

# 建設の施工企画 2

2008 FEBRUARY No.696 

1. 掘削動作



2. 掘削～旋回動作



3. 旋回動作



4. 積込動作



燃費試験方法検討実験  
油圧ショベルの燃料消費量試験方法  
掘削・積込動作試験



第3次排出  
ガスラベル



超低騒音ラベル



低振動ラベル

## 環境対策 特集

クレーン・搬送台車・建設機械・特殊車輛他  
産業機械用無線操縦装置

今や業界唯一。日本国内自社自力生産・直接修理を实践中!

- ◆業界随一のオーダー対応制度…「小ロット」オーダー対応、「安全対策」特注仕様対応、他
- ◆常に! 業界一のコストパフォーマンス!
- ◆迅速なメンテナンス体制
- ◆業界随一のフルラインアップ
- ◆25年間代々互換性を継承、補修の永続

防爆形無線機のボーパー(BoBa)

(社)産業安全技術協会検定合格品

**新**小型防爆

- ▶ 小型・軽量、取り回し良好!
- ▶ 危険場所設置用受信機(\*)の設置が容易!
- ▶ 特定小電力局もラインアップ! (\*1オプション)

少点数の防爆形クレーンに最適!

TX-6B00N/U型  
送信機例  
(ボーパー6000)

微弱・特小両対応  
203×78×42 420g  
最大操作点数 24点  
本質安全防爆構造  
I2G3



(オプション対応)  
危険場所設置用  
耐圧防爆箱入り受信機

230×400×180 約18Kg 最大26リレー  
耐圧防爆構造 Exd[ia] IIBT4

★他に、多点数・レバー対応機、外部接点入力機をラインアップ!

特小チャンネル不足でお困りのかたへ

一挙解決! 1.2GHz帯 特小

Gシリーズ

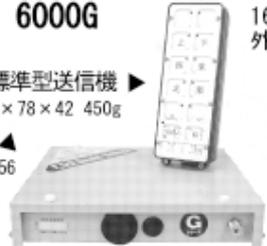
400MHz帯が混雑していても  
新規導入可能!!

マイコンケーブルレス データケーブルレス

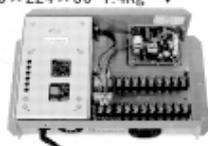
6000G

1000G

16点標準型送信機  
203×78×42 450g  
受信機  
240×264×56 2.1Kg



16点外部接点入力型送信機  
170×224×56 1.4Kg



ラインアップを順次拡充予定!

お薦め

既に429MHz特小機をチャンネル数いっぱい約40台近く導入されている事業所で新規クレーン設備等の無線化を検討中のお客様、および高層ビル建築現場など多数の無線化された設備が密集して使われる場所にお薦めです。

無線化実績例

ラジコンブル



マイティサテラ Nシリーズ Uシリーズ

微弱・特小両モデル対応 RC-7100N/U型

レバー・特殊スイッチ装着可能 全押しボタン例

- 最大操作数64 (オープンコレクタ出力時)
- 比例制御対応可 (電圧/電流アナログ出力)

3ノッチレバー装着例  
モノレバー2本装着オーダー例



MAXサテラ Uシリーズ

RC-9300U型

無段変速レバー2本装着例



- 多機能多操作
- 比例制御対応可 (電圧/電流アナログ出力)

特小専用モデル レバー・特殊スイッチ装着可能

スリムケーブルレス Nシリーズ Uシリーズ

特殊車輛



微弱・特小両モデル対応 2段階押しスイッチ装着可能

RC-5700N/U型

- 最大32リレーまで対応
- 表示LED取付など、安価で多様なオーダー対応性
- 優れた対塵・防雨性能…IP65相当
- 自社開発! 新生2段階押しスイッチで高い耐久性

12点オーダー対応例 (キャリアカー操作)



トンネル掘削機



マイペースケーブルレス

微弱・特小両モデル対応 2段階押し・特殊スイッチ装着可能 Nシリーズ Uシリーズ

RC-8400N/U型

- 16操作16リレー 最大32リレーまで対応可能
- ハンディなのにロータリースイッチやトグルスイッチ等の特殊スイッチ装着可能



特殊スイッチ装着  
押し卸しハーフビッチ配置例

表面スイッチ装着例  
(表面だけでは操作点数が不足する場合)

コンクリートバケット



ケーブルスミニ Nシリーズ Rシリーズ 微弱・ラジコンバンド両モデル対応

RC-4300N/R型

- 3操作3リレー 最大5リレーまで対応可能
- 標準型
- Nシリーズ  
・240MHz化で安定した飛び!  
・2段階押し対応可能(オプション)



微弱・特小ともにフルラインで取り揃えていますので、お気軽にお問い合わせください。ホームページでもご紹介しています。

常に半歩、先を走る



ベンチャー企業創出支援投資 対象企業  
**朝日音響株式会社**  
〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部  
FAX 088-694-5544 (代) TEL 088-694-2411 (代)  
http://www.asahionkyo.co.jp/

東日本地区代理店  
FAX 0424-92-0411  
東海地区代理店  
FAX 0562-46-1908  
大阪地区代理店  
FAX 06-6393-5632

株式会社 広進  
TEL 0424-92-0410  
(有)キノシタ・E・システムズ  
TEL 0562-46-1905  
中川システム  
TEL 06-6393-5635

# 「1・2級建設機械施工技士」

## 国家資格取得にチャレンジしませんか!

### —— 平成20年度建設機械施工技術検定試験のご案内 ——

平成20年度1・2級建設機械施工技術検定試験を次のとおり実施いたしますので、建設機械操作施工に従事している技術者の皆さんは、資格取得を目指してみませんか。

この資格は施工技術の向上を図るため、建設事業の建設機械施工に係る技術力や必要な知識を検定するもので、高い評価が得られ、ご本人と所属の企業にとって大いに役立ちます。

(以下の記載内容は概略ですので、詳細は当協会ホームページを参照又は電話による問合せをしてください。)

平成20年2月

国土交通大臣指定試験機関

JCMA 社団法人 日本建設機械化協会

(URL <http://www.jcmanet.or.jp>)

## 1. 申込み方法は？

所定の受験申込み用紙に必要事項を記載し、添付書類とともに申込み受付期間に郵送申込み。

平成20年2月中旬から受験申込み用紙など（「受験の手引」一式）を当協会等で販売いたします。

「1級受験の手引」1部 600円（送料 200円）

「2級受験の手引」1部 500円（送料 200円）

問合せ先、販売場所は裏面末尾の一覧表のとおりです。

## 2. 申込み受付期間は？

平成20年3月13日(木)から4月11日(金)まで

\* インターネット申請は、諸般の事情により休止します。(申請は、郵送申込みのみとなりますのでご注意ください。)

## 3. 試験日は？

学科試験：平成20年6月15日(日)

実地試験：平成20年8月下旬から9月中旬

\* 実地試験は、学科試験合格者のみ受験でき、日程は8月上旬に決定、通知いたします。

## 4. 受験手数料は？

1級学科試験：10,100円

2級学科試験：1種別につき10,100円(2種別は2倍)

1級実地試験：

操作施工法2科目と組合せ施工法の場合 27,800円

操作施工法1科目と組合せ施工法の場合 21,400円

組合せ施工法 のみ の 場 合 15,000円

2級実地試験：1種別につき21,600円(2種別は2倍)

## 5. 受験資格は？

- (1) この試験は、学科試験と実地試験に区分され、学科試験に合格した方が実地試験を受験できます。
- (2) 学歴等の資格区分に応じて一定の実務経験が必要であり、基本的な資格は下表のとおりです。

学歴等の資格区分		1級(必要な実務経験年数)	2級(必要な実務経験年数)	
大 学	指 定 学 科	3 年 以 上	1 年 以 上	
	指 定 学 科 以 外	4 年 6 月 以 上	1 年 6 月 以 上	
短 期 大 学 高 等 専 門 学 校	指 定 学 科	5 年 以 上	2 年 以 上	
	指 定 学 科 以 外	7 年 6 月 以 上	3 年 以 上	
高 等 学 校	指 定 学 科	10 年 以 上	3 年 以 上	
	指 定 学 科 以 外	11 年 6 月 以 上	4 年 6 月 以 上	
上 記 以 外	—	15 年 以 上	8 年 以 上	
資 格 取 得 者 級	高 等 学 校	指 定 学 科	通 算 8 年 以 上	—
		指 定 学 科 以 外	通 算 9 年 以 上	—
	そ の 他	—	通 算 12 年 以 上	—

\* 1級の実務経験には指導監督の実務経験を1年以上を含む必要があります。

\* 1年以上の専任の主任技術者の実務経験を有する場合は、受験資格が緩和されます(1級のみ)。

\* 2級については、2種類の建設機械を受験する場合の必要実務経験年数です。

\* 「指定学科」は、この試験に関し大学、高等学校等における機械工学、土木工学、都市工学等専門的な分野の学科を言い、これらを履修した者の受験資格は緩和されます。

## 6. 試験地は？

学科試験：北広島市(北海道)、仙台市、東京都、新潟市、名古屋市、東大阪市、広島市、高松市、福岡市、那覇市

\* 受験希望地を選択していただきます。

実地試験：石狩市、多賀城市、栃木県下都賀郡壬生町、秩父市、新潟市、小松市、刈谷市、明石市、小野市、広島市、善通寺市、福岡県糟屋郡須恵町、那覇市近郊

\* 受験希望地を選択していただきます。

(受験する建設機械の種類によっては、受験地に制約あり。)

## 7. 試験の種別と使用機械等は？

### (1) 学科試験

- 1級は、土木工学、建設機械一般、建設機械施工法、法規等の一般的な知識を択一式・記述式で行います。
- 2級は、土木工学、建設機械一般、各種別ごとの建設機械施工法、法規等の概略の知識を、共通科目、選択した種別を択一式で行います。(1種～6種の種別の内、偶数・奇数の組み合わせで、一回の試験で最大2種別まで受験可能)

### (2) 実地試験

- 1級は6種別の建設機械施工法に区分され、実地試験は2種別の施工法を選択し、施工の実地試験を行います。
- 2級は学科合格種別を、施工の実地試験で行います。

1級の機械施工法	2級種別	試験使用機械
トラクタ系機械操作施工法	第1種	ブルドーザ
ショベル系機械操作施工法	第2種	油圧ショベル
モータ・グレーダ機械操作施工法	第3種	モータ・グレーダ
締固め機械操作施工法	第4種	ロード・ローラ
舗装用機械操作施工法	第5種	アスファルト・フィニッシャー
基礎工用機械操作施工法	第6種	アースオーガ
建設機械組合せ施工法	-	1級のみ記述試験(実地)

## 8. 資格取得のメリットは？

- ① 「1級又は2級建設機械施工技士」の称号が付与されます。
- ② 建設業の許可基準の一つである営業所ごとに置く専任の技術者、建設工事現場に置く主任技術者、又は監理技術者(1級のみ)になれます。
- ③ 建設業法に基づく経営事項審査における技術力の評価に、技術者数として加点できます。
- ④ 労働安全衛生法に規定する車両系建設機械などの特定自主検査者(事業主を除く。)として、必要な科目について下表のとおりその全部免除(○)又は一部免除(△)の取扱いが受けられます。

特定自主検査者の取扱い(主要なもの)

事業内検査員資格 建設機械技術検定	車両系建設機械				
	整地・運搬・積み・掘削・解体用	締固め用	基礎工用	コンクリ打設用	
1級建設機械施工技士	○	○	○	△	△
2級建設機械 施工技士	第1種	○	△	△	△
	第2種	○	△	△	△
	第3種	○	△	△	△
	第4種	△	○	△	△
	第5種	△	△	△	△
	第6種	△	△	○	△

### ◆◆◆ 問合せ先、「受験の手引」請求先一覧表 ◆◆◆

名称	所在地	電話番号
(社)日本建設機械化協会 試験部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2F (URL <a href="http://www.jcmanet.or.jp">http://www.jcmanet.or.jp</a> )	03-3433-1575
同 北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北3条西2-8 さつげんビル5F	011-231-4428
同 東北支部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1 二日町東急ビル5F	022-222-3915
同 北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル9F	025-280-0128
同 中部支部	〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル9F	052-241-2394
同 関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル8F	06-6941-8845
同 中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル4F	082-221-6841
同 四国支部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイティブビル4F	087-821-8074
同 九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26 第3白水駅東ビル	092-436-3322
(社)沖縄建設弘済会	〒901-2122 浦添市勢理客4-18-1 トヨタマイカーセンター4F	098-879-2097
同 北部支所	〒905-1152 名護市字伊差川24-1	0980-53-1555

### ご 注 意

最近、当協会が行うこの技術検定の申込み手続きの代行業務やまぎらわしい名前の講習等の勧誘を行う民間団体がありますが、当協会とは関係がありません。当協会は、電話等により直接勧誘又は案内を行っておりませんし、他の機関に受付等の業務の一部を依頼することはありません。この技術検定の申込み、問合せは、ご本人が直接当協会に行ってください。

## ◆ 日本建設機械化協会『個人会員』のご案内 ◆

会費：年間 9,000円

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

### ★個人会員の特典

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

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非ご入会下さい!!

## ◆ 社団法人 日本建設機械化協会について ◆

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

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

### 社団法人 日本建設機械化協会とは…

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

#### ■会員構成

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

#### ■主な事業活動

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

#### ■主な出版図書

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

その他、日本建設機械化協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙をお使いください。

### 【お問い合わせ・申込書の送付先】

社団法人 日本建設機械化協会 個人会員係

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

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

社団法人 日本建設機械化協会会長 殿

下記のとおり、日本建設機械化協会個人会員に入会します。

平成 年 月 日

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

**【会費について】年間 9,000円**

- 会費は当該年度前納となります。年度は毎年4月から翌年3月です。
- 年度途中で入会される場合、会費は年度末(3月)までの月割りで計算致します。なお、1～3月に入会される場合は、入会年度の月割り会費に、次年度の会費を併せて請求させて頂きます。
- 会費には機関誌「建設の施工企画」の費用(年間12冊)が含まれています。
- 退会のご連絡がない限り、毎年度継続となります。退会の際は必ず書面にてご連絡下さい。また、住所変更の際はご一報下さるようお願い致します。

**【その他ご入会に際しての留意事項】**

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

**【個人情報の取扱について】**

ご記入頂きました個人情報は、日本建設機械化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](http://www.jcmanet.or.jp/privacy_policy.htm) をご覧ください。

## 目次

### 環境対策 特集

3	巻頭言 建設事業におけるリサイクル	河野 広隆
4	地球温暖化に対する都市の「みどり」を活用した取り組み	国土交通省 都市・地域整備局 公園緑地課 緑地環境推進室
9	北海道における共同利用型バイオガспラントによる 地域バイオマスの循環利用の試み	横濱 充宏
15	建設機械分野における地球温暖化対策	廣松 新
18	多自然川づくりに向けた新たな取り組み	大沼 克弘・萱場 祐一
24	建設機械のリサイクル推進	滝下 利男
29	油圧ショベルの極低騒音 (iNDR) と快音化	中島 一
35	河川の汚染負荷の検知と水質推定へのシステム工学的アプローチ	大住 晃
40	「資源のみち」に向けた技術開発プロジェクト	寺川 孝・松井 威喜・大福地智弘
46	鉄道軌道における環境対策	古川 敦
52	防振ゴムを利用した振動軽減型舗装の開発	伊藤 彰彦・山脇 宏成・福原 義樹
58	画像に音情報を組み込んだ音源探査装置 (音カメラ) の開発と 騒音防止対策への活用	大脇 雅直・中島 潤二
64	交流の広場 持続可能な環境社会を築くために —誰でも何処でもできるビオトープづくり—	養父志乃夫
71	ずいそう 「社会人を芸大の1回生として迎える」	水野 収
72	ずいそう 披露宴	鈴木 基行
74	JCMA 報告 冬期ボランティアのための除雪機械運転教育を行いました	(社)日本建設機械化協会北陸支部
75	CMI 報告 新方式の急勾配法面除草機械	加藤 弘志
78	新工法紹介	機関誌編集委員会
82	新機種紹介	機関誌編集委員会
88	統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移	92 編集後記 (高津・和田)
		89 行事一覧 (2007年12月)

#### ◇表紙写真説明◇

燃費試験方法検討実験  
油圧ショベルの燃料消費量試験方法 掘削・積込動作試験  
写真提供：国土交通省 中部地方整備局 中部技術事務所

建設機械の燃料消費量試験方法は、平成16年に当協会規格として制定され、試行期間において平成19年3月に改訂された。  
油圧ショベルの燃料消費量試験は、掘削・積込み作業を模擬動作で行う「掘削・積込み動作試験」、ならし作業を模擬動作で行う「ならし動作試験」、走行試験及びアイドリング試験で構成される。

2008年(平成20年)2月号PR目次

【ア】 朝日音響株式会社 表紙2	【サ】 コマツ株式会社 表紙4	【ナ】 デンヨー株式会社 後付9	【マ】 マルマテクニカ株式会社 後付7
【カ】 カヤバシステムマシナリー株式会社 後付14	【タ】 新キヤクビラー三菱株式会社 後付4	【ネ】 日本印刷株式会社 後付13	三笠産業株式会社 後付6
コスモ石油株式会社 後付8	【チ】 大和機工株式会社 表紙3	【ヘ】 範多機械株式会社 後付10	株式会社三井三池製作所 表紙3
コベルコ建機株式会社 後付3	【リ】 助タム技術センター株式会社 後付1	日立建機株式会社 後付2	【ヤ】 吉永機械株式会社 後付12
	株式会社鶴見製作所 後付11	【ラ】 株式会社流機エンジニアリング 後付5	

## 平成 20 年度建設機械施工技術検定試験 — 1・2 級建設機械施工技士 —

平成 20 年度 1・2 級建設機械施工技術検定試験を次のとおり実施いたします。

この資格は施工技術の向上を図るため、建設事業の建設機械施工に係る技術力や必要な知識を検定するもので、高い評価が得られ、ご本人と所属の企業にとって大いに役立ちます。  
(以下の記載内容は概略ですので、詳細は当協会ホームページを参照又は電話による問い合わせをしてください。)

### 1. 申込み方法

所定の受験申込み用紙に必要事項を記載し、添付書類とともに申込み受付期間に郵送申込み。

平成 20 年 2 月中旬から受験申込み用紙など(「受験の手引き」一式)を当協会等で販売いたします。

### 2. 申込み受付期間

平成 20 年 3 月 13 日(木)から 4 月 11 日(金)まで

\*インターネット申請は休止します。

(申請は、郵送申込みのみとなりますのでご注意ください。)

### 3. 試験日

学科試験：平成 20 年 6 月 15 日(日)

実地試験：平成 20 年 8 月下旬から 9 月中旬

\*実地試験は、学科試験合格者のみ受験でき、日程は 8 月上旬に決定、通知いたします。

### 4. 受験手数料

1 級学科試験：10,100 円

2 級学科試験：1 種別につき 10,100 円  
(2 種別は 2 倍)

1 級実地試験：

操作施工法 2 科目と組合せ施工法の場合 27,800 円

操作施工法 1 科目と組合せ施工法の場合 21,400 円

組合せ施工法の場合 15,000 円

2 級実地試験：1 種別につき 21,600 円  
(2 種別は 2 倍)

### 5. 試験地

学科試験：北広島市(北海道)、仙台市、東京都、新潟市、名古屋市、東大阪市、広島市、高松市、福岡市、那覇市

\*受験希望地を選択していただきます。

実地試験：石狩市、多賀城市、栃木県下都賀郡壬生町、秩父市、新潟市、小松市、刈谷市、明石市、小野市、広島市、善通寺市、福岡県糟屋郡須恵町、那覇市近郊

\*受験希望地を選択していただきます。ただし受験する建設機械の種類によっては、受験地に制約があります。

詳細問い合わせ先：

社団法人日本建設機械化協会試験部

TEL：03-3433-1575

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

## 巻頭言

## 建設事業におけるリサイクル

河野 広 隆



21世紀は環境の世紀だと言われる。このところ、環境関連の話題がニュースにならない日はない。

建設分野でも環境に配慮した施策を実施すべく、多くの機関で種々のことが検討されている。リサイクルもそのひとつである。

リサイクルというと、最近ではテレビでも「reduce reuse recycle」と歌まで流れていて、子供でも知っている。しかし、建設分野がいかにリサイクルに貢献しているかは、あまり知られていない。

リサイクルの目的にはいくつかのものがある。まず、地球の資源は有限で大事に使おうという発想がある。次に、材料を作り加工するには必ずエネルギーが要る。これを減らす意味がある。また、廃棄された材料は往々にして自然界に負の影響を与えることがある。

この観点で建設分野での「reduce reuse recycle」を見ると、最も効果があるのは「reduce」であろう。もともと建物や土木構造物は耐久性があり、長期間にわたり使われることが前提で造られる。寿命が2倍になれば、使う材料は半分になる。それにインフラ構造物などは、ひとたび問題が生じると、それに依存する社会・経済に大きな損害を与えることにもなるので、維持管理して長寿命化することはきわめて重要である。

土木構造物は「reuse」は苦手である。もともと供用環境に応じて一品一品、設計・建設されるものである。不要になったからといって簡単に用途を変えたり移動できるものでもないで、しかたがないことである。

「recycle」については、実はかなり進んでいる。ほとんどの鉄筋はくず鉄を電気炉で溶かして作ったものである。セメント会社のパンフを見ると、「セメントは静脈産業である」と宣言しているものもある。実に多くの種類の、しかも多量の副産物を受け入れている（興味のある方はセメント協会のHPを）。骨材としても多くの副産物を受け入れている。しかしここに若干の問題がある。実は、他産業から出てくる産業副産物や廃棄物は、建設産業が量・種類ともに多くを受け入れている。しかし、建設分野の中で閉じてリサイ

クルしているものはそれほど多くない。さらに建設分野の産業副産物や廃棄物を他の産業で使ってもらえる例はきわめて限られる。

こういう状況を見て、口の悪い人は「コンクリートはごみ箱だ」と言ったりする。しかし、建設分野では他の分野に較べ、相対的に安価でかつ大量の材料を使っているのだから、カスケードリサイクリングの重要なところを担っていると考えるべきかもしれない。

残念なのは、建設分野で発生した副産物や廃棄物が、必ずしも建設分野の中で円滑に再利用されていないことである。例えば、コンクリートガラから作ったコンクリート用再生骨材については、利用についての技術的な検討はかなり進んでいるが、実際には使用量がきわめて少ない。ここ数年、コンクリート用再生骨材のJISが立て続けに3つ制定されたが、それで飛躍的に使用量が増えるとは考えにくい。その理由は何であろうか。

ものの再利用やリサイクルは、もともとはきわめてローカルなものであったと思う。「もったいないから工夫して使う」のである。建設分野ではそれを全国一律に実施することで進めようとしてきた。JIS化やグリーン調達である。このためおかしなことも起きている。再生材がないところでも、再生材を使うことが強いられる。先日も会計検査院が、再生材を使用していない自治体があり、そのために数千万円を無駄にした、と報告したことをマスコミが報じた。日本全国あらゆるところで再生材のほうが安いとは思えない。全国一律に走る背景には、現場技術者を尊重しない・信用しないという傾向が強まっているからだとも思う。もっと建設技術者が信頼され、その判断が尊重されるようにならないと、更なるリサイクルは現場に浸透しないのではないかと考える。

技術者に責任と権限を与えることは、実はリサイクルの問題だけではなく、円滑な維持管理の実施などにも大いに関連する重要な問題だと感じている。

# 地球温暖化に対する都市の「みどり」を活用した取り組み

国土交通省 都市・地域整備局 公園緑地課 緑地環境推進室

都市の「みどり」は都市環境改善や防災性の向上、多様なレクリエーション等に寄与している。本稿では、「みどり」の地球温暖化対策上の役割及び政府の取り組みについて、特に温室効果ガスの吸収源対策の観点から、国際ルールに則った条約事務局への報告の状況や今後の取り組みについて紹介するものである。

キーワード：地球温暖化、温室効果ガス、吸収源対策

## 1. 都市の「みどり」の現状と課題

都市の「みどり」は、私たちの暮らしに潤いと彩りを提供し、安らぎを与えてくれるだけでなく、地球温暖化の原因となるCO<sub>2</sub>の吸収、ヒートアイランド現象の緩和、多様な生物の生育生息環境の提供など都市環境改善にも重要な役割を果たしている。また、都市の防災性の向上、人と自然のふれあいや多様なレクリエーション、環境学習・環境教育、市民参画による地域活動、福祉活動など、様々な社会活動の場や機会も提供してくれている。

このように、「みどり」は、わたしたちの日常生活の様々な面で深く関わっており、生活空間の安全・安心や真に豊かな社会を実現する上で欠かすことのできない重要な社会資本となっている。

都市の「みどり」の保全創出については、都市公園の整備及び市街地周辺部の良好な緑地の保全を推進するとともに、道路、河川などの公共公益施設の緑化、市街地の大半を占める民有地の緑化の推進をしているところであり、さらに近年には、屋上・壁面緑化の推進も積極的に行われている。これらの取り組みにより、公的空間における緑地は着実に増加し、都市内の貴重な緑地の保全も徐々に進んできてはいるが、宅地開発等に伴い農地や樹林地が減少し、「みどり」の総量としては残念ながら依然として減少傾向にある。首都圏（8都県市）では、1965年から2005年の40年間に、都市公園が約1.6万ha増加した一方で、農地と林地が21.9万ha減少し、緑地合計では、約22%の減となっている（図-1）。

一方で、喫緊かつ多岐にわたる取り組みが必要な地

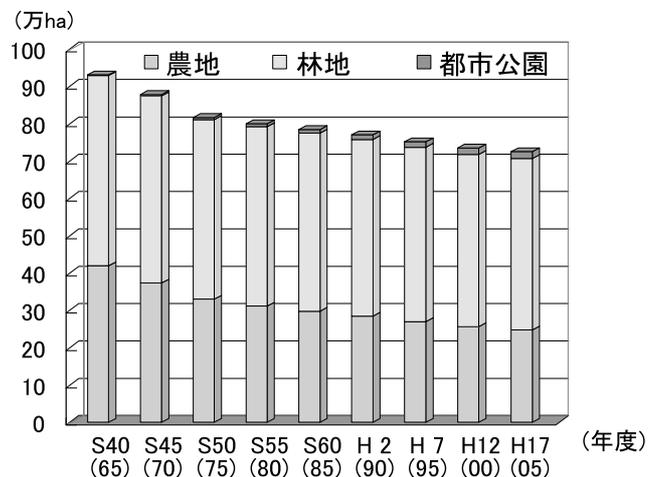


図-1 首都圏（埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県）における緑地面積の推移

球温暖化問題への関心の高まりを背景にして、2007年6月には、国内外あげて取り組むべき環境政策の方向を明示し、今後の世界の枠組みづくりにわが国として貢献する上での指針として、「21世紀環境立国戦略」が取りまとめられた。この中では地球温暖化対策に係る施策のほか、都市のみどりについても、「緑地の保全や都市公園の整備、公共公益施設の緑化、屋上緑化等を推進することにより都市内において森と呼べるような豊かな自然空間を再生・創出すること」と言及されているところである。さらに、2008年からは、京都議定書に基づく温室効果ガス削減の第一約束期間が始まるなど、2007年5月に安倍前総理が提唱した「クールアース50」の実現に欠かせない低炭素社会づくりが今後さらに求められる。

また、2005年にはわが国では初めて総人口の減少が確認されたところであり、まちづくりも都市の拡大

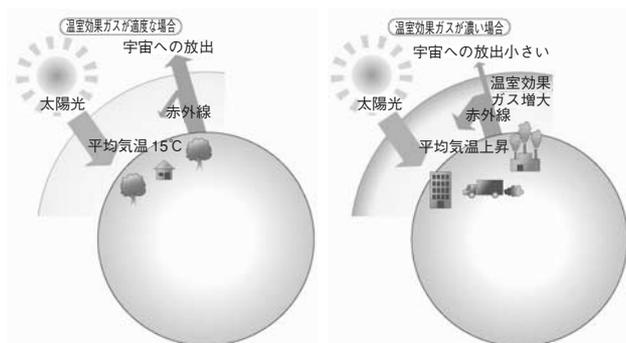
への対応から、今後は都市の縮退への対応が求められるつつある。

これらの動きを踏まえ、今後、持続可能な国土や社会を構築していくためには、行政・市民・事業者などのあらゆる主体が連携して、「みどり」に関する様々な施策を、より積極的、効果的に進めていくことが必要となっている。

本稿では、地球温暖化に対応した都市のみどりの役割及び政府の取り組みについて、主に温室効果ガスの吸収源の観点から紹介する。

## 2. 地球温暖化の概要

地球は太陽からのエネルギーと、地表からの熱（赤外線）により暖められている。二酸化炭素、メタン、フロンなどの「温室効果ガス」は、これらの熱を吸収し、宇宙へ逃がさずに再び地表へ戻し、大気を一定の温度に保つ役割を果たしている。しかしながら、人間の活動に伴って温室効果ガスが増加すると、地表や大気の温度が上昇して、人間や生態系に悪影響を及ぼす。これを地球温暖化と呼ぶ（図—2）。



図—2 地球温暖化の仕組み

地球温暖化の直接的な原因である二酸化炭素は、1750年頃から始まった産業革命以降、石油や石炭などの化石燃料の大量消費や森林伐採などにより急激に増えている。世界の二酸化炭素の排出量は、2000年時点で産業革命前の約1.3倍であり、人類誕生以来の最高値となっている。温室効果ガスの排出増加により、温室効果が増大し、これが平均気温の上昇を招いている。地球の年平均気温についても、20世紀の100年間で約0.6℃上昇しており、1990年代の10年間は、過去100年で最も温暖な10年となった。また、日本の年平均気温は、この100年間で約1.0℃上昇している。このまま対策が講じられない場合は、地球の平均気温が2100年までに最大5.8℃（1990年対比）上昇

し、気象の変化や海面の上昇、生態系の変化、食糧危機などが生じると予測されている。

## 3. 地球温暖化に関する国際社会の対応

人為的な気候変動のリスクに関する最新の科学的・技術的・社会経済的な知見をとりまとめて評価し、各国政府に助言等を行うことを目的とした政府間機構であるIPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change：気候変動に関する政府間パネル）は、2007年11月にIPCC第四次報告評価報告書統合報告書を発表している。当該報告中では、温暖化の原因などについて報告されており（参考—1）、地球規模の気候変化は、もはや将来予測ではなく明らかな現実となりつつある。

参考—1 IPCC第四次報告の主な内容

- 温暖化の原因について
  - ・人為的原因の可能性とほぼ断定
- 気候システムの温暖化関係
  - ・20世紀の北半球の平均気温は過去1300年間の内で最も高温であった可能性が高い
- 二酸化炭素排出量の急増
  - ・温室効果ガス排出量（二酸化炭素換算）は、1970年～2004年の間に70%増加
  - ・単位エネルギーあたりの二酸化炭素の排出量は減少傾向にあったが、2000年に反転
- 今後排出が続いた場合
  - ・現在の温室効果ガス削減策や経済発展の方向では、今後数十年にわたって温室効果ガス排出は増え続ける

このような状況に対処するため、国際社会は気候変動枠組み条約（1992年採択）に基づき、地球温暖化の原因と考えられる温室効果ガスの排出削減について、温室効果ガスの排出・吸収の目録作りや温暖化対策の国別計画の策定と実施、エネルギー分野などでの技術の開発、普及、森林などの吸収源の保護・増大対策の推進などを実施してきた。特に、京都議定書（2005年発効）において、先進国の温室効果ガスの排出量について、法的拘束力のある数値約束を設定するとともに、国際的に協調して約束を達成するための仕組みである排出権取引、共同実施（JI）、クリーン開発メカニズム（CDM）から成る京都メカニズムを導入している。

## 4. 国内における取り組みと課題

わが国は、京都議定書において第一約束期間（2008

年～2012年)平均の温室効果ガス排出量を1990年比で6%削減することを約束している。2005年4月には京都議定書目標達成計画を閣議決定し、政府をあげて排出削減等の努力を行ってきているところである。しかしながら2006年度実績(速報値)では総排出量として、京都議定書の規定による基準年(1990年)に比べて6.4%上回っており、第一約束期間の開始を目前にして、一層の削減努力が求められる(図-3)。

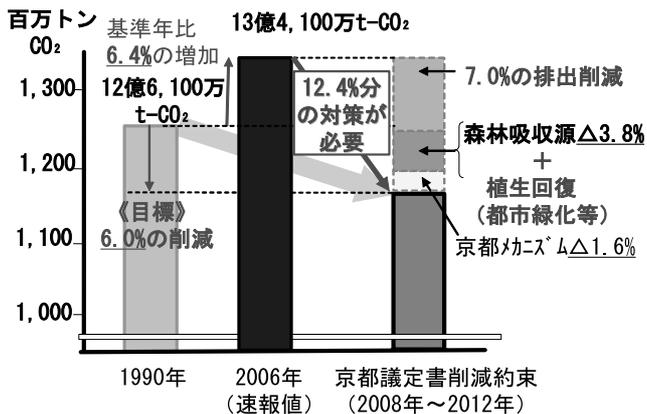


図-3 日本における二酸化炭素の総量の変遷

厳しい状況の中、わが国では、地球温暖化対策推進法に基づき、財やサービスの購入・使用に当たっての配慮や建築物の建築、管理等に当たっての配慮などをとりまとめた政府の実行計画を策定するとともに、2005年4月に閣議決定されている京都議定書目標達成計画に基づく、国民運動の展開や公的機関の率先的取り組み、その他技術の開発・普及などを実施している。

また、京都議定書の発効を受けて政府が策定した「京都議定書目標達成計画」において、温室効果ガスの排出抑制・吸収の量の目標を設定している。今後のさらなる改訂に向け、2007年12月中央環境審議会地球環境部会産業構造審議会環境部会地球環境小委員会に「京都議定書目標達成計画の評価・見直しに関する

最終(素案)」として、都市緑化等の分野においては74万t-CO<sub>2</sub>(1990年比0.06%)の吸収量を見込んでいる旨、諮ったところである。

### 5. 京都議定書に基づく報告(特に吸収源対策)について

温室効果ガスの吸収源として、京都議定書(1997年採択、2005年2月発効)第3条第3項、4項及び京都議定書の主要な運用ルールであるマラケシュ合意(COP7で決定)により、京都議定書の第一約束期間における対象となる活動として以下の7つの活動が規定されている。

- 3条3項：新規植林、再植林、森林減少
- 3条4項：植生回復、森林経営、農地管理、放牧地管理

なお、3条3項は報告必須、3条4項は各国選択可能となっており、わが国は、2006年8月に条約事務局に提出した割当量報告書において3条4項のうち、植生回復、森林経営を選択し(表-1)、特に都市緑化と関係の深い「植生回復」については、都市公園、道路緑地、港湾緑地、下水処理施設における外構緑地、緑化施設整備計画認定緑地について、2007年5月に条約事務局に対して報告(KP-NIR)を行ったところである(表-2)。また、2008年報告では、河川緑地、公的賃貸住宅、官公庁施設を加えた形で報告を行う予定である。植生回復における吸収量の試算は、2004年12月に決定された吸収・排出量算定の新たな国際ガイドライン(Land Use, Land Use Change and Forestry-Good Practice Guidance: LULUCF-GPG)において示された植生回復活動の定義、吸収・排出量計算方法に基づいて行われる。具体的には、5つの炭素プール(①地上バイオマス、②地下バイオマス、③リター、④枯死木、⑤土壌)毎の炭素収支を算定し報告するほか、補助的な背景データとして、⑥石灰の施与

表-1 「植生回復」「森林経営」の内容

	「植生回復」	「森林経営」
マラケシュ合意	「新規植林」及び「再植林」の定義に該当しない。最小面積0.05ha以上の場所の炭素蓄積を増加させる直接的人為的活動。ただし、当該活動は1990年1月1日以降に開始されたもののみ限定される。	環境(生物多様性を含む)、経済、社会的機能を発揮させることができるように森林を持続的に管理する取り組み。当該活動は1990年1月1日以降に開始されたものに限定される。
日本における解釈	1990年以降に行われる開発地における公園緑地や公共緑地、または行政により担保可能な民有緑地を新規に整備する活動。	育成林については、森林を適切な状態に保つために1990年以降に行われる森林施業(更新(地拵え、地表かきおこし、植栽等)、保育(下刈り、除伐等))、間伐、主伐、天然生林については、法令等に基づく伐採・転用規制等の保護・保全措置。

表一 2 KP-NIR (2007 年 5 月) で都市緑化等による吸収量の計上対象とした事業

区分	植生回復活動の内容
都市公園	1990 年以降に告示された都市公園法に基づく都市公園への高木の植栽
道路緑地	道路 (一般国道, 都道府県道, 市町村道, 高速道路, 一般有料道路) の路線, のり面 (高速道路のみ) SA, PA への 1990 年以降の高木の植栽
港湾緑地	1990 年以降に開設された港湾法に基づく港湾施設に設置された港湾緑地への高木の植栽
下水道処理施設における外構緑地	1990 年以降に開設された下水道処理施設への高木の植栽
緑化施設整備計画認定緑地	都市緑地法 (第 60 条) に基づく市町村長による認定制緑地である緑化施設整備計画認定緑地への高木の植栽 (全ての施設が 1990 年以降整備)

による炭素排出, ⑦バイオマスの燃焼による炭素排出についてのデータ提出が求められている (図一 4, 表一 3)。なお, LULUCF-GPG には, 樹木クラス別のデフォルト値が示されており, 樹木構成比により地上バイオマスの吸収量を合成する (表一 4)。

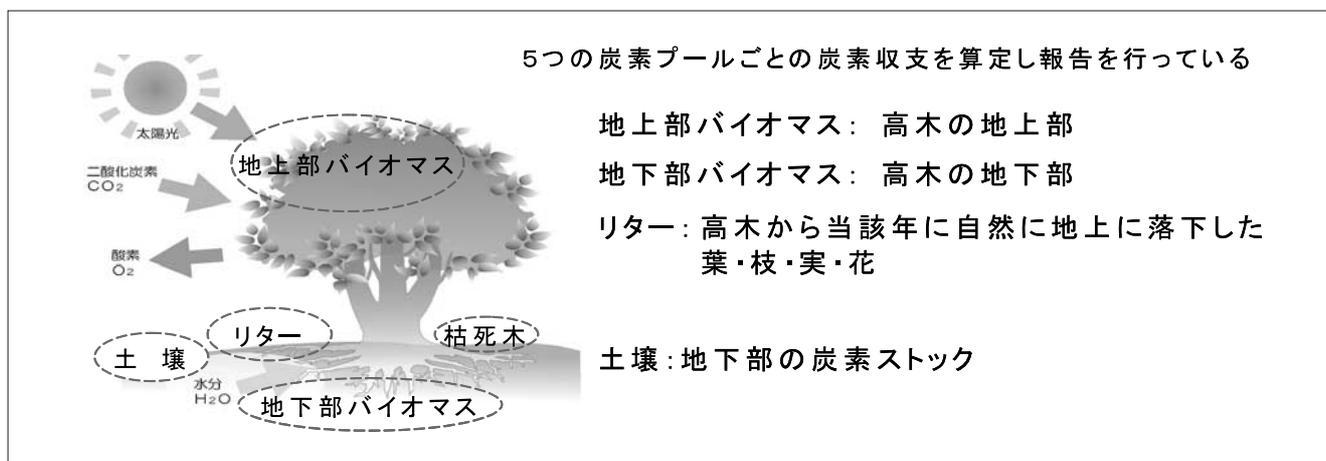
### 6. 都市緑化技術の開発・普及の推進

都市緑化等は, 国民にとって最も身近な CO<sub>2</sub> 吸収対策であり, 吸収量は必ずしも大きくないが, 地球温暖化対策に対する国民の理解と協力をお願いする格

好の取り組みであることから, 公共公益施設の緑化推進と合わせて, 国民参加型の緑化運動の展開のために普及啓発等を積極的に推進しているところである。

地球温暖化対策やヒートアイランド対策など都市緑化の目的の拡大, 都市緑化事業実施にかかる説明責任の拡大などを背景として, 定量的に捉えにくいみどりの効果や必要性を合理的, 客観的に説明し, より効果的に施策を展開する観点から, 国土交通省では 1994 年度に公園・緑化技術五箇年計画を策定している。

現在は, 2005 年 3 月に策定した第 3 次公園・緑化技術五箇年計画を推進中である。2007 年 3 月には,



図一 4 京都議定書の下での LULUCF 活動に伴う炭素ストック変化量

表一 3 5つの炭素プール

炭素プール	算定の考え方
地上バイオマス	高木本数×樹木個体あたりの年間バイオマス成長量 (LULUCF-GPG には, 樹木クラス別デフォルト値が示されており, 樹木構成比により値を合成算定値を作成 (表一 4)。(北海道では 0.0097 t-C/本/yr, 北海道以外では, 0.0091 t-C/本/yr を採用) 地上部のバイオマス炭素ストック量を区分するには, IPCC2006 ガイドラインの地上部と地下部のデフォルト比率 0.74 : 0.26 を採用。
地下バイオマス	(地下バイオマス成長量 (t-C/本/yr) × 0.26/0.74) により算定。
リター	高木 1 本あたりの年間リター発生量を持ち出し量から設定。
枯死木	開設後の枯死及び補植の結果が含まれるため, 枯死木の炭素ストックは生体バイオマスに含まれると解釈する。
土壌の炭素ストック	土壌の炭素蓄積量の変化から設定。
石灰付与・バイオマス燃焼	肥料の施用についてのアンケート結果から算定。

表一 4 樹種クラス別のデフォルト値と樹種構成を用いた統合結果

NO	樹種クラス (LULUCF-GPG)	樹種クラス (和訳:UFJ 総研)	吸収係数	北海道			北海道以外				
				サンプル公園に おける本数構成比	構成比	吸収係数× 構成比	統合吸収 係数	サンプル公園 における本数	構成比	吸収係数 × 構成比	統合吸収 係数
				a	b	c = b/Σb	a*c	Σ (a*c)	b	c = b/Σb	a*c
			(t - C/本)	(本)	(%)	-	(t - C/本)	(本)	(%)	-	(t - C/本)
①	Aspen	ポプラ	0.0096	21793	14.43%	0.0014	0.0097	1519	0.28%	0.0000	0.0091
②	Soft maple	アメリカハナノキ	0.0118	0	0.00%	0.0000		0	0.00%	0.0000	
③	Mixed Hardwood	混交広葉樹	0.01	51785	34.29%	0.0034		416464	77.32%	0.0077	
④	Hardwood maple	サトウカエデ	0.0142	7781	5.15%	0.0007		10287	1.91%	0.0003	
⑤	juniper	セイヨウネズ	0.0033	706	0.47%	0.0000		71514	13.28%	0.0004	
⑥	Cedar/larch	ヒマラヤスギ/カラマツ	0.0072	11282	7.47%	0.0005		8506	1.58%	0.0001	
⑦	Douglas fir	ベイマツ	0.0122	0	0.00%	0.0000		0	0.00%	0.0000	
⑧	True fir/Hemlock	モミ/アメリカツガ	0.0104	15796	10.46%	0.0011		9834	1.83%	0.0002	
⑨	Pine	マツ	0.0087	7639	5.06%	0.0004		19521	3.62%	0.0003	
⑩	Spruce	トウヒ	0.0092	34252	22.68%	0.0021		973	0.18%	0.0000	
①～⑩の合計				151034	100.00%	0.0000		538618	356.62%	0.0000	

これまでの取り組みの成果を評価し、広く公開するとともに、研究実施機関相互の情報交換等を行うために、「みどりの技術フォーラム」を開催し、本年5月には「みどりの技術フォーラム2008」の開催を予定しているところである。今後とも、国土交通省では、社会資本整備、技術開発、普及推進等、様々なアプローチを通じて、温室効果ガス削減やヒートアイランド現象へ

の緩和をはじめとする各種の環境に関する課題への対応を進めることとしている。特に、本稿の中心であった吸収源の算定については、その精度の向上を図るべく、技術開発を推進し、都市のみどりを活用した地球温暖化への対応を積極的、効果的に推進していく所存である。

JICMA

## 建設の機械化／建設の施工企画 2004年バックナンバー

平成16年1月号(第647号)～平成16年12月号(第658号)

1月号(第647号)  
ロボット技術特集

5月号(第651号)  
リサイクル特集

9月号(第655号)  
維持管理特集

■体裁 A4判  
■定価 各1部840円  
(本体800円)

2月号(第648号)  
地震防災特集

6月号(第652号)  
海外の建設施工特集

10月号(第656号)  
環境対策特集

■送料 100円

3月号(第649号)  
地下空間特集

7月号(第653号)  
安全対策特集

11月号(第657号)  
除雪技術特集

4月号(第650号)  
行政特集

8月号(第654号)  
情報化施工特集

12月号(第658号)  
新技術・新工法特集

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

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

# 北海道における共同利用型バイオガスプラントによる地域バイオマスの循環利用の試み

横濱 充宏

国産生乳の4割強を生産する北海道では1960年以降、乳牛飼養頭数の増加と戸数の減少が進んだ。その結果、労力不足による乳牛糞尿の不適切な貯留による環境負荷が懸念されるようになった。このほかに、食品加工残滓やし尿処理汚泥等の各種有機性廃棄物も焼却処理や埋立処理されており、地域バイオマスの活用がなされていない。このため、乳牛ふん尿やその他の地域バイオマスの循環利用による環境負荷の防止が必要となっている。

このような背景の中、(独)土木研究所寒地土木研究所が行ってきた、共同利用型バイオガスプラントを核とした地域バイオマスの循環利用に関する研究の成果について述べる。

キーワード：共同利用型バイオガスプラント、乳牛ふん尿、バイオマス、バイオガス、消化液

## 1. はじめに

北海道では広大な土地資源を活用した土地利用型の大規模農業が展開されており、我が国の最も重要な食料基地としての役割を果たしている。中でも北海道の東部や北部で展開されている酪農は、既にヨーロッパ諸国の規模をしのぐまでに規模拡大が進められ、その生産物は全国に流通している。

酪農では多量のふん尿が排出され、それによる環境汚染が懸念されていた。このため、平成11年に「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」が施行された。一方、ほぼ時期を同じくして、化石燃料の消費を抑制することによる地球温暖化対策が具体化し始め、温室効果ガスの発生抑制・地球温暖化の防止(京都議定書の批准(1997年)、地球温暖化対策の推進に関する法律(1998年))あるいは再生可能エネルギーの利用促進(新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法(1997年))にかかる法律等が制定された。また、廃棄物の発生抑制と循環利用を促進するため、平成12年に循環型社会形成推進基本法が公布された。

バイオガスプラントは家畜ふん尿やその他の有機性廃棄物の処理と同時に、化石燃料の消費を抑制することにもなる再生可能なエネルギーを産出する施設であり、ヨーロッパの一部の国々では普及している。しかし、北海道はバイオガスプラントが普及しているデンマークやドイツに比べて寒冷であり、ふん尿の排出形

態も異なる。このため、ヨーロッパの技術をそのまま北海道に導入することはできない。

このような背景の中、(独)土木研究所寒地土木研究所(以下、寒地土木研究所)は北海道東部の別海町に乳牛ふん尿を主原料とする共同利用型バイオガスプラント(以下、別海バイオガスプラント)を建設し、2000年より、北海道における共同利用型バイオガスプラントを核とした地域バイオマスの循環利用に関する一連の研究を行ってきた。本報ではその成果のうち、環境対策に関係の深いものについて述べる。

## 2. 別海バイオガスプラントの概要

別海バイオガスプラントの発酵槽の容量は1,500 m<sup>3</sup>で、中温発酵(37℃、処理量50 m<sup>3</sup>/日、滞留日数30日)と高温発酵(55℃、処理量75 m<sup>3</sup>/日、滞留日数20日)での発酵処理が可能ないように設計されている。したがって、本プラントでは、中温発酵では成牛換算で1,000頭の、高温発酵では同1,500頭の乳牛ふん尿の処理が可能である。本プラントで生産されたバイオガスは65 kW × 3台のコジェネレーター(電気と熱エネルギー(温水)の両方を発生させるエネルギー発生装置)と186 kWのバイオガスボイラーで電気エネルギーないし熱エネルギーに変換され、プラントで必要とするエネルギーを自給するとともに、余剰電力を売電している。バイオガスとともに発生する消化液は液肥として、ふん尿搬入農家の牧草地に施用される。

別海バイオガスプラントへのふん尿搬入農家は10戸であり、乳牛の飼養形態の違いに伴う発生ふん尿形態に差が見られる。10戸のうち、4戸はふんと尿の混合物である液状ふん尿（スラリー）を排出し、残りの6戸は敷料（乾燥牧草、麦稈等）の混入した固形ふん尿を排出する。液状ふん尿は直接、メタン発酵用の原料受入槽に投入されるが、固形ふん尿はプラント内の固液分離機により固液分離が行われ、液分のみがメタン発酵の原料として使用される。分離固分は堆肥化され、堆肥として農家に還元される。

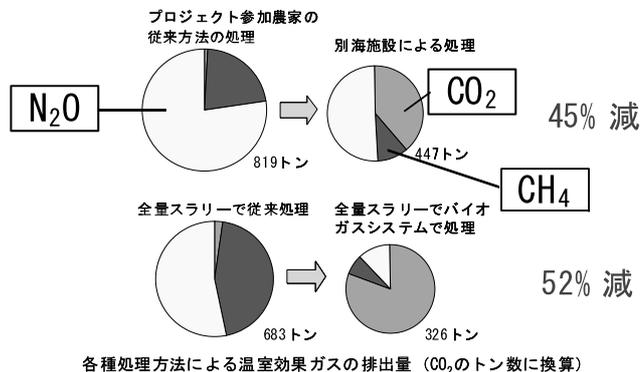
別海バイオガスプラントは2001年より稼働を開始し、稼働当初は乳牛ふん尿のみを原料として受け入れていたが、2003年からの試験投入を経て、2005年より、地域で発生する各種有機性廃棄物を有料で継続的に受け入れてこれを乳牛ふん尿と共発酵させる、経済的自立に向けた運用を開始している。

### 3. 乳牛ふん尿の嫌気発酵処理による地球温暖化ガス発生抑制効果<sup>1)</sup>

本効果に関する解析は北海道立根釧農業試験場研究部経営科が行った。別海バイオガスプラントの協力農家10戸で発生する乳牛ふん尿をバイオガスプラントを介して処理・圃場散布する場合と従来どおりの処理・圃場散布を行う場合について、LCA（Life Cycle Assessment）による解析を行い、それぞれの処理方式における地球温暖化に対する影響を算定した。

その結果、温暖化負荷を発生気体別に見ると、二酸化炭素ではなく、メタンや亜酸化窒素によるものが半数を占め、地球温暖化防止にはメタンや亜酸化窒素の発生の少ないふん尿の処理手法の導入が重要であることが判明した。また、バイオガスプラントによるふん尿の嫌気処理は、密閉された発酵槽内で発酵を行い、発生したガスを燃焼させるため、系外へのメタンや亜酸化窒素の放出が少ないことも明らかとなった。

従来のふん尿処理体系に対するバイオガスプラントによるふん尿処理体系の地球温暖化防止効果を算定したところ、固形ふん尿をプラントで受入れる場合は二酸化炭素に換算しておよそ45%の、受入れふん尿を



共同利用型バイオガスプラントによるふん尿処理により、半分程度の温室効果ガスの削減効果

図一 1 バイオガスプラントによる地球温暖化ガス削減効果

全量スラリー化した場合はおよそ52%の地球温暖化ガス削減効果があることがわかった（図一1）。

## 4. 乳牛ふん尿の循環利用<sup>1)</sup>

### (1) 消化液の特性

バイオガスプラントでは、乳牛ふん尿等の原料を嫌気発酵処理し、生成物としてバイオガスと消化液を得る。北海道のような広大な農地を有する地域では、この消化液を液肥として循環利用することが可能である。そこで、原料である液状の乳牛ふん尿（原料スラリー）を室内試験用嫌気発酵装置で嫌気発酵処理して、消化液を作成し、原料スラリーと消化液の成分分析を行って消化液の特性を明らかにした。

その結果、消化液は原料スラリーに比べ、固形分含量が少なく、全窒素含量は変わらないが、全窒素に占めるアンモニア態窒素の割合が高いことがわかった（表一1）。消化液の固形分含量が原料スラリーより少ないことは、原料スラリーに比べて消化液の粘性が小さく、圃場散布時の作業性に優れることを示している。窒素はリン酸およびカリウムとともに重要な肥料成分であり、このうち、アンモニア態窒素は作物に即座に吸収され易い、即効性の窒素肥料成分である。発酵処理により全窒素含量が変わらないことは、発酵中の肥料成分の損失が少ないことを意味し、全窒素に占めるアンモニア態窒素の割合が高まることは、消化液が原

表一 1 原料スラリーと消化液の性状比較

	pH (FM %)	DM (FM %)	T - N (FM %)	NH <sub>4</sub> - N (FM %)	NH <sub>4</sub> - N/T - N × 100 (FM %)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (FM %)	K <sub>2</sub> O
原料スラリー	7.95	6.41	0.38	0.23	61.1	0.17	0.55
消化液	8.16	4.14	0.38	0.26	67.9	0.11	0.50
変化傾向	上昇	減少	無変化	増加	上昇	減少	減少

料スラリーに比べ、即効性の窒素肥料成分が多いことを示している。

また、家畜ふん尿を原料とする液肥は圃場散布後のアンモニア揮散が発生し、窒素肥料成分の損失を招くとともに、大気中に揮散したアンモニアが酸性雨の原因となることから、原料スラリーと消化液の圃場散布試験を行い、両者のアンモニア揮散特性を比較した。

その結果、消化液は原料スラリーに比べて固形分が少ないため、圃場散布後に速やかに地中に浸透し、その結果として、アンモニア揮散が少なくなることが明らかとなった(図-2)。一方、散布直後の地中への浸透深さは原料スラリー、消化液ともに深さ5cm程度に留まり、消化液が原料スラリーより深くへ浸透し、地下水汚染に対するより大きな脅威になるとは考えられなかった。

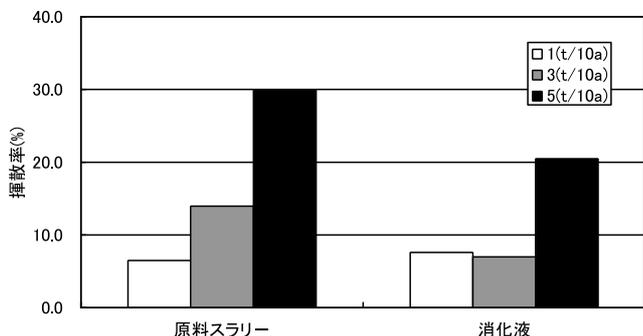


図-2 原料スラリーと消化液の圃場施用後のアンモニア揮散率の比較

### (2) 消化液の施用法の確立

北海道立根釧農業試験場により牧草地への、北海道立北見農業試験場により畑作物(馬鈴薯、甜菜、秋蒔

表-2 牧草に対する消化液の肥効率

窒素			
T-N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	リン酸	カリウム
A <sup>1)</sup>	B <sup>2)</sup>		
0.4	1.0	0.4	0.8

- 1) B/A < 0.5 のとき適合性が高い。スラリーの補正係数を用いて品質と施用時期により補正する。
- 2) B/A ≥ 0.5 のとき適合性が高い。スラリーの補正係数で施用時期についてのみ補正する。

表-3 畑作物に対する消化液の肥効率と施用法

対象作物	施用位置	成分肥効率			施用適量 (t/10a)
		T-N	NH <sub>4</sub> -N	K <sub>2</sub> O	
秋まき小麦 (起生期追肥)	表面施用	0.7	1.0	1.0	約 2 t
てんさい、ばれいしょ 緑肥 (基肥)	表面施用 後混和	0.4	0.7	1.0	約 3 t

き小麦、緑肥)への消化液の施用試験が行われ、牧草および畑作物への消化液の各肥料成分(窒素、リン酸、カリウム)の肥効率(表-2, 3)が明らかにされ、施用法が確立された。

牧草の場合、年間4t/10a程度の消化液施用量では、秋春等量分施が、越冬前後における窒素の損失を相対的に少なくし、1番草の収量確保につながる最も効果的な施用法であることが明らかになった。

秋蒔き小麦の場合、消化液の施用適量は2t/10a程度で、秋の播種時の基肥ではなく、春の起生期の追肥として施用した方が効果的であることが明らかとなった。

甜菜、馬鈴薯および緑肥の場合、消化液の施用適量は3t/10a程度で、植付け直前に表面施用し、翌日に土壌と良く混和すると効果的であることが明らかとなった(表-3)。

### (3) 消化液の効果

別海バイオガスプラント利用農家による圃場への消化液施用は、2001年秋より始まったが、牧草収量は2004年より増収に転じており、消化液施用による牧草収量増大効果が発揮されつつあるといえる(図-3)。

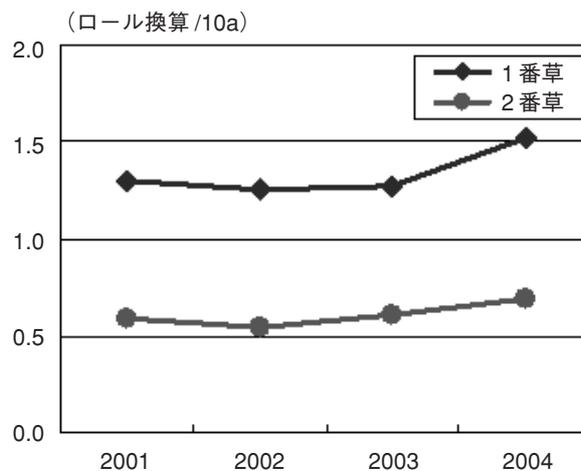


図-3 消化液施用後の牧草収量の推移

農家への聞き取りでも、消化液は生スラリーに比べ、施用時の臭いが少なく、牧草の生育障害が発生し難いとの評価を得ている。

このような効果があることから、農家は消化液の圃場施用に積極的であり、乳牛ふん尿のバイオガスプラントにおける嫌気処理は、乳牛ふん尿の循環利用を促し、野積みによる放置等の不適切な処理を減少させる手段として有効と考えられる。

### 5. 乳牛ふん尿以外の地域バイオマスの循環利用

#### (1) 地域で発生する各種バイオマスの処理の現状と性状<sup>2)</sup>

別海町とその周辺で発生する各種バイオマスの処理状況について聞き取り調査を行った。その結果、これらは利用されることなく、焼却処理されるか、埋立処理されていることが分かった。

別海町とその周辺で発生する各種バイオマスについて、性状分析を行った。別海バイオガスプラントの主原料である乳牛スラリーの新鮮物あたりの有機物含量は 0.054 kg kg<sup>-1</sup> であり、メタン発酵細菌は原料中の有機物を分解してメタンガスを発生させることから、乳牛スラリーより有機物含量の多い副資材がバイオガスの生産上有利である。分析を行った結果、し尿脱水汚泥、乳業工場汚泥、給食残食、水産加工残滓、廃乳および廃脱脂粉乳は乳牛スラリーより有機物含量が多いことを明らかにできた(図-4)。また、し尿脱水汚泥、乳業工場汚泥、水産加工残滓および廃脱脂粉乳は、主原料の乳牛スラリーより灰分が多いことが明ら

かとなった(図-4)。発酵処理によりバイオガスと共に生成する消化液の肥料としての活用を考える場合、これらの副資材の灰分が消化液中の各種必須元素の増加をもたらすことが期待できる。

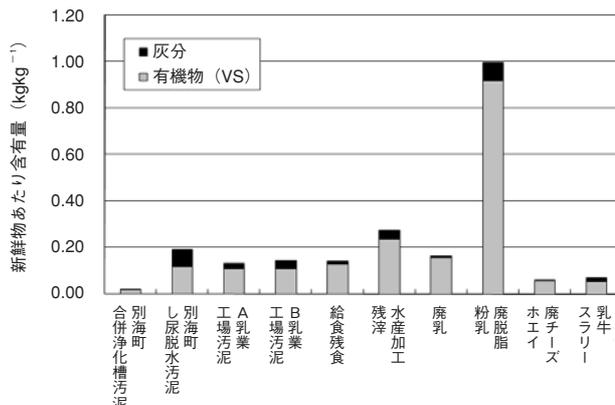


図-4 乳牛スラリーおよび各種バイオマス中の有機・無機固形分含量

別海プラントでは、バイオガスとともに生成する消化液を肥料として草地圃場に還元しているが、肥料取締法では汚泥を原料として用いる場合、これらについて溶出試験を行い安全性を確認することが求められて

表-4 汚泥系バイオマスの有害物質の溶出試験結果

分析項目	単位	別海町 合併浄化 槽汚泥	別海町 し尿脱水 汚泥	A乳業 工場汚泥	B乳業 工場汚泥	C乳業 工場汚泥	A社水産 加工場 汚泥	B社水産 加工場 汚泥	基準 上限値
アルキル水銀	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
総水銀	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.005
カドミウム	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.300
鉛	mg L <sup>-1</sup>	0.009	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.300
有機リン	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.000
六価クロム	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.500
ヒ素	mg L <sup>-1</sup>	0.075	0.010	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.300
全シアン	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.000
PCB	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.003
トリクロロエチレン	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.300
テトラクロロエチレン	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.100
ジクロロメタン	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.200
四塩化炭素	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.020
1,2-ジクロロエタン	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.040
1,1-ジクロロエチレン	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.200
シス-1,2-ジクロロエチレン	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.400
1,1,1-トリクロロエタン	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	3.000
1,1,2-トリクロロエタン	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.060
1,3-ジクロロプロペン	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.020
チウラム	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.060
シマジン	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.030
チオベンカルブ	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.200
ベンゼン	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.100
セレン	mg L <sup>-1</sup>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.300

備考：N.D.=不検出

いる。溶出試験を行った結果、別海プラントで副資材として利用している汚泥類はいずれも有害物質含量が基準上限値をはるかに下回っており、これらの安全性が確かめられた（表—4）。

(2) 地域で発生する各種バイオマスのバイオガス増産効果<sup>1)</sup>

地域で発生する各種バイオマスを乳牛ふん尿と共発酵処理する場合の適正投入割合とそのときのバイオガス増産効果を検証するため、室内実験用嫌気発酵装置による共発酵試験を行った。その結果、ほとんどのバイオマスについてバイオガスの増産効果が認められ、適正投入割合が明らかになった（表—5）。バイオガス増産効果は、牛乳やバター等の乳製品で特に高く、別海町とその周辺の乳業工場で発生する廃乳製品が共発酵のための副原料として有望であることがわかった。

表—5 各種バイオマス副原料のガス増産効果（室内試験）

資材名	実験区分	投入割合	対照区に対する Vs 当りバイオガス増量割合	評価
敷き料	バッチ	4.0%	1.2倍	適
牛乳	連続	20.0%	2.4倍	適
脱脂粉乳	バッチ	3.3%	1.5倍	適
バター	連続	8.0%	4.0倍	適
給食残食	バッチ	3.3%	1.5倍	適
パン粉	連続	8.0%	2.4倍	適
プロテイン	連続	8.0%	初期3.0倍, 下降	保留
乳業汚泥	バッチ	8.0%	1.1倍	適
尿尿汚泥	バッチ	8.0%	1.1倍	適
CMA(凍結抑制剤)	バッチ	3.3%	2.3倍	適

評価は「適」「不適」「評価保留」の3段階とした。

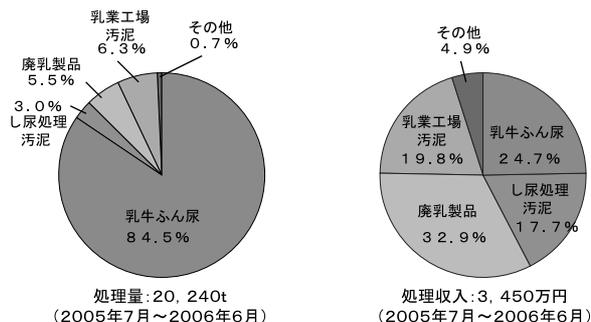
(3) 実プラントレベルでの地域バイオマスの循環利用<sup>3)</sup>

前述のように、各種バイオマスはバイオガス生産原料としての適性があり、有害物質を含まない安全なものを選んで、バイオガスプラントでの発酵原料として処理・利用すれば、これらバイオマスを肥料源、エネルギー源として循環利用することにつながる。また、これらのバイオマスをバイオガスプラントで受け入れる際には、廃棄物処理料を徴収することが可能であり、バイオガスプラントの運営資金源として有望である。

そこで、地域で発生する各種バイオマスを副資材として受け入れ、その処理収入を得ることによる収支均衡の可能性を探るため、寒地土木研究所、別海町、地元廃棄物処理業者と3者でバイオガスプラントの実用

化運転に関する共同研究を2005年度より開始した。

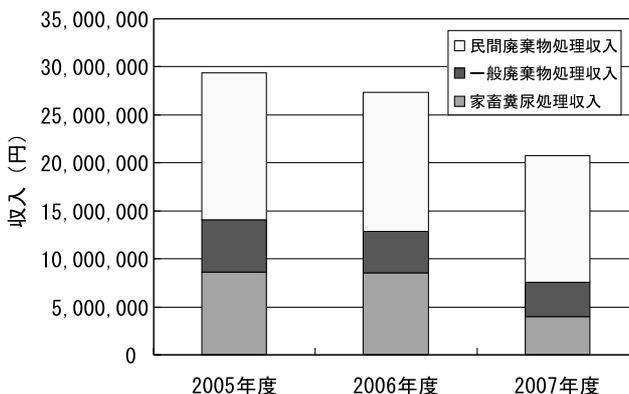
乳牛糞尿以外の地域バイオマスの積極的受け入れを開始して以来、地域バイオマスの受入量は順調に増加している。各種地域バイオマスの受入量は全原料受入量の15%に過ぎないが、全処理収入に占める割合は75%に達し、別海バイオガスプラントの主要な収入源となっている（図—5）。



地域バイオマスの循環利用はバイオガスプラントの貴重な収入源

図—5 各種バイオマス原料の処理量と処理収入

2007年度上半期の乳牛糞尿と各種地域バイオマスの処理収入は21百万円に達し（図—6）、本年度はこれらの処理収入だけで、別海バイオガスプラントの年間必要経費40百万円を上回る勢いで、地域バイオマスの資源循環によるバイオガスプラントの経済的自立が現実味を帯びてきている。



2007年度原料処理収入は上半期で21百万円  
↓  
顕著な増収

図—6 バイオマス原料処理収入の推移

産業廃棄物として廃棄処分されている各種バイオマスがある程度大量に処理できる規模の共同利用型バイオガスプラントが普及すれば、地域内において発生するバイオマスを無駄に捨てることなく循環利用する循

環型社会形成の一助となろう。

### 6. 今後の課題

現在、地域バイオマスは発生元の発生事情に合わせて、これらの受け入れを行っているが、その結果、各種地域バイオマスの各月毎の受入量が非常に不規則になっており、地域バイオマスの受け入れが必ずしもバイオガス発生量の増大に結び付いていない。バイオガス発生量の増大に結び付く地域バイオマス受入手法の確立が今後の課題である。

JCMA

《参考文献》

- 1) (独)北海道開発土木研究所 (現(独)土木研究所寒地土木研究所)：積雪寒冷地における環境・資源循環プロジェクト最終成果報告書, pp.53-56, 107-123, 221-262 (2005)
- 2) 横濱充宏・石田哲也・山田章：地域バイオマスを共発酵処理したバイオガスプラントの生成物の特性と曝気スラリーの土壌改善効果, 農業農村工学会資源循環研究部会論文集, [3] pp.73-86 (2007)
- 3) 横濱充宏：共同利用型バイオガスプラントによる地域バイオマスの循環利用の展望と課題, 畜産の情報, [218] pp.32-35 (2007)

【筆者紹介】

横濱 充宏 (よこはま みつひろ)  
 (独)土木研究所寒地土木研究所  
 寒地農業基盤研究グループ  
 資源保全チーム 上席研究員



## 建設の施工企画 2005年バックナンバー

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

1 月号 (第 659 号)  
建設未来特集

6 月号 (第 664 号)  
建設施工の環境対策特集

10 月号 (第 668 号)  
海外の建設施工特集

2 月号 (第 660 号)  
建設ロボットと IT 技術特集

7 月号 (第 665 号)  
建設施工の環境対策—大気環境特集

11 月号 (第 669 号)  
トンネル・シールド特集

3 月号 (第 661 号)  
建設機械施工の安全対策特集

8 月号 (第 666 号)  
解体・再生工法特集

12 月号 (第 670 号)  
特殊条件下での建設施工機械特集

4 月号 (第 662 号)  
建設機械施工の安全対策特集

9 月号 (第 667 号)  
専門工事業・リースレンタル特集

■体裁 A4 判  
■定価 各 1 部 840 円  
(本体 800 円)

5 月号 (第 663 号)  
災害復旧・防災対策特集

■送料 100 円

### 社団法人 日本建設機械化協会

〒 105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

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

# 建設機械分野における地球温暖化対策

廣 松 新

地球温暖化問題に対する建設施工分野の取り組みとして、国土交通省では関係各機関と連携して低燃費型建設機械の技術開発と普及促進を推進している。その一環として、平成 19 年 11 月より、CO<sub>2</sub> 排出低減建設機械の認定制度を開始したところである。また、将来的には、JCMAS 作業時燃費評価標準を活用し、低燃費型建設機械に関する技術開発の促進と普及促進を図る予定である。これらの施策により、2010 年までに 2002 年比で 20 万トンの CO<sub>2</sub> 削減を目指している。

キーワード：環境問題、地球温暖化、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>)、JCMAS、低燃費型建設機械

## 1. はじめに

地球温暖化問題とは、人間の活動に伴う大気中の二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) やフロンなどの温室効果ガス濃度の増加に起因する、人類の生存基盤に関わる最も重要な環境問題のひとつであり、国際社会全体で取り組む必要がある。

この対策として、1997 年に京都議定書が採択されている。日本は、温室効果ガス総排出量について、1990 年度を基準年とし、第一約束期間内 (2008 年度～2012 年度) の平均で 6%削減を約束している (図 1)。

この国際公約を果たすため、2005 年 4 月に「京都議定書目標達成計画」(以下、目達計画) が閣議決定

された。建設施工分野では、同計画の中で、「低燃費型建設機械の使用を奨励し、公共工事において積極的に活用することにより低燃費型建設機械の普及を推進する等、建設施工分野における省 CO<sub>2</sub> 化を推進する。」ことを位置づけ、温暖化対策を推進している。本稿では、上記対策の現状について述べる。

## 2. 建設施工における CO<sub>2</sub> 排出量削減対策の現状

建設施工に関する CO<sub>2</sub> の排出源は、「機械」と、「資材」に大別できる。したがって、建設施工における温暖化対策は、機械のエネルギー消費に係わる対策と、材料に係わる対策が主となる。これらに対応主体別に整理すると、以下の対応が考えられる。

- ①発注者や施工者の対応として、施工時間短縮や、資材選定などを含めた省エネ型工法の採用や、機械の省エネ運転の実践等。
- ②建設機械メーカーによる機械単体の燃費向上に向けた技術開発。

上記①としては、施工効率の高い工法の採用によるエネルギー消費低減、高炉セメントなどの CO<sub>2</sub> 排出量の少ない資材の使用、もしくは資材使用量そのものの削減が考えられる。そこで、設計計画を行う発注者と施工計画を行う現場技術者を対象とし、CO<sub>2</sub> 排出量の削減に資する工法、資材、建設機械等の選定や二酸化炭素排出量の推定方法等を示した「建設施工における地球温暖化対策の手引き」を 2003 年に策定している。この手引きは、(社)日本建設機械化協会より出版さ

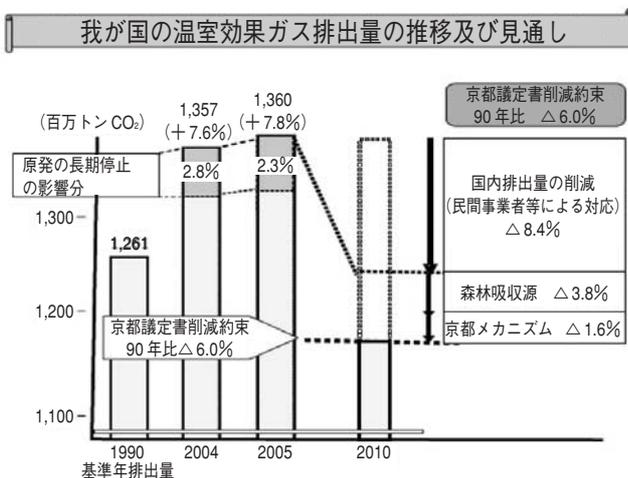


図 1 我が国の温室効果ガス排出量の推移と見通し  
出典：地球温暖化対策推進本部 (H19.5.29) 資料



写真—1 建設施工における地球温暖化対策の手引き

れているので、適宜参考にしていただきたい（写真—1）。

また、建設機械に直接関与する現場管理者及びオペレータ等を対象に、燃料消費量を抑えた運転方法やアイドリングストップの啓蒙などをまとめた「省エネ運転マニュアル」を作成し、省エネ運転の普及促進を図っている。

業界の自主的な取り組みとしては、日本建設業団体連合会・日本土木工業協会・建築業協会が、施工段階でのCO<sub>2</sub>の排出抑制のため、建設発生土の搬出量の削減や搬送距離の短縮、アイドリングストップや省エネ運転の促進等の自主行動計画を策定し、CO<sub>2</sub>排出量削減に取り組んでいる。

上記②としては、従前よりメーカー各社が、随時開発を進めている。具体的には、燃焼効率の良い高压噴射や、電子制御化によるエンジン燃焼方式の改善、電子制御冷却方式や、油圧システムにおける最適流量制御などであり、作業効率向上と低燃費化を目的としている。

しかし、これまで建設機械では、乗用自動車のような燃費測定方法や燃費基準が未確立であり、上記の技術開発の効果を定量的に評価することが困難であった。今後、技術開発効果を客観的に評価し、どの建設機械が低燃費であるかをユーザーにわかりやすく伝えるために、燃費測定方法と燃費基準を整備する必要がある。そこで、標準的な燃費測定方法を整備するため、2004年5月に(社)日本建設機械化協会が定める業界規格JCMASにおいて、建設機械の燃費消費量を測定・評価するための測定方法「作業時燃費評価標準」が定

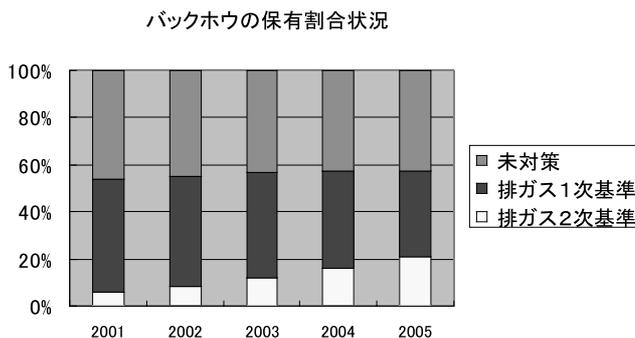
められた。以降、作業時燃費評価標準の改善・検証がなされ、2007年3月にJCMASが改訂された。これを受けて、平成19年度から建設機械メーカー各社によるJCMASに準じた燃費測定が開始されている。

### 3. 低燃費型建設機械の普及促進策

今後、建設機械施工からのCO<sub>2</sub>排出抑制をさらに進めるには、燃費が優れた建設機械の技術開発と普及促進が有効である。

国土交通省では、JCMASを活用し、燃費基準値を満足するものを低燃費型建設機械に指定する制度の創設を目指している。温暖化対策は、喫緊の課題であるため、一刻も早く制度を運用する必要があるが、運用開始までには、建設機械の実燃費の測定とそのデータに基づく燃費基準値の策定が必要となり、多大な時間を要する。

このような状況の下、当面の施策として、平成19年11月より、CO<sub>2</sub>排出低減建設機械の認定制度を開始した。これは、動力伝達の効率化等による燃費改善が見込める省エネルギー機構を装備した建設機械を認定する制度であり、認定された機械を購入する際には、低金利で融資が受けられる支援措置を講じている。この支援措置は、環境対策が不十分な古い建設機械が多数存在する（図—2）ことから、この買い換えを促進する目的で講じている。



図—2 排出ガス対策型バックホウの普及状況  
出典：建設機械動向調査報告データより

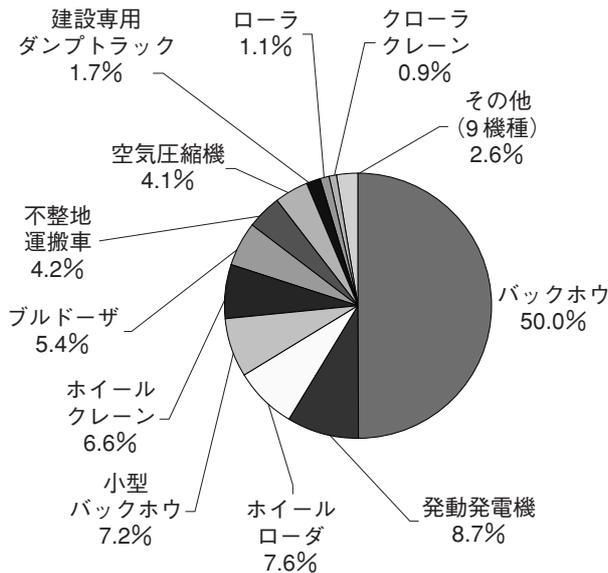
### 4. CO<sub>2</sub> 排出低減建設機械の認定制度の概要

今回、開始した認定制度の対象機種と、認定要件は以下のとおりである。

対象機種	バックホウ
定格出力	37 kW 以上 75 kW 未満
その他条件	第2次排出ガス対策型建設機械であること

### (1) 対象機種

対象機種をバックホウとしたのは、図—3に示すように、バックホウのCO<sub>2</sub>排出寄与率が建設機械全体の半分を占めること、及び所定の省エネルギー機構の搭載により、目達計画に示す1990年（普及モデル）比10%以上の燃費向上が見込めるためである。



図—3 建設機械の機種ごとのCO<sub>2</sub>排出寄与率 H9～H13の平均  
出典：国土交通省の試算結果より

また、対象出力帯等を限定している理由を以下に述べる。排ガス基準に着目した場合、現在、市場で流通中のバックホウは、排ガス基準が2次基準対応型と3次基準対応型のものが混在している。これらと比較した場合、最新の3次基準対応型のほうが排ガス性状に優れ、省エネルギー機構も搭載されているため、基本的には、最新機種である3次基準対応型への買い替えを推奨している。しかし、37kW～75kWのエンジン出力帯では、排ガス3次基準対応車種がほとんど市販化されておらず、2次基準対応車が最新機種である。したがって、今回の認定制度では、上記出力帯での2次基準対応車種のみを対象としている。

なお、排ガス3次基準車の購入に際しては、別途支援措置を講じており、より有利な金利での購入が可能なので、必要に応じてご活用いただきたい。

### (2) 認定要件

動力伝達の効率化により燃費改善が見込める以下に

示す省エネルギー機構の装備状況により、CO<sub>2</sub>排出低減建設機械に認定する。条件は、①の機構を必ず装備し、②から⑥の機構を4機種以上装備していることである。

- ①省エネモード
- ②アイドリング制御
- ③可変容量型油圧ポンプ
- ④油圧全馬力制御機構
- ⑤多連弁機構
- ⑥高圧対応油圧機器

## 5. 低燃費型建設機械の燃費基準

これまで述べたように、国土交通省では建設機械の燃費基準値の策定に取り組んでいる。基準策定に関しては、現在建設機械メーカー各社が実施している、JCMASの燃費測定結果をもとに設定する予定である。

このような燃費基準を作成することで、各種省エネルギー機構の効果を定量的に示すことができるため、低燃費型建設機械の普及によるCO<sub>2</sub>削減効果も定量的に示すことができる。また、あわせて建設機械の燃費基準値の開発目標を明示することで、メーカーの技術開発を促進することが期待される。

なお、燃費基準の対象機種は、CO<sub>2</sub>排出量寄与率の大きいバックホウ、トラクタショベル、ブルドーザの土工用建設機械3機種を想定している。

## 6. おわりに

本稿では、建設施工における地球温暖化対策の現状について述べた。

今後、目達計画に記載されている「2010年までに20万トンのCO<sub>2</sub>削減（比較基準年2002年）」を達成すべく、低燃費型建設機械の普及促進をはじめとする各種施策を進めて行きたいと考えている。 JCMA

#### [筆者紹介]

廣松 新（ひろまつ あらた）  
国土交通省  
総合政策局  
建設施工企画課  
施工環境技術推進室  
課長補佐



# 多自然川づくりに向けた新たな取り組み

大沼克弘・萱場祐一

平成2年に「『多自然型川づくり』実施要領」が出されて以降、多自然型川づくりが定着しつつあるが、課題が残る川づくりもまだ多く見られる。平成18年には「多自然川づくり基本方針」が出され、「型」を取り、すべての川づくりの基本を多自然川づくりとした。本稿では、まずこれまでの多自然型川づくりの現状と課題を俯瞰するとともに、適切な多自然川づくりの推進のための最近の取り組みと、留意点・着眼点について事例を交えながら紹介する。

キーワード：多自然川づくり、レビュー委員会提言、基本方針、ポイントブック、アドバイザー制度

## 1. はじめに ～多自然型川づくりから多自然川づくりへ～

建設省（当時）河川局は、平成2年に「『多自然型川づくり』実施要領」をとりまとめ、「『多自然型川づくり』の推進について」として全国に通達した。その後、多自然型川づくりが定着しつつある一方で、後述するように課題が残る川づくりもまだ多く見られる。

このため、国土交通省では、これまでの多自然型川づくりの現状を検証し、今後の多自然型川づくりの方向性について検討するために、平成17年9月に多自然型川づくりレビュー委員会を設置し、平成18年5月に「多自然川づくりへの展開」という委員会提言が出された<sup>1)</sup>。この提言を踏まえ、国土交通省は「多自然型川づくり実施要領」を見直し、「多自然川づくり基本方針」を新たに定め、平成18年10月に河川局より関係機関に通知した<sup>2)</sup>。

「基本方針」では、特定の河川や特定の場所で行うモデル事業であるかのような誤解を与える「型」を取り、多自然川づくりをすべての川づくりの基本とすること、調査・計画・設計・施工・維持管理等の河川管理におけるすべてのプロセスを通じて多自然川づくりを実現していくこと、が明記された。さらに、「『多自然川づくり』とは、河川全体の自然の営みを視野に入れ、地域の暮らしや歴史・文化との調和にも配慮し、河川が本来有している生物の生息・生育・繁殖環境及び多様な河川景観を保全・創出するために、河川管理を行うことをいう」と定義づけた。

このような変遷をたどってきた多自然川づくりであ

るが、本稿では、まず最近の川づくりの現状と課題を俯瞰するとともに、それを改善するための最近の施策面での取り組みや、より良い多自然川づくりを実施するための考え方を具体的な事例で示しながら紹介する。

## 2. 多自然型川づくりの現状と課題

「多自然型川づくり実施状況調査・追跡調査」によると平成3年度から平成16年度までの多自然型川づくりの実施箇所総数は約33,000箇所にまで及んでおり、その中で平成16年度の河川工事全体約3,500箇所のうち約65%が多自然型川づくりで実施されている。

しかし、これらの川づくりの中には、多自然型川づくりの趣旨を踏まえたものとして評価されている事例がある一方で、画一的な標準断面で計画したり、河床や水際を単調にしたりすることにより、かえって河川環境の劣化が懸念されるような課題が残る川づくりも多く見られる。

また、近年実施した河川激甚災害対策特別緊急事業等の事例を見ると、河道の横断計画において、工事区間内を一律の標準横断形で施工している事例が全体の9割にものぼっている。同様に、全体の7割近くの事例で事業区間のすべての河岸について護岸が施工され、河道の自由な動きが規制されてしまっており、自然の営みに基づいた川づくりについて十分に理解されていないことが危惧される。

### 3. 多自然川づくり推進のための取り組みと多自然川づくりのポイント

先に紹介した多自然型川づくりレビュー委員会提言では、多自然川づくりを推進するための方向性として、まず「課題の残る川づくりの解消」を目指し、早急に成果を得るよう努めるとともに、「川づくり全体の水準の向上」のため、中長期的に解決すべき課題も含めて、技術的な検討や仕組みづくりに取り組み施策を展開すべきとされている。前者についての最近の具体的な取り組み例として「多自然川づくりポイントブック」<sup>3)</sup>と「激特事業及び災害助成事業等における多自然川づくりアドバイザー制度」<sup>5)</sup>についてここでは紹介するとともに、それらに関連した事例や多自然川づくりのためのポイントについて紹介する。

#### (1) 多自然川づくりポイントブックの出版

多自然川づくりポイントブック（以下「ポイントブック」）は、最近の多自然川づくりの新しい知見、技術、これまでの多自然型川づくりの課題等について、学識者等からなる「多自然川づくり研究会」で議論し、その成果をまとめたものである。

本書は、多自然川づくりを進めていくために必要な川の見方や川づくりの留意点を中心にまとめた技術資料であり、豊富な具体例を示しながらビジュアルにまとめている。

多自然川づくりの定義にもあるように、川づくりにあたっては河川の自然の営みを生かすことが重要であるが、本書ではこの視点に重点を置いて多自然川づくりの留意点を記述しており、川の働きで形成される流路の線形や多様な地形を保全回復するための留意点について、具体的事例を示しながら解説している。山間地区間、扇状地区間、谷底区間、自然堤防区間、汽水域から河口といった区間別に河川の特性や自然環境の一般的な特徴について解説しているとともに、特に留意すべき河川の構造と環境要素について整理している。

例えば、写真—1では定規断面で流路を固定し、余った土地を高水敷広場としているが、水辺に近づきにくい構造となっている。それに対し、その上流区間では、写真—2のように敷地全体を河道内に取り込んでいるため、川の作用で湾曲の内岸に寄州が形成されており水辺に近づきやすくなっている。

写真—3では、上流側は定規断面（緩傾斜護岸）で根固工は浅い位置に設置されており、淵がなくなっているのに対して、下流側では、写真—4のように、



写真—1 境川：定期断面で狭い流路を固定している  
（出典：ポイントブック）



写真—2 境川：外湾部の河岸は切り立ち、内湾部に寄州が形成されている  
（出典：ポイントブック）



写真—3 平井川：根固工の位置が浅いため淵が失われている  
（出典：ポイントブック）

護岸を立て、根固めを深い位置に設置することにより、淵が保全された。

写真—5は、上流側（太線の上側）が1：1.5の法勾配で、下流側は1：0.5の法勾配である。護岸の天端幅は約15mと同じであるが、上流側の川幅は4mで下流側の川幅は11mと大きく異なり、下流側が水際に土砂がたまり植生が繁茂しているのに対して、上流側は水際の植生が回復していない。



写真-4 平井川：外湾部の護岸を急傾斜とし、根固工を深い位置に設置している（出典：ポイントブック）

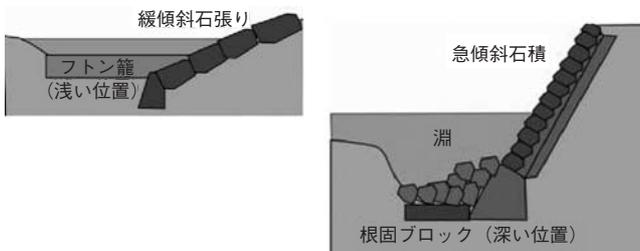


図-1 構造模式図（上：写真-3、右：写真-4）

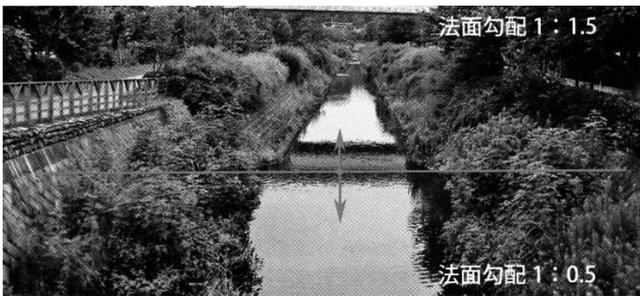


写真-5 上下流での法面勾配の違いにより、水際の植生状況が違って例（出典：ポイントブック）



写真-6 早瀬を手本にした斜路（出典：ポイントブック）

写真-6は、1mの落差を1/20の勾配で斜路にした事例である。自然の早瀬構造を手本にして、200～300mm内外のレキを投入するとともに、石の移動を

抑制するために木杭をランダムに打ち込み、河床の連続性を確保するための工夫をしている。

本稿で紹介した事例等も含め、本書では多自然川づくりの留意点として、以下の7点が挙げられている。

- ①河道を過度に整正したり画一的な断面にしない
- ②瀬と淵を保全する
- ③水際構造（水際植生・水際凹凸）を大事にする
- ④中小河川では川幅をできるだけ広く確保する
- ⑤水際植生を保全回復する
- ⑥低水路を固定しない
- ⑦床止め等の横断工作物は極力設置しない

## (2) 激特事業及び災害助成事業等における多自然川づくりアドバイザー制度

激甚な災害後に実施される河川激甚災害対策特別緊急事業（激特事業）や、一定計画に基づいて河川の改良を行う災害復旧助成事業（助成事業）等では、一連の区間の河川整備を大規模かつ短時間のうちに実施することが多いため、事業実施にあたっては、その川が本来有していた良好な河川環境の保全や自然景観の保全・創出に、より一層の配慮が必要となる。一方、これらの事業では調査・検討の期間が限られる等の制約もあってか、単調で画一的な川づくりも見られる。「多自然川づくり」を効果的・効率的に推進するためには、事業者に対して工学や生態系等の必要な知見を適切に提供し、より良い川づくりのための助言を行っていくことが有効である。

このため国土交通省では、「激特事業及び災害助成事業等における多自然型川づくりアドバイザー制度」を平成17年10月25日に創設した（詳細は国土交通省ホームページを参照 [http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/05/051025\\_.html](http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha05/05/051025_.html)）。この制度は、災害復旧の事業において多自然川づくりを進めていく際に、事業者の要請に応じて、多自然川づくりについて広範な知識を有するアドバイザー（学識者、国土技術政策総合研究所及び土木研究所等）を派遣し、助言を行うものである。

## (3) アドバイザー制度に基づく実施事例～山附川～

山附川は、天孫降臨で有名な高千穂町の観光の目玉国指定名勝天然記念物高千穂峡を流下する五ヶ瀬川の上流に位置する普通河川である。山間地の中の狭い農地を屈曲しながら流下する河床勾配1/5～1/40、流路延長4kmの急勾配河川であり、河道内には巨石が点在し、Aa型からAa-Bb移行帯の瀬・淵構造を形成している。ホタルが群生する豊かな自然と美しい

景観は地域活性化の資源として活用され、川にある巨石は住民の思い出、地域と川とを繋ぐ重要な要素であった。

平成 17 年 9 月 6 日九州を直撃した台風 14 号は宮崎県を含む九州東部に甚大な被害をもたらした。山附川も隣接する農地を中心に被災し、2.1 km の区間が河川災害関連事業に指定された。アドバイザー制度に基づく助言は、山附川の歴史と風土、恵まれた自然環境と折り合いを付けながら改良復旧を行うことがポイントとなるが、山地急流河川における多自然川づくりは知見に乏しく、アドバイザーの川の見立てと技量が試される事例となった。主な助言は以下のとおりである。

#### (a) 川なりの改良復旧

被災後の山附川は所々川幅が広がり、広狭のある河道を呈していた。アドバイスでは河道が広がった部分は河川が広がろうとしている場所と捉え、この断面を極力大きくし、川なりの改良復旧を行うことを基本とした（写真一七）。この結果、多自然川づくりの留意点「標準横断面による上下流一律の画一的な形状を避ける」ことに成功している。



写真一七 川なりの復旧工法

広い川幅のところはそのまま広くする。自然環境、景観のみならず、再度災害防止の観点からも重要な視点となる。

#### (b) 曲線的施工

護岸のデザインは多自然川づくりにおける「多様な河川景観の保全・創出」の最重要ポイントである。デザインの基本は「目立たせないように」であり、このためには「法面そのものの見えの面積を減らす」、「護岸の輪郭となる法肩・水際のラインを直線的にせず境界をぼかす」、「護岸の明度を下げ周辺景観から浮き上がらないようにする」等の措置が必要となる。アドバイスでは現地にて採取された石を用いて法面の明度を下げ、水際のラインに礫スケールの凹凸を形成させ境界をぼかした。また、法勾配を縦断方向に変化させ、法肩のラインが直線にならないよう留意した（写真一八）。このような景観上の留意事項はすでに理屈とし

ては体系化されているので（例えば、『川の風景を考える－景観設計ガイドライン「護岸」』を参照すると良い）、アドバイスの有無にかかわらず現場で実践すべき工夫である。また、環境に配慮した護岸ブロックも、このような景観上の留意事項は最低限デザインに取り入れ開発を行うべきである。



写真一八 山附川の護岸工法

自然石を用いて明度を下げ、法勾配に変化をもたせた。護岸の法面そのものだけでなく水際、法肩をぼかすことが護岸の景観設計には重要である。

#### (c) 転石の利用方法を見極める

現地には大転石が多く存在した。復旧に当たっては河積を阻害している石は除去し、有効に利用できる石は護岸の一部として活用したほか（写真一九）、昔から地元で見慣れている石、親しみのある石、思い出のある石を区別し様々な活用を図るようアドバイスを行った。ステップアンドプール河道の落差部分の要石として活用する工夫はその一例である。多自然川づくりでは「地域の暮らしや歴史・文化との調和」を川づくりの基本としている。地元が大切にしている川との繋がりを短時間で掘り起こし、認識として共有することは、川づくりの工法を考える前に実施すべき重要な視点である。



写真一九 護岸の一部として使用した転石

山附川では転石を護岸の一部として使用したり、ステップ&プールの落差部分の要石として活用したりしている。地元で大切にしているものを掘り起こし、川づくりに活用することが多自然川づくりの重要な視点となる。

#### (d) 深目地施工

護岸のデザイン手法として法面そのものの「見えの面積」を減らす工夫を前述したが、その具体的手法として「のっぺりとした一枚の法とせず、法を構成する素材を個別に認識してもらう方法」、「植物によって法面を隠す、隠せないまでも所々繁茂する植物によるアクセントを添える方法」等がある。アドバイスでは、胴コンクリートを表面に露出させず深目地とし、個々の石が分離し のっぺりとした印象を避ける工夫を提案した(写真—10)。また、目地に地元に見られる野草の種子を入れた粘土を詰め、目地から地域の野草が繁茂するような工夫をしている。



写真—10 深目地施工(左)と目地に詰めた地元の種子入り粘土(右)  
胴コンが露出すると一枚ののっぺりとした法となり護岸の存在感が強調されるが、深目地にすると個々の素材が分離し法の存在感が和らぐ。深目地は空隙が多く植物が繁茂しやすい。目地から繁茂する植物は単調な法面のアクセントとなるだけでなく、植物の繁茂が旺盛になれば法面を隠す効果が期待できる。

今回の山附川の事例では、これらのアドバイスが高千穂町の担当の方々の高い意識によって真摯に受け止められ、山地急流河川における質の高い多自然川づくりに繋がった。条件が厳しい中での本事例はアドバイザー制度の活用だけでなく、今後の多自然川づくりを先導する優良事例となるだろう。川づくりに関わる技術者は是非参考にしてほしい。

#### (4) アドバイザーからの助言実績から見えてくる多自然川づくりのヒント

先に紹介した山附川のような山地河道から、沖積河川、河口域に至るまでの様々な河川で、アドバイザー制度適用の実績が蓄積されつつある。

これまでのアドバイザーからの助言実績を俯瞰すると、その川あるいは地域固有の環境要素に関するものを除くと、①流下能力・土砂収支等上下流バランス、上下流連続性、流速・粗度の制御、河床の安定に関すること、②水深や流速の多様性の確保、瀬・淵の確保に関すること、③護岸・根固めや水際処理に関すること、が多い。被災要因や環境上配慮すべき事項を踏ま

え、流下能力や構造物の安全性等の治水機能を確保しつつ、環境機能を最大限に高められるよう智恵を絞っている。それらの助言実績からも多自然川づくりの様々なヒントが見えてくるが、ここではその一部を紹介する。

中小河川の災害復旧事業等では、流下能力を高めるために、川幅をあまり広げずに深く掘り下げることが多い。しかし、このような改修を行うと、改修区間の流速が増大し、土砂バランスが変化して改修区間上流の河床低下や下流の河床上昇を招いたり、洪水の伝播速度が変化して下流に悪影響を及ぼしたりする恐れがある。さらには、瀬・淵の消滅、河床材料や水際植生の変化等をもたらすことがある。川幅を広げることにより、川が持っている浸食、運搬、堆積作用により複雑な地形を形成しやすくなり、多様な生物の生息・生育・繁殖に適した河川になる。そのため、用地の確保が容易なところだけでも川幅を広くとることにより、砂州の形成を促し、流速の低減を図ることができ、効果的である。ただし、川幅を広げすぎると、土砂の過度な堆積や樹林化の進行等維持管理が難しくなる等の課題が生じることがあるので注意が必要である。

川幅を広げることにより流速が低減し、コンクリート護岸が必要であった区間もより環境に良い蛇籠等のかご系や粗朶法杵等の木系の護岸にできるケースや、さらには護岸が不要となるケースもあり、用地買収が必要な川幅拡幅であっても環境面は言うまでもなくコスト面においても優位となることがありうる。

護岸についても、流速が大きい水衝部だけ固めて、水裏部は固めない等の工夫の余地があることが多い。

これまでの助言の実績等も踏まえ、平成19年には災害復旧事業におけるチェックリスト<sup>6)</sup>を作成し、アドバイザーの間でチェック事項を共有化するとともに、このリストを事業者にあらかじめ送付して、アドバイザーの問題意識を事前に認識した上で受け入れの準備をしていただくことにより、アドバイザーによる現地での指導に対する対応の円滑化を図っている。

## 4. おわりに

多自然川づくりをめぐる変遷と課題、それらを踏まえた最近の取り組みや多自然川づくりを進めていく上でのポイントや留意すべき事項について紹介した。

しかしながら、それぞれの川について適切な川幅とはいかほどか、改修後どのような瀬・淵が形成され、どのような河床材料分布になり、植生はどのように変化していくのか、さらにそれらの変化により動植物に

どのような影響を与えるのか等について、自信を持って答えられるだけの十分な知見がそろっていないのが現状である。

河道の改変に対する河川環境の応答に関する研究を継続、発展させるとともに、多自然川づくりの計画・設計技術の向上に資する技術面での支援を今後も行っていく所存である。

## 謝辞

山附川の事例執筆に当たっては高千穂町役場建設課有藤寿満係長から写真提供、内容の精査等多大なご支援を頂いた。ここに謝意を表す。

JCMA

### 《参考文献》

- 1) 多自然型川づくりレビュー委員会提言—多自然川づくりへの展開—, (2006.5)
- 2) 国土交通省河川局：多自然川づくり基本方針, (2006.1)
- 3) 多自然川づくり研究会編：多自然川づくりポイントブック, 財団法人リバーフロント整備センター発行, (2007.3)

- 4) 大橋伸之・堀川康志・小林稔・木村達司・吉村伸一：多自然型川づくりから多自然川づくり, リバーフロント研究所報告第 [18], pp.58-63 (2007.9)
- 5) 藤田光一・大沼克弘：激特事業及び災害助成事業等における多自然川づくりアドバイザー制度の運用について, 国総研アニュアルレポート 2007, pp.30 (2007.3)
- 6) 島谷幸宏：災害復旧と環境の保全, 2007 年度 (第 43 回) 水工学に関する夏期研修会講義集 A コース, pp.A-8-1 ~ A-8-17 (2007.8)

### 【筆者紹介】

大沼 克弘 (おおぬま かつひろ)  
国土交通省  
国土技術政策総合研究所環境研究部  
河川環境研究室  
主任研究官



萱場 祐一 (かやば ゆういち)  
(独) 土木研究所自然共生センター  
センター長



## 建設の施工企画 2006 年バックナンバー

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

1 月号 (第 671 号)

夢特集

5 月号 (第 675 号)

施工現場の安全特集

10 月号 (第 680 号)

情報化施工と IT 特集

2 月号 (第 672 号)

環境特集 温暖化防止に向けて (大気汚染防止・軽減) 特集

6 月号 (第 676 号)

リサイクル特集

11 月号 (第 681 号)

ロボット・無人化施工特集

3 月号 (第 673 号)

環境特集 環境改善 (水質浄化・土壌浄化)

7 月号 (第 677 号)

防災特集

12 月号 (第 682 号)

基礎工事特集

4 月号 (第 674 号)

特集 品確法 公共工事の品質確保

8 月号 (第 678 号)

標準化特集

■体裁 A4 判

■定価 各 1 部 840 円  
(本体 800 円)

9 月号 (第 679 号)

維持管理・延命化・長寿命化特集

■送料 100 円

## 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

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

## 建設機械のリサイクル推進

滝下利男

循環型社会形成に向けた活動として、(社)日本建設機械工業会では、使用済み建設機械のリサイクル推進に関する自主行動計画を作成し、その目標達成のための活動を行ってきた。リサイクルをする上で、長年課題となっていた重量3部品（カウンターウェイト、ゴムクローラ、大型タイヤ）のうち、カウンターウェイトとゴムクローラについて、対応策の検討が進み、適正なリサイクルが可能になった。また、建設機械のリサイクルの現状を、5年を隔てて2回調査し、推移を把握した。建設機械のリサイクル率は機種ごとに算出し、リサイクル対策の結果が目標値に近づいていることを示した。

キーワード：建設機械、油圧ショベル、リサイクル、カウンターウェイト、ゴムクローラ

### 1. はじめに

21世紀の循環型社会の構築に向け、2000年に「循環型社会形成推進基本法」が公布され、家電製品・自動車等、多くの品目について、使用済み後の廃棄物発生抑制、資源化等がより強化されることになった。限りある地球の資源を考えると、使用済み製品の適切な処理は、建設機械においても重要な課題である。現在、建設機械のリサイクルに関する法的規制はないが、(社)日本建設機械工業会（以後、建機工）では、2001年7月自主行動計画「使用済み建設機械のリサイクル推進行動計画」を策定し、2010年までにリサイクル率を97%に近づけることを目標に活動に取り組んでいる。これまで建機業界では次のような活動を行ってきた。

建設機械は、一次ユーザの使用後も中古車として国内外で使用される例（製品リユース）が多い。その流通状況に関する調査は1980年から継続的に行っている。1997年には「リサイクル推進のための製品設計段階における事前評価のガイドライン」を策定するとともに、再資源化が困難とされている使用済みゴムクローラやカウンターウェイトの適正処理等、個別課題の検討も試みてきた。

2001年には使用済み建設機械の実態調査、2002年には建設機械リサイクルの有効な手段であるリサイクル部品の流通段階における実態調査を行った。さらに、2006年に同様な実態調査を行い、リサイクルの推進状況を調査した。

ここでは、以上のような建機業界の活動を踏まえ、使用済み建設機械のリサイクルの状況と課題等に関して述べる。

### 2. リサイクルの現状

(社)日本鉄リサイクル工業会の協力を得て、リサイクル・解体事業者等を対象に、使用済み建設機械のリサイクル状況を、アンケート調査した。2006年度は配付先総数408社、回答94社の結果である。

#### (1) 建設機械の解体実施状況

図-1はアンケートを送付した事業者が建設機械の解体を手がけている状況を示す。回答した事業者の3分の2、60社が建設機械の解体を実施している。

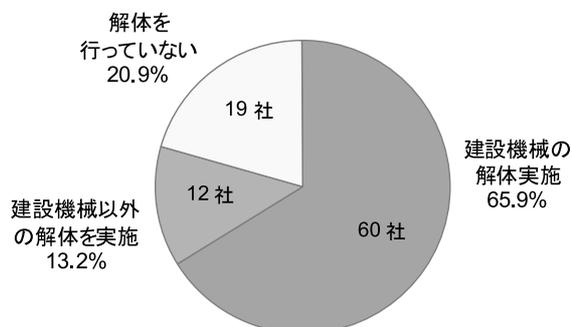


図-1 建設機械の解体状況

(2) 解体処理台数

建設機械の機種別解体台数を図-2に示す。建設機械の解体を実施している事業者の年間解体台数は合計2407台であったが、解体される建設機械の中では、ミニショベル（6トン未満の油圧ショベル）が最も多く37%、続いて油圧ショベルが25%、ブルドーザ系15%であった。年間1社あたりの機種別解体台数を、前回調査（2001年）と比較して図-3に示す。1社あたりの解体台数は、いずれの機種でも増加している状況である。使用済み建設機械の排出量の増加とともに、最近の鋼材価格の高騰もリサイクル推進の要因になっているものと推定される。

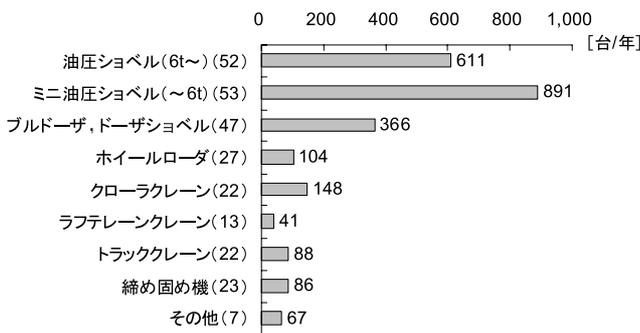


図-2 機種別の解体台数

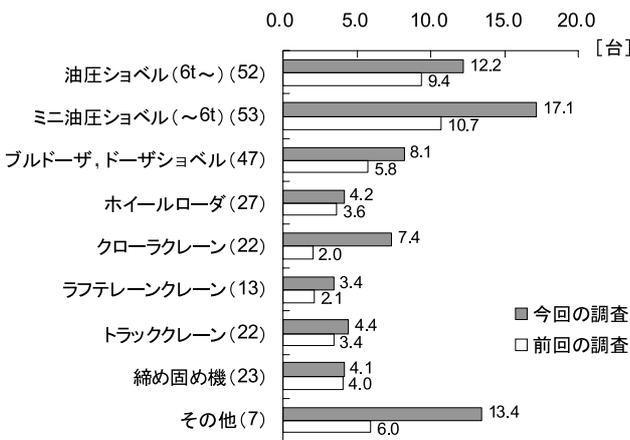


図-3 1社あたり機種別解体台数

(3) 部品取りの状況

建設機械は解体する前に、売却、再生使用などの目的で、有用な部品を取り外すことが多い。例として、油圧ショベルの部品取り状況を図-4に示す。これは、部品取りしていると回答した事業者のうち、部品取りの量に関係なく、部品ごとに部品取りをしている事業者の割合を示す。部品の中ではエンジンの部品取りが多いが、他の建設機械でも同様で、エンジンは最も多く部品取りされている。

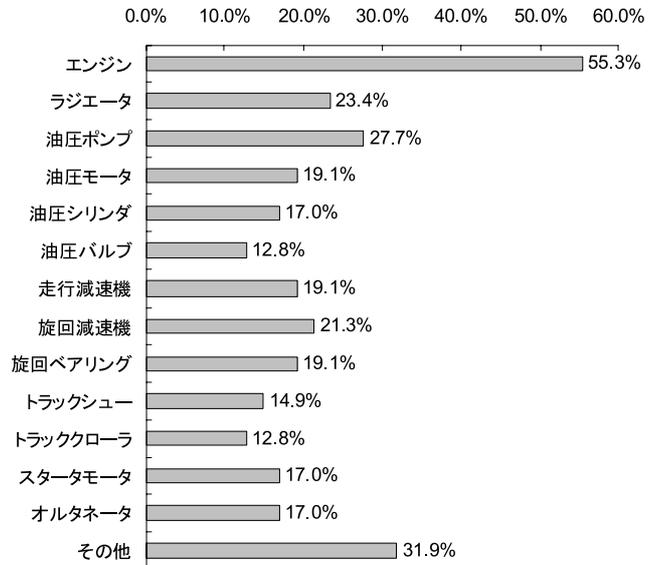


図-4 油圧ショベルの部品取りの状況

(4) 重量部品の処理

建設機械のリサイクルを推進する上で、課題となるのは、重量が大きく、リサイクルが困難とされている重量部品（カウンターウェイト、ゴムクローラ、大型タイヤ）の適正処理である。これら重量部品の処理状況を図-5に示す。図-5には、前回調査（2001年）の結果を比較して示す。

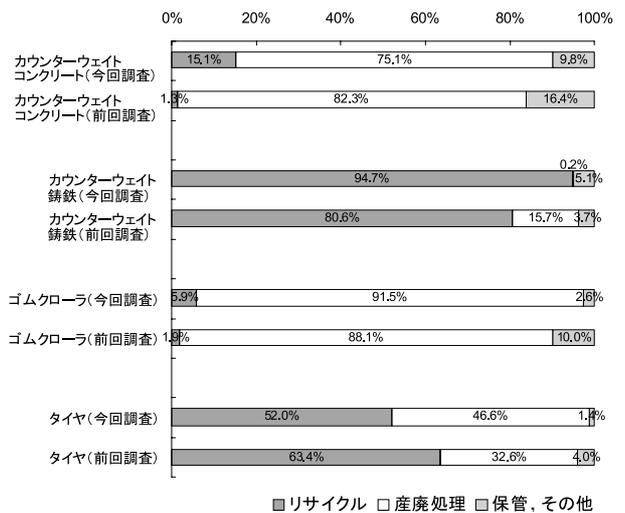


図-5 重量部品の処理状況

注1: 前回の調査と同様に処理台数と重量比による重み付けを行った結果で示している。  
注2: リサイクルには鉄スクラップのほか、土止め等への流用、再販売を含む。

カウンターウェイトには、製缶体の箱の中に鉄鉱石やポンチカス等を入れ、セメントで固めた製缶製カウンターウェイトと、鋳物でつくった鋳鉄製カウンターウェイトの2種類がある。リサイクルの観点からは、製缶製カウンターウェイト（図中では“コンクリート”で表示）が課題であるが、前回調査以降、リサイクル

の実証実験を行って対策が検討され、リサイクルが進み始めた。(3項参照)

鑄鉄製カウンターウェイトのリサイクル率はもともと90%を超える高さであったが、今回の調査で更にリサイクル率が改善されていることがわかった。鑄鉄製カウンターウェイトの主要な課題は“小割り”である。溶融してリサイクルするためには前処理として、小さくする必要がある。カウンターウェイトはサイズが大きいため、小割りするためには、設備に一定の性能が求められるのである。

ゴムクローラも前回調査に比較し、リサイクル率の改善が認められる。ゴムクローラは心金、ワイヤ、ゴムから構成される部品であり、これまで切断法、ゴムと金属との分離法、電炉処理法等、リサイクルに関する方法が検討されてきた。一方、このほど環境省の広域認定制度として認められたので、今後ゴムクローラのリサイクルが推進し、リサイクル率の向上が期待されているところである。

タイヤは前回調査に比較し、リサイクル率が低下し、リサイクルが進んでいない結果が得られた。建設機械では直径の大きなタイヤが使用される。リサイクルする際に、技術的な課題となるのはこのような大きなタイヤである。前処理として、切断し小さくする必要があるが、それに適した設備が整っていないことがネックとなっている。

### 3. カウンターウェイトのリサイクル

建設機械のカウンターウェイト(図-6)は、作業時の作業性や安定性を確保し、安全に、効率よく作業



図-6 カウンターウェイト

するために装着されている。このような目的から、カウンターウェイトには、コンパクトで重くなるような比重の高い素材が使われる。当初は鑄物や鉄板など鉄系の素材が使われていたが、素材の高騰や機械の原価改善のニーズを受けて、1975年前後から製缶製カウンターウェイトに置き換わってきた。

しかし、製缶製カウンターウェイトは、鉄資源として有用な外板と内容物(鉄鉱石や砂等)を分離処理することが困難で、処理費用がかかる。また、内容物自体のリサイクル価値が低く、さらに重量物でもあるため輸送コストが高いことで、不法投棄のリスクがあった。

#### (1) 使用済みカウンターウェイトの発生状況

使用済みカウンターウェイトの発生は年間約1500個が推定されている(図-7)。

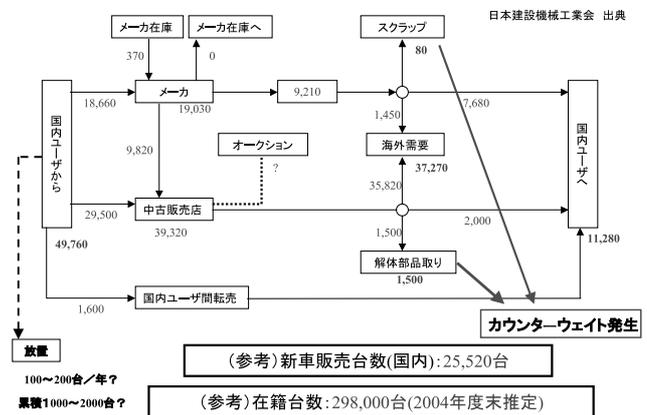


図-7 油圧ショベルの中古車発生台数及び流通経路

#### (2) 製缶製カウンターウェイトのリサイクル法

製缶製カウンターウェイトの資源化は業界として、長い時間をかけて研究を重ねてきた。2004年度には経済産業省の「モデル循環システム事業」として建機工が委託を受け、回収・解体・リサイクルの実証実験

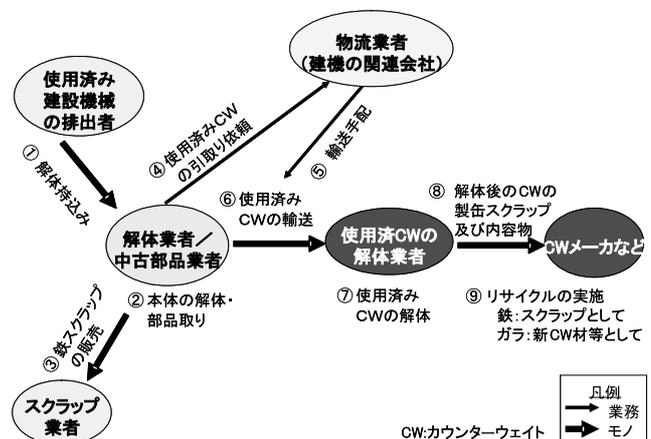


図-8 実証実験の概要

を行った。図—8に実証実験の概要を示す。

### (3) カウンターウェイトの解体

回収したカウンターウェイトの解体は油圧ショベルに解体アタッチメントを付けて行い、製缶部を引剥し、内容物と分離する（図—9）。製缶部分は、鉄材であるため、通常の鉄スクラップとしてリサイクルルートに乗せることができる。



図—9 アタッチメントによる解体

### (4) 内容物のリサイクル

内容物はカウンターウェイトのメーカ・年式等で異なるようであり、実証実験では次のような4種類のタイプが認められた。

- ①鉄鉱石に重量調整用のポンチカス等を加えてコンクリートで固めたもの
- ②黄鉄鉱に重量調整用のポンチカス等を加えてコンクリートで固めたもの
- ③ショットブラスト処理屑、もしくは溶接スラグ等に重量調整用のポンチカス等を加えてコンクリートで固めたもの
- ④鉄鉱石、黄鉄鉱、鉄粉、コンクリートのみで構成されたもの

これらの内容物に関し、鉄分はリフティングマグネット・アタッチメントで選別してスクラップ材に、その他の内容物は破碎し、新しいカウンターウェイトの内容物として再使用する。

### (5) カウンターウェイトの回収・リサイクル活動

製缶製カウンターウェイトは技術的には以上述べた方法で、残渣物は全くなく利用できることを実証できたが、実際の活動ではいかに回収するのかが、大きな課題として残った。種々検討の末、現在はカウンターウェイト排出者の負担がなく、またいずれの建機メーカーのものであれ、図—8のフローに沿って、当社が

カウンターウェイトの回収・リサイクル活動を、2006年度より実施している。

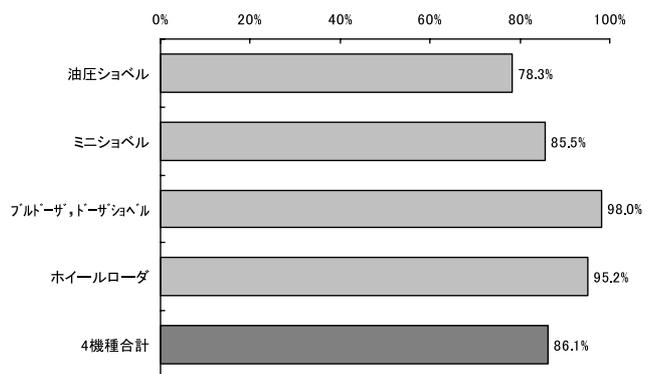
## 4. 建設機械のリサイクル率

使用済み建設機械を解体し、実際にリサイクルされる構成部品の重量割合をリサイクル率（実効率）と定義する。リサイクル部品には、マテリアルリサイクル、サーマルリサイクルされているものを含み、リユース部品はリサイクル扱いとする。

カウンターウェイト、ゴムクローラ、タイヤをリサイクル不可とし、機種別にリサイクル重量と総重量を算出して積上げて求めた、2001年当時のリサイクル率を図—10に示す。主要4機種の合計平均で約86%のリサイクル率である。製缶製カウンターウェイトを使用している油圧ショベルは78.3%と最も低いですが、製缶製カウンターウェイトを100%リサイクルすると、リサイクル率は97%を超える。また、ゴムクローラを使用しているミニショベルでは85.5%であるが、ゴムクローラを100%リサイクルすると、このリサイクル率も97%以上となる。

前述のように、カウンターウェイトやゴムクローラのリサイクル技術とリサイクルルートを確立し、実行すれば、自主行動計画の目標である使用済み建設機械のリサイクル率97%以上に、極めて近づくことができる。

残された課題は大型タイヤのリサイクルである。



図—10 建設機械の機種別リサイクル率（2001年）

## 5. おわりに

使用済み建設機械を解体するのは、解体業者や中古部品取りなどの事業者である。リサイクルを推進するためには、これらの事業者が安全にかつ環境に配慮して、リユースやリサイクルできることが重要である。

このため、建機工では建機の解体マニュアルを作成し、ホームページに開示している。また、今後発売される油圧ショベルには、製缶製カウンターウェイトの内容物がわかるよう表示することを検討している。

以上のような活動により、自主行動計画の目標が達成されることを願っている。

本稿は建機工の「建機リサイクル推進プロジェクトチーム」の活動結果などを引用させていただいた。改めて、(社)日本建設機械工業会に謝意を表します。

J C M A

#### 《参考文献》

- 1) 日本建設機械工業会：平成 13 年度循環型社会形成に向けた建設機械産業の対応調査報告書 (2002.5)
- 2) 日本建設機械工業会：平成 14 年度循環型社会形成に向けた建設機械産業の対応調査報告書 (2003.5)
- 3) 日本建設機械工業会：平成 18 年度建設機械のライフサイクル調査報告書 (2007.3)

#### 【筆者紹介】

滝下 利男 (たきした としお)  
日立建機株  
環境管理センタ  
部長



## 「建設機械施工ハンドブック」改訂3版

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

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

#### 「基礎知識編」

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

#### 「掘削・運搬・基礎工事機械編」

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

#### 「整地・締固め・舗装機械編」

1. モータグレーダ
2. 締固め機械
3. 舗装機械

● A4 版／約 900 ページ

● 定 価

非 会 員：6,300 円 (本体 6,000 円)

会 員：5,300 円 (本体 5,048 円)

特別価格：4,800 円 (本体 4,572 円)

【但し特別価格は下記◎の場合】

◎学校教材販売

〔学校等教育機関で 20 冊以上を一括購入申込みされる場合〕

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも沖縄県以外 700 円、沖縄県 1,050 円

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

●発刊 平成 18 年 2 月

### 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

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

# 油圧ショベルの極低騒音 (iNDr) と快音化

中 島 一

建設機械の騒音低減に対する要求は、近年ますます強まってきており、国内外の規制も強化されてきている。機械の騒音レベルの低減も進んでおり、また、音質面での改善も進められるようになってきている。騒音低減を押し進めると、これまで埋もれていた音が耳につき出して新たな耳障り感の問題となる事もあり、快い音にするためには、騒音レベルと音色・音質の両面での取り組みが重要である。

本報文では、こうした油圧ショベルの快音化への取り組みについて、改善手段や評価方法の具体的な事例を紹介する。また、その中で極低騒音 (iNDr) の構造についても紹介する。

キーワード：騒音、音質、快音化、ファン音、エンクロージャ、油圧脈動音、音響心理評価、不快感

## 1. はじめに

建設機械の騒音低減に対する要求は、都市部や夜間での工事の増加も含め、稼働現場周辺の住民やオペレータへの環境改善の観点から、近年ますます強まってきており、建設機械メーカーにとって重要な課題となっている。

これに伴い騒音に関する法規制も年々整備強化されてきている。国内においては国土交通省が建設機械に対する低騒音型建設機械の型式指定制度を設け、低騒音型とさらに6 dB 低い超低騒音型建設機械の判定基準を設定している。一方、欧州においてはEUの定める騒音規制値を超える機械の流通制限が行われており、規制値も2006年1月より現行に対して3 dB 低く抑えられた。図—1に油圧ショベルの国内の騒音基準値とEUの騒音規制値を示す。両方の規制をクリアするため、最近では、機械の騒音レベルの低減が進

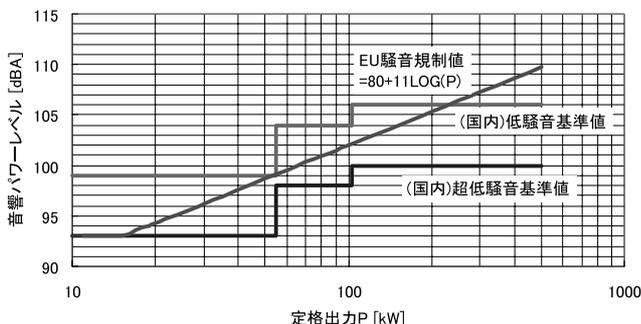
んできており、超低騒音型建設機械の指定が増加傾向にある。また、超低騒音型の基準値をさらに5 dB 低減した極低騒音の都市型建設機械も登場してきており、他社製品との差別化の観点からも、ますます低騒音化への拍車がかかるものと予想される。

騒音レベルの低減だけでなく、音色や音質への配慮も重要である。音は受け手により、また時と場合により、感じ方が大きく異なる。建設機械の音は、周辺住民にとっては環境悪化の元凶であるが、運転者にとっては機械の動きの状況を伝える情報源となる場合もある。周辺の住民に対して不快感を与えず、且つ運転者や周囲の作業者が安全で効率よく作業ができ、疲れにくい音環境への配慮が重要となってくる。

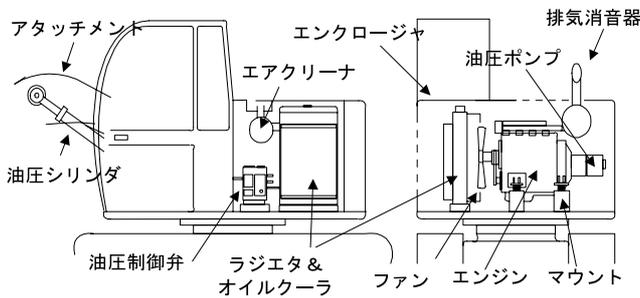
このような背景の下、機械の快音化には喧騒感の改善に大きく寄与する騒音レベルやラウドネスレベルの低減と、同じレベル値でもより不快感が小さな音色や音質を追求する両方のアプローチが必要となる。ここでは快音化へのアプローチの改善事例<sup>1)</sup>を最新の極低騒音 (iNDr) を含めて紹介する。

## 2. 油圧ショベルの音源と特徴

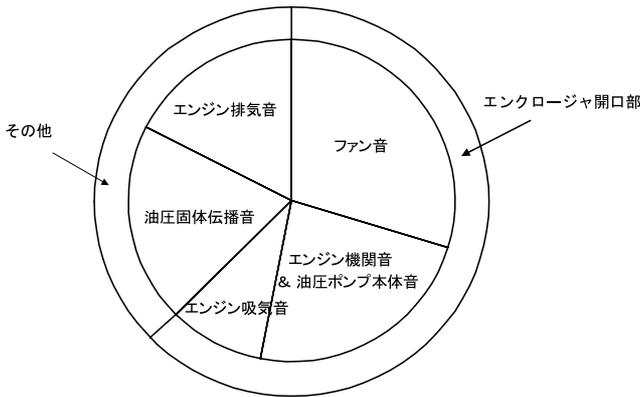
油圧ショベルの作業時の主要な音源としては、ファン音、エンジン機関音、エンジン吸排気音、油圧ポンプやコントロール弁等の油圧機器音、そして旋回歯車音、履帯音、作業時の打撃音とガタ音が挙げられる。これらの主要音源を図—2に示す。寄与度の大きさは、ショベルのクラスや作業状況により異なるが、一



図—1 油圧ショベルの騒音基準値



図一2 油圧ショベルの主要騒音源



図一3 油圧ショベルの音源寄与度の例

例として図一3に中型油圧ショベル作業時の音源寄与度の例を示す。図中の5種類に分けた音源について、個別遮音により各寄与度が求められている。内側の円グラフは各音源寄与度のエネルギー比を示し、外側の円グラフはエンクロージャ開口部とそれ以外からの寄与度比率を示す。

油圧ショベルは、自動車と異なり、走行風の無い定置作業であり、またエンジン負荷率が高いため、冷却ファンを高速回転せざるを得ず、ファンは大きな音源となる。作業時には、動力源に高負荷がかかり、エンジン機関音と油圧音が急激に大きくなり、レベル変動を増幅し音質に悪影響を与える。油圧固体伝播音は、油圧脈動振動が固体伝播してフレームやアタッチメント等から放射される音でエンクロージャ以外の音源である。

エンジンと油圧ポンプは吸音材を内貼りした囲い(エンクロージャ)の中に収められ吸遮音されるが、冷却風の通路としての開口部より音が放射される。開口部からの漏れ音低減とヒートバランス成立のための通風量確保との二律背反が重要な設計課題となる。

### 3. 騒音レベルの低減と極低騒音 (iNDr)

#### (1) 模擬動作時の音響パワーレベルの計測評価

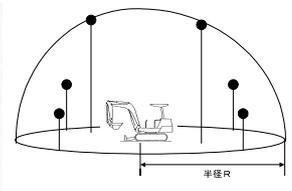
1997年の「低騒音型建設機械」新規格測定法によ

り、それまでの無負荷ハイアイドル運転時定常音計測から機体の90度旋回と一連の掘削作業サイクルの模擬動作時の非定常音の等価騒音レベル計測への変更がなされた。また4方向の騒音レベルの平均値から、半球面上6点の計測音圧から算出する音響パワーレベルへ変更となり、建設機械の音響性能の表示がより実態に近づいた。さらに、EUの騒音規制と計測方法が統一され国際的な整合化も図られるようになっている。

図一4に同法による測定時のマイクロフォン位置の概略、写真一1に測定状況を示す。機械中心から半径16m以内はコンクリート面であり、測定半径の3倍以内には建屋等の反射面が無く、高精度な計測を可能としている。測定は6点の同時計測である。



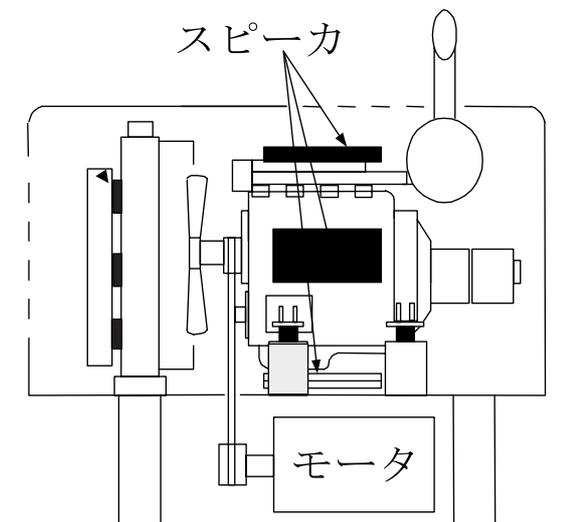
写真一1 測定状況



図一4 マイクロフォン位置

#### (2) エンジンエンクロージャの防音性能実験手法

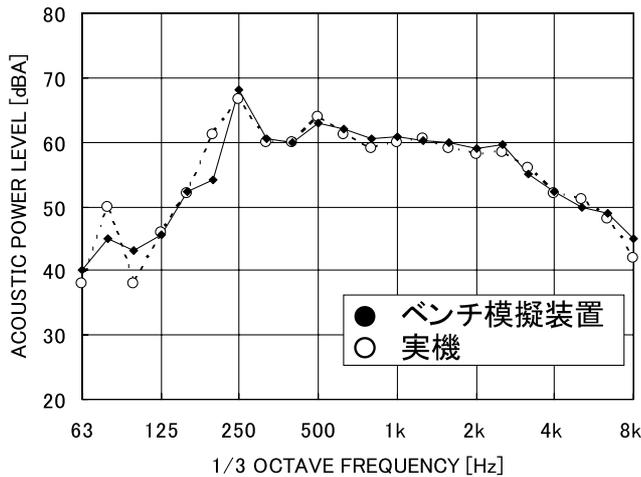
前述の通り、開口部からの漏れ音低減と通風量確保とが二律背反の設計課題であり、エンクロージャの防音構造の検討が必要となる。これには数値シミュレーションに加えて実機サイズの実験が有効な場合も多く、改造が容易なモックアップ模型装置の導入により、開発効率を向上させることができた。図一5にエンクロージャを模擬した実験装置の概略を示す。主音源のファンは電動機をエンジンの代用として駆動させ、エンジン音はエンジン近接に超薄型平面スピーカを設



図一5 ベンチ模擬試験装置

置して音を発生させるものである。6点の騒音計測による音響パワーレベルとラジエータ等熱交換器の通過風量を同時に計測して評価判断できる。

実機と同模擬装置との音響パワーレベルの周波数比較は図一6に示す通り、両者はほぼ良い一致を示しており、事前予測手法としての有効性が確認されている。



図一6 実機とベンチ模擬装置の周波数特性比較

### (3) エンジンエンクロージャの高防音性能構造 極低騒音 (iNDr) の構造

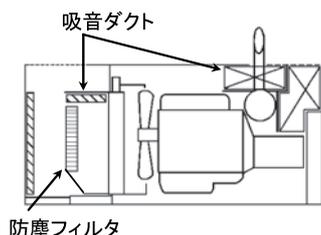
エンクロージャの中に吸音ダクトを構成させることにより、現行機に対して5 dBの防音性能向上を得た。そのエンクロージャ構造を図一7と写真一2に示す。

本構造は、各部の隙間を徹底的に塞ぎ、エンジンルームの空気の入力、排出の開口を集中させている。その上で、通過風量を確保させながら、開口部をオフセット吸音ダクト構造にして放射音を大幅に低減させた。また、同時にラジエータ前ダクト部に防塵フィルタを設置して、ワンタッチで脱着できる構造とし、今まで建設機械として大きな問題であったラジエータ、オイルクーラ等熱交換器の清掃性も大幅に改善させた。この構造をiNDr (Integrate Noise & Dust Reduction Cooling System) と呼んでいる。

騒音レベルの低減として、400 Hz以上の周波数域

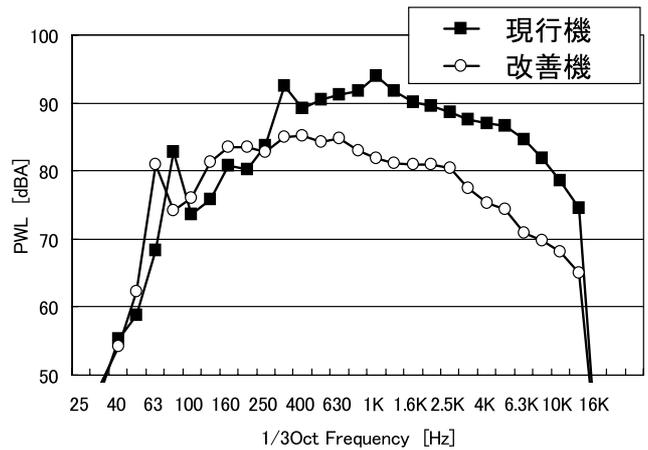


写真一2 iNDr 構造

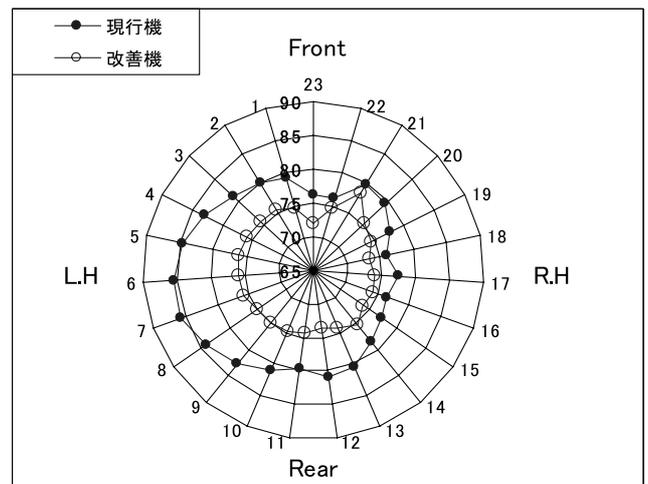


図一7 高防音性能エンクロージャ構成

で10 dB以上の防音効果量を得られ、高周波領域の低減により、喧騒感の低減に寄与できているのが、図一8に示す現行機との音響パワーレベルの周波数特性分析の比較結果でわかる。また、機械のすぐ横での音は、運転席のある左側で10 dBと大幅に低減しており、工事作業員間のコミュニケーションも充分図ることができるようになった。図一9には機側1 m点での騒音レベル値の変化を示す。



図一8 改良前後の音響PWL (実測値) 比較



図一9 周囲近接騒音比較

しかし、エンクロージャ開口部からの放射音を大幅に低減すると、その他の音源の油圧固体伝播音が目立ち、音質を悪化させた。対策として、後述の4項での音質改善の手法を用いて、油圧配管支持部の振動伝達率を低減させる事で対応した。

### (4) 更なる騒音レベルの低減へ

今後更なる騒音レベルの低減に向けては、最大の音源であるファン音の低減が必要である。ファン自体及びその周辺部品を含めた風の流れに着目した改善や、

より低騒音化が可能な冷却システムの開発が望まれる。ただし、ファン音の改善は定常的な成分の低減につながり、マスキング効果の減少により、作業時の変動成分の卓越に注意が必要である。

#### 4. 音色・音質の改善

騒音レベルの低減を押し進めると、これまで埋もれていた音が耳につき出して新たな喧騒感や耳障り感が発生するといった問題が生じることがよくある。一方、建設機械は長時間作業をする機械であり、周辺の住民に対して不快感を与えない配慮や、運転者に対して疲労を与えない静粛性と共、操作に見合った音反応により機械の動きの状況を把握しながら、快適に作業できる事が望まれる。そのため、騒音レベルだけでなく、音質や音色が心理に与える官能の影響も考慮した、より合理的な音の設計が必要になる。

##### (1) 音色・音質の改善設計手順

設計手順は、①問題音の特定→②目標音色の策定→③音色改善効果の予測→④目標音色の決定→⑤対策箇所の音響的目標設定→⑥設計→⑦試作→⑧評価→⑨量産となる。音の主観評価データから、一般性のある客観特性を捉え、設計に反映できる具体的な改造内容へと落とし込む取り組みである。図-10に評価音の加工・合成・音提示システムを示す。前述の手順の中の①②③④の段階で用いられている。感覚量と物理量との対応パラメータとしては、loudness (大きさ)、sharpness (かん高さ)、fluctuation strength (変動感)、roughness (粗さ)、booming index (こもり感)<sup>2)</sup>などが用いられる。

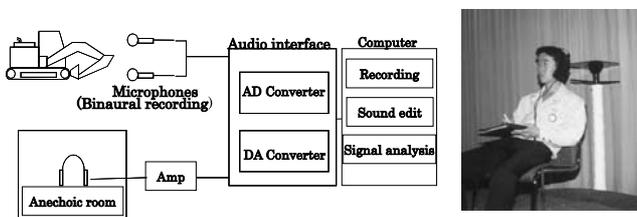


図-10 評価音の合成・加工・音提示システム

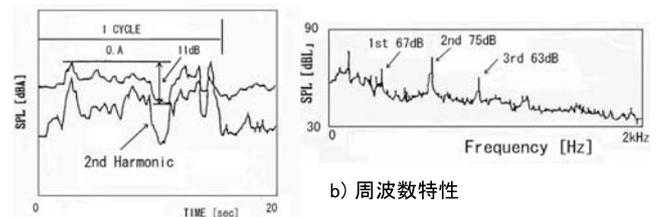
##### (2) 油圧脈動音の対策事例<sup>3)</sup>

掘削作業時に油圧音が卓越し、油圧ショベルの音質や音色を大きく決定づけることがある。その作業音改善へのアプローチである油圧音の音質改善の取り組み例を述べる。

###### (a) 音響心理評価に基づく目標音響特性の決定

油圧ショベルの基本動作である掘削、旋回、放出の一連の作業音を、被験者50名が16個の形容詞対で7段階評価を行った。SD法による因子分析を行い、因子負荷率の高い5対の形容詞対（静かなーうるさい、澄んだー濁った、割れたー溶け合った、快いー不快な、かん高いー落ちついた）を評価項目に設定した。これらの形容詞対を用いて、これまでに高い評価を得ている油圧ショベルと問題ショベルとの一対比較官能試験を行った結果、問題ショベルは、うるささ、不快感、かん高さの点で評価が特に劣ることが判明した。

この対象機の作業音の周波数特性とオーバーオール値の時間変動を図-11に示す。かん高さの原因となる500 Hz から2 KHzの中高周波数域において、油圧ポンプの脈動周波数の2次および3次成分のピークが大きく卓越していた。また、オーバーオール値の変動幅が大きく、油圧2次成分がそれに寄与している事が分かる。波形と周波数分析結果から、油圧脈動の卓越性と時間変動が劣化の原因と推定され、①現行音、②現行から脈動2次を-10 dB、③現行から脈動2次を-20 dB、④現行から脈動2次を-20 dB、3次を-10 dBの4種類の試験音を作成して聴感評価し、④を改善目標の音色・音質とした。

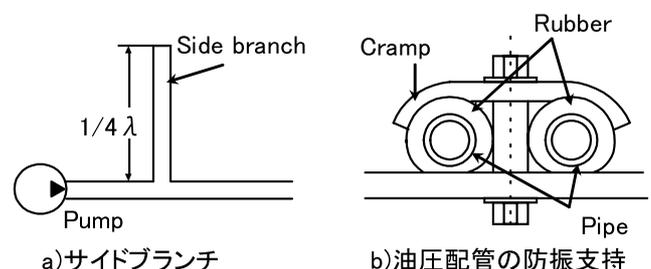


a) 騒音レベルの時間変動

図-11 油圧ショベル作業サイクル中の音の変動

###### (b) 対策内容と改善効果

対策としては、①油圧脈動2次成分の低減にはサイドブランチを装着、②パネルやフレームへの油圧脈動振動の固体伝搬の低減には油圧配管の防振支持を行った。図-12にこの①、②の対策内容を図示する。



a) サイドブランチ

b) 油圧配管の防振支持

図-12 油圧脈動音の対策方法

これらの対策により、注目位置における油圧脈動2次成分が22 dB、3次成分が14 dB低減し、目標低減量以上の周波数特性を達成した。図-13に対策後の騒音周波数特性とオーバーオール値の時間変動を示す。これより油圧脈動2次成分の卓越性が低下し、時間変動幅が減少したことがわかる。

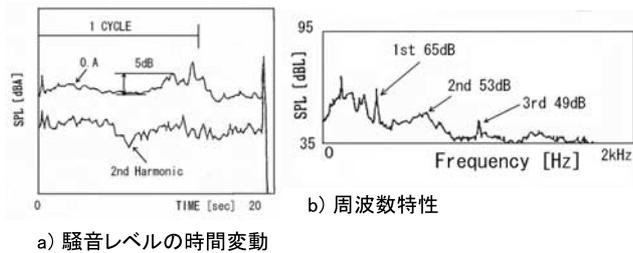


図-13 対策後ショベル音の時間変動と周波数特性

以上の対策効果を、前述の高評価の油圧ショベル音と一対比較した聴感評価結果として図-14に示す。かん高さと不快感の改善が大きく、高評価油圧ショベル音を上回る結果を得た。

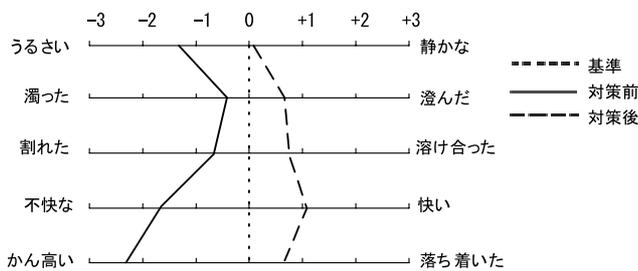


図-14 対策前後の音質・音色の官能評価試験結果

油圧音は作業時の音質に大きく寄与するため、他にもいろいろな対策が進められている。そのひとつに弁板の開口形状による改善がある。油圧ポンプの吸入工程から吐出工程、及び吐出工程から吸入工程への遷移領域において、ポンプ室内圧の急激な変化を緩和する様に、弁板のノッチ形状を最適化するものである<sup>4)</sup>。

この他にも、プランジャを不等ピッチ配置として高周波音の低減による音質改善を狙ったものが出てくるなど、さまざまな改善案が開発されているが、その機械の音質改善の狙いにあった対応策を選択していく必要がある。

### (3) 対策前後の総合音の聴感評価例

ここでは、油圧ポンプの脈動対策や配管系の対策を実施した音質改善音の総合的な聴感評価事例を以下に示す。評価方法は、模擬掘削ワークサイクルの時々

刻々について<sup>5)</sup>聴感評価を行うものである。油圧ショベル全体音の聴感評価「快—不快」の変化を模擬掘削ワークサイクル3回について図-15のa)に示している。また音の大きさ及びかん高さ感とそれぞれ対応が良い物理量である loudness と sharpness の計算値の時刻歴変化を図-15のb), c)に示した。快—不快の音響心理評価での不快感の低減、さらには Sharpness と loudness の値が低下し、音質の大幅な改善が確認できる。これにより、全体的な評価と局所的な評価及び変動感の評価が可能である。また、計算による定量評価へとつながっていく。

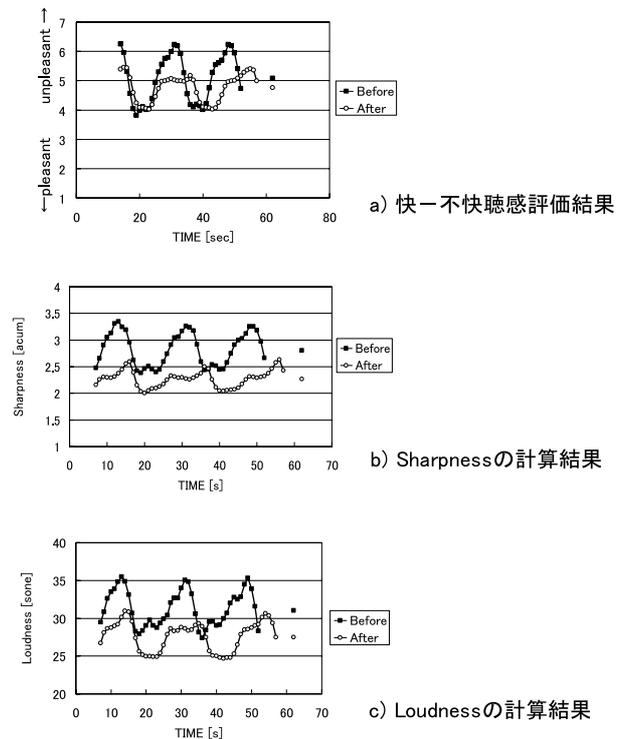


図-15 各感覚尺度の時刻歴変化比較

## 5. おわりに

油圧ショベルの低騒音化は、今後さらに進んでいくものとする。しかし、その一方で排ガス規制の強化も加速的に進んでおり、その対応策の影響として、エンジン発熱量の更なる増加による冷却系騒音の悪化や、排ガス浄化装置の追加によるレイアウトや防音構造の見直しといった課題が生じている。今後の更なる低騒音化に向けて、新たな改善アイテムの開発が期待される。音質面においては、受音者のそれぞれの立場に立った音色・音質作りが必要であり、特に今後は運転席で快適に気持ちよく作業できる音環境が求められるものとする。そして嗜好の問題はあるが、ブランドイメージにも繋がる個性ある音色への取り組み

にも拡がりをみせていくのではないだろうか。油圧シヨベルの音響設計の立場から、今後も快音化へのアプローチを推し進め、広く社会のニーズに適合する油圧シヨベルの提供に寄与していきたいと考える。

J C M A

## [筆者紹介]

中島 一 (なかしま はじめ)  
コベルコ建機(株)  
開発生産本部  
要素開発部 プロジェクト Gr  
マネージャー



## 《参考文献》

- 1) 田中俊光ほか：R&D 神戸製鋼技報, **57** [1], pp.43 (2007)
- 2) 橋本竹夫ほか：音響技術, No. 118/Jun, pp.42 (2002)
- 3) 木村康正ほか：日本機械学会設計工学・システム講演論文集, [940-22], pp.222 (1994)
- 4) 田中俊光ほか：R&D 神戸製鋼技報, **38** [3], pp.7 (1988)
- 5) S.Hatano et al. 17th ICA Proceedings Rome IV, pp.18 (2001)

## 建設機械施工安全技術指針 指針本文とその解説(改訂版)

### ◆「指針本文とその解説」目次

#### 第I編 総論

- 第1章：目的
- 第2章：適用範囲
- 第3章：安全対策の基本事項
- 第4章：安全関係法令

#### 第II編 共通事項

- 第5章：現地調査
- 第6章：施工計画
- 第7章：現場管理
- 第8章：建設機械の一般管理
- 第9章：建設機械の搬送
- 第10章：賃貸機械等の使用

#### 第III編 各種作業

- 第11章：掘削工，積込工
- 第12章：運搬工
- 第13章：締固工
- 第14章：仮締切工，土留・支保工
- 第15章：基礎工，地盤改良工
- 第16章：クレーン工，リフト工等

- 第17章：コンクリート工
- 第18章：構造物取壊し工
- 第19章：舗装工
- 第20章：トンネル工
- 第21章：シールド掘進工，推進工
- 第22章：道路維持修繕工
- 第23章：橋梁工

● A5版 / 330頁

● 定 価

非会員：3,360円 (本体3,200円)

会 員：2,800円 (本体2,667円)

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 450円

沖縄県 1,050円

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

● 発刊 平成18年2月

### 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

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

# 河川の汚染負荷の検知と水質推定へのシステム工学的アプローチ

大 住 晃

本稿では、河川のBODとDOの推定と水質事故などによる汚染負荷の発生場所の特定とその量の同定を、水質方程式を状態空間表現することによってカルマンフィルタで実行するアプローチについて述べる。  
キーワード：水質方程式、カルマンフィルタ、水質の推定、水質事故の特定と同定

## 1. はじめに

近年地球温暖化が進み、それに伴って地球規模での環境汚染に対する対策が求められている。将来石油が枯渇し、人類にとって貴重な食料までもがその代替に利用されようとしている。その結果食糧危機が引き起こされ、それに続いて生物にとって欠かすことのできない水の確保が世界的に求められてくるといわれている。湖や河川の水質も近年何らかの原因により汚染されつつあり、極端な状況では飲料はおろか生命も棲めない環境に陥ってしまいかねない。

そのためには湖や河川の水質の汚染の管理とその対策（制御）が必要不可欠であろう。時あたかも昨年12月第1回アジア・太平洋水サミットが大分県別府市で開催され、水にかかわる環境問題や災害被害などの課題について話し合われている。

このような背景のもとで、筆者は上述のような汚染水質に対して何らかのシステム工学的なアプローチが試みられないかと模索していたところ、河川の水質がどのような状態にあるのかを離散的な地点で計測したBOD（生物化学的酸素要求量）とDO（溶存酸素量）のデータから、河川の流れ方向に沿って全体的にどのような分布になっているかを推定すること、さらに河川の汚染状況からどこで、どのような量の汚染が行われたのかを同定する問題がシステム工学的に解決できるはずだと確信し、研究を行った。本稿ではその概要を述べる。より詳細な内容は文献1)～3)を参照されたい。

## 2. 水質の数理モデル

いうまでもなく、システム工学的アプローチをとる

ためには、対象とするシステムの数理モデル（ダイナミクス）が必要である。河川の水質については、BODとDOを指標とするStreeter-Phelpsモデルがよく知られているが、筆者は拡散項をも考慮したGundelach-Castilloのモデル<sup>4)</sup>を採用して議論した。

$L(x)$  [mg/l] を河川の流下地点  $x$  ( $> 0$ ) におけるBODの量、 $D(x)$  [mg/l] をDOの飽和値  $DO_{sat}$  からの不足量 ( $D(x) = DO_{sat} - DO$  値) とすると、それは流水が等速で定常状態にあるという仮定のもとで次のような水質方程式と呼ばれる連立微分方程式によってその形状が記述される。

$$\frac{d^2 L(x)}{dx^2} - \frac{U}{\varepsilon} \frac{dL(x)}{dx} - \frac{k_1}{\varepsilon} L(x) - \frac{k_3}{\varepsilon} L(x) + \frac{1}{\varepsilon} p = 0, \quad L(0) = L_0 \quad (1)$$

$$\frac{d^2 D(x)}{dx^2} - \frac{U}{\varepsilon} \frac{dD(x)}{dx} - \frac{k_2}{\varepsilon} D(x) - \frac{a}{\varepsilon} + \frac{k_1}{\varepsilon} L(x) = 0, \quad D(0) = D_0 \quad (2)$$

ここで、 $U$  は河川の流速 [km/day]、 $\varepsilon$  は移流拡散係数 [km<sup>2</sup>/day]、 $k_1$ 、 $k_2$ 、 $k_3$  はそれぞれ脱酸素係数、再曝気係数および沈降や吸着などによるBOD除去係数 [1/day]、 $a$  は水中の藻や植物の光合成による酸素増加量 [mg/l/day] である。また (1) 式中の  $p$  (const.) はBODに対する負荷量（汚染物質の量）である。

(1)、(2) 式はいずれも非同次2階線形微分方程式であるが、それぞれの式に対する特性方程式を求めるといずれも負と正の2つの実根をもつことがわかる。したがって、それらの解は  $x \rightarrow \infty$  で発散することにな

るが、現実にはそのような現象は河川では起こり得ないことから自然境界条件を考慮して不安定根を捨て去るとそれらの解はつぎのように求まる。

$$L(x) = L_0 e^{J_1 x} + \frac{p}{k_0} (1 - e^{J_1 x}) \quad (3)$$

$$D(x) = D_0 e^{J_2 x} + \frac{k_1}{k_2 - k_0} L_0 (e^{J_1 x} - e^{J_2 x}) - \frac{a}{k_2} (1 - e^{J_2 x}) + \frac{k_1}{k_2 - k_0} p \left\{ \frac{1}{k_0} (1 - e^{J_1 x}) - \frac{1}{k_2} (1 - e^{J_2 x}) \right\} \quad (4)$$

ただし、 $k_0 = k_1 + k_3$  であり、 $J_1, J_2$  はそれぞれ (1), (2) 式の同次方程式に対する特性方程式の負根である。

システム工学（特にシステム制御理論）では対象とする状態量（ここでは  $L(x)$  と  $D(x)$ ）に関するダイナミクスを必要とする。(3), (4) 式をそれぞれ  $x$  について微分すればそれらが得られるが、現実にはダイナミクスには不規則外乱の介入は避けられない。そこで、そのことを反映するために (1), (2) 式の左辺にそれぞれ  $g_1 \gamma_1(x)$ ,  $g_2 \gamma_2(x)$  という不規則外乱項を加えることにする。 $\gamma_1(x)$ ,  $\gamma_2(x)$  は平均零の正規性白色雑音であり、 $g_1, g_2$  は係数である。このようなモデルから出発すれば (3), (4) 式を得たのと同様の議論を通して、つぎのような不規則雑音項を含んだモデルが得られる。

$$\frac{dL(x)}{dx} = J_1 L(x) - \frac{1}{k_0} J_1 p(x) - \frac{1}{k_0} J_1 g_1 \gamma_1(x) \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \frac{dD(x)}{dx} = & J_2 D(x) + \frac{k_1}{k_2 - k_0} (J_1 - J_2) L(x) \\ & + \frac{1}{k_2} J_2 a - \frac{k_1}{k_2 - k_0} \left( \frac{1}{k_0} J_1 - \frac{1}{k_2} J_2 \right) p(x) \\ & - \frac{k_1}{k_2 - k_0} \left( \frac{1}{k_0} J_1 - \frac{1}{k_2} J_2 \right) g_1 \gamma_1(x) \\ & - \frac{1}{k_2} J_2 g_2 \gamma_2(x) \end{aligned} \quad (6)$$

ここで、(5), (6) 式において雑音項と拡散項を無視すれば ( $g_1 = g_2 = 0$ ,  $\varepsilon = 0$ )、これらは Camp によって与えられた水質モデルに、またさらに  $a = k_3 = 0$ ,  $p \equiv 0$  とすれば古典的な Streeter-Phelps モデルに帰着する。

(5), (6) 式は連立方程式であるので 2 次元ベクトル  $z(x) = [L(x), D(x)]^T$  ( $T$  はベクトルの転置を表す) を定義すると、水質方程式の状態空間表現を得る。

$$\frac{dz(x)}{dx} = Az(x) + b_1 + b_2 p(x) + G\gamma(x) \quad (7)$$

ここで、 $\gamma(x) = [\gamma_1(x), \gamma_2(x)]^T$  であり、また  $A, G$  は 2 次元マトリクス、 $b_1, b_2$  は 2 次元ベクトルである。汚染負荷は一定値と仮定しているが、次章で述べるように、それは当然全流域にわたって介入するわけではなく場所の関数になることから、(5)~(7) では  $p$  に代わって  $p(x)$  と記述している。

(7) 式は  $L(x)$  と  $D(x)$  をひとつのダイナミクスに表現したもので、流下方向  $x$  に連続的にどのように変化しているかを表現する式になっている。しかし、われわれは  $L(x)$  と  $D(x)$  を流域全体にわたって観測データとして得ているわけではないので、それらの実際の様子にはわからない。したがって、それらの様子がないようになっていのかを観測（測定）データから推定しなければならない。そこで、流下地点  $0 \equiv x_0 < x_1 < x_2 < \dots$  において、BOD と DO に関するデータ  $y_L(x_k)$ ,  $y_D(x_k)$  を得るものとして、 $y(\cdot) = [y_L(\cdot), y_D(\cdot)]^T$  を 2 次元観測量ベクトルとすると、それは

$$y(x_k) = Hz(x_k) + v(x_k) \quad (k = 1, 2, \dots) \quad (8)$$

と表現される。ここで、 $H = \begin{bmatrix} h_1 & 0 \\ 0 & h_2 \end{bmatrix}$  ( $h_1, h_2 : \text{const.}$ )

であり、 $\{v(\cdot)\}$  は 2 次元観測雑音で平均零の正規性白色雑音系列とする。

もし汚染負荷量  $p(x)$  が既知であるなら、(8) 式で得られる観測データ  $\{y(x_k)\}_{k=1,2,\dots}$  より流下方向全域にわたる  $L(x)$  と  $D(x)$  の推定値はカルマンフィルタ<sup>5,6)</sup> によって容易に得られるが、実際には  $p(x)$  が既知でないことからそれは不可能である。

### 3. 汚染負荷流入の検知とその地点の特定

水質事故や不法投棄などを数学的に表現することが必要となる。不測の水質事故などの発生によりほとんど 1 点とみなせる場所において負荷を受けるポイント負荷と農業排水などのようにある程度の流域幅をもつノンポイント負荷に対して、筆者は次のような 2 つの数学モデルを考えた。前者は地点  $x_m$  において大きさ  $p_0(\text{const.})$  の負荷を受けるとすると、ディラックのデルタ関数  $\delta(\cdot)$  を用いて

$$p(x) = p_0 \delta(x - x_{in}) \quad (9)$$

によって、また後者は区間  $[x_{in}, x_{out}]$  において一定の負荷  $p_0$  を受けるとすると、単位階段関数  $u_S(\cdot)$  を用いて

$$p(x) = p_0 \{u_S(x - x_{in}) - u_S(x - x_{out})\} \quad (10)$$

によってモデル化する。現実問題として、 $x_{in}$ ,  $x_{out}$  および  $p_0$  は未知であり、これらを (8) 式のように得られる観測値  $\{y(x_k)\}_{k=1,2,\dots}$  から同定しなければならない。

そのためには、まず汚染負荷の流入を検知し、さらにその地点がどこかを特定しなければならない。汚染負荷の検知は、(7)式より明らかなように負荷入力  $p(x)$  があるかないかで判定できる。(7) 式で  $p(x) \equiv 0$  とおいたときの状態量を  $z_f(x)$  と表記し、それに対する (7) 式と (8) 式で構成されるカルマンフィルタによる推定値を  $\hat{z}_f(x_k)$  とすれば、負荷の検知は

$$v(x_k) = y(x_k) - H\hat{z}_f(x_k) \quad (11)$$

が予め設定した閾値を超えるかどうかで判定できる。(11) 式の右辺第 2 項は、負荷の流入がないと仮定したときの状態量  $z_f(x_k)$  の推定値であるから、もし実際に負荷があるとすれば推定値  $\hat{z}_f(x_k)$  は真値  $z(x_k)$  より大きくずれ、 $v(x_k) = H\{z(x_k) - \hat{z}_f(x_k)\} + v(x_k)$  の右辺第 1 項は大きくなり、したがって  $v(x_k)$  も大きくなる。このことによって負荷の検知が行えることになる。この  $\{v(x_k)\}$  の変化を注視することによって負荷流入地点の特定が可能になる。(11) 式のような過程をイノベーション過程と呼ぶ<sup>5)</sup>。

#### 4. 負荷量 $p_0$ の同定と水質の推定

観測値から未知入力  $p_0$  を同定する問題は一種の逆問題 (inverse problem) であるが、システム制御理論の言葉でいえば、システムに介在する未知パラメータの同定問題である。システムに不規則雑音が入り込まない場合には、状態推定器 (オブザーバ) を構成して未知パラメータを同定する方法が種々提案されているが、いずれもそのアルゴリズムは非常に複雑である。筆者はカルマンフィルタをベースに、未知入力を同定する手法を開発した。そのアイデアは、未知入力そのものは直接に観測しているわけではないので一般的にはそのパラメータに関しては可観測性の条件は成り立たない。すなわち (そのままでは) どのようにしても未知パラメータの同定は不可能である。例え可観測であったとしても、その推定精度は悪い。筆者のアイ

デアは、この未知パラメータを ( $L(x)$  や  $D(x)$  と同じように) ひとつの状態量と考え、これをあたかも観測して得たかのようなデータを、観測データ  $\{y(x_k)\}$  から生成しようというものである。このような観測データ (これを擬似観測値 [pseudomeasurement] と呼ぶ) が生成できれば、未知パラメータに対して可観測性は当然成り立つ。

以下では、紙幅の都合上ポイント負荷の場合についてのみ述べる。負荷の大きさ  $p_0$  は一定であるから、これを  $p_0(x)$  と表記すれば

$$\frac{dp_0(x)}{dx} = g_3 \gamma_p \quad (x > 0) \quad (12)$$

と表現できる。本来この右辺は零とすべきであるが、不確定要素を含んでいると考えるのが自然であるのと、未知パラメータを不規則雑音  $\gamma_p(x)$  によって変動を与える方が同定しやすいことからこのようなモデルを用いる。そこで拡大状態量ベクトル  $z_0(x) = [z^T(x), p_0(x)]^T$  ( $= [L(x), D(x), p_0(x)]^T$ ) を定義し、(7), (12) 式よりつぎの拡大システムを構成する。

$$\frac{dz_0(x)}{dx} = A_0 z_0(x) + b_0 + G_0 \gamma_0(x) \quad (13)$$

ここで、 $\gamma_0(x) = [\gamma^T(x), \gamma_p(x)]^T$ ,

$$A_0 = \begin{bmatrix} A & b_2 \delta(x - \hat{x}_{in}) \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad b_0 = \begin{bmatrix} b_1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$G_0 = \begin{bmatrix} G & 0 \\ 0 & g_3 \end{bmatrix}$$

であり、 $\hat{x}_{in}$  は前章で特定した  $x_{in}$  の推定値である。デルタ関数  $\delta(x - \hat{x}_{in})$  は十分小さな  $\Delta x (> 0)$  によって

$$\delta(x - \hat{x}_{in}) \cong \frac{1}{\Delta x} \{u_S(x - \hat{x}_{in}) - u_S(x - \hat{x}_{in} - \Delta x)\} \quad (14)$$

で近似する。

さて、 $p_0$  に関する観測データの生成であるが、これは以下のようにする。(5) 式に注目し、この解を求めると

$$L(x) = L(x_0) e^{J_1(x-x_0)} - \frac{1}{k_0} J_1 p_0 e^{J_1(x-x_{in})} u_S(x - x_{in}) + \{\text{noise}\} \quad (15)$$

が得られる。ここで、 $x_0 (< x)$  は  $x_0 < \hat{x}_{in}$  となるよう

な任意の地点であり, {noise} (5) 式の雑音に関する項を表す。この式より  $p_0$  を求めると ( $x_{in} \leq x$  に対して)

$$p_0 = \frac{k_0}{J_1} \left\{ L(x_0) e^{-J_1(x_0-x_{in})} - L(x) e^{-J_1(x-x_{in})} \right\} + \{\text{noise}\} \quad (16)$$

の関係式を得る。もし、この式の右辺の  $L(x)$  と  $x_{in}$  がわかれば  $p_0$  は (雑音分は除外して) 原理的に得られることになる。そこで、 $p_0$  の同定を行うために、この式を用いることにする。

観測地点  $x = x_k$  (ただし  $x \geq \hat{x}_{in}$ ) における観測データ  $y_L(x_k)$  を ( $L(x_k)$  の代わりに) 用いて

$$p_0(x_k) = \frac{1}{h_1} \frac{k_0}{J_1} e^{-J_1(x_0-\hat{x}_{in})} \{y_L(x_0) - e^{-J_1(x_k-x_0)} y_L(x_k)\} + \{\text{noise}\} \quad (17)$$

と表現する。ここで、右辺第1項は既知量であるから、それを  $y_p(x_k)$  として、(17) 式を書き直すと  $x_k \geq \hat{x}_{in}$  に対して

$$y_p(x_k) = p_0(x_k) + v_p(x_k) \quad (18)$$

の表現を得る。 $v_p(x_k)$  は (17) 式右辺の {noise} 項とは関係なく表記したものである。(18) 式は、 $v_p(\cdot)$  を観測雑音と考えると、 $y_p(\cdot)$  があたかも未知量  $p_0(\cdot)$  を観測して得たデータであるかのような表現になっている。そこで、 $y_0(x_k) = [y^T(x_k), y_p(x_k)]^T$  ( $= [y_L(x_k), y_D(x_k), y_p(x_k)]^T$ ) とすると、(8) 式に代って

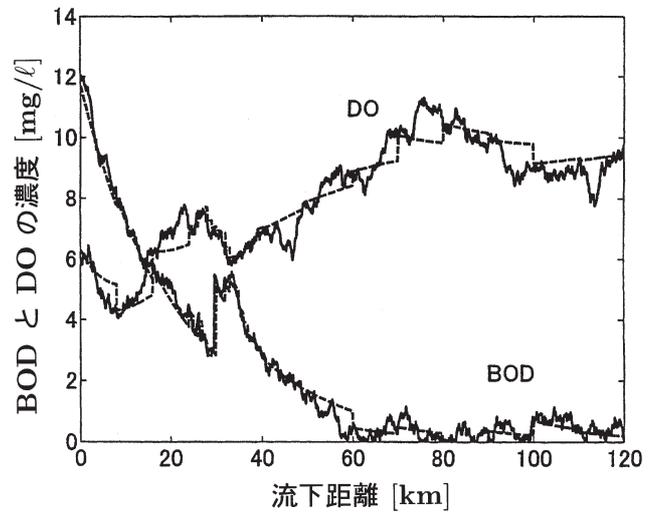
$$y_0(x_k) = H_0 z_0(x_k) + v_0(x_k) \quad (19)$$

を得る。ここで、 $H_0 = \begin{bmatrix} H & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$  であり、 $v_0(x_k)$  は3次元の正規性白色雑音である。

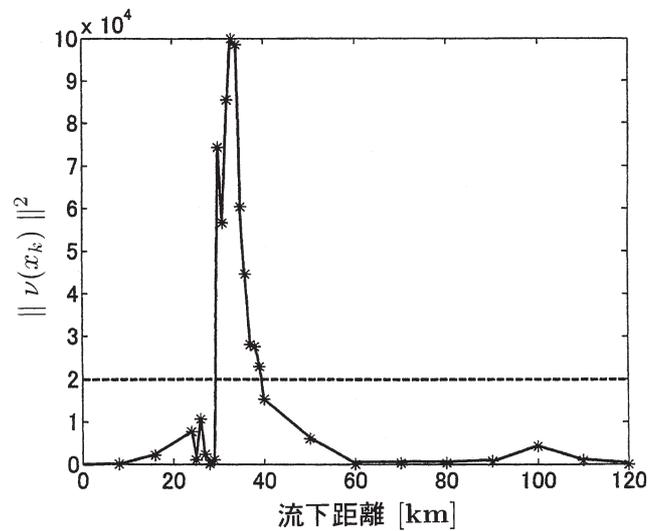
上述のように新しく導入した観測値  $y_p(\cdot)$  が擬似観測値である。擬似観測値をどのように導入すればよいのかについては特に決まった方法はないが、前述のように、直接的には測定データが得られない物理量を推定 (同定) したいときに、その物理量が支配される法則 (例えば、そのダイナミクス) や拘束条件式などを、観測者がその事実を (当然成り立っているものとして) “観測している” とみなすことが有効である。

### 5. シミュレーション例

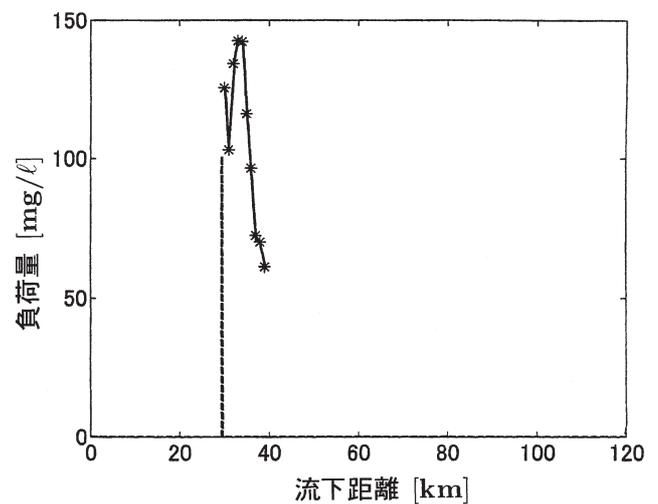
図一1~3がシミュレーションの1例である。シミュレーションでは全長120 km程度の河川を想定し、河川の特性を示すパラメータを  $\varepsilon = 50, U =$



図一1 BODとDOのプロフィールとそれらの推定の様子



図一2 負荷流入地点の特定



図一3 負荷量  $p_0$  の同定結果

43.2,  $k_1 = 0.4, k_2 = 0.6, k_3 = 0.05, a = 0.5, g_1 = g_2 = 1.2, L_0 = 12, D_0 = 3, DO_{sat} = 9.0$  とした。また

$x_{in} = 29.5$  [km] において大きさ  $p_0 = 100$  [mg/l] の負荷を受けるとし、負荷のありそうな区域を [25, 40] と予想してその間では観測データを 1 km おきに、それ以外では 10 km おきとした。 $h_1 = h_2 = 100$  とした。

図—1 は BOD と DO の推定の様子を示したもので、それぞれの真値を実線で、推定値を破線で示している。それぞれよく推定できている様子がみてとれる。図—2 は (12) 式のイノベーション過程の自乗値  $\|v(x_k)\|^2 = v^T(x_k) v(x_k)$  の振舞いを示したものであり、 $x = 30$  [km] あたりで急激に大きな値をとり、例えば閾値を  $2 \times 10^4$  と設定すれば負荷流入地点は  $\hat{x}_{in} = 29.3$  [km] と特定される。図—3 は未知負荷量  $p_0$  の同定の様子を示したもので、雑音の影響によってばらつきがみられるが、それらを平均すれば  $p_0 = 106.6$  [mg/l] で  $p_0$  の真値に近い値を与えており、よく同定できていることがわかる。

## 6. おわりに

本稿では、システム制御理論的なアプローチを河川の BOD と DO の推定および水質事故や不法投棄などによる汚染負荷の場所の特定とその量の同定問題に応用した例を述べた。ここでは比較的取り組みやすい河川の水質推定問題についてのみの議論であるが、筆者のみるところではここで議論した推定・同定問題に

対してこれまでほとんど考察されてこなかったように思われる。環境問題に限らず個々の問題を数理的に整理し、何が本質的な問題であるかが鮮明になれば、これまでシステム工学やシステム制御理論などで開発されてきている様々なアプローチを有効に用いることができるかと確信している。

環境対策について、現場あるいは産業界と大学の研究室との研究交流の場が今ほど求められているときにはないように思われる。 JICMA

### 《参考文献》

- 1) A. Ohsumi, M. Kashiwagi, M. Watanabe, and T. Takatsu: Estimation of Self-Purification of Polluted Rivers Based on the Stable Water Quality Equations, *Int. J. Innovative Computing, Information and Control*, **2** [5], pp.959-970 (2006)
- 2) 柏木正隆・大住見・渡邊雅彦・高津知司：汚染河川の自然浄化の解析、強化および推定：システム工学的アプローチ、計測自動制御学会論文集, **42** [11], pp.1234-1243 (2006)
- 3) 大住見・小見山資朗・渡邊雅彦・柏木正隆・高津知司：河川の汚染負荷量とその流入地点の同定および水質推定：擬似観測量の導入によるアプローチ、計測自動制御学会論文集, **43** [5], pp.408-417 (2007)
- 4) J. M. Gundelach and J. E. Castillo: Natural Stream Purification under Anaerobic Condition, *J. of WPCF*, **48** [7], pp.1753-1758 (1976)
- 5) 大住見：確率システム入門，朝倉書店，東京（2001）
- 6) 片山徹：新版 応用カルマンフィルタ，朝倉書店，東京（2000）

### 〔筆者紹介〕

大住 見（おおすみ あきら）  
 宮崎大学工学部情報システム工学科  
 教授（専門：システム制御理論，信号処理）  
 京都工芸繊維大学名誉教授  
 京都大学工学博士



# 「資源のみち」に向けた技術開発プロジェクト

寺川 孝・松井 威喜・大福地 智弘

下水道は処理の過程でエネルギーを大量に消費し、多くの温室効果ガスを排出する一方、処理の過程で発生する下水汚泥はカーボンニュートラルなバイオマスである。このため下水汚泥のマテリアルリサイクルやエネルギー回収による資源化により、下水処理場のエネルギー自立や地球温暖化防止等に貢献することが求められている。

下水汚泥の資源化技術に関する国土交通省の技術開発プロジェクト「LOTUS Project」では、開発目標として「コスト」が掲げられ、民間企業等からなる7つのグループが参加しており、うち5つが、平成18年度末に技術評価を完了した。

キーワード：資源のみち、地球温暖化防止、LOTUS Project、下水汚泥、バイオマス、マテリアルリサイクル、エネルギー回収

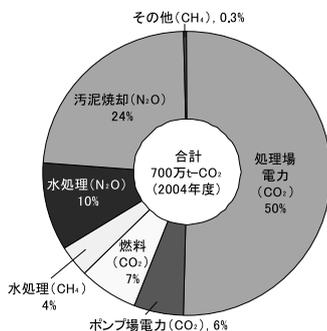
## 1. はじめに

今後の下水道の方向性が「下水道ビジョン 2100」として取りまとめられ、その施策方針の一つとして、水環境の保全など下水道の有する機能に加え、下水道の有する資源の回収・供給機能を積極的に活かして、下水処理場のエネルギー自立や地球温暖化防止等に貢献する「資源のみち」の創出が盛り込まれた。

そして、この「資源のみち」の実現に向けて、下水汚泥の利用に関する技術開発が重要な課題の一つとなっている。

## 2. 下水道のエネルギー消費・環境負荷の現状

下水道事業におけるエネルギー消費は、電力がその



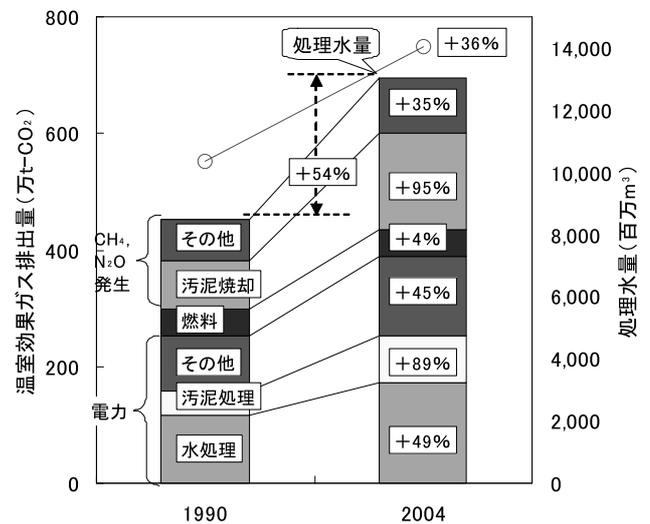
図一 下水道施設からの温室効果ガス排出量

出典：平成19年3月「資源のみちの実現に向けて報告書(案)」資源のみち委員会

約9割を占め、エネルギー消費量は我が国全体のエネルギー供給量の約0.3%に達している。

また下水道は処理過程において多くの温室効果ガスを排出し、我が国全体の温室効果ガス排出量のうち約0.5% (2004年度) を占めている。

この下水道からの温室効果ガス排出量は、1990年～2004年で約54%増加し、処理水量の伸びを上回っている。特に汚泥の焼却工程で発生する温室効果ガスの排出量は高い伸びを示している (図一1, 2)。



図二 温室効果ガス排出量の推移

出典：平成19年3月「資源のみちの実現に向けて報告書(案)」資源のみち委員会

### 3. 下水道の有する資源・エネルギー

#### (1) 我が国の新エネルギーの導入への取組

今日、バイオマスエネルギーが新エネルギーの一つとして注目されている。バイオマスとは、再生可能な生物由来の有機性資源で、燃焼等により発生する二酸化炭素が地球温暖化に影響を与えない、カーボンニュートラルの性質を有している。

経済産業省が発表した「2030年のエネルギー需給展望」において、2010年度の廃棄物発電及びバイオマス発電とバイオマス熱利用の導入目標として、それぞれ586万kl, 308万klが定められている等、バイオマスエネルギーの利活用に対する期待が高まっている。

#### (2) 下水道の有する資源・エネルギーポテンシャル

バイオマスの視点からみると、下水汚泥は、量・質ともに安定しており、しかも下水処理場で集中的に発生することから、利活用に適した資源であるといえる。

しかし、これまで下水汚泥は我が国における産業廃棄物排出量の約2割を占めることから、減量化の観点で優先され、焼却、溶融等の導入と建設資材としての利用が中心に進められてきた(図-3)。

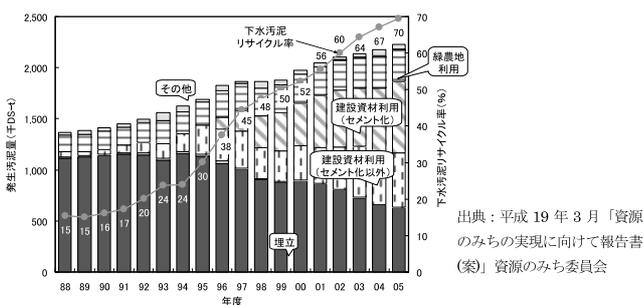


図-3 下水汚泥の有効利用の推移

この結果、下水汚泥の発生量の増加に対して埋立量は減少傾向となっているが、有効利用はセメント化の割合が大きくなっている。しかし、セメント化による建設資材としての利用は、需給のバランスが懸念されることから、新たに下水汚泥の恒久的かつ効果的なりサイクルの枠組みを構築することが求められている。

一方、下水汚泥のエネルギー資源としての利活用状況を、発生する下水汚泥中の有機分に注目してみると、下水道バイオガスまたは汚泥燃料としてエネルギー利用された割合は約7%に過ぎず、さらなる利活用の余地があると考えられる(図-4)。

また資源の観点から見ると、下水汚泥中に多く含ま

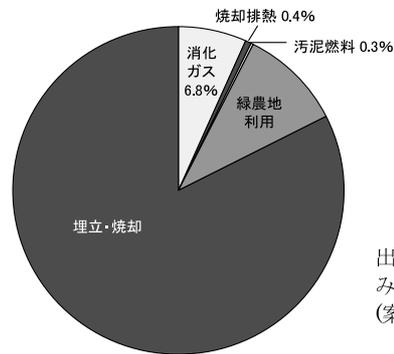


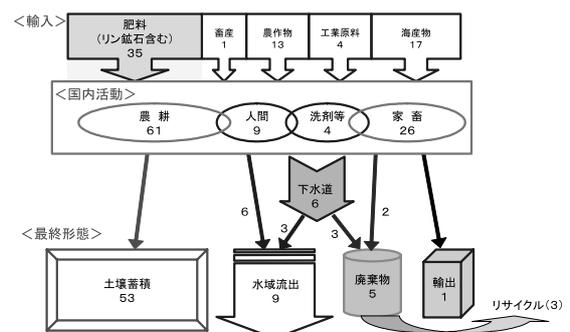
図-4 下水汚泥の処理・有効利用状況

出典：平成19年3月「資源のみちの実現に向けて報告書(案)」資源のみち委員会

れるリンは、肥料など農業分野において欠くことのできない資源であり、米国では、実質的にリン鉱石の輸出を禁止しているように、我が国においても長期的視点に立った資源確保策の検討が必要となっている。

我が国ではリン資源のほとんどを輸入に頼っており、国内で利用された後、下水道を通して水域や廃棄物に取り込まれるリンは、輸入されるリン鉱石のうち約1~2割に相当する量に達している(図-5)。

さらに、水質保全の観点から水域へのリン流出を抑制するため、下水の高度処理の整備が推進されている。この結果、汚泥に取り込まれるリンの量が増加しており、汚泥からのリン回収による有効利用技術の実用化が求められている。



出典：平成19年3月「資源のみちの実現に向けて報告書(案)」資源のみち委員会

図-5 わが国のリンのマテリアルフロー

このように下水汚泥はカーボンニュートラルであり、質・量ともに安定した集約型バイオマス資源で、リン等の有用資源も含まれるなど、豊富な資源・エネルギーポテンシャルを有している。そのため、その有効利用により資源・エネルギー問題や地球環境問題の解決に貢献することが期待されている。

### 4. LOTUS Project について

国土交通省では、下水道事業において特に重点的に

技術開発を推進すべき分野について、民間主導による技術開発を誘導・推進し、開発された技術の早期かつ幅広い実用化を目的とした産学官の強力な連携による新たな技術開発プロジェクト（SPIRIT21）を平成13年度にスタートした。

これまでに、合流式下水道の改善対策に関する開発が完了しており、第2の課題として下水汚泥資源化・先端技術誘導プロジェクト（Lead to Outstanding Technology for Utilization of Sludge Project: LOTUS Project）が、平成15年度からスタートした（表—1）。

表—1 LOTUS Project の技術分類と開発目標

技術分類	スラッジ・ゼロ・ディスチャージ技術（ZD 技術）	グリーン・スラッジ・エネルギー技術（GE 技術）
目的	廃棄処分するコストより安いコストで下水汚泥のリサイクルができる技術の開発を行う	下水汚泥等のバイオマスエネルギーを使って、商用電力価格と同等かそれよりも安いコストで電気エネルギーを生産できる技術の開発を行う
開発目標	脱水汚泥：16,000 円/t 以下（現物量ベース） 焼却灰：8,000 円/t 以下（現物量ベース） 上記価格は、評価時の最新データである平成16年度ベースを採用	対象処理場の契約種別に応じた全国年間平均電力料金（評価時の料金）以下 高圧 A：10.84 円/kWh、 高圧 B：9.32 円/kWh （平成17年10月～平成18年9月の平均）

この LOTUS Project の実施により、下水道事業においても「バイオマス・ニッポン総合戦略」や地球温暖化対策の推進のため、下水汚泥を安価に利活用できる新技術の早期かつ幅広い実用化が図られることが期待されている。

### 5. LOTUS Project の提案技術について

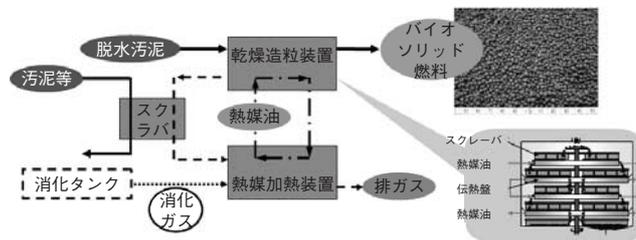
提案技術は、表—2 に示すとおりである。平成19年3月現在、この提案7技術のうち、No.1～5の5技術が技術評価を完了している。No.6, 7については、平成19年度末までに技術評価を完了させる予定である。各提案技術で開発目標コスト達成に必要な設備性能等をパーツ目標として設定し、既存データの整理や実証実験によりパーツ目標を検証した上で、コストを算出し、技術評価を行った。以下に各提案技術の技術概要と評価結果について述べる。

表—2 提案技術一覧（平成19年3月現在）

区分	No	技術提案者	提案技術名称	技術評価
ZD 技術	1	日立造船株式会社	下水汚泥のバイオソリッド燃料化	完了
	2	株式会社 NGK 水環境システムズ 岐阜市上下水道事業部	下水汚泥焼却灰からのりん回収技術	完了
	3	カワサキプラントシステムズ株式会社 株式会社木村製作所	下水汚泥の活性炭化と有効利用による汚泥処理費の低減	完了
GE 技術	4	月島機械株式会社	下水汚泥とバイオマスの同時処理方式によるエネルギー回収技術	完了
	5	JFE エンジニアリング株式会社 アタカ大機株式会社 鹿島建設株式会社 ダイネン株式会社	低ランニングコスト型混合消化ガス発電システム	完了
	6	株式会社日立プラントテクノロジー 栗田工業株式会社	消化促進による汚泥減量と消化ガス発電	
両技術一括	7	カワサキプラントシステムズ株式会社	湿潤バイオマスのメタン発酵・発電・活性炭化システム	

#### (1) 下水汚泥のバイオソリッド燃料化 (a) 技術概要

本技術は、下水汚泥を乾燥造粒することで、石炭の代替燃料として利用可能な粒状の取り扱い性に優れたバイオソリッド燃料を製造する技術である。本技術の概略フローを図—6 に示す。システムの主要構成は①熱媒加熱装置、②乾燥造粒装置、③スクラバからなる。①により加熱された熱媒油が②の伝熱盤を加温し、汚泥はその伝熱盤上で乾燥させる間接加熱方式で排ガス量が少ないのが特徴である。そして高い熱回収率を有する①及び②を用いて下水汚泥の乾燥に必要な燃料消費量を低減できることによりバイオソリッド燃料を効率的に製造し、また有価物と見なすことにより資源化コストを低減するものである。



図—6 下水汚泥のバイオソリッド燃料化概略フロー

(b) 評価結果

評価結果は、50t - 脱水汚泥/日の規模にて消化ガス未利用時で 13,900 円/t, 消化ガス利用時で 9,000 円/t となり、開発目標を達成した。

(2) 下水汚泥焼却灰からのりん回収技術

(a) 技術概要

本技術は、下水汚泥焼却灰にアルカリ性溶液を加えて、りん含有量の少ない灰(脱りん灰)とリン酸イオンを多く含む溶液(りん抽出液)に分離し、それぞれ脱りん灰を建築資材として、りん抽出液を肥料原料として有効利用するという技術である。本技術の概略フローを 図-7 に示す。システムの主要構成は①りん抽出槽、②りん酸塩析出槽、③脱りん灰洗浄槽からなる。焼却灰からりん回収するので設備がコンパクトで、かつ焼却炉の余剰熱で必要熱量を確保できるという特徴を有し、さらに製造物の販売収益を見込むことにより資源化コストを低減するものである。

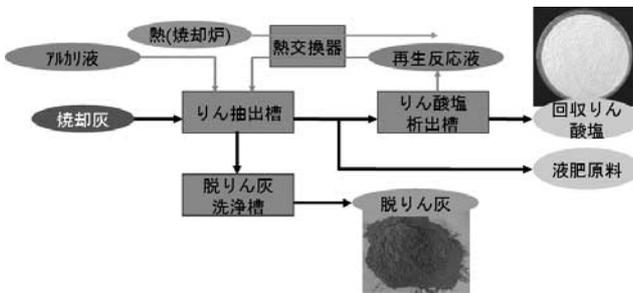


図-7 下水汚泥焼却灰からのりん回収技術概略フロー

(b) 評価結果

評価結果は、焼却灰発生量が 4 t/日以上(処理水量 100,000 m<sup>3</sup>/日以上)、焼却灰りん含有量が P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 換算で 25%以上の下水処理場で、りん酸塩回収の場合は 7,840 円/t, 液肥回収の場合は 7,910 円/t となり、開発目標を達成した。

(3) 下水汚泥の活性炭化と有効利用による汚泥処理費の低減

(a) 技術概要

本技術は、脱水汚泥を乾燥処理した後、炭化—賦活することで、微細孔構造を発達させた活性炭化物を製造し、汚泥脱水助剤、汚泥改質剤またはゴミ焼却炉のダイオキシン吸着剤等とする技術である。本技術の概略フローを 図-8 に示す。システムの主要構成は①乾燥機ユニット、②炭化炉ユニット、③熱回収器からなる。それぞれがユニット化された設備であり工場製作・組立が可能で建設費を低減できること、炭化炉か

らの排ガスの熱を乾燥機の熱媒体として利用することでシステムの熱回収率を向上させるという特徴を有し、さらに製造物の販売収益を見込むことにより資源化コストを低減するものである。

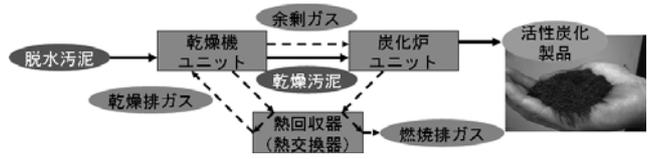


図-8 下水汚泥の活性炭化と有効利用による汚泥処理費の低減概略フロー

(b) 評価結果

評価結果は、処理量 10,000 m<sup>3</sup>/日以上(下水処理場において、混合生汚泥で 14,000 円/t, 消化汚泥で 10,700 円/t となり、開発目標を達成した。

(4) 下水汚泥とバイオマスの同時処理方式によるエネルギー回収技術

(a) 技術概要

本技術は、下水余剰汚泥を超音波可溶化するとともに、下水汚泥以外の生ごみ等のバイオマス(生ごみ等)を下水汚泥と既設消化槽にて混合消化し、消化ガス発生量を増加させて発電量を増加させる技術である。本技術の概略フローを 図-9 に示す。余剰汚泥の可溶化により消化効率が向上するため、既設消化槽への生ごみ投入分の有機物負荷増加の影響が抑制できるという特徴を有し、さらにバイオマス受入費を見込むことにより発電コストを低減するものである。

(b) 評価結果

評価結果は、表-3 に示すとおり、42,000 m<sup>3</sup>/日の

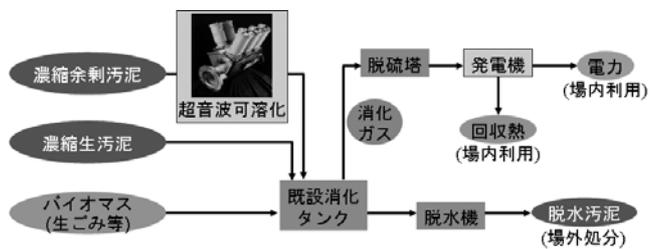


図-9 下水汚泥とバイオマスの同時処理方式によるエネルギー回収技術概略フロー

表-3 評価結果

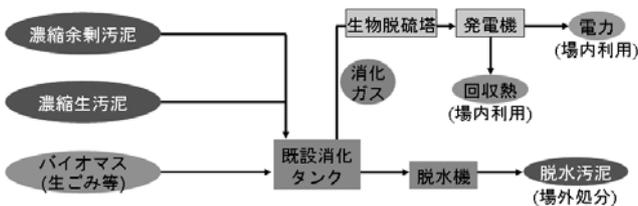
処理量 (m <sup>3</sup> /日)	42,000		70,000		130,000		200,000	
	無	有	無	有	無	有	無	有
可溶化装置								
発電コスト (円/kWh)	8.84	—	8.78	9.26	8.67	9.02	8.27	8.06

可溶化装置がある場合を除き、開発目標コスト 9.32 円/kWh 以下を達成した。

### (5) 低ランニングコスト型混合消化ガス発電システム

#### (a) 技術概要

本技術は、下水汚泥以外の生ごみ等のバイオマスを下汚泥と既設消化槽にて混合消化し、消化ガス発生量を増加させて発電量を増加させる技術である。本技術の概略フローを図—10 に示す。生物脱硫設備の導入による維持管理費の低減とシロキサン除去装置を設置することにより発電設備の安全性・安定性を向上させるという特徴を有し、さらにバイオマス受入費を見込むことにより発電コストを低減するものである。



図—10 低ランニングコスト型混合消化ガス発電システム概略フロー

#### (b) 評価結果

評価結果は、表—4 に示すとおり、すべてのケースにおいて開発目標コスト 9.32 円/kWh 以下を達成した。

表—4 評価結果

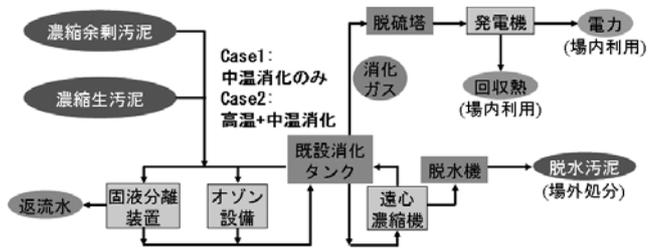
処理量(m <sup>3</sup> /日)	100,000	100,000	50,000	20,000
ガス発電方式	ガスエンジン	ガスエンジン	ガスエンジン	マイクロガスタービン
脱硫方式	乾式脱硫	生物脱硫	生物脱硫	生物脱硫
発電コスト	6.0 円/kWh	3.7 円/kWh	4.8 円/kWh	5.0 円/kWh

### (6) 消化促進による汚泥減量と消化ガス発電

#### (a) 技術概要

本技術は、オゾン処理による下水消化汚泥の可溶化及び濃縮操作による固液分離を行うことで消化槽内の汚泥濃度を高めて、消化促進及び消化ガス量を増加させて発電量を増加させるとともに、脱水汚泥量を低減させる技術である。本技術の概略フローを図—11 に示す。高温消化+中温消化を組み合わせたプロセスにより、消化をより促進させることができる、また遠心濃縮機で比重の大きい無機固形物を優先的に排出することで、脱水汚泥の含水率を低下させて処理汚泥量を低減できるという特徴を有し、汚泥処理費を削減する

ことにより発電コストを低減するものである。



図—11 消化促進による汚泥減量と消化ガス発電概略フロー

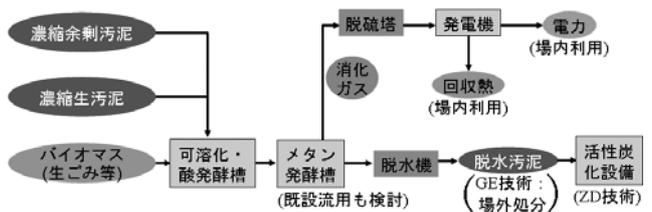
#### (b) 開発状況

パーツ目標として、固形性有機物の減少率、消化ガスの性状、脱水汚泥の含水率を設定し、すべての項目でほぼ目標を達成した。現在、この結果を用いてコスト算出を行い、評価書をまとめる作業に入っている。

### (7) 湿潤バイオマスのメタン発酵・発電・活性炭化システム

#### (a) 技術概要

生ごみや家畜排泄物等の湿潤バイオマスを下汚泥と合わせてメタン発酵させることにより増加したメタンガスを用いて発電量を増加させる技術及び発酵残渣から活性炭化物を製造し、環境浄化剤とする技術である。本技術の概略フローを図—12 に示す。横型メタン発酵槽を新設することを考慮しており、押出流れ式かつ高温のメタン発酵槽により、滞留日数を低減できるという特徴を有している。バイオマス受入費と製造物の販売収益を見込むことにより、発電コスト、資源化コストを低減するものである。



図—12 湿潤バイオマスのメタン発酵・発電・活性炭化システム概略フロー

#### (b) 開発状況

パーツ目標として、生ごみの有機物分解率、生ごみ由来のガス発生量、横型メタン発酵槽の消化日数、消化ガスの性状、脱水汚泥の含水率、活性炭化製品の性状を設定し、すべての項目でほぼ目標を達成した。現在、この結果を用いてコスト算出を行い、評価書をまとめる作業に入っている。

## 6. おわりに

「資源のみち」の実現のためには、下水汚泥の有する資源・エネルギーを有効に利用することが不可欠である。その一つの手段として、LOTUS Project の技術により、現状よりも低コストで下水汚泥が資源化もしくはエネルギー利用でき、かつカーボンニュートラルな下水汚泥由来のエネルギーを利用することにより地球温暖化防止に貢献できることが示せた。 JCMA



### [筆者紹介]

寺川 孝 (てらかわ たかし)  
 (財)下水道新技術推進機構  
 研究第一部  
 副部長



松井 威喜 (まつい たけよし)  
 (財)下水道新技術推進機構  
 研究第一部  
 研究員



大福地 智弘 (おおふくじ ともひろ)  
 (財)下水道新技術推進機構  
 研究第一部  
 研究員

## 橋梁架設工事の積算

——平成 19 年度版——

### ■改定内容

- 1) 鋼橋編
  - ・架設桁設備質量算定式の改訂
  - ・施工歩掛の新規及び一部追加掲載 (杓据付工 (ゴム杓据付工), 歩道橋 (側道橋) 架設工)
  - ・施工歩掛の改正 (鋼橋架設工足場工)
  - ・その他 (送出し・降下の数量名称簡素化, 工種内容の説明補足, 床版足場工簡素化)
- 2) PC 橋編
  - ・機能分離支承の設置歩掛
  - ・外ケーブルによる既設構造物の補強工
  - ・プレキャストセグメント組立工7分割の歩掛
  - ・その他 (張出架設柱頭足場工の追記, 地覆高欄作業車設備の組立解体歩掛, 架設桁アンカ

—数の変更等)

- 3) 橋梁補修補強工事積算の手引き (別冊新刊)

■ B5 版 / 本編約 1,100 頁 (カラー写真入り)  
 別冊約 110 頁 セット

### ■定 価

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

※別冊のみの販売はありません。

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 600 円

沖縄県 450 円 (但し県内に限る)

## 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

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

# 鉄道軌道における環境対策

古川 敦

鉄道車両の発生に伴って騒音・振動は速度とともに大きくなるため、列車の高速化にしたがって各種対策が必要となる。鉄道構造物のうちでも軌道は車両とじかに接する部位であり、ハードおよびソフトの面から、騒音や振動の対策が実施されている。本稿では、防振タイプの軌道構造やレール表面の凹凸管理による転動音（車輪／レールの接触によって発生する騒音）抑制などの、軌道における環境対策について紹介する。

キーワード：軌道，振動，騒音，レール削正，バラスト軌道，直結軌道

## 1. はじめに

鉄道における環境問題は、そのほとんどが車両の走行に伴う騒音，振動である。このうち騒音は、主として①車両の走行に伴う空気力学的な現象（車体やパンタグラフから発生する風切り音など），②車両そのものから発生する音（電動機のファンやディーゼルエンジンの駆動音），③車輪・レールの接触に起因する音，④③の振動の伝播により，構造物が振動して発生する音，の4種類に大別される。また振動は，車両の走行に伴う構造物の変形が振動として周辺に伝播し，人や物に悪影響を及ぼすものである。

鉄道の線路構造物のうち，軌道は車両と直接接することから，騒音・振動を小さくするためには，軌道側の対策が求められる。また，振動を低減すると軌道部材に発生する応力そのものも小さくなり，軌道保守量の削減にも効果がある。したがって，特に新幹線の騒音が社会問題となった1970年代以降，軌道における騒音・振動への対策法の開発が盛んに進められている。本稿ではこれらを取りまとめ，鉄道の環境問題への軌道側の対策を紹介する。

なお，騒音・振動は振動する媒体が異なるだけであり，対策として採られる方法において本質的な差は無いため，以下では，「騒音対策」「振動対策」を区別せずに，車両の走行に伴って発生する振動現象を小さくするという観点で，具体的な方法を紹介する。

## 2. 振動対策の概要

軌道における騒音・振動対策を目的毎に分類すると以下ようになる。

- ①発生源対策
  - ・レール継目部の除去
  - ・レール表面凹凸の除去
  - ・レールの潤滑
- ②振動の吸収，減衰
  - ・軌道の低弾性化
  - ・重軌条化等の軌道強化
  - ・吸音

以下，具体的な方法について解説する。

## 3. 発生源対策

### (1) レール継目部の除去

車両の走行に伴って発生する音のうち，最も知られているのはレール継目部通過時に発生する「がたんごとん」という音である。これは良くも悪くも鉄道の代名詞と言ってもよい。

この音を無くすにはレールを溶接するしかない。日本では主として運搬の都合上，レールは1本あたり25mで製造される。これを溶接し，1本あたりの長さを200m以上としたものをロングレールという。

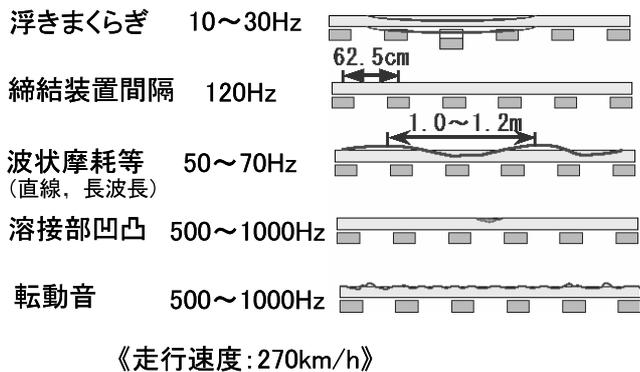
溶接さえすればレールはいくらでも長くできるように感じるが，屋外に敷設されているレールの温度は，夏場は直射日光を受けて60度に達する一方で冬場には氷点下まで下がるため，温度応力による軸力の変動

が避けられない。圧縮軸力が大きくなり過ぎると軌きょう（レールとまくらぎによるはしご状の構造体）が座屈することがあり（これを鉄道では「張り出し」と呼んでいる。）、逆に引張軸力が大きくなり過ぎるとレールが破断する。したがってロングレール区間では、レール軸力管理や各種座屈対策が慎重に行われている。なお、上記のような問題から、ロングレールはトンネル内等で温度変化が小さい区間を除き、直線および概ね半径 400 m 以上の曲線において敷設される。なお、この最小曲線半径は事業者により異なる。特に軌間の違いは本質的である。

橋梁上に敷設されているレールの場合、桁そのものの温度伸縮の影響も受ける。また分岐器が介在するロングレールではレール軸力分布が複雑となる。最近ではこれらの軸力解析技術が進歩したため、ロングレール敷設区間は徐々に広がっている。現在日本で最も長いロングレールは、東北新幹線いわて沼宮内～八戸間に敷設されている 60.4 km のものである。

(2) レール凹凸の除去

車両の走行にともなってレール表面は徐々に摩耗する。摩耗にともなって、表面の凹凸が徐々に大きくなる場合がある。凹凸のあるレールの上を車輪が走行すると、これを起点としてレール・車輪が振動し、車輪レールの接触力（輪重という）が変化して、騒音や振動の原因となる。新幹線におけるレール凹凸の種類を図—1 に示す。



図—1 レール摩耗の種類と振動周波数（新幹線の例）

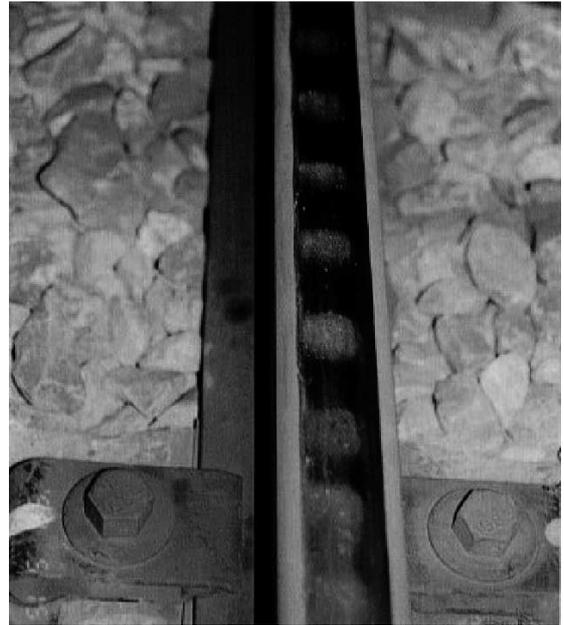
図—1 のうち、レール表面が周期的に摩耗する波状摩耗は、線形や走行条件によって様々なタイプに分類される。波状摩耗の主な種類と発生要因を表—1 に、在来線の波状摩耗の例を写真—1 に示す。

波状摩耗は、騒音や振動の大きな要因の一つであるため、これが大きな区間では、レール削正車と呼ばれる専用の車両（写真—2）でレール表面凹凸の除去が

表—1 波状摩耗の種類と発生メカニズムの例

発生部位	波長 (m)	発生メカニズム
曲線内軌	0.05 ~ 0.2	レール左右振動
曲線外軌	0.1 ~ 0.5	ばね下振動, 軌道剛性
直線・長波長	0.02 ~ 0.7	ばね下振動, 軌道剛性
新幹線急勾配	1.2 ~ 1.5	軌道剛性, レール振動

※上のメカニズムはあくまでも例であり、異説もある。



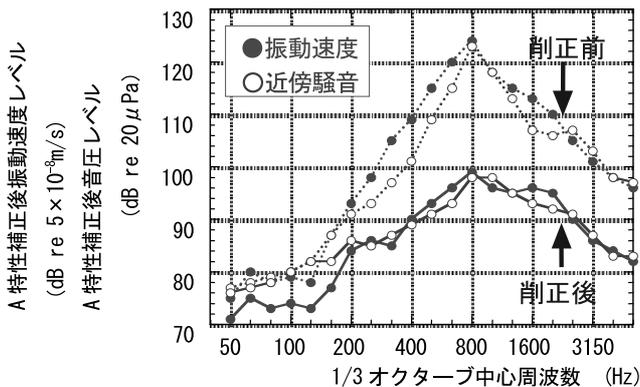
写真—1 波状摩耗の例

行われる。レール削正車には、機種にもよるが1編成あたり 8 ~ 48 個の砥石が設けられており、この砥石によって時速約 5 km/h でレール表面を削正していく。また砥石の角度の制御によって波状摩耗の除去のみならず、目的に応じた様々なレール断面形状の形成ができる。なお、レール削正は騒音低減のみならず、レール表面の凹凸や表面接触疲労層の除去によるレール延命も目的とされている。



写真—2 レール削正車

図—2は、波状摩耗区間における軸箱振動速度(車両の軸箱で測定した加速度を1階積分したもの)レール削正前後の騒音レベルの変化の例である。波状摩耗の波長に対応する周波数を中心に、各帯域で騒音が大きく減少しているのがわかる<sup>1)</sup>。



図—2 レール削正前後の軸箱振動速度とレール近傍騒音との関係の例

### (3) レール潤滑

ほとんどの鉄道車両は操舵機構を持たないため、急曲線を車両が走行する場合、車輪の進行方向とレールの接線方向が一致せず、車輪とレールとの間にすべりが発生し、すべり面からきしり音が発生する。このきしり音を防ぐため、主として急曲線内側のレール表面を対象に塗油が行われる。また、外側レールのゲージコーナー(レールの角部)にも、騒音および摩耗防止のために塗油が行われる。塗油は車両または地上から行う。いずれの場合も一定時間あるいは一定列車本数毎に、車輪レール接触面付近に潤滑油を塗布する。写真—3に地上塗油器の例を示す。



写真—3 レール塗油器(手前の蓋は油タンク)

塗油を行うと、きしり音と共にレール、車輪の摩耗も減少するが、一方で摩耗が減少するとレール表面に

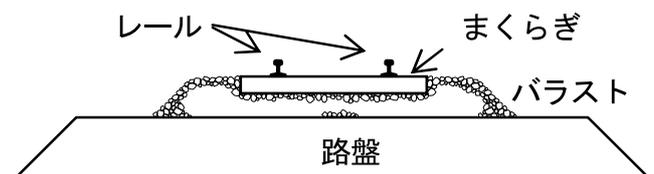
接触疲労層が蓄積し、きしり割れやゲージコーナーの亀裂が発生することがある。このように、潤滑と摩耗を適度にバランスさせるのは現在でも困難であり、各事業者において試行錯誤されているのが実情である。

また過度の塗油は、車両の加速・減速や信号システムに悪影響を及ぼす(一般に、鉄道の信号はレールと車軸から構成される電気回路によって制御される)。したがって、油とは異なる成分による摩擦調整材や摩擦緩和材の開発が進められている<sup>2)</sup>。

## 4. 振動の減衰・吸収

### (1) バラスト軌道

バラスト軌道は、道床バラスト、まくらぎ、レールから構成される単純な構造物であるが、騒音・振動の減衰・吸収機能に優れた構造物である(図—3)。近年建設される軌道のほとんどは、保守の省力化の観点から後述する直結系軌道が採用されているが、騒音・振動が問題となる区間では、現在でもバラスト軌道が採用されることがある。また直結系軌道であっても、消音を目的としてバラスト散布が行われることがある。



図—3 バラスト軌道

バラスト軌道は、新設されることこそ少なくなったものの、既設線の大半を占める軌道構造であることから、各種振動対策が考案されている。その一つは、重軌条化である。これはレールの剛性を高め、車輪から作用する荷重をより広い範囲に分散し、まくらぎ1本あたりに作用する力を小さくすることによって振動を減少するものである。また、レールの重量が大きくなることによって、レール自身の振動によって吸収するエネルギーを大きくするという効果もある。ただし、レールの断面積を大きくすると、温度変化によるレール軸力変動が大きくなるという問題もある。現在JISに規定されている最も太いレールは、1mあたりの質量が60kgである。

もう一つの方法はまくらぎの大型化である。これは、重軌条化と同じくまくらぎ自体の振動によってエネルギーを吸収することと、まくらぎから道床バラストに作用する単位面積あたりの力を減少し、振動を小さく

するものである。さらに低弾性化が求められる場合は、まくらぎの底面に弾性材を貼った弾性まくらぎが用いられる。図-4に弾性まくらぎの模式図を示す。これ以外にも軌道パッドの低ばね化などの対策が採られることがあるが、これは次項に譲る。

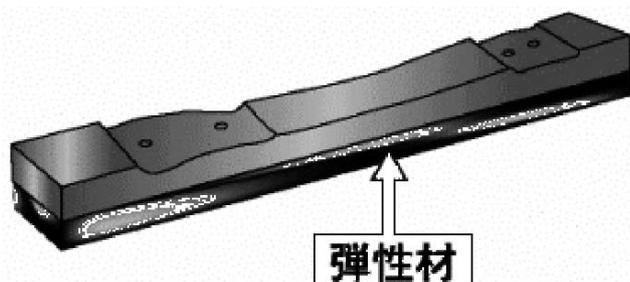


図-4 弾性まくらぎ

## (2) 軌道パッドの低ばね定数化

PCまくらぎおよび後述する軌道スラブ等では、レールとコンクリート部材との間に弾性を付与するため、ばねと軌道パッドを組み合わせたレール締結装置が用いられる。図-5に、狭軌曲線用PCまくらぎに用いられる9形改レール締結装置を示す。

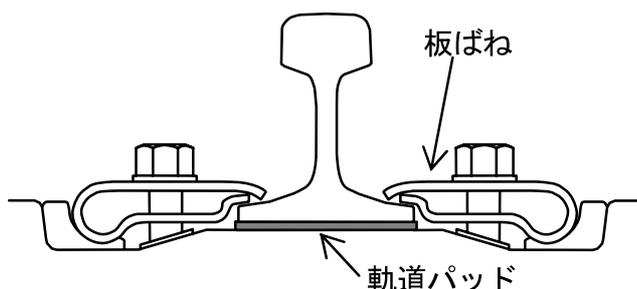


図-5 9形改レール締結装置

軌道パッドは、ばね定数が60～110 MN/mのものが一般的に用いられるが、防振を目的としてこれより柔らかいものが用いられることがある。

軌道パッドの低ばね定数化は、他の条件にもよるが、締結装置間隔（60 cm前後）に起因する周波数の振動に対し、1～2 dB程度の低減効果がある。特に、バラスト軌道に比して全体の剛性が高いスラブ軌道では、相対的に効果が高い。

このように軌道パッドの低ばね定数化は、既設線では比較的簡便に行うことができる振動低減法であるが、一方で板ばね等の応力振幅が大きくなり、使用寿命が短くなるといった問題がある。したがって柔らかいものは耐久性の照査が必要である。現在日本で用いられている軌道パッドのうち、最もばね定数が小さいものは20 MN/mである。

## (3) 直結系軌道における振動対策

### (a) スラブ軌道

前述したとおり、バラスト軌道は防振性に優れたものであるが、列車の走行に伴って道床バラストが漸進的に崩れ、軌道面に数ミリ程度の不等沈下を生ずるため、定期的にこれを測定し、保守を行わなければならないという宿命がある。これに対し道床バラストを廃し、弾性体を介してコンクリート路盤とレールを直接締結した直結軌道が古くから開発され、路盤の沈下量が小さいトンネル内などで用いられてきた。

一般区間におけるバラスト軌道代替用軌道構造として本格採用されたのはスラブ軌道が最初である。スラブ軌道は山陽新幹線岡山開業時に試験的に敷設され、岡山以西で本格的に導入された。スラブ軌道では図-6のように、路盤コンクリートと軌道スラブとの間のセメントアスファルトモルタル、およびレールと軌道スラブとの間のレール締結装置で弾性を確保している。

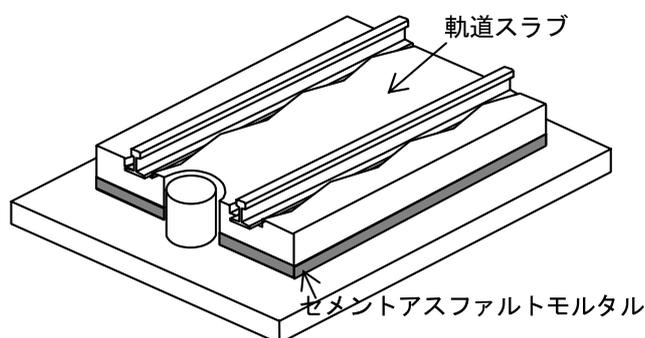


図-6 スラブ軌道

スラブ軌道は、バラスト軌道と比較して建設費は高いが保守量が大幅に減少されることから、昭和50年代以降の新設線では標準的な軌道構造となった。一方で、軌道スラブ表面からの反射音などによって、バラスト軌道よりも騒音が大きいたことが指摘されている。例えば山陽新幹線の初期の試験では、バラスト軌道に比べ5 dB (A) 大きいことが明らかにされている。

これに対し、防振性を高めた防振スラブ軌道が開発された。これは、軌道スラブとセメントアスファルトモルタルとの間にゴムマットを挟み込んで振動を遮断するもので、山陽新幹線での試験では普通スラブと比較して3 dB (A)の騒音低減効果が確認された。

### (b) 弾性まくらぎ直結軌道

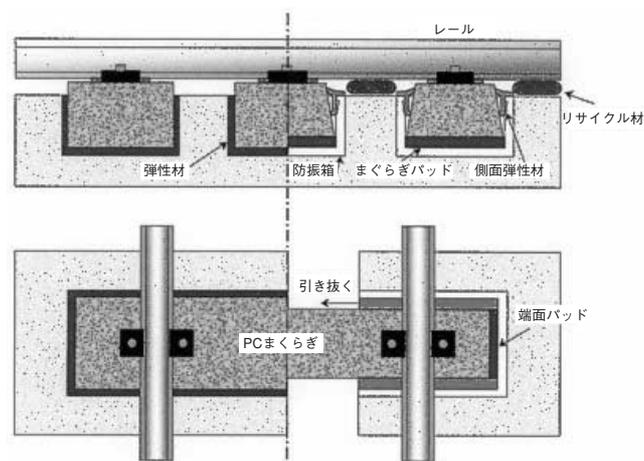
上述の防振スラブによって一定の騒音低減効果は見られたが、一方、軌道スラブの軌道有効支持面積が増加し、実質のばね係数は下がっていないことが指摘された。これに対し、スラブ軌道と同様に直結系軌道で

はあるが、レールと路盤コンクリートの間を、線路方向に剛性をもたないまくらぎで連結し、これを弾性支持する弾性まくらぎが提案された。

弾性まくらぎをバラスト軌道に適用する場合は、保守の作業性の観点から図—4のように現行まくらぎを弾性被覆したものが用いられたが、直結軌道とする場合にはこのような制約はないので、動特性上有利と考えられる条件を満足するものが選択された。具体的には、以下の条件を考慮して軌道構造を検討した。

- ①上下・左右の位置調節が十分行えるレール締結装置を用いられるようにする。
- ②まくらぎの振動を低減するために大版のまくらぎを用いる。
- ③弾性被覆の形成が容易な形状とする。
- ④車輪、レール間に生ずる走行騒音を吸音し、反射による騒音を若干でも低減できるようまくらぎの周辺に碎石を充てんする。

これらを満足する軌道構造として、図—7の左側に示すB型弾性まくらぎ軌道が開発され、大都市内における新幹線軌道などで敷設された。



(1) B型 (2) D型

図—7 B型およびD型弾性まくらぎ直結軌道

一方、このB型弾性まくらぎ直結軌道は、騒音低減効果は優れているものの、路盤コンクリートの構造が複雑であることと、弾性材の交換が困難であること等が課題とされていた。そこで、新たに図—7右側に示すD型弾性まくらぎ直結軌道が開発された。

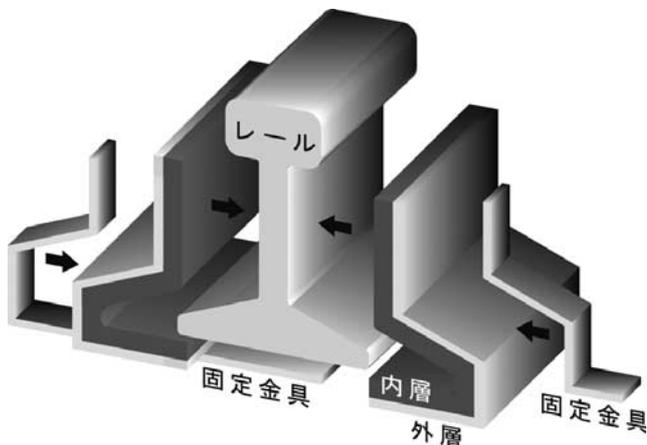
D型弾性まくらぎ直結軌道の特徴は、まくらぎとして一般のバラスト軌道と共通のPCまくらぎを用いるとともに、コンクリート路盤とまくらぎとの間の弾性材が着脱可能な構造となっていることである。これにより、建設費を抑制するとともに、供用後の保守が

容易となっている。

#### (4) レール吸音材

レール／車輪の接触に伴う騒音への対策として、前述したレール削正のほか、防音壁の設置や軌道面への吸音材の敷設などが実施・検討されている。しかしこれらの方法は、構造物全体の死荷重が増加する、あるいは施工に手間がかかるといった問題がある。そこで、施工性に優れた新たな騒音対策として、レールに直接取り付けられる防音材が開発されている<sup>9)</sup>。

レール防音材は、図—8に示すように、レールを両側から高分子弾性層（エチレンプロピレンゴムの発泡体：EPDN）と鋼板（制振鋼板）からなる積層構造となっており、まくらぎ間隔ごとに2体1組でレール頭頂部を除くウェブおよびフランジを全面的に被覆し、その外側を固定金具でbolt固定する。



図—8 レール吸音材の構造

この防音材は、内層の高分子粘弾性層によって振動減衰効果および吸音効果を期待したもので、沿線に防音壁を設置したり、軌道面に吸音材を敷設したりするよりも簡便に施工ができる。また、着脱可能な構造であるので、取付後もレールの検査・保守が可能となっている。バラスト軌道への敷設状況を写真—4に示す。



写真—4 レール吸音材の敷設状況

最近行われたバラスト軌道上における防音材敷設試験によると、レール防音材の敷設時には500 Hz以上の騒音に対し低減効果があり、最も低減量の大きい1 kHz付近では約5 dBの低減が認められ、またA.P.値に関しても約2 dBの低減が認められている。

## 5. おわりに

軌道は、車両を直接支持するため、走行安全性や環境対策の面から、レール長手方向の形状を高い精度で管理・維持する必要がある、またレールや締結装置は日々の列車走行によって摩耗・損傷するため、日常的な検査・補修が不可欠な建造物である。このようなメンテナンスコストを下げるためには軌道全体を剛にすれば良いのだが、これは騒音・振動の増加につながる。本稿で紹介した技術は、メンテナンス削減と沿線環境改善の両立を目指して行われた数多くの試行錯誤の中から生み出されたものである。

軌道は鉄道固有の技術であり、建設業全体に占める契約額の割合も小さいことから、多くのゼネコンやコ

ンサルタントの方々にはなじみが薄いと思われる。本稿を通じ、環境対策のみならず、軌道の様々な分野に興味を持っていただければ幸いである。 JCMA

### 《参考文献》

- 1) 須永陽一・成毛将利：在来線における転動音低減のためのレール凹凸管理手法, **16** [4] (2002.4)
- 2) 石田誠・伴巧・名村明：車輪/レール摩擦緩和システムの開発鉄道総研報告, **21** [8] (2007.8)
- 3) 堀池高広・高尾賢一・須永陽一・安藤勝敏・福井義弘・内田一男：着脱式弾性まくらぎ直結軌道(D型弾直軌道)の開発, 鉄道総研報告, **12** [6] (1998.6)
- 4) 佐藤吉彦・大石不二夫・小林悟：防振G型スラブ軌道の開発, 鉄道線路, **30** [3] (1982.3)
- 5) 宇佐美民雄・佐藤吉彦・平田五十・生田重美：弾性マクラギ直結軌道の開発(上), 鉄道線路, **26** [5] (1978.5)
- 6) 間々田祥吾・半坂征則・佐藤潔・鈴木実：遮音機能を有するレール防音材の開発, 鉄道総研報告, **21** [2] (2007.2)

### 【筆者紹介】

古川 敦(ふるかわ あつし)  
 (財)鉄道総合技術研究所  
 軌道技術研究部(軌道管理)



## 平成 19 年度版 建設機械等損料表

### ■内 容

- 国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に準拠
- 各機種の燃料消費量を掲載
- わかりやすい損料積算例と損料表の構成を解説
- 機械経費・機械損料に関係する通達類を掲載
- 各種建設機械の構造・特徴を図・写真で掲載

■ B5 版 約 600 ページ

### ■一般価格

7,700 円 (本体 7,334 円)

### ■会員価格 (官公庁・学校関係含)

6,600 円 (本体 6,286 円)

### ■送料 沖縄県以外 600 円

沖縄県 450 円 (但し県内に限る)

(複数お申込みの場合の送料は別途考慮)

## 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

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

# 防振ゴムを利用した振動軽減型舗装の開発

伊藤 彰彦・山脇 宏成・福原 義樹

交通量の増加や車両の大型化が進行し、車両による振動はもとより、地下交通網の発達による振動も増加している。環境問題として騒音に次いで多く発生しているこれらの振動は、地盤を介して建築物に伝達されることから特に都市部周辺において振動による環境悪化が懸念されている。そこで、舗装部分で交通振動を大幅に軽減できる技術の研究開発を行い、試験施工において良好な結果が得られた。

本稿では、振動軽減型舗装の基本構造や防振ゴムの基礎実験、試験施工と振動測定結果について報告する。

キーワード：道路、環境問題、交通振動、振動軽減、舗装、防振ゴム、振動加速度レベル、振動特性、高強度 RC プレキャスト版

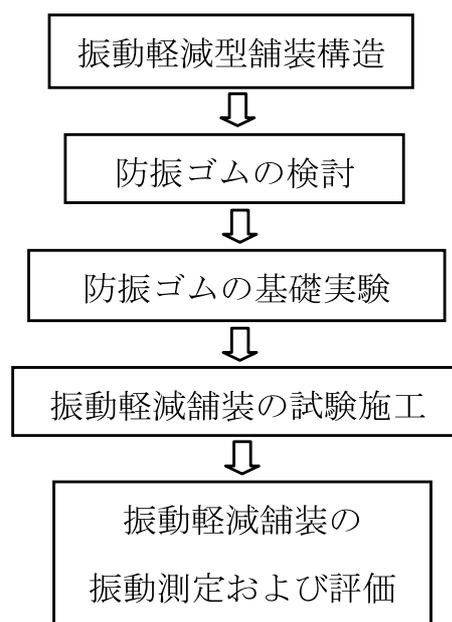
## 1. はじめに

道路交通網が整備されるとともに交通量の増加や車両の大型化が進行し、車両による振動はもとより、地下交通網の発達による振動も増加している。環境問題として、騒音に次いで多く発生しているこれらの振動は、地盤を介して建築物に伝達されることから特に都市部周辺において振動による環境悪化が懸念されている。振動対策のひとつとして地盤改良等が有効であるが、現道での施工は規制面や工期面等で問題があるとともにどのような地盤改良が振動低減に有効であるかが明確になっていない。そこで、短期間で施工が可能であり、舗装部分で交通振動を大幅に軽減できる技術の研究開発を行い、その内容<sup>1)</sup>について報告する。

## 2. 研究開発概要

舗装構造は、路盤上に下部スラブを構築し、その上に防振ゴムを配置し、さらにその上に上部スラブを設置する構造を基本とした。走行車両の卓越振動数に対し、防振ゴムが固有振動数を下げることにより振動を減衰させ下部スラブへの振動を軽減させることから、振動軽減効果の大きい防振ゴムの性状を確認するための基礎実験を行った。この実験で得られた結果から防振ゴムの形状、硬度、配置等を決定し、独立行政法人土木研究所内舗装走行実験場に 40 m 程度の試験舗装を施工し、荷重車による 49 kN 換算輪数で 119 万輪

走行させた。試験舗装の耐久性を確認するとともに 39 万、79 万、119 万輪時において振動レベル、周波数特性等を確認するための振動測定を実施し、振動軽減型舗装の評価を行った（図—1）。



図—1 開発のフロー

## 3. 振動軽減舗装の検討内容

### (1) 基本構造

振動軽減型舗装の基本構造は図—2 に示すとおり、

路盤上に下部スラブを構築し、その上に防振ゴムを配置し、上部スラブとして急速施工を行うための高強度RCプレキャスト版<sup>2)</sup>を設置する構造で表層にSMA舗装を施した。

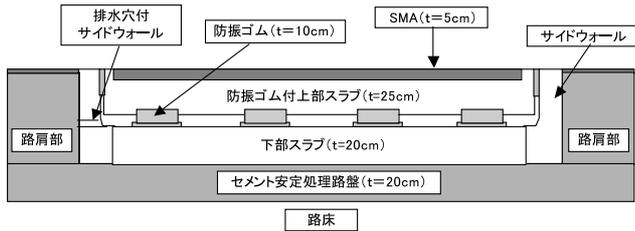


図-2 構造断面図

## (2) 防振ゴム

防振ゴムは、車両によって振動する上下の振幅を減衰させ、下部スラブに伝達する振動を抑制する機能をもたなければならない。この機能を確認するために、防振ゴムにバネ値を入力した二次元解析ならびに防振ゴム単体での基本実験を実施した。

### (a) 防振ゴムの硬さ (バネ値)

上部スラブの重量および車両重量 (軸重 12t) がプレキャスト版に作用した場合のゴムの変形量が 10 mm 未満になるバネ値を算出した。解析は上部スラブを一樣なバネ値を持つ防振ゴムが支持しているとした梁で解析した。解析結果は、防振ゴム 1 個当たりのバネ定数が 5000 kN/m となったが、上部スラブの自重は常に防振ゴムにかかっていることから、防振ゴムの変形量としては、車両が載ったときに変形する量が問題となり、室内試験で使用する防振ゴムバネ定数を 3000 kN/m とした。

### (b) 防振ゴムの形状

輪荷重 (活荷重) による防振ゴムの変形量は、先の解析から 10 mm 以下に設定したため、その形状は二重円筒形とし、外側の円筒部分が上部スラブと接着され、内側の円筒部分は外側の円筒部より高さが 10 mm 低い形状とした (図-3)。これにより想定外

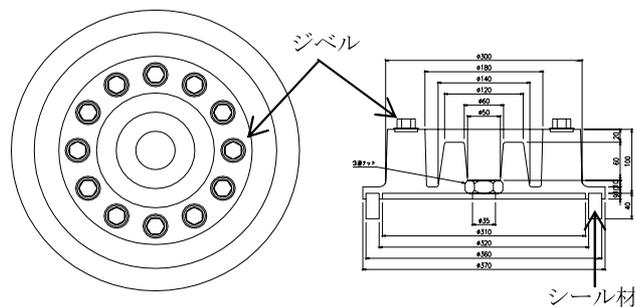


図-3 防振ゴム形状

の重車両が走行したことで、外側の円筒部分が 10 mm 以上変形しても内側の円筒部分が変形を防止できる形状とした。

### (c) 防振ゴムの高さ

防振ゴムの耐久性を考慮すると、ゴムの高さに対し 10 % の変形が許容変形量と想定されたため、検討している防振ゴムの高さを 100 mm とした。

### (d) 配置

図-4 に示すように上部スラブにおいて防振ゴムを取り付ける部分は 17 cm 厚とし、それ以外は 25 cm 厚とした。防振ゴムの取り付け位置は目地の直下とし、4 個の防振ゴムを上部スラブの接続に使用するコッター式継手<sup>3)</sup>の中間に配置した。

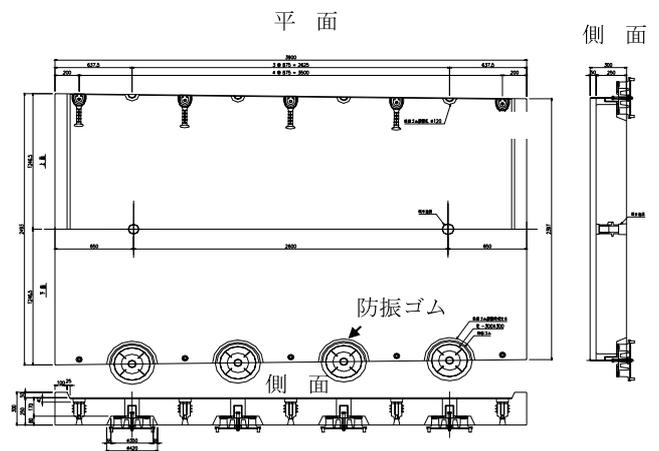


図-4 防振ゴム位置図

## (3) 端部構造

上部スラブと下部スラブの空間に異物が入り込むと振動軽減機能や防振ゴムの耐久性が低下する。異物の混入を防止するために図-5 に示すような L 型サイドウォールを設け、サイドウォールと上部スラブとの間は 10 mm 程度離し、変形に対して追従性の大きい目地材を施す構造とした。

## 4. 防振ゴムの基礎実験

### (1) 実験内容

解析より求められたバネ定数を持つ防振ゴムが交通振動に対し有効であるかを確認するために、上部スラブ-防振ゴム-下部スラブ系の実物大に近いモデルで振動実験を実施した。実験は、図-6 に示すような試験体の打点位置においてバングマシン (JIS A 1418 に準拠) で衝撃を与え、各測点で振動レベルを測定した。防振ゴムのバネ定数は 2,000, 3,000 kN/m の 2 種類の円筒形の防振ゴム (写真-1) と 300 ×

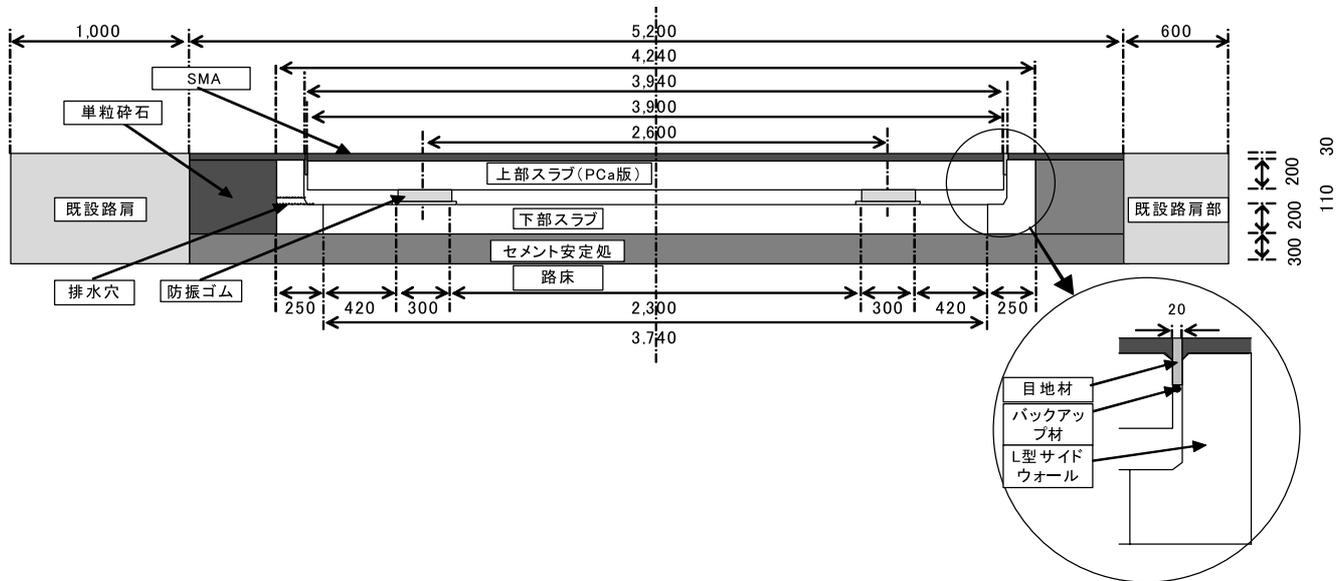


図-5 端部構造図

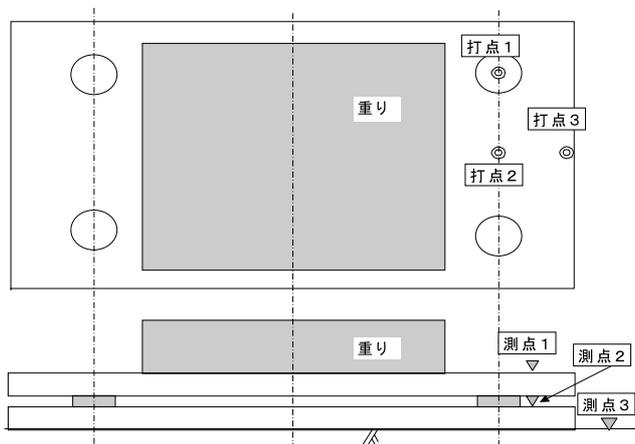


図-6 試験体および測点



写真-1 防振ゴムの形状

300 × 50 mm でバネ定数が 2,000 kN/m の板状防振ゴムを使用し試験を行った。なお、上部スラブ上には、実際に車両が載った場合を再現するため、防振ゴムが 10 mm 程度変形するような重りを設置した。

(2) 実験結果

実験結果を表-1 に示す。測点 3 (路盤上で計測)

の振動レベルに着目すると、円筒形 2,000 kN/m の防振ゴムが打点の位置に関わらずすべて振動レベルが 60 dB 以下になっている。また、同一バネ定数である円筒形防振ゴムと板状防振ゴムで比較すると、同じバネ定数であっても形状が変わると振動レベルが異なることが分かる。したがって、振動軽減効果が高い防振ゴムの形状およびバネ定数は、円筒形 2,000 kN/m の防振ゴムとした。

表-1 実験結果 (単位: dB)

バネ定数 (kN/m)	測点 打点	1	2	3
		2,000 (円筒形)	1	83.5
	2	81.1	56.0	56.6
	3	83.4	58.0	58.6
3,000 (円筒形)	1	78.8	61.4	62.5
	2	79.1	61.9	63.0
	3	82.5	66.3	67.0
2,000 (板状)	1	77.8	57.2	58.9
	2	75.6	58.3	60.8
	3	79.4	61.7	63.6

5. 試験施工

(1) 施工フロー

試験施工のフロー図を示す (図-7)。

(2) 施工状況

(a) セメント安定処理路盤工

セメント安定処理路盤は、既設舗装体を撤去後に既設路床面を下げ、転圧後路盤材 (粒調碎石) を敷均し、セメント系固化材を路盤面に均等に散布し、スタビラ

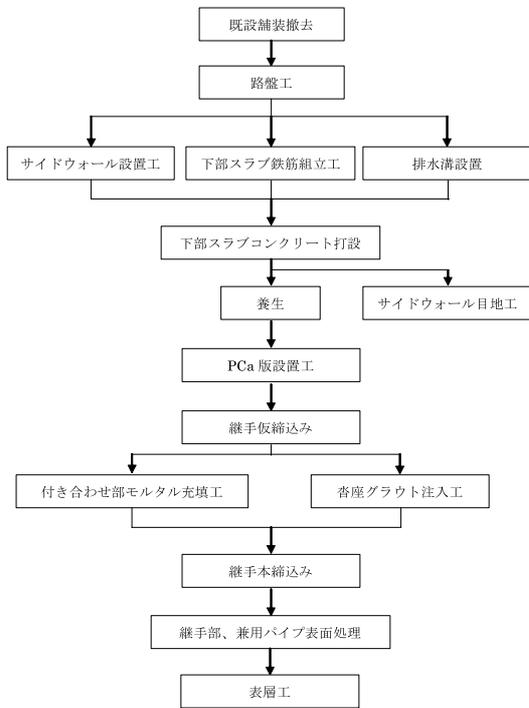


図-7 試験施工フロー図

イザーにより攪拌した後、タイヤローラにて転圧し構築した。

(b) 下部スラブ工

下部スラブ工は、左右のL型サイドウォールをプレキャスト部材とし、中央部を現場打ちコンクリートとし、L型サイドウォール設置工、鉄筋組立工、コンクリート打設工に分けて施工した(写真-2)。L型サイドウォール同士の接続はボルト式継手にて接続し、継手に生じる隙間は、コンクリート打設時にモルタルにて充填した。



写真-2 下部スラブ設置

(c) 上部スラブ工

上部スラブは、防振ゴム付RCプレキャスト版をトレーラにて現場に搬入し、50tラフタークレーンを使用して設置した(写真-3)。防振ゴムと下部スラブの隙間にグラウト材を充填することで上下スラブと防振ゴムを一体化させた。



写真-3 上部スラブ設置

(d) 表層工

表層材は、上部スラブの上には砕石マスチックアスファルト混合物(SMA)を使用した。SMAをアスファルトフィニッシャーで舗設し、振動ローラ、マカダムローラ、タイヤローラで転圧して仕上げた(写真-4)。



写真-4 試験舗装完成

(e) 端部目地工

表層材の温度が完全に下がってからL型サイドウォールと上部スラブの間をカッターで切断し、切断部を洗浄し完全に乾いてからプライマーを塗布し、速硬化形変成シリコンシーラントを注入した。

6. 追跡調査

(独)土木研究所舗装走行実験場において荷重車による促進載荷を行い耐久性および振動軽減効果の確認を実施した。

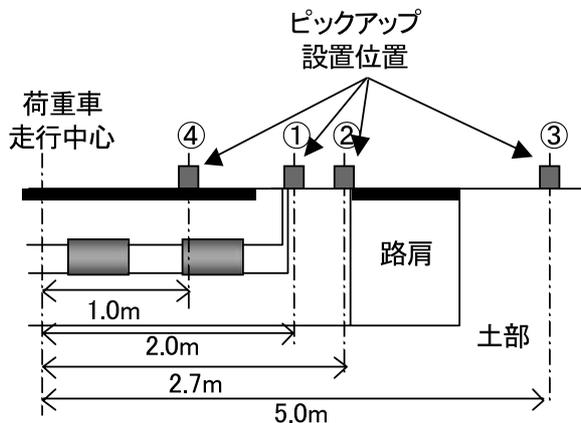
(1) 振動測定の概要

加振源として後軸荷重 58.8 kN, 117.6 kN の荷重車による走行と FWD (Falling Weight Deflectometer) により 49 kN の衝撃荷重を荷重車走行中心位置で載荷した場合の 3 通りとした(写真-5)。振動測定位置は施工延長の中央位置とし、振動測定用のピックアップ

ップは、図—8に示すように荷重車走行中心から1.0 m, 2.0 m, 2.7 m, 5.0 m (加振源が荷重車の場合は1.0 mを除く)の位置に設置して測定した。なお振動測定は、施工直後と促進载荷時で累積49 kN換算輪数が39万, 79万, 119万輪時に実施した。また、比較用として振動軽減型舗装に隣接する密粒度アスファルト舗装工区で同様に測定を実施した。



写真—5 試験荷重車走行状況



図—8 振動測定位置

(2) 施工直後の振動測定結果

施工直後の荷重車による振動加速度レベルの測定結果の一例を表—2に示す。なお、振動加速度レベル値は、測定した振動加速度レベルのピーク値(Z方向)を示しており、10回の測定の平均値としている。表—2は、標準的な舗装である密粒度アスファルト舗

表—2 施工直後の振動加速度レベル

	载荷条件	測定位置 (m)			
		1	2	2.7	5
密粒度 工区	117.6kN	—	74.9	70.3	68.5
	58.8kN	—	74.7	70.7	72
	FWD	90	84.4	80.1	80.9
振動軽減 型舗装 工区	117.6kN	—	66.2	62.8	64.3
	58.8kN	—	67.7	64.0	64.7
	FWD	93	74.4	70.7	64.7

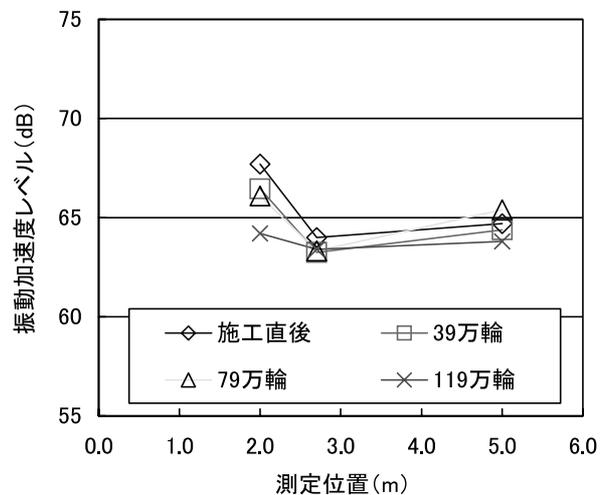
装と振動軽減型舗装の施工後の振動測定結果を比較したものである。表—2より隣接する密粒度アスファルト舗装と比べると路肩部(2.7 m地点)で、試験荷重車による振動加速レベルの軽減は6.7~7.5 dBであり、FWD試験においては9.4 dB軽減していることからかなりの振動軽減効果が確認された。

(3) 促進载荷後の振動測定結果

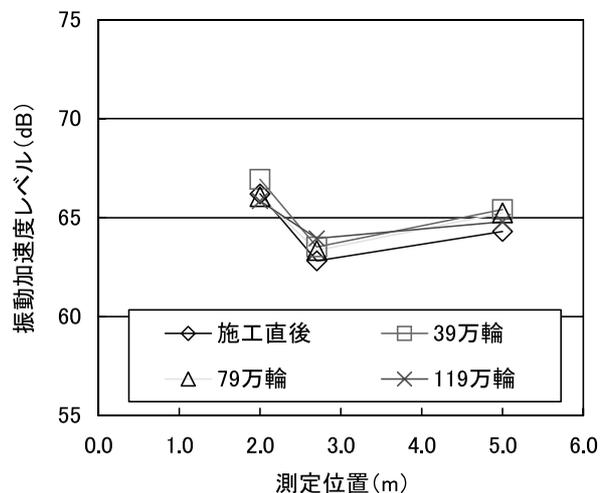
(a) 試験荷重車による測定

施工直後、促進载荷試験で累積49 kN換算輪数が39万輪, 79万輪および119万輪に達した時に、軸重58.8, 117.6 kNに調整された荷重車を走行させ、振動測定した結果を図—9, 10に示す。

軸重58.8 kNの試験荷重車による振動測定では、測定位置が2 mで119万輪通過後の振動加速度レベルに若干の差があったが、2.7, 5 mの位置の各通過回



図—9 促進载荷後の振動加速度レベルの測定結果 (荷重条件: 58.8 kN, 50 km/h)



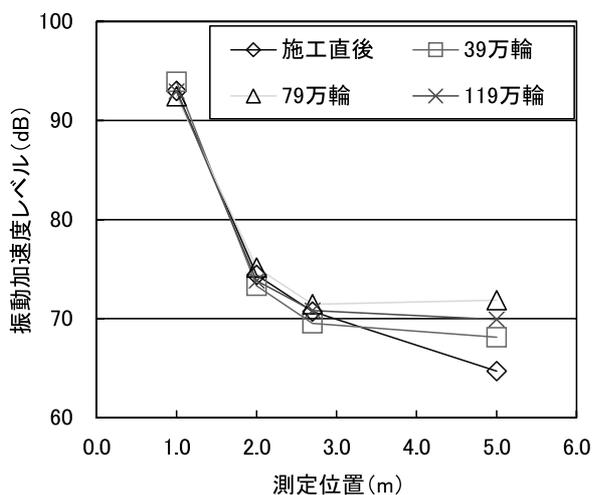
図—10 促進载荷後の振動加速度レベルの測定結果 (荷重条件: 117.6 kN, 50 km/h)

数の振動加速度レベルがほぼ同程度である。また軸重 117.6 kN の試験荷重車による振動測定では、施工直後および各通過回数で振動加速度レベルに差が見られないことから、促進载荷試験により路面性状が変化しても振動加速度レベルが大きく変化することがなく、振動軽減効果が施工直後の状態を維持していると考えられる。

また、走行路の横断方向について比較すると、試験荷重車の軸重 58.8 kN および 117.6 kN の測定では、走行路の範囲外の L 型サイドウォール上である 2.0 m では 66 dB 前後、2.7 m では 64 dB 前後、土部である 5 m の位置では 65 dB 前後であり、走行路の範囲外であれば位置的な差や換算輪数による差がないことが確認できた。

(b) FWD 試験

図—11 は促進载荷による振動軽減型舗装自体の振動特性の変化を把握するために行った FWD による振動測定結果である。これによると測定位置 5 m の地点（土部）では、通過回数毎で若干の差が見られるが、そのほかの測定位置ではほぼ同程度の振動加速度レベルとなっている。このことから振動軽減型舗装自体の振動特性は、促進载荷による変化はほとんどないと考えられる。また、この測定では走行路の範囲内である 1.0 m の位置では振動加速度レベルが 93 dB 前後であることに対し、走行路の範囲外の L 型サイドウォール上である 2.0 m では 74 dB 前後、2.7 m では 70 dB 前後、土部である 5 m の位置では 68 dB 前後であり、走行路の範囲内外でおよそ 19 ~ 25 dB の差が確認で



図—11 促進载荷後の振動加速度レベルの測定結果 (荷重条件: FWD)

きた。

7. まとめ

試験荷重車による振動軽減型舗装の効果は、施工直後において密粒度アスファルト舗装と比べると振動加速レベルで 4.2 ~ 8.7 dB 程度の軽減が確認できた。振動軽減型舗装における耐久性の検証や促進载荷による振動特性の変化を確認した結果、119 万輪の载荷回数で路面の破損もなく、振動軽減効果の持続性も良好であった。

今後の課題としては、この工法の施工単価が非常に高いことや現道における道路周辺地盤の影響を考慮した設計が必要となり適用箇所が限定されることである。今後の方向性として今回の試験舗装をモデル化し、三次元 FEM 解析による設計やシミュレーションによる評価<sup>4)</sup>を確立することで振動軽減型舗装をできるだけ多くの箇所に展開できるよう開発を進めたい。

JICA

《参考文献》

- 1) 土木研究所ほか：交通振動の軽減のための舗装技術の開発共同研究報告書，土木研究所共同研究報告書，[290]，(2003.2)
- 2) 八谷ほか：RCプレキャスト版舗装による空港誘導路の急速補修，土木学会論文集 F，62 [2]
- 3) 伊藤ほか：土木学会舗装工学論文集（第8巻）
- 4) 飯田ほか：路盤以下に面新構造を持つ舗装の振動低減効果の解析，土木学会第58回年次講演会

[筆者紹介]



伊藤 彰彦 (いとう あきひこ)  
ガイアート T・K  
新事業推進室  
RC プロジェクトリーダー



山脇 宏成 (やまわき ひろなり)  
ガイアート T・K  
技術研究所  
主任研究員



福原 義樹 (ふくはら よしき)  
ガイアート T・K  
新事業推進室  
RC プロジェクトチーフ

# 画像に音情報を組み込んだ音源探査装置（音カメラ）の開発と騒音防止対策への活用

大 脇 雅 直・中 島 潤 二

工場や道路のどの部分から音が発生しているかを特定することは、騒音防止対策を検討する上で非常に重要である。マイクロホン間の位相差を用いた音源探査装置を開発した。さらに、本装置に騒音対策を必要とする音源に対して仮想の防音壁を設定し、防音壁の効果の予測を行う機能を持たせた。この音源探査装置の原理、実際の探査例を紹介する。

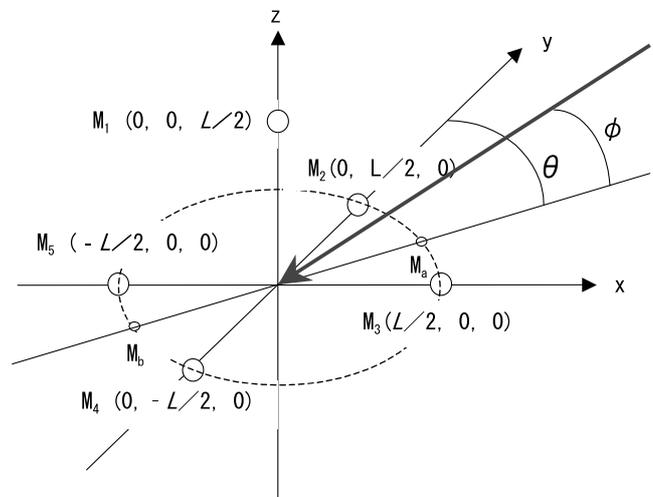
キーワード：音源探査，騒音対策，防音壁

## 1. はじめに

工場や道路のどの部分からどのような周波数特性の騒音が発生しているかを特定することは、騒音防止対策を検討する上で非常に重要である。騒音防止対策を行う必要がある建物部位や機械を明確にすることによって、効果的な対策を検討することが可能となる。しかし施設の敷地が広大であったり、騒音源となる機器が複数存在したりするような場合、音源や対策部位を特定するために多くの時間と労力を要していた。そこで、筆者らは、マイクロホン間の位相差を用いた相関法による音源方向推定式を導出し<sup>1)</sup>、その推定した音源方向を画像上に表示する音源探査装置（音カメラ）を考案した<sup>2)</sup>。さらに、本装置に対策を必要とする音源に対して仮想の防音壁を設定し、防音壁の効果の予測を行う機能を持たせた。この音源探査装置の原理、移動音源である自動車に対して適用した事例および防音壁の効果の予測を行った事例について述べる。

## 2. 音源方向の推定方法

5個のマイクロホンを用いて音源方向を推定する方法を示す。マイクロホンを図—1に示すように配置する。M1～M5はマイクロホン、Lは水平面のマイクロホン間隔とする。ここで、音源はマイクロホン位置から充分離れており、平面波として入射すると仮定する。図—2にマイクロホンM<sub>i</sub> - M<sub>j</sub>間における平面波の進行距離の概念図を示す。D<sub>ij</sub>をM<sub>i</sub>に対するM<sub>j</sub>の時間遅れ(sec)、cを音速(m/sec)とする。M<sub>i</sub>、M<sub>j</sub>を通過する平面波の進行距離はD<sub>ij</sub>・c(m)となる。



図—1 マイクロホンの配置

図—1における水平角を $\theta$  (°)、仰角を $\phi$  (°)とすると、M<sub>2</sub> - M<sub>4</sub>間およびM<sub>3</sub> - M<sub>5</sub>間における平面波の進行距離は式(1)、(2)で表される。

$$D_{24} \cdot c = L \cdot \cos \theta \cdot \cos \phi \quad (\text{m}) \quad (1)$$

$$D_{35} \cdot c = L \cdot \sin \theta \cdot \sin \phi \quad (\text{m}) \quad (2)$$

次に、XZ平面およびYZ平面における進行距離を求めると式(3)、(4)となる。

$$(D_{13} + D_{15}) \cdot c = \sqrt{3} \cdot L \cdot \sin \phi_x \cdot \cos \theta \quad (\text{m}) \quad (3)$$

$$(D_{12} + D_{14}) \cdot c = \sqrt{3} \cdot L \cdot \sin \phi_y \cdot \cos \theta \quad (\text{m}) \quad (4)$$

但し、 $\phi_x$ 、 $\phi_y$ はそれぞれXZ平面、YZ平面に入射する仰角である。ここで、式(3)、(4)の右辺は等しくなるので式(5)の関係で表せる。

$$D_{1a} + D_{1b} = D_{12} + D_{14} = D_{13} + D_{15}$$

$$= \frac{D_{12} + D_{14} + D_{13} + D_{15}}{2} \quad (5)$$

水平角は式 (1), (2) から式 (6) で, 仰角は式 (1), (2), (5) から式 (7) で表せる。

$$\theta = \tan^{-1} \left[ \frac{D_{35}}{D_{24}} \right] \quad (6)$$

$$\phi = \tan^{-1} \left[ \frac{D_{12} + D_{14} + D_{13} + D_{15}}{(2\sqrt{3} \cdot \sqrt{D_{24}^2 + D_{35}^2})} \right] \quad (7)$$

なお, 式 (6), (7) の  $D_{ij}$  は, 2 個のマイクロホンに入力される信号のクロススペクトル  $P_{ij}(f)$  を求め, 対象とする周波数の位相情報  $\psi$  から求めることができる。

$$D_{ij} = \frac{1}{2\pi f} \psi [P_{ij}(f)] \quad (8)$$

但し,  $f$  は周波数とする。

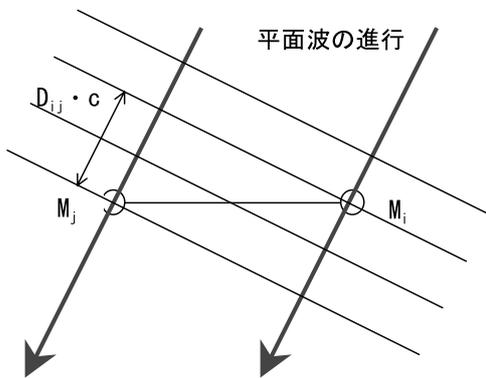


図-2 平面波の進行距離の概念

### 3. 音源探査装置の概要

図-3 に音源探査装置の構成を, 写真-1 に概観を示す。センサ部は5つのマイクロホンと小型カメラから構成されており, カメラから取り込んだ画像の上に音源方向, 周波数, 音圧レベルを○印の大きさで表示するようにしている。5つのマイクロホンの間

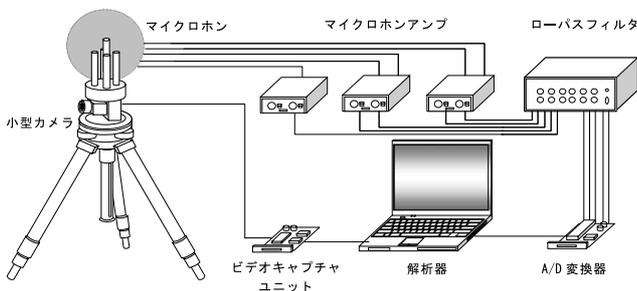


図-3 音源探査装置の構成



写真-1 音源探査装置の概観 (左) およびマイクロホン部 (右)

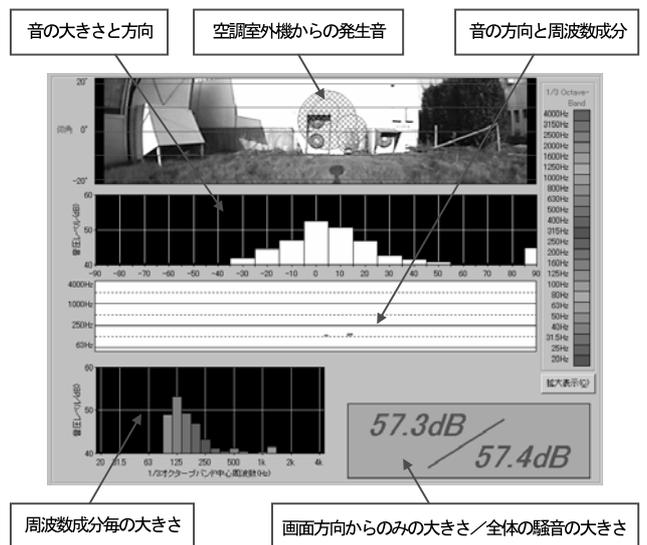
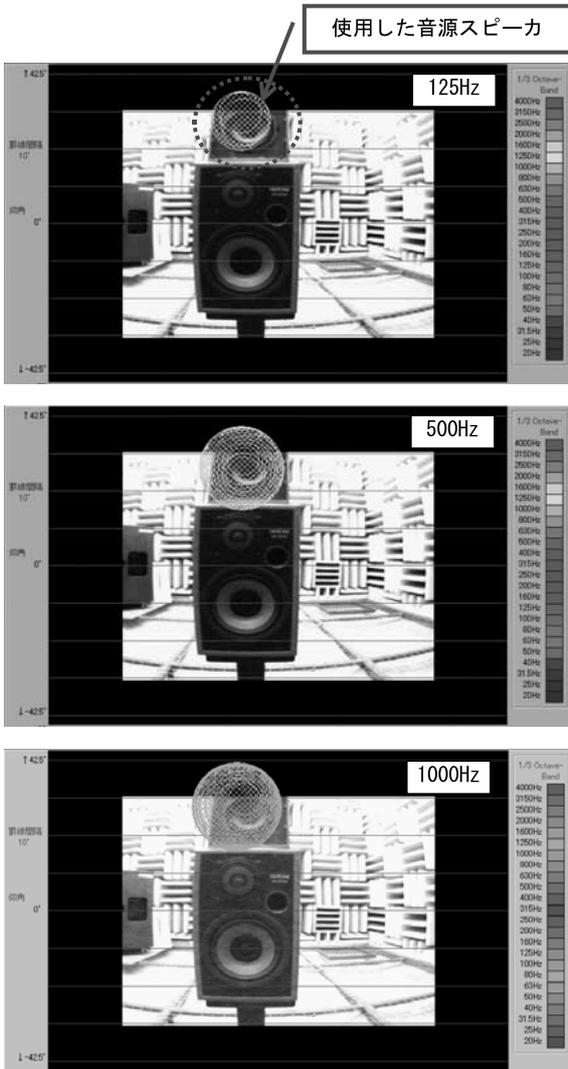


図-4 測定結果の表示例 (屋外: 空調室外機)

隔は各々 35 mm とし, 解析可能周波数の上限は理論上 4,500 Hz となっている。なお, 周波数の下限は, 100 Hz としている。音源探査装置による測定結果の表示例を図-4 に示す。

### 4. 無響室における動作確認実験

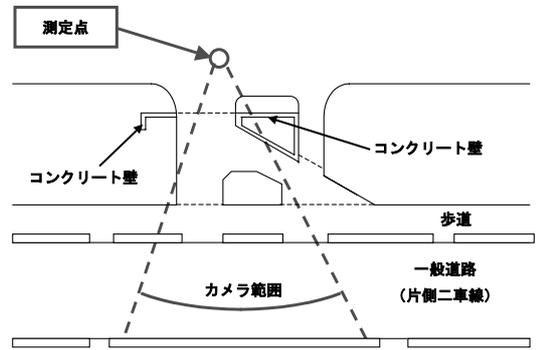
無響室内にフルレンジのスピーカをセットし, 450 mm 離れた場所に音源探査装置のマイクロホンを設置して音源方向の測定を行った様子を図-5 に示す。音源として 100 Hz ~ 4,500 Hz のスイープパルス音を用いた。音源スピーカの画像の上に音源方向を示す○印が表示されている様子から, 各周波数範囲において音源方向を正しく示していることが確認できた。



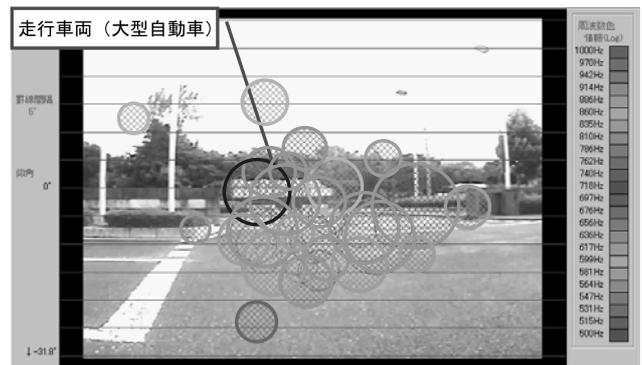
図一五 無響室におけるスピーカ音源の方向推定結果

### 5. 移動音源への適用

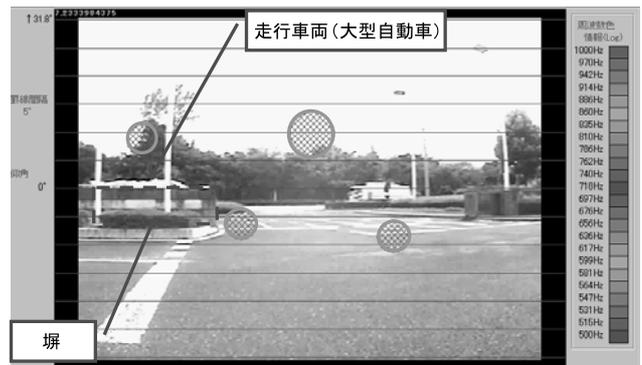
本音源探査装置は、道路交通騒音のように移動する音源に対応するため、測定結果を動画処理して音の発生状況の時間変化を確認することができる機能を持たせている。道路を走行する自動車に対して音源探査装置を用いて測定した例を示す。図一六に測定を行った場所の平面図を示す。大型自動車が走行した場合には、図一七に示すように大型自動車の上に音源方向を示す○印が表示される。次に、この大型自動車が、塀の背後にくると、図一八に示すように音源方向を示す○印がほとんど現れなくなり、大型自動車の走行音が塀によって遮蔽されている様子を視覚的にみることができる。次に、大型自動車が2台走行するときにも両方の自動車に音源方向を示す○印が表示されていることが図一九からわかる。なお、表示画面上で音の大きさおよび周波数帯域を指定することによって、



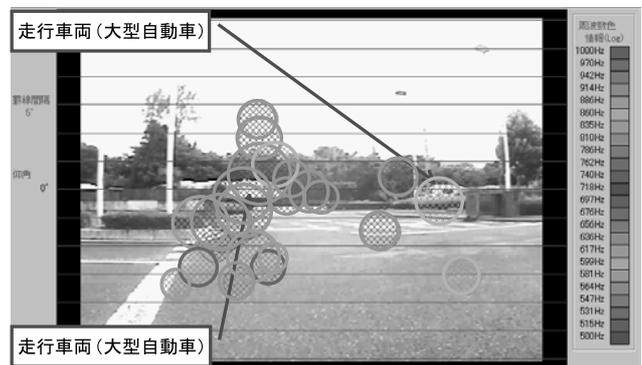
図一六 自動車走行音測定配置



図一七 大型自動車が走行した場合の表示



図一八 大型自動車が塀に隠れた場合の表示



図一九 大型自動車が2台走行している時の表示例

図一十に示すように、大型自動車に比べて音圧レベルの小さい普通自動車では、表示画面上で音の発生方



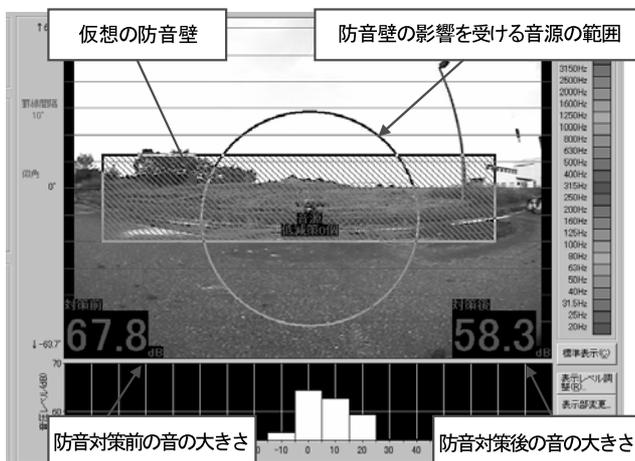
図一 10 設定した音圧レベル以下の場合の表示

向を示す○印を表示させなくすることができる。この機能を用いることによって、たとえば一定の音圧レベルより大きな音を発生させる整備不良車や不正改造車を特定することが可能となる。

### 6. 防音壁の効果の予測

従来、騒音対策を行うには、現地で詳細な騒音調査を行い、騒音源の位置や音の大きさなどの情報を把握していた。しかし、騒音源が近接してある場合には、音源の調査漏れが発生する場合があった。本音源探査装置による測定結果においては、任意の測定点における全方位の音情報を個別に記録することができるため、調査漏れの可能性が非常に小さい。この特性を利用して、本装置の測定結果を用いて防音壁による効果を予測計算することができれば非常に有用であると考えた。

さらに、従来は、防音対策の効果を計算するためには、騒音源の位置や音の大きさなどの情報を騒音予測計算プログラムに入力する必要がある、多くの手間と時間が必要であった。本装置に組み込んだ防音壁の予



図一 11 予測計算の方法について

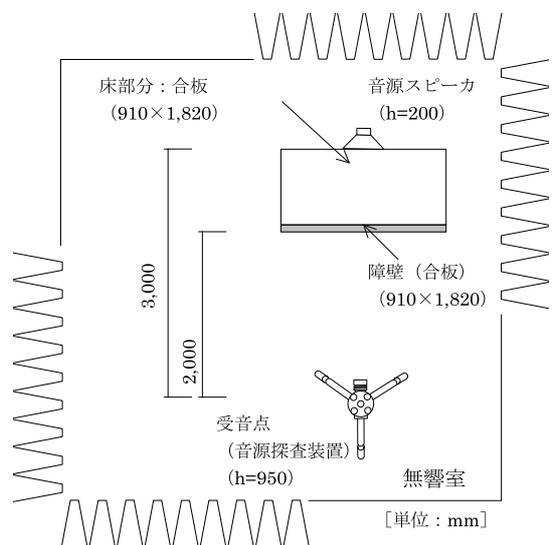
測計算機能は、測定結果の画面上において、図一 11 に示すように防音壁の影響を受ける音源の範囲や仮想の防音壁を設定し、計算に必要な数値をいくつか入力することのみで防音壁の効果を計算することができるようにしており、現地で即座に防音壁の効果を知ることができる。なお、予測計算において、有限長の防音壁による回折効果の計算は山本ら<sup>3)</sup>の提案する方法を用いた。

#### (1) 適用例

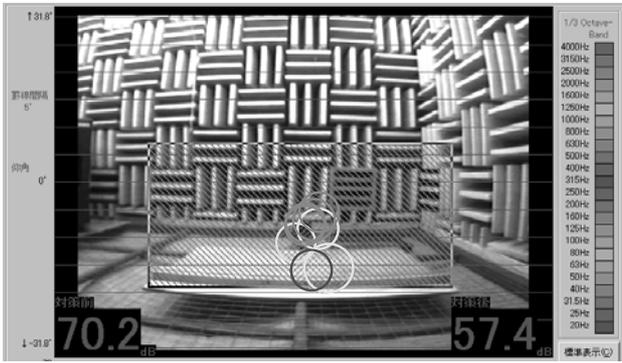
本装置を用いて防音壁の効果を予測計算した例をいくつか示す。図一 12 ~ 13 は無響室においてスピーカ音源 (白色雑音) に対して防音壁の効果を検討した事例である。防音壁は W1,820 × H9,1020 mm 厚さ 15 mm の合板を用いた。図一 14 ~ 15 は屋外に設置したコンプレッサに対して防音壁の効果を検討した事例である。防音壁としては、L 字型配置とし、W2,400 × H2,000 mm (正面) + W2,400 × H2,000 mm (右側面) の防音パネルを用いた。図一 16 ~ 17 は屋外の空調室外機に対して防音壁の効果を検討した事例である。防音壁は L 字型配置とし、W1,000 × H2,000 mm (左側面) + W2,000 × H2,000 mm (正面) の防音パネルとした。いずれも、実際に防音壁を設置した場合の実測結果と防音壁を仮定した予測計算結果の差は 1 dB 以内となり、良い予測精度を示した。

### 7. 音源探査の低周波音への拡張

音源探査装置の測定可能周波数範囲は、100 Hz ~ 4500 Hz である。近年、この下限周波数 (100 Hz) 以



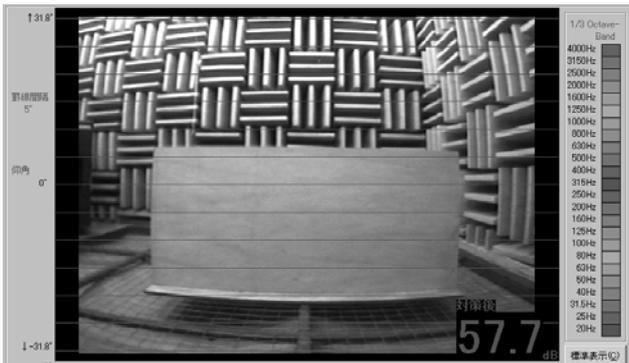
図一 12 無響室における実験 配置図



(予測計算結果)



(予測計算結果)



(実測結果)



(実測結果)

図-13 無響室における例 (スピーカ)

図-15 屋外における例 (コンプレッサ)

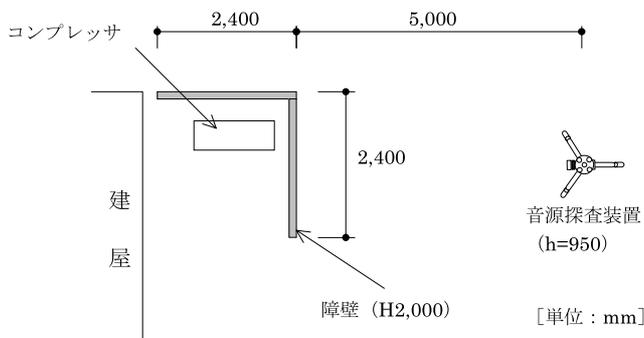


図-14 屋外における例1 (コンプレッサ) 配置図

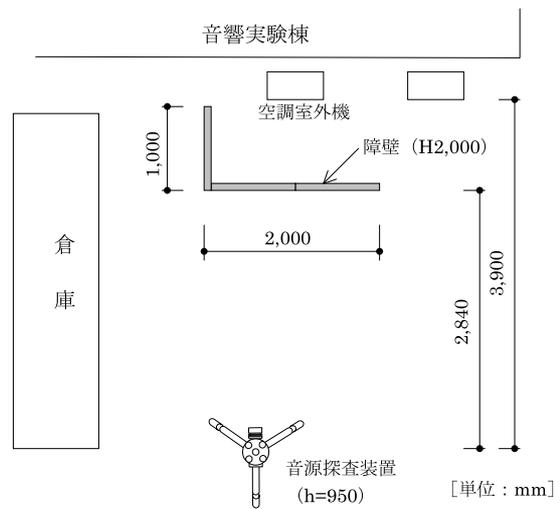
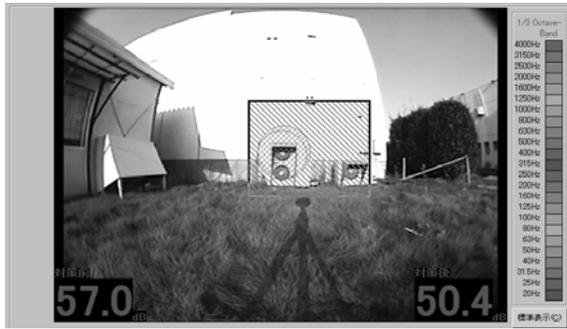


図-16 屋外における例2 (空調室外機) 配置図

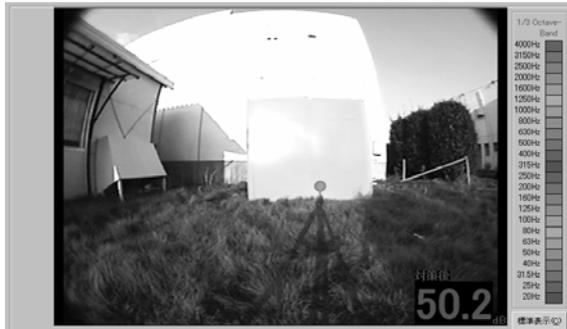
下の音源を探索できるようにするために、写真-2に示すようにマイクロホンの間隔を 300 mm とした装置を開発している。適用周波数範囲は、10 Hz ~ 550 Hz としている。無響室における実験の様子を写真-3に示す。図-18に低周波音発生用スピーカから 16 Hz の正弦波を発生させ、音源の方向を示す○印が表示されている様子を示す。さらに、防音建屋内に低周波音発生用スピーカを設置し、20 Hz の正弦波を発生させた時の測定結果を図-19に示す。防音建屋の扉開口部付近に音源の発生方向を示す○印が表示されていることがわかる。

## 8. まとめ

本装置を用いて、可聴音域や低周波音域における音源の方向、音圧レベル、周波数帯域を特定することができることを無響室および屋外実験によって示した。本装置は、屋外の移動音源 (大型自動車) の追跡や騒音防止対策にも適用できることを示した。本装置は防音壁の遮音効果の予測機能を付加しており、騒音源の調査から騒音防止対策として防音壁の検討まで現地で

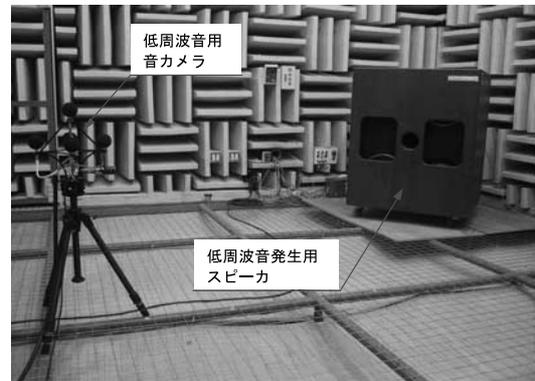


(予測計算結果)

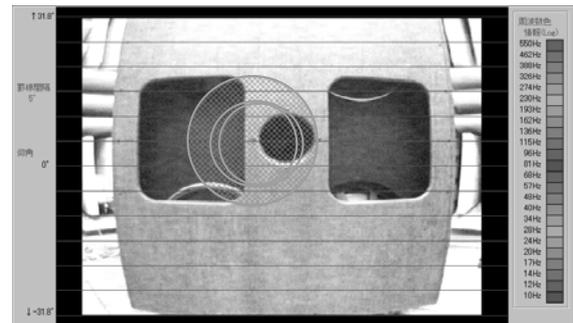


(実測結果)

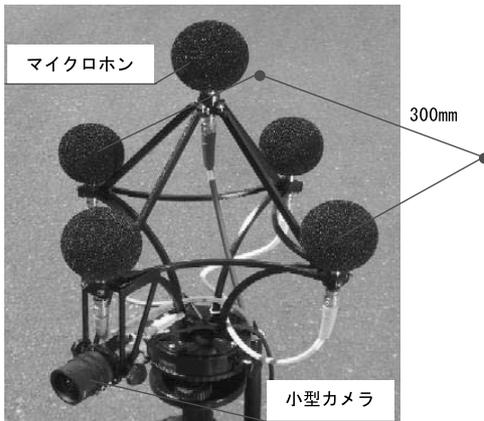
図一 17 屋外における例 (空調室外機)



写真一 3 無響室における実験



図一 18 無響室における実験結果 (16 Hz 正弦波)



写真一 2 マイクロホン・小型カメラ



図一 19 防音建屋の音源方向の表示 (20 Hz 正弦波)

一貫して行うことができる。しかし、現在の装置では、同じ周波数で音圧レベルが同程度の音源が多数ある場合や建物壁面等で音が反射する場合には、1回の測定で音源方向を正しく表示できないため、複数の測定点で測定を行い、音源位置を工学的に判断する必要がある。

本装置の開発は、中部電力㈱、㈱熊谷組、信州大学工学部山下研究室の3者が共同で行っているものである。

JCMA

【参考文献】

- 1) 上明戸昇・山下恭弘・財満健史・大脇雅直・杉山武・澤克紀：倍音を含む純音性音源の方向推定に関する検討—誤差要因の基礎的検討—, 日本建築学会計画系論文集, [542], pp.15-21 (2001.4)
- 2) 野上英和・上明戸昇・山下恭弘・大脇雅直・財満健史・杉山武・和田

浩之：音情報と画像を組み込んだ音源探索システムの開発—5チャンネル音源探索装置の開発—, 日本音響学会講演論文集, pp.857-858 (2001.10)

- 3) 山本貢平・堀田竜太・高木興一：有限長障壁に対する音の回折効果の計算方法について, 日本音響学会誌 50 [4], pp.271-278 (1994.4)

【筆者紹介】



大脇 雅直 (おおわき まさなお)  
 ㈱熊谷組  
 技術研究所  
 居住環境研究部  
 部長



中島 潤二 (なかじま じゅんじ)  
 中部電力㈱  
 発電本部  
 土木建築部建築グループ  
 専門課長



## 持続可能な環境社会を築くために

### —誰でも何処でもできるビオトープづくり—

養父志乃夫

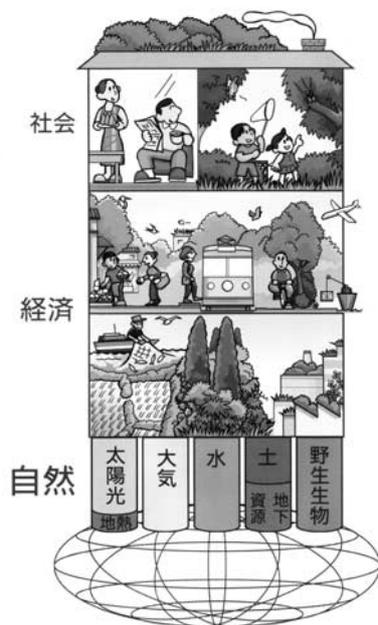
近年、新聞やテレビで度々報道されているように、大気中の炭酸ガス濃度の上昇、気温の温暖化、食糧・エネルギー問題、異常気象、生物の絶滅による生物多様性の減少など、地球の自然環境が足元から崩れかけ始めていることが周知の事実として理解されるようになった。経済社会は生態系の掟の上に成り立っている。これまでも増して持続的な環境社会を構築していくために、市民自らが市街地や里地、里山で地道に取り組むべき課題についてビオトープをテーマに整理した。

キーワード：ビオトープ、生態系、生物多様性、野生絶滅、地球環境問題、自然再生

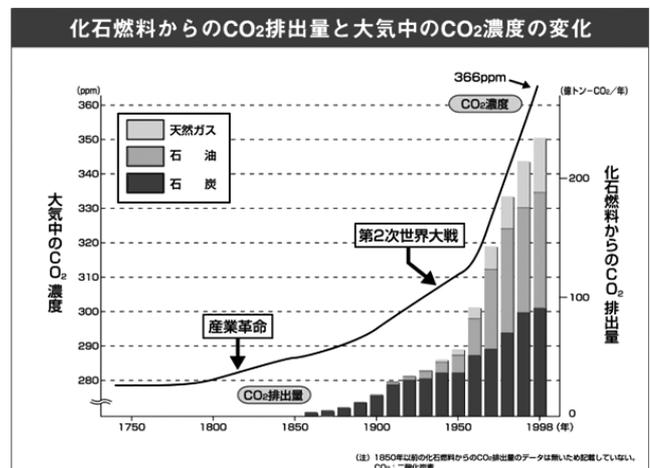
私たちが毎日お世話になっている経済社会は、太陽エネルギー、水、土、大気とともに、動植物が作り出す生態系の掟の上に成り立っている。我々は、空気、水、食料、建築材などの必需品を生態系のなかでのお裾分けとして授かってきたのである。健全な大気と水、食料を享受し、豊かな人間社会を持続するためには生態系の掟を守る義務がある（図—1）。オオカミが絶滅し、キツネなど捕食力の強い大型動物が減少した日本列島では、シカやイノシシなどの個体数を調節するには、最終的に人が天敵になって捕獲する必要がある。そうしないと増えすぎた動物は、自然環境のなかに息づいた餌としての植物や生物を食べ尽くし、人が食料

として育てた作物に被害を与える。すでに各地の里山では野生動物が作物を狙って行動圏や生活スタイルを変えつつある。

生態系の掟を軽視した経済活動を展開してきたため、大気中の炭酸ガス濃度の増加をはじめ（図—2）、気温の温暖化や食糧・水問題、絶滅危惧種・絶滅種の増加など様々な問題を表面化させている。日本の里地、里山に広く生息していたトキやコウノトリは絶滅した（写真—1）。2種ともに外国から親鳥を譲り受け、再び野生で舞い飛ぶ姿を目指し増殖活動の真最中である。絶滅した生物を野生で繁殖できる状態まで育成するには、個体の増殖だけではなく餌場や隠れ家、営巣地など生息地の自然環境を再生させる必要がある。これには長い年月と多額の費用、知恵、労力を要する。また、秋の七草として古くから親しまれてきたキキョ



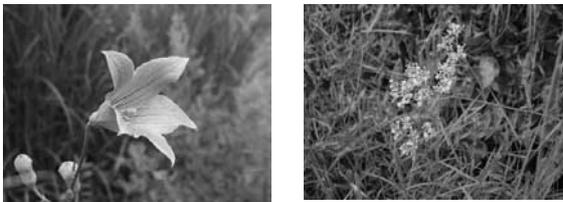
図—1 地球の自然環境が生活や経済社会のベースである  
（財）日本生態系協会「エコシステム」より引用



図—2 大気中の二酸化炭素濃度の増加  
「原子力図面集」電気事業連合会、2002-2003より引用



写真一 絶滅した最後のトキ、愛称キンの剥製と慰霊碑（新潟県佐渡市）



環境省絶滅危惧Ⅱ類のキキョウ（2000年8月、香川県満濃町にて）  
環境省絶滅危惧Ⅱ類のオミナエシ（2002年9月、新潟県長岡市にて）  
写真二 絶滅危惧種になった秋の七草のキキョウとオミナエシ

ウヤオミナエシも（写真二）、かつて子供達の遊び相手であったメダカやゲンゴロウも絶滅危惧種である。このままでは日本人の心のふるさとである自然環境が減ってしまう。

環境省の資料によると、わが国で絶滅、または野生

絶滅した動植物の種数は、既に100種を超え、適切な保全対策を講じないと近い将来、絶滅の危機に陥る「絶滅危惧種」、「準絶滅危惧種」の種数は3200種を超える（表一）。この背景には里山や農地の利用の変化、大規模な造成工事等が深く関係していると考えられる。

国土交通省の資料によると、わが国では昭和46年から平成11年までの約30年間のあいだに丘陵地や農地を造成して計約37万ha（毎年約12,750ha）の宅地等を建設した（図一3）。また、農林水産省の資料によると、花粉症で名高いスギ、ヒノキ人工林の面積は、天然林の伐採や農地の転用によって、昭和41年から平成11年までの33年間に約200万haも増加（毎年約6万ha増）した（図一4）。これらのことを反映して農地の面積は昭和36年の約620万haに対し、平成6年には約508万haになり、33年間で実に約110万ha（毎年約3.3万ha減）も減少した。

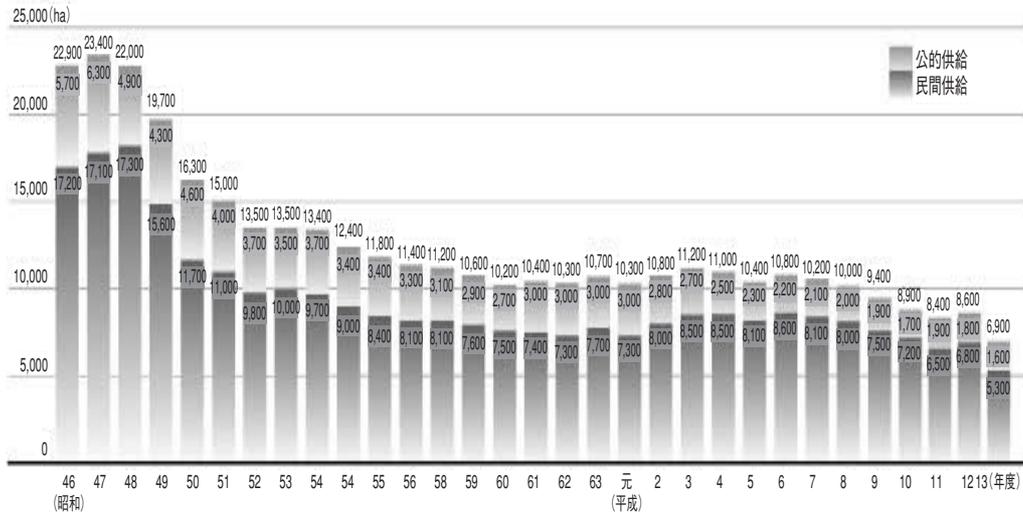
生態系の掟を遵守しない場合には、経済社会も持続しないといわれる。持続可能な環境社会を実現するためには、生物の多様性を維持し、食物連鎖を基礎とする生態系を守ることが第一である。このことは日本だけではなく世界の国々に共通することである。平成5年に「種の保存法」、平成14年に「新・生物多様性国家戦略」が発効し、平成15年「自然再生推進法」が施行され、多様な主体の共同参画で自然再生を進めることが法令化された。

都市、農村、中山間地、個人や仲間、年齢を問わず、

表一 日本の絶滅危惧種一覧

分類群	評価対象 総種数 (a)	絶滅 EX	野生絶滅 EW	絶滅危惧種 CR + EN + VU(b)	準絶滅危惧種 NT	情報不足 DD	(b/a)	
動物	哺乳類	約 200	4	0	48	16	9	24.00%
	鳥類	約 700	13	1	90	16	15	12.90%
	爬虫類	97	0	0	18	9	1	18.60%
	両生類	64	0	0	14	5	0	21.90%
	汽水・淡水魚類	約 300	3	0	76	12	5	25.30%
	昆虫類	約 30,000	2	0	139	161	88	0.50%
	陸・淡水産貝類	約 1,000	25	0	251	206	69	25.10%
	クモ類・甲殻類等	約 4,200	0	1	33	31	36	0.80%
	動物小計		47	2	669	456	223	—
植物等	維管束植物	約 7,000	20	5	1,665	145	52	23.80%
	蘚苔類	約 1,800	0	0	180	4	54	10.00%
	藻類	約 5,500	5	1	41	24	0	0.70%
	地衣類	約 1,000	3	0	45	17	17	4.50%
	菌類	約 16,500	27	1	63	0	0	0.40%
	植物等小計		55	7	1,994	190	123	—
動物・植物等合計		102	9	2,663	646	346	—	

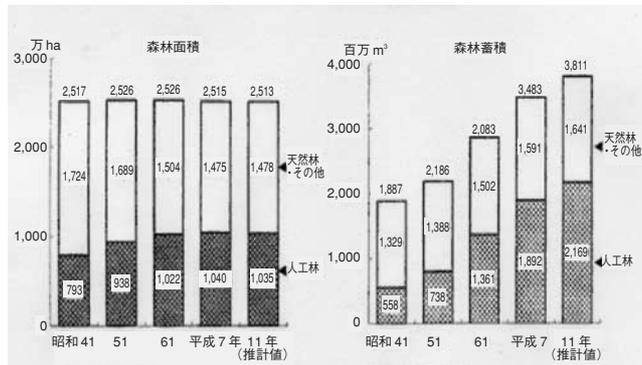
・種数には亜種・変種を含む  
・カテゴリ（EX, EW等）の説明は、前ページ「IUCN レッドリスト」の分類表参照  
・出典：「新・生物多様性 国家戦略」環境省 2002



資料：国土交通省推計による。

- 注： 1. 公的供給とは、都市基盤整備公団、地方公共団体等の公的機関による供給であり、これらの機関の土地区画整理事業による供給を含む。
- 2. 民間供給とは、民間宅地開発事業者、土地所有者等の民間による供給であり、組合等の土地区画整理事業による供給を含む。

図一3 わが国における近年の宅地・産業用地の開発実績



図一4 わが国における近年の人工林の増加実績

資料：林野庁業務資料

注：合計と内訳の計が一致しないのは、四捨五入による。



写真一3 屋上菜園 (2005年, 東京都港区)



写真一4 水鉢一つからのビオトープづくり (2002年, 和歌山県橋本市内)

誰でもどこでも地球環境問題に取り組むためにビオトープづくりを行うことができる。マンションのベランダや屋上、外構の植栽、軒先などその空間は様々である。ビオトープは植木鉢1つ、水鉢1つからでもできる(写真一3, 4)。トマトやナス1株の栽培でも立派なビオトープに発展する。マンションではベランダや屋上がビオトープに生まれ変わる。写真一5は大阪市内のマンション屋上の田んぼである。ヒートアイランドを緩和し、生物のビオトープネットワークの中継点になる。さらに食料としてのお米を収穫し、住民同士の交流の場や子供達に生きるための知恵を伝授するためにも役立つ。写真一6は、板橋区保健所屋上でのコンテナを使った果樹の小林と水辺ビオトープの設置状況である。1年もするとショウブやカキツバタなどの水草が成長し、サンショウやブルーベリー、キンカンが収穫できる。果樹にはテントウムシやチョウの幼虫などが定着し、水辺にはシオカラトンボやアカト

ンボなどの生物が住みつき小さいながらも生態系が再生してくる。

戸建て住宅では、庭や家庭菜園、駐車場、軒先など対象範囲が広がる。図一5は、筆者が実践するホームビオトープの平面図である。家庭菜園や果樹園、ビオトープ池、堆肥場、樹林地などから構成されている。



写真一五 マンション屋上での水田と田植え (2003年, 大阪市天王寺区)



写真一七 ビオトープガーデンでの植栽例 (新潟県上越市)



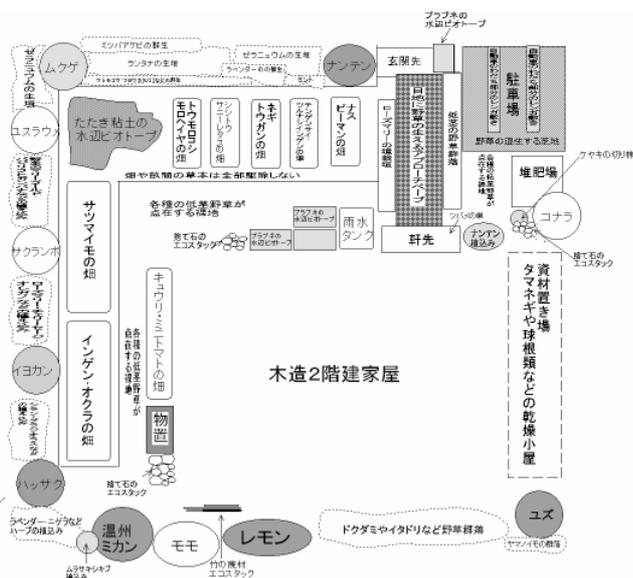
写真一六 ビル屋上でのコンテナを使った小ビオトープづくり (1996年, 東京都板橋区内)



写真一八 ビオトープ菜園 (大阪府岬町筆者宅)



写真一九 ビオトープガーデンの堆肥場の例 (名古屋市名東区)



図一五 ビオトープガーデン平面図の例 (大阪府岬町筆者宅)

家族は野菜や果物を生きものと分かち合い暮らしている。できる限り食物連鎖で成立する生態系を再生するには、自宅の面積や形状等に応じ、面積は小さくと



写真一〇 ビオトープガーデンの池で羽化したクロスジゲンヤンマ (大阪府岬町筆者宅)

も林や果樹園、菜園、草地、水辺、堆肥場をセットで作るのが効果的である(写真7～10)。

幼稚園や小中学校、高校などの教育機関では、生徒、教職員、保護者、地域の市民等が連携し学校ビオトープや園庭ビオトープを実践すると、教科教育や自然再生だけではなく、自然環境に対する生徒の思いや考え方を醸成できる(写真—11)。最近では2年に1回、学校ビオトープコンクールを開催し、優れた自然再生活動を行う学校を表彰する制度がある。問い合わせ先は、(財)日本生態系協会 (<http://www.ecosys.or.jp/> / [eco-japan/](http://eco-japan/) / 電話 03-5951-0244) である。



写真—11 学校ビオトープづくりに取り組む児童たち(和歌山県橋本市立応基小学校)

厚生労働省の推計では、将来、日本の人口は減少し2050年に1億人、2100年には6千万人まで減るといわれている。将来に不要な開発行為を最小限に慎み、各地に放置された造成跡地では積極的に自然再生していく必要がある。和歌山県みなべ町ではかつての造成地に100年の森を再生するため、市民と行政が一体でプランを練り広葉樹の植林をはじめている(写真—12,13)。

化石燃料や化学肥料の普及によって荒れ放題になった里山林では、積極的に下刈りや間引きなどの手入れ



写真—12 造成跡地における自然林の再生事業(2006年、和歌山県みなべ町)



写真—13 造成跡地における自然林の再生植林活動(2006年、和歌山県みなべ町)

を行い、季節を告げる野生草花などを回復させ、子供たちが胸ときめかせるクワガタムシなどの生息地を再生することも重要な課題である。手入れの過程で、薪や柴、堆肥のもとになる落葉、山菜や野生果実など生活の糧となってきた様々な収穫物を入手できる。このような里山での実践活動は、NPO法人日本自然学習実践センター里やま学校(上越市、写真—14)、NPO法人日本自然環境学習センター(和歌山市)、みさき里山クラブ(大阪府岬町、写真—15)等々、全国各地で繰り返されている。これらの活動は、燃料や食料、水などについて持続的な生活のあり方を次代



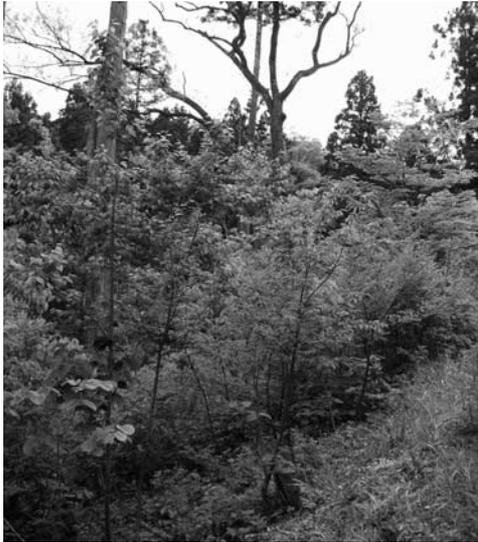
写真—14 里山の手入れで採取した落ち葉でカブトムシ幼虫の生息地を再生する堆肥場づくり(新潟県上越市)



写真—15 里山の手入れで採取したツルでリースを作る里山クラブ参加者(大阪府岬町)

へ伝える場としても重要である。

広く天然林を伐採して造林された各地のスギ、ヒノキ人工林は、木材価格の低迷や労働力の高齢化、都市への流出で手入れが行き届かず荒れ放題である。放置状態の人工林や成長不振の造林地では自然林を再生していくことが課題である。前掲の日本自然学習実践センターでは、不成績造林地に密生化したスギを除伐して天然林を再生している（写真—16）。



写真—16 年数をかけて天然林に転換される元スギ人工林

農村では、安全安心で生きものを育む無農薬、無化学肥料栽培を行うことでビオトープを再生できる。兵庫県豊岡市ではコウノトリの試験放鳥を契機に、農民、市民、行政が一丸となって、魚道等によって河川と水路、田んぼ間のビオトープネットワークを回復させ、無農薬栽培や中干し延期、冬期湛水田することで田んぼビオトープを拡大している（写真—17）。大食漢のコウノトリは1羽につき1日で500～700gの生物を食べる。このような水田では、ドジョウやカエル、タイコウチなどの水生生物が数多く発生しコウノトリの胃袋を満たすことができる。コウノトリに限らず食の



写真—17 水生生物を育む豊岡の無農薬無化学肥料栽培水田と落水・中干し時の保護プール

安全性や地域絶滅に向かっているタガメやゲンゴロウ、ダルマガエルなどの動植物を守るため、一般営農水田でもぜひ展開する必要がある。

機械化が進まず農民の高齢化が進む里山では、耕作放棄地が増える一方である。新潟県上越市頸城区や和歌山市山口地区では、トノサマガエルやニホンアカガエルなどの地域絶滅を避け安全安心なお米を作るため、市民と農民が共同作業で休耕田を復田し無農薬無化学肥料で稲作をはじめた（写真—18）。生きものはウソをつかない。我々人間の努力に応じ、田んぼが様々な生きものを育むことを教えてくれる（写真—19）。このような伝統的な栽培方法をとることで世代



写真—18 自然再生田んぼでの稲刈り



写真—19 自然再生水田で育つトノサマガエルの子供



写真—20 稲刈り合間の休憩時間、世代を越えた交流が五感で進む

を越えた人の交流が生まれ、生きていくためのわざを次代に伝えることもできる（写真—20）。

食品リサイクル法が施行されたとはいえ、日本の食品廃棄物は年間1136万トン、食糧自給率はカロリーベースで40%ほどである。毎年日本国内と沿岸にこの有機物が堆積し、今後も続くと富栄養化が過剰に進み生態系の掟を破ってしまう。外国からの窒素、リン酸、カリ肥料等の輸入を抑制し、食品廃棄物は堆肥と

して循環し、自分の食べるものはできる限り自分で作るよう心掛けることが重要である。

筆者は、広く市民がビオトープを実践していくために、(社)農山漁村文化協会から一般向けの解説書を出版している（図—6）。家庭でビオトープづくりを進めるには、「ホームビオトープ入門」、市民・行政・地域が一体でビオトープづくりを進めるには「ビオトープ再生技術入門」、農地のビオトープ化を目指すためには「田んぼビオトープ入門」、里山のビオトープ再生を進めるためには「荒廃した里山を蘇らせる—自然生態修復工学入門」がある。ご一読いただき、生態系の掟を守り持続可能な環境社会を実現するためにご活用をお願いしたい。ビオトープづくりを担う市民や行政、技術者のなかで、一定の知識や経験を有する方に資格（ビオトープ管理士、計画部門、施工部門）を認定する制度も確立されている。

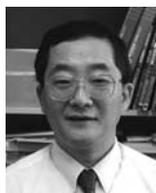
JICMA



図—6 広く市民がビオトープづくりを行うための入門書

【筆者紹介】

養父 志乃夫（やぶ のぶ）  
和歌山大学システム工学部



ずいそう

## 「社会人を芸大の1回生として迎える」

水野 収



工学系大学院を出てから、企業の研究室へ入れてもらうものの、画家の家に育った自分には、何か合わないものを感じていた。かねてから燻っていた画家（日本画）への道を志すべく芸大への受験準備に入る。幸いにも26才で合格し、描ける実力をつけるためにゼロからの出発をする。後になって気付き出すのが、描くことは右脳つまり感性の技、しかし最初は左脳つまり理屈で描いていたようだ。すなわち客観視であった。美しいものを美しいと感じ、そのように描けるようになるのに、10年以上要したと思っている。しかもまだ、修行中と言って良い。20年以上、長期にわたって左脳だけに繋がっていた利き腕は、私の場合10年以上をかけて「徐々に」なのか「ある時ふと」なのか良くわからないが、少しずつ右脳と繋がりはじめたように思う。同級生の特に女性達は、初めから右脳で手が動いているように思えた。羨ましかった。4回生で日展に初入選できたことは、8才年下の感性豊かな同級生達が横で描いているのを見るのが出来たからだと思う。自分にとっては、想定外のやり方をしているのである。

その後、入落を繰り返し、40才頃であったか、3回

連続で落選した。何か大きな壁に当たり、腕いた。その結果、再びゼロからの出発を決意し、中国から西へと中央アジアの一人旅を毎夏しつつ写生を蓄えた。そして新たな表現をめざして制作を続けた。再び入選するようになり、それが10年以上続くと、中国西域を取材する画家として認識されるようになった。目下、絵画教室で、或いは芸大というところで社会人（多くは50才以上）の指導もさせてもらっているが、利き腕が左脳から右脳に繋がり変わるのに、やはり10年位を要すると感じている。定年後何か感性を伴う生涯学習として、作品制作を志ざされる方は、どうかこのことを思い出し、長く諦めずに、続けてほしいものである。真に「継続は力なり」と言えるようである。

私の場合、鉛筆のHBぐらいの硬さで筆圧をかけると文字を書く方（左脳）に繋がりはじめ4B～8Bの柔らかい鉛筆を軽く持つと、感じた線の表情を感じた様に描ける（右脳）に繋がるように思う。自分なりにそういうswitching法を見い出すと新たな世界が開けるのではないだろうか。楽しく試みて下さい。

—みずの おさむ 日展日本画会友（無鑑査）奈良芸術短期大学講師  
京都造形芸術大学通信部講師 朝日カルチャー大阪教室講師—



ずいそう

## 披露宴

鈴木基行



職業柄、結婚披露宴の主賓や乾杯の発声を頼まれることが多いが、最初に主賓を依頼されたのが30歳くらいのときの助手のときである。読者の方々にそんな年で主賓を依頼された方は恐らくいないであろう。新郎は研究室の教授に主賓を依頼したのだが、同じ日に他の結婚式に招かれていて、私にお鉢が回ってきたのである。当時、何を話したか全く覚えていないが、そのときの新郎新婦の子供が、親と同じ大学に入り、同じく土木工学を志望し、さらに同じく当研究室を希望してきたときにはびっくりした。その彼ももうすぐ大学院を修了し社会人となる。

披露宴に招かれ同じ話をするわけにもいかない。なぜなら、同期の友達から近い将来、披露宴に招待を受ける可能性があり、そこでまた同じような話はできないのである。私は研究室に配属になった4年生には作文を書かせている。「これまでの人生を振り返り、大学卒業後の希望・理想・夢とする技術者像など何でも良いから記述せよ」との宿題を1ヶ月後に提出させている。皆まじめに記述してくる。土木を志した動機、これから就きたい職業・職種とその理由、将来の自分の技術者像、社会状況の分析などきわめてまじめに考えてきている。大学に入りこのような作文を書くのは、たぶん初めてであり、2000字程度の文章にも四苦八苦している努力のあとが見られる。実は、教え子の結婚式に招待を受けたときには、この作文を読み直して話す内容を考えることにしている。そうすれば同じ話をせずにすむわけである。また、改めて学生の作文を読み直してみるとなかなか良いことを書いているなあ、と感心することもある。

これまでに、披露宴に何十回となく招待を受けていて、いろいろな方々の話を伺っていて、今でも覚えている話が2つある。紹介してみたい。

一つ目は「悪魔」の話である。知っておられる方もいるかもしれないが、紹介してみたい。結婚式の披露宴に「悪魔」の話は不謹慎と怒られる方もおられるかもしれないが、これは私が初めて友達の披露宴に出席した時の、その友達の伯父さんの祝辞であり、とてもいい話であったので今でも覚えている。

人間には5匹の悪魔が棲んでいるそうです。「おこ

る悪魔」、「いばる悪魔」、「あせる悪魔」、「くさる悪魔」そして「まける悪魔」の5匹だそうです。これらの悪魔を呼び出すのは簡単で、「おいあくま」と呼べばよいそうです。ちなみに「おいあくま」は5匹の悪魔の名前の頭文字をとって並べたものです。これら悪魔は普段は見えない所に潜んでいるのですが、何かの拍子に面（おもて）に出てきて本性を現し、人間関係をぎくしゃくさせたり、判断力や思考力を損ねさせたりする羽目になり、やがて自暴自棄の状態に陥ってしまうそうです。したがって、そうならないようにするためには、この5匹の悪魔が暴れないように鎮めなければならないが、比較的簡単な方法により鎮めることができます。これらの「悪魔」の好物は「菜っ葉」であり、悪魔が暴れそうになったときには「菜っ葉」を与えればよい、との話であった。どういうことかと思ったら、「菜っ葉」は「菜(ナ)」で、5匹の悪魔に「ナ」を与えればよいとのことであった。「ナ」を与えれば「おこるナ」、「いばるナ」、「あせるナ」、「くさるナ」そして「まけるナ」となり、悪魔はたちどころに鎮まるとのことであった。この話は、これまで時々思い出しては反省しているが、なかなか実践できない。私の体には相変わらず5匹の悪魔が棲み続けているようである。

二つ目の話は、昨秋の披露宴でのことである。宴もたけなわになって、新郎の親戚の方々が心あたたまるお祝いの歌を歌い終わったところで、人生経験豊かな伯父さんが「オイ、@@（新郎の名前である）、大変なのはこれからやで」と、コブシをまわし、大阪弁でまくし立てたので、参列者一同賛同の拍手であった。結婚式や披露宴ではお祝いの言葉や励ましの言葉が溢れるが、これからの人生の大変さ、厳しさをこれほど直接的に如実に表現した言葉や表現はなかった。印象に残る披露宴であった。

昨今、土木業界をめぐる景気や状況はきわめて悪く、他の業界に比べてなかなか希望が見えてこない。しかし、土木技術者の使命や役割は以前にも増して重要となっており、新規の社会基盤施設の計画・設計・施工・維持管理に加え、莫大な数に及ぶ既存構造物の維持管理や補修・補強など以前には考える必要のないこ

とまで考慮しなくてはならなくなっている。特に、地震や津波、土砂災害、洪水など多種多様な巨大自然災害に対し、被害を少しでも軽減させる技術は土木工学であり、担うのは土木技術者である。今後もその使命に変わりはない。土木工学を学ぶ学生や社会に巣立

っていく卒業生が、初心を忘れず、その使命に向かって誇りと自信をもって立ち向かっていただきたい、と心から願っている。

—すずき もとゆき (社)日本建設機械化協会 東北支部 支部長  
東北大学大学院工学研究科教授—

## 建設機械ポケットブック ＜除雪機械編＞

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

監修／国土交通省北海道開発局事業振興部機械課

発行／社団法人 日本建設機械化協会

目次

1. 整備点検のあらまし
2. 除雪トラック

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

●パスポートサイズ／87ページ

●平成17年9月発刊

●定 価

1,000円（本体953円）送料250円

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

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

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

## JCMA 報告

## 冬期ボランティアのための 除雪機械運転教育を行いました

(社)日本建設機械化協会北陸支部

平成16年10月の中越大震災その後の豪雪等の教訓を踏まえ、ボランティア活動が重要視されています。その人材育成のため中越防災フロンティアでは、「越後雪かき道場」として屋根雪処理などのボランティア教育が実施されております。



北陸支部青木企画委員長の講義



一人で操作できるようになりました



雪山を越えるのに苦労しました



良い経験となりました

日本建設機械化協会北陸支部では、その教育の一環としてボランティアが操作できる除雪機械の運転教育を昨年に引き続き北陸地方整備局及び会員会社（中日本キャタピラー三菱建機販売(株)、(株)星野自動車工業）のご協力を得て実施しました。

当協会の地域貢献として、中越大震災で仮設住宅用の除雪機械の提供に次いで支援事業として、今後も社会貢献を果たして参ります。

### 教育内容

- (1) 3t未満ホイールローダの特別教育
- (2) 小形除雪機の安全運転教育
- (3) 教育期間 平成20年1月19日～20日  
2日間（1日目講義，2日目実技指導）
- (4) 会場 新潟県長岡市山古志 あまやち会館ほか
- (5) 参加者 関西，新潟地区ボランティア 11名

JCMA

CMI 報告

# 新方式の急勾配法面除草機械

加藤 弘志

## 1. はじめに

急勾配法面における除草工に従来の自走式除草機械を適用した場合、転倒の可能性があるため、作業の安全性が確保できないため、ロングリーチ式除草機械または肩掛式で行われている。

しかし、天端道路から作業を行うロングリーチ式除草機械は車体幅が広く、交通量の多い道路では一般交通に与える影響が大きいため、現状では肩掛式に頼らざるを得ず、除草コストを押し上げている。また、急勾配法面における肩掛式による除草工は、作業者にとって法面上で長時間にわたり無理な姿勢を強いられる苦渋作業であるとともに、常に転倒・転落の危険を伴う。

本稿は、上記問題を解決するために、当研究所が国



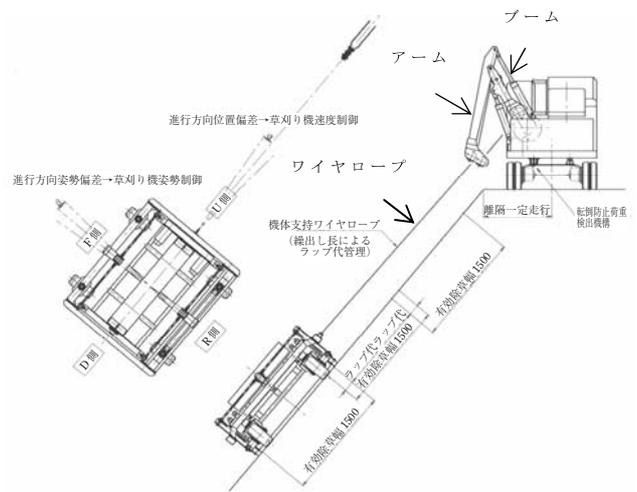
写真—1 開発機

土交通省中国技術事務所の委託を受けて、H15～17年度の3カ年で開発を行った、急勾配法面に適用でき、かつ刈高の均一化が可能な急勾配法面除草機械(以下、開発機という)について紹介するものである。

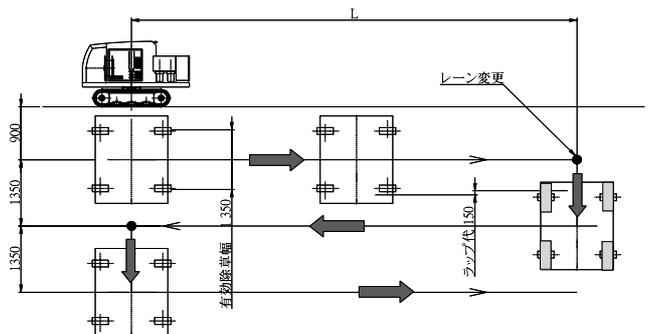
## 2. 開発目標

### (1) 適用法面

法勾配 60° までの急勾配に対応可能とした。また、急勾配法面の法長は 10 m 未満であることが多いため、開発機を適用する法長は最大 15 m とした。



図—1 作業方法



図—2 作業パターン

### (2) 施工品質

施工品質は、刈高の均一性および刈ムラ・刈残しの有無で評価される。前者は法面の不陸により、後者は不陸に加えて機械の直進性により影響を受けるので、開発機の施工品質に関する目標を次のとおりとした。

- ①不陸に対する草刈機の追従性の確保
- ②機械の直進性の確保

### (3) 施工能力

方向転換に要する時間を短縮するため、草刈機はカッタの回転方向も逆転できる構造とし、前後進で作業を行うものとした。開発機の施工能力は、現在使用されている遠隔操縦式の70%程度(5,500 m<sup>2</sup>/日)を目標とした。

### (4) 安全性

#### ① 開発機の転倒・転落に関する安全性

開発機は、法勾配60°の法面において通常の作用外力に対して1.15以上の転倒安全率(滑動防止車)を確保するものとして設計した。

#### ② 作業者の安全性

運転は平坦地で遠隔操縦により行うものとした。

### ③ 飛石等の飛散防止

草刈機周囲を遮蔽し、高速回転するカッタが小石等を跳ね飛ばしても草刈機の外へ飛散しない構造とした。

## 3. 開発機の主な特徴

### (1) 作業方法

滑動防止車は、支持ブームおよびアームとウインチ駆動のワイヤロープにより草刈機を法面に保持しつつ天端道路を前後進方向に自走する。法面上の草刈機的位置はワイヤロープの繰出し長さで制御する。

作業者は平坦な路肩にて、滑動防止車を無線操縦するため、急勾配法面上における転倒・転落の危険性や

表-1 実用機の主な仕様

除草機械の形式		無線遠隔操縦式滑動防止車同調型自動草刈装置		
性能	最大適用法面	法勾配60°以上, 法長15m以上(小段乗り越え可能)		
	最大除草幅	1,500mm以上		
	処理能力	5,500m <sup>2</sup> /日(5.5h)以上		
	本体寸法(平地標準状態)	1,850mm(L)×1,950mm(W)×920mm(H)以下		
総質量		約660kg		
草刈機	除草装置	除草方式	ハンマナイフ式	
		駆動方式	電動機駆動(5kW×2台)	
		回転速度	2,000min <sup>-1</sup> 以上	
	走行装置	駆動方式	全4輪電動機駆動(400W×4台)	
		最大走行速度	1.5km/h以上	
	旋回装置	操舵方式	全4輪電動機個別操舵(200W×4台)	
		車輪旋回速度	6min <sup>-1</sup> 以上	
	モア昇降装置	昇降方式	電動機2台によるチェンスプロケット駆動(200W×2台)	
		昇降速度	5m/min以上	
	自動制御機能		走行速度自動制御(滑動防止車と草刈機の同調)	
		機体姿勢自動制御(対進行方向偏差)		
		自動レーン変更		
本体寸法(格納状態)		2,500mm(L)×1,250mm(W)×1,600mm(H)以下		
総質量		約2,540kg		
走行装置	駆動方式	電動機駆動履带式(0.75kW×4台)		
	最大走行速度	2.25km/h以上		
	旋回方式	左右履帯の速度差による旋回		
滑動防止車	草刈機支持アーム	形式	旋回・ブーム起伏・アーム起伏3自由度	
		駆動方式	旋回:電動機駆動、起伏:油圧シリンダ駆動	
		旋回速度	1min <sup>-1</sup> 以上	
		起伏速度	1.5°/s以上	
	巻き取りウインチ	適用ワイヤロープ	φ8mm, 平行より 6×Fi(29)	
		平均巻き取り速度	6m/min以上	
駆動方式		3kW電動機(ブレーキ付)		
電源ケーブル巻き取り装置	形式	スプリング式		
	ケーブル	キャブタイヤケーブル(14mm <sup>2</sup> -4C)		
	巻き取り長	20m		
転倒防止用機能		荷重検出機構		
		インターロック機構による巻き上げ荷重制限		
駆動源		25kVAディーゼル発電機(滑動防止車に搭載)		

無理な姿勢を強いられる苦渋作業から解放される。また、走行除草作業および除草レーン変更は自動制御とし、作業者が頻繁に送信機の操作を行う必要はない。

## (2) 草刈機吊上げ時の安全対策

開発機は、法面上の草刈機を天端道路まで引上げたり、障害物回避のため吊上げたりする場合に滑動防止車が転倒する危険性があるため、滑動防止車にインターロック機能と荷重検出機能の2重の安全対策を施している。各機能の概要を以下に示す。

### (a) インターロック機能

滑動防止車に設置した傾斜センサの計測値から転倒の危険性が高い姿勢でないかを判断し、危険な姿勢の場合はワイヤロープ巻取り装置のトルク制限が作動し、草刈機の引上げ（または吊上げ）作業をできないようにする機能である。以下に示した条件のうち、どちらかに該当するとインターロック機能が作動する。

- ①ブームが10°以上法面側に傾斜している場合
- ②車体が法面側に5°以上傾斜している場合

### (b) 荷重検出機能

インターロック作動条件としているような安定上好ましくない姿勢における滑動防止車の法面側にかかる荷重をロードセルで検出し、転倒の危険性が高くなった場合に、作業者に警告を発する機能である。

## 4. 実用機の仕様

性能確認試験および連続運転試験等で検討した改良項目を織り込み、開発機の仕様をもとに決定した実用機の主な仕様を表1に示す。

## 5. おわりに

急勾配法面除草機械の開発により、以下のような問題を改善できると考えられる。

### ①規制区域の縮減

ロングリーチ式と比較すると、車体全幅が3mから1.25mへと縮減されたので、除草作業時の一般交通に与える影響も軽減される。

### ②安全性の向上と作業負担の軽減

法勾配60°、法長15mまでの急勾配法面に対応できるため、従来、肩掛式を使用していた箇所についても開発機による除草作業が可能となる。したがって、作業者の安全性の向上および苦渋作業の軽減が図れる。

また、草刈機を車輪走行式とし全4輪個別操舵としたことによって、法面上の方向転換を可能とし、連続除草作業における平均施工能力は、補助作業を含めて約6,500m<sup>2</sup>/日となり、目標とした5,500m<sup>2</sup>/日（5.5h作業）を達成できた。

今後は、開発機を多くの除草工現場に投入して作業性、施工性、耐久性等について追跡調査を行っていくことが望まれる。

JCMA

### 【筆者紹介】

加藤 弘志 (かとう ひろゆき)

(株)日本建設機械化協会

施工技術総合研究所

研究第四部 研究員



## 新工法紹介 機関誌編集委員会

02-127	アブソリュートクラッシング(A-CR)工法 (低騒音・低振動 破碎工法)	横山基礎工事
--------	---	--------

### ▶ 概 要

都市部では、ウォーターフロントや都市再開発に拍車がかかり、インフラの新規整備や民間企業の大型拠点ビル等の新築工事が頻繁に行われている。その際、地中にある既存の鋼管杭や鉄筋コンクリート杭および躯体等の障害物撤去には、騒音・振動・粉塵の問題や、これらの障害物を一度に大きな塊（かたまり）として吊り上げる時の、クレーンや吊ワイヤへの過荷重の問題がある。さらにこれらの制約条件下での従来の施工方法では、確実な工程計画立案・実施が困難であり、実際は計画以上の時間を要していることが多かった。

そこで、横山基礎工事と古河ロックドリルは、環境に極めて優しく、安全で効率的にこれらの地中障害物を撤去できる解体機、およびそれをを用いた工法（A-CR 工法）を開発した。



写真-1 ブロックに切断した障害物をつかみ出す (φ 2000)

この解体機は4枚の破碎刃をもち、各々の刃を独立した油圧シリンダーで作動させ、つかんだ障害物を確実に破碎する。

最初にケーシングを地中に回転圧入させ、障害物をその中で処理できるように周囲と切断する。つぎに、この解体機をクレーンで吊下げ、ケーシング内に挿入し障害物をつかみ出す。このとき鉄筋コンクリートの破碎・切断や鋼管等の切断をケーシング内でおこなうため、騒音・振動および粉塵が著しく抑えられ、市街地の夜間作業も可能である。さらに障害物をクレーン能力に応じたブロックに切断し処理できる（写真-1）ことから、安全で効率的な作業ができる。

### ▶ 特 徴

①騒音、振動、粉塵を押さえた施工が可能である。

障害物の破碎、切断をケーシング内で油圧駆動にて処理でき、

環境に極めて優しい。

②地中障害物をケーシング内で、安全に効率的に処理できる大きさに切断できる。

従来はケーシング内の、重量が確認できない障害物を、一度に吊り上げることから、設備に過荷重が生じ、クレーン転倒やワイヤの切断事故があった。本工法は、障害物をクレーン能力に応じてケーシング内であらかじめブロックに切断できることから、安全に施工ができるとともに作業効率を著しく向上させることができる。

③ケーシング径への適用範囲が広い

ケーシング径 1500, 2000, 2500, 3000 mm に対応した施工ができる。

④作業機械の段取替えが少なく材料選別が可能である

障害物が鉄筋コンクリートの場合、本解体機でガラと鉄筋との選別ができるため、回収と同時にリサイクル処理が可能である。（写真-2）



写真-2 つかみ出した障害物をそのまま地上にて破碎・選別する

### ▶ 用 途

種々の地中障害物撤去

### ▶ 実 績

東京都内 高規格道路予定地の既存の地中連続壁 SMW、場所打杭、地中躯体の撤去工事

(ケーシング径 2000 mm の対応機種を使用)

### ▶ 問 合 せ 先

(株)横山基礎工事 工事管理部

〒 679-5303 兵庫県佐用郡佐用町真盛 385-2

Tel : 0790 (82) 2215 (代表) Fax : 0790 (82) 0209

E-mail : ykym@yokoyamakiso.co.jp

05-63	既設構造物直下の地盤改良 グランドフレックスモール®工法 無線式リアルタイム位置確認システム	大成建設
-------	--	------

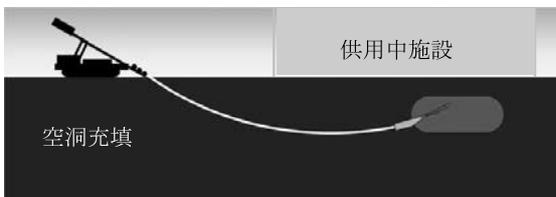
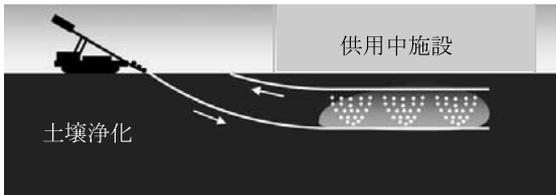
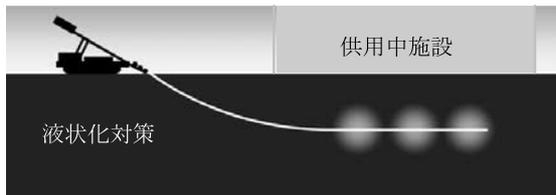
▶ 概 要

「グランドフレックスモール®工法」は、直線・曲線削孔が可能な自在ボーリング技術を用いて、構造物直下の地盤改良を行う工法です。目標地点まで敷設した削孔管を利用して、液状化対策、土壌浄化、空洞充填が可能です。構造物外周部から施工するため、施設を通常どおり利用しながら施工することも可能です。

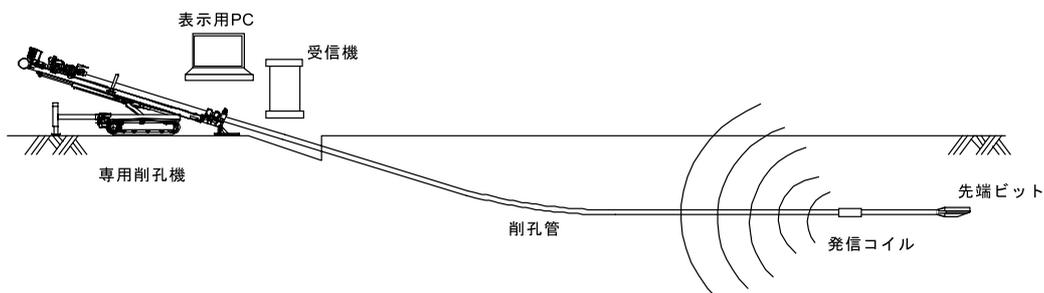
本工法においては、削孔作業中の経路を効率よく確認することが重要です。そこで、無線式リアルタイム位置確認システムを開発しました。

▶ 特 徴

直径約 90 mm の削孔管の先端部に、方位、傾斜の計測機器、



グランドフレックスモール®工法の施工概念



バッテリー、データ処理回路、計測情報の発信コイルを搭載しました。削孔機付近で計測情報をデジタル情報として受信し、パソコン画面に実際にたどった経路を表示の上、その後の削孔制御に活用します。従来技術である、①削孔管先端部より電磁波を発信し地上部で探査する方法、②削孔管内に有線ジャイロを挿入し軌跡を求める方法、に比べて、探査作業員を必要としない、削孔作業の合間に迅速に位置情報を収集できるといったメリットがあります。

▶ 実績と今後の展開

システムを搭載して実施した削孔試験を通して、効率的にデータを収集し、削孔の軌跡を迅速に描くことができました。システムの有効性ととも、従来技術と比べた優位性を確認することができました。

今後、グランドフレックスモール®工法とともに、さまざまな用途での利用が期待されます。

▶ 問合せ先

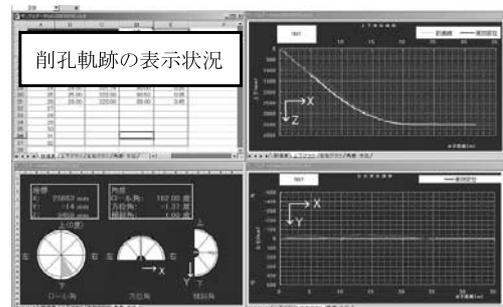
大成建設(株) 管理本部 広報部広報室

〒163-0606

東京都新宿区西新宿 1-25-1

Tel : 03(3348)1111

- ・グランドフレックスモール®工法は、平成19年度日本建設機械化協会会長賞のうち奨励賞を受賞しました。
- ・グランドフレックスモール®工法、無線式リアルタイム位置確認システムは、大成建設株式会社、株式会社キャプティ、三信建設工業株式会社、強化土エンジニアリング株式会社、成和リニューアルワークス株式会社の共同開発技術です。



## 新工法紹介 機関誌編集委員会

11-86	コンクリート表面のひび割れ幅測定器 (CRACK VIEWER)	ハザマ
-------	----------------------------------	-----

### 概要

コンクリート構造物に発生するひび割れは、初期性能の維持および耐久性確保にとって重要な判定指標であり、ひび割れ幅を正確に捉えることが期待されている。

しかし、連続した一本のひび割れであっても、どの位置で測定するかによってひび割れ幅は異なる。また、従来から使用されているクラックスケールは、目盛りが飛び飛びで、細かな判定は難しく、測定者によって読取り値が異なる場合が多々ある。さらに、ひび割れ幅自体の定義もなされておらず、その測定方法について標準化されたり規格化されたものは今日でも見当たらない。

本測定器(写真-1)は、長さ10～15mmの区間のひび割れについて、400箇所前後のひび割れ幅を連続的に測定し、統計的に処理してこの区間のひび割れ幅を表示する。

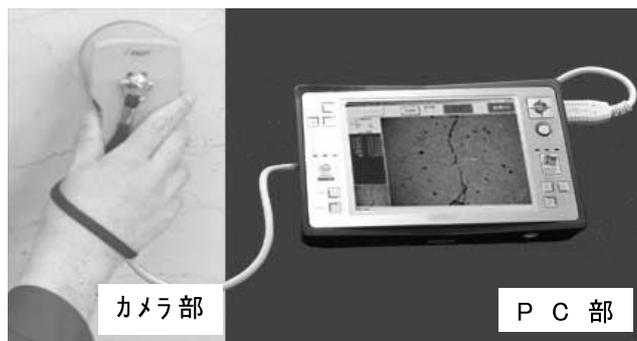
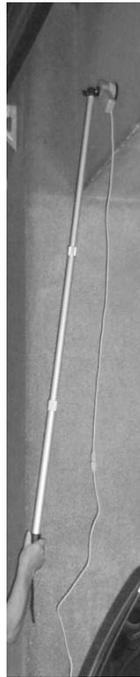


写真-1 外観(PCは例示)

### 特徴

①測定領域を選定し、ひび割れを選択

PC上のひび割れ画面を見ながら、測定するひび割れ領域を選定できる。枝分かれしたひび割れや欠け、気泡を対象から除外できる。

②ひび割れ抽出の適否がその場で確認

ひび割れと認識したものについては変色するので、適切にひび割れを抽出できたかの判定がその場で可能。

③ひび割れ長さ10～15mmの範囲を多数測定

400箇所前後のひび割れ幅を連続的に測定し、統計的に処理してこの区間のひび割れ幅を表示、客観的測定。

④測定中の全データおよびヒストグラムの確認が可能

ひび割れ幅の全データ(プロファイル)とヒストグラムを表示するので、適切な測定が行われたかどうかはその場で判定可能(写真-2)。

⑤測定結果や測定画像を保存

測定結果は測定場所や位置情報とともに保存できる。測定データはCSV形式で、画像はJPEG形式で保存できる。

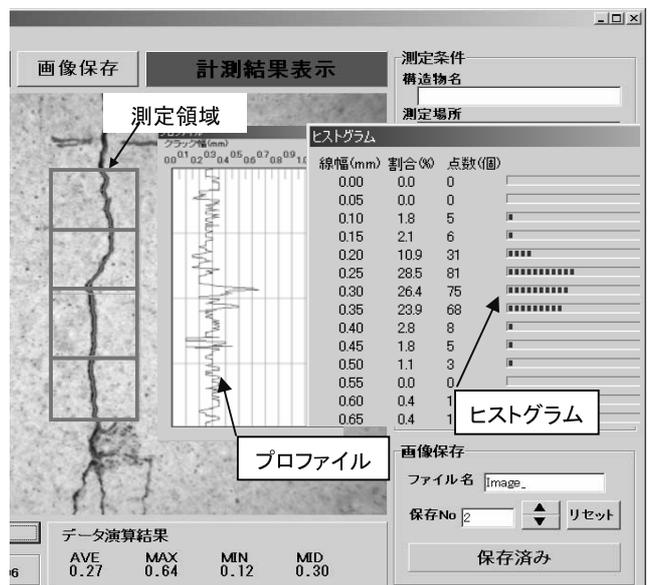


写真-2 測定中の画像(切り取り合成)

### 主な仕様

ひび割れ幅検出範囲	0.05～2.00 mm
ひび割れ幅表単位	0.01 mm
ひび割れ検出精度	± 0.02 mm
撮影範囲	20 × 16 mm
撮像センサ	140万画素 CCD
処理時間	約1秒以内

### 用途

コンクリート表面のひび割れ幅測定

### 実績

建物壁のひび割れ調査、RC梁の曲げ載荷試験ほか

### 問合せ先

ハザマ 土木事業本部 技術部

〒105-8479 東京都港区虎ノ門2-2-5

Tel : 03(3588)5770 (直通)

09-25	吹付型吸音工法	飛鳥建設
-------	---------	------

### ▶ 概要

吹付型吸音工法は、廃ガラスを原料とする超軽量な人工骨材を用いて多孔質化・軽量化させたセメントモルタル（吹付型吸音材）を現地で吹付施工して、耐候性や不燃性を備えた優れた吸音層を形成するものです。ガラスウールなど一般的な吸音材の多くは、そのままでは屋外で使用可能な耐久性が得られないため、金属パネルに内包して使用されています。セラミックなどの成型パネル品は、屋外での暴露使用も可能ですが、下地形に曲面や凹凸等がある場合は、下地処理が必要となり、直接施工可能な吸音材と施工方法は現在でも殆どありません。

吹付型吸音工法は、金属パネル製品を使用した場合に生じがちなグレアの発生や景観の著しい変化もなく、直接吹付け施工のメリットを活かした最小限の形状・景観変更で騒音低減が実現可能です。

### ▶ 特徴

- ①すぐれた吸音性能。（平均斜入射吸音率：0.75～0.8程度、残響室法吸音率：400 Hzで0.8以上、1 kHzで1.0以上）
- ②従来のパネル状吸音材に比べ、薄く（約5 cm）施工可能で、厳しい建築限界にも対応。



図一 凹凸面への施工例（右下は施工中）



図二 コンクリート橋梁桁側面への施工例

- ③複雑な凹凸形状面等にも吹付施工可能。
- ④同等性能のコンクリート系パネル状吸音材に比べ、遜色のないコスト競争力。
- ⑤一般のコンクリート構造物と同様の色彩・テクスチャで、着色も可能。
- ⑥下地コンクリート面と吸音層とが一体化することにより、コンクリート面の変状が表面に現れ、クラック発生等の変状目視管理が容易。

### ▶ 用途

- ・擁壁等の吸音処理による道路交通騒音の反射音低減
- ・鉄道沿線反射面の吸音処理による鉄道騒音の反射音低減

### ▶ 実績

- ・区画道路30号線擁壁吸音材設置工事（鉄道騒音によるコンクリート擁壁からの反射音の低減，1999年度）
- ・新宿トンネル吹付型吸音材施工実験（トンネル内での鉄道騒音による多重反射音低減実験，1999年度）
- ・車第2工区下部及び道路工事（その2）（高速道路トンネル出口部擁壁からの反射音低減，2001年度）
- ・長崎34号本河内地区防音設備設置工事（道路交通騒音によるコンクリート橋梁桁等からの反射音低減，2002年度）
- ・環境改善工事（17-山手）（高速道路脇の既設スプリットブロック凹凸面から反射する道路交通騒音低減，2006年度）

### ▶ 参考文献

- ・瀬田恵之・内田季延・常盤武史：トンネル出口部擁壁への大気浄化吹付型吸音工法の適用事例，電力土木 [313] pp.102-106（2004）
- ・奥野雅幸・常盤武史・島元和彦・福島浩人・瀬田恵之・田中斉・内田季延・河野俊樹・吉村道彦：高速道路近傍のスプリットブロック積み擁壁への吹付け型吸音工法の施工とその性能について，とびしま技報 [56] pp.72-79（2007）

### ▶ 産業財産権等

- ・特願 2000-325533
- ・NETIS 登録 No. SK-010006-A

### ▶ 問合せ先

飛鳥建設(株) 技術研究所第二研究室 吉村，内田  
〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472

Tel：04(7198)7553 URL：http://www.tobi-tech.com/

# 新機種紹介 機関誌編集委員会

## ▶ <01> ブルドーザおよびスクレーパ

07-<01>-03	コマツ ブルドーザ D61PX-15E0/D61EX-15E0	'07.11 発売 モデルチェンジ
------------	---------------------------------------	----------------------

一般土木工事に使用される D61PX-15E0 (湿地用) と D61EX-15E0 (乾地用) ブルドーザについて、環境対応性、操作性、安全性、耐久性、メンテナンス性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。

小型化された搭載エンジンは、日米欧の排出ガス対策 (第3次規制) 基準値をクリアする ecot3 型で、油圧駆動式冷却ファンを採用して冷却水温に応じた回転制御を行っている。ファンには逆転機能を備えており、ラジエータの清掃を容易にしている。走行装置においては、エンジン回転数・速度段・車速をコントローラで監視し、負荷がかかって車速が落ちてくると自動的に最適速度段へシフトダウンするオートシフトダウン機能を備えており、さらに、プリセットモードスイッチと走行レバーに付いた UP/DOWN スイッチによる選択操作によって、作業内容に応じた前・後進速度段の変速モード (< F1-R1 >, < F1-R2 >, < F2-R1 >, < F2-R2 >, < F2-R3 >) の設定が可能で、走行レバーの前後進操作だけで自動的に変速が行われる。オートシフトダウン機能と併せて使用すると、効率的な往復繰り返し作業を行うことができる。走行装置には、また、旋回時においても常に両側履帯にパワーを伝達できる Hydrostatic Steering System (HSS 機構) を採用しており、押し回し作業、サイドカット作業、傾斜地作業、整地作業などにおいて、安全でスムーズな旋回・走行を実現している。標準装備の FOPS 一体形キャブはダンパマウントとして走行振動や乗り越え時のショックを低減しており、さらに、エンジン、油圧機器のラバーマウントにより振動、騒音を低減して、フルリクライニング・体重コントロール・チルト機構付きサスペンションシートやエアコンの装備とともに居住性を向上している。燃料スロットルはダイヤル式とし、PCCS (Palm Command Control System) を採用したジョイスティック式走行レバー (前後進、ステアリング、変速 UP/DOWN スイッチ) や PPC (圧力比例制御) バルブ装備の作業機レバー、プレーキペダル、デセルペダルなど必要最小限の機能的な操作方式を採用し、故障診断機能付モニタパネル、稼働情報管理機能 (KOMTRAX)



写真一 コマツ「GALEO」D61PX-15E0 ブルドーザ

などを装備して作業効率向上に配慮している。パーキングブレーキレバーを下げてロックしないとエンジン始動ができないロック機構、バックアップアラーム機構、キャブ外部には ROPS を装備して安全性を高めている。大断面トラックフレーム、オイル封入式ヘビードュティトラックリンクや大径ブッシュなどの採用で耐久性を向上している。そのほか、ラジエータのサイドバイサイド配置、キャブのフロアマット面と入り口高さをフラットにする、フラットな底板構成、上転輪サポート取付け位置を適当にするなどの配慮により、ゴミの排出、泥落しなどを容易にしてメンテナンス性を向上している。

## ▶ <02> 掘削機械

07-<02>-21	コマツ 油圧ショベル PC2000-8	'07.11 発売 モデルチェンジ
------------	---------------------------	----------------------

鉱山、採石現場等で使用されている大形油圧ショベルについて、環境対応性、居住性、安全性、メンテナンス性などの向上を図ってモデルチェンジした PC2000-8 型バックホウとローディングショベルである。

搭載エンジンは、EPA (米国環境保護局) の排出ガス対策 (Tier2) 基準値をクリアする直噴・ターボ・空冷アフタクーラ付エンジンで、大塊岩など大重量物の処理でブームリフト力をアップするヘビーフットモード、作業量重視の P モード、軽負荷作業で燃費低減・作業量維持の E0 モード、さらに、燃費最少・作業量小の E1 モードを設けて、多様な作業と燃費低減にきめ細かく対応している。エンジン出力はトータルでコントロールされており、オイルクーラ冷却ファンやラジエータ冷却ファンそれぞれの回転数を作動油温や水温に応じて制御して出力を変化、作業内容に応じてポンプ吸収パワーを制御して出力を自動制御し、ヘビーフットモード選択時および走行時は全出力を使用するなど、効率重視の運転を実現している。そのほか、アイドル状態が5分以上続くとモニタ画面で注意するアイドルコーションや、オートデセル (1400 rpm) & オートアイドル機能を装備しており、燃費目標値に対する累積の達成度合いを液晶モニタのエコゲージでチェックすることができる。とくにブームの油圧システムには、押付け力2段階切

表一 D61PX-15E0/D61EX-15E0 の主な仕様

	D61PX-15E0 (湿地車)	D61EX-15E0 (乾地車)
機械質量 (t)	18.65	17.05
定格出力 (kW (PS)/min <sup>-1</sup> )	125 (170)/1,850	125 (170)/1,850
排土板 幅×高さ (m)	3.860 × 1.160	3.275 × 1.200
排土板 最大チルト量/アングル角 (m)/(度)	0.600/25	0.510/25
最高走行速度 F3/R3 (km/h)	0 ~ 8.7/0 ~ 11.0	0 ~ 8.7/0 ~ 11.0
最低地上高 (m)	0.475	0.395
接地圧 (kPa)	33.3	53.9
全長×全幅×全高 (m)	5.465 × 3.860 × 3.180	5.030 × 3.275 × 3.150
価格 (百万円)	22.9	21

(注) キャブ付仕様を示す。

## 新機種紹介

換えモード、ショックレス制御モードなどがあり、効率的な作業を実現している。シングル化したエンジン、ラジエータ、容量アップによりヒートバランス温度を下げたオイルクーラ、大形化した油圧ポンプ、簡素化した油圧回路、PTOなど、動力コンポーネントをひとまとめにして上部旋回体後部のパワーコンテナに格納している。これにより、輸送時の分解やオーバホール時の脱着を容易にするとともに、部品点数を減少して点検や整備時間を短縮している。バケットの耐摩耗性の強化、アームや走行モータ部にプロテクタの標準装備、ブームトップとアームトップにフロートピンを採用、旋回サークルに大容量トリプルローラベアリングを採用などで耐久性を向上している。フルオートエアコンを装備した密閉加圧式キャブのガラスエリアは、フロント&サイドの大形化、フロア下までの拡大などで、前方、側方、下方の視界を向上している。車両後方監視については、後方モニタシステムを採用しており、最大3台のカメラの設置が可能である。キャブをダンパマウントしたことや、エンジン、冷却ファン、油圧機器などをパワーコンテナにパッケージングした効果により、振動、騒音を低減してダイナミック周囲騒音109 dB (A) を達成し、さらに、エアサスペンションシートを装備して居住性を向上している。安全装備としては、キャブ一体型トップガード (OPG レベルII)、ロック時のみエンジンスタートができ

るロックレバー、旋回駐車ブレーキ、緊急避難用緩降機、夜間用タイマ付ステップライト兼整備ライト、エンジン緊急停止スイッチ、燃料カットオフレバー、エンジンと油圧ポンプを隔離するファイヤウォール、乗降用バランサ付スライドラダー、ホーン連動フラッシュライト、トラベルアラームなどで充実している。さらに、機械管理システム (Vehicle Health Monitoring System) を搭載して、異常チェック機能、メンテナンス履歴記憶機能、故障履歴記憶機能を働かせて異常発生時のスピーディな対応と日常管理を確実にしている。作業機やバケット回りのすべての給脂を一定時間ごとに自動的に行う自動給脂システムを採用しており、エンジンオイル&オイルフィルタ 500 h 交換、作動油 5000 h 交換、作動油フィルタ 1000 h 交換に延長してメンテナンス性を向上している。

07<02>-22	コベルコ建機 ミニショベル (後方超小旋回形)	①'07.11 発売 ②'07.12 発売 モデルチェンジ
	① SK20SR-5 ~ SK35SR-5 ② SK40SR-5 ~ SK50SR-5	

都市土木工事で使用されるゴムクローラ装着のミニショベル (後方超小旋回形) について、環境適合性、操作性、安全性、メンテナ

表一 2 PC2000-8 の主な仕様

	バックホウ	ローディング ショベル
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	12	11
機械質量 (t)	200	195
定格出力 (kW (ps)/min <sup>-1</sup> )	713 (970)/1,800	713 (970)/1,800
最大掘削深さ×同半径 (m)	15.780 × 9.235	13.170 × 3.190
最大掘削高さ (m)	13.41	14.45
最大掘削力 (バケット) (kN)	697	721
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)	7.500/5.980	7.500/5.980
走行速度 (km/h)	2.7	2.7
登坂能力 (度)	33	33
接地圧 (kPa)	190	186
最低地上高 (m)	0.825	0.825
全長×全幅×全高 (m)	17.030 × 7.550 × 7.135	13.075 × 7.550 × 7.435
価格 (百万円)	見積り	見積り

表一 3 SK20SR-5 ほかの主な仕様

	SK20SR-5	SK27SR-5	SK30SR-5
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	0.066	0.08	0.09
機械質量 (t)	2.10 [2.24]	2.49 [2.63]	3.00 [3.14]
定格出力 (kW (ps)/min <sup>-1</sup> )	15.9 (21.6)/2,200	15.9 (21.6)/2,200	21.2 (28.8)/2,400
最大掘削深さ×同半径 (m)	2.300 × 4.190	2.540 × 4.640	2.810 × 4.930
最大掘削高さ (m)	3.960 [3.660]	4.470 [4.260]	4.770 [4.180]
バケットオフセット量左/右 (m)	0.610/0.555	0.610/0.555	0.660/0.660
最大掘削力 (バケット) (kN)	19.3	22.0	27.4
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)	1.800 [2.030]/0.700 [0.740]	1.830 [2.060]/0.750 [0.750]	1.920 [2.480]/0.775 [0.775]
走行速度 高速/低速 (km/h)	4.1/2.3	4.1/2.3	4.5/2.5
登坂能力 (度)	30	30	30
最低地上高 (m)	0.25	0.25	0.33
接地圧 (kPa)	26 [27]	28 [30]	27 [28]
全長×全幅×全高 (m)	3.82 × 1.40 × 2.46	4.13 × 1.50 × 2.50	4.47 × 1.55 × 2.57
価格 (百万円)	3.5175	3.8325	4.1475



写真一 2 コマツ「GALEO」PC2000-8 油圧ショベル

	SK35SR-5	SK40SR-5	SK50SR-5
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	0.11	0.14	0.16
機械質量 (t)	3.58 [3.72]	4.20 [4.34]	4.63 [4.77]
定格出力 (kW (ps)/min <sup>-1</sup> )	21.2 (28.8)/2,400	29.3 (39.8)/2,400	29.3 (39.8)/2,400
最大掘削深さ×同半径 (m)	3.080 × 5.240	3.390 × 5.660	3.590 × 5.890
最大掘削高さ (m)	4.980 [4.370]	5.490 [5.180]	5.670 [5.210]
バケットオフセット量左/右 (m)	0.660/0.660	0.750/0.725	0.750/0.725
最大掘削力 (バケット) (kN)	27.4	35.3	35.3
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)	2.040 [2.560]/0.850 [0.850]	2.100 [2.410]/0.980 [0.980]	2.150 [2.560]/0.980 [0.980]
走行速度 高速/低速 (km/h)	4.5/2.5	4.6/2.8	4.6/2.8
登坂能力 (度)	30	30	30
最低地上高 (m)	0.33	0.345	0.345
接地圧 (kPa)	32 [33]	24 [25]	26 [27]
全長×全幅×全高 (m)	4.71 × 1.70 × 2.57	5.08 × 1.96 × 2.60	5.23 × 1.96 × 2.60
価格 (百万円)	4.4625	5.0925	5.46

(注) (1) キャノピ仕様 [キャブ仕様] の書式で示す。  
(2) ゴムクローラ付を示す。

## 新機種紹介

ンス性などの向上を図ってモデルチェンジした、① 2.0～3.5tクラスのSK20SR-5、SK27SR-5、SK30SR-5、SK35SR-5と、② 4.0～5.0tクラスのSK40SR-5、SK50SR-5の6機種である。

搭載エンジンは、国土交通省の排出ガス対策（3次規制）基準値をクリアしており、とくにSK30SR-5、SK35SR-5、SK40SR-5、SK50SR-5は、「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律」の車両に適合する。油圧システムは、第1ポンプ（バケット、ブーム、左走行）、第2ポンプ（スイング/OPT、アーム、右走行）、第3ポンプ（旋回、ドーザ）の3ポンプ方式で、搭載のIntegrated Flow Pump System (IFPS) によって、掘削作業においては、余力のある旋回・ドーザ系第3油圧ポンプの作動油をアーム回路に合流させて、負荷時においてもアームのスピーディでスムーズな動きを実現する。コントロールバルブは、作業機の動きが滑らかに立ち上がるように、操作レバーの動き始めの流量を抑えるよう調整している。作業機レバーはリスト式、走行レバーはスタンド式としている。走行装置においては、全機種のフロントアイドラの位置を下げ、シューの接地面積を拡大しており、さらに、SK30SR-5、SK40SR-5については、クローラ全長を長くして（従来機より150mm）安定性を向上している。ブレードのアプローチ角度は38度として、土砂等の乗越え性、輸送車両への積み込み性を良くしている。FOPS/TOPS適合の3本柱キャノピ（FOPS/TOPS2本柱キャノピはオプション）またはFOPS/ROPS適合のキャブが装備されており、運転席の乗降間口幅は広く確保している。ボンネットはフルオープン式で、機器のレイアウト、アワメータや給油口の位置に配慮している。

オプションとして、アタッチメントの動作速度を変えられる作業モード切替スイッチが設けられており、スピード作業優先または定常作業優先の選択が可能である。



写真—3 コベルコ建機「Beetle」SK30SR-5 ミニショベル（後方超小旋回形）

07<02>-23	新キャタピラー三菱 ミニショベル（超小旋回形） CAT303C SR	'07.12 発売 新機種
-----------	--	------------------

管工事、宅地造成工事など比較的狭隘な現場で使用されるミニショベルについて、環境適合性、居住性、安全性、メンテナンス性などの向上を図って開発された新機種である。

車両は特定特殊自動車排出ガス基準適合車で、また、国土交通省の超低騒音型建設機械にも適合する。掘削深さ、掘削半径、バケットオフセット量などが大きく、広い作業範囲をもって4tダンプトラックへの積み込み作業などを容易にしている。バケットの動きに対するキャノピとの干渉防止システム（警報&自動停止機能）を備えており、バケットやブレイカなどのアタッチメント交換においては、モード切替スイッチによって干渉防止領域を切替えることができる。走行は自動変速・2速としており、低速走行をする場合にはスイッチで1速固定とすることができる。オートアイドル&エコモードを標準装備しており、操作レバーを3秒間操作しないと自動的にエンジン回転数をローアイドルに落とし、エコモードでは、回転数をダイヤルアクセルの設定から約5%落として燃料消費を抑えている。作業機の油圧配管はブーム幅内に収めており、接触などによる損傷を防いでいる。操作レバーは運転席左右に設置したリストタイプで、フロアスペースを拡大して居住性を向上している。キャノピには天井と右サイドに窓があり、バケット、アーム、ブームの動きを常に確認できるようにしている。作業機ロックレバーを上げた時しかエンジン始動ができないエンジンニュートラルスタート機構、バケットと運転席の干渉防止システム、走行駐車ブレーキ、旋回駐車ブレーキなどを装備して、安全性を高めている。エンジンオイル&フィルタの交換間隔500h、燃料フィルタの交換間隔500h、作動油リターンフィルタの交換間隔500h、作動油の交換間隔2,000h、エアクリーナエレメントの交換間隔2,000h、ブーム、アーム、ブレード連結ピンへの給脂間隔500hとしてメンテナンス間隔の延長を図っており、開口面積の大きなカバーを設置、アクセス

表—4 CAT303C SR の主な仕様

標準バケット容量	(m <sup>3</sup> )	0.09
機械質量	(t)	2.99 [3.14]
定格出力	(kW (ps)/min <sup>-1</sup> )	22.0 (29.9) /2,300
最大掘削深さ×同半径	(m)	2.90 × 4.42
最大掘削高さ	(m)	5.11
最大掘削力（バケット）	(kN)	29.5
作業機最小旋回半径/後端旋回半径	(m)	0.945/0.775
バケットオフセット量 左/右	(m)	0.76/0.58
走行速度 高速/低速	(km/h)	4.6/2.6
登坂能力	(度)	30
接地圧	(kPa)	28.0 [29.3]
最低地上高	(m)	0.315
全長×全幅×全高（輸送時）	(m)	4.09 × 1.55 × 2.49
価格	(百万円)	5.48625

(注) (1) キャノピ仕様 [キャブ仕様] の書式で示す。

(2) ゴムクローラ仕様で示す。

(3) 作業機最小旋回半径はバケットオフセット時で示す。

新機種紹介



写真-4 新キャタピラ-三菱「REGA」CAT303C SR ミニショベル (超小旋回形)

頻度の高い機器を集中配置するなど日常点検や整備作業がしやすいように配慮している。また、燃料タンク給油口にはカバーがなく、地上から直接補給できる位置に配置している。

多様なニーズに対応してブレーカ仕様、ショベルクレーン仕様、単動配管仕様などが設定されており、オプション部品としては、マシンセキュリティシステム (専用キー)、油圧ブレーカ、広い作業範囲がカバーできるロングアーム、増量カウンタウエイト、ダブルグロウサシューなどが用意されている。

07-02-24	石川島建機 ミニショベル	'07.12 発売 新機種 8VX ほか
----------	-----------------	----------------------------

都市土木工事で使用されるゴムクローラ装着のミニショベルについて、環境適合性、安全性、耐久性、メンテナンス性などの向上を図って開発された、後方超小旋回形 8VX, 15VX, 20VX, 25VX, 30VX, 35VX, 40VXL, 45VX, 55VX, 80VX の 10 機種と、超小旋回形 10VZ, 20VZ, 30VZ の 3 機種である。

各機種はすべて、日米欧の現行排出ガス規制に対応するエンジンを搭載しており、とくに 15VX, 20VX, 25VX, 30VX, 20VZ, 30VZ は国土交通省の排出ガス対策型 (3 次規制) 建設機械に、また、35VX, 40VXL, 45VX, 55VX, 80VX は「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律」の車両に適合する。同時に、8VX, 15VX, 20VX, 25VX, 30VX, 10VZ, 20VZ, 30VZ は国土交通省の超低騒音型建設機械に、35VX, 40VXL, 45VX, 55VX, 80VX は同省の低騒音型建設機械に指定されている。15VX, 20VX, 25VX, 30VX, 35VX, 40VXL, 45VX, 55VX は ROPS/TOPS4 本柱キャノピを、80VX はキャブを、10VZ, 20VZ, 30VZ は天窓付キャノピを標準装備している。8VX, 15VX, 35VX, 10VZ, 20VZ は、トラック幅を拡張できる可変脚機構を採用して、狭所進入性と作業安定性を確保している。作業機においては、バケット爪先と排

表-5 8VX ほかの主な仕様

	8VX	15VX	20VX
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	0.022	0.044	0.07
機械質量 (t)	0.89	1.55	2.01
定格出力 (kW(ps)/min <sup>-1</sup> )	7.3(9.9)/2400	10.5(14.3)/2300	13.0(17.6)/2200
最大掘削深さ×同半径 (m)	1.57 × 2.98	2.10 × 3.76	2.25 × 4.200
最大掘削高さ (m)	2.755	3.61	3.67
バケットオフセット量左/右 (m)	0.57/0.47	0.61/0.615	0.70/0.65
最大掘削力 (バケット) (kN)	10.6	16.4	19.6
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)	1.220/0.485	1.490/0.650	1.870/0.750
走行速度 高速/低速 (km/h)	3.5/1.7	4.0/2.1	4.5/2.3
登坂能力 (度)	30	30	30
接地圧 (kPa)	26.2	26.2	26
全長×全幅×全高 (m)	2.70 × (0.70 ~ 0.95) × 1.405	3.38 × (0.96 ~ 1.28) × 2.280	3.81 × 1.50 × 2.420
価格 (百万円)	2.31	3.15	3.465

	25VX	30VX	35VX
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	0.08	0.09	0.11
機械質量 (t)	2.58	3.00	3.33
定格出力 (kW(ps)/min <sup>-1</sup> )	13.5(18.4)/2300	17.8(24.2)/2200	20.3(27.6)/2300
最大掘削深さ×同半径 (m)	2.52 × 4.50	2.90 × 4.80	3.15 × 5.09
最大掘削高さ (m)	4.05	4.17	4.56
バケットオフセット量左/右 (m)	0.70/0.56	0.70/0.56	0.64/0.51
最大掘削力 (バケット) (kN)	19.6	26.5	26.5
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)	1.940/0.775	2.200/0.775	2.180/0.845
走行速度 高速/低速 (km/h)	4.5/2.3	4.8/2.5	4.8/2.8
登坂能力 (度)	30	30	30
接地圧 (kPa)	27	28	29
全長×全幅×全高 (m)	3.94 × 1.55 × 2.47	4.37 × 1.55 × 2.47	4.57 × (1.52 ~ 1.80) × 2.47
価格 (百万円)	4.095	4.305	5.25

	40VXL	45VX
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	0.13	0.14
機械質量 (t)	4.33	4.65
定格出力 (kW(ps)/min <sup>-1</sup> )	28.3(38.5)/2400	27.3(37.1)/2300
最大掘削深さ×同半径 (m)	3.40 × 5.82	3.60 × 5.95
最大掘削高さ (m)	5.31	5.68
バケットオフセット量左/右 (m)	0.91/0.90	0.735/0.90
最大掘削力 (バケット) (kN)	30.4	35
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)	2.350/0.975	2.24/0.995
走行速度 高速/低速 (km/h)	5.1/3.1	4.8/2.6
登坂能力 (度)	30	30
接地圧 (kPa)	25	27
全長×全幅×全高(輸送時) (m)	5.22 × 1.95 × 2.46	5.33 × 1.99 × 2.465
価格 (百万円)	5.7225	5.9325

	55VX	80VX
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	0.16	0.25
機械質量 (t)	4.85	7.60
定格出力 (kW(ps)/min <sup>-1</sup> )	27.3(37.1)/2300	43.2(58.7)/2100
最大掘削深さ×同半径 (m)	3.80 × 6.17	4.20 × 6.82
最大掘削高さ (m)	5.90	6.78
バケットオフセット量左/右 (m)	0.735/0.90	0.93/0.86
最大掘削力 (バケット) (kN)	40	55
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)	2.27/0.995	2.56/1.10
走行速度 高速/低速 (km/h)	4.8/2.6	4.3/2.6
登坂能力 (度)	30	30
接地圧 (kPa)	28	36
全長×全幅×全高(輸送時) (m)	5.48 × 1.99 × 2.465	6.04 × 2.20 × 2.58
価格 (百万円)	6.3	8.19

## 新機種紹介

	10VZ	20VZ	30VZ
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	0.022	0.055	0.09
機械質量 (t)	1.20	1.88	2.98
定格出力 (kW (ps)/min <sup>-1</sup> )	7.2(9.8)/2.800	14.3(19.4)/2.400	17.8(24.2)/2.200
最大掘削深さ×同半径 (m)	1.89 × 3.24	2.25 × 3.96	2.90 × 4.51
最大掘削高さ (m)	3.76	4.71	5.23
バケットオフセット量左/右 (m)	0.505/0.325	0.695/0.405	0.53/0.80
最大掘削力 (バケット) (kN)	10.8	16.7	26.5
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)	0.50/0.50	0.61/0.61	0.775/0.775
走行速度 高速/低速 (km/h)	2.6/1.3	3.6/2.0	4.8/2.5
登坂能力 (度)	30	30	30
接地圧 (kPa)	23.5	25	32
全長×全幅×全高 (輸送時) (m)	3.05 × (1.00 ~ 1.20) × 2.11	3.54 × (1.22 ~ 1.42) × 2.29	4.15 × 1.55 × 2.46
価格 (百万円)	3.15	4.095	4.935

(注) (1) 8VX 全高は運転席シート, 15VX ~ 55VX 全高はキャノピ, 80VX 全高はキャブ, 10VZ ~ 30VZ 全高はキャノピの高さを示す。

(2) 可変脚機構付きの全幅は, (縮小時~拡大時)の書式をもって示す。



写真一5 石川島建機 30VX ミニショベル（後方超小旋回形）（左）と 20VZ（超小旋回形）（右）

土板の間隔がより接近するような機構設計によって土砂のすくい込み効率を上げており、バケットシリンダホースのアーム内蔵型による損傷防止や、分割式ブームシリンダホースの採用で交換を簡単にしてメンテナンス性を良くしている。作業機操作レバーは、8VX, 10VZ, 20VZ がスタンド式ジョイスティックで、15VX, 20VX, 25VX, 30VX, 35VX, 40VXL, 45VX, 55VX, 80VX, 30VZ がリスト式ジョイスティックを採用している。また、45VX, 55VX では、スタンド式走行レバーのほかに折りたたみ式走行ペダルを標準装備している。30VX, 45VX, 55VX, 30VZ は、より耐久性 (1,500 h) のあるゴムクローラを採用して信頼性を向上しており、トラックフレームを土砂の落ちやすい山形構造としてメンテナンス作業を楽にしている。超小旋回形 10VZ, 20VZ, 30VZ のバケットと運転席領域の干渉防止装置は、コンピュータレスとして、トラブルの少ないスムーズな動きを実現している。各機種のそれぞれにおいて、錆の発生のない樹脂製燃料タンクを使用、アルミ製ラジエータやオイルクーラを採用、焼結ブッシュの使用で給脂間隔を 250 h に延長 (バケット回りは 100 h)、クローラ外れ防止用つま高下転輪を採用など、メンテナンス性の向上を図っている。

オプション仕様として、各機種にはそれぞれの作業内容に応じて、各種バケット、ロングアーム、油圧ブレーカ、鉄クローラ、2本柱

キャノピ, 1本柱キャノピ, 鋼製キャブ, 予備配管, ゴムパッド, クレーン仕様, 増量カウンタウエイトなどが用意されている。

### ▶ <04> 運搬機械

07-<04>-06	石川島建機 不整地運搬車 (ゴムクローラ式) IC35	'07.12 発売 新機種
------------	-----------------------------------	------------------

土地造成など一般土木工事に使用されるゴムクローラ式の不整地運搬車について、環境対応性, 安全性, 耐久性, メンテナンス性などの向上を図って開発した IC35 である。

日米欧の排出ガス規制に対応するエンジンを搭載し、「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律」に適合する車両としている。耐久性のある箱型フレーム, 撓動式の大径トラックローラ, 肉厚強化ゴムクローラなどを採用し, 排土に便利な平床三方開きの荷台を架装しており, 低重心構造として作業時の安定性を確保している。走行は HST 駆動方式で 2 速モータを採用しており, 左右独立の油圧システムによってスムーズなスピントーンを実現する。制動方式は HST ブレーキとパーキングブレーキの併用方式とし, 不整地などでの走行の安全を図るため傾斜指示計を装備している。計器類は運転席右側に集中配置し, エンジンカバーはフルオープン構造としてメンテナンスを容易にしている。バッテリーは交換しやすい位置に配置し, ポンプ周りには十分なメンテナンススペースを確保している。

表一6 IC35 の主な仕様

最大積載質量/山積容量	(t)/(m <sup>3</sup> )	3.0/1.35
機械質量	(t)	2.28
定格出力	(kW (PS)/min <sup>-1</sup> )	34.8(47)/2.700
荷台上縁高さ (積込み高さ)	(m)	1.185
最高走行速度 低速/高速	(km/h)	0 ~ 6/0 ~ 10.5
最低地上高	(m)	0.295
接地圧 空車時/積載時	(kPa)	25.4/59.7
燃料タンク容量	(L)	52
全長×全幅×全高	(m)	3.20 × 1.52 × 1.68
価格	(百万円)	4.0425



写真一6 石川島建機 IC35 不整地運搬車

▶ <12> モータグレーダ，路盤機械および締固め機械

07-〈12〉-02	コマツ 振動ローラ(アーティキュレート式) JV25CW-6 ほか	'07.10 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

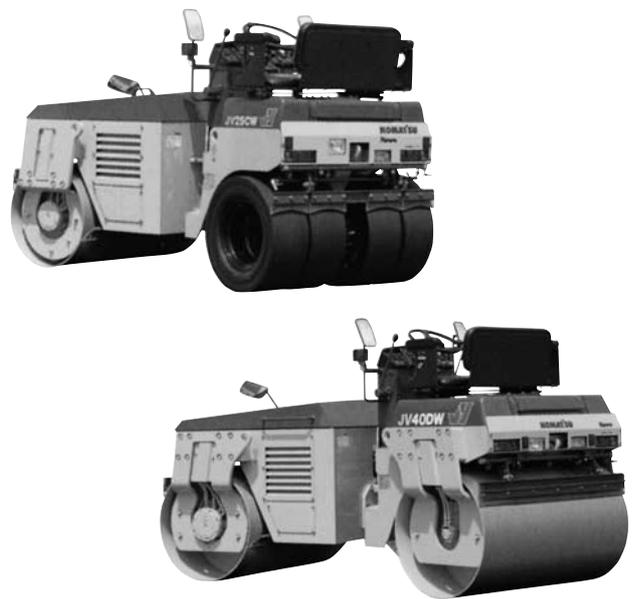
道路工事，ダム工事などで使用される振動ローラについて，環境適合性，作業性，操作性，安全性，メンテナンス性などの向上を図ってモデルチェンジした，コンバインド型 JV25CW-6，JV40CW-6 とタンデム型 JV25DW-6，JV40DW-6 である。

日米欧の排出ガス規制に対応するエンジンを搭載しており，「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律」の適合車としている。さらに，騒音対策により国土交通省の超低騒音型建設機械基準値もクリアしている。適当な前後輪重量配分と長い軸距，コンバインド型における幅広ワイドタイヤ装着による均一な接地圧などにより，とくにアスファルト舗装の締固めにおいて平坦性を確保している。大きなカーブクリアランス，小さなサイドオーバハングで障害物を回避して，塀際や道端一杯の締固めを可能にしている。走行駆動は HST を採用し，コンバインド型後輪には 2 油圧モータを直結駆動してチェーンなどのガタや遊びがないスムーズな発進・停止を可能にしている。また，JV40CW-6 では，デファレンシャル機構を採用してカーブ転圧時のタイヤ引きずりを減少している。運転席は，幅広ベンチシートを採用して左右両側から視認しながら運転ができるようにしており，両側に装備した前後進レバー上部には，ワンタッチで操作できる振動一時停止スイッチを装備して，マンホール際や軟弱地における過転圧を防止している。ブレーキシステムは，通常作業時に使用する前後進レバー中立による HST ブレーキ，緊急時にフットブレーキを踏むことで HST ブレーキと駐車ディスクブレーキの両方を作動する急ブレーキ，駐車時に駐車ボタンを押して駐車ディスクブレーキと HST ブレーキを働かせる駐車ブレーキを装備しており，後輪油圧モータには内蔵型ブレーキを，さらに，緊急時にエンジンと車体を停止する非常停止スイッチや，前後進レバーがニュートラルで駐車ブレーキをかけた状態でなければエンジンスタータートができないインタロック機構を設けて安全を確保している。大きな点検口で清掃が容易な樹脂製散水タンク，ステンレス製の散水配管，脱着が容易なストレーナ付散水ノズルを装着して錆の発生や目詰まりなどを防止するよう配慮しており，また，水抜き箇所を集中し，散水タンクに水を残したままで配管だけの水抜きを可能にするなど，メンテナンスを容易にしている。電動ポンプにはダイヤフラム式を採用してエア抜きを不要にしている。散油装置では，異物の侵入を防止するストレーナ付散油配管や後ダレを防止するチェックバルブ付ノズルを採用しており，散油スイッチを ON にすると後輪への散水を自動的に停止する。前後輪に装着のスクレーパは清掃が容易な 2 段跳ね上げ式で，鉄輪用スクレーパは反転使用が可能，また，スクレーパブレードをスライドさせて寿命を延長して使用することができる。コンバインド型は，後輪中央懸架方式を採用してタイヤ交換作業を容易にしている。

表一 7 JV25CW-6 ほかの主な仕様

	JV25CW-6 (コンバインド型)	JV25DW-6 (タンデム型)
運転質量 (前輪/後輪) (t)	2.44 (1.35/1.09)	2.555 (1.25/1.305)
締固め幅×軸距 (m)	1.2 × 1.95	1.2 × 1.95
無振時線圧 前輪/後輪 (N/cm)	110/-	102/107
加振時線圧 前輪/後輪 (N/cm)	282/-	274/278
振動数/起振力 (Hz)/(kN)	55/20.6	55/20.6 × 2
前輪径/後輪径(タイヤサイズ-4本) (m)	φ 0.675/(9.5/65 - 15)	φ 0.675/φ 0.675
カーブクリアランス/ サイドオーバハング(左右共) (m)	0.525/0.045	0.525/0.045
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	21.1(28.7)/2,300	21.1(28.7)/2,300
走行速度 (km/h)	0 ~ 10.0	0 ~ 10.0
最小回転半径 (最外側) (m)	3.8	3.8
登坂能力 (度)	24	24
最低地上高 (m)	0.28	0.28
燃料タンク容量/散水タンク容量 (L)	36/175	36/175
全長×全幅×全高 (m)	2.623 × 1.290 × 1.570	2.625 × 1.290 × 1.570
価格 (百万円)	6.1	6.2

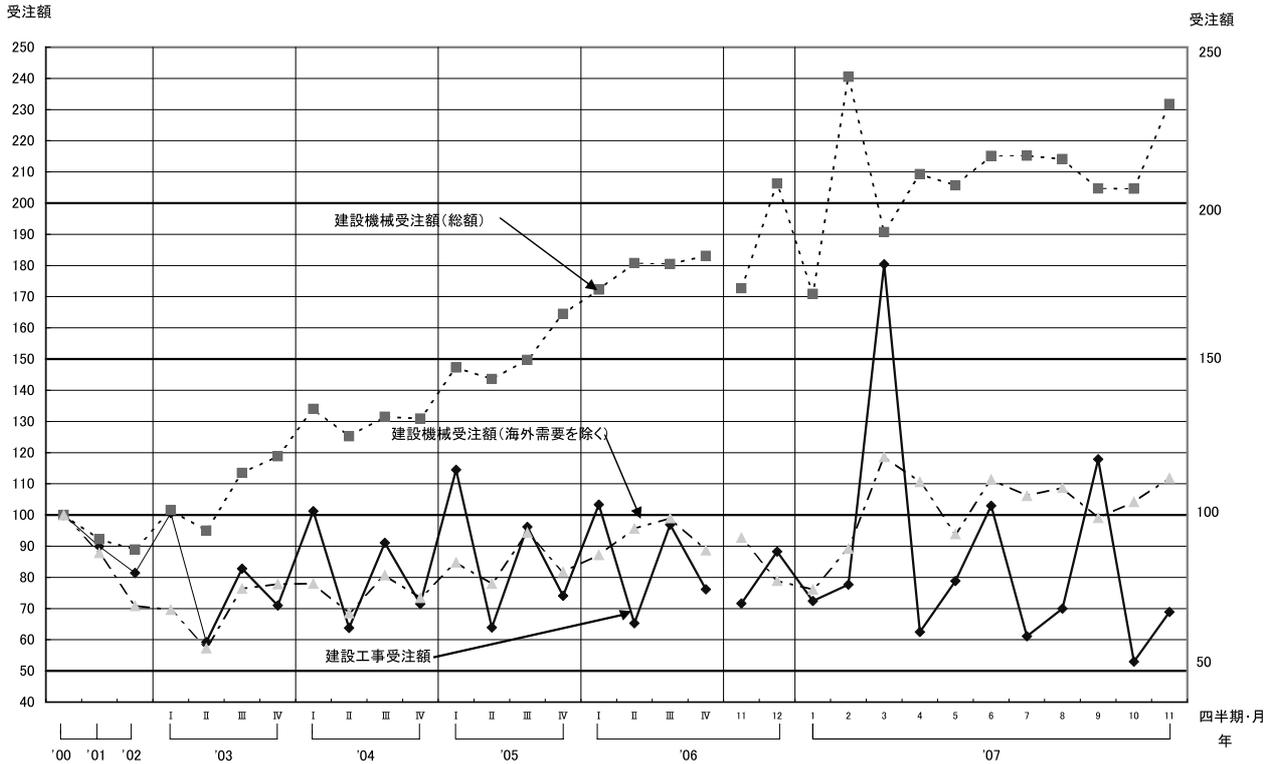
	JV40CW-6 (コンバインド型)	JV40DW-6 (タンデム型)
運転質量 (前輪/後輪) (t)	3.60 (2.00/1.60)	4.00 (2.00/2.00)
締固め幅×軸距 (m)	1.3 × 2.3	1.3 × 2.3
無振時線圧 前輪/後輪 (N/cm)	151/-	151/151
加振時線圧 前輪/後輪 (N/cm)	339/-	339/339
振動数/起振力 (Hz)/(kN)	55/24.5	55/24.5 × 2
前輪径/後輪径(タイヤサイズ-4本) (m)	φ 0.800/(10.5/80 - 16)	φ 0.800/φ 0.800
カーブクリアランス/ サイドオーバハング(左右共) (m)	0.630/0.045	0.630/0.045
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	21.1(28.7)/2,300	21.1(28.7)/2,300
走行速度 低速/高速 (km/h)	0 ~ 8.7/0 ~ 12.0	0 ~ 8.0/0 ~ 10.5
最小回転半径 (最外側) (m)	4.3	4.3
登坂能力 (度)	24	24
最低地上高 (m)	0.28	0.28
燃料タンク容量/散水タンク容量 (L)	47/300	47/300
全長×全幅×全高 (m)	3.105 × 1.390 × 1.730	3.100 × 1.390 × 1.730
価格 (百万円)	7.6	7.6



写真一 7 コマツ JV25CW-6 振動ローラ (コンバインド型) (上) と JV40DW-6 振動ローラ (タンデム型) (下)

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 2000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 2000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							
2000年	159,439	101,397	17,588	83,808	45,494	6,188	6,360	104,913	54,526	180,331	160,536
2001年	143,383	90,656	15,363	75,293	39,133	6,441	7,153	93,605	49,778	162,832	160,904
2002年	129,862	80,979	11,010	69,970	36,773	5,468	6,641	86,797	43,064	146,863	145,881
2003年	125,436	83,651	12,212	71,441	30,637	5,123	5,935	86,480	38,865	134,414	133,522
2004年	130,611	92,008	17,150	74,858	27,469	5,223	5,911	93,306	37,305	133,279	131,313
2005年	138,966	94,850	19,156	75,694	30,657	5,310	8,149	95,370	43,596	136,152	136,567
2006年	136,214	98,886	22,041	76,845	20,711	5,852	10,765	98,795	37,419	134,845	142,913
2006年 11月	9,518	7,023	1,486	5,537	1,426	459	610	6,924	2,595	136,928	11,689
12月	11,736	9,052	1,751	7,302	1,623	530	531	8,740	2,997	134,845	13,775
2007年 1月	9,624	7,694	1,684	6,011	1,240	425	265	7,477	2,148	133,681	10,210
2月	10,318	7,132	1,372	5,760	2,310	484	391	7,186	3,132	133,709	11,644
3月	23,973	17,208	3,001	14,206	4,385	708	1,672	16,871	7,102	138,503	19,212
4月	8,298	6,811	1,558	5,253	784	440	263	6,376	1,922	137,090	9,593
5月	10,466	7,894	1,826	6,069	961	429	1,181	7,747	2,718	137,504	10,827
6月	13,680	10,649	2,193	8,457	1,700	520	811	10,667	3,013	138,439	12,818
7月	8,121	6,111	1,548	4,563	1,060	503	445	5,870	2,250	136,746	10,007
8月	9,305	6,781	1,204	5,578	1,342	456	726	6,959	2,346	135,311	10,300
9月	15,669	12,284	2,297	9,987	1,594	618	1,173	11,553	4,116	135,728	14,672
10月	7,044	5,368	1,311	4,056	882	437	358	5,019	2,025	132,936	9,864
11月	9,155	7,046	2,000	5,046	1,211	458	440	6,870	2,285	—	—

建設機械受注実績

(単位: 億円)

年 月	00年	01年	02年	03年	04年	05年	06年	06年 11月	12月	07年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
総 額	9,748	8,983	8,667	10,444	12,712	14,749	17,465	1,403	1,676	1,388	1,954	1,549	1,700	1,671	1,747	1,748	1,739	1,663	1,662	1,883
海外需要	3,586	3,574	4,301	6,071	8,084	9,530	11,756	927	1,271	997	1,496	940	1,132	1,189	1,175	1,203	1,181	1,154	1,127	1,309
海外需要を除く	6,162	5,409	4,365	4,373	4,628	5,219	5,709	476	405	391	458	609	568	482	572	545	558	509	535	574

(注) 2000～2002年は年平均で、2003年～2006年は四半期ごとの平均値で図示した。  
 2006年11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…

(2007年12月1日～31日)

### ■ 機 械 部 会

#### ■機械整備技術委員会

月 日：12月5日(水)

出席者：高橋賢次委員長ほか2名

議 題：①故障診断技術の普及・特定自主検査機器 ②安全性の向上・油圧工具の紹介 ③ホームページの開設 ④その他

#### ■トンネル機械技術委員会・事故災害防止分科会(山岳トンネル)

月 日：12月5日(水)

出席者：奥村利博分科会長ほか8名

議 題：①アンケート調査の纏め方について ②その他

#### ■路盤・舗装機械技術委員会

月 日：12月5日(水)

出席者：福川光男委員長ほか18名

議 題：①アスファルトフィニッシャーに関する年表の発表 ②その他

#### ■建築生産機械技術委員会

月 日：12月6日(木)

出席者：石倉武久委員長ほか10名

議 題：①各分科会の活動報告について ②建機のCO<sub>2</sub>排出量の低減について ③その他

#### ■基礎工事用機械技術委員会・C規格分科会

月 日：12月5日(水)

出席者：青柳隼夫委員長ほか10名

議 題：①C規格原案検討について ②スケジュールの確認 ③その他

#### ■トンネル機械技術委員会・未来型機械分科会

月 日：12月11日(火)

出席者：河上清和分科会長ほか9名

議 題：①取り纏めた資料について ②その他

#### ■機械部会幹事会：技術連絡会

月 日：12月12日(水)

出席者：山口 武部会長ほか23名

議 題：①各技術委員会他による活動成果の発表 ②その他

#### ■コンクリート機械技術委員会

月 日：12月13日(木)

出席者：大村高慶委員長ほか7名

議 題：①トラックミキサの安全要求事項JIS原案検討 ②ホームページ原案検討 ③その他

#### ■路盤・舗装機械技術委員会・安全対策分科会・グレーダ部門

月 日：12月13日(木)

出席者：小葉賢一分科会長ほか6名

議 題：①指摘事項の見直しについて ②その他

#### ■除雪機械技術委員会・幹事会

月 日：12月18日(火)

出席者：江本 平幹事長ほか14名

議 題：①ホームページ作成について ②C規格JCMAS案の検討 ③その他

#### ■トンネル機械技術委員会・環境保全分科会

月 日：12月19日(水)

出席者：坂下 誠分科会長ほか6名

議 題：①連絡事項について ②報告書の全体内容チェック ③その他

#### ■トラクタ技術委員会

月 日：12月21日(金)

出席者：斉藤 秀企委員長ほか5名

議 題：①低燃費型制度について ②その他

#### ■トンネル機械技術委員会・事故災害防止分科会(シールドトンネル)

月 日：12月21日(金)

出席者：川本伸司分科会長ほか3名

議 題：①アンケート結果の分析 ②取り纏め方針の確認 ③その他

### ■ 建 設 業 部 会

#### ■建設業部会・業種別合同部会

月 日：12月4日(火)

出席者：国土交通省1名、佐治賢一郎部会長ほか21名

議 題：①建設機械の安全対策について ②機械の包括的安全基準の改正内容について ③重機の手摺・アクセス等安全対策について ④情報公開による建設機械関連事故の再発防止 ⑤災害復旧事例と取り組みについて ⑥雲仙災害復旧における無人化施工について ⑦その他連絡事項

#### ■建設業部会・建設機械事故防止推進分科会

月 日：12月10日(月)

出席者：村本利行分科会長ほか5名

議 題：①業種別合同部会(12/4)での活動報告について ②事故情報の公開基準について ③情報提供依頼の方法について ④その他

#### ■建設業部会・「建設生産システムに関する意見交換会(テーマⅢ)」

月 日：12月19日(水)

出席者：国土交通省3名、委員5名、三役会3名

議 題：①(仮)建設生産工学会の創設について ②建設機械施工技士資格制

度について ③その他

#### ■建設業部会・小幹事会

月 日：12月20日(木)

出席者：佐治賢一郎部会長ほか

議 題：①現場見学会の開催延期について ②第12回回機電技術者意見交換会開催日程について ③建設生産システムについての意見交換会について ④建設機械事故防止推進分科会の活動報告について ⑤次期部会役員改選について ⑥協会企画部からのアンケート依頼について ⑦その他

### ■ 商 社 部 会

#### ■商社部会・業種別合同部会

月 日：12月4日(火)

出席者：国土交通省1名、玉村 久幹事長ほか3名

議 題：①建設機械の安全対策について ②機械の包括的安全基準の改正内容について ③重機の手摺・アクセス等安全対策について ④情報公開による建設機械関連事故の再発防止 ⑤災害復旧事例と取り組みについて ⑥雲仙災害復旧における無人化施工について ⑦その他連絡事項

### ■ レンタル業部会

#### ■レンタル業部会

月 日：12月4日(火)

出席者：稲留 弘部会長ほか6名

議 題：①コンプライアンス分科会の活動概要の報告 ②部会の中間活動報告について ③各社の近況等について ④その他

#### ■レンタル業部会・業種別合同部会

月 日：12月4日(火)

出席者：国土交通省1名、稲留 弘部会長ほか7名

議 題：①建設機械の安全対策について ②機械の包括的安全基準の改正内容について ③重機の手摺・アクセス等安全対策について ④情報公開による建設機械関連事故の再発防止 ⑤災害復旧事例と取り組みについて ⑥雲仙災害復旧における無人化施工について ⑦その他連絡事項

#### ■レンタル業部会・コンプライアンス分科会

月 日：12月18日(火)

出席者：高見俊光分科会長ほか12名

議 題：①月極単価の考え方について ②緊急災害対策における建設機械等の調達方法について ③その他

## ■コンクリートポンプ車総合改善委員会

### ■コンクリートポンプ車総合改善委員会第二分科会

月 日：12月13日(木)

出席者：坪田 章委員ほか2名

議 題：①第二分科会中間報告書(案)の修正状況と委員会への提案について  
②他分科会の活動等委員会の開催などに関する意見交換

## ■製造業部会

### ■製造業部会・業種別合同会議

月 日：12月4日(火)

出席者：田中利昌副幹事長ほか14名

議 題：①建設機械の安全対策について  
②機械の包括的安全基準の改正内容について  
③重機の手すり、アクセス等安全対策について  
④災害復旧事例と取り組みについて  
⑤その他

### ■製造業部会・マテリアルハンドリングWG

月 日：12月17日(月)

出席者：溝口孝遠リーダーほか8名

議 題：①Q&Aの作成について  
②その他

## ■各種委員会等

### ■機関誌編集委員会

月 日：12月5日(水)

出席者：中野正則委員長ほか23名

議 題：①平成20年3月号(第697号)の計画の審議・検討  
②平成20年4月号(第698号)の素案の審議・検討  
③平成20年5月号(第699号)の編集方針の審議・検討  
④平成19年12月号～20年2月号(第694～696号)の進捗状況確認

### ■新機種調査分科会

月 日：12月18日(火)

出席者：渡部 務分科会長ほか2名

議 題：①新機種情報の検討・選定  
②技術交流討議

### ■建設経済調査分科会

月 日：12月13日(木)

出席者：山名至孝分科会長ほか5名

議 題：建設業の構造改革の原稿検討

## …支部行事一覧…

### ■北海道支部

#### ■除雪機械展示・実演会現地打合せ

月 日：12月6日(木)

出席者：山名常務(本部)ほか58名

議 題：平成19年度除雪機械展示・実演会実施要領等打合せ

### ■東北支部

#### ■支部運営委員会

月 日：12月5日(水)

場 所：仙台市 KKR ホテル仙台

出席者：27名

議 題：①平成19年度事業(上期)報告  
②平成19年度事業決算(上期)状況  
③その他(新表彰制度の今後の日程、会員募集)

#### ■EE東北実行委員会

月 日：12月11日(火)

場 所：仙台市 建設産業会館

参加者：遠藤事務局長

議 題：①平成19年度決算報告と会計監査報告  
②平成20年度実施計画

#### ■広報部会

月 日：12月11日(火)

場 所：協会会議室

参加者：山田仁一広報部会長代理ほか2名

#### ■広報部会

月 日：12月18日(火)

場 所：協会会議室

参加者：山田仁一広報部会長代理ほか3名

### ■北陸支部

#### ■西部地区幹事会

月 日：12月6日(木)

場 所：金沢都ホテル

出席者：乾 哲也幹事ほか6名

議 題：西部地区地方連絡会の運営について

#### ■「総合評価方式」説明会

月 日：12月13日(木)

場 所：金沢都ホテル

講 師：北陸地方整備局企画部技術開発調整官 矢田 弘氏

参加者：50名

#### ■西部地区地方連絡会

月 日：12月13日(木)

場 所：金沢都ホテル

出席者：和田 惇支部長ほか53名

議 題：①平成19年度北陸支部事業活

動 ②北陸地方整備局、石川県、富山県の事業概要 ③意見交換

#### ■けんせつフェア in 北陸 2007 幹事会

月 日：12月19日(水)

場 所：ウエルシティ新潟

出席者：渡部敏男広報委員会副委員長ほか25名

議 題：けんせつフェア in 北陸 2007 実施結果について

#### ■建設技術報告会実行委員会

月 日：12月19日(水)

場 所：ウエルシティ新潟

出席者：榎紀洋普及部会委員ほか20名

議 題：平成19年度建設技術報告会実施結果について

### ■中部支部

#### ■入札契約制度等に関する講演会

月 日：12月3日(月)

会 場：昭和ビルホール

内 容：①「建設事業をとりまく最近の話題について」国土交通省中部地方整備局 企画部 技術調整管理官 高木正幸氏  
②「建設施工における話題について」国土交通省中部地方整備局 企画部 施工企画課長 山口武志氏  
参加者：約100名

#### ■支部創立50周年記念事業準備・実行委員会(第2回)

月 日：12月19日(水)

出席者：小川敏治実行委員長ほか11名

議 題：支部創立50周年記念事業について

#### ■広報部会

月 日：12月19日(水)

出席者：西脇恒夫広報部会長ほか7名

議 題：中部支部ニュース第24号の編集会議

### ■関西支部

#### ■運営委員会

月 日：12月4日(火)

出席者：深川良一支部長ほか29名

議 題：①平成19年度上半期事業報告について  
②平成19年度上半期経理概況報告について

#### ■除雪技術委員会・除雪機械運転者技術講習会

月 日：12月5日(水)

場 所：スキージャム勝山

参加者：87名

内 容：①除雪作業体制と安全管理について  
②除排雪作業に伴う労働災害事故防止について  
③実機による実技施

工訓練 ④修了証の交付

#### ■摩耗対策委員会

月 日：12月5日（水）

出席者：深川良一委員長ほか7名

議 題：① TBMの施工に関する研究について（講師）(株)奥村組 機械部長 中山隆義氏 ②摩耗に関する文献調査

#### ■建設業部会、リース・レンタル業部会合同見学会

開催日：12月6日（木）

見学先：寝屋川流域下水道飛行場南幹線（第3工区）下水管渠築造工事（奥村組・西松建設・東急建設・浅沼組・奥村組土木興業 共同企業体）

参加者：中山隆義建設業部会長、伊勢木浩二リース・レンタル業部会長ほか26名

#### ■意見交換会（近畿地方整備局と関西支部との意見交換会）

月 日：12月14日（金）

場 所：ドーンセンター会議室

出席者：30名

議 題：①土木機械設備をめぐる昨今の話題について ②関西支部からの要望事項について

#### ■広報部会編集委員会

月 日：12月21日（金）

出席者：安田佳央編集委員長ほか6名

議 題：① JCMA 関西第92号の編集について

#### ■中国支部

#### ■みる・きく・ふれる国土建設フェア2007

月 日：11月30日（金）～12月1日（土）

場 所：広島グリーンアリーナ・基町中央公園

入場者数：13,100名

支部出展内容：①高所作業車試乗体験（協力会社：西尾レントオール(株)）②バックホウの達人による実演（協力会社：コベルコ建機(株)）③ミニバックホウ試乗写真撮影会（協力会社：コマツ中国(株)）④ソーラー付き目的案内標識（協力会社：建設機械運営工事(株)）⑤盛土の締固め情報化施工管理（回転レーザー・自動追尾トータルステーション）パネル展示（協力会社：西尾レントオール）⑥ミニチュアショベルプレ

ゼント抽選会（提供会社：コベルコ建機(株)）

#### ■九州支部

#### ■記念誌編集委員会（第1回）

月 日：12月3日（月）

出席者：相川 亮委員長ほか4名

内 容：記念誌編集の掲載内容について

#### ■現場見学会

月 日：平成19年12月4日（火）

出席者：高場正富委員長ほか12名

現 場：嘉瀬側ダム工事現場

#### ■第9回企画委員会

月 日：12月12日（水）

出席者：古川恒雄支部長ほか5名

内 容：①第3四半期の事業実施結果について ②第4四半期の事業計画について ③H20年度支部役員等改選について ④支部中期事業計画の実施状況について

#### ■記念誌編集委員会（第2回）

月 日：12月17日（月）

出席者：相川 亮委員長ほか5名

内 容：記念誌編集の掲載内容について

## ■「建設の施工企画」投稿のご案内■

—社団法人日本建設機械化協会「建設の施工企画」編集委員会事務局—

会員の皆様のご支援を得て当協会機関誌「建設の施工企画」の編集委員会では新しい編集企画の検討を重ねております。その一環として本誌会員の皆様からの自由投稿を頂く事となり「投稿要領」を策定しましたので、ご案内をいたします。

当機関誌は2004年6月号から誌名を変更後、毎月特集号を編成しています。建設ロボット、建設IT、各工種（シールド・トンネル・ダム・橋等）の機械施工、安全対策、災害・復旧、環境対策、レンタル業、リニューアル・リユース、海外建設機械施工、などを計画しております。こうした企画を通じて建設産業と建設施工・建設機械を取り巻く時代の要請を誌面に反映させよ

うと考えています。

誌面構成は編集委員会で企画いたしますが、更に会員の皆様からの特集テーマをはじめ様々なテーマについて積極的な投稿により機関誌が施工技術・建設機械に関わる産学官の活気あるフォーラムとなることを期待しております。

#### (1) 投稿の資格と原稿の種類：

本協会の会員であることが原則ですが、本協会の活動に適した内容であれば委員会で検討いたします。投稿論文は「報文」と「読者の声」（ご自由な意見、感想など）の2種類があります。

投稿される場合はタイトルとアブストラ

クトを提出頂きます。編集委員会で査読し採択の結果をお知らせします。

#### (2) 詳 細：

投稿要領を作成してありますので必要の方は電子メール、電話でご連絡願います。また、JCMA ホームページにも掲載してあります。テーマ、原稿の書き方等、投稿に関わる不明な点のご遠慮なく下記迄お問い合わせ下さい。

社団法人日本建設機械化協会「建設の施工企画」編集委員会事務局

Tel：03(3433)1501, Fax：03(3432)0289,

e-mail：suzuki@jcmanet.or.jp

## 編集後記

先日、大学の准教授（平成19年4月より助教授の名称が変更されたそうです）と話す機会が有り、例の‘Ph.D.’か‘D.Eng.’か話題になりました。（2007年10月号の続編？2007年10月号の『編集後記』も併せてお読みください。）

彼は米国留学をされていたので米国の学位制度にも詳しく、「米国では、‘Ph.D.’の授与に一般教養の試験が課されるなど‘D.Eng.’より条件が厳しく、‘Ph.D.’がワンランク上（＝最高学位）ですね」とのことでした。それなりの違いがありました。

海外留学の話が出てきたので、私の体験を少し紹介したいと思います。10年以上前にドイツに留学していた時に「ドイツは環境保全意識が高い」と感じました。商品のパッケージはほぼ全て再生紙で、雑誌・新聞や空瓶の回収BOXが街中に多く設置されていました。また、日々の買い物はいわゆるエコバックで、肉・魚・野菜・果物は量り売りです。肉や魚は対面販売で、野菜や果物は自分で計量します（写真参照）。量り売りなので日本のように形や色を揃える必要がありませんし、トレーなど使わずに商品は輸送箱での陳列で十分です。

この方式だと、種々のコスト（特に販売コスト）が抑えられます。そのためでしょうか、非常に安価です。実際、西洋なしは当時（通貨統合前）1個約50ペニツヒ（約30円）くらいでした。さらに、必要量を購入す

るので、家庭での食品廃棄も少なくなります。「節約・勤勉」で代表されるドイツ人気質と環境保全が上手く調和している例だと思います。

一方、日本で環境保全が目ざされたのはここ数年で、ダンサーによるペットボトルリサイクル（ペットボトルを踏みつぶす）の広告が記憶に残っている方も多と思います。最近では、電気街が拠点のアイドルグループによる広告も作られているようです。また、プレミアムのついたエコバックも登場するほどの過熱ぶりです。

さて、本号の特集は如何だったでしょうか？一言で「環境対策」と言っても「地球温暖化」から「オペレータシートの座り心地」まで多岐にわたります。さらに、地球温暖化対策の「気候変動枠組み条約」も「京都議定書」から「バリ・ロードマップ」へと移行しつつあります。これらを踏まえて一回の特集で全てを網羅しきれず、今回は「官主体」とさせて頂きました。

最後に、年末の御多用な時期にもかかわらず執筆して頂いた皆様に御礼申し上げます。

（高津・和田）



写真：スーパーの秤（独国 Bochum にて）

### 3月号「エネルギー特集」予告

- ・ BDFの最近の動向
- ・ 乗用車等の燃費基準
- ・ 省エネ設備導入支援制度について
- ・ 大規模揚水発電所における設計と施工
- ・ 郡山布引高原風力発電所の概要と建設工事
- ・ 蓄電池併設による受電電力ピークカット機能付き高機能太陽光発電システム
- ・ 水路施設における小水力発電設備の設置
- ・ 合材工場における木質バイオマスコージェネレーションシステムの導入
- ・ ビール工場の排水処理設備で発生するバイオガスを利用したコージェネレーション設備
- ・ 波力発電と海洋温度差発電の現状と展望
- ・ 国家石油ガス備蓄基地
- ・ 省エネ運転

## 機関誌編集委員会

### 編集顧問

浅井新一郎	石川 正夫
今岡 亮司	上東 公民
岡崎 治義	加納研之助
桑垣 悦夫	後藤 勇
佐野 正道	新開 節治
関 克己	高田 邦彦
田中 康之	田中 康順
塚原 重美	寺島 旭
中岡 智信	中島 英輔
橋元 和男	本田 宜史
渡邊 和夫	

### 編集委員長

中野 正則 国土交通省

### 編集委員

廣松 新	国土交通省
浜口 信彦	国土交通省
米田 隆一	農林水産省
小沼 健一	(独)鉄道・運輸機構
早川 正昭	株高速道路総合技術研究所
伊藤 崇法	首都高速道路株
高津 知司	本州四国連絡高速道路株
平子 啓二	(独)水資源機構
松本 敏雄	鹿島建設株
和田 一知	川崎重工業株
岩本雄二郎	株熊谷組
嶋津日出光	コベルコ建機株
金津 守	コマツ
藤永友三郎	清水建設株
村上 誠	新キャタピラー三菱株
宮崎 貴志	株竹中工務店
泉 信也	東亜建設工業株
中山 努	西松建設株
斉藤 徹	株NIPPOコーポレーション
三柳 直毅	日立建機株
岡本 直樹	山崎建設株
大林 正明	株奥村組
石倉 武久	住友建機製造株
京免 継彦	佐藤工業株
久留島匡繕	五洋建設株
吉越 一郎	株間組
庄中 憲	施工技術総合研究所

## No.696「建設の施工企画」 2008年2月号

〔定価〕1部840円（本体800円）  
年間購読料9,000円

平成20年2月20日印刷

平成20年2月25日発行（毎月1回25日発行）

編集兼発行人 小野 和日見

印刷所 日本印刷株式会社

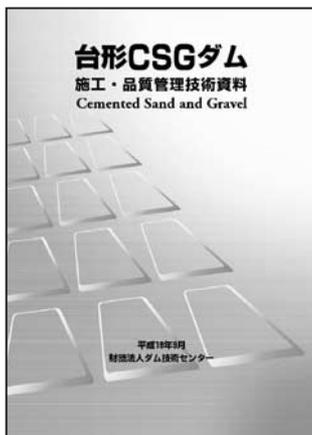
## 発行所 社団法人日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内  
電話 (03) 3433-1501; Fax (03) 3432-0289; <http://www.jcmanet.or.jp/>

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支店	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支店	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支店	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話 (025) 280-0128
中部支店	〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26	電話 (052) 241-2394
関西支店	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支店	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話 (082) 221-6841
四国支店	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支店	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26	電話 (092) 436-3322

# 図 書 案 内

## 台形CSGダム施工・品質管理技術資料



### ■本の内容

- ・台形CSGダムの概要
- ・品質管理
- ・施工

平成19年9月 発行

A4版・170頁 価格2,000円

(税込・送料別)

編集：台形CSGダム施工・品質管理  
技術資料作成検討会

発行：財団法人 ダム技術センター

## ダムの安全管理



### ■本の内容

- ・ダムの安全管理の特徴と着目点
- ・ダムで行われている測定の特徴と問題点
- ・ダム完成後の経過年数と安全管理の着目点
- ・安全管理のための測定事例と着目点
- ・ダムの実測に基づく主な研究紹介

平成18年5月31日 発行

B5版・138頁 定価2,000円

(税込・送料別)

著者：飯田 隆一

発行：財団法人 ダム技術センター

## 多目的ダムの建設（平成17年度版）



### ■本の構成

- 【第一章】計画・行政編
- 【第二章】環境・調査Ⅰ編
- 【第三章】調査Ⅱ編
- 【第四章】設計Ⅰ編
- 【第五章】設計Ⅱ編
- 【第六章】施工編
- 【第七章】管理編

平成17年6月30日 発行

A4版・全7巻 定価88,200円

(税込・送料別)

編集・発行：財団法人 ダム技術センター

## RCD工法技術の進歩



### ■本の内容

- ・RCD工法開発の背景
- ・コンクリートダム施工の合理化の検討方針と基本的課題の克服
- ・RCD工法の改良・工夫のあゆみ
- ・RCD用コンクリートの配合設計と品質管理
- ・今後の技術開発

平成17年12月1日 発行

A4版・408頁 定価4,500円

(税込・送料別)

編集・発行：財団法人 ダム技術センター

## ダム技術



### ■記事の内容

- ・ダム技術に関する最新の研究開発成果
- ・全国のダム建設・管理現場からの技術検討報告など

A4版 月刊誌

定価(年間購読)15,840円

(税込・送料込)

発行：財団法人 ダム技術センター

ダム技術センターは、ダムに関する研究成果及び知識を広く啓発普及するため、ニュースレター・機関誌・技術書類の刊行やホームページ運用など様々な広報活動を展開しています。

広範かつ高度な技術力によって社会に貢献する

ダム技術センター

【問い合わせ先】

財団法人ダム技術センター 企画部図書販売係

〒106-0041

東京都港区麻布台2-4-5 メソニック39MTビル7F

TEL03(3433)7811 FAX03(3432)6204

http://www.jdec.or.jp/ E-mailbooks@jdec.or.jp



## 豊かな環境、奏でます。

社会の発展と、環境との調和。それが、私たちがめざすテーマです。

「豊かな大地、豊かな街を未来へ…」、日立建機はこのテーマのもとに、社会の発展と環境との調和を図る各種の建設機械やソリューションの開発に取り組んでいます。たとえば、日立オンサイトスクリーニング&ソリューション・Hi-OSS<ハイオス>は、さまざまな建設副産物や産業廃棄物を現場内で選別処理し、再利用することによって廃棄物を減らし、ダンプトラックで場外へ運び出すコストや運搬に伴うCO<sub>2</sub>排出量を削減するなどの効果を生んでいます。社会と環境の調和をめざして、日立建機はさらに多彩な製品と技術でお応えします。

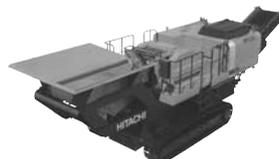
\*「オンサイトスクリーニング」、「ハイオス」、「Hi-OSS」は、日立建機(株)の登録商標です。



ホイールローダ **ZW**シリーズ



油圧ショベル **ZAXIS**シリーズ



自走式ジョークラッシャー **ZR/HR**シリーズ



自走式スクリーン **VR/FS**シリーズ

KOBELCO

さすがコベルコ!

選択される「商品」「社員」「会社」へ

静と動の極みへ。

**iNDR** Integrated Noise & Dust Reduction Cooling System

95dB (A)

新冷却システムが実現した極低騒音。

※国土交通省の指定制度上はあくまでも超低騒音型(基準値は100dB以下)です。  
「極低騒音」はコベルコの独自表現です。

燃料消費量21%低減

驚きのコストパフォーマンスを実現。

※数値はSK225SRの場合。当社従来機SK235SRと  
単位燃料あたりの掘削土量を比較。標準モード時。



掘削新流儀。——アセラ・ジオスペック

**ACERA GEOSPEC SR**

**SK225SR** ●バケット容量:0.8m<sup>3</sup>  
●運転質量:22,300kg



用途別専用機ダイナスペック

**DYNASPEC SR**

**SK235SRD** ●バケット容量:0.8m<sup>3</sup>  
●運転質量:24,300kg

**SK235SRD LC** ●バケット容量:0.8m<sup>3</sup>  
●運転質量:24,900kg



オフロード法適合

お問い合わせ、カタログのご請求は……

**コベルコ建機株式会社** <http://www.kobelco-kenki.co.jp>

東京本社/〒141-8626 東京都品川区東五反田2-17-1 ☎03-5789-2111

# CAT mini

# CAT

世界で活躍するキャタピラーの油圧ショベル。  
様々な現場を知り尽くしたその経験は  
操作する人の意のままに操れる、  
ミニ油圧ショベルの高い作業性能にも  
凝縮されています。  
その世界基準の性能をWEBでご確認ください。



CATミニ

検索

## CATミニ油圧ショベルシリーズ

**301.5cr** 1,500kg(キャノピ)   **302cr** 2,050kg(キャノピ)   **302csr** 1,990kg(キャノピ)   **303sr** 2,950kg(キャノピ)   **303cr** 3,070kg(キャノピ)   **NEW!** **303csr** 2,990kg(キャノピ)   **303.5cr** 3,550kg(キャノピ)   **304cr** 4,560kg(キャノピ)   **305cr** 4,850kg(キャノピ)   **305sr** 5,310kg(キャノピ)

### レンタル



詳しくは  
弊社ホームページ  
まで

### デモ・試乗

秩父デモセンター  
0494-24-7311

### ライセンス

エス・シー・エム教習所(株)  
042-763-7130  
<http://www.cmot.co.jp>

カタログのご請求は、最寄りの販売店よりお申し付けください。また、ホームページよりダウンロードも可能です。  
CATERPILLAR(キャタピラー)及びCATはCaterpillar Inc.の登録商標です。

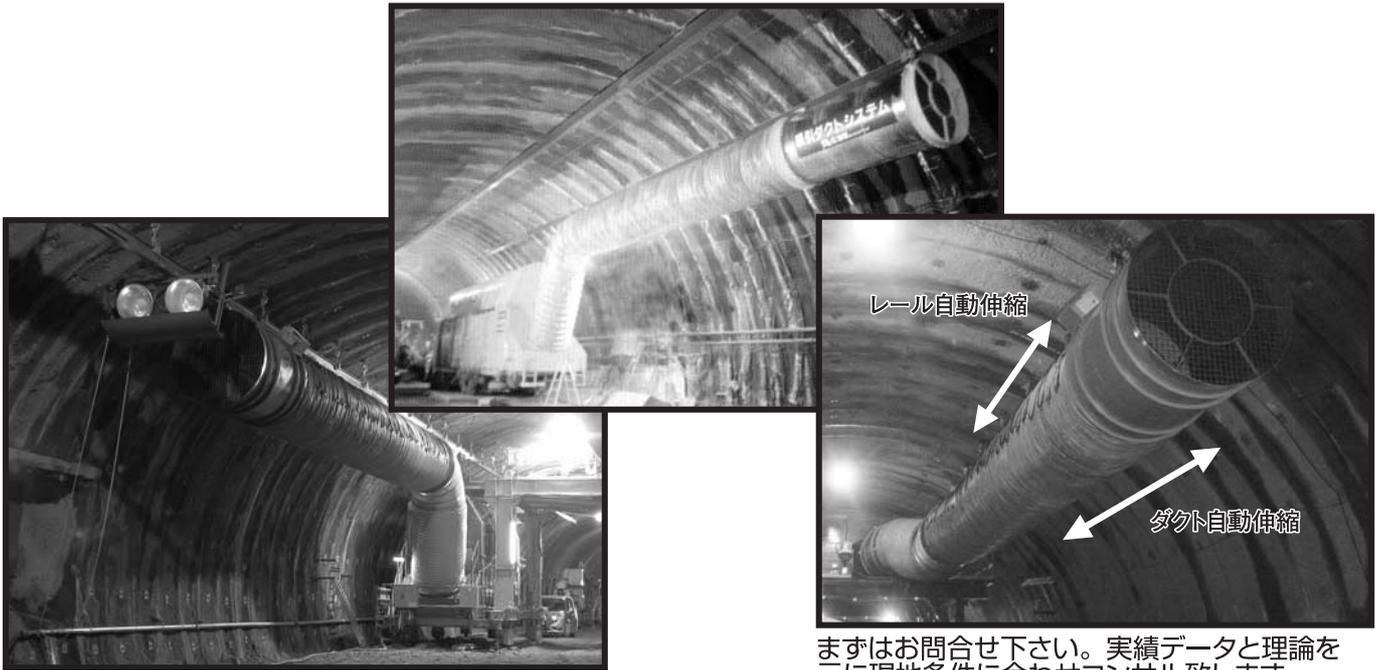
<http://www.scm.co.jp>

## 新キャタピラー三菱

本社(営業部門) 神奈川県相模原市田名3700 千229-1192

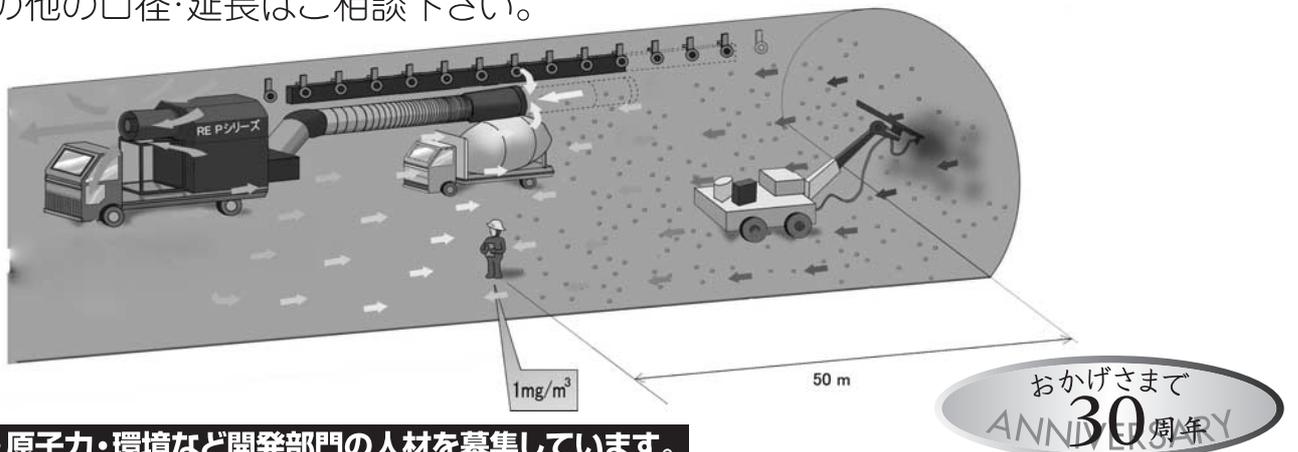
# 吸引ダクトシステム

## 吸引ダクトシステム特許取得【第3883483号】 ガイドラインを大幅にクリア 1mg/m<sup>3</sup>を達成!!



まずはお問合せ下さい。実績データと理論を元に現地条件に合わせコンサル致します。

- 発生源粉塵対策の決定版。
- ダクトはもちろん吊下げレールも無線リモコンで楽々前進。
- 掘削工法や作業サイクルに適応。操作のお手間をとらせません。
- **最低限の切羽送気量**と後方の**高い清浄空間**の確保で換気コスト・ランニングコストの大幅なコストダウンに。
- 適応径はφ600～φ1500、負圧-2kpa、収縮率1/5、100m以上もレンタルで対応可。移動照明を使用することで切羽作業効率、安全性が大幅にアップ。その他の口径・延長はご相談下さい。



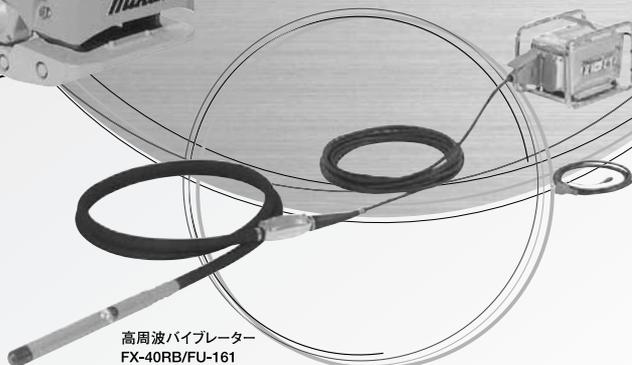
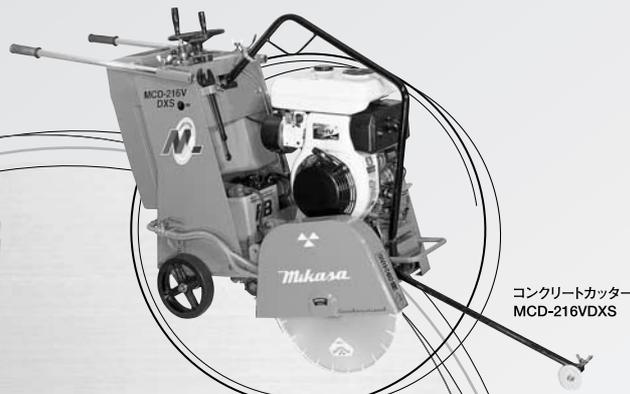
宇宙・原子力・環境など開発部門の人材を募集しています。

**株式会社流機** エンジニアリング

URL : <http://www.ryuki.com> E-mail : [eigyobu@ryuki.com](mailto:eigyobu@ryuki.com)

本社 / 〒108-0073 東京都港区三田3-4-2 COI聖坂ビル  
TEL : 03 (3452) 7400(代) FAX : 03 (3452) 5370  
つくば / 〒308-0114 茨城県筑西市花田90-1  
テクセンター TEL : 0296 (37) 7680(代) FAX : 0296 (37) 7681

 **Mikasa**<sup>®</sup>  
<http://www.mikasas.com>



多様な作業環境に、柔軟に対応する品質・技術・パワー。  
「三笠」は現場に支持されています。

**三笠産業株式会社**

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社 / 〒101-0064 東京都千代田区猿樂町1-4-3 TEL: 03-3292-1411 (代)

●営業所: 札幌 / 仙台 / 北関東 / 新潟 / 長野 / 静岡 ●出張所: 山梨

**三笠建設機械株式会社**

〒550-0012 大阪市西区立売堀3-3-10 TEL: 06-6541-9631 (代)

●営業所: 名古屋 / 金沢 / 広島 / 高松 / 福岡 ●出張所: 鹿児島 / 沖縄

# 木質粉碎の処理機械・廃棄物の高速選別機械は マルマにおまかせください。

## 粉碎機械

### 特長

- ◎抜群の生産量      ◎均一チップの生産      ◎独自のドラムカッターによる大幅コスト低減
- ◎自動負荷制御      ◎ヘビーデューティ      ◎コンパクト設計      ◎安定した機動性
- ◎移動しながらの高効率粉碎      ◎チップ飛散極小

### 木材・巨根の粉碎

自走式大型木質系粉碎処理機 (タブグラインダー)



### 長材・家屋廃材の粉碎

横投入式木質系粉碎処理機 (ホリゾンタルグラインダー)



## 自走式混合廃棄物高速選別機

### 特長

- ◎大量選別      ◎星型ブレード      ◎過負荷防止機能      ◎残土、混廃、チップ等選別可能
- ◎コンパクト設計      ◎材料を跳ね上げて選別      ◎優れた輸送性

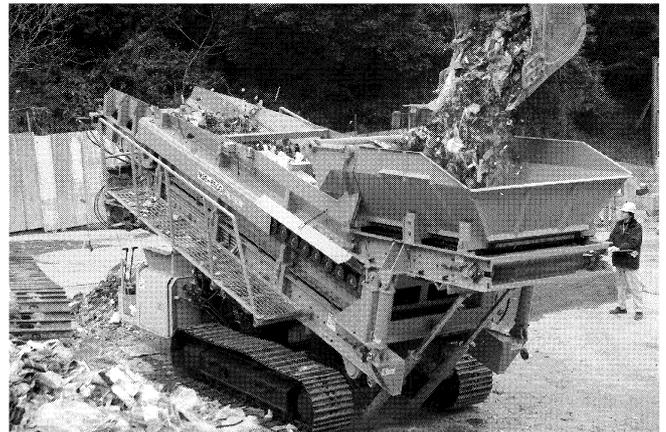
### 木材チップの選別

モバイル・スタースクリーン



### 混合廃棄物の選別

モバイル・スタースクリーン



日本輸入総代理店

**マルマテクニカ株式会社**

本社・相模原事業所 神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号 〒229-0011

営業部 TEL 042 (751) 3091 (代表) FAX 042 (756) 4389

東京事業部 東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号 〒156-0054  
TEL 03 (3429) 2141 (代) FAX 03 (3420) 3336

名古屋事業所 愛知県小牧市小針2丁目18番地 〒485-0086  
TEL 056 (877) 3311 (代) FAX 056 (872) 5209

それはいつまでも  
青い空のために



★**新星**



★**彗星**



★**快星**

**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

# Denyo

新登場



豊富なオプションに対応  
**DCA-25ES12**



低騒音型  
**DCA-300ESK**

## エンジン発電機 **DCA Series**

環境にやさしく、今日もどこかで暮らしを支える、  
デンヨーのパワーソースです。

新登場



アフタークーラ内蔵  
**DIS-70AC**



可変圧力式  
**DIS-200VPS**

## エンジンコンプレッサー **DIS Series**

新登場

アイドリングストップ  
機能搭載  
**DLW-320LS**



2人同時溶接ができる  
**DLW-400ESW**



## エンジン溶接・発電機 **DLW Series**



●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)1111 FAX: 03(6861)1181  
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  
関越営業所1課 025(268)0791  
関越営業所2課 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(935)0621  
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

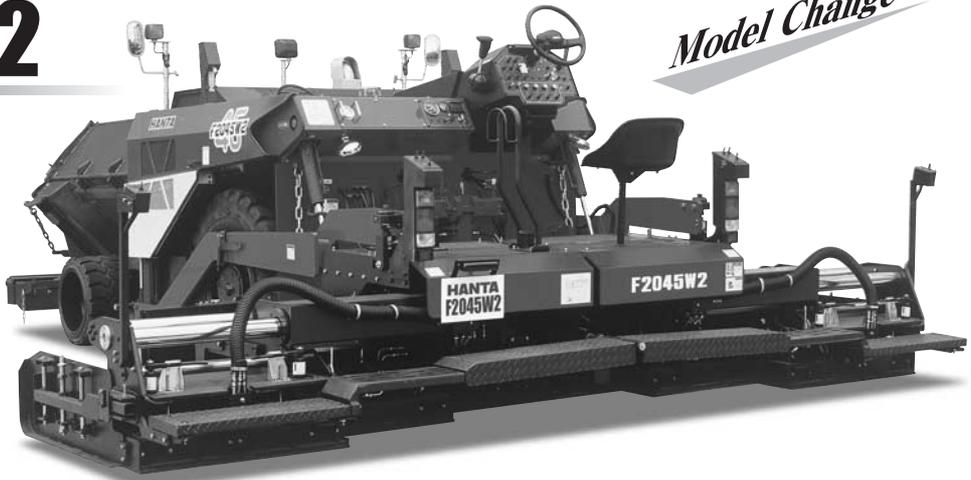
更にパワーアップされた **新型ボディ!!**  
**実績・定評のRV3段スクリード!!**

WHEEL TYPE ASPHALT FINISHER

# F2045W2

Paving Width : 2.0~4.5m

- 舗装幅 : 2.0~4.5m
- 舗装厚 : 10~150mm
- 質量 : 約7,570kg
- フィーダ搬送量 : 236m<sup>3</sup>/h
- 上層路盤材施工可能
- 排ガス対策型建設機械認定機
- 低騒音型建設機械認定機
- 車検取得可能(大型特殊)



■ 姉妹機としてクローラタイプのF2045C2がございます。

更にパワーアップされた **NEWモデル登場!!**  
**メンテナンス性の向上とランニングコストを重視したシンプル構造!!**

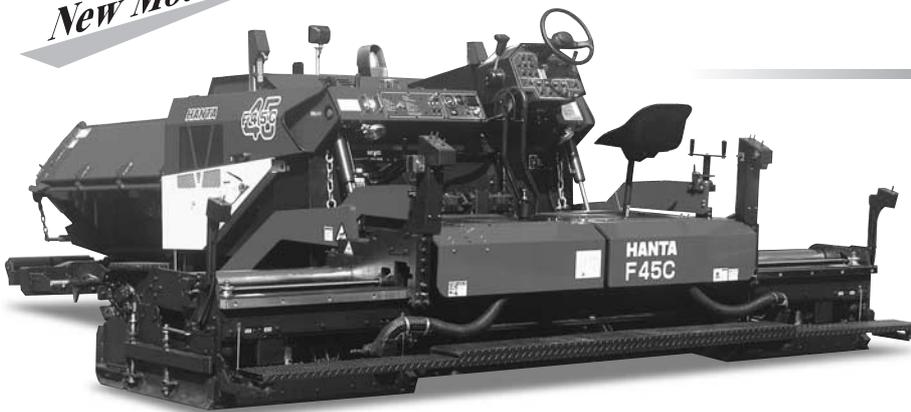
*New Model*

CRAWLER TYPE ASPHALT FINISHER

# F45C

Paving Width : 2.35~4.5m

- 舗装幅 : 2.35~4.5m
- 舗装厚 : 10~150mm
- 質量 : 約7,260kg
- フィーダ搬送量 : 236m<sup>3</sup>/h
- 路盤材施工可能
- 排ガス対策型建設機械認定機
- 低騒音型建設機械認定機



■ 姉妹機としてホイールタイプのF45Wがございます。



## 範多機械株式会社

〒555-0012 大阪市西淀川区御幣島2丁目14番21号  
 URL <http://www.kantak.co.jp>

札幌営業所 〒063-0866 札幌市西区八軒6条東2丁目8番10号 TEL.(011) 633-2125(代) FAX.(011) 633-2135  
 仙台営業所 〒984-0015 仙台市若林区卸町3丁目3番5号 TEL.(022) 235-1571(代) FAX.(022) 235-1419  
 東京営業所 〒175-0091 東京都板橋区三園1丁目50番15号 TEL.(03) 3979-4311(代) FAX.(03) 3979-4316  
 中部営業所 〒491-0925 一宮市大和町南高井字五反田65番地 TEL.(0586) 47-6400(代) FAX.(0586) 46-8420  
 大阪営業所 〒555-0012 大阪市西淀川区御幣島2丁目14番21号 TEL.(06) 6473-1741(代) FAX.(06) 6472-5414  
 中国営業所 〒733-0012 広島市西区中広町3丁目3番18号 TEL.(082) 503-8381(代) FAX.(082) 503-8380  
 福岡営業所 〒812-0002 福岡市博多区空港前1丁目9番8号 TEL.(092) 611-0995(代) FAX.(092) 611-0997

# ツルミで納得!!

## 用途に合わせて選べる土木建設工事機器

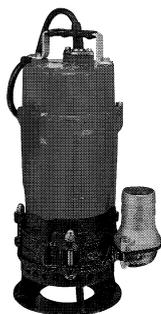
### 工事排水用水中ポンプ



水中ハイスピンポンプ  
(自動運転形)

#### LBA型

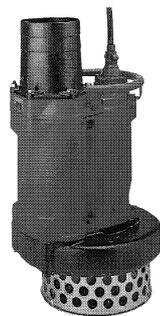
- 吐出し口径：40・50mm
- 出力：0.25・0.48kW
- 全揚程：6~8m
- 吐出し量：0.1~0.12m<sup>3</sup>/min



水中泥水ポンプ

#### HSD型

- 吐出し口径：50mm
- 出力：0.55kW
- 全揚程：9m
- 吐出し量：0.1m<sup>3</sup>/min



水中ポンプ

#### KRS型

- 吐出し口径：80~350mm
- 出力：2.2~37kW
- 全揚程：10~30m
- 吐出し量：0.5~14m<sup>3</sup>/min

### 低水位・残水吸排水ポンプ



水中ハイスピンポンプ

#### LSC型

- 吐出し口径：25mm
- 出力：0.48kW
- 最高排水揚程：11m <50HZ>  
12m <60HZ>
- 最低水位：1mm

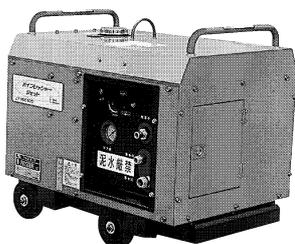


スリーブポンプ

#### LSP型

- 口径：25mm (吸込) × 25mm (吐出し)
- 出力：0.48kW
- 最大吐出し水量：0.06m<sup>3</sup>/min
- 最大吐出し揚程：8m <50HZ>  
9m <60HZ>

### 高圧洗浄機 (エンジン/モータタイプ)

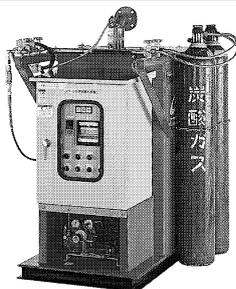


ジェットポンプ

#### HPJ型

- 吐出し量：6.2~61.4ℓ/min
- 圧力：4.0~19.6MPa

### pH中和装置

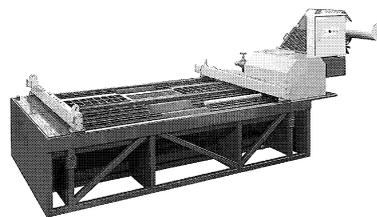


pH中和処理装置

#### TPC型

- 希硫酸仕様：4~35m<sup>3</sup>/h
- 炭酸ガス仕様：6~40m<sup>3</sup>/h

### タイヤ洗浄機



自動タイヤ洗浄機

#### MTW型

- 洗浄時間：40秒 (1台)

株式会社 鶴見製作所

大阪本店：〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40 TEL.(06)6911-2351(代) FAX.(06)6911-1800  
東京本社：〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8 TEL.(03)3833-9765(代) FAX.(03)3835-8429

北海道支店：TEL.(011)787-8385  
東北支店：TEL.(022)284-4107  
東京支店：TEL.(03)3833-0331

北関東支店：TEL.(048)688-5522  
新潟支店：TEL.(025)283-3363  
中部支店：TEL.(052)481-8181

北陸支店：TEL.(076)268-2761  
近畿支店：TEL.(06)6911-2311  
兵庫支店：TEL.(078)575-0322

中国支店：TEL.(082)923-5171  
四国支店：TEL.(087)815-3535  
九州支店：TEL.(092)452-5001

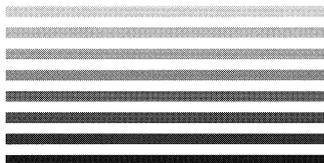
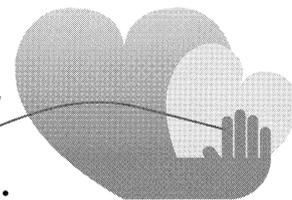
[www.tsurumipump.co.jp](http://www.tsurumipump.co.jp)

- (社)日本産業広告協会会員
- 学術誌広告業協会会員

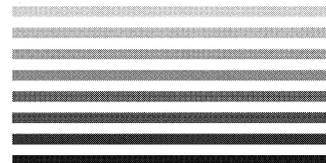


# 心から心へのメッセージ

We will serve you a message from heart to heart.



数ある情報誌のうちの確に  
ユーザーの脳裏を捕えるものは？  
それは学会・協会誌です。



的確な判断、敏速な対応そして広い視野を持った時、初めて時代の変化をキャッチし広告することの意義を考えさせられます。弊社は、皆様の心をアピールする手助けをモットーに心がけております。

お問合せ・お申し込みは・・・



学術・技術誌専門広告代理業  
**株式会社 共栄通信社**

本社：〒104-0061 東京都中央区銀座7-3-13 (ニューギンザビル5階)  
☎ (03) 3572-3381(代) FAX (03) 3572-3590  
E-mail : info@kyoeitushin.co.jp  
大阪支社：〒530-0047 大阪市北区西天満3-6-8号 (笹屋ビル2階)  
☎ (06) 6362-6515(代) FAX (06) 6365-6052

## 本誌掲載広告カタログ・資料をご希望の方に…

建設の施工企画 年 月号 広告掲載下記カタログを請求します。

ご 芳 名			
会 社 名(校名)			所属部・課名(学科)
所 在 地 (または住所)	〒	TEL	
		FAX	
会 社 名		製 品 名	

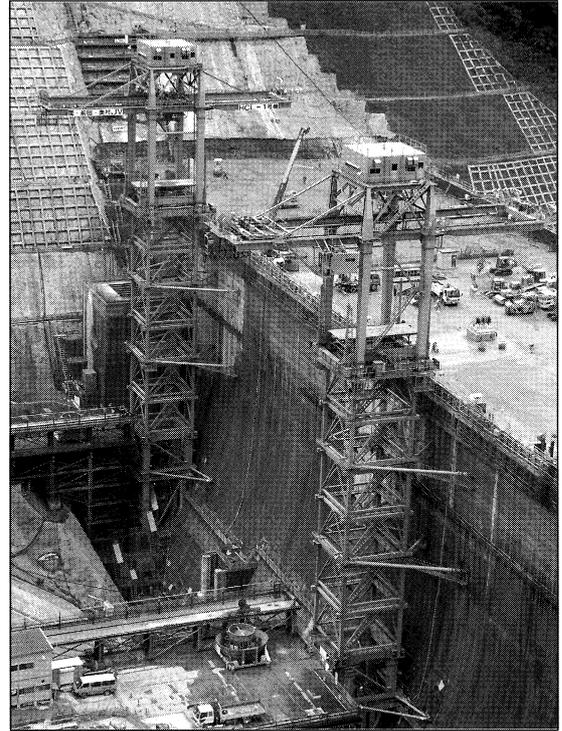
上記に所要事項ご記入の上 (株)共栄通信社『建設の施工企画』係宛  
(〒104-0061 東京都中央区銀座 7丁目3番13号 電話03-3572-3381/FAX03-3572-3590)にお送り下さい。

# ダム工事用コンクリート運搬テルハ (クライミング機能付)

## 重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

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



## 永吉永機械株式会社

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

お客様のお役に立つこと。  
私たちがお手伝いします。



### Criative

私たちの役割は、印刷会社の枠を超え、クリエイティブな分野にも進出しています。

### Footwork

私たちNPC日本印刷は、お客様の笑顔のためなら、時間やエネルギーを惜しみません。

# NPC

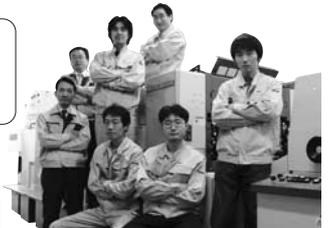


# 情熱



### Total Solution

お客様のお役に立てることをつねに考える。それが、私たちの誠意です。



### Printing Quality

優れた品質をお届けするために、私たちは、努力をする姿勢を忘れません。

堂々完成!  
NPC  
新工場

## NPC 日本印刷株式会社

●名称/NPC 日本印刷株式会社 ●所在地/〒101-0021 東京都千代田区外神田6-3-3 電話 03(3833)6971 (代表) ○営業部/東京都文京区湯島3-20-12  
○プロサーセンター/東京都文京区湯島3-20-12 ○NPCビル/東京都文京区湯島3-20-13 ○本社工場/東京都千代田区外神田6-3-3 ○工場予定地/埼玉県草加市弁天2-21-6 ●設立/1969年4月 ●従業員/営業担当50名・総務担当5名・プロサーセンター・印刷担当150名 ●業務内容/○クリエイティブ/企画・デザイン・プレゼンテーション・コピーライティング・編集・イラストレーション・撮影・フォトリス・リサーチ・分析○製版・印刷・製本/DTP・画像加工・オフセット印刷・特殊印刷・各種製本全般○デジタルコンテンツ/Webデザイン・VTR制作・CD-ROM ●営業種目/○定期刊行物・社内報○マニュアル・テキスト・報告書・名簿・書籍一般○カタログ・パンフレット・DM・ポスター・ステッカー・パネル・旗・カレンダー○年史・記念誌・アルバム○紙器関係一式○その他 印刷全般・出版補助

○NPC日本印刷は、神田税務署より優良申告法人の表敬状をいただいています。

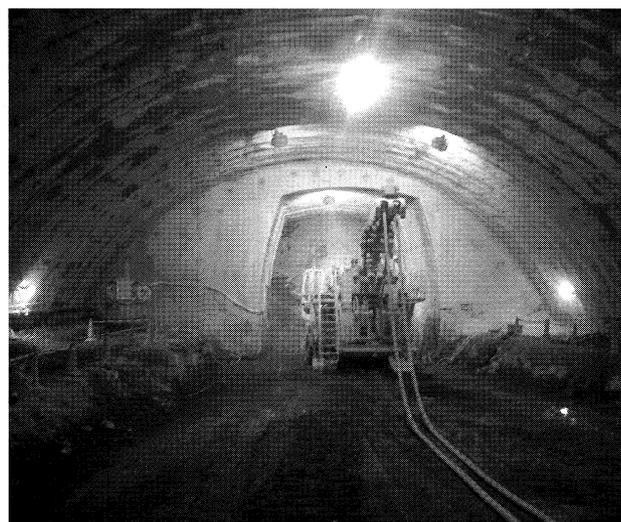
○NPC日本印刷は、ISO9001・2000の認証を営業・生産・総務の全部門で取得しています。

<http://www.npc-tyo.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>

(旧社名:日本鉷機株式会社)

本社・営業/カスタマーサービス	〒105-0012	東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル	TEL. 03-5733-9443
中部支店	〒514-0396	三重県津市雲出鋼管町6番地2	TEL. 059-234-4139
西部支店	〒812-0013	福岡県福岡市博多区博多駅東2丁目6番26号 安川産業ビル	TEL. 092-411-4998
三重工場	〒514-0396	三重県津市雲出鋼管町6番地2	TEL. 059-234-4111

# 安全・高能率な掘削を実現!

## 全断面对応中硬岩用トンネル掘進機 ロードヘッド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。



製造元  
販売元



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.03-3270-2006 FAX.03-3245-0203

<http://www.mitsumiike.co.jp>

E-mail: [koken@mail.mitsumiike.co.jp](mailto:koken@mail.mitsumiike.co.jp)

販売・レンタル  
及びメンテナンス

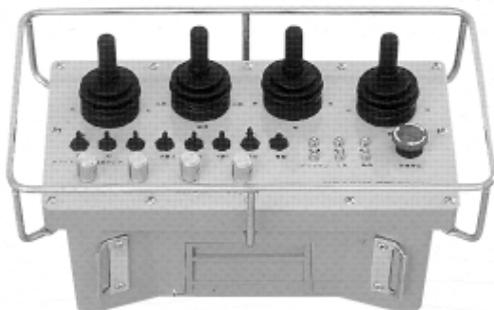
MIKE ミイケ機材株式会社

本社/〒116-0013 東京都荒川区西日暮里5丁目11番7号 西日暮里ワイエムビル  
TEL.03-3241-4711 FAX.03-5615-1180

建設機械用  
無線操作装置

# ダイワテレコン

あらゆる仕様に対応  
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

〈新電波法技術基準適合品〉

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

## DAIWA TELECON

大和機工株式会社

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

進化はいま、真価へ。



情報発信ミニショベル

**MR-3**  
ダッシュスリー

特定特殊自動車排出ガス基準適合車

**KOMTRAX**

**KOMATSU**

コマツ 営業本部 TEL.03-5561-2714  
〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 <http://www.komatsu.co.jp/ce/>

雑誌 03435-2



4910034350285  
00800

「建設の施工企画」

定価 一部 八四〇円

本体価格八〇〇円