

建設の施工企画 **6**

2009 JUNE No.712 JCMMA

ダム現場に設置した
脱水ケーキリサイクル装置
(工事当時)



建設施工の環境対策 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！

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機

フルラインアップ!!

ケーブルレス サテライト 離操作

Nシリーズ：微弱電波
Rシリーズ：産業用ラジコンバンド
Uシリーズ：429MHz帯 特定小電力
Gシリーズ：1.2GHz帯 特定小電力
ポーバ：防爆形無線機

- ◆ 業界随一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応！
- ◆ 常に！業界一のコストパフォーマンス！
- ◆ 迅速なメンテナンス体制！
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい！
代々互換性を継承、補修の永続

スリムケーブルレス

より安価なオーダー対応を実現！

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

フルオーダー対応で
最大32点まで対応可！

- スリムなボディ…従来品(TX-5600)との体積比約88%
- 自由度の高い操作スイッチ配置など、多様なオーダー対応性
- 優れた耐塵防雨性能…送信機はIP65相当
- 衝撃に強い新ブラケースを採用
- 自社開発！新生2段階押しスイッチで高い耐久性
- パネルゴムに突起部を追加、操作感を向上(標準釦位置のみ)
- 見易くなった「電池残量告知ランプ付」

標準型
RC-5708N

- 8操作8リレー
- 軽量・コンパクト受信機

セットで
15.75万円



標準型
RC-5712N

- 12操作12リレー
- 照明出力リレーの保持を標準採用

セットで
17.85万円



マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ

標準型

RC-6016N

- 16操作16リレー

最大24操作まで対応可能

セットで
21万円



防爆形無線機 対応可能
《ポーバ》(微弱電波・特定小電力)

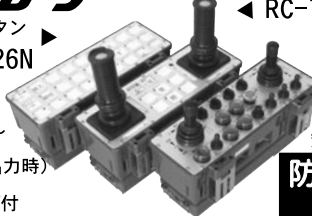
マイティサテライト

N/U/Gシリーズ

全押しボタン
RC-7126N

セットで
47.25万円

- 最大操作数64(オープンコレクタ出力時)
- 見易くなった「電池残量告知ランプ付」



3ノッチジョイスティック型
RC-7132N

セットで
94.5万円

ジョイスティック
2本装着オーダー例

無段階変速対応可

防爆形無線機 対応可能
《ポーバ》(微弱電波のみ)

ハイパーケーブルレス

N/U/Gシリーズ

標準型

RC-8416N

- 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・トグルスイッチ装着可能
- 見易くなった「電池残量告知ランプ付」

セットで
23.1万円



裏側
スイッチ
装着例

新 チップケーブルレス

コンパクトという選択肢!!
～機能を絞ると、こんなに小さくなりました～

微弱電波モデル
対応

標準型
RC-3208N

- 6操作8リレー

セットで
12.6万円



スリムなので
片手で握り替えずに、
正逆操作が行えます!

- スリム・小型・軽量
- 送信機ケース強度が増大!
- 防水性アップ(送信機はIP65)
- 価格がさらに安価に!
- 従来機と信号互換あり!

チップケーブルレス
(親指が遠くまで届きます)



ケーブルレスミニ

ポケットサイズの本格派!

微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応

標準型

RC-4303N/R

- 3操作3リレー
- 最大5リレーまで対応可能

セットで
10.5万円



- 微弱Nシリーズは、240MHz化でより安定した電波の飛び!
- 2段階押しスイッチ追加可能!(オプション)



テルハには
ゼロ線電源*と
おんぶ/だっこ金具*で
電気配線不要・取付簡単!
(*オプション)



リソーサー 離操作

Nシリーズ
Uシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

標準型

RC-2512N

- 12操作12リレー
- 最大32リレーまで対応可能
- 送信機防塵防滴構造強化
- 見易くなった「電池残量告知ランプ付」

セットで
23.1万円



価格もサイズも
ハンディー並み!

軽量コンパクト
ショルダータイプ



データケーブルレス

工次次第で用途は無限!

微弱電波・特定小電力
ラジコンバンド
全モデル対応

標準型

TC-1305R

21.525万円

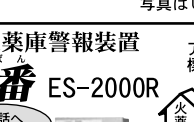
TC-1308N(微弱電波) 23.1万円

送信機



7100型
6300型
5700型
3200型

受信機



MAXサテライト

Uシリーズ
Gシリーズ

特定小電力
専用モデル

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

全押しボタン
RC-9300U

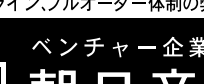
- 多機能多操作(比例制御対応可)

セットで
99.75万円



金属シャーシの
多操作・特注仕様専用機!!

無段階変速ジョイスティック
2本装着例



無線式火庫車警報装置

発破番 ES-2000R

アンテナ等の標準付属品付
セットで
42万円

音声 一般電話へ自動転送!

音声 メッセージ

2km (6km)



7100型
6300型
5700型
3200型

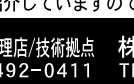
受信機

送信機

写真はUシリーズ

写真機

写真機



- 長距離伝送 到達距離約2km～(6km)
- 受信機から電話回線接続機能、携帯電話へもOK!
- 高信頼性 異常判定アルゴリズム
- 音声メッセージで異常箇所を連絡(受信側)
- 大音量警鳴音発生 110dB/m

無線化工事のことならフルライン、フルオーダー体制の弊社に今すぐご相談下さい。また、ホームページでも詳しく紹介していますのでご覧下さい。 朝日音響 検索



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

東日本地区販売代理店/技術拠点
FAX 042-492-0411
東海地区販売代理店/技術拠点
FAX 0562-46-1908
大阪地区販売代理店
FAX 06-6393-5632

株式会社 広進
TEL 042-492-0410
(有)キノシタ・E・システムズ
TEL 0562-46-1905
中川システム
TEL 06-6393-5635

平成21年度施工技術報告会講演募集のお知らせ

主題「最近の建設技術と施工事例」

共 催 (社)土 木 学 会 関 西 支 部
(社)地 盤 工 学 会 関 西 支 部
(社)日本建設機械化協会関西支部

三学・協会では、直接、設計・施工に携わった方々に施工技術の成果を報告していただく「施工技術報告会」を毎年企画しております。過去33回における当報告会には、官公庁・建設業・コンサルタント業をはじめ広範囲の分野にわたる多数の技術者が参加され、多大な成果が得られております。

近年、事業の計画・立地に当たっては、建設現場の自然環境や住環境の保護といった観点から、種々の社会的要求が出され、事業者の企画の困難さは日に日に増しています。これに伴い、建設技術者も厳しい条件下での設計、施工を余儀なくされており、設計方法、施工方法、使用材料、施工設備・機械など解決すべき問題は複雑多岐にわたっています。

各位におかれましては、安全、環境との調和を前提に施工方法の改善、開発、さらには新材料、新技術の導入などにより、このような困難な工事に対応されていることと考えます。これらの貴重な経験を発表していただくことは、まことに有意義なことと思われまます。

本年度も下記要領で開催いたしますので、積極的な応募をお願いいたします。

記

日 時：平成22年1月末頃 13時～17時（予定）

会 場：建設交流館（予定）

プログラムその他詳細については各学・協会誌11月号に掲載予定です。
講演を希望される方は、次の要領によりお申し込みください。

講演申込要領

申込方法：講演希望者は題目、講演内容（目的、要旨、結論を300～400字程度にまとめる）、勤務先、氏名（連名の場合は発表者に○印を付ける）、連絡先および所属学・協会名を明記（様式自由）の上、お申し込みください。採否の結果については8月上旬に連絡いたします。

申込期限：平成21年7月10日（金）必着のこと

申 込 先：（社）土木学会関西支部

問合せ先 〒541-0055 大阪市中央区船場中央2丁目1番4-409号

TEL 06-6271-6686 FAX 06-6271-6485

E-mail inf@civilnet.or.jp

講 演 者：講演者は土木学会、地盤工学会、日本建設機械化協会の個人会員または団体資格会員とします。
の 資 格 なお、工事の事業者（発注官庁等に所属する者）と施工者（建設会社等に所属する者）の連名の場合は、発表者（○印）は原則として施工者とします。また、講演ご希望の方（○印）で非会員の方は講演申込期限までに共催学・協会のいずれかに入会の手続きをしてください。

講演内容：未発表のもので1人1題とします。なお、過去に同じ題材で発表されている場合には、その違いを申込書類の講演内容に追記してください。

講演時間：一題あたり30分程度（全6題の予定）

講演原稿：講演者は講演集の原稿を提出してください。

提出方法 ①講演集は講演者の原稿をそのままオフセット印刷（又はCD焼き付け）しますので、必ず所定の様式に従って執筆してください。

②原稿提出期限：平成21年10月16日（金）までに（社）土木学会関西支部（前掲）に必着のこと。

③原稿はパソコンで作成し、原則として10枚以内（図、表、写真を含む）とします。

④講演者に講演集6部を贈呈いたします。

平成21年度版 建設機械等損料表

- 発行 : 平成21年5月14日
- 本の体裁 : B5判 モノクロ 約720ページ
- 価格(税込) : 7,700円(一般) 6,600円(会員等)

■内容

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

(社)日本建設機械化協会

好評発売中

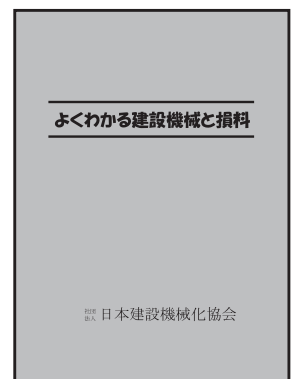
よくわかる建設機械と損料

建設機械損料の解説と機械一覧(H18)のH20改訂版として、名称も変更し発行したものです。

- 発行時期 : 平成20年12月(既刊)
- 本の体裁 : B5判 一部カラー 約360ページ
- 価格(税込) : 4,900円(一般)
4,300円(会員等)

■特長

- ・損料算定表の構成・用語の意味、損料補正方法などを平易な表現で解説
- ・22件の関連通達類の要旨を解説
- ・ほぼ、ほとんどの機械・機器の概要と特徴を解説
- ・総称・俗称から、その機械の損料算定表における掲載ページ検索が可能



(社)日本建設機械化協会

建設の施工企画

2009 年 6 月号 No. 712

目次

- 3 追悼 故長尾 満 名誉会長を偲んで 渡邊 和夫

建設施工の環境対策 特集

- 7 巻頭言 自然共生型流域圏の構築による社会資本の再整備 道奥 康治
- 8 環境行動計画 2008 新倉 由健
- 15 大阪市管理河川（道頓堀川）における底質浄化対策
（道頓堀川水辺整備その他工事（湊町右岸工区））より 三村 経雄
- 21 アールキュービック土壌洗浄システム 高田 尚哉
- 26 防音対策シミュレータの開発 大脇 雅直・和田 浩之
- 31 油分汚染土壌のバイオレメディエーション
—ランドファーマーミングとファイトレメディエーション— 田崎 雅晴・浅田 素之
- 37 ダンボールダクト 杉 鉄也
- 42 凍結技術を用いた水中部の仮設ドライアップ工法
..... 宮沢 明良・川合 信也・松能 功
- 47 過熱水蒸気による汚染土壌浄化・底泥浄化の可能性 稲田 勉
- 53 (社)日本建設機械工業会の REACH 対応 岡本 一成
- 59 脱水ケーキリサイクル装置 篠原 圭介
- 64 調湿剤を用いた鋼箱桁内面塗装の簡素化
—江戸川新橋への「箱桁内面防錆システム」適用—
..... 庄野 好希・内田 裕也・田中 正明
- 69 交流の広場 航空機を使った環境モニタリング技術
～航空レーザ計測および複数センサの融合～ 世古口竜一・民野 孝臣・中内 隆幸
- 73 ずいそう 小さな挑戦（街道を歩く） 川本 正之
- 74 ずいそう 漢詩の魅力 江本 平
- 75 CMI 報告 トンネル補助工法に適用する複合動的注入の研究 … 横澤圭一郎・近藤 亮
- 78 CMI 報告 油圧ショベルの燃費試験方法 佐藤 充弘・稲葉友喜人
- 81 新工法紹介 機関誌編集委員会
- 83 新機種紹介 機関誌編集委員会
- 93 統 計 公共事業と建設企業のかかわり方
..... 機関誌編集委員会
- 96 統 計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移
..... 機関誌編集委員会
- 97 行事一覧（2009 年 4 月）
- 100 編集後記 (泉・宮路)

◇表紙写真説明◇

国土交通省 灰塚ダムにおける
脱水ケーキのリサイクル装置（ケークル）の設置状況
写真提供：(株)氣工社

ダム工事用骨材プラントより発生する膨大な量のケーキ状汚泥は、そのままでは強度がなく建設廃棄物扱いとなるが、少量の安定

材を機械処理で効率よく添加することにより、安価で均一な強度のある改良土となる。同ダムにおいても発生した脱水ケーキを全量改質し、現場内で必要な盛土材等として有効に再利用した。このようなケーキ状汚泥のリサイクルの動きは他の建設中および計画中のダム工事においても広がっている。

2009 年（平成 21 年）6 月号 PR 目次

【ア】

朝日音響(株)..... 表紙 2

荒山重機工業(株)..... 表紙 2.3

イータス(株)..... 表紙 4

【カ】

カヤバシステムマシナリー(株)..... 後付 10

コベルコ建機(株)..... 後付 4

【ク】

大和機工(株)..... 後付 9

(株)鶴見製作所..... 後付 8

デンヨー(株)..... 後付 6

【マ】

マルマテクニカ(株)..... 後付 5

三笠産業(株)..... 後付 7

(株)三井三池製作所..... 表紙 3

【ヤ】

吉永機械(株)..... 後付 9

【ラ】

(株)流機エンジニアリング..... 後付 1

情報化施工研修会のご案内 — ICT 建設機械の实地研修 —

3次元データを利用した建設機械制御に関する実践的な教育により、情報化施工に対応できる技術者を育成することを目的として「情報化施工研修会」を開催しております。次回の研修生を次のとおり募集いたします。

1. 申込み方法

所定の申込書に記入の上、郵送、Faxまたはメールにて申込み。申込書は当協会ホームページより入手できます。
開催日1週間前をもって締切とします。
2. 開催日（以降、順次開催予定）
平成21年7月16日（木）～17日（金）
3. 受講費用

体験コース：20,000円/人
実務コース：88,000円/人 ※
（※研修用PCを利用、修了証を発行）
詳細問い合わせ先：
（社）日本建設機械化協会（担当：藤原）
TEL：03-3433-1501
<http://www.jcmanet.or.jp/>

平成21年度版 建設機械等損料表 発刊のお知らせ — 機械経費積算に必携 —

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

■主な機械には「日本建設機械要覧（当協会発行）」の関連ページを掲載
発刊：平成21年5月14日
体裁：B5判 約720頁
価格：（送料別途）
一般 7,700円（本体7,334円）
会員 6,600円（本体6,286円）

詳細問い合わせ先：
（社）日本建設機械化協会 総務部
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
e-mail：info@jcmanet.or.jp
<http://www.jcmanet.or.jp>

平成21年度版 橋梁架設工事の積算 発刊のお知らせ — 橋梁架設工事及び設計積算業務の必携書 —

■改訂内容

1. 積算の体系
 - ・共通仮設費率の一部改定
2. 橋種別
 - 1) 鋼橋編
 - ・送出し設備質量算出式の改定
 - ・少数主桁架設歩掛の改正
 - ・歩道橋（側道橋）一部歩掛改定

2) P C 橋編
・多主桁橋 主桁製作工歩掛の追加
・架設桁架設工法 歩掛の改定
・トラッククレーン架設工法 歩掛の改定
発刊：平成21年5月20日
体裁：B5判 本編約1,100頁
別冊約120頁セット

価格：（送料別途）
一般 8,400円（本体8,000円）
会員 7,140円（本体6,800円）
詳細問い合わせ先：
（社）日本建設機械化協会 総務部
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
e-mail：info@jcmanet.or.jp
<http://www.jcmanet.or.jp>

写真でたどる建設機械200年 購入のおすすめ

本書では建設機械が出現する以前の人力器械の時代から、1800年初頭の蒸気浚渫船や蒸気ショベルの発明に始まり、現在に至る200年間の建設機械の歴史を約350葉の写真と図でたどることができます。

■主な掲載内容（全15章）

1. 18世紀以前の人力による建設器械
2. 蒸気式建設機械の誕生
3. 蒸気トラクタや蒸気ショベルの発

達
4. クローラの発達史
5. ガソリンエンジン式建設機械の出現
6. ディーゼルエンジンへの移行
7. 第2次世界大戦前後の建設機械メーカーの状況
8. 戦後の建設機械の技術革新
9. 最近の建設機械の流れ
発刊：平成20年6月

体裁：A4判 128頁
価格：（送料別途）
一般：2,940円（本体2,800円）
会員：2,490円（本体2,372円）
詳細問い合わせ先：
（社）日本建設機械化協会 総務部
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
<http://www.jcmanet.or.jp>



勲三等瑞宝章 長尾 満氏遺影
大正 10 年 3 月 28 日生
平成 21 年 4 月 27 日逝去 88 歳

故長尾 満 名誉会長を偲んで

社団法人日本建設機械化協会顧問
株式会社拓和顧問

渡 邊 和 夫

去る平成 21 年 4 月 28 日社団法人日本建設機械化協会名誉会長長尾満さんの悲報に接しました。振り返れば長尾さんは、平成 2 年加藤三重次会長の後を継がれ平成 12 年まで 5 期 10 年間会長を務められました。私はその間、専務理事としてお仕えいたしました。長尾さんが加藤さんの後を継がれることになったのは、万人が認める必然性がありました。即ち、わが国の建設機械化の先駆者であり、当協会の生みの親である加藤さんが、戦後のわが国の復興を担う「経済安定本部」に籍を置かれ、そこでわが国における「建設の機械化」の必要性を痛感され、それを推進し始められた当初に、当時大学を卒業後、特別調達庁に勤務されておられた長尾さんを「安本」の建設交通局・計画課に迎え入れられ、公共事業課の加藤さんの手伝いを始められたのが「建設の機械化」に携わるきっかけでありました。その後建設省大臣官房建設機械課の専門官、課長を歴任され土木技術者には珍しく、「建設の機械化」に心血を注がれました。

長尾さんと当協会の関係は、昭和 28 年運営幹事として携わられて以来運営幹事長、各種委員会委員長、部会幹事長、中部支部副支部長、顧問等を歴任され、会長として 10 年の長きに渡り職を全うされました。この 10 年間は世界的にも、わが国としても激動の時代でありました。平成 2 年にはベルリンの壁が解放され、東西ドイツが統一されたのをはじめ、東欧諸国の改革、ソ連共産党の一党独裁の崩壊などがあり、また平成 8 年 1 月には阪神淡路大震災の発生、ペルー日本大使館人質事件などもありました。日本の経済は平成 2 年頃まで急成長を続けて来ましたが、その後、急速に疲労破壊を起こし、戦後最大といわれる不況に見舞われた時代でありました。その時期、世論は社会資本の整備にブレーキをかける風潮が蔓延し、公共事業バッシングがニュースをにぎわしている中、今こそこれから到来する高齢化社会、少子化社会に対応するため、良好な社会資本のストックに努める時期であると、機会あるごとに提言されました。

また建設コスト縮減が提唱されている中、わが国の建設に対する研究開発費の少なさにも警鐘を鳴らされ、特に建設省の予算は大きいが土木研究所の予算が少ないことを憂えておられました。協会に

においては、平成4年より建設技術に貢献した新しい技術の開発を促進するため会長賞を、及び加藤三重次前会長の功績を記念して加藤賞（論文賞）を設立して建設技術の発展に貢献されました。

当協会が、創立時から開催してきました建設機械の展示会を国際的なものにせよとの、ご下命があり、平成4年度建設機械展示会を国際的に通用する“CONNECT '92”と命名し、海外にも積極的にPRして、成功裏に開催しました。以来「CONET」の名前は国際的にも認知されるようになりました。

長尾さんといえばゴルフと結びつけられる方が多いと思います。長尾さんを語るうえでゴルフは避けて通れません。建設省時代は、誰もが認める省内きってのナンバーワン・ゴルファーでした。その上達法は伝説にさえなっております。ゴルフを始められてまもなく、関東地方建設局四号国道工事事務所（当時春日部市）の所長時代には荻窪の自宅を毎朝四時前に出て、途中のゴルフ練習場に立ち寄り、出勤前に毎日2～3時間の練習を重ねられたと聞いております。その際、一切家庭と役所には迷惑をかけないという方針で、誰にも気づかれないようにそっと家を出て、定刻前には事務所に入ったそうです。その結果、後に中国地方建設局に勤務されたときには、広島某ゴルフクラブで倶楽部チャンピオンを獲得されたと聞いております。ある時、長尾さんが自前のクラブを作られるということで、赤坂のショップに同行させて頂きました。そこでスイングのチェックをするために何十回かの試打をしたのですが、すべての打球をクラブの中心で捕らえているとのことで、ショップの人が大変驚いていました。そのときは年齢がすでに75歳前後だと思います。すでに往年の全盛期は過ぎておられました。私も協会時代に何回かプレイを一緒にさせて頂きました。私は特にパターが下手なのですが、ある時「渡邊君パターもドライバーも同じスイングだよ」と教えて頂きましたが、未だにマスター出来ずしております。

長尾さんは体力保持にも努力されておられました。お元気な時代には減多にエスカレータやエレベータを使われなかった。こんな話もあります。国際協力事業団（JICA）の理事の時代、当時JICAは三井新宿ビルの40数階に事務所がありましたが、毎朝エレベーターを使わず階段で上ったそうです。所要時間は何分であったかは失念致しましたが、汗びっしょりとなり、理事室で毎日着替えをされたとか。そのときの話では階段の段数は奇数が多いとかで同じ足から常にスタートしては両足の負担が違ってくるので意識してスタート時に右・左を変えたとのことでした。階数が多くなるとそういうことも有るのかなと感心したものでした。

長尾さんのゴルフの話は前述しましたが、協会関係のゴルフ仲間はすでに黄泉の国に入られた方々が多くなりましたが、彼岸の地において、加藤三重次さん、小林元椽さん、坏質さん、森木泰光さん、酒井智好さんなどなど、多くの方々とゴルフ談議やプレイを楽しんでおられることと推測いたします。

昭和28年以来56年の長きに渡り、協会の発展にご尽力された長尾さんに、厚く感謝申し上げます。終わりにあたり心からご冥福をお祈りいたします。

合 掌

略 歴

昭和19年 9月	東京帝国大学第一工学部土木工学科卒業
昭和38年 11月	建設省大臣官房建設機械課長
昭和40年 4月	建設省道路局日本道路公団監理官
昭和42年 2月	建設省中部地方建設局道路部長
昭和43年 7月	建設省大臣官房技術参事官
昭和45年 6月	建設省近畿地方建設局長
昭和47年 6月	建設省土木研究所長
昭和49年 8月	国際協力事業団理事
昭和56年 1月	新構造技術株式会社取締役会長
平成 2年 5月	(社)日本建設機械化協会会長



BICES 2009

10th Beijing International Construction Machinery Exhibition & Seminar

Nov 3-6, 2009 Jiuhua International Exhibition Center, Beijing, China

- ➊ Leading the industry for 20 years in cooperation with domestic and foreign associations to stage a key industry exhibition in Asia-Pacific region
- ➋ Over 150,000sq.m show area with a strong line-up of worldwide exhibitors – a good choice to get you through the current crisis
- ➌ Theme “safety, environmental protection, science & technology innovation” leads the development of the industry

Organizers

China Construction Machinery Association
China Construction Machinery Co.Ltd.
CCPIT Machinery Sub-Council

BICES Office:

Tel: 86-10-52220922/ 52220919/ 52220950 Fax: 86-10-52220900 Email: info@e-bices.org

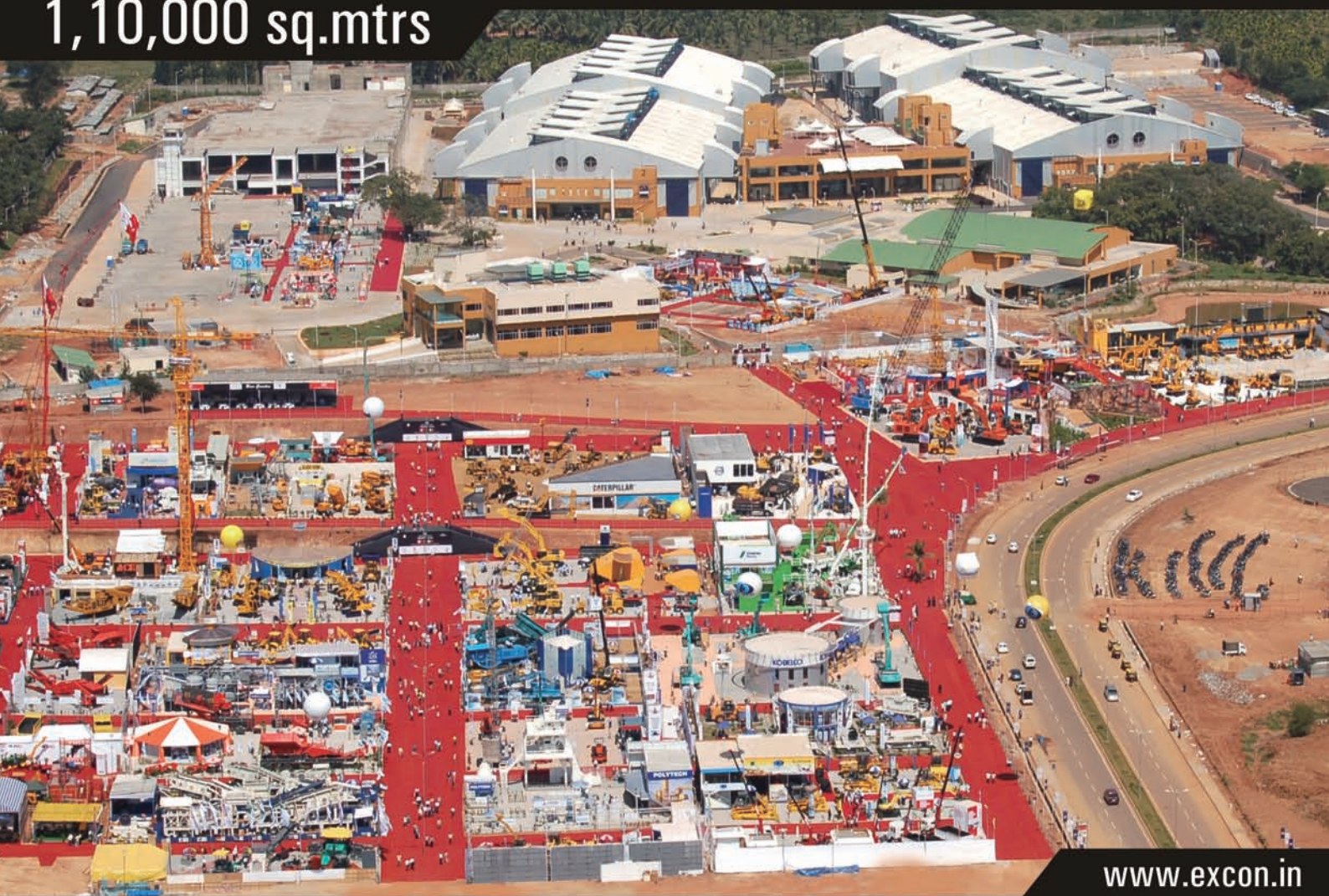
International partner

Association of Equipment Manufacturers (AEM)
Messe Munchen GmbH (MMG)



Confederation of Indian Industry

1,10,000 sq.mtrs



www.excon.in



November 25 - 29, 2009

Bangalore International Exhibition Centre, Bengaluru, India

**The 5th International Construction Equipment and
Construction Technology Trade Fair**



Event Sponsors



KOBELCO



Confederation of Indian Industry

Business Fairs Division

98/1, Velachery Main Road, Guindy, Chennai - 600032, India

Tel : +91-44-42444555 Mobile : +91-98407 01269 E-mail : businessfairs@cii.in Website : www.cii.in

巻頭言

自然共生型流域圏の構築による
社会資本の再整備

道 奥 康 治



2000年にわたり横ばいか微増で推移してきた人口、資源消費、生産、二酸化炭素、気温は20世紀以降爆発的に増加し、私たちは有史以来はじめて全球的崩壊の危機に直面しています。これまで私たちは社会・経済の諸元が増大することを無条件に賛美し、生産活動のために資源とエネルギーを多量に消費することに専念してきました。「成長の限界」が唱えられた1970年代当時、すでに経年的な気温上昇という気象事実があったにもかかわらず、氷河期に向かうという見方すらあり、先進国を中心とする効率優先の社会経済活動が減速する気配はありませんでした。しかし、1980年代以降、科学者でなくともみんなが地球規模の気候変動や資源の枯渇を現実問題として受け止めています。20世紀末に至るまで私たちは地球の大きさを意識せずに成長し続けることを是としてきましたが、現在、私たちは地球容量の有限性を思い知らされています。

20世紀の100年間における人口増加が約4倍であるのに対し、水とエネルギーの消費量はともに約10倍に膨れ上がり、昔に比べて資源効率が相当低下した生活になりました。しかし、その対価としてGDPは約17倍に増え、生活の利便性と豊かさに還元されました。結果的には、こうした利便性・快適性の追求が、本来ゆとりのあった“地球－国－地域”という生活スペースを窮屈な入れ物へと変質させました。日本には現人口の半分すら養えない水資源しかないのに、稼いだGDPによって食料・工業製品という媒体で外国から水資源（仮想水）を多量に輸入し、残り半分以上の日本人をかうじて養っています。もし、「循環型」、「自然共生型」を実現するために、自然環境に負荷をかけない「グリーン」な政策へと切り替えたとしたら、使用可能な資源は太陽と大地からの提供分だけに限定され、日本人の半分以上は生存不能となります。地球という容器は満杯寸前の状態で何とかこらえていますが、日本はすでに容量の二倍を超える過剰人口を抱えており、残念ながらグリーン・ニュー・ディールを日本国内だけで完結することはできない状況にあります。

しかし、19世紀までの日本では、自然の営みに平衡したグリーンな社会経済活動が営まれていました。その基盤は農林業を経済の主軸においた流域圏に依拠する地域ユニットです。人間は河川の造形による盆地・沖積平野の地形的・水資源的容量に応じて活動し、人と物は河道に沿う交通ルートを移動し、流域界で囲まれた地域内に固有の地方文化が展開しました。現在、私たちは都市圏の稠密化や地方の過疎化など社会構造のアンバランスに悩まされ、多くの「過剰人口」を抱えて日本独自で自前のグリーン政策を実行できないというジレンマに陥っています。しかし、かつて水系ネットワーク上に実現していた「自然共生型流域圏」は、今後到来する人口減少時代における持続的な国土形成のためのテンプレートとして機能してくれるはずです。

社会的共通資本は①自然環境、②社会的インフラ、③制度の三つの要素から構成されますが（宇沢弘文、「社会的共通資本」、岩波新書、2000年）、これまでの建設技術者はもっぱら②の計画・設計・施工を主たる業務と心得てきました。しかし、自然共生型流域圏をユニットとして国土を再構成するためには、①の自然環境と同化したインフラ整備が不可欠であり、公益に資する技術を実現するための制度設計（③）にも技術者の貢献が必要となります。自然共生型流域圏の構築は、往時の農業社会への単純回帰を意味する概念ではなく、すでに一定水準にまで整備された社会共通の資本ストックを自然環境容量との平衡状態に再構成して最適利用することであり、建設技術者が主導的に活躍できる大仕事と言えます。私たちの暮らせる空間はあまりにも逼迫した状態にあり、公共事業を縮減する、あるいは開発を停止して維持管理に特化することに甘んずる余地はありません。歪曲化された公共事業へのアンチテーゼの終焉を待つことなく、建設技術者の社会的使命を果たしていくことが求められています。

環境行動計画 2008

新 倉 由 健

国土交通省は、昨年7月に「環境行動計画 2008」を策定し、持続可能な社会の構築に向けて、環境問題への取組を強化している。同計画においては環境政策の「5つの柱」として、低公害車普及／次世代低公害車開発・実用化の促進等の「京都議定書の目標達成に向けた取組」や集約型都市構造の実現等の「温暖化に対応した社会の骨格づくり」、計画策定プロセスにおける環境の内在化等の「負の遺産の一掃と健全な国土に向けた取組」、環境負荷の「見える化」の推進等の「環境を優先した選択の支援・促進」、海洋環境イニシアティブ等の「地球環境時代の技術開発・国際貢献」を掲げ、総合的な施策を講じることとしている。

キーワード：低炭素社会、循環型社会、自然共生社会、低公害車、集約型都市構造、住宅の長寿命化、建設リサイクル、海洋環境イニシアティブ

1. はじめに

現在、我々の社会が抱える共通の課題として、「地球温暖化の危機」、「資源の浪費による危機」、「生態系の危機」等の地球規模の環境問題がある。これら地球環境問題の解決には、「低炭素社会」、「循環型社会」、「自然共生社会」を実現するための取組を、持続可能な社会の構築に向けて、総合的に展開していくことが不可欠である。

我が国では、政府の個別環境分野に係る基本的な計画等について、順次見直しが行われ、平成19年度に「第三次生物多様性国家戦略（平成20年3月）」、第2次の「循環型社会形成推進基本計画（平成20年3月）」、「京都議定書目標達成計画（平成20年3月全部改定）」がそれぞれ閣議決定された。また、平成20年度には低炭素社会実現のために「低炭素社会づくり行動計画（平成20年7月）」が新たに閣議決定されたところであり、今後、これらの計画に基づいて施策を総合的に講じていくこととしている。

国土交通省では、平成16年6月に、「国土交通省環境行動計画」を策定し、環境の保全・再生・創造を国土交通行政の本来的使命として明確に位置付け、あらゆる局面で環境負荷の低減に努める国土交通行政のグリーン化を推進してきたが、施策体系を再構築し、国土交通省における環境問題に対する取組をさらに強化するため、平成20年7月に同計画を改定し、「環境

行動計画 2008」を策定したところである。本稿では、この「環境行動計画 2008」に基づく国土交通省の環境施策の取組について解説を行う。

2. 基本とすべき「4つの視点」と環境政策の重点戦略「5つの柱」（図—1）

本計画では、次の4つの視点を基本的な考え方とすることにより、前計画で着手した国土交通行政のグリーン化の定着を目指す。

- ①環境と経済・社会を統合的に向上させていくという視点を重視
- ②国土交通省の幅広い政策手段を戦略的に活用すると
の観点から、総合性・連携性という視点を重視
- ③人や企業の行動に働きかけるという視点を重視
- ④面的広がり（圏域）、時間的広がり（時間軸）の視点を重視

また、本計画では、今後国土交通省として重点的に推進すべき環境政策の分野を以下の「5つの柱」として整理した。

第1に、京都議定書の目標達成に向けた取組を進める。

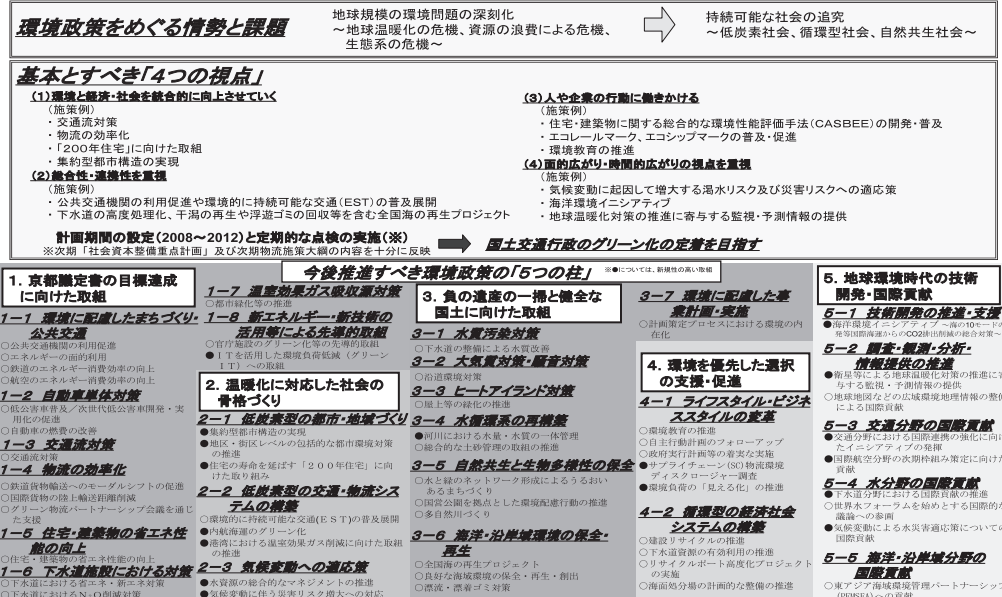
第2に、ポスト京都議定書を見据えた中長期的な視点から、温暖化に対応した社会の骨格づくりに取り組む。

第3に、高度経済成長期をはじめとする20世紀の負の遺産の一掃を推進する。

第4に、国民や企業が環境を優先した選択を行うこ

国土交通省「環境行動計画2008」(概要)

—地球環境時代に対応したくらしづくり—



図一 「環境行動計画2008」の概要

とができるよう、環境整備を進める。

第5に、技術開発と国際貢献にも重点的に取り組む。

3. 特徴的な施策

以下では、先述した環境政策の重点戦略「5つの柱」として整理した、本計画の特徴的な施策について紹介する。

(1) 京都議定書の目標達成に向けた取組

(a) 公共交通機関の利用促進

自家用車に比べて、CO₂排出量の少ない公共交通機関の利用促進を目指す。

〔背景〕

- ・自家用乗用車の普及等により、日常生活における自家用乗用車への依存が高まっており、長期的に公共交通の利用者は減少傾向となっている。

〔課題〕

- ・公共交通機関の単位輸送当たりのCO₂排出量は、自家用車に比べて、バスで約1/3、鉄道で約1/9と、環境負荷の小さい交通サービスであることから、自家用車から公共交通機関への利用転換を促進する。

〔目標〕

- ・2010年度における削減目標 385万トン-CO₂

〔政策手段〕

以下の施策等により、公共交通機関への利用促進を図る。

- ・鉄道等公共交通機関の整備

- ・ICカード導入等情報化の推進

- ・鉄道とバスの乗り継ぎ改善

- ・都市部におけるLRTやBRTの導入

- ・バスの定時性・速達性の向上

- ・従業員のマイカーから公共交通への転換 等

(b) 低公害車普及／次世代低公害車開発・実用化の促進(図二)

大都市地域等における自動車に起因する大気汚染問題を解決するとともに、地球温暖化の防止に資するため、補助制度や自動車グリーン税制の活用により低公害車の普及を促進する。また、革新的な技術を投入し、環境性能を格段に向上させた次世代の低公害車の開発・実用化を促進する。

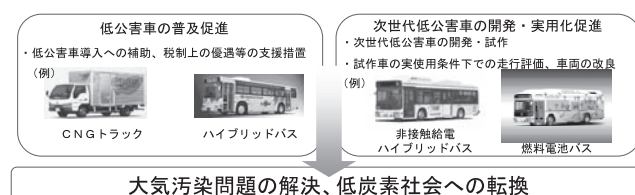
〔背景〕

- ・二酸化窒素(NO₂)、粒子状物質(SPM)の環境基準達成率は改善傾向にあるが、大都市地域等においては依然として厳しい状況にある。

- ・自動車からのCO₂排出量は、我が国全体の排出量の約2割を占めている。

〔課題〕

- ・低公害車の普及、次世代低公害車の開発・実用化。



図二 低公害車普及／次世代低公害車開発・実用化の促進

〔目標〕

- ・2010年度までにNO₂、SPMの環境基準をおおむね達成する。
- ・自動車単体対策の実施により、対策を実施しなかった場合と比較して2010年度に2,470～2,550万トンのCO₂排出量を削減する。また、長期的な削減(2050年までに温室効果ガス排出量を半減)に貢献する。

(c) 交通流対策

走行速度を向上させ実効燃費を改善することで、自動車からのCO₂排出量を減らすために、渋滞対策等による交通流対策を推進する。

〔背景・課題〕

- ・自動車等の運輸部門からCO₂の約2割が排出され、そのうち約9割は自動車から排出。

〔目標〕

- ・京都議定書目標達成計画に掲げられている2010年度の運輸部門のCO₂排出量(240～243百万トン-CO₂)を達成。

〔政策手段〕

交通流の円滑化を図るために次の施策を推進

- ・環状道路の整備や交差点改良、路上工事の縮減、ボトルネック踏切等の対策などによる渋滞対策。
- ・高速道路の多様で弾力的な料金施策やITSの推進等による既存インフラの有効活用。
- ・自転車利用環境整備による自転車利用の促進等の交通需要マネジメント(TDM)施策の推進。

(d) グリーン物流パートナーシップ会議を通じた支援

荷主と物流事業者が協働で取り組む環境負荷低減へ向けたプロジェクトへの支援を行う。

〔背景・課題・目標〕

- ・物流分野でのCO₂削減のためには、荷主と物流事業者がパートナーシップを組み、協働してプロジェクトを行うことが必要。
- ・立場の違う荷主と物流事業者が協働できるように、中立の立場にある行政が支援することで物流のグリーン化を促進。
- ・補助金等の交付、CO₂排出量算定手法の策定、優良事業への表彰等により、グリーン物流の普及・拡大を図る。

〔政策手段〕

- ・事前調査への支援、設備導入への補助。
 - ・「ロジスティクス分野におけるCO₂排出量算定方法共同ガイドライン」の策定。
 - ・国土交通大臣表彰をはじめとする優良事業への表彰。
- (e) 住宅・建築物の省エネ性能の向上

近年の業務部門・家庭部門のCO₂排出量の増加傾向等に対応し、法律・税制・予算等による総合的な対策を講じることにより、省エネ性能の高い住宅・建築物の普及を促進する。

〔背景・課題〕

- ・民生部門(業務部門・家庭部門)のCO₂排出量は、基準年(1990年)と比べて約4割増加。
- ・住宅・建築物の省エネ対策について抜本的な対策が必要。

〔目標〕

2010年度における省エネ判断基準(平成11年基準)への適合率

- ・新築住宅 66%
- ・新築建築物 85%

〔政策手段〕

- ・改正省エネルギー法の的確な執行
 - …省エネ措置の届出の義務付けの対象について、一定の中小規模の住宅・建築物へ拡大
 - …大規模な住宅・建築物に係る担保措置を強化 等
 - ・税制による支援(住宅の省エネ改修促進税制、エネルギー需給構造改革推進投資促進税制)
 - ・予算措置による支援(証券化ローンの枠組みを活用した融資、地域住宅交付金、省CO₂技術が導入されたモデルプロジェクトに対する補助事業等)
 - ・評価・表示による消費者等への情報提供(CASBEE及び住宅性能表示制度)
 - ・より環境負荷の少ない住宅・建築物の開発・普及に係る検討(ゼロ・エネルギー住宅等)
- その他にも、下水道における省エネ対策、下水汚泥の燃料化等による新エネ対策、下水汚泥焼却施設における燃焼の高度化等によるNO₂削減対策、都市公園の整備等による都市緑化の推進などの対策に取り組んでいる。

(2) 温暖化に対応した社会の骨格づくり

(a) 集約型都市構造の実現(図—3)

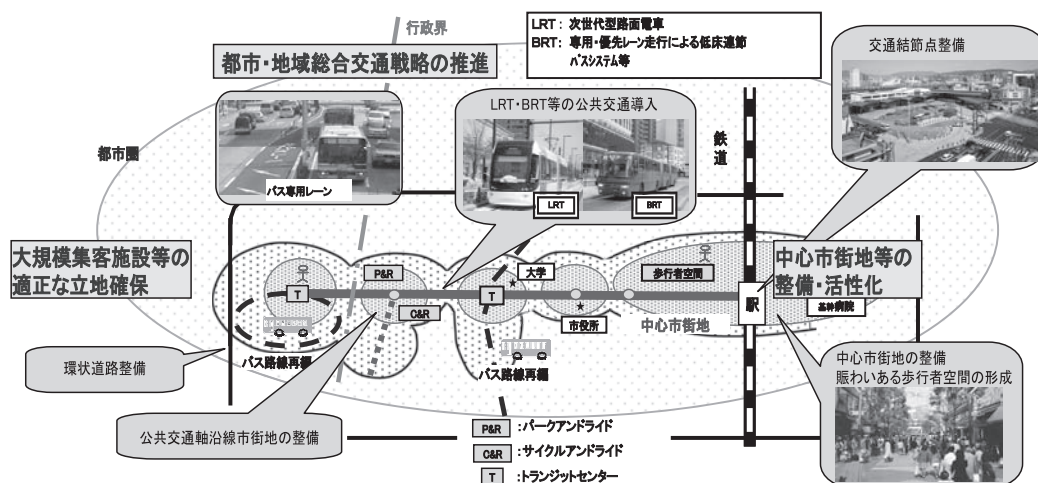
都市整備事業の推進、民間活動の規制・誘導等の手法を組み合わせ、様々な都市機能を集約し、公共交通が中心となる集約型都市構造を実現する。

〔背景〕

- ・集約型の都市構造を実現することにより、自動車利用から公共交通への転換によるCO₂削減等の環境改善効果が期待される。

〔課題〕

- ・都市構造の変革に係る施策は、その効果の発現には相当の期間を要するものであり、中長期的な視野で



図一三 集約型都市構造の実現

大きな効果を実現するよう取組むことが重要。

〔政策手段〕

以下の施策を総合的に推進する。

- ・大規模集客施設等の都市機能の適正な立地の確保
- ・中心市街地等の集約拠点の整備・活性化による都市機能の集積促進
- ・公共交通を中心とした都市・地域総合交通戦略の推進
- (b) 住宅の長寿命化に向けた取組

長期にわたって使用可能な質の高い住宅ストックを形成していくため、住宅の建設、維持管理、流通、資金調達等の各段階において総合的な施策を講じる。

〔背景・課題〕

- ・地球環境問題の深刻化や、少子高齢化の進展による社会福祉コストの増大が見込まれる等、新たな課題への対応が必要。
- ・住宅の「量」は一定程度充足したものの、成熟社会にふさわしい豊かな住生活が実感できているとはいえない状況。

〔目標〕

- ・長期にわたって使用可能な質の高い住宅ストックを

形成し、環境負荷の低減や国民の住居費負担の軽減を図る。

〔政策手段〕

- ・「長期優良住宅の普及の促進に関する法律」や関連の政省令等の整備
- ・長期優良住宅の建設等を促進する税制優遇の措置
- ・長期優良住宅等推進事業の実施
- ・住宅履歴情報の整備
- ・長期優良住宅に対応した住宅ローンの開発
- ・長期優良住宅等推進環境整備事業の実施

(c) 気候変動に伴う災害リスク増大への対応(図一四)

地球温暖化に伴う気候変動による海面水位の上昇、豪雨や台風の強度の一層の増大、渇水の深刻化等により増大する災害リスク変化に対し、災害に強い社会構造を構築するため適応策を立案・実施する。

〔背景・課題〕

- ・我が国は沖積平野への人口・資産の集中やゼロメートル地帯の発達、台風や集中豪雨の発生する気候条件等、自然災害に対して脆弱な国土環境となっている。
- ・IPCC 第4次評価報告書では、気候変動により水害



図一四 気候変動に伴う災害リスク増大への対応

や土砂災害、高潮災害、海岸浸食、渇水被害等が増大・頻発すると予測されており、国民の安全安心を確保するための施策が求められている。

- ・さらに同報告書では、「適応策と緩和策のどちらも、その一方だけでは気候変化の影響を防ぐことができないが、両者は補完し合い、気候変化のリスクを大きく低減することが可能である」としており、災害リスクの増大への対応を行う適応策と緩和策を車の両輪として、共に進めていく必要がある。

〔政策手段〕

- ・社会資本整備審議会河川分科会答申「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について」を踏まえた適応策の検討・実施。
- ・交通政策審議会港湾分科会防災・保全部会において「地球温暖化に起因する気候変動に対する港湾政策のあり方」答申を本年3月にとりまとめ。
- ・今後の観測データや知見の蓄積に応じてシナリオを修正していく順応的なアプローチを採用しながら、適応策を実施。
- ・渇水リスクの増大に対応するため、多様な主体の連携によって、雨水、下水処理水等の都市が有する水資源を有効に活用。

(3) 負の遺産の一掃と健全な国土に向けた取組

(a) 計画策定プロセスにおける環境の内在化

公共事業の計画策定プロセスにおける構想段階の計画づくりにあたって、住民参画の促進や技術・専門的検討との有機的な連携のもと、環境面を含む様々な観点からの総合的な評価・判断を実施することで、豊かな環境の保全・形成と地域のより良い暮らしづくりに向けた取組を行う。

〔背景・課題〕

公共事業の構想段階における計画づくりにあたっては、住民参画の下で、環境面はもとより、社会面、経済面等の様々な観点から総合的な評価・判断を行い、より良い計画を策定していく必要がある。

このため、平成20年4月に『公共事業の構想段階における計画策定プロセスガイドライン』を策定したところである。

〔政策手段〕

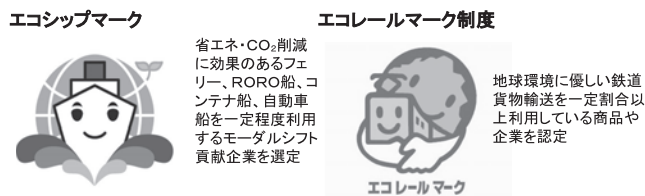
『公共事業の構想段階における計画策定プロセスガイドライン』にもとづいた取り組みを推進する。

また、本ガイドラインに基づく具体的な事業の実施事例を収集・蓄積し、評価を行った上で、より良い計画づくりに向けてガイドラインの見直しを行う。

(4) 環境を優先した選択の支援・促進

(a) 環境負荷の「見える化」の推進（図—5）

建築物総合環境性能評価システム（CASBEE）、住宅性能表示制度、エコルールマーク制度、エコシップマーク等の推進により、環境負荷の「見える化」を推進し、多様な主体の参加・共同によりライフスタイル・ビジネススタイルの変革を促進する。



図—5 環境負荷の「見える化」の推進

〔背景・課題〕

- ・地球温暖化対策は、多様な主体が参加し、協働して取り組んでいくべきものである。
- ・そのため、環境負荷のいわゆる「見える化」を進め、ライフスタイルの見直しや家庭や職場での努力や工夫を呼びかけていく必要がある。

〔政策手段〕

- ・建築物総合環境性能評価システム（CASBEE）の開発・普及の推進
- ・住宅性能表示制度の普及の促進
- ・エコルールマークの制度の普及
- ・エコシップ・モーダルシフト事業の推進

(b) 建設リサイクルの推進（図—6）

新たな建設リサイクル推進計画「建設リサイクル推進計画2008」に基づく施策の実施、建設リサイクル法の徹底などにより、建設リサイクル^{*}を推進する。

※建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律（平成十二年五月三十一日法律第百四号）

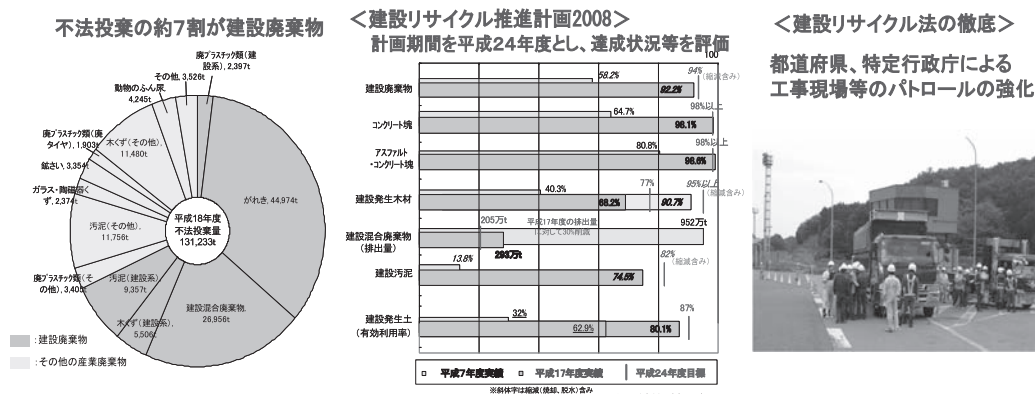
〔背景〕

建設廃棄物の再資源化等率は平成17年度に92%にまで上昇したが、依然として再資源化が低い品目が残っており、不法投棄廃棄物の約7割を建設廃棄物が占めている等の課題が残されている。

これらの課題を解決するため、今後の建設リサイクルの推進に向けた基本的考え方、目標、具体的施策を内容とする「建設リサイクル推進計画2008」を平成20年4月に策定した。

〔課題〕

- ・建設リサイクル法の対象工事は、分別解体等実施義務があるため、分別解体等の徹底が必要である。併せて、建設リサイクル法は平成14年5月の完全施



図一六 建設リサイクルの推進

行後5年が経過したことから、法律の施行状況について検討を加え、その結果に基づき必要な措置を講じる必要がある。

〔政策手段〕

・「建設リサイクル推進計画2008」

各種施策の実施とともに実施状況のフォローアップや、建設副産物実態調査を適宜行い、建設リサイクル推進計画の達成状況を評価する。

・建設リサイクル法の徹底

分別解体を徹底するため、都道府県、特定行政庁による工事現場等のパトロールを強化する。

その他にも、リサイクルポート高度化プロジェクトの実施による海上静脈物流ネットワークの形成等に取り組んでいる。

(5) 地球環境時代の技術開発・国際貢献(図一七)

(a) 海洋環境イニシアティブ～海の10モードの開発等国際海運からのCO₂排出削減の総合対策～

現在、国際的規制の枠組みが存在しない国際海運からの二酸化炭素の排出削減を実現し、同時に産業競争力向上をめざした施策群を総合的かつ集中的に展開(海洋環境イニシアティブ)。

〔背景〕

- ・国際海運のCO₂排出量は、海上荷動き量の増加に伴って増大しており、また、CO₂排出削減の国際的枠組みも未確立。

〔課題〕

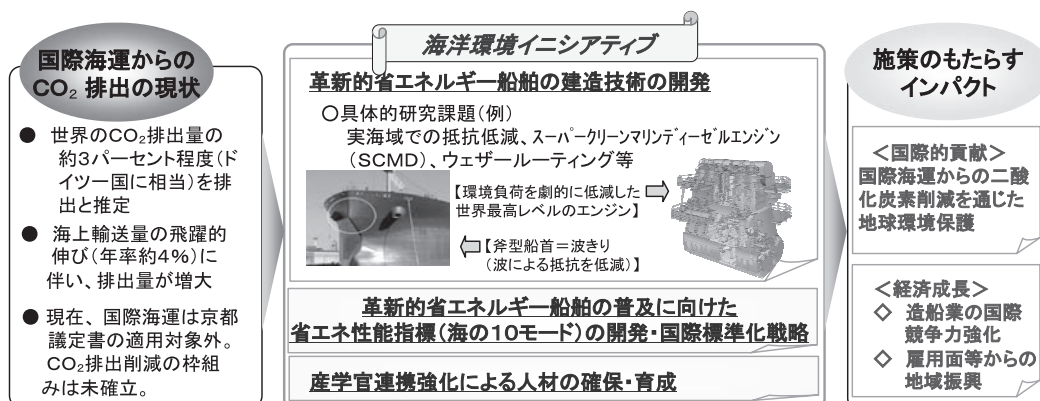
- ・省エネ・環境性能に優れた技術の開発及びそれら新技術普及のための国際標準化への取り組み。必要な人材の確保育成。

〔目標〕

- ・国際海運からの大幅なCO₂排出削減等による地球環境保護を実現し、我が国造船・船用工業の技術力向上を通じた国際競争力の強化を目指す。

〔政策手段〕

- ・船舶の省エネ・環境性能向上に資する新技術の研究開発を促進【技術研究開発の促進】
- ・新技術の普及のため、船舶の省エネ性能指標(海の10モード)の開発・国際標準化等国際的なイニシアティブを発揮【国際標準化戦略】
- ・産学官連携による技術者の確保育成の推進【人材育成】
また、交通分野において、環境・エネルギー対策に関する国際的な取組みを強化するため、今年1月、主要国交通担当大臣と関係国際機関代表を招待して、「交



図一七 海洋環境イニシアティブ

通分野における地球環境・エネルギーに関する大臣会合」を主催し、今後の国際的な取組の方向性について大臣宣言として発信した。

4. おわりに

低炭素社会、循環型社会、自然共生社会の3つの社会を統合的に構築し、持続可能な社会を実現するためには、社会資本整備や交通政策等に関する環境の保全と創出のための政策が重要であり、国土交通行政を総合的に推進する立場にある国土交通省は、環境政策の推進にあたり重要な役割を担っています。これからも、「環境行動計画 2008」に基づき、総合的かつ効果的に環境政策を推進して参ります。

また、本計画に基づく国土交通省の取組を紹介しま

したが、本稿に掲載した施策はごく一例です。計画全体は以下のホームページで公表していますので、ご覧いただければ幸いです。

<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/index.html>

J C M A

【筆者紹介】

新倉 由健（にいくら よしたけ）
国土交通省総合政策局
環境政策課



橋梁架設工事の積算

——平成 21 年度版——

■改訂内容

1. 積算の体系
 - ・ 共通仮設費率の一部改定
2. 橋種別
 - 1) 鋼橋編
 - ・ 送出し設備質量算出式の改定
 - ・ 少数主桁架設歩掛の改正
 - ・ 歩道橋(側道橋)一部歩掛改定
 - 2) PC橋編
 - ・ 多主版桁橋 主桁製作工歩掛の追加
 - ・ 架設桁架設工法 歩掛の改定
 - ・ トラッククレーン架設工法 歩掛の改定

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

■定 価

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

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

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

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>

大阪市管理河川（道頓堀川）における底質浄化対策 （道頓堀川水辺整備その他工事（湊町右岸工区））より

三 村 経 雄

大阪市の都心南部を東西に貫く道頓堀川は、江戸時代初期（1615年）に成安道頓らにより開削された河川で、江戸時代以降、約400年にわたり大阪の歴史を川面から眺めてきている。道頓堀川が開削されるまでは、大阪城の外堀として開削された東横堀川や西横堀川が大阪南部で堀留となっていたため、舟運の便がなく、河水が滞留し水質が非常に悪くなっていたようである。道頓堀川が開削されたことにより、東横堀川・西横堀川とも流れが木津川までつながり、水質の向上とともに舟運が活性化された。

時代を現代に移してみると、昭和の高度成長期には市内河川の水質は悪化の一途をたどり、河川を利用した舟運も陸上交通に取って代わられてしまった。平成の今、再び道頓堀の活性化と水質の浄化が求められている。道頓堀川水辺整備事業は、東横堀川の上流と道頓堀川の下流に水門を構築し、道頓堀川河川敷に遊歩道を設置することにより、水質の浄化や舟運の活性化を図るとともに、河川空間を利用することにより川と街が一体となった発展を図るものである。本報文は、道頓堀川水辺整備事業のうち湊町右岸工区の底質対策について報告するものである。

キーワード：道頓堀川，親水遊歩道，底質汚染対策，ダイオキシン類，環境監視

1. 工事概要

道頓堀川は大阪を代表する川であり、都心南部に残された貴重な水辺空間である。新「水の都・大阪」を創造するために、「川」をまちを構成する重要な空間として捉え、水を身近に感じられる空間となるよう、平成7年度から道頓堀川水辺整備事業に着手し、東横堀川水門や道頓堀川水門を手始めに、湊町リバープレイスから日本橋間の道頓堀川沿いの水辺近くに遊歩道を整備している。道頓堀川左岸の湊町リバープレイス（多目的音楽ホール）前遊歩道は、平成12年に完成し、すでに供用している。本工区はその対岸（道頓堀川右岸、大阪市西区南堀江1丁目地先）に遊歩道をもうけるものである。本事業は、河川敷内に遊歩道を構築するもので、既設護岸前面（約5m～8m）に鋼管矢板などで新護岸を構築しこの間のヘドロ層などを除去し、良質土を埋め立てることにより新たな遊歩道空間を生み出すものである。工事着手以前は、長らく貯木場として使用されていた水面のため、従来から維持浚渫が行われていない箇所、他の工区に比較してヘドロ層の堆積が多くなっている。

遊歩道延長 約130m 遊歩道幅員 13m～9m

鋼矢板 III w 型 L = 13.5m

控え鋼管杭へタイロッドにて固定

鋼管矢板 ϕ 800 mm L = 17 m 自立式

浚渫土量 約 4,000m³

計画河床高 op - 1.8 m 計画高水位 op + 2.3 m



写真1 着手前の状況

上流側から下流側（工事予定箇所）を望む。右岸護岸前に貯木場のなごりである筏（表面に草が生えている。）が見える。



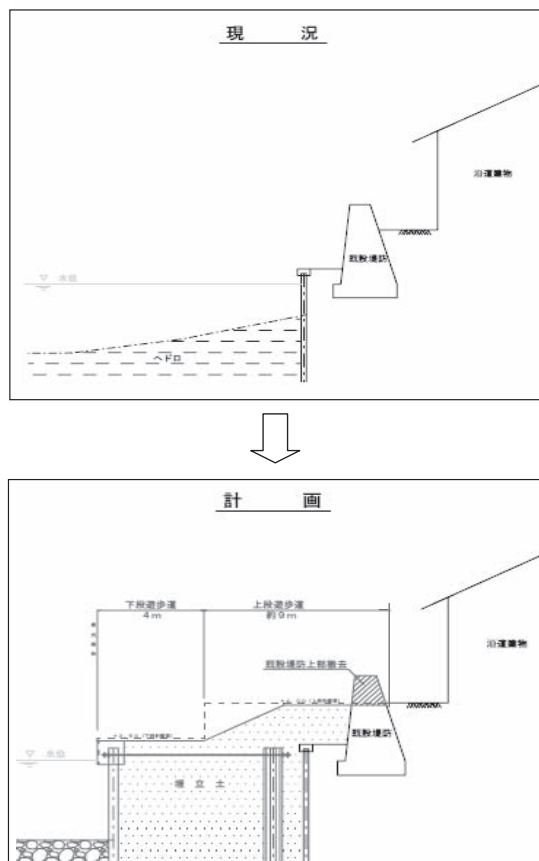
写真2 護岸矢板打設後の状況

左岸側から右岸側を望む。前面に鋼矢板が並びその背面に控えの鋼管杭が見える。手前は湊町船着場である。

(1) 計画断面

既設護岸は防潮堤としての重力式コンクリート護岸があり、それにアンカーされたⅡ型鋼矢板護岸が前面に構築されている。重力式コンクリート護岸の背面は若干の河川敷を残して民地に接している。

新護岸は、既設鋼矢板護岸から前面 8 m 程度河川内（水面を狭める形で）に矢板護岸を新設しその間のヘドロ層を浚渫し良質土を埋め戻して遊歩道を設置するものである。



図一 計画断面

(2) 工事の手順

工事の手順は、着手→①底質調査→②矢板護岸工→③工事用仮栈橋工→④橋梁下部工→⑤浚渫工→⑥盛土工→⑦遊歩道整備工→完成 以上のようなものとなる。

①工事の着手前に底質調査を行い、河底ヘドロ層の性状、特にダイオキシン類濃度などの成分調査を行う。「海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律施行令」第5条第1項に規定する。河底より採取された試料は、「埋立場所等に排出しようとする金属等を含む廃棄物に関わる判定基準を定める総理府令（昭和48.2.17 総令6）」（以下、海防法基準という。）に基

づく分析方法により実施している。

- ②台船に乗せた杭打機により（いわゆる水上施工）矢板を打設する。鋼管矢板は3点式杭打機、矢板は油圧圧入引き抜き機により打設する。工事中は、シルトプロテクターにより汚濁の拡大を防止する。
- ③今回の工事区間には、橋梁下部工工事が含まれている。このため、工事区間中央部に橋梁工事用仮設栈橋を設置する。この工事についても、台船に乗せた杭打機により工事用仮設栈橋杭（H鋼）を打設し、受け桁、覆工板により栈橋とする（いわゆる水上施工）。また、工事中はシルトプロテクターにより汚濁の拡大を防止することとしている。
- ④工事用仮栈橋上の3点式杭打機により鋼管杭を打設する。この工事の際にもシルトプロテクターにより汚濁の拡大を防止する。
- ⑤台船に乗せたグラブ浚渫機により浚渫し、土運船に積み込む。この工事が河底をもっとも乱す工事となる。シルトプロテクターにより汚濁の拡大を防止する。
- ⑥土運船により運搬してきた良質土を護岸内に盛土する。新護岸堤外側には、捨て石工を施工する。シルトプロテクターにより汚濁の拡大を防止する。
- ⑦新護岸により、陸地化した河川敷に遊歩道施設を整えるものである。

2. 工事中の環境監視計画

本工区では、河川内に新たな護岸が構築され、旧護岸との間の底泥を除去した後、良質土により埋め戻し、遊歩道を設置するものである。この間、河底のヘドロを掻き乱すことにより、水質の汚濁、汚濁の拡散が懸念されるところである。工事の施工に伴う河川水の水質については、工事範囲をシルトプロテクターで囲みながら作業するなど極力汚濁の拡散を防止しながら作業を行うこととしている。また、ヘドロ層については、事前に試料を採取してその性状を調査し、ヘドロの除去やその後の工事中の水質の確保に必要な情報を得るものである。

(1) 底質調査1（概略調査）

試料の採取位置は、旧護岸から河川内へ約5mの地点で、工区延長が130mあるため工区の中央に100mの間隔を置いて2箇所（試料①②）を選定した。試料の採取は、ヘドロ層の表層をエクマンバージ型採泥器により、表面から10cm程度の深さの泥土を3回以上採取し、これらを混合して試料とした。これ

らの試料は、「海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律施行令」第5条第1項に規定する、「埋立場所等に排出しようとする金属等を含む廃棄物に関わる判定基準を定める総理府令（昭和48.2.17 総令6）」（以下、海防法基準という。）に基づく分析方法により実施した。試料①・②についてダイオキシン類の含有量試験、溶出試験の結果は次のとおりである。この結果、有害金属等は定量下限値以下であったが、ダイオキシン類については環境基準値を上回る結果となっている。

表一 1 ダイオキシン類試験結果

測点	含有量 pgTEQ/g	溶出量 pgTEQ/L
①	220	44
②	230	21



写真一3 概略調査の状況

作業員が左手に持っているのがエクマンバケツ。これにより表層のヘドロをつかむ。

(2) 底質調査2（詳細調査）

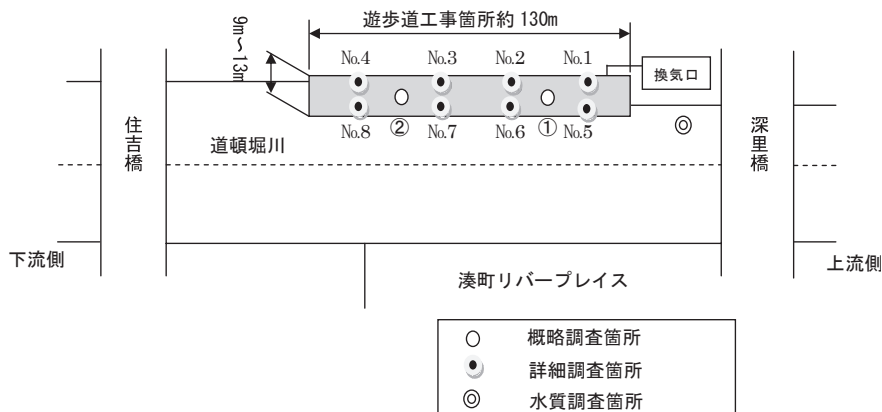
概略調査の結果を受け、工区内のヘドロ層の堆積厚さを確認し、さらにその下層の砂層、粘土層を含む各層の底質を調査している。試料採取位置は、概略調査



写真一4 ボーリングマシンによる試料の採取状況
写真左側が旧護岸、ボーリングマシンは作業台船に乗せている。

の測点①・②を工区内で取り囲むように各4点、計8点を概ね左右対称となるよう設定した。ヘドロ層は、旧護岸沿いでは2m以上の堆積がある。ここが長年貯木場として利用され、維持浚渫ができていなかったためと思われる。試料の採取は、ヘドロ表層はエクマンバジ採取器で行い、それ以下の層は、ボーリングマシンを使用して各層2kg程度の試料を採取し、分析を行っている。

試料採取地点の位置は、旧護岸沿い東からNo.1～No.4、河川内東側からNo.5～No.8となっている。それぞれの地点の大まかな土層は、op-2.4mを境に、それより上層がヘドロ層（厚さ1.7m～2.8m）、下層には厚さ1.3mの砂層がありさらにその下部は粘土層となっている。No.1～No.4は、ヘドロ層が非常に厚く、採取試料は3層（1層1m）に分けて、上層、中層、下層となっている。河川内のNo.5～No.8のヘドロ層は、旧護岸沿いより若干薄くなっており、上層、下層の2層に分けて試料採取している。ヘドロ層の下層の砂層は、1mを若干超える層厚（1.3m程度）となっているが



図一2 試料採取位置

表一2 詳細調査 調査地点及び調査結果

調査地点		層 別		採取深度 m	水深 m	溶出量			含有量
						総水銀 mg/L	鉛 mg/L	ダイオキシン類 pg-TEQ/L	ダイオキシン類 pgTEQ/g
試 料						海防法基準		環境基準	
					0.005	0.1	10	150	
旧護岸沿い	No. 1	ヘドロ層	上層	0 ～ 0.5	1.6	0.0005	0.04	5.5	83
		ヘドロ層	中層	0.5 ～ 1.5		<0.0005	<0.01	0.84	64
		ヘドロ層	下層	1.5 ～ 2.8		0.098	0.46	2.8	42
		砂層		2.8 ～ 4.1		0.0045	0.20	0.013	0.36
		粘土層		4.1 ～ 5.1		<0.0005	0.01	0.096	0.54
	No. 2	ヘドロ層	上層	0 ～ 0.5	2.9	<0.0005	0.02	4.2	360
		ヘドロ層	中層	0.5 ～ 1.5		0.0017	0.17	0.44	210
		ヘドロ層	下層	1.5 ～ 2.6		0.0017	0.15	0.47	110
		砂層		2.6 ～ 3.9		<0.0005	0.04	0.35	2.7
		粘土層		3.9 ～ 4.9		<0.0005	0.02	0.067	0.51
	No. 3	ヘドロ層	上層	0 ～ 0.5	1.7	<0.0005	0.04	5.4	260
		ヘドロ層	中層	0.5 ～ 1.5		<0.0005	0.03	0.64	53
		ヘドロ層	下層	1.5 ～ 2.5		0.0028	0.30	0.28	75
		砂層		2.5 ～ 3.8		<0.0005	<0.01	0.094	0.49
		粘土層		3.8 ～ 4.8		<0.0005	<0.01	0.056	0.53
	No. 4	ヘドロ層	上層	0 ～ 0.5	1.9	0.0022	0.25	1.2	220
		ヘドロ層	中層	0.5 ～ 1.5		0.0025	0.24	0.96	67
		ヘドロ層	下層	1.5 ～ 2.6		0.0017	0.12	1.2	62
		砂層		2.6 ～ 3.9		<0.0005	<0.01	0.14	0.42
		粘土層		3.9 ～ 4.9		<0.0005	0.02	0.058	0.56
河川内	No. 5	ヘドロ層	上層	0 ～ 0.5	2.6	<0.0005	0.03	4.7	67
		ヘドロ層	下層	0.5 ～ 1.7		<0.0005	0.03	0.85	71
		砂層		1.7 ～ 3.0		<0.0005	<0.01	0.022	0.58
		粘土層		3.0 ～ 4.0		<0.0005	0.02	0.096	0.52
	No. 6	ヘドロ層	上層	0 ～ 0.5	2.8	<0.0005	0.04	6.7	260
		ヘドロ層	下層	0.5 ～ 1.7		<0.0005	0.03	4.9	270
		砂層		1.7 ～ 3.0		<0.0005	0.02	0.05	0.76
		粘土層		3.0 ～ 4.0		<0.0005	0.01	0.089	0.76
	No. 7	ヘドロ層	上層	0 ～ 0.5	1.2	<0.0005	0.06	5.4	470
		ヘドロ層	下層	0.5 ～ 1.9		<0.0005	0.02	1.9	130
		砂層		1.9 ～ 3.2		<0.0005	0.01	0.033	0.46
		粘土層		3.2 ～ 4.2		<0.0005	0.01	0.14	0.55
	No. 8	ヘドロ層	上層	0 ～ 0.5	2.6	0.0009	0.07	3.5	180
		ヘドロ層	下層	0.5 ～ 2.0		<0.0005	<0.01	5.3	320
		砂層		2.0 ～ 3.3		<0.0005	0.04	0.17	0.43
粘土層			3.3 ～ 4.3	<0.0005		<0.01	0.066	0.55	

1層として試料採取している。砂層の下の粘土層は上部の1mを採取した。

分析結果は、各地点各層ごとに行っている。まず、溶出試験の結果であるがNo.1のヘドロ層から海防法基準を上回る総水銀の値が検出されている。また、No.1～No.4のヘドロ層から基準値を超える鉛が検出されている。ダイオキシン類では、溶出試験は概略調査の時のような環境基準を上回る数値は検出されていない。含有量試験の結果は、No.2・3・4・6・7・8のヘドロ層から環境基準値を上回るダイオキシン類（180～470 pgTEQ/g）が検出されている。

これらの鉛・水銀等に係る汚染については、河沿いに汚染原因となるような工場等は無く、不法投棄などの要因も考えられるが、はっきりとした原因は不明である。

(3) 環境監視

事前の底質調査（概略調査）の結果から、工事中の底質の拡散等の影響を把握するため、環境監視調査を実施している。調査内容等については、大阪府、大阪市の合同で「河川・港湾工事等にかかる環境対策マニュアル（案）」を平成16年度に策定しており、これに準じて、次のとおり実施している。

(a) 事前事後の水質調査

工事箇所直近の地下鉄換気口前をモニター設置点とし、プイを設置し、濁度計、塩分計、流向流速計を取り付け連続測定するとともに採水して生活環境項目の測定を行っている。

採水による調査 pH, BOD, SS, DO, ダイオキシン類

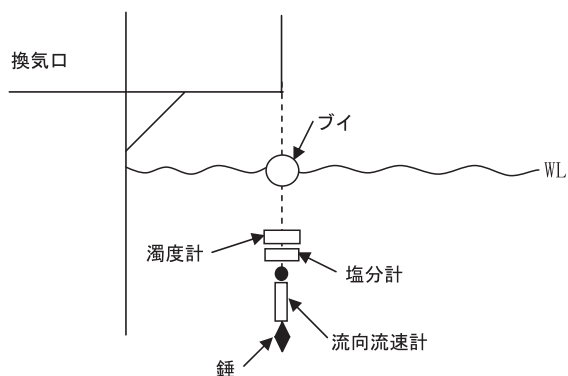


図-3 水質調査測定

1 点 1 層で水面から水深の 2 割程度の位置で採水

4 回／日 3 日間行う。

鉛直分布測定

水温、濁度、塩分

1 点多層で水面より 0.5 m 間隔で水底面 0.5 m までを測定

連続測定

水温、濁度、塩分、流向、流速

1 点 1 層干潮時の影響を考慮して水面から水深 2 割程度の位置で測定

(4) 環境監視基準の設定

監視基準の設定は、河川・港湾工事に係る環境対策マニュアル（案）（平成 16 年 2 月 河川及び港湾の底質浄化対策検討委員会）に基づいて算出した。

工事に伴う影響が一般水域へ及ぶことを防止するための「基本監視点」（新戎橋、西道頓堀橋）ならびに工事の影響を予察するための「補助監視点」（大黒橋、住吉橋）を設定する。そのため、ダイオキシン類濃度を監視基準とし、検出された濁度を代替指標として設定する必要がある。2つの設定方法は以下に示す通りである。

①事前調査の結果をもとに、水中のダイオキシン類濃度が環境基準（1pg-TEQ/L）以下の工事箇所においては、1pg-TEQ/L 以下とする。

②水中のダイオキシン類濃度が環境基準を上回る場合

は、現状より悪化させないことが基準となる。

調査の結果よりダイオキシン類は 1.2 ～ 9.5 pg-TEQ/L と平均 3.6 pg-TEQ/L となり、今回は②を適用することとした。

(5) 環境監視調査

環境監視調査は、「底質の処理・処分等に関する指針」（平成 14 年 8 月 30 日通知、環水管第 211 号）に準じて、表—3 に示す内容を基本として、各工事箇所の規模や工事種類、ならびに事前底質調査及び事前水質調査の結果等を踏まえて設定した。

- ・環境監視対象となる工種は、矢板護岸工、栈橋工、橋脚工、浚渫工、盛土工とする。
- ・ダイオキシン類等の採水分析は、環境監視対象工種のうち工事期間中、最も濁りの影響のある工種において 1 回実施する。
- ・環境監視は、各工種において 2 週間連続で行う。ただし、環境影響が見られた場合には環境監視を延長する。また、2 週間に満たない工種は、工事期間連続で行う。

3. 浚渫土の処理

(1) 汚染土の絞込み

今回の概略調査と詳細調査では、ダイオキシン類に関して含有量は概ね同じような値が出ているが、溶出量は、概略調査において海防法基準を超過する結果となっている。このため、処分対象土を限定（絞り込む）するため、概略調査地点付近で再度の底質調査を行い、ダイオキシン類等の確認を行った。

処分対象となる土は

対象土 I 概略調査①・②付近

ダイオキシン類含有量 220 ～ 230pgTEQ/g
→環境基準を超過

ダイオキシン類溶出量 21 ～ 44 pgTEQ/L

表—3 環境監視調査

項目	位置	頻度	備考
pH,BOD,SS,DO		1 回／週	—
ダイオキシン類、鉛、水銀	基本監視点 2 点（1 層）	工事期間中 1 回	水質のダイオキシン類濃度は、濁度を指標として監視する。採水分析を行う。
水温、塩分、濁度、流況	基本監視点 2 点（多層）	2 回／日	事前水質調査結果から、河川の濁りが最も大きくなる時間帯及び工事による濁りが最も大きくなる時間帯の 2 回実施する。
	補助監視点 2 点（多層）	4 回／日	—
異常な濁り、油膜の有無	工事箇所周辺	常時	目視観察による。
濁度	バックグラウンド点 2 点	2 回／日	基本監視点における監視時間に合わせて行う。

→海防法基準超過

対象土Ⅱ 詳細調査No.5～No.8付近

ダイオキシン類含有量 180～470 pgTEQ/g

→環境基準を超過

ダイオキシン類溶出量 6.7～0.033 pgTEQ/L

→海防法基準以下

対象土Ⅲ 詳細調査No.1～No.4

ダイオキシン類含有量 210～360 pgTEQ/g

→環境基準を超過

ダイオキシン類溶出量 5.5～0.013 pgTEQ/L

→海防法基準以下

総水銀溶出量 0.0098 mg/L > 0.005 mg/L

→海防法基準超過

→水銀暫定除去基準以下

鉛溶出量 0.12～0.46 mg/L > 0.1 mg/L

→海防法基準超過

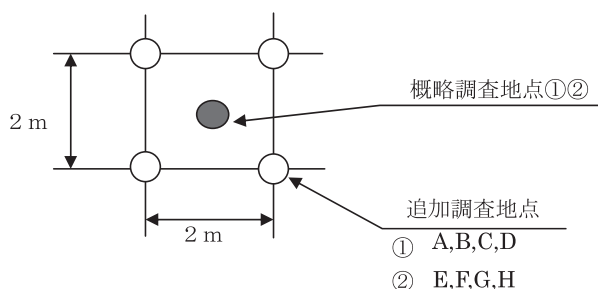
以上のとおりとなっている。

このうち、対象土Ⅰ（概略調査結果による浚渫土）について、概略調査地点の直近を再度底質調査することによりダイオキシン類溶出量の再確認をし、海防法基準以下であれば、その土量を絞り込むことにより浚渫土の運搬処分費のコストの削減を考えるものである。

また、追加調査により1箇所でも溶出量が再び海防法基準を超過するようであれば、現段階での浚渫対象をそのままとする。

概略調査地点①、②について下図のように4辺を取り囲むように追加調査地点を設定する。

4点のうち1点はヘドロ層鉛直方向の調査を行う。他の3点は表層のみの調査とした。



図一 追加調査地点平面図

(2) 浚渫土の処理

概略調査（溶出基準のオーバー）地点付近の再調査をすることにより溶出量の再確認を行い、浚渫土の処

表一 4 新たな底質調査の結果

分析項目及び単位	ダイオキシン類含有	ダイオキシン類溶出
	(pg-TEQ/g)	(pg-TEQ/L)
海防法基準	—	10.0
暫定除去基準値	150	—
北港受入基準値	—	—
A ヘドロ層 表層	200	4.5
B ヘドロ層 表層	280	5.6
C ヘドロ層 上層	250	3.0
C ヘドロ層 下層	200	2.3
D ヘドロ層 表層	240	4.8
E ヘドロ層 上層	100	1.7
E ヘドロ層 下層	280	1.7
F ヘドロ層 上層	44	2.2
F ヘドロ層 下層	64	2.3
G ヘドロ層 表層	100	3.0
H ヘドロ層 表層	190	6.5
I ヘドロ層 表層	140	1.9
J ヘドロ層 上層	140	2.4
J ヘドロ層 下層	320	2.4
K ヘドロ層 上層	140	3.3
K ヘドロ層 下層	330	3.5

分方法を確定させた。

調査は、概略調査地点（2点）をそれぞれ囲むように4点計8箇所、さらにその他の地点3箇所を追加し計11地点16検体の調査を行った。この結果、ダイオキシン類の含有量には環境基準を超えるものが（330 pg-TEQ/g～190 pg-TEQ/g）8箇所9検体となった。溶出試験では、すべての検体で海防法基準を超えるものはなかった（5.6 pg-TEQ/L～1.7 pg-TEQ/L）。また、その他の項目についても含有試験、溶出試験ともに海防法基準を超えるものはなかった。以上のことから、海防法基準を満たす浚渫土は土運船により北港処分場へ約2,800m³、海防法基準を満たさない浚渫土はセメント原料として土運船により搬出した土が約1,200m³となった。なおセメント原料となる浚渫土は、当工区請負業者とセメント製造会社が契約しセメント工場へ搬入された。

JCMIA

【筆者紹介】

三村 経雄（みむら つねお）
大阪市建設局

アールキュービック土壌洗浄システム

高 田 尚 哉

土壌汚染対策法が平成 15 年 2 月から施行されるなど、土壌浄化が社会的に重要な課題となっている。土壌の浄化方法としては、汚染した土地から汚染土壌を掘削搬出し良質土壌と置換える良質土置換え方法と、汚染した土地の土壌から汚染物質を取り除く土壌浄化方法がある。

本報では、土壌浄化方法の技術として、一般的におこなわれている分級洗浄処理を基本に開発した、アールキュービック土壌洗浄システムについて紹介する。

キーワード：土壌汚染、浄化、土壌洗浄、有害物質

1. 土壌汚染の浄化処理方法

土壌汚染の浄化処理方法としては、汚染土壌を掘削することなく処理をおこなう原位置処理と、汚染土壌を掘削して処理する掘削除去処理がある。

原位置処理は、現地盤に薬剤等を注入する工法であり土を掘削する必要がないため、掘削処理と比較して処理費用が安くなる場合が多いものの、対応できる物質や土質が限られているなど適用には制限がある。それに対して、掘削除去処理は、幅広い物質や土質に対応できる工法である。

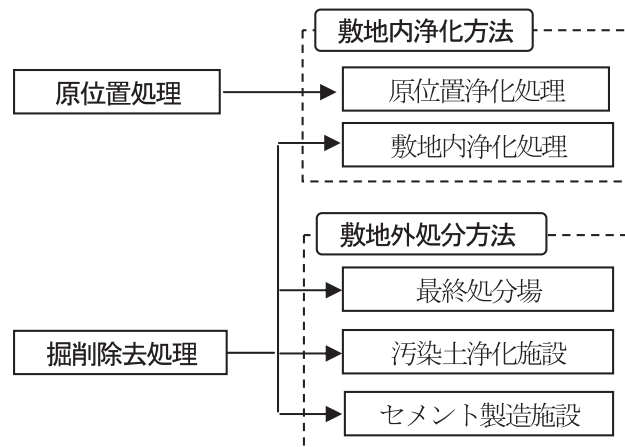
掘削除去処理は大きく分けると、掘削した汚染土壌を敷地外の処理施設に搬出処分し良質土と置き換える敷地外処分方法と、現地に土壌浄化設備を設置し浄化した土を埋戻再利用する敷地内浄化方法に分けられる。

環境省の調査¹⁾によれば、対策実施件数の 70% 以上が掘削除去処理であり、VOC 汚染土壌の場合は、原位置浄化処理が掘削除去処理を上回るものの、重金属等汚染土壌の場合は、大部分が掘削除去処理であった。

敷地外処分のうち、セメント製造施設で原材料として再利用する処理方法が約 50% で、最も多く実施されている処理方法である。これは、セメント製造施設での受入れ量が他の処理方法と比較して大きいことや、処分費が安定しているためと考えられる。

これらの浄化処理方法を図—1 に示す。

汚染土壌の対策方法は浄化処理方法以外にも、不溶化や封じ込め等の対策工法があり、コスト、工期、周辺環境への影響等を考慮し対策方法を検討する必要がある。



図—1 土壌汚染の浄化処理方法

2. 分級洗浄処理について

(1) 分級洗浄処理の概要

分級洗浄処理は、重金属類や油類により汚染された土壌を浄化する手法として広く一般におこなわれている。この方法は、土中の汚染物質が細粒分に多く存在している性質を利用して、汚染土を湿式分級により、きれいな砂と汚れた細粒分に分ける方法である。

分級洗浄処理装置を敷地内に設置することも可能で、この場合場外に搬出する土量の削減が可能になる。

分級洗浄処理は、図—1 に示す敷地内浄化処理にも、汚染土浄化施設にも採用できる手法である。本稿では、主に敷地内浄化処理に採用する事例について述べる。

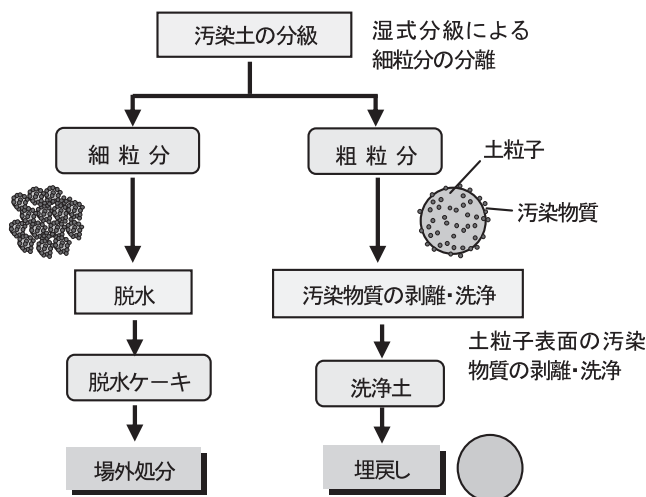
(2) 分級洗浄処理の原理

分級洗浄の基本原理を図—2に示す。

土中の汚染物質は様々な形態で存在しているが、吸着や沈殿等により土粒子表面へ付着して存在している場合が多い。細粒分は単位重量当りの表面積が大きいいため、汚染物質の付着量が多く、砂分は少ない傾向にある。分級洗浄は、湿式分級により汚染物質付着量の多い細粒分を分離・除去し、汚染物質付着量の少ない砂を健全土として有効利用する方法である。

分級点は0.075 mmが一般的だが、事前の粒径ごとの汚染物質含有量や溶出量の調査結果から決定される。分級除去される細粒分量が少ないほど、健全土としての砂量が増加するため、処理コストは安くなる。一方、細粒分が多くなると処理コストが増えることから、粘性土には適用が難しい。分級洗浄の適用可否の目安は、細粒分量の割合が、全体の4割以下とされている。

また、分級しても砂の汚染物質含有量や溶出量が環境基準値よりも高い場合は、分級洗浄は適用できない。そのため、砂の汚染物質含有量を減らして、分級洗浄の適用性を広げるため、湿式分級と摩砕や比重分別、薬剤洗浄等を組み合わせる方法を採用する場合がある。



図—2 分級洗浄の基本原理

表—1 試料土の性状

項目		単位	汚染土 A	汚染土 B
粒度分布	>2 mm	%	13.5	6.2
	0.85 ~ 2 mm	%	12.6	10.6
	0.25 ~ 0.85 mm	%	25.3	36.1
	0.075 ~ 0.25 mm	%	20	25.7
	<0.075 mm	%	28.5	21.5
鉛溶出量（環告 46 号）		mg/L	0.001	0.033
鉛含有量（環告 19 号）		mg/kg	210	54

(3) 分級洗浄処理の分析実施例

①試料土

表—1 に試料土の性状を示す。

試験には5 mm 篩いに通過した汚染土 2 種類を使用した。汚染土 A は鉛含有量が 210 mg/kg と環境基準値（150 mg/kg）を超えており、汚染土 B は鉛溶出量が 0.033 mg/L と環境基準値（0.01 mg/L）を超えていた。両者とも、0.075 mm 以下の細粒分量が全体の 2 割程度の砂質土で、分級洗浄に適した土質と判断できた。

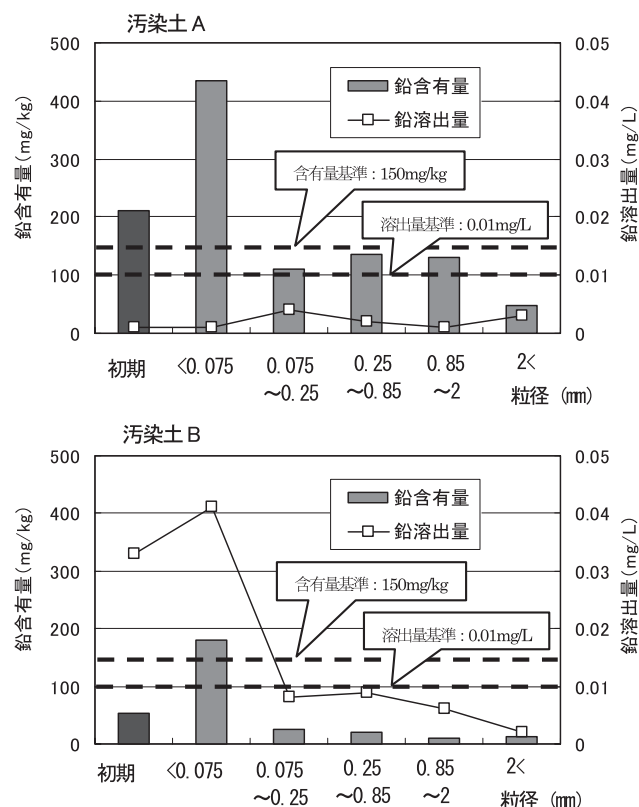
②分析結果と考察

図—3 に粒径ごとの鉛含有量と溶出量を示す。

汚染土 A の鉛含有量は、0.075 mm 以下で 435 mg/kg と初期よりも高い値を示したが、0.075 mm 以上の砂分では環境基準値以下であった。鉛溶出量は、いずれの粒径においても環境基準値以下であった。

汚染土 B の鉛含有量は、0.075 mm 以下では 180 mg/kg と高い値を示したが、0.075 mm 以上の砂分は基準値以下であった。鉛溶出量は、0.075 mm 以下で環境基準値を超えていたが、0.075 mm 以上の砂分では環境基準値以下であった。

汚染土 A と B ともに、0.075 mm 以上の砂は溶出量と含有量が基準値以下となることから、0.075 mm を分級点とした分級洗浄が適用できることが確認できた。



図—3 粒径ごとの鉛含有量と溶出量

3. 分級洗浄処理システム

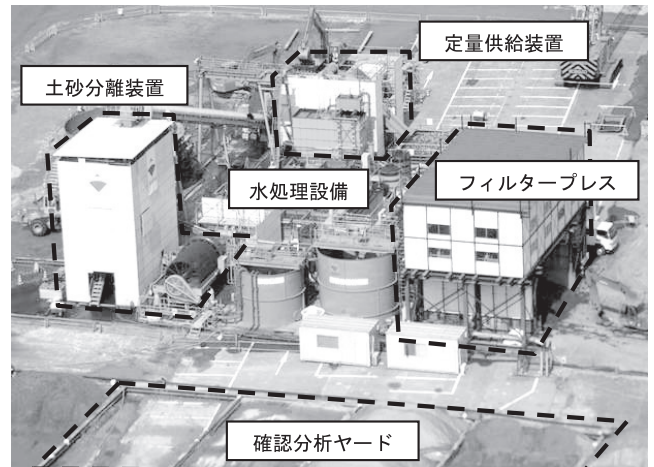
分級洗浄処理の設備概要図を図一4に、システムフローを図一5に示す。

以下に施工フローを述べる。

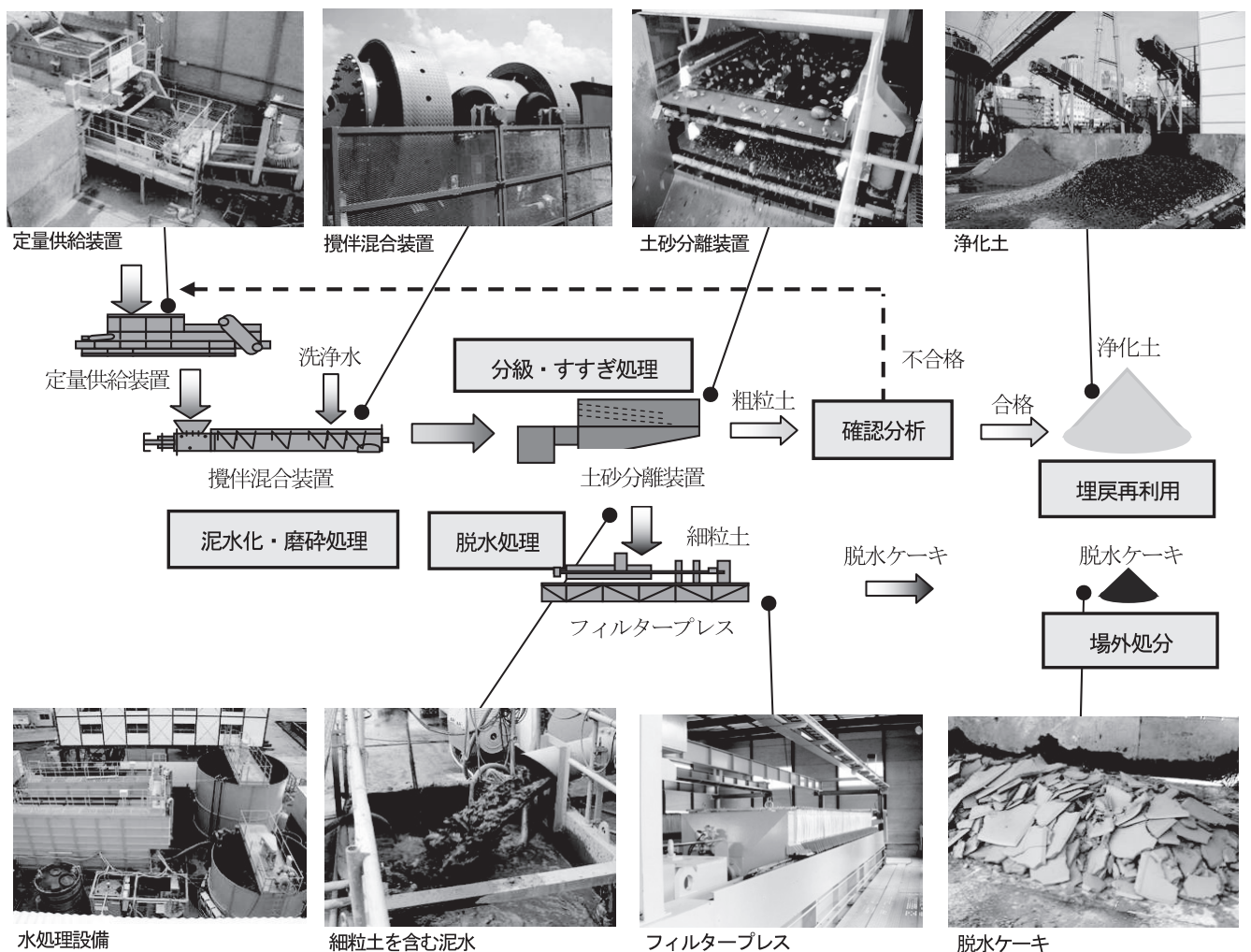
- ①掘削した汚染土を仮置き場に運搬仮置きし、篩分けにより100 mm以上のガラや廃棄物を分別する前処理をする。
- ②前処理済土を定量供給設備に投入する。
- ③洗浄水を添加攪拌し、泥水化及び磨砕処理をおこなう。
- ④汚染濃度の低い粗粒土（0.075 mm以上）と濃度の高い細粒土（0.075 mm未満）に分級する。
- ⑤粗粒土は、100 m³毎に浄化対象物質を分析し、基準を満たしていることを確認後に埋戻し利用する。
- ⑥細粒土は脱水処理により減容化する。

⑦脱水処理された細粒土（脱水ケーキ）は、定期的に外部の処分先に運搬処分する。

⑧使用した洗浄水は、水処理設備で汚染物質を除去した後に循環再利用する。



図一4 分級洗浄処理の設備概要図



図一5 分級洗浄処理システム

4. アールキュービック土壤洗浄システム

(1) アールキュービック土壤洗浄システムとは

以下に示す3つのRを可能にすることを目的に開発した分級洗浄システムである。

- ①汚染土壤の再資源化 (Recycle)
- ②洗浄水・すすぎ水の再利用 (Reuse)
- ③処分する汚染土壤の抑制 (Reduce)

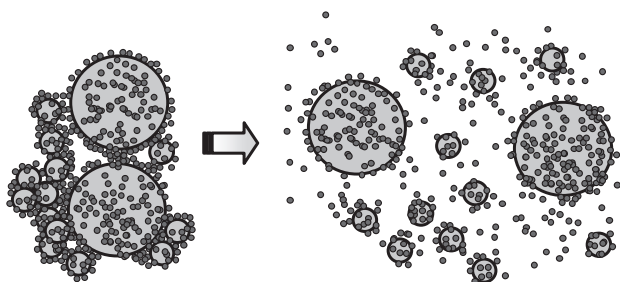
(2) アールキュービック土壤洗浄システムの特徴

従来の分級洗浄の原理を基に、以下に示す各種要素技術を取り込み、幅広い物質と濃度に対応できる低コストな分級洗浄システムである。

①高効率泥水化技術

分級効率を向上させるためには、土中の粘土塊を効率よく破壊し、泥水状態にする必要がある。

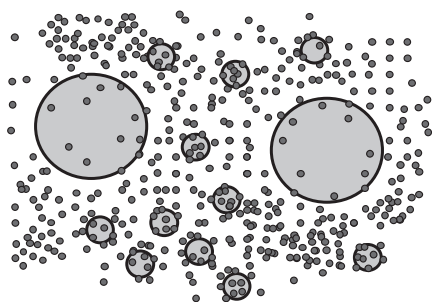
土質に合わせて、高圧洗浄装置や粘土塊破碎装置を組み合わせ、強固な粘土塊を破壊し、粗粒土と同時に粘土塊が排出されることを防止する。



図一六 高効率泥水化技術のイメージ

②高性能磨砕技術

土粒子表面をもみすり洗い（磨砕処理）することにより、土粒子表面に付着した汚染物質を除去する。

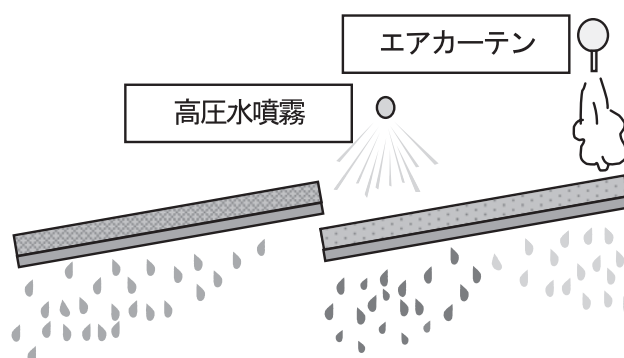


図一七 高性能磨砕技術のイメージ

③高精度分級技術

サイクロンや沈降分離装置により、設計した分級点で精度よく分級する。

さらに、分級した粗粒土は、高圧水噴霧によるすすぎ洗いと高圧空気によるエアカーテンにより、粗粒土に含まれる細粒土を除去する。



図一八 高精度分級技術のイメージ

④粘性土の洗浄無害化技術

一部の重金属に対しては、これまで困難とされていた細粒土を新規開発した脱離剤などの特殊な薬剤を利用して洗浄するため、従来汚泥として場外処分していた脱水ケーキを埋戻土として再利用することができる。



写真一 粘性土の洗浄無害化処理実施状況

⑤現場迅速分析技術

現場内で、迅速に重金属等の含有量、溶出量进行分析し、分級洗浄の適応可能性と処理土の浄化確認をすばやく判断する。このため、洗浄処理効率の向上や処理土の仮置スペースを削減できる。

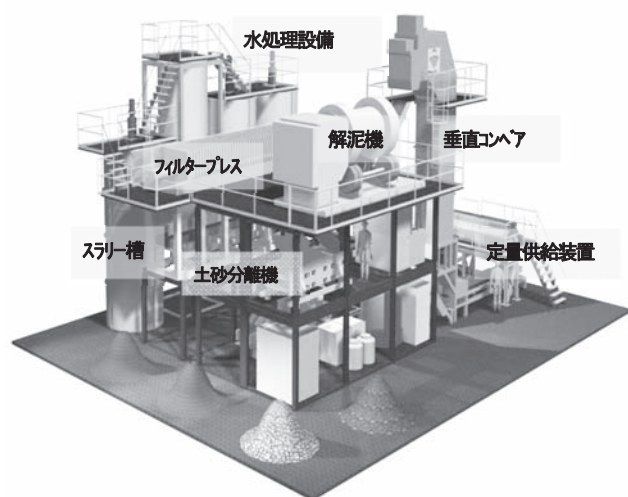


写真二 迅速分析装置

5. アールキュービック MINI 土壌洗浄システム

(1) 開発の目的

「アールキュービック MINI 土壌洗浄システム」は、従来の浄化システムを小型・ユニット化することにより、狭い敷地や小規模な汚染土壌への対応を目的に開発した。



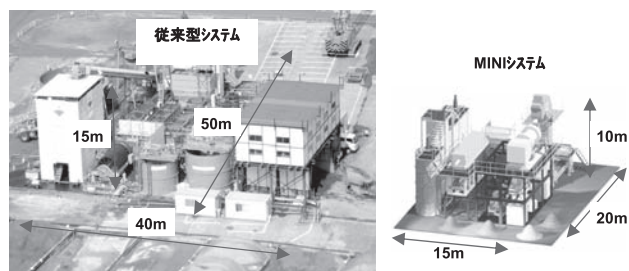
図－9 アールキュービック MINI 土壌洗浄システム

(2) アールキュービック MINI 土壌洗浄システムの特徴

①設置面積の縮小化

- ・処理能力の削減(従来型:35 m³/時→MINI:17 m³/時)
- ・垂直コンベアの採用
- ・水処理設備の縦形状化

上記等の工夫により、従来システムでは、洗浄設備の設置面積が2,000 m²程度必要であったのに対し、新システムでは、処理土仮置き場や重機の作業スペースを含めても、500 m²程度の面積で洗浄設備の設置が可能となるため、狭い敷地にも対応できる。



図－10 従来型との比較

②組立・解体期間の短縮

従来システムでは、設備の組立・解体に60日必要であったが、新システムでは各機器のユニット化等の工夫により10日に短縮した。

③処理土量の適用性拡大

従来システムの洗浄設備では、現地にて浄化する汚染土量が10,000 m³以下の場合、場外搬出処分に比べて割高になるため、適用性判断の目安を10,000 m³としていた。

小型・ユニット化した新システムでは、時間当たりの処理能力は低下するものの、小型化による設備の賃貸料金や組立・解体工事費を削減できるため、従来の半分の5,000 m³を目安とする事ができる。

このため、敷地の一部分の土壌が汚染されている場合など、小規模な汚染土壌の浄化を可能にできる。

6. おわりに

アールキュービック土壌洗浄システムは、敷地内で汚染土壌の処理が可能であり、場外に搬出する汚染土壌や場外から搬入する埋戻土の運搬車両台数を削減することにより、現場周辺の道路環境への影響を低減できることや、資源の有効利用を可能とする技術である。

環境分野に携わる技術者として、今後もさらに適応物質の拡大等技術の開発をすすめ、負の遺産である汚染土壌対策工事費の低減や環境対策に努めていきたい。

J C M A

《備 考》

アールキュービック土壌洗浄システムの商標登録について
・商標登録 登録番号 第5032754

《参考文献》

- 1) 環境省水・大気環境局：平成19年度土壌汚染対策法の施工状況および土壌汚染調査・対策事例に関する調査結果

〔筆者紹介〕

高田 尚哉 (たかだ なおや)
㈱大林組
エンジニアリング本部
環境技術第二部



防音対策シミュレータの開発

大 脇 雅 直・和 田 浩 之

工場や機械のどの部分からどのような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て音源位置を探索する装置を開発した。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、防音壁の遮蔽効果の予測を行う機能を追加し、その対策効果を聴くことができる防音対策シミュレータを開発した。

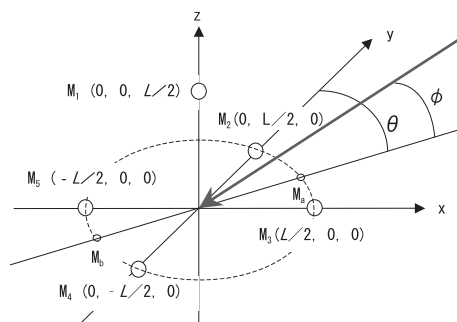
キーワード：音源探索、騒音対策、防音壁、シミュレータ

1. はじめに

工場や機械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¹⁾、その推定した音源方向を画像上に表示する音源探索装置（音カメラ）を考案した²⁾。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、その防音対策効果を実際に耳で聴くことができる防音対策シミュレータを開発した。この音源探索装置の原理、防音壁の効果の予測法及び防音対策シミュレータの原理等について述べる。

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_i～M_j間における平面波の進行距離の概念図を示す。D_{ij}をM_iに対するM_j



図—1 マイクロホンの配置

の時間遅れ (sec), c を音速 (m/sec) とする。M_i, M_j を通過する平面波の進行距離は $D_{ij} \cdot c$ (m) となる。図—1における水平角を θ (°), 仰角を ϕ (°) とすると、M₂～M₄間およびM₃～M₅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、 ϕ_x , ϕ_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。

$$\begin{aligned} D_{1a} + D_{1b} &= D_{12} + D_{14} = D_{13} + D_{15} \\ &= \frac{D_{12} + D_{14} + D_{13} + D_{15}}{2} \end{aligned} \quad (5)$$

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。

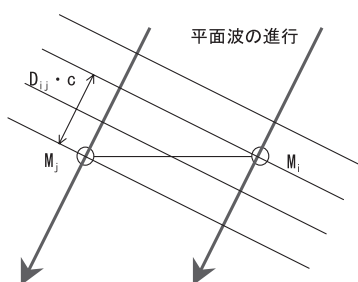
$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{D_{35}}{D_{24}} \right) \quad (6)$$

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

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 Ψ から求めることができる。

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

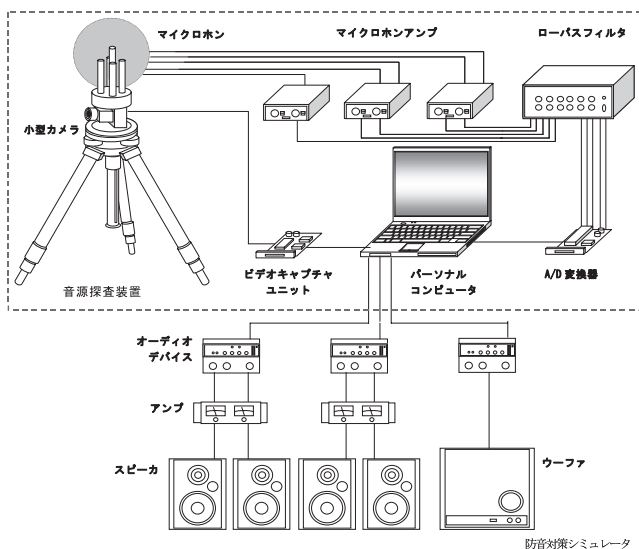
但し、 f は周波数とする。



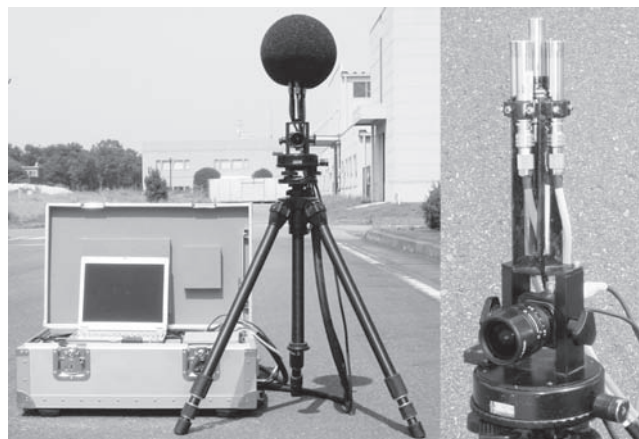
図一 平面波の進行距離の概念

3. 音源探査装置の概要

図一 3 に音源探査装置及び防音対策シミュレータの構成を、写真一 1 に音源探査装置の概観を示す。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と色で表示するようにしている。5つのマイクロホンの間隔は各々 35 mm とし、解析可能周波数の上限は理論上 4,500 Hz



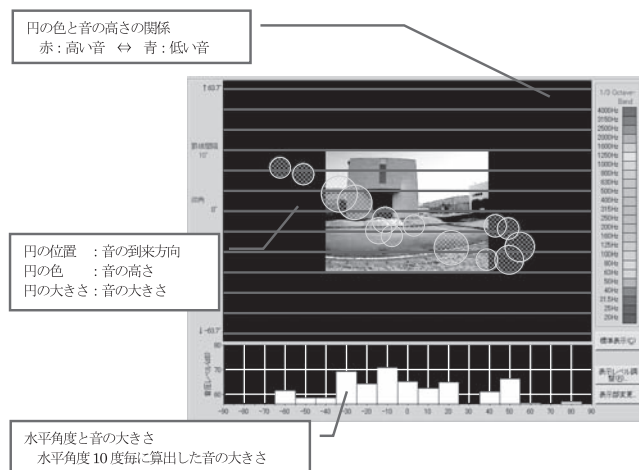
図一 3 音源探査装置及び防音対策シミュレータの構成



写真一 1 音源探査装置の概観（左）およびマイクロホン、カメラ部（右）

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一 4 に示す。

音カメラの測定結果画面について示す。



図一 4 測定結果の表示例

4. 防音壁の効果の予測

従来、騒音対策を行う前に、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。本音源探査装置による測定結果は、任意の測定点における全方位（360°）の音情報を個別に記録しており、音源の調査漏れはない。本装置の測定結果を用いて仮想の防音壁による遮音効果を予測計算することができるようにしている。本装置に組み込んだ防音壁の予測計算機能は、音源位置の測定結果の画面上に、図一 5 に示す音源の範囲を指定した後に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で防音壁の遮音効果を計算することができるようにしている。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³⁾の提案する方法を用いている。

(1) 防音対策への適用例

本装置を用いて防音壁の効果を実測計算した例を示す。音源の位置と防音壁の配置例を図-6に示す。仮想の防音壁を設置し、遮音効果を計算した結果を図-7に示す。音源からのA特性音圧レベルは62.5 dBであったものが、仮想の防音壁を設置すると54.2 dBになると予測される。実際に防音壁を設置した後にA特性音圧レベルを測定した結果は、図-8に示すように54.0 dBとなり、予測計算した結果とよく一致している。

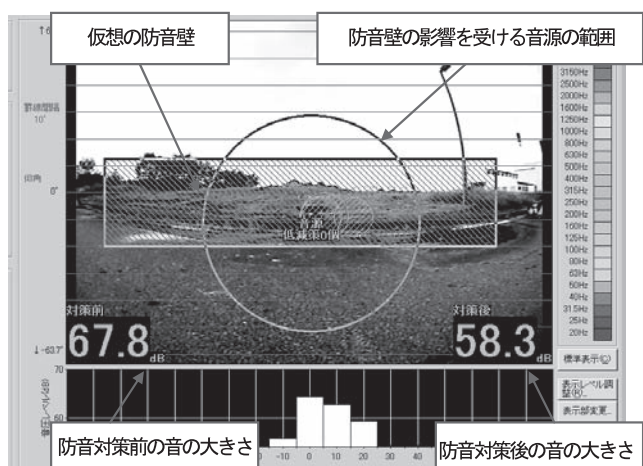


図-5 予測計算結果の表示例

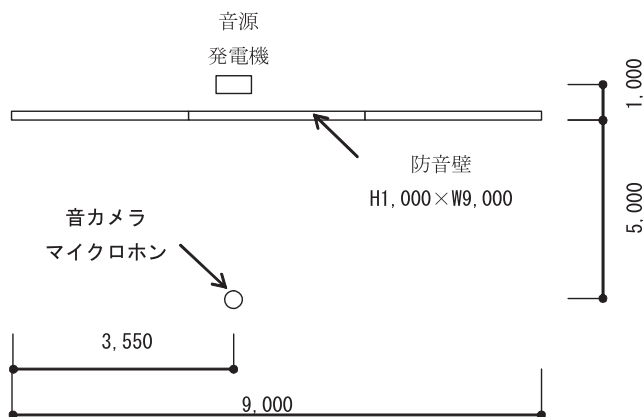


図-6 音源と仮想防音壁の配置

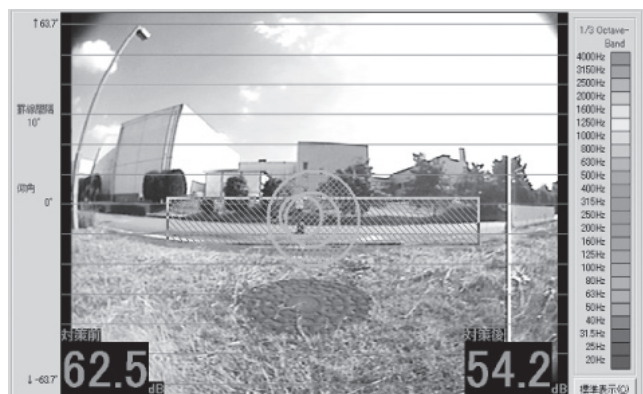


図-7 仮想防音壁の対策効果計算結果



図-8 防音壁設置後の騒音レベル

5. 防音対策シミュレータ

騒音対策前後の音の大きさ及び方向を耳で聴くことができる防音対策シミュレータの原理を述べる。

(1) 音源の再生方法

音源探査装置を用いて音源位置の特定を最初に行う。次に、特定した音を試聴するために、再生用のスピーカがそれぞれ音を受け持つ領域を設定し、音の到来方向を再現する。今、4つのスピーカと1台のウーハで再生する場合について検討する。図-9に示すように、1オクターブバンド毎に4つのスピーカが受け持つ領域の音圧レベルを設定する。図-9の例では125 Hz 帯域はスピーカ2（以下SP2と略す）が音圧レベルの70%、SP1が10%、SP3が20%、SP4が0%となる。

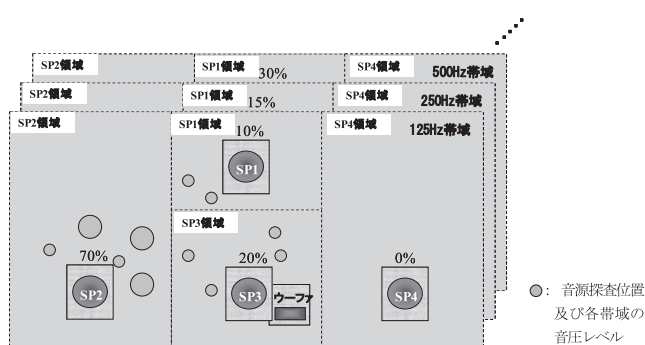
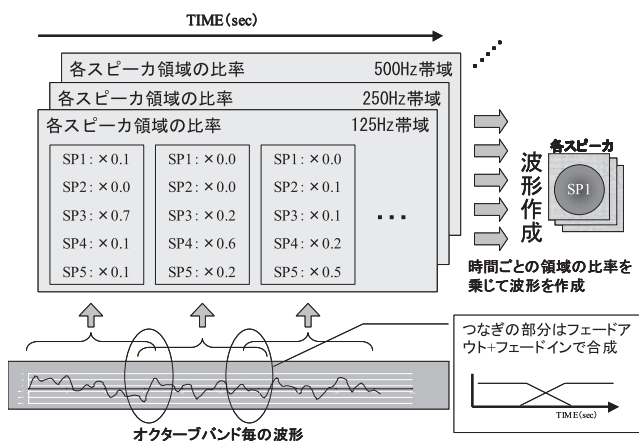


図-9 音源の音圧レベルを各スピーカへ設定する方法

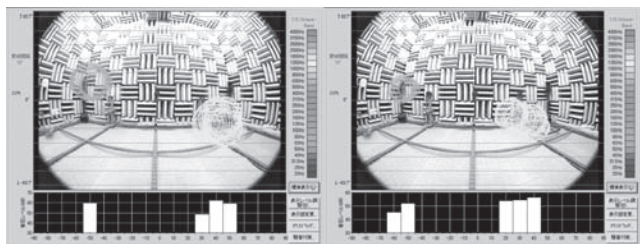
音源の位置や音圧レベル、周波数特性は時間の経過と共に変わる。音の発生レベルも刻々変化するため、各スピーカに割り振っている音圧レベルも変える必要がある。このため、各スピーカに割り振る音圧レベルを一定の時間間隔（例えば0.1秒間隔）で求め、音圧レベルの変化に対応できるようにしている。一定時間ごとのレベルの切り替え（つなぎ目）部分で雑音が発

生しないように、図—10に示すようにフェードアウト・フェードイン方式で音を合成して処理している。



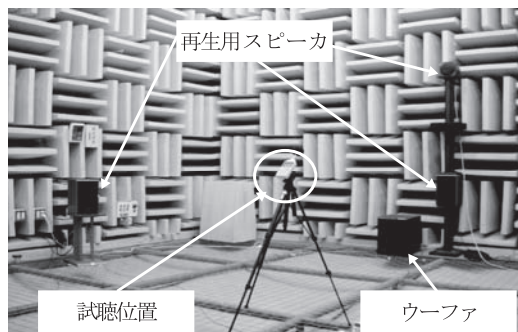
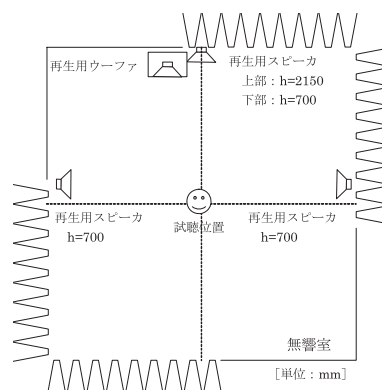
(2) 無響室における再生実験

複数の音源がある場合に、図—11の左図に示すように音源探査装置を用いて音源位置を特定する。次に、その音源についてオクターブバンドごとに音を再生する基礎的な実験を行った。各スピーカ領域ごとにオクターブバンド毎の音圧レベルを最も近い位置のスピーカに割り当てた。作成した再生音をスピーカから発生させ、音源探査装置でその状況を測定し、音源位置の同定を行った。図—11右図に示すように音源の位置は、試験音と再生音で良く一致している。

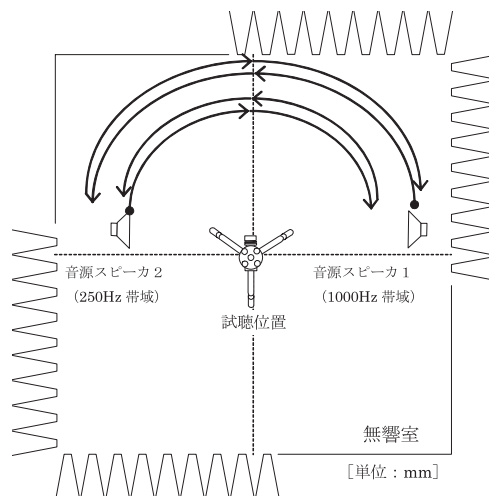


図—11 音源探査装置による測定結果(左:試験音再生時,右:再生音再生時)

次に、写真—2に示すように、無響室内に低音域再生用のウーファ1台と中高音域用のスピーカ4台を設置して実験を行った。無響室内で、図—12に示すように人が音源スピーカを持って移動する状況を図—13に示すように音源探査装置で位置の特定を連続的に行った。この収録した音を再生する実験を行う。音源は、250 Hz 帯域と1000 Hz 帯域のバンドノイズ、ピンクノイズと音楽とした。30代から50代の男性4人が試験位置で聴き音像がきちんと移動することを確認した。



写真—2 無響室にスピーカを設置した状況(上:模式図,下:設置状況)



図—12 無響室における音源スピーカの移動経路



図—13 音源探査装置による音源位置の特定状況

(3) 防音壁設置後の可聴音化実験

音源探査装置で音源位置を特定した後に、障壁による減音量をフィルタリング処理によって計算する手法について検討する。最初に、図—14の上図に示すように、防音壁の計算対象となる音源と対象とならない音源に分離する。計算対象となる音源については、防音壁の減衰効果を文献3の方法で計算する。計算後、図—14中図に示すように音源の位置を障壁の上端部に移動する。最後に図—14下図に示すように、各音源スピーカ領域ごとの音圧レベルを算出する。なお、この計算においては防音壁は十分な音響透過損失をもっているものとした。

図—8に示す実際の防音壁について設置前後に録音したデータと防音対策シミュレータのデータを30

代から50代の男性4人が試聴位置で聴き比べを行い、音像がきちんと定位していることを確認した。

6. おわりに

最初に、音源探査装置の原理について述べ、本装置を用いて屋外の音源について位置を特定した事例を紹介した。次に、この音源に対して防音壁を設置した場合の遮音効果の予測値と実際の防音壁設置後の減音量について比較し、よく一致することを示した。本装置を用いることによって、騒音源の特定から騒音防止対策としての防音壁の検討まで一貫して行うことができる。次に、防音壁を設置した場合の減音効果を実際に試聴できるシステムを構築し、無響室でその効果を確認した。本システムは、移動する音源に対しても音像がきちんと定位することを試聴によって確認した。

なお、本装置の開発は、中部電力(株)、(株)熊谷組、山下恭弘信州大学名誉教授の3者が共同で行っているものである。

J C M A

【参考文献】

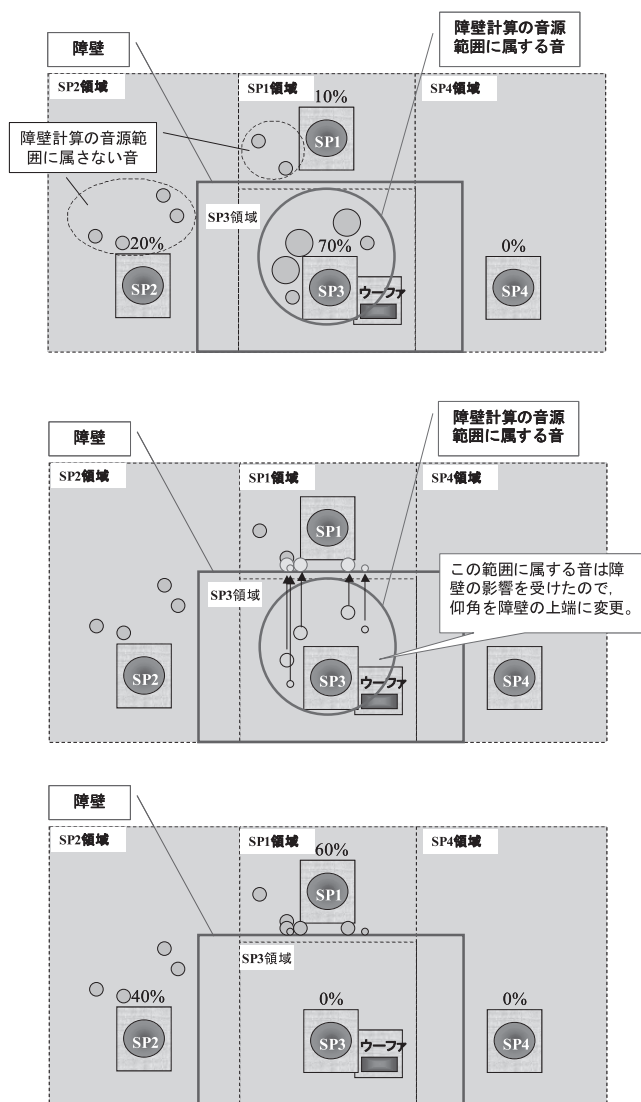
- 1) 上明戸昇, 山下恭弘, 財満健史, 大脇雅直, 杉山武, 澤克紀: 倍音を含む純音性音源の方向推定に関する検討—誤差要因の基礎的検討—, 日本建築学会計画系論文集, No.542, pp.15-21, 2001年4月
- 2) 野上英和, 上明戸昇, 山下恭弘, 大脇雅直, 財満健史, 杉山武, 和田浩之: 音情報と画像を組み込んだ音源探査システムの開発—5チャンネル音源探査装置の開発—, 日本音響学会講演論文集, pp.857-858, 2001年10月
- 3) 山本貢平, 堀田竜太, 高木興一: 有限長障壁に対する音の回折効果の計算方法について, 日本音響学会誌 50巻4号, pp.271-278, 1994年4月

【筆者紹介】

大脇 雅直 (おおわき まさなお)
(株)熊谷組 技術研究所
都市・居住環境研究部
副所長 兼 部長



和田 浩之 (わだ ひろゆき)
中部電力(株)発電本部
土木建築部 建築グループ
主任



図—14 障壁による減衰量を計算する方法

油分汚染土壌のバイオレメディエーション

—ランドファーミングとファイトレメディエーション—

田 崎 雅 晴・浅 田 素 之

油分汚染土壌の浄化方法は汚染濃度や油種により選択される。その中で燃料油系で低中濃度の汚染にバイオレメディエーション（生物浄化）が良く用いられる。特にランドファーミングは低コストであり操作性も良いことから採用されることが多い。しかし、バイオレメディエーションを適用する際には、その特徴と適用性について十分に検討して、最適な管理条件を見出して実施しなければならない。本報ではこれらを踏まえたバイオレメディエーションの概要を、特にランドファーミングと最近適用が検討されてきているファイトレメディエーションについて報告する。

キーワード：油汚染土壌，バイオレメディエーション，ランドファーミング，ファイトレメディエーション，トリタビリティテスト

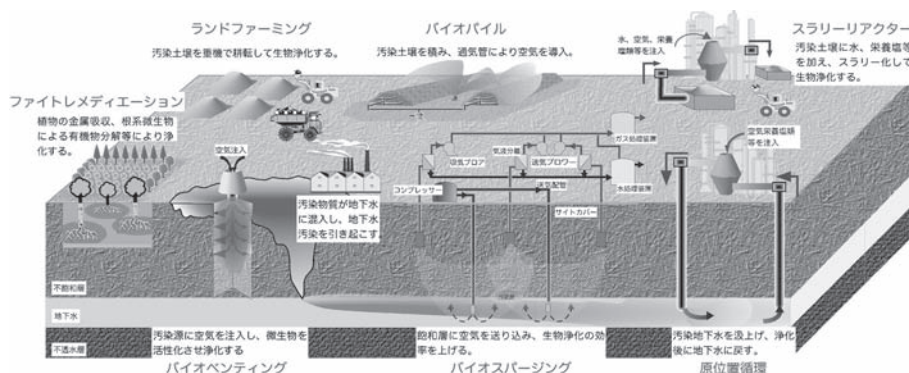
1. はじめに

バイオレメディエーションには、バイオスティミュレーションと言われる浄化対象サイトにもともと生息している微生物（群）を活性化させて浄化する方法と、有能な微生物を別途培養して汚染サイトに導入するバイオオーグメンテーションがある。バイオオーグメンテーションの技法を適用するためには経済産業省や環境省の定めるガイドラインに則った微生物（群）の申請が必要になる¹⁾。これは導入しようとする微生物がサイト周辺の環境へ悪影響を与えないことを、事前に詳細な微生物的検討を行い証明することを求めている。国内においてのバイオオーグメンテーションの実用例は少ないが、主に揮発性有機塩素化合物による汚染サイトに用いられている。

油分汚染サイトの場合、ほとんどはバイオスティ

ミュレーションで行われている。図—1に各種バイオレメディエーションの例を示したが²⁾、油分汚染土壌で主に用いられるのはランドファーミングである。特にランドファーミングは燃料系（A重油系）油分に汚染された土壌に対して、コスト的にも安価であるために、頻繁に適用されるようになってきた。これは土着微生物の活性を効率的に上げる浄化管理を行えば、特殊なシステムや機器を必要としないため、コスト的にも現場作業的にも効率の良い工法となるためである。

一方近年、植物を用いた環境浄化技術の研究開発も進んでいる。植物を用いた汚染土壌・地下水の浄化手法であるファイトレメディエーションは、草本類や木本類の植物、根圏微生物を用いて、土壌や地下水等の汚染物質を固定化、あるいは低減する方法であり、浄化期間に余裕のある土地でのメンテナンス費用のかからない経済性の高い浄化技術として期待されている。



図—1 様々なバイオレメディエーション技術の概要

ファイトレメディエーションは当初、水溶性の重金属等を植物体に吸収、濃縮させることを原理として開発されてきた。一方、植物による直接吸収ではなく、根圏微生物による汚染物質分解を期待した油汚染土壌浄化の研究が進んできている^{3), 4)}。

本稿では各種の油汚染土壌に対するバイオレメディエーションの対応例を挙げながら、主にランドファーマリングとファイトレメディエーションによる浄化効果を報告する。

2. 油汚染とその油種

油分と言っても、燃料油だけでもガソリン、灯油、軽油、A重油、C重油等と多種存在し、またそれぞれも単一な成分ではなく、多種の炭化水素が混合されて成り立っている（図—2 参照）。燃料油以外にも食用油、潤滑油、防食油、ワックスや、ナフタレンやピレンに代表される多環芳香族油分など、多種多様なものが存在している。

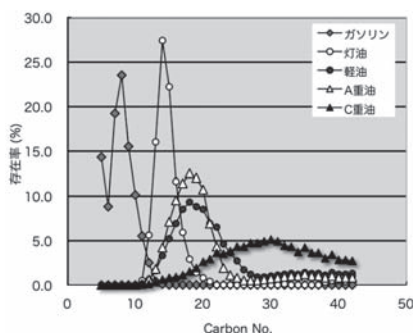
汚染サイトも、扱われていた油種（汚染源油種）によりその状況も様々である（図—3 参照）。ガソリンスタンドでは、ガソリンや軽油など比較的軽い油を多く扱っているために、その汚染土壌の油種は図—3のNガソリンスタンド汚染土壌（図中のN-SS）の様に、軽油やA重油に似たC15前後にピークを持つ油

種が主となる。しかし併設された整備工場からの潤滑油の汚染を受けるとSガソリンスタンド（図中のS-SS）のように潤滑油由来の分子量の大きなピークも共存する場合がある。また、通常工場跡地ではそこで多量に使用／製造していた特徴的な油分のピークを示す。例えばA重油を中心に貯蔵していたタンクの周辺は、図中のO-油槽所の結果のようにA重油由来のピークが大きく、潤滑油を使用していた工場跡地ではF-工場のように比較的高分子の油分が検出される。

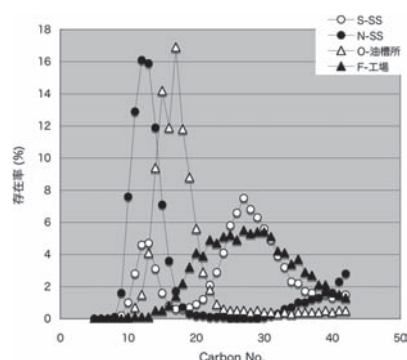
3. 油汚染の生物分解

油汚染土壌のバイオレメディエーションは文字通り生物により油分を分解させて浄化を図るため、その浄化効率には生分解性に依存する。一般に微生物が油分を分解する際、低分子の油分ほど分解しやすく、分子量が大きくなるに従い分解しにくくなり、その効率も低下していく。

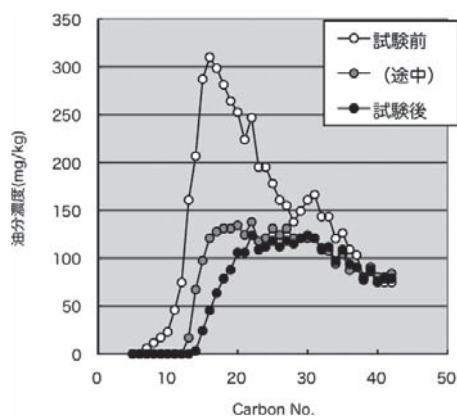
図—4にC重油汚染土壌の浄化試験における炭素数組成の推移を示した。この試験に用いたC重油には比較的軽い油種（C15程度）も含まれており、試験開始時にこのC15付近からC30を超える高分子量の油分まで含まれていることが解る。この油分が生物分解を受けると徐々に分子量の小さな油分から分解され、試験後にはC15までの油分は殆ど分解されていることが確認された。一方C30以上の高分子油分は殆ど分解されていないことが解る。すなわち通常の生物分解ではC20程度の油分までは効率良く分解され、C30を超えると極端に生物分解効率が低下することが予測される。詳細な油分分解の検討や、これまでの浄化工事の知見から、通常のバイオレメディエーションではA重油レベルの汚染では80～90%、C重油レベルの汚染になると50%程度の浄化率になることが知られている⁵⁾。



図—2 各種油における構成油種の違い



図—3 事業形態別の汚染油種の違い

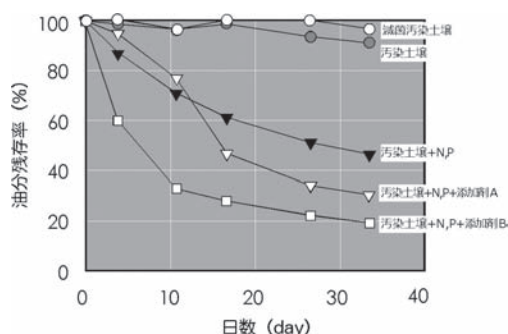


図—4 C重油の生物分解過程における炭素数組成の推移

4. 生物浄化のトリタビリティーテスト

どのような工法であっても浄化工事を行う際には事前にトリタビリティーテストを行うことは必須であるが、これはバイオレメディエーションにおいても同様である。また土着の生物を利用するバイオスティミュレーションは、そこに存在する有効な微生物の活性をいかに効率良く活性化させ、能力を引き出させるかが重要となるために、通常の物理化学的な処理の試験よりも、その対象サイト特有の条件を導き出す必要がある。

トリタビリティーテストは現地汚染状況調査や汚染物質の物理化学的分析とともに、実際の汚染土壌を使用して、効率の良い浄化条件を導き出すための一連のテストである。図—5はある汚染サイトを生物浄化する際に実施されたトリタビリティーテストの中のひとつである。この結果だけからも、このサイトで生物浄化を行うには最低限の窒素とリンの添加が必要であることが解る。また、効率を上げるためには添加剤の使用も有効であることが読み取れる。この場合の添加剤は一般に、微生物の活性を上げるための栄養剤（ある種の有機物）が多く、採用には添加量（濃度）、添加による外部環境への影響、浄化コスト等を考慮する必要がある。また時々、万能添加剤などと称して販売されているものもあるが、一般には他の添加剤に比較しても顕著に有効性が認められるものは少なく、また中にはバイオオーグメンテーションに該当するような微生物製剤もあるので、その採用には慎重な検討が必要である。筆者の経験上、トリタビリティーテストを実施した上で、そこから得られた情報に基づいた浄化管理をしっかりと行えば、窒素やリン、最低限の栄養剤程度で十分な浄化効果が得られる。砂地など微生物量の極端に少ないサイトでは微生物源としての周辺の表土等を添加することも有効である。いずれにしても、トリタビリティーテストにより適切な浄化条件を設定することが、確実に効率的な浄化の定石である。



図—5 トリタビリティーテストの一例

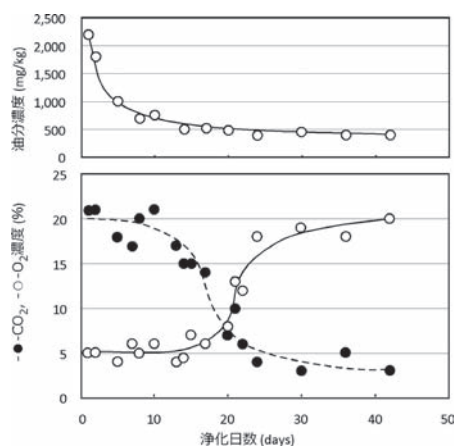
5. ランドファーマーミング

(1) 空気の供給

ランドファーマーミングは油汚染土壌の浄化に良く用いられるバイオレメディエーションのひとつである。汚染土壌を掘削して、トリタビリティーテストの結果より得られた浄化条件に従い、耕耘管理を実施することにより、土壌中の油分分解微生物の活性が上がり、油分が分解し浄化される。物理化学的な浄化や特殊な装置を使用するバイオスパーキング等と比較して、管理がしやすく、またコストが低く抑えられるために低中濃度の油汚染浄化に有利な工法として採用されることが多い。

ランドファーマーミングによる浄化効率の律速となるのは汚染土壌中の空気の供給である。微生物は空気中の酸素を利用して油分を二酸化炭素に分解して行くため、その酸素（空気）を充分に行き渡らせることが重要である。通常は写真—1に示したように、重機を用いて土壌の耕耘を行い全体を通気する。

図—6はA重油系の油分で汚染された土壌を、写真—1の様な重機を用いたランドファーマーミングで浄化している期間中における油分濃度と土壌中の酸素及び二酸化炭素濃度の推移である。土壌中のガス濃度は、それぞれ重機による耕耘前に測定した値を示している。グラフから解るように、油分の分解（浄化）が盛んな浄化初期において、土壌中の酸素濃度が非常に低



図—6 浄化中の油分濃度と土壌ガス濃度の推移



写真—1 ランドファーマーミングによる浄化の様子

く、二酸化炭素濃度が上昇していることが解る。土壤中の微生物が酸素を利用して油分を二酸化炭素に分解していることを示しており、この現象からも油分分解が活発な浄化初期には十分な耕耘を行い、土壤中に酸素を供給することが重要であることを裏付けている。また耕耘の効果は酸素の供給を行うと同時に、発生した二酸化炭素の土壌からの除去に繋がる。二酸化炭素が高濃度に土壌中に留まると、土壌の pH が低下し浄化が進まなくなる恐れがある。

空気供給のための耕耘の管理を効率的に行うには、浄化中の土壌ガス濃度を適時モニタリングすることによってその適切なタイミングを図ることが重要である。それにより無駄な耕耘作業等を省くことが出来て浄化費用の低減に繋がる。

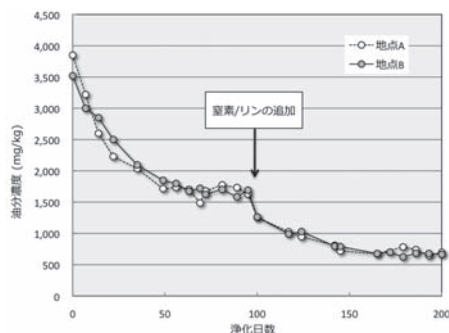
(2) 浄化助剤の必要性

ランドファーマーミングを行っている途中、浄化効率が低下する場合がある。この原因は、期間中の降雨等により土壌中のミネラル分（主に窒素、リン）が流出してしまったことに起因することが多々ある。

ランドファーマーミングをはじめ生物浄化は生物が働かないと進まないが、その生物には必須のミネラルが存在する。浄化対象の土壌にはじめから存在すれば問題はないが、そうでない場合はトリタビリティーテストの結果から、浄化開始時に適切な量のミネラル分を適切な形態で添加する。しかし予期せぬ多量の降雨によりそれが失われてしまうこともある。

図—7 はこのような状況になったサイトでの油分濃度推移である。浄化効率が低下したため約 100 日後に再びミネラル分を添加することにより浄化が復活した。

このようなことを防ぐためには、添加するミネラル製剤を徐放性のもの（徐々に溶けるように工夫された薬剤）を用いることや、大雨の際の確実なシート養生も有効である。最初から高い濃度で添加すると、逆に微生物活性を阻害したり、アンモニア臭等の異臭発生の原因になるので注意が必要である。特に有機性の添



図—7 浄化過程での窒素・リンの追加の効果

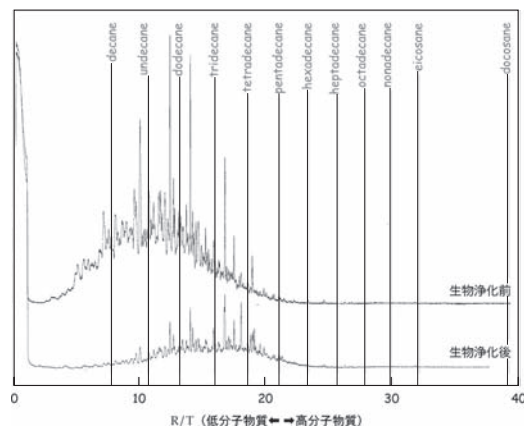
加剤を併用する時には、土壌の嫌気化や腐敗臭の発生が生じ、浄化が進まないだけでなく、近隣環境へも多大な影響を与える可能性がある。

(3) ランドファーマーミングの特徴

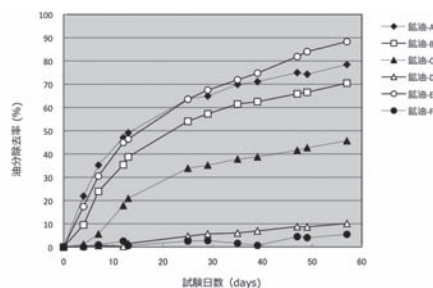
ランドファーマーミングで油分汚染土壌の浄化を実施すると、洗浄や熱処理などの物理化学処理と比較して、浄化後の土質や物性に与える影響は小さい。そのため浄化後の土地利用に対する制限も殆どなく、ほぼ汚染前の状態で利用できる。

燃料油（A 重油が主たる汚染源油種）で汚染されたサイトでの、バイオレメディエーション前後の土壌に含まれる油種の GC/MS 分析結果を図—8 に示した。浄化前に存在していた油分が顕著に減少したことが確認される。また残存する油分は浄化前に比べて分子量が大きい油種となっていることが確認できる。これは前記したように、分子量の小さな油分の方がより生物分解を受けやすいためである。

ただし気をつけなければならないことは、あくまでも燃料系油分での実例であり、特殊な潤滑油や切削油などの場合は、単純に炭素数（分子量）の大きさからは判断できない。特に品質維持のために薬剤が混入されたり物性を化学的に変化させたオイル製品等は、炭素数組成が小さくとも生物浄化が難しい場合がある。図—9 に各種鉱油の生分解性を示したが、製品によ



図—8 ランドファーマーミング前後の油種の変化



図—9 各種鉱油の生分解性の違い

り分解性が異なることが顕著に出ている。このことから浄化方法を検討する際には詳細な事前分析とトリタビリティーテストの重要性が挙げられる。

6. ファイトレメディエーション

ランドファーマーミング等のこれまでのバイオレメディエーションは、物理化学的な浄化技術よりは低コストであるものの、最低限の土壌の掘削や定期的な耕耘が必要とされる。

これに対してファイトレメディエーションは最低限の散水、施肥を実施すれば良いため、ランドファーマーミングより低コストで実施できる可能性が高い。また基本的に掘削や耕耘の必要がないために、ランドファーマーミングと比べてさらに近隣環境に与える影響は低く、また浄化中の景観も良い（写真—2 参照）。これらのメリットは、油汚染によりブラウンフィールド化されている土地に対する対策に、極めて有効な浄化技術であると言える。



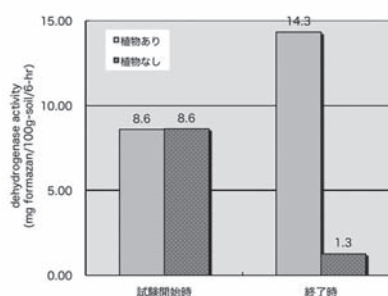
写真—2 ヒマワリを用いたファイトレメディエーション試験の様子

一方、植物を利用するために、その浄化期間は他の生物浄化よりも長くなり、また植物の根が届く範囲が浄化範囲であると考えられている。そのためファイトレメディエーションを適用するには、その対象となる土地の汚染状況や拡散防止対策、今後の利用予定等を考慮しなければならない。

ファイトレメディエーションは図—10 に示したように、植物への吸収蓄積、植物を通しての気散、根の周りの土壌微生物による分解による効果を期待するものである。油分汚染浄化は植物自体の油分吸収よりも、その植物根圏周辺に生息する微生物の働きが大きいと言われている。植物の根圏からの分泌物質や、根が張ることによる通気性の向上が土壌微生物の活性を上げている。図—11 はポット試験において、試験開始直後と終了直前の土壌中の微生物活性を測定した結果である。植物を植えていない系と比較すると、植物が存在することにより土壌中の微生物活性が顕著に上昇し



図—10 ファイトレメディエーションのイメージ



図—11 植物の存在による土壌微生物活性の違い

ていることが確認された⁶⁾。

ファイトレメディエーションの場合、浄化深度が根長に依存し年単位の工期がかかるうえ、気候の影響を受けやすく浄化効果を保証しにくい。そのため油汚染に対する日本での浄化工事としての適用例の報告はまだない。しかし筆者らが数箇所の屋外実サイトで実証した結果、日本でも適用出来る可能性があることが示唆されている。

写真—3 は汚染サイトでの実証試験の様子である。

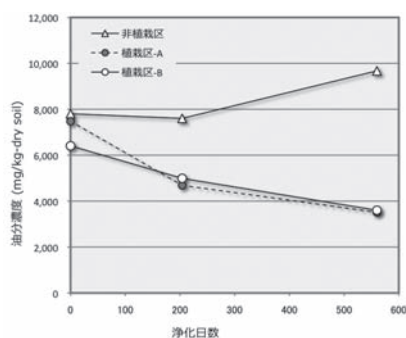


写真—3 ファイトレメディエーション実証試験の様子
上：草本類中心の試験
中：草本類混在試験
下：対象区の様子

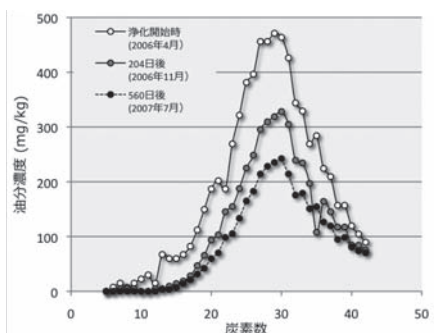
ファイトレメディエーションを行うのは、その地域の気候に合った植物で、更に汚染油種や濃度に耐え得る種類を選択する必要がある。また、出来るだけ根系が広く深く生育する種が有利と考えられる。そのため浄化を検討する際には、そのサイト周辺の植生調査を行い、適用可能な植物を検索することが望ましい。写真の試験では、選択された植物の他に、そのサイト周辺の緑地や森林の表土を用いて浄化試験を実施した。また、ファイトレメディエーション効果を実証するために、防根板（周辺から植物の根の侵入を防ぐ）を設置して植物が生育しないコントロール区（非植栽区）を設けて比較した。

結果の一例を図—12 及び図—13 に示した。このサイトは重質油で汚染されていた土壤中、長い間更地として管理されていた。ファイトレメディエーションを適用すると、図—12 から解るように、植物を生育させた区画は、非植栽区と比較して明らかに油分濃度が低下している。またその時の油種の推移は、低分子油分から分解されていることが解る（図—13）。これは前述したようにランドファーマーミングと同様に生物浄化に特徴的な現象である。

この結果からも解るように、浄化の期間は通常のバイオレメディエーションよりも非常に長くかかっている。図—12 の結果は東北地方での実績であり、その



図—12 ファイトレメディエーション実証サイトでの油分濃度の推移



図—13 ファイトレメディエーション実証サイトでの油種の推移

ため植物が晩秋から初春にかけて草本類の生育は期待できない。しかし何もせずに管理していた場合（非植栽区）では油分濃度にも変化がないが、植物を生育させることにより約2年で重質油が半減した事実は、ブラウンフィールドのような用途の限られる土地には有効な技術であると言える。

7. まとめ

油汚染土壌の生物浄化は、その管理やコストが有利なため、条件さえ合えば非常に有効な浄化手法である。しかしこれまで述べてきたように、十分な事前調査とトリタビリティテストを実施して、対象サイトに合致した条件設定を行うことが重要である。その浄化特徴を十分に把握して適用することが、効率良く低コストに浄化を実施するための前提となる。また、浄化を急がない土地についても、ファイトレメディエーション技術を適用するなどして、早いうちに対策を開始することが、将来の本格浄化を実施する上にも有利となると考えられる。

JICMA

《参考文献》

- 1) 経済産業省、環境省：告示第四号（微生物によるバイオレメディエーション利用指針）（2005）
- 2) 清水建設技術研究所編集委員会：環境創造テクノロジー、イブシロン出版、2006
- 3) 池上雄二・角田英男訳：ファイトレメディエーション—植物による土壌汚染の修復—、シュプリンガー・フェアラーク東京、178p、（2001）
- 4) 浅田素之、海見悦子：植物を用いた浄化手法（ファイトレメディエーション）実用化の展望、環境技術、Vol.34, No.4, P24-31、（2005）
- 5) 田崎雅晴、岡村和夫、黒岩洋一：油汚染土壌でのバイオレメディエーションにおける微生物の挙動と油分分解特性、第12回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会（2006）
- 6) 田崎雅晴、浅田素之、米村惣太郎：ファイトレメディエーションによる油分汚染土壌の浄化試験、第13回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会（2007）

〔筆者紹介〕



田崎 雅晴（たさき まさはる）
清水建設
技術研究所 地球環境技術センター
環境バイオグループ グループ長



浅田 素之（あさだ もとゆき）
清水建設
技術戦略室 企画部
主査

ダンボールダクト

杉 鉄 也

ダンボールを空調ダクトに利用するアイデアは古くからあるが、実際に実現した商品は今まで無かった。断熱性が高い、加工しやすい、軽いなどの紙が持つ特長を活かしつつ、燃えやすく湿気に弱いという紙の欠点に対しアルミニウムシートを表面に貼るにより克服することができた。また、環境負荷低減という観点では紙やアルミニウムのリサイクルだけでなく、平板のまま大量に運べることで運搬時の効率が格段に向上した結果、二酸化炭素排出量は鋼板製ダクトの約3分の1に抑えることができた。

キーワード：ダンボールダクト (Corrugated Duct), 不燃材料 (Nonflammable material), エコマテリアル (Environmental Conscious Materials), ライフサイクル CO₂ (Life cycle carbon dioxide), リサイクル (recycle)

1. はじめに

我が国の業務その他温室効果ガスの排出量は2006年の段階で基準年度比40%増となっており、排出量の削減が緊急の課題となっている。今回紹介するダンボールダクトは、古紙をリサイクルしたダンボールをリサイクル製品でもあるアルミシートにより不燃加工し、空調・換気用ダクトとして再生させたエコマテリアル製品である。

一般的に使用されるダンボールは、軽い、加工しやすい、安価などのメリットがあるが、湿気に弱い、燃えやすいなどの欠点があった。アルミニウムシートをラミネート加工することでダンボールの欠点を解決し、強度も加わり、多方面での利用が可能となった。

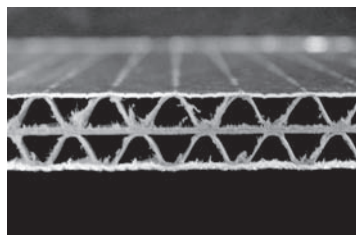
ある程度の断熱性能を持ち、結露を防ぐことができるため、一般的な空調ダクトとして利用できる。また、廃棄の際はアルミシートと紙を分離して各々リサイクルができ、産業廃棄物扱いとならないため環境負荷低減にも寄与できる。

2. 不燃ダンボールボード

(1) 不燃ボードの構造

不燃ダンボールボードは写真—1に示すように厚さ5mmのダンボールを2層に重ね、両面にアルミニウムシート50 μ mと水酸化アルミニウム混抄紙をラミネートした製品である。ダンボール製造上の制約か

ら、ボードの寸法は1.15m $\times$ 2.0mとしている。

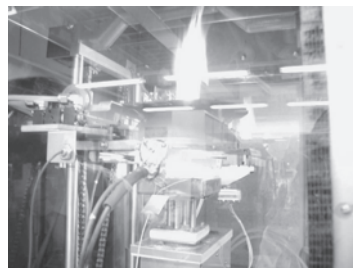


アルミニウムシート 50 μ m
ダンボール波板 5mm
ダンボール波板 5mm
アルミニウムシート 50 μ m

写真—1 不燃ダンボールボードの構造

(2) 基本性能

不燃ダンボールボードの基本性能を表—1に示す。密度は亜鉛鉄板の7,860 kg/m³と比較して1/50程度、熱性能はグラスウールとほぼ同等である。不燃性能は、JIS A 1321「建築物の内装材料及び工法の難燃性試験方法」の試験に合格し、国土交通大臣の不燃認定を受けている(写真—2)。不燃ダンボールボードは、アルミニウムシートによるラミネート加工により不燃性



写真—2 不燃試験

能や透湿性能は高いが、傷などにより紙が露出しないよう取扱いに注意を要する。なお、切り傷がついた場合には、市販のアルミテープ等で簡単に補修できる。

表—1 不燃ダンボールボードの基本性能

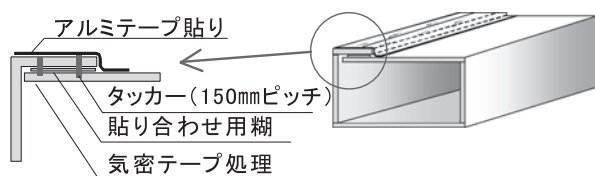
密度	166 [kg/m ³]
不燃性能	0.8 [MJ/m ²] 以下 (20 分総発熱量) (認定番号 NM-0842)
熱伝導性能	熱貫流率: 1.9 [W/m ² K] 熱抵抗値: 0.54 [(m ² K) /W]
遮音性能	透過損失: 21.9 [dB (A)]
強度性能	引張試験: 11.2 kg 衝撃穴あけ試験: 182 [kg] 破裂試験: 3.76 [kg/cm ²]
透湿性能	透過量 : 0.38 [%]

3. ダンボールダクトの組立・接続・分岐

(1) 組立方法

ダンボール強度を保つため、曲げ方向は波目と垂直方向とする。不燃ダンボールボードの幅は 1.15 m であるが、固定のための余白部分を除くと有効で約 1 m の周長のダクトとなる (例えば、幅 300 mm × 高さ 200 mm)。サイズを大きくするには 2 枚を L 型とするかまたは 4 枚のボードを組み合わせて製作する。気密性能を確保するために端部の固定方法を図—1 に示す。タッカーと称するダンボール用の留め具 (ホッチキスのようなもの) を 100 ~ 150 mm ピッチで重なり部分を固定する。

工場で罫線と称される折り目を入れておけば現場加工の手間が省けるが、リニューアル工事などでは現場寸法に合せて平板ボードを折り曲げ加工する事も可能である。



図—1 ダンボールダクトの組立方法

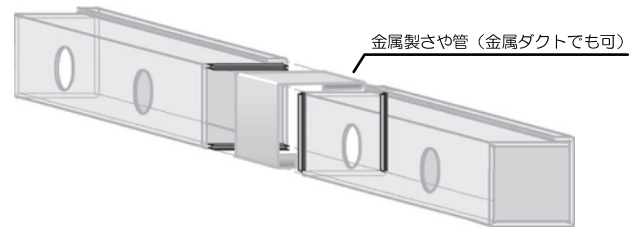
(2) 接続方法

短管を接続する方法は図—2 のような金属製のサヤ管を利用する方法と不燃ダンボール製サヤ管を利用する方法がある。

短管と短管はサヤ管部分で密封するためアルミテープで数巻きし、強固に固定する。サヤ管には、ダクトのゆがみ防止や脱落防止の役割も期待できる。

また、ダンパーや異種金属の接続にもサヤ管方法を応用して採用している。この部位はいろいろな工夫によって更なる省力化が可能であり、今後も改修工事などのニーズにより、合理的な方法が可能と考えられる。

ダンボールダクトは軽いいため、地上で連結して長いダクトのまま楊重することも可能である (写真—3)。



図—2 ダンボールダクトの接続方法

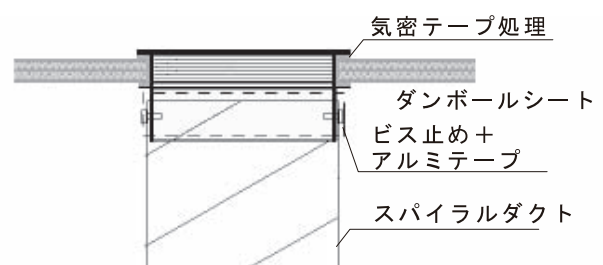


写真—3 9.6mのダンボールダクト吊り込み施工例

(3) 分岐

ダンボールダクトと異種ダクトの接続や分岐方法には、図—3 に示すつば付きスリーブ管を使用する。

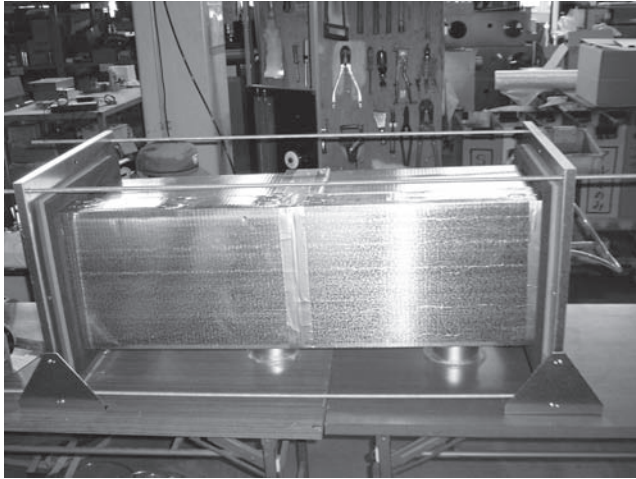
つば付きスリーブは形を変えて、丸ダクト、四角ダクト、90 度エルボ、吹出し口との接続などに応用できる。つば付きスリーブの金属部分が露出しないよう留意する。90 度エルボはダンボールのチャンバーにつば付きスリーブを 2 箇所取付け、直管ダクトをそれぞれに接続する。



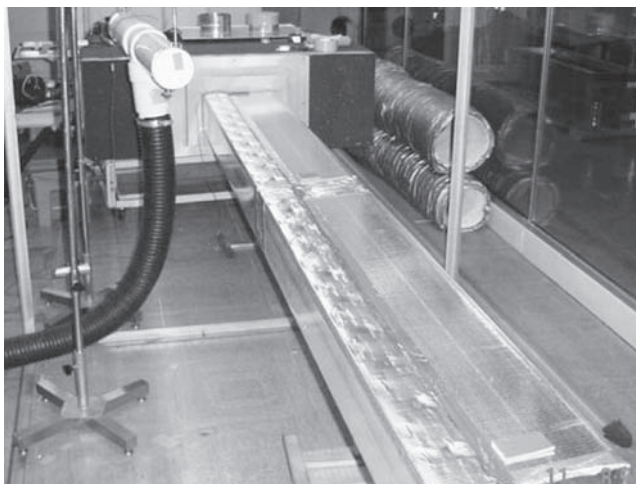
図—3 分岐用つば付きスリーブ管

(4) ダクトとしての基本性能

ダンボールダクトの基本性能として、漏気量の測定と結露の実験をおこなった（写真—4、5）。結果を図—4 および図—5 に示す。



写真—4 気密試験



写真—5 結露試験

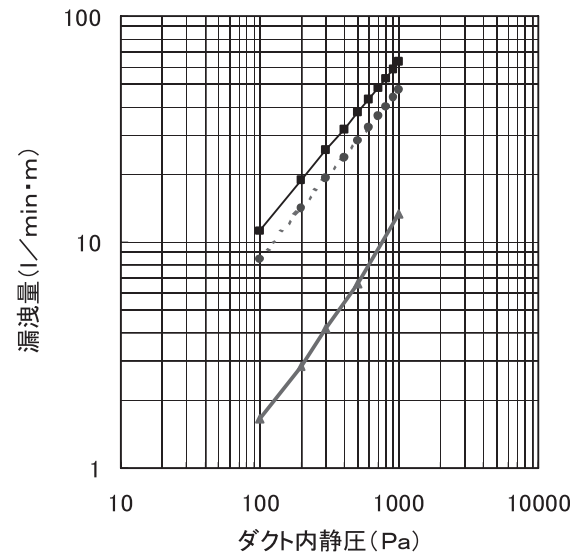
漏気量の測定では、100 から 1000 pa の範囲で圧力をかけてダクトからの漏気量を測定した。その結果、500 mm 単体、500 mm 連結のどちらの場合も、金属ダクトの目標値に対して約 1/3 の漏気量であることを確認できた（図—4）。

結露測定では、150×250 のダクト 3 m に 11℃ および 16℃ の空調給気を送風し、2 時間後の表面結露状況を確認した。その結果、16℃ 送風時（図—5 中の四角印）は周囲温度 30℃ 60% では結露は発生しない。計算値（図—5 中の太線）でもほぼ同様の結果が得られた。

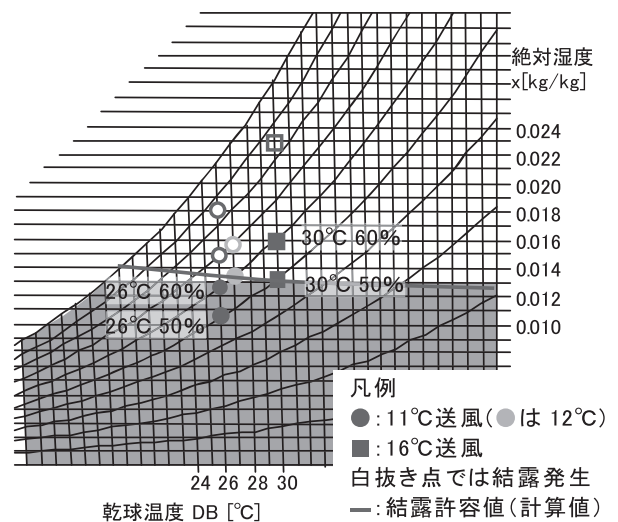
ダンボールダクト接続部
静圧-漏洩量線図

---●--- 目標値
—■— 制限値
—▲— (1) 単体 (500L)

目標値・制限値は、『空気調和・衛生工学便覧』参考値



図—4 漏気量の測定結果



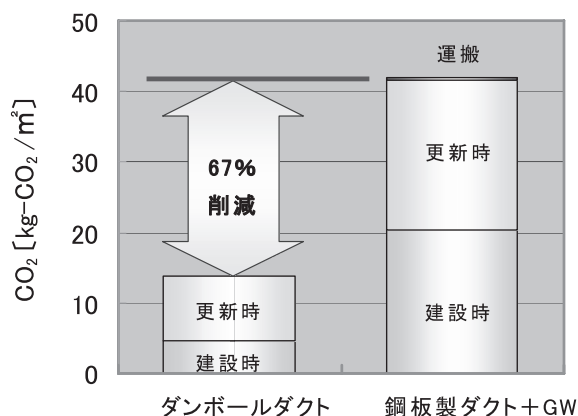
図—5 結露測定実験結果

4. 環境評価

ダンボールダクトと鋼板製ダクト+グラスウール保温の製造・建設時、更新時についての 30 年ライフサイクル CO₂ 評価を行った（図—6）。

建設時、更新時、その際の運搬時にかかる CO₂ 排出量を計算した結果、ダンボールダクトは従来の鋼板製ダクトに比べて 33% 程度となった。

原単位については、日本建築学会「建築の LCA 指針」を、数量は竹中工務店東京本店新社屋建設工事をモデルにした。建設時の CO₂ 排出量は、鋼板製ダクトと比較してダンボールダクトは約 1/5 である。運搬時の

図-6 30年ライフサイクルCO₂評価

CO₂排出量は、ダンボールダクトは平板で大量に搬送できるため、約1/4で済む。更新時のCO₂排出量計算ではダンボールダクトは20年毎の更新、10年毎に10%を部分修繕するものとして計算した。鋼板製ダクトは25年毎の更新として計算した。実際にはダンボールダクトの寿命はグラスウール製ダクトやアルミ製ダクトと同等と考えている。アルミテープの粘着力の加熱促進試験の結果、40年以上性能劣化はないことを確認している。

5. 経済性

ダンボールダクトと鋼板製ダクト+グラスウール保温の製造・建設時についてのコスト比較を行った(図-7)。

ダンボールダクトの材料費は不燃ダンボールボードの製造、罫線加工および工場からの運搬の他に、サヤ管やダクトテープ材などの付属品を含む。一方鋼板製ダクトの材料費は厚み0.5tの鋼板製ダクトの他に、グラスウール24K25mmとした。工事費は竹中工務店東京本店新社屋建設工事の実績工数およびダクト数量を参考にした。

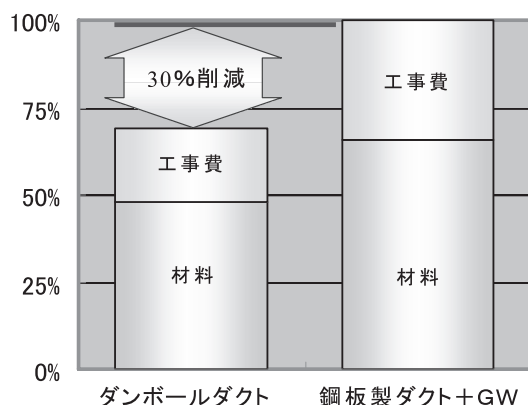


図-7 製造時・建設時の経済性評価

比較の結果、材料費はダンボールダクトの方が約30%低減できた。工事費は、同一サイズで直管だけの条件であったが、30%削減できた。使用する場所や建物の条件により異なると思われるが、概ね全体で30%程度のコストダウンの可能性がある。直管ダクトなどを多く使用し、サヤ管やつば付きスリーブなどの付属品を少なくすることでコストを下げる事が可能となる。また、施工面では床面で極力連結し、高所作業を減らすなどの工夫により作業時間が短縮でき、取り付け工事費も低減できる。ライフサイクルコストの点では、4. 環境評価でも記載したように寿命の差はほとんどない。傷さえつかなければ内外表面のアルミニウムで保護されており、アルミテープについても経年劣化はほとんど無いことを確認している。

6. 実績とまとめ

本製品は2001年に開発を開始、2003年3月に製品化の目処をたて、当社東関東支店にて試験運用し、同社東京本店社屋新築工事にてダクト施工面積約4200m²に採用された(写真-6)。また、その後も実績を重ね、リニューアル物件や直天井のオフィスや店舗にて露出ダクトとして採用されている(写真-7)。さらに2008年7月には洞爺湖サミットの報道拠点と



写真-6 竹中工務店東京本店での採用例



写真-7 都内某テレビ局での採用例

なった国際メディアセンターにおいて主要空調ダクトとして採用され、建物の解体時にはダンボールダクトも紙とアルミにそれぞれリサイクルされた。

2009年3月時点での採用事例として17件の実績があり、CO₂削減量は330t-CO₂となる。これは、約1.78haの育成林が30年かけて吸収する量に相当する。現在も製造中や計画中など全国的に採用検討を頂いている。

不燃ダンボールボードはダクト以外にもアルミニウムシートに化粧紙を貼るなどして内装材などの素材として扱うこともできるし、フスマの心材として使用されている。今後の更なる水平展開のための課題としては、極めて細かい仕様書の再整備や、他材料のダクトとの性能比較などの分かりやすい解説資料の整備が必要であると考えている。そして多くの実績の積み重ねにより、関連部品や取付け方法なども充実し、幅広いニーズに適応が可能と思われる。また、海外からの問

合せも多く、容易に現地調達可能な素材であることから、将来的には海外での普及も視野に置いて組織的な活動を展開していきたい。

建物全体に無理にダンボールダクトを使用するのではなく、ダクトの取付け作業が効率的にでき、安心して使用できる範囲に採用していただき、ダンボールダクトの扱い安さを実感していただければ幸いである。

末筆ながら、開発および、商品化にご尽力いただいた関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

J C M A

【筆者紹介】

杉 鉄也（すぎ てつや）

㈱竹中工務店

東京本店設計部設備部門 課長



大口径岩盤削孔工法の積算

——平成20年度版——

■内 容

平成20年度版の構成項目は以下のとおりです。

- (1) 適用範囲
- (2) 工法の概要
- (3) アースオーガ掘削工法の標準積算
- (4) ロータリー掘削工法の標準積算
- (5) パーカッション掘削工法の標準積算
- (6) ケーシング回転掘削工法の標準積算
- (7) 建設機械等損料表
- (8) 参考資料

● A4判／約240頁（カラー写真入り）

● 定 価

非会員：5,880円（本体5,600円）

会 員：5,000円（本体4,762円）

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 450円

沖縄県 340円（但し県内に限る）

● 発刊 平成20年5月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

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

凍結技術を用いた水中部の仮設ドライアップ工法

宮 沢 明 良・川 合 信 也・松 能 功

これまで港湾・護岸・河川構造物の干満帯から水中部での補修・補強工事では、鋼製函体を使用してドライな作業空間を構築する仮設工法による施工があるが、複雑な形状の構造物に対する止水の確実性が課題としてある。そこで水を含んだ止水材を凍結させて止水効果を確保する仮設ドライアップ工法を開発した。本工法の特徴は、鋼製函体と対象構造物との接合部に柔軟なスポンジ状の止水材を配置して、海水や河川水を十分に含んだ止水材を、液体窒素やブラインを使用した地盤凍結工法の技術を応用して凍結させることにより、複雑な形状に対する止水の確実性を確保する。本稿では、開発した工法概要とこれまでの工法開発の成果について報告する。

キーワード：補修，補強，仮設，鋼製函体，凍結，液体窒素，ブライン

1. はじめに

従来、港湾・護岸・河川構造物の海中部（水中部）から干満帯付近の補修・補強工事は、鋼矢板や鋼管矢板を打設した仮締切り工法や潜水作業により多くが施工されてきた。しかし、仮締切り工法では、橋梁の桁下等で矢板打設が困難となるなどの施工条件の制約があるとともに、施工期間が長く費用が嵩む、また潜水作業では作業効率が気中作業に比べて落ちるとともに、施工の品質を確認することが容易ではないなどの問題点があった。これまでもドライ空間を確保する仮設工法は存在するものの、止水方法に硬質ゴムや水中コンクリートを使用するため、止水の確実性が課題としてあった。

このような背景から、東亜建設工業(株)、信幸建設(株)、(株)精研の共同開発により、構造物への追従性と確実な止水性を兼ね備えた独自の止水技術による仮設ドライ工法の開発を進めてきた。

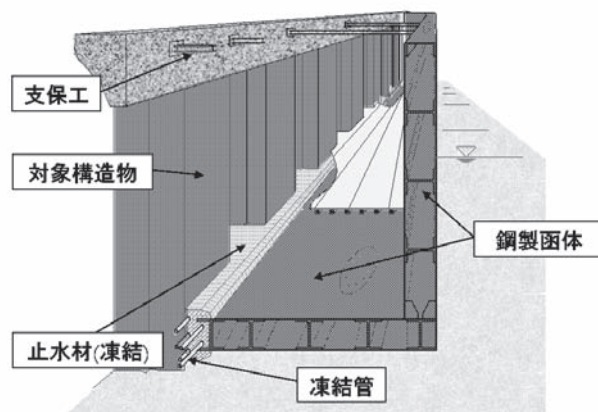
今回開発した「どこでも DRY」工法は、水際から水中部での補修・補強工事において、対象構造物との接合部に柔軟なスポンジ状の止水材を設置した鋼製函体を接合させ、水を十分に含んだ止水材を地盤凍結工法の技術を応用して凍結させて、函体内の水をポンプで除去することにより、ドライな作業空間を確保する工法であり、施工の品質を確保するためのドライな作業空間を構築し、安全性（止水の確実性）、作業効率および経済性を兼ね備えた工法である。

本稿では、本工法の概要・特徴を紹介し、本工法の止水性について大型水槽実験及び実海洋環境実験により検証した結果を示す。

2. 本工法の概要

(1) 工法概要

本工法の概要図(矢板式構造物の例)を図—1に示す。



図—1 本工法の概要図

(a) 鋼製函体

鋼製函体（H 形鋼、鋼板等）はドライ作業空間を構築するための骨格であり、対象構造物の概略の形状及び必要作業空間の大きさに合わせて工場製作する。

(b) 止水材

止水材は対象構造物と鋼製函体との接合部に配置す

る。柔軟で吸水性の高いスポンジ状の材料を使用することで、対象構造物と鋼製函体との隙間を閉塞して十分に吸水した状態で凍結することにより確実な止水効果を発揮する役割となる。

(c) 凍結管と冷媒供給装置

凍結管は吸水した止水材を凍結させるために止水材内部に連続的に配置する。凍結管端部を冷媒供給装置に接続して、冷媒を通して止水材を凍結させる役割となる。

(2) 施工手順

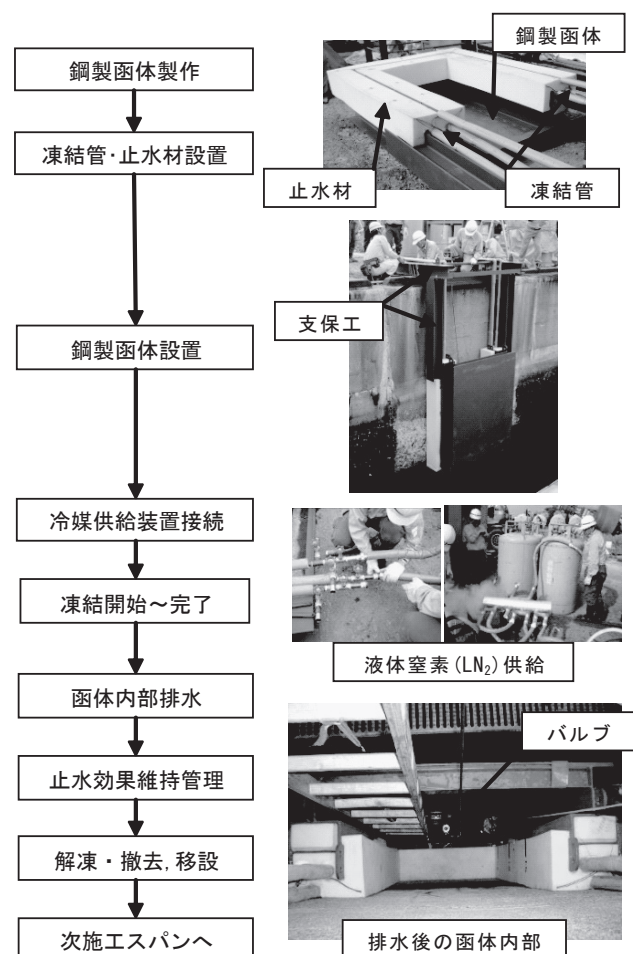
本工法の施工フローを図一2に、止水部の断面図を図一3に示す。

(a) 鋼製函体製作

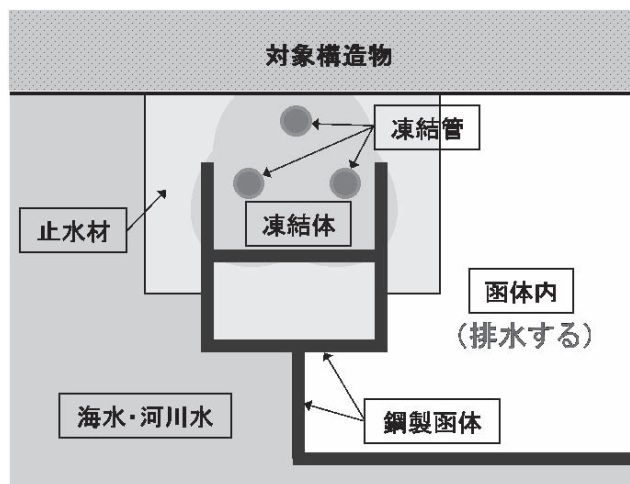
鋼製函体は工場で製作する。対象構造物の形状を事前測量する必要があるが、20 cm 程度の誤差はスポンジ状の止水材の変形で吸収できるため、複雑な形状の函体を製作する必要はない。

(b) 凍結管・止水材設置

製作した鋼製函体に、凍結管とスポンジの止水材を



図一2 本工法の施工フロー



図一3 止水部の断面図

事前に陸上で設置する。凍結管を止水材が取り巻くように配置し、止水材は工業用接着剤、凍結管は溶接で固定する。スポンジ材料は市販品であり入手は容易である。凍結管材料は冷媒によって、鉄、銅、ステンレス管を使用する。

(c) 鋼製函体設置

鋼製函体を所定の位置に吊り込んで、事前に上部工等に固定したH形鋼や支保工で函体上部を固定する(下部は固定無し)。凍結時に水の動きがあると凍結し難くなるため、この時点で止水材と構造物との間に大きな隙間が無いことを確認する。

(d) 冷媒供給装置接続、凍結開始

鋼製函体に設置した凍結管両端部に、冷媒供給装置への配管を接続する。凍結管内を流通させる冷媒として、液体窒素(LN_2)あるいはブライン(塩化カルシウム溶液)を使用する。凍結は冷媒の熱量を効率的に凍結体造成へ供給されるように、事前温度解析によって凍結管の配置を決定するとともに、施工時の温度測定管理を実施して冷媒の供給量・流通方向を変化させる。

(e) 函体内部排水

止水材の凍結が完了して十分な止水効果が発揮されることを判断する方法は、止水材の各箇所を設置した熱電対による温度測定管理データを確認する。また、凍結部分の止水材に直接細い棒状の確認針を差し込んで観測して、実際の凍結体寸法や硬さを確認する。

止水材の凍結が完了したら函体底面のバルブを閉めて、函体内部の水を水中ポンプで排水する。

排水完了後には、流入水が無く止水効果が十分に確保されているか確認する。

(f) 止水効果維持管理

凍結した止水材の止水効果を維持するために、上記と同様に止水材の各箇所を設置した熱電対による温度

測定管理データを確認する。基本的に維持管理には冷凍機を使用して、 -25°C のブラインを循環させて凍結体の維持を確実に行うことが可能である。

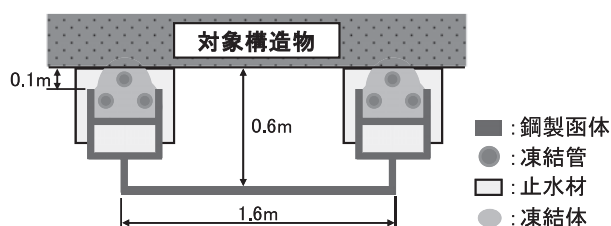
3. 本工法の止水性に関する検証

本工法において、止水効果を確保する凍結体を造成および維持するためには、凍結管内に流通させる冷媒として液体窒素 (LN_2 : -196°C) とブライン (塩化カルシウム溶液: -25°C) がある。これら2種類の冷媒を使用して、吸水した止水材を凍結させることによる止水性確認実験を行った。また、事前温度解析結果と実験結果との比較から、温度計測管理による止水性確保の検証を行った。次にそれらの実験概要と実験結果を示す。

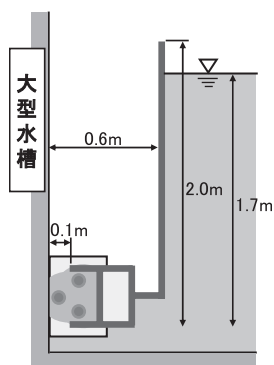
(1) 大型水槽での実験

(a) 実験概要

図—4に示した側面と上面が開口となる鋼製函体 ($\text{W}0.6\text{ m} \times \text{L}1.6\text{ m} \times \text{H}2.0\text{ m}$) に止水材と凍結管 ($\phi 25\text{ mm} \times 3\text{ 本}$) を配置して、図—5に示すように大型水槽 ($\text{W}1.8\text{ m} \times \text{L}3.7\text{ m} \times \text{D}1.8\text{ m}$) 内に設置した。水槽内および鋼製函体内に水道水で満たした状態で、冷媒として冷凍機で冷却したブライン (-25°C) を凍結管に流通させて吸水した止水材に凍結体を造成した。熱電対により止水材内部の温度測定を行って温度変化と経過時間を計測し、函体内を排水して凍結による止水性とドライ状態の維持を確認した。



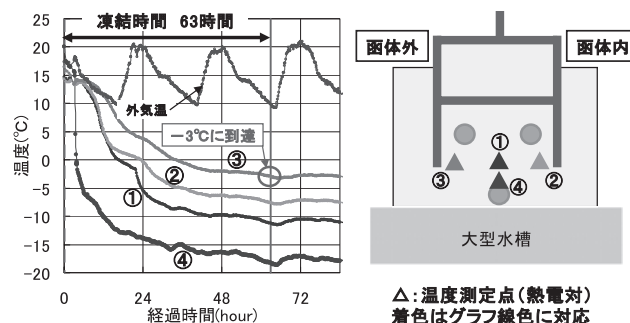
図—4 止水性確認実験平面図



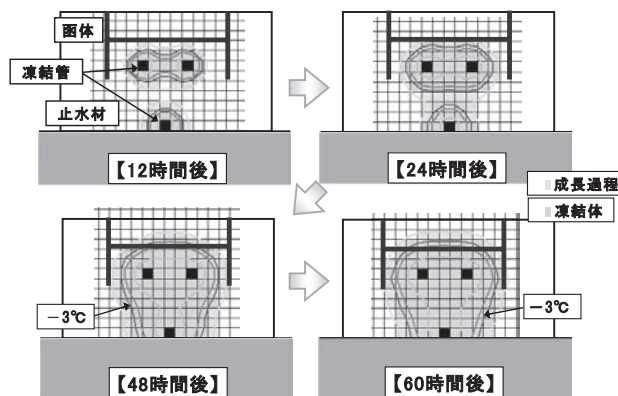
図—5 大型水槽実験断面図

(b) 実験結果

図—6に凍結開始を基点とした止水材内部温度の経時変化を示す。凍結時は測定温度を確認しながら、最も温度低下（凍結速度）が遅い測温点③が -3°C に到達した時点で止水効果を得る凍結体が造成されたと判定した。函体内を排水して内外の水位差1.7 mが生じても止水部分での函体内への水の流入は確認されず、十分な止水性が確認できた。冷媒の供給を継続し函体内部をドライな状態に維持できることも確認した。本実験では凍結時間に約63時間を要したが、これは図—7に示す事前温度解析結果の60時間とほぼ同等の凍結時間であり、解析により概ね予測可能であることを確認できた。また、冷凍機的能力により凍結時間は短縮することが可能であると考えられる。



図—6 大型水槽実験温度計測結果



図—7 事前温度解析結果（大型水槽実験）

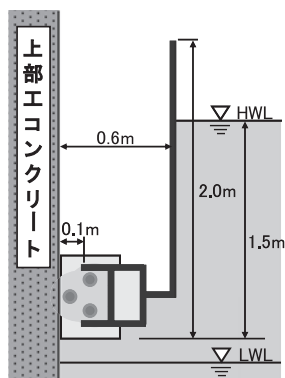


写真—1 大型水槽実験による止水性確認

(2) 実海洋環境での実験

(a) 実験概要

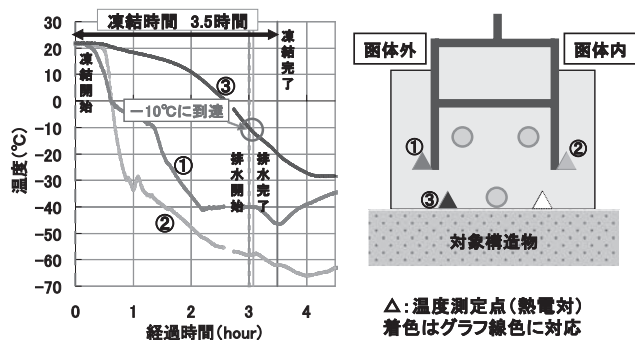
図—8に示すように、岸壁上部工コンクリートに同様の鋼製函体・止水材・凍結管を配置して、函体上部を支保工で仮固定した。冷媒として液体窒素（ -196°C ）を使用して海水を吸水した止水材に凍結体を造成した。凍結時は、潮位変動（干満差2.0m）での函体内外の水位差が生じないように、函体底部に設置したバルブを開いた状態とした。さらに熱電対により温度測定を行い、函体内を排水して凍結による止水性とドライ状態の維持を確認した。



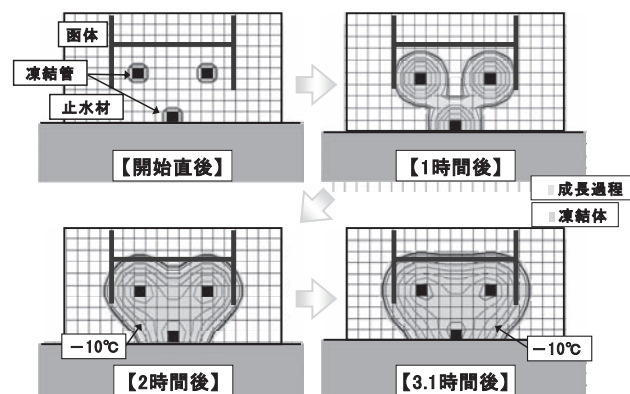
図—8 実海洋環境実験断面図

(b) 実験結果

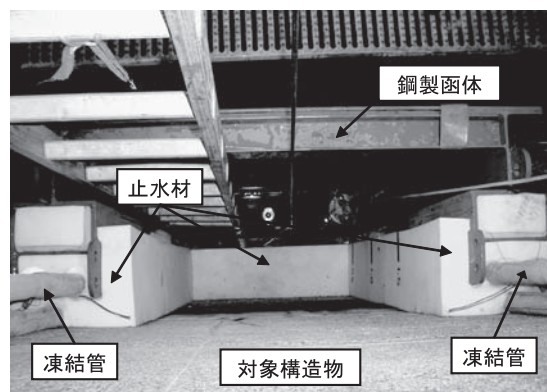
図—9に凍結開始を基点とした止水材断面内部温度の経時変化を示す。本実験では海水の凍結温度が -2°C であることを考慮して、最も温度低下（凍結速度）が遅い測温点③が -10°C に到達した時点で凍結体が造成されたと判定した。函体内を排水して内外の水位差1.5mが生じても函体内への流入は確認されず、実海洋環境においても十分な止水性が確認できた。本実験では凍結時間が3.5時間であり、図—10に示す事前温度解析結果3.1時間とほぼ同等であり、液体窒素（ LN_2 ）を使用することで急速凍結が可能であることを確認した。



図—9 実海洋環境実験温度計測結果



図—10 事前温度解析結果（実海洋環境実験）



写真—2 実海洋環境実験による止水性確認

4. 本工法の特徴

本工法を採用することにより、次の特徴を期待できるものと考えられる。

- ①柔軟なスポンジ状の止水材を凍結させることで、複雑な形状の構造物に対する確実な止水が可能となる。
- ②施工前の温度解析と施工中の温度測定管理を実施することにより、凍結体の性状を把握して止水効果を確認するため、確実な止水性と安全性が確保できる。
- ③凍結に液体窒素（ LN_2 ）を使用することで、早期に止水効果が得られるため、本工事への着工が短縮される。
- ④凍結には海水や河川水を利用するため水質への影響がない。

5. おわりに

(1) まとめ

本稿では、凍結技術を用いた水中部の仮設ドライアップ工法の概要ならびに本工法の開発成果について報告した。以下にまとめを示す。

- ①吸水した柔軟なスポンジ状の止水材を凍結させる

ことで、止水効果を確保してドライな作業空間を構築することが可能である。

- ②止水効果を確保するための凍結体の造成及び維持については、地盤凍結工法の技術を応用することが可能である。
- ③大型水槽実験および実海洋環境実験において、凍結に使用する冷媒として液体窒素（LN₂：－196℃）とブライン（塩化カルシウム溶液：－25℃）の両者について、止水性を確保するために十分な凍結体を作ることが可能であることを検証できた。
- ④事前温度解析結果により、実施工での凍結時間が概ね予測できることを確認できた。また、実施工において温度計測管理を実施することで、止水効果の確保・維持を実施できると考えられる。

（2）課題および今後の展開

本工法は、他工法では適用が難しい複雑な形状の構造物を対象として採用することを考えている。そのため、今後は様々な形状の構造物に対する確実な止水性の実証データを蓄積していく必要がある。

また、止水材の改良から凍結速度の向上を検討することで更なるコストダウンを図ることが目標である。さらに、事前温度解析による計画手法や実施工での

温度計測による管理手法の精度を高めることで、更なる止水性・安全性の向上を図ることが必要である。

今後、老朽化した港湾・護岸・河川構造物の補修・補強工事が増大すると考えられるため、様々な形状の構造物に対する確実な止水性・安全性の確保が確認できれば有用性の高い工法であると考ええる。

J C M A

【筆者紹介】

宮沢 明良（みやざわ あきら）
東亜建設工業㈱ 技術研究開発センター
新材料・リニューアル技術グループ 研究員



川合 信也（かわい しんや）
信幸建設㈱ 東日本支社
土木部 工務課長



松能 功（まつの こう）
㈱精研
凍結本部 技術部 技術課 係長



平成 21 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」に基づいて編集
- ・損料積算例や損料表の構成等をわかりやすく解説
- ・機械経費・機械損料に関係する通達類を掲載
- ・各機械の燃料（電力）消費量を掲載
- ・主な機械の概要と特徴を写真・図入りで解説
- ・主な機械には「日本建設機械要覧（当協会発行）」の関連ページを掲載

■ B5 判 約 730 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>

過熱水蒸気による汚染土壌浄化・底泥浄化の可能性

稲 田 勉

JST（独立行政法人 科学技術振興機構）の独創的シーズ展開事業を活用し、「過熱水蒸気による油汚染土壌浄化技術」の開発に成功した。過熱水蒸気と汚染土壌を攪拌接触させる処理装置により油分を蒸気蒸留して分離回収するものであり、油分を過熱水蒸気内に容易に溶け込ませることができることから、従来技術では困難であった油汚染濃度 30,000 mg/kg の細粒系土壌を 100 mg/kg 以下に浄化できる技術である。

本技術は、油汚染土のみならず、底泥浄化、VOC 汚染土壌処理、廃棄物処理等にも利用できるものと期待されており、本稿では、閉鎖性水域に堆積している汚染底泥の処理にも有効であることを確認した。

本技術を活用した汚染土壌浄化・底泥浄化の可能性は十分に高いものと考えている。

キーワード：過熱水蒸気、汚染土壌、底泥、油汚染土、高濃度、浄化、オンサイト処理

1. はじめに

環境関連法の相次ぐ制定・改正により、環境問題への取り組みが本格化する中で、土壌浄化事業は急速に市場を拡大しようとしている。1997 年に企業による土壌汚染が発覚し、社会問題化したことを背景に、全国の工場・事業所で土壌汚染の調査・浄化に対する需要が急増している。ベンゼンを除き直接的な法規制の対象から外れていた油汚染が問題になりつつある。

近年、土地再開発、売却等に伴う土壌調査や、事業者が ISO14001 に関連する環境管理の一環として行う自主調査で土壌汚染が判明する事例が多発しており、関心が高まるとともにこの対策が喫緊の課題となっている。

油汚染土の処理技術は、①土砂の洗浄、②セメントキルンによる処理、③焼却処理、④バイオレメディエーション等が現有しているが、それぞれ以下の問題点を有している。

- ①洗浄：洗浄水の処理・細粒分に付着した油分の処理
- ②キルン処理：油分濃度（高濃度）によっては引き受け不能。処理施設までの運搬費
- ③焼却処理：コスト高。処理施設までの運搬費
- ④バイオ処理：処理期間が長期に渡り、広いヤードを必要とする。高濃度には対応できない。

コスト及び周辺への環境負荷を低減するために、高濃度に対応可能で、オンサイト処理が可能な処理方法が望まれている。

また、環境省が毎年実施している全国調査によると、

BOD、COD の環境基準の達成率という尺度でみても淡水域、海域ともに横ばい状態が何年も続いており、有機汚染問題は相変わらず未解決である。そればかりか、都市河川や湖沼・内湾の閉鎖性水域のなかには、かえって悪化しているところもある。河川・湖沼・海域などのいわゆる環境水を浄化することはいよいよ焦眉の課題となってきた。

これらに対応する従来の工法としては、ヘドロを浚渫等の海洋土木的な手法で除去する方法や海底に砂などをまいてヘドロを覆う方法等があった。しかし、浚渫土の廃棄場所不足や使用する適当な砂の枯渇等の問題点があり、浚渫土処理の問題が発生せず、新たな砂投入の必要もない現位置底泥浄化が可能な過熱水蒸気を用いた工法の開発が望まれている。

以上の課題を解決する技術の一つとして着目したのが、過熱水蒸気による土壌・底泥浄化技術である。

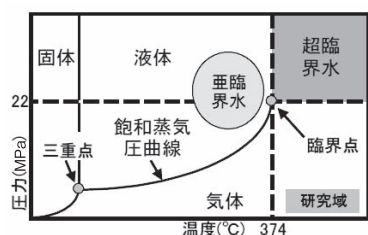
2. 過熱水蒸気の特徴

(1) 過熱水蒸気とは

過熱水蒸気とは、飽和水蒸気を常圧でさらに過熱した、無色無臭の高温の水蒸気のことである。

水の温度・圧力を 375℃、22 MPa まで上げると、水でもない蒸気でもない均一な流体となる。この点が臨界点で臨界点以上の状態を超臨界水、この水による反応を超臨界水反応と呼ぶ。臨界点よりも温度・圧力の低い熱水（亜臨界水）による反応を水熱反応と呼ぶ。

過熱反応は、有機溶媒のような化学物質でなく、水を溶剤として使用するため、環境に優しい安全な反応と言える。



図一 水の臨界点

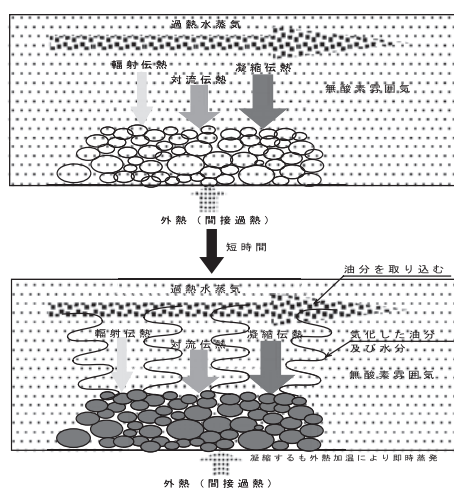
(2) 過熱水蒸気の特徴

過熱水蒸気は、以下の特性が知られている。

- ①酸素をほとんど含まない雰囲気と比較的簡便にでき、防爆性・非酸化性を有する。
- ②同温度の空気（熱風）と比べると熱効率が高く、コンパクトな設備設計が可能である。
- ③排気を循環利用することにより、排気によるエネルギー損失が少なくなる。
- ④処理中に発生した水以外の成分を水蒸気とともに凝縮回収できる。

(3) 過熱水蒸気の浄化メカニズム

処理を無酸素雰囲気で行うため複合伝熱が起こり、即時に土粒子を加温して油分・水分を蒸発させ過熱水蒸気内に取り込むことで効率的な処理が可能となる。



図二 外熱加熱による油分除去のメカニズム

3. JSTの独創的シーズ展開事業による技術開発¹⁾

(1) JSTの独創的シーズ展開事業

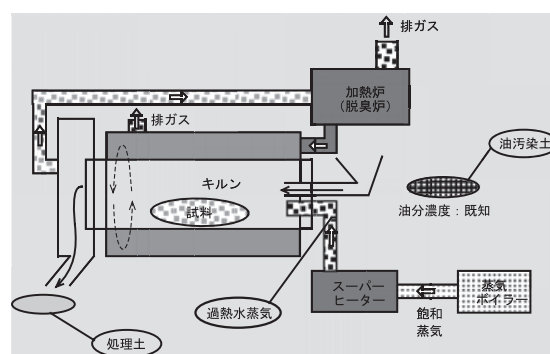
JST（独立行政法人 科学技術振興機構）の独創的

シーズ展開事業に、「過熱水蒸気による油汚染土壌浄化技術」を課題とした申請書を応募し、採択された。

平成17年3月より開発を開始し、平成19年9月に完了し、平成20年4月9日に成功認定を受けた。以下にその概要を示す。

(2) 装置の概要

開発した技術の処理原理は、500℃に過熱した水蒸気を汚染土壌に接触させ、土壌中から油分を過熱水蒸気中に取り込むことによって除去するものである。装置の概要を図一3に示す。



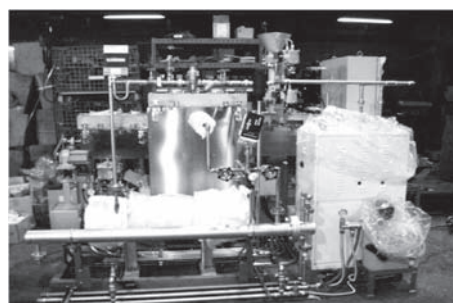
図一3 開発した技術の概要

(3) 開発に使用した主要装置

開発は、表一1、2に示すラボ機と実験機で行った。開発に用いた実験機は、処理容量が100 kg/時間、過熱水蒸気温度は最大500℃、装置のサイズは長さ7 m、幅2.5 m、高さ3 mで可搬式8 t車に搭載可能、

表一1 ラボ機の概要

設備（装置）名	過熱水蒸気処理装置（ラボ機）
メーカー	ジョンソンボイラ社製
仕様目的・機能	過熱水蒸気処理
主な仕様	処理能力 10～30 kg/時間 過熱水蒸気温度 最大 500℃ 蒸気量 最大 10 kg/時間 外熱供給 500℃ 処理速度 可変



表一 2 実験機の概要

設備（装置）名	過熱水蒸気処理装置（実験機）
メーカー	ジョンソンボイラ・タナベ社製
仕様目的・機能	過熱水蒸気処理
主な仕様	処理能力 100 ～ 300 kg / 時間 過熱水蒸気温度 最大 500℃ 蒸気量 最大 10 ～ 30 kg / 時間 外熱供給 500℃ 処理速度一定，可搬式 8 t 車搭載
	

熱源は灯油燃焼である。

過熱水蒸気が持っている高い伝熱性を処理に効率よく活用するためには，処理対象物中の水分量を低下させることが有効であり，回収油を燃焼させ，発生する廃熱を前処理に利用するなどの工夫が施されている。

(4) 開発成否認定基準

原泥濃度 30,000 mg/kg 程度の高濃度油汚染土砂について浄化処理後の油分濃度を 100 mg/kg 以下とする。

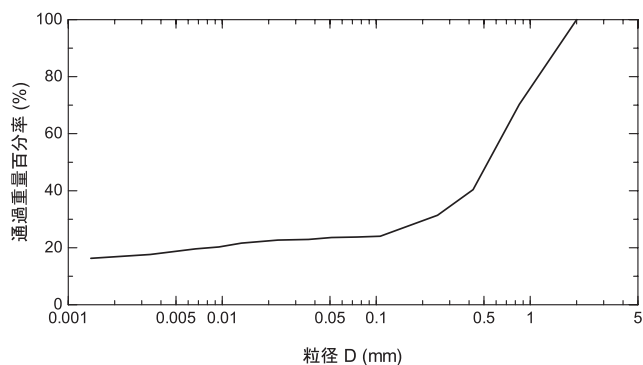
(5) 開発の概略工程

成否判定基準を満足すべく，表一 3 のような手順にて開発を行った。

(6) 実験に用いた原泥

原泥の油汚染土として，硅砂に Na 系ベントナイト

を混合した人工調整試料に A 重油を所定の割合で添加した模擬汚染土を用いた。使用した人工調整試料の粒径加積曲線を図一 4 に示す。



図一 4 粒径加積曲線

本試料は，比重 $G_s = 2.694 \text{ g/cm}^3$ ，強熱減量 $L_i = 1.8\%$ ，液性限界 $w_L = 189.0\%$ ，塑性限界 $w_P = 14.5\%$ ，塑性指数 $I_P = 174.5$ である。

(7) 実験の手順

ラボ機により，過熱水蒸気装置の基本性能の確認をし，メカニズム解明等のデータを収集した。必要に応じて改造し，その知見を活かした実験機を製作し，それを用いて，開発成否の認定基準を満足できる性能を有しているか否かについてのデータを収集し，その性能を確認した。なお，今回実施した分析方法は，赤外線吸光法による分析を行った。

(8) ラボ機を用いた実験

上記土壌に A 重油及び水分を添加し，1 kg/1 バッチをラボ機に投入し，残留濃度が 100 mg/kg 以下になる処理条件を見出す目的で下記の検討を行った。

[実験条件]

油分濃度：30,000 mg/kg，水分量：10%，模擬汚染土 1

表一 3 開発の概略工程

時期	項目
平成 17 年 3 月	開発開始
平成 17 年 10 月	ジョンソンボイラ過熱水蒸気処理装置にて基礎実験実施
平成 18 年 1 月	アクリル模型製作
平成 18 年 2 月	ラボ機搬入試運転，ラボ機軸部，投入排出部等の改造
平成 18 年 6 月	改造ラボ機搬入，メカニズム解明等のデータ収集
	実験機搬入
	炉内無酸素，ガス漏洩措置
平成 18 年 11 月	改良実験機搬入，実用機に関するデータ収集開始
平成 18 年 12 月	蒸気量 3 倍投入改造，脱臭炉燃焼用ブロワー 60 HZ 対応
平成 19 年 9 月	三者会議最終報告会

バッチ当たり：1.0 kg、過熱水蒸気：500℃、投入時反応室内温度：500℃、過熱水蒸気量：投入土量の10%、暴露時間：5分、投入前品温上昇：90～100℃に加温

[実験結果]

実験結果を表—4に示す。

表—4 実験結果一覧表（ラボ機）

過熱水 蒸気温度 (℃)	蒸気量 (kg/時 間)	処理時間 (分)	処理量 (kg/処 理時間)	含水率 (%)
500	1.8	5	1.5	10.0
処理前油分濃度			30,000 mg/kg	
処理後			32 mg/kg	

(9) 実験機を用いた実験

原泥濃度 30,000～50,000 mg/kg の高濃度油汚染土砂について浄化処理後の油分濃度を 100 mg/kg 以下とすることが可能であるかを確認するため、表—5に示す3ケースについて実験を行った。

表—5 実験ケース一覧表

	ケース1	ケース2	ケース3
油分濃度	30,000 mg/kg	40,000 mg/kg	50,000 mg/kg
水分量	10%	10%	10%
処理土量	100 kg/時間	100 kg/時間	100 kg/時間
過熱水蒸気 温度	500℃	500℃	500℃
投入時反応 室内温度	350℃	500℃	500℃
過熱水蒸気量	16.6 kg/時間	15.5 kg/時間	15.5 kg/時間

[実験結果]

3ケースの実験結果を表—6～8に示す。処理速度

表—6 ケース1の実験結果（実験機）

過熱水 蒸気温度 (℃)	蒸気量 (kg/時 間)	処理時間 (分)	処理量 (kg/処 理時間)	含水率 (%)
500	16.6	145.1	100	5.00
処理前油分濃度			30,000 mg/kg	
処理後			53 mg/kg	

表—7 ケース2の実験結果（実験機）

過熱水 蒸気温度 (℃)	蒸気量 (kg/時 間)	処理時間 (分)	処理量 (kg/処 理時間)	含水率 (%)
500	15.5	92.2	100	10.0
処理前油分濃度			40,000 mg/kg	
処理後			50 mg/kg	

表—8 ケース3の実験結果（実験機）

過熱水 蒸気温度 (℃)	蒸気量 (kg/時 間)	処理時間 (分)	処理量 (kg/処 理時間)	含水率 (%)
500	15.5	113.8	100	15.0
処理前油分濃度			50,000 mg/kg	
処理後			110 mg/kg	

が 100 kg/時間（実用機換算 2.5 t/時間）では、含水率 5～15%、油分濃度 40,000 mg/kg 以下の場合には処理後の平均濃度が 100 mg/kg 以下となり、JST 成否認定基準を満足することがわかった。

また、50,000 mg/kg でも平均濃度で 110 mg/kg まで除去可能であることがわかった。

実機による油汚染土の処理前と処理後の土壌状況を写真—1に示す。



処理前 30,000 mg/kg

処理後 100 mg/kg以下

写真—1 実機による処理前と処理後の状況

(10) 開発成否認定基準を満足

実験によって得られた結果は、JST の開発成否認定基準である「原泥濃度 30,000 mg/kg 程度の高濃度油汚染土砂について浄化処理後の油分濃度を 100 mg/kg 以下とする」を満足するものであり、開発成功との認定を受けた。

なお、50,000 mg/kg でも平均濃度で 110 mg/kg まで除去可能であることがわかった。

(11) 期待される効果

本新技術は、油分を過熱水蒸気内に容易に溶け込ませることができることから、従来技術では困難であった油汚染濃度 30,000 mg/kg の細粒系土壌を 100 mg/kg 以下に浄化することが可能となった。

また、処理装置を車載方式にしたことで、高濃度油汚染土壌を移送させることなく汚染現場でのオンサイト処理が可能である。

さらに、特殊な薬剤や高圧処理を必要としないことから安全性が高く、土壌に付着した油分と浄化した土砂を分離回収することが容易であり、回収油の再利用など資源の有効利用も期待される。

(12) 従来技術との比較

開発した技術は、従来技術と比較して、表— 9 のような特徴を有している。

表— 9 従来技術との比較（油分濃度 30,000 mg/kg 程度の場合）

	従来技術	開発した技術
比較項目	焼却処理	過熱水蒸気処理
時間当り処理能力	5 t/ 時間	5 t/ 時間
処理場雰囲気	酸化雰囲気（燃焼）	無酸素雰囲気
除去率	95%以上	95%以上
処理	処理時の燃焼に伴うダイオキシン等の処理が必要	油の場合は燃料再利用，処理土は現地還元
処理費用（販売価格）	2～3万円 /m ³ （当社試算）	1.3～2.4万円 /m ³ 程度（油分・土質条件により変動）

4. 想定される過熱水蒸気の利用分野

過熱水蒸気は、食品・環境・材料・エネルギーなど多くの分野で注目されている。環境に関する利用分野としては、表— 10 のような用途が考えられる。

表— 10 想定される過熱水蒸気の利用分野

	概要
油汚染土壌処理	油槽所，ガソリンスタンド，食品工場，レストラン等の跡地の油汚染土壌対策
底泥浄化	河川，湖沼，運河，港湾等の閉鎖性水域内底泥浄化ため池，養鰻場，養殖場，濠等の底泥浄化
VOC 汚染土壌処理	クリーニング工場・精密機器メーカー工場等の跡地の VOC 汚染土壌対策
廃棄物処理（脱臭，防臭処理，乾燥減容）	貝殻処理（電力排水口の定期検査時の残渣対策）
乾燥（前処理の1次乾燥装置利用）	食品残屑（食品リサイクル法）乾燥減容，メタン発酵残屑乾燥減容，無汚染浚渫土の乾燥減容

5. 過熱水蒸気技術を用いた底泥浄化事例²⁾

上記（表— 10）の内，過熱水蒸気による底泥浄化の可能性について検討したので，その概要を以下に紹介する。

(1) 使用機と底泥

実験は，前述のラボ機（表— 1）によった。処理条

件は，水蒸気温度 500℃，処理時間 10 分，蒸気量は 20 L/ 時間であった。

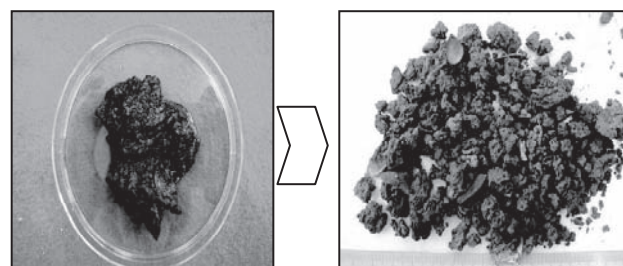
本実験で用いた汚泥は，東京海洋大学（東京都港区）近隣の高浜運河の堆積泥であり，閉鎖性水域に堆積した汚染底泥と言える。

(2) 実験結果

実験結果を表— 11 に示す。

表— 11 実験結果一覧

分析項目および単位	高浜海原泥	処理底泥
強熱減量（%）	14.5	7.1
有機炭素（%）	4.8	1.6
窒素含有量（mg/g・Dry）	5.38	1.84
りん含有量（mg/g・Dry）	1.40	1.44
硫化物（mg/g・Dry）	1.30	0.11
化学的酸素要求量（mg/g・Dry）	70.0	2.1
油分（%）	0.64	< 0.01



処理前

処理後

写真— 2 高浜運河原泥と処理底泥の状況

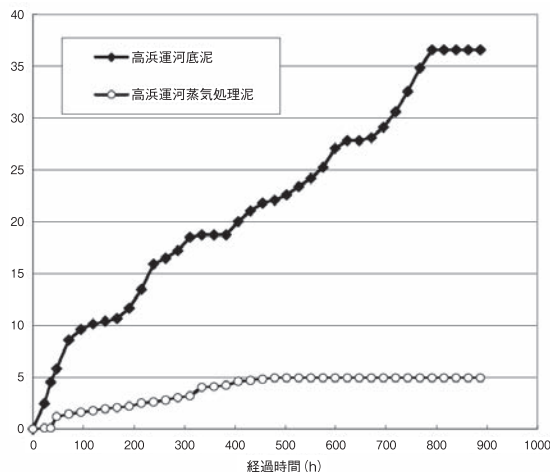
過熱水蒸気処理によって，硫化物の 91.5%が，化学的酸素要求量（COD）の 97%が除去され，油分は検出限界以下になる等，著しい改善結果となっている。COD の著しい低下は，過熱水蒸気処理によって汚泥が引き起こす水環境へのインパクトを低減するものである。

さらに，原泥と過熱水蒸気処理泥の酸素消費へのインパクトを経時的に追うために，クーロメータ（BOD 測定装置）を用いて BOD 量を調べることにした。その結果を図— 5 に示す。

これによると，高浜運河原泥は，試験後 790 時間まで BOD はほぼ一定に増え，790 時間後に一定となったことがわかる。一方，過熱水蒸気処理底泥の酸素要求速度は小さく，しかも 480 時間で一定に達し，その後の増加はなかった。

過熱水蒸気処理によって，高浜運河に堆積した汚泥の，環境水の酸素消費に与えるインパクトが著しく下がるものと推察される。

生物環境にとって，水質の溶存酸素の状況は重要で



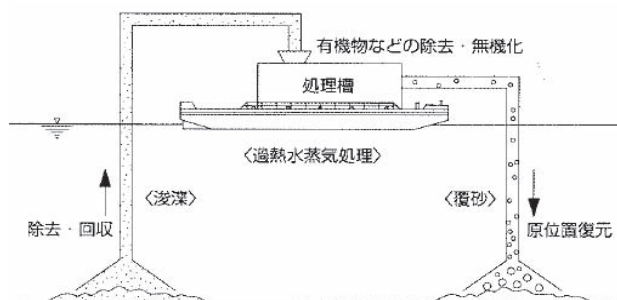
図一五 クーロメータ（BOD 測定装置）試験結果

ある。当然、溶存酸素が低下すれば水生生物の成育は難しくなり、また貧酸素条件下では生物にとって有毒な硫化水素やメタンの発生が考えられる。このため、有機物を多く含む汚泥の、酸素消費に与えるインパクトが底質にとっても水質にとっても重要な問題になる。

未処理の底泥に対し、過熱水蒸気による処理底泥の酸素要求量が著しく低下することは、油分や、硫化物の削減以上に生物環境へのインパクトを低下できるものと期待される。

(3) 想定されるシステム

前述の成果をもとに、閉鎖性水域における底質改善システムの想定図を図一六に示す。



図一六 底質改善システムの想定図

有機汚濁した底泥は、従来法である浚渫法で除去・回収される。この汚泥は、過熱水蒸気槽にて含有する有機物等が除去され、無機化される。無機化された処理泥は、やはり従来工法の覆砂法によって原位置に戻されるというものである。

過熱水蒸気による処理を適用する以外には、従来工法の範疇であり、特段の技術開発を要しない適用性の高いシステムであると考えている。

6. おわりに

以上、JST の独創的シーズ展開事業を活用して開発した過熱水蒸気による油汚染土壌浄化技術の概要を紹介した。

開発した技術は、過熱水蒸気と汚染土壌を攪拌接触させる処理装置により油分を蒸気蒸留して分離回収するものであり、油分を過熱水蒸気内に容易に溶け込ませることができることから、従来技術では困難であった油汚染濃度 30,000 mg/kg の細粒系土壌を 100 mg/kg 以下に浄化できるものである。

本処理装置は車載方式としており、高濃度油汚染土壌を移送させることなく汚染現場での処理が可能であるとともに、特殊な薬剤や高压処理を必要としないことから、安全性が高く、土壌に付着した油分と浄化した土砂を分離回収することが容易であり、回収油の再利用など資源の有効利用も期待出来るものである。

本技術は、油汚染土のみならず、底泥浄化、VOC 汚染土壌処理、廃棄物処理等にも利用できるものと期待されており、本稿では、閉鎖性水域に堆積している汚染底泥の処理にも有効であることを確認した。

本技術を活用した汚染土壌浄化・底泥浄化の可能性は十分に高いものと考えている。

謝辞：JST の独創的シーズ展開事業による本技術開発は、東京海洋大学・社会連携推進共同センターの中村宏准教授の研究成果を基に、平成 17 年 3 月から平成 19 年 9 月にかけて、東洋建設株式会社の佐藤道祐氏と柳畑亨氏が実施したものである。

本稿を執筆するにあたり、上記関係者から数々の貴重な資料の提供とアドバイスを受けた。ここに記して、お礼を申し上げる。

J C M A

《参考文献》

- 1) 佐藤道祐, 「過熱水蒸気による油汚染土壌浄化技術」開発実施報告書, 2007 年 10 月, pp.1-21
- 2) 中村宏, 川口真記, 佐藤道祐, 過熱水蒸気の利用技術, 過熱水蒸気技術集成, 2007 年, pp.143-151

【筆者紹介】

稲田 勉 (いなだ つとむ)
東洋建設㈱
土木事業本部 土木技術部



(社)日本建設機械工業会の REACH 対応

岡 本 一 成

REACH 規則は欧州連合における化学品の登録・評価・認可および制限に関する規則である。日本建設機械工業会では、建機業界 REACH 対応マニュアルを作成し、建設機械メーカーが行なうことを明確にした。成形品から意図的に放出される物質を含む部品の具体的内容を海外建機工業会と協議し合意した。化学物質調査様式は JAMA/JAPIA 統一データシートを使用する方法を選定し、必要な契約を整備した。
キーワード：REACH, 化学物質, EU, 規制, JAMA/JAPIA 統一データシート

1. はじめに

REACH (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals) は化学物質の登録・評価・届出を義務付ける EU 規制で、EU 域内の製造者又は輸入者は化学物質の使用量に応じて登録・届出の義務が生じる。そのため、化学物質を使用している完成品メーカーは化学物質等データを収集する必要がある。本規制は 2008 年 6 月 1 日より対象となる化学物質の予備登録が開始された。社団法人日本建設機械工業会（以下、CEMA と記す）の技術製造委員会において、「建設機械メーカーも多くの化学物質を使用しており、REACH 規則は至急対応すべき課題」と判断し、2008 年度に REACH 規制対応プロジェクトを発足・活動している。本報では、その取組みを紹介する。

2. REACH 規則

REACH 規則は、人の健康と環境の保護、欧州化学産業の競争力の向上などを目的に、2007 年 6 月 1 日に施行、2008 年 6 月 1 日より本格運用が開始された。

本規則は、欧州連合（EU：27 カ国）における化学品の登録・評価・認可および制限に関する規則であり、ポイントは次の通りである¹⁾。

- ①安全性評価の義務を、規制当局から産業界に移行。
- ②新規化学物質だけでなく、既存化学物質についても、事業者ごとに登録（安全性評価の情報）の義務付け。数量に応じて用途毎に登録を行わないと製造・輸入ができない（ノーデータ・ノーマーケット）。
- ③物質の製造・輸入者だけでなく、成形品の製造・輸

入者に対しても、一定条件の物質が成形品中に含まれる場合に、登録や届出を義務付け。

- ④特定の有害性物質は原則として使用禁止の認可制度を導入（許可されれば使用可）。
- ⑤サプライチェーンにおける情報伝達を義務付け（危険有害性物質に該当する場合は受領者に情報提供。成形品の中に一定量の高懸念な物質が含まれる場合は、受領者や要求に応じて消費者に情報提供）。
では、成形品や調剤品を取扱う建設機械メーカーは何を行えば良いか次に示す。

- (a) 化学物質が意図的に放出される場合

製品中含含有量が合計 1 t/ 年を超える（1 事業者あたり、1 物質あたり）⇒登録が必要（原料メーカーなどで登録済であれば不要）。内容は (b) の届出情報に加えて、有害性及び安全使用情報及び危険・有害性評価結果

- (b) 高懸念物質が含まれる場合

製品中含含有量が重量比 0.1% を超える且つ製品中含含有量が合計 1 t/ 年^{*)} を超える⇒届出が必要（原料メーカーなどで登録済又は非暴露であれば不要）。内容は製造者（輸入者）名と連絡先、物質名・量の範囲（1～10 t 等）、物質の用途
^{*)} 含有量 1 t/ 年以下でも 0.1% 含む場合、消費者から問合せがあったら上述情報を 45 日以内に提供する義務有り。

- (c) 調剤品を製造又は輸入する場合

製造量（輸入量）が合計 1 t/ 年を超える⇒登録が必要

3. 建設機械と海外マーケット

建設機械の需要は、戦後の国土復興、列島改造、バブル時期の建設ラッシュと内需によって拡大してきたが、日本経済が低成長になった近年、輸出が内需を上回るようになった。図—1に建設機械本体出荷金額の推移を示す。輸出比率は2002年に50%を超えて以来増え続けており、2008年度は70%、2009年度も70%の見込みである。この輸出の内、15%が欧州向けであり、欧州は重要なマーケットの一つとなっている。

日本の建設機械業界は、以前は欧米からの技術提供を受ける形の提携があったが、最近では、国内メーカーが海外メーカーに技術供与する形の提携に変わってきている。また、生産拠点の海外展開が進んでおり、海

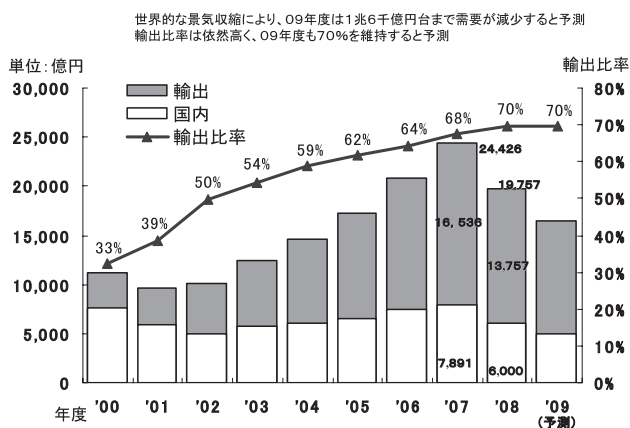
外の現地で製造するケースが増加している。この点からも REACH 対応は、必須と判断される。

4. 建機業界 REACH 対応マニュアルの作成

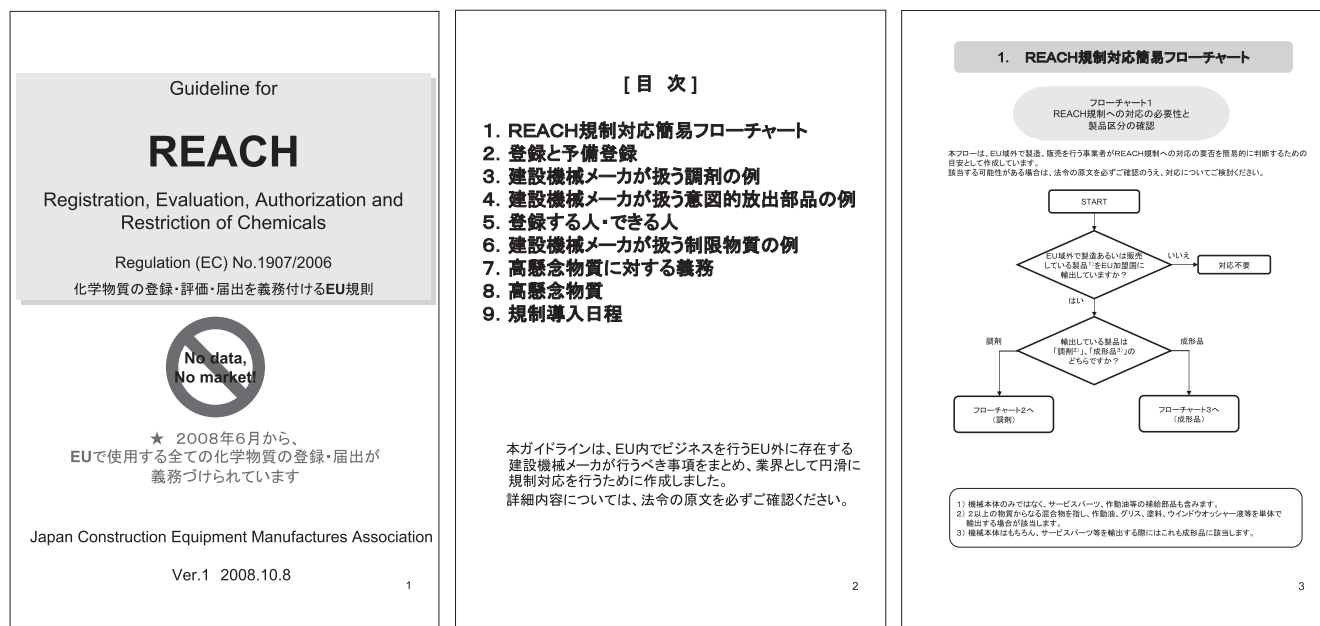
REACH は、ECHA（欧州化学物質庁）等より各種のガイダンスが発行されている。また、経済産業省や環境省などのホームページから REACH 解説書を始め、様々な資料を入手することができる。更に、各種の REACH セミナーが開催されており、十分な情報を得ることができる。それで、CEMA の REACH 規制対応プロジェクト活動としてまず取り組むべきことは、各建機メーカーがスムーズに REACH に対処できるように建機業界 REACH 対応マニュアルの作成と判断された。このマニュアルは、以下のコンセプトで作成した。

- ①使い易いコンパクトなものとする
- ② REACH 対応のフローチャート（簡易診断）を入れる
- ③義務と当面やるべきことを主とする

図—2に作成した建機業界 REACH 対応マニュアルを示す。2008年10月8日、CEMA 全会員を対象に REACH 対応説明会を開催し、このマニュアルを用いて、建設機械メーカーが行なうべきことを説明した。また、このマニュアルは CEMA のホームページ（会員・賛助会員向け）に掲載している。



図—1 建設機械本体出荷金額の推移



図—2 建機業界 REACH 規制対応マニュアルの一部

5. 海外団体との連携

2008年10月15日～17日、CECE総会がイギリス・ヨークで開催された。総会にはCEMAも出席するので、その機会を利用し10月17日 Technical Commission-REACH（日米欧 REACH 会議）をセッティングしていただき、以下を協議した。

[会議目的]

① CEMA が会員向けに作成した建機業界 REACH 対応マニュアルを CECE/AEM に紹介して、特に「成形品から意図的に放出される物質を含む部品」についての合意を得ること。

② CECE/AEM/CEMA 3 団体連名の REACH 対応マニュアルとして発行したい旨、提案すること。

CECE: Committee for European Construction Equipment (欧州建機工)

AEM: Association of Equipment Manufacturers(米 国建機工)

[まとめ]

協議の結果、「成形品から意図的に放出される物質を含む部品」を次に示す3点とすることで、合意を得た。

機械に搭載して輸出する

- ・ Extinguishing agent in fire extinguisher 消火器の消火剤

- ・ Window washer fluid ウインドウォッシャー液
部品の包装して輸出する

- ・ Oil for volatile corrosion inhibitor paper (bag) 防錆紙(袋)の揮発性防錆油

共通ガイドライン発行については、次に示す理由から行わないことでまとまった。

- ・ CECE: ORGALIME (Liaison Group of the European Mechanical, Electronic and Metalworking Industries 欧州機械・電気・電子・金属加工産業連盟)のガイドラインがあり、2008年3月時点で建機独自のガイドラインは作らないことに決定済。

- ・ AEM: これまでも情報提供をしており、ガイドラインのニーズがなかった。しかし CEMA の建機業界 REACH 対応マニュアルを配布して、更なる注意喚起に活用したいとの見解。(⇒ CEMA 作成の REACH 対応マニュアル英語版は、AEM のホームページに掲載されている。)

また、2009年3月12日、13日、幕張にて国際技

術交流会議を主催し、その席でも CEMA 建機業界 REACH 対応マニュアルを説明。KOCEMA (韓国建機工)や AEM の中国事務所にも伝えることができた。

現在、CEMA 建機業界 REACH 対応マニュアルは、海外業界団体の合意も得たものとして CEMA 会員に紹介している。

6. 化学物質情報を収集する仕組み

次に、化学物質調査様式を選定し、必要な契約を整備したので記述する。

建設機械メーカーの場合、調剤品では合金、補給用グリースなどが、成形品から意図的に放出される化学物質は消火器やウインドウォッシャー液などが規制対象に該当する。成形品に含まれる高懸念物質は、キャブ内樹脂部品の臭素系難燃性処理剤・塩ビの可塑剤などが該当する可能性がある。

これらの化学物質等データを収集するには、素材メーカーが供給する原料に含まれる化学物質情報を部品メーカーなどに伝達する、すなわちサプライチェーンの「川上企業」から「川下企業」まで化学物質情報を伝達する仕組みが必須である。

CEMA の REACH 規制対応プロジェクトで、化学物質等データ収集の仕組みを検討し、次の3方法が考えられた。

① JAMA/JAPIA 統一データシートを使用する方法

JAMA: Japan Automobile Manufacturers Association 社団法人日本自動車工業会

JAPIA: Japan Auto Parts Industries Association 社団法人日本自動車部品工業会

② アーティクルマネジメント推進協議会 (JAMP) が構築するシステムを使用する方法

③ 各建設機械メーカーが、独自のシステムを開発・構築する方法

①から③の内、どの方法を選択するかに関しては、建設機械メーカー各社の判断となるが、REACH 規制対応プロジェクトで意見交換をした結果、プロジェクトメンバーの多くは「① JAMA/JAPIA 統一データシートを使用する方法」を採用したいとの見解であった。

その理由は以下の通りである。

- ・ 建設機械メーカーのサプライヤーは、自動車メーカーのサプライヤーと共通であることが多い。

- ・ また、自動車業界では、欧州 ELV (廃車) 指令に対応するため、以前より化学物質情報を収集す

る仕組みが構築されている。

- ・現時点では建設機械メーカーとして独自のフォーマットを作る状況になく、自動車部品も生産する建機部品メーカーからは、自動車と共通のJAMA/JAPIA 統一データシートを使用してほしいとの要望が強い。
- ・建設機械メーカーも、建機特有のフォーマットを構築するよりも、既に確立した自動車業界のJAMA/JAPIA 統一データシートを使用する方が、部品メーカーの手間が小となり、またデータの品質向上にも寄与すると考える。

図-3 に自動車業界の化学物質情報収集の経緯を、図-4 に自動車業界サプライチェーンにおけるデータ収集の仕組みを示す。IMDS (International Material Data System) は、EU 廃自動車指令対応のため、部品の化学物質管理を厳密に行えるように EU の自動車メーカーが共同で開発したシステムで、2000 年から運用が開始された。日米欧等の自動車メーカーが使用している。自動車メーカーが利用契約を結ぶと、そのサプライヤーは無料で使用できる。JAMA/JAPIA

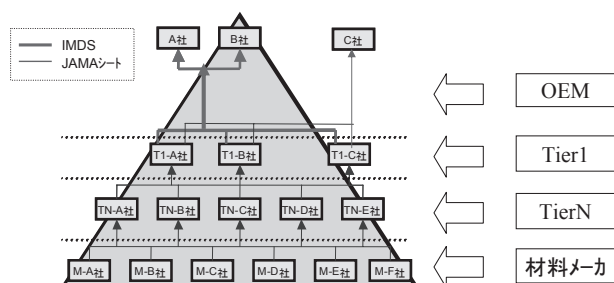
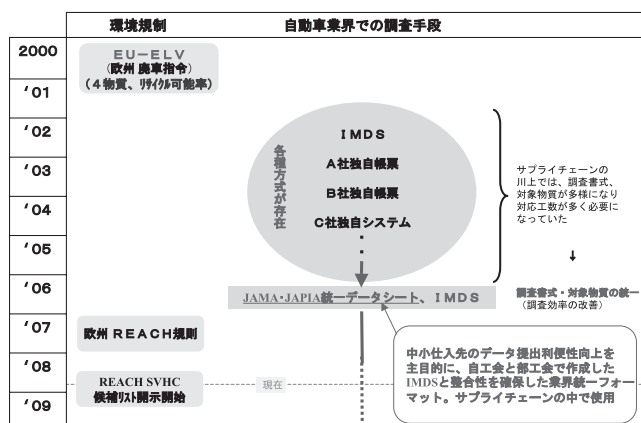


図-4 自動車業界サプライチェーンにおけるデータ収集の仕組み³⁾

統一データシートは、日本の自動車メーカーがIMDSを使用開始した時に1) 英語システムの難解さ2) インターネット使用に不慣れ等、日本の部品メーカーを支援するために作られたエクセルファイルである。IMDSのBSL (Basic Substance List 基本物質リスト) をコピーし使用している。

社団法人日本自動車工業会 (以下、自工会と記す)、社団法人日本自動車部品工業会 (以下、部工会と記す)、IMDS ステアリングコミッティ・IMDS スポンサー会議、EDS 社と交渉を重ね、建設機械メーカーがJAMA/JAPIA 統一データシートを使用できるようになった。

図-5 に建設機械業界のJAMA/JAPIA 統一データシートに関わる契約を示す。図の左側部分に建設機械業界を、参考として右側部分に自動車業界を示している。CEMA の会員企業が、このJAMA/JAPIA 統一データシートを使用するために、以下の①～④の契約・協定・申請書・同意書が必要である。その内、②～④が、CEMA の所掌となる。

① IMDS 利用契約

自動車メーカーに限定されていた利用契約が建設機械・産業車両メーカーにも公開された。これは、各建設機械メーカーがEDS 社と契約するものである。

② License Agreement for the IMDS Basic Substance List (BSL) Download

[IMDS 基本物質リスト (BSL) のダウンロードに関するライセンス協定]

2009 年 4 月、CEMA は、EDS Operations Services GmbH と、IMDS 基本物質リスト (BSL) のダウンロードに関するライセンス協定を締結した。

③ JAMA/JAPIA 統一データシートの申請書・同意書

2009 年 4 月、CEMA は、社団法人日本自動車工業会に、JAMA/JAPIA 統一データシートの申請書お

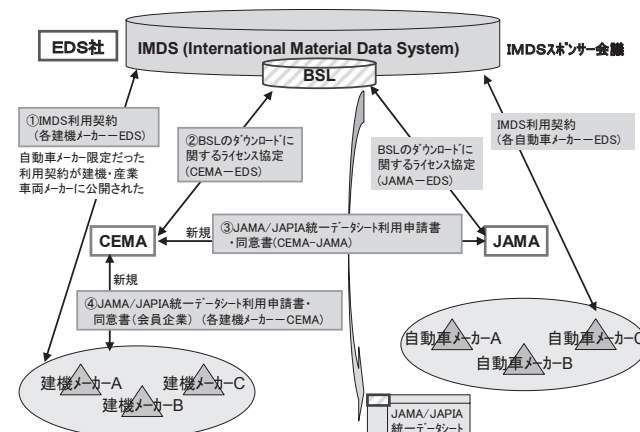


図-5 建設機械業界のJAMA/JAPIA 統一データシートに関わる契約

よび同意書を提出した。

④ JAMA/JAPIA 統一データシートの申請書・同意書（会員企業）

②, ③は, 各社の業務が円滑にできるように, CEMA が代表として契約するものであり, 実務は各社が行なう。そのため, JAMA/JAPIA 統一データシートを使用する会員企業から申請書・同意書を提出していただいている。

2008 年 12 月 19 日, 自工会・部工会に講師を依頼し, JAMA/JAPIA 統一データシート（以下, JAMA シートと記す）の CEMA 会員説明会を開催した。今後, JAMA シートの改訂が予定されており, 2009 年 5 月 14 日に JAMA シート改訂の説明会（講師: 部工会）を開催した。

JAMA シートは, 各サプライヤーが, 図-6 に示す CEMA のホームページ（一般向け）からダウンロードできる。尚, ダウンロードにはパスワードが必要であり, 化学物質調査を依頼する建設機械メーカーから各サプライヤーにパスワードを連絡している。



図-6 CEMA のホームページ TOP 画面

7. 今後の取組み

2008 年 10 月 9 日, ECHA から REACH 第一回 SVHC（高懸念物質）がプレスリリース（図-7）された。当初, ECHA から 1500 種類程度の物質が発表されるのではないと言われていたが, 現時点, SVHC15 物質のみである。図-8 は, 会員各位の検討の一助として SVHC15 物質が建機に使用されているかどうか示したものである。

今後, ECHA から毎年, SVHC が発表されることである。他の業界動向の情報収集に努め, 建設機械業界としての対応を明確にしたい。今後も CEMA



Press Release: ECHA/PR/08/34

Helsinki, 9 October 2008

ECHA MEMBER STATE COMMITTEE AGREES ON THE IDENTIFICATION OF 14 SUBSTANCES OF VERY HIGH CONCERN

At its meeting in Helsinki of 7 and 8 October 2008 the ECHA Member State Committee unanimously agreed on the identification of 14 Substances of Very High Concern (SVHC) that may become subject to authorisation. One additional substance was already identified as SVHC without Member State Committee involvement as no comments were provided during the public consultation. These 15 substances will be included in the 'Candidate List' which will be published on the ECHA website later in October.

Executive Director of ECHA Geert Danot stressed that "these 15 are only the first substances of very high concern identified through the formal process. The EU Member States and ECHA are preparing new proposals and the Candidate List will thus be updated".

The agreement concerned the following substances:

Substance name	CAS number	EC number	Reason for identification as a SVHC
Anthracene	120-12-7	204-271-1	Persistent, bioaccumulative and toxic
4,4'-Diaminodiphenylmethane	101-17-9	202-676-4	Carcinogen, cat. 2
Diethyl phthalate	84-76-2	201-687-4	Toxic for reproduction, cat. 2
Cobalt dichloride	7946-70-9	201-688-4	Carcinogen, cat. 2

図-7 ECHA の REACH 第一回 SVHC プレスリリース

高懸念物質（SVHC :Substances Very High Concern）

薄色付は建機で使用実績あり、濃い色付は認可物質候補

物質	CASNo.	物質群	用途	選定理由
1 重クロム酸ナトリウム（2水和物）	7789-12-0 10588-01-9	6価クロム	金属表面処理	CMR
2 アントラセン	120-12-7	多環芳香族炭化水素(PAH)	カーボンブラック、塗料	PBT
3 ひ酸鉛	7784-40-9	鉛、ひ素	農業、殺虫剤、防虫剤	CR
4 五酸化二ひ素	1303-28-2	ひ素	冶金、木材防腐剤	C
5 三酸化二ひ素	1327-53-3		ガラスの漂白剤、酸化剤	C
6 トリエチルひ素	15906-95-8		IC基板の添加剤	C
7 ヘキサプロモシクロデカン	25637-99-9 3194-55-6 134237-51-7 134237-50-6 134237-52-8	臭素系難燃性処理剤	キャブ内樹脂部品（難燃性処理剤）	PBT
8 フタル酸ジブチル	84-74-2	フタル酸エステル	塩ビの可塑剤（顔料）	R
9 フタル酸ジエチルヘキシル	117-81-7		ゴム、樹脂添加剤	R
10 フタル酸ベンジルブチル	85-68-7		ゴム、樹脂添加剤	R
11 短鎖塩素化パラフィン	85535-84-8		難燃性、可塑剤、潤滑油	PBT, vPvB
12 トリブチル錫オキシド	56-35-9		殺菌・防虫剤、防虫剤	PBT
13 二塩化コバルト	7646-79-9		染料、めっき	C
14 ジアミジフェニルメタン	101-77-9		塩素樹脂硬化剤	C
15 マスクキシレン	81-15-2		香水、石鹸等の香料	vPvB

<選定理由の略字説明>

C:発がん性物質 M:変異原性 R:生殖・発生毒性、P:難分解性 B:生物蓄積性

T:毒性、vPvB (P:極めて難分解 B:極めて生物蓄積)

図-8 高懸念物質 SVHC

会員のニーズに合わせて REACH 対応マニュアルを更新し, 欧米建機工にも情報発信する予定である。更新内容は, ユーザー問合せへの対応内容や SVHC を含む部品情報等となると考える。

8. おわりに

経済産業, 厚生労働, 環境 3 省の発表によれば, 「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律の一部を改正する法律案」を 2009 年 2 月 24 日に閣議決定し, 第 171 回通常国会に提出されることが公表された⁴⁾。概要は次の通りである。

①既存化学物質を含むすべての化学物質について, 一定数量以上の製造・輸入を行なった事業者に対して,

毎年度その数量等を届け出る義務を課すこと等により、安全性評価を着実に実施し、我が国における厳格な化学物質管理を推進する。

②国際条約で新たに規制対象となる物質について、規制の見直しを行なう等、規制の国際整合化を行なう。

専門誌⁵⁾によれば、機械メーカーは罰則なしの努力義務であるが「優先評価化学物質取扱事業者は、他の事業者に譲渡または提供するときは、当該優先物質の名称と優先物質であることを通知するように努める。」が追加される模様である。

我が国の化学物質規制動向についても把握し、対応に努める所存である。

J C M A

《参考文献》

- 1) 経済産業省製造産業局化学課、欧州の新しい化学品規制（REACH 規則）の導入背景と巡る事情、欧州の新しい化学品規制（REACH 規則）解説セミナー（近畿）、2008 年 10 月 31 日
- 2) 社団法人日本自動車工業会、JAMA/JAPIA 統一データシートの CEMA 会員説明会資料、2008 年 12 月 19 日
- 3) 社団法人日本自動車部品工業会、JAMA/JAPIA 統一データシートの CEMA 会員説明会資料、2008 年 12 月 19 日
- 4) 経済産業省 News Release、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律の一部を改正する法律案、2009 年 2 月 24 日
- 5) 週刊「エネルギーと環境」、化審法改正案今月中に閣議決定・既存物質対策抜本見直し、No.2027、(株)エネルギージャーナル社、2009 年 2 月 19 日

【筆者紹介】

岡本 一成（おかもと かずしげ）
 (社)日本建設機械工業会
 業務部技術課
 課長



「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>

脱水ケーキリサイクル装置

篠原 圭介

建設工事の現場を中心に膨大な量のケーキ状で排出される汚泥が発生するが、そのままでは強度がなく、現在その大半が廃棄処分もしくはそのまま場内に埋め立て処分され、リサイクルされていない現状がある。ケーキ状汚泥は「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」で産業廃棄物に指定されているため適正な処理が必要となる。そこでケーキに少量の安定材を添加して安価で均一な強度のある改良土にし、建設資材として再生することができるよう開発した本装置（ケークル）の概要とシステムを紹介する。

キーワード：脱水ケーキ、改良土、ダム骨材プラント、汚泥処理、リサイクル、安定処理

1. はじめに

現在、最終処分場の能力は限界に近くなってきており、平成16年度末現在の産業廃棄物最終処分場の残存容量は約185百万 m^3 に対し、平成16年度の産業廃棄物の最終処分量が年間約26百万 m^3 であることから、残余年数は約7.2年と逼迫している。さらに地域別で見ると、首都圏では約3.4年分、近畿圏では約5.8年分しかない。また、新規の最終処分場については、近年の廃棄物処理に対する住民の不安や不信感の高まりを背景として、その確保が非常に困難となっている。他方では、不法投棄や不適正処理が後を絶たず、その解決が早急に求められている。

一方、平成17年度建設副産物実態調査によると、建設廃棄物のうちコンクリート塊やアスファルト・コンクリート塊の再資源化率はほぼ100%になっているのに対し、建設汚泥の再資源化率は47.9%と非常に低い水準にとどまっており、リサイクルされていない現状がある。

こうした状況を踏まえ、この膨大な量の廃棄物を資源化して再利用できないか、というのが大きな課題であった。ケーキに安定材を加えた上、混練して改良土にする工法は、従来から重機やパドルミキサーにより行われていた。しかしこの方法では均等な混練ができないため大量の安定材を必要とし、さらに処理土の強度にムラがあった。そこでケーキに少量の安定材を添加して、安価で均一な強度のある改良土にし、建設資材として再生することのできるケーキリサイクル装置「ケークル」を完成した。以下本稿で「ケークル」の

技術概要と最近の使用分野での実例を報告する。

2. 開発の目的

①安定処理

ケーキ状の汚泥を安定処理して再利用に適した改良土にするためには、いくつかの条件を満たさなければならない。それにはケーキに安定材を一定の割合で添加し、安定材がケーキの隅々まで均一に行き渡るように混練して、その後化学反応を待つために一定時間養生をおこなうことである。ケーキのリサイクル装置は、これら条件を満たすことのできる機能を備えたものでなければならない。

②定量供給

ケーキは粘性があるうえ含水率が一定でないため、通常のホッパーとフィーダーでは閉塞を起こして安定した定量切り出しは不可能となる。しかし機械処理にて連続的に安定処理をおこなうためには、定量的に切り出すということが必ず必要となる。

③解砕と混練

安定処理はケーキと安定材が化学反応を起こすことによって強度を増す。これをできるだけ少量の安定材添加で実現するためには、安定材をムラなくケーキ全体の隅々に行き渡らせることが必須条件となる。ケーキはそのままでは粘土塊の集まりであり、この状態でいくら大量の安定材を添加しても、ケーキ塊の表面に付着した安定材は芯まで行き渡らない。完全な混練をおこなうためにはケーキを数mm単位に解砕し、細片状のままで安定材を添加・混練しなければならない。

またケーキは水分を含んでおり粘着性があるため、解砕しても細片は互いにすぐ付着し易い性質をもっている。従って解砕と安定材添加が同時であることが望ましい。安定材添加後であれば、ケーキ細片が互いに付着しても、その中に安定材を包み込んでおり、充分な強度が得られる。このようにケーキの解砕・安定材添加・混練の工程は、できるだけ同時におこなうことが必要となる。

④安定材添加

安定材の種類は生石灰またはセメント系の中から、テストにより適正強度の得られるものを選定する。添加量はケーキの性状や含水率、安定材の種類、混練の方法、養生時間、処理土の用途などによって異なるので一概には決められないが、通常1～3%程度で適正強度が得られるような設備を整えないと不経済となる。

3. 装置説明

【機械の構造】

ケークルは、前項の条件を満たしたケーキリサイクル機として開発した。

ケークルは、ケーキの定量切り出し→細片状に解砕→安定材定量添加→混練・再解砕の4工程を、一挙に連続的におこなう一体構造の機械である。

ケークルⅡ 50型の全景を写真—1に、ケークルⅡの構造図を図—1に示す。

①定量切り出し

ケーキは重機により円形の受け入れホッパーに投入



写真—1 ケークルⅡ 50型の全景（国土交通省 灰塚ダム工事現場）

する。ケーキの受け入れホッパー自体が約2rpmでゆっくり回転する。ホッパー内のケーキはホッパーと一緒に回転し、送り板によってカキ氷式カッターの切り出し口に送られ、厚さ70mm程度の帯状となって一定量ずつ押し出される。

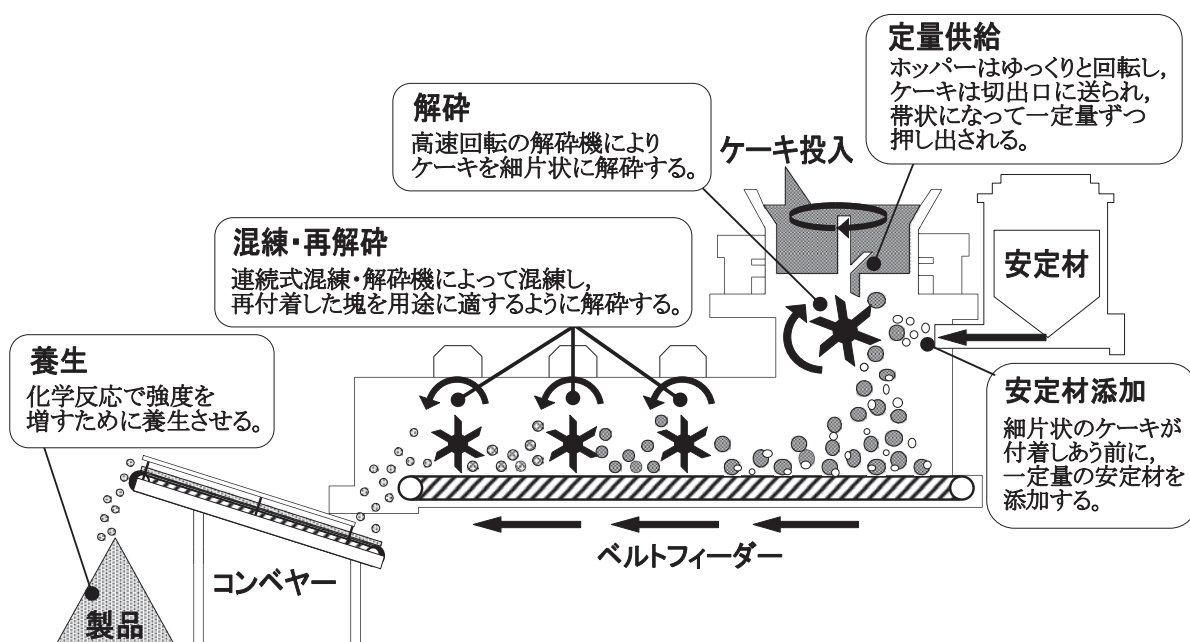
②解砕

切り出し口から押し出されたケーキは、直ちに高速回転の解砕機により、数mm単位の細片状に解砕される。

③安定材添加

細片状に解砕されたケーキ片が互いに付着するより前に、サイロから引き出された安定材をスクリーンコンベヤーにより一定量添加する。安定材はケーキ片の隅々まで行き渡る。

④混練・再解砕



図—1 ケークルⅡの構造図

安定材添加後のケーキは、下部のベルトフィーダーにより排出部に向かう。その間、養生をおこなうと同時に回転式混練機により満遍なく混練され、互いに付着した塊も種々の用途に適するように再解砕されて機外に送り出される。また、ベルトスピードはインバーターにより調整もできる。

⑤養生

ケーキ処理した処理土はコンベヤーで野積みされ、安定材による化学反応を待つて強度を増すために一定時間養生する。

【機械仕様】

ケーキⅡの機械仕様を表―1に示す。

表―1 ケークⅡの機械仕様

型式	50 型	30 型	ジュニア型
処理能力(最大)	50 t/h	30 t/h	10 t/h
回転ホッパー	9 m ³	4.2 m ³	1.7 m ³
原料投入	タイヤショベル		バックホウ
解砕機	400 rpm		
混練解砕機	3 軸回転式		
サイロ	1.8 m ³		
総電力	65 kw	46 kw	30 kw

4. 成果

(1) 性能

ケーキの優れている性能として、

- ①粘性があってもケーキを定量的に切り出す。
- ②ケーキを数 mm 単位の細片状に解砕する。

③安定材をケーキ片の隅々まで均等に添加する。

④よく混練する。

⑤処理土の見掛粒度として 5 mm 以下が 95 % 以上である。

上記を連続式でおこなう、一体式構造の機械である。

(2) 処理土の用途

ケーキ処理土の用途は次のとおりである。

①改良土

改良土として使用する場合、その強度はコーン指数で表示される。その品質と用途標準は国土交通省より基準が示されている。

以下に建設汚泥処理土の土質材料としての品質区分と品質基準値(表―2)と、建設汚泥処理土の適用用途標準(表―3)を示す。

尚、安定材の添加量は、脱水ケーキの性状により異なるが、一般的には 1～3%の添加で、ほとんどのケーキが第2種処理土以上のコーン指数(800 kN/m² 以上)

表―2 建設汚泥処理土の土質材料としての品質区分と品質基準値

区分	基準値 コーン指数 ^(※) qc (kN/m ²)	備 考
第1種処理土	—	固結強度が高く礫、砂状を呈するもの
第2種処理土	800 以上	
第3種処理土	400 以上	
第4種処理土	200 以上	

※所定の方法でモールドに締め固めた試料に対し、コーンペネトロメーターで測定したコーン指数

※スラリー化安定処理土の指標は、7日後の一軸圧縮強さとする。

表―3 建設汚泥処理土の適用用途標準

適用用途 区分	工作物の埋め戻し	建築物の埋め戻し	土木構造物の裏込め	道路用盛土		河川築堤		土地造成		鉄道盛土	空港盛土	水面埋立て
				路床	路体	高規格堤防	一般堤防	宅地造成	公園・緑地造成			
第1種処理土 (焼成処理・高度安定処理)	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎	◎
第2種 処理土	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
改良土	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
第3種 処理土	○	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎
改良土	○	◎	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	◎
第4種 処理土	△	○	△	△	○	○	○	○	○	△	○	◎
改良土	△	○	△	△	○	○	○	○	○	△	○	◎

凡例：[評価] ◎：そのまま利用が可能なもの。

○：適切な土質改良(含水比低下、粒度調整、機能付加、安定処理等)を行えば使用可能なもの。

△：評価が○のものと比較して、土質改良にコストおよび時間がより必要なもの。

※留意事項は省略

表—4 強度試験結果（参考）

発生場所	原 料	ケーキの含水率	改良材種類	改良材添加率	養生期間	コーン指数 (kN/m ²)
A 不動産(株)	砕石からのケーキ	39.0%	生石灰	2%	10 日	1668
B ダム建設工事	砕石からのケーキ	19.5%	生石灰	1%	10 日	2924
C 工材(株)	砕石からのケーキ	18.8%	生石灰	3%	10 日	3090 以上
D 生コン(株)	砕石ケーキ, 残コンスラッジ	49.2%	生石灰	2%	10 日	3090 以上
E 砕石工業(株)	石灰石脱水ケーキ	27.8%	生石灰	3%	10 日	3090 以上
(有)F 砂利興業	砂利汚泥のケーキ	22.0%	生石灰	2%	10 日	1522
G ダム建設工事	砕石からのケーキ	25.5%	生石灰	3%	16 時間	3090 以上

が得られる。

また当社での強度試験（コーン指数）の結果を参考に表—4 に示す。

②路盤材

路盤材として使用する場合、クラッシャーランまたは RC 材に混入して使うが、その混入率は路盤材としての粒度分布及び CBR 等の基準をクリアする範囲内で混合する。ケーキの性状によっては、安定材は生石灰の他にセメント系固化材を加える場合もある。

新規格のリサイクル路盤材である水硬性複合路盤材の場合、クラッシャーランまたは再生クラッシャーランに 20% 以内混入する。この新規格をクリアするケーキ処理機としては、ケーキが最も適した機械として、標準フローに採り入れられている。

③土地造成

ケーキルにより安定処理された処理土は第 2 種処理土以上の強度を持つ。

そのため、宅地造成に用いることが可能となる。但し、施工上の配慮として覆土・敷土等を施す必要がある。

④埋め戻し

高含水の粘性土や泥土を含むような発生泥土等も、ケーキルによって安定処理をすれば、構造物の埋め戻し等に有効利用できる。

⑤その他

セメント工場では、ケーキル処理土がセメント原料としてリサイクルされている。

5. 経済性

ケーキを産業廃棄物として最終処分場に持ち込む場合の費用は一般的にトン当たり ¥10,000 ～ 25,000 かかる。安定処理する場合、ケーキに安定材を添加・混練して改良土にする工法は、従来から重機による他パドルミキサーや縦軸型混合機を中心としたものがあった。しかしこれらは、ケーキの特性により連続定量切り出しが難しかったことと、安定材添加前に細かく解

砕していないため、大量の安定材（一般に 5 ～ 15% 以上）を必要とし不経済であるうえに、さらにケーキ塊の中まで安定材が行き渡らないため強度も不安定であった。ケーキルによって処理をおこなえば、定量で切り出されたケーキを数 mm 単位の細片状に解砕してから安定材を添加するので、安定材がケーキの隅々まで行き渡る。その結果、少量の安定材（通常 1 ～ 3% 程度）で第 2 種処理土の強度以上のコーン指数が得られる。また、機械は一体構造であるため設備費も安く、産業廃棄物としての処分料（一般的に ¥10,000 ～ 25,000/ トン当たり）に対して、¥400 ～ 800/ トン当たりで再資源化できる。

これにより廃棄物であったケーキが、安価な建設資材として利用価値ある製品に生まれ変わることができる。

6. 使用分野の実例

開発当初は、骨材生産プラントから排出されるケーキの処理が対象であったが、その後応用範囲が広がりさまざまな分野で広く使われるようになった。

①ダム建設工事

現在、国土交通省管轄工事において尾原ダム、志津見ダム、夕張シューパロダム工事現場などに納入し、廃棄物の再資源化に取り組んでいる。

ダム工事に際して発生するケーキは、従来は埋め立てられ覆土されていたが、これをケーキルによって安定処理して、周辺の道路整備や公園造成、盛土材等を使用され、有効利用されるようになった。

ダム工事現場で稼働中のケーキル II 50 型の全景を写真—2 ～ 4 に示す。

②セメント業界

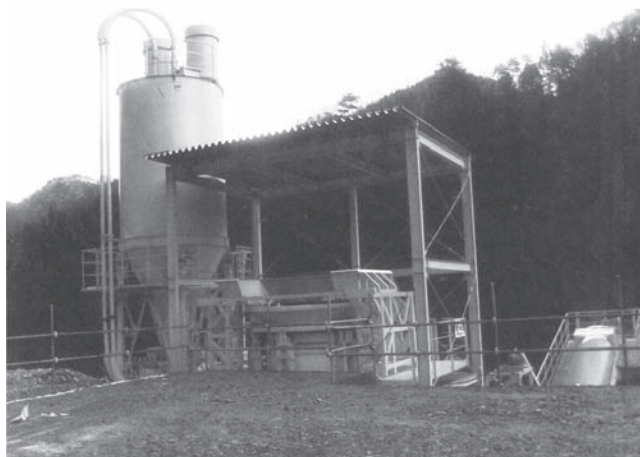
石灰石の水洗選別プラントから発生するケーキをケーキルにて処理し、セメント原料に資源化している。

③土木工事関係

プラント内で発生したケーキに焼却灰等の廃棄物を



写真一 2 稼働状況 (中国地方整備局 尾原ダム工事現場)



写真一 3 稼働状況 (中国地方整備局 志津見ダム工事現場)



写真一 4 稼働状況 (北海道開発局 タ張シューバロダム工事現場)

混合させてから安定処理し、配管工事等の埋め戻し材として利用している。これはケーキと廃棄物との配合比を調整することにより、さまざまな品質の改良土を生産することができる。

④廃棄物処理関係

都市土木工事等で発生した砂礫分を含む高含水の汚

泥に建設発生土やケーキ等を混合させてから安定処理し、改良土として再生利用している。

なお砂礫対応として可倒式の解砕刃・混練刃も採用している。

⑤建設汚泥

廃棄物処理プラントに持ち込まれた建設汚泥から砂利・砂などの資源を回収した後、汚泥を脱水処理後ケーキにし、ケーキで安定処理したのち、RC材（廃コンクリートリサイクル材）に混入して路盤材として使われたりしている。

⑥汚染土壌関係

汚染土壌処理プラントに持ち込まれた汚染土壌に土壌改良材をケーキで加えて安定処理し、後工程で焼成する際のハンドリング性向上の目的をおこなう。

このように今後も応用範囲が他の分野にも広がっていくものと期待している。

他に廃石膏ボードの資源化にも使われた例がある。

7. おわりに

国土交通省は平成15年10月に「建設発生土等の有効利用に関する行動計画」を策定し、より一層の建設発生土等の有効利用を促進させており、また平成18年6月に「建設汚泥の再生利用に関するガイドライン」、「建設汚泥の再生利用に関する実施要領」、「建設汚泥処理土利用技術基準」、「リサイクル原則化ルール」を策定し、十分な処理をせず「自ら利用」と称して自らの保有する土地へ埋め立てする等の不適正処理（廃棄物処理法違反）は徹底的に無くすという方針を打ち出している。このような状況をふまえ今後のリサイクルの流れに対してもケーキは一層活躍する場が多くなるものと考えられる。

このケーキを利用した処理技術並びに施工実績が今後ますます環境への負荷の低減や資源の循環に貢献できれば幸いである。

J C M A

《参考文献》

- 1) 編著・独立行政法人 土木研究所：建設汚泥再生利用マニュアル（平成20年12月10日発行）

〔筆者紹介〕

篠原 圭介（しのはら けいすけ）
 (株) 氣工社
 資源・環境営業部
 課長



調湿剤を用いた鋼箱桁内面塗装の簡素化

—唐戸川新橋への「箱桁内面防錆システム」適用—

庄 野 好 希・内 田 裕 也・田 中 正 明

近年、環境問題の一つとして浮遊粒子状物質や光化学オキシダントによる人体への影響が懸念されている。これらの原因の一つに塗料に含まれる揮発性有機化合物（VOC）があり、環境省から我が国の VOC 年間総排出量の大部分が塗料等を扱う業種から排出されていることが報告されている。

当社では、鋼製箱形状構造物の内面防錆方法として、一般的な塗装仕様に代わり調湿剤を用いた防錆システム「箱桁内面防錆システム」を開発してきた^{1), 2)}。

本稿では滋賀県での新設鋼製橋梁において本システムを実橋として初めて適用し³⁾、1 年が経過したので報告する。

キーワード：VOC，粉じん，防錆，箱桁内面，調湿剤，コスト削減

1. はじめに

鋼橋工事において初期コスト・ライフサイクルコストの削減を目的とした、従来の塗装仕様に代わる種々の工法が検討され、また実用化されている⁴⁾。当社では取扱いの容易性およびコスト性から調湿剤に着目し、箱桁内部の湿度コントロールによる「箱桁内面防錆システム」を東京大学と共同で開発してきた^{1), 2)}。

近年、大気汚染に関する問題がクローズアップされ大気汚染防止法の改正により VOC 排出規制が開始されている。さらに環境省の報告によると、工場での塗装時に発生する VOC が浮遊粒子状物質や光化学オキシダント生成の原因となる物質の一つであることが明らかになっている。本システムの開発当初は建設コスト削減が大きな目的であったが、このような状況の中で、VOC 削減効果も得られることが社会のニーズと合致してきたといえる。

本橋は、鈴鹿山脈の麓に位置し、県道 129 号線南土山甲賀線道路改築工事のうち唐戸川に架かる新設橋梁である。財滋賀県環境事業公社殿が開業予定のクリーンセンター滋賀へのアクセス道路であったため非常に厳しい工程を厳守する必要があった。本システムの適用により、工事費のコスト削減および工程短縮を実現し、さらに従来の塗装仕様を簡素化することにより VOC 排出量の削減を行ったので、本稿にて報告する。

2. 工事概要

本橋の全景、および構造一般図を図—1，2 に示す。橋梁諸元は以下に示すとおりである。

橋 梁 形 式：単純非合成曲線細幅箱桁

活 荷 重：B 活荷重

橋 長：50.150 m

総 幅 員：11.250 m

床 版 形 式：合成床版パイプスラブ

使用 鋼 材：耐候性鋼材（裸仕様）

鋼 重：163.4 t

内面表面積：1,060 m²



図—1 唐戸川新橋全景

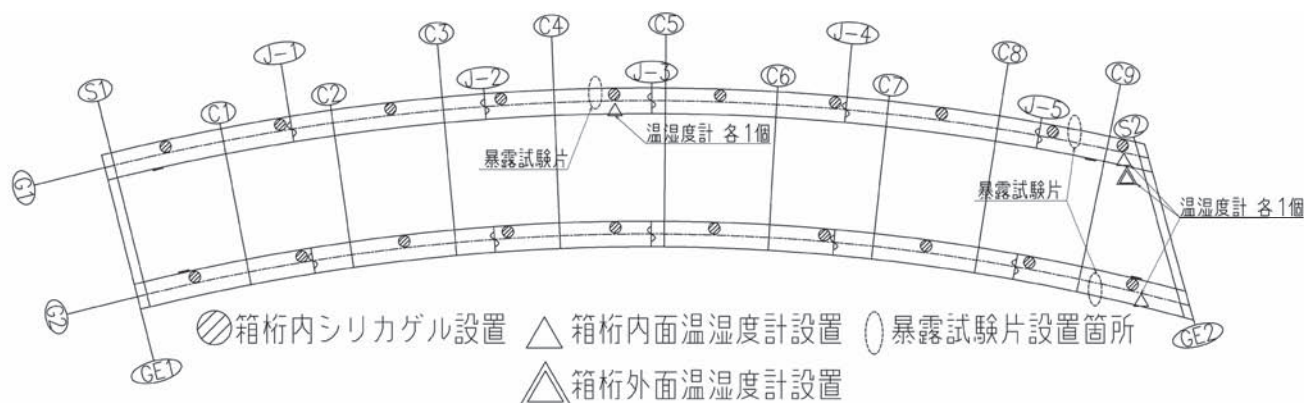


図-5 除湿剤配置および追跡調査箇所

(飽和水蒸気量) (g/m^3)

C1: 年間の平均相対湿度における調湿剤の吸湿過程の吸湿率

C2: 許容される最高相対湿度 (85%) における、調湿剤の吸湿過程の吸湿率

a : 割り増し率 ($a=3$)

気象データとして最近5年間 (2003年～2007年) の気象庁観測値を用いて算出した結果、橋梁全体の箱桁内部空間 291m^3 に対し約 120kg の調湿剤が必要であった。これを箱桁内部に図-5に示すようにダイヤフラム間隔毎に設置する方法を採用した。

には保護性の錆が生成されにくいために、一般的には耐水性能の高い変性エポキシ樹脂塗料が施工される。一方、本システムを新設橋梁に適用する際の塗装仕様は工場製作時の一次防錆を目的とした原板無機ジンクリッチプライマーのみを標準としている。ただし、工場溶接部や補剛材などのコバ面 (板厚面)、および製作・架設途中での原板無機ジンクリッチプライマー損傷部などについては有機ジンクリッチペイントのタッチアップを行っている。また、箱桁内部の現場継手部についても、高力ボルト本締め後に有機ジンクリッチペイントの塗装を行った。

(3) 塗装仕様の変更

耐候性鋼材を用いた場合の一般的な箱桁内面の塗装仕様と、本橋の塗装仕様の違いを図-6に示す。無塗装が前提の耐候性鋼材を使用した場合でも、箱桁内部

5. 環境負荷の低減

(1) VOC 排出量の削減

近年は、VOC 排出量抑制を目的として水溶性塗料

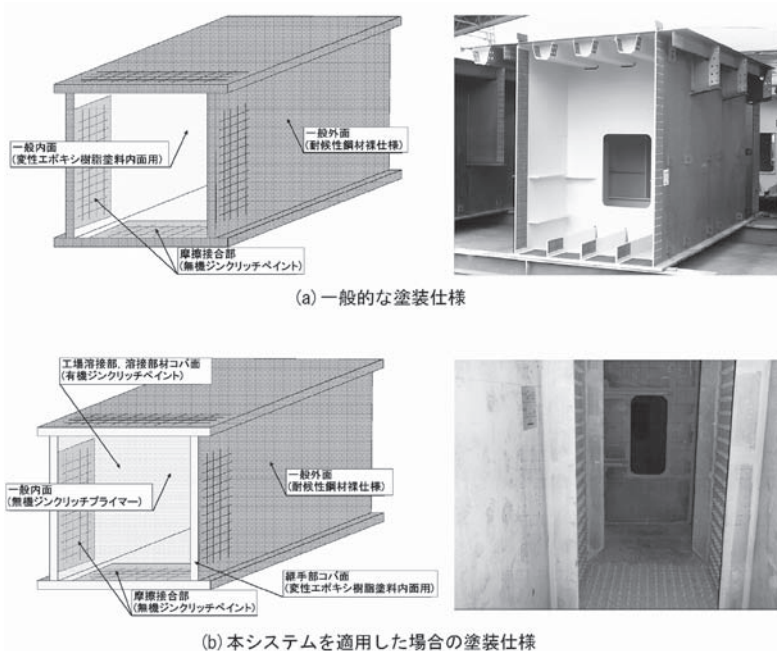


図-6 塗装仕様の比較

・無溶剤形塗料の開発が進められているが、品質および性能の観点から有機溶剤形塗料がまだまだ多く使用されている。大気汚染の抑制や塗装作業員の中毒予防としては、溶剤蒸気を発散させないことが第一であるが、有機溶剤を使用する以上はその蒸気の発生は避けられない。

しかし本システムでは従来の塗装仕様を簡素化することにより有機溶剤形塗料の使用量が削減されるため、VOC 排出量の削減が可能である。本システムを唐戸川新橋に適用することで、一般的な塗装仕様に比べて VOC 排出量を約 524 kg 削減できた。試算の根拠を表一 1 に示す。なお、本表で用いた各塗装仕様の VOC 排出量は、参考文献⁵⁾に記載された各塗料の標準的な加熱残分比率と希釈率から算出した。

表一 1 唐戸川新橋における VOC 削減量の試算

(a) 本橋に一般的な塗装仕様を適用した場合の VOC 排出量

塗装仕様	塗装面積 (m ²)	単位面積当たり VOC 排出量 (g/m ²)	VOC 排出量 (kg)
原板プライマー	1060.0	64	68
内面一般部	1005.0	492	494
内面継手部	55.0	705	39
内面継手部 (接触面)	110.0	240	26
合 計			627

(b) 本システムを適用した実 VOC 排出量

塗装仕様	塗装面積 (m ²)	単位面積当たり VOC 排出量 (g/m ²)	VOC 排出量 (kg)
原板プライマー	1060.0	64	68
内面タッチアップ部	50.0	84	4
内面継手部	55.0	84	5
内面継手部 (接触面)	110.0	240	26
合 計			103

本システム適用による VOC 削減量

(a) : 627 kg - (b) : 103 kg = 524 kg

(2) 粉じんの防止

従来の箱桁内面用の塗装であれば付着性向上のために入念な素地調整が必要であったが、本システムでは原板無機ジンクリッチプライマーのままとするため、素地調整が不要となる。これにより素地調整による粉じん発生が起こらず、作業環境が改善されたといえる。

6. 防錆効果の追跡調査

本橋での本システムの有効性を確認するため、下記に示す各項目について竣工時より追跡調査を実施した。

(1) 目視点検

竣工後 1 年経過時の目視点検による箱桁内部状況を図一 7 に示す。目視点検の結果、各継手部および開口部からの漏水は一切確認されなかった。また錆の発生も無く、竣工時からの変化は認められない。



図一 7 箱桁内部状況 (竣工後 1 年)

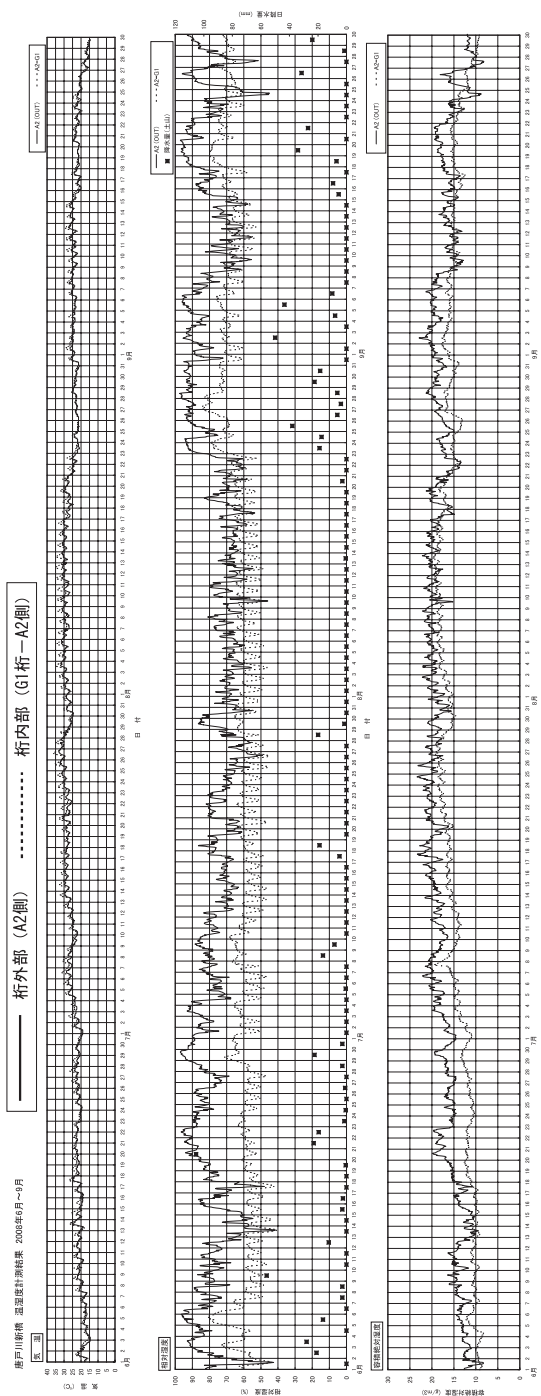
(2) 温湿度計測

竣工後 1 年間の温湿度計測のうち、特に相対湿度が高く本システムにとって厳しい条件と思われる多雨時期 (2008 年 6 月～9 月) の 4 ヶ月間の計測結果を図一 8 に示す。箱桁外部の相対湿度は気象に合わせて常に大きく変動を繰り返しているが、内部の湿度は比較的安定している。外部では降雨時などにしばしば相対湿度が 100% 近くに上昇するが、一方内部では最大でも 80% 程度に抑えられており、外部より 10～30% 程度低い状態が保たれている。これらの結果から、一定の密閉度の確保と湿度コントロールが機能していることが確認できる。

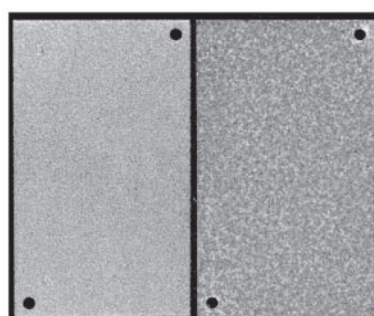
(3) 暴露試験

無塗装の暴露試験片を箱桁の内部、外部に設置して腐食状況を観察した。試験片は幅 60 mm、高さ 100 mm、板厚 2 mm の SPCC 材とし、暴露前にプラスト処理を施した。箱桁内部ではウェブの水平補剛材上に、外部では中間横桁の上フランジ上面にそれぞれ水平に設置した。

図一 9 に竣工後 1 年間暴露した試験片の写真を示す。外部の試験片では一面に赤錆が発生し、素地が見えない状態となっているが、内部の試験片では発錆は一切観察できず、設置前のプラスト素地がそのまま残っている状態である。この結果から、箱桁内部では腐食がほとんど発生しない環境に保たれていることが確認できた。



図—8 温湿度計測結果（2008年6月～9月）



(a) 箱内内部 (b) 箱外外部

図—9 1年間暴露した試験片

7. おわりに

当社で開発した「箱桁内面防錆システム」を唐戸川新橋に適用することで、建設コストの削減や工期の短縮のみならず、塗装仕様の簡素化により VOC 排出量の大幅な削減を実現することができた。

また、竣工後1年間の追跡調査結果から、箱桁内部の湿度コントロールに成功しており、本システムの防錆機能が有効に作用していることが確認された。

本システムを新設橋梁全体に適用するのは本橋が初めての工事であったが、本システムは新設・既設を問わず適用可能であるため、今後より多くの実績を積み重ねることで鋼橋の工事コスト・時間コスト・ライフサイクルコストの削減、また VOC 排出量の削減により社会環境コストの削減に貢献できるものとする。

なお本システムは鋼橋以外にも、鋼製の準密閉空間の内面に対して幅広く適用できることを追記する。

《参考文献》

- 1) 廖 金孫, 松井繁憲, 串田守可, 篠原 正, 藤野陽三: 鋼製箱桁内部の環境腐食性および除湿剤による防錆に関する研究, 土木学会論文集 No.749/ VI -61, pp.137-148, 2003 年
- 2) 廖 金孫, 松井繁憲, 串田守可, 篠原 正, 藤野陽三: 準密閉環境における一般構造用鋼の大気腐食, 材料と環境, Vol.54, No.8, pp.383-390, 2005 年
- 3) 庄野好希, 浦 剛史, 榎谷 直, 庄野 泉, 田中正明: 除湿剤を用いた箱桁内面防錆システムの実橋への適用, 土木学会第 63 回年次学術講演会 V -198, pp.395-396, 2008 年
- 4) 金子正猪, 溝上嘉昭, 内藤 真: 乾燥空気による箱桁内部防食—新尾道大橋—, 橋梁と基礎, Vol.33, No.5, pp.31-34, 1999 年
- 5) 鋼道路橋塗装・防食便覧: (社)日本道路協会, 2005 年

J C M A

【筆者紹介】

庄野 好希 (しょうの よしき)
栗本橋梁エンジニアリング(株)
エンジニアリング部設計課

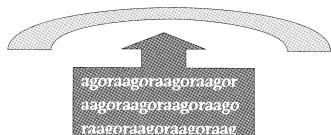


内田 裕也 (うちだ ゆうや)
栗本橋梁エンジニアリング(株)
エンジニアリング部設計課



田中 正明 (たなか まさあき)
(株)栗本鐵工所
技術開発本部
材料技術開発部 材料応用グループ





航空機を使った環境モニタリング技術 ～航空レーザ計測および複数センサの融合～

世古口 竜一・民 野 孝 臣・中 内 隆 幸

航空機に搭載した各種センサによるリモートセンシング技術には、航空写真撮影やハイビジョンカメラによる動画撮影、ガンマ線を利用した温泉探査等々、ニーズに応じた多種多様な技術がある。今回はその中でも航空レーザ計測システムについて採り上げ、その原理とシステム構成を紹介する。また、航空レーザデータを使った環境調査技術について、ラストパルス利用（地形データ）、ラストパルスとファーストパルスの利用（樹高データ）、複数センサの利用の3つのステップに分けて紹介する。

キーワード：環境調査、モニタリング、航空レーザ、GPS、IMU、地形、樹高、ハイパースペクトル

1. はじめに

航空測量分野におけるモニタリング技術や計測技術には、主に航空レーザ計測や航空写真撮影があり、その他、航空機に搭載した各種センサによるリモートセンシングがある。

今回はその中で航空レーザ計測について、そのシステムと活用事例を紹介する。

2. 航空レーザ計測システムの概念

(1) 航空レーザ計測システムの概念（図－1）

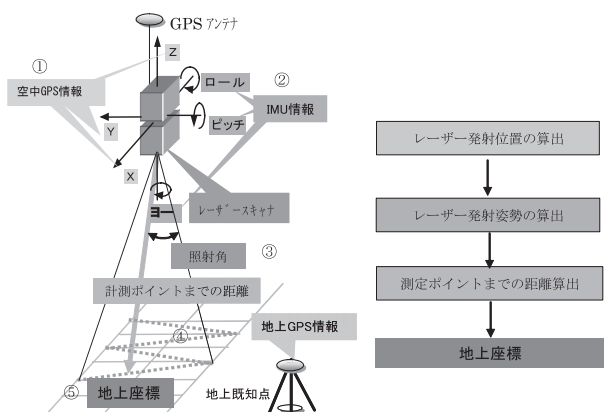
航空レーザ計測は、航空機に搭載したレーザ測距装置から地上等をスキャンし、照射したレーザの反射波の到達時間を距離に変換して、対象点の位置座標を取得する手法である。これを測量として適用する場合、航空レーザ

測量とも呼ばれる。また、このときのセンサの位置情報はGPSから、また姿勢情報はIMUから得て統合解析しており、これら全体を指して航空レーザ計測システムと呼ぶ。

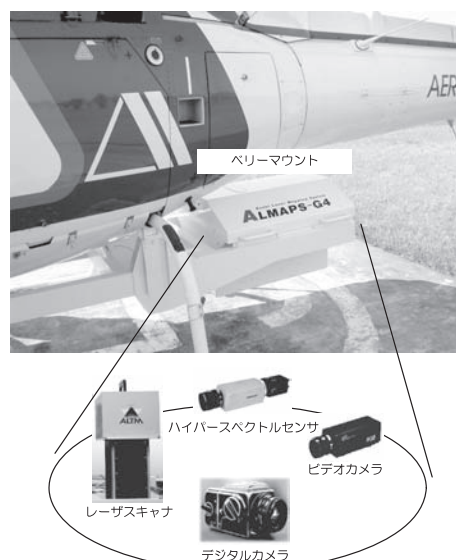
航空レーザ計測システムを用いて得られるレーザ点群データは、1点1点が座標値を持つため、高密度でレーザ点群データを取得することにより精度の高い三次元数値データを得ることが出来る。

(2) 航空レーザ計測システムの構成

朝日航洋の航空レーザ計測システム「ALMAPS－AG4」（図－2）は、回転翼機（ヘリ）および固定翼機をプラットフォームとする。例えば、危険斜面の計測



図－1 航空レーザ計測システム概念図



図－2 ALMAPS－AG4と搭載センサ

などある特定のポイントを高密度に計測する場合はヘリ、広域を経済的に計測する場合は固定翼といったように計測面積、密度、地形などの諸条件に合わせて最適なプラットフォームを選択することができる。

プラットフォームがヘリの場合、機体腹部に装備したベリマウント(図—2)にレーザ、デジタルカメラ、ビデオカメラ、ハイパースペクトルセンサの4センサを搭載する。

各センサの仕様は以下のとおりである。

【レーザスキャナ】

ショット数	100 kHz
スキャン周波数	0 ～ 70 Hz
スキャン角	0 ～ 60°
水平精度	± 0.4 m (高度 1,200 m)
高さ精度	± 0.15 m (高度 1,200 m)

【デジタルカメラ】

有効画素数	5,440 × 4,080
CCD サイズ	48.9 × 36.7 mm
画素サイズ	9 × 9 μm
階調	48 bit (各色 16 bit)
フィルタ	可視カラー・近赤カラー

【ビデオカメラ】

サイズ	640 × 480
階調	24 bit (各色 8 bit)
レート	29.97 Hz

【ハイパースペクトルセンサ】

波長帯域	400 ～ 1,000 nm
波長分解能	6 nm
空間分解能	480 画素

キャビン内部は、図—3 のようになっており、後部座席右側に制御装置およびタッチパネル式モニタが、またナビゲータ席にはナビゲーションモニタが設置されている。通常は、パイロット、ナビゲータ、オペレータの3名で運航が行われる。

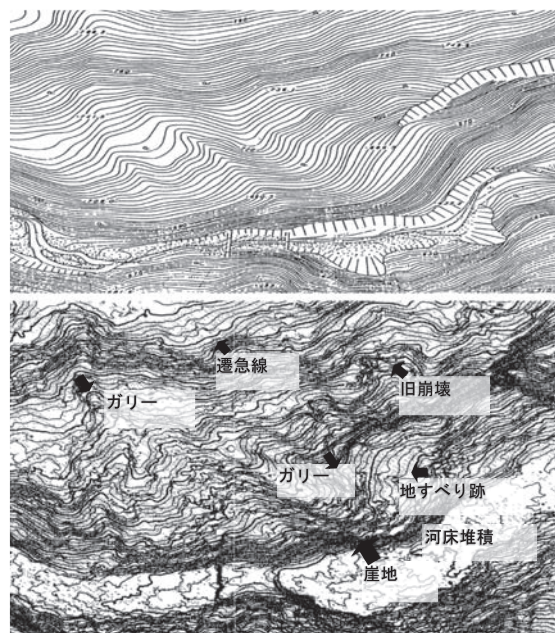


図—3 キャビン内部

3. 航空レーザを活用した環境調査

(1) 高精細な地形データの活用

航空レーザは、樹木の影響を取り除いた高密度の地盤高データが得られるため、微地形を捉えることが可能である。航空レーザ測量により作成された地形図は、従来の航空写真測量による地形図と比べ、詳細な地形が読み取れる(図—4)²⁾。



図—4 航空写真測量(上)と航空レーザ測量(下)の比較

生物の生息には、地形や気象、水といった環境条件が大きく影響している。環境アセスメントや環境保全計画などで動植物の分布を調査する場合、十分な生息情報が得られないことがあり、これを補完するために航空レーザ測量による詳細な地形データが役に立つことがある。

図—5 は高山帯に生息している特別天然記念物ライチョウの生息適地を、植生、ライチョウの生息位置、そして航空レーザデータから作成された微地形や斜面方



図—5 ライチョウの生息適地図(地形陰影図上に抽出した領域を重ねたもの)

位、湿潤度、日射量等を用いて推定したものである³⁾。

このような地図を作成することで、事業予定地内の貴重種等に対する影響の回避、最小化、代償などがより確実に実施されることが期待される。

(2) 樹高データの活用

航空レーザの特徴として、樹木の高さが計測できることがあげられる。これは、樹木がある場合、レーザパルスは最初に樹木上部で反射し（ファーストパルス）、最後に地表部で反射する（ラストパルス）。この性質を利用して、樹木の高さを測ることができる。

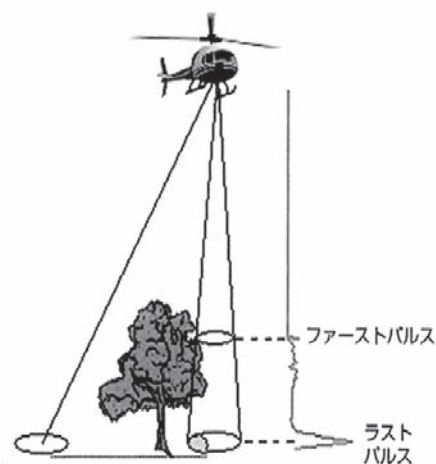


図-6 航空レーザの特徴

樹高の計測は、従来地上からの測量が主流であり、地形の変化が大きいところや大規模な森林などでは多大な労力を要する。このため、航空レーザによる樹高測定は、樹高計測作業を大幅に軽減することが可能である。

また、森林を写真判読することで樹種が特定されれば、材積量やCO₂の固定量が概算で推定可能となる。

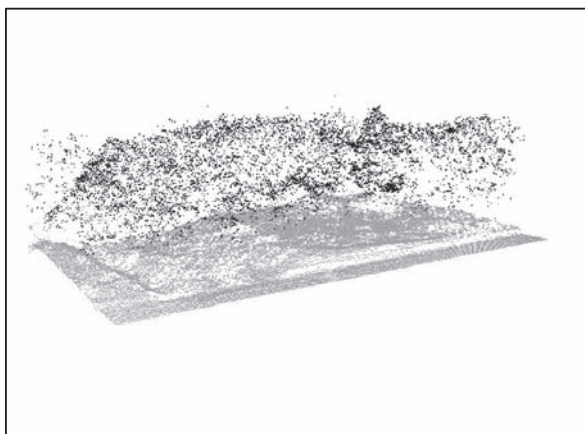


図-7 森林の樹冠と地盤のデータ

(3) 複数センサデータのフュージョン

航空レーザデータは、点群情報として位置情報のみ取得するため地物の分類はできない。このため、地物の特定は、同時計測しているデジタルカメラで撮影された空中写真を人の目で判読している。

ハイパースペクトルセンサは、人の目に相当する部分を担うことで、レーザデータと併せることで地物分類の可能性が期待されている。ハイパースペクトルセンサは、波長分解能が高く、人の目やデジタルカメラが可視光線をRGBの3バンドの組み合わせで物質の色を識別するのに対して、可視光から近赤外線までの光を100バンド以上に分解して識別することが可能である。図-8は、ハイパースペクトルデータのイメージである。一つの点(x, y)に対して波長域400～1,000 nmを100バンドに分解(λ)したデータが得られる。

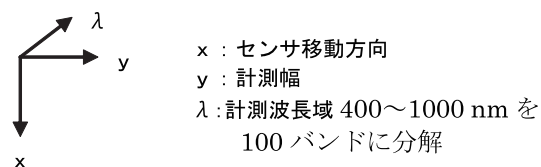
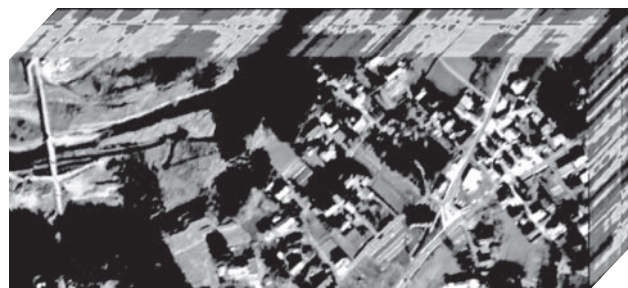
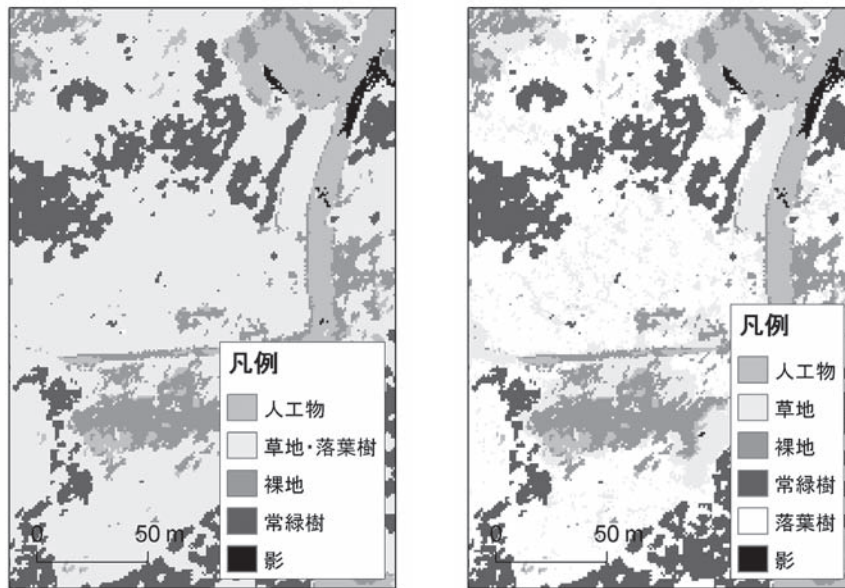


図-8 ハイパースペクトルデータイメージ

植物は、近赤外域で強い反射を示すため、ハイパースペクトルセンサなどの近赤外域の計測ができる機器を用いることで、高い分類精度で植物の抽出が可能である。植物分布域とレーザで得られた植生高を融合することで、ハイパースペクトルセンサ単体では識別できなかった樹木と草本の分類を行うことが可能となる。図-9左図はハイパースペクトルセンサのみによる土地被覆分類結果を、右図はハイパースペクトルセンサと航空レーザを融合した分類結果を示す⁴⁾。

また、ハイパースペクトルセンサの高い波長分解能は、植物種の分類や植物の水ストレスなどの健全度を分析することができるため、レーザデータと融合することで、生物の生息適地選定や樹木の健全度診断などへの利用が期待される。



図一9 分類図（左：ハイパー，右：ハイパー+レーザ）

《参考文献》

- 1) 財団法人測量調査技術協会：先端測量技術 89・90 合併号，2006.1
- 2) 大塚政幸，大伴信吾：航空レーザ計測による地表環境モニタリング技術の現状と課題，精密工学会 2007 年秋季シンポジウム，2007 年 9 月
- 3) Tadashi Masuzawa, Ryuichi Sekoguchi, Ken-ichi Matsubayashi and Hajime Ise: Predicting suitable habitat of the ptarmigan (Lagopus mutus) using airborne LiDAR, silvilaser2006,2006.11
- 4) 中野一也，世古口竜一，鈴木英夫，民野孝臣：ハイパースペクトルデータとレーザデータを用いたデータフュージョンによる地物分類の基礎的研究について，応用測量論文集，投稿中

〔筆者紹介〕

世古口 竜一（せこぐち りゅういち）
朝日航洋㈱
QMS 推進室



民野 孝臣（たみの たかおみ）
朝日航洋㈱
地図・コンサルタント事業部 開発グループ



中内 隆幸（なかうち たかゆき）
朝日航洋㈱
地図・コンサルタント事業部 計測グループ



ずいそう

小さな挑戦（街道を歩く）

川 本 正 之



山を登る

私は54歳のとき転勤で、神奈川県伊勢原市に住み勤務は厚木市でした。このあたりは丹沢山系が連なり、土日はもちろん平日でも熟年登山者が新宿方面からやって来る登山のメッカで知られています。私は、新入社員のころダム現場に赴任して、来る日も来る日も上司に連れられて、奈良県吉野郡十津川村から和歌山県の本宮町にかけての山々に登り、三角測量や地形測量に行っていました。だから、その後山登りなどは誘われても行かない主義を貫いておりました。

ところが転勤先の職場では、丹沢山系の一番東側に聳える「大山・1,252 m」に新入社員研修といって、4月中旬にベテランが引率して登るのが行事となっていました。立場上これに付き合わざるを得ず、久しぶりに登山をしました。

この体験で、もちろん新入社員の速度には及びませんが、ベテランの引率者には十分ついていける自信を得たわけです。そこから遅咲きの登山者となり（実はこの時新品の登山靴を買った）休日には、一人で丹沢山系はもとより、「深田久弥の100名山」を目指して各地の（東北・北海道を除く）山に挑戦して、30山ほどを登ってきました。

さて、大山は間近に聳えており江戸時代は富士山に登れなくとも、大山にはと、江戸（東京）からの大山街道というのが今も残っています。各地の「講」も盛んであったようで登山道にはそれらを示す石碑がたくさん建てられています。各地の高い山へ登る訓練所として、7年勤務している間に36回ほど春夏秋冬を通して登っていました。ところがある寒い冬に登って、木々の葉っぱは落ちて富士山の眺望は素晴らしかったのですが、ただ、昼飯のおにぎりを食べても寒いので、何か冬季は別にやることがあるのではないかと考え出したのです。言うことは、登山者としての資格はないわけです。

街道を歩く

江戸時代主街道といわれた一つに「東海道」があります。幸い小田急列車で行けば小田原まで直ぐのところに住んでおり、一度小田原から戸塚まで（約40 km）の旧東海道を歩いてみようと思ったのが街道歩きに魅せられたはじまりです。

・400年前の大プロジェクト「東海道五十三次」

お江戸日本橋から京三条大橋まで、全長126里6丁1間、約492 kmの道のり。広重が描き、弥次喜多が旅した東海道が、日本第一の幹線道路として本格的に整備されたのは、徳川家康の江戸開幕とほぼ時を同じくしています。関ヶ原の戦いに勝利した徳川家康は、幕藩体制を確立するための諸政策の一つとして、慶長6年（1601）に伝馬制を設けました。伝馬制とは、主要な街道に宿場を設置し、役人の往来や物資の輸送、情報の伝達のために、人や馬を提供させる制度で、現

代風にいえば「インフラの整備事業」というところですね。東海道・中山道・奥州街道・甲州街道・日光街道の五街道を制定。幕府はこれら幹線道路を支配していくとともに、街道の整備に着手しました。江戸と京都を結ぶ東海道は古代以来の交通路で鎌倉時代にはすでに幹線道路として利用され、江戸幕府にとって政治的、軍事的にきわめて重要な交通路でした。

「お江戸日本橋七つ立ち」と歌われる「七つ」とは、午前4時。昔の旅人は、まだ夜も明けきらない早朝に出発し、日暮れ前には宿についたようです。当時の人々は、日本橋から京三条全行程を、12日から15日で歩き、平均すると、10里（約40 km）だったようです。足弱といわれた女性連れでも、一日平均6里（約23.6 km）を歩いたようです。かつての旅人の健脚ぶりが窺えますが、これも順調にいったこと、川止めや災難にあえば予定は延び、また場合によっては命がけの旅であったようです。

さて、旧東海道を2年半のうちの、土日祭日を利用して全行程を踏破したのは昔の人の健脚に挑戦しての15日間でした。その後、中山道（約533 km）、甲州街道（約216 km）、続いて日光街道（144 km）、そして昨年の夏、奥州街道（約810 km）を踏破して、今年は北国街道（北陸街道）に挑戦しております。

東海道歩きも終盤を迎えた、滋賀県の水口宿の入口に次の標識が立っており、気に入ってメモしてきたものです。

「古い街道には、いにしえ人の気配があります。その曲がりくねった道筋に、路傍の道標に歴史があります。あるときは、戦の道となって人馬どよめき。あるときは、参宮の道となって賑やかな歌声に包まれたであろう、この東海道は遠い昔に、その役割を終え、今や暮らしの道として、風景の中にのびています。」

最後に、道路管理者へのお願いです。①各県境の橋梁部分には突然歩道部分がなくなり（極端な例は両サイドとも）、大袈裟ではなく大型トラックの行き交う今日、命がけで走って渡らなければならないのが殆どです。②なるべく旧道を探して歩くのが基本ですが、現在はどうしてもバイパスに連れて行かれます。自動車優先を嫌でも知らされ、横断跨道橋や、地下道は、是非疲れた歩行者のために横断歩道にしてもらいたい。③歩道がまちまちで、まだまだラインだけ引いてある箇所が多くある。せめて片側だけでも結構ですから安全な歩道の設置をお願いしたい。④どこを歩いても、黄色い車の道路パトロール車を見かけますが、たまには歩いて（歩行者の気分になって）パトロールをお願いします。如何に歩道のない道路が危険か、ご理解いただけたと思います。「安全安心」のスローガンに恥じない、歩行者に優しい道路に改良されることを切望します。

ずいそう

漢詩の魅力

江 本 平



漢詩との出会いについて書かせていただきます。事務局から依頼がありましたが何を書いたらいいのかと思っていたら、漢詩が浮かんできました。一時、漢字検定1級を取ろうと目論んだことがあります。元々漢字には興味があったので受けたいと思っていました。そこで早速参考書を買ってきましたが、なかなか勉強の時間が取れません。やってみると90%知らない字です。あるいはそれ以上かもしれない。最初はいろいろ問題を見ながら、やっては覚え、やっては覚えとしていましたが、なかなか前へ進まず、土日にしようと思いましたがそんなに時間を取れるものではありません。

受験勉強の仕方に、多くの漢籍に接することというのがありました。その時、ある雑誌に漢文の本の特集があり、最高の漢詩は李煜（りいく）とありました。岩波の中国詩人選集というのがあり、その中の1冊です。早速書店に行って買い求めて読んでみました。

量的には少ないので読み通すことができました。これが最初で、もちろん他にもいろいろな詩人の本があります。字を覚えるのが目的ですが（しかし道は遠い）覚えるためには詩を暗唱するのがよい。毎日通勤時間を利用して1日1詩ということで覚えることにしました。1冊終えると欲が出て（ちなみにすばらしい美文ということでしたが、さあ感動するぞと構えて読んでみると、結局そういうものには出会えないものです。全く感動はありませんでした。）他のめばしいものも読んでみようと思立ち、李白、杜甫、陶淵明、白居易と進んでいきました。1日1詩は、結果的にはペースが早すぎたようです。1日だけその詩を何とか覚えたつもりでも、何日かたって思い返そうとしてもまったく浮かんできません。つまり、私の脳力としてはついていけないのです。何ヶ月かたって見返してみると全く意味がわかりません。これではいかんと、やり方を変え、覚えた詩が10詩になるまで、毎日繰り返し、10詩に達したらまた10詩を覚えるまで毎日それを暗唱することにしました。これだとたしかに10詩をその時は覚えているがやはり何ヶ月かたつとほとんど忘却しています。こんなことで身につくのかと現在も心もとない状況です。

この方式は、陶淵明の途中から始めましたので、それ以前のはおそらくやっただけ無駄だった気がします。

荒草没前庭（陶淵明）

この句は、我が家の隣の空地が毎年8月頃草茫々になるのを見ると口をついて出ます。暗唱の成果があったようです。いろんなシチュエーションが漢詩に現れ、

人生の機微を詠ったものが多くあります。

白居易の詩に上陽白髮人というのがあります。これを訳は見ずに、初めて読んだ時、そこに出てくる玄宗皇帝の寵愛を受けることなく宮中で一生を送った美人の話に思わず涙が出ました。漢詩を読んで涙が出たのは初めてです。2回、3回と読み返すと、もうそういう感動は起こりません。どうも前広告なしにふっと出会って、その時周りが静かでその世界と自分の中の感性がぶつかった時感動が起こるようです。この年で改めて知った気がします。最近は日常生活の中で感動して泣くなどということは滅多にありません。通勤電車の中だったので非常に恥ずかしい思いをしました。

漢詩は、日本語の訳を見なくてはまず意味は取れないでしょうが、白居易の詩はたしかに恐ろしく平明にできているのに驚きました。だんだん読んでいるうちに漢文の構造も初歩的なものは頭に入ってきますので、字を知っていれば意味が取れる場合があります。これまでは、まず分かるはずはないと思っていましたが、それからは次の詩を読む時は何とか意味が分からないものかと中身を推測するようになりました。

字を覚えるのに役に立ちます（しかし、日本語として使われていないものが大部分であり、直接役立つというものではありません）が、詩を覚えること自体がよかったようです。詩というものは感情や意思や事実が凝縮されたものですから、何か感銘を受けます。日本語と漢語の違いは、詩にとっては本質的なものです。同じ意味でも日本語にするとただの散文であって、歯切れのよさや、調子は失われ詩ではなくなります。ある意味で不思議です。

脳力活性化、ボケ防止にも漢詩を覚えることをお勧めします。何回か繰り返しているとだんだん染み込んできます。『国家の品格』に語彙こそ思考力だと言っていました。言葉を覚えることはよいことのようにです。

一度覚えると漢詩の世界というものがあると実感します。詩人たちの頭脳には敬服します。彼らは、膨大な史書、教典を丸暗記しているだけでなく、自由自在に取り出せます。

我々が手にしている漢詩の世界は、後世到達可能なものではなく、まさにその時代の環境、精神が生み出した文化遺産のようなもので、あのような傑出した作品は多分二度と生れないのではないかという気がしてきます。

CMI 報告

トンネル補助工法に適用する
複合動的注入の研究

横澤圭一郎・近藤 亮

1. はじめに

近年、トンネル補助工法の進歩に伴い、未固結地山や小土被りといった条件を有する都市部のトンネル施工においても、経済的な優位性等から NATM が適用される事例が増えつつある。

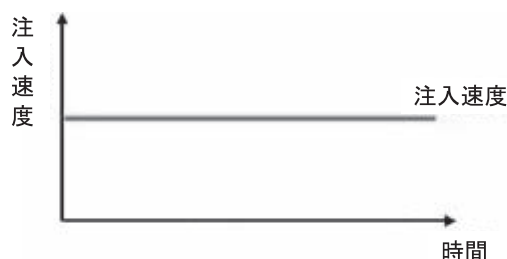
都市部の未固結地山に対して NATM を適用する場合には、地山の強度改良や止水改良を目的とした補助工法として、地山への注入が採用されることが多い。

従来の注入技術は、注入材の粒子径を小さくすることに開発の主眼が置かれてきたが、本研究では注入方式に目を向け、懸濁型の注入材をより浸透注入させる工法として、複合動的注入の研究を進めている。

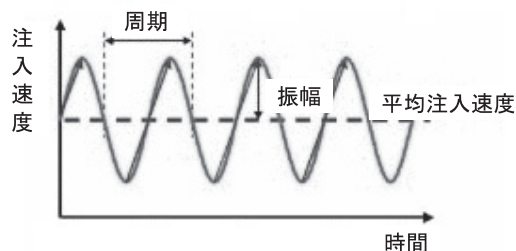
本報告では、未固結地山（砂層）を対象とした複合動的注入の効果と、その実用性について述べる。

2. 複合動的注入の特徴

注入には、注入速度を一定に保って行う静的注入（図—1）と、注入速度や注入圧を意図的に変化させる単動的注入（図—2）で注入されているのが実情である。

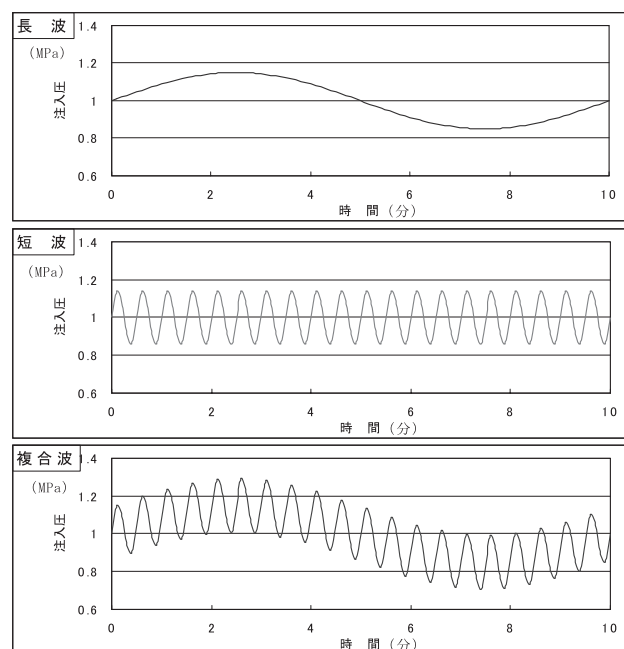


図—1 静的注入の概念図



図—2 動的注入の概念図

本研究の複合動的注入は、注入時における注入圧の振幅をより遠くまで伝える「長波（低周波）」と、注入材の粒子を分散させ局所的な凝集を防ぐ「短波（高周波）」を組合せた複合波による動的変動によって、従来の静的と単動的注入に比べ、より広い範囲の地山を改良する工法である（図—3）。

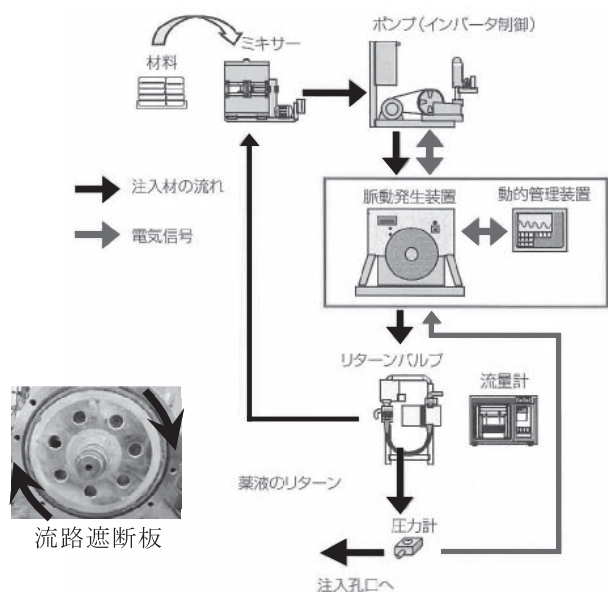


図—3 複合波の概念図

3. 複合動的注入の機械構成

複合波を発生させる機械的な原理（図—4）として、まず、ミキサーから送られた注入材は、注入ポンプに設置した動的周波数設定器（インバータ）の周波数を変えることで、流量を変化させ 0.5 Hz 以下の長波を発生させる。

次に、脈動発生装置の流路遮断板を回転させることにより、流量を変化させ 1 ～ 30 Hz の短波を発生させて、図—3 の概念図に示すような複合波となって注入孔へ送られる。



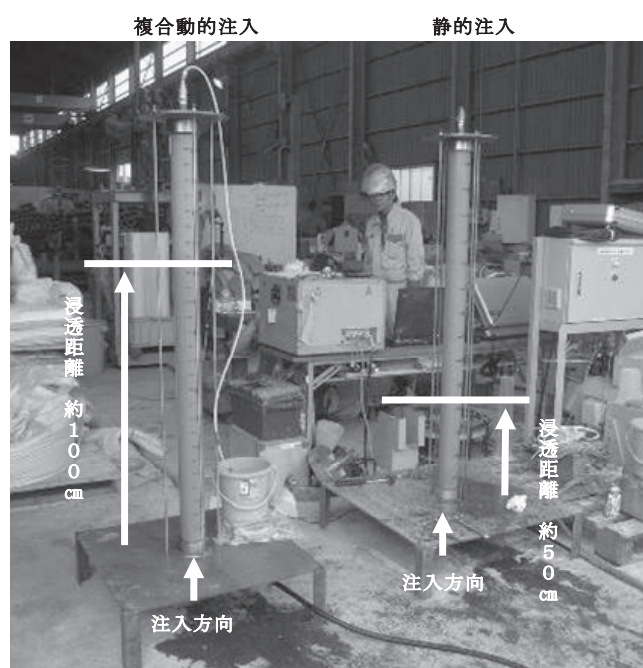
図—4 複合動的注入の機械構成

4. 室内試験による注入効果の確認

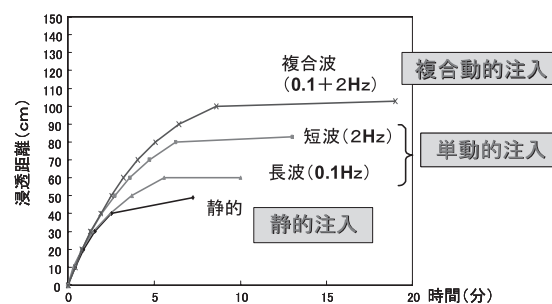
(1) 複合動的注入の効果確認

注入方式（静的・単動的・複合動的）による材料の到達距離を比較するため、一次元浸透試験用モールド（透明塩ビ製φ79 mm、L = 150 cm）に6号珪砂を詰め、各注入方式における浸透距離の経時変化を室内モデル試験（写真—1）にて比較した（図—5）。なお、注入材は、懸濁型（超微粒子スラグ）を使用した。

全ての室内モデル試験は0.1 MPaの圧力で注入を開始し、浸透距離の動きが止まった時点を試験終了とした。



写真—1 室内モデル試験の状況



図—5 浸透距離の経時変化（注入方式別）

(2) 最適な周波数の確認

注入方式毎の室内試験結果を受け、周波数の組合せによる材料の到達距離を比較し、複合動的注入として最も適した周波数の組合せを実験により確認した（表—1）。

表—1 周波数の組合せと浸透距離の関係（6号珪砂）

浸透距離 (cm)		長波 (Hz)			
		0	0.05	0.1	0.3
短波 (Hz)	0	64		75	
	2	87	114	118	110
	4	83	107	113	110
	6	81	94	97	102
	8			93	

また、最適な周波数と透水係数の違いによる比較を行うため、一次元浸透試験用モールド（透明塩ビ製）に8号珪砂を詰め、周波数の組合せによる材料の到達距離を比較した（表—2）。

表—2 周波数の組合せと浸透距離の関係（8号珪砂）

浸透距離 (cm)		長波 (Hz)		
		0	0.05	0.1
短波 (Hz)	0	19		26
	2		41	39
	4			38
	6		32	35
	8			29

(3) 室内試験結果のまとめ

注入方式（静的・単動的・複合動的）の違いによる浸透距離から以下のことが確認された。

- 単動的注入の浸透距離は、静的注入の1.2～1.6倍
- 複合動的注入は、静的注入の2倍

また、複合動的注入時の浸透距離に対して、最も効果的な周波数の組合せから以下のことが確認された。

- 6号珪砂：長波0.1 Hz、短波2 Hz
- 8号珪砂：長波0.05 Hz、短波2 Hz

そのため、透水係数の違う6号珪砂（透水係数： 2.82×10^{-2} cm/sec）と8号珪砂（透水係数： 2.86×10^{-3} cm/sec）との比較から、透水係数が小さい程、長波は小さい方が効果的であると考えられる。

5. 模擬地盤による注入効果の確認

(1) 砂層（互層）モデル試験

砂層（互層）を想定した模擬地盤モデルに注入（静的と複合動的）を行い、浸透度合いの差異を比較する目的でモデル試験を行った（写真—2）。なお、注入材は懸濁型（超微粒子スラグ）を使用した。

砂層（互層）モデル試験では、注入量（252 ml）と注入速度（4L/min）を一定とした定量注入を行った。

(2) 砂層（互層）モデル試験の注入状況

改良形状を比較すると、静的注入における出来形改良径は、1 m 程度（写真—3）であり、注入孔から不



写真—2 砂層（互層）模擬地盤によるモデル試験



写真—3 静的注入による試験結果（改良径：1 m）



写真—4 複合動的注入による試験結果（改良径：1.9 m）

均一に拡がった形状となっていたが、複合動的注入における出来形改良径は、1.9 m 程度（写真—4）と注入孔を中心とする円形状であった。これは、静的注入の約2倍の浸透距離を示し、面積に換算すると約4倍になることが確認された。

(3) 試験結果のまとめ

砂層（互層）モデル試験における複合動的注入の効果として、以下のことが確認された。

○浸透距離は、静的注入の約2倍（面積に換算すると約4倍）

○注入孔を中心とした広い範囲に均等かつ均質な改良

確認された効果から、未固結地山（砂層）を対象とした施工において、注入孔の間隔を広く設計することも可能となり、注入孔の減少による施工能率の向上が期待できると考えられる。

6. おわりに

複合動的注入工法の施工コストは、従来の静的注入とほぼ同等であり、その確認された効果（注入孔の間隔を広くすることも可能）から施工能率の向上が考えられる。

また、トンネル施工時の適用地盤としては、未固結砂層や砂礫層において、強度と止水性が必要な箇所を考えており、今後のトンネル補助工法（主に都市NATM）での効果に期待できるものとする。

最後に、本報告で述べた複合動的注入工法は、清水建設㈱、ライト工業㈱および㈱日本建設機械化協会施工技術総合研究所の三者による共同開発の成果である。研究開発に尽力いただいた各社の関係者の方々に、感謝の意を表するしだいである。

J C M A

〔筆者紹介〕

横澤 圭一郎（よこざわ けいいちろう）
 ㈱日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所
 研究第1部
 部長



近藤 亮（こんどう りょう）
 ㈱日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所
 研究第1部
 研究員



CMI 報告

油圧ショベルの燃費試験方法

佐藤 充弘・稲葉 友喜人

1. はじめに

1997年12月、京都で開催された「気候変動枠組条約第3回締約国会議（地球温暖化防止京都会議、COP3）」では、先進国から排出される温室効果ガスの具体的な削減数値目標や、その達成方法などを定めた「京都議定書」が合意された。

そのような情勢の中、国土交通省では、「建設施工の地球温暖化対策検討分科会」を設置し、建設施工における二酸化炭素排出低減に取り組んでいる。

建設施工における二酸化炭素の発生は、資材製造時のエネルギー消費、資材等の運搬、施工時の機械の燃料消費など多岐にわたるが、建設機械に関しては施工時における燃料消費量低減に関して、まずは燃料消費量の定量的な評価方法が必要であるという共通の認識があった。

これを受けて、(社)日本建設機械化協会では、二酸化炭素排出量寄与率の大きい油圧ショベル・ホイールローダ・ブルドーザについて、2000～2003年に各メーカーや関係者の協力を得て、燃料消費量試験方法（以下、「燃費試験方法」という）を検討し、2004年に(社)日本建設機械化協会規格（JCMAS）を制定した。その後、1年間の試行期間を経て、2007年に修正事項を反映した現在の燃費試験方法に改正された。

- JCMAS H 020：2007 土工機械－油圧ショベルの燃料消費量－試験方法
 - JCMAS H 021：2007 土工機械－ブルドーザの燃料消費量－試験方法
 - JCMAS H 022：2007 土工機械－ホイールローダの燃料消費量－試験方法
- 本報告は、JCMAS 化された3機種の燃費試験方法

のうち、油圧ショベルの検討経過から得られた成果の一部についてまとめたものである。

2. 燃費試験方法の必要性と基本的な考え方

建設機械の燃費試験方法としては、以下の規格の中に測定項目として存在していたが、油圧ショベル及びブルドーザは現在廃止されている。

- JIS A 8402 油圧ショベルの性能試験方法
- JIS D 6507 履带式ブルドーザ作業試験方法
- JIS A 8421-2 土工機械－ローダ－第2部：仕様書様式及び性能試験方法

これらの試験方法の問題点は、実作業であるために、試験結果は作業対象物の変化に大きな影響を受ける。また、作業対象物が土砂の場合は同一条件に再現することは極めて困難である。さらに、運転員の技量に左右される要素が大きい。

従って、燃費試験方法の検討にあたっては基本的な考え方を次のとおりとしている。

- 作業対象物に左右されない
- できるだけ運転員による差を小さくする
- 車両としての代表的な作業を網羅する
- 作業量当たりの燃料消費量が評価できる
- 試験に要する設備・費用・時間が過大とならない

3. 油圧ショベルの燃費試験方法に関する実験結果

油圧ショベルの燃費試験方法を確立するために、上記2の基本的な考え方を踏まえながら主要メーカー6社の0.5 m³級及び0.8 m³級の油圧ショベルを用いて燃費試験に関する種々の実験を行った。その中から一部の実験結果について報告する。

本報告に係る実験実施項目は次のとおりである。

- 掘削積込実験；均質に調整した土を用いた溝掘り・90度旋回ダンプ積込み
- 模擬作業実験；負荷バケット(掘削土量に相当するおもり付バケット)装着による掘削積込実験の模擬動作
- ならし動作実験；ブームとアームを用いたならし動作
- 低速度段走行実験；低速度段での直線走行

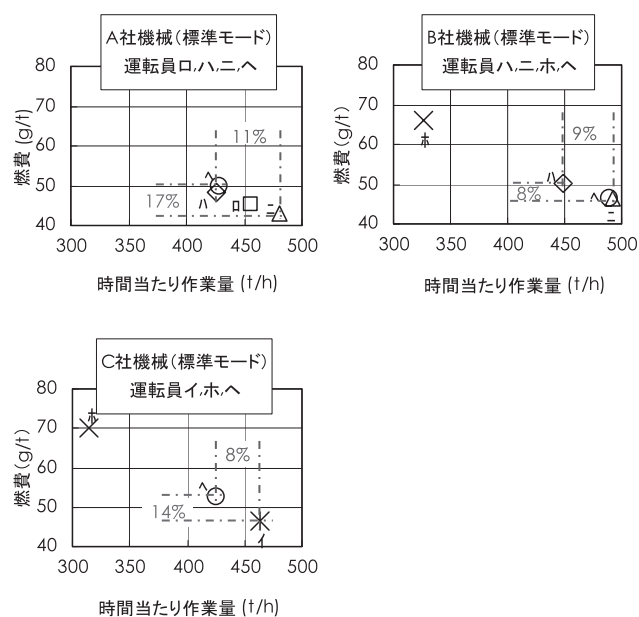
(1) 運転員の違いによるばらつき

安定した再現性のある燃費試験方法とするためには、運転員の違いによる諸量のばらつきを把握しておく必要がある。

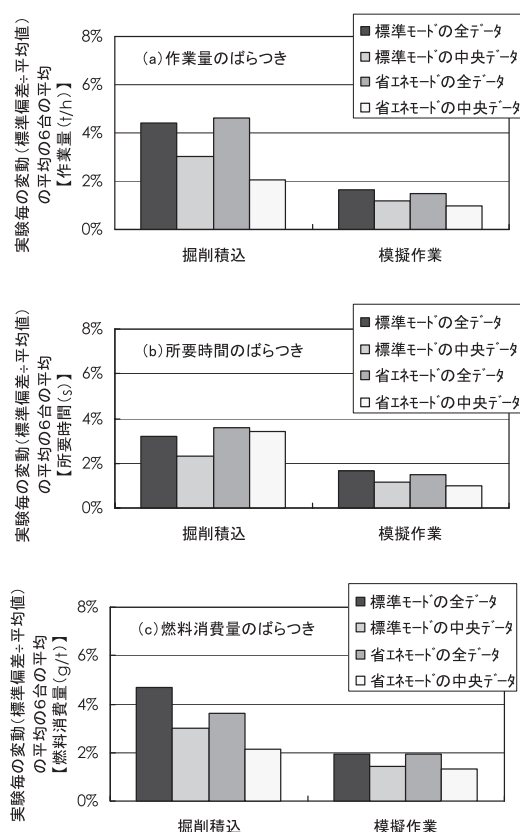
図－1は、0.8 m³級の油圧ショベルを用いて、同一機械

に対して運転員の違いによる掘削積込実験での作業量(t/h)及び燃費(g/t)のばらつきについて示したものである。

図より、作業条件が同じ場合、技量が同程度のグループでも燃費の差は運転員の違いによるところが大きい。



図一 油圧ショベルの作業燃費のばらつき



補足・掘削積込は4サイクル/回×4回、模擬作業は5サイクル/回×5回実施
 ・全データは掘削積込で4回、模擬作業は5回すべてのデータ
 ・中央データは平均的なサイクルタイム(s)3回のデータ

図二 実験における各種ばらつき

(2) 掘削積込実験と模擬作業実験のばらつき

安定した再現性のある燃費試験方法とするためには、諸量のばらつきをできるだけ小さなものとする必要がある。

図一2は、0.8 m³級の油圧ショベルによる掘削積込実験と模擬作業実験における各種ばらつきについて示したものである。

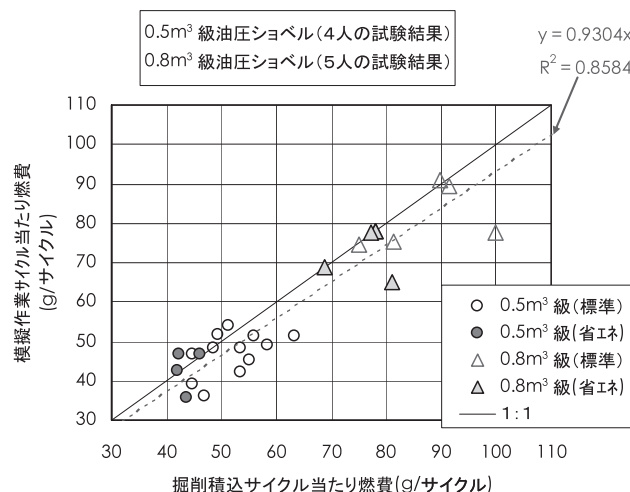
図より、模擬作業実験のばらつきは、作業量(t/h)、所要時間(s)、燃料消費量(g/t)すべてにおいて、掘削積込実験よりも半分程度小さいことがわかる。

(3) 掘削積込実験と模擬作業実験の相関

燃費試験方法の基本的な考え方から、①作業対象物に左右されず、②運転員による差を少なくし、③試験に要する設備・費用・時間が過大とならない方法とするためには、実際の土を用いた掘削積込試験よりも模擬作業試験のほうが①～③のすべてで優位である。

図一3は、0.5 m³級及び0.8 m³級の油圧ショベルによる掘削積込実験と模擬作業実験のサイクル当たり燃費(g/サイクル)を比較したものである。

図より、燃費の絶対量では、掘削積込燃費に対して模擬作業燃費が数%低い値を示すが、相関性は十分認められる。



図三 油圧ショベルの掘削積込と模擬作業の比較

(4) 負荷バケットと空バケットの相関

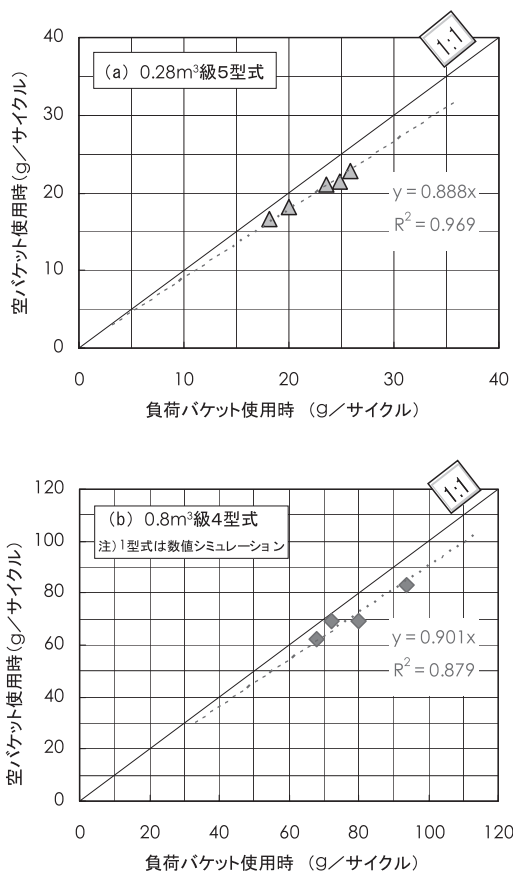
本報告における模擬作業時のバケットには、掘削土量に相当するおもりが負荷されている。しかし、おもり付きの負荷バケットを燃費試験方法に採用すると、負荷バケットの準備や機械への付け替え作業が追加されることになる。

図一4は、0.28 m³級及び0.8 m³級の油圧ショベルによる負荷バケット装着時と空バケット装着時のサイクル当たり燃費(g/サイクル)を比較したものである。

(JCMAS H 020 : 2007 土工機械－油圧ショベルの燃料消費量－試験方法 の解説より引用)

図より、燃費の絶対量では、負荷バケット使用時に対して空バケット使用時のほうが数%低い値を示すが、相関性は十分認められる。

そのため、現在の油圧ショベル燃費試験方法は、空バケットによる模擬作業試験ということで確立された。



図－4 油圧ショベルの負荷・空バケットの比較

(5) 省エネモードの効果

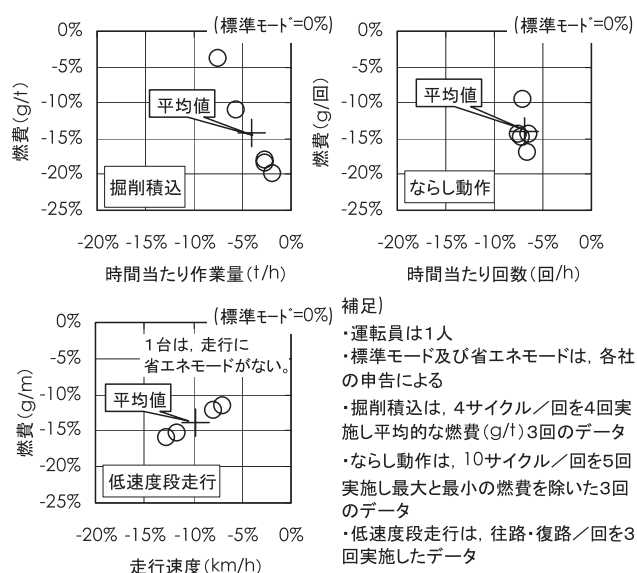
省エネモードとは、0.28 m³ 級以上の油圧ショベルに概ね設定されている機能で、作業量を重視する標準モードに対して燃費を重視するモードとなっている。

図－5 は、0.8 m³ 級の油圧ショベルによる掘削積込、ならし動作及び低速度段走行実験時の標準モードに対する省エネモードの効果を示したものである。

図より、省エネモードによる燃費（単位仕事量当たり燃料消費量）向上は、3 種類の実験すべてにおいて認められる。また、燃費向上に対する時間当たり作業量の低下は少ないことがわかる。

4. おわりに

油圧ショベルの燃費試験方法を確立するために、当



注) 6台の内1台は、標準モードそのものが省エネモードと同等であったため除外。

図－5 油圧ショベルの省エネモード効果

研究所の敷地内に6社の建設機械を一堂に集め、実際の油圧ショベルを用いた実験を行い、データを解析した。

本報告では、上記のデータから現在の油圧ショベル燃費試験方法に至った根拠の一部を示した。また、実験により付随する省エネ効果についても触れた。

今後、ハイブリッドシステムなどの省エネ技術が一般的に導入されるようになると、実際に省エネ効果のある技術が適切に評価されるよう燃費試験方法を見直していく必要がある。

当研究所としては、今後も建設業界の第三者機関として各メーカーや関係者のご協力のもと、業界として取り組むべき課題を克服するための一助となることができれば幸いである。

JCMMA

【筆者紹介】



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



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

新工法紹介 機関誌編集委員会

05-65	SAVE-SP 工法 (砂圧入式静的締固め工法)	不動テトラ
-------	-----------------------------	-------

▶ 概 要

地中に砂などを圧入することで地盤を締固めるサンドコンパクションパイル (SCP) 工法は、締固め・圧密排水・せん断強度増加等複数の機能を有するため様々な地盤条件に適用されている。しかしながら大型施工機を用いるため、舗装など既設構造への損傷や施工ヤードの確保といった周辺環境への負荷が問題となる。

不動テトラでは、これらの問題に対処しつつ砂による地盤の締固めを可能にするため、流動化砂を小型施工機で地中に圧入する SAVE-SP (SAVE-SandPress) 工法を開発した。

圧入する材料は SCP 工法などに用いられる砂で、プラントにて流動化剤とともに混練されポンプ圧送可能となった砂 (流動化砂) は、所定の深度まで貫入された小径ロッドを通して地中に排出・圧入され、周囲の地盤を締固める。なお、圧送された砂の流動性状は、排出時の脱水および添加された遅効性塑性化剤の作用で消失し、良好な地盤を形成する。

本工法は材料の搬送をポンプ圧送としたことで、大型施工機や補助機械 (ショベルドーザー等) が不要で、小型施工機のみでの施工を実現している。また小径ロッドの貫入は、舗装など既設構造の損傷を最小限に抑えることが可能である。これらにより狭隘地や既設構造物直下など、これまで適用困難であった条件下での地盤の締固めが可能となった。

▶ 特 徴

①小型施工機による施工

5 m × 2.5 m の超小型施工機やボーリングマシンで施工するため、狭隘地や栈橋上での施工が可能。移動も容易で、空港などでの緊急待避にも対応できる。

②既設構造直下への適用

φ 100 mm 程度のロッドを使用するため、既設の舗装、岸壁構造や埋設物には φ 150 mm 程度の削孔だけで施工できる。施工後の修復も容易である。

③無振動・低騒音

振動式 SCP のようにバイプロを使用しないので、静かに地盤を締固めることが可能。

④環境負荷低減

自然材料 (砂) を使用するため環境にやさしく、地盤になじみやすい。

⑤経済性

狭隘地や既設舗装直下に対応する既存の液状化対策と比較し、経済的である。

▶ 用 途

- ・狭隘地での地盤の締固め (液状化対策等)
- ・既設構造物直下の地盤の締固め (液状化対策等)

▶ 実 績

- ・試験施工 3 件

施工深度 15 m φ 700 ピッチ 1.4 m (改良率 20%)

改良効果 事前 N 値 10 事後 N 値 20 程度

他



写真1 流動化砂



写真2 システム全景

左から、超小型施工機、バックホウ、プラント、圧送ポンプ
右上はボーリングマシン

▶ 問 合 せ 先

(株)不動テトラ 技術開発統轄部 技術開発部

〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町 7-2

Tel : 03(5644)8533 (技術開発部直通)

新工法紹介 機関誌編集委員会

04-307	超音波加湿養生システム 「モイストキュア」	大林組
--------	--------------------------	-----

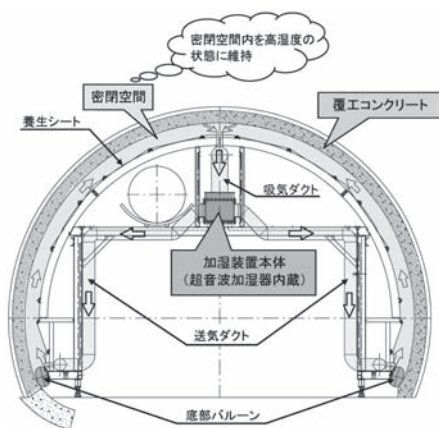
▶ 概 要

近年、供用中のトンネルの覆工コンクリート剥落事故を契機として、覆工コンクリートの高品質化、高耐久性化が強く求められている。特に、トンネル施工段階では、供用後の剥離・剥落の要因となるコンクリートのひび割れを如何に防ぐかが重要となる。

一般的にトンネル新設工事では、掘削中のトンネル内は温度が安定し、湿潤状態が保たれるという理由から、型枠取外し後の覆工コンクリートには特別な養生は実施されていない。また、工期や経済性の観点から、養生期間を長く設けず、コンクリート打設翌日に型枠を取外すことが標準とされていた。このため、掘削中の換気や貫通後の通風などの影響によって生じる、型枠取外し後のコンクリート表面の急激な乾燥や温度の降下などが、コンクリートひび割れの大きな要因となっていた。

超音波加湿養生システム「モイストキュア」は、型枠取外し後の覆工コンクリート表面に、養生シートによって外気と遮断された密閉空間を作り、この密閉空間内を超音波加湿器により高湿度の状態に維持する覆工コンクリート養生システムである。

本システムをトンネル新設工事に適用することで、コンクリートの乾燥収縮ひび割れや温度ひび割れが抑制され、構造物の高品質化と耐久性の向上が実現可能となる。



図一 「モイストキュア」概要図

▶ 特 徴

①最適な養生環境の形成

- ・超音波加湿器で生成した飽和水蒸気を循環・供給するシステム

ムであり、効率的に密閉区間内の湿度を高めることで、湿度を90%以上の高い状態に保持する。

- ・風量調整機能を備えた送気口と吸気口を多数配置することで湿度の均一化を図り、密閉空間内全域で最適な養生環境を形成する。

②構造物の高品質化と耐久性の向上

- ・脱型後の覆工コンクリートの急激な乾燥や温度降下を防止することで、乾燥収縮ひび割れや温度ひび割れを抑制する。
- ・湿度を高めてコンクリートの水和反応を促進させることで、コンクリートの強度増進や緻密化を図り、構造物の高品質化と耐久性の向上を実現する。

③施工の合理化と安全性の確保

- ・自動運転制御機能を備えた加湿器を一箇所に集約配置しているので、メンテナンスが容易である。
- ・循環空気湿度と温度を、運転制御盤上でリアルタイムに確認できるので、管理に手間を要しない。
- ・密閉空間は保温性が高いことから、ヒーター等の加温設備による温度調整を必要としない。
- ・消費水量が最大120ℓ/日と少ないことから、路盤の泥濘化等の問題は発生しない。
- ・水蒸気を密閉空間内に供給しているため、坑内の視界は良好である。



写真一 「モイストキュア」施工状況

▶ 用 途

- ・山岳トンネル新設工事における二次覆工コンクリートを対象とする。

▶ 実 績

- ・道路トンネル工事（2車線）2件

▶ 問合せ先

(株)大林組 土木本部生産技術本部トンネル技術部

〒108-8502 東京都港区港南2-15-2 品川インターシティ B棟

Tel : 03(5769)1319

新機種紹介

機関連編集委員会

▶ 〈02〉掘削機械

09-〈02〉-01	日立建機 油圧ショベル（ホイール式） ZX145W-3	'09.01 発売 新機種
------------	-----------------------------------	------------------

環境適合性、低燃費生産性、居住性、安全性、耐久性などの向上と、車両遠隔管理によるユーザサポートの充実を図って開発された油圧ショベルである。日米欧の排出ガス3次規制に対応するエンジンを搭載し、HIOS II 油圧システムの効率の良い制御によって、従来機 ZX125W 比で作業量 8% アップ、けん引力 35% アップ、作業燃費 6% 低減を実現している。

オートアイドル機構の搭載のほか、作業内容に応じてハイパワー／パワー／エコノミのパワーモードを、また、作業種別によって掘削／アタッチメントの作業モードを細かく選択できるようにして低燃費化を図っている。フロント油圧サスペンションの採用や、ガラス面積と足元スペースを拡大した ROPS キャブの搭載によって居住性と安全性を確保しており、作業時には、オートアクスルロックモードの選択により、アクセルペダルから足を離すとフロントアクスルシリンダが自動的にロックされるシステム（特許出願中）を搭載して作業安定性を高めている。さらに、ブレーキペダルの操作でブレーキ作動、作動保持、解除ができるブレーキ保持システム（特許出願中）を搭載しており、従来機の作業ブレーキ切替え操作を不要としている。後方監視カメラ、送風音低減の HS ラジエータファン、アルミ製インターラ／ラジエータ／オイルクーラ／エアコンコンデンサ、旋回揺り返し防止弁、ロックレバー&ニュートラルエンジンスタート機構、緊急用のエンジン停止スイッチ、機械盗難防止・テンキーロックシステム、樹脂製部材の材料名表示などを採用して、環境対応や安全性の向上に配慮している。旋回体フレームに D 形閉断面構造を採用、下部走行体シャーシフレーム断面積を拡大、ブームとアームのジョイント部およびアームシリンダ部の含油（HN）ブッシュに固体モリブデン系潤滑剤を追加、アーム先端とバケットの連結部の接触面に WC 溶射を実施などで耐久性向上を図っている。燃料ダブルフィルタ、エンジンオイルフィルタ、パイロットフィルタ、ブレーキオイルフィルタを地上から点検・交

換できる位置に集約配置、旋回ベアリングの集中給脂、エンジンオイルパンにドレンカブラを装備などのほか、エンジンオイル交換間隔 500 h（この間無補給）、作動油交換間隔 5,000 h に延長してメンテナンス性を向上している。

表—1 ZX145W-3 の主な仕様

標準バケット容量	(m ³)	0.5
運転質量	(t)	15.4
定格出力	(kW (ps) / min ⁻¹)	90.2 (123) / 2,200
最大掘削深さ×同半径	(m)	5.05 × 8.75
最大掘削高さ	(m)	9.96
最大掘削力（バケット）	(kN)	99
作業機最小旋回半径／後端旋回半径	(m)	1.85/1.85
走行速度 高速／低速／微速	(km/h)	38.0/8.6/2.2
登坂能力	(度)	35
最低地上高	(m)	0.3
タイヤサイズ（2 軸 8 輪）	(-)	10.00 - 20 16PR
全長×全幅×全高	(m)	7.96 × 2.48 × 3.29
価格	(百万円)	17,535

(注) (1) 全長×全幅×全高の寸法は、フロントバケット台＋リヤブレード装着時で示す。

(2) 全幅寸法はバックミラーを除く。

(3) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。

(4) 国土交通省・超低騒音型建設機械（申請中）。

(5) 車両遠隔管理システム（e-Service Owner's site）を搭載。

09-〈02〉-02	IHI 建機 ミニショベル（超小旋回形） 50VZ	'09.02 発売 モデルチェンジ
------------	---------------------------------	----------------------

管工事、宅地造成工事など狭隘な現場で使用される超小旋回形ミニショベル 50Z について、環境適合性、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 50VZ である。

作業機ホースはアーム内装式とし、アーム・オフセットシリンダと平行リンクは上下に重なるように配置して狭い溝掘削作業を容易にし、また、運転席側に配置して視認性を高めている。作業機操作レバーはジョイスティック式で、排土板レバーには走行 2 速切換えスイッチを設けて整地作業などで便利にしている。旋回自動駐車ブレーキ、走行自動駐車ブレーキを備えており、坂道や輸送時における安全性を確実にしている。山形トラックフレームを採用して泥落しを容易にし、カートリッジ式作動油フィルタを採用して交換作業を簡単にしている。

オプションとして、クレーン仕様（0.9 t 吊り）を確立している。



写真—1 日立建機 ZX145W-3 油圧ショベル（ホイール式）

新機種紹介



写真－2 IHI 建機 50VZ ミニショベル（超小旋回形）

表－2 50VZ の主な仕様

標準バケット容量	(m ³)	0.2
機械質量	(t)	5.4
定格出力	(kW (ps)/min ⁻¹)	28.3(38.5)/2,400
最大掘削深さ×同半径	(m)	4.10 × 5.80
最大掘削高さ	(m)	6.5
最大掘削力（バケット）	(kN)	37.1
作業機最小旋回半径／後端旋回半径	(m)	1.00/1.00
バケットオフセット量 左／右	(m)	0.795/0.715
走行速度 高速／低速	(km/h)	4.3/3.0
登坂能力	(度)	30
接地圧	(kPa)	31.2
全長×全幅×全高	(m)	5.155 × 1.99 × 2.56
価格	(百万円)	7.644

(注) (1) キャノピ・ゴムクローラ仕様について示す。
(2) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
(3) 国土交通省・低騒音型建設機械。

▶ 〈03〉 積込機械

09-〈03〉-01	キャタピラージャパン ホイールローダ CAT 930H	'09.02 発売 新機種
------------	-----------------------------------	------------------

土木作業、除雪作業などのバケット作業のほか、フォーク作業にも幅広く使用されるホイールローダとして、環境適合性、生産性、操作性、居住性、安全性、メンテナンス性などの向上と、車両遠隔管理システム搭載によるユーザサポートの充実を図って開発された新機種である。箱形断面構造の1本アームを採用して視認性や耐久性を高めるとともに、アーム機構にバケットやフォークをあらゆる高さで水平保持し易いパラレルリンク式を採用して多様な作業への対応を可能にしている。

熱源、騒音源であるエンジンと冷却システムを隔壁分離して冷却

効率と遮音性を確保し、さらに、油圧モータ駆動の変速スピード冷却ファンを採用して燃費と騒音の低減を図っている。また、エンジンは、オーバヒートの兆候を感知して出力を自動的に50%（最大）に絞る保護機能や、トランスミッションが中立時にしか始動できないニュートラルエンジンスタート機構を搭載して、損傷防止や安全確保に配慮している。油圧システムでは、ステアリング操作や作業装置にかかる負荷を感知し、油量配分を最適にコントロールするロードセンシングハイドロリック&ステアリングシステムを採用しており、また、コントロールバルブでは、チルト・リフトの連動操作がし易いパラレル回路を採用している。作業機操作レバーはジョイスティック式で、グリップ部に前後進切替やダウンシフトスイッチなどを備えてコントロール機能を集約している。スムーズな変速を実現するクラッチ圧制御システムを搭載したトランスミッションでは、オートマティック／アグレッシブモード（パワー重視）、オートマティック／エコノミモード（燃費重視）、マニュアルの3ポジションのシフト機能の選択ができるようにしている。フロントアクスルには、走行速度12 km/h 以下の時に左ブレーキペダル横のデフロックペダルを踏むことで作動するデフロック機能を搭載して、けん引



写真－3 キャタピラージャパン CAT930H ホイールローダ

表－3 CAT930H の主な仕様

標準バケット容量	(m ³)	2.5
運転質量	(t)	12.8
定格出力	(kW (PS)/min ⁻¹)	111 (151)/2,300
ダンピングクリアランス×同リーチ		
（バケット45度前傾）	(m)	2.87 × 0.965
最大掘起力（バケットシリンダ）	(kN)	134
最高走行速度	(km/h)	(F4/R3) 38.3/24.1
最小回転半径（最外側）	(m)	5.905
登坂能力	(度)	25
軸距×輪距（前後輪共）	(kPa)	2.90 × 1.86
最低地上高	(m)	0.41
タイヤサイズ	(－)	20.5－25－16PR (L3)
全長×全幅×全高	(m)	7.575 × 2.55 × 3.295
価格	(百万円)	22.995

(注) (1) ROPS/FOPS キャブ、走行振動抑制装置（ライドコントロールシステム）を搭載。
(2) 箱型構造アームを採用。
(3) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
(4) 国土交通省・低騒音型建設機械（申請中）。
(5) 車両遠隔管理システム（Product Link Japan）を搭載。

新機種紹介

力をフルに発揮できるようにしている。車両後部のラジエータ冷却ファンユニットをヒンジ開閉式にして点検や清掃を容易にし、日常点検が必要なフィルタ類はエンジンルーム右側の地上からサービスができる位置に集中配置してメンテナンス性を良くしている。

オプション仕様として、バケットやフォークなどの作業装置を、運転席から簡単に交換できる簡易脱着装置を用意している。

▶ 〈05〉 クレーン、インクラインおよびウインチ

08-〈05〉-10	加藤製作所 ラフテレーンクレーン(伸縮ブーム形) MR-250R ほか	'08.11 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

不整地現場や都市部などの狭隘現場で使用される油圧伸縮式ジブを装備したラフテレーンクレーン MR-250R PREMIUM (25 t 吊り) と SL-700R PREMIUM (70 t 吊り) の2機種で、環境適応性、作業性、安全性、信頼性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。

MR-250R のブーム格納時の走行姿勢は前方傾斜のスラントブーム形式を採用して左方、前方、上方の視界を良くしており、左前方確認カメラや後方確認カメラを装備してブーム真横や直近の部分ならびに後方をカラーモニターで確認できるようにしている。SL-700R では左方確認カメラ、後方確認カメラ、ウインチ確認カメラ (MR-250R はオプション) を装備しており、安全や作動をカラーモニターで確認できるようにしている。両機とも操作レバーは油圧パイロット式を採用して操作力軽減を図っており、巻上装置 (ウインチ) および旋回装置は油圧モータ駆動・減速機付 (ネガティブブレーキ内蔵) としている。タッチパネル式カラーディスプレイを備えており、フック移動距離の表示や数値設定による作業範囲制限をすることができる。また、ブーム起伏低速切換スイッチが設けられて、目標地点への荷寄せ作業などで便利にしている。MR-250R の巻上装置は高低速切換え式として、高速巻下げ機能 (ロープ速度 154 m/min (4 層目)・無負荷) を追加しており、SL-700R の旋回装置は高低速切換え式として安全性を向上している。

両機の走行駆動方式は、自動ロックアップクラッチ付トルクコンバータ、全自動および手動変速式変速機を採用している。MR-250R の前後車軸は2段減速機付駆動軸で、懸架装置には油圧ロックシリンダ付コイルスプリングを採用している。SL-700R の車軸は前前軸、前後軸および後後軸が減速機、デフロク付の駆動軸で、懸架装置には油圧ロックシリンダ付ハイドロニューマティックサスペンションを採用している。両機のステアリング装置は全油圧パワーステアリング式 (逆ステアリング補正機構付、後輪ステアリングロック装置付、緊急用かじ取り装置付) で、MR-250R はノーマル (前2輪) /カウンタ/クラブ/リヤ (後2輪) /前後輪独立の5モードを、SL-700R はノーマル (前4輪) /カウンタ/クラブ/リヤ (後4輪) /前後輪独立の5モードを設定している。ブレーキ装置では、MR-250R の主ブレーキは空気油圧複合式を、駐車ブレーキは空気式・推進軸制動内括式を、補助ブレーキは排気ブレーキ、作業用補助制

動装置を、また、SL-700R の主ブレーキは空気式を、駐車ブレーキは空気式車輪制動形スプリングブレーキ (2・3 軸) を、補助ブレーキはパワータードエンジンブレーキ、流体式リターダ、作業用補助制動装置を採用している。

両機における安全装置として、過負荷防止装置・音声警報装置付、旋回自動停止装置、ブーム起伏緩停止装置、ブーム伸張緩停止装置、作業範囲制限装置、アウトリガ張出幅自動検出装置、ブーム起伏自然降下防止装置、ブーム伸縮自然降下防止装置、ジブ起伏自然降下防止装置、ジブ伸縮自然降下防止装置、過巻防止装置、ドラムロック装置 (補巻)、ドラムホールド安全装置、自動ブレーキ装置、乱巻防止装置、油圧安全弁、アウトリガロック装置、旋回ロック装置、旋回警告灯、作動油オーバーヒート警報装置、作動油フィルタ目詰まり警報装置などを装備して安全性を高めている。

表—4 MR-250R ほかの主な仕様

	MR-250R	SL-700R
吊上げ能力 ブーム／+ジブ (t) × (m)	25 × 2.8/3.0 × 9.5	70 × 2.5/4.0 × 15.4
最大地上揚程 ブーム／+ジブ (m)	29.0/37.3	45.5/62.7
最大作業半径 ブーム／+ジブ (m)	26.0/29.1	40.0/41.6
ブーム長さ (6 段) / ジブ長さ (m)	6.7 ~ 28.0/5.4 ~ 8.2	10.0 ~ 44.5/8.3 ~ 17.5
ブーム起伏角度 / ジブ傾斜角度 (度)	-10 ~ 83/7 ~ 60	0 ~ 84/7 ~ 60
旋回角度 (度)	360	360
車両総質量 (乗車定員 1 名) (t)	24.545	41.145
最大出力 (kW/min ⁻¹)	200/2,600	272/2,000
最高走行速度 (km/h)	F4/R1 (Hi/Lo 切換付) 49	F6/R2 49
登坂能力 (tan θ)	0.6	0.54
最小回転半径 2 輪 [4 輪]		
操向 / 4 輪 [8 輪] 操向 (m)	8.3/5.0	[11.6] / [6.84]
後端旋回半径 (m)	2.43	3.55
フロントオーバーハング / リヤオーバーハング (m)	3.515/2.12	3.95/2.15
軸距 × 輪距 (前後輪共) (m)	3.54 × 1.965	(1.5+3.8+1.5) × 2.54
タイヤサイズ	385/95 R25 170E ROAD	385/95 R25 170E ROAD
アウトリガ張出幅 (H 型) 最大 / 中間 / 中間 / 最小 (m)	6.0/5.2/4.4/3.4/2.09	7.6/7.2/6.5/5.4/ 4.3/2.69
全長 × 全幅 × 全高 (走行姿勢) (m)	9.175 × 2.395 × 3.40	12.9 × 2.99 × 3.74
価格 (百万円)	40.95	91.35

- (注) (1) MR-250R のキャリヤは2輪駆動 (4 × 2) ・4輪駆動 (4 × 4) の切換式。
(2) SL-700R のキャリヤは常時前4輪駆動 (8 × 4) ・6輪駆動 (8 × 6) の切換式。
(3) MR-250R の後端旋回半径はスライドシープブラケット部で示す。
(4) ブームは箱型6段油圧伸縮式 (2・3段同時、4・5・6段同時)。
(5) ジブ長さ: MR-250R は2段伸縮、SL-700R は3段伸縮。
(6) MR-250R、SL-700R は特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
(7) MR-250R、SL-700R は国土交通省・低騒音型建設機械。

新機種紹介



写真—4 加藤製作所 SL-700R PREMIUM ラフテレーンクレーン

08-(05)-11	タダノ ラフテレーンクレーン(伸縮ブーム形) GR-600N (Ⅱ)	'08.11 発売 新機種
------------	--	------------------

不整地現場や都市部などの狭隘現場で使用されるジブ装備のラフテレーンクレーンで、4軸キャリアの採用と車両の軽量化、ブームオーバハングの短縮(運転席から走行姿勢におけるブーム先端までの長さ)、車両全幅の縮小などを実現しており、同時に、環境適応性、作業性、安全性、信頼性などの向上を図ったものである。

ラウンド形状ブームを採用して軽量・高強度化を実現し、ブーム先端に2方向の広角カメラ装備や高輝度LEDライトの装備によって安全性を向上している。ジブの張出しにおいては新張出し機構(SACO Jib)を採用して高所作業を少なくし、省スペースでの展開・格納をスピーディに行えるようにしている。巻上装置は油圧モータ駆動遊星歯車減速式、自動ブレーキ、高速巻下げ機能付きで、主巻・巻下げ速度(標準:125m/min(5層)、高速:190m/min(5層))、補巻巻下げ速度(標準:110m/min(3層)、高速:165m/min(3層))を実現している。旋回装置は油圧モータ駆動遊星歯車減速式、旋回フリー/ロック切換式、ネガティブブレーキ付きとして安全を確保している。

走行駆動方式は、自動ロックアップ機構付トルクコンバータ、全自動および手動変速式変速機、2段減速式車軸(2, 3, 4軸)を採用している。また、懸架装置には油圧ロックシリンダ付ハイドロニューマティックサスペンションを採用している。ステアリング装置は全油圧パワーステアリング式(後輪ステアリングロック装置付、緊急用かじ取り装置付)を、ブレーキ装置では、主ブレーキは空気油圧複合式を、駐車ブレーキは機械式推進軸制動内拡式(2, 4軸)を、補助ブレーキは流体式リターダ、排気管開閉弁式排気ブレーキ、作業用補助制動装置を採用している。

安全装置として、過負荷防止装置、旋回自動停止装置、ブーム起伏緩停止装置、ブーム過巻防止装置、作業領域制御装置、アウトリガ張出幅検出装置、油圧安全弁、伸縮シリンダ油圧ロック装置、起伏シリンダ油圧ロック装置、ジブ伸縮シリンダ油圧ロック装置、パワーチルトシリンダ油圧ロック装置、ジャッキシリンダ油圧ロック装置、旋回ロック装置、エンジンオーバーラン警報装置、オーバーシフト防止装置、駐車ブレーキ警報装置、ステアリング回路用フィルタ目詰まり警報などを装備して安全性を高めている。



写真—5 タダノ GR-600N (Ⅱ) ラフテレーンクレーン

表—5 GR-600N (Ⅱ) の主な仕様

吊上げ能力	ブーム/ +ジブ	(t) × (m)	60 × 2.8/4.0 × 6.4
最大地上揚程	ブーム/ +ジブ	(m)	45.2/58.0
最大作業半径	ブーム/ +ジブ	(m)	36.0/40.2
最大作業半径(前方100度の範囲)	ブーム/ +ジブ	(m)	40.0/47.5
ブーム長さ(6段)/ジブ(2段)長さ		(m)	9.8 ~ 44.0/8.0 ~ 12.7
ブーム起伏角度/ジブ傾斜角度		(度)	0 ~ 84/5 ~ 60
旋回角度		(度)	360
車両総質量(乗車定員1名)		(t)	41.295
定格出力		(kW/min ⁻¹)	275(374)/1,800
最高走行速度	F4/R1(Hi/Lo付)	(km/h)	49
登坂能力		(tan θ)	0.46
最小回転半径	8輪操向/前4輪操向/後4輪操向	(m)	7.55/11.5/14.34
後端旋回半径		(m)	3.55
フロントオーバハング/リヤオーバハング		(m)	4.085/1.73
軸距×輪距(前後輪共)		(m)	(1.5+4.0+1.5) × 2.33
タイヤサイズ		(-)	385/95 R25 170E ROAD
アウトリガ張出幅(H型)			
最大/中間/中間/最小		(m)	7.6/7.2/5.28/4.28/2.36
全長×全幅×全高(走行姿勢)		(m)	12.815 × 2.78 × 3.75
価格		(百万円)	78.75

(注) (1) 4軸8輪(後4輪駆動(8×4)・6輪駆動(8×6)切換式)キャリアにブーム(6段)油圧伸縮式(2・3段同時、4・5・6段同時)、ジブ(2段)油圧伸縮式を装備。
(2) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
(3) 国土交通省・低騒音型建設機械。
(4) 車両遠隔管理システム(HELLO-NET Owner's Site)を搭載。

新機種紹介

▶ 〈16〉 高所作業車, エレベータ, リフトアップ工法,
横引き工法および新建築生産システム

09-〈16〉-02	アイチコーポレーション 自走式高所作業車 (混合ブーム形) SP14C	'09.02 発売 新機種
------------	---	------------------

建築工事, メンテナンス工事, 設備工事などに使用される先端屈折アーム付きの自走式高所作業車で, 不整地走行, 高さ制限 (2 m) のある現場への進入性などの向上を図って開発された新機種である。

油圧ホース, 電源ケーブルをブーム内装とし, 送油送電部のカートリッジ方式やエンジン部床面のスイング機構の採用によりメンテナンス性を向上している。

安全装置として, 油圧系安全装置, 車体傾斜角警報装置, 走行速度規制装置, 作動停止装置, フートスイッチ, 旋回ロック装置, 非常用ポンプ, フートスイッチキャンセルシステム, 走行警報装置, セーフティスイッチ, 自己故障診断装置, レバーガード, 燃料残量警告装置, エンジン水温・油圧警報装置, 下部操作可能スイッチなどを備えて安全を確保している。

表ー6 SP14C の主な仕様

最大積載荷重 (2 名)	(kg)	250
最大地上高	(m)	13.9
最大作業半径	(m)	12.7
床内側寸法 長さ×幅×高さ	(m)	0.865×1.765×1.10
首振り角度 左/右	(度)	90/90
ブーム (3 段) 長さ/同起伏角度	(m)/(度)	5.2~11.2/-7~70
屈折アーム長さ/同起伏角度	(m)/(度)	1.75/-70~60
旋回角度	(度)	360
エンジン最高出力	(kW (ps)/min ⁻¹)	33.4 (45.4)/2,800
走行速度	(km/h)	0~7.2
登坂能力	(度)	24
最小回転半径 (最外輪中心)	(m)	5
最低地上高	(m)	0.33
軸距×輪距 (前後輪共)	(m)	2.34×1.995
タイヤサイズ	(-)	12-16.5
車両質量	(t)	8.37
全長×全幅×全高	(m)	7.72×2.30×2.43
価格	(百万円)	17.01

(注) 走行装置に 4 輪駆動式と揺動式アクスルを採用。

写真ー6 アイチコーポレーション「スカイマスター」SP14C 自走式
高所作業車

新機種紹介

▶ 〈01〉ブルドーザおよびスクレーパ

09-〈01〉-01	コマツ ブルドーザ D65PX-16/D65EX-16	'09.04 発売 モデルチェンジ
------------	-----------------------------------	----------------------

鉱山、土木工事などで使用されているブルドーザ D65PX（湿地車）および D65EX（乾地車）について、低燃費生産性、環境対応性、操作性、居住性、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。両機には、ストレートチルトドーザ仕様とパワーアングル・パワーチルトドーザ仕様が確立されており、ROPS 一体型で剛性や視界性を高めたキャブを搭載している。キャブはダンパマウント（特許出願中）を、ラジエータ冷却ファンは油圧駆動式（逆回転切換え式）（特許出願中）を、エンジン、油圧機器などはラバマウントを採用して、騒音、振動の低減効果によりオペレータ耳元騒音値 75dB（A）を達成している。D65EX-16 ストレートチルトドーザ仕様車には、作業量アップ（従来機比 15% アップ）を実現したシグマドーザ（シグマパワーピッチドーザ）（特許出願中）がオプションで用意されている。

作業内容や好みに応じて、自動変速モード⇄マニュアル変速モードの切換えをスイッチで行えるようにしており、自動変速モードにおいては、負荷に応じてトルコンロックアップが作動する。マニュアル変速モードにおいては、負荷がかかると自動的にシフトダウンするが、負荷が抜けてもシフトアップはしない。また、速度段プリセット機能があり、一旦、変速モードを設定すると、走行レバーを前・後進に入れるだけで自動的に変速が行われるので、往復繰返し作業が容易である。自動変速モード時における掘削・運土や押上げ作業、マニュアルモード時における重掘削作業で有効な運転モード（P）、自動変速モード時における軟弱土の掘削・運土、押下り作業、整地作業、マニュアルモード時における不整地での軽負荷作業で有効な運転モード（E）の 2 モードが設けられており、スイッチ操作で選択できる。常に両側履帯に駆動力を伝達する油圧式ステアリングシステム（HSS）では、スムーズな押回し作業、サイドカット作業、傾斜地作業、整地作業などを可能にしている。足まわり装置においては、自動調整式アイドラサポート、ブレードチルト配管の内蔵化、シングルシュールロータリブッシュ（Parallel Link Undercarriage

System）（オプション）などを採用して、耐久性とメンテナンス性の向上を図っている。また、故障診断機能付マルチモニタ、湿式ディスクブレーキ、電動燃料フィードポンプ、交換間隔 500 h エンジンオイルフィルタなどの採用でサービス性を良くしている。

表—1 D65PX-16/D65EX-16 の主な仕様

	D65PX-16（湿地車）	D65EX-16（乾地車）
機械質量 (t)	20.94 [21.78]	19.10 [20.91]
定格出力 (kW (PS) /min ⁻¹)	153 (208)/1.950	153 (208)/1.950
排土板 幅×高さ (m)	3.97×1.10[4.01×1.235]	3.415×1.225[3.87×1.235]
排土板 最大上昇量/下降量 (m)	1.225/0.44 [1.165/0.70]	1.10/0.435 [1.165/0.70]
排土板 チルト量/アングル角度 (m)/(度)	0.89/- [0.52/25]	0.87/- [0.50/25]
最高走行速度 F3+3L/R3+3L (km/h)	0～11.2/0～13.4	0～11.2/0～13.4
最小旋回半径 (m)	2.2 [2.2]	1.9 [2.0]
最低地上高 (m)	0.51 [0.41]	0.41 [0.41]
接地圧 (kPa)	33 [43]	62 [61]
全長×全幅×全高 (キャブ上端) (m)	5.70×3.97×3.19 [5.79×4.01×3.155]	5.33×3.415×3.155 [5.79×3.87×3.155]
価格 (百万円)	30.4	27.6

- (注) (1) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
 (2) ストレートチルトドーザ仕様 [パワーアングル・パワーチルトドーザ仕様] の書式で示す。
 (3) 高さ関係数値は履帯突起高さを含む。
 (4) 排出ガス対策エンジン (ecot3 形)、ロックアップ機構付自動変速パワーライン（特許出願中）、油圧式ステアリングシステム (Hydrostatic Steering System)、パームコマンド形操作レバー (Palm Command Control System)（特許・出願中）、ROPS 一体型キャブ、車両遠隔稼働管理システム (KOMTRAX)などを搭載。
 (5) 走行速度における + 3L 速度段は、エンジン回転制御により設定されたもので、高速整地作業などに適する。

▶ 〈02〉掘削機械

09-〈02〉-05	加藤製作所 油圧ショベル HD1430V	'09.04 発売 モデルチェンジ
------------	----------------------------	----------------------

生産性、環境適応性、操作性、居住性などの向上を図ってモデルチェンジした油圧ショベル HD1430V である。第 4 ポンプ（オプション）の取付けやアドオン式コントロールバルブ（オプション）の取付けを容易にしておき、標準（LC）仕様の他に解体（LC）仕様、重掘削仕様などを確立して各種作業に対応している。

重掘削の P モード、通常掘削の A モード、省エネ掘削の E モードの 3 運転モードを設定して、現場条件に応じた効率的な対応を図っている。連結部に含油ブッシュと樹脂製シムを採用、アルミ製ラジエータを搭載、作動油交換間隔 5,000 h、作動油リターンフィルタ交換間隔 1,000 h に延長、燃料フィルタのリモート化、オイルバンドレン部にコックを装備などでメンテナンス性を向上しており、キャブ内のモニタではメンテナンス時間の確認ができるようにしている。



写真—1 コマツ D65PX-16 ブルドーザ

新機種紹介

表一 2 HD1430V の主な仕様

標準バケット容量	(m ³)	1.4
運転質量	(t)	31.0 [31.8]
定格出力	(kW (PS) /min ⁻¹)	183 (249) /2,150
最大掘削深さ×同半径	(m)	7.45 × 11.19
最大掘削高さ	(m)	10.33
最大掘削力 (バケット) 通常 / 高出力時	(kN)	224/235
作業機最小旋回半径 / 後端旋回半径	(m)	4.64/3.46
走行速度 高速 / 低速	(km/h)	5.7/3.9
登坂能力	(%)	70
接地圧	(kPa)	62 [59]
最低地上高	(m)	0.5
全長×全幅×全高 (輸送時)	(m)	11.20 × 3.19 × 3.37
価格	(百万円)	27.825

- (注) (1) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
 (2) 国土交通省・低騒音型建設機械。
 (3) 標準仕様 [ロングクローラ仕様] の書式で示す。
 (4) 高さ関係数値にはグロウサ高さを含まず。
 (5) 車両遠隔稼働管理システムを搭載。



写真一 2 加藤製作所「REGZAM」HD1430V 油圧ショベル

▶ 〈03〉 積込機械

08-〈03〉-13	川崎重工業 ホイールローダ 60ZV-2 ほか	'08.12 発売 モデルチェンジ
------------	-------------------------------	----------------------

土木作業、除雪作業、畜産作業、砕石作業などに幅広く使用されるホイールローダ 60ZV と 65ZV について、生産性、環境適合性、操作性、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ものである。

出力優先の P モードと燃費優先の FE モードが設定されて、作業内容に応じて任意に選択できるようになっている。また、ステアリング系油圧回路ではロードセンシング油圧システムを採用してお

り、余分な油量は荷役回路に配分してエンジン出力を有効に使用している。さらに 65ZV-2 では、油圧駆動ラジエータ冷却ファンの採用や、エフィシエント・ローディング・システム (オプション) (掘削時において、作動油流量の一部をバイパスさせることでバケット作動速度を抑え、必要なけん引力を得るために余力を駆動力に配分する) の採用で出力を有効に利用している。60ZV-2 の作業機操作レバーはジョイスティック式 1 本で、65ZV-2 の作業機操作レバーはブーム操作とバケット操作の 2 本としており、ブーム操作レバーの上部にパワーアップスイッチを設けて、走行 2 速⇄1 速の切換えが、ステアリングハンドルや操作レバーから手を離すことなくできるようにしている (60ZV-2 パワーアップスイッチは 4 速仕様車オプション)。65ZV-2 には、デュアル・ブーム・キックアウト (運転席からのスイッチ操作で、ブームの上げと下げの停止位置を任意に設定できる) や、インチング・コントロール・システム (インチン

表一 3 60ZV-2 ほかの主な仕様

	60ZV-2	65ZV-2
標準バケット容量	(m ³) 1.6	2.4
運転質量	(t) (7.87[8.17])・7.94[8.24]	10.92
定格出力	(kW (PS) /min ⁻¹) 94 (128) /2,200	111 (151) /2,200
ダンピングクリアランス×同リーチ (バケット 45 度前傾)	(m) 2.75 × 0.99	2.69 × 1.13
最大掘起力 (バケットシリンドラ)	(kN) 81.4	92.9
最大けん引力	(kN) 83.1	113.4
最高走行速度 (F3/R3)・F4/R4	(km/h) (34.1/34.1)・34.1/34.1	35.8/35.7
最小回転半径 (最外輪中心)	(m) 4.64	4.95
登坂能力	(度) 30	30
軸距×輪距 (前後輪共)	(m) 2.70 × 1.86	2.90 × 1.93
最低地上高	(m) 0.385	0.37
タイヤサイズ	(-) 18.4-24-10PR (L2)	17.5-25-12PR (L2)
全長×全幅×全高	(m) 6.555 × 2.45 × 3.02[3.115]	7.30 × 2.45 × 3.20
価格	(百万円) 見積もり	見積もり

- (注) (1) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
 (2) 国土交通省・低騒音型建設機械。
 (3) 数値は、60ZV-2・キャノピ仕様 [ROPS&FOPS キャブ・オプション仕様]、65ZV-2・ROPS&FOPS キャブ仕様の書式で示す。
 (4) 60ZV-2 の運転質量および最高走行速度の数値は、(3 速仕様)・4 速仕様の書式で示す。
 (5) 標準バケット: 60ZV-2 はストックパイル用・カッティングエッジ付 (砕石など製品の積込み用) を、65ZV-2 はルーズマテリアル用・カッティングエッジ付 (砂利や砂など製品の積込み用) を装着。
 (6) 65ZV-2 は自動変速トランスミッションを搭載。



写真一 3 川崎重工業「AUTHENT」60ZV-2 ホイールローダ

新機種紹介

グ作動ポイントを任意のブレーキ効き位置に設定可能)が装備されており、前後進の切換えスイッチ（オプション）、速度段固定スイッチ（オプション）なども用意されて操作性を良くしている。両機ともに、走行ブレーキは全油圧式密閉湿式ディスクブレーキを、駐車ブレーキは推進軸制動内部拡張式を採用している。

オプションとして、碎石、除雪、寒冷地など用途別仕様車の他、ハイリフトアーム、走行振動抑制装置（ダイナミックダンパ）などのアタッチメントが多く用意されている。

09-〈03〉-02	キャタピラージャパン ホイールローダ CAT 938H	'09.04 発売 モデルチェンジ
------------	-----------------------------------	----------------------

土木作業、除雪作業などに幅広く使用されるホイールローダについて、低燃費生産性、環境適合性、操作性、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ものである。バケット幅は従来機と同じままで容量を0.3m³増大して、10t、11t積みダンプトラックとの組み合わせを最適としており、エンジン出力を従来機比約13%アップ、アイドリングモードの新設で燃料消費量を通常比約25%カット、ロードセンシング油圧システムや3走行モード（Variable Shift Control・エコノミー／通常／アグレッシブ）の採用による効率アップなどで低燃費生産性を実現している。

油圧駆動可変スピードのラジエータ冷却ファン、熱源、騒音源であるエンジンと冷却システムを分離する隔壁、さらに、エンジンオーバヒートの兆候を感知して出力を自動的に50%（最大）絞る保護機能などを採用して、効率的なクーリングシステムを確立している。荷役機構の操作系においては油圧パラレル回路を採用して、積み込み、ホッパ投入、かきあげなどの作業におけるチルト・リフトの連動操作性を良くしている。その他、乗り心地などを向上するトランスミッションクラッチ圧制御システム、エンジンブレーキを有効にするシフトダウン機能付ブレーキペダル(左)、フロントアクスル・デフロック機能付デフロックペダル（走行速度20km/h以下の時にペダルを踏むことで作動（走行速度および左右タイヤにかかるトルクを感知して、オン／オフを自動的に切替えるオートデフロックシステムはオプション））などを搭載している。キャブは、前後ガラスのピラーレス化、フロント足元ガラスの新設、エンジンフードの傾斜などで視認性を向上しており（視野115度の後方視認カメラをオプション設定）、キャブ内には、エンジン回転数、冷却水温度、作動油温度などがリアルタイムで確認でき、走行モードの変更やトランスミッション・ニュートライザの作動位置の設定変更がモニタ上で可能なメッセージモニタを備えている。安全装備として、作業機ロック&エンジンニュートラルスタート機構、エンジン緊急停止スイッチ(車両左側に設置)などを充実している。電動チルトアップ・エンジンフード内部には燃料フィルタ、エンジンオイルフィルタ、エアフィルタなどを、車両左側にはバッテリー、リレーパネルなど電気関係を、車両右側には作動油フィルタ、トランスミッションオイルフィルタ、ブレーキエアキュムレータなどを、いずれも地上からアクセス可能な

位置に集中配置して、メンテナンスが容易にできるようにしている。また、ラジエータグリルはヒンジ開閉式にして点検や清掃を容易にしている。エンジンオイルおよびフィルタ、燃料フィルタ、作動油フィルタ、トランスミッションフィルタの交換間隔500h、トランスミッションオイルの交換間隔1,000h、デフアレナシャルおよびファイナルドライブオイルの交換間隔2,000h、作動油の交換間隔3,000hなどとして間隔延長を図っている。

表—4 CAT 938H の主な仕様

標準バケット容量	(m ³)	3
運転質量	(t)	14.95
定格出力	(kW (PS) / min ⁻¹)	134 (182) / 2,100
ダンピングクリアランス×同リーチ (バケット45度前傾)	(m)	2.70 × 1.10
常用荷重	(t)	5
最大掘起力 (バケットシリンダ)	(kN)	117
最大けん引力	(kN)	139
最高走行速度 (自動) F4/R3	(km/h)	39.0/25.5
最小回転半径 (最外側)	(m)	6.3
登坂能力	(度)	25
軸距×輪距 (前後輪共)	(m)	3.02 × 2.02
最低地上高	(m)	0.4
タイヤサイズ	(-)	20.5-25-12PR (L3)
全長×全幅×全高 (キャブ上端)	(m)	7.45 × 2.70 × 3.36
価格	(百万円)	27.468

- (注) (1) ROPS/FOPS キャブ、走行振動抑制装置（ライドコントロールシステム・約10km/h以上で自動作動）を搭載。バケットは製品用・ボルトオンカッティングエッジ付。
 (2) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
 (3) 国土交通省・低騒音型建設機械。
 (4) 車両遠隔稼働管理システム（Product Link Japan）を搭載。



写真—4 キャタピラージャパン CAT938H ホイールローダ

▶ 〈04〉運搬機械

09-〈04〉-01	コマツ 不整地運搬車（全旋回式） CD20R-2	'09.03 発売 モデルチェンジ
------------	--------------------------------	----------------------

土木工事、土地造成工事などで使用されているコンパクトで小回りの良いゴムクローラ式不整地運搬車について、環境適合性、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

新機種紹介

チェンジしたものである。

エンジン回転調整のアクセルペダル、後方視界を考慮した穴あき背面ガード、雨水などが溜らないよう前倒し可能なオペレータシートなどを装備してより機能アップを図っている。運転席には4本柱のROPS／シートベルトを装備して安全を確保している。厚6mm銅板を使用して強化したベッセル底板は土溜りのしにくい平面構造としており、また、足まわり装置の下転輪はオイル封入式とし、上転輪は泥溜まりしにくい張出し構造として耐久性とメンテナンス性を向上している。エンジンルーム1箇所を整備箇所を集約してメンテナンスを容易にしている。

表一5 CD20R-2の主な仕様

最大積載量／山積容量	(t)/(m ³)	2.0/0.95
機械質量	(t)	2.03
定格出力	(kW(PS))/min ⁻¹	19.2 (26.1)/2,600
荷台上縁高さ(積込み高さ)	(m)	1.155
最高走行速度(前後進共) 低速／高速	(km/h)	3.8/6.1
最低地上高	(m)	0.32
上部旋回半径	(m)	1.585
接地圧 空車時／積載時	(kPa)	20/40
燃料タンク容量	(L)	35
全長×全幅×全高	(m)	2.79 × 1.55 × 2.205
価格	(百万円)	4.83

(注) (1) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
(2) ゴムクローラ、ROPSを装備。



写真一5 コマツ「くるくるダンプ」CD20R-2 不整地運搬車(全旋回式)

▶ 〈05〉クレーン、インクラインおよびウインチ

09-〈05〉-02	加藤製作所 ラフテレーンクレーン(伸縮ブーム形) MR-350R	'09.03 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

建築工事、大形プラント工事などで使用されているラフテレーンクレーンについて、安全性、操作性、環境対応性などの向上を図っ

てモデルチェンジしたものである。走行視界を良好にする前方傾斜形ブーム(格納時)を採用しており、リーチの長いジブを搭載している。

巻上装置は、油圧モータ駆動・遊星歯車減速機付(ネガティブブレーキ内蔵)、高低速切換式、圧力補償付流量調整弁付で、高速巻下げロープ速度163m/min(無負荷・4層目)を実現している。旋回装置は、油圧モータ駆動・遊星歯車減速機付(ネガティブブレーキ内蔵)、フリー／ロック切換式としている。走行装置は、自動ロックアップクラッチ付トルクコンバータ、全自動および手動変速式変速機、2段減速機付前後車軸、油圧ロックシリンダ付テーパリーフスプリング式懸架装置、2系統空気油圧複合式4輪ディスク・主ブレーキ、空気式推進軸制動内括式・駐車ブレーキ、補助ブレーキ(排気ブレーキ(トルコンロックアップ連動)、渦電流式リターダ、作業用補助制動装置)、逆ステアリング補正機構付ステアリング装置などから構成される。操作レバーは油圧パイロット式を採用して操作力の軽減を図っており、レバー頭部にフック移動距離表示スイッチ、ブーム起伏低速切換スイッチなどを備えて便利にしている。キャブ内には、フック移動距離の表示や作業範囲制限機能による数値設定が可能なタッチパネル式カラーディスプレイを備えており、作業条件に応じて安全に、効率的に操作ができるようにしている。走行時においては、カラーモニター上で、左前方確認カメラ画像と直前方確認カメラ画像を同時表示することが可能で、また、後方確認カメラも備えて、広い視界で安全性を高めている。安全装置として、過負荷防止装置・音声警報装置付、旋回自動停止装置、ブーム起伏緩停止装置、ブーム伸長緩停止装置、作業範囲制限装置、アウトリガ張出幅自動検出装置、ブーム起伏自然降下防止装置、ブーム伸縮自然降下防止装置、ジブ起伏自然降下防止装置、ジブ伸縮自然降下防止装置、過巻防止装置、ドラムロック装置(補巻)、ドラムホルド安全装置、自動ブレーキ装置、乱巻防止装置、油圧安全弁、アウトリガロック装置、旋回ロック装置、旋回警告灯、作動油オーバーヒート警報装置、作動油フィルタ目づまり警報装置、緊急用走行かじ取り装置、後輪ステアリングロック装置、ミスシフト防止装置、オーバラン警報装置、電動格納サイドミラーなどを装備して万全を期している。



写真一6 加藤製作所 MR-350R PREMIUM ラフテレーンクレーン

新機種紹介

表―6 MR-350R の主な仕様

最大吊上げ能力	(t) × (m)	35 × 2.6
ブーム最大作業半径×吊り荷重 (m) × (t)		30.0 × 0.55
ジブ吊り上げ能力	(t) × (m)	3.2 × 10.6
ジブ最大作業半径×吊り荷重 (m) × (t)		34.1 × 0.31
最大地上揚程 ブーム/ジブ (m)		33.4/47.3
ブーム長さ/ジブ長さ (m)		7.5 ~ 32.5/6.5 ~ 14.0
ブーム起伏範囲/ジブオフセット (6.5m ジブ) (度)		-10 ~ 83/5 ~ 60 (7 ~ 60)
全装備質量 (乗車定員 1 人) (t)		28.055
最大出力 (kW/min ⁻¹)		200/2,600
最高走行速度 F4/R1 (Hi/Lo 切換) (km/h)		49
登坂能力 (tan θ)		0.55
最小回転半径 2 輪操向 / 4 輪操向 (m)		8.2/4.9
後端旋回半径 (m)		2.85
アウトリガ張出幅 (H 型) 最大/中間 (3 段階)/最小 (m)		6.8/6.3/5.2/4.2/2.31
軸距×輪距 (前後輪共) (m)		3.65 × 2.17
タイヤサイズ (前後輪共) (—)		385/95 R25 170E ROAD
全長×全幅 (拡張時～縮小時) × 全高 (m)		9.705 × 2.62 × 3.595
価格 (百万円)		57.75

- (注) (1) 吊上げ荷重にはフック・吊り具の質量を含む。
 (2) ブーム形式：箱形 6 段油圧伸縮式 (2・3 段同時, 4・5・6 段同時), ジブ形式：箱形 3 段油圧伸縮式 (2・3 段同時), 油圧無段階傾斜式。
 (3) 走行駆動形式：2 輪駆動 (4 × 2)・4 輪駆動 (4 × 4) 切換式。
 (4) ステアリングモード：前 2 輪, カウンタ, クラブ, 後 2 輪, 前後輪独立 (リヤステアリング自動ロック機構付)
 (5) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車, 国土交通省・低騒音型建設機械。

▶ 〈16〉高所作業車, エレベータ, リフトアップ工法, 横引き工法および新建築生産システム

09-(16)-03	アイチコーポレーション 自走式高所作業車 (ホイール式) ① SP10CSN, ② SP12CSN	'09.07 発売 ①新機種 ②モデルチェンジ
------------	---	-------------------------------

建築工事, メンテナンス工事, 設備工事などに使用される自走式高所作業車で, 狭所作業性 (旋回体後端のはみ出し量 125 mm), 高さ制限 (2 m) のある現場への進入性, 安全性, メンテナンス性などの向上を図って設計された 2 機種 (外形寸法は同じ) である。バスケットの取付け位置の改良により, 地上面付近まで下げられるようにして乗降性を良くしている。

SP12CSN では, ノンストップ規制 (作業床が作業範囲規制の範囲に近づく, 自動的にブームの縮作動を行い, 作業床を作業範囲規制線に沿って滑らかに移動させる機能) の採用により, 広い作業半径を確保している。2 機種ともオートアクセル, 自己故障診断装置などを備えており, さらに安全関係装置として, フートスイッチ, セーフティスイッチ, 作動停止装置, 旋回ロック装置, 作業範囲規制装置 (SP10CSN), ノンストップ規制装置 (SP12CSN), 走行速度規制装置, 油圧系安全装置, 電機系安全装置, 走行警報装置, 車体傾斜角警報装置, 燃料残量警告灯, エンジン水温・油圧警告灯, レバーガード, 非常用ポンプなどを備えて安全を確保している。油

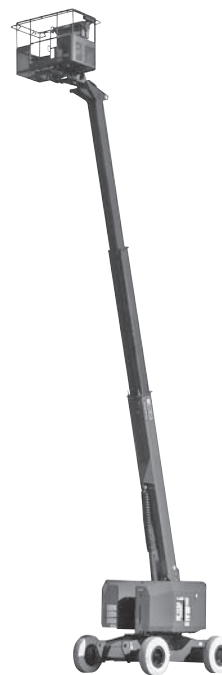
圧ホース, 電源ケーブルをブーム内装とし, ブーム内送油送電部のカートリッジ方式 (ブーム内に設置されているホースやケーブルをカートリッジに収納してブーム後方から引出しやすくした), 点検整備用ウイングカバー, エンジン部床面スイング機構 (エンジンを車体外側方向へスライド移動) などの採用によりメンテナンス性を向上している。

特別仕様として, 垂直・水平移動制御 (レバー操作), 垂直・水平移動制御 (ハンドフリー), 5 度傾斜対応, ブーム作動警報装置, ヘッドガード, ホワイトタイヤなどが用意されている。

表―7 SP10CSN ほかの主な仕様

	SP10CSN	SP12CSN
最大積載荷重 (2 名) (kg)	250	250
最大地上高 (m)	9.9	12
最大作業半径 (m)	8.8	10
床内側寸法 長さ×幅×高さ (m)	0.72 × 1.47 × 1.0	0.72 × 1.47 × 1.0
首振り角度 左 / 右 (度)	90/90	90/90
ブーム (3 段) 長さ / 同起伏角度 (m) / (度)	4.8 ~ 8.3 / -11 ~ 75	4.8 ~ 10.5 / -11 ~ 75
旋回角度 (度)	360	360
後端旋回半径 (m)	1.125	1.125
エンジン最高出力 (kW (PS) / min ⁻¹)	33.4 (45.4) / 2,800	33.4 (45.4) / 2,800
走行速度 (km/h)	0 ~ 4.0	0 ~ 4.0
最小回転半径 (最外輪中心) (m)	4	4
最低地上高 (m)	0.22	0.22
軸距×輪距 (前後輪共) (m)	2.20 × 1.76	2.20 × 1.76
車両質量 (t)	7.65	8.4
全長×全幅×全高 (m)	6.80 × 2.00 × 1.99	6.80 × 2.00 × 1.99
価格 (百万円)	14.7	15

- (注) (1) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
 (2) 走行姿勢は, ブーム全縮・起伏角 10 度以下, 旋回位置格納位置時とする。



写真―7 アイチコーポレーション「スカイマスター」
SP12CSN 自走式高所作業車

公共事業と建設企業のかかわり方

1. まえがき

米国のサブプライムローンに端を発した金融の信用不安により、世界中は同時不況に陥り、各国政府が実施している経済政策とその効果に注目がいつている。

日本においても 09 年度の追加景気対策として総額 13 兆円 9300 億円の補正予算が組まれている。

公共投資には社会基盤整備に約 2 兆 5800 億円が投じられれば、09 年度の建設投資は 08 年度並の 47 兆 5000 億円となる見通しとなり、ここ十数年来続いた公共投資の減少に一時的に歯止めがかかった状態となった。

しかしながら、建設業界や公共事業に対する国民の不信感は根強いものがあり、信頼の回復が何よりも優先されよう。

今、建設業界は公共事業が減少する中で、供給過剰が深刻化し、経営環境は悪化している。日本土木工業協会では、厳しい環境下で建設企業が健全さを取り戻すための努力を続けており、07 年 11 月に「魅力ある建設企業群の実現に向けて」という活動方針を策定し、09 年 3 月には「建設企業としての社会活動のあり方」と、「真に意義のあるプロジェクトと参画のための仕組みづくり」をとりまとめ報告書を出している。

報告書は、今後の公共事業と建設企業のかかわり方を有識者のアンケート調査結果もふまえて、充実した内容となっている。

以下その内容を紹介する。

2. 建設企業としての社会活動のあり方

「社会資本整備の一翼を担う建設業が正しく理解されることが必要である」との認識から「建設業が正しく理解されることを主目的に社会への働きかけのひとつとして社会活動を推進する」としている。

社会活動の取組方針と方向性は以下のとおり。

(1) 社会活動の取組方針

魅力が低いといわれている建設産業が、社会から本当に頼られ、必要とされる存在になるためには、建設産業を正しく理解してもらうとともに、好感を持ってもらうことが必要である。そのためには今以上に社会との接点を増やし、接触時の対応を如何に良くしていくかということを考えなければならない。

これまでの建設産業の社会活動は、各企業単体での活動を中心に様々な取り組みを行ってきた。これらの社会活動は即効性があるものばかりではなく、ある程度の期間継続的に実施することで業界のイメージ向上、地位向上が図れるものであり、地道に継続していく必要がある。

今後は、これらの活動に加えて、建設業界の特性を生かした社会活動を増やしていき、建設業への理解を高めていく必要がある。これらの活動の中心となる土工協は社会活動を計画、適切に評価し、内外への情報発信を積極的に行うことも必要となってくる。例えば、社会活動強化週間（月間）を設け、その時期を事前に広報し、全国の建設事業所で活動を行うというものである。一方で、土工協会員各社は、社会活動に関して一定水準のレベルを確保しなければならない。

① 社会全体、地域社会

地域住民の安全確保の支援や作業所を有効活用した医療支援や福祉活動などや、保有する資源を活用できる自然災害時の組織的な災害復旧支援体制構築や拠点提供等の社会活動も重要である。作業所を閉鎖した後も良いイメージを残していけるかということも考えていくべきである。

② 環境

これまで行っている作業所でのリサイクルや建設副産物削減等の地域の美化に努めるような活動を継続していくことがまずは必要である。また、建設業は自然環境を壊しているというイメージが強いので、失われた自然環境を復元したり新たな自然環境を創造する取り組み、寄付行為等も重要である。地球温暖化防止活動にも積極的に取り組んでいく必要がある。

③ 教育

長期的な視点で建設業の理解者を増やしていく活動が必要である。特に、これから社会に出て世論を形成する小・中学生に、良いイメージを持ってもらうことは、大きな効果があると考えられる。高・大学生に対しては、学校と連携して研修生受入や研修生派遣あるいは奨学金制度の制定等の仕組みづくりが考えられる。

④ 国際

わが国の高い建設技術を生かした国際貢献を今後はさらに増やしていくべきである。ODA 等を通じた国際社会でのインフラ整備、災害時の技術者派遣や開発途上国への技術支援活動等が考えられる。また、世界各国で採用されている日本の高度土木技術事例等を積極的に情報発信していくことも重要である。一方、外国人就労者受け入れに関しての幅広い検討も今後必要と思われる。

3. 真に意義のあるプロジェクトと参画のための仕組みづくり（概要版）

(1) 魅力ある建設企業群の実現に向けて

(a) 建設業の現状

「建設市場の縮小による競争激化」→ 将来的に活力、技術・技能の継承等様々な問題を懸念

「厳しい経営状況による生産現場の疲弊」→ 魅力の低下：適

統 計

正利益確保へ向けた更なる努力の必要性

(b) 建設業を魅力ある産業とするために

「仕事が魅力的」「賃金等労働条件が水準以上」「活動全体が社会から理解・評価」

「仕事が魅力的」→ 社会的に意義のあるプロジェクトに主体的に参画

(2) わが国の社会的課題

(a) 建設業界の問題意識

(a-1) 現状の社会認識

建設業が積極的に関与すべき6つの課題・テーマ

「①暮らしの安全・安心」「②資源・エネルギー・食料問題」「③環境保全」「④少子高齢化・人口減少社会」「⑤経済成長の維持」「⑥わが国の国際的役割・責務」

(a-2) 社会資本整備の観点からみた現状と対処すべき課題

「①自然災害と被災者数の増加等への対応」「②資源・エネルギー需給逼迫への対応」「③地球温暖化への対応」「④コンパクトなまちづくりへの対応」「⑤諸外国の活力取り込みや広域経済発展への対応」「⑥途上国における食料・水資源確保、経済発展への対応」

(b) 有識者等の問題意識（アンケート結果より）

(b-1) アンケート実施概要

「社会的に真に意義のあるプロジェクト」と「建設企業が主体的に参画できる仕組み」についてアンケート調査を実施。

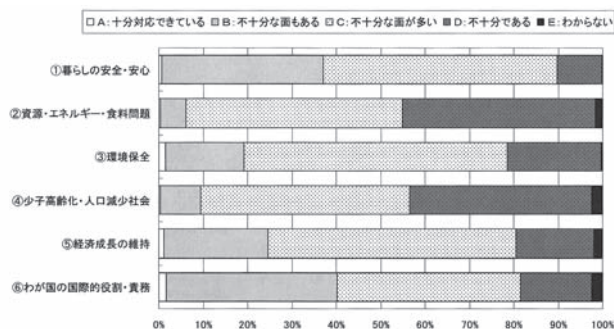
(b-2) 現在の課題と優先的に対応すべき事項

前記の6つの課題に対する対応・整備状況のレベルは、いずれも「不十分な面が多い」。

6つの課題間では「資源・エネルギー・食料問題」「暮らしの安全・安心」の順に高い。

(b-3) これからの社会資本整備の進め方

「安全・安心、生活産業基盤等の必要な社会資本は重点的に整備を進めるべき」との回答が多く、財政制約下においても、必要最低限のものは確保すべきという傾向。



図—1

(3) 「社会的に真に意義のあるプロジェクト」とは

(a) 具体的プロジェクトに対する有識者等の認識（アンケート結果より）

(a-1) 社会的貢献度が高いと感じる過去のプロジェクト

「東海道・山陽新幹線」「東名・名神高速道路」が上位。

「神戸等の震災復旧」も回答が多く、災害時での建設業の社会的貢献への評価・期待は大きい。

表—1

プロジェクト名	件数	割合	プロジェクト名	件数	割合
東海道・山陽新幹線	341	18.1%	各地方自治体の地下鉄	52	2.8%
東名・名神高速道路	238	12.7%	関西国際空港	39	2.1%
神戸等の震災復旧	202	10.7%	国道下共同溝	36	1.9%
黒部ダム	161	8.6%	東京湾アクアライン	32	1.7%
青函トンネル	144	7.7%	都道環状7号線地下河川	31	1.6%
関門トンネル・関門橋	118	6.3%	首都圏外郭放水路	30	1.6%
東京国際空港(羽田)	118	6.3%	国際港湾設備(コンテナ埠頭)	26	1.4%
本州四国連絡橋(本四架橋)	118	6.3%	中部国際空港	25	1.3%
首都高速道路	75	4.0%	自由回答	37	2.0%
成田国際空港	57	3.0%	合計	1,880	100.0%

(a-2) 将来へ向けて取り組むべきプロジェクト

「高齢化社会・景観等に配慮した都市再開発」「自然と共生した都市の創造」「大都市防災対策」等都市問題への対応が多い。また「リニア高速鉄道網」「地方中核都市間の交通ネットワーク整備」へのニーズも高い。

(b) 「社会的に真に意義のあるプロジェクト」の検討

「資源・エネルギー・食料問題」に不安を感じ、「暮らしの安全・安心」を求める声が多い。

具体的プロジェクトでは、過去・将来ともに「交通ネットワーク」の回答が多く、経済活動や生活利便性を向上させるプロジェクトについての要請が強い。

表—2

プロジェクト名	件数	割合	プロジェクト名	件数	割合
高齢化社会・景観等に配慮した都市再開発	199	14.8%	ストック社会に対応した高耐久性構造物の開発	87	6.5%
リニア高速鉄道網	192	14.3%	都市河川浄化事業	81	6.0%
自然と共生した都市の創造	180	13.4%	大都市基幹道路再整備	71	5.3%
大都市防災対策	156	11.6%	汎アジア交通ネットワーク構築	69	5.1%
地方中核都市間交通ネットワーク整備	135	10.1%	大深度地下利用による鉄道網整備	49	3.6%
都市型水害対策	101	7.5%	自由回答	23	1.7%
			合計	1,343	100.0%

- (4) 「社会的に真に意義のあるプロジェクト」への参画に向けて
- (a) 建設企業の積極的参加に対する有識者等の認識（アンケート結果より）
- (a-1) 検討・推進すべき参画の仕組み（方法）
- 「産官学による共同研究」、「世論形成」、「プロジェクト遂行のための新技術開発」の順に高い。

表—3

参画の仕組み	件数	割合
産官学による共同研究	200	16.6%
世論形成（提言・PR活動等）	182	15.1%
プロジェクト遂行のための新技術開発	161	13.4%
官民・民間異業種との共同事業	157	13.0%
プロジェクトの企画提案	156	13.0%
入札・契約方式のあり方の見直し	134	11.1%
事業主体としての参画（収益責任を含む）	93	7.7%
知識・ノウハウの提供	80	6.6%
自由回答	41	3.4%
合計	1,204	100.0%

- (a-2) 建設企業の役割として期待すること
- 建設業界の持つ技術力に対する信頼は厚く、その更なる活用を求める声が多く見られた。
- なお、建設業界のPR不足等による社会の認識の低さ、コンプライアンス・透明性を求める意見もあった。

- (b) 具体的プロジェクト例と参画の仕組み～実現までの課題・提言と建設企業の取り組み

(b-1) 『安全・安心基盤の確立』

具体的事例①「公共施設・住宅等の耐震化」、②「大深度地下を利用した地下河川・放水路の整備促進」

参画の仕組みとして①安価な耐震診断・改修方法開発に対する「産・官・学」の連携等、②技術開発を伴ったプロジェクトへの取り組みの提唱、技術開発・工事一体型の調達方式導入を提言。

(b-2) 『資源・エネルギーの確保』

具体的事例①「再開発による省エネ・省資源型都市形成」、②「風力発電施設や太陽光発電設備等の拡充」

参画の仕組みとして①は、蓄積されたノウハウを活かし、行政・地域住民の取り組みへの支援、②は、風力発電施設建設の事業計画立案、産・官・学共同での事業化モデル策定等提言。

(b-3) 『交通ネットワークの整備』

具体的事例「リニア中央新幹線建設事業」

参画の仕組みとして①大深度地下空間構築等設計・施工面での参画と、②ターミナル駅を中心とした都市再開発への建設技術・ノウハウの提供を提言。

「技術開発・工事一体型の調達方式」の早期試行導入や「公共工事等における新技術活用システム」の更なる積極運用を挙げている。

出典：建設企業としての社会活動のあり方（社）日本土木工学協会
真に意義のあるプロジェクトと参画のための仕組み 同上

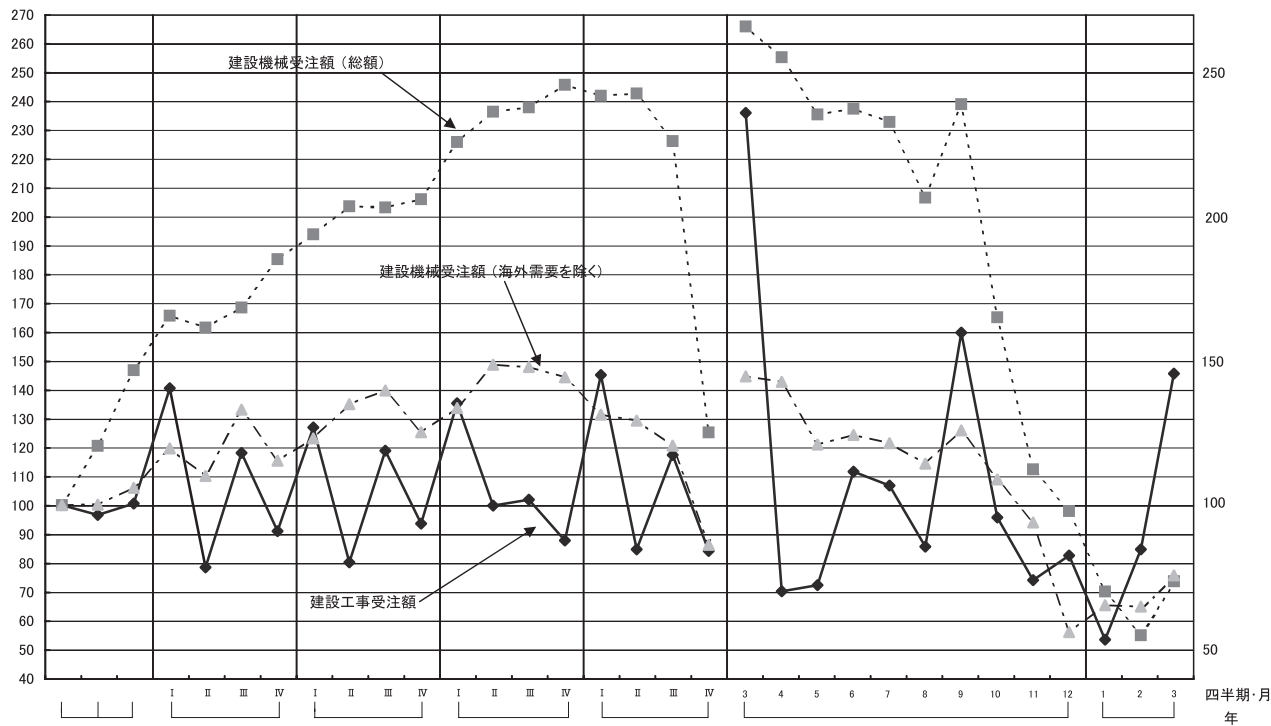
統計 機関誌編集委員会

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

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

受注額

受注額



建設工事受注動態統計調査(大手50社)

(単位：億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非製造業							
2002 年	129,862	80,979	11,010	69,970	36,773	5,468	6,641	86,797	43,064	146,863	145,881
2003 年	125,436	83,651	12,212	71,441	30,637	5,123	5,935	86,480	38,865	134,414	133,522
2004 年	130,611	92,008	17,150	74,858	27,469	5,223	5,911	93,306	37,305	133,279	131,313
2005 年	138,966	94,850	19,156	75,694	30,657	5,310	8,149	95,370	43,596	136,152	136,567
2006 年	136,214	98,886	22,041	76,845	20,711	5,852	10,765	98,795	37,419	134,845	142,913
2007 年	137,946	103,701	21,705	81,996	19,539	5,997	8,708	101,417	36,529	129,919	143,391
2008 年	140,056	98,847	22,950	75,897	25,285	5,741	10,184	98,836	41,220	129,919	142,289
2008 年 3 月	25,513	18,247	4,046	14,201	4,369	602	2,295	18,308	7,206	134,911	20,115
4 月	7,598	5,844	1,639	4,205	759	450	545	5,456	2,141	132,528	10,963
5 月	7,829	6,064	1,515	4,550	839	440	485	5,816	2,012	132,608	9,642
6 月	12,078	8,114	1,840	6,275	2,447	560	957	8,516	3,562	132,533	11,917
7 月	11,553	8,471	2,543	5,928	2,057	496	530	8,479	3,074	134,214	9,759
8 月	9,276	6,525	1,522	5,003	1,530	464	758	6,461	2,816	132,644	10,626
9 月	17,287	12,873	2,870	10,003	1,637	490	2,287	12,343	4,943	135,704	13,747
10 月	10,369	5,638	1,504	4,133	3,016	526	1,189	6,451	3,918	136,081	9,553
11 月	8,015	6,067	1,143	4,924	1,259	457	232	5,803	2,212	133,514	11,014
12 月	8,942	6,447	1,149	5,298	2,315	423	-243	6,224	2,718	128,683	13,628
2009 年 1 月	5,789	4,138	715	3,423	1,248	374	29	3,758	2,031	125,703	9,300
2 月	9,168	5,968	1,269	4,699	2,476	472	251	5,765	3,402	123,985	11,178
3 月	15,863	8,455	1,563	6,892	6,394	652	362	9,160	6,703	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	02 年	03 年	04 年	05 年	06 年	07 年	08 年	08 年 3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	09 年 1 月	2 月	3 月
総 額	8,667	10,444	12,712	14,749	17,465	20,478	18,099	1,919	1,842	1,699	1,713	1,680	1,491	1,725	1,192	812	708	506	397	528
海 外 需 要	4,301	6,071	8,084	9,530	11,756	14,209	12,996	1,393	1,323	1,259	1,261	1,237	1,075	1,267	796	470	504	268	161	258
海外需要を除く	4,365	4,373	4,628	5,219	5,709	6,268	5,103	526	519	440	452	442	416	458	396	342	204	238	236	270

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

2008 年 3 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…

(2009年4月1日～30日)

■ 機 械 部 会

■コンクリート機械技術委員会

月 日：4月9日（木）

出席者：大村高慶委員長ほか5名

議 題：①コンクリート機械の変遷の纏め方について ②その他

■路盤・舗装機械技術委員会・舗装機械変遷分科会

月 日：4月16日（木）

出席者：戸川裕文分科会長ほか10名

議 題：①アスファルトフィニッシャの変遷について ②その他

■情報化機器技術委員会

月 日：4月17日（金）

出席者：加藤武雄委員長ほか3名

議 題：①幹事会報告と平成21年度活動計画について ②機能安全ISO15998情報交換について ③火災防止ガイドライン（案）の審議について ④その他

■トラクタ技術委員会

月 日：4月17日（金）

出席者：齊藤秀企委員長ほか5名

議 題：①低燃費指定制度の経過報告について ②ホームページの改訂について ③その他

■原動機技術委員会

月 日：4月17日（金）

出席者：有福孝智委員長ほか20名

議 題：①次期排出ガス規制の対応について ②その他

■自走式建設リサイクル機械分科会

月 日：4月20日（月）

出席者：佐藤文夫分科会長ほか2名

議 題：①C規格の審議について ②その他

■路盤・舗装機械技術委員会・幹事会

月 日：4月23日（木）

出席者：渡邊充委員長ほか9名

議 題：①実施項目の追加に伴う活動計画の修正 ②その他

■路盤・舗装機械技術委員会

月 日：4月23日（木）

出席者：渡邊充委員長ほか24名

議 題：①委員の退任交替について ②平成20年度活動実績・平成21年度活動計画について ③活動内容の項目追加の報告について ④その他

■機械整備技術委員会

月 日：4月24日（金）

出席者：森三朗委員長ほか7名

議 題：①平成20年度活動実績および平成21年度活動計画の報告 ②「整備の基本」の編集・検討について ③その他

■トンネル機械技術委員会・総会

月 日：4月28日（火）

出席者：篠原慶二委員長ほか30名

議 題：①平成20年度活動結果について ②平成21年度活動計画について ③その他

■ レンタル業部会

■コンプライアンス分科会

月 日：4月22日（水）

出席者：高見俊光分科会長ほか8名

議 題：①契約書（建設機械レンタル標準契約）の改訂の進め方について ②各社の国土交通省への不正軽油使用事例報告発表について ③各社の取組み事項、部会員共通の問題、課題について ④その他

■ 製 造 業 部 会

■製造業部会・作業燃費検討会

月 日：4月16日（木）

出席者：田中利昌リーダほか10名

議 題：①国土交通省の提案内容の紹介について ②指定制度の今後の進め方について ③その他

■ 各 種 委 員 会 等

■機関誌編集委員会

月 日：4月8日（水）

出席者：岡崎治義委員長ほか25名

議 題：①平成21年7月号（第713号）の計画の審議・検討 ②平成21年8月号（第714号）の素案の審議・検討 ③平成21年9月号（第715号）の編集方針の審議・検討 ④平成21年4～6月号（第710～712号）の進捗状況の報告・確認

■新機種調査分科会

月 日：4月21日（火）

出席者：渡部務分科会長ほか6名

議 題：①新機種情報の検討・選定

■建設経済調査分科会

月 日：4月22日（水）

出席者：山名至孝分科会長ほか2名

議 題：①平成21年5月号原稿の検討 ②平成21年6月号テーマの検討

…支部行事一覧…

■ 北 海 道 支 部

■情報化施工推進検討WG事務局会議

月 日：4月2日（木）

出席者：沖野座長ほか7名

議 題：①第1回WG後の課題の整理について ②北海道開発局における平成21年度の取組みについて ③平成21年度の活動計画について

■請負工事機械経費積算講習会講師打合せ会議

月 日：4月15日（水）

場 所：北海道支部

出席者：村椿調査部会副部会長ほか4名

内 容：①講習会テキストについて ②講習会テキスト（資料編）について

■第1回企画部会

月 日：4月21日（火）

場 所：札幌市，センチュリーロイヤルホテル

出席者：野坂部会長ほか17名

内 容：①平成20年度事業報告について ②平成20年度決算報告について ③平成21年度事業計画について ④平成21年度収支予算について ⑤その他

■ 東 北 支 部

■企画部会

月 日：4月8日（水）

場 所：協会会議室

出席者：山田仁一部会長ほか9名

議 題：①第57回支部通常総会上程議題について ②支部総会時の表彰者について ③支部の今後の運営について

■技術委員会

月 日：4月8日（水）

場 所：協会会議室

出席者：高橋弘委員長ほか6名

議 題：建設施工技術表彰について

■EE東北作業部会

月 日：4月14日（火）

場 所：二日町東急ビル整備局会議室

出席者：遠藤科事務局長

議 題：EE東北'09開催について

■EE東北実行委員会

月 日：4月30日（木）

場 所：宮城県建設産業会館

出席者：遠藤科事務局長

議 題：EE東北'09開催について

■ 北 陸 支 部

■企画部会正副委員長会議

月 日：4月28日（火）

場 所：支部事務局

出席者：穂苅正昭企画部会長ほか8名

議 題：①平成20年度支部事業報告および決算報告について ②平成21年度事業計画および収支予算について ③支部活動の運営について

■ 中 部 支 部

■調査部会

月 日：4月15日（水）

出席者：山本芳治調査部会長ほか11名

議 題：①「平成21年度 建設事業説明会」実施について

■部会長・副部会長会議

月 日：4月16日（木）

出席者：安江規尉企画部会長ほか6名

議 題：①平成20年度事業報告および決算報告について ②平成21年度事業計画（案）および収支予算（案）について審議

■支部創立50周年記念事業準備・実行委員会（第6回）

月 日：4月16日（木）

出席者：小川敏治委員長ほか7名

議 題：50周年記念事業報告

■運営委員会

月 日：4月23日（木）

出席者：土屋功一支部長ほか24名

議 題：①平成20年度事業報告および決算報告について ②平成21年度事業計画（案）および収支予算（案）について審議 ③平成21年度役員について審議 ④平成21年度建設機械優良技術員表彰者について

■平成21年度 建設事業説明会

月 日：4月27日（月）

会 場：昭和ビル9Fホール

参加者：約140名

議 題：①国交省中部地方整備局の建設事業について（道路関係） 国交省中部地方整備局道路部長 中神陽一氏 ②国交省中部地方整備局の建設事業について（河川関係） 国交省中部地方整備局河川調査官 高橋洋一氏 ③中日本高速道路㈱名古屋支社の建設事業について 中日本高速道路㈱名古屋支社 建設事業部企画総括チーム担当リーダー 橋村克己氏 ④名古屋高速道路公社の建設事業について 名古屋高速道路公社工務部長 平井雄二氏

⑤御水資源機構中部支社の建設事業について 御水資源機構中部支社建設部審議役 土井康夫氏

■「建設技術フェア2009 in 中部」実行委員会幹事会

月 日：4月28日（火）

出席者：五嶋政美事務局長

議 題：「建設技術フェア2009 in 中部」について

■ 関 西 支 部

■会計監事会

月 日：4月21日（火）

場 所：支部会議室

出席者：中山金光会計監事、神谷敏孝会計監事

内 容：平成20年度決算報告および関係書類にもとづき会計監査を行った

■企画部会

月 日：4月23日（木）

場 所：支部会議室

出席者：石瀬治武部会長ほか6名

内 容：①平成20年度事業報告（案）および決算報告（案） ②平成21年度事業計画（案）および収支予算（案） ③平成21年度運営委員名簿について ④支部規定の改定 ⑤建設機械優良運転員・整備員表彰の承認について ⑥支部創立60周年記念行事について ⑦会員数の状況 ⑧平成21年度の主要行事について

■建設用電気設備特別専門委員会（第354回）

月 日：4月23日（木）

場 所：中央電気倶楽部 316号会議室

議 題：①委員会総会 ②平成21年度委員会活動計画について ③「建設工事用電気設備の接地工事」の規格化検討 ④「JEM-TR121 建設用負荷設備機器点検保守のチェックリスト」の見直し検討

■運営委員会

月 日：4月27日（月）

場 所：大阪キャッスルホテル7階会議室

出席者：深川良一支部長ほか25名

内 容：①平成20年度事業報告および決算報告 ②平成21年度事業計画および収支予算 ③平成21年度運営委員等の選任 ④建設機械優良運転員・整備員表彰の承認 ⑤支部創立60周年記念行事について

■建設業部会

月 日：4月28日（火）

場 所：支部会議室

出席者：中山金光部会長ほか15名

内 容：①平成20年度活動報告 ②平成21年度事業計画（案）説明 部会・見学会・懇談会の開催、他部会との交流など ③平成21年度事業計画の討議・承認

■ 中 国 支 部

■会計監事会

月 日：4月9日（木）

場 所：中国支部事務所

出席者：小林真人会計監事ほか3名

議 題：平成20年度決算会計監査

■第1回部会長会議

月 日：4月14日（火）

場 所：中国支部事務所

出席者：高倉寅喜企画部会長ほか10名
議 題：①平成20年度事業報告書・決算報告書について ②平成21年度事業計画・収支予算書について ③平成21年度建設機械化施工優良技術者表彰について ④平成21年度役員体制について

■第24回新技術・新工法発表会

月 日：4月16日（木）

場 所：国際教育センター

参加者：140名

課 題：発表課題①湿式断面修復吹付け工法「ジョツ・クリート工法」(株)大林組技術本部 平田隆祥氏 ②プラス工法「ボックスカルバート水中接続方式」ライト工業(株)生産事業本部 飯田陽朗氏 ③トンネル施工の情報通信技術「無線LANによるトンネル施工情報化」佐藤工業(株)土木事業本部 京免継彦氏

映像による最近の機械化施工の紹介
①岩盤を掘る（大口径岩盤削孔協会）
②対人地雷処理機開発プロジェクト（コマツ）
③ハイブリッド振動遮断壁工法（㈱不動テトラ）
④暮らしを支える地下空間を築く（鹿島建設㈱）
⑤スリムケーソン工法の紹介（オリエンタル白石㈱）

■ 四 国 支 部

■会計監事会

月 日：4月7日（火）

場 所：四国支部事務所

出席者：高橋英雄会計監事、三野容志郎会計監事、事務局職員

内 容：平成20年度の事業実施状況および決算状況の監査

■企画部会幹事会

月 日：4月20日（月）

場 所：サン・イレブン高松

出席者：尾崎宏一企画部会長ほか6名

議 題：機関誌「しこく」（No.83）の編集について

■合同（企画、施工、技術）部会幹事会

月 日：4月20日（月）

場 所：サン・イレブン高松

出席者：尾崎宏一企画部会長ほか25名

議 題：①平成20年度事業報告について ②平成20年度決算報告について

③平成21年度事業計画（案）について ④平成21年度収支予算（案）について ⑤平成21年度建設機械優良運転員および整備員表彰について

⑥その他

■九州支部

■企画委員会

月 日：4月24日（金）

出席者：相川亮委員長ほか7名

議 題：①平成21春季運営委員会審議

資料および運営について ②災害協定実施体制について ③平成21年度支部役員等について

■運営委員会

月 日：4月24日（金）

出席者：古川恒雄支部長ほか31名

議 題：①平成20年度事業報告および決算承認の件 ②平成21年度事業計画および収支予算に関する件 ③支部役員等交代の件 ④建設の機械化功労者表彰の件

■「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术・建設機械に関わる産学官の活気あるフォーラムとなることを期待しております。

(1) 投稿の資格と原稿の種類：

本協会の会員であることが原則ですが、本協会の活動に適した内容であれば委員会で検討いたします。投稿論文は「報文」と「読者の声」（ご自由な意見、感想など）の2種類があります。

投稿される場合はタイトルとアブストラ

クトを提出頂きます。編集委員会で査読し採択の結果をお知らせします。

(2) 詳細：

投稿要領を作成してありますので必要の方は電子メール、電話でご連絡願います。また、JCMA ホームページにも掲載してあります。テーマ、原稿の書き方等、投稿に関わる不明な点はご遠慮なく下記迄お問い合わせ下さい。

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

昨年から義務づけられたメタボ診断ですが、皆様の判定結果はいかがだったでしょうか？ 私もご多分に洩れず…ということで、週末に近所で自転車こぎをはじめてみました。我が家は江戸川流域にあるため、近所と言うにはかなり遠大ですが延長約 60 km の川の両岸につくられたサイクリングロードをよく使わせてもらっています。

江戸川は関宿水門で利根川から分流し、茨城・千葉・埼玉・東京の 1 都 3 県を縫う大きな川で、私は純然たる自然河川だと思っていたのですが、実は江戸時代（1600 年代）に上流部を開削して流路を変えた人工水路とのこと。また中流部には「利根運河」というものもありますが、こちらは東北地方や北関東からの物資を、海の難所である房総半島沖を通らず、利根川と江戸川をバイパスさせて運ぶために 19 世紀末に開削された運河だそうです（完成直後に鉄道が開通し、運河としての役割は短命に終わったようですが）。

江戸川や利根運河を含めた利根川水系を一つの河川と見なすならば、それらに囲まれた千葉県野田市は利根川に浮かぶ巨大な島だ、といった趣旨の書物も近所の図書館で発見することがありますが、その野田市やお隣の流山市は古くから醤油やみりんの産地となっています。

このように江戸時代に開削された人工水路であり、また現代の大規模な堤防にも囲まれた江戸川ですが、実際に自転車で走ってみると、歴史や、たくさんの緑に彩られたちょっとした「大自然」すら感じさせられるなかなか気持ちのいい流域となっています。

さて、地元のうんちくを長々と書き連ねて恐縮でしたが、今月号は「建設施工の環境対策」特集ということで、環境に関する行政情報や、環境に配慮した施工・技術、環境を改善・改良する技術、環境をモニタリングする技術などについて報文をご執筆いただくとともに、神戸大学大学院教授道奥先生には「自然共生型流域圏の構築による社会資本の再整備」と題する巻頭言をご執筆いただきました。

我が国は水だけは豊富にあるものと思っていましたが、道奥先生によれば実は現人口の半分を養うのが精一杯の水資源量であるとのこと。自然環境容量とのバランスを考え、自然環境と同化したインフラ整備が必要ということで、けっして後ろ向きではない、新たな時代の社会資本再整備に建設技術者の一員として参画していければとの思いを強くしました。

最後になりましたが、年度初めのお忙しい時期にもかかわらずご執筆いただいた方々には深く感謝申し上げます。

（泉・宮路）

7 月号「都市環境の整備向上」予告

- ・エコまちづくり事業による都市環境対策の推進
- ・「環境舗装東京プロジェクト」の取組み
- ・都市生態系に配慮した環境計画技術
- ・視覚障害者誘導技術（ブロックボイス）
- ・首都高速道路の緑地創出の取組み—高架橋側面緑化とパーキングエリア壁面緑化の設計施工—
- ・地球に優しい舗装システム—完全付着型コンクリートオーバーレイ工法—
- ・給水機能付き緑化ブロック舗装システムの開発—打ち水ガラスパークとその開発経緯—
- ・大気を浄化する機能を持つ光触媒舗装「フォトロード工法」
- ・都市部におけるアンダーパス急速施工（URUP 工法）

機関誌編集委員会

編集顧問

浅井新一郎	今岡 亮司
上東 公民	加納研之助
桑垣 悦夫	後藤 勇
佐野 正道	新開 節治
関 克己	高田 邦彦
田中 康之	田中 康順
塚原 重美	寺島 旭
中岡 智信	中島 英輔
橋元 和男	本田 宜史
渡邊 和夫	

編集委員長

岡崎 治義 (社)日本建設機械化協会

編集委員

森川 博邦	国土交通省
浜口 信彦	国土交通省
山田 淳	農林水産省
松岡 賢作	(独)鉄道・運輸機構
圓尾 篤広	(株)高速道路総合技術研究所
石戸谷 淳	首都高速道路(株)
高津 知司	本州四国連絡高速道路(株)
平子 啓二	(独)水資源機構
松本 敏雄	鹿島建設(株)
和田 一知	(株)KCM
安川 良博	(株)熊谷組
渥美 豊	コベルコ建機(株)
富樫 良一	コマツ
藤永友三郎	清水建設(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン(株)
宮崎 貴志	(株)竹中工務店
泉 信也	東亜建設工業(株)
斉藤 徹	(株)NIPPO コーポレーション
高木 幸雄	日本道路(株)
宮路 勝善	日立建機(株)
岡本 直樹	山崎建設(株)
中村 優一	(株)奥村組
石倉 武久	住友建機(株)
京免 継彦	佐藤工業(株)
久留島匡繕	五洋建設(株)
藤田 一宏	施工技術総合研究所

No.712「建設の施工企画」 2009 年 6 月号

〔定価〕1 部 840 円（本体 800 円）

年間購読料 9,000 円

平成 21 年 6 月 20 日印刷

平成 21 年 6 月 25 日発行（毎月 1 回 25 日発行）

編集兼発行人 辻 靖 三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 社団法人 日本建設機械化協会

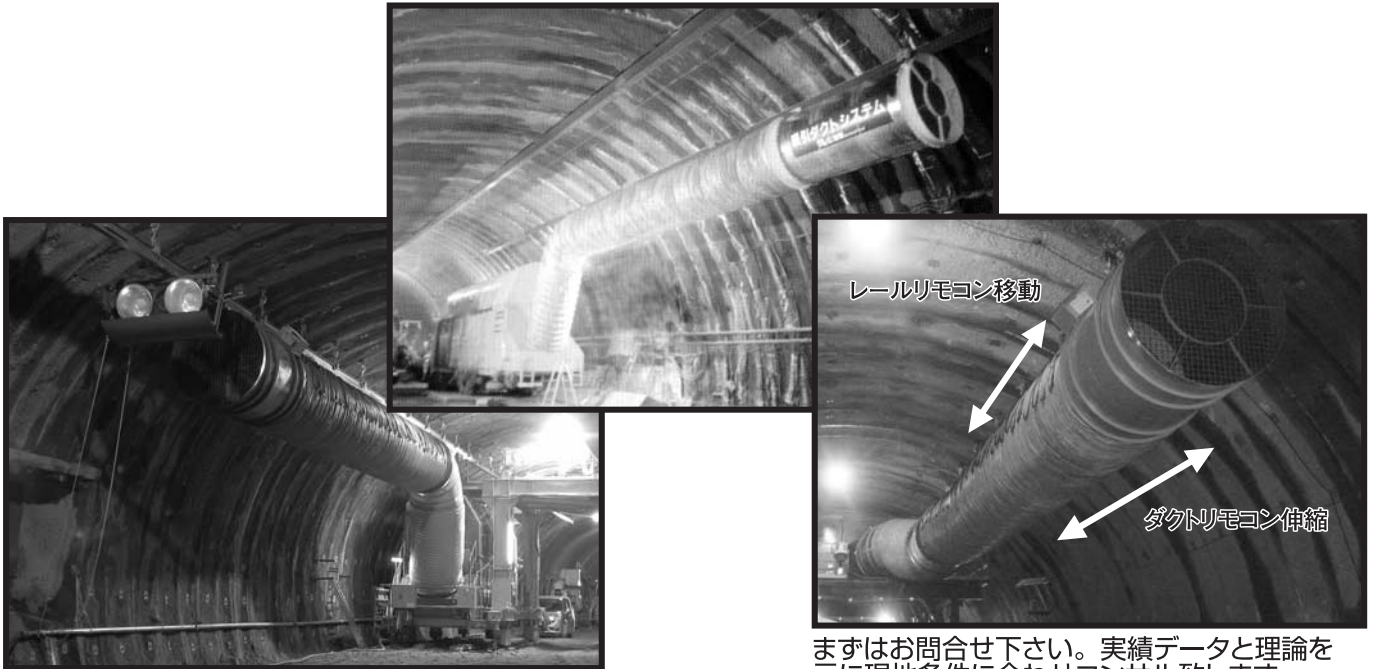
〒105-0011 東京都港区芝公園 3 丁目 5 番 8 号 機械振興会館内

電話 (03) 3433—1501；Fax (03) 3432—0289；http://www.jcmanet.or.jp/

施工技術総合研究所	〒417—0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35—0212
北海道支	部〒060—0003 札幌市中央区北三条西 2—8	電話 (011) 231—4428
東北支	部〒980—0802 仙台市青葉区二丁目 16—1	電話 (022) 222—3915
北陸支	部〒950—0965 新潟市中央区新光町 6—1	電話 (025) 280—0128
中部支	部〒460—0008 名古屋市中区栄 4—3—26	電話 (052) 241—2394
関西支	部〒540—0012 大阪市中央区谷町 2—7—4	電話 (06) 6941—8845
中国支	部〒730—0013 広島市中区八丁堀 12—22	電話 (082) 221—6841
四国支	部〒760—0066 高松市福岡町 3—11—22	電話 (087) 821—8074
九州支	部〒812—0013 福岡市博多区博多駅東 2—8—26	電話 (092) 436—3322

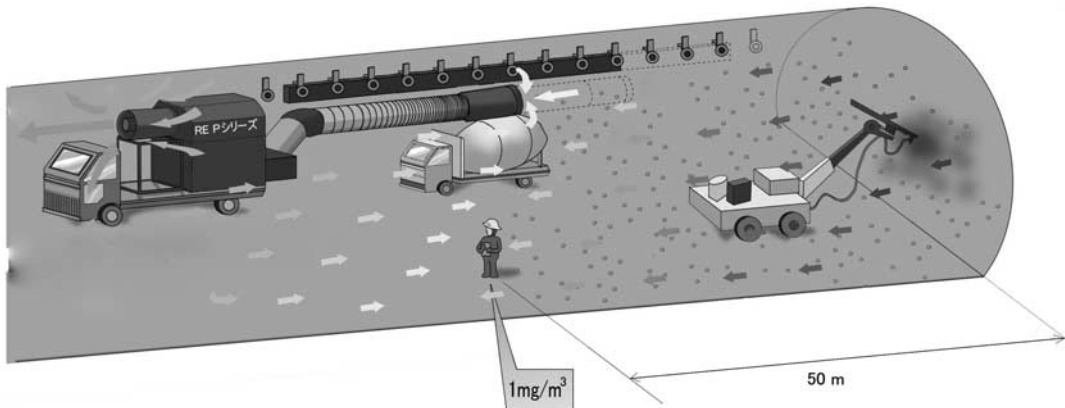
吸引ダクトシステム

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 $1\text{mg}/\text{m}^3$ を達成!!



まずはお問合せ下さい。実績データと理論を元に現地条件に合わせコンサル致します。

- ・発生源粉塵対策の決定版。
- ・ダクトはもちろん吊下げレールも無線リモコンで楽々前進。
- ・掘削工法や作業サイクルに適応。操作のお手間をとらせません。
- ・最低限の切羽送気量と後方の高い清浄空間の確保で換気コスト・ランニングコストの大幅なコストダウンに。
- ・適応径は $\phi 600 \sim \phi 1500$ 、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。



株式会社流機エンジニアリング

URL: <http://www.ryuki.com> E-mail: 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



MORE CARE. BUILT IN.

ボルボ ABG アスファルトフィニッシャー

環境・安全・品質— 設立以来揺るがぬボルボのコアバリュー。
舗装性能、環境性、メンテナンス性、信頼性の向上を実現した
最新アスファルトフィニッシャーをお届けします。



Volvo Construction Equipment www.volvoce.com

荒山重機工業株式会社

〒361-0056 埼玉県行田市持田 1-6-23
TEL:048-555-2881 FAX:048-555-2884
URL: <http://www.arayama.co.jp>

GOMACO

Gomaco社の舗装機器は、どんなスリップフォーム工法にも対応します。



Commander III

最も汎用性の高い機種です。一般道路舗装のほか、路盤工事、河川工事、分離帯・縁石などの構造物構築に最適です。



RTP-500

長ブームの砕石・コンクリート搬入機です。このほかにも、ロック・ホッパーなどへの舗装支援機器として、どんなスリップフォーム機械にも対応可能です。



荒山重機工業株式会社

〒361-0056 埼玉県行田市持田 1-6-23

TEL:048-555-2881 FAX:048-555-2884

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

KOBELCO

さすがコベルコ!

選択される「商品」「社員」「会社」へ

“さすが”を 証明



後方超小旋回の小・中型機には

通常形の中・大型機には

極低騒音 低燃費

超低騒音基準より -5dB (SK70SRは -0dB)

当社従来機より $-18\sim 20\%$

SK70SR SK125SR
SK135SR [LC] SK225SR
SK235SR [LC]

SK200 SK210LC SK250
SK260LC SK330 SK350LC
SK460 SK480LC

※燃費は同等作業土量で比較

ACERA アセラ・ジオスペック
GEOSPEC

フルラインナップ完成!



全機種
オフロード法適合

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

確かな技術で世界を結ぶ

Attachment Specialists

任意の高さに停止可能

パラレルリンクキャブ



パラレルリンクキャブ仕様車

車の解体・分別処理を大幅にスピードアップ

自動車解体機



自動車解体機

ワイドな作業範囲で効率の良い荷役作業

スクラップハンドラ



スクラップハンドラ仕様車

スクラップ処理で高い作業効率を発揮

リフティングマグネット



リフティングマグネット仕様車

船舶・プラント・鉄骨物解体に威力を発揮する

サーベルシア



MSD4500R

丸太や抜根を楽々切断する

ウッドシア



MWS700R (油圧全旋回式)



マルマテクニカ株式会社

■名古屋事業所

愛知県小牧市小針2-18 〒485-0037
電話 0568(77)3312
FAX 0568(77)3719

■本社・相模原事業所

神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号 〒229-0011
電話 042(751)3800
FAX 042(756)4389

■東京事業所

東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号 〒156-0054
電話 03(3429)2141
FAX 03(3420)3336

Denyo

抜群の操作性／低燃費・低騒音／高い安全性

デンヨーの確かな技術が 現場を支える

細部にまでこだわった環境装備と安全・親切設計
使う人にやさしいメンテナンス性

極超低騒音型
DCA-15USYB

より静かにクリーンに



超低騒音型
DCA-150ESKB

パワーと環境性能を両立



一体型環境ベース仕様

環境オイルガード・ビッグタンク・本体発電機を一体化
オイル流失を防ぎ、一回の給油で長時間運転

ディーゼルエンジン発電機DCAシリーズ



アイドリングストップで
さらに燃費・CO₂排出量50%削減!! ※比DLW-400ESW

eモードで低燃費・低騒音
従来機より25~30%燃費を改善!!

超低騒音型
DLW-200×2LS

小型・軽量・低燃費



超低騒音型
DLW-400ESW

短絡電流調整器付



次代を超えた画期的な高性能に
「経済性能」「環境性能」をプラス

2人同時溶接機種も充実

ディーゼルエンジン溶接機DLWシリーズ

アフタークーラ内蔵で寒いとき
エアーツールが凍らない

フルデジタル制御が実現した
可変圧カシステム

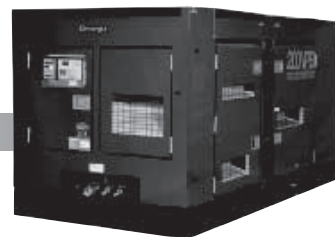
超低騒音型
DIS-70AC

アフタークーラ内蔵タイプ



超低騒音型
DIS-200VPB

可変圧カタイプ



21世紀をリードするエアパワー

高性能・高効率エアエンドと
排出ガス対策型エンジンを搭載

ディーゼルエンジンコンプレッサーDISシリーズ



本社：〒103-8566 東京都中央区日本橋堀留町2-8-5

03(6861)1111

www.denyo.co.jp

札幌営業所 011(862)1221／東北営業所 022(254)7311／信越営業所 025(268)0791／北関東営業所 027(360)4570／東京営業所 03(6861)1122／横浜営業所 045(774)0321
静岡営業所 054(261)3259／名古屋営業所 052(935)0621／金沢営業所 076(269)1231／大阪営業所 06(6488)7131／広島営業所 082(278)3350／高松営業所 087(874)3301
九州営業所 092(935)0700

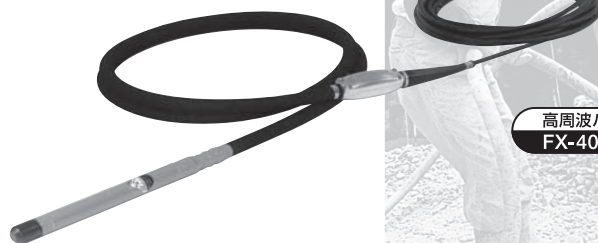
Mikasa 

<http://www.mikasa.com>

多様な現場環境に柔軟に対応する技術とパワー。
進化を続ける三笠が確かな未来を約束します。



バイブレーションローラー
MRH-600DSA



高周波バイブレーター
FX-40RB/FU-161



コンクリートカッター
MCD-216VDXS



パイプロコンパクター
MVH-306DS



タンピングランマー
MT-55L

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／関越／長野／静岡 ●出張所：山梨

三笠建設機械株式会社

本社／〒550-0012 大阪市西区立売堀3-3-10 TEL：06-6541-9631 (代)
●営業所：中部／金沢／中国／九州 ●出張所：鹿児島／沖縄／四国

無駄な電力を抑え CO₂排出量を 大幅に削減。

地球温暖化防止に貢献し、環境にやさしい
ツルミの電極式自動運転ポンプシリーズ



KTVE型

三相200V

吐出し口径：50～100mm
出力：0.75～5.5kW
全揚程：10～22m
吐出し量：0.18～0.6m³/min



HSE型

単相100V

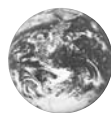
吐出し口径：50mm
出力：0.4kW
全揚程：8m
吐出し量：0.1m³/min



LBA型

単相100V

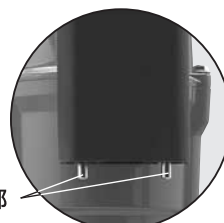
吐出し口径：40・50mm
出力：0.25・0.48kW
全揚程：6・8m
吐出し量：0.1・0.12m³/min



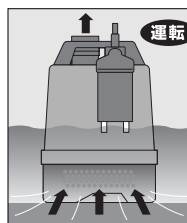
電極式水位センサで 自動運転を実現



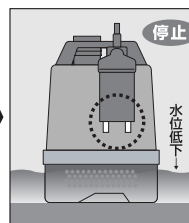
電極部



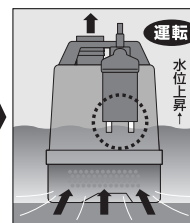
例：LBA型イメージ図



排水開始



水位低下を電極が検知



水位上昇を電極が検知

湧水などにより水位が上昇し、ポンプ電極部に水面が接すると運転を開始、またポンプ排水により水位が低下し電極部から水面が離れると、約1分後に自動停止する。このきめ細かい運転による省エネが大幅なCO₂削減効果に貢献します。(当社、非自動運転形ポンプ比)

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

営業拠点

国内60ヶ所・海外10ヶ所

生産拠点

国内2ヶ所・海外2ヶ所

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

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。



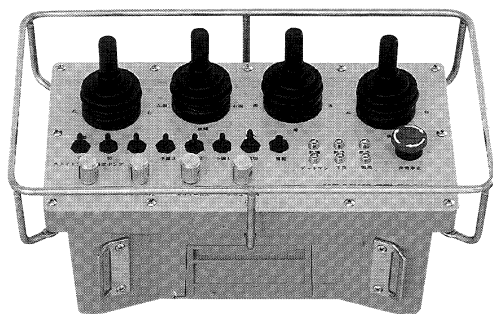
吉永機械株式会社

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

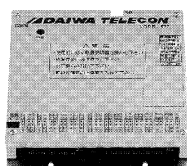
建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

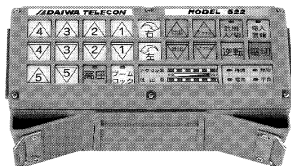
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

- スイッチ・ジョイスティック・その他、混在装備で最大操作数驚異の**96CH**。
- コンパクトな指令機に業界最大**36**個の押しボタンスイッチ装着可能。
- 受令機の出力はオープンコレクタ（標準）リレー・電圧（比例制御）又は油圧バルブ出力仕様も可能。
- 充電は急速充電方式（-△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
営業所 東京、大阪、他

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



カッター出力 330kW
総質量 120ton



主な特長

- カッター出力は330kWで、強力な切削力を発揮し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- 機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m（ケーブルハンガーを除く）
- 定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅9.5m
- 高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- 接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

KYB カヤバシステム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

<http://www.kyb-ksm.co.jp>

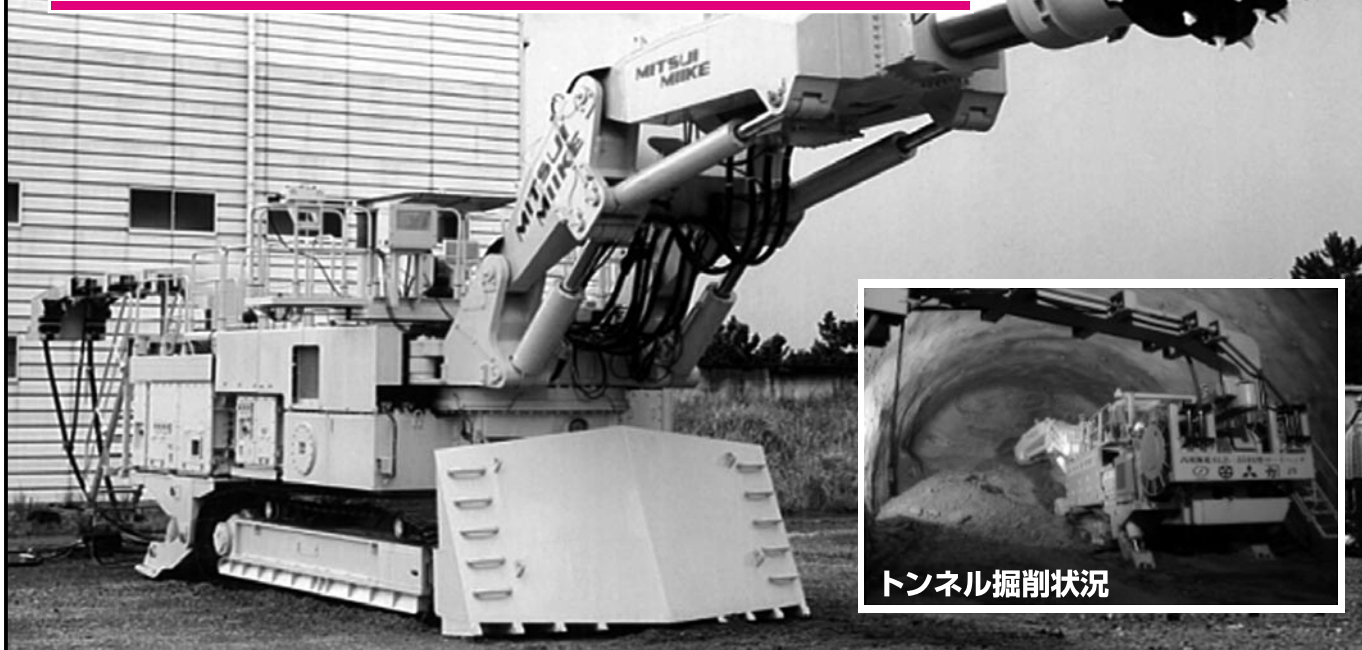
本社・営業/カスタマーサービス
中部支店
西部支店
三重工場

〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル
〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町6番地2
〒812-0013 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
〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町6番地2

TEL. 03-5733-9443
TEL. 059-234-4139
TEL. 092-411-4998
TEL. 059-234-4111

全断面对应トンネル高速施工掘進機

ロードヘッドSLB-350S



大断面トンネルの高速施工を目指して

特 徴

- 国内最大の350/350kW定出力型2速切換式電動機を搭載しており、軟岩トンネルはもとより、中硬岩トンネルにおいても十分な掘削能力を発揮します。
- 切削部には中折れブームを採用しており、ベンチ長は最大5mまで確保できます。又、中折れブームを取り外しての全断面掘削、及び上半掘削も可能です。
- 中折れブームの取り外し、及び低速掘削を行うことにより、機体安定性と掘削トルクが増加し、中硬岩トンネル掘削時において高い効果を発揮します。(硬岩用ドラム使用)
- 油圧式のスライドデッキを機体両サイドに装備しており、機体幅より各々1mの張り出しが可能であるため、下部掘削時等におけるオペレータの視界が大幅に改善されます。
- ^{※1,2}ディーゼルエンジンの搭載により、ロードヘッド単独での走行が可能です。
よって、機体移動に際し配線替えや別途発電機の準備が不要となり、作業時間が短縮されます。

※1 ディーゼルエンジンはオプション仕様となります。

※2 揺寄・コンベヤ仕様の場合、ディーゼルエンジンは搭載されません。



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

販売・レンタル
及びメンテナンス



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

エコロジーのための電子制御化 イータスがお手伝いします

制御開発、ソフトウェアコード生成、計測・適合までを一貫してサポート



ETAS Group
Automotive LifeCycle
Solutions



制御機能開発 / 自動コード生成ツール ASCET ファミリー

制御 / 診断機能のモデリング、デザインからシミュレーション、ラビッドプロトタイピング、量産用コードの自動生成に至る開発環境を提供します。



統合型ラビッドプロトタイピング環境 INTECRIOファミリー

ラビッドプロトタイピングや組み込みソフトウェアの検証・評価を行うための統合型プラットフォームと実験環境を提供します。



計測・適合・診断ツール INCA ファミリー

計測データを分析し、適合データを管理するための多彩な機能を装備しておりテストベンチ・ラボ・実車を問わず、制御機能を最適化する環境を提供します。



HiL システム LABCAR ファミリー

組み込み制御ソフトウェアの検証・評価を行うテスト環境を提供します。洗練された自動化機能によるテストの構造化、モデルの容易な取込み、モデルとハードウェア情報の分離、車両特有の要求に対応したハードウェア等の特長を備えています。

ETASは、電子制御システム開発の工程全般を包括的に支援するツールおよびエンジニアリングを幅広く提供しています。今日、電子制御は自動車のみならず建設機械、鉄道車両、船舶などオフロード分野にも活用され、効率的な開発のニーズが高まっています。

ETASの開発支援ツールは、オープンアーキテクチャーを基礎とした、拡張性に富んだモジュール構造で、あらゆる高度な要求にも対応します。

ローエンドからハイエンドまで、お客様の開発規模にあわせたツールをお選び頂くことができます。

低炭素社会に向け、様々な業界でさまざまな取組みがなされている中、ETASでは少しでもそのお役に立てるよう、より良い電子制御化に向けたシステム作りのお手伝いをします。

「理想の開発環境」を
ETASのソリューションと共に。

イータス株式会社

<http://www.etas.com>

〒220-6217

横浜市西区みなとみらい2-3-5

クイーンズタワー C 17F

TEL : 045-222-0900

FAX : 045-222-0956

E-mail : sales.jp@etas.com

自動車制御システム開発のパートナー

ETAS

