバッテリーに比べるとエネルギー密度は低いが，サイクル寿命が長く，釘差しなどでも発火しにくいなどの特徴がある。

専用台車は 225 mm の空気入タイヤを採用し不整地などでの移動も容易にしている。

強風などによる転倒防止のためのアウトリガー，足踏み式駐車ブレーキ，急な落下を防ぐためのエアーブレーキ付きの伸縮ポールなどにより安全性の向上を図っている。LED ライト・ポール・手押しハンドルは，現場への搬送や保管を考慮してコンパクトに格納できるようにしている。

表―11　NB180-WD の主な仕様

全灯での点灯時間	（時間）	12
充電時間	（時間）	6
LED 消費電力	（W）	30W × 6
LED 全光速（ルーメン）	（Lm）	21,000
LED 色温度（ケルビン）	（K）	5,000
電池電圧	（V）	DC36V
電池容量	（Wh）	2,200
充電入力	（－）	AC100V/600VA
バルーン高さ	（mm）	1,770 ～ 2,720
全長×全幅×全高（収納時）	（mm）	745 × 570 × 670
総重量	（kg）	87
価格	（円）	1,296,000

写真―11　マイト工業　NB180-WB　バッテリー式 LED 投光機

問合せ先：マイト工業㈱　営業本部
〒 547-0001　大阪市平野区加美北 4-5-6

▶〈15〉作業船

15-〈15〉-01	大旺新洋 グラブ浚渫船兼起重機船 第十五龍正丸	’15.03 製作 新機種

河川や港湾などの底面の土砂を浚う土木工事で使用するグラブ浚渫船兼起重機船で，施工管理システム及び環境対策，安全対策の改善を図っている。

全長 60 m，全幅 24 m，深さ 5 m の台船上に，2,206 kW の原動機を装備したクレーンを搭載している。グラブバケットは，軟土盤用 30 m^3，硬土盤用 10 m^3，平底幅広型 30 m^3 のラインナップがあり，1 時間当たり約 1,000 m^3 の浚渫能力を有している。また，起重機船仕様では，主巻最大定格荷重 80 t，最大揚程（水面上）26 m の能力を有している。

浚渫施工管理システム（SeaVision Navigator）は，音響測深ソナーとの連動により浚渫作業の視覚化が図れ，高効率化を図るとともに，施工データ管理機能により浚渫データ（実績管理・作業日報・進捗管理など）が自動記録され，リアルタイムでの施工管理が可能である。浚渫深さは，船体傾斜・ジブ角度・旋回角度等に生じる誤差を補正する深度補正制御機能と，1 cm の制御能力を持つ水平掘装置により高精度の薄層浚渫が可能である。浚渫作業時には，直径 1,300 mm，全長 40 m のスパッド 3 本で船体を固定し，大深度の施工を行なう。機動力を最大に発揮できるように船首，船尾にポンプジェット式スラスタを 2 基装備し，船尾配置の押船（1,471 kW）を

表―12　第十五龍正丸の主な仕様

浚渫仕様		
直巻能力	（t）	110.0
グラブバケット軟土盤用	（m^3）	30.0
硬土盤用	（m^3）	10.0
平底幅広型	（m^3）	30.0
浚渫深度　水面下	（m）	60.0（全揚程 66.0）
起重機仕様		
主巻・最大定格総荷重	（t × m）	80.0 × 24.1
作業半径	（m）	15.7 ～ 30.4
ジブ角度	（°）	30° ～ 70°
最大揚程	（m）	水面上 26.0
補巻	（t）	9.4
一般主要仕様		
ジブ長さ	（m）	28.0
原動機	（kW/rpm）	2,206/750
旋回速度	（rpm）	0 ～ 1.2
起伏ロープ速度	（m/min）	0 ～ 7.2
主発電機	（kVA × V × Hz）	500 × 220 × 60　2 台
補助発電機	（kVA × V × Hz）	130 × 220 × 60　2 台
ポンプジェット	（kW/rpm）	302/2,616
スパッド装置	（ϕ × m）	1,300 × 40　3 基
長さ×幅×深さ	（m）	60.0 × 24.0 × 5.0
価格	（百万円）	2,376

併用することで自由な操船ができる。また，油圧ポンプユニットは，単独使用・合流使用（高出力化）の切り替え操作により，ウインチ巻上げ・巻下げ操作，スパッド設置・撤去の作業時間の短縮ができ，正確な浚渫位置・退避場所への迅速な移動ができる。

環境対策として，不慮の事故に備えるため，船体燃料タンクを二重構造にしたほか，作動油に生分解性オイルを使用し，オイルが海上に漏洩した場合でも自然界に存在するバクテリアにより生分解化される。このほか，船内の廃棄物を適正に処理できる油水分離装置や汚水処理装置，生ゴミ処理機を装備するとともに，作業騒音を低減するため，揚重装置のマフラーは，超低騒音型（84 dB 対応型）としている。また，操船室の屋上に太陽光発電機パネルを設置しており，船内の補助電力として使用できる。

安全対策として，作業状況を監視するためクレーン前後部各 1 台，操船ウインチ部 4 台，スパッド部 3 台，その他 4 台の計 13 台の監視モニターを設置している。また，スパッド打設不可能な作業においては，土運船等が本船に接舷する際，本船のアンカーチェーンに接触しないように水深を確保できる格納式アンカーラック構造の昇降式チェーンガイドローラを設置し，接舷時の接触事故の防止を図っている。

写真―12　大旺新洋　第十五龍正丸　グラブ浚渫船兼起重機船

問合せ先：大旺新洋株式会社　土木事業本部　港湾土木部
〒 781-0112　高知県高知市仁井田 1625 番地 2

▶〈19〉建設ロボット，情報化機器，タイヤ，ワイヤロープ，検査機器等

15-〈19〉-01	ケルヒャー ジャパン 業務用冷水高圧洗浄機 HD 4/8 C	’15.06 発売 モデルチェンジ

工場の設備・機械・パーツ，自動車，建物の外壁，ビル・マンションの共有スペース，食品スーパーのバックヤードなどの幅広い用途での洗浄を想定した業務用冷水高圧洗浄機である。動力は単相 100 V で様々な作業環境で使用できる。

スリムなデザインと持ち運び用の大型ハンドルの採用によって片手で持ち上げることができ，段差のある場所でも移動が容易である。

また，電源ケーブルや高圧ホースをまとめるラバーバンドとノズルなどの収納スペースがあることで，移動・保管時の部品の落下・紛失を防げると共に，省スペース化によってコンパクト収納となっている。

新デザインの給水口と一体型の大容量フィルターは，目詰まりしにくく，清掃も簡単でメンテナンス性が向上，網目が細かくなった事で異物混入によるポンプの故障リスクを低減している。

作業中断時の保持圧を低くする新型ポンプの採用で耐久性を向上，ガンを握った直後の反動が少なくなり，作業員の負担も軽減される。

ケルヒャー社の高圧洗浄機は「家庭用」と「業務用」に分かれており，業務用では家庭用に比べ長時間・高頻度・より多くの環境での使用を想定した構造としており，耐久性がある。

表―13　HD 4/8 C の主な仕様

	1.520-155.0	1.520-156.0
動力	単相 100 V　50 Hz	単相 100 V　60 Hz
モーター入力　(kW)	1.4	
モーター出力　(kW)	1.0	
水量　(L/h)	400	
圧力　(Mpa)	8	
給水温度　(℃)	Max 60	
給水圧力　(Mpa)	Max 1	
自給高さ　(m)	Max 0.5	
洗剤吸引量　(L/h)	0 ～ 25	
騒音値　(dB)	86	
電源コード長　(m)	5	
寸法　(mm)	L＝380×W＝360×ハンドル収納時　H＝620 （ハンドル最大引き上げ時　H＝930）	
質量　(kg)	23.7	
価格　(円，税別)	140,000	

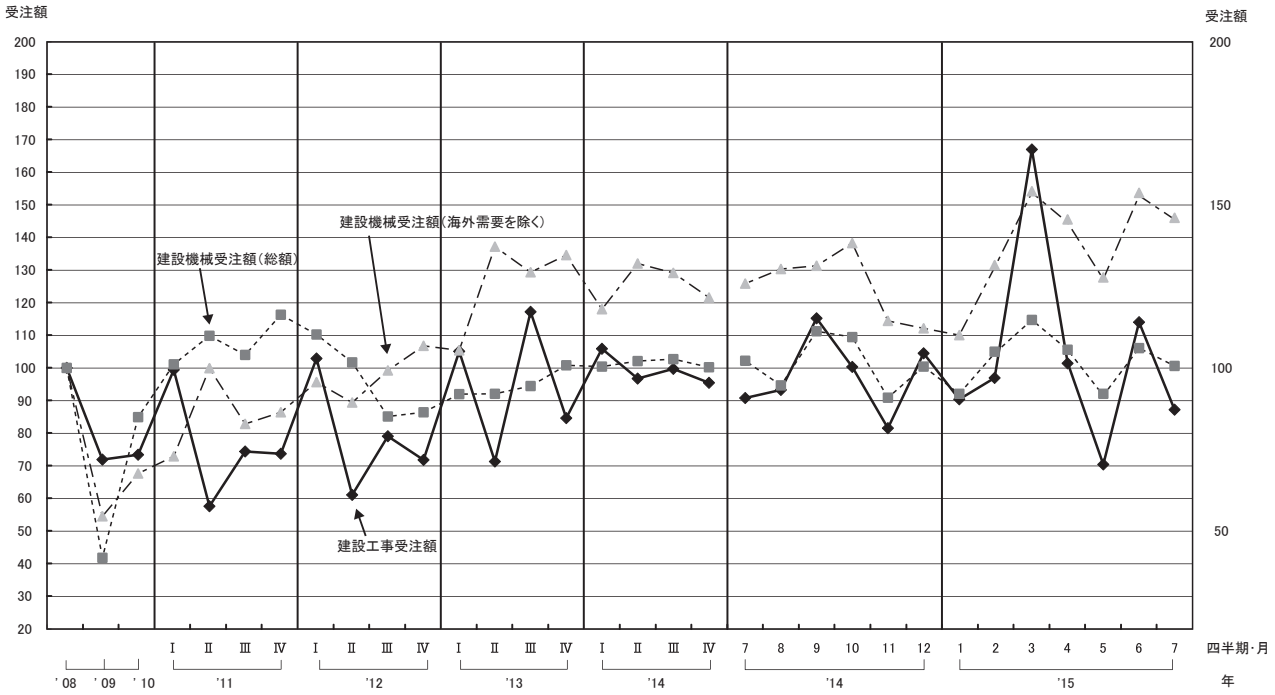
写真―13　ケルヒャー ジャパン HD 4/8 C　業務用冷水高圧洗浄機

問合せ先：ケルヒャー ジャパン㈱
〒 981-3408　宮城県黒川郡大和町松坂平 3-2

統　　計　機関誌編集委員会

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 2008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 2008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							
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
2012 年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	113,146	111,076
2013 年	132,378	89,133	14,681	74,453	31,155	4660	7,127	90,614	41,463	129,076	120,941
2014 年	139,286	80,477	16,175	64,302	43,103	4822	10,887	86,537	52,748	138,286	125,978
2014 年 7 月	10,588	6,435	1,187	5,247	2,864	373	916	6,605	3,983	138,035	7,882
8 月	10,877	5,546	1,194	4,352	3,247	336	1,749	7,446	3,431	138,708	9,176
9 月	13,461	9,484	1,926	7,557	2,855	466	657	9,250	4,211	139,433	13,045
10 月	11,711	7,083	1,417	5,666	2,927	471	1,231	7,219	4,492	140,773	8,915
11 月	9,504	6,319	1,225	5,095	2,449	385	350	6,602	2,902	139,657	10,204
12 月	12,199	7,249	1,334	5,915	3,290	386	1,274	8,117	4,082	138,286	14,320
2015 年 1 月	10,538	7,525	1,502	6,023	2,490	360	164	7,817	2,721	147,814	10,220
2 月	11,306	7,809	1,174	6,635	2,910	438	148	7,788	3,517	136,998	10,628
3 月	19,543	12,683	1,855	10,828	6,342	407	112	11,622	7,921	140,330	19,823
4 月	11,836	8,791	2,135	6,656	2,383	557	105	8,489	3,347	145,449	9,296
5 月	8,193	5,622	1,131	4,491	1,958	353	260	5,284	2,908	145,260	9,626
6 月	13,316	8,635	1,525	7,110	3,445	502	734	8,758	4,558	146,253	12,424
7 月	10,167	7,221	2,122	5,099	2,454	372	120	7,202	2,965	－	－

建　設　機　械　受　注　実　績

（単位：億円）

年　月	08 年	09 年	10 年	11 年	12 年	13 年	14 年	14 年 7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	15 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月
総　額	18,099	7,492	15,342	19,520	17,343	17,152	18,346	1,541	1,427	1,679	1,652	1,370	1,514	1,388	1,584	1,732	1,593	1,388	1,600	1,517
海外需要	12,996	4,727	11,904	15,163	12,357	10,682	11,949	1,005	872	1,120	1,063	883	1,037	920	1,024	1,075	973	844	945	895
海外需要を除く	5,103	2,765	3,438	4,357	4,986	6,470	6,397	536	555	559	589	487	477	468	560	657	620	544	655	622

（注）2008 ～ 2010 年は年平均で，2011 ～ 2014 年は四半期ごとの平均値で図示した。
2014 年 7 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

（2015 年 8 月 1 日～ 31 日）

機械部会

■路盤・舗装機械技術委員会 アスファルトプラント変遷分科会
月　日：8 月 4 日（火）
出席者：吉野友純分科会長ほか 9 名
議　題：①アスファルトプラントの変遷資料の機関誌掲載に向けた第 4 章からの編集作業について　②今後の編集作業の進め方について　③その他

■コンクリート機械技術委員会
月　日：8 月 6 日（木）
出席者：大村高慶委員長ほか 9 名
議　題：①前回（6/11）委員会の議事録内容の確認　② ISO/TC195/SC1 のトラックミキサの各国意見を反映した修正審議　③ ISO/TC195/SC1 のコンクリートおよびモルタル準備用機械及びプラントの審議　④ ISO 18652 コンクリート用外部振動機，ISO 21592 コンクリート吹付機の定期見直しについて　⑤建設機械要覧 2016 の見直しについて　⑥その他

■建築生産機械技術委員会 移動式クレーン分科会 WG・国交省打合せ
月　日：8 月 7 日（金）
出席者：石倉武久分科会長ほか 8 名
議　題：①ホイールクレーン燃費基準設定に向けた検討状況の確認・ラフテレーンクレーンの追加機種の作業燃費測定状況について・作業燃費測定方法 JCMAS 原案の作成検討状況と評価値算出方法・クラス分けについて・JCMAS 原案作成スケジュールと燃費基準値設定について　②平成 27 年度第 1 回建設施工の地球温暖化対策検討分科会に向けた準備とスケジュールについて　③その他

■トラクタ技術委員会
月　日：8 月 21 日（金）
出席者：高松伸匡委員長ほか 6 名
議　題：①各社のトピックス　② 8/21 AM 開催の国土交通省・作業燃費検討 WG 打合せ結果の報告　③平成 27 年度上期の活動報告と下期の活動計画について・下期の活動テーマとその進め方について　④その他

■トンネル機械技術委員会 建設生産システムの変遷分科会
月　日：8 月 26 日（水）
出席者：橘伸一分科会長ほか 8 名
議　題：①山岳 TN，シールド TN の「大断面」「大深度」「長距離」についての要求される技術についての標準（一般）技術との比較表（A3,1 ページ完結）の説明と討議　②活動成果のまとめ方について　③その他

■原動機技術委員会
月　日：8 月 28 日（金）
出席者：六本木明人委員長ほか 19 名
議　題：①前回（6 月 26 日）議事録の確認について　②オフロード法 2014 年排出ガス規制の各実施要領等についての情報交換　③海外排出ガス規制の動向についての情報交換　④国交省殿からの質問「欧州及び中国の排出ガス規制情報」の回答について　⑤ 8/21 開催の作業燃費検討 WG・国交省殿打合せ結果について　⑥平成 27 年度上期の活動報告と下期の活動計画について　⑦建設機械要覧 2016 見直し結果の報告について　⑧その他

■建築生産機械技術委員会 移動式クレーン分科会 WG
月　日：8 月 31 日（月）
出席者：石倉武久分科会長ほか 6 名
議　題：①ラフテレーンクレーンの JCMAS 作業燃費測定標準案の検討について・クラス分け（エンジン出力でなくクレーン容量とする）についての再確認・各試験モードでの試験条件の再確認・3 レバー操作についての合否の根拠確認・評価値 kg/h（案）について未測定 3 機種での再現性の確認　②燃費基準値設定工程を 2015/7/16 案②として国交省 地球温暖化対策検討分科会を 10 月開催とした準備について（8/7 の国交省打合せを踏まえて）・走行燃費についての取扱いの説明の仕方・10 月開催に向けた国交省の説明ドラフト案についての意見確認（8/17 時点で未着）　③その他

製造業部会

■作業燃費検討 WG・国土交通省 打合せ
月　日：8 月 21 日（金）
出席者：尾上裕リーダーほか 14 名
議　題：①先行 3 機種（油圧ショベル，ホイールローダ，ブルドーザ）およびミニショベルの新たな燃費基準の設定について・見直し or 据置きの判断について（効率改善余地，費用対効果）・目標年次，データ収集方法，基準値発表時期，認定開始時期　②地球温暖化対策検討分科会の開催時期と開催に向けた準備について　③その他

建設業部会

■三役会
月　日：8 月 19 日（水）
出席者：鈴木嘉昌部会長ほか 4 名
議　題：①各 WG 報告　② 9/9 ～ 10 夏季現場見学会について　③ 9/16 開催予定「建設業部会」について・中期事業報告の作成等　④その他

■クレーン安全情報 WG
月　日：8 月 24 日（月）
出席者：久保隆道主査ほか 9 名
議　題：①クレーン事故情報の共有　②再教育状況調査方法について　③クローラ転倒事故事例の安全情報 WG としての取組みについて　④その他

レンタル業部会

■コンプライアンス分科会
月　日：8 月 4 日（火）
出席者：阿部弘二幹事長代理ほか 6 名
議　題：①「レンタカー運用の適正化に向けた取組について」各委員提出案の審査　②その他

各種委員会等

■機関誌編集委員会
月　日：8 月 5 日（水）
出席者：渡辺和弘事務局長ほか 19 名
議　題：①平成 27 年 11 月号（第 789 号）の計画の審議・検討　②平成 27 年 12 月号（第 790 号）の素案の審議・検討　③平成 28 年 1 月号（第 791 号）の編集方針の審議・検討　④平成 27 年 8 ～平成 27 年 10 月号（第 786 ～ 788 号）の進捗状況の報告・確認

■建設経済調査分科会
月　日：8 月 19 日（水）
出席者：山名至孝分科会長ほか 5 名
議　題：①「建設業の海外展開」ゲラ検討　②平成 27 年度建設投資見通しの概要 素案検討　③平成 27 年度主要建設資材の見通し 素案検討　④その他

■新機種調査分科会
月　日：8 月 25 日（火）
出席者：江本平分科会長ほか 5 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

■新工法調査分科会
月　日：8 月 27 日（木）
出席者：高橋浩史分科会長ほか 3 名
議　題：①新工法情報の持ち寄り検討

②新工法紹介データまとめ ③その他

支部行事一覧

北海道支部

■情報化施工トップセミナー
月 日：8月11日（火）
場 所：小樽開発建設部第1会議室
参加者：熊谷一男支部監査役ほか46名
議 題：①北海道開発局における情報化施工 ②基調講演「情報化施工で現場が変わる!」 ③情報化施工活用事例

■第2回施工技術検定委員会
月 日：8月19日（水）
場 所：さつけんビル6階会議室
出席者：秋場健治施工技術検定委員長ほか15名
議 題：建設機械施工技術検定実施試験の実施要領について

■建設機械施工技術検定実施試験
月 日：8月28日（金）～30日（日）
場 所：石狩市 ㈱日立建機教習センタ北海道教習所
受検者：実人数1級 70名，2級390名
延人数1級107名，2級454名

東北支部

■除雪講習会事前打合せ（施工部会）
月 日：8月3日（月）～4日（火）
場 所：岩手県警察本部，宮古警察署，岩手県庁，三陸国道事務所
出席者：阿曽貢貴事務局長ほか1名
内 容：平成27年度除雪講習会講師依頼及び打合せ

■除雪機械開発資料とりまとめ（施工部会）
月 日：8月6日（木）
場 所：東北支部会議室
出席者：山崎晃参与ほか6名
内 容：除雪機械開発の変遷資料とりまとめ

■除雪講習会事前打合せ（施工部会）
月 日：8月10日（月）～11日（火）
場 所：天童警察署，山形県庁，山形河川国道事務所，新庄警察署
出席者：山崎晃参与ほか1名
内 容：平成27年度除雪講習会講師依頼及び打合せ

■除雪講習会事前打合せ（施工部会）
月 日：8月18日（火）
場 所：会津若松警察署，福島県庁，郡山国道事務所
出席者：阿曽貢貴事務局長ほか1名
内 容：平成27年度除雪講習会講師依頼及び打合せ

■建設機械施工技術検定実地試験会場と事前講習会の確認（施工部会）
月 日：8月20日（木）
場 所：キャタピラー東北㈱ 岩沼ICTセンター
出席者：阿曽貢貴事務局長ほか1名
内 容：8月22日からの実地試験に関する事前確認

■建設機械施工技術検定実地試験監督者打合せ（施工部会）
月 日：8月21日（金）
場 所：キャタピラー東北㈱ 岩沼ICTセンター
出席者：阿曽貢貴事務局長ほか10名
内 容：8月22日からの実地試験に関する試験監督者打合せ

■建設機械施工技術検定試験実地試験（施工部会）
月 日：8月22日（土）～27日（木）
場 所：キャタピラー東北㈱ 岩沼ICTセンター
受験者数：

種別	1級	2級	合計
1種	67	108	175名
2種	60	608	668名
3種	6	15	21名
4種	52	38	90名
計	185	769	954名

■情報化施工技術委員会（施工部会）
月 日：8月31日（月）
場 所：宮城県古川工業高等学校
出席者：鈴木勇治委員長ほか3名
内 容：技術委員会から学校側に提案していた情報化施工に関する特別授業の実施に向けた日程と内容の打合せ

北陸支部

■「けんせつフェア in 北陸金沢2015」第2回実行委員会
月 日：8月7日（金）
場 所：北陸地方整備局新潟国道事務所会議室
出席者：穂苅正昭技師長（丸山支部長代理出席）
議 題：「けんせつフェア in 北陸金沢2015」の実施について

■柏崎市平成27年度除雪講習会
月 日：8月24日（月）
場 所：柏崎市文化会館アルフォーレ
出席者：青木鉄朗普及部会長講師派遣
受講者：約60名

■建設機械施工技術検定試験実地試験
月 日：8月27日（木）～29日（土）
場 所：石川県小松市 小松教習所粟津センタ
受検者：1級 延べ 85名
2級 延べ190名

中部支部

■「建設ICT施工ガイドブック」作成実行委員会
月 日：8月4日（火）
出席者：青木保孝技術部会長ほか6名
場 所：三愛物産ビル3階会議室
内 容：高校生向けの情報化施工参考図書の作成について

■技術・調査部会
月 日：8月5日（水）
出席者：青木部会長ほか9名
議 題：技術講演・発表会について

■建設機械施工技術検定実地試験
月 日：8月28日（金）～31日（月）
場 所：愛知県刈谷市「住友建機販売㈱愛知教習センター」
受験者：1級…実受験者125名，延べ受験者211名，2級…実受験者274名，延べ受験者294名

関西支部

■平成27年度1・2級建設機械施工技術検定試験（実地）試験監督者打合せ
月 日：8月3日（月）
場 所：関西支部 会議室
出席者：松本克英事務局長以下8名
内 容：①実地試験実施要領について ②その他

■近畿地方整備局との意見交換会
月 日：8月4日（火）
場 所：ドーンセンター 第二会議室
参加者：深川良一支部長以下43名
内 容：①話題提供…1. 公共工事の品質確保の取り組みについて 2. 土木機械設備の取り組みについて 3. 情報施工の普及促進の取り組みについて ②意見交換…1. 土木機械設備工事について 2. 情報化施工について

■平成27年度1・2級建設機械施工技術検定試験（実地）試験監督者打合せ
月 日：8月5日（水）
場 所：関西支部 会議室
出席者：松本克英事務局長以下10名
内 容：①実地試験実施要領について ②その他

■「ふれあい土木展」連絡調整会議
月 日：8月6日（木）
場 所：近畿地方整備局 会議室
出席者：松本克英
内 容:①「平成26年度ふれあい土木展」実施報告 ②「平成27年度ふれあい

土木展」の実施について　③その他

■平成 27 年度 建設機械施工技術検定試験（実地試験）

月　日：8 月 26 日（水）～ 30 日（日）
場　所：キャタピラー教習所㈱およびコベルコ教習所㈱
受検者：実人数 1 級 233 名，2 級 571 名
　　延人数 1 級 377 名，2 級 581 名

中　国　支　部

■第 2 回開発普及部会

月　日：8 月 4 日（火）
場　所：中国支部事務所
出席者：飯國卓夫部会長ほか 7 名
議　題：①建設技術フォーラムへの参加について　②中国地方技術開発交流会への参加について　③第 37 回新技術・新工法発表会について　④第 66 回新技術活用現場研修会について　⑤土木機械設備維持管理研究会について　⑥その他懸案事項

■ 1・2 級建設機械施工技術検定実地試験監督者事前説明会

月　日：8 月 6 日（木）
場　所：広島 YMCA 会議室
出席者：齊藤実総括試験監督者ほか 9 名
議　題：建設機械施工技術検定実地試験実施要領説明

■ 1・2 級建設機械施工技術検定実地試験

月　日：8 月 22 日（土）～ 26 日（水）
場　所：大竹市晴海地先（大竹商業施設用地）
受検者：1 級 59 名 2 級 225 名（1 種 38，2 種 249，3 種 4，4 種 44 ）

■情報化施工（体験セミナー）講習会

月　日：8 月 26 日（水）
場　所：（座学）大竹市市民会館
（実習）大竹市晴海地先（大竹晴海商業施設用地）
参加者：16 名
講習内容：（座学）…①情報化施工の現状と動向について　②情報化施工システムを応用した技術と CIM 対応ツールの紹介（実習）…③ MC，MG 実機試乗体験，最新情報化施工機器実測体験

四　国　支　部

■平成 27 年度 1・2 級建設機械施工技術検定【学科】試験 合格発表

月　日：8 月 5 日（水）
場　所：支部事務局
対象者：試験地【高松市】分のみ

■情報化施工現地講習会・宿毛

月　日：8 月 6 日（木）
場　所:宿毛市総合社会福祉センター（高知県宿毛市）
参加者：岩澤委式事務局長ほか 87 名
内　容：①国土交通省の CIM 構想と情報化施工推進戦略について　②オペレータの立場から見た情報化施工について　③ TS 出来形管理技術及び 3D-MG 技術について　④情報化施工の先に見えるもの [スマートコンストラクション] について　⑤ TS 出来形管理技術及び 3D-MG 技術の実地見学

■平成 27 年度 1・2 級建設機械施工技術検定【実地】試験監督者打合せ会議

月　日：8 月 21 日（金）
場　所：建設クリエイトビル（高松市）
参加者：小松修夫総括試験監督者ほか 7 名
議　題：平成 27 年度実地試験の実施要領と注意事項について

九　州　支　部

■企画委員会

月　日：8 月 19 日（水）
出席者：久保田正春企画委員長ほか 8 名
議　題：①建設機械施工技術検定試験（学科試験）結果について　②建設機械施工技術検定試験（実地試験）について　③「建設機械施工」随想執筆について　④九州支部会員入会案内（案）について

■試験監督者説明会

月　日：8 月 19 日（水）
出席者：久保田正春整備部会長ほか 9 名
議　題：試験実施要領等の確認

■試験監督者説明会

月　日：8 月 30 日（日）
出席者：コマツ教習所㈱秋永武志所長ほか 8 名
議　題：試験実施要領等の確認

編 集 後 記

今月号は「地球温暖化対策・環境対策・環境対策工」特集です。

巻頭言は東北大学大学院環境科学研究科の高橋教授にお願いしました。「建設機械施工分野における環境対策への期待」と題して，再資源化に関する最新の研究成果のご紹介と，今後の建設分野における環境対策の重要性についてご提言をいただきました。行政情報では，バイオディーゼル燃料の利用推進を目的として日本建設業連合会で策定された，建設業におけるバイオディーゼル燃料利用ガイドラインのご紹介をしています。

特集報文では，地球温暖化対策，汚染土壌対策，水質汚濁対策，騒音振動対策，CO_2 削減，産業廃棄物リサイクル等の，建設分野において常に重要となる環境トピックを網羅して最新の技術動向をご紹介するとともに，放射能対策・除染という新たに生じた環境問題・対策技術についても着目しております。

今回ご紹介した報文が，建設・機械施工分野における環境対策の進展についての理解を深める一助となりましたら幸いです。

最後になりましたが，本誌の作成のためにご執筆の労をとられた執筆者の皆様方やご協力下さった各位に対し，深く感謝し，御礼申し上げます。（小倉・竹本）

機関誌編集委員会

編集顧問

今岡　亮司　　加納研之助
後藤　　勇　　佐野　正道
新開　節治　　関　　克己
髙田　邦彦　　田中　康之
塚原　重美　　中岡　智信
中島　英輔　　本田　宜史
渡邊　和夫

編集委員長

田中　康順　鹿島道路㈱

編集委員

新田　恭士　国土交通省
大槻　　崇　国土交通省
三浦　弘喜　農林水産省
早矢仕　明　㈱鉄道・運輸機構
加藤　　誠　鹿島建設㈱
立石　洋二　大成建設㈱
岩野　　健　清水建設㈱
赤井　亮太　㈱大林組
久保　隆道　㈱竹中工務店
安川　良博　㈱熊谷組
中村　優一　㈱奥村組
京免　継彦　佐藤工業㈱
岡田　英明　五洋建設㈱
齋藤　　琢　東亜建設工業㈱
赤神　元英　日本国土開発㈱
相田　　尚　㈱NIPPO
岡本　直樹　山崎建設㈱
太田　順子　コマツ
大塚　清伸　キャタピラージャパン㈱
小倉　　弘　日立建機㈱
上田　哲司　コベルコ建機㈱
石倉　武久　住友建機㈱
原　　幹生　㈱KCM
江本　　平　範多機械㈱
竹本　憲充　施工技術総合研究所

事務局

日本建設機械施工協会

11 月号「防災，安全・安心を確保する社会基盤整備特集」予告

・土砂災害防止法の改正　・津波・高潮対策における水門・陸閘等管理システムガイドラインの改訂（Ver.3.0）　・震災から 4 年半が経過して　・防災研究にかかる一提案　・豪雪・豪雨を遠隔監視　・流水型ダムの建設に向けて　・ジオテキスタイルを用いた震災時の道路段差軽減工法　・格子状補強枠を有するシートを用いた盛土構造物の液状化対策　・がれき残渣を有効活用した建設資材　・粘り強い堤防構造の開発　・火山防災対策推進ワーキンググループ最終報告　・港湾構造物における巨大地震対策　・ケーブルテレビ事業者が考案した「防災行政無線をテレビで聞く」システム　・屋上に超大型制震装置（1800t）で長周期地震動の揺れを半減

【年間購読ご希望の方】

①お近くの書店でのお申込み・お取り寄せ可能です。　②協会本部へお申し込みの場合「図書購入申込書」に以下事項をもれなく記入のうえ FAX にて協会本部へお申込み下さい。

…官公庁／会社名，所属部課名，担当者氏名，住所，TEL および FAX

年間購読料（12 冊）　9,252 円（税・送料込）

建 設 機 械 施 工

第 67 巻第 10 号（2015 年 10 月号）（通巻 788 号）
Vol. 67　No. 10　October　2015
2015（平成 27）年 10 月 20 日印刷
2015（平成 27）年 10 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　本 部　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 静岡県富士市大渕 3154	電話（0545）35-0212
北 海 道 支 部	〒 060-0003 札幌市中央区北三条西 2-8	電話（011）231-4428
東 北 支 部	〒 980-0802 仙台市青葉区二日町 16-1	電話（022）222-3915
北 陸 支 部	〒 950-0965 新潟市中央区新光町 6-1	電話（025）280-0128
中 部 支 部	〒 460-0002 名古屋市中区丸の内 3-17-10	電話（052）962-2394
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 2-4-30	電話（092）436-3322

本誌上への広告は Santana 有限会社 サンタナ アートワークスまでお申し込み、お問い合せ下さい。
〒 103-0013　東京都中央区日本橋人形町 2-21-5　井手口ビル 4F　TEL：03-3664-0118　FAX：03-3664-0138
E-mail：san-mich@zam.att.ne.jp　担当：田中

クレーン，搬送台車，建設機械，特殊車輌他

産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。
日本国内 自社自力生産・直接修理を実践中！

ポケットサイズ ハンディ ～ ショルダー機 フルラインアップ!!

ケーブレス | サテムータ | 離操作（リソーサー）

- Nシリーズ 微弱電波
- Rシリーズ 産業用ラジコンバンド
- Uシリーズ 429MHz帯 特定小電力
- Gシリーズ 1.2GHz帯 特定小電力
- ボーバ 防爆形無線機

- ◆ 業界随一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応！
- ◆ 常に！業界一のコストパフォーマンス！
- ◆ 迅速なメンテナンス体制！
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい！代々互換性を継承、補修の永続制

新 スリムケーブレス より安価なオーダー対応を実現！

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力両モデル対応 / 2段押しスイッチ装着可能

モデルチェンジ！内部設計を一新

全ての互換を優先しました

自由度の高い多様なオーダー対応
ボタン配置自在／最大32点

優れた耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

自社開発 高耐久性 2段押しスイッチを装着可能

パネルゴム突起で操作クリック感が向上

8操作標準型 RC-5808N
- 8操作8リレー
- 軽量コンパクト受信機

セットで15万円（税抜価格）

12操作標準型 RC-5812N
- 12操作12リレー
- 照明出力リレーの保持を標準採用

セットで17万円（税抜価格）

16ボタンモデル

16操作準標準型 RC-5816N
- 16操作16リレー
- 同じ外形で16個のボタンをコンパクトに配置

マイコン ケーブレス

N/U/Gシリーズ

標準型 RC-6016N
- 16操作16リレー 最大25リレーまで対応可能

セットで20万円（税抜価格）

防爆形 対応可能（N/Uシリーズ）

新 頑強（タフ）ケーブレス

微弱電波・特定小電力両モデル対応 / 2段押し・特殊スイッチ装着可能

新 モデルチェンジ！ 内部設計を一新!! 全ての互換を優先しました。

N/U/Gシリーズ

標準型 RC-8616N
- 16操作16リレー 最大32リレーまで対応可能

セットで22万円（税抜価格）

堅牢なボディ 耐衝撃性能が向上

自社開発 高耐久性 2段押しスイッチを装着可能

優れた耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

ハンディなのに特殊スイッチを装着可能
特殊スイッチ

オーダー対応例

防爆形はTX-8400型送信機で対応（Nシリーズのみ）

マイティ サテムータ

N/U/Gシリーズ

- 操作信号数 最大32点（またはプロポ最大6項目と入出力信号26点以下）

微弱電波・特定小電力両モデル対応 / ジョイスティック特殊スイッチ装着可能

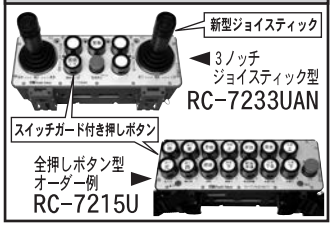
防爆形 対応可能（Nシリーズのみ）

3ノッチジョイスティック型 **RC-7132N** セットで90万円～（税抜価格）

全押しボタン **RC-7126N** セットで45万円～（税抜価格）

ジョイスティック2本装着オーダー例

旧アンリツ製 デジタルテレコン 入替専用モデル



チップ ケーブレス Nシリーズ

コンパクトという選択肢!!

微弱電波モデル対応

標準型 RC-3208N
- 8操作8リレー

セットで12万円（税抜価格）

片手で握り替えずに正逆操作が行えます!

ボタン部の突起 ボタン間の仕切 一体型のシリコンカバーで操作性が向上

チップ部品採用でポケットサイズ化

トコトン機能を絞ってコストダウン

アルカリ乾電池なら連続使用60時間以上

高い防水性能
送信機はIP65

従来機と信号互換あり!
受信機は既設のままで送信機のみ取替も可

ケーブレス ミニ

ポケットサイズの本格派!

微弱電波・ラジコンバンド両モデル対応 / N/Rシリーズ

- 微弱Nシリーズは240MHz化で より安定した電波の飛び！
- 2段押しスイッチ追加可能！（オプション）
- 3操作3リレー 最大5リレーまで対応可能

特許! テルハには ゼロ線電源*で 電気配線工事 不要!! 更に、おんぶだっこ金具*で 取付簡単!!（*オプション）

標準型 RC-4303N/R

セットで10万円（税抜価格）

離操作（リソーサー） N/U/Gシリーズ

価格もサイズもハンディー並み!

微弱電波・特定小電力両モデル対応 / 2段押し・特殊スイッチ装着可能

標準型 RC-2512N
- 12操作12リレー 最大32リレーまで対応可能
- 見易くなった電池残量告知ランプ付

セットで22万円（税抜価格）

軽量コンパクト ショルダータイプ

データ ケーブレス

工夫次第で用途は無限!

微弱電波・特定小電力ラジコンバンド全モデル対応 / N/R/U/G シリーズ

- 機器間の信号伝送に！
- 多芯の有線配線の代わりに！

標準型 セットで
TC-1305R 20.5万円（税抜価格）
TC-1308N（微弱電波） 22 万円（税抜価格）

送信機（外部接点入力型）

写真はUシリーズ

7100型▶ 6300型▶ 5700型▶ 3200型▶ 受信機

MAX サテムータ Uシリーズ Gシリーズ

特定小電力専用モデル / ジョイスティック特殊スイッチ装着可能

金属シャーシの多操作・特注仕様専用機!!

全押しボタン装着タイプ

RC-9300U
- 多機能多操作（比例制御対応も可）

セットで95万円（税抜価格）

無段変速ジョイスティック2本装着例

無線式火薬庫警報装置 発破番（はっぱばん） ES-2000R

標準付属品付セットで40万円（税抜価格）

ER-2000R（受信機） ET-2000R（送信機）

- 長距離伝送 到達距離約2km～（6km）
- 受信機から電話回線接続機能
- 高信頼性 異常判定アルゴリズム
- 音声メッセージで異常箇所を連絡（受信側）
- 大音量警鳴音発生 110dB/m

無線化工事のことならフルライン、フルオーダー体制の弊社に今すぐご相談下さい。また、ホームページでも詳しく紹介していますのでご覧下さい。 朝日音響 検索

本カタログの価格は、全て税抜表示となっています。

常に半歩、先を走る AO

朝日音響株式会社
〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部
FAX：088-694-5544(代) TEL：088-694-2411(代)
http://www.asahionkyo.co.jp/

HITACHI

Reliable solutions

「TRIAS」が実現した、
低燃費と作業性の両立。

ZX200-5B

ZAXIS
Empower your Vision.

ZX200-5Bは、3ポンプ3バルブ方式の省エネ油圧システムTRIAS（トライアス）を搭載。ポンプとバルブを増やしたことにより、大容量でありながら細やかな出力調整が可能となり、作業性と低燃費の両立を実現しました。さらに、耐久性、環境性能、安全性にも磨きをかけた、時代をリードするショベルです。

特定特殊自動車 軽油 排出ガス2011年基準 適合車

NETIS 登録
国土交通省新技術登録システム
省エネ油圧システムTRIAS搭載油圧ショベル
登録番号CG-130004

燃料消費量
（対ZX200-3 Pモード比）
PWRモード17%低減
ECOモード25%低減

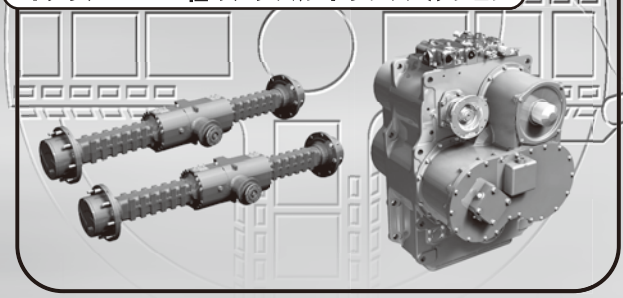
日立建機株式会社 http://www.hitachi-kenki.co.jp/

MARUMA

あらゆる建設機械／シールドマシン・・・

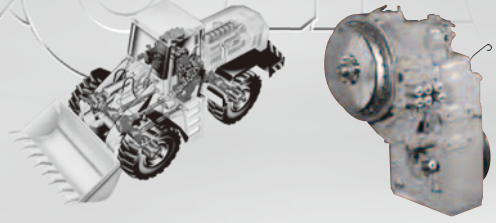
油圧機器の整備・再生

イタリアDANA社のアクスル・トランスミッション



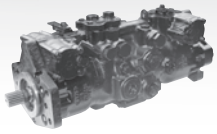
建設機械用ZFトランスミッション

点検・整備は、日本ではマルマのみが対応



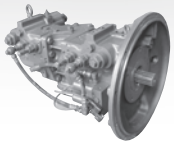
建設機械のあらゆる油圧機器

斜板式ダブルポンプ

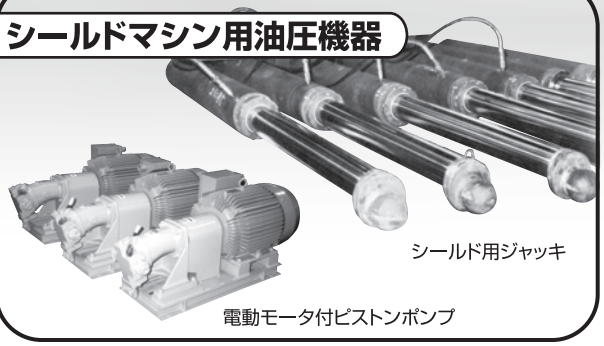


斜軸式ピストンモータ

斜板式ピストンポンプ



シールドマシン用油圧機器



シールド用ジャッキ

電動モータ付ピストンポンプ

建機と共に半世紀以上。確かな「信頼」をお届けします！

整備・再生された各Ass'yは、自社独自開発の多機能油圧機器試験機により性能を確認。各テストのデータはデータベースとして保存され、出荷後、マッチング調整や、搬送されてきた同等品の確認テストに活用します。この万全を期した体制がマルマの高い信頼性の由縁です。

MH-R220は従来の油圧ドライブ型油圧機器試験機に比べ、インバータ制御電動モーター駆動、及びエネルギー回生回路の採用により大幅な消費電力量の削減を実現しました。大型油圧ポンプの試験も可能です。

マルマテクニカ株式会社

本社・相模原事業所　営業部 整備油機課
〒252-0331　神奈川県相模原市南区大野台6-2-1
TEL042（751）3809　FAX042（756）4389
E-mail:yuki@maruma.co.jp

東京工場　〒156-0054　東京都世田谷区桜丘1-2-22
E-mail:tokyo@maruma.co.jp
TEL03（3429）2141　FAX03（3420）3336

名古屋事業所　〒485-0037　愛知県小牧市小針2-18
E-mail:service@maruma.co.jp
TEL0568（77）3311　FAX0568（77）3719

URL http://www.maruma.co.jp/

建設機械施工
広告掲載のご案内

月刊誌 建設機械施工では、建設機械や建設施工に関する論文や最近の技術情報・資料をはじめ、道路、河川、ダム、鉄道、建築等の最新建設報告 等を好評掲載しています。

■**職業別 購読者**

建設機械施工／建設機械メーカー／商社／官公庁・学校／サービス会社／研究機関／電力・機械 等

■**掲載広告種目**

穿孔機械／運搬機械／工事用機械／クレーン／締固機械／舗装機械／切削機／原動機／空気圧縮機／積込機械／骨材機械／計測機／コンクリート機械 等

広告掲載・広告原稿デザイン── お問い合わせ・お申し込み

サンタナ アートワークス

広告営業部：田中　san-mich@zam.att.ne.jp

TEL:03-3664-0118　FAX:03-3664-0138

〒103-0013　東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F

建設機械施工 カタログ資料請求票

本誌に掲載されている広告のお問い合わせ、資料の請求はこの用紙を利用し、ファクシミリなどでお送りください。

※カタログ／資料はメーカーから直送いたします。　※カタログ送付は原則的に勤務先にお送りいたします。

お 名 前：　　所　属：

会社名(校名)：

資料送付先：

電　話：　　ＦＡＸ：

E-mail：

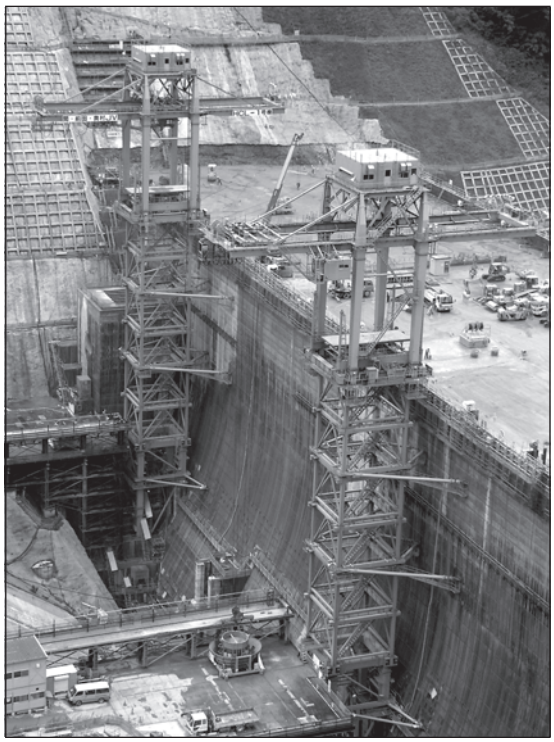
	広告掲載号	メーカー名	製品名
①	月号		
②	月号		
③	月号		
④	月号		
⑤	月号		

FAX送信先：サンタナ アートワークス 建設機械施工 係　FAX:03-3664-0138

ダム工事用コンクリート運搬テルハ（クライミング機能付）

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。



特 長

●**コストパフォーマンスに優れる。**
機械重量が比較的軽量で、構造がシンプルな為運搬能力に対して安価である。

●**安全性に優れる**
コンクリートバケットが堤体上空を横切らないので安全性に優れる。

●**環境に優しい。**
河床に設置されるので、ダム天端付近の掘削を少なくできる。

●**大型機材の運搬も可能**
専用吊り具で車両等の大型機材の運搬が可能。

YOSHINAGA

吉永機械株式会社

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

MIWA K-40N KIRUNA

K-40N トンネルズリ運搬車

オフロード法 2014年
排出ガス基準適合エンジン搭載車

最新型コンテナ式運搬車

特徴
1. 工期短縮
2. 運搬車両台数の削減
3. 坑内作業環境の向上
4. ズリ搬出制約の対応
5. 多目的使用

流れすみやかに！ トランスポート・イノベーション　ミワ・システム車両

MIWA SINCE 1888 **三輪運輸工業株式会社**

http://www.miwa-gr.co.jp

本　社：〒651-0072 神戸市中央区脇浜町2-1-16
TEL：078-251-5001　FAX：078-251-4525

プロダクトカンパニー：〒675-0155 兵庫県加古郡播磨町新島39
TEL：079-435-5115　FAX：079-435-1565

Denyo

NETIS登録製品活用で貴社の公共工事受注を有利に!

NETIS登録発電機は、圧倒的な発電性能と耐久性を誇るデンヨーで。

NETIS登録製品の活用で工事成績評定の加点対象になります。

国土交通省 新技術情報提供システム NETIS
設計比較対象技術 登録製品
登録番号KT-100042-V

登録番号:KT-100042-V

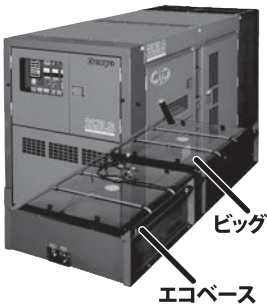
有用な新技術のうち「設計比較対象技術」に指定されました。

ECOBASE エコベース

エコベース発電機

エコベース発電機
DCA-E シリーズ
<10.5~400kVA>

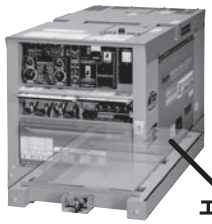
ビッグタンク搭載エコベース発電機
DCA-B シリーズ
<10.5~220kVA>



エコベース発電機
DCA-45LSKE
発電出力(50/60Hz):37/45kVA

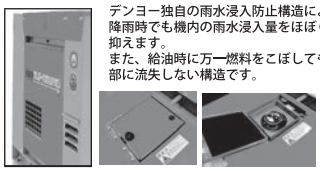
ビッグタンク搭載エコベース発電機
DCA-100LSIB
発電出力(50/60Hz):80/100kVA

エコベース溶接機



徹底した雨水浸入防止構造

デンヨー独自の雨水浸入防止構造により、降雨時でも機内の雨水浸入量をほぼ0に抑えます。
また、給油時に万一燃料をこぼしても外部に流失しない構造です。



エコベース溶接機(2人用)
DLW-200×2LSE

エコベースTIG溶接機(2人用)
DAT-200×2LSE

●技術で明日を築く
デンヨー株式会社
本　社:〒103-8566 東京都中央区日本橋堀留町2-8-5
TEL:03(6861)1122　FAX:03(6861)1182
ホームページ:http://www.denyo.co.jp/

札幌営業所 011(862)1221
東北営業所 022(254)7311
信越営業所 025(268)0791
北関東営業所 027(360)4570
東京営業所 03(6861)1122
横浜営業所 045(774)0321
静岡営業所 054(261)3259
名古屋営業所 052(856)7222
金沢営業所 076(269)1231
大阪営業所 06(6448)7131
広島営業所 082(278)3350
高松営業所 087(874)3301
九州営業所 092(935)0700

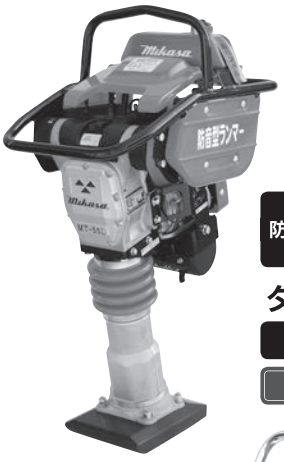
Mikasa
http://www.mikasas.com

未来へ伸びる、三笠の技術。

転圧センサー

バイブロコンパクター
MVH-308DSC-PAS
NETIS No.TH-120015

吸塵式乾式カッター
MCD-RY14
NETIS No.TH-150001



防音型

タンピングランマー
MT-55L-SGK
NETIS No.TH-100005

Mr.LIGHT 2
MLP-1212A

低騒音型

プレートコンパクター
MVC-F40S
NETIS No.TH-100006

高周波バイブレーター
FX-40/FU-162

低騒音型

バイブレーションローラー
MRH-601DS
低騒音指定番号5097

三笠産業株式会社
MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN
本社／〒101-0064 東京都千代田区猿楽町1-4-3 TEL：03-3292-1411（代）

大阪支店 TEL：06-6541-9631
札幌営業所 TEL：011-892-6920
仙台営業所 TEL：022-238-1521
新潟出張所 TEL：090-4066-0661
北関東営業所 TEL：0276-74-6452
長野出張所 TEL：080-1013-9542
中部営業所 TEL：052-451-7191
金沢出張所 TEL：080-1013-9374
中国営業所 TEL：082-875-8561
四国出張所 TEL：087-868-5111
九州営業所 TEL：092-431-5523
南九州出張所 TEL：080-1013-9558
沖縄出張所 TEL：080-1013-9328

それはいつまでも
青い空のために

コスモECOディーゼル

「DH-2」対応
ディーゼルエンジンオイル
SAE 10W-30／SAE 15W-40

美しい地球、豊かな環境を目指して
ひた走るパワー、コスモルブ・ウェイ

コスモ石油ルブリカンツの
環境対応潤滑油

省電力型油圧作動油

コスモ
スーパーエポック UF

省電力型工業用ギヤー油

コスモ
ECOギヤー EPS

それはいつまでも
蒼い地球のために

地球環境へ、

さらに新しい対応を求められている今、オイルもまた、次の課題をクリアする進化が問われます。
コスモ・ルブは、地球に、人に、優しい環境LUBEソリューションを提案してまいります。

コスモ石油ルブリカンツ株式会社
http://www.cosmo-lube.co.jp/
カスタマーサポートセンター：0120−15−4899

TSURUMI PUMP

新技術ツルミの

NETIS登録商品シリーズ

新技術情報提供システム NETIS 登録商品

NETIS登録商品とは

〈New Technology Information System〉
公共事業等における新技術活用を促す
国土交通省の新技術情報提供システムです。

電極式自動運転ポンプ（NETIS登録番号 CG-110036-A）

工事排水用

LBA型
水中ハイスピンポンプ
吐出し口径：40・50mm
相・電圧：単相100V
出力：0.25・0.48kW
全揚程：6・8m
吐出し量：0.1・0.12m³/min

HSE型
水中ハイスピンポンプ
吐出し口径：50mm
相・電圧：単相100V
出力：0.4kW
全揚程：8m
吐出し量：0.1m³/min

HSDE型
水中泥水ポンプ
吐出し口径：50mm
相・電圧：単相100V
出力：0.55kW
全揚程：9m
吐出し量：0.1m³/min

KTVE型
水中ハイスピンポンプ
吐出し口径：50～100mm
相・電圧：三相200V
出力：0.75～5.5kW
全揚程：10～22m
吐出し量：0.18～0.6m³/min

低水位排水用

LSCE型
水中ハイスピンポンプ
吐出し口径：25mm
相・電圧：単相100V
出力：0.48kW
最高排出揚程：11m（50Hz）
12m（60Hz）

LSRE型
水中ハイスピンポンプ
吐出し口径：50mm
相・電圧：単相100V
出力：0.48kW
全揚程：8m
吐出し量：0.12m³/min

残水吸排水用

LSPE型
スイープポンプ
口径:25×25mm（吸込×吐出し）
相・電圧:単相100V　出力:0.48kW
最大吐出し揚程:6.9m（50Hz）/7.8m（60Hz）
最大吐出し水量:50ℓ/min（50Hz）
55ℓ/min（60Hz）

自動アイドリングストップ機能付き エンジン式高圧洗浄機

（NETIS登録番号 CG-140002-A）

高圧洗浄機

HPJ-5ESMA型
〈アイドリングストップ仕様〉
連続定格出力:3.7kW{5.0PS}/1800min⁻¹
圧力:7.8MPa{80kgf/cm²}
吐出し量:21.2ℓ/min

株式会社 鶴見製作所
大阪本店：〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40 TEL.(06)6911-2351 FAX.(06)6911-1800
東京本社：〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8 TEL.(03)3833-9765 FAX.(03)3835-8429

北海道支店：TEL.(011)787-8385
東北支店：TEL.(022)284-4107
東京支店：TEL.(03)3833-0331
北関東支店：TEL.(027)310-1122
中部支店：TEL.(052)481-8181
北陸支店：TEL.(076)268-2761
近畿支店：TEL.(06)6911-2311
中国支店：TEL.(082)923-5171
四国支店：TEL.(087)815-3535
九州支店：TEL.(092)452-5001

www.tsurumipump.co.jp

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー

主な特長

- カッター出力は330kWで、強力な切削力を発揮し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- 機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m（ケーブルハンガーを除く）
- 定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅9.5m
- 高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- 接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

KYB カヤバ システム マシナリー株式会社

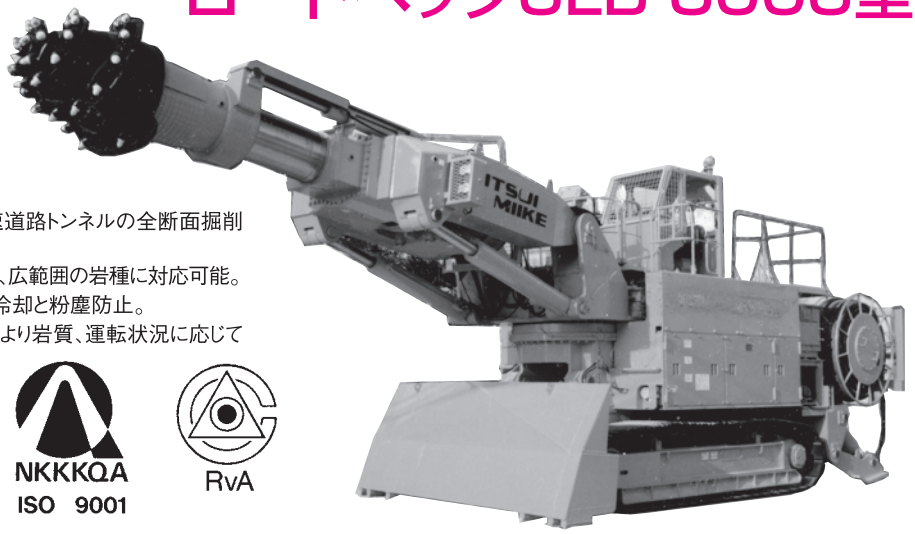
KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

http://www.kyb-ksm.co.jp

本社・営業	〒105-0012	東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル	TEL. 03-5733-9444
カスタマーサービス相模事業所	〒252-0328	神奈川県相模原市南区麻溝台1丁目12番1号	TEL. 042-767-2586
大阪支店	〒564-0063	大阪府吹田市江坂町1丁目23番20号 TEK第二ビル	TEL. 06-6387-3371
西部支店	〒812-0016	福岡県福岡市博多区博多駅南1丁目7番14号 ボイス博多	TEL. 092-411-4998
三重工場	〒514-0396	三重県津市雲出長常町1129番地11	TEL. 059-234-4111

安全・高能率な掘削を実現!

全断面対応中硬岩用 トンネル掘進機
ロードヘッダSLB-300S型



特 長

1. 最大8.8mの掘削高さで、新幹線、高速道路トンネルの全断面掘削が可能。
2. 300kW:2速切換型電動機の採用により、広範囲の岩種に対応可能。
3. ピック先端に高圧水を散水させ、ピック冷却と粉塵防止。
4. モード切換式パワーコントロール装置により岩質、運転状況に応じて作動設定の変更が可能。
5. 運転操作が優れ、全操作がリモートコントロールで運転可能。
6. ケーブルリール装置により、電源ケーブルの取扱いが容易で移動が迅速。

NKKKQA ISO 9001　　RvA

製造・販売・レンタル及びメンテナンス

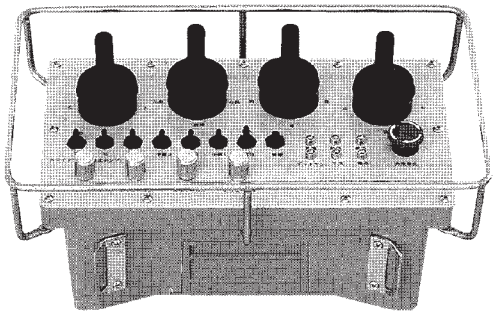
株式会社 **三井三池製作所**

本店／〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号 三井ビル2号館
TEL.03-3270-2005　FAX.03-3245-0203

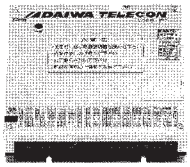
http://www.mitsuimiike.co.jp　E-mail：sanki@mitsuimiike.co.jp

建設機械用 無線操作装置 ダイワテレコン

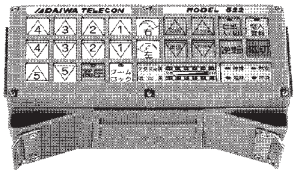
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン ５７２ ※製作例 比例制御４本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン ５２２

《新電波法技術基準適合品》

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

DAIWA TELECON

大和機工株式會社

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

平成27年10月25日発行
（毎月1回25日）通巻788号

進化した、本物のハイブリッド。

**2008年から発売を開始した
コマツハイブリッド油圧ショベルは、
国内で1,200台を超える実績を重ね、
確かな信頼を得ました。
さらなる進化を遂げて誕生した
コマツ第三世代ハイブリッドHB205-2は、
油圧ショベルのスタンダードとなります。**

NEW

- ●特定特殊自動車排出ガス2011年基準適合車
- ●低炭素型建設機械
- ●超低騒音型建設機械
- ●NETIS登録商品（登録番号KT-120070-A）

●燃料消費量

PC200-8N1 比 **30% 低減/時間**
PC200-10 比 **20% 低減/時間**

※ KOMTRAXの解析による平均作業パターン時。
実際の作業では、作業内容により上記以下になる場合があります。

KOMATSU

コマツ 国内販売本部

〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6　http://www.komatsu-kenki.co.jp

「建設機械施工」　定価 本体八〇〇円（税別）

雑誌 03435—10

4910034351053
00800