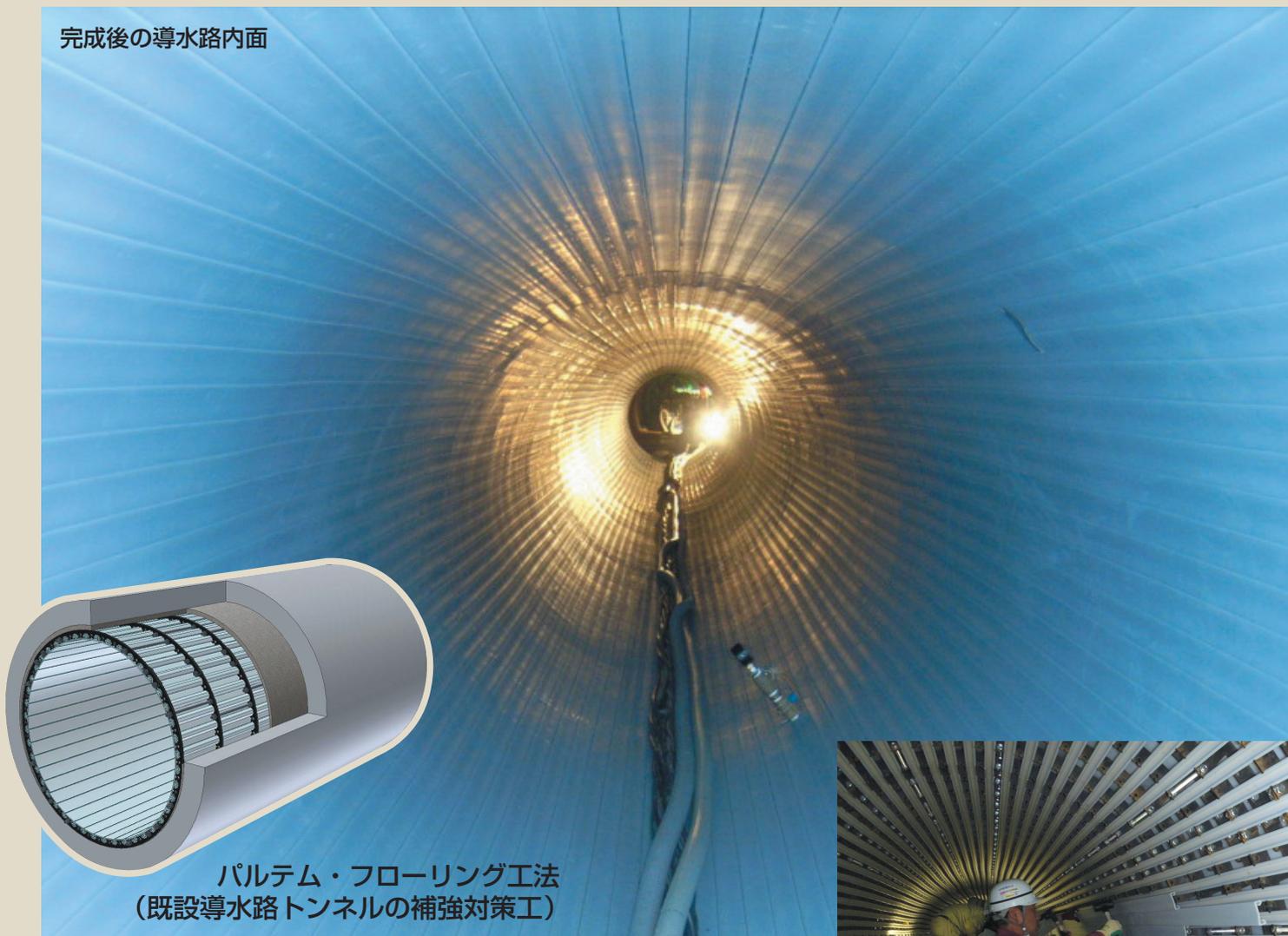


建設の施工企画 6

2011 JUNE No.736 JCOMA

完成後の導水路内面



パルテム・フローリング工法
(既設導水路トンネルの補強対策工)

維持管理・長寿命化・リニューアル 特集

- (独) 土木研究所構造物メンテナンス研究センターの活動紹介
- 社会資本の予防保全的管理のための点検・監視技術の開発
- 既設導水路トンネルの改築
- 神一・神二・仏原ダムラジアルゲート取替工事の概要
- 横山ダム主放流ゲート設備の維持管理
- 下久保ダム表面取水設備のリニューアル
- 電磁波レーダを用いたトンネル覆工検査車の検証
- 亜鉛・アルミ擬合金溶射による新しい電気防食工法
- 新耐震GX 形ダクタイル鉄管の長寿命化技術の紹介
- 長寿命化コンクリート
- 管路継手部の水密試験方法
- 軌道レール温度上昇抑制工法の開発と実施例



鋼製リングへの表面部材取付作業

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。2008年7月、国土交通省が設置した『情報化施工推進会議』は、「情報化施工推進戦略」を提言しましたが、その中でも「人材育成」が非常に重要であることを指摘しています。

(社)日本建設機械化協会は、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23年 7月21日(木)～22日(金)
2. 主催：社団法人 日本建設機械化協会
3. 場所：(社)日本建設機械化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』
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
体験コース (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	<u>20,000円/人</u>	OCPDS認定研修(6unit) ○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	<u>88,000円/人</u>	OCPDS認定研修(14unit) ○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。
- ・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、**68,000円/人**で受講できます。
- ・受講費用には、建機・機材のレンタル費、パソコンの利用、傷害保険、テキストなどの費用が含まれています。宿泊費、食事代は含みません。
- ・ヘルメット、安全チョッキは当方で準備します。なお、実習の際は安全靴の着用をお願いします。
- ・諸般の事情により内容を変更する場合があります。

「国際大ダム会議第 80 回年次例会及び第 24 回大会」への出展募集

社団法人 日本建設機械化協会

1. 趣旨

国際大ダム会議第 80 回年次例会及び第 24 回大会が 2012 年に京都で開催されます。

この会議は、水に関する諸問題の解決と地球温暖化への対応に向け、世界 90 カ国のダム・河川関係者が一同に会して討議する重要な会議です。

この会議の一環として、展示ブースが設置されることとなっており、当協会においても出展を行います。

そのため、当協会の展示ブースにパネル展示を希望される会員様を募集致します。

大会の概要は、<http://icold2012kyoto.org/j/index.html> をご覧下さい。

2. 募集内容

1) 展示パネルサイズ

概ね A 1 パネル(横594mm×縦841mm)を基本とします。

2) 利用料 (A 1)

30,000 円/枚 (消費税込み)

3) お申込期限

平成 23 年 8 月 1 日 (月)

3. 展示概要

1) 日時

平成 24 年 6 月 5 日 (火) ～8 日 (金) (4 日間) 9 : 00～18 : 00
(但し、6 月 8 日は 9 : 00～13 : 00)

2) 場所

国立京都国際会館 イベントホール

<http://www.icckyo.or.jp/jp/guide/event.html>

3) 展示ブース (1 ブース) の大きさ

3.0m×3.0m×2.5m (幅×奥行き×高さ)

4. お問い合わせ・申込先

(社)日本建設機械化協会 白鳥

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

e-mail : shiratori@jcmnet.or.jp

橋梁架設工事及び設計積算業務の必携書

橋梁架設工事の積算

平成23年度版

∞∞∞ 改訂・発刊のご案内 ∞∞∞

平成23年5月 社団法人 日本建設機械化協会

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23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23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23年度版」を別冊(セット)で発刊致しました。

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

敬 具

◆内容

平成23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22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

- ・セッティングビーム工追加(歩掛設定)
- ・製作工労務単価、間接労務費率の変更に伴う架設用の製作部材単価改訂
- ・積算例題の見直し

2. PC橋編

- ・支保工関連
仮設材賃料、損料算定式、供用日数補正方法、及び積算例の追加
- ・トラッククレーン架設の適用範囲拡大と据付条件の追加
- ・橋台・橋脚回り足場ブラケット歩掛の追加
- ・枠組足場日当り賃料、基本料の追加

●B5判/本編約1,100頁(カラー写真入り)
別冊約120頁 セット

●定価

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

※ 別冊のみの販売はいたしません。

※ 学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※ 送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 600円

沖縄県 450円(但し県内に限る)

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

●発刊日 平成23年5月19日

『建設機械施工ハンドブック』

— 建設機械の最新技術と施工法が同時に学べる —

改訂4版発刊のご案内

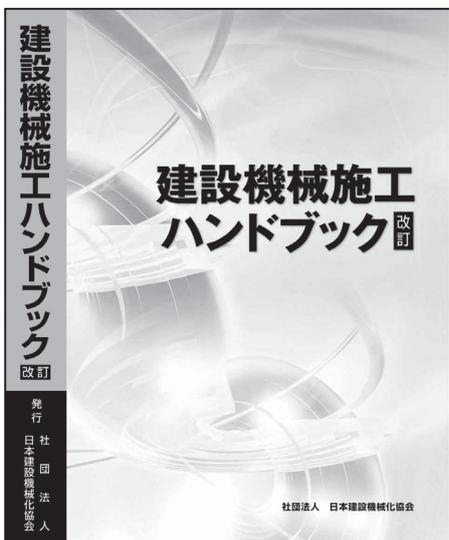
建設機械及び施工の基礎知識、最新の技術動向、排出ガス規制・地球温暖化とその対応、情報化施工など、平成18年2月の改訂3版発行以降の最新情報も織り込み内容を更新・充実し読みやすくした第4版を出版しましたのでご案内申し上げます。

このハンドブックは、建設機械を用いた施工現場における監理・主任技術者、監督、世話役、オペレータなどの現場技術者、建設機械メーカ、輸入商社、リース・レンタル業、サービス業などの建設機械技術者や、大学・高等専門学校・高等学校において建設機械と施工法を勉強する学生などを対象として書かれています。建設機械施工技術の修得に必携の書であり、また1・2級建設機械施工技士等の国家資格取得のためにも大変有効です。

【構成】

- | | | |
|--------------|------------|-------------|
| 1. 概要 | 6. トラクタ系機械 | 10. モータグレーダ |
| 2. 土木工学一般 | 7. ショベル系機械 | 11. 締固め機械 |
| 3. 建設機械一般 | 8. 運搬機械 | 12. 舗装機械 |
| 4. 安全対策・環境保全 | 9. 基礎工事機械 | |
| 5. 関係法令 | | |

上記各機種の内容は、①概要、②定義と分類、③各機種・応用形の特徴と主な用途、④諸元・性能用語の意味、⑤構造と機能、⑥点検・整備、⑦故障と対策、⑧運転・取扱い、⑨施工方法、⑩作業能力などについて分かり易く解説してあります。



「建設機械施工ハンドブック」改訂4版

・ A4判／約800ページ

・ 定価

非会員：6,300円（本体6,000円）

会員：5,350円（本体5,095円）

特別価格：4,800円（本体4,571円）

【ただし、特別価格は学校教材販売（学校等教育機関で20冊以上を一括購入申込みされる場合）】

※送料は会員・非会員とも沖縄県以外700円、沖縄県1,050円

※官公庁（学校関係を含む）は会員と同等の取扱いとします。

発刊のお知らせ

平成23年度版 建設機械等損料表

- 発刊 : 平成23年5月30日
- 本の体裁 : B5判 モノクロ 約710ページ
- 価格(税込) : 7,700円(一般) 6,600円(会員等)
- 送料(単価) : 600円(沖縄県を除く日本国内)

* 複数発注の場合は送料単価を減額します。

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

■内容

- ・国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づいて編集
- ・機械経費・機械損料に係る通達告示類を掲載
- ・損料積算例や損料表の構成、用語を解説
- ・各機械の燃料あるいは電力消費量(率)を掲載
- ・主要機械は写真・図で概要を紹介
- ・主要機械は「日本建設機械要覧」の関連ページを掲載

★参考(平成22年度版との相違点)

- ・「Q&A(よくある質問)」を追加
- ・低炭素型建設機械認定制度に関する通達類を追加
- ・その他



(社)日本建設機械化協会

目次

維持管理・長寿命化・リニューアル 特集

3	巻頭言 社会資本の維持管理と激甚災害	福手 勤
4	(独)土木研究所構造物メンテナンス研究センターの活動紹介 2008年設置から3年間の活動を中心に	桑原 徹郎
9	社会資本の予防保全的管理のための点検・監視技術の開発	地下 調
13	既設導水路トンネルの改築	田中 清隆・岩下 一彦・甲斐 豊
19	神一・神二・仏原ダムラジアルゲート取替工事の概要	和泉 満・白石 徳光・中谷 勇一
24	横山ダム主放流ゲート設備の維持管理 既存設備の有効活用と未来への情報伝達	岩崎 哲也
29	下久保ダム表面取水設備のリニューアル	館 憲司・鳴島 真二・石川 直
34	電磁波レーダを用いたトンネル覆工検査車の検証	松沼 政明・鈴木 尊
39	亜鉛・アルミ擬合金溶射による新しい電気防食工法	槇島 修
44	新耐震GX形ダクタイル鉄管の長寿命化技術の紹介	竹谷 和志・船橋 五郎
49	長寿命化コンクリート EIEN	横関 康祐・渡邊 賢三・芦澤 良一・取違 剛
54	管路継手部の水密試験方法 エアー式テストバンド工法	伊藤 征義
58	軌道レール温度上昇抑制工法の開発と実施例	相田 尚・片岡 直之
63	交流の広場 建設・鉱山工具用超硬合金の製造法及び開発動向	谷元 耕作
66	ずいそう アジアマスターズ陸上に参加して	秋山 俊二
67	ずいそう 東日本大震災に思う	岸野 佑次
68	CMI 報告 腐食劣化した鋼I桁のせん断耐荷力実験	小野 秀一
71	新工法紹介	機関誌編集委員会
76	新機種紹介	機関誌編集委員会
80	統計 平成23年度 公共事業関係予算	機関誌編集委員会
83	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
84	行事一覧 (2011年4月)	
86	編集後記	(安川・松本)

◇表紙写真説明◇

パルテム・フローリング工法 (既設導水路トンネルの補強対策工として採用)

写真提供：(株)熊谷組

パルテム・フローリング工法は、既設管きょ内で組立てた鋼製リングに高密度ポリエチレン製のかん合部材と

表面部材とを管軸方向に組付け、既設管と表面部材との間に充填材を充填することで既設管きょをリニューアル(更正、補強)する工法。

左の図は更正管の構造イメージ、右の写真はかん合部材に表面部材を組付ける作業の様子、中央の写真は工事完成後の導水路内面の状況。

平成 23 年度「建設施工と建設機械シンポジウム」
論文・ポスターセッション発表募集のご案内

“建設機械と施工法”に関する技術の向上を目的に、技術開発、研究成果の発表の場として「建設施工と建設機械シンポジウム」を毎年開催しております。本シンポジウムでは、「社会を支える建設施工と建設機械」をテーマとし、以下の 6 項目に関連する発表論文・ポスターの募集を行っています。

- ①災害、防災、復旧・復興 ②ICT の利活用 ③品質確保とコスト縮減
④環境保全、省エネルギー対策 ⑤安全対策 ⑥維持・管理・補修
ぜひご参加ください。
会期：平成 23 年 11 月 30 日(水)
～ 12 月 1 日 (木)
会場：機械振興会館

詳細問い合わせ先：
社)日本建設機械化協会
シンポジウム実行委員会事務局 両角
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
<http://www.jcmanet.or.jp>

情報化施工研修会のご案内 —ICT 建設機械の实地研修—

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

1. 申込み方法

所定の申込書に記入の上、郵送、Fax

- またはメールにて申込み。申込書は当協会ホームページより入手できます。
開催日 1 週間前をもって締切とします。
2. 開催日 (以降、順次開催予定)
平成 23 年 7 月 21 日(木)～ 22 日(金)
3. 受講費用
体験コース：20,000 円 / 人
実務コース：88,000 円 / 人 ※

(※研修用 PC を利用、修了証を発行)
詳細問い合わせ先：
社)日本建設機械化協会 白鳥
TEL：03-3433-1501
<http://www.jcmanet.or.jp/>

平成 23 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 23 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技術力や知識を検定します。(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合せをしてください。)

1. 申込み受付
4 月 8 日終了
2. 試験日
学科試験：平成 23 年 6 月 19 日 (日)
実地試験：平成 23 年 8 月下旬から 9 月中旬
※実地試験は、学科試験合格者のみ受

検でき、日程は 8 月上旬に決定、通知します。
詳細問い合わせ先：
社)日本建設機械化協会 試験部
TEL：03-3433-1575
<http://www.jcmanet.or.jp>

2012 年開催「国際大ダム会議」出展募集のご案内

「国際大ダム会議第 80 回年次例会及び第 24 回大会」が 2012 年に開催されます。会議の一環として展示ブースが設置されることとなり、当協会においても出展を行います。この展示ブースにパネル展示を希望される会員様を募集致します。

1. 募集内容
展示パネルサイズ(基本)：A1 縦長パネル
利用料 (A1)：30,000 円 / 枚
申込期限：平成 23 年 8 月 1 日 (月)
2. 展示概要
期間：平成 24 年 6 月 5 日～ 8 日
場所：国立京都国際会館

展示ブース (1 ブース) の大きさ：
3.0 × 3.0 × 2.5 m (幅 × 奥行き × 高さ)
詳細問い合わせ先：
社)日本建設機械化協会 白鳥
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
e-mail：shiratori@jcmanet.or.jp

巻頭言

社会資本の維持管理と激甚災害

福手 勤



1980年代初頭に、それまでの米国の繁栄を支えてきた高速道路網の劣化損傷が深刻化し、遂には落橋が発生するに至り「荒廃するアメリカ」と呼ばれるようになった。歴史的に米国を追う形で社会資本を整備してきたわが国では、「21世紀は維持管理の時代」と言われてきた。実際に高度成長期に整備されたわが国の社会資本の中には、初期欠陥や経年劣化などにより損傷が進行するものが増え、利用者に不安を与えるケースも出てきた。このような背景から、わが国でも社会資本の維持管理に関する多方面からの研究が進められ、行政上の対応も進んだ。また同時に維持管理に関する資格制度も創設され、実務への反映や技術の普及に役立ってきた。

今年3月11日にわが国は東日本大震災に襲われた。マグニチュード9の超巨大地震は、建物の倒壊や地盤の液状化など地震時に起きうる一般的な災害に加え、大津波、さらには原発事故へと連鎖した。

現地から刻々と送られてくる、言葉を失う甚大な被災状況を見ると、これまでの社会資本の劣化損傷は、本来決して起こしてはならない「落橋」ですら、「腕白坊主のすり傷」に見えてくる。そして我々がこれまで取り組んできた劣化診断技術や劣化予測手法、補修補強技術、施工技術など、維持管理に関する幅広い研究や技術開発、さらには維持管理行為そのものが今回の大震災の前にはいかにも無力に思えてくる。

自然の猛威を前にして、社会資本の維持管理の重要性は低下したのだろうか？

答えはもちろん「否」である。極めて偶発的で予測が困難な超巨大外力に対する「安全」と、日々の生活を送る上で社会資本からわれわれが享受する「安心」

を混同してはならない。

これまで大学に入学してきた学生には「社会資本が世界の繁栄と人々の快適な生活を支えてきた。この恩恵を我々の子孫に引き継ぐためには社会資本の維持管理がとても重要だ」と教育してきたが、激甚災害を経験した今年の4月からはそんなに簡単ではない。全国で土木系の学生教育に携わる先生方は講義の組み立てに大変苦労されている。

被災地が復興するためには莫大な費用と長い時間が必要である。そしてその苦難は東北・関東の人たちにとどまらず、全ての国民が甘受すべきであろう。

これまでにストックされてきた社会資本は、我々の安全で安心な社会を支えるために必要なものであり、それゆえにその機能を保持するために社会資本の維持管理は引き続き重要なものである。しかし一方で、国債残高の現状や今回の被災地復興に必要な多額の財源の確保、そして今後の人口減少を考えると、維持管理対象施設の取捨選択の大切さも浮かび上がってくる。社会資本が経年劣化したからといって、すべての施設を等しく補修補強していくのではなく、長期的に本当に必要な施設に対し、ステークホルダーに説明可能な優先順位をつけて維持管理に取り組んでいくことが必要となる。

これまでの「事後保全型の維持管理」から、社会資本を「資産」としてとらえ、工学だけでなく経営学などの考え方を取り入れて計画的に運用・管理をしていく「社会資本のアセットマネジメント」への移行が提案されている。今回の大震災をそのパラダイムシフトの契機とすることは、われわれ技術者に課せられた大きな宿題であろう。

—ふくて つとむ 東洋大学 理工学部 都市環境デザイン学科 教授—

(独)土木研究所構造物メンテナンス研究センターの活動紹介

2008年設置から3年間の活動を中心に

桑原 徹郎

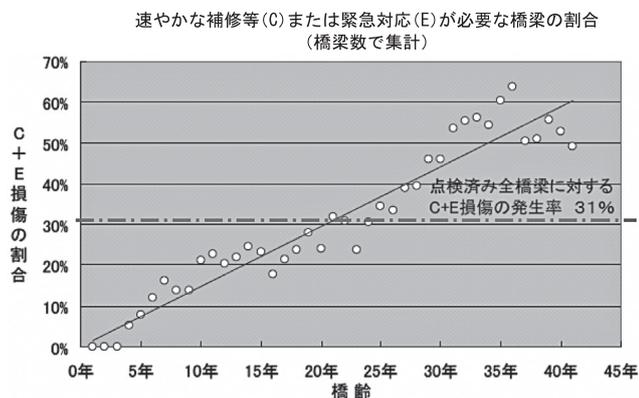
(独)土木研究所構造物メンテナンス研究センター (CAESAR) は、日本の道路構造物、特に道路橋の保全を効果的・計画的に実施するために必要となる技術・研究開発の実施を目的として、2008年4月に設立された。本報では、CAESAR 設立の背景とともに、「現場の支援」、「研究開発」及び「情報交流の場」という組織が目指す3つの役割の具体的な取り組みと、維持管理の実情を踏まえた「臨床研究」の実施など特徴的な活動事例について紹介する。

キーワード：道路橋、維持管理、技術支援、臨床研究

1. 設立の背景

日本では、高度成長期（1955年～73年）に道路整備が急ピッチに進められた。1930年代のニューディール政策の時代から整備が本格化した米国と比較すると、橋梁を含めた集中的な道路整備のピークは、米国は日本に約30年先行している。すなわち、米国では日本よりも30年早く、道路の高齢化が進んだこととなる。そして1980年代に入り、高齢化に加えて道路投資の減少が、いわゆる「荒廃するアメリカ」と言われる状況を招くこととなった。その後米国では道路に対する投資を増加し、更新・機能回復に努めているものの、例えば2008年においても全体の1/4、15万橋もの欠陥橋梁を有するなど（NBI2008）、一旦低下した水準の回復には至っていない。

図-1は、直轄国道の点検結果から、橋梁の供用年数（橋齢）と損傷発生の傾向を整理したものである。



出典：道路橋の予防保全に向けた有識者会議（第1回）資料より作成

図-1 橋梁の高齢化と損傷の関係

図より、早急に補修補強が必要とされた橋梁の占める割合は、橋齢につれて増加する傾向が見て取れる。我が国でも、米国から遅れること30年、すなわち今後10年程度の間適切な手段を講じなければ、米国と同様の事態を迎えることが想定される。

こうした状況や、2007年8月の米国ミネアポリスでの高速道路（I-35W）の橋梁の崩壊等を踏まえて、国土交通省では、2007年10月から道路橋の予防保全に向けての有識者会議を4回にわたり開催した。翌2008年5月には「道路橋の予防保全に向けた提言」が公表され、従来の何かが起きたら対処するという「事後対策」ではなく、早期発見・早期対策で国民の安全安心とネットワークの信頼性を確保するとともに、ライフサイクルコストの最小化と構造物の長寿命化を図る「予防保全」の実現のための以下の5つの方策が示された。

- ①点検の制度化
- ②点検及び診断の信頼性確保
- ③技術開発の推進
- ④技術拠点の整備
- ⑤データベースの構築と活用

この提言に呼応する形で、日本の道路構造物、特に道路橋の保全を効果的、計画的に実施するために必要となる技術・研究開発の実施を目的として、2008年4月に(独)土木研究所構造物メンテナンス研究センターが、土木研究所の4番目の研究組織として設立された。本センターの英語名は“Center for Advanced Engineering Structural Assessment and Research”であり、この頭文字から“CAESAR（シーザー）”を略称として用いている。

2. 組織と役割

CAESARの組織構成を図-2に示す。CAESAR設立以前は、構造研究グループの橋梁チームと基礎チーム、耐震研究グループの耐震チーム、技術推進本部の構造物マネジメント技術チームが道路橋に関する研究を主に担っており、協力しながらそれぞれ道路橋に関する研究開発を行っていた。しかし、既設橋では多くの場合、複合的な要因により不具合が生じ、設計、施工、補修補強等にかかる様々な知見が必要となることから、CAESARでは既往のチームを母体としつつも、維持管理に関する研究開発を効果的かつ機動的に対応できる体制とした。すなわち、上部構造や下部構造といった本来の専門分野的な視点に加え、橋梁を全体系として捉えて、その検査、予測評価、補修補強という維持管理の一連の流れと、それらをシステムチックに管理するという別の視点から、いわば、複眼的な視点で研究開発を行えるような体制としている。

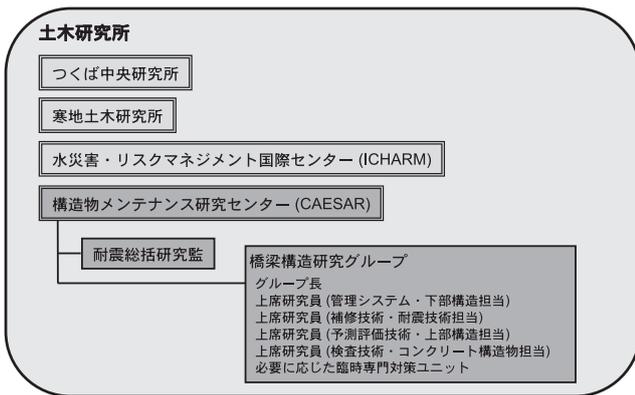


図-2 組織構成

CAESARが果たす主な役割として、「現場の支援」、「研究開発」及び「情報交流の場」の3つがある。

「現場の支援」とは、損傷、変状といった不具合等、技術的課題を抱えている個別の橋梁の診断・処方等の技術支援を行うとともに、そのフォローアップを行うことである。この過程で蓄積された知見は、マニュアル化や技術者への講習等を通じ、現場へフィードバックしている。

「研究開発」のうち維持管理については、通行止めをさせず橋としての機能を保持させるための「計画的な保全」と、落橋させず利用者の安全を図るための「安全管理」の2つの軸を立てている(図-3)。維持管理に重点を置き、橋梁の社会的重要度や求められる管理レベルに応じた技術の開発をめざすものである。その中で最も特徴的な取り組みが、3.に示す「臨床研究」である。

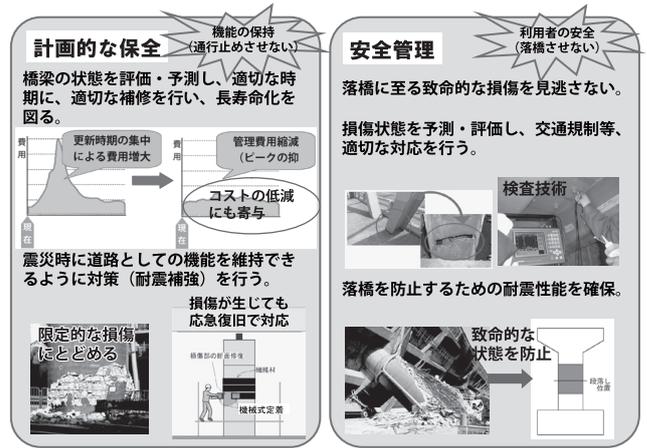


図-3 維持管理に関する研究開発

「情報交流の場」は、維持管理技術の集積拠点として、現場の道路管理者や大学、民間との連携を通じて、最新の技術情報が集まり、技術交流・情報発信が行える場を整えることである。講演会やウェブページによる情報発信のほか、理化学研究所と連携した研究開発、合同シンポジウムの開催等を行っている。

3. CAESARの活動事例

CAESARの活動事例のうち、特徴的なものを以下に示す。

(1) 技術相談・技術支援

CAESARでは、国土交通省国土技術政策総合研究所と一体となって、道路管理者からの技術相談に対応している。相談件数はCAESAR発足後に増加しており、相談内容としては、設計、施工の段階だけではなく、供用後の橋梁の不具合に関するものが増加していることが、特徴としてあげられる(図-4)。相談案件も直轄管理、自治体管理を問わず全国から寄せられ、不具合の種類も、疲労、塩害、ASR(アルカリ骨材反応)のいわゆる

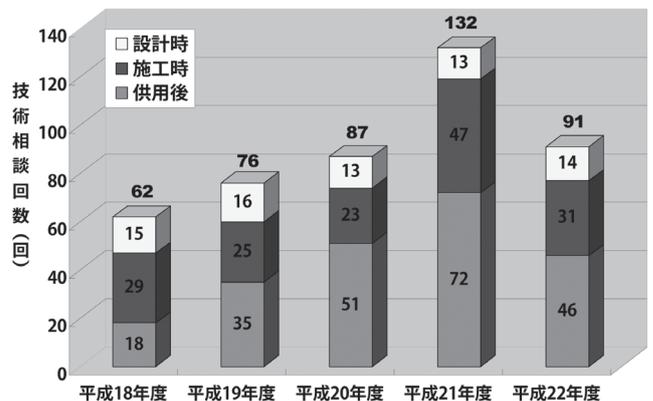
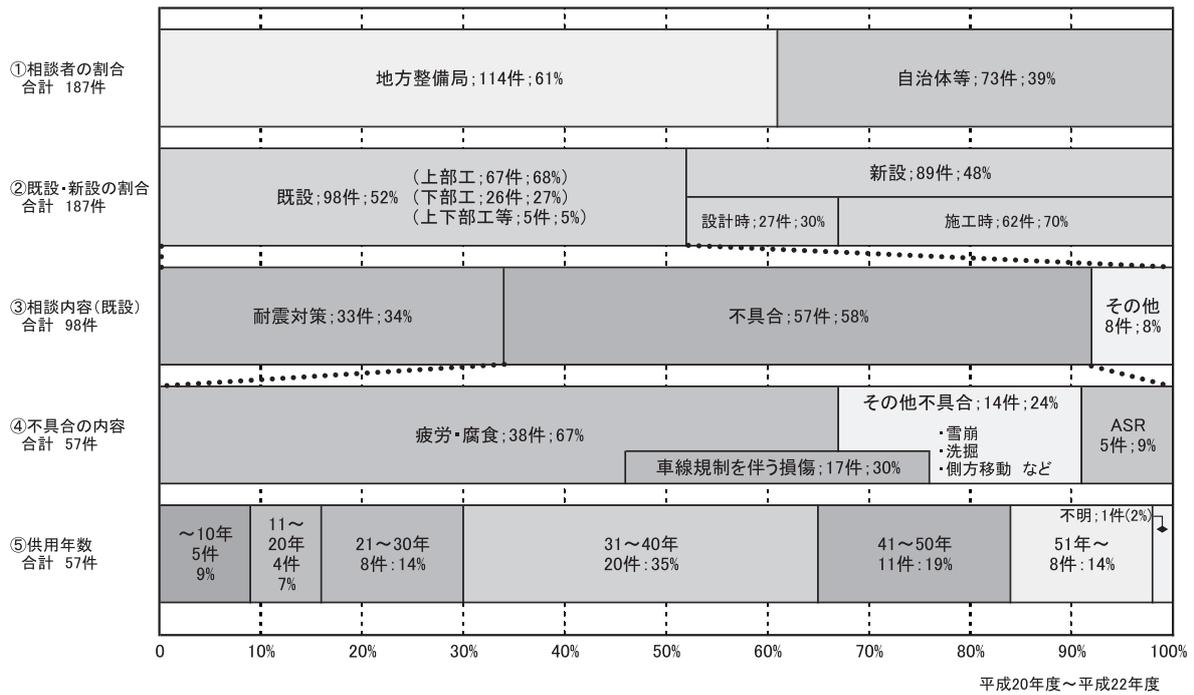


図-4 技術相談回数の推移 (橋梁関係)



図一5 技術相談の内訳 (H20-22年度, 橋梁関係)

3大損傷をはじめとする, 多種多様なものとなっている(図一5)。今後, 橋梁の高齢化に伴い, こうした傾向はますます増加することが予想される。また, このような技術相談を経て得られた知見等を分析し, 今後の研究開発ニーズを的確に把握するとともに, 必要に応じ, 国土交通省を通じた全国の道路管理者への注意喚起や, 技術基準類への反映等を行っている。

災害時に被災した橋梁に対する緊急的な健全性の評価や講じるべき処置の提示など, 高度な専門能力に基づく道路管理者への支援も, CAESARの重要な役割である。3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震に関しても, 被災地支援に不可欠となる路線上の橋梁に対する緊急的な健全度調査や, 直轄・自治体を含めた道路管理者からの要請に基づく, 個別被災橋梁に関する現地での技術支援等を行っている(写真一)。

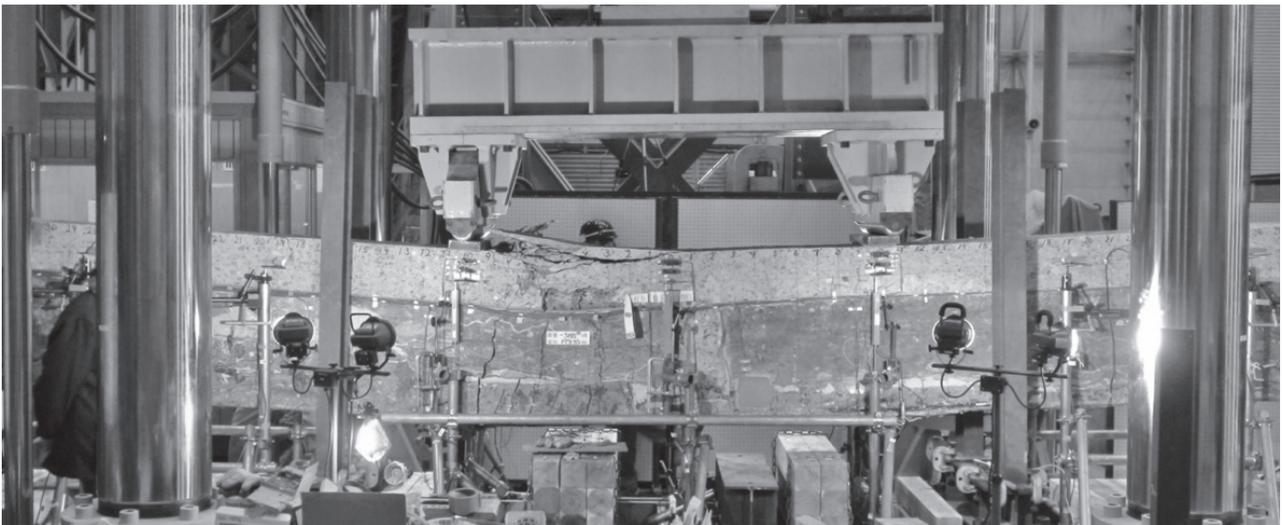


写真一1 東北地方太平洋沖地震での津波による被災橋梁の調査

(2) 臨床研究

道路橋の安全管理は, 点検, 診断, 措置, 経過観察の一連の行為を行うことでなされるものであり, これを確実に行うことが維持管理の根幹である。これら維持管理における各段階には, 様々な課題とその解決のための研究開発があるが, 既設橋の劣化損傷・変状の要因は多岐にわたるので, 実験室で再現するには限界がある。そこで, 医学にたとえると, 症例の蓄積, 検死解剖例の蓄積, 標本を用いた残存強度実験や補修・補強効果実験の蓄積, さらには, 年代別の損傷形態を分析するなどの疫学的分析が必要となる。このような, 実際の橋を用いた一連の研究を, 「臨床研究」と呼び, CAESAR発足以来取り組んでいる。撤去橋梁もその一環として活用しているが, その情報は, 管理主体である国土交通省や地方自治体から提供をいただき, これらの機関の協力を得ながら研究対象部材の収集を行っている。最近の主だった取り組みを以下に紹介する。

劣化損傷の進行した橋の健全度評価・診断を行う上で, 橋全体系の挙動や損傷部材の残存耐力力がどの程度であるか, 未だ不明な点が多く, 試験データを蓄積していくことが重要である。全橋での載荷試験としては, 腐食による劣化損傷の進んだ銚子大橋(国道124号, 鋼トラス橋, 1962年供用開始)や桜橋(国道8号, 鋼アーチ橋, 1963年供用開始), 塩害により劣化損傷の進んだ能生大橋(国道8号, PCポステンT桁橋, 1967年供用開始), 構造的特徴として床版目地を有する2主桁である北海道の旭橋(国道452号, 鋼I桁橋,



写真一 2 塩害を受けた桁の載荷試験（長橋）

1953年供用開始）でのダンプトラックを用いた載荷試験や起振機等による振動試験を行い、解析結果との比較検証、解析手法の検討を行っている。これらの結果は、劣化損傷の進んだ橋の健全度評価・診断技術の確立のための基礎データとして活用していく予定である。

撤去橋梁から採取した部材を用いての研究も実施している。コンクリート橋においては、耐荷力への寄与の大きい鋼材がコンクリート内部に配置されていることから、その状況を把握することが難しく、塩害やASR（アルカリ骨材反応）などにより劣化した橋梁がどの程度の耐荷力を有しているかの判断が困難である。劣化損傷したコンクリート橋の残存耐荷特性を確認するために、これらの劣化要因により撤去された倉谷橋（市道、RC床版橋、1959年供用開始）、神戸橋（県道、RCT桁橋、1935年供用開始）、長橋（国道352号、RCT桁橋、1974年供用開始）の桁を用いて載荷試験を実施（写真一2）し、劣化状態（鋼材の腐食、コンクリートのひび割れ・劣化）と残存耐荷力の関係について検証した。鋼橋では、腐食損傷の生じた鋼トラス格点部を活用し、載荷試験を実施する予定である。

ポストテンション方式のPC橋については、グラウトの充填状況が、橋の耐荷特性・耐久特性に影響を及ぼすことになるが、昨今、グラウト充填不良によるPC鋼材の腐食・破断の報告が見られるようになってきている。グラウト充填不足の発生要因や、このような不具合を有する橋梁の全体像を把握する目的で、同種の橋梁の撤去時にグラウト充填状況の調査を行っている。市の管理する佐野橋（1965年供用開始）や、上述の能生大橋の撤去時に現地に赴き、切断された桁断面におけるグラウト充填状況の調査を実施している。

また、実橋梁において非破壊検査技術の検証も実施している。コンクリート橋では、内部のグラウト充填状況や鋼材配置、鋼材腐食、ひび割れ状況などが確認できる非破壊検査技術の確立が望まれている。現在、中長期の研究開発を視野に、中性子線による透視技術の検討を進めている。また、既開発技術についても、例えば、劣化したコンクリート床版内部の状況把握を対象に、ニーズを提示した上で、民間の有する電磁波レーダ、超音波法、赤外線サーモグラフィ、X線といった各種の非破壊検査技術の適用性の調査を行っている。鋼橋では、鋼床版の内在き裂（デッキプレートとUリブ間の溶接部のき裂）に対して、超音波探傷法を開発している。現在、実橋の鋼床版において試行中であり、内在き裂検出の信頼性や実用性の検討を行っている（写真一3）。

沖縄は橋梁の耐久性といった観点からするときわめて厳しい環境条件を有しているが、この環境下での橋梁の長寿命化を図ることを目的に、CAESARは沖縄県等と協力協定を締結し研究を実施している。この協定における活動の一環として、実橋梁部材の経年劣化



写真一 3 鋼床版での超音波探傷の状況

を計測するための暴露供試体などの設置、塩害により劣化した橋脚における塩分調査・内部鋼材の腐食状況調査などを実施している（写真—4）。



写真—4 塩害橋脚の鋼材腐食状況調査（瀬底大橋）

本取り組みはまだ始まったばかりであるが、引き続き実施することで知見の蓄積と現場への還元を図っていきたいと考えている。

(3) 技術者育成支援

CAESARでは、国、自治体など橋梁管理に携わる技術者の人材育成のための各種活動に対する支援を行っている。例えば、国土交通大学校や(財)全国建設研修センターにおける道路橋に関する各種研修や、地方整備局や自治体を実施するセミナー、講習会等へ講師を派遣し、維持管理の実務を担う技術者が備えるべき知見の提供・指導等を行っている。また、特に専門技術者の不足が課題となっている市町村の管理担当者の育成のため、長崎大学・岐阜大学や香川高専と協定を結び、研修講師の派遣、講義テキスト作成等を行っている。なお、香川高専での取り組みを参考に、他の10の高専でも同様の取り組みが進められるなど、活

動が全国的な広がりをみせている。

また、維持管理の実務にかかる留意点や参考事例について、国土交通省と連携して国及び自治体の橋梁担当者への情報提供を行うとともに、「現場に学ぶメンテナンス」と称して雑誌土木技術資料への掲載を行うなど、広く周知を図っている。

4. おわりに

CAESARは、発足から3年が経過し、設立当初の基盤整備の段階から、本格的な研究開発実施の段階に移行してきている。引き続き現場の支援や交流等を実施するとともに、研究成果等を適切なタイミングで成果を社会に還元していくことにより、安心・安全で快適な道路橋を長く使える環境作りの一助になるべく注力する所存である。

なお、CAESARの活動内容・成果はウェブページに掲載している。これまでに実施した講演会資料、各種マニュアル、国際的な活動状況、試験データ等を閲覧することが可能であり、ご興味があればぜひアクセスされたい。

JCMA

《参考文献》

- ・「道路橋の予防保全に向けた提言」、道路橋の予防保全に向けての有識者会議（国土交通省）、2007年5月
- ・「現場に学ぶメンテナンス」、土木技術資料51-8、2009年8月 他
- ・CAESAR ウェブページ
(<http://www.pwri.go.jp/caesar/index-j.html>)

【筆者紹介】

桑原 徹郎（くわばら てつろう）
 (独)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター
 橋梁構造研究グループ長



社会資本の予防保全的管理のための 点検・監視技術の開発

地 下 調

社会資本の高齢化を背景に、目視困難な箇所を点検するための技術や大量点検を効率的に行う技術開発が求められている。

国土交通省では総合技術開発プロジェクトとして、平成22年度から3カ年で社会資本の予防保全的管理のための点検・監視技術の開発に取り組んでおり、主な取り組みの内容は、非破壊検査による埋込部・遮蔽部の点検・診断技術の開発、画像・データによる目視困難な部位の点検・診断技術の開発、赤外線を活用した漏水部の点検・診断技術の開発、位置計測による構造物の監視・変状探知手法の開発の4つである。
キーワード：総合技術開発プロジェクト、予防保全的管理、ライフサイクルコスト、技術開発、点検、監視

1. 背景

高度経済成長期に集中投資した社会資本の高齢化の進行により、老朽化に伴う事故の発生や維持管理費・更新費の急増が懸念される。今後は、つくったものを世代を超えて長持ちさせて大事に使う「ストック型社会」への転換を推進していく必要がある。

これまでは損傷等に対して個別・事後的に対処してきたが、高齢化による損傷リスクが急速に増大する将来においては、施設の状態を定期的に点検・診断し、致命的欠陥が発現する前に対策を講じ、ライフサイクルコストの縮減を図る「予防保全」の考えに立った戦略的維持管理・更新が必要と考える。予防保全の考え方を導入した適切でかつ効率的な維持管理・更新により、ライフサイクルコストの縮減を図るとともに、国民生活や経済社会活動に甚大な影響を与える施設の致命的な損傷を回避することができると考える。

効率的な予防保全的管理には点検分野の技術開発が不可欠であり、特に、目視困難な箇所を点検するための技術や大量の点検対象を効率的に点検するための技術の開発が要請される。

2. 総合技術開発プロジェクトの概要

総合技術開発プロジェクトは、建設技術に関する重要な研究課題のうち、特に緊急性が高く、対象分野の広い課題を取り上げ、行政部局が計画推進の主体となり、産学官の連携により、総合的、組織的に研究を実施する制度である。「社会資本の予防保全的管理のための点検・監視技術の開発」は現在実施中の研究課題の1つである。

3. 技術開発の内容

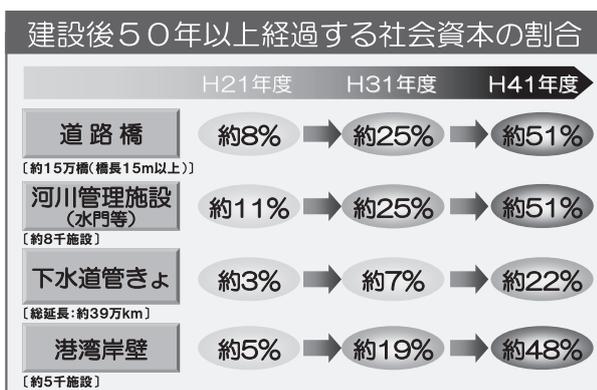
国土交通省では総合技術開発プロジェクトとして、平成22年度から3カ年で社会資本の予防保全的管理のための点検・監視技術の開発に取り組んでいる。

開発の内容は以下の4つに分類される。

《構造物の目視困難な部位の点検・診断技術の開発》

①非破壊検査による埋込部・遮蔽部の点検・診断技術の開発

埋込部・狭隘部の部材について要求性能の検討、既存技術を発展させた非破壊検査装置を開発し、現場の劣化状況を再現した供試体を用いて性能確認試験を行



図一 建設後50年以上経過する社会資本の割合

うとともに、改良し、その改良効果の確認を繰り返す。さらに、狭隘部を点検するための構造物内視鏡を開発し現場への適応性を実験により確認する。外壁部の部材については、簡易な外壁診断装置の整備・普及を目的として、コンクリート構造物の劣化診断用に開発されている既存の診断技術について調査を行い、改良のための仕様等を整理する。また、現在さまざまな方法で改修・補修されている外壁を対象とした診断技術の整理に必要な補修工事の材料・施工技術、現状の診断精度等に関して調査・整理を行う。



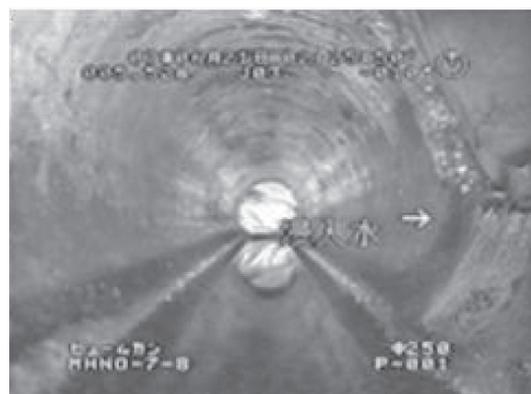
写真一 人が入れない場所での腐食



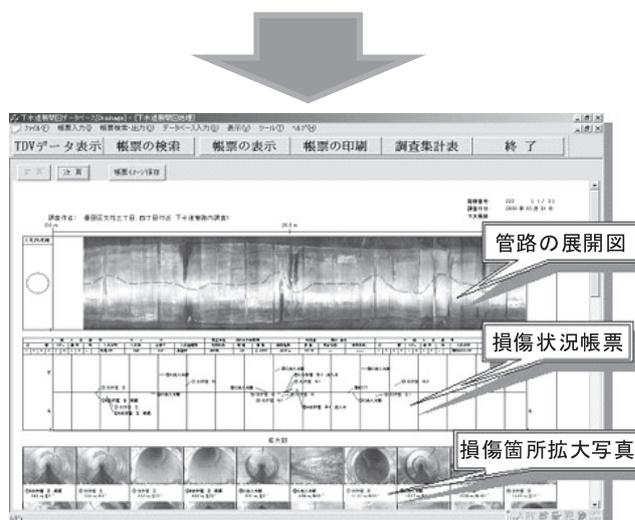
写真二 コンクリート部材の中での局所的な腐食

②画像・データによる目視困難な部位の点検・診断技術の開発

デジタル TV カメラ検査装置のデータ収集方式・品質、測定可能なデータ項目、走行性・操縦性、検査速度等の性能確認試験を行うために、平成 22 年度に製作した老朽管路の現場の劣化状況を再現した管路模型を用いて各種実験を行い、装置の性能に関するデータ収集を行う。木造建築物の床下等目視困難部位については、平成 22 年度に調査検討した劣化診断装置の要件に基づいて、人に代わって遠隔操作等により含水率検査、劣化診断を行うための装置の設計及び試作を行う。



従来のカメラ画像



画像データ・記録のイメージ

出典：http://www.tgs-sw.co.jp/technical/contents/index4_13.shtml

図-2 人が近寄れない管路内部で鮮明な画像やデータを取得して行う点検・診断技術

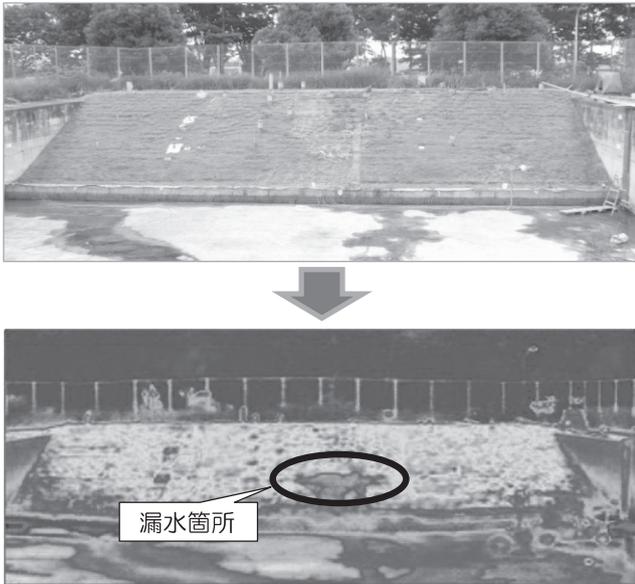
《目視では評価が困難な構造物の変状の点検・監視技術の開発》

③赤外線を活用した漏水部の点検・診断技術の開発

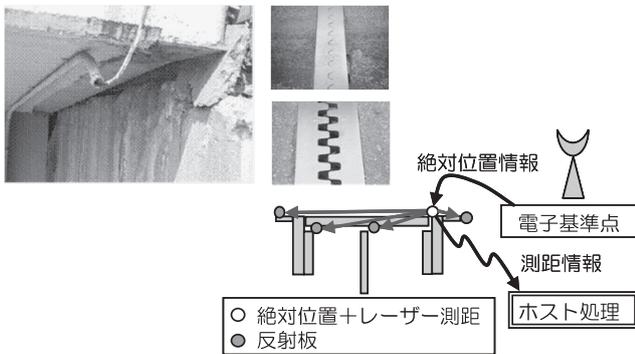
現状の堤防目視点検では検知が不確実であった漏水部について、赤外線サーモグラフィの活用により検知の確実性が向上するかどうかの試験を、実堤防において実施し、湿潤部検知の確実性、効率性等の評価・課題の抽出を行う。

④位置計測による構造物の監視・変状探知手法の開発

監視により検知すべき機能状態における変形量の把握を行うための位置情報取得に必要な基本仕様・要求性能を設定した上で、共同研究等により必要な機器の開発・改良・実験を民間等と連携して行うとともに、把握した位置情報の評価方法に関する検討を行う。また、監視という新たな管理行為の効果を踏まえた管理体制のあり方についての検討を行う。



図一3 赤外線を活用した漏水箇所の同定イメージ



図一4 位置情報計測のイメージ

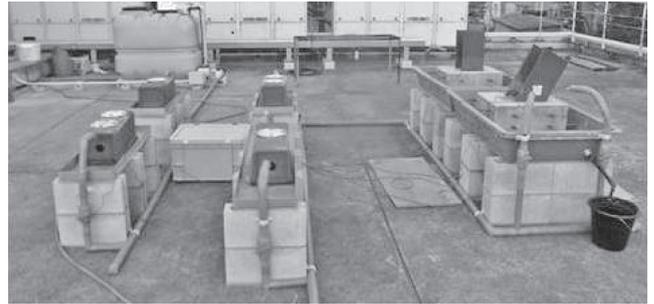
4. 技術開発の実施状況

技術開発の実施状況は、以下のとおりである。

(1) 構造物の目視困難な部位の点検・診断技術の開発

(a) 非破壊検査による埋込部・遮蔽部の点検・診断技術の開発

埋込部・狭隘部の部材について損傷事例の整理・分析、要求性能の検討とともに、構造物内視装置、非破壊検査法による構造物内部聴診装置等について、基本部分のコンセプト整理、一部装置のプロトタイプ・実験用供試体の製作、基礎性能実験を実施した。外壁部の部材について、既存の技術を対象とした外壁診断装置ならびに解析法の調査・整理を行うとともに、自動走行型診断装置の設計および試作、簡易型診断装置の試作およびデータ解析法の検討、検証用供試体の一部を製作した。



写真一3 狭隘部（左）・埋込部（右）部材供試体の促進腐食実験

(b) 画像・データによる目視困難な部位の点検・診断技術の開発

TVカメラ検査装置のデータ収集方式・品質、測定可能なデータ項目、走行性・操縦性、検査速度等の性能確認試験を行うため老朽管路の現場での劣化状況を再現した管路模型実験装置の設計および試験方法の要件整理を行った。木造建築物の床下部材における構造躯体の生物劣化の有無について、人に代わって遠隔操作で検査する装置を開発するにあたって、同装置が具備すべき必要な要件や木造建築物の床下の寸法の分布等を調査した。



写真一4 現場の劣化状況を再現した管路模型

(2) 目視では評価が困難な変状の点検・監視技術

(c) 赤外線を活用した漏水部の点検・診断技術の開発
実堤防のり面において表層土の温度と土壌水分量の測定を行い、湿潤状態のり面と通常のり面に生じる温度差の大きさについて調べた。また、上記のり面部において赤外線サーモグラフィ装置による撮影を行い、熱画像により表層部の温度差を判読するのに適した撮影条件（のり面からの距離、角度、最低限必要となる画像サイズ、植生の状態など）について検討を行った。

(d) 位置計測による構造物の監視・変状探知手法の開発

位置又は形状の変化を常時監視して異常を検知する手法の構築に向けて、被災事例並びに常時監視・異常検知に関する実用化事例及び技術開発の状況を把握し

た上で、異常の認識レベルと必要な位置データ及び形状変化量の程度、それらを取得・伝送するための候補技術の適用性について整理を行った。また、GPSによる位置計測の基礎的実験を行い、維持管理実務への導入に向けた課題を抽出した。

5. 今後のスケジュール

非破壊検査による埋込部・遮蔽部の点検・診断技術の開発は、基本仕様・要求性能検討は今年度も引き続き実施し、機器開発・改良及び評価方法検討は平成24年度まで継続的に実施する。以上の作業の結果を踏まえた上で、評価基準の作成を平成24年度に実施する。

画像データによる目視困難な部位の点検・診断技術の開発、赤外線を活用した漏水部の点検・診断技術及び位置計測による構造物の監視・変状探知手法の開発は、いずれも基本仕様・要求性能検討は今年度も引き

続き実施し、機器開発・改良及び評価方法検討に今年度から着手する。以上の作業結果を踏まえた上で、評価基準の作成を平成24年度に実施する。

6. おわりに

社会資本の戦略的維持管理の実現を図ることは、国民の生命・財産を守り安全・安心を確保することにつながり、また施設のライフサイクルコストの低減を実現することにつながるものと期待している。

JCMIA

[筆者紹介]
地下 調 (じげ おさむ)
国土交通省
大臣官房 技術調査課
技術開発官



橋梁架設工事の積算

——平成23年度版——

■改訂内容

1. 鋼橋編
 - ・セッティングビーム工追加（歩掛設定）
 - ・製作工労務単価、間接労務費率の変更に伴う架設用の製作部材単価改訂
 - ・積算例題の見直し
2. PC橋編
 - ・支保工関連
 - ・トラッククレーン架設の適用範囲拡大と据付条件の追加
 - ・橋台・橋脚回り足場ブラケット歩掛の追加
 - ・枠組足場日当り賃料、基本料の追加 ほか

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

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

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

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

■ 発刊 平成23年5月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

既設導水路トンネルの改築

田中清隆・岩下一彦・甲斐 豊

我が国の高度成長期時代に構築された様々なコンクリート構造物は現在経年的な劣化などにより老朽化が進行し、何らかの対策の必要性を迫られている。そして今この問題に対してスクラップアンドビルドではなく、リニューアルにて対応する時代に来ている。

寺内導水路の改築工事も、同様に新たに新設導水路を構築するのではなく、従来の導水路を灌漑期に部分使用を行いながら、非灌漑期（10月から翌4月まで）の工程制限の制約の中で、中大口径管更生工法として採用されている工法を適用してトンネル内巻補強を行った。本報告ではその施工実績を紹介する。

キーワード：老朽化，リニューアル，工程制限，中大口径管更生工法

1. はじめに

両筑平野用水施設の寺内導水路（延長4.3km）（図一1）は1974年に完成し、肥沃な農業地帯である両筑平野地域へ農業用水を補給し食料供給基盤を支える施設としての機能や、福岡・佐賀両県の実生活用水や地元朝倉市の工業用水を供給する重要なライフラインとして機能を果たしてきた。

しかし、長年の経年劣化により機能の低下が進行し、湧水箇所の増加傾向やクラックの発生、インバートの浮上り破損が生じ、今後の安定的な用水供給確保や施設の安全性確保のため大規模な補修改築計画の必要性が生じてきた。

このため、両筑平野用水二期事業の一環としてトン

ネル覆工補強を主とした改築・補修工事を行った。

この二期事業とは2005年度から開始し2013年度を完了予定として現在供用中の、江川ダムと寺内ダムの合理的な総合運用を行うために機能している全ての水源施設、頭首工、導水路、幹支線水路、水管理施設のリニューアル事業である。

2. 寺内導水路の変状について

2008年に実施した損傷度調査では、電磁波レーダーを使った空洞探査により覆工背面に約2,500mの区間で空洞が確認された。これは放置するとゆるみ域の崩落による偏圧により覆工の破損のリスクを持った変状である。

一部の区間では、外圧によるインバートの浮上りが発生し破損している部分がある（写真一1）。



図一1 工事位置図



写真一1 インバートの浮上り

側壁覆工面からの湧水も多く、湧水量はトンネル全体で毎秒50リットル程度である（写真—2）。

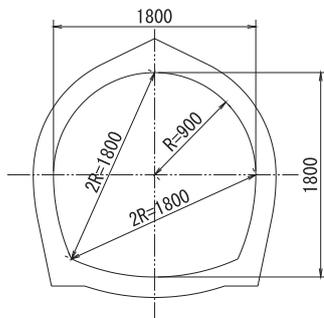
なお、当初建設時に切羽からの異常出水、崩壊等により掘削が難航した区間は破碎帯を含む脆弱区間であり、今回の内巻補強工を施す区間として設計されている。

覆工側壁部の調査において、多数のジャンカおよび欠損が確認された。またクラックに関しては、外水圧が高いにもかかわらず、さほど深刻なクラックの発生は見あたらなかった。

トンネルの断面は、高さ1,800mm幅1,800mmの2Rタイプの馬蹄形断面である（図—2）。



写真—2 覆工からの湧水



図—2 標準断面図（現況）

3. 工事概要

工事名称：両筑二期寺内導水路改築工事

工事場所：福岡県朝倉市田代地内他

発注者：独立行政法人水資源機構

工期：H21年4月9日～H25年7月16日(契約工期)

：H21年4月9日～H23年4月30日(技術提案)

工事数量：裏込注入工……………860 m³

：トンネル内巻補強工…………… 1,100 m

：ファンカーテングラウチング工… 10 断面

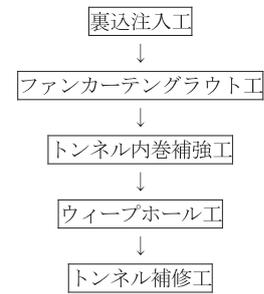
：ウィープホール工…………… 330 箇所

：トンネル補修工…………… 1 式

各工種の施工位置は、損傷調査の結果と当初建設時の地山データや施工記録に基づき決定された。施工手順は全線の空洞の裏込注入工を施工した後、6ヶ所のトンネル内巻補強工を今回の目的工事とし、その準備工としてファンカーテングラウチング工を施工した。

トンネル内巻補強工を施工した後にその前後区間に外水圧が覆工に与える影響を緩和する事を目的としたウィープホールを6m毎千鳥に削孔し、最後に断面欠損部、ジャンカ、ひび割れ等の補修を行った（図—3）。

補修手順は下記のフロー（図—4）の流れによる。



図—4 補修工程フロー

このトンネルを補修するにあたり、2ヶ所の新設立坑と1ヶ所の既設斜坑を利用し坑内へのアプローチとした。

工種・種別	平成21年度				平成22年度			
	4・5・6月	7・8・9月	10・11・12月	1・2・3月	4・5・6月	7・8・9月	10・11・12月	1・2・3月
第1工事区間								
裏込注入工			■					
カーテングラウト工				■			■	
トンネル内巻補強工				■			■	
ウィープホール工				■				
第2工事区間								
裏込注入工			■				■	
カーテングラウト工				■			■	
トンネル内巻補強工				■			■	
ウィープホール工				■				
第3工事区間								
裏込注入工				■				
カーテングラウト工							■	
トンネル内巻補強工							■	
ウィープホール工								■
トンネル補修工								■

図—3 実施工程

それぞれの坑口に作業ヤードを設置し、各ヤードには坑内からの汚濁水を処理し河川放流を行うための濁水処理プラントを設置した。

4. 補修対策工

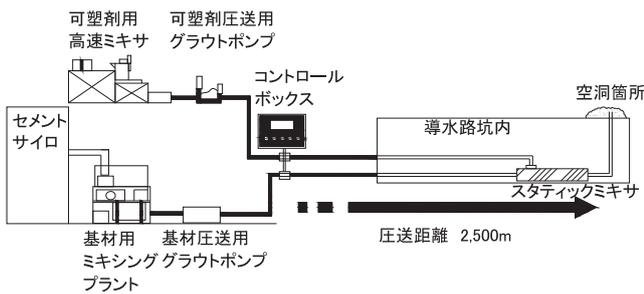
(1) トンネル背面の空洞注工

トンネル覆工裏の空洞充填対策として、裏込注工を施工するにあたり、いかに注入材を長距離圧送（最大2,500m）するかが大きなポイントであった。

そこで、充填箇所まで基材と可塑剤を別々に長距離圧送し、注入直前の圧送配管内のスタティックミキサで混合し注入するシステムを採用した（図—5）。

注入材は、水中分離抵抗が高く水質に影響を及ぼさない無機系の可塑性注入材を使用した（写真—3）。

なお、注入圧は0.2MPaを標準とし、注入圧力過大を防止するために、注入口に圧力センサーを設置し、所定の圧力に達すると自動的に注入を停止するシステムを採用した（写真—4）。



図—5 注入システム図



写真—3 水中不分離性能試験

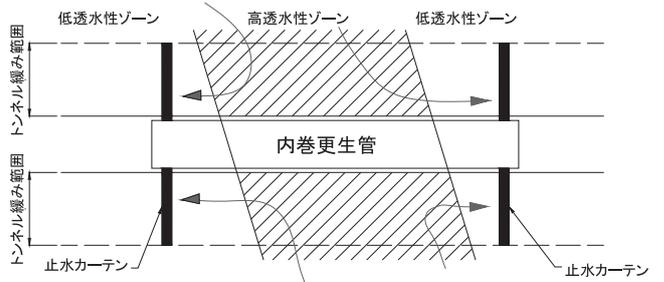


写真—4 圧力センサー付注入口

(2) ファンカーテングラウチング工

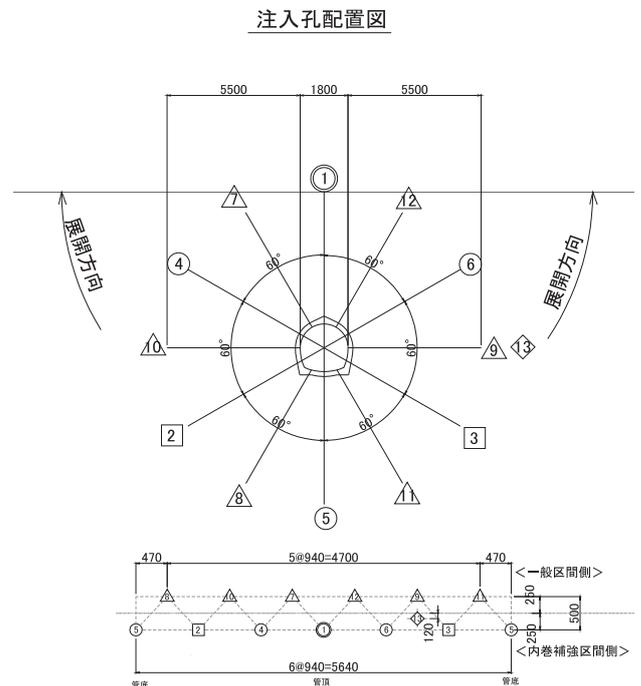
当初建設時の出水区間や、破砕帯区間は高浸透水ゾーンであり、トンネル内への湧水供給源である。

この部分にトンネル内巻補強工を施工するため、トンネル周囲の緩み域を浸透した地下水がトンネル縦断方向へ浸透するのをグラウトで阻止する事を目的とするものである（図—6）。



図—6 ファンカーテングラウチング工説明図

ファンカーテングラウチング工の注入材料は、高炉セメントB種を使用し、注入位置は1段あたり2列とし、1列6本の千鳥配列とする（図—7）。



図—7 ファンカーテングラウチング標準断面図

列間隔は50cmとし、施工位置は、トンネル内巻補強工の両端とした。

注入方式はステージ注入工法による中央内挿法を原則とし、注入ステージ長は5mとした。

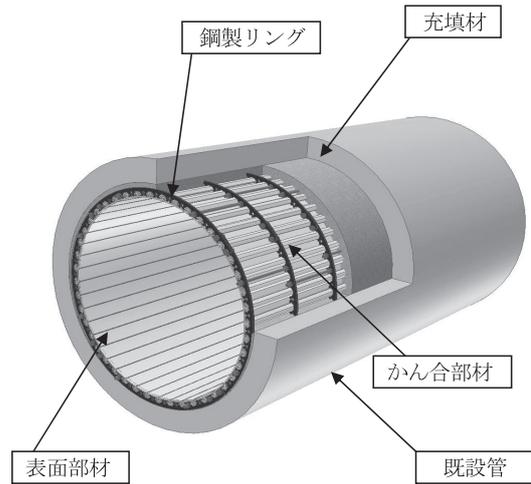
改良目標値は5ルジオンとし、完了基準は最終次数孔における改良目標値の非超過率が85%以上とした。

注入圧力は、0.3 MPa を標準とし、湧水が見られる場合は湧水圧力をこれにプラスして考慮するが、覆工の崩落を招かぬよう最大で0.5 MPa 以下で管理した。

また、注入にあたって、安全対策として注入箇所的前後に覆工保護サポートを設置し、外圧による覆工崩落に備え、なおかつダイヤルゲージで覆工の変状を観察しながら注入を行った（写真—5）。



写真—5 ファンカーテングラウチング注入状況



図—8 内巻補強説明図



写真—6 坑内運搬設備

(3) トンネル内巻補強工

(a) 内巻補強工法の選定

内巻補強工法には、主に下記のような工法がある。

- ① 硬質プラスチック製セグメントをボルトとナットを用いて組立て、管路とセグメントの間に充填材を注入し、複合管として更生する工法。
- ② 塩ビ製の帯板を既設管の内側に密着させながら、かん合部材を使ってスパイラル状に製管し、その隙間に高流動高強度の充填材を注入する工法。
- ③ 既設管渠内で組み立てた鋼製リングに、高密度ポリエチレン製のかん合材と表面部材をはめ込み、既設構造物内壁と表面部材との間に高流動・高密度充填材を充填することで内面更生管を形成する工法。

寺内導水路については、施工箇所に応じて0.2 MPa から最高 1.3 MPa の外水圧に耐えねばならない条件がある。各々の工法を比較検討した結果、鋼製リングをRC 構造物の鉄筋と置き換えて構造計算ができ、鋼製リングのピッチを変える事でさまざまな外水圧に対応できる理由から③番目の工法を選定した（図—8）。

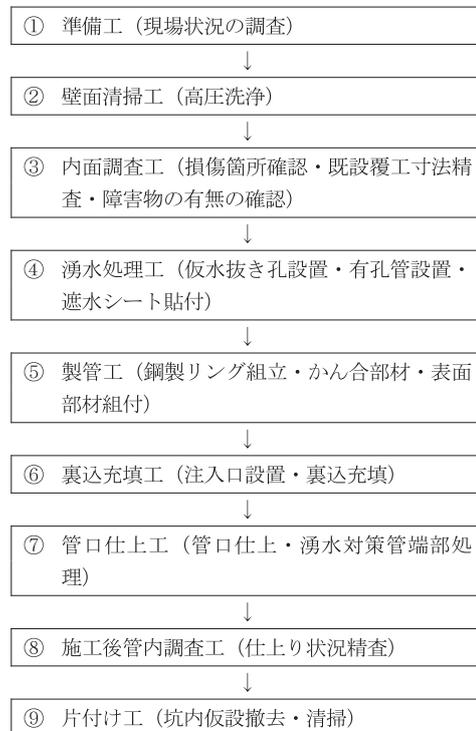
(b) 材料搬入方法

坑内に単管レールを設置し小型バッテリーカーに台車を連結して材料の小運搬を行った。

また、覆工補強済の区間での運搬はローラー付手押し台車を製作し、材料小運搬に使用した（写真—6）。

(c) 施工手順

施工手順を下記フローに示す。



(d) トンネル内巻補強工の施工

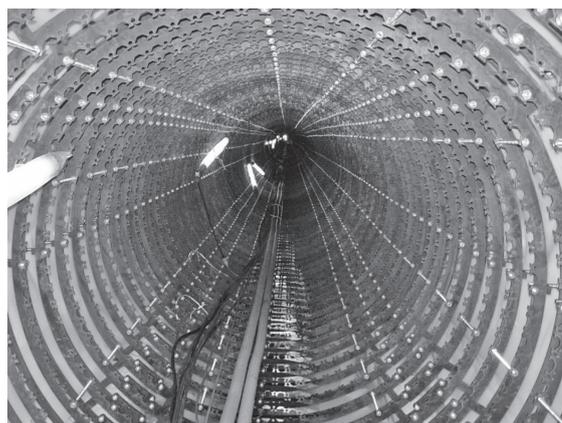
① 遮水シートの施工

湧水対策として遮水シートを貼付た。シート材料は

NATMで一般的に使用されるエチレン酢酸ビニール製 $t = 0.8 \text{ mm}$ + 透水性緩衝材 0.3 mm を使用し、覆工面への固定はポリエチレン製押え板を釘止めし釘孔はブチルゴムで止水し、シートは溶着接合した（写真一7）。



写真一7 遮水シート溶着状況



写真一8 鋼製リング組立



写真一9 かん合材・表面材組付け

②鋼製リング組立

専用工場でレーザー加工された鋼製リングは1リング4分割で構成され、1枚約5kgの重量で分割された状態で坑内に搬入し、ボルトとナットで組立た後にアジャスターボルトで覆工内面に突合せ固定する（写真一8、図一9）。

③かん合部材・表面部材の組付け

かん合部材を鋼製リングの溝にプラスチックハンマーを使用して組付ける。その後表面部材を搬入して、かん合部材とかん合させ、仕上げる（写真一9）。

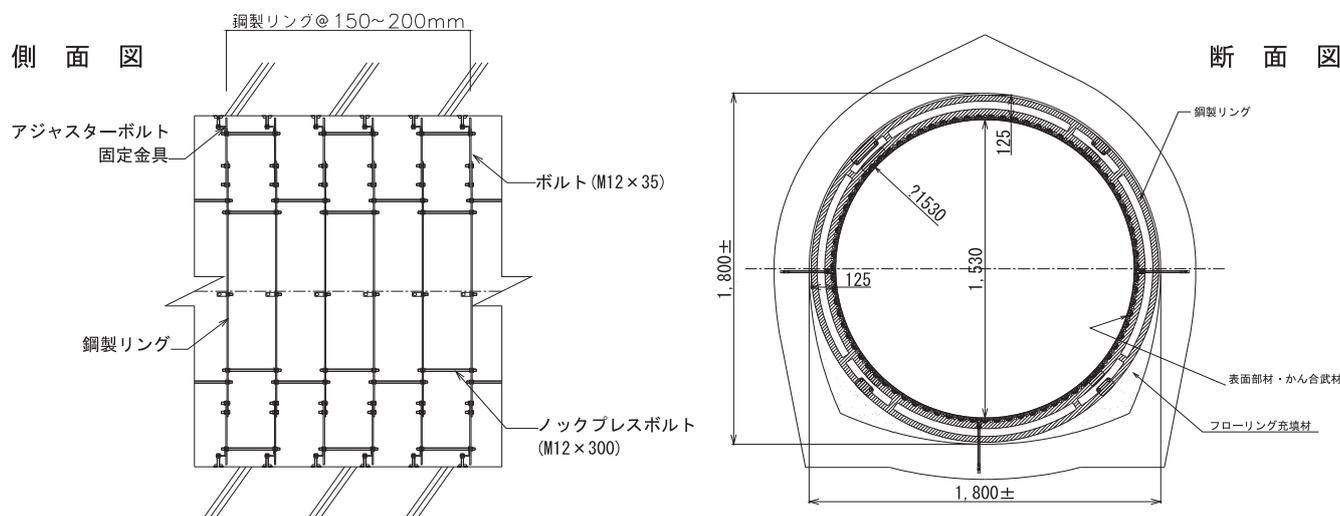
④裏込充填工

充填材は、専用プラントから、トラックミキサーを使って搬入し、配合は高炉セメントB種、石灰石砕砂、

混和剤、水を配合した高流動モルタルであり、複雑な形状の部材の隅々まで充填できる特性があり、水中分離抵抗性、無収縮、ノンブリージング性に優れた物性である。

品質管理項目は、フロー値 $300 \pm 30 \text{ mm}$ 、一軸圧縮強度は材令28日で 24 N/mm^2 以上である。

充填は、地上に元ポンプを1台、坑内に中継ポン



図一9 鋼製リング組立図

ブを2台設置し、一日の充填高さを50cm以下とし6シフトから7シフトに分割して注入した(写真—10)。



写真—10 裏込充填状況



写真—11 トンネル内巻補強工完了

5. おわりに

中小断面のトンネルにおけるリニューアル工事では、大型機械が使用できず、ほとんど人力施工及び小型機械にたよる補修工法が主流となる。これは資材搬

入計画と人員配置計画さえしっかりと管理できれば工程に乗り比較的容易に施工できるので、今後さまざまな分野でニーズが生じるであろう。

施工に関しては、いかに人力による苦渋作業を減らし効率的に資機材を運搬するかが大きな課題であり、創意工夫が求められるところである。

本工事の実績により、既設管リニューアルの分野で特に外水圧のかかる条件での施工例として、今後の同様の工事の参考になれば幸いである。

最後に厳しい工程の中、ご尽力いただいた協力会社の皆様、施工にあたり深い御理解とご指導を下さった(独)水資源機構の皆様に感謝申し上げます。

JCMA

《参考文献》

- 1) (独)水資源機構両筑平野用水総合事業所
両筑平野用水事業概要

【筆者紹介】



田中 清隆 (たなか きよたか)
(株)熊谷組
寺内導水路作業所
所長



岩下 一彦 (いわした かずひこ)
(株)熊谷組
寺内導水路作業所
副所長



甲斐 豊 (かい ゆたか)
(株)熊谷組
寺内導水路作業所

神一・神二・仏原ダムラジアルゲート取替工事の概要

和泉 満・白石 徳光・中谷 勇一

神一ダム・神二ダムのラジアルゲートは設置以来 54 年が経過し、仏原ダムのラジアルゲートは 40 年が経過している。これらのゲートについて健全性評価を行った結果、扉体・開閉装置の取替が必要であると判断し、平成 21 年 11 月から既設ゲートの撤去工事に着手し、平成 24 年 4 月の完了を目指し鋭意工事を進めている。

ここでは、ゲート取替に至る経緯、設計時の工夫点、大規模地震への対応、施工手順等について報告する。
 キーワード：ラジアルゲート、設計基準、コストダウン、大規模地震、健全性評価

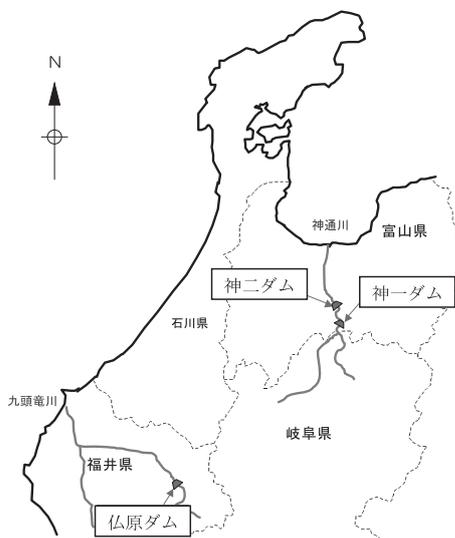
1. はじめに

設備の維持管理に際しては、安全性の確保を第一とし、効率的な運用や保守を充実させながらコスト低減に努めていくことが重要な課題となっている。

このような中、ラジアルゲートについては状態監視保全(CBM)に基づく「ゲート健全度評価指針」を定め、ゲートの腐食状況を把握しながら三次元 FEM 解析及び実応力測定を実施し、健全性の確認を行っている。

今回、これらの結果を踏まえ、神一ダム、神二ダム、仏原ダムの 3 ダム計 21 門について、扉体・開閉装置の取替(固定部及び戸当りは既設を流用)を計画した。

ダムの位置図を図一1に、ラジアルゲートの諸元の新旧比較を表一1に示す。



図一1 ダム位置図

表一1 ラジアルゲート諸元の新旧比較表

	神一ダム	神二ダム	仏原ダム
型式	コンクリート重力式	コンクリート重力式	コンクリート重力式
高さ	45.00 m	40.00 m	48.60 m
頂長	344.40 m	336.766 m	141.0 m
既設	型式	ラジアルゲートワイヤーロープ式	ラジアルゲートワイヤーロープ式
	門数	9門	9門
	寸法	幅9.20m × 高さ11.80m	幅9.20m × 高さ11.80m
	電動機容量	22 kW	22 kW
	設置年	昭和29年	昭和29年
取替後	型式	ラジアルゲートワイヤーロープ式	ラジアルゲートワイヤーロープ式
	門数	9門	9門
	寸法	幅9.20m × 高さ12.35m	幅9.20m × 高さ12.35m
	電動機容量	7.5 kW	7.5 kW
	設置年	平成21年～24年	平成21年～24年
通路橋	幅0.98m × 長さ106.2m	幅0.98m × 長さ106.2m	—

表一1に示すとおり、大きな変更箇所は、扉高が高くなったこと、電動機容量が小さくなったこと、通路橋を新たに追加したことである。

これらを含め、ゲート取替に至る経緯、設計時の工夫点、大規模地震への対応、施工手順等について、以下に述べる。

2. ゲート取替に至る経緯

ラジアルゲートの設計基準に関しては、昭和 42 年

に国内で発生したラジアルゲートの流失事故を契機とし、トラニオンピンの固定条件、トラニオン部の摩擦による曲げモーメントの考慮等が昭和48年に国内で初めて「水門鉄管技術基準」¹⁾に規定された。

このため、特に昭和48年以前に建設されたラジアルゲートについては、腐食状況を把握しながらトラニオン部を含めた健全性を確認することが重要であり、図-2に示すフローに従って評価を行っている。

なお、本フローは大型ゲート全てを対象としており、健全性評価の頻度は、経年25年目、45年目、55年目である。経年55年目以降は個別に頻度を設定している。また、維持管理基準は、平成20年5月に公表された「水門等鉄鋼構造物の維持管理基準」²⁾を参考にしている。

本フローに基づき評価した結果、FEM解析結果及び実応力測定結果とも維持管理基準に近づいてきたことから、今回取替を計画したものである。

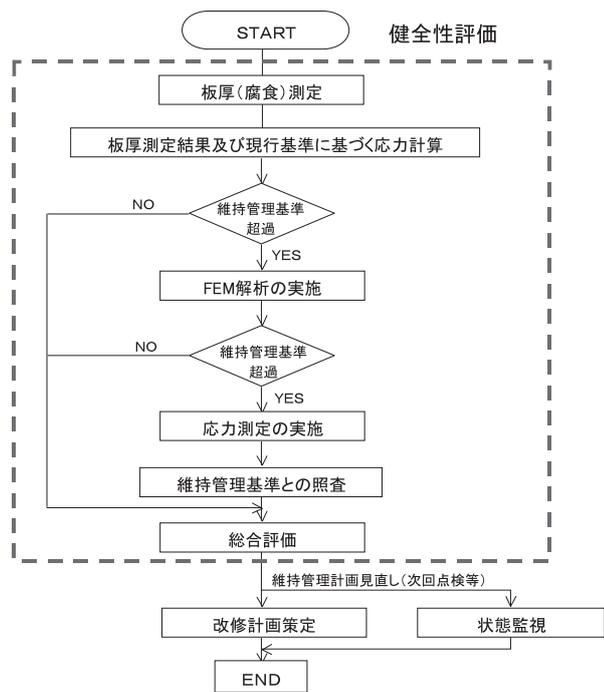


図-2 ゲートの健全性評価フロー図

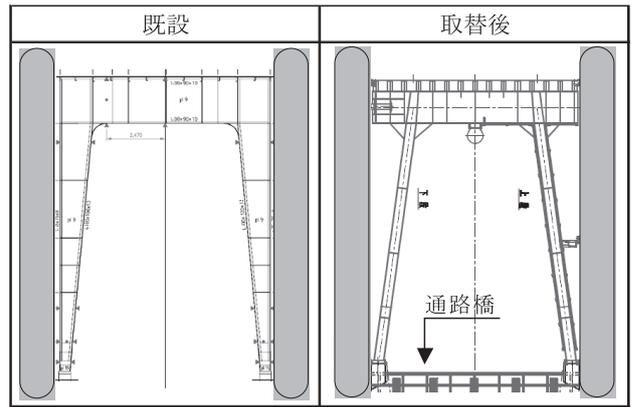


図-3 平面構造の比較図(神一ダム・神二ダム)

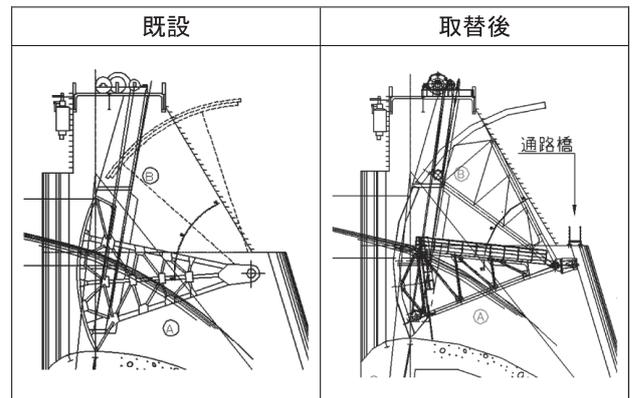


図-4 断面構造の比較図(神一ダム・神二ダム)

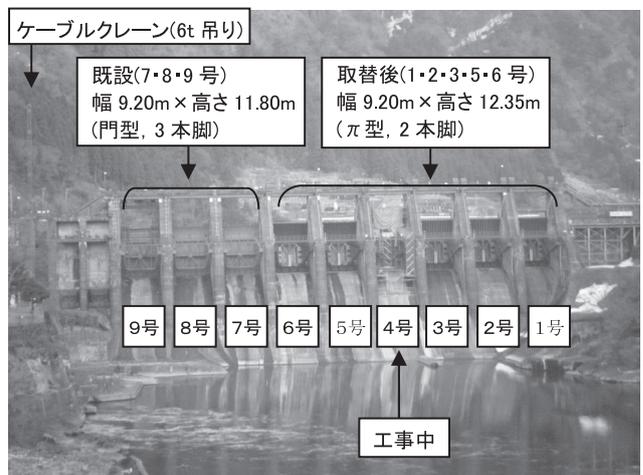


写真-1 神二ダムラジアルゲートの状況

3. 設計時の工夫点

(1) ゲート形式の変更

平面構造を門型からπ型に変更し、据付及び維持管理時等のスペースの配慮と重量減に努めた(図-3)。

断面構造では、脚柱を不静定構造である3本脚から静定構造である2本脚に変更し、構造の単純化と重量減に努めた。

また、骨組構造は、現行と同じ縦補助桁横主桁方式とした(図-4, 写真-1)。

(2) ゲート諸元の変更

(a) 扉高

扉高は、「河川管理施設等構造令」, 「水門鉄管技術基準(水門扉編)」³⁾, 「ダム・堰施設技術基準(案)」⁴⁾に基づき、風による波浪高、地震による波浪高を考慮し、神一ダム・神二ダムでは0.55m、仏原ダムでは0.47m、既設ゲートより高くした。

(b) 電動機容量

設置時の電動機容量は、機械効率の悪いウォーム減

速機を採用していたことと、冬期の潤滑油の粘度を考慮し余裕を持たせていたことから、大きな電動機出力となっていた。

今回、機械効率の良いヘリカル減速機を採用したことと、冬期はヒーターにより潤滑油の粘度を一定に保つこととし、電動機出力を大幅に小さくする（神一・神二ダム 22 kW → 7.5 kW, 仏原ダム 15 kW → 11 kW）ことができた。

(c) 通路橋

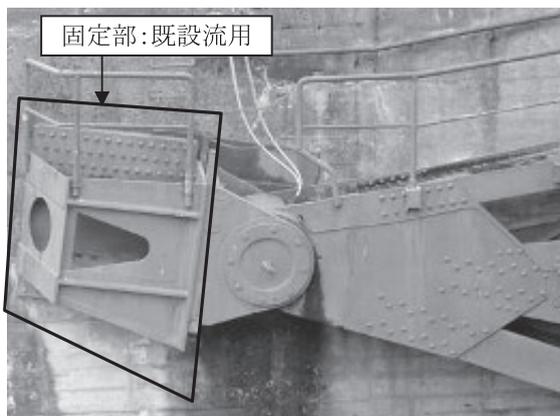
神一・神二ダムでは、扉体点検時には、これまで開閉装置のスラブ上からタラップを昇降する必要があったが、トラニオンガーダ部と同じ高さでピア間の通行が可能な点検歩廊（幅 0.98 m × 長さ 106.2 m）をゲート撤去前に設置し、撤去・据付作業及び今後の維持管理作業時の安全性向上を図った（図—4、写真—2）。



写真—2 通路橋設置状況（神二ダム）

(3) 固定部・戸当りの流用

固定部については、現行基準（「水門鉄管基準（水門扉編）」、「ダム・堰施設技術基準（案）」）に基づき強度上安全であることを確認した。また、ダムコンクリートについては、ピア部のボーリングを行い採取したコアを用いて、コンクリート物性値を確認した（写真—3）。



写真—3 固定部の状況（神一ダム）

コンクリート物性値については、圧縮強度試験、静弾性係数試験、超音波伝播速度試験等を行い、設計計算書で用いる許容値（建設時の許容値）で問題がないことを確認した。

戸当りについては、若干の腐食は生じているが、再塗装により使用可能であると判断し、既設を流用しコスト低減に努めた。

(4) 大規模地震への対応

ラジアルゲートの大規模地震に対する扉体の設計については、「大規模地震に対するダムの耐震性能照査指針（案）・同解説」⁵⁾を参考として、以下の条件で照査を行った。

(a) 設計荷重

大規模地震時の設計荷重は、静水圧荷重、地震時動水圧荷重、地震時慣性力を見込むものとした（表—2）。

表—2 ラジアルゲートの大規模地震時の設計荷重

	神一ダム	神二ダム	仏原ダム
静水圧荷重 (常時満水位)	HWL182.0-EL170.5 =11.5[m]	HWL116.8-EL105.3 =11.5[m]	HWL335.0-EL320.916 =14.084[m]
地震時動水圧 荷重	8.444×10^3 kN	8.444×10^3 kN	1.276×10^4 kN
地震時慣性力	扉体自重×0.92	扉体自重×0.92	扉体自重×0.92

静水圧荷重は、供用中のダムにおいて通常時の状態として想定される水位で、地震が発生した場合にダムの構造物に対する影響が最も大きくなる常時満水位を基本とする荷重とした。

地震時動水圧は、堤体-貯水池連成系での2次元線形時刻歴地震応答解析を行い、動水圧荷重が圧縮側でピークとなる時刻を抽出した。更に、この時刻の動水圧分布をゲート受圧面で積分し、上下流方向の動水圧荷重を求めた。入力地震動は、「大規模地震に対するダムの耐震性能照査指針（案）・同解説」で定義されている「照査用下限応答スペクトル」に適合する波形を用いた。

地震時慣性力は、上述した地震応答解析結果から得られたトラニオンピン位置の上下流方向応答加速度波形を用い、ラジアルゲートの三次元FEM解析モデル（既設ゲート）で動的解析を行い、トラニオンピン位置での上流方向反力の最大値を求めた。

本検討は、扉体の寸法が最も大きい仏原ダムラジアルゲートについてのみを行い、扉体自重に対する地震時動水圧荷重の比率を求め、神一ダム・神二ダムでも同様な比率で作用するものとした。

(b) 許容応力

大規模地震時の許容応力は、降伏点を基準として水門鉄管技術基準(水門扉編)第15条に基づき設定した。

(c) 照査方法

上述した設計荷重を用い、現行基準に基づく設計計算結果と許容応力とを照査した。

なお、照査に際してゲートの状態は全閉状態とした。

(5) 施工期間の設定

ラジアルゲートの安全性評価の結果、維持管理基準に近づいていることから、できるだけ早い段階での取替が必要と判断し、平成21年度から平成24年度までの4ヵ年の施工を計画した(表-3)。

表-3 工事工程

	H21	H22	H23	H24
神一ダム	仮設備 No.9 8月 No.7 11月 No.8 4月 5月	10月 No.6 No.4 11月 No.5 4月 5月	10月 No.3 No.1 11月 No.2 4月 6月	
神二ダム	仮設備 No.3 8月 No.1 11月 No.2 4月 5月	10月 No.6 No.4 11月 No.5 4月 5月	10月 No.9 No.7 11月 No.8 4月 6月	
仏原ダム	仮設備 No.1 10月 11月 2月 4月	10月 No.2 11月 2月 4月	10月 No.3 11月 2月 4月	

■ : 仮設備

施工期間は、各河川管理者からの指導により、神一ダム・神二ダムは11月～4月、仏原ダムは11月～3月とし、ダム水位を制限することなく、ゲート上流側に角落しを挿入して施工することとした。

神一ダム・神二ダムは過去30ヵ年の工事期間中の既往最大放流量を調査し、取替対象ゲート以外での放流能力から、最大2門を同時に施工し、6ヶ月で3門を取替する計画とした。このため、角落しは各ダムで1門分のみ保有していたため、新たに角落し1門分を製作することとした。

仏原ダムは、3門の洪水吐ゲートがあるが、1門取替中にゲート放流が生じた場合に、1門がトラブルで故障しても他の1門でバックアップが可能となるよう配慮し、4ヶ月で1門を取替する計画とした。なお、この4ヶ月間について、過去10ヵ年の工事期間中の既往最大放流量を調査し、1門で放流可能であることを確認した。

(6) 施工方法の検討

神一ダム・神二ダムの資材搬入・据付方法としては、ダム上の車両進行が不可能であるため、ケーブル

クレーン工法を採用した。仏原ダムはダム上の車両進行が可能であるため、ケーブルクレーン工法とクローラクレーン工法を比較し、経済性、安全性に優れたクローラクレーン工法を採用した。

4. 施工手順

代表例として神一ダム洪水吐ゲートの仮設備・撤去、据付手順を図-5、6に示す。

扉体はスキンプレート、主桁、脚柱に分割し、さらに、スキンプレートは縦割りで6分割、脚柱は2分割で搬入、組立、据付を行った。分割部の接続は全て現場溶接にて行った。

5. おわりに

ゲート取替後の安全性の確認と今後の維持管理のための資料を取得することを目的として、静的応力、動的応力測定、振動測定を実施した。測定から得られた

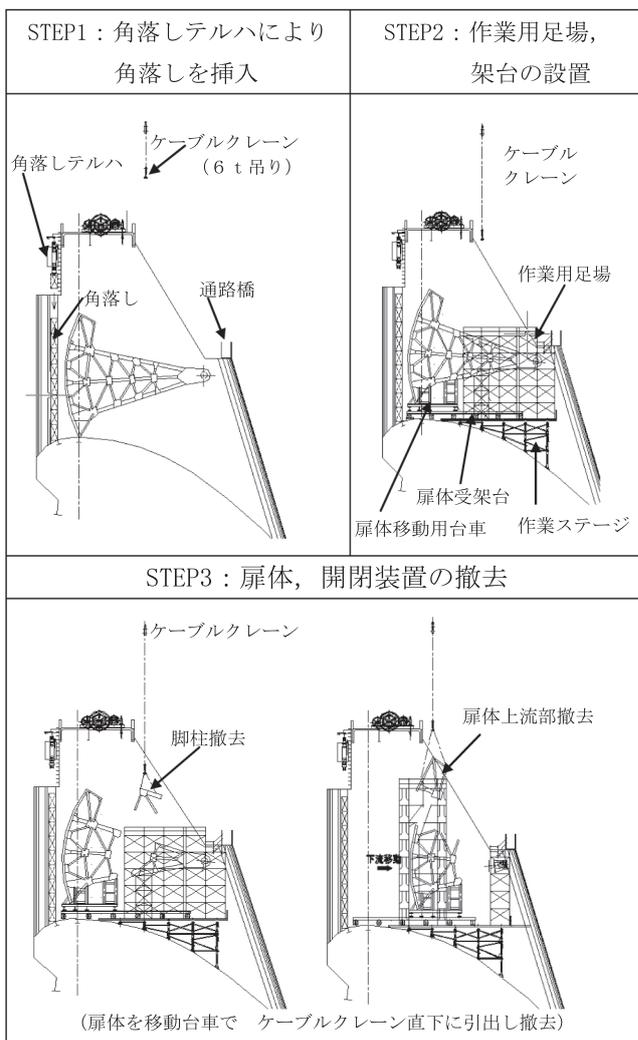


図-5 仮設備・撤去要領図

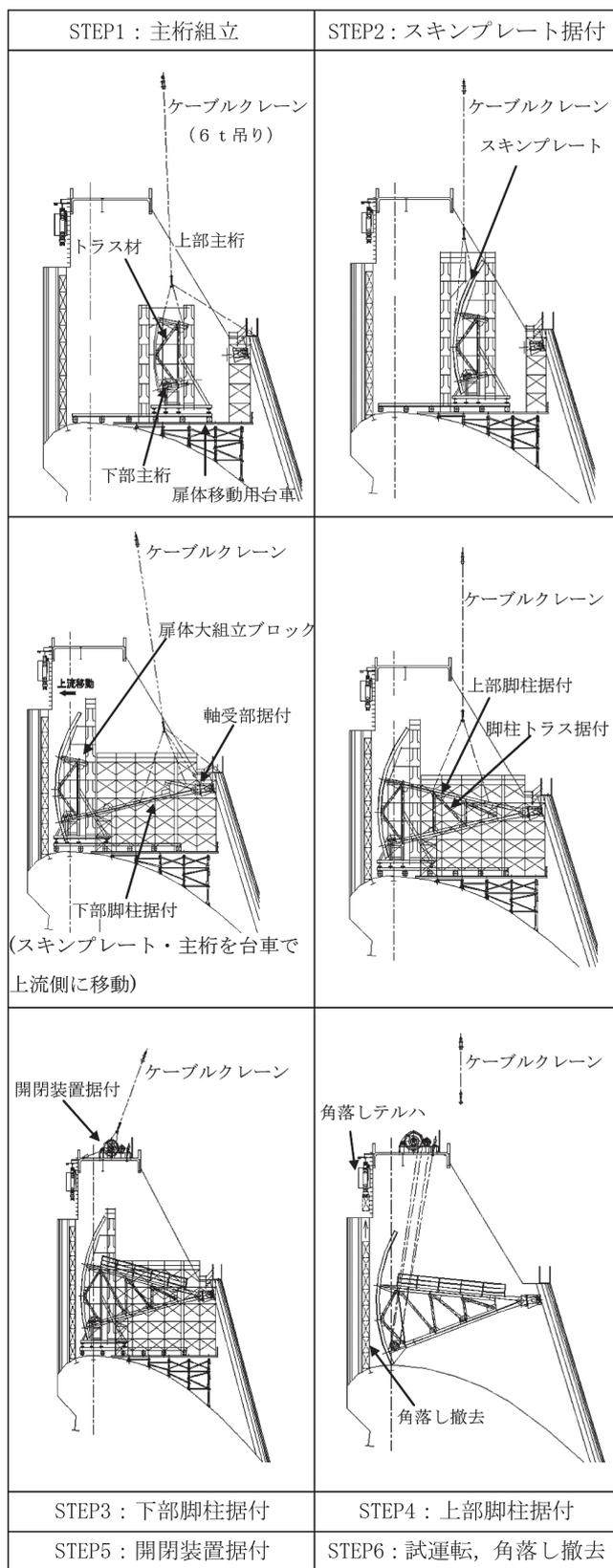


図-6 据付要領図

実測値を設計荷重に換算した応力値が設計許容応力以内にあることと、放流中の振動測定結果も全く問題がなく、安全であることを確認した。

現在、3ダムで21門のうち14門の取替が、無事故・無災害で工期内に完了している。残りの7門についても、請負会社等と協力し、無事故で迎えられるよう努めていきたい。

最後に、本ゲートの設計・施工に際してご協力戴いた日立造船株式会社並びに北電技術コンサルタント株式会社、また、大規模地震への対応でご指導、ご協力を戴いた財団法人電力中央研究所の関係各位に深く感謝申し上げます。

J|C|MA

《参考文献》

- 1) 水門鉄管技術基準. (社)水門鉄管協会. 1973.3.
- 2) 「水門扉等鉄鋼構造物の維持管理基準に関する検討会」の成果報告. 水門鉄管. No.234.2008.
- 3) 水門鉄管技術基準(水門扉編). (社)水門鉄管協会. 2007.9.
- 4) ダム・堰施設技術基準(案)(基準解説編・マニュアル編). (社)ダム・堰施設技術協会. 1999.3.
- 5) 大規模地震に対するダム耐震性能調査指針(案)・同解説. 国土交通省. 2006.3.

【筆者紹介】



和泉 満 (いずみ みつる)
北陸電力(株)
土木部 水力室 水力土木チーム
課長代理



白石 徳光 (しらいし とくみつ)
北陸電力(株)
富山支店 神通電力部 土木課
副課長



中谷 勇一 (なかに ゆういち)
北陸電力(株)
魚津支社 電力部 土木課

横山ダム主放流ゲート設備の維持管理

既存設備の有効活用と未来への情報伝達

岩崎 哲也

横山ダムは、昭和39年に完成した多目的ダムである。日本のダムはその多くが高度経済成長期に設置され、供用年数の経過に伴い、設置されたダム施設の維持管理を如何に確実にかつ、効率的に行うかが課題となっている。横山ダムにおいても同様であり、設置後40年以上が経過したゲート設備の延命化工事を実施中である。本稿では、延命化工事の概要を、既存ダムでのリニューアルの難しさ、既設設備の有効活用、未来への情報伝達という観点から紹介する。

キーワード：ダム，リニューアル，維持・補修，河川，水門

1. はじめに

(1) 横山ダムの概要 (写真—1)

横山ダムは、揖斐川の河口より約80km、岐阜県揖斐郡揖斐川町に、昭和39年に完成した国土交通省が直轄管理を行う多目的ダムである。

横山ダムは中空重力式コンクリートダムという全国で約3,000あるダムの中でも13箇所しかない珍しい形式のダムであり、最近の話題としては、その中空部(写真—2)を利用して、映画の撮影場所としても利用された。また、ダムの天端を国道が通っており(写真—3)、こちらも全国では稀なものとなっている。

(2) 横山ダムの諸元

流域面積：471 km²

位置：岐阜県揖斐郡揖斐川町東横山，西横山

型式：中空重力式コンクリートダム

堤高：80.8 m

堤長：220.0 m

堤体積：319.800 m³ (副ダム共)

ゲート：

クレストゲート (2門) 高12.6 m × 巾8.6 m

オリフィスゲート (3門) 高6.4 m × 巾5.0 m

オリフィス予備ゲート (3門)



写真—2 ダム中空部でのイベント開催の様子



写真—1 横山ダムの全景



写真—3 ダム天端道路

(3) 日本のダムと横山ダムの現状

現在日本には、約 3,000 箇所 of ダムが存在している。日本のダムは、戦後の高度経済成長期を通じて急速に整備され、多くのダムでは、供用年数の経過に伴い、設置されたダム施設の維持管理を如何に確実にかつ、効率的に行うかが課題となっている。

横山ダムにおいても昭和 39 年に完成して以来 47 年が経過しており、ダムに設置されているゲート等設備の、定期的な点検・整備や修繕工事をを行い、設備の機能の確保に努めているところである。

本稿では、その一環として実施している主放流ゲート（オリフィスゲート）の延命化工事の概要を、既存ダムでのリニューアルの難しさ、既設設備の有効活用、未来への情報伝達という観点から紹介したい。

2. 工事の概要

(1) オリフィスゲート諸元

オリフィスゲートの諸元を以下に示す。

(a) 主ゲート（図-1）

数量：3 門

形式：摺動式ラジアルゲート

呑口：5.00 m × 6.51 m

設置標高：EL.178.121 m（敷高）

設計水位：EL.207.500 m（常時満水位）+ 波浪高

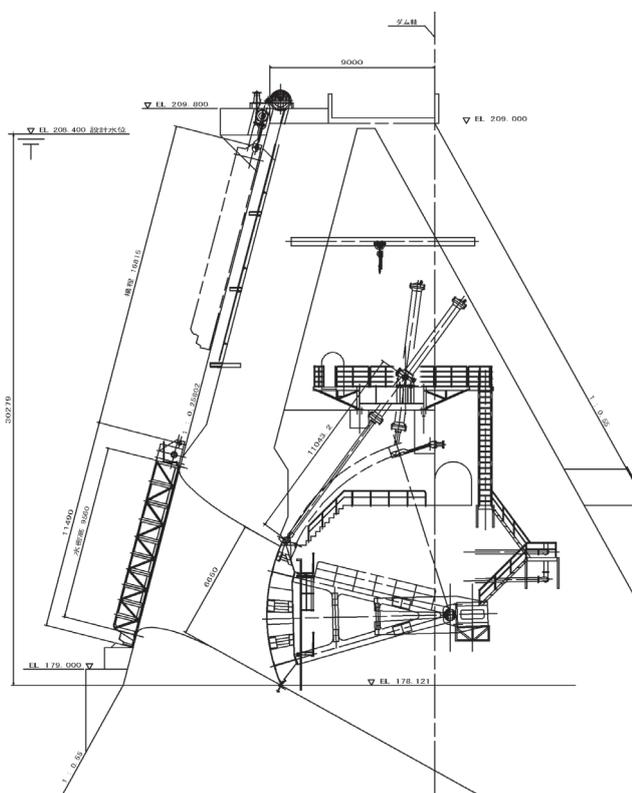


図-1 ゲート側面図

波浪高：0.900 m

操作水位：EL.207.500 m（常時満水位）+ 波浪高

水密方式：4 方ゴム水密

(b) 開閉装置

形式：電動油圧シリンダ式

シリンダ径：490 mm

全長：8,748 mm

ストローク：7,265 mm

開閉速度：0.3 m/min（平均）

操作方式：機側押釦操作及び遠方操作

電源：動力用 3 相 3 線式 220 V 60 Hz

制御用单相 2 線式 100 V 60 Hz

(2) 既存設備の問題点

既存のオリフィスゲートについては、昭和 39 年に設置以降、定期的な保守点検、機側操作盤や油圧ユニットの更新工事等を実施してきたところである。

しかしながら、ゲートを開閉する油圧シリンダについては、設置後 45 年以上が経過しているが、シリンダパッキンの取替え等軽微な保守を実施しているものの、大規模な分解整備は実施されてこなかった。

その原因は、機能的に大きな問題となることなかったこともあるが、油圧シリンダの分解整備を行うスペースが堤体内になく、また油圧シリンダをダムより搬出するには、大規模な仮設が必要となるためであったと考えられる。

しかし近年では、ピストンロッド（写真-4）に多数の傷が見受けられ、扉体のずり下がりが見られる等、ダムの放流に支障が生じる恐れがあることから、今回延命化工事を行うこととした。



写真-4 ピストンロッド

(3) 工事の内容

延命化工事は、非出水期での工事となることから、3ヶ年計画にて1門ずつ実施することとした。

工事内容は以下の通りである。

(a) 機側操作盤及び油圧ユニット更新

老朽化した機側操作盤及び油圧ユニットの更新と合わせて、ユニットと制御回路の二重化を行い、信頼性の確保を行った。

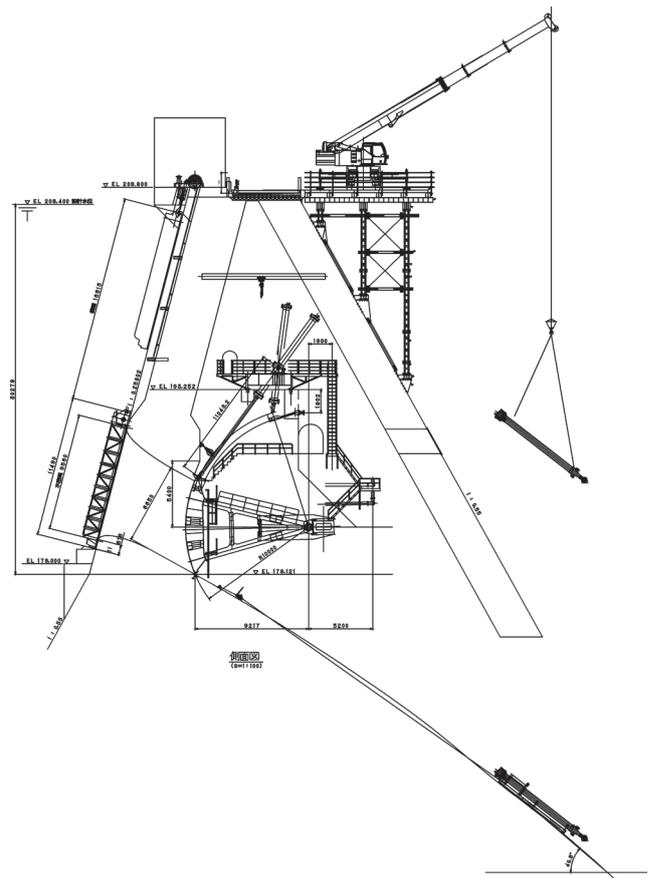
(b) 油圧シリンダ分解整備

今回の延命化工事では、油圧シリンダの更新も検討されたが、当ダムで使用されている油圧シリンダはストロークも長く大規模なものであり、国内で製作できる企業が数少なく、製造工期も長く必要であること、また、ピストンロッドに傷は見られるものの、外観上その他の不具合は見られないことから、既設設備の有効活用を行うこととし、機能保全を目的とした分解整備と、ピストンロッドの補修及びクロムメッキを行う計画とした。

なお、油圧シリンダ内部は分解を行わなければ状況を確認できないため、分解後に健全性の確認を行った後に、追加修繕を行うこととした。

(c) 付属設備更新

延命化工事に合わせ、過去の保守点検従事者等のヒアリングを元に、点検作業をより安全に行えるよう安全柵やタラップ等の更新を行った。



図一2 シリンダ搬出入計画図

3. 工事の施工

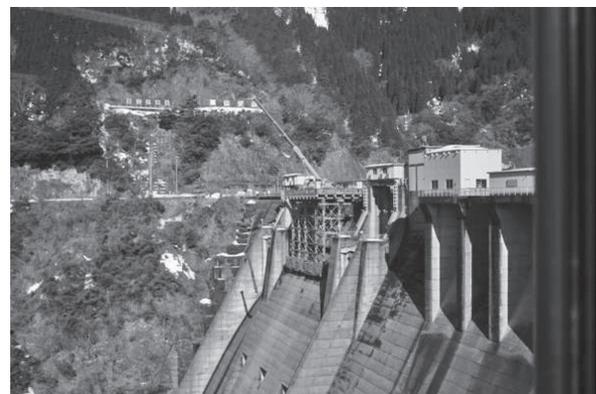
延命化工事の実施にあたってはダムが完成して以来初の本格的な油圧シリンダの分解整備となったこと、また、天端道路が国道で、上流地域への重要な生活道路となっているという制約条件から、工事計画は難しいものとなった。

(1) 油圧シリンダの搬出入計画

前述しているとおり、油圧シリンダ分解整備を行うにあたっては、ダム提体内にはスペースが確保できないことから、油圧シリンダを工場へ持ち込む必要があった。

油圧シリンダの搬出は、ダム湖側又はダム前面側のいずれかの方法が検討されたが、ダム貯水位の低下による利害関係者との調整の有無、天端道路の通行規制期間等総合的に判断し、ダム前面側に搬出入することとした(図一2)。

油圧シリンダ等の搬出入はクレーンにより行うが、天端道路の全面通行止めを最小限とするため、ダム前面に張り出した仮設鋼台にクレーンを配置することとした。仮設鋼台は鋼橋架設用ペント材を用い、延命化工事が全て完了するまで存置することとしている(写真一5)。



写真一5 シリンダ搬出状況

(2) 油圧シリンダの分解整備

油圧シリンダ分解整備は、国内で油圧シリンダの製作・修繕を手がけている企業で行った。この企業の担当者の話でも本件のような大きなダムゲート用油圧シリンダの分解整備は滅多にないとのことであった。

分解整備の手順は以下のとおりである。

(a) 既設シリンダの性能試験(写真一6)

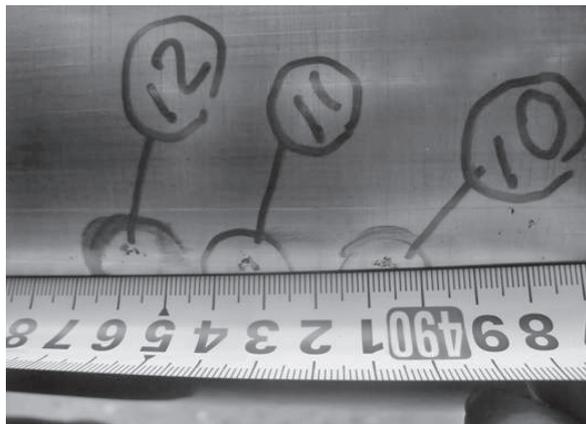
整備後の性能と比較するため、既設設備を持ち込んだ状態にて性能試験を行った。

(b) シリンダ分解点検

シリンダをすべて分解し、ピストンロッド及びシリ



写真一六 性能試験状況（受け入れ時）



写真一七 ピストンの傷の状況

シリンダチューブ等の寸法計測を行った。また傷の位置、長さ、深さ等を計測し（写真一七）スケッチに記した。

(c) 整備項目の検討

シリンダの分解完了後、発注者、施工者、シリンダ分解担当者が集まり、分解された油圧シリンダを前にして損傷状況の確認を行い、整備事項について協議を行った（写真一八）。整備の内容については、長年現場において、油圧シリンダの製作・整備を行っている工場担当者の意見を重視した。



写真一八 整備項目検討中の様子

今回の案件では、当初想定していたピストンロッドのほかに、シリンダチューブ内面に立傷や部分的な発錆が見られたことから、ホーニング（研ぎ上げ）加工及びクロムメッキ加工を追加した。

(d) 整備及び再組み立て

シリンダは、前述の追加修繕はあったものの、その他の部材については、健全であったことから、パッキン等消耗部品以外のものは全て既設品を再利用して再度組立を行った。また、組立完了後は分解前と同様に性能確認を行い、所定の仕様を満足していることを確認した。

4. 次世代に向けた情報伝達

今回の延命化工事は、追加補修はあったものの、無事1基目の工事を完了することができた。しかし、工事計画段階及び施工中において、いくつかの課題が見えた。

1点目は、過去に実施した工事（新設時、修繕時）の完成図書には、設計図面や交換部品一覧等はあるものの、実際に完成した製品の寸法記録や、性能試験記録等が（探せなかっただけかもしれないが）存在しなかったため、今回分解整備をするにあたって、比較検討することが困難であった。

2点目は、設置当時や修繕時の分解・据付方法の記載がないため、現場施工時計画に多大な時間がかかった。

これらの苦い経験を、次世代にさせることのないよう、今回以下の内容について完成図書に盛り込むこととした。

(1) 分解整備記録の充実

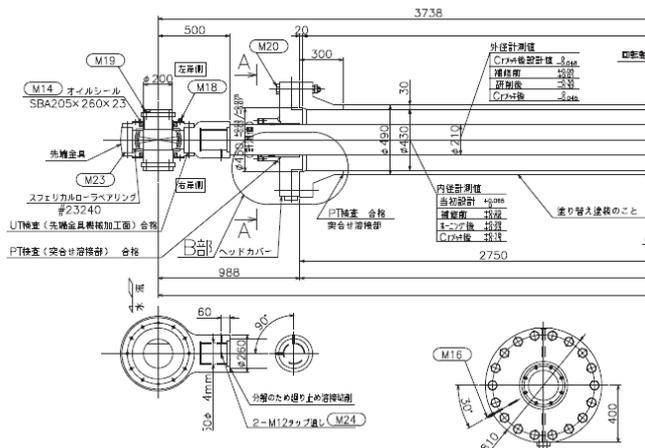
シリンダ等の分解整備記録として、交換部品一覧や、試運転記録は当然として、シリンダ分解時の不具合箇所をスケッチや写真等を多用した詳細記録としてとりまとめた。また、図面には設計値だけではなく、補修前・補修後の計測データ、PT検査箇所とその結果も併記し、次回整備の際の参考情報となるようにした。

(2) 施工手順書

今回油圧シリンダの搬出・搬入作業の計画に膨大な時間を費やし、合理的な施工方法が見いだされたことから、次回工事での参考となるよう施工手順書及び仮設図面を完成図に盛り込んだ（図一三）。

(3) 施工者からの提言書

今回工事を施工した担当者が、工事施工中に感じた率直な意見を提言書として提出いただいた。提言頂いた内容は、今後の参考としていきたい。



図一 3 完成図の例 (油圧シリンダ)

まりである。今後さらに数十年もの間、健全な状態を維持できるように、状態監視を続けながら、確実かつ効率的に管理をしていかなければならないのである。

その際に必要となるのは、点検記録や、整備記録、工事記録等、過去の記録であることを今回痛感した。

それらの記録は、ただマニュアル通りに残すのではなく、次に管理を行う者が何を必要としているか等、未来の担当者の立場にたったものとしていかなければならないと考える。

今回の報告が、今後の設備管理の参考になれば幸いである。

JICMA

5. おわりに

今回の延命化工事では、過去の点検記録や、分解後の確認結果を元に、既存設備の有効活用を行いながら無事完了することができた。

しかし、これで終わった訳ではない。ここからが始

【筆者紹介】

岩崎 哲也 (いわさき てつや)
 国土交通省 中部地方整備局
 木曾川上流河川事務所
 横山ダム管理支所
 管理第二係長



大口径岩盤削孔工法の積算

——平成 22 年度版——

■改訂内容

- ・ 国交省の損料改正に伴う関連箇所全面改訂
- ・ ケーシング回転掘削工法のビット損耗量の設定
- ・ 工法写真、標準積算例による解りやすい説明
- ・ 施工条件等に対応した新たな岩盤削孔技術事例の追加
- ・ “よくある質問と回答”の追加

- A4判 / 約 250 頁 (カラー写真入り)
- 定 価
 非会員：5,880 円 (本体 5,600 円)
 会 員：5,000 円 (本体 4,762 円)
 ※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。
- ※送料は会員・非会員とも
 沖縄県以外 450 円
 沖縄県 340 円 (但し県内に限る)
- 発刊 平成 22 年 5 月

社団法人 日本建設機械化協会

〒 105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

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

下久保ダム表面取水設備のリニューアル

館 憲 司・鳴 島 真 二・石 川 直

下久保ダムは、利根川水系右支川神流川の群馬県藤岡市と埼玉県児玉郡神川町の県境に位置している。表面取水設備は、昭和44年のダム完成後に下流かんがい地域の冷水問題の対策として昭和53年に設置された、水資源機構並びに群馬県企業局が共同管理する半円形多段式ローラゲートである。扉体は、半径2.00m～2.75mの半円式の扉体4段で構成され、全長は78.0mである。取水範囲73.1mであり、最大取水量は12.0m³/sである。

扉体の開閉操作は、電動ワイヤロープウインチで1段扉と4段扉を開閉することによって行う。本工事は、設置後30年以上経過した表面取水設備の開閉機能、防食機能の回復を目的として実施するものである。

キーワード：表面取水設備，リニューアル，65t吊りクレーン，扉体塗替塗装，発電停止期間短縮，障害物混入防止，仮設スクリーン設置・撤去，潜水土作業負担軽減

1. はじめに

下久保ダム表面取水設備は上述のとおり、扉体全長78.0mと、天地方向に長尺である。かつ、常時扉体は水中にあり、ダム湖の表面水を取水して下流側の利水、水力発電に寄与する役割を持つ（図-1）。

この条件下で、設置後17年経過して、平成6年に一度大規模な整備を行っているが、これから更に16年経過し再び経年劣化が激しくなり、開閉機能、防食機能の回復を図る必要が生じた。そこで、本工事において開閉装置の電動機・ワイヤロープの取替、扉体の主ローラ（軸受け含む）・水密ゴムの取替、扉体の塗替塗装等を実施した。

工事期間は、平成21年10月から平成23年3月の期間である。工事範囲は表-1で示すように多種にわたるが、本稿では、本工事現地施工の規模が大きい65t吊りクレーン作業、施工の割合が多い扉体塗替塗装および、施工中も一時を除いて稼働していた発電に対する対策について報告する。

2. 工事概要

(1) 工事範囲

本工事では、耐用年数を大幅に超えている設備について整備を行った（表-1）。

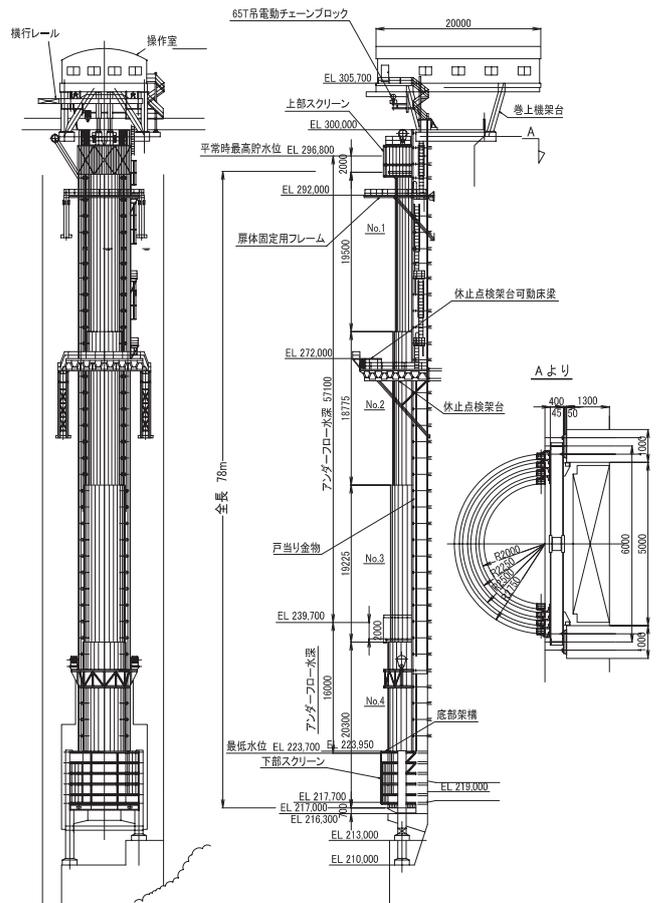


図-1 扉体～放流管 全体図

表一 1 工事範囲

設備名	詳細	数量
ワイヤロープ (上段扉)	取替	2本
〃 (下段扉)		2本
水密ゴム	取替	1式
電動機		2台
電動油圧押し式制動機		2台
主ローラ	取替, 点検	220個
扉体はずれ止め ストッパー	取替, 分解点検	各8個1式
65トン吊りクレーン	点検, 設置, 撤去, 格納	1式
仮設スクリーン	整備, 設置, 撤去	1式
塗替塗装	扉体, 戸当り, 建屋他	5,041 m ²
仮設水中ポンプ	設置, 撤去	1式
塗装健全度調査	目視, 基盤目試験, 塗膜厚測定	1式

(2) 概略工程

本工事は平成 21 年度, 22 年度の複数年度で施工した。平成 21 年度はワイヤロープ, 電動機等の製作を実施した。平成 22 年度は, 扉体塗替塗装のため工事制限水位を EL270.5 m に設定し, 非出水期の始まる 10 月までに水位を下げて現地着工し, 平成 23 年 3 月に工事を終了した。

(3) 施工条件

工事はダム運用の観点からみて, 特に下記の工程・安全管理を重視するものとした。

- ①扉体塗替塗装等, 水位が影響する工種は工事制限水位設定期間内に作業を終了すること
- ②下流側発電設備は常時商用稼働しており, 発電停止期間を極力短縮すること
- ③現地は水上, 水中での作業が多いため, 水難事故防止に充分留意すること

(4) 作業フローチャート

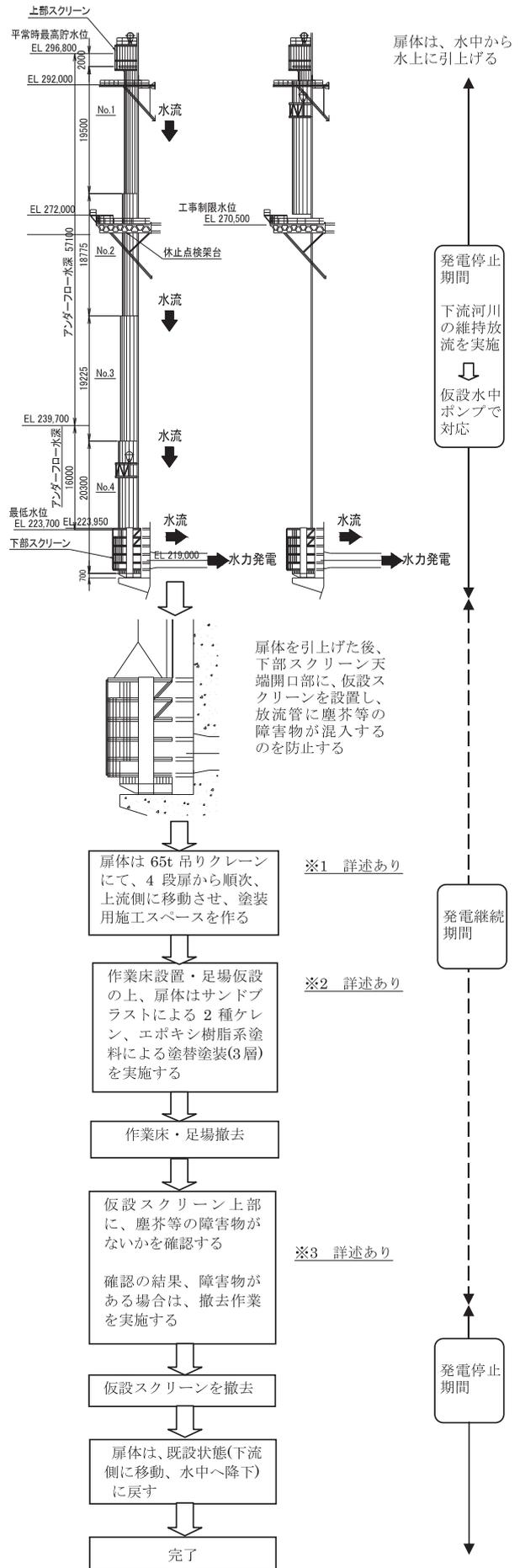
本工事の主要な流れは, フローチャートのとおりである (図一 2)。

3. 工事詳細

本稿では, 図一 2 のフローチャートの中で※印をつけた要所について詳述する。

(1) 65 t吊りクレーンによる扉体移動

扉体は, 4 段分すべて, 表裏を塗替塗装するための



図一 2 作業フローチャート

施工離隔を要した。したがって、本設備専用の65t吊りクレーンを使用して4段扉から順次吊上げ、上流側へ移動した。

① 65t吊りクレーン搬出

常時格納されている65t吊りクレーンは、扉体吊上げのために、専用格納庫から搬出、定位置まで移動する(写真-1)。



写真-1 65t吊りクレーン 搬出後、移動中

② 65t吊りクレーン設置

定位置まで移動した65t吊りクレーンは、表面取水設備巻上機室の上流側に設置する(写真-2)。



写真-2 65t吊りクレーン 設置中

③ 65t吊りクレーン設置完了

巻上機室上流側に設置した65t吊りクレーンは、下部にリフティングビームを吊り下げて、設置完了である(写真-3)。

④扉体吊上げ、上流側へ移動

リフティングビームと接続した扉体は順次、65t吊りクレーンにて吊上げ、上流側へ移動、施工離隔を確保する(写真-4, 5)。ちなみに、扉体重量は4~1段扉の順に、57t, 28t, 22t, 44tである。

施工離隔は最小60cmかつ天地方向において一定値を確保し、狭隘ながらも塗装用足場を全箇所を設置することができた。この結果をもって、塗替塗装を開始した。

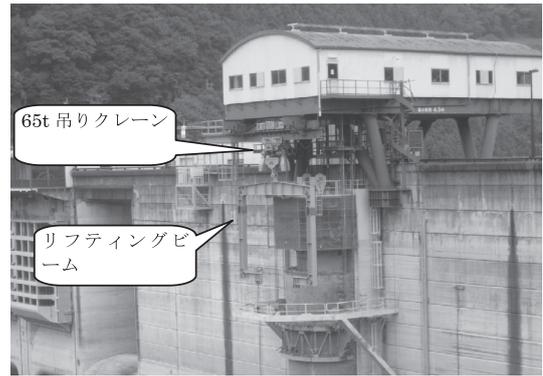


写真-3 65t吊りクレーンとリフティングビーム (右岸側から遠景で見る)

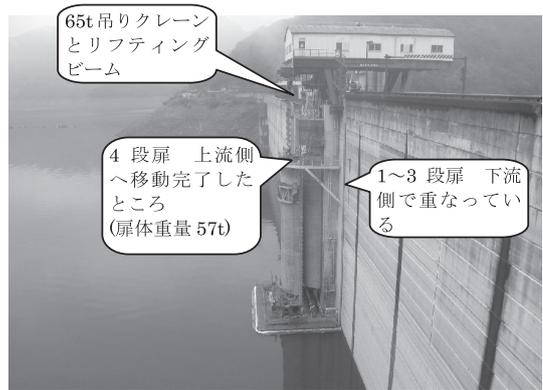


写真-4 65t吊りクレーンにより扉体を上流側へ移動 (右岸側から遠景で見る)

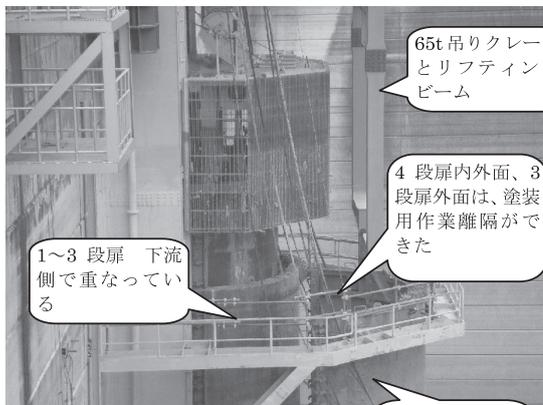


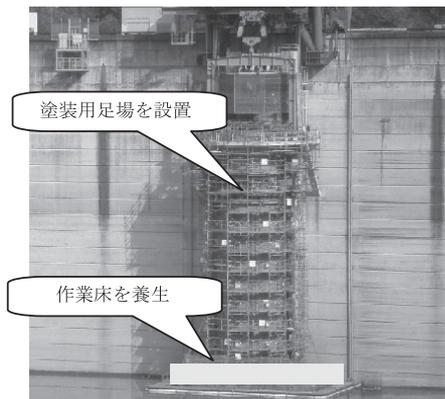
写真-5 65t吊りクレーンにより扉体を上流側へ移動 (左岸側から近景で見る)

(2) プラスト、塗替塗装

作業床はネット、枠組、コンパネで堅固に間詰め養生し、ダム湖面への落下物防止策とした。次に、扉体の表裏側に塗装用足場を設置した(写真-6)。

表側足場は、防災シートで全面養生した。この結果、関係者の転落事故防止、湖面に対する資機材の落下防止、プラスト廃材・塗料の流失防止が確実なものとなった(写真-7)。

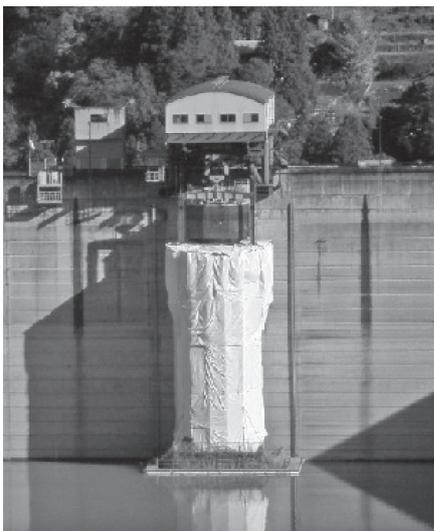
プラスト作業・扉体塗替塗装に先立ち、水上に引き上げた扉体には塵芥の堆積があり清掃に想定以上の時間を要した(写真-8)。



写真一六 作業床養生，足場設置完了



写真一九 プラスト・塗替塗装



写真一七 足場 表側養生



写真一〇 扉体 塗替塗装完了



写真一八 扉体 塵芥の堆積状況

これらを経て着手したブラスト作業・扉体塗替塗装は、養生・清掃を確実にしたために品質管理に注力することができた。結果、良質なものに仕上がった（写真一九）。

塗替塗装終了後の扉体状況は、写真一〇のとおりである。

(3) 障害物撤去方法改良による、発電停止期間の短縮

仮設スクリーン関係作業は水中におけるものが多く、大半は潜水士作業を要する。前回工事では潜水士の安全確保を目的として、多日数の発電停止期間を要した。また潜水水深は40m以上と大きく、透明度による視認性は0.50mまでと低く、潜水士にとって安全面・作業面での負担が大きい。

本工事では、潜水士の作業負担を軽減することが発電停止期間の短縮、安全性向上を達成するものと考え施工計画し、下記の工夫をした。

仮設スクリーン撤去時の障害物確認・撤去方法を工夫・改良する

工事終盤の仮設スクリーン撤去時は、設備近隣に堆積した塵芥等、障害物が放流管に混入する可能性がある。本工事では、障害物の有無に関する確認方法、障害物がある場合の撤去方法を前回工事から改良した。

(a) 前回工事の方法

前回の工事における障害物確認は、潜水士が即時潜水作業を行い、直接目視にて有無を確認、障害物がある場合は、適宜人力による撤去を行った（図一三）。

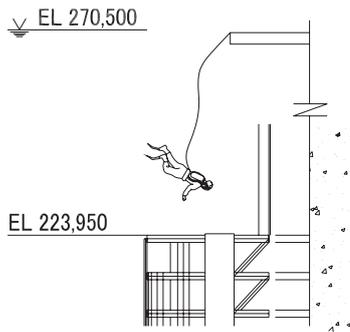


図-3 前回工事の障害物の有無確認，障害物撤去方法

(b) 本工事における改良方法

本工事は水中カメラで底部予備調査を実施することで、障害物の有無確認における潜水作業を不要とした。障害物がある場合でも、目標物を事前確認しているため、目標にあわせて潜水作業を実施することで、潜水回数・時間を縮小することができ、潜水士の負担軽減，安全性確保，工程短縮につながった（図-4）。

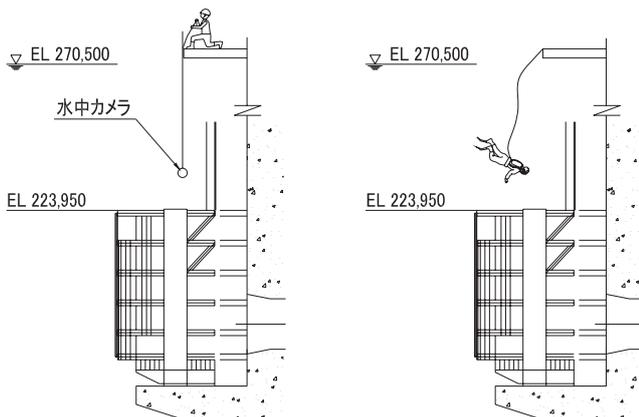


図-4 本工事における障害物の有無確認，障害物撤去方法

4. おわりに

現在の社会資本整備は、国民生活の安心・安全を前提として、設備の健全性，要求性能等，品質確保が重要視されている。一方，極めて厳しい経済情勢の中，効率的なりニューアルによる設備長寿命化が期待されている。

さらに下久保ダム表面取水設備のリニューアル工事は，利水の観点からダム水位の調整に深く関係があり，時間的制約が大きい。本工事は天地方向に長尺の設備特性の中，工事品質，設備長寿命化を確保した丁寧な作業の上で，潜水作業軽減による時間短縮，安全性向上という創意工夫を実現したものである（写真-11，12）。今後は，さらなる施工計画・施工管理方法の改善により工程・品質・安全の各方面を向上させ，充実したりニューアル工事を目指す所存である。



写真-11 扉体 塗替塗装 施工前近景



写真-12 扉体 塗替塗装 施工後近景

JCMIA

《参考文献》

- 1) ゲート総覧Ⅲ 解説編 (社)ダム・環施設技術協会 1995
- 2) 『下久保ダム表面取水設備工事誌』 水資源開発公団下久保ダム管理所 1978
- 3) 『下久保ダム表面取水設備完成図書』 水資源開発公団，石川島播磨重工業(株) 1978
- 4) 『下久保ダム表面取水設備整備工事完成図書』 水資源開発公団，(株)イスマック 1995

【筆者紹介】



館 憲司 (たち けんじ)
 (株)イスマック
 鉄構事業部 技術一部
 部長



鳴島 真二 (なるしま しんじ)
 (株)イスマック
 鉄構事業部 技術一部
 次長



石川 直 (いしかわ なおし)
 (株)イスマック
 鉄構事業部 技術一部
 工事長

電磁波レーダを用いたトンネル覆工検査車の検証

松 沼 政 明・鈴 木 尊

新幹線トンネルの覆工コンクリートの健全性を検査するため、至近距離からの目視検査とハンマーによる打音検査が行われている。これらの検査は、膨大な延長のトンネルに対して、実施に多大な労力を要し、また判定に個人差が大きく精度にばらつきが生じやすいのが実情である。

そこで、JR東日本ではマルチパス方式レーダを搭載したトンネル覆工検査車 Concrete Lining Inspection Car (略称、CLIC) を開発し、平成16年7月より新幹線トンネルに導入している。既設の新幹線トンネルにおいてCLICを用いた調査を実施した結果、打音検査では、検査者の判断のばらつき等により、検出が困難な覆工内部の不良箇所についても、検出できることが確認された。JR東日本では延長約400kmにわたる新幹線トンネルに対し、CLICによる調査を進めている。

キーワード：トンネル、覆工、レーダ、維持管理、検査

1. はじめに

新幹線トンネルの覆工の剥離・剥落に対する詳細な検査は、高所作業車等を使った至近距離からの目視と、必要により打音検査を実施しているが、これらの検査は判定に個人差が大きく、また膨大な労力を要しているのが実情である。そこで、JR東日本では、新しい検査手法として、新幹線トンネルの覆工検査の一部に、マルチパス方式レーダを搭載したトンネル覆工検査車 Concrete Lining Inspection Car (以下、CLIC) を用いた検査を導入した。現在配備されているのは、1号機(平成16年7月導入)、2号機(平成17年7月導入)、3号機(平成22年4月導入)の3両である。

2. トンネル覆工検査車の仕様

(1) トンネル覆工検査車 (CLIC) の概要^{1)~4)}

CLICは、電磁波レーダを用いることで、打音検査に替わり非破壊でトンネルの覆工コンクリート内部状況を確認できるモーターカー形式の検査車両であり⁵⁾、新幹線軌道を自走することができる(写真-1、表-1)。

検査車両は、アンテナ装置、アンテナ支持装置、走行車両、解析装置により構成されており、アンテナ装置には3基の電磁波レーダが搭載されている。レーダは、マルチパスレーダ(以下MPAレーダ)であり、その特徴、および計測仕様の概要を、以下に示す。

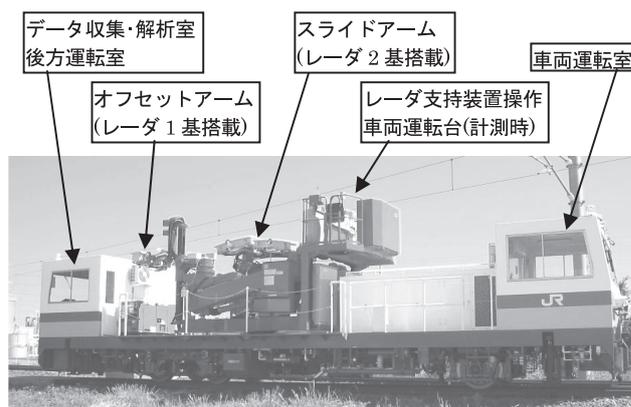


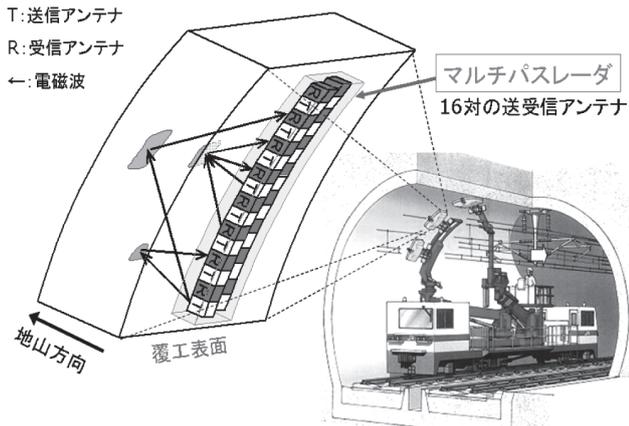
写真-1 CLIC全体像¹⁾

表-1 検査車両の主な仕様等

項目	仕様等
車両タイプ	新幹線保守用車(自走式モーターカー)
車両形状	全長15.05m、全幅3.35m、全高4.00m 重量32.9t
計測対象	フル規格新幹線の複線円形断面トンネル
計測範囲	新幹線車両限界+外方200mmの範囲内に落下する可能性のある覆工面
計測方法	14分割したトンネル覆工面を、片線ずつ3基のレーダ(1基の幅1m)により複数回に分けて計測する。計測時の走行速度は最高3.5km/h

(2) CLICに用いたレーダの特徴

CLICに用いたMPAレーダは、16個の送信アンテナと16個の受信アンテナを組み合わせることで、コンクリート覆工内部の異状箇所を3次元的に探査できる特徴がある(図-1)。



図一 マルチパスレーダの概要

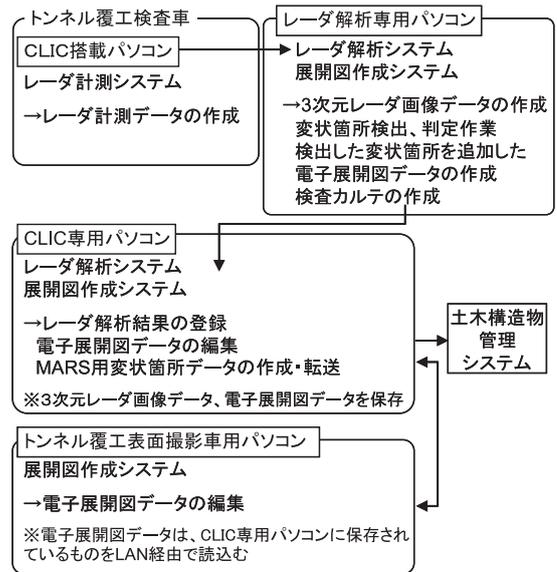
(3) 計測について

計測測線数は、MPA レーダ 1 基が測定できる幅が約 1.0 m、角度約 12 度であり、半断面で 7 測線、全断面で 14 測線である (図一 2)。半断面 7 測線を、3 基の MPA レーダにより、図一 2 に示すような 3 パターンで線路方向に 3 往復することで計測する。1 パターン当たりの計測速度は最大 3.5 km/h であり、半断面 7 測線の計測速度は約 200 m/h である。計測可能な覆工内部の異状は、ひび割れ、空洞、ジャンカ、浮き等である。計測深度は、空洞・ジャンカが覆工表面から 40 cm 以内、ひび割れ・浮きが 25 cm 以内である。但し、覆工コンクリートの状態により、多少前後する。

3. データ解析

(1) データ解析の流れ

トンネル覆工検査車に関するシステム構成を図一 3 に示す。トンネル覆工検査車に搭載されたシステムはレーダ計測システムとよばれ、レーダ計測データを作成する。

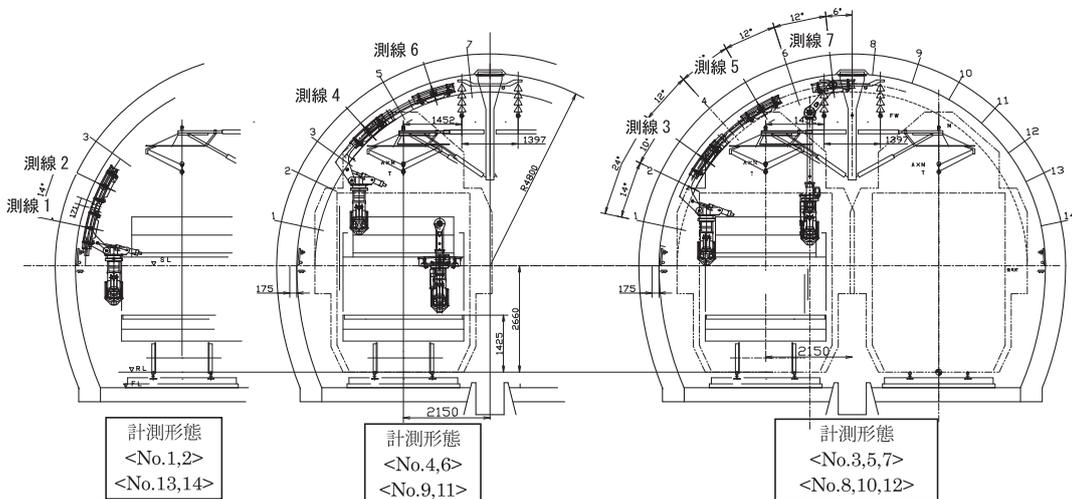


図一 3 トンネル覆工検査車に関するシステム構成

また、レーダ計測データは、レーダ解析システムおよび展開図作成システムにより、3次元データの作成、変状箇所検出、判定作業、検出した変状箇所を追加した電子展開図データの作成、検査カルテの作成を実施する。レーダ解析専用パソコンにより作成した3次元レーダ画像データおよび電子展開図データは、土木技術センターのCLIC専用パソコンに保存される。さらに、CLIC専用パソコン内の電子展開図データにより作成される変状箇所データが土木構造物管理システムに登録され、変状を確定するといった流れで、検査データとして確定される。

(2) 判定の概要

CLIC 計測データを用いた覆工コンクリートの剥落判定は、反射領域の範囲に基づいて判定を実施する。まず、それぞれの反射領域の深さ範囲、反射領域の厚さ、反射領域の面積に着目して分類する。さらに覆工



図一 2 計測線の組み合わせ (半断面 3 パターンで計測)

表面状況，前回判定との比較を加味して分類し，判定を実施している。

また，検査の結果としての最終的な判定は，当該トンネルの構造的特徴，過去の検査・補修履歴，現地再確認結果などを基に総合的に判断するものとしている。

4. 調査事例

(1) 対象トンネル

今回事例として挙げるトンネル断面は，新幹線複線断面であり，施工法は在来工法，主な掘削工法は，底設導坑先進上部半断面工法である。

(2) 調査方法

調査事例一覧を表一2に示す。事例Aについては，CLICによる調査結果の3次元画像を確認した後，コア削孔により覆工内部を調査することとした。また事例Bは，表面に一部ジャンカが認められた箇所であったため，その周辺をCLICで調査することとした。

表一2 調査事例一覧

CLIC 調査	コア削孔	打音検査	記事
事例 A	実施済	清音	下り線側
事例 B	-	濁音部有	変状箇所

(3) 調査結果 (事例 A)

a) CLIC の計測データ (事例 A)

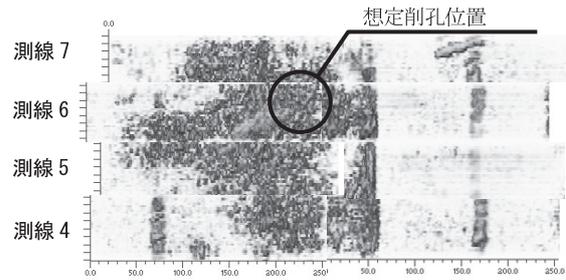
図一4，5は，事例AにおけるCLICによる測定結果(平面図，断面図)である。

図一4の縦軸がアーチに沿った線路直角方向の長さ，横軸が線路方向の距離である。反射がみられたのは，測線4～7におよぶ範囲であり，反射領域の面積は11.2 m²である。

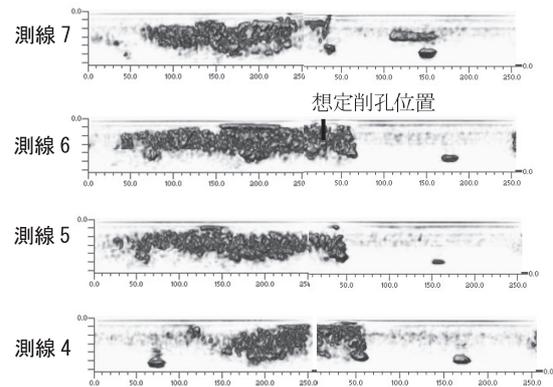
さらに，図一5の縦軸が深さ方向の距離，横軸が線路方向の距離である。図一5より，反射領域は，表層～深層にかけての，4～50 cmの深さの範囲である。

b) 判定 (事例 A)

上記CLIC計測データに基づく検査カルテより抜粋した項目について表一3に示す。判定としての健全度判定ランクとしては，最も厳しいAランクとした。これは，表層～深層に剥落の注意を要する，厚さ・面積の大きな浮き，ジャンカ，空隙等がある可能性が大きいからである。この判定結果に基づく処置として，覆工に異状がある可能性が大きいと考え，個別検査を実施し，内部変状の詳細な確認を実施することとした。



図一4 CLIC 調査事例 A 平面図



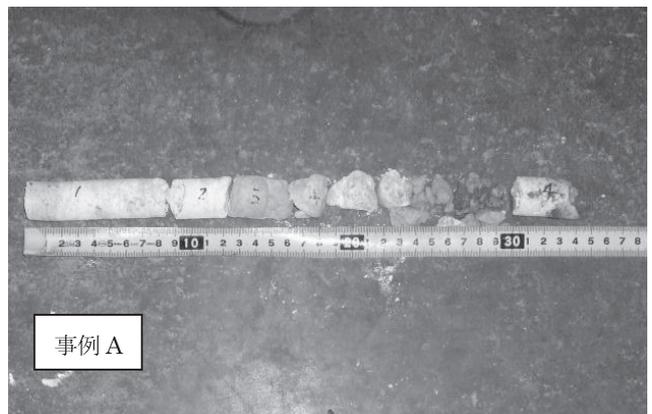
図一5 CLIC 調査事例 A 断面図

表一3 事例 A の検査カルテより

事例	測線 No.	レーダ計測による変状状況			覆工表面画像	判定ランク
		面積	深さ範囲	厚さ		
事例 A	4～7	11.2 m ²	4～50 cm	46 cm	クラック 1 mm 1本	A

c) コア削孔 (事例 A)

コア削孔を実施した位置は，図一4，5中，影が特に濃い部分の代表的な位置であり，印を記入した位置である。写真一2はコア削孔により得られたコアを撮影したものである。写真一2により，覆工表面から深さ9～30 cmにジャンカ層がある。図一4，5において認められた影は，写真一2のコアのジャンカ層と概ね対応していると考えられる。



写真一2 事例 A 削孔コア写真

d) 事例 A における対応

覆工内部のジャンカに対する対策工としては、注入工による一体化が考えられる。CLIC により影が認められた部分についても、打音による変状箇所と同様に、より詳細な調査を実施し、対策工を検討した上で早急に対策を進めていく。

(4) 調査結果 (事例 B)

a) 事例 B の変状について

事例 B においては、覆工表面に一部ジャンカがみられ (写真-3)、打音による濁音の範囲が認められたため、内部にジャンカが広がっていると考えられる。

工事誌によると、当該区間は、竣工時に既に打継目付近にジャンカが多く発生していた。施工には、コンクリートを圧送し、打設する工法が用いられた。施工継目間隔に対し、コンクリートを送る空気圧が強いため、継目付近でコンクリートにむらができてジャンカ状態になったという。つまり、この工法により、骨材とモルタルが分離しやすい状況であったことが、ジャンカの原因の一つと考えられている。



写真-3 事例 B (変状事例)

b) CLIC の計測データ (事例 B)

図-6, 7 は、事例 B における CLIC による調査の結果の平面図および断面図のデータである。図-6 に示す平面図のうち、反射領域の面積は、測線 8~11 において 5.0 m^2 、測線 7 において 1.3 m^2 、測線 3~4 において 3.5 m^2 である。図-7 に示す断面図のうち、反射領域は、測線 8~9 において、深さ 10~50 cm、測線 8~11 にかけて深さ 4~45 cm、測線 7 において深さ 5~35 cm、測線 3~4 において深さ 10~40 cm である。

c) 展開図 (事例 B)

当該範囲周辺の電子展開図データからの抜粋を図-8 に示す。図-8 により、打音による浮きの範囲の周

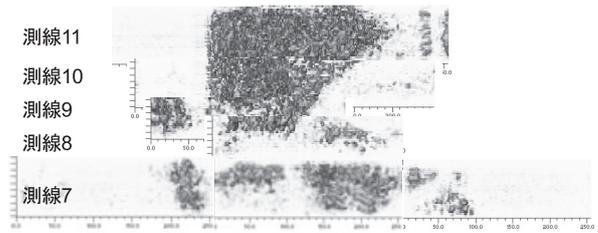


図-6 CLIC 調査事例 B 平面図

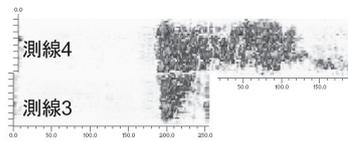


図-7 CLIC 調査事例 B 断面図

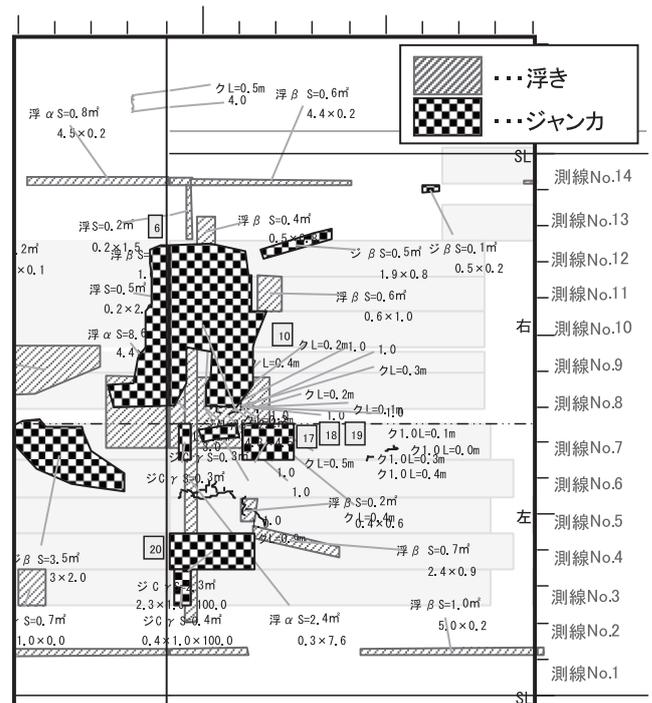


図-8 事例 B 周辺の電子展開図データより抜粋

辺に CLIC により検出したジャンカの範囲が広がっていることがわかる。

d) 判定 (事例 B)

事例 B のデータの検査カルテから抜粋した項目について表一 4 に示す。健全度判定ランクとしては、最も厳しい A ランクとした。これは、表層～深層に厚さ・面積の大きな浮き、ジャンカ、空隙等がある可能性が大きいからである。

表一 4 事例 B の検査カルテより

事例	測線 No.	レーダ計測による変状状況			判定 ランク
		面積	深さ範囲	厚さ	
事例 B	3~4	3.5 m ²	10~40 cm	30 cm	A
	7	1.3 m ²	5~35 cm	30 cm	A
	8~11	5.0 m ²	4~45 cm	41 cm	A

e) 事例 B における対策工

事例 B は、一部表面にジャンカがみられた位置であることから、応急措置として、表面のジャンカの箇所を中心に、フラットバーおよび金網、あるいは FRP 板が施工された経緯がある。しかしながら、CLIC による調査の結果、ジャンカの深さや範囲が広範におよんでいることが確認できた。そこで、その範囲を対象に、当面の措置としてアラミド繊維シートの貼付けを実施した (写真一 4)。



写真一 4 事例 B アラミド繊維施工後写真

(5) CLIC により影が検出された箇所への対応

CLIC による影が検出された箇所への対応としては、コア削孔等による覆工内部の直接的な確認、必要により、変状に応じた対策工の実施等が挙げられる。今後、優先順位をつけて計画的に調査、対策を実施してゆくこととしている。

5. 検査の位置づけ

JR 東日本において、CLIC による調査対象のトンネル延長は、シールドや箱型トンネルを除いた約 350 km (平成 21 年度末現在) であり、このうち約 80 km の区間が調査済みである。なお、このほかに、八戸新青森間については、全延長について CLIC による調査が実施済みである。今後も引き続き、新幹線全トンネルでの調査を進めてゆく。

6. おわりに

- ① CLIC により影が検出された箇所についてコア削孔を実施したところ、影が検出された範囲に概ね対応したジャンカ箇所が存在した。CLIC により影が検出された範囲が、ジャンカや空洞等の覆工コンクリートの変状にほぼ対応している結果が得られた。
- ② レーダ技術を用いたトンネル覆工検査車による覆工内部調査を実施した結果、打音検査においては、検査者の判断のばらつきにより検出が困難な不良箇所についても、検出することができた。
- ③ 今回の検証により、CLIC による調査が、打音検査と同等以上の検査手法として有効であることが確認できた。

JICMA

《参考文献》

- 1) 三宅浩一郎：トンネル覆工検査車の導入，新線路 Vol.59, No.12, pp.8-10, 2005.12
- 2) 森島啓行：トンネル覆工検査車の開発，日本鉄道施設協会誌 Vol.39, No.7, pp.530-532, 2001.7
- 3) 大澤裕之、赤井司：トンネル覆工検査車の導入，日本鉄道施設協会誌，Vol.42, No.12, pp.911-913, 2004.12
- 4) 秋山保行、田村隆志、森島啓行：トンネル覆工検査車の開発，土木学会年次学術講演会 講演概要集第 V 部 Vol.58, pp.845-846, 2003.9
- 5) 国土交通省鉄道局監修，(財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等維持管理標準・同解説 (構造物編 トンネル)，pp.107-111, 丸善，2009.1

【筆者紹介】



松沼 政明 (まつぬま まさあき)
東日本旅客鉄道(株)
建設工事部 構造技術センター
地下・トンネル構造グループ



鈴木 尊 (すずき たかし)
東日本旅客鉄道(株)
設備部 検査管理グループ

亜鉛・アルミ擬合金溶射による 新しい電気防食工法

榎 島 修

塩害環境にある鉄筋コンクリート構造物は、塩化物の進入によって鉄筋が腐食し、早期劣化を引き起こす事例が報告されている。このような鉄筋腐食による劣化の進行を停止させる方法として電気防食工法がある。本件では、コンクリート表面に亜鉛とアルミを常温溶射により設置し、内部の鉄筋と導通させることで、外部から電気を供給することなく電気防食効果が得られる新たな工法を紹介する。また、コンクリート試験壁を用いた性能試験では、防食基準とされる 100 mV 以上の復極量が確認され、2 年経過後に行った鉄筋の腐食評価によって高い防食効果が確認された。

キーワード：電気防食工法、流電陽極方式、亜鉛・アルミ擬合金、常温溶射、予防保全

1. はじめに

海洋環境や寒冷地における凍結防止剤が散布される環境では、鉄筋コンクリート構造物が早期に劣化する事例が散見されている¹⁾。また、鉄筋の腐食が著しい部位を対象に部分的な断面修復を施しても、コンクリート中に侵入した塩化物イオンによって再劣化を生じるケースも報告されている²⁾。

このように、厳しい塩害環境におかれた鉄筋コンクリート構造物を維持管理するためには、コンクリート中に侵入する塩化物を考慮して適切な補修工法の適用を計画しなければならない。そこで、コンクリート中の鋼材腐食を効果的に抑制・制御する補修工法として電気防食工法が挙げられる³⁾。また、近年では劣化が顕在化した既設構造物だけでなく、新設構造物の予防保全技術としても適用された事例があり、厳しい劣化環境における鉄筋コンクリート構造物の維持管理技術として期待が高まっている。

電気防食工法は、コンクリート表面に設置した陽極からコンクリート中の鋼材に電流を供給し、鋼材の腐食反応を停止させるものである。電流の供給方式により外部電源方式と流電陽極方式に大別され、国内では外部電源方式が主流となっている。なお、外部電源方式では継続的に電流を供給する必要があるため、電源装置の点検や防食電流の調整・モニタリングなどの継続的な維持管理が必要とされる。また、耐久性の高い陽極材料の使用や電源供給設備の設置など、初期費用がやや高価となる。

一方、流電陽極方式による電気防食工法は、コンクリート表面に設置された亜鉛やアルミ等の金属とコンクリート中の鋼材（鉄）とのイオン化傾向の差を起電力として電流が供給される。このような流電陽極方式の電気防食工法は、電源装置が不要なため経済性が高く、維持管理が容易であるなどの特徴を有する。

このような流電陽極方式の電気防食工法の特徴に加え、コンクリート表面に陽極材となる亜鉛およびアルミを常温溶射によって簡便に設置可能な新しい電気防食工法「亜鉛・アルミ擬合金溶射による電気防食工法」を開発した。ここでは、本工法の防食システムを紹介し、実用化に向けて実施した壁型模擬部材を用いた防食性能確認試験から得られた結果について述べる。

2. 工法概要

(1) 防食原理

亜鉛・アルミ擬合金溶射による電気防食工法は、異種金属のイオン化傾向の違いを利用した流電陽極方式である。鉄に比べてイオン化傾向の大きい亜鉛・アルミ擬合金と鉄筋を電解液内で導通すると、亜鉛・アルミ擬合金を陽極（アノード）、鉄筋を陰極（カソード）とした電流回路が形成される。アノード側では Zn や Al がイオン化し電子が放出される。カソード側では、 e^- と水が反応し OH^- と H_2 が生成される。このような電気化学的反応により、図-1 に示すように、鉄筋には電流が常時供給されることとなり、鉄筋の電位は全体的に卑な方向（マイナス方向）にシフトする。ま

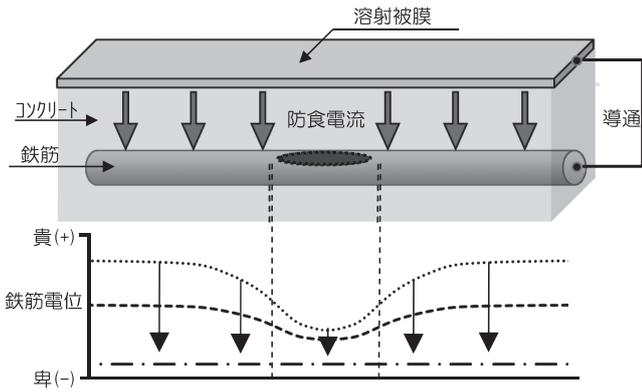


図-1 防食電流と鉄筋電位

た、この結果として鉄筋の発錆の原因であるマクロセルが解消され錆の進行が停止する。

(2) 防食システム

本工法の電気防食システム概念図を図-2に示す。防食システムは、粗面形成材、亜鉛・アルミ擬合金被膜、封孔処理材の3層からなる陽極被膜と、電気回路を形成させるために鉄筋と溶射被膜を接続させるための排流端子で構成される。施工フローを図-3に示し、以下に各工程を示す。

(a) 準備工, コンクリートの前処理

劣化したコンクリート構造物の補修として適用する場合、かぶりコンクリートの損傷部および鋼材の腐食生成物の除去を行い、断面修復を行うこととなる。

(b) 鋼材間通電処理工

電気防食工法を適用する場合、防食対象の全ての鉄筋が導通する必要がある。そのため、部分的に鉄筋を露出させ、鉄筋間に導通があることを電位差計によって確認する。導通が確認できない場合には、細径の鉄筋を配置するなど導通を確保する。

(c) 排流端子, 照合電極設置工

排流端子は、15 cm ~ 20 cm 角の鋼板を防食対象のコンクリート面 25 m² 程度に1ヶ所に配置し、溶射金属と鉄筋を接続し、電気回路を形成させる。

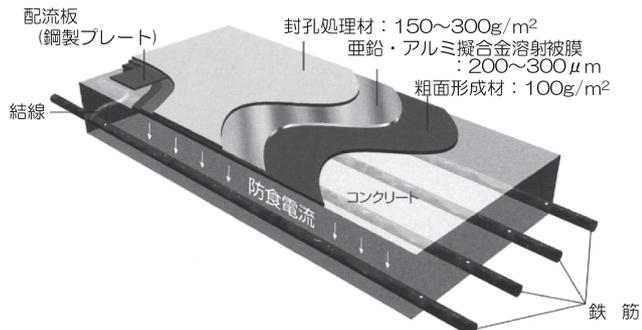


図-2 電気防食システム概念図

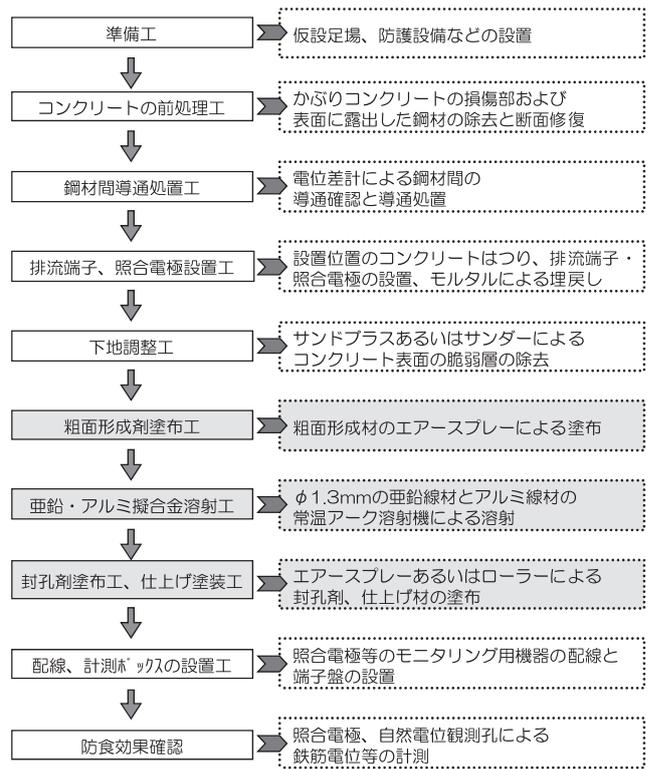


図-3 施工フロー

(d) 下地調整工, 粗面形成材塗布工

コンクリートと溶射皮膜の付着性を向上させるためにコンクリート表面に凹凸を付け、機械的な付着力を向上させる粗面化処理を行う。使用する粗面形成材は、無機系粒子を含む二液形エポキシ樹脂系材料であり、赤褐色に着色している。これを、吹付けにより塗布する。なお、コンクリートと溶射皮膜の通電性を確保するためには、コンクリートの素地が一定の割合で露出するように施工する (写真-1)。

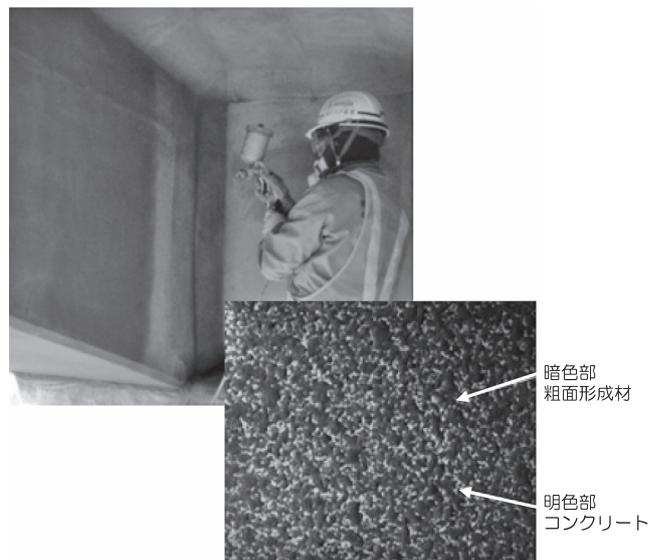
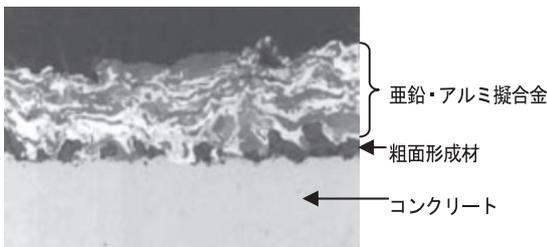
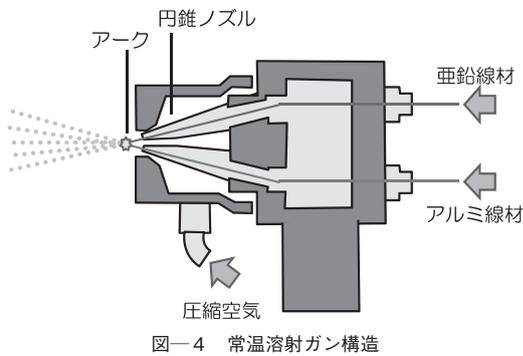


写真-1 粗面形成材塗布状況および拡大写真

(e) 亜鉛・アルミ擬合金溶射工

亜鉛線材，アルミニウム線材を用い，**図一4**に示す常温金属溶射によりコンクリート面に設置し，互層状の亜鉛・アルミ擬合金皮膜を形成する(**写真一2,3**)。皮膜厚さは，200～300 μ mを基本とする。



(f) 封孔処理材塗布工，仕上げ塗装工

溶射された金属皮膜の内部には微細な気孔が存在するため，腐食性因子が溶射皮膜内に侵入しやすくなる。このため，封孔処理材を溶射皮膜内に浸透・充てんし，金属皮膜の活性を抑制することで耐久性を向上させる。封孔処理材は，リン酸を含有した一液性のブチラール樹脂系の材料で，浸透性が高い。色相は白色で吹き付け塗布により設置する。

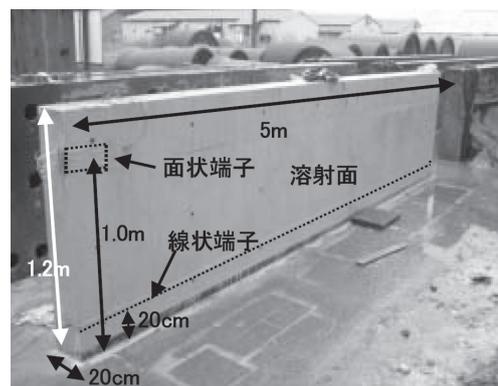
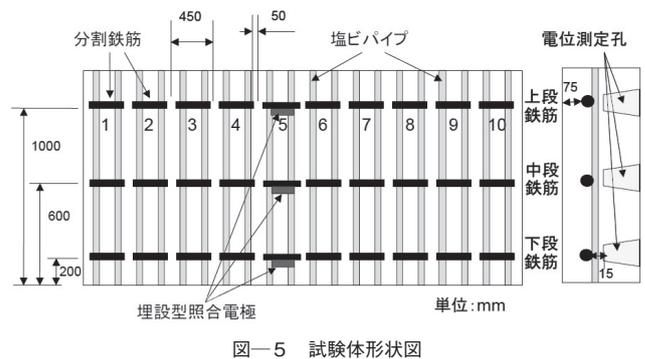
さらに，表面からの雨水，塩化物などの侵入を抑制し亜鉛・アルミ擬合金被膜の表面からの消耗を抑えるためにポリウレタン樹脂塗料による仕上げ塗装を行う。

3. 防食性能試験

(1) 実験概要

塩化物を混入させた壁状試験体に対して亜鉛・アルミ擬合金溶射による電気防食工法を適用し，防食性能を評価した⁴⁾。

実験に用いた試験体は，**図一5**，**写真一4**に示す高さ1.2m×長さ5m×厚さ0.2mの壁状試験体である。壁の上段，中段，下段の3列に鉄筋を配置し，壁の1面に亜鉛・アルミ擬合金溶射(溶射膜厚250 μ m)を施した。なお，上段と下段のみ電気防食回路になるように結線を行った。中段については，回路とせず防食の対象外とした。また，鉄筋は，長さ45cmに分割し，各鉄筋間は結線により電氣的に一体となるように配置し，各分割鉄筋への防食電流の供給状態を確認することとした。また，上段と下段は，配流板の形状を変えたものであり，ここでは，壁端部に設置した面状端子にて電流を分配した上段の測定結果について報告する。



使用したコンクリートは，普通ポルトランドセメントを使用し，単位セメント量337kg/m³，水セメント比60%，細骨材率52.0%，粗骨材最大寸法25mm，スランプ21cmとした。なお，塩害環境とするためにNaClを外割で12kg/m³添加した。

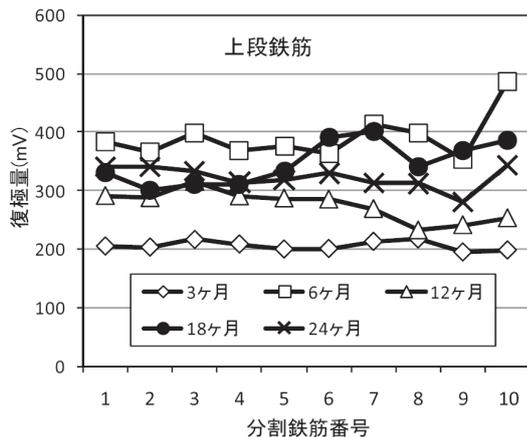
試験項目としては、電気防食効果の指標となる復極量と各鉄筋間の電流量を2年間計測し、2年経過後に鉄筋を解体して腐食量を測定した。

電流量は、無抵抗電流計を用いて分割鉄筋間を計測した。また、鉄筋電位は、壁試験体の溶射背面から照合電極を用いて通電時電位（ON電位）、通電遮断時電位（インスタントOFF電位）ならびに通電遮断後24時間電位（OFF電位）を測定した。また、復極量はインスタントOFF電位とOFF電位の差として算出した。

(2) 測定結果

(a) 復極量

復極量の測定結果を図一六に示す。復極量は、約200 mV から490 mV の範囲にあり、土木学会「電気化学的防食工法設計施工指針」に防食基準として示される100 mV を満足していることが確認された。



図一六 復極量の測定結果

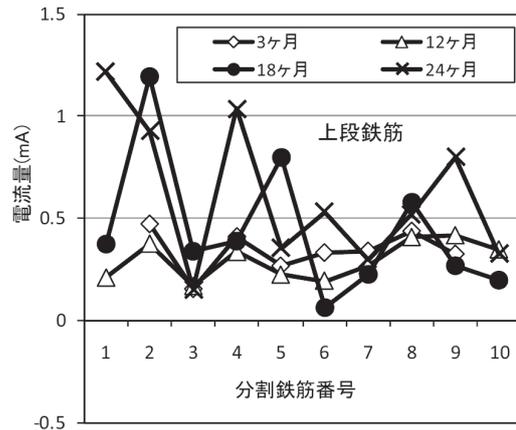
(b) 電流量

電流量の測定結果を図一七に示す。電流量は、測定した分割鉄筋間で若干の差異が見られるものの、約0.1 mA から約1.2 mA の範囲で、いずれの鉄筋に対しても正の電流値が確認され、防食電流が全ての鉄筋に対して流入している状況が確認された。

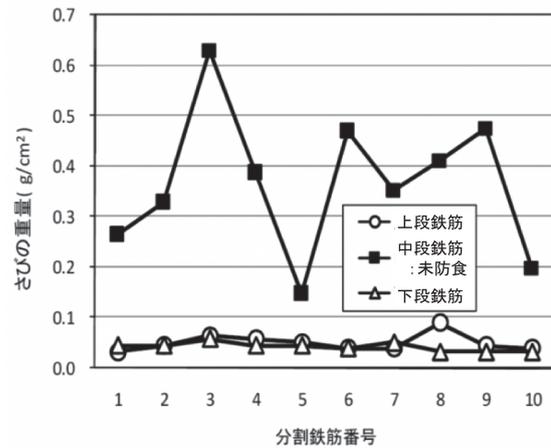
なお、電流量は、配流板からの距離との関係は見られず5 m の距離であれば1箇所配流板から概ね均等な電流が供給できることが確認された。

(c) 腐食量

2年経過時の鉄筋腐食状況の評価として行った、錆の重量の測定結果を図一八に示す。電気防食の対象とした、上段と下段では錆の重量が極めて小さい状況が認められ、防食の対象外とした中段の腐食量と明確な差が生じており、高い防食効果が認められた。



図一七 電流量の測定結果



図一八 腐食量の測定結果

4. おわりに

亜鉛・アルミ擬合金を用いた流電陽極方式による電気防食工法の適用性について、性能試験によって得られた知見を以下に示す。

- ①復極量は、防食基準とされる100 mV を満足することが確認され、良好な防食性能が確認された。
- ②電流量は、配流板から遠い箇所においても電流が供給されていることが確認され、いずれの鉄筋も防食状態にあった。
- ③錆の重量の測定結果から、電気防食によって腐食の進行が抑制されている状況が確認された。

今回の実験では、全ての評価項目において良好な防食性能が確認されたが、流電陽極方式の電気防食では、腐食環境によって電流量や復極量が低下する状況も認められている^{5), 6)}ため、当該工法の適用範囲とその効果を評価する予定である。

謝辞：本実験の実施にあたっては、電気化学工業(株)芦田公伸様、松久保博敬様、大日本塗料(株)里隆幸様、相

澤匡様、飛鳥建設(株)名倉政雄様をはじめとする関係各位にご協力いただいた。また、鹿児島大学工学部海洋土木工学科武若耕司教授、山口明伸准教授にご指導いただいた。ここに謝意を示す。

J C M A

《参考文献》

- 1) 建設省総合技術開発プロジェクト コンクリートの耐久性向上技術の開発報告書, 1988.11
- 2) 西川和廣, 見波 潔, 柏原莊助, 山本幹雄: 暮坪陸橋の塩害による損傷と対策-①過去の損傷および補修-, 橋梁と基礎, V-27, No.11, pp.28-32, 1993
- 3) 電気化学的防食工法・設計施工指針(案), コンクリートライブラリー107, 土木学会, 2001.11
- 4) 山本賢司, 芦田公伸, 榎島 修, 武若耕司: 鉄筋コンクリート壁試験体を用いた犠牲陽極法電気防食工法の防食効果に関する実証的研究, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレードシンポジウム, 日本材料学会, 2008

- 5) 山口明伸, 武若耕司, 名倉政雄, 川俣孝治: 各種環境下における犠牲陽極方式電気防食工法の防食効果に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.1, pp.1173-1178, 2008
- 6) 清水鉄兵, 武若耕司, 山口明伸, 入江隼輝: 金属溶射を応用した流電陽極方式電気防食工法の防食効果とその評価手法に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.1, pp.1381-1386, 2009

[筆者紹介]

榎島 修 (まさしま おさむ)
飛鳥建設(株)
建設事業本部 技術研究所 設計グループ



「建設機械施工ハンドブック」改訂4版

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

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

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

[構成]

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

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

●A4判/約800ページ

●定 価

非 会 員 : 6,300円 (本体6,000円)

会 員 : 5,350円 (本体5,095円)

特別会員 : 4,800円 (本体4,570円)

【ただし, 特別価格は学校教材販売(学校等教育機関で20冊以上を一括購入申込みされる場合)】

※送料は会員・非会員とも沖縄県以外700円, 沖縄県1,050円

※官公庁(学校関係を含む)は会員と同等の取扱いとします。

●発刊 平成23年4月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

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

新耐震 GX 形ダクタイトイル鉄管の長寿命化技術の紹介

竹谷和志・船橋五郎

施設の老朽化に伴う更新・保全管理費用の増加、東北地方太平洋沖地震をはじめとする大規模地震での施設被災による耐震化意識の高まりなどを受け、施設を構成する管材料やバルブ類には経済性や耐震性などへの対応が求められている。このような中、次世代の長寿命な耐震管路の構築が期待される GX 形ダクタイトイル鉄管及び GX 形ソフトシール仕切弁が規格化された。本稿は、施設の構築や更新の資機材として多くの実績を有するダクタイトイル鉄管の概要や新耐震 GX 形ダクタイトイル鉄管に採用された新たな防食技術「亜鉛系合金溶射＋封孔処理」などを紹介するものである。

キーワード：維持管理、長寿命化、延命化、更新、管路、仕切弁、耐震化、耐食皮膜、封孔処理

1. はじめに

昭和 30～40 年代の高度経済成長期を契機として整備されてきた我が国の水道施設、下水処理施設、農業水利施設等の膨大な社会資本ストックあるいは民間企業における大規模プラント施設などの多くは、近年、老朽化が進行し更新を必要とする施設が増加してきている。その保全管理に関する費用は増加傾向にある。

一方、昨今の景気の低迷や少子高齢化の影響により、国や地方公共団体、施設管理者の財政は減少傾向にあるとともに、若年の管理技術者の減少が課題とされ、将来にわたる施設機能の安定的な発揮に不安が生じてきている。

このような背景により、平成 20 年 7 月には「水道ビジョン」（厚生労働省）が改定され「中長期的財政収支に基づく計画的な施設の整備・更新」が示されるとともに、平成 22 年 3 月には「食料・農業・基本計画」（農林水産省）が閣議決定され、「国民の食料を支える基本インフラの戦略的な保全管理」を推進することが示されている。民間企業においても、中長期戦略として近年の地球環境問題を踏まえた計画的な施設の保全・更新が謳われている。低コストかつ簡便な施工によりこれら施設更新に対応でき、さらに従来以上の長寿命化が図られる製品や工法の開発が求められている。

また、平成 23 年 3 月に発生した東北地方太平洋沖地震では、本震及び余震により、建造物の倒壊や地すべり、液状化現象、地盤沈下等の一次災害、プラント

施設の火災などの二次災害といった未曾有の被害が発生した。水道配管、下水配管、ガス配管等の管路施設においても甚大な被害が生じている。管路施設の復旧や更新にあわせた耐震化の促進、地震に強い管路施設の構築も、今後の社会インフラ整備における喫緊の課題である。

これらの要望に応えるべく開発・規格化されたのが、新耐震管 GX 形ダクタイトイル鉄管及び GX 形ソフトシール仕切弁である。これらは水道管路施設として多くの実績を有し、東北地方太平洋沖地震や兵庫県南部地震において優れた性能を発揮した S 形、SII 形、NS 形のダクタイトイル鉄管や仕切弁と同等の耐震性や水密性を有したまま、その施工性を向上し、さらに新たな防食技術を採用することで長寿命化を実現している。本稿では、GX 形ダクタイトイル鉄管を代表として、そこに採用された管外面の寿命を大幅に向上させる新たな防食技術を紹介する。

2. ダクタイトイル鉄管の概要

ダクタイトイル鉄管は、流体輸送用配管として、古くから上水配水管、汚水圧送管、汚泥圧送管（送泥管）、処理水を有効利用した河川浄化用水、農業用かんがい用配管、工業用水配管、工場設備冷却用海水取水管等の幅広い市場で採用されている。また、道路下や施設内の埋設配管としてだけでなく、シールドや共同溝内配管、水管橋や橋梁添架配管、河川や道路の横断管等の実績も多数有している。

(1) 材質的特性

ダクタイル鉄管は、ダクタイル鋳鉄により製造される。ダクタイル (Ductile) とは「延性のある」という意味であり、ダクタイル鋳鉄はこの延性という特性により、明治から昭和初期まで製造されていた普通鋳鉄と比べ優れた強靭性を発揮している。その物理的・機械的性質は表一に示すとおり鋼管と同等以上である。

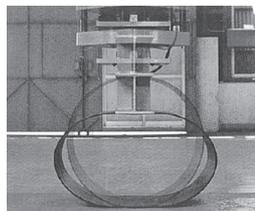
表一 1 ダクタイル鉄管と鋼管の物理的・機械的性質

材質 機械的性質	ダクタイル鉄管	鋼管
引張強さ (N/mm ²)	420以上	400以上
曲げ強さ (N/mm ²)	600以上	400以上
伸び (%)	10以上	18以上
弾性係数 (N/mm ²)	1.5~1.7×10 ⁵	2.1×10 ⁵
硬さ	ブリネル230以下	ブリネル140以下
ポアソン比	0.28~0.29	0.3
比重	7.15	7.85
線膨張係数 (1/°C)	1.0×10 ⁻⁵	1.1×10 ⁻⁵

ダクタイル鉄管はこの延性により、写真一1及び写真二に示すように、外力で大きな変形状態となっても容易に破壊することはなく、表二に示すように、圧力配管として十分な耐内圧性能を発揮している。



写真一 1 管体曲げ試験



写真二 2 リング圧壊試験

表二 2 直管の保証水圧

呼び径	管厚 (mm)	保証水圧 (MPa)	呼び径	管厚 (mm)	保証水圧 (MPa)
75	6.0	9.8	600	9.0	7.4
100	〃	〃	700	10.0	7.1
150	〃	〃	800	11.0	6.9
200	〃	〃	900	12.0	6.7
250	〃	〃	1000	13.0	6.5
300	6.5	〃	1100	14.0	6.4
350	〃	8.6	1200	15.0	6.3
400	7.0	8.2	1350	16.5	6.1
450	7.5	7.9	1500	18.0	6.0
500	8.0	7.6	呼び径 1600以上は省略		

表一 3 ダクタイル鉄管と鋼の電気抵抗

材質別	電気抵抗 (μΩ・cm)
ダクタイル鋳鉄	50 ~ 70
鋼	10 ~ 20

鋳鉄はその成分として炭素及びケイ素を数パーセント含んでいるため、鋼に比べて腐食しにくい。また、鋳鉄自身の電気抵抗が高い (表一3) ことに加えて、ダクタイル管路の場合には、継手にゴム輪を用いた構造のため管路内に電流が流れにくく、マクロセルや迷走電流 (電食) の影響を受けにくい。

(2) 接合形式

鋼管の溶接継手やフランジ継手、ポリエチレン管の融着継手などの伸縮や屈曲のない継手で構成された管路では、地震や軟弱地盤での沈下など、地盤変動が生じたとき、地盤の強制変形力を管材の強度やじん性で持ちこたえようとする剛構造な管路を構築する。このような管路では、管体及び継手の強度、じん性で外力に耐える必要があるが、それには限界があるため、通常、これらの管路では区間長をできるだけ短くし、継手の近傍には変位を吸収するための可とう管が必要となる。

一方、ダクタイル鉄管は受口に挿し口を挿入し管路を構築する継手接合形式である。そのため、埋設管路においては、地盤の動きに逆らうことなく継手の伸縮性や可とう性で地盤の動きに順応し、露出部では温度変化による管体の伸縮を吸収可能である。新潟地震や十勝沖地震など大規模地震を経験してきた我が国では、継手管路の特徴である伸縮・可とう性に加え、離脱阻止力を有した耐震継手が開発されており、初期のS形、SII形管から阪神・淡路大震災の前後にはNS形へと進化してきている。

「水道施設耐震工法指針・解説 2009年版 I 総論」では「新設管路においては、地盤条件、施設重要度に関わらず耐震性能の高い管種、すなわち可とう性に富み、地震の作用に対して十分な強度等の耐震性能を持つ材料を用いることを基本とする。(中略)地震時に大きな相対変位が予想される場所に布設する管路等には、相対的な伸縮可とう性を有する継手や材料を使用する。」と記載されており、平成21年度のダクタイル鉄管出荷量の約73%が耐震継手である。現在では耐震管が主流となってきている。

(3) GX形ダクタイル鉄管の概要

GX形ダクタイル鉄管 (φ75 ~ 250) は、従来の耐

震継手からその構造や性能の特徴を引き継いでいる。
 図-1にGX形ダクタイル鉄管(直管)の継手構造を、
 表-4にその性能を示す。

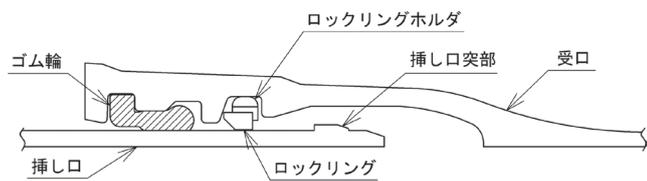


図-1 GX形ダクタイル鉄管(直管)の継手構造

表-4 GX形ダクタイル鉄管の性能

項目	性能
離脱阻止力	3D kN以上 (D:呼び径)
継手伸縮量	管長の±1%
許容屈曲角度	4°
地震時に曲がりうる最大屈曲角度	8°

GX形ダクタイル鉄管は、管長±1%の大きな伸縮量を有しており、かつ、地震時には8°も曲がりうる大きな屈曲性を有している。受口部にはロックリングがセットされており、挿し口には突部が形成されており、継手が限界まで伸び出した際には、これらが引っかけり、3D(kN)もの離脱阻止力を発揮する。

さらに、特殊な形状のゴム輪(Twin Bulb)を採用することで、その接合に必要な挿入力を、従来の耐震管であるNS形の1/3とし、異形管については、メカニカル形式を採用することで、施工の融通性を向上させた。これらの施工性向上により、従来より狭い掘削幅での施工が可能となり、管路布設コストの低減を図り、耐震性と経済性を両立した管路が構築できる。

3. 長寿命化技術(C-protect)の導入

先に述べたように、ダクタイル鋳鉄は鋼と比較して腐食しにくいという特徴を有しているものの、金属材料であるため、いかなる土壌においても万全であるわけではない。腐食性の激しい条件下では、比較的早期に寿命を終える事例も認められている。そのため、ダクタイル鉄管では管外面の防食のために施工現場にてポリエチレンスリーブと呼ばれる厚さ0.2mmの軟質ポリエチレン製チューブを管全長に装着している。

このポリエチレンスリーブ法には、①腐食性土壌との直接接触を防ぎ防食する、②管周辺を均一な状態に保ちマクロセル腐食を防ぐ、③地下水が浸入した場合でも水の移動を抑制し、溶存酸素が消費されることで腐食の進行を抑制する、④迷走電流による電食に

対して遮蔽物の効果を果たすなどの防食効果が挙げられる。しかし、異形管や分岐部では装着が困難であること、施工時や他企業工事の際に大きく破損した場合に、防食効果が低下するといった課題があった。そこで、GX形ダクタイル鉄管では、図-2に示すようにダクタイル鉄管の外面に「亜鉛系合金溶射+封孔処理」による耐食皮膜を形成し、ポリエチレンスリーブの被覆を不要とすることで施工性を向上させるとともに、鉄管自体の耐食性を大幅に向上させた。

【目標防食性能】
 一般的な埋設環境においてポリエチレンスリーブを被覆せず
 に100年の使用が期待できること

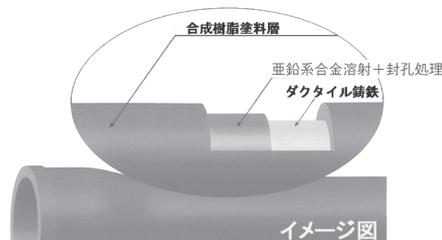


図-2 外面耐食仕様(イメージ図)

(1) 合金成分の開発

現行のダクタイル鉄管では亜鉛を管外面にアーク溶射により付着させているが、亜鉛は防食効果があるものの、効果の持続期間が短いという課題があった。そこで、GX形ダクタイル鉄管では、アーク溶射技術を利用し、亜鉛に代わる亜鉛系合金の耐食皮膜を形成することで長寿命化を図ることとした。亜鉛に数種類の金属を添加した合金を、ダクタイル鉄管に溶射し、その性能を確認したところ、Sn及びMgを添加することで優れた耐食性能が得られた。

(2) 防食のメカニズム

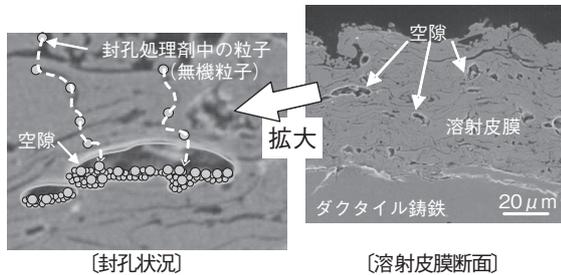
従来の亜鉛溶射では、亜鉛が溶出することで鉄を防食する。これに対し、亜鉛系合金(Zn-Sn-Mg)には、次の効果があると考えられる。

- ①合金中のSn, MgがZnの溶出を抑制して遅らせる。
- ②腐食性の強い塩水環境では、亜鉛では酸化亜鉛、亜鉛系合金では塩基性塩化亜鉛の腐食生成物が主に生成しており、亜鉛系合金ではこれが安定的な保護皮膜として働き、亜鉛の溶出を遅らせることで、防食期間が長くなる。

(3) 防食性能向上策としての封孔処理

溶射によって形成された皮膜には写真-3に示す

ような空隙が存在する。この空隙に水が浸入すると、水との接触面積が増え、防食性能が低下する。そこで、浸透性のよい封孔処理剤を塗布し、無機系の微粒子で溶射皮膜中の空隙を埋め、表面積を小さくすることで防食性能を向上させ、長寿命化を実現した。



写真—3 自己防食のメカニズム (イメージ図)

(4) 防食性能

表—5に JIS Z 2371「塩水噴霧試験方法」に従って、塩水噴霧試験を行った結果を示す。なお、試験では従来の亜鉛溶射と同じ溶射量の 130 g/m^2 で比較した。従来仕様では15日後に赤錆の発生が認められたが、外面耐食仕様では350日経過後も良好な防食性能を有していることが確認された。

表—5 塩水噴霧試験結果

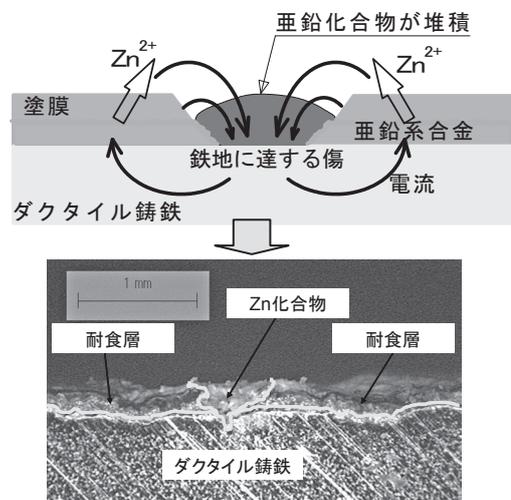
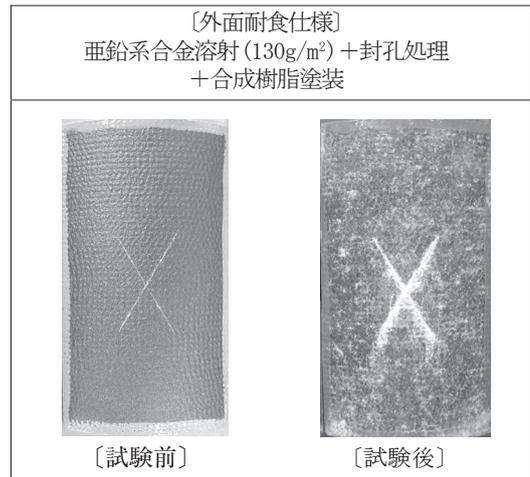
〔外面耐食仕様〕 亜鉛系合金溶射 (130 g/m^2) +封孔処理	〔従来仕様〕 亜鉛溶射 (130 g/m^2)
	
〔350日後〕	〔15日後〕

備考. 合成樹脂塗装はなし

(5) 傷部に対する防食性能

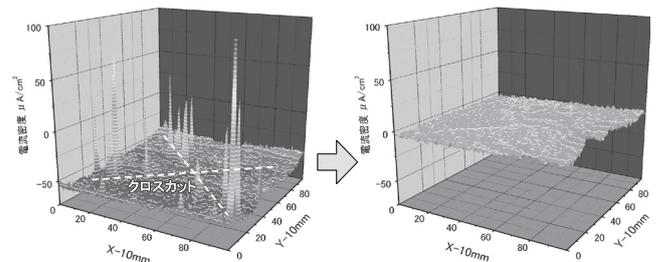
表—6に従来の亜鉛溶射と同じ溶射量の 130 g/m^2 を塗布した試験片に鉄地に達する傷を付け、塩水噴霧試験を行った結果を示す。外面耐食仕様は傷部に対し良好な防食性能を有していることが確認された。これは、図—3に示すように、鉄部に傷が付き、鉄地が露出しても、この部分を守るために矢印のように電流が流れ、亜鉛がゆっくりと溶出し、傷部に亜鉛化合物が堆積し、保護皮膜を形成するためである。

表—6 傷部に対する防食性能



図—3 傷部の防食メカニズム

また、図—4に示すように、走査型振動電極法によるクロスカット部周辺の電流密度の測定も行った。初期はクロスカット部より電流ピークが認められ、鉄が腐食しているが、次第に犠牲陽極作用が働き防食される。塩水噴霧試験1,000時間後にはクロスカット部及び亜鉛系合金皮膜から電流ピークも無く、腐食が進行していないことが確認された。



図—4 走査形振動電極法 (SVET) による傷部の電流密度 (測定範囲: $10 \times 10 \text{ mm}$, クロスカット: 長さ 10 mm , 上塗り: なし)

(6) 水質衛生性

JWWA Z 108「水道用資機材—浸出試験方法」に

に基づき、外面耐食塗装〔亜鉛系合金溶射（325 g/m²）+ 封孔処理+ 合成樹脂塗装〕の浸出試験を行った。分析値は「水道施設の技術的基準を定める省令」に示す水質基準値を満足するものであった。

(7) 防食設計の考え方 (図-5)

新耐震管の寿命は外面耐食塗装の犠牲陽極作用期間と鉄部の寿命の2つの期間の合計で表される。(ここでの鉄部の寿命とは、「一般的な埋設環境」において「最小管厚」が「設計安全率を満たす管厚」になるまでの期間を示す。)

目標防食性能は「一般的な埋設環境においてポリエチレンスリーブを被覆せずに100年の使用が期待できること」であり、一般的な埋設環境における鉄部の寿命の相当期間は30年以上であることから、外面耐食塗装が作用すべき期間が70年以上となるよう、耐食塗装の溶射量を設定した。

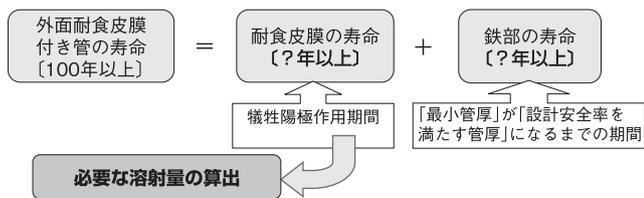


図-5 防食設計の考え方

4. おわりに

新耐震 GX 形ダクタイル鉄管は、一般的な埋設環境において100年の使用が期待できる革新的な管材料であり、実績のある NS 形ダクタイル鉄管と同等の耐震性を有した新たな耐震管である。また、GX 形ソフトシール仕切弁は、その機能を維持するための定期的なメンテナンスは必要であるものの、GX 形ダクタイル鉄管と同じ防食技術、同じ継手構造を有した耐震バルブである。これらは、長寿命を実現する次世代の耐震

管路の構築に貢献する管路資機材と言える。

施設の更新資機材として新耐震 GX 形ダクタイル鉄管及び GX 形ソフトシール仕切弁を採用することで、例えば、水道や工業用水向け管材料の耐用年数40年(地方公営企業法施工規則)を100年と見なす事ができれば、ライフサイクルコストの大幅な低減効果が期待できる。さらに、外面腐食による不具合発生率の大幅低減による維持管理に係る労務及びコストの削減、施工性の改善による掘削土量の縮減による環境負荷の低減なども期待できる。

現在は小口径(φ75~250)が規格化されているが、将来的には順次拡張していくとともに、この新たな防食技術を管及びソフトシール仕切弁以外の製品へも展開し、施設の維持管理の効率化に貢献していきたい。

今後も、豊かな生活と社会の基盤を支えるこれらの製品や技術の開発及び普及促進を通じ、社会の発展と地球環境の保全に貢献していく所存である。

JCMA

【参考文献】

- 1) (株)日本水道協会：水道施設耐震工法指針・解説 2009年版 I 総論, p.9
- 2) 日本ダクタイル鉄管協会：JDPA G 1049 GX 形ダクタイル鋳鉄管
- 3) 日本ダクタイル鉄管協会：JDPA T 56 GX 形ダクタイル鉄管

【筆者紹介】



竹谷 和志 (たけや かずし)
 (株)クボタ
 パイプシステム東日本営業部



船橋 五郎 (ふなはし ごろう)
 (株)クボタ
 鉄管研究部
 グループ長

長寿命化コンクリート

EIEN

横 関 康 祐・渡 邊 賢 三・芦 澤 良 一・取 違 剛

コンクリート構造物の早期劣化問題や維持管理の重要性が認識され、ライフサイクルコストを重視した新設構造物の設計や補修工法が広く認知されるようになってきている。これらに資する技術として、二酸化炭素による養生と γ -C₂S（ダイカルシウムシリケート γ 相）の利用という新しい発想による長寿命化コンクリートを開発した。本長寿命化コンクリートは永遠にその性能を発揮できることを期待するとともに、地球環境に配慮した新しい材料である。本報告では、長寿命化コンクリートの特徴、長寿命のメカニズム、適用事例について概説する。

キーワード：コンクリート、耐久性、溶脱、磨耗、塩害、ライフサイクルコスト

1. はじめに

近年、建設投資額の縮小や社会情勢の変化から、作っては壊すという従来のスクラップ・アンド・ビルド型の社会資本整備ではなく、循環型社会、すなわちサステイナブル・ディベロップメントを目指すべきであるとの声が高まり、社会資本のアセットマネジメントやライフサイクルコストを重視した設計や維持管理が進められるようになってきている。これらを実現させるためには、高精度な診断技術、劣化予測技術、マネジメントシステムなどのソフト技術に加えて、構造物の設計耐用年数に応じた性能が明らかな、高い耐久性を有する材料、施工法といったハード技術が必要となる。

このような背景に鑑み、高い耐久性を有する材料技術として、筆者らは、数千年前の古代コンクリートの調査を通じてアイデアを得た、二酸化炭素による促進養生と特殊混和材 γ -C₂S（ダイカルシウムシリケート γ 相）の利用という新しい発想により、長寿命化コンクリートを開発した^{1), 2)}。本長寿命化コンクリートは永遠にその性能を発揮できることを期待するとともに、Earth, Infinity, ENvironmentを意識し地球環境に配慮した新しいコンクリート材料であり、ライフサイクルコストの低減や、CO₂排出量の低減など環境負荷低減に活用できる新しい技術である。本報告では、本長寿命化コンクリートの特徴、長寿命化メカニズム、適用事例について概説する。

2. 長寿命化コンクリートの特徴

(1) 材料および配合

本長寿命化コンクリートに使用する材料的な特徴は、低熱ポルトランドセメントと γ -C₂Sを含む特殊混和材を使用すること、また、補強材には、新型のカーボン繊維もしくはステンレス鉄筋を用いることにある。セメント系材料としては、モルタルあるいはコンクリートのいずれも製造可能であり、骨材の種類や品質について特に制限はない。配合としては、使用される環境条件に応じて水結合材比や混和材の添加量を調整することができる。また、初期欠陥の低減や施工性の向上を目的として高流動コンクリートとしている。

(2) 製造方法

本長寿命化コンクリートは、プレキャストコンクリートとほぼ同様な製造方法、施工方法を用いる。水平二軸強制練りミキサで通常よりもやや長い3～5分程度練り混ぜたコンクリートを型枠内に打設する。次に、およそ10時間後に圧縮強度が15 N/mm²となった時点で脱型し、写真—1に示す特殊養生槽中で強制炭酸化養生を行う。このときの養生槽内は、CO₂濃度=20%、湿度=50% RH、温度=40～50℃に機械的に制御して、7～28日間保持する。所定の養生を終了後、建設現場に運搬し、通常のプレキャスト埋設型枠と同様に施工する（写真—2）。

さらに、この技術を応用し、本長寿命化コンクリートを場所打ちすることも可能である。通常の生コンと



写真一 炭酸化養生槽



写真二 長寿命化コンクリートプレキャスト埋設型枠の運搬



写真三 現場炭酸化養生状況

同様に練り混ぜ、打設された長寿命化コンクリートに対し、現場で密閉空間をつくり、プレキャストと同様な炭酸化養生を現場で行うものである (写真三)。

(3) 長寿命化コンクリートの諸性能

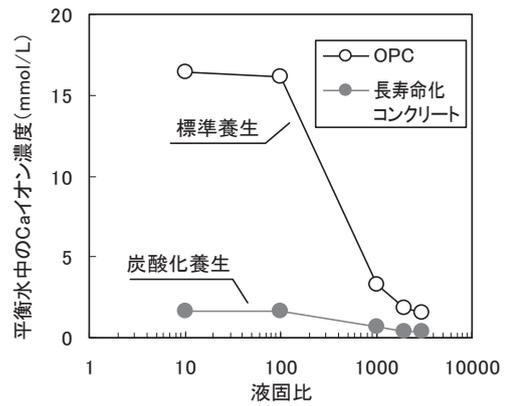
本長寿命化コンクリートの特徴は以下のとおりである。

①溶脱抵抗性が高い

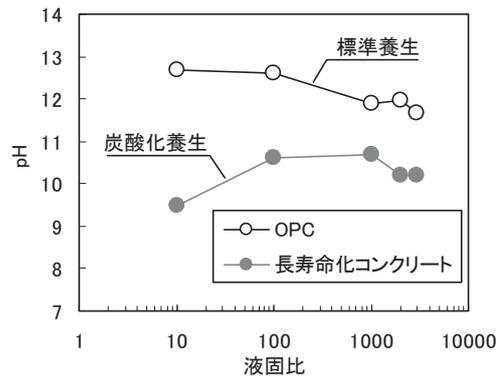
水に接した場合のカルシウム溶脱量は、図一のように標準養生コンクリート (OPC) の1/10以下となる。これは、本長寿命化コンクリートが、セメント水和物の中でも比較的溶解度の高い水酸化カルシウムを生成せず、炭酸カルシウム CaCO_3 とケイ酸カルシウム水和物 C-S-H が主成分となるためである。

②低アルカリ性である (pH が低い)

図二に示すように炭酸化反応の効果により水和



図一 溶解試験における Ca 溶脱量



図二 溶解試験における作用水中の pH

物の溶出が抑制され、結果として周囲の作用水の pH を 9 ~ 10.5 程度と標準養生コンクリートの pH = 12 ~ 13 に比べて大幅に低く (低アルカリ) することができる。また、一般的に炭酸化によって六価クロムの溶出量が増加すると言われて³⁾が、長寿命化コンクリートでは六価クロムの溶出はほとんどないため、周辺環境や生物に対してやさしい材料であると言える。写真四は、長寿命化コンクリートもしくは普通コンクリートを粉砕したものを水槽に入れ攪拌したものであるが、普通コンクリートではアルカリ成分が溶け出し、濁りが発生しているのに対し、長寿命化コンクリートの入った水槽は透明である。写真五は、普通セメント (OPC)、高炉セメント B 種 (BB)、長寿命化コンクリートの硬化体を粉砕して砂や黒土に混



写真四 水槽内の pH や成分溶出を抑制

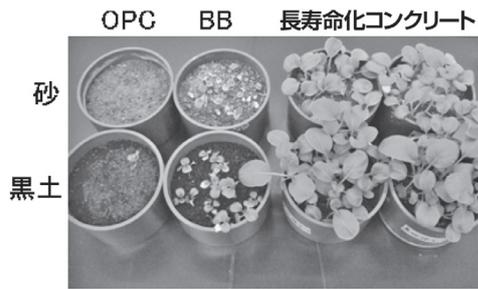


写真-5 長寿命化コンクリートの植物への影響

ぜ、植物の生育を確認した実験であるが、明らかに長寿命化コンクリートの生育がよいことが分かる。

③非常に緻密であり、物質遮断性が高い

炭酸化養生によって空隙率が大幅に小さくなることにより、普通コンクリート（OPC）に比べて拡散係数や透水係数を1/100程度まで小さくすることができる。図-3は、塩水に試験体を1年間浸漬した際の塩化物イオン濃度分布であるが、長寿命化コンクリートは、普通コンクリート（OPC）に比べて塩化物イオンの浸透を大幅に抑制することができている。

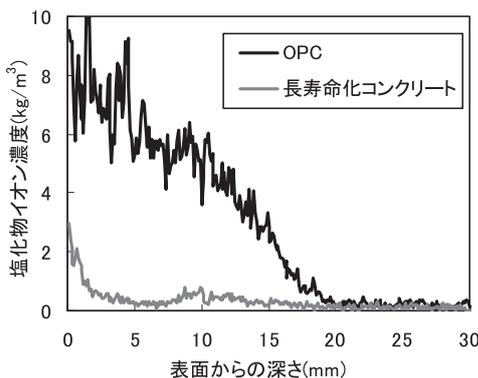


図-3 塩水浸漬試験（1年）

④腐食しない

長寿命化コンクリートは、鉄筋や鋼繊維を使用せず、写真-6に示す新型カーボン繊維や耐食性の高いステンレス鉄筋を使用することで、鋼材の腐食を起こさ

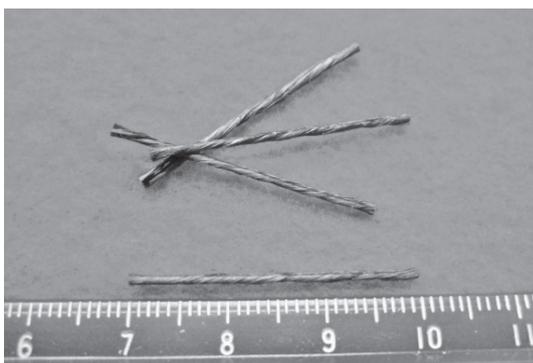


写真-6 新型カーボン繊維

ない配慮がなされている。また、上述したように塩化物イオンや二酸化炭素、水分などを浸透させにくくしているため、長寿命化コンクリートパネルよりも内側に配置されるコンクリート中の鋼材腐食も防ぐことができる。

⑤耐摩耗性が高い

図-4に、すり減り試験の結果を示す。長寿命化コンクリートは、溶脱抵抗性が高いこと、また、表面が緻密化することにより、圧縮強度30N/mm²の普通コンクリートに比べて4倍以上、80N/mm²の高強度コンクリートに比べても2倍以上、耐摩耗性が高くなるという特徴を有する。

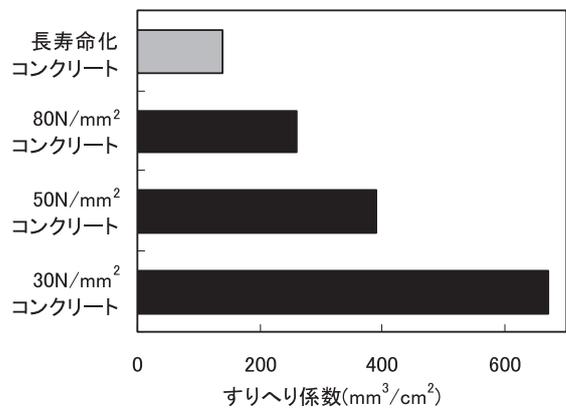


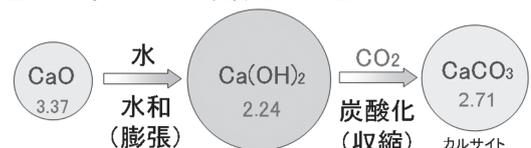
図-4 すり減り試験結果

3. 長寿命化のメカニズム

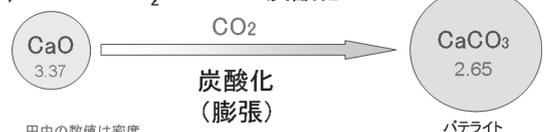
上記のような長寿命化コンクリートの高い性能を得るメカニズムについて以下に紹介する。

図-5にセメント中の酸化カルシウムCaOの水和と炭酸化反応による体積変化を模式化して示す。通常のセメントは、水和反応により水酸化カルシウムCa(OH)₂を生成する際に膨張する。次に水酸化カルシウムが、炭酸化した場合には、体積収縮を引き起こす。一方、強制的にγ-2CaO・SiO₂(γ-C₂S)を炭酸化

セメント中のCaOの炭酸化プロセス



γ-2CaO・SiO₂のCaOの炭酸化プロセス



円中の数値は密度

図-5 γ-C₂Sの炭酸化による緻密化のメカニズム

させた場合、水酸化カルシウムをほとんど生成せず、直接炭酸カルシウム CaCO_3 になる。また、生成される炭酸カルシウムは、通常の炭酸化反応で生成するカルサイト ($\rho=2.71$) よりも密度の低いバテライト ($\rho=2.65$) となるため、体積は膨張すると考えられる。これらの結果、空隙が充填されるとともにケミカルプレストレスが発生し、高い耐久性や高い強度が得られるものと考えられる。空気中の二酸化炭素と接した場合の中性化と長寿命化コンクリートを強制炭酸化養生した場合の結晶構造を模式化して図-6に示す。長寿命化コンクリートは、炭酸化反応によるC-S-Hの分解が起きにくく、C-S-Hの骨格を生成したあとに炭酸カルシウム的一种であるカルサイトやバテライトが空隙を充てんすることで緻密な硬化体を形成しているものと考えられる。

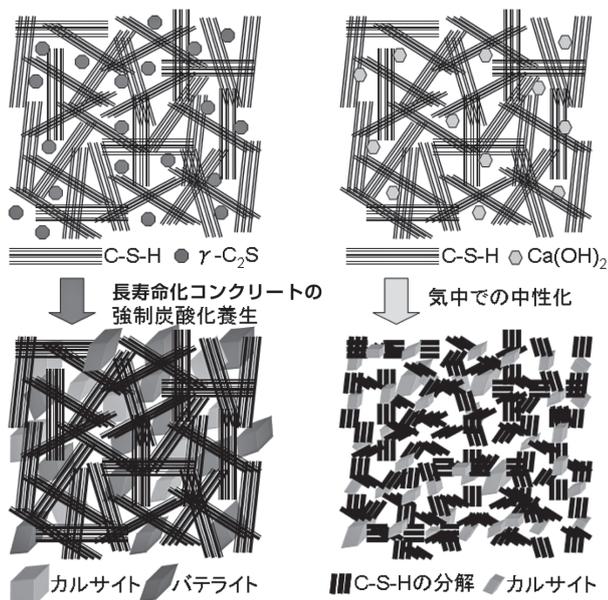


図-6 長寿命化コンクリートの強制炭酸化と通常の中性化の模式図

4. 長寿命化コンクリートの適用事例

対象とした栈橋は約40年の供用期間を経ており、これまでに床版部分を2回補修している。土木学会コンクリート標準示方書に示される劣化過程としては、「劣化期」に相当しており、早急な対策が必要と考えられた⁴⁾。また、床版厚250mmの全体において腐食発生限界塩化物イオン濃度 1.2 kg/m^3 を超える塩分が浸透しており、目視調査からも鉄筋の腐食、ひび割れ発生が確認できた。このため、断面修復や表面被覆などではなく、床版のコンクリート全体を更新する必要がある。また、本栈橋は石油の荷卸や積込を行う栈橋であるため、電気防食、床版厚の増加などができな

かった。そのため、塩分供給量の多い床版下面側に長寿命化コンクリートの埋設型枠を用い、鉄筋を全て更新し、新たにコンクリートを打設し、床版上面には浸透性吸水防止材を用いることで塩分浸透を抑制することとした。補修前後の外観を写真-7に示す。

本構造物の補修後の耐久性評価を行った結果、補修工法として最も一般的な断面修復工法では10年ごとに繰り返し補修が必要であり、打換え工法でも20～30年程度の寿命と推定された。それに対し、長寿命化コンクリート工法では、74年以上の耐久性が見込めるとの試算結果が得られた。また、長寿命化コンクリート工法は、断面修復工法に比べて、初期補修費用はやや大きくなるが、エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いた打換え工法や、電気防食工法よりも低コストで、かつ経年的な補修が不要である。したがって、補修後20年以上供用する場合、図-7に示すようにライフサイクルコストLCCを大幅に低減できる。

さらに、同種工事において、補修時における CO_2 排出量を算定した結果を図-8に示す。これによると、ライフサイクル CO_2 (LCCO₂)も20年以上供用することにより、他の工法に比べて大幅に低減でき、環境への貢献も期待できると考えられる。

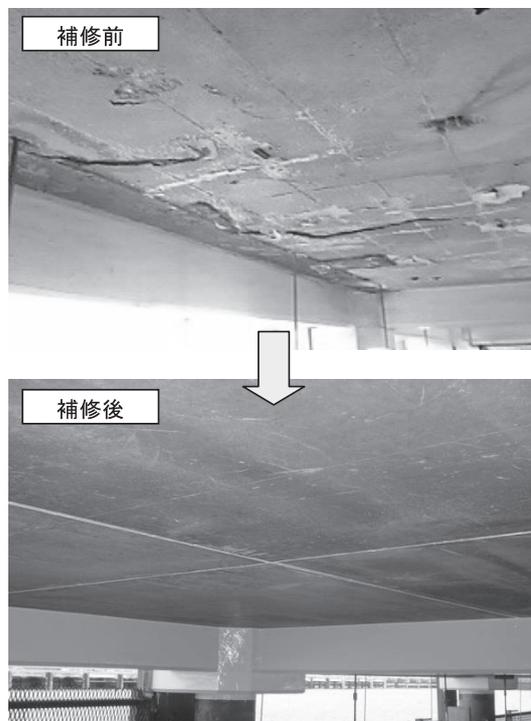


写真-7 栈橋底版の補修前後の外観

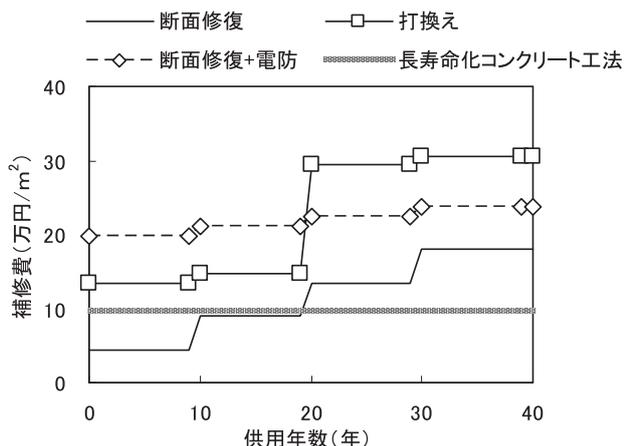


図-7 ライフサイクルコスト算出結果

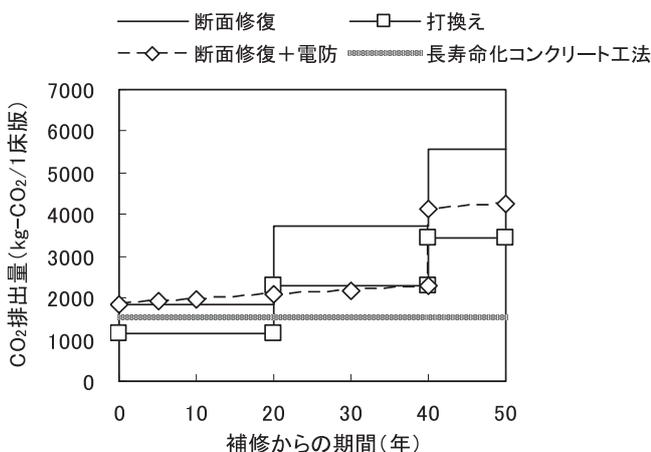


図-8 ライフサイクルCO₂算出結果

5. おわりに

本開発長寿命化コンクリートはEIEN[®]と命名された。EIEN[®]は、セメントの水和反応のみで硬化するものではなく、鉄筋コンクリートにおいては毒とされていた二酸化炭素との反応を利用し、さらにコンクリートには利用されてこなかった γ -C₂Sを含む特殊混和材を利用した革新的なコンクリートである。

今後は、塩害を受ける臨海構造物、磨耗や溶脱が起る水路や水処理施設などでの利用が期待される。さらに、ポーラスコンクリートとして利用することも可能であるため、生物に対する悪影響を及ぼさず、CO₂

の固定やセメント量の低減・コスト低減を達成することができるなど、幅広い可能性を秘めた技術である。更なる研究を遂行し、社会や環境に役立つ技術開発を進めていきたいと考える。

JCMIA

《参考文献》

- 1) 渡邊賢三, 横関康祐, 取違剛, 坂田昇: 炭酸化養生によるコンクリートの高耐久化技術—EIENの開発と試験施工—, コンクリート工学, Vol.45, No.7, 2007, pp.31-37
- 2) 渡邊賢三, 横関康祐, 坂井悦郎, 大門正機: 各種混和材を含んだモルタルの炭酸化養生による高耐久化, コンクリート工学年次論文集, Vol.25, No.1, 2003, pp.653-658
- 3) 土木学会. コンクリートからの微量成分溶出に関する現状と課題, コンクリートライブラリー 111, 2003
- 4) 渡邊賢三, 取違剛, 横関康祐, 坂田昇: 超高耐久カーボン繊維補強コンクリートを用いた新しい栈橋補修工法, 鹿島技術研究所年報, Vol.54, 2006, pp.85-90

【筆者紹介】



横関 康祐 (よこぜき こうすけ)
鹿島建設株式会社
技術研究所 土木材料グループ
首席研究員



渡邊 賢三 (わたなべ けんぞう)
鹿島建設株式会社
技術研究所 土木材料グループ
主任研究員



芦澤 良一 (あしざわ りょういち)
鹿島建設株式会社
技術研究所 土木材料グループ
研究員



取違 剛 (とりちがひ たけし)
鹿島建設株式会社
技術研究所 土木材料グループ
研究員

管路継手部の水密試験方法

エアーストバンド工法

伊藤 征義

継手構造により形成される管路の水密試験は、テストバンドと称される水密試験機を用い施工管理を実施している。

近年、農業水利施設のストックマネジメントとして、数千 km に及ぶ管路の継手水密性能調査の必要性から、より簡便で且つ適用性能の高いエアーストバンドを開発し4年の実績を有している。

既存のテストバンドとは異なり、管体の強度と共生するチェモシエンコの円環座屈理論の応用構造とすることで、軽量・簡便で且つ適用性能の高い装置となり、加圧流体を水から空気とすることで、より施工性能の向上を図ったエアーストバンド工法を紹介する。

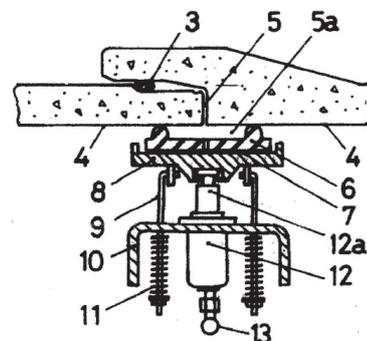
キーワード：農業水利施設、ストックマネジメント、管路、水密試験、チェモシエンコ、円環座屈理論、加圧流体、エアーストバンド

1. はじめに

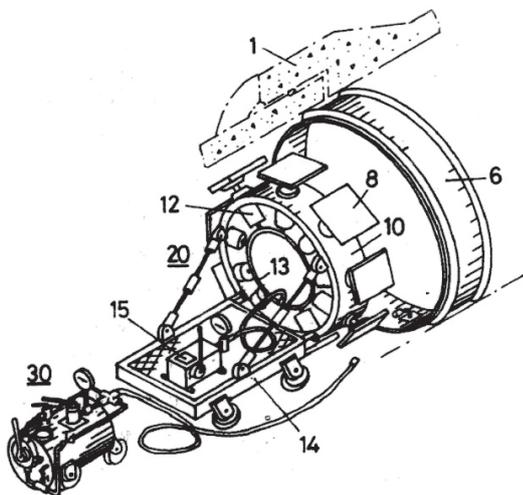
継手構造の主な管材としては、ダクタイル鋳鉄管、プレストレストコンクリート管、ヒューム管、FRPM管等があり、内圧管として使用する場合は継手水密性能をテストバンドにより確認している。

テストバンドは、管メーカーにより差異は有るが基本構造は同じであり、基本構造を特許公報¹⁾から引用し紹介すると、図一1が全体図で、管継手部1に水密ゴム6を装着し、水密ゴムを圧着する押え板8を押し上げる油圧シリンダー12と、支持フレーム10と、台車14及び加圧装置30で構成されている。

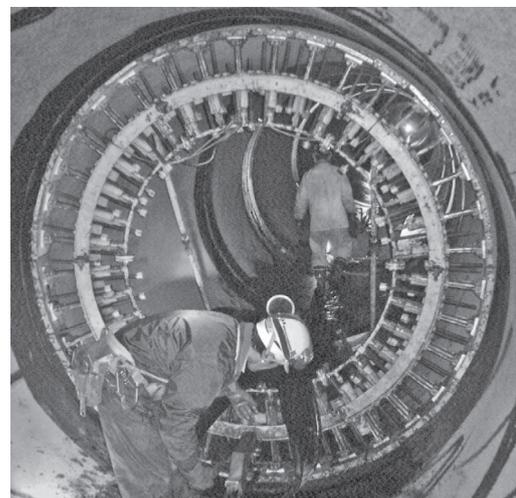
継手シール部の横断面を図一2、施工状態を写真一1に示す。



図一2 継手シール部の横断面図



図一1 テストバンド全体図



写真一1 口径 2,400 mm テストバンド

2. 農業水利施設の管路状態

(1) 管継手状態

管内作業可能な口径 800 mm 以上の主な管種は、プレストレストコンクリート管（以下 PC 管と言う）と FRPM 管である。

PC 管の問題は、内径の最大公差が JIS 規格において ± 10 mm あり、想定される継手最大段差が 20 mm となることである。

さらに、継手に許容可とう角及び継手間隔を設定していることと、経年による不等沈下等により、多様な継手状態に対応する必要がある。

FRPM 管は、とう性管であり、許容たわみ率 5% としていることから、基礎及び荷重状態により継手のたわみ率も一様ではないと想定する必要がある。

(2) 管路状態

管内資機材搬入孔として口径 600 mm のマンホールが数百 m 毎に設置されているが、急勾配又は急偏角によりテストバンド機を解体搬出する等の不連続作業を想定する必要がある。

3. 既存テストバンドの課題

(1) 支持フレーム

水密ゴムを圧着する押え板を押し上げる反力を得る支持フレームは 0.5 MPa 以上の外水圧に対抗する強度を必要とするため装置が大重量となる。

(2) 押さえ板

管継手部は段差・偏角・たわみ等により同一平面に無く、押さえ板で水密ゴムを均等に圧着することは無理なことから、継手状態により 0.5 MPa の圧力保持が困難な場合がある。

(3) 加圧流体としての水

PC 管の継手部は大きな空間を有していることから多量の水を必要とし、テスト水の回収も 50% 程度で、水の管内搬入・排水労力と作業環境の悪化が課題である。

(4) 装置の組立・解体

装置は、口径により 3 から 6 分割された支持フレームと油圧装置及び押え板が一体構造のため、狭い管内での組立・解体は多大な労力を要する。

4. エアー式テストバンドの開発

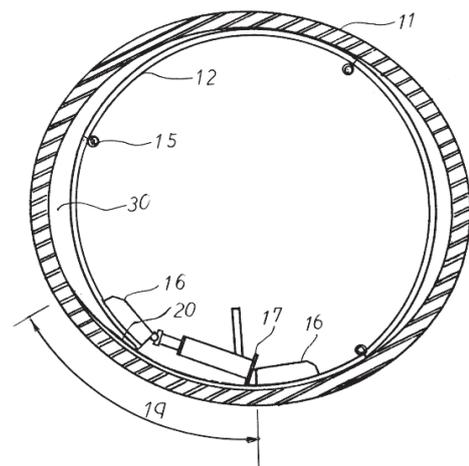
テストバンドの新規開発要件として、管継手部の隣接管は、同一回転面に内接しない状況で且つ、経年劣化したコンクリート管壁を 0.5 MPa の圧力保持をし、口径 600 mm のマンホールから資機材を搬入・搬出し、管内で組立・解体が容易で、傾斜管路での作業が可能であることが求められる。以下に構造詳細を示す。

(1) 支持フレームレス構造

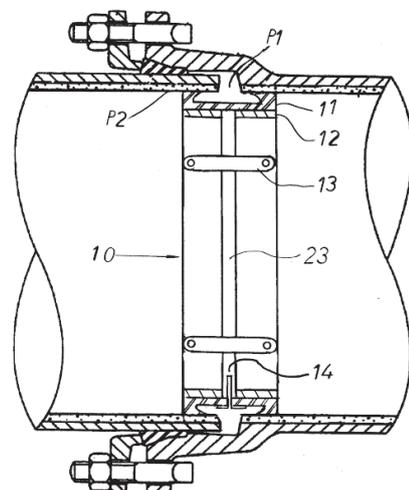
テストバンド試験圧力 0.5 MPa を自力で支持するのではなく、管体強度を利用することが可能であれば、装置の軽量化が可能となる。

PC 管 (JIS A 5333) の最大試験内圧は 1.8 MPa で FRPM 管 (JIS A 5350) の最大試験内圧は 2.6 MPa であり、テストバンド試験内圧 0.5 MPa に比べ余裕のある管体強度を有している。

管体強度を利用する考えとして、チェモシエンコの円環座屈理論を応用し、図一 3、4 に示す、水密ゴム



図一 3 支持フレームレス構造



図一 4 隣接管圧接分離構造図

11 を圧着する 2 条の円環 12 を油圧ジャッキ 17 で拡張する構造で解決。

油圧ジャッキ 17 により円環拡張部に曲げモーメントが発生するので剛性部 16 を設け、他はたわみ性部材とする事で FRPM 管のたわみに対応可能となる。

(2) 隣接管圧接分離構造

管継手部に段差・偏角・たわみ等が生じてても、2条の円環による隣接管圧接分離構造とすることで解決。

2条の円環 12 を適当な間隔で保持するタイロット 13 により多様な継手状態に追従可能となる。

(3) 加圧流体の選択

テストバンドの加圧流体は水でも空気でも可能であり、空気を選択することにより装置の簡素化と作業効率が向上する。

テストバンドの 5 分間 20% 減圧を許容しているのは、装置としてのリークを許容しているもので、写真一 2 に示す様に、空気のリークは目視可能であるが、湿潤状態のコンクリート管からのリークの目視は困難である（乾燥状態は写真一 3 参照）。



写真一 2 空気漏れを石鹸水気泡で確認

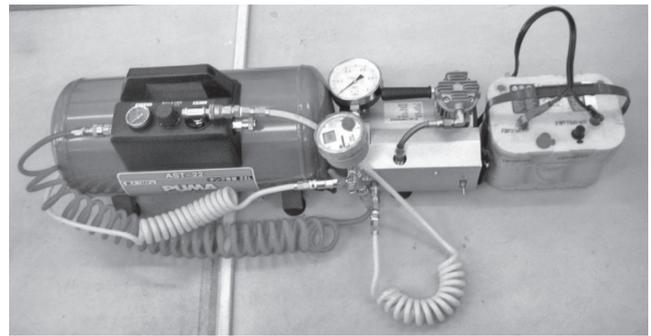


写真一 3 乾燥したコンクリート管の水リーク

(4) 加圧装置

加圧流体を空気とした加圧装置は、12V バッテリーで稼働するコンプレッサーと圧力タンクのユニットが小型・軽便と 100 V 装置に比べ管内作業に適している。

これらのパーツは市販品で安価かつ容易に調達可能である。



写真一 4 加圧装置

(5) 施工事例



写真一 5 口径 2,400 mm テストバンド



写真一 6 口径 900 mm テストバンド

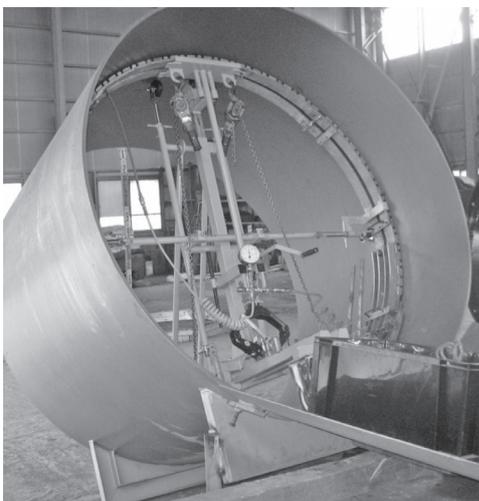
(6) 傾斜部対応型機種の開発

従来のテストバンドは大重量の為、5%以下の傾斜部のみを調査対象としていたが、農業水利施設のストックマネジメントとして、調査を行うには更なる急傾斜部の対応機種が求められる。

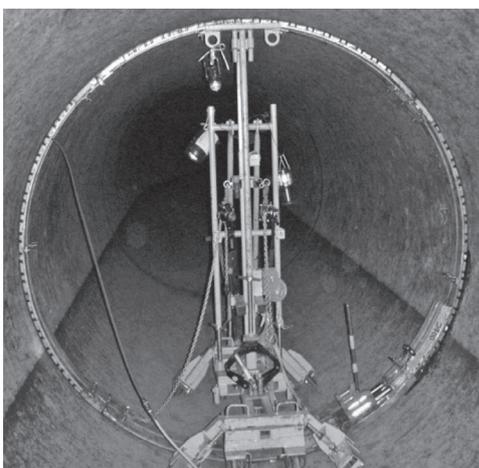
写真一 7, 8 は口径 2,000 mm で傾斜角 25 度（約 45% 勾配）の工場試験である。



写真一七 テストバンド移動状態



写真一八 テストバンド設置状態



写真一九 口径2,400 mm テスト状態

写真一九は傾斜部対応型機種で写真一五と同口径の施工事例である。

5. おわりに

本工法をエアー式テストバンドと呼称しているが、構造的には支持フレームレス・テストバンドである。

平成19年度から4年間で口径800 mmから2,800 mmの施工実績があり、連続作業の施工実績は、新規配管工事を対象とした土地改良基準施工歩掛りの75%程度と作業効率は高いが、600 mmのマンホールからの装置の搬入・搬出、管内での組立・解体、管内の堆泥・湧水など供用管路の調査業務ならではの現場条件から、総合歩掛りは基準歩掛りの10%から20%増し程度となっている。

本工法は、確実な管継手水密性能評価工法であり更なる改良を加え、農業水利施設のストックマネジメント事業に寄与していきたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 公開特許公報: 昭 57-10435 パイプ継手部の水圧試験装置

【筆者紹介】

伊藤 征義 (いとう せいぎ)
水利施設研究所 代表
中京製管(株) 技術顧問



軌道レール温度上昇抑制工法の開発と実施例

相田 尚・片岡 直之

夏季の猛暑は、鉄道のレール張り出し現象を発生させる要因であり、点検、保線作業を急増させ通常業務の逼迫、保線費用の増加にも繋がる。

筆者らは、遮熱性塗料をレール側面に塗布することでレールの温度上昇を抑制する工法として、専用塗料と塗布機を新たに開発し実用化した。実軌道で7~10℃程度のレール温度低減効果を確認し、供用によって塗料面に付着する汚れは除去することで効果の維持・回復が可能である。本文では、その開発概要と実施例について報告する。

キーワード：鉄道、軌道、レール、張り出し、温度上昇抑制、遮熱性塗料

1. はじめに

近年の異常気象による夏季の猛暑は、熱中症など人体への直接的影響だけでなく、作物等の不作による食糧問題といった間接的な問題の原因ともなっている。またこの猛暑により、重要な交通機関のひとつである鉄道でも、列車の遅れや運休といったニュースや報道が散見されるようになった。

鉄道のレールは、温度の影響を受け伸縮するが、通常はこの伸縮を許容できる構造となっている。しかし、近年の猛暑で許容量を大幅に超える場合があり、これによりレールの張り出しなどが発生し、安全・安心・快適輸送に支障をきたす原因となっている。従って、レールの温度上昇を抑制することは喫緊の課題の一つとなっている。

一方、太陽光の赤外線域を効率的に反射する塗料が開発され（図-1）、これを建物の屋根等に塗布することで建物の温度上昇を抑制する遮熱技術として活用されている。道路分野では、都市部のヒートアイランド対策として専用の遮熱塗料を舗装面に塗布する遮熱性舗装として普及展開している。

この技術を軌道レールに応用すべく、専用の遮熱性塗料と塗布機を開発し、実軌道での供用試験を経て軌道レール温度上昇抑制工法として実用化に至った（写真-1）。

本文では、開発の経緯とその実施例を紹介する。

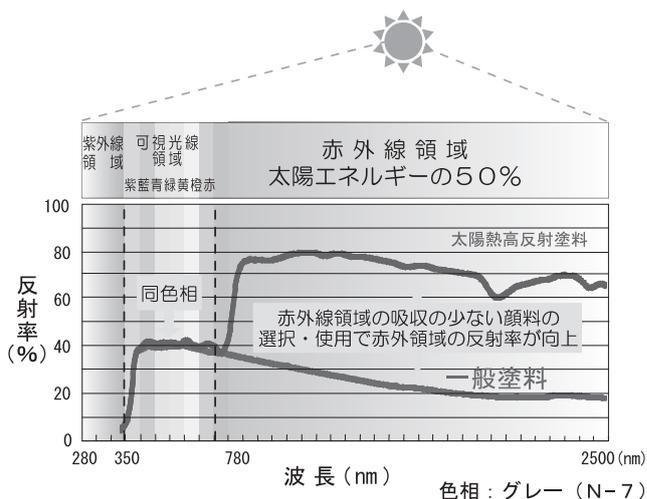


写真-1 実施例

2. 基礎試験による問題点の抽出

(1) 汚れの影響

当該工法の開発にあたり、他の分野で実績のある水性遮熱性塗料を用いて室内および実軌道で基礎的な試験を行った結果、温度上昇抑制効果については一定の効果はあるものの、塗料に関してはレール特有の錆やオイル、金属摩耗粉などの汚れ²⁾が塗料面に付着することによって温度上昇抑制効果が低下することや、その汚れが除去できないといった点が課題となった。

そこで、塗料表面が汚れることで、どの程度レール温度上昇抑制効果が低減するかを、切り取りレール供試体を用いたランプ照射試験を行い確認した(図-2)。汚れの再現は、ラッカースプレーを段階的に塗り重ねることとし、その都度色差計にて明度(L値)を測定し汚れの指標とした。

これにより、温度上昇抑制効果が汚れにより低下することが確認できた。

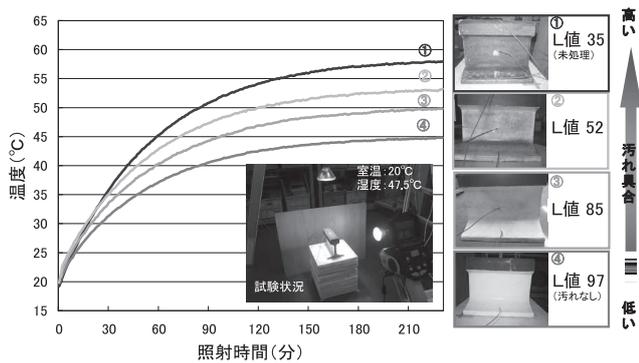


図-2 汚れ(L値)毎の温度低減効果比較

(2) 施工性の問題

基礎試験では、スプレーガンによる人力塗布を行ったが、低い位置での塗布作業となるため苦渋であるうえ施工効率も悪いことがわかった(写真-2)。



写真-2 人力による塗布施工例

基本的には路線営業時間外での夜間作業となることから、限られた時間内で安全かつ効率的に施工できる機械が必要であると考えた。

3. 軌道レール温度上昇抑制工法の開発

(1) 専用塗料の開発

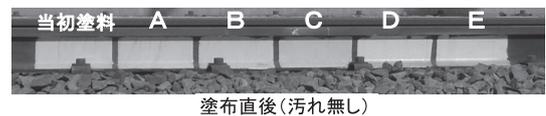
レール特有の汚れに対する洗浄性を高めるために適切な塗膜表面の硬度や平滑性を有し、下地の影響を最小限にすることでレールとの密着性が確保できる専用の遮熱塗料をペイントメーカーと共同開発した。

(a) 洗浄性

洗浄性の向上には、汚れの種類や状態等によって自浄作用、親水性などといった機能を付加する手法がある。5種類の試作塗料(表-1)を用いて実軌道にて洗浄性の試験を行った結果、塗料面の硬度を調整する手法が高い洗浄性を示した(写真-3)。

表-1 試作塗料の効果

試作塗料	効果の概要
A	従来の遮熱性塗料を透明の高親水層で覆う2層仕上げ
B	光触媒活性機能により塗膜表面を分解し汚れを除去する
C	特殊機能により汚れに因らず温度上昇抑制効果を維持する
D	フッ素樹脂を配合した表面の硬度、平滑性が高い塗料
E	親水性を高め雨水により汚れを除去する



塗布直後(汚れ無し)



汚れ拭き取り後の状況(4ヶ月経過)

写真-3 洗浄性試験結果例

また、硬度を高めるにつれ洗浄性の向上も期待できるものの、ひび割れの発生が懸念された。従って、レールの伸縮にも追従可能な適度な伸縮性も必要であり、硬度とのバランスのとれた配合について種々の検討を行い選定した。

(b) 密着性

既設レールの表面には、錆、オイルおよび金属摩耗粉などの汚れが付着しており、通常の塗装工程であれば、下地処理としてこれらを除去する必要がある。しかし、施工時間の制約が厳しいため、工種の追加は施

工量の低下につながり、コストアップの要因ともなりえる。

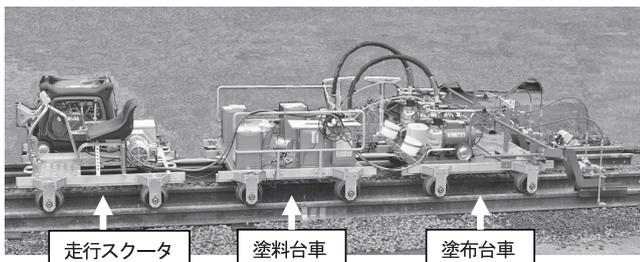
そこで、下地からの影響を最小限にするために、汚れ等による物理的、化学的な影響を配慮し、ぬれ性や表面張力などを調整し、密着性の向上を図った。

(2) 専用塗布機の開発

レールの側面に塗料を塗布する専用の塗布機械の開発にあたっては以下の3点をコンセプトとした。

- ①軌道上での作業であり、簡単に搬入、搬出が可能であること
- ②レール側面にワンパスでムラ無く塗布できること
- ③3軌間に対応できること

夜間作業における安全な施工速度とノズルからの吐出量等の試験施工を行い、完成した専用塗布機を写真一4に示す。



写真一4 開発した専用塗布機

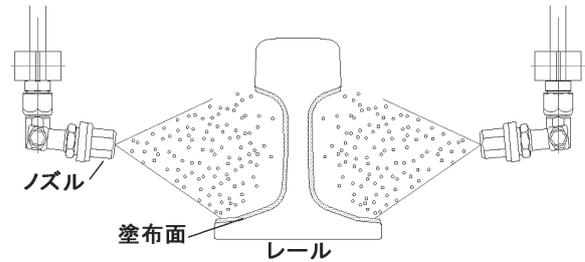
専用塗布機は、走行スクータ、塗料台車、塗布台車の3台の連結により構成され、それぞれが人力によって搬出・入が可能である。

また、3軌間に対応できるように、スペーサの脱着で車輪位置が可変できるようになっている(写真一5)。

専用塗布機の主要諸元を表一2に、レール塗布の概略図を図一3に示す。車輪を受けるレール頭部は除きレールの側面が塗布範囲となる。

表一2 開発機の主要諸元

全台車荷台寸法	1,322 mm × 1,200 mm
速度	0 ~ 100 m/min
作業速度	10 ~ 20 m/min
動力	発電機 EF5500iSDE
	騒音レベル (58 ~ 64 dB) 7 m
軌間距離	1067,1372,1435 mm 可変式



図一3 レール塗布概略図

(3) 特長

以上を踏まえた本工法の特長は以下のとおりである。

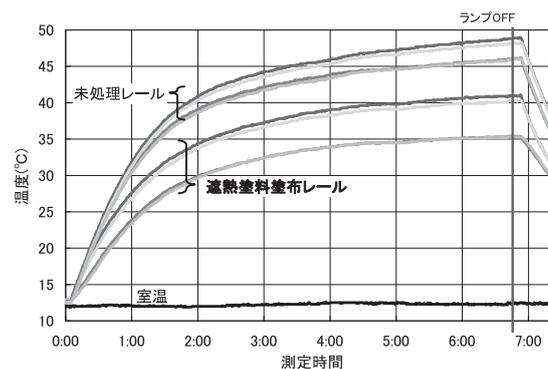
(a) レール温度上昇抑制効果

レール温度上昇抑制効果を確認するために、切り取りレールの照射試験(写真一6)を行い、表面および内部温度を測定した(図一4)。その結果から、レールの内部温度も表面と同様に10℃程度低減できることを確認した。

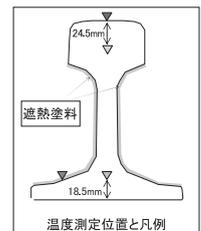


写真一6 室内照射試験

【ビームランプによるレール照射加熱時の表面・内部温度測定結果】



図一4 温度測定結果例



写真一5 3軌間対応車軸

(b) 保線作業の軽減

保線作業の実施に係る一つの指標として営業路線のレール温度が測定・管理されており、鉄道事業者により基準は異なるが、レール温度が45℃あるいは50℃となった段階で緊急の保線点検を実施するが多い。特に夏季においては近年の異常気象も相まって、通常の一般業務を逼迫するほど点検回数が著しく増加する場合があります、レール温度を下げることで緊急の保線点検回数の低減が期待できるものと考えられる。

(c) 効率的な施工

専用塗布機を適用することで均一かつ効率的に塗布可能である。

(d) 洗浄性に優れる

レール専用の遮熱塗料により、供用によって付着する汚れが除去しやすい。また、汚れによる塗料の腐食等は現段階では確認されておらず、塗料面も良好な状態が維持されている。

(4) 適用箇所

レールの温度は、日照条件、敷設方向およびロングレール区間などといった軌道・周辺環境にも影響を受ける。従って本工法は、以下のような箇所を抽出し適用することが有効と考えられる。

- ①張り出し事故の多い区間
- ②保線点検回数が多い区間

4. 実施例

平成 21, 22 年度に実軌道において 5 箇所の試験施工を実施し（写真一7）、各現場条件において当該工法の検証を行った。

塗布機に関しては、組立、撤去とも人力にて簡便に行え、約 20 m/min で一定量の連続塗布ができることを確認した。

平成 22 年度 9 月 9 日、南海電気鉄道(株)高師浜線にて、延長約 50 m の区間で試験施工を行い、レール温度の

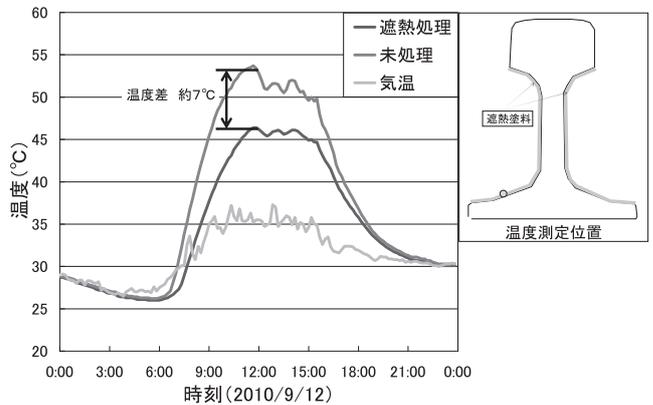


写真一7 施工状況

継続的な測定と、汚れの洗浄に関する追跡調査を実施した。その概要は以下のとおりである。

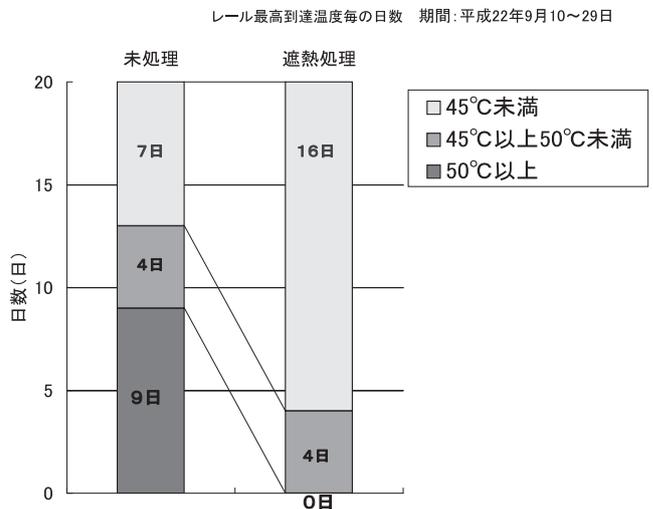
(1) レール温度上昇抑制効果

レール温度の測定結果の一例を図一5に示す。この結果から約7～10℃程度の温度低減効果が確認できた。



図一5 実軌道レール温度測定例

さらに、平成 22 年 9 月 10～29 日までの期間で、レール最高温度の日数を比較した結果を図一6に示す。これより、45℃以上の日数が13日→4日と大幅に低減されていることが確認できた。



図一6 実軌道でのレール温度毎の日数比較

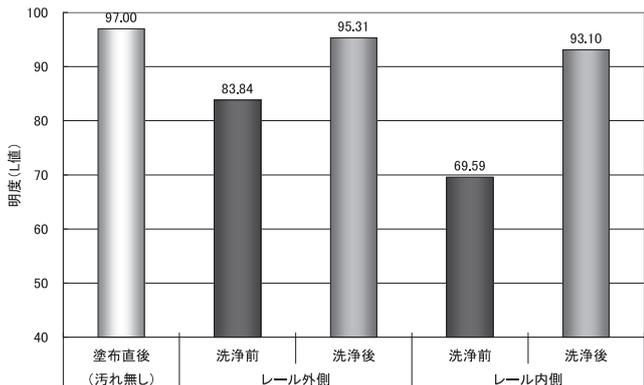
(2) 洗浄性の確認

当該現場は、塗料の洗浄性を確認するためにあえてレール内側にオイルが噴霧される区間を選定し、一定期間供用後に汚れを拭き取り効果の確認を行った（写真一8）。

図一7は、塗料面の洗浄前後の明度（L値）を比較したもので、4ヶ月間洗浄しない状態でも一回の洗浄でほぼ初期の汚れてない状態まで回復することが確認できた。



写真一八 洗浄性の確認



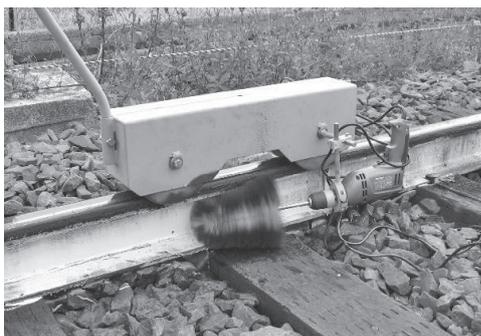
図一七 4ヶ月供用後のレールの明度測定結果

5. 洗浄システムの開発

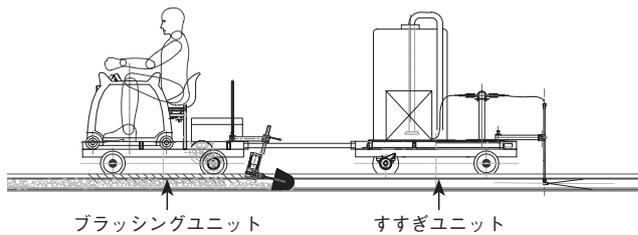
実軌道試験を経て、連続的に塗布済みレールの汚れを洗浄するシステムを開発した。

洗浄方法は、試作機による洗浄試験結果から、レール側面に特殊形状のブラシをモータで回転させて汚れを掻き出す方法とした(写真一九)。

洗浄システムは、前述の専用塗布機に洗浄ユニットを載せ替えた搭乗式とし、塗料面のブラッシングとすすぎを連続的に行うことが可能である。また、特に汚れ具合が進んでいる場合には洗剤の併用が有効であり、洗剤発泡ユニットを前方に配置し、事前に洗剤を散布する。実軌道での使用は現時点では無いが、1時間あたり約200m以上の連続洗浄が可能である。洗浄イメージを図一八に示す。



写真一九 試作機による洗浄試験



図一八 洗浄システムイメージ

清掃の頻度としては、温度上昇を抑制したい時期の直前に1回、場合によっては汚れの進度により期間中に1回程度を想定しており、現在実軌道において効果の回復・維持に関して検証を続けている。

6. おわりに

世界有数の鉄道システムを有する我が国は、今後も継続的な成長が期待できる海外鉄道市場をターゲットとして官民連携により海外展開を戦略的に進めている。その一端として昨年開催された第一回鉄道技術展に本工法を出展し、そこで得られた多くの意見や要望等も織り込み、「パーフェクトクール・レール」という名称で実用化し営業展開を始めた。効果や耐久性などについて継続して調査を行うなど万全のフォロー体制で今後の展開をバックアップし、工法の改良改善に務めたい。

本工法が、保線作業の低減や安全・安心・快適な鉄道運行の一助となれば幸いである。

最後に実軌道での試験施工および追跡調査に御協力頂いた鉄道事業者および遮熱塗料を共同開発した日本ペイント(株)の皆様に誌面を借りてお礼を申し上げます。

JICMA

《参考文献》

- 1) 日本ペイント(株)HP
<http://www.nipponpaint.co.jp/>
- 2) 伴巧：車輪とレールの間に介在する物質が起す現象, RRR, p10～p13, 2008年8月

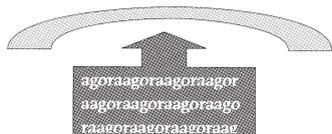
【筆者紹介】



相田 尚(あいた ひさし)
 (株)NIPPO
 研究開発本部 技術開発部
 技術開発第一グループ
 機械開発担当課長



片岡 直之(かたおか なおゆき)
 (株)NIPPO
 研究開発本部 技術開発部
 技術開発第一グループ
 係長



建設・鉱山工具用超硬合金の製造法及び開発動向

谷 元 耕 作

トンネル工事や基礎工事，鉱山開発や採掘に用いられる工具を総称してビットと呼び，このビットには岩盤を破碎，切削するに足る硬質な超硬合金が利用されている。

ここでは，超硬合金に関する一般的な説明を中心に，高削孔速度，高寿命，高耐久化を図るための，製造法，改良の取り組みについての現状を紹介する。

キーワード：ビット，超硬合金，シールドマシン，長距離掘削

1. 超硬合金とは

超硬合金は，一般的に硬質粒子であるタングステン炭化物(以下 WC)とバインダー(硬質粒子同士を接合するための糊の役目)としてのコバルト(以下 Co)からなる。

(1) 製造方法

代表的な製造方法について，図—1のフローチャートに沿って説明する。

適切に調整された粒度を持ち，決められた配合比を持った原料粉末である，WCとCoをアトライターやボールミル等の混合機を用い湿式で混合・粉砕し，均一に混合する。これらは最適な粒度を持ったスラリー状の混合溶液になる。

ボールミルの混合・粉砕の模式図を図—2に示す。

この混合溶液をスプレードライ法等により，乾燥造粒を行い，超硬合金粉末を生成する。

このスプレードライヤーの模式図を図—3に示す。

次に，この粉末をプレス成型等により，所定の形状に成型する。

この成型品を，一般的には真空中で焼結(Sinter)し，焼き固めて製品とする。

求められる特性によっては，熱間静水圧プレス(Hot Isostatic Pressing：HIP)処理や，焼結とHIP処理を同一工程内で行う，Sinter-HIP処理を行うこともある。

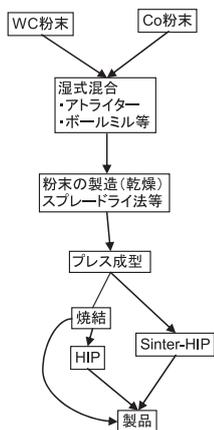
(2) 超硬合金の組織について

超硬合金は，図—4に示すように超硬粒子であるWCと結合相であるCoからなっており，高硬度による耐摩耗性と，結合層による靱性を備えた材料である。

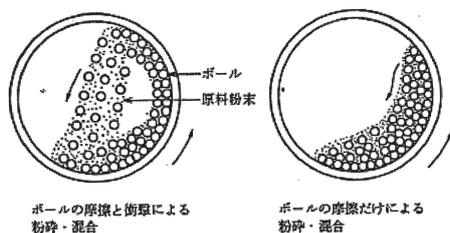
しかし，粉末原料をプレス成型した後，一定温度で焼結(Sinter)した合金であり，焼結して得られた超硬合金組織の緻密さと超硬合金の欠損性には相関が見られる。

この組織の緻密さを向上させる手段として，前述したHIP処理や，Sinter-HIP処理などがある。

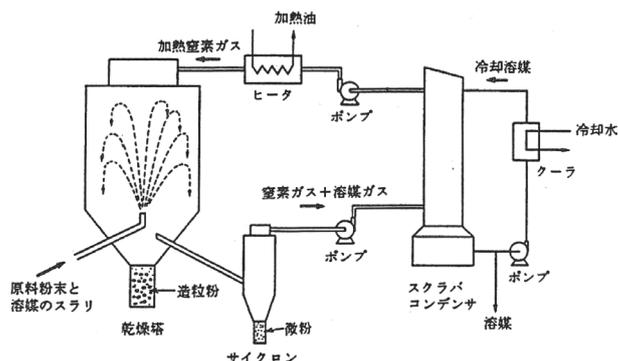
これらの追加処理を行うことによって，性能向上を図ることも出来る。



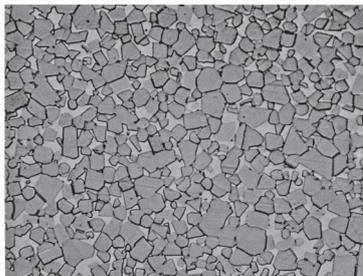
図—1 製造工程



図—2 ボールミルの混合・粉砕の模式図



図—3 スプレードライヤーの模式図



図一4 超硬組織の一例（粒状のものが、硬質粒子であるWC）

2. 長寿命・耐久力向上について

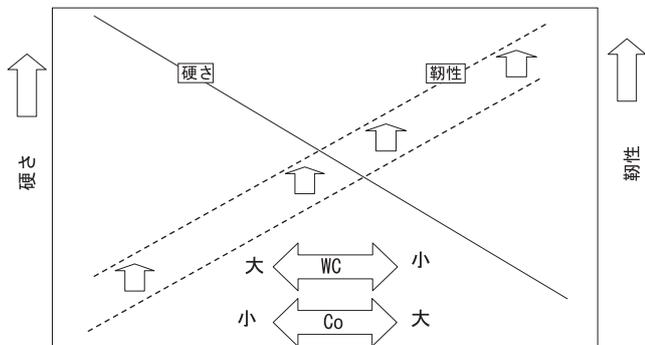
超硬合金は、基本的にWCとCoからなる合金であり、性能向上のためにはWC粒の粒度のみならず、粒度分布、WC粒強度の影響も受ける。

一般的に、図一5に示すように、硬質粒子であるWC比率を上げると、バインダーであるCoが減少し、硬度が上がり、靱性が低下する。

従って靱性をこれまで以上に向上させることにより、同一条件であればより高硬度の耐摩耗性に優れた超硬合金の使用が可能となり、この事は同時に超硬合金の適用範囲の拡大にもつながる。

そこで、製品長寿命化のためには、以下の2点が重要である。

- ・超硬合金の靱性向上
- ・台金摩耗を抑えるための肉盛材の耐摩耗性



図一5 超硬合金の硬さと靱性の関係（模式図）

(1) 超硬合金の靱性向上について

削孔工具には、大別すると、以下に示す2種類の削孔法があり、①回転掘削、②打撃削孔、に分類される。この用途に合わせた、超硬合金のグレード例を表一1に示す。

はじめに回転掘削用材種の例を示す。

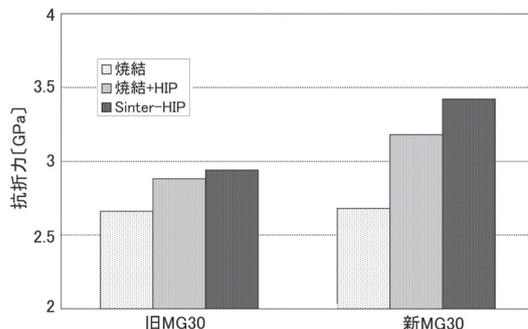
回転掘削は、ビット刃先部を押し付けながら回転することにより、岩石を連続的に、圧砕し掘削する方式であるため、刃先形状を長時間維持できるよう、耐摩耗性の高い高硬度のものが理想的である。

しかし、一般的には前述（図一5）したように、硬度と耐久損性は相反するので、むやみな高硬度品の採用は、早期欠損を招き、カッタービットのライフを減少させる。そのため、比較的硬度の低い超硬合金グレードである、JIS E5相当が一般的であった。

ところが近年、岩盤掘削、長距離掘進を実現するために、従来のJIS E5相当に代わり、耐摩耗性の優れた比較的高硬度の超硬合金グレードである、JIS E3相当を採用するケースが多くなってきている。そのニーズにこたえるべく、従来E3相当材種より、耐久損性が高く、耐摩耗性に優れた製品が実用化されている。

当社での試験結果の一例として、原料の硬質粒子であるWCから見直し、開発したE3相当材種である、新MG30と旧MG30の性能比較例を図一6に示す。

ここで、抗折力とは一般的に超硬合金の強度を評価す



図一6 抗折力試験結果（当社製品例）

表一1 超硬合金グレード

JIS使用分類記号	材種名	硬度 (HRA)	抗折力 (kg/mm ²)	チップ特性	適用工具	岩質区分	作業方法
E1	MG10	90.5	>160	↑ 耐摩耗性向上	ポタンビット	硬岩	回転さく孔
E2	MG20	90.0	>160		ポタンビット、ダウンザホールビット	中硬岩	回転さく孔
	MG25	89.3	>170	ポタンビット、クロスビット	中硬岩	回転さく孔	
E3	MG30	88.0	>160	↑ 靱性向上 ↓ 耐衝撃性向上	テーパビット、クロスビット 都市開発用工具(カッタ類)	中硬岩	回転さく孔
E4	MG40	87.5	>180		テーパビット、クロスビット 都市開発用工具(カッタ類)	中硬岩	回転さく孔
E5	MG50	86.5	>230		都市開発用工具(カッタ類・ローラーカッタ)	軟岩	切削
—	MG60	84.5	>240	都市開発用工具(カッタ類・ローラーカッタ)	軟岩	切削	

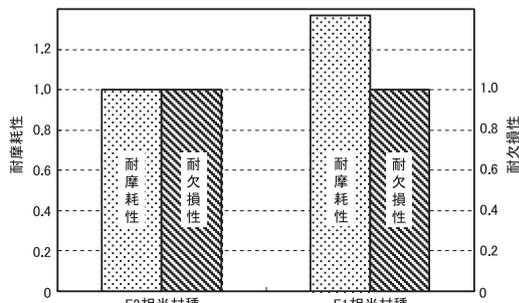
るひとつの指標である。通常は3点曲げ試験法で行われ、2点支持された試料の中央部に加重を加え、試料が破断した荷重を基に算出する。この抗折力の高さは超硬合金の強度を示すとともに、組織の緻密さにも関係する。

次に、打撃削孔用工具の例について紹介する。

はじめに打撃削孔とは、油圧、空圧、水圧等によって作用するドリフターやDTHハンマーのピストンで発生した打撃エネルギーを、工具先端に取り付けたチップ刃先部に、衝撃エネルギーとして伝達し、岩石を粉砕し、回転、推進エネルギーで前進し、掘削する方法である。

したがって、ボタンビット等の打撃削孔工具では耐摩耗性に優れた、主にJIS E1～E3相当の比較的硬い超硬チップが主に使用されている。従来から、耐欠損性と耐摩耗性のバランスの取れたJIS E2相当が主に製造・販売されている。

前記と同様に、近年のビット交換頻度減による削孔効率向上、硬岩帯での長寿命化等の要求が高まっており、耐欠損性は従来品と同等であり、硬度が高く耐摩耗性の高い、E1相当材種も販売され始めた。当社での例として、従来のE2相当品をベンチマークとし、耐摩耗性、耐欠損性を1とした場合の比較試験結果を図一七に示す。表一に示したE2相当(HRA硬さ90.0)材種に対して、E1相当(HRA硬さ90.5)材種の耐摩耗性が1.3倍となった例である。

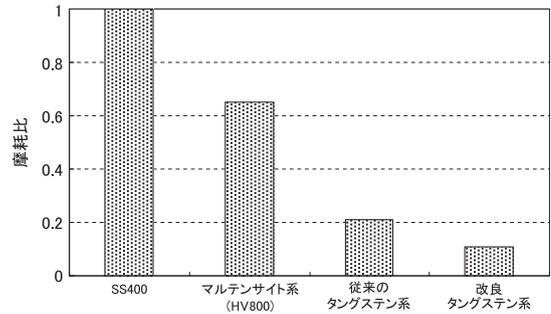


図一七 摩耗性、耐欠損性試験結果例

(2) 肉盛材の耐摩耗性改善について

回転掘削工具では、近年、岩盤掘削、長距離掘進を実現するために、耐摩耗性の優れた比較的高硬度の超硬合金グレードである、JIS E3相当を採用する例が増えるにたがって、台金の耐摩耗性向上の要求が増加している。

そのため、図一八に示すように、ピッカース硬さHV800程度のマルテンサイト系硬化肉盛が施されてきたが、より高硬度のHV1000程度のウエルニット等のタングステン炭化物系硬化肉盛をビットボディに施し、摩耗量を1/3に低減してきた。さらに、近年の更なる台金摩耗の低減化要求に対して、従来のタングステン系肉盛材の摩耗現象の徹底的な解析により、衝撃



図一八 摩耗性試験結果 (当社での例)

荷重下では、タングステン炭化物の破壊-脱落による摩耗が主体であることが判明した。よって、その欠点を補うべくタングステン炭化物粒子そのものの耐衝撃性を飛躍的に向上させることによって、衝撃等による超硬粒子の脱落を防止し、マルテンサイト系の6倍の耐摩耗性を持ち、従来品と比較しても約2倍の耐摩耗性を持たせた製品も実用化された。

3. 資源について

超硬合金に用いられている、タングステンとコバルトは、レアメタルである。

主要な鉱山は比較的カントリーリスクの高い中国やアフリカに偏在している。この点からも、再資源化の難しい削孔工具では、省資源化が求められている。

今後は、リサイクルが困難な製品の性質上、資源の安定確保も重要となる。

従って、摩耗量減少をキーワードに、同等以上の性能を維持しつつ、使用量削減が重要になると考えられる。

4. おわりに

建設工具には、従来にもまして製品のコストダウンは当然のこと、使用ライフ向上も求められている。

この記事が、製品開発状況の御理解を得る手助けになれば幸いである。

JCMMA

《参考文献》

超硬工具協会：超硬工具ハンドブック (1998)

【筆者紹介】

谷元 耕作 (たにもと こうさく)
 三菱マテリアル(株)
 加工事業カンパニー
 超硬製品事業部 販売統括 3部
 建設工具グループ 両国駐在
 トンネル土木チーム リーダー



ずいそう

アジアマスターズ陸上に参加して



秋山 俊二

第16回 アジアマスターズ陸上競技選手権。2010年12月6日～12日、マレーシアのクアラルンプールで、アジア17ヶ国の選手が集う戦いに、私も参加致しました。

マスターズ陸上とは、40歳以上の男女が5歳刻みのカテゴリー別で、陸上競技を争うレースです。私は48歳、M45（45～49歳）というクラスです。年齢に上限は無く、M100というクラスで活躍されている方々もいらっしゃいます。今回は、日本から120名の方が参加されました。参加される方は一様にモチベーションが高く、年齢を感じさせない、諸先輩の前向きな生き方に大変感銘を受けました。

今回、私が挑んだレースは200m、400m、800mの3種目。最も得意な800mが初日でした。800mでは、9月に国立競技場で行われた全日本マスターズM45の部で、二連覇を達成しております。だからこそ、日本の代表選手として、恥ずかしい走りを見せるわけにはいきません。そういった想いが余計に緊張をもたらしたのか、いつになくガチガチで、どうなることかと思いつつレースに臨みました。外国人と競い合うという経験が今まで無かったため、対戦相手の身体を見ては、勝ち目が無いなあと弱気になる自分との戦いです。

800mには予選が無く、2グループに分かれての一発タイムレースとなりました。第2グループだった私は、第1グループの結果を見て走ることが出来る優位さがありました。第1グループトップ、カザフスタンの選手のタイムは2分12秒。全日本マスターズで2分7秒台だった私は、力さえ出し切れれば、必ず勝ると言い聞かせ、スタートラインに立ちました。

“On your mark”日本語で「位置について」という言葉に一瞬戸惑いながら、ピストルを待つ。そして「ズドン」という音が鳴り響く。通常は800mといえどもセバレートコースなのですが、今回は1組15名で、

最初からオープンコース。走る格闘技とも言われる800mですが、やはり想像していたとおり、肉弾戦です。足が絡まりそうな混戦の末、2分9秒39、1着でゴール。仲間が用意してくれていた、日の丸国旗をマントにしてのウィニングラン。日の丸をアピールできたことと思います。その夜は祝勝会を開いていただき、おいしいタイガービールで乾杯しました。

翌日は、400mの戦いです。前日の勝利は大変自信となり、リラックスして臨みました。ところが、いよいよ決勝という時、ひどいスコールと雷で1時間ほどスタートが延期されました。待ち時間に集中が途切れないように、何度も昨日のウィニングランを思い出し、敵は自分自身だと言い聞かせました。結果、タイムは53秒96、セカンドベストで2冠を達成できました。

3日目の競技は200m。あまり得意な種目ではないので、決勝に残れば上出来という思いで臨みました。しかし、決勝では混戦ながらも24秒75で優勝し、まさかの三冠達成に驚きを隠せませんでした。そして、閉会式での各国選手のすがすがしい笑顔に終わり無く、スポーツに限らず、何かに向かって突き進む想いは、たとえ言葉が通じなくても人を変え、新しい道を切り拓いてくれることを確信しました。

後になりましたが、大学までは陸上競技に明け暮れていた私が、スポーツに再チャレンジしたのは、45歳を迎えてからです。トライアスロン挑戦から始まり、マスターズ陸上へとつながり、全日本からアジアへ。そして、今年の7月にはアメリカ、サクラメントで世界マスターズに参加します。400mと800mの2種目で、世界のファイナリストを夢見て挑戦します。これからは仕事やプライベート、その他何事にもでもチャレンジ精神を持ち続けたいと思っています。

みなさんは50代？ それとも60代ですか？ まだまだこれからです。一緒に頑張りましょう！

—あきやま しゅんじ (株)イゲタブロテック 代表取締役社長—

ずいそう

東日本大震災に思う

岸野 佑次



平成23年3月11日の午後、私は協会の委員会の用事で川口に居た。この委員会では一昨年度より厚労省の委託で、外国人研修生・技能実習生の学習の実が上がるように実習支援マニュアル、とくに技能評価シートの作成に携わってきた。当日は最終段階として、評価シートを実際に外国人実習生に見てもらい、その有効性を確認するためのインタビューを行うことになっていた。施工技術総合研究所の竹之内氏、協会本部の齋藤氏らと下打ち合わせを行った後、実習先の会社に徒歩で向かっていたとき、突然の激しい揺れ。この顛末については後ほど記すこととし、まず、委員会に関して少し触れておきたい。

高度な技術を身につける上で、まず学習資料を基に通りのイメージを持つことはその技術を有効かつ安全に使う上で大切なステップである。この段階で学習資料が整っていることが大切であるが、建設機械に関してJCMAは孤高のポテンシャルを有している。件の委員会「実習支援マニュアル作成委員会」は、委員長を除き、関連分野をリードする専門家よりなるメンバーにより構成され、建設機械操作に関する技能をいかにわかりやすく外国人に伝授するかについて熱い議論が重ねられてきた。技術者として夫々の職責を果たしてこられた皆さんの自負を背景とした議論を拝聴しながら、私は技術や技術者とは何かについて思いを馳せていた。

以前、スイスの登山電車の車窓から見えた道路橋の橋脚があまりにも細長いのを見て、思わず向かいの席に座っていた一人の外国人旅行者に、「日本の橋脚はこんなに細くない。何故か分かるか？」と聞いたところ、「知っている。僕はエンジニアだから」と胸を張った答えが帰ってきた。そこには医者や弁護士などのスペシャリストに通じる誇りを見て取ることができた。また、フィレンツェで、博士号を持つ市の職員OBからアルノ川にかかる橋梁群についての説明を受けたことがあるが、橋のひとつひとつを、まるで、我が子を紹介するかのように嬉々と説明する姿に接した。人々の豊かな生活の基盤、或は、文化都市の基盤を創り上げたいという思いに対して、それを実現するための手段としての技術が過不足なく応えることができたとき、そこに携わる技術者はこの上ない充実感を覚える。このことは大いに誇るべきことと思われる。

上述の委員会は我が国に蓄積されてきた建設機械操作のための技術を発展途上国などと共有するために外国人実習生向けの教材をつくることを目的としていた。初年度に作った上級者向け評価シートがかなりの日本語能力を要すると判断されたことから、初級者向けの評価シートについては日本語を学び始めたばかりの外国人に理解できることを最大の目標とし、文体をですます調の話し言葉にするなど、ユーザーフレンドリーを旨とする万全の工夫を重ねてきた。このシートを携えて、実習生にインタビューすべく実習先の会社に向かっていたところに継続時間の長い大地震。体に揺れの感覚が残る中、会社の2階建て建物2階の事務室にたどり着いたところ、待機していた実習生の体はこわ張り、顔に恐怖の色が浮かんでいた。

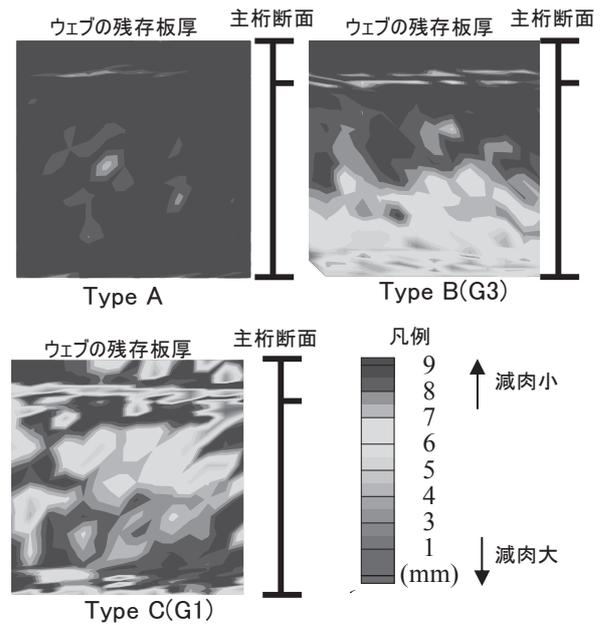
怖かったのは我々も同様であった。とくに私は震源が宮城県沖と聞いて一刻も早く仙台に戻らなければと思ひ、皆より一足先に会社事務室を出た。しかし、全ての電車が止まり、首都圏内の移動も儘ならない状況であった。バスを乗り継いで何とか浦和に着いたが、そこから先に移動することは諦めなければならなかった。我々出張者には勤務先に戻るという選択肢はなく、何としても宿を見つけなければならない。駅近くのホテルは既に満室。しかし何とか健康ランドに避難することができた。私と同時に上京していた家内は地震時新幹線で仙台に向かっていた。地震により列車は矢板付近で緊急停止。停電のため照明も暖房もない中、12時間以上列車内に閉じ込められた。深夜にバスで避難所に収容され、短い仮眠を取った後、動きはじめたJRで都内に向かった。このときから3月一杯、家内と私は川崎の実家で過ごすことになった。

東日本大震災を通して、地震時に全ての新幹線を自動的に止め重大事故を防ぐことができたことなど、目指すことに対して身の丈の技術を獲得しているものも多いことが示された。しかし、福島第一原子力発電所の事故は今なお広範囲に亘る地域を危険に曝している。ある危険レベル以上のことに関しては全く思考停止してしまうような技術は身の丈のものではない。我々は有限な資源の地球上で、無制限の利便性を追求することはできない。いま、「足るを知る」機運が生まれつつあるようにも思われる。

CMI 報告

腐食劣化した鋼 I 桁の せん断耐荷力実験

小野 秀一



図—1 鋼 I 桁の腐食分布形状

1. はじめに

我が国において、供用年数が積み重ねられた橋梁が増えるとともに、様々な疲労や腐食による損傷が報告されている。上部工が受けた荷重を下部工に伝達させる重要な部位である、桁端や支承部などに見られる腐食劣化もそのような損傷の一つである。このような状況のなかで、橋梁の維持管理を適切かつ合理的に行っていくためには、実際の腐食パターンや腐食量と残存耐荷力の関係を明確にして、橋梁が有す耐荷力や耐久性を適切に評価する必要がある。

以上のことから、本実験は過酷な腐食促進環境下で約 30 年間自然曝露された鋼 I 桁橋から撤去回収した腐食部材を用いて、腐食分布特性が耐荷力特性に及ぼす影響を調査する目的で、実物大スケールの主桁ウェブに着目したせん断耐荷力実験を行ったものである。また本実験では、当研究所が所有する容量 6,000 kN の大型疲労試験装置を用いた。

なお本実験を含めた一連の研究は、国土交通省道路局新道路技術会議「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」の委託研究として、琉球大学（有住教授、下里准教授ら）と共同で実施しているもので、本報は、最近実施した載荷実験の概要を紹介するものである。

2. 耐荷力実験方法

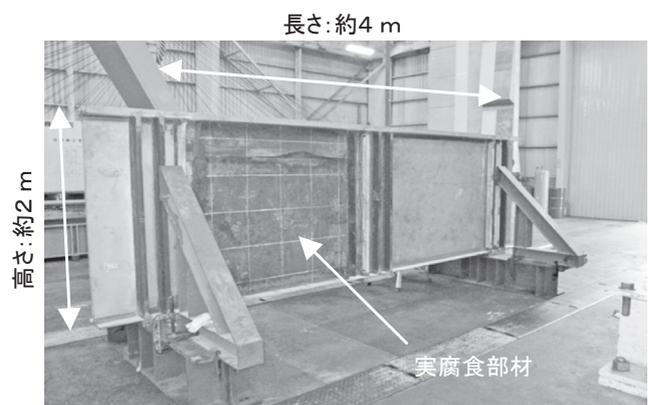
試験体として使用した腐食部材の腐食減厚調査を行った結果、図—1 に示すような主桁位置（G1 桁、G2 桁、G3 桁）によって腐食減厚分布形状が大きく異なるという特徴が得られた¹⁾。本研究ではこのような

鋼 I 桁橋の特徴ある腐食分布特性が耐荷力特性に与える影響を検証する目的で、せん断耐荷力実験を行ったものである。

(1) 実腐食部材を用いた大型せん断耐荷力試験体

鋼 I 桁橋で最も腐食しやすい構造部位はせん断力の卓越する桁端部である。よって、本実験では腐食劣化した鋼 I 桁のせん断耐荷力に着目して実験を行った。

試験体は、写真—1 に示すように I 桁試験体で、長さ約 4 m、高さ約 2 m の大型の試験体である。試験体のウェブパネルは 2 パネルとして、片側のウェブパネルは実腐食部材、他方のウェブパネルは新規に製作した部材である。また、上下フランジにおいても新規に製作した部材を取り付けた。ここで、下フランジ厚 12 mm（設計板厚）、上フランジ厚は横倒れ座屈防止と RC 床版との合成を考慮し 50 mm とした。また、支点と荷重載荷点となる支間中央には垂直補剛材を設けた。



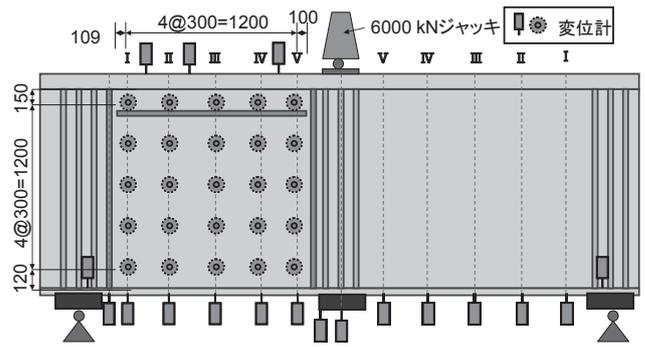
写真—1 鋼 I 桁試験体

実験は、主桁位置で腐食分布形状の異なる4体を対象に行ったが、本稿では以下の3タイプについて概要を述べる。

- Type A：健全相当タイプ（設計板厚9mm）
- Type B：ウェブ下端部卓越腐食タイプ（G3桁：外桁）
- Type C：水平補剛材&ウェブ下端卓越腐食タイプ（G1桁：外桁）

(2) 荷重載荷方法

載荷試験は写真—2の試験状況写真に示すように、試験装置として4,000kN疲労試験機（施工技術総合研究所所有；動的4,000kN，静的6,000kN）を使用した。試験体は2点支持として、桁スパン中央部の1点載荷とした。荷重は、載荷初期の段階では荷重制御で載荷し、荷重—変位の関係が非線形域となった以降は変位



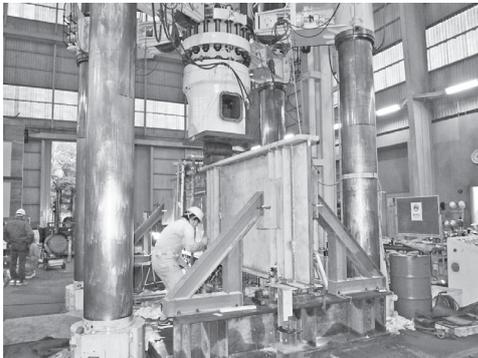
図—2 計測位置

制御として、荷重漸増載荷とした。

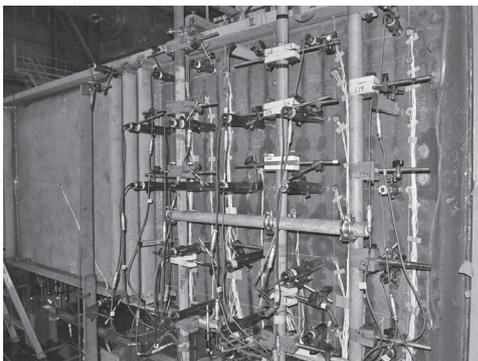
計測は、図—2と写真—3に示すように、桁のたわみ形状を計測するとともに、ウェブの面外変形量も計測した。また、試験体各部にはひずみゲージを貼付し、応力状態についても計測した。

3. 実験結果

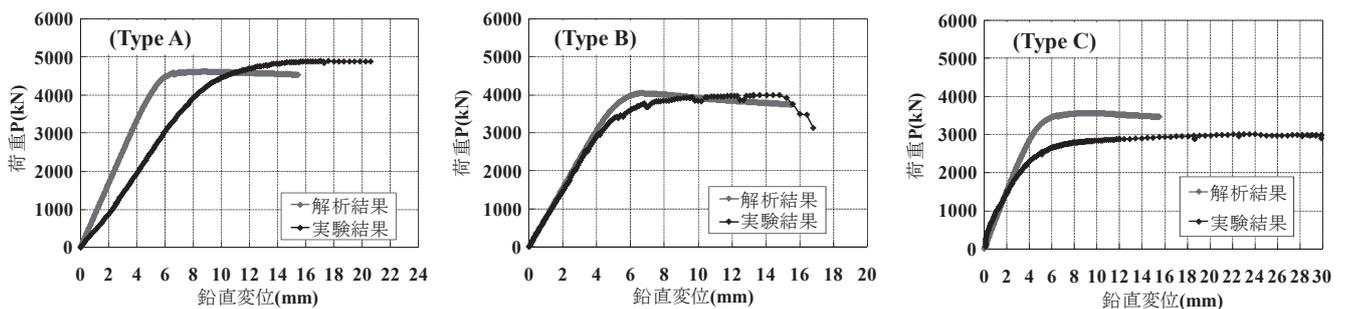
図—3に実験と弾塑性FEM解析²⁾の荷重—鉛直変位関係を示す。図より、Type A（健全相当）では荷重鉛直変位（剛性）は実験と解析で異なるが、耐荷力は同等であった。Type B（ウェブ下端部卓越）では剛性および耐荷力ともに両者良好な一致となった。Type C（水平補剛材&ウェブ下端卓越）では実験結果が解析結果より低い耐荷力を示した。写真—4に実験終了後のせん断座屈状態を示し、図—4にType AとType Bのウェブ面外方向変形モードを示す。これより、いずれの腐食Typeでもウェブ面に斜め張力場が形成され、その形態はType AとType Bでは対角線方向であり、Type Cでは斜め張力場が水平方向に傾き、アンカー位置も下方へ移動していることがわかる。図—5に最大荷重とウェブ断面積減少との関係を示す。ここで、図の縦軸は健全モデルの最大荷重と各ケースの最大荷重との比を示し、横軸は健全モデルのウェブ断面積に対する腐食ウェブの断面積（平均値）



写真—2 試験状況



写真—3 変位計の設置状況



図—3 荷重—鉛直変位

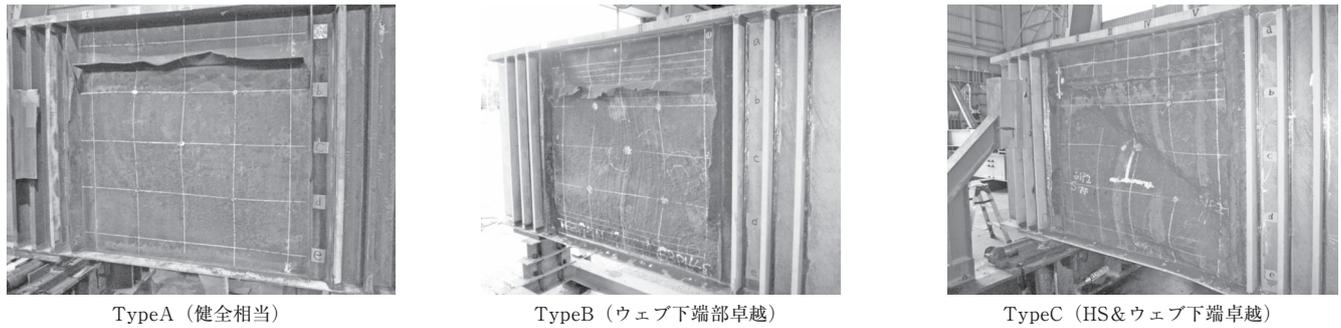


写真-4 せん断座屈状況 (実験終了時)

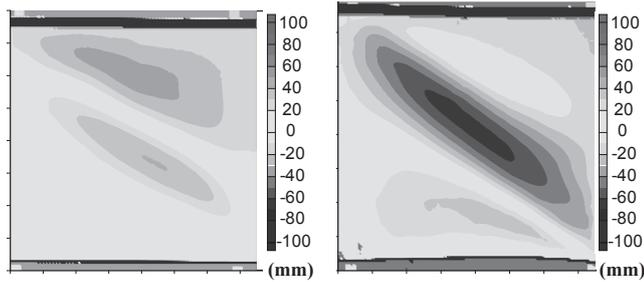


図-4 レーザー計測によるウェブ面外変形モード

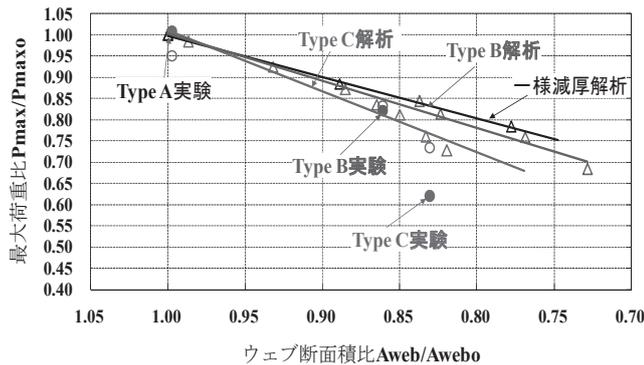


図-5 最大荷重比とウェブ断面積比の関係

との比を示す。また、同図には弾塑性 FEM 解析結果²⁾とそれを直線近似した耐荷力曲線を併記している。図より、実験および解析結果共にウェブ断面積減少に伴い耐荷力も低下したが、その耐荷力の低下は Type C より Type B が低くなった。また、Type C の実験結果は解析結果より著しく低くなった。これは、水平補剛材上面の激しい腐食減厚が影響しているものと考えられる。以上の耐荷力特性より、鋼 I 桁橋のせん断存耐荷力は、ウェブ断面積減少での評価でなく、桁位置や構造部位で異なる腐食分布特性を考慮した評価が必要であると考えられる。

4. おわりに

本研究は、現在も進行中の研究であり、今後も異なった腐食パターンでの荷重実験や解析を行う予定である。これらの結果から、腐食劣化が認められる橋梁の耐荷力評価方法と回復工法を提案するとともに、橋梁の点検や診断などの維持管理に生かせるデータの提供に努めていきたいと考えている。

最後に、本稿作成にあたり、琉球大学の有住教授、下里准教授をはじめとする共同研究者の皆さま方にご協力頂いたことに感謝の意を表します。

JICMA

【参考文献】

- 丸山, 下里, 有住, 矢吹, 玉城, 小野: 長期自然曝露された鋼 I 桁橋の構造部位別の腐食特性 (その 2) ~ 鋼 I 桁橋の腐食度マップと残存板厚分布特性~, 土木学会第 65 回年次学術講演会, I-158, pp.315-316, 2010.9.
- 山田, 下里, 有住, 矢吹, 玉城, 小野: 長期自然曝露された鋼 I 桁橋の構造部位別の腐食特性 (その 2) ~ 腐食特性と腐食残存耐荷力特性, 土木学会第 65 回年次学術講演会, I-159, pp.317-318, 2010.9.

【筆者紹介】



小野 秀一 (おの しゅういち)
 (社)日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所 研究第二部
 次長

02-133	Super KING 工法	JFE スチール
--------	---------------	----------

▶ 概 要

建築物や橋梁等といった大型構造物の基礎には、杭基礎が多用される。長期に亘り構造物としての健全性を損なうことのないよう、杭基礎には、死活荷重等の永続作用あるいは暴風・地震等の偶発作用に対して安定を保持する機能が求められる。

一方、杭基礎を経済的に計画するためには、杭1本当たりの支持機能を高め、構造物当たりの杭数をできるだけ少なくすることが有効である。

Super KING 工法は、かかる観点により開発したもので、杭先端地盤に築造した拡大根固め球根と杭体を一体化することによって従来よりも大きな杭の底面積を確保し、もって杭1本当たりの鉛直支持力の増大を図った技術である。

杭基礎の材料には、主にコンクリートと鋼材がある。コンクリートは圧縮強度に比較して引張強度が著しく小さいため、これを鋼材（鉄筋）で補い、鉄筋コンクリート構造としている。一方、鋼管杭は、コンクリートの約10倍の弾性係数を持つことに加え、引張・圧縮特性に優れる材料であり、さらに工場生産品であることから品質の安定した信頼性の高い材料である。よって、Super KING 工法に用いる杭材料は鋼管杭としている。

Super KING 工法に用いる鋼管杭先端の形状の一例を写真—1に、築造した拡大根固め球根を写真—2に、それぞれ示す。

施工には三点式杭打ち機を用いる。地盤条件等の幅広い施工環境に適應させるため、施工方法は、鋼管の中空部を掘削しながら鋼管杭を設置するインサイドボーリング(IB)方式および予め地盤を掘削してから杭を設置するプレボーリング(PB)方式の2通りがある。

▶ 特 徴

①大きな先端支持力

専用のSuper KINGビット(写真—3)によって鋼管外径の2.0倍(土木用途では1.5倍)の外径をもつ拡大根固め球根の築造

が可能であり、大きな先端支持力(従来比:3.1倍(建築用途)、2.25倍(土木用途))が得られる。

②施工管理の可視化

Super KINGビットは、独自のシステムにより地盤中で行う拡大根固め球根の築造を地上部で確認できる。

③設計の自由度

鋼管杭の外径・板厚に加え、拡大根固め球根の外径も設計上必要なものを選択できる。

④高強度鋼管杭の適用が可能

JISに規定されるSKK400、SKK490に加え、引張強さ570N/mm²を有するJFE-HT570Pが使用できる(建築用途)。

⑤拡頭タイプを具備

耐震設計に必要な水平抵抗力を確保するために、杭頭部近傍の鋼管外径を拡大した拡頭タイプ(写真—4)が使用できる。

⑥杭周固定液

中間地盤が良質な場合には、杭周固定液を充填することによって大きな周面摩擦力が得られる。

⑦工期短縮・工費縮減

以上のことから、杭本数の低減や杭径の縮小効果が得られるため、工期短縮や工費縮減が図られる。

▶ 用 途

建築物、橋梁等の構造物の基礎杭

- ・国土交通大臣認定(TACP-0344, 0345)
- ・建設技術審査証明(建技審証第0702号)
- ・NETIS登録(KT-100003-A)

▶ 実 績

- ・建築:大型物流倉庫、学校、病院等(80件、累積施工延長30万m)
- ・土木:道路橋、鉄道橋(2件)

▶ 問 合 せ 先

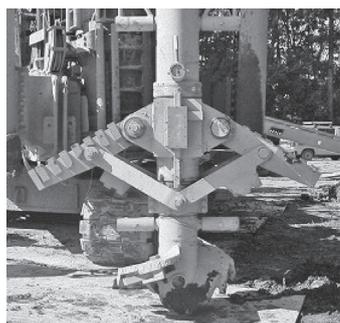
JFEスチール(株) 建材センター 建材営業部 土木建材室
〒100-0011 東京都千代田区内幸町2-2-3
TEL: 03-3597-4519



写真—1 鋼管杭先端



写真—2 拡大根固め球根



写真—3 Super KING ビット



写真—4 拡頭タイプ

新工法紹介 機関誌編集委員会

02-134	中空エコ場所打ち杭工法	大成建設 丸五基礎工業
--------	-------------	----------------

概要

近年、建設工場の現場では環境負荷低減が求められており、様々な技術・工法が提案されているが、中空エコ場所打ち杭工法もその一つである。

本工法は図-1に示すように、場所打ちコンクリート杭の中央部に、現場発生土を充填した「中空部」を設置する工法であり、現場発生土の場外処分量、コンクリート使用量およびCO₂の低減を可能としている。

「中空部」は、現場発生土を充填した「中空部形成ユニット」を複数積層して形成する。杭は、図-2に示すような施工手順で構築する。まずアースドリル工法などにより杭孔を掘削し、一次孔底処理までを実施する。次に、本体杭の鉄筋かごと「中空部形成ユニット」を交互に挿入し、所定の深度に「中空部」を設置する。コンクリートは、2本のトレミー管を「中空部」の外側に対象に配置して、同時に打設する。

中空エコ場所打ち杭は、杭頭部・中空軸部・杭先端部でそれぞれ断面形状が異なる。中空部のコンクリート厚さは、600mm以上としている。杭頭部および杭先端部は、原則としてコンクリート充実断面とし、形状寸法は計画地盤に応じて個々に構造検討を行い決定する。中空部の出来形を写真-1に示す。

特徴

- ①試算として、杭長42m、杭径2.6m、24本の場所打ちコンクリート杭を打設する場合、従来工法に比べ現場発生土の処分量およびコンクリート使用量を1,100m³低減できる。こ

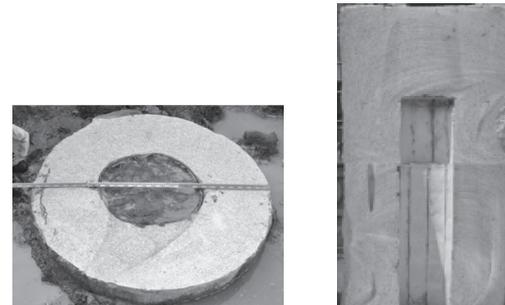


写真-1 杭の出来形

れにより生コン車やダンプトラックなどの台数が削減され約260tのCO₂が低減される。

- ②適用範囲は杭径φ2.0～2.6m、中空部径φ0.8～1.4m、中空部長さ最長30mである。杭の全長の制限はない。
- ③一般の場所打ちコンクリート杭工法であるアースドリル工法、オールケーシング工法、リバースサーキュレーション工法など、どの工法でも適用可能である。
- ④拡底工法や杭頭半剛接合構法、鋼管コンクリート杭工法など、他の評定工法とも組合わせて使用することが可能である。

用途

・中規模から大規模建物の場所打ちコンクリート杭

問合せ先

大成建設(株)

〒163-0606 東京都新宿区西新宿1-25-1

TEL: 03-3348-1111 (大代表)

丸五基礎工業(株)

〒530-0044 大阪府大阪市北区東天満2-6-2

TEL: 06-6358-3601 (大代表)

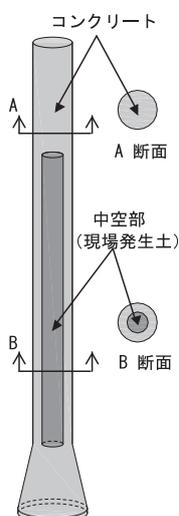


図-1 杭の概念図（拡底杭）

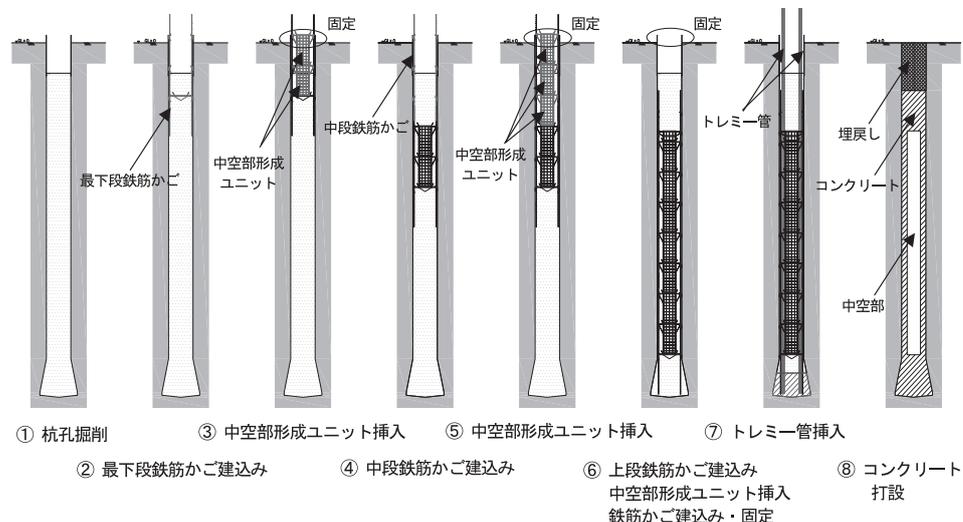


図-2 杭の施工手順

04-321	掘削発破を震源とする 連続 SSRT	フジタ 地球科学総研
--------	-----------------------	---------------

▶ 概 要

トンネル浅層反射法 (Shallow Seismic Reflection survey for Tunnels : SSRT, 「建設の施工企画, No.706, p.93, 2008.12」で紹介) は, 山岳トンネルの坑内あるいは坑外から人工的に震動を発生させ地山からの反射波を捕らえることでトンネル切羽前方の地質を予測する技術である。一般に, 切羽前方探査として実施される弾性波反射法や水平ボーリングなどは, 作業時に切羽を占有し掘削サイクルの支障となることが課題である。そこで, 日常の掘削サイクルで使用する起爆力の大きな掘削発破を震源として活用し, 観測機器を坑内に常設させることによって連続的な探査を可能とする「連続 SSRT」を実用化した。

▶ 特 徴

- ①掘削発破 (段発破) を震源に活用するので掘削サイクルに支障がなく, 工程遅延の要因とならない (図-1 参照)。
- ②段発破の段間時間 (DS 雷管で最大 250 ミリ秒) において切羽前方から反射してくる波を捕らえ前方を予測する。
- ③坑内と坑内に観測機器を常設し, 同時に掘削発破の振動を記録することによって探査精度の向上を図る。
- ④坑内観測機器の時計校正に, 小型で携行可能なルビジウム刻時装置 (原子時計: 精度 10^{-11} 秒以下) を用いる (図-2 参照)。
- ⑤探査可能深度は, 起爆力の大きな掘削発破を用いるので 300 m 程度と深い。

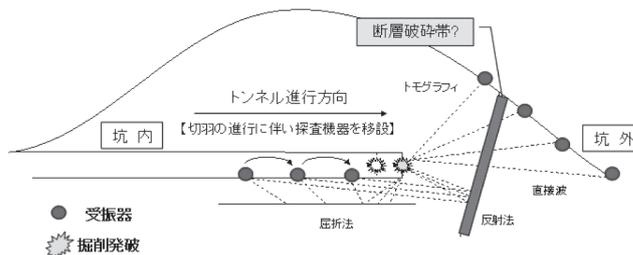


図-1 連続 SSRT における弾性波の伝播と反射のイメージ

▶ 用 途

連続 SSRT は, 山岳トンネル工事の施工時に実施する切羽前方探査であり, 掘削に発破 (爆薬) を用いている現場であれば適用が可能である。

▶ 実 績

- 連続 SSRT は以下の 3 件の山岳トンネル工事に適用している。
- ・ 四国縦断自動車道 久礼坂トンネル工事 (西日本高速道路(株) 四国支社発注)
 - ・ 東九州道 (県境～北川間) 古江トンネル南新設工事 (国土交通省九州整備局発注)
 - ・ 国道 327 号野地トンネル工事 (宮崎県発注)

▶ 問 合 せ 先

(株)フジタ 技術センター 土木研究部 村山
〒 243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1
TEL : 046-250-7095
(株)地球科学総合研究所 営業企画部 菊池
〒 112-0012 東京都文京区大塚 1-5-21 茗溪ビルディング
TEL : 03-5978-8024

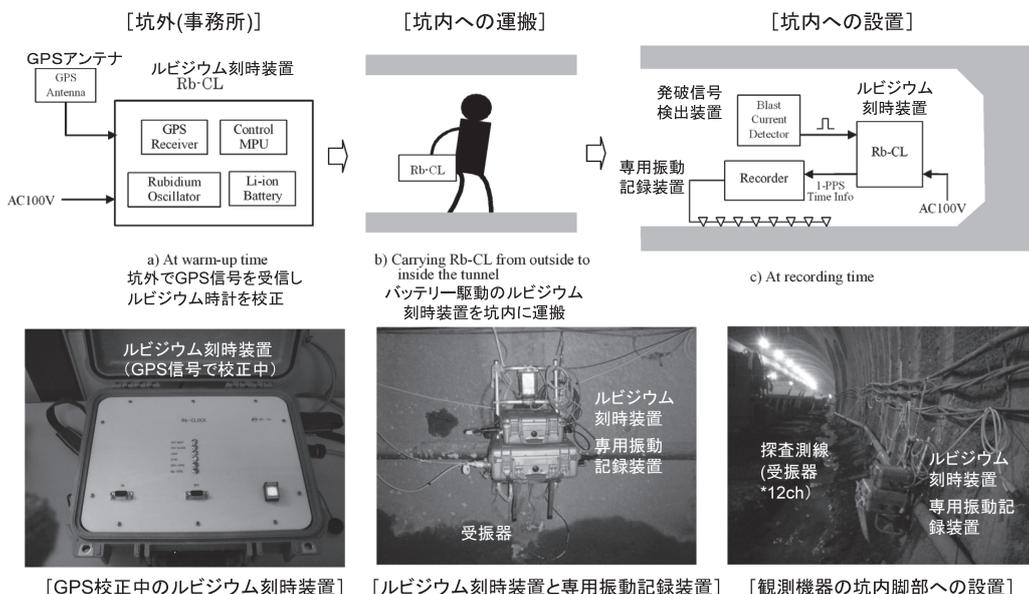


図-2 連続 SSRT におけるルビジウム刻時装置の運用手順と坑内に常設する各種観測機器

新工法紹介 機関誌編集委員会

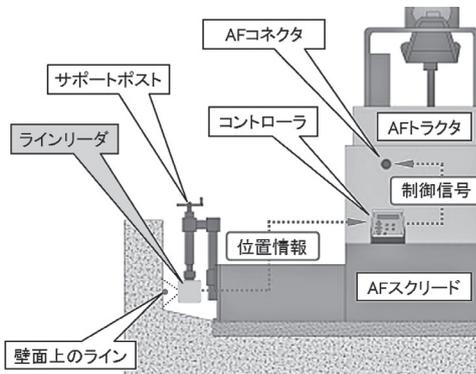
06-09	ラインリーダ工法	鹿島道路
-------	----------	------

▶ 概 要

舗装工事において、舗装面の高さを一定に保つための基準となるもの、たとえばワイヤ、角材、構造物などを利用しこれに倣って施工する（写真—1）。橋梁部など高欄が迫っていて基準が取れない場合など施工が難しくなる。鹿島道路はこのような場合に側壁などに基準ラインを引き、これを光学センサで読み取り、高さの基準としてトレースできるようにしたシステム、ラインリーダを開発し橋梁部舗装工事に採用した（図—1）。



写真—1 従来の倣いセンサの例

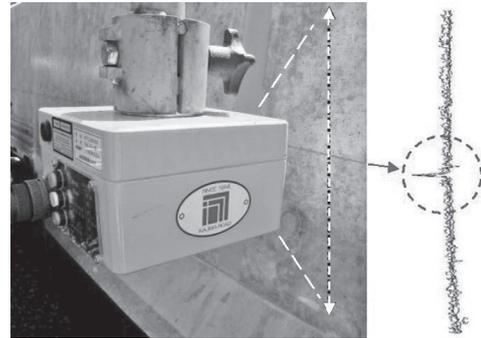


図—1 ラインリーダシステム

▶ 原 理

センサのカメラが、上下に一回スキャンすると壁面に描かれた赤色系のライン部分がピークとして検知される。これを進行方向に連続的にトレースしていくことで高さの基準として認識していく（写真—2）。カメラから見てラインが上昇する傾向にあれば、敷均し機械に高さ上げの信号を出し、下降すれば下げの信号を出す仕組みである。

ラインリーダは基本的には壁面がある施工エリアへの導入という目的で開発され、高欄がある橋梁やトンネル内の舗装施工



写真—2 ラインリーダ原理

など現場内に十分な作業スペースが確保できない所で、簡単に高さラインを引くだけで、手間を掛けず基準設置作業の煩わしさから解放される工法である（写真—3）。

▶ 特 徴

- ①ワイヤや治具などの基準設置や撤去の手間が省ける
- ②非接触でチョークラインを基準として簡単に利用できる
- ③壁沿いの狭い所でもトレースでき作業エリアが確保できる
- ④従来の接触センサの代わりに、同じ感覚で使用できる
- ⑤位置合わせに便利なレーザポイントと照明を備え、夜間でも使用可能である



写真—3 橋梁舗装施工状況

▶ 用 途

- ・橋面レベリング舗装工事
- ・構造物際の舗装工事
- ・トンネル内の舗装工事

▶ 実 績

- ・国道新設舗装工事 3件
- ・高速道路舗装工事 3件
- ・民間一般舗装工事 1件

▶ 問 合 せ 先

鹿島道路(株) 生産技術本部 機械部

〒112-8566 東京都文京区後楽 1-7-27

TEL : 03-5802-8015 FAX : 03-5802-8044

09-34	土壌・地下水原位置浄化技術 「SWP-SVE 工法」	西松建設
-------	-------------------------------	------

▶ 概 要

平成 22 年 4 月の土壌汚染対策法改正施行に伴い、これまで掘削除去に偏る傾向があった土壌汚染対策のあり方が見直され、今後、原位置浄化またはオンサイト浄化がこれまで以上に活用されていくものと考えられる。

今回、浄化期間の短縮を目的に、揮発性有機化合物 (VOC) の原位置浄化技術の一つである二重吸引法 (地下水揚水と土壌ガス吸引の組合せ技術) の地下水揚水に真空揚水技術 (スーパーウェルポイント工法[®]) を利用した「SWP-SVE 工法」を現場適用し、その有効性を実証した。

▶ SWP-SVE 工法

スーパーウェルポイント工法[®]は、他の地下水揚水技術に比べて高い揚水能力を有しており、VOC や油等で汚染された地下水を効率的に揚水し、地下水面を大きく低下させることができる。その結果、不飽和層が形成され、その不飽和層から VOC 等を土壌中空気とともに、土壌ガス吸引によって回収する。揚水した地下水と回収した土壌ガスは、地上プラントにおいて処理する。SWP-SVE 工法の概念図を図-1 に、現場での実施例を写真-1 に示す。

本 SWP-SVE 工法を、地下水環境基準の 10 倍程度のベンゼン地下水汚染サイトに適用した結果、約 3.5 ヶ月で浄化を達成し、極めて短期間で浄化を終了することができた。

従来工法は、浄化に年単位の期間を要するケースも少なくなく、浄化期間の短縮が課題であったが、SWP-SVE 工法では、従来工法に比べて 3 ~ 5 割の短縮が可能となる。

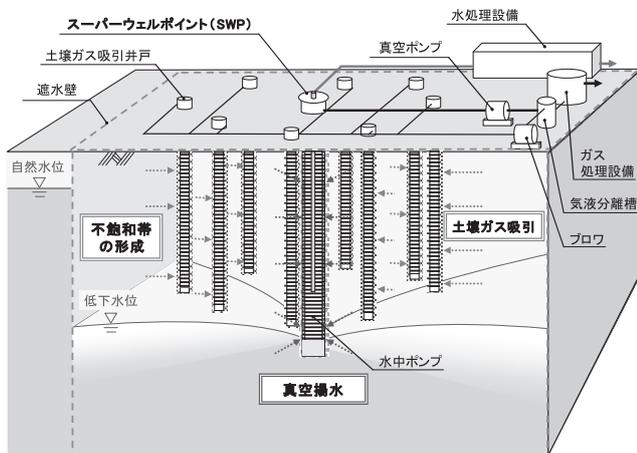


図-1 SWP-SVE 工法概念図



写真-1 実施例

▶ 特 徴

①従来工法に比べて短期間で浄化

スーパーウェルポイント工法[®]により VOC 等汚染地下水を効率的に回収できることと、地下水位が速やかに大きく低下することで形成される広範囲の不飽和層から土壌ガス吸引により、同時に VOC 等を土壌ガスとして効率的に回収できることから、短期間で浄化が可能となる。

②現場条件に応じた浄化運転で浄化効率向上

地下水揚水と土壌ガス吸引の運転サイクルを現場条件に応じて設定し、効率的な浄化を図ることができる。また、揚水量を制御することで、地下水揚水で懸念される周辺の地盤沈下を回避する。

▶ 実 績 (一例)

工事名称：国内某所 地下水浄化工事

対象範囲：面積約 300 m² × 深さ 5 m

工 期：約 3.5 ヶ月

対象物質：ベンゼン (地下水環境基準の 10 倍程度)

▶ 工業所有権

スーパーウェルポイント工法[®]関連

(特許第 3280935 号 (有)アサヒテクノとの共同出願, 他 2 件)

▶ 問合せ先

西松建設(株) 広報部

〒 105-8401 東京都港区虎ノ門 1-20-10

TEL : 03-3502-7601 FAX : 03-3580-2695

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈02〉 掘削機械

11-〈02〉-05	日立建機 双腕作業機 ZX70TF-3	'11.3 発売 応用製品
------------	-------------------------------	------------------

7t級標準油圧ショベルをベースに、左右各々に能力の等しい4t級ミニショベルのフロント（腕）を装着した双腕作業機である。主に木造家屋解体や小規模解体、及び、倒壊物の撤去などを目的に開発されたものであり、東京消防庁、川崎市消防局に消防レスキュー車として採用された。

2本の腕を有する作業機としての機能を満足すべく、以下の操作性・安全性に配慮している。

1. 双腕用操作レバー

双腕作業機の2本の腕（フロント）を同時に動かすためには、標準油圧ショベルでの左右2本のレバーで1本の腕を動かす操作方式では対応出来ない。本機では左右それぞれのレバー1本で左右の腕を動かす事でこれに対応し、また、レバーの傾斜方向と腕の動きを概略一致させる事で「直感的な操作可能な」操作方式とした。

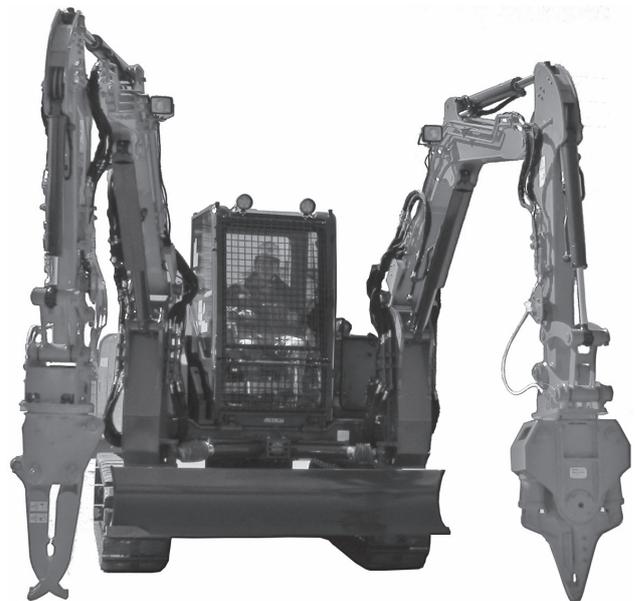
2. フロント干渉防止機能

双腕による作業として、(a)片方の腕で解体物を押えて他方の腕で付帯物を剥がす、(b)長尺物を2本の腕で動かす、(c)片方の腕で持ち上げ他方の腕で下のものを引き出すなど、多様な動作を行う。それ故、左右の腕同士が干渉する恐れがあるため、安全機能として、左右フロントの「干渉防止機能」を採用した。

表一 1 ZX70TF-3の主な仕様

運転質量	(kg)	9,350
エンジン出力	(kW(PS)/min ⁻¹)	40.5(55)/2,200
作業範囲		
最大高さ※	(mm)	7,090
最大作業半径※	(mm)	6,340
最小旋回半径	(mm)	2,200
旋回速度	(min ⁻¹)	11.8
走行速度（高/低）	(km/h)	4.9 / 3.1
左右フロントスイング角度	(度)	内側 30 / 外側 45
輸送時寸法		
全長	(mm)	6,000
全幅	(mm)	2,320
全高	(mm)	2,740
価格		見積

※フォークグラブ先端での値



写真一 1 日立建機 ZX70TF-3 [ASTACO] 双腕作業機

問合せ先：日立建機株式会社 事業戦略本部企画室技術部

〒112-8563 東京都文京区後楽二丁目5番1号

▶ 〈03〉 積込機械

10-〈03〉-05	コマツ ホイールローダー WA100-6	'10.11 発売 新機種
------------	--------------------------------	------------------

ホイールローダー WA100 は、特定特殊自動車排出ガス規制に対応した新エンジンの搭載により環境性を高めるとともに、生産性と経済性の両立、安全性、快適性、整備性の向上を図ってモデルチェンジしたものである。

電子制御「STARE（ステア）II -HST*」によりシフト操作をフルオート化しており、変速操作、キックダウン操作は不要である。シフトコントロールスイッチを回すことにより、4段階の変速パターンが選択可能で1速設定時には、作業に合わせて走行速度を変えられるバリエーションシフトコントロールシステムを採用しており、狭い現場での積み込み作業を容易にしている。また、除雪作業などすべりやすい路面で最適な駆動力が得られる「Sモード」を新たに加え、3段階の牽引力の設定が可能なバリエーショントラクションコントロールシステムを採用しており、タイヤスリップを減少させ、オペレーターの負担を軽減している。

* Hydro-Static Transmission（ハイドロスタティック・トランスミッション：油圧駆動変速機）

万一の場合でもオペレーターの安全を確保するROPS/FOPSキャブを標準装備し、キャブ前面ガラスは合わせガラスの大型平面ビラーレスガラス（ガラス落下防止機能付き）を採用しワイドな視界を確保している。

自動逆転機能付油圧ファンによって、キャブ内に設けられたス

新機種紹介

イチで稼動中でも定期的にファンを逆転させ、クーラーやラジエーター前面に付着したゴミを吹きとばすことにより、清掃間隔の延長を実現している。

表一 2 WA100 の主な仕様

運転質量	(t)	7.270
バケット容量 ストックパイル用 (BOC 付)	(m ³)	1.3
タイヤサイズ		16.9-24-10PR (トラクション)
定格出力	(kW (PS) /min ⁻¹)	74.2(101)/2200
最大掘起力	(kN)	61.8
最高走行速度 (1 速 / 2 速 / 3 速 / 4 速)	(km/h)	8.0/13.0/20.0/33.0
最小回転半径 (最外輪中心)	(m)	4.675
全長 / 全幅 (バケット幅) / 全高	(m)	6190/2340/3035
ダンピングクリアランス (45 度前傾 BOC ** まで)	(m)	2.745
ダンピングリーチ (45 度前傾 BOC まで)	(m)	0.930
価格***	(百万円)	11.00

** Bolt On Cutting edge
*** 工場裸渡し消費税抜き



写真一 2 コマツ WA100 ホイールローダ

問合せ先：コマツ コーポレートコミュニケーション部
広報グループ
〒107-8414 東京都港区赤坂 2-3-6

法律」(オフロード法)に適合している。

作業に応じて2段階にエンジンを制御する「フューエル・エフィシエント (FE) モード」を採用し、作業効率の向上と低燃費化を実現した。

また、エアークリーナーのダブルエレメント化によりフィルター交換時のエンジンへの異物侵入を防止し、メンテナンスを容易化した。

更に、アルミ製ラジエーターコアの採用によりラジエーターの耐食性アップ、加えて、ソフトキャブ・エアコンを標準装備し、オペレーターの運転環境を向上させた。

表一 3 AUTHENT 50ZV-2 の主な諸元

標準バケット容量 (ボルトオンカッティングエッジ付き)	(m ³)	1.3
運 転 質 量	(t)	7.03
定格出力 (NET)	(kW/min ⁻¹)	71/2200
ダンピングクリアランス×同リーチ (バケット 45 度前傾)	(m)	2.72 × 0.93
常用荷重	(t)	2.1
最大掘起力 (バケットシリンダ)	(kN)	63.7
最大けん引力	(kN)	73.5
最高走行速度 前進/後進	(km/h)	34.4/34.4
最小回転半径 (最外輪中心)	(m)	4.48
登坂能力	(度)	30
軸距×輪距 (前・後輪共)	(m)	2.6 × 1.82
最低地上高	(m)	0.375
タイヤサイズ	(-)	16.9-24-10PR (L2)
全長×全幅 (バケット) ×全高	(m)	6.17 × 2.35 × 3.08
価格 (工場裸渡し、消費税別)	(百万円)	10.2



写真一 3 KCM AUTHENT 50ZV-2 ホイールローダ

問合せ先：(株)KCM 企画部 営業企画課
〒675-1113 兵庫県加古郡稲美町岡 2680 番地

10-(03)-06	KCM ホイールローダ AUTHENT 50ZV-2	'10.12 発売 新機種
------------	----------------------------------	------------------

「環境対応」, 「作業効率の向上と燃費の低減」, 「容易なメンテナンス」をコンセプトにモデルチェンジされた新製品である。

高出力・高トルクを実現するとともに、排出ガスに含まれる窒素酸化物 (NO_x) 及び粒子状物質 (PM) を大幅に削減したエンジンを搭載し、国が定める「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する

新機種紹介

▶ 〈05〉 クレーン、インクラインおよびウインチ

10-〈05〉-13	前田製作所 テレスコピック式クローラクレーン LC785M-8	'10.12.01 発売 モデルチェンジ
------------	---------------------------------------	-------------------------

4.9t吊りの後方超小旋回式クローラクレーンで、後端はみ出し寸法を230mmに抑え、狭い作業環境におけるクレーン作業を可能としている。オフロード法適合エンジンを搭載し、低騒音型建設機械に適合するなど環境にも配慮している。

メンテナンス性向上策として、作動油サクシオンフィルタとリターンフィルタ容量を変更して、作動油とフィルタの交換サイクルを5倍に延長している。大型エンジンカバーとサイドカバーの採用及び給油口位置を機体上面からサイドカバー内に移設することにより、整備性、アクセス性を向上させている。ブーム長さ測定用コードガイドを脱着可能式に変更して部品交換の容易化を図っている。

安全面では、実荷重・定格総荷重・作業半径・負荷率等の一括表示及び作業範囲規制を付加したモーメントリミッタを標準装備している。作業範囲規制時は、緩停止制御（規制範囲に近づくほど減速

表-4 LC785M-8の主な仕様

クレーン容量	(t) × (m)	4.9 × 2.1
最大作業半径	(m)	14.52
最大地上揚程	(m)	16.35
最大地下揚程	(m)	25 (4本掛), 52 (2本掛)
フック巻上速度 高速/低速	(m/min)	43 / 29
ブーム長さ	(m)	4.63 ~ 7.38 ~ 10.13 ~ 12.88 ~ 15.63
ブーム伸速度	(m/sec)	11.0/25
ブーム起速度	(度/sec)	- 2 ~ 80/13.5
旋回速度	(min ⁻¹)	2.2
走行速度 高速/低速	(km/h)	4.5/2.5
全長×全幅×全高	(m)	5.005 × 2.360 × 2.705
機械重量	(t)	9.7
価格 税抜き	(百万円)	16.5

- (注) (1) フック巻上速度は、フック4本掛、ドラム4層目時。
(2) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
(3) 低騒音型建設機械。



写真-4 前田製作所 LC785M-8 クローラクレーン 走行姿勢



写真-5 前田製作所 LC785M-8 クローラクレーン ブーム伸長時

させながら停止させる制御)により高精度な作業範囲規制を可能としている。また、上部視認性を向上させる為にウィンドウォッシャー付き天窓ワイパーをオプションで用意している。

その他のオプションとして、クレーン作業記録装置・1本掛専用フック・ラバーパットを用意している。

問合せ先：前田製作所 産業機械本部 産機事業部 営業部
販売促進グループ

〒388-8522 長野市篠ノ井御幣川 1095

▶ 〈07〉 せん孔機械

11-〈07〉-01	丸善工業 油圧ハンドブレーカ(低騒音・低振動型) BH-16VS	'11.5 発売 新機種
------------	--	-----------------

土木工事、管工事、道路工事などのコンクリート破碎、アスファルトの撤去作業に使用する低騒音・低振動型油圧ハンドブレーカである。

ブレーカの打撃機構より発生する打撃音を外部に放出しない為の防音構造と、ノミの共鳴音を防ぐゴムを装着した特殊ノミを使用することで騒音値を83dB(7m)に低減した。

新機種紹介

また、保持ハンドルを可動式構造とすることで作業者が受ける振動を低減し、振動値（3軸合成値）で 8.4 m/s^2 となった。

公共工事等における新技術活用システム（NETIS）にも登録されている（NETIS登録番号：CB-100053-A）。



写真—6 丸善工業 BH-16VS 油圧ハンドブレイカ

表—5 BH-16VS の主な仕様

全長×全幅×全高	(mm)	678 × 410 × 110
質量	(kg)	19
所要油量	(ℓ/min)	20
打撃数	(bpm)	1,450
騒音値	(dB)	83
振動値	(m/s^2)	8.4
価格（税別）	(円)	385,000

問合せ先：丸善工業(株) 営業部 建設機械課

〒411-0824 静岡県三島市長伏155-8

平成23年度版 建設機械等損料表 発売中

■内 容

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

■ B5判 約710ページ

■ 一般価格

7,700円（本体7,334円）

■ 会員価格（官公庁・学校関係含）

6,600円（本体6,286円）

■ 送料（単価） 600円（但し沖縄県を除く日本国内）

注1) 複数冊発注の場合は送料単価を減額します。

注2) 沖縄県の方は一般社団法人沖縄しまたて協会（電話：098-879-2097）にお申し込み下さい。

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

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

平成 23 年度 公共事業関係予算

はじめに

平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分に発生した三陸沖を中心とした M9 の大地震は東北地方を中心に日本全体に未曾有の大被害をもたらした。

政府は東日本大震災の復旧のため第一次補正予算（5 月 2 日成立）で総額 4 兆円（うち公共事業関係費は 1 兆 2,000 億円）を充て、さらに第二次補正予算の編成を視野に入れている。

平成 23 年度の公共事業関係費は当初 5 兆 4,800 億円（前年比 5.1% 減）であったが、震災により復旧財源に充てるため 5% が留保されている。

しかし、日本は自然災害の多い国であり、被災地以外の地域でも

常に災害に備えてインフラの整備は着実に進める必要がある。

公共事業関係予算は国の復興構想会議の動向などを受け、大きく変化すると思われませんが、平成 23 年度公共事業関係予算について財務省発表の資料から要点を紹介します。

1. 平成 23 年度公共事業関係費

平成 23 年度の公共事業関係費は、平成 22 年度当初予算額に対して 7,987 億円（13.8%）減の 49,743 億円を計上している。地域自主戦略交付金等の創設に伴う移行分を含めると、2,932 億円（5.1%）減の 54,799 億円となる。

表一 公共事業関係費

（単位：百万円）

	22年度 当初予算額	23年度概算決定			伸 率
		要求額	要望額		
治 水	590,784	568,663	513,504	55,159	△3.7%
道 路 整 備	1,246,427	1,235,865	1,106,865	129,000	△0.8%
港 湾 整 備	165,489	166,649	134,878	31,771	0.7%
空 港 整 備	113,130	71,944	63,607	8,337	△36.4%
新 幹 線	70,600	70,600	70,600	-	-
住 宅 対 策	201,662	182,303	152,303	30,000	△9.6%
下 水 道	49,624	11,261	10,054	1,207	△77.3%
社会資本整備 総合交付金	2,200,000	1,753,870	1,677,104	76,766	△20.3%
農業農村整備	212,939	212,939	184,923	28,016	-
林 野 公 共	187,030	179,042	149,630	29,412	△4.3%
水 産 基 盤	82,227	72,367	72,367	-	△12.0%
農山漁村地域 整備交付金	150,000	31,761	20,303	11,458	△78.8%
水 道	73,660	41,644	41,644	-	△43.5%
廃 棄 物	64,507	57,623	57,623	-	△10.7%
そ の 他	364,986	317,807	299,120	18,687	△12.9%
合 計	5,773,065	4,974,338	4,554,525	419,813	△13.8%

（参考）公共事業関係費から地域自主戦略交付金等へ移行した 505,563 百万円を加えた場合の計数

再 計	5,773,065	5,479,901	4,978,593	501,308	△5.1%
-----	-----------	-----------	-----------	---------	-------

（参考）関係所管ベース

（単位：億円）

関係所管別	22年度	23年度	22' → 23' 増減
国土交通省	48,585	46,556	▲2,029 (▲4.2%)
農林水産省	6,563	6,285	▲279 (▲4.2%)
その他所管	2,582	1,958	▲623 (▲24.1%)

（注）特殊要因（一括交付金化）による減少分を含めている。

表二 公共事業関係費の推移

（単位：億円，%）

年 度	当初予算額	伸 率	
		伸率	増△減額
63 (1988)	71,599	17.7	10,775
元 (1989)	73,024	2.0	1,424
2 (1990)	73,217	0.3	193
3 (1991)	77,048	5.2	3,831
4 (1992)	80,602	4.6	3,555
5 (1993)	84,595	5.0	3,993
6 (1994)	88,820	5.0	4,225
7 (1995)	92,398	4.0	3,577
8 (1996)	96,184	4.1	3,786
9 (1997)	97,447	1.3	1,263
10 (1998)	89,853	△7.8	△7,593
11 (1999)	94,307	5.0	4,454
12 (2000)	94,307	0.0	0
13 (2001)	94,352	0.0	45
14 (2002)	84,239	△10.7	△10,113
15 (2003)	80,971	△3.9	△3,268
16 (2004)	78,159	△3.5	△2,812
17 (2005)	75,310	△3.6	△2,849
18 (2006)	72,015	△4.4	△3,295
19 (2007)	69,473	△3.5	△2,542
20 (2008)	67,352	△3.1	△2,121
21 (2009)	70,701	5.0	3,349
22 (2010)	57,731	△18.3	△12,970
23 (2011)	※54,799	△5.1	△2,932
	49,743	△13.8	△7,987

※地域自主戦略交付金等に移行した額（505,563 百万円）を加えた場合の計数。

2. 平成 23 年度予算における主要な事項について

(1) 行政刷新会議における事業仕分けの評価結果の反映等による歳出の削減・合理化

(ア) 治水・道路・港湾・空港事業等

社会資本整備事業特別会計の治水・道路・港湾・空港の各事業については、昨年 10 月に開催された行政刷新会議における事業仕分け(第 3 弾(前半)の「特会仕分け」)の評価結果を反映し、更なる選択と集中の徹底、契約やスペックの見直しなどを通じたコスト縮減、様々な無駄の排除などにより、それぞれ予算要求を圧縮している。

上記のほか、個別事業等ごとにきめ細かな歳出の削減・合理化努力を行うこととしている。また、独立行政法人に対する財政支出について、厳しく見直し抑制することとし、保有資産についても、その必要性を厳しく精査し、政府出資等に係る不要財産の処分を実施することとしている。

① 道路整備予算 4,972 億円⇒4,474 億円(▲497 億円, ▲10.0%)

道路整備事業については、「特会仕分け」において、事業発注のあり方、工法やスペックの見直し、B/C 分析の厳格化などを通じたコスト縮減について議論され、「事業内容を見直し、予算要求を 10～20%程度圧縮」との評価結果が示されたことを踏まえ、これに対応する要求額から▲10%を縮減している。

② 空港整備予算 681 億円⇒631 億円(▲50 億円, ▲7.3%)

空港整備・維持運営については、「特会仕分け」において、空港関連事業(空港警備、管制施設の保守点検)の契約形態や、耐震事業、空港等機能高質化事業などの見直しについて議論され、「事業内容を見直し、予算要求を 10%までの圧縮幅で見直す」との評価結果が示されたことを踏まえ、これに対応する要求額から▲7%を縮減している。

③ 空港経営の民営化の推進

空港経営については、「特会仕分け」において「早急に民営化を進める」との評価結果が示されたことを踏まえ、国土交通省において、民間の知恵と資金を活用した空港運営の抜本的効率化のための検討会が昨年 12 月 3 日に立上げられている。

④ 航空機燃料税の減税と併せた国民負担の縮減

航空機燃料税については、「特会仕分け」において「一般財源(国民負担)を減らすべき」旨の議論があったことを踏まえ、航空機燃料税の減税(地方譲与税分を除く国分 22 円/ℓ⇒14 円/ℓ)を実現しつつ、同時に、概ねそれに見合う率(▲36%, ▲172 億円)の国民負担の軽減を実現している。

⑤ 港湾整備予算 1,002 億円⇒902 億円(▲100 億円, ▲10.0%)

港湾整備事業については、「特会仕分け」において、B/C 分析の厳格化や選択と集中の一層の徹底について議論され、「事業内容を見直すとともに予算要求を 10～20%圧縮」との評価結果が示されたことを踏まえ、これに対応する要求額から▲10%を縮減している。

⑥ 治水予算 2,260 億円⇒2,034 億円(▲226 億円, ▲10.0%)

治水事業については、「特会仕分け」において、水系毎に算定し

ている B/C 分析のあり方の見直しや優先順位の明確化等を通じた予算規模・コスト縮減について議論され、「事業内容を見直し、予算要求を 10～20%圧縮」との評価結果が示されたことを踏まえ、これに対応する要求額から▲10%を縮減している。

⑦ スーパー堤防事業

スーパー堤防事業については、「特会仕分け」において「事業廃止」とされたことを受け、現在実施中の箇所のうち、既に契約締結済の支払い等中止した場合に共同事業者等に対し社会経済活動に重大な支障を及ぼすものを除き、当該事業に予算を充当しないこととしている(実施計画段階で決定)。

(イ) 独立行政法人の歳出見直し、国庫納付

※計数は 23 年度要求額⇒23 年度予算

① (株)水資源機構の利益剰余金の活用

水資源開発事業交付金(うち維持管理費)
92 億円⇒80 億円(▲12 億円, ▲13.0%)

水資源機構の利益剰余金については、事業仕分けの評価結果を踏まえ、23 年度において約 89 億円を活用し同機構の維持管理費に充当することとし、水資源開発事業交付金の国費負担を要求額から 12 億円削減している(利水者負担を含めた維持管理費全体に係る負担軽減額は▲36 億円)。

なお、利益剰余金の国庫納付については、同機構及び国土交通省において引続き検討を行うこととしている。

② (株)住宅金融支援機構

国庫返納額 413 億円

住宅金融支援機構の出資金については、昨年 12 月 7 日に閣議決定された「独立行政法人の事務・事業の見直しの基本方針」において、ALM リスク対応出資金の国庫返納を行うこととされたことを踏まえ、措置期間の終了した優良住宅取得支援出資金も合わせ、23 年度中に 413 億円を国庫返納することとしている。

(ウ) ダム事業の見直し

1,639 億円⇒1,425 億円(▲214 億円, ▲13.1%)

ダム事業の見直しについては、「できるだけダムにたよらない治水」の観点から、現在実施中の全てのダム建設事業について「検証の対象とするもの」と「事業を継続して進めるもの」に区分した上で(22 年度)、検証の対象とされたダムについては、昨年 9 月 27 日に「今後の治水対策のあり方に関する有識者会議(国土交通省)において取りまとめられた「中間とりまとめ」に沿って、現在 84 ダム(直轄 26、水資源機構 5、補助 53)について検証が開始されている。

① 継続して進めることとされたダム

直轄ダム等 22 事業(24 施設)⇒17 事業(18 施設)
1,028 億円⇒928 億円(▲100 億円, ▲9.7%)

事業を継続して進めることとされたダム建設事業については、計画的に完成に向けた所要額を計上している。

② 検証の対象とされたダム

直轄ダム等 31 事業(32 施設)⇒30 事業(31 施設)
287 億円⇒201 億円(▲87 億円, ▲30.1%)

検証の対象とされたダムは、新たな段階(本体工事、転流工事、生活再建工事、用地買収への新たな段階への着手)に入らず、地元

統 計

住民の生活設計等への支障も配慮した上で、現段階を継続する必要最小限の所要額を計上している。

(注) 補助ダムについては、実施計画策定時の段階で確定することとしている。

(2) 「元氣な日本復活特別枠」への重点的予算配分等を通じた思い切ったメリハリづけ

平成 23 年度の公共事業関係予算においては、事業仕分けの評価結果の反映等を踏まえ要求の圧縮を図る一方、「新成長戦略」の実現や国民生活の安定・安全の確保のため、「元氣な日本復活特別枠」に重点的な予算配分を行い、新成長戦略の実現や国民生活の安心・安全の確保のために重要な施策を推進することとしている。

①首都圏空港の強化

67 億円⇒特別枠 83 億円 (+ 17 億円, + 25.2%)
(要望措置率 87.4%)

首都圏空港の強化については、空港整備事業に係る要求部分の大幅削減を条件に B 評価とされたことを踏まえ、同事業の要求部分を削減した上で、補正予算と合わせて所要額を措置している。

本措置により、羽田空港においては、国際線の 9 万回への増枠に必要な新国際線地区の拡張、発着容量 44.7 万回への増枠に必要なエプロン整備、長距離国際線の輸送能力増強に必要な C 滑走路延伸事業等を実施することとし、成田空港においては、発着容量 30 万回への拡大に必要な管制機器の整備等を実施することとしている。また、首都圏空港の発着容量 75 万回を実現するために必要な航空管制システム整備を図ることとしている。

②国際戦略港湾のハブ機能の強化

162 億円⇒特別枠 316 億円 (+ 154 億円, + 94.8%)
(要望措置率 82.8%)

国際戦略港湾のハブ機能の強化事業については、港湾整備事業に係る要求部分の大幅削減を条件に B 評価とされたことを踏まえ、同事業の要求部分を削減した上で、補正予算と合わせて所要額を措置している。

本措置により、アジアと北米・欧州等を結ぶ国際幹線航路の日本への就航を維持・拡大し、2015 年には東アジア主要港でのトランシップ（日本発着のコンテナ貨物の積み替え）率を半減することを目指すこととしている。

③高齢者等居住安定化推進事業

160 億円⇒325 億円 (+ 165 億円, + 103.1%)
うち特別枠 300 億円 (要望措置率 100%)

バリアフリーや見守りサービス等一定の基準を満たしたサービス付き高齢者向け住宅の供給支援を行う本事業については、住宅対策事業に係る要求部分の大幅削減を条件に B 評価とされたことを踏まえ、同事業の要求部分を削減した上で、要望について重点的に措置している。

本措置により、現在の年間供給量 1.5 万戸（推計）を倍増し、2020 年を目途に高齢者人口に対する高齢者向け住まいの割合を欧米並み（3～5%）とすることを目指すこととしている。

④森林環境保全直接支援事業 特別枠 294 億円（新規） (要望措置率 54.7%)

集約化して計画的な森林整備を行う者を対象に、搬出間伐等の森林施業に限定して直接支援する本事業については、同事業に係る要求部分の大幅削減を条件に B 評価とされたことを踏まえ、同事業の要求部分を削減した上で、補正予算と合わせて所要額を措置している。

本措置により、森林吸収分の温室効果ガス削減目標の達成に必要な 56 万 ha の間伐を実施し、林業を地域活性化に資する成長産業に再生し、10 年後（2020 年）の木材自給率 50%以上を目指すこととしている。

⑤国土ミッシングリンクの解消

3,205 億円⇒3,376 億円 (+ 170 億円, + 5.3%)
うち特別枠 1,075 億円 (要望措置率 100%)

国土ミッシングリンクの解消については、道路整備事業に係る要求部分の大幅削減を条件に B 評価とされたことを踏まえ、同事業の要求部分を削減した上で、要望について重点的に措置している。

本措置により、主要都市間の物流コストの軽減や周辺部の企業立地の増加等を促進し、地域における生産額の増加や雇用誘発など様々な経済波及効果が期待される。

(例)東九州自動車道

東九州自動車道の未供用区間の整備により、農林水産業、鉱工業等の全産業合計で約 3.9 兆円の生産額増加（九州経済産業局等試算）。

⑥激甚な水害・土砂災害が生じた地域における再度災害防止対策等

504 億円⇒特別枠 562 億円 (+ 58 億円, + 11.4%)
(要望措置率 100%)

激甚な水害・土砂災害が生じた地域における再度災害防止対策等については、治水事業に係る要求部分の大幅削減を条件に B 評価とされたことを踏まえ、同事業の要求部分を削減した上で、要望について重点的に措置している。

本措置により、昨年の 6～7 月の梅雨前線や台風 9 号、平成 20 年岩手・宮城内陸地震など、近年の水害・土砂災害の発生による甚大な被災箇所において、短期集中的に再度災害防止対策を実施することとしている。

⑦高速道路の原則無料化の社会実験（非公共事業）

1,000 億円⇒1,200 億円 (+ 200 億円, + 20.0%)
うち特別枠 450 億円 (要望措置率 60%)

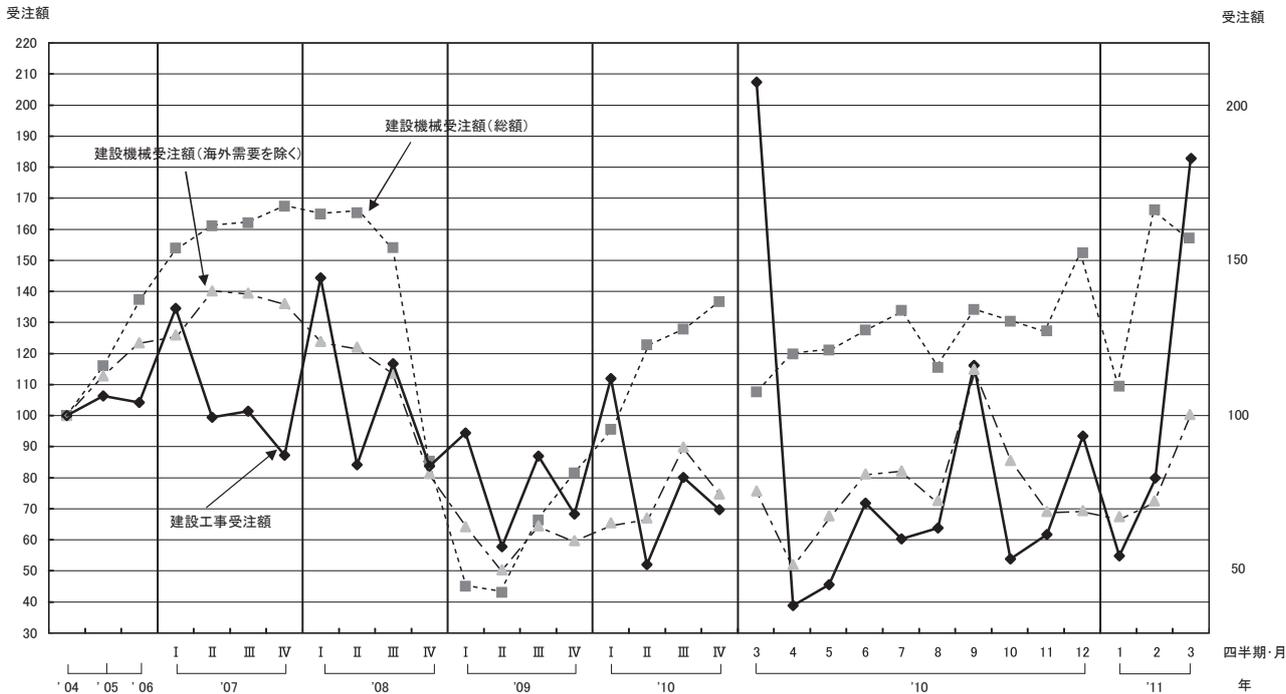
マニフェスト工程表に掲げられた主要事項である高速道路の原則無料化の社会実験については、B（既存部分を措置する）との評価を受けたことを踏まえ、平成 22 年度の既存の社会実験の平年度化に要する経費（1,200 億円）を、要求（750 億円）・要望（450 億円）を合わせて措置している。

本措置により、平成 22 年度から実施している社会実験について、その内容を一部見直したうえで引き続き実施し、地域経済への効果、渋滞や環境への影響、他の交通機関への影響など無料化のメリット、デメリットを総合的に検証することとしている。

統計 機関誌編集委員会

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注態統計調査(大手50社) (指数基準 2004年平均=100)
 建設機械受注額：建設機械受注態統計調査(建設機械企業数24前後) (指数基準 2004年平均=100)



建設工事受注態統計調査(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							
2004年	130,611	92,008	17,150	74,858	27,469	5,223	5,911	93,306	37,305	133,279	131,313
2005年	138,966	94,850	19,156	75,694	30,657	5,310	8,149	95,370	43,596	136,152	136,567
2006年	136,214	98,886	22,041	76,845	20,711	5,852	10,765	98,795	37,419	134,845	142,913
2007年	137,946	103,701	21,705	81,996	19,539	5,997	8,708	101,417	36,529	129,919	143,391
2008年	140,056	98,847	22,950	75,897	25,285	5,741	10,184	98,836	41,220	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
2010年3月	22,574	14,822	1,752	13,070	5,481	532	1,739	15,961	6,613	113,788	14,450
4月	4,220	2,885	693	2,191	694	430	211	2,549	1,670	112,318	7,168
5月	4,966	3,437	636	2,801	704	400	426	3,609	1,357	109,786	6,841
6月	7,811	5,478	858	4,621	1,599	493	241	5,486	2,325	107,922	9,445
7月	6,560	4,619	1,128	3,492	1,031	447	464	4,378	2,182	107,333	6,945
8月	6,942	4,966	895	4,071	1,410	488	77	4,858	2,084	107,326	8,056
9月	12,639	8,790	1,603	7,187	2,607	511	731	9,501	3,138	109,222	11,384
10月	5,867	4,131	514	3,716	1,021	411	303	3,873	1,994	108,668	6,762
11月	6,714	4,409	688	3,722	1,777	433	95	4,622	2,092	107,819	8,293
12月	10,171	6,605	1,280	5,325	2,197	449	920	7,040	3,131	107,613	10,472
2011年1月	5,980	4,069	677	3,392	1,242	386	283	4,297	1,683	107,012	6,917
2月	8,729	5,799	1,224	4,574	2,059	448	424	5,983	2,747	107,291	8,513
3月	20,085	14,615	2,042	12,573	3,938	570	961	14,998	5,086	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	04年	05年	06年	07年	08年	09年	10年	10年 3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	11年 1月	2月	3月
総 額	12,712	14,749	17,465	20,478	18,099	7,492	15,342	1,140	1,269	1,283	1,351	1,418	1,222	1,421	1,381	1,348	1,613	1,159	1,756	1,660
海 外 需 要	8,084	9,530	11,756	14,209	12,996	4,727	11,904	848	1,068	1,022	1,038	1,101	942	978	1,051	1,081	1,345	899	1,475	1,274
海外需要を除く	4,628	5,219	5,709	6,268	5,103	2,765	3,438	292	201	261	313	317	280	443	330	267	268	260	281	386

(注) 2004～2006年は年平均で、2007年～2010年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2010年3月以降は月ごとの値を図示した。

出典：国土交通省建設工事受注態統計調査
 内閣府経済社会総合研究所機械受注態統計調査

…行事一覧…

(2011年4月1日～30日)

■ 建設業部会

■ 三役会

月日：4月13日(水)

出席者：川本伸司部会長ほか6名

議題：①平成23年度事業計画について ②平成23年度年間活動計画の策定 ③個別活動計画の検討 ④その他

■ レンタル業部会

■ コンプライアンス分科会

月日：4月5日(火)

主席者：中島嘉幸分科会長ほか6名

議題：①「東日本大震災」による各社の被災状況について ②震災によるレンタル物件の取扱い等について ③「建設機械等レンタル標準契約」改訂に関する支部意見書等 ④その他

■ 各種委員会等

■ 機関誌編集委員会

月日：4月6日(水)

出席者：太田宏委員長代行ほか21名

議題：①平成23年7月号(第737号)の計画の審議・検討 ②平成23年8月号(第738号)の素案の審議・検討 ③平成23年9月号(第739号)の編集方針の審議・検討 ④平成23年4～6月号(第734～736号)の進捗状況の報告・確認

■ 新機種調査分科会

月日：4月19日(火)

出席者：江本平分科会長ほか5名

議題：①新機種情報の検討・選定

■ 建設経済調査分科会

月日：4月28日(木)

出席者：山名至孝分科会長ほか2名

議題：①平成23年6月号原稿の検討 ②今後の掲載予定の検討・確認

■ 新工法調査分科会

月日：4月12日(火)

出席者：泉国彦分科会長ほか2名

議題：①新工法情報の検討・選定

…支部行事一覧…

■ 北海道支部

■ 部会長懇談会

月日：4月12日(火)

出席者：熊谷勝弘支部長ほか6名

議題：①総会時の懇親会の扱いについて ②講演会その他

■ 第1回企画部会

月日：4月19日(火)

場所：札幌市 センチュリーロイヤルホテル

出席者：野坂隆一企画部会長ほか18名
内容：①平成22年度事業報告について ②平成22年度決算報告について ③平成23年度事業計画について ④平成23年度収支予算について ⑤その他(第1回運営委員会関係ほか)

■ 情報化施工推進検討WG事務局会議

月日：4月22日(金)

出席者：沖野俊広座長ほか9名

議題：①WGの開催日程について ②平成23年度WG活動方針について ③事務局体制その他について

■ 会計監事会

月日：4月25日(月)

場所：北海道支部会議室

出席者：藤枝靖規会計監事、町田孝三会計監事

議題：平成22年度決算書の監査について

■ 東北支部

■ 広報部会 第2回EE東北作業部会

月日：4月15日(金)

場所：フォレスト仙台

出席者：鹿野安彦東北技術副所長(EE東北作業部会長)ほか23名

議題：①作業部会開催にあたって ②震災前出展申込み状況について ③会場(夢メッセ)被災状況について ④被災後に取った措置について ⑤EE東北'11の今後について ⑥出展者からの意見 ⑦その他

■ 北陸支部

■ 企画部会

月日：4月19日(火)

場所：新潟県建設会館

出席者：穂苅正昭企画部会長ほか17名
議題：①平成22年度支部事業報告及

び決算報告について ②平成23年度事業計画及び収支予算について ③優良運転員・整備員表彰について

■ 会計監査

月日：4月26日(火)

場所：支部事務局

出席者：高野知行監事ほか4名

議題：平成22年度決算書類の監査

■ 中部支部

■ 調査部会

月日：4月4日(月)

出席者：杉山稔調査部会長ほか8名

議題：講演会実施について

■ 部会長・副部会長会議開催

月日：4月8日(金)

出席者：佐藤保企画部会長ほか13名

議題：①平成22年度事業報告及び決算報告について ②平成23年度事業計画(案)及び収支予算(案)について

■ 運営委員会開催

月日：4月18日(月)

出席者：小川敏治支部長ほか26名

議題：①平成22年度事業報告及び決算報告について ②平成23年度事業計画(案)及び収支予算(案)について ③平成23年度補欠役員選考について ④建設機械優良技術員表彰者について ⑤新公益法人への対応方針(案)について

■ 「建設技術フェア2011in中部」幹事に出席

月日：4月25日(月)

出席者：五嶋政美事務局長

議題：「建設技術フェア2011in中部」実施について協議

■ 会計監事会

月日：4月28日(木)

場所：中部支部事務局

出席者：小林幸弘会計監事、近藤正征会計監事

内容：平成21年度決算会計監査

■ 関西支部

■ 会計監事会

月日：4月15日(金)

場所：関西支部 会議室

出席者：中山金光会計監事、神谷敏孝会計監事

内容：平成22年度決算報告および関係書類にもとづく会計監査の実施

■ 建設業部会

月日：4月19日(火)

場所：関西支部 会議室

出席者：中山金光部会長ほか15名
 議題：①平成22年度活動報告 ②平成23年度事業計画の審議・決定、部会・見学会・懇談会の開催、他部会との交流、部会運営の課題・問題点など ③その他

■企画部会

月日：4月20日（水）
 場所：関西支部 会議室
 出席者：久永卓三部会長ほか7名
 議題：①運営委員会に提案する議題関連 ②支部会員について ③支部総会後の講演について ④その他

■建設用電気設備特別専門委員会(第375回)

月日：4月21日（木）
 場所：中央電気倶楽部 会議室
 議題：①平成22年度専門委員会総会 ②前回議事録確認 ③「JEM-TR121 建設用負荷設備機器点検保守のチェックリスト」の見直し検討 ④その他

■運営委員会

月日：4月26日（火）
 場所：大阪キャッスルホテル7階 会議室
 出席者：深川良一支部長ほか30名
 議題：①平成22年度事業報告（案）および決算報告（案）について ②平成23年度事業計画（案）および収支予算（案）について ③平成23年度運営委員の選任について ④建設機械優良運転員・整備員表彰の承認について ⑤支部総会後の講演について ⑥新たな公益法人制度に向けた対応について ⑦その他

■ 中国 支 部

■会計監事会

月日：4月8日（金）
 場所：中国支部事務所
 出席者：小林真人会計監事ほか3名
 議題：平成22年度決算会計監査

■上期運営委員会

月日：4月14日（木）
 場所：広島県民文化センター 会議室
 出席者：河原能久支部長ほか27名
 議題：①平成22年度事業報告及び決算報告承認の件 ②平成23年度事業計画及び収支予算に関する件 ③平成23年度「建設の機械化施工優良技術者表彰」について ④平成23年度役員（案）について ⑤主要行事予定について

■第28回「新技術・新工法」発表会

月日：4月19日（火）
 場所：RCC文化センター701
 参加者：89名
 技術発表：①「施工企画行政の最近の話題」国土交通省中国地方整備局企画部 機械施工管理官 藤山利人氏 ②「加熱アスファルト系表面処理工法『リフレッシュシール Mix』」日本道路(株)技術部 荒尾慶文氏 ③「地盤改良複合杭基礎工法」(株)竹中土木技術・生産本部 市川晃史氏 ④「OPT ジェット工法（効率化施工を可能とした新技術の低排泥低変位噴射攪拌工法）」ライト工業(株)本社 長崎康司氏

映像発表：①「SWO工法（スリップフォームペーパーを活用した鉄網ワンパス工法）」(株)NIPPO 生産技術機械グループ ②「地下鉄13号線戸山工区土木工事」西松建設(株)技術研究所

■第1回施工技術部会

月日：4月25日（月）
 場所：中国支部事務所
 出席者：齋藤実部会長ほか7名
 議題：①平成23年度部会事業実施計画（案）について ②情報伝達訓練の実実施計画（案）について ③情報化施工セミナーの実実施計画（案）について ④その他懸案事項

■第1回広報部会

月日：4月28日（木）
 場所：中国支部事務所
 出席者：小石川武則部会長ほか5名
 議題：①平成23年度部会事業実施計画（案）について ②広報誌「CMnavi」No.33（SUM）編集について ③広報誌「CMnavi」支部60周年記念号編集について ④広報活動に関する課題等について ⑤その他懸案事項

■ 四 国 支 部

■会計監事会の開催

月日：4月6日（水）
 場所：四国支部事務所
 出席者：高橋英雄会計監事ほか3名
 内容：平成22年度の会計監査

■支部機関誌編集委員会の開催

月日：4月14日（木）
 場所：サン・イレブン高松
 出席者：小松修夫企画部会長ほか3名
 内容：支部機関誌「しこく」No.87号の編集内容について

■合同（企画、施工、技術）部会幹事会の開催

月日：4月14日（木）
 場所：サン・イレブン高松
 出席者：小松修夫企画部会長ほか21名
 議題：①平成22年度事業報告について ②平成22年度決算報告について ③平成23年度事業計画書（案）について ④平成23年度予算書（案）について ⑤平成23年度優良建設機械運転員及び整備員表彰者名簿（案）について ⑥その他（新公益法人制度への対応方針等）

■運営委員会の開催

月日：4月19日（火）
 場所：ホテル マリンパレスさぬき
 出席者：神崎正支部長ほか28名
 議題：①人事異動等に伴う役員等の変更に関する件 ②平成22年度事業報告に関する件 ③平成22年度決算報告に関する件 ④平成23年度事業計画に関する件 ⑤平成23年度予算書（案）に関する件 ⑥平成23年度優良建設機械運転員及び整備員表彰に関する件

■ 九 州 支 部

■企画委員会

月日：4月27日（水）
 出席者：江崎哲郎支部長ほか7名
 議題：①運営委員会について ②本部会長及び支部長表彰について ③災害体制の見直しについて ④建設機械施工技術検定試験について ⑤橋梁架設工事積算講習会について ⑥東日本大震災対応について

■運営委員会

月日：4月27日（水）
 出席者：江崎哲郎支部長ほか16名
 議題：①平成22年度事業報告・決算報告に関する件について ②平成23年度事業計画（案）収支予算（案）に関する件について ③功労者表彰者について ④支部団体会員数について ⑤支部役員等の交代に関する件について
 本部説明：新公益法人制度への対応について（白鳥技師長）

編集後記

昨年12月号の編集後記には直前にフィリピンを直撃した台風のすごさのことを書きましたが、今回はマグニチュード9が引き起こす地震と津波のことを書かせていただきます。犠牲になられた方々には心からお悔やみ申し上げますとともに、被災された皆様の生活再建と地域の日も早い復興を願っております。

台風もそうですが、我々はプレート境界線上にある国に生活しながら、大規模な津波はチリやインドネシアのことで、まさに対岸の火事のように思っていなかったでしょうか。私自身自分で勝手に境界線を引いて想定外にしてしまうバカの壁になっていたと今更ながら反省しています。メルトダウンや放射能汚染水の垂れ流しも日本は起こさないと決め込んでいたために未だに受け入れがたい気持ちですが、我々は今、この起こって（起こして）しまった現実を素直に認めることから始める必要があります。これから一連の安全基準や設計基準の見直しが始まると思いますが、今までの設備はここまでしかたない、この機械はここまでしかできないという本音を言う

勇気が、まず求められているのではないのでしょうか。絶対安心・安全なものを作れないということを自覚すれば、それに近づく努力を今後も続けられます。

さて、今月号は維持管理、長寿命化、リニューアルで構成しました。巻頭言は東洋大の福手先生にお願いしました。激甚災害があっても社会資本の維持管理の重要性は変わらないことを示していただきました。特集では既設の導水路トンネルを活かしての延命対策や、仮設工事が大変な山間部でのダム用ゲートの整備工事、結局はゲートをコンクリートに埋設されている部分以外、全て更新した工事などを紹介しました。また耐震性能や長寿命に優れた铸铁管や、鉄筋コンクリート構造物に金属溶射する防食工法、様々な点検、検査技術についても紹介しました。「21世紀は管理の時代」と言われて久しいですが、「社会資本のアセットマネジメント」（福手先生）も踏まえ、適切な維持管理をこれからも続けていくことが求められます。これらの報文が少しでも参考になれば幸いです。お忙しい中、快く執筆依頼を引き受け、寄稿していただいた皆様はこの場を借りて厚く御礼申し上げます。（安川・松本）

機関誌編集委員会

編集顧問

浅井新一郎	今岡 亮司
加納研之助	桑垣 悦夫
後藤 勇	佐野 正道
新開 節治	関 克己
高田 邦彦	田中 康之
塚原 重美	寺島 旭
中岡 智信	中島 英輔
橋元 和男	本田 宜史
渡邊 和夫	

編集委員長

田中 康順	鹿島道路(株)
-------	---------

オブザーバ

山下 尚	国土交通省
------	-------

編集委員

山田 淳	農林水産省
伊藤 健一	(独)鉄道・運輸機構
石戸谷 淳	首都高速道路(株)
松本 久	(独)水資源機構
松本 敏雄	鹿島建設(株)
和田 一知	(株)KCM
安川 良博	(株)熊谷組
渥美 豊	コベルコ建機(株)
富樫 良一	コマツ
藤永友三郎	清水建設(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン(株)
星野 春夫	(株)竹中工務店
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
相田 尚	(株)NIPPO
田岡 秀邦	日本道路(株)
堀田 正典	日立建機(株)
岡本 直樹	山崎建設(株)
中村 優一	(株)奥村組
石倉 武久	住友建機(株)
江本 平	範多機械(株)
京免 継彦	佐藤工業(株)
松澤 享	五洋建設(株)
藤島 崇	施工技術総合研究所

7月号「建設施工の安全特集」予告

- ・「足場からの墜落防止措置の効果検証・評価検討会」報告等
- ・労働災害防止の観点から視る建設施工における安全対策
- ・墜落災害防止のための仮設構造物
- ・巨勢山トンネルでの掘削作業における安全対策
- ・九州新幹線 俵坂トンネル（西）での安全対策
- ・北陸新幹線神通川橋梁での橋梁施工における安全対策
- ・深層混合処理船「ボコム12号」における安全対策
- ・労働安全衛生マネジメントシステム —労働災害・公衆災害の根絶を目指して—
- ・安全建設気象モバイル KIYOMASA の活用
- ・移動式クレーンの施工時安全対策
- ・除雪機械の除雪での安全対策

No.736「建設の施工企画」 2011年6月号

〔定価〕1部840円（本体800円）
年間購読料9,000円

平成23年6月20日印刷

平成23年6月25日発行（毎月1回25日発行）

編集兼発行人 辻 靖 三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 社団法人日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話 (025) 280-0128
中部支部	〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26	電話 (052) 241-2394
関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話 (082) 221-6841
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26	電話 (092) 436-3322

本誌上への広告は (株)共栄通信社までお問い合わせ下さい。

本社 〒105-0004 東京都港区新橋3-15-8 (精工ビル5F) 電話 03-5472-1801 FAX 03-5472-1802 E-MAIL : info@kyoeitushin.co.jp
担当 本社編集部 宗像 敏