

建設の施工企画 10

2012 OCTOBER No.752 JCMMA



多目的自航式起重機船

海洋と海岸施設 特集

- 浮体式洋上風力発電施設の普及促進
- 漁港漁場整備長期計画の概要
- 海洋工事の多様なニーズに応える多目的自航式起重機船
- 法面浚渫ワイドグラブバケットの開発
- ケーソン無人化据付システムの運用とその評価
- 広範囲に杭を保持するパイルキーパー装置
- 一重締切により河川を切り回しながら汐止堰を構築
- GPS・ソナー搭載自律航行無人リモコンボートによる深浅測量
- 塗装工事における設計・施工の留意点
- 三次元VOF法による津波シミュレーション

一般社団法人 日本建設機械施工協会
(平成24年4月1日 団体名称を変更致しました)

平成24年度 建設施工と建設機械シンポジウム 参加のご案内

会 期：平成24年11月 7日(水)～11月 8日(木) (2日間)

会 場：機械振興会館 地下3階研修-1、2号室、B3-2会議室及び地下2階ホール
(東京都港区芝公園3-5-8)

特別講演：「東日本大震災からの復旧、復興への取り組みについてーインフラ整備の視点から見た復旧、復興ー」
復興庁 参事官 尾澤 卓思 様

パネルディスカッション：

「岐路に立つ無人化施工」

○コーディネーター：立命館大学工学部 教授 建山 和由 氏

○パネラー：芝浦工業大学工学部教授 油田 信一 氏、一般財団法人砂防・地すべり技術センター
企画部長 田村 圭司 氏、無人化施工協会会長 植木 睦央 氏、土木学会建設用ロボッ
ト委員会代表小委員長 北原 成郎 氏、国土交通省公共事業企画調整課企画専門官
宮武 一郎 氏

発 表：論文6分野38編、ポスターセッション10編、当協会平成22年度研究開発助成研究成果報告2件
施工技術総合研究所研究発表4編

レセプション：懇親会(2,000円/人) 11月 7日(水) 17:00～

会場：機械振興会館地下3階 レストラン・ニュートーキョー

主 催：一般社団法人 日本建設機械施工協会

後 援：国土交通省、経済産業省、(独) 土木研究所、公益社団法人土木学会、公益社団法人地盤工学会、
一般社団法人日本機械土工協会、一般社団法人日本機械学会、一般社団法人日本測量機器工業会、
一般社団法人日本建設機械工業会、(株)日刊工業新聞社、(株)建設機械新聞社、(有)建設機械新報社、
(株)日刊建設通信新聞社 (順不同)

趣 旨：本協会では事業活動の一環として、毎年、建設機械と施工法に関する技術の向上を図ることを目的
に、日頃の研究・開発の成果を発表する「建設施工と建設機械シンポジウム」を開催して参りました。

協会といたしましては、建設施工と建設機械分野の産学官の専門家相互の情報交換と技術力の
研鑽の場を提供できればと願っておりますので、ご多忙中とは存じますが、是非ご参加いただきますよ
うご案内申し上げます。

内 容：「プログラム」は当協会ホームページをご参照下さい。

参 加 費：会員…2,000円、非会員…3,000円、論文集…2,000円 (税込)

申込方法：別紙「参加申込書」にご記入の上、FAXにてお申込み下さい。

* 申込書は当協会ホームページ (<http://www.jcmanet.or.jp/>) からダウンロードできます。

申込期限：平成24年10月26日(金)

※本シンポジウムは、「土木学会継続教育(GPD)プログラム認定」の申請を予定しております。

問合せ先：一般社団法人日本建設機械施工協会 シンポジウム実行委員会事務局(河田)

〒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

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



平成24年度 建設施工と建設機械シンポジウム 「参加申込書」

下記のとおり「平成24年度 建設施工と建設機械シンポジウム」への参加を申し込みます。

【注意事項】

- この申込書にて5名までの参加者をお申込み頂けますので、社内・部署内等で取りまとめの上お申込み下さい。
- 参加費の「請求書」及び「聴講券」等はお申込者様宛に一括送付致しますので、「聴講券」はそれぞれ参加者にお渡し下さい。
「聴講券」は参加者各自、当日受付にご提出下さい。
- 参加費は「請求書」に記載の銀行口座へ11月 6日迄にお振込下さい(お支払いが会期終了後となる場合は下記の連絡事項欄に予めご記入下さい)。また、当日現金でのお支払いはご遠慮下さい。
- ご記入頂きました個人情報は、当協会のプライバシーポリシー(個人情報保護方針)に基づき適正に管理いたします。当協会のプライバシーポリシーは <http://www.jcmanet.or.jp/privacy.policy.htm> をご覧下さい。

◆シンポジウム参加費

区 分	参 加 費	参加人数	参加費等合計
会 員	2,000 円/人	人	
非会員	3,000 円/人	人	
論文集	2,000 円/部	部	
			円

◆お申込者

官公庁名 /会社名等			
所属部課名			
(フリガナ) 申込者氏名			
住 所	〒		
TEL		FAX	
E-mail			
そ の 他 連絡事項			

◆シンポジウム参加者

No.	参 加 者 氏 名	所 属 部 課 名
1		
2		
3		
4		
5		

第6回 一般社団法人日本建設機械施工協会 研究開発助成対象者の募集について

一般社団法人 日本建設機械施工協会（以下「JCMA」という。）は、第6回研究開発助成対象者を下記のとおり公募します。

1. 実施スケジュール

- (1) 公募期間は、平成24年8月1日から平成24年10月31日までとします。
- (2) 助成対象者の決定は、平成24年12月中旬頃の予定です。
- (3) 助成期間は、助成決定の翌日から平成26年3月31日までです。
- (4) 研究成果報告書を、平成26年6月30日までに提出して頂きます。
- (5) 研究成果報告を、「平成26年度建設施工と建設機械シンポジウム（例年11月中旬頃開催）」で発表して頂きます。

2. 研究開発助成の対象

建設機械及び建設施工に関する技術等の向上と普及を図り、もって国土の利用、開発及び保全並びに経済及び産業の発展に寄与すると考えられる建設機械・施工に関する試験・調査・研究・技術開発であって、以下の要件のいずれかに該当する新規性、必要性又は発展性が高いと判断されるものを助成の対象とします。

- ① 建設機械施工の合理化
- ② 建設機械施工の品質確保
- ③ 建設機械施工における安全対策
- ④ 建設機械施工における環境保全
- ⑤ 建設機械による防災・災害復旧に関する技術の開発
- ⑥ 建設機械施工に関連した社会資本保全技術の開発

3. 研究開発助成の対象者

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

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

4. 申請手続きと注意事項

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

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

5. 申請書に記載された個人情報及びその他技術情報の利用目的について

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

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

これに同意した上で申請を行っていただきますようお願い申し上げます。

なお，研究開発の概要は公開されることを前提に，300～400 字で作成してください。

6. 助成金交付手続き

- (1) 助成が認められた申請者は助成決定通知受領後，JCMA に請書等の手続き書類（様式－2①②③④）を提出して頂いた時点で全額を交付します。
- (2) 助成金は手続き終了後にすみやかに助成研究者の指定する金融機関の口座（助成金振込先通知書（様式－2②）に記載された口座）に振り込みますが，助成金の受け入れ方法については，予め申請書（様式－1①）にも明記しておいてください。

7. その他

採否の理由等に関しましては，お問い合わせに応じかねますので，ご了承下さい。

(参考)	助成実績	
年度	申請数	採択数
平成 19 年度	14 件	2 件
平成 20 年度	8 件	2 件
平成 21 年度	8 件	2 件
平成 22 年度	20 件	2 件
平成 23 年度	22 件	4 件

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館 2 階
 一般社団法人 日本建設機械施工協会 研究開発助成事務局
 担当 鈴木
 TEL: 03-3433-1501 FAX: 03-3432-0289
 ホームページ（実施要綱・様式のダウンロード）はこちらから
<http://www.jcmanet.or.jp/>

増刷出来 !!

建設施工における地球温暖化対策の手引き

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

◇主な内容

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

◇掲載工種

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

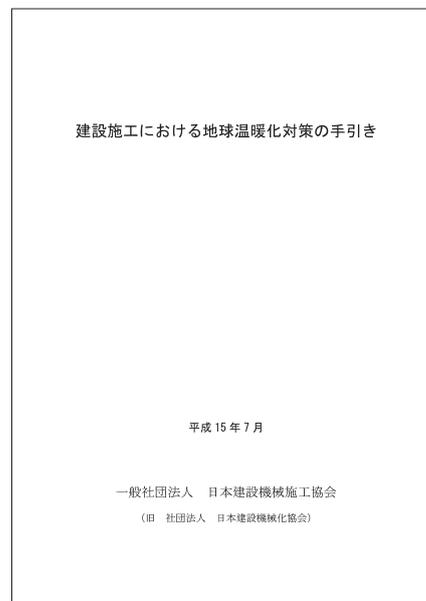
◇体裁・定価

A4判，85頁

定価 会員 1,470円（本体1,400円），送料600円

非会員 1,575円（本体1,500円），送料600円

官公庁（学校関係を含む）は会員価格です。



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

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

◇主な内容

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

◇体裁・定価

B5判，50頁

定価 会員・非会員共 525円（本体500円）



発売中

平成24年度版 建設機械等損料表

- 発刊 : 平成24年4月
- 体裁 : B5判 モノクロ 684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。

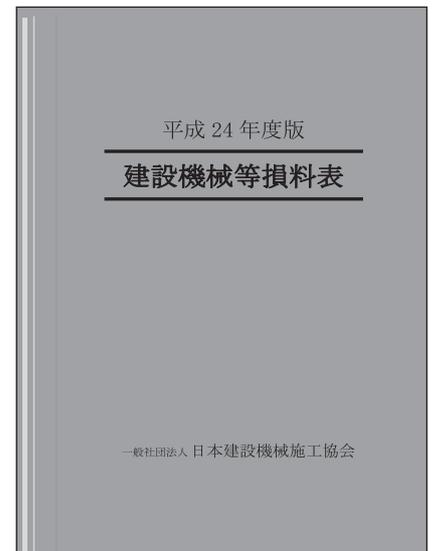
* 沖縄県の方は一般社団法人 沖縄しまたて協会(TEL:098-879-2097)にお申込み下さい。
(沖縄県内送料単価:450円)

■ 内容

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

★参考(平成24年度版の主要改正点)

- ・損料諸数値を全面改正
- ・バックホウの形式名称と分類コードを変更
- ・空気圧縮機(低圧・定置式・レシプロ型)等を削除
- ・かにクレーン、乳剤スタビライザ、多機能型ロータリ除雪車等を追加掲載
- ・その他



一般社団法人 日本建設機械施工協会

◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内 ◆

会費：年間 9,000円

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

★個人会員の特典

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

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非入会下さい!!

◆ 一般社団法人 日本建設機械施工協会について ◆

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

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

■会員構成

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

■主な事業活動

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

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙を使用してください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

TEL:(03)3433-1501 FAX:(03)3433-0401

一般社団法人 日本建設機械施工協会会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会個人会員に入会します。

平成 年 月 日

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

【会費について】年間 9,000円

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

【その他ご入会に際しての留意事項】

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

【個人情報の取扱について】

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

目次

海洋と海岸施設 特集

3	巻頭言 第二期海洋基本計画の策定と海洋の総合的管理の具体化 ……	來生 新
4	浮体式洋上風力発電施設の普及促進 安全確保のため技術基準を制定 ……	瀧澤 尚士
9	漁港漁場整備長期計画の概要 ……	伊藤 敏朗
15	海洋工事の多様なニーズに応える多目的自航式起重機船 CP-5001 ……	廣井 康伸
20	法面浚渫ワイドグラブバケットの開発 可動式ブロックによる法面傾斜角に合わせた浚渫施工 ……	桃田 信弘
25	ケーソン無人化据付システムの運用とその評価 ……………	草刈 成直・加藤 直幸・竹内 克昌
29	広範囲に杭を保持するパイルキーパー装置 着脱式ワイドキーパー……………	宮本 憲都
34	一重締切により河川を切り回しながら汐止堰を構築 斐伊川沿岸農業水利事業 平田船川汐止堰建設工事 ……	浦島 理
41	GPS・ソナー搭載自律航行無人リモコンボートによる深淺測量 ……	木本 慎一
44	塗装工事における設計・施工の留意点 海岸近くの道路橋への Rc-I 塗装系の適用 ……	片脇 清士
50	三次元 VOF 法による津波シミュレーション ……	長谷部雅伸・ファム フック
55	交流の広場 地球深部探査船「ちきゅう」とは? ……	倉本 真一
59	交流の広場 太平洋で発見されたレアアース泥の特長と開発可能性 ……	加藤 泰浩
65	ずいそう 3つの印象的エピソード ……	望月 哲
66	ずいそう タビ たび 旅 ……	高橋 馨
67	平成 24 年度 一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞 受賞業績 (その 2)	
72	CMI 報告 建設材料および施工の各種性能評価試験 ……	谷倉 泉・小野 秀一
77	部会報告 土工機械に関する国際標準化—最近の TC 127 活動状況 ……	標準部会
83	新工法紹介 ……	機関誌編集委員会
88	新機種紹介 ……	機関誌編集委員会
92	統計 平成 24 年度 主要建設資材需要見通しの概要と価格動向 ……	機関誌編集委員会
96	統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移 ……	機関誌編集委員会
97	行事一覽 (2012 年 8 月)	
100	編集後記 ……	(藤永・齋藤)

◇表紙写真説明◇

多目的自航式起重機船「CP-5001」

写真提供：五洋建設(株)

大型の全旋回式起重機を装備し、クレーン作業、浚渫作業(砕岩含む)、魚礁沈設など多彩な作業が可能な自

航式作業船。最新技術を駆使した大幅な自動化の採用により、機動力と安全性を強化した国内初となる大型の多目的自航式起重機船である。

本船は遠隔離島を含む近海区域(A3水域：非国際)での独航が可能であり、52名の居住区を保有していることから、多様な工事を単独で施工可能としている。

情報化施工により東日本大震災の復興を支援

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

まずは、一般社団法人日本建設機械

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

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

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

第6回 日本建設機械施工協会 研究開発助成

建設機械・施工に関する試験・調査・研究・技術開発であって、以下のいずれかに該当する新規性、必要性又は発展性が高いと判断されるものを対象とします。

- ①建設機械施工の合理化
- ②建設機械施工の品質確保
- ③建設機械施工における安全対策
- ④建設機械施工における環境保全
- ⑤建設機械による防災・災害復旧に関する技術の開発

⑥建設機械施工に関連した社会資本保全技術の開発

1. 助成対象者
大学、高等専門学校及びその附属機関、もしくは法人格を有する民間企業等に所属する研究者及び研究グループ
2. 公募期間
8月1日(水)～10月31日(水)
3. 助成決定
平成24年12月中旬

4. 助成期間
助成決定の翌日～平成26年3月31日

詳細問い合わせ先：
一般社団法人日本建設機械施工協会
研究開発助成事務局 鈴木
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
<http://www.jcmanet.or.jp/>

平成24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24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. 申込み方法
所定の受検申込み用紙に必要事項を

記載し、添付書類とともに郵送。
平成24年2月1日から3月30日まで、受検申込み用紙等を含む「受検の手引」一式を当協会等で販売しました。

2. 申込み受付
4月6日；終了
3. 試験日
学科試験：平成24年6月17日；終了
実地試験：平成24年8月22日から9

月9日；終了

4. 合格発表
11月下旬
詳細問い合わせ先：
一般社団法人日本建設機械施工協会
試験部
TEL：03-3433-1575
<http://www.jcmanet.or.jp/>

“災害復興工事”に役立つ情報化施工 講習会

一般社団法人日本建設機械施工協会情報化施工委員会においては、情報化施工を活用した災害に強く信頼性の高い工事の実現、1日も早い復興を願い、復興工事に携わる皆様に具体的に役立つ情報の提供や、導入に際してのお手伝いをいたしたく活動を行っております。その一貫として、“災害復興工事”に役立つ情報化施工の講習会を開催いたします。

復興工事の建設現場管理者様、建設機械オペレーター様には必見です。貴方の望む情報化施工装置を探し出してください！

1. 開催日時：平成24年11月1日(木)
10：00～15：45
2. 場 所：講義：名取市文化会館
小ホール(10：00～12：00)
実技：キャタピラー東北 岩沼ICT
研修センター(13：15～15：15)

3. 定 員：100名
4. 受講料：8,000円(昼食、連絡バス費、消費税込)
5. CPDS：当講習会は、CPDS認定プログラムの登録を行います。
6. 問合せ先：一般社団法人 日本建設機械施工協会 企画部 水口、直塚
TEL：03-3433-1501
<http://www.jcmanet.or.jp/>

巻頭言

第二期海洋基本計画の策定と 海洋の総合的管理の具体化

来 生 新



はじめに

第一期海洋基本計画も計画期間の最終段階になり、現在、第二期海洋基本計画策定のための準備作業が進められている。そのような状況下で、各界から、二期基本計画に盛り込むべき事項の提言も活発に行われつつある¹。筆者はかねてから日本の海洋管理問題の大きな課題が、沿岸域の総合的管理であると主張してきた。沿岸域ないしは海洋の総合的管理は、世界的な海洋管理の中心的概念として各国でさまざまに議論されている。しかし、各国ともにその総論的な議論に留まり、各論への展開・具体化は不十分な段階にある。

沿岸域の総合的管理の概念を各論として具体化することは、一方で、本号の特集企画である「海洋と海岸施設」にも深くかかわると考える。また、わが国の第二期基本計画の重要課題とも考えるので、以下で筆者の考える日本的な総合的管理の具体化について、与えられた誌幅の中でその要点を示すこととしたい。なお、詳細については、日本海洋政策学会の学会誌第2号(近刊予定)で、「海洋の総合的管理の各論的展開に向けて」と題した論文を公表する予定であるので、そちらを参照されたい。

日本における海洋管理の現実と総合的管理の取り組みの具体例

日本の海洋管理の大きな特色は、歴史的に沿岸域のきめ細かな利用がなされてきたことである。それが非常に細かな省庁別、あるいはそれぞれの省庁の課ないしは係別の縦割り管理(そのための法制度の整備)を生み出した。他方、海では、陸域における地方公共団体の長のような、様々な公私の縦割管理を鳥瞰し、その総合調整を行う権限を持つ空間管理者が存在しない。そのために、沿岸域ではいかなる管理主体も存在しない一般海域が存在し、他方で今後開発が本格化する大陸棚や排他的経済水域においては、関連する国内法の適用が前提とされていることもあり、鳥瞰的な視点を持つ具体的な空間管理者が存在しない結果がもたらされる。

このような中で、海洋基本法の制定や第一期海洋基本計画の策定を契機に、わが国でもこの5年くらいの間に、個別に先導的な沿岸域の総合的な管理の試みが行われており、その紹介や事例研究も発表されている²。

最も先進的な事例は、三重県の志摩市における「稼げる、学べる、遊べる新しい里海」をキャッチフレーズとする市長主導の取り組みである。そのほかに、これと正反対の私的な主体である漁業協同組合が、県や市を巻き込んで自らが有する漁業権の区域と密接に関連する海域の総合的な管理に取り組みつつある事例として、岡山県備前市日生漁業協同組合の「海洋牧場」の取り組み事例がある。また、伝統的な公物管理者が狭い意味での法的な管理権限を越えて、自らの管理する海洋空間にある種の総合的管理を行うものと整理しうる新たな公物管理の動きが、3.11の原発事故後の対応の中で生まれつつある。港湾管理者が洋上風力発電の大規模な開発を促進するために、港湾区域を他の関連管理主体や事業主体と協働しつつ、占用を認めるマニュアルが整備された事例がその典型である³。

首長主導型、非権力主体主導型、公物管理者主導型 総合的管理という類型化

筆者はそれぞれに、首長主導型総合的管理、非権力主体主導型総合的管理、公物管理者主導型総合的管理というネーミングを施した。はじめに言葉ありきで、総合的管理の具体化には、それにふさわしい概念を定着させることが重要と考えるからである。

3類型それぞれが固有の特徴を持ち、それぞれに展開の手法や制約を異にする。しかし、今後総合的管理のかなりの部分をこの3類型を軸にして分析することによって、その特徴や課題が明らかになると考える。とりわけ、稠密に縦割り管理が進展しているわが国においては、公物管理者主導型総合的管理に着目し、その展開可能性を検討することは重要と考えるが、与えられた誌幅を超過しつつあるので、その分析は今後の課題としたい。

—きすぎ しん 放送大学 副学長、横浜国立大学 名誉教授—

1 基本法を制定した超党派の議員と学会、経済界、官界のメンバーからなる海洋基本法戦略研究会は、8月31日に野田総理へ「次期海洋基本計画の策定に盛り込むべき重要事項に関する提言」を手交した。提言は1. 広大で豊かな我が国の海域を基盤とした新たな国づくり、2. 安全・安心で元気のある沿岸社会の形成、3. 海洋産業の振興と人材の育成、4. 海洋の安全の確保と海洋外交の推進、5. 海洋に関する施策の総合的推進体制・法制度等の整備を柱としている。<http://www.kantei.go.jp/jp/noda/actions/201208/31kaiyo.html>
<http://blog.canpan.info/oprf/archive/1135>

2 <http://www.sof.or.jp/jp/report/pdf/ISBN978-4-88404-260-8.pdf#search=>沿岸域の総合的管理モデルに関する調査研究¹

3 「港湾における風力発電導入マニュアル」(平成24年4月国交省港湾局、環境省地球環境局)

浮体式洋上風力発電施設の普及促進

安全確保のため技術基準を制定

瀧澤 尚 士

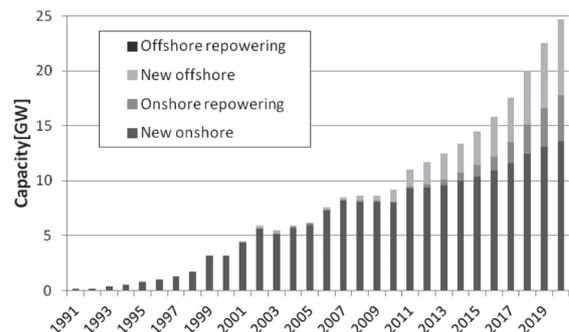
洋上における広大な空間と安定した風環境や我が国の地形上の制約から、浮体式洋上風力発電のポテンシャルは非常に大きく、今後の導入促進が期待されている。国土交通省海事局においては、浮体式洋上風力発電施設の安全確保のための検討を行い、平成24年4月、船舶安全法に基づき構造や設備の要件を定めた「浮体式洋上風力発電施設技術基準」を制定した。本技術基準の制定により、浮体式洋上風力発電施設の設計の際に必要となる技術上の要件を明確にするとともに、長崎県五島市沖の実証研究事業にも適用し、浮体式洋上風力発電施設の安全性を確保しているところである。今後は、安全ガイドラインの策定、国際標準化の主導、洋上大型風車作業船の早期実用化により、関連産業の国際競争力の強化及び浮体式洋上風力発電の普及拡大を促進する。

キーワード：洋上風力発電、浮体式洋上風力発電施設技術基準、国際標準化、安全ガイドライン、安全確保、洋上大型風車作業船

1. はじめに

風力等再生可能エネルギーについては、「新成長戦略」（平成22年6月閣議決定）において「グリーン・イノベーションによる環境・エネルギー大国戦略」の「21の国家戦略プロジェクト」としてその急拡大が位置付けられるとともに、「エネルギー基本計画」（平成22年6月閣議決定）において、「2020年までに一次エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合について10%に達することを目指す」という目標が定められている。また、「東日本大震災からの復興の基本方針」（平成23年7月29日）において風力発電等再生可能エネルギーの導入を促進することとされており、「日本再生戦略」（平成24年7月31日閣議決定）においても洋上風力を中心とした技術開発を加速することとされ、風力発電の導入促進に大きな期待が寄せられている。

特に、洋上は、広大な空間と安定的な風力エネルギーがあること、岸から離れるため騒音の問題が少ないこと、道路等の制約を受けないために大型風車の運搬・設置も容易であること、大電力消費地の近くに建設可能なため、強い電力系統への接続が容易であること等のメリットがある。このため、風力発電事業の大規模化（以下、ウィンドファームという）が陸上と比べて容易となり、欧州を中心に急速に洋上風力発電施設が

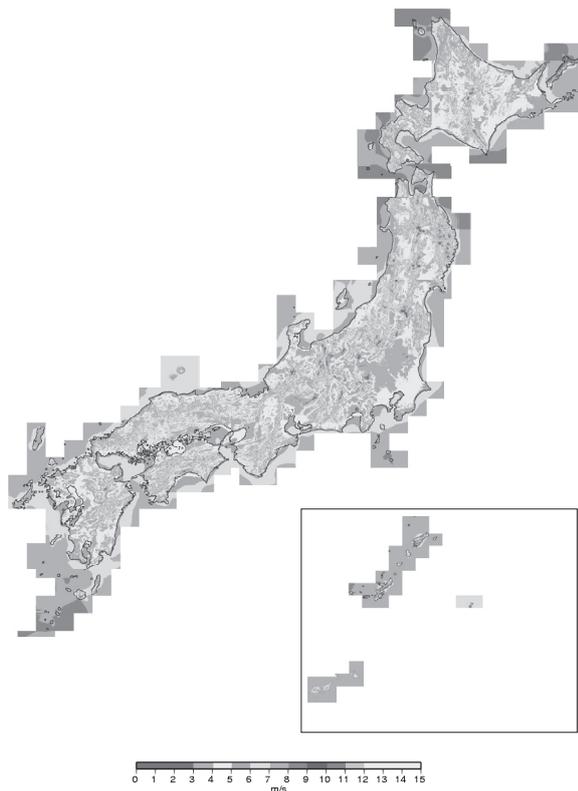


図—1 New annual EU wind energy capacity (1991-2020) ¹⁾

普及拡大していくことが見込まれている（図—1）。

我が国においても、近年の風力発電施設の大型化や風力発電事業の大規模化等により、陸上における風力発電事業の適地の確保が難しくなっており、ウィンドファームの新たな適地として洋上が注目されている。また、平成24年7月より「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」（再生可能エネルギーの固定価格買取制度）が施行されることで、今まで以上に、洋上における風力発電の事業ニーズが高まることが想定されている。

特に、我が国においては遠浅の海域が少ない等地形上の制約から、着床式洋上風力発電に比べ浮体式洋上風力発電のポテンシャルは非常に大きい（図—2）。我が国の海域では、漁場や航路等の社会的制約を考慮しない場合、浮体式洋上風力発電は着床式洋上風力発



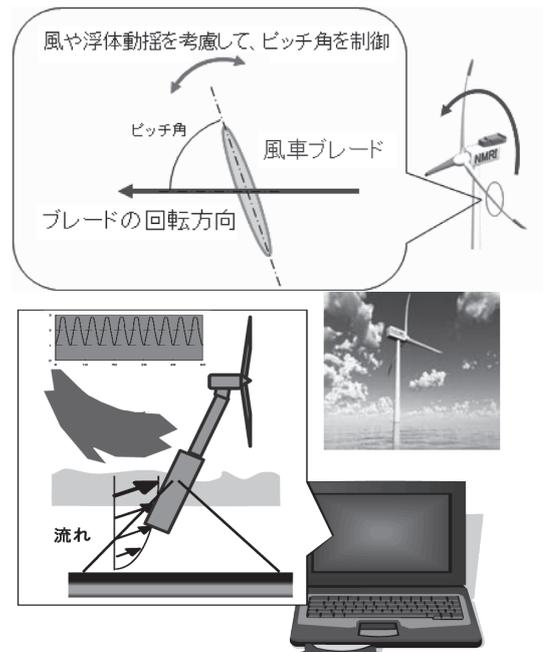
図一2 洋上風力発電のポテンシャルと有望海域（局所風況マップ³⁾より作成。推計条件を年平均風速7m/s以上、水深0-200m、離岸距離を30kmまでとした）

電の約5倍の総発電能力を持つと試算されている²⁾。それを実証するため、我が国では、長崎県五島市沖や福島県沖で浮体式洋上風力発電施設の実証研究事業が行われている。

このような環境の下、国土交通省海事局においては洋上風力発電施設の普及促進に向けて、浮体式洋上風力発電施設の安全確保や洋上大型風車作業船の早期実用化のための検討を行っており、本稿では、これらの取り組みについて紹介する。

2. 浮体式洋上風力発電施設の安全性に関する研究開発

浮体式洋上風力発電の普及拡大のためには安全の確保が不可欠であるが、浮体式洋上風力発電施設は海上に浮遊しており、支持構造、動揺、漂流等の有無等が陸上又は海底に基礎のある風力発電施設とは全く異なるばかりでなく、我が国は台風、地震、津波等他国とは異なる外部条件を有している。したがって、我が国特有の状況を踏まえ、浮体式風力発電特有の動揺の解析方法、制御方法の開発、地震、津波、船舶衝突、係留破損等非常時の安全確保について検討する必要がある（図一3）。さらに、「日本再生戦略」の工程表にお



図一3 浮体式風力発電システムの動揺制御技術イメージ⁴⁾

ける「再生可能エネルギーの普及拡大・産業化」の具体的な取り組みとして、安全の確保等を図るための研究開発支援が明記されており、政府の方針としても安全確保のための検討が重要とされている。

このため、国土交通省では有識者、関係事業者、関係省庁等からなる委員で構成される浮体式洋上風力発電施設の安全性検討委員会を平成23年8月に設置し、浮体式洋上風力発電施設特有の課題である漂流、転覆・沈没等、浮体・係留設備の安全性に関する技術的検討を行っている。

3. 浮体式洋上風力発電施設技術基準の制定

浮体式洋上風力発電施設は、浮体構造物の上に風力発電機等を搭載し、所定の位置に係留して発電を行う施設であり、浮体構造物は造船技術を応用して建造される海洋構造物の一種である。

海洋構造物は石油掘削リグ等として用いられているが、その技術基準は国連の専門機関である国際海事機関（IMO）にて世界統一的な基準が制定されている。一方、陸上風力発電施設や着床式洋上風力発電施設に関しては、国際電気標準会議（IEC）において国際基準が制定されている。

このため、海洋構造物に関するIMOの技術基準及び風力発電施設に関するIEC規格をベースとし、また、浮体式洋上風力発電施設が遭遇し得るリスクについて評価を行い、その安全確保に必要な要件をとりまとめ、平成24年4月23日、船舶安全法に基づき「浮体式洋

上風力発電施設技術基準」を制定した。

本技術基準については、長崎県五島市沖の実証研究事業や福島県沖で実施予定の世界初の浮体式洋上ウィンドファームの事業化に向けた実証研究事業における浮体式洋上風力発電施設に対しても適用し、安全を確保することとしている。

なお、その構成については表一1、主要なポイントの概略については以下のとおりである。

【構造、強度について】

- ①通常の風、波浪のほか、50年間に1度起こりえる暴風、波浪に堪える構造及び強度を有すること。また、地震、津波等を考慮するとともに、浮体構造物と風車支持構造物（タワー）に作用する荷重の連成や風車の翼角制御に伴う浮体構造物の動揺励起を考慮すること。
- ②十分な疲労強度を有すること。
- ③設計上の使用期間を踏まえた適切な腐食対策を講じること。
- ④風や波浪により転覆しないこと（十分な復原性を要請すること）。
- ⑤想定される損傷範囲を設定し、その損傷範囲内において1区画浸水でも浮力、復原性を確保するための構造とすること。

①の要件は、陸上風力発電施設で外力として考慮される風荷重のほか、浮体式洋上風力発電施設として考慮しなければならないものとして、波荷重、波により浮体構造物に作用する荷重と風により風力発電施設からタワーに作用する荷重の連成及び風力発電施設の翼角制御に伴う浮体構造物の動揺励起を規定している。

③の要件は、船舶は一定の期間ごとに造船所にて修繕、メンテナンスを行うのが通例であるが、沖合に設置される浮体式洋上風力発電施設は、一定期間毎に造船所に移動させ、修繕、メンテナンスを行うことが困難であることを考慮し、同様の環境にある海洋構造物の基準をベースに規定したものである。

④及び⑤の要件も浮体式洋上風力発電施設特有の要件として、海洋構造物の基準をベースに規定したものである。特に⑤の要件については、昨年11月ノルウェーの試験機 SWAY が悪天候により電力ケーブル引込みパイプから内部に浸水し沈没した事故を踏まえて、規定したものである。

【係留システムについて】

- ①係留ラインの強度及び疲労強度、海底係留点（アンカーなど）の保持力に対し、安全率を設定。係留ライン1本破断した場合でも1以上の安全率を有すること。

表一1 浮体式洋上風力発電施設技術基準の構成

第1編 総則	第3章 位置保持システム
1. 適用	1. 一般的事項
2. 定義	2. 係留システム
3. 特殊な構造及び設備等	3. 係留解析
第2編 技術基準	4. 係留ライン等の設計
第1章 外部条件	5. 係留機器
1. 外部条件	第4章 設備に関する規則
2. 風条件	1. 艀装等
3. 海象条件	2. 機関に関する設備
4. その他の環境条件	3. 電気に関する設備
第2章 構造に関する規則	4. 防火措置及び消防設備
第1節 材料	5. 昇降設備
1. 使用材料	6. 回転翼航空機着船設備
第2節 荷重	7. その他
1. 一般的事項	第5章 復原性
2. 荷重	1. 一般的事項
3. 設計荷重及び荷重ケース	2. 風による傾斜モーメント
4. 荷重計算	3. 非損傷時復原性
第3節 構造設計	4. 損傷時復原性
1. 一般的事項	
2. 構造配置	
3. 全体強度解析	
4. 構造部材の寸法	
5. 疲労強度	
6. 防しよく措置及び腐食予備厚	

②アンカーチェーンについては、摩耗及び腐食に対する適切な予備代を有すること。

浮体式洋上風力発電施設において、係留システムは極めて重要である。係留が外れ、施設が漂流することになれば、付近を航行する船舶に危険を及ぼすことになり、また、大規模に設置されるウィンドファームにおいて施設の漂流が発生すれば、隣接する施設への衝突から連鎖的な漂流を生じさせることになり、大規模な事故につながる事が考えられる。

このため、係留システムの安全確保は極めて重要であり、長年の実績に裏打ちされた石油掘削リグ等の海洋構造物の基準をベースに規定した。

①については、係留ラインの最大張力に対して安全率を要求するもので、通常の係留ラインが健全である場合に加え、係留ラインが1本破断した場合でも施設の漂流を防ぐため、1以上の安全率を要求している。

②については、海水による腐食や海底接触点における摩耗を考慮し、使用期間を踏まえた適切な予備代を要求するものである。

4. 今後の取り組みについて

(1) 浮体式洋上風力発電施設における今後の取り組み

制定した技術基準は、浮体式洋上風力発電施設単体の安全確保のために求められる性能要件を規定しており、それを満足する手法については事業者委ねられているところである。また、「日本再生戦略」の重点施策においても、洋上風力発電施設の実用化・事業化のために安全ガイドラインの策定等の制度・環境整備を行うこととされているところである。そのため、今後は、船舶の衝突、係留索の破断、漂流等非常時の安全確保の検討を行うとともに、浮体式洋上風力発電施設を的確な安全性と合理性をもって設計出来るよう、技術基準を満たすための具体的な設計手法の指針をまとめた「安全ガイドライン」についての検討を行っていくこととする。

具体的には、例えば「50年間に想定される最大風速に耐えること」という技術基準に対して、安全ガイドラインでは「収集すべき気象データの種類、風の影響を評価するために使用可能な計算プログラム、安全性を確保するための実験の方法」等を定めることとしている。また、経済産業省の浮体式洋上ウィンドファーム実証事業、環境省の浮体式洋上風力発電実証事業の成果も踏まえ、平成25年度までに「安全ガイドライン」を策定し、我が国における浮体式洋上風力発電施設の

普及に向けた安全面の環境整備を行うこととしている。

さらに、前述の通り、陸上風力発電施設及び着床式の洋上風力発電施設については既にIECで国際標準が制定されているものの、浮体式洋上風力発電施設についてはまだ国際標準が存在しておらず、昨年9月よりIECにおいて国際標準化に向けた検討が行われているところである。このため、今般制定した技術基準を基に、浮体式洋上風力発電施設の国際標準化を我が国が主導し、関連産業の国際競争力の強化を図ることとしている。

(2) 洋上大型風車作業船の早期実用化

風力発電施設はその経済的効率性のために年々大型化しており、特に洋上においては輸送上の制約等が陸上に比べて小さいこと等から、洋上風力発電施設は今後5MW以上が主流となってくるものと見込まれる。5MWの風力発電施設の回転翼の直径(130m)は一般的な観覧車の直径(葛西臨海公園の観覧車の直径112m)よりも大きく(図-4)、その設置・メンテナンスのためにはその大きさに対応しうる専用の作業船が必要となる。

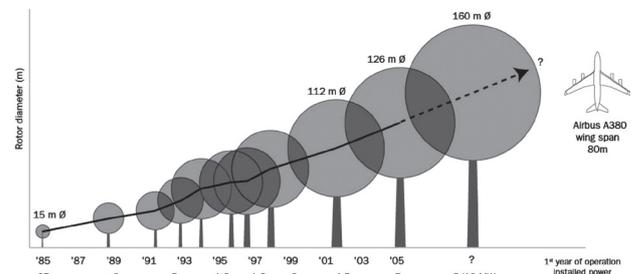


図-4 風車の定格出力及び回転翼直径の変遷、航空機・建築物との大きさ比較⁵⁾

また、洋上大型風車の設置・メンテナンスの費用はライフサイクルコストの約4割を占めるため、風力発電施設のウィンドファームには、大型の風力発電施設を安全かつ効率的に洋上に設置・メンテナンスすることが可能な作業船が不可欠である。

しかしながら、洋上で大型の風力発電施設を組立、設置、メンテナンス可能な作業船はほとんど存在しておらず、世界各国において洋上風車作業船の検討が行われているのが現状である。

このため、洋上大型風車作業船の課題を解決し、早期実用化を図ることが洋上風力発電施設の普及拡大に必要である。

我が国は外洋に面していることから、波のうねりの周期が長く、作業船の船体動揺が増幅される傾向にあ

るなどの特徴がある。我が国において洋上大型風車作業船を早期実用化するためには、我が国の外洋上の厳しい気象・海象条件と深海域での作業を考慮した課題の抽出・整理、克服のための技術的検討等が必要である。例えば、次に掲げるような事項について検討を行うことが必要となってくるものと考えられる。

○位置保持性能の確保

大水深での作業に対応できる位置把握情報精度の確保、船体昇降用ジャッキ等の位置保持性能の検討。

○設置・メンテナンス方法

洋上風車の組立場所、設置場所への輸送方法、メンテナンス方法、設置・メンテナンスの際の風車や作業船への荷重・動揺の検討。

○風車へのアクセス方法

動揺している洋上大型風車へ安全・迅速に乗り移るための方法や装置の検討。

これらの検討を環境省と連携して行い、得られた知見を公表することにより、我が国における洋上大型風車作業船の実用化を促進していく予定としている。

5. おわりに

本稿では、国土交通省海事局が取り組んでいる洋上風力発電の普及拡大に向けた環境整備について紹介した。今後も洋上風力発電の普及拡大のために、関係省庁と連携しつつ、洋上風力発電の普及拡大を推進していくこととしている。

JCMMA

《参考文献》

- 1) EWEA, Pure Power Wind energy targets for 2020 and 2030, 2009
- 2) NEDO, 局所風況マップ, 2003
- 3) NEDO, NEDOにおける風力発電技術開発について, 2010
- 4) 海上技術安全研究所, <http://www.nmri.go.jp/>
- 5) EWEA, Prioritizing Wind Energy Research, Strategic Research Agenda of the Wind Energy Sector, 2005

【筆者紹介】

瀧澤 尚士（たきざわ ひさし）
国土交通省
海事局 総務課 技術企画室
国土交通技官



平成 24 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 680 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。

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

漁港漁場整備長期計画の概要

伊藤 敏朗

漁港漁場整備長期計画は、5年を1期として農林水産大臣が案を策定し、閣議決定することとされており、これまで、平成14年度と平成19年度に策定されている。今回は、平成19年度に策定された長期計画が平成23年度で終期を迎えたことから、東日本大震災を踏まえた漁港漁村の防災対策や安全・安心な水産物を消費者へ提供できるよう漁港の衛生管理対策の推進、水産生物の良好な生息環境空間の創出を目指した水産環境整備の推進などを重点的な課題とした新たな漁港漁場整備長期計画等の概要について報告する。

キーワード：漁港漁場整備、長期計画、東日本大震災、漁港の衛生管理対策、水産環境整備

1. はじめに

平成13年6月の漁港法改正により漁港漁場整備法が制定され、漁港と漁場を一体的・総合的な計画制度の下で、地方公共団体がより主体的に事業展開できるよう見直されたところである。

漁港漁場整備法では、農林水産大臣は、漁港漁場整備事業の推進に関する基本的な方向、漁港漁場整備事業の効率的な実施に関する事項、漁港漁場整備事業の推進に際し配慮すべき環境との調和に関する事項等について定めた「漁港漁場整備事業の推進に関する基本方針（以下、「基本方針」という。）」を定めることとなっている。

漁港漁場整備長期計画（以下、「長期計画」という。）は、基本方針に則して、5年を1期として農林水産大臣が案を策定し、閣議決定することとされている。

漁港漁場整備法の制定後、漁港漁場整備長期計画は、平成14年度と平成19年度に策定されており、平成19年度に策定した長期計画は、平成23年度に終期を迎えることから、新たな長期計画が、平成24年3月23日に閣議決定され公表したところである（ホームページアドレス：<http://www.jfa.maff.go.jp/j/press/keikaku/120323.html>）。

ここでは、新たな長期計画の概要と策定経緯等について報告する。

2. 水産業をめぐる情勢の変化

平成23年3月11日に発生した三陸沖を震源とする東日本大震災の地震・津波により北海道から沖縄県までの太平洋沿岸域において漁船、養殖施設などの水産関係施設が甚大な被害を受けた（表1）。

表1 東日本大震災における水産関係被害

被害額合計：1兆2,637億円（うち7道県：1兆2,544億円）

主な被害	全国		うち7道県	
	被害数	被害額	被害数	被害額
漁船	28,612隻	1,822億円	28,479隻	1,812億円
漁港施設	319漁港	8,230億円	319漁港	8,230億円
養殖関係 （うち養殖施設） （うち養殖物）		1,335億円 (738億円) (597億円)		1,254億円 (719億円) (534億円)
共同利用施設	1,725施設	1,249億円	1,714施設	1,247億円

注1：被害の数値等は平成24年9月11日時点。

注2：被害状況の把握が進めば、数値等は今後も変わる可能性があります。

漁港・漁村については、北海道から千葉県まで大きな被害があり、319漁港が被災し、特に岩手県、宮城県、福島県では、ほぼ全ての漁港が被害を受けた（表—2）。

東日本大震災からの水産の復旧・復興に当たっては、東日本大震災復興対策本部の「東日本大震災からの復興の基本方針」や水産庁の「水産復興マスタープラン」などにに基づき推進しているところである。

一方で、我が国全体の水産をめぐり情勢をみると、一部の水産資源では、低位のものや悪化しているものがあり、漁業就業者の減少や高齢化の進行、沖合・遠洋漁業においては漁船の高船齢化が進むなど、我が国の水産物を供給する力は減退していくことが懸念されている。

また、食生活においては、食品の安全・安心や品質・衛生管理に対する消費者の関心が高まっている状況がある（図—1）。

表—2 東日本大震災による漁港の被災状況

	現有漁港数	被災漁港数
北海道	282	12
青森	92	18
岩手	111	108
宮城	142	142
福島	10	10
茨城	24	16
千葉	69	13
計	730	319

注1：被害の数値等は平成24年9月11日時点。

注2：被害状況の把握が進めば、数値等は今後も変わる可能性があります。

3. 長期計画の概要

(1) 基本方針の見直し

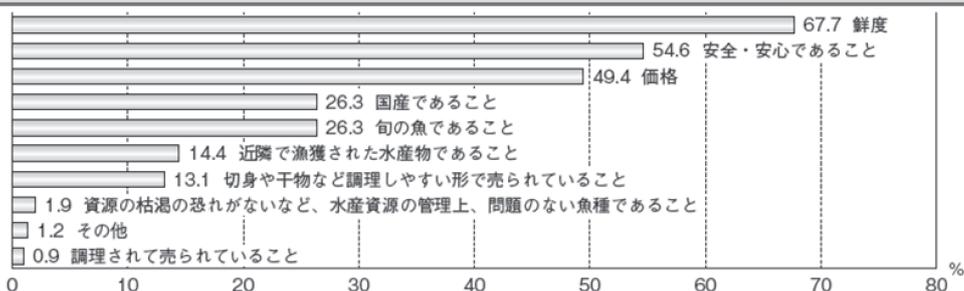
こうした水産をめぐり情勢の変化の中でも東日本大震災の発生は、特に漁港・漁村を中心として非常に広範囲での被害が発生したこと、その被害が甚大であったことから、被災地の復旧・復興の方針を明確にするため、基本方針についても見直しの検討を行った。

基本方針の主な見直しについては、以下のとおりである。

- ①東日本大震災からの漁港・漁村の復旧・復興の方向性を位置づけるとともに、東海・東南海・南海地震等大規模な地震・津波の発生による被害が、今後、予測されている地域における防災対策の強化について位置づけている。
- ②生態系全体の生産力の底上げを目指し、資源管理施策などとの連携を強めつつ、沿岸域や沖合域における水産資源の保護育成などの取組及び環境の保全・創造を積極的に図るため、平成23年度から実施している水産環境整備についての方向性を記載したところである。
- ③漁港漁場整備事業の施工上必要とされる技術的指針に関しては、今後対応が必要となる性能規定化に対応した設計を推進する旨、漁港漁場施設として、衛生管理対策を推進する観点から、荷さばき所の記述を追加している。
- ④再生可能エネルギーについては、地域資源としての活用による漁村のエコ化の推進によるエネルギー使用量の削減、化石燃料使用量の削減等を位置づけている。

こうした見直しを行った結果は、平成24年3月21日（水）にホームページで公表している（アドレス：

農林水産省が消費者を対象として行った意識・意向調査によれば、消費者が水産物を購入する際に重視する項目として、「鮮度」に次いで、「安全・安心」が上位に挙げられている。消費者に対して、安全で信頼できる水産物を供給するため、生産や加工の工程を適切に管理して安全を確保するとともに、その取組について消費者に分かりやすく情報提供することが重要である



資料：農林水産省「食料・農業・農村及び水産資源の持続的利用に関する意識・意向調査」（平成23年5月公表）
注：情報交流モニターのうち、消費者モニター1,800名を対象。回収率は90.3%（1,626名）。

図—1 水産物の購入時に消費者が重視する項目

http://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_hourei/pdf/kihonhoushin120321.pdf。

(2) 長期計画の概要

長期計画は、今後の5年間の漁港漁場整備事業の実施の考え方を示すものであり、実施の目標及び事業量を定めることとなっている。

実施の目標を定めるにあたり、見直した基本方針に即して5年間に重点的に取り組むべき課題、目指す主な成果及び事業量について、以下のとおり設定した(図一2)。

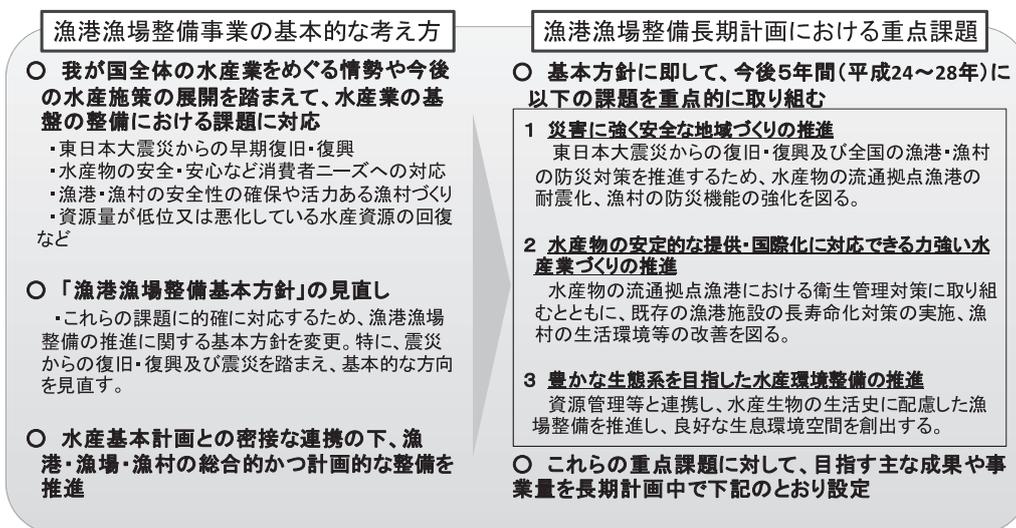
1) 災害に強く安全な地域づくりの推進

東日本大震災からの漁港・漁村の復旧・復興について、計画的に取り組むため、「東日本大震災からの復興の基本方針」、「水産復興マスタープラン」及び東日本大震災復興本部がとりまとめた復興の工程表をもとに目標を明確にすることとした。

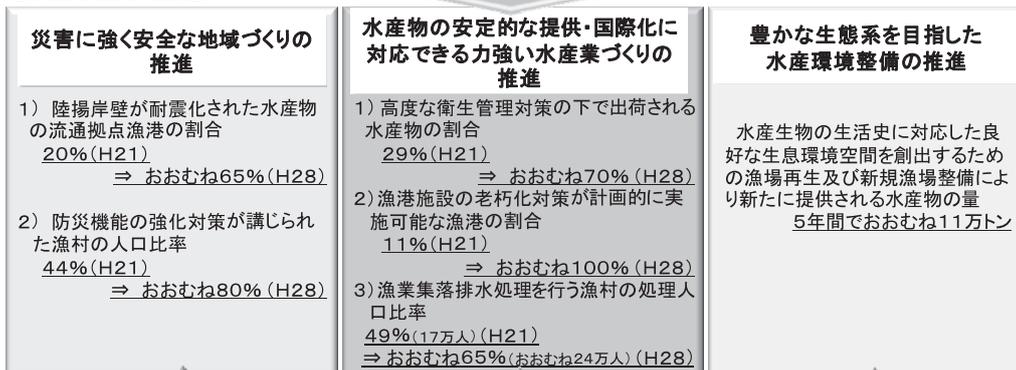
また、全国的な漁港・漁村の防災機能を強化する観点から、漁港の耐震化、漁港・漁村の避難路、避難施設等の整備を推進するよう位置づけることとした。

①実施の目標

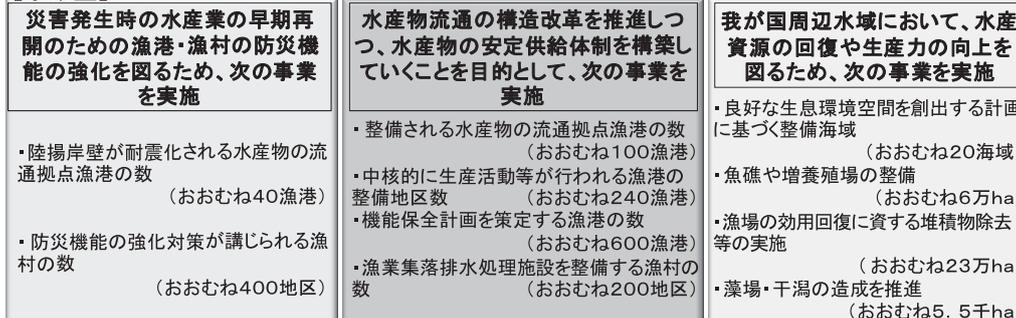
東日本大震災からの復旧・復興及び全国の漁港・漁



【目指す主な成果】



【事業量】



図一2 「漁港漁場整備長期計画」の概要

村の防災対策を推進するため、水産物の流通拠点漁港の耐震化、漁村の防災機能の強化を図る。

②目指す主な成果

陸揚岸壁が耐震化された水産物の流通拠点漁港の割合：20%→おおむね 65%

防災機能の強化対策が講じられた漁村の人口比率：44%→おおむね 80%

③事業量

陸揚岸壁が耐震化される水産物の流通拠点漁港の割合：おおむね 40 漁港

防災機能の強化対策が講じられた漁村の数：おおむね 400 地区

2) 水産物の安定的な提供・国際化に対応できる強い水産業づくりの推進

水産物の流通拠点漁港における衛生管理対策については、前の長期計画に引き続き推進する必要がある。

水産物を安定的に供給していくためには、漁港施設の機能を継続的に保つ必要がある。このため、老朽化した施設を対象として計画的に漁港施設の補修・改修が実施できるよう対策を講じることが必要である。

漁村は、漁業者の生活の場のみならず、漁業活動や魅力的な地域資源を活用した6次産業の取組の場として非常に重要である。しかしながら、依然として生活環境等に関連する施設整備が遅れていることから、漁業集落排水施設や緑地・広場等の施設の整備を推進する。

①実施の目標

水産物の流通拠点漁港における衛生管理対策に取り組むとともに、既存の漁港施設の長寿命化対策の実施、漁村の生活環境等の改善を図る。

②目指す主な成果

高度な衛生管理対策の下で出荷される水産物の割合：29%→おおむね 70%

漁港施設の老朽化対策が計画的に実施可能な漁港の割合：11%→おおむね 100%

漁業集落排水処理を行う漁村の処理人口比率：49% (17万人) →おおむね 65% (おおむね 24万人)

③事業量

水産物の流通拠点漁港の整備数：おおむね 100 漁港
中核的に生産活動等が行われる漁港の整備地区数：おおむね 240 漁港

機能保全計画を策定する漁港の数：おおむね 600 漁港

漁業集落排水処理施設を整備する漁村の数：おおむ

ね 200 地区

3) 豊かな生態系を目指した水産環境整備の推進

水産生物は、産卵場、幼稚仔の育成場、餌場など成長に応じて生息場を移動するため、成長段階に応じて良好な生息環境空間を創出する必要がある。平成 23 年度からこれまでの漁場整備を水産環境整備として取組を始めたところであり、長期計画において位置づけたところである。

①実施の目標

資源管理等と連携し、水産生物の生活史に配慮した漁場整備を推進し、良好な生息環境空間を創出する。

②目指す主な成果

水産生物の生活史に対応した良好な生息環境空間を創出するための漁場再生及び新規漁場整備により新たに提供される水産物の量：5年間でおおむね 11 万 t

③事業量

良好な生息環境空間を創出する計画に基づく整備海域：20 海域

魚礁や増養殖場の整備：おおむね 6 万 ha

漁場の効用回復に資する堆積物除去等の実施：おおむね 23 万 ha

藻場・干潟の造成を推進：おおむね 5.5 千 ha

4. 検討の経緯

漁港漁場整備法では、長期計画の策定に当たっては、水産政策審議会の意見を聴く必要があることから、平成 23 年 8 月、水産政策審議会漁港漁場整備分科会に諮問した後、平成 24 年 3 月に答申が出るまで、5 回の審議を経てとりまとめられた(表—3)。

また、都道府県に対しては、平成 22 年 9 月に長期計画に関する全国説明会を開催するとともに、平成 23 年 10 月から 12 月にかけて地方で 4 回、東京で 1 回漁港漁場整備計画に関する技術検討会を開催した。地方での検討会は、長期計画における検討のテーマを設け、有識者の出席をいただきながら、都道府県の意見、要望等を聴取した(表—4)。

さらに、2 月 17 日から 27 日の間、長期計画と基本方針についてパブリックコメントを求め、長期計画に関して 8 件、基本方針に関して 12 件の意見が提出された。

表一 3 水産政策審議会漁港漁場整備分科会開催状況

年月日	内容等
平成 23 年 8 月 3 日	第 28 回水産政策審議会漁港漁場整備分科会 ○漁港漁場整備基本方針の変更及び次期長期計画についての諮問
11 月 21 日	第 29 回水産政策審議会漁港漁場整備分科会 ○次期長計構成案 ○漁港漁場整備基本方針の変更の視点
平成 24 年 2 月 1 日	第 30 回水産政策審議会漁港漁場整備分科会 ○漁港漁場整備基本方針見直し（素案） ○次期長期計画骨子（案）
2 月 14 日	第 31 回水産政策審議会漁港漁場整備分科会 ○漁港漁場整備基本方針見直し（素案）の修正 ○次期長期計画骨子（案）【数字入り】
3 月 13 日	第 32 回水産政策審議会漁港漁場整備分科会 ○漁港漁場整備基本方針の変更及び次期長期計画についての答申

表一 4 次期漁港漁場整備長期計画に関する技術検討会開催状況

年月日	開催地	主要テーマ
平成 23 年 10 月 13 日	神奈川県横浜市	・漁港の衛生管理対策 ・漁港施設のストックマネジメント
10 月 17 日	広島県広島市	・漁港漁村の防災・減災対策
10 月 19 日	長崎県長崎市	・漁村の振興 ・漁港のエコ化 ・漁港の管理
10 月 27 日	青森県八戸市	・水産環境整備 ・漁港漁村の防災・減災対策 ・被災地の復旧・復興対策
12 月 15 日	水産庁（東京都内）	・総括

5. おわりに

(1) 水産基本計画の見直し

水産に関する各種施策の基本となる「水産基本計画」は、10年程度を見通して策定するものであるが、水産をめぐる情勢の変化及び施策の効果に関する評価を踏まえ、概ね5年ごとに見直し、所用の変更を行っているところである。水産基本計画については、長期計画と同様、前回平成19年度に見直しを行っており、長期計画とともに平成24年3月23日に閣議決定された。この水産基本計画では、「東日本大震災からの復興」、「資源管理やつくり育てる漁業による水産資源のフル活用」、「安全・安心」「品質」など消費者の関心に応えうる水産物の供給や食育の推進による消費拡大、「安全で活力ある漁村づくり」の4つの水産に関する施策についての基本的な方針を掲げ、これらを実現するための水産に関する総合的かつ計画的に講ずべき施策及び水産物の自給率の目標を位置づけている。（ホームページアドレス：<http://www.jfa.maff.go.jp/j/press/kikaku/120323.html>）

(2) 平成24年度予算概要

平成24年度水産基盤整備事業の概算決定額は、
・通常分として、69,048百万円（平成23年度72,367百万円（対前年比95%））
・東日本大震災復旧・復興対策分として、24,967百万円（復興17,792百万円・全国防災7,175百万円）
合計94,015百万円（対前年比130%）である。

なお、東日本大震災による漁港等の甚大な被害を踏まえ、平成23年度一次補正（5,408百万円）及び三次補正（20,232百万円）に続き、災害復旧事業と連携した漁港の復旧・復興を図るため、拠点漁港の流通・防災機能の強化や漁港の地盤沈下対策、漁場の生産力回復のための整備等を実施する（表一5）。

さらに、東海地震、東南海・南海地震対策強化地域等において、地震・津波災害に対する漁港の防災対策の緊急整備を実施する。

このほか、農山漁村地域整備交付金（農水省計上）や地域自主戦略交付金（内閣府計上）を活用し、漁港漁場の整備や漁港漁村の環境整備を実施可能である。また、被災地域においては、東日本大震災復興交付金

表一5 平成24年度水産関係公共事業予算の概要

(金額単位：百万円)

事 項	H23' 当初予算	H24' 概算決定							
		通常分	重点化 措置分	合計	対前年比		被災地	全国防災	被災地・ 全国防災
水産基盤整備事業	72,367	61,990	7,058	69,048	0.95	17,792	7,175	24,967	
直轄特定漁港漁場整備事業	15,474	13,199	1,199	14,398	0.93	1,032	2,051	3,083	
うちフロンティア漁場整備事業	2,540	2,053	-	2,053	0.81	-	-	-	
うち直轄漁港整備事業	12,934	11,146	1,199	12,345	0.95	1,032	2,051	3,083	
水産物供給基盤整備	20,714	20,166	3,459	23,625	1.14	15,297	2,632	17,929	
水産流通基盤整備事業	15,555	12,184	3,459	15,643	1.01	6,200	1,410	7,610	
水産基盤ストックマネジメント事業	4,205	6,405	-	6,405	1.52	-	-	-	
漁港施設機能強化事業	677	1,348	-	1,348	1.99	9,097	1,222	10,319	
漁港関連道整備事業	277	229	-	229	0.83	-	-	-	
水産資源環境整備	32,806	25,193	2,400	27,593	0.84	1,363	2,342	3,705	
水産環境整備事業	9,497	8,140	2,300	10,440	1.10	732	-	732	
水産生産基盤整備事業	23,309	17,053	100	17,153	0.74	631	2,342	2,973	
水産基盤整備調査(直轄・補助)	515	515	-	515	1.00	-	-	-	
作業船整備費	20	18	-	18	0.90	-	-	-	
後進地域補助率差額	2,838	2,899	-	2,899	1.02	100	150	250	
漁港海岸	769	690	-	690	0.90	-	-	-	
海岸保全施設整備事業	656	656	-	656	1.00	-	-	-	
高潮対策事業	616	656	-	656	1.07	-	-	-	
侵食対策事業	40	-	-	-	皆減	-	-	-	
調査費等	113	34	-	34	0.30	-	-	-	
水産基盤・漁港海岸計	73,136	62,680	7,058	69,738	0.95	17,792	7,175	24,967	
災害復旧	1,113	1,113	-	1,113	1.00	7,697	-	7,697	
水産公共事業計	74,249	63,793	7,058	70,851	0.95	25,489	7,175	32,664	

※重点化措置分とは、「日本再生重点化措置」による配分額である。

※計数は、四捨五入によっているので、端数においては合計とは一致しない場合がある。

を活用し、市町村営漁港、漁業集落、漁港環境の整備を実施可能である。

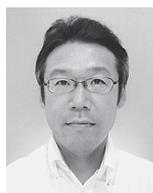
(3) 成果目標の達成に向けて

長期計画の成果目標を達成するためには、都道府県、市町村の漁港漁場漁村関係担当者の皆さんの協力が必要となる。今後、本長期計画を広く周知するとともに、各地で長期計画に基づく事業を推進できるよう対応することとしている。

JCMA

【筆者紹介】

伊藤 敏朗 (いとう としあき)
水産庁 漁港漁場整備部 防災漁村課
課長補佐 (環境整備班担当)
(前) 水産庁 漁港漁場整備部 計画課
課長補佐 (計画班担当)



海洋工事の多様なニーズに応える多目的自航式起重機船 CP-5001

廣 井 康 伸

「CP-5001」は、大型の全旋回式起重機を装備し、クレーン作業、浚渫作業（砕岩含む）、魚礁沈設など多彩な作業が可能で、近海区域を自航できる作業船である。また、最新技術を駆使した大幅な自動化の採用により、機動力と安全性を強化した国内初となる大型の多目的自航式起重機船である。

本船は遠隔離島区域を含む近海区域（A3水域：非国際）での独航が可能であり、52名の居住区を保有していることから、多様な工事を単独で行える。

キーワード：多目的作業船、自航式起重機船、大型全旋回起重機船、海洋土木、遠隔離島、新造船

1. はじめに

現在、港湾および海上空港プロジェクト関連の投資が大幅に減少するなど、厳しい市場環境が続いているが、最近では、国土交通省の新成長戦略において、大水深岸壁を有する大規模港湾施設の新規整備や、既存の港湾施設の延命化、耐震機能向上等のニーズが高まっている。

また、遠隔離島に関しても、海洋資源の開発と有効利用に向け、港湾整備プロジェクトが本格的に動き始めているところである。

このような背景の下、これからの港湾整備事業等を見据え、多様な工事に投入可能な最新鋭の多目的作業船を建造するに至った。

国内の作業船建造実績においては、これほどの自航式で、かつ、大型の起重機船の建造は初の試みである。

2. 船舶安全法施行規則の改正

本船の船型は従来のプッシャーバージ型ではなく、一体型としている。これはプッシャーバージの海難事故の増加に伴い、船舶安全法施行規則が平成15年8月を以て、平水区域を越えて航行するプッシャーバージに対して一体型として取り扱い、構造、設備、乗組員の配乗に係る規則が改正されたからである。そのため、施行日以降の新規建造船においてはこの法律が適用となり、それ以前の建造船においては平成30年7月31日以降に適用となる。

このことから、本船はより大きな耐航性能を有する多目的自航式起重機船として計画され、建造された。



写真—1 航行状況



図—1 航行区域図

3. 主要諸元

①一般

船種：多目的自航式起重機船
 航行区域：近海区域（非国際）
 船級：NK, NS※(CV), MNS※
 用途：作業船

②主要寸法

船体寸法 (m)：90.50(全長)×27.00(幅)×5.00(深さ)
 満載吃水 (m)：3.70
 総トン数：4,801 t

③定員等

船員：12名
 その他乗船者：40名（合計52名）

④主機関，速力等

主機関：4サイクルディーゼル機関（2000 PS）×2台
 速力：最大速力 約12ノット
 満載航海速力 約10ノット

⑤貨物積載甲板

搭載面積：768 m²
 積載重量：2,300 t

⑥荷役装置

主クレーン：全旋回式起重機
 (SKK-50015GDT-L)

駆動：ディーゼル機関（2000 PS）
 吊荷重×作業半径
 主 巻：500 t × 11.0 m（ジブ長さ 25.0 m）
 第一補巻：60 t × 41.9 m（ジブ長さ 35.8 m）

⑦操船装置

推進機：全旋回式4翼可変ピッチプロペラ×2基
 バウスラスタ：ポンプジェット方式（1000 PS）×2基
 オートパイロット機能，定点保持機能装備

⑧浚渫装置

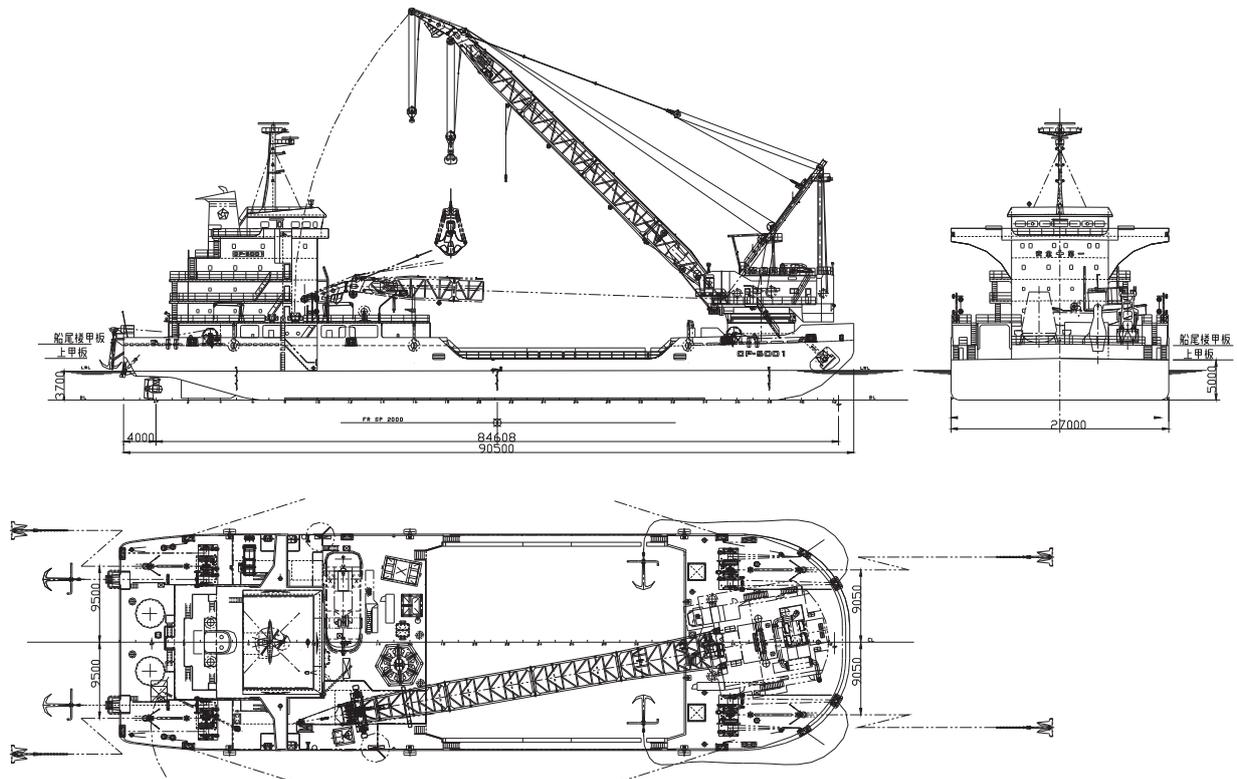
硬土盤用浚渫バケット：6 m³（45 t）×1式
 オレンジバケット：8 m³（38 t）×1式
 砕岩棒：40 t×1式

⑨揚錨兼交通船

総トン数：10 t
 揚錨装置：5 t ウインチ
 航行区域：限定近海（母船周り1海里）及び限定沿海（沿岸5海里）
 定員：11名

4. 本船の特徴

- (1) 大きな耐航性能を有した作業船
 - (a) 最新の自動操縦装置を装備
 - 全旋回式可変ピッチプロペラ推進機2基（写真—2）とポンプジェット方式バウスラスタ2基（写真—3）



図—2 一般配置図



写真一2 推進機（全旋回式可変ピッチプロペラ）



写真一3 パウラススタ（ポンプジェット方式）

をコンピュータ制御し、ジョイスティックシステムによる操船や、船の位置と方向を自動で保持する自動定点保持機能（DPS）を装備している。

また、設定航路上を自動的に航行することが可能なルートトラッキングも装備しており、各操船モードにおいて、最適な翼角、舵角、回転数を自動決定することにより、船の能力を最大限に引き出し、かつ省力化を実現している。

(b) 多目的な作業が可能な船型

浅瀬での作業を可能とするために、自航船でありながら、浅吃水かつ広い貨物積載甲板を持ち、港湾工事に最適な船型をしている。

また、大水深域等での係留索が取れない海域でも、自動定点保持装置を駆使した作業が可能なシステムを搭載している。さらに、自動バラスト制御装置を装備しており、安定した姿勢での高精度な魚礁沈設作業が可能である。また、転船についてもジョイスティックにてスムーズな移動が可能である。

(c) 最大吊荷重 500t のクレーンを装備

国内における起重機船としては、最大級のクレーン（写真一6）を装備している。また、浚渫グラブバケツ



写真一4 操舵室



写真一5 定点旋回状況



写真一6 全旋回式クレーン



写真一7 浚渫装置

トおよび砕岩棒（写真一七）を装備しており、浚渫作業、砕岩作業が可能で魚礁沈設作業などにも対応できる多目的クレーンとなっている。

(2) 最新技術を装備

厳しい施工環境下における施工性、安全面、福利厚生面などの向上を目的に、多彩な新技術を採用している。特に、高速衛星通信を利用した海洋ブロードバンドを採用したことにより、遠隔離島において従来困難

であったTV会議や遠隔監視などの実現が可能となった。

本船に搭載した主なシステムを下記に記す。

- ・自動衝突予防援助装置付レーダ（IMO 基準準拠）
- ・最大 1.0 Mbps の海洋ブロードバンド
- ・TV 会議システム、IP カメラ遠隔監視システム
- ・高精度 GPS による多目的施工管理システム
- ・気象海象情報および航行安全監視システム
- ・安全監視システム



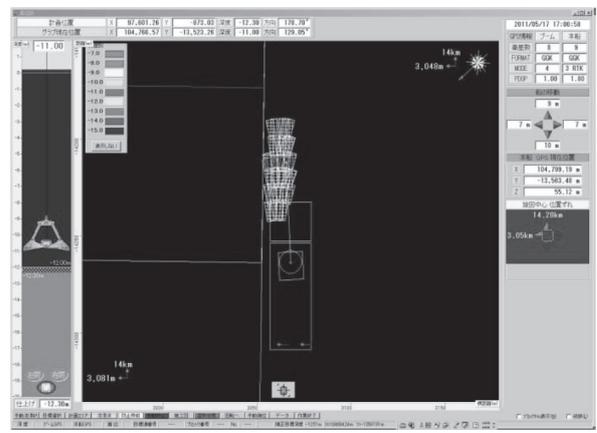
写真一八 ワイヤーロープ遠隔監視システム



写真一〇 IP カメラ遠隔監視システム（機関制御室を含む 3 箇所にて監視）



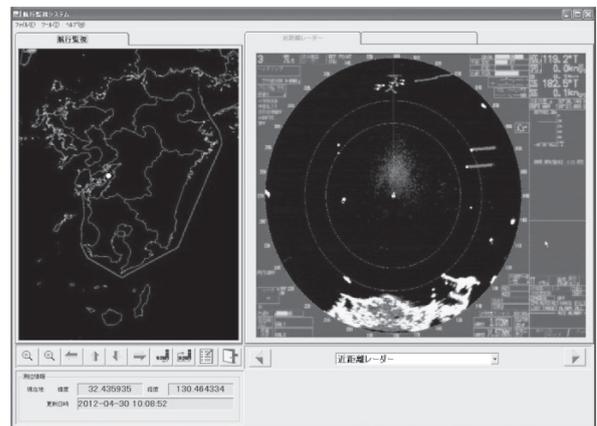
写真一〇 電光掲示板システム



写真一二 多目的施工管理システム



写真一〇 会議室（TV 会議システム）



写真一三 航行安全監視システム

(電光掲示板, ワイヤロープ遠隔監視, 水中転落者早期発見, 貨物積載甲板進入監視)

・船内ネットワーク

5. おわりに

多目的自航式起重機船「CP-5001」は、海洋工事の多様なニーズに応えるべく計画をスタートしたが、従来の作業船の形態とは全く異なる船であるため、船殻構造から艀装品の選定、操船性、耐航性の確保に至るまで、すべての項目において新規の設計であり困難な建造工事であった。しかし、造船所をはじめ各関係者の協力により平成24年5月28日に無事完工に至ることができた。改めて、ご協力頂いた各関係者には、本誌面をお借りして御礼を申し上げます。

また、本船は平成24年6月15日に神奈川県横浜市

の皆さん橋国際客船ターミナルにおいて完成披露式典を行い、大変多くの方々にご来場頂きましたことを、併せて御礼申し上げます。

本船は法律の改正等もあり、業界に先駆けて、従来の作業船とは一線を画した新造船となっている。今後、本船が海洋土木のフラッグシップ的なモデルとなることを期待し、その特徴を十分に発揮させ、社会貢献に寄与していく所存である。

JCMMA

[筆者紹介]

廣井 康伸 (ひろい やすのぶ)
五洋建設㈱
土木本部 船舶機械部
係長



「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、オペレーターなどの現場技術者、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

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

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

法面浚渫ワイドグラブバケットの開発

可動式ブロックによる法面傾斜角に合わせた浚渫施工

桃田 信弘

航路拡幅を行う浚渫や水深の維持浚渫などを行う際、工事区域の端部は土質に応じた法面を形成する。現在、日本の浚渫工事で最も採用されているグラブ浚渫では、階段状に段掘りすることにより法面を形成している。出来形形状が階段状になるため、設計深度を満たすためには余掘量が多くなることから、余掘量の低減と同時に出来形品質の向上を目指し、グラブバケットの傾斜調整ができる法面浚渫ワイドグラブバケットを開発した。この法面浚渫ワイドグラブバケットの機構や実際の浚渫出来形について報告する。

キーワード：浚渫工事，グラブ浚渫，ワイドグラブバケット，法面浚渫，環境対策，バケット傾斜角度調整

1. はじめに

今日の港湾整備工事は、船舶航行の安全と環境対策など、様々な要因に対処した工法が採用されるようになってきた。これらの対策を考え、汚染底泥除去用の特殊密閉型グラブバケット「スーパーグラブバケット」、仕上げ掘り時の薄層浚渫を効率的に行う「ワイドグラブバケット」が、環境負荷低減を優先に考えたグラブバケットとして開発されてきた。法面部については、時間を掛けて段掘りをする事で対応されていたが、階段状の土砂が崩れ、濁り発生などが懸念されていた。土砂の崩れを抑える様に法面部をスロープ状に掘削でき、発生土砂の低減を行うこともできる法面浚渫ワイドグラブバケットを開発した。図-1に法面浚渫ワイドグラブバケットによる、傾斜1:3の掘削状況図を示す。

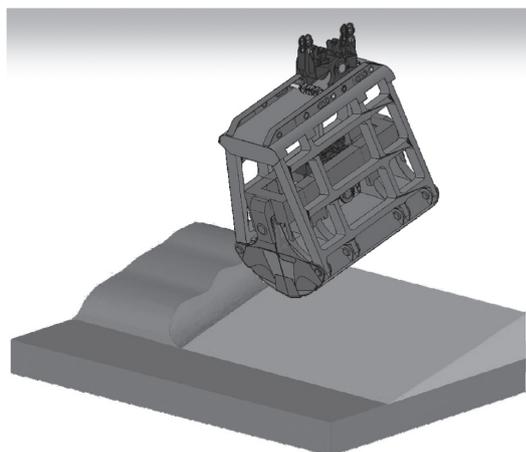
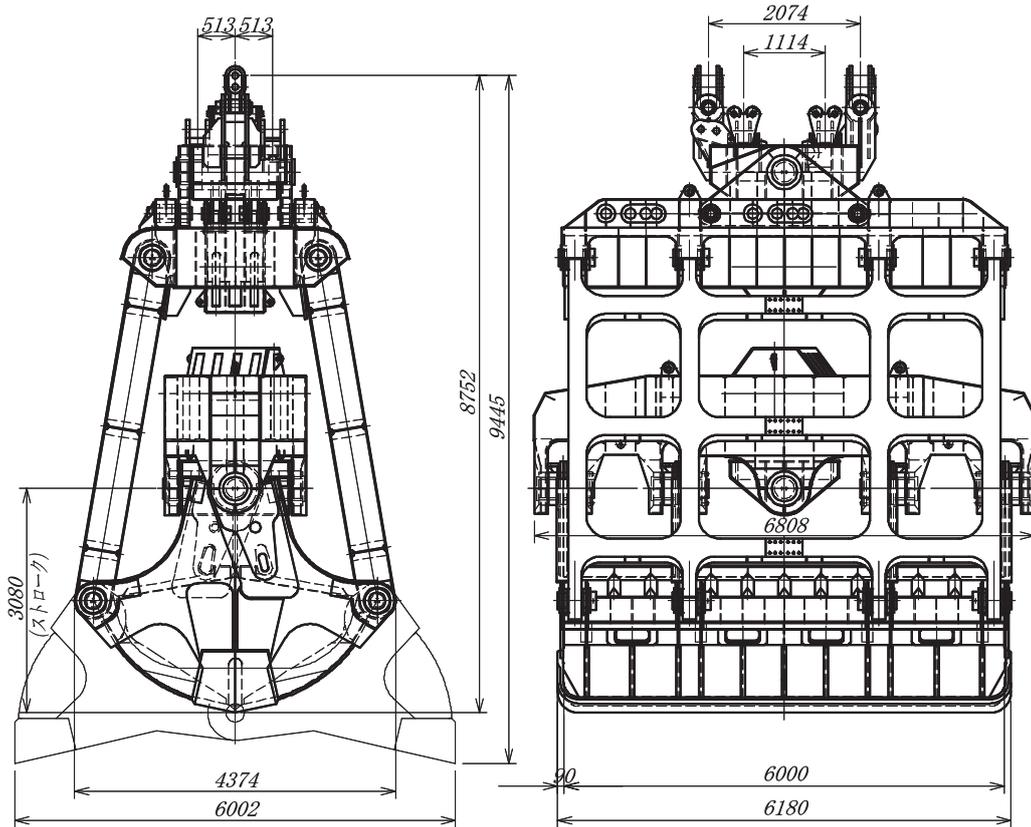


図-1 法面浚渫ワイドグラブバケット掘削状況

2. 法面浚渫ワイドグラブバケットの概要

法面浚渫ワイドグラブバケットは、通常、薄層浚渫を効率的に行える開口面積を有したグラブバケットとして使用し、法面部の浚渫時は設計の傾斜角度に調整して設計通りの傾斜角度で浚渫を行うことができる。開口面積は約 37 m^2 ($6.002 \times 6.180 \text{ m}$) である。調整可能な傾斜は、1:6, 1:5, 1:4, 1:3 である（傾斜1:2の対応機種もある：写真-1）。このグラブバケットは、一般的な大型グラブ船である 23 m^3 級に装着可能であり、汎用性を有した機械である。法面浚渫ワイドグラブバケットは、密閉性も併せ持っており、濁りの拡散を抑制する特徴を有する。そのため、バケット内のエア及び水抜き扉を備え、この扉はバケットが開いている時に開き、掘削完了時には自動的に閉じる構造である。下記にグラブバケットの仕様を示す。また、法面浚渫ワイドグラブバケット外形図を図-2に示す。

容 量	: 25.0 m^3 (P.L)
自 重	: 63.0 t
支持ロープ	: $\phi 52 \text{ mm}$ 2本吊り
開閉ロープ	: $\phi 52 \text{ mm}$ 2×4本掛け
開閉ロープ長さ	: 27.1 m
開閉ロープストローク	: 12.3 m
上部シーブ	: $\phi 1,200 \text{ mm}$ 2枚
下部シーブ	: $\phi 1,200 \text{ mm}$ 4枚



図一 2 法面浚渫ワイドグラブバケット外形図

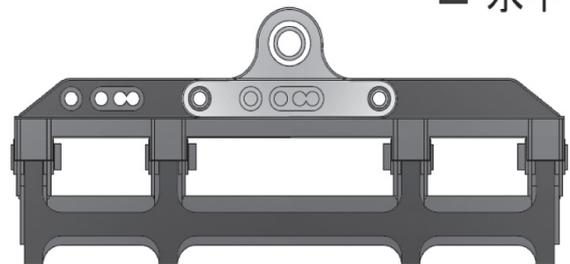


写真一 1 法面浚渫ワイドグラブバケット (傾斜 1:2 対応機)

3. 傾斜機構の原理

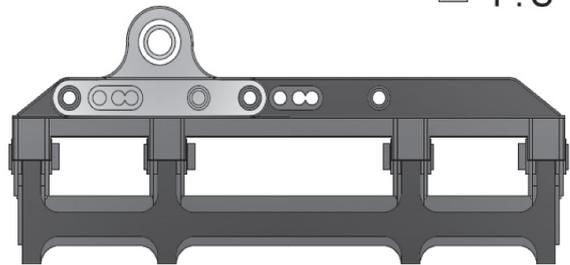
バケット吊り上げ用の可動式上部ブロックを水平方向に移動させ、バケットの吊り位置をバケット中心線上から変心させることで、バケットの傾斜をさせることができる。バケット水平時の上部ブロック軸受位置図を図一 3 に、1:3 の傾斜時の上部ブロック軸受位置図を図一 4 に示す。バケット開閉用シーブはピンで本体部と連結されているため常に鉛直方向に保持さ

■ 水平



図一 3 可動式上部ブロック軸受位置 (グラブバケット水平時)

■ 1:3



図一 4 可動式上部ブロック軸受位置 (グラブバケット 1:3 傾斜時)

れ、開閉用ワイヤも鉛直方向からずれることがなくなり、バケットをスムーズに開閉することができる。水平状態及び 1:3 傾斜状態にした時の可動式上部ブロックと下部ブロックの位置関係を図一 5 に示す。

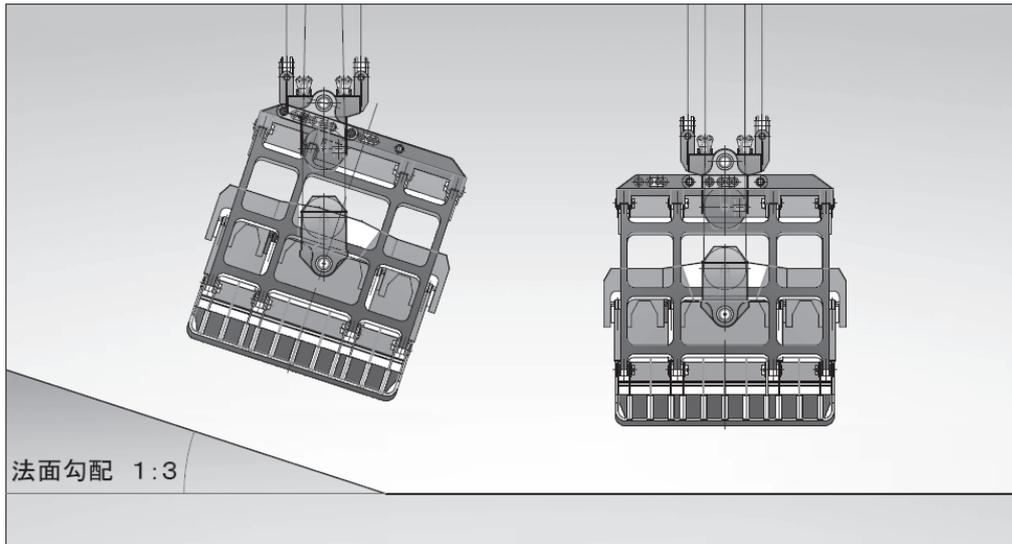


図-5 バケット水平時及び傾斜時の上部ブロックと下部ブロックの位置関係

4. 法面掘削出来形

法面浚渫ワイドグラブバケットは、平成 24 年に完成し、国土交通省近畿地方整備局発注の大阪北港南地区航路（-16 m）浚渫工事（第二工区）で使用された（写真-2）。法面部の掘削深さが 2 m 程度であったため、法面掘削は 1 回の掘削で法面を形成できた。



写真-2 1:3 傾斜時のグラブバケット

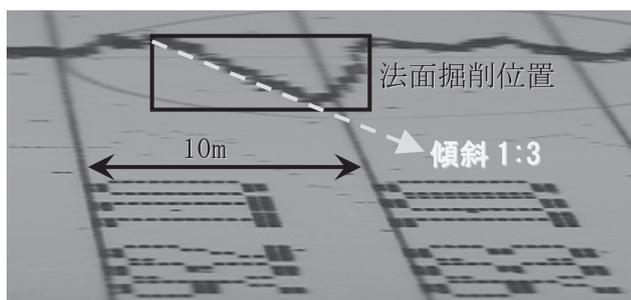


図-6 法面掘削位置音響測深データ

掘削後の音響測深器によるデータにおいて、ほぼ 1:3 の勾配で掘削ができていることが確認できた（図-6）。

5. グラブバケット傾斜調整作業

法面浚渫ワイドグラブバケットの傾斜調整作業は、水平状態から調整する場合、図-7 の作業フローで行う。図-8 に上部ブロック移動説明図を示す。上部ブロックの移動はレバースタック 2 台で行い、上部ブロック軸受固定ピン取り外し、挿入時の上下微調整は油圧ジャッキを使用する。使用する全ての工具及び材料は人力で持ち運びが可能なものであり、傾斜調整

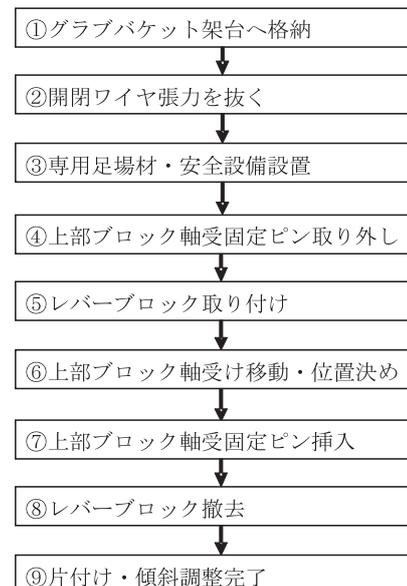


図-7 作業フロー

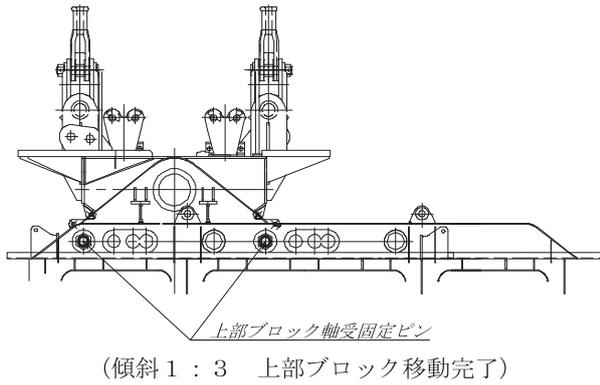
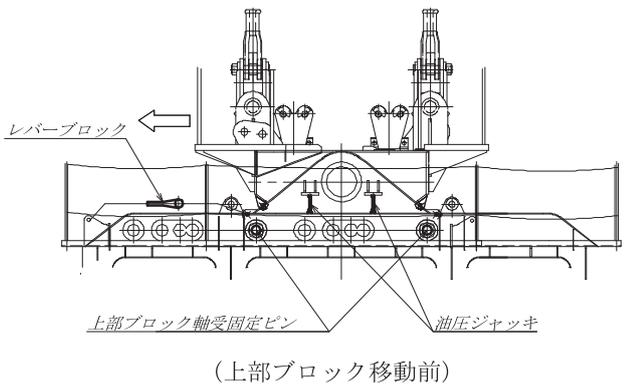


図-8 上部ブロック移動説明図

作業は2時間程度で完了できる。上部ブロック軸受の移動をスムーズに行うため、フッ素樹脂製スペーサを接触面に取り付けている。

6. バケット傾斜による問題点への対策

(1) フッ素樹脂製スペーサ

法面浚渫ワイドグラブバケットは傾斜調整を行うため、通常のグラブバケットに比べて多くのヒンジ部を有する（通常のグラブバケットが10カ所に対し、法面浚渫ワイドグラブバケットは20カ所）。そのため、フッ素樹脂製スペーサを用いた偏摩耗の防止と異音の抑制を図っている（写真-3）。また、グリースの酸

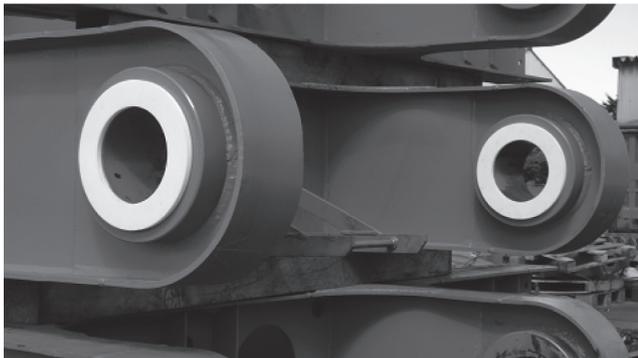


写真-3 ヒンジ部フッ素樹脂製スペーサ

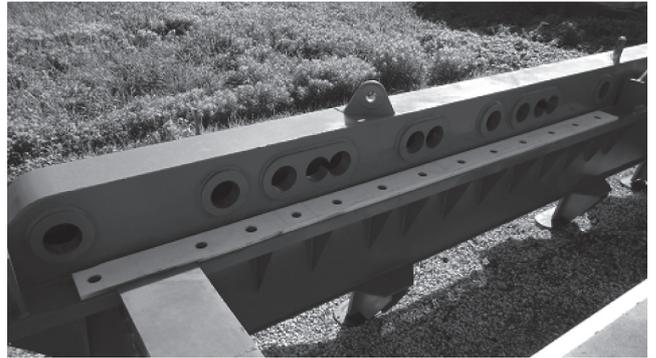


写真-4 滑り面のフッ素樹脂製スペーサ

化による可動不良をなくすことにも一役買っている。フッ素樹脂製スペーサは様々な形状のものがあ、ヒンジ部以外の上部ブロック軸受の滑り面にも採用している（写真-4）。

フッ素樹脂の摩擦係数は、鋼と鋼の摩擦係数（0.35～0.4）に比べ非常に低く、フッ素樹脂とフッ素樹脂で一般的には摩擦係数0.04である¹⁾。

(2) 偏荷重

バケットを傾斜した状態で掘削を行う時、バケット刃先の一方端部のみで土砂を掘削し、グラブバケット内に収まる土の量が一部に偏ることが法面浚渫ワイドグラブバケットにおいては数多く発生することが予想できる。既存のワイドグラブバケットの形状では、大きな偏った力が作用し、シェル部の変形が懸念された。そのため、シェルの耐力を上げる必要があり、アッパーシーブとシェルを接続するロッドフレームを幅広にし、シェルの幅とロッドフレームの幅を同等にした。この対策をすることで、シェルの掘削土砂からの作用点に掛かるモーメントを小さくすることが可能となり、シェルの変形を抑制することができた。



写真-5 上部ブロック運搬状況



写真一六 法面浚渫ワイドグラブバケット組立状況

7. グラブバケット組立・解体・運搬

法面浚渫ワイドグラブバケットは、専用船を持たない場合でも、陸上運搬できるパーツで構成されているため、運搬費を抑えながら、日本全国に運ぶことができる。解体、運搬、組立を繰り返すことを考え、脱着式の安全設備を装備している。写真一五に上部ブロック運搬状況、写真一六に岸壁上での組立状況を示す。

8. おわりに

川の水が海に流れ込む河口付近では、上流から供給される土砂が常時堆積する。この堆積する土砂は、自然環境になくてはならないものであるが、洪水の疎通

能力や航路を維持することも必要である。そのため、土砂の供給による自然環境の保全と土砂撤去を両立する必要がある²⁾。航路などの維持浚渫は定期的に最小限行う必要がある。しかし、浚渫した土砂の処分場所も限定されてきており、浚渫土砂の発生量を減らすことや浚渫した土砂の有効利用などが考えられている。今後、グラブバケットを更に進化させ、水際のインフラ整備に貢献して行きたいと考える。

謝 辞

最後に、本装置の開発・製作並びに工事データの提供にご協力頂いた共同開発者である東亜建設工業株式会社はじめ、関係各位に誌面を借りてお礼申し上げます。

J C M A

《参考文献》

- 1) http://www.md-fluoro.co.jp/products/fluoropolymer/about_polyfulorocarbons/property06.html 三井・デュポン フロロケミカル株式会社ホームページより
- 2) 末次忠司, 藤田光一, 諏訪義雄, 横山勝英 沖積河川の河口域における土砂動態と地形・底質変化に関する研究, 国土技術政策総合研究所資料 第32号, 国土交通省国土技術政策総合研究所, 2002年3月

【筆者紹介】

桃田 信弘 (もまた のぶひろ)
ミノツ鉄工(株)
専務取締役



ケーソン無人化据付システムの運用とその評価

草刈成直・加藤直幸・竹内克昌

近年、建設工事において、陸上工事では施工の省力化・安全性の向上・コスト削減の観点から無人化・自動化システム開発が進んでいる。しかし、海上工事においては気象・海象の自然条件が複雑であることから、いまだに作業員の経験や熟練度による労働力に依存した従来の工法が主流となっている。そこで、ケーソン据付において、注水、誘導、ウィンチ操作を無線化することで遠隔操作が可能な無人化ケーソン据付システムを開発し現場導入を実施した。本稿では本システムを紹介するとともに、そのシステムの運用と評価について報告する。

キーワード：防波堤築造，ケーソン，無線化，無人化，システム

1. はじめに

防波堤に用いられるケーソンは、鉄筋コンクリート製の中空構造の函（はこ）であり、内部は隔壁により区切られた隔室によって構成されている。陸上（もしくはFD上）で製作したケーソンを、浮上・曳航し、あらかじめ築造された基礎捨石マウンド上に据え付ける。所定の据付位置まで曳航するとケーソン上に設置してある操函ウィンチを用いて正確な位置決めを行い、注（排）水ポンプを用いて隔室内にバランスよく注水することで水平性を保ちながらケーソンの据付作業を行う。

ケーソン式防波堤の築造工事においては、厳しい気象・海象条件のもとで施工を行ってきた。特に茨城県鹿島港や鹿児島県志布志港に代表されるような外洋に面した施工では、通常の波浪に加え長周期のうねりによる影響が大きく、そのうねりの状況によって施工は難しさを増す。長周期のうねりや風浪・波浪により、操函ワイヤーの破断によるはねられ事故や、ケーソン動揺による作業員の海中転落が懸念される。それらの事故を未然に防ぐためにはウィンチやワイヤーの周辺での作業の回避や、動揺するケーソン上での作業を極力減らすことが最優先課題である。また、従来ケーソンの据付作業は、熟練作業員の経験と習熟度に依存している部分が大きいため、施工を行う作業員により据付の精度、施工時間にばらつきが生じる。また熟練作業員の高齢化と減少が進む中、ケーソン据付作業を省力化・単純化することによる施工効率の向上が望まれている。

そこでケーソン据付工事において、これらの問題点を解決するため次にあげる2項目を開発目的とした。

- ①作業員の安全確保のため、ケーソン上を無人化できるシステム。
- ②誰でも同じような据付作業を行うことができるように、作業を単純化できるシステム。

本稿では本システムを紹介するとともに、そのシステムの運用と評価について報告する。

2. ケーソン据付管理システム概要

ケーソンの据付の施工フローを図-1に示す。前

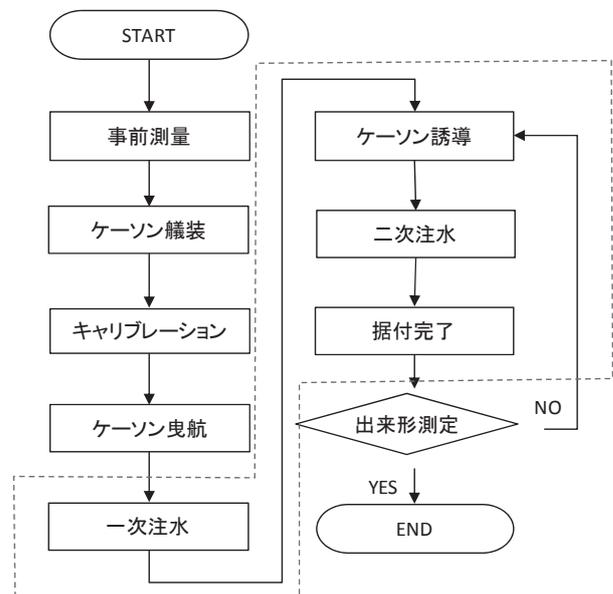


図-1 施工フロー図

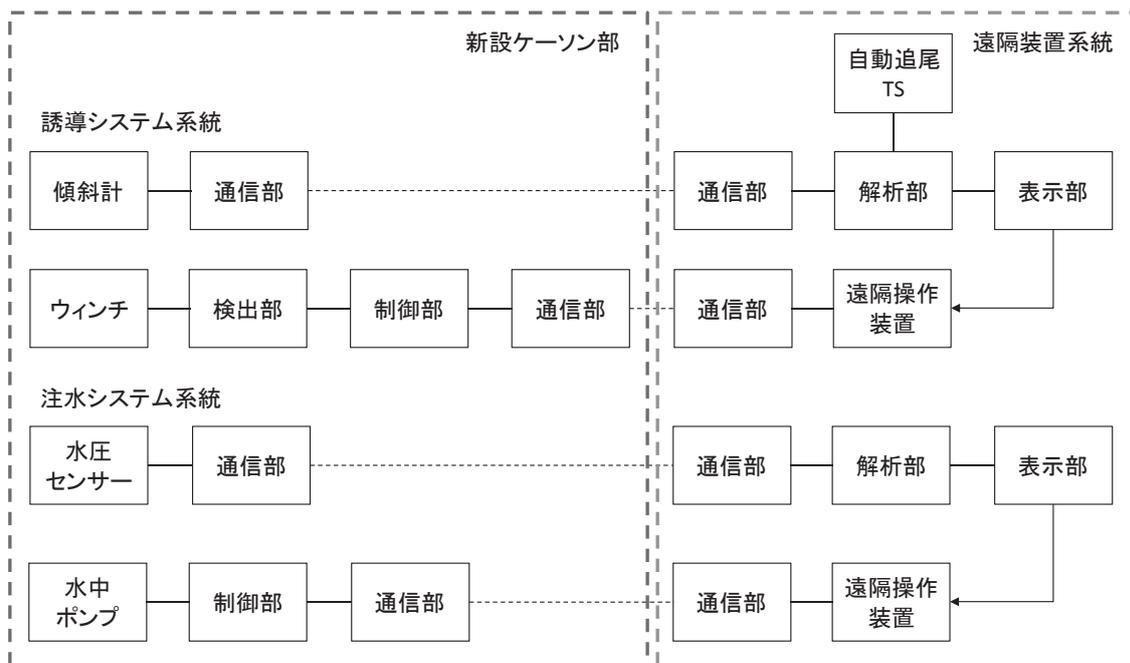


図-2 システムブロック図

述したようにケーソン据付作業において、ケーソン上での作業を極力減らすことが安全性の向上につながることから、図-1の点線で示した範囲において、ケーソン上を無人化し、注水計測、操函作業を遠隔で行うシステムを構築した。またケーソンの据付を行う際、誘導者とウィンチ者の呼吸が合わないと目標位置に正確に据え付けることができない。特に長周期波などのうねりや風浪・波浪によるケーソンの動揺は瞬時に把握する必要がある。開発当初はGPSで計測したが、よりリアルタイム性を追求した結果、自動追尾トータルステーションと傾斜計を組み合わせたシステムで構成した。

図-2に本システムのブロック図を示す。本システムは3つのサブシステムによって構成されている。まずケーソンの注水状況を確認する注水管理システム、続いてケーソンの誘導状況を確認する誘導管理システム、そしてそれらの情報をもとにケーソンの操函を行う遠隔操函システムで構成されている。3つのサブシステムについて以下に紹介する。

(1) ケーソン注（排）水システム

ケーソン注（排）水システムの画面図を図-3に示す。ケーソン隔室に水圧センサーを設置し、注水時における隔室内の水位計測を行う。そのデータをもとに隔室の水位、隔室間の水位差をモニタリングすることができる。また水位差を管理することで水位差によって生じる隔壁部の圧力を低減させることができる。

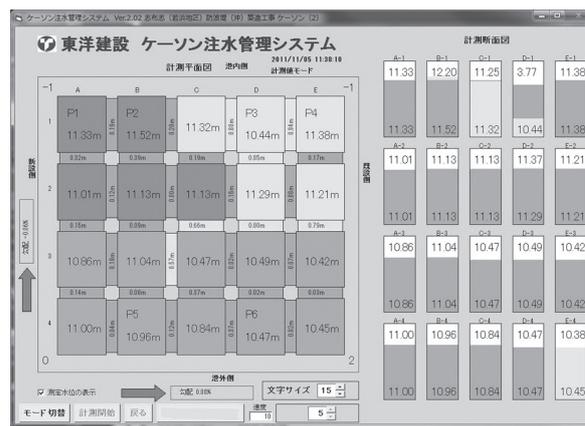


図-3 注水管理システム画面

(2) ケーソン誘導管理システム

ケーソン誘導管理システムの画面図を図-4に示す。自動追尾型トータルステーション2台と二軸傾斜計で構成している。これらの機器でケーソンの位置、ヨーイング・ローリング・ピッチングの三次元形状の

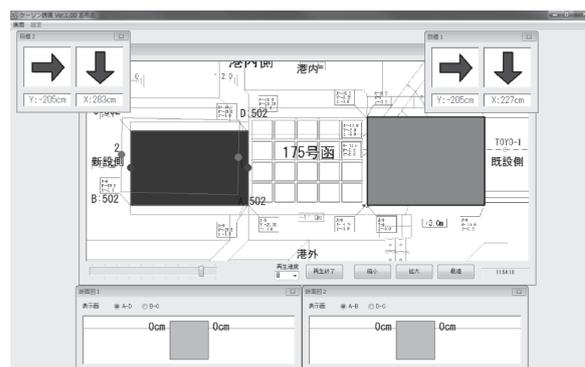


図-4 誘導管理システム画面

計測を行い、ケーソンを三次元誘導することができる。また自動追尾型トータルステーションを用いることで、GPSより精度・反応速度の速い計測が可能となる。

(3) 遠隔操函システム

注(排)水と誘導の情報は無線LANを介して管理室にデータ伝送される。またケーソンの状態等を映したネットワークカメラの映像情報も伝送される。これらの情報をもとに注排水ポンプ、操函ウィンチを無線にて操作し注(排)水管理、誘導据付の制御を行う。

3. システムの安全対策

本システムは、据付ケーソン上を無人化することで作業員の安全確保を図っているが、これまでの作業で作業員がケーソン上にて確認していた項目を遠隔にて同様に監視する構築を有している。つまり何らかの誤作動・誤操作による障害が発生した場合に、常に安全側に制御できる機構を組み込み、以下の対策を施している。

(1) ネットワークカメラの設置

各操函ウィンチや滑車、函体部にネットワークカメラを設置し、ウィンチの巻き状況・ワイヤー張り具合・滑車の動き等を常時監視する。カメラにより撮影された映像はハードディスク内に保存し、挙動の検証に用いる。

(2) ウィンチの過負荷検出装置(自動繰り出し機構付)

ケーソン据付中には、航行船舶による航跡波や太平

洋側沿岸特有の長周期波などによる予測の難しい動揺などにより、操函ウィンチに規定以上の負荷がかかることがある。そのような場合に備え、ワイヤーに一定以上の荷重がかかるとワイヤーを自動で繰り出す機構をウィンチに組み込んだ。これにより操函ワイヤー破断やウィンチの負荷による損傷を防止する。そしてケーソンへの無理な応力がかかるのを防止することができる。

(3) フェイルセーフ対策

注水ポンプ、操函ウィンチを遠隔で操作するため、何らかの影響で無線LANの通信不能やポンプ、ウィンチのサーマルトリップによる異常が発生した場合には、ポンプ、ウィンチを自動停止する設計としている。またその情報を回転灯で外部に視覚で知らせ、遠隔操作場所においてもその状態を把握する。

(4) 無線通信装置の二重化

通信システムの一部に何らかの障害が生じた場合に備え、無線通信装置を2系統装備しており、障害が生じた場合には瞬時にバックアップラインに切り替わる二重化を施している。

4. ケーソン無人化据付システムの導入

本システムを導入してケーソン据付を無人化施工した工事を示す。平成24年4月に志布志港(若浜地区)防波堤(沖)築造工事にて運用した。志布志港は国際バルク戦略港湾(穀物)に指定されており、港の重要性は高く、今後さらなる整備が求められている港湾である。志布志港は九州の南端に位置し、その独特の地

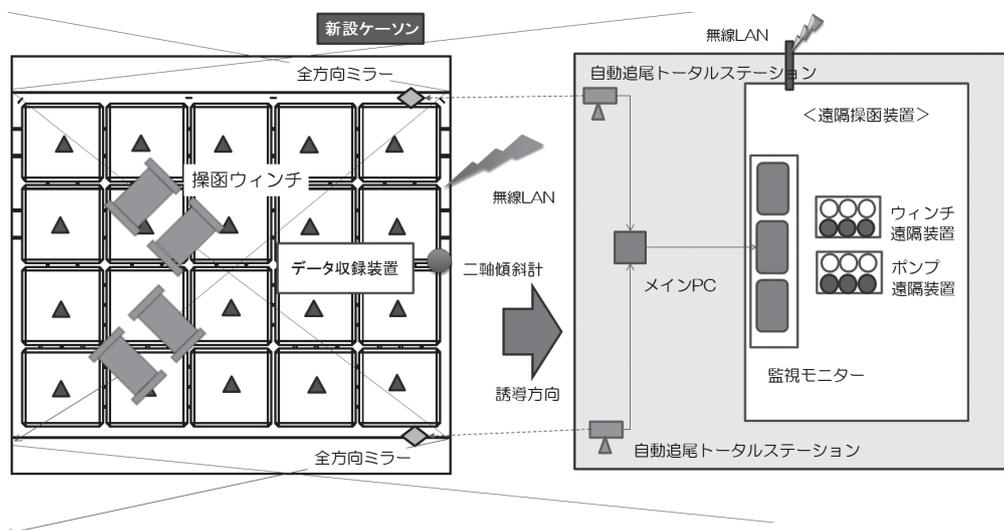


図-5 システム構成図

表-1 気象・海象条件

天気	晴
風速	8 m/s
風向	北東 (陸風)
波高	0.8m

形と太平洋に面した場所であることから、長周期のうねりと独特の波浪が発生する海域であり、ケーソン据付時の動揺が問題となる。施工を行った際の気象・海象条件を表-1に示す。また本工事に導入したシステムの構成を図-5に示す。

5. 運用と評価

志布志港(若浜地区)防波堤(沖)築造工事にて行った施工状況を写真-1に示す。今回導入したケーソン無人化据付システムの運用と評価について以下に示す。



写真-1 施工状況

- ①注水前は、風によりケーソンの揺れが確認されたが、注水を進めていくうちにケーソンは安定した。その際、注水管理システムの利用で、隔壁部に水位差による負荷を与えることなく、注水管理することができた。またケーソンの傾斜状態を把握できるため、水平調整が容易に行えた。
- ②ケーソン位置誘導は、誘導管理システムを用いることで、ケーソンを3次元計測で誘導することができ、高精度で据付が行えた。また位置計測もリアルタイムに測量でき、かつ出来形測量とシステムによる誘導結果にほとんど差はなかった(実測値とシステム値の差±1.5cm以内)。

- ③一次注水からケーソン据付完了まで遠隔操函システムを用いることで、ケーソン上に作業員が立ち入ることなく据付を行うことができた。

6. おわりに

据付時にケーソン上を無人化することで、ワイヤーなどによるはねられ事故を未然に防止することができ、危険作業を回避することができた。またケーソン上を無人化し、作業人員を減らしながら高精度の据付を行えたことで、これまでの施工方法と同様の精度で施工が可能なが確認された。本稿ではケーソン上にウィンチを設置し、そのウィンチを用いて据付を行うアンカーワイヤー方式によるケーソン据付について報告したが、起重機船を用いたケーソン据付を行う際にも、誘導システムを用い、遠隔にてケーソンの状態を把握し、3次元で可視化することで精度良い据付を行ったことを紹介したい。

本システムは、ケーソン据付を行うための情報を可視化し、その情報をもとに遠隔で操作するシステムであるが、波浪による動揺予測などまだ人の目、感覚にたよる部分があるのは否めない。そのため、より人の感覚に近づけるためにも、動揺を予測する手法の開発やその動揺を低減できる手法の開発を進めていき、施工の省力化・安全性の向上・コスト削減に寄与できるシステムの開発が必要と考える。

JICMA

【筆者紹介】

草刈 成直 (くさかり まさなお)
東洋建設㈱
土木事業本部 土木技術部
係長



加藤 直幸 (かとう なおゆき)
東洋建設㈱
土木事業本部 土木技術部
課長



竹内 克昌 (たけうち かつまさ)
東洋建設㈱
土木事業本部 機械部
機械課長



広範囲に杭を保持するパイルキーパー装置

着脱式ワイドキーパー

宮本 憲都

「着脱式ワイドキーパー（以下「本装置」という）」は、起重機でハンマを移動して直接杭を打設するフライングハンマ方式の杭打工事で使用される杭位置保持装置である。本装置は、フライングハンマ方式の特長である高い施工能率を生かすため、杭を広範囲かつ自在に保持できるように設計されている。また、杭打ちを統合的に管理するシステム（以下、杭打ちトータル管理システム）を使用することで、さらに高い施工能率を実現することができる。本稿では、本装置及び杭打ちトータル管理システムの紹介と、これらの装置を使用して施工した「直江津 LNG 受入基地棧橋及び取放水管建設工事」について述べる。

キーワード：杭打ち、全旋回起重機船、フライングハンマ、鋼管杭、パイルキーパー装置

1. はじめに

通常、海上における杭の打設はリーダを装備した杭打専用船で行うが、起重機船を使用したフライングハンマ方式で杭の打設を行うこともある。フライングハンマ方式は、ハンマを起重機で移動させて杭を打設する方法で、起重機の作業範囲内であれば本船を移動させることなく杭を打設することができる。そのため、杭の位置決めを迅速に行うことで施工能率を大幅に向上させることができる。

しかし、フライングハンマ方式による杭の打設は、現状では簡易的な施工方法という位置づけであり、施工能率向上の要となる杭の位置保持装置も、仮設の導材を使用するか、可動領域の小さい簡易的なパイルキーパー装置を使用することが多かった。

本装置は、フライングハンマ方式の利点である高い施工能率を十分に生かすために開発した、新しい杭位置保持装置である。

本稿は、本装置を紹介すると共に平成 23 年より施工を開始した直江津 LNG 受入基地棧橋及び取放水管建設工事における本装置の施工について紹介するものである。

2. 本装置の概要

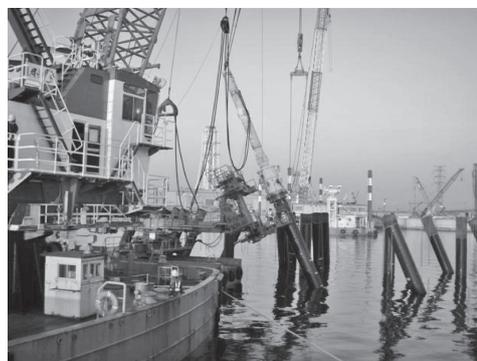
本装置は、起重機船の舷側に連結する台船部、台船上を移動するパイルキーパー装置部、起重機船監視室に設置した遠隔操作装置部により構成されている。

以下に本装置の特長を示す。

- ・起重機船の両舷に連結することができるため、施工条件に応じて左右どちら側でも施工ができる（写真—1）



(a) 右舷連結時



(b) 左舷連結時

写真—1 鋼管杭打設状況

- ・自由度の高い可動機構を備えているため、杭を広範囲かつ任意の位置に保持することができる

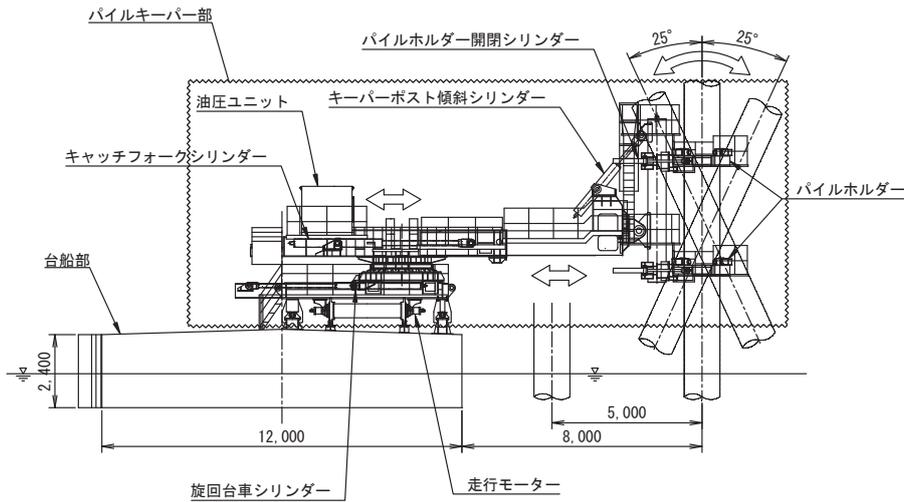


図-1 本装置構成図

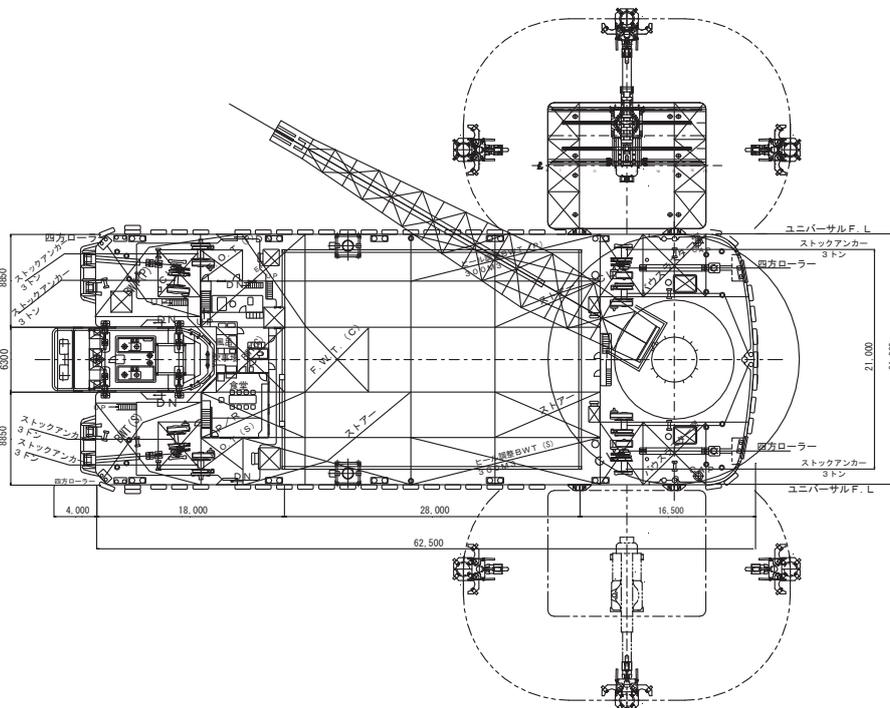


図-2 本装置及び起重機船（翔洋号）連結図

- ・台船部のサイズがコンパクトであるため狭隘な場所においても杭の打設が可能である
 - ・斜杭±25°，鋼管杭径φ1,200 mm までの杭打ち工事に対応できる
 - ・本装置は，起重機船と容易に分離できるため，起重機船や台船へ簡単に積み込むことができる
- 上記より，起重機船の転船回数を大幅に削減することができ，杭の施工能率を向上させることができる。また，サイズが小さいことから狭隘な場所での杭打設工事においても施工性を向上させることができる。

図-1 に本装置の構成図，図-2 に本装置及び起重機船（翔洋号）連結図を示す。

3. 本装置の仕様

(1) 台船部

パイルキーパー装置を搭載する台船部の仕様は以下の通りである。

全長	15.00 m
幅	12.00 m
深さ	2.40 m
計画喫水	1.20 m
バラスタタンク	船首 約 20 m ³ × 4
	船尾 約 20 m ³ × 4
パイルキーパー装置部用レール	2条
パイルキーパー装置走行用ピンラック	12 m × 2条

連結用雄構造

2 箇所

台船部はサイズがコンパクトであるため、狭隘な場所での施工が有利であり、また運搬性も高い。

起重機船との連結部は、雄・雌構造による連結とし、上下方向には拘束せず、右舷・左舷の位置を素早く変更できる構造となっている（写真—2）。



写真—2 連結部

パイルキーパー装置の搭載により発生する傾斜を調整するため、バラストタンクを船体前後に合計 8 箇所設けている。また、パイルキーパー装置が台船上を移動し、重心がずれることで傾斜が発生しても、パイルキーパー装置の可動領域が広いいため、傾斜に対応した杭の保持や打設位置の調整を迅速に行うことができる。

(2) パイルキーパー装置部（写真—3）

パイルキーパー装置部は、鋼管杭を保持するホルダー部、鋼管杭の傾斜調整を行う傾動部、ホルダー部を支え、平面位置を調整するキャッチフォーク部、旋回部、横移動部、走行部から構成され、これら各部を油圧シリンダー、油圧モーターにより駆動させ任意の位置、角度に鋼管杭を誘導できる装置となっている。各油圧シリンダー、油圧モーターはパイルキーパー装置の上部に設置する油圧ユニット及び電磁弁箱により作動させ、起重機船上に設置する遠隔操作装置にて操作を行う構成となっている。以下に各部の仕様を示す。

①ホルダー部

ホルダー開閉シリンダー

 $\phi 125 \times 900 \text{st} \times 2 \text{本} \times 2 \text{段}$

②傾動部

傾斜可能角度 $\pm 25^\circ$ 傾斜シリンダー $\phi 250 \times 1,650 \text{st}$

③キャッチフォーク部

フォーク伸縮シリンダー $\phi 224 \times 2,500 \text{st}$

④旋回部

旋回モーター

二段減速機付油圧モーター

⑤横移動部

旋回台車シリンダー

 $\phi 180 \times 2,500 \text{st}$

⑥走行部

ピンラック & ピンギヤ方式

走行モーター

2 基

走行距離

11 m

⑦油圧ユニット

可変ピストンポンプ 電磁弁式 2 圧 2 容量制御型

AC440V \times 60 Hz 30 kW 水グリコール仕様100/30 ℓ /min, 130/210 kg/cm^2 

写真—3 パイルキーパー装置部

(3) 遠隔操作装置部

遠隔操作装置部は、パイルキーパー装置の各シリンダー・モーターを遠隔操作することができる遠隔操作装置が設置されている（写真—4）。パイルキーパー装置操作者は、後述の「杭打ちトータル管理システム」の画面を見ながらパイルキーパー装置の操縦を行う。



写真—4 遠隔操作装置部

4. 杭打ちトータル管理システム

杭打ちトータル管理システムは、船体・杭位置誘導システムと、杭打設誘導システムの 2 つのシステムより構成される管理システムである。以下にシステムの

概要を説明する。

①船体・杭位置誘導システム

船体・杭位置誘導システムは、船体位置とパイルキーパー装置の概略位置を誘導するシステムである。

GPSや方位計により船体位置情報、パイルキーパー装置の各部センサにより姿勢情報を取り込むことで現在の船体位置・パイルキーパー装置の位置をリアルタイムにモニタリングすることができる(図-3)。

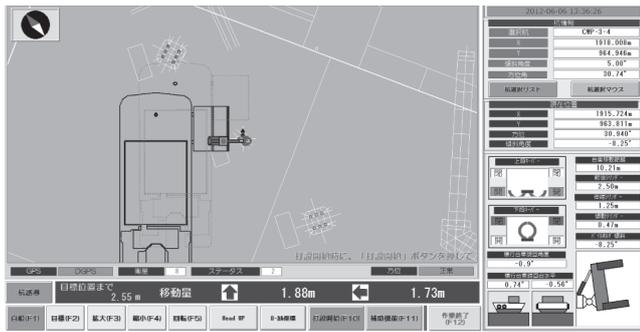


図-3 船体・杭位置誘導システム画面

次の予定船体位置が赤枠で画面表示されており、転船時はその赤枠に船体位置を合わせることで正確な位置に本船を誘導することができる。

②杭打設誘導システム

杭打設誘導システムは、パイルキーパー装置により杭の貫入位置を調整する際に目標となる位置を誘導するシステムである。



(a) 画面1



(b) 画面2

図-4 打設誘導システム画面

岸壁に設置した CCD カメラとトータルステーションを組み合わせた装置2台により、2方向からのリアルタイムな杭の映像と、目標となる杭打設位置のラインが画面表示される(図-4)。この画面はパイルキーパー装置操作者とクレーン操作者が同時にモニタリングすることが可能であり、情報の共有を行うことで迅速な杭位置の調整を行うことができる。

5. 本装置及び杭打ちトータル管理システムを使用した杭打ち工事

図-5に本装置及び杭打ちトータル管理システムを使用した打設の施工フローを示す。

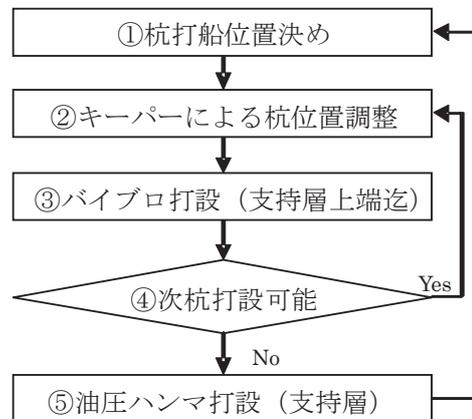


図-5 施工フロー

- ①初めに、船体・杭位置誘導システム画面に従い目標船体位置に船体を合わせる。
- ②杭打船位置決めが終了後、杭打設誘導システムを使用しパイルキーパー装置による杭位置決めを行う。
- ③杭位置が決まればパイプロ打設を開始する。
- ④パイプロ打設が終われば次に打つ杭の位置を確認し、起重機船の移動なしで次の杭が打設可能であれば②③④の工程を繰り返す。



写真-5 油圧ハンマ打設状況

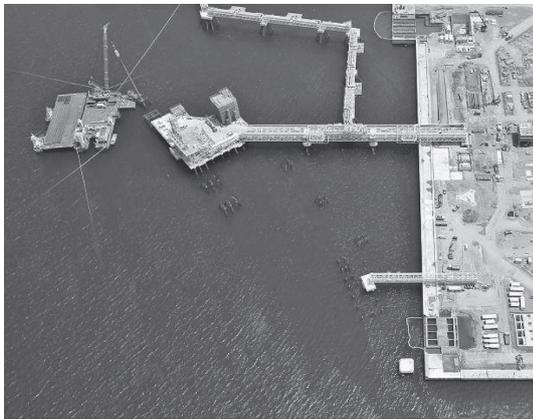
⑤次杭打設に起重機船の移動が必要になった場合、バイプロ打設が完了した杭を油圧ハンマ（IHC-S150）により支持層へ打設する（写真—5）。

上記施工フローのように、数本分のバイプロ打設を纏めて行い、その後ハンマ打設を纏めて行うことで、バイプロヘッドとハンマヘッドの交換ステップが減少し時間を短縮できる。

6. 直江津 LNG 受入基地の棧橋及び取放水管建設工事

①工事名

直江津 LNG 受入基地建設工事 棧橋及び取放水管建設工事



写真—6 工事エリア航空写真

②工 期

平成 22 年 3 月 31 日～平成 25 年 11 月 30 日

③工事場所

新潟県上越市八千浦 12 番

④本年度施工数量

87 本（うち直杭：10 本，5°の斜杭：12 本，20°の斜杭：4 本，25°の斜杭：61 本）

⑤打設杭長

47.5 m 48 m 51.5 m 52 m 52.5 m 53 m 53.5 m

⑥杭径

φ800：12 本 φ900：30 本

φ1,000：38 本 φ1,100：7 本

本年度の杭打ちは昨年度（平成 23 年）に施工した躯体を避けて施工する必要があるため、状況に応じて本装置を翔洋号の右舷側や左舷側に連結して施工を行った（施工期間中計 4 回の連結側の変更を行った）。

表—1 に本現場における打設本数，所要日数，荒天退避を含んだ作業日 1 日あたりの平均打設本数，1 日での最多打設本数，斜杭のみの 1 日での最多打設本数を示す。

表—1 打設記録

打設本数	87 本
所要日数	23 日
平均打設本数（本/日）	約 3.78 本/日
最多打設本数	8 本（直杭 7 本，25°の斜杭 1 本）
斜杭最多打設本数	7 本（25°の斜杭）

本年度の杭打ちに要した日数は 23 日であり，荒天退避を含む作業日あたりの平均打設本数は約 3.78 本である。また，1 日での最多打設本数は 8 本であり，そのうち直杭が 7 本，25°の斜杭が 1 本であった。斜杭のみの 1 日での最多打設本数は 7 本（25°の斜杭）であった。

厳しい条件下での施工ではあったが，当初の予定通り工事を完成させることができた。

7. おわりに

着脱式ワイドキーパーは，フライングハンマ方式の杭打ち工事において高い施工能力を得るために開発した装置である。今回，直江津 LNG 受入基地棧橋及び取放水管建設工事において，その施工能力を確認できたことは，大きな収穫であったと考えている。

本装置の能力を向上させるため更なる改良を進めていきたいと考えている。

謝 辞

最後に，本装置を実際に使用する機会を与えて下さった国際石油開発帝石(株)殿，並びにご協力頂いた関係各位に誌面を借りて御礼申し上げます。

JICMA

【筆者紹介】

宮本 憲都（みやもと けんと）

信幸建設(株)

機電工事部 電気課



一重締切により河川を切り回しながら汐止堰を構築 斐伊川沿岸農業水利事業 平田船川汐止堰建設工事

浦 島 理

平田船川汐止堰は、堰長 107.5 m のゴム引布製起伏堰であり、2 年強にわたり非出水期に半川締切工法により河川を切り回しながら施工した。本稿では、施工方法を中心に、異常出水時の対応や環境対策についてもあわせて報告する。

キーワード：堰、半川締切工法、非出水期、一重締切、中層混合処理工法、異常出水

1. はじめに

島根県出雲市内の斐伊川沿岸地区は斐伊川下流域の出雲平野に位置し、約 3,700 ha からなる県下有数の農業地域である。栽培されている農作物として米、ブロッコリー等の野菜類やシクラメン等の花き類があげられる。本地区の農業用水は主に斐伊川水系に依存し、取水口をはじめとする農業水利施設は昭和 10 年代～30 年代を中心に整備されてきたが、近年は農業用水の不足や水利施設の維持管理の問題も発生している。

これらを総合的に解決するため、農林水産省中国四国農政局では平成 17 年より斐伊川沿岸農業水利事業として、取水口および用水路等の改修事業を展開している。

本工事は、その中の一環として、宍道湖にそそぐ一級河川平田船川の河口にある老朽化が著しい旧汐止堰の上流側に「平田船川汐止堰」を改築するものである。工事は 2 年を費やし、改築した汐止堰は平成 24 年 4 月から供用が開始された。これにより平田船川への宍道湖からの塩分遡上を防止できるようになり、農業用水の安定的な確保や農作物の生産性の向上が期待されている。

2. 工事概要

(1) 工事概要

発注者：農林水産省 中国四国農政局
 工事名：斐伊川沿岸農業水利事業 平田船川汐止堰建設工事
 工事場所：島根県出雲市平田町および園町地先
 工期：平成 21 年 9 月 8 日～平成 23 年 11 月 1 日

(2) 平田船川汐止堰仕様

形式：フローティングタイプ全可動堰(写真—1)

堰長：107.45 m

水位調整ゲート径間 15.0 m × 1 門 (2 段式ローラーゲート)

洪水吐ゲート径間 44.275 m × 2 門 (ゴム引布製起伏式)

堰柱 4 基 (基礎構造：地盤改良基礎 (右岸側)、碎石基礎 (左岸側))

魚道：2 箇所 (フロート昇降式ローラーゲート)

管理橋：橋長 14.6 m (プレテンション方式 PC 単純中空床版橋)



写真—1 完了全景

図—1 に施工フロー、図—2, 3 に堰体構造図、表—1 に主要工事数量を示す。

3. 半川締切工法による施工フロー

本工事は進捗に合わせて 1 期と 2 期に分かれており、河川を半分ずつ締め切り、堰を構築するため、河積が半分程度となる。そのため、工事期間は非出水期であ

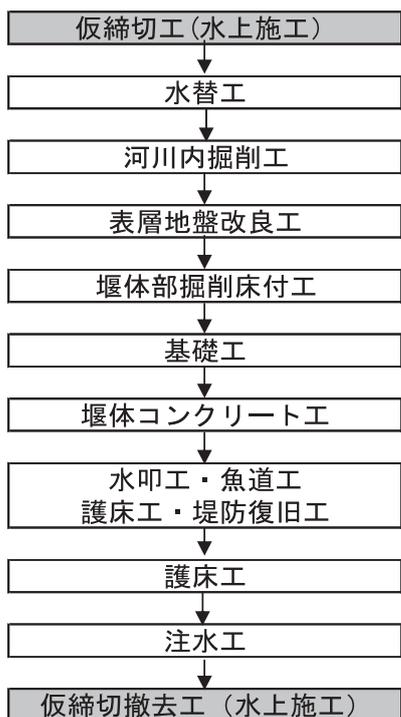


図-1 施工フロー図

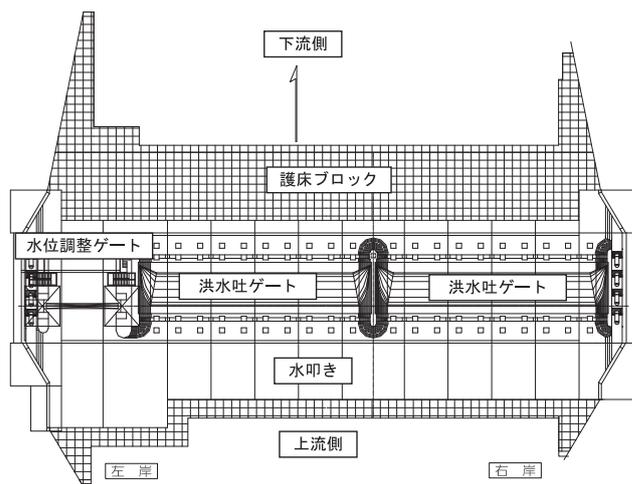


図-2 堰体構造図 (1)

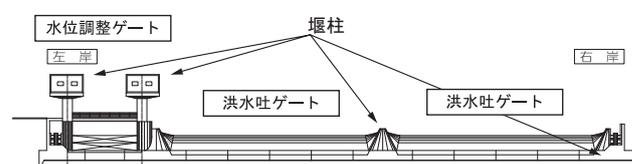


図-3 堰体構造図 (2)

表-1 主要工事数量

工種		仕様	単位	数量
土工	掘削工		m ³	31,220
	埋戻・盛土工		m ³	13,530
基礎工	地盤改良工	中層混合処理工法	m ³	15,169
本體工	堰体工	鉄筋コンクリート	m ³	6,640
	水叩き工	鉄筋コンクリート	m ³	858
	取付擁壁工	鉄筋コンクリート	m ³	512
	護床工	護床ブロック 3t級	m ²	2,032
	管理橋工	プレテンション方式 PC 単純中空床版橋	m	14.6
	護岸工	無筋コンクリート	m ²	925
	操作室工(建築工事)	鉄筋コンクリート造(壁式)	棟	2
仮設工	仮締切工 1期(右岸側)	鋼矢板Ⅲ・Ⅳ型 L = 10.5 ~ 13.5 m	枚	486
	仮締切工 2期(左岸側)	鋼矢板Ⅲ・Ⅳ型 L = 4.2 ~ 13.5 m	枚	472



写真-2 1期(右岸側) 工事施工完了



写真-3 2期(左岸側) 工事施工状況

る10月21日から翌年6月25日までの8カ月間に制約されている。1期工事では右岸側を自立式鋼矢板による一重締切により締め切り、ドライ掘削した後、堰

を構築した(写真-2)。2期工事では左岸側を同様に締め切り、残り半分の堰を構築した(写真-3)。

4. 仮締切工

仮締切工事は水上からの施工となるが、下流側の旧汐止堰が支障となりクレーン船が進入できない。そのため、陸送したユニフロートを現場内で組み立て、その上にクローラクレーンを搭載したクレーン付台船を採用した。

1期工事の鋼矢板打設は当初「ウォータージェット併用パイロハンマー工法」にて実施した。しかし、鋼矢板は泥岩層に最大6m程度打込む必要があるため、打設に多くの時間を要した。特に上流側においては、計画10枚/日に対し4枚/日程度にまで出来高が落ち込み、大幅な工程遅延が懸念された。そこで泥岩層のN値が高い上流側についてはオーガによる先行掘削を行う「オーガ併用圧入工法」に変更した。また、2期工事も同様の懸念があったため、1期工事の鋼矢板打設完了後、試験施工を6地点で実施し、打設工法を「オーガ併用圧入工法」に変更した(写真—4)。



写真—4 鋼矢板打設（オーガ併用圧入工法）

5. 河川内掘削工

(1) 仮締切変形に伴う押さえ盛土の実施

「オーガ併用圧入工法」では鋼矢板根入部の地盤を乱すため、頭部変位の増大が懸念された。そこで仮締切の頭部には点検足場を設け、動態観測を強化した。

1期工事において水替え後、計画河床(HP-2.5m)まで掘削したところ、頭部変位量が最大で348mmとなり、設計で想定される変位量(277mm)を超えた。さらに変位量が増大傾向にあったため、工事を一時中断し押さえ盛土を実施し、変位量の増大を抑えた上で堰を構築した(写真—5)。また、2期工事についても同様の対策を実施した。

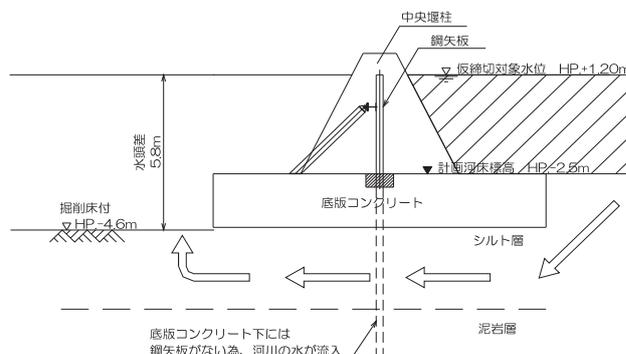


写真—5 押さえ盛土

(2) 仮締切内部への漏水防止対策

鋼矢板継手部からの漏水対策として膨潤止水材を継手両面に塗布した。塗布はむらがないよう搬入前に鋼材リース工場内で行った。塗布部は水に浸漬すると膨張する性質を有しており、これにより継手部から仮締切内への漏水を防止した。

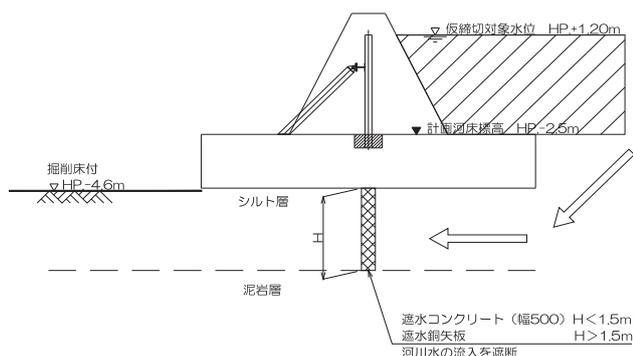
また、2期工事の仮締切の一部は1期工事で施工した堰柱や水叩きを利用する計画であった。しかし、2期工事時に1期で施工した構造物の底板下面から締切内に河川水が流入する懸念があった。そこで浸透路長の検討を行った結果、必要浸透路長が確保されておらず、河川水が締切内に流入することが判明した。図—4に逸水の発生メカニズムを示す。そこで逸水対策として1期工事の中央堰柱や水叩き施工時に遮水コンク



図—4 逸水発生メカニズム図



写真—6 遮水鋼矢板打設



図一5 逸水対策図

リートおよび遮水鋼矢板の打設を実施し、2期工事時における1期で施工した構造物側からの河川水の流入を防止した(写真一6)。図一5に逸水対策断面を示す。

6. 基礎工

1期工事においては、堰体コンクリート基礎直下が最大3m程度の深度までN値3未満の軟弱地盤であったため、中層混合処理工法による地盤改良を実施した(写真一7)。改良材はセメント系固化材を用い、添加量は75～215kg/m³とした。また、支持地盤である泥岩層が右岸側では大きく褶曲していたため、地盤改良の施工前にボーリング調査や簡易貫入試験を実施し、その結果に基づいて改良深度を定めた。



写真一7 地盤改良状況

7. 堰体コンクリート工

堰柱の寸法は下端で幅が最大7m、長さが20m程度であるため、マスコンクリートに該当する(写真一8)。堰柱については外部拘束によるひび割れ、また底版については内部拘束によるひび割れの発生が懸念されたため、3次元FEM温度応力解析の結果に基づき以下の対策を実施し、有害なひび割れの発生を抑制した。



写真一8 堰柱コンクリート脱型後

(1) セメント種類の変更

セメントについては設計仕様である高炉B種から普通ポルトランドセメントに変更し、混和材としてフライアッシュを使用することで、コンクリートの発熱

表一3 フライアッシュを使用したコンクリートの特長

		特長
フレッシュ時	ワーカビリティ	フライアッシュの粒子が球状なので、作業性が良い。
	水和熱	発熱量が小さい。
強度	長期材齢	十分な湿潤養生を行うことで、長期にわたって強度が増加する。
耐久性	水密性	91日以降、著しく向上する。
	アルカリ骨材反応性	抑制効果がある。
	乾燥収縮	小さくなる。

表一2 コンクリート配合

呼び名	水結合材比 W/(C+F) (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
			水 W	セメント C	混和材 F	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 AE
				普通ポルト ランドセメント	フライアッシュ II種	加工砂	碎石 4005	AE減水剤
24-8-40N	49	41.2	156	254	64	727	1078	3.18

量を抑制した。表—2にコンクリートの配合を示す。フライアッシュ入りのコンクリートは、表—3に示す特長を有しており、堰体コンクリートの品質向上に寄与した。

(2) 保温保湿養生マットによる養生

マスコンクリートである堰床版および堰柱に保温保湿養生マットによる養生を実施した(写真—9)。保温保湿養生マットは保温養生マットと湿潤養生シートを組み合わせたものであり、コンクリート養生面の熱伝達率を1/2以下に減少させ、外気温が低い冬季におけるコンクリート断面内の温度差を小さくすることで温度ひび割れの発生を抑制した。



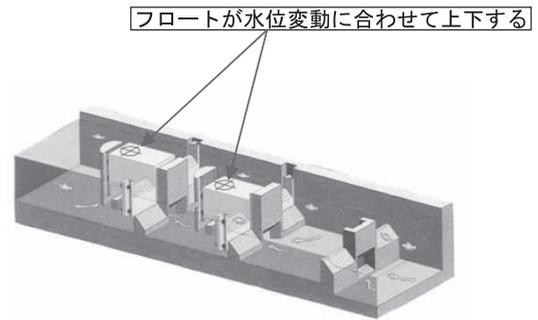
写真—9 堰柱養生状況

8. 魚道工

堰起伏時に魚が堰の上下流を行き来できるよう、汐止堰両岸には幅2.0mの魚道が設けてある。しかし、堰の上下流では最大0.7mの水位差がつくため、シラウオ、ワカサギ等の小型魚が遡上できない。そこで魚道には階段式のプール(隔壁)が4段分設置されており、隔壁を無動力で浮沈するフロート形式とすることで、潮位等の水位変動に合わせて階段の高さが変わるようになっている(写真—10)。図—6に魚道の模式図を示す。



写真—10 魚道



図—6 魚道模式図

9. 護床工

護床ブロックは3t級のものを使用し、鋼製のプレキャスト型枠を用いて現場内の仮設ヤードで598個製作した。護床ブロックの据付は50t級ホイールクレーンにて行い、厚さ10mmのヤシ繊維製の吸出防止材上に配列した(写真—11)。また、端部など配列上、護床ブロックが取まらない箇所については現場打ちコンクリートとした。



写真—11 護床ブロック据付

10. 設備施工者との調整

ゴム引布製起伏堰と水位調整ゲートは別工事となっており他社が施工した。ゴム引布製起伏堰は堰床版と堰柱に埋設したアンカーボルトに締め付けて固定する構造となっており、ゴム引布袋体の起伏や倒伏は堰床版に埋設した管から空気を出し入れして行う。また、起伏したゴム引布袋体に入って点検補修ができるよう堰柱には気密室が設けられている。

このうち、埋設配管、アンカーボルトおよび気密室工事は、堰床版下筋組立時に設備施工者に引き渡し施工が実施された。また、ゴム引布袋体設置工事は、堰体コンクリート完成後にクレーンの作業半径を確保できる下流側から施工が実施された(写真—12)。



写真-12 ゴム引布袋体の取付



写真-13 越流状況

11. 異常出水時の対応

仮締切の高さは以下の2方法により、発注者と河川管理者である島根県との協議によりHP+1.2 mと定められた。

- ①非出水期における宍道湖の過去5年間の最高水位（工事箇所から650 m下流が宍道湖）
- ②非出水期における1/5年確率洪水時の水位（堰計画地点）

しかし、2期工事期間中の平成23年5月11日に5



写真-14 仮締切内冠水状況

表-4 異常出水経緯

日付	時間	累計降雨量	現場河川水位	現場の状況・対応
		(mm/h)	(HP+) (m)	
5月10日	12:00	49	0.29	平水位 HP+0.2 m
	18:00	67	0.41	
5月11日	0:00	77	0.53	現場警戒水位 (HP+0.7) に達する。 発電機等の資機材を締切外待避の完了。
	2:00	94	0.57	
	4:00	105	0.62	
	6:00	121	0.69	
	8:00	153	0.87	
	10:00	174	0.97	
	12:00	182	1.00	
	14:00	188	0.98	
	16:00	206	1.04	
	18:00	221	1.11	
5月12日	20:00	232	1.15	21:20頃 河川水位がHP+1.2に達し越流する。 雨が降り止む。
	0:00	253	1.22	
	6:00	253	1.30	
	12:00	253	1.32	
5月13日	18:00	253	1.25	
	0:00	253	1.19	
	6:00	253	1.13	
5月14日	12:00	253	0.99	
	18:00	253	0.92	
	0:00	253	0.83	
5月14日	6:00	253	0.80	
	8:00		0.75	
5月15日			0.50	終日水替。
5月16日~5月18日			0.20	水替完了。 堰床版及び堰上下流仮設ヤードの清掃・堆積土除去

月としては記録的な降り始めからの累計降雨量 253 mm により、河川水位が平水位 (HP+0.2 m) より 1 m 以上上昇し、河川水が仮締切を越流し締切内が冠水した (写真—13, 14)。現場においては事前にインターネット等を活用して情報を収集し、小型発電機等の資機材を仮締切外に搬出した。これにより、宍道湖への資機材や油の流出等による環境汚染を防止した。表—4 に異常出水の経緯を示す。また、河川水位が下がった段階で作業員を集中的に投入して締切内の堆積土の撤去および清掃を実施し、越流後 7 日程度で復旧作業が完了した。

12. 環境対策

工事箇所から 650 m 下流の宍道湖ではしじみ漁が行われているため、河川の汚濁防止対策として仮締切の外側にカーテン長 3 m の汚濁防止フェンスを設置した (写真—15)。また、濁水処理設備の処理能力を 100 m³/h 級とし、一時貯留水槽を設けるなどして排水放流基準 (SS) 150 mg/L に対し、20 mg/L 以下という清浄な水にして工事排水を放流した。PH についても放流基準 5.8 ~ 8.6 に対し、6.5 ~ 8.0 の基準で放流することができた (写真—16)。



写真—15 汚濁防止フェンス



写真—16 濁水処理設備

13. 地元見学会

工事中は地元住民や宍道湖漁業協同組合の方々を招待して見学会を 4 回開催した。また、地元の小学 5・6 年生 36 名を招待して完成後に水に隠れてしまう堰に好きな絵や言葉を思い思いに描いて頂き、最後に記念撮影をした。生徒さんからは「思い出となる絵が大きな土木構造物に残せて嬉しかった」との感想を頂き、ものづくりの喜びと達成感を改めて実感することができた (写真—17)。



写真—17 堰に絵を描いている様子

14. おわりに

平田船川汐止堰建設工事は、2 年強にわたり半川締切工法により河川を切り回しながら施工した。仮締切による工事は非出水期間内に限られ、厳しい工期の中、冬期における山陰地方特有の風雪に悩まされたが、無事故で竣工することができた。これにより宍道湖からの塩分遡上を防止できるようになり、長年塩害に悩まされた地元の方々の苦労を考えると感慨もひとしおである。平成 24 年 4 月には本堰を使用して農業用水の取水が開始された。

謝 辞

最後に、本工事の施工に際し、ご指導・ご助言を頂いた発注者である農林水産省中国四国農政局の皆様、ご理解・ご支援を頂いた宍道湖漁業協同組合ならびに地元の皆様に心より感謝の意を表します。

JCMMA

【筆者紹介】

浦島 理 (うらしま おさむ)
清水建設(株)
土木東京支店
工事長



GPS・ソナー搭載 自律航行無人リモコンボートによる深淺測量

木本 慎一

河川・ダム・湖沼，海岸，港湾等の水域部を，安全に低コストで深淺測量を行うシステムであり，GPS，音響測深機を小型リモコンボート内に搭載し，陸上の安全な場所から遠隔操作を行うものである。また，自律航行機能等により従来の様に作業に必要な熟練度は必要ありません。

本稿では水域部での堆砂測量，深淺測量はもとより，水質センサー，カメラ等を活用し従来の有人測量船による工法から今後変革していく無人リモコンボートによる新技術の手法並びに実例を紹介する。

キーワード：浚渫土の有効活用，護岸，海洋汚染，港湾施設の補修・補強，測量，津波

1. はじめに

浅海域は土砂移動形態や海岸特性を把握するために，汀線部の地形情報を正確に取得することが求められている。河川やダム湖沼においても水深の浅い箇所は堆砂域等の地形的に重要な部分であることが多い。

一方で，浅海部や河川浅所部は作業危険リスクが高い場所でもある。従来の測深機を搭載した有人測量船では碎波帯における横転や岩礁に衝突といった危険性を常に伴う。陸からのアプローチでも離岸流や河川流によって浚われる事故が測量作業で発生している。

また浚渫現場において出来高を把握するために従来の有人ボートであるとGPS，音響測深機等を艀装し，その有人測量船を水域に浮かべるだけでもかなりの時間を要した。

そこで移動手段も安易で，遠隔操作による座標入力を行っておけば自律航行機能を有する新技術の詳細を以下に紹介する。

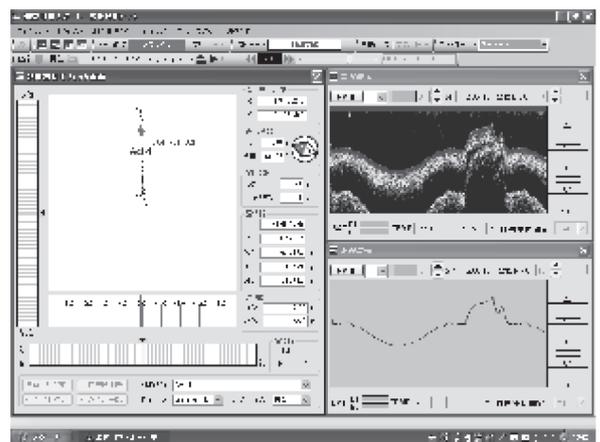
2. GPS・ソナー搭載自律航行無人リモコンボートの特徴

本機は（写真一）船体筐体部と操作部に大きく分けられる。操船は手動によるものと，前もって座標（世界測地系）を入力しておくことによる自律走行により行う。船体にはGPS（SBAS）と音響測深機が搭載されており，取得したデータはリアルタイムで基地局側操船部PC側へ無線で転送し連続的に収録される（図一）。

取得データはCSV形式で取得され，成果物として



写真一 ボート操船者



図一 基地局側PC画面

提出する際の様々なソフトに対応できる（図二）。

また，表一の様子に船体は全長約1.2mであり，重さも12kgと軽く，安易に運搬可能。

水深データは音響測深機により0.5m～80mまで取得され，水深レンジに関係なく0.01m単位での測

図一 取得 CSV データ

表一 ポート仕様

船体重量	12 kg (バッテリー搭載時 16 kg)
船長	1,200 mm
船幅	350 mm
船高	250 mm
連続走行時間	210分 (静水, 自律走行時)
測深分解能	0.01 m
測深範囲	0.5 ~ 80 m

深が可能。

測深の位置データは、SBAS 方式による高精度 GPS で取得しており、その精度は DGPS の公表精度より良く、RTK よりは若干劣る (オプションにより RTK 搭載仕様もある)。

以下に搭載されているアンテナ一体型 GPS 受信機のカatalog仕様を示す (表一 2)。

表一 2 GPS 受信機仕様

Hemisphere 社製 Crescent A100 Smart Antenna		
受信機信号	L1, C/A コード	搬送波スムージング
更新レート	10 Hz	標準仕様
水平精度	0.5 m (95%)	DGPS 時
動作温度	-30°C ~ 70°C	
入力電圧	7-36V	DC
サイズ	54.7 mm × 129.5 mm	(H × W)

ボートの操作は GPS により取得した位置情報を基に、PC 上で目標ポイントや測線との相対位置を確認しながらコントローラにて行う。また本機の特徴として、予め設定した測線上を目標に航行させる、自律航行機能も備わっている。

3. 精度検証事例

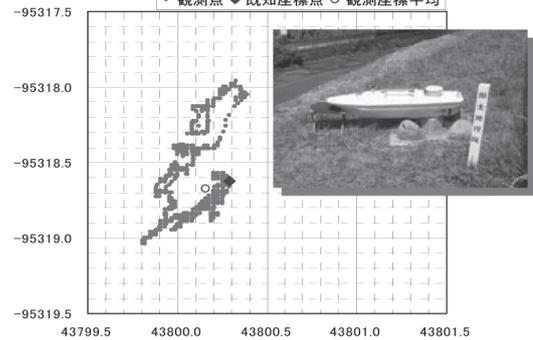
(1) 位置精度検証

自律航行リモコンボートの位置精度検証は、既設四

等三角点 (千葉県勝浦市) との座標比較により行った。三角点上に RC-S3 の GPS アンテナ部が位置するように設置し、約 1 時間の連続静止観測 (取得間隔 1 Hz) を実施した。観測結果は図一 3 の通りで、平均座標差距離 14 cm, 最大点間距離 67 cm であり、広域 DGPS の精度と同程度以上であることを確認した。較差距離の 95% 平均値が 22 cm であることから、本機の測位として静的な位置精度は確保できていると判断した。

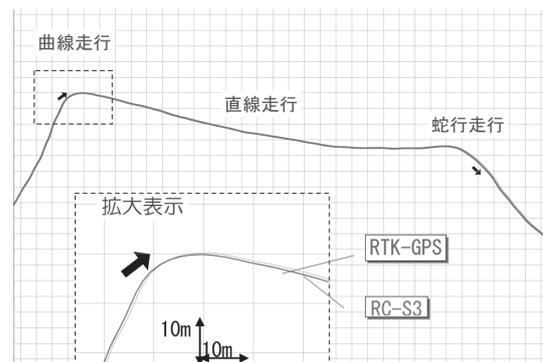
データ個数	3766
平均座標差距離	0.141
最大点間距離	0.667
95% 平均点間距離	0.222

観測点分布図



図一 3 観測結果

設置時のオフセットを考慮した RTK-GPS 位置データの軌跡と RC-S3 の軌跡を比較してみると平均して 0.5 m 内で整合していた (図一 4)。同時観測約 2 時間、距離約 5 km の全体的には相対位置差は最大で 1 m 以内であり、GPS 自体の精度及びデータ収録時の時間遅延を含めて、測深のための位置取得としては問題ないものと判断した。



図一 4 GPS 追従性精度検証結果

(2) 測深精度検証

測位と測深機を含めた本機によって測深したデータの精度検証は、汎用の単素子音響測深機による同時収録によって行った。使用した音響測深機は PS-30R (カイジョーソニック製、測位は DGPS) であり、RC-S3 は調査船から曳航することで同地形のデータを収録し

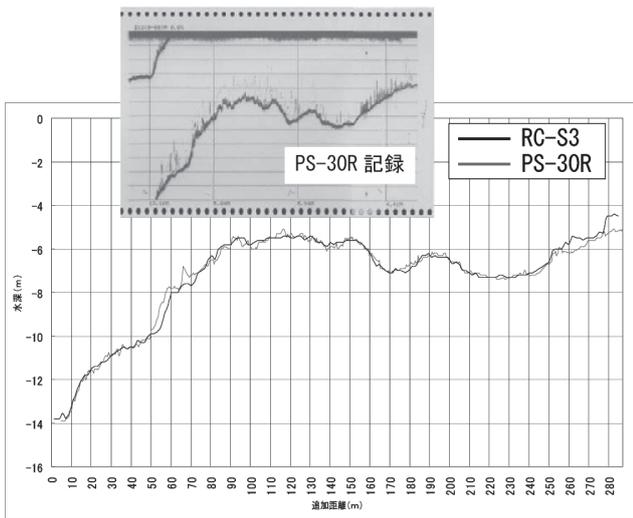


図-5 岩礁凹凸部における測深比較結果

た。両機とも地形断面上で0.5 m 間隔の水深データとして断面形状を比較し、図-5に示す。

水深5～14 m の岩礁凹凸部でRC-S3の方がやや浅い(平均水深差にして2 cm)傾向を示したが、ほぼ同一のデータが出力された。

4. 実際の成果例

浚渫の出来高を把握する際に従来の有人ボートでは船にGPS、音響測深機を機装する時間を要する。しかしリモコンボートを活用すれば、現場でPCに繋げ

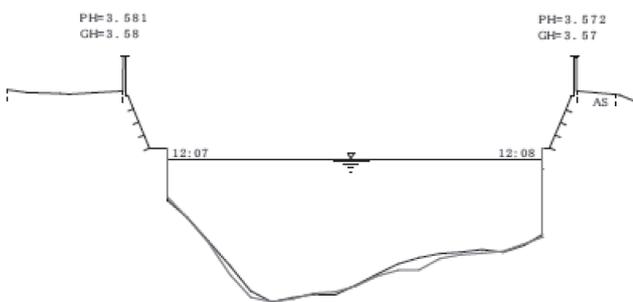


図-6 横断面



図-7 等深線図

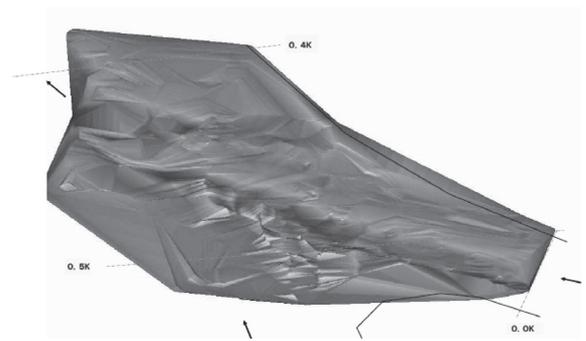


図-8 3D画像

るだけで浚渫前とあとの水底の状況を見ることができ。実際の河床の状況を横断面図(図-6)、等深線図(図-7)、3D画像(図-8)を以下に記す。

5. おわりに

自律走行リモコンボートRC-S3は、精度面においては前述の通り従来の単素子音響測深とほぼ相違無いことが確認された。本機を活用する上では以下のようなメリットが主として考えられる。

- ・浅所や船舶進入が困難な箇所でも作業が可能。
- ・作業の危険リスクを低減。
- ・津波等外因による護岸修復の際の測深。
- ・浚渫現場等で簡易的に出来高確認。

この利点により、従来困難とされてきた海岸汀線部や河川浅所部、ダム湖岸際など幅広く活躍の場が期待される。また単独使用だけでなく、マルチビーム測深や航空レーザー計測、3Dレーザー計測等の三次元計測手法と併用することにより、高精度かつ水陸一体の地形情報を構築することが可能となる。

本機の音響測深機は波浪による動揺対策として、モーションセンサーを搭載した高精度仕様もあり、これを利用することで本機の持つパフォーマンスが得られる。

また安全性と機動性が高いことから、CCDカメラを装備するオプション仕様もあり、また水質センサーを搭載することにより、塩分濃度、クロロフィル、濁度等各種調査にも利用可能で、多分野への応用、展開が見込め、今後の水域部調査技術の躍進にも繋がる事が期待されるであろう。

JCMA

【筆者紹介】

木本 慎一 (きもと しんいち)
コデン(株)
観測事業部
次長



塗装工事における設計・施工の留意点

海岸近くの道路橋への Rc-I 塗装系の適用

片 脇 清 士

海岸近くの橋梁は腐食しやすく塗装劣化も早く、塗装橋の維持管理についてはご苦労が多いと聞いている。鋼道路橋塗装・防食便覧の改訂により、Rc-I 塗装系を塗替えに用いることができるようになった。この塗装系は重防食塗装であり、防食性が格段に向上すると期待されている。ところが、この塗装系はこれまでの塗替えとは異なる内容を含む塗装作業であることがわかってきた。本稿では海岸近くの道路橋へ Rc-I 塗装系を適用する際の塗装工事における設計・施工の留意点を紹介する。

キーワード：道路橋，塗装工事，Rc-I 塗装系，設計・施工の留意点，海岸

1. はじめに

海岸近くは、海からの潮風やしぶきをうけるところであり多少の塩分の多寡はあるが腐食的には過酷な環境である。道路橋のなかでもコンクリート橋では、飛来塩分マップで地域区分するなどして海岸近くの橋は特別扱いしている。鋼道路橋でも腐食して鋼材が減厚したり、欠損していたり、ひどい場合には、破断していることもある。錆びも層状に厚いといった例が多い。

鋼道路橋塗装・防食便覧の改訂により、Rc-I 塗装系を塗替えに用いることができるようになった^{1, 2)}。この塗装系は重防食塗装であり、防食性が格段に向上すると期待されている。ところが、この塗装系はこれまでの塗替えとは異なる内容を含む塗装作業であることがわかってきた。海岸近くの道路橋へ Rc-I 塗装系を適用する際の塗装工事における設計・施工の留意点を紹介したい。

2. 海岸近くの道路橋の腐食

腐食環境の厳しい状況下では塗替え塗装も一筋縄で

はいかない。海岸近くの橋梁では、塗装工事の不良が早期のさびにつながり、わずか数年後に発見されることもある（写真—1）。

失敗とは目標とする期間に至らないうちに再塗装が必要になることであろう。重防食塗装が目標とする期間が便覧などでは明示されていないが30～50年は期待しているようである。なのに、その半分程度の期間15～20年で、再塗装せざるを得なくなるのは塗替えの失敗といえるのではないか。

このような失敗の原因は何であろうか。コンクリート橋でさえも塩害で苦労しているのだから鋼橋が損傷しないわけがない。管理者はコンクリート橋よりも慎重に設計施工にあたるべきと思われる。管理者が適切に配慮すれば失敗は少なくなると期待されるし、実際に熱心な管理者がおられる事務所では塗装のもちが良いとも聞いている。塗装周期を5年延ばすだけでも塗装の年間維持費が1/4は軽減できることになり経済効果はきわめて大きい。

厚膜の塗装を用いる Rc-III 塗装系でも塗替え後早期にさびが再発したりしているのをしばしば見かける。



写真—1 塗装後数年して発見された不良工事 左：ウェッジの面取りをしていない，中：塗装時に十分にケレンしていなかった，右：さびの上から塗っていた



写真一2 早期さびを生じた塗装橋 (上塗りにはふっ素樹脂塗料)

Rc-I 塗装系であっても油断はできない (写真一2)。

これまでは失敗の原因をはっきりと究明することは難しかった。材料が悪いのか、施工が悪いのか、あるいは設計が悪いのか…などが、最近の調査技術の進歩により、なぜ失敗したかをかなりのレベルまで判断できるようになった。

たとえば、EPMA 分析では、工事不良塗装工事時にケレンが不十分であったこと、すなわち塗装時の品質管理が不足していたことを発見できる。写真一3は Rc-I 塗装工事でブラストしたものであるが数年のうちにさびが再発した事例を EPMA を用いて分析したものである。この EPMA 写真によれば、ブラストの仕上がりが悪いために、ジンクリッチペイントの膜が不均一になっていること、ブラスト時にさび取りが十分でなかったことがわかる。

ここで用いた EPMA 分析は4元素を同時に面分析することができる。ステージを移動させながら試料面の微小区画 (ピクセル) に電子線を当て、試料から放出される特性 X 線を同時に検出して、そこに含まれる元素の種類と濃度を求める。面分析は一定の面積内に含まれる複数のピクセルについて分析することができるので、いくつかの元素を比較するなどして原因の判定が容易となる。もともとはコンクリートの分析に用いていたものを鋼にも利用したものである (写真一4)。

筆者はここ数年少なからぬ鋼橋についてこのような調査を行ってきた。設計のミス、施工のミス、品質管



写真一4 4元素同時面分析型 EPMA (提供: 株式会社保全技術)

理・検査の甘さなど多くの原因が塗装寿命を縮めていることに気づいた。これらを少なくすることが橋梁塗装の長寿命化に根源的に寄与すると確信するようになった。地味な努力であるが、原因を明らかにしてそれらのひとつひとつをつぶしていけば、塗装が本来持っている性能を発揮させ全体を底上げすることにつながる。残念ながら、このようなことについて注意喚起する識者はまだ少ないようである。

3. Rc-I 塗装

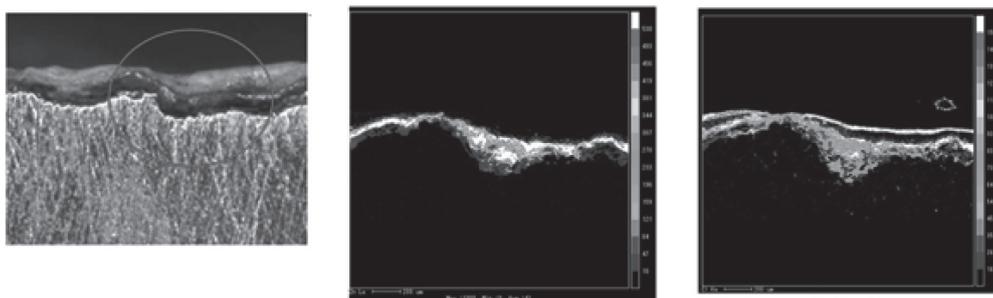
Rc-I 塗装は、旧塗膜をブラストし有機ジンクリッチペイント、エポキシ塗料上塗り塗料を塗装するシステムである (表一1)。

表一1 Rc-I 塗装系

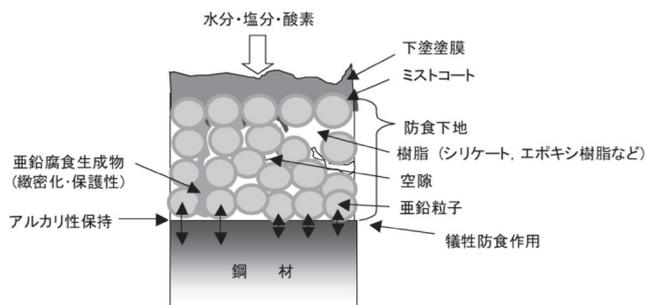
塗装工程	塗料名	標準使用量 (g/m ²)	塗装間隔
素地調整	素地調整程度1種		4時間以内
防食下地	有機ジンクリッチペイント	600	1日~10日
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	240	1日~10日
下塗	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗	240	1日~10日
中塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	170	1日~10日
上塗	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	140	

なぜこれが防食性に優れているかといえば、まず、防食下地としてジンクリッチペイントを用いるからである (図一1)。

ジンクリッチペイントは他の塗料と異なり、電気化



写真一3 EPMA 分析で発見された工事不良 左: 鋼素地表面の拡大写真, 中: ジンクリッチペイントの性状, 右: 塩分の分布



図一 1 ジンクリッチペイントによる防食下地モデル³⁾

学的防食作用をもち、多少の腐食であれば発生を抑制する作用を持っている。次に、ブラストにより、いたんだ鋼材表面をまっさらにして新設と同じような鋼面とする。ミクロ的に観察すると経年した鋼面はさび部ではとてもひどいことになっている。腐食の再発をふせぐためには腐食の根となるさびをほぼ完全に除去する必要がある。ジンクリッチペイントとの付着を確保するために適当な粗度あらさをつける。ジンクリッチペイントにも種類があるが、防さび性能が高いものは付着の確保はむづかしい。さびの除去と粗さつけを同時にできるのは、いまのところブラストだけである。

ジンクリッチペイントが不良であったり、厚さが確保できないと電気化学的防食効果は低下する。ブラストが不良であれば、鋼材表面をまっさらにはできないし、腐食の根が残りさびが再発しやすくなる。Rc-I 塗装で期待ほどの効果が得られないときはこれらを疑うことになる。ブラストは世界的にみても鋼道路橋の素地調整の標準となっているが、このようなことからその仕上がりについては厳格な規定がなされている。

この Rc-I 塗装系は重防食塗装のひとつであるがわが国では長年月を経た実績はないので橋梁そのものの耐久性は確認されてはいない。が、重防食塗装を新設に用いた場合の耐久性については大型施設あるいは実橋で確認されている。表一 2 は筆者が設計や工事

に関係したものの一部をまとめたものである。現時点までに、長いものでは 30 年、少なくとも 20 年程度の実績は十分に得られている。20 年を経てもこれらに目立った損傷はほとんどないことから、重防食塗装が目標とする期間 30 ～ 50 年は期待できる。すなわち Rc-I 塗装系は、鋼素地を新設橋梁と同等にすることができれば、30 ～ 50 年は期待できることはこのような実績からも裏付けることができる。

4. 設計上の留意点

(1) 設計前調査

これまで、塗装設計においては「調査する」ということは少なかったが、海外の橋梁塗装では、専門家による調査がまず行われる慣習となっている。そう大きくない調査費用で設計が合理化できたりライフサイクルコストの低減ができるのだから安い支出といえよう。

設計前に（専門家による）調査が必要となるのは次の場合であろう。

- ・ 竣工後 50 年を経た橋梁
- ・ 前回塗装から 10 年以内にさびが再発した橋梁
- ・ 大きなはがれがみられる橋梁
- ・ さびやはがれが全体にみられる橋梁
- ・ 端部がとりわけいたんでいる橋梁
- ・ 大規模橋梁で Rc-III を選択する場合
- ・ 旧塗膜に塩化ゴム塗料を含む場合

とりわけ海岸近くの橋でこれらに当てはまる場合には、設計前調査は不可欠であろう。設計前に必要な調査項目を表一 3 に示す。

塗膜が多くの塗料から構成される複雑なものであること、その劣化原因が単純でないこと、損傷の再発を防ぐには化学的なデータが必要であることなどから、このような調査項目となる。専門家のアドバイスでこ

表一 2 大型施設あるいは実橋で確認された重防食塗装の耐久性

場所	暴露期間	上塗	耐久性の調査結果	種類	
海洋技術総合研究施設 (駿河湾沖)	1985～現在	U, F	30年近くの耐久性が確認された。さらに長期の耐久性が期待される。	大型施設	
沖縄建設材料耐久性試験施設 (沖縄県海岸)	1990～現在	U, F	20年以上の耐久性が確認された。		
大鳴門橋	1985～2004年～現在	U	20年前後で中・上塗りの塗り替え塗装を実施。 (予防保全的な塗替え)	橋梁	
瀬戸大橋	1988～現在	U			
明石大橋	1998～現在	F			さらに長期の耐久性が期待される。
生月大橋 長崎県海上	1991～現在	F			さらに長期の耐久性が期待される。

F：ふっ素樹脂塗料，U：ウレタン樹脂塗料

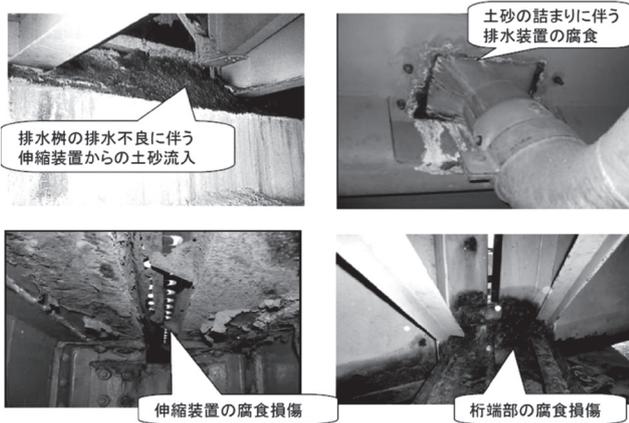
表一3 設計前に調査すべき項目（海岸近くの橋梁塗装工事の場合）

分類	調査項目
目視観察	さび 腐食
	塗膜の劣化
	マイクロコアの採取
	塗装歴の確認
計器調査	付着性
	膜厚
	塗膜構成
	付着塩分
環境調査	飛来塩分
	ワッペン試験
マイクロコア分析	EPMA
	FT-IR
	特殊（PCB など）
原因排除のための調査	漏水や排水不良

これらの項目から選ぶことができる。調査結果をもとにした専門家の診断から塗替えの方法や工法を選ぶことができ合理的な費用節減を図ることができる。

(2) 原因排除のための調査

塗装工事において見落とされがちなのは原因排除である。なぜ腐食したのかを調べると塗装の劣化だけが原因ではないことが多い。漏水、滞水、部品の劣化などが主原因となっていることが多く、塗替え塗装設計時にはこれらを含めた設計がなされるべきである（図一2）。

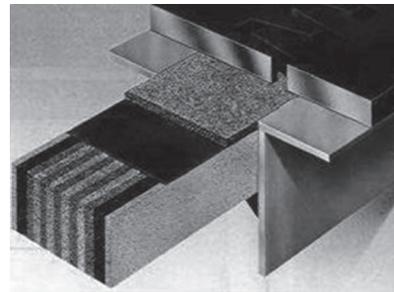


図一2 腐食の原因 漏水やみずまわりの不備

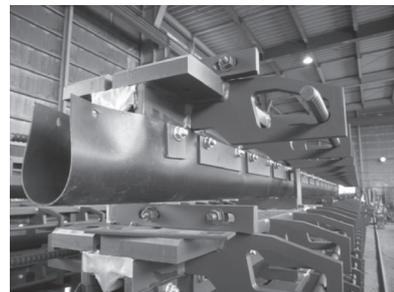
塗装工事とあわせて損傷原因を排除する工事を行う。これには、

- ①桁端部の風通しをよくする。
- ②泥、塵埃の堆積及び滞水を防止する。
- ③床版、伸縮装置、排水管からの漏水を防止する。
- ④排水管は、排水枘から鉛直に下ろし、鋼部材最下端からの突出長を十分確保する。

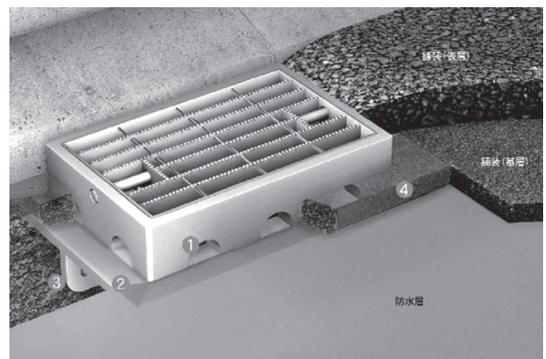
- ⑤横引き構造の排水処理とする場合は十分な排水勾配をつけて大口径の管を使用し、管のジョイントからの漏水対策を行う。
- ⑥床版に水抜き孔を設ける場合は、鋼桁に直接排水がかからない位置まで確実に導水する。
- ⑦非排水型伸縮装置を使用する。
- ⑧桁端に設置されている伸縮装置からの漏水を防ぐために、二重に止水工を施すなどして伸縮装置からの漏水を完全に防ぐ。
- ⑨箱桁継手部は、フランジ端面や添接板の隙間から箱桁内に侵入するのでシール材で雨の侵入を防ぐ。桁端には、滞水を防ぐため集水用仕切板と排水孔を設ける。などがある（図一3）。



伸縮装置の非排水化



伸縮装置の二重止水



高機能排水枘

図一3 原因排除工法の例

(3) 設計

Rc-I 塗装工事には作業内容に幅があるので、いくつかのことがらを決定する必要がある。たとえば、プラスト作業に関する項目だけでも下記のようなものがある。

- ・ブラストの仕上がり (Sa, あらさ)
- ・腐食の激しさに対応してブラスト処理回数, 使用量
- ・構造物の形状に応じてブラスト処理回数, 使用量
- ・ブラスト工法の種類

これらは積算にかかわる項目でもあり, 塗装設計上のポイントでもある。

設計図書作成時にこれらが決定されていれば良いが, そうでない場合には, 足場架設後に腐食・塗膜調査を行ってブラスト作業の内容や工法選定のための判断をする。調査結果によっては設計変更がありうるので, 費用的にはゆとりしろをみておく必要がある。

腐食度合いが激しくなるほど, 複雑な構造ほど, 小部材となるほどブラスト効率は低下するので単価が上がらざるを得ない (現在のブラスト単価はさびのない状態での積算でないかと思われる)。

5. 施工上の留意点

契約から工事完了までの塗装工事のフローにおいて Rc-I 塗装工事にはこれまでの塗装とは異なる点がある (図-4)。

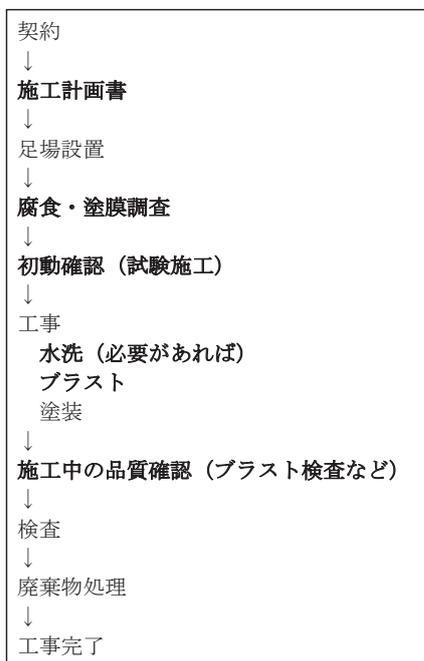


図-4 Rc-I 塗装工事のフロー
太字がこれまでの塗装工事と大きく異なるところ

(1) 施工計画書

塗装工事にかぎらず工事の首尾を決定する一番のポイントは協議の上施工計画書をきちんと作り上げることである。

Rc-I 塗装工事でも同じではあるが, 工事経験を共有する機会が少ないためもあるかブラストにおける

仕上がりに課題が多くトラブルのもとになっている。品質が確実に確保できるようにどのように施工するか, 工程内での管理レベルをどう明確に表現するかなどをきちんと決めておくべきである。ブラスト出来形検査要領などが管理者側で作成されていることが望ましい。

(2) ブラスト工事

ブラスト工事は機械化塗装である。大がかりであるだけでなく, 機械の設置場所の確保や騒音対策など特有のノウハウが必要である。機械工事による騒音や塵埃の問題も機器の改良や工事上の工夫によってかなりの水準にまで改善されてきたので, 経験ある施工者にとっては Rc-I 塗装工事は日常的なものとなってきた (写真-5)。



写真-5 Rc-I 塗装工事
ブラストに必要な大型機械が設置されている
(ショーボンド建設㈱提供)

工事者にとって現在の課題は, 品質と生産性の向上である。このために機器の配置, 人員の配置, 回収, 作業空間など様々な工夫がなされる。

(3) 初動確認と日々確認

本格施工の開始前に関係者立会 (発注者, 施工者, 立会者) により目標品質レベルの認識を共有し (ブラスト品質のレベル合わせ), 品質の可否水準を確認する (写真-6)。

Rc-I 塗装の場合には素地調整の仕上がりがかなめのひとつとなる。素地調整はやりやすいところはきれいにできるが, やりにくいところは大いに手間がかかる。ブラスト工事は過酷な現場なので, 暗がり作業環境は良くない。このため, 工事中はブラスト作業以外には立ち入ることもできない場合がある。塗ってしまえば, 素地調整の良し悪しはわからないところがつらいところである。これまでの現場経験では, 熟練したブラスト業者であっても, し残しがあったりして手直しは不可避であった。

そこでどのように日々の確認 (検査) をするかが課



写真-6 本橋施工開始前に関係者立会（発注者、施工者、立会者）でブラスト仕上がりを確認。立会者はブラスト工事の品質管理に熟達した技術者

題となる。ある塗装工事では、立会者が日々のブラスト仕上がり検査に立ち会った。し残した部分や仕上がりが不足している部分にはその都度是正処置を指示し、速やかに処置を完了させた。

立会者はブラスト工事の品質管理に熟達した技術者であるため、指示が的確でしかも効果的であり、工事者も効率的に作業を終えることができると好評であった。写真-7は、地方整備局において第三者の立会者（土木研究センター検査員）に委託して行っている塗装工事における品質管理の例である。



写真-7 塗装工事における品質管理の例（提供：土木研究センター）
立会者が日々のブラスト仕上がり検査に立ち会っている

このような事例は海外の塗装工事では当たり前のように行われている。米国の橋梁塗装では認定を受けた塗装検査者が立会し検査するし手直しも指導する。第三者が検査できるように正当なフィーが払えるようなしくみがある。わが国でもたとえば、 m^2 あたり16,000円の塗装工事の場合では年間あたりの塗装消費費用が800円～1,000円と計算される。検査者の報酬として m^2 あたり1,000円払うことになっても、さらに1～2年長もちすればペイするという計算もなりたつのではないだろうか。検査が確実に行われれば数年どころか

それ以上長もちするのではないかとと思われる。

Rc-I 塗装工事において、塗膜厚さの検査のみですとするのはおかしい。塗装工の前の素地調整工が重要でありこれがうまくできていないと、高級な高耐久性塗料も無駄になる。10年余でさびが出るのに40年もつ上塗り塗料を用いるのは冗談でしかない。

Rc-I 塗装工事においては素地調整（ブラスト）以外の品質管理も重要であるが、これについては誌面の関係で省略するので、鋼道路橋塗装・防食便覧などを参考にされたい。

6. おわりに

Rc-I 塗装工事はその特徴を理解して適切な設計や施工が行われれば塗装寿命が大きく伸び、管理の手間や管理費用を大きく節減することができるすぐれものである。

環境の厳しい海岸近くの橋梁で Rc-I を適切に活用して塗装を長くもたせることができれば橋梁塗装の状況はかなり改善するのではないかと思う。本誌の読者には発注者の立場で塗装工事を指導される方が多いと聞いている。本小文が重要なインフラである橋梁の長寿命化に役立てば望外の喜びである。

なお、土木研究センターにおいては塗装・防食相談室を開設しているので活用して頂ければ良いのではないかと思う⁴⁾。例えば、塗装や耐候性鋼等の劣化（腐食）の原因が知りたい、劣化（腐食）の補修方法を教えて欲しい、塗装の塗替えの範囲や仕様を教えて欲しい、塗替え（素地調整を含む）の施工方法（品質管理等）を教えて欲しいなど、鋼道路橋の塗装や防食技術に関する困りごとの相談に応じている。

塗装・防食相談室のアドレス：

http://www.pwrc.or.jp/tosou_soudan.html

JICMA

《参考文献》

- 1) 鋼道路橋塗装・防食便覧 (社)日本道路協会 平成 17 年 12 月
- 2) 鋼道路橋塗装・防食便覧資料集 (社)日本道路協会 平成 22 年 9 月
- 3) 日本鋼構造協会編 重防食塗装 技報堂 2012 年 2 月
- 4) 片脇清士 塗装・防食相談室の開設—その役割と調査事例—その 1, その 2 土木技術資料 2012 年 1 月 2 月 54 巻 1, 2 号

【筆者紹介】



片脇 清士 (かたわき きよし)
一般財団法人 土木研究センター
工博, 技術士

三次元 VOF 法による津波シミュレーション

長谷部 雅 伸・ファム フック

陸上での津波遡上流の複雑な挙動を精度良く再現し、かつ津波荷重が直接的に評価可能な三次元津波シミュレーション手法を開発した。本手法では VOF 法を採用することで地形や街区の詳細形状を考慮できるという利点がある反面、従来の津波解析技術と比較して計算コストが増大するため、スーパーコンピュータ等の並列計算機を活用する。本報では開口を有する建物での内部空間における津波荷重の発生や、6 km 四方の広大な街区での津波遡上の状況を再現した解析例を紹介する。

キーワード：三次元津波シミュレーション，VOF 法，大規模並列計算，津波荷重算定，巨大津波対策

1. はじめに

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震に伴い発生した津波は、岩手県宮古市において最大遡上高40.5 mを記録し¹⁾、宮城県仙台平野では内陸6 kmまでの範囲が浸水する²⁾など、観測史上類を見ない規模であった。この巨大津波によって、沿岸に位置する多くの市街地、あるいは発電所等の重要施設が壊滅的な被害を受け、建築物等の陸上施設についても津波に対する構造安全性の確保が重要な課題の一つとして認識されるようになった。

今回の津波による建築物被害の特徴的な事例として、これまで津波に強いと考えられていた鉄筋コンクリート造ビルの転倒が挙げられるが(写真-1)、他にも、従来の知見には無かった被災パターンがいくつか見られた。例えば写真-2に示す体育館は筆者らが調査した被災建物の一つであるが、鉄筋コンクリート壁が大規模に崩壊している。これは建物内部に流れ込んだ大量の海水によって、内側から過大な面外荷重が作用したためであると推測される。

建築物を対象とした津波荷重の評価法としては「津波避難ビル等に係るガイドライン」において簡易的な算定式が示されており³⁾、さらに今回の震災での津波被害の調査結果を受けて、海岸からの距離に応じた減衰効果や周囲の構造物による遮蔽効果を考慮した追加知見が国土交通省の通知として示されている⁴⁾。しかし実際には、谷状の地形となっている個所や市街地の路地などにおいては、流れが集中することで津波荷重が大きくなるようなケースも可能性として考えられる。



写真-1 建物の転倒被害例



写真-2 鉄筋コンクリート壁の内部からの大規模崩壊

また、従来の津波シミュレーションでは、平面二次元場を対象とした非線形長波モデル⁵⁾が広く用いられている。非線形長波モデルは一般的な数値流体解析モデルと比べて計算量が少ないため、震源域での津波の発生から陸域への遡上に至る広域・長時間の現象を

再現するのに適しており、津波の高さや浸水範囲など津波に対する避難・防災計画の基本となる解析結果に関しては既往の多くの研究により予測精度の確認がなされている。ただし、非線形長波モデルでは、静水圧近似（流体圧力が水位のみで規定されるという近似）が適用されているため、流れの影響を考慮した圧力（ここでは動的圧力と呼ぶ）を直接算定することは基本的にできない。また、今回の震災のように津波が陸域に激しく打ち寄せるようなケースでは、流体運動に対する動的圧力の影響が大きくなるため、遡上流の挙動自体の再現性にも疑問が残る。

そこで筆者らは、陸上での津波遡上流の複雑な変化を精度よく再現し、かつ津波荷重が直接的に評価可能な三次元津波シミュレーションを開発した。本手法では、対象建物の内部空間など詳細な形状や、周囲の地形、構造物配置などを三次元的に表現できるというメリットがある。反面、三次元的な取り扱いをすることで、従来の非線形長波モデルによる津波シミュレーションと比較すると計算量が格段に増加するという問題点があるため、開発にあたってはスーパーコンピュータなどの並列計算機の活用を念頭に置いた。

2. 解析手法の概要と検証

筆者らが開発した三次元津波シミュレーションでは、遡上津波の再現にあたりVOF法⁶⁾を採用している。VOF法とは、例えば水と空気など互いに混じりあわない複数の流体が混在している現象の解析手法の一つである。津波解析に適用する場合には、水と空気の二相流体を想定する。支配方程式は以下の連続式（質量保存則）と運動量保存の式によって構成される。これらの方程式により空気と水の流速と、流速変動を考慮した圧力を直接求めることができる。

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla(\rho u) = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \nabla(\rho uu) = -\nabla(p) + \mu \nabla(\nabla u) + \rho g \quad (2)$$

$$\rho = a\rho_1 + (1-a)\rho_2 \quad (3)$$

ここで、 u ：流速ベクトル、 p ：圧力、 μ ：流体の分子粘性係数、 g ：重力加速度ベクトルである。なお、式(3)中の ρ_1 、 ρ_2 はそれぞれ水と空気の密度であり、 a は水の体積分率（ $0 \leq a \leq 1$ ）、 ρ は両者の混在を考慮した見かけの流体密度である。

基礎方程式(1)、(2)の空間的離散化には有限体積法を用い、流速と圧力の連成解法にはPISO法を採用した。また、移流項の空間的離散化には1次精度中心

差分を、時間発展には1次精度陰解法を用いた。

本解析手法の検証のため、シマモラら⁷⁾の水利実験を模擬した解析を実施した。実験装置全体および建物模型周辺のモデリングと計算格子分割の状況を図-1に示す。ここではシマモラらの実験と同様、実スケールに対する縮尺比1/200の解析を行った。境界条件として、建物と水槽の壁面はno-slipの不透過境界とし、水槽の上端は空気が自由に出入りする開境界とした。さらに水槽に設置された可動式の造波板については移動境界とした。このため、造波板に隣接する部分の計算格子は時間発展とともに自動的に再構築を行っている。

図-2は遡上した津波が建物に衝突する瞬間（時刻127s）の解析結果である。この図から、建物前面では衝突した津波が打ち上げられることで、周囲の遡上水深よりも上の位置でも高い圧力が発生しうることがわかる。図-3には実験及び本解析から得られた海域上の点での水位変動量、および陸域での浸水深の比較を示す。両図とも縦軸、横軸ともに実スケールに換算した値を用いている。いずれの場所においても解析結果は実験結果とほぼ一致している。図-4は建物全体に作用する津波荷重の時間変化について比較し

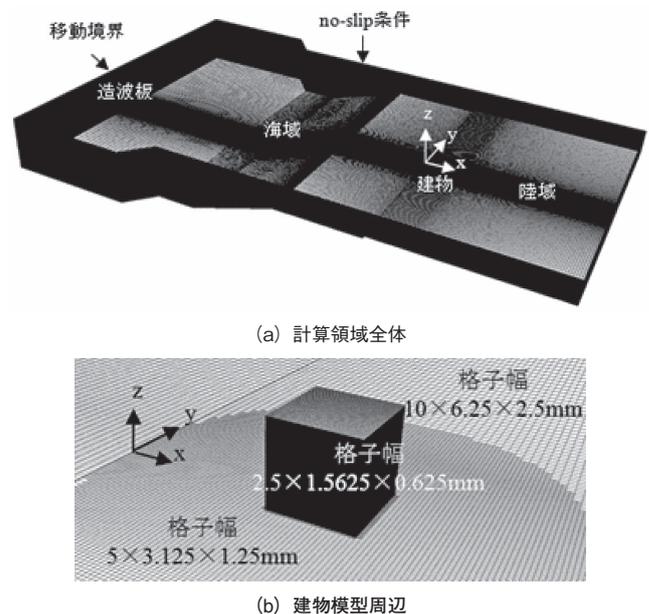


図-1 実験装置⁷⁾のモデリングと格子分割状況

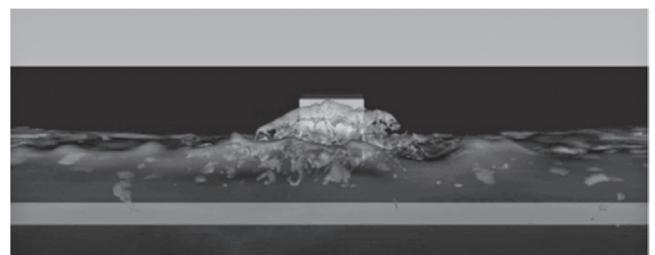
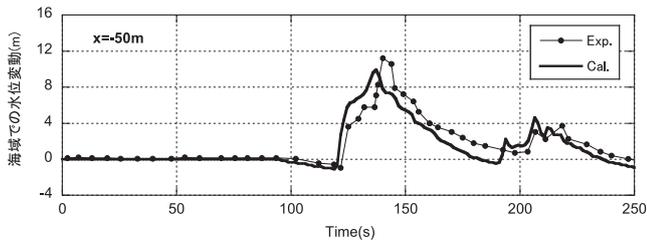
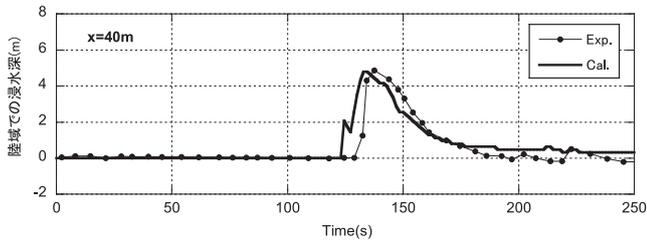


図-2 模型実験の再現計算の例

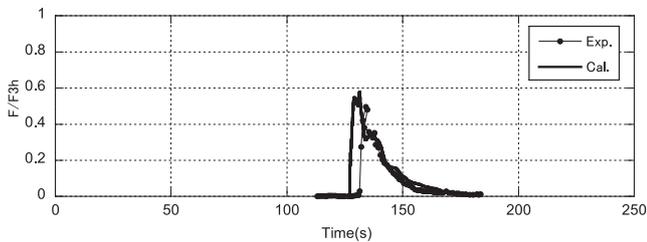


(a) 汀線から 50 m 沖合 (模型スケールで 0.25 m) での水位変動



(b) 汀線から 40 m 内陸 (模型スケールで 0.2 m) での浸水深の変動

図一三 実験結果との比較

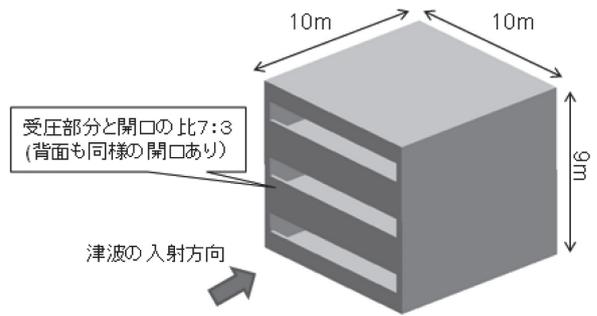


図一四 水平方向の津波荷重の比較

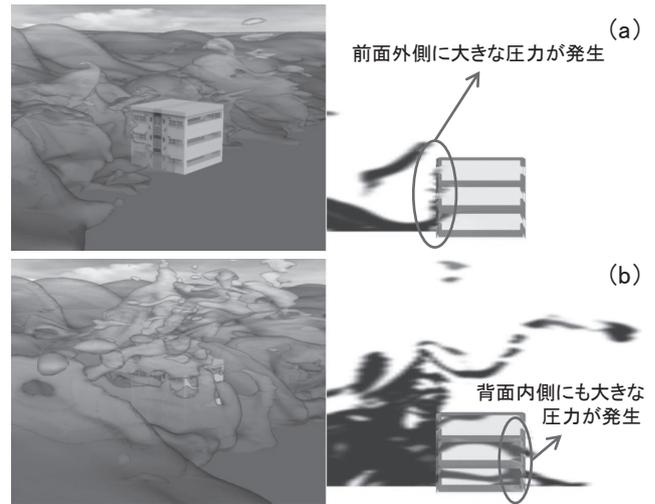
たものであるが、解析結果は実験結果に比べ、荷重が立ち上がるタイミングがやや速いものの、ピーク値とその後の現象傾向に関しては良好に一致していることが確認できる。なお、図一四の縦軸はガイドライン算定式³⁾で浸水深を 10 m として求められる津波荷重に対する比を示している。

3. 建物内部で発生する津波荷重の再現

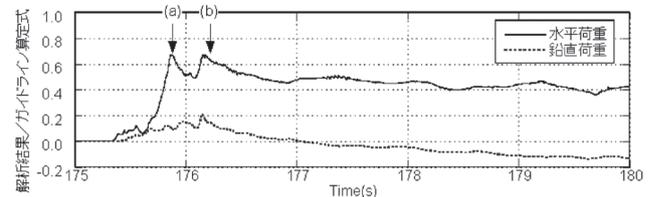
建物の内部空間における津波荷重の影響を調べるため、図一五に示す建物を対象とした津波荷重の算定シミュレーションを行った。なお、計算条件として建物が無い状態での浸水深を 10 m と設定した。図一六は解析結果をスナップショットとして示したものであり、左側は建物の外観、右側は中央断面における内部の状況である。図一六(a)は遡上津波が建物前面に衝突した瞬間であり、建物前面に圧力の高い部分が生じている(図右側の丸で示す部分)。図一六(b)では前面から流れ込んだ津波が内部で背後の壁に衝突し、前面の外壁だけではなく背面の内側でも高い圧力が生じている。このような現象は写真一2で示した被災事例のように壁面が内側から損傷する原因となる可能性が



図一五 解析対象とした建物モデル



図一六 解析結果 (それぞれの時刻を図一七に示す)



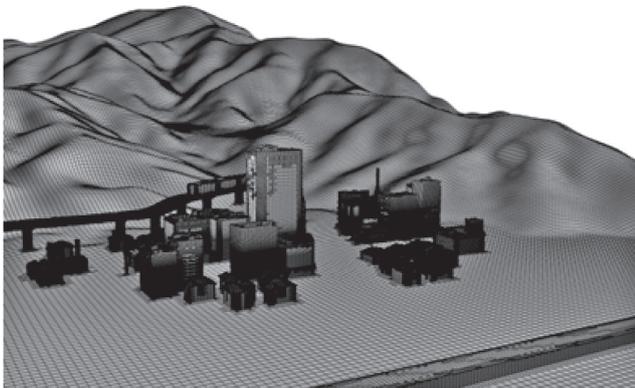
図一七 荷重の時間変化

ある。図一七には解析で得られた建物全体に作用する水平・上下荷重の時間変化を示す。縦軸はガイドライン算定式において浸水深 10 m とし、開口を考慮しなかった場合の水平荷重に対する比とした。水平荷重については開口のために最大値がガイドライン算定式よりも低くなっている。一方、鉛直方向については、従来のガイドライン算定式で考慮できない上方向の力が発生している。これは、図一六(b)のように開口から流入した津波が天井に衝突することで発生する動的な荷重である。この上方向の荷重は、建物に作用する転倒モーメントを増加させるため、今回の震災で見られた転倒被害(例えば写真一1)についても建物内部での荷重が影響している可能性を示すものである。

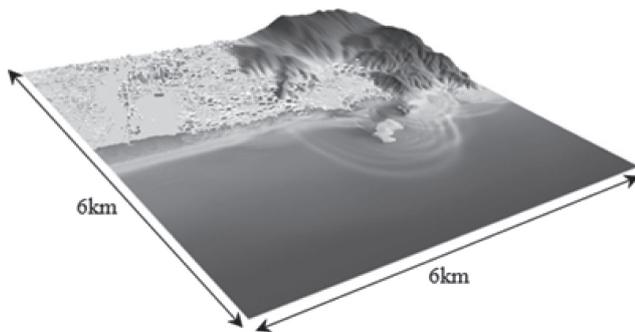
街区全体を対象とした大規模シミュレーション

沿岸の街区全体を対象とした6 km×6 kmの大規模3次元津波解析を行った。図一8に解析領域の格子分割状況を示すが、建物への遡上流の衝突を詳細に再現するため、建物周辺ほど計算格子が小さくなるよう細分化した（最小で0.5 mの計算格子間隔）。全体の計算格子数は約5千万である。本計算には東京工業大学のスーパーコンピュータTSUBAME2.0を用いた。実現象で7分間に相当する解析に対し、本検討では198CPUを用いて約8日間の計算時間を要した。

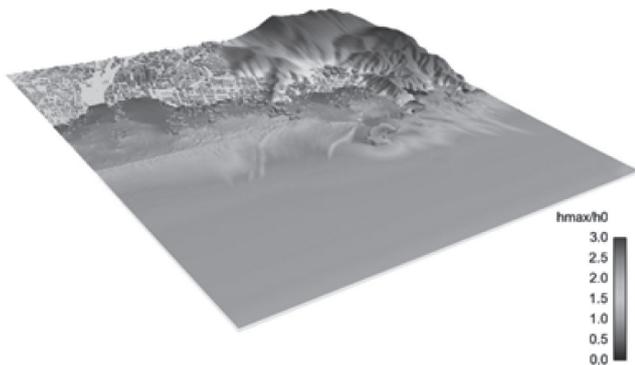
図一9に解析領域全体での津波遡上の様子を示す。図一9(a)は津波が図中左側の平野部汀線付近に到達した時点での状況だが、海岸線が複雑で地形が急峻と



図一8 解析領域の格子分割状況



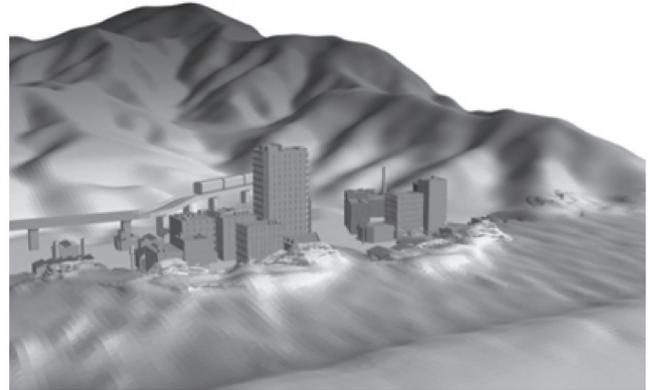
(a) 汀線到達時



(b) 陸域での浸水時

図一9 解析領域全体での津波遡上の状況

なっている図中右側の個所では既に津波は遡上しており、津波の反射波が見られる。図一10には、その急峻な地形に位置する小街区での津波の遡上の様子を拡大して示すが、大きな建物のある部分では津波遡上が阻止され、遡上流がせり上がる様子が確認できる。図一9(b)は平野部の大きな街区にも津波が進行した時点での状況を示すが、このような平野部では浸水範囲が内陸に大きく広がり、特に空地や大きな路地に沿った部分では、遡上流の進行が速くなることわかる。



図一10 街区での津波遡上の状況

4. おわりに

三次元VOF法により、街区の状況や周辺地形の影響を考慮しつつ津波荷重の直接算定が可能な津波シミュレーション手法を開発し、個別建物および街区レベルでの解析を実施した。開口を有する単体建物のシミュレーションでは、内部空間でも大きな津波荷重が発生することが確認された。これは実際の被災事例においても、建物の内側からの面外荷重による損傷が見られたことと整合する。また、開口部から流入した津波が天井に衝突することにより、上向きの荷重が発生しうることでもわかった。このような上向きの力は建物全体に対する転倒モーメントを増幅させることになるため、今後詳細を検討する予定である。街区レベルを対象とした解析例では、TSUBAME2.0を活用することにより6 km四方の広大な領域での詳細な津波遡上の状況を、実用的な計算時間で再現できることを示すことができた。

なお、本報では紹介しなかったが、入力条件となる津波はサイトの地形特性に合わせて任意に設定することが可能である。想定地震シナリオや津波伝播は地域特性が強く反映されるが、例えば震源域を含む外洋などより広域な現象を従来の平面二次元解析で再現し、得られた結果をもとに三次元解析での入射波条件を設定することもできる。これにより、震源付近での津波の

発生から沖合での津波の伝播, さらには陸域付近での遡上状況の詳細や津波荷重の発生に至る異なるスケールの現象を首尾一貫して再現することができるため, 広域街区や沿岸重要施設などで要求される総合的な津波対策への貢献が期待できる。

JCM A

《参考文献》

- 1) 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ: <http://www.coastal.jp/ttjt>, 2011/11/15 閲覧.
- 2) 国土地理院, 浸水範囲概況図: <http://www.gsi.go.jp/kikaku/kikaku60003.html>, 2011/11/15 閲覧.
- 3) 津波避難ビル等に係るガイドライン検討会: 津波避難ビル等に係るガイドライン (巻末資料②構造的要件の基本的考え方), pp. 6-10, 2005.
- 4) 国土交通省: 津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る追加的知見について (平成 23 年 11 月 17 日付け国住指第 2570 号国土交通省住宅局長通知), 2011.11.
- 5) 後藤ら (1982): Leap-frog 法を用いた津波の数値計算法, 東北大学工学部土木工学科.
- 6) Hirt, C. W. and B. D. Nichols (1981): Volume of Fluid (VOF) Method for the Dynamics of Free Boundaries, J. Comput. Phys., Vol.39.
- 7) チャルレス シマモラ, 嶋原良典, 藤間功司: 建物群に作用する津波波力に関する水理実験, 海岸工学論文集, 第 54 巻, pp.831-835, 2007.

[筆者紹介]

長谷部 雅伸 (はせべ まさのぶ)
清水建設㈱
技術研究所
主任研究員



ファム フック
清水建設㈱
技術研究所
研究員



橋梁架設工事の積算 ——平成 24 年度版——

■改訂内容

1. 鋼橋編
 - ・横取り設備質量算定式の見直し
 - ・製作工労務単価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
 - ・二組桁横取り装置設備を追加
 - ・プレキャストセグメント主桁組立工の適用範囲拡大
 - ・架設支保工工法の供用日数の補正方法の説明
図追加 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。

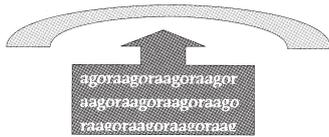
※送料は会員・非会員とも
沖縄県以外 600 円
沖縄県 450 円 (但し県内に限る)

■発行 平成24年5月

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒 105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

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



地球深部探査船「ちきゅう」とは？

倉本真一

巨大地震発生のメカニズムは？ 汎世界的気候変動の歴史は？ 生命の誕生とその進化の歴史は？ 等々、我々が直面している防災、減災、地球環境変動、生命科学などの問題に対して、その答えは現在も地球の中に閉じ込められている。それを掘り起こすことによって、新たな科学の地平を開き、未来を構築する科学的な知見を得ることができる。そのツールとしての地球深部探査船「ちきゅう」を紹介する。

キーワード：地球深部探査船「ちきゅう」、科学掘削、ライザー掘削、マントル、巨大地震、地下生命圏

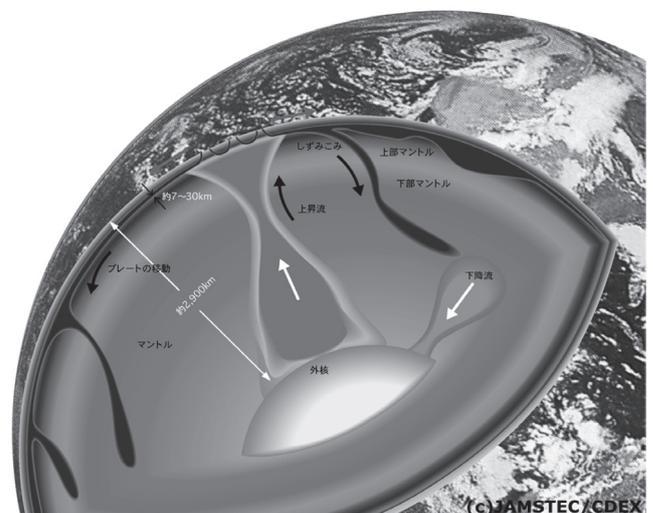
1. はじめに

未曾有の地震・津波災害をもたらした2011年東北地方太平洋沖地震は、人々の生活を一変させ、多くの尊い命を一瞬にして奪い去っていった。それがほぼリアルタイムでテレビをはじめとするメディアで報道され、東北地方から遠く離れた地域の人々にも、巨大地震の恐ろしさをまざまざと見せつけた。しかしながらこのような大災害をもたらした巨大地震は、今回初めて発生したわけではなく、これまでに何度となく発生し、時には命や財産を奪い去り、また時には大地の様相を一変させるような出来事を繰り返して来たのである。その証拠は、今も大地に刻まれており、そのような証拠を掘り起こし、学問として取り上げるのが「地質学」あるいは「地球科学」である。なにも地震や津波の記録だけが大地に刻まれているのではなく、生命の営みも大地に記録されているわけで、そういった意味では「生命地球科学」という分野は、地球に学び、その歴史や成り立ち、ひいては宇宙の歴史までも研究する分野なのである。その具体的な研究の基礎となる物は地球内部の物質であり、それを手に入れるには掘削という方法しか人類は手にしていない。地球内部を掘り出すことによって、地球の歴史を遡り、生命の誕生や宇宙の成り立ちを議論できるのである。本小論ではその一端を紹介し、その道具としての掘削機器、地球深部探査船「ちきゅう」を紹介する。

2. 地球内部の探究

46億年の歴史を持つと言われている地球は、青い

水惑星という特徴を持ち、それ故に生命を約38億年に亘って育ててきた、生命の星である。半径およそ6400kmの地球、しかしながら人類は未だにその極表層部にしか到達できていないのである。月や火星に到達できる技術を持つ人類にしてでもである。これまでの最深掘削深度は、ロシアのコラ半島で24年かけて行われた掘削により、地表下約12kmまで到達したのが最深記録とされている。しかしながら地下にまっすぐ掘削されているかは疑問の残るところで、12kmよりも浅い可能性も指摘されている。いずれにせよ、大陸での地表下10km程度というのは、地球の層状構造（外部から、地殻、マントル、外核、内核と分かれている）の地殻のなかのさらに浅部でしかないのである（図—1）。地球の内部があたかもわかっ



図—1 地球内部構造の模式図

人類は未だに地球表層部の地殻までしか直接試料を入手できていない。その下部のマントルは、ある意味、月よりも遠い存在である。

ているかのような印象を多くの読者が抱いていると思うが、実はたかだか10 km まで、つまり10/6,400 ではないのである。

子供の頃にテレビで見ていたウルトラマンシリーズでは、時々地下の空間、時にはマグマが流れているようなところで、怪獣と格闘しているシーンがあったのを今でも覚えている。当時も現実の世界の話ではないと思いつつも、地球の内部はああなっているのかと思っていた。科学特捜隊はドリルの付いた乗り物に乗って地下空間まで行っていたので、将来はぜひ乗ってみたいと思っていた。現実には地下に怪獣もいなければ、格闘できるような空間もないわけであるが、これまでの地下の研究から、別世界（アナザーワールド）が存在していることが明らかになって来たのである。それは微生物研究が切り開いた新たな学問の流れである。

3. 地下を掘って宇宙を理解する

土いじりのお好きな読者も多いと思うが、例えば畑にいるミミズを発見したとして、このミミズがどれくらいの深さの地下まで生息しているかと疑問に思ったことはないだろうか？ ミミズも呼吸をしているので、酸素の乏しくなる深さまでは生息できないようで、したがって地下数 m 程度までが生息深度であろう。では数 m 以上深くなると全く生物の居ない世界になっているのであろうか？ 答えは否。Parkes et al. (1994) によれば、海底下1,000 m 程度の地下にも1 cm³ あたりに10⁷ ~ 10⁸ 程度の細胞数が確認されている。さらに最近の知見では、それらは古細菌（アーキア）と分類される生物で、かなり特殊な（我々から見れば）生態系を保っているらしい。例えば酸素がない環境を好み、高温環境下で生息できるらしいのだが、エネルギーに乏しい環境下では細胞分裂も数百年から数千年に1回程度という超スローライフであるらしい。しかしながらこの古細菌は大量に存在することが明らかになりつつあり、地球全体の炭素量の推定としては、海底下の生命圏の理解が鍵を握っている。まだまだこのアナザーワールドの理解は始まったばかりなのである。しかしそこに我々も含めた生物の共通の祖先がいると予想されており、それを今でも地下を掘削し、物質を手に入れることによって理解することが可能なのである。地球上に初めて生命が誕生したのは約38億年前とされている。その生命の始まりは地球で誕生したものなのか、あるいは宇宙から飛来したものなのか、この疑問に対する答えはまだ見つかっていない。まだ

地下に眠る我々の共通の祖先を掘り起こすことによって、大きな手がかりを得られるに違いない。もちろん生物だけではなく、地球は1つの惑星であるわけで、「はやぶさ」が持ち帰った岩石片の試料と同様の物が地球内部に存在しているのである。つまり、地下探索は宇宙探索と言っても過言ではない。

4. 海洋掘削の方法

では、海底下の試料を得るための方法、海洋掘削について概説する。掘削の方法自体は陸上掘削と変わらないのだが、洋上では陸上のように固定して掘削機器を使えないため、掘削船を如何に洋上に「固定」するかが技術的な鍵である。浅海であれば複数の錨を降ろして船を固定することも可能であるが、深海では無理である。そのため、ダイナミック・ポジショニング・システム（DPS）と呼ばれるシステムが導入されている。これは、位置情報は基本的にGPS（全地球測位システム）から受け、船が受けている外力（風、潮流、波浪など）は各種センサーによって計測され、それを相殺するように船底のスラスタ（推進機）の方位と出力を制御し、船が一点に停まるようにするシステムである。それにより陸上同様に決められた地点に停まることができる。しかしながら上下動は抑えることができない（船は基本的に浮いている物なので）ため、掘削パイプ等の上下動を緩衝する装置が取り付けられている。

掘削は掘削パイプの先に取り付けたドリルビット（切り歯）を掘削パイプごと回転させて海底下の地層を削っていく。掘削が進むにつれ掘削パイプを継ぎ足し（ねじ込み式）、深く深く掘削していく。掘削した穴には地層の削りカスなども溜まるため、海水や特別に泥を調合した泥水（でいすい）を掘削パイプから送り込み、掘削した穴から掃き出すことも行う。科学掘削は掘るだけではなく、試料を採取することが重要で、そのためドリルビットの真ん中には穴が開いていて、ドリルビットが回転しながら掘り進むと中心の部分が掘り残され、それを回収している。また掘削をして試料を得るだけでなく、掘削した孔では検層（あな）と呼ばれる各種物理センサーや化学センサーなどの付いた機器を掘削孔の中に入れ、連続的に孔内の壁面での観測（密度、間隙率、弾性波伝搬速度、電気抵抗、間隙水採取などが可能）を行うことが可能である。さらに掘削孔には、長期的に地殻変動等をモニタリングする観測装置を設置し、海底ケーブルに接続することにより、海底下の地殻変動を陸上でリアルタイムにモニターすることが試

みられている。特に巨大地震の発生準備過程を理解するため、そしてより良い事前通報システムを構築するための基礎研究が行われている。

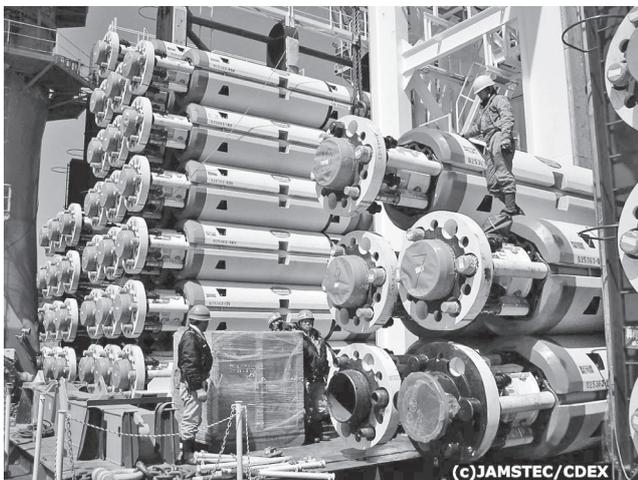
5. 地球深部探査船「ちきゅう」

地球深部探査船「ちきゅう」は科学掘削を目的として設計、建造された世界で初めての科学掘削船である(写真—1)。2002年から足掛け4年の歳月を費やし、2005年7月29日に完工し、(独)海洋研究開発機構に引き渡された。主要なスペックとしては、全長210m、全幅38m、櫓の高さは船底から130m、総トン数56,752t、最大乗船人員200人、発電機容量35,000kWなどである。「ちきゅう」の特徴はライザー掘削能力



写真—1 地球深部探査船「ちきゅう」

世界で初めて科学掘削を目的として設計、建造された科学掘削船。世界の先端技術を結集し、日本で建造された。2005年7月に完工。



写真—2 ライザーパイプ

長さ27m、重さ約27t。パイプの周りには浮力体を取り付けられており水中での吊り上げ重量を軽減している。ライザーパイプそれぞれが繋ぎ合わされ、「ちきゅう」と海底を繋ぐ。ライザーパイプ内を掘削パイプが通り、掘削流体（泥水）を循環させながら掘削する。

を持った世界屈指の掘削船であると同時に、最先端の洋上研究所であることである。ライザー掘削とは、「ちきゅう」と海底までをライザーパイプと呼ばれる鉄管（内径約50cm）で繋ぎ(写真—2)、その中を掘削パイプが通り掘削をする。掘削パイプからは密度を調整した泥水を流し、掘削ビットから出た泥水は、ドリルパイプとライザーパイプの間隙間を通り船上まで戻ってくる。この泥水を循環させながら掘削を行うのがライザー掘削である。カッティングと呼ばれる地層の掘削屑を泥水とともに船上まで持ち上げて（rise）くるので、ライザー（riser）掘削と呼ばれる。ライザー掘削の詳しい説明は割愛するが、この方式によって地下の高い圧力に打ち勝って掘削孔がつぶれないようにすることができ、地下深くまでの掘削を可能にする唯一の方法である。

「ちきゅう」には4階建ての研究室が装備されている。掘削した試料（コアと呼ぶ）は、温度、圧力の変化や酸素に触れることによって、生物のように掘削後すぐに変化していく。そのためなるべく素早く、必要な計測や分析ができるように研究室が設計されている。コアは約10m毎に掘削され、船上に引き上げられる。それを1.5m毎に分割し、すぐさま非破壊計測を行う。「ちきゅう」船上にはX線CTスキャナ(写真—3)やマルチセンサーコアロガー(複数のセンサーが並べられた台の上をコアが移動し、計測が行われるシステム)などが配備されている。非破壊計測によって、どこに重要な構造や地層が存在するのかを見極め、その後コアを半裁(縦割り)するまでに、さらに細かなサンプリングや計測などの場所を決めるのである。非破壊検査と同時に重要なのが、微生物の採取である。なるべく地上の微生物との汚染がないようにして、こ



写真—3 「ちきゅう」研究室内に設置されているX線CTスキャナー。医療用に使われている物を応用し、掘削した試料の非破壊検査に用いている。

れも掘削後すぐさまサンプリングを行い、そのまま凍結させてしまうものや、培養や染色して観察する物などに分けて作業が行われる。

「ちきゅう」の科学掘削は国際計画として行っており、それは日米が主導している統合国際深海掘削計画 (IODP: Integrated Ocean Drilling Program) のもとで行われている。現在 IODP は 26 カ国が参加し、旗艦である「ちきゅう」のほかに、米国が提供するライザーレス船 (浅層掘削が主) や、欧州が提供するミッション毎にレンタルする掘削船を用いている。「ちきゅう」はこれまでに南海トラフでの巨大地震発生場を掘削したり、先の東北地方太平洋沖地震の震源域を掘削し、新たな巨大地震・津波の発生メカニズムの理解に大きく貢献している。また沖縄トラフでは、海底熱水鉱床の形成現場を掘削し、これまでの鉱床生成モデルを塗り替えるような成果をもたらしている。

6. 「ちきゅう」のミッション

地球深部探査船「ちきゅう」は、その建造の動機が科学掘削であり、そのターゲットとしてこれまで掘削できなかったような深さに存在するマントル掘削や、巨大地震発生帯掘削がある。その他にも IODP での初期科学目標 (Initial Science Plan; <http://www.iodp.org/isp/>) に示されているように、地下生物圏の解明や、グローバル気候変動あるいは急激な気候変動の解明、ガスハイドレートのような資源に関する掘削も達

成すべき目標として掲げられている。「ちきゅう」は、IODP の初期科学目標のうち、特にマントル掘削、巨大地震発生帯掘削、地下生命圏掘削などをミッションとしている。大深度掘削はもちろんのこと、効率的、効果的な「ちきゅう」の利用は、運用者としての我々の懸案事項でもある。旬な科学テーマや、長期的な展望をもったテーマの選択と集中は、必然的に求められることでもある。

地球内部の理解はまだまだその途に就いたばかりである。地球の歴史、宇宙の歴史が我々の探究を待っているのである。それは決して我々から逃げることなく、待っているのである。はやく我々の手を差し伸べ、真摯に過去の地球から学び、安全・安心でかつ明るい希望に満ちた未来を探究したい。それが地球を掘るということであり、「ちきゅう」はその科学の先端を担っているのである。

JCMA

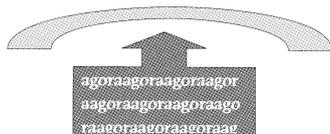
《参考文献》

- 1) Parkes et al., Deep bacterial biosphere in Pacific Ocean sediments, Nature, 371, 410-413, 1994.

【筆者紹介】

倉本 真一 (くらもと しんいち)
 (独)海洋研究開発機構
 地球深部探査センター 企画調整室
 次長





太平洋で発見されたレアアース泥の特長と開発可能性

加藤 泰 浩

2011年7月4日、我々の研究グループは、ハイテク産業に必要な不可欠な資源であるレアアースを高濃度で含む海底堆積物「レアアース泥」が太平洋の広い範囲に分布していることを発見した。この発見は国内のほとんどすべての主要紙の1面や朝7時のNHKニュースなどで大きく取り上げられたのみならず、ロイター、BBC、ウォールストリートジャーナルなどの海外主要メディアでも広く報道され、世界的に大きな反響を呼んだ。

本稿では、レアアースの重要性とそれを巡る現在の資源問題について解説し、次に我々が発見した新資源「レアアース泥」の特長について述べる。さらに、つい最近報道された南鳥島周辺のレアアース泥について紹介する。

キーワード：レアアース泥、海底鉱物資源、フロンティア資源、深海底堆積物、資源セキュリティ

1. レアアースの重要性

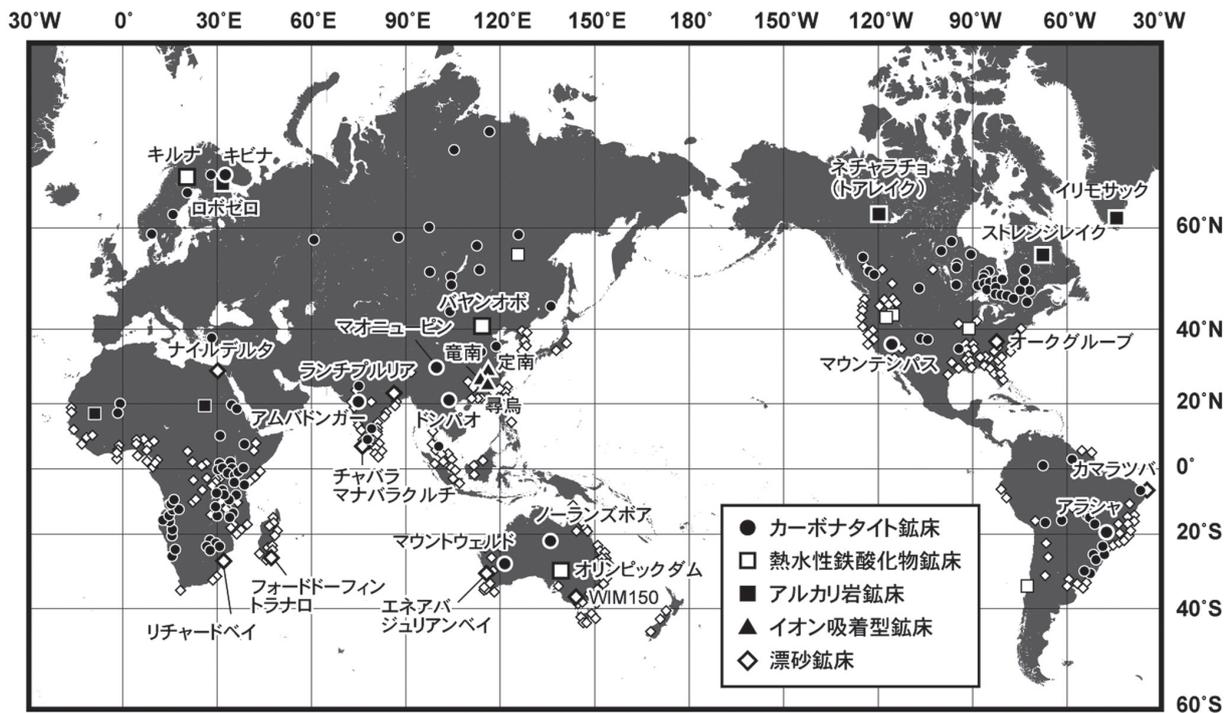
レアアース（希土類元素）とは、周期律表の第3族に属する元素のうち、原子番号57番から71番までのランタノイド15元素（ランタン（La）、セリウム（Ce）、プラセオジウム（Pr）、ネオジウム（Nd）、プロメチウム（Pm）、サマリウム（Sm）、ユウロピウム（Eu）、ガドリニウム（Gd）、テルビウム（Tb）、ジスプロシウム（Dy）、ホルミウム（Ho）、エルビウム（Er）、ツリウム（Tm）、イッテルビウム（Yb）、ルテチウム（Lu））の総称であり、同じ第III族元素である21番のスカンジウム（Sc）、39番のイットリウム（Y）を含める場合もある。また、ランタノイド15元素のうち、ランタンからユウロピウムまでを軽レアアース、ガドリニウムからルテチウムまでを重レアアースと呼称する。

レアアースの原子は、N殻に空席があるにもかかわらず、先に外側のO殻とP殻に電子が入り、その後でN殻の空席を電子が埋めていくという特殊な電子配置を持つため、素材原料として用いることで極めて独特な特性を発揮する。例えば、その磁気的特性を生かした素材としては、ネオジウム・鉄・ボロン磁石（耐熱性を上げるためにジスプロシウムも添加されている）やサマリウム・コバルト磁石があり、特に前者は「最強の永久磁石」としてハイブリッドカーのモーターやハードディスクなどに広く使用されている。また、

ユウロピウムやテルビウム、イットリウムなどは優れた蛍光特性を持つことから、古くはブラウン管カラーテレビ、現在では三波長形蛍光ランプやLED電球、液晶テレビのバックライトなどに用いられている。そのほかにも、二次電池や燃料電池の材料としてランタンやセリウム、サマリウムが、デジタルカメラや望遠鏡、顕微鏡に使われる光学ガラス材料としてランタン、ガドリニウム、イットリウムが、DVDやブルーレイディスクなど光ディスクの記録層にはガドリニウム、テルビウム、ジスプロシウムが、半導体や液晶ガラス基盤の研磨剤や自動車用排気ガス浄化触媒、石油精製のFCC触媒にはランタンやセリウムが使われているなど、その利用は多岐にわたっており、レアアースは現代社会において欠かすことのできない重要な資源であるといえる。

2. レアアースを巡る資源問題

このように、レアアースは我が国を支えるハイテク・省エネ技術産業に必要な不可欠な資源であるが、現在世界のレアアース生産量の約97%を中国一国が生産するという歪な供給構造を持っている。中国は世界最大のレアアース鉱山である内モンゴル自治区のバヤンオボ（白雲鄂博）鉱床をはじめとした巨大鉱山を多数有しており（図—1）、これらから産出されるレアアースを大量に安価で売りさばくことで外貨獲得の手段と



図一 世界のレアアース鉱床の分布図¹⁾

してきた。しかし2005年以降、環境保護、自国資源の長期的保護、内需拡大のための国内産業の発展などを名目として、鉱山での採掘量規制や輸出力規制、輸出関税の導入など規制強化政策へ急激な転換を図っており、レアアースの供給不足や価格高騰が懸念されてきた。そしてついに、2010年9月の尖閣諸島漁船衝突事件の報復として中国はレアアース資源の輸出停止や制限を行い、その不安は現実のものとなった。このいわゆる“レアアース・ショック”は、日本だけではなく欧米諸国をも巻き込み、世界中でレアアースの資源問題がクローズアップされることとなった。このレアアース輸出停止措置は10月末～12月までには解消されたものの、その後も中国は2005年以降の5年間で国内のレアアース埋蔵量が激減したと発表し、レアアース開発企業の集約化やレアアース探鉱権・採鉱権の全面整理、レアアース資源税の引き上げなど更なる生産管理の強化を進めている。それに伴って2011年に入ってからレアアース価格は異常な高騰を続けており、8月の価格は1月と比べて3倍から10倍に達する高値を更新した。現在の価格は下落傾向にはあるものの、重要なレアアースであるユウロピウムやジスプロシウム、テルビウムなどの価格は依然として高い水準で推移を続けている。こうした事態に対して、2010年10月には日米欧が連携してレアアースの安定調達や削減技術について検討する作業部会が初めて開催されたほか、2012年3月には、日本、アメリカ、EUが共同でレアアース輸出規制を行う中国を世界貿

易機関(WTO)に提訴し、現在争議中である。

また、レアアース価格の高騰は国内レアアース産業に大きな影響を与えており、国内業者はレアアースを使用した製品の値上げを余儀なくされている。中国は国内販売価格と輸出価格に差をつけることで、日本を初めとする海外企業の生産工場の国内誘致を強く推進している。これにより、日本の持つハイテク産業の生産技術の流出が強く懸念されている。さらに中国は、尖閣諸島問題でも明らかになったように、レアアース資源を外交カードとして利用しており、レアアースの安定確保は日本にとって喫緊の懸案事項であるといえよう。

中国がこうした強硬な姿勢に出ることができるのは、前述したように世界でも有数のレアアース鉱床を国内に数多く持つためである(図一)。例えば、内モンゴル自治区のバヤンオボ鉱床は5,740万トンもの鉱量を持つ世界最大の軽レアアース鉱床である。また、四川省のマオニューピン鉱床も2,000万トンの鉱量を持つ大鉱床である。こうした鉱床に含まれる高レアアース含有鉱物はマグマ活動によって形成されるが、マグマの分別結晶作用を通じて軽レアアースを強く濃集し、総レアアース含有量は～10%にも達する。しかし非常にやっかいな問題は、これらの軽レアアース鉱床には、トリウムやウランなどの放射性元素も同時に高濃度で濃集してしまうことである。軽レアアース鉱床は米国や豪州など世界中に分布するが、中国以外の国々ではこの放射性元素の処理がネックとなり、開

発が極めて困難となってしまうことが多い。中国では、レアアースを回収したあとに発生する放射性元素が多く残留した廃さいが無造作に貯蔵されており、深刻な環境問題や健康被害を引き起こしている。

これらの軽レアアース鉱床とは別に、さらに中国には「イオン吸着型鉱床」と呼ばれる重レアアース鉱床が存在する。高温多湿の中国南部（主に江西省）において、花崗岩が風化されてできた粘土鉱物にレアアースが吸着・濃集したものである。主な鉱床としては竜南鉱床、尋烏鉱床などが知られており、地表部に広範囲に存在していることが特徴である。類似の気候条件下にあり、風化花崗岩が分布するベトナムやカンボジアなどの東南アジア諸国でも、同様のイオン吸着型鉱床が存在すると期待されているが、今のところ有望な鉱床は見つかっていない。つまり現時点では、最重要の資源である重レアアース鉱床は南中国にしか存在しないのである。このイオン吸着型鉱床は、軽レアアース鉱床と比べると、総レアアース含有量はかなり低い（0.05～0.2%）が、レアアースの回収が極めて容易であるという特長を持つ。そのレアアース回収法は、山体に直接硫酸アンモニウムを流し込み、不透水層に沿って流れ出たレアアースの抽出溶液を回収する“in-situ leaching”という極めて荒っぽいやり方である。

開発が非常に容易なために不法生産が後を絶たず、採掘地の荒廃が大きな問題となっている。また最も深刻な問題は、回収されずに拡散した抽出液が河川や田畑に流れ込み、土壤汚染を引き起こしている点である。このように、現在陸上で開発されているレアアース鉱床は非常に深刻な環境問題を抱えており、持続可能な資源開発の最大の障害になっているといえる。もしかすると、中国においても近い将来にレアアース鉱床の開発は難しくなるかも知れないのである。

3. 新しい海底鉱物資源“レアアース泥”の発見

このような状況の中、我々の研究グループは、太平洋の4,000m以深の深海底にレアアースを高濃度で含有する泥（レアアース泥）が広範囲に分布していることを発見した（図-2）。我々が発見したレアアース泥は、（1）中国のイオン吸着型鉱床より高いレアアース含有量（特に重レアアース含有量）を持つこと、（2）資源量が膨大かつ探査が容易なこと、（3）開発の障害となるトリウムやウランなどの放射性元素をほとんど含まないこと、（4）希硫酸や希塩酸で容易にレアアースが抽出可能であり、製錬が極めて容易なことなど、まさ

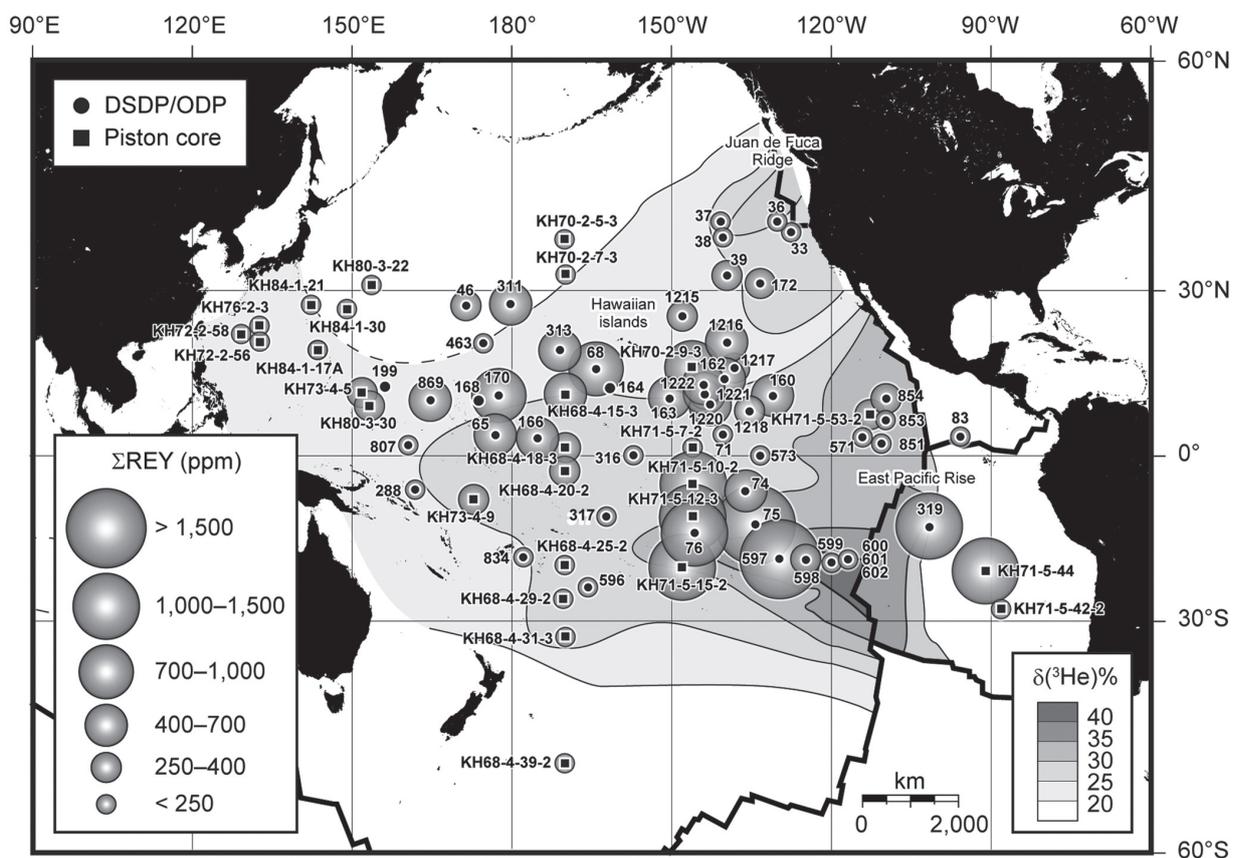


図-2 太平洋におけるレアアース泥の分布（＜2mの表層）と平均総レアアース含有量²⁾

に夢のような海底鉱物資源といえる。これまで海底鉱物資源としては、中央海嶺や島弧・背弧に分布する熱水性硫化物鉱床や、海山の表面に薄い皮膜状・層状に発達するマンガン（コバルトリッチ）クラスト鉱床、深海底を広く覆って分布する団塊状のマンガンノジュール鉱床の3つが知られていたが、レアアース泥はそれらに続く第4の海底鉱物資源になると期待されている。

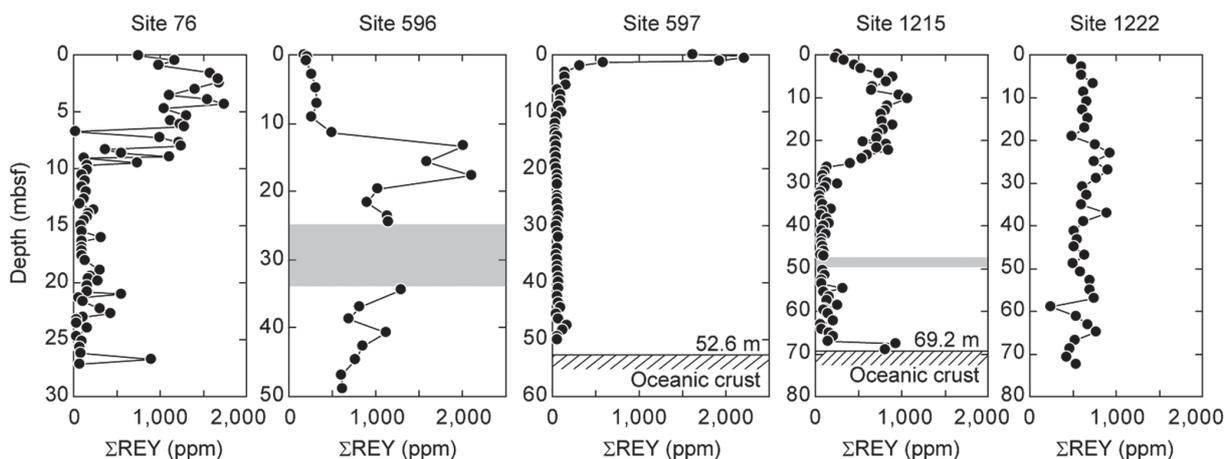
太平洋全域から採取された2,000を超える膨大な数の深海底の泥試料について、誘導結合プラズマ質量分析装置（ICP-MS）による全岩化学組成分析を行った結果、タヒチ周辺の南東太平洋（5–20° S, 130–150° W）とハワイを中心とした中央太平洋（3–20° N, 130° W–170° E）において、高いレアアース含有量を持つ泥が広く分布することが明らかになった（図—2）。南東太平洋においては、現在中国南部で採掘されているイオン吸着型鉱床の2倍以上のレアアース含有量（重レアアース含有量に至っては約5倍）の泥が層厚2～10 m程度の厚さで分布している（図—3）。一方、中央太平洋のレアアース泥は、レアアース含有量こそ南東太平洋に比べると低いものの、最大70 mの厚さ（平均23.6 m）にも達することがわかった（図—3）。この2つの海域の資源量を計算してみると、現在陸上に存在するレアアース埋蔵量のおよそ800倍になる。場所によっては1平方キロメートルの海底面下を開発するだけで、世界の年間レアアース消費量の1/5を供給することが可能である。また、レアアース泥には、バナジウム、コバルト、ニッケル、モリブデンなどのレアメタルも高濃度で含有されているので、これらのメタルも回収できれば、資源価値はさらに高くなる。

膨大な化学分析データを独立成分分析で解析した結果、レアアースを濃集させたメカニズムは、中央海嶺

の熱水活動によって放出された鉄質懸濁物質とゼオライト鉱物の一種であるフィリップサイトによって、海水中のレアアースが吸着されたことであると判明した。泥に含まれるレアアースは鉱物相にゆるく吸着されているだけなので、希硫酸や希塩酸に室温で1時間程度浸すだけで、ほとんどすべてのレアアースを抽出することが可能なのである。

4. レアアース泥による日本の資源戦略

太平洋で発見されたこのレアアース泥は、マスコミ報道では、公海上の資源であることが強調されていたが、実際にはそうではない。タヒチ沖の一部はフランスの排他的経済水域（EEZ）、ハワイ沖は米国のEEZに属することに注意を払う必要がある。我々がこの新規資源の発見を世界で最も権威のあるネイチャー系の科学雑誌で公表したのは、まずは科学上の発見として科学の進展に大きく寄与することを目的としたことは言うまでもないが、もう一つの大きな目的は、レアアース資源を独占する中国を強く牽制できると考えたからである。公海上の資源であれば世界中の国々を巻き込むことができるし、フランスや米国にとっては大いにやる気にさせられる発見のはずである。レアアースを巡って日本だけが中国と敵対するのではなく、できるだけ多くの国を巻き込む、これがまず我々が意図したことである。中国にとってレアアースは、中東にとっての石油と同じような、最重要の戦略物質である。その戦略物質を我々の発見が大きく脅かしているのである。中国は今までのように思うままにレアアースの価格を上昇させることはできないであろう。これ以上の価格上昇は、深海底のレアアース泥を実際に開発することの十分なインセンティブになり得るからである。実際にフランスは、タヒチ沖でレアアース泥の開発に



図—3 代表的なコア試料のレアアース泥の深度分布と総レアアース含有量²⁾

動くと思われ。フランスは、世界最高水準の海洋資源開発の技術を有しており、さらにレアアースの製錬技術にも優れているからである。我々日本人が発見したレアアース泥をフランスに先に開発されてしまうことにはやや複雑な思いがあるが、中国一国がレアアースを独占している現在の状況を打破することは大いに歓迎すべきことであろう。

5. 南鳥島レアアース泥の発見とその開発への取り組み

今年2012年6月28日、我々は日本のEEZ内である南鳥島周辺海域にレアアース泥の存在を確認し、その研究結果を公表した。この研究成果はNHKの夜7時のニュースで大きく取り上げられ、翌29日の朝7時のトップニュースとしても報道された。このEEZ内のレアアース泥は、コアの回収率が悪いためその情報は断片的だが、Site 800では平均総レアアース濃度が1,070 ppmに達する泥が分布している（図-4）。そこでは、海底面下10m以深に10m程度の層厚でレアアース泥が分布していることが確認されており、Site 800周辺の1,000 km²の海域だけで、日本の国内消費量の約230年分にあたる約680万トンのレアアースが存在すると推定される。これから需要が特に逼迫すると懸念される重レアアースのジスプロシウムは約400年分、テルビウムに至っては約4,600年分の資源

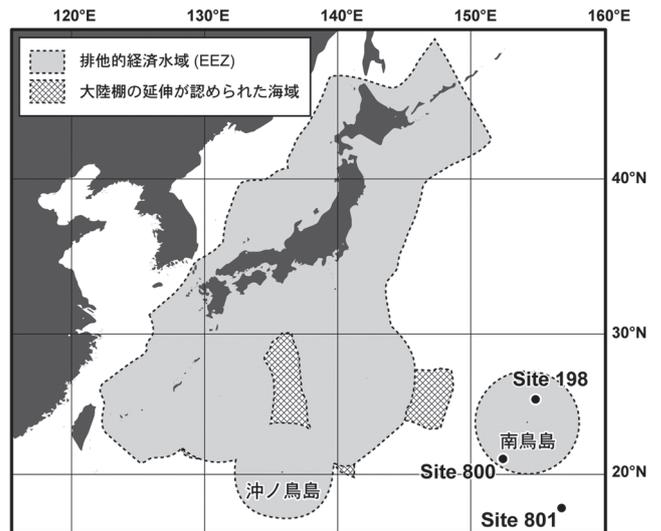


図-4 南鳥島 EEZ 内で確認されたレアアース泥³⁾

量である。また、南鳥島の北に位置する Site 198 や、EEZ からは外れるが Site 801 においてもレアアース泥が確認されている。したがって、南鳥島の EEZ 全体ではさらに膨大な量のレアアース泥が存在すると予想される。

もしこうした EEZ 内のレアアース泥を開発できれば、レアアースを自給する道が開けることになる。最大の問題の一つは、水深が5,000 mを超える深海底に存在するレアアース泥を揚鉱することができるかどうかであるが、同様の水深に存在するマンガンノジュールの採掘シミュレーション結果などに基づけば、それ

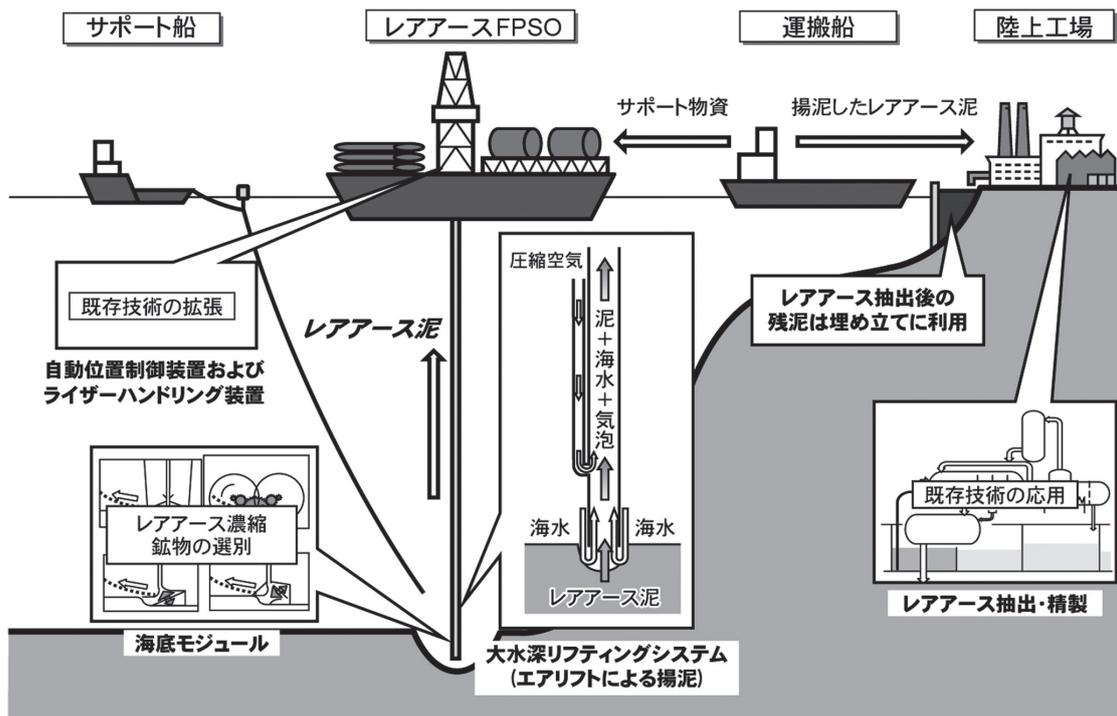


図-5 レアアース泥開発システムの概要³⁾

ほど難しくはなさそうである。また、今から30年ほど前の1980年代に、紅海の水深2,000mに分布する硫化物泥の揚鉞がドイツの企業によって実証されており、一艘の船で年間約260万トンの泥が採れると試算された。我々は三井海洋開発との共同研究により、圧縮空気を送り込んで泥に空気を混ぜ、密度を軽くして引き揚げるエアリフトという方法で、年間約300万トンのレアアース泥を一艘の船で採ることを目指している(図-5)。これにより、レアアースの国内需要のほぼ10%を賄うことができるが、まずはこの量で十分であると考えられる。日本がレアアース泥を採取できることを示せば、中国はレアアースの輸出価格を下げることで、このプロジェクトをつぶそうとするはずである。その場合、日本としては、残りの国内需要の90%を充たすレアアースを中国から安く買えることになるので、総じて非常に得をすることになる。レアアース泥を採ることで仮に赤字が生じたとしても、簡単に相殺することができる。日本がレアアースの価格をコントロールする調整弁を握ることができるのである。これこそ日本が執るべき資源戦略であろう。まずは

刻も早く、南鳥島EEZ内の海域について重点的な資源探査を展開し、レアアース泥の資源ポテンシャルを把握することが重要である。レアアース資源が十分に確保できれば、既存のレアアース産業の更なる発展と新規のレアアース産業の創出を誘発し、日本再生の起爆剤になることが大いに期待される。

JICMA

《参考文献》

- 1) 足立吟也(監修): "希土類の材料技術ハンドブック 基礎技術・合成・デバイス製作・評価から資源まで", NTS, 978p, 2008
- 2) Y. Kato et al: "Deep-sea mud in the Pacific Ocean as a potential resource for rare-earth elements", Nature Geoscience, vol. 4, 535-539, 2011
- 3) 加藤泰浩: "太平洋のレアアース泥が日本を救う", PHP 新書, 253p, 2012

【筆者紹介】

加藤 泰浩(かとう やすひろ)
 東京大学大学院
 工学系研究科
 エネルギー・資源フロンティアセンター
 教授



大口徑岩盤削孔工法の積算

——平成24年度版——

■改訂内容

- ・国交省の損料改正に伴う関連箇所の全面改訂
- ・ダウンザホールハンマ工、ロータリ掘削工法の積算方法の改定
- ・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
- ・施工実績の改定

- 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)
- 発行 平成24年5月

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8(機械振興会館)

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

ずいそう

3つの印象的エピソード

望月 哲



エピソード1：ゴーイングメリー号の建造

「ワンピース」という漫画をご存知でしょうか！絶大な人気を誇る海賊達の友情物語です。

10年ほど前のある日、突如フジテレビの編成部から二人の仕掛け人が、お台場の海にゴーイングメリー号を走らせたいので造ってくださいと、漫画の切り抜きを片手に現れました。

なんとその切り抜きこそ「ワンピース」に登場する海賊船「ゴーイングメリー号」だったのです。

あまりに唐突で、しかも漫画に登場するそのままの姿でしたから、一瞬戸惑ったのですが、営業に転籍した最初の年、これは絶好の受注チャンスとばかりに、勢いで「やりましょう」と答えてしまったのです。

それから半年、漫画のイメージに近づけるには、乗客の安全を確保する為にはなど、悩み苦しみ、やっとの思いでフジテレビの、夏のイベントに登場させることが出来ました。

お台場に登場したその「ゴーイングメリー号」は大人気アトラクションとなり、「レインボーブリッジ」を回る航海から戻った家族づれや若者達の満足げな微笑みがこぼれた時、今まで味わったことのない、もの作りへの感動が生まれました。

そして、それは何物にも代えがたい一生の宝物となりました。

エピソード2：フローティングドックの改造

ケーソンは防波堤などを構成するコンクリート構造物です。

東北の震災でこのケーソンが破壊され流失してしまったという話は記憶に新しいところですが、この震災をさかのぼること3年、私はケーソンを洋上で建造するフローティングドック（以降FD）の改造に一夏、明け暮れていました。

通常ならどこか造船所のドックに入渠して改造するのですが、この時は予算も適当なドックもなかったので、已むなく外乱の少ない入り江に停泊し改造することにしました。

方法は船底が見えるまでFDを傾け、新たな浮力体（鋼構造物）を側面と前後に溶接にて取り付ける工事でした。

もともとFDにはたくさんのバラストタンクがあり、縦横に傾斜させることは朝飯前なのですが、その時はまるで映画タイタニックのラストシーン宛らに傾いていました。

想像以上に傾いていたものですから、あらゆる条件で計算し安定性を確認するも不安は払拭できず、さらに台風までもが追い討ちをかける始末、不安はピーク

に達していました。

そして運命の台風一過、十字を切って朝一番で駆けつけるとFDは相変わらず船体を大きく傾けてはいるものの元の場所に不動明王の様に鎮座してくれていたのです。

ホッと胸を撫で下ろす傍らに100mmほどもあるもやい綱が何本も切断され台風との戦いの激しさを物語っていました。

そして切断されたもやい綱の周りを赤とんぼが悠然と舞って、一夏の私の熱い戦いは終を告げました。

今でもその季節に赤とんぼを見かけるとその無鉄砲な工事が神がかりでうまくいったことにひたすら感謝して心の中で工事の神様に手を合わせています。

エピソード3：ギャングウェイの製作

阪神・淡路大震災の復興のシンボルとして、神戸港に豪華客船「クイーンエリザベス2号（以降QE2）」が入港することになりました。

しかしその時、船と乗降施設とを結ぶ移動式の渡橋ギャングウェイが全て震災で破壊されていたので、急遽新たに1基製作することになりました。

そして私はその設計プロジェクトに駆出されたのですが、当該機は走行・昇降が複雑な油圧システムで、船舶設計が専門の私にとっては少々重荷、常に製作状況が気になっていました。

そこで作業員の質問・非難攻めにあわないよう昼間を避け、夜中懐中電灯を首からぶら下げてそっと製作状況を探りに行くことにしました。

今になって考えてみると、暗く静まり返った空間を懐中電灯の明かり一つを頼りにウロウロ歩き回る自分の姿が惨めで滑稽に思えて仕方ありませんが、その時は相当必死だったのでしょうか。

油圧配管に至ってはあまりにもその量が多く複雑だった為、設計している自分でさえ混乱寸前、そして納期の迫る中、恐る恐る開始した始動試験で種々油圧機器が計画通り動き始めた時は自分でも驚きと衝撃でした。

あれはきっと天使の仕業だっただろうといまでもミラクルです。

そして予定通り「QE2」は神戸港に入港し、何とか間に合せる事が出来たギャングウェイと「QE2」が一緒にテレビに映る姿を見つめて、少し心地よい疲労感に浸っていました。

ずいそう

タビ たび 旅

高橋 馨



「旅をしない人は哀れな存在です」：モーツァルト。旅好きの私が言えないことを、天才はあっさり言ったのけた。思えば、異国の自然・歴史・文化に触れるのが楽しみで、これまで20回ほど海外旅行をした。国内旅行では味わえない感動や発見など、思い出の一端を披露させていただく。

初めての海外旅行は平成3(1991)年の夏、念願のモーツァルトの生地・ザルツブルクを訪れた。この年は彼の没後200年(不肖・生誕60年)、ザルツブルク音楽祭が祝祭大劇場で開催されるが、チケットは入手が困難で諦めていた。ところが、JTBが「魔笛」と「ドン・ジョバンニ」のチケットつきツアーを催すことを知って飛びつくように参加、二晩に亘って本場のオペラを堪能した。そのあと、ウィーンのシェーンブルン宮殿劇場で「フィガロの結婚」を観ることができ、3大オペラを楽しんで大満足。ウィーンから空路パリへ、快晴のもと機窓から眼下の山野を眺めた。およそ230年前、7歳のモーツァルトは父と姉とともに馬車に揺られ、3週間もかかってパリへ辿り着いたことに思いを馳せるうち、1時間で到着した。

平成7年の秋、イタリアへ旅した。ローマ、ミラノ、ヴェネツィアなど主要な観光地を訪れたが、私のお目当てはフィレンツェ。ウフィツィ美術館で名画を観たあと、ミケランジェロ広場から巨大なドゥオモを中心に広がる“屋根のない美術館”と称される街並みを眺め、しばし眼福にひたった。ローマは名所や史跡が多いが、スリが多いことでも有名。普通の女の子の服装をしたジプシー娘が2・3人で新聞などを持って観光客に近づき、スリを働くので注意するよう言われていた。カメラを下げて店を見ながら歩いていると、いいカモに見えたのだろう。2人娘がぶつかってきたが、とっさに体をかわして事なきを得た。

平成9年の夏、チェコ、ハンガリーなど東欧諸国へ旅した。初めに訪れたのはモーツァルトにゆかりが深いプラハ。市内を流れるモルダウ(ヴルタヴァ川)に架かるカレル橋(1357年建造)を渡って丘の上のプラハ城や修道院を見学、9世紀に遡るといって歴史をひしひしと感じた。プラハからブダペストへ向かう途中、ドナウ川の畔の古城(要塞)に寄り、襲来した蒙古軍からの戦利品などを見たが、ここでも歴史を実感!

平成11年の夏、北欧4国へ旅した。最初に訪れた

のはコペンハーゲン。夕方、散歩に出て自転車の店があったので価格を見ると日本円で約7万円、消費税が20%と知って驚いた。翌日、港の波打ち際にある有名な“人魚姫の像”を見た。対岸には数基の発電用風車が回っていたが、海に囲まれたデンマークは風力発電が盛んで全発電量の5%を賄っているという。オスロでは国立美術館でムクの「叫び」を観たが、同じような絵画が何枚もあった。夏空のもと、公園では多くの男女が半裸で日光浴を楽しんでいた。

世界の最高峰エベレスト(8,850m)を見るのが多年の夢だったが、平成12年の夏、宮城県山岳連盟が企画した「エベレスト・パノラマ・トレッキング」でその夢が実現した。参加者は10人(うち女性3人)、カトマンズから小型機でエベレスト街道の玄関口・ルクラへ飛び、4日間かけてタンポचे(標高約4,000m)まで歩く。ベテランのシェルパ頭が率いる若いシェルパ、ポーター、コック計15人が同行し、テントや食事など一切の世話をしてくれる。途中、初めてエベレストを遠望したときは感激! その後も数回見たが、いつも雪煙が上がっていた。カトマンズに無事に戻ったあと、エベレスト遊覧飛行に参加。操縦席から眼前の名峰にカメラを向け、夢中でシャッターを切った。

平成19年春にスペイン、初秋にエジプトへ旅した。スペインはバルセロナ、マドリッドなど主要な観光地を訪れたが、当時は経済が順調なようであった。エジプトでは40℃の炎天下でピラミッド、“王家の谷”など多くの遺跡やアスワンハイダムを見学したが、政情も安定していて不思議な活気が感じられた。両国の現状を見るにつけ、いい時期に訪れたと思う。

ボスポラス海峡を挟んでヨーロッパとアジアに跨るトルコ。その美しい海峡を見たい一心で、昨年トルコへ旅した。シルクロードの要路だっただけに世界遺産の遺跡が数多くあり、観光客も多い。政教分離で宗教的な争いがなく、ヨーロッパ諸国の不況を尻目に経済が好調との印象を受けた。

広い世界のほんの一部を旅したに過ぎないが、「アラブの春」や「欧州危機」など激動する世界の動きを少しく実感できる。これからも健康を保ち、タビたび旅をしたい。

平成 24 年度 一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞 受賞業績 (その 2)



平成 24 年度 一般社団法人日本建設機械施工協会 奨励賞



トンネル坑内の粉じん低減工法 「トラベルクリーンカーテン」の開発 ～短時間で坑内の作業環境を飛躍的に改善～

(株)大林組・国土交通省 八代河川国道事務所

業務内容の概要

「トラベルクリーンカーテン」(以下 TCC) は、開閉可能な隔離壁と集じん機・送気ファンから構成される。本装置は、坑内で発生粉じんが送気ファンによる給気で希釈され集じんされる際に、隔離壁により粉じんの拡散を防止して、切羽～TCC 間で粉じんを確実に処理することができるため、TCC から後方の作業環境を飛躍的且つ確実に改善することが可能である。

掘削時やコンクリート吹付時など、切羽付近で大量に粉じんが発生する時は、隔離壁車両通行部を閉じて粉じんを切羽～TCC 間に封じ込め、給気にて十分に希釈して確実に処理できる(図-1)。ズリ出し作業など車両通行が必要な時は、隔離壁車両通行部を開くことにより、集じん機による排気量 Q2 と送気ファンによる給気量 Q1 に開口部で圧力差を付け、TCC 後方で切羽方向への気流を発生させることで粉じんの坑口への漏れを抑制する(図-2)。

「TCC」の主な特長は、以下のとおりである(土木研究所模擬トンネルでの実験結果)。

1. 「切羽後方 50 m での粉じん濃度を 0.1 mg/m^3 」まで低減することが可能である。
2. 開閉可能な隔離壁、及び隔離壁外周部はバルーン構造

のために、状況に応じた送排気制御が可能である。

3. 粉じん処理時間の約 25% 短縮と電気使用量の 25% 程度削減が可能である(従来機比)。
4. 移動・再設置は容易で短時間(30 分)の移動が可能である。

図-1 に隔離壁車両通行部 閉、図-2 に隔離壁車両通行部 開の坑内イメージ図を示す。

業務内容

1. 業績の行われた背景

山岳トンネル工事においてトンネル先端である切羽では、発破や機械による掘削、掘削土砂の積込、コンクリート吹付、それらを行う工事機械の排煙によりさまざまな粉じんが大量に発生する。粉じんは、現場従事する人々にとって肺機能の低下を招くじん肺の要因として大変深刻な問題であり、厚生労働省は『ずい道等建設工事における粉じん対策に関するガイドライン』(平成 12 年 12 月)で「切羽後方 50 m で粉じん濃度目標レベルを 3 mg/m^3 以下」と定めている。

従来、粉じん対策としては切羽付近に外気を送風・換気

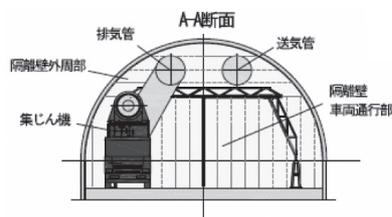


図-1 隔離壁車両通行部 閉の場合 $Q1 = Q2$

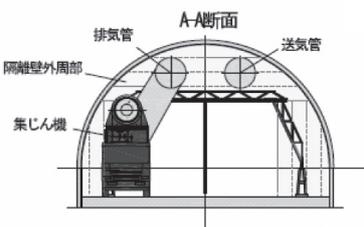
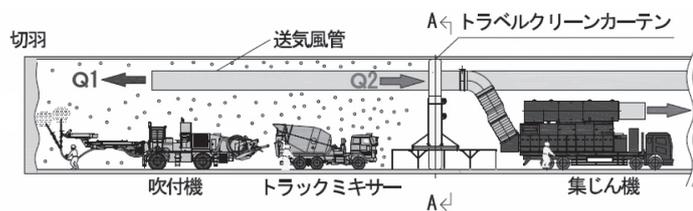
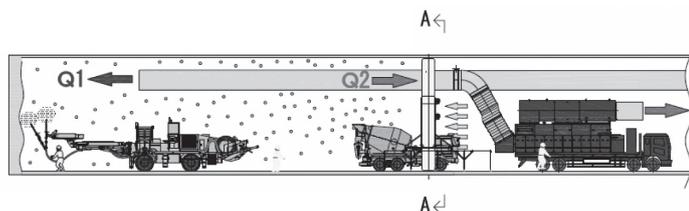


図-2 隔離壁車両通行部 開の場合 $Q1 < Q2$



することによって粉じん濃度を希釈して低減する方法がとられてきた。しかし、近年のトンネル断面の大径化、工事機械の大型化に伴い、切羽付近で発生する粉じんは増加傾向にあることから、希釈に加え集じん機を併用するようになり、換気設備の大型化、それに伴う換気コストの増大や移動・設置の煩雑化が課題となっていた。

これらの問題を解決するために、(株)大林組は、「トラベルクリーンカーテン」(以下 TCC)を開発した。本装置は隔離壁開口部と送排気量による圧力差を利用したトンネル坑内粉じん低減工法で、発生粉じんを封じ込め、効率良く集じんすることが可能である。その効果は、独立行政法人土木研究所内模擬トンネルを使った実証実験と、現場への適用で粉じん濃度が大幅に低減したことにより確認された。



写真一 全景



写真二 TCC 使用状況

2. 業績の詳細な技術的説明

a. 工法

換気設備の想定として、2車線道路トンネル(内空断面積 80 m^2) 施工時に送気式換気方法を採用し、送風機 $1500\text{ m}^3/\text{min}$ 、集じん機 $1800\text{ m}^3/\text{min}$ を使用、常時給気として $Q1 = 1000\text{ m}^3/\text{min}$ を送風するものとする。

◆隔離壁車両通行部 閉(掘削時、コンクリート吹付時)

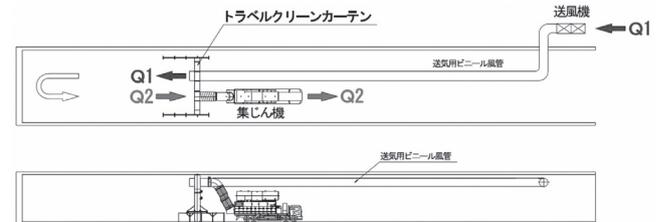
隔離壁車両通行部を閉じて発生粉じんを切羽～TCC間に封じ込め、給気にて希釈して確実に処理する。集じん機は切羽からの発生粉じんを感知し運転開始するが、排気量 $Q2$ は送風機による給気量 $Q1$ と同等 ($1000\text{ m}^3/\text{min}$) になるようにコントロールする ($Q2 = Q1$)。

◆隔離壁車両通行部 開(ズリ出し時等の車両通行時)

隔離壁車両通行部を開き集じん機の排気量 $Q2$ をコントロールして $1500\text{ m}^3/\text{min}$ にて運転することで、TCC後方で切羽方向への気流を発生させ粉じんの坑口への漏れを抑制する。

これにより、隔離壁車両通行部閉の場合と同等の効果が得られる ($Q2 > Q1$)。

図一3にトンネル坑内縦断面図、写真一3に隔離壁車両通行部閉、写真一4に隔離壁車両通行部開を示す。



図一3 トンネル坑内縦断面図



写真一3 隔離壁車両通行部 閉



写真一4 隔離壁車両通行部 開

b. 構造

- ◆隔離壁外周部をバルーン構造とすることで凹凸のあるトンネル壁面への密着性に優れ外周部からの漏れを防ぎ、粉じんの封じ込め性・拡散抑制性を高めている。
- ◆隔離壁外周部のバルーンは収縮・膨張をブローで行うため、トンネル壁面への密着を短時間で確実に行うことが可能である。

写真一5にバルーン膨張前、写真一6にバルーン膨張後の写真を示す。

c. 施工性

- ◆TCCの移動は車輪とレールの組み合わせを採用し、狭いトンネル坑内の移動をスムーズかつ精度高く行えるよう



写真—5 バルーン膨張前

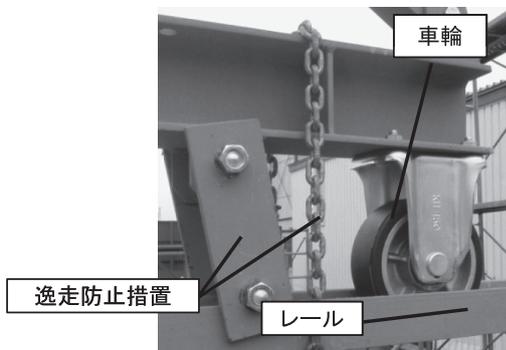


写真—6 バルーン膨張後

にした。TCC 移動時はレール上を走行するが、架台には車輪が取付られているため、重量は約 350 kg あり、人力（4 名）での移動が可能である。なお移動・盛替にかかる時間は 30 分程度で完了するため、トンネル掘削サイクル内で行うことができ、切羽進行に追従する移動が可能である。表—1 に移動・盛替サイクル（現場施工実績）、写真—7 にレール・車輪部を示す。

表—1 移動・盛替サイクル

1	バルーン収縮、レール延長	12分
2	TCC移動	10分
3	バルーン膨張、レール撤去、集じん機、電源台車移動	8分
	合計	30分



写真—7 レール・車輪部

3. 技術的効果

a. 実証実験

・実験場所

独立行政法人 土木研究所内 模擬トンネル（トンネル延長 100 m, 内空断面積 80 m²）

・実験目的

切羽からの発生粉じんを TCC にて封じ込めた状態で、集じん機により効率良く浄化できるかの効果確認のため以下の実証実験を行った。

一般的な希釈換気方式と比較した。

①坑内環境の比較

②経済的効果（4. 経済的効果にて検証）

・実験方法

送気ファンからの給気量 Q1 と排気量 Q2 を設定し、送気ファン・集じん機を運転。その後、先端にて粉じん（ゼオライト #600 中心粒径 1.92 μm）を発生させ、モニター上の粉じん計 No.1 ~ No.3 の粉じん濃度が全て 8 mg/m³ を示した時点で、粉じんの発生を中止して測定を開始した。モニターを目視し粉じん計 No.1 ~ No.3 の粉じん濃度が全て 3 mg/m³ 以下になった時点で測定は終了とし、No.1 ~ No.9 の粉じん濃度を測定した。実験は、TCC の有・無の 2 ケースを実施した。

なお、Q1, Q2 はエアカーテン効果を考慮して、「TCC 無」「TCC 有」の場合ともに

(Q1, Q2) = (500, 500) (500, 750) (500, 1000) (750, 750)
(750, 1000) (750, 1500) (1000, 1000) (1000, 1500)
とパターンを変えて測定を行った。

表—2 使用機械一覧

No	品名	型式	台数	風量(m ³ /min)	出力(kW)
1	送気ファン	KEF-120AWS	1	1500	80*2
2	集じん機	RE-1500P	1	1800	55*2
3	粉じん発生装置		1	-	-
4	粉じん計	JD-3K	9	-	-
5	データローガー		1	-	-

・試験レイアウトおよび粉じん濃度測定ポイント

図—4 に土木研究所実証実験時の試験レイアウト（TCC 有）および粉じん濃度測定ポイントを示す。TCC 無の場合も、試験レイアウトおよび粉じん測定ポイントは同様とした。

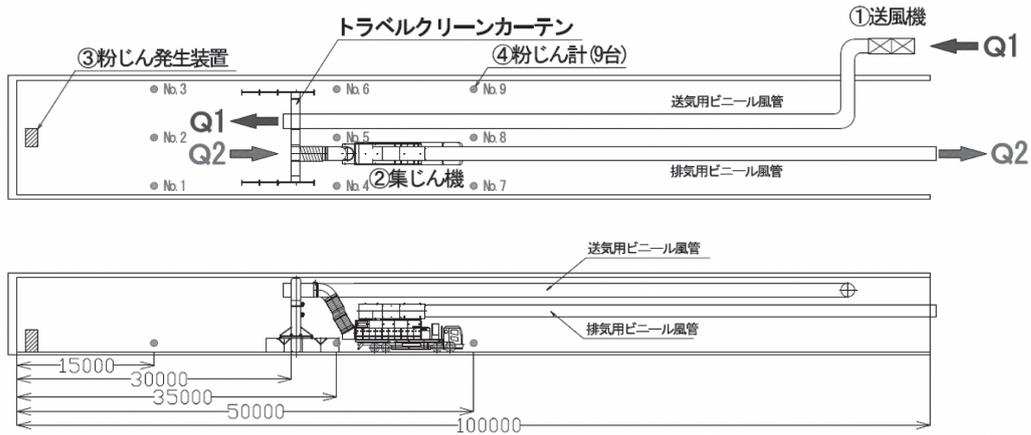
なお粉じん濃度の測定点については、ずい道等建設工事における換気技術指針[※]に従った。

※ずい道等建設工事における換気技術指針より抜粋

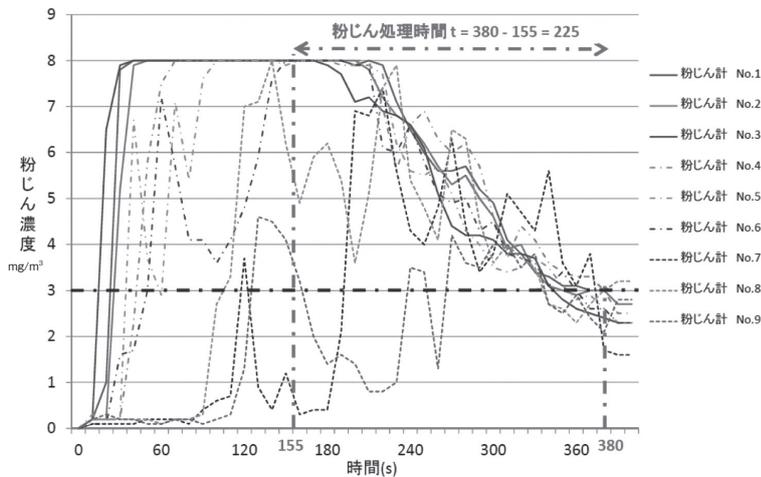
粉じんの測定点とは、ガイドラインで示されたトンネル内の気中粉じん濃度、風速、気流の方向などの測定点のことであり、切羽から坑口に向かって 50 m 程度離れた横断面位置で左右・中央の 3 点（床上 50 cm 以上 150 cm 以下）をいう。

・実験結果（模擬トンネル実証実験時の坑内環境比較）

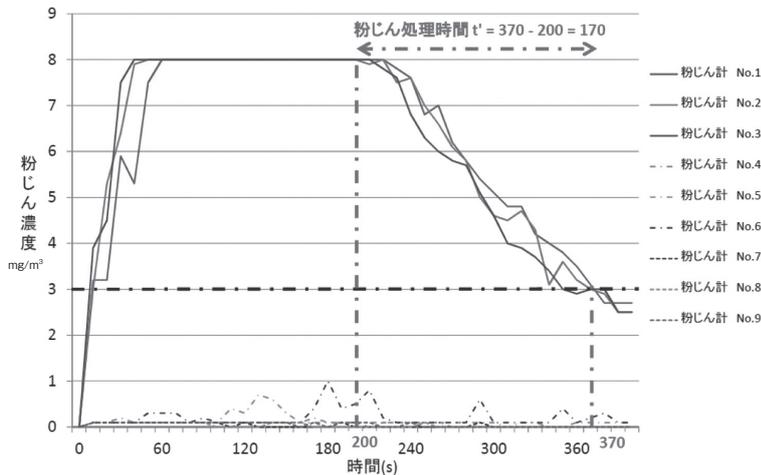
図—5 に送気方式（送気ファン + 集じん機、TCC 無）の場合で送風量 1000 m³/min, 排気量 1500 m³/min の場合、



図一四 試験レイアウトおよび粉じん濃度測定ポイント



図一五 送気方式（送気ファン+集じん機、TCC 無）の場合（送風量 $1000 \text{ m}^3/\text{min}$ 、排気量 $1500 \text{ m}^3/\text{min}$ ）



図一六 TCC 設置（隔離壁車両通行部開）の場合（送風量 $750 \text{ m}^3/\text{min}$ 、排気量 $1500 \text{ m}^3/\text{min}$ ）

図一六に TCC 設置（隔離壁車両通行部開）の場合で送風量 $750 \text{ m}^3/\text{min}$ 、排気量 $1500 \text{ m}^3/\text{min}$ の場合の粉じん変化を示す。なお、縦軸は粉じん濃度 (mg/m^3)、横軸は時間 (s) とし、各粉じん計の粉じん濃度の時間的変化を示している。

(1) 粉じん濃度

図一五より、トンネル先端で発生した粉じんは粉じん計 No.7, 8, 9 の数値より、切羽から 50 m の位置まで漏

れてきているのが分かる。しかし、TCC を設置した図一六では時間が経過しても、粉じん計 No.4 ~ 9 の数値が上がっていない。これは TCC が、粉じんを封じ込め、切羽 50 m 位置まで粉じんが漏れてきていないことを示す。計測員が計測機器に近づいたことにより、粉じん濃度が瞬時的に上がっているところもあるが、TCC 後方の粉じん濃度は $0.1 \text{ mg}/\text{m}^3$ 以下になっていることが図一六より分か

る。従来の換気指針では、粉じん発生箇所から 50 m の位置で 3 mg/m^3 以下なので、TCC 設置により粉じん濃度を従来指針値の 1/30 以下に低減することが確認された。

(2) 粉じん処理時間

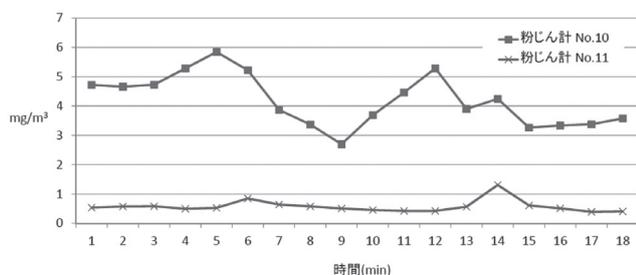
図一5より、従来の換気方法では、切羽付近粉じん濃度を 8 mg/m^3 から 3 mg/m^3 にするまで 225 秒かかることが分かる。しかし、図一6より TCC を設置して送風量を 750 mg/m^3 にし、エアカーテン効果を上げると、170 秒で坑内の粉じん濃度を 3 mg/m^3 以下にできることが分かる。したがって通常換気に対し送風量を下げることにより、エアカーテン効果は上がり希釈効果は下がることから TCC を使用する際にはこのバランスが必要とされ、集じん機仕様変更・換気レイアウト等で、希釈効果は改善されると思われる。短縮効果 = $(225 - 170) / 225 \approx 0.25$ よって TCC により、切羽作業終了後から浄化までの粉じん処理時間は約 25% の短縮が可能である。

b. 現場適用時

トンネル切羽から 50 m の位置に TCC を設置し、吹付け時の粉じん濃度（切羽から 15 m の位置；粉じん計 No.10）と TCC 後方の粉じん濃度（切羽から 50 m の位置；粉じん計 No.11）を測定した。

また、トラミキ、作業員が随時通行するために隔離壁車両通行部は常時開にし、切羽作業時の粉じん濃度の測定を行った。

図一7に現場適用時の粉じん濃度測定結果を示す。



図一7 現場適用結果（吹付時、送風量 $1330 \text{ m}^3/\text{min}$ 、排気量 $2000 \text{ m}^3/\text{min}$ ）

現場適用時は車両による巻き上げ粉じん等の影響により、 0.1 mg/m^3 以下までの低減効果は得られなかったが、TCC の効果は確認でき、現場からも高い評価を頂いた。

4. 経済的効果（模擬トンネルでの実証実験結果）

送気式+集じん機での一般的な希釈換気方式の場合と TCC の場合で電力量を比較した。

◆比較条件：トンネル内空断面積 80 m^2 のトンネルにおいて送風機 $1000 \text{ m}^3/\text{min}$ 、集じん機 $1500 \text{ m}^3/\text{min}$ で運転し換気しているときの電力量を P1 とし、これを通常時の換気とした。TCC を設置することにより送風機を $750 \text{ m}^3/\text{min}$ で運転しても、通常換気以上の粉じん低減効果と切羽作業終了後から浄化までの粉じん処理時間の短縮効果が得られたため、このときの電力量 P2 と通常換気の電力量 P1 を比較し、TCC の経済的効果を確認した。

$$\text{削減率 } C = (P1 - P2) / P1 \approx 0.25$$

よって TCC により、電気使用量を 25% 程度削減することが確認された（従来機比）。

5. 施工または生産・販売実績

施工実績

国土交通省九州地方整備局 津奈木トンネル（仮称）

6. 類似工法または類似機械との比較

類似工法等 該当なし

7. 特許、実用新案のタイトル（出願、公開、登録、国内・国外を明記）

特願出願中

8. 波及効果

集じん時間短縮による省エネと坑内環境の改善から、山岳トンネル工事の新たな換気方法として今後普及されると期待される。

9. 他団体の発表等

平成 24 年度土木学会全国大会

第 67 回年次学術講演会 発表

トンネル坑内の粉じん低減工法

「トラベルクリーンカーテン」の適用

小林 誠（こばやし まこと）：応募代表者

㈱大林組 本社 機械部 技術第二課

諏訪 和彦（すわぞの かずひこ）

国土交通省 八代河川国道事務所

お断り

この JCMA 報告は、会長賞奨励賞を受賞した原文とは一部異なる表現をしてあります。

CMI 報告

建設材料および 施工の各種性能評価試験

谷倉 泉・小野 秀一

1. はじめに

施工技術総合研究所では、各種土木材料や土木施工に関する性能評価試験および性能証明事業を第三者の立場で実施している。たとえば、劣化したコンクリート構造物の補修には、ウォータージェット工法によるはつり工事や、吹き付け工法による断面修復が行われているが、ウォータージェット工法によるはつり作業においては、コンクリートの劣化部や損傷部をはつり取ると同時に、はつり後に行われる断面修復を確実にを行うために、鉄筋を露出させることが求められる。このようなことから、実際の工事を行うに当たっては、それらの要求事項を満足できる性能あるいは能力を有しているかどうかを事前に確認することが求められている。

ウォータージェット工法のはつり性能の他、当研究所においては、コンクリート部材の断面修復で行われる吹き付け工法（ショットクリート）における吹き付け材料の付着性能、コンクリート床版の劣化を防止するための床版防水システムの防水性能、箱桁内の外ケーブル方式に用いられる PC 鋼材の防錆被覆材の防錆性能、ポリエチレンシースの接続部における止水性能、橋梁伸縮装置から桁下への漏水を防止するための止水性能、RC 床版の上面増厚工法における新旧コンクリートを接着する接着剤などの性能評価試験を行っており、性能を満足する工法や製品には、合格証あるいは証明書を発行している。

本稿では、上記の中から、ウォータージェットによるはつり処理性能評価試験、ショットクリート性能評価試験、床版防水システムの性能評価試験、橋梁伸縮

装置の止水性能確認試験の概要を紹介する。

2. ウォータージェットはつり性能評価試験

ウォータージェット（以下、WJ と称す）とは、高圧ポンプで昇圧させた水を微細な径のノズルから、音速もしくはそれ以上の速度で噴出して得られる細噴流のことである。コンクリートに対しては、その衝突圧や水によるくさび作用等を利用し、洗浄、表面処理、はつり、削孔、切断等に用いられている。

近年のコンクリート構造物の塩害、中性化等による劣化損傷や施工不良に対して、WJ を用いてコンクリートをはつる事例が増加している。WJ は、従来のブレーカによるはつりと比較して、コンクリート内部にひび割れを残さないことや鉄筋を損傷させないことなどの利点が明らかにされている。さらに、はつり処理面に適度な凹凸ができる。また、これらの結果として既設コンクリートと良好な付着性能が得られる。

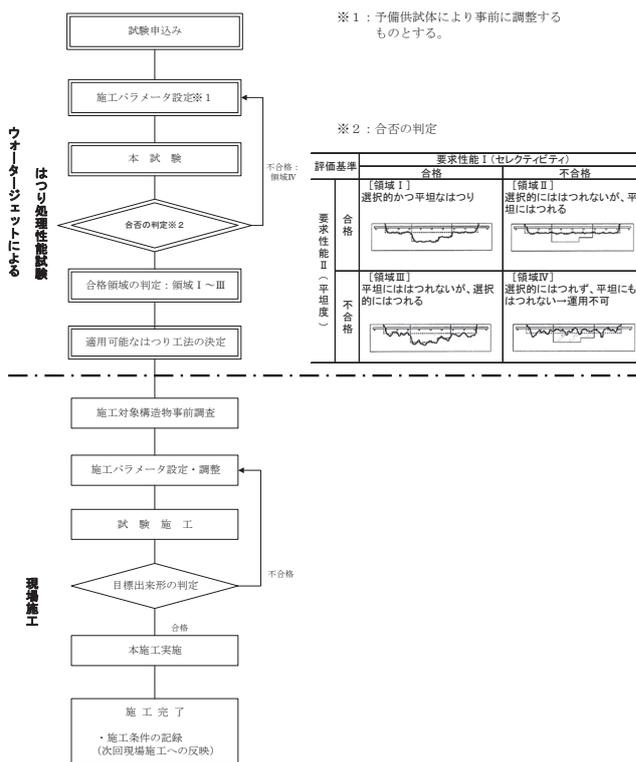


図-1 ウォータージェット工法の現場適用までの流れ

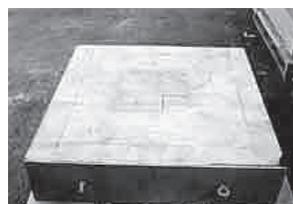


写真-1 試験体



写真-2 試験後の試験体

このため、橋梁等の既設コンクリート構造物に対する補修・補強工事においては、高速水噴流を利用したWJによる既設コンクリートの表面処理、はつり、切断、削孔等の処理が施されるようになってきた。しかし、維持管理分野におけるWJ技術そのものは、はつり装置の性能がオペレータの技量とともに不明であるのが現状である。

そこで、当研究所は、コンクリート構造物の補修・補強工事にWJ技術を適用する際の品質を保証するため、東、中および西日本高速道路株式会社3社(NEXCO各社)共通の試験方法(試験法423-1)に基づき、WJによるはつり処理性能試験を実施している。

試験手順の流れを図-1、はつり試験時の試験体を写真-1, 2、評価項目と基準値を表-1に示す。

表-1 評価基準

評価項目	基準値	
セレクトイビティ	端部のはつり残し	150 ± 25 mm
	適正度	低強度 60%以上 高強度 30%以下
	ピット	3個以下
平坦度	鉄筋裏のはつり残し	鉄筋に接したものはないこと
	うねの長さ	900 mm 以下
	表面粗さ	62.5 mm ピッチで7 mm 以上の差
	はつり深さ	10 ± 2 cm

性能試験では、実構造物の健全部とその中に劣化現象を想定した脆弱部を有する供試体のはつりを行い、その結果をもとにWJはつり装置の性能およびこれを操作するオペレータの技能を定量的に評価する。

現在(平成22年8月)までに、27社55名のオペレータが試験に合格し、資格を保持している。

3. ショットクリート断面修復材の性能評価試験

コンクリート構造物の劣化原因は、塩害、中性化、凍害が主であり、変状が著しい場合の対策の基本は、部材や橋を取替えない限りは、WJによるはつりとショットクリートによる断面修復とされるケースが多い(図-2)。

ショットクリートは、19世紀以降、トンネル補修や第一次世界大戦後の構造物の補修に用いられて発展してきたと言われ、近年、型枠が不要で天井や側壁への急速施工が容易である他、高い付着力や耐久性が期待できるなどの長を有するため、構造物の補修・補

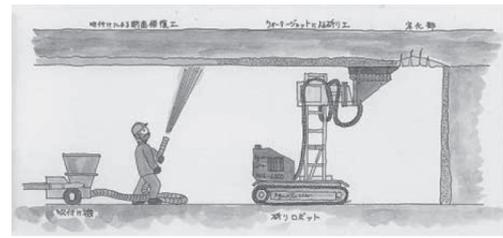


図-2 ショットクリートのイメージ

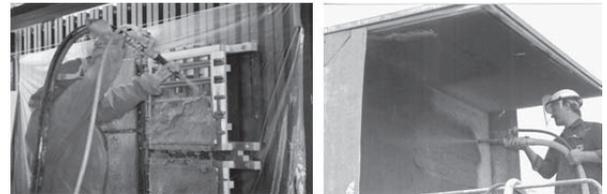


写真-3 ウェット(湿式) ドライ(乾式)

写真-3 ウェットとドライ方式のショットクリート

表-2 一般的なウェットとドライの特徴

吹付け方式	ウェット(湿式)	ドライ(乾式)
施工速度	0.5 m ³ /h 程度	1.0 m ³ /h 程度
1層の施工厚さ	3 ~ 6 cm 程度	3 ~ 10 cm 程度
セメント	ポルトランドセメント系	ポルトランドセメント系 超速硬セメント
ポリマー	ほぼ混入	混入も可能
水量管理	練混ぜ時	ノズル
積層間隔	2時間~1日程度	数分~1日程度
繊維の混入	6 ~ 12 mm 程度の有機系繊維が主	繊維混入もあり
圧送距離	~ 50 m 程度	~ 300 m 程度
コテ仕上げ	可能(常用)	ほとんど不可能
粉塵・リバウンド	少ない	多い

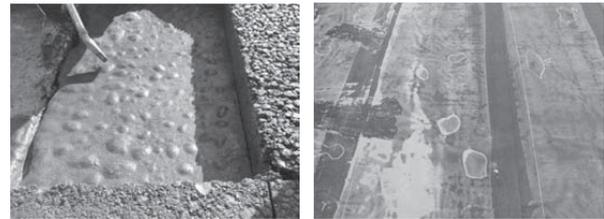
強に広く用いられるようになっている。一方で、この工法は新旧コンクリートとの一体化が前提であるため、既設コンクリートの下地処理が不十分な場合には十分な付着が期待できないこと、さらに新旧コンクリート間の電位差等によるマクロセル腐食に対する配慮も必要である。

吹付けシステムにはウェット(湿式)とドライ(乾式)の2方式がある。写真-3および表-2にショットクリートの特徴を示す。ウェットは予めミキサ中で全ての材料が混練され、ドライは手元のノズル部で水や急結剤が混入されるが、いずれもノズルマンの経験や技量が品質に大きく影響する。

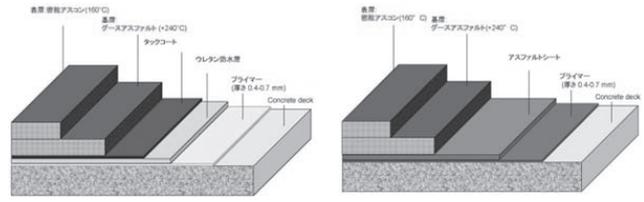
このようなことから、東、中および西日本高速道路株式会社は、吹付けによる断面修復を確実にを行うため、構造物や材料に求められる性能を踏まえ、これらを適正に評価する試験方法(試験法432)を定めている。

表一3 ショットクリート断面修復材の性能評価項目と基準値

要求性能	試験項目	基準値
断面の修復に要する性能	ひび割れ抵抗性	幅 0.05 mm 以上のひび割れが発生しないこと
	コンクリートとの付着性	コンクリートと断面修復材との付着強度は、1.5 N/mm ² 以上であること
	鉄筋背面への充填性	有害な空隙がないこと
	寸法安定性	0.05% 以下
	熱膨張性	断面修復材の熱膨張係数は 2.0 × 10 ⁻⁵ /℃ 以下であること
耐久性能に関わる性能	中性化抵抗性	補修設計で定めた中性化速度係数と同等
	凍結融解抵抗性	負荷後の相対動弾性係数が 60% 以上かつ負荷後のコンクリートと断面修復材との付着強度は 1.5 N/mm ² 以上
	遮塩性	補修設計で定めた塩化物イオンの拡散係数と同等
力学的性能	圧縮強度	補修設計で定めた設計基準強度以上
	静弾性係数	補修設計で定めた値と同等



写真一6 防水層に生じたブリスタリング（膨れ剥離）



ポリウレタン 瀝青系シート（1層）

図一3 塗膜系およびシート系防水システムの断面構成例



写真一7 塗膜系およびシート系防水システムの施工例



写真一4 試験状況



写真一5 振動下での吹付け試験

当研究所は、同試験方法にもとづき、各材料メーカーが保有する吹付け材料について各種評価試験を実施し、試験結果の証明書を発行している。

断面修復材の要求性能は、①断面の修復に要する性能、②耐久性能に関わる性能、③力学的性能の3つで評価され、これらの評価項目と基準値を表一3に示す。また、現場では、上向きや横向きなどの施工方法や供用下での振動の影響などを受けるため、写真一4、5に示すように振動下での試験を行っている。

4. 床版防水システム

橋梁のコンクリート床版は、車両の通行に伴う疲労損傷だけでなく、寒冷地における凍害や凍結防止剤の散布による塩害にさらされるケースが多く、その有効な管理手法は大きな課題となっている。

防水システムを構築する上で最も重要な点は、コンクリート床版上面の下地処理であることが認識されて

おり、WJ等による表面処理後に樹脂プライマを塗布し、床版内部の水分蒸発等によるブリスタリング（写真一6）を極力防止する施工を行うことが重要である。

一般的に用いられている防水層は、樹脂塗膜系（ポリウレタン等の合成樹脂）と瀝青シート系が中心であるが、高速道路に求められる高機能防水としては、ポリウレタンの使用事例が多くなっている。シート系防水層を採用した場合でも、排水口や伸縮装置周りでは樹脂塗膜系が用いられることも多い。また、必要に応じて、ある面積ごとに水抜き孔も設けられている。床版上面から橋体内部に水を浸入させることは、床版の寿命を大幅に減少させるだけでなく、主桁や支承にまで悪影響が及ぶことが指摘されており、LCCを踏まえて耐久性の高い予防保全対策や補修対策を講じることが、最終的にはサービスビリティの確保に寄与する。このような防水システムの断面構成の例および施工状況を図一3、写真一7に示す。

我が国では2002年の道路橋示方書でコンクリート床版と舗装の間に防水層を設置することが義務づけられ、2012年6月には土木学会から防水システムガイドラインが発行された。現在は、床版防水工の材料や施工に関する重要性が益々認識されてきており、より良い製品を用いて良質な施工を行うことが望まれている。床版の下面補修や桁の表面被覆を行う場合には、

雨水や塩化物が上面のひび割れ等を介してコンクリート内部に浸入しないように配慮することが重要であり、その意味でこれらの防水システムの採用は、BMSの観点からもコスト縮減にかなり有効な手段になると考えられる。

当研究所では、防水システムの長期的な耐久性について評価するためのひび割れ開閉負荷試験をはじめとして各種性能試験を実施している。

5. 伸縮装置の止水性能

橋梁伸縮装置のうち、各製造会社において製造・販売される伸縮装置（以下、製品ジョイント）は、設計伸縮量が比較的小さい橋梁に数多く用いられているものの、その設計仕様や性能照査手法が定められていないのが現状である。

近年、凍結防止剤を含む雨水が、橋梁伸縮装置から漏水し、これが原因で桁端の腐食や支承の機能不全を引き起こすことが報告されている。写真—8は支承部の腐食（左側）、コンクリート桁端の鉄筋の腐食状況（右側）を示したものである。

文献1)に示す東・中・西日本高速道路会社が管理する全国の高速道路の現地調査によると、写真—9に示すように伸縮装置からの漏水が多く見られ、伸縮装置に取り付けられている止水構造に十分な止水性能が持たされていないことや、止水材の劣化や伸縮装置の腐食などによって止水性能が失われていることが示されている。漏水があった箇所では、写真—9に示すように、止水材の継ぎ目が剥がれて開口している状況が確認されている。また、伸縮量100mm未満の金属製の製品ジョイント（いわゆる簡易鋼製ジョイント）

では、全体の9割以上で漏水が確認されている調査データが得られている（図—4）。

一方、伸縮装置は橋梁本体の伸縮量に応じた大きさのものが取り付けられているが、特に比較的伸縮量の小さい100mm未満の伸縮装置については、止水材の仕様や性能が明確になっていない点が、漏水性能を低下させる要因であると考えられている。ちなみに、伸縮量100mm以上の伸縮装置（鋼製フィンガージョイント）では、弾性シーリング材による止水材が標準として示されており、材料や取り付け方法等の仕様が規定されている。

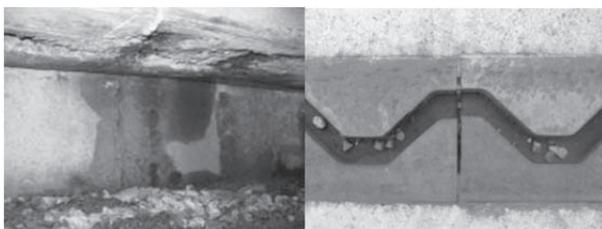
このようなことから、伸縮量100mm未満の埋設型ジョイントを含めた伸縮装置については、所定の止水性能を確保させるために、東・中・西日本高速道路会社3社は止水性能試験の実施を義務づけ、今後、採用する伸縮装置については試験に合格しておくことを求めている。

簡易鋼製ジョイントの止水性能確認試験は、表—4に示すように、連続伸縮試験、圧縮試験、引張試験、水張り試験の4つの試験で構成されている。これらは照査期間30年間の年間・夏季・冬季の伸縮を想定した繰り返しを負荷し、その間の止水材の止水性能が確保されていることを確認するものである。試験は図—5に示すように、所定の伸縮量をアクチュエータによって繰り返し負荷し、その後、フェースプレート上面に水深100mmの水張りを行い、止水材の止水性が24時間保持されること（24時間、漏水しないこと）を確認する。

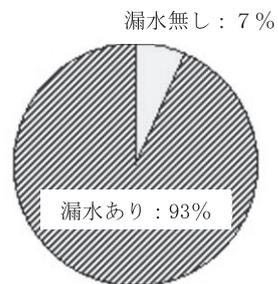
平成24年8月現在、12社14製品の伸縮装置および乾式止水材が合格し、証明書を発行している。



写真—8 伸縮装置からの漏水による桁端の損傷



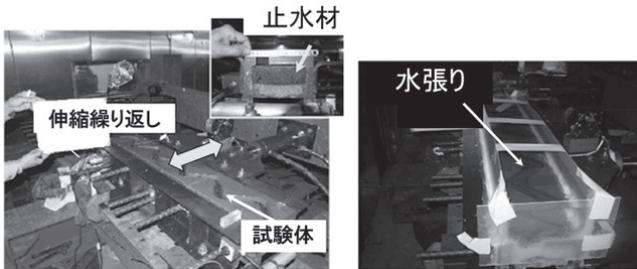
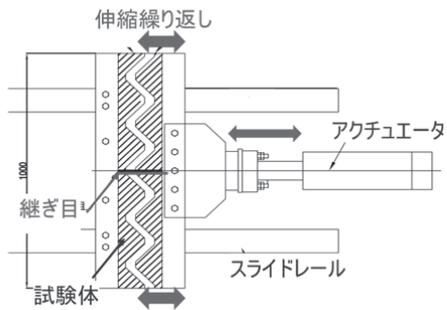
写真—9 伸縮装置からの漏水と止水材の開き



図—4 伸縮装置からの漏水の割合（金属製の製品ジョイント）

表—4 縮装置の止水試験と条件

試験順序	試験項目	試験体の温度	繰り返し回数
1	連続伸縮	15℃ ± 5℃	11000回
2	圧縮試験	40℃以上	30回
3	引張試験	-10℃以下	30回
4	水張り試験	任意	24h



図一五 伸縮装置の伸縮試験および水張り試験状況

6. おわりに

構造物の維持管理では、利用者の安全が保障され、現場を管理する人たちが安心できる耐久性の高い補修・補強等の維持管理技術が求められる。昨今、我が国の橋梁を取巻く課題は多いが、このような時代にコストを低減して効率的な管理を行っていくためには、多岐に渡る高度な技術や情報を結集するための産学官

の連携がより一層重要になってくると思われる。我が国にはこれまでに築かれた膨大な構造物があり、これらを守っていく優れた補修・補強技術に対するニーズも多い。海外との技術的な連携も踏まえて、これらの構造物をなるべく健全な状態で後世に引継いでいければと考える次第である。

また当研究所では、土木材料や施工法等の性能評価に関する試験機関として、各関係機関から信頼されるべく研究を進めていきたいと考えている。

JCMA

《参考文献》

- 1) 松井, 若林, 浅井, 小野: 橋梁伸縮装置の止水性能とその評価試験方法, 土木学会第66回年次学術講演会(平成23年度), I-236, 2011年9月

【筆者紹介】



谷倉 泉 (たにくら いずみ)
一般社団法人 日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所 研究第二部
部長



小野 秀一 (おの しゅういち)
一般社団法人 日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所 研究第二部
次長

部 会 報 告

土工機械に関する国際標準化—最近の TC 127 活動状況

標準部会

1. 国際市場への対応を必要とされる状況

建設機械・施工をめぐる状況として、国内の建設工事に関しては、(長期的には)バブル崩壊以降民間建設投資が収縮、バブル崩壊後数年は(景気対策、対外黒字対策もあり)公共工事が拡大したが、その後は財政悪化により公共工事縮小、今後、震災復興関連である程度需要はあろうし、建設投資のGDP比率低下もどこかで歯止めがかかろうが、財政悪化、人口減少などの制約もあり、当面、再拡大は望みがたい状況である。

これに対して世界に目を向けるとかなりの成長余地があり、新興工業国を中心にインフラストラクチャ整備の需要はきわめて大きいと考えられ、建設業も建設機械産業も世界に需要を求めるしかない状況と考えられる。建設機械の生産・出荷も、バブル当時は国内需要が過半であったものが、内需減少とともに落ち込み、21世紀となってからは、海外の成長に伴って輸出が拡大、現状では輸出が2/3以上という状況となっており、とりわけ大手製造企業数社の生産する土工機械、中でも油圧ショベル、ホイールローダ(他にブルドーザ)の主要機種において輸出比率が高く、設備投資産業のためリーマンショックのような景気動向による落ち込みはあったものの、アジアなど途上国の発展により急速に需要回復しており(ただし中国経済の減速による影響が懸念される)、製造業の国際展開が以前から進展、国内よりも対外依存産業となって、このことが国際標準化活動の背景となっている。すなわち、従来からの路線ではあるが、ISOの国際標準化活動に対する積極的な関与をいっそう深めることで、建設機械・施工関連産業の一層の発展をはかるべき情勢である。

なお、TPP論議もあって、貿易の技術的障害も今後論議される可能性があるが、その際には、国際連合欧州経済委員会UNECEの技術規制協調及び標準化政策に関する作業部会WP6における“国際標準の仕様を通じた強制規格(規制)の立案、制定及び適用のための良き規制慣行をベースとした技術的整合化の国際モデル”にて土工機械産業からの“国際モデル”に従った共通規制項目(CRO)案が提出されており、

これが、欧州の枠を超えたグローバルスタンダードとなることが予期される。

2. ISO/TC 127 専門委員会対応

TC 127 土工機械では、ブルドーザ、ローダ(トラクタショベル)、(バックホウなど)ショベル系掘削機、ダンパ(重ダンプトラック及び不整地運搬車)、スクレーパ、グレーダ、パイプレイヤ、ローラ、ランドフィルコンパクタ、トレンチャ、バックホウローダなど量産建機を対象に国際標準化を検討している。

日本は、TC 127 設立以来積極的に活動し、分科委員会の一つであるSC3の国際議長・幹事国を当初より務めているが、次回ISO/TC 127 総会に関しては、開催地ブラジル国バイア州プライア・ド・フォルチに向かうには外務省の海外安全情報にて危険情報「十分注意して下さい」が発出されているバイア州サルバドール市(周辺かなり広範囲のもより空港は同市内)を経由する必要がある、危険情報発出のもとで経済産業省の日本工業標準調査会JISC代表として会議出席は不可、日本は国際議長・幹事国として運営すべきSC3会議を含め欠席となるため、この対策として、親TC国際議長へのSC3会議運営を依頼することとしているが、国際会議を欠席すれば、日本の立場が弱まる懸念があるので、他の方法による日本のプレゼンスを強めるなどの方策を検討しているところである。

- ・日本担当の案件の増加(新業務項目提案実施など)
- ・書面での意見提出
- ・総会以外のWG国際会議への参画の強化(近年実質的なISO規格審議が国際WG会議で実施されている)
- ・担当国の案文作成への協力

2.1 TC 127 専門委員会親委員会対応: ISOのTC 127 土工機械専門委員会では、親委員会で新業務項目提案NWIPを検討し、提案内容によって各分科委員会SC1~SC4に案件の具体的作業を割り当てているが、その他に、次の案件を検討している。

- ・FDIS 10987 持続可能性: 機械の環境面・社会(責任)面・経済面についての要因項目を明確とし、

持続可能性因子	持続可能性の分野	説明	製造業者が提供する情報又は参考事項
施工現場エネルギー効率	環境	エネルギー使用量／燃料消費量当たりの施工現場での作業実績	単位エネルギー当たり施工量の見積もりに使用する情報
施工現場温室効果ガス排出	環境	(二酸化炭素換算) 施工量当たり施工現場での温室効果ガス排出	工事での二酸化炭素 CO ₂ 換算生成 kg 見積もりに使用する情報
機械の使用効率の改善の製品使用支援	環境／経済	機械の生産性の関数として機械施工の効率を改善するための情報及び教育	機械の使用効率の改善のための製造業者の情報
機械の大気への排出ガスの質	環境	機関の排出ガスの格付け	第 n 次規制といった機関の格付けレベル
機械の資源の循環的利用性	環境	再生加工可能な割合 リサイクル可能な割合 回収性	ISO 16714 に規定する機械の質量に対するリサイクル百分率
安全性	社会性／経済性	土工機械の安全性に関する国際規格への適合	機械が適合する安全性に関する国際規格のリスト
騒音及び振動	社会性／環境	機械の騒音レベル 機械の振動レベル (運転員の)	JIS A 8317-1 及び JIS A 8317-2 での dB (A) 人体振動及び JIS B 7761-2 手腕振動参照
耐用年数での総経費—パラメータ	経済性	機械のライフサイクルでの生産性に対する所有及び運用経費	(機械の) 顧客が耐用年数を通じての全経費を見積もるのに助力となる各種パラメータについての情報

機械製造業者から使用者への報告様式を規定するが、論点としては、機械の使用状況による差異をどのように扱うか、国内に既存の基準が設定されている場合どのような意味があるかなどがある。最終国際規格案として投票に付され、近日中に発行見込みであるが、機械の使用者にとってどの程度の使用価値があるかが問題となろう。

(各分科委員会での個別案件の検討状況)

2.2 安全・性能試験方法 SC 1 分科委員会：SC 1 分科委員会では土工機械の性能試験方法及び安全性の試験方法に関する案件を検討し、主要案件は次に示す。

- ・PW 5006 (運転員の視野—測定方法及び性能基準) 改正：機械の視界性に関する測定方法及び性能基準を規定するもので、現行 2006 年版 (=JIS A 8311) で懸案として残った大型機械の視野の問題 (現状では具体的な要求を欠くが、大型の油圧ショベル・重ダンプトラックなどでは後方視界・機械周囲の視野を確保するのが容易でなく、これに対して直接の視野が不十分であれば ISO 14401=JIS A 8333 に規定する後写鏡及び補助ミラー、また、ISO 16001=JIS A 8338 に規定する監視カメラなど補助装置の併用も考慮される)、また、アーティキュレート式重ダンプトラックの前側方視界の問題などを国際作業グループ TC 127/SC 1/WG 5 にて予備検討中で、日本も専門家を前回 2012 年 2 月のフランクフルトアムマイン市での会議に 2 名派遣するなどして参画しており、宿題項目である大型機械の視界評価を実施

予定である。

- ・CD 8643 (油圧ショベル又はバックホウローダのブーム降下制御装置—性能基準及び試験方法) 改正：国内ではクレーンとしての装備をしたものなどに限られるが海外では認められている油圧ショベルでの荷扱いの際の、油圧配管破損時にブームの急激な降下を防止する装置に関する規定であるが、現行版 (=JIS A 8321) ではブームに関してだけ規定しているのに対して、改正提案は EU での要求などによりアーム降下制御装置の要求追加の内容で、ブームに対する要求と同程度の内容で、委員会原案 CD 承認され、今後照会段階の DIS 投票に進むこととなる。
- ・PW 11152 (エネルギー使用試験方法)：土工機械の燃料などエネルギー資源の消費量に関する標準化の目論みで、国際作業グループ TC 127/SC 1/WG 6 にて検討中、日本は油圧ショベル、ブルドーザ、ホイールローダに関して規定した当協会団体規格 JCMAS H 020～H 022 の英訳を以前提出しており、JCMAS の模擬動作条件での測定に対して、各国は実作業条件での測定を主張して対立、結局、前者は機械の比較が主、後者は工事での使用量積算が主と目的の差異があり、二本立てで TS (技術仕様書) として発行することとされ、電気駆動及びハイブリッドなどの扱い (これも日本から JCMAS H 020 の改訂版の当該部分を以前に英訳提出済み) なども含め検討中、なお、全般に作業が遅れており、昨年 10 月の北京市での会合 (日本は専門家 4 名を派遣)

以降進捗がない。

- ・ DTS 11708.2 (土工機械に使用する非金属製材料の認証—運転員保護装置) : 土工機械の保護構造に非金属材料を使用した場合の材料認証を目論む技術仕様書案で、国際作業グループ TC 127/SC 1/WG 7 で検討してきたが、材料試験だけで、運転席に落下物が落ちてきた場合に運転員を保護する落下物保護構造 FOPS (ISO 3449=JIS A 8920) のレベル I (国内の安全衛生規則のヘッドガード基準よりもエネルギー要求は低い) に適用して果たして実機条件の低温での試験時に基準を満足できるか、また、有機材料の経年劣化の懸念もあって日本は反対しており、投票では過半の賛成を得たものの、各国意見の反映に手間取ったためか時間切れで案件キャンセルとなったもようである。ただし、国内の材料メーカーからはポリカーボネートなど非金属材料で問題となる紫外線劣化などに関して表面処理の改良によって対処との意見もあり、運転員の上方視界確保のために天窓に非金属材料を使用したいニーズもあるので、この点に関しては国内的にも論議が必要と思われる。
- ・ CD 17253 (土工機械及びテレハンドラー公道走行設計要求事項) : 土工機械など路外車両の公道走行時の要求事項を整合化させる標準化案で、いったん時間切れ廃案となったものを、再度国際作業グループ TC 127/SC 1/WG 8 で検討することとなり、日本としては保安基準の大型特殊自動車に対する規定との不整合の懸念があるため、2月の英国ロンドン市での会合に専門家を派遣するなどして意見提出、その後の委員会原案 CD 投票に際しては適用範囲に国内法令がある場合はそれが優先される旨意見提出、CD 承認され、今後照会段階の DIS 投票に進むこととなる。

2.3 安全性・人間工学・通則 SC 2 分科委員会 : SC 2 分科委員会では土工機械の安全性に関する全般事項、人間工学的検討項目、通則に関する案件を検討し、主要案件は次に示す。

- ・ DIS 3164 (保護構造の台上評価試験—たわみ限界領域の仕様) 改正、及び、ISO 13459 改正 2012 版 (補助席—たわみ限界領域、周囲空間輪郭及び性能) : 転倒時保護構造 ROPS (ISO 3471=JIS A 8910) 及び落下物保護構造 FOPS (ISO 3449=JIS A 8920) の評価の際に構造物が侵入してはならない“たわみ限界領域” DLV を定める ISO 3164、及び、重ダンプトラックの補助席の寸法を規定する ISO 13459 の改正案で、それぞれ TC 127/SC 2/WG 18 及び TC

127/SC 2/WG 13 で検討、いずれも周囲空間が狭い小形の機械や補助席の場合を考慮してたわみ限界領域 DLV の頭部に丸みを持たせ、前者は小形の機械では座席の前後調整量に制約があることを考慮し、後者では、その傾斜可能範囲に柔軟性を持たせ、また、重ダンプトラック以外にも適用範囲拡大の検討を実施し、日本としてはミニの下限の機種に関して以前から主張していた内容であり、基本的には賛成で、ISO 13459 は改正版が発行され、また、DIS 3164 に関しては、脚部にも丸みを持たせるよう意見提出して反映を図っている。

- ・ NWiP 7096 (運転員の座席の振動評価試験) 改正及び NWiP/TR 25398 (搭乗式機械の全身振動暴露の事前評価指針—研究機関、団体及び製造業者の国際整合測定データ) 改正 : 前者は土工機械の走行主体の機種のサスペンションシートの評価試験の際の条件及び振動伝達特性 (の要求) を規定する現行版 (=JIS A 8304) を、油圧ショベルなど走行せずに作業する機械にも適用機種拡大、また、重ダンプトラックのサスペンションシートの試験評価の際の入力側振動スペクトルのピークの低周波数側への移行など、後者は土工機械各機種の各作業条件での全身振動に関する測定データを提供する技術報告書であるが、その測定データをより充実させること (欧州フィジカルエージェント指令への機械使用者の対応が背景と思われる) により実用範囲拡大を目指すと言われていたが、技術的にはいずれも容易ではなく、現状でこの問題に関する情報は日本側としては受けていないとして新業務項目提案に反対投票したものの大多数の賛成で承認され、前者は国際作業グループ TC 127/SC 2/WG 23 で、後者は同 TC 127/SC 2/WG 12 で検討することとされており、日本としては反対であるが、機械の設計製作に重大な影響がありうるので、専門家を登録、また、近畿大学前田先生など人体振動の専門家にも前記国際作業グループに参画いただいている。
- ・ DIS 13031 (クイックカプラー—安全性) : バケットなどアタッチメントを頻繁に交換するためのクイックカプラーの安全性に関して国際作業グループ TC 127/SC 2/WG 14 で検討中、従来は油圧ショベルが対象で、国内では事例が少なく母機メーカーよりもアタッチメントメーカーの問題であるとして、TC 127/SC 2/WG 14 への出席も初回を除き見送っているが、ローダも対象に含まれたので要注意であり、より積極的な対応が必要と考えられる状況である。
- ・ PWI 13649 (防火安全) : 当初は消火装置の要求事

項をまとめる主旨で、国際作業グループ TC 127/SC 2/WG 15 で検討開始され、日本としては消火装置の案件であれば母機メーカーの参画の必要性は薄いとして初回を除き参画を見送っていたが、コンビナーが米国労働省鉱山安全衛生庁 DOL/MSHA の Angel 氏から Deere 社の West 氏に交代、機械設計製造面も考慮する方向となったので要注意であり、より積極的な対応が必要と思われる状況である。

- ・ PWI 13766 (電磁両立性) 改正：機械が外部電磁界に放出する電磁波 (エミッション) 及び機械の電子機器の外部電磁界への耐性 (イミュニティ) の双方を扱う電磁両立性 EMC に関して、国際規格 ISO 13766 (=JIS A 8316, イミュニティ要求 100 V/m) と欧州規格 CEN の EN 13309 の整合を図るため、国際作業グループ TC 127/SC 2/WG 16 で検討中であるが、EN 13309 との整合を図るのは第 1 部 (イミュニティ要求 30 V/m)、従来からの 100 V/m の要求は第 2 部とし、第 2 部は安全関連でだけ (もっとも制御系は安全関連となるから、実質的には要求レベルは従来同様) 適用とする方向であるが、周波数範囲の拡大により試験設備の対応要などの課題もある。日本からは 6 月のベルリン市での会議に 2 名を派遣するなどして参画しているが、いったん予備業務項目 PWI に戻して再度新業務項目提案を行うこととなり、上記欧州側意向による審議方針検討の問い合わせに対しては 2 部分割の方向は疑問として意見提出している。ただし、第 1 部の内容は基本的に自動車と同レベルとなるので、国内の保安基準での電磁両立性要求に対しては整合容易となる。
- ・ ISO 15817 (遠隔操縦の安全要求事項)：米国主導で小規模な改正を実施発行されたところであるが、旧版に基づく JIS 8408 制定に際して、JISC 日本工業標準調査会産業機械技術専門委員会の審議にて、走行速度の上限を明確化すべきとの指摘があり、この指摘によって、従来から機械に直接起因する危険範囲を定義していたのに対し、現場環境などによる危険によって作業者などの入場を制限する危険領域を定義して、危険領域への立ち入り禁止の場合には、現状の技術などによって上限を決定することとし、しからざる場合には歩行速度と大差の無い 7 km/h を上限とすべき旨を JIS として ISO に対して変更した経緯から、JIS での変更主旨に基づき ISO に対する追補の新業務項目提案を行うこととなった。
- ・ ISO 16001 (危険探知装置及び視覚補助装置)：(もともと英国安全衛生庁 HSE の要求により後方の直接視野のないダンプトラックへの装着を想定して規

定された) 視覚補助装置の要求事項が、上部が全旋回する油圧ショベルに対しては不適切な箇所があり、これに加えて画像処理による鳥瞰画像をモニタに表示するシステムなども開発されており、他に(後方監視だけでなく) 周囲監視の画像システムもあることから、装置特定とするよりも、なるべく一般的な表現で視覚補助装置に関する要求事項の改正を日本として新業務項目提案を実施することとなった。

- ・ PWi 17757 (自律式機械の安全性)：(遠隔操縦ではなく) 自律運転機械の安全性に関する予備業務項目提案で、一つ一つの動作の指示を運転員が出さなくてもプログラムに従って動く機械と定義され、国際作業グループ TC 127/SC 2/WG 22 にて検討中で、日本からは 6 月のベルリン市での会議に 4 名を派遣するなどして参画しているが、検討結果に基づく案文待ちの状況である。
- ・ PWi 20474 シリーズ (土工機械—安全性) 改正：土工機械の安全性に関して、EU 機械 (安全) 指令に対応する CEN の整合化規格で土工機械に関する EN 474 シリーズに基づいて作成された ISO 20474-1 ~ -13 及び各国の地域別規定を記述する TS 20474-14 の改正提案で、基本的には EU 指令の改正との整合化及び各国の地域別規定をできる限り整合化して TS 20474-14 の内容を縮減することを目標としていたが、TS 20474-14 を廃止し、中国など途上国向けにレベル分けをすることが提案されており、要求事項が不明確となり、設計対応が困難となる不都合が懸念されるので、日本としては途上国向けも具体的な仕様を明確として TS 20474-14 で扱うべきと主張していく方向である。

2.4 機械特性・電気及び電子系・運用及び保全 SC 3 分科委員会：SC 3 では土工機械の運用及び電子・情報化関係を検討しており、当該国際分科委員会の国際議長をコマツ執行役員岩本氏が務め、幹事国業務 (国際幹事) を協会事務局が実施し、国際標準化を推進しているが、前述の如く、10 月の TC 127 プライア・ド・フォルチ総会に関しては、親 TC 127 議長国に会議運営を依頼することとしている。

- ・ WD 6405-1 及び WD 6405-2 (操縦装置及び表示用識別記号—第 1 部：共通識別記号、及び、第 2 部：特定機種、作業装置及び附属品識別記号) 各改正：最近の技術動向・各種アタッチメントなどの充実によって必要となった図記号を追加するなどの改正で、各種機械情報をモニタ表示できるようになったことも背景と思われ、日本としてはハイブリッドなど最近の機械で必要となるものを含め機械運用上必

要となる図記号を追加提案、今後詳細検討を実施することとなるが、日本の追加提案に関しては、別途図記号としての分野横断的検討を行う TC 145/SC 3での検討のため、ISO の図記号に関する規定に基づき図記号原形を作成する必要性が生じている。

- ・ DIS 7130 (運転員の教育) 改正：土工機械の運転員の教育に関する指針的な内容であり、ベルリン国際会議にて欧州側からは教育訓練は各国などの制度的な差異が大きく国際規格の必要性に疑問が提出されていた経緯があったが、DIS 投票は満票で承認され、国際作業グループ TC 127/SC 3/WG 10で(メールでのやりとりで)各国意見調整中、そのまま発行に進めるか、FDIS 承認投票を改めて実施するかは国際会議次第である。
- ・ NP 12509 (照明, 信号, 車幅などの灯火及び反射器) 改正：機械に装備する灯火類の要求事項・装着位置などに関する規格の改正で、位置などの規定を明確化し、また、土工機械以外のテレハンドラなども適用範囲に含める改正で、TC 110/SC 4 (テレハンドラ)との合同国際作業グループ TC 127/SC 3/WG 11で検討中、日本としては保安基準の大型特殊自動車に対する規定との不整合の懸念があるため、3月のパリ西郊ケールブヴォア市での会合に専門家を派遣するなどして参画している。
- ・ PWI 14990 (電気駆動及びハイブリッドの電子構成部品及び装置の安全性)：電気駆動及びハイブリッドの機械の安全性に関する規格案で、IEC 60204-1 (=JIS B 9960-1)に基づき、土工機械としての特性を勘案したもので、巻き揚げ機械に関する IEC 60204-32 (=JIS B 9960-32)に類似したものとなるが、IEC の著作権との抵触を避けるためには、PL は IEC の技術的内容は受け継ぐが表記を変更して対応との意向。日本からは、国際作業グループ TC 127/SC 3/WG 9の6月のベルリンでの会議に3名を派遣するなどして対応しているが、当面は案文の整備による再度の新業務項目提案待ちの状況である。なお、従来対象外であった、石炭露天掘りなどに多い高圧電源による電気駆動も対象に加えることとなり、これについても対応要である。
- ・ DIS 15818(つり上げ及び固縛箇所一性能要求事項)：機械の輸送時のつり上げ乃至トレーラ・船舶などへの荷締め用いる機械側のアイピースなどの強度などを規定する規格案で、国際作業グループ TC 127/SC 3/WG 4のコンビナー及びこの案件のプロジェクトリーダー PL をコマツ宮崎氏が務めているが、欧州などの規制当局及びチェーンメーカの専門家の安

全サイドの意見と、日米の機械製造業者及びトレーラ側の装備など実際の輸送の実情との乖離が大きく、二次 FDIS は担当の日本も反対して不承認の経緯があり、2月にロンドンで、6月にミュンヘンで会合して DIS に戻すこととなったが、欧州と、米国などで、荷締め用のチェーンの安全率が異なるなど、技術的環境の差違を国際規格でどう調整するかのが懸念として残っている。

- ・ PRFTS 15998-2 (電子制御 (MCS) 一第2部：ISO 15998 使用及び適用のための指針)：電子制御の機能安全のためのリスクアセスメントに関して、ISO 15998-1 が IEC 61508 シリーズ (電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全) を参照する形で制定発行済みであるが、リスクアセスメントに関しては ISO 13849-1 (=JIS B 9705-1) と IEC とが整合していないなどの問題があるため、土工機械のリスクアセスメントに関する当面の指針として国際作業グループ TC 127/SC 3/WG 8にて検討、発行直前の状況である。なお、この検討を通じて、もともとなる ISO 15998 を見直す方向となり、CEN と合同作業グループを結成する見込みなので、その場合は ISO 13849-1 をより強く反映する方向となると予想されるので、引き続き参画要と考えられる。

2.5 用語・商用名称・分類・格付け SC 4 分科委員会：SC 4 では土工機械の用語及び商用仕様項目及び定格容量の決定方法 (SC 1 から移管)などを検討しており、取引の公正の資となる基本的な標準作成を実施している。主要な案件を次に示す。

- ・ ISO 6165 (基本機種一識別, 用語及び定義) 改正：各機種名称などを規定する ISO 6165=JIS A 8308 の改正であるが、履带式スキッドステアローダのミニの上限を他機種同様の 4.5 t から油圧ショベルと同じ 6 t に改訂、他に立ち乗り又は手押し式のツールキャリア (ミニローダ) も追加、満票で承認され、改正版が発行された。
- ・ DIS 6747 (ブルドーザ一用語及び仕様項目) 改正：ブルドーザの用語及び商用仕様項目を定義する規格で、規格の様式を最新とするなどの小改正で、日本担当で案文作成、投票の結果承認されたので、総会での決定次第の面もあるが、次の段階へ進める作業を実施することとなる。
- ・ ISO 7132:2003/CD Amd. 1 (ダンパ (重ダンパトラック及び不整地運搬車) 一用語及び使用項目) 追補 1：ダンパの用語及び商用仕様項目を定義する規格で、引用規格の最新化のほか、不整地運搬車の図の適正化などを行う追補で、日本担当 (PL：日立建機

砂村氏)で案文作成, 幹事国に送付したので回付待ちである。

- ・ DIS 7133 (スクレーパー用語及び仕様項目) 改正 : スクレーパーの用語及び商用仕様項目を定義する規格で, 規格の様式を最新とするなどの小改正で, 投票承認された。
- ・ DIS 7134 (グレーダー用語及び仕様項目) 改正 : グレーダーの用語及び商用仕様項目を定義する規格で, 規格の様式を最新とするなどの小改正で, 投票承認された。
- ・ ISO 7135:2009/CD Amd 1 (油圧ショベル用語及び仕様項目) 追補 1 : 油圧ショベルの用語及び商用仕様項目を定義する規格で, 後方超小旋回形油圧ショベルとの用語及びその定義を追加する内容で, 日本担当 (PL : コベルコ建機藤本氏) で案文作成, 投票の結果承認されたので, 総会での決定次第の面もあるが, 次の段階へ進める作業を実施することとなる。
- ・ NP 8811 (締め固め機械用語及び使用項目) 改正 : ローラなどの用語及び商用仕様項目を定義する規格で, 多角形ローラ, 振動タイヤローラなど最新の形式を追加し, また, 現行版の誤記訂正, また, 理解容易化のための市場における分類を参考記述など日

本担当で改正案作成, TC 127/SC 4/WG 3 国際作業グループで検討中である。

3. 日本担当の案件

前記に含む。

4. 国際会議への積極参画

平成 24 年度上期は次の国際会議に参加している。

- ・ ISO/TC 127/SC 3/WG 9 (電気駆動及びハイブリッドの安全性) 2012 年 6 月 18 日～19 日 (ドイツ国ベルリン市) : 3 名出席
- ・ ISO/TC 127/SC 2/WG 16 (電磁両立性) 2012 年 6 月 20 日 (ドイツ国ベルリン市) : 2 名出席
- ・ ISO/TC 127/SC 2/WG 22 (自律式機械の安全性 ISO 17757) 2012 年 6 月 21 日～22 日 (ドイツ国ベルリン市) : 4 名出席
- ・ ISO/TC 127/SC 3/WG 4 (つり上げ及び固縛箇所) 2012 年 6 月 25 日～26 日 (ドイツ国ミュンヘン市) : 1 名出席

JICMA

03-167	配筋自動判定システム	大林組
--------	------------	-----

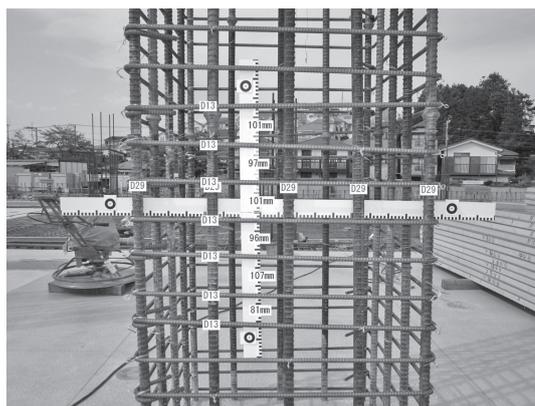
▶ 概 要

建築工事では、鉄筋コンクリート造建物の主要構造部材である鉄筋に関する施工ミスや検査ミスが、構造計算書偽装事件以降、マスコミ等に大きく取り上げられるようになった。その結果、発注者から配筋検査体制の強化が求められ、施工者は配筋検査の全箇所全数化などで対応した。しかし、全箇所全数検査は、検査箇所が非常に多く、部位（柱、梁、スラブ、壁ほか）や場所、方向、階によって配筋はすべて異なるため、多くの手間を掛けて配筋検査を行うことになった。そこで、配筋検査の報告書作成や配筋写真の整理などの業務を効率良く行うため、配筋検査を支援するシステムが各社で開発された。その結果、配筋検査の業務効率は大幅に向上し、検査ミスを低減できた。

さらに、配筋検査ミスを皆無にするため、配筋状態（鉄筋本数、径、ピッチ）を自動計測できるシステムを開発した。本システムは、デジタルカメラで撮影した配筋写真に画像処理技術を適用すると配筋状態を自動的に計測および判定する。現状の配筋検査スタイルを大幅に変えずに、工事現場で運用できる。

システムの機器構成を図一1に示す。画像処理プログラムにより鉄筋を計測するタブレット式PCが必要である。工事現場での使用に耐えうる堅牢・防水型を選択し、ハンズフリーが可能なスタイルとした。撮影した配筋写真は、無線LAN機能内蔵型メモリーカードを利用することでタブレット式PCへ自動転送される。その後、画像処理プログラムで鉄筋を計測し、結果を図一2のようにタブレット式PCに表示する。一方、携帯したGPS受信機から得たGPS座標（緯度、経度、楕円体高）

を工事現場のローカル座標（x, y, z）に内部で変換する。ディファレンシャルGPSを利用すると概ね1m以内の精度で測位が可能である。検査対象の鉄筋の近傍でGPSをロックし、検査場所が正しいことを確認してから配筋写真を撮影する。最終的に計測結果および撮影場所の工事現場のローカル座標を含んだ画像をタブレット式PCに保存できる。



図一2 配筋状態（鉄筋本数、径、ピッチ）の計測結果

▶ 特 徴

- ①配筋状態を正確に計測し、設計情報に対する合否を判定：
画像処理技術により鉄筋のみを確実に抽出し、サイズの自明なマーカーと比較することで鉄筋本数、径、ピッチを正確に計測できる。また、設計情報を事前に入力しておくことで鉄筋本数、径、ピッチの合否判定ができる。
- ②配筋検査を行った場所を担保：
GPSのデータを変換し現場の位置情報（x, y, 階数）をタブレット式PCに表示するので、検査前に場所を確認してから配筋検査を行った場所を証明できる。
- ③確実な配筋検査記録を作成：
写真データと同時に記録された配筋状態の計測結果と検査場所の位置情報によって、設計図書通りの配筋を証明する検査記録を残すことができる。
- ④竹ふし鉄筋とねじふし鉄筋の径の特定が可能：
形状が不均一な異形鉄筋（竹ふし鉄筋とねじふし鉄筋）を独自のアルゴリズムにより正確に径を特定できる。

▶ 用 途

- ・柱、スラブ、壁筋の配筋検査
- ・配筋検査時の測位

▶ 問 合 せ 先

（株）大林組 CSR室 広報部
〒108-8502 東京都港区港南2-15-2
TEL：03-5769-1014



図一1 システム構成

新工法紹介

04-332	目地じょうず	熊谷組
--------	--------	-----

概要

レンガやブロック積みトンネルの目地劣化部の補修は、従来より左官工法が主流であったが、作業の効率化が課題であった。熊谷組は、所定の品質を十分に確保し、従来工法よりも効率的な目地充填工法を開発した。

目地じょうずとは、レンガやブロック積みトンネルの目地モルタル劣化部に充填するために開発した新しい材料と、その材料を用いて効率的に施工を行うことのできる、目地充填工法である。

充填する材料は、事前に計量した状態で専用のカートリッジに詰めており、水を加えてカートリッジ内で練り混ぜを実施する。練り上げた材料は注入用ガンに装填し、先端ノズルを取り付けて、圧縮空気で材料を排出する。先端ノズルで押し当てながら材料を目地に充填することによって、コテ仕上げを必要とせず、平滑に仕上げることが可能となる。練り混ぜは、予め材料の入っているカートリッジ内で実施するので、材料が飛散する心配はなく、簡単に手早く施工できるものとなった。

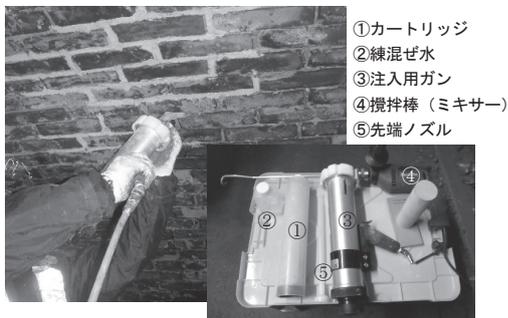


写真-1 トンネル目地充填状況

特徴

1. 優れた施工性

現場での材料の計量が不要であり、専用のカートリッジを注入用ガン（空圧式）に装填するだけで簡単に施工ができる。

2. 耐酸性

特殊配合により高い耐酸性を有しているため、蒸気機関車のばい煙で酸性雰囲気になっている鉄道レンガトンネルの目地補修に適用可能である。

3. 水中不分離性

水中コンクリートで使用される特殊混和剤を使用しているため、漏水等で目地部が湿潤状態になっていても施工可能である。

4. 可塑特性

増粘剤を添加しており粘性が高いため、鉛直上向きに充填しても垂れ落ちない。

5. 超速硬性

施工後2～3時間で実用強度が発現するため、鉄道営業線の夜間施工でも始発電車の運行に支障を与えない。

6. 優れた耐久性

充填材は無機系のモルタルを使用しているため、有機系の材料と比較すると耐久性に優れている。

用途

- ・レンガ、コンクリートブロック構造物の目地詰め
- ・コンクリートのひび割れ補修（充填工法）

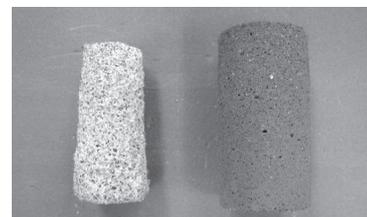


写真-2 硫酸浸漬試験結果



写真-3 注入用ガンからの吐出状況（可塑性）

表-1 材料の物理特性

特性	単位	数値	
圧縮強度	N/mm ²	30.5	
曲げ強度	N/mm ²	4.5	
付着強度	湿潤面	N/mm ²	0.8
	乾燥面	N/mm ²	1.0
凝結時間	湿潤面	min	25
	乾燥面	min	30

実績

- ・j トンネル（鉄道） コンクリートブロック目地詰め
- ・k トンネル（鉄道） レンガ目地詰め

問合せ先

（株）熊谷組 土木事業本部 リニューアル事業部

〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1

TEL：03-3235-8646

04-333	削孔角度誘導支援システム	西松建設 戸田建設
--------	--------------	--------------

▶ 概 要

山岳トンネルの施工では、最外周装薬孔や先受け工、ロックボルト孔や長孔発破時の心抜き孔等、トンネルの品質を確保する上で削孔作業の精度が必要とされる機会が少なくない。そこで、トンネル工事で行われるすべての削孔作業に対応した「削孔角度誘導支援システム」を開発・実用化した。本技術を導入することで、余掘り量の低減だけでなく、先受け工の改良範囲や長孔発破の確実性、ロックボルト打設精度等の確保によりトンネルの品質向上が可能となる。また削孔角度データはメモ리카ードに記録・保存されるため、維持管理を図る上で有効なトレーサビリティが確保できる。

図一に示すように、本システムではドリルジャンボのブーム稼動部の5箇所に外付けした回転角度センサおよび傾斜計により、ブームスウィング角、ガイドスウィング角、ガイドチルト角、ロックアウト角、ブームローテーション角を計測することで、あらゆる方向に対する削孔角度のリアルタイム演算が可能となっている。それにより、トンネル掘削時の各削孔作業において、ドリルジャンボのオペレータ室に設置したタッチパネル式モニターに各作業の誘導画面（目標削孔角度に対する現在の削孔準備角度とのずれ）を表示し、オペレータがそのずれを解消しながら削孔作業を行うことで高い精度の削孔を実現した（写真一参照）。

▶ 特 徴

①汎用性

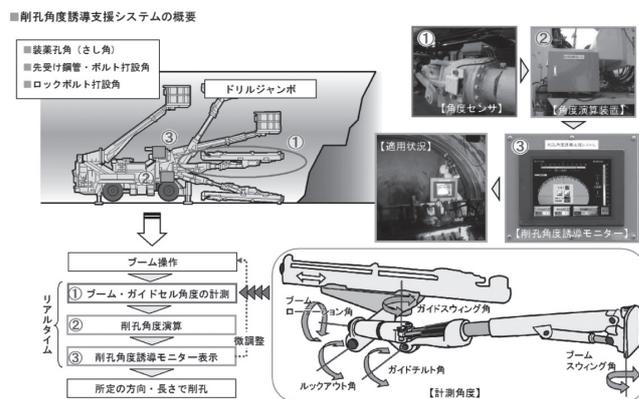
あらゆる機種のドリルジャンボに容易に設置可能となるよう、装置は外付け方式を採用。削孔を行う始点の位置出しは既存の切羽マーキングシステムを採用し、本システムの機能は削孔角と穿孔長の検出・誘導に特化しているため、システムを安価に導入することができる。

②適用性

山岳トンネルの施工に必要なすべての削孔作業の角度誘導をリアルタイムで行うことが可能。システム使用による削孔作業時間への影響もほとんどない。

③品質向上

システムおよび操作上の誤差を合わせても1°以下であり、高い精度の削孔誘導が可能。余掘り量の低減、先受け工の改良範囲や長孔発破の確実性、ロックボルトの打設精度等を確保で



図一 システムの概要



写真一 システム適用状況

きるため、トンネルの品質向上につながる。

④トレーサビリティの確保

角度データはシステム内蔵のメモ리카ードに削孔実績として記録・保存することができる。

▶ 用 途

山岳トンネルの施工に必要なすべての削孔作業の角度管理

- ・さし角（最外周発破孔の角度）
- ・長尺先受け（AGF）やフォアポーリングの打設角度
- ・長孔発破の心抜き孔の角度
- ・ロックボルト打設角度 等

▶ 実 績

- ・発破工法による山岳トンネル（2件）

▶ 問 合 せ 先

西松建設(株) 技術研究所
〒105-8401 東京都港区虎ノ門1-20-10
TEL：03-3502-0247（代表）

新工法紹介

05-67	改良径計測システム	清水建設 ライト工業
-------	-----------	---------------

概要

高圧噴射攪拌工法による改良体の出来形は目視で確認できないため、施工後にチェックボーリング（コア抜き）を行い改良径を確認するのが一般的であった。

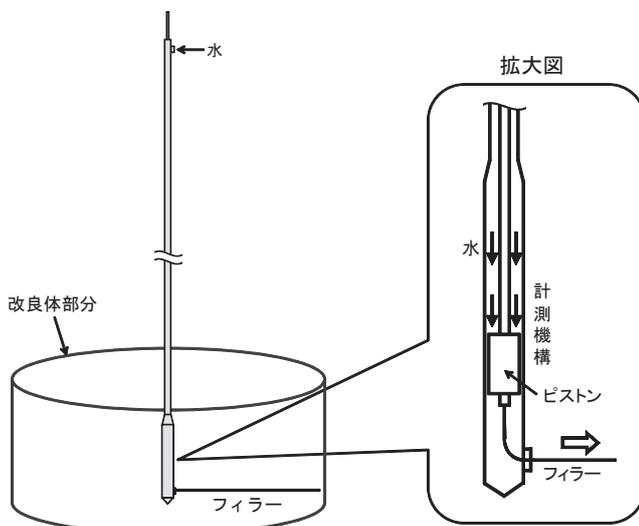
しかし、この方法では改良径を確認するまでに時間がかかり、改良径不足があった場合の対応も遅くなる。

そこで、高圧噴射攪拌工法で地中に造る地盤改良体の出来形を施工直後に三次元的に把握できる「改良径計測システム」を開発した。

このシステムを用いることにより、改良体の出来形径を迅速に高精度で計測でき、品質管理を確実に行うことができる。

当システム（図—1）は、ボーリングマシンに設置した計測ロッド管を施工直後の未固結状態の改良体の中に差し込み、ロッド管先端から水平方向にフィラーと呼ぶ測定用の鋼製定規を押し出し、改良体に隣接する地山にフィラーの先端が接触するまでの距離を計測する。さらにフィラーの方向、深度を変え多方向・多深度で計測することで三次元的に改良径を確認できる。

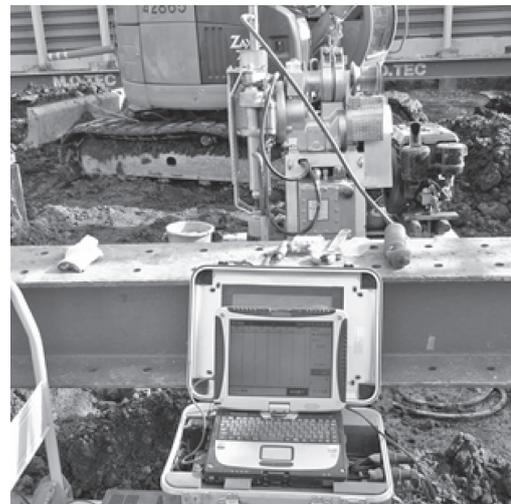
フィラーは小型ポンプにてロッド管内に水を送り、押し出す機構であることから、未固結改良体より固いものにフィラーが接触すると送水圧の値が上昇することで改良径を計測する仕組みになっている。計測項目は押し出す際の送水圧と押し出し距離である（写真—1）。



図—1 計測システム概要

特徴

- ①深度別に改良径を計測することで改良体出来形を三次元的に把握できる
 - ②1方向1.75mまで計測可能
 - ③ロッド管を貫入する際、管が偏心しても反転計測することで改良径を精度よく計測可能
 - ④計測誤差は±10cm
- 掘り出し確認状況（写真—2）



写真—1 計測状況



写真—2 掘り出し確認状況

用途

- ・高圧噴射攪拌工法による地盤改良径の確認

実績

- ・1件（試験施工：直径2.3mの高圧噴射改良工事）

問合せ先

清水建設(株) 土木技術部 基盤技術部

〒104-8370 東京都中央区京橋2-16-1

TEL：03-3561-3916

11-108	ETC 車載器を利用した 事故防止システムと運行管理システム	五洋建設
--------	-----------------------------------	------

▶ 概 要

① ETC 車両事故防止システム

ETC 車載器 (ETC カードの挿入は必要なし) を搭載した工事車両等が工事現場へ接近したとき、後続の一般車両に対して、「工事車両減速注意」等の注意喚起をするとともに、交通誘導員に回転灯・スピーカーで工事車両の接近を通知するシステムである。

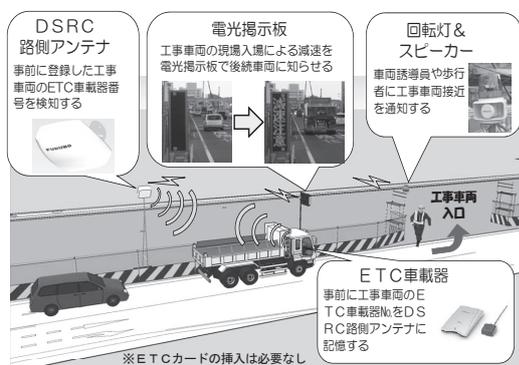


図-1 ETC 車両事故防止システム概念図

② ETC 車両運行管理システム

ETC 車載器を搭載した工事車両等が工事現場から入退場する際、時刻や車両 No. を自動的に記録するシステムである。

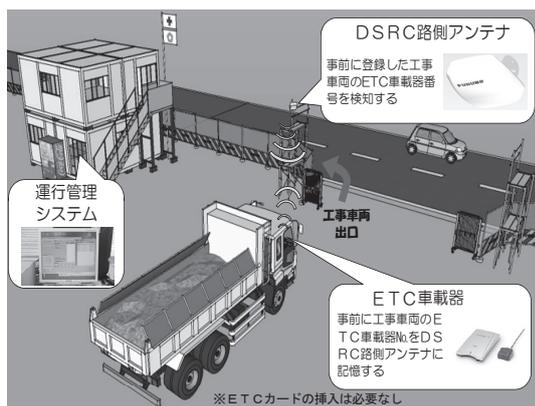


図-2 ETC 車両運行管理システム概念図

▶ 特 徴

① 一般車両や歩行者の安全対策

ETC 車両事故防止システムは、固定式の「工事用車両出入口」等の立看板を、工事車両が接近したときだけ点滅する電光掲示板に変えたことにより、後続の一般車両や歩行者が関係車両の挙動に注意するため、事故防止を図ることができる。

② 工事車両の確実な誘導

ETC 車両事故防止システムは、交通誘導員への車両接近の合図を、スピーカーや回転灯で自動通知できるようにしたことにより、誘導員が早期かつ確実に工事車両の接近を知ることができ、安全に車両を誘導することができる。

また、夜間や雨天時等の視認性低下時や通過大型車両の死角になった場合でも工事車両の接近を早期に把握できるため、関係車両でない一般車両の誤誘導を無くすることができる。

③ 工事車両の効率的な運行管理

ETC 車両運行管理システムは、工事車両の現場入退場時刻や車両 No. を自動的に記録するシステムのため、車両運行管理における人的コストを削減し、さらに集計時の入力ミスがなくなり集計精度が向上する。

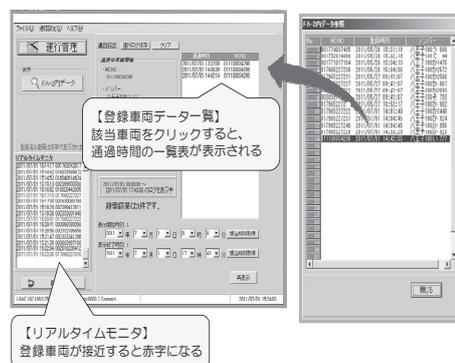


図-3 ETC 車両運行管理 (モニター)

▶ 用 途

- ・ 視界が悪い夜間工事や見通しの悪いカーブなどの搬入路に面している工事現場。
- ・ 工事車両の前に一般の大型車両が通行しているような交通量の多い一般道に面している工事現場。
- ・ 残土などを大量に運搬車両で搬出入する工事現場。

▶ 実 績

システム	ETC 車両 事故防止 システム	ETC 車両 運行管理 システム
① 千葉県内 道路改良工事	○	○
② 東京都内 山岳トンネル工事	○	○
③ 新潟県内 山岳トンネル工事	-	○
④ 千葉県内 浚渫工事	-	○
⑤ 千葉県内 公共残土受入工事	-	○

▶ 問 合 せ 先

五洋建設(株)
〒112-8576 東京都文京区後楽 2-2-8
TEL : 03-3816-7111 (大代表)

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈02〉 掘削機械

12-〈02〉-02	キャタピラージャパン 油圧ショベル Cat 312E	'12.02 発売 新機種
------------	--------------------------------------	------------------

オフロード法 2011 年基準をクリアする環境性能と燃料生産性を両立した 12 トンクラスの油圧ショベルとして新たに導入された Cat 312E は、Cat 312D のフルモデルチェンジ機であり、道路、用地造成、圃場整備等の土木工事に加え、解体、産廃、林業、船内荷役等で使用される。

環境対応パワーユニットには、低エミッションと低燃費を両立する「Cat 電子制御システム」、高効率燃焼を実現し排出ガス成分を抑制する「燃料噴射システム」、排出ガスの一部を、冷却して吸気側に循環することで NOx の排出を低減する「NOx リダクションシステム」、一酸化炭素、炭化水素をディーゼル酸化触媒 (DOC) により低減・無害化するとともに、ディーゼルパティキレートフィルタ (DPF) により PM を低減・除去する「アフタートリートメント技術」など数々のテクノロジーを搭載し、オフロード法 2011 年基準をクリアしている。

高効率油圧システムによって作業速度、掘削性能の向上を図り、また作業に応じて最適な流量配分を行うスマートワークシステムによって良好な運動性を実現している。

従来機比で燃料消費量を約 7% 低減 (スタンダードモード)、エコノミーモードではスタンダードモードからさらに約 9% 低減する。また、一定時間アイドル状態が続くと自動的にエンジンを停止させるオートアイドルストップ機能を新たに搭載している。こうした燃料消費量を低減するさまざまな機能は、CO₂ 排出量の削減にも大きく貢献している。

国土交通省超低騒音型建設機械の基準値をクリアしている。

ノンバケットアプリケーションの拡大に対応するため、アタッチメントとブーム・アームを同時に操作する場合の運動性の向上を図っている。

ROPS (転倒時運転者保護構造) キャブの搭載、後方および側方の作業視界を確保するリアビューカメラとミラーを標準装備、さらに大型ハンドレールとステップを装備している。

キャブガラス面積を従来機比 9% 拡大、またキャブ内騒音を従来機比で約 3.5 dB 低減している。さらに、7 インチ大型画面のフルグラフィックカラーモニターにより、各種設定のほか稼働状況、リアビューカメラ映像、各種警告の確認が容易に行える。

チルトアップアフターケーラの採用によるクーリングパッケージ清掃の容易化を始め、メンテナンス・ポイントへのアクセス性向上とメンテナンス作業の省力化を図っている。

表一 Cat 312E の主な仕様

運転質量	(t)	12.6
標準バケット容量	(m ³)	0.5
最大掘削力 (アーム)	(kN)	65.5
最大掘削力 (バケット)	(kN)	96.0
全長	(m)	7.66
全幅 (トラック全幅)	(m)	2.49
全高 (ハンドレール上端)	(m)	2.84
後端旋回半径	(m)	2.16
登坂能力	(度)	35
接地圧	(kPa)	40.8
エンジン名称		Cat C4.4 ディーゼルエンジン
総行程容積	(ℓ)	4.4
定格出力/回転数 (kW(ps)/min ⁻¹)		68(92)/1,800
最大掘削深さ	(m)	5.53
最大掘削半径	(m)	8.30
最大掘削高さ	(m)	8.48
価格	(百万円)	12.52



写真一1 キャタピラージャパン Cat 312E 油圧ショベル

問合せ先: キャタピラージャパン 人事企画室 広報グループ
〒158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

12-〈02〉-06	住友建機 油圧ショベル SH200-6	'12.09 発売 新機種
------------	-------------------------------	------------------

20 t クラスの油圧ショベル SH200-6 は、高まる地球環境への配慮に応えるため、特定特殊自動車排出ガス 2011 年基準に適合しており、超低騒音型建設機械の基準もクリアしている。

コモンレール式電子制御という新世代のクリーンエンジンを搭載し、新しい油圧システムと融合させることにより、作業性能の向上と現行機比で 10% の燃費低減を達成している。安全性を高めるために標準装備されている FVM (フィールドビューモニター) は、機械の周囲 270 度を鳥瞰的に運転席モニターに表示することで、機械周辺の安全確認をサポートし、狭い現場等で運転するオペレーターの疲労を軽減させることができる。

新機種紹介

また、EMS（イーザーメンテナンスシステム）や高性能フィルターの採用により、メンテナンス間隔を延ばし、作動油の劣化を抑えることにより機械の高寿命化を図っている。

表—2 SH200-6 の主な仕様

バケット容量	(m^3)	0.8
最大掘削深さ	(m)	6.65
最大掘削半径	(m)	9.90
最大掘削高さ	(m)	9.61
運転質量	(t)	20.0
定格出力	(kW/min^{-1})	119.3/1800
走行速度 高速/低速	(km/hr)	5.6/3.4
登坂能力	(度)	35
クローラ全幅	(m)	2.80
標準シュー幅	(m)	0.6
全長×全幅×全高（輸送時）	(m)	9.38 × 2.80 × 3.00
価格	(百万円)	未定



写真—2 住友建機 SH200-6 油圧ショベル

問合せ先：住友建機販売(株) 企画部
〒141-6025 東京都品川区大崎 2-1-1

▶ 〈05〉 クレーン、インクラインおよびウインチ

12-〈05〉-05	日立住友重機械建機クレーン クローラクレーン SCX1200-3	'12.05 発売 新機種
------------	--	------------------

SCX1200-3は、“安心”をキーワードに、2011年排出ガス基準適合エンジンを搭載し、ライフサイクルコストのミニマム化を目指した新世代クローラクレーンである。

主な特徴として、

■環境性能向上

2011年排出ガス基準適合のエンジンを搭載し、オートアイドルストップ機能やエンジン低速回転時にウインチを高速で巻上・下できる省エネ機能も備えている。

■輸送性能向上

本体輸送幅を2.99mとし、輸送車両の効率化・輸送コスト低減を図った。更に、キャブの回転格納方式を採用することで、ブームフット幅を確保し安定した操作性と輸送性を両立させた。

■分解組立性能向上

ライブマスト方式を採用することで、ブームの組立・分解性を容易にした。また、自力組立・分解が可能となる、下ブームへの吊上げシリンダ（名称：クイックドロー）や、自力着脱装置付カウンタウエイトをオプション設定した。

■作業性向上

ラインプル&ブレーキ操作性を向上させた12t定格ラインプルウインチを搭載し、建築から土木まで幅広い現場での作業性を向上させた。

■安全性能向上

ボイスアラーム、オートドラムロックなど好評の機能に加え、旋回制限装置、旋回ブレーキ操作ペダル、折畳式ハウス上面ハンドレールなど、安全機能を充実（オプション含む）させた。また、必要な情報を集中配置した大型ディスプレイは、機能・見やすさの追及と同時に広い前方視界を確保している。

■予防保全システム

機械の健康状態を把握し、ダウンタイムの極小化、整備時間の短縮など、ランニングコスト削減も目指した予防保全システムを搭載した。

新機種紹介



写真—3 日立住友重機械建機クレーン SCX1200-3 クローラクレーン

表—3 SCX1200-3 の主な仕様

最大つり上げ能力	クレーン	(t) × (m)	120 × 5.0
	タワー	(t) × (m)	20 × 14.0
巻上ロープ速度		(m/min)	110
起伏ロープ速度		(m/min)	44
旋回速度		(min ⁻¹)	1.7
走行速度 (高速/低速)		(km/h)	1.5 / 0.9
ブーム長さ		(m)	15.0 ~ 75.0
クレーンジブ長さ		(m)	10.0 ~ 28.0
ブーム+クレーンジブ最長		(m)	63.0 + 28.0
タワー長さ		(m)	30.35 ~ 51.35
タワージブ長さ		(m)	24.0 ~ 45.0
タワー+タワージブ最長		(m)	51.35 + 45.0
エンジンメーカー/型式			いすゞ 6HK1 (排ガス 2011 年基準適合)
エンジン定格出力		(kW)/(min ⁻¹)	210/1900
価格 (クレーン標準仕様)		(百万円)	126

問合せ先：日立住友重機械建機クレーン(株)

〒110-0015 東京都台東区東上野 6-9-3

▶ 〈14〉 維持修繕・災害対策用機械および除雪機械

12-〈14〉-02	加藤製作所 真空式路面清掃車 HS-800W Street-master	'12.07 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

HS-800W 型 真空式路面清掃車は全油圧駆動でプロワヤブラシの配置を一新しコンパクトで操作性やメンテナンス性などの向上を図ってモデルチェンジしたものであり下記の特徴を持っている。

1. ホッパや水タンクを総ステンレス製とし、耐久性を向上し、また水フィルターの清掃、交換の頻度を少なくした。
2. プロワヤ駆動を含め全てを油圧駆動としベルトの張り調整や軸受けの給脂などを不要としメンテナンスを容易にした。
3. 路面の状態に応じエンジン回転数を任意に調整可能とし低騒音化と燃費の向上を図った。
4. ガッタブラシや掃寄ブラシにカセット式を、また吸込ブラシにリング式を採用し各ブラシの交換を容易にした。
5. 各ブラシを路面の状況により鋼製、樹脂製、または、それらの混合とをブラシコアを交換することなく、選択を可能とした。
6. 路肩部に繁茂した雑草を連続的に除草ができる除草用ブラシを用意した。
7. 操作系統や操作パネルを一新し操作を簡素、容易にした。
8. 回収した塵埃をダンプトラックなどに移し替えのできるリフトアップ仕様もある。(オプション)

表—4 HS-800W の主な仕様

ホッパ容量	(m ³)	6.4 [5.7]
最大積載量	(kg)	3,800 [2,800]
清掃幅 (左右とも)	(m)	1,750 : 片側ブラシ, 片側吸込み 2,450 : 片側ブラシ, 両側吸込み 3,500 : 両側ブラシ, 両側吸込み
清掃速度	(km/h)	3 ~ 30
作業用エンジン出力	(kW/min ⁻¹)	98 / 2,000
最大風量	(m ³ /min)	380
水タンク容量	(L)	1,600 [1,500]
価格 (税抜き)	(百万円)	33 [36.5]

[] 内はリフトアップ仕様



写真—4 加藤製作所 HS-800W 型 真空式路面清掃車

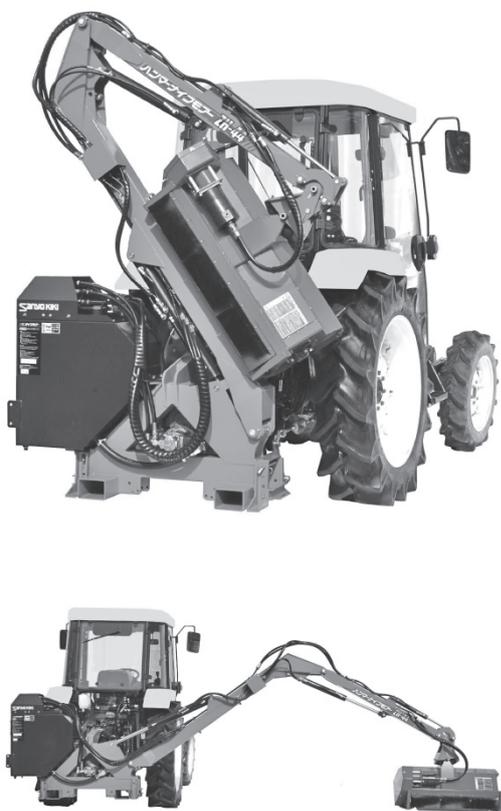
問合せ先：(株)加藤製作所 設計第三部

〒140-0011 東京都品川区東大井 1-9-37

新機種紹介

12-〈14〉-03	三陽機器 トラクタ用アーム式草刈機 ハンマーナイフモアー ZH-44	'12.06 発売 新機種
------------	---	------------------

ハンマーナイフモアー『ZH-44』は、トラクタ後部に装着して使用するアーム式草刈機で、手持ちのトラクタを活用して、安全に効率よく法面等の草刈り作業ができる。トラクタ PTO からの動力を転用する油圧駆動方式を採用しており、最大水平リーチは 4.4 m、モアー部はハンマーナイフ方式により、密集した草や丈の長い草を効率良く刈ることができる。モアーの回転とアームの伸縮はレバー 1 本で操作でき、モアーとアーム間のショックレスラバーの効果により、モアー角度が地面の凹凸に追従する。

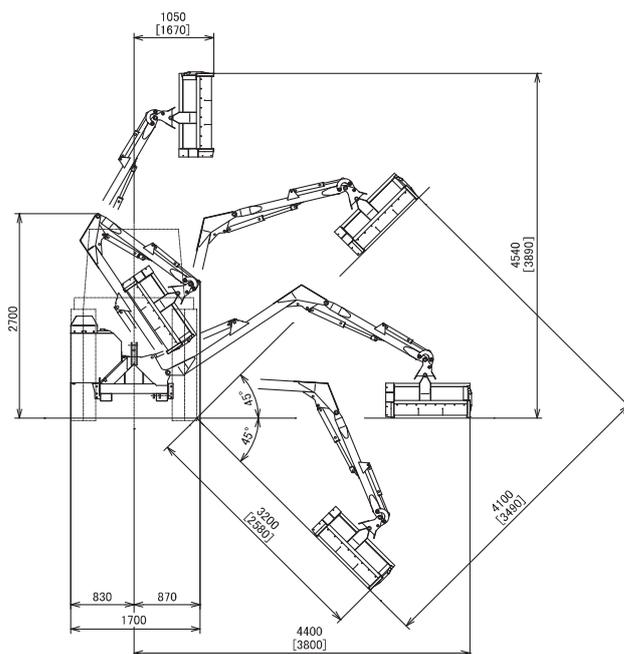


写真—5 三陽機器 ZH-44 ハンマーナイフモアー

表—5 ZH-44 の主な仕様

	ZH-44(3.8 mリーチ) (注 1)	ZH-44(4.4 mリーチ) (注 1)
刈幅 (mm)	900	
刈高さ (mm)	25, 45 (2段階調節式)	
質量 (t)	0.62 (注 2)	
全幅×奥行×全高 (mm)	1,700 × 750 × 2,600 (注 3)	
最高使用圧力 (MPa)	19.6	
トラクタ PTO 回転数 (rpm)	540	
ナイフドラム回転数 (rpm)	2,912	
ハンマーナイフ刃数 (枚)	36	
リーチ 水平/下 45° (m)	3.8 / 2.5	4.4 / 3.2
装着カテゴリ	JIS II	
作動油	VG32 相当 (100 L)	
推奨適用トラクタ質量 (t)	2.3 ~ (注 4)	2.8 ~
価格 (税別) (百万円)	1.98	

- (注 1) シリンダ取付ピン組み換えにより最大水平リーチの選択可。
- (注 2) 作動油の質量を含む。
- (注 3) アーム格納・離脱時の寸法。
- (注 4) トラクタの質量が 2.3 ~ 2.5 t の場合はトラクタ左後輪に 0.05 t のウェイトの装着が必要。



単位は mm。[] 内の数字は 3.8 m リーチの場合
図—1 ZH-44 の作動範囲

問合せ先：三陽機器(株)

〒719-0392 岡山県浅口郡里庄町新庄 3858

平成 24 年度 主要建設資材需要見通しの概要と価格動向

1. まえがき

建設資材の需要動向は建設投資額と密接な関連にあり、今年度は建設投資額の増加に伴い全般的に増加傾向にある。先に国土交通省から発表された「平成 24 年度 主要建設資材需要見通し」と建設資材の価格動向についてその概要を報告する。

2. 主要建設資材需要見通し

平成 24 年度の建設投資額は、対前年度比 7.9%増加する見通し(名目値)であり、その内訳は、政府建設投資は 12.5%の増加、民間建

設投資は 4.8%増加する見通しである。

建築部門は 5.9%の増加、土木部門は 10.5%の増加と見通されていることから、平成 24 年度の主要建設資材の需要見通しは、セメント、生コンクリート、骨材、木材、普通鋼材、アスファルトなど全ての材料が大幅に増加する見通しである。

平成 23 年度の建設投資額(名目値)は対前年度比では 2.0%の増加で、その内訳は、建築部門が 3.8%の増加、土木部門は 0.2%減少となったため、セメント、生コンクリートおよび普通鋼材が増加、骨材、木材およびアスファルトが減少した。

下記に、主要建設資材の需要見通しを示す(図-1、表-1)。

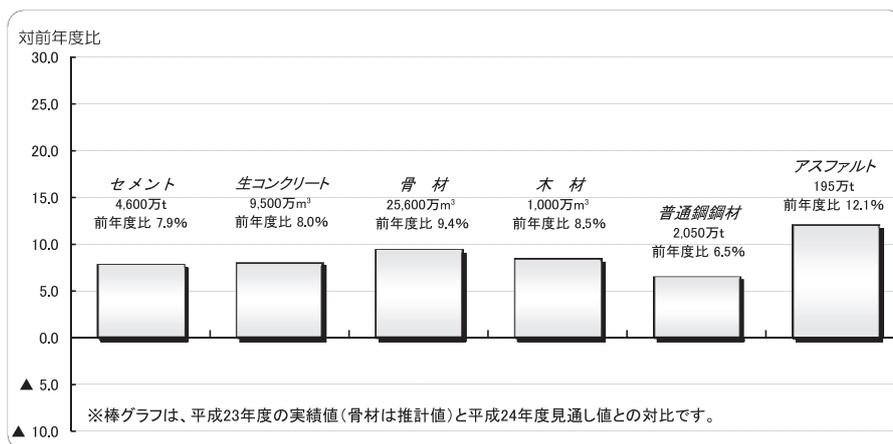


図-1 平成 24 年度の主要建設資材需要見通し

表-1 最近の主要建設資材需要の変遷

資材名称	単位	需 要 量			伸び率	
		H 22 年度 実績値	H 23 年度 実績値	H 24 年度 見通し	23 / 22	24 / 23
セメント	万 t	4,161	4,265	4,600	2.5%	7.9%
生コンクリート	万 m ³	8,528	8,796	9,500	3.1%	8.0%
骨材	万 m ³	23,750	23,394	25,600	-1.5%	9.4%
砕石	万 m ³	11,708	11,462	12,500	-2.1%	9.1%
木材	万 m ³	950	922	1,000	-3.0%	8.5%
普通鋼材	万 t	1,847	1,924	2,050	4.2%	6.5%
形鋼	万 t	379	397	420	4.8%	5.7%
小形棒鋼	万 t	745	776	830	4.2%	7.0%
アスファルト	万 t	180	174	195	-3.1%	12.1%

(注1) 本見通しは、「平成 24 年度建設投資見通し(国土交通省総合政策局 情報政策課建設統計室 平成 24 年 6 月 22 日公表)」をもとに推計したものである。

(注2) 各資材の対象は、セメントは〔内需量〕、生コンクリート、砕石は〔出荷量〕、木材は〔製材品出荷量〕、骨材は〔供給量〕、普通鋼材、形鋼は〔建設向け受注量〕、小形棒鋼は〔建設向け出荷量〕、アスファルトは〔建設向け等内需量〕。

(注3) 本見通しの有効数字は、セメントは〔100 万 t〕、生コンクリート、骨材及び砕石は〔100 万 m³〕、木材は〔25 万 m³〕、普通鋼材、形鋼及び小形棒鋼は〔10 万 t〕、アスファルトは〔5 万 t〕。

(注4) 平成 23 年度の需要量のうち、骨材、砕石については推計値を使用しているため、見込み値(イタリック体)。その他の資材については実績値。

ただし、木材の H22・H23 年度実績値には、東日本大震災の影響により、平成 23 年 2 月～6 月の岩手県、宮城県及び福島県分の出荷量が含まれていない。

〔セメント、生コンクリート〕

平成24年度の需要見通しは、セメントが前年度比7.9%増加の4,600万t、生コンクリートが前年度比8.0%増加の9,500万m³と見通される。また、平成23年度の需要実績は、セメントは前年度比2.5%増加の4,265万t、生コンクリートが前年度比3.1%増加の8,796万m³であった。

〔骨材、砕石〕

平成24年度の需要見通しは、骨材が前年度比9.4%増加の25,600万m³、砕石が前年度比9.1%増加の12,500万m³と見通される。また、平成23年度の需要実績は、骨材が前年度比1.5%減少の23,394万m³、砕石が前年度比2.1%減少の11,462万m³と推計される。

〔木材〕

平成24年度の木材の需要見通しは、前年度比8.5%増加の1,000万m³と見通される。

また、平成23年度の需要実績は、前年度比3.0%減少の922万m³であった。ただし、平成22・23年度実績には、東日本大震災の影響により、平成23年2月～6月の岩手県、宮城県及び福島県分の出荷量が含まれていない。

〔普通鋼鋼材、形鋼、小形棒鋼〕

平成24年度の需要見通しは、普通鋼鋼材が前年度比6.5%増加の

2,050万t、うち形鋼が5.7%増加の420万t、小形棒鋼が7.0%増加の830万tと見通される。また、平成23年度の需要実績は、普通鋼鋼材が前年度比4.2%増加の1,924万t、うち形鋼は前年度比4.8%増加の397万t、小形棒鋼は前年度比4.2%増加の776万tであった。

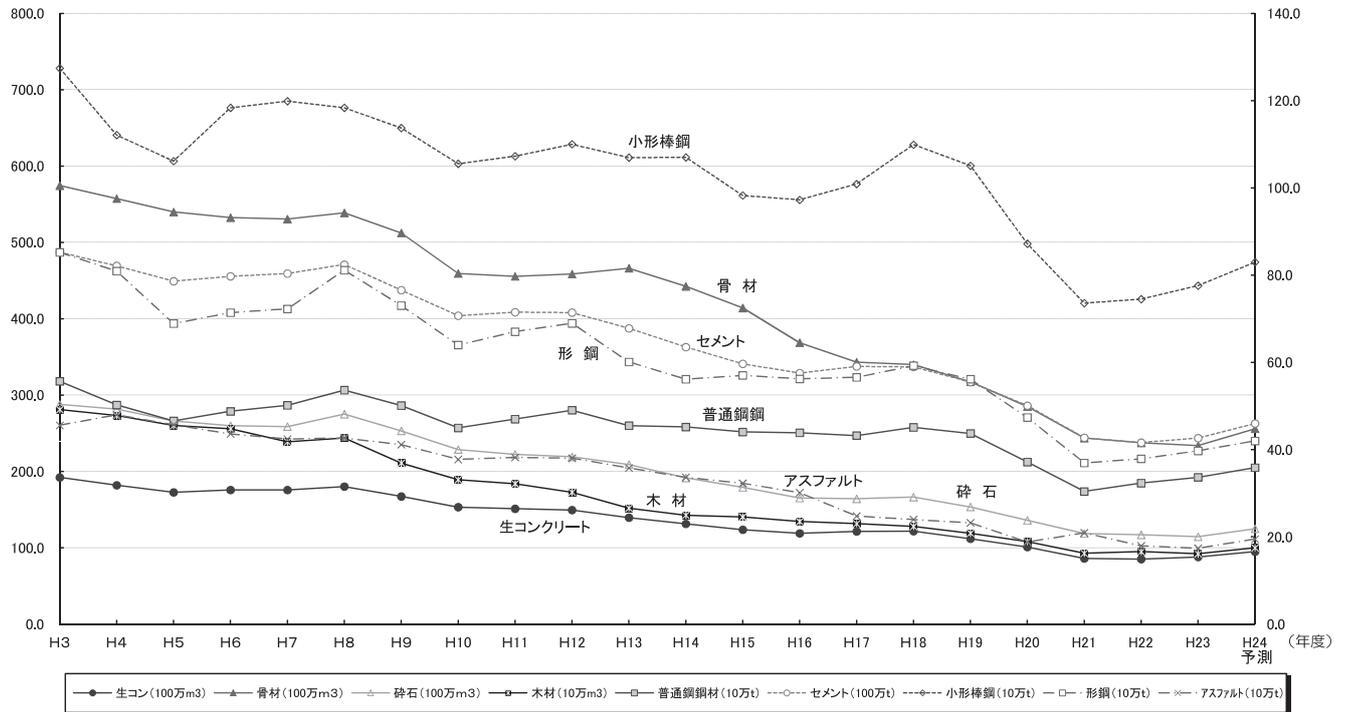
〔アスファルト〕

平成24年度の需要見通しは、アスファルトは前年度比12.1%増加の195万tと見通される。また、平成23年度の需要実績は、前年度比3.2%減少の174万tであった（表－1）。

3. 主要建設資材需要量の年度別推移

次に、図－2に主要建設資材需要量の年度別推移を示す。図が示すように、ほとんどの主要建設資材需要量は、バブル最盛期をピークに、その後は一貫して減少傾向であったが近年横ばいから増加傾向を示している。

平成5年度から平成8年度までは、公共工事関係予算が増加したことにより、建設資材の需要は安定していたがその後は減少が続いている。しかし、今後は、昨年3月に発生した東日本大震災の復興事業が本格化するのに伴い、徐々に増加傾向を示している（図－2）。



（注）グラフの見方・実線（生コンクリート、骨材、砕石、木材、普通鋼鋼材）については左軸、点線（セメント、小形棒鋼、形鋼、アスファルト）については右軸を参照。
 ・平成23年度の需要量は、骨材、砕石については、第3四半期までは実績値、第4四半期につき推計値、アスファルトについては、見込み値、その他の資材については実績値。
 ・ただし、木材のH22・H23年度実績値には、東日本大震災の影響により、平成23年2月～6月の岩手県、宮城県及び福島県分の出荷量が含まれていない。
 ・平成24年度の需要量は、見通しの値。

- | | |
|--|-------------------------------|
| ○セメント … (社)セメント協会 (セメント需給実績) | ○普通鋼鋼材 … (一社)日本鉄鋼連盟 資料 |
| ○生コンクリート … 全国生コンクリート工業組合・協同組合連合会 (出荷実績の推移) | ○形鋼 … (一社)日本鉄鋼連盟 資料 |
| ○骨材 … 経済産業省 (骨材需給表) | ○小形棒鋼 … (一社)日本鉄鋼連盟 資料 |
| ○砕石 … 経済産業省 (砕石統計年報) | ○アスファルト … 石油連盟 (石油アスファルト統計月報) |
| ○木材 … 農林水産省 (製材統計) | |

図－2 主要建設資材需要量の年度推移

統計

4. 主要建設資材の価格動向

全国各都市平均の主要建設資材の価格推移（平成17年平均 = 100）を図-3に示す。

建設資材の需要量は増加しており、資材価格を見ると鋼材は、平成20年度（2008年）は急激に上昇し、翌年の平成21年度（2009年）にはその反動で下落したが、その後は横ばいを示している。

平成24年6月の建設資材物価指数と、前年度の建設総合と比較すると、前年度比0.3ポイント減少の110.2、建築部門では前年度比0.7ポイント減少の106.7、土木部門では前年度比0.5ポイント増

加の116.3となっている（図-3）。

表-2は、最近の東京都区部の主要建設資材の物価指数（平成17年 = 100）の推移を示す。

平成24年6月と平成23年度平均を比較すると、セメントは、2.2ポイント上昇の121.3、生コンクリートは、変化なしの110.0、砂利・砕石は0.1ポイント減少の100.8、建設用木製品等は変化無しの105.3、熱間圧延鋼材は、7.0ポイント減少の107.0、冷間・メッキ鋼材は3.0ポイント減少の103.5、舗装材料は0.7ポイント上昇の104.1であり、全体的にはほぼ横ばい傾向にある（表-2、図-4）。

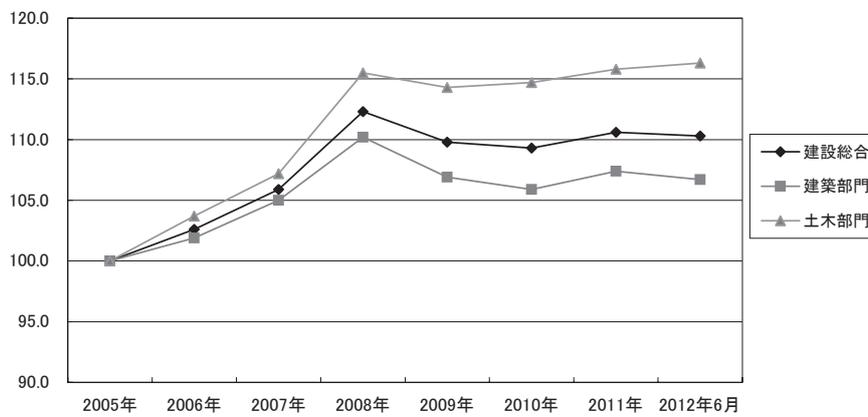


図-3 主要建設資材の物価指数の推移（全国平均）

表-2 主要建設資材の物価指数の推移（東京）

平成17（2005）年 = 100

年月	セメント	生コンクリート	砂利・砕石	建設用木製品等	熱間圧延鋼材	冷間・メッキ鋼材	舗装材料
2005年	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2006年	101.3	100.0	100.0	100.0	99.3	96.7	99.7
2007年	101.3	100.0	100.6	100.9	110.9	98.9	99.2
2008年	111.8	103.6	100.8	104.0	156.4	112.5	101.4
2009年	117.1	105.5	101.1	105.3	114.7	102.2	102.6
2010年	118.9	110.0	101.1	105.3	108.1	105.0	102.6
2011年	119.1	110.0	100.9	105.3	114.0	106.5	103.4
2012年6月	121.3	110.0	100.8	105.3	107.0	103.5	104.1

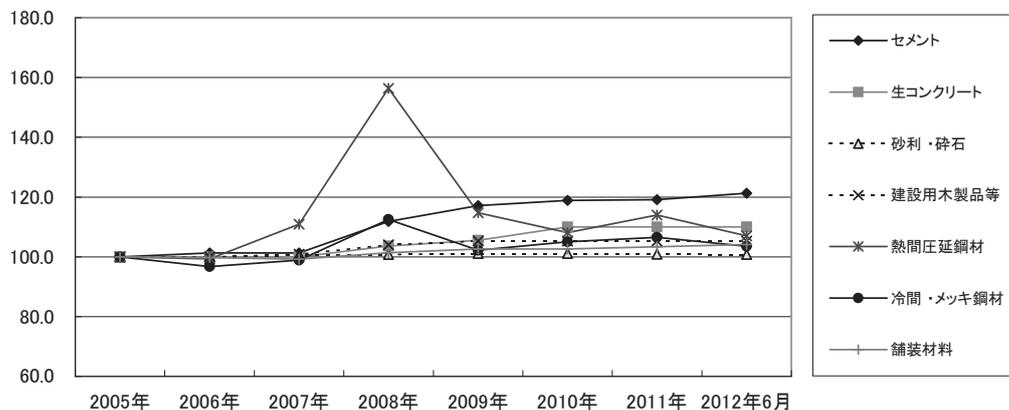


図-4 主要建設資材の物価指数の推移（東京）

表一3及び図一5に、最近の東京都区部の、その他資材の物価指数（平成17年=100）の推移を示す。

平成24年6月現在と平成23年度を比較すると、繊維製品0.7%、石油製品1.1%、一般機械1.4%、プラスチック製品は0.6%上昇した。

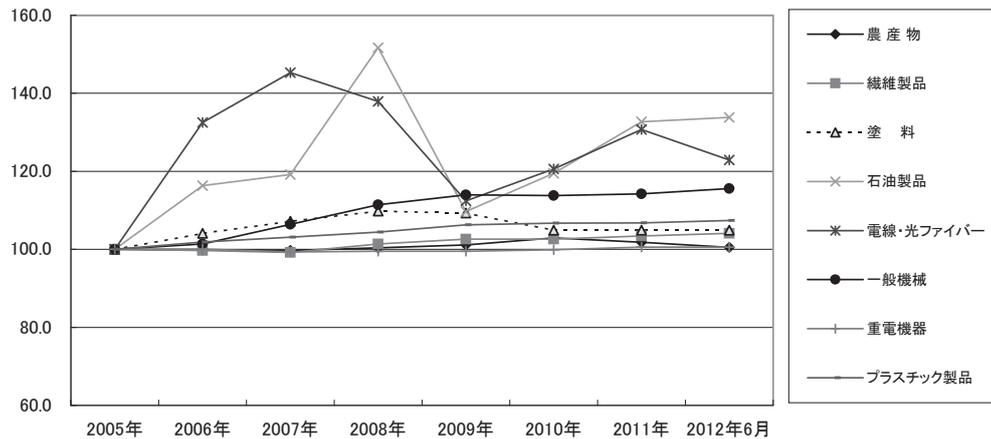
農産物1.3%、電線・光ファイバーは7.8%下落した。

繊維塗料0.0%、重電機器0.0%は横ばいであった（表一3、図一5）。

（文責：小池）

表一3 その他資材の物価指数の推移（東京）

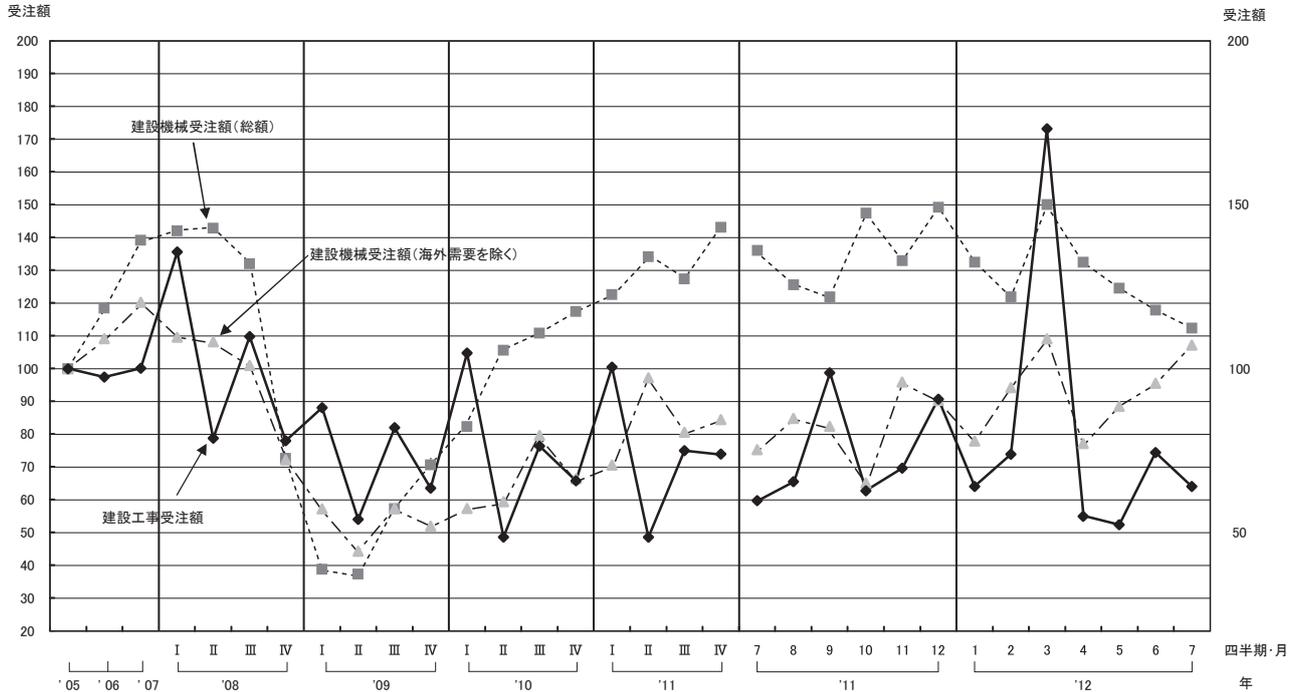
年月	平成17（2005）年 = 100							
	農産物	繊維製品	塗料	石油製品	電線・光ファイバー	一般機械	重電機器	プラスチック製品
2005年	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2006年	99.8	99.7	104.1	116.3	132.5	101.4	100.1	101.9
2007年	99.7	99.2	107.2	119.2	145.3	106.4	99.3	103.1
2008年	100.4	101.4	109.8	151.7	137.9	111.4	99.5	104.4
2009年	101.1	102.6	109.3	109.7	112.4	114.0	99.5	106.3
2010年	102.9	102.6	104.9	119.5	120.6	113.8	99.9	106.7
2011年	101.8	103.4	104.9	132.7	130.7	114.2	100.6	106.8
2012年6月	100.5	104.1	104.9	133.8	122.9	115.6	100.6	107.4



図一5 その他資材の物価指数の推移（東京）

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 2005年平均=100)
 建設機械受注額：建設機械受注統計調査(建設機械企業数24前後) (指数基準 2005年平均=100)



建設工事受注動態統計調査 (大手 50 社)

(単位：億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非 製 造 業							
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
2011年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059
2011年 7月	6,933	5,174	1,303	3,871	1,124	363	273	5,052	1,882	111,681	6,563
8月	7,585	5,247	1,484	3,764	1,600	338	399	5,300	2,285	111,469	7,730
9月	11,468	7,561	1,669	5,892	3,420	433	54	7,059	4,409	111,797	11,948
10月	7,290	4,424	1,079	3,345	2,204	440	222	4,427	2,864	113,424	6,867
11月	8,124	5,202	1,179	4,023	1,587	431	904	5,811	2,313	113,297	8,208
12月	10,327	6,989	1,753	5,237	2,184	391	763	7,301	3,026	112,078	11,030
2012年 1月	7,449	4,990	933	4,058	1,727	333	399	5,241	2,208	112,743	7,001
2月	8,576	5,387	1,056	4,330	2,442	404	343	5,695	2,880	112,603	9,034
3月	20,021	13,216	2,021	11,196	5,148	540	1,117	13,976	6,045	117,803	15,393
4月	6,443	4,721	1,083	3,638	1,110	418	194	4,577	1,866	117,710	6,342
5月	6,176	4,284	960	3,324	1,309	337	246	4,171	2,005	116,271	7,709
6月	8,663	6,106	1,433	4,673	2,053	354	149	5,999	2,664	115,408	9,834
7月	7,488	5,156	1,043	4,112	1,809	430	93	5,163	2,325	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	05年	06年	07年	08年	09年	10年	11年	11年 7月	8月	9月	10月	11月	12月	12年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
総 額	14,749	17,465	20,478	18,099	7,492	15,342	19,520	1,662	1,542	1,502	1,802	1,634	1,831	1,641	1,500	1,851	1,627	1,532	1,443	1,391
海 外 需 要	9,530	11,756	14,209	12,996	4,727	11,904	15,163	1,333	1,173	1,145	1,517	1,208	1,441	1,306	1,089	1,378	1,290	1,147	1,026	929
海外需要を除く	5,219	5,709	6,268	5,103	2,765	3,438	4,357	329	369	357	285	426	390	335	411	473	337	385	417	462

(注) 2005～2007年は年平均で、2008～2011年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2011年7月以降は月ごとの値を図示した。

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

…行事一覧…

(2012年8月1日～31日)

■ 機 械 部 会

■情報化機器技術委員会

月 日：8月3日(金)

出席者：白塚敬三委員長ほか5名

議 題：①無人ダンプ、ハイブリッド建機の安全関連についての報告会 ②国交省の無人化施工接仕様標準化検討会議(仮)の動きについて ③その他

■コンクリート機械技術委員会 工場見学

月 日：8月9日(木)

出席者：大村高慶委員長ほか9名

場 所：KYB(株)熊谷工場

内 容：①KYB熊谷工場の説明 ②工場見学(コンクリートミキサー車等の特殊工場見学) ③質疑応答 ④委員会討議

■トンネル機械技術委員会 トンネル機械未来像分科会

月 日：8月23日(木)

出席者：浅沼廉樹分科会長ほか4名

議 題：①昨年度活動結果から、これらを実現するための掘削技術、覆工技術、素材技術についての資料検討 ②8/8開催の合同部会の報告について ③その他

■ショベル技術委員会

月 日：8月24日(金)

出席者：尾上裕委員長ほか8名

議 題：①平成24年度活動計画とその進め方について ②ミニ油圧ショベルCO₂排出寄与率のデータサンプリング方法について ③報告事項(・国交省からの低燃費型建設機械認定制度の開始時期前倒し検討依頼に対する作業燃費検討WGからの回答報告・環境省、国交省、経産省への2014年排ガス規制要望説明のその後の報告・環境省中間審自排専のパブリックコメントについて・国交省からの情報提供について) ④その他

■機械整備技術委員会

月 日：8月27日(月)

出席者：森三朗委員長ほか7名

議 題：①「整備の基本」の最終確認について ②ハイブリッド・電動(バッテリー含む)建機の整備の安全WG ③2014年排ガス規制への業界要望とオパシメータ化についての報告 ④8/8開催の合同部会の報告 ⑤その他

■トンネル機械技術委員会・新技術・施工技術分科会

月 日：8月28日(火)

出席者：若山真則分科会長ほか5名

議 題：①切羽前方探査についての資料紹介 ②今後の進め方と取り纏め方について ③8/29開催の幹事会への報告について ④その他

■トンネル機械技術委員会・第3回幹事会

月 日：8月29日(水)

出席者：篠原望ほか7名

議 題：①平成24年度上半期活動結果報告と下期活動計画について ②国交省との勉強会について ③日本建設機械要覧2013第8章総説・概説の校正刷り原稿の確認について ④その他

■トラクタ技術委員会

月 日：8月31日(金)

出席者：阿部里視委員長ほか5名

議 題：①各社トピックス ②ハイブリッドホイールローダの商品化をにらんだJCMAS燃料消費量一試験方法改訂について ③ホームページ更新内容の検討について ④建設機械要覧2013の総説・概説の見直し最終原稿提出の確認 ⑤平成24年度上期活動結果の取り纏めと下期活動計画について ⑥8/8開催の合同部会報告 ⑦その他

■ 製 造 業 部 会

■マテリアルハンドリングWG

月 日：8月3日(金)

出席者：生田正治幹事ほか6名

議 題：①林業仕様機の安全規則(案)を検討するにあたっての・車両系構造規格との不整合面の洗い出しについて・リスクアセスメント(既実施製品及び未実施製品あり)を踏まえ、規格や基準が必要な項目の洗い出しについて・関連通達や各マニュアル(資格教育資料含む)の確認と、その内容に基づく盛り込み必要事項の確認について ②7/5厚労省との解体機械の規制についての打合せ内容の報告 ③その他

■合同部会

月 日：8月8日(水)

出席者：小室洋幹事ほか79名

講 演：①「除染モデル事業における車両のスクリーニングと除染管理について」日本原子力研究開発機構(JAEA)福島技術本部 浅野主席 ②「除染モデル事業の結果概要(Aグループの結果概要)」大成建設(株)環境本部 樋口室長 ③除染事業に関連した意見交

換各部会 ④「2011年および2014年排ガス規制適合機に対する燃料・エンジンオイルについての問題・注意」機械部会・製造業部会 油脂技術委員会 吉田分科会長 ⑤その他情報・意見交換

■ 建 設 業 部 会

■三役会

月 日：8月9日(木)

出席者：増子文典部会長ほか5名

議 題：①7/19開催の建設業部会について ②7/27実施の夏季現場見学会について ③各WGの報告 ④その他

■機電技術者交流企画WG

月 日：8月28日(火)

出席者：久留島匡繕リーダーほか4名

議 題：①「第16回意見交換会および講演会のご案内」最終確認 ②機電技術者意見交換会開催継続のための参加者アンケート検討 ③その他

■バックホウ吊上げ作業の事故予防検討会

月 日：8月29日(水)

出席者：傳田喜八郎リーダーほか4名

議 題：①アンケート案と趣意書の検討 ②その他

■ レン タ ル 業 部 会

■コンプライアンス分科会

月 日：8月7日(火)

出席者：隼直毅幹事ほか6名

議 題：①「建設機械等レンタル契約の手引き」の解説欄検討 ②その他

■ 各 種 委 員 会 等

■機関誌編集委員会

月 日：8月1日(水)

出席者：田中康順委員長ほか22名

議 題：①平成24年11月号(第753号)の計画の審議・検討 ②平成24年12月号(第754号)の素案の審議・検討 ③平成25年1月号(第755号)の編集方針の審議・検討 ④平成24年8～10月号(第750～752号)の進捗状況の報告・確認

■建設経済調査分科会

月 日：8月21日(火)

出席者：山名至孝分科会長ほか2名

議 題：①9月号原稿検討(平成24年公共事業関係予算) ②10月号原稿検討(平成24年主要建設資材需要見通し) ③その他

■新機種調査分科会

月 日：8月22日（水）
出席者：江本平分科会長ほか4名
議 題：①新機種情報の持ち寄り検討
②新機種紹介データまとめ ③その他

…支部行事一覧…

■北海道支部

■第3回技術部会技術委員会

月 日：8月10日（金）
出席者：服部健作部会長ほか25名
議 題：平成24年度除雪機械技術講習
会講師打合せ会

■第2回技術部会施工技術検定委員会

月 日：8月20日（月）
出席者：波方郁雄委員ほか11名
議 題：平成24年度建設機械施工技術
検定実地試験の実施要領について

■建設機械施工技術検定実地試験

月 日：8月31日（金）～9月2日（日）
場 所：石狩市 ㈱日立建機教習センター
北海道教習所
受験者：1級107名，2級329名予定

■東北支部

■施工部会（情報化施工セミナー）

月 日：8月3日（金）
場 所：ハーネル仙台
出席者：高橋弘支部長ほか43名
内 容：①情報化施工概要（山尾施工企
画課長補佐）②TS/GNSSによる締
固め管理技術（西尾レントオール㈱）
③MC（㈱アクティオ）④TS（㈱建
設システム）⑤MC/MG（㈱トブコン
ソキアポジショニングジャパン）
⑥TS出来形管理用設計データ作成
（福井コンピュータ㈱）⑦TS出来形
管理の模擬現場実習（㈱ニコン・トリ
ンプル）⑧質疑応答

■広報部会（第2回EE東北実行委員会）

月 日：8月6日（月）
場 所：フォレスト仙台
出席者：森吉尚企画部長ほか35名
議 題：①「EE東北'12」開催概要
②出展状況 ③「EE東北'12」予算案
④ブース等配置計画 ⑤プレゼンテー
ション計画 ⑥震災関連特設コーナー
⑦広報計画 ⑧ガイドブック ⑨その
他

■施工部会

月 日：8月9日（木）

場 所：支部会議室
出席者：稲村正弘部会長ほか3名
議 題：①施工部会ワーキング ②道路
除雪の手引き改正 ③除雪講習会PR
改正 ④その他

■施工部会担当 建設機械施工技術検定試 験実地試験

月 日：8月23日（木）～27日（月）
場 所：多賀城市日立建機㈱構内

種別	1級	2級	合計
受験者数：1種	58	52	110
2種	68	302	370
3種	7	13	20
4種	36	25	61
計	169	392	561

■北陸支部

■平成24年度北陸地区建設物価懇談会

月 日：8月23日（木）
場 所：新潟東映ホテル
出席者：宮村兵衛事務局長
内 容：①主要建設資材の需給・価格動
向 ②被災3県における建設投資と建
設物価動向等

■建設機械施工技術検定実地試験

月 日：8月25日（土）～26日（日）
場 所：石川県小松市 コマツ教習所粟
津センター
受験者：1級82名，2級105名

■中部支部

■「社会保険未加入対策推進中部協議会」 会議に出席

月 日：8月6日（月）
出席者：永江豊事務局長
議 題：社会保険加入促進計画（案）の
説明等

■「最新の情報化施工セミナー」に講師と して出席

月 日：8月7日（火）
出席者：永江豊事務局長
受講者：70名

■広報部会

月 日：8月21日（火）
出席者：高木広報部会長ほか3名
議 題：支部だよりの編集方針などに
ついて

■「建設ICT施工ガイドブック（仮称）」 作成実行委員会

月 日：8月27日（月）
出席者：青木技術部会長ほか8名
議 題：編集内容等について

■「建設ICT導入普及研究会技術普及活 動プロジェクトチーム打合せ

月 日：8月28日（火）
出席者：安江運営委員，永江事務局長
議 題：建設ICTをとりまく状況等に
ついて

■「最近の建設施工」映画会

月 日：8月29日（水）
参加者：30名

■調査部会

月 日：8月31日（金）
出席者：杉山部会長ほか4名
議 題：秋季講演会等について

■関西支部

■平成24年度1・2級建設機械施工技術検 定試験（実地）試験監督者打合せ

月 日：8月7日（火）～8日（水）
場 所：関西支部会議室
出席者：松本克英事務局長以下15名
内 容：①実地試験実施要領（全般）に
ついて ②試験当日の時間割と採点の
留意事項について ③連絡事項など

■建設技術展2012近畿現地説明会

月 日：8月9日（木）
場 所：マイドームおおさか2Fホール
出席者：松本克英事務局長
内 容：当支部の展示コマは3F団体
No8ブースに決定

■平成24年度建設機械施工技術検定試験 （実地試験）

月 日：8月25日（土）～28日（火）
場 所：キャタピラー教習所（㈱およびコ
ベルコ教習所）
受験者：実人数1級195名，2級568名
延人数1級344名，2級594名

■中国支部

■第2回広報部会

月 日：8月6日（月）
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広報活動に関する課題等につ
いて ②その他懸案事項

■情報化施工技術研究会（第2回）

月 日：8月7日（火）
場 所：広島YMCA会議室
出席者：齋藤実施工技術部会長ほか32
名
議 題：①講話「情報化施工の最近の話
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事
例紹介…㈱井木組「砂防ソイルセメン
トにおけるCPSによる盛土の締固め

管理システム運用について」、西尾レントオール(株)「ICTバックホウ・ブルドーザのM-G(マシンガイダンス)システム」③意見(情報)交換等④その他

■1・2級建設機械施工技術検定実地試験 試験監督者事前説明会

月日：8月10日(金)
場所：中国支部事務所
出席者：池田勇試験監督者ほか7名
議題：①建設機械施工技術検定実地試験実施要領説明

■第5回企画部会

月日：8月23日(木)
場所：中国支部事務所
出席者：高倉寅喜企画部会長ほか5名
議題：①中国地方整備局との「懇談会」の進め方について ②平成24年度「情報伝達訓練」の実施について ③平成24年度大規模津波防災総合訓練について ④その他懸案事項

■1・2級建設機械施工技術検定実地試験

月日：8月25日(土)～28日(火)
場所：メッセ・コンベンション等交流施設用地(広島市南区出島)
受検者：1級38名, 2級196名(1種38, 2種195, 3種4, 4種41)

■情報化施工(体験セミナー)講習会

月日：8月28日(火)～29日(水)
場所：(座学)広島県立産業技術交流センター会議室(実習)メッセ・コンベンション交流施設用地(広島市南区出島)

参加者：28日17名, 29日53名
講習内容：(座学)①情報化施工に関する最近の動向…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「TS出来形管理システム」に関して(実習)マシンコントロール実機体験・最新測量機器実測体験 ①3D-MCドーザシステム ②3D-MGショベルシステム ③TS-GPS転圧管理システム実測体験 ④TSを用いた出来形管理システム実測体験

■四国支部

■建設機械施工技術検定実地試験監督者打合せ会議

月日：8月22日(水)
場所：四国支部事務所
出席者：須田道夫総括試験監督者ほか5名
議題：実地試験実施要領と注意事項について

■防災協定に係る情報伝達訓練打合せ会

月日：8月30日(木)
場所：建設クリエイティブ会議室(高松市)
出席者：小松修夫企画部会長ほか18名
議題：①四国地方整備局の総合防災訓練について ②防災協定における四国支部の役割と体制について ③訓練における情報伝達体制と方法について

■九州支部

■企画委員会

月日：8月22日(水)
出席者：久保田正春企画委員長ほか8名
議題：①建設機械施工技術検定学科試験結果について ②建設機械施工技術検定実地試験について ③施工安全講習会について ④その他

■試験監督者説明会

月日：8月22日(水)
出席者：久保田正春整備部会長ほか15名
議題：試験実施要領等の確認

■試験監督者説明会

月日：8月31日(金)
出席者：コマツ教習所(株)那川正彦所長ほか8名
議題：試験実施要領等の確認

■「建設の施工企画」投稿のご案内■

—一般社団法人日本建設機械施工協会 機関誌編集委員会事務局—

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

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

うと考えています。

誌面構成は編集委員会で企画いたしますが、更に会員の皆様からの特集テーマをはじめ様々なテーマについて積極的な投稿により機関誌が施工技術・建設機械に関わる産学官の活気あるフォーラムとなることを期待しております。

(1) 投稿の資格と原稿の種類：

本協会の会員であることが原則ですが、本協会の活動に適した内容であれば委員会で検討いたします。投稿論文は「報文」と「読者の声」(ご自由な意見、感想など)の2種類があります。

投稿される場合はタイトルとアブストラ

クトを提出頂きます。編集委員会で査読し採択の結果をお知らせします。

(2) 詳細：

投稿要領を作成してありますので必要な方は電子メール、電話でご連絡願います。また、JCMA ホームページにも掲載してあります。テーマ、原稿の書き方等、投稿に関わる不明な点はご遠慮なく下記迄お問い合わせ下さい。

一般社団法人日本建設機械施工協会

機関誌編集委員会事務局

Tel：03(3433)1501, Fax：03(3432)0289,

e-mail：suzuki@jcmanet.or.jp

編集後記

厳しい暑さが続いておりましたが、最近、少しずつ秋の気配が感じられるようになってきました。

このところ、海洋権益や海洋開発、沿岸部の防災等、海洋や海岸施設に関する話題をよく耳にします。海洋探査や開発技術の進歩により、海洋にある膨大なエネルギーや資源の存在が明らかになってきました。我が国においても、海洋の広大な空間や自然エネルギーを有効利用しようとする取り組みが始まっています。

我が国は世界有数の排他的経済水域を持つ海洋大国です。海洋を開発し有効に活用することで、将来大きな恩恵を得ることができるのではないかと期待しています。

さて、今月号は「海洋と海岸施設」を特集しました。

巻頭言は、放送大学の來生副学長に我が国の海洋管理問題の大きな課題である沿岸域の総合的管理について要点をまとめていただきました。

行政情報では、国土交通省から浮体式洋上風力発電普及促進のための

技術基準について、水産庁から平成24年3月に公表された漁港漁場整備の新しい長期計画について、それぞれ概要を執筆していただきました。

技術報文は、海洋や港湾工事、調査・測量や補修・補強、津波といった幅広いテーマから、最近の河川・港湾工事で使用した新しい作業船や設備、システム、シミュレーション等について報告しております。

さらに、交流の広場では、海洋開発という観点から、地球深部探査船「ちきゅう」と太平洋の海底に存在するレアアースについて興味深い内容を紹介していただきました。

海洋開発や港湾整備は、我が国にとって今後ますます重要なテーマになると思います。今回掲載した報文が、少しでも皆様の参考になれば幸いです。

最後になりましたが、ご多忙中にもかかわらず、快くご執筆を引き受けていただいた執筆者の方々に心から感謝いたしますとともに厚く御礼申し上げます。

(藤永・齋藤)

機関誌編集委員会

編集顧問

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
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

桑原 一登	農林水産省
伊藤 健一	(独)鉄道・運輸機構
篠原 望	鹿島建設(株)
和田 一知	(株)KCM
安川 良博	(株)熊谷組
原口 宏	コベルコ建機(株)
原 茂宏	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)
岡崎 直人	(株)竹中工務店
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
相田 尚	(株)NIPPO
船原三佐夫	日立建機(株)
岡本 直樹	山崎建設(株)
川西 健之	(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)
野元 義一	五洋建設(株)
藤島 崇	施工技術総合研究所

11月号「情報化施工, ICT技術, 自動化・ロボット化, 自動制御特集」予告

- ・情報化施工推進へ要領策定/出来形管理と監督・検査の要領
- ・CIMの導入に向けて
- ・「TSを用いた出来形管理」で規定した機能と今後の取り組み
ICTを利用した作業性・信頼性向上及び判断支援に資する機能
- ・災害対応ロボットのあるべき姿
- ・多種多数機械を用いた無人化施工システムの開発
福島第一原子力発電所災害復旧工事における遠隔操作
- ・3次元設計データを用いた計測及び誘導システム
- ・携帯電話を利用した移動体管理システム
船舶や工事車両の安全監視等に活用
- ・バックホウ2Dマシニングシステム
- ・簡易VRを用いた「次世代無人化施工システム」の開発
建機の遠隔操作にVRを導入し、作業効率を改善したシステム
- ・可視光通信3次元位置計測システムを現場に適用し実用化
- ・道路建設における情報化施工の現状とその効果
- ・億首ダムのIT施工を“四次元”管理
ダムICT施工総合管理システム「4D-DIS」適用事例
- ・山岳トンネルにおけるITコンストラクションの現状と新たな取り組み

No.752「建設の施工企画」 2012年10月号

[定価] 1部840円(本体800円)
年間購読料9,000円

平成24年10月20日印刷

平成24年10月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 辻 靖 三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 一般社団法人日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支部	〒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 名古屋市中央区栄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 FAX03-5472-1802 E-MAIL: info@kyoeitushin.co.jp
担当 本社編集部 宗像 敏