

一般社団法人
日本建設機械施工協会誌（Journal of JCMA）

2015

建設機械施工



Vol.67 No.9 September 2015（通巻787号）

特集 維持管理・延命化, リニューアル

ハンマーを用いないコンクリート打音検査

巻頭言 耐久的な構造物を実現するために必要なこと

技術報文

- 橋梁の維持管理における非破壊検査技術の研究開発
- 鉛直シャフトを昇降・旋回する水中作業機械
- 次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進
宮ヶ瀬ダム堆砂深淺測量
- ハンマーを用いずに新幹線トンネル覆工コンクリートを打音検査
- スマートフォンを活用した漁港施設の点検と今後の課題 他

行政情報

- 道路メンテナンス技術集団の活動
- 鉄道構造物の維持管理に関する基準の検証

交流の広場

論理的な保全だけがプラントを維持管理できる！

一般社団法人 日本建設機械施工協会

ダム工事用コンクリート運搬テルハ (クライミング機能付)

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

●コストパフォーマンスに優れる。

機械重量が比較的軽量で、構造がシンプルな為運搬能力に対して安価である。

●安全性に優れる

コンクリートバケットが堤体上空を横切らないので安全性に優れる。

●環境に優しい。

河床に設置されるので、ダム天端付近の掘削を少なくできる。

●大型機材の運搬も可能

専用吊り具で車両等の大型機材の運搬が可能。



吉永機械株式会社

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

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

M MIWA K-40N KIRUNA

K-40N トンネルズリ運搬車

オフロード法
2014年

排出ガス基準
適合エンジン
搭載車



流れすみやかに! トランスポート・イノベーション ミワ・システム車両



三輪運輸工業株式会社

▶ 最新型コンテナ式運搬車

特徴

- 1 工期短縮
- 2 運搬車両台数の削減
- 3 坑内作業環境の向上
- 4 ズリ搬出制約の対応
- 5 多目的使用

<http://www.miwa-gr.co.jp> >>

本社: 〒651-0072 神戸市中央区脇浜町 2-1-16
TEL: 078-251-5001 FAX: 078-251-4525

プロダクトカンパニー: 〒675-0155 兵庫県加古郡播磨町新島 39
TEL: 079-435-5115 FAX: 079-435-1565

第9回一般社団法人日本建設機械施工協会研究開発助成対象者の募集について

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

1. 実施スケジュール

- （1）公募期間は、平成27年8月10日から平成27年10月31日までとします。
- （2）助成対象者の決定は、平成27年12月中旬頃の予定です。
- （3）助成期間は、助成決定の翌日から平成29年3月31日までです。
- （4）研究成果報告書を、平成29年6月30日までに提出して頂きます。
- （5）研究成果は、「平成29年度建設施工と建設機械シンポジウム（例年11月中旬～12月上旬開催）」で発表し、かつ、JCMAへ論文として投稿して頂きます。

2. 研究開発助成の対象

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

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

3. 研究開発助成の対象者

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

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

4. 申請手続きと注意事項

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

- (3) 所属される機関において助成等の申請，受入れ機関が指定されている場合等は指定された機関の長又は代表者が申請することができます。
- (4) JCMA 以外の補助制度，助成制度との重複申請は可能です。但し，JCMA の助成において実施を予定する内容と他の制度もしくは助成によって実施する研究開発の内容の全てが重複しないようにして下さい。
- (5) 助成対象とならなかった場合には申請書及び添付資料等は審査終了後に返却します。

5. 申請書に記載された個人情報及びその他技術情報の利用目的について

申請書に記載された個人情報は，申請者への連絡，情報提供のために使用いたします。

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

これに同意した上で申請を行っていただきますようお願い申し上げます。

6. 助成金交付手続き

- (1) 助成が認められた申請者は助成決定通知受領後，JCMA に請書等の手続き書類（様式－2 ①～④）を提出して頂いた時点で全額を交付します。
- (2) 助成金は手続き終了後にすみやかに助成研究者の指定する金融機関の口座（助成金振込先通知書（様式－2 ②に記載された口座））に振り込みますが，助成金の受け入れ方法については，予め申請書（様式－1 ①）にも明記しておいてください。

7. その他

採否の理由等に関しましては，お問い合わせに応じかねますので，ご了承下さい。

（参考）助成実績	年 度	申請数	採択数
	平成 19 年度	1 4 件	2 件
	平成 20 年度	8 件	2 件
	平成 21 年度	8 件	1 件
	平成 22 年度	2 0 件	2 件
	平成 23 年度	2 2 件	4 件
	平成 24 年度	8 件	4 件
	平成 25 年度	9 件	1 件
	平成 26 年度	7 件	1 件

〒105-0011 東京都港区芝公園 3－5－8 機械振興会館 2 階
一般社団法人 日本建設機械施工協会 研究開発助成事務局
担当 森川

TEL:03-3433-1501 FAX:03-3432-0289
ホームページ（実施要綱・様式のダウンロード）はこちらから
<http://www.jcmanet.or.jp/>

情報化施工研修会のご案内 ～ICT建設施工の現地研修～

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

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

記

1. 開催日程：平成27年 10月29日(木)～30日(金)
2. 主催：一般社団法人 日本建設機械施工協会
3. 場所：一般社団法人 日本建設機械施工協会施工技術総合研究所
(静岡県富士市大淵3154)
『情報化施工・安全教育研修センター』
アクセスマップはこちらです。(→) <http://www.cmi.or.jp/cmi/map.htm>
4. 対象：建設現場管理者、建設機械オペレーター、その他マシンコントロール(MC)、マシンガイダンス(MG)、トータルステーション(TS)による出来形管理の体験あるいは習得を希望する方。

5. 研修会のコース

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

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

- ・旧体験コースを既に受講した方が**実務コースを再受講する場合、36,000円/人**で受講できます。
- ・受講費用には、建機・機材のレンタル費、パソコンの利用、傷害保険、テキストなどの費用が含まれています。宿泊費、食事は含みません。
- ・ヘルメット、安全チョッキは当方で準備します。なお、実習の際は安全靴の着用をお願いします。
- ・諸般の事情により内容を変更する場合があります。
- ・平成26年10月の研修会は、主にニコン・トリプル機器による研修を予定しております。
- ・お申し込み後のキャンセルは、開催日の5営業日前までに、担当者へ電話連絡をしてください。左記以降のキャンセルにつきましては、受講費用の返金を行いません。受講者の変更につきましては、開催日の前日まで受け付けております。

6. 研修カリキュラム

第1日目

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

第2日目

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

研修カリキュラムは都合により変更されることがあります。

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



受 講 風 景



実地研修場所全景

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

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

論文投稿のご案内

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

当協会ホームページ <http://www.jcmanet.or.jp>

★投稿対象

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

- (1) 理論的又は実証的な研究・技術成果、あるいはそれらを統合した知見を示すものであって、独創性があり、論文として完結した体裁を整えていること。
- (2) この分野にとって高い有用性を持ち、新しい知見をもたらす研究であること。
- (3) この分野の発展に大きく寄与する研究であること。
- (4) 将来のこの分野の発展に寄与する可能性のある萌芽的な研究であること。

★部門

- (1) 建設機械と機械設備並びにその高度化に資する技術部門
- (2) 建設施工と維持管理並びにその高度化に資する技術部門

★投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

★原稿の受付

随時受け付けます。

★公表の方法

当協会機関誌へ掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

★連絡先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

日本建設機械施工協会 研究調査部 論文担当

E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp

TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289

平成27年度版 建設機械等損料表

- 発刊：平成27年5月9日
- 体裁：B5版 モノクロ 約620ページ
- 価格(送料別) 一般：7,920円(本体 7,334円)
会員：6,787円(本体 6,285円)
- 平成26年度版に対する変更点
 - ・損料算定表の諸元欄の記載要領・表現を変更し読み易さを改善
 - ・「機械運転単価表」の作成例を、現行歩掛に合わせて見直し
 - ・関連通達・告示に「東日本大震災の被災地で使用する建設機械の機械損料の補正」を追加

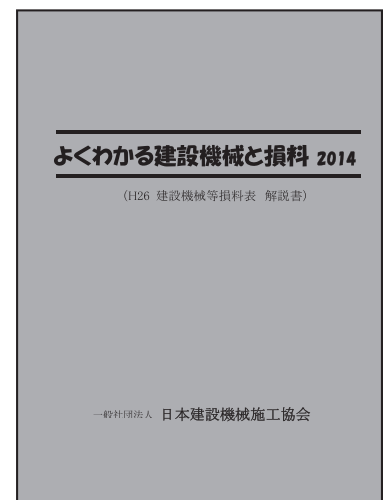


* 沖縄県の方は一般社団法人 沖縄しまたて協会 (TEL:098-879-2097) にお申込み下さい。

よくわかる建設機械と損料 2014

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

- 発刊：平成26年6月
- 体裁：B5版、一部カラー、約400ページ
- 価格(送料別) 一般：5,616円(本体:5,200円)
会員：4,752円(本体:4,400円)
- 特長
 - ★ 損料用語、損料補正方法を平易な表現で解説
 - ★ 各通達・告示類の要旨を解説
 - ★ 各建設機械の分類コードの体系を図示
 - ★ 各建設機械の概要(機能・特徴)を紹介
 - ★ 主要建設機械のメーカー・型式名を表にして紹介
 - ★ 機械の俗称からも掲載ページ検索が可能



一般社団法人 日本建設機械施工協会

橋梁架設工事の積算

平成 27 年度版

∞ ∞ ∞ 改定・発刊のご案内 ∞ ∞ ∞

平成 27 年 5 月 一般社団法人 日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

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

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

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

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

◆内容

平成 27 年度版の構成項目は以下のとおりです。

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



◆改定内容

平成 26 年度版からの主な改定事項は以下のとおりです。

1. 鋼橋編
 - ・送出し設備における説明文章、写真の追加
 - ・少数 I 桁橋の足場工及び防護工の一部改定
 - ・プレキャスト PC 床版工、場所打ち PC 床版工の一部改定
2. PC 橋編
 - ・門構移動装置の新規掲載
 - ・ポストテンション桁製作工他、各工種の適用範囲の明確化
 - ・横組工 地覆・高欄施工足場の記載
 - ・緩衝ゴム設置工 新規掲載
3. 橋梁補修編
 - ・足場タイプ別詳細作業内容の掲載
 - ・落橋防止システム工の一部改定
 - ・ストップホール工の新規掲載
 - ・塗替塗装 素地調整工の改定
 - ・はく離材による塗膜除去作業の注意点の新規掲載

別冊「橋梁補修補強工事 積算の手引き」

- ・極少施工歩掛の考え方を新規掲載
- ・補修工事用数量集計マニュアルを新規掲載

● B 5 判／本編 1,201 頁 (カラー写真入り)
別冊 197 頁 セット

●定価

一般価格：9,720 円 (本体 9,000 円)

会員価格：8,262 円 (本体 7,650 円)

※ 別冊のみの販売はいたしません。

※ 送料は一般・会員とも

沖縄県以外 600 円

沖縄県 610 円

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

●発刊 平成 27 年 5 月 21 日

初の
実務者向け入門版!!

情報化施工 デジタルガイドブック

2014.3
発刊!

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

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

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

特 徴

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

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

主な内容

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館
TEL (03) 3433-1501 FAX (03) 3432-0289 <http://www.jcmanet.or.jp>

JCMA 図書 検索



Windows版

デジタルブックDVD版
(デジタル画像・動画等)

プレビューA4版冊子付

定 価

一般価格

2,160円 (本体2,000円)

会員価格

1,944円 (本体1,800円)

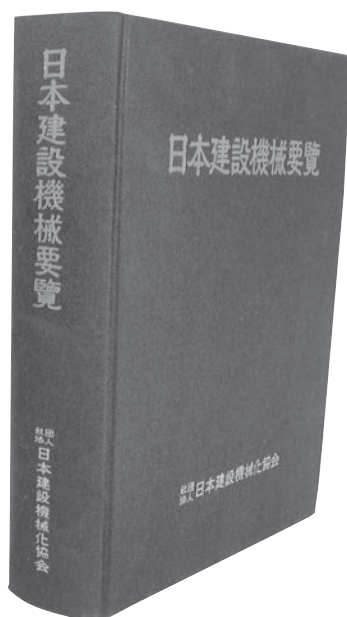
※送料別途

2013年版 日本建設機械要覧

ご案内

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

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



体 裁

B5判、約1,320頁／写真、図面多数／表紙特製

価 格

価格は次の通りです（消費税8%含む）

一般価格 52,920円（本体49,000円）

会員価格 44,280円（本体41,000円）

（注）送料は1冊900円となります。

（複数冊の場合別途）

特 典

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

2013年版 内容目次

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

◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内 ◆

会 費 : 年間 9,000円

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

★個人会員の特典

- 「建設機械施工」を機関誌として毎月お届け致します。(一般購入価格 1冊864円/送料別途)。
「建設機械施工」では、建設施工や建設機械に関わる最新の技術情報や研究論文、本協会の行事案内・実施報告などのほか、新工法・新機種の紹介や統計情報等の豊富な情報を掲載しています。
- 協会発行の出版図書を会員価格(割引価格)で購入できます。
- シンポジウム、講習会、講演会、見学会等、最新の建設機械・建設機械施工の動向にふれることができる協会行事をご案内するとともに、会員価格(割引価格)で参加できます。

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非入会下さい!!

◆ 一般社団法人 日本建設機械施工協会について ◆

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

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

■会員構成

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

■主な事業活動

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

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙を使用してください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係
〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館
TEL:(03)3433-1501 FAX:(03)3432-0289

一般社団法人 日本建設機械施工協会会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会個人会員に入会します。

平成 年 月 日

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

【会費について】年間 9,000円

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

【その他ご入会に際しての留意事項】

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

【個人情報の取扱について】

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

No	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	送料
1	H27 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 27 年度版	9,720	8,262	600
2	H27 年 5 月	平成 27 年度版 建設機械等損料表	7,920	6,787	600
3	H26 年 6 月	よくわかる建設機械と損料 2014	5,616	4,752	500
4	H26 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 26 年度版	6,048	5,142	500
5	H26 年 3 月	情報化施工デジタルガイドブック【DVD 版】	2,160	1,944	400
6	H25 年 6 月	機械除草安全作業の手引き	972	864	250
7	H25 年 3 月	日本建設機械要覧 2013 年版	52,920	44,280	900
8	H23 年 4 月	建設機械施工ハンドブック（改訂 4 版）	6,480	5,502	600
9	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,240		400
10	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,240		250
11	H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,160	1,851	400
12	H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,376	2,160	400
13	H21 年 9 月	道路除雪オペレータの手引	3,085	2,057	500
14	H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	3,024	2,560	500
15	H19 年 12 月	除雪機械技術ハンドブック	3,086		500
16	H18 年 2 月	建設機械施工安全技術指針・指針本文とその解説	3,456	2,880	400
17	H17 年 9 月	建設機械ポケットブック（除雪機械編）	1,029		250
18	H16 年 12 月	2005「除雪・防雪ハンドブック」（除雪編）	5,142		600
19	H15 年 7 月	道路管理施設等設計指針（案）道路管理施設等設計要領（案）	3,456		500
20	H15 年 7 月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,620	1,512	400
21	H15 年 6 月	道路機械設備 遠隔操作監視技術マニュアル（案）	1,944		400
22	H15 年 6 月	機械設備点検整備共通仕様書（案）・機械設備点検整備特記仕様書作成要領（案）	1,944		400
23	H15 年 6 月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	540		250
24	H13 年 2 月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック（第 3 版）	6,480	6,048	500
25	H12 年 3 月	移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル（第 2 版）	2,675	2,366	400
26	H11 年 10 月	機械工事施工ハンドブック 平成 11 年度版	8,208		600
27	H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,320		500
28	H11 年 4 月	建設機械図鑑	2,700		400
29	H10 年 3 月	大型建設機械の分解輸送マニュアル	3,888	3,456	500
30	H9 年 5 月	建設機械用語集	2,160	1,944	400
31	H6 年 8 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,229	7,714	500
32	H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,172	5,554	500
33	H3 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,079	9,565	600
34	S 63 年 3 月	新編 防雪工学ハンドブック【POD 版】	10,800	9,720	500
35	S 60 年 1 月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック	6,480		500
36		建設機械履歴簿	411		250
37	毎月 25 日	建設機械施工【H25.6 月号より図書名変更】	864	777	400
			定期購読料 年 12 冊 9,252 円(税・送料込)		

購入のお申し込みは当協会 HP <http://www.jcmanet.or.jp> の出版図書欄の「ご購入方法」の「図書購入申込書」をプリントアウトし、必要事項を記入してお申し込みください。

目次

維持管理・延命化, リニューアル 特集

3	巻頭言	耐久的な構造物を実現するために必要なこと	石田 哲也
4	行政情報	道路メンテナンス技術集団の活動	
		On the activities of Road maintenance technology group	田中 倫英
8	行政情報	鉄道構造物の維持管理に関する基準の検証	潮崎 俊也
14		橋梁の維持管理における非破壊検査技術の研究開発	石田 雅博・高橋 実
20		既設橋梁の復元設計システム 写真と基本データから橋梁図面の復元	長崎 富彦
24		鉛直シャフトを昇降・旋回する水中作業機械	
		T-iROBO UW	清水 正巳・三浦 久・上山 淳
30		次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進 宮ヶ瀬ダム堆砂深淺測量	
		自動航行型測深システム「自動ベルーガ」	富岡 秀
35		スマートフォンを用いた舗装路面評価手法の開発	白井 悠
41		鉄道構造物の維持管理の現状と新しいリニューアル技術の開発	谷村 幸裕
46		ハンマーを用いずに新幹線トンネル覆工コンクリートを打音検査	
			御崎 哲一・篠田 昌弘・島田 義則
52		スマートフォンを活用した漁港施設の点検と今後の課題	
		漁港施設点検システム	長野 章・長野 晋平・田原 正之
57		中大口径管きょ更生工法 パルテム・フローリング工法	田中 翔吾
62		交流の広場 論理的な保全だけがプラントを維持管理できる!	若槻 茂
72		ずいそう 管理釣り場の楽しみ	安藤 隆
74		ずいそう 香港は楽しい	伊勢木浩二
76	JCMA 支部報告	情報化施工技術委員会活動報告 東北支部	鈴木 勇治
81	CMI 報告	コンクリート内部に発生した微細ひび割れの微破壊試験法に関する研究	
			谷倉 泉・渡邊 晋也
86	部会報告	除雪機械の変遷(その10) 除雪グレーダ(2)	除雪機械技術委員会
92	部会報告	ISO/TC 127(土工機械)審議状況	標準部会
99	部会報告	千代田区永田町一丁目, 霞が関二丁目付近, 再構築工事現場見学会	
			建設業部会
101	新工法紹介	機関誌編集委員会	
103	新機種紹介	機関誌編集委員会	
111	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	
112	行事一覧	(2015年7月)	
116	編集後記		相田・原

◇表紙写真説明◇

ハンマーを用いないコンクリート打音検査

写真提供: 公益財団法人 鉄道総合技術研究所

レーザーを用いて非破壊・遠隔でトンネル覆工コンクリートの健全度診断を行うための実用型試験装置。新幹線トンネル中央通路内で試験装置を走行させた後, レーザーを照射している様子(現在, 計測性能の向上を実施中)。

情報化施工により東日本大震災の復興を支援

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

まずは、一般社団法人日本建設機械

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

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

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

平成27年度「建設施工と建設機械シンポジウム」のご案内

本協会では、“建設機械と施工法”に関する技術の向上を目的に、技術開発、研究成果の発表の場として、「建設施工と建設機械シンポジウム」を毎年開催しております。本年度も「暮らしを支える建設施工と建設機械」をテーマとし、①災害、防災、復旧・復興、②ICTの利活用・ロボット、③品質

確保とコスト縮減、④環境保全、省エネルギー対策、⑤安全対策、⑥維持・管理・補修の6項目に関する論文発表を行うほか、ポスターセッションも行います。

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

詳細問い合わせ先:

一般社団法人日本建設機械施工協会
シンポジウム実行委員会事務局

水口・荒川

TEL: 03-3433-1501

FAX: 03-3432-0289

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

「橋梁架設工事の積算 平成27年度版」改訂・発刊のご案内

平成26年度版からの主な改訂事項:

- ・門構移動装置の新規掲載
- ・緩衝ゴム設置工 新規掲載
- ・ストップホール工の新規掲載
- ・はく離材による塗膜除去作業の注意点の新規掲載
- ・極少施工歩掛の考え方を新規掲載

・補修工事用数量集計マニュアルを新規掲載

発刊: 平成27年5月

体裁: B5判 本編1,201頁/別冊197頁

価格(送料別):

一般 9,720円(本体9,000円)

会員 8,262円(本体7,650円)

詳細問い合わせ先:

一般社団法人日本建設機械施工協会

TEL: 03-3433-1501

FAX: 03-3432-0289

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

日本建設機械施工協会「個人会員」入会のご案内

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

会費: 年間9,000円

★個人会員の特典

○機関誌「建設機械施工」を毎月お届け致します。

本誌では、建設機械・施工技術に関わる最新情報や研究論文、本協会の行事案内・実施報告等のほか、新工法・新機種の紹介や統計情報等の豊富な情報を掲載しています。

○協会発行の出版図書を会員価格(割引価格)で購入できます。

○シンポジウム、講習会、講演会、見学会等、最新の動向にふれることができる協会行事をご案内するとともに、

に、会員価格で参加できます。

お問い合わせ・申込書の送付先

※お申し込みには本誌差込広告ページの申込用紙をご利用ください

一般社団法人日本建設機械施工協会
個人会員係

TEL: 03-3433-1501

FAX: 03-3432-0289

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

巻頭言

耐久的な構造物を実現するために
必要なこと

石 田 哲 也



高度経済成長期以降に蓄積された多くの社会資本の老朽化が、大きな懸念事項となっている。国土交通白書 2014 によれば、2033 年には橋齢が判明している約 40 万の橋梁のうち 67% が、また建設年度が判明している 1 万本のトンネルの 50% が、建設後 50 年を迎えることになる。例えば高速道路各社においても、過酷な環境下で長期供用されている道路構造物の損傷が一部顕在化し、新たに作り替える大規模更新が計画されている状況にある。今後人口減少を迎え、社会資本投資にかかる財政状況が厳しくなる中で、新設構造物の建設にあたっては、過去と同様のものを作るのではなく、昨今の技術進歩を踏まえた長寿命化仕様とする必要がある。一方で既設構造物に対しては、適切な補修・補強対策による効果的な延命化措置が重要となろう。それらの目的を達成するための、既存技術の組み合わせと総合化、新規の技術開発、ならびにそれらを現場に実装する仕組みの整備が、我々が抱える喫緊の課題である。

長寿命化、高耐久化を狙った構造物を実現するためには、初期の建設コストのみならず、維持管理や更新にかかる費用を含めたライフサイクルコストを考慮に入れる必要がある。一般に高耐久化を実現するにあたって、初期コストの面では不利にならざるを得ないためである。しかしながら、例えば道路橋 RC 床版の打替えの場合、新設床版と比べて直接工事費だけを比較しても数倍のコストを要するとの試算がある。また交通規制等による社会的損失を含めると、必要なコストは更に増加することが容易に予想される。最初から良いものを作っておけば、結局は得をすることになるのは自明である。

ただし、初期コストを上げてもトータルでは採算が合うのか、という命題に正確に答えるためには、構造物の性能が時系列でどのように変化していくのか、あらかじめ把握しておく必要がある。コンクリート構造物の分野で言えば、2000 年 1 月に土木学会から発刊されたコンクリート標準示方書において、世界に先駆けたような形で時間 t (設計耐用期間) を取り入れた照査手法が導入された。また昨今の研究では、コンクリート材料の硬化・劣化を支配する微視的現象に対す

る理解と一般化材料物理化学モデル／構成則の構築、さらに数値解析技術の進歩により、時間軸上でコンクリート構造物の性能を予測するシミュレーション技術の著しい進展も見られている。こういった技術を実務に適用し、ライフサイクルコストを含めた構造物の性能評価を行うことが必要であろう。

しかし実構造物の振舞いは複雑である。現地一品生産であるが故の、固有かつ様々な供用環境に曝されると同時に、耐久性は施工の品質の影響も強く受けるからである。さらに供用後の交通荷重の増加や、スパイクタイヤ禁止に伴う凍結防止剤散布量の増加など、当初予期しない事象も起こりうる。従って、事前予想が難しい不確実性に対するエンジニアリングの知恵として、不具合に対して構造物に冗長性を持たせる、あるいはフェールセーフ機構を内包させることが重要である。一方で個別の要素技術のレベルアップのためには、常に実際の現象や挙動と照らした検証や改善が欠かせない。いわゆる PDCA サイクルの実践である。長年の供用を経た構造物から課題や改善点を洗い出し、新設構造物の設計に活かすこと、また適用した補修・補強対策の効果を追跡調査し、効果的な延命技術を構築することなどである。

近年では、数値解析技術、センシング・モニタリング技術および情報通信技術などが長足の進歩を遂げている。こういった技術を活用して、構造物の設計、施工、維持管理をシームレスに結合することが出来れば、様々なレベルでの PDCA サイクルを回すことが容易となろう。例えば 3 次元モデルによる設計図面の作成と施工計画の立案、施工に関わる様々な情報の蓄積と構造物に発生する不具合の有無、点検データの蓄積とそれを活用した構造物性能評価など、いわば構造物の母子手帳やカルテともいえる情報を一元的に管理できれば、一見して理解が困難な不具合や劣化のメカニズムの解明につながる。このような PDCA サイクルの循環を経て、個々のインフラ関連技術のレベルアップと、構造物の信頼性が向上することを期待したい。

行政情報

道路メンテナンス技術集団の活動

On the activities of Road maintenance technology group

田 中 倫 英

道路の老朽化対策に関して、多くの施設を管理している地方公共団体に対して、財政面、技術面等でこれまで以上の支援が求められている。

この支援策の一つとして、平成 26 年度において緊急かつ高度な技術力を要する橋梁に対する「直轄診断」を実施した。

「直轄診断」は、「橋梁、トンネル等の道路施設について、各道路管理者が責任を持って管理する」という原則のもと、それでもなお、地方公共団体の技術力等に鑑みて支援が必要なものに限り、国が「道路メンテナンス技術集団」を派遣し、技術的な助言を行うものである。

本稿では、平成 26 年度に実施した 3 橋についての直轄診断結果について紹介する。

キーワード：老朽化対策、メンテナンスサイクル、道路メンテナンス会議、道路メンテナンス技術集団、直轄診断

1. はじめに

全国には、約 70 万の橋梁、約 1 万のトンネルがある。

1964 年の東京オリンピックから 50 年の歳月が経過し、高度成長期に建設された多くの施設の高齢化が今後急速に進行していく中、これらの施設の維持修繕・更新に取り組んでいくことは喫緊の課題である。

このような中、道路の適切な維持管理を図るため、平成 25 年に改正された道路法を踏まえ、昨年 7 月より橋梁、トンネルなどについて「5 年に 1 度の近接目視による定期点検を行うこと」を定めた省令が施行された。また、昨年 4 月に社会資本整備審議会道路分科会からいただいた「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」を踏まえ、産学官のリソース（予算・人材・技術）を最大限投入し、メンテナンスサイクル（点検・診断・措置・記録）の推進に取り組んでいるところである。

2. 地方の現状と支援

全国にある約 70 万の橋梁のうち、約 4 分の 3 を占める橋梁を市町村が管理している。先述のとおり、昨年 7 月からはこれらの橋梁についても定期点検を行うことが「義務」化されたが、一方で、約 3 割の町、約 6 割の村において橋梁管理に携わる土木技術者が 1 人

もいない（平成 26 年 11 月道路局調べ）とともに、これまでに全部材での近接目視による点検を行っていた地方公共団体は約 2 割に過ぎない（平成 25 年 10 月道路局調べ）といった状況を踏まえれば、市町村に対する「支援」を適切に行っていくことは極めて重要な課題となっている。

このため、都道府県ごとにすべての道路管理者をメンバーとした「道路メンテナンス会議」を設置し、道路メンテナンスの取組みに関する情報交換や技術支援などを行うとともに、地域一括発注の取組み（各市町村の点検業務をまとめて発注する制度）を行ってきている。また、防災・安全交付金による「財政的支援」や、地方公共団体の職員も対象とした「研修の充実」など、様々な支援策を実施してきているところである。

3. 「直轄診断」の実施について

上記のような地方公共団体に対する支援策の 1 つとして、平成 26 年度において「直轄診断」を試行的に実施した（写真—1）。

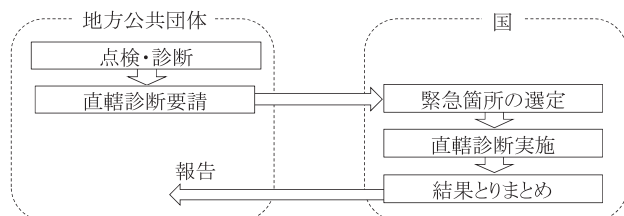
直轄診断は、「トンネル、橋梁などの道路施設については、各道路管理者が責任を持って管理する」という原則のもと、それでもなお、地方公共団体の技術力などに鑑みて支援が必要なものとして、複雑な構造を有するもの、損傷の度合いが著しいもの、社会的に重



写真—1 直轄診断実施状況（大前橋）

要なもの、などに限り、国が地方整備局、国土技術政策総合研究所、独立行政法人（平成27年4月からは国立研究開発法人に改組）土木研究所の職員などで構成する「道路メンテナンス技術集団」を派遣し、技術的な助言を行うものである。

下記に直轄診断の流れを示す（図—1）。



図—1 直轄診断の流れ

平成26年度においては、事前調査において抽出された施設の中から、上記の観点を踏まえ、福島県三島町の三島大橋、群馬県嬬恋村の大前橋、高知県仁淀川町の大渡ダム大橋の3橋について直轄診断を試行的に実施した。下記に、それぞれの橋梁の概要（表—1）および直轄診断の結果を紹介する。

(1) 三島大橋（福島県三島町）

三島大橋は昭和50年に建設され、昭和62年に高力ボルトの落下事象が発生した後、管理者である三島町においてボルト損傷に着目した点検調査が行われ、損傷ボルトの交換も実施されてきたが、その後も損傷が



写真—2 三島大橋・全景

継続的に発生している状況であった（写真—2）。

今回の直轄診断では、橋梁点検車や高所作業車などを活用し、診断に必要な情報を得るための詳細な現地調査と、町より提供された過去からの点検調査記録や設計資料などの分析、また高力ボルト自体の強度試験・成分調査などを実施した。

その結果、橋梁全体としては直ちに致命的な損傷が生じるような状態ではないものの、損傷の見られるボルトは「遅れ破壊」が原因と考えられ、今後加速度的にボルトが脱落損傷する可能性が否定できない段階に至っていると判断されたことから、通行車両の安全を確保するため、すみやかに高力ボルトの全数交換の補



写真—3 三島大橋・損傷部（ボルトの脱落）

表—1 3橋梁の概要

県名	町村名	路線名	橋梁名	建設年	延長(m)	緊急性・高度な技術力の必要性 (町村での点検結果より)
福島県	みしまち 三島町	町道 みやしたないり 宮下名入線	みしまおほし 三島大橋	昭和50年	131	大規模アーチ橋で多数のボルト破壊が進行しており、早急に全てのボルト交換が必要
群馬県	つまごいむら 嬬恋村	村道 おおまえばそばら 大前細原線	おおまえばし 大前橋	昭和33年	73	建設後50年以上が経過した施工方法等の詳細が不明なコンクリート橋であり、主桁等に大きな損傷が見られる
高知県	によどがわちゅう 仁淀川町	町道 によどがわ 仁淀吾川線	おおど おおはし 大渡ダム大橋	昭和58年	444	高度な専門技術が求められる吊り橋で、健全性に大きな影響をもつ主桁接合部などで損傷が散見

修を実施すべきであるとの助言に至った(写真—3)。

また、床版の劣化、アーチリブ・斜材・補剛桁などで腐食および塗装の劣化が進行しつつあり、耐久性確保の観点から、これらについてもボルト交換とあわせて補修を実施すべきとの助言を行った。

(2) 大前橋(群馬県嬬恋村)

大前橋は昭和33年に建設され、建設後50年以上を経過しており、施工方法などの詳細が不明なコンクリート橋であった。このため、まずは建設当時の施工方法や構造などの詳細について、施工当時の関連文献などの調査を行った(写真—4)。



写真—4 大前橋・全景

また、平成22年に嬬恋村が実施した定期点検の結果を踏まえつつ、非破壊による鉄筋探査調査を実施し、現状における構造の精査を行うとともに、診断に必要な各部材の劣化損傷原因の推定、これまでの変状の履歴や経緯の把握のために橋梁周辺の地盤、路面などの目視調査、橋梁全体を対象とした変形状況を確認するための測量計測、サンプル的に一部の部材から採取した試料を用いて材料試験などを実施した。

橋梁全体を俯瞰すると、主桁、横桁、床版、橋脚、橋台、高欄などのいずれの部材においても、その形態、発生量はそれぞれ異なるが、共通して多数のひび割れの発生が見られ、その中には、漏水、さび汁、白色ゲル状析出物を伴うものが見られた。また、ひび割れの状況や測量などの結果から、アルカリ骨材反応の進行が影響していると判断された。提供された過去の資料との比較からは、現在もひび割れは増加、進展している可能性が高く、高欄、橋脚横梁端部、床版地覆部を中心にコンクリートのはく離、断面欠損の発生が多数確認され、一部では鉄筋の露出、腐食などが進行していることが確認された(写真—5)。

床版地覆のコンクリートのはく離、断面欠損などの劣化については、水分の補給状況、日照、風向なども



写真—5 大前橋・損傷部分(コンクリートのはく離)

複雑に影響している可能性が高く、早急の対応が必要であることを助言した。

なお、現行の橋梁は大型車通行規制が行われているが、これを解除するためには現行の橋梁の改修ではなく、架替を行うことが必要であることもあわせて助言した。

(3) 大渡ダム大橋(高知県仁淀川町)

大渡ダム大橋は、大渡ダムの建設に伴う機能補償として昭和58年に設けられた吊橋であり、仁淀川町は直近では平成21年に、「道路橋に関する基礎データ収集要領(案)」に基づき、健全度の概略を目視により調査していた。その概略は、主塔部および主桁部の塗装の劣化が著しく、上部工・下部工ともにコンクリート表面に多数の遊離石灰が見られるなど、老朽化が進行している、という内容であった(写真—6)。



写真—6 大渡ダム大橋・全景

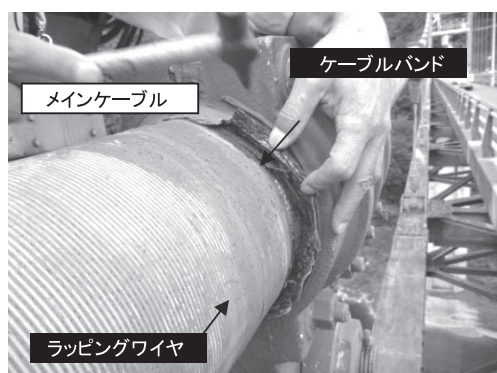
一方、主要部材であるケーブル、主塔部およびアンカーレイジの詳細な点検は、吊橋の実施方法などの技術的な蓄積がないため未実施であった。

今回の直轄診断では、橋梁点検車や高所作業車などを活用し、必要な情報を得るための詳細な現地調査と管理者より提供された完成図や設計資料などの分析を

行った。

吊橋である本橋は、ケーブルシステムの健全性が極めて重要であるが、メインケーブルについては、多くのケーブルバンド部の防水機能が劣化し、一部ではラッピングワイヤが腐食破断していることが確認された（写真—7）。また、ケーブルバンドボルトの軸力低下が生じている可能性が否定できないことも判明した一方、ケーブルバンド部の防食機能の劣化が著しい箇所でも目視可能な範囲ではメインケーブル素線の腐食による断面減少や破断は見られなかった。

このことから、現在の使用状態では、メインケーブルの耐荷性能に問題が生じる可能性は低い一方で、ラッピングワイヤの腐食およびケーブルバンド部の防水機能の劣化がこれ以上進行すれば、メインケーブルで腐食の発生・進展が生じることが確実な状態と判断されたことから、早急にラッピングワイヤの補修やケーブルバンド部の防水対策の更新などメインケーブルの防食システムの機能回復を行うべきとの助言を行った。



写真—7 大渡ダム大橋・損傷部分（ラッピングワイヤの腐食）

4. 直轄診断実施後の展開

これら3橋の直轄診断結果については、本年1月に各道路メンテナンス技術集団から町村長に報告したところであり、その後、それぞれの道路管理者が、この結果を踏まえて必要な措置を検討したところである。その結果、三島大橋および大渡ダム大橋については、各道路管理者により修繕事業を早急に実施することと判断され、国による修繕代行事業の実施要請を受けたところであり、その修繕内容は高度な技術力を要するものであるなどの理由から、平成27年度より当該事業に着手したところである。

一方、大前橋については、道路管理者において大型車も通行可能となるよう架替事業を実施することと判断され、平成27年度より創設した大規模修繕・更新補助制度を活用し、姶恋村が事業主体となって事業を実施することとしている。

5. おわりに

今回実施した直轄診断は、国の技術的支援として試行的に実施したものであるが、財政力や技術力、人員などの面で厳しい状況にある地方公共団体に対する支援がより一層重要であると考えており、平成27年度も直轄診断を実施する予定である。

今後とも、全都道府県に設置された「道路メンテナンス会議」を活用し、地方公共団体の実施する老朽化対策について、より一層の支援に取り組んで参りたい。

J C M A

〔筆者紹介〕

田中 倫英（たなか ともひで）
国土交通省
道路局国道・防災課 道路保全企画室
企画専門官



行政情報

鉄道構造物の維持管理に関する基準の検証

潮 崎 俊 也

鉄道構造物の維持管理については、従来から技術基準等に基づき維持管理を行ってきたところであるが、平成24年の中央自動車道笹子トンネル事故や近年の鉄道構造物における剥落事象等を踏まえ、平成25、26年度において、鉄道構造物の維持管理に関する基準の検証を行った。本稿では、その検証について紹介する。

キーワード：鉄道構造物、維持管理、コンクリートの剥落事象

1. はじめに

鉄道構造物の維持管理については、定期的な検査の実施を含む施設の保全に関する基準が従来から規定されてきており、全国の鉄道事業者は、この基準に基づき、橋りょう、トンネル等の鉄道構造物について、計画・検査・措置等の維持管理を実施することにより、列車の安全な運行等を確保している（図—1）。

一方、平成24年12月の中央自動車道笹子トンネル事故や近年の鉄道構造物における剥落事象の発生等を踏まえ、鉄道構造物の維持管理に関する基準を検証し、必要な対応を検討するため、平成25年4月より国土交通省鉄道局において、「鉄道構造物の維持管理に関する基準の検証会議」（座長：岡田勝也 国土館大学 理工学部 教授）（以下「検証会議」）を開催した。鉄道構造物の維持管理に関する検証を行った。

昭和62年以前	運輸省令「日本国有鉄道運転規則」、「新幹線鉄道運転規則」と「地方鉄道運転規則」において、保全の実施及び検査周期（橋梁、トンネル等の構造物は2年）を規定
昭和62年 4月	国鉄民営化に伴い「鉄道運転規則」施行 維持管理については従前の内容を規定
平成10年11月	運輸技術審議会23号答申「今後の鉄道行政のあり方について」において技術基準の性能規定化を提言
平成11年 6月	山陽新幹線福岡トンネル覆工コンクリート剥落事故発生 トンネル安全問題検討会設置
平成11年10月	山陽新幹線北九州トンネル覆工コンクリート剥落事故発生
平成11年11月	室蘭本線礼文浜トンネル覆工コンクリート剥落事故発生
平成11年12月	運輸技術審議会鉄道部会技術基準検討会中間とりまとめ 「機能の確認のために最低限確保すべき検査の周期は、過去の実績や経験等を勘案し、国が一定の基準を示すことが必要」とされた
平成12年 2月	トンネル安全問題検討会報告書とりまとめ トンネル保守管理マニュアル制定 （検査周期（2年以内）、詳細検査（近接目視、打音、新幹線：10年、その他：20年）、判定方法等を規定）
平成14年 3月	「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」施行（性能規定化） （保全の実施、検査周期は告示によることを規定）
平成14年 3月	「施設及び車両の定期検査に関する告示」施行 （橋りょう、トンネル等の構造物は2年、トンネルについては詳細検査を実施（新幹線10年、その他20年））
平成19年 1月	鉄道構造物等維持管理標準制定 （トンネル以外の構造物も含めた検査方法等について規定）
平成19年 2月	「施設及び車両の定期検査に関する告示の一部改正」 （検査基準日、基準期間、許容期間、検査周期の短縮、延長について規定）

図—1 鉄道構造物の維持管理に関する基準の変遷

2. 鉄道構造物の維持管理に関する基準の検証

(1) 検証会議

検証会議は、座長である岡田勝也教授の他、学識者3名、JR、大手鉄道事業者、中小鉄道事業者等の鉄道事業者15名、行政2名を含む有識者8名の計27名の委員で構成され（図一2）、平成25年4月～平成26年11月までの計4回実施した。

具体的な検証の流れとしては、平成24年12月の中央自動車道笹子トンネル事故や近年の鉄道構造物における剥落事象の発生等を踏まえつつ、「鉄道構造物の維持管理に関する基準における検査の周期や方法等について妥当性」について、鉄道構造物の維持管理の現状、課題等を整理しつつ検証を行った（図一3）。

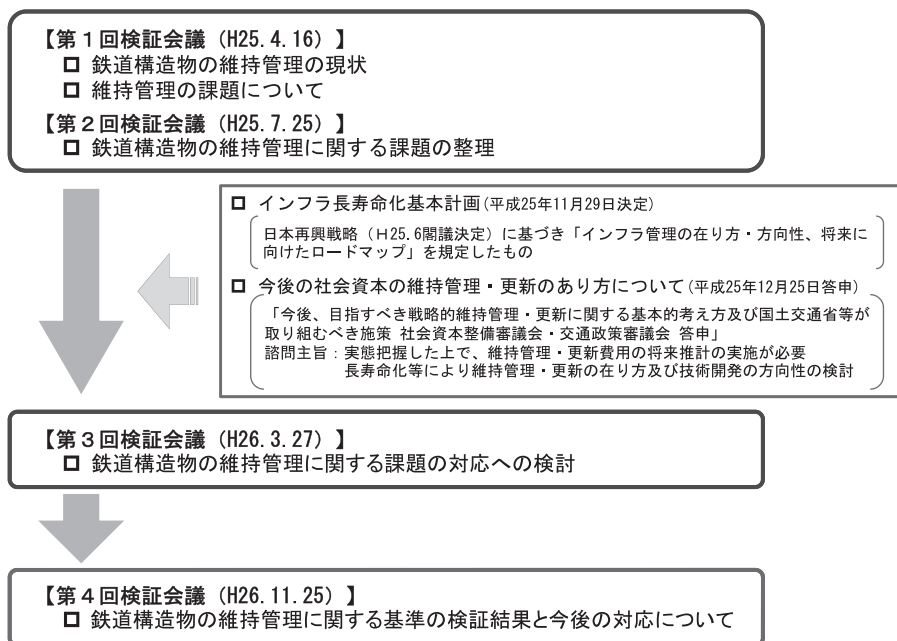
(2) 鉄道構造物の維持管理に関する基準について

現在の鉄道構造物の維持管理に関する基準は、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」（平成13年国土交通省令第151号）（以下「技術基準省令」）に規定されており、第87条に、鉄道施設は列車等が安全に運転することができる状態に保持しなければならないと施設及び車輛の保全が規定されており、その具体的な方法として、構造物及び軌道の保全については、「鉄道構造物等維持管理標準（平成19年1月）」によることと通達されている。

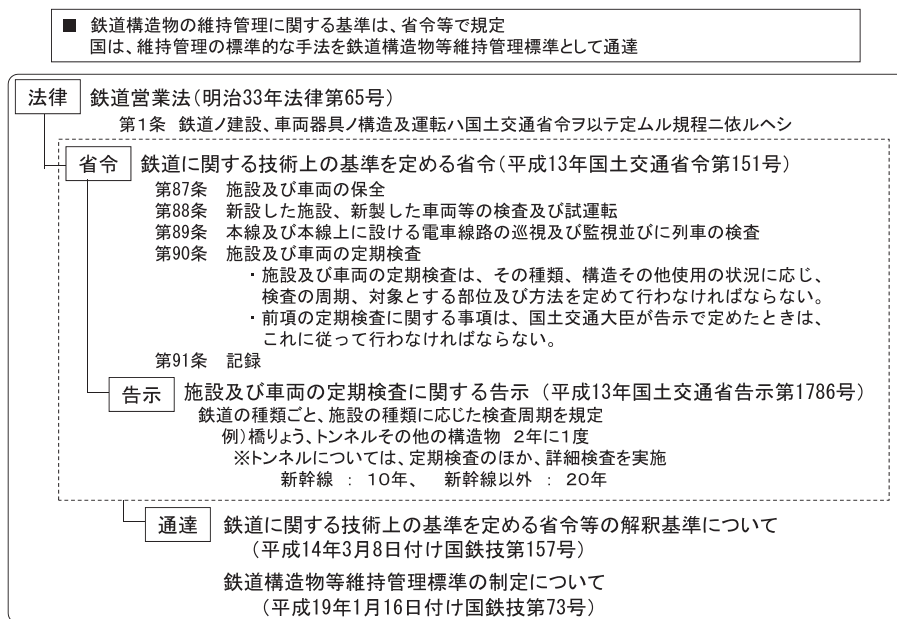
鉄道構造物等維持管理標準とは、鉄道構造物に対する検査手法および健全度の判定、さらに必要に応じて行う措置、記録等、一連の維持管理に関する基本的な考え方を示したものである。

座 長	岡田 勝也	国土館大学 理工学部 都市ランドスケープ学系 教授
委 員	岸 利治	東京大学 生産技術研究所 人間・社会系部門 教授
委 員	前川 宏一	東京大学大学院 工学系研究科 社会基盤学専攻 教授
委 員	森 猛	法政大学 デザイン工学部 都市環境デザイン工学科 教授
委 員	伊勢 勝巳	北海道旅客鉄道株式会社 鉄道事業本部 副本部長(兼)工務部長
委 員	奥石 逸樹	東日本旅客鉄道株式会社 執行役員 設備部長
委 員	井上 陽一	東海旅客鉄道株式会社 総合技術本部 技術企画部 担当部長
委 員	半田 真一	西日本旅客鉄道株式会社 執行役員 鉄道本部 施設部長
委 員	松木 裕之	四国旅客鉄道株式会社 取締役 鉄道事業本部 工務部長
委 員	前川 聡幸	九州旅客鉄道株式会社 鉄道事業本部 施設部長
委 員	三浦 康夫	日本貨物鉄道株式会社 執行役員 鉄道ロジスティクス本部 保全工務部長
委 員	中野 雅文	阪急電鉄株式会社 都市交通事業本部 技術部長
委 員	三原 弘之	京浜急行電鉄株式会社 鉄道本部 施設部長
委 員	武藤 義彦	東京地下鉄株式会社 鉄道本部 工務部長
委 員	野崎 誠貴	東京都交通局 建設工務部長
委 員	植林 俊光	大阪市交通局 鉄道事業本部 工務部長
委 員	黒川 雄次	小湊鐵道株式会社 鉄道部長
委 員	永井 弘一	箱根登山鉄道株式会社 鉄道部長
委 員	大石 直	会津鐵道株式会社 代表取締役社長
委 員	上田 日出男	独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 鉄道建設本部 工務部長
委 員	廣瀬 道雄	独立行政法人 交通安全環境研究所 交通システム研究領域長
委 員	館山 勝	公益財団法人 鉄道総合技術研究所 事業推進室長
委 員	谷村 幸裕	公益財団法人 鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部長
委 員	佐藤 勉	公益財団法人 鉄道総合技術研究所 研究開発推進室 担当部長
委 員	三枝 長生	一般社団法人 日本鉄道施設協会 企画部長
委 員	潮崎 俊也	国土交通省 鉄道局 技術企画課長
委 員	江口 秀二	国土交通省 鉄道局 施設課長

図一2 鉄道構造物の維持管理に関する基準の検証会議 名簿



図—3 鉄道構造物の維持管理に関する基準の検証の流れ



図—4 鉄道構造物の維持管理に関する基準

また、定期検査については、技術基準省令第90条に、施設及び車両の定期検査として、施設の定期検査は、検査の周期、対象とする部位及び方法を定めて行わなければならないと規定され、具体的には、「施設及び車両の定期検査に関する告示」（平成13年国土交通省告示第1786号）において、新幹線鉄道以外の鉄道は、軌道の定期検査については1年、構造物については2年周期で検査、トンネルに定期検査のほか、20年周期で詳細検査を実施することが規定されている。

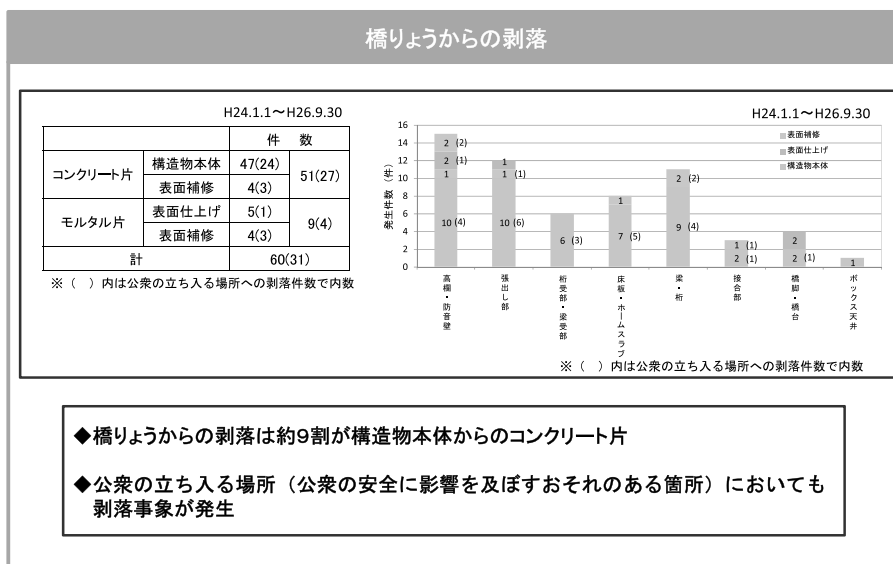
技術基準省令第91条は、記録関係で、施設の検査並びに改築、改造、修理又は修繕を行ったときは、その記録を作成し、これを保存しなければならないと記

録について規定されている（図—4）。

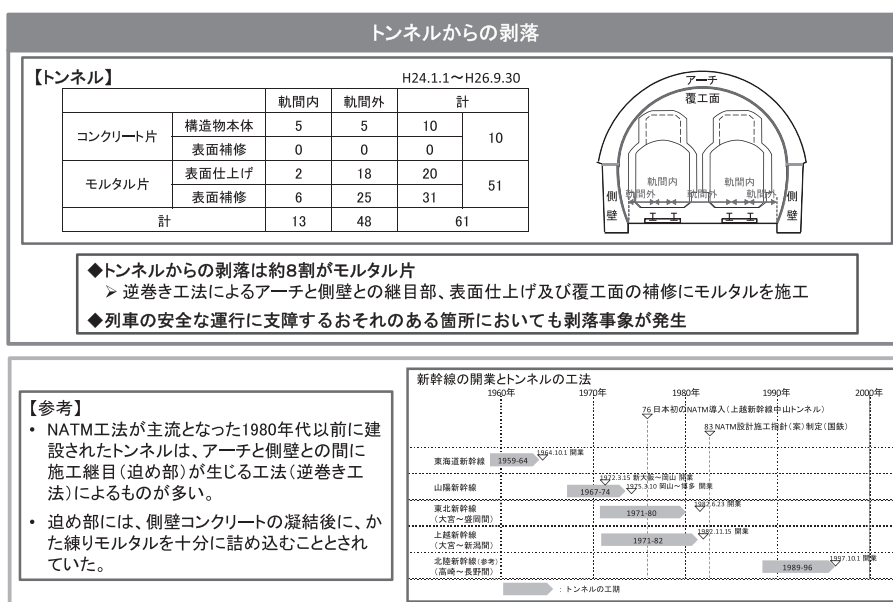
鉄道事業者はこれら基準に基づき、自社の路線の地形、気候などの自然条件、運行頻度、速度などの使用条件等を踏まえ、列車の安全な運行の確保等に最適な基準を定め、これに従い適切な維持管理を実施することとしている。

(3) 検証会議において得られた鉄道構造物における剥落事象の現状と検証結果（図—5～8）

(a) 平成24年1月～平成26年9月までの鉄道構造物における剥落事象について、鉄道事業者から報告された内容を整理・分析した結果は以下の



図－5 鉄道構造物における剥落事象の発生の現状



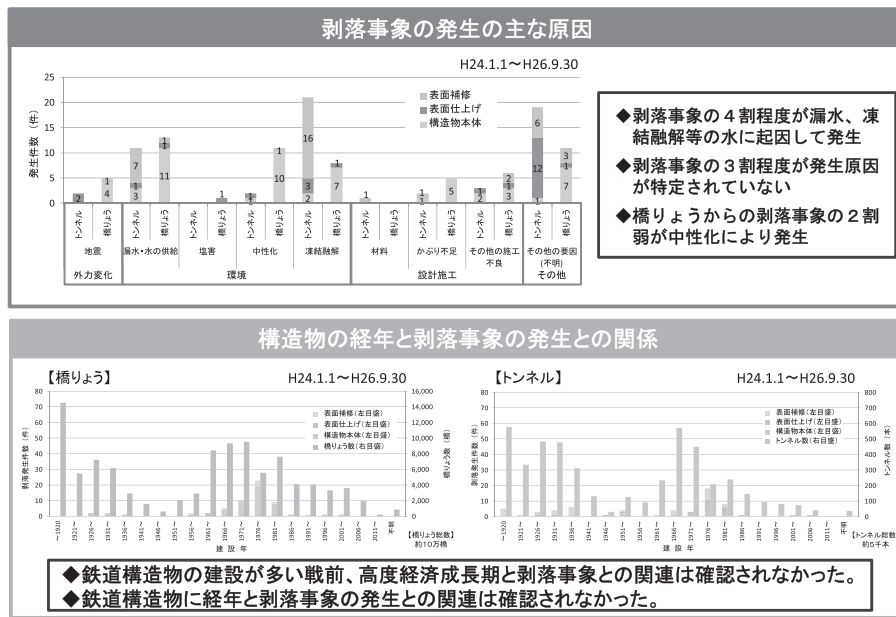
図－6 鉄道構造物における剥落事象の発生の現状

とおり。

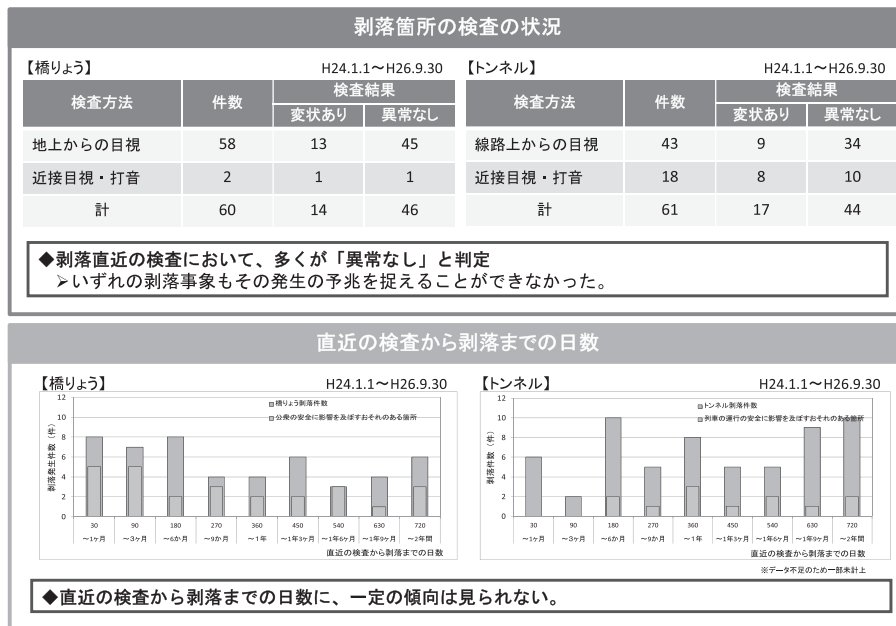
- ・橋りょうから剥落したものは約9割がコンクリート片、トンネルから剥落したものは約8割がモルタル片であった。
- ・トンネルから剥落したものにモルタル片が多い理由としては、山岳トンネルを逆巻き工法で施工した際のアーチと側壁との継目部、表面仕上げ及びトンネル覆工面の補修にモルタルを施工してきたためと考えられる。
- ・構造物の機能を損なうような剥落事象の発生はなかった。
- ・橋りょうの剥落事象の中には、公衆の安全に影響を及ぼすおそれのある箇所へのものもあった。
- ・トンネルの剥落事象の中には、列車の安全な運行

に支障するおそれのある箇所へのものもあった。

- ・列車の安全な運行に支障する、又は公衆の安全に影響する事象の発生はなかった。
- ・橋りょう及びトンネルの剥落事象の発生の主な原因は、漏水、凍結融解等の水に起因するものが4割程度であった。
- ・橋りょうの剥落事象の発生の原因については、中性化によるものが2割弱であった。
- ・その他の剥落事象の発生の原因としては、施工不良、地震、塩害等があり、剥落事象の発生の原因が特定されないものが3割程度であった。
- ・剥落事象の原因は複数に分散しており、特定の原因に集約することはできなかった。
- ・鉄道構造物の建設は、戦前と高度経済成長期に集



図－7 鉄道構造物における剥落事象の発生の現状



図－8 鉄道構造物における剥落事象の発生の現状

中しているが、これらの時期と剥落事象の発生状況との関連は確認されなかった。

- ・70年以上経過した鉄道構造物も多く存在するが、構造物の経年と剥落事象の発生状況との関連は確認されなかった。
 - ・いずれの剥落事象の発生もそれぞれの構造物に対する直近の定期検査において、その発生の予兆を捉えることができなかった。
- (b) 当検証会議に報告された鉄道構造物からのコンクリート片等の剥落事象に関して今後の対応に参考となる事項は以下のとおり。
- ・定期検査において、剥落事象の発生の予兆を捉え

ることができなかったのは、変状を把握するための着眼点等の知見が十分ではなかったためである。

- ・鉄道構造物における剥落事象の発生を予防するため、その変状に応じ、監視又は叩き落としが実施されている。これらの措置に加えて、耐久性の回復・向上を目的とした断面修復、コンクリート片等の剥落防止を目的とした剥落防止のネットの設置等の措置が講じられている事例もある。
- ・剥落防止のネットの設置等の措置については、措置したものに対する維持管理業務の発生、変状の把握が十分に行えなくなる場合があること、鳥害

- による公衆への影響などを留意する必要がある。
- ・一部の構造物に効率的な維持管理を行えないものもある。

3. 今後の対応について

(1) 国が講ずべき措置

- ・定期検査において、鉄道構造物における剥落事象の発生の予兆を捉え、発生を予防するために、国土交通省に報告された近年の個々の鉄道構造物における剥落事象の発生状況を精査した上で、鉄道構造物における剥落事象の発生を予防するために必要な事項を体系的に整理し、また、変状を把握するための着眼点や変状に応じた措置などの事例を整理した手引きを策定し、各鉄道事業者に配付することとする。また、鉄道構造物における剥落事象の発生状況等を踏まえ、当該手引きを適宜見直すこととする。
- ・鉄道構造物等設計標準において、改訂の機会を捉え、維持管理に係る内容を追加することとする。
- ・鉄道事業者に対する構造物の維持管理の講習会の実施等により、鉄道事業者における構造物の維持管理に関する技術力の維持向上について支援を行うこととする。
- ・鉄道事業者等における新技術を用いた構造物の維持管理の高度化、合理化に資する技術開発等を支援することとする。

(2) 鉄道事業者が講ずべき措置

- ・剥落事象の発生により公衆の安全に影響を及ぼすおそれのある箇所及び列車の安全な運行に支障するおそれのある箇所については、策定された手引き、その他の知見を踏まえ、当該箇所の構造物の変状を的確に把握することにより、剥落事象の発生の予兆を捉え、必要な措置を講ずることとする。
- ・トンネルにおいて、剥落事象により列車の安全な運行に支障するおそれのある箇所に施工され、かつ、表面仕上げに施工されたモルタル等のトンネルの機能に必要なモルタルについては、早期に、撤去する等の措置を講ずることとする。

- ・鉄道構造物における剥落事象が発生した際は、引き続き国土交通省に報告するとともに、自らもその原因究明を行い、再発防止対策を講ずることとする。
- ・一部の鉄道構造物における剥落事象の発生原因に施工不良があったこと、一部の鉄道構造物に効率的な維持管理を行えない構造物があったこと等を踏まえ、新規に構造物を設計、施工する際には、これらのことを予め防止し、将来の効率的かつ効果的な維持管理が確保されるように留意することとする。

4. おわりに

鉄道については、他の社会資本と比較して長い歴史を持ち、構造物も古いものが多いがあるが、他のインフラと異なり、運行と施設管理者が一元的に管理しながら、法令・基準等に基づき構造物について維持してきたところである。

今回の検証会議において、今後の鉄道構造物の維持管理にあたり、剥落事象の発生の予兆を捉え、必要な措置を講じていくことが重要であるととりまとめられている。

今後は、今回とりまとめられた方針に基づき、施策を講じていくことで、少しでも剥落事業の減少、ひいては適切な構造物の維持管理に反映できればと考えているところである。

なお、現在、この検証会議の結果に基づき、定期検査において、鉄道構造物における剥落事象の発生の予兆を捉え、その発生を予防するために過去の剥落事象の発生状況を精査した上で、必要な事項を体系的に整理し、変状の着眼点や変状に応じた対策などの事例を整理した手引きを作成しているところである。

J C M A

【筆者紹介】
潮崎 俊也（しおざき しゅんや）
国土交通省
鉄道局
技術企画課長

橋梁の維持管理における非破壊検査技術の研究開発

石 田 雅 博・高 橋 実

わが国では、急速に社会インフラが高齢化してきており、それに伴う劣化損傷の顕著化が大きな問題になりつつある。しかし、早期に発見し、適切な処置を施せば長寿命化が図られることから、道路橋の劣化損傷に応じた調査・診断、補修・補強技術の確立が求められてきている。

本稿では、道路橋（コンクリート橋、鋼橋）の劣化損傷のうち、非破壊検査技術が用いられる劣化損傷事例を紹介するとともに、道路橋の維持管理における非破壊検査技術の開発に関する取り組みについて紹介する。

キーワード：維持管理、道路橋、非破壊検査、ASR、塩害、ひび割れ、放射線（X線）、き裂、超音波

1. はじめに

現在、わが国では高度経済成長期以降に集中的に整備された橋梁やトンネルなどの社会インフラが、今後、急速に高齢化してくる問題に直面している。その中で、道路橋については、全国に約70万橋、存在しており、10年後には建設後50年経過する橋梁が4割以上になると見込まれている。その経過年数に呼応する形で、沿岸部などの立地環境の厳しい場所などでは、近年、一部の橋梁で老朽化による劣化損傷が顕在化している。

一方、定期的に点検を行い、適時適切な維持管理を行うことにより、建設後80年を経過しても大きな損傷なく使われている橋梁も多く存在している。

土木研究所構造物メンテナンス研究センター（通称、CAESAR）（以下「本研究所」という）では、橋梁のメンテナンスで必要となる「検査技術」、「予測評価技術」、「補修補強技術」、「管理システム」について研究している。本稿では、道路橋（コンクリート橋及び鋼橋）の劣化損傷のうち、非破壊検査技術が用いられる劣化損傷事例を紹介するとともに、非破壊検査技術の開発に関する取り組みについて具体的な事例をもとに紹介する。

2. コンクリート橋の塩害による鋼材腐食

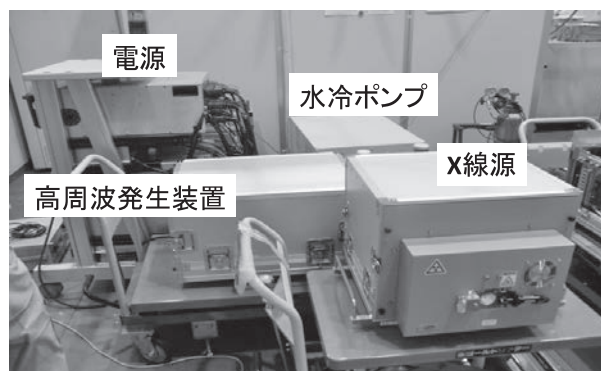
ポストテンション方式のPC構造物では、近年グラウトの充填が十分に行われていない事例が確認されて

おり、対策が進められている。シース内にグラウト未充填箇所が存在すると、雨水や塩化物イオン等がシース内に侵入する恐れがあり、その結果PC鋼材が腐食、破断し、重大事故に繋がる可能性もある。

本研究所では、東京大学と連携し、PC桁全体のグラウト未充填区間、鋼材減肉量、破断有無の把握を目的として、高出力X線源によるコンクリート橋検査技術の開発を行っている。

(1) X線発生装置

現在、橋梁調査で用いているX線源はその出力が300keVまでであること、適用限界厚さは30～40cm程度であり厚い部材の場合は撮像に時間がかかることなど、従来の非破壊検査技術には限界があった。一方で、X線の利用を規定している放射線障害防止法においては、屋外で使用する場合、橋梁検査に限って4MeVまでの加速器の使用が認められている。



写真—1 3.95MeV X線発生装置

開発した 3.95MeV 機の全体像を写真—1 に示す。装置は、X 線源、高周波発生装置、電源、水冷ポンプから構成されている。高出力のため装置に比べ重量が小さいのが特徴であり、既存の橋梁点検車に搭載可能なように、X 線源等を 200 kg 以下に抑えている。また、実橋梁への適用に向けて、X 線源及び検出器を連続的に稼働できる専用のスキャン架台を作成している。

(2) 3.95MeV X 線発生装置による屋外撮像

3.95MeV 機は法的には放射線発生装置であり、橋梁への照射に限り一時的な使用場所の変更が認められている。しかし、これまで使用された実績はなかった。そのため、今回本研究所内で実施された屋外での撮像実験は、国内における初めての試みとなった。撮影は土研内に設置してある PCT 桁橋を対象とした(写真—2)。ウェブ厚は 170 mm、下フランジ部の最大厚さは 400 mm である。



写真—2 PCT 桁橋の撮影

3.95MeV 機は撮像時の線量が非常に高く、検出器が飽和して画像が得られなかったため、出力を定格の 1/6 まで落として撮像を行った。

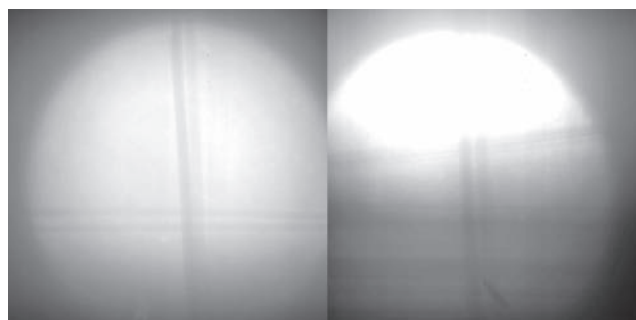
①ウェブ部

FDP により得られたウェブ部の画像を写真—3 に示す。ウェブ厚 170 mm に対し、3.95MeV 機による画像は 1 秒程度で取得されており、定格出力の 1/6 であっても十分な撮像能力があると判断できる。

②下フランジ部

ウェブ撮影後、スキャン架台により検出器を移動させ下フランジ部の撮像を行った。写真—3 に示す通り、部材厚が 400 mm にもかかわらず 30 秒程度で画像を取得することができた。

今回の撮像実験は、国内初の高出力 X 線源の屋外適用であり、必ずしも機器の調整が十分とは言えなかった。今後は、より鮮明な画像が得られるよう機器の調整を実施していく予定である。



(ウェブ部) (下フランジ部)

写真—3 3.95MeV 機 FDP 画像

3. コンクリート橋のアルカリ骨材反応対策

我が国におけるアルカリ骨材反応（以下「ASR」）による損傷は、昭和 50 年代後半から顕在化した。新設のコンクリート道路橋に対しては、昭和 60 年代前半の旧建設省総合技術開発プロジェクトの知見等をもとに各種抑制対策が施行され、平成 2 年の道路橋示方書改定時にそれらが規定された。

一方、これ以前の年代に建設されたコンクリート道路橋では、ASR に起因するひび割れが報告されており、プレストレストコンクリート橋（以下「PC 橋」）における橋軸方向のひび割れも散見される。

以下、PC 橋における ASR 損傷と対策事例の概要、本研究所での関連する研究の取り組みを紹介する。

(1) PC 橋の ASR 損傷

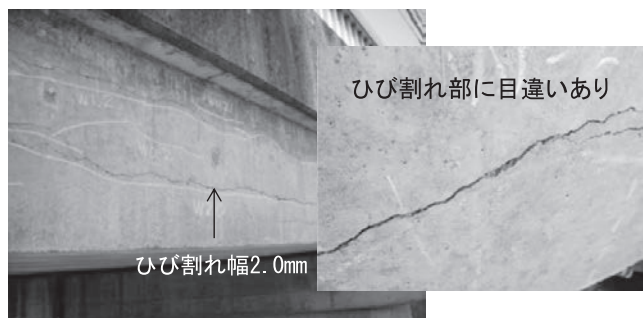
PC 橋に ASR が生じる場合、橋軸方向の膨張がプレストレス力により拘束されることにより、桁上下面や側面に橋軸方向に沿ったひび割れが生じる。

ただし、このような橋軸方向のひび割れは、鉄筋の腐食膨張、グラウト不良、過緊張など他の要因でも生じ、それぞれ対策方針が異なる。また、このようなひび割れから鉄筋や PC 鋼材の腐食、破断に至る恐れがあり、安全性や耐久性に関わることから、適切な原因推定と性能評価、対策が必要である。

(2) ひび割れの原因推定と診断

PC 橋に橋軸方向のひび割れが生じ、建設年や骨材事情などから ASR が疑われる場合、① ASR による劣化の経時変化や雨水の供給状況、②今後のコンクリート膨張量、③耐荷性能への影響が懸念される場合、載荷試験を行い、原因推定と対策の要否判断及び対策工法の選定を行うのが一般的である。

例えば、写真—4 に示す A 橋は昭和 58 年に竣工したプレテン PC 中空床版橋であり、平成 21 年の橋梁



写真一4 PC 桁側面のひび割れ状況

点検時に PC 桁側面及び下面全面、舗装開削後の PC 桁上面の一部に橋軸方向のひび割れが確認された。PC 桁側面のひび割れは、幅が 2.0 mm 以上のものもあり、目視でひび割れを挟んだコンクリート表面の目違いが確認されたこと、竣工から現在まで床版防水が行われておらず、雨水が供給される状況だったことから、曲げやせん断、収縮等に伴うひび割れではなく、ASR に起因した膨張によるひび割れが疑われた。

その後、本研究所にて原因究明のため、以下の検討を行った。

採取したコンクリートコアを観察したところ、骨材の輪郭部に ASR の特徴である白色の滲出物を確認した（写真一5）。



写真一5 コア断面の観察

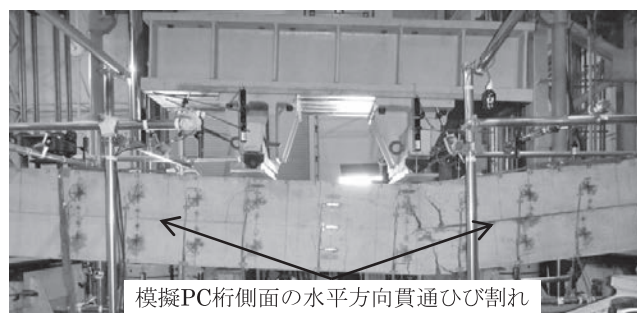
また、弾性係数を調べたところ、健全な場合に比べ約 6 割まで低下しており、同じく ASR の特徴である弾性係数の低下が生じていたことから、ひび割れの原因は ASR によるものと推定された。参考までに白色の滲出物の元素分析や顕微鏡観察など詳細な調査を行った結果、白色の滲出物はゼリー状であることが確認され、成分分析の結果、Si（ケイ素）を主成分としたゲルを含んでいたことから、ひび割れの原因は ASR と判断した。なお、ひび割れ深さは、最大でもせん断補強鉄筋付近に留まっていた。

(3) 耐荷性能の評価

ASR を生じた構造物の耐荷性能については、明らかでない部分も多く研究途上である。本研究所においても、ASR により桁下面に橋軸方向のひび割れが生じ撤去された歩道橋プレテン PC-I 桁の曲げ試験（写真一6）や、PC 桁端部の水平ひび割れを模擬した供試体によるせん断試験（写真一7）を行い特定の条件下での耐荷性能を検証している。



写真一6 撤去 PC 桁の曲げ試験



写真一7 ひび割れ模擬 PC 桁のせん断試験

実橋での評価にあたっては、強度や静弾性係数の低下、鉄筋の破断有無、コンクリートと鉄筋の付着や定着機能の損失、ひび割れによるコンクリート有効断面の変化、残存プレストレスへの影響を踏まえる必要がある。

A 橋では、後述する CAESAR メンテナンス技術交流会活動において非破壊検査を実施し鉄筋破断がないことを確認した。しかしながら、ひび割れの進展や弾性係数の低下により、部材断面の一体性損失やたわみ増大による安全性と使用性の低下が懸念されたことから、本研究所にて荷重車両（20 トン×2 台）を使用した静的載荷試験を行った。

その結果、載荷試験の荷重レベル範囲内での最大たわみ量と面的なたわみ分布は、いずれもひび割れが生じておらず弾性係数も低下していないと仮定した計算値の半分程度で、設計で想定する剛性が概ね失われていないことが分かった。

載荷に伴い線形挙動を逸脱する動きはなかったこ

と、複数個所でひび割れの開きやずれはなかったこと、既に路線として8トンに重量規制されており、8トン車が橋梁上に満載の場合でも本載荷試験より安全側の載荷条件となることから、道路管理者にて現行の重量規制を継続している。

(4) 対策工

ASRは、水の介在により反応が促進されることから、遮水が重要である。ただし、コンクリートの内在水分を封じ込めると新たな水分の供給がなくても反応が続く恐れがあることに注意する必要がある。上記を踏まえA橋では、以下の対策を実施している。

- (a) 床版防水、伸縮装置取替、ひび割れ補修、コンクリート表面保護（写真—8）
- (b) 床版上面の排水と中空床版ボイド下面に水抜き孔を設置

なお、桁側面及び桁下面のコンクリート表面保護は、遮水効果と内在水分低減のため通気性を有する含浸材を塗布している。

ASRはその進行がいつまで続くのか、それによる変状がどの程度まで拡大するのかを正確に予測することは困難であるため、経過観察が必要である。



写真—8 主桁表面保護工（含浸系）

4. 鋼橋の疲労対策

道路橋の鋼部材では、自動車通行等に伴って繰り返される応力変動により、溶接部や切欠き部などの応力集中が生じやすい部位に、疲労き裂が生じる場合がある。道路橋では、既設橋での損傷事例の増加の懸念を背景に、平成14年の道路橋示方書改定時に、鋼橋に対し疲労の影響を考慮することが規定された。併せて具体の疲労設計の方法については、「鋼道路橋の疲労設計指針」（社）日本道路協会、平成14年）にとりまと

められている。

一方、これ以前の年代に設計された道路橋の中には疲労耐久性に劣る施工品質や形式の溶接継手や構造を有する橋もあり、鋼橋の様々な部位に疲労損傷が報告されている。

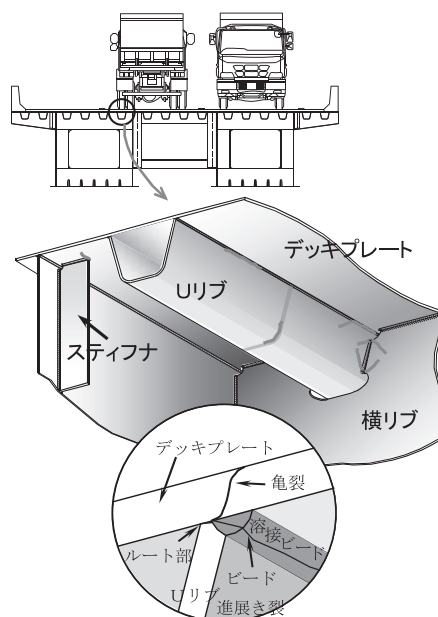
以下、最近の事例から鋼床版橋の事例を中心に、損傷の概要と、関連する本研究所での非破壊検査技術の開発の取り組みを紹介する。

(1) 損傷の概要

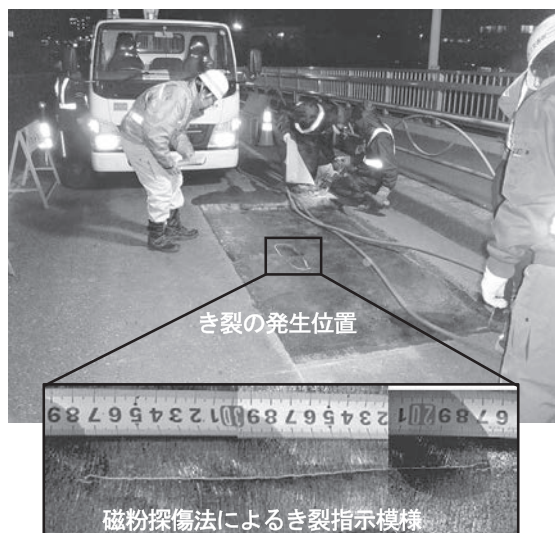
近年、U型の縦リブ（Uリブ）を使用した鋼床版橋において、重交通路線の輪荷重直下の様々な溶接部に疲労き裂が報告されている（図—1）。こうしたき裂のほとんどは、床版の下面側から目視点検できるき裂であるが、デッキプレートとUリブの溶接内部からデッキ内に進展する外観目視困難なき裂（以下、デッキ進展き裂）も報告されつつある。舗装下に隠れた状態で長く進展していくと、路面の陥没など供用性に影響を及ぼすおそれがあるき裂である（写真—9）。また、溶接に沿って進展した後、Uリブ母材に進展していくき裂も見られている。

(2) き裂の調査

き裂が発見された場合、溶接継手を含めた構造が類似で荷重に対して同様の応力変動を受ける部位では同種のき裂が発生する可能性がある。鋼床版の場合には、輪荷重位置に対して橋軸方向の同一の構造部位に同種のき裂が発生する可能性が高く、結果的に多数のき裂が発生していることもあり注意が必要である。ま



図—1 鋼床版の疲労き裂の発生部位の例



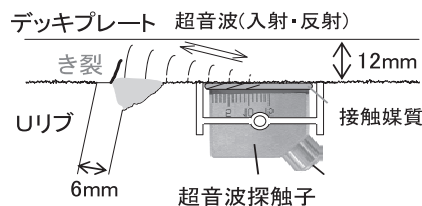
写真—9 舗装下のデッキプレート表面に現れたき裂

た、一旦き裂が確認された場合には、橋全体系の構造的要因も考えられることから着目部位だけでなく橋全体の溶接部の損傷状況を把握することもある必要である。

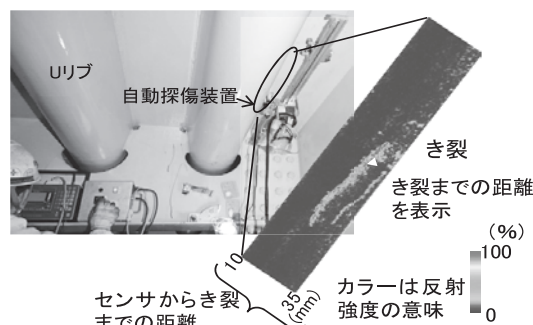
疲労き裂の調査に関しては、き裂及びき裂の疑いのある塗膜割れ、き裂からのさび汁等を把握し、その後、磁粉探傷法によりき裂の有無、長さを特定するのが一般的な方法である。

前述の外観目視できないデッキ進展き裂に関しては、段階的な調査によりき裂発生のおそれのある鋼床版橋及び部位を抽出した上で非破壊調査技術の適用が合理的と考えられる。これまでも各種の調査研究が行われてきているが、探傷しようとする条件や目的に応じて必要とする精度・信頼性の確保できる方法を選定する必要がある。本研究所においても、塗膜上から比較的初期のき裂から誤検出することなく検出でき、かつ信頼性を向上させた超音波探傷技術を開発し実用化してきている。図—2に現場での調査状況の概要を示すが、対象とする溶接線に沿って、自動走査装置をデッキ下面に磁石で固定し、探触子を自動走査することにより超音波探傷器上でデータを確認しながら記録するものである。

また、この技術の他に、き裂がデッキを貫通するまで進行している場合、雨水が舗装を通じてUリブ内に侵入・滞水する事例に着目して、Uリブ内の滞水有無から間接的に発見する超音波探傷技術も開発している。この調査技術は、既にデッキ貫通亀裂が見つかったもののデッキ下面に近接しにくい鋼床版橋での、補修前のき裂の早期発見というニーズを踏まえて開発したものである。き裂貫通初期では、必ずしも滞水に至っていない場合があることに留意する必要があるが、貫通き裂の発生が疑われる場合には、効率的に

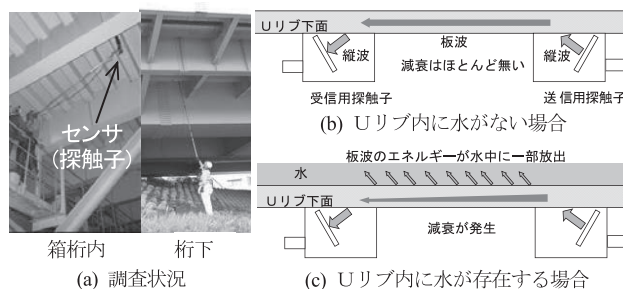


(a) 開発した超音波探触子による探傷イメージ



(b) 現場における探傷の状況

図—2 超音波探傷法によるデッキ進展き裂の調査概要



図—3 超音波を利用したUリブ内の滞水の調査概要

調査する一手段になるものと考えられる。図—3に現場での調査状況の概要を示す。具体的には、送受信用の2個の超音波探触子（板波を使用）をUリブ下面に当てて、Uリブ内の水の存在による超音波の受信波形の顕著な減衰特性より検出するものである。既に現場で試行し、伸縮用の簡易治具を利用し、対象Uリブから4m程度離れた距離から1箇所あたり5秒程度の調査時間で滞水の有無と同時に深さの計測が可能である。なお、滞水に伴う温度変化を捉える手法として有効な赤外線サーモグラフィについて併せて現場適用性を検討したが、遠望からの調査が可能である一方で、日照条件・測定時刻・水深の程度等により計測の制約や検出性能に限界があるため確実性・迅速性の点で優位性を発揮できない結果であった。前述のデッキ進展き裂の検出技術も含め、これらの調査技術に関しては、菱電湘南エレクトロニクス(株)、三菱電機(株)情報技術総合研究所との共同研究により開発したものである。

5. おわりに

今回紹介した調査技術は道路橋の長寿命化を推進していく上で非常に重要となってくる。

また、道路橋の半数以上は、体制的にも財政的にも厳しい市町村がその膨大なストックを管理している。

調査やそれを踏まえて実施される補修・補強といった長寿命化のための技術についても、管理体制や技術力・財政力に応じた、より効率的で経済的な技術についても研究していく必要がある。

土木研究所構造物メンテナンス研究センター(CAESAR)では、国、地方自治体、高速道路会社といった施設管理者と、産業界、学界の技術者・研究者が一堂に会する場として「CAESAR メンテナンス技交流会」を2011年8月に発足させ、老朽化や震災等で劣化損傷した実橋梁を対象にメンテナンス技術向上のための研究活動を実施している。橋梁の長寿命化を図っ

ていくには、「点検→診断→措置→記録」といったメンテナンスサイクルを確実に回していく必要がある。今後とも、道路管理者のニーズに応えるべく、更なるメンテナンス技術の高度化を図っていくため、産学官一体となって研究を進めて参りたい。

J C M A

【筆者紹介】

石田 雅博（いしだ まさひろ）
国立研究開発法人土木研究所
構造物メンテナンス研究センター
橋梁構造研究グループ
首席研究員



高橋 実（たかはし みのる）
国立研究開発法人土木研究所
構造物メンテナンス研究センター
橋梁構造研究グループ
主任研究員



既設橋梁の復元設計システム

写真と基本データから橋梁図面の復元

長 崎 富 彦

橋梁の老朽化が急速に進むなか、古い橋梁においては管理や補修の際に基本情報となる設計図書が保存されていない現状がある。

本報告は、既設橋梁の設計図面を建設当時の基準により再設計し図面を復元する技術紹介であり、またこれをソフトウェアで実現したものである。設計条件が記載された一般図か、一般図が無い場合は橋の写真と竣工年・橋格・幅員・支間長・主桁本数・主桁高・構造形式・斜角の基本データがあれば、設計計算書と数量計算書および設計図面（構造詳細図）を復元できる。

キーワード：橋梁図面、既設橋梁、図面復元、図面再現、補修設計

1. はじめに

全国で2 m以上の橋梁は約70万橋存在し、このうち建設後50年を超えた橋梁の割合は、平成25年では18%であるが、その10年後には43%、20年後には67%へと増加する¹⁾。今から50年前の東京オリンピック前後から高度経済成長期に集中的に建設した橋梁の老朽化が進み、架け替えや修繕の時期にきている。

中央自動車道の笹子トンネルの事故は痛ましい記憶であるが、橋梁についても落橋や部分破損などの事故がいくつか聞かれるようになってきた。このような現状を受けて国土交通省は、昨年7月に全国70万橋について5年ごとの定期点検を義務化し、安全対策を進めている。

一方で、地方自治体が管理する橋梁の約半数は建設年度が不明で、「道路台帳（橋調書）の作成が不十分」「橋梁設計図書を保存・管理していない道路管理者も多数存在」とも指摘されている²⁾。また「補修する橋梁の図面がなく、必要以上の費用がかかった」ことについて、ある県議会で問題視されたとのニュースもあった。

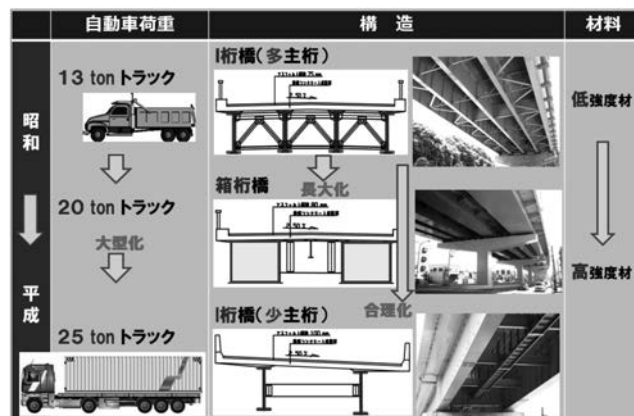
このように地方自治体を中心として図面等の設計資料が適切に保存・管理できていない場合が多く、橋梁の維持管理および補修・補強の際に問題が生じている。

今回紹介する報告は、このような図面が保存できていない問題について、簡便に解決する技術である。

2. 本技術の概要

本技術は、設計資料が保存・管理されていない既設橋梁の設計図面を復元するものであり、またその手段としてソフトウェアで自動化を実現している。復元する方法は建設当時の基準で設計をし直して、その結果を用いて図面を作成するものである。実際に現橋を測量して計測するわけではないので、1 mm単位まで正確に復元することは難しいが、管理用の図面や基本設計用の図面として、簡単に、安く、早く作成できる特徴がある。

わが国の橋梁建設は、昭和30年代以降、高度経済成長期にかけて急速に進んできた。それから現在に至るまで、自動車荷重の増大（トラックの大型化）、構造形式の合理化、使用材料の高強度化、設計手法の高度化などさまざまな変化を歩んできた（図—1）。



図—1 橋の歴史のイメージ

本技術である復元設計システムは、これらの歴史による変化を組み込んでいる点が大きな特徴であり、約60年間の橋梁設計のノウハウが組み込まれている。

建設年度からその当時の荷重や構造および材料を推定して設計することにより、当時の設計を再現するものである。そして再現した設計の各種寸法を自動で設計図面（構造詳細図）を作成するシステムである。

3. 特徴と範囲

(1) 特徴

従来手法では、現地で橋梁を測量し、その結果を用いて図面を描き直すことになり、多くの手間と費用が必要であったが、本技術を使えば早く簡単に図面の復元が可能だけでなく、コストの削減にもつながる。

また設計計算から復元するため、単に図面の再現だけではなく、建設当時の耐荷力確認や、建設年度を再設定すれば現行荷重であるB活荷重やA活荷重での耐荷力照査などにも使用することが可能である。

なお本技術の復元設計を実施するためには、基本的なデータが必要であり、次の2つのケースがある（図—2）。

- 一般図がある場合は、これから設計に必要な基本データを読み取る。
- 一般図がない場合でも、幅員・支間長・主桁高などの基本データと、橋全体および橋歴板の写真があればよい。橋歴板からは竣工年・橋格・使用材質などを読み取る。

通常 a) の一般図がある方が、橋全体の形状が把握できるので、より精度よく復元することができる。

本技術の復元精度をあげるため、「道路橋示方書」などの設計基準だけでなく、建設年度によって異なる慣習（鋼材の使用板厚、応力度の余裕、解析方法の違い、板継ぎ溶接の有無など）も盛り込んでいる点が特徴である（表—1）。

これら設計基準および設計慣習は、各年代の「道路橋示方書」の他に「鋼道路橋設計便覧」「建設省標準

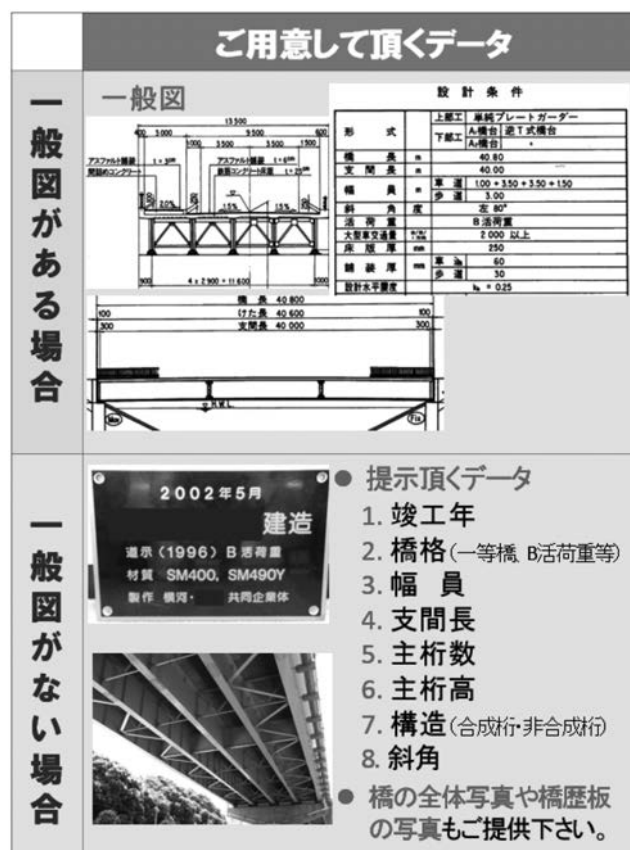
設計」や日本橋梁建設協会出版の「デザインデータブック」「ガイドライン設計」などを参考にしている。

復元設計を実施した成果品としては、設計計算書と数量計算書および設計図面（構造詳細図）となる（図—3）。

(2) 適用範囲

本技術である復元設計システムの適用範囲は、以下のとおりである。

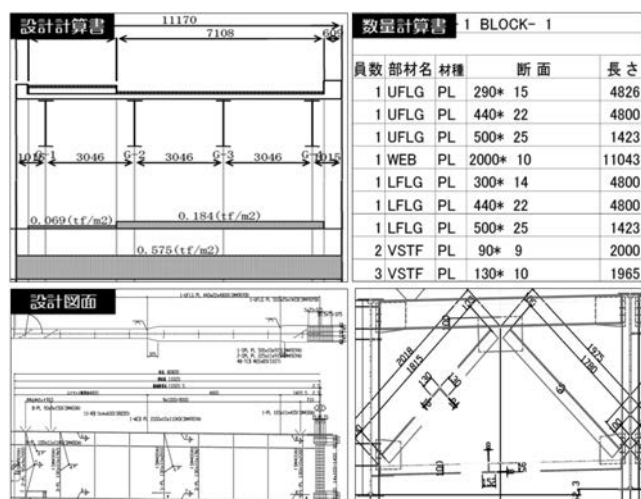
- ①構造形式……鋼橋上部工の鈑桁橋と箱桁橋
 - ・合成桁と非合成桁に対応
 - ・鋼床版およびH形橋梁は対象外
- ②適用年代……昭和31年以降の「道路橋示方書」に対応



図—2 復元設計に必要なデータ

表—1 年代別の設計慣習の例

	昭和30年代 1955～	40年代 1965～	50年代 1975～	60年代 1985～	平成1けた 1989～	平成10年代 1998～
鋼材の使用板厚	マーケットサイズ（・・12,13,14,16,19,22,・・）					1 mm 単位
構造解析の手法	1-0 法			格子計算		
設計応力度の余裕	余裕 50～100 kg/cm ²					余裕無し
板継ぎ溶接の有無	板継ぎ有り					板継ぎ無し
部材の共通化	なるべく共通化する					あまり共通化しない



図—3 復元設計の成果品

- ③その他……床版および支承や伸縮装置などの付属物は除く

4. 用途例

本技術は道路管理者および建設コンサルタントでの利用を想定している。道路管理者には管理用図面または積算用図面を目的として想定している。また建設コンサルタントには、以下に示すような目的で利用されている（図—4）。

- ①床版取替え工事の応力照査
- ②水道管などの添架物設置による応力照査
- ③現行荷重のB活荷重による応力照査
- ④単純桁を連続化する工事の応力照査
- ⑤支承取替え工事の反力算出
- ⑥塗装塗替え工事の面積集計 など

①の床版取替え工事の応力照査では、床版をはった状態で主桁等の応力が許容値に入るかどうか検討することになるが、その際に設計図面がないと板幅・板厚等の寸法がわからないので検討ができない。その場合に本技術である復元設計を行い、寸法を算出することで応力の検討ができるようになる。

また②水道管などの添架物設置の際の応力照査においても同様で、既設橋に後付けで添架物を付ける際に、主桁等の応力が許容値に入るかどうか検討する必要があるが、その際に設計図面がないと検討ができない。この場合も復元設計を行い、建設当時の応力を算出したうえで添架物設置後の応力検討ができるようになる。

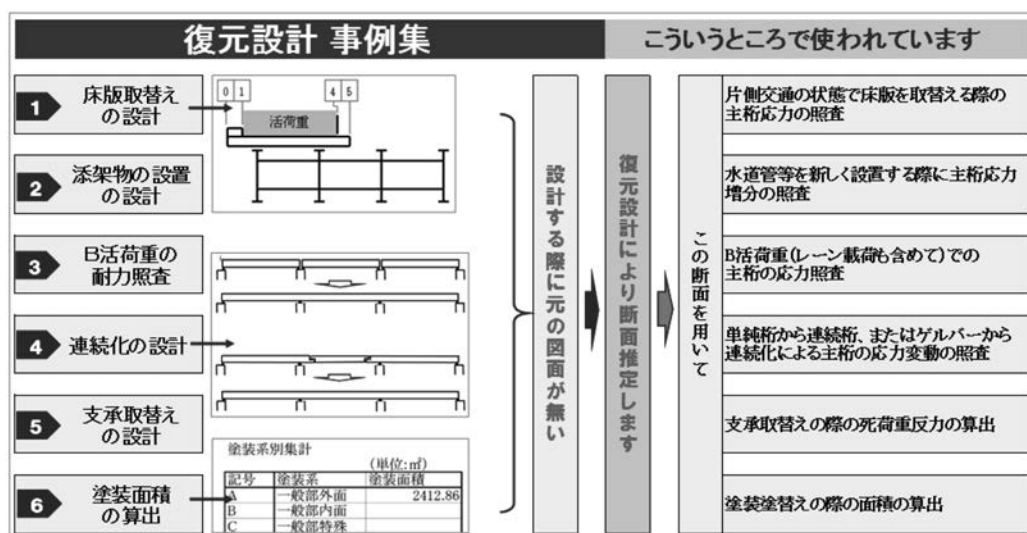
さらに⑥塗装塗替え工事の面積集計においては、設計図面がなければ面積を出すことはできないが、復元設計することにより塗装面積をすぐに算出することができる。

これらの工事の設計検討においては、必ずしも正確な寸法を必要とするわけではないので、本技術の簡便な手法が役立つものとする。

5. 復元設計の例と精度検証

本技術である復元設計の精度を検証するために、平成6年建設省標準設計（単純非合成鋼桁）³⁾の主要諸元を基本データとして設定し、復元結果との比較検証を実施した。この標準設計の橋梁形状は図—3の一般図のものであり、検証結果を表—2に示す。

主桁断面の比較では、一部の部材の板幅や板厚で5%程度の差が生じているが、全体の鋼重としては1%レベルでほぼ一致している。



図—4 復元設計の用途例

表一 2 復元設計の精度検証

		単位	断面 -1（端部）		断面 -2		断面 -3（支間中央）	
			板幅	板厚	板幅	板厚	板幅	板厚
主桁 -1 フランジ	元の設計	mm	350	19	580	28	660	36
	復元設計	mm	370	19	600	28	690	36
	比率（復元 / 元）		106%	100%	103%	100%	105%	100%
主桁 -1 ウェブ	元の設計	mm	2200	11	2200	11	2200	11
	復元設計	mm	2200	11	2200	11	2200	11
	比率（復元 / 元）		100%	100%	100%	100%	100%	100%
主桁 -1 断面積	元の設計	cm ²	375.0		566.8		717.2	
	復元設計	cm ²	382.6		578.0		738.8	
	比率（復元 / 元）		102%		102%		103%	
全主桁 （1桁～5桁） 鋼重	元の設計	ton	89.3					
	復元設計	ton	90.2					
	比率（復元 / 元）		101%					

6. おわりに

橋梁の定期点検をする際に、図面が保管されていないケースでは、本技術で設計図面を復元していけば、維持管理の高度化および補強設計のコスト縮減につながるものであり、道路管理者には、定期点検の際に合せて図面の復元を実施することを、是非ご検討していただければと思っている。

また昨今、橋梁の大規模更新や修繕が具体化してきた。床版の取替えや桁補強など、設計に必要とされる当時の計算書や設計図面の元図として、是非活用していただきたいと考える。

最後に、橋梁も含めた社会インフラの老朽化が進み、維持管理の必要性が高まっている。痛ましい事故をなくすために本技術が少しでも貢献できたら幸いである。

J C M A

《参考文献》

- 1) 国土交通省, 「道路構造物の現状 (橋梁)」, 国土交通省ホームページ
- 2) 社会資本整備審議会, 「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」
国土交通省ホームページ, 平成 26 年 4 月 14 日
- 3) ㈱全日本建設技術協会, 「建設省制定土木構造物標準設計第 23 ～ 27 巻 (単純プレートガーダー橋) の手引き」, 平成 6 年 9 月

【筆者紹介】

長崎 富彦 (ながさき とみひこ)
㈱横河技術情報
システム部
部長



鉛直シャフトを昇降・旋回する水中作業機械

T-iROBO UW

清水 正 巳・三 浦 久・上 山 淳

シャフト式遠隔操縦水中作業機「T-iROBO UW」(以下「本機」という)は、上部を水上の台船に固定し下部は湖底地盤に保持された鉛直のシャフトに、油圧ショベル・タイプの水中作業機と掘削バケットをはじめとした各種アタッチメントを取り付け、昇降・旋回を伴う水中作業とともに、精度の高い測量、高い解像度の撮影を、遠隔操作によってできる機械である。水中の各種作業を、潜水士を使わずに施工するために開発された機械であり、ダム湖のように深く、湖底地盤が急峻な場所、視界の悪い水中での施工に威力を発揮する。既設ダムにおける機能向上やダム再生工事特有の大水深での作業にて、工費縮減や工期短縮、危険作業の軽減に寄与する。

キーワード：ダム、水中作業機械、油圧ショベル、シャフト式、遠隔操縦、掘削、削岩

1. はじめに

洪水調節・灌漑用水・上水道用水・工業用水・水力発電など多岐にわたる目的のダムが国内に多く建設されている。近年では地球温暖化に伴う気候変化による影響への懸念が高まっており、豪雨災害や渇水への対応にダムが様々な形でその役割を果たす機会が増えることが想定される。しかし、必要な新規のダム整備は着実に進められていくものの、ダムサイトの適地が減少していくことなどから、既設ダムをより一層活用することが求められている。さらに、完成後50年以上が経過したダムの機能向上や補修・補強が必要となっている場合もある。

既設ダムにおけるダムの容量や放流能力の拡大、運用の変更、堆砂対策や水質対策などの「ダム再生」工事では、ダム機能を維持、すなわち貯水位を下げることなく、大水深下での施工を余儀なくされることが多い。そのため、施工に伴う大規模な仮締切りや高橋脚の仮設栈橋設置、大水深での潜水作業が必要となり、工費の増大、工期の長期化、長時間にわたる危険作業などをもたらすことになる。

そこで、それらの課題を解決するための方策の一つとして、本四架橋工事やボスポラス海峡横断鉄道沈埋トンネル工事などの大水深での海洋工事経験を活かして、本機を開発した。その作業性と施工能力を陸上における実物大実証試験で確認し、天ヶ瀬ダム再開発トンネル放流設備流入部建設工事において実施工に着手している。

本稿では、その開発の概要、機械仕様・性能とその特徴および実施工開始までの内容を紹介するものである。

2. 本機の概要と性能

本機は、図—1, 2に示すように、水上の台船と湖底で鉛直に支持されたシャフトに、水中で作動できる油圧ショベル・タイプの作業機を取り付け、台船の操作室に配置した操作盤と操縦装置および施工支援装置を使用し、シャフトに沿って昇降、旋回できる作業機本体に取り付けた各種アタッチメントを使用して掘削や削岩などの作業および精密測深・撮影ができる遠隔操作型の機械である。シャフトは、上部を台船に設置された槽状のシャフト固定装置にて支持し、下部を湖底地盤にシャフト先端を水中オーガーにより挿入させ鉛直に支持する。

(1) 水中作業機

シャフトを昇降する水中作業機は、表—1に示す仕様の油圧ショベル・タイプの作業機械であり、台船からのケーブルによる電力供給と電動油圧変換方式により水中での稼働を可能にし、かつ油漏れ対策を講じ環境に配慮している。

(2) シャフト

シャフトは、組立式で1本が9m、φ914mmの補



図ー１ 本機の全体構成



図ー２ 水中作業機

表ー１ 水中作業機の仕様

許容最大水深	−50 m (−100 m オプション対応可)
バケット容量	0.8 m ³ (20 ton 級)
定格出力	掘削用水中モーター 110 kW
	昇降用水中モーター 45 kW
昇降速度	4.2 m / min
旋回角度	300° (電動ケーブル保護の為)
動力伝達方式	電動油圧変換方式
操作方法	遠隔操作

強を加えた鋼管を接続したもので水中作業機が昇降できるようラックを取り付けている。また、重量軽減のため浮力を利用できるよう密閉構造にしている。水中作業機の稼働中、シャフト上部の支持は台船に設置されたシャフト固定装置下キーパー先端のローラーで挟み込み支持し、下部はシャフト先端の水中オーガーによって湖底地盤に先端のケーシングを挿入して支持す

る。シャフト上部の支持は、水位の変動により台船が上下することに追従することができるようにしている。

(3) 上部シャフト固定装置

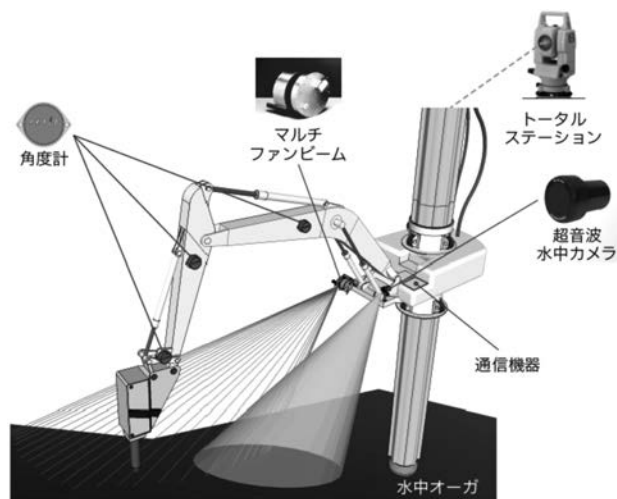
シャフト固定装置は、上下のキーパー各1基とシャフト固定ピン1基で構成されており、台船上のクローラークレーンにて吊り込まれたシャフトをシャフト固定装置中段の固定ピンで固定しながら、順次シャフトの継足しや取外しを行う。上下キーパーはシャフトの振れ止めや水中作業機使用時の固定の役割をし、キーパー部を水中作業機が通過している間も固定できるように、上下の2段に設置されている。

(4) 遠隔操作

水中作業機の操作は、マシン・ガイダンスのモニターを見ながら台船上の操作室から遠隔により陸上からオペレーターが行う。モニターには、水中オーガーの状況、掘削する湖底面や矢板等の構造物の平面位置・高さや形状、水中作業機およびアタッチメントの位置、超音波水中カメラによる状況映像などがビジュアルに表示され、さらに水中の音響も確認することができ、施工精度の高いオペレーションシステムを構築している(図ー3参照)。

(5) 各種アタッチメント

水中作業機は、作業に応じた各種のアタッチメントが装着できるよう油圧ショベル・タイプの機械を採用し、幅広い水中での作業に対応可能である。アタッチメントの一例を表ー2に示す。



図一3 水中作業可視化装置の概要と遠隔操作室

表一2 各種アタッチメント使用例

アタッチメント	用 途
バケット	掘削, 掻き寄せ
水中ブレイカー	岩盤掘削, コンクリート掘削
ツインヘッダー	岩盤掘削, コンクリート掘削
サンドポンプ	浚渫, ずり処理
リッパー	岩盤掘削, コンクリート掘削
コンクリートドレッサー	コンクリート表面切削
エジェクター	浚渫, ずり処理
ダウンザホールハンマー	大口径削孔, 岩盤削孔
エアドリフター	削孔, 構造物縁切り
回転ブラシ	表面掘削, 付着物除去



3. 本機の特徴

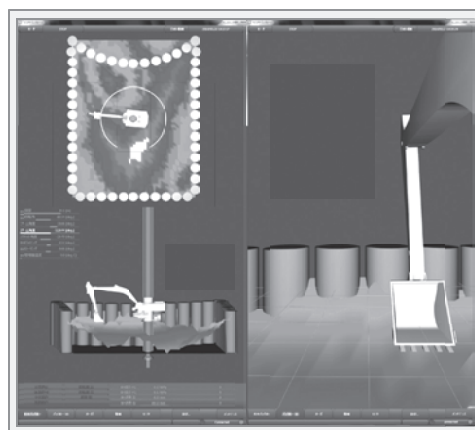
本機は、水中の各種作業において潜水士を使わずに施工するために開発された機械であり、ダム湖のように深く、湖底地盤が急峻な場所、視界の悪い水中での施工に威力を発揮する。さらに、精密計測や可視化を含めた情報化施工技術により遠隔で操作を行えるため、施工性と安全性が大幅に向上する。工費の縮減や工期の短縮、危険作業の軽減に寄与するものと期待される。

主な特徴を、以下に示す。

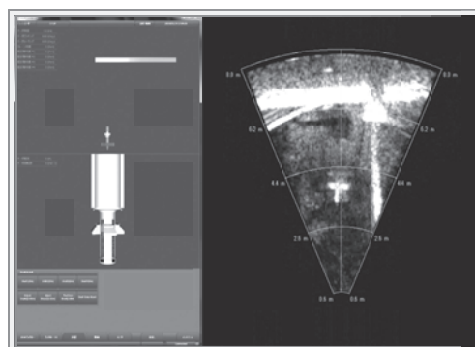
①ダイバーに頼らない大水深における安全施工
可視化を含めた情報化施工技術により遠隔で操作を行うため、潜水士に頼ることなく作業を安全に行うことができる。

②水中オーガーによる急傾斜地盤での確実な安定支持

急傾斜地盤に作業機を設置することは従来の水中機械ではできなかったが、本機はシャフト先端に水中オーガーを配置して、シャフトを地盤に固定し、水中



掘削画面情報



水中オーガー・超音波水中カメラ映像

図一4 遠隔操作画面

作業機はそのシャフトを昇降するため、急傾斜地盤でも安定した姿勢で施工ができる。

③各種アタッチメントの搭載による多機能作業の実施

水中作業機は油圧ショベル・タイプであるため、従来からある多種多様なアタッチメントを取り付け、多工種の施工が可能である。

④水中可視化技術の搭載による施工精度・施工性の向上

マルチファンビームを使用した三次元画像表示や超音波水中カメラを使用した画像表示により、暗く透明度の低い湖底でも可視化して、水中作業機オペレーターがモニター画面の画像を見ながら遠隔操作でき、施工精度・施工性を向上させることができる(図—4 参照)。

⑤高精度位置出しシステムの搭載による施工精度の向上

位置が把握されているシャフトに水中作業機が取りついているため、作業位置の正確な把握が可能であ

る。シャフト天端の位置をGNSSまたはトータルステーションにて位置を計測し、シャフトに取り付けた傾斜計やロータリーエンコーダーおよび水中作業機に取り付けた角度計等により水中作業機の先端位置を座標で管理しながら作業ができる。

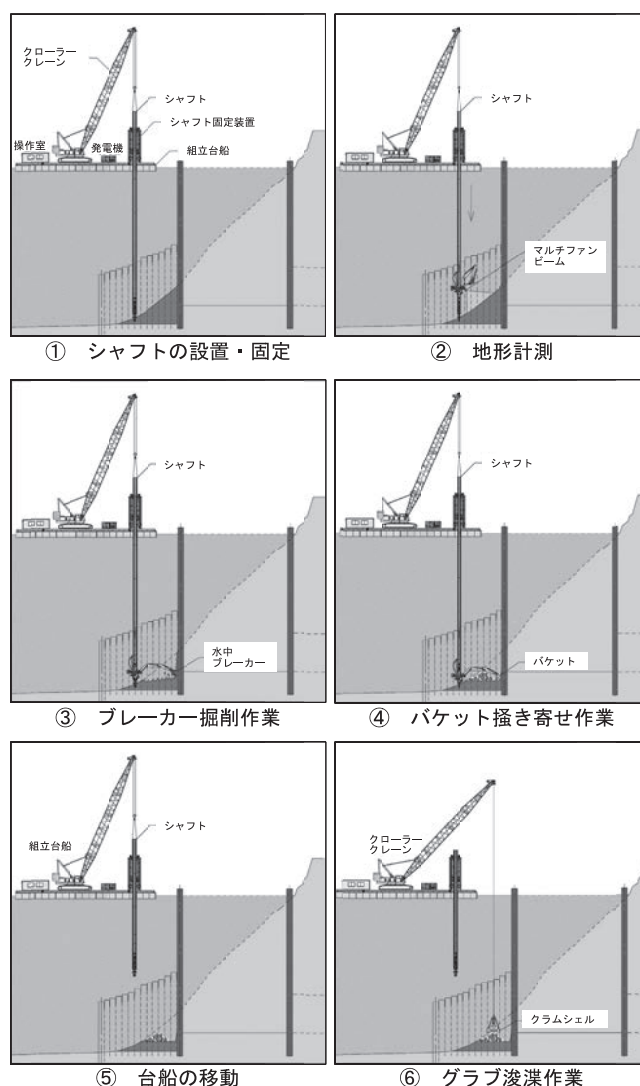
⑥情報化施工（マシン・ガイダンス）による出来形精度の向上

マルチファンビームによる三次元計測データと、あらかじめ入力した設計掘削形状を比較しながら施工する情報化施工（マシン・ガイダンス）により、出来形精度を向上させることができる。

4. 使用方法例

国土交通省近畿地方整備局発注による天ヶ瀬ダム再開発トンネル放流設備流入部建設工事にて本機による施工を、2015年6月から開始している。

本工事は、ダムの放流機能を高めることでダム湖の



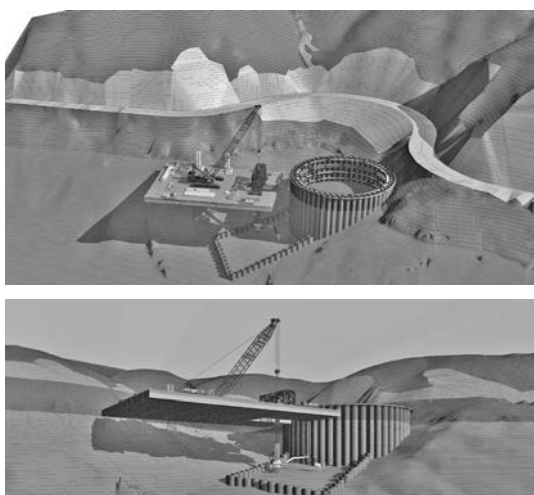
図—5 前庭部の掘削における施工手順

水をより効率的に使えるようにするための「トンネル式放流設備」を建設するものである。このダム再開発事業により、①洪水調節機能の向上、②京都府の水道用水の確保、などが図られる。

本機は、このうち流入部前面にある前庭部の掘削作業に使用している。

施工手順は、図—5に示す6ステップからなっている。まず、①水上に係留された台船から、クローラークレーンを使用してシャフトを下方に吊り下げ、シャフト固定装置で固定しながら全長のシャフトを組立て、キーパーに盛り替えを行ったのち、シャフト先端ケーシングを水中オーガーにより湖底地盤に挿入して固定、②水中作業機を水中に降下させて地形を計測、③岩盤を水中ブレイカーにより破碎・掘削、④アタッチメントをバケットに換え（気中で交換）、掘削土を掻き寄せ、⑤台船の移動、⑥クレーンで掘削土のグラブ浚渫、を行う。このステップをくり返して、所要の深さまで掘削していく。前庭部の周囲には鋼管矢板が既に打設してあるため、鋼管矢板を損傷させないためには高精度の施工が要求される。

現地での作業状況のイメージを、図—6に示す。



図—6 作業状況のイメージ

5. 実証試験

実施工に先駆け、2014年6～7月に栃木県佐野市の試験ヤードにおいて実物大実証試験を実施した。各種アタッチメントを使用して、作業性と施工能力の確認試験、並行してオペレーターによる習熟運転訓練を行った。水上の台船に見立てた架台（地上高さ約15m）にシャフトを固定し、水中作業機を昇降させ、取り付けた各種アタッチメントの遠隔操作を行い、各種の機器の性能、作動範囲、アームの抵抗耐力・振動やシャフ



写真—1 実物大実証試験全景



写真—2 コンクリート破碎状況

トの抵抗力の計測を実施して確認した（写真—1、2参照）。なお、水中作業を想定した耐圧試験・水密試験については、別途、装置ごとに実施して確認した。

6. 実施工

天ヶ瀬ダム再開発トンネル放流設備流入部建設工事の前庭部掘削作業において、2015年5月中旬から本機を搬入・組立てを行い、6月中旬より掘削を開始した（写真—3～6参照）。最初に、実フィールドにおける動作・性能および各種計測機器の計測値の確認・調整を行い、設計性能を確認した。その後、鋭意掘削作業を進めている。発注者を含め関係各位のご指導のもと確実に安全な施工を行い、無事故無災害での作業完了を目指していく所存である。



写真—3 台船曳航



写真—4 シャフト組立



写真—5 水中作業機設置



写真—6 水中作業機進水

7. おわりに

本機シャフト式遠隔操縦水中作業機「T-iROBO UW」の開発は、既設ダムの機能向上やダム再生工事特有の大水深での作業において、施工に伴う仮締切りや仮設栈橋の削減、潜水土作業を無くすことにより、工費縮減や工期短縮、危険作業の軽減に寄与するものと確信する。また、高度かつ高機能な機械の開発により、作業員の高齢化、水中重機オペレーターや潜水土といった高技能者や熟練工の不足への対応策の一助になると考えられる。

今後、ますます増加する既存ダムのダム再生工事をはじめ、本作業機を有効利用できるさまざまな工事に対して適用の提案をしていき、技術の活用を通じて持続可能なインフラ整備に貢献して参りたい。

謝 辞

最後に、本機の開発にあたり、長年、多岐に渡りご指導、ご支援を頂戴した関係各位に厚くお礼を申し上げます。

J C M A

《参考文献》

- 1) 国土交通省 近畿地方整備局 琵琶湖河川事務所 天ヶ瀬ダム再開発ウェブページ (<http://biwakokasen.go.jp/amadam/index.html>)
- 2) 「新工法紹介 T-iROBO UW ～シャフト式水中作業機～」, 建設機械施工 Vol.66 No.11 Nov 2014
- 3) 「シャフト式遠隔操縦水中作業機「T-iROBO UW」の開発」, 土木施工 2015 Jan VOL.56 No.1

【筆者紹介】

清水 正巳 (しみず まさみ)
大成建設㈱
土木本部 土木技術部 インフラ・海洋技術室
室長



三浦 久 (みうら ひさし)
㈱アクティオ 技術部
常務執行役員技術部長



上山 淳 (うえやま あつし)
極東建設㈱ マリン開発部
部長



次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進 宮ヶ瀬ダム堆砂深淺測量

自動航行型測深システム「自動ベルーガ」

富 岡 秀

ダム湖・湖沼などの汀線を含む全域の詳細測量は、大量の測線設定に伴い、多くの時間と労力を費やしていた。自動航行型測深システム「自動ベルーガ」（以下「本測深システム」という）は、山間部での利用を考え、工具を必要としない組立式双胴船をプラットフォームとして採用し、運搬性の向上と各センサの設置精度と再現性を確保し、総合精度の向上を図るとともに、自動航行の実現により省人化及び省力化を可能としたものである。

本稿は、国土交通省より公募された「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進」のダム貯水池における堆積物の状況を把握する技術として採択された本測深システムの実証試験について報告するものである。

キーワード：自動航行、維持管理、深淺測量、組立式双胴船、ダム、ナローマルチビーム測深器

1. はじめに

2014年に安倍内閣は成長戦略「日本復興戦略」を閣議決定した。成長戦略の柱の1つである「ロボットによる新たな産業革命」に対し、「ロボット革命実現会議」が立ち上げられ、ロボット技術の開発・導入を迅速かつ集中的に進めていくことが掲げられた。これは、労働者の高齢化が進む中小製造業者や医療・介護サービス、農業・建設等の人材不足分野における働き手の確保など、課題解決に迫られている日本の企業に対し、ロボット技術の活用により、生産性の向上を実現すると共に、企業の収益力向上及び賃金の上昇を図ることを目的としている。

近年、社会インフラをめぐっては、老朽化の進行、地震及び風水害の災害リスクの高まり等の課題に直面している。前述の成長戦略と、今後増大すると推測されるインフラ点検を効果的かつ効率的に行い、また、人が近づくことが困難な災害現場の調査や応急復旧を迅速かつ的確に実施する実用性の高いロボットの開発・導入促進のため、「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進」が施策された。これは、社会インフラの老朽化、大規模地震や豪雨等の災害に対し、より効果的かつ効率的な対応に資するロボットのインフラ現場への導入を図るため、「5つの重点分野」（維持管理：橋梁・トンネル・水中、災害対応：調査・応急復旧）に対応できるロボット技術を民間企業等から

公募し、関係省及び産学官の共同体制のもと、直轄現場において実際の作業を想定した現場検証・評価を行い、より実用性の高いロボットの開発・改良を推進し、直轄での先導的な導入とその普及を図るものである。今回、国土交通省より公募された「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進」のダム貯水池における堆積物の状況を効率的に把握する技術として、本測深システムが採択された。

本測深システムは、可搬式で工具不要の組立式双胴船を用いて、無人で測量を行うシステムであり、省人省力化を図ることができ、より精密で浅海域までの測量、構造物の状況把握や人間の立ち入り難い消波ブロック等の形状把握・測量等に利用可能である。

本件は、本測深システムによる当該技術の活用の促進を目的とし、実用性に係る効果について実証試験を実施するものである。

2. 開発の経緯

従来のダム湖の測量は、管理する測線を設け、その測線に沿って音響測深器もしくは重錘で計測していた。しかし、全域を網羅するほど密な測線では測らないため、測線に沿って帯状に未測線幅が生じることになる。この未測線幅が狭いほど、測量の精度は高くなる反面、労力と時間が必要である。また、ダム湖調査の実績の中で、狭隘な場所にあるダム湖等では、測量

船の運搬が困難となるだけでなく、湖底の地形が複雑な場所では、喫水の問題から座礁の可能性もあった。さらに、調査の度に使用する船が変わることも多く、艀装作業やキャリブレーションも多く多くの時間と労力が必要となる。

これらの問題を解決すべく、平成12年に本測深システムの開発を行った。本測深システムは、ナローマルチビーム測深器とGPS受信機、コンピュータとを組み合わせることにより、未測線幅の無い、より効率的で高精度な面的な測量を可能とした。また、運搬性を向上させるために工具を必要としない組立式双胴船を用い、各計測機器を専用の架台に設置することにより、計測条件に再現性を持たせ、総合精度の向上を図っている。さらに、自動航行を図ることにより省人化および省力化も実現した。

3. システムの構成

本測深システムは、ナローマルチビーム測深器を中心に位置と方位を検出する2台のGPS受信機、船体の動揺を検出する動揺補正装置、各機器からのデータの収集・収録を行うパソコン、推進装置である電動スラスタとその制御を行うスラスタアンプ、陸上監視局と双胴船を繋ぐ無線通信端末から構成されている。

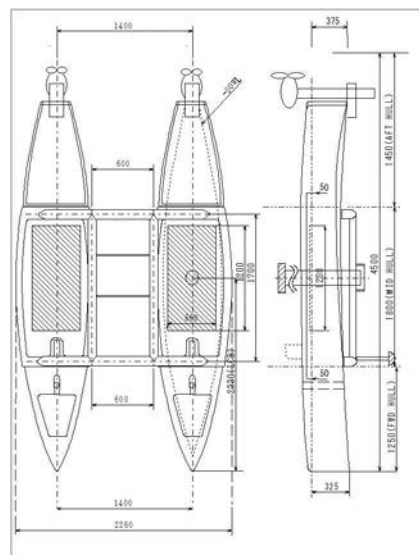
ナローマルチビーム測深器は、 $1^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ のビームを240本（測深幅 120° ）発信し、前進することにより、湖底を面で捉え、高密度なデータが取得可能な装置である。測量の際には、20%程度ラップさせることにより欠測の無い三次元計測データを取得することができる。

動揺補正装置は、双胴船のピッチング、ローリング、ヒービングを計測・補正する装置である。ナローマルチビーム測深器は一度に広範囲のデータを取得することから、わずかな船体動揺からも大きな影響を受けるため、静穏なダム湖等においても動揺補正装置は不可欠である。図一1に機器構成図を示す。



図一1 システム構成図

船体は、分割可能な組立式双胴船を採用している。人力による運搬が可能な測量船であり、寸法は、全長：4,500 mm × 全幅：2,300 mm × 全高：400 mm、重量は約80 kg（分割時最大20 kg / 個程度）で、ペイロードは約300 kgである。推進装置は、約20 kgf / 基の推力を有する電動スラスタ4基を用いており、通常1.4 knot（最大2 knot）で航行可能である。図一2に船体概略図を示す。



図一2 双胴船概略図

計測・制御システムは、陸上監視局と双胴船が無線LANで接続されており、陸上監視局側から双胴船側に対して計画測線座標の設定やナローマルチビーム測深器の設定変更等が行え、自動測量時の未測線範囲の確認や計測状況がリアルタイムに確認できる仕様となっている。また、スラスタ用バッテリーの電源電圧の監視も出来、交換時期を適切に判断できるようになっている。

双胴船は制御システムにより制御され、効率の良い測量が可能である。

制御モードは、大きく「航行モード」と「監視機能モード」、「制御モード」の3つに分けられる。

- ①「航行モード」では、航行に関する目標位置を設定することができ、「トラッキング」と「定点復帰」の機能を有する。
 - ・トラッキング：設定した位置を通過するように航行する。
 - ・定点復帰：設定位置を保持するように滞留する。
- ②「監視機能モード」では、双胴船の航跡を、位置情報をもとに画面上で確認できる。
- ③「制御モード」では、本測深システムの航行方法を選ぶことができる。モードは「自動モード」と「遠

隔操作」,「直接操作」の3種類があり,各種モードの選択は遠隔操作でも可能である。

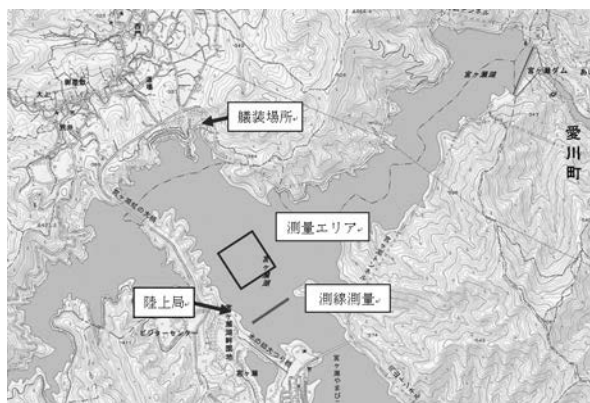
- ・自動航行:事前に設定した測線上を風波や水流の影響を考慮した制御量等に従って航行する。
- ・遠隔操作:無線操縦で手動による操船を行う。
- ・直接操作:スラスタアンプに接続したジョイスティックにより操船を行う。

制御システムの自動航行機能により,毎回決められた測線で航行させ,測量することが可能であり,測量の効率化を図っている。

4. 実証試験

(1) 試験概要

本案件の実証試験名称は,「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の推進 水中維持管理技術(自動バレーガ) 宮ヶ瀬ダム堆砂深浅測量」であり,実証試験内容としては,本測深システム(ナローマルチビーム)による詳細深浅測量である。実証試験は,平成26年11月20日~平成26年11月21日に行った。試験場所は,神奈川県愛甲郡愛川町半原と相模原市緑区青山,愛甲郡清川村宮ヶ瀬の3市町村に跨る宮ヶ瀬ダムにて実証試験を実施した。宮ヶ瀬ダムにおける測量対象場所,艀装場所,陸上監視局を図一3に示す。測量対象は,500 m×500 mの測量エリアと500 mの測線1本で,本測深システムを用いた自動航行による測量実証試験を,上記2ヵ所に対して実施した。



図一3 実証試験実施場所

(2) 試験内容

搬入から組み立て,測量,撤去までを行うに伴い,事前に機材搬入経路や到達航路,使用機器の確認を行った。使用機器の確認では,既設基準点にWADGPSを設置し,計測された座標と既知点座標の比較を行い,GPSの精度(=±15 cm程度)確認を行っ

た。以下にGPSキャリブレーション内容と表一1に精度確認結果を示す。

表一1 精度確認結果

	X	Y	ΔX	ΔY
最大値	-50.856.356	-53.200.764	-	-
最小値	-50.856.410	-53.200.815	-	-
平均	-50.856.385	-53.200.795	-0.033	-0.104
標準偏差	0.011	0.010	-	-

- ・測定日:平成26年10月28日
- ・測定点 K-1:平面直角座標 (X,Y) = (-50856.418, -53200.899)
- ・測定時間:13時48分~13時58分
- ・使用データ数:600データ
- ・使用機器:GPS受信機

精度確認結果から,基準点との誤差はX座標3.3 cm, Y座標10.4 cmであり,許容誤差内であることを確認した。

この事前踏査の結果を踏まえ,使用する機器やGPSの機種について決定した。

実証試験当日は,機材搬入から始まり,双胴船の組立,センシング機器の設置・固定,動作確認,実証試験という流れで行った。

艀装状況を写真一1に示す。双胴船の組立と機材積載後に,取得データのテスト及び所要項目の設定を行い,補助艇により双胴船を測量場所まで曳航し,実証試験を開始した。



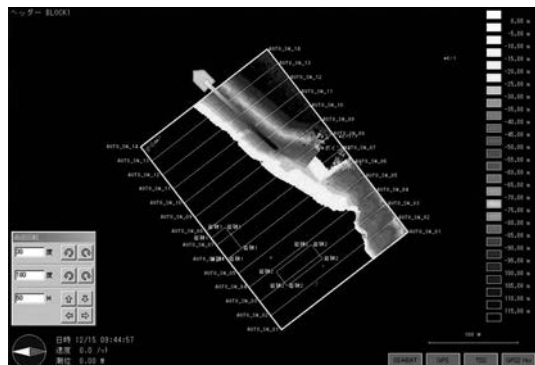
写真一1 艀装状況

実証試験内容は,双胴船に搭載したナローマルチビーム測深器を用いての測量エリアと測線の自動航行測量である。自動航行測量状況を写真一2に示す。船位はWADGPS,方位はGPS方位計により取得した。船体の動揺は動揺補正装置を使用して計測した。

測深データの収録及び測深結果の表示は,データ取得・処理ソフトウェア「バレーガシステム(自社開発)」



写真一 自動航行測量状況



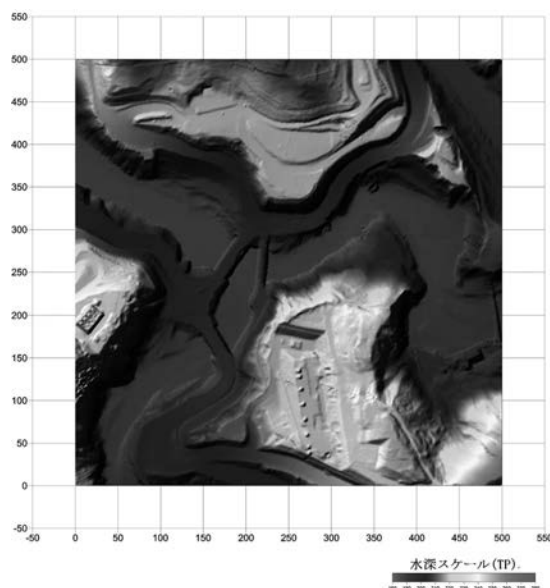
図一 4 ソフトウェア画面

(以下「本ソフトウェア」という)を使用した。モニタ画面上に測深区域及び計画測線を表示し、GPSで得られた測位データを取込み、座標変換後、船位を画面上に表示する。ソフトウェア画面を図一4に示す。測量は本測深システムの機能である自動航行を基本とし、フィルコンタ及びプロファイルデータをリアルタイムでPCモニタ画面上に表示する。また、自動航行にて測量を行うことに際し、双胴船のトラブル対応のために補助艇を付近に待機させ、実証試験を実施した。補助艇には、測量画面やバッテリー容量などを監視するため、無線通信と監視用PCを搭載させた。また、無線LANを用いて陸上から測量画面や測量状況の監視を行った。作業終了後、全データを合成し、未測深域の有無について現場で確認を行った。

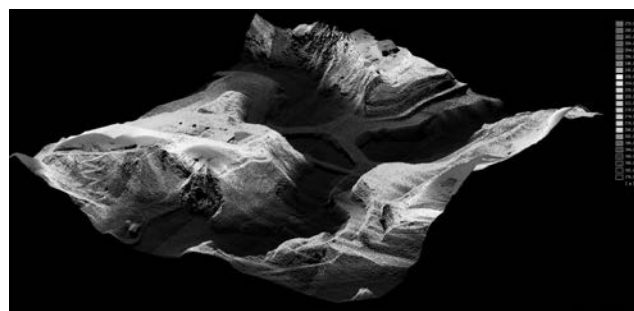
全データの取得を確認し、現地で取得された計測データは、後日、本ソフトウェアによって解析処理を行い、成果物を作成した。解析作業の1次処理として、取得データの整合、確認を行い、機器間の遅延時間、傾斜角、水面高等の補正値を算出・反映させ、2次処理として、取得データの正規化を行った。

(3) 実証試験結果

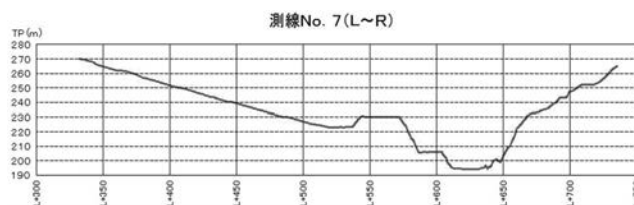
自動航行による測量で得られた成果物を図一5～7に示す。



図一 5 平面図



図一 6 鳥瞰図



図一 7 断面図

(4) 今後の課題の抽出

当該技術は工事实績もあり、技術的にも確立しているが、実証試験の結果、以下の課題や改善点が顕在化した。

- ・航行速度の高速化とバッテリー容量の増大化
- ・バッテリー等の積載物の小型・軽量化
- ・障害物の自動回避機能の検討
- ・自動回帰機能の検討

今後、これらの項目に対してシステムの改良及び検討を実施する予定である。

5. おわりに

精密な測量を行うためには、測量船の航行速度を極

力落し、直線的に密なデータを収集する必要がある。また、器械固有の誤差以外に機器の取付誤差が精度に大きく影響する。しかし、通常の深浅測量では、測量船に仮設で機器を取り付けざるを得ず、測量船の能力や船長の技量等により航行速度や測線誘導精度は一定しないのが現状である。本測深システム、自動航行型測深システム「自動ペルーガ」は、各機器を専用の架台に設置するため、計測条件は常に同じであり、再現性があることから、総合精度の向上に繋げることができる。また、決められた測線を10cm程度のズレに抑え、非常に低速度で航行することにより、密なデータを収集することが可能である。本測深システムを導入することにより、測量に要する労力の大幅な削減が可能であり、更に精密な測量が可能となる。また、無人での調査や測量が可能であることから、立ち入りが制限される危険地域での調査や喫水の浅い水域での調査等への利用が、本測深システムの有する最大限の効果を発揮できる場である。今後、本システムが被災地やダム等での測量で活躍することを期待する。

謝 辞

最後に、今回の実証実験の準備から現場作業、実証試験、解析までを行うにあたり、ご協力いただいた関係者各位に文末ながら謝意を表する次第である。

J C M A

《参考文献》

- 1) 湖沼等における自律航行型測深システム「自動ペルーガ」の開発、建設の機械化 第620号、pp20～pp25, 2001.
- 2) 自律走行型測深システム「自動ペルーガ」の開発、マリンボイス 21 vol.225, pp11～pp13, 2002.
- 3) ナローマルチビームを用いた遠隔・精密測量の実例、海洋調査技術学会研究成果発表会講演要旨集 16, pp23～pp24, 2004.
- 4) 「日本再興戦略」改訂 2014
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/honbun2JP.pdf>
- 5) 国土交通省 HP 内、次世代インフラ用ロボット開発・導入検討会
http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_fr_000022.html

【筆者紹介】

富岡 秀（とみおか しゅう）
東亜建設工業㈱
土木事業本部 機電部 電気グループ



橋梁架設工事の積算 ——平成 27 年度版——

■改訂内容

1. 鋼橋編
 - ・送出し設備における説明文章、写真の追加
 - ・少数桁橋の足場工及び防護工の一部改定
 - ・プレキャストPC床版工、場所打ちPC床版工の一部改定
2. PC橋編
 - ・門構移動装置の新規掲載
 - ・ポストテンション桁製作工他、各工種の適用範囲の明確化
 - ・横組工 地覆・高欄施工足場の記載
 - ・緩衝ゴム設置工 新規掲載 ほか
3. 橋梁補修編
 - ・足場タイプ別詳細作業内容の掲載
 - ・落橋防止システム工の一部改定

- ・ストップホール工の新規掲載
- ・塗替塗装 素地調整工の改定
- ・はく離材による塗膜除去作業の注意点の新規掲載

■B5判／本編1,201頁（カラー写真入り）
別冊197頁 セット

■定価

一般：9,720円（本体9,000円）
会員：8,262円（本体7,650円）

※別冊のみの販売はいたしません。

※送料は会員・一般とも 沖縄県以外600円
注1) 沖縄県の方は一般社団法人沖縄しまたて協会
（電話：098-879-2097）にお申し込み下さい。

■発行 平成27年5月21日

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

スマートフォンを用いた舗装路面評価手法の開発

白 井 悠

舗装の維持管理において必要となる路面の凹凸や段差などの舗装路面性状を低コストで評価する手法として、スマートフォンにより収集可能な加速度データを活用するシステムツールを開発したので報告する。本システムは、自動車のバネ上振動加速度と段差量や国際ラフネス指数（IRI）の相関関係に着目し、スマートフォンに内蔵された加速度計から得られるデータを専用のアプリケーションで処理することにより、調査の低コスト化を実現している。本報告では、本システムツールの概要について述べるとともに、性能規定型維持工事の自主管理に活用した事例について紹介する。

キーワード：舗装，維持管理，低コスト，道路利用者，加速度，乗り心地，スマートフォン

能規定型維持工事における適用事例について述べる。

1. はじめに

2012年の笹子トンネル事故以来、平成26年7月に定期点検に関する省令・告示が施行されるなど、我が国の維持管理に対する重要性が高まっている。舗装分野においても、舗装の維持修繕ガイドブック2013では、我が国の舗装管理のあるべき姿の理想として「道路利用者および納税者にとってわかりやすい透明性のある管理の実現、および最小コストで最適な効果を調達する効率的な管理の実現¹⁾」が示されている。この理想を達成するためには、計画から評価に至る一貫したマネジメントを実施するといったメンテナンスサイクルを構築・実行することが重要である。この中で、特に、調査・点検はインフラの劣化予測を行う上で不可欠であるが、実際にはこれらの継続的实施と、これに伴うコスト負担が課題となっている。そこで、筆者は、スマートフォンを用いた舗装路面評価装置を開発した。本測定装置の大きな特長は2つある。第一は道路利用者が受ける振動（バネ上振動加速度）を路面評価に用いている点であり、第二は、導入が容易かつ低コストという点である。本測定装置を活用することで、本調査箇所の選定を行うための事前調査（一次評価）が可能となり、また、道路利用者感応評価での管理への展開が期待でき、結果として維持管理業務全体のコストダウンにつながるものと筆者は考えている。

本論文では、まず、スマートフォンを用いた本測定装置の紹介を行い、以下①路面性状値（IRI／段差量）と加速度の関係、②路面の形状と加速度の関係、③性

2. スマートフォンを用いた路面評価システムツール

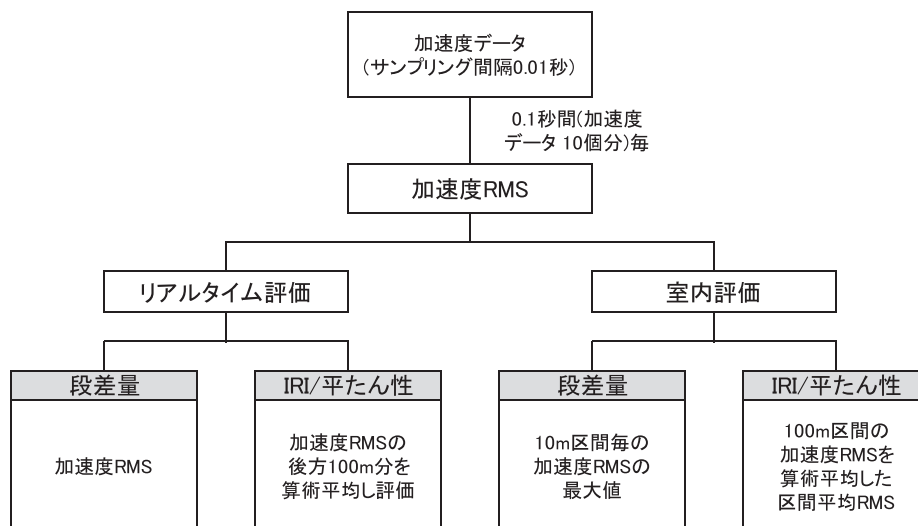
(1) 装置の概要

本システムツールで用いる測定装置は専用のアプリを内蔵したスマートフォンである。写真—1に、本測定装置の車載状況を示す。本測定装置は普通乗用車に設置が可能であり、写真—1に示すように、自動車のダッシュボード付近の運転に支障のない箇所に設置し測定を行う。スマートフォンに内蔵された加速度センサーとGPS受信機を用いることで、自動車のバネ上振動と位置情報を専用アプリで収集し、解析を行うものである。



写真—1 本測定装置設置例

図—1に本測定装置を用いたデータ測定から路面性状値算出までのシステムフローを示す。



図一 1 データ測定から路面性状値算出までのフロー

図一 1 のシステムフローより、まず、本測定装置を車両に設置したのち、勾配の小さい場所で初期値(補正を目的とした計測)を行う。データ抽出の所要時間は 10 秒である。初期値は、スマートフォンの傾きすなわち、鉛直方向軸がスマートフォン内の X、Y、Z 軸のどの軸に該当するかを自動判定すると同時に、スマートフォン設置時の微妙な傾きを加速度として保有し、加速度をゼロ補正するために用いられる。次に、初期値抽出後、測定を開始する。走行時に発生する鉛直方向の振動加速度(以下加速度)は、スマートフォン内蔵の加速度センサ(サンプリング間隔 0.01 秒)を用いて収集する。収集した加速度から段差や IRI といった路面性状値を算出する。加速度データは 10 個分のデータ、つまり 0.1 秒間毎に RMS (Root Mean Square: 実効値)に変換する(以下、加速度 RMS)。本測定装置は加速度 RMS を用いて「リアルタイム評価」と「室内評価」の 2 つの方法にて段差と乗り心地の評価を行うことができる。「リアルタイム評価」とは測定しながらスマートフォン画面上に評価結果を表示するものである。一方「室内評価」とは測定データを事務所に持ち帰り、PC を用いて解析/評価する手法である。本測定装置を活用したシステムは簡易かつ低コストで路面性状を評価する装置であることから、日常点検パトロールにおいてデータを収集することが望ましいと考えている。

3. 路面性状値と加速度 RMS の関係²⁾

(1) 実験概要

IRI および段差量と加速度 RMS との関係は、実車による走行実験により確認した。実験の概要を表一 1

表一 1 実験の概要

項 目	IRI	段差量
車 種	RAV4 (トヨタ)	
設定速度	30, 40, 50 km/h	20, 30, 40 km/h
RMS 値	区間平均 RMS	加速度 RMS
対 象	一般道路 IRI : 1.9 ~ 8.5 m/km	模擬路面 t = 9, 18, 27, 36 mm
比較データ	路面性状測定車	実測値

に示す。

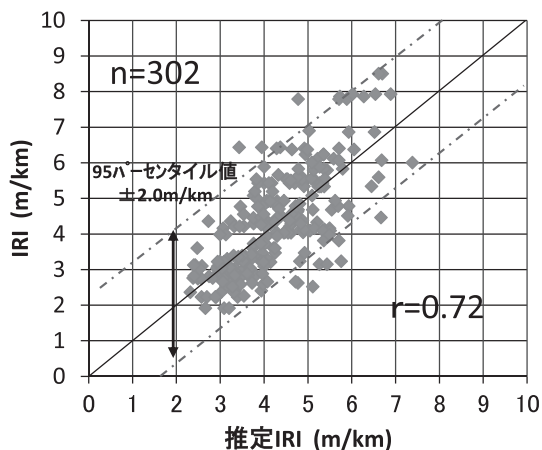
IRI と加速度 RMS の関係は一般道路での走行データ、一方で段差量と加速度 RMS の関係実験はコンパネを重ねて作製した模擬段差で行った走行実験データにより検討を行った。なお、模擬段差の形状はコンクリート舗装版目地部を模擬している。IRI は区間平均 RMS (加速度 RMS を評価区間長で算術平均したもの)、段差量は 10 m 区間内で最大となる加速度 RMS により、各路面性状値との相関を確認した。

(2) IRI と加速度 RMS との関係

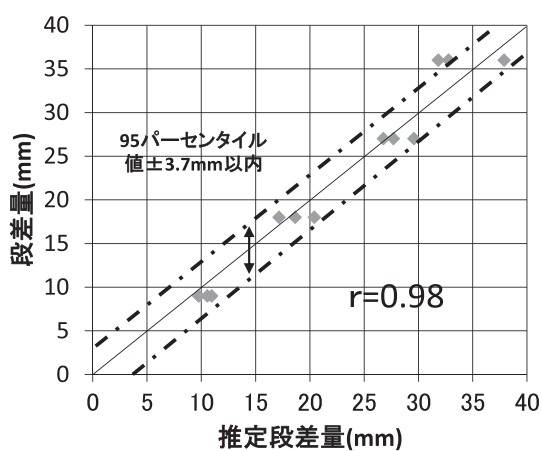
路面性状測定車により測定した IRI の実測値と本システムにより算出した推定 IRI の関係を図一 2 に示す。図一 2 より、IRI と推定 IRI との関係は、バラツキがみられるものの、 $r=0.72$ であり、概ね良好な相関が確認できた。本測定装置を用いることで路面の IRI を一次評価レベルとして把握できることがわかった。

(3) 段差量と加速度 RMS との関係

図一 3 に模擬段差の段差量と本システムより算出した推定段差量の関係を示す。図一 3 より、両者の



図—2 IRI と推定 IRI の関係

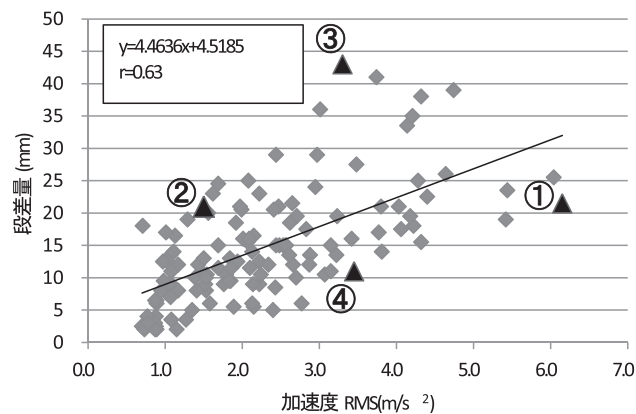


図—3 模擬段差の段差量と推定段差量の関係

相関係数は、 $r=0.98$ であり、推定段差量と模擬段差量の誤差の95パーセンタイル値は $\pm 3.7 \text{ mm}$ 程度であった。推定 IRI と同様に、一次評価レベルにおいて段差量を把握できることがわかった。

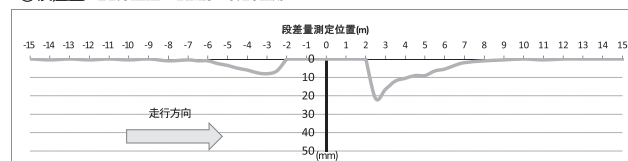
4. 路面形状と加速度 RMS の関係³⁾

段差と加速度 RMS との関係は、模擬段差路面のように同一形状の場合は高い相関が確認できた。しかし、実道には緩やかな段差や急な段差など様々な段差形状があり、模擬段差による実験結果ほど加速度 RMS と段差量との相関が得られるか疑問であった。そこで、実道における段差と加速度 RMS との関係を確認した。図—4 に実道における段差量と加速度 RMS を示す。図—4 より、実道における加速度 RMS と段差量の関係は模擬段差による実験結果よりもバラツキが大きい結果となった。バラツキの要因を調べるために、図—4 中の特徴的な点①～④について段差形状と加速度 RMS の関係について確認した。①と②は段差量が同じでも加速度 RMS が異なっているケー

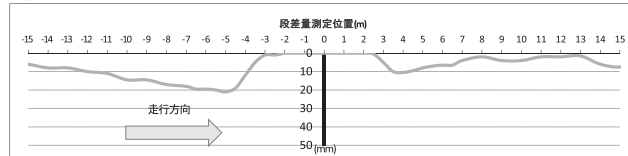


図—4 実道における加速度 RMS と段差量の関係

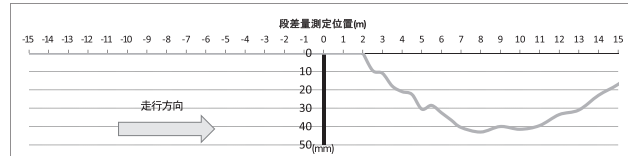
①段差量=21.5mm RMS=6.15 m/s^2



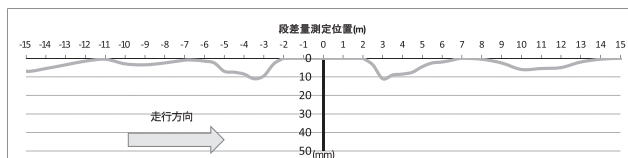
②段差量=21.5mm RMS=1.50 m/s^2



③段差量=43.0mm RMS=3.30 m/s^2



④段差量=11.5mm RMS=3.45 m/s^2



図—5 段差①～④における形状と加速度 RMS

スであり、③と④は、加速度 RMS が同じでも段差量が異なっているケースを示している。

図—5 に段差①～④の形状と加速度 RMS の関係を示す。

段差①、②をみると、段差量は同じであるが形状が異なっている。また、段差③、④をみると、③は『段差量は「大きい」が形状は「緩やか』であるが、④は『段差量は「小さい」が形状は「縦波状』となっている。従って、加速度 RMS は段差の量の他に、段差形状の影響も大きく受けるものであることがわかった。

5. 加速度 RMS と乗り心地の関係

(1) 感応調査の概要

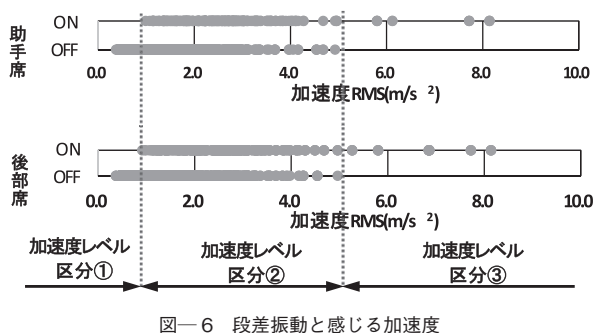
加速度 RMS と乗り心地との関係を把握することを目的に、被験者による感応調査を実施した。調査概要を表一 2 に示す。感応調査は車両に被験者が搭乗し、段差振動を感じたときと、その振動が不快に感じたときに、それぞれスイッチを押すことでデータを収集した。

表一 2 感応調査の概要

項目	内容
人 数	6 人
走行速度	70 ± 10 km/h
乗車位置	助手席、後部席
調査箇所	自動車専用道路

(2) 感応調査結果

図一 6 に段差振動の認識有無についての感応調査結果を示す。



図一 6 段差振動と感ずる加速度

図一 6 は上段が助手席、下段が後部座席の結果を示しており、横軸が加速度 RMS、縦軸がスイッチの有無を表している。図一 6 より、感応調査結果は、助手席と後部座席とでは大きな差がなく、以下のとおりとなった。

加速度区分①：1 m/s² 以下：ほとんどの人が認識しない

加速度区分②：1 ～ 5 m/s²：人によっては認識する

加速度区分③：5 m/s² 以上：ほとんどの人が認識する

次に、段差振動と感じた振動が、不快なものかどうかについて行った感応調査結果について図一 7 に示す。

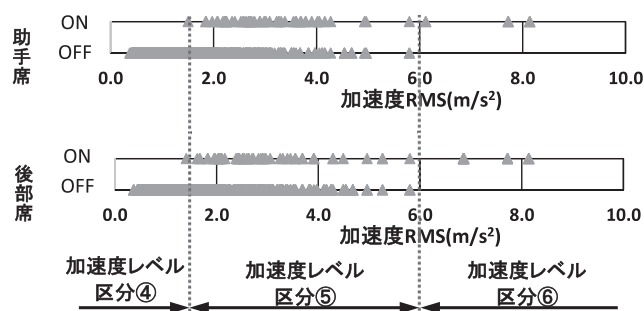
図一 7 より、助手席と後部座席とでは図一 6 に示す段差振動と感ずる結果と同様に差がなかった。加速度 RMS と振動の不快感の関係については以下のとおりであった。

加速度区分④：0 ～ 1.5 m/s²：ほとんどの人が不快でない

加速度区分⑤：1.5 ～ 6 m/s²：人によっては不快である

加速度区分⑥：6 m/s² 以上：ほとんどの人が不快である

図一 6、図一 7 の結果より、加速度 RMS と段差振動の認識有無、あるいは不快感の間には一定の関係があることと、加速度 RMS の大小に相関があることがわかった。



図一 7 不快と感ずる加速度

これらの感応調査より、本測定装置を用いたシステムは、道路利用者視点からの評価も可能といえる。本システムと従来の路面性状の関係を表すことで、より合理的な路面管理への活用期待できることがわかった。

ここで、図一 5 に示す段差①、段差②について、段差量と加速度 RMS から路面の補修要否について試判定してみた。まず、段差①の加速度 RMS は 6 m/s² 以上であり、ほとんどの人が不快と感ずるレベルである。段差量としては補修対象とはならないが、道路利用者視点を考慮すると、早急な補修が必要と判定される。次に段差②は加速度 RMS が 1.5 m/s² であり、不快と感ずらないレベルである。段差量としても補修する必要はないと判定できる。このように、本システムを活用することで、従来の段差量に基づく補修の判定に加えて、道路利用者の不快感の観点からも補修の要否を判定することができる。

6. 実道における事例

(1) 工事概要

本測定装置を用いたシステムの実道への適用事例を紹介する。本事例は、一般国道における性能規定型維持工事の段差量管理に本測定装置を活用した事例である。工事の概要は表一 3 に示すとおりである。

表—3 工事概要

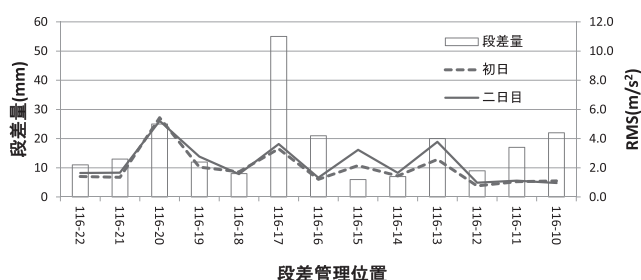
項目	内容
道路種	自動車専用道路（上下線：片側2車線）
性能規定値	段差量：30 mm
工事期間	2年間
法定速度	80 km/h
対象区間長	5.6 km

この性能規定型維持工事の目的は、道路利用者の視点も考慮した管理を行うことで、従来よりも維持管理費用を削減させることであった。本工事においては、性能規定の項目の一つとして、道路利用者の乗り心地を考慮し、段差量が規定されていた。段差量を測定する方法には、舗装調査・試験法便覧による方法があるが、交通規制が必要となるなど、維持管理に用いる調査方法としては、コスト面において好ましくない。このことから本測定装置を用いた管理手法が適用された。ただし、図—4に示すように、実道の段差量と加速度 RMS は段差の形状によっては明確な判定が期待できないことから、次に示す管理手法について検討を行った。

(2) 適用事例

(a) 加速度 RMS の再現性

本システムを用いた新たな段差管理手法を検討するにあたり、まずは、ある区間における加速度 RMS の再現性を確認した。図—8に管理区間における加速度 RMS の再現性を示す。



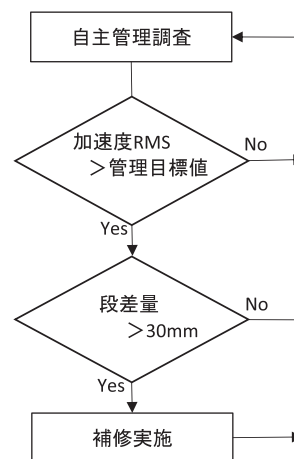
図—8 加速度 RMS の初日と二日目の測定値（一部）

図—8は初日と二日目の測定結果の一部を示したものである。図—8より、同一の段差量でも加速度 RMS 大小が異なっていることがわかる。しかしながら同一地点における再現性をみると、初日と二日目では加速度 RMS は同等の値となった。加速度 RMS の初日と二日目との差の標準偏差は 0.62 m/s^2 であり、同日の3回測定結果のバラツキが小さく良好であったことから、加速度 RMS は再現性を有していることを

確認した。そこで、段差管理位置ごとに加速度 RMS の管理目標値をそれぞれ設定し、その目標値に基づき段差判定の管理を実施した。

(b) 段差量管理方法

本工事に適用した段差量管理方法のフローを図—9に示す。図—9に示すように、自主管理として要注意箇所抽出ツールとして本測定装置を用い、加速度 RMS が目標値を超えた箇所のみを舗装調査・試験法の測定法によって測定することとした。



図—9 自主管理測定のフロー

表—4に自主管理測定時の条件を示す。測定結果のバラツキを小さくするためには、車両、タイヤ、速度を同一として測定することが有効であり、測定は走行速度を一定とするために、交通量の少なくなる夜間実施した。

表—4 自主管理測定の条件

項目	内容
使用スマートフォン	SONY Ericson SO-02C
使用車種	TOYOTA カローラフィールダー
使用タイヤ	ブリヂストン BLIZZAK REVO2
測定速度	80 km/h
測定回数	3回／車線・速度

(c) 実施結果

図—9に示すフローにて管理を実施した結果、工事期間中において、加速度 RMS が管理目標値を超えた箇所が4箇所発生した。そのうち、実測により段差量が規定値を超えて補修を実施した箇所は1箇所のみであり、他3箇所は段差量が既定値内だったので、経過観察とした。

本測定装置を用い、段差不良箇所の抽出を行ったことで、段差量測定の調査日数は大幅に低減し、コスト

縮減を図ることができた。さらには、利用者便益などを含めた全体的なコストについても低減効果を得ることができたと考える。

7. まとめ

本論文から得られたことについてまとめると以下のとおりである。

- ①本測定装置により得られた加速度 RMS からの路面性状値 (IRI / 段差量) の推定については、精度を概ね有していることから、一次評価であれば十分活用できるレベルにあることが分かった。
- ②加速度 RMS には段差の量と形状が大きく影響することが分かった。また、加速度 RMS は搭乗者が受ける振動そのものであることから、加速度 RMS を用いて管理を行うことで、従来の路面の形状による管理に道路利用者の視点をプラスアルファとした路面管理が可能になることが分かった。
- ③実道における試行より、本測定装置を適切に活用することで維持管理業務全体のコストを低減できていることが分かった。

8. おわりに

本論文ではスマートフォンを用いた舗装路面評価手法について述べた。本システムを活用することで調査の低コスト化、あるいは調査労力の低減を図ることが可能であることから、今後の活用に期待できると考える。今後は本システムの使いやすさや、精度の向上に向けて、さらなるデータの収集を図るとともに、実道への適用を進めていく所存である。最後に、本論文が、我が国の今後の舗装維持管理技術向上の一助となれば幸甚である。

J C M A

《参考文献》

- 1) 日本道路協会：維持修繕ガイドブック、丸善出版(株)、pp5-7、2013
- 2) 白井、井原、細谷：簡易測定装置による IRI・段差量推定手法の検討、第 68 回土木学会年次学術講演会 V-470 2012
- 3) 白井、井原、吉田：簡易測定装置によるパネ上振動加速度 RMS と路面段差の関係、第 69 回土木学会年次学術講演会 V-562、2014

【筆者紹介】

白井 悠 (しらい ゆう)
 (株)NIPPO
 総合技術部 技術研究所 研究第一グループ
 副主任研究員



平成 27 年度版 建設機械等損料表 発売中

■平成 26 年度版に対する変更点

- ・損料算定表の諸元記載要領も変更し読み易さを改善
- ・「機械運転単価表」の作成例を、現行歩掛に合わせて見直し
- ・関連通達・告示に「東日本大震災の被災地で使用する建設機械の機械損料の補正」を追加

■B5 判 モノクロ 本編 592 ページ

■一般価格

7,920 円 (本体 7,334 円)

■会員価格

6,787 円 (本体 6,285 円)

■送料 (単価) 600 円 (但し沖縄県を除く日本国内)

注 1) 沖縄県の方は一般社団法人沖縄しまたて協会
 (電話：098-879-2097) にお申し込み下さい。

■発刊 平成 27 年 5 月 9 日

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

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

鉄道構造物の維持管理の現状と新しいリニューアル技術の開発

谷村 幸裕

我が国の鉄道は開業以来 140 年以上経過し、昨年は東海道新幹線が開業 50 周年を迎えた。そして、これまでに膨大な構造物が建設されてきたが、鉄道構造物は取替えが困難であり建設後長期間経過した構造物が増加している。近年、道路橋などでインフラの老朽化対策が課題となっているが、鉄道では比較的早くからこの問題が顕在化し、様々な取組みが実施されてきた。戦後間もないころから構造物の図面整理に始まり、定期的な検査や記録の保管などの体系が定められ、実施と見直しが繰り返されてきた。最近では、高経年構造物の抜本的対策として、リニューアル技術を開発するなど、更なる取組みを進めている。

キーワード：鉄道構造物、橋梁、トンネル、維持管理、補修、補強、リニューアル

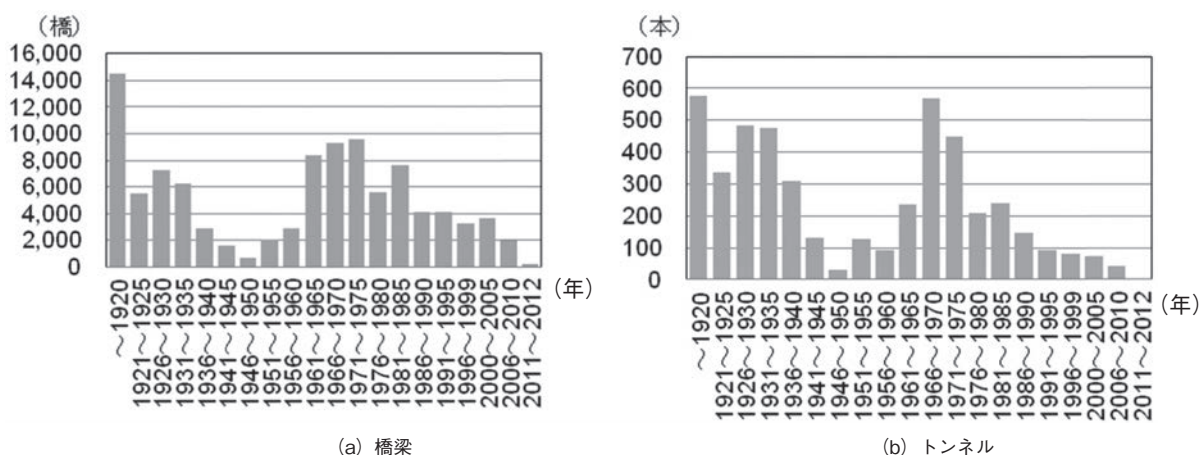
1. はじめに

我が国の鉄道は 1872 年の開業以来 140 年以上経過したが、この間、全国に鉄道網の整備が進められ、膨大な構造物が建設されてきた。複線化や高速化に伴う路線改良も進められてきたが、鉄道構造物は取替えが困難であり、建設以来そのまま使用し続けている構造物も多い。在来線では建設以来 100 年以上経過した構造物が少なからず存在し、新幹線においても昨年に東海道新幹線が開業から 50 周年を迎えるなど、建設後長期間経過した高経年の構造物が増加している。近年、道路橋などでインフラの老朽化対策が課題となっているが、鉄道では比較的早くからこの問題が顕在化し、構造物を適切に維持管理するための取組みが実施されてきた。

本稿では、鉄道構造物の現状と維持管理の概要について述べるとともに、最近開発された新しいリニューアル技術を紹介する。

2. 鉄道構造物の現状

図—1 に鉄道橋梁およびトンネルの建設年度別の数量を示す¹⁾。図より、構造物が比較的多数建設されていた時期が二つあるのが分かる。一つは、明治大正期から昭和初期の期間で、在来線の整備と改良が進められた時期である。もう一つは、戦後の高度経済成長期であり、新幹線の建設などが進められた時期である。橋梁、トンネルともに平均経年は 50 年を大きく超えており、橋梁の 1/3、トンネルの 1/2 は戦前に建設されたものを使用している状況である。鉄道構造物



図—1 構造物のストック量 (国交省調べ)¹⁾

を取り替えるには多くの時間と費用が必要となるため、これからも現状の構造物を適切に維持管理し、さらに長い期間にわたって継続して使用していくことが必要とされている。

3. 鉄道構造物維持管理の取組み

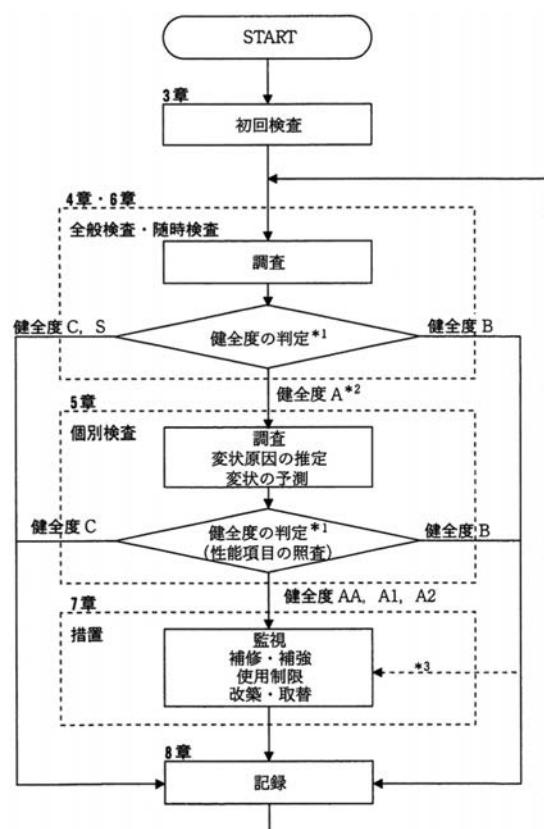
鉄道構造物の維持管理の取組みは、戦後間もなく、戦災で焼失した図面などの資料再整備で始まった。1956年に「建造物保守心得（案）」と「建造物の検査及び措置要領」が作成され、実態調査の結果により構造物の図面等が再整備され、維持管理の体制が作られた²⁾。その後、土木保守近代化計画が始まり、検査体制の強化、検査の高度化と効率化が図られた。1974年には「土木建造物取替の考え方」が作成され、検査や変状原因の究明、健全度の判定、措置といった建造物の補修の流れを体系立てて整理された。1987年には「建造物保守管理の標準」³⁾として改訂され、新たな知見の導入、健全度判定事例やチェックリストが追加された。

このような取組みにもかかわらず、1999年に山陽新幹線のトンネルで覆工コンクリートが剥落して車両の屋根を破損する事故が発生した。また、同時期に高架橋でもコンクリート剥落問題が顕在化して構造物の維持管理が社会問題となり、更なる取組みが求められた。一方、2002年に鉄道に関する技術基準を定める省令が性能規定化されたことから、その解釈基準を作成することとなり、「建造物保守管理の標準」をベースとし新たな知見を加えて、2007年に「鉄道構造物等維持管理標準（以下、維持管理標準）」⁴⁾が制定され、現在に至っている。

維持管理標準では、①～④の手順で維持管理を行うことが基本とされている（図—2）。

- ①構造物の新設や改築、取替えを行った際に、初期の状態を把握することを目的として検査を実施する（初回検査）
- ②構造物の供用開始後、変状の抽出を目的とした検査を定期的（通常2年毎）に実施する（全般検査）。それ以外に、異常時やその他必要と考えられる場合にも検査を実施する（随時検査）
- ③②の結果、詳細な検査が必要とされた場合等に検査を実施する（個別検査）
- ④③の結果、必要に応じて措置を実施する

それぞれの検査において、表—1の区分に従って健全度を判定している。Aランクと判定されると、必要な時期に適切な措置を実施することになる。措置



*1：健全度の判定は表—1による。*2：健全度AAの場合は緊急に措置を講じた上で、個別検査を行う。*3：必要に応じて、監視等の措置を講じる。

図—2 構造物の標準的な維持管理の手順⁴⁾

表—1 構造物の状態と標準的な健全度の判定

健全度	構造物の状態
A	運転保安、旅客および公衆などの安全ならびに列車の正常運行の確保を脅かす、またはそのおそれのある変状等があるもの
	AA 運転保安、旅客および公衆などの安全ならびに列車の正常運行の確保を脅かす変状等があり、緊急に措置を必要とするもの
	A1 進行している変状等があり、構造物の性能が低下しつつあるもの、または、大雨、出水、地震等により、構造物の性能を失うおそれのあるもの
	A2 変状等があり、将来それが構造物の性能を低下させるおそれのあるもの
B	将来、健全度Aになるおそれのある変状等があるもの
C	軽微な変状等があるもの
S	健全なもの

の種類には、監視、補修・補強、使用制限、改築・取替えがある。措置に関する技術開発はこれまでも進められてきたが、今後、構造物の高経年化に伴い、部分的な補修・補強では対応できない構造物が増加することが考えられる。また、駅部などでは機能増強等の要求により、抜本的な構造変更を求められることも考

えられる。そこで、これらに対応するためのリニューアル技術の開発を進めてきており、次に、最近の成果の一部を紹介する。

4. 高架橋のリニューアル技術

(1) 梁・スラブの補修・補強工法

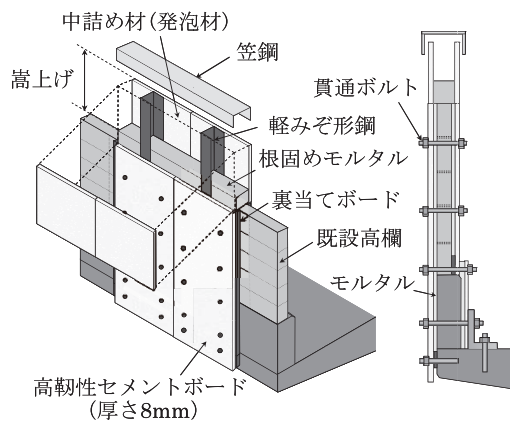
高架橋の中間スラブは、軌道の直下に位置する重要な部材であるが、鉄筋の腐食により耐力の低下が懸念される場合や、列車通過時の騒音・振動の低減が求められる場合がある。これらの課題を解決するために、超高強度繊維補強コンクリート（以下、UFC）ボードを用いた中間スラブの補修・補強工法⁵⁾を開発した。本工法は、スラブ下面にUFCボードを設置し、無収縮モルタルを充填して一体化するものである（図—3）。従来の全断面修復工法に比べて大掛かりな足場を必要としないため施工性を向上できること、大幅な耐力向上が期待できること、また、薄肉軽量のUFCボードを用いるため基礎への負担が小さいこと、スラブの剛性が高まることから振動や騒音の低減効果が期待できることなどの特徴がある。

高架橋の片持スラブは、その先端に設置された高欄や防音壁を支持する部材であるが、騒音対策として防音壁を嵩上げする場合に耐力が不足することがある。そこで、片持スラブの下面に小梁を増設して補強する工法⁶⁾を開発した。本工法により、高さ5m程度まで高欄の嵩上げが可能となる。

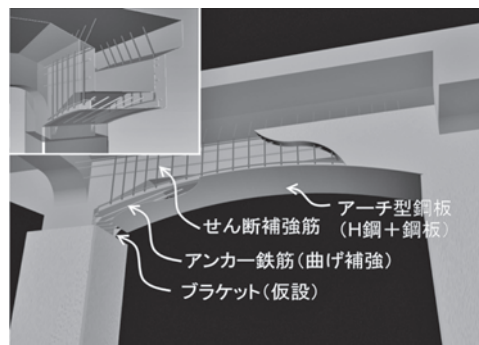
高架橋の梁に関してはアーチ型鋼材を用いて補強する工法（アーチサポート工法、図—4）⁷⁾を、高欄に関しては高じん性セメントボードを用いた補修工法（図—5）⁸⁾を既に開発しており、高架橋を構成する梁・スラブ等の部材の特性に応じた適切なリニューアルが可能となった。

(2) 柱の取替え・移設技術

高架橋柱は、高架橋の耐震性に影響する重要な部材

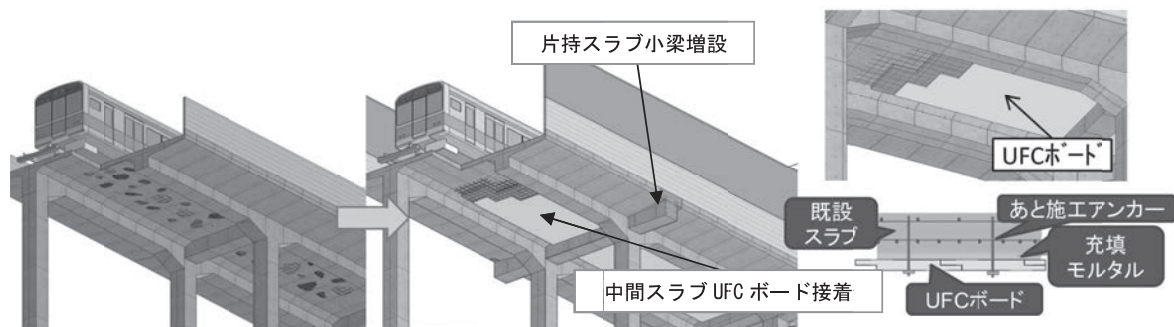


図—4 高欄の補修工法

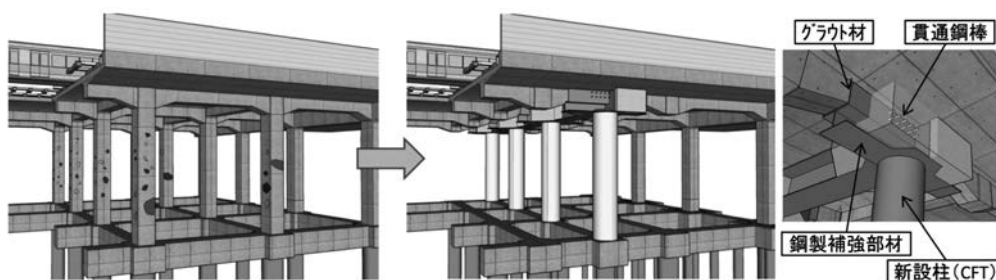


図—5 高架橋梁の補強工法（アーチサポート工法）

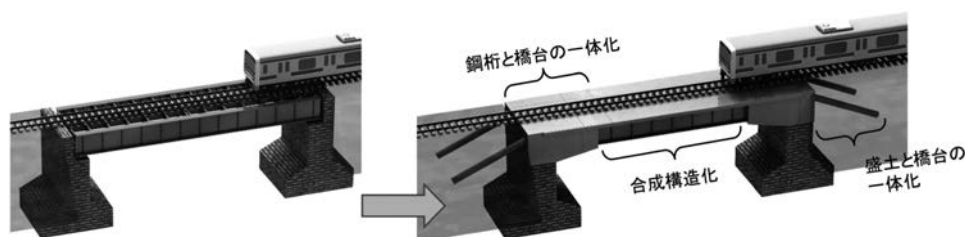
であり、これまでに様々な耐震補強工法が開発されてきた⁹⁾。一方、近年では高架下の空間を様々な施設として有効に活用するニーズが高まっているが、柱の位置によって高架下空間の利用が制限される場合があり、これを解消するには柱を移設する必要がある。そこで、コンクリート充填鋼管（以下、CFT）柱を用い、大規模な仮設物を必要としない柱の取替え・移設工法¹⁰⁾を開発した。本工法は、様々な条件の柱の取替えや移設に対応でき、既設の柱と柱の間にCFT柱を設置し、既設柱を撤去して柱間隔の拡大を図ることもできる（図—6）。既設高架橋の諸元や柱の移設位置によっては、柱以外の部分で補強が必要になる場合もあるが、増し杭による基礎の補強¹¹⁾や前述の梁補強工法を用いることにより対応ができる。



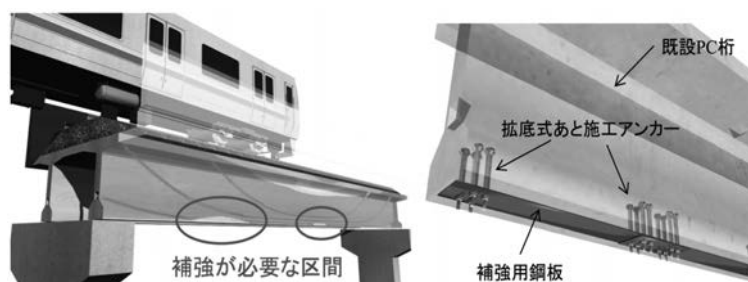
図—3 高架橋スラブの補修・補強工法



図一6 高架橋柱の取替え・移設工法



図一7 鋼桁・橋台・盛土一体化工法



図一8 PC 桁の鋼板接着補強工法

5. 橋梁のリニューアル技術

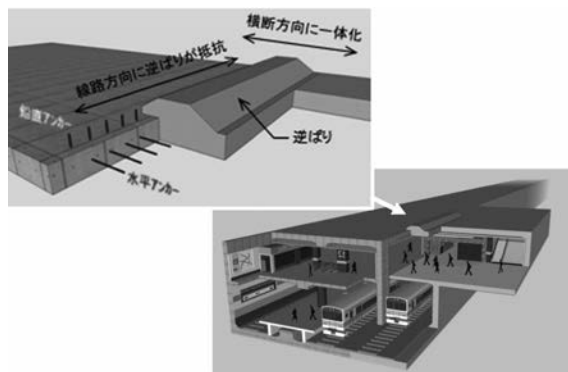
鉄道橋梁は、明治大正期にはその殆どに鋼桁が用いられていたが、昭和初期に鉄筋コンクリート（以下、RC）の実用化が進み、1960年頃にプレストレストコンクリート（以下、PC）技術が開発された。そして、騒音問題と維持管理コスト削減の観点から、それ以降はRC桁かPC桁が用いられるようになった。このような背景から、現在使用されている鋼桁は、建設後長期間経過したものが多く存在する。そこで、鋼桁の支承部を無くし鋼桁・橋台を一体化し、橋台・背面盛土を地山補強材で連結させ、鋼桁をそのまま存置した状態で再生させる鋼桁・橋台・盛土一体化工法¹²⁾を開発した（図一7）。この工法により鋼桁は延命化し、橋台の耐震性も大幅に向上できる。また、鋼桁の補強や騒音低減策として、まくらぎを撤去しコンクリート床版と鋼桁を一体化する合成構造化工法¹³⁾を開発した。これらについて、実大試験橋梁を用いた施工実験、載荷試験を実施し、補強効果を確認している。

また、PC桁においては、グラウト充填不良による鋼材の腐食、破断やそれに伴う桁の耐力低下が懸念さ

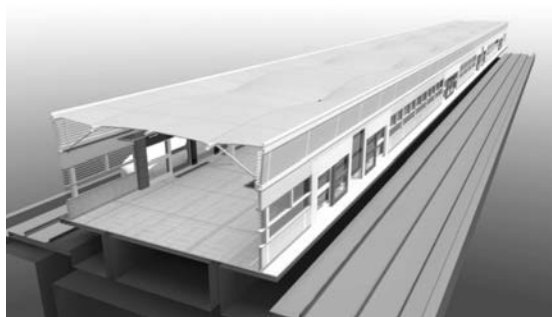
れているが、これを補うための補強工法を開発した¹⁴⁾（図一8）。本工法は、あと施工アンカーとして確実な定着が期待できる拡底式アンカーを用いた鋼板接着工法であり、部分的なグラウト充填不良に対応できる合理的かつ経済的な工法である。狭隘な桁下空間でも比較的容易に補強できる方法であり、実物大模型を用いた実験により、所定の補強効果が得られることを確認している。

6. 地下駅のリニューアル技術

既設トンネルで新たに大きな開口部を設ける場合、既設トンネルの補強が必要であったが、これを不要とした新旧トンネルの接続工法¹⁵⁾を開発した（図一9）。本工法では、既設トンネルの上床版を抱き込むように逆梁を設置し、水平と鉛直の十字に配置したアンカーで新旧トンネルを接続する。本工法で提案する構造は、線路横断方向に新旧トンネルを一体化するだけでなく、線路方向に逆梁を設置することで荷重の分散を図り、開口による既設トンネルへの負担の増加を抑制している。実物大模型の載荷試験などを実施し、新旧



図一 9 地下駅の新旧トンネル接続工法



図一 10 高架駅ホームのシェルター化工法

トンネルが一体的に挙動することや、接続部が十分な耐力を有することを検証するとともに、実用的な設計法をとりまとめた。これにより、比較的大きな開口を設けても既設トンネルを補強する必要がなくなり、地下駅の改良工事などにおいて大幅なコストダウンを図ることができる。

7. 高架橋駅のリニューアル技術

ホームのシェルター化により快適性を向上する技術を開発した(図一 10)。本工法では、屋根を膜屋根に取り替えること、および、壁が雨よけとなるので、屋根の設置範囲をホーム直上のみに縮小できることから、屋根の大幅な軽量化を実現し、既設高架橋上への設置が可能となった。また、膜材は太陽光を透過するので、シェルター化の欠点の一つである照度低下の防止にも寄与する。一方、夏季温熱環境の悪化を低減するには、十分な換気量を確保するための開口部を設ける必要があるが、模型実験などによりホーム上の気温を外気温よりも過度に高くないようにするための開口量を明らかにしている。

8. おわりに

今後も構造物の高経年化に伴い、さらに様々な課題

が発生してくると考えられるが、構造物を長く使い続けられるよう維持管理技術の研究開発を積極的に進めていきたい。

謝 辞

なお、本研究の一部は、国土交通省の技術開発費補助金を受けて実施した。また、中間スラブの補修・補強工法およびアーチサポート工法は東急建設(株)との共同研究、高じん性セメントボードを用いた高欄の補修工法は(株)大林組との共同研究の成果である。

本研究において多大な協力を頂いた関係各位には、この欄を借りて謝辞を申し上げる。

J C M A

【参考文献】

- 1) 国土交通省鉄道局：鉄道構造物の維持管理の現状，第1回鉄道構造物の維持管理に関する基準の検証会議 資料1，<http://www.mlit.go.jp/common/000995186.pdf>，2013.4
- 2) 構設史編集研究会編：鉄道構造物を支えた技術集団—国鉄構造物設計事務所の足跡—，日本鉄道施設協会，2009.
- 3) 財団法人鉄道総合技術研究所：建造物保守管理の標準・同解説，1987.4
- 4) 国土交通省監修，財団法人鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等維持管理標準・同解説（構造物編），丸善，2007.1
- 5) 白井貴之，笠倉亮太，渡辺勉，仁平達也：超高強度繊維補強コンクリートによるRCスラブの補強工法の開発，コンクリート工学年次論文集，Vol.36，No.2，pp.1243-1248，2014.
- 6) 鬼頭直希，仁平達也，岡本大，黒岩俊之，笠倉亮太：増設したRC小梁がRC張出しスラブに及ぼす補強効果，第21回鉄道技術・政策連合シンポジウム（J-RAIL2014），Vol.36，S2-13-3，2014.12
- 7) 田所敏弥，谷村幸裕，轟俊太郎，前田友章，前田欣昌：アーチ型鋼材を用いたラーメン高架橋梁の補強工法の開発，鉄道総研報告，Vol.25，No.2，pp.17-22，2011.2
- 8) 橋本学，松本光矢，谷村幸裕，野村敏雄，福井真男：高靱性セメントボードによる既設高欄の補修・補強工法，土木学会第65回年次学術講演会，V-595，2010.9.
- 9) 公益財団法人鉄道総合技術研究所：既存鉄道コンクリート高架橋柱の耐震補強設計指針，2013.12
- 10) 齊藤雅充，上村寿志，池田学，杉本一朗，上村寿志，谷口望，依田照彦：既設高架橋接合部に着目したCFT柱によるリニューアル技術，鉄道総研報告，Vol.28，No.8，pp.11-16，2014.8.
- 11) 西岡英俊，松浦光祐，齊藤雅充：シートパイルを用いた増し杭と既設フーチングの一体化工法，日本鉄道施設協会誌，第53巻第4号，pp.309-311，2015.4
- 12) 神田政幸，須賀基晃，横山知昭：鋼桁・橋台・盛土一体化による旧式橋梁の耐震補強，鉄道総研報告，Vol.26，No.4，pp.29-34，2012.4
- 13) 吉田善紀，谷利晃，杉本一朗：既設鋼橋のリニューアルのための合成構造化の開発，鉄道総研報告，Vol.26，No.4，pp.17-22，2012.4
- 14) 渡辺健，堀慎一，轟俊太郎，谷村幸裕：プレストレストコンクリート桁に対する部分鋼板補強工法の開発，鉄道総研報告，Vol.27，No.6，pp.31-36，2013.6.
- 15) 仲山貴司，津野究，牛田貴士，焼田真司，室谷耕輔：既設開削トンネル側壁の開口に関する構造解析手法の検討，土木学会論文集F1，Vol.71，No.1，pp.29-40，2015.

【筆者紹介】

谷村 幸裕（たにむら ゆきひろ）
（公財）鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部
部長



ハンマーを用いずに新幹線トンネル覆工コンクリートを打音検査

御 崎 哲 一・篠 田 昌 弘・島 田 義 則

我が国に建設された土木構造物は、高度経済成長期に建設されたものが多く、今後ますます老朽化が進行することが想定される。平成11年に発生した山陽新幹線福岡トンネル及び北九州トンネルのコンクリート塊剥落事故は、コンクリート構造物の検査の重要性を再認識させた事故の一つである。トンネル覆工の検査では打音検査が一般に実施されているが、人手がかかる上に検査者の技量に左右される課題がある。本報では、打音検査を実施する前のスクリーニング手法の一つとして、数m以上離れた箇所から検査できるレーザーによる非接触計測技術を用いたコンクリート剥離検査装置を開発したので報告する。

キーワード：トンネル、覆工、打音検査、レーザー

1. 開発の背景

現在の社会の礎を築いているコンクリート構造物において、コンクリートの劣化による剥落事故が発生している。特に平成11年、山陽新幹線福岡トンネル（写真—1）及び北九州トンネル（写真—2）において発生したコンクリート塊剥落事故は、コンクリート構造物の検査の重要性を再認識させた。

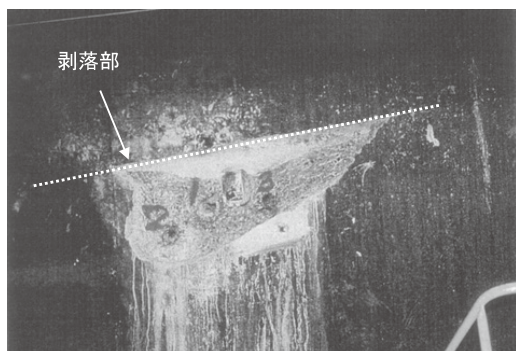
現在の主たる検査手法である打音法は、検査対象となるコンクリート表面までの距離が手の届かない位置にある場合、高所作業車を使用し接近しなければならない。特にトンネルは、検査対象となるコンクリート表面が地上より高い箇所であり、かつ検査箇所数が膨大になるため、検査技術者の負担は著しく大きく、多大な検査時間を要する。また、鉄道トンネル覆工検査の制約として、鉄道運行時間帯に検査ができないこと、線路走行可能な高所作業車を現地まで運行し手配

しなければならないこと、また鉄道運行用電力の停電措置を講じるといった時間が無視できないことが挙げられる。こうした実情に鑑み、高所作業や停電作業を削減しながら、コンクリートが剥落する前に変状箇所を把握することを目的に、数m以上離れた箇所から検査できる、レーザーによる非接触計測技術（以下、「本技術」という）を用いたコンクリート剥離検査装置（以下、「本装置」という）を開発した。

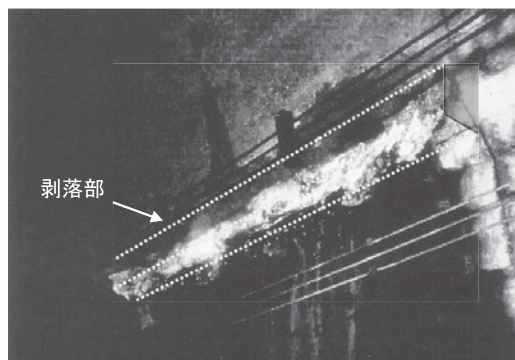
2. 技術の概要

(1) トンネル覆工コンクリートの剥離検知技術における過去の検討

コンクリート表面の浮きや欠陥を検査する手法としては、前章で述べた打音法の他に、電磁波レーダー法、弾性波探傷法、赤外線検出法等があり、その長所短所を表—1にまとめた。いずれも、コンクリート剥離



写真—1 福岡トンネルコンクリート塊剥落事故部



写真—2 北九州トンネルコンクリート塊剥落事故部

表—1 コンクリート部材の主要な非破壊検査法と提案手法の比較

	電磁波レーダー法	打音法	赤外線検出法	超音波法
検査の様子				
長所	・覆工背面の欠陥・空洞を探索可能 ・走行しながら検査可能	・簡易 ・その場でたたき落とし可能	・欠陥形状を把握可能 ・非接触・遠隔探傷	・小型装置 ・高い計測精度
短所	・コンクリート表面の剥離を検知するのが困難 ・大型の装置でコンクリートにほぼ接触させた状態で計測	・人工と検査時間がかかる ・高所作業	・検査精度が悪い ・コンクリート表面を熱する必要がある	・検査時間がかかる ・曲面での計測が困難 ・高所作業

を打音法と同等の精度で、かつ非接触で迅速に検査できる手法はない。

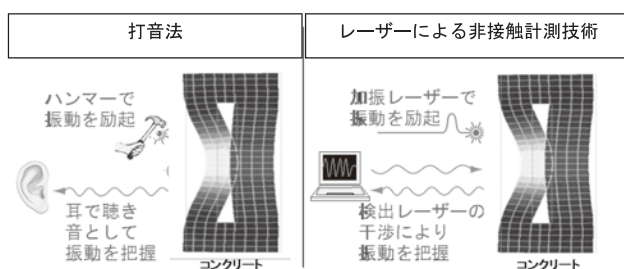
(2) レーザーによる非接触計測技術の原理

打音法と本技術は、コンクリート表面を加振し、表面振動を把握するという点で、欠陥検知の考え方は同一（図—1）である。そのため本技術を用いると、打音を実施する前のスクリーニング手法として適用できる。

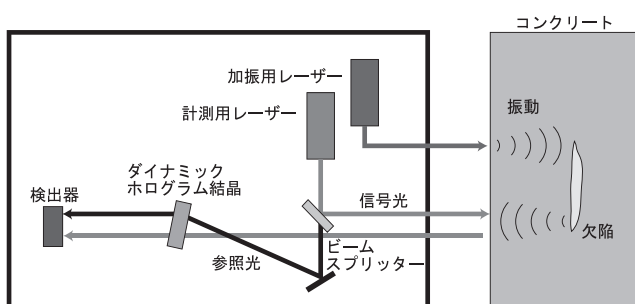
本技術手法の構成を図—2に示す。コンクリート表面加振のための加振用レーザーには、高出力のパル

スレーザーを用いる。そのレーザーを検査するコンクリート表面に高い光強度で集光することにより、コンクリート表面成分（セメント等）をプラズマ化する。そのプラズマ粒子が弾き飛ばされる（アブレーションという）反動により、コンクリート表面の振動が励起される。

計測用レーザーには、連続発振のレーザーを用いる。そのレーザーは、ビームスプリッター（分光器）により、信号光と参照光に分けられる。信号光はコンクリートの表面で反射されコンクリート表面形状の情報を持ってダイナミックホログラム結晶に入射する。一方で、参照光も同じダイナミックホログラム結晶に入射し、信号光と参照光がその中で干渉し合うことで、コンクリート表面形状の情報が含まれた干渉縞（写真—3）がダイナミックホログラム結晶中に形成される。この干渉縞により、ダイナミック結晶内部に屈折率の粗密領域が生成され、参照光を回折させる。参照光は、信号光と同じ光軸を進み検出器に向かう。コン



図—1 打音法とレーザーによる非接触計測技術手法の比較



図—2 レーザーによる非接触計測技術手法の構成



写真—3 干渉縞

クリート表面が振動すると検出器に入射する信号光と参照光との位相差が変化する。この変化は検出器では光の強弱となってあらわれるため、これを検出することによりコンクリート表面の振動を検出する。

(3) コンクリート剥離箇所の検出アルゴリズム構築

本技術を実用化するためには、健全度の判定が可能な欠陥検出アルゴリズムの構築が必要である。一方で、本技術と打音法は、共にコンクリート表面の加速度波形を計測していることは前項に述べた。鉄道土木構造物におけるコンクリート表面の判定基準には、 α （剥落危険性の高い変状）、 β （当面剥落危険性はないが、将来 α ランクになる恐れのある変状）、 γ （安全を脅かす剥落を生じる恐れがない変状）、健全の4種類がある。打音法における検査者の定性的判断を定量化するため、コンクリート表面の加速度波形を用いたコンクリート部材の欠陥検出アルゴリズムを開発した。

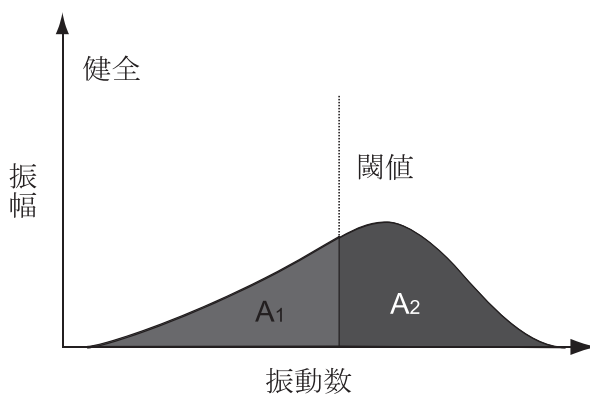
まず、欠陥検出アルゴリズムを開発するために、コンクリート表面の振動特性の把握を行った。実施した現地試験箇所の例を写真—4に示す。打音法による現地試験結果から425箇所のコンクリート表面の振動特性に関するデータベースを作成した。データベースから、健全なコンクリート部材は、図—3に示すように、衝撃荷重を与えた際の残留振動のフーリエ振幅スペクトル上で相対的に高い周波数成分が卓越するが、不健全なコンクリート部材では、図—4に示すように、フーリエ振幅スペクトル上で相対的に低い周波数成分が卓越する傾向があることが判明した。そこで、衝撃荷重を与えた際のコンクリート部材の揺れやすさを評価するために、フーリエ振幅スペクトル上で、ある閾値を境にした面積比を用いた欠陥検出アルゴリズムを提案した。すなわち、式(1)に示すような指標を提案した。

$$R_s = \frac{A_1}{A_1 + A_2} \quad (1)$$

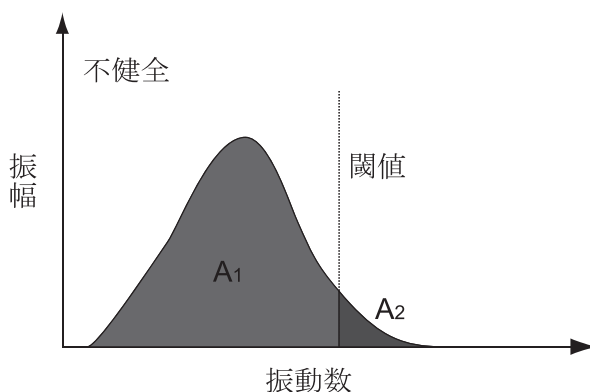
ここで、 A_1 はコンクリート表面の加速度波形から算出されたフーリエ振幅スペクトルのうち、ある閾値より低い周波数成分におけるフーリエ振幅スペクトルの面積、 A_2 はコンクリート表面の加速度波形から算出されたフーリエ振幅スペクトルのうち、ある閾値より高い周波数成分におけるフーリエ振幅スペクトルの面積、 R_s はフーリエ振幅スペクトルの面積比であり、ここでは、スペクトルスコアと呼ぶ。実際の適用にあたっては、図—3や図—4に示す閾値の設定が重要となる。そこで、閾値の感度解析を実施し、打音検査結果と整合する閾値を検討した結果、閾値を2,000 Hzに設定すると合致率が85.2%と高い合致率を示す結果が得られた（図—5）。

(4) 山陽新幹線橋梁における検証試験

本装置に欠陥検出アルゴリズムを搭載し、軽トラックの荷台に積み込んだ状況を写真—5に示す。また、検証試験を実施した山陽新幹線橋梁の様子を写真—6に示す。提案システムの検証のために、コンクリート表面加振試験と提案システムによる計測から得られた



図—3 健全箇所のフーリエ振幅スペクトル（イメージ）

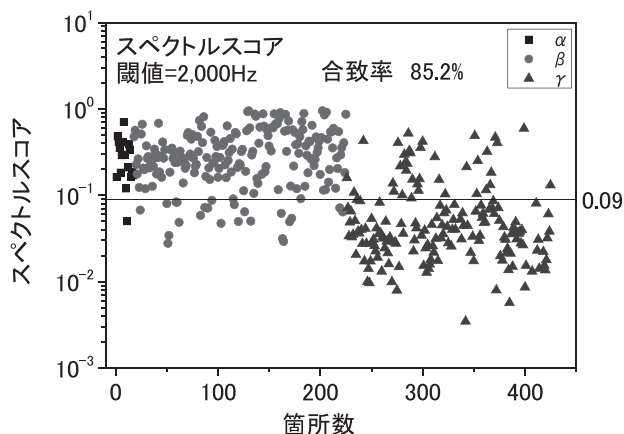


図—4 不健全箇所のフーリエ振幅スペクトル（イメージ）



写真—4 現地試験箇所例

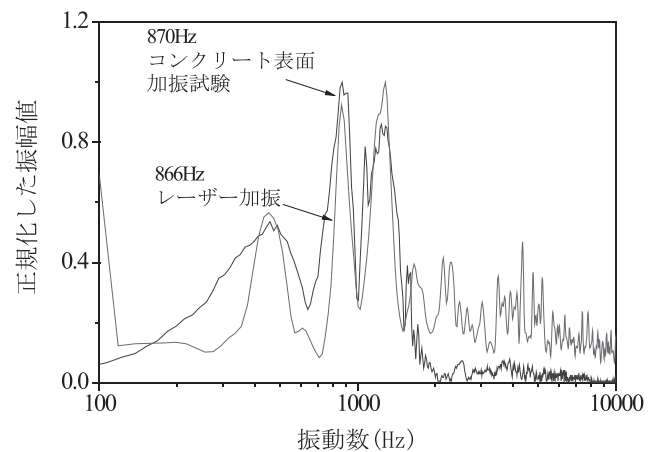
フーリエ振幅スペクトルを比較した結果、コンクリート表面加振試験から得られたスペクトルの形状と本装置から得られたスペクトルの形状はほぼ等しい結果となった（図—6）。さらに、図—6で得られたような多数のフーリエ振幅スペクトルから、スペクトルスコアを算定した結果を図—7に示す。図—7は、レーザーを連続照射し、リアルタイムに欠陥検出アルゴリズムによってコンクリート部材の健全度を評価した結果である。以上のことから、本装置によりコンクリート部材の健全度が評価できることが分かった。



図—5 閾値を 2,000 Hz に設定した時のスペクトルスコア算出結果

(5) 試作機を用いた山陽新幹線トンネル内における検証試験

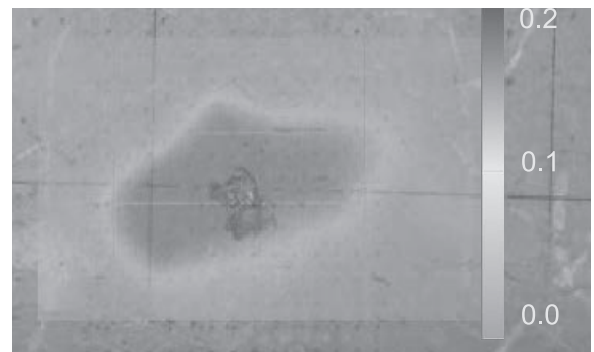
試作機を用いた検証試験は実際の新幹線トンネル内で夜間実施した。検証試験では、写真—5に示した本装置を搭載した軽トラックをトコ上に固定し、保守用車に接続して実施した（写真—7）。新幹線トンネル内で保守用車に接続した状態で検証試験を実施したところ、保守用車や発電機の振動により、振動計測ができなかった。計測ができなかった原因として、保



図—6 コンクリート表面加振試験と本装置の比較結果



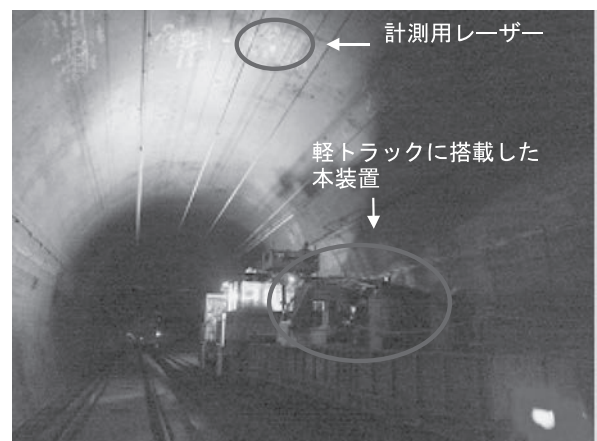
写真—5 コンクリート剥離検査装置の試作機



図—7 リアルタイム診断結果（スペクトルスコアのコンター図）



写真—6 検証試験で実施した新幹線橋梁



写真—7 試作機における新幹線トンネル内における検証試験

守用車や発電機からの環境振動と密閉された空間における環境騒音が想定された。そのため、レーザー加振後のコンクリート表面の微振動を計測するためには、環境振動と環境騒音を低減させる機構が必要なことが分かった。

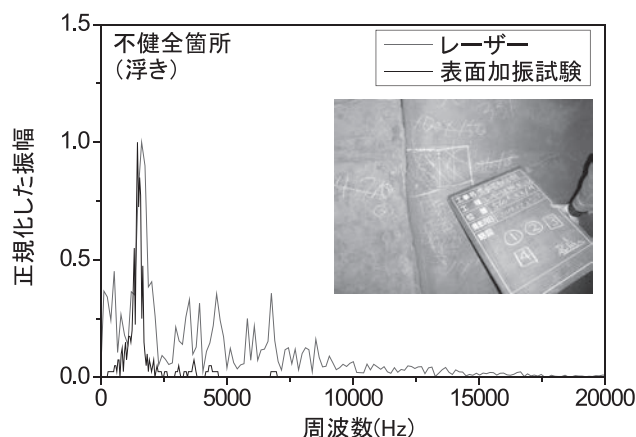
そこで、環境振動を低減させるために除振台を開発し、環境騒音を低減させるために防音対策を実施して、新幹線トンネル内にて再度検証試験を実施した(写真—8)。検証試験結果を図—8に示す。コンクリート表面加振試験から得られたスペクトルの形状と本装置から得られたスペクトルの形状はほぼ等しい結果となった。

(6) 実用機の開発

試作機による新幹線トンネルにおける検証試験の結果、環境振動と環境騒音の低減に成功し、本装置による計測技術を確立した。実際に運用にあたっては、新幹線トンネル中央に設けられた検査用の通路を走行できることが望ましい。そのため、試作機の機能を有し



写真—8 対策した試作機における新幹線トンネル内における試験状況



図—8 対策した試作機における新幹線トンネル内における検証試験結果

た小型機を開発した(写真—9)。本装置を用いて、当面は打音検査前のスクリーニングとして実施し、データが蓄積された後に、打音検査の代替機として検討する予定である。本装置を実用化することにより、これまで多大な労力と時間を要した検査の省力化を図ることが可能となる。

3. おわりに

筆者ら開発グループは、平成11年度に剥落事故があつてから、打音に代替できる非破壊検査手法を調査してきた。平成16年度から本技術の開発に着手し、平成20年度まで、10m程度の離隔からコンクリート剥離を検知するための基礎試験・仕様検討を行った。平成21年度から装置化を実施し、平成23年度まで、新幹線トンネル内で線路走行型の試験装置で実績を積み上げた。平成24年度からは小型化し、トンネル中央通路走行型の実用機(写真—9)として開発した。本装置の効果としては、下記が挙げられる。

- ①高所作業・停電作業が無くせることで、保安要員を削減しながら作業員の安全性を向上させることができる。
- ②作業員による打音検査のばらつきが無くなり、検査の品質・速度を向上させることができる。
- ③本装置は鉄道土木構造物のみならず、全てのコンクリート構造物の健全度診断に活用できる。

今後、土木構造物ストックが老朽化する一方で、維持管理技術者が少子化で不足することが予見される現



写真—9 トンネル内中央通路型の装置

在、汎用的で実績のある打音検査に代替できる本技術レーザーによる非接触計測技術は、今後の維持管理に不可欠で、社会的貢献が大きい技術開発である。外部からの評価としては、レーザー学会業績賞（進歩賞）や土木学会技術開発賞を受賞するなど、安心・安全という社会ニーズに合致した実用化研究であること、現場で利用できる技術であることの実証が評価されている技術である。



[筆者紹介]

御崎 哲一（みさき のりかず）
西日本旅客鉄道株式会社 鉄道本部 技術開発部
課長代理



篠田 昌弘（しのだ まさひろ）
公益財団法人鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部
基礎・土構造
研究室長



島田 義則（しまだ よしのり）
レーザー技術総合研究所
主任研究員

「建設機械施工ハンドブック」改訂4版

建設機械及び施工の基礎知識、最新の技術動向、排出ガス規制・地球温暖化とその対応、情報化施工などを、最新情報も織り込み収録。

建設機械を用いた施工現場における監理・主任技術者、監督、世話役、オペレータなどの現場技術者、建設機械メーカー、輸入商社、リース・レンタル業、サービス業などの建設機械技術者や、大学・高等専門学校・高等学校において建設機械と施工法を勉強する学生などに必携です。

建設機械施工技術の修得、また1・2級建設機械施工技士などの国家資格取得のためにも大変有効です。

[構成]

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
6. トラクタ系機械
7. ショベル系機械
8. 運搬機械
9. 基礎工事機械
10. モータグレーダ
11. 締固め機械
12. 舗装機械

●A4判／825ページ

●定 価

一般：6,480円（本体6,000円）

会員：5,502円（本体5,095円）

※送料は一般・会員とも沖縄県以外は600円、沖縄県1,050円

●発行 平成23年4月20日

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

スマートフォンを活用した 漁港施設の点検と今後の課題

漁港施設点検システム

長野 章・長野 晋平・田原 正之

漁港建設業者自らが漁港施設の点検を行い、その情報を漁港管理者である行政が活用するシステムを開発した。点検情報はスマートフォンのアプリで発信され、蓄積された情報は漁港管理者が活用できる。漁港建設業及び漁港関係行政では技術者の高齢化が進み、更に行政では漁港専任の職員は少ない。そのような中で、このシステムはスマートフォンと1時間程度で習得できる簡便なアプリを利用することにより、漁港施設の点検をより容易なものにする。

キーワード：漁港、施設、点検、災害、維持管理、スマートフォン、アプリ

1. はじめに

情報機器の発展は素晴らしく、私たちの身の回りにあふれており、しかも、それらの機能は日々発達している。そして、若い人は勿論、高齢者もそれらの機器を日々利用している。中でもスマートフォン（以下、スマホ）の普及は、先進国の中では低いものの、個人保有率は53.5%（平成26年）となっている。個人に普及しているスマホを利用して、全国の離島、半島を含め点在している漁港施設の劣化、被災状況及び不法不適切利用などを漁港建設業者が点検し、漁港管理者である行政と情報を共有するシステムを開発した。その実用例と今後の課題について述べる。

2. システム開発の動機

漁港施設について、スマホを用いた日常、維持管理、災害の点検システムを構築し、漁港建設業者が情報を発信する理由は、次の4点があげられる。

第一に公共事業としての漁港の整備は昭和26年から実施され、全国2,909漁港で施設が整備されてきた。施設の老朽化とともに、その機能保全計画も作成、実施されているが、これらの膨大な整備を効率的に行っていく必要がある。第二に漁港は水産資源が豊富など、ところに立地することから、当然、離島や半島の先端などに位置し、陸上交通が不便である。第三に全国の859漁港が都道府県管理、2,050漁港が市町村管理となっている（平成26年4月1日現在）。それぞれを管理する行政の技術者は減少しており、しかも漁港を専

門とする技術者も少ない。第四に近年の自然災害の多発と東日本大震災のような巨大災害の発生の可能性から、行政と漁港に特化した建設業団体が災害協定を締結している事例が増え、11道県に及んでいる。災害協定では、建設業団体の重要な役割の一つに災害情報の伝達があり、現場からの情報をいち早く行政に伝達する必要がある。

以上の理由から、（一社）全日本漁港建設協会に所属する漁港建設業者が大きな負担にならない形で、災害協定の履行義務を果たし、更に官民協働で漁港の点検を行うために、スマホのアプリを活用したシステム構築が必要であった。

3. 総合的なシステムの開発

(1) システムの概要（図—1）

漁港施設の点検で、損傷箇所等を発見した場合、スマホのアプリを使用し、現況画像、施設名及び状況等の必要項目を送信する。データが送信されると、漁港管理者にメールが届き、送信されたデータを閲覧できる。また、全ての情報はデータベースに蓄積され、登録日、漁港名、漁港施設名等で検索、比較、検証することができる。

データの送信はスマホのアプリで行うことを想定しており、AndroidとiOSに対応している。

(a) 利用者の設定（図—2）

アプリの初回起動時には「ID」と「パスワード」を入力する。利用者には登録範囲（担当の都道府県や地域等）、所属等が設定されており、登録範囲によっ



図—1 システムの概念



図—2 アプリ利用者の設定画面



図—3 データの送信画面

て、対象漁港が制限されている。例えば、登録範囲がA県である利用者は、B県の漁港について、データを送信することはできない。

(b) 点検種類の選択 (図—3)

点検種類を「日常点検」「維持管理点検」「災害点検」から選択する。

(c) 画像の選択または撮影

スマホに保存されている画像の中から選択するか、その場で画像を撮影する。画像を指定すると、撮影日時とともにGPS情報を基に一番近い漁港名が設定される。

(d) 撮影位置と方角の指定 (図—4)

地図上で撮影位置の修正や、方角を16方位から選択することができる。

(e) 対象施設、調査位置及び状況内容の選択

対象施設は消波堤、防波堤、護岸、係船岸（岸壁・



図—4 撮影位置と方角の指定画面



図—5 画像追加画面

物揚場), 係船岸 (船揚場), 付帯施設, 水域施設, 道路, 用地等の施設名を選択する。調査位置は施設全体, 法線, 上部工, 本体工, 波返工, 消波工, 付属工, エプロン, 背後地, 付帯施設, 道路等から選択する。状況内容は点検種類によって異なり, 「日常点検」「災害点検」の場合は, 損傷・亀裂, ひび割れ, 鉄筋露出, 開孔, 発錆, 移動, 沈下・陥没, 腐食, 凹凸・出入り, 摩耗・塗装, 段差, 欠損等の項目から, 「維持管理点検」の場合は, 不法占有, 不法投棄, 不法係留・停泊・駐車, 人身事故, 船舶事故, 車両事故, 沈没船, 堆積埋没, 漂流物, 動物死骸, 落書き・ペイント, 結氷・積雪等の項目から選択する。

(f) 追加画像の選択または撮影 (図-5)

(c) で指定した画像の他に, 別の角度や距離での画像を3枚まで追加することができる。

(g) コメントの入力

通常の選択肢で伝達できない事項等を自由に入力することができる。

(h) 緊急報告の選択

漁港管理者へ緊急事項として報告される。

(i) データの閲覧 (図-6, 7)

アプリからデータを送信すると対象漁港を管理している行政の担当者にメールが届き, データを閲覧することができる。なお, この情報はIDとパスワードで保護されており, 送信者本人と漁港管理者以外は閲覧することができない。

(2) 情報網の構築

点在する漁港の点検情報を漁港建設業者が漁港管理者へ送信するためには, 情報網を構築しなければならない。都道府県によって, 漁港の管理体系は異なるので, 各都道府県に合わせて情報網を構築している。

4. 蓄積されたデータの活用

漁港管理者は蓄積されたデータを閲覧することができる。

(1) データ検索部

目的に応じて, 多量のデータの中から必要なデータ

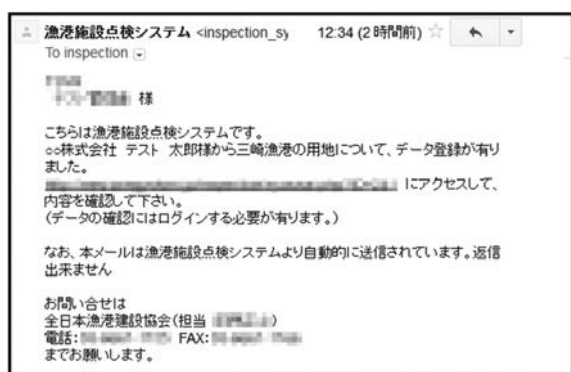


図-6 データ登録連絡メール



図-7 詳細データ閲覧画面

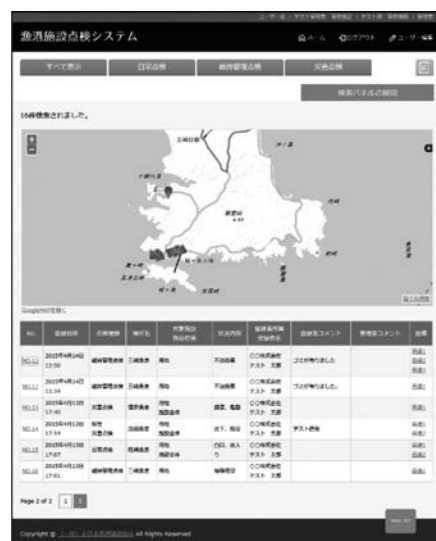


図-8 データ一覧表示画面



図-9 マーカーをクリックした画面

を抽出、比較を行うことができる。

(2) 地図表示部 (図-7, 9)

登録データが地図上に撮影方角の矢印のマーカーで表示される。マーカーは点検種類によって色が異なっており、一目で分かるようになっている。

マーカーをクリックすると、撮影画像とデータの登録年月日がポップアップで表示され、表示された画像をクリックすると、その詳細データが表示される。

(3) 一覧表示部 (図-8)

登録されたデータの一覧が表示される。データを選択すると詳細画面が表示される、

(4) 詳細データ表示 (図-7)

登録されたデータの画像と内容の他、登録者、登録者所属が表示される。登録された画像はダウンロードすることができる。また、編集権限をもつユーザーはデータの修正等の編集を行うことができる。

5. 秋田県での適用事例

(1) 概要 (図-10)

県と（一社）全日本漁港建設協会で災害協定を締結している秋田県において、平成 27 年 7 月 9 日にシス

テムの供用を開始した。秋田県は山本地域、秋田地域、由利地域の 3 振興局の農林部農村整備課でそれぞれの地域の漁港を管理し、秋田県農林水産部水産漁港課が統括している。漁港建設業者は、地域管内の漁港を点検し、スマホで点検データを送信する。データが送信されると、各振興局の担当者にメールが届き、データへアクセスすることができる。

(2) 供用開始と準備

供用を開始するにあたり、まず、秋田県の災害協定の災害状況伝達網に従い、行政組織と（一社）全日本漁港建設協会に所属する漁港建設業者で、情報網を構築した。また、漁港建設業者と行政の担当者にそれぞれ 1 時間程度の講習を行った。

(3) 講習の結果と改良点

供用開始直後にシステムへの理解度、改良点及び運用について利用者にアンケート調査を行った。

研修は短時間であったが、全員がよくシステムを理解していると回答した。改良点については、GPS についてのトラブル解消と状況内容の選択肢に「異常なし」を追加することが求められた。また、システム運用に関しては、漁港の分区の取り扱い、点検データの閲覧権限の範囲及び ID、パスワードの付与方法について意見があった。

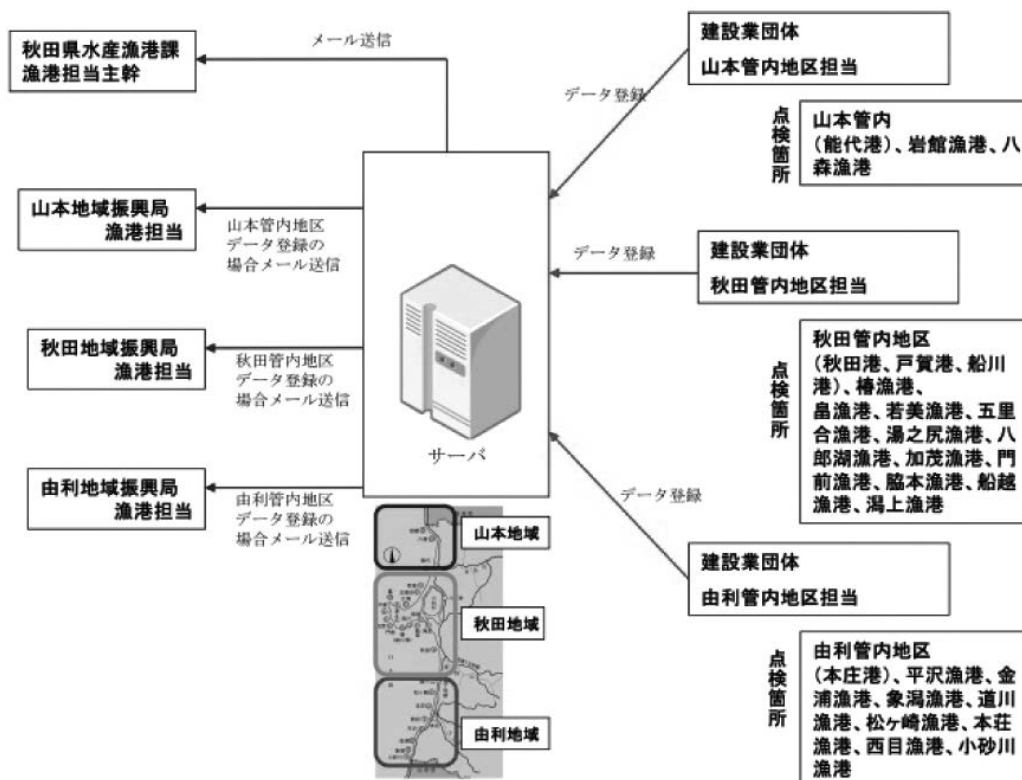


図-10 情報網

6. 今後の課題

秋田県全県下の漁港にシステムを供用し、現在も順調に利活用されている。漁港建設業者と漁港管理者はともに1時間程度の講習でシステムを理解し、利用することができおり、非常に簡便で使いやすいシステムであると言える。スマホのアプリのインストールでもまったく問題は発生しなかった。しかし、今後この漁港施設点検システムを利活用していくには次のような課題が提示できる。

(1) 点検データ入力効率化

若者だけでなく、50歳代から60歳代の高齢者も簡単にアプリを使用できることが分かった。しかし、災害時には天候条件の悪い中での入力となるので、更に簡便で効率的な表示・入力方式が必要である。

(2) 他のシステムとのリンク

漁港施設は、現在老朽化対策として、全漁港に機能保全計画を作り、老朽化の程度に応じて機能を保全するための維持補修を計画的に行おうとしている。これらの対策や計画がデータ化され、本システムとリンクしていれば、データを追加していくことができ、そのデータの蓄積から維持保全の対策を打つべき時期や範囲をより細かに分析することができる。

(3) 点検情報システムにおける送信側の活動の評価

漁港施設点検システムは、(一社)全日本漁港建設

協会会員が人員の削減及び漁港技術者の減少している漁港行政側に、一方的に貢献するシステムとなっている。今後この官民協働のシステムとして効果をあげていくためには、行政側からの、漁港施設管理の業務化や災害時の活動の評価として、入札契約制度に反映する必要があると考える。

J C M A

《参考文献》

- 1) 長野 晋平, 不動 雅之, 藤田 孝康, 丹羽 真, 長野 章: 漁港施設の点検システムとその活用, 平成 27 年水産工学会学術講演論文集, 2015 年 5 月

【筆者紹介】

長野 章 (ながの あきら)
(一社) 全日本漁港建設協会
会長



長野 晋平 (ながの しんぺい)
(株) TS ビジュアルリサーチ
IT 担当部長



田原 正之 (たはら まさゆき)
(一社) 全日本漁港建設協会
業務課長



中大口径管きょ更生工法

パルテム・フローリング工法

田 中 翔 吾

地下に埋設された既設管きょは、老朽化が進行している。標準的な耐用年数 50 年を超える管きょは、約 10,000 km に及ぶといわれ、今後も増加することが予測されている。近年では、下水道管きょの老朽化に起因する道路陥没が年間に約 4,000 件発生するなど、問題が顕在化しており、早急な対策が必要とされている。特に都市部において、開削による敷設替え工法の適用は、交通事情等の制約により困難となってきた。本報告では、老朽化した管きょを非開削で更生する技術であるパルテム・フローリング工法（以下「本工法」という）について、工法概要と施工事例を交えて紹介する。

キーワード：リニューアル、更生工法、中大口径、製管工法、拡幅部施工

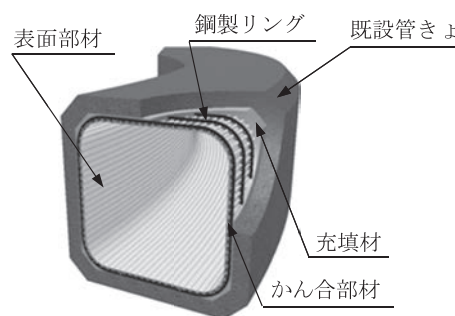
1. はじめに

ライフラインの整備が進む一方で、地下に埋設された既設管きょには経年劣化、硫化水素等の影響による腐食、地盤沈下や地震等による破損、強度低下、漏水が見られるなど、機能が低下しているものが存在する。特に中大口径管きょにおいては、道路陥没の要因になるなど社会環境に及ぼす影響が大きいため、早急な対策が必要とされている。しかしながら、都市部での開削による敷設替え工法は、近年の交通事情や地下埋設物の増加により、適用することが困難となってきた。また、大規模な設備を使用する工法では、立坑の位置や周辺環境の状況によって適用できない場合があったり、緊急の増水時に設備の撤去や作業員の待避に時間を要したりする。

このような状況を踏まえ、非開削での施工が可能であり、特別な施工設備を必要としない中大口径管きょの本工法を開発した。その際、施工時の社会生活に与える影響を極力小さくするため、騒音、粉塵、悪臭などが発生しないよう特に留意した。また、管きょの断面形状やマンホール形状に依らず対応できることはもとより、曲線部の施工、強度補強、表面被覆、部分修理など施工ニーズに合わせた対応ができる自由度の高い工法として、下水道管きょ、農業用導水路トンネル、シールド二次覆工等の様々な分野で着実に施工実績を伸ばしている。

2. 工法の概要

本工法は、既設管きょ内で組立てた鋼製リングに、高密度ポリエチレン製のかん合部材と表面部材を管軸方向に組付け、既設管きょと表面部材との間に充填材を充填することにより、既設管きょを更生する工法である。更生管は、既設管きょと更生材が一体になった複合管となる。更生管の構造図を図—1 に、工法の特徴を①～⑥に示す。



図—1 更生管の構造図

- ①鋼製リングを使用することで、薄肉・高強度の更生管が構築でき、鋼材量の調整と高強度充填材により部分的な強度増加も可能である。
- ②仕上り面の粗度係数が $n = 0.010$ となることで、既設管きょと同等の流下能力を確保することも可能である。
- ③ポリエチレン製部材を管軸方向に組付けるため、大口径や矩形・馬蹄形等の異形断面に適用が可能で、急曲線や屈曲部の施工が容易であり、勾配調整への

対応も可能である。

- ④高密度のポリエチレン製表面部材を使用することで、耐薬品性・耐久性が大幅に向上し、端材を燃やしてもダイオキシンや環境ホルモンの発生源となる有害物質が発生することがなく、地球環境に悪影響を与えない。
- ⑤特殊な施工設備を使用することなく、汎用の工具で鋼製リングとポリエチレン製部材を組立てることが可能である。
- ⑥鋼製リングは、充填材打設時の支保の役割も担い、施工時の内空が広く取れるため作業環境と安全性を確保できる。また、管きょ内に水替え用ホースの設置も可能であり、通水施工も可能である。

3. 工法の適用範囲

本工法の標準適用範囲を表―1に示す。

表―1 標準適用範囲

項 目	標準適用範囲
管 種	鉄筋コンクリート管きょ等
管きょの口径	・円形：800～3000 mm (最大実績 5500 mm) ・非円形：短辺 800 mm 以上 長辺 5000 mm 以下
施工延長	100 m (最長実績 750 m)
管きょの断面形状	円形、馬蹄形、矩形、卵形など
施工時の流水条件	・管きょ高さ 1500 mm 未満 水深 300 mm 以下 (管内水替え) ・管きょ高さ 1500 mm 以上 水深 600 mm 以下および流速 0.12 m/sec 以下 (半川縮切)
管きょ継ぎ手の段差 (管径等により異なる)	・円形管段差：12 mm～125 mm ・非円形管段差：10 mm～128 mm
管きょ継ぎ手の開き	200 mm 以下
内法曲率半径	3.6 m 以上
屈曲角度	12 度以下
勾配調整	調整高さ 20 mm 以下

4. 使用材料

(1) 鋼製リング

鋼製リングは、既設管きょの断面形状に応じて、かん合部材が組付けできるように所定の間隔で複数の溝が予め工場にて切断加工されている。鋼製リングは、人孔や立坑等から搬入できる大きさに分割されており、管軸方向に一定の間隔（標準 250 mm）でボルトとナットを使用して連結する。鋼製リング（矩形）を

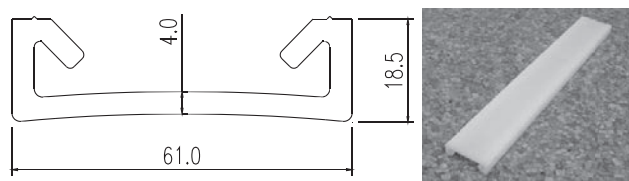


写真―1 連結した矩形鋼製リング（矩形）

連結した状態を写真―1に示す。

(2) 表面部材

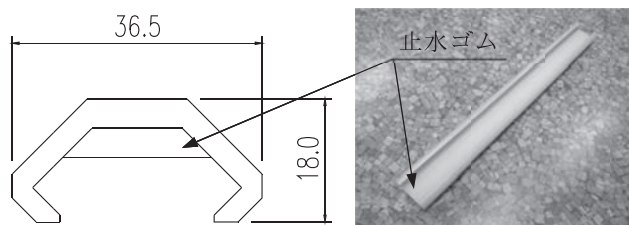
表面部材は、図―2に示す断面形状の高密度ポリエチレン製部材であり、管軸方向に配列する。両端は、かん合部材とのかん合および充填材との結合を確実にするため、フック状の構造となっている。



図―2 表面部材

(3) かん合部材

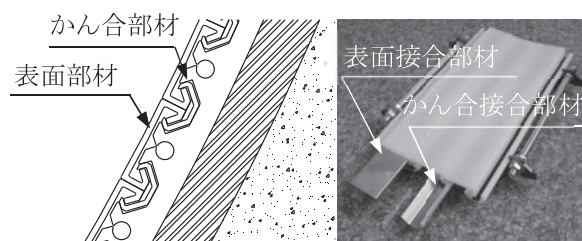
かん合部材は、図―3に示す断面形状の高密度ポリエチレン製部材であり、表面部材のフックによって確実にかん合される。かん合部材には、止水ゴムが取付けられている。



図―3 かん合部材

(4) 接合部材

表面部材とかん合部材の組立図を図―4に示す。表面部材とかん合部材は、口径や断面形状にかかわらず標準長さが5 mであり、管軸方向へ接合するためステンレス製の表面接合部材とかん合接合部材を使用する。



図―4 接合部材組立状況

(5) 充填材

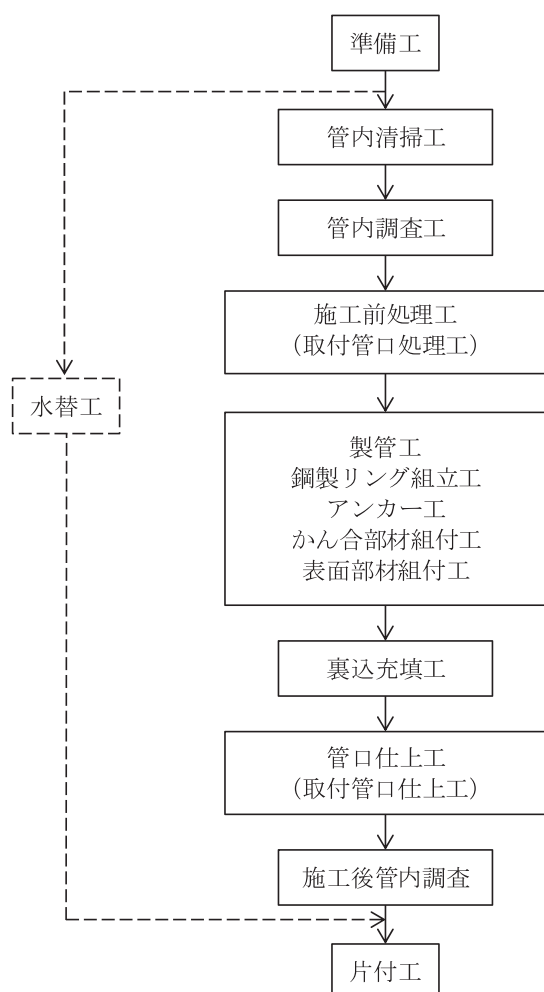
充填材は、高炉セメントB種を主成分とし、石灰石砕砂、混和剤、水を配合した高流動モルタルであり、高強度が期待できる。専用工場で製造され、ミキサー車で配送される充填材は、十分な品質管理が行われている。その特徴は、流動性に優れ、複雑な形状の隅々まで充填できる特性があり、水中分離抵抗性、無収縮、ノンブリージング性に優れている。表—2に充填材の特性を示す。

表—2 充填材の特性

項 目	特 性 値
圧縮強度 (28 日)	1 号 : 24 N/mm ² 以上 2 号 : 40 N/mm ² 以上
フロー値 (φ 5 × 10 cm)	300 ± 30 mm

5. 施工工程

標準施工工程を図—5に示す。



図—5 標準施工工程

(1) 準備工

準備工は、工事に必要な占有場所を確保し、管きょ内の換気ならびに照明設備を設置する。施工時は、水深が規定値（60 cm 以下）であれば水替工なしで製管工が可能であるが、作業性を確保するために水替工を実施する場合もある。水深が規定値以下であっても流速が早い場合は、水替工を実施する。水替工は、上流側に堰を設けて潜水ポンプを設置し、路上または管きょ内に排水ホースを設置して送水する。

(2) 管内清掃工

管内清掃工は、高圧洗浄車の高圧水により管壁や管きょ内に堆積している土砂などを洗い流し、管内調査工ができる程度に清掃する。

(3) 管内調査工

管内調査工は、管きょ内状況を調査し、鋼製リングの形状と寸法を決めるため、所定間隔で管きょ内寸法を測定する。管きょの損傷部や変形部は、入念に寸法を測定する。

(4) 施工前処理工

施工前処理工は、製管工の支障となるような突起物、取付管の突出し、堆積したモルタル、腐食劣化部分等を除去する。ジョイント等に漏水が有る場合は、止水処理を行う。取付管等の分岐管がある場合は、事前に仮配管を接続する。

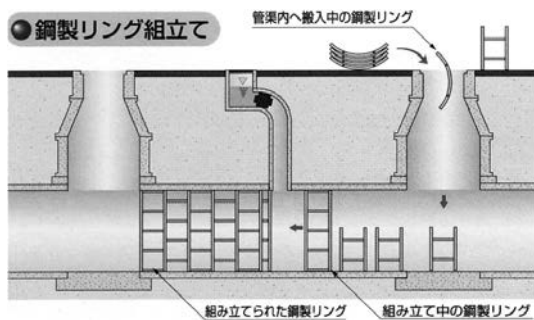
(5) 製管工

(a) 鋼製リング組立工

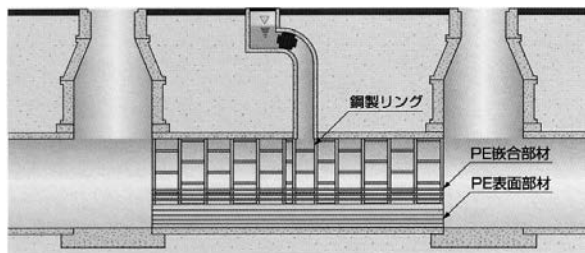
鋼製リング組立工は、鋼製リングをマンホールから管きょ内に運搬し、ボルト・ナットで連結することにより鋼製リングを組立てる。取付管等が接合されている場合は、鋼製リングの位置間隔を調整して鋼製リングと取付管等が干渉しないようにする。鋼製リングの組立後、各鋼製リングに位置調整金具又はアンカーを取付け固定する。更生管の勾配を調整する場合は、位置調整金具を使用して鋼製リングに高低差を付けることにより対応が可能である。図—6に鋼製リングの組立工を示す。

(b) かん合部材および表面部材組付工

かん合部材および表面部材組付工は、かん合部材をマンホールから搬入し、鋼製リングに組付ける。その後、表面部材を搬入し、かん合部材と組付ける。取付管等が接合されている場合は、仮配管を塞がないように鋼製リングとかん合部材および表面部材を組付け



図一六 鋼製リング組立工



図一七 かん合部材および表面部材組付工

る。仮配管と表面部材の隙間には、間詰め材を詰めることにより、充填材の流出を防止する。図一七にかん合部材と表面部材の組付工を示す。

(6) 裏込充填工

(a) 端部処理

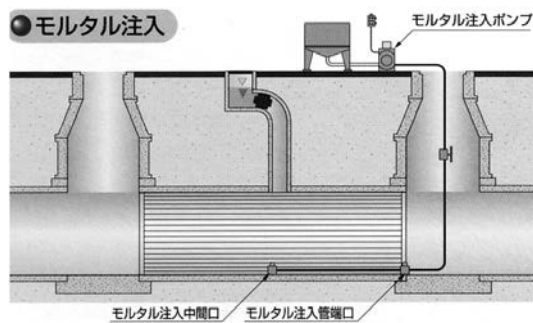
端部処理は、かん合部材および表面部材の端部を切り揃え、既設管きょと表面部材の隙間に間詰め材を詰めることにより、充填材の流出を防止する。

(b) 充填口設置

充填口は、表面部材に直接穴を開けてネジ加工により取り付け、下流側から5m～10mの間隔で設置する。

(c) 裏込充填

裏込充填は、充填ポンプを使用して充填材を数日に分けて打設する。充填最終日は、上流側に設置したエア抜きパイプにより充填完了の確認を行う。図一八に裏込充填工を示す。



図一八 裏込充填工

(7) 管口仕上工

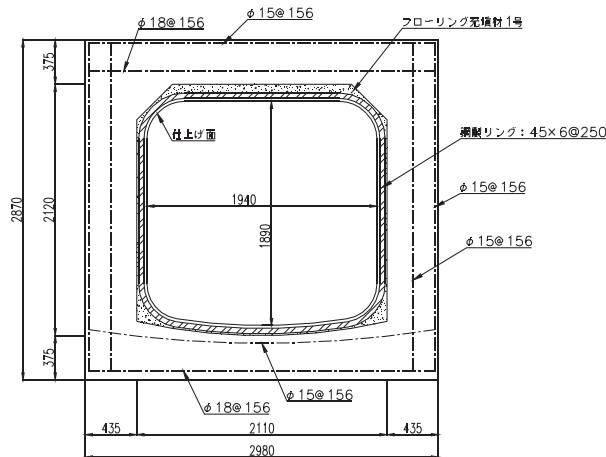
管口仕上工は、管口仕上げ材を使用して本管口に仕上げを施す。取付管口は、仮配管の切断または撤去を行った後、同様の仕上げを施す。

(8) 施工後管内調査工

施工後管内調査工は、施工後の状況を調査し、更生管の仕上がり寸法を測定する。

6. 施工例

本工法の特徴を生かした施工例として、拡幅部の施工を紹介する。本工事の既設管きょ断面形状は、図一九に示す矩形管きょであり、上流部では管きょの片幅



図一九 更生断面計画図

表一三 工事概要

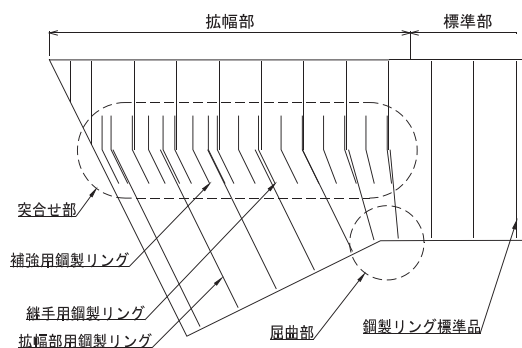
項 目	内 容
用 途	下水道管きょ
施工期間	平成 26 年 12 月～平成 27 年 3 月
既設管きょ断面形状	矩形管きょ
既設管きょ寸法	幅 W = 2110 mm, 高さ H = 2120 mm
更生管仕上り寸法	幅 W = 1940 mm, 高さ H = 1890 mm
施工延長	117.9 m



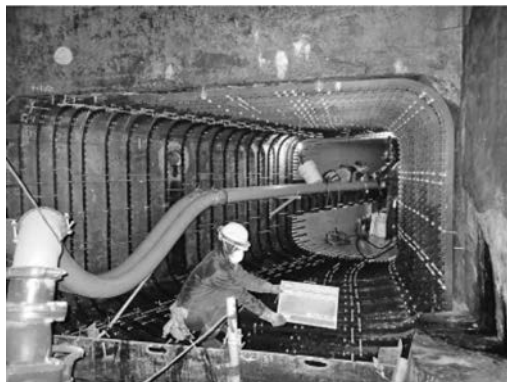
写真一三 既設管きょ拡幅部

が拡大していく拡幅部が存在した。そこで、拡幅部の寸法を測定して、拡幅部形状に合わせた鋼製リングを設計することにより、既設管きょ標準部と拡幅部で連続した更生管を形成した。工事概要を表—3に、既設管きょの拡幅部を写真—2に示す。

拡幅部は、図—10に示すように屈曲部で鋼製リング内周側の接続ピッチを狭くすることにより、鋼製リングに角度を付けて配列し、標準部から平行に配列される鋼製リングと突合せる形で鋼製リングを組立てる。突合せ部は、継手用鋼製リングを抱き合わせることで補強し、更に鋼製リングの配列ピッチ中点に補強用鋼製リングを配列して補強する。施工状況を写真—3に、施工後の管きょ内面状況を写真—4に示す。



図—10 拡幅部の概要図（平面図）



写真—3 施工状況



写真—4 施工後の管きょ内面状況

7. 施工実績

平成27年3月末現在の施工実績は、円形管きょ、矩形きょおよび馬蹄きょを合わせて51,923mである。断面形状や管きょ線形の内訳を見ると円形に比べて非円形（矩形・馬蹄形）の割合が高いことや、屈曲部が含まれた管きょや門形と様々となっており、本工法の特徴が大きく実績に反映されているものと考えている。

8. おわりに

本工法パルテム・フローリング工法は、既設管きょの断面形状に応じた設計が可能であり、円形管きょはもとより矩形きょ、馬蹄きょ等のあらゆる管きょに対応でき、また、曲線・門形施工も可能である。本工法パルテム・フローリング工法は、その特徴を生かし、下水道管きょにとらわれず農業用導水路トンネル、シールド二次覆工、工業用水路他電力導水路トンネルへと用途展開を図っている。今後も工法の優位性を生かした提案を行い、ライフラインの維持管理に活用していただけるよう工夫改良していきたいと考えている。

謝 辞

本工事の施工にあたり、発注者様をはじめとする関係各位の皆様のご協力、ご指導をいただいたおかげで、無事に工事を終えることができましたことを感謝するとともに、厚く御礼を申し上げます。

J C M A

【筆者紹介】

田中 翔吾（たなか しょうご）

芦森工業㈱

機能製品事業本部 パルテム・防災総括部 パルテム・防災技術開発部

主任





論理的な保全だけが プラントを維持管理できる！

若 槻 茂

日本の製造業は設備と人材の高経年化時代をむかえ、安定操業の実現に極めて困難な状況に直面している。現場の架台基礎や配管周り部品などの劣化状況や壊れてしまってから治す“事後保全”機器の修理件数増加などに、そうした状況が顕在化している。従来の“カン・コツ・度胸”をベースとした属人的な保全を見直し、「論理的な保全」を遂行できる体制と共に、劣化兆候を見逃さない「危機意識を持った風土づくり」が喫緊に必要とされる時代となっている。本稿では、こうした設備管理の実態を調査データから明らかにしながら、局所最適ではない全体最適の総合的な保全マネジメント（MOSMS）について概要を紹介する。

キーワード：設備管理の課題、保全経営、保全マネジメントシステム、論理的な保全、保全ナレッジ

1. 人も設備も“超高経年”時代

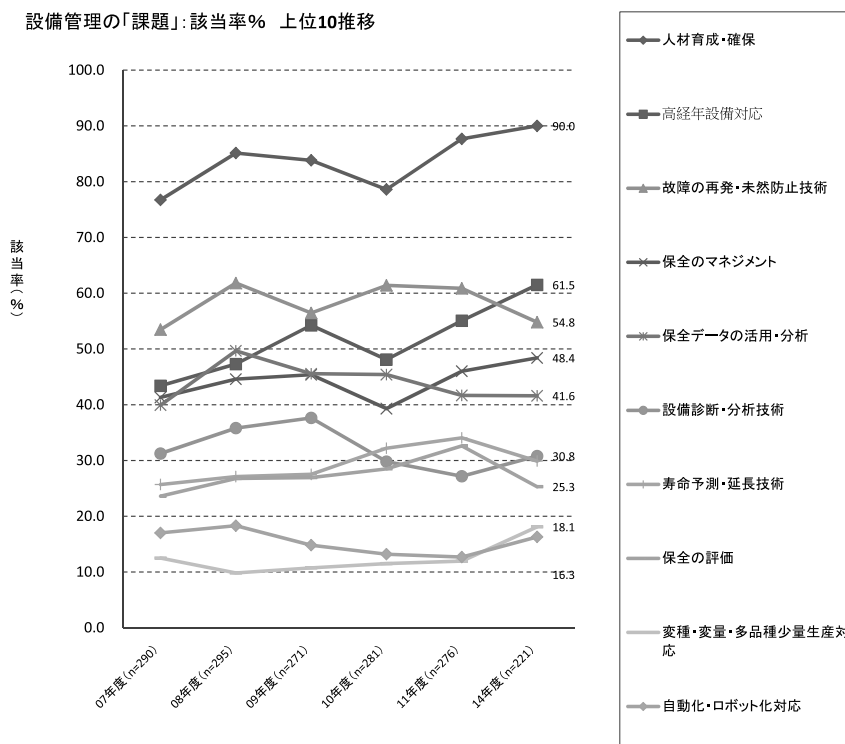
(1) “超高経年”時代の設備管理

石油精製、石油化学などの製造業プラントの問題といえば、「設備と人の高経年化」といえる。

もちろん、古いから悪いという単純な理屈ではないし、人の方もすでに超ベテランたちは卒業されている。

意味するところは、2000年初頭から問題視されていた「設備と人の高経年化」による影響を、未だに解決できていないということなのである。

公益社団法人日本プラントメンテナンス協会では、1992年より「メンテナンス実態調査」を会員企業の事業所対象に行っているが、2014年度の結果から幾つかをまず紹介しようと思う。



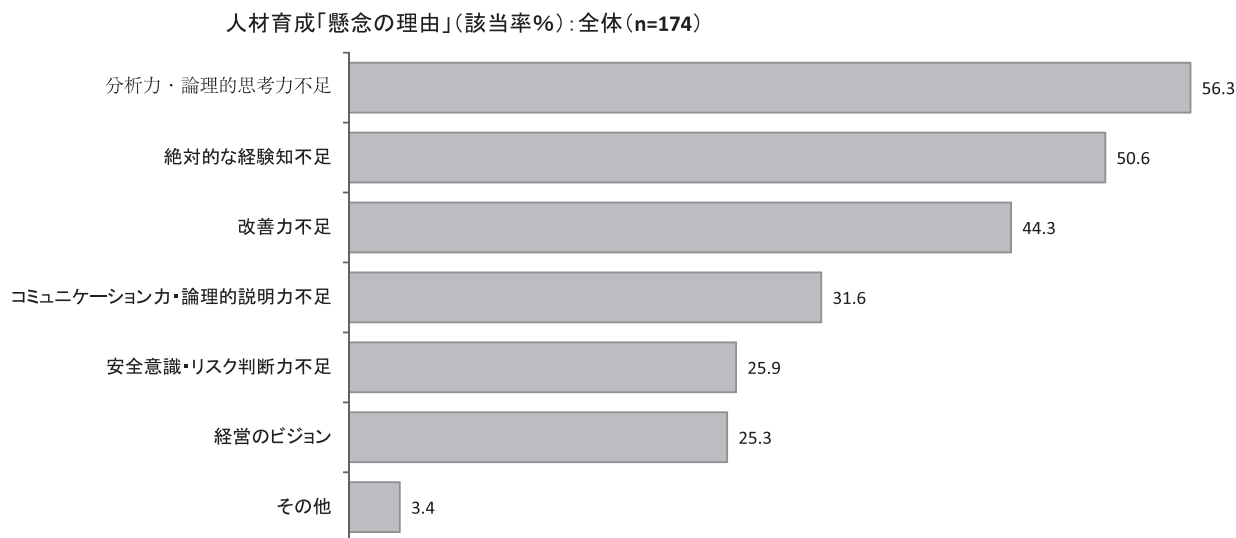
図一 設備管理の課題（メンテナンス実態調査）

事業所の「設備管理業務」全体において重要な課題調査を、過去数年にわたって行った結果と合わせて図一1に示す。数値は、母数に対する該当率である。「人材育成・確保」の課題1位は不動であるが、該当率も上がり続けている。また、課題2位、3位が2014年に逆転し、「高経年設備対応」が上昇し続けており、遂に6割を超す該当率に至った。これに伴うように、「保全マネジメント」が上昇している。

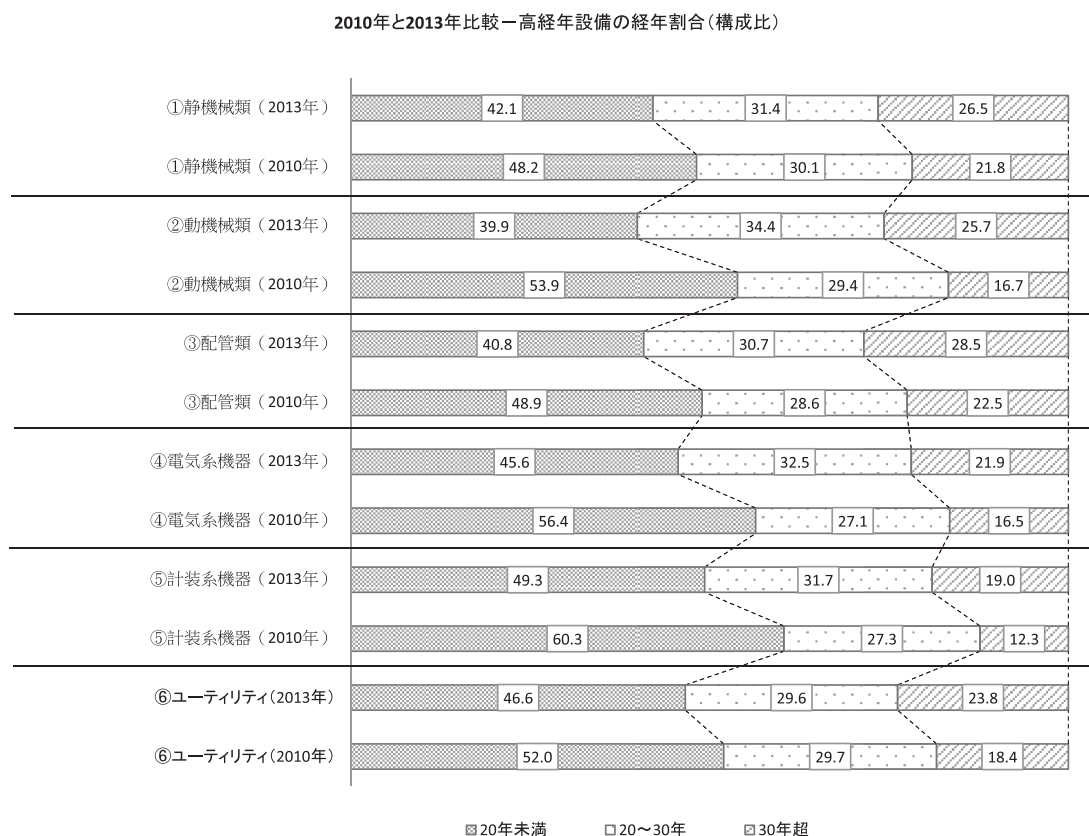
課題第1位であった人材育成状況の全体を概観した

とき、現在の育成状況に不安やあきらめを感じる場合の理由として、経験知不足よりも、「分析力、論理的思考力の不足」が理由としてあげられており（図一2）、これは毎年の傾向である。これが何を意味するであろうか？

続けて、高経年設備の経年割合（構成比）を見てみる（図一3）。すべての機器類で、「20年未満」の割合が減小し、また、「30年超」の割合が増加しており、高経年化がますます進んでいることがわかる。



図一2 人材育成の懸念理由（メンテナンス実態調査）



図一3 高経年設備の現状（メンテナンス実態調査）

高経年設備を使いながら安全・安定生産を維持するために、設備管理／保全への要求が極めて大きくなっているといえる。

2007・2012年問題を契機に、どの企業も人材育成に対して積極的に取り組んできているし、老朽化設備対策として更新投資もここ数年は増加している。ところが、上記データに見られるように“状況の改善”には至っていないのである。

それでは、設備管理がうまくいかないと、どのようなリスクを生じるのだろうか？

事業所の主たる生産プロセス・生産ラインで、何らかの「問題がある」と思われるリスク側面と、その要因として設備管理要因が強い場合をチェックしてもらった調査結果を紹介する。

便宜的に、「問題がある」と回答された該当率（該当すると回答された件数／母数）と、「設備管理要因が強い」と回答された該当率の比を、“設備管理要因比率”として見ると、下記のようにいえる。

〈設備管理要因が非常に大きい〉：70%以上

- ・製品品質：85.6%
- ・防災・産業災害：80.5%
- ・環境・エネルギー：75.8%

〈設備管理要因が比較的大きい〉：50%以上

- ・生産納期：59.7%
- ・生産量：57.0%
- ・労働安全：53.9%

〈設備管理要因は要素の一つ〉：50%以下

- ・生産コスト：49.9%

表－1 設備管理要因比率（メンテナンス実態調査）

影響側面	該当率	該当率レベル
製品品質	85.6	非常に大きい
防災・産業災害	80.5	
環境・エネルギー	75.8	
生産納期	59.7	比較的大きい
生産量	57.0	
労働安全	53.9	
生産コスト	49.9	要素の一つ

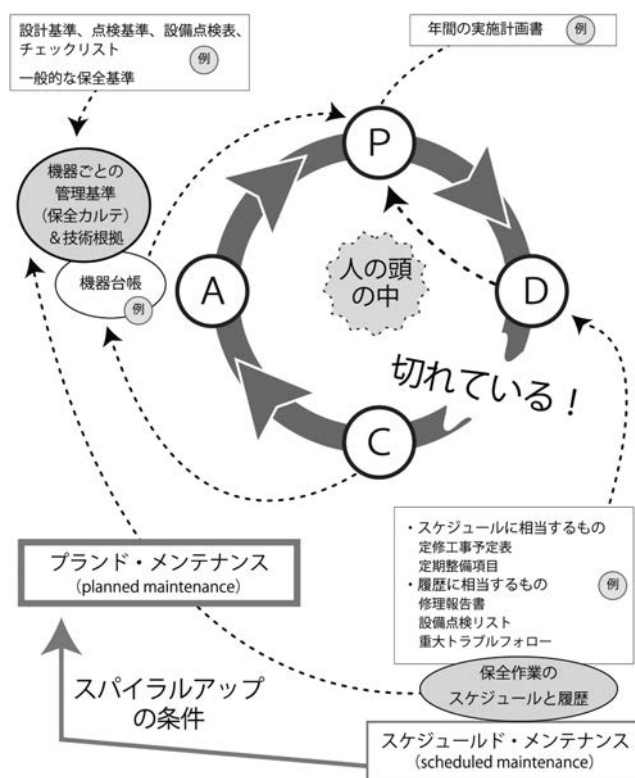
(2) 「論理的な保全」にならない理由

当会が2009年から実施してきた『保全経営力の診断』の結果から見えてきた“日本の共通課題”がある。一言でいうと、日本の保全は管理サイクルPDCAの中で指摘すると、「P（計画）⇔D（実施）」の繰返しで、「C・A（分析評価・反映）」がないのだ。“ない”という用語弊があるが、正確にはベテランのアタマの中にある、外には出てこないということである。

トータルで考える頭脳は、「C・A」から生まれるのである。正確な現状把握から、適切な方法が選択できる。その適切な方法が計画である。したがって、全体の適切性からみれば重要な順番は「C→A→P→D」となり、保全の作業（D）は最後なのだ。保全の仕事を作業というイメージだけの「（保全作業の）スケジュールド・メンテナンス」から、正しい計画主導の「プラント・メンテナンス」に修正していく必要がある。

さて、ではなぜこういう状況かといえ、ベテランが残してきたマニュアルが機能していなかったからといえそうである。ベテランは、自分が“やっていること”をそのまま箇条書き的に残して、マニュアルとしてきたのではないのか？ そこに、「なぜそうしているのか」「それをしなかったらどうなるか」が残されていない。それでは考える手がかりはないわけだから、上記のように残された者たちは「分析力、論理的思考力不足」になるし、業務にバラツキがあって仕事の基本力が低下するわけである。

「管理基準」と計画保全サイクル



図－4 管理サイクルの“切断”

2. 「論理的な保全」の必要性

(1) 配管検査データのモデリング例

「論理的な保全」とは何かを考えるために、配管の外腐食対策を例にとって述べてみたい。

コンビナート等の高経年設備課題の中で、環境要因によってもたらされる設備の外面腐食は、劣化要因が技術的には明確でありながら、配管等の数が多いということから、管理方法が極めて難しい問題である。そこで、当会では「技術的にも経済的にも最適な対策」であるために、保全に立脚点を置いた外面腐食対策のガイドラインづくりを目指し、2010年に『外面腐食対策ガイド』を発行した。

このガイドの中で、研究会参加各社が配管のCUI(保温材下腐食)検査の“生データ”を約1500集めて、分析・モデリングした例が図-5である。極値解析という統計手法を用い、最大値の二重指数分布(極値)

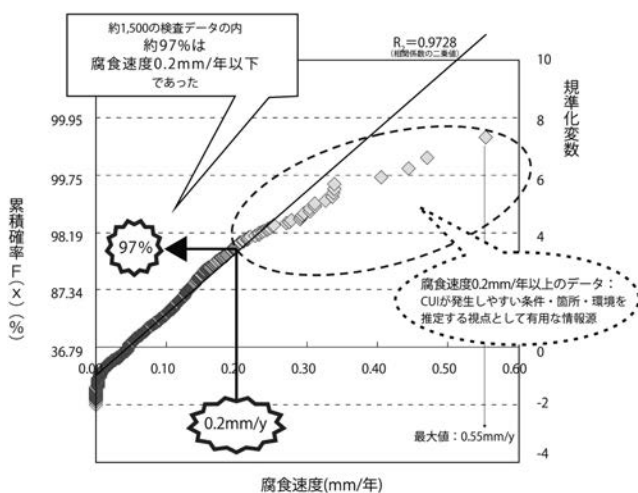


図-5 腐食速度の解析データ

としてプロットした結果で、詳細は当ガイドに譲るが、ここでは以下の2点に注目したい。

- ①配管のCUI検査データ腐食速度の最大値は0.55 mm/年、腐食速度0.2 mm/年は、累積確率の約97%に該当する
- ②集約データの内、0.2 mm/年を超えるものは約40点であった。これらは、実際にCUIが発生しやすい部位の情報として提供できる

つまり、「検査結果」と「運転等の使用条件」を組み合わせて統計的に解析し、コストの膨大にかかるCUI検査が必要な箇所を絞り込むことが可能になるということである。これは、保全ナレッジをもとに“ビッグデータ”を解析し「保全戦略」として有効に活用できるモデルとしたものである。

(2) 総合的に「論理的」とは何か？

さて、配管を中心に起きている外面腐食問題の中でも、被覆下のCUI対策が最もアタマの痛い問題とあって、各学協会でその対策が討議・検討されてきた。しかし、論議の中心は被覆を剥がさずにどうやって検査するか等の“個々の専門的な検査技術”に集中することがほとんどであったという。

これに対して当会での議論は、設備ユーザーだけが集結して現状と本音をぶつけ合うことから、検査方法の論議で終わることはなかった。

配管管理においても、当然、設備老朽化の背景が存

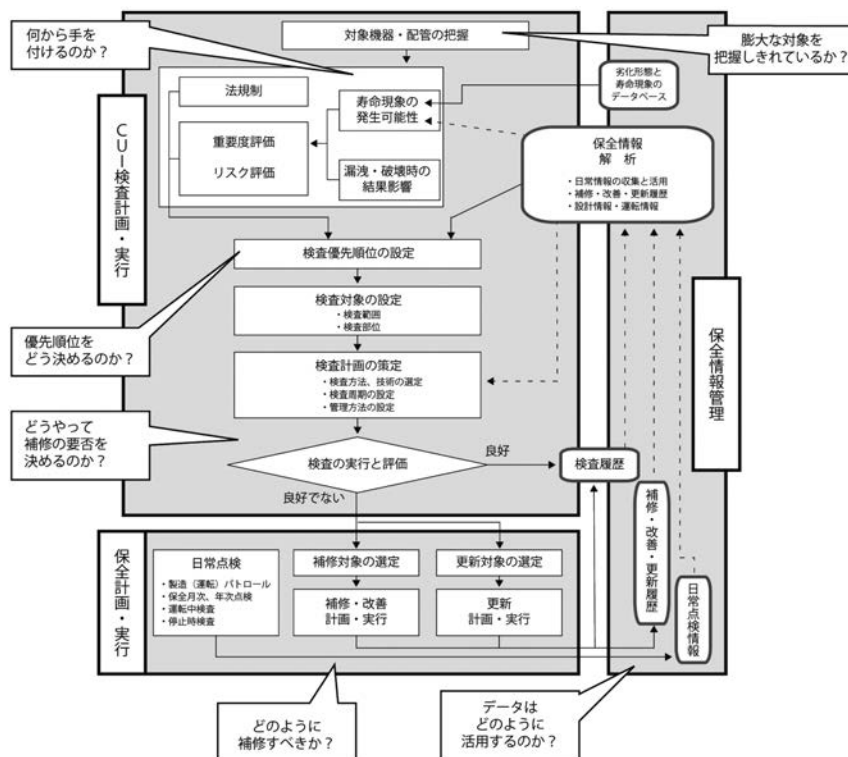


図-6 外面CUI対策の管理サイクル

在する。純粋な技術上の論議だけでなく、経済性や組織として「対応する人も含めた実際問題の解決」には、より経営的な視点をもって臨まなければならない。すなわち「保全マネジメント」の必要性がここにあり、設備管理課題として認識されていることなのである。

そこで、『外面腐食対策ガイド』ではこうした議論の結果、「効果的な検査」と「検査のあと、どうするか？」にフォーカスした管理サイクルを示した(図—6)。

「なぜ、それをするのか？ それは、どういうことにつながるのか？ 全体はどうなっていくのか？」

総合的に「論理的」なアプローチができるためには、「保全マネジメント」がなくてはならないのである。

3. 「保全経営」の誕生

近年、プラントの事故・火災の増加が問題となっているが、高圧ガス保安協会等のデータによると、その原因の多くが、配管等の劣化によって起きていることが明らかである。

爆発火災のようにリスクが顕在化する現象は、必ず幾つかの複合的な要因が“偶然”重なって起きてくる。一つの要因だけで、ハザードが拡大することは非常に稀である。そのため、ハインリッヒの法則として「顕在化したハザードの下には、ずっと大きなリスクが潜んでいる」とされる。すなわち、起こった災害の背景には、「幾つかの複合的な要因が“偶然”重なる」雰囲気の色濃いということだ。直接的な運転ミスの原因だけでなく、背景にあって複合的な要因となるものに高経年設備そのものや、それによって“想定外”の故障が増加して保全があたふたしている“雰囲気”を課題としてとらえなければいけない。

一方、産業災害だけでなく、トンネル崩落も然り、鉄道関係の管理不全も然りと、社会インフラ関係でも「保全の問題」といえる事象が顕在化している。

当会では、産業リスク対応の意識が強い装置産業を中心に「MOSMS(戦略的保全マネジメントシステム)の構築研究」を続けており、まず仕組み(マネジメント)の標準モデルを示し、コンセプトの普及につとめてきた。また「高経年時代の保全技術研究」として、設備管理の対象数が多い設備のテーマごとに、解決の標準モデルを提案しようとしている。それらの研究に一貫したポリシーは、「保全経営」という概念に示される。

産業界で浸透してきた「保全経営」のコンセプトは、社会インフラに対しても適用できることがわかってきている。

(1) 「保全経営」とは何か

すべてが出来上がった段階で保全が発生するのではなく、たとえば設計がなされたと同時に、すでに保全が発生している。何かが生まれたと同時に、何かがなされたと同時に保全という「機能」は発生する。人体での動き続ける心臓や絶え間ない細胞更新や病原菌対応などと比定できる、その存在をその存在たらしめる機能である。

たとえ「保全の優等生」であっても、経営のマネジメントポリシーの中に「保全」の意識がない場合、やはり担当部門は保全部門だけで、隣のエンジニアリング部門は関係ないという状態になってしまう。そうした企業は、あるときに人災事故を続けて起こしたりしてしまう。「保全」は一部署が限定的に“担当”するものではないのだ。

そこで、「保全経営」とは何かということになる。「保全」が、その企業全体観の中でももっとも最適に成立するように、マネジメントすること。具体的には、人・モノ・カネ・機会(時間)・情報といった資源を配分することである。だから“経営”なのだ。

ここでは、「保全」および「保全経営」の定義を掲げておく。

「保全」：企業の永続的な経営を可能にし、経営者、従業員、顧客、株主などの利害関係者(ステークホルダー)の利益を最大にするために、プラントおよび設備の全ライフサイクル、すなわち①設計、製作、②調達、③施工、試運転、④運転、⑤検査、整備(補修を含む)、⑥廃棄の各段階で期待される機能を保ち、それによってサイト内・外のロス・リスク低減に寄与する役割および組織的機能

「保全経営」：有限である資源を、経営主体およびステークホルダーにとって全体最適であるように資源配分し、設備、機器装置、施設、システム等が全ライフサイクル段階で期待される機能を保つようにマネジメントすることである。その目的は、経済的、社会的、自然環境的等のさまざまな変化に迅速に対応し、経済主体の永続的な経営を可能にすることである。また、これを実現する「計画主導の保全の仕組み」(システム)をMOSMSという。

一般に「計画保全」(システム)と呼ばれる仕組みは、MOSMSの代表的な仕組みといえる。そこで本稿では、「計画保全」を「保全経営」を実現する仕組み(システム)の意味で用いることとする。

(2) 「計画保全」の全体像

「計画保全」のモデルとして表したものが、『保全

経営」のための『MOSMS 実践ガイド』（日本プラントメンテナンス協会, 2008）で示した全体像である（図一7）。

- ・「計画保全」：「保全経営」を実現する仕組み
- ・保全戦略：経営と「計画保全」のサイクルを連動する。「保全水準評価」の結果から資源配分を行うサイクルで、危機管理サイクルとの連動もここで図られる
- ・保全計画：「計画保全」の一部で、適用する保全を技術的に設定するサイクル。保全情報システムやリスクアプローチ（RBM/RBI, RCM など）は、このサイクル内のツールである。老朽設備などの更新計画も、保全計画の一環である。また「保全予算」は、保全計画と上位の保全戦略の資源配分とのブリッジとなる
- ・保全実行：保全計画を受けて、保全を実行するさまざまなサイクルをいう。定期的な検査・修理、日常点検・保全、改善改良、故障削減、変更管理、MP設計などのサイクルである。また、各々のサイクルはそれ自体のPDCA サイクルを持つ。たとえば、

定期的な検査・修理の例として「分解点検・整備（オーバーホール）」があるが、オーバーホールを行う計画があり、実際の作業（保全作業）があり、結果の検収評価があり、次回へ生かしていく。

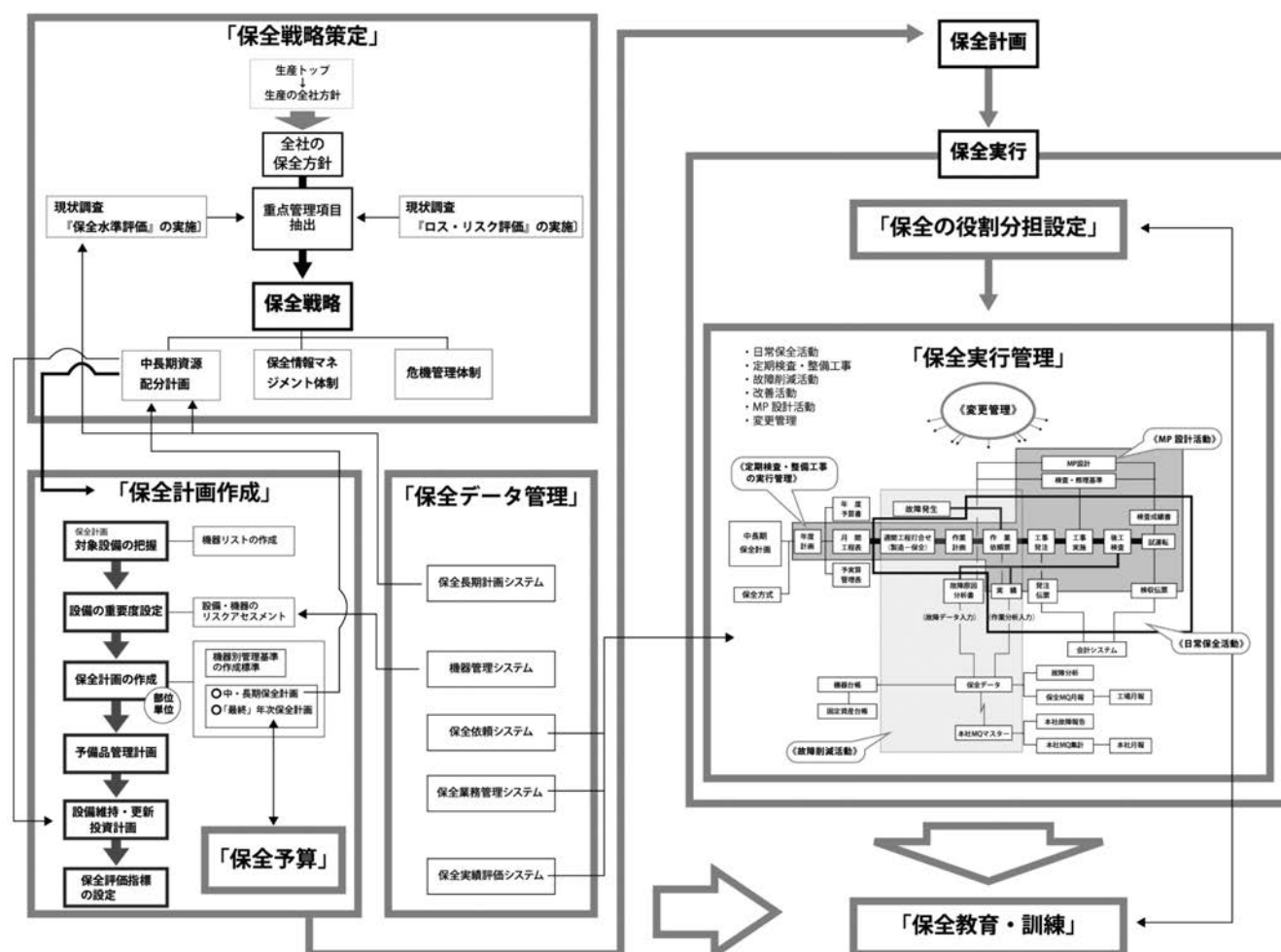
- ・サブサイクル：大きなサイクルは小さな各サイクルでできあがっている。たとえば保全実行の各サイクルも、それぞれのPDCA サイクルを持っている。日常点検のサイクルならば、実施計画（P）—実施（D）—チェック・評価（C）—点検見直しまたは他サイクル反映（A）（たとえば、異常がみつかったから故障削減サイクルへ連動するなど）といった流れとなり、単に“ワークオーダー”の作業スケジュールがあればいいものではない

4. 論理的な保全ナレッジ

（1）実力は「機器別管理基準」に表れる

MOSMS の基本的な考え方は以下のようにまとめられる。

- ①保全の最終目的は、ステークホルダー（利害関係者）



図一7 「保全経営」を支えるシステム（計画保全）

利益の最大化

- ②経営と保全が同じ土俵に立ち「保全グランドデザイン」を描く
- ③「計画主導」で保全が実行
- ④経営のPDCA サイクルと保全のPDCA サイクルを連動させる
- ⑤個々の既存技術を資源として活用し、「それら資源の多様性、変化・進歩を、構造を変えずに取り込む」したがって、経営に及ぼす設備保全上のロス・リスクを把握し、有効な低減策をとることが保全の目標となり、成し遂げるには、保全の「仕組み」がつくられなくてはならない。

MOSMS では、経営のPDCA 管理サイクルと保全のPDCA を連動させ、戦略的に保全のグランドデザインを描くことを主眼としている。これを「保全戦略」として示し、「保全戦略」に従って具体的な「保全計画」を策定し、「保全実行」「保全評価」を行う。

管理サイクルのP、D、C、Aの各要素は、おののがサブサイクルを持つ。すなわち、PはPとしてのサブサイクルPDCAを持ち、DはDとしてのサブサイクルPDCAを持っている。

「保全戦略」から始まる企業全体の最適化を導く大きな流れと、管理サイクルP、D、C、Aの各要素がそれらのサブサイクルにおける計画(P)によって導かれる個々の流れという、連動する2つの流れがある。MOSMSにおける「計画主導の保全」とは、この2つの流れによって、戦略的な保全のグランドデザインが描かれることを意味している。

「保全計画」の流れは、図—8のとおりであるが、保全計画作成における「機器別管理基準」に保全の実力が表れてしまうのだ。

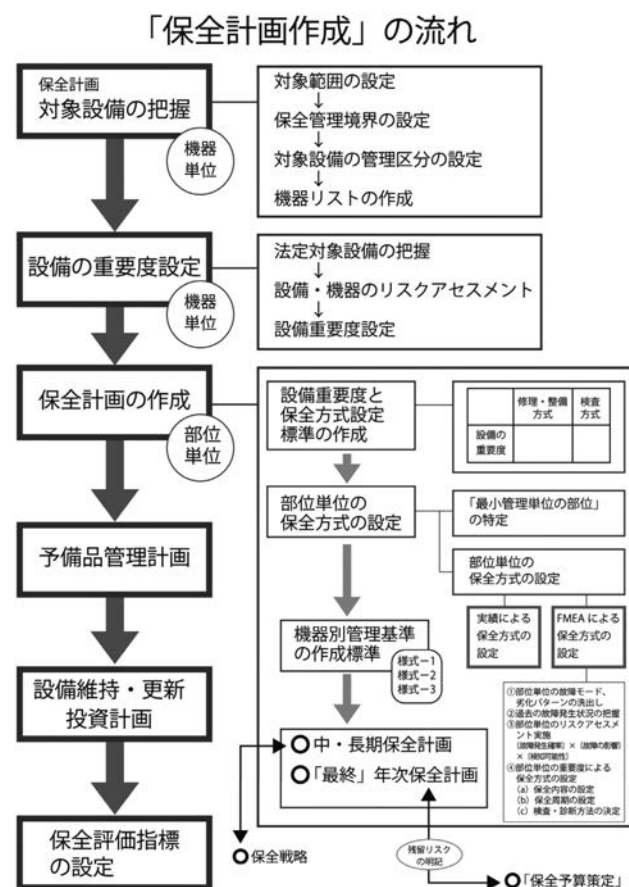
図—9、10は、「機器別管理基準」の様式例である。「様式—1」は、対象機器の保全が部位ごとにどのようにしていくかを示す。すなわち、部位の重要度、保全方式およびその内容と周期が記録される。「様式—2」は、なぜそのように保全方式を選択したか、技術的な根拠が記録される。

では、どうしてここに保全の実力が表れてしまうのか？ もっともわかりやすい部分として、「保全周期」があげられる。部位ごとの保全周期の決定は、FMECAやRBIなどの技術によってある程度の支援はできるのだが、最終的に「人が判断する（せざるを得ない）もの」という実情がある。すなわち、「わかっている人」でなければ判断できないのだ。

いったん定められた「機器別管理基準」は、その後どうなっていくのか？

「保全実行」の段階で、たとえば改善によって部位の保全周期が変更されたとする。これを受けて、管理基準「様式—1」「様式—2」とも書き換えられることになる。

もし、基準が変わらなかったら、全体としての実力はちっとも上がらなくなってしまう。改善によるスパイラルアップとは、基準の改善があってはじめて成し遂げられるといえる。



図—8 「保全計画作成」の流れ

機器別管理基準「様式－1」

TAGNo	33C360	重要度
機器名称	No1 圧縮機	S

[制定]	年 月 日	/	
/		/	

No	部位または補機名	部位重要度	保全方式(部位)	定期検査・診断		定期修理・整備		日常点検、Co-Mo活動		資料No.
				内容	周期	内容	周期	内容	周期	
1	圧縮機本体	S	TBM	・総合検査 (総合オーバーホール)	2Y					
2	ローター	S	TBM	・軸振れ測定 ・腐食検査 ・スケール付着状況検査 ・羽根車カラーチェック	2Y	・ローターワークリーニング	2Y	・振動値(オンライン)	1/直	
			CBM	・動バランス測定	～					
3	軸受	S	TBM	・表面状態、カラーチェック ・脂潤滑	2Y			・振動値(オンライン)	1/直	

図—9 「機器別管理基準」の例：「様式—1」

機器別管理基準「様式-2」

TAQNo	33C360	重要度		[制定]	年	月	日	/			
機器名称	No1 圧縮機	S		/				/			

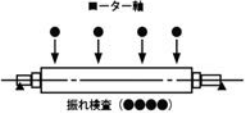
部位または補機名	管理指標	管理基準	備考（基準外れによるトラブル想定等）
ローター	軸振れ	・ローター軸の振れをオーバーホール（O/H）時に測定する ※基準値 5/100mm 以下（メーカー製作時 3/100mm 以下） 測定箇所：6箇所、測定数：4点/1箇所（90°ごと）  振れ検査 (●●●●)	・10/100 以上になると動バランスが狂い振動の原因となる。 取扱では 4/100mm 以上でローター手直しとなっているが、過去の O/H の結果 5/100mm とする ・予備ローターの保管要領 予備ローターのたわみを防ぐため、2 か月に 1 回 180° 回転させること
	動バランス	・バランシングマシンでアンバランス量を測定し、許容範囲であることを確認する ※許容アンバランス量：31.7 (g・cm) 許容アンバランス量 = $635 \cdot W / N$ (g・cm) W：ローター重量 N：回転数	・メーカー取扱では許容アンバランス量は 33.96 (g・cm) 計画回転数：6030r/min (rpm) 計画ローター重量：322.5Kg ・許容アンバランス量 31.7g・cm の根拠 回転数 N：6343r/min ローター重量 W：317Kg (メーカー動バランス検査成績書)

図-10 「機器別管理基準」の例：「様式-2」

(2) ナレッジサイクルが保全の命である

ひところ、技術・技能の伝承問題だけでなく、新規開発能力の向上などの課題を含めて「ナレッジ・マネジメント（知識経営）」というフレーズが流行した。これ以降、個人に秘められた「暗黙知」を組織・グループで活用できる「形式知」に置き換えていく必要性が、技術・技能の伝承問題などにおいて必ず言及されるようになった。

また、IT・システム分野でも「知の連鎖」がブームになった時期があった。「暗黙知」の形式化を求めて、スキル保持者の作業を動画分析などによって解析する手法なども利用されるようになった。

しかし、こと保全業務において、これこそ有効な「知の連鎖」であると言い切れるものがあっただろうか。

上記に「機器別管理基準」に保全の実力が表れてしまうことを述べた。また、「保全実行」の結果を受けて、管理基準「様式-1」「様式-2」（図-9, 10 を再度参照されたい）が書き換えられ、改善によるスパイラルアップが図られることを述べた。

この過程に、故障削減のサイクルと、これらを支える保全情報管理システムがあることは言うまでもない。

故障データを含む「保全実行」のナレッジが、標準的なフォームによって形式化され（保全データ・履歴）、短期では「保全計画」にこれが反映され、中長期では「保全戦略」に反映される。この一連の流れが、「保全のナレッジサイクル」である（図-11）。

すなわち、MOSMS における帳票類は互いに有機的な連鎖を持っており、現場および個人の「暗黙知」を「形式知」に置き換えながら、「保全のナレッジサイクル」を形づくる「仕組み」なのである。

部位ごとの保全周期の決定は“わかっている人”でなければ判断できない——MOSMS の実践こそが“わかっている人”を生み出すと考えている。

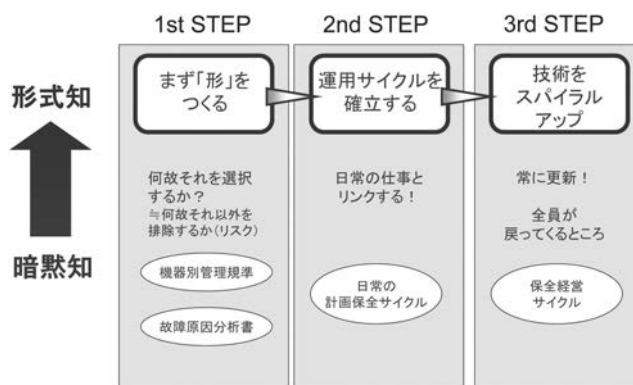


図-11 保全のナレッジサイクル

5. 社会インフラへの「保全経営」コンセプト適用

当会では、2013 年に『強靱な社会インフラのあり方』という小冊子を発刊した。これは、日本能率協会グループとして「保全経営」のコンセプトを社会インフラ管理のあり方に適用する提案だ。あまりに続く社会インフラ系の問題を解決するために、グループとして何とか役に立ちたいと考えたためである。

従来、社会インフラの維持保全を考える際には、道路、河川堤防、水道施設など管理する施設単位ごとにそれぞれ所管する行政の部門等がどうすればよいかを考えてきた。しかし、市民の安全・安心をまもる強靱な社会インフラを考えるには、それぞれの施設の維持保全という視点だけではなく、社会インフラを通してどのようなサービスが市民生活に対して生成されるのかという“機能”に着目して考える必要がある。また、危機管理の視点からは、広域的な地域の安全・安心のために、地域全体の社会システムが健全に機能し、それらが有機的につながって、あたかも生体システムのように環境変化へ柔軟かつ迅速に対応できている必要がある。

しかし、産業界における企業法人やそれらが所有する工場などの施設では、資産や設備に対して「自分のもの」という、いわゆる“オーナーシップ”の意識を比較的持ちやすい状況にあるが、社会インフラは国や地方自治体等が市民から負託された管理の主体者と

なっており、それらが「自分のもの」というよりはむしろ、社会全般が所有している“社会のもの”という意識が強く“オーナーシップ”としての自覚を持ちにくい環境にあると考えられる。たとえば、一本につながった道路一つをとっても、その管理責任は、国や都道府県、市町村等に区分されて重層管理構造となっている。“オーナーシップ”を誰が持つべきかを明確にし、施設情報の共有はもとより、非常時のあり方について平常時から論じておく必要がある。

すなわち、一定の広さを持つエリアにおける社会システムの「全体最適」という視点で、社会インフラの機能を考えることが重要になる。たとえば、都道府県などの広域自治体の長や地方整備局等が、市町村が管理する施設も含め、「系」としての施設管理の主体者となることが考えられる。管理責任の観点からは、電力であれば電力会社や電力事業者がまさに“オーナーシップ”を発揮しているし、水道事業も地方自治体等が一つの事業体として管轄している。しかし、あるエリアにおける市民生活の安全・安心を生み出す社会インフラ「系」という視点に立てば、道路は、社会システムを構成する一つの「部品（または部位）」であり、このことは電力や水道でも同様である。ここで、「系」とは、社会インフラを通して生成されるサービス（機能）で括った単位とする。「運搬・移動」「水・エネルギー供給」「情報流通」「医療対応」などの機能「系」が考えられる。

社会インフラの個々の施設を管理するという視点だけではなく、さまざまな環境変化に対応して「系」としての機能を発揮し続けられる仕組みとなっているかどうか、そのエリアの社会システムが健全な管理サイクルとなっているかどうかのポイントといえる。

社会システムの管理サイクルは、さまざまな大小の管理サイクルが組み合わさってできている（図—12）。社会システム全体の管理サイクルを「レベル1」とすると、それらを構成するサイクルは順次「レベル2」「レベル3」「レベル4」と小さくなっていく。

レベル1 社会システム全体の管理サイクル

レベル2（レベル1を構成する）社会インフラ「系」のサイクル

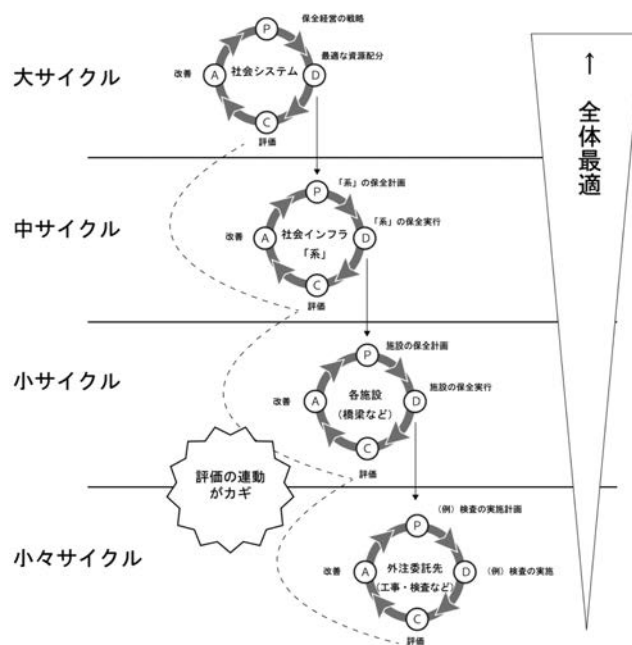
レベル3（レベル2を構成する）社会インフラの各施設（橋梁、道路、下水道など）のサイクル

レベル4（工事や検査などの）外注委託先のサイクル

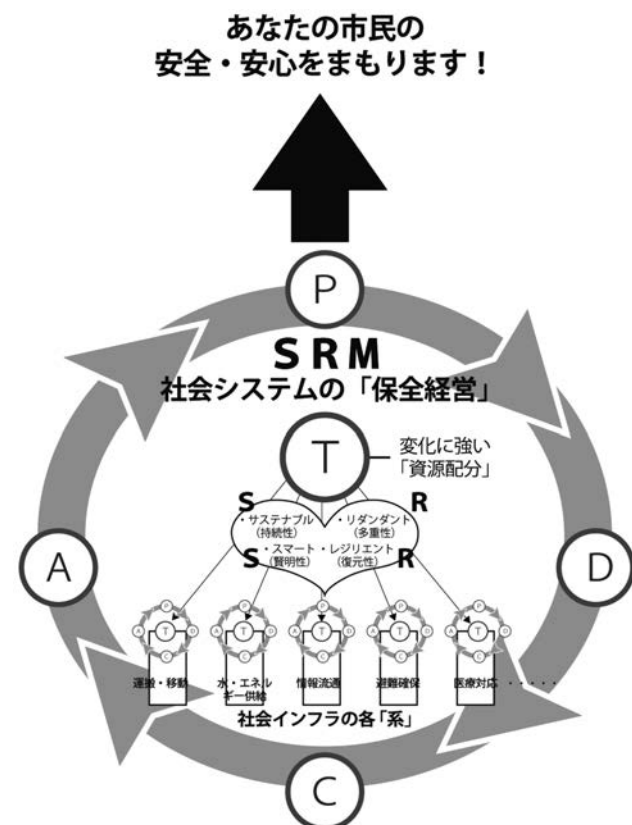
たとえば、ある県に存在する道路の管理には、国や県、市町村など多くの管理の主体が存在する。それら施設の管理の主体ごとの管理サイクルが存在しており、レベル2以上の管理サイクルと連動していないと、

災害時などにサイクルが分断されてしまう可能性が高まる。社会インフラを構成する4段階の管理サイクルが個別に機能することはもちろん、それぞれが連動していることこそが重要である。

また、社会システムおよび構成する各「系」に対して、どのような資源配分がなされているか、また配分



図—12 社会インフラ保全のサイクル連動



図—13 社会システムの「保全経営」とSSRRの視点

したらよいか、1つの「経営体」として見る必要がある。すなわち、社会インフラの各「系」に対する、資源配分の総合的な結果が「全体最適」であるように全体を設計し、執行管理していくことになる。これが社会システムの「保全経営」である。しかし、これには膨大で複合的な管理すべき項目があり、現実的なレベルで管理項目を持たない限りは“お話”で終わってしまう怖れがある。

そこで、「社会システム全体の保全経営」の実現に向けたポイントとなる事項について、管理可能な範囲で簡素化して考える必要があり、次の4つの視点を提案している（図—13）。

〈平常時の視点：2つの「S」〉

① S：持続性（サステイナブル）：

社会インフラの構造や材質的な視点からの耐久性、構造物状態の確認容易性、検査・補修・工事等の作業容易性、安全性、早期に異常を発見する仕組みなど

② S：賢明性（スマート）：

資源配分や社会システムの機能が生み出すサービスのライフサイクルにおける費用対効果、コスト縮減効果など

〈非常時の視点：2つの「R」〉

③ R：多重性（リダンダント）：

別輸送ルートの確保など災害でシステム機能が失われたときの代替え機能、社会的リスクが高い社会インフラの持続性として担保すべき対象など

④ R：復元性（レジリエント）：

緊急部品調達やいわゆるサプライチェーンの復旧性など災害後の早期復旧能力など（ライフラインではとくに重要）

本稿では字数もつきた。MOSMS に関して、当会では MOSMS 専用の Web (<http://www.mosms.jp/>) 等で情報提供をしている。ご参照願えれば幸甚である。

JCMA

〔筆者紹介〕

若槻 茂（わかつき しげる）
（公社）日本プラントメンテナンス協会
調査・研究開発部部长





管理釣り場の楽しみ

安 藤 隆



私は前の会社を退職し、現在の勤務地である関西(加古川)に単身赴任して今年の6月で2年経過したところです。前職では、半年程ある案件チームの一員として神戸に単身駐在したほか家族帯同で米国子会社に4年半駐在した以外、入社以来一度も転勤がなく関東(横浜・千葉)に居住していました。サラリーマンとしては多分、珍しい部類と思います。

単身赴任の身ゆえ週末はどのように過ごすか時間を持て余すこともあります。5月のGW明けから9月末(つまり気温が高くなる時期)を除き、土日のどちらかは釣りに出かけてほぼ1日を過ごしています。釣りといっても色々ありますが、ここ数年は管理釣り場での鱒のルアー・フィッシングに嵌っており、寮の部屋には10本立てロッドスタンド(釣竿立て)の全てが埋まり、それらに装着するリール(糸巻き)やルアー(疑似餌の釣具)の数々を整理するのに苦労しています。しかも、毎シーズンごとに売り出されるそれらの新製品に目移りしては購入するので、どんどん増殖していきます。自分の釣りの技量不足を装備で補うためと言い訳していますが、単に目新しい玩具が欲しい幼児と同じです。

管理釣り場とは、その名のとおりに管理されている釣り場ですから、養殖された魚が放流され(今では養殖技術が向上し、昔は北海道でしか生息していなかった淡水魚では日本最大のイトウも1メートル近いものが放流されているところがあります)、水も地下水・河川等を利用して、ルールに従い有料で釣りを楽しむ場所のことです。所謂『釣り堀』と変わらないので

すが、人工的にしつらえた釣り場ではありますが、見た目には自然の池・湖に近い環境が整ったところが多くあります。

私が管理釣り場で鱒のルアー・フィッシングをはじめたのは千葉在住時でしたので、福島県・群馬県・栃木県・神奈川県といった、東北から関東一円の釣り場に行っていました。まだ暗い午前4時前に自宅を出発し、現地に夜明け前頃に到着し釣り始めて夕方まで、途中、食事等の休憩をしながら半日を過ごします。魚は随時放流されるので、簡単に釣れるはずと思われるのですが、それがなかなか難しく、釣り場によっては坊主(一匹も釣れないこと)が珍しくないところもあります。釣った魚は制限数内であれば持ち帰りができますので、過去に何匹か獲物を持って帰ったところ、「高速代や釣り場料金を考えると随分高価な鱒ですね」と家人に嫌味を言われたこともあります。その時には「私は漁師ではない。趣味で釣っているので採算など無関係」と嘯きました。足代や入漁料のほかに釣具の購入費等の設備投資費用や私の人件費なども更に考慮すると、釣った鱒はまさに超高級魚です！

今いる関西は関東と違って管理釣り場の数が少なく、ここ2シーズンはもっぱら京都にある釣り場に通っています。シーズンインするとほぼ毎週通っているので、何時とはなく常連扱いされるようになりましたが、私以外にも遠方から名古屋ナンバーの常連さんが同じく毎週のように来られています。魚は明け方と夕暮時によく捕食する習性があり、夜明け頃から釣り



始めますので、釣りに行くにはどうしても朝早く（釣り人曰く、「夜遅く」）起きることが必要となります。釣りに行く前の夜は、明日の釣りに思いを巡らしつつ道具を調べ何時もより早く床に入っても、大物を釣り上げるイメージ・トレーニング（？）でなかなか寝付くことができないこともあり、まるで遠足前夜の子供のようです。

釣りは釣果を得ることも無論楽しいのですが、釣り人の多くは釣りのプロセス自体を楽しんでいるのではないかと私は思っています。管理釣り場の釣りといっても、やはり自然の中であることなので、当日のみならず数日前からの気象・水温等の状況から、当日の他の人の釣具合など、どうしたら自分が満足できる釣果を得られるか色々と思いを巡らす過程が面白いものです。そして、他の釣り人達との釣りにまつわる会話や他愛のない世間話もまた楽しいひと時です。老若男女様々な釣り人が技量の差こそあれ同じ場と時を共有し、一人でも又は仲間連れでも十分楽しめ、全神経を釣り糸に集中することで頭の中を空っぽにして心身をリフレッシュでき、思わぬ着想を得ることすらあります。

今年のGWは久しぶりに東北の那須白河にある管理釣り場に行ってきました。ここは自宅から少々遠いのが難点ですが、広大な敷地に様々な樹木・草花が生い茂り、四季の彩りの変化と天然の湖を思わせる水面が素晴らしい自然環境と、数釣りは難しいですが釣れたら引きが強い大物が多いので、私の一番のお気に入りの釣り場です。今回の釣行でも首尾よく元気で美しい魚体の大物を何匹か釣り上げ満足して一服していると、とてつもなく大きな魚影がゆっくりと目の前を通り過ぎて行きました。なんだろうと、目を凝らして見ると何と2メートル近くはあるチョウザメではありませんか！ 無論、私の釣具でチョウザメを釣り上げることは無謀ですので、その泳ぐ姿を携帯で写真に撮るのが精一杯でした。

このように管理釣り場では、思いもよらぬサプライズが待ち受けていることもあり、手ごろな運動と美しい自然環境の中で心身のリフレッシュを図ることができますので、皆様も機会がありましたら是非ご体験下さい。但し、朝早く（夜遅く）起きて行くことが必要ですが。



香港は楽しい

伊勢木 浩 二



今年還暦を迎えた。私は旅行が好きで妻と年間に3、4回は海外に出かけて行く。若いころは長期で会社を休むことが難しく東南アジアへ行くことが多かった。50歳になったらアメリカやヨーロッパに長期で休んでいくぞ、と会社の幹部達に宣言し、やっと迎えた50歳からはアメリカやヨーロッパに行けるようになった。今年は4月にニューヨークに行き、今話題になっているトニー賞ミュージカル部門の主演男優賞にノミネートされた渡辺謙主演の「王様と私」をブロードウェイで観てきた。私が観たのは開演3日目で、日本で席を手配してもらっていたから観ることができたが、当日は満席でびっくりした。今まで観たブロードウェイのミュージカルで一番感動した。本当に良かった。

ニューヨークの話はこれくらいで、今回の随想はニューヨークのことではなく香港のことを書こうと思う。

今年は香港に5月に行った。たぶん、今回で24回か25回目だと思う。初めて香港に行ったのは、まだ香港が1997年にイギリスから返還される前の時で20代後半だったと思うが、その頃の香港は今よりもっともっとパワフルな町だったと思う。謎の多いスラム街九龍城がまだ取り壊されていない時代で何でもありの都市に思えた。日本ではまだ携帯電話が普及していない頃に香港の若者はすでに携帯電話を使い、広東語で何やら真剣に話していた。聞けば若者は独立して自分が経営者になり一旗揚げるのが夢だったようだ。日本は会社を設立するのに資本金の最低額が決められていて起業が難しい時代に、香港では誰でも会社を設立できた。

今ではいい経験をしたと思っているが、3度目の香港旅行で私が信号待ちをしていた時、後ろからいきなり背中を押され車道に突き飛ばされた。その時タクシーが急発進してきて私はひかれそうになった。その瞬間後ろにいた男が私のポケットから財布を抜き取り逃げた。私は足に自信があったので、何やら大声で怒鳴りながら走り追いかけた。追いつく寸前、前から大きな白人が犯人にタックルをして捕まえてくれた。後で知ったのだがその白人は警官だった。警察に行き事情聴取され財布は戻ってきたのだが、ほとんど一日がそれで潰れてしまった。捕まえた犯人は逃走役で後ろから私を押した男、タクシーの運転手それらはみんな仲間で窃盗グループらしい。後日、日本に帰ってから香港警察より電話があり窃盗グループを裁判に掛けるからもう

一度来てほしいと言われた。しかし仕事の都合がつかずに行けなかったのが、残念ながらその窃盗グループは釈放されたらしい。また、夜一人で歩いていたら、いきなり腕をつかまれビルの中に引っ張り込まれたこともある。頭にターバンを巻いたインド人のような三人組にわけのわからない言葉でまくし立てられた。どうやらお金を出せと言っているようだ。この三人は少し太り気味なので走って逃げれば逃げられる、と思ひ隙を見て全力疾走、5分位走って後ろを振り返ると誰も追いかけてこない、危ないところだったが助かった。

昔の香港の話はさておき、今の香港は治安もよく楽しい町だ。なんと言っても香港の魅力は世界の美味しいものがそろっていることだ。買い物も面白いと思うが、近年は円安のためにものによっては日本より高いものもある。

香港に着いたらまずは両替、香港の空港からホテルまでのタクシー代だけ香港ドルであればいいので、日本の空港では前回の残りがあれば両替をしない。

私の知る限りでは両替のレートが一番良いのがペンシュラホテル近くでネイザンロードに面した重慶大廈（チョンキンマンション）。5月末に日本の空港で1香港ドルが18円位だったが、重慶マンションの一階入口近くにある両替商は1円が0.0609香港ドルとか書かれていた（ $1 \div 0.0609 = 16.420$ 円）。さらに奥に入った店では1円が0.0652（ $1 \div 0.0652 = 15.337$ 円）だった。ほんの数メートルの違いで1香港ドルが1円以上差がある。日本の空港となら2.5円も差がある。この中にはたくさん両替商があり随分レートが違うのが面白い。

重慶マンションは、繁華街のど真ん中にあるのだが何とも言えない空気感（？）があるビルだ。しかも、





メイン・ストリートであるネイザンロード沿いという一等地に建っている。外観は香港のどこにでもあるような古い雑居ビルだが、入口にインド系の人やちょっと怪しげな人が立っていて入りづらく感じるが気にせず入る。両替を済ませれば、滞在中には必ず行く私のお奨め飲茶の店だが、この店はリーズナブルで美味しい飲茶が食べられる。中環(セントラル)のスターフェリー乗り場から5分ほどにある大會堂(シティー・ホール)3階にある美心皇宮(マキシムズパレス)、体育館のように広いが日本人はほとんどいない。予約はできず店の前で番号札をもらい順番を待つシステムで、順番がくると席に案内してくれる。この店はなんといっても昔ながらのワゴン式の飲茶で、大勢のおばさんが蒸し器の付いたワゴンに飲茶を乗せて通路を売り歩くので、近くに来た時にセイロを指差せば蓋をあけてくれ中を見せてくれる。こんな時広東語で「ウンゴイー」という言葉を覚えていれば便利だ。たぶん日本語の「ちょっと」とか「すみません」と言うような意味だと思う。おばさんと呼ぶ時も「ウンゴイー」と言えばおばさんがワゴンを止めてくれる。ついでにどの店でもお勘定はマイタンなので「ウンゴイー・マイタン」でOKだ。ウンゴイーとマイタンを覚えていればどんな店に行っても通じる。

話を戻すが、1つのセイロに大体3個から4個の飲茶が入っているのでシェアして食べるのがお奨め。お奨めの飲茶は・蝦餃(ハーガウ)プリプリエビ入り蒸餃子・焼売(シューマイ)蟹子が上にのっている・腸粉(チョンファン)米の粉を溶かして蒸したものでチャーシューやエビなどが中に入っている・蘿蔔糕(ローパッコ)大根もちのことで大根を千切りにし、こまかく刻んだ中国ソーセージや野菜などを混ぜて蒸したもの・叉焼包(チャーシューパオ)日本のチャーシューとは違って赤っぽい色で味は甘く、見た感じは日本の豚まんに似ている・排骨(パイクワ)骨付きの豚肉で小さくカットされていて数個が小皿に入っている、見た目より美味しい。青島ビール(チンタオビール)とよく合う。

・マンゴープリン(このままマンゴープーディンで通じる)黄色いマンゴーの色と濃厚な味、甘くて美味しいデザート。お茶は無料でポットで出してくれるが、何も言わなければジャスミンティーがでてくる。私は大好きな普洱茶(プーアル茶、ポーレイ茶)を頼む。(普洱茶は少し発酵した香りがして脂分を体外に出してくれるそうだ。)最近ではワゴン式の飲茶はなくなりつつあるのでこの大會堂(シティー・ホール)の飲茶は香港に行ったら絶対に行っておきたい。

住所は「2/F, Low Block, City Hall, Central, Hong Kong」中国語の住所は「香港中區大會堂低座二樓」

営業時間は月～土 11:00～15:00, 17:30～23:30, 日祝 9:00～15:00, 17:30～23:30で年中無休と案内には書かれているが、たまに結婚式で貸切りの場合があるので行ってみないとわからない。お昼は11:00にはもう行列ができています。

他にも飲茶や大衆的な広東料理のお店はたくさんあるが、私は高級な中華料理も旅行中に一度は食べる。お奨めは私が香港に行くと宿泊するフォーシーズンズホテル香港にあるミシュラン3ツ星レストラン「Lung King Heen」だ。このレストランの鮑はちょっとお高いが絶品。近年香港のホテルではふかひれを動物愛護的な意味において残念だがメニューにはない。他にはグランドハイアット・ホテルがホテルオープン以来営業している広東料理のレストラン「One Harbour Road」。アイランドシャングリラホテルの広東料理「夏宮」、ここのマンゴープリンは最高。この3店が私のお奨め高級広東料理だと思う。

香港に来たら食べることはばかりで私は観光をあまりしない、有名なビクトリアピークにも一度しか行ったことがない。少し遠いがタクシーで30分くらいの(バスもある)レパルスベイは海辺の高級マンションが立ち並ぶ街でジュニファー・ジョーンズとウィリアム・ホールデン主演の「慕情」の舞台にもなったベランダというレストランがある香港随一のビーチリゾートで、雑多なビル街や人口密度の高い香港のイメージとはかけ離れたとても落ち着いた海辺の町。ベランダでのランチやアフタヌーンティーで優雅な時間を過ごすのもお奨め。レパルスベイから少し足を延ばせば赤柱(スタンレー)という高級品はないが雑貨やシルク製品が安い商店が立ち並ぶ海辺の町もおもしろい。

私は香港が好きで、ほぼ毎年行っている。複雑な話だが香港人の友人は自分達は中国人ではないと言っている。これから香港はどうなっていくのだろう…。私は日本人(広東語でヤップンヤン)に生まれてきて良かったと思う。

JCMA 支部報告

情報化施工技術委員会活動報告
東北支部

鈴木 勇治

1. 情報化施工技術委員会活動について

東北支部では、平成 25 年度（平成 26 年 2 月 17 日）に東北地方における情報化施工の普及と促進を目的として、情報化施工技術に関連する民間企業で構成する「情報化施工技術委員会」を設立して、建設産業に関わる民間企業及び公共工事発注者に対して、セミナー等を中心として情報化施工技術の啓蒙活動を実施している。

委員会の運営は、東北支部を事務局として、構成委員の中から委員長および副委員長を選定すると共に、東北地方整備局のオブザーバ支援を受け、具体的な活動内容やセミナー運営を実現している。

平成 27 年 7 月現在における委員会の参加企業は 18 社となっている。

・測器関連メーカー	3 社
・建機メーカー	3 社
・建機・測器レンタル企業	7 社
・建設系ソフトウェア企業	2 社
・衛星測位データ配信企業	1 社
・建設施工会社	2 社

2. 活動内容と方針

実質的な委員会活動は、平成 26 年 2 月 17 日に第 1 回委員会を開催して委員会活動方針および活動内容を議論し、初年度（平成 26 年度）の活動を「各県での情報化施工セミナー実施」と「現場見学会実施」とすると共に、従来、東北地方整備局から施工技術総合研究所が依頼を受けていた情報化施工に関する職員研修（以下発注者研修という）における講師を東北支部が情報化施工技術委員会メンバーから派遣することとした。

また、平成 27 年度については、現場見学会を除いて平成 26 年度と同様の活動を実施する事に加えて、中小規模施工会社の経営者及び幹部職員に対する啓蒙活動（以下 TOP セミナーという）と、建設系工業高校に対する教育計画を（以下工業高校生向け教育という）検討している。

(1) 情報化施工セミナー

情報化施工関連のセミナーは各企業や団体等が独自に多く実施されているが、当委員会で開催するセミナーについては企業の技術や特色に偏ることなく中立的な立場で説明することを基本として、対象者も限定することなく、建設産業に関わる施工会社をはじめとして様々な職種の技術者を対象とするため、一般的な情報に加えて情報化施工技術を活用する場面での留意点等、具体的な技術情報についても説明を行うものとしている。

このため、セミナー受講者の職種によっては、不要な情報であると思われる事項として捉えられる場合もあるが、総合的に一連の作業を知ることによって各作業の必要性や重要性を認識して頂けるものと考えている。セミナーの説明対象は、活用件数が多い技術として「トータルステーション（以下 TS という）出来形管理」、「締固め管理」、「マシンコントロール（以下 MC という）、マシンガイダンス（以下 MG という）」のほか、情報化施工と直接関連する「衛星測位」についても実施している。

開催地については、東北 6 県の各県主要地での開催を基本として考えているが、当委員会開催のセミナーについては、受講者数の確保を第一目標とするものではなく、セミナー等が多く開催されない地域において開催することで、各種セミナー等に参加することが困難な地域で開催することで広く啓蒙ができるものと考えている。

また、セミナーでは平成 26 年 3 月に発刊した「情報化施工デジタルガイドブック」を標準的なテキストとして採用している。

(2) 発注者研修

東北地方整備局が主催する情報化施工に関する職員研修は、各種情報化施工技術の説明に加えて TS 出来形に関する測量実習が行われてきている。この測量実習は出来形管理用 TS 搭載実機を利用し、職員自らが計測体験を実施する方針とされているため、実施に当たっては企業の協力が不可欠であった。

このため、民間企業で構成される当委員会が講師を務めることで、TS 実機を持ち込むことが容易となることに加えて、現場で実際に指導にあたっている各企業社員による具体的な説明が可能となり、より現実的な内容の実習を実施することができた。

(3) TOP セミナー

情報化施工の啓蒙活動に代表されるセミナー等は、工事受注者である施工会社をはじめとする建設施工関連企業に広く周知し、公募により参加者を募集している。そのため、セミナー参加者の大半は企業内で実務を担当する職員であり、またセミナー参加に付与される CPD、CPDS 単位取得を期待して参加される場合もある。

このことで、情報化施工技術を実務者に周知するという目的はある程度達成することが出来るが、企業内で経営的な決定権を有さない職員に対して新たなる技術導入に関する説明を実施しても普及拡大効果は小さいと考えている。

以上のことから、中小規模施工会社経営者および幹部社員に焦点を絞った情報化施工の導入に関する啓蒙活動を実施することで、より直接的な普及拡大が図れるものと考えている。

具体的な活動方針としては、情報化施工技術の導入効果及び将来的な必要性を、対象者に説明する方針である。

(4) 工業高校生向け教育

少子高齢化社会の影響による人材不足は建設産業において深刻な課題であり、特に中小建設施工会社においては会社の存続に係わる危機的な状況を今後迎えることになるかと予測されている。

会社の存続には新たな人材を迎えて現状維持、或いは競争に生き抜くために現状以上の成果を生み出すことが必要になるが、これからの新卒者は求人倍率が高くなり個人の選択肢が増えていく中で、3K と呼ばれている建設産業（特に施工会社）への就職率は低迷することが考えられる。また、新規卒業生はとりあえず専門としていた学科に関する企業に就職した場合でも、社会に馴染むに従い別の選択肢を選定して離職率が高くなることも予測される。

厚生労働省資料によると、高卒者で 50%、短大卒で 45%、大卒者で 30% 程度が 3 年目以内に離職している。特に工業高校生については、卒業時での選択肢が狭いことと大学生と比較すると明確な目的意識が薄いことで、「とりあえず就職する」という傾向がある

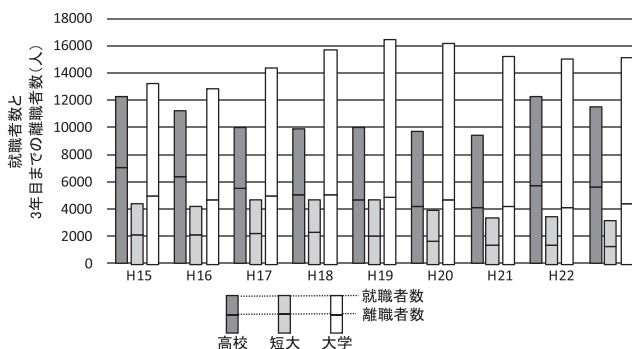
ことは否めない。

離職率の軽減と人材確保に対して情報化施工技術が効果を生むと考える事項は、若手職員が魅力ある職種を作ることと、作業時間と作業負担を軽減することであると考える。

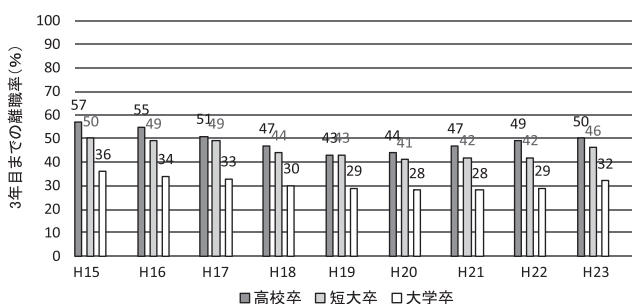
情報化施工技術は、これまでの建設施工の方法と変わって、PC 技術、通信技術など ICT を多く活用する事になり、データ作成と管理、機器設定、操作、保守管理など様々な場面で ICT 機器を活用するため、ICT 機器類の操作において躊躇することなく取り組む技術者が必要となる。今後の新卒者は更に ICT 知識を有する若手が増加することは当然予測されることから、このような新卒者を迎える環境を整備することが重要となる。

また、他産業と比較して就業時間が長く一人当たりの負担が大きい場合も離職率の増加を生む原因となるため、必要な部署に適正な人員数を確保することが望まれる。

当委員会の活動においてこれらの課題に対して寄与できることとして、企業に対して情報化施工技術の導入効果と必要性を説明することに加えて、デメリットを軽減させるための対策事例等を周知すると同時に、建設系工業高校在学学生及び教員に対して教科の中に取り入れて教育可能な資料を作成し、必要に応じて実習等を開催することを考えている。



図一 新規学卒者の就職者数と3年目までの離職者数
(厚生労働省ホームページ資料より抜粋¹⁾)



図二 新規学卒者の3年目までの離職率
(厚生労働省ホームページ資料より抜粋¹⁾)

工業高校生を対象とした根拠は、若年層が理解可能な資料を作成することで、多様な年代層と広範囲な建設系技術知識保有者に対応可能になるとの考えである。

なお、高校生向け資料の作成では当協会中部支部の協力を得て実施する計画である。

3. 情報化施工セミナー実施報告

(1) 受講者の分類

これまでは東北各県1箇所での開催としており、平成26年度は委員会独自の主催として、委員会設立直後から工事繁忙期までの期間にセミナーを開催することを計画していたため、広報の期間が短く周知が行き届いていなかったものと思われる。このことから、平成27年度には東北地方整備局と東北建設業協会連合会との共催として、広く周知を行うと共に広報期間を十分に確保して実施したことから、受講者数の増加に繋がったものと考えている。

セミナーの内容については兩年度で大きく変えることなく、情報化施工技術の概要と各要素技術及び運用までを説明すると共に、情報化施工技術の運用には欠かすことが出来ない「衛星測位」に関する説明を実施した。

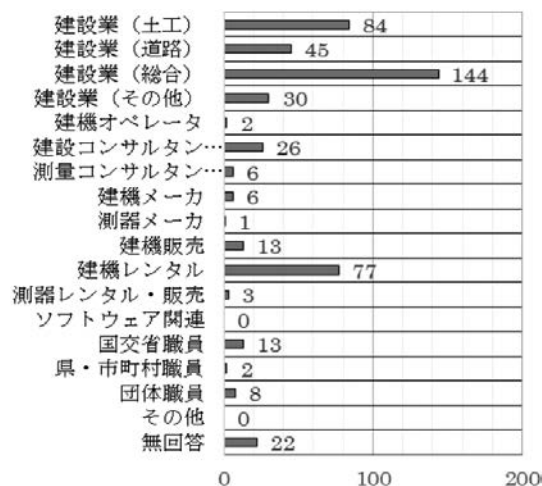
受講者は建設業（施工会社）が全受講者の6割を占め、次いで建機レンタル業となっており、年齢では30～40代が多く、現場管理技術者が多いことから、技術者育成という観点では目的に応じているが、これ

表—1 カリキュラム

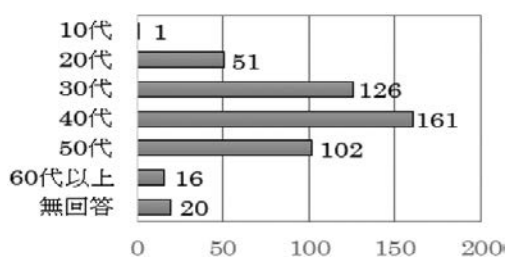
開始時刻	終了時刻	所要時間	タイトル	内 容
13:30	13:35	5分	ガイダンス等	
13:35	13:45	10分	主催者挨拶	
13:45	14:15	30分	情報化施工の概要と効果	各種技術の概要、情報化施工測位、活用事例、導入効果等説明
14:15	14:35	20分	締め固め管理	TS・GNSSを用いた盛土の締め固め管理技術活用の留意点、管理要領の要点等説明
14:35	14:45	10分	休憩	
14:45	15:25	40分	MC、MG	マシンコントロール、マシンガイダンス技術活用の留意点、設計データ等説明
15:25	15:55	30分	衛星測位	衛星測位の概要、VRS活用事例、基準点の現状等
15:55	16:05	10分	休憩	
16:05	16:50	45分	TS出来形管理	活用手順と活用上の留意点、設計データ、管理用長の要点説明
16:50	17:00	10分	終了挨拶	挨拶、アンケート記入

表—2 セミナー受講者数

		福島県	宮城県	山形県	岩手県	秋田県	青森県	合計
開催地	H26	郡山	仙台	山形	盛岡	秋田	青森	
	H27	郡山	仙台	米沢	盛岡	秋田	八戸	
受講者数 (人)	H26	30	28	44	37	41	50	230
	H27	51	78	33	52	51	20	285



図—3 受講者の職種



図—4 受講者の年齢

らの年代はCPDSユニットの取得が必須となっているため、ユニット数の多いセミナー等に可能な限り参加しているという現実もあると考えられる。

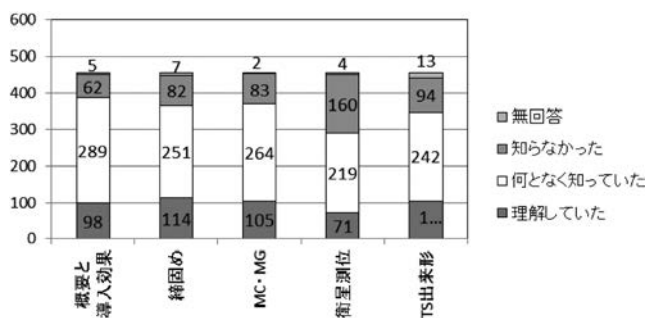
(2) アンケート集計結果

セミナーでは、受講者に対してアンケートを実施して、説明内容の向上及びセミナー開催上の参考としている、平成26年度と27年度アンケート結果を集計して以下に示す。

(a) 講習内容の事前保有知識

東北支部では平成20年度から情報化施工の技術者育成に力を入れ、最近では情報化施工技術関連企業でも独自に数多くのセミナーを全国的に展開していることと、情報化施工技術を実施している施工者も数多くあることから、情報化施工というキーワードと技術の概要については広く周知されてきているが、特に中小の建設施工会社では実施経験者が少ないため、全体的に「何となく知っている」程度の知識保有者が多く、中にはまだ「知らなかった」との回答もあるため、正しい知識を伝えるという意味でセミナー活動を続ける必要性が大きいと考える。

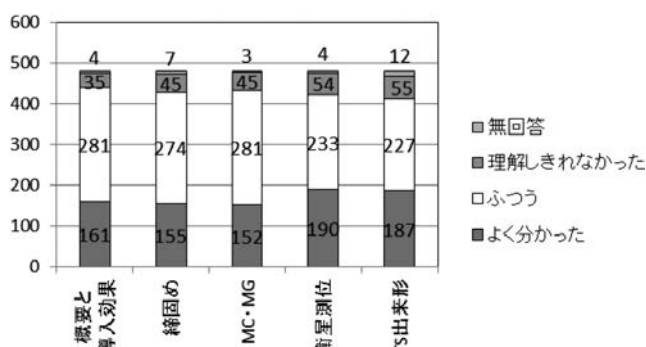
また、当情報化施工技術委員会の構成は民間企業が集まって活動していることから、偏った情報ではなく総合的見解で一般的な情報を伝えることが出来る組織であると認識している。



図—5 事前保有知識の状況

(b) 聴講内容の理解度

セミナーを受講した結果の理解度は、説明資料や説明方法等の結果を反映しているものであるが、短時間でどの程度興味を傾けることが出来たかという解析に読み替えることが出来るものであるが、受講者の職種と保有知識により理解度は大きく分かれるものと考えている。当セミナーでは全体的に「ふつう」という回答が半数近く締めているので「なんとなく聞いていた」という結果が窺えるが、「よく分かった」との回答も少なくないと思われ、今後は「よく分かった」を増加させていくことを目標として、各会場のアンケート詳細に分析して、説明資料、説明方法等を向上させる事に取り組む。

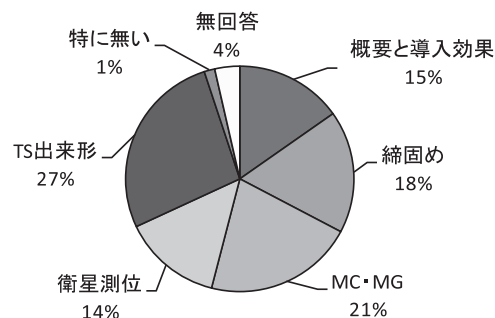


図—6 聴講内容の理解度

(c) 聴講による技術向上への寄与

技術向上への寄与については、受講者の技術向上に寄与できたかの判定と受講者の満足度であると捉えることができる結果である。この結果は全科目平均的な割合で分散していることから、ある程度の要望には対応できていると考えられるが、中でも、一般技術とされたTS出来形管理と、衛星測位について見ると、TS出来形管理は平成24年度より標準管理手法とされているにも係らず、まだ本格的に広く利用されていないか、理解度が低いのではないかと推測できる。

また、衛星測位については、トラブル発生時の連絡先さえ確保しておけば特に知識を有していなくても活

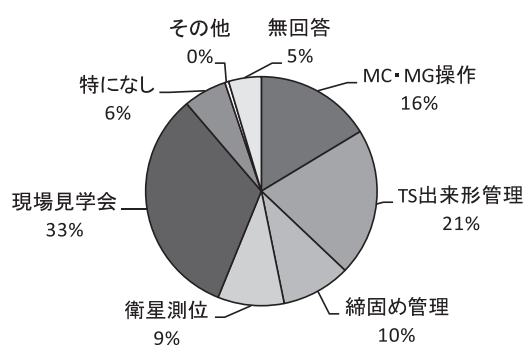


図—7 聴講による技術向上への寄与

用できる技術で、受講者に直接的な技術が要求されるものではないため、これまでセミナー等でも取上げるケースは少なかったと思われるが、当セミナーにおいては、情報化施工技術の測位場面では欠かすことの出来ない基礎知識であると判断し、1つの枠として説明を実施しており、少なくともその成果が有ると判断している。

(d) セミナー開催ニーズ

今後のセミナー等の活動において、参加者のニーズに応えた内容とすることは集客数を増やすことを考えると必要なことである。特に要望が高い内容は、現場見学会で、次いでTS出来形管理となっている。このことは、現場見学会は稼動している現場での活用方法と実機が確認できる利点があるが、CPDS必要ユニット確保のための参加ということであれば、座学よりも楽な時間を過ごせるという現実もある。また、TS出来形管理については、一般化されたものの上手利用できていない、あるいは導入しなければならないが後回しにしているなどの理由で、本格的に取り組みたいという姿勢を窺うことが出来る。



図—8 セミナー開催ニーズ

4. 発注者研修実施報告

東北地方整備局が主催する情報化施工に関する職員研修における、講師派遣依頼を受けての活動内容を指すものである。主な説明内容はTS出来形管理に關す

る要領解説、設計データの基礎知識解説 及び TS 出来形管理の計測実習である。

この研修で受け持つ範囲で主となることは TS 出来形管理の計測実習で、出来形管理用 TS を 3 セット持ち込み、班編成により受講者が直接的に TS を操作して計測体験を行うものである。この体験により実際の現場立会い時に実施する内容の確認させている。

具体的には、正しく出来形管理計測が実施されていることを確認する手段として、測量器が正確に設置されていること、正規な測量方法で計測が行われていること等、管理要領の記載内容に従って実務的な内容を説明している。この様な計測実習を実施している背景には、測量機器に慣れていない、あるいは測量の基礎知識を有していない職員に対しても、実機を活用することで作業内容のイメージを確認することが可能となる。

なお、平成 27 年度には東北技術事務所所有の MG 搭載遠隔操縦式油圧ショベルを利用して、MG の基礎知識と、災害復旧に対応する MG 技術の説明を行うことで、災害発生時の対応判断に寄与できると考えている。研修講師派遣依頼には、今後とも対応していく方針であるが、東北地方整備局の研修のみに留まらず、各地方の主要事務所においても可能な限り情報化施工技術講座を実施していきたいと考えている。



写真一 1 実施状況

5. 情報化施工現場見学会開催報告

平成 26 年度には、当協会本部が事務局となっている「情報化施工員会」復興支援ワーキング（以下 WG という）との共催により、岩手県宮古市において WG が支援を行っている道路土工現場にて見学会（現場実技講習会）を実施した。実施内容は現場に導入している MC ブルドーザ、MG バックホウ（衛星測位と TS



写真一 2 見学会実施状況

測位)、締固め管理、TS 出来形管理、ネットワーク型衛星測位の概要を説明すると共に実機の見学及び操作を実施した。

参加者は、三陸地方で復興工事を実施している施工者を中心とする 49 名だった。

6. 今後の情報化施工セミナー開催方針

当委員会はセミナー等の活動を中心として今後も東北管内で展開することを基本としており、一民間企業では実施困難な内容、中立的立場でセミナー実施内容を検討していきたい。

特に、現場見学会は発注者と連携して実施することが必要不可欠となるため、委員会の特色を前面に出して活動できる内容に取り組むことが重要であり、また、各地方都市部での開催として受講者数を伸ばすことにより、年毎に開催地を変更して広く周知していくことが重要であると考えている。

JICMA

《参考文献》

- 1) 厚生労働省ホームページ 新規学卒者の離職状況に関する資料一覧

【筆者紹介】

鈴木 勇治（すずき ゆうじ）
情報化施工技術委員会 委員長
㈱ニコン・トリンプル
iCT 営業部



CMI 報告

コンクリート内部に発生した微細ひび割れの微破壊試験法に関する研究

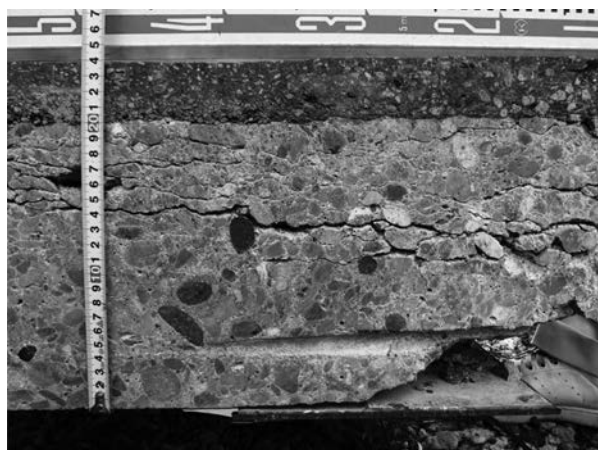
谷 倉 泉・渡 邊 晋 也

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の内部に写真—1のような水平に発生した微細なひび割れが多数の構造物から発見され、報告^{1), 2)}がなされている。既往の研究では、その発生原因としてアルカリシリカ反応によるものと、凍結融解作用によるものであるとの指摘がある。両者は、コンクリート内部でシリカゲルもしくは水が膨張して生じる問題であることから、同様の劣化メカニズムで微細な水平ひび割れが生じていることが推定される。

コンクリート内部に発生した微細な水平ひび割れは、コンクリート構造物の耐力を低下させると考えられることから、早期に発見して補修・補強する必要がある。しかしながら、コンクリート中の水平ひび割れは、コア抜きで調べられる以外に外観からの調査で確認することは不可能である。すなわち、床版内部の水平ひび割れを確実に、かつ簡便に調査する手法が求められているのが現状である。

そこで、本研究は微破壊試験法に着目し、コンクリート中の微細な水平ひび割れを調査する手法について試験検討を行ったものである。以下に、微細ひび割れ調査方法の概要および調査結果について報告する。

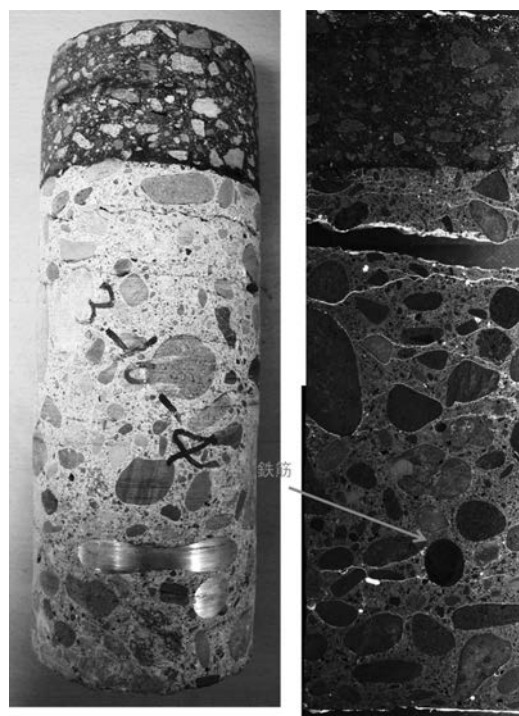


写真—1 RC床版内部に発生した水平ひび割れ

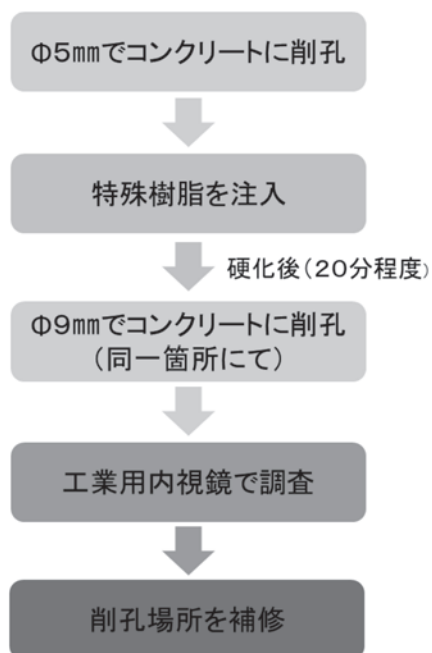
2. 微破壊試験法

現在、コンクリート中の微細ひび割れの調査方法としては、コア（ $\phi 50\text{ mm} \sim 100\text{ mm}$ ）試験体を採取して、持ち帰り、試験室で蛍光エポキシ樹脂等を微細ひび割れに含浸させて調査する方法（写真—2）が一般的である。しかしながら、その場合の問題点としては、コア径にもよるが、削孔部がコンクリート構造物に与える影響が少なからずあると考えられる。また、試験室に持ち帰らないと調査ができないことから、結果を得るまでに時間を要してしまうことなどが挙げられる。その結果、調査できない部位があったり、緊急対応ができないなどの問題があったりする。そこで、本研究で開発した微破壊試験法は、コンクリート構造物に損傷をなるべく与えず、調査結果も現場で確認できる方法とした。試験法の作業フローを図—1に示す。

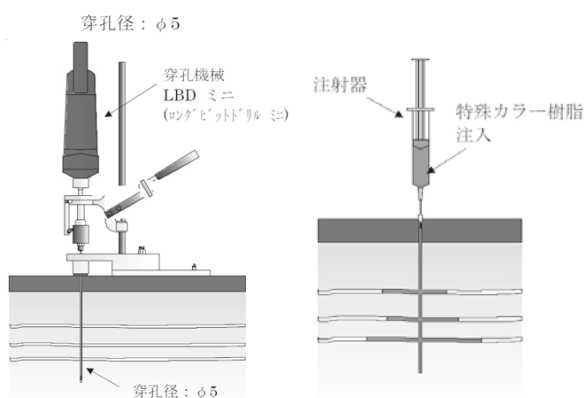
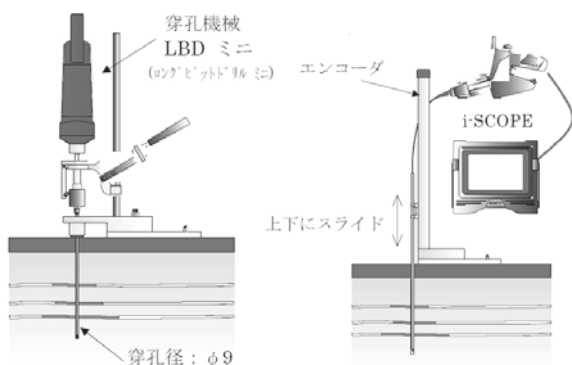
本微破壊試験法は、調査箇所には $\phi 5\text{ mm}$ の水循環式ドリルを用いて削孔した後、浸透性の極めて高い特殊樹脂を一般的な注射器で注入する。特殊樹脂の硬化に



写真—2 従来のひび割れ調査法



図ー1 微破壊試験法のフロー

1) $\phi 5$ mm での削孔 2) 特殊樹脂の注入3) 再度 $\phi 9$ mm で削孔 4) 内視鏡観察

図ー2 調査のイメージ

要する時間は約 20 分程度であり、その間は静置する。その後、同一箇所にて $\phi 9$ mm の水循環式ドリルを用いて削孔を行い、その後壁に沿って上部より小径の工業



写真ー3 水平ひび割れを有する試験体



写真ー4 工業用内視鏡の調査状況

用内視鏡（ファイバースコープ）を混入して観察・記録する。調査に用いる穴径は最大 $\phi 9$ mm となり、コンクリート構造物に与えるダメージはほとんどないと考えられる。調査方法のイメージを図ー2に示す。

3. 予備試験

(1) 予備試験概要

予備試験として、人工的にコンクリート版の中央に水平ひび割れを発生させた試験体（写真ー3）を用いて調査を行った。調査は、上述した順序に従って実施し、工業用内視鏡の撮影条件としては、壁面観測を視野角 120 度の直視レンズと視野角 60 度の側視レンズを用いた。ひび割れの幅計測は、ステレオレンズを用いて測定した。調査状況を写真ー4に示す。

(2) 予備試験結果

調査の結果、直視レンズで測定した場合、ひび割れ部に特殊樹脂（オレンジ色）が充填されていることが確認された。写真ー5に示すようにひび割れの視認も容易なことが確認できた。次に、ひび割れ幅についてはステレオレンズにより計測した結果、写真ー6に示すように 0.18 mm ～ 0.65 mm のひび割れを確認す

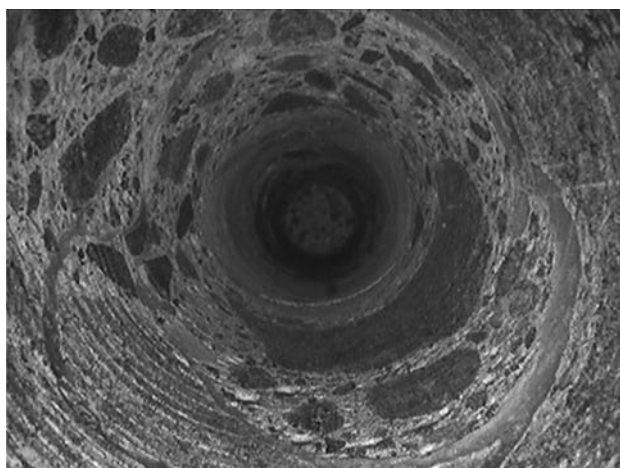


写真-5 直視レンズによる測定結果結

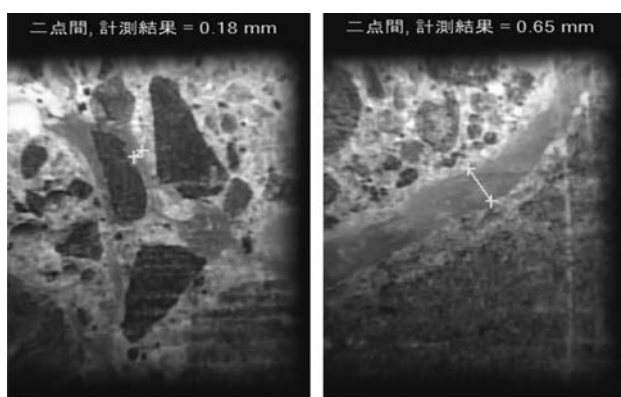


写真-6 ひび割れ幅の測定結果結

ることができた。したがって、コンクリート内部のひび割れ幅も現場で迅速に把握することができることが確認できた。

4. 撤去床版内部のひび割れ調査

(1) 撤去床版の概要

寒冷地に設置されていた橋梁床版であり、橋梁の架設年次は昭和40年で、供用開始から本調査の実施までに46年間供用されていた。その外観を写真-7に示す。床版上面の一部では砂利化している箇所が確認され、切断面を観察すると微細なひび割れも点在していることが確認できた。微細なひび割れを写真-8に示す。写真中の赤矢印は、微細ひび割れを示す。

(2) 調査概要

本調査では、アスファルト未撤去の床版上面からの調査と、床板下面からの調査の2通り実施した。調査は、図-1に示す微破壊試験法のフローに準拠して行っている。



写真-7 使用した撤去床版



写真-8 微細ひび割れの状況

(3) 調査結果

(a) 床版上面からの調査結果

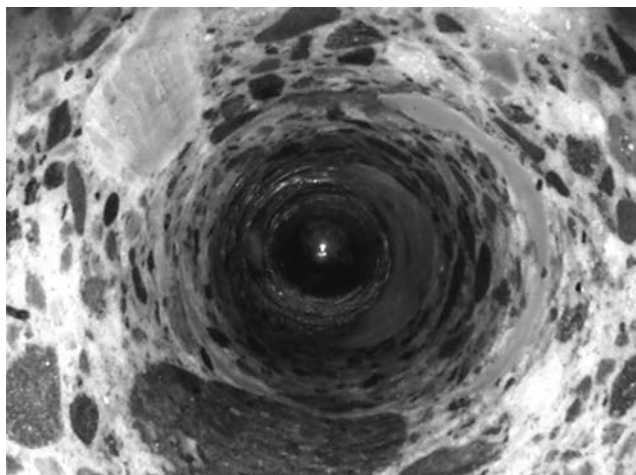
この微破壊試験法は、交通規制下での調査を想定していることから、本調査で樹脂注入の支障になりうると思われるアスファルト合材を介した場合の調査方法について検討を行った。その結果、削孔は特に問題もなく、コンクリートと同様にアスファルト合材も削孔することができた。また、特殊樹脂についても、注入漏れなどは無く、コンクリート内部の微細な水平ひび割れに充填をすることが確認できた。また、床版上面から、工業用内視鏡で観察したコンクリート内部の微細な水平ひび割れ発生状況を写真-9に示す。コンクリート内部の多数の水平ひび割れを確認することができた。

(b) 床板下面からの調査結果

本調査の支障になると考えられるのは、特殊樹脂を注入することが可能かどうかである。下面からの削孔は写真-10に示すような方法で実施した。調査の結果、特殊樹脂の注入は問題なく行うことができ、微破壊試験法についても上面から実施した場合と変わらない結果が得られた。

(c) 撤去床版のまとめ

本試験研究では、現場を模擬した方法で床版上面お



写真—9 撤去床版内部に発生している水平ひび割れ



写真—10 下面からの削孔状況

よび床版下面からのコンクリート内部の微破壊調査を行った結果、両者ともに确实調査が行えることが確認できた。また、コンクリート内部に発生していたひび割れ幅は写真—11に示すように0.11mm～0.92mmであった。

5. まとめ

本検討研究では、コンクリート構造物の内部に発生している微細な水平ひび割れを調査する微破壊試験法について検討を行った。コンクリート内部のひび割れは外観に変状が出にくく、特に床版などでは適切な非破壊検査方法もないことから、直接内部を確認する、新たなコンクリート内部の調査方法開発し、その適用性について検討を行った。得られた知見を以下に示す。

- 1) 従来のコア採取による調査方法と比べて、本研究で開発した微破壊試験方法は、構造物に与える影響や調査結果が得られるまでの時間を短縮



写真—11 ひび割れ幅の測定結果

することができ、効率の良い确实な調査を実現することが可能である。

- 2) 工業用内視鏡を用いて調査をする場合、様々なレンズを組み合わせることで、多面的な視点からの調査が可能である、本研究では、3種類のレンズを用いて検討を行った結果、ひび割れの有無だけでなく、微細なひび割れ幅なども確認することができた。

今後、水平ひび割れが構造物の耐荷力等に与える影響について構造物ごとに検討するとともに、非破壊試験法による面的な評価についても研究を実施していく予定である。

6. おわりに

本報告では、コンクリート床版に発生した水平ひび割れの調査方法として、微破壊試験法を開発し、試行した結果についてとりまとめた。現在、実際に供用されている橋梁で試験施工を行った結果、凍害と考えられる水平ひび割れを検知でき、その成果は補修・補強設計にも反映されている。また、凍害だけでなく、アルカリ骨材反応が生じているコンクリート構造物の劣化程度を把握する目的にも使用され始めている。

戦後から現在にかけて建設された数多くのコンクリート構造物は、過酷な供用環境のもとでの劣化、損傷が進んできている。これらの構造物を適切に維持管理し、末永く安全に使用することは、我々土木技術者の使命でもある。

施工技術総合研究所では、多岐にわたる社会のニーズに沿って、様々な土木構造物の調査方法や維持管理手法の研究を継続し、社会に貢献していきたいと考えている。

最後に、本報告は日本非破壊検査協会 主催の2014年度秋季大会に投稿したものを加筆・修正をしたものである。

謝 辞

本研究を実施するにあたり，国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 岡田慎哉 博士（現，北海道開発局 留萌開発建設部 道路計画課 課長）にご助言と試験体の提供をしていただきました。ここに付記し感謝の意を表します。

J C M A

《参考文献》

- 1) 三田村浩ほか，46年間供用した積雪寒冷地における道路橋 RC 床版の損傷状況の調査，土木学会北海道支部 論文報告集 第69号，部門 A-11
- 2) 参納千夏男ほか，ASR と凍害による複合劣化を生じた電力土木施設の調査事例，コンクリート工学年次論文集，Vol.28，No.1，pp989-994，2006

【筆者紹介】

谷倉 泉（たにくら いずみ）
一般社団法人日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所
研究第二部 部長
技術士（建設），特別上級土木技術者



渡邊 晋也（わたなべ しんや）
一般社団法人日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所
研究第二部 主任研究員
博士（工学）



部 会 報 告

除雪機の変遷（その10） 除雪グレーダ（2）

機械部会 除雪機械技術委員会

昭和53年（1978年）

（株）小松製作所が変速操作の容易化と燃費向上をはかるためダイレクトパワーシフトトランスミッション（ハイドロシフトトランスミッション）搭載の3.7m級GD605A-1を開発した。

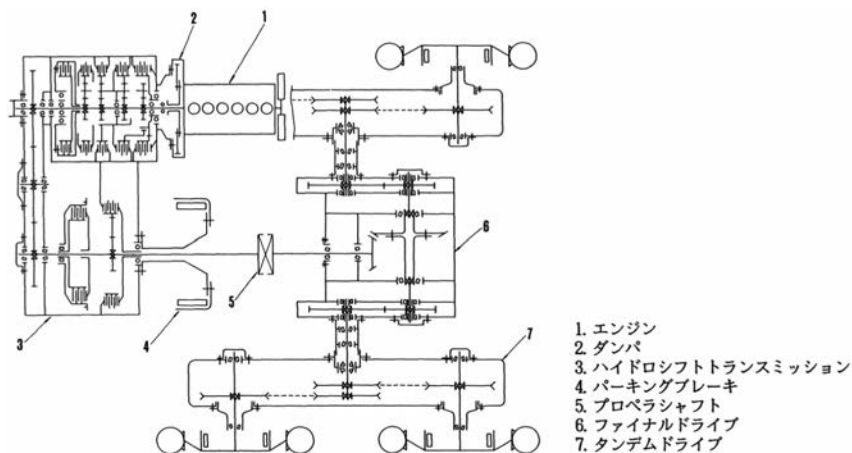
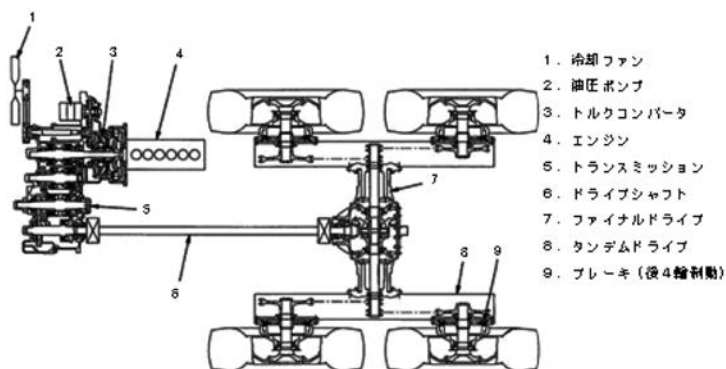


写真 4-34 3.7m級 145PS GD605A-1（株）小松製作所 昭和53年

GD605A-1はGD37クラスのモデルチェンジ車で3.7m級としては国内で初めて車体屈折可能なアーティキュレートフレーム採用の除雪グレーダとなった。

ダイレクトパワーシフト式動力伝達方式は、遊星歯車列と油圧クラッチ列をミッション内部に構成させ、ダイレクトドライブで効率の良い動力伝達により燃費を改善しつつ、トルクコンバータを用いなくても変速操作が簡単に行えるように改善がはかられている。

一方トルクコンバータ式動力伝達方式は、エンジンとトランスミッションの間にトルクコンバータをクッション的役割で置くことにより、タイヤからの負荷変動に対しエンジンを守り、逆にエンジン変動ショックからトランスミッションを守る効果と、除雪車の発進をスムーズにできること、エンストしない利点があった。反面、システムが高価であることと駆動力伝達効

図 4-1 ダイレクトパワーシフト式の動力伝達系統図³⁾図 4-2 トルクコンバータ式の動力伝達系統図³⁾

率の関係から燃費が劣る面もあった。

昭和 54 年（1979 年）

（株）小松製作所は、3.7 m 級アーティキュレートフレームの GD505A-2 を開発した。また三菱重工業(株)は、従来のシンクロメッシュトランスミッションをダイレクトパワーシフトトランスミッションに変更し、キャブフロントマウントアーティキュレートやチェーン駆動式のタンデムドライブを採用した 3.7 m 級 MG400 を開発した。



写真 4-35 3.7 m 級 134PS GD505A-2 (株)小松製作所 昭和 54 年



写真 4-36 3.7 m 級 150PS MG400 三菱重工業(株) 昭和 54 年

昭和 55 年（1980 年）

三菱重工業(株)は MG400 と同じシステム、同じ特徴を有した 3.4 m 級 MG300, 4.0 m 級 MG500 を開発した。

昭和 56 年（1981 年）

三菱重工業(株)は、SG1 後継機としてチェーン駆動式タンデムドライブやアーティキュレートフレーム等を採用した小形機種 2.8 m 級 MG100 を、また同クラスでターボ付きの MG150 を開発した。



写真 4-37 3.4 m 級 125PS MG300 三菱重工業(株) 昭和 55 年



写真 4-38 4.0 m 級 175PS MG500 年 三菱重工業(株) 昭和 55 年



写真 4-39 2.8 m 級 80PS MG100 三菱重工業(株) 昭和 56 年



写真 4-40 2.8 m 級 95PS MG150 三菱重工業(株) 昭和 56 年

（株）小松製作所は 2.2 m 級 GD22AC-1A, 2.8 m 級 GD28AC-1, 3.1 m 級 GD31RC-3A, 3.7 m 級 GD505A-2 の後継機として、それぞれ GD200A-1, GD300-1, GD405A-1, GD505A-2A を開発した。

3.1 m 級は GD405A-1 にてアーティキュレートフレームが採用され、2.2 m 級, 2.8 m 級, 3.1 m 級, 3.7 m 級が全てダイレクトパワーシフトトランスミッションが搭載された。

昭和 58 年（1983 年）

（株）小松製作所は 3.7 m 級 GD605A-1, 4.0 m 級 GD705R-1A の後継機として、それぞれ GD605A-3, GD705A-4A を開発した。



写真 4-41 2.2 m 級 67PS GD200A-1 (株)小松製作所 昭和 56 年



写真 4-42 3.1 m 級 115PS GD405A-1 (株)小松製作所 昭和 56 年

GD705A-4A にて 4.0 m 級もアーティキュレートフレームが採用され、後に開発される 4.3 m 級を除き、(株)小松製作所の 2.2 m 級, 2.8 m 級, 3.1 m 級, 3.7 m 級, 4.0 m 級の除雪グレーダにおいてアーティキュレートフレームが採用された。

三菱重工業(株)は、アーティキュレートフレームを採用し、3.1 m 級 MG200, 3.7 m 級 MG350 を開発した。これ以降三菱重工業(株)の全てのモータグレーダ及び高速圧雪整正機は、アーティキュレートフレームとなった。

昭和 60 年 (1985 年)

旧建設省 5 カ年プロジェクト「高速圧雪整正機の開発」が始まり、(株)小松製作所と三菱重工業(株)が参画。圧雪整正作業の高速化を狙いとし、この年から完成まで 5 年をかけた 4.3 m 級高速圧雪整正機の開発プロジェクトが始まった。

(株)小松製作所にて GH320-1 が開発され、日本道路公団に導入された。従来のモータグレーダに装備されていた作業機のドローバ装置を廃止し、ブレードを後方より支持する機構が採用され高さのあるプラウ型除雪専用ブレードが採用された。

旧建設省東北地方建設局において、(株)小松製作所 4.0 m 級除雪グレーダ GD705A-4A が導入された。三菱重工業(株)は、MG500 をベース車両とした除雪専用車両 4.0 m 級 MG500-S を開発した。本車両には圧雪処理及び新雪処理の効率化のために開発された除雪専用ブレードも搭載された。



写真 4-43 4.0 m 級 230PS GD705A-4A (株)小松製作所 昭和 56 年



写真 4-44 3.1 m 級 115PS MG200 三菱重工業(株) 昭和 58 年



写真 4-45 3.7 m 級 135PS MG350 三菱重工業(株) 昭和 58 年



写真 4-46 4.0 m 級 230PS MG500-S 三菱重工業(株) 昭和 60 年

昭和 61 年 (1986 年)

(株)小松製作所が 2.8 m 級 GD300-1 の後継機 GD305A-1 を、3.1 m 級 GD405A-1 の後継機 GD405A-2 を、3.7 m 級 GD505A-2A の後継機 GD505A-3 を、GD605A-3 の後継機 3.7 m 級 GD605A-5 を開発した。

旧建設省東北地方建設局において、三菱重工業(株)の 4.0 m 級除雪グレーダ MG500-S が導入された。

昭和 62 年 (1987 年)

旧建設省東北地方建設局に、(株)小松製作所の GH320-1 が導入された。

昭和 62 年、三菱重工業(株)は、3.4 m 級 MG330 を、





写真 4-47 3.1 m 級 115PS GD405A-2 (株)小松製作所 昭和 61 年



写真 4-48 3.7 m 級 157PS GD605A (株)小松製作所 昭和 61 年



写真 4-49 4.0 m 級 230PS MG500-S 三菱重工業(株) 昭和 61 年



写真 4-50 3.4 m 級 137PS MG330 三菱重工業(株) 昭和 62 年

平成元年に 3.1 m 級 MG230, 3.7 m 級 MG430 を開発した。作業装置のファインコントロールを可能にする 3 連油圧ポンプ, そして流量制御機構, 比例制御機構, ブレード速度調整機構, 同時操作機構, ブレード昇降速度 2 段階切替機構を有する圧力補償機構付ロードセ



写真 4-51 3.1 m 級 115PS MG230 三菱重工業(株) 平成元年



写真 4-52 3.7 m 級 157PS MG430 三菱重工業(株) 平成元年

ンシング油圧バルブ等が採用された。

GH320-1 の作業機は, プラウブレードが円弧の軌跡で昇降したため, (株)小松製作所は平行に昇降可能な作業機リンクに改良した GH320-1B を開発し旧建設省北陸地方建設局に導入した。

写真 4-53 4.3 m 級 320PS GH320-1B (株)小松製作所 昭和 62 年²⁾

4) 平成年間

平成元年 (1989 年)

昭和 60 年度から実施されていた旧建設省 5 ヶ年プロジェクト「高速圧雪整正機の開発」の集大成としてブレード自動制御付き, 320PS, 4.3 m 級高速圧雪整正機 GH320-2 を(株)小松製作所が, また同機能を有した SR320 を三菱重工業(株)が開発した。

高速圧雪整正機は高規格道路の雁行除雪作業において, 後続車両となる 2 台目以降の除雪グレーダ (1 台目は中央車線側除雪, 2 台目以降は路側帯側除雪で先行車両の排雪の処理もあるため作業負荷が大きい) の除雪処理能力や, 山岳道路での登坂道路での除雪処理能力を高めることで全体の除雪作業スピードアップを狙い開発された。



写真 4-54 4.3 m 級 320 PS 高速圧雪整正機 GH320-2
(ブレード自動制御付) (株)小松製作所 平成元年²⁾



写真 4-55 4.3 m 級 320PS 高速圧雪整正機 SR320
(ブレード自動制御付) 三菱重工業(株) 平成 2 年

(株)小松製作所は、2.8 m 級 GD305A-1A と GD355A-1A 及び 3.1 m 級 GD405A-2A 及び 3.7 m 級 GD505A-3A を開発した。また、優れた視界性・ブレード操作性(微操作性の向上・ブレード昇降速度の無段階調整可能化による)の特徴を持つブレード長 3.7 m 級の GD605A-5A を市場導入した。



写真 4-56 3.7 m 級 157 PS GD605A-5Y (株)小松製作所 平成元年

平成 2 年、三菱重工業(株)は、MG100, MG150 に代わる市町村道除雪にふさわしい機動力・作業性、耐久性、整備性、操作性を備えた小形機種 2.8 m 級 MG130 を開発した。

平成 8 年(1996 年)

(株)小松製作所は、3.7 m 級 GD605A-5Y と 4.0 m 級 GD705A-4Y を開発した。

三菱重工業(株)は、環境対応の気運が高まる中、建設省第 1 次基準排出ガス制値をクリアした、4.0 m 級



写真 4-57 2.8 m 級 95PS MG130 三菱重工業(株) 平成 2 年



写真 4-58 4.0 m 級 230PS MG500-S (E) 三菱重工業(株) 平成 8 年



写真 4-59 4.3 m 級 320PS SR320 (E) 三菱重工業(株) 平成 8 年



写真 4-60 2.8 m 級 95PS MG130 (E) 三菱重工業(株) 平成 9 年



写真 4-61 3.1 m 級 115PS MG230 (E) 三菱重工業(株) 平成 9 年



写真 4-62 3.4 m 級 137PS MG330 (E) 三菱重工業(株) 平成 9 年



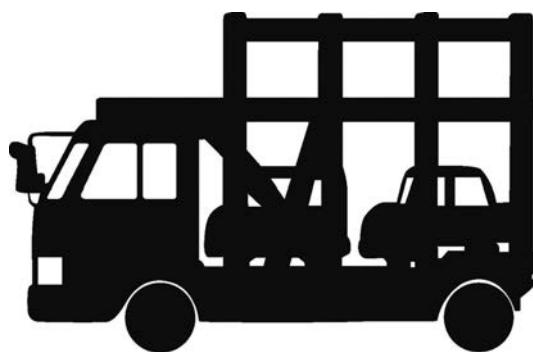
写真 4-63 3.7 m 級 157PS MG430 (E) 三菱重工業(株) 平成 9 年

MG500-S (E), 4.3 m 級 SR320 (E) を, 平成 9 年同規制をクリアした 2.8 m 級 MG130 (E), 3.1 m 級 MG230 (E), 3.4 m 級 MG330 (E), 3.7 m 級 MG430 (E) を開発した。

J C M A

《参考文献》

- 2) 道路除雪 30 年史 平成 3 年 3 月 30 日 編集 建設省東北地方建設局
道路部道路管理課・機械課 発行 社団法人東北建設協会
- 3) 除雪機械の歴史 平成 3 年 3 月 監修 建設省北陸地方建設局 発行
社団法人日本建設機械化協会北陸支部



部 会 報 告

ISO/TC 127 (土工機械) 審議状況

標準部会

我が国の国際標準化活動は、経済産業省に工業標準化法に基づいて設置された審議会である日本工業標準調査会 (JISC) が、国際標準化機関 ISO に、国費によって会費を支払って会員団体として参画している。そのうち、(クレーンを除く) 各種建設機械に関する国際標準化活動に関しては、当協会が JISC の委任によって ISO の各専門委員会 TC に対応する国内審議委員会として活動させていただいており、これらの専門委員会に対する日本の参加地位は P (積極参加) メンバーである。

このうち、ISO 専門委員会 ISO/TC 127 (Earth-moving machinery 土工機械) の活動に関して、最近の審議状況を掲載する。なお、次号以降で、ISO/TC 127 傘下の各作業グループ国際会議、9 月 13 日から開催予定のラハイナ国際会議などについて報告する予定である。

(1) ISO/TC 127 (土工機械) 審議状況全般

ISO/TC 127 については、国際専門委員会委員会の P (積極参加) メンバーとして ISO 規格作成に参画するだけでなく、傘下の分科委員会 ISO/TC 127/SC 3 (機械特性・電気及び電子系・運用及び保全) の国際議長 (本年 4 月からはコマツ 出浦 淑枝氏) を務め、また、幹事国業務を実施して国際分科委員会を運営し、SC 3 での円滑な規格審議・作成・促進を図っている。更に、ISO 15143 シリーズ (施工現場情報交換) にデータ項目の定義などを追加する拡張のための MA (メンテナンス機関) を幹事国として運営することとなっている。

これに加えて、ISO/TC 127 の各分科委員会 SC の傘下の国際作業グループ ISO/TC 127/SC 3/WG 4 (ISO 15818 つり上げ及び固縛箇所、コマツ 宮崎氏担当)、ISO/TC 127/SC 3/WG 5 (ISO 15143 施工現場情報交換、コマツ 山本氏担当)、ISO/TC 127/SC 4/WG 3 (締固め機械用語及び仕様項目 ISO 8811 改正)、ISO/TC 127/SC 2/WG 25 (危険検知装置及び視覚補助 ISO 16001 改正、コマツ 出浦氏担当) については、コンビナー (主査)・幹事を務め、規格作成を推進して活動中である。このうち、ISO/TC 127/

SC 2/WG 25 については平成 26 年 10 月 12 日～13 日に国際作業グループ会議をフランス国パリ市所在の国立安全研究所 INRS 及び労働・雇用・労使対話省の労働総局 DGT から会議室の提供を受けて開催して各国意見の調整を図っており、ISO/TC 127/SC 3/WG 5 については、米国から ISO 15143-3 (施工現場情報交換—第 3 部: テレマティクスデータ) の新業務提案があり、2015 年 2 月及び 5 月に国際作業グループ会議を米国及びドイツ国で開催など審議進行を図っている。

なお、各作業項目に関しての進捗状況を次に示す。特に重点的に取り組んでいるのは、日本発信の規格案の推進であるが、それ以外であっても、日本の建設機械製造業にとって重大な利害関係のある標準化案件が多く、それらに積極的に参画している。

また、ISO/TC 127 土工機械専門委員会には、次の分科委員会 SC があり、業務を分担しているので、今回は、各 SC 毎に報告する。

ISO/TC 127 土工機械 親専門委員会

- ・ ISO/TC 127/SC 1 安全・性能性試験方法分科委員会
- ・ ISO/TC 127/SC 2 安全性・人間工学・通則分科委員会
- ・ ISO/TC 127/SC 3 機械特性・電気及び電子系・運用及び保全分科委員会
- ・ ISO/TC 127/SC 4 用語・商用名称・分類・格付け分科委員会

これに加えて、親専門委員会及び各分科委員会の傘下に、案件によっては、検討のための国際作業グループ WG が組織されている。

(2) 親専門委員会 ISO/TC 127 案件

親専門委員会では、新業務提案を検討し、これらを各分科委員会に割りあてるほかに、各分科委員会で扱うのが適当でない案件を扱っている。

- ・ ISO/AWI 10987-2 土工機械—持続可能性—第 2 部: 製品再生←製品再生に関する中国の標準化提案で、日本としては部品再生の枠を超えるものは反対なので反対投票も承認され対応要の状況である。
- ISO/AWI 10987-3 土工機械—持続可能性—第 3 部:

中古機械←中古機に関する中国の標準化提案で、日本としては標準化メリットは疑問として反対投票も承認され対応要の状況である。

ISO/pWi 10987-4 土工機械—持続可能性—第4部：温室効果ガス（排出抑制）/燃料効率←米国が提案を予定しているが、日本は、既に団体規格 JCMAS H 020～022 エネルギー（又は燃料）消費量試験方法の適用によって実績を積んでいるので、それに基づいて主張の方向である。

←上記、第2部～第4部は国際作業グループ ISO/TC 127/WG 8（コンビナー 米国 Caterpillar 社 Roley 博士）で検討中であり、平成 27 年 3 月 23 日～25 日の会議にはコマツ 出浦氏が参画して対応している。

・ **ISO/AWI TR 19948 土工機械の適合性評価及び基準認証手順**←機械の適合性評価及び基準認証手順に関する標準化提案で、日本のメーカーの各国の基準対応上重要なので、当該国際 ISO/TC 127/WG 16（コンビナー 米国 Caterpillar 社 Roley 博士）の平成 26 年 10 月末のパリ市での国際会議にはコマツ 間宮氏が出席して検討に参画、平成 27 年 5 月のロンドンでの国際会議には連休時期のため参画見送り。

・ **ISO/NP 19296 鉱山機械及び土工機械—坑内走行機械—機械安全**←鉱山及びトンネルなど地下で走行作業するロードホウルダンプ、坑内用ダンプなどの坑内走行機械の安全規格案で、ISO/TC 82（鉱山）の作業グループで検討中、TC 82に移管（TC 82/JWG 5）、DIS 投票承認されたが多数の意見があり、6 月下旬のスウェーデンでの会議で調整（日本からはコマツ 出浦氏が出席）、第 2 次 DIS 投票へ、欧州規格に準じて、地下鉱山機械のみならずトンネルで使用される機械（ただしシールド機械を除く）も含めることとなり、安全要求の内容は ISO 20474 が基礎となっていて建設機械の派生機械であれば、それほど問題はないと思われるが、日本で手がけているロードホウルダンプ、坑内用ダンプの他に各種土工機械の坑内使用も関係するので、より積極的な参画が必要な状況である、なお、TC 82 の国内審議は資源・素材学会さんがご担当されているので、機械メーカーの意見反映をお願いさせていただく体制を検討要である。

・ **TC 127/WG 7 コンパクトツールキャリア**← NEVA 氏をコンビナーとして SC 2 に移管（SC 2/WG 27）、日本では少量を農業機械として生産なので新業務提案には賛成、事務局を専門家登録、NP 承認、今後は SC 2 で検討。

・新業務候補案件

- ・ **アタッチメントの安全**に関してイタリアが制定を目論見
- ・ **多点式シートベルト**に関して米国が SAE J 2292 に基づき制定を目論見
- ・ **油圧ブレーカ**に関する更なる標準化を韓国が目論見、用語関係の標準化終了後、次の作業として開始
- ・ **DEF（ディーゼル排気ガス浄化用液）の地上からの補給口**の標準化に関する米国の新業務を目論見

(3) SC 1 案件

- ・ **ISO 5006/AWi Amd 1（現行版 = JIS A 8311）土工機械—運転員の視野—試験方法及び性能基準（追補）**
←機械の運転員からの視界性を評価・規定する内容で、SC 1/WG 5 で改正検討中であつたが、欧州での人身事故に関連して、機械の視界性に問題があるとして、機械（安全）指令に対応する土工機械に関する欧州整合化規格 EN 474 の ISO 5006 引用箇所が、EU 機械指令の必須の安全衛生要求に不適合との判断が決定し、その旨の警告が欧州官報で公示される事態となり、対策として、ISO 5006 の改善を図る緊急の追補が新業務提案され、投票承認され、追補案としては、直接視界が得られることが望ましいこととする、機械周囲直近 1 m での試験対象高さを 1.5 m から（1.2 m などに）減らすことで視認性の要求を高める、（直接視界を補う）モニタや鏡などの追加装置を設置する際には運転員の人間工学的制限を考慮し、後進時の後方視認を提供する装置は運転員の前方に設置する、視覚補助装置はブーム・アームなどの可動物で遮られないこととする、鏡から鏡（複数鏡）を介する装置は許容しない旨の各要求事項を規定する方向となっており、機械後方直近視界を得るための日本の中小形ショベルに多い機械後方補助ミラーなどについて適切に評価すべきと主張するため、平成 26 年 6 月、10 月、平成 27 年 2 月、5 月にいずれもフランス国パリ市のフランス国労働・雇用・労使対話省労働総局 DGT 又はフランス国立安全研究所 INRS で開催された SC 1/WG 5（コンビナー兼 PL は米国 Caterpillar 社 Crowell 氏）国際会議に専門家（日立建機 高山氏、コマツ 間宮氏、コベルコ建機 植田氏）を派遣したものの、欧州側は結局受け入れない問題があり、いずれにしても、これ以上日本に不都合な方向とならないよう参画を図っている。
- ・ **ISO/NP 6393 土工機械—周囲音響パワーレベルの測定—静的試験条件**

ISO/NP 6394 土工機械—運転員耳元音圧レベルの測定—静的試験条件

ISO/NP 6395 (現行版 = JIS A 8317-1) 土工機械—音響パワーレベルの決定—動的試験条件

ISO/NP 6396 (現行版 = JIS A 8317-2) 土工機械—運転員位置における放射音圧レベルの決定—動的試験条件

←騒音測定に関する規格群を、詳細に見直すこととして、ISO/TC 127/SC 1/WG 11 (コンビナー兼 PL は米国 Deere 社 Rawal 氏) で検討開始することとなっているが、その後、音沙汰なく案文待ち。

- ・ ISO/DIS 8643 (現行版 = JIS A 8321) 土工機械—油圧ショベル又はバックホウローダの降下制御装置—性能基準及び試験方法←荷扱いに使用される油圧ショベルなどの (油圧系破損時に作業機の急激な落下を防止する) ブーム降下制御装置の試験方法及び要求事項を規定、今回改正案はアームなども対象に含めることを目的としているが、国内的にはクレーン仕様のショベルが対象、試験時の公差 $\pm 5\%$ で統一をコメントして賛成投票したが、各国意見調整の点から、自動廃案を避けるため一旦取り下げ、ISO/TC 127/SC 1/WG 10 (コンビナー兼 PL はイタリア国 IMAMOTER 国立農業機械建設機械研究所の Paoluzzi 博士) で検討して DIS 段階から再開、日本としては平成 26 年 9 月末のボローニャでの SC 1/WG 10 会議に 2 名 (コマツ 田中健三氏、富山氏) が参画して対応し、更に平成 27 年 7 月 8 日の Web 会議にはキャタピラージャパン社の足立氏が参画して検討中である。

- ・ ISO 10261: 2002/DAmD 1 土工機械—製品識別番号 (PIN) ←機械の識別マークに関する要求事項、記述内容、貼付箇所、構造を規定するが、年式表示コードが 2015 年までしか規定されていない問題があるため、2016 年以降の年式表示コードを追加規定する必要がある、日本担当 (PL はコマツ 出浦氏) で新業務提案から即 DAM 投票、満票で承認、幹事国の英国の誤解により発行が遅れていたが、同国での作業進展によって近日中に追補版発行見込み。

- ・ ISO/PWi/TS 11152 土工機械—エネルギー使用試験方法←エネルギー使用試験方法の標準化で、従来経緯としては、日本は模擬動作条件で燃料消費量を測定する方法を規定する団体規格 JCMAS H 020, 021, 022 を ISO 様式に英訳して提出しつつ意見を主張、燃料消費量を模擬動作条件で測定するか、実掘削・実積込みで測定するかに関して折り合いがつかず、とりあえず両論併記として ISO 規格では

なく TS (技術仕様書) とする方向となっているが、その後 SC 1/WG 6 (コンビナー兼 PL は米国 Caterpillar 社 Crowell 氏) の進展なく遅滞。

- ・ ISO/PWi/PAS 11708 土工機械に使用する非金属製材料の認証—運転員保護構造←：視界性確保のため、ポリカーボネート天窓使用例があり、非金属材料を使用する際の材料選定条件を規定し、その条件に適合した材料で落下物保護構造 FOPS (要求エネルギーが低い方のレベル I) 試験を実体・常温で実施することを目的として論議) 評価するための規格案で、TS (技術仕様書) よりも格下の PAS (公開仕様書) として発行となったが、担当のイタリアは取り下げ意向で、日本の解体用機械安全対策のための法令適用に際して、ポリカーボネートの使用もありうることから、日本としては、予備検討だけは進めるべきとして総会では合意されたが、その後の動きなし。
- ・ ISO/CD 16001 (現行版 = JIS A 8316) 土工機械—危険検知装置及び視覚補助装置—性能要求事項及び試験←各種危険検知装置及び視覚補助装置の要求事項及び試験方法の規格で、運転員の視界確保のため、画像処理による鳥瞰画像システムなどが普及しつつあることなどを反映させるなど最新の技術を導入する改正を日本から提案、コマツ 出浦氏をプロジェクトリーダー PL 兼 ISO/TC 127/SC 2/WG 25 (SC 1 に移管予定) のコンビナー (主査) として検討、CD 投票に進み、その際の各国意見を検討するため、フランス国の前記 DGT 及び INRS から会議室を提供されて平成 26 年 10 月にパリで国際作業グループ会議を開催し、会議での結果を踏まえて、DIS 案文策定へ向けて検討中である。

(4) SC 2 案件

- ・ ISO/NP 3449 (現行版 = JIS A 8920) 土工機械—落下物保護構造—台上試験及び性能要求事項←ショベル以外の各種土工機械の落下物保護構造 FOPS とショベルの OPG 運転員の保護ガードとの統合化を図る改正提案で、従来ミニ機械は要求エネルギーレベルの高いレベル II (FOPS で 11 600 J) は対象外であったものを含める方向となるなどの問題を指摘しているが、平成 26 年 6 月の ISO/TC 127 総会后、ドイツの PL の Hartdegen 氏が体調を崩したため進展なし。今後進展の際には、積極的参画要の状況である。
- ・ ISO/AWI 5010 (現行版 = JIS A 8314) 土工機械—車輪式機械—かじ取り装置要求事項←かじ取り装置

に対する要求事項及び試験方法を規定する内容で、従来、ゴムタイヤ式だけ対象だったが、PL 及び当該 SC 2/WG 21 の後任のコンビナーをスウェーデンの Samuelsson 氏として鉄輪ローラも対象に含める提案として再開され、日本は、低速機械に対する試験条件の配慮不足、かじ取りハンドルの位置が複数ある日本のローラに対する配慮不足などを理由に反対したが、大多数の賛成により新業務承認され、検討開始となった。

- ・ ISO/NP 7096 (現行版 = JIS A 8304) **土工機械—運転員の座席の振動評価試験**←各種の機械について、運転員の座席の振動伝達特性に関するベンチ試験方法及び許容基準を規定する規格の EU フィジカルエージェント (人体振動) 指令改正に伴う (と思われる) 改正案で当該作業グループ ISO/TC 127/SC 2/WG 23 のコンビナー兼 PL を BGBau 土木建設職業保険組合の Hartdegen 氏から座席メーカーの Grammer 社の Stahl 氏に交代して再開することとなり、日本は現状で特段問題なく、また、担当国のドイツが検討している入力条件の見直しで、機種によっては起振周波数を低い方に変更する場合、試験設備がほとんどない問題が生じるなどとして反対したが賛成大多数で新業務として承認されている。
- ・ ISO 9244: 2008/DAMd 1.2 (現行版 = JIS A 8312) **土工機械—機械安全ラベル—通則**←建設機械の製品安全ラベルの通則を規定するとともに、事例を提供、今回追補 (PL は米国 Deere 社の図記号専門家の Gast 氏) では、現行規定は安全標識全般を横断的に審議する ISO/TC 145/SC 2 の規定に不適合で、赤色で示す禁止の図記号は黄色を背景としてはならない (白地とすべき) とされていることに反している問題があるため、是正のための追補案が投票に付されたが、日本の製造業としては、安全ラベルとはいっても全機種が対象となるので大変な手間を生じる問題があり、また、国内の図記号の専門家に意見を求めたところ、追補案もむしろ安全標識全般を横断的に審議する ISO/TC 145/SC 2 の規定に不適合が増える問題があるとされ、その点を指摘して DAM に反対投票したが、賛成多数で承認され、ただし各国意見を考慮して第 2 次投票に進められ、赤丸に斜線を do not の意図で用いるのは必ずしも否定されておらず、但し、ISO の (共通的) 規定によって白地の上に用いるべきとなっているので、国内での工業会さんの安全標識についてどう考えるか含め検討要。
- ・ ISO/NP 10968 (現行版 = JIS A 8919) **土工機械—**

操縦装置←運転員の搭乗する機械の主要操縦装置の要求事項を規定する現行版に対してスウェーデンのアタッチメントメーカーの希望によるチルトローテータ操作追加などの改正提案で ISO/TC 127/SC 2/WG 26 (コンビナー兼 PL は Steelwrist 社の Stockhaus 氏) で検討中、平成 27 年 1 月 14 日、2 月 4 日、3 月 5 日、4 月 7 日、6 月 9 日に Web 会議開催され、日本からコマツ 出浦氏・間宮氏及び事務局が参画、日本としてはショベルのブームスイング、オフセット操作用横置きペダルなどの反映を提案しており、日本の意見の反映を図るため、今後、案文整備に協力していく必要がある。

- ・ ISO/AWI 12117-1 (現行版 = JIS A 8921) **土工機械—ショベル系掘削機械の保護構造の室内試験及び性能要求事項—第 1 部：横転時保護構造**←ミニショベルが横転などしたときに運転員が機械に押しつぶされる可能性をへらすための保護構造 TOPS の静荷重下の負荷特性の評価方法及び性能要求事項を規定しているが、改正提案では規格の適用範囲をミニから大形に拡大することが意図されており、日本はすでに転倒時保護構造の規格 ISO 12117-2 発行済みとして反対も、欧州勢の支持で新業務となった経緯があるが、当該 ISO/TC 127/SC 2/WG 17 のコンビナー兼 PL の Hartdegen 氏の健康悪化によりその後の動きなし、ただし、内容面では既に機械指令に対応する油圧ショベルに関する欧州整合化規格 EN 474-5 に反映されている問題がある。
- ・ ISO 12117-2:2008/DAMd 1 (現行版 = JIS A 8921-2) **土工機械—ショベル系掘削機保護構造の台上試験及び性能要求事項—第 2 部：6 トンを超える油圧ショベルの転倒時保護構造 (ROPS)**←油圧ショベルが転倒などしたときに運転員が機械に押しつぶされる可能性をへらすための転倒時保護構造 ROPS の静荷重下の負荷特性の評価方法及び性能要求事項を規定する規格に関して日本から表示などに関する小修正の追補を提案 (PL コマツ 田中氏)、DAM 承認されたが、日本が提出した案文を ISO 中央事務局で電子的に処理する際に案文の脚注が抜けてしまう旨の不備の是正を指摘しているところである。
- ・ ISO/DIS 13031 **土工機械—クイックカブラ—安全**←アタッチメントのクイックカブラの安全性について検討、いったん DIS 承認されたが、各国意見調整・英国 HSE 安全衛生庁のコンビナー退任などのため、いったん取り下げて再度 SC 2/WG 14 (英国の工業会 OB の Kent 氏が PL 兼コンビナーを引継) で検討し、新業務を DIS 段階から再開し、10 月 21

日期限で投票中、以前はアタッチメントメーカーの問題という認識で当該 ISO/TC 127/SC 2/WG 14 への参画をおおむね見送っていたが、母機側への影響もあるので、平成 26 年 6 月 19 日のパリの労働総局 DGT での会合にはコマツ 間宮氏が出席している。

・ISO/CD 13766-1 土工機械—電磁両立性—第 1 部：典型的な電磁両立性環境における電磁両立性機能要求事項

ISO/CD 13766-2 土工機械—電磁両立性—第 2 部：機能安全面での電磁両立性要求事項

←（現行版 = JIS A 8316）機械の外部電磁環境に対する耐性イミュニティと、外部環境への機械からの放射エミッションがいずれも適正である電磁両立性を規定する規格で、イミュニティ要求レベルが CEN の EN 13309（自動車同様レベル）と ISO 13766（より高い要求レベル）との不整合を解消する方向での改正が図られており、日本としては、周波数帯域の拡大、電界強度の妥当性など、懸念点を指摘しつつ当該 ISO/TC 127/SC 2/WG 16（PL 兼コンビナーはドイツの EMC 試験会社の Kellerbauer 氏）に専門家（コマツ 吉田氏）を派遣して、日本に不都合な方向とならないよう参画を図っているが、建設機械の実機での試験可能な電波暗室を所有するのは日本ではコマツ 1 社だけであり、各種代替試験法に関しての論議が行われている状況であり、平成 26 年 11 月のドイツでの国際作業グループ会議で方向性が一応はまとまり、新業務として再開され、CD 投票で承認され、6 月 18 日のドイツで WG 会議が開催され、今後、DIS に進めるべく検討を進めることとなっている。

・ISO/pWi 13649 土工機械—火災予防←土工機械の火災に対する消火装置～火災予防についての標準化提案であるが、SC 2/WG 15（コンビナー兼 PL は米国 Deere 社の West 氏）で検討中も、日本は国際 WG 会議への参加を見送っており、詳細不詳。

・ISO/AWI 17757 土工機械—自律式機械システムの安全←当初は、自律式機械の安全性に関して検討開始であったが、日本も大形重ダンプトラックの自律運転に取り組んでいることもあり各地で開催の国際 SC 2/WG 22（コンビナー兼 PL は米国 Roley 博士）会議に（他に平成 26 年 6 月の Web 会議にも）コマツ 遠嶋氏などが参画、機械の使用者を巻き込んだ検討となったため、機械を使用するシステムを含む規格案となり、また、鉱山での使用を中心に検討のため、TC 82（鉱業）との連携案件となっている。2015 年 6 月のストックホルムでの会合では、未だ、

言葉の定義が曖昧であるといった指摘が多く、会議での時間の浪費を防ぐため編集委員会を別途設定してそこで検討することとなっている。

・ISO/NP 19014 土工機械—制御システムの安全—リスクアセスメント及びパフォーマンスレベル PL の決定←ISO 13849-1（= JIS B 9705-1）に基づき、（電子式以外も含む）機械の制御系の安全関連部に関してリスク分析及びリスクの評価並びにパフォーマンスレベルの決定に関して標準化を図り、安全要求事項を規定する提案であるが、リスクアセスメントに関しては、横断的規格として参照する ISO の ISO 13849-1 と IEC の IEC 61508 での差異があつて、前者に基づく方向ではあるものの、論議の収束は容易でなく、日本からも各地で開催の国際 SC 2/WG 24（コンビナーは米国 Roley 博士、PL はテーマによって分担）会議にコマツ 田中（昌也）氏などが参画しており、5 月のストックホルムでの会合に続いて本年 8 月のペオリアでの会議にも出席予定である。

・ISO/CD 20474-1 ～ 13（一部は JIS A 8340 規格群に対応）土工機械—安全←EU 機械（安全）指令に対応する土工機械の欧州整合化規格 EN 474 に基づく機種別安全規格であり、第 1 部では土工機械共通の安全要求事項を規定し、第 2 部～第 13 部では機種別の安全要求事項を規定しているが、EN 474 の最新版との整合を目指し、また、各国規制との不整合を避ける方向で修正案検討中で、日本としても国際 ISO/TC 127/SC 2/WG 9（コンビナー兼 PL は Volvo 社の Nilsson 氏）に参画して日本の利害を主張してきたが、昨年 11 月のドイツでの会合では油圧ホースに関して、破裂に対する安全率 4 を巡って論議となり、また、押し潰す危険源が存在する場合単なる強化ガラスの使用は防護手段とは認められないとの注記は、ポリカーボネートの窓材や合わせガラス、網目ガード追加などでの対応が必要となる可能性があるなどの問題が生じており、本年 5 月のロンドンでの WG 会議には Web で参画となったが、いずれにしても年内に DIS 投票に進める方向なので、8 月末予定の WG 会議にはコマツの方が出席予定である（8 月はじめの状況）。なお、国内法令その他に関しては、各国法令の方が厳しい場合だけ各国または各地域によっては規定が存在する旨を記述となっている問題がある。また、既存の ISO/TS 20474-14 土工機械—安全—第 14 部：各国又は地域固有の規定項目の情報に関しては、第 1 部～第 13 部で、各国規制との不整合を避ける方向とすることとして第 14 部廃止とすることとなったが、日本と

しては日本の実情を反映させる必要があり、前記国際 WG に参画して引き続き日本の意見を主張していく。なお、第 5 部に関して、基になる EN 474-5 で、TOPS 要求が規定されている問題がある。

- ・ ISO/pWi TR 25398 土工機械—搭乗式機械の全身振動暴露の事前評価指針—研究機関、団体及び製造業者の国際整合測定データ←各種の機械の各種使用での運転員の人体振動を測定したデータをまとめた技術報告について、EU フィジカルエージェント（人体振動）指令改正に伴う（と思われる）改正案であるが PL 兼 SC 2/WG 12 コンビナーのドイツの Hartdegen 氏の体調に問題が生じたため、案件進捗停滞でその後の情報なし。

(5) SC 3 案件

- ・ ISO/DIS 6405-1（現行版 = JIS A 8310-1）土工機械—操縦装置及び表示用識別記号—第 1 部：共通識別記号

ISO/DIS 6405-2（現行版 = JIS A 8310-2）土工機械—操縦装置及び表示用識別記号—第 2 部：特定機種、作業装置及び附属品識別記号

←第 1 部は、操縦装置や機器の表示に用いる絵文字シンボルで機種共通のものを規定し、第 2 部は、操縦装置や機器の表示に用いる絵文字シンボルで特定の機種に関するものを規定、今回の改正案では多くの図記号追加、様式を最新の規定に基づくものにするなどの改正案で、日本からは、一部の図記号に関して日本から図記号原形を提出するなどし、平成 26 年 6 月に開催の SC 3/WG 12（コンビナー兼 PL は米国 Deere 社の図記号専門家の Gast 氏）には日本からも参画して検討、なお、日本としてはハイブリッドに関する図記号もいったん提案したが合意を得られず、次の追補などで検討となっているので、準備要の状況である。当面、図記号の ISO への登録が進んだものの追加だけに限定して第 1 部及び第 2 部 DIS 投票に付され、賛成大多数で承認の方向と思われる。

- ・ ISO/NP 6750（現行版 = JIS A 8334）土工機械—運転取扱説明書—内容及び様式←運転取扱説明書に関してスウェーデンが改正を目論見、SC 3 委員会内で 1 か月投票実施（4 月 26 日期限）して TC 127/SC 3/WG 13（コンビナー兼 PL は試験機関 SMP の Olsson 氏）を設立する決議が承認され、今後検討予定。
- ・ ISO/AWi 10968 土工機械—音響警報装置—室内試験手順及び要求事項←米国担当（PL 兼 SC 3/WG 7

コンビナーは Deere 社 Cone 氏）で、昨年 9 月には英国の機器メーカ Brigade 社で会合、日本からはコマツ 東山氏が出席して参画しているが、その後音沙汰なく停滞、米国からは本件は取り下げとの話も聞こえているので要確認。

- ・ ISO/pWi 12509 土工機械—照明、信号、車幅などの灯火及び反射器←路上及び路外で必要となる灯火類の取付及び性能要求事項を規定、点滅灯など考慮の改正提案で、国内法令との齟齬を回避のため、（一社）日本産業車両協会の意見も求め、平成 26 年 3 月の CD 準備のための SC 3/WG 11（コンビナー兼 PL は米国 Terex 社 Merfeld 氏）サンディエゴ会議にも事務局小倉氏出席、CD 準備に時間を要するため、いったん取り下げて CD 用案文を SC 3/WG 11 で検討中（9 月 1 日期限）、合意されれば、業務再開して CD 投票に進める予定である。

- ・ ISO/DIS 14990-1 土工機械—電機駆動式機械並びに関連構成部品および装置の電気安全—第 1 部：一般要求事項

ISO/DIS 14990-2 土工機械—電機駆動式機械並びに関連構成部品および装置の電気安全—第 2 部：外部電源機械の特定要求事項

ISO/DIS 14990-3 土工機械—電機駆動式機械並びに関連構成部品および装置の電気安全—第 3 部：内部電源機械の特定要求事項

←電気駆動及びハイブリッド式土工機械の電子システムの安全性の規格案で、IEC 60204-1 を参考としているが、文面は独自の編集となり、既にハイブリッド式機械などで先行している日本にとって問題ないかの点もあり、SC 3/WG 9（コンビナー兼 PL は Deere 社 Weires 氏）国際会議にコマツ 尾畑氏など専門家を派遣、電気機器の耐電圧試験などに関する日本の意見を提出、それらは、DIS 投票は満票で承認された。ただし、主として編集上の意見が大部分ではあるものの各国意見が多いので、それらを処理して発行に進めようとしているところである。

- ・ ISO/NP 15143-3 土工機械及び走行式道路工事機械—施工現場情報交換—第 3 部：テレマティクスデータ←機械から得られ、製造業者のシステムを介してネット配信されるデータの標準化を米国が（施工現場情報交換の）第 3 部として提案、日本が従来から当該国際作業グループ ISO/TC 127/SC 3/WG 5 のコンビナー（コマツ 山本氏）であるが、米国から今回提案を扱うとして PL の Montgomery 氏に交代との意向があったものを、共同コンビナーとすることで米国も了承、平成 27 年 2 月の米国での会議

には日本から4名参画、5月のドイツ国での会議には3名参画、ただし、日本は機械管理データをメーカーのユーザ囲い込み的に適用しているが、米国提案はデータのオープンシステムでの適用を目指しており、日本に過度に不都合な方向とならないよう、日本側として積極的に取り組んでいく必要がある状況で、特に、各社ごとに異なる故障診断コードを（標準化せずに）アクセスURLの決め方を標準化する方向としている点に関してはセキュリティ面での懸念もあり、日本側は従来のJCMAS及びISOの第2部ではモニタパネル上に警告される表示の図記号のISOコードを適用している点からどう考えるか、また、従来の第2部のデータ辞書では、各データ項目について、データ概念名称だけでなくユースケースを反映させたデータ名称を規定していたので、この第2部と整合を図る必要があるなどの問題が出てきている。米国は、この案件の発行を急いでおり、正式ISO規格を目標とすると年内発行は難しく、合意条件の緩いISO/TS（技術仕様書）、ISO/PAS（公開仕様書）などへのダウングレードも考えている模様であるが、前記問題点の他に、案文をISO文書として整備するのが先決という状況でもある。

- ・ISO/DIS 15818.2 土工機械—つり上げ及び固縛箇所—性能要求事項←機械そのものの吊り上げ及び固縛のためのアイの強度などに関して規定、参考として方法についても記述する日本担当（PL兼SC3/WG4コンビナーはコマツ 宮崎氏）で、ドイツのチェーンメーカー・職業保険組合の要求で規定を安全側としてきたが、インフラ含め日米では対応に問題ありFDIS不承認、DISに戻して第2次DIS投票に進み、投票の結果承認されたが、各国意見を整理して、7月6日に各国専門家に配布して確認後FDISに進めべく準備中である。

(6) SC4 案件

- ・ISO 7132:2003/CD Amd 1（現行版 = JIS A 8422-1）**土工機械—ダンパー用語及び仕様項目**←路外使用の重ダンプトラック及び不整地運搬車の用語及び仕様項目を規定する規格で、日本担当（PL 日立建機 高山氏）で、不整地運搬車の図の修正などの追補案

を作成、CD投票中（日本は当然賛成）である。

- ・ISO 7135:2009/ pWi Amd 1（現行版 = JIS A 8403-1）**土工機械—油圧ショベル—用語及び仕様項目**←油圧ショベルの用語及び仕様項目を規定する規格で、日本から後方超小旋回形油圧ショベルの用語及び定義追加の追補を提案、平成24年のTC 127総会で日本欠席もあって日本にとって受け入れがたい方向で案文修正が決定されたため、いったん取り下げて再開の方向で準備中（担当 コベルコ建機 下垣内氏）。
- ・ISO/pWi 8811（現行版 = JIS A 8424）**土工機械—締固め機械—用語及び仕様項目**←ローラ及びランドフィルコンパクトの用語及び仕様項目を規定する規格を、日本担当（SC4/WG3コンビナー及びPLは事務局）で日本のメーカーの履帯（駆動）式ローラ、振動タイヤローラ、海外メーカーの多角形ローラなどの形式追加を図っており、DIS承認もDIS二次案文作成に時間を要しいったんキャンセル、今後ISO/TC 127/SC4/WG3に意見照会して、再度NP提案し再開予定。
- ・ISO/FDIS 8812 **土工機械—バックホウローダー—用語及び仕様項目**←バックホウローダの用語及び仕様項目を規定する規格の様式の見直しなどの改正案で、国内では殆ど使用されていない機械であるが、海外では小規模建設現場、農業関係などで広く使用され、日本メーカーは海外現地生産しており、日本は一部の編集上の誤記、図の誤りなどを指摘し、FDIS投票承認済みであるが、各国意見の反映に手間取っている模様である。
- ・ISO/pWi 16417-1 **土工機械—油圧ブレーカー—第1部：用語及び仕様項目**←油圧ブレーカの用語及び仕様項目を規定する規格案で、PLは韓国、SC4/WG4（コンビナー：米国Neva氏）で検討中、いったん取り下げて、Web会議を通じて検討（日本からも古河ロックドリルの方などが参画）、案文がほぼまとまり、Web会議での未解決点はWGの専門家投票に付され（8月14日期限）、その後、ISOとしての正式業務再開のための新業務提案投票に付されることとなった。

JCM A

部 会 報 告

千代田区永田町一丁目，霞が関二丁目付近，再構築工事現場見学会

建設業部会 機電技術者交流企画 WG

1. はじめに

建設部会主催の機電技術者の若手現場見学会が平成27年7月13日に永田町のシールド現場において実施されたので紹介する。参加者は事務局を含め21名であった。

2. 工事概要

この工事は首都東京の中核 永田町・霞が関地区の下水道築造工事である。この地区の課題として3つ挙げられる。

- (1) この地区は皇居に隣接しており，国内外から観光客が訪れる一方，ジョギングや散策を楽しむ場として貴重な水辺空間となっている。皇居内濠は主だった水源がなく，水の循環が少ない閉鎖性水域のため，水質悪化が進んでいる。
- (2) この地区は国の中枢機関が多く，危機管理上非常に重要な施設が集中して立地する地域であるとともに地下鉄など地下空間が高度に利用されていることから，最近頻発する豪雨に伴って，大きな被害となる危険性がある。
- (3) この地区は戦前に整備された下水道管もあり，損傷すれば詰まって下水の流れが悪くなったり道路陥没の原因となる。以上3つの課題を以下の形で整備する。
 - (a) 放流先を皇居内濠から隅田川に変更し，水環境の改善を行う。
 - (b) 雨水の一部を幹線内等に貯留可能とし，浸水対策の強化を行う。
 - (c) 既設の下水道管の再構築を実施し，老朽化対策の推進を行う。

工事場所：東京都千代田区永田町一～二丁目，霞が関二丁目

発注者：東京都下水道局 中部下水道事務所

施工者：前田・大日本建設共同企業体

工事内容：シールド工事（H&V 泥水式シールド工法）
シールド機 外径 ϕ 2840 mm・縦二連

一次覆工 主要枝線①：1519 m

主要枝線②：819 m

セグメント 外径 ϕ 2700 mm

仕上がり ϕ 2200 mm 幅1 m

立坑工 アーバンリング

外径 ϕ 3.4 m～ ϕ 6.4 m

各5か所

凍結工 シールド発進・到達・立坑推進補助×5か所

3. 現場見学

現場見学は，事務局において工事概要等の説明を受けた後，現場へ移動し行われた（写真—1，2）。



写真—1 工事概要説明状況



写真—2 現場見学状況



写真—3 立坑設置箇所（アーバンリング工法）

進捗状況として主要枝線①は 662 m/1519 m 主要枝線②は 549 m/819 m という状況で 12 m/ 日で掘進している。

H&V 工法は当現場で 5 つ目となり全て川崎重工が設計している。

制作費用はかかるが一度に 2 断面施工が可能であるので工期が短縮できる。

当現場は土地の協議等で立坑築造に制限があるため、2 断面を 1 つの立坑から施工している。

H&V 工法は前後胴にそれぞれ固定ピンがありそれにより 2 機のマシンが一体となっている。分離する際はその固定ピンを引き抜く事により行う。

現場の入坑管理はコンピューター制御で入坑カードがないと入れないものであった。掘進管理も同じくコンピューター管理で 14 のモニターにて 2 台のシールド機掘進管理を行っている。



写真—4 防音ハウス内状況

現場は国会議事堂のすぐ近くに防音ハウスが建てられておりその中に発進立坑がある。中間立坑は都市型圧入ケーソン工法であるアーバンリング工法により築造された（写真—3）。坑内は配管が 6 種類、換気用風管があり真ん中に軌条レールがあるという形である。途中 25R の急曲線箇所は幅 30 cm のスチールセグメントであった。防音ハウス内は泥水処理、濁水処理設備、土砂ピット、現場事務所等ハウス内スペースを最大限に使用し設置している（写真—4）。

4. おわりに

最後大変お忙しい中、今回の見学会にご協力頂きました前田・大日本 JV 関係者の皆様に、厚く御礼申し上げます。

J C M A

02-143	動的破碎による杭頭処理工法	五洋建設 カヤク・ジャパン 宇部興産 相模工業
--------	---------------	----------------------------------

▶ 概 要

五洋建設、カヤク・ジャパン、宇部興産、および相模工業の4社は、非火薬の動的破碎剤による杭頭処理工法を仙台市内のマンション工事現場に適用し、これまで騒音・振動を伴うはつり作業や施工上の不確定因子が多い静的破碎剤などが主流であった杭頭処理を刷新した。

非火薬ながら杭頭の余盛り部分を一気に破碎することが可能な動的破碎剤は、金属の還元反応を利用したもので、今回適用した工法では、杭頭余盛り部分が水平破断し、まとまった解体片として重機等で容易に処理することができる。

本工法の基本である動的破碎技術は、熊本高等専門学校の中村裕一特任教授が長年研究された成果の応用で、破碎剤を装薬するホルダーにその特徴が凝縮されている。仕組みは至って簡単で、山形鋼を2つ重ね合わせた断面がひし形の堅管の底部に2枚重ねの鋼板を取り付け、水や土が入らないように止水した装薬ホルダーを杭筋組立時に予定破断面に固定し、杭施工後に杭頭が表出した時点で破碎剤と点火具を装着し、リード線を延伸し、有線の遠隔操作により瞬時に杭頭を破碎する。また、上方への破碎力を拘束するため、杭頭天端に超速硬性の無収縮モルタルを用いている。



写真1 動的破碎剤（点火具とも）

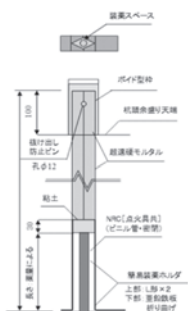


図1 装薬ホルダー

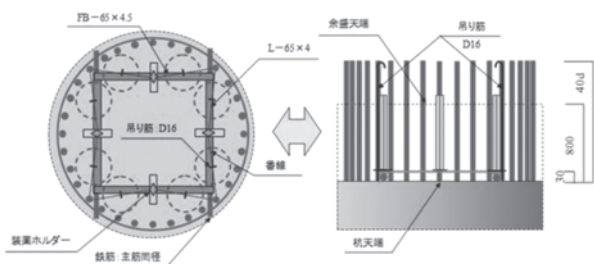


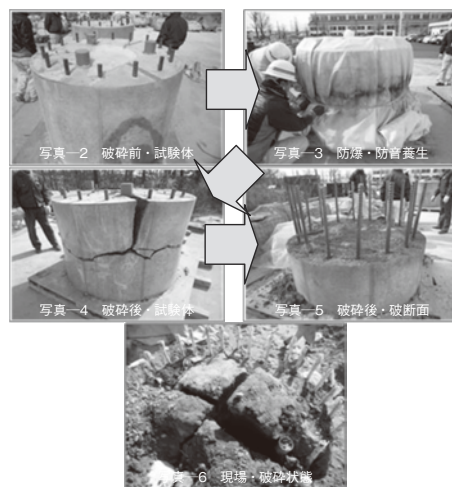
図2 装薬ホルダー設置概要

▶ 特 徴

動的破碎は、一般的には明確に定義されていないが、火薬剤による衝撃波が発生する破碎ではなく、音速以下のガス圧による瞬間的な破碎とされる。また、非火薬の破碎剤による動的破碎を行う場合、作業者は、特に法的な資格は必要ないが、メーカーが実施する取扱い教育を受講しておく必要がある。また、破碎作業責任者は、火薬類取扱保安責任者や発破技師、コンクリート破砕器作業主任者のいずれかの資格を有する必要がある。

まず、各装薬ホルダーから延伸されたリード線を直列に接続し、それを延長ケーブルで破碎信号機に接続する。破碎を行う場合、当該の杭頭からは30m以上離れた位置で行う。また、破碎時の飛散・飛来防止のため、防爆シートや防爆布を当該杭頭に巻き、材端を防爆マットなどで覆う。破碎は、当該杭の30m以遠に他作業者を移動させた後、スピーカなどで周知させて安全を確保した状態で行う。

破碎後は、防爆材の外側に飛散・飛来がないことを確認し、防爆材を取り外す。破碎が、水平、鉛直の両方向とも発生し、杭鉄筋の引っ掛かりなどもなく、支障なく杭頭部が揚重できると判断された場合は、杭頭部の除去作業に移行する。



▶ 用 途

- ・場所打ちコンクリート杭
- ・RC構造の部材

▶ 実 績

- ・仙台市内の某マンション（場所打ち杭：26体）
- ・熱海市内の複合施設（基礎解体：60 N/mm²のコンクリート）

▶ 問 合 せ 先

五洋建設(株) 経営管理本部 経営企画部 広報グループ

〒112-8756 東京都文京区後楽2-2-8

TEL：03-3817-7550

新工法紹介

04-357	A-Flash 計測システム	銭高組 演算工房
--------	----------------	-------------

概要

山岳トンネルの掘削時において、大きな変位が生じるような地山では、変位の計測頻度を増やして、変位の増加量を早期に把握する必要があった。また、変位の計測結果は、計測担当者がデータを PC にて処理する必要があり、結果を迅速に現場関係者に伝達することが課題であった。

そこで、山岳トンネル壁面に設置したセンサーにより、天端沈下量や壁面の変位量の大きさ（内空変位）の管理レベルを、光の色（LED）で可視化できる「A-Flash 計測システム」を製品化した。これにより、現場関係者がリアルタイムに、その場で変位状態を把握することができる。

本システムは、「主要地方道大船渡綾里三陸線（仮称）小石浜トンネル築造工事」（施工：銭高・豊島建設工事共同企業体）のトンネル掘削中の坑内において設置し、性能を確認した。

特徴

本システムは、従来の計測（計測工 A という）のポイントに対応する位置に受光センサーを設置し、一般にトンネル内に常時据え付けられている測量用のトータルステーションのレーザー光を、受光センサーに対して照射する。その際、受光センサーは、レーザー光の受光位置に応じて管理レベルの色を LED で発光する。これにより、従来の計測方法に対して、LED の発光色の目視によって、現場関係者がその場でリアルタイムに壁面変位の状態を把握できる機能が加わったことで、現場の安全・安心につながるとともに、早期に補助工法などの対策を行うことでトンネルの安定に役立つ。

機能の特徴として、以下が挙げられる。

- ①通常体制（青色）、注意体制（緑色）、要注意体制（黄色）、嚴重注意体制（赤色）等の 4 色に対応
- ②トータルステーションは、自動的に任意の間隔でレーザー光を受光センサーに照射可能
- ③そのため、初期設定後、現場関係者は、自動で変位状態を把握が可能
- ④一旦レーザー光が受光センサーに照射されると、次にレーザー光が照射されるまで、光の色の点灯を維持
- ⑤受光センサーは乾電池で 1 ヶ月駆動するため、変位が収束する程度まで、電池の取り換えが不要（省配線）
- ⑥鉛直変位と水平変位を、それぞれの LED で把握可能



写真-1 受光センサー設置状況

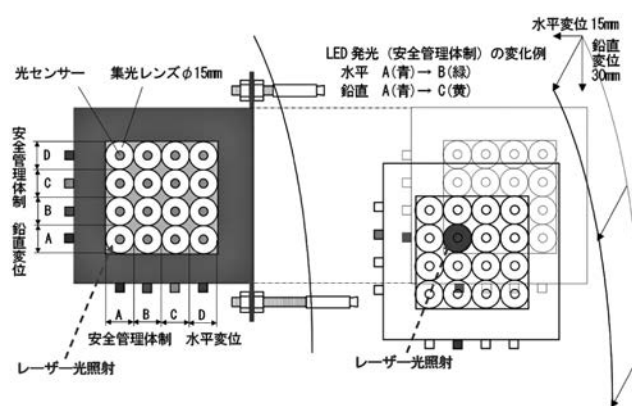


図-1 受光センサーの概要

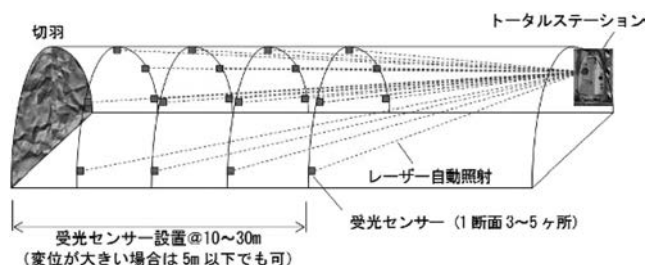


図-2 システム全体図

用途

- ・山岳トンネル（NATM）工事
- ・シールド工事、土留や仮栈橋等の仮設物の変位確認など

問合せ先

（株）銭高組 技術本部 技術研究所

〒102-8678 東京都千代田区一番町 31

TEL：03-5210-2440

（株）演算工房

〒602-8268 京都府京都市上京区智恵光院中立売下ル

山里町 237 番地 3

TEL：075-417-0100

新機種紹介

機関誌編集委員会

▶ 〈02〉掘削機械

15-〈02〉-02	住友建機 後方超小旋回型林業用ベースマシン SH75X-6A	'15.02 発売 モデルチェンジ
------------	--------------------------------------	----------------------

2014年排出ガス規制に適合した新型7トン後方超小旋回型油圧ショベル「SH75X-6A」の林業用ベースマシンである。燃料タンクを従来機比20%アップし、給油サイクルの延長と長時間運転を可能とした。ハーベスタ仕様では、低燃費モードのまま最高回転でチェーンソーを使えるオートアクティブソーモード*¹を標準装備、また木材グラブ仕様ではプロポーションナルスイッチ*²をオプション装備している。

キャブ内騒音を8dB(A)低減し、周辺環境だけでなくオペレータにも配慮している。230°の後方視界をカバーするNETIS（新技術情報提供システム）のフィールドビューモニター（FVM）を標準装備し、またROPSキャブも搭載して安全性の向上を図っている。

*1：オートアクティブソーモード：オートソー切替スイッチをONにするだけで、通常の本材ハンドリング送材時は、燃費を重視してエンジン回転を抑え、チェーンソー使用時は、自動的に最高回転に上昇する機構。

*2：プロポーションナルスイッチ：アタッチメントのペダル操作をレバーに取り付けられたスライドスイッチで指先操作できるようにしたもので、ペダル操作より疲れにくく、傾斜地での操作が容易になる。

表一 SH75X-6A の主な仕様

	ハーベスタ仕様	木材グラブ仕様
運転質量（ブレード有）（t）	8.28	8.14
定格出力（kW/min ⁻¹ ）	40/2,000	
排気量（L）	2.179	
燃料タンク容量（L）	120	
作動油容量（L）	96.3	
最大作業半径（m）	6.03	5.36
最大作業高さ（m）	6.72	6.33
最大作業深さ（m）	3.93	3.08
後端旋回半径（m）	1.35	
全長（ブレード有）（m）	6.34	
アッパー全幅（m）	2.27	
全高（m）	2.72	
クローラ全長（m）	2.845	
クローラ全幅（m）	2.32	
シュー幅（m）	0.45	
最低地上高（m）	0.36	
価格（税抜き）* ³ （百万円）	25	

*3：ブレード、KESLA20SH アタッチメント付き



写真一 住友建機 SH75X-6A 後方超小旋回型林業用ベースマシン

問合せ先：住友建機販売㈱ 営業企画部

〒141-6025 東京都品川区大崎2-1-1

15-〈02〉-04	クボタ ミニバックホー（後方小旋回形） TOUGH シリーズ U-30-6	'15.04 発売 新機種
------------	---	------------------

国土交通省第3次排出ガス基準値・および超低騒音型建設機械の基準値に適合した自社エンジンおよびISO安全規格のTOPS^(*)1) / OPG^(*)2) トップガードレベルⅠ^(*)3)に準拠した2本支柱のキャノピー、シートベルトを標準装備して、安全性を高めた3tクラス後方小旋回形ミニバックホーである。

バケット掘削力を13%アップ（従来機比）・ブーム吊り上げ力を22%アップ（従来機比）したことにより、作業効率を向上させている。

操作レバーを中立の位置に戻すと4秒後に自動的にエンジンがアイドリング状態となり、再び操作レバーを動かすと元のエンジン回転数に上昇する「オートアイドル」により、省燃費・低騒音化を図っている。

作業中も画面が確認しやすい「前置きデジタルメータ」を機体の前面に配置し、大きな画面とシンプルな表示により、見やすさを向上させている。

新機種紹介

- * 1 TOPS : Tip-Over Protective Structure 横転時にシートベルトを装着した運転者を保護する構造
- * 2 OPG : Operator Protective Guards トップガード
- * 3 トップガードは、運転席上方からの落下物に対してオペレータを保護する構造で、レベルⅠは小さい岩石および破片その他の小形物体からの保護を目的としている (JIS A8922)

表—2 U-30-6の主な仕様

バケット容量	(m ³)	0.09
最大掘削深さ	(m)	2.82
最大掘削半径	(m)	4.905
最大掘削高さ	(m)	4.57
機械質量	(t)	2.99
定格出力	(kW (PS) / min ⁻¹)	18.9 (25.7) / 2200
走行速度 高速/低速	(km/h)	4.6 / 3.1
登坂能力	(度)	30
接地圧	(kPa)	29.3
最低地上高	(m)	0.29
クローラ全幅 (シュー幅)	(m)	0.3
全長×全幅×全高 (輸送時)	(m)	4.53 × 1.55 × 2.465
価格	(百万円)	5.1462



写真—2 クボタ U-30-6 ミニバックホー

問合せ先：(株)クボタ 建設機械営業部 営業1グループ
〒573-8573 大阪府枚方市中宮大池1丁目1番1号

▶ 〈05〉クレーン、インクラインおよびウインチ

15-〈05〉-01	前田製作所 クローラクレーン (伸縮ブーム形) MC295C	'15.02 発売 モデルチェンジ
------------	--------------------------------------	----------------------

建設資材の荷役作業用として、山間傾斜部、狭い建設現場、ビル内部や屋上などで幅広く使用される2.9tクラスのクレーンであり、作業能力の向上を図ってモデルチェンジしたものである。

従来機のMC285Cに比べ、クレーン容量や最大作業半径・最大地上揚程を向上させ、さらに機体全幅を小さくしたことで、より狭所への進入を可能としている。また油圧走行2速切替の採用により、不整地ではゆっくりとした1速モード、整地では速い2速モードと用途に適したスピードで走行が可能となり、移動の効率化を図っている。

電子ガバナ付きV型2気筒ガソリンエンジンにより、安定したスピードでクレーン作業を行うことができる。さらに、電波受信状況が常時分かる双方向ラジコンを標準装備し、操作性を向上させている。

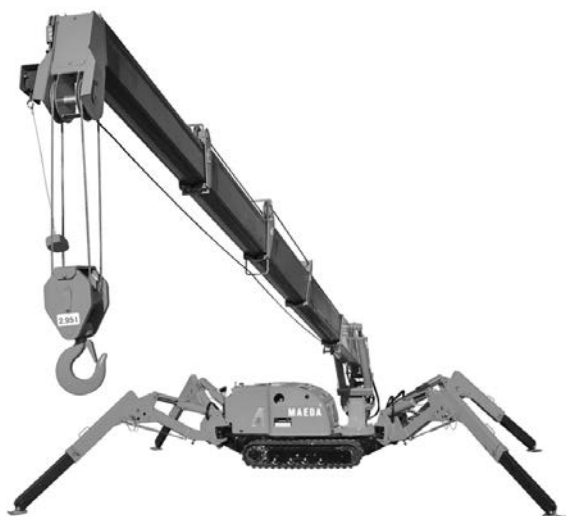
安全装置として、巻過警報装置、油圧安全弁、転倒警報装置、油圧自動ロック装置、水準器、玉掛けワイヤ外れ止め、警報ブザーを標準装備している。

表—3 MC295Cの主な仕様

クレーン容量	(t) × (m)	2.98 × 1.4
最大作業半径	(m)	8.425
最大地上揚程	(m)	8.9
最大地下揚程	(m)	-12
フック巻上速度	(m/min)	9 (4層4本掛)
ブーム長さ	(m)	2.535 ~ 4.130 ~ 5.685 ~ 7.240 ~ 8.795
ブーム伸速度	(m/sec)	6.26/24
ブーム起速度	(度/sec)	0 ~ 80/14
旋回速度	(度/sec)	360/60
定格出力	(kW/min ⁻¹)	10.8/2600
走行速度 1速/2速	(km/h)	0 ~ 1.6/0 ~ 2.6
登坂能力	(度)	20
アウトリガ最大張出幅		4.579 × 3.744 × 4.466
左側・右側×後側×前側	(m)	
全長×全幅×全高	(m)	2.75 × 0.69 × 1.40
機械重量	(t)	1.77
価格 (税別)	(百万円)	6.3

- (注) (1) ガソリンエンジンを搭載
(2) ブームは全自動5段 (2段順次伸縮、3～5段同時伸縮)
(3) アウトリガ最大張出幅はアウトリガ中心間距離
(4) 低騒音型建設機械指定

新機種紹介



写真—3 前田製作所 MC295C クローラクレーン

問合せ先：(株)前田製作所 産業機械本部 産機事業部 営業部
販売促進課
〒388-8522 長野市篠ノ井御幣川 1095

15-〈05〉-02	大裕 消波ブロック吊上装置 F3C	'14.08 発売 新機種
------------	-------------------------	------------------

港湾工事における消波ブロック、被覆ブロック、コンクリート構造物の破碎殻などの撤去作業や積み込みに用いる油圧駆動型の把持装置である。従来の機械式グラブ、バケツでは施工困難な種々の異形ブロックの吊上げが可能である。

装置は、把持装置本体、パワーユニット、ホースリールで構成されており、把持装置本体をクレーンで吊り、本体へ動力を供給する2本の油圧ホースの繰出しを電動のホースリールで行うことによりブロックの把持を行っている。

操作は、リモコンによる三本爪の開閉と、クレーンによる巻上げ巻下げの2系統であり、クレーンのオペレータによるワンマン操作が可能である。また、把持装置本体の側部にフックを設けており、クレーンの主巻及び補巻による2点吊り操作により、撤去・据付時において把持挿入角度や把持ブロックの姿勢角度を制御することができる。

吊上げ作業中に油圧ホースが破断しても把持状態を維持し、ブロックの落下を防止できるように、圧力を保持するアキュムレータと安全弁内蔵型油圧シリンダを採用し、安全を確保している。さらに、油漏れ等により万が一外部へ作動油が流出しても、環境・生態系への影響を低減できる生分解性潤滑油 Version2（日本環境協会認定基準）を採用している。

本体にオプションのLED水中カメラを取り付けることにより、オペレータ席、船上デッキなどにモニタで画像を表示することがで

きる。

把持対象とする消波ブロックの形状は、テトラポッド型（重量12～64t）を基本としているが、シエーク型、シーロック型、ラクナ型、六脚型や被覆ブロック、ケーソンの破碎殻など多種多様なブロックにも対応している。

本装置を取り付けるクレーン船は、吊上げるブロックの重量と作業範囲により選定する。

本装置を使用した無人化施工により、港湾工事のブロックの大型化による潜水作業の危険、潜水士の高齢化による後継者の不在や、海象条件悪化に伴う稼働率低下の問題を解消することが期待される。

表—4 F3Cの主な仕様

把持対象ブロック重量	(t)	12～64
ブロック種類		テトラ、六脚など
機械寸法 高さ	(m)	7.2
幅	(m)	3.5
重量	(t)	27
付帯設備		
パワーユニット	(台)	1
ホースリール	(台)	1
滑車	(台)	1
価格	(百万円)	80



写真—4 大裕 F3C 消波ブロック吊上装置

問合せ先：大裕(株)

〒572-0077 大阪府寝屋川市点野4丁目11-7

新機種紹介

15-(05)-03	日立住友重機械建機クレーン クローラクレーン SCX700-3	'15.03 発売 新機種
------------	---------------------------------------	------------------

オフロード法 2014 年排出ガス規制，輸送規制に対応した最大つり上げ荷重 70 t のクローラクレーンである。

「尿素 SCR システム」を採用した新型クリーンエンジンにより，従来機に比べ NO_x（窒素酸化物），PM（粒子状物質）ともに約 90% 低減させている。

さらにオートアイドルストップ機能に加え，軽負荷時にエンジン低回転のままハイスピードの巻上げ・巻下げを可能にする ECO ウインチモードを搭載しており，これにより，CO₂ の排出削減および燃費向上を図っている。

作業面では，後端半径をクラス最小の 3.98 m とし，狭隘地に対応させるとともに安全性に配慮している。また，カウンタウエイト検出付きの減少カウンタウエイト仕様（オプション）により，重量制限のある構台や栈橋など，様々な現場状況に対応している。

フリーフォールモード対応ウインチ（オプション）に備えたブレーキペダルには，従来の踏み込み式ペダルに代えてコントロールし易いつり下げ式ペダルとしている。リンク構造の見直しにより，つり荷重量による操作感覚の変化を抑えるなど，繊細なブレーキ操作により，操作疲労も軽減させている。

また，旋回機構は，コントロールしやすいスムーズな旋回動作を実現させている。旋回中立ブレーキや強風時の旋回操作に効果を発揮する旋回ブレーキ操作ペダル（オプション）により，オペレータの経験や技量に頼ることのない容易な操作としている。

標準装備の予防保全システム「リモートセンシング」により，機

表— 5 SCX700-3 の主な仕様

	クレーン仕様	タワー仕様
最大つり上げ荷重×作業半径 (t × m)	70 × 4.0	13 × 14.0
ブーム長さ (m)	9.5 ～ 54.5	—
タワー長さ (m)	—	21.7 ～ 42.7
タワージブ長さ (m)	—	19 ～ 31
ロープ速度 フロント／リヤ (m/min)	105	
ブーム起伏 (m/min)	67	
タワージブ起伏 (m/min)	—	55
旋回速度 (min ⁻¹)	5.0	
走行速度 (高速／低速) (km/h)	1.8／1.2	
登坂能力 (%)	30	
エンジン名称	カミンズ QSB6.7 (2014 年基準適合)	
定格出力 (kW (PS)／min ⁻¹)	201 (273)／2000	
後端半径 (m)	3.980	
接地圧 (kPa)	93	103
全装備質量 (t)	74.0	82.0
価格 (クレーン標準仕様：税抜) (百万円)	75.0	101.0

注：表中，各作業速度は負荷により変化する。



写真— 5 日立住友重機械建機クレーン SCX700-3 クローラクレーン

械の健康状態を把握し，ダウンタイムの最小化とメンテナンスの向上，整備時間やコストの削減を図っている。

問い合わせ先：日立住友重機械建機クレーン(株) 販売企画部
〒 110-0015 東京都台東区東上野六丁目 9 番 3 号

14-(05)-08	タダノ ラフテレーンクレーン CREVO 500G3 α，GR-500N	'15.04 発売 新機種
------------	--	------------------

50 t 吊りのラフテレーンクレーンである。軽量・コンパクトな 3 軸キャリヤにより，車両総重量 35,795 kg で旧モデルより 3,100 kg の軽量化を図っている。キャリヤ長は 9,530 mm で機動性に優れ，また，運転席からバンパ前端間を大幅に短縮し，前方視認性の向上を図っている。さらにブーム先端に 2 方向の広角カメラを標準装備し，モニタによる視認性の向上で，ブーム突出によるリスクの低減を図っている。

最長 17.7 m，3 段フルオートジブにより，最大地上揚程 55.7 m を実現し，高揚程作業における作業領域を拡大している。また，ジブの張出・格納作業時の高所作業をなくした「SACO Jib(サコジブ)」は，ブーム全伸長でも張出・格納でき，安全性の向上と省スペース化を実現し，作業時間の短縮を可能としている。

ディーゼル特殊自動車 2011 年排出ガス規制対応のエンジンは，走行時や作業時の自動再生機能つき DPF を装備している。また，低騒音型建設機械の指定も取得している。

キャビンへのアクセスを安全に行う，格納式の昇降ステップ，さらに，前方と後方には，固定式ステップを設置し，滑りにくいフラッ

新機種紹介

トフェンダーと共に、安全な昇降・移動を可能としている。

その他、クレーンの作業時や走行時の燃料消費情報を常に表示する「燃料消費モニタ」や、作業中のクレーンの不要なエンジン回転数を制御する「エコ・モード」、そして作業中の油圧ポンプ吐出量の最適制御を図る「ポジティブ・コントロール」など、低燃費対応を図っている。また、携帯通信によるクレーンの稼働状況、GPSによる位置情報確認、さらに保守管理のための情報をウェブサイトですべてサポートするテレマティクス Web 情報サービス『HELLO-NET』を装備している。

表—6 GR-500N の主な仕様

クレーン諸元			
クレーン容量	ブーム	(t × m)	50 × 2.3
	ジブ	(t × °)	4 × 77
ブーム長さ		(m)	9.6 ~ 37.0
ジブ長さ		(m)	8.4 ~ 17.7
ブーム起伏角度		(°)	0 ~ 84
ジブオフセット		(°)	5 ~ 60
キャリヤ諸元			
エンジン名称		カミンズ QSL9.4A	
エンジン最大出力	kW [PS] /min ⁻¹ [rpm]	276 [375] /1,900 [1,900]	
エンジン最大トルク	N·m [kgf·m] /min ⁻¹ [rpm]	1,491 [152] /1,500 [1,500]	
全長	(m)	12.60	
全幅	(m)	2.78	
全高	(m)	3.745	
軸距	(m)	1.50 + 4.60	
価格 (税別)	(百万円)	68.0	

注) 価格は、装備等により異なる



写真—6 タダノ CREVO 500G3α, GR-500N ラフテレーンクレーン

問合せ先: (株)タダノ マーケティング部

〒130-0014 東京都墨田区亀沢 2-4-12

▶ 〈07〉 せん孔機械およびブレーカ

15-〈07〉-02	キャタピラージャパン 油圧ブレーカ H35Es/H45Es/H55Es/ H65Es	'14.12 新機種
------------	--	---------------

1.5 トンから 5.5 トンクラスのミニ油圧ショベル、スキッドステアアローダ、およびコンパクトトラックローダといった小型製品向けの油圧ブレーカ 4 モデルである。

油圧源となる各種小型油圧ショベルの性能を引き出すことで打撃力を発揮し、岩石などを破碎できる。また、ブレーカの持つ打撃性能を発揮しやすいトップマウントのブラケット*1を採用している。

ハウジング*2は対称構造を採用しており、ロックエッジ*3 摩耗時には 180 度ハウジングを回転して、反対側のロックエッジを使用することで、摩耗の集中を防ぐことができる。また、亀裂を発生し難い一体構造のサイドプレートや、負荷の集中を防ぐ曲面形状の前後面により、油圧ブレーカの耐久性を向上している。岩石などが破碎されると自動的に打撃を停止する空打防止機構を装備している。

さらに、グリース (潤滑剤) の給脂やツールの交換なども容易に行える。

*1 トップマウントのブラケット: ブラケットは油圧ショベルとブレーカを接合する装置。ブラケットによってブレーカの上部を油圧ショベルに装着することから、トップマウント (縦型) と言う。トップマウントに対し、ブレーカの横に張り出したブラケットによって装着するタイプはサイドマウント (横型) と言われる。

*2 ハウジング: ブレーカ内部の動力ユニットを覆うカバー。

*3 ロックエッジ: ブレーカ本体部分の摩耗を防止するためにブレーカ本体の先端に装着されたガード。

表—7 H35Es/H45Es/H55Es/ H65Es の主な仕様

	H35Es	H45Es	H55Es	H65Es
運転質量 (kg)	125	171	269	315
打撃数 (回/分)	600-1,800	780-1,800	600-1,680	720-1,740
エネルギー (J)	407	542	813	1,085
作動油流量 (L/分)	12-35	25-62	30-85	40-115
作動圧 (MPa)	16.5	17.0	16.5	16.5
前後長さ (mm)	300	300	346	345
幅 (mm)	311	311	451	451
高さ (mm)	860	1,006	1,108	1,324
ツール径 (mm)	40	50	58	68
ツール突出長さ (mm)	240	269	324	371
価格 (百万, 税別)	0.77	0.97	1.3	1.42

新機種紹介



写真―7 キャタピラー・ジャパン Cat E シリーズ 油圧ブレーカ

問合せ先：キャタピラー・ジャパン 広報室
〒158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

▶ 〈10〉 環境保全およびリサイクル機械

15-〈10〉-03	住友建機 油圧ショベル（後方超小旋回型） 木造家屋解体仕様 SH75X-6A KK	’15.04 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

木造2階建家屋の解体を効率よく行える油圧ショベルである。作業高さ8.15m（ロングアーム時）を実現し、後方超小旋回型の後端旋回半径や広い視野により、狭い場所での作業にも適した構造としている。モード切替により大割圧碎機モードにすることで、上屋解体から基礎解体までを1台で行うことができる。

従来機に比べ燃費性能を5%低減させている。さらにキャブ内騒音を8dB（A）低減し、周辺環境だけでなくオペレータにも配慮している。NETIS（新技術情報提供システム）登録のフィールドビューモニター（FVM）を標準装備し、またROPSキャブも搭載して安全性の向上を図っている。

表―8 SH75X-6A KK の主な仕様		
	標準アーム	ロングアーム ^{*1}
運転質量 ^{*2} (t)	8.51	8.56
エンジン名称	いすゞ CP-4LE2X	
定格出力 (kW/min ⁻¹)	40/2,000	
排気量 (L)	2.179	
燃料タンク容量 (L)	120	
最大作業半径 ^{*3} (m)	6.62	6.99
最大作業高さ ^{*3} (m)	7.82	8.15
最大作業深さ ^{*3} (m)	3.18	3.58
最小フロント半径 (m)	2.03	2.31
後端旋回半径 (m)	1.35	
全長 (m)	6.45	6.50
全高 (m)	2.89	
全幅 (m)	2.32	
標準シュー幅 (m)	0.45	
価格（税抜き）（百万円）	13.5	

* 1：アタッチメント回転機能なし
* 2：エンドアタッチメントを除く
* 3：作業範囲はアーム先端ピン位置で表示



写真―8 住友建機 SH75X-6A KK 油圧ショベル（後方超小旋回型）
木造家屋解体仕様

問合せ先：住友建機販売(株) 営業企画部
〒141-6025 東京都品川区大崎 2-1-1

新機種紹介

▶ 〈13〉 舗装機械

15-〈13〉-02	範多機械 アスファルトフィニッシャ F1741W5, BP31W5, F1432W5, BP25W5	'15.9 発売 新機種
------------	---	-----------------

PM 除去用の後処理装置 DPMF（ディーゼル・パーティキュレート・マター・フィルタ）、コモンレール、ブローバイガス還元装置の搭載及び電子制御により、オフロード法 2014 年基準に適合したアスファルトフィニッシャである。

基本能力は前モデルと同等としながら、各装置の制御を電子制御化することにより、環境性能のみではなく、操作性、安全性、メンテナンス性向上も図っている。

操作部には 7 インチのカラーディスプレイ（図—1）を装備しており、作業状態や注意喚起が判りやすく、また、ホッパー内表示カメラにより、常時ホッパー内合材残量の状況を確認しながらの作業と同時に前方の安全確認も可能としている。

走行操作に関しては、速度調整を行うための走行レバーの特性を、施工時は低速重視となる特性とし、ディスプレイには走行速度レベルメータを表示、さらに適正速度レベルをレベルメーター上に表示（マーク）する機能も装備しており、従来機よりも施工速度の設定が容易なシステムにしている。

合材の搬送については、従来機同様ボリュームにより搬送速度を任意に可変可能なシステムとしており、本モデルではディスプレイにレベルメータを表示し、さらにディスプレイ上に装備した高速撒き出しボタンを押すことで一時的に最高速度にして、合材供給不足時の時間ロスの軽減を図っている。

これらにより、今まで以上に作業時の負荷ムラやムダを抑えることができ、さらに本モデルに追加したエコモードを選択すれば、作業時通常 2000 min^{-1} のエンジン回転を下げて施工可能（負荷上昇時自動切換え）なため、この機能も併せるとさらに環境性能向上及び燃料費削減も図られている。また、アスファルトフィニッシャの施工において、燃料費はその作業効率により大きく変わるため、ディスプレイに稼働履歴ページを設け、過去 7 稼働日の稼働時間（エンジン運転時間、施工時間）を表示することにより、そのデータを利用して、ユーザー側で稼働効率向上や燃料費削減の計画を立てることも可能である。

また、ディスプレイには、DPMF 関係を中心に各種の警告表示をすることで、事故、トラブル等の未然防止を図っている。

本モデルは、排ガス対策に必要な電子制御を、それ以外の装置の制御にも利用することにより、各装置の制御方法の幅が広がったが、排ガス対策による価格アップを抑えるため、最低限必要な機器構成の中で、操作性の向上を図っている。特に、作業者と機械とのインターフェイスの要となっているディスプレイ内の表示とボタン操作は、直感的でわかり易いデザインをコンセプトとし、容易に操作できる機械として開発されている。



図—1 ディスプレイ

表—9 F1741W5, BP31W5 の主な仕様

	F1741W5	BP31W5
本体質量 (kg)	7,130	6,215
全長 (mm)	5,405	5,095
全幅 (mm)	1,955	1,940
全高 (mm)	1,970	
舗装幅 (m)	1.75 ~ 4.1 (油圧伸縮)	1.7 ~ 3.1 (油圧伸縮)
舗装厚 (mm)	10 ~ 150	
舗装速度 (m/min)	1.0 ~ 11	
ホッパー容量 (ton)	4.0	
定格出力 (kW/min^{-1})	39.0/2,200	
走行装置形式	ホイール式	
移動速度 (km/h)	0 ~ 7.5	
締固機構	パイプブレータ	
振動数 (Hz)	0 ~ 50	
加熱方式	プロパンブローアバーナ式	
価格 (百万円)	30.4 (税抜き)	24.0 (税抜き)



写真—9 範多機械 F1741W5 アスファルトフィニッシャ

新機種紹介

表— 10 F1432W5, BP25W5 の主な仕様

	F1432W5	BP25W5
本体質量 (kg)	5,990	5,470
全長 (mm)	4,685	4,665
全幅 (mm)	1,680	
全高 (mm)	1,990	
舗装幅 (m)	1.4 ~ 3.2 (油圧伸縮)	1.4 ~ 2.5 (油圧伸縮)
舗装厚 (mm)	10 ~ 150	
舗装速度 (m/min)	1.0 ~ 10.7	
ホッパ容量 (ton)	3.3	
定格出力 (kW/min ⁻¹)	30.7/2,200	
走行装置形式	ホイール式	
移動速度 (km/h)	0 ~ 7.0	
締固機構	バイプレータ	
振動数 (Hz)	0 ~ 50	
加熱方式	プロパンプロアバーナ式	
価格 (百万円)	22.8 (税抜き)	21.3 (税抜き)



写真— 10 範多機械 F1432W5 アスファルトフィニッシャ

問合せ先：範多機械(株) 技術統括部
〒 555-0011 大阪市西淀川区竹島 5-9-76

▶ 〈14〉 維持修繕・災害対策用機械および除雪機械

15-〈14〉-02	クボタ スイング式電動草刈機 しずかる GC-E300	'15.01 発売 新機種
------------	-----------------------------------	------------------

刈幅 300 mm の電動自走式草刈機である。DC ブラシレスモータ駆動により低騒音化、無排出ガスで住宅地近郊の農地や学校・公園などにおける近隣住民へ配慮した草刈り作業に適している。

ハンドル振動の低減により作業者への負担を軽減、作業速度のボリューム調整により無段階の作業速度変更により作業者の歩行速度に合わせた作業ができる。

大容量リチウムイオンバッテリー（クボタ電動ミニ耕うん機のバッテリーと兼用可能）は家庭用電源で簡単に充電ができ、1 回の充電で約 60 分の草刈作業ができる。電気スイッチで簡単に始動でき、エンジン式と比べて始動時のリコイルやチョークの操作および燃料の

保管・管理が不要である。

フリー刃の採用と低刈り（ひくがり、20 mm 以下の刈り取り）時は進行方向に対して刈刃部が前傾する独自のスイング式刈刃機構により、草の排出がスムーズで馬力ロスが少ないため高密度の草地でも高能率な作業を可能としている。

表— 11 GC-E300 の主な仕様

刈幅 (mm)	300
刈高さ (mm)	19.31 (2 段階調節)
全長×全幅×全高 (mm)	1730 × 430 × 410
機体質量 (kg)	34.8
定格出力 (kW (PS)/min ⁻¹)	0.6 (0.8)/4000
最大出力 (kW (PS)/min ⁻¹)	0.735 (1.0)/3500
原動機の種類	DC ブラシレスモータ
バッテリーの種類	リチウムイオン
定格電圧 (V)	36
バッテリー容量 (Ah/Wh)	13.8/465 (typ)
始動方式	電気スイッチ
ドライブ方式	4 輪駆動
変速段数	前・後進 1 段
作業速度 (m/s)	0.31 ~ 0.38
刈刃形式	ロータリ式 1 軸 4 枚のフリー刃
価格 (税抜き) (百万円)	標準仕様 0.24 / バッテリー 2 個仕様 0.284 / バッテリー 0 個仕様 0.191



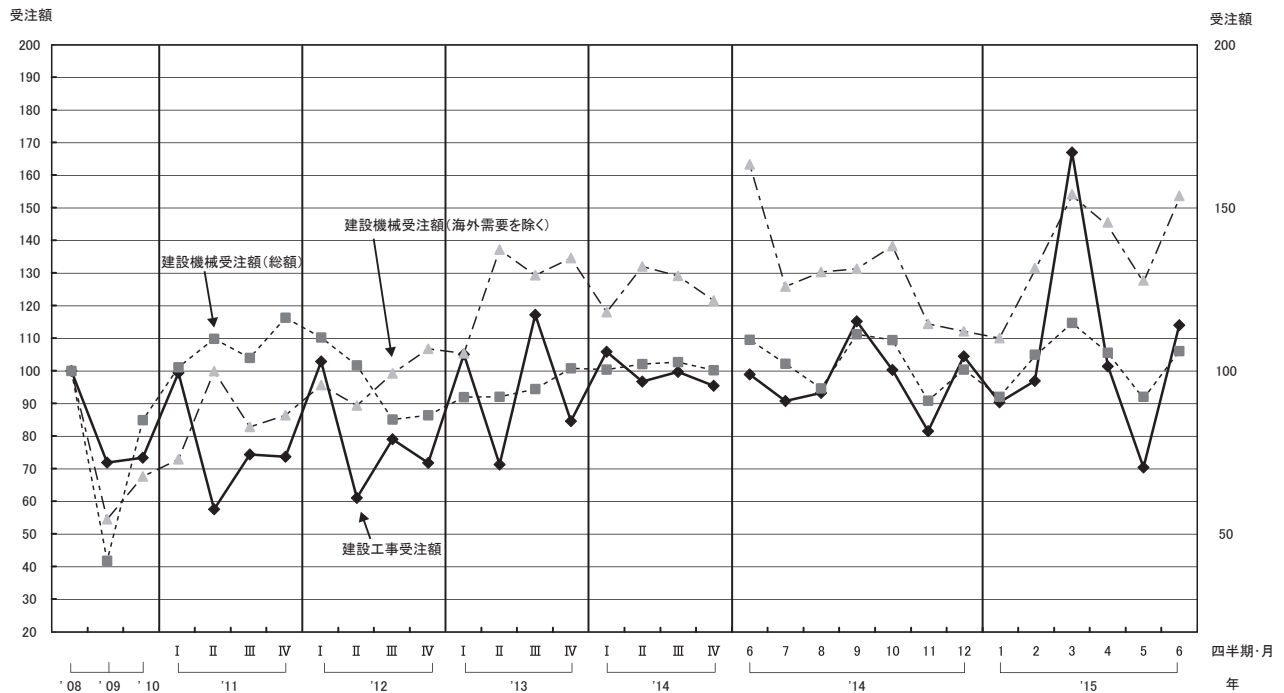
写真— 11 クボタ GC-E300 スイング式電動草刈機 しずかる

問合せ先：(株)クボタ 関連商品技術部
〒 593-0823 大阪府堺市堺区石津北町 64

統計 機関誌編集委員会

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 2008年平均=100)
建設機械受注額：建設機械受注統計調査(建設機械企業数24前後) (指数基準 2008年平均=100)



建設工事受注動態統計調査 (大手 50 社)

(単位：億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非製造業							
2008 年	140,056	98,847	22,950	75,897	25,285	5,741	10,184	98,836	41,220	128,683	142,289
2009 年	100,407	66,122	12,410	53,712	24,140	5,843	4,302	66,187	34,220	103,956	128,839
2010 年	102,466	69,436	11,355	58,182	22,101	5,472	5,459	71,057	31,408	107,613	106,112
2011 年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059
2012 年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	113,146	111,076
2013 年	132,378	89,133	14,681	74,453	31,155	4,660	7,127	90,614	41,463	129,076	120,941
2014 年	139,286	80,477	16,175	64,302	43,103	4,822	10,887	86,537	52,748	138,286	125,978
2014 年 6 月	11,538	7,114	1,385	5,729	3,782	361	281	7,615	3,922	135,239	11,171
7 月	10,588	6,435	1,187	5,247	2,864	373	916	6,605	3,983	138,035	7,882
8 月	10,877	5,546	1,194	4,352	3,247	336	1,749	7,446	3,431	138,708	9,176
9 月	13,461	9,484	1,926	7,557	2,855	466	657	9,250	4,211	139,433	13,045
10 月	11,711	7,083	1,417	5,666	2,927	471	1,231	7,219	4,492	140,773	8,915
11 月	9,504	6,319	1,225	5,095	2,449	385	350	6,602	2,902	139,657	10,204
12 月	12,199	7,249	1,334	5,915	3,290	386	1,274	8,117	4,082	138,286	14,320
2015 年 1 月	10,538	7,525	1,502	6,023	2,490	360	164	7,817	2,721	147,814	10,220
2 月	11,306	7,809	1,174	6,635	2,910	438	148	7,788	3,517	136,998	10,628
3 月	19,543	12,683	1,855	10,828	6,342	407	112	11,622	7,921	140,330	19,823
4 月	11,836	8,791	2,135	6,656	2,383	557	105	8,489	3,347	145,449	9,296
5 月	8,193	5,622	1,131	4,491	1,958	353	260	5,284	2,908	145,260	9,626
6 月	13,316	8,635	1,525	7,110	3,445	502	734	8,758	4,558	-	-

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	08 年	09 年	10 年	11 年	12 年	13 年	14 年	14 年 6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	15 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
総 額	18,099	7,492	15,342	19,520	17,343	17,152	18,346	1,653	1,541	1,427	1,679	1,652	1,370	1,514	1,388	1,584	1,732	1,593	1,388	1,600
海 外 需 要	12,996	4,727	11,904	15,163	12,357	10,682	11,949	957	1,005	872	1,120	1,063	883	1,037	920	1,024	1,075	973	844	945
海外需要を除く	5,103	2,765	3,438	4,357	4,986	6,470	6,397	696	536	555	559	589	487	477	468	560	657	620	544	655

(注) 2008～2010年は年平均で、2011～2014年は四半期ごとの平均値で図示した。

2014年6月以降は月ごとの値を図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査

内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

行事一覧

(2015年7月1日～31日)

機械部会



■除雪機械技術委員会 幹事会

月 日：7月7日(火)

出席者：江本平委員長ほか17名

議 題：①ホームページの作成について
②ロータリ除雪車の安全対策について
③ロータリ除雪車性能試験方法の検討について
④除雪機械の変遷について
⑤除雪機械技術ハンドブックの見直しについて(ロータリ除雪車、除雪グレーダ、除雪ドーザ)
⑥工場見学その他
⑦平成27年度新規課題(案)について、・現場見学・安全マニュアル作成・建設機械要覧の見直し編集

■基礎工事用機械技術委員会

月 日：7月8日(水)

参加者：山下高俊委員長ほか14名

議 題：①話題提供「洋上風力発電の基礎工事用 モノパイル掘削機械」の紹介
②基礎工事用機械の分類とそのアタッチメントの整理について
③建設機械要覧2016の見直し内容について
④6/12開催の合同技術連絡会での当委員会の発表報告
⑤矢上川地下調整池中間立坑ニューマチックケーソン工事の現場見学会について
⑥その他

■トンネル機械技術委員会 建設生産システムの変革分科会

月 日：7月15日(水)

参加者：橘伸一分科会長ほか15名

議 題：①山岳 TN:「大断面」「大深度」「長距離」についての要求される技術要素の確認
②シールド TN:「大断面」「大深度」「長距離」についての要求される技術要素の確認
③技術を検索する対象の論文・報文について確認
④具体的な論文・報文の検索方法について

■ダンプトラック技術委員会

月 日：7月16日(木)

出席者：田中哲委員長ほか7名

議 題：①各社トピックスについて
②建設機械要覧2016の「概説」見直しについて
③人材育成のテーマ：YouTube 映像の選定と具体的な HP への掲載方法について
④6/12開催の機械部会・製造業部会合同技術連絡会の報告について
⑤その他

■ショベル技術委員会

月 日：7月17日(金)

出席者：尾上裕委員長ほか10名

議 題：①現場地耐力試験装置のショベルメーカーへの紹介
②経産省の平成27年度省エネルギー型建機導入補助事業についての報告
③6t, 12t, 30tの市場燃費データの検討について
④現状バケットクラス分けベースに対するエンジン出力クラス分け検討委員長案に対する、各社意見について
⑤6/8開催の厚労省・クレーン協会からのクレーン機能付き油圧ショベルの説明・意見交換についての報告
⑥建設機械要覧2016見直しの委員長タキ台案に対する各委員の案について
⑦フランス「インターマット2015 国際展示会」の各社写真(コメント付き)提供について
⑧その他

■機械整備技術委員会

月 日：7月23日(木)

参加者：森三朗委員長ほか8名

議 題：①「整備の基本」のホームページ掲載についての確認
②「ハイブリッド建機・電動建機の安全整備・点検のためのガイドライン」の最終確認とホームページ掲載にあたっての確認
③2011年及び2014年排出ガス規制対応車の「DPF再生の仕組み、洗浄、廃液処理等」についてのユーザー教宣の進め方と資料作成について
④6/12開催の機械部会・製造業部会 合同技術連絡会の報告
⑤その他

■建築生産機械技術委員会 移動式クレーン分科会 WG

月 日：7月28日(火)

出席者：石倉武久委員長ほか6名

議 題：①25tクラス以外5クラスの作業燃費実測結果の確認と測定方法の見直し要否について、各試験モードでの試験条件・測定方法・作業割合・評価値等
②ラフテレーンクレーンの JCMAS 作業燃費測定標準案の検討について・クラス分けと各試験モードでの試験条件の確認について、評価値の考え方について
③ JCMAS 作業燃費測定標準案の制定に向けたタイムスケジュールについて
④その他

■路盤・舗装機械技術委員会 幹事会

参加者：山口達也委員長ほか9名

月 日：7月29日(水)

議 題：①上期委員会総会の開催日程と発表テーマの確認について
②現場見学会の工事現場の決定と見学日程について
③その他

■トンネル機械技術委員会 環境保全分科会

月 日：7月29日(水)

出席者：坂下誠分科会長ほか11名

議 題：①「トンネル工事用排ガス対策型建機に関する現状の課題と今後の展望について」のまとめ作業・排ガス基準対応機別の整備費データ・排ガス基準対応機別の整備費データのジャンボ、吹付けロボット、ダンプの基礎価格データ・総保有台数をそのままとした更新シミュレーション・経審点の加減等・導入補助金、税制優遇等
②まとめ成果に対する他部会(製造業部会、建設業部会等)への意見確認について
③その他

■情報化機器技術委員会

月 日：7月31日(金)

出席者：白塚敬三委員長ほか9名

議 題：①日本航空電子工業の製品紹介 <http://www.jae.com/jp/about.html>
②傾斜検出するセンサ等の情報持ち寄りと整理について
③6/8開催の厚労省・クレーン協会からの移動式クレーン機能付き油圧ショベルの説明・打合せについての報告
④ISO/TC 127の当委員会に関連する内容についての報告
⑤その他情報交換

製造業部会



■作業燃費検討 WG

月 日：7月24日(金)

出席者：尾上裕 WG リーダほか12名

議 題：①2020年基準後の次期燃費基準目標年度について
②次期燃費基準の決定方法について
③次期燃費基準の公開スケジュールについて
④その他

建設業部会



■機電技術者交流企画 WG

月 日：7月2日(木)

出席者：相田尚主査ほか5名

議 題：①第19回機電技術者意見交換会開催案内(案)について
②講演内容の決定
③7/13霞が関シールドの見学について
④第19回機電技術者意見交換会 PR 方法について(リリース原稿作成者、三紙窓口紹介)
⑤第19回機電技術者意見交換会 各委員今後の役割分担
⑥その他

■平成27年度第1回若手現場見学会

月 日：7月13日(月)

工事名：千代田区永田町一丁目、霞が関二丁目付近再構築工事見学会

発注者：東京都下水道局
受注者：前田・大日本建設共同企業体
参加者：鈴木嘉昌部会長ほか20名
内 容：H&V シールド機地中分岐シー
ルド工事、アーバンシャフト立坑工事

■三役会

月 日：7月13日（月）
出席者：鈴木嘉昌部会長ほか3名
議 題：①各WG報告 ②夏季現場見
学会について ③11月開催の国土交
通大学の講師選任について ④その
他

■建設機械安全情報 WG

月 日：7月21日（火）
出席者：松藤俊雄主査ほか9名
平成27年議題：①提出アンケート結果
の精査検討⇒前回3/24から各委員で
達した検討結果の発表 ②今後の進め
方・方向性について⇒部会内での開示
方法 ③WGとしての成果物作成へ
の行程意見 ④その他

各種委員会等



■機関誌編集委員会

月 日：7月1日（水）
出席者：吉田潔課長補佐ほか20名
議 題：①平成27年10月号（第788号）
の計画の審議・検討 ②平成27年11
月号（第789号）の素案の審議・検討
③平成27年12月号（第790号）の編
集方針の審議・検討 ④平成27年7
～平成27年9月号（第785～787号）
の進捗状況の報告・確認

■建設経済調査分科会

月 日：7月22日（水）
出席者：山名至孝分科会長ほか6名
議 題：①「建設業の海外展開」原稿検
討 ②その他

■新機種調査分科会

月 日：7月28日（火）
出席者：江本平分科会長ほか2名
議 題：①新機種情報の持ち寄り検討
②新機種紹介データまとめ ③その他

支部行事一覧

北海道支部



■第2回広報部会広報委員会

月 日：7月28日（火）
場 所：北海道支部 会議室
出席者：峰友博広報委員長ほか6名
議 題：①支部だよりNo.110号の編集
について ②支部講演会講師の選定に

ついて ③建設工事等見学会について
④その他

東北支部

■技術部会（技術施工講習会（映画会））

月 日：7月1日（水）
場 所：フォレスト仙台
参加人数：120名
①橋梁用舗装高さ自動制御システム
「カメラアイシステム」…(株)NIPPO
②村の未来を拓く葛尾村除染の記録
工事名称／平成24年度 葛尾村除染等
工事…(株)奥村組 ③姫路城大天守保存
修理工事 総集編—白鷺を現代に 伝統
と革新の融合—…(株)鹿島建設(株) ④建物
解体機…コベルコ建機(株) ⑤新型3t
クラスミニショベル…コベルコ建機(株)
⑥歴史の継承 歴史的建造物の保存・
再生技術 日本橋ダイヤビルディング
…(株)竹中工務店 ⑦街路樹用根切断機
『根こそぎ切るソー』…(株)アクティオ
⑧フーバーダムバイパス コロラドリ
バー橋 建設工事…(株)大林組 ⑨FTJ
(エフツインジェット) 工法／FTJ-
FAN (エフティジェイファン) 工法
…(株)不動テトラ ⑩見えないからこそ
大切な技術—不動テトラの地盤改良—
…(株)不動テトラ ⑪風と共に挑む 日
本初、沖合の洋上風力発電施設建設…
(株)鹿島建設 ⑫コマツ GD675-6 モー
タグレーダ…コマツ ⑬雲仙普賢岳
赤松谷川11号床固工工事…(株)熊谷組

■情報化施工セミナー（施工部会）

月 日：7月9日（木）
場 所：郡山ビックパレット
受講者：52名
議 題：①ガイダンス ②主催者挨拶：
東北支部及び東北地方整備局施工企画
課 ③情報化施工の概要と効果 ④衛
星測位 ⑤MC, MG ⑥締固め管理
⑦TS出来形管理

■情報化施工セミナー（施工部会）

月 日：7月10日（金）
場 所：置賜文化センター
受講者：33名
議 題：①ガイダンス ②主催者挨拶：
東北支部及び東北地方整備局施工企画
課 ③情報化施工の概要と効果 ④衛
星測位 ⑤MC, MG ⑥締固め管理
⑦TS出来形管理

■施工部会（雪みらい2016 In 盛岡 実行委 員会）

月 日：7月13日（月）
場 所：盛岡市アイーナ会議室
出席者：縄田正東北地方整備局長ほか

21名（社会長出席）
内 容：①雪みらい2016 In 盛岡実行委
員会設立及び事業内容（案） ②実行
委員会大成・予算（案）について
③今後のスケジュールについて

■施工部会

月 日：7月13日（月）
場 所：支部会議室
出席者：稲村正弘部会長ほか3名
議 題：①平成27年度除雪講習会計画
②平成27年度道路除雪の手引き編集
について ③平成27年度パワーボイ
ント及び機器等について ④その他

■建設部会

月 日：7月14日（火）
場 所：東北支部会議室
出席者：佐野真部会長ほか3名
内 容：①平成27年度活動計画につい
て ②「支部たより」安全コーナーにつ
いて ③特殊現場見学会について
④その他

■広報部会（第4回EE東北作業部会）

月 日：7月21日（火）
場 所：フォレスト仙台
出席者：狩野武志東北技術事務所副所長
ほか26名
内 容：①「EE東北'15」実施報告
②「EE東北'15」アンケート概要
③「EE東北'15」決算（案） ④出展
者負担金精算（案）について ⑤次回
開催（案） ⑥今後の予定 ⑦その他

■施工部会

月 日：7月24日（金）
場 所：東北地方整備局会議室
出席者：木我茂道路情報管理官ほか13
名
内 容：平成27年度除雪講習会及び講
習実施計画（案）について

■広報部会

月 日：7月27日（月）
場 所：支部会議室
参加者：菅野公正部会長ほか7名
内 容：①支部たより169号の反省点
②支部たより170号の編集計画につい
て ③「建設機械施工」誌原稿執筆依
頼について ④170号エッセイについ
て ⑤その他

■広報部会（第3回EE実行委員会）

月 日：7月28日（火）
場 所：フォレスト仙台
出席者：安田吾郎企画部長ほか36名
内 容：①「EE東北'15」実施報告
②「EE東北'15」アンケート概要
③「EE東北'15」決算（案） ④出展
者負担金精算（案）について ⑤次回
開催（案） ⑥今後の予定 ⑦その他

■施工部会（除雪講習会事前打合せ）

月 日：7月28日（火）～30日（木）
 場 所：①湯沢河川国道事務所、横手警察署、秋田県庁、秋田県警本部、秋田河川国道事務所 ②水沢警察署、弘前警察署、青森県庁、青森県警本部、青森河川国道事務所
 出席者：阿曾貢貴事務局長ほか3名
 内 容：平成27年度除雪講習会講師依頼及び打合せ

北 陸 支 部

■「けんせつフェア in 北陸金沢2015 第2回幹事会」

月 日：7月6日（月）
 場 所：北陸地方整備局北陸技術事務所会議室
 出席者：上杉修二広報委員長
 議 題：「けんせつフェア in 北陸金沢2015」の実施について

■「道路除雪オペレータの手引き」改訂WG

月 日：7月15日（水）
 場 所：新潟県建設会館
 出席者：青木鉄朗雪氷部会委員ほか11名
 議 題：「道路除雪オペレータの手引き」改訂について

■北陸雪氷技術シンポジウム

月 日：7月27日（月）
 場 所：新潟県建設会館
 出席者：山崎吉晴雪氷部会長
 議 題：平成27年度北陸雪氷技術シンポジウムの開催について

■平成27年度第1回普及部会

月 日：7月31日（金）
 場 所：新潟県建設会館
 出席者：青木鉄朗普及部会長ほか8名
 議 題：平成27年度事業計画の実施について

中 部 支 部

■建設機械整備技能検定実技試験

月 日：7月2日（木）～4日（土）
 場 所：愛知県立高浜高等技術専門学校
 受験者：1級39名、2級76名

■工事現場見学会

月 日：7月15日（水）
 場 所：三重県桑名郡木曽岬町源緑輪中地内
 内 容：大径・高品質深層混合処理工法（CI-CMC工法）の現地見学会
 出席者：約40名

■広報部会

月 日：7月16日（木）
 出席者：高木広報部会長ほか5名
 議 題：「中部支部ニュース」第34号の校正等について

関 西 支 部

■建設業部会、リース・レンタル業部会、整備サービス業部会 合同見学会

月 日：7月10日（金）
 場 所：「新名神高速道路 安威川橋（PC上部工）工事」
 参加者：寺口勝久建設業部会長、伊勢木浩二リース・レンタル業部会長以下38名
 内 容：①工事概要説明 ②施工現場見学 ③質疑応答

■建設技術展2014 近畿 現地説明会

月 日：7月13日（月）
 場 所：マイドームおおさか2Fホール
 出席者：松本克英事務局長
 内 容：当支部の展示コマは3F団体No5ブースに決定

■平成27年度 施工技術報告会 幹事会

月 日：7月14日（火）
 場 所：関西支部 会議室
 出席者：松本克英事務局長以下7名
 議 題：①開催日時、場所 ②平成27年度実施要領について ③講演募集の会告文 ④発表題数

■近畿地方整備局との意見交換会事前打ち合わせ

月 日：7月16日（木）
 場 所：エル・おおさか10階研修室5
 参加者：松本事務局長以下21名
 内 容：①意見交換会開催目的 ②開催概要 ③事前打ち合わせ

■建設用電気設備特別専門委員会（第420回）

日 時：7月22日（水）
 場 所：中央電気倶楽部 会議室
 議 題：①「JEM-TR236 建設工事用400V級電気設備施工指針」の見直し検討 ②「JEM-TR246 建設用電気設備の接地工事指針」の見直し検討 ③前回議事録確認

■広報部会

月 日：7月23日（木）
 場 所：関西支部 会議室
 出席者：河村謙輔部会長以下8名
 内 容：「JCMA 関西」第107号の発刊について

中 国 支 部

■第1回開発普及部会

月 日：7月7日（火）
 場 所：中国支部事務所
 出席者：飯國卓夫部会長ほか7名
 議 題：①平成27年度部会事業計画（案）について ②建設技術フォーラムへの参加について ③中国地方建設技術開発交流会への参加について ④第37回新技術・新工法発表会について ⑤第66回新技術活用現場研修会について ⑥土木機械設備維持管理研究会について ⑦その他懸案事項

■第1回企画部会

月 日：7月29日（水）
 場 所：中国支部事務所
 出席者：鷺田治通部会長ほか5名
 議 題：①平成27年度部会事業実施計画について ②中国地方整備局との意見交換会について ③情報伝達訓練の結果と防災体制の見直し等について ④その他懸案事項

■第2回施工技術部会

月 日：7月30日（木）
 場 所：広島YMCA 会議室
 出席者：齋藤実部会長ほか9名
 議 題：①情報化施工（体験セミナー）講習会について ②情報化施工技術研究会（第5回）について ③道路除雪講習会（案）の企画について ④その他懸案事項

四 国 支 部

■平成27年度国土交通行政関係功労者表彰式

月 日：7月31日（金）
 場 所：四国地方整備局四国技術事務所（高松市）
 表彰者：四国地方整備局四国技術事務所長 松本秀應
 受表彰者：（一社）日本建設機械施工協会…優良業務 太田正志（JCMA 施工技術総合研究所）…優秀建設技術者
 対象業務：平成26年度 不整地運搬車の有効活用検討業務

■工事・業務の新しい入契制度及び土木工事積算に関する講習会

月 日：7月31日（金）
 場 所：建設クリエイティブビル第一会議室（高松市）
 参加者：60名
 内 容：①新たな入契契約方式について（講師）四国地方整備局企画部技術管

理課 課長補佐 片岡浩史 氏 ②建設コ
ンサルタント業務等の入札・契約制度
について（講師）四国地方整備局企画
部技術管理課 課長補佐 青木研 氏
③土木工事積算について（講師）四国
地方整備局企画部技術管理課 課長補
佐 岩本英浩 氏

九 州 支 部

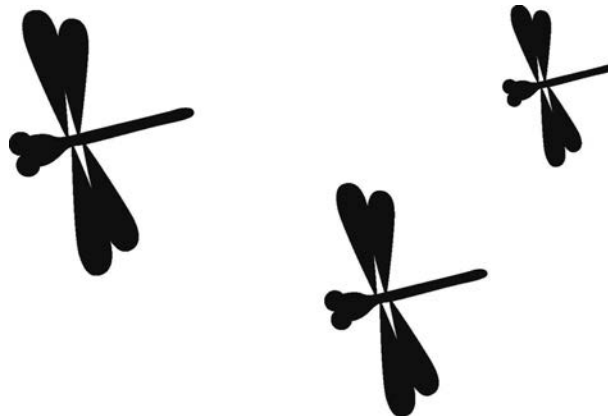


■企画委員会

月 日：7月15日（水）

出席者：久保田正春企画委員長ほか8名

議 題：①建設機械施工技術検定試験に
ついて ②軟弱地盤改良講演会につい
て ③九州地方整備局との意見交換会
について ④その他



編集後記

私たちが日々通勤する経路上には道路、レールはもちろんのこと無数の歩道、トンネル、橋梁、照明設備などの構造物が存在しています。四半世紀以上、雨の日も雪の日も毎日のように接してきたこれら多くのインフラストラクチャーが、実はかくも多様かつ高度な技術や技術革新により日々継続的に延命・維持管理・リニューアルされていることを改めて教えられたのが本号“維持管理・延命化、リニューアル特集”となっております。

巻頭言では、長寿命化に対するこれからの技術、施策の考え方を東京大学石田先生より執筆頂きました。さらに、日本が世界に誇る大動脈である新幹線トンネル、日本のモータリゼーションを支えてきた道路、水深いダム湖底、都市の基盤となる上下水道、水産業の基地となる

漁港、工業の中核であるプラントなどなど多岐にわたっており、いずれも大変興味深い各分野の最新の技術報文内容となっております。

交流のひろばでは、プラントメンテナンス協会様より論理的な保全、保全経営といった社会インフラと関連するプラント設備保全の概要について貴重な報文を執筆頂きました。

今まで日本が築いてきたインフラストラクチャーをより健全な状態で我々の子供たち、さらには子孫たちへ受け継いでいく事で日本がさらなる発展を遂げるためにも 今後“維持管理・延命化、リニューアル”の分野はより一層の充実が望まれる工学分野であることを再認識した次第であります。

最後になりましたが、ご多忙中にもかかわらず、執筆を快諾頂いた執筆者の方々、仲介の労を頂いた方々には深く感謝するとともに、厚くお礼申し上げます。

(相田・原)

10月号「地球温暖化対策、環境対策、環境対策工特集」予告

- ・建設業におけるバイオディーゼル燃料利用ガイドライン
- ・油汚染土壌の新バイオパイル工法―「ちゅらパイル」工法の開発
- ・油や放射能汚染などの土壌洗浄・濁水処理及び混合技術
混合器として水噴流型混合器を利用した土壌洗浄及び濁水処理
- ・オゾンマイクロバブルを用いた油・揮発性有機化合物含有水の高効率な浄化技術
- ・国内初、全周波数帯域に対応したトンネル発破音消音システムを開発
- ・低炭素施工システム“TO-MINICA” Web システムの構築
- ・オンサイト除染排水処理システムの開発・実用化
- ・地下空洞充填気技術におけるシールド泥水の有効活用
- ・製品化に至るまでの二酸化炭素 (CO₂) 排出量を実質ゼロ以下にできる環境配慮型コンクリート「CO₂-SUICOM (スイコム)」
- ・環境、安全性に配慮した3種類の工業用潤滑油

【年間購読ご希望の方】

①お近くの書店でのお申込み・お取り寄せ可能です。 ②協会本部へお申し込みの場合「図書購入申込書」に以下事項をもれなく記入のうえ FAX にて協会本部へお申込み下さい。
…官公庁／会社名、所属部課名、担当者氏名、住所、TEL および FAX
年間購読料 (12 冊) 9,252 円 (税・送料込)

機関誌編集委員会

編集顧問

今岡 亮司	加納研之助
後藤 勇	佐野 正道
新開 節治	関 克己
高田 邦彦	田中 康之
塚原 重美	中岡 智信
中島 英輔	本田 宜史
渡邊 和夫	

編集委員長

田中 康順 鹿島道路(株)

編集委員

新田 恭士	国土交通省
三浦 弘喜	農林水産省
早矢仕 明	(独)鉄道・運輸機構
加藤 誠	鹿島建設(株)
立石 洋二	大成建設(株)
岩野 健	清水建設(株)
赤井 亮太	(株)大林組
久保 隆道	(株)竹中工務店
安川 良博	(株)熊谷組
中村 優一	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
岡田 英明	五洋建設(株)
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
相田 尚	(株)NIPPO
岡本 直樹	山崎建設(株)
太田 順子	コマツ
大塚 清伸	キャタピラー・ジャパン(株)
小倉 弘	日立建機(株)
上田 哲司	コベルコ建機(株)
石倉 武久	住友建機(株)
原 幹生	(株)KCM
江本 平	範多機械(株)
竹本 憲充	施工技術総合研究所

事務局

日本建設機械施工協会

建設機械施工

第 67 巻第 9 号 (2015 年 9 月号) (通巻 787 号)

Vol. 67 No. 9 September 2015

2015 (平成 27) 年 9 月 20 日印刷

2015 (平成 27) 年 9 月 25 日発行 (毎月 1 回 25 日発行)

編集兼発行人 辻 靖 三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 本部 一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3 丁目 5 番 8 号 機械振興会館内

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

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 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 〒460-0002 名古屋市中区丸の内 3-17-10	電話 (052) 962-2394
関西支	部 〒540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支	部 〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22	電話 (082) 221-6841
四国支	部 〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支	部 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 2-4-30	電話 (092) 436-3322

本誌上への
広告は



有限会社 サンタナ アートワークスまでお申し込み、お問い合わせ下さい。

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町 2-21-5 井手口ビル 4F TEL: 03-3664-0118 FAX: 03-3664-0138

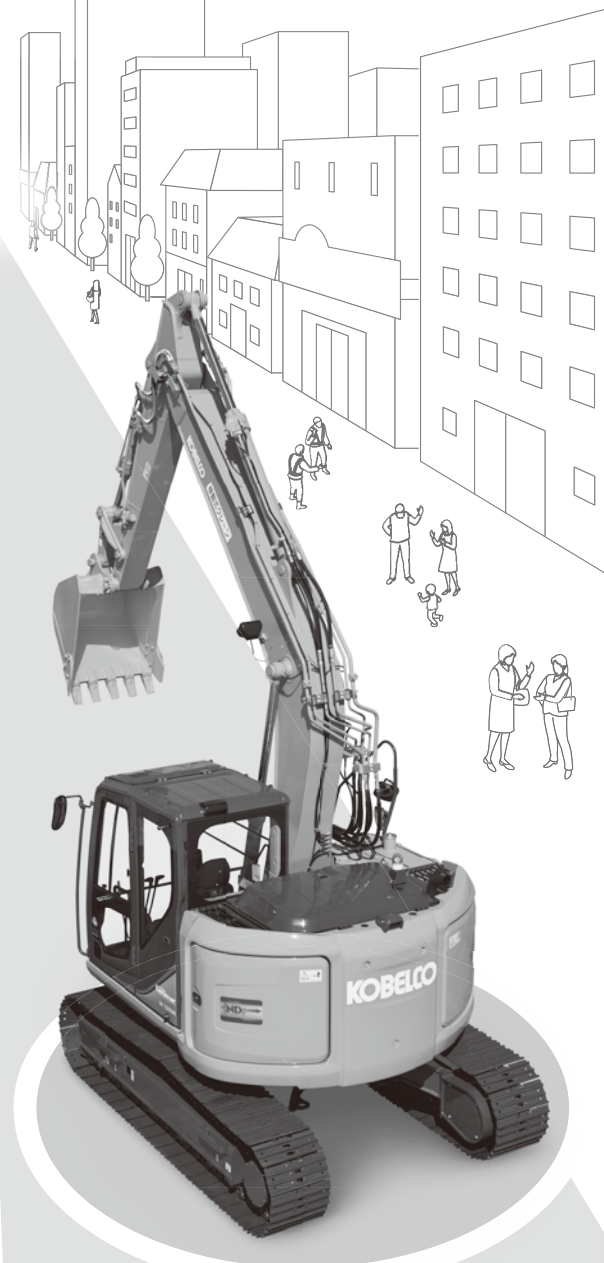
E-mail: san-mich@zam.att.ne.jp 担当: 田中

KOBELCO

低燃費のコベルコ!
低炭素社会の実現へ

小旋回機の未来は、 いつもコベルコから。

「狭い所で自由に働ける建機を」
重機で初めての本格後方超小旋回機は
現場の声をなによりも大切にする
コベルコから生まれました。
コンパクトな作業範囲。
後方への安心感と操作のしやすさ。
これまでなかった機能を生み出したのは
独自の発想とテクノロジー。
そしてその技術力で、つねに時代の
最先端マシンへと進化を続けています。
iNDRが革新した静かさ。
新たに、最大で21%向上した圧倒的な低燃費*。
都市工事のニーズを理想のかたちにする
ものづくりの力は、コベルコのDNAとして
未来へ続いていきます。



AGERA
GEOSPEC
SK135SR

コベルコの
新世機

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

—21%の低燃費*で、新登場。

13トンクラスは、コベルコ

SK125SR SK130UR SK130SR+



2020年燃費基準達成度
★★★をクリア。



オフロード法 2011年基準適合
排出ガス中のPM (粒子状物質) を大幅削減。



約270°の後方視界で
安全性を確保。
(オプション設定)

※ 従来機Sモード比 / 新ECOモード

コベルコ建機株式会社

東京本社 / 〒141-8626 東京都品川区東五反田 2-17-1 ☎03-5789-2111 www.kobelco-kenki.co.jp



マシンケアテック 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.machinecaretech.co.jp/>

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



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。



マシン ケアテック 株式会社

〒361-0056 埼玉県行田市持田 1-6-23

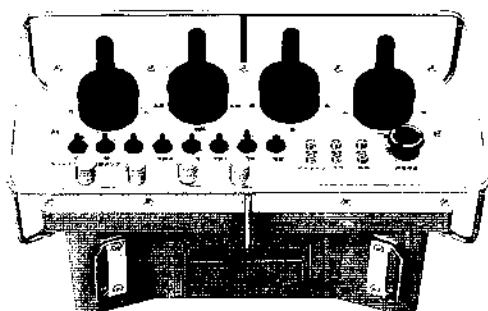
TEL:048-555-2881 FAX:048-555-2884

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

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

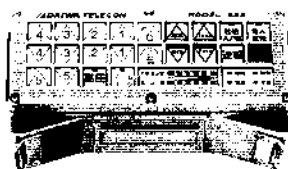
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



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）又は油圧バルブ用出力仕様も可能。
- 充電は急速充電方式（一△V検出+ネ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

建設機械施工 広告掲載のご案内

月刊誌 建設機械施工では、建設機械や建設施工に関する論文や最近の技術情報・資料をはじめ、道路、河川、ダム、鉄道、建築等の最新建設報告等を好評掲載しています。

■職業別 購読者

建設機械施工／建設機械メーカー／商社／官公庁・学校／サービス会社／研究機関／電力・機械 等

■掲載広告種目

穿孔機械／運搬機械／工事用機械／クレーン／締固機械／舗装機械／切削機／原動機／空気圧縮機／積込機械／骨材機械／計測機／コンクリート機械 等

広告掲載・広告原稿デザイン—— お問い合わせ・お申し込み

Santana サンタナアートワークス
ART WORKS

広告営業部：田中 san-mich@zam.att.ne.jp

TEL:03-3664-0118 FAX:03-3664-0138

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F

本誌に掲載されている広告のお問い合わせ、資料の請求はメール、FAXでお送りください。

※カタログ／資料はメーカーから直送いたします。

※カタログ送付は原則的に勤務先にお送りいたします。

お 名 前： 所 属：

所 属：

会社名(校名)：

資料送付先：

電 話： FAX：

E-mail：

広告掲載 メーカー名	製品名

FAX 送信先 サンタナアートワークス 建設機械施工係 F A X **03-3664-0138**



吸塵式乾式カッター

MCD-RY14

NETIS No.TH-150001



Mr.LIGHT 2

MLP-1212A



高周波バイブレーター

FX-40/FU-162

未来へ伸びる、三笠の技術。

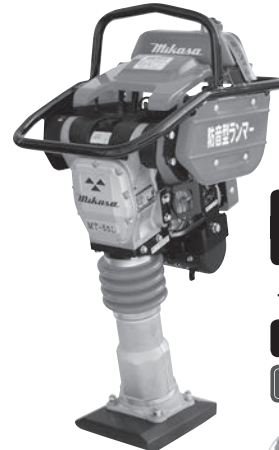


転圧センサー

バイブロコンパクター

MVH-308DSC-PAS

NETIS No.TH-120015



防音型

タンピングランマー

MT-55L-SGK

NETIS No.TH-100005



低騒音型

プレートコンパクター

MVC-F40S

NETIS No.TH-100006



低騒音型

バイブレーションローラー

MRH-601DS

低騒音指定番号5097

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社 / 〒101-0064 東京都千代田区猿樂町1-4-3 TEL: 03-3292-1411 (代)

大阪支店 TEL: 06-6541-9631
札幌営業所 TEL: 011-892-6920
仙台営業所 TEL: 022-238-1521
新潟出張所 TEL: 090-4066-0661

北関東営業所 TEL: 0276-74-6452
長野出張所 TEL: 080-1013-9542
中部営業所 TEL: 052-451-7191
金沢出張所 TEL: 080-1013-9374

中国営業所 TEL: 082-875-8561
四国出張所 TEL: 087-868-5111
九州営業所 TEL: 092-431-5523
南九州出張所 TEL: 080-1013-9558

沖縄出張所 TEL: 080-1013-9328

TOHTO

Stucchi

フラットフェース 漏れ無し油圧カップリング

土壌汚染防止 水質汚濁防止

建築物解体現場 震災復興現場

VEP シリーズ

高圧大容量

着脱ネジ込み式

残圧ありでの着脱可能

確実な接続

1/4～ 2 インチ

Max.600bar

ISO16028

シリーズ間で互換性有

A シリーズ

AX シリーズ SUS316

FIRG シリーズ

1/8～ 2 インチ

Max.420bar



PATENTED

PATENTED



世界の大手建設機械メーカーが環境対応型カップリングを採用
CAT, HITACHI, KOMATSU, HOLMATRO, MITSUBISHI, ABB,
SONSUB, JCB, JOHN DEER, FIAT, VOLVO, KOBELCO 他



TOHTO 株式会社
TOHTO HYDRAULICS CO., LTD.

ホームページ :

<http://www.tohto-hydraulics.co.jp>



本 社 〒140-0013 東京都品川区南大井 6-20-8 マルイト大森第2ビル 9F
TEL 03(3768)2371(代) FAX 03(3768)2238
IP 050-3785-5916
メール : tohto@tohto-hydraulics.co.jp
大阪営業所 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 3-7-13 新大阪サセビルイースト 501
TEL 06(6304)7995 FAX.06(6304)3067
IP 050-3785-5920
メール : osaka@tohto-hydraulics.co.jp

御 殿 場 事 業 所
(エンジニアリングセンター)

〒412-0048 御殿場市板妻大手 3-9
TEL 0550(89)1124 FAX.0550(89)1662
IP. 050-3785-5924
メール : gotenba@tohto-hydraulics.co.jp
〒819-0052 福岡市西区下山門 1-21-10
TEL 092(891)9044(代) FAX.092(891)9045

福 岡 事 務 所



NETIS登録商品とは

〈New Technology Information System〉
公共事業等における新技術活用を促す
国土交通省の新技術情報提供システムです。



電極式自動運転ポンプ (NETIS登録番号 CG-110036-A)

工事 排水用

LBA型

水中ハイスピンポンプ

吐出し口径: 40・50mm
相・電圧: 単相100V
出力: 0.25・0.48kW
全揚程: 6・8m
吐出し量: 0.1・0.12m³/min

HSE型

水中ハイスピンポンプ

吐出し口径: 50mm
相・電圧: 単相100V
出力: 0.4kW
全揚程: 8m
吐出し量: 0.1m³/min

HSDE型

水中泥水ポンプ

吐出し口径: 50mm
相・電圧: 単相100V
出力: 0.55kW
全揚程: 9m
吐出し量: 0.1m³/min

KTVE型

水中ハイスピンポンプ

吐出し口径: 50～100mm
相・電圧: 三相200V
出力: 0.75～5.5kW
全揚程: 10～22m
吐出し量: 0.18～0.6m³/min

低水位 排水用

LSCE型

水中ハイスピンポンプ

吐出し口径: 25mm
相・電圧: 単相100V
出力: 0.48kW
最高排出揚程: 11m (50Hz)
12m (60Hz)

LSRE型

水中ハイスピンポンプ

吐出し口径: 50mm
相・電圧: 単相100V
出力: 0.48kW
全揚程: 8m
吐出し量: 0.12m³/min

残水 吸排水用

LSPE型

スリーブポンプ

口径: 25×25mm (吸込×吐出し)
相・電圧: 単相100V 出力: 0.48kW
最大吐出し揚程: 6.9m (50Hz) / 7.8m (60Hz)
最大吐出し水量: 50ℓ/min (50Hz)
55ℓ/min (60Hz)

自動アイドリングストップ機能付き エンジン式高圧洗浄機

(NETIS登録番号 CG-140002-A)

高圧 洗浄機

HPJ-5ESMA型

〈アイドリングストップ仕様〉
連続定格出力: 3.7kW [5.0PS] / 1800min⁻¹
圧力: 7.8MPa [80kgf/cm²]
吐出し量: 21.2ℓ/min

株式会社 鶴見製作所

大阪本店: 〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40 TEL.(06)6911-2351 FAX.(06)6911-1800
東京本社: 〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8 TEL.(03)3833-9765 FAX.(03)3835-8429

北海道支店: TEL.(011)787-8385
東北支店: TEL.(022)284-4107

東京支店: TEL.(03)3833-0331
北関東支店: TEL.(027)310-1122

中部支店: TEL.(052)481-8181
北陸支店: TEL.(076)268-2761

近畿支店: TEL.(06)6911-2311
中国支店: TEL.(082)923-5171

四国支店: TEL.(087)815-3535
九州支店: TEL.(092)452-5001

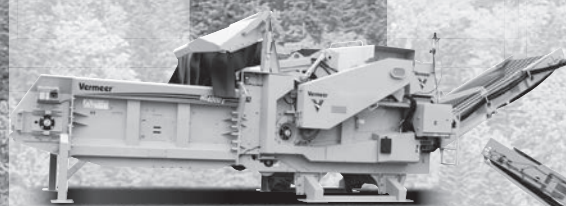
マルマテクニカのホリゾントルグラインダー



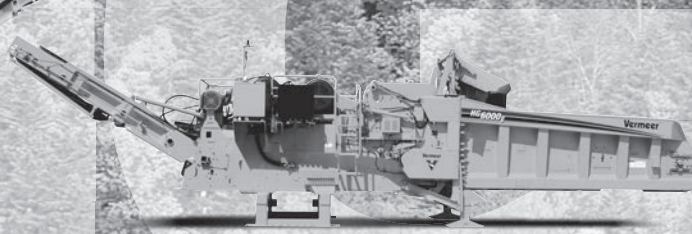
HG4000TX II



HG6000TX II



HG4000E II

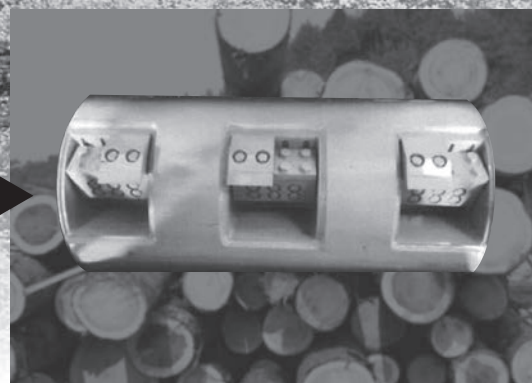


HG6000E II

1台の破碎機でピンチップも切削チップも生産できる!用途別に選べる2タイプ。



破碎部のみの載せ替えが可能!!
様々な用途に1台で対応が可能



特長

- チップサイズは均一で、バイオマス発電向け燃料として実績が多数。
- 新車破碎機の在庫保有と新車の短納期体制で対応。
- 休車時間をなくすため、Vermeer 社破碎機部品の在庫を保有し、即納体制で対応。



マルマテクニカ株式会社

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

本社・相模原事業所	〒252-0331	神奈川県相模原市南区大野台6-2-1	TEL.042(751)3091	FAX.042(756)4389	E-mail:s-sales@maruma.co.jp
厚木工場	〒243-0125	神奈川県厚木市小野651	TEL.046(250)2211	FAX.046(250)5055	E-mail:atsugi@maruma.co.jp
東京工場	〒156-0054	東京都世田谷区桜丘1-2-22	TEL.03(3429)2141	FAX.03(3420)3336	E-mail:tokyo@maruma.co.jp
名古屋事業所	〒485-0037	愛知県小牧市小針2-18	TEL.0568(77)3313	FAX.0568(72)5209	E-mail:n-sales@maruma.co.jp

進化した、 本物の ハイブリッド。

2008年から発売を開始した
コマツハイブリッド油圧ショベルは、
国内で1,200台を超える実績を重ね、
確かな信頼を得ました。
さらなる進化を遂げて誕生した
コマツ第三世代ハイブリッドHB205-2は、
油圧ショベルのスタンダードとなります。



- 特定特殊自動車排出ガス2011年基準適合車
- 低炭素型建設機械
- 超低騒音型建設機械
- NETIS登録商品(登録番号KT-120070-A)



● 燃料消費量

PC200-8N1 比 **30% 低減/時間**
PC200-10 比 **20% 低減/時間**

※ KOMTRAXの解析による平均作業パターン時。
実際の作業では、作業内容により上記以下に
なる場合があります。



KOMATSU

コマツ 国内販売本部

〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 <http://www.komatsu-kenki.co.jp>

雑誌 03435-9



4910034350957
00800

「建設機械施工」

定価 本体八〇〇円(税別)