

一般社団法人
日本建設機械施工協会誌 (Journal of JCMA)

2014

建設機械施工 **7**

Vol.66 No.7 July 2014(通巻773号)

特集 維持管理 長寿命化 リニューアル



橋梁定期点検における近接目視点検代替え技術

巻頭言 人材育成の秘訣は「待つ」ことにあり

- 技術報文**
- 老朽化した吹付のり面の補修・補強技術
 - 水頭差を利用した移動式排砂工法
 - 青森県における橋梁アセットマネジメントシステムによる維持管理の実績
 - 地際腐食の非接触・非破壊検査システム
 - ガードレール塗装工における機械化の紹介

- 行政情報**
- 今後の社会資本の維持管理・更新のあり方(答申)
 - 首都高速道路の更新計画(概略)

グラビア CONEXPO-CON/AGG 2014 & IFPE 2014 (3)

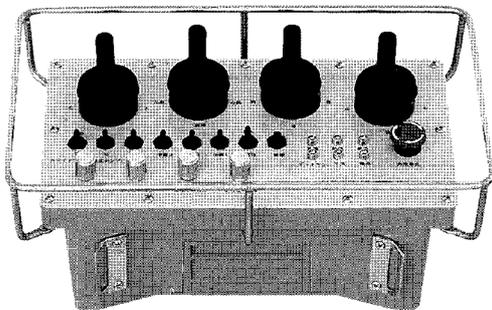
部会報告 コンクリート機械の変遷 (5)

一般社団法人 日本建設機械施工協会

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

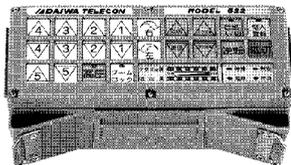
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



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（-△V検出+オーバータイムタイマー付き）
- その他、特注品もお受けいたします。お気軽にご相談ください。

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

本社工場 〒474-0071 愛知県大府市梶田町 1-171
TEL 0562-47-2167（直通） FAX 0562-45-0005
ホームページ <http://www.daiwakiko.co.jp/>
e-mail mgclub@daiwakiko.co.jp
営業所 東京、大阪、他

ダム工事に用いる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>

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、新たな「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26年 8月28日(木)～29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
TS出来形管理コース (1日間) 定員:20名	○情報化施工の概要を把握する ○TSによる出来形管理用データを作成し、実習により出来形管理の基本を習得する	10,000円/人	OCPDS認定研修(6unitを予定) ○開催期間の初日の1日
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: 50,000円/人 会員: 40,000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。

- ・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、35,000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。
- ・平成26年8月開催の研修会は、主にニコン・トリンプル機器による研修を予定しております。
- ・諸般の事情により内容を変更する場合があります。

6. 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：小櫃）
〒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）

7. お申込み方法：参加申込書（当協会HP（<http://www.jcmanet.or.jp>）からもダウンロードできます）に必要事項をご記入の上、下記までメール又はFaxにてお申込み下さい。お申し込みは開催日2週間前までにお願います。申込み受付後、確認メールを送付致します。
〒417-0801 静岡県富士市大淵3154
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（担当：総務部 引地）
電話：0545-35-0212 Fax：0545-35-3719 E-mail：joho-kenshu@cmi.or.jp

「情報化施工研修会」参加申込書

2014年 月 日

No. _____

参加者氏名 (フリガナ)				(年齢: 才)
機関名(会社名)				
所属・役職				
連絡先住所	〒			
	TEL		Fax	
E-mail				
希望日程	※希望の日程に○をお付け下さい -1. 平成26年7月 2. 平成26年 8月			
希望コース	※希望のコースに○をお付け下さい。 1. TS出来形管理コース (10,000円/人) 2. 実務コース (一般: 50,000円/人、 会員: 40,000円/人) 3. 実務コース(再受講) (35,000円/人)			
受講にあたっての確認	※どちらかに○をお付け下さい。 1) 「車両系建設機械運転技能講習 (整地・運搬・積み込み用及び掘削用)」の修了 ・ 済 ・ 未 2) パソコン (エクセル等の使用) 経験 ・ あり ・ なし			
請求書	※どちらかに○をお付け下さい。 必要 ・ 不要 通			
	※その他必要な送付書類 (見積書、領収書等) をご記入下さい。			
送金日	※あらかじめお分かりでしたらご記入下さい。 月 日 銀行 支店より送金			
昼食の希望 (1食500円)	※どちらかに○をお付け下さい。 必要 ・ 不要			

※申込の人数が少ない場合、中止する場合があります。また、定員オーバーなどの場合、受付をお断りする場合がありますので、予めご了承願います。

初の
実務者向け入門版!!

情報化施工 デジタルガイドブック

2014.3
発刊!

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

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

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



特徴

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

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



Windows版

JCMA
一般社団法人 日本建設機械施工協会
(禁複製)

デジタルブックDVD版
(デジタル画像・動画等)

プレビューA4版冊子付

定価

一般価格

2,160円 (本体2,000円)

会員価格

1,944円 (本体1,800円)

※送料別途

主な内容

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

TEL (03) 3433-1501 FAX (03) 3432-0289 <http://www.jcmanet.or.jp>

JCMA 図書 検索

よくわかる建設機械と損料 2014

(平成26年度版 建設機械等損料表 解説書)

本書は当協会発行の書籍「平成26年度版 建設機械等損料表」で使用する用語や損料計算方法等を解説すると共に、前年度版からの主な改正点、機械損料を掲載している各種建設機械・器具の概要・特長、主要建設機械についてはメーカー・型式名等を紹介したものです。

機械損料に関する理解を深めるだけでなく、機械そのものに関する幅広い知識を得るという観点においても有効・有益な資料と考えます。詳細・申し込み方法は[当協会ホームページ](#)をご覧ください。

■**発行**：平成26年6月16日

■**体裁**：B5版、一部カラー、約400ページ

■**価格(送料別途)**

一般：5,616円(本体：5,200円)

会員：4,752円(本体：4,400円)

■**特長**

★損料表の構成・用語の意味、損料補正方法などを平易な表現で解説

★19件の関連通達の位置付けと要旨を解説

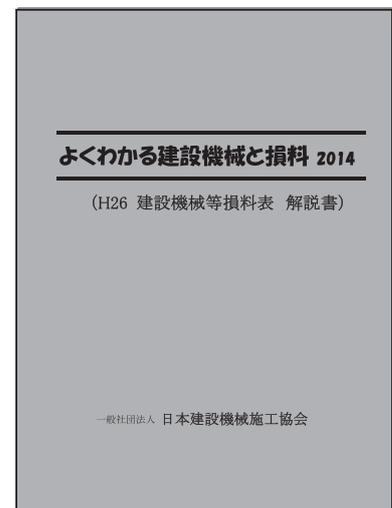
★H26損料表の主な改正・変更点を一覧表にして紹介

★損料表掲載の機械・器具等のコード体系を下記大分類別に図示

- | | |
|---------------------|-------------------|
| 01 ブルドーザ及びスクレーパ | 12 空気圧縮機及び送風機 |
| 02 掘削及び積込機 | 13 建設用ポンプ |
| 03 運搬機械 | 15 電気機器 |
| 04 クレーンその他の荷役機械 | 16 ウインチ類 |
| 05 基礎工事用機械 | 17 試験測定機器 |
| 06 せん孔機械及びトンネル工事用機械 | 18 鋼橋・PC橋架設用仮設備機器 |
| 07 モータグレーダ及び路盤用機械 | 20 その他の機器 |
| 08 締固め機械 | 30- 作業船 |
| 09 コンクリート機械 | 40- ダム施工機械等 |
| 10 舗装機械 | 50 除雪用建設機械 |
| 11 道路維持用機械 | |

★損料表掲載の機械・器具等の概要を写真・図入りで紹介

★主要建設機械のメーカー・型式名を表にして紹介



平成26年度版 建設機械等損料表

■発行：平成26年5月12日

■体裁：B5版 モノコ 650ページ

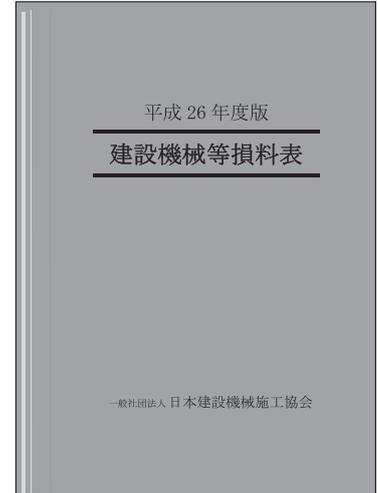
■価格(送料別)

一般：7,920円(本体 7,334円)

会員：6,787円(本体 6,285円)

■内容

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



<参考> 平成26年度版の主要改正点の一部を下表に示します。この表は平成26年度版 建設機械等損料表の解説書「よくわかる建設機械と損料2014」(6月16日発売)から抜粋、アレンジしたものです。

現行(旧)		変更箇所		改正			
		コード	名称				
0101	ブルドーザ	-	-	0101	ブルドーザ		
			(追加)			015	[普通・排ガス(OR2011)]
			(追加)			025	[湿地・排ガス(OR2011)]
			(追加)			055	[リッパ装置付・排ガス(OR2011)]
0104	スクレーブドーザ	-	-	0104	スクレーブドーザ		
			○			011	[普通型]
0106	被けん引式スクレーパ	-	-	0106	被けん引式スクレーパ		
			○			012	[油圧式]
0202	バックホウ(クローラ型)	-	-	0202	バックホウ(クローラ型)		
			(追加)			115	[標準型・排ガス(OR2011)]
			(追加)			135	[標準型・超低騒音型・排ガス(OR2011)]
			(追加)			714	[ディーゼル/電気ハイブリッド型・排ガス(3次)]
	(追加)	715	[ディーゼル/電気ハイブリッド型・排ガス(OR2011)]				
0204	ドラグライン及びクラムシェル	-	-	0204	ドラグライン及びクラムシェル		
			○			061	[油圧クラムシェル・テレスコピック式]



発行のおしらせ

機械除草 安全作業の手引き

機械除草 安全作業の手引き



一般社団法人 日本建設機械施工協会

- イラストが豊富な
オールカラーページ
- 事故事例を紹介し
事故防止に役立つ回避策を
わかりやすく解説
- ハンドガイド式及び
肩掛け式除草機械の
安全作業マニュアル等を記載

- 体裁：A5版 フルカラー 84ページ
- 価格：一般価格972円(本体900円)
会員価格864円(本体800円)
- 送料：250円

本書は、平成10年発行の「除草作業安全マニュアル」(編集・発行：社団法人日本建設機械化協会中部支部)について、労働災害、除草機械の取扱いを追加して改訂発行したものです。

事例No.	3	工種	除草	使用機械	肩掛式
事故内容	作業員同士が接触し、足を負傷した。				
事故発生状況		肩掛式の除草機械で作業を行っている。			
		近くで他の作業員が集草作業をしている。			
		お互いに気付かず、巻物が他の作業員に接触し、足を負傷した。			
回避策	<ul style="list-style-type: none"> ・他の作業員と接触しないように十分距離をあげる ・事前のミーティングで作業範囲や手順等を確認しておく。 ・他の作業員と話をしたり、移動する時など、作業を一旦中止する場合には機械を停止させる。 ・作業範囲にむやみに近づかない。等 				
回避策①		他の作業員と接触しないように十分距離をあげる。			
回避策②		事前のミーティングで作業範囲や手順等を確認しておく。			
回避策③		他の作業員と話をしたり、移動する時など、作業を一旦中止する場合には機械を停止させる。			

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



橋梁架設工事の積算

平成26年度版

∞∞∞ 改訂・発刊のご案内 ∞∞∞

平成26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26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26年度版」を発刊致しました。

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26年度版」を別冊(セット)で発刊致しております。

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26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)



◆改訂内容

平成25年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

1. 鋼橋編

- ・ 送出し架設 留意項目の追加
- ・ 橋梁補修 (掲載歩掛一覧表、塗替塗装用足場工、仮設ブラケットの設置・撤去、素地調整 (ブラスト工法、コンクリート補修歩掛) の追加
- ・ 積算例題の見直し

2. PC橋編

- ・ 工事用エレベーター運転費の電力設備に発動発電機を追加
- ・ 外ケーブル工予備孔の設置歩掛りを追加
- ・ 外ケーブルPE管グラウトタイプ PCケーブル工歩掛の変更
- ・ 重量型伸縮継手装置の設置歩掛りを追加
- ・ 検査孔蓋の設置歩掛りを追加
- ・ 複合損料の改定
- ・ 積算例題の見直し

- B5判/本編約1,100頁(カラー写真入り)
別冊約120頁 セット

●価格

- 一般価格: 8,640円 (本体 8,000円)
- 会員価格: 7,344円 (本体 6,800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 (但し県内に限る)

※ 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。

大口径・大深度の削孔工法の設計積算に欠かせない必携書

大口径岩盤削孔工法の積算

平成26年度版

∞∞∞ 改訂・発刊のご案内 ∞∞∞

平成26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。

本協会では、平成24年5月に「大口径岩盤削孔工法の積算 平成24年度版」を発刊し、関係する技術者の方々に広くご利用いただいております。

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準及び建設機械等損料算定表等が改正され、平成26年4月1日以降の工事費の積算に適用されること等に伴い、当協会では、内容をより充実し、また解りやすく説明した「大口径岩盤削孔工法の積算 平成26年度版」を発刊致しました。

つきましては、大口径岩盤削孔工事の設計積算業務に携わる関係各位の皆様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26年度版の構成項目は以下のとおりです。

第1編 適用範囲

第3編 アースオーガ掘削工法の標準積算

第5編 ケーシング回転掘削工法の標準積算

第2編 工法の概要

第4編 パーカッション掘削工法の標準積算

第6編 建設機械等損料表

◆ 改定内容

平成24年度版からの主な改定事項は以下のとおりです。

- ・国土交通省の損料改正に伴う関連箇所の全面改訂
- ・オーガ、パーカッション、ケーシング回転掘削工法の施工機械を最新情報に改定
- ・工法写真、標準積算例により解りやすく解説
- ・施工条件に対応した新たな岩盤削孔技術事例を追加
- ・施工実績の改定に伴う掘削工法の種類と選定資料の部分改定

● A4版／約250頁（カラー写真入り）

● 価格

一般価格：6,048円（本体5,600円）

会員価格：5,142円（本体4,762円）

※ 送料は一般・会員とも

沖縄県以外 500円

沖縄県 350円（但し県内に限る）

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

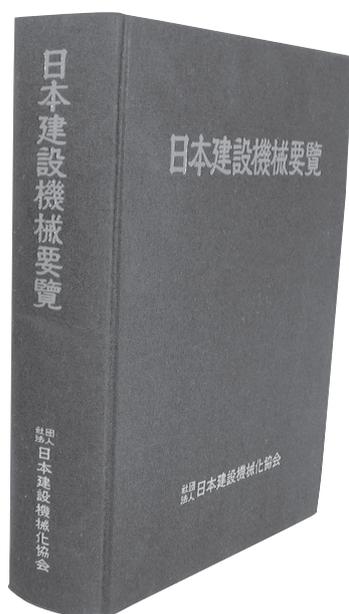


2013年版 日本建設機械要覧

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

◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

日本建設機械要覧 2013年版	冊
-----------------	---

上記図書を申込み致します。平成 年 月 日

官公庁名 会社名			
所 属			
担当者氏名	印	TEL	
		FAX	
住 所	〒		
送金方法	銀行振込 ・ 現金書留 ・ その他 ()		
必要事項	見積書 () 通 ・ 請求書 () 通 ・ 納品書 () 通 () 単価に送料を含む、() 単価と送料を2段書きにする (該当に○) お願い：指定用紙がある場合は、申込書と共に送付下さい		

◆ 申込方法 ◆

- ①官公庁：FAX（本部、支部共）
- ②民 間：（本部へ申込）FAX
 （支部へ申込）現金書留のみ（但し会員はFAX申込可）
- ※北海道支部はFAXのみ
- ※沖縄の方は本部へ申込

（注）関東・甲信・沖縄地区は本部へ、その他の地区は最寄の下記支部あてにお申込み下さい。
[お問合せ及びお申込先]

本 部	〒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
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8 さっけんビル	TEL 011 (231) 4428 FAX 011 (231) 6630
東北支部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1 二日町東急ビル	TEL 022 (222) 3915 FAX 022 (222) 3583
北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL 025 (280) 0128 FAX 025 (280) 0134
中部支部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 三愛ビル	TEL 052 (962) 2394 FAX 052 (962) 2478
関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	TEL 06 (6941) 8845 FAX 06 (6941) 1378
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL 082 (221) 6841 FAX 082 (221) 6831
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイトビル	TEL 087 (821) 8074 FAX 087 (822) 3798
九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30 いわきビル	TEL 092 (436) 3322 FAX 092 (436) 3323

ご記入いただいた個人情報は、お申込図書の配送・支払い確認等の連絡に利用します。また、当協会の新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）送付に利用する場合があります。

（これらの目的以外での利用はいたしません）当協会のプライバシーポリシー（個人情報保護法方針）は、ホームページ（http://www.jcmanet.or.jp/privacy_policy.htm）でご覧いただけます。

当協会からのダイレクトメール（DM）送付が不要な方は、下記口欄にチェック印を付けてください。

当協会からの新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）は不要

増刷出来 !!

建設施工における地球温暖化対策の手引き

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

◇主な内容

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

◇掲載工種

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

◇体裁・定価

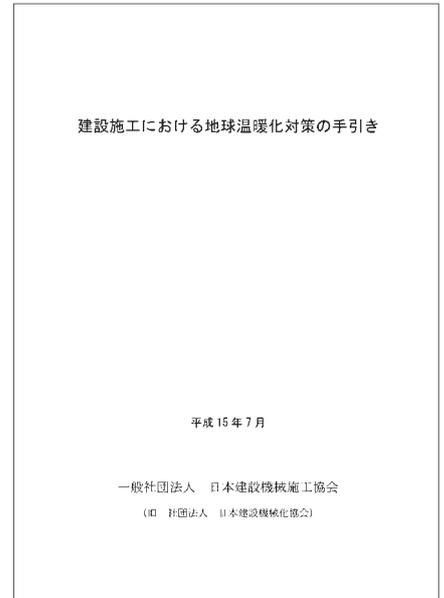
A4判，85頁

価格 一般価格 1,620円（本体1,500円）

会員価格 1,512円（本体1,400円）

送料は一般，会員とも400円

官公庁（学校関係を含む）は会員価格です。



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

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

◇主な内容

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

◇体裁・定価

B5判，50頁

価格 一般価格・会員価格共 540円（本体500円），送料250円



◆ 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840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うけたとき。3.死亡し、又は失踪宣言をうけたとき。4.1年以上会費を滞納したとき。5.除名されたとき。○資格喪失時の権利及び義務: 資格を喪失したときは、本協会に対する権利を失い、義務は免れます。ただし未履行の義務は免れることはできません。○退会の際は退会届を会長宛に提出しなければなりません。○拠出金の不返還: 既納の会費及びその他の拠出金品は原則として返還いたしません。

【個人情報の取扱いについて】

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

No.	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	送料
1	H26 年 6 月	よくわかる建設機械と損料 2014	5,616	4,752	500
2	H26 年 5 月	平成 26 年度版 建設機械等損料表	7,920	6,787	600
3	H26 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 26 年度版	8,640	7,344	600
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 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 25 年度版	8,640	7,344	600
8	H25 年 3 月	日本建設機械要覧 2013 年版	52,920	44,280	900
9	H24 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 24 年度版	6,048	5,142	500
10	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
11	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,240		400
12	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,240		250
13	H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,160	1,851	400
14	H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,376	2,160	400
15	H21 年 9 月	道路除雪オペレータの手引	3,085	2,057	500
16	H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	3,024	2,560	500
17	H19 年 12 月	除雪機械技術ハンドブック	3,086		500
18	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
19	H17 年 9 月	建設機械ポケットブック (除雪機械編)	1,029		250
20	H16 年 12 月	2005「除雪・防雪ハンドブック」(除雪編)	5,142		600
21	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
22	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
23	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
24	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
25	H15 年 6 月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	540		250
26	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
27	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
28	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
29	H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,320		500
30	H11 年 4 月	建設機械図鑑	2,700		400
31	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
32	H9 年 5 月	建設機械用語集	2,160	1,944	400
33	H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,172	5,554	500
34	H6 年 8 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,229	7,714	500
35	H3 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,079	9,565	600
36	S 63 年 3 月	新編 防雪工学ハンドブック【POD 版】	10,800	9,720	500
37	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
38		建設機械履歴簿	411		250
39	毎月 25 日	建設機械施工【H25.6 月号より図書名変更】	864	777	400

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・長寿命化・リニューアル 特集

3	グラビア CONEXPO-CON/AGG 2014 & IFPE 2014 at 米国ラスベガスコンベンションセンター (3)	
9	巻頭言 人材育成の秘訣は「待つ」ことにあり	西川 和廣
10	行政情報 今後の社会資本の維持管理・更新のあり方 (答申)	岩井 聖
15	行政情報 首都高速道路の更新計画 (概略)	角田 征・半澤 功祐
20	老朽化した吹付のり面の補修・補強技術 ニューレスプ工法	窪塚 大輔
26	水頭差を利用した移動式排砂工法 矢作ダム実証実験	北村 広志・宮入 齊・増井 健次
32	青森県における橋梁アセットマネジメントシステムによる維持管理の実績	工藤健一郎・池田真理子
37	橋梁定期点検における近接目視点検代替え技術の開発 橋梁点検車が利用できない橋梁の点検技術のニーズと開発	毛利 茂則・長谷川智史
43	赤外線熱計測による道路構造物の損傷調査	前田 近邦・黒須 秀明
47	走行型 3次元路面下診断システムの概要 GIMS-K (Ground Image Mapping System-K) MMS と GPR の融合	片山 辰雄・青野 健治・加藤 裕将
52	地際腐食の非接触・非破壊検査システム バウンダリーチェッカー	細見 直史・山田 隆明・貝沼 重信
57	ウォータージェットロボットによる床版端部の補修工法 スーパーナローズペースウォータージェットシステム	芹川 博・谷本 竜也
61	橋梁端部の狭隘部床版下面に適用することを目的とした電気防食工法 GECS / ジーイクス工法	峰松 敏和・羽柴 俊明・早坂 洋平
66	ガードレール塗装工における機械化の紹介 ガードレールリフレッシュシステム (NETIS CG-30016-A)	陰山 陽二・山根 信男・橋森 誠
71	亜硝酸リチウム水溶液を用いた新しい PC グラウト充てん不足部の補修工法 リパッシブ工法	鴨谷 知繁・青山 敏幸
76	既設側溝のリニューアル工法 W ² R 工法	亀山 剛史・藤本 英文・矢吹 裕保
81	交流の広場 社会インフラの安全・安心と維持効率の向上を実現する 「施設モニタリングサービス」	荻原 正樹
85	ずいそう 類似と相違を知ることから始まる	常田 賢一
86	ずいそう 北欧旅行で感じた不思議な事柄	高橋 英雄
87	CMI 報告 凍結防止剤散布車の耐久性向上検討	太田 正志
91	部会報告 コンクリート機械の変遷 (5)	機械部会
98	部会報告 ISO/TC 195 (建設用機械及び装置専門委員会) 中国・張家界国際会議報告	標準部会
103	新工法紹介	機関誌編集委員会
105	新機種紹介	機関誌編集委員会
110	統計 平成 26 年度 公共事業関係予算	機関誌編集委員会
114	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
115	行事一覧 (2014 年 5 月)	
118	編集後記	(江本・藤島)

◇表紙写真説明◇

橋梁定期点検における近接目視点検代替え技術

写真提供：ジビル調査設計㈱

橋梁点検については、従来技術である橋梁点検車が普及している。本システムは、操作ユニット、アームユニッ

ト、およびカメラユニットより構成され、橋梁点検車が利用できない橋梁に対して、使用されるものである。ビデオカメラで遠隔操作により橋梁下面を撮影しそれを橋面上のモニター画面で確認する近接目視点検をサポートする技術を目指している。写真は、現場で準備中のものである。

情報化施工により東日本大震災の復興を支援

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

まずは、一般社団法人日本建設機械

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

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

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

平成 26 年度建設機械施工技術検定試験

— 1・2 級建設機械施工技士 —

平成 26 年度 1・2 級建設機械施工技術検定試験を次の通り実施いたします。

この資格は、建設事業の建設機械施工に係る知識や技術力を検定します(以下の記載内容は概略ですので、詳細は当協会ホームページを参照又は電話による問い合わせをしてください)。

1. 申込み方法

所定の受検申込用紙に必要事項を記

載し、添付書類とともに郵送。

平成 26 年 3 月 7 日(金)～4 月 4 日(金)まで、受検申込み用紙を含む「受検の手引」を当協会等で販売; 終了

2. 申込み受付

平成 26 年 3 月 7 日(金)～4 月 4 日(金); 終了

3. 試験日

(1) 学科試験:平成26年6月15日(日);

終了

(2) 実地試験:平成 26 年 8 月下旬から 9 月中旬

詳細問い合わせ先:

一般社団法人日本建設機械施工協会 試験部

TEL: 03-3433-1575

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

第 14 回建設ロボットシンポジウム 論文募集のご案内

「第 14 回建設ロボットシンポジウム—建設産業をリードするロボット技術(RT) & 情報通信技術(ICT) —」(8 月 28 日(木)、中央大学 後楽園キャンパス)開催に伴い、次の通り発表論文を募集致します。

1. 論文募集内容

- (1) 建設生産についての将来展望
- (2) 建設生産技術の高度化
- (3) アプリケーションと新領域

(4) ライフサイクルへの適用

(5) ロボット・キーテクノロジー

2. 論文募集要項

(1) 応募者は論文要旨を送付してください。

(2) 論文要旨提出締切日:1 月 31 日(金); 終了

(3) 審査の上、採用決定論文については本論文の作成を依頼します。

(4) 論文提出締切:4 月 25 日(金);

終了

(5) 論文発表時間:20 分/編(予定)

(6) シンポジウム期日:8 月 28 日(木)

詳細問い合わせ先:

一般社団法人日本ロボット工業会 建設ロボットシンポジウム事務局

TEL: 03-3434-2919

FAX: 03-3578-1404

E-mail: forum@jara.jp

URL <http://www.jara.jp/>

日本建設機械施工協会「個人会員」入会のご案内

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

会費:年間 9,000 円

★個人会員の特典

○機関誌「建設機械施工」を毎月お届け致します。

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

○協会発行の出版図書を会員価格(割引価格)で購入できます。

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

に、会員価格で参加できます。

お問い合わせ・申込書の送付先
※お申し込みには本誌差込広告ページの申込用紙をご利用ください
一般社団法人日本建設機械施工協会 個人会員係

TEL: (03) 3433-1501

FAX: (03) 3432-0289

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

CONEXPO-CON/AGG 2014 & IFPE 2014 at 米国ラスベガスコンベンションセンター (3)

2014年3月4日～8日

6月号グラビアに引き続き、ISO 専門委員会で取り扱う建設機械の適用範囲、定義及び分類に従い、視察団が調査した米・欧・日・中・韓 各社の展示製品を系統だてて紹介する。

建設用機械及び装置 — ISO/TC 195 Building construction machinery and equipment

路面切削機械 — Road milling machine



自走式破碎機 — Mobile crusher





Astec



Peterson



Terex

コンクリートポンプ — Concrete pump



Schwing



Metso



Morbark

道路維持機械 — Road maintenance machine



ヴィルトゲン



Rosco



Bomag



Vermeer



Bobcat



Eigin

ランマ/振動プレート — Rammer / Vibratory plate



Wacker Neuson



アトラスコッポ

コンクリートミキサ/プラント — Concrete mixer / plant



Erie



McLanahan

McLanahan

穿孔機械 — Drilling equipment



Liebherr



Sandvik



アトラスコプコ



Digga



キャタピラー

昇降式作業台 — ISO/TC 214 Mobile elevating work platform



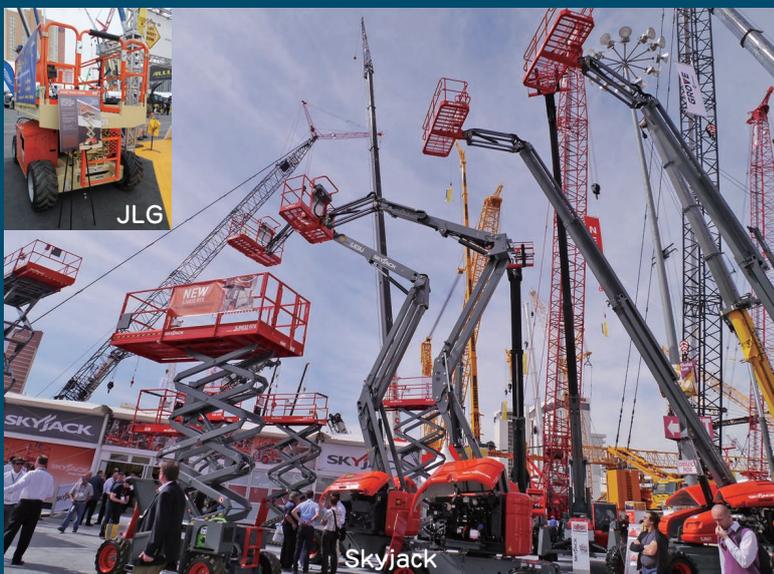
Haulotte



Genie



Teupen



Skyjack



Nifty

産業用車両 — ISO/TC 110 Industrial trucks

フォークリフト — Rough terrain truck



Sany



JCB



ヒュンダイ



Manitou



Case



Hiab



Manitex Lifting

テレハンドラ — Variable reach rough terrain truck



JCB



Manitou



Merlo



Pettibone



Gehl



JLG

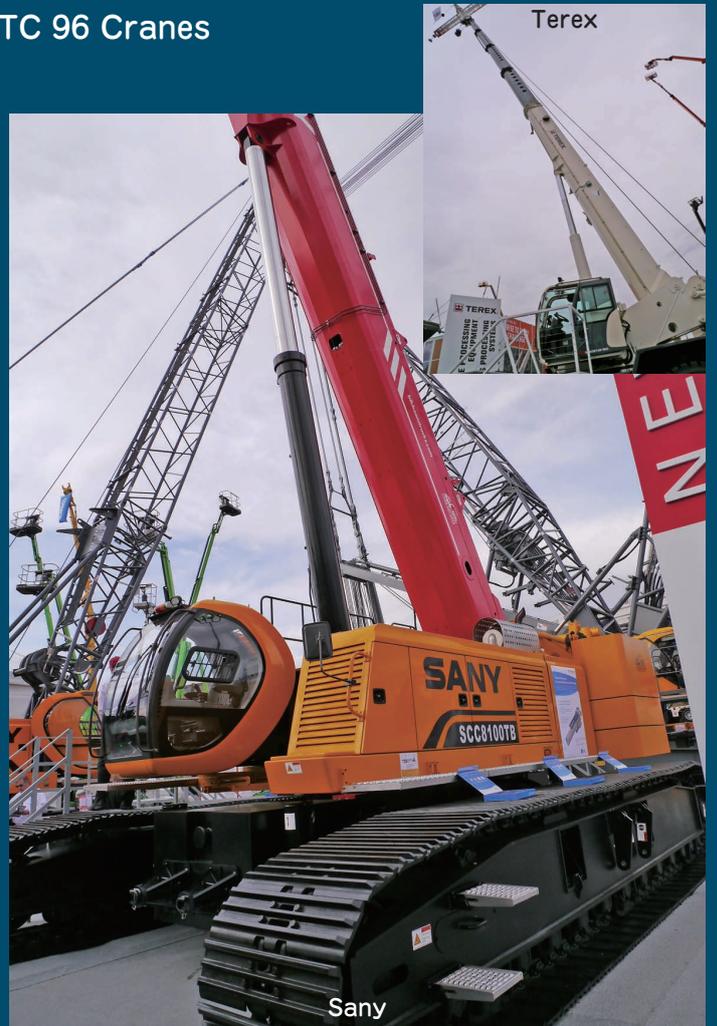


Bobcat



キャタピラ

クレーン — ISO/TC 96 Cranes





Grove



Lifting



Link-Belt



Palfinger



JMG



Manitowoc

その他 — Others

モノレール — Monorail



巻頭言

人材育成の秘訣は「待つ」ことにあり

西川 和 廣



昨年6月、道路法が改正され、道路橋の点検技術基準が法令に位置付けられた。さらに本年3月、省令（道路法施行規則）の改正及び大臣告示が公布された。それらによれば、道路管理者は、すべてのトンネル、橋などの道路構造物について、5年に1度、近接目視による点検を行うことを基本とし、そして、その結果に基づいて健全性の診断を行い、国土交通大臣の定めるところ（告示）により4つの区分に分類し、その記録は構造物が供用されている期間保存することとされた。

一昨年の中央道笹子トンネルの天井版落下事故を受け、文字通り国が先頭に立ってインフラ施設の維持管理を本格化させている。先頃提出された社会資本整備審議会道路分科会の建議「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」でも、その冒頭に「最後の警告—今すぐ本格的なメンテナンスに舵を切れ」と、檄文とも言えそうな強い調子で関係者の奮起を促している。

従来から橋の維持管理の重要性を唱えてきた筆者にとって、ようやく訪れた本格的な動きは大歓迎であるが、これまで維持管理への取組みが手薄だった地方自治体、とくに全体の75%、50万橋を超える橋を管理する市町村がどのようにこれを受け止めたのか気になるところである。2007年に長寿命化修繕計画策定を義務づけられ、既に一種の免疫は出来ていたかもしれないが、新たに一段と高いハードルを2つ突きつけられる形になった。1つは橋長15m以上の主要な橋だけで良いと思っていたら支間2m以上の橋すべてが対象とされたこと、もう1つは自治体毎に簡易な点検要領を定めて行っていたのが、国の定めた基準に統一されることである。

このたびの動きの中では、国は地方自治体に義務を負わせるだけでなく、様々な支援方策を用意している。都道府県ごとに『道路メンテナンス会議』を設置しての業務の地域一括発注等、国の職員による『直轄診断』、国や高速道路会社による点検や修繕等の代行、地方公共団体職員や民間企業の社員を対象とした研修の充実など、今までになかった手厚い対応である。ただ、地域に専門技術者がいない自治体では、その育成に時間がかかるという悩みが残る。しかしながらこれを待つ

ことが出来ず、形だけ整えて取り繕うようなことを続けていると、人材が育つという大切な機会をみすみす逃してしまうことになり、将来に禍根を残すことになるので要注意である。

学校や研修会などで得た知識は、そのまま使い物になるわけではない。先任の技術者等について実務を行い、時には失敗も経験しながら知識と現実とを見比べて修正し、反芻し、他の様々な要素との関係を付け加えて脳神経細胞の回路を充実させるプロセスがどうしても必要なのである。経験を重ねる度にそれまでの自分よりも一歩ずつレベルアップしたことを実感する。これが人の成長には不可欠である。

点検基準の文言は、冒頭に述べたように「基本とする」となっているが、これが重要なメッセージだと考えたい。これまで点検らしいことをしてこなかった市町村がいきなり満点を取れるとは考えられないが、「基本」である高い目標は安易に妥協して簡略化すべきではない。たとえ目標の水準には届かなかつたとしても、曲がりなりにも一巡の点検を終えた後には、そこまでに蓄積されたものが残る。二巡目の点検はその上に乗った形でスタートするわけであるから、前回に比べずっと見通しがきくようになるし、余裕も出てこよう。ここで大切なのは、「基本」の旗を降ろさず根気よく目標到達を目指すことである。

時間はかかるかもしれないが、5年で一巡する度に点検診断の精度は高くなっていくはずであるし、業務に当たった人材も成長しているはずである。5年、10年と我慢してじっくりと成長を待つことが人材育成の秘訣なのである。点検の精度を犠牲にしてよいというつもりは全くないが、結果としてこの方がインフラの持続性に対しては明らかにプラスである。

橋梁調査会では、橋梁点検技術研修会を20年にわたって続けており、人材の育成にも寄与してきた。このたび道路橋点検士制度に衣替えしたところであるが、今後とも実務と人材育成の両面からインフラメンテナンスの一端を担って行きたいと考えている。

行政情報

今後の社会資本の維持管理・更新のあり方（答申）

岩井 聖

我が国の社会資本ストックは、高度経済成長期などに集中的に整備され、今後急速に老朽化することが懸念されており、如何に戦略的な維持管理・更新を行っていくかが問われている。本稿においては、維持管理・更新に関する現状と課題を踏まえ、今後目指すべき社会資本の維持管理・更新の方向性、戦略的に維持管理・更新に関する基本的な考え方及び国土交通省等が重点的に講ずべき具体的施策に関して、社会資本審議会・交通政策審議会技術部会のもとに設置された社会資本メンテナンス戦略小委員会において審議し、平成25年12月に答申としてまとめられたものを紹介する。

キーワード：社会資本、戦略的な維持管理・更新、老朽化対策、メンテナンスサイクル

1. はじめに

我が国の社会資本ストックは、高度経済成長期などに集中的に整備され、今後急速に老朽化することが懸念される。昨今、高速道路における天井落下事故や鉄道の線路施設におけるトラブルの発生をはじめとして、社会資本の維持管理・更新に係る問題が各方面で顕在化しており、国民が社会資本の安全性に不安を抱く事態が生じていることから、真に必要な社会資本整備とのバランスを取りながら、如何に戦略的な維持管理・更新（関係する点検・診断、評価、計画・設計及び修繕等を含む。以下同じ）を行っていくかがまさに今問われている。

国土交通省では、平成24年7月に国土交通大臣から社会資本整備審議会及び交通政策審議会に「今後の社会資本の維持管理・更新のあり方について」の諮問が行われ、それを受け、同年同月に社会資本整備審議会・交通政策審議会技術分科会技術部会に社会資本メンテナンス戦略小委員会（以下、「小委員会」と言う）を設置した。

小委員会では、現地視察や地方公共団体へのヒアリング・アンケートを実施することで維持管理・更新の現場や地方の実情把握に務め、国土交通省が所管する社会資本の維持管理・更新に関し、分野横断的な視点から今後取り組むべき事項について、これまで平成24年8月29日開催の第1回から計9回にわたり調査審議を進めてきたところである。

平成25年1月30日には、平成24年12月2日に発

生した中央自動車道笹子トンネル事故を契機とした緊急提言を行い、平成25年5月30日には、維持管理・更新に関する様々な課題に対し、今後目指すべき戦略的な維持管理・更新に関する基本的な考え方及び国土交通省等が取り組むべき施策をとりまとめ、中間答申がなされた。その後も小委員会を中心に議論を重ね、中間答申で引き続き検討する課題とされた社会資本の維持管理・更新費の将来推計について、一定の結論に達したので、答申されたところである。小委員会における審議の経過については図-1に示す。

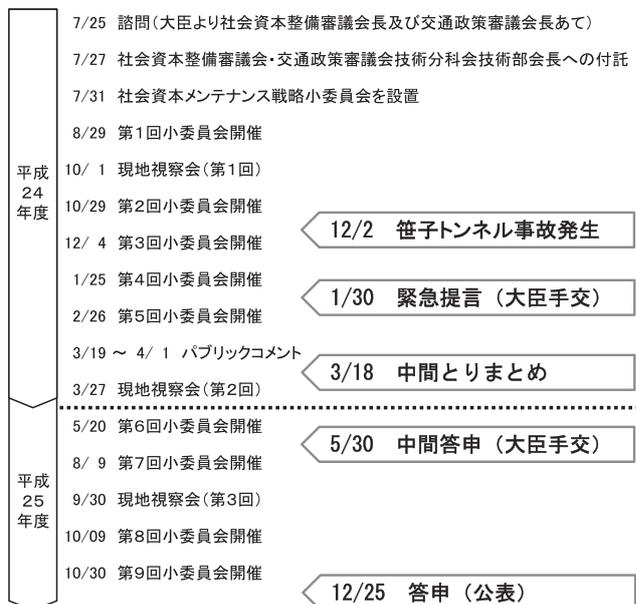


図-1 小委員会における審議の経過

2. 答申の構成と内容

答申では、維持管理・更新に関する様々な課題に対して、これまでのように個々の現場において着実に対応していくことはもちろんのこととして、今後目指すべき社会資本の維持管理・更新の方向性、戦略的な維持管理・更新に関する基本的な考え方及び国土交通省や地方公共団体等が取り組むべき施策の整理を行ったものであり、主に次の4章から構成されている。

まず、「第1章 維持管理・更新の現状と課題」においては、国土交通省所管施設の実態把握結果や技術的進歩の推移、地方公共団体における維持管理・更新の実施状況に関する現状把握、国土交通省所管の社会資本に関する維持管理・更新費の将来推計、維持管理・更新に関する制度面、体制面での現状等を踏まえ、課題が整理された。

次に「第2章 今後目指すべき社会資本の維持管理・更新の方向性」においては、人工公物から自然公物まで幅広い分野に及んでいる社会資本を適切に、かつ効率的・効果的に維持管理・更新を行うため、国民の安全・安心を確保するとともに、厳しい財政状況下においても必要な社会経済活動を営み、我が国の更なる成長を図るために必須であることから、今後目指すべき社会資本の維持管理・更新の方向性について整理された。

「第3章 戦略的な維持管理・更新に関する基本的な考え方」においては、社会資本によって人々にもたらされる恩恵が次世代へも適切に継承されるよう、国、地方公共団体、民間事業者（多くの人や貨物に利用される交通施設等を管理する民間事業者をいう。）の別に関わらず、全ての管理者が維持管理・更新に関して取り組むべき基本的な考え方について表—1に示す10項目から整理された。

表—1 維持管理・更新に関する基本的な考え方

1. 国の責務
2. 国民の理解と協力の促進
3. 社会資本としての役割を持続的に発揮させるための維持管理・更新
4. 安全・安心を確保するための維持管理・更新
5. 豊かな暮らし・環境や活力ある経済社会を実現するための維持管理・更新
6. 維持管理・更新の重点化
7. 機能・費用のバランスの取れた維持管理・更新
8. ストック全体を見渡した調査・診断、評価及び活用
9. 技術開発の推進
10. 分野横断的な連携、多様な担い手との連携

最後に「第4章 戦略的な維持管理・更新のために重点的に講ずべき施策」においては、第3章に示した取組の実現に向け、国土交通省や地方公共団体等が重点的に講ずべき具体的な施策が提言されている。

なお、「維持管理・更新」は、平時の対応から非常時の対応までを含めて幅広くとらえるべきものであるが、答申では、主に平時における施設の点検・診断、評価、計画・設計及び修繕等の社会資本を良好な状態で持続的に活用するために取り組むべき事項を中心に提言が行われている。

本稿では、答申の第4章で整理されている、維持管理・更新に関して関係者の適切な役割分担と連携の下に、現在直面している課題を克服し、維持管理・更新のあるべき姿を達成するため、国土交通省等が重点的に講ずべき諸施策について、簡潔に紹介する。

3. 戦略的な維持管理・更新のための重点的に講ずべき施策

第4章「戦略的な維持管理・更新のために重点的に講ずべき施策」では、第3章で示された取組の実現に向け、国土交通省等が重点的に講ずべき施策が3項目から提言されており、その概要を以下に示す。

(1) 施設の健全性等を正しく着実に把握するための取組

- 維持管理・更新を戦略的に行うためには、地方公共団体等が管理する施設も含めたすべての施設の健全性等を正しくかつ着実に把握することが前提となるが、現状では全ての施設に対しては行われていない状況にある。このため、全ての施設の健全性等を着実に把握するための体制整備等を進めるとともに、健全性等を正しく把握するための、基準等の整備・見直しを推進すべきである。
- 維持管理・更新を着実にを行うための第一歩として、まずは施設に関する情報を正しく把握し、これをスタートラインとして維持管理・更新に係る施策を進めていくことが重要である。そのため、維持管理・更新にあたって必要な情報を確実に記録し、対策履歴も含めて蓄積するとともに、カルテとしての整理・活用をはじめ、様々な目的に活用すべきである。
- 社会資本の健全性等の状況や、維持管理・更新の重要性が国民に対してよく理解されるよう、社会資本の管理者は、施設の健全性をはじめとする実態や実態を踏まえた対応方針を国民に対して公表

するとともに、対応の必要性等について国民への説明を十分に行い、支持や支援が得られるよう努めるべきである。

(2) 維持管理・更新をシステムチックに行うための取組

- 維持管理・更新に係る点検・診断、評価、計画・設計、修繕等の一連の業務プロセスの実施にあたっては各業務プロセスを戦略的に行うための様々な考え方「戦略的メンテナンス思想」を導入し、個々の施設の実情に応じた対応を図ることが必要である。特に評価にあたっては、単体施設の点検・診断の結果に留まらず、必要に応じて施設の重要度、利用状況、地域の動向、周辺環境との調和及び関係する施設も含めた全体としての適切性等も含め、総合的な評価を行い、施設の更新か延命化のための修繕の実施の選択等も含めた対応方針の立案を戦略的に行うべきである。このため、分野・施設の特性に応じ、これらの考え方を基準等に反映させるなどして、各業務プロセスを実施すべきである。予防保全的管理の原則化や安全・安心・暮らし・環境・活力のための社会資本の質の向上、地域・社会の構造変化等を踏まえた集約化・効率化・重点化、新設・修繕・更新時における将来の維持管理・更新への配慮、社会資本の適正利用、賢く使うことによる施設の長寿命化など、戦略的に行うべきである。
- 維持管理・更新を合理的かつシステムチック（体系的・規則的）に行うため、維持管理・更新に係る一連の業務の体系化及び基準等の整備等を推進すべきである。
- 維持管理・更新は長期的視点に立って計画的に取り組むことが重要であることから、点検・診断結果やこれらの評価結果を踏まえ、施設の長寿命化計画等の維持管理・更新に係る中長期的な計画の策定や見直しの推進のほか、計画に基づき対策を実施していくべきである。
- 維持管理・更新を安定的かつ計画的に進めていくため、国は自ら管理・所管する施設に関して必要な予算の確保に努めるとともに、地方公共団体や民間事業者が必要な予算を確保出来るよう、支援に努めるべきである。なお、予算執行にあたっては、適正なコスト管理がなされるべきことはいまでもない。
- 維持・修繕においては、点検・診断結果がその後の設計・施工の妥当性に大きく影響する。また、

個々の構造物毎の施設特性、劣化状況などが異なることから、条件に応じて適切な対応が求められる。加えて、点検・診断は、供用しながらの作業や目視が困難な部位が存在するなど作業条件が厳しく、同様に工事においても空間的・時間的な制約のあることが多い。これらの特性を踏まえ、点検・診断、維持・修繕工事の調達が適切に実施されるよう、取組を行うべきである。

- 戦略的な維持管理・更新を円滑かつ着実に実施するため、維持管理・更新に軸足を置いた制度・組織への転換を図るべく、関係する組織の充実等、体制整備や仕組みづくりを推進すべきである。
- 維持管理・更新を適正に行うためには、施設の点検・診断・評価、設計及び修繕等に係る法令や基準等をよく理解し、これに基づき業務を確実に実施する必要がある。施設の点検は、国及び地方公共団体において、一部の分野を除き、外部委託により実施している場合が多い。今後、点検・診断、評価、設計及び修繕等を確実に行うため、行政の技術職員と業務委託先企業との責任を明確にし、その責任を果たすための技術者・技能者の育成、更には資格制度の確立・活用を図る必要がある。行政における職員の研修は、地方公共団体において十分に実施されていない状況も見受けられることから、点検・診断、評価、設計及び修繕等にかかわる職員が業務委託先企業をマネジメントするための知識を修得する研修体制の強化・充実が必要である。また、業務委託先企業においては、点検・診断作業を確実に実施し、点検・診断、設計及び修繕等の業務を適切に履行できる技術者・技能者の育成が重要であり、そのための資格制度の確立・活用を図るべきである。

(3) 維持管理・更新の水準を高めるための取組

- 今までは、社会資本の新設のための技術開発に力点を置いてきたが、今後はより効率的・効果的な維持管理・更新のための技術開発についても積極的に行い、得られた成果の基準化、標準化を推進すべきである。重点的に取り組むべき事項としては、大幅な工期短縮やコスト縮減のための技術開発、更新時期を遅らせることや交換部品を減らすための技術開発、点検の作業量を減らすなど点検の低コスト化のための技術開発、施設の安全性をより高めるための技術開発を早急に進めるべきである。なお、国は大きな視野を持った検討や地域共通の課題の検討等、維持管理・更新に係る技術

開発の中心を担うべきである。また、他分野や民間などで開発された、効率的・効果的な維持管理・更新に寄与する新技術について積極的な活用を推進すべきである。

- 効率的・効果的な維持管理・更新の実施のため、分野横断的な連携、多様な主体との連携及び長寿命化に寄与するソフト対策を推進すべきである。
- 中小規模の市町村も含めて戦略的な維持管理・更新を行えるよう、財政的な支援や技術的支援に努めるべきである。なお、支援にあたっては、市町村等の自助努力も引き出せるような工夫も検討すべきである。
- 人員、ノウハウが不足している地方公共団体等が、所管する社会資本の維持管理・更新を安定的かつ計画的に進めていくためには、国等による財政的・技術的な支援とともに、地方公共団体等においても体制を整備し、維持管理・更新の方法を工夫して実施していくべきである。

4. 答申のおわりに

小委員会では、これまで緊急提言や中間答申をとりまとめ、国土交通省や地方公共団体等が取り組むべき施策について提言を行ってきたところであるが、社会資本を管理する機関においては、不十分な施設データ管理、厳しい予算、人材の不足、技術力の低下など、現状の機能の維持さえも懸念される状況となっている。

このような中、小委員会では、本答申において、維持管理・更新に関する様々な課題に対し、将来の維持管理・更新費の推計について試算を行い、今後目指すべき社会資本の維持管理・更新の方向性、戦略的な維持管理・更新に関する基本的な考え方及び戦略的な維持管理・更新のために重点的に講ずべき施策をとりまとめた。答申で示されている施策については、社会的に早急な対応を求められるものや、メンテナンス戦略思想の確立やデータの蓄積を通じて定めていかなければならないものなど、これからも継続的に検討すべき内容が含まれており、今後更に小委員会においても検

社会資本整備審議会・交通政策審議会 今後の社会資本の維持管理・更新のあり方について 答申の概要

主旨 維持管理・更新に関する現状と課題を踏まえ、今後目指すべき社会資本の維持管理・更新の方向性、戦略的な維持管理・更新に関する基本的な考え方及び国土交通省等が重点的に講ずべき具体的施策に関して、技術部会社会資本メンテナンス戦略小委員会（平成24年7月設置）において審議し、取りまとめたもの。

第1章 維持管理・更新の現状と課題

- 社会経済情勢とこれまでの取組
- 国土交通省所管施設の実態と課題
- これまでの維持管理・更新に関する技術的進歩の推移と課題
- 地方公共団体における維持管理・更新の実施状況に関する現状と課題
- 国土交通省所管の社会資本に関する維持管理・更新費の推計と課題
- 維持管理・更新に関する制度面、体制面での現状と課題

第2章 今後目指すべき社会資本の維持管理・更新の方向性

- ・国民の安全、社会経済活動を支えている社会資本の維持管理・更新の重要性
- ・幅広い分野に及び性質が異なる社会資本の条件を考慮した課題の検討
- ・社会資本の維持管理・更新に重点をおいた体制の構築
- ・国民と一体となった社会資本の維持管理への取組の実現

第3章 戦略的な維持管理・更新に関する基本的な考え方

- 社会資本によって人々にもたらされる恩恵が次世代へも適切に継承されるよう、今後目指すべき10の基本的な考え方を整理
- 国の責務
 - 国民の理解と協力の促進
 - 社会資本としての役割を持続的に発揮させるための維持管理・更新
 - 安全・安心を確保するための維持管理・更新
 - 豊かな暮らし・環境や活力ある経済社会を実現するための維持管理・更新
 - 維持管理・更新の重点化
 - 機能・費用のバランスの取れた維持管理・更新
 - ストック全体を見渡した調査・診断、評価及び活用
 - 技術開発の推進
 - 分野横断的な連携、多様な担い手との連携

第4章 戦略的な維持管理・更新のために重点的に講ずべき施策

現在直面している課題を克服するために国土交通省等が重点的に講ずべき具体的施策を提言

2. 維持管理・更新をシステマチックに行うための取組
 - 維持管理・更新への「戦略的メンテナンス思想」の導入
 - 維持管理・更新をシステマチックに行うための業務プロセスの再構築
 - 長期的視点に立った維持管理・更新計画の策定
 - 維持管理・更新に係る予算確保
 - 維持管理・更新に係る入札契約制度の改善
 - 維持管理・更新に軸足を置いた組織・制度への転換
 - 施設の点検・診断、評価、設計及び修繕等を適切に実施するための技術者・技能者の育成・支援、資格制度の確立

1. 施設の健全性等を正しく着実に把握するための取組

- 全ての施設の健全性等を正しく着実に把握するための仕組みの確立
- 維持管理・更新に係る情報の収集・蓄積とカルテの整備
- 施設の健全性等及びその対応方針の国民への公表と国民の理解と協力促進

3. 維持管理・更新の水準を高めるための取組

- 効率的・効果的な維持管理・更新のための技術開発等
- 分野や組織を超えた連携と多様な主体との連携等
- 地方公共団体等への支援
- 地方公共団体等が円滑に維持管理・更新を行うための枠組みの提示

図-2 答申の概要

討を深めていく必要がある。

最後に答申は、国土交通省、地方公共団体等の関係者に対し、緊急提言及び中間答申を踏まえて講じた措置の運用に引き続き万全を期すとともに、答申を踏まえ、メンテナンス政策のより一層の充実・強化を図ることを強く求めるとしている。

5. 社会資本メンテナンス戦略小委員会（第2期）について

答申では国土交通省や地方公共団体等が重点的に講ずべき具体的な施策が提言されているところであり、今後、その施策の具体化に向けた検討を行う必要がある。

このため、次の事項について引き続き小委員会において検討を行い、平成26年度中を目途に議論の結果をとりまとめる予定としている。

1. 点検・診断に関する資格制度の確立
2. 維持管理を円滑に行うための体制、地方公共団体等の支援方策
3. 維持管理・更新に係る情報の共有化、見える化
4. メンテナンス技術の国際化

J C M A

《参 考》

- 1) 国土交通省 社会資本整備審議会・交通政策審議会技術分科会技術部会 社会資本メンテナンス戦略小委員会 HP
http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/s201_menntenannsu01.html

【筆者紹介】

岩井 聖（いわい まさし）

国土交通省

総合政策局 公共事業企画調整課 調整官



行政情報

首都高速道路の更新計画（概略）

角田 征・半澤 功 祐

首都高速道路株式会社では、2013年1月15日の「首都高速道路構造物の大規模更新のあり方に関する調査研究委員会」からの提言を受け、首都高速道路構造物の更新について全線を対象に精査・検討を行い、「首都高速道路の更新計画（概略）」を策定し、2013年12月25日に発表した。本報では、首都高速道路の現状、更新計画（概略）の概要について報告する。

キーワード：首都高速道路，更新計画（概略），構造物の高齢化，過酷な使用状況，安全性の確保

1. はじめに

首都高速道路の総延長は301.3kmに達しており、供用から40年以上経過した構造物が約3割（約100km）を占める（図-1）など、高齢化とともに過酷な使用状況により損傷が多数発生し、重大な損傷も発見されている状況にある。

構造物を安全な状態に保つため、日夜、様々な方法によりきめ細かな点検（図-2）を実施し、点検の結果に応じた補修に取り組んでいるところであるが、補修の必要な損傷は増加の一途を辿っている（図-3）。

このような状況下において、2013年1月15日に「首都高速道路構造物の大規模更新のあり方に関する調査研究委員会」（委員長：涌井史郎・東京都市大学環境情報学部教授）より提言を受け、首都高速道路にお

ける更新計画について検討を進めてきた。

以下、検討した更新計画（概略）について報告する。



図-2 構造物の点検事例

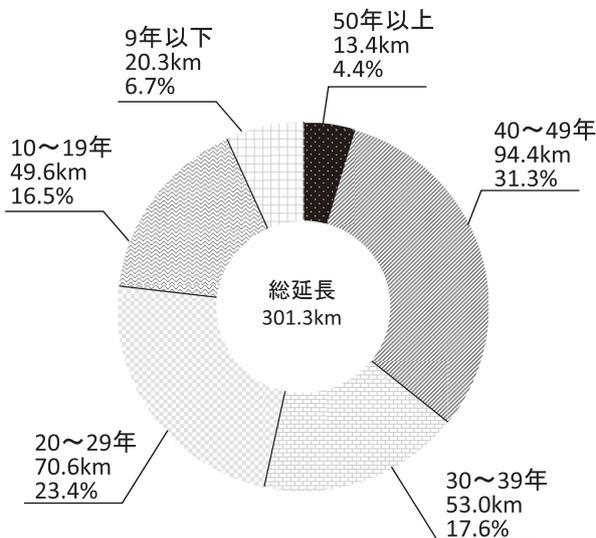


図-1 供用からの経過年数

- 50年以上 : 都心環状線、羽田線等
- 40～49年 : 目黒線、横羽線、渋谷線等
- 30～39年 : 深川線、三ツ沢線、湾岸線(東京・千葉)等
- 20～29年 : 狩場線、三郷線、川口線等
- 10～19年 : 大宮線、川崎線、湾岸線(神奈川)等
- 9年以下 : 新都心線、晴海線等

※平成26年4月時点

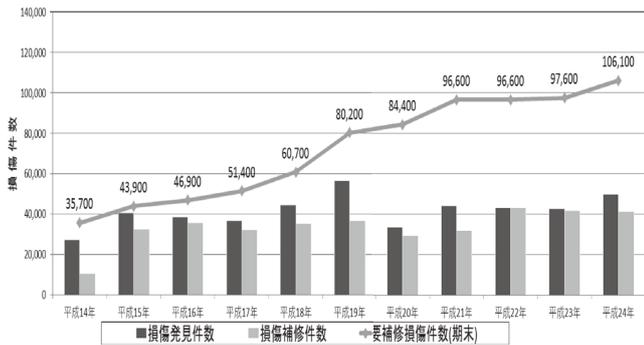


図-3 要補修損傷件数の推移

2. 更新計画（概略）の概要

首都高速道路全線のうち、特に重大な損傷が発見されており、大規模更新もしくは大規模修繕を実施しなければ通行止めなどの可能性の高い箇所を、更新計画（概略）として実施すべき箇所とした。

なお、重大な損傷とは、例えば、後述する東品川栈橋・鮫洲埋立部で発生しているコンクリート剥離や鉄筋腐食のような、橋桁の脱落や床版の抜け落ち等、構造上、走行安全上、道路の用に供せない状態につながる損傷のことである。また、大規模更新とは橋梁の架け替え、床版の取替え等、大規模修繕とは構造物全体の大規模な補修を行うことである。

維持管理が困難で、大規模更新が効率的・効果的な箇所については大規模更新を実施、それ以外の箇所は大規模修繕を実施することとした。

大規模更新の対象箇所は、高速1号羽田線の東品川栈橋・鮫洲埋立部、高速大師橋、高速3号渋谷線の池尻～三軒茶屋、都心環状線の竹橋～江戸橋、銀座～新富町の5箇所（延長約8km）であり、大規模修繕の対象箇所は、3号渋谷線の南青山付近や4号新宿線の幡ヶ谷付近等の延長約55kmである（図-4）。

以上の実施箇所の概算事業費は、大規模更新が約3,800億円、大規模修繕が約2,500億円で、合計約6,300億円を見込んでいる。

(1) 東品川栈橋・鮫洲埋立部（大規模更新）

高速1号羽田線（東品川栈橋・鮫洲埋立部）は1963年に供用し、供用後50年を経過した延長約2kmの区間である。

東品川栈橋は海上部に建設されており、橋桁と海面との空間が極めて狭く、点検・補修が非常に困難な上、海水による激しい腐食環境によりコンクリート剥離や鉄筋腐食等の重大な損傷（写真-1）が多数発生している。また、鮫洲埋立部は、鋼矢板を用いた仮設と同等の埋立て構造となっている上、鋼矢板等の損傷により、過去、路面の陥没等の重大な損傷も発生している（図-5）。



図-4 大規模更新、大規模修繕の実施箇所

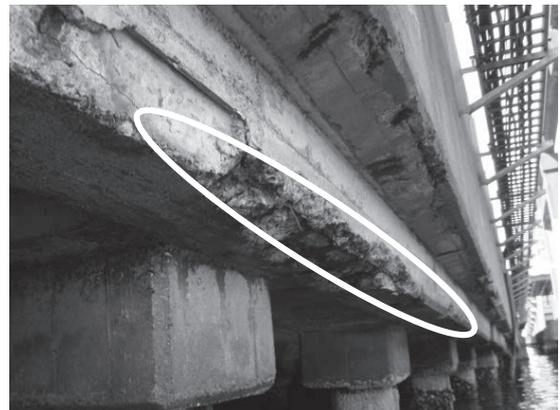
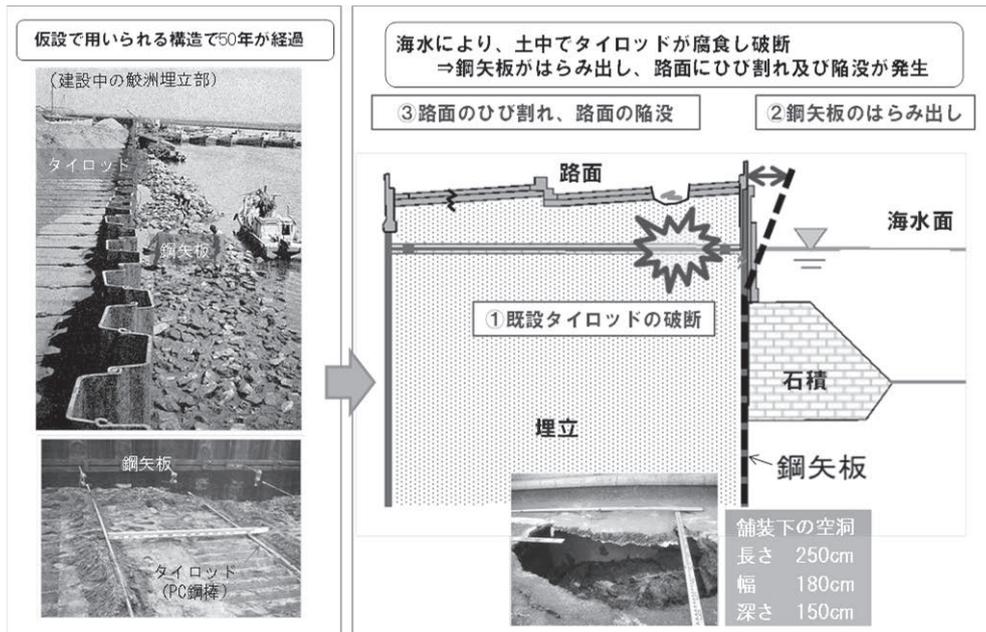
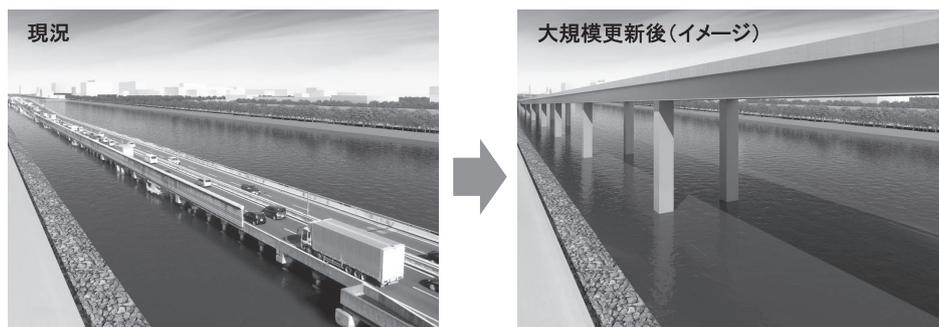


写真-1 東品川栈橋損傷状況

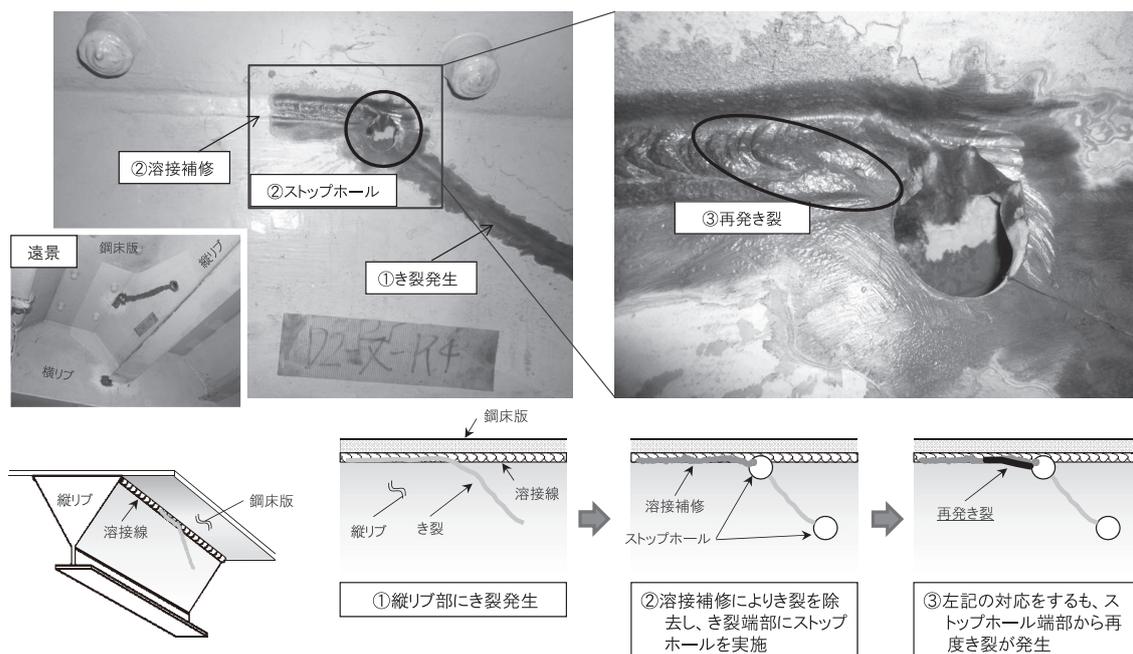
以上の、海水による激しい腐食環境により重大な損傷が起きている箇所や仮設と同等の構造に対し、これまで部分的な補修、補強を行っているものの、損傷の状況及び長期的な使用に適さない構造であること等から、この区間については大規模更新が必要である。例えば、東品川栈橋の大規模更新については、海水面から一定程度離れた高架構造とするため、栈橋全体を架け替えることとしている（図-6）。なお、東品川栈橋・



図一五 鮫洲埋立部の構造と損傷発生要因



図一六 東品川栈橋の大規模更新イメージ



図一七 高速大師橋の損傷状況と発生メカニズム

鮫洲埋立部については平成 26 年度より事業に着手していくことを考えている。

(2) 高速大師橋 (大規模更新)

高速大師橋は 1968 年に供用した、多摩川を渡る 3 径間連続鋼床版桁橋である。

過酷な自動車交通による使用状況により、鋼桁に多数の疲労き裂が発生している。これについても補修はその都度実施しているものの、新たなき裂の発生が後を絶たない状況にある (図-7)。

高速大師橋の大規模更新にあたっては、現在の上部工の構造が、疲労損傷が発生しやすい構造となっており、その構造を抜本的に見直す必要があるため、橋梁全体を架け替えることとしている。

(3) 池尻～三軒茶屋 (大規模更新)

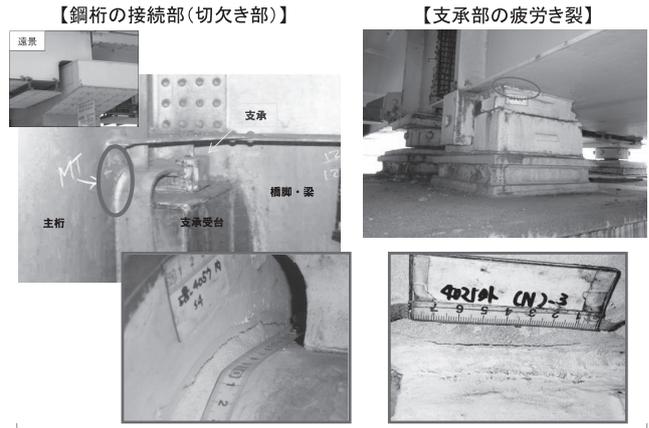
高速 3 号渋谷線 (池尻～三軒茶屋) は 1971 年に供用した東名高速と接続する特に交通需要が高い路線である。池尻～三軒茶屋は、地下鉄と一体構造になっている区間であり、中央環状線と接続する大橋ジャンクション合流先の郊外側に位置し、中央環状線との接続で、さらに交通の需要が高まった区間である。この区間については、コンクリート床版に亀甲状のひび割れが多数発生している状況にあり (図-8)、このまま損傷が進展すると床版の抜け落ちに至り、甚大な被害が発生することが予想される。

池尻～三軒茶屋の大規模更新にあたっては、損傷状況に鑑み、床版を取替えることとしている。なお、地下構造への影響を考慮し、床版の重量を増やさずに長

期の耐久性が確保できるよう、現在のコンクリート床版から鋼床版等に取り替えることとしている。

(4) 竹橋～江戸橋 (大規模更新)

都心環状線は 1 号羽田線と同様、1964 年の東京オリンピック時に供用した区間を含み、中央環状線等ネットワークが整備されているものの未だに高い交通需要がある路線である。



き裂の進展を抑制するため応急補修を実施済

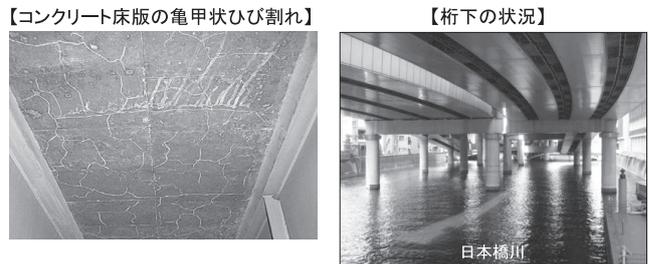
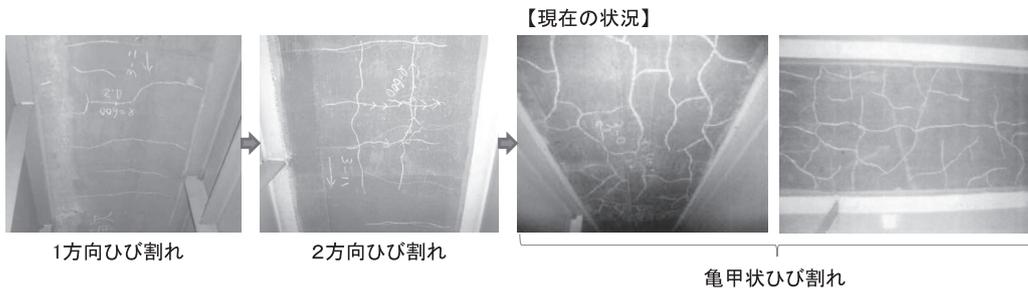


図-9 竹橋～江戸橋の損傷状況と桁下の状況



【コンクリート床版の損傷過程】

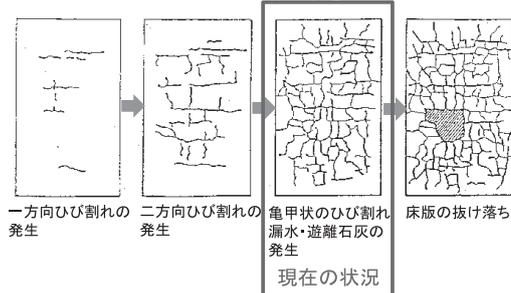


図-8 池尻～三軒茶屋の損傷状況と発生メカニズム

都心環状線のうち、竹橋～江戸橋では、過酷な自動車交通による使用状況により、鋼桁の接続部（切欠き部）を中心とし、構造物全体に疲労き裂が発生しており、また、コンクリート床版には亀甲状のひび割れが発生している。さらに、高速道路の桁下が河川であり、維持管理が困難となっている（図—9）。

(5) 銀座～新富町（大規模更新）

都心環状線にある銀座～新富町は、上記の竹橋～江戸橋と同じく供用経過年数が50年以上で高い交通需要がある区間であり、半地下の構造となっている。

建設から50年以上が経過しているため、擁壁のコンクリートの剥離と鉄筋の腐食が顕著である。加えて、当時の設計基準に基づいて建設されているため、強度の不足が懸念され、今後、予想を超えた巨大地震が発生した際にはその擁壁が損傷し、第三者被害が発生する恐れがある（図—10）。

銀座～新富町の大規模更新については、現行の設計基準に合った擁壁への取替えと合わせ、高速道路を横断している交差橋梁を架け替えることとしている。な

お、交差橋梁の架け替えにあたっては管理者と調整を図る必要がある。

3. おわりに

首都高速道路の更新計画である、大規模更新、大規模修繕については、構造物の損傷状況等に鑑みれば不可欠なものであり、また早期の実施が必要である。しかしながら、そのための費用は現在の償還計画には含まれていないため、必要な財源を安定的に確保する制度の確立が必要である。その制度として、高速道路の老朽化に対応した迅速かつ計画的な更新事業を行う等のための道路法等の一部を改正する法律が衆・参院議院における審議、可決を経て、本年5月28日に成立、6月4日に公布された。

具体的実施時期、施工方法等については、早期に着手できるように国、地方公共団体等と十分連携し、お客様のご理解を得ながら速やかに決定したい。

なお、事業の実施にあたっては各箇所状況を踏まえ、都市の再生に寄与するまちづくり、景観への配慮、沿道環境の改善等、首都圏の都市環境との調和を重視していく考えである。

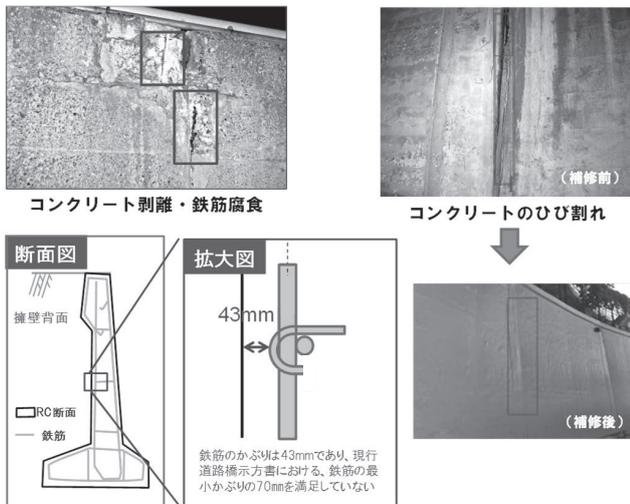
JICMA

[筆者紹介]

角田 征（すみだ ただし）
首都高速道路(株)
計画・環境部 計画調整課
課長代理



半澤 功祐（はんざわ こうすけ）
首都高速道路(株)
建設事業部 構造設計室



図—10 銀座～新富町の損傷状況と構造上の問題

老朽化した吹付のり面の補修・補強技術

ニューレスプ工法

窪塚大輔

建設から数十年が経過した吹付のり面には、吹付表面の劣化や吹付背面の地山の風化進行に起因する不安定化が多く見られる。こうした吹付のり面の健全性や吹付のり面のおかれている重要性を評価し、適切な対策工を選定する必要がある。

本稿では、吹付工の概要、老朽化した吹付のり面の従来対策の問題点を整理し、多様な老朽化した吹付のり面においても効率的に対策が実施できる「ニューレスプ工法（NETIS：No.QS-110014-V 設計比較対象技術）」（以下、本工法）を紹介する。

キーワード：老朽化、吹付のり面、維持管理、繊維補強モルタル吹付工、ポンプ圧送エア併用吹付システム

1. はじめに

我が国の社会資本は、戦後の高度経済成長とともに着実に整備されてきたが、近年、急速に高齢化が進行している。しかし、全てに対して手当てをする財政的な余裕はないため健全性を適切に評価し、予防保全的な維持管理を行う必要性が高まっている。こうした中、モルタル・コンクリート吹付工（以下、吹付工）により対策されたのり面（以下、吹付のり面）においても同様な維持管理の必要性が高まっている。

吹付工は、自然斜面や道路などの切土のり面に対し、岩盤の風化防止、雨水等の地山への浸透による浸食防止を目的とし適用されている。建設から数十年が経過した吹付のり面には、吹付表面の劣化や吹付背面の地山の風化進行に起因する不安定化が多く見られる。こうした吹付のり面の健全性や吹付のり面のおかれている重要性を評価し、適切な対策工を選定する必要がある。

本稿では、吹付工の概要、老朽化した吹付のり面の従来対策の問題点を整理し、多様な老朽化した吹付のり面においても効率的に対策が実施できる本工法を紹介する。

2. 吹付工の概要

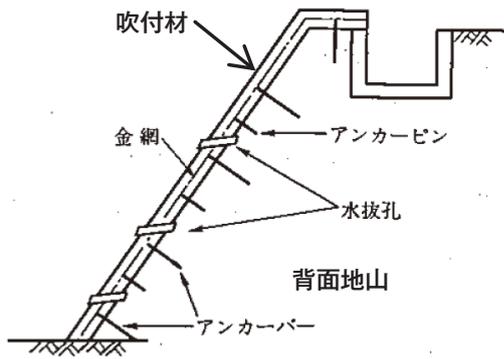
吹付工は、モルタルやコンクリート（以下、吹付材）により切土のり面を被覆し、地山表層の風化の防止、雨水等の地山への浸透による浸食防止のほか、のり面

からの軽微な落石等を防止することを目的に施工される。そのため、吹付工は、切土のり面の地山が安定している際に用いられるものであり、地山からの土圧に対する抵抗力は期待されていない。道路の切土のり面に適用された吹付工の一例を写真—1に示す。

吹付工の構造例を図—1に示す。吹付材の内部には、吹付後のひび割れの発生抑制や剥離・剥落を防止する目的で、金網が設置される。その金網を地山に固定するためにアンカーピンが1～2本/m²設置され、背面地山の状況に応じてアンカーバーが設置される。また、地山の湧水を適切に処理するために水抜孔（水抜きパイプ）が設置される。吹付厚さは、地質状況や凍結深等の切土のり面のおかれている条件を考慮し決定する手法がとられている。一般的な吹付厚さは、モルタル吹付工の場合8～10cm、コンクリート吹付工の場合10～15cmが、標準とされている¹⁾。



写真—1 吹付工の施工（例）



図一 吹付工の構造図 (例)¹⁾

3. 吹付のり面の老朽化現象

吹付のり面の劣化は、主に3つの構造部位に進行し、吹付材表面に老朽化現象として現れる。ここでの構造部位とは、(1)吹付材自体、(2)吹付材と背面地山の境界面、(3)吹付材の背面地山である。以下に、構造部位別の劣化による老朽化現象を整理する。

(1) 吹付材自体の劣化による老朽化現象

吹付材自体の劣化による老朽化現象には、施工後の乾燥収縮によるひび割れ、凍結融解などによる吹付材の剥離・剥落などがある(写真一2)。また、ひび割れや水抜孔に植物が侵入した場合、植物の成長による吹付材の押し上げなどがある。

(2) 吹付材と背面地山の境界面の劣化による老朽化現象

吹付材と背面地山の境界面の劣化による老朽化現象

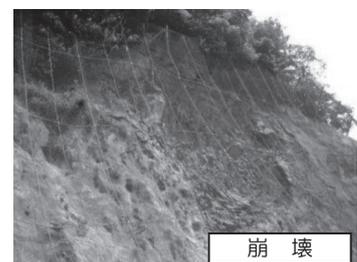
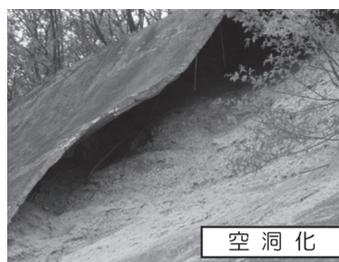
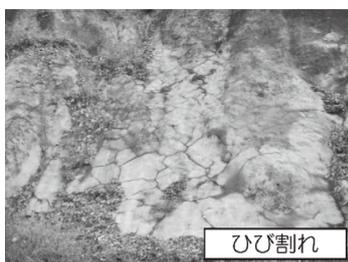
には、水抜孔から風化した背面地山(土砂)が流出することによる空洞化、吹付材と背面地山の付着力が低下することによる吹付材の滑動(スライド)現象などがある(写真一3)。

(3) 吹付材の背面地山の劣化による老朽化現象

吹付材の背面地山の劣化による老朽化現象には、背面地山の風化が進行し、安定勾配が確保できなくなることによる、はらみ出しや崩壊などがある(写真一4)。

4. 従来の対策の問題点

従来、老朽化した吹付のり面の対策として多く採用されてきた方法は、劣化した吹付材をはつり取り、その後、新たに吹付を行う更新方法である。この方法は、のり面形状が1段で、高さが低いケースでは、簡易な防護柵を設け、重機による吹付材のはつり取りや風化した地山部の整形を安全に速やかに行うことができる(写真一5)。これに対し、道路のり面に見られる大規模でのり面形状が複数段に及ぶようなケースでは、重機による施工範囲が限定され、人力作業に頼る施工範囲が大きくなる(写真一6)。そのような場合、はつり取り殻を通行車線へ飛散させないための大規模な仮設防護柵が必要となり、また、はつり取り殻が産業廃棄物として多量に発生するといった問題が生じる。また、吹付材のはつり取りを行った場合でも、風化した背面地山の除去・整形は非常に難しい。風化した地山が残置され対策しても、早期に背面地山の風化が進行し、はらみ出しなどの変状が発生するといった問題もある。



写真一2 吹付材自体の劣化による劣化現象 (例)

写真一3 吹付材と背面地山の境界面の劣化による老朽化現象 (例)

写真一4 吹付材の背面地山の劣化による老朽化現象 (例)



写真一五 重機によるはつり取り (例)



写真一六 人力によるはつり取り (例)

5. 本工法の概要

(1) 工法の概要

4章で述べた従来の対策技術における問題点を解決した本工法を紹介する。

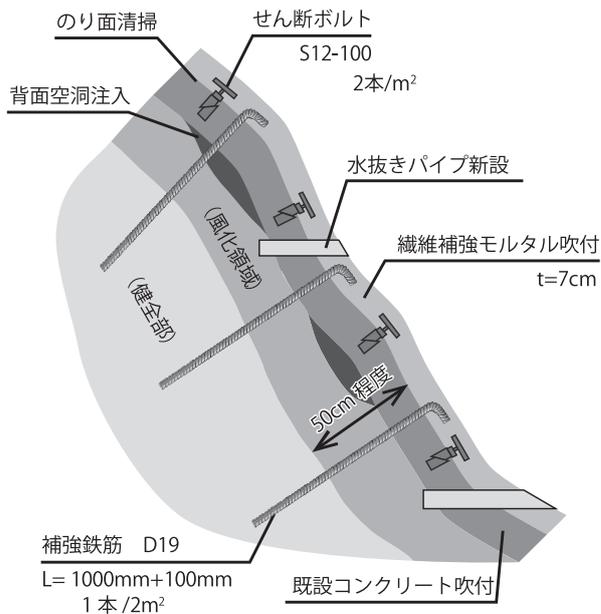
本工法の標準パターンの概念図を図一2に示す。本工法は、既設吹付材をはつり取ることなく、①補強鉄筋工、②背面空洞注入工、③せん断ボルト工、④水抜きパイプ新設工、⑤のり面清掃工、⑥繊維補強モルタル吹付工の6つの要素技術を組み合わせ、吹付のり面の健全性に応じて適切に対策する技術である。以下に要素技術の概要を示す。

①補強鉄筋工

補強鉄筋工は、異型鉄筋などの補強材を既設吹付の表面から背面地山に対して多数挿入し、背面地山の安定性の向上を図るものである。補強鉄筋工の標準仕様は、背面地山の風化領域を0.5 m程度とし、長さ1.0 mの補強材(D19:メッキ加工)としている。標準の打設本数は、地山補強効果を見込み1本/2m²としている。なお、補強材の地山への固定はセメントミルクにより行う。

②背面空洞注入工

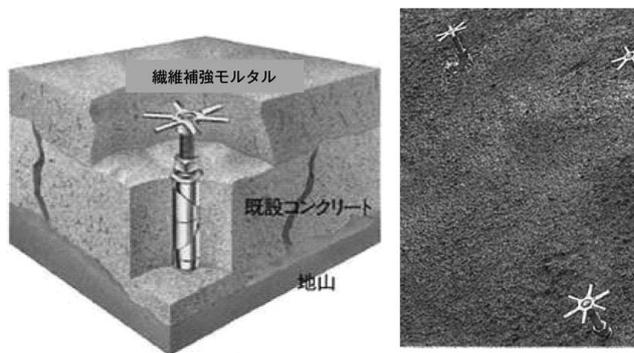
背面空洞注入工は、吹付材と背面地山との間に生じた空洞にセメントミルクなどの充填材を注入し、吹付材と背面地山との一体化を図るものである。



図一2 標準パターン概念図

③せん断ボルト工

せん断ボルト工は、本工法用に開発した専用のボルトを既設吹付表面に打設し、機械的勘合により既設吹付面と新たに吹付ける繊維補強モルタルとの一体化を図るものである(図一3)。標準の打設本数は、2本/m²としている。



図一3 せん断ボルト概要図

④水抜きパイプ新設工

水抜きパイプ新設工は、背面地山の湧水を、新設する繊維補強モルタルの表面へ適切に排水させるために、既設の水抜きパイプを更新するかたちで、新たに水抜きパイプを設置するものである。

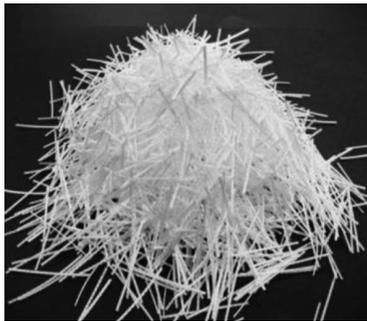
⑤のり面清掃工

のり面清掃工は、既設吹付面と新たに吹付ける繊維補強モルタルとの付着を阻害するものを、取り除くものである。

⑥繊維補強モルタル吹付工

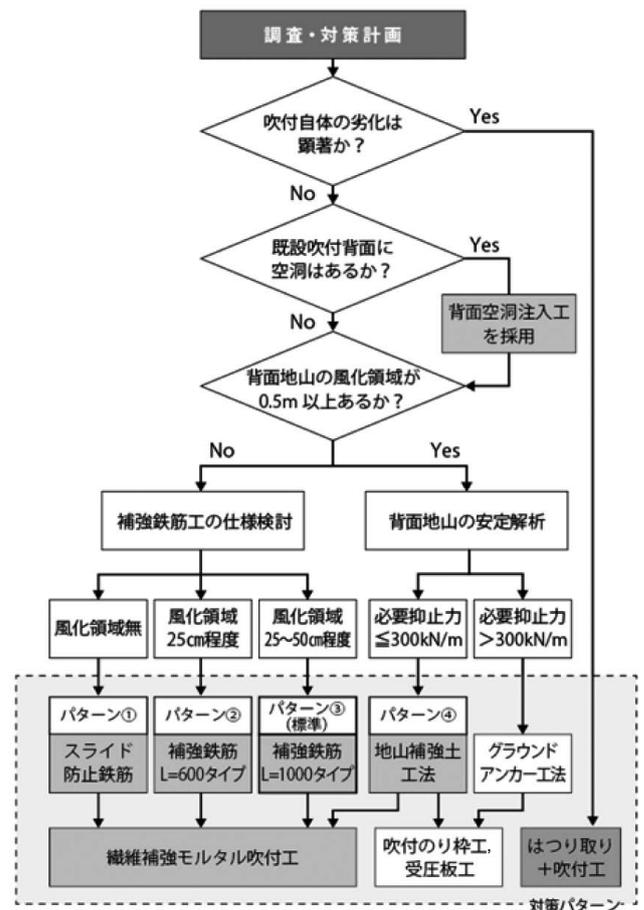
繊維補強モルタル吹付工は、一般的な吹付モルタル

やコンクリートよりも曲げ靱性やひび割れの拡大を抑制する効果が高い繊維補強モルタルを既設吹付面に増厚吹付けし、のり面全体を再構築するものである。補強繊維は、本工法用に開発した BC ファイバーを使用し、混入量は、1.0 vol%としている（図—4）。繊維補強モルタルの物理的特性を踏まえ、本工法における吹付厚さは、一般的な吹付工の吹付厚さよりも3割低減した、7 cm を標準仕様としている²⁾。なお、吹付厚さは現場条件により変更することも可能である。



素材	ポリプロピレン
繊維長	30 mm
公称繊維径	0.7 mm
引張強度	607 N/mm ²

図—4 BC ファイバーの外観・仕様



図—5 対策検討フロー

(2) 工法の対策パターン

吹付のり面は、施工時の品質やのり面のおかれている環境によって、建設から同じ年数が経過しても、その健全性は様々である。対策工は、その健全性を適切に評価するとともに、のり面のおかれている重要性に応じて、最も適した対策を施すことが必要である。

本工法では、吹付材の背面地山の風化の進行程度に応じて、対策パターンを大きく4パターンに分け設定している。本工法の対策パターンの検討フローを図—5に示す。それぞれの対策パターンの概要は、下記の通りである。

対策パターン①は、背面地山の風化領域は無いが、吹付材が劣化している場合に適用するものである。

対策パターン②は、背面地山の風化領域が25 cm程度の場合に適用するものである。

対策パターン③は、本工法の標準パターンとしており、背面地山の風化領域が50 cm程度の場合に適用するものである。

対策パターン④は、背面地山の風化領域が50 cmを超える場合、背面地山の安定解析を行い補強鉄筋工の代替として地山補強土工を計画するものである。

6. ポンプ圧送エア併用吹付システムの開発

本工法の繊維補強モルタル吹付工を除く要素技術は、人力施工の割合が高く、作業者が吹付のり面で作業できるロープ足場等の安全施設が整えば施工は可能であり、適用範囲は非常に広い。その一方で、繊維補強モルタル吹付工は、機械施工の割合が高く、適用範囲は機械能力によって制限される。したがって、本工法を適用できるか否かの判断は、繊維補強モルタル吹付工が施工できるか否かの判断となるケースが高い。

本工法の繊維補強モルタル吹付工の施工システムは、施工性、経済性、汎用性の面から湿式吹付機を用いたものを標準としている。この施工システムの概要は、湿式吹付機で製造した繊維補強モルタルを圧縮空気によりφ50 mmのホースで搬送し吹付けるものである。なお、湿式吹付機を設置するプラントヤードは、現地でモルタルを製造する方法では、約100 m²以上を必要とし、現地でモルタルを製造しない方法でも50 m²以上を必要とする。現地でモルタルを製造しない場合の湿式吹付機の設置状況を写真—7に示す。

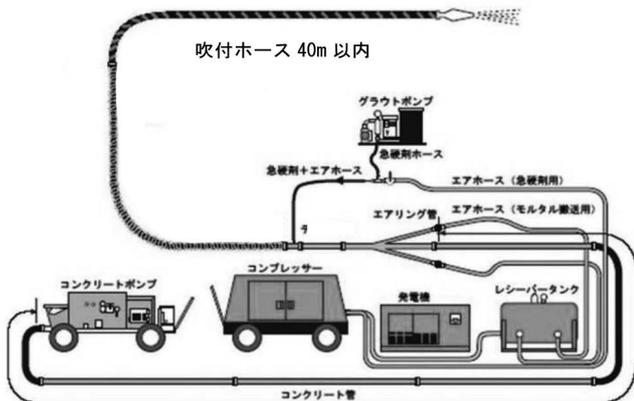
湿式吹付機を用いた施工の適用範囲は、一般的に吹付材料の品質が確保できる湿式吹付機から施工箇所ま



写真一七 湿式吹付機の設置状況 (例)

での距離（ホース延長）が100 m以内、高さが45 m以内とされている³⁾。こうしたことから、対策する吹付のり面から100 m以内にプラントを設置できるヤードが確保できないと、本工法の適用が難しいこととなる。しかしながら、対策を検討する吹付のり面は、道路に面している場合や民家に隣接している場合が多く、交通規制の面からも、施工箇所から100 m以内にプラントヤードを確保することが難しい場合が多い。そのため、本工法の適用範囲を拡大させるために、特殊な吹付施工システムを開発した。

開発した施工システムは、ポンプ圧送エア併用吹付システム（以下、本システム）である。本システムの概要は、流動性を高めた繊維補強モルタルをコンクリートポンプで吹付箇所の手前40 mまで圧送し、その地点で流動性を低下させる特殊な混和剤と圧縮空気を混合し、それ以降は繊維補強モルタルを圧縮空気によりφ50 mmのホースで搬送し吹付を行うものである（図一6）。本システムで使用する繊維補強モルタル



図一六 ポンプ圧送エア併用吹付システム概要図

ルの標準配合を表一1に示す。なお、コンクリートポンプ圧送時の繊維補強モルタルのスランプは、20 cm程度を標準としている。

本システムの適用範囲は、プラント設置箇所から吹付箇所までの距離が200 m、高さが60 mであり、湿式吹付機を用いた場合の適用範囲を拡大することが可能となった。本システムを採用した施工状況の様子を写真一8に示す。



写真一八 開発した吹付システムの施工状況 (例)

7. 施工事例

本工法を適用した2事例を紹介する。

(1) 施工事例 I

施工事例 I は、国道に面した老朽化した吹付のり面に、本工法を適用した事例である（写真一9）。施工前の調査において、のり面全体にわたり背面地山が風化し、吹付材と地山との密着性が低下している箇所や空洞の存在が確認できた。そのため、植物が侵入しやすい環境となり、吹付材のひび割れや水抜きパイプから植物が繁茂している状況であった。

調査結果から、背面地山の風化領域が50 cm程度であることから、パターン③（標準）で対策を行った。

(2) 施工事例 II

施工事例 II も、事例 I と同様に、背面地山の風化が進行し、吹付面に植物が侵入しやすい環境であった。調査結果から、背面地山の風化領域が50 cm以上確認された範囲があり、パターン③（標準）とパターン④とを組み合わせで対策を行った（写真一10）。

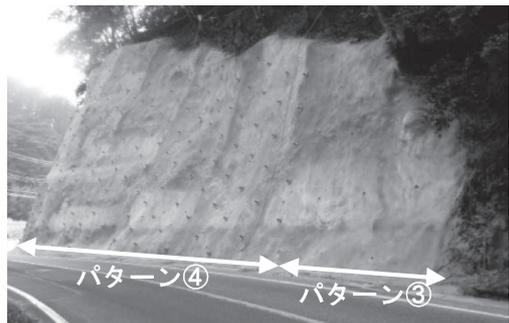
表一1 配合表

材料名	水セメント比 W/C (%)	セメント C (kg)	細骨材 S (kg)	繊維 F ※ 1 (vol%)	混和剤 高性能 AE (kg)	1 m ³ 当り
						急硬剤 ※ 2 (kg)
配合	45 ~ 55	480	1440 程度	1.0	2.4	14.4

※ 1：ポリプロピレン繊維 9.1 kg ※ 2：急硬剤は、外割り配合



写真—9 事例Ⅰ (左：施工前, 右：施工後)



写真—10 事例Ⅱ (左：施工前, 右：施工後)

8. おわりに

本稿では、老朽化した吹付のり面の補修・補強技術である本工法ニューレスプ工法を紹介した。なお、ニューレスプ工法は、従前に技術提供を行っていたReSP（レスプ）工法の施工性や品質を低下させずに経済性を高めるため改良した新技術である。今後も、本工法の適用事例を分析・評価し、技術の改良改善を行っていく所存である。また、今後は、予防保全的な考えを導入した対策技術等の検討を行っていきたいと考えている。



《参考文献》

- 1) 社団法人日本道路協会；道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成21年度版），p.302, 2009.
- 2) 池田淳ほか；各種繊維を用いた補強モルタル吹付厚さに関する基礎実験，第65回土木学会年次学術講演会，pp.1039-1040, 2010.
- 3) 社団法人全国特定のり面保護協会；のり枠工の設計・施工指針（改定版），p.65, 2006.

【筆者紹介】

窪塚 大輔（くぼづか だいすけ）
日特建設㈱ 技術本部
主任



水頭差を利用した移動式排砂工法

矢作ダム実証実験

北村 広志・宮入 齊・増井 健次

矢作ダムでは、ダム堆砂対策の一手法として「水頭差を利用した吸引方式による排砂工法」の検討が進められており、その機能を確認するための現地実証実験を実施した。実験は矢作ダム貯水池内の貯砂ダム付近にて、水頭差 4.5 m、排砂管径 600 mm、延長 47 m の設備を設け「水頭差を利用した移動式排砂工法」で行った。排砂対象土砂、管内流速、運転操作等により 5 ケースの実験を行い、各実験ケースの排砂状況を確認し、設備機能を実証した。本稿では共同実験の概要とその実験結果について報告する。

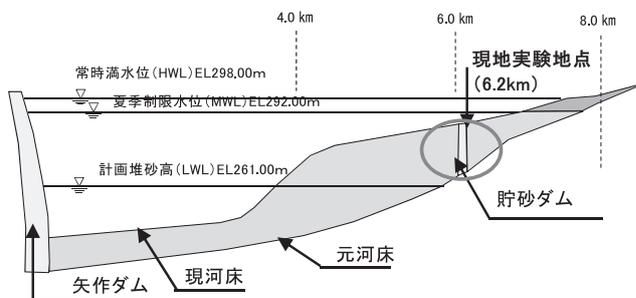
キーワード：ダム、堆砂、水頭差、サイフォン、吸引方式、移動式、ダム排砂工法

1. はじめに

矢作ダムは、矢作川の河口から約 80 km に位置し、洪水調節、農業用水、工業用水、水道用水および発電を目的とする多目的ダムとして、昭和 46 年に建設された堤高 100 m、堤頂長 323 m、集水面積 504.5 km²、総貯水容量 8,000 万 m³、計画堆砂容量 1,500 万 m³ のアーチ式コンクリートダムである。

矢作川流域の地質は領家花崗岩類が大部分を占め、地表の花崗岩はマサ化し、崩壊しやすい特徴を有しており、貯水池内の全堆砂量は平成 21 年度時点で、計画堆積量 1,500 万 m³ を上回っている（図一 1、2）。

国土交通省中部地方整備局では、矢作ダムの堆砂対策の一手法として「水頭差を利用した吸引工法」の機能を確認するため、現地実証実験を計画した。実験は、実機レベルのφ600 mm 大口径排砂管（延長 L=



図一 2 矢作ダム貯水池縦断面図

47.0 m) を用い、矢作ダム貯水池内の貯砂ダム付近で、水頭差 4.5 m を設け「水頭差を利用した移動式排砂工法」で実施した。

2. 排砂実験

(1) 水頭差を利用した移動式排砂工法

「水頭差を利用した吸引方式による排砂工法」は水位差を利用して、サイフォンの原理で水とともに吸引した土砂を、排砂管を通じて下流に排出するものである。この工法の利点は①動力に化石燃料等をほとんど使用しないことで運転コストが低い、②構造が簡単である、③排砂管内に流下を阻害するものがなく、ごみが詰まりにくいなどが挙げられる。

移動式にはこの他に、台船により任意の場所に移動できる施工の自由度や吸引部の上下移動による排砂能力の制御、補助掘削機による河床堆積物への対応能力などの利点がある。



図一 1 矢作川流域図

(2) 実験施設

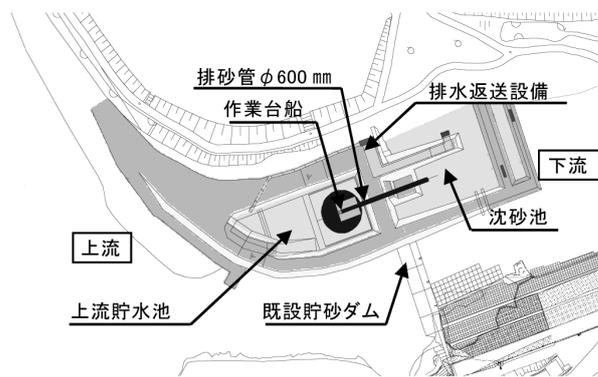
実験施設は、既設の貯砂ダムを利用して水頭差 4.5 m を設けた。また、矢作川出水時に対応するため、半川締切（河川の左岸側に実験施設を配置，右岸側を河川流下）で設置した。施設平面図を図一 3 に、排砂管縦断面図を図一 4 に示す。また、実験施設全景を写真一 1 に示す。

(3) 実験概要

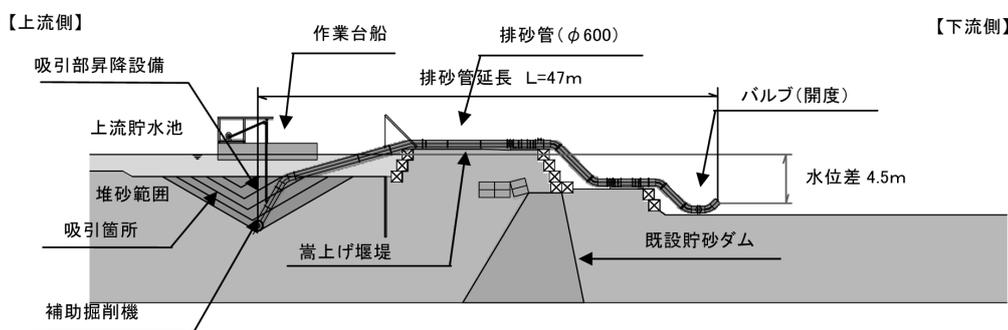
(a) 実験ケース

実験は対象土砂，バルブ開度（管内流速），補助掘削機の有無や吸引操作（オペレーション）に着目し，表一 1 の 5 ケースを計画した。なお，ケース①では

現況の河床堆積土砂を吸引し，ケース②～⑤では採取土砂に入れ替えて実施することとした。



図一 3 実験施設平面図



図一 4 排砂管縦断面図



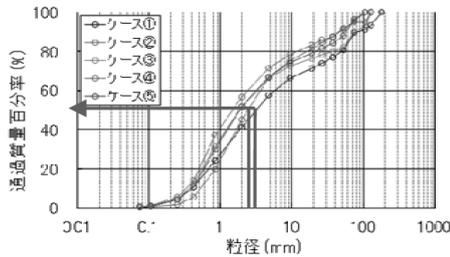
写真一 1 実験施設全景

表一 1 実験ケース一覧表

実験ケース	吸引対象土砂	バルブ開度	実験目的
ケース①	現況河床堆積土砂	100%	・現況河床堆積土砂を吸引した時の吸引特性調査 ・補助掘削機の有無による影響確認
ケース②	採取土砂	100%	・採取土砂を吸引した時の吸引特性調査 ・補助掘削機の有無による影響確認
ケース③	採取土砂	100%	・オペレーションによる最適排砂濃度の確認 ・排砂濃度の違いによる吸引特性調査
ケース④	採取土砂	50,75,100%	・管内流速を変化させたときの吸引特性調査
ケース⑤	採取土砂(塵芥混入)	100%	・塵芥を混入させたときの吸引特性調査

(b) 実験土砂の粒度分布

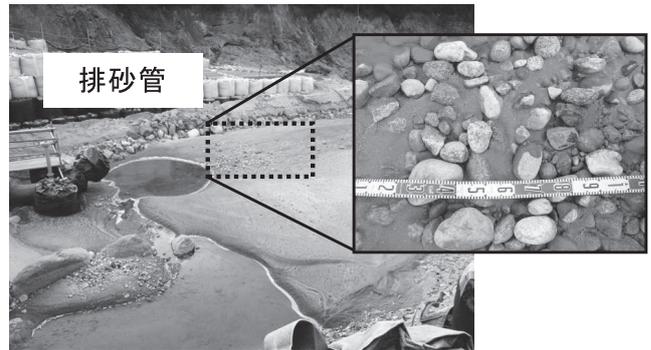
排砂実験に使用した実験ケースごとの土砂粒度を図一5に示す。現況河床堆積土砂のD50粒径は3mm、採取土砂のD50粒径は1.9mm（ケース②～⑤の合成値）であった。



図一5 実験土砂粒度

※粒度分布の整理にあたっては、混合比が小さく粒度分布の影響を与える20cm以上の礫は除外している。

は、排砂管直下から沈砂池末端にかけて分級されており、排砂管直下に最大30cm程度、概ね10~20cm程度の礫が認められた（写真一2）。



写真一2 沈砂池に排出された礫の状況（ケース②）

(c) 実験計測

吸引特性の把握およびオペレーション情報の収集を目的として、表一2の計測計器を設置した。

表一2 計測計器

計測目的	計測内容	計測機器	設置個数
土砂濃度の把握	管内密度	γ線密度計	1
管内損失の把握	管内圧力	圧力計	8
	管内流量	超音波流量計	1
オペレーション情報の把握	吸引部位置 (排砂管角度)	圧力式水位計	1
		深度計	1
	補助掘削機圧力	油圧計	1
	補助掘削機回転数	回転計	1



写真一3 貯水池に残された礫

また、管内排砂状況観測のため、アクリル管を2箇所配置し、目視観測した。図一6に観測計器配置図を示す。



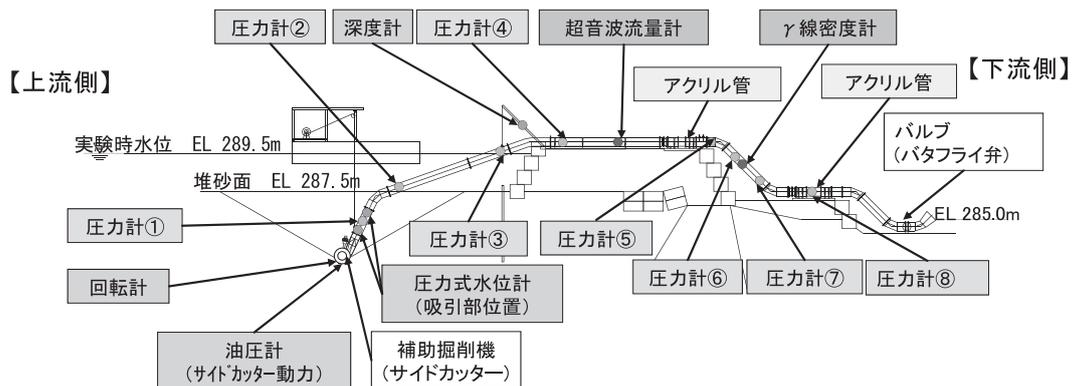
写真一4 排砂面底部に残された礫

3. 実験結果

(1) 排砂状況

(a) 沈砂池に排出された礫

いずれの実験ケースにおいても、排出された土砂



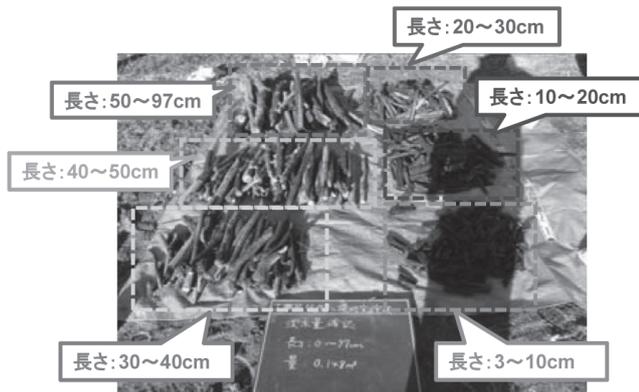
図一6 計測計器配置図

(b) 貯水池に残された礫

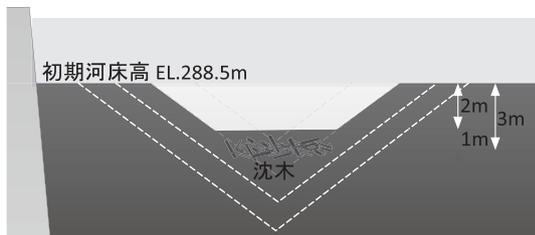
現況河床堆積土砂の排砂（ケース①）では、掘削深度1.4 m 付近に1 m 程度の礫が多数確認された（写真—3）。ケース②，③では排砂面底部に10~40 cm 程度の礫が認められた（写真—4）。ケース④，⑤では礫の残留はなかった。

(2) 沈木による吸引阻害の影響

河川に堆積する土砂には、さまざまな塵芥が混入するため、実験では、矢作ダム貯水池上流4.0 km 付近で調査した結果から、人為的に実験土砂に混入させる



写真—5 投入した塵芥（沈木）



図—7 沈木投入位置



写真—6 排出された沈木

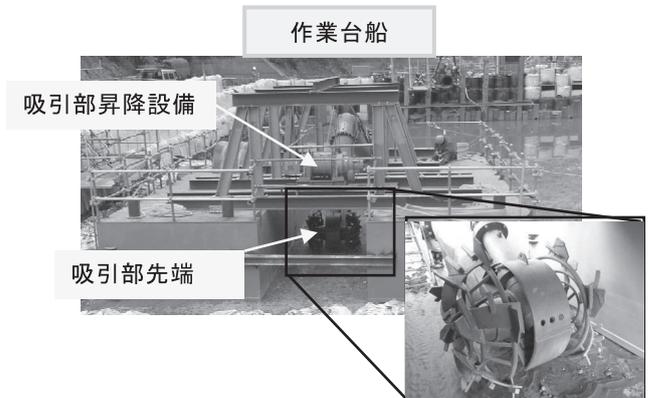
塵芥の種類や規模を設定した（写真—5）。塵芥（沈木）は図—7に示す位置に投入した。

結果は塵芥による吸引阻害の影響はなく、長さ1 m 程度の沈木は問題なく排出できた（写真—6）。

(3) オペレーションによる影響

(a) オペレーション機構

排砂管径がφ600 mm と今までに実績がなく、また、管径に対して水頭差が比較的小さいことから、大口径管の管内堆砂の制御が必要となる。また、現地の堆積土砂を吸引することから、粘性土や沈木、落ち葉、玉石などの障害物が存在しても排砂作業が行えるよう、以下の機構を実験設備に装備した（写真—7）。



写真—7 台船設備と補助掘削機

- ・吸引部を台船に乗せ、任意の場所に移動できる。
- ・吸引部を上下移動できる。
- ・吸引口先端に補助掘削機を取り付ける。
- ・補助掘削機のカッター回転数を制御できるとともに逆回転機能を設ける。

(b) 吸引部引上げ（管内フラッシュ）操作

土砂濃度の上昇により管内堆砂が発生し、管内流速の低下によりさらに堆砂が進行する状態となった時、吸引部を引上げ、清水を吸引して管内堆砂を流し去る操作（以降、管内フラッシュ操作と表現）を行った。

(c) 吸引部移動操作

礫の集積による土砂濃度の低下や障害物による吸引

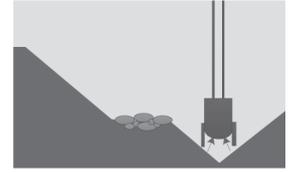
礫集積による土砂濃度低下・吸引部下げ止まり



吸引部引上げ、吸引地点変更



吸引再開



図—8 吸引部移動操作概念図

部の下げ止まりが発生した場合、吸引部を引上げ、吸引地点を移動する操作を行った（図-8）。

(4) 吸引特性の把握

(a) 平均土砂濃度

各ケースの管内平均土砂濃度と最大土砂濃度を表-3に示す。表における全平均は補助掘削機を使用し、吸引部を着底した状態のデータを使用している。

吸引開始から管内フラッシュ操作するまでの期間（パターンA）と排砂面底部に礫が集中して吸引効率が低下し、吸引位置を変更する前の期間（パターンB）にわけてそれぞれの平均土砂濃度を整理した（図-9）。バルブ開度 100%、通常の排砂作業で極力管内堆砂が発生しないよう操作した場合（ケース②、パターンA）の平均土砂濃度は 2.7% を記録した（表-3 参照）。

(b) 平均土砂濃度と管内流速

実験時の平均土砂濃度と管内流速の関係を図-10に示す。バルブの開度調整により管内流速を変化させ、パターンAの状態と比較した。

(c) 管内堆砂開始土砂濃度

管内流速と管内に土砂が堆積し始めた時の土砂濃度の関係を図-11に示す。実験値は Durand の式より算出した計算値とほぼ一致した。

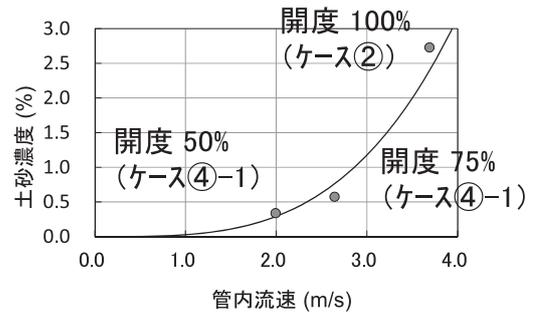


図-10 土砂濃度の推移

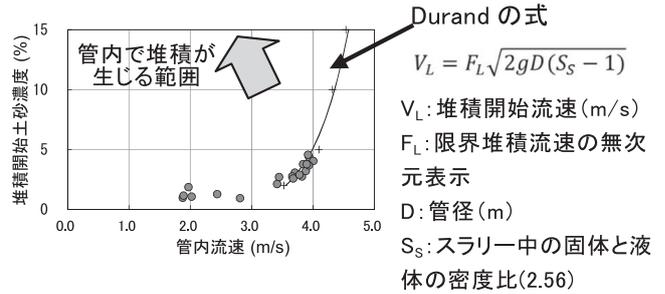


図-11 堆積開始土砂濃度と管内流速の関係

(5) 補助掘削機の影響

補助掘削機を使用した場合としない場合の土砂濃度は、補助掘削機を起動させた方が上昇の度合いが大きい。

表-3 実験ケース別管内平均土砂濃度と最大土砂濃度

実験ケース	バルブ開度 (%)	平均土砂濃度 (%) (補助動力稼働時)			最大土砂濃度 (%)	備考
		全平均	パターンA	パターンB		
ケース①	100	0.412	-	0.412	3.943	礫による吸引阻害が顕著
ケース②	100	1.295	2.728	0.578	6.923	バルブ開度100%、排砂作業モデルケース
ケース③-1	100	1.205	1.963	0.598	14.441	土砂濃度管理を目的としたオペレーション
ケース③-2	100	0.408	0.890	0.219	5.675	
ケース④-1	50	0.338	0.338	-	3.328	管内流速を変化させた場合の吸引特性
	75	0.574	0.574	-	2.033	
ケース④-2	100	1.260	1.560	0.732	8.618	
ケース⑤	100	1.517	2.025	0.249	12.308	管内堆砂発生を許容する操作を含む

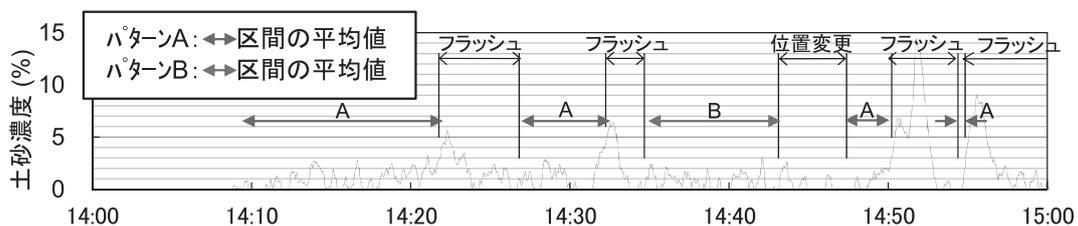
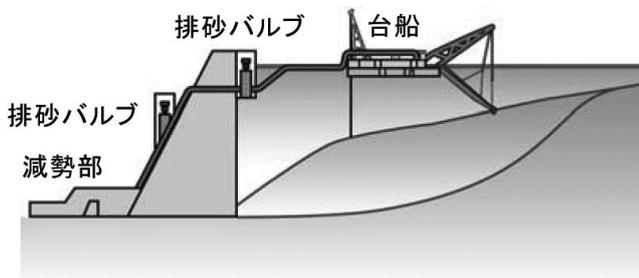


図-9 平均土砂濃度と管内流速の関係

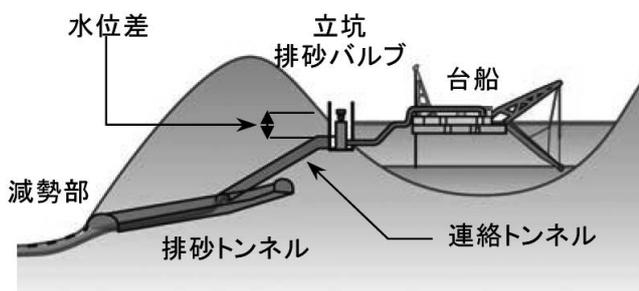
4. おわりに

実機規模のφ600 mm 排砂管を用い、水位差 4.5 m の条件で得られた結果は、想定した能力とほとんど相違なく、実際の堆積土砂の吸引が可能であることが実証できた。また、各種吸引条件を変化させた時の吸引特性や補助掘削機および吸引操作の有用性も確認できた。

しかし、今後「水頭差を利用した移動式排砂工法」を実際にダム排砂施設として適用するためには、個々のダムの堆砂状態や排砂に係る諸条件に配慮した排砂システムが必要である。



図—12 ダム堤体を利用した排砂工法（案）



図—13 排砂トンネルを利用した排砂工法（案）

すなわち、水位差をどのように確保するかにしても、重力式コンクリートダム堤体に移動式排砂設備を設ける場合（図—12）や排砂トンネルに接続して移動式排砂設備を設ける場合（図—13）などが考えられる。

いずれにしても、排砂後の河川への土砂流入による影響や放流時の濁度の程度、また、下流に排砂した土砂の利用方法など、河川全体の土砂管理の検討が必要であり、事前の課題解決が不可欠である。

JCMMA

《参考文献》

- 1) 渡邊 守, 田島 健: ダムにおける堆砂対策の現状と課題, 水産工学, 第46巻第2号
- 2) 国土交通省中部地方整備局矢作ダム管理所ホームページ <http://www.cbr.mlit.go.jp/yahagi/>
- 3) 土木学会土木建設技術発表会 2013 講演論文

〔筆者紹介〕



北村 広志 (きたむら ひろし)
 (株)大林組
 生産技術本部ダム技術部
 副部長



宮入 齊 (みやいり いつき)
 (株)大林組
 生産技術本部ダム技術部
 担当課長



増井 健次 (ますい けんじ)
 (株)ダムドレ
 技術次長

青森県における橋梁アセットマネジメントシステムによる維持管理の実績

工 藤 健一郎・池 田 真理子

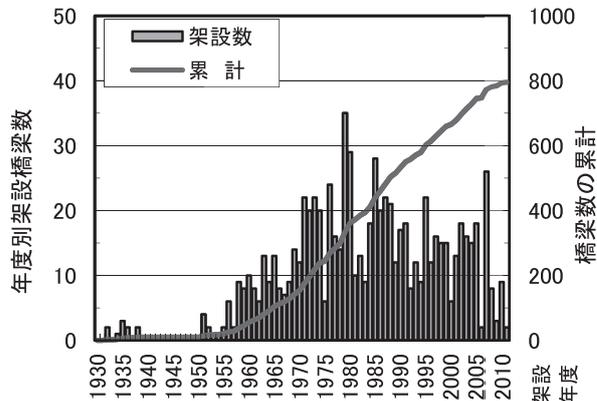
青森県は平成 15 年度から橋梁の維持管理においてアセットマネジメントに取り組み、事後保全的維持管理から予防保全的維持管理へシフトした。取り組みの中で、独自の橋梁アセットマネジメントシステムを開発し、9 年目の運用に入り、その実用性と効果を確認した。

本報では、システムの特徴の紹介と、導入当初策定したアクションプランの実績、並びに、2 巡目の定期点検を踏まえた平成 24 年度長寿命化修繕計画での最新の実績を報告する。

キーワード：橋梁、維持管理、長寿命化、アセットマネジメントシステム、劣化予測、LCC 算定

1. はじめに

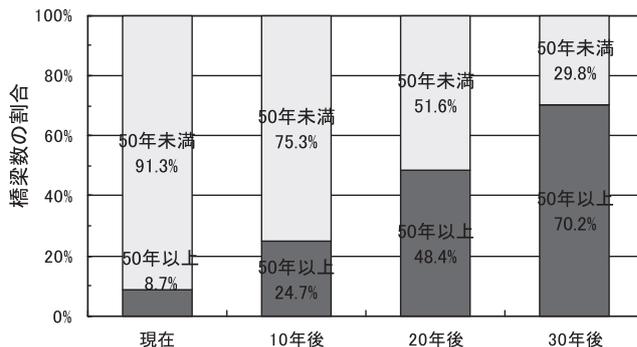
インフラの老朽化対策に関しては、国土交通省が昨年をメンテナンス元年と位置付け、緊急点検や法制度の改正などの施策を実行してきた。全国的なインフラ維持管理のサイクルが可動し始める中で、青森県では、平成 15 年度から全国に先駆けて、橋梁の維持管理に関してアセットマネジメントの取り組みを推進し、効率的かつ計画的な維持管理手法を開発し、平成 18 年度から導入・運用を開始した。維持管理サイクルは 3 巡目に入るが、安定的に回っており、推進体制（運用組織づくり）とシステムの双方がそれを支えていると考える¹⁾。



図一 橋梁の架設年次の分布

2. 青森県のアセットマネジメント導入の背景と経緯

青森県では、平成 15 年時点で 15m 以上の橋梁を 747 橋有しており、その多くが高度経済成長期の 1970 年以降から建設されたものであった（図一）。そのため、建設後 50 年を超える橋梁が 30 年後には橋梁全体の 7 割を超える等、近い将来における大量更新時代の到来が想定されていた（図二）。一方、県の財政状況としては、平成 11 年度をピークに公共投資が年々減少してきており、平成 15 年度での橋梁更新費用 14.5 億円、耐震補強等予算 6.5 億円、維持管理のための予算はわずか 5 千万円程度と、十分なメンテナンスを行えない状況であったにもかかわらず、平成 14 年度に策定された「財政改革プラン」により投資的経費



図二 建設後経過年数毎の割合

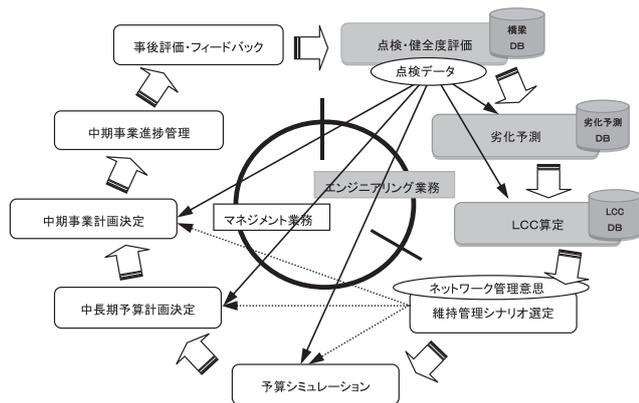
は平成 20 年度には 15 年度比で 40% 削減が目標に掲げられるなど、ますます厳しい運営を強いられることは確実な状況であった。

このため、長期的な視点から橋梁を効率的・効果的に管理し、維持更新コストの最小化・平準化を図るため、平成 15 年度から橋梁アセットマネジメントに取り組むこととした。

3. 青森県橋梁アセットマネジメントシステムの開発と保守

橋梁アセットマネジメントに取り組むに当たり、推進体制の組織構築を行うとともに、平成16年度～17年度の2年間で橋梁アセットマネジメントシステム（以下、青森県BMS）を開発した。

青森県BMSは、橋梁維持管理のPDCAサイクル（図一3）全てを支援することができるシステムである。



図一3 橋梁維持管理のPDCAサイクル

青森県では、15m以上の橋梁について、5年に1度の定期点検を定めている。青森県BMSは、この定期点検により取得された点検データを、劣化予測、LCC算定、予算シミュレーション、中長期予算計画、中期事業計画に至るまで活用している。すなわち、個別橋梁の現状を中期事業計画に反映している。また、橋梁群としてのネットワーク管理の意思を、維持管理シナリオを選定することで、予算シミュレーション、中長期予算計画、中期事業計画に反映させることとしている。

青森県BMSは、橋梁の実態に即し、予算制約のある中で、橋梁群としての維持管理を可能にしたマネジメントシステムである。

(1) システムの特徴

橋梁維持管理のPDCAを支援する上でのシステムの特徴を以下に示す。

(a) 劣化予測・LCC算定をするための点検データ

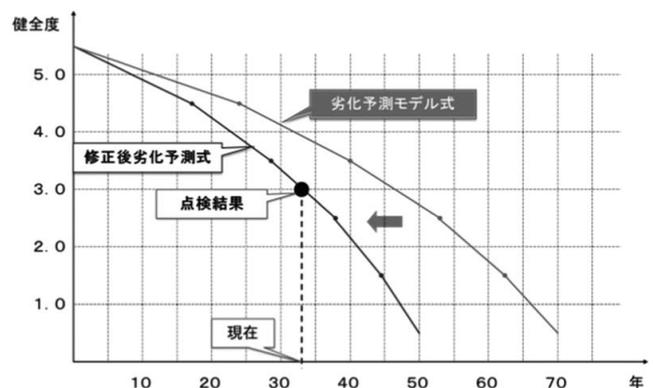
点検データは、劣化予測、LCC算定に必要なデータを取得する。劣化の原因である劣化機構の特定と劣化過程のどの段階にあるのかを評価する健全度を1要素ごとに収集する。評価単位である要素は、国土交通省橋梁定期点検要領（案）に準拠した要素分割を行ったものであり、さらに劣化が激しい端支支部に関して

は、別要素とすることで、LCC算定精度を向上させた。また、点検データはタブレットPCを用いて現地で直接入力して収集することで、点検作業の高度化と効率化を図った。

(b) 劣化予測の自動修正

劣化予測は、部材（主桁、横桁など）、材質（鋼、RCなど）、仕様（塗装仕様など）、劣化機構（塗膜劣化、中性化、塩害など）、環境条件（交通量、塩害区分など）ごとに設定した劣化予測モデル式を用いて行う。

劣化予測モデル式の構築は、過去の劣化事例、文献並びにエキスパートの知見を元に1288のモデル式を構築した。点検結果がこの劣化予測モデル式どおりに進行していない場合は、点検結果を反映させるように、劣化予測モデル式を自動修正・カスタマイズ（図一4）することで、劣化予測の精度を向上させている。



図一4 劣化予測モデル式の自動修正

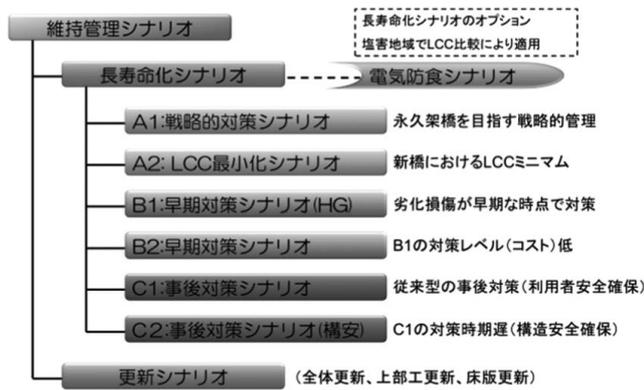
(c) LCC算定に必要なデータベース

青森県BMSには、LCC算定に必要なデータである、劣化予測モデル式のほかに、管理水準、対策工法、対策コスト、回復健全度、及び対策後の劣化予測式がデータベースとして用意されている。したがって、管理水準である維持管理シナリオを選定すれば、その管理水準でのLCCが算定できる。

(d) 維持管理シナリオ

橋梁群としてのネットワーク管理では、その重要度により橋梁ごとの管理目標に差をつけることが望ましい。この管理目標を青森BMSでは、維持管理シナリオと名付けた。維持管理シナリオは、その管理目標を達成するための橋梁を構成する部材及び劣化機構ごとの管理水準をパッケージ化したものである。

維持管理シナリオは、大きく長寿命化シナリオと更新シナリオに分けられる。更新シナリオは老朽化が進み、高額な補修工事を繰り返すことになる橋梁に対して、更新を行うことで、定めた期間でのLCCが有利になる場合に選定する。長寿命化シナリオは、予防保



図一五 維持管理シナリオ

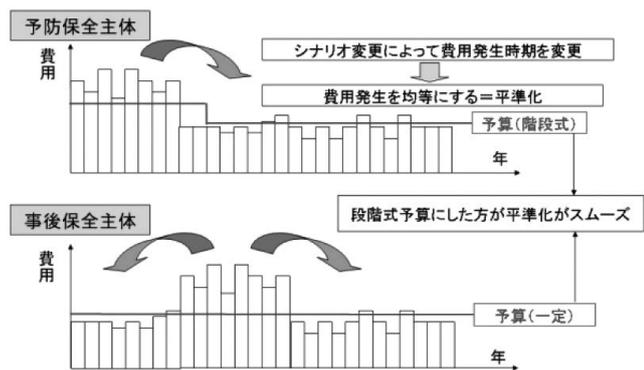
全シナリオから事後対策シナリオまで、六つのシナリオを用意した(図一五)。

シナリオ選定には、道路ネットワーク上、最も重要な橋梁に対しては、永久架橋を目指した戦略的管理を行うシナリオ(A1シナリオ)を選定し、次に重要な橋梁に対しては、上位のシナリオを複数選定する。また、新設橋梁については、新設橋梁のLCCが最少となるA2シナリオを選定する。残りのすべての橋梁に対しては、A1シナリオを除くすべてのシナリオを選定する。このように、最重要な橋梁に対しては上位のシナリオに限定し、下位の橋梁になるにつれ、複数のシナリオを選定することで、重要度を反映させつつ、予算制約のある中で管理橋梁全体でのLCCを最小化する維持管理計画を策定することができるようになる。

(e) 予算シミュレーション

LCC最少とするには、計画された時期に計画された予算が組まることが前提となるが、多くの場合、予算平準化の必要があるため、計画の修正が求められる。したがって、一時期に対策費用が集中する場合、対策時期をずらす必要がある(図一六)。

この場合、維持管理シナリオを変更することにより対策時期をずらすことが、これにより全体のLCCも変化



図一六 シナリオ変更による予算平準化

する。このため、予算制約に合致しつつ、全体LCCを低減する維持管理シナリオの組合せを予算シミュレーションにより探し出す。

(f) 現実的な中期事業計画

予算シミュレーションにより、中長期予算計画が策定されると同時に全橋梁の維持管理シナリオも決定するので、「いつ、どの橋に、どんな対策を行う」のかも決まる。また、ここまで一貫して要素ごとの点検結果を積み上げて算定しているため、現実に則した、実行可能な中期事業計画(工事計画)となっている。

(2) システムの保守

青森県BMSはデータベースシステムであるため、システムの保守も重要な課題である。

システムの中身である、劣化予測データベース、LCC算定データベースについては、劣化予測式の検証や対策工法や対策コストの見直しを実施していくことにより、より精度が高い劣化予測・LCC算定と常に現実的な工事計画策定を維持していく。

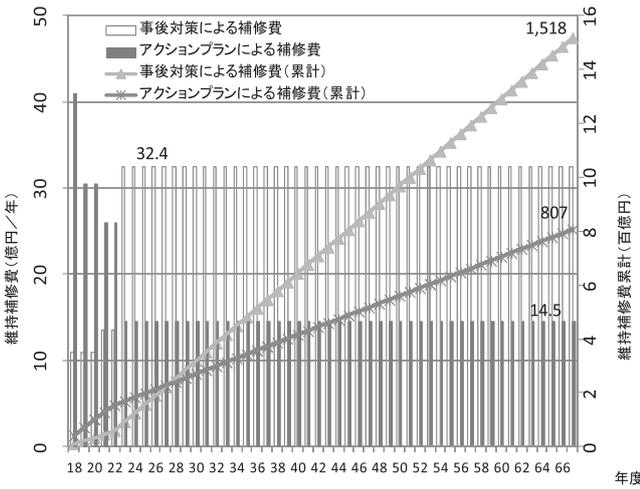
また、OSの更新など、システム環境の変化にも追従していく必要がある。このため、青森県はシステムの保守に関しては外部団体に依頼している。また、他の橋梁管理者も使用できるしくみとしているため、様々な使用者の意見により、ブラッシュアップされていくことを予想している。

4. 青森県におけるアクションプランの策定と実績

(1) アクションプラン策定とLCC

青森県では、橋梁アセットマネジメントを実施するにあたり、アクションプラン(長寿命化修繕計画を含む)をこれまでに3度策定している。

平成17年度に策定した「橋梁アセットマネジメントアクションプラン(H18~H22)」では、県が管理する橋長15m以上の橋梁を対象に、青森県BMSによる50年間の投資シミュレーションから5箇年の集中投資期間における長寿命化補修計画や30年間の予算計画を定めた。この計画では、初年度に41億円、2、3年目に30.5億円、4、5年目に26億円の集中投資を行うことにより、6年目以降は14.5億円/年の予算で、維持管理を行うことが可能とされ、50年間でのLCC総額は807億円と試算された。従来の事後対策による補修を当時の予算規模で行っていった場合には、5年目以降は毎年32.4億円の投資を続けていかなければならず、50年間でのLCC総額は1,518億円と

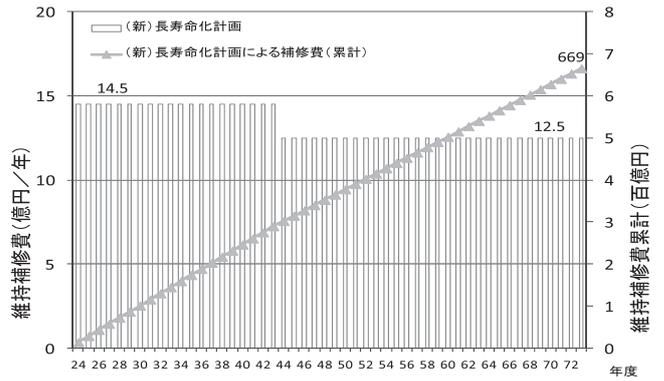


図一七 アクションプラン予算シミュレーション

試算され、50年間のLCC削減効果は711億円という結果となった(図一七)。なお、初年度の投資額41億円は前年度比約3倍規模となっていたが、財政当局に対して青森県BMSによる試算結果を基に説明し、理解を得ることで予算の確保が可能となった。

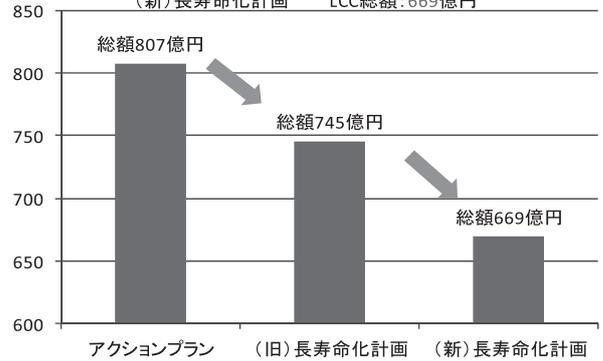
平成20年度には、橋長2m以上の橋梁を対象に加えた「橋梁長寿命化修繕計画(H20～H29)」(以下、(旧)長寿命化計画)を策定した。計画では、橋梁を比較的規模の大きいAグループと小規模橋梁のBグループに分類し、Aグループ橋梁については、それまでと同様に、劣化予測、LCC算定、予算シミュレーションの実施による事業計画を策定し橋梁の長寿命化を図ることとした。また、Bグループ橋梁については、小規模なこともあり1橋当たりのLCCが小さく、Aグループ橋梁と同様の管理手法を駆使したとしてもLCC削減効果が小さくなると考えられるため、劣化予測を行わず、日常点検における損傷度判定の結果に基づき維持管理を行う、効率的な維持管理手法をとることとした。なお、この(旧)長寿命化計画の中で試算された50年間のLCC総額は745億円(橋長L=15m以上)となっていた。

平成24年度には、平成18年度からの対策工事及び2巡目の定期点検結果を踏まえ、「橋梁長寿命化修繕計画(H24～H33)」(以下、(新)長寿命化計画)を策定した。(新)長寿命化計画では、50年間のLCC総額は669億円(橋長L=15m以上)と試算され、当初20年間は年間14.5億円、21年以降は年間12.6億円の予算で維持管理を行うことが可能という結果を得た(図一八)。アクションプラン策定時と比較し50年間のLCCが138億円削減される結果となっており、平成18年からの集中投資や日常的な点検・管理の効果が現れてきているものと考えられる(図一九)。



図一八 (新)長寿命化計画予算シミュレーション

5箇年アクションプラン LCC総額:807億円
 (旧)長寿命化計画 LCC総額:745億円
 (新)長寿命化計画 LCC総額:669億円



図一九 各計画のLCC比較(橋長L=15m以上)

表一 各計画のLCC比較(橋長L=15m以上)

		H18	H19	H20	H21	H22	計
予算(億円)	目標	41	31	31	26	26	155
	実績	42	35	32	49	23	181
対象橋梁数	目標	67	59	60	59	84	329
	実績	66	50	47	71	41	275

(2) アクションプランの実績

アクションプランの5箇年における補修対象橋梁数と予算の目標及び実績を表一に示す。

5箇年の合計では、予算については154億円、橋梁数で329橋を計画していた。それに対し実績では、予算については180億円(117%)、橋梁数で275橋(83%)という結果であった。予算額の増に対し補修実績がやや小さくなっているが、これは、補修工事に併せて実施した耐震補強工事で現場条件により施工費が増えたことや、伸縮装置の非排水化のために補修を予定していなかった伸縮装置についても伸縮装置の交換を行ったこと等によるものである。これらの要因を除いた場合、工事費の合計費用は概ね青森県BMSで算定された費用となり、個別橋梁の算定結果でも75～125%の誤差の範囲内の橋梁が最も多くなっていた²⁾。また、平成24年度からの(新)長寿命化計画でも、他

工事で既に補修を終えた部材等があり、大幅に対策工事費が減額となった橋梁等を除く実績では、予算額に対し実際の工事費は約93%であった。

青森県BMSでは、最小評価単位である要素毎に「劣化機構」を想定し、5段階の「健全度評価」を行った結果を基に劣化予測を行うが、劣化予測の基となる定期点検は、5年に1回の頻度で行われており、橋梁長寿命化修繕計画で補修が必要とされる橋梁・部材は5年以内の定期点検データが反映された結果である。また、必要とされる対策についても要素ごとにその要否を判断することになり、対策の規模等についても大きな差異が生じないことから、十分に満足できる精度での予算計画が策定できていると考えている。

5. アセットマネジメント推進体制

青森県BMSは、これまでの実績から信頼性も高く十分に機能しており、過去3年度算定した50年間のLCC総額が縮減されていることから、現在のところ概ね順調に推移し、橋梁を健全な状態で維持・管理し長寿命化が図られていると考えている。アセットマネジメントの取り組みは継続して何十年にもわたり取り組んでいく必要がある。そのためには、橋梁アセットマネジメントに携わる担当職員等のアセットマネジメントに対する理解や、技術力の確保が必要であり、青森県では、アセットマネジメントの考え方の浸透を図るための担当者会議や、点検のポイント、設計の基本知識を習得するための研修等、年に7回以上の会議・研修を平成18年度から継続して行っている。また、県内建設業関係者の技術力の維持・向上のための研修を、県の外郭団体である（公財）青森県建設技術セン

ターを活用し年に2回開催している。

6. おわりに

青森県が取り組んでいる橋梁アセットマネジメントについて、当初からの計画の推移と実績を報告すると同時に、開発したシステムの内容を中心にそれを推進する体制についてもふれた。

維持管理においては、「継続は力なり」がまさに当てはまるため、今後も研修等により、アセットマネジメントの知識・技術力の向上に取り組み、また、システムのさらなる精度向上を図りながら、ねばりづよく取り組み、次代へ受け継いでいきたいと考える。

JCMA

《参考文献》

- 1) 城前俊浩, 青木琢磨, 金氏眞, 青森県における橋梁維持管理の取組み(二巡目の計画策定), 橋梁と基礎, 2013年11月号, P51~57, 2013.11
- 2) 金氏眞, 川村宏行, 河原木英貴, 渡邊英一, LCC算定結果の検証とBMSへのフィードバック, 土木学会第65回年次学術講演会(2010.9)

【筆者紹介】



工藤 健一郎 (くどう けんいちろう)
青森県
県土整備部 道路課 橋梁・アセット推進グループ
主幹



池田 真理子 (いけだ まりこ)
鹿島建設㈱
土木管理本部土木技術部開発管理グループ
課長代理

橋梁定期点検における 近接目視点検代替え技術の開発

橋梁点検車が利用できない橋梁の点検技術のニーズと開発

毛利 茂 則・長谷川 智 史

社会インフラの維持管理・更新が建設業界に課せられた大きな課題となりメンテナンス元年と位置付けられる今日、道路ストックの中で橋梁の維持管理に欠かすことのできない橋梁点検については、従来技術である橋梁点検車の利用が最も普及している。しかし、現存する橋梁には橋梁点検車が利用できない橋梁が多く存在する。本稿ではこの様な橋梁に対して、ビデオカメラを利用して橋面上からの遠隔操作で橋梁下面を撮影し、その鮮明な画像を橋面上のモニター画面で確認する方法による近接目視点検代替え技術の開発に着手以来5年間におけるプロセス、点検へのニーズ、対応および課題について報告する。

キーワード：橋梁点検、橋梁点検車、近接目視点検、橋梁点検カメラ、ビデオカメラ、交通規制回避

1. はじめに

現在全国で橋長2m以上の橋梁は約70万橋存在する。国土交通省によれば高度成長期以降に集中的に整備された橋梁が今後一斉に高齢化して20年後には建設後50年を超える道路橋の割合は現在の16%から約65%に増加する見込みである。その老朽化の現状把握が急務な中、現時点では主に橋梁点検車を活用した近接目視点検が盛んに行われている。しかし橋梁点検車が利用できない橋梁も数多く存在している（例えばトラス橋、アーチ橋、歩道橋、橋梁点検車の車道上への設置に伴う交通規制が困難な橋梁、桁下空間が狭小な橋梁等）。この様な橋梁においても容易に点検が可能なシステムを求めて、平成20年に開発に着手し、現在では試作機から1号機そして2号機へ、さらなる機能向上を目指して試行を兼ねた点検を実施している。

2. 開発コンセプトと開発過程

(1) コンパクトで安全な点検システム

開発背景には前述のとおり、橋梁点検車が利用できない橋梁が多いという事情がある。即ち橋梁点検車が1車線を占有することにより1車線道路では点検時全面通行止めを、2車線道路の場合でも1車線が占有されることによる片側交互通行規制が必要な橋梁が対象になる。又、特に交通量の多い路線では規制による渋滞の誘発や関係機関との規制時間帯等の事前協議、予

告看板設置や保安要員の確保等準備段階から渉外事務への対応も多い。また、点検員の作業環境も劣悪で、橋梁点検車のバケットに搭乗して終日上向き姿勢での高所作業となり、近接困難な部位等には双眼鏡やズームレンズによる目視確認を行うが、安定した映像が得にくく視力の個人差や経験に左右される部分も多い。この様な課題を解決すべく、コンパクトで安全な点検システムをコンセプトとして開発に着手した。

(2) 試作1号機 (Type20) の特徴

(a) 概要

コンパクトで安全な点検システムは、現場搬入を容易にするためワンボックスカーへの収納可能な形状寸法を目標として、平成20年度に開発に着手した。システムは①操作ユニット、②アームユニットおよび③カメラユニットで構成され、現地でこれらのユニットを組み立てる方法を採用した(図1)。1号機は、道路幅員6.0mの1車線道路橋を想定して、道路片側から全幅員の点検が可能となるよう、水平アーム長を6.2mとし、カメラ走行台車の移動速度、ビデオカメラチルト機能の回転速度等の確認並びに調整を行った(写真1, 2)。

(b) 課題

システム操作台の幅は0.9mであるが、システム台車の安定性を確保するバランスウエイトが0.6m車道側に張り出すために点検時の占有幅は1.5mとなり、占有幅の縮小(1.0m以下)を確保するための改良が

橋梁点検カメラ1号機仕様

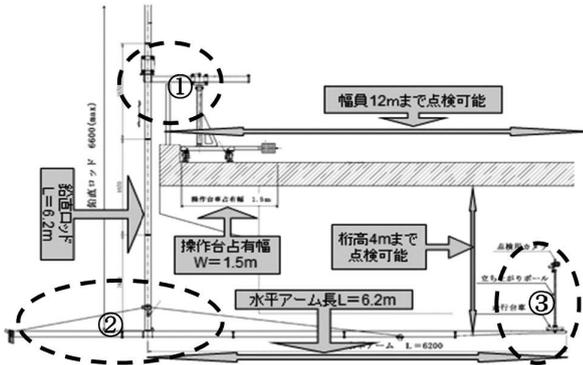


図-1 試作1号機仕様

点検カメラシステム台車橋面上占有幅



写真-1 機操作ユニット

水平アーム橋面下面に挿入

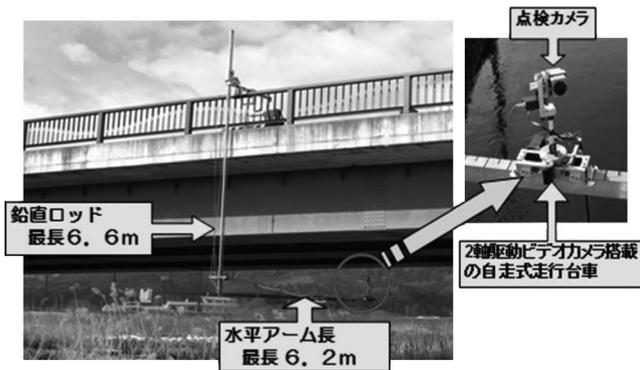


写真-2 アームユニット/カメラユニット

特徴

- 操作台の幅は0.9mとコンパクト、路肩部又は歩道の一部上での作業が可能。
- 自走式の走行台車に高性能ズームカメラを搭載した橋梁点検カメラ。
- 安定した水平アーム上を走行台車が移動し、揺れの少ない点検画像の撮影が可能。
- 水平アーム長1.8～7.2mで、幅員14mまでの橋梁上部工の点検調査が可能。
- 幅員7mの橋梁であれば片側から全幅点検可能。
- 鉛直ロッド(多段式)長は最長7.7mで、桁高3～4mまで調査が可能。
- 水平ロッドは長2.2mで、地覆外側に1.4mの張り出しが可能。
- カメラの可動範囲は上下・左右360°で全方向の点検が可能。
- カメラのズーム機能(光学27倍)により微細なひび割れ(0.2mm)の確認が可能。
- 立ち上がりアタッチメント(0.3m～1.0m)を変える事で主桁の裏側・添架管の点検が可能。
- 変状箇所の位置特定は、水平アーム上の目盛りをカメラで読み取る事で可能。
- 点検結果はモニターで確認し、静止画及び、動画で記録。

図-2 橋梁点検カメラシステム Type21 の特徴

Type20 (20年度) ⇒ 1号機 (21年度)
ステップアップ
台車橋面上占有幅 1.5m ⇒ 0.9mに



システム稼動は手動 ⇒ 電動に

写真-3 Type20・Type21の比較

水平アームを橋軸直角方向に挿入する際の主カメラと補助カメラ



写真-4 監視用補助カメラ設置状況

課題となった。また、橋梁下面の障害物等の安全確認のために、桁下全体を確認できる補助カメラを鉛直ロッド下端部に設置して桁下確認を行うこととした。

(3) 1号機 (Type21) の特徴と課題

(a) 概要

試作1号機の課題を解決すべく改良を行い、図-2のシステムに改良した。

(b) 主な改良点

主な改良点はつぎの通りである(写真-3,4参照)。

- ・台車橋面上占有幅を1.5mから0.9mにした
- ・システム稼動は手動から電動にした

(c) 課題

1号機は、300kgを超えるシステムの移動と設置が人力によるものであり、可動性に劣り、制動装置がなく、下り勾配の移動が非常に危険であることが試行段階で判明した。そのため再度安全性、可動性向上の改良に着手することになった(写真-5参照)。

昇降作業は1人でコントロール可能



システム台車方向転換
作業員3名で実施



昇降スタンド立上げ状況
動力:インパクトレンチ又は手動



現地組立後点検位置への移動



写真-5 移動設置

(4) 2号機 (Type22) 製作

(a) 概要

1号機の課題を解決するために、自走式クローラータ車(積載荷重1t)をベースとしてこれに1号機の機能を全て搭載し、且つ鉛直ロッド長を6.6mから9.2mに延伸した2号機を製作した。

(b) 準備工程と据え付け(写真-6~13)

現場へは2tトラックで搬入し、降車後水平アーム、

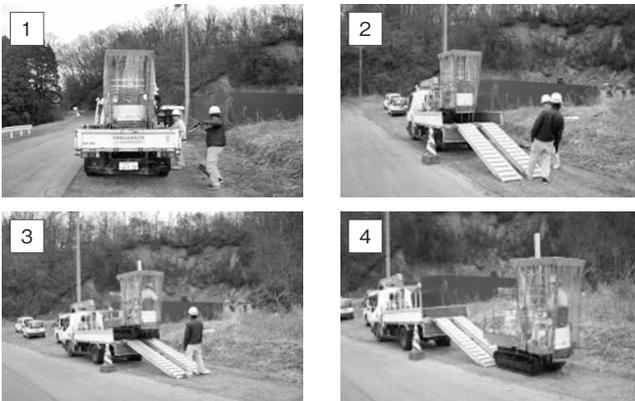


写真-6 現場着からシステム降車仮置き(約5分)

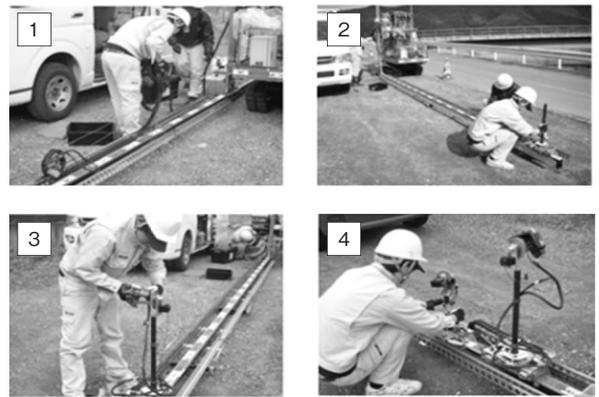


写真-8 カメラ台車・ケーブル取り付け



写真-9 モニター設置・準備完了(現場到着から45分)

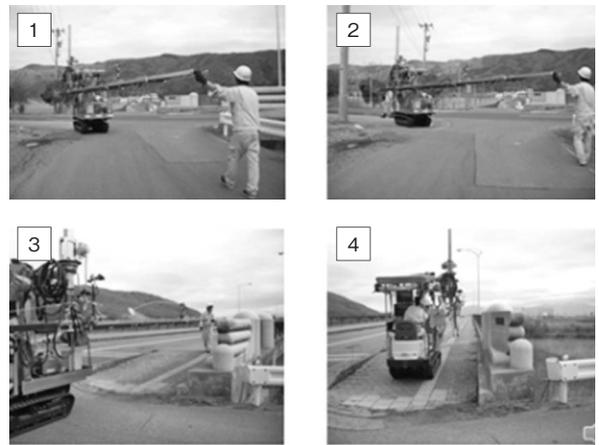


写真-10 移動時水平アーム先端部を補助員固定誘導

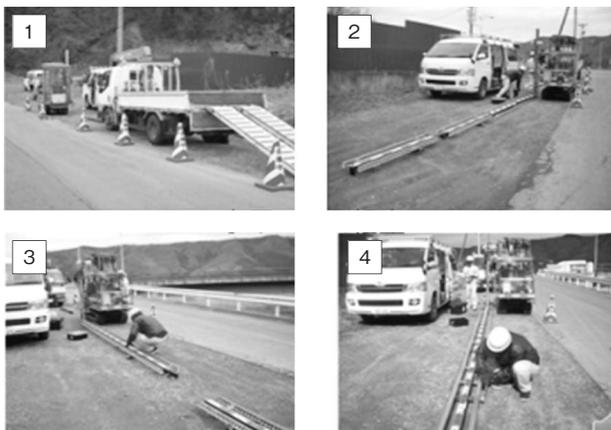


写真-7 水平アーム組み立て

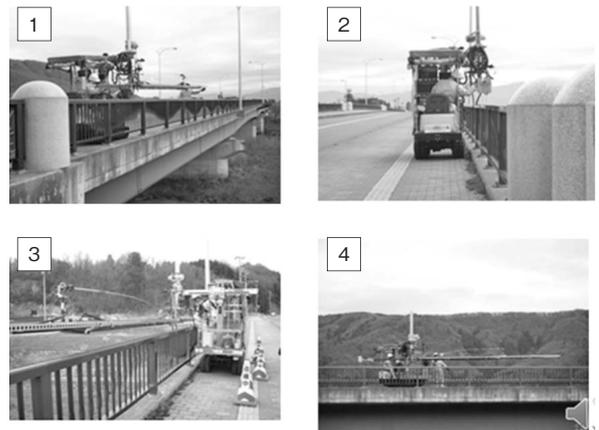


写真-11 点検位置への設置完了(現場到着から50分)



写真一12 橋面歩道に設置する場合の例



写真一13 点検用アーム降下状態の例

ビデオカメラ等の組み立てをして点検現場へ移動する。しかし、準備から点検までの間約50分の時間を要するところに改善の余地を感じている。

以下、写真一6～13準備工程参照。

(c) 鮮明画像からの診断

橋面上の安全な位置から鮮明なモニター画面を通じた近接目視が可能であり、複数技術者の目に触れることで、点検精度も向上する(写真一14参照)。



写真一14 モニター画面と複数技術者による確認

(d) システム仕様

システム仕様を図一3に示す。

操作ユニット	形式	ゴムローラキャリア	
	幅×長	0.95m×2.57m	
カメラユニット	走行台車	自走式(鉛直・水平旋回)	
	ビデオ画質	HD画質	
	ズーム機能	光学10倍	
アームユニット	水平アーム長	7.2m	
	鉛直ロッド長	2.0~9.2m(多段伸縮式)	

図一3 2号機の仕様

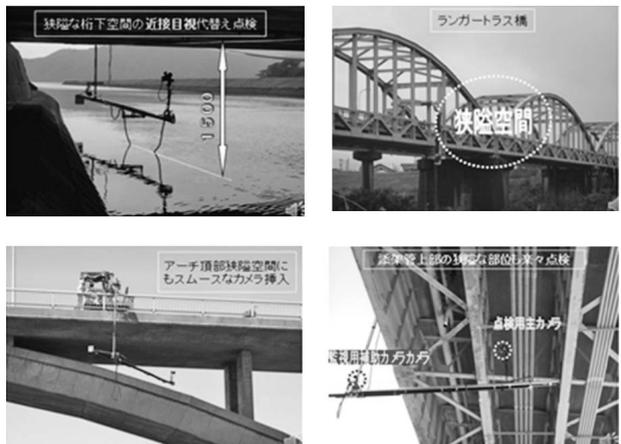
(e) NETIS 登録認証

システムの機能及び安全性についてほぼ満足できる内容になったことで、新技術名称を「橋梁点検カメラシステム視る・診る」として国土交通省のNETIS(新技術情報提供システム)への登録を行い認証された(登録No:KK-110063-A)。

(5) 点検車が利用できない橋梁の主な例(写真一15, 16)



写真一15 点検車が利用出来ない橋梁の例



写真一16 狭隘な構造の例

3. ニーズの変化：非接触から接触へ

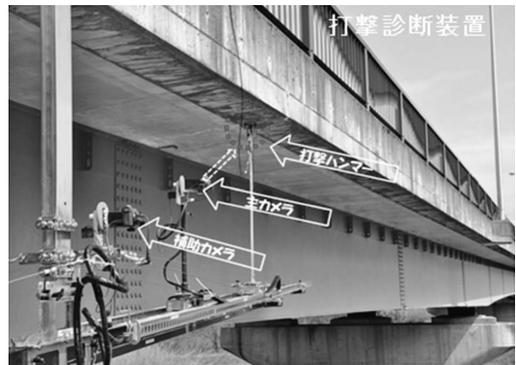
(1) 展示会におけるニーズの把握

2号機はこれまでに160橋を超える点検を実施し

て、近接目視機能は実証された。しかし、全国の展示会に出展した際に接触機能の要求が多く寄せられたため更に開発を継続し、25年度までに写真—17～19の装置の開発を手掛けた。



写真—17 レーザーポインター照射装置



写真—19 打撃診断装置（現在開発中）

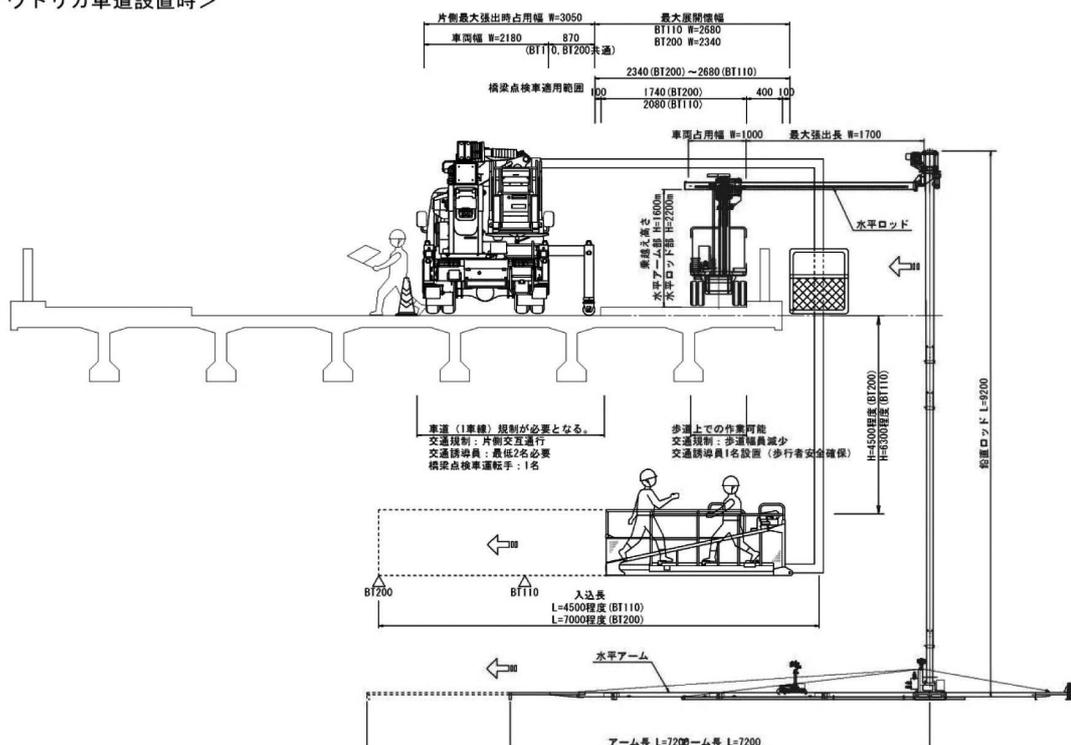


写真—18 ひび割れ検出装置



写真—20 各種測定機器搭載の可能性

橋梁点検カメラシステムと橋梁点検車（BT110/BT200）との比較図 <アウトリガ車道設置時>



図—4 橋梁点検車とシステムの可動域の比較

(2) その他の接触・非接触機能の追加

現時点では2号機をベースマシンとして機能を追加したが、この他にも各種目的の調査・診断を行うことが可能である。今後はさらに2号機をベースとした各種測定機器を搭載することによる幅広い点検調査のツールとして役立つよう改良していきたい（写真—20）。

4. 橋梁点検車との比較

2号機の可動範囲と従来技術である橋梁点検車（BT110/BT200）の可動範囲の比較を図—4に示す。

図—4は、歩道付き2車線道路橋を例とした略図である。橋梁点検車のアウトリガーを車道上に設置した時を想定しているが、2号機の水平アームはほぼ橋梁点検車点検用バケットと同じ領域の可動が可能なのが図から読み取れる。

5. おわりに

橋梁点検車が利用できない橋梁に対する点検サポートシステムとして開発を行ってきたが、前述のとおりようやく無人の点検アームの可動範囲は、橋梁点検車の点検用バケットのものに近くなった。しかし、点検の全てが橋面上からの遠隔操作による点検となる事か

ら、システムを操作するオペレーターの技量が重要となり、システムオペレーターの効率的な育成が課題と言える。この様な視点から当システムを見る時、今後安全なシステムとしての完成度の向上に努めたい。

今回、この様な投稿の機会を頂きましたが、老朽化する社会インフラの維持管理の一助になれることを念じる次第です。

また、展示会や点検をとおして本システムに対して多くのご意見、ニーズを頂き本誌をお借りして感謝申し上げますと共に今後も忌憚無いご意見等をお願い致します。

J C M A

【筆者紹介】

毛利 茂則（もうり しげのり）
ジビル調査設計(株)
代表取締役



長谷川 智史（はせがわ さとし）
ジビル調査設計(株)
技術部



赤外線熱計測による道路構造物の損傷調査

前田 近 邦・黒 須 秀 明

道路構造物等の内部損傷を検出するための非破壊検査技術として赤外線熱計測法が注目されている。本稿で紹介するシステムは、計測車両に赤外線サーモグラフィを搭載し、効率的な移動計測を可能とした赤外線熱計測システムである。広範囲に位置する道路構造物の内部損傷を短期間に計測可能であり、道路舗装、空港舗装、トンネル覆工コンクリートの内部損傷検査で利活用されている。本稿では、計測システムを紹介するとともに、調査事例について概説する。

キーワード：赤外線サーモグラフィ、移動体計測、内部損傷、道路構造物

1. はじめに

高度成長期に供用された道路構造物の老朽化が進展しているなか、道路利用者に安全かつ快適な道路施設を提供するためには、予防的修繕を考慮した維持管理と計画的な更新が重要となっている。これらの作業を適切に推進するには、道路構造物の損傷状況を表面だけでなく内部状態も含めて正確に把握する必要がある。そのため効率的な検査技術が求められている。

赤外線熱計測法は赤外線サーモグラフィにより、道路構造物内部の損傷（例えば舗装表面下の層間剥離やトンネル覆工コンクリートの浮き等）を検知する計測方法である。従来、この技術は建築物の外壁の浮き等を診断するための技術として、主に静止計測の検査技術として利用されてきた。しかしながら、近年の赤外線サーモグラフィの性能向上に伴い、移動しながらの計測が可能となり、道路構造物における内部損傷検出のために有効な検査技術として利活用されている^{1),2)}。

本稿では、赤外線サーモグラフィによる道路構造物の計測システムについて紹介するとともに、調査事例について概説する。

2. 装置概要

(1) 計測原理

赤外線熱計測法は、構造物における素材の違いや損傷の有無などの物質（体）状態に基づく赤外線放射量を赤外線サーモグラフィで感知し、そこから得られる温度の相違に基づき、外観から視えない内部損傷を検

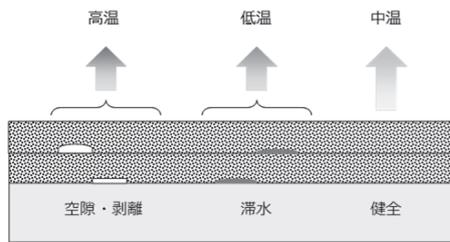
出する手法である。

構造物内部に損傷（空隙、滞水等）が発生した場合、健全部と損傷部では物質（体）状態が異なるため、熱容量に相違が発生する。熱容量の相違は温度の相違となり、内部と表面の間で伝わる温度にも相違が発生する。そのため、損傷が発生した個所では、表面温度が健全部に比べて相対的に高いもしくは低い状態となる。赤外線熱計測法では、赤外線サーモグラフィにより、内部損傷に起因する構造物表面の相対的な温度差を熱変状として捉えることで損傷状態及び箇所を把握する。

例えば、アスファルト舗装やコンクリート構造物内部で損傷による空隙が発生した場合、昼間の太陽光による路面の加熱過程時であれば、空隙の空気層の影響により周囲のアスファルトやコンクリートよりも早く熱せられるため、周囲よりも高温となる。逆に夕方以降の気温降下に伴う冷却過程時であれば、空隙の影響により周囲よりも温度低下が早い低温となる。一方、アスファルトやコンクリート構造物内部で滞水している場合、加熱過程時であれば周囲よりも低温となり、一旦加熱された後の冷却過程時であれば周囲よりも高温となる。すなわち空隙と滞水では一般的に温度平衡状態の場合を除き、温度の相対的な表出現象が反対になる（図—1）。

(2) 赤外線カメラの仕様

本システムで使用している赤外線サーモグラフィの仕様を表—1に示す。赤外線サーモグラフィは、非冷却式の熱型（マイクロボロメータ型）と冷却式でイ



図一 舗装の日中での模式的放射温度例

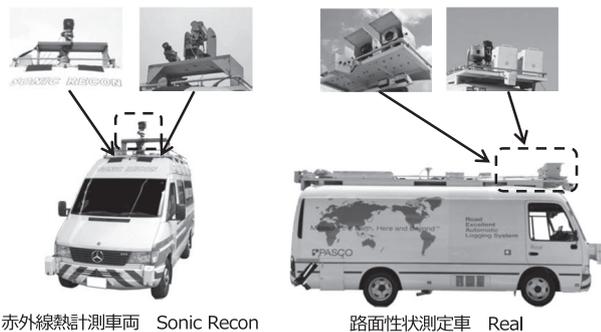
表一 赤外線サーモグラフィの仕様

項目	仕様
測定温度範囲	-10℃～350℃
有効画素数	640 (H) × 512 (V) 画素
測定波長	3～5 μm
最小温度検出能 (温度解像度)	0.018℃
測定視野角	35.5° (H) × 28.7° (V)
フレーム速度	最高 125 Hz (可変)
重量	4.5 kg

ンジウムアンチモン等の赤外線撮像素子から構成される量子型の2型からなる。これらの2型のカメラは、感知する波長も異なり、熱型で8～14 μm、量子型で3～5 μmを主な対象とする。本システムでは、赤外線感知・取り込み速度が熱型よりも速く、しかも最小検出温度が0.018℃と非常に高い温度分解能をもち、画素数も横640×縦512と多く高解像度の量子型赤外線サーモグラフィを用いている。

(3) 計測システム

計測システムを図一2に示す。専用車両の上部に赤外線サーモグラフィと可視画像カメラを搭載したシステムとなっている。計測システムは距離計を有しており、距離計の信号から任意の距離間隔で画像取得するための撮影信号を生成している。本システムは100 km/hまでの高速走行で計測が可能であり、一般・高速道路において通行規制をすることなく、交通の流れに沿って計測することが可能である。また、専用のカメラ台により、上下左右問わず、任意の方向での赤



図一2 計測システム

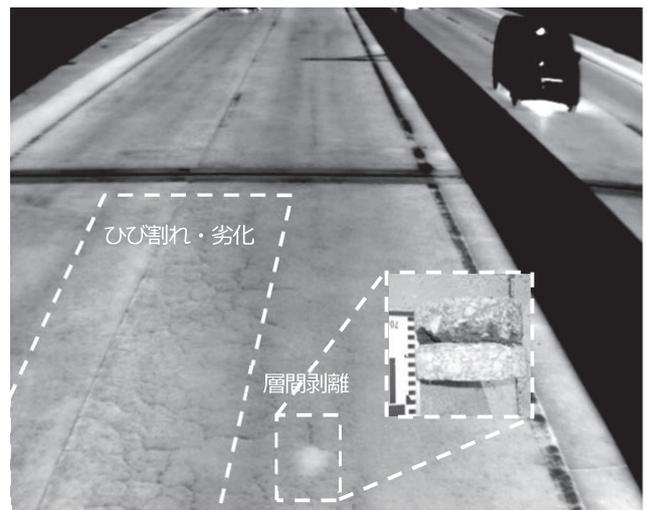
外線データの取得が可能になっている。なお、赤外線サーモグラフィは路面性状測定車にも搭載可能であり、路面の表面損傷と内部損傷を同時に計測することも可能である。

3. 調査事例

(1) 道路舗装

舗装の潜在的な損傷である路面下（舗装内部、床版上面等）の損傷は、舗装機能の劣化に影響を与える要因にも成り得る。そのため、予防保全の観点からみると表面損傷だけでなく路面下の損傷を把握することは重要であり、今後それらの情報を加味した舗装の維持管理が必要となる。

本システムでは舗装下の損傷として、層間剥離、排水性舗装の異常滞水、埋設ジョイント部の損傷、Uリブの滞水に基づいて推定される鋼床版デッキ貫通亀裂、およびRC床版の砂利化等の路面下の損傷を調査対象としている。路面下の調査は損傷部と健全部の温度差が出やすい日中に実施しており、層間剥離では表層と基層、もしくは基層と床板との間に空気層ができることから、損傷部は健全部よりも高温に検出される（図一3）。鋼床版デッキ貫通亀裂では、亀裂部から侵入した水によりUリブで滞水が発生することにより、Uリブの枠の部分が低温で検出される（図一4）。本システムでは計測時の交通規制を必要としないことから、高速道路等で多くの実績を有している。



図一3 道路舗装での赤外線熱画像例（層間剥離）

(2) 空港舗装

改定された空港舗装補修要領及び設計例（財団法人港湾空港建設技術サービスセンター、平成23年4月）では、アスファルト舗装の構造調査として赤外線サー

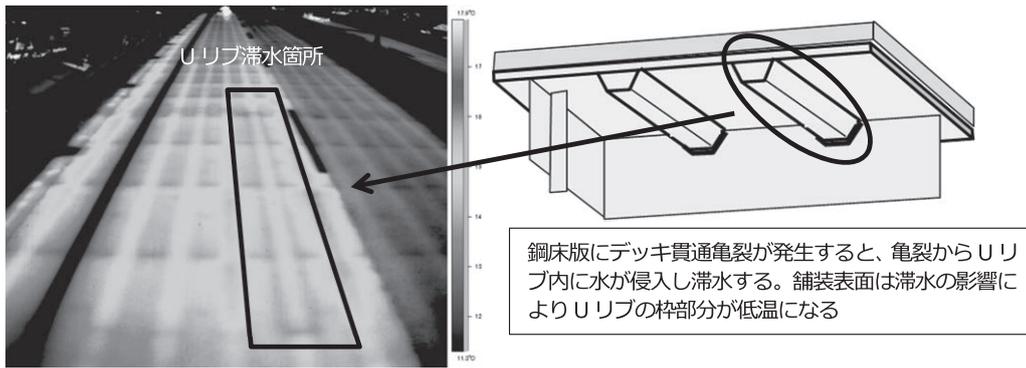


図-4 道路舗装での赤外線熱画像例 (鋼床版デッキ貫通亀裂)

モグラフィによる層間剥離調査が規定されている。この調査では、赤外線サーモグラフィによる層間剥離箇所と健全部の舗装表面温度を計測し、その差から層間剥離の発生位置を特定するものである。空港における調査は、一般的に航空機の運航終了後の夜間作業となるため、微小な舗装表面温度差を検出することが必要とされる。

本システムは高精度のサーモグラフィを使用していることから、夜間でも微細な温度差が検出可能であり、要領に規定された方法に準拠した調査が実施可能である。また、走行計測により、短期間で面的な層間剥離箇所の計測が可能であり、1日の作業時間が限られる空港での作業に対して有効である。

図-5に空港舗装の調査例を示す。層間剥離箇所が円状に多数検出されていることが確認できる。空港舗装の調査は夜間に実施されることから、昼間の温度上昇時とは逆の関係となるため、層間剥離箇所は周囲の健全部よりも低温で検出される。

(3) トンネル覆工コンクリート

トンネル覆工コンクリートでは、施工された年数や

点検頻度に応じて遠望または近接による目視点検が人力により実施されてきた。このような中、トンネルの老朽化の進展に伴い、全国の1万本のトンネルを対象として、5年に1回のトンネル点検が義務化されたことにより、点検量が増大することが想定される。そのため、損傷検出のための効率的な計測手法が必要となっている。本システムでは、赤外線サーモグラフィを上方や側方に向けて計測することにより、トンネル覆工コンクリートに発生する内部損傷調査が実施可能である。

本システムでの調査で計測できる点検項目は、道路トンネル定期点検要領(案)(国土交通省同局国道課、平成14年4月)にある点検項目のうち、浮き、はく離、漏水に関する事項について調査を実施している。

図-6にトンネルでの調査事例を示す。浮き部と漏水部で健全部と異なる温度を有していることが確認できる。図-6の通り、日中の温度上昇時に計測した場合、浮き部は空気層の影響で周囲の健全部よりも高温で検出され、漏水部は水の影響で周囲の健全部よりも低温で検出される。

赤外線サーモグラフィを利用した熱計測は、従来の

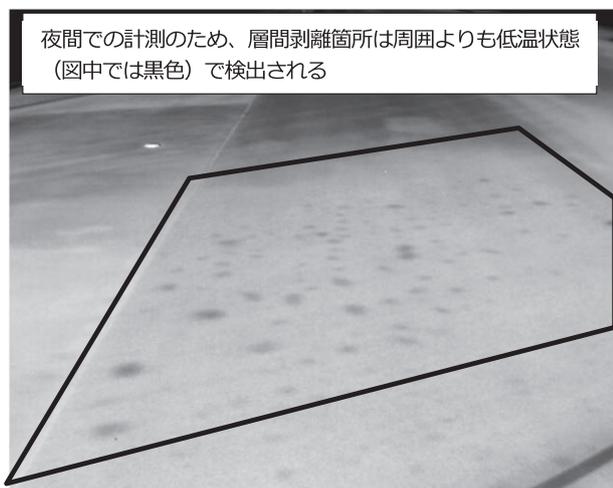


図-5 空港舗装での赤外線熱画像例 (層間剥離)

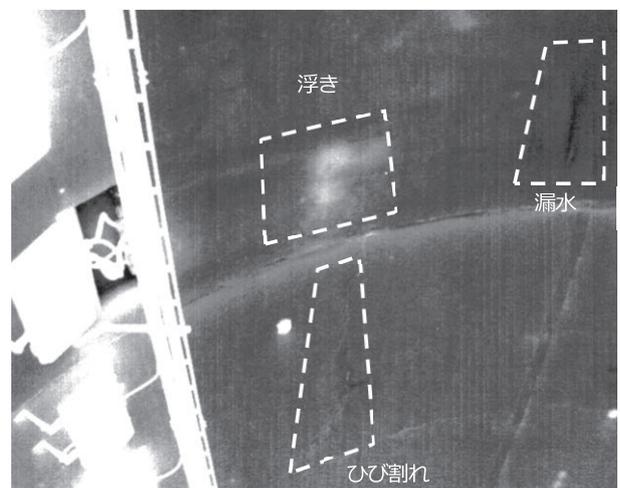


図-6 トンネル覆工面での赤外線熱画像例

トンネル詳細点検に先立って損傷箇所と非損傷箇所をスクリーニングするものであり、作業の効率化を目的とした第一次調査手法として活用されている。

4. おわりに

道路構造物の老朽化に伴い、効率的な維持管理の重要性が増す中、表面からでは確認できない内部損傷を把握するニーズは年々増加してきている。このような中、移動計測が可能である本システムは、広範囲に位置する道路構造物の内部損傷を短期間に計測可能な技術として注目されており、利用の拡大が期待されている。

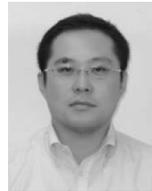
今後は、これらの技術により得られたデータを短時間で処理し、分かり易い情報として提供できるように更なる技術の開発を進めるとともに、これまでの点検データを利用した効果的な維持管理を推進していきたいと考えている。

《参考文献》

- 1) 塚本ら, 赤外線による舗装の点検手法, 舗装, Vol.46, pp.17-22, 2011.7
- 2) 黒須ら, 赤外線熱計測によるトンネル覆工コンクリートの損傷検出1 - 高速走行計測, 土木学会第67回年次学術講演会講演概要集, VI-263, 2012.9

J C M A

【筆者紹介】



前田 近邦 (まえだ ちかくに)

(株)パスコ

研究開発本部 開発センター センシング機器開発一課



黒須 秀明 (くろす ひであき)

(株)パスコ

研究開発本部 開発センター センシング機器開発一課
課長

走行型 3次元路面下診断システムの概要

ジムス・ケー

GIMS-K (Ground Image Mapping System-K)

MMS と GPR の融合

片山 辰雄・青野 健治・加藤 裕将

近年、都市、地方を問わず、道路において年間 5,000 件近い道路陥没事故が発生しており、それに伴う交通災害が社会問題になりつつある。しかし、これまでは空洞発生原因やメカニズムに関する知見は少なく、道路ストックも膨大であることから、陥没の多くが発生事後対応となり、計画的な維持管理には至っていない。道路陥没事故を未然に防ぐためには、陥没事故が生じる前に陥没原因である空洞を非破壊で効率的に調査し、陥没に至る前の路面や路面下の変状といった前兆シグナルを捉えることが必要となる。本稿では、MMS と GPR を組み合わせて 2013 年に実用化された走行型 3次元路面下診断システム「GIMS-K」(以下「本システム」という)の概要と本システムの有効性について述べる。

キーワード：維持管理、道路陥没、MMS、GPR、予防保全

1. はじめに

道路法では、道路管理者の安全な通行確保の責務として「道路を常時良好な状態に保つように維持し、修繕し、もって一般交通に支障を及ぼさないように努めなければならない」と定められている。しかしながら、近年の厳しい財政状況から公共事業予算の削減が行われており、例えば国道における道路事業費と維持管理費の推移をみても、過去 10 年で道路事業費は平成 15 年度をピークに減少しており、維持管理費も年々減少し、道路事業費に占める割合は平成 23 年度で約 15% となっている。国道の路面および路面地下の管理に関しては、定期的な道路パトロールのほか、路面性状調査や路面下空洞調査が実施されているが、国道延長(国管理 22,362 km, H24 年)は道路総延長(1,210,600 km, H22 年)の 2%程度に過ぎないことから、都道府県道、市町村道についても調査の必要性が高まっているほか、適切な維持管理の実施のため、アセットマネジメントの導入も検討されている。

重要な資産である道路ストックを長期的に安全に使用し、ライフサイクルコストを低減するためには、定期的な点検と補修により事後対策的な大規模修繕を回避する予防保全の推進が不可欠である。

道路陥没は、道路上を通行する車両等の荷重を道路舗装部が支えきれなくなることにより突然発生し、陥没規模が大きい場合は、通行車両等の転落事故を招き、人身災害を引き起こすことから、近年特に対策が

急がれている道路災害の 1 つである。道路陥没の主な原因としては、路面下に埋設されている管の破損・劣化や道路開削工事の際の埋め戻し転圧不足等が考えられ、空洞発生後、路盤や路床材が流出することで空洞が拡大し、陥没に至るものと想定される。国土交通省の調べでは、下水道管渠に起因した道路陥没件数だけでも、平成元年以降、年間 4,000 件以上生じており、平成 22 年度には 5,300 件の道路陥没が生じ、年間の発生件数はほぼ横ばいで推移している。

道路陥没事故を未然に防ぐためには、陥没危険箇所を推定するために路面下の空洞の有無を確認し、早期に空洞充填などの陥没防止対策を講じる体制構築が重要である。

このうち、路面下の空洞の有無を把握できる調査手法として地中レーダ探査手法があり、現在では交通規制を行わずに調査を行うことができるシステムが開発されており、国道を中心に調査が行われている。著者らは、道路下の空洞調査を交通規制無しで迅速に行える地中レーダ探査システムと路面の変状状況と探査位置を高速で計測できる高精度 GPS 移動計測システムを併用することにより、より効率的な路面下空洞調査システムの検討を行ってきた。

本稿は、路面下空洞調査と路面変状調査を組み合わせた新しい走行型路面下診断システムの概要について報告するものである。

2. 道路陥没のメカニズム

道路陥没は、「道路上を通行する車両の荷重を道路舗装部が支えきれなくなることにより突然発生する道路災害」と定義され、道路通行上の障害となっている。陥没の原因となる空洞のほとんどは、下水道管渠等の地下埋設物の破損、埋め戻し土の緩み、水道の影響が原因で発生していると考えられている。転圧不足による圧密沈下や地盤内の水の移動によって土粒子が移動し、空洞が発生するものと考えられ、その後次第に路面に向かって拡大上昇し、舗装直下付近まで空洞が達した後に、舗装上を走行する車両等の荷重に舗装部が耐えられず、ある日突然陥没が発生するものと考えられる(図-1)。このようなメカニズムのなかで、路面下の空洞もしくは路面の変状を捉えることができれば陥没に至る前に対策を実施することが可能となるが、両者を同時に測定し、組み合わせて評価することでより確実に早く陥没につながる危険度が高い箇所を抽出することが可能になると言える。

3. 各調査システム

(1) MMS (Mobile Mapping System : 高精度 GPS 移動計測装置)

MMSはGPSとIMU(慣性姿勢計測装置)およびオドメトリにより車輛の位置・姿勢を計算し、車輛に取り付けられたレーザスキャナとカメラにより道路周辺や路面の三次元地形モデルを計測するものである。レーザスキャナ等の計測に必要な機材は車輛の天端に取り付けられている。

制限速度内の走行で、路面および道路周辺地物の3次元点群データを効率的に取得でき、撮影した画像から点群をカラー化することにより正確かつ精密な現況把握が可能である。取得した3次元点群データから、地図情報レベル500相当の数値地形図を作成すること

ができることから、近年は公共測量においても利用実績が増加しており、国土地理院によるマニュアル整備も進んできている(例えば「移動計測車両による測量システムを用いる数値地形図データ作成マニュアル(案), H24.5」)。また、走行しながら周辺画像を連続的に取得していることから、それを利用して路面オルソ画像を作成し、ひび割れや補修跡といった路面の状態を把握することができる(写真-1)。このオルソ画像は衛星写真では不可能なトンネル内や高架下の画像も取得できる。



写真-1 路面オルソ画像

通常の管理では詳細な位置特定が難しい、路面表示やマンホール、電柱、道路標識といった道路付属物をMMSで取得した道路周辺環境の道路画像と3次元点群データから判定し、正確な位置情報として管理できる。これにより、路面表示や道路付属物を道路データベースとして利用し、道路インフラの統合的な維持管理システム構築に役立てることができる。

(2) GPR (Ground Penetrate Radar : 地中レーダ探査)

地中レーダ探査は、送信アンテナから地中に発射した電磁波が地中で反射して受信アンテナで捉えられるまでの伝播時間を計測して、地盤構造や埋設物の位置や形状を画像化する探査法である。反射波を並べた断面または画像処理した断面に現れるパターンから、埋

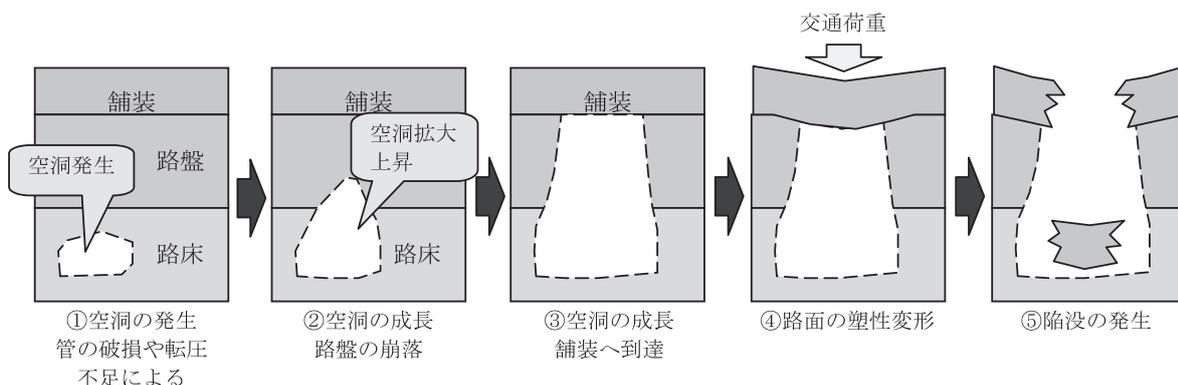


図-1 空洞発生メカニズムの一例

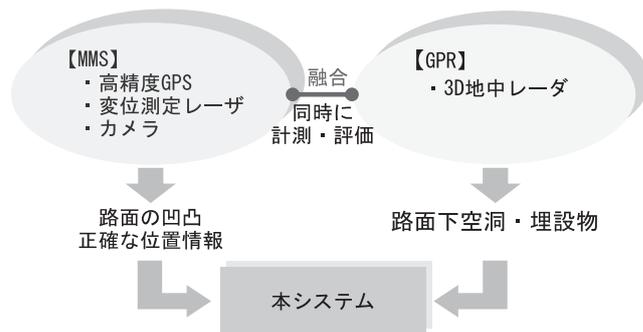
設物や地下構造の形状を推定する。

地中レーダ探査は、操作用 PC、コントローラー、送受信アンテナで構成される。送受信アンテナは、多数のアンテナが 7.5 cm 間隔で千鳥に配列されており、各々のアンテナから送信される電磁波は、一般の単数アンテナ型のレーダのように特定の周波数を持つパルスが送信されるのではなく、200 MHz ~ 3 GHz の周波数帯域の電磁波をステップ式に送信することができるため、深さ数 10 cm の比較的浅い地盤から深さ 1.5 m 程度の深い地盤まで、深さに応じた分解能で結果を出力できる。空洞や埋設物、地層境界など電気的特性（比誘電率）の異なる境界面で反射された電磁波を受信アンテナで受信し、操作用 PC に記録される。

測定は、アンテナ幅 1.8 m のものであれば、21 チャンネルの送受信アンテナによる測定が 1 回の測定で行うことができ、それぞれのアンテナで受信された反射波は、PC 上には統合化したデータとして記録される。したがって、アンテナ配列長さ分の測定データが得られるとともに、配列されたアンテナからの反射データを統合し、アンテナ幅での横断方向の測定データも同時に記録できる。さらに深さ位置の水平断面データも得られることが特徴である。なお、開発に先立ち、アンテナの能力確認と検証のため、模擬空洞や埋設管を配したモデル地盤で探査を実施し、性能確認を実施している。

4. 本システムの開発

図一 2 のコンセプトをもとに開発した本システムは、2 t トラックをベース車両とし、車両天端に MMS 構成機器（GPS 3 台、レーザスキャナ 3 台、デジタルカメラ 3 台、IMU、オドメトリを各 1 台搭載）、車両後方に GPR を搭載している（写真一 2）。車両キャビン内にパソコン等が配置され、調査員が計測を実施する。計測は MMS、GPR とともに一般車両と同等速度で



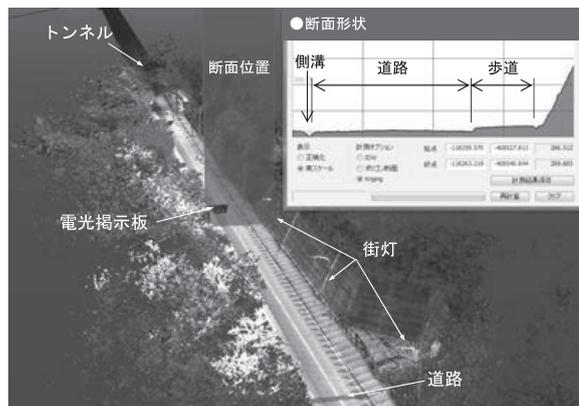
図一 2 システム開発のコンセプト

の走行で実施可能であり、交通規制等を必要としないことから長距離を迅速に調査することが可能である。調査後、解析により異常点の正確な座標が得られることで、スコープ調査や開削調査といった空洞を直接確認する 2 次調査をより効率的に実施することができる。

図一 3 は MMS で計測した道路周辺の点群である。同時に撮影した写真と重畳させることによりカラー化している。各点は 3 次元座標を持っており、標高による点群の色分けや、道路縦断・横断等断面位置計測、面積計測にも利用できる。また、図一 4 は、道路端の白線や縁石を基準高さとして相対的な道路変状を色分けで表示したものである（基準線コンター図）。通常、道路中央は排水勾配があるため、両端に比べ高くなっているため、寒色で表現される。わだちや凹凸等の変状も表現され、写真で確認できるため路面の損傷箇所等を確認することができる。ただし、基準高さとした白線や縁石に変状が見られた場合、路面の変化を正確に捉えることができないため注意が必要である。また図一 5 は数ヶ月間隔で実施した 2 回の測定において基準線コンターで使用した白線等を基準に点群の重ね合わせを行い、路面の経時変化を算出し、色分けで示したものである。色分けの幅を -5 mm、-10 mm、-15 mm と変化させることで変状の大きい箇所



写真一 2 GIMS-K 車両外観



図一 3 MMS による点群画像

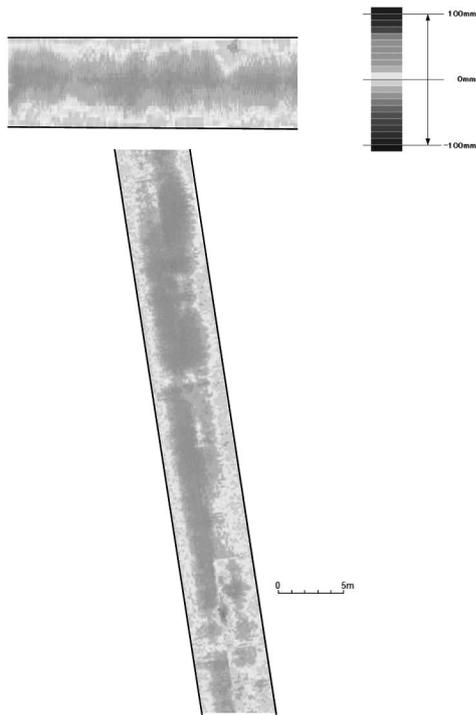


図-4 路面凹凸の基準線コンター図。路面の変状を把握

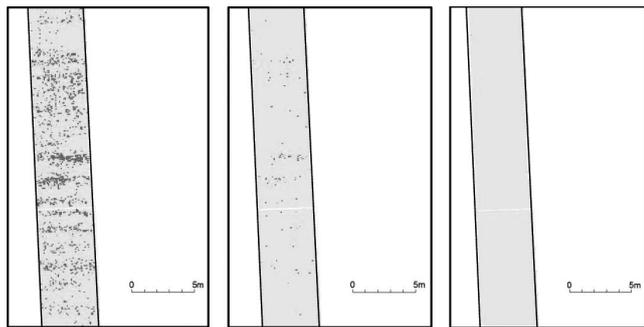


図-5 路面凹凸の経時変化図の絞込み。左から-5mm, -10mm, -15mm 変化点を黒で表示

を絞り込んでいくことができる。

図-6はGPRで捉えた空洞波形の例である。車両搭載のGPRは1.5m幅で探査でき、3次元的に波形を確認できるため、1測線毎に調査を実施する単周波数のハンディ型レーダ探査に比べて作業が効率的であ

り、異常箇所の見落としの減少が期待できる。この波形で示した空洞はGL-0.2m付近に位置しており、陥没につながる危険性が高いと考えられ、2次調査(スコープ調査)を実施した結果、空洞が確認された。その異常点位置はMMSの位置情報から座標で与えられ、写真上に点としてプロットできるため、2次調査の現場位置特定精度が高い。さらに周辺地物との距離も専用ソフト上で計測可能であるため、図面作成や投影が容易である。これにより2次調査時に実施する削孔位置確定のためのハンディ型地中レーダ探査の範囲を絞り込むことができ、交通規制範囲も短くすることが可能である。その結果、2次調査の1箇所にかかる時間を短縮することができ、効率的である。また、複数回測定において空洞の経時変化を3次元的に捉えることができる可能性があり、継続的なモニタリング調査にも有効である。

調査により得られた路面周辺および路面下の情報を国や自治体が保有する道路台帳、河川台帳、下水道台帳と融合させ、各種GISへ反映することにより、多角的な視点で道路ストックの管理を行うことが可能となる。これにより、危険性の高い不具合箇所を絞り込むことで、限られた予算のなかで対策の優先順位をつけることができる可能性がある。

5. おわりに

道路陥没は、原因となる空洞の発生→空洞の成長→陥没、というプロセスで起こるが、空洞発生からできる限り早い段階でその変状を捉えることができれば、予防保全として大きな効果が期待できる。本路面下診断システムは、路面および路面下の変状を同時に調査し、評価を行うものである。膨大な道路ストックを対象に本調査を実施していくための今後の課題としては、以下の点が挙げられる。

- 1) 調査目的に応じた計測、解析パラメータの設定

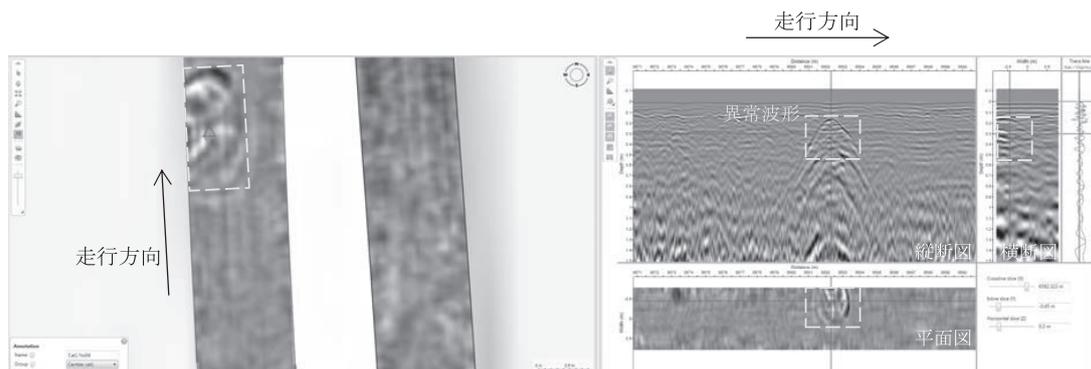
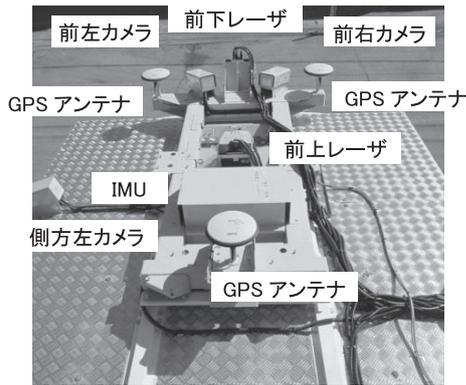
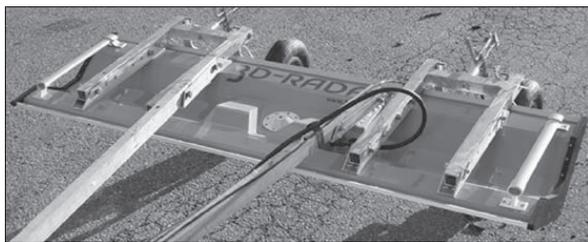


図-6 GPR 空洞波形の一例



写真一 3 MMS 構成機器外観



写真一 4 GPR アンテナ外観

- 2) 解析の自動化推進 (MMS: 変状抽出, GPR: 異常波形抽出)
- 3) 空洞の成長速度, 空洞の成長と路面変状の関係の把握
- 4) コンターの基準となる不動点の設定方法
- 5) 空洞ボリュームの把握

各課題への対応としては、以下のとおりである。

- 1) 検証フィールドでの試験, 調査データと確認調査結果との整合性検証
- 2) 解析ソフトの改良, 高度化
- 3) 調査データの蓄積, 分析
- 4) 白線以外に基準線を設定し, 解析・評価を実施
- 5) 調査データとスコープデータ, 開削データとの比較検証

今後, 調査データの蓄積, 分析, 整理を行っていくことで, 最適な計測, 解析パラメータの設定が可能になると考えられる。また, 各システムでは, 一度に大量の測定データが得られることから, 測定データの処理, 解析, 保管方法についての効率化, 高度化を図ることも重要となる。空洞を調査していくうえでは, 地

中レーダによる情報, MMS による情報だけではなく, 舗装厚や路盤厚などの舗装情報, 管渠情報などの埋設物情報, 地盤・地形・地下水などの自然条件, 工事履歴などを加味して, 多角的に評価していくことが重要となる。

本システム走行型 3 次元路面下診断システムは, 現状で路面下空洞, 堤防管理用通路, 橋梁床版といった調査に用いている。今後は調査対象, 目的に沿ったより効率的な調査を提供したいと考えている。

JICMA

《参考文献》

- 1) 「国道 (国管理) の維持管理等に関する検討会」資料, 国土交通省, 2013.3
- 2) 「路面地下の適切な管理のあり方一報告書一」, 直轄国道の舗装 (路面) に関する保全検討委員会, 2011.3
- 3) 佐藤真理, 「道路陥没未然防止のための地盤内空洞・ゆるみの探知に関する基礎的検討」, 東京大学卒業論文, 2009
- 4) 小池豊, 「スケルカ技術を活用した路面下の三次元探査」, 日本非開削技術協会広報誌, Vol.78, 2012.1
- 5) 桑野玲子, 堀井俊孝, 山内慶太, 小橋秀俊, 「老朽下水道損傷部からの土砂流出に伴う地盤内空洞・ゆるみ形成過程に関する検討」, 地盤工学ジャーナル Vol.5, No.2, 349-361, 地盤工学会, 2010.7
- 6) 瀬良良子, 中村治人, 桑野玲子, 「道路路面下空洞の探査事例」, 基礎工, 2013.9
- 7) 片山辰雄, 交久瀬磨衣子, 「下水道管まよの効率的な点検調査技術に関する共同研究について」, 自治労第 29 回全国下水道集, 2012.5
- 8) 横田敏宏, 深谷渉, 末久正樹, 宮本豊尚, 片山辰雄, 交久瀬磨衣子, 「高精度 GPS 移動計測装置 (MMS) を活用した下水道管渠起因の道路陥没予兆発見手法の検討」, 国土技術政策総合研究所資料 No.750, 国土交通省 国土技術政策総合研究所, 2013
- 9) 「物理探査適用の手引き」, 物理探査学会, 2000.3

【筆者紹介】



片山 辰雄 (かたやま たつお)
 (株)環境総合テクノス
 土木部 理事・土木部長



青野 健治 (あおの けんじ)
 (株)環境総合テクノス
 土木部 地盤技術グループ マネージャー



加藤 裕将 (かとう ひろまさ)
 (株)環境総合テクノス
 土木部 地盤技術グループ リーダー

地際腐食の非接触・非破壊検査システム

バウンダリーチェッカー

細見直史・山田隆明・貝沼重信

鋼製橋脚の基部や道路標識・照明支柱などの地際部では、マクロセル腐食により著しい腐食損傷が生じる。この地際部の損傷を検査するには、根巻きコンクリートのはつり作業や塗膜の除去などの煩雑な作業を要する。そこで、渦流探傷検査（以下、ECT）による探傷波形の非線形回帰分析を行うことで、構造物を傷めることなく、非接触、非破壊でかつ簡易に鋼材地際部の目視できない部位の残存板厚を推定する非破壊検査システムを開発した。

本報では、ECTによる検査信号から地際部の残存板厚を推定する手法、および非接触・自動非破壊検査装置の概要を説明し、実構造物への本検査システムの適用事例について紹介する。

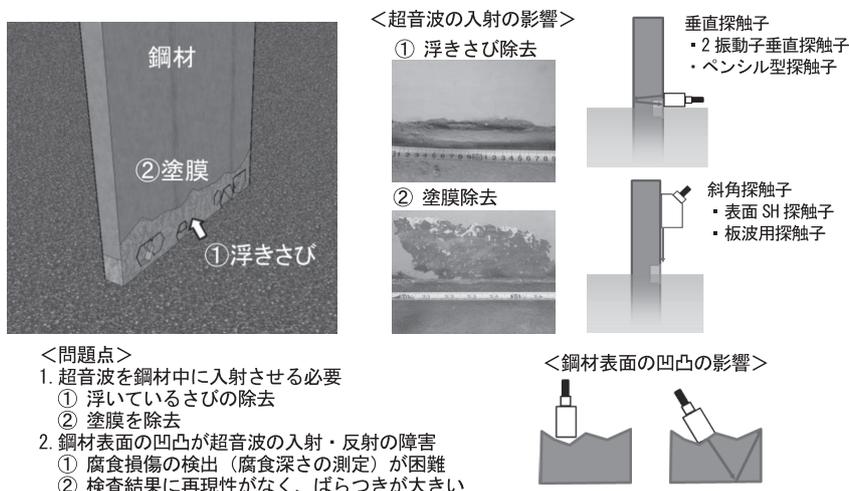
キーワード：鋼構造、維持管理、腐食、地際、非破壊検査、渦流探傷検査

1. はじめに

鋼製橋脚や道路標識・照明柱基部の地際部、下路トラス橋の斜材とコンクリート床版との境界部に著しい腐食損傷が数多く報告されている¹⁾。地際構造は、鋼アーチ橋の垂直材や波形鋼板ウェブPC橋、複合トラス橋の斜材、送電鉄塔基部などに多用されており、今後、同様の腐食損傷が懸念される²⁾。これらの損傷は、局部的かつ板厚方向に進行するマクロセル腐食による損傷で、腐食の進行性が著しく高く、コンクリートに埋設された目視できない部位にも生じることが少なくない。目視できない地際部を検査するには、コンクリートのはつり作業や地際部に生じた浮きさびを除去するな

どの多大な労力を要する。

これまで、地際部の腐食損傷の非破壊検査法としては、図-1に示すように超音波を用いた方法が主として検討されてきた。しかし、超音波探傷を適用する場合、鋼材表面の腐食生成物や塗膜を除去する必要があり、腐食した鋼材表面の凹凸が超音波の入射反射の障害となることなどから、超音波で腐食損傷を検出することは原理上、困難であった。そこで、ECTによる検査波形の非線形回帰分析を行うことで、地際部の目視できない部位における腐食損傷の位置と平均腐食深さを推定³⁾し、非接触で地際部の残存平均板厚の検査が可能な非破壊検査システムを開発した⁴⁾。また、実際の鋼製橋脚基部を対象に本検査システムによ



<問題点>

1. 超音波を鋼材中に入射させる必要
 - ① 浮いているさびの除去
 - ② 塗膜を除去
2. 鋼材表面の凹凸が超音波の入射・反射の障害
 - ① 腐食損傷の検出（腐食深さの測定）が困難
 - ② 検査結果に再現性がなく、ばらつきが大きい

図-1 従来の非破壊検査方法

る実証試験を実施し、検査結果と腐食表面形状の3次元計測結果とを比較することで、その妥当性および作業性を確認した⁵⁾。本報では、ECTを用いた非接触・自動非破壊検査装置を用いて、鋼製橋脚や道路標識・照明支柱の地際腐食検査を実施した事例を紹介する。

2. 非接触・非破壊検査

(1) 渦流探傷検査

ECTは電磁誘導現象によりコイル（以下、センサと呼ぶ）に交流電流を流したときに生じる磁界によって、導体に渦電流を発生させ、腐食損傷部や疲労き裂などのきずにより乱れた渦電流の変化を検知してきずを検出する。そのため、センサを鋼材に接触させることなく、非接触での検査が可能である。渦電流が変化すると、導体とセンサとのインピーダンスに変化が生じ、センサの電圧が変化する。このECTセンサの電圧変化は、腐食による欠損体積に対してセンサの電圧が変化するため、腐食損傷を模擬したような人工きずでは、センサがきず直上（最大の腐食深さ位置）を通過した際に最大となる。そのため、この最大の電圧変化を検出することで最大の腐食欠損体積を求めることができる。しかし、従来のセンサではセンサが腐食の直上を通過する必要があるため、地際腐食部の検査には適用困難である。そこで、ECTを鋼材のコンクリー

ト地際部の腐食検知に適用するため、図-2に示すような腐食検知用のECTセンサを開発した。

(2) 平均残存板厚の推定手法

図-2に示す鋼材の地際部において、地際腐食を通過するようにセンサを走査させた場合のECT波形の一例を図-3に示す。図中に太線で示す探傷波形は、鋼材の腐食による断面減少に伴う電圧低下を示している。細実線は探傷波形に近似するガウス関数の非線形回帰分析により近似した確率密度関数を示している。腐食がない場合には、電圧変化は生じず、腐食がある場合には、ECT探傷波形はガウス関数にほぼ一致しており、センサがきず直上を通過する際に最大の電圧変化が生じている。

ECTの検査波形がガウス関数にほぼ一致することから、正規分布の確率密度関数を用いて、その平均値から地際腐食位置Yを推定し、最大電圧値から地際部の平均腐食深さDを推定した。

地際腐食損傷部のECTおよび平均腐食深さの推定は、以下で示す手順で行った。

- ① 対比試験片を用いて探傷機器を調整する。
- ② 実構造物のECTを実施する。
- ③ ECT波形の非線形回帰分析を行い、ガウス関数の最大電圧振幅、電圧振幅の標準偏差、最大振幅の位置、および振幅の初期値のパラメータを推定す

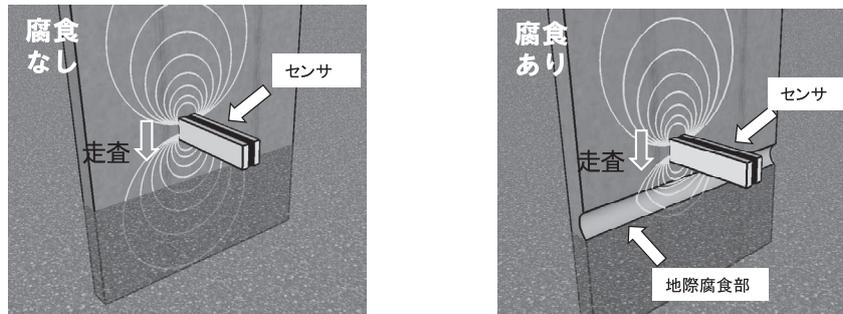


図-2 渦流探傷検査

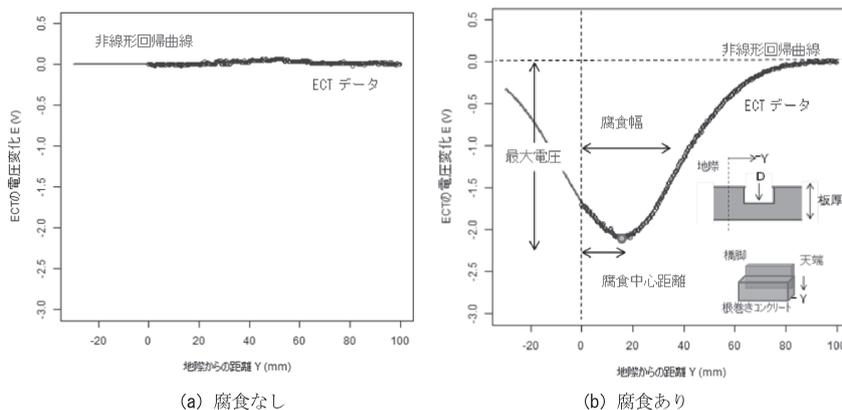


図-3 非線形回帰分析

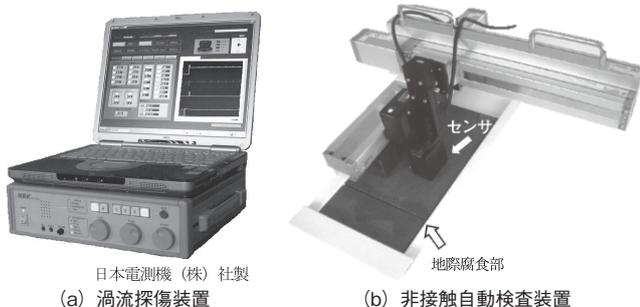
る。

- ④ 対比試験片の感度調整値と実構造物の被検査材の諸条件を用いて3)の推定結果から地際平均腐食深さDと地際腐食位置Yを計算する。
- ⑤ 設計板厚から地際平均腐食深さを差し引くことで、残存平均板厚を算出する。

(3) 非接触・自動非破壊検査装置

非接触・自動非破壊検査システムを写真—1に示す。非接触自動検査装置は、PC制御により縦方向に300 mm、横方向に300 mm可動する2軸のスクナ装置の可動部にECTセンサを取り付けたものである。検査は、センサが検査面に接触しないようにギャップ量を調整して非接触で行う。ECTの波形データは、ECTセンサを地際腐食部に向かって空中を100 mm走査させることで計測する。この走査を1測線とし、この走査を計測間隔毎に繰り返すことで自動検査を行う。なお、1測線の計測に要する時間は5秒程度であるため、例えば、幅300 mmを5 mm間隔で合計60測線の計測に要する時間は、5分程度である。また、自動探傷装置の寸法は縦(X)545×横(Y)545×高さ(Z)240 mmであり、重量は12.6 kgである。

これにより、コンクリートや腐食生成物、塗装を除去することなく、非接触かつ非破壊で効率的に平均腐食深さを推定する検査を可能にした。



写真—1 自動探傷装置

(4) 本検査システムの特徴

本検査システムの特徴を以下に示す。

- ① 電磁誘導作用を用いた非接触検査のため、煩雑な前処理作業（コンクリートのはつり、さび・塗膜除去）や検査後の後処理作業（コンクリートの復旧、検査面の再塗装）が不要である。
- ② 独自開発のセンサ、自動探傷装置、推定手法により、検査員の技量に依存せずに地際埋設部の残存板厚と腐食位置（境界から20 mm範囲）が推定可能である。

(5) 本検査システムの適用範囲

本検査システムの適用には、対比試験片により基礎的な検討を積み重ねることで、適用の可否を確認する必要がある。現状では、以下を基本とする。

- ① 被検査材は、鋼材とし、板厚は9 mm以上とする。
- ② 鋼材の形状は平滑材であること。
- ③ 地際近傍（外面）にボルト・添接板などの鋼部材がないこと。
- ④ 地際埋設部の残存板厚の推定が可能な検査深さは、埋設部の境界から20 mm程度であり、基部コンクリートに割れが生じ、埋設部奥深くに腐食が生じている可能性のある場合は不可である。

(6) 本検査システムにより期待される効果

本検査システムにより期待される効果を以下に示す。

- ① 非接触検査のため、煩雑な前後処理作業が省略でき、調査・点検費用が抑制できる。
- ② 従来の定点計測ではなく、自動非破壊検査による面計測が可能で検査結果が検査員の技量に依存しない。そのため、定期点検による経年劣化の追跡調査ができる。
- ③ 検査結果を用いて、腐食劣化診断や健全度評価、残存寿命の予測が可能である^{6)~8)}。

3. 調査事例

(1) 実証試験

本検査システムによる地際腐食損傷の実証試験は、角形鋼製門型ラーメン橋脚の基部を対象に実施した。対象橋脚とその検査状況を図—4(a)~(c)に示す。調査を実施した対象部位の使用鋼材はSM400Aであり、橋脚柱の幅は2050 mm、板厚は19 mmである。なお、調査時における対象橋脚の供用年数は31年（1981年10月竣工）である。ECTは、センサを地際の100 mm上端から地際に向けて手で走査する手動検査により実施した。この走査を5 mm間隔で橋脚幅方向に繰り返し、1面全線で合計409測線のデータを採取した。ECT検査後に根巻きコンクリートを除去し、セルフポジショニング・レーザスクナを用いて実腐食深さの計測を行った。実測およびECT推定による腐食損傷位置とそれらの平均腐食深さを図—4(f)および(g)に示す。地際腐食による損傷位置は、地際からコンクリート埋設側に約10 mm深い位置で生じ、その平均腐食深さは最大で4 mm程度となっており、ECTによる推定結果は実際の損傷位置や腐食深

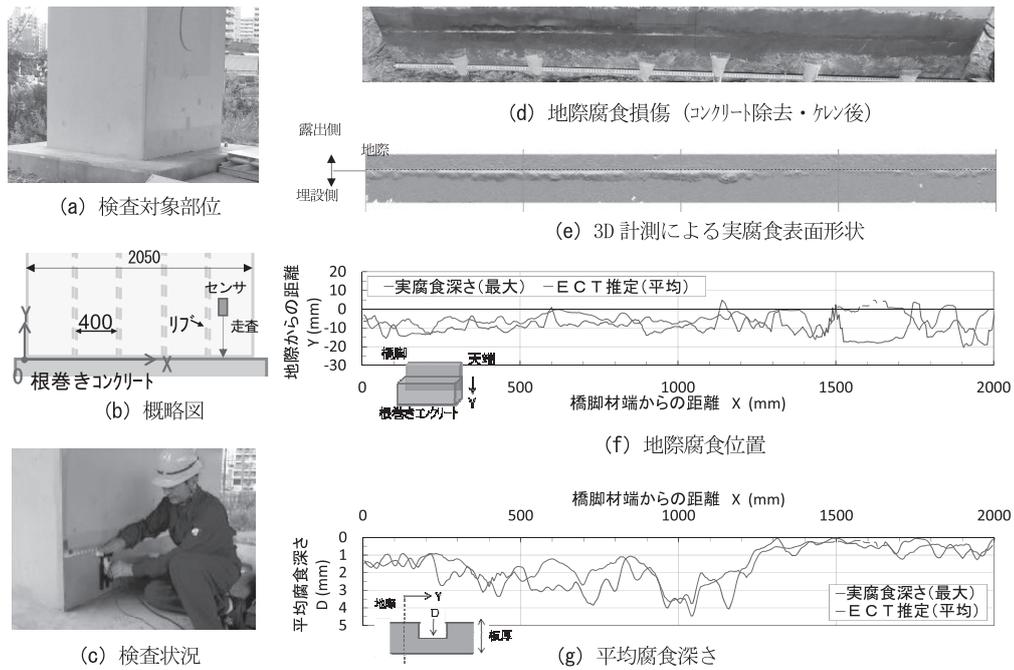


図-4 手動検査による鋼製橋脚基部の実証試験結果

さと比較的良く一致している。

(2) 自動検査事例

写真-1 に示す非接触自動検査装置を用いて角形鋼製門型ラーメン橋脚の基部を対象に本システムによる自動検査を行った。その対象橋脚とその検査状況、および ECT 推定結果の一例を図-5 に示す。対象橋脚の使用鋼材は SM490YA であり、橋脚柱の幅は 2000 mm、板厚は 15 mm、供用年数は 34 年 (1979 年

11 月竣工) である。自動検査は、一度に検査できる橋脚幅方向の範囲が 300 mm 程度であるため、1 面あたり 7~8 回装置を盛り替えることで、4 面全周で約 1680 測線のデータを採取した。図-5 (g) は腐食による減肉分布の一例を示している。地際腐食による推定損傷位置は、埋設側に 10 mm 程度であり、その平均腐食深さは最大で約 8 mm と推定した。また、検査速度は、非接触・自動非破壊検査装置を用いることで、図-4 (c) に示す手動検査に比べて約 4 倍向上した。

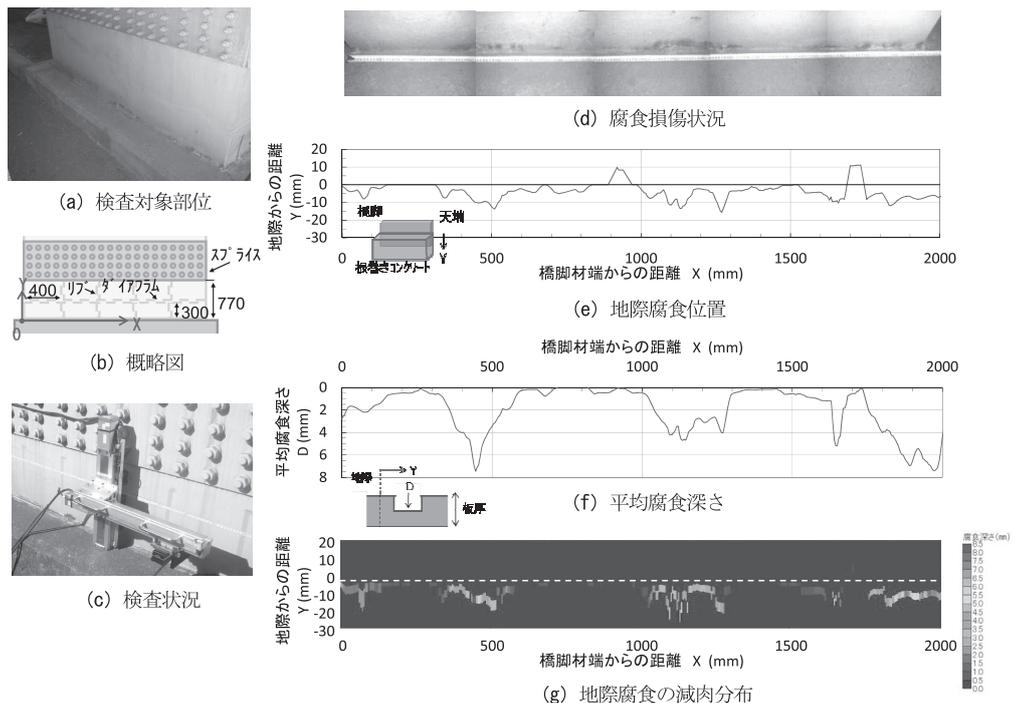
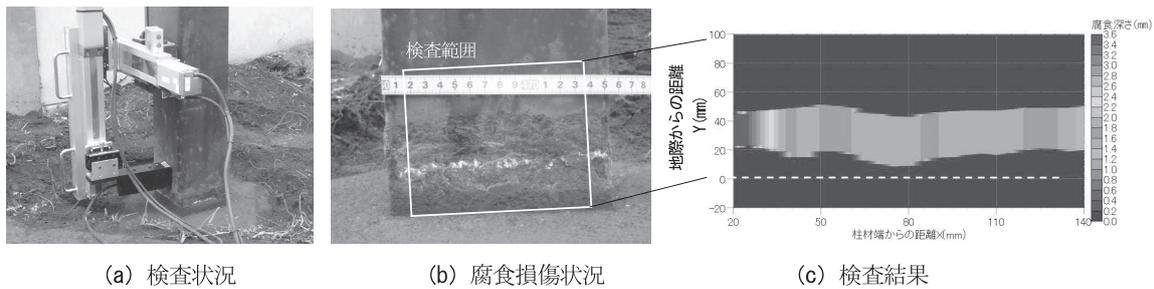


図-5 自動検査による鋼製橋脚基部の検査結果



図一6 道路照明柱基部の検査結果

次に、道路照明柱の角形鋼製支柱に生じた地際腐食損傷部の検査結果を図一6に示す。支柱幅は155 mm、板厚は4.5 mm、供用年数は19年（1995年3月設置）である。支柱の基礎コンクリート上には、約30～70 mm厚さの土壌が堆積しており、地際腐食は支柱の土壌地際部で生じていた。検査ではコンクリート地際部の損傷状況も検査するため、支柱周辺の土壌を掘削してセンサが地際腐食損傷部の直上を通過するように基礎コンクリートの100 mm上方から直近までECTセンサを走査させた。この走査を支柱幅方向に5 mm間隔で繰り返し、4面全周の自動検査を行うことで、約100測線を自動計測した。鋼製支柱の腐食損傷状況、および検査結果の一例を図一6(b)、(c)に示す。非線形回帰分析を行った結果、地際腐食の中心位置は、基部コンクリート上面から露出側に19～68 mmで生じており、その平均腐食深さは2.1～0.2 mmとなった。なお、本検査システムでは、鋼材の板厚が4.5 mmにおける基礎的な検討が十分ではないため、本検査データは参考値とする。今後は、板厚が9 mm未満の薄板への適用についても検討する必要がある。

4. おわりに

本報では、本検査システムの概要を説明し、その調査事例を紹介した。鋼製橋脚基部の地際腐食検査では、センサ走査の自動化を図ることで、手動検査に比べて検査速度が約4倍向上した。しかし、現状の自動検査では、その検査時間の大半は、装置の据付け時の調整に時間を要する。そのため、今後は、自動探傷装置で一度に検査できる範囲を広げて装置の盛り替え回数を少なくするとともに、簡易に装置の据付けが行えるように装置を改良することで、検査現場での更なる省力化・効率化が図れるものと考えられる。

最後に、現場での調査にあたりご協力いただきました関係者の皆様に謝意を表します。

JCMA

《参考文献》

- 1) 日本道路協会：道路橋補修・補強事例集 2007年版，山海堂，2007。
- 2) 日経BP社：日経コンストラクション 2011年10月10日号，2011。
- 3) 入部孝夫，細見直史，貝沼重信，山田隆明，永野徹：地際腐食損傷部の平均腐食深さの推定による残存平均板厚推定方法（特願2013-071117）。
- 4) 細見直史，入部孝夫，貝沼重信，山田隆明，永野徹，片山英資：鋼材のコンクリート地際における残存板厚の評価・予測（その1），第68回年次学術講演会，2013。
- 5) 入部孝夫，細見直史，貝沼重信，山田隆明，永野徹，片山英資：鋼材のコンクリート地際における残存板厚の評価・予測（その2），第68回年次学術講演会，2013。
- 6) 貝沼重信，細見直史，金仁泰，伊藤義人：鋼構造部材のコンクリート境界部における経時的な腐食挙動に関する研究，土木学会論文集，No.780/I-70，pp.97-114.2005。
- 7) 細見直史，貝沼重信：コンクリート境界部で腐食した鋼構造部材の疲労挙動に関する基礎的研究，土木学会論文集 A, Vol.64, No.2, 2008。
- 8) 細見直史，貝沼重信：コンクリート境界部で腐食した鋼構造部材の応力集中係数の評価・予測手法，土木学会論文集 A, Vol. 66, No.4, pp.613-630, 2010。

【筆者紹介】



細見 直史（ほそみ なおふみ）
（株）東京鐵骨橋梁 技術本部技術研究所
係長



山田 隆明（やまだ たかあき）
日本電測機株式会社
技術研究所
主査



貝沼 重信（かいぬま しげのぶ）
九州大学大学院
工学研究院社会基盤部門
准教授

ウォータージェットロボットによる 床版端部の補修工法

スーパーナローズペースウォータージェットシステム

芹川 博・谷本 竜也

道路構造物の維持管理に関して様々な補修工法や材料が普及しているが、コンクリート構造物の老朽化の中でも損傷が顕著で補修の課題となっている橋梁床版端部の塩害劣化に着目し、補修工法の開発を行った。

スーパーナローズペースウォータージェットシステム（以下「本システム」という）は施工空間の制約から従来工法では施工が困難であった橋梁床版の端部補修を行う技術である。特殊なウォータージェットロボットにより、狭小空間でも安全に劣化部を除去することを可能としている。現在、道路橋の維持管理として本システムを用いて床版端部の補修が実施されており、一連の施工方法について紹介する。

キーワード：道路構造物，塩害，補修，ウォータージェット，断面修復

1. はじめに

近年、社会資本の老朽化が深刻な社会問題となっており、道路施設においても健全な状態を維持していくために早期の構造物点検及び補修が必要とされている。構造物の劣化・損傷はコンクリート構造物のひび割れ、表面剥離、変形または鋼部材の腐食や欠損等多岐にわたっており、それぞれの劣化・損傷要因や現場環境を踏まえたうえでの適切な対策を行う事が望まれる。

国内で発生している道路構造物の劣化・損傷の事例としては車両大型化に伴う過酷な载荷条件による疲労劣化が広く知られるところであるが、寒冷地では凍結防止剤の散布による塩害劣化が顕在化している。

塩害劣化は、長期間にわたり凍結防止剤の影響を受けたコンクリート構造物に凍結防止剤（塩化ナトリウム）の塩化物イオンが部材内部の奥深くまで浸透することにより、鋼材を腐食させ膨張に伴いコンクリートの亀裂や剥落等の損傷を発生させるものである。また、定期的な橋梁の詳細点検結果によると路面に散布した凍結防止剤が伸縮継手からの漏水により RC 橋や PC 橋の床版端部、橋台の桁かかり部分の塩害劣化を助長し、さらに悪化させている事例が非常に多い（写真-1）。

現在、様々な補修技術が研究・開発される中、劣化が著しい床版端部の補修は重要なテーマであった。塩害を受けた構造物の一般的な補修方法としては、劣化



写真-1 劣化写真

した部位を直接除去し、新しい材料で置き換えた後、塩化物の浸透を根本から遮断するための防水を行うのが基本的な方法である。しかし、既に劣化がある程度進行した橋梁床版端部では早急な補修対策が望まれるにも関わらず、作業空間が非常に狭く十分な施工スペースが確保できないため、一般的な補修工法では施工が困難で、対応が遅くなることが多い。このような状況から超高圧水を利用してコンクリート劣化部を除去することが可能なウォータージェット工法を採用し、床版端部のような作業条件が厳しい箇所でも施工が可能な補修方法を開発した。この補修方法は狭小空間での施工を可能にした工法で、ウォータージェットを用いて劣化部を除去し、その後はポリマーセメントモルタル等での断面修復を行い、橋梁延命化に非常に有効な工法の一つとして活用されている。

2. 塩害劣化の実態

積雪寒冷地域では冬期における安全な走行性の確保のため、凍結防止剤の散布が必要不可欠となっている。この凍結防止剤（塩化ナトリウム）の塩化物イオンがコンクリート内部に浸透し、鋼材を腐食・膨張させる。これによりコンクリートに亀裂や剥離などの損傷が発生する。所謂塩害である。

今日、凍結防止剤に起因する塩害発生事例は増加の傾向をたどっており、多くの道路橋では床版防水層の設置や伸縮継手部の非排水化が実施されているが、対策を施した箇所においても損傷が散見できる状況でさらなる対策が必要になっている。

橋梁桁端部及び周辺の詳細調査により劣化度や劣化部位を集計すると多くの橋梁で以下に示すような傾向と特徴が見られる。

- 1) 桁端部塩害は、伸縮装置の破損等から生じる路面水の漏水等が影響して発生する。
- 2) 桁端部の塩害劣化が発生している場合、当該箇所下部工にも塩害劣化が発生している。
- 3) 桁端部の塩害影響範囲は、桁端部から約2mまでが多い。

このような状況から補修の方針としては、塩害がある程度進行して既に亀裂や剥落等の劣化が生じた箇所や塩分濃度が高い箇所についてはその部位を除去し、断面修復を行い、合わせて漏水の原因となる伸縮装置の止水対策及び支承周囲の補修も同時に行うことが望ましいと考えられる。

3. ウォータージェット工法による劣化部の除去

(1) アップジェット型ロボットの開発

従来よりコンクリート構造物の損傷部及び劣化部の除去方法として、健全部に悪影響を与えない高度な劣化部除去工法としてウォータージェットロボットによる大規模はつりや、コンパクトなハンドガンタイプによる小規模はつりが採用されているが、いずれの方法も床版端部のような狭小空間では機材が入らないため、適用が不可能であった。床版端部の補修では主に橋台及び橋脚の桁かかり部分での作業となるが、作業高さが100mm～200mmで奥行きが1m程度と極めて狭い空間での作業が条件となる。そこで、このような狭小空間でも床版の劣化部除去が可能なウォータージェットロボット（アップジェット型ロボット）の開発が必要となった。ロボットの開発においては特

に以下のポイントを目標とし、開発に着手した。

- 1) 狭小部における均一で確実な劣化部のはつり性能を有すること。
- 2) 通行車両に影響がないよう供用しながら施工が可能なこと。
- 3) 密閉空間での超高圧水を使用した作業となるため、作業員の安全性を確保すること。
- 4) はつりガラや水の飛散等に耐えうるようシンプルな構造とすること。
- 5) 仮設足場上での作業が想定されるため、機械の軽量化を重視すること。

(2) アップジェット型ロボットの概要

アップジェット型ロボットは図-1に示すようにスライド機構を採用したノズルユニット部と本体フレームから成り、桁かかり部分の前面に設置し、ノズル先端部分が水平方向へスライドすることにより、床版と橋台の隙間に入り込み、はつり作業を行う。表-1にアップジェット型ロボットの仕様を示す。

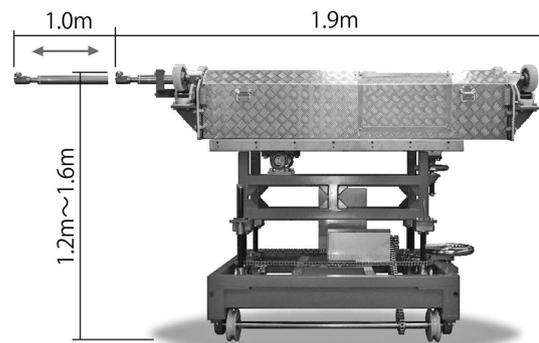


図-1 アップジェット概要図

表-1 アップジェット型ロボットの仕様

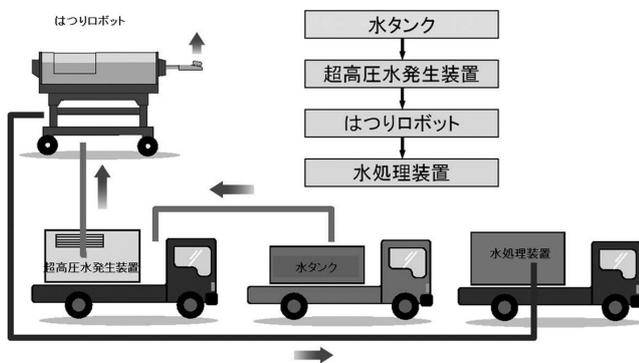
最大水圧	137.5 MPa
最大吐出量	70 $\frac{l}{min}$
出力	0.2 kW
最大スライド長	1,000 mm
最小施工高さ	70 mm

ロボット本体は足場内での作業を想定し、高さが1.2m～1.6mで調整が可能とした。ノズル付近では、はつりガラや水しぶきがかなりの勢いで飛散し、はつり装置の部品が破損しやすいため、使用部品として電動パーツ等の複雑な部材をなるべく排除し、噴射ノズルと保護カバーを軽量フレームに載せる簡素な構造となっている。このシンプルな構造は装置本体に軽量化をもたらし、スムーズな運搬及び配置計画に寄与している。はつりスピードは電子制御されているため、パ

ラメータをセッティングすると自動ではつり作業が進行するが、オペレーターが状況を確認しながら微調整できる構造とした。

(3) 配置計画

桁端部の補修作業は床版下面の端部から2m程度の劣化の著しい箇所を対象としており、橋台や橋脚の前面に専用の作業足場を設置し、足場内にロボット本体を設置して作業を行う。機材の基幹となる超高压水発生装置及び給水タンク類は橋梁の周囲に設けた仮置きヤードに配置し、耐圧ホースによりロボットへ超高压水を供給する。このように橋梁下に機材配置することにより、道路交通に影響を及ぼすことのない作業を可能としている（図一2）。



図一2 機材配置

(4) ノズル部分と仕様

ノズルユニットは超高压水を上向きに噴射する形状となっており、この噴射ノズルが水平方向にスライド移動することにより、桁かかりの狭いスペースに入り込むことが可能となっている。ノズル先端から超高压水を噴射させ、床版端部の下面を往復することにより、劣化部を除去する。噴射ノズルのスライド距離は最大1mでノズル先端は鉛直方向に対して左右45度（両側90度）の範囲内で回転するため鉄筋背面までの均一なはつり作業を実現している（写真一2）。



写真一2 はつり状況

(5) 安全性

はつり作業時はロボット付近にはつりガラが飛散するが、機材の設置後はリモコンによる遠隔操作のため、オペレーターの安全性が確保されている。また、超高压水を噴射中はかなり大きな反力がロボット本体に伝わるため、ロボット本体上端に衝撃を吸収する支持金具を装備し、その支持金具を床版下面と足場の8点で密着させることにより水圧による揺れや転倒を防止する。

(6) 施工管理

ウォータージェット工法によるはつり施工では同等の圧力でも、施工面の強度と劣化度によりはつり速度にバラつきがあるため、現場毎に試験施工を行い、作業条件のパラメータを事前にロボットに設定する必要がある。試験施工時に確認する項目は主に水圧、水量、ノズルのスライド（往復）回数、移動速度及び回転角度等であり、設計のはつり深さを確保するための基本条件を決定するものとする。本施工ではオペレーターが随時のはつり状況を確認し、微調整をしながらはつり作業を行う。アップジェット型ロボットによるはつり面は写真一3に示すように鉄筋の周囲のコンクリート劣化部が均一に除去され、非常に良好な施工面を形成する。コンクリート粉塵の発生も無いため、断面修復材を確実に付着させることができる。



写真一3 はつり面

4. 高強度繊維モルタルによる断面修復工

(1) 断面修復工の概要

劣化部のはつり処理後は鉄筋に防錆処理材を塗布し、既設コンクリートと同等の品質の材料により速やかに断面修復をしなければならない。床版下面での上向き施工となるため、一般的には吹付施工が有効な方法であるが、はつり作業と同じく狭小空間では吹付機材を使用しての施工は困難なため、図一3に示すように桁かかりの部分は型枠を設置して奥の方まで材料

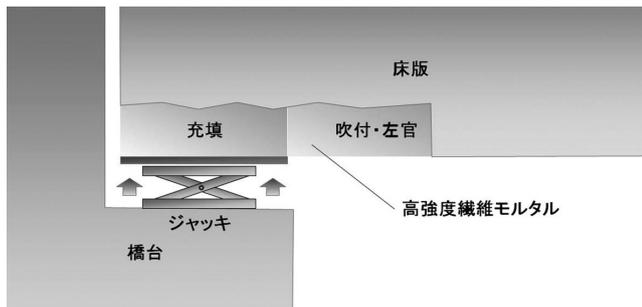


図-3 断面修復概要(ジャッキ)図

を圧送する充填工法とし、橋台前面は吹付施工を採用している。

(2) 使用材料

使用する材料は付着力の高いポリマーセメントモルタルに補強短繊維を混入した高強度繊維モルタルである。混入した短繊維の架橋効果により荷重に対して粘りを有している(写真-4)。また、ひび割れ抵抗性を大幅に改善しており、高い耐久性が期待できる材料である。施工性においては流動性及び充填性に優れ、現場の施工条件に合わせて吹付工法と充填工法に幅広く対応できる特殊な材料である《NEXCO規格 吹付け工法による断面修復の性能照査(JHS432) 適合品及び左官工法による断面修復の性能照査(JHS416) 適合品》。現場配合での品質のバラつきを無くすためプレミクス化されており、安定した材料を供給する。

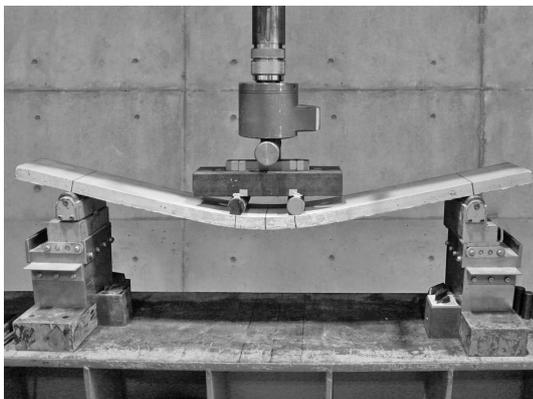


写真-4 高強度繊維モルタル

(3) 充填・吹付施工

桁端部の断面修復はまず桁かかり部に型枠を設置し、現場で練り混ぜた高強度繊維モルタルを圧送ポンプにより圧送しながら充填を行う(写真-5)。充填後型枠をジャッキアップすることでより充填性を高める(図-3)。桁かかり部分の充填が完了後、手前側の橋台前面は同材料を用いて吹付施工に切り替え断面の修復を行う。吹付面は左官作業により平滑に仕上げを行い完了となる(写真-6)。



写真-5 充填状況写真



写真-6 完成

5. おわりに

従来、施工が難しいとされていた橋梁桁端部補修であるが、本システムスーパーナローズペースウォータージェットシステムの技術開発により現在では橋梁の耐久性を向上させる有効な工法の一つとして確立され、実施されている。また、実施工で生じた技術的な課題を基に機材等の改良を加えながら実績を重ねている。本稿で紹介した床版端部の塩害補修工法は数ある道路メンテナンス事業のうちのほんの一例である。今後も老朽化した道路施設は増加の一途をたどり、合理的なストックマネジメントを推進していくために更なる新しい技術開発に取り組み構造物の補修技術の普及と発展に努めたい。

JCMMA

[筆者紹介]

芹川 博(せりかわ ひろし)
中日本ハイウェイ・メンテナンス北陸(株)
保全事業部長



谷本 竜也(たにもと たつや)
(株)デーロス・ジャパン
企画開発本部 企画開発課
課長



橋梁端部の狹隘部床版下面に適用することを 目的とした電気防食工法

GECS / ジーイクス工法

峰 松 敏 和・羽 柴 俊 明・早 坂 洋 平

道路に散布される凍結防止剤による塩害損傷は、凍結防止剤の散布量の増加に伴い橋梁の種々の箇所で見られる状況となっている。これらの塩害による損傷箇所のうち、床版下面端部の損傷は、ジョイント部から流れ出した凍結防止剤が下面へ伝わり損傷が顕著であるが、端部の隙間が狭い中空床版橋等では塩害対策工事が十分に行えない状況にある。この床版端部の狹隘部の塩害対策補修工法として、最も防食性能に優れる電気防食工法の適用を試み、狹隘部間 12 cm 程度以上であれば、床版の最端部まで施工が可能な工法を開発した。本稿では、この桁端の狹隘部に適用する電気防食工法の開発と適用事例並びに事例における防食効果の状況について紹介する。

キーワード：凍結防止剤、塩害、道路橋床版、狹隘部、電気防食工法、防食効果

1. はじめに

1991年に施行されたスパイクタイヤ禁止条例以降、我が国における凍結防止剤の散布量は、大幅に増加している。同様の事例として、米国において1960年代に施行された冬季道路網確保政策によって凍結防止剤の散布量が大幅に増加した事例があり、1970年代後半になると橋梁床版の塩害による損傷が各所で散見される状況となった。加えて、この時代の米国では多数の構造物が供用50年以上の高齢化を迎えており「荒廃するアメリカ」と呼ばれる時代であった。

米国では、道路橋の舗装の多くがコンクリート舗装であるため、道路橋床版上面が塩化物による塩害劣化・損傷を受け、また、橋梁伸縮装置部などから流れ出した凍結防止剤は、床版裏面（以下、床版下面と呼ぶ）や橋脚、橋台等の塩害も引き起こした。この凍結防止剤による塩害の対策方法としてコンクリート構造物への電気防食工法適用の検討が実施された。電気防食工法は、海洋鋼構造物や地中パイプライン等への適用は一般的であったが、この技術をコンクリート構造物へ応用するための研究が行われ、1980年代前半に技術が確立され、凍結防止剤による塩害対策工法として多数適用されている。

一方、我が国の道路橋床版は、アスファルト舗装であることに加え、最近の橋梁では橋面防水が実施されていることもあり、床版上面の塩害による劣化・損傷を直接的に確認できる事例は少ないが、伸縮装置部等から流れ出した凍結防止剤は、床版下面の塩害を引き起

こし、その対策が急がれている。中でも中空床版橋等の端部は、当該部分の上下の隙間が非常に狭い空間であるため、その対策工事は施工上の制約を受ける箇所でもある。現状の対策工法としては、ウォータージェットによるはつり後に、断面修復材を吹付け等により施工する工法が適用されている場合が多いが、長期的な観点から見た場合、発錆限界以上の塩化物の残存の可能性もあり、再劣化も懸念されるため、電気防食の適用が有効と考えられる。

わが国での電気防食は、2001年に土木学会「電気化学的防食工法設計施工指針（案）」¹⁾が刊行されるとともに、20年以上の国内での実績および実績の追跡調査^{例えば²⁾}から、防食効果の確実性に優れた技術と位置付けられている。

上記のような実情を鑑み、塩害による劣化・損傷を受け、補修工事の施工に多くの制約を受ける中空床版橋端部の狹隘部へ高い防食効果を有する電気防食を簡便に施工する工法を開発するとともに、実構造物への適用性の確認施工を実施し、その防食効果を定期的に計測中である。以下に、その概要を紹介する。

2. 現状の補修工法の概要と改善点

これまでに床版橋端部の狹隘部の塩害対策補修工事に適用されている工法としては、断面修復工法やチタンメッシュ方式の電気防食工法などがある。以下にその概要と工法適用上の問題点を紹介する。

(1) 断面修復工法

狭隘部の塩害対策として適用される断面修復工法は、塩害損傷部をウォータージェット等ではつり取り、修復部を塩化物イオンを含有しないモルタルに置き換えることが一般的に行われている。

土木学会の表面保護工法の指針(案)³⁾に基づくと、断面修復部のはつりは、発錆限界塩化物イオン濃度に達しているコンクリートを除去し、断面修復を実施すると共に、断面修復部に表面被覆を行い、塩化物の再浸透を防ぐことで、塩害再劣化を抑止することとしている。

床版橋端部の狭隘部において発錆限界塩化物イオン濃度が鉄筋裏側まで達している場合のはつりは、慎重に取り扱う必要がある。また、狭隘部の表面被覆は、目視観察ができない状態でのローラー等による施工となるため、施工を確実に容易にする更なる改善が望まれる。加えて、発錆限界塩化物イオン濃度を有するコンクリートと新しいモルタルとの界面近傍には、マクロセル腐食が生じ、比較的短期間に腐食が進行することが知られており、この対策として、ポリマーセメントモルタルや亜硝酸リチウムの適用などが行われているが、マクロセル腐食を考慮した長期的な塩害対策効果の確保が望まれている。

(2) チタンメッシュ方式の電気防食工法

上記を踏まえ、塩害対策に確実な効果がある電気防食を適用した事例として、チタンメッシュ陽極方式の電気防食を RC 中空床版橋端部の狭隘部へ適用した例がある。

狭隘部への電気防食の適用は、床版と下部工に挟まれた非常に狭い空間に、如何にして陽極材を取り付けるかが課題であり、この対策として考案された方法が下部工上端をはつり取り、狭隘部を広げて、面状陽極方式のチタンメッシュ陽極を設置する方法である。本事例では、床版下面の劣化部と下部工上端をはつり取り、狭隘部の空間を作業が可能な高さ(約 40 cm)に



写真-1 狭隘部におけるチタンメッシュ陽極設置状況

広げて、作業員が寝た状態で、チタンメッシュ陽極の設置作業を実施した。写真-1に施工の状況を示す。本事例での下部工上端のはつりおよび修復は、防食工事に直接関係する項目ではなく、あらゆる面で無駄な項目である。そこで、この作業を伴うことなく、塩害の劣化損傷対策と成り得る電気防食の施工法の確立が必要と判断し、新たな工法の開発を進めることとした。

3. 狭隘部に適用する電気防食工法の開発と適用

狭隘部に適用する電気防食工法の開発においては、下記の各項目に対する検討を行い、これらを組み合わせることによって、本開発を実施した。

- ① 狭隘部に適用できるウォータージェット装置
- ② 狭隘部への施工に適した陽極材
- ③ ②の陽極材を狭隘部へ施工する装置
- ④ 通電装置(電源等)

また、開発した工法の適用例としては、文献⁴⁾の事例について紹介する。対象構造物は、東北地方の高規格道路に架設された RC 中空床版であり、床版と下部工の空間は 180 mm 程度で、補修の対象となる狭隘部(橋座部)は、奥行き約 1100 mm、幅 8500 mm である。また、狭隘部における塩化物イオン含有量は、鉄筋位置近傍で 10 kg/m³ 以上である。塩害による損傷状況を写真-2に示す。

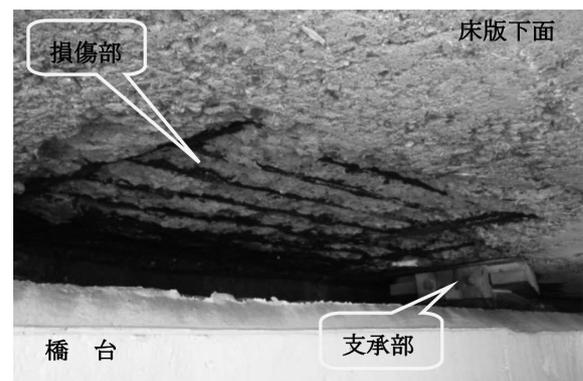


写真-2 施工対象橋梁の狭隘部の塩害損傷状況

(1) ウォータージェット装置および断面修復

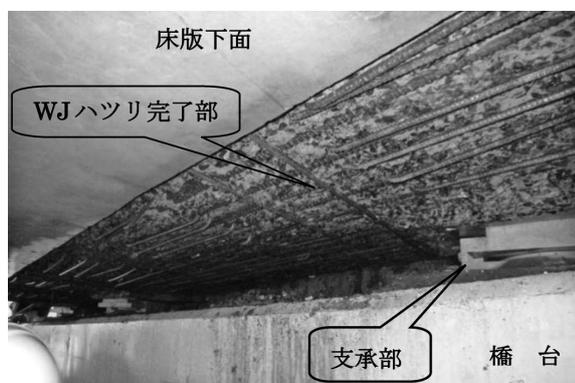
狭隘部用のウォータージェット装置の開発は、狭隘部およびはつり深さの合計を 150 ~ 200 mm 以上と想定し、本範囲でののはつりが効率的に実施できるように、ノズル位置からの対象物までの距離に基づき、適用する機器を選定した。また、狭隘部内の装置の移動が確実に実施できるように X-Y 制御システムを用

いることとした。上記により適用した超高压水発生装置は 240 MPa の水圧で、適用水量は 76 L/min で、ノズル径は、上記の設定目標が満足できるものを選定した。写真—3 に開発した装置でののはつり状況を、写真—4 に対象部位のはつり完了後の状況を示す。

また、ウォータージェットによるのはつり部の断面修復は、電気防食の防食性能に対して電気抵抗率等の問題がないことが確認されたポリマーセメントモルタルを吹付け工法によって施工し、表面仕上げを行う工法で実施した。3層での施工を行い、最終の仕上げは、床版最奥端部から仕上げることにした。写真—5 に断面修復の状況を示す。



写真—3 X-Y制御ウォータージェットはつり装置



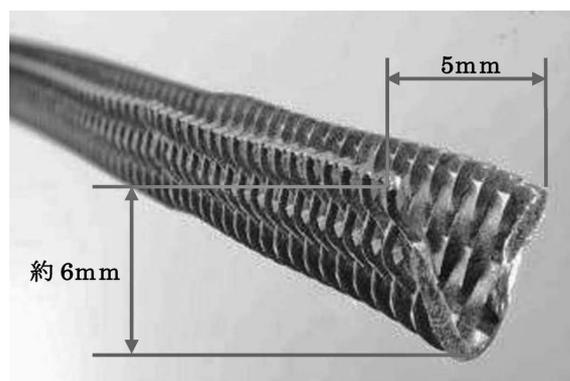
写真—4 ウォータージェットはつり完了状況



写真—5 吹付けによるのはつり部の断面修復状況

(2) 陽極材

従来の手法による線状方式の電気防食に適用する陽極材は、幅 12.7 mm の帯状の平型メッシュ陽極で、コンクリート表面に幅 15 ~ 25 mm、深さ 20 mm 程度の溝を設け、この溝に固定治具等を用いて陽極を固定してモルタルで被覆することが行われている。しかし、狭隘部は作業スペースが狭く、奥行きが大きいので、線状陽極材の固定治具等での設置は不可能である。このため本開発においては、2009年に発案された線状陽極方式の電気防食に用いる陽極材をV型に加工した陽極材⁵⁾(RMV陽極)を適用することとした。V型陽極の形状を写真—6に示す。この陽極材は、コンクリート表面に溝幅 5 mm 程度の溝を切り、V型陽極を専用の押し込み治具で溝内に押し込むことで、V型に加工した陽極のスプリングバック作用で溝内に固定される。その結果、溝切作業の省力化および陽極固定の簡便性を図ることができる。



写真—6 V型陽極材の形状

すなわち、防食対象となる狭隘部の端部まで幅 5 mm の溝切りが可能となれば、本V型陽極材の設置が可能となり、電気防食の施工が非常に困難な狭隘部への電気防食の適用が可能となると考えられる。

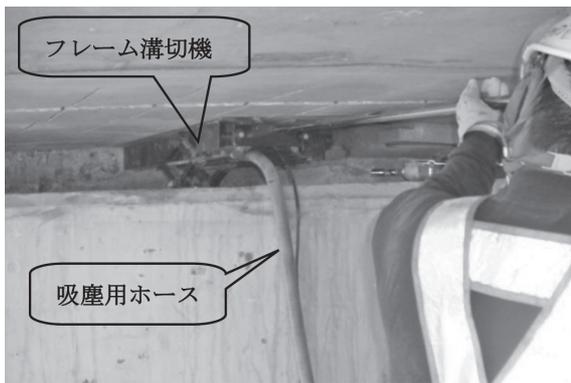
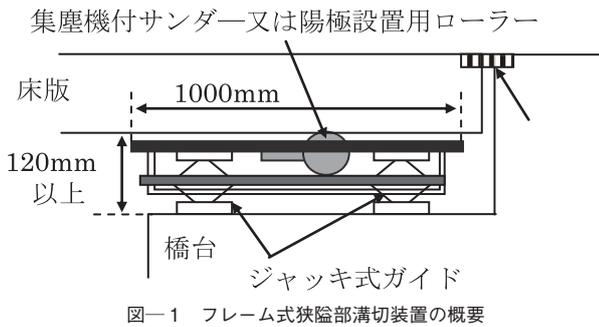
(3) 施工装置

V型陽極を床版橋の狭隘部に施工するための装置の開発は、以下を念頭に置いて開発した。

- ①狭隘部間隔 120 mm 以上において幅 5 mm 程度、深さ 20 mm 以上、長さ 1 m 以上の溝切りができること。
- ②切削した溝内にモルタルが確実に充てんでき、V型陽極が押し込めること。
- ③溝埋めに用いたモルタルの仕上げの作業性、美観に問題がないこと。

その結果、①に対しては、図—1に示すような装置を開発した。この装置は、両側面に溝型鋼を配置し、これを両側面に配置したジャッキで押し上げ、狭隘部

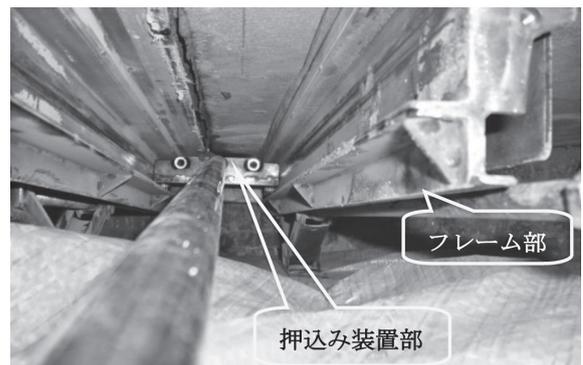
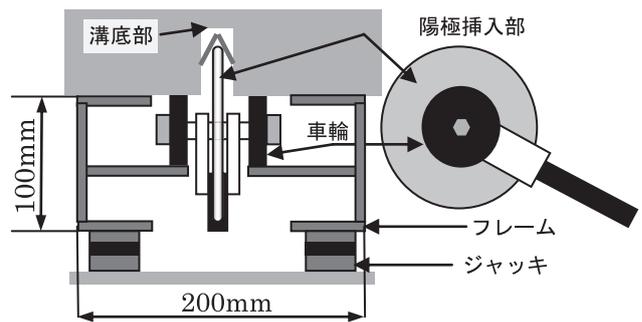
に固定するとともに、溝型鋼の溝を厚刃（4.5 mm）のコンクリートカッターが走行することで、溝切りが達成できる装置である。本装置の高さは、溝切り深さ 20 mm を加えて 120 mm、切断可能な奥行きは、装置の長さを調整することで 1 m 以上の適用も可能である。加えて、コンクリートカッターには、集塵機能を付帯させ、作業環境への配慮も行うこととした。開発した装置を用いた陽極設置用の溝切り状況を写真一七に示す。



また、②のモルタル充てんは市販の手押しモルタル注入機のノズル部を加工し、溝内の奥までモルタルが回るように改良した。モルタル充てん機による溝へのモルタルの施工状況を写真一八に示す。なお、使用するモルタルは、溝内および陽極の細かい網目(写真一六参照)への充てん性を考慮した細骨材の粒径が小さいプレミックスモルタルである。

一方、V型陽極の押し込み機は、図一に示すような構造となっている。このV型陽極押し込み機を溝切機と同様に溝型鋼の溝を走行するように加工し、溝内に一定の深さで押し込めるように改良した装置である。写真一九に陽極の溝内への設置状況を示す。

③に対しては、通常の橋台、橋脚の幅は 1 m 程度であるため、長めのコテを用いることで満足できる仕上げ性状が得られることを確認し、これを適用した。陽極および陽極間を接続し、防食電流を分配するチャンバーの施工完了後の状況を写真一十に示す。



(4) 通電装置

通常、コンクリート構造物に対する電気防食工法の防食面積は、一回路あたり 100 ~ 500 m² である。この場合、防食電流を供給するための通電装置には、交

流電圧 100 V あるいは 200 V で作動する直流安定化電源装置（以下、直流電源と呼ぶ）が用いられる。このような直流電源は、大規模な防食面積に対しての電気防食に優れている一方で、直流電源そのものを作動させるための一次側配線・配管工事が必要となる。しかし、本開発で対象とした橋梁端部の狭隘部の防食面積は、30 m² 以下と小規模であり、一般的な直流電源装置を用いることは、施工コストの上昇を招くことが考えられる。そこで、本開発では、一次側配線・配管工事の施工コストおよび施工の簡略化を図るため、ソーラーパネルとバッテリーを用いた太陽光発電システムによる電源装置（以下、ソーラー電源装置と呼ぶ）を用いて防食電流の供給を行うこととした。本ソーラー電源装置は、山陰地方における実構造物への適用実績⁶⁾もあり、その性能は確認されている。写真-11 に適用例における電源装置設置後の状況を示す。



写真-11 ソーラー電源装置の設置後の状況

4. 適用例施工後の防食性能

適用例の工事終了後、文献4)に示す通電試験(E-logI試験)を実施し、通電開始後3年弱が経過している。この間に防食効果(文献1)の100 mV シフト準拠の確認を適宜実施中である。この結果、本適用例では、ソーラー発電による通電であるため、コンクリート躯体の乾湿が復極量に影響することが判明した。すなわち、ソーラー電源による通電は、発電した電気をバッテリーに蓄電し、このバッテリーからの通電となるため、定電圧通電となる。そのため、通電できる電流量は季節(乾湿)などの影響を受け変化し($E = IR$)、コンクリート躯体が乾燥する時期には通電電流量が小さくなり、復極量も小さくなる傾向にあることが確認できた。なお、今後、通電の長期化に伴い、コンクリート中の鋼材の環境改善が進むと考えられ、これによ

り、より小さい通電電流量で防食基準を満足できることが推察されるため、現状の通電条件で通電を継続し、これを確認することとしている。

5. おわりに

凍結防止剤による塩害での劣化・損傷を受けた道路橋床版端部の狭隘部へ適用する電気防食の工事方式を開発した。今後、凍結防止剤による塩害は、急激に増加することが想定され、この対策として、電気防食は有効な手段であり、更なる技術開発の推進が重要と考える。この一例として、本開発が床版下面の狭隘部へ適用する電気防食工法の開発であるが、同様に凍結防止剤による塩害が問題となっている伸縮装置下の遊間部へ適用できる電気防食工法の開発を実施している⁷⁾。

JICMA

《参考文献》

- 1) コンクリートライブラリー 107: 電気化学的防食工法設計施工指針(案), 土木学会, 2001
- 2) 鈴木康弘他: 電気防食工法を適用して約20年を経過した擁壁の追跡調査報告, 土木学会第66回年次学術講演会, V-253, pp.505-506, 2011.
- 3) コンクリートライブラリー 119: 表面保護工法設計施工指針(案), 土木学会, 2005
- 4) 早坂洋平他: 凍結防止剤による塩害損傷を受けた床版橋の狭隘部へ適用する電気防食法の開発, 土木学会第7回道路橋床版シンポジウム, pp.207-212, 2012.6
- 5) 鹿島篤志他: コンクリート構造物の電気防食におけるV型陽極の耐久性と分極性状, 土木学会第65回年次学術講演会, V-308, pp.615-616, 2010.9.
- 6) 真鍮年次他: 太陽電池を用いた外部電源方式による電気防食, 土木学会第56回年次学術講演会, V-320, pp.640-641, 2001.9.
- 7) 梅津健司他: 橋梁桁端部を対象とした電気防食工法の研究開発, 第1回北陸橋梁保全会議, A-1, 2013.11

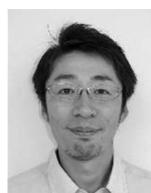
〔筆者紹介〕



峰松 敏和 (みねまつ としかず)
住友大阪セメント(株)
建材事業部 顧問



羽柴 俊明 (はしば としあき)
㈱ネクスコ・エンジニアリング東北
保全技術部



早坂 洋平 (はやさか ようへい)
㈱ネクスコ・エンジニアリング東北
保全技術部

ガードレール塗装工における機械化の紹介

ガードレールリフレッシュシステム (NETIS CG-30016-A)

陰 山 陽 二・山 根 信 男・橋 森 誠

亜鉛メッキ加工されたガードレール（以下「Gr」という）の予防保全の一つとして塗装工がある。塗装手法は人力塗装が主であり、作業姿勢は中腰の作業であるため労働者に重い負担が掛かっていた。弊社は、この状況を改善するため、Gr 塗装を機械施工できるようにブラストを用いて Gr ビームを取り外すことなく研掃材をリサイクルするブラスト機械で下地処理を行い、その後塗装を施すガードレールリフレッシュシステム機械を開発した。本稿では、本システム概要と施工手順について紹介する。

キーワード：予防保全，人力塗装，機械化，リサイクル，ブラスト，塗装

1. はじめに

交通安全施設である Gr は、経年変化や排気ガス、凍結防止剤等の影響により防錆、防食性能が低下し、赤さびが発生する等の症状がいたるところに見られ、今後母材への腐食進行により著しく強度が低下し Gr の機能低下に繋がる恐れがある（写真—1）。

今後老朽化する Gr の増加に対応した、予防保全による長寿命化並びにライフサイクルコストの低減は重要な課題である。紹介する本システムは、質の高い道路空間並びに走行景観を向上するための工法として、Gr ビームを取り外すことなく作業機械を移動させて Gr 前面にブラストと塗装を行う再生工法である。



写真—1 経年変化した Gr

2. システムの概要

本システムは、機械で移動しながら Gr ビームをケレン後に塗装する一連の作業をシステム化したものである。

車両の構成は、ブラスト車（8tトラック）、塗装車

（4tトラック）、資材車（2.9t吊4tユニック）の3台である（図—1，表—1）。

施工は、ブラスト車と塗装車の2台で施工する工法である。2台はいずれも Gr ビーム上を自走する作業機械を有している。作業工程は、Gr ビームに対して、研掃材であるガーネットを使用したブラスト作業（3種ケレン程度）を行って錆及び汚れ等を除去したのち、防錆効果のある塗料をエアレススプレーで塗装するものである（写真—2，3）。



写真—2 ブラスト作業状況



写真—3 塗装作業状況

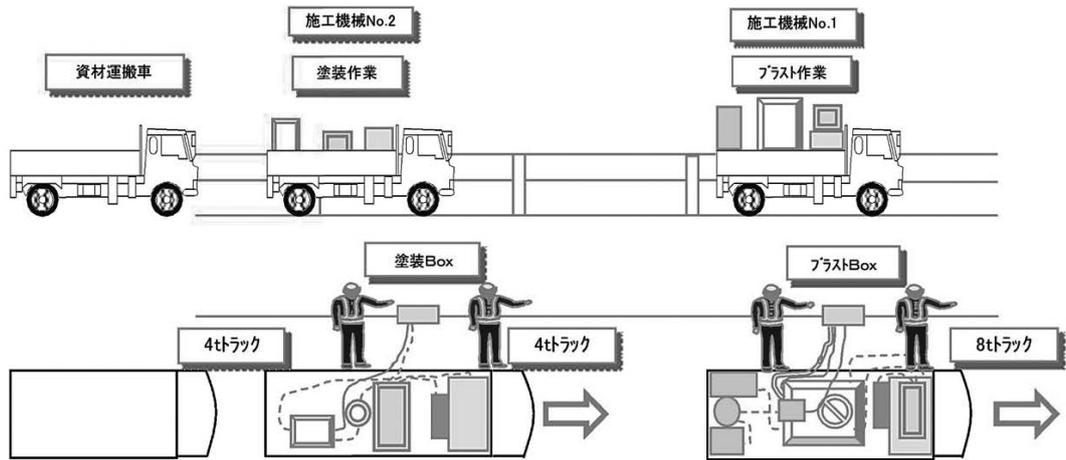


図-1 システム機械編成

表-1 使用機械

		工 種	
		下地処理	塗装作業
主要機械	運搬機械	8tトラック	4tトラック
	機械	プラスト機械	エアレス 塗装機械
作業人員	運転手	1	1
	作業員	2	2
その他	材料	<研掃材> ガーネット	無機質系塗料



写真-4 プラストシステム

(1) プラストシステム

(a) 概要

Gr ビームに現場でケレンを施すため、8tトラックにコンプレッサーと発電機を搭載したプラストシステム（写真-4）を製作した。ケレンスピードを向上させるため2本のノズルより研掃材を噴射する。また、作業効率を向上させるため研掃材の噴射→回収→補給のサイクルの連続自動運転が可能であり、高い能力を有している。

(b) 構成

システム全体は、以下の6つの主な装置で構成される（図-2）。

- ①プラストタンクには、常時研掃材が回収タンクから供給されており、そこより2本のプラストホースを研掃材が通りプラストボックス（写真-5）内の各ノズルより研掃材を放出する。
- ②回収タンクは、放出した研掃材をプラストボックス下部より回収ホースを經由した研掃材を貯めるタンクである。回収された研掃材はプラストタンクに移動し、微粉になるまでリサイクルされる（写真-6）。
- ③回収用サイクロンは、回収タンク内で舞う微粉を回収機で吸引し、回収用サイクロンで比重の重い

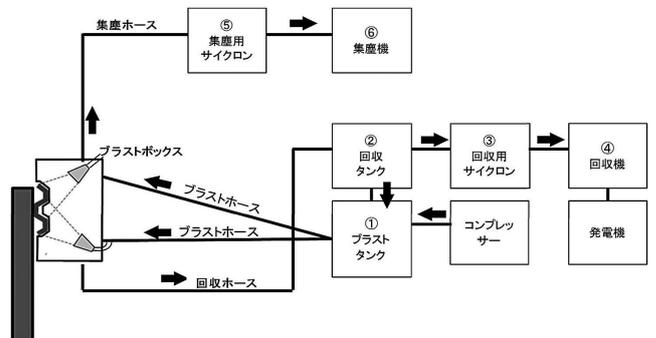


図-2 プラスト系統図

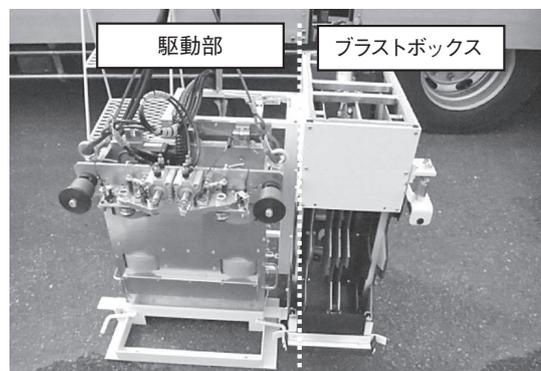
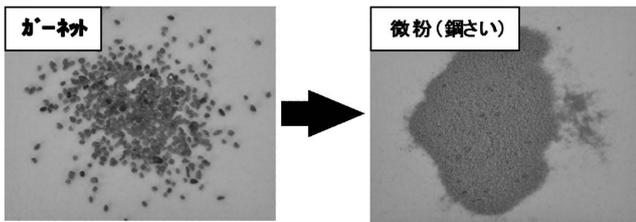


写真-5 プラストボックス

微粉と軽い微粉は分離され、重い微粉を回収用サイクロンで回収する。



写真—6 研掃材

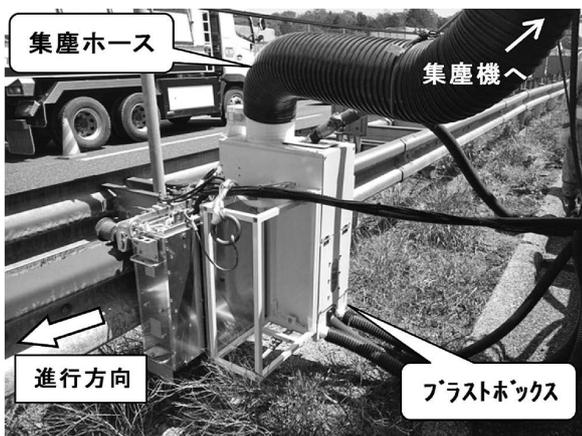
- ④回収機は、ブラストシステムで発生する微粉を主に回収する装置であり、回収用サイクロンから軽い微粉を回収するものである。
- ⑤集塵用サイクロンは、ブラストボックス上部より内部に舞う微粉を集塵機で吸引し、集塵用サイクロンで比重の重い微粉と軽い微粉は分離され、重い微粉を集塵用サイクロンで回収する。
- ⑥集塵機は、集塵用サイクロンから軽い微粉を回収するものである。

(c) 特徴

次に、ブラストシステムの特徴を紹介する。

- ①ブラスト装置と駆動部の連結により、一定速度で走行するため、均一な下地処理を施し品質管理も容易となる。
- ②ブラスト作業中に粉塵が舞うことは避けられない。一般にブラスト作業は屋内や密閉した空間等で粉塵が外気に飛散しないような場所で行うことが多い。

本作業は、道路という常に車の通行のある場所で行う。そのため利用者に不安や不快感を与えないことを考慮する必要がある。粉塵対策として、ブラストボックス上部に備えた集塵ホースから集塵機へ収集することで噴射時に発生する粉塵を外気に飛散させないための対策を講じた(写真—7)。



写真—7 集塵状況

(2) 塗装システム

(a) 概要

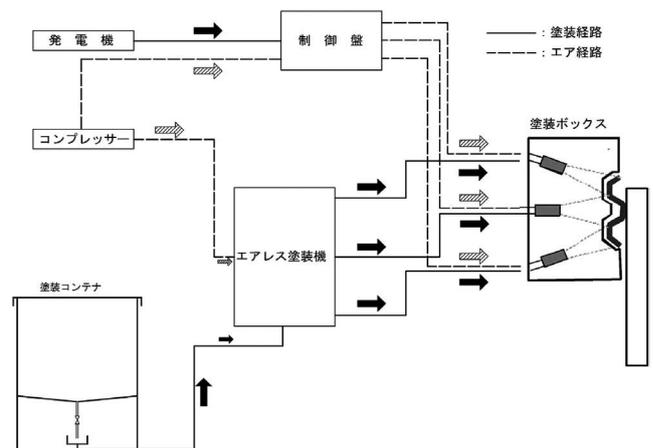
Gr ビームを現場で塗装するため、4tトラックにコンプレッサーと発電機を搭載した塗装システムである(写真—8)。



写真—8 塗装システム

(b) 構成

塗装システムは図—3に示す機械で構成される。



図—3 塗装系統図

- ①塗装コンテナは、塗料を投入及び蓄えるものである。
- ②エアレス塗装機は、エアースプレーに比べ、塗料の飛散が少なく衛生的に作業ができる。また、塗料の飛散が少なく、塗料のロスやオーバースプレーも抑制でき、エアースプレーより塗料が有効に吹付けられる。また、塗膜厚を容易に均一な厚さに管理することができるエアレス塗装機を採用し、それらは塗装ボックスから塗料が噴射される(図—3, 写真—9)。

(c) 特徴

次に塗装システムの特徴を紹介する。

- ①エアレススプレーを用いた塗装と駆動部の連結に

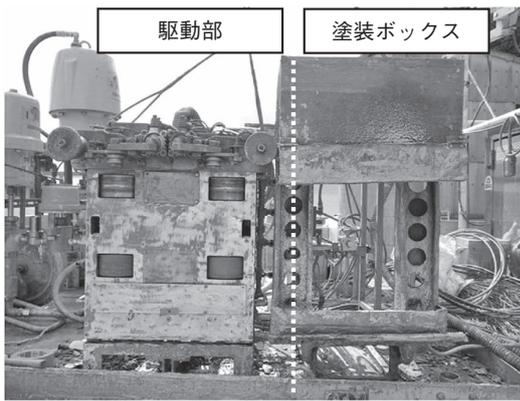


写真-9 塗装ボックス

より一定速度で走行するので、塗装面が均一となり塗膜厚の管理が容易にできる。

- ②移動しながら Gr 塗装を行う上で塗料の飛散が想定された。Gr に密着した形状の塗装ボックスを用いて塗装を行うため、塗料の飛散もほとんど無く良好な環境で施工が行える。

(3) 駆動部

ブラストボックスと塗装ボックスの作業機械を連結して移動する装置が大きな特徴である。

写真-5 と写真-9 の左側が駆動部である。

本システムは、駆動部の移動速度の変化によって品質が変わってくる。駆動部は、Gr ビーム上端部に掛け(写真-10), Gr 前面を電気モーターで駆動するローラーで進む装置である。また、走行は前進だけではなく

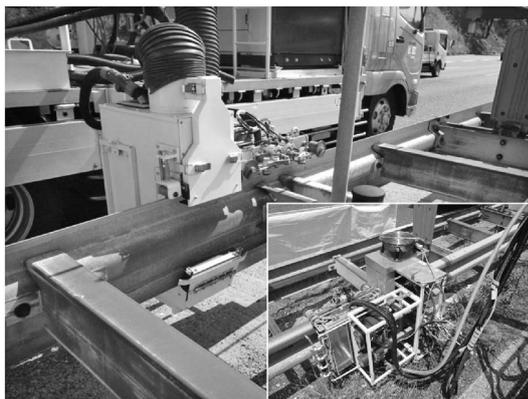


写真-10 Gr ビーム上端部に掛けた状態

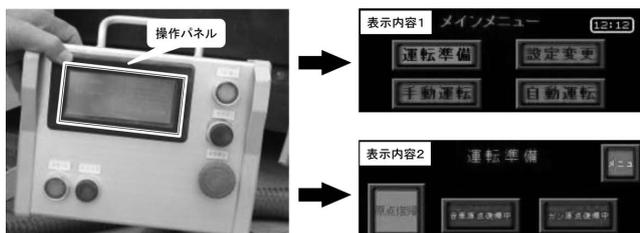


写真-11 操作パネル

く後退機能も備えている。

駆動部の操作は、操作パネル(写真-11)により誰でも容易に操作を行うことができる。

(4) 塗料

塗料については、工事規制内作業であることを考慮して、以下の条件を満たした塗料を選定した。

- ①一度の吹き付けで十分な塗膜厚の確保が可能な塗料
- ②エアレススプレーで塗布後にダレ等が少なく見た目に仕上がり面が良好な塗料
- ③長期的に防錆作用が保たれる塗料

候補数社の塗料から本システムの条件を満たす塗料を選定した。

3. 施工



図-4 施工フローチャート

(1) 施工手順

(a) 現場調査

施工前に現地調査を行い詳細な区間を決定し、その区間で工事の障害物等を調査する。また、下地処理前に既存の Gr ビームの塗膜厚を 300 m に 1 箇所測定する。

(b) 下地処理

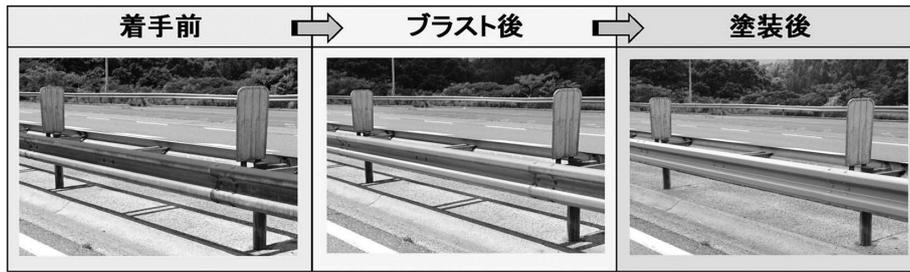
Gr ビームにブラストシステムを用いて 3 種ケレン相当の下地処理を行った後にビームに残った塗膜厚と表面粗さ測定を行う。

(c) 塗装作業

下地処理後に規定の膜厚まで塗装を一層行う。塗装後、塗料を既定時間乾燥させた後に塗膜厚を測定し所定の膜厚が確保できているか確認をする。

(d) 出来形検測

塗装延長を測定し、出来形検測を行う。



写真—12 表面状態

(2) 工程

図—5は、1日の作業工程である。表を見ても判るように下地処理の進捗により、この作業の施工能力を決定している。

地域によって交通規制時間は異なるが、8時から16時の規制時間において塗装延長は600m/日以上が可能である。

施工工程

標準機械能力 600m/日以上 <<連続施工の場合>>

作業項目	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	摘要
準備工												
下地処理												
塗 装												
跡片付け												
交通規制												

図—5 1日の作業工程

(3) 表面状態

写真—12は、作業工程毎の仕上がり状況の写真である。着手前は赤錆の状況である。ブラストを行い、赤錆が除去された後、塗装を施したものである。完成した状況を写真—13に示す。



写真—13 完成写真

4. おわりに

本システムガードレールリフレッシュシステムは、高速道路のメンテナンスの一環であり、ライフサイクルコストの低減や高速道路を利用されるお客様に安全安心な道路環境と良好な景観を提供するという点で大きな役割を果たせると考えられる。

また、本システムの開発にあたり多くの関係各社にご協力を頂いたことを、この誌面を借り深くお礼と感謝を申し上げます。今後もシステムの性能向上に努めてまいります。



[筆者紹介]



陰山 陽二 (かげやま ようじ)
西日本高速道路エンジニアリング中国(株)
事業開発部 新事業開発課
課長



山根 信男 (やまね のぶお)
西日本高速道路エンジニアリング中国(株)
事業開発部 新事業開発課
課長代理



橋森 誠 (はしもり まこと)
西日本高速道路エンジニアリング中国(株)
事業開発部 新事業開発課

亜硝酸リチウム水溶液を用いた 新しい PC グラウト充てん不足部の補修工法 リパッシブ工法

鴨谷 知繁・青山 敏幸

近年、建設後数十年が経過したポストテンション方式の既設プレストレストコンクリート橋（以下、既設 PC 橋）において、PC 鋼材を被覆するグラウトの充てん不足とそれにとまなう PC 鋼材の腐食が確認されている。特に寒冷地に位置する橋梁においては、凍結防止剤に由来する塩化物イオンが桁内のダクト（以下、シース）内部に侵入し PC 鋼材に著しい腐食が生じており、既設 PC 橋の長寿命化における大きな課題となっている。リパッシブ工法（以下、新工法）は、グラウトを再注入する前に、亜硝酸リチウム水溶液をシース内に注入することで、腐食した PC 鋼材を再不動態化し腐食の進行を抑制することが可能な工法である。本稿では、新工法の概要、施工例について紹介する。

キーワード：PC グラウト再注入，腐食，塩化物イオン，亜硝酸リチウム，不動態化，PC 橋

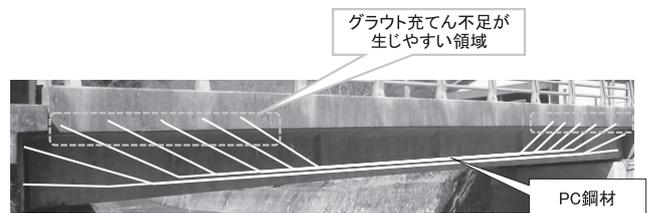
1. はじめに

近年、高齢化した道路橋に対して合理的な維持管理を実施し、健全化、長寿命化を行うことが国家的な重要課題として認識されている。15 m 以上の道路橋の内、約 4 割を占める既設 PC 橋においても、劣化が顕在化した例が多数あり、中でもポストテンション方式の PC 鋼材におけるグラウト充てん不足とそれにとまなう PC 鋼材の腐食に対する補修のニーズが高まっている。

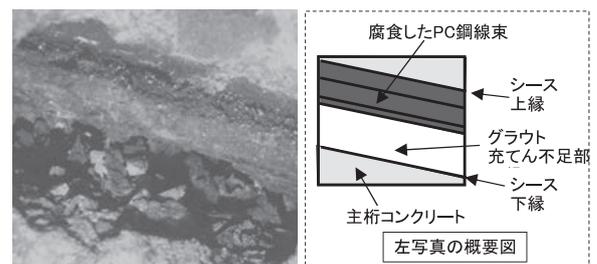
ここで、グラウト充てん不足について、簡単に説明する。既設 PCT 桁橋の一例を図-1 に示す。同図(1)に示すように、桁内部には桁自重や交通荷重に対して所定の安全性を確保するために、複数本の PC 鋼材が桁方向に配置されている。PC 鋼材は桁内部にあらかじめ埋設されたシース内部に挿入され、プレストレスを導入するための緊張作業後、シース内部に注入されたセメントミルク材（以下、グラウト）により防錆と桁との一体化が行われる。ただし、建設後数十年が経過した既設 PC 橋においては、グラウトの材料分離や、施工技術の未熟などにより、同図(2)に示すようにシースの一部でグラウトが十分に充てんされていない領域が生じており、これをグラウト充てん不足と称している。

既設 PCT 桁橋においては、同図(1)に示すように PC 鋼材の両端の定着具近傍にグラウト充てん不足が生じていることが多い。特に上床版に定着部が配置

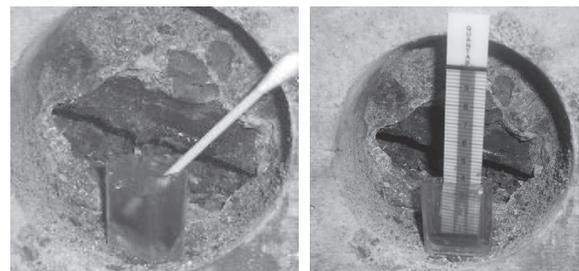
された PC 鋼材（以下、上縁定着ケーブル）においては、建設当時、橋面防水工が施工されていないこともあり、橋面からシース内部のグラウト充てん不足部へ



(1) 既設PCT桁のPC鋼材配置例



(2) 既設PCT桁橋におけるグラウト充てん不足とPC鋼材の腐食例



(3) PC鋼材表面錆内部の塩化物イオン検出例
左：精製水への抽出 右：カンタブによる検出

図-1 グラウト充てん不足と PC 鋼材の腐食の概要図

と雨水等が侵入し、PC鋼材の腐食が生じやすい状況にある。中でも、寒冷地に位置し凍結防止剤が多用される環境下にある既設PC橋では、同図(3)に示すように凍結防止剤に含まれる塩化物イオン(以下、 Cl^- と記す)がグラウト充てん不足部に侵入し、PC鋼材に局部腐食をともなう著しい腐食が生じている。このようなPC鋼材は、健全なPC鋼材と比較して局部応力が増大し、破断しやすい状態となるため、実橋梁では安全性確保のため、早期に補修を行う必要がある。

2. 従来の補修工法(PCグラウト再注入工法)

従来、既設PC橋においてグラウト充てん不足が確認された場合には一般に、グラウト再注入工法^{例えば1)}による補修が行われてきた。この工法は文字通り、グラウト充てん不足部にPCグラウトを後注入する工法であり、仮にグラウト充てん不足部のPC鋼材に腐食が生じていない場合は、この工法による補修を行うことで耐久性や健全性の回復が期待できる。一方、上述のように何らかの要因でPC鋼材に腐食が生じている場合、特に、図-1に示すように Cl^- などにより著しい腐食が生じている場合には、 Cl^- を除外することなくグラウトを後注入するため、十分な腐食抑制効果が得られない可能性が考えられる。

以上のような状況を鑑み、著者らは Cl^- などにより腐食したPC鋼材の腐食抑制を可能とする工法として、亜硝酸リチウム(以下、 LiNO_2 と記す)水溶液を用いた新しいPCグラウト充てん不足部の補修工法〜リパッシブ工法〜を開発した。本稿では、新工法の概要、施工例を紹介する。

3. 新工法の概要

図-2に新工法のフローを示す。 Cl^- による腐食に対して抑制効果が確認されている防錆剤の一種で、昨今では、断面修復材等にも添加されていることが多い LiNO_2 を水溶液のまま、グラウト再注入に先立ってシース内に注入するのが、新工法の最大の特徴である。 LiNO_2 水溶液は、グラウトと比較して小間隙への浸透性が高いため、防錆成分である亜硝酸イオン(以下、 NO_2^-)がグラウト充てん不足部の隅々まで行きわたることが期待できる。

図-3に塩水噴霧により腐食させた $\phi 13\text{ mm}$ 丸鋼と同鋼を40% LiNO_2 水溶液に浸せきしたものの表面錆層内のイオン量をイオンクロマトグラフ法により分析した結果を示す。前者の表面錆層内部には多量の



図-2 本補修工法の施工フロー

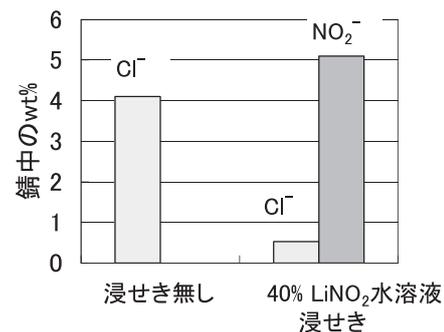


図-3 塩水噴霧により腐食した丸鋼の表面錆層内部のイオン分析結果

Cl^- が確認されており、鋼材表面は腐食環境である。一方、 LiNO_2 水溶液に浸せきされると表面錆層内部に多量の NO_2^- が浸入するとともに、 Cl^- が減少している。このように、 LiNO_2 水溶液の注入による鋼材表面錆層内の $[\text{Cl}^-]/[\text{NO}_2^-]$ が、腐食抑制条件として浜ら²⁾が提案している1.25を下回り、鋼材表面が腐食抑制された、すなわち不動態化された状態へと変化する。これが新工法の腐食抑制メカニズムの概要である。続いて、余分な LiNO_2 水溶液をシース外へ除去した後、PC鋼材の不動態状態を維持する目的で、シース内に補修材を充てんする。補修材には、 LiNO_2 水溶液の注入によりPC鋼材表面錆層内に浸入した LiNO_2 がグラウト中への逆拡散することを防止する目的で、同じ LiNO_2 水溶液を添加したものを使用する。

4. 新工法の施工方法

(1) 事前調査工

事前調査工の実施状況を写真-1に示す。まずRCレーダーを用いて主ケーブルの位置出しとかぶりの測定を行う。続いてPC鋼材に損傷を与えないように予備削孔($\phi 25\text{ mm}$)を行う。シースを破った後、CCDカメラでシース内部を撮影し、グラウト充てん不足やPC鋼材の腐食を確認する。グラウト充てん不足やPC鋼材の腐食が確認された場合には、 $\phi 80\text{ mm}$

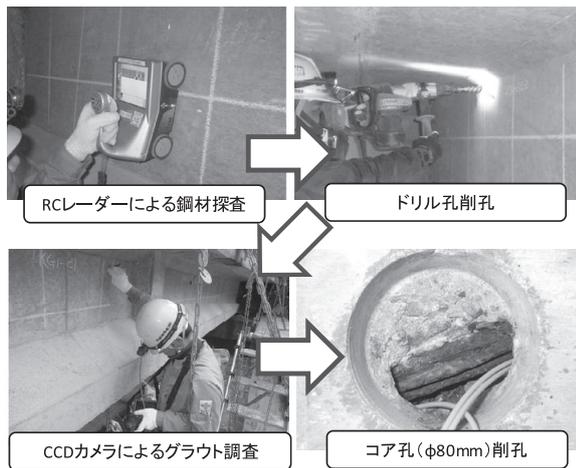


写真-1 事前調査工

のコア孔を設け、PC 鋼材を露出させる。PC 鋼材の腐食が生じている場合には、図-1 (3) に示したように精製水を染みこませた綿棒で露出した PC 鋼材の表面錆を数度拭き取り、これを少量の水に溶出させたものを検水として、市販のカンタブや Cl⁻ 用検知管などをを用いて表面錆層内の塩化物イオン調査を行う。

(2) 通気確認工

通気確認工は、LiNO₂ 水溶液が注入施工中にひび割れから外部に漏出するのを避けることを第一の目的として行う工種である。LiNO₂ 水溶液は、劇毒物に指定されていないものの河川等に大量に漏出すると水質汚濁の可能性がある化学薬品であり、シーズに沿ったひび割れの発生が推定される既設 PC 橋の場合では非常に重要な工種となる。

通気確認工の実施状況を写真-2 に示す。コア孔部に取り外しが可能な専用の通気確認用密閉キャップを設置し、これに真空計、粉塵回収容器、真空ポンプをグラウトホースを介して接続し、バルブ開閉前後の真空度を計測する。真空ポンプによる減圧を行っても所定の真空度が得られない場合は、シーズに沿ったひび割れ等から漏気が生じていることが考えられ、その漏気音を検知して水溶液が漏出する可能性のある箇所を特定し強力布テープなどで漏水防止処理を行う。

(3) 注入準備工

注入準備工では、LiNO₂ 水溶液が足場外部に漏出することを確実に防止するため、足場全面への透明シート敷設に加え、下フランジ直下へのロール状高分子ポリマー吸水シートの敷設と、バケツやプラ舟の準備による漏水防止養生を実施する。

次に、コア孔からグラウト充てん不足部端部にむけて、排気や充てん確認に使用する内径 2.0 mm の高弾性チューブを挿入し、写真-3 に示すように、主ケーブルの定着部近傍まで挿入されたことを確認する。その後、取り外しが可能で真空圧や注入圧に対する気密性と水密性を容易に確保できる専用の注入キャップを用いてコア孔部を覆い、高弾性チューブの片端を外部に露出させた状態とする。

そして、腐食した PC 鋼材の再不動態化の確認に必要なリード線を PC 鋼材との導通を確認した鉄筋に接続するとともに、後述の LiNO₂ 水溶液注入工や LiNO₂ 添加補修材充てん工に必要な各資機材を配置する。

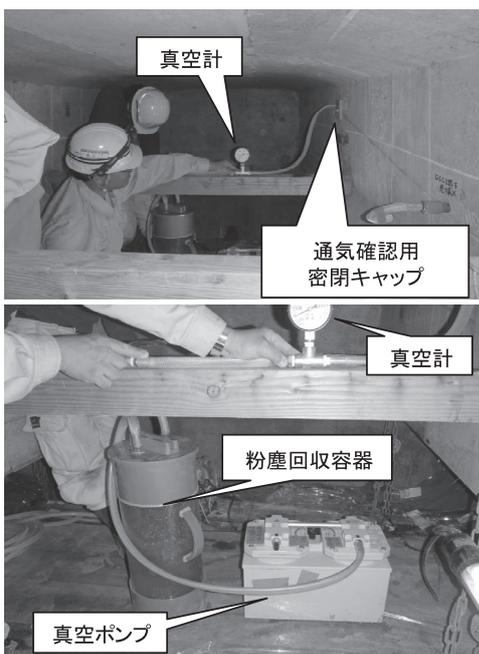


写真-2 通気確認工

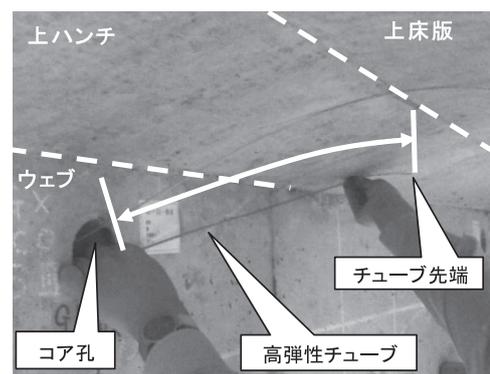


写真-3 高弾性チューブ挿入長確認状況

(4) LiNO₂ 水溶液注入工

LiNO₂ 水溶液の注入はまず、図-4A) に示すような注入ベッセルを用いた自然流下方式で行う。通気確認工で、定着部背面に僅かに通気がある場合には、シーズ内に注入した水溶液が定着部背面から多量に漏れ出すことが無いように、注入ベッセルを、その中央部が

定着部の高さと同程度となるように外桁側面に設置し、内部の液面高さを管理しながら、少量ずつ水溶液を注入する。その後高弾性チューブから排出され LiNO_2 水溶液が定着部近傍まで注入されたことが確認できる。さらに、チューブより上方へと LiNO_2 水溶液を供給するため、高弾性チューブを閉塞し、注入ベッセルに少量ずつ LiNO_2 水溶液を注入し、注入ベッセル内の液面高さを上昇させる。

次に、**図-4B)** に示すような真空ポンプを用いたエアリフト方式による水溶液の注入を行う。本方式を用いることで、シース内の水溶液が断続的に勢いよく定着部方向へ動くため、高弾性チューブ先端より上方にある定着部近傍の PC 鋼材に対し、より確実に水溶液を供給することが期待できる。また、本方式は、真空ポンプによる減圧を断続的に付与した状態で LiNO_2 水溶液を注入する方法であるため、一般的に知られる真空脱泡作用が生じ、 LiNO_2 水溶液と PC 鋼材表面錆内部にある空気との置換がスムーズに行われることで、グラウト充てん・充てん不足境界近傍で Cl^- により著しい腐食が生じた PC 鋼線東内部に対しても腐食を抑制するのに十分な NO_2^- を供給できる³⁾。

(5) LiNO_2 添加補修材充てん工

LiNO_2 添加補修材充てん工の留意点として、グラウト

トの付着や、PC 鋼材の腐食等によりシース内の間隙が小さく補修材により閉塞しやすいことや、シース下部に除去しきれなかった水溶液が残留した状態で、補修材を充てんする可能性があることが挙げられる。そこで新工法では、これらの課題を解決した専用の材料を用いている。それらは、PC グラウトにおける管理基準⁴⁾を満足するとともに、**写真-4**に示す修正 JASS フロー試験のフロー値が**図-5**に示すように新工法の規格値である 250 mm ~ 350 mm を 5 ~ 6 時間程度保持し、また**写真-5**に示すように傾斜管の下部に水を入れた状態で充てんしても材料分離が生じない材料である。また本補修材には実配合では約 42 kg/m^3 の NO_2^- が添加されている。

施工においては、小間隙やグラウト充てん不足部上端の充てん度を向上させるため、**図-6**に示す注入ベッセルを用いた自然流下方式により充てんを行う。本方式の特長として、以下の3点が挙げられる。

- ①容易に 0.1 リットル/min 程度の低速充てんが可能となり、PC 鋼線間などの小間隙において残留空気と LiNO_2 添加補修材が置換されやすく、充てん性の向上が期待できる。
- ②内径 2 mm の高弾性チューブを定着部近傍まで挿入し、これを排気孔として使用することにより、グラウト充てん不足部端部近傍まで確実に充てんでき、同チューブからの排出により充てん度をモニタリン

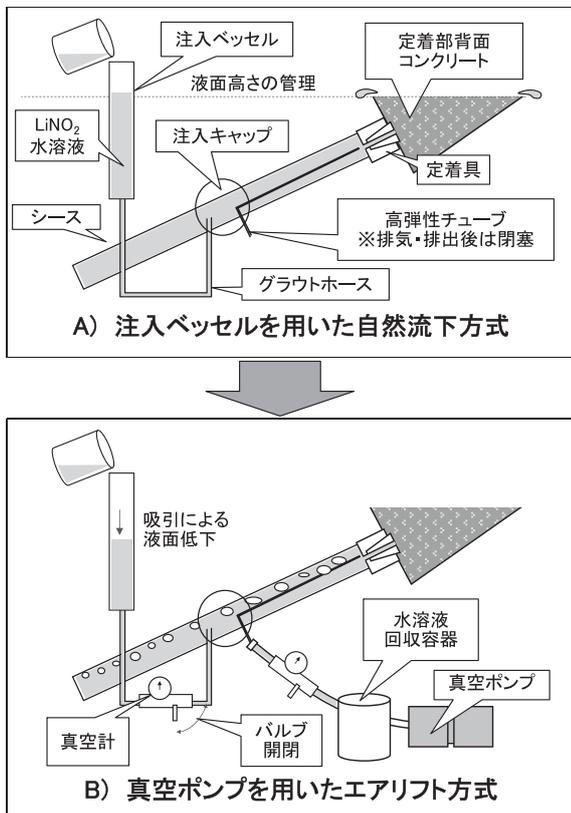


図-4 LiNO_2 水溶液の注入方法概要図

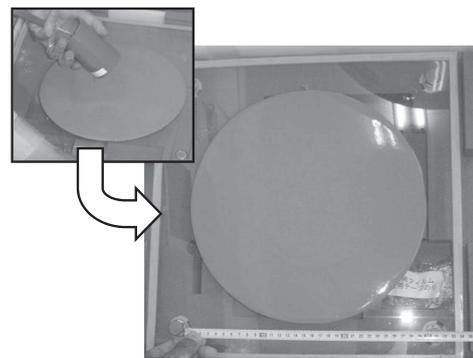


写真-4 修正 JASS フロー試験

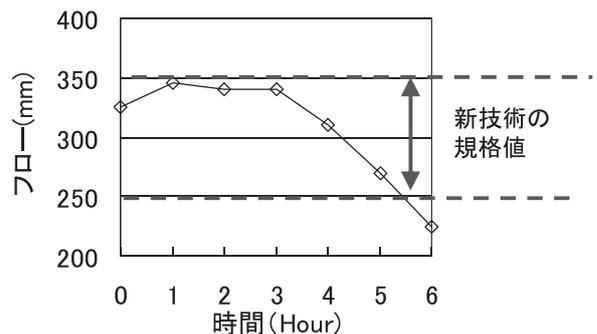
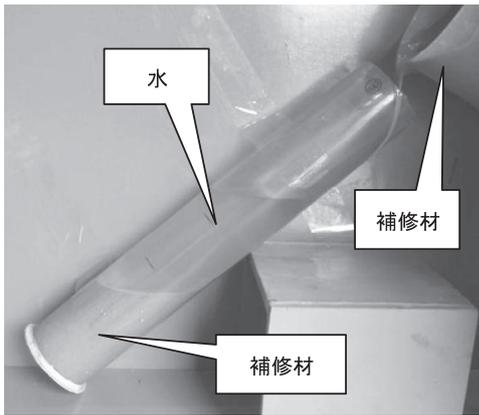
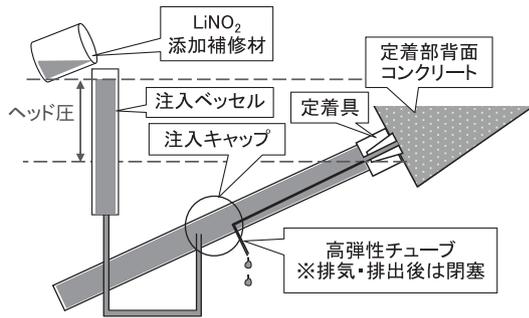


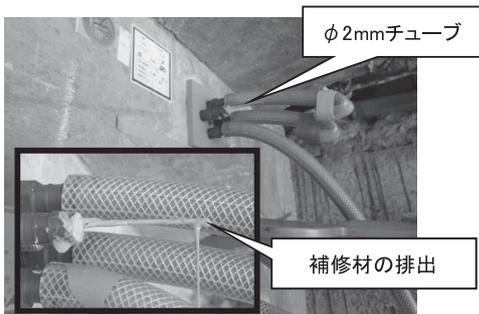
図-5 修正 JASS フロー試験結果例



写真一5 LiNO₂添加補修材の静水中の不分離性



図一6 LiNO₂添加補修材充てん方法概要図



写真一6 LiNO₂添加補修材の充てん確認状況

ができる。

③グラウト充てん不足部上端より高い位置にある注入ベッセル内の補修材によりシース内に継続的なヘッド圧が負荷されるので、定着部背面の通気性に応じて高弾性チューブ先端より上部の充てん性が向上する。

LiNO₂添加補修材の充てん確認状況を写真一6に示す。注入ベッセルに注入されたLiNO₂添加補修材は順次シース内に充てんされ、その後、高弾性チューブからの排出により定着部近傍まで充てんされたことを確認できる。高弾性チューブを閉塞した後も、同補修材が硬化するまで継続してヘッド圧を加えることで、高弾性チューブ先端よりさらに上方に向かって補修材

が充てんされることが期待できる。

(6) 後処理工

LiNO₂添加補修材の硬化後、専用の注入キャップを取り外し、排気チューブを切断してポリマーセメントモルタルで断面修復を行う。

5. おわりに

新工法リパッシブ工法は、施工実績を重ね、平成25年5月現在、グラウト充てん不足が確認された既設PC橋8橋に採用されている。

本稿が、グラウト充てん不足部においてPC鋼材の腐食が生じている、もしくは生じている可能性がある既設PC橋の健全性の確保と長寿命化に寄与すれば幸いである。

謝辞

なお、新工法は、神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻森川英典教授と株式会社ピーエス三菱との共同研究により開発したものである。多大なるご指導・ご協力を頂きました森川教授に感謝申し上げます。

JICMA

《参考文献》

- 1) 鉄道総合技術研究所：PCグラウトの再注入等補修マニュアル（案），2002
- 2) 浜幸雄，千歩修，秋田竜：コンクリート中の鋼材腐食に及ぼす亜硝酸イオンおよび塩化物イオン濃度の影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.22，No.2，pp.55-60，2000
- 3) 鴨谷知繁，青山敏幸，福田圭祐，森川英典：PCグラウト充てん・充てん不足境界近傍で著しく腐食したPC鋼材東内部におけるLiNO₂水溶液注入補修の適用性，コンクリート工学年次論文集，Vol. 36,2014，掲載予定。
- 4) プレストレストコンクリート建設業協会：PCグラウト&プレグラウトPC鋼材施工マニュアル（改訂版），pp.43，2006

〔筆者紹介〕



鴨谷 知繁（かもたに ともしげ）
 (株)ピーエス三菱 技術本部技術部
 開発メンテナンスグループ



青山 敏幸（あおやま としゆき）
 (株)ピーエス三菱 技術本部技術部
 開発メンテナンスグループ

既設側溝のリニューアル工法

W²R 工法

亀山 剛史・藤本 英文・矢吹 裕保

W²R 工法 (Water Way Renewal) (以下「本工法」という) は、既設側溝の老朽化した側溝蓋版のリニューアル工法として、既設側溝を取り壊すことなく工事時の騒音・振動や粉塵問題を解消する新工法である。専用の特殊カッターは、作業空間が狭い小型水路の側溝内での作業及び施工性に優れ、かつ作業時の周辺住民への環境にも配慮している。なお本工法は、国土交通省の新技术登録システムに登録 (SK-050002-V) され、平成 26 年 3 月末時点での施工実績は側溝延長で約 120 km となっており、日本各地の側溝修繕工事や歩道のバリアフリー工事などで多数採用されている¹⁾。

キーワード：既設側溝，リニューアル，切断，急速施工，バリアフリー，W²R 工法

1. はじめに

日本国内の一般道路の多くは生活道路としてその多くは高度成長期から 1980 年代にかけて急速に整備され、総延長は約 120 万 km に達している。また、道路構造物として欠かす事の出来ない道路側溝も同時に大量に施工されその多くが、維持・更新時期を迎えている。更に近年においては、高齢化社会や環境問題などの社会背景を受けて、2000 年の交通バリアフリーの施行による、道路構造の見直しや施工時における地球温暖化対策としての CO₂ 削減などが目標数値化されている。

このような社会環境において、維持・修繕工事では、地域住民や利用者の生活環境や安全性に配慮した新工法の開発が市場より求められていた。以下に、本工法の概要と施工事例について紹介する。

2. 工法開発の背景と開発コンセプト

道路側溝のリニューアル工事としては、従来工法では、以下の様な方法で主に行われてきた。

- ①既設側溝全体を取り壊して、新規側溝を施工
- ②既設側溝の不具合部を取り壊し、コンクリートで躯体を再整形した後、所用の強度に達するまで養生し、新規蓋版を施工

特に、生活道路内や歩道内での側溝工事の場合は、工事中において、側溝を取り壊す際に発生する騒音・振動や粉塵などにより住民からの苦情や、工事期間中



図一 従来工法的主要问题点

の交通渋滞や付近店舗などへの経済的な影響が問題 (図一) となっていた。

そこで、これらの問題点を解決するため、本工法は以下の課題を開発コンセプトとした。

- ①周辺環境に配慮した工法である
- ②施工性 (切断から蓋設置完了まで) に優れる
- ③安全性に優れる
- ④歩道のバリアフリー化に対応できる
- ⑤工事中に CO₂ 削減が図れる
- ⑥安定した品質を確保できる

3. 本工法の概要および仕様、適用範囲

(1) 概要

本工法の施工概要を図一 2 に示す。既設側溝の側壁を専用の特殊カッターにて切断成型した後、プレキャストの専用蓋を設置して、既設側溝のリニューアルを図る新工法である。

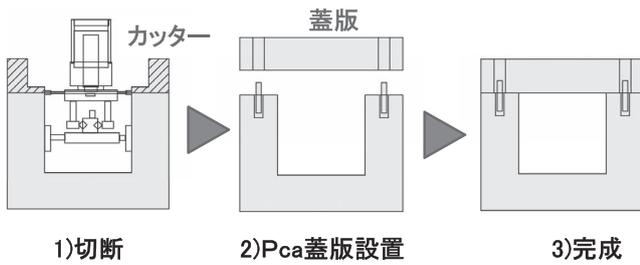


図-2 本工法の施工概要

(2) 本工法の仕様、適用範囲

(a) 専用特殊（本工法）カッター

専用の特殊カッターは、側溝周辺の歩道部や民地側のブロック塀などの構造物に影響を与えず、かつ既設側溝を所定の高さに正確に切断できる機構となっている。従来工法のウォールソーと比べ（写真-1）、狭隘な側溝内での施工を考慮して、軽量コンパクト化し（本体 31 kg）、レール上を自走しながら側溝の内側から両壁を切断し、曲線部にも対応できる。写真-2 に本工法カッター装置の概観、表-1 に本工法カッターの仕様、図-3 に本工法カッターの適用範囲を示す。

また、本工法は周辺環境に配慮するため、切断用のカッタープレートは鉄板と鉄板の間に銅板を挟み込んだ、専用の消音効果の高い制振基板を標準装着している。



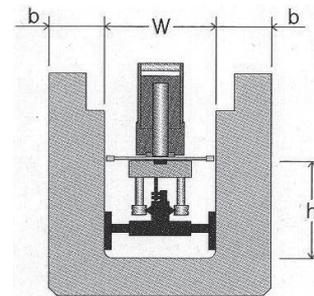
写真-1 従来カッター装置の概観



写真-2 本工法カッター装置の概観

表-1 本工法カッターの仕様

本工法カッター（高周波水冷インバートモーター）	
電源	AC3相 200V(50/60HZ)
消費電力	3.5KVA
定格電流	17.5A
適用カッター径	φ230～φ480
最大切削深さ	200mm
主軸回転数	0～4000rpm
適用回転数	1350～2930rpm
冷却水量	1500cc/分以上



側溝幅 (W) : 300～700mm

(オプション追加により 1000mm まで対応可)

切断幅 (b) : 200mm 以下

切断高 (h) : 200mm 以上 (水路底から切断面)

曲線部の対応最小半径 : 半径 R ≥ 5m

留意点 : カッターが水没する場合は、適用不可

図-3 本工法カッターの適用範囲

(b) 専用プレキャスト蓋版

本工法の主な使用用途としては、①歩道のバリアフリー化に伴う、段差解消で発生する側溝の切下げ工事（図-4）や②市街地の交通量が多い場所での側溝改良工事及び③店舗や住宅地などの乗り入れ部や道路横断箇所などの傷んだ側溝の維持修繕工事などが挙げられる。①及び②については、自動車荷重への耐久性に加えて、排水性や歩道空間としての歩行性など、歩道空間としてのバリアフリーの機能が重要となる。③については、自動車荷重に対しての耐久性が最重要であ

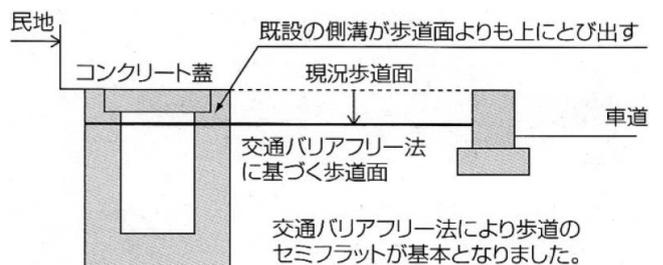
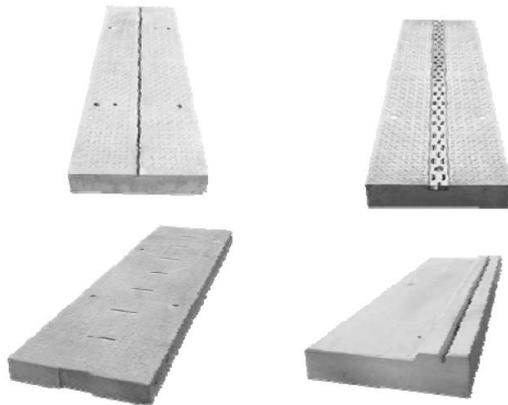


図-4 切下げ断面

る。更に①から③の共通課題として、蓋版の急速施工が求められる。

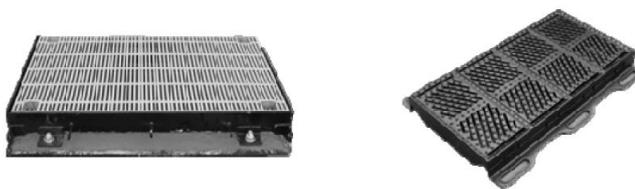
以上の使用場所や目的による要求性能に対応するため、機能や地域性及び使用施工場所などを考慮した、本工法専用の様々なプレキャスト蓋版を開発した。その製品の一例（写真—3、4）をここに紹介する。



写真—3 コンクリート製蓋版

コンクリート製の蓋版は、主に路側や歩道、乗り入れ部などで使用される。専用の蓋版は、本工法カッターで切断した側壁切断面に、アンカー筋によって固定する。更に施工性を高めるため大型化している。また、蓋版の表面には、排水機能を高めるためのスリット孔や歩行性に配慮した表面加工を施している。

鋼製の蓋版は、主に重荷重が作用する道路横断部に使用される。専用の蓋版は、本工法カッターで切断した側壁切断面に、アンカーボルトにて固定し即日開放が可能な構造である。



写真—4 鋼製蓋版

4. 専用特殊（本工法）カッターの性能

(1) 切断能力

側溝の切断面の平滑精度向上のためには、切断機が走行するレールの側溝への確実な固定と、切断する側溝のコンクリートの強度などを考慮した、切断ブレードの適正かつ安定した周速（回転数）の保持が重要になる。

レールの側溝への固定は、種々の実験を重ねた結

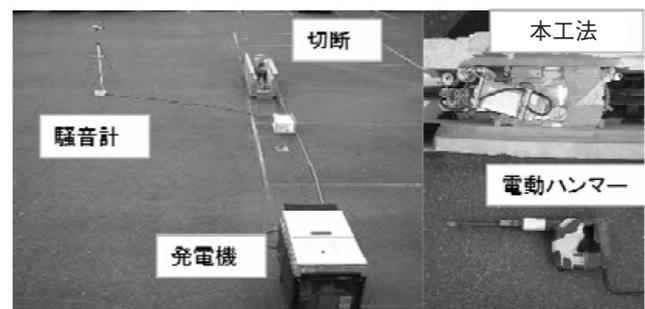
果、現場での作業性にも優れたジャッキによる方式とし、既設の構造物に影響を与えずに確実に固定できる機構とした。更に曲線部への対応も可能とするため、走行レールは2m／本及び1m／本として接合部をピン構造で連結し、角度調整が自在な構造とした。また、切断ブレードの適正かつ安定した周速（回転）を確保するため、適正周速（回転）の調整が可能な高周波インバーターモーターを採用した。我々のこれまでの過去の実績により、本工法における適正な切断ブレードの周速を35m/sに設定し、モーターの回転数をコントローラーにて調整することにより切断ブレードの適正周速の安定化を可能にした。表—2にモーターの回転数とブレードの周速の関係を示す。

表—2 モーターの回転数とブレードの周速

呼び名 (ブレード)	基板径 (ブレード) m	回転数 (モーター) rpm	周速 (ブレード) m/s
9"	0.23	2910	35.0
11"	0.28	2388	35.0
15"	0.38	1760	35.0
19"	0.48	1395	35.0

(2) 切断騒音の評価

切断時の騒音特性を評価するため、本工法カッターによる切断騒音と、電動ハンマーによるハツリ騒音の比較試験（写真—5）を行った。結果を表—3に示す。2次製品の側溝の切断（ハツリ）を行った結果、発生音源からの距離が5mの地点において、電動ハンマーの騒音と比べ、本工法カッターを使用し、専用の消音ブレードを装着し切断した場合は、10dB以上の騒音低減効果が確認された。また、平成22年9月には、(社)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所にて実験を行った結果、低騒音型建設機械コンクリートカッターとして、国土交通省より機械指定を受けた（指定番号4650、4651）。



写真—5 騒音測定状況

表一 騒音測定結果

dB (LAeq)	本工法カッター				電動ハンマー ハツリ
	11"消音基板 無負荷(空回転)	11"消音基板 切断	11"通常基板 無負荷(空回転)	11"通常基板 切断	
測定距離 3m	68.8	83.8	67.1	90.9	96.8
測定距離 5m	66.8	78.8	62.2	86.6	90.5
測定距離 7m	63.5	75.8	62.0	83.5	86.5
切断深さ	70mm		70mm		

※2390rpm(周速35m/s)

(3) CO₂ 排出量

従来工法（ハツリ）と本工法カッターによる切断工でのCO₂排出量の比較を実施した。同条件の側溝（水路幅300mm，側壁厚200mm）にて，それぞれの工法による作業時間を測定し，発電機及び空気圧縮機の燃料消費量に，エネルギー種によるCO₂の排出量²⁾を乗じて工法別のCO₂排出量を算定した。その結果，表一4に示す様に本工法カッターによる切断は，従来工法のハツリと比較して約58%のCO₂排出量であることが確認された。

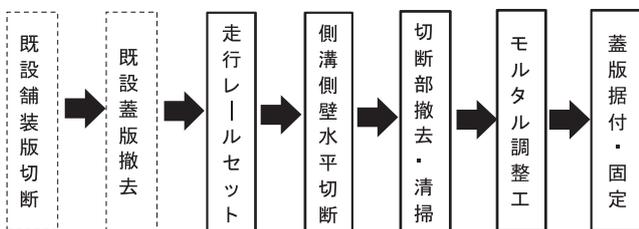
表一 4 CO₂ 算定結果

機種	本工法	ハツリ(ブレーカー・ライトピック)
使用動力	発電機13/15KVA (ディーゼル:超低騒音)	空気圧縮機2.0m ³ /min (ディーゼル:0.7MPa)
切断側溝延長	20m	20m
稼働時間(h)	6.9h	14h
燃料消費量	2.4リットル/h 16.6リットル	2.8リットル/h 39.2リットル
軽油のCO ₂ 排出量	2.64kg-CO ₂ /リットル	
CO ₂ 排出量	43.8kg	103.5kg

5. 施工手順及び適用事例

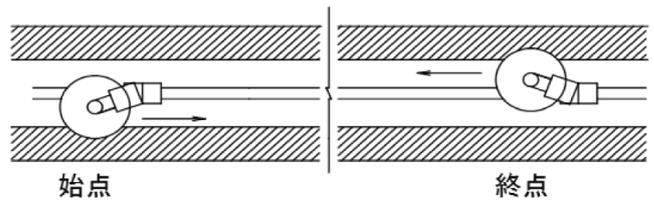
(1) 施工手順

本工法の施工フローを図一5に示す。側溝切断から蓋版の設置までの詳細を以下に説明する。



図一 5 施工フロー

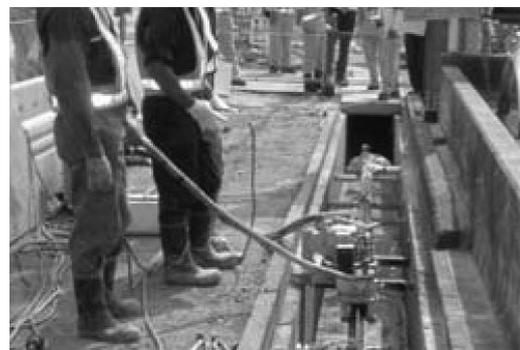
まず，既設の側溝蓋を撤去し，側溝内に切断の基準となる走行レール（基本延長：11m）を側溝の内側にジャッキで固定する。そのレール上に切断機をセットし，図一6に示す様な動作にて，左右の各側壁を一度で切断する深さを約50mmとして，ブレード径を小から大に交換しながら，所定の厚みまで複数回往



図一 6 本工法カッターの切断動作

復しながら繰り返し切断を行う。

なお，本工法カッターは自走式であり，切断場所から離れた位置にて，コントローラーで回転数や速度や切込み深さなどが調整可能なため，安全に作業が行える。切断機の操作状況を写真一6に示す。



写真一 6 切断機の操作状況

次に，切断した側壁を撤去し清掃を行い，無収縮モルタルなどで蓋版の高さを調整した後，蓋版の据付け，アンカー固定，そして既設構造物とのすりつけ工を行い完成となる。切断から蓋版の設置までのリニューアル工法のため急速施工が可能となる。

(2) 適用事例

(a) 歩道内側溝での施工事例その1

工事中の交通渋滞の軽減や，安全性の確保及び沿道の店舗や近郊住民への影響の軽減を図るために本工法が採用された。施工形態は周囲への影響を軽減するため，11mを1サイクルの切断作業スパンとし，順次交通規制を切り替えながら施工した。蓋版はコンクリート製のスリットタイプの蓋版を使用し，切断が終わった箇所から順次クレーンにより据付けした。写真一7に施工状況を，写真一8に施工後状況を示す。

(b) 歩道内側溝での施工事例その2

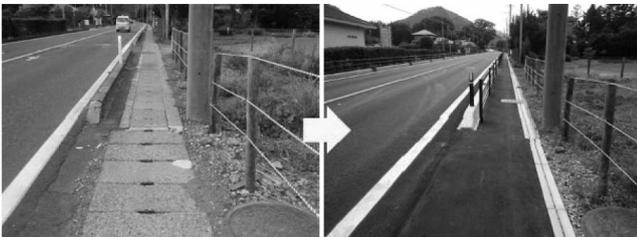
本工法カッターによる切断で歩道高さの段差解消を行った後，アスファルトで覆うタイプのコンクリート製の蓋版を設置した。蓋版の施工後には，写真一9に示す様に平坦で且つ視覚的にも開放的で歩行性に優れた歩道空間が形成される。既設歩道の段差解消と歩道内の平坦性確保及び歩道空間の見栄えの向上³⁾と複



写真一七 施工状況



写真一八 施工後状況



写真一九 施工前と施工後

数の課題が解決可能となる。

(c) 横断側溝での施工例

重荷重が作用する道路横断部での施工例を写真一10に示す。通行車への影響を軽減するため、鋼製蓋版を使用し即日復旧を行った。



写真一〇 横断側溝の施工

6. おわりに

本工法 W²R 工法は、既設側溝のリニューアルを目的として開発した新技術である。老朽化した既設側溝を道路利用者にとって安全・安心な道路空間にするため、今後も工法の改良に取り組み機能性向上に努めたい。

JCM A

《参考文献》

- 1) 建設物価調査会：既設側溝のリニューアル工法の開発，土木コスト情報 pp.8-12, 2013年1月
- 2) 土木学会：コンクリート構造物の環境性能照査指針（試案），コンクリートライブラリー 125, 2005
- 3) 熊谷悟：既設歩道の波打解消工事における取組内容について，土木学会東北支部 技術研究発表 V -54, 2007

〔筆者紹介〕



亀山 剛史（かめやま たけし）
W²R 工法協会
技術部会 事務局
（日本興業株式会社）



藤本 英文（ふじもと ひでふみ）
W²R 工法協会
技術部会 事務局
（㈱スカイ・アーク）



矢吹 裕保（やぶき ひろやす）
W²R 工法協会
技術部会 事務局
（理研ダイヤモンド工業株式会社）



社会インフラの安全・安心と維持効率の向上を実現する「施設モニタリングサービス」

萩原正樹

施設モニタリングサービスでは、センサなどでデータを収集する M2M^{*1} 技術を活用した「状態監視サービス」やその集まったデータを分析するデータマイニング技術を活用した「予兆診断サービス」を提供する。本サービスを導入することにより、利用されている施設の異常発生の早期発見や老朽化した施設の予防保全が可能となる。これにより、社会インフラ施設のライフサイクルを管理し、長寿命化とトータルコストの削減を支援する。

^{*1} M2M (Machine-to-Machine)：機械同士が、人間を介さず、ネットワークを通じて直接情報を交換するシステム

キーワード：施設モニタリング、データマイニング技術、長寿命化、コスト削減

1. はじめに

1960年代からの高度経済成長を起点に、道路や橋梁、公共の建物といったさまざまなインフラの整備が日本全土で急速に進んでからおよそ50年が経過した。その後、耐震工事が施されるなど、災害対策は進んでいるものの、全体的な社会インフラ施設の老朽化への対応は、重要な課題となってきている。しかし、建て替えの予算の計上が難しい状況である中で、現行の社会インフラ施設に対する災害や事故といった脅威から利用者の安全・安心を確保することが求められている。

社会インフラ施設の維持管理は、現在は目視点検を主とした定期点検を行い、損傷箇所があれば、詳細な調査、修繕を実施する事後保全が一般的である。しかし、インフラ管理事業者にとっては、「利用者への安全安心の提供」とともに、「施設のライフサイクルコストの縮減」という課題があり、これら課題を解決するため、今後の施設維持管理は、これまでの事後保全から、施設の状態を正確に把握して修繕する予防保全を実現することが重要課題となっている。

予防保全の実現に向けては、点検業務の更なる効率化や状態把握の精度向上のために、ICT、データ解析、エンジニアリングといった技術、ノウハウを効果的に組み合わせることが不可欠であり、更にシステムとして、ワンストップ提供するサービスへの期待が高まっている（図-1参照）。

そこで日立は、センサ・RFIDといったデータ収集



注：略語説明 M2M (Machine-to-Machine)/RFID (Radio-frequency Identification)/SaaS (Software as a Service)

図-1 予防保全を実現するための要素技術
予防保全の実現に必要な技術、ノウハウをワンストップ提供するサービスへの期待が高まっている。

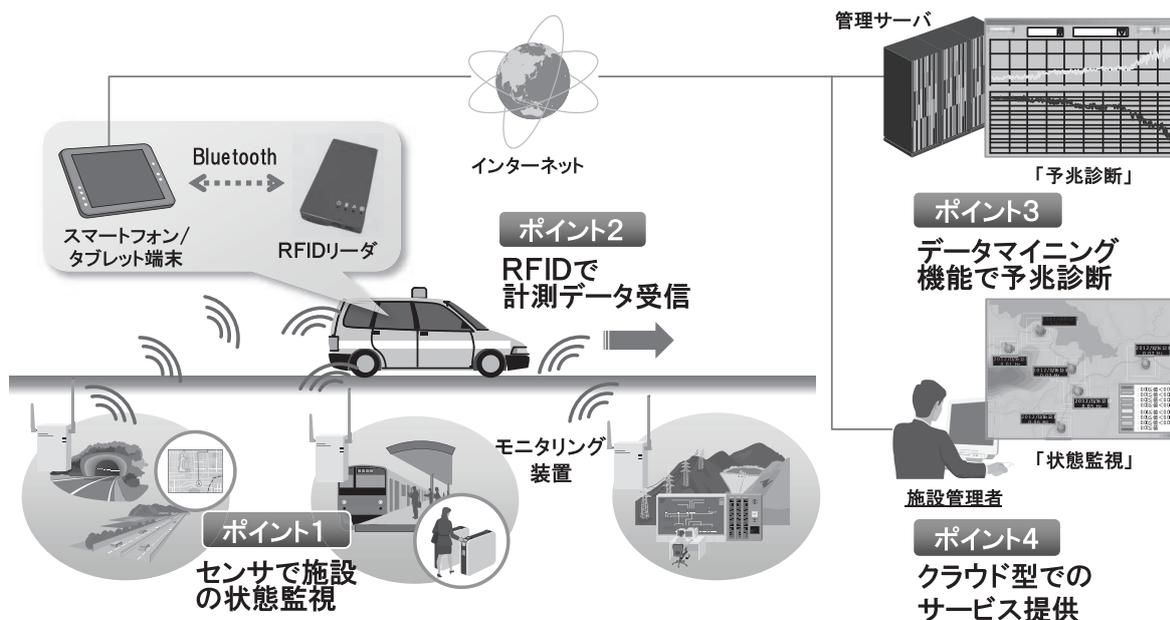
を行う M2M 技術、収集したデータを解析するビッグデータ技術、実業で培ったエンジニアリングノウハウをクラウド型でワンストップ提供する「施設モニタリングサービス」の事業を立ち上げた。

ここでは、施設モニタリングサービスの概要、特長、適用例、今後の展開について述べる。

2. 施設モニタリングサービス概要

施設モニタリングサービスは、2013年10月30日に発表を行い、サービス提供を開始した。日立のスマート情報事業のサービス群の1ラインナップ「Intelligent Operations for Facilities」として、道路、鉄道、上下水、ダムといった社会インフラ分野を主要ターゲットに、事業展開を図っていく。

本サービスは、M2M 技術によりセンサデータを効率的に収集し、施設状態の変化をリアルタイムに見え



図一 施設モニタリングサービスの特長

センサ、RFIDなどのM2M技術を活用し、設備などのさまざまな対象物のモニタリングをし、状態の診断を行うクラウドサービスである。

る化する「状態監視サービス」と、データマイニング技術を活用して、収集したデータを分析する「予兆診断サービス」の2つのサービスで構成される（2つのサービスについては、別途後述）。

3. 施設モニタリングサービスの特長

施設モニタリングサービスは、次の4つの特長がある（図一2参照）。

(1) 様々なセンサで施設の状態変化を検知

固有振動数計、傾斜計など、監視対象とする社会インフラ施設に合わせて、センサを選択・設置し、施設の健全性を多岐な面から計測・評価を可能とする。

(2) 無線端末（RFID）によるデータ収集

無線（RFID）技術により、遠隔な位置や、高速移動しながら、計測したセンサデータを受信することが可能である。また、スマートフォンやタブレット端末を連携させることにより、サーバへ受信したデータをリアルタイム送信することが可能である。

(3) データマイニング技術で予兆診断

収集したセンサデータをもとに、日立独自のデータマイニング技術を活用することにより、正常状態を学習し、異常時の相関を抽出する予兆診断サービスを提供する。これにより、施設の状態変化を解析し、異常や老朽化の状態を診断することが可能である。

(4) クラウド型予防保全サービスとして提供

収集したデータを施設の台帳情報をもとに管理し、モニタリング履歴管理や、状態変化が発生した場合の異常通報を行う状態監視サービスを提供とする。これにより、災害、事故の発生時に施設の状態変化（崩落、土砂崩れなど）をリアルタイム検知し、施設のリスクを早期発見することが可能である。

4. 施設モニタリングサービスの適用例

前述の通り、施設モニタリングサービスには「状態監視サービス」と「予兆診断サービス」があり、道路分野におけるそれぞれのサービスの適用例を下記に示す。

(1) 状態監視サービスの適用例

状態監視サービスは、センサ、RFIDなどのM2M技術を活用してデータを効率的に収集することにより、社会インフラ施設の状態を把握し、崩落や土砂崩れといった万が一の事故や災害の発生を、いち早く確認することで迅速な対応が可能となるサービスである。

道路土木構造物の一つである「のり面」を例にして説明する（図一3参照）。

図一3のように、のり面の各所にセンサ（傾斜計）を設置する。一定の時間間隔で「のり面」の変状を計測し、有線では設置が困難、もしくは道路規制などの制限があり設置コスト増となるような箇所は、RFIDで基地局まで計測データを送信する。それを既設の有

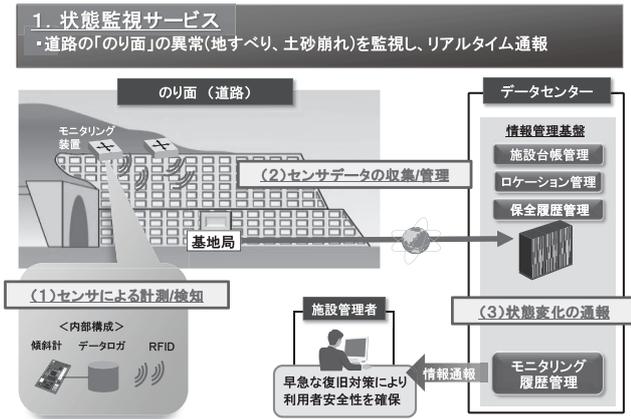


図-3 状態監視サービスの適用例

状態監視サービスでは、地すべりや土砂崩れといった異常を監視し、リアルタイムに通報する。

線ネットワークでリアルタイムにサーバに伝送し、計測データを管理する。サーバでは、予め設定した「しきい値」を超えた場合、施設管理者へメール等により通報する。これにより施設管理者は、岩石の崩落や土砂崩れ発生に対する早急な復旧対策検討を実施することが可能となる。

(2) 予兆診断サービスの適用例

予兆診断サービスは、状態監視サービスを含め、さまざまな方法で集めたデータを分析し、社会インフラ施設や設備の異常、健全度の評価に必要な情報を提供することで、社会インフラ施設のライフサイクル管理を高度化し、長寿命化とトータルコストの削減を支援するサービスである。

例えば、道路付帯構造物の一つである「ジェットファン」の状態は、センサ（固有振動数計）を適用し収集したデータを解析することで、異常兆候を検出することが可能になると考えている。

固有振動数計でトンネル内に設置された換気用のジェットファンの羽根（軸受）や吊金具の状態を計測し、それを巡回する点検車両に搭載した機器（RFIDリーダとスマートフォン）によりデータ収集する。公衆回線でサーバに計測データを送信・蓄積する。サーバでは、データマイニング技術を活用してサービス開始時に事前計測した正常稼働データと計測データを比較し、逸脱したデータや発生周期から異常兆候を検出する。この結果をもとに、部品の劣化損傷や設置した部材の緩みが顕在化する前に対処・修繕することで、ジェットファンの老朽化対策やライフサイクルコスト低減が実現できると考えられる（図-4 参照）。

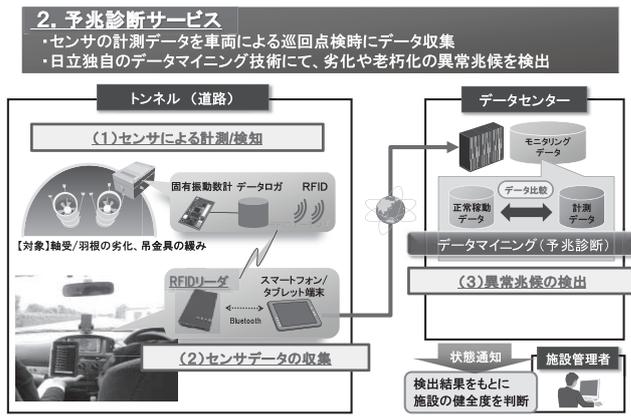


図-4 予兆診断サービスの適用例

予兆診断サービスでは、巡回点検時に収集したデータから、劣化や老朽化の異常兆候を検出する。

(3) 計測対象と適用センサ例

施設モニタリングサービスでは、監視対象とする社会インフラ施設に合わせて最適なセンサを選定・適用し、状態監視サービス、予兆診断サービスを実現する。

状態監視サービスの対象としては、のり面や道路標識、鉄道軌道といった、災害や事故発生時の状態変化がリアルタイムに検知が必要な構造物に対して、傾斜計、アンカー荷重計等のセンサが適していると考える。

予兆診断サービスの対象としては、ジェットファンや橋梁といった、長期的な状態変化を計測し、経過観察や老朽化の診断が必要な構造物に対して、固有振動数計や歪ゲージ等のセンサが適していると考える。

現在、施設モニタリングサービスでは、適用の可能性が高い「傾斜計」「固有振動数計」を中心にシステム対応を進めている（図-5 参照）。

5. 今後の展開

施設モニタリングサービスは、これまでの実績を基

1. 状態監視サービス 災害や事故発生時に検出した状態変化をリアルタイムに通知		
計測対象	検知対象	適用センサ
のり面	地すべりの監視	傾斜計、雨量計
のり面(アンカー)	アースアンカーの張力、破断	アンカー荷重計
標識・街路灯	落下および柱の疲労破壊	傾斜計、固有振動数計
鉄道軌道	軌道の変状沈下および傾斜	傾斜計、沈下計

2. 予兆診断サービス 長期的な状態変化を計測し、異常や老朽化の診断情報として活用		
計測対象	検知対象	適用センサ
ジェットファン	取付架台の劣化、張力緩み	固有振動数計
橋梁(斜材他)	斜材の張力管理	固有振動数計、張力計
橋梁(橋脚)	洗掘現象の管理	固有振動数計
目地	継手部の開き	歪ゲージ

図-5 計測センサと適用センサの一例
計測対象およびどのような状態を検知するかによって、適用センサが異なる。

に、まずは道路分野での適用を推進していく。また効率化が望まれる自治体向けの道路維持管理や同様のニーズを抱えた道路以外の社会インフラ分野の維持管理、さらには海外への展開もめざす。

(1) 他分野への展開

施設モニタリングサービスでは、4.(3)で説明したセンサ以外にも接続可能なセンサのラインナップを拡充していく。これまでのスタンドアロン型の高額なシステムと比較して、クラウド化された本サービスは、複数箇所を一元的に監視できる安価な仕組みとして、自治体の道路維持管理等への提供拡大が期待される。

また国土交通省を中心とした「社会インフラのモニタリング技術活用推進検討委員会」では、橋梁、トンネル、河川堤防、ダム、空港施設などの維持管理の共通ニーズとして、①目視が困難な箇所、②アプローチしづらい箇所の点検の重要性を挙げている。

本サービスの特長である無線端末によるデータ収集技術は上記のような課題を解決できると考えている。例えば、鉄道においては、軌道の変状や信号設備などの異常を特殊な車両で計測（検査）しているが、目視できない橋梁の下部などについてはセンサと無線端末を組み合わせたモニタリング技術が有用であると考えられる。

本サービス活用による維持管理高度化のメリットとして、作業の効率化や安全性の向上が考えられるが、さらに経営視点でのメリットも期待できる。特に鉄鋼、化学等の産業分野のプラント設備においては、老朽化により設備が使用できない、生産が停止とするといったリスクも想定される。マイニング技術による予兆診断で、劣化が顕在化する前に修繕することができれば、リスク回避や施設の長寿命化（維持管理コスト低減）を実現することも可能となる。

(2) グローバル展開

施設モニタリングサービスは、国内では老朽化インフラ対策を主眼としているが、海外では特に新興国での新規建設する施設への活用を期待する。

建設の段階からセンサを設置することにより、設置コストを低減することが可能となる。また施設利用前の正常状態を計測できることで利用開始後の健全度判定がより明確になると考えられる。

ITとインフラ技術を融合した日立ならではのソリューションとして、新興国における道路や鉄道の施設はもちろん、水処理施設や各種プラント設備などにも幅広く展開する。

6. おわりに

ここでは、施設モニタリングサービスの概要、特長、適用例、今後の展開について述べた。

日立グループが持つセンサ、RFID等のM2M技術活用により、これまで難しかった大量の計測データ取得の適用範囲が拡大した。さらには、クラウド、そしてビッグデータといったさまざまな技術、そして製品・サービス群を連携させることにより、ITとインフラ技術を融合した日立ならではのソリューションが確立した。

施設モニタリングサービスは、これまで培った社会インフラ分野における実業ノウハウを加えることにより、日本市場に限らず、グローバルでの適用拡大を図り、安全・安心な社会の実現に貢献する。

JICMA

【筆者紹介】

荻原 正樹（おぎはら まさき）

（株）日立製作所

情報・通信システム社 サービスプロデュース統轄本部
グループリーダー主任技師



ずいそう

類似と相違を知ることから始まる

常田 賢一



2011年東北地方太平洋沖地震（以下、3.11地震）から3年が経過しましたが、南海トラフ巨大地震などの懸念が出てきています。今後の巨大地震に対して、3.11地震との類似点について、その教訓を活かすことは必要ですが、相違点も知ることが必要です。この相違点は3.11地震で経験していない未知の部分であり、そのための新たな取り組みが必要になります。

さて、両地震の類似点は、以下が考えられます。

- (1) M9クラスの地震であり、地震動が大規模かつ地震の影響範囲が広範囲にわたること。
- (2) 津波に関わる沿岸部の地形は、リアス式海岸と平野海岸であること。
- (3) リアス式海岸では、道路、鉄道の基幹インフラが低密度かつ沿岸にあること。

一方、南海トラフ巨大地震に固有な相違点は、以下が考えられます。

- (1) 震源域が陸域直下にあり、地震動が大きい、津波高が高い、津波の襲来時間が短いこと。
- (2) 大阪・神戸、名古屋などの大都市部では、影響を受ける人口が多い、地下街、地下鉄、中高層ビルなどの都市施設が発達している、軟弱地盤・ゼロメートル地帯にある、土地利用が限られるなどの悪条件があること。
- (3) 沿岸部に都市化域が多く、諸施設が大規模、多種、多数あり、特に、埋立地、石油コンビナートの立地が多く、航行する船舶も多いこと。

さて、類似点に対する対応は、3.11地震の教訓を活かすことですが、以下が挙げられます。

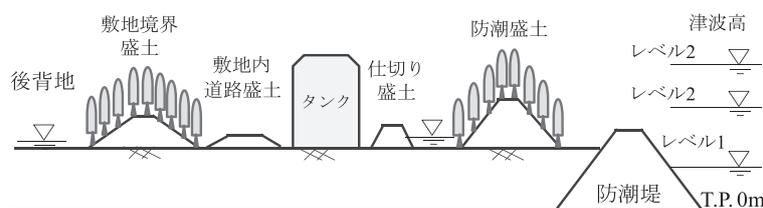
- (1) 地震動が大規模であり、地震の影響範囲が広範囲にわたることに対しては、3.11地震でも実効があった広域的な支援体制が挙げられ、九州、四国、近畿、中部さらには中国、関東にわたる広域での被害発生が危惧される南海トラフ巨大地震においても、広域防災・広域支援の体制が有効であり、その準備が必要です。

- (2) 3.11地震の復興戦略では、レベル2津波に対して多重防御と高台移転の基本概念が出されましたが、類似条件の南海トラフ巨大地震でも、同様な視点による取り組みが必要です。
- (3) 3.11地震では、道路のくしの歯作戦、日本海側の鉄道網、海路など、交通インフラの広域的ネットワーク機能により、迅速かつ効果的な支援が行われましたが、類似環境にある南海トラフ巨大地震でも、紀伊半島部のくしの歯作戦など、同様な取り組みが必要です。ただし、紀伊半島の場合は、震源域が近いこと、津波前の地震動による被害が懸念されるので、近畿自動車道紀勢線および内陸に繋がる道路の耐震性の検証と確保が必要です。

一方、相違点に対する対応について、特に、近畿圏を想定した場合、以下が考えられます。

- (1) 強い地震動には、諸施設の耐震化、軟弱地盤での液状化対策が必要であり、短時間の津波襲来には、GPS波浪計などの整備に加えて、避難の困難性を補う物理的な津波減勢（浸水深の低減、到達時間の遅延など）のためのハード対策として、避難ビル、避難路だけでなく、レベル2津波に対する防潮構造の充実が必要です。
- (2) 沿岸部の大都市域に固有な環境に対しては、地下部の浸水対策、交通インフラの緊急時運用法、避難ビルとしての既存建物の活用、液状化対策の強化、限られた範囲での既存防潮堤の強化などが必要です。
- (3) 沿岸域の多様な環境に対しては、コンビナートの敷地内多重防御（図一参照）、船舶の管理・運用法などが必要です。

以上、随筆にしては、面白くも可笑しくも無い内容ですが、何事も類似点と相違点を俯瞰し、知ることが大切であり、相違点からは新たな発想のヒントが得られると感じています。



図一 コンビナートの敷地内多重防御

ずいそう

北欧旅行で感じた不思議な事柄

高橋 英雄



フィヨルドを見るための北欧3ヶ国旅行で、不思議と感じた事柄について書いてみたいと思います。

北欧は福祉国家で住みやすい国である、との認識しかありませんでしたが、実際に行ってみると日本と異なり、不思議に思うことが多くありました。

●「改札口の無い鉄道駅」

日本の列車・地下鉄など、乗り物の利用では乗車券の確認及び精算は絶対にありますが、北欧では切符売場で切符は売っているが改札口はなく勝手に列車に乗車が出来、また、切符の回収もしない

●「跨線橋から直接、出入りが出来る鉄道ホーム」

改札口がないことは前述したが、ホームへの出入りが跨線橋から直接階段でホームに出入りが出来る

●「空港・鉄道駅も案内・発車合図もなく、車内放送も全くない不親切」

案内表示および発車・停車案内はなく自己責任で気を付けなければならない、乗客への気配りは全くない不親切

●「自己責任の強い道路管理」

観光立国であるが、山間部の道路は交通事故対策としてのガードレールもあまりない。道幅も狭く、交通事故は運転する者の自己責任であるとのことであった

●「昼間でもライトを点灯して走る自動車」

日本の自転車とバイクも相手に存在を知らせ、交通事故対策として点灯をしているが、北欧では全ての自動車が昼間でも点灯して走っており、バッテリーの消耗もすすみ、燃費も悪くなることから行き過ぎのように感じられた

●「地点名を取消線で消した道路標識」

北欧の道路標識は路肩に行先地点名を掲げているが、通過した地点名は二本線で取消しており、土地勘のない外国人には取消線の意味が理解し難い

●「民間ビルを利用した街路照明のアンカー固定」

日本の照明支柱は道路施設であるが、北欧では日本の路面電車の架線のようにワイヤーに吊るして照明を行っている。このワイヤーは道路に隣接している民間ビルにアンカーし、ワイヤーを固定している。道路管理施設を民間ビル利用することは日本では考えられない

●「親・子の義務意識」

結婚はしないが親と別居する同棲家庭が大半である

とのことを堂々と公言する感覚が理解し難かった。

同棲により子供を育て家庭生活をしている家は多い。親は子供を育てる義務があるが、子供は大きくなって親の面倒を見る義務はなく、親と同居している家庭は余りないとのこと。福祉が進んでいて年をとっても生活が出来ることから、このような考え方となったのかも知れないが、助け合い精神の薄い割り切った考え方であり、寂しくないのかと感じた

●「休暇ばかりを楽しむ国民と見える」

休暇が多く、休日を楽しむ人が多い。働き甲斐を持っている人が少なく、活力の見えない国であると思われた。日中においても公園で寝ころび昼寝・日光浴をする人達が多く、どうして働かないのかと不思議に思ったものである。

それでいて別荘を持ち、プレジャーボート・キャンピングカーによるレジャーを楽しむ人が非常に多い。福祉国家とは何なのかと疑問を感じた

●「消費税が25%等、多くの税金が給与から天引き」

税金を多く取られるが老後は年金生活が保障された福祉国家であることから、勤労意識が低い。これは、働いても税金を多く取られ、良く働く者も怠ける者も老後の生活は同じであるとの意識から、働き甲斐が少なく勤労意欲が湧かないシステムとなっているためである。年金生活が保障されていることは羨ましい国のように見えるが、国自体が衰退するのではないかと心配になった

●「医療費が無料は全てではない」

医療費が無料なのは登録医院（かかり付け医院）のみの診療であり、それ以外での診療は実費となる（日本のような医療保険制度はない）

◎北欧を批判する気持ちはなく、これらは旅行中に感じた事柄であり、また、北欧全体を指すものとは思わないが、少しは国・国民性として見られるものであると思います。

日本では福祉国家・自己責任の重視が羨ましく伝わっているが、全てではないということをはっきりと伝えただけであります。

CMI 報告

凍結防止剤散布車の
耐久性向上検討

太田 正志

1. はじめに

道路管理者は、冬期における安全な交通路を確保するため、塩化ナトリウムや塩化カルシウムなどの凍結防止剤を散布し、路面の凍結防止対策を実施している。

この作業に使用される凍結防止剤散布車は、付着する塩分の影響などにより、一般的な車両や他の除雪機械に比べて腐食や劣化の進行が著しい。

本稿では、凍結防止剤散布車の耐久性を向上させることによる延命化を目的に、国土交通省中部地方整備局中部技術事務所の委託を受けて実施した検討業務の内容を報告するものである。

2. 腐食や劣化の要因

(1) アンケート調査

凍結防止剤散布車における腐食や劣化の要因を調査・分析し、改善方法を検討するため、各地の発注者（国土交通省の機械管理担当職員）および受注者（道路維持業者）を対象としたアンケート調査を複数年にわたって実施した。

アンケート調査内容を表—1に示す。

アンケート調査の結果から、メンテナンスの対応は大きく異なっており、保管車庫の設備や洗浄機器類にも差が生じていた。

なお、腐食や劣化の要因としては、車両の構造的に下回りのシャーシフレーム内側などは洗浄しにくく、腐食しやすい箇所となっている。

表—1 アンケート調査内容

調査項目	調査内容
稼働実態	稼働日数, 散布量, 薬剤の残り
凍結防止剤	管理・保管, 積込み方法
洗浄作業	器具, 頻度, 方法, 作業性
腐食・劣化	部位・状況, 洗浄作業との関係
補修塗装	実施時期, 使用塗料
保管状況	設備, 夏期・冬期の対応
メンテナンス	問題点・改善策, 配置換え

(2) ヒアリング調査

凍結防止剤散布車の稼働状況や具体的なメンテナンス内容を把握するため、道路維持業者および車両の点検・整備業者を対象にヒアリング調査を実施した。

ヒアリング調査内容を表—2に示す。

表—2 ヒアリング調査内容

調査対象者	調査内容
道路維持業者	・ 散布作業の実態, 薬剤の残量
	・ 作業後の洗浄方法
	・ 洗浄機器類, 乾燥設備
	・ 補修塗装の有無
	・ メンテナンスの改善策
点検・整備業者	・ 点検・整備・車検の時期
	・ 補修塗装方法と使用塗料
	・ 車両ごとの個体差
	・ メンテナンスの改善策

道路維持業者は、地域の安全管理や事故防止といった住民への配慮から、作業期間内は昼夜を問わず雪氷作業が行われており、車両のメンテナンスにおいても愛着をもって対応している会社が多い。

補修塗装に関しては、車両返納前に車両整備として、下回りの塗装が行われている地域もあり、防錆性や耐久性の優れた塗料が試用されている。

点検・整備業者においては、他の除雪機械とともに定期整備や車検整備が毎年行われており、車両ごとの状態に合わせて各部の修繕がなされている。

車両の状態は、稼働状況・保管状態・メンテナンスなどの程度により、車両の健全度に差が表れていた。

メンテナンスにおける改善策は、腐食しやすい箇所の材質変更や塗装仕様の改善、健全時における予防整備の増強などが挙げられ、日頃の対応としては洗浄後の乾燥（水切り）作業が重要という意見もあった。

3. 塗料の比較試験

腐食や劣化に強い車両下回り塗装にすることにより、車両の耐久性の向上につながるため、新車時の塗

装仕様とアンケート調査およびヒアリング調査による各種塗料をもとに、塗料メーカーの推奨塗料を対象とした比較試験を実施した。

試験方法は、塗料試験事例の多い塩水噴霧に加え、乾燥と湿潤状態を組み合わせた複合サイクル試験と、凍結防止剤散布車の作業状況を模擬した屋外暴露試験を実施した。

(1) 現状の塗装仕様

新車時の塗装仕様は、車両の上部（運転席と散布装置）、下部（シャーシ周り）に区分されており、上部はポリウレタン樹脂塗料、下部はエポキシ樹脂塗料が採用されている。塗装膜厚は、各部位ごとに90～100 μm に規定されており、標準的なトラックの防錆塗装に比べると強化された塗装仕様となっている。

ところが、凍結防止剤散布車の作業環境は厳しく、納車後2～3年経過すると隅部や下回りに錆や塗膜の劣化が発生し、毎年補修塗装を繰り返す状況である。

補修塗装に使用される塗料の多くは新車時の塗装仕様を基準に行われているが、簡易的な補修には乗用車の下回り塗装に使用されるシャーシブラックといった膜厚の薄いスプレー塗料も使用されている。

(2) 複合サイクル試験

JIS K 5600-7-9 サイクル腐食試験方法のサイクル A および JASO M 609 自動車用材料腐食試験方法に規定されている、各種材料や塗料を対象とした促進腐食試験である。

実施した試験条件を表—3に、複合サイクル試験機を写真—1、図—1に示す。

表—3 複合サイクル試験条件

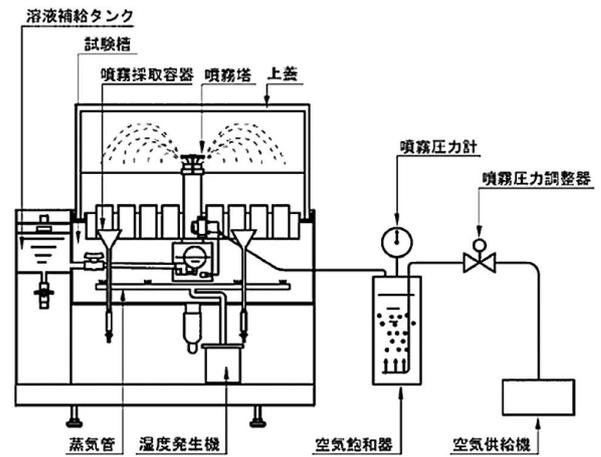
条件	時間	温度	湿度
①塩水噴霧	2hr	35 ± 1℃	
②乾燥	4hr	60 ± 1℃	20～30%
③湿潤	2hr	50 ± 1℃	95%以上

※塩水の試験溶液は、5%濃度、pH6.0～7.0である。

塩水噴霧の開始は瞬時であるが、①から②および③から①への温度移行時間は30分以内、②から③へは15分以内とされている。



写真—1 複合サイクル試験機



図—1 複合サイクル試験機の概要

(3) 屋外暴露試験

一般的な塗料の暴露試験は、各地の気象および環境条件により、長期間の腐食や劣化を比較するものであるが、凍結防止剤散布車は薬剤散布と高圧洗浄が繰り返されることから、気象変化に加え塩水噴霧と水洗浄を組み合わせた屋外暴露試験を実施した。

噴霧する塩水の濃度は、薬剤散布後の路面から直接跳ね返る状況を考慮し、10%の塩水を使用した。

水洗浄は、水道のホースを絞って高圧洗浄機を模擬する状態で実施した。

なお、塩水噴霧と水洗浄は週1回の頻度で実施するものとし、塩水噴霧後の表面が完全に乾燥する翌日以降に水洗浄を実施した。

また、屋外暴露試験の多くは試験板を傾けて配置するが、今回は車両の下回りなどを対象としているため、水平に配置して行った。

(4) 塗料試験板と塗装条件

複合サイクル試験および屋外暴露試験に使用した塗料の試験板は、JIS G 3101に規定される鋼板（150 mm × 70 mm）を使用し、塗装後は片側半分は×印の切り込みキズを付けて試験を実施した。

また、試験の塗装仕様は新車用と補修用に区分し、新車用は実際のトラックシャーシに施される電着塗装への上塗り状態を、補修用は予め錆を発生させた鋼板に2種～4種のケレン作業と補修塗装を行うことで実車の塗装条件を再現するものとした。

(5) 試験結果

塗料の腐食や劣化状態から、複合サイクル試験は90サイクル（720 hr、30日）、屋外暴露試験は12週間の経過にて終了し、各塗料の比較検証を行った。

新車用の塗装仕様は概ね良好な塗料が多い状況で

あったが、×印の切り込み周辺に小さな膨れや剥離が発生するものもあった。

予め錆を発生させた補修用は、ケレンの状態と下地処理が大きく影響し、約半数の塗装仕様に腐食や劣化が確認された。

近年の補修塗装に使用される塗料としては、塗装後の表面が半乾性の状態で、塗膜が劣化しにくく効果の持続性があるものや、錆に浸透して腐食の進展を抑制する下地処理などがあり、現場での性能が期待される塗料を推奨塗装仕様として整理した。

4. 現場実証試験

凍結防止剤散布車の状態と日頃の洗浄作業、改善・対策事項の検討を行うため、実際の作業現場にご協力いただくことで現場実証試験を実施した。

(1) 塩分濃度測定

車体の腐食や劣化要因となっている塩分の付着状況を把握するため、散布作業後および洗浄作業後の塩分濃度を測定した。

測定方法は、水分を含めた脱脂綿で車体表面を拭き取り、付着塩分量を塩水濃度に換算することで、塩分濃度を測定する簡易的な方法とした。

使用した脱脂綿は市販のカット綿とし、含める水滴と拭き取り面積、往復回数を調整することで、付着塩分濃度を確認できるものとした。

測定結果によると、散布作業時の気象条件、路面状態、散布作業量が異なるため、同一箇所の塩分付着量に変化すること、車両各部においても濃淡差が発生することとなった。

散布作業後と洗浄後の測定値を比較すると、7割程度に塩分濃度の減少傾向が見られ、3割程度が変化しない状況であった。下回りの裏側などは洗浄作業が難しい箇所なため、注意して洗浄ノズルを操作しなければ細部までの洗浄は困難となっている。また、頻繁に散布作業が行われる稼働率が高い地域や時期によっては、車体の洗浄タイミングを確保しにくいこともあり、付着塩分が累積することも考えられる。

(2) 洗浄試験

凍結防止剤散布車は、散布作業後に車体の洗浄を行うことが義務付けられており、寒冷地における深夜・早朝作業を考慮して、一般的には温水高圧洗浄機を利用した洗浄作業が行われている。

使用する機器により 50～80℃の温水と、5～9 MPa

の水圧となっているが、具体的には気象条件や雪氷などの付着状況により調整され、アンケート調査によると洗浄時間は 30 分前後が多い。

洗浄試験は、従来どおりの洗浄方法に対して、洗浄しにくく腐食しやすい箇所と塩分濃度の測定結果を考慮した重点的な方法として、洗浄時間内で注意する箇所と洗浄ノズルの向きを調整して実施した。

なお、使用した洗浄ノズルは車両下回りへの対応を考慮して先端に角度の付いた「へ」の字型で、旧型の直線タイプよりも洗浄効率が向上している。

(3) 洗浄用架台

凍結防止剤散布車の洗浄作業について、シャーシフレームなどの下回りの視認性と作業性を改善するため、また点検・整備時においても有効となる洗浄用架台を製作し、現場実証試験にて使用した。

整備工場におけるリフトアップ作業と同様、車両の下側にて直接目視可能となるため、シャーシフレーム内側などの洗浄や各部の点検・整備時には非常に有効的な設備である。

洗浄用架台の使用状況を図-2 に示す。

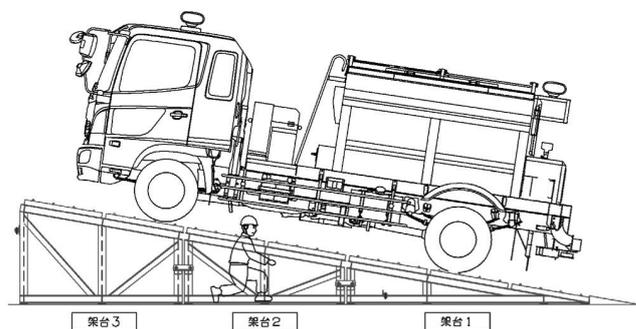


図-2 洗浄用架台の使用状況

(4) エア吹き作業

洗浄後は車体を乾燥させるため、また付着した水分の凍結を防ぐため、車庫内には暖房やジェットヒーターが装備されている場合もあるが、細部まで乾燥させるには時間を要する状態となっている。

凍結防止剤散布車の製造メーカーや点検・整備業者によれば、一般的な乗用車と同様に洗浄後は水分を除去して、乾燥状態を確保することが腐食防止対策には必要と判断されたことから、コンプレッサと噴射ノズルを利用した水切り作業を実施した。

コンプレッサは、圧力 1.0 MPa、吐出量 250 L/min 程度のベビコンと呼ばれるタイプで、口径φ 3 mm、長さ 1.0 m のエア噴射ノズルを取り付けて使用した。

洗浄後の車両は全体が濡れているため、完全に水分

を除去するまでには時間を要するが、細部の乾燥しにくい箇所や下回りの腐食しやすい箇所などを重点的にエア吹き作業を行った。作業時間は約10分とし、洗浄時間の約20分に比べて短時間とすることで、現場作業への負担が少ない範囲で試行した。

なお、エア吹き作業は、短期間で効果が確認できるものではなく、作業期間中に継続して対応することで、腐食や劣化の低減を図る対策であるため、日常的に多忙な現場へ作業を追加するという内容では導入が難しいことも考えられる。

5. 点検確認シート

凍結防止剤散布車の状態確認と要整備箇所を記録するため、車両の貸付時・返納時には外観確認を、整備前には部位ごとの状態確認を実施するものとした。

(1) 貸付時・返納時点検

貸付時の確認は作業期間中に車両を使用する受注者が実施し、返納時は車両を管理する発注者が対応するものとした。記入様式には車体の外観図を添付し、異常箇所にコメントを追記する方法で、運転操作を必要とせずに外観の腐食や劣化を対象とした。そのため、車両の点検・整備に関する知識や経験は特に不要で、所要時間は1台当たり10分程度を目安としている。

(2) 定期整備前点検

車両整備前に行う点検は、整備工場にて実施するものとし、腐食や劣化、損傷などの詳細記録と状況が確認できる写真を添付する様式とした。

除雪機械の点検・整備時には機械ごとに点検シートや記録用紙などもあるが、近年では同一業者が継続的に対応していない地域もあるため、内容を把握しやすい様式と写真を管理することで車両の変化や整備箇所を共通の様式にて確認できるものとした。

6. メンテナンス手法 (案)

アンケート調査、ヒアリング調査、塗料の比較試験および現場実証試験の結果を踏まえ、凍結防止剤散布車の耐久性向上を目的としたメンテナンス手法 (案) を作成した。

記載内容は、腐食や劣化を防ぐための対策や改善事項などメンテナンス全般を網羅するものとして、以下の項目について整理した。

- ・塗装仕様 (新車用・補修用の推奨塗料)

- ・貸付時・返納時の確認 (点検シート)
- ・洗浄と乾燥 (作業方法・使用機器類)
- ・保管時の対応 (点検・換気)
- ・健全度の確認 (整備前点検記録)

特に、発錆や腐食が進展する条件として、気温20℃以上、湿度65%以上の高温・多湿時が著しいため、夏期の保管時における対応は重要となっている。

一般的なメンテナンスとして、定期整備や車検整備が毎年行われているが、その実施時期は統一されていくわけではなく、冬期使用後 (車両返納後) 直ちに行うことが理想であるが、夏から秋以降に対応されている地域が多い。

車両の腐食・劣化対策を優先する場合、梅雨入り前に修繕作業を完了し、使用しない夏期の高温多湿環境下においては健全な状態で保管することが望ましい。

7. おわりに

凍結防止剤散布車は、除雪機械の中でも腐食や劣化が著しく、トータルコストという観点では本体価格に対して購入後の維持管理費用の割合が大きい機械に分類される。

また、近年のコスト縮減対応により、車両の更新台数削減や長期活用・延命化が急務となっているため、耐久性向上を目的としたメンテナンスが非常に重要となっている。

本業務にて検討した内容は、使用者や管理者の対応を追加・改善すること、塗装仕様を見直すことで車両の耐久性が向上すると考えられ、各種調査・試験結果からは効果の期待できる内容が多く確認された。

今後は腐食や劣化、損傷を低減するためにも、事前対策や予防整備などのメンテナンス対応を充実させることで、耐久性向上と延命化が実現することを期待している。

謝辞

最後に、本業務の実施にあたり、アンケート調査やヒアリング調査、塗料の比較試験および現場実証試験と多岐にわたってご協力いただいた関係各位、発注者である中部技術事務所の方々への感謝の意をあらためてここに表します。

JICMA

【筆者紹介】

太田 正志 (おた まさし)
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 研究第四部
主任研究員



部 会 報 告

コンクリート機械の変遷 (5)

機械部会 コンクリート機械技術委員会

第4部 コンクリート吹付機の変遷

1. 吹付けコンクリート機械の誕生

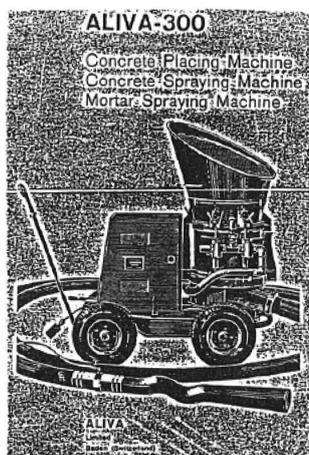
吹付機が世に生まれたのは、明治40年(1907)アメリカの彫刻家で博物学者 C.E.Akeley がセメントと砂の混合物を圧縮空気を利用して吹付ける装置を考案し、3年後に B.C.Collier によって「セメントガン」と名付けて開発された。大正3年(1914)にピッツバーグ鉱山ではじめて試験採用され、同じ頃トルクレット社によってヨーロッパで販売が始まり鉱山への導入が進められた。大正4年(1915)にトルクレット社がダブル圧力釜の連続バッチ式 mortar 吹付機を開発し、その後昭和5年(1930)にローター式吹付機が開発された。このローター式は、操作の難しい圧力釜式に代わって開発されたもので、現在の吹付機の原型と言えよう。これらの「モルタル吹付機」に対して、より高性能の「コンクリート吹付機」が要望され、昭和17年(1942)スイスのアリバー社の技術者 Senn によって乾式のローター型コンクリート吹付機が開発された。またトルクレット社も昭和20年(1945)に自社のモルタル吹付機を乾式のチャンバー型コンクリート吹付機に改良することに成功し、昭和22年(1947)に BSM 社(Beton Spritz Maschinen)も独自の乾式チャンバー型吹付機を製作した(写真-1)。

わが国では大正3年(1914)房総線の鷹ノ巣トンネルの法面吹付け工に採用されたようで、その後、上越線の清水トンネル等での実績もあるが、ほとんどが明かりの法面吹付け工事であった。

現在我が国の吹付けコンクリートは、明かりの法面および岩盤の吹付け(モルタルまたはコンクリート)とトンネルの支保材としての吹付けコンクリートと大きく二分され、吹付機も共通タイプからそれぞれ専用のタイプが開発され、とくにトンネル用は施工条件から、吹付機以外の要素機器を一体化した吹付けシステムとして発達してきた。

1.1 明かり(法面)用吹付けコンクリート機械

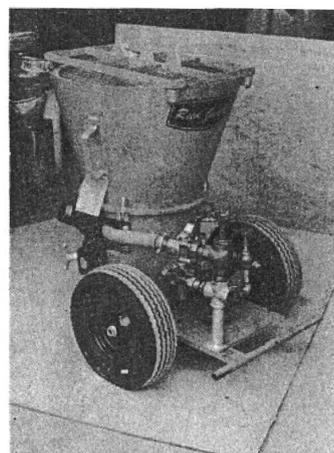
明かり(法面)吹付けコンクリートは、昭和38年(1963)にアメリカのエアブラコ社製のニュークリーター、スーパークリーターが導入され、翌年にはスイスの乾式吹付機アリバ(Aliva) BS-12 とアリバ300 が導入され、トンネルと明かり(法面)では同じ吹付機が使用されていた。しかし、昭和40年代に入ると明かり(法面)の吹付け工法は大きく変貌した。すなわち現実的に細骨材の管理が困難で、従来の乾式工法では、現地調達をせざるを得ない細骨材の湿潤の状態の程度でトラブルが頻発し、生コン状態で送れる湿式工法に流れていく傾向にあった。そして明かり専用の吹付機の開発が進み、現在の代表的な吹付機 S-4 型(写



a) アリバー 300



b) トルクレット S3 型



c) リードガン・モデル LOVA III R

写真-1 初期のコンクリート吹付機各種

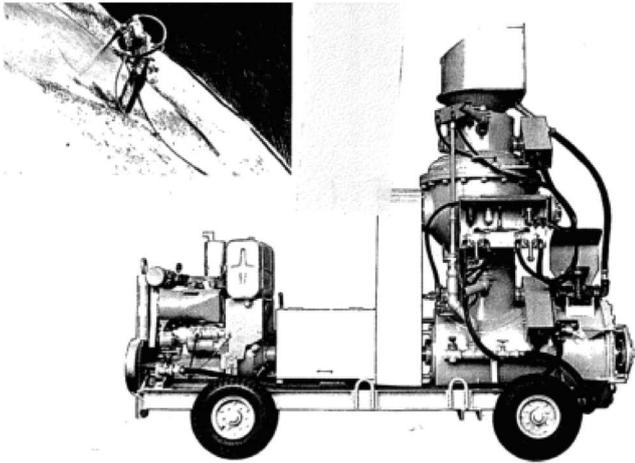


写真-2 S-4型吹付機

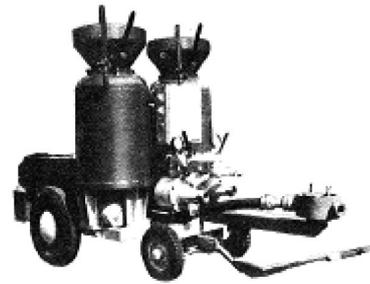
真-2) の原型である NG-1 型湿式吹付機が出現した。

1.2 トンネル用吹付けコンクリート機械

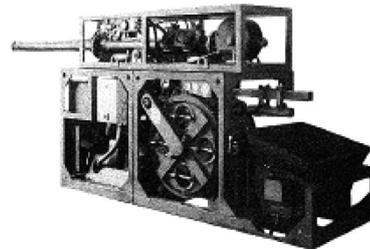
トンネル施工における吹付けコンクリートの本格的採用は、トンネル支保が鋼製支保工と矢板にかわって吹付けコンクリートとロックボルト (NATM) になってからである。

NATM (New Austrian Tunnelling Method) は昭和 19 年 (1944) にオーストリアのラブセヴィッツ博士によって提案された工法で、昭和 23 ~ 28 年 (1948 ~ 53) オーストリア Kaprun 水力発電所 Moll トンネル工事での実証試験工事から昭和 26 ~ 30 年 (1951 ~ 55) スイス Maggia 発電所トンネルでの試験等を経て、昭和 31 年 (1956) オーストリアで特許が与えられた。さらに同博士により NATM (New Austrian Tunnelling Method) と命名され、理論解析、実証が進展し、ヨーロッパ各国の鉄道・道路トンネル施工の多くに採用され確たる地位を築いた。このような背景を受けて、吹付機の進歩も著しく、吹付機の改良・発達が NATM 工法を安定化させたと言える。昭和 35 年 (1960) に入ると、湿式エア圧送式でチャンバースクリュー併用型の吹付機 (コンパルナス、スピロクリート等) が開発され、続いて湿式ポンプ式のチャレンジ社の製品が生まれた (各吹付機の形状について写真-3 に示す)。

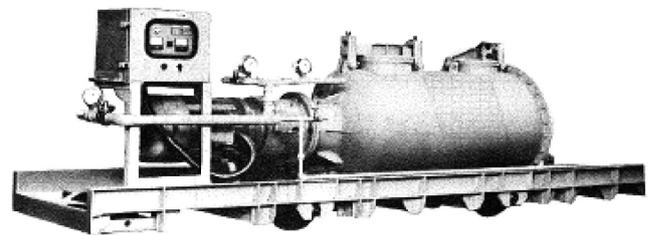
我が国に NATM が紹介されたのは昭和 37 ~ 38 年 (1962 ~ 63) であったが、施工法として定着するのはまだ 10 年以上先のことになるが、当時から吹付けコンクリート単独で採用され始めた。まず、昭和 39 年 (1964) に電源開発七色発電所の資材搬入トンネルでトルクレットによる試験施工が行われ、引き続き、青函トンネルでトルクレット S3-II 型が、さらに昭和 41 年 (1966) には北海道紅葉山線・新登川トンネル



コンパルナス TR-70 型



ショットクリート PC08-60M 型



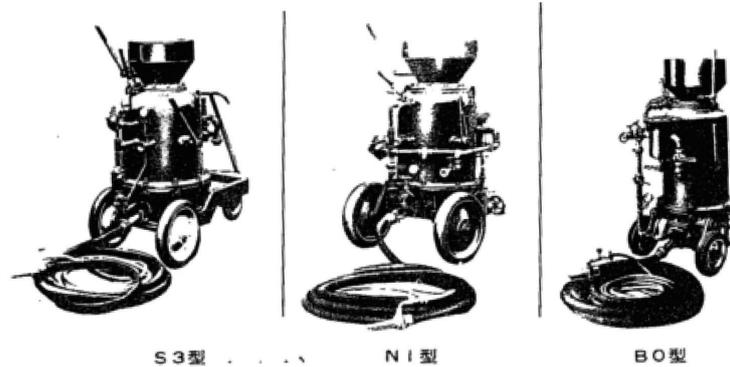
スピロクリート

写真-3 コンクリート吹付機各種 (昭和 35 年代)

の蛇紋岩による膨圧対策試験工事に採用され、吹付けコンクリート工法として普及し始めた (写真-4)。その後青函トンネルが本格的工事になると、トルクレット、コンパルナス、アリバ 300 型が、吹付けコンクリートを標準支保材 (NATM ではない) とした公団直轄の先進導坑で採用され、最終的にはアリバ 260 型 (アリバ 300 型の改良型) が先進導坑のみならず作業坑、本坑でも盛んに使われた。このローター式アリバ 260 型は乾式 (ドライミックスコンクリートを送ってノズル手前で水を添加する方式) の全盛時代を築き、現在でも使われている実績がある。

*現在の吹付け方式はコンクリート機械の変遷 (6) の「湿式・乾式の系統比較図」に示す。

昭和 61 年 (1986) に我が国で NATM が標準工法になると吹付けコンクリートは不可欠な支保材となり、吹付機も進歩し、多くの機種が生まれた。それらの中でアリバ吹付機は、吹付けコンクリート専用機械として、改良を重ねて、順調な発展をしてきた。とくに乾式の吹付機は専用タイプが全てであったが、その中でも群を抜いた実績を示した。時代の流れとともに品質管理面で通常のコンクリートに近いという理由から、生コンクリートを使う湿式へ傾向が高まり、ア

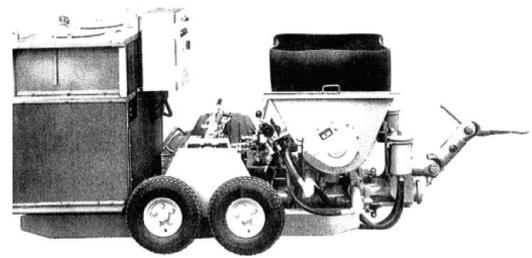


S3型 N1型 B0型
写真—4 コンクリート吹付機トルクレット各種 (昭和35年代)

アリバ260型のつぎに湿式専用ポンプ式の270型(写真—5), 続いて再びローター式の, アリバ280型(写真—6)が製造された。同機以降は乾湿両用タイプとなった。

さらに280型では, 吹付機で最も重要な機能の一つである材料給材装置(バイブレータホップと排気システム)(図—1)を日本で開発して骨材の粒度, 表面水, さらにスランプ変動にも強い吹付機(AL-280FF)となり, その後のアリバ型吹付機の発展の礎を築き, 285型(写真—7), 286型(写真—8)と進んで現在に至っている。乾式吹付機は前述したようにローター式が主流で, 他にはメナディアGM90(写真—9), リードガン(乾湿両用機)がある。他にはポケットフィーダタイプで, 水との混合効率を向上を目指したキャピラーミキシングシステムを採用したSBS乾式吹付機(写真—10)が出現した。

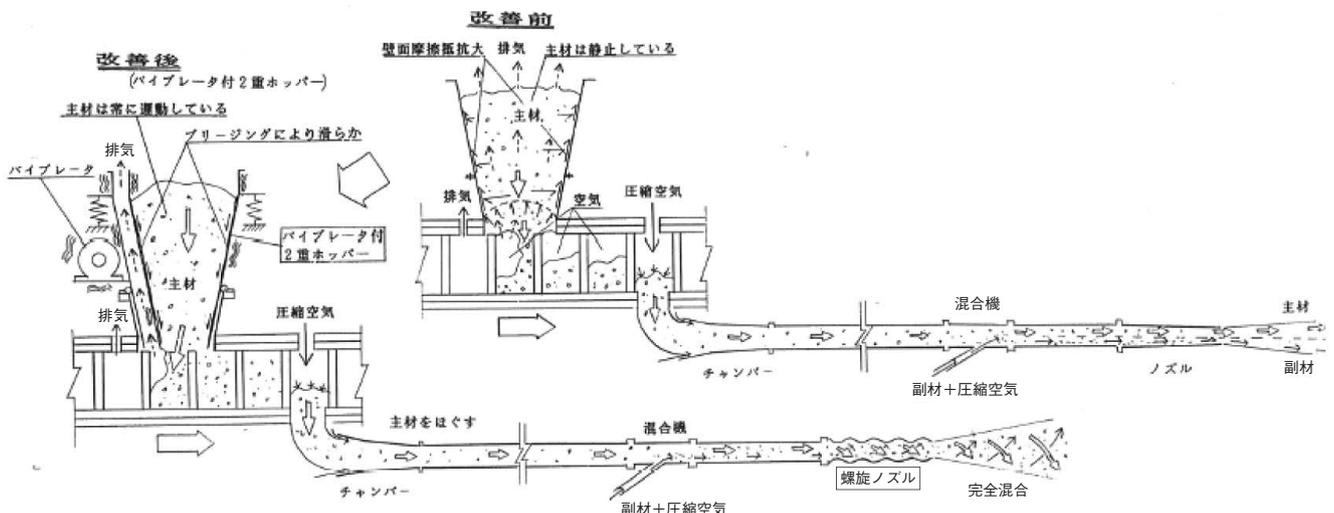
しかし, 画期的な技術を組込んだSBSの吹付機は乾式専用であることから, 湿式への移行していた当時においては, 十分にその成果を発揮するには至っていない。湿式における材料は, 最終段階で高圧空気によ



写真—5 アリバ270型



写真—6 アリバ280型

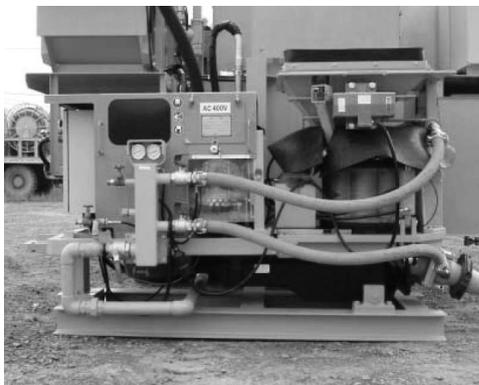


図—1 材料給材装置 (バイブレータ付二重ホップと排気システム)

てノズルから噴射させるが、空気と混ぜるまでの工程での材料圧送手段には、材料が生コン状態でありコンクリートポンプの機能が使えることから、当初よりポンプ式の吹付機も多く出現した。



写真一七 アリバ 285 型



写真一八 アリバ 286 型



写真一九 メナディア GM90

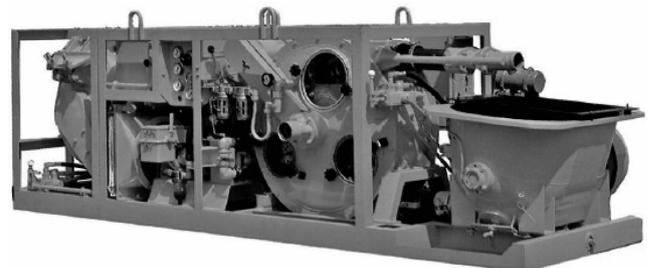


写真一〇 SBS 乾式吹付機

しかし、吹付け用のポンプは打設用のポンプに比べ、吐出量が非常に小さいこと、ピストン式(写真一11)ではその弁の切り替えによって発生する脈動や、使用するコンクリートの配合特性(打設用よりもポンプ圧送し難い配合)であることなどの条件により、最終的にはポンプとしての機構は同じでも最大吐出量を少なめにした吹付け専用タイプが多く出現した。ピストン式ポンプに対して、スクイズ式(写真一12)は切換え弁がなくその分脈動が少ない機構のため、吹付けコンクリート用に開発された機種があった。



写真一11 ピストン式



写真一12 スクイズ式

吹付機の機構的分類は以下の通り(ピストン式、スクイズ式、ローター式、など)。

- ・ポンプ圧送方式(湿式):
 - ピストンリングバルブ式: プッツマイスタ, サイドワインダ,
 - ピストンバルブ式: 技術資源, 古河, シンテック
 - スクイズ式: チャレンジクック(極東開発)
- ・ローター圧送方式:
 - アリバ 260(乾式), アリバ 280, 285, 286(乾湿式両用)
 - リードガン(乾湿式両用)
 - GM-90(乾式)
- ・ポケットフィルタ方式:
 - SBS 吹付機(乾式)

また、基本吹き付けシステムはコンクリート機械の変遷(6)の添付資料「コンクリート吹付機の経緯一覧表」に示す。

2. 吹付けコンクリートロボット（ノズルマニピュレータ）

吹付け施工時に吹付けノズルを保持する方法は、当初は人力が主流であった。とくに吹付け（ノズル）方向が横向きから下向きが主体となる明かりでは、現在でも人力が一般的である。しかし上向きが主体で高所まで吹付けを施工するトンネルでは事情が異なり、早くから機械によるノズルの保持、移動（将来のロボット）が検討され、実用化されてきた。

即ちトンネルでの吹付けコンクリート施工は坑内から天端、側面と範囲が広く、空洞化した内側には足場がなく、しかもノズルを上向きにする場合が多く、ノズルマンが直にノズルをもって吹付けコンクリートを行うと、リバウンドの材料をまともに受け、粉じんが多く発生する環境の中で重いノズルを持った過酷な作業となり、作業環境上、安全上からも人力に代わるノズルを保持するロボット（マニピュレータ）が必然的に出現し採用されてきた。ロボットの初期のマニピュレータは専用の機構ではなく、別の建設機械（例えば油圧ショベル）のブームを使ってノズルの保持装置を付加したものが盛んに用いられた。

現在では、吹付け専用のマニピュレータが圧倒的に多く、それが標準タイプとなっている。用途別では、鉄道、道路、水路トンネルの大断面から小断面用まで、あらゆるトンネル形状・断面に適合するタイプがある。以下にこれまで製造された吹付けロボットを機構別に解説する。

2.1 初期の吹付けコンクリートロボット

(1) 吹付け作業足場としてのロボット

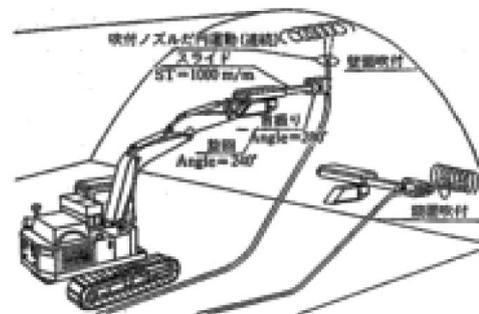
これは本来の吹付けロボットと言えないかもしれないが、吹付けロボットの進化の段階ではかなり重要な位置を占め、かつ、現在でも簡易的に使われることがある。とくにトンネル吹付けコンクリートの発祥地であるヨーロッパでは、現在でも使われている。手吹きではノズルを適切な位置にもっていくための足場がトンネル内壁にそってあらゆる位置に必要となるため、移動できる台車と旋回、伸縮、角度の自由度を持つブームにノズルマンを載せるバスケットとを組み合わせた形（写真—13：移動式高所作業足場）になる。現在では短期および部分的に吹付けコンクリートを施工するような規模の場合には採用される場合がある。そして人間によるノズル保持・操作を機械化して、足場としてのブーム機構と組み合わせた形態がその後のノズルマニピュレータ、いわゆる吹付けロボットとなっていく。



写真—13 移動式高所作業足場

(2) 他の建設機械のブームの流用

このタイプのロボットは、吹付けコンクリートが始まった当初に応急的に用いられたものが中心である。その母体となる建設機械は、油圧ショベルがほとんどで、当初はそのバケットにノズルを固定して、従来の油圧ショベルの機能のみでノズル操作をしていた（図—2）。しかし掘削作業時のバケットの動きと違って吹付け作業はノズルの移動過程が重要（トンネル内壁に沿って連続的に移動）となるため、施工性をはじめとして、付着、仕上がり、跳ね返り等で十分満足のいく結果は得られなかった。



図—2 油圧ショベルに直付けしたロボット

(3) 他の建設機械のブーム+専用アタッチメント

このタイプは、NATM 初期から発展期にかけて多く採用された、大断面（2車線、複線断面）用の代表的な1タイプで、距離のある空間中の位置確保には油圧ショベル（0.4～0.7 m³ クラス）の足回り、メインブームを利用して、新規にノズル部分の細かい動作機能を持ったアタッチメントを付加した形態で実用化された。前述したようにこの種のブームでトンネル断面に沿ってスムーズにブーム先端を移動させることは、十分でなく、これを補うためのアタッチメントが開発された（写真—14）。基本部分が既存機のため、実用性があり、当初は多くの機種が存在した。なお、この頃から、ロボットの操作はリモコン式が原則で、ノズル



写真—14 油圧ショベルに専用アタッチメント付

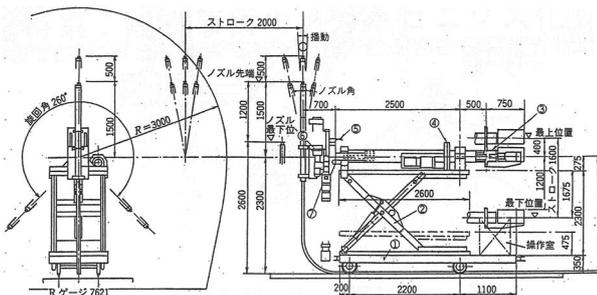
マンの最も都合のよい場所へ、操作ボックス（有線）を持ち運んで行うことが原則となり、吹付けコンクリートの品質、安全、作業環境性において、飛躍的な効果を示した。

(4) 吹付けコンクリート専用ブーム

建設機械（油圧ショベル）を基本としたブーム構成は、本来の機能である掘削するためには最も合理的な動きができるが、トンネル内の壁面に沿った滑らかな3次元の動きには不備な点が多く、大容量の本格的な吹付け作業に対して施工性をはじめとして、付着、仕上がり、跳ね返り等で十分満足のいく結果は得られなかった。このため、ノズルが本来の吹付けに最も適した方向、位置に移動できる専用のブームが開発され現在にいたっている。

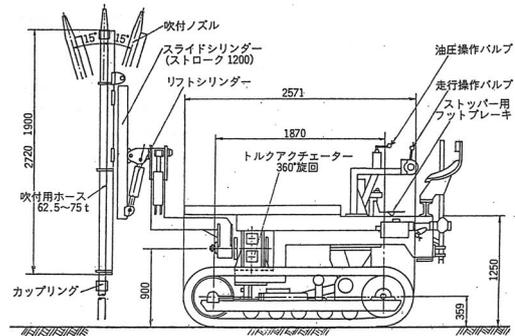
①断面限定型吹付けロボット

一定のトンネル断面を想定して、考えられたタイプで、ノズルが円筒状のトンネル内壁に常に垂直に面して移動できるよう、トンネル軸を中心に断面内で旋回する極座標ブームで、とくに小断面トンネルを対象としたものが多く、レール方式の場合、ノズルを保持した伸縮ブームの固定中心をトンネル中心高さに一致させられるパンタグラフ式上下昇降機構、ノズルがトンネル軸方向前後に移動できる回転軸のスライド機構で成り立っている（断面中央への位置決めは、トンネル内中央に敷設されたレールで決まる（図—3））。レールの代わりにクローラの足回りを履いたタイプでは、通常の2車線（複線）断面クラスの上半先進ベンチカッ



図—3 断面限定型吹付けロボット

ト工法において上下半で稼働できる、機動性の高い専用ロボットで、NATMが始まった初期に開発された。ノズルの方向は上記と同様のトンネル断面において極座標に動き、その回転軸の高さは一定であるが回転角毎にノズルを保持するブームの長さを伸縮させ、前後にはクローラの前後進で吹付け面に極力垂直に向けることができる。小型、軽量、機動性に富んでいたのが結構重宝に使用された（図—4）。



図—4 初期の専用吹付けロボット

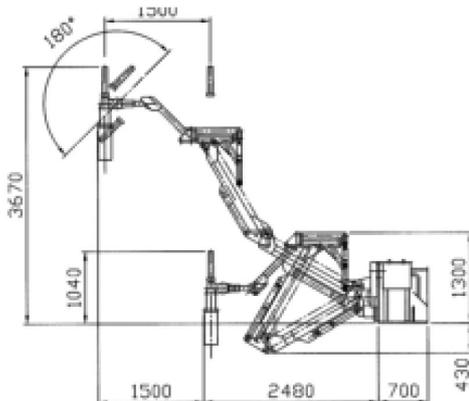
2.2 NATM 円熟期（現状も含む）の吹付けコンクリートロボット

(1) リンク機構を主体にした専用ブーム

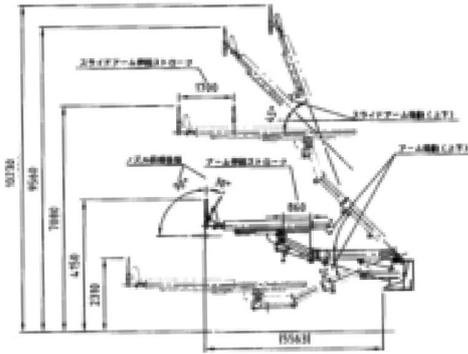
ブーム根元には回転機能（根元ロータリー）を備えトンネル断面内を極座標系（ブームを半径とした根元の回転角）で動き、割合小型で、トンネル半径、軸方向もリンク機構でリニア運動させる（図—5）。

(2) スライド機構を主体とした専用ブーム

ブームの伸縮（半径方向）、トンネル軸方向もスライド機構、ブームの根元はロータリー機構がなく、ヨーイングとチルト機構でトンネル断面方向は断面内座標（xy軸運動）で動き、トンネル壁面に沿った円周方向の連続的な動きには、ヨーイング、チルト、ブーム伸縮の3方向の操作を同時に行う必要がある。構造上、



図—5 リンク機構を主とした専用ブーム



図一六 スライド機構を主とした専用ブーム

ノズルの保持力が大きく、大容量吐出方式あるいは、ノズルまでポンプ圧送する方式には有利である (図一六)。

(3) リンク・スライド両機構併用型専用ブーム

トンネル軸方向のように単調なリニア運動にはスライド機構とし、トンネル断面方向には、その円周形状に運動軌跡を合わせたブーム根元にロータリーをつけた理想的な組み合わせに近づけた機構である。ただし超大断面で回転半径が大きくなり、しかも大容量吐出でのノズルの重量が増大すると根元のロータリーへの負担が大きくなり、故障のトラブルが増える傾向にあるため、上記スライド機構を主体としたブームへ移行

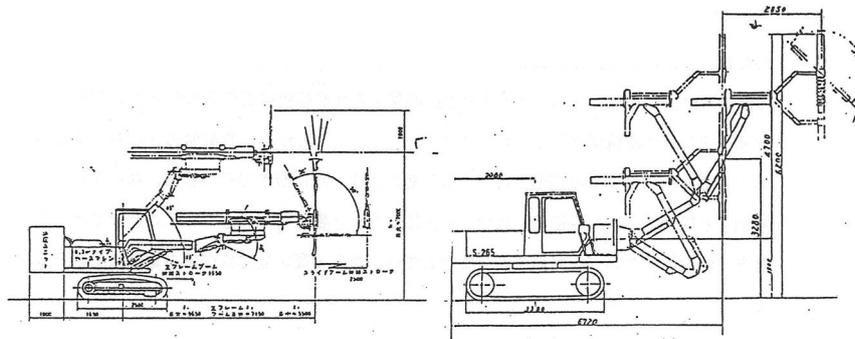
する傾向がある (図一七)。

(4) 自動吹付けロボット

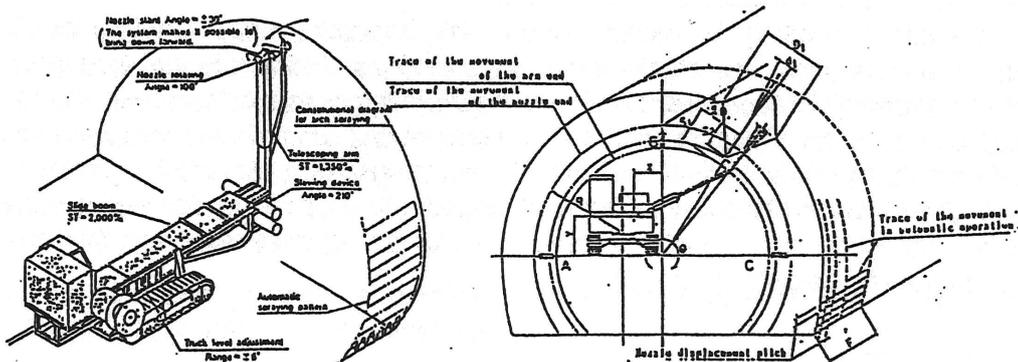
これまでの吹付けロボットの操作は、人力によるリモコン操縦で開発されてきた。しかし機構が複雑化し、その機能を十分に発揮させるためには、自動操縦 (自動化) への試みは当然の流れかもしれない。とくに NATM 発展期は、高度成長の時期にあたり、建設業のロボット化の機運が高く、よけいに拍車がかかった時期でもあった。ロボット機能としては以下のようなものであった。

- ・吹付け面とノズルの角度、距離を一定に保つ
- ・吹付けが均一かつ一様になるように、ノズル移動スピードを一定または所定のスピードに制御する
- ・ノズルの移動軌跡を決めて、自動で移動させる

これらの機能を制御方式で分類すると、シーケンス制御方式とティーチングプレイバック方式とがある (図一八)。ティーチングプレイバック方式は、シーケンス方式に比べ自動化レベルでは、はるかに高度になっているが、発破掘削のような変化の激しい吹付け面の状態を正確にティーチングすることは現実的に難しく、またその手間を考えると実用面からは、人の直視による操縦の方がより現実的であるという判断から、いずれも試験の段階を超えることはできなかった。



(スライド機構を主体とした吹き付けロボットと多関節とスライド機構マニピュレータ)
図一七 リンク・スライド機構併用型専用ブーム



図一八 シーケンス制御方式 (左) とティーチングプレイバック方式 (右)

部 会 報 告

ISO/TC 195 (建設用機械及び装置専門委員会) 中国・張家界国際会議報告

標準部会

2014年5月13日～16日の4日間、中国湖南省張家界市で開催されたISO/TC 195 (建設用機械及び装置専門委員会)、SC 1 (コンクリート機械及び装置 分科委員会) 及び WG 9 (自走式道路建設用機械の安全作業グループ) の国際会議に日本代表として出席したので、その内容を報告する。

1. はじめに

ISO/TC 195 国際会議は例年5月に開催され、今年には中国SAC(国家標準化管理委員会)及びZoomlion(中聯重科)社の招致により、湖南省張家界市にあるプルマンホテル張家界の会議室において表-1に示す日程で行われた。

表-1 ISO/TC 195 各会議日程

日 時	会 議 名
5月13日～14日 (並行開催)	SC 1 (コンクリート機械及び装置; 日本が議長及び幹事国) 本会議 WG 9 (自走式道路建設用機械の安全) 会議
5月15日	予備日
5月16日	ISO/TC 195 本会議

今回、日本からは表-2に示す3名の関係者が参加した。

表-2 日本からの出席者

氏 名	役 割
大村 高慶	ISO/TC 195/SC 1 議長
清水 弘之	ISO/TC 195/SC 1/WG 4 コンビナー
小倉 公彦	協会 ISO/TC 195 事務局, ISO/TC 195/SC 1 国際幹事

各国からの会議出席者は、ドイツ (5) (幹事国)、中国 (24) (ツイニング幹事国/ホスト国)、フランス (4)、米国 (2)、韓国 (2)、スウェーデン (2)、フィンランド (1) 及び日本 (3) の各 TC 195 関係者であり、8ヶ国計43名であった。

なお、今年には経済産業省施策「平成26年度国際幹事等国際会議派遣事業」による支援を受け、一部当協会予算による出張となった。

【会議出席の目的】:

ISO/TC 195/SC 1 議長国として各国提案の進捗状況を確認するとともに、日本から提案中の1件(トラックミキサー第1部:用語及び商業仕様)を推進する。

ドイツがコンビナーを務める WG 9 会議にも出席し、Pメンバー国として日本の意見を具申する。

さらに、ISO/TC 195 本会議において SC 1 の決議を報告するとともに、幹事国ドイツが提案している TC 195 組織再構築及び改編の進捗状況を確認する。

2. 会議概要

1) 5月13日～14日:ISO/TC 195/SC 1 (コンクリート機械及び装置) 本会議

【出席者】:ドイツ (1)、中国 (11)、韓国 (2)、米国 (2)、スウェーデン (1)、フィンランド (1)、日本 (3) /議長:大村高慶、WG 4 コンビナー:清水弘之、幹事:小倉公彦、計7ヶ国; 21名

ISO/TC 195/SC 1 本会議では、次の決議が採択された。
決議1: SC 1 幹事による前回以降の活動報告が承認された。

決議2: NP 19711-1 「トラックミキサー Part 1:用語及び商業仕様」(WG 4) -日本提案

投票結果の報告及び討議 (コンビナー 清水氏)

NWIP 投票の結果、賛成7、反対0、棄権5で承認された。地下工事用機械(アンダーグラウンドマシン)は適用範囲に含めない。WG 4 は WD 見直しを継続する。SC 1 幹事は、本プロジェクトを次の段階へ進めることを ISO 中央事務局に連絡する。

決議3: NP 19720-1 「コンクリート及びモルタル準備用機械及びプラント - Part 1:用語及び商業仕様」 - 中国提案 投票結果の報告及び討議

NWIP 投票の結果、賛成6、反対1、棄権5で承認

された。SC 1 幹事は、本プロジェクトを次の段階へ進めることを ISO 中央事務局に通知する。さらに、新たな WG の結成及び専門家の招集を行う。新コンビナー兼プロジェクトリーダーは、関連文書／規格の情報も含めた作業案文を準備する。この案文を WG 専門家に配布のうえ、作業案文を投票にかけ、次回 SC 1 会議迄に各国コメント及び投票結果を準備する。

決議 4：DIS 13105-1, -2「コンクリート表面こて仕上げ機械—Part 1：用語及び商業仕様」, 「同一 Part 2：安全要求」(WG 2) —米国提案

DIS 投票結果 2 件に関する報告及びコメントに対する結論が承認された。WG 2 プロジェクトリーダーは、FDIS 投票の為の提出文書を準備する。

決議 5：CD 17740-1「定置式コンクリート打設システム—Part 1：用語及び商業仕様」(WG 3) —韓国提案

CD 投票結果を受けた活動につき報告、承認された。追加コメントを織り込んだ WG 3 の対応に SC 1 は謝意を表し、WG 3 プロジェクトリーダーは DIS 投票の為の文書を SC 1 幹事へ提出、SC 1 幹事はそれを ISO 中央事務局へ提出する。

決議 6：定期的見直し案件—軽微な改正 (Minor revision) 項目

ISO 18650-2「コンクリートミキサー—Part 2：混練効率の試験方法」

ISO 21573-1「コンクリートポンプ—Part 1：用語及び商業仕様」

上記 2 件に関して軽微な改正で進めている旨を報告、承認された。ISO 21573-1 は締切までに FDIS 投票のこととし、ISO 18650-2 も ISO 中央事務局で準備中であり、同様に FDIS 投票に付される。

決議 7：次回開催時期

次回 SC 1 会議は、2015 年の ISO/TC 195 本会議に合わせて開催する。

決議 2 において、フィンランド、スウェーデンから「トンネル内などで稼働する地下工事用機械も適用範囲に加えるべき」との意見が出されたが、地下工事用機械は種々拘束条件など厳しいものがあるので、適用範囲から外すべきとの意見が強く、含めないこととなった。

決議 3 において、日本は「今回提案の範囲に含まれるドライミキストコンクリートは、JIS A5308 で定められたレディーミキストコンクリートの要件 (下記) と合致しない」ことを理由に、NWIP 投票で反対した。

8.3 練混ぜ

a) レディーミキストコンクリートは、8.1.3 に規定するミキサによって、工場内で均一に練り混ぜる。(中略)

8.4 運搬

レディーミキストコンクリートの運搬は、次による。

a) レディーミキストコンクリートの運搬は、8.1.4 に規定する運搬車で行う。

b) レディーミキストコンクリートの運搬時間は、生産者が練混ぜを開始してから運搬車が荷卸し地点に到着するまでの時間とし、その時間は 1.5 時間以内とする。ただし、… (以下略)

しかし、席上議論の末「国内での制約に配慮した記述とすること (例：適用範囲の項に” 国家・地域的基準が優先される” 旨を注記)」を条件に日本も賛成し、追って日本からも専門家を任命することとした。

決議 4 において、米国 WG 2 プロジェクトリーダーは今回不参加の為、事前にレポートを SC 1 幹事へ提出した。

決議 5 において、中国からルール上を走行するコンクリート打設システムも適用範囲に含めるよう要求があったが、「定置式」には当たらないとして却下された。

当初、SC 1 会議は 1 日半の予定であったが、議事進行が円滑に行われ、1 日で全ての議題を終了した為、同日程で並行開催された WG 9 会議のうち、後半 5 月 14 日に出席した。



写真—1 ISO/TC 195/SC 1 会議風景

2) 5 月 14 日：ISO/TC 195 第 23 回本会議

【出席者】：ドイツ (5), 中国 (24), フランス (4), 米国 (2), 韓国 (2), フィンランド (1), スウェーデン (2), 日本 (3) / 議長兼幹事代行: Hartdegen 氏 (ドイツ), 計 8ヶ国; 43 名

ISO/TC 195 本会議では、次の決議が採択された。

決議 1: TC 195 幹事による活動報告が承認された。

決議 2: 本会議において修正された事業計画が採択された。採石及び鉱山用穿孔機器の除外に関する修正を加える。この事業計画によって認識された、ISO/TC 195 と他の ISO/TC との適用範囲重複を解決する為、当該 TC と協力し対処する。

決議 3: 構造見直し及び新 SC の創立に関し、拡大構造の例として、CEN/TC 151 を参照する。必要に応じて新たな SC を創立するが、ISO ルールに則り、議長と幹事の適任者が確保された場合のみ行う。

決議 4: 中国は、新たな機械 (steel bar processing machinery) を適用範囲に含める必要がある場合、更なる情報を TC 195 幹事に提供し、TC 195 幹事はそれを議論に供する。

決議 5: SC 1 議長、同 WG 2 コンビナー、TC 195/WG 5 コンビナー、同 WG 8 コンビナー及び同 WG 9 コンビナーらによる活動近況報告が承認された。

決議 6: ISO 11886 「建設用機械及び装置—杭打ち及び引抜き機械—用語及び商業仕様」定期的見直しについて、ISO/TC 195 は WG 2 に用語の見直し作業を開始するよう要求する。

決議 7: ISO 21873-1 「建設用機械及び装置—自走式破碎機—第 1 部：用語及び商業仕様」定期的見直しについて、ISO/TC 195 は FDIS 用案文を提出する。

決議 8: ISO 20500 シリーズについて、期限切れによる自動キャンセルを回避する為、ISO/TC 195 はプロジェクトを予備段階へ戻すよう ISO 中央事務局に要求する。

決議 9: ISO/TC 195 は、ISO/TC 127, ISO/TC 82, ISO/TC 214, ISO/TC 110/SC 4 及び CEN/TC 151 のコンビナー及び幹事らによるリエゾンレポートに謝意を表す。



写真—2 ISO/TC 195 本会議風景

決議 10: ISO/TC 195 は、ISO 中央事務局 TPM の報告に謝意を表す。

決議 11: ISO/TC 195 は、チリ及び南米諸国で建設用機械及び装置が製造及び使用されていることから、次回会議をチリ国サンチアゴで開催することに合意する。また、これらの国々が ISO/TC 195 の P メンバーとなるよう奨励する。CONEXPO ラテンアメリカの開催期間 (2015 年 10 月 21 日～24 日) に合せた日程とし、10 月 12 日～30 日の間、すなわち 10 月 12 日～16 日の週、19 日～23 日の週又は 26 日～30 日の週のいずれかで会議開催を提案する。2014 年 8 月末までに CECE サミット 2015 の開催日が決定される見込みであり、正確な会議日程はそれにより決定する。

決議 5, 7 において、WG 8 米国コンビナーは今回不参加の為、事前にレポートを TC 195 へ提出した。

決議 11 は、昨年日本から開催時期見直しを提案したことを受け、TC 195 幹事国ドイツが各国の意向調査を実施し、今回は 10 月に開催されることとなった。

今回、ドイツ幹事 Kampmeier 氏が急遽欠席となった為、議長 Hartdegen 氏が代行、又 Drees 氏及び Kiefer 女史が補佐役を務めた。



写真—3 ISO/TC 195 本会議出席者

3) 5 月 13 日～14 日 ISO/TC 195/WG 9 (自走式道路建設用機械の安全) 会議

【出席者】: ドイツ (5), 中国 (15), フランス (4), 米国 (2), スウェーデン (1), 日本 (1)
／コンビナー兼幹事代行: Hartdegen 氏 (ドイツ), 計 6 ヶ国; 28 名

昨年 9 月に仏国で開催の国際 WG 会議に続き、WG 9 では次の項目につき議論された。

1. 自走式道路建設用機械の安全要求事項

EN ISO/WD 20500-1, -2, -3, -4, -5 への各国コメントに対する議論及び文書見直し

2. 前回宿題事項の報告及び議論
3. 追加提出されたコメントに対する議論
4. 特設グループ報告
 - 4.1 - 瀝青煙霧／ガス
 - 4.2 - 自走式道路建設用機械の視界性
 - 4.3 - 性能レベルの附属書
 - 4.4 - コンベア
5. ドイツ提案—追加の附属書 " 汚染防護装置—汚染区域で使用される自走式道路建設用機械の運転室に備える呼気供給装置 " についての議論

EN ISO/WD 20500-4 における締固め機械の分類に関して、前回仏国での国際 WG 会議で日本より「本規格の適用範囲はランマ・振動プレートのみだが、EN 500-4 に整合させてローラも含めるべき」旨意見提出したが、「EN 474 をベースに ISO 20474 を制定した際、ローラを土工機械に分類することで欧米各国が合意した過去の経緯から、EN 500 をベースに ISO 20500 を制定するに当たっても ISO 20474 に整合させた分類を意図しており、EN 500 の分類への逆戻りは考えていない」との各国専門家コメントであった。その後、「(搭乗式ローラは土工機械に分類されるとしても) ハンドガイド式ローラはランマ・振動プレートと同じ締固め機械に分類するのが望ましい」との国内意見を背景に、席上で再度検討を要求した。しかしながら「ハンドガイド式ダンパも土工機械に分類されており、同様にハンドガイド式ローラも締固め機械から除外する」とのコンビナー回答により却下された。

なお、ISO 6165 土工機械—基本的種類—識別及び用語並びに定義でも同様に、ローラは土工機械に分類されている。



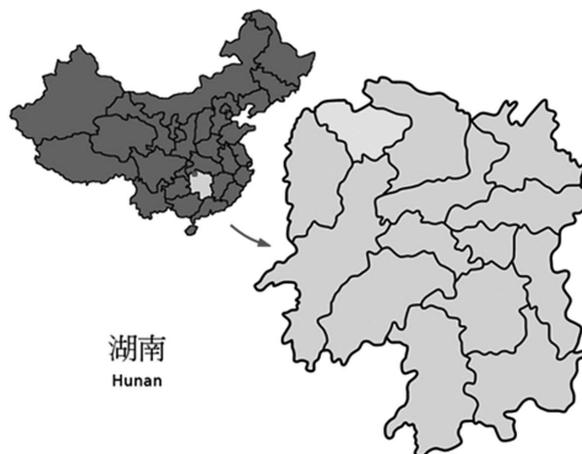
写真—4 ISO/TC 195/WG 9 会議風景

4) 所感

この国際会議は今回で 23 回目になる。前々回よりドイツが ISO/TC 195 の組織再構築及び改編を提唱しているが、これまでのところ具体的な進捗はみられない。日本提案 (トラックミキサ) が承認され、清水氏が SC 1/WG 4 コンビナーに就任したことで、日本の存在を強くアピールしているが、ほぼ同時に中国提案 (コンクリート及びモルタル準備用機械及びプラント) も承認されている。引き続き SC 1 の活動を促進し、TC 195 及び他 WG へも影響を及ぼしていくことで、建設用機械及び装置産業における日本の国際競争力維持・発展に貢献できると信じる。

5) その他

中国での TC 195 国際会議開催は、2011 年北京以来で 3 年ぶりになるが、長沙市に本社を置く Zoomlion (中聯重科) 社の意向もあり、今回は湖南省張家界市にあるプルマンホテルが会議場となった。張家界市は、重慶市・湖南省長沙市・湖北省武漢市を結ぶ三角形のほぼ中点に位置し、長沙市からは約 300 ~ 400 km の距離にある。前漢時代の劉邦に仕えてその覇権を助けた留侯張良の隠居の地であったことから「張家界」の名がついたと伝えられ、旧大庸市が 1994 年に張家界市へ改称された。地殻変動により隆起した珪砂岩群の奇峰と原始林に覆われた溪谷が形成する景観から、1982 年に中国初の国家森林公园に指定され、1992 年には張家界国家森林公园、索溪峪風景区、天子山風景区の 3 区からなる武陵源自然風景区がユネスコ世界自然遺産に登録されており、中国有数の観光地となっている。近年では、米国 SF 映画に登場する地球外天体の景観がこれら奇岩群に類似することから、「アバター」のロケ地として宣伝されている (3D CG 映像の原型になったとされる)。



図—1 湖南省張家界所在地



写真—5 張家界国家森林公园



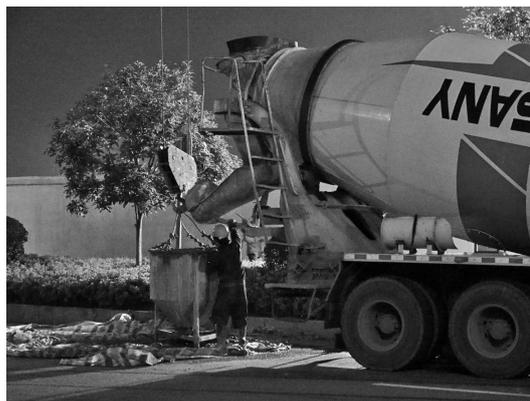
写真—6 ホテル観光案内所の説明図

日本からのアクセスは、上海空港又は広州空港経由張家界荷花空港行き中国東方航空・上海航空・中国南方航空などを利用するが、中国国内線の時刻表が頻繁に変更され、予約した便の出発時刻が急に早まったり、或いは廃止されたりする為、一度ならずJAL便のフライト変更・予約キャンセルを余儀なくされた。

張家界荷花空港—ホテル間の交通手段はタクシーのみで、空港で客待ちしている運転手達の言い値（協定価格？）と、ホテルが手配した場合の「正規料金」が倍ほども違っており、中国語が通じないと不利益を被るリスクがある。



写真—7 ホテル周辺で作業中のトラックミキサとコンクリート打設ブーム



写真—8 夜間作業中のトラックミキサ（バケットへコンクリート投入）



写真—9 張家界周辺の工事現場で駐機中の油圧ショベル



写真—10 張家界周辺の工事現場で駐機中のコンバインドローラ

- ※1 ISO 関連用語の解説
ツインギング：2ヶ国による（幹事国）協同運営、コンビナー：（作業グループ）主査
- ※2 ISO 規格・組織略語の解説
TC：専門委員会、SC：分科委員会、WG：作業グループ、NWIP：新規業務項目提案、WD：作業ドラフト、CD：委員会ドラフト、DIS：国際規格ドラフト、FDIS：最終国際規格ドラフト、ISO/CS：ISO中央事務局
- ※3 CEN：欧州標準化委員会

04-350	ノンコアボーリングによる切羽前方の重金属類予測法	西松建設
--------	--------------------------	------

▶ 概 要

本技術は、山岳トンネルにおいて切羽前方の地質探査と同時にノンコアボーリングで得られる地山試料（以下、くり粉^{*}）を用いて、重金属類の溶出リスクを評価するものである（特許出願済）。

山岳トンネルにおいて、地山に特定有害物質の重金属類が存在する可能性がある場合、掘削ずりを分析し、基準適否を判定した上で仕分けを行い、再利用先または処分先に搬出する。分析期間中の仮置場が必要となるため、仮置場の用地が十分に確保できない場合は、掘削前に重金属類溶出リスクを予測する方法が求められている。従来、掘削前の調査は、コアボーリングで得られる地山試料を用いて行われるが、迅速性とその費用に課題があった。本技術は、山岳トンネルの汎用削岩機（ドリルジャンボ）を使用したノンコアボーリングで得られるくり粉を分析試料とし、コアボーリングに比べて短期間かつ低コストで重金属類溶出リスクの予測が可能である。

注^{*}くり粉：ノンコアボーリングで得られる岩の破砕片で、削孔水と共に孔口より排出される。

▶ 特 徴

本技術の特長として次の点が挙げられる。

- ①コアボーリングに比べて短時間（約8割減）、低コスト（約5割減）で試料採取が可能
- ②対象区間の全粒径のくり粉を効率的に採取できるため、分析評価の信頼性が向上
- ③削孔作業の支障とならずに施工中のくり粉を安全に採取可能
- ④切羽前方探査（当社技術 DRISS）を同時に実施可能

▶ 用 途

山岳トンネルにおける地山の重金属類溶出リスクの予測

▶ 実 績

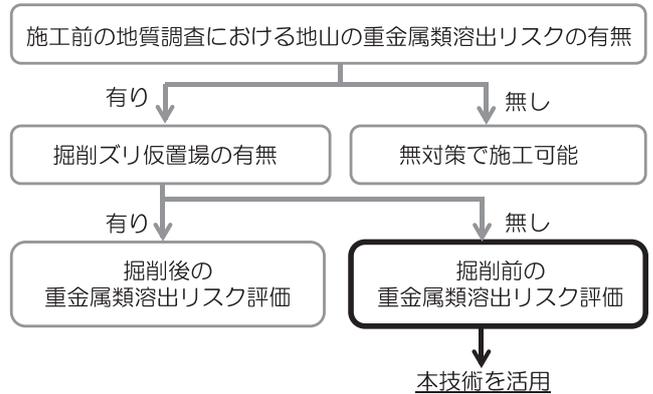
砒素溶出リスクのある地山（新第三紀泥岩）の重金属類予測

▶ 問 合 せ 先

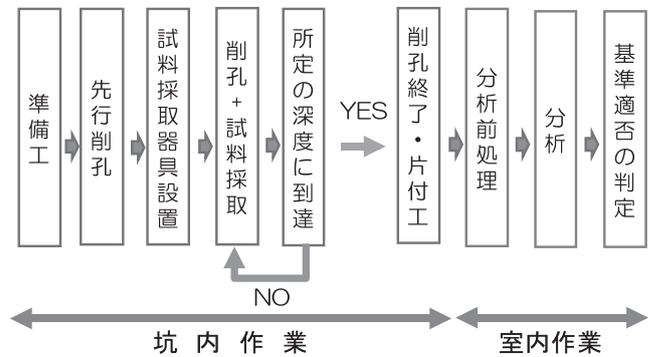
西松建設(株) 技術研究所

〒105-8401 東京都港区虎ノ門1-20-10

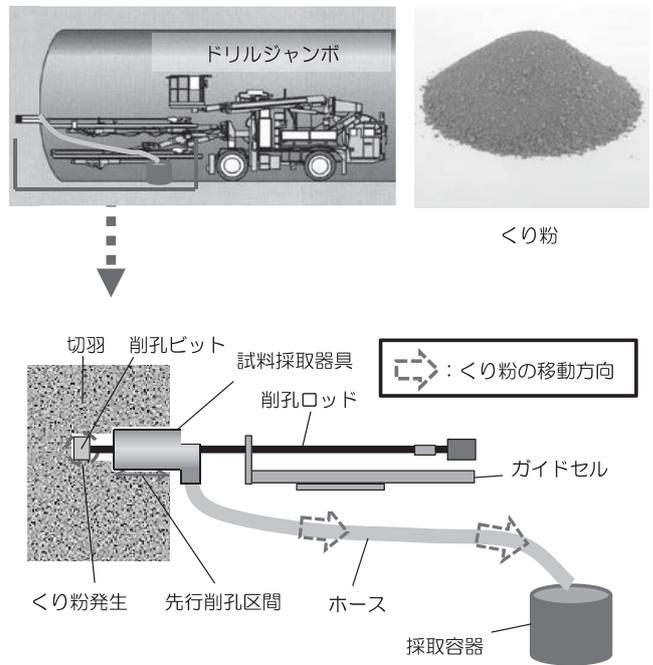
TEL：03-3502-0247（代表） Fax：03-3502-0228



図一 本技術の活用条件例



図二 本技術による重金属類予測フロー



図三 本技術による試料採取イメージ

新工法紹介

02-141	場所打ちコンクリート杭施工管理システム	フジタ
--------	---------------------	-----

概要

フジタ式アースドリル杭工法^{*1}は、鉛直支持力や杭体のコンクリート強度などの設計で要求される性能を確実に確保する為に、独自に改良を加えた以下に示す5つのフジタ式の工法を、フジタ独自の標準管理仕様に基づいて実施する、アースドリル杭およびアースドリル拡底杭の施工法である。

- ①杭頭心ずれの施工精度を確保する為の敷き鉄板枠敷設工法
- ②杭頭部の主筋を溶接しないで組み立てる杭頭部無溶接工法
- ③棒状スライム処理機を用いた良液置換によるスライム処理工法
- ④杭頭部のコンクリート強度を確保するための杭頭バイブレータ工法 (写真-1)
- ⑤杭の深さ方向に配合の異なるコンクリートを打ち分ける配合調整工法

今回開発したシステムは、同工法の現場での計測数値等をタブレット端末で入力し、施工状況をリアルタイムに「見える化」することで施工が計画通り高品質で実施されていることが確認、管理できるシステムである。

* 1：財団法人日本建築センター BCJ- 審査証明 -97



写真-1 杭頭バイブレータ設置状況

特徴

- ①リアルタイム画面によりコンクリート高さやトレミー管挿入長が数値で確認でき、撤去可能かどうか一目で確認できる(図-1, 2)
- ②残り打設数量、平均打ち上げ高さおよび平均杭径を自動算出する事で、計画通り施工されているか確認できる

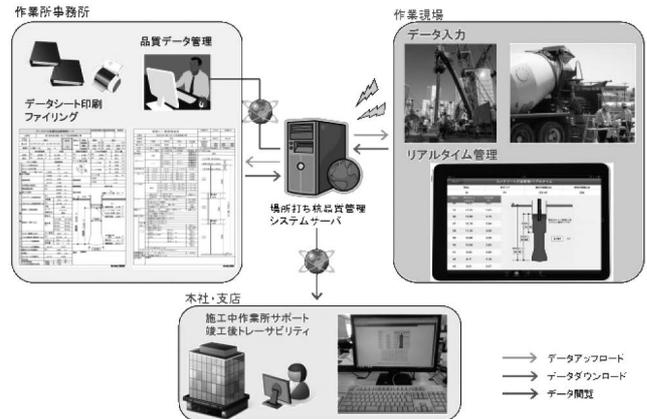


図-1 システム概要図

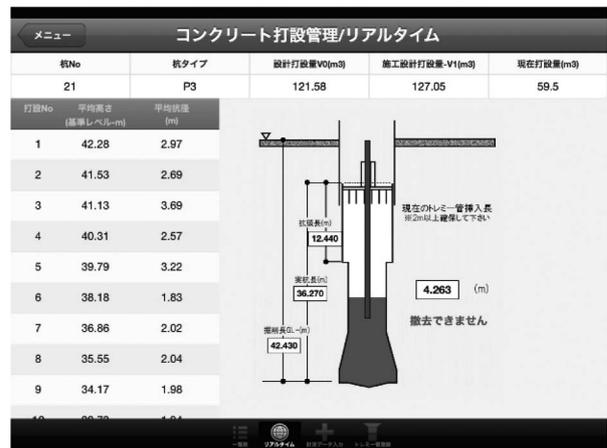


図-2 リアルタイム画面

- ③現場での使用に特化した独自テンキーを開発
- ④インターネット経由で事務所や支店からでも情報をリアルタイム共有できる
- ⑤帳票作成の為に管理ファイル (Excel 形式) との連動を簡単に行う事ができる

今後、現場場所打ち杭の施工にあたっては同システムを利用したフジタ式アースドリル杭工法の導入を進め、常に安定した場所打ち杭の構築を図っていく。

用途

・フジタ式アースドリル杭工法、アースドリル杭工法

実績

・首都圏マンション4現場 160本

問合せ先

(株)フジタ 広報室

〒151-8570 東京都渋谷区千駄ヶ谷4-25-2 修養団 SYD ビル

TEL : 03-3402-1911 FAX : 03-3404-8477

新機種紹介 機関連誌編集委員会

▶ 〈01〉ブルドーザおよびスクレーパ

14-〈01〉-01	コマツ ブルドーザ D37PXi-23	'13.12 発売 新機種
------------	-------------------------------	------------------

世界初(※1)の自動ブレード制御機能を搭載した小型 ICT (情報通信技術)ブルドーザである。本機は2013年9月に導入開始した中型 ICT ブルドーザ「D61PXi-23」に続く、ICTブルドーザの系列を拡大するものである。

7トン級湿地仕様のブルドーザは、国内の主力クラスであり、自動ブレード制御機能を搭載した ICT ブルドーザの系列を拡大することで幅広い現場への情報化施工導入を狙ったものである。加えて、国土交通省が主導する「情報化施工推進戦略」により将来的に活用が見込まれている情報化施工の更なる普及拡大を担うものである。

国内市場への導入は、「D61PXi-23」と同様、情報化施工特有の GNSS 測量技術 (GPS, GLONASS 等) や ICT 機器管理のノウハウを習得しているグループレンタル各社から開始していくとすることで、現在のところ一般ユーザには販売されず、レンタル車として提供される。コマツでは情報化施工の普及に向け、同社の情報化施工のノウハウが活用されるよう、ユーザ各社の現場へのスムーズな導入をサポートしていくとしている。

表一 D37PXi-23 の主な仕様

シユ-		湿地 (標準ブレード)
機械質量	(t)	8.86
エンジン定格出力	(kW/min ⁻¹)	66.1/2200
ネット (JIS D0006-1)	[PS/rpm]	[89.8/2200]
*冷却ファン最低回転速度時の値		
最小旋回半径	(m)	2.3
ブレード最大上昇量/下降量	(m)	0.8/0.38
全長	(m)	4.275
全幅 (本体/ブレード)	(m)	2.31/3.20
全高 (GNSS アンテナ上端まで)	(m)	2.945



写真一 1 コマツ D37PXi-23 ブルドーザ (一部オプションが含まれる)

(※1) コマツ調査による。市販ベースの主要7機種 (クローラー式油圧ショベル, ホイール式油圧ショベル, ホイールローダ, ブルドーザ, モーターグレーダ, リジッド式ダンプトラック, アーティキュレート式ダンプトラック) において。

問合せ先: コマツ コーポレートコミュニケーション部
〒107-8414 東京都港区赤坂 2-3-6

▶ 〈02〉掘削機械

14-〈02〉-04	加藤製作所 油圧ショベル HD820-6	'14.01 発売 モデルチェンジ
------------	--------------------------------	----------------------

オフロード法 2011 年規制に適合した新型エンジンを搭載し、排出ガスの一層の低減と、燃費性能・操作性の改善を図った 20tクラスの標準形油圧ショベルのモデルチェンジ機である。

コントローラ「APC300」は、「P (プロモード)」, 「A (オールラウンドモード)」, 「E (エコモード)」の3種のパワーモードを備え、モードの切替えにより、作業性重視から燃費重視の作業までを行うことができる。

APC300の最適な制御により、従来機比で約10%の燃費低減を達成している (Aモード時)。

また、国土交通省の新技術情報提供システム (NETIS) 登録技術である「待機時燃費低減システム」(NETIS 登録番号 KT-130022-A) によりアイドリング時のエンジン負荷を低減することでダンプ待ちなどのアイドリング時の燃費をシステムの有無で比較すると約45%低減させている。

エンジン、油圧系統の騒音を抑え、標準仕様で国土交通省の超低騒音型建設機械の指定を受けている。

整備性においては、燃料フィルターやエンジンオイルフィルターを地上から楽な姿勢で交換作業を行うことができる位置にリモート配置し、エンジンオイルパンのドレーン部にはワンタッチで廃油を排出可能なドレーンバルブを採用し、手を汚すことなくエンジンオイルの交換を行うことができる。

新たに採用された IC タグ式の「新エントリーシステム」は、付属の IC タグを本機に登録し、登録された IC タグを本機のコンソールに設けた受信部にタッチすることで認証され、エンジン始動を可能にするシステムである。簡単な操作でセキュリティの向上を図っている。

IC タグは追加登録することで増やすことができ、また、一つの IC タグを複数の車両に登録することも可能であり、現場での利便性を確保している。

新エントリーシステムの採用に伴い、エンジン始動キーとドアキーを統合しワンキー化を図っている。

新機種紹介

表一 2 HD820-6 の主な仕様

バケット容量	(m ³)	0.8
最大掘削深さ	(m)	6.7
最大掘削半径	(m)	9.91
最大掘削高さ	(m)	9.76
運転質量	(t)	20.2
定格出力	(kW(PS)/min ⁻¹)	112.5(153)/2,000
走行速度 高速/低速	(km/h)	5.5/3.6
登坂能力	(%)	70
接地圧	(kPa)	45
最低地上高さ	(m)	0.47
クローラ中心距離	(m)	2.22
クローラ全幅 (シュー幅)	(m)	2.82 (0.60)
全長×全幅×全高 (輸送時)	(m)	9.45 × 2.82 × 2.96
価格	(百万円)	18



写真一 2 加藤製作所 HD820-6 油圧ショベル

問い合わせ先：(株)加藤製作所 営業本部
〒140-0011 東京都品川区東大井 1-9-37

▶ 〈03〉 積込機械

14-〈03〉-03	日立建機 ホイールローダ ZW140-5B, ZW150-5B	'14.02 発売 モデルチェンジ
------------	---------------------------------------	----------------------

一般荷役作業、土木作業、農畜産業、産廃業及び冬季の除雪作業など幅広い場面で使用されるホイールローダについて、「燃費向上」、「居住性向上」、「メンテナンス性向上」、「特定特殊自動車排出ガス2011年基準適合」をコンセプトにモデルチェンジしたものである。

アクセル踏込量や走行負荷・フロント圧力・レバー操作量などから作業状況を判断し、エンジン、HSTポンプ・モータを最も効率のよい状態に制御する「アクティブHSTコントロールシステム」の採用により、燃料消費量を旧モデル比で約10%低減している。

キャブはガラス接合部のピラーレス化により、ほぼ全周を見渡せるワイドパノラマを実現させ、広くゆとりある空間とした。また、好みの操作ポジションが得られるように、各部調整可能なサスペンションシートやチルト&テレスコピック機能付きステアリングを標準装備した。そのほか、フルオートエアコンや大容量のホット&クールボックス、外部入力端子付きラジオなどを標準装備し、オペレータの負担軽減と居住性向上を実現している。

エアコンは集塵効率を高めた内外気フィルタの採用により、エアコンユニットに侵入する粉塵を大幅に低減させ、さらにエバポレータの材質を見直すことにより耐食性を旧モデル比2倍とした。また、大型のガルウイングパネルの採用によりエンジンルームへのアクセス性を向上させるとともに、フィルタ類のレイアウト変更によりメンテナンス性を高めている。

新エンジンは電子制御式可変ターボ、マフラフィルタ等を装備し、窒素酸化物 (NOx) や粒子状物質 (PM) の排出を抑えている。特定特殊自動車排出ガス2011年基準に適合しているほか、欧州 (EU Stage III B) ・北米 (EPA Tier4 Interim) の排出ガス規制にも対応している。

表一 3 ZW140-5B, ZW150-5B の主な仕様

		ZW140-5B	ZW150-5B
標準バケット容量	(m ³)	2.0	2.3
運転質量	(t)	10.29	11.44
最大出力	(kW(PS)/min ⁻¹)	113(153)/2,200	
定格荷重	(t)	3.2	3.68
全長	(m)	7.13	7.285
全幅	(m)	2.48	2.56
全高	(m)	3.19	3.265
ホイールベース	(m)	3.0	3.0
トレッド	(m)	1.93	1.93
ダンピングクリアランス	(m)	2.79	2.85
ダンピングリーチ	(m)	0.95	1.01
最高走行速度 (前進/後進)	(km/h)	35/35	39/39
価格 (税抜)	(百万円)	19.5	22.0



写真一 3 日立建機 ZW140-5B ホイールローダ

問合せ先：日立建機(株) 広報戦略室 広報グループ
〒112-8563 東京都文京区後楽二丁目5番1号

新機種紹介

14-〈03〉-06	日立建機 ホイールローダ ZW100-5B, ZW120-5B	'14.04 発売 モデルチェンジ
------------	---------------------------------------	----------------------

一般荷役作業、土木作業、農畜産業、産廃業及び冬季の除雪作業など幅広い場面で使用されるホイールローダについて、「燃費向上」、「居住性向上」、「メンテナンス性向上」、「特定特殊自動車排出ガス2011年基準適合」をコンセプトにモデルチェンジしたものである。

アクセル踏込量や走行負荷・フロント圧力・レバー操作量などから作業状況を判断し、エンジン、HSTポンプ・モータを最も効率のよい状態に制御する「アクティブHSTコントロールシステム」の採用により、燃料消費量を旧モデル比で約10%低減している。

キャブはガラス接合部のピラーレス化により、ほぼ全周を見渡せるワイドパノラマを実現させ、広くゆとりある空間とした。また、適切な操作ポジションが得られるように、各部調整可能なサスペンションシートやチルト&テレスコピック機能付きステアリングを標準装備した。そのほか、フルオートエアコンや大容量のホット&クールボックス、外部入力端子付きラジオなどを標準装備し、オペレータの負担軽減と居住性向上を実現している。

エアコンは集塵効率を高めた内外気フィルタの採用により、エア

表一 4 ZW100-5B, ZW120-5Bの主な仕様

	ZW100-5B	ZW120-5B
標準バケット容量 (m ³)	1.3	1.5
運転質量 (t)	7.020	8.120
最大出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	71(96)/2,000	
定格荷重 (t)	2.080	2.400
全長 (m)	6.265	6.395
全幅 (m)	2.340	2.480
全高 (m)	3.140	3.210
ホイールベース (m)	2.600	2.725
トレッド (m)	1.725	1.820
ダンピングクリアランス (m)	2.710	2.730
ダンピングリーチ (m)	1.000	0.980
最高走行速度 (前進/後進) (km/h)	34.5/34.5	34.5/34.5
価格 (税抜) (百万円)	12.3	16.2



写真一 4 日立建機 ZW100-5B ホイールローダ

コンユニットに侵入する粉塵を大幅に低減させ、さらにエバポレータの材質を見直すことにより耐食性を旧モデル比2倍とした。また、大型のサイドパネルの採用によりエンジンルームへのアクセス性を向上させるとともに、フィルタ類のレイアウト変更によりメンテナンス性を高めている。携帯電話通信網による通信機能を標準装備し、車両稼働位置情報、稼働状況の確認などが可能であり、車両のメンテナンス計画に有益な情報を提供することが可能である。

酸化触媒とマフラーのみで構成される排ガス後処理装置を採用しセラミックフィルタの定期清掃・交換が不要なシステム構成としている。

問合せ先：日立建機(株) 経営管理本部 広報戦略室 広報グループ 〒112-8563 東京都文京区後楽二丁目5番1号

▶ 〈11〉 コンクリート機械

14-〈11〉-01	極東開発工業 コンクリートポンプ車 ピストンコンクリート PY135-28-H	'14.02 発売 新機種
------------	---	------------------

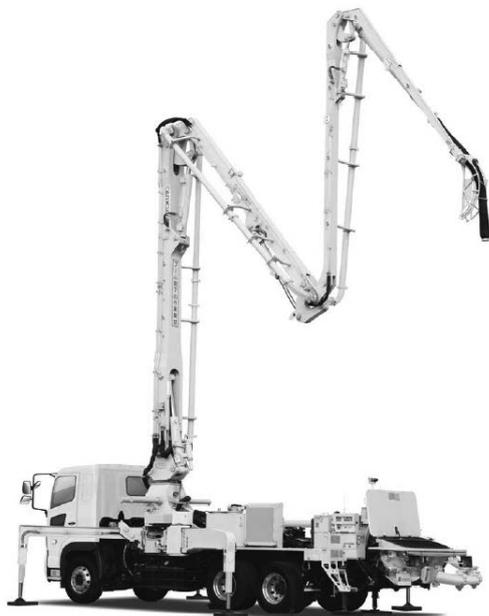
PY135-28-Hは最大吐出量135m³/h、最大吐出圧力16.0MPa(国内最大)、ブーム最大地上高さ28mの大型ピストン式コンクリートポンプ車である。搭載するトラックシャシーは移動性、設置性に配慮してショートホイールベース(5.55m)のGVW22t車を採用している。標準的な「ブーム打設」から「高圧打設」「大容量打設」「長距離打設」まで幅広い能力を備えている。

コンクリート圧送装置は新油圧制御システムを採用することにより、従来機に比べ、さらに高圧で大容量かつ低騒音仕様とし、また圧送シリンダはシリンダストローク2100mmのロングストロークシリンダを採用することによりコンクリートバルブの切り換え回数を少なくし、各機器の摩耗を軽減しランニングコストの低減を図って

表一 5 PY135-28-Hの主な仕様

	8B	9B
最大吐出量 標準/高圧 (m ³ /h)	112/83	135/100
最大吐出圧力 標準/高圧 (MPa)	10.1/16.0	8.5/13.3
コンクリートシリンダ径 (mm)	205	225
シリンダストローク (mm)	2100	
水ポンプ吐出圧力 (MPa)	10.5	
ホッパ容積 (m ³)	0.5	
ブーム型式	全油圧4段 M型	
ブーム最大長さ (m)	24.5	
ブーム最大地上高 (m)	27.9	
ブーム旋回角度 (度)	370(限定旋回)	
コンクリート輸送管径 (mm)	125	
アウトリガ張出スパン フロント/リヤ (m)	5.5/5.7	
車両 全長×全幅×全高 (m)	10.35×2.49×3.55	
車両総質量 (t)	21.9	
価格 (百万円)	90.2	

新機種紹介



写真一5 極東開発工業 PY135-28-H コンクリートポンプ車

いる。また、コンクリート打設終了後の配管洗浄用として高圧水ポンプを搭載しており、高圧水ポンプの吐出能力を従来機に比べ約25%向上させ洗浄作業の効率化を図っている。

ブーム装置にはブームの揺れを抑制するブーム制振装置（KAVS II）を搭載することで安全性や信頼性、作業効率の向上を図っている。安全対策として、ホッパ側面に設けた緊急停止ボタン（ホッパ攪拌羽根、ポンプ運転、ブーム作動を停止）、攪拌自動停止装置（ホッパスクリーンを開くと自動的に攪拌羽根を停止）、ポンプ車の打設時に水平度を確認する水準器、ブームの降下を防ぐカウンターバランスバルブなどを装備している。

問合せ先：極東開発工業(株) 技術部
〒673-0443 兵庫県三木市別所町巴2番地

▶ 〈12〉 モータグレーダ，ロードスタビライザ，締固め機械およびソイルプラント

14-〈12〉-01	日立建機 タイヤローラ	ZC220P-5	'14.04 発売 モデルチェンジ
------------	----------------	----------	----------------------

道路工事など様々な現場での転圧作業に使用されるタイヤローラで、環境への配慮と安全性・作業性・メンテナンス性の向上を図ってモデルチェンジしたものである。

環境への配慮として、オフロード法2011年基準に適合しているほか、国土交通省の超低騒音型建設機械の指定を受けている。

安全性、快適性については、奥行き深い3段ヒューマンステップを採用し乗り降りを容易にするとともに、欧州視界基準である“1×1”（ワンパイワン）（※）もクリアしている。さらに、赤外線を用いた、人物や障害物を検知する安全補助装置「後方ガードセンサ」も標準装備している。その他、ガスダンパによるアシスト機構と取っ手の採用によりキャノピの折りたたみを容易にしているほか、長時間の作業でもオペレータの負担を軽減させるサスペンション付きシートの採用などオペレータへ配慮した機能を取り入れている。

作業性については、滑らかな発進・停止が可能なHST（Hydro Static Transmission）駆動を採用するとともに、車速に応じて適量の水を散水できる『散水量制御機能』や、スイッチ一つでタイヤ1回転分の液剤を噴霧できる『液剤噴霧制御機能』を新たに追加している。

メンテナンス性については、ワンタッチで脱着可能な散水・液剤ノズルを採用し、ノズル詰まり時の清掃性を向上させたほか、フィルタ類をステップの横に集中配置し、日常のメンテナンスの負担軽減を図っている。

※機械の前後から1m離れた位置にある高さ1mの物体が運転席からみえること（アイポイントはISO規格による）。

表一6 ZC220P-5の主な仕様

運転質量	(t)	12.9
機械質量	(t)	8.95
水バラスト質量	(t)	3.9
走行速度 高速/低速	(km/h)	24/10
最小回転半径	(m)	6.2
登坂能力	(% (度))	47(25)
締固め幅	(mm)	2,275
エンジン出力	(kW(PS)/min ⁻¹)	69.2(94.1)/2,200
動力伝達		静油圧変速式 2段
タイヤ 本数	(本)	前軸3/後軸4
タイヤ サイズ		14/70-20-12PR (OR)
タンク容量 燃料タンク	(L)	105
液剤タンク	(L)	28
散水タンク	(L)	3,900
価格 (税抜)	(万円)	1,196



写真一6 日立建機 ZC220P-5 タイヤローラ

問合せ先：日立建機(株) 経営管理本部 広報戦略室 広報グループ
〒112-8563 東京都文京区後楽二丁目5番1号

新機種紹介

▶ 〈18〉 原動機および発電・変電設備等

14-〈18〉-01	やまびこ 可搬形ディーゼルエンジン発電機 DGM1000MI-PD	'14.03 発売 新機種
------------	---	------------------

定格出力 100 kVA クラス、200 V/400 V 複電圧切替付の可搬形タイプで、あらゆる負荷に1台で対応できるマルチ発電機である。

三相電源と単相3線電源を独立した出力端子へ同時出力（切替不要）できるマルチ発電体を搭載したもので、NETISに登録されている。定格出力を超えない範囲で三相（200 V/400 V 切替機能付）と単相3線の双方が同時に使用できる。

760 L 大型燃料タンクの装備により、建設工事現場や災害復旧現場などの仮設電源用途として2〜3日間の長時間運転が可能である。また、河川や土壌への燃料やオイルなどの漏れを防止するオイルガードの装備や3次排出ガス規制適合エンジン搭載など、環境に配慮している。

マルチ発電機の特長は、以下の通りである。

- ①三相と単相3線の同時出力が可能（切替不要）。
- ②三相と単相の各ブレーカーの選択遮断が可能。

過負荷時のブレーカー遮断順序をあらかじめ選択しておくことで、三相と単相のどちらかを優先して残すことができる。

- ③各出力電源の残容量をデジタル表示。

電源の種類別に使える電気の残容量（= 発電能力 - 使用中の電気）が一目で確認できる。

- ④単相3線は波形歪の少ない良質な電気を供給。

角度差 120 度の W 結線により、歪みの原因となる波形成分を打消し、商用電源と同様の理想的なひずみ率 1.5% 以下の正弦波に近い波形を出力できる。



写真一 7 やまびこ DGM1000MI-PD 可搬形ディーゼルエンジン発電機

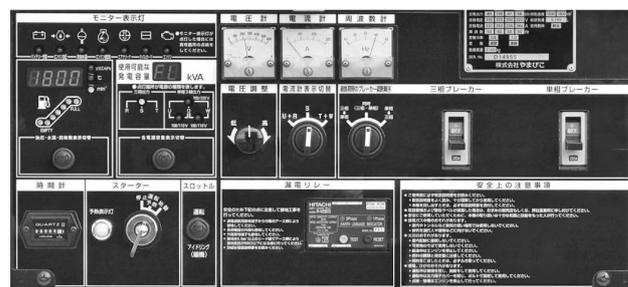


写真一 8 200 V, 400 V 切替スイッチ

表一 7 DGM1000MI-PD の主な仕様

周波数		(Hz)	50	60
三相	出力	(kVA)	80	100
	電圧	(V)	200/[400]	220/[440]
	電流	(A)	231/[115]	262/[131]
	力率	(%)	80	80
単相 3線	出力	(kVA)	47/[23.5]	58/[29]
	電圧	(V)	100/200	110/220
	電流	(A)	235/[117.5]	264/[132]
	力率	(%)	100	100
エンジン		ディーゼルエンジン		
使用燃料		軽油		
燃料タンク容量		(L)	760	
外形寸法		(mm)	2550 × 1150 × 1890	
乾燥質量		(kg)	2140	
価格		(百万円)	7.0524	

※ [] 内は複電圧の 400V 設定で使用する場合。



写真一 9 DGM1000MI-PD パネルアップ

問合せ先: (株)やまびこ 営業部 産業機械課
〒198-8760 東京都青梅市末広町 1-7-2

平成 26 年度 公共事業関係予算

はじめに

平成 26 年度国土交通省の公共事業関係予算は、1) 東日本大震災からの復興加速、2) 国民の安全・安心の確保、3) 経済・地域の活性化の 3 分野を重点化し、施策の早期実現を図ることとしている。また今後の社会資本整備については必要な公共事業予算を安定的・持続的に確保することを明示している。以下概要を紹介する。

1. 平成 26 年度予算の基本方針

(全体方針)

我が国は脆弱国土であり、巨大台風や巨大地震に備えるための防災・減災対策が必要であるとともに、高度成長期以降に集中的に整備されたインフラが今後一斉に高齢化することから老朽化対策が必要となっている。このような状況の下、先般、いわゆる国土強靱化基本法、南海トラフ法及び首都直下法が成立したところである。また、アジア諸国の成長が著しい中、激化する都市間競争に勝ち抜くための国際競争力の強化が必要である。これら我が国が直面する課題に対して緊急に取り組む必要がある。

こうした考え方の下、平成 26 年度予算については、「東日本大震災からの復興加速」、「国民の安全・安心の確保」及び「経済・地域の活性化」の 3 分野に重点化し、これら課題に対応した施策の効果の早期実現を図る。

具体的には、平成 25 年度補正予算と一体となって、国民の命と暮らしを守るため、公共施設の耐震化や代替性確保ネットワークの整備等のハード面に加え、防災情報の強化、次世代インフラマネジメントシステムの構築などソフト面からも防災・減災、老朽化対策を進めるとともに、戦略的海上保安体制の構築を図る。

これに加え、基幹的交通インフラ整備やインフラシステム輸出の推進等による我が国の国際競争力の強化、都市の再興や公共交通の活性化等による地域の活性化と豊かな暮らしの実現を図るとともに、観光立国を推進する。

(今後の社会資本整備)

今後の社会資本整備については、厳しい財政状況の下、国民生活の将来を見据えて、既存施設の機能が効果的に発揮されるよう計画的な整備を推進するため、必要な公共事業予算を安定的・持続的に確保する。

(国民の納得の得られる事業の推進)

事業の実施に当たっては、地域のニーズを踏まえ、費用と効果を明らかにしつつ、必要性を厳しく判断する。また、徹底的な情報公開により、国民参加のもと国民の納得の得られるように事業を推進する。

(公共事業の迅速かつ円滑な施工確保)

予算の執行に当たっては、建設産業の現場の人手不足感が高まる中で、地域の建設企業が採算性を確保しつつ、公共事業の円滑な施工が確保されるよう、最新の労務単価の適用等による適正な価格による契約、地域企業の活用に配慮しつつ技術者・技能者の効率的活用のための発注ロットの大型化など適切な規模での発注、入札契約手続きの効率化等の徹底に努める。

2. 平成 26 年度国土交通省関係予算 (国費)

事業毎の予算を表 1 に示す。

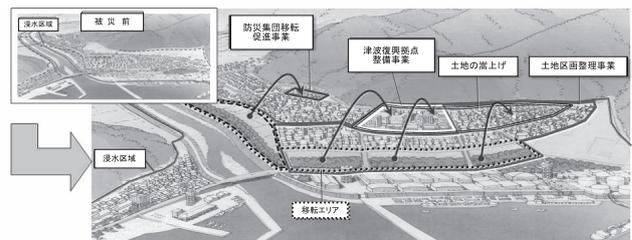
3. 予算の概要

I. 東日本大震災からの復興加速

(注) 復興庁計上

東日本大震災から 2 年余が経過し、集中復興期間もその半ばとなっている。被災地の復興が山場を迎える中で、安心な生活を送れるまちづくり、生活や生業を支える交通基盤の再生、賑わいを取り戻すための観光の振興など、被災者が実感できる復興を強力に推進する。

- 住宅再建・復興まちづくりの加速、事業の早期着手・適正な施工確保
 - ・被災地の復興まちづくりの加速化に向け、それぞれの地域のニーズに応じた事業手法を活用した市街地整備を着実に推進する。
 - ・被災 3 県における住まいの確保の見通しを示した「住まいの復興工程表」の実現・加速化に向け、災害公営住宅の整備及び家賃の減額等に対して引き続き支援する。
 - ・官民境界の情報を優先した地籍調査や投機的な土地取引防止のための土地取引価格の分析・情報提供、被災地の復興工事における現場技術者の配置の実態調査等を実施し、人材の効率的活用を進め、復興事業の早期着手や適正な施工確保を図る。



- インフラの復旧・整備…………… 1,554 億円 (0.99)
- 被災した公共交通の復興の支援
- 被災地の観光振興
- 被災地における PPP/PFI の推進 …………… 2 億円 (1.00)

統 計

Ⅱ. 国民の安全・安心の確保

経済成長や生活向上は、災害等からの安全・安心の確保があつてこそ継続できるものであり、また、海外からの投資・誘客を図る上からも災害面での脆弱性を克服する国土強靱化（ナショナル・レジリエンス）への取組が必要不可欠である。

南海トラフ地震、首都直下地震といったこれまでとは次元の異なる大災害の発生のおそれ指摘されている中で、必要な社会資本を着実に整備するとともに、イノベーションと現場力を組み合わせた防災対策を実行する。

また、インフラの老朽化の進行を睨み、的確な点検・修繕等を着実に実施するとともに、機能の高度化等を考慮しつつ、トータルコストの縮減・平準化に繋がる戦略的な維持管理・更新を強力に推進する。

更に、我が国の主権と領土・領海の堅守及び海洋権益の保全を図るため、海上保安庁の体制強化を推進する。

(1) 防災・減災、老朽化対策

<災害発生時の応急活動の強化・充実>

- 電子防災情報システムの整備による災害発生時の応急活動の強化・充実…………… 1 億円 (皆増)
- 気象等の監視・予測システムの強化…………… 91 億円 (1.03)
- 災害時の救援・緊急輸送能力等の向上…………… 33 億円 (1.23)

<大規模地震に対して戦略的に推進する対策>

- 公共施設の耐震化、津波対策等による強靱化の推進…………… 1,055 億円 (1.08)
- 代替性確保ネットワーク整備等の防災・震災対策…………… 4,121 億円 (1.04)
- コンビナート港湾の強靱化の推進…………… 2 億円 (皆増)
- 鉄道施設の耐震対策に対する支援…………… 93 億円 (3.90)
- 老朽建築物の建替え・耐震改修等の促進…………… 232 億円 (2.28)
- 地下街の防災対策の推進…………… 8 億円 (皆増)

<水害・土砂災害対策、渇水対策>

- 大規模水害・土砂災害等に備えた治水対策、渇水対策の推進…………… 2,866 億円 (1.09)

<災害等への対応力の強化>

- 地籍整備による土地境界の明確化の推進…………… 118 億円 (0.98)

<社会資本の戦略的な維持管理・更新>

- インフラ長寿命化の推進、点検・診断等の信頼性確保等…………… 1 億円 (皆増)
- 社会資本の戦略的な維持管理・更新の推進…………… 3,199 億円 (1.08)

<防災・メンテナンス技術等によるイノベーション>

- 電子防災情報システムの整備による災害発生時の応急活動の強化・充実 (再掲) …… 1 億円 (皆増)
- 次世代インフラマネジメントシステムの構築 (一部再掲) …… 25 億円 (1.01)

<地域における総合的な事前防災・減災対策、老朽化対策等に対する集中的支援>

- 地域における総合的な事前防災・減災対策、老朽化対策等に対する集中的支援 (防災・安全交付金) …… 10,841 億円 (1.01)

(2) 公共交通等の安全・安心の確保

- 高速ツアーバス事故等を受けた安全対策の強化… 1 億円 (1.85)
- 航空、鉄道、海上交通の安全対策の強化…………… 4 億円 (1.19)

(3) 戦略的海上保安体制の構築

- 戦略的海上保安体制の構築…………… 393 億円 (1.09)

Ⅲ. 経済・地域の活性化

グローバル化の進展の中で、東京オリンピック・パラリンピックの開催決定を契機として、我が国がプレゼンスを向上させ、国民が強い日本、強い経済を実感できるようにする必要がある。

このため、経済の成長力の底上げ等のために、民間投資を喚起するインフラや国際競争力の強化に必要な基盤・環境の整備、海洋資源の開発、インフラシステムの輸出等を推進する。

また、我が国は、かつて経験したことのない人口減少・高齢社会に突入するとともに、エネルギー問題への対応を迫られている。こうした中において生活の向上とそれによる内需拡大、エネルギー等の持続可能性確保を図るため、時代の変化に対応・先取りした戦略的な取組を進める。

訪日外国人旅行者数 2,000 万人の高みを目指し、ビザの要件緩和やオープンスカイ政策等と連携した戦略的な訪日プロモーションを実施するとともに、プロモーション事業の対象地域拡大を図るほか、社会資本整備と一体となった観光振興の取組などを政府全体で総力を挙げて推進し、観光立国の実現を図る。

(1) 国際競争力の強化等

<都市の国際競争力強化・人流の円滑化>

- 大都市の国際競争力の強化のためのビジネス・生活環境整備…………… 7 億円 (皆増)
- ITS 技術を活用した円滑、安全・安心な道路交通の実現への取組…………… 1 億円 (皆増)
- 首都圏空港の機能強化…………… 136 億円 (1.10)
- 整備新幹線の着実な整備…………… 720 億円 (1.02)

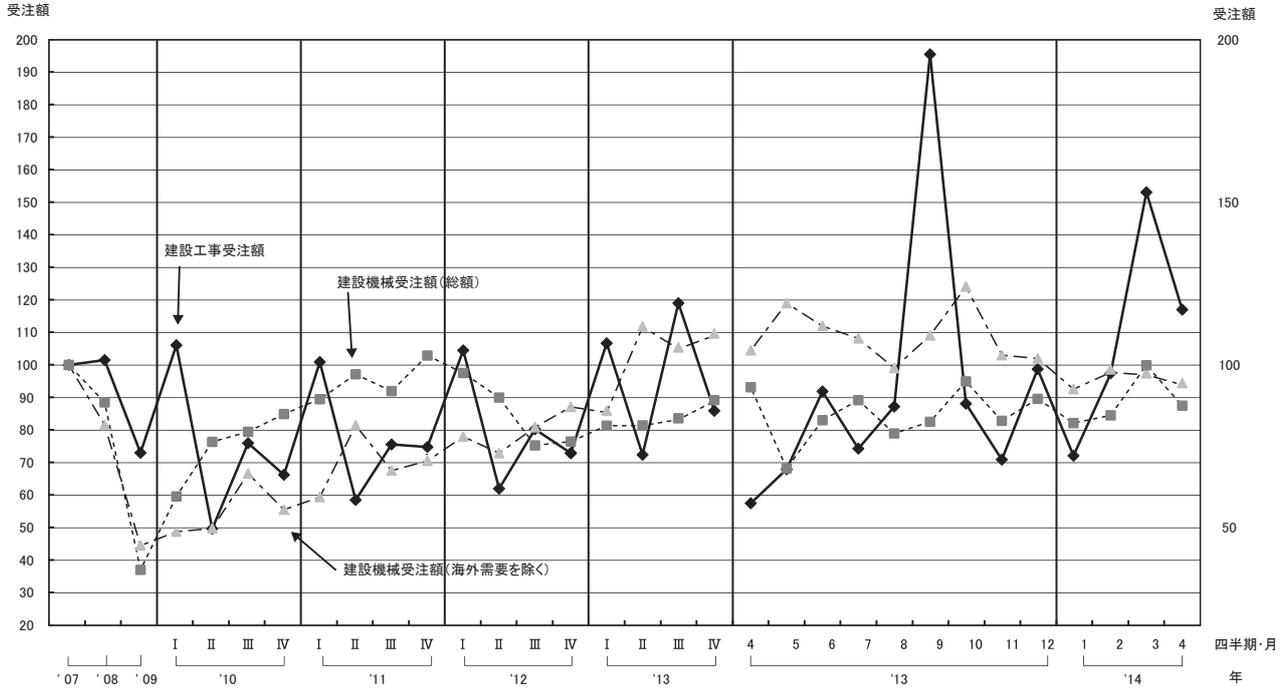
<強い経済の再生と成長を支える物流システムの構築>

- 総合的な物流施策の推進…………… 1 億円 (皆増)
- 効率的な物流ネットワークの強化…………… 1,681 億円 (1.10)
- 港を核とした国際コンテナ物流網の強化 (国際コンテナ戦略港湾政策の深化と加速) …… 446 億円 (1.10)
- 資源・エネルギー等の安定的かつ安価な輸入の実現に向けた効率的な海上輸送網の形成…………… 41 億円 (1.04)

<競争力強化のための社会資本の総合的整備>	
○競争力強化のための社会資本の総合的整備（社会資本整備総合交付金）	9,124 億円（1.01）
<民間投資の促進>	
○PPP/PFIの推進	23 億円（1.77）
<海洋の開発・利用・保全の戦略的な推進>	
○海洋資源等の開発・利用の推進，海洋フロンティアを支える環境整備	156 億円（1.13）
<国際展開戦略>	
○インフラシステム輸出等の推進	14 億円（1.01）
(2) 地域の活性化と豊かな暮らしの実現	
<まちの活力の維持・増進（都市の再興）>	
○民間事業者の資金や公的不動産を活用した都市機能の立地誘導等	48 億円（7.33）
<人口減少・高齢社会，エネルギー問題等に対応するまち・地域づくり>	
○スマートウェルネス住宅・シティの実現に向けた支援	625 億円（1.16）
○地域交通のグリーン化を通じた電気自動車の加速度的普及促進	3 億円（1.15）
○超小型モビリティの導入促進	2 億円（1.00）
<公共交通の活性化>	
○公共交通の充実（新たな制度的枠組みの構築，ホームドアの整備促進等）	346 億円（1.01）
○鉄道による地域活性化	130 億円（1.04）
○空港の抜本的な能力向上	330 億円（2.54）
<条件不利地域等の支援>	
○離島，奄美群島，小笠原諸島等の条件不利地域の振興支援	45 億円（1.49）
○「小さな拠点」を核とした「ふるさと集落生活圏」の形成推進	4 億円（1.11）
<地域の活力を支える社会資本の総合的整備>	
○地域の活力を支える社会資本の総合的整備（社会資本整備総合交付金）（再掲）	9,124 億円（1.01）
<住宅・不動産市場の活性化，建設市場の環境整備>	
○不動産市場の活性化のための環境整備	4 億円（3.95）
○中古住宅流通・リフォーム促進等の住宅市場活性化	42 億円（4.18）
○建設市場の環境整備等の推進	4 億円（1.55）
(3) 観光立国の推進	
○訪日プロモーションの戦略的・重点的实施等	61 億円（1.08）
○社会資本整備と一体となった観光振興	
○観光資源のポテンシャルを活かした魅力ある観光地域づくりの支援	5 億円（0.96）
○国際会議等（MICE）の誘致・開催の促進	4 億円（1.11）

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 2007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 2007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							
2007年	137,946	103,701	21,705	81,996	19,539	5,997	8,708	101,417	36,529	129,919	143,391
2008年	140,056	98,847	22,950	75,897	25,285	5,741	10,184	98,836	41,220	128,683	142,289
2009年	100,407	66,122	12,410	53,712	24,140	5,843	4,302	66,187	34,220	103,956	128,839
2010年	102,466	69,436	11,355	58,182	22,101	5,472	5,459	71,057	31,408	107,613	106,112
2011年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059
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
2013年 4月	6,570	4,870	866	4,004	1,238	366	97	4,489	2,081	118,464	7,025
5月	7,781	5,423	1,109	4,314	1,738	351	269	5,680	2,101	118,273	8,090
6月	10,557	6,865	1,132	5,734	2,333	448	911	6,701	3,856	118,261	10,614
7月	8,514	5,238	926	4,312	1,881	390	1,004	6,008	2,506	120,698	7,633
8月	10,014	6,610	1,044	5,566	2,783	347	274	6,791	3,224	120,239	10,464
9月	22,548	17,296	2,265	15,031	4,252	440	558	17,817	4,730	131,341	12,640
10月	10,119	7,241	963	6,278	2,075	372	431	7,157	2,962	132,297	8,985
11月	8,130	4,788	988	3,800	2,026	369	947	4,784	3,346	130,327	11,403
12月	11,351	6,929	1,329	5,600	3,493	383	545	7,109	4,242	129,076	12,518
2014年 1月	8,264	5,240	1,033	4,207	1,946	353	725	5,827	2,438	129,300	7,914
2月	11,197	5,220	1,233	3,987	3,777	390	1,810	7,264	3,933	129,390	9,523
3月	17,633	9,106	1,680	7,426	6,849	580	1,098	8,844	8,789	129,364	17,517
4月	13,465	6,581	1,403	5,179	6,417	376	91	6,208	7,256	-	-

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	07年	08年	09年	10年	11年	12年	13年	13年 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	14年 1月	2月	3月	4月
総 額	20,478	18,099	7,492	15,342	19,520	17,343	17,152	1,588	1,161	1,414	1,521	1,345	1,407	1,619	1,412	1,528	1,399	1,441	1,705	1,492
海 外 需 要	14,209	12,996	4,727	11,904	15,163	12,357	10,682	1,042	539	829	956	828	837	970	874	995	916	926	1,196	999
海外需要を除く	6,269	5,103	2,765	3,438	4,357	4,986	6,470	546	622	585	565	517	570	649	538	533	483	515	509	493

(注) 2007～2009年は年平均で、2010～2013年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2013年4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…

(2014年5月1日～31日)

■ 機 械 部 会

■基礎工事用機械技術委員会

月 日：5月8日(木)

出席者：山下高俊委員長ほか15名

議 題：①新委員の紹介：鉦研工業

②平成26年度委員会メンバー紹介

③平成26年度活動 ポーリング機械の用途開発について意見交換 ④その他

■原動機技術委員会 代表者打合

月 日：5月13日(火)

出席者：長瀬隆二委員長ほか3名

議 題：技術連絡会発表用「2014年排出ガス規制」の内容検討

■ショベル技術委員会

月 日：5月16日(金)

出席者：尾上裕委員長ほか9名

議 題：①低騒音試験におけるファン回転数設定について各社の実態確認結果の報告 ②20tクラスでの市場稼働負荷サンプリングデータとJCMAS試験方法負荷の比較について ③JCMASの国際規格化に向けたクラス分類についての検討・バケット容量クラスとエンジン出力・バケット容量クラスと運転質量 ④2/13開催のクレーン協会との3t未満の移動式クレーンの安全対策打合せの報告 ⑤経産省平成26年度省エネルギー型建設機械導入補助事業について ⑥バイオディーゼル燃料(BDF)の動きについて ⑦その他

■原動機技術委員会

月 日：5月20日(火)

出席者：長瀬隆二委員長ほか23名

議 題：①前回議事確認・委員交代有無について ②オフロード法2014年排出ガス規制の各実施要領についての情報交換 ③バイオディーゼル燃料の動きについて…1)3/7開催の全国バイオディーゼル燃料利用推進協議会BDFフォーラム「建設・工事現場等におけるBDF利用」の報告,2)3/27開催の日本有機資源協会「経産省・農水省平成25年度地域BDF流通システム技術実証事業報告会」の報告,3)国交省平成26年度発注検討業務「建設機械における適正なBDFの使用に関する検討業務」 ④海外排出ガス規制の動向についての情報交換 ⑤6/6

開催の合同技術連絡会での当委員会の発表資料について ⑥その他

■トンネル機械技術委員会

月 日：5月21日(水)

出席者：赤坂茂委員長ほか22名

議 題：①平成26年度の委員会全体での取組テーマ「トンネル工用排出ガス対策型建設機械に関する現状の課題と今後の展望」について…1)検討テーマの具体化について,2)検討進め方と活動体制・スケジュールについて ②現場・工場見学会について…1)6/20開催のNEXCO中日本 中部横断自動車道 宮狩トンネル工事(清水・岩田地崎JV)現場(ロングブーム吹付け機によるズリ出し前吹付け実施)見学会について,2)新名神 笹面 NATM トンネル東工事(大成)・千代田区永田町 H&V シールド工事(前田・大日本JV)・古河ロックドリル吉井工場の状況について ③その他

■ダンプトラック技術委員会・トラクタ技術委員会 福岡県 五ヶ山ダム工事現場および(株)ブリジストン北九州工場 見学会

月 日：5月26日(月)～27日(火)

参加者：岡本光正・阿部里視委員長ほか8名

現 場：五ヶ山ダム建設工事

内 容：堤体工事(鹿島JV：重力式コンクリートダムのコンクリート打設現場見学)・骨材工事(大成JV：原石山での重機稼働状況と骨材プラント見学)

工 場：(株)ブリジストン 北九州工場

内 容：建設鉦山車両用大型タイヤの製造工場見学

■除雪機械技術委員会 第1回グレーダ・ドーザ分科会

月 日：5月26日(月)

出席者：江本平委員長ほか36名

議 題：①除雪グレーダ(1人乗り)対策調査結果報告について ②上記についての質疑応答 ③その他

■除雪機械技術委員会 国土交通省 除雪グレーダメーカー個別ヒヤリング

月 日：5月29日(木)

出席者：井口慎治グレーダ分科会長・工藤龍ドーザ分科会委員ほか12名

議 題：除雪グレーダの仕様および対応について(5/26開催の第1回グレーダ・ドーザ分科会での除雪グレーダ(1人乗り)対策結果,報告の内容を踏まえて)

■ダンプトラック技術委員会

月 日：5月29日(木)

出席者：岡本光正委員長ほか5名

議 題：①各社トピックスについて

②安全作業ガイドの最終審議について

③6/6(金)機械部会 技術連絡会での安全作業ガイド発表資料と発表について

④5/26～27開催の福岡県五ヶ山ダム現場・ブリジストン北九州工場見学結果について ⑤「建設車両用タイヤの選定・使用・整備・基準」の改訂作業について ⑥その他

■情報化機器技術委員会

月 日：5月30日(金)

出席者：白塚敬三委員長ほか6名

議 題：①ISO 5006について ②「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入重点分野」の説明 ③経産省「省エネルギー型建機導入補助事業」の進捗状況の確認と共有 ④その他情報交換

■ 製 造 業 部 会

■製造業部会 幹事会

月 日：5月19日(月)

出席者：迎野雅行幹事長ほか13名

議 題：①幹事長交替挨拶と平成26年度部会組織について ②平成25年度事業報告および平成26年度事業計画について ③ミニショベルの燃費基準認定制度について ④経済産業省の平成26年度省エネルギー型建設機械導入補助事業について ⑤車両系建設機械をベースとした木材伐出機械の安全について ⑥バイオディーゼル燃料(BDF)のその後の動きについて ⑦オフ法2014年排出ガス規制の試験実施要領等についての情報交換 ⑧平成26年度 合同部会のテーマと開催日程について ⑨その他

■ 建 設 業 部 会

■建設機械安全情報 WG

月 日：5月19日(月)

出席者：坂下誠主査長ほか12名

議 題：①平成26年度建設業部会での新WG設置に伴うWGメンバーの変更 ②移動式クレーン運転士安全衛生教育テキストの改訂作業について ③収集・整理した災害情報の取扱い方法について ④固定式クレーンの事故事例収集について ⑤その他

■三役会

月 日：5月22日(木)

出席者：鈴木嘉昌部会長ほか6名

議 題：①4/24の部会について ②平成26年度の各WG活動について ③その他(今年度見学会等検討事項確

認)

■機電交流企画 WG

月 日：5月23日(金)

出席者：渋谷光男主査ほか7名

議 題：①新メンバー紹介 ②業務の引継 ③今年の活動計画、その他

■各種委員会等

■機関誌編集委員会

月 日：5月7日(水)

出席者：田中康順委員長ほか24名

議 題：①平成26年8月号(第774号)の計画の審議・検討 ②平成26年9月号(第775号)の素案の審議・検討 ③平成26年10月号(第776号)の編集方針の審議・検討 ④平成26年5～平成26年7月号(第771～773号)の進捗状況の報告・確認

■建設経済調査分科会

月 日：5月21日(水)

出席者：山名至孝分科会長ほか2名

議 題：①平成26年度公共事業関係予算の原稿検討 ②その他

■新機種調査分科会

月 日：5月26日(月)

出席者：江本平分科会長ほか5名

議 題：①新機種情報の持ち寄り検討 ②新機種紹介データまとめ ③その他

…支部行事一覧…

■北海道支部

■第1回運営委員会

月 日：5月7日(水)

場 所：札幌市 センチュリーロイヤルホテル

出席者：熊谷勝弘支部長ほか25名

内 容：①平成25年度事業報告(案)承認の件について ②平成25年度決算報告(案)承認の件について ③平成26年度事業計画に関する件について ④平成26年度収支予算に関する件について ⑤平成26・27年度運営委員候補(案)に関する件について ⑥その他

■第3回支部通常総会

月 日：5月14日(水)

場 所：札幌市 センチュリーロイヤルホテル

出席者：熊谷勝弘支部長ほか92名

内 容：①平成25年度事業報告(案)及び決算報告(案)承認の件 ②平成

26年度事業計画及び収支予算に関する件 ③本部からの事業概要報告

④感謝状贈呈式 ⑤建設機械優良運転員・整備員の表彰

■第2回運営委員会

月 日：5月14日(水)

場 所：札幌市 センチュリーロイヤルホテル

出席者：熊谷勝弘元支部長ほか25名

内 容：①支部長の選任について ②副支部長の選任について ③支部顧問及び支部参与の推薦について ④部会長等の委嘱について

■支部講演会

月 日：5月14日(水)

演 題：二宮尊徳と報徳思想～日本人が愛した経済思想

講 師：北海道開発局 事業振興部 機械課長 小松正明氏

出席者：熊谷勝弘支部長ほか95名

■請負工事機械経費積算に関する講習会

月 日：5月21日(水)

場 所：北海道教育会館ホテルユニオン

受講者：102名

内 容：①積算体系と機械経費 ②建設機械等損料の改正と動向 ③施工パッケージ型積算方式について ④損料算定表の見方及び使い方 ⑤一般土木請負工事の機械経費積算例 ⑥道路維持請負工事の機械経費積算例

■北海道開発局に於けるコンプライアンス強化に係る説明

月 日：5月22日(木)

場 所：(一社)日本建設機械施工協会 北海道支部

出席者：北海道開発局 高橋公浩事業振興部長、古賀機械課長補佐、熊谷勝弘北海道支部長、本名一夫企画部会長、杉岡博史広報部会長、服部健作技術部会長、鬼澤正美事務局長

内 容：①平成26年度北海道開発局内部統制及びコンプライアンス推進計画について ②北海道開発局のコンプライアンス推進にご理解・ご協力をお願い

■東北支部

■支部監査

月 日：5月7日(水)

場 所：東北支部会議室

出席者：浅野博之支部監査役ほか2名

内 容：平成26年度 支部事業監査全般

■建設部会

月 日：5月7日(水)

場 所：東北支部会議室

出席者：佐野真部会長ほか4名

内 容：①平成26年度活動計画(案)について ②「支部たより」安全コーナーについて ③EE東北'14見聞録の執筆について ④特殊現場見学会の候補選定について

■支部運営委員会(企画部会)

月 日：5月8日(木)

場 所：KKRホテル仙台

出席者：高橋弘支部長ほか21名

議 題：運営委員会を開催

■広報部会(第2回EE東北実行委員会)

月 日：5月8日(木)

場 所：フォレスト仙台

出席者：東北技術事務所ほか32名

議 題：①開催概要 ②「EE東北'14」実施計画 ③EE東北'14予算(案) ④今後の予定 ⑤その他

■第62回支部総会(企画部会)

月 日：5月13日(火)

場 所：仙台ガーデンパレス

出席者：高橋弘支部長及び支部会員111社(委任状65社)

出席総数：75名、議決権総数111社

内 容：第62回東北支部総会開催

■技術部会

月 日：5月25日(日)

場 所：水防演習(名取市高館熊野堂中河原地先)

出席者：山岸嗣宏技術部会長

内 容：名取川水防演習

■情報化施工技術委員会(施工部会)

月 日：5月26日(月)

場 所：支部会議室

出席者：鈴木勇治情報化施工技術委員長ほか14名

議 題：①東北地方整備局情報化施工研修について ②情報化施工セミナー(仙台)内容及び担当 ③情報化施工復興支援W/G報告 ④今後の情報化施工セミナー計画及び広報について ⑤その他

■北陸支部

■北陸支部総会

月 日：5月12日(月)

場 所：チサンホテル&コンファレンスセンター新潟

出席者：丸山暉彦北陸支部長ほか113社(71名)

議 題：①平成25年度支部事業報告及び決算報告に関する件 ②平成26～27年度役員選任に関する件 ③平成26年度事業計画及び収支予算に関する件

記念行事：優良建設機械運転員並びに整備員の表彰、記念講演会

■建設技術報告会幹事会

月 日：5月14日（水）

場 所：新潟国道事務所会議室

出席者：坪内昭雄担当委員

議 題：平成26年度建設技術報告会の実施計画について

■ 中 部 支 部

■第3回支部通常総会実施

月 日：5月12日（月）

場 所：ウイル愛知 女性総合センター

出席者：小川敏治支部長ほか約110名

議 題：①平成25年度事業報告及び決算報告承認の件 ②平成26年度事業計画及び収支予算承認の件等

■技能検定実技試験実施事務打合せ会議

月 日：5月13日（火）

出席者：永江事務局長出席

議 題：建設機械整備技能検定に関する実務打合せ

■木曾三川連合総合水防演習・広域連携防災訓練

月 日：5月18日（日）

参加者：小川支部長、永江事務局長、キャリアオ技研(株)5名

場 所：三重県桑名市長島町及び三重県いなべ市藤原町

内 容：ラジコンヘリによる災害時の情報収集訓練を実施

■外国人技能評価試験

月 日：5月21日（水）

試験監督者：永江豊事務局長

試験地：愛知県日進市

受験者：ベトナム人2名

■第5回 東海・東南海・南海地震対策中部圏戦略会議

月 日：5月22日（木）

場 所：ポートメッセ名古屋

出席者：永江事務局長代理出席

議 題：中部圏地震防災基本戦略の第一次改訂等

■除草作業安全講習会

月 日：5月28日（水）

場 所：名古屋市中企業振興会館

参加者：34名

■ 関 西 支 部

■支部通常総会

月 日：5月15日（木）

場 所：大阪キャッスルホテル 会議室

出席者：深川良一支部長以下92名

議 題：①支部規程改正の件 ②平成25年度事業報告及び決算報告の件

③平成26・27年度支部役員改選（運営委員会）④平成26年度事業計画及び収支予算の件 ⑤本部事業概要報告 ⑥平成26年度会長表彰・永年団体会員表彰 60年4社、50年2社、30年1社、20年1社 ⑦優良建設機械運転員等表彰 運転部門3名、整備部門4名

講 演：宇宙エレベータ建設構想 講師…(株)大林組 石川洋二氏

■建設用電気設備特別専門委員会（第409回）

月 日：5月21日（水）

場 所：中央電気倶楽部 会議室

議 題：①前回議事録確認 ②「JEM-TR104 建設工用受配電設備点検保守チェックリスト」の審議 ③「JEM-TR236 建設工用400V級電気設備施工指針」の作業分担 ④その他

■ 中 国 支 部

■第3回支部通常総会

月 日：5月13日（火）

場 所：ホテルセンチュリー 21 広島

出席者：河原能久支部長ほか72名

議 題：①平成25年度事業報告及び同決算報告承認の件 ②平成26年度事業計画（案）及び同収支予算（案）報告の件 ③平成26年・27年度役員選任について ④本部事業概要及び事業計画説明 ⑤本部感謝状・表彰状贈呈 ⑥講話「国土交通行政の最近の話題」中国地方整備局企画部長 足立徹氏

■平成26年度「建設の機械化施工優良技術者」表彰式

月 日：5月13日（火）

場 所：ホテルセンチュリー 21 広島

受賞者：運転・整備部門5名、管理部門2名、技術開発部門1名 計8名

■記念講演会

月 日：5月13日（火）

場 所：ホテルセンチュリー 21 広島

演 題：地質・地盤と防災対策

講 師：広島大学名誉教授 佐々木康氏

■ 四 国 支 部

■四国支部第3回通常総会

月 日：5月13日（火）

場 所：ホテル「マリンパレスさぬき」(高

松市)

議決権総数：127社

出席社数：119社（うち、委任状提出53社）

出席者総数：島弘支部長ほか113名

議 題：①第1号議案 平成25年度事業報告承認の件 ②第2号議案 平成25年度決算報告承認の件 ③第3号議案 会計及び業務監査報告に関する件

④第4号議案…1) 任期満了に伴う役員改選に関する件、2) 運営委員会の報告に関する件 ⑤第5号議案 平成26年度事業計画に関する件 ⑥第6号議案 平成26年度収支予算に関する件

■支援事業「(香川・四技合同) 排水ポンプ車操作訓練」

月 日：5月30日（金）

場 所：高松市東植田町地先「公湖池」

主 催：国土交通省香川河川国道事務所・四国技術事務所

支部参加者：会員会社5社が訓練に参加。他に1社1名が見学

■ 九 州 支 部

■平成26年度第1回運営委員会

月 日：5月14日（水）

出席者：江崎哲郎支部長ほか16名

議 題：①平成25年度事業報告及び決算報告 ②平成26年度事業計画及び収支予算 ③平成26・27年度支部役員を選任 ④平成26年度優良建設機械運転員等表彰

■第3回通常総会

月 日：5月14日（水）

出席者：江崎哲郎支部長ほか61名

議 題：①平成25年度事業報告及び決算報告 ②平成26年度事業計画及び収支予算 ③平成26・27年度支部役員を選任

■優良建設機械運転員等表彰

月 日：5月14日（水）

表彰者：14名

■特別講演

月 日：5月14日（水）

出席者：江崎哲郎支部長ほか61名

議 題：防災・減災の取り組みについて…九州地方整備局 平井企画部長

編集後記

読者のみなさんいかがお過ごしでしょうか。

近頃は、異常気象が多くなったと言われます。今年の夏は、猛暑かどうか気になるところです。

さて、メンテナンスへの取り組みは、急激な展開を見せているような気がします。

今回の報文は、維持管理における点検、補修のシステムや新技術などの紹介を主にしております。一端を捉えたに過ぎないかと思いますが、具体的にどのような状況にあるのか、知る機会のひとつになるのではないのでしょうか。

報文の内訳は、工法1件、システム1件、ダム1件、点検4件、補修4件、リニューアル1件になっております。分野別ですと、橋5件、舗装2件が多く、ダム、のり面、鋼材腐食、ガードレール、側溝各1件です。

ハイウェイテクノフェアや、国交省のけんせつフェアなどに出席された技術から多数選ばせていただきました。

巻頭言は、当協会の昨年の「建設施工と建設機械シンポジウム」でご講演いただいた、橋にご造詣の深い橋梁調査会の西川専務理事にお願しました。

維持管理に関しては、官民あげて、新技術の開発を進めておられる状況です。また、開発途上、企画段階のものもあり、本特集では、なるべく実績のあるものを取り上げたつもりです。

なにしろ、膨大な社会資本ストックが対象ですから、予算の制約の中で維持管理を最適化することが求められています。

部分的、対症療法的ではなく、システムチックで、全体のレベルを上げる取り組みが必要となるわけです。

なるべく最近の事例となるよう気を配ったつもりですが、幅広い分野をカバー出来なかった気もしております。

維持管理の難しいところは、外観を検査してかなりの保全が可能であるが、重大な事故というのは、内部で進行して表面に出てこない損傷に起因することもあると言ふことかなと思います。人間の体でも、定期検診で異常を検知して、それでかなり予防が可能なのですが、実際には、全然検査に引っ掛からない箇所または、検査しない、検査できない箇所が原因で健康を害することもあるわけです。

ローマ時代の建造物などよく現代まで生き残っていると感心しますが、鉄やコンクリートで千年持つものを作るのは、果たして可能なのでしょうか。実用的には、百年持てば、十分な気がします。何もなくても百年持てばすごいことだと思います。

結果的に最も関心の高いであろう道路関係が多くなってしまいました。他の分野は、あまり最近の動向がつかめませんでした。ダムについては、排砂が大掛かりな設備によって、なされようとしております。長寿命化、リニューアルももっと事例があればよかったですかと思ひます。

最後になりましたが、お忙しい中突然の依頼に快く応じていただき、執筆にご協力いただきました各位、また、仲介の労をとっていただいた方々に深く感謝いたします。

(江本・藤島)

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	橋元 和男
本田 宜史	渡邊 和夫

編集委員長

田中 康順 鹿島道路(株)

編集委員

吉田 潔	国土交通省
三浦 弘喜	農林水産省
伊藤 健一	(独)鉄道・運輸機構
篠原 望	鹿島建設(株)
立石 洋二	大成建設(株)
藤内 隆	清水建設(株)
赤井 亮太	(株)大林組
久保 隆道	(株)中工務店
安川 良博	(株)熊谷組
川西 健之	(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)
和田 一知	(株)KCM
江本 平	範多機械(株)
藤島 崇	施工技術総合研究所

事務局

日本建設機械施工協会

8月号「河川・海洋・海岸・港湾特集」予告
 港湾の技術開発にかかる行動計画
 自然インフラ砂丘等を守る「浜屋後退抑止工」
 津波・高潮防災のための技術開発
 パラレルメカニズムと建設施工技術への応用
 止水部に凍結技術を利用した仮設ドライアップ工法
 水圧吸引式ダム堆砂対策の開発
 環境に配慮した深層混合処理船への設備更新
 省エネルギーグラブ浚渫船 Hybrid「第381良成丸」
 作業船における予知保全技術と適用事例紹介
 福田漁港・浅羽海岸サンドバイパスシステム
 岸壁のリニューアル工法 2段タイ材地下施工法
 名古屋港ケーソンの中詰工事
 海底資源開発における施工方法に関する考察

建設機械施工

第66巻第7号(2014年7月号)(通巻773号)

Vol.66 No.7 July 2014

2014(平成26)年7月20日印刷

2014(平成26)年7月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 辻 靖 三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支店	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支店	〒980-0802 仙台市青葉区二丁目16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支店	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話 (025) 280-0128
中部支店	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10	電話 (052) 962-2394
関西支店	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支店	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話 (082) 221-6841
四国支店	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支店	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30	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

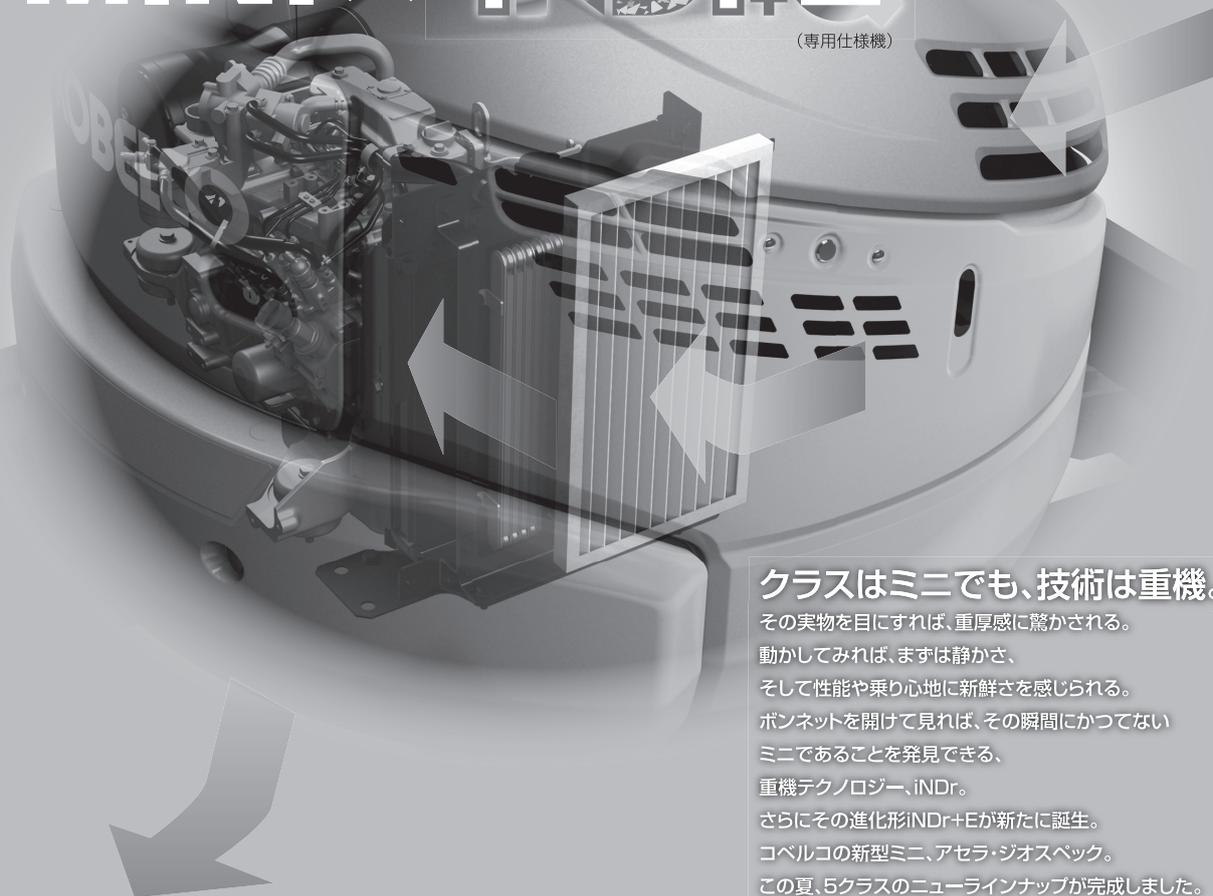
KOBELCO

低燃費のコベルコ!
低炭素社会の実現へ

ボンネットの中に見る劇的進化。

MINI X **iNDr+E**

(専用仕様機)



クラスはミニでも、技術は重機。

その実物を目にすれば、重厚感に驚かされる。

動かしてみれば、まずは静かさ、

そして性能や乗り心地に新鮮さを感じられる。

ボンネットを開けて見れば、その瞬間にかつてない

ミニであることを発見できる、

重機テクノロジー、iNDr。

さらにその進化形iNDr+Eが新たに誕生。

コベルコの新型ミニ、アセラ・ジオスペック。

この夏、5クラスのニューラインナップが完成しました。



SK28SR

SK30SR

SK35SR

SK45SR

SK55SR

MINI EXCAVATOR **AGERA
GEOSPEC**

コベルコ建機株式会社 <http://www.kobelco-kenki.co.jp>
東京本社/〒141-8626 東京都品川区東五反田2-17-1 ☎03-5789-2111



吸塵式乾式カッター
MCD-RY14



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

未来へ伸びる、三笠の技術。



転圧センサー

バイプロコンパクター
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



高周波バイブレーター
FX-40/FU-162

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	北関東営業所 TEL:0276-74-6452	中国営業所 TEL:082-875-8561	沖縄出張所 TEL:090-7440-0404
札幌営業所 TEL:011-892-6920	長野出張所 TEL:080-1013-9542	四国出張所 TEL:087-868-5111	
仙台営業所 TEL:022-238-1521	中部営業所 TEL:052-451-7191	九州営業所 TEL:092-431-5523	
新潟出張所 TEL:090-4066-0661	金沢出張所 TEL:080-1013-9374	南九州出張所 TEL:080-1013-9558	

確かな技術で世界を結ぶ

Attachment Specialists

任意の高さに停止可能

パラレルリンクキャブ



パラレルリンクキャブ仕様車

車の解体・分別処理を大幅にスピードアップ

自動車解体機



自動車解体機

ワイドな作業範囲で効率の良い荷役作業

スクラップハンドラ



スクラップハンドラ仕様車

スクラップ処理で高い作業効率を発揮

リフティングマグネット



リフティングマグネット仕様車

船舶・プラント・鉄骨物解体に威力を発揮する

サーベルシア



MSD4500R

丸太や抜根を楽々切断する

ウッドシア



MWS700R (油圧全旋回式)



マルマテクニカ株式会社

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

■名古屋事業所

愛知県小牧市小針2-18 〒485-0037
電話 0568(77)3312
FAX 0568(77)3719

■本社・相模原事業所

神奈川県相模原市南区大野台6丁目2番1号 〒252-0331
電話 042(751)3800
FAX 042(756)4389

■東京事業所

東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号 〒156-0054
電話 03(3429)2141
FAX 03(3420)3336

建設機械施工 広告掲載のご案内

月刊誌 建設機械施工では、建設機械や建設施工に関する論文や最近の技術情報・資料をはじめ、道路、河川、ダム、鉄道、建築等の最新建設報告等を好評掲載しています。

■職業別 購読者

建設機械施工 / 建設機械メーカー / 商社 / 官公庁・学校 / サービス会社 / 研究機関 / 電力・機械 等

■掲載広告種目

穿孔機械 / 運搬機械 / 工事用機械 / クレーン / 締固機械 / 舗装機械 / 切削機 / 原動機 / 空気圧縮機 / 積込機械 / 骨材機械 / 計測機 / コンクリート機械 等

広告掲載・広告原稿デザイン — お問い合わせ・お申し込み

サンタナアートワークス

広告営業部：田中 san-mich@zam.att.ne.jp

TEL:03-3664-0118 FAX:03-3664-0138

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F



建設機械施工 カタログ資料請求票

本誌に掲載されている広告のお問い合わせ、資料の請求はこの用紙を利用し、ファクシミリなどでお送りください。

※カタログ/資料はメーカーから直送いたします。 ※カタログ送付は原則的に勤務先にお送りいたします。

お名前： _____ 所属： _____

会社名(校名)： _____

資料送付先： _____

電話： _____ F A X： _____

E-mail: _____

	広告掲載号	メーカー名	製品名
①	月号		
②	月号		
③	月号		
④	月号		
⑤	月号		

FAX 送信先：サンタナアートワークス 建設機械施工係 FAX:03-3664-0138

それはいつまでも
青い空のために



コスモ **ECO** ディーゼル

「DH-2」対応
ディーゼルエンジンオイル
SAE 10W-30 / SAE 15W-40

美しい地球、豊かな環境を目指して
ひた走るパワー、コスモルブ・ウェイ

コスモ石油ルブリカンツの 環境対応潤滑油



省電力型油圧作動油

コスモ
スーパーエポック **UF**



省電力型工業用ギヤー油

コスモ
ECOギヤー **EPS**

それはいつまでも
蒼い地球のために

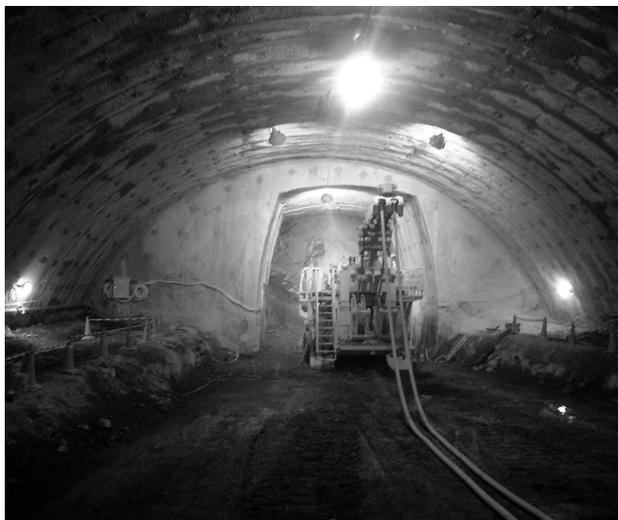
地球環境へ、

さらに新しい対応を求められている今、オイルもまた、次の課題をクリアする進化が問われます。
コスモルブは、地球に、人に、優しい環境LUBEソリューションを提案してまいります。

 **コスモ石油ルブリカンツ株式会社** <http://www.cosmo-lube.co.jp/>
カスタマーサポートセンター：0120-15-4899

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー



主な特長

- カッター出力は330kWで、強力な切削力を発揮し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- 機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m（ケーブルハンガーを除く）
- 定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅9.5m
- 高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- 接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

KYB カヤバシステム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

<http://www.kyb-ksm.co.jp>

本社・営業	〒105-0012	東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル	TEL. 03-5733-9444
カスタマーサービス相模事業所	〒252-0328	神奈川県相模原市南区麻溝台1丁目12番1号	TEL. 042-767-2586
大阪支店	〒564-0063	大阪府吹田市江坂町1丁目23番20号 TEK第二ビル	TEL. 06-6387-3371
西部支店	〒812-0016	福岡県福岡市博多区博多駅南1丁目7番14号 ボイス博多	TEL. 092-411-4998
三重工場	〒514-0396	三重県津市雲出長常町1129番地11	TEL. 059-234-4111

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他 産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。
日本国内 自社自力生産・直接修理を實踐中!

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機 フルラインアップ!!

ケーブルレス **サテレタ** **リソーサー**
離操作

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

- ◆ 業界唯一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応!
- ◆ 常に! 業界一のコストパフォーマンス!
- ◆ 迅速なメンテナンス体制!
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい! 代々互換性を継承、補修の永続制

新 スリムケーブルレス より安価なオーダー対応を実現!

マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ
微弱電波・特定小電力
両モデル対応

モデルチェンジ!
内部設計を一新

全ての互換を優先しました

2段階押しスイッチ装着可能

自由度の高い多様なオーダー対応
ボタン配置自在/最大32点

優れた耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを装着可能

パネルゴム突起で操作クリック感が向上

セットで **15万円** (税別価格)



8操作標準型 RC-5808N

- 8操作8リレー
- 軽量コンパクト受信機

12操作標準型 RC-5812N

- 12操作12リレー
- 照明出力リレーの保持を標準採用

16ボタンモデル

16操作標準型 RC-5816N

- 16操作16リレー
- 同じ外形で16個のボタンをコンパクトに配置

セットで **17万円** (税別価格)



N/U/Gシリーズ
標準型 RC-6016N

- 16操作16リレー
- 最大25リレーまで対応可能

セットで **20万円** (税別価格)

防爆形 対応可能 (N/Uシリーズ)



微弱電波・特定小電力
両モデル対応

新 モデルチェンジ! 内部設計を一新!
全ての互換を優先しました。

頑強ケーブルレス

N/U/Gシリーズ

標準型 RC-8616N

- 16操作16リレー
- 最大32リレーまで対応可能

セットで **22万円** (税別価格)

堅牢なボディ
耐衝撃性能が向上

優れた耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを装着可能

ハンディなのに特殊スイッチを装着可能

特殊スイッチ

オーダー対応例

防爆形はTX-8400型送信機で対応 (Nシリーズのみ)



微弱電波・特定小電力
両モデル対応

マイティサテレタ

N/U/Gシリーズ

防爆形 対応可能 (Nシリーズのみ)

3ノッチジョイスティック型 RC-7132N

ジョイスティック 特殊スイッチ装着可能

セットで **90万円** (税別価格)

全押しボタン RC-7126N

ジョイスティック 2本装着オーダー例

セットで **45万円** (税別価格)



操作信号数 最大32点
(またはプロボ最大6項目と入力信号26点以下)

旧アンリツ製 デジタルテレコン 入替専用モデル

新型ジョイスティック

3ノッチジョイスティック型 RC-7233UAN

スイッチガード付き押しボタン

全押しボタン型オーダー例 RC-7215U



微弱電波モデル対応

チップケーブルレス

Nシリーズ

標準型 RC-3208N

- 8操作
- 8リレー

セットで **12万円** (税別価格)

片手で握り替えずに正逆操作が行えます!

チップ部品採用でポケットサイズ化

トコトコ機能を絞ってコストダウン

アルカリ乾電池なら連続使用60時間以上

高い防水性能
送信機はIP65

従来機と信号互換あり!

受信機は既設のまま送信機のみ取替可



微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応

ケーブルレスミニ

N/Rシリーズ

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

3操作3リレー 最大5リレーまで対応可能

標準型 RC-4303N/R

セットで **10万円** (税別価格)

特許! テルハにはゼロ線電源*で電気配線工事不要!!
更に、おんぶ*だっこ金具*で取付簡単!! (*オプション)



リソーサー
離操作

N/U/Gシリーズ

標準型 RC-2512N

セットで **22万円** (税別価格)

12操作12リレー 最大32リレーまで対応可能

見易くなった電池残量告知ランプ付

軽量コンパクト ショルダータイプ

価格もサイズもハンディー並み!



微弱電波・特定小電力
ラジコンバンド
全モデル対応

データケーブルレス

N/R/U/Gシリーズ

- 機器間の信号伝送に!
- 多芯の有線配線の代わりに!

標準型 セットで
TC-1305R 20.5万円 (税別価格)
TC-1308N(微弱電波) 22万円 (税別価格)

送信機 (外部接点入力型) 7100型
6300型
5700型
3200型

受信機

写真はUシリーズ

工次第で用途は無限!



特定小電力専用モデル

ジョイスティック 特殊スイッチ装着可能

MAX サテレタ

Uシリーズ
Gシリーズ

標準型 RC-9300U

セットで **95万円** (税別価格)

金属シャーシの多操作・特注仕様専用機!!

全押しボタン装着タイプ

無線変速ジョイスティック 2本装着例



無線式火薬庫警報装置

発破番 ES-2000R

標準付属品付 セットで 40万円 (税別価格)

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

ER-2000R(受信機) ET-2000R(送信機)



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

本カタログの価格は、全て税抜表示となっています。

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
コマツ第三代ハイブリッドHB205-2は、
油圧ショベルのスタンダードとなります。

NEW

- 特定特殊自動車排出ガス2011年基準適合車
- 低炭素型建設機械
- 超低騒音型建設機械
- NETIS登録商品(登録番号KT-120070-A)



- 燃料消費量

PC200-8N1 比 **30%** 低減/時間
PC200-10 比 **20%** 低減/時間

※ KOMTRAXの解析による平均作業パターン時。
実際の作業では、作業内容により上記以下に
なる場合があります。



KOMATSU

コマツ 国内販売本部

〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 <http://www.komatsu-kenki.co.jp>

雑誌 03435-7



4910034350742
00800

「建設機械施工」

定価 本体八〇〇円(税別)