

一般社団法人
日本建設機械施工協会誌 (Journal of JCMA)

2017

建設機械施工 10

Vol.69 No.10 October 2017 (通巻812号)

特集 建築



ホール舞台スノコ天井リフトアップ工事

巻頭言 人工技能研究のすすめ

技術報文

- ホール舞台スノコ天井リフトアップ工事
- 既存建物の不快な床振動を低減する制振技術
- VR 技術を活用した教育システムの開発と運用
- スマートデバイスを活用した「杭施工記録システム」の開発
- 自律型清掃ロボットを開発 他

交流の広場

デザイン思考でデジタル活用

行政情報

- 「適正な施工確保のための技術者制度検討会」とりまとめ
- 建築物省エネ法の概要

JCMA報告

平成29年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その4)

部会報告

ISO/TC 127国際作業グループ会議報告

統計

平成29年度 主要建設資材需要見通し

一般社団法人 日本建設機械施工協会

KOBELCO

低燃費のコベルコ!
低炭素社会の実現へ



「極」低騒音。

SK 135SR

都市工事の重要課題である「騒音」。
コベルコ建機独自のテクノロジーiNDRは、
運転時の音漏れを極小に抑え、ワンクラス下の低騒音を達成しています。
NOxの低減、尿素SCRシステムを可能にした、
オフロード法2014年規制対応エンジン搭載。
さらに、新設計のフィルトレーションシステムや、
コベルコ建機独自の予防保全システムKスキャンの搭載により、
高耐久性を強化してフルモデルチェンジ。
「低燃費、さらに高耐久。」さらに「極」低騒音。
コベルコは、都市の未来を見据えています。

—— 中小型クラスのスタンダード ——

SK 125SR SK 130UR

SK 130SR+ SK 225SR

SK 235SR



オフロード法 2014年基準適合 申請予定

コベルコ建機株式会社

東京本社 / 〒141-8626 東京都品川区北品川 5-5-15 ☎03-5789-2111 www.kobelco-kenki.co.jp

第11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11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29年8月1日から平成29年10月31日までとします。
- (2) 助成対象者の決定は、平成30年1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31年3月30日までです。
- (4) 研究成果報告書を、平成31年6月30日までに提出して頂きます。
- (5) 研究成果を、JCMAへ論文として投稿して頂き、「平成31年度建設施工と建設機械シンポジウム（例年11月中旬～12月上旬開催）」での積極的発表をお願いいたします。

2. 研究開発助成の対象

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

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

また、優先的評価を行うテーマを設定します。

今年度の優先的評価テーマは「小規模な人力施工の機械化」とします。

3. 研究開発助成の対象者

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

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

4. 申請手続きと注意事項

- (1) 助成を希望する研究者又は研究グループの代表者は申請書（様式-1①②④⑤）（共同研究の場合は様式-1③を追加）に必要事項を記入のうえ、正本1部、写し1部及び電子データを記録した電子媒体（Word形式）を、期限まで（当日消印有効）にJCMAへ郵送により提出するものとします。（なお、

セキュリティ上の都合から電子メールによる受付は行っておりません。) また、申請の際に、説明に必要な範囲で参考資料を添付することは差し支えありません。

- (2) 申込件数は1人(共同研究の場合は1研究グループ)あたり1件とします。
- (3) 所属される機関において助成等の申請、受入れ機関が指定されている場合等は指定された機関の長又は代表者が申請することができます。
- (4) JCMA 以外の補助制度、助成制度との重複申請は可能です。但し、JCMA の助成において実施を予定する内容と他の制度もしくは助成によって実施する技術開発若しくは研究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技術開発若しくは研究名及びその概要等については、当事業の広報のために刊行物、報告書、ホームページ等で公表し、第三者に提供することがあります。

これに同意した上で申請を行っていただきますようお願い申し上げます。

6. 助成金交付手続き

- (1) 助成が認められた申請者は助成決定通知受領後、JCMA に請書等の手続き書類(様式-2①~④)を提出して頂いた後にすみやかに全額を交付します。
- (2) 助成金は手続き終了後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24年度	8件	4件
		平成25年度	9件	1件
		平成26年度	7件	1件
		平成27年度	11件	1件
		平成28年度	8件	1件

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2階

一般社団法人 日本建設機械施工協会 研究開発助成事務局 担当 二瓶

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/>

「平成29年度版 建設機械等損料表」を発売しました。

一般社団法人 日本建設機械施工協会は、書籍「平成29年度版 建設機械等損料表」を下記の通り発売しました。

本書は建設工事で使用される各種の建設機械や建設設備等に関する機械損料諸数値(国土交通省の“建設機械等損料算定表”の内容に準拠)を掲載したものです。

工事費の積算や施工計画の立案、施工管理等、いろいろな場面において有効・有益な資料であり、広く活用頂ければ幸いです。

***** 記 *****

■発売日 : 平成29年4月17日

■体裁 : A4版、モノクロ、約465ページ

■内容

平成29年度版の構成項目は以下のとおりです。

第Ⅰ章 機械損料の構成と解説

第Ⅱ章 関連通達・告示等

第Ⅲ章 損料算定表の見方(要約版)

第Ⅳ章 建設機械等損料算定表

第Ⅴ章 船舶損料算定表

第Ⅵ章 ダム施工機械等損料算定表

第Ⅶ章 除雪用建設機械等損料算定表

■改訂内容

- ・最新燃料・電力消費率一覧表掲載
- ・損料の算出例を掲載

■定価

一般価格 8,640円 (本体 8,000円)

会員価格 7,344円 (本体 6,800円)

※送料は一般・会員とも

一律600円 沖縄県460円

※複数又は他の発刊本と同時申し込みの場合は別途とさせていただきます。

***** 以上 *****



書籍の表紙イメージ

■書籍に関するお問い合わせ先

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館内)

一般社団法人 日本建設機械施工協会 (電話 03-3433-1501)

ICTを活用した建設技術 (情報化施工)

2017.3
発行!

国土交通省では、平成28年度より建設現場における生産性を向上させ、魅力ある建設現場を目指す新しい取り組みとして、i-Construction(アイ・コンストラクション)を進めています。

具体的な取り組みとして、ICT(情報化施工)を建設現場に積極的に取り入れようとする「i-Construction」対応工事(ICT土工)では、①3次元起工測量、②3次元設計データの作成、③ICT建設機械による施工、④3次元出来形管理等の施工管理、⑤3次元データの電子納品の5項目について実施することになっています。

既に建設現場では、ICTを活用した建設技術(情報化施工)として工事が実施されています。

本書は、これから建設分野を目指す学生や初めてICTを活用した建設工事に携わる方々を対象に作成いたしました。

既刊の「情報化施工デジタルガイドブック」と併せてお読み頂ければ、より詳しくICTを活用した建設技術(情報化施工)をご理解頂けるものと思います。

主な内容

- 1 情報化施工のあらし
- 2 従来の設計・施工
- 3 情報化施工の測位
- 4 情報化施工技術
- 5 3次元設計データ
- 6 i-Construction
- 7 情報化施工の効果的活用
- 8 ICTを活用した建設技術の一般的な用語の解説



定 価

※送料別途

一般価格

1,296円(本体1,200円)

会員価格

1,080円(本体1,000円)

学生価格

(学校からの申込みに限る)

648円(本体600円)

実務者向け!! 情報化施工デジタルガイドブック

デジタルブックDVD版
(デジタル画像・動画等)

プレビューA4版冊子付

好評刊行中!



一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

TEL (03) 3433-1501 FAX (03) 3432-0289

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

JCMA 図書

検索

ICTを活用した建設技術(情報化施工)



購入申込書

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

ICTを活用した建設技術 (情報化施工)	部
---------------------------------	----------

上記図書を申込みます。

平成 年 月 日

官公庁名 会社名			
所 属			
担当者氏名	(印)	TEL	
		FAX	
住 所	〒		
必要書類	見積書()通	請求書()通	納品書()通
送料の取扱	()単価に送料を含む ()単価と送料を2段書きにする (該当に○) 【指定用紙がある場合は、申込書とともにご送付下さい】		

●お申込方法

FAXにて、当協会本部または最寄りの各支部あてにお申込み下さい。

(注)沖縄地区は、本部へお申込みください。

●お問合せ及びお申込先

支部名	住 所	TEL	FAX
本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	(03)3433-1501	(03)3432-0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北3条西2-8 さっけんビル	(011)231-4428	(011)231-6630
東北支部	〒980-0014 仙台市青葉区本町3-4-18 太陽生命仙台北町ビル	(022)222-3915	(022)222-3583
北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	(025)280-0128	(025)280-0134
中部支部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 三菱ビル5F	(052)962-2394	(052)962-2478
関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	(06)6941-8845	(06)6941-1378
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	(082)221-6841	(082)221-6831
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイティブビル	(087)821-8074	(087)822-3798
九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30 いわきビル	(092)436-3322	(092)436-3323

2016年版 日本建設機械要覧

発刊ご案内

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

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



発刊日

平成28年3月末

体裁

B5判、約1,340頁／写真、図面多数／表紙特製

価格

一般価格 52,920円（本体49,000円）

会員価格 44,280円（本体41,000円）

（注）送料は1冊900円（税込）となります。

（複数冊の場合別途）

特典

2016年版日本建設機械要覧購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版、2004年版、2007年版、2010年版及び2013年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2016年版を含めると1998年から2015年までの建設機械データが活用いただけます。

2016年版 内容目次

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

今後の予定

「日本建設機械要覧」の電子版も作成し、より利便性の高い資料とするべく準備しております。御期待下さい。

◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

日本建設機械要覧 2016年版	冊
-----------------	---

上記図書を申込み致します。

平成 年 月 日

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

◆ 申込方法 ◆

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

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

[お問合せ及びお申込先]

本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL 03 (3433) 1501 FAX 03 (3432) 0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8 さつけんビル	TEL 011 (231) 4428 FAX 011 (231) 6630
東北支部	〒980-0014 仙台市青葉区本町3-4-18 太陽生命仙台北町ビル5F	TEL 022 (222) 3915 FAX 022 (222) 3583
北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL 025 (280) 0128 FAX 025 (280) 0134
中部支部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 三愛ビル	TEL 052 (962) 2394 FAX 052 (962) 2478
関西支部	〒540-0012 大阪府中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	TEL 06 (6941) 8845 FAX 06 (6941) 1378
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL 082 (221) 6841 FAX 082 (221) 6831
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイティブビル	TEL 087 (821) 8074 FAX 087 (822) 3798
九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30 いわきビル	TEL 092 (436) 3322 FAX 092 (436) 3323

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

（これらの目的以外での利用はいたしません）当協会のプライバシーポリシー（個人情報保護法方針）は、ホームページ（http://www.jcmanet.or.jp/?page_id=422）でご覧いただけます。

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

当協会からの新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）は不要

2016年版 日本建設機械要覧 電子書籍(PDF)版 発売通知

当協会では、国内における建設機械を網羅した『日本建設機械要覧』を2016年3月に刊行し、現場技術者の工事計画の立案、積算、機械技術者の建設機械のデータ収集等に活用頂き、好評を頂いております。

このたびこの建設機械要覧に関して更に便利に活用いただくよう新たに次の2種類の電子書籍（PDF）版を発売いたしますので、ここにご案内申し上げます。

是非とも活用いただきたく、お願い申し上げます。

1	商品名	日本建設機械要覧2016 電子書籍（PDF）版	建設機械スプック一覧表、 電子書籍（PDF）版	
2	形態	電子書籍（PDF）	電子書籍（PDF）	
3	閲覧	Web上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス	Web上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス	
4	内容	要覧全頁	spec一覧表	
5	改訂	3年毎	3年毎	
6	新機種情報	要覧クラブで対応	要覧クラブで対応	
7	検索機能	1.単語検索	1.単語検索	
8	附属機能 注) タブレット・スマートフォンは、 一部機能が使えません。	・しおり ・拡大・縮小 ・付箋機能 ・ペン機能 ・目次からのリンク ・各 章ごと目次からのリンク ・索引からの リンク ・メーカーHPへのリンク	・しおり ・拡大・縮小 ・付箋機能 ・ペン機能 ・メーカーHPへのリンク	
9	予定販売 価格 (円・税込)	会員	54,000（3年間）	48,600（3年間）
		非会員	64,800（3年間）	59,400（3年間）
10	利用期間	3年間	3年間	
11	同時ログイン	3台	3台	
12	認証方法	ID+パスワード	ID+パスワード	
13	購入方法	WEB上にて申込み（HP参照下さい）	WEB上にて申込み（HP参照下さい）	

発売時期

平成28年5月末 HP：<http://www.jcmanet.or.jp/>

Webサイト 要覧クラブ

2016年版日本建設機械要覧およびスプック一覧表電子書籍（PDF）版購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版、2004年版、2007年版、2010年版及び2013年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2016年版を含めると1998年から2015年までの建設機械データが活用いただけます。

また、同じ要覧クラブ上で新機種情報も閲覧およびダウンロードできます。

様々な環境で閲覧できます。
タブレット、スマートフォンで外出先でもデータにアクセス



今後の予定

更に高機能の「日本建設機械要覧」の検索システム版も作成し、より利便性の高い資料とすべく準備しております。御期待下さい。

お問合せ先：業務部 鈴木英隆 TEL：03-3433-1501 E-mail：suzuki@jcmanet.or.jp

初の
実務者向け入門版!!

情報化施工 デジタルガイドブック

2014.3
発刊!

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

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

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



情報化施工
デジタルガイドブック

JCMA 一般社団法人
日本建設機械施工協会

特徴

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

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

Windows版

デジタルブックDVD版
(デジタル画像・動画等)
プレビューA4版冊子付

定価

一般価格

2,160円 (本体2,000円)

会員価格

1,944円 (本体1,800円)

※送料別途

主な内容

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

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

JCMA 図書 検索

論文投稿のご案内

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

当協会ホームページ <http://www.jcmanet.or.jp>

★投稿対象

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

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

★部門

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

★投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

★原稿の受付

随時受け付けます。

★公表の方法

当協会機関誌へ掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

★連絡先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)

日本建設機械施工協会 研究調査部 論文担当

E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp

TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289

◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内 ◆

会費：年間 9,000円

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

★個人会員の特典

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

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非入会下さい!!

◆ 一般社団法人 日本建設機械施工協会について ◆

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

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

■会員構成

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

■主な事業活動

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

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械施工協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙を使用してください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 個人会員係

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

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

一般社団法人 日本建設機械施工協会 会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工協会 個人会員に入会します。

平成 年 月 日

個人会員入会申込書	
ふりがな	生年月日
氏名 (自署)	昭和 平成 年 月 日
勤務先名	
所属部課名	
勤務先住所	〒 TEL _____ E-mail _____
自宅住所	〒 TEL _____ E-mail _____
機関誌の送付先	勤務先 自宅 (ご希望の送付先を○印で囲んで下さい。)
その他 連絡事項	平成 年 月より入会

【会費について】年間 9,000円

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

【その他ご入会に際しての留意事項】

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

【個人情報の取扱について】

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

一般社団法人日本建設機械施工協会 発行図書一覧表（平成 29 年 10 月現在） 消費税 8%

No.	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	送料
1	H29 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 29 年度版	10,800	9,180	600
2	H29 年 4 月	平成 29 年度版 建設機械等損料表	8,640	7,344	600
3	H29 年 4 月	ICT を活用した建設技術（情報化施工）	1,296	1,080	400
4	H28 年 9 月	道路除雪オペレータの手引	3,240	2,160	500
5	H28 年 5 月	よくわかる建設機械と損料 2016	6,480	5,508	500
6	H28 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 28 年度版	6,480	5,508	500
7	H28 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 28 年度版	10,800	9,180	600
8	H28 年 5 月	平成 28 年度版 建設機械等損料表*	8,640	7,344	600
9	H28 年 3 月	日本建設機械要覧 2016 年版	52,920	44,280	900
10	H26 年 3 月	情報化施工デジタルガイドブック【DVD 版】	2,160	1,944	400
11	H25 年 6 月	機械除草安全作業の手引き	972	864	250
12	H23 年 4 月	建設機械施工ハンドブック（改訂 4 版）	6,480	5,502	600
13	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,240		400
14	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,240		250
15	H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,160	1,851	400
16	H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,376	2,160	400
17	H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	3,024	2,560	500
18	H19 年 12 月	除雪機械技術ハンドブック	3,086		500
19	H18 年 2 月	建設機械施工安全技術指針・指針本文とその解説	3,456	2,880	400
20	H17 年 9 月	建設機械ポケットブック（除雪機械編）*	1,029		250
21	H16 年 12 月	2005「除雪・防雪ハンドブック」（除雪編）*	5,142		600
22	H15 年 7 月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,620	1,512	400
23	H15 年 6 月	道路機械設備 遠隔操作監視技術マニュアル（案）	1,944		400
24	H15 年 6 月	機械設備点検整備共通仕様書（案）・機械設備点検整備特記仕様書作成要領（案）	1,944		400
25	H15 年 6 月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	540		250
26	H13 年 2 月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック（第 3 版）	6,480	6,048	500
27	H12 年 3 月	移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル（第 2 版）	2,675	2,366	400
28	H11 年 10 月	機械工事施工ハンドブック 平成 11 年度版	8,208		600
29	H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,320		500
30	H11 年 4 月	建設機械図鑑	2,700		400
31	H10 年 3 月	大型建設機械の分解輸送マニュアル*	3,888	3,456	500
32	H9 年 5 月	建設機械用語集	2,160	1,944	400
33	H6 年 8 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,229	7,714	500
34	H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,172	5,554	500
35	H3 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,079	9,565	600
36	S 63 年 3 月	新編 防雪工学ハンドブック【POD 版】	10,800	9,720	500
37	S 60 年 1 月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック*	6,480		500
38		建設機械履歴簿	411		250
39	毎月 25 日	建設機械施工【H25.6 月号より図書名変更】	864	777	400
			定期購読料 年 12 冊 9,252 円(税・送料込)		

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

※については当協会 HP <http://www.jcmanet.or.jp> の出版図書欄を参照下さい。

特 集	建 築
巻頭言	4 人工技能研究のすすめ 平沢 岳人 千葉大学大学院 工学研究院 教授
行政情報	5 「適正な施工確保のための技術者制度検討会」とりまとめ 国土交通省土地・建設産業局建設業課
	12 建築物省エネ法の概要 亀田谷雅彦 国土交通省 住宅局 住宅生産課 建築環境企画室
特集・ 技術報文	22 ホール舞台スノコ天井リフトアップ工事 嘉本 敬樹 ㈱竹中工務店 大阪本店 技術部 機械電気グループ グループ長 長谷川 祐 ㈱竹中工務店 東京本店 東日本機材センター 主任 麓 哲二 ㈱竹中工務店 東京本店 東日本機材センター 担当
	28 既存建物の不快な床振動を低減する制振技術 SPADA (スパーダ) - Floor 松下 仁士 ㈱竹中工務店 技術研究所 研究主任 博士 (工学)
	33 VR 技術を活用した教育システムの開発と運用 施工技術者向け VR 教育システム 中島 芳樹 ㈱大林組 本社 建築本部 本部長室 担当部長
	37 地上躯体に適用可能な中品質再生骨材を用いたコンクリートの実用化 高橋 祐一 五洋建設(株) 技術研究所 建築技術開発部 担当部長 博士 (工学)
	44 外側耐震補強構法『KG 構法』の新たな展開 完全外部施工方法の開発 牧田 敏郎 ㈱安藤・間 建築事業本部構造技術部 大谷 昌史 ㈱安藤・間 建築事業本部構造技術部 田畑 卓 ㈱安藤・間 技術本部技術研究所
	49 杭頭接合部の耐震性能向上および施工の省力化技術 鋼板補強型杭頭接合法 TO-SPCap 工法の開発 福田 健 戸田建設 技術開発センター 石塚 圭介 戸田建設 構造設計部
	54 スマートデバイスを活用した『杭施工記録システム』の開発 「KOC Co チェックシステム」アプリケーションの紹介 波多野 純 ㈱鴻池組 建築事業総務本部工務管理本部 技術統括部 ICT 推進課 課長 矢部 洋 ㈱鴻池組東京本店 建築技術部 品質管理課 課長代理
	58 ロボット溶接による建築現場溶接施工法の開発と適用 遠藤 明裕 鹿島建設(株) 建築管理本部 建築技術部 次長
	64 自律型清掃ロボットを開発 T-iROBO [®] Cleaner 加藤 崇 大成建設(株) 技術センター 生産技術開発部 課長
	68 建物の安全性即時診断システム 1ヶ所の地震計で地震後即時に建物の安全性を自動診断 森下 真行 前田建設工業(株) 技術研究所 室長 齊藤 芳人 前田建設工業(株) 技術研究所 副所長 龍神 弘明 前田建設工業(株) 技術研究所 主管研究員
	73 ハイブリッド架構による耐火木造建築の技術開発 河内 武 清水建設(株) 技術研究所 建設基盤技術センター 主任研究員

交流の広場	81	デザイン思考でデジタル活用 労働安全分野への適用 長井 治 富士通(株) 産業ビジネス本部自動車第一統括営業部 シニアマネージャー
ずいそう	87	後退新技術 小堺 規行 住友大阪セメント(株) 建材事業部 技術グループ 部長
	89	自然に恵まれた国際観光都市ひろしま 安樂 義明 (株)IHI インフラシステム 営業本部 中国営業所
JCMA 報告	91	平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 4)
CMI 報告	103	次世代社会インフラ用ロボット開発・導入に関するトンネル 維持管理分野の取り組み 寺戸 秀和 (一社)日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 研究第一部 課長 安井 成豊 (一社)日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 研究第一部 部長 伊吹 真一 (一社)日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 研究第一部 主任研究員
部会報告	107	ISO/TC 127 国際作業グループ会議報告 標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会
	117	ハッ場ダム, 古河ロックドリル見学会 建設業部会
	119	(株)KCM 龍ヶ崎工場 見学会 機械部会 除雪機械技術委員会
統計	121	平成 29 年度 主要建設資材需要見通し 国土交通省 土地・建設産業局 建設市場整備課
	125	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
	126	行事一覧 (2017 年 8 月)
	136	編集後記 (久保・相田)

◇表紙写真説明◇

ホール舞台スノコ天井リフトアップ工事

写真提供：(株)竹中工務店

一般的な劇場施設のホール舞台は、舞台装置を操作するための作業床（スノコ天井）が設けられている。本工事のスノコ天井は、鉄骨梁の上に C 型鋼をユニットにして敷き並べる仕様（総重量約 50 t）で、ホール舞台屋根スラブを支持する屋根トラス鉄骨から吊り下げる構造となっており、屋根トラスを構築した後に施工しなければならなかった。それらの条件と他の様々な条件を整理した結果、舞台下部で地組みをし、約 22.8 m リフトアップした後に定着させる工法で施工を行った。写真は、舞台屋根スラブ上部 6 か所に設置した装置から、PC 鋼棒 6 本を使用してスノコ天井をリフトアップしている状況をドローンにて撮影したものである。

2017 年(平成 29 年)10 月号 PR 目次
【ア】朝日音響(株)……………後付 1
【カ】カヤバシステムマシナリー(株) 後付 8

コスモ石油ルブリカンツ(株) 後付 6
コベルコ建機(株)……………表紙 2
コマツ……………表紙 4
【ク】大和機工(株)……………表紙 3

(株)鶴見製作所……………後付 7
デンヨー(株)……………後付 3
【マ】マルマテクニカ(株)……………後付 5

三笠産業(株)……………後付 4
(株)三井三池製作所……………表紙 3
【ヤ】吉永機械(株)……………後付 2

巻頭言

人工技能研究のすすめ

平 沢 岳 人



シンギュラリティという言葉をご存じだろうか。日本語では技術的特異点といい、人類の全ての知性を上回る人工知能が2045年に誕生し、その前後で人類の進化速度が劇的に増加するとされる。シンギュラリティの到来を否定する者もいるが、ボードゲームで人類最後の砦といわれた囲碁もコンピュータにまったく敵わない現状から絵空事ともいいきれない。

人間の活動が知能と技能からなるとすると、人工知能の進歩にあわせて人工「技能」も発展していくと予想される。ものづくりは多種多様の技能を基盤に成立するが、これらの技能も分析と解釈が進み運用可能な機械システムとして実装される。機械が機械を製造できる、いわば自己複製機械もいずれ誕生するだろう。これらはシンギュラリティ到達以前に実現するはずである。

本格的な若者人口減少時代を迎え深刻な人材難に陥っている建設業ではしばらく前からいわゆるロボットの利活用には積極的であったが、戦略としては間違っていないが戦術としては再考の余地があるかもしれない。というのも、社会がロボットに抱いている印象と実際のロボットが異なるからである。なんでもこなせる多才なマルチプレイヤーのように思われているが、実際には疲れを知らないシングルタスク処理係といったほうがよい。一回性の傾向が強い建設業ではそのまま導入してもほとんど効果がなかった。たとえば、自動車工場などでよく見られる腕型のロボットには六個以上の関節を持つものも多く動作の自由度はとて大きい。機構的に少数の単純な技能しか実現できないわけではない。では、なぜ単純な仕事しかさせられないのかというと、ロボットに仕事を覚えさせる（以降、ティーチング）のは簡単ではなく、ティーチングの手間を上回って利益が得られるかどうかロボット採用の分岐点になるからである。少品種大量生産のコンセプトの下で疲れることなく働き続ける、それが現在のロボットの姿である。汎用産業用ロボットは、これも

意外かもしれないが、比較的安価なので、多数の異なる技能を一台に共存させるティーチングの技術的困難さを苦勞して解決するよりも、複数台に技能を分散させ相互に協調させる方が総合的にみて低コストであるという側面もある。

ティーチングが難しい技能とはどのようなものかという、毎回の動きが微妙に異なっていたり多数の一連の独立した動きから構成されていたりするなど、動作定義が困難な場合である。このような技能のロボットによる実装は旧来のティーチングに依るのではなく、ロボットの周辺環境を含めた作業環境のモデル構築を自動化する新しい運用手法が必要である。具体的には、精巧な視覚とそれによる的確な判断、多数のシミュレーションから生成する合理的なロボット動作の自動定義などが必要になるが、これらは人工知能の研究テーマとしても親和性があり今後急速に新たな知見の蓄積が進むと考えられる。

私の研究室ではティーチングなしのロボット運用を前提とした多軸構成の木材加工機の研究開発を行っている。現時点で既に実用段階に入っており、2018年にはロボット加工機が切削した構造軸組材を部分採用した建物が誕生する。人工技能としては初期的段階ではあるが、人間を超える技能も一部実現できており、多品種少量生産の現場でも有効なロボット運用手法の確立はそう遠くない。シンギュラリティへ向けて人工技能の実装が進めば、従来は人件費等コスト要因で難しかったディテールの採用が可能になり、また、職人技を超えた技能から全く新しい構工法も生まれよう。画一化に陥りがちだった半世紀前のプレファブ技術とは違って建築デザインの多様性を拡大しよう。単に人材難の解消だけが目的でない人工技能研究の面白さ奥深さに、多くの人々に触れて欲しいと思う。

行政情報

「適正な施工確保のための技術者制度検討会」 とりまとめ

国土交通省土地・建設産業局建設業課

国土交通省では、建設生産システム等を取り巻く環境が変化していること、建設工事の品質確保に対する信頼性が揺らいでいること、技術者の高齢化や若年入職者の減少等により担い手確保・育成が懸念されることを踏まえ、建設工事の適正な施工の確保、優秀な技術者の確保及び育成のための制度上、運用上の問題点を把握し、講ずべき施策の検討を行うため、学識経験者からなる「適正な施工確保のための技術者制度検討会」（以下「検討会」という。）を設置、平成26年9月より17回にわたりご議論をいただき、平成29年6月にその検討内容がとりまとめられたところである。本稿ではそのとりまとめの概要を紹介する。

キーワード：建設業法、技術者制度、主任技術者、監理技術者、技術検定

1. 検討の背景、課題

本検討会（図—1）は、次のような背景、課題を踏まえ設置されたものであり、平成26年9月より計17回にわたり開催され、平成29年6月にその検討内容がとりまとめられた（図—2）。

(1) 工事の品質確保に対する要請

建設業法制定の大きな目的の一つは、不良不適格企業の排除であるが、近年では技術者個人が意図的に不正行為を行う事案も発生しており、これまでの不良不適格企業の排除という観点のみならず、技術者まで広げた対応が必要となっている。

特に、今後は修繕工事・リフォーム工事が増大していくことが予想され、施工に際しての不確定要素が新設工事以上に多い中で、施工内容の見直し等が必要となる場面が想定される等技術者の臨機応変な判断が求められることが多くなるものと考えられる。

(2) 建設生産システムの変化

近年の建設企業の施工体制は、元請企業を担う総合工事企業が直接雇用する技能労働者を減らしてマネジメント業務へと移行するとともに、下請企業を担うことの多い専門工事企業においても、技能労働者を直接雇用せずにマネジメントのみを行う企業も見られるようになっており、実際の作業を行う企業とに分化する傾向が見られ、また、特定の分野に特化した専門工事企業が増えたことにより分業体制が進んだ結果、重層下請構造が進展する等建設業法が制定された昭和24年当時から大きく変化している。

また、施工の方法についても、規格化、工場製品の増大など大きな変化を遂げており、建設工事の特徴である「多様性、個別性を持った一品受注生産」とは異なる施工方法が広がっているものと言える。

一方、ICT技術の発展も近年急速に進んでおり、品質管理・施工管理等の業務の軽減も期待できるようになってきているため、今後はi-Construction等によ

秋山 哲一	東洋大学理工学部建築学科教授
井出 多加子	成蹊大学経済学部教授
遠藤 和義	工学院大学建築学部教授
大森 文彦	弁護士・東洋大学法学部教授
◎小澤 一雅	東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻教授
木下 誠也	日本大学危機管理学部教授

※ ◎：座長（五十音順、敬称略）

図—1 適正な施工確保のための技術者制度検討会 委員名簿



図一 2 適正な施工確保のための技術者制度検討会とりまとめ概要(全体)

る施工方法の ICT 化、高度化がさらに進展し、現場の施工体制もこれまで以上に大きく変化していくことが予想されている。

(3) 担い手不足

建設業従事者の高齢化の進展は、他産業と比較しても極めて深刻な問題となっている。特に、最近では若手入職者の減少、就職した者の早期退職が他産業と比較しても際立っている。

これらの背景としては、勤務時間や処遇等、建設業における職場環境が依然として厳しいことが大きな要因の一つと考えられ、若年層の人材を確保していくためにも、処遇の改善、週休2日の実現、長時間労働の是正といった働き方改革を進めていくことが強く求められている。

さらに、女性の社会進出が進む中、女性の入職を大きく高めていくことも必要であるが、そのためには女性が工事現場で活躍できるための環境整備も必要となっている。

建設業における担い手不足は、これまで長年にわたって蓄積されてきた様々な技術の継承が困難となるだけでなく、特に地方部の建設企業が減少していくことによって、建設企業が果たしている災害時の初動対応等の役割が発揮できなくなることが危惧され、国民

の安全・安心な生活を脅かすおそれもある。

2. 目標とする姿とそれに向けた対応

建設生産物は国民にとって極めて身近なものから自然災害から国民生活を守るものまでいずれについても良質な建設生産物が提供されることが最も重要である。また、国民の安全・安心の確保という観点から見れば、地域の守り手等の役割を担っている建設企業が、各地域に一定規模存続できるような環境を作っていくことも必要である。

一方、良質な建設生産物を提供していくためには、建設企業側の健全な発達が必要であり、高い能力を有する技術者を育成していくとともに、それらの技術力が継承されていくことが必要である。また、各建設現場においては、各技術者の能力が最大限発揮されるよう、生産性の高い施工体制が構築できるような仕組みを作っていくことが必要である。これらの目標を達成するためには、以下の3つの柱が重要であると考えられる。

1. 適正な施工の確保 ~多様化・複雑化する施工への適応
2. 生産性の向上 ~技術力の効率的・最大限の発揮
3. 担い手の確保 ~若者に魅力のある環境の創出

(c) より高い能力を有する者が評価される環境の整備
前述した背景、課題等を踏まえると、今後はより高い能力を有した者による施工という観点を取り入れていくことが重要であるため、特に難易度の高い工事や重要な工事については、積極的に技術研鑽を積んでいるなどより高い技術を有した者により施工管理がなされるような仕組みづくりが必要である。

(2) 適正な施工の徹底 ～技術者の役割の全う (図—3)

(a) 適正な能力を有した技術者の配置の徹底

監理技術者、主任技術者については、一部の監理技術者を除き、一定年数の実務経験を積んでいる者もこれらの役割を担うことができることとされているが、その実務経験内容等を発注者等に対して証明することが現場毎に求められており、負担が大きいとの声が聞かれるため、統一の機関が統一の視点で実務経験の内容等を確認することが、適正な技術者の配置という観点から効果的である。

また、主任技術者の資格要件は、施工管理技士等の国家資格以外にも120以上に及ぶ民間資格があり煩雑との声も聞かれるため、これも含めて統一の機関が確認を行うこと、例えば既に監理技術者資格者証の交付を通じて専任の監理技術者に対して導入されている確認制度について、その対象を主任技術者にも拡大することにより、その証明、確認作業は大幅に簡素化することが可能となる。

(b) 法令で義務化された事項の運用徹底

工事現場に配置される監理技術者については、既に監理技術者資格者証の発行に際して得られているデータに工事实績等のデータ(CORINS)を融合させたシステム(JCIS)により他の公共工事との兼務の有無等についてチェックが行われているところであるが、こうした仕組みをさらに充実させることが求められ、例えば営業所に専任で配置されている技術者と兼務をしていないか等法令の遵守状況のチェックの徹底を進めるべきである。また、各種データベースを活用した提出書類の簡素化や審査業務の効率化等を進めていく観点から、他のデータベースとの融合についても進めていくべきである。

(c) 不正行為による施工不良事案の根絶

技術者個人による不正行為に対して、現状では建設業法上それを罰することは出来ず、技術者のステータス向上の観点からも、一定の不正行為に対する技術者への罰則規定の創設を含めたペナルティが必要と考えられる。

また、技術者の倫理感を高めていくためには、ペナルティだけではなく、講習の機会の活用、技術検定における試験問題での対応など、入口部分での対応も含めた総合的な取り組みを実施していくことが必要である。

(d) 建設企業以外の者の役割の明確化

住宅関係設備や特殊な工法による施工については、それを仲介するメーカー、商社等が請負契約の中に介入することが下請企業の重層化につながり、関係企業間の責任分担の不明確化にもつながっている面がある。

このため、メーカーや商社については製品の売買契約や実際の作業を担う建設企業を紹介するという位置付けにするなど、請負契約という縦のつながりからは除くべきである。

また、工場製品について明らかな不正行為を行った場合にも、製造者等への行政関与制度の創設を検討すべきである。

(3) 技術者制度の基本的枠組みの再構築 (図—4)

(a) 元請企業と下請企業の区分け

検討会としては、現行の施工体制等を踏まえると、「発注者と元請企業」の契約関係及び「元請企業と下請企業、下請企業と下請企業」の契約関係について、技術者制度に関しては区分けして整理することを検討するのが妥当ではないかとの結論に至った。特に、主任技術者については、元請企業におけるものと、下請企業におけるものの2種類が混在している状態となっているため、明確な区分を検討すべきである。

(b) 関係者の役割の明確化

現行の法制度では、建設現場への配置が必要な者として監理技術者・主任技術者のみ規定されているため、監理技術者、主任技術者以外の関係者の役割、位置付けを例えば以下の通り整理した。

- ・現場代理人：発注者に対する受注者の契約上の代表者として、契約の履行に関し、工事現場の運営、取締りを行うほか、一部の権限を除き、契約に基づく受注者の一切の権限を行使することができる者

- ・職長：技能労働者の現場作業を指導監督する者

(c) 元請企業における施工体制 ～元請企業内での「チーム」による施工を支援する環境づくり

現場での技術的判断を求められる機会が少ない工事に配置される監理技術者については、必要に応じて本社やベテラン技術者からの支援を受けることを念頭に、若手技術者の配置を推奨することが担い手育成の観点から妥当と考えられる。また、監理技術者の下の補助

背景・課題

○建設生産システムが大きく変化
中、現状と制度の乖離が顕在化
(特に下請企業の部分)
⇒全ての契約を「請負契約」とみなし
ている現行制度について検証

○現場における実態
・1次下請が参加しない場合が多
い日々の打合せなど、制度の趣
旨とは異なる運用がなされている
部分が散見
・作業のみを行う末端の下請企業
を含めた全ての企業での主任技
術者の配置など、制度に合わせる
ために、非生産的な労力をかけ
ているとの意見もあり

○制度創設時の背景等
・封建的、片務的な契約から脱却
し、建設業の近代化を目標
・請負契約を基本としつつ、民法の
規定をそのまま適用することは建
設工事の実態に馴染まないこと
から、建設業版の請負制度を構
築
・これらは発注者と元請企業間の
契約が主眼に置かれ、それ以下
の契約についての議論は確認さ
れず

⇒全ての契約を同一の規律とする必
然性は無いのではないかと

具体的方策

③技術者制度の基本的枠組みの再構築

○元請企業と下請企業の区分け

- ・「発注者と元請企業」と「元請企業と下請企業、等」の関係を分けて技術者制度を整理
- ・「元請企業の主任技術者」と「下請企業の主任技術者」の区分明確化を検討(それぞれの役割を踏まえた資格要件見直しも検討)

○元請企業・下請企業の施工体制の新たな枠組みの導入

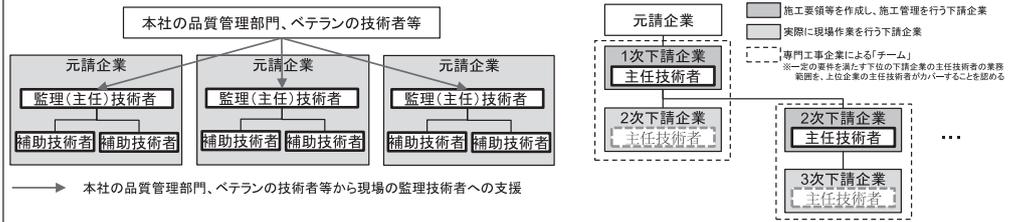
- ・監理技術者・主任技術者だけでなく、現場工事に携わる者(現場代理人、職長、等)の役割、位置付けを明確化

【元請企業の施工体制】

- ～元請企業内での「チーム」による施工を支援する環境づくり
- ・難易度の低い工事等について、本社等の支援を受ける前提で、若手の監理技術者の配置を推奨
- ・監理技術者の下での補助技術者の実績等の評価
- ・難易度の高い工事等については、特に有能な技術者を監理技術者に配置することを推奨
(そのため技術者の実績等が見える化できる仕組みを検討)

【下請企業の施工体制】

- ～複数の専門工事企業による「チーム」を前提にした制度構築
- ・主任技術者の配置について、「チーム単位」という概念を導入
- ・一定の要件を満たす下位の元請企業の主任技術者について、上位企業の主任技術者がその業務範囲をカバーすることを認める例外規定を創設
(労働法制等を踏まえて引き続き詳細を検討)



※具体的な制度の再構築(監理技術者の配置要件、技術者の専任要件の見直し、等)に向けた検討が今後必要

- ・上記を踏まえた、専任が必要な技術者の対象等についての再検証
- ・現在の「工事の規模、工事目的物の種類、公共性」といった視点に加えた、「各企業の工事内容や対応」という視点の導入可能性

図一 4 適正な施工確保のための技術者制度検討会とりまとめ概要 (具体的方策②)

的な位置付けの技術者として配置することも若手技術者の育成の観点から重要であり、そういった者の実績を評価することについて検討していくことが望ましい。

逆に、極めて規模が大きい工事や難易度の高い工事については、特に有能な技術者が配置されるべきであり、技術者が必要な資格を保有していること以外にどのような実績、技術研鑽等を積んでいるかを「見える化」する取組みを進めることが効果的であると考えられる。

(d) 下請企業における施工体制 ～複数の専門工事企業による「チーム」を前提にした制度構築

下請企業については、専門業種・工種毎に1次, 2次,あるいはそれ以下の専門工事企業複数社がチームになって業務を遂行しているのが実態と言える。このチームにおいては上位の企業における主任技術者が行う施工管理、品質管理等の下でチーム構成企業が適切に作業を進めることにより、適正な施工は十分に確保される可能性があると考えられ、主任技術者の配置について「チーム単位」という概念を導入することを検討すべきである。

(e) 今後の検討課題 ～具体的な制度の再構築 (監理技術者の配置要件、技術者の専任要件の見直

し等) に向けて

監理技術者等の専任配置が必要となる要件の見直しについては、検討会では結論を得るまでには至らなかったが、限られた技術者を効率的に配置し、会社全体としての能率を高めていくことによって生産性の向上を図る観点から見ても、特に優秀な者が複数の現場を兼務できるようにするなど技術者要件を緩和していくことは妥当と考えられるため、引き続きの検討が期待される。

(4) 若年齢から活躍できる機会の付与 (図一 5)

(a) 技術検定制度の改革 ～早期資格取得へのチャンスの拡大

担い手確保に向けては、資格取得が就職等でのインセンティブとなるとの観点から、平成 18 年度から高校 3 年生での受検が可能となっていた 2 級学科試験について、検討会での議論を踏まえ、平成 28 年度より試験会場を拡大するとともに、17 歳 (高校 2 年生) での受検を可能としたところである。また、業務や学校行事との関係からの要望も見られることから、これまで年 1 回とされてきた試験について、年 2 回化を図っていくべきであり、導入の効果を確認するためにも最初の入口と言える 2 級学科試験から実施すべきであ

背景・課題

具体的方策

○高齢化の進展、入職者の減少、若年での高い離職率

⇒働き方改革、戦略的な広報等の取り組みと併せ、資格取得が就職等でのインセンティブとなるなど、担い手確保という観点からも効果があるとの考えのもと、技術検定制度の面からの取り組みについて検討

○技術検定制度における課題

- ・業務や学校行事との関係から、受験機会の拡大を求める声
- ・実地試験不合格後、再度学科試験にチャレンジする者は稀少
- ・他業種からの転職、普通高校からの入職等が増大している中、受験資格を得るまでの期間が長すぎるとの声

○若年者の登用に関する課題

- ・監理技術者等のみで法令上の明確な位置付け等があるため、若いうちから責任のある立場としての経験を積みにくい環境

○厳しい職場環境

⇒厳しい職場環境が担い手確保の障壁の之一と考えられるため、働き方改革を推進

○職場環境に関する課題

- ・元請の監理技術者等、特定の技術者に業務が集中する傾向。要因として書類作成業務を挙げる声も多い
- ・限られた技術者の有効活用を求める声

④若年齢から活躍できる機会の付与

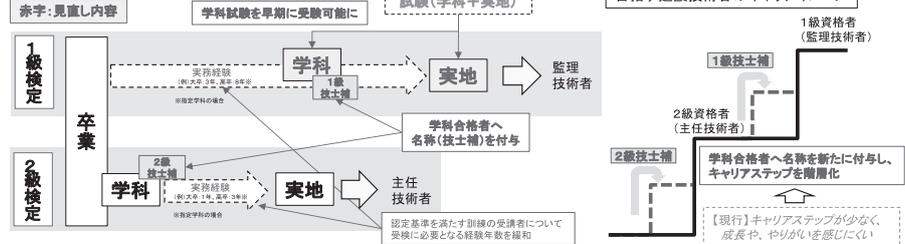
○技術検定制度の改革 ～早期資格取得へのチャンスの拡大

- ・受験機会を拡大するため、試験の年2回化（当面は2級学科試験）や1級学科試験の受験早期化
- ・若年層のモチベーション向上の観点から、技士補制度の創設により、キャリアステップを見える化・階層化。併せて、実地試験受験における学科試験免除回数を増大。
- ・現場での実務習得機会が困難になっている現状を踏まえた、職業訓練の実務経験年数への算入

○若手技術者の現場登用機会の創出

- ・2級施工管理技士取得済みの1級施工管理技士補取得者について、監理技術者の補助との位置付けの付与、実績の評価等の仕組みを導入

今後の見直しイメージ



⑤働き方改革（職場環境の改善等）の推進

○施工管理に携わる技術者の業務の改善

- ・補助技術者の配置、本社による支援等、監理技術者が担う業務を元請企業全体でサポートしやすい環境の整備
- ・長時間労働の要因の一つである工事関係書類等について、ICTの活用等による作成業務の軽減、簡素化（監理技術者資格者証情報の活用等）

○技術者の効率的な活用

- ・技術者の途中交代、営業所専任技術者のあり方、企業集団に関する技術者の有効活用方策を検討

図一五 適正な施工確保のための技術者制度検討会とりまとめ概要（具体的方策③）

る。土木、建築については平成29年度から2回化が実現されているが、それら以外の種目についても効果を確認しつつ、できる限り早期に実施することが望ましい。

現在は学科試験に合格した者は、実地試験を2回まで受験することが可能であるが、学科試験に合格したということは1ランク上の能力を身に付けたものと評価することが妥当と判断されることから、実地試験を受検できる回数については拡大するべきである。併せて、現在は実地試験まで合格した段階で「技士」の称号が与えられているところであるが、若年層のモチベーションをさらに向上させる観点から、学科試験に合格した段階で「技士補」という称号を与えることが効果的であると考えられる。

このほか、2級学科試験を早期に受検可能とすることによって、若年層での受検者、合格者数も増加しつつあることを踏まえ、1級についても早期の受検機会を与えることが効果的である。また、現行制度では一定の実務経験年数を受検の要件としているが、受検資格を得るまでの期間が長すぎるとの声も聞かれる。技術者の高齢化が進むとともに、建設企業に人材育成をする余裕が無くなる中で訓練教育施設等における職業訓練の仕組みが充実してきているため一定の基準を満

たす職業訓練についても実務経験年数として認定していくべきである。

(b) 若手技術者の現場登用機会の創出

若年層で資格を取得した者が現場で活躍できる場を創出し、若年層の働きがいを高めることが離職を防ぐ方策として期待される。技士補については、実務経験を全く積んでいない者でも取得が可能であることから、2級の技士を取得しており、かつ、1級の技士補を取得した者について、明確な現場登用機会を位置付けていくべきである。

(5) 働き方改革（職場環境の改善等）の推進（図一五）

(a) 監理技術者に対するサポート体制の充実

元請企業に置かれる監理技術者について、本社からのサポート体制、監理技術者の下に置かれる補助的な技術者の配置など、会社全体のチームにより施工を行うことが容易になるような仕組みを作り、集中している業務負担を減らしていくことが求められる。

(b) 提出書類の簡素化

建設現場においては、書類作成業務が多いという声が聞かれ、できる限り書類の簡素化を図るべきである。施工管理に関する書類については、基準類の見直

しや、ICT技術の導入による作成書類の削減、ISO9001認証取得を活用した品質管理に係る書類の簡素化などに取組んでいるところであるが、更なる促進を図るべきである。また、現場以外の手続きについても、まずは監理技術者資格者データを活用した提出書類の簡素化など、実行可能な部分について導入を図りその効果を検証すべきである。

(c) 技術者の途中交代

配置技術者の交代が認められにくいことの改善を求める声も聞かれる中、家庭と仕事の両立をするためにも、検討会において配置技術者の交代を認める考え方を整理し、既にその運用がなされている。配置技術者については、適正な施工を確保する観点から、特段の理由が無い場合には交代すべきではないという考えを採っているが、働き方の改革が求められている中では、交代を認める範囲とその取扱いを明確にすることも検討すべきである。

(d) 営業所専任技術者のあり方

営業所の技術者について、他の業務と兼任できる範囲を拡大すべきではないかとの声も聞かれており、情報通信技術の発達等により本社からの技術的な支援も容易になっているという時代の変化も踏まえ、兼務を

認める工事現場の対象を拡大するなどの検討も進めるべきである。

(e) 企業集団に関する技術者の有効活用

限られた技術者を有効活用し、現場での経験を積むことによって技術力の向上を図っていく観点からも、例えば企業集団を構成する会社間における技術者の融通機会（親会社及びその連結子会社の間の出向社員に係る主任技術者又は監理技術者の直接的かつ恒常的な雇用関係の取扱い等について、最終改正平成28年5月31日国土建119号）を拡大することについても検討していくべきである。

4. おわりに

検討会では、建設業法が制定されて約70年が過ぎる中、制度の根幹をなす部分にまで踏み込んだ議論が必要ではないかとの認識に立って議論が行われた。結果として最終結論を得るまでには至っていないものもあるが、一定の方向性は示されたところであり、今後、具体的な検討を進めていくこととしている。

JICMA

行政情報

建築物省エネ法の概要

亀田谷 雅彦

「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律」(以下「建築物省エネ法」という)は社会経済情勢の変化に伴い建築物におけるエネルギーの消費量が大きく増加していることに鑑み、建築物のエネルギー消費性能の向上を図るため、住宅以外の一定規模以上の建築物のエネルギー消費性能基準への適合義務の創設、エネルギー消費性能向上計画の認定制度の創設、エネルギー消費性能の認定表示制度の創設等の措置を定め、平成27年7月8日に公布された。平成29年4月より全面施行されたところであり、建築物省エネ法の概要について紹介する。

キーワード：住宅・建築物の省エネ、エネルギー消費性能、省エネ基準適合義務

1. はじめに

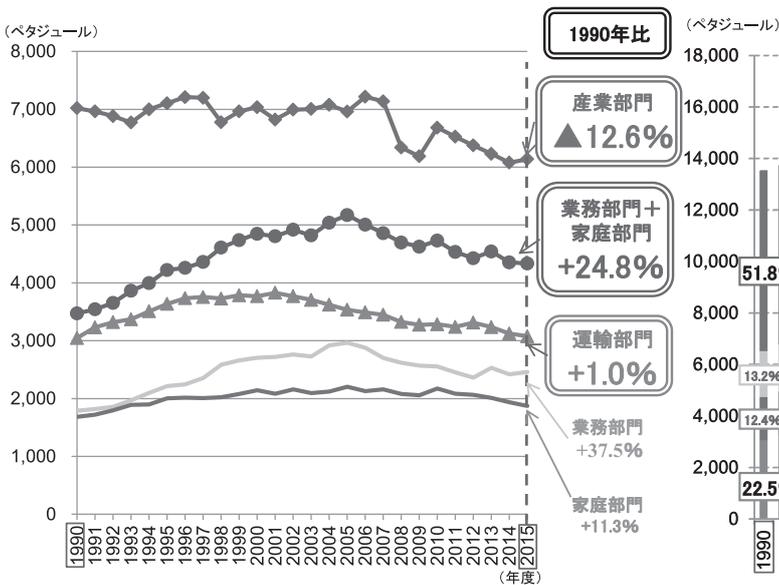
民生部門(業務・家庭部門)は、我が国の最終エネルギー消費において約3分の1を占め、他分野に比べ過去からの増加の割合が大きいことから、当該分野におけるエネルギー消費の削減を図ることが、省エネルギー社会の確立、ひいては安定的なエネルギー需給構造を構築していくうえでの喫緊の課題となっている(図-1参照)。

住宅・建築物における省エネルギー対策の底上げを図るためには、住宅・建築物の整備に際して省エネルギーの確保を求めることが特に有効であり、①エネルギー需給構造の安定化、②地球温暖化対策の推進、③質の高い住宅ストックへの更新の3つの観点から推進を図る。

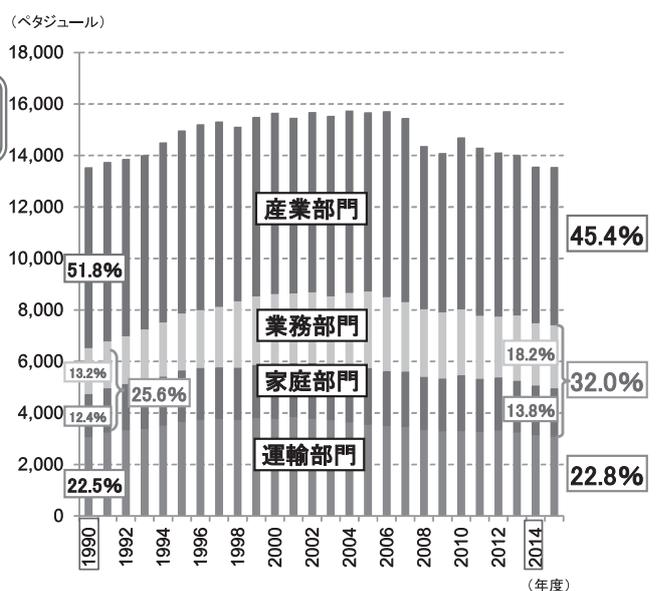
①エネルギー需給構造の安定化

「エネルギーの使用の合理化等に関する法律」(以下、省エネ法という)に基づく届出の新築住宅・建築

【最終エネルギー消費の推移】



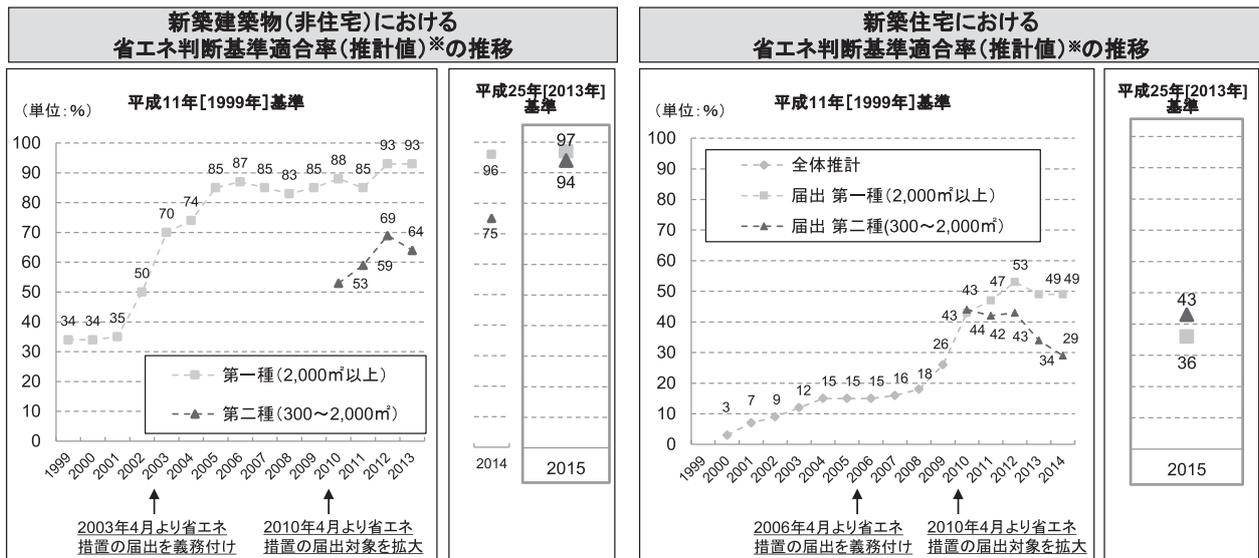
【シェアの推移】



出典:平成27年度エネルギー需給実績(確報)(資源エネルギー庁)

出典:平成27年度エネルギー需給実績(確報)(資源エネルギー庁)

図-1 部門別のエネルギー消費の推移



※以下の考え方で算定
 ・2014年度までは、届出のない建築物は不適格とみなして集計
 ・2015年度は、届出のない建築物は行政庁の督促を受けて届出をしたものの基準適合率とみなして集計

※以下の考え方で算定
 ・全体推計は住宅の断熱水準別戸数分布調査による推計値(戸数の割合)
 ・2010年度から2014年度までは、届出のない建築物も届出のあったものの基準適合率とみなし集計
 ・2015年度は、届出のない建築物は行政庁の督促を受けて届出をしたものの基準適合率とみなして集計
 ・2015年度より、平成25年基準が全面適用され、外皮基準に加え一次エネルギー基準も適用

図一 2 新築建築物・住宅における省エネ判断基準適合率の推移

物における省エネ基準適合率は、大規模・中規模の非住宅建築物については、これまでの規制強化により、9割を超えている。一方、住宅については、かつては20%未満であった省エネ基準適合率が、近年約3～5割で推移している(図一2参照)。

そこで、平成26年4月に閣議決定された新たなエネルギー基本計画においては、「規制の必要性や程度、バランス等を十分に勘案しながら、2020年までに新築住宅・建築物について段階的に省エネルギー基準の適合を義務化する」こととされた。

②地球温暖化対策の推進

平成27年12月のCOP21で採択されたパリ協定では、世界的な平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保つとともに、1.5℃に抑える努力を追求することが位置付けられた。また、主要排出国を含む全ての国が貢献を5年ごとに提出・更新することとされた。これに先立ち、我が国は、2030年度の温室効果ガス削減目標を、2013年度比で26.0%減とする日本の約束草案を閣議決定し、国連気候変動枠組条約事務局に提出している。これらを踏まえ、各主体が取り組むべき対策や国の施策を位置付ける「地球温暖化対策推進計画」が平成28年5月に閣議決定された。

特に住宅・建築物分野では、エネルギー起源CO₂排出量を2030年度までに2013年度比で約4割削減する必要がある。新築住宅・建築物における省エネ基準適合の推進や既存住宅・建築物の省エネ改修(断熱改修)の推進が位置付けられている(図一3参照)。

エネルギー起源CO₂の各部門の排出量の目安

	2013年度実績	2030年度の排出量の目安	(参考)削減率
エネルギー起源CO ₂	1,235	927	▲25%
産業部門	429	401	▲7%
業務その他部門	279	168	▲40%
家庭部門	201	122	▲39%
運輸部門	225	163	▲28%
エネルギー転換部門	101	73	▲28%

※ 温室効果ガスには、上記エネルギー起源CO₂のほかに、非エネルギー起源CO₂、一酸化二窒素、メタン等があり、これらを含めた温室効果ガス全体の削減目標が▲26.0%

図一 3 地球温暖化対策計画におけるエネルギー起源CO₂の各部門の削減目標

③質の高い住宅ストックへの更新

平成28年3月、少子高齢化・人口減少社会を正面から受け止めた、新たな住宅政策の方向性を提示する「新しい住生活基本計画」が閣議決定された。施策の基本的な方針として、「居住者からの視点」、「住宅ストックからの視点」、「産業、地域からの視点」という3つの視点から8つの目標を立てている。

住宅の省エネに関しては、「省エネルギー性能等に優れた長期優良住宅等の資産として承継できる良質で安全な新築住宅の供給」や「省エネ性を充たさない住宅等のリフォームなどにより、安全で質の高い住宅ストックに更新」することが位置付けられるとともに、「ヒートショック防止等の健康増進等の効果を実感で

第2 目標と基本的な施策（本文）

【居住者からの視点】
目標2 高齢者が自立して暮らすことができる住生活の実現（基本的な施策）
 (1) 住宅のバリアフリー化やヒートショック対策を推進するとともに、高齢者の身体機能や認知機能、介護・福祉サービス等の状況を考慮した部屋の配置や設備等高齢者向けの住まいや多様な住宅関連サービスのあり方を示した「新たな高齢者向け住宅のガイドライン」を検討・創設

【住宅ストックからの視点】
目標4 住宅すごろくを超える新たな住宅循環システムの構築（基本的な施策）
 (2) 耐震、断熱・省エネルギー、耐久性等に優れた長期優良住宅等の資産として承継できる良質で安全な新築住宅の供給

目標5 建替えやリフォームによる安全で質の高い住宅ストックへの更新
 (1) 約900万戸ある耐震性を充たさない住宅の建替え、省エネ性を充たさない住宅やバリアフリー化されていない住宅等のリフォームなどにより、安全で質の高い住宅ストックに更新（基本的な施策）
 (2) 耐震化リフォームによる耐震性の向上、長期優良住宅化リフォームによる耐久性等の向上、省エネルギーによる省エネ性の向上と適切な維持管理の促進
 (3) ヒートショック防止等の健康増進・魅力あるデザイン等の投資意欲が刺激され、あるいは効果が実感できるようなリフォームの促進
 (成果指標)
 ・省エネ基準を充たす住宅ストックの割合 6%（平成25）→20%（平成37）

図-4 新しい住生活基本計画

きるようなリフォームの促進」についても言及している。
 また、これらの施策の成果指標として省エネ基準を充たす住宅ストックの割合を平成37年までに20%とする（平成25年時点で6%）目標を掲げている（図-4参照）。

2. 建築物省エネ法について

(1) 建築物省エネ法の概要

このような背景のもと、平成27年7月8日に建築物省エネ法が公布された。本法律は、我が国における建築物全体のエネルギー消費性能を向上させて行くために、建築主等の自発的な省エネ性能の向上を促す誘

導措置（平成28年4月1日施行）に加え、建築物の規模等に応じた規制措置（平成29年4月1日施行）を講じている。

誘導措置としては、「エネルギー消費性能向上計画認定・容積率特例」、「基準適合認定・表示制度」が挙げられる。一方、規制措置は、延べ面積が2,000㎡以上の非住宅建築物（以下、「特定建築物」）の「建築物エネルギー消費性能基準」への適合義務、および従来の省エネ法で措置されていた延べ面積が300㎡以上の建築物の新築等の「省エネ措置の届出」、そして住宅事業建築主が新築する一戸建て住宅に対する「住宅トップランナー制度」で構成される。また、その他の措置として、特殊の構造または設備を用いる建築物

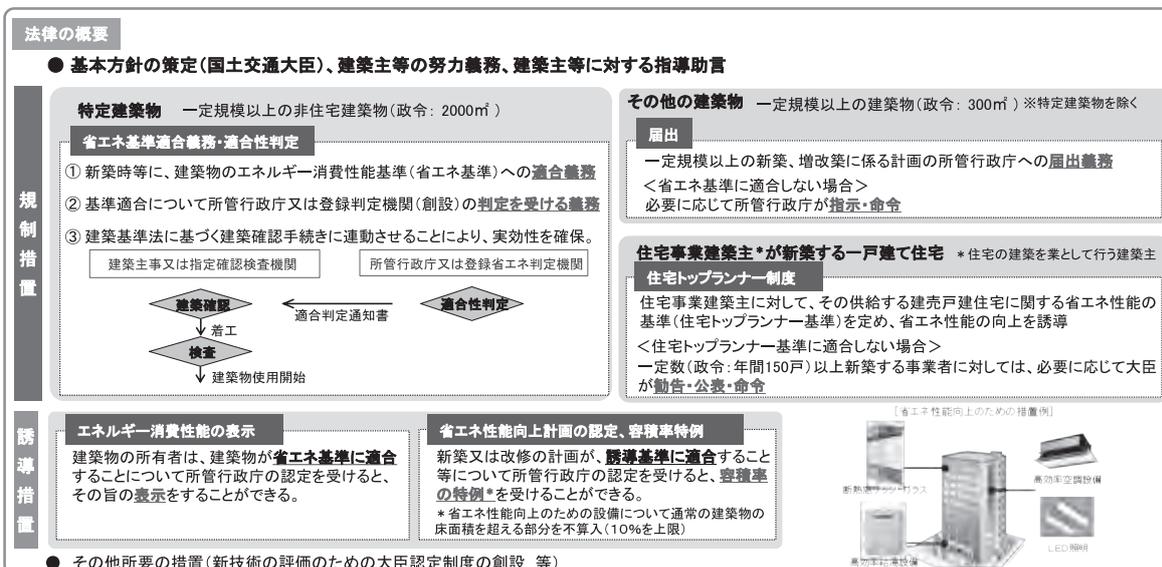


図-5 建築物省エネ法の概要

		省エネ法 エネルギーの使用の合理化等に関する法律	建築物省エネ法 建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律
大規模建築物 (2,000㎡以上)	非住宅	第一種特定建築物 届出義務 【著しく不十分な場合、指示・命令等】	特定建築物 適合義務 【建築確認手続きに連動】
	住宅	届出義務 【著しく不十分な場合、指示・命令等】	届出義務 【基準に適合せず、必要と認める場合、指示・命令等】
中規模建築物 (300㎡以上 2,000㎡未満)	非住宅	第二種特定建築物 届出義務 【著しく不十分な場合、勧告】	届出義務 【基準に適合せず、必要と認める場合、指示・命令等】
	住宅		
小規模建築物 (300㎡未満)	住宅事業建築主 (住宅トップランナー)	努力義務 努力義務 【必要と認める場合、勧告・命令等】	努力義務 努力義務 【必要と認める場合、勧告・命令等】

※現行省エネ法に基づく修繕・模様替え、設備の設置・改修の届出、定期報告制度については、平成29年3月31日をもって廃止。

図-6 省エネ法と建築物省エネ法の比較（新築）

の「大臣認定制度」を併せて創設している（図-5、6参照）。

(2) エネルギー消費性能基準

本法律において、エネルギー消費性能（以下、「省エネ性能」）が対象とするのは、建物に設ける空気調和設備等（空気調和設備、換気設備、照明設備、給湯設備、昇降機）である（図-7参照）。適合義務等の非住宅の規制に係る省エネ基準は、一次エネルギー消費量で評価し、性能向上計画認定・容積率特例の誘導

措置に係る誘導基準は、一次エネルギー消費量および外皮の性能で評価する。住宅については、省エネ基準、誘導基準のいずれにおいても、一次エネルギー消費量および外皮の性能で評価する。

なお、共同住宅の一次エネルギー消費量について、省エネ法では全住戸に対し住戸単位での一次エネルギー消費量が基準に適合することを求めていたが、建築物省エネ法においては、全住戸が適合しなくても住棟全体で基準に適合していればよいものとして合理化を図っている（図-8参照）。

建築物のエネルギー消費性能(省エネ性能) 建築物に設ける空調(暖冷房)・換気・照明・給湯・昇降機(エレベータ)において、標準的な使用条件のもとで使用されるエネルギー消費量をもとに表される建築物の性能	
省エネ基準(エネルギー消費性能基準) <義務化される大規模非住宅の基準のイメージ> 設計値 (設計一次エネルギー消費量) ≤ 基準値 (基準一次エネルギー消費量) ⇒ 設計値が基準値を下回ればよい 「一次エネルギー消費量」 = 空調エネルギー消費量* + 換気エネルギー消費量 + 照明エネルギー消費量 + 給湯エネルギー消費量 + 昇降機エネルギー消費量 + その他エネルギー消費量(OA機器等) 計算対象外 - 太陽光発電設備等による創エネ量 ※外壁、窓等の断熱化により空調エネルギー消費量を削減可能	省エネ性能向上のための取組例 ① 外壁、窓等を通しての熱の損失防止(断熱化) 外壁の断熱材を厚くする、窓をペアガラスにする等、熱を逃げにくくし室内温度の維持を図ることで、空調設備で消費されるエネルギーを抑える ② 設備の効率化 空調、照明等の設備の効率化を図り、同じ効用(室温、明るさ等)を得るために消費されるエネルギーを抑える ③ 太陽光発電等による創エネ 太陽光発電等によりエネルギーを創出することで、化石燃料によるエネルギーの消費を抑える



図-7 省エネ基準（建築物のエネルギー消費性能基準）について

一次エネ基準 (BEI) は、 $\frac{\text{設計一次エネルギー消費量}^*}{\text{基準一次エネルギー消費量}^*}$ が表中の数値以下になることが求められる。
*家電・OA機器等を除く

	エネルギー消費性能基準 (適合義務、届出、省エネ基準適合認定表示)		誘導基準 (性能向上計画認定・容積率特例)		住宅専業建築主基準 上段: ~H31年度 下段: H32年度~	
	建築物省エネ法施行(H28.4.1)後に新築された建築物	建築物省エネ法施行の際現に存する建築物	建築物省エネ法施行(H28.4.1)後に新築された建築物	建築物省エネ法施行の際現に存する建築物		
非住宅	一次エネ基準(BEI)	1.0	1.1	0.8	1.0	—
	外皮基準(PAL*)	—		1.0	—	—
住宅	一次エネ基準(BEI)※1	1.0	1.1	0.9	1.0	0.9 0.85
	外皮基準: 住戸単位※2 (U _A , η _{Ac})	1.0	—	1.0	—	— 1.0

※1 住宅の一次エネ基準については、住棟全体(全住戸+共用部の合計)が表中の値以下になることを求める。
※2 外皮基準については、H25基準と同等の水準。

図一八 建築物省エネ法に基づく基準の水準について

(3) 省エネ基準への適合義務

特定建築物は、単体でのエネルギー消費量が多いことなどから、新築時等に省エネ基準への適合を義務化し、これを担保するため、所管行政庁または登録建築物エネルギー消費性能判定機関(以下、「登録省エネ判定機関」)による建築物エネルギー消費性能適合性判定(以下「適合性判定」)を行い、基準に適合しなければ建築確認がおりないこと(着工禁止)とした。また、適合義務については、建築基準法第6条第1項に規定する「建築基準関係規定」に位置づけられている。なお、住宅と非住宅の複合建築物で非住宅部分の延べ面積が2,000 m²以上のものについては、非住宅部分のみ適合義務が課され、適合性判定が必要となる。

具体的に対象となる建築行為は、以下の①又は②の

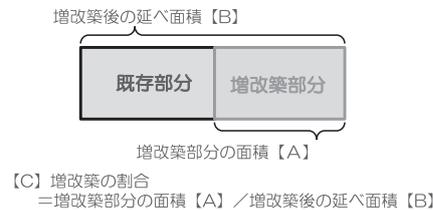
いずれかに該当するものである(図一9参照)。

- ①特定建築物の新築、増築、改築
- ②増築のうち、増築後に特定建築物となり、かつ、「増改築後の延べ面積」に対する「増改築部分の床面積」の割合が1/2超となるもの

(4) 省エネ基準適合性判定制度

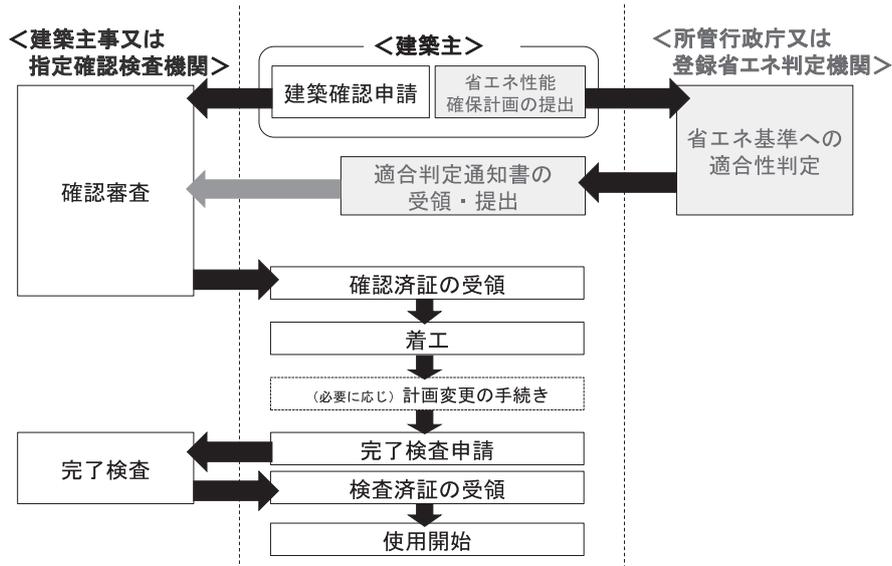
省エネ基準適合義務対象となる建築物に係る適合性判定の手続きは、大きく以下の流れにより行われることとなる(図一10参照)。義務化対象の建築物の建築主は、構造及び設備の省エネ性能に関する省エネルギー性能確保計画(以下、「省エネ計画」)を所管行政庁又は登録省エネ判定機関(以下、「所管行政庁等」)に提出し、適合性判定を受け、省エネ基準に適合して

○ 非住宅建築物の増改築のうち、以下を満たすものが適合義務対象。
①「増改築後の延べ面積」が2,000 m²以上
②「増改築後の延べ面積」に対する「増改築部分の面積」の割合が1/2超
※①の面積は「高い開放性を有する部分」を除いた面積



【A】 増改築部分の面積	【B】 増改築後の延べ面積	【C】 増改築の割合	建築物省エネ法での 規制措置
300m ² 以上	2,000m ² 以上	1/2超	適合義務
		1/2以下 (特定増改築)	届出義務
	2,000m ² 未満		届出義務
300m ² 未満			規制対象外

図一九 規制措置の対象となる非住宅建築物の増改築の規模



図一 10 適合義務対象となる建築物に係る手続きの流れ

いる旨の通知書（以下、「適合判定通知書」）の交付を受けることが必要となる。

なお、登録省エネ判定機関は、専門的な知見を有する適合性判定員を一定数以上有すること、建築物関連事業者に支配されていないことなどの公正性要件等の登録基準を満たし、申請により国土交通大臣の登録を受けた機関である。

3. 省エネ基準適合に関する手続き

(1) 適合義務対象建築物

省エネ基準適合義務の対象となる建築物は、図一 6、9 のとおりであるが、以下の建築物については、その建築物の性質上、対象とすることが必ずしも合理的でないため、適用除外としている。

- 1) 「居室を有さず、かつ、空気調和設備を設ける必要がない用途」又は「高い開放性を有することによ

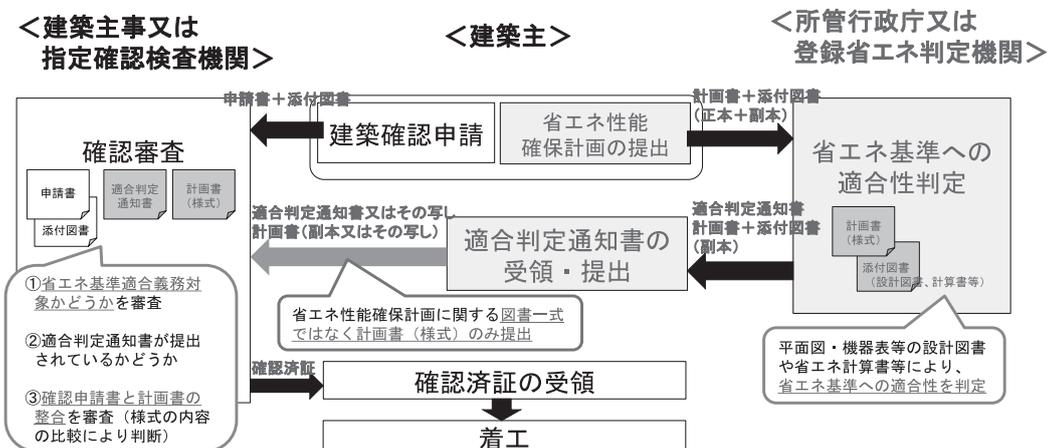
り、空気調和設備を設ける必要がない用途」に供する建築物

- 2) 法令又は条例の定める現状変更の規制及び保存のための措置その他の措置がとられていることにより省エネ基準に適合させることが困難な建築物
- 3) 仮設の建築物

上記 1) については、空気調和設備を設ける必要がなく、エネルギー消費量が少ないと想定されるため適用除外としており、「自動車車庫又は自転車駐車場」や「畜舎又は堆肥舎」等を政令で規定している。2)、3) については、省エネ法と同様に現状変更等に係る規制が設けられた建築物や仮設建築物については適用除外としている。

(2) 建築確認申請時の手続き

省エネ基準適合義務対象となる建築物に係る確認申請の手続きは、大きく図一 11 の流れにより行われる。



図一 11 建築確認申請時の手続きの流れ

省エネ基準への適合義務の対象となる建築物の設計を行う建築士は、設計図書において、省エネ基準に係る建材や設備の仕様等を明示する必要がある。省エネ基準への適合が建築基準関係規定となったことにより、建築主は、適合判定通知書又はその写し等を確認申請の下りる3日前までに建築主事に提出する必要がある。

一方、建築主事等（建築主事または指定確認検査機関）は、建築確認申請時に適合判定通知書等が添付されていることを確認するとともに、省エネ適合性判定を受けた建築物の計画と建築確認申請が出された建築物の計画が同一のものであることを確認することとなる。その際、省エネ基準への適合が確認されないと確認済証の交付が受けられず、建築物の着工をすることができない。なお、建築士の責任を明確化するため、設計図書には、断熱材の仕様、窓の熱貫流率、各設備の能力等の省エネ基準に係る情報を記載し、記名・押印を行うことが必要である。

(3) 施工段階

義務対象建築物の工事監理者は、設計図書に明示された省エネ基準に係る建材や設備の仕様等のとおりにより工事が実施されていることを確認し、工事監理の実施状況に関する報告書（省エネ基準工事監理報告書）を作成する必要がある。

なお、適合性判定通知書の交付を受けた後、省エネ計画に記載されている内容について変更を行う場合、軽微な変更に限る場合を除き、建築主は当該工事に着手する前に、所管行政庁等に対し変更後の計画の

提出を行うことが必要となる。また、計画変更に係る適合性判定を受ける場合であっても、他の建築基準関係規定に係る変更が行われていない場合や変更内容が軽微な場合にあつては、計画変更に係る確認申請を行うことは不要である。以上を踏まえた計画変更時の流れは、図—12のとおり。

(4) 完了検査時

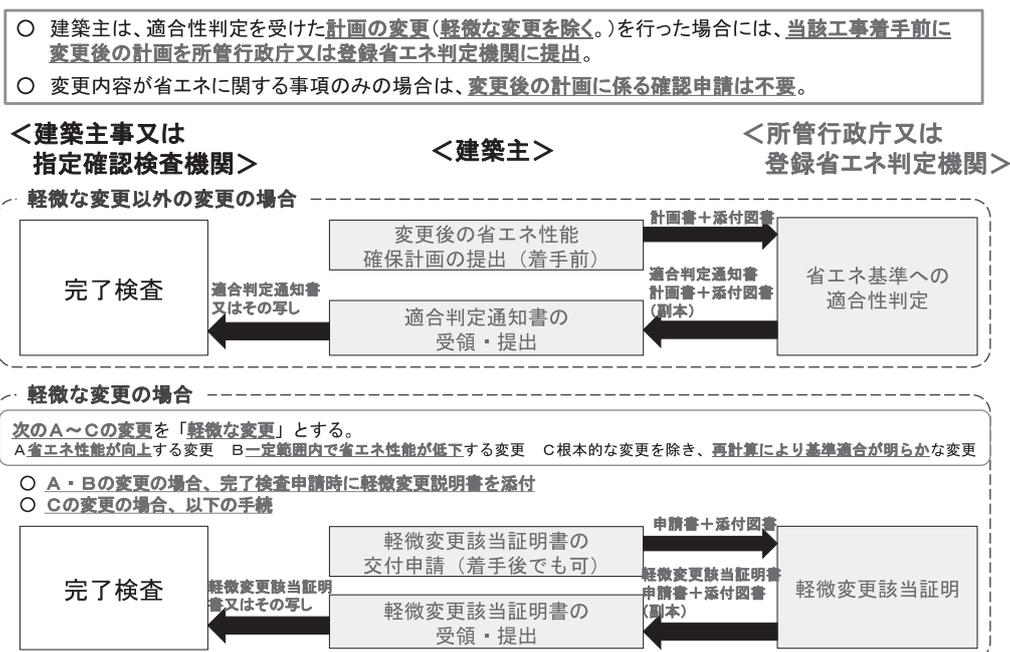
建築主は、完了検査の申請に際して通常の完了検査に必要な図書と併せ、適合判定通知書、直前の適合性判定に要した図書、施工写真、納入仕様書、品質証明書等の提出を行うことが必要である（図—13）。また、建築主事等より、所定の性能を有していることを証明する書類（第三者認証に係る書類や自己適合宣言書）を求められることがあるため、工事監理者は、当該書類の確認を行う必要がある。

完了検査申請を受けた建築主事等は、直前の適合性判定等に要した図書通りに施工されていることを書類もしくは目視で確認を行う。省エネ基準への適合が確認されないと建築主は検査済証の交付が受けられず、建築物の使用が認められない。

4. その他の制度等

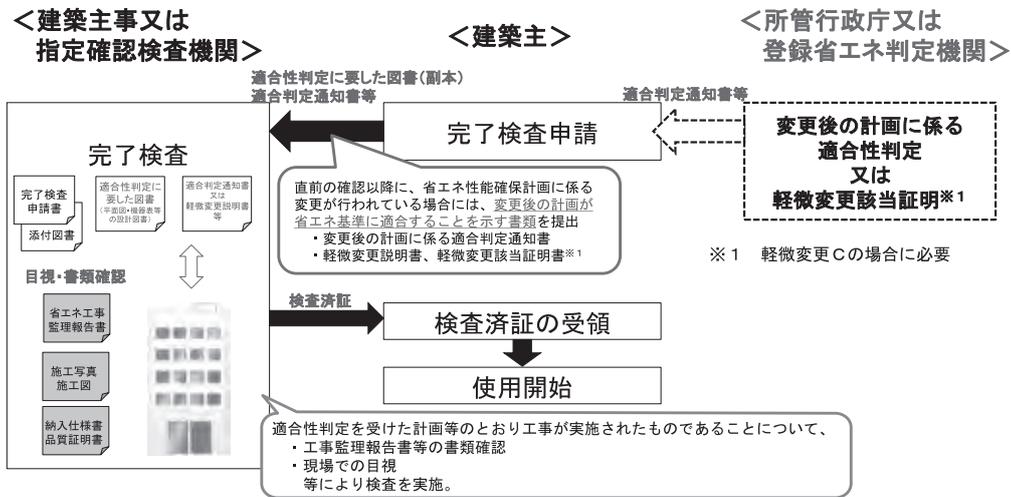
(1) 省エネ計画の届出制度

特定建築物を除く一定規模（300㎡）以上の住宅・建築物の新築、増改築については、省エネ法と同様に、省エネ性能を確保するための届出が義務とされている。



図—12 計画変更時の手続きの流れ

- 建築主は、完了検査申請の際、**適合性判定に要した図書**や（省エネに係る変更が行われている場合）**変更後の計画が省エネ基準に適合することを示す書類**を提出することが必要。
- 建築主事又は指定確認検査機関は、適合性判定を受けた計画等のおり工事が実施されたものであることを、**工事監理報告書等の書類確認**や目視により**検査**する。



図一 13 完了検査時の手続きの流れ

具体的には、省エネ性能を確保するため、建築主に対し、工事着手の21日前までに、所管行政庁に省エネ計画の届出を義務づけている。一方、所管行政庁は、届出のあった計画が省エネ基準に適合せず、建物の省エネ性能の確保のため必要があると認めるときは、計画変更その他の措置を行うべきことの指示ができ、正当な理由がなくて当該指示に係る措置をとらなかったときは、その指示に係る措置命令ができることとした。

(2) 住宅トップランナー制度

省エネ法と同様に、小規模な住宅については、建築主個人ではなく、戸建建売住宅を新築する住宅事業建築主を規制の対象とすることとした。具体的には、住宅事業建築主が目標とすべき省エネ性能（住宅トップランナー基準）を設定し、一定数（年間150戸）以上供給する住宅事業建築主に対しては、当該基準に照らして、必要に応じ、国土交通大臣が勧告、公表および命令を行うことができる。

(3) 特殊の構造または設備を用いる建築物の大臣認定制度

国土交通大臣は、建築主の申請により、特殊の構造または設備を用いて建築が行われる建築物が省エネ基準に適合する建築物と、同等以上の省エネ性能を有するものである旨の認定をすることができる。適合性判定が必要な建築物等について、大臣認定を受けた場合には、適合判定通知書の交付を受けたものとみなすなどの特例が適用される。

(4) 表示制度（基準適合認定マーク，BELS）

建築物省エネ法に基づき、省エネ性能に関する表示制度が2つある。一つは、平成28年度より省エネ基準に適合する既存建築物について所管行政庁が認定を行い、認定を受けた場合に表示できる「基準適合認定マーク（eマーク）」である。既存ビルや既存住宅等のストックについて、基準に適合しているか否かを一目で分かるようにすることに主眼を置いており、ビルオーナー等が基準適合レベルまで省エネ改修を行い、テナント等に対してPRすることを想定している。

もう一つは、建築物の省エネ性能を省エネ基準からの削減率で表示するBELS（ベルス：建築物省エネルギー性能表示制度）である。これは、建築物省エネ法に基づく「建築物のエネルギー消費性能の表示に関する指針」（省エネ性能表示のガイドライン）に則り、（社）住宅性能評価・表示協会が実施している制度である。建築主等は、この制度により、新築時等に特に優れた省エネ性能をもつことをアピールできる。平成29年4月よりネット・ゼロ・エネルギー住宅（ZEH）の基準を満たす場合には、「ZEHマーク」及びゼロエネ相当との表示が可能となっている。

建築物省エネ法に基づき、住宅・建築物の販売・賃貸事業者には、省エネ性能の表示の努力義務がかかっており、これらの2つの表示制度により、省エネ性能が市場で評価される環境づくりを進めていくこととしている（図一14参照）。

＜既存建築物が省エネ基準に適合していることをアピール＞
 ・**行政庁の認定を取得し、省エネ基準に適合している旨をマークでアピール**



＜新築時等に省エネ基準レベル以上の特に優れた省エネ性能をアピール＞
 ・省エネ基準からの削減率をグラフで表示
 ・第三者認証(BELS)ラベルを取得し、星で表示



図一 14 基準適合認定マーク及びBELS

認定基準

①誘導基準に適合すること
 ※エネルギー消費性能基準を超えるものとして、経済産業省令・国土交通省令で定める基準

②計画に記載された事項が基本方針に照らして適切なものであること

③資金計画が適切であること

容積率特例

・省エネ性能向上のための設備について、通常の建築物の床面積を超える部分を不算入(建築物の延べ面積の10%を上限)

＜対象設備＞
 ①太陽熱集熱設備、太陽光発電設備その他再生可能エネルギー源を活用する設備であってエネルギー消費性能の向上に資するもの、
 ②燃料電池設備、
 ③コージェネレーション設備、④地域熱供給設備、⑤蓄熱設備、
 ⑥蓄電池(床に据え付けるものであって、再生可能エネルギー発電設備と連系するものに限る)、⑦全熱交換器

【具体的な設備例】

○コージェネレーション設備
 電力の使用先でガスを使って発電し、排熱を給湯などに有効利用することで高い総合効率を実現するシステム



図一 15 性能向上計画認定

(5) 性能向上計画認定制度 (容積率特例)

建築物省エネ法に基づき、平成 28 年 4 月より新築及び増築・改築、修繕・模様替え、空気調和設備等の設置・改修を行う場合に、省エネ基準の水準を超える誘導基準等に適合している旨の所管行政庁による認定を受けることができる。認定を受けた建築物については、容積率等の特例を受けることができる (図一 15 参照)。

5. おわりに

本法律は、我が国の建築物のエネルギー消費性能を向上させて行くため、建築主等の自発的な省エネ性能の向上を促す誘導措置につづき、建築物の規模等に

じた規制措置が施行された。省エネ基準への段階的適合義務化の第一弾として、大規模非住宅建築物に対する適合義務がスタートしたところである。また、大規模非住宅以外の建物については、届出制度の的確な運用、表示制度の普及など本法律で講じられる各種措置に加え、税制優遇、補助金、融資等の支援策や設計・施工技術講習会等を一体的に講じることにより、適合率の向上を図ってまいりたい (図一 16, 17 参照)。

また、既存建物についても、より省エネ性能の高い建築物が市場で適切に評価される環境の整備や各種支援策を講じること等により、我が国全体の建物の省エネ性能の向上を図り、環境性能に優れたストック形成を図ることが重要である。

なお、本法律および関連制度の詳細については、国

融資	【フラット35S】 (独)住宅金融支援機構 新築 改修 ○耐震性や省エネルギー等に優れた住宅を取得する場合、当初5年間の金利を引き下げ ○認定長期優良住宅、認定低炭素住宅といった特に優れた住宅を取得する場合は、当初10年間の金利を引き下げ
税	【所得税／登録免許税／不動産取得税／固定資産税】 (国土交通省) 改修 ○認定長期優良住宅化リフォーム、一定の省エネ改修を行った住宅について、所得税・固定資産税の特例措置 改修 ○認定長期優良住宅について、所得税・登録免許税・不動産取得税・固定資産税の特例措置 新築 ○認定低炭素住宅について、所得税・登録免許税の特例措置 新築 【贈与税】 (国土交通省) 新築 改修 ○省エネルギー等に優れた住宅を取得等するための資金の贈与を受けた場合、贈与税の非課税限度額を500万円加算
補助	【サステナブル建築物等先導事業】 (国土交通省) 新築 改修 ○先導的な技術に係る建築構造等の整備費、効果の検証等に要する費用 等 【補助率】1/2 (補助限度額は条件による) 【地域型住宅グリーン化事業】 (国土交通省) 新築 改修 ○中小工務店においてゼロ・エネルギー住宅等とすることによる掛かり増し費用相当額 等 【補助率】1/2 (補助限度額は条件による) 【長期優良住宅化リフォーム推進事業】 (国土交通省) 改修 ○既存住宅の長寿化に資するリフォームに要する費用 等 【補助率】1/3 (補助限度額100万円/戸 等) 【住宅ストック循環支援事業(平成28年度補正予算)】 (国土交通省) 新築(建替え) 改修 ○耐震性が確保された省エネ改修や耐震性のない住宅等の一定の省エネ性能を有する住宅への建替えに要する費用等 【補助率】定額 (補助限度額 省エネ改修30万円/戸 建替え50万円/戸 等) 【省エネルギー投資促進に向けた支援補助金(ZEH支援事業)】 (経済産業省) 新築 改修 ○ZEH(ネット・ゼロ・エネルギーハウス)登録事業者が建築するZEHに対し、その建築費用の一部 【補助率】定額 (額は未定) 【省エネルギー投資促進に向けた支援補助金(住宅の断熱改修による省エネ化(省エネリフォーム)の支援)】 (経済産業省) 改修 ○高性能建材を用いた断熱改修に対し、その費用の一部 【補助率】1/3 (補助限度額:未定) 【燃料電池の利用拡大に向けたエネファーム等導入支援事業費補助金】 (経済産業省) 新築 改修 ○一般家庭等がエネファームを導入する場合に、一定額を補助 【補助率】定額 (補助限度額11万円(PEFC)、16万円(SOFC)など) 【賃貸住宅における省CO2促進モデル事業】 (環境省、国土交通省) 新築 改修 ○低炭素型賃貸住宅を新築又は改修し、広く一般に環境性能を表示し周知を図る事業に対し、低炭素化に寄与する設備等の導入費用の一部 【補助率】1/2(補助限度額60万円/戸)、1/3(補助限度額30万円/戸)

※1 長期優良住宅 : 長期にわたり良好な状態で使用できる耐久性、耐震性、維持保全容易性、可変性、省エネ性等を備えた良質な住宅として、認定を受けた住宅
 ※2 低炭素住宅 : 高い省エネ性能等を備えたものとして、認定を受けた住宅・建築物

図-16 住宅に関する主要な省エネ支援施策

融資	—
税	【法人税／所得税／法人住民税／事業税、固定資産税】 (経済産業省) 新築 改修 ○中小企業が認定経営力向上計画に基づき一定の省エネ設備の取得等をし、事業の用に供した場合、即時償却又は税額控除の特例措置 さらに、償却資産の場合には固定資産税の軽減措置
補助	【サステナブル建築物等先導事業】 (国土交通省) 新築 改修 ○先導的な技術に係る建築構造等の整備費、効果の検証等に要する費用 等 【補助率】1/2 (補助限度額は条件による) 【地域型住宅グリーン化事業】 (国土交通省) 新築 ○中小工務店において認定低炭素建築物等とすることによる掛かり増し費用相当額 等 【補助率】1/2 (補助限度額は条件による) 【既存建築物省エネ化推進事業】 (国土交通省) 改修 ○既存建築物について躯体改修を伴い省エネ効果15%以上が見込まれるとともに、改修後に一定の省エネ性能に関する基準を満たす省エネ改修の費用 等 【補助率】1/3 (補助限度額5000万円/件 等) 【省エネルギー投資促進に向けた支援補助金(ZEB実証事業)】 (経済産業省) 新築 改修 ○ZEB(ネット・ゼロ・エネルギー・ビル)の建築実証に対し、高効率設備等の導入費用の一部 【補助率】2/3 (補助限度額:未定) 【省エネルギー投資促進に向けた支援補助金(エネルギー使用合理化等事業者支援補助金)】 (経済産業省) 改修 ○既設設備の入れ替え、EMSの導入等により省エネ対策を行う際に必要となる費用の一部 ※EMSのみの導入は対象外 【補助率】1/2、1/3 (補助限度額:20億円/年度(平成28年度実績)) 【業務用施設等における省CO2促進事業】 (環境省、経済産業省、国土交通省、厚生労働省、農林水産省) 新築 改修 ○テナントビルでグリーンリース契約等を締結するために必要な調査費用、当該契約等により行う省CO2改修費用(設備費) 【補助率】1/2 ○中小規模業務用ビル等に対しZEBの実現に資する省エネ・省CO2性の高いシステムや高性能設備機器等を導入する費用 【補助率】2/3 ○既存の業務用施設(福祉施設、駅舎、漁港)においてける省CO2性の高い機器等の導入、リース手法を用いた地方公共団体施設の一括省CO2改修(バルクリース)の費用の一部 【補助率】1/2、1/3 等(補助限度額は施設種類等による)

図-17 建築物に関する主要な省エネ支援施策

国土交通省のホームページの以下に掲載しているので確認していただきたい。

【建築物省エネ法のページ】

http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/jutakukentiku_house_tk4_000103.html

【建築物省エネ法の表示制度のページ】

http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/jutakukentiku_house_tk4_000114.html

【筆者紹介】

亀田谷 雅彦 (かめだや まさひこ)
 国土交通省
 住宅局 住宅生産課 建築環境企画室



ホール舞台スノコ天井リフトアップ工事

嘉本 敬樹・長谷川 祐・麓 哲二

鶴岡市文化会館改築工事において、ホール舞台のスノコ天井を施工するため、6台のジャッキ式吊上げ機械を用いたリフトアップ工事を実施した。本報文では、全体工事概要、リフトアップ工事概要、新たに開発したタブレット端末を用いた通信・連絡・監視システムについて紹介する。

キーワード：リフトアップ、スノコ天井、ジャッキ式吊上げ機械、通信・連絡・監視システム

1. はじめに

本工事は、山形県鶴岡市に位置する鶴岡市文化会館の老朽化に伴う建替工事である。本建物は旧藩校である致道館などの歴史的な文化財が多く残り、大学キャンパスなどが整備された文化エリアに位置している。敷地に沿って流れる内川の向こうに周辺の山々の景色を望むことができる（図-1）。

ここに建設される新文化会館の外観は、複数の屋根と壁が柔らかく重なった形状をしている。この形状は、直線的な形状の構造物よりも周囲への圧迫感を和らげ、周辺の街並みや自然景観との調和を図る狙いがある。館内はホールを中央に配置し、それを取り囲むように多目的ホールや楽屋、練習室、会議室、ラウンジ等が配置された回廊空間となっている。

本報ではホール舞台のスノコ天井を施工するために実施したリフトアップ工事の内容を中心に紹介する。

2. 建物概要

工事名：鶴岡市文化会館改築工事
 建築地：山形県鶴岡市馬場町 11-1 ほか
 発注者：鶴岡市
 設計・監理：妹島・新穂・石川 共同体
 意匠：(株)妹島和世建築設計事務所、(株)新穂建築設計事務所、(株)石川設計事務所
 構造：オーヴ・アラップ・アンド・パートナーズ・ジャパン・リミテッド
 設備：(株)総合設備計画
 施工：竹中工務店・菅原建設・鈴木工務店 共同企業体
 工期：2014年10月20日～2017年8月31日 (34.3ヶ月)
 階数：地下1階、地上3階
 構造：RC造・S造 耐力壁付ラーメン構造
 建築面積：6,210 m²
 延床面積：7,886 m²
 最高高さ：29.5 m、最高掘削深さ 9.3 m



図-1 建物完成予想パース

3. 全体工事計画

(1) 敷地条件

図-2 にドローンを用いて撮影した敷地の航空写真を示す。敷地中央にホール客席があり、今回スノコ天井のリフトアップ工事を実施したホール舞台（フライタワー）が隣接して配置されている。

敷地いっぱいの建物配置であることから、躯体工事は建物外周部のスラブを補強し、120tクローラクレーンを使用して施工した。

(2) 工事工程

山形県鶴岡市は豪雪地域であることから、冬季の降雪期間の前に、基礎工事、外装工事を完了させる計画としていた（図-3）。今回のリフトアップ工事はトラス鉄骨の建て方が完了した後、ホールの天井設備・仕上げ工事に先立って実施した。

(3) BIM の活用

建物は3次的に複雑な形状をしていることから、BIM (Building Information Modeling) を用いて、設計情報のデザイン・構造・設備を統合した3D-CADのモデル（図-4）を作成し、このモデルをもとに、施工図・製作図を作成、現場での3次元測量と連携した施工計画とした。

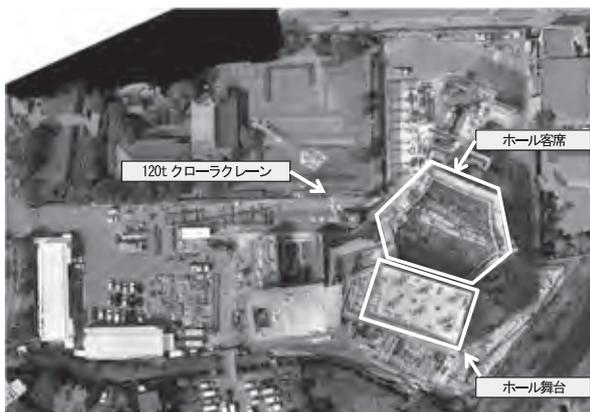


図-2 建物航空写真（2016年8月初旬）

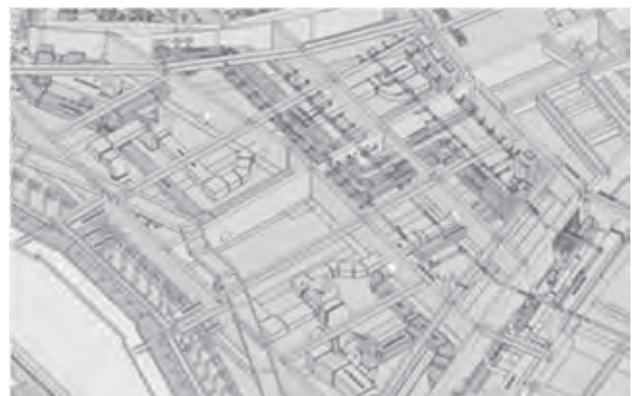
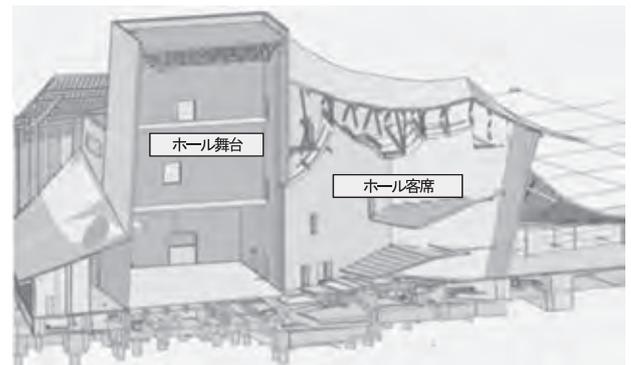


図-4 BIM 活用例

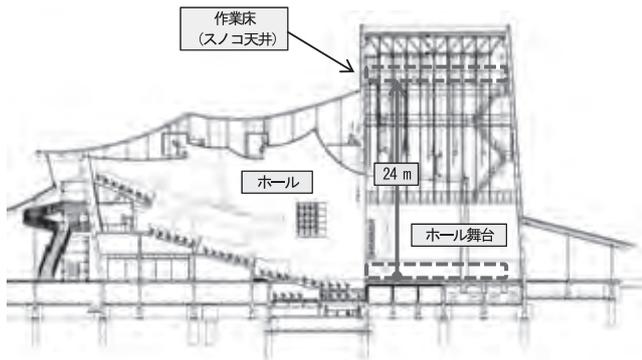


図-3 全体工事工程

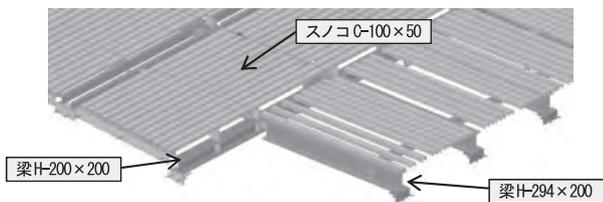
4. リフトアップ工事計画

(1) 舞台スノコ天井の施工条件

ホール舞台の上部には、舞台装置を操作するための作業床（スノコ天井）が設けられている（図一5）。スノコ天井は、鉄骨梁（H-200×200, H-294×200）の上に、軽溝形鋼（C-100×50）を幅500mm、長さ1,600mmのユニットにして敷き並べる仕様となっている（図一6）。

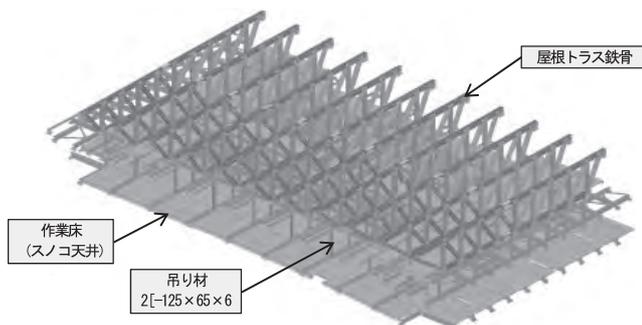


図一5 ホール舞台断面図



図一6 スノコ天井詳細

このスノコ天井はホール舞台屋根スラブを支持する屋根トラス鉄骨から吊り下げる構造（図一7）となっており、屋根トラス鉄骨を構築した後に施工しなければならない。また、工程上のクリティカルパスであるホール舞台の外装仕上げ工事に早期着手するためには、屋根コンクリートを先行して打設する必要があったことから、材料の投入は建物内部からに制限さ



図一7 屋根トラス鉄骨, 下段スノコ鉄骨

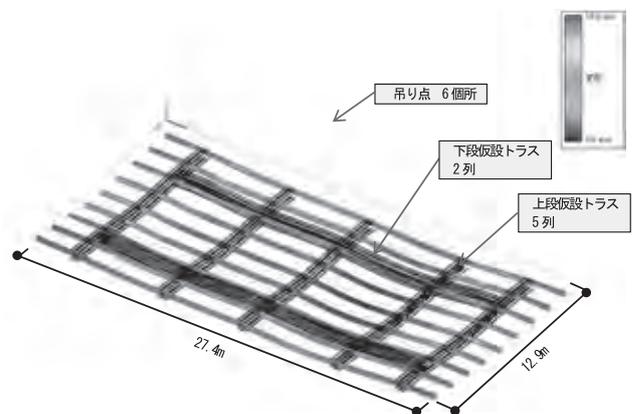
れた。またスノコ天井は1FL+24mのレベルに配置されているため、ホール内部から施工するためには高さ22m程度のステージ足場を架設しなければならず、作業工数増、安全性が懸念された。

これらの課題を解決する為、内外勤が一体となって検討を行った結果、リフトアップ工法を取り入れた以下の施工手順を採用するに至った。

- ①ホール舞台壁躯体構築
- ②屋根トラス鉄骨建方
- ③屋根スラブ構築（デッキ、スラブ CON 打設）
- ④ホール舞台内部で、スノコ天井鉄骨地組
- ⑤スノコ天井 リフトアップ
- ⑥スノコ天井取合部鉄骨建方、設備配管取付、仕上（内部壁面足場を解体しながら施工）

(2) リフトアップ工事概要

スノコ天井鉄骨は剛性が小さく、リフトアップ中に変形してしまう恐れがあった。そこで施工時解析を行った結果から、仮設トラス材を井桁状に架設した上にスノコ天井鉄骨を地組し、仮設トラス材を6点で吊上げる計画とした（図一8）。この仮設トラス材は天井スノコを屋根トラス鉄骨と定着させた後、リフトアップと逆の手順でリフトダウンする計画とした。



図一8 施工時解析結果

またスプリンクラー配管等の設備機器は地組時に先行取付けし、試験及び消防検査までをリフトアップ前に完了させることで高所作業を削減した。

リフトアップ面積：350 m²（縦 12.9 m, 横 27.4 m）
 リフトアップ重量：53.9 ton（設備, 仮設材含む）
 リフトアップ高さ：22.8 m
 吊り点数：6ヶ所

(3) リフトアップ装置

リフトアップ装置の全体配置を図-9に示す。

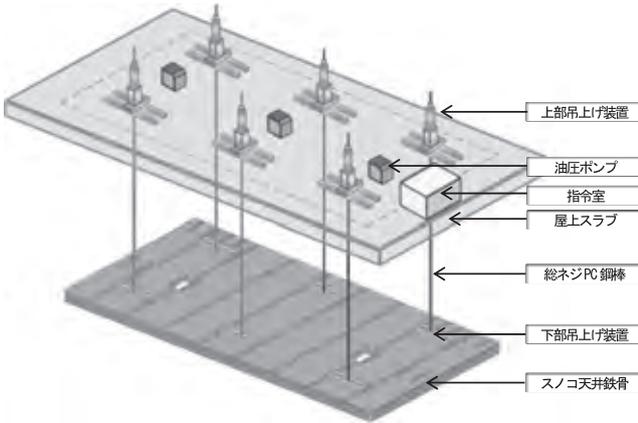


図-9 リフトアップ装置全体配置

(a) 上部吊上げ装置

吊り点数が多いことから、リフトアップ量、相対変位を管理しやすいジャッキ式吊上げ機械（中空型ジャッキ）を採用することにした。1ヶ所あたりの揚荷重量の最大値は、解析結果から100 kN程度であったが、ジャッキの盛り替え回数が少なく、リフトアップ時間を短縮することのできる1,000 kN-1,100 mmストロークの中空型ジャッキを用いる計画とした。

ジャッキの下部には仮設梁を渡し、屋上トラス鉄骨にジャッキ反力が伝わるようにした。仮設梁上にはジャッキ転倒防止機能を備えた台座となるラムチェアを固定し、その上に中空型油圧ジャッキを設置した。設置後は機械高さが約3.0 mと高くなるため、更なる転倒防止対策として枠組足場、控えワイヤーで固縛した。

(b) 下部吊上げ装置

揚体のスノコ天井鉄骨は、上段仮設トラス上に搭載

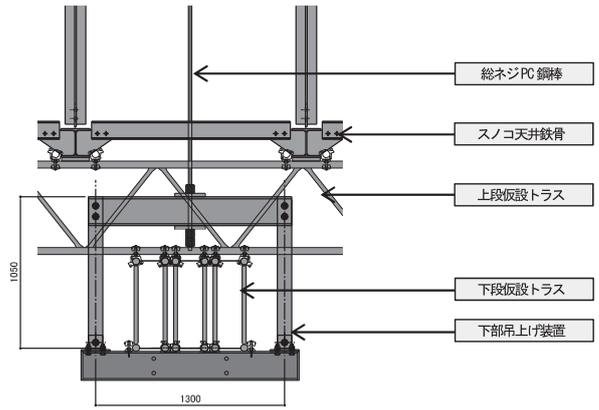


図-10 下部吊上げ装置

してリフトアップさせる。仮設トラスに集中荷重を作用させないようにするため、口型の下部吊上げ装置(図-10)を介して、総ネジPC鋼棒と接続する計画とした。組立作業に揚重機が使用できない場所であったため、人力運搬でき、人手で組立可能なサイズに分割できる仕様とした。

(c) 総ネジPC鋼棒

吊り材には総ネジPC鋼棒を採用した。1本当たり長さ3.0 m、重量9.0 kg、直径22 mmのPC鋼棒を支点当り11本連結し、リフトアップの進捗に伴い人力で取外す計画とした。鋼棒の連結にはカプラジオイントを用いたが、リフトアップ中の振動で緩んで外れるリスクがあったため、上下に緩み止めナットを設けたほか、カプラに対して鋼棒が確実に締め込まれているか目視確認できるように、鋼棒に必要締め込み量を着色して管理した。また追加の安全措置として、ビニルテープを巻付けて緩み止め措置を施した。

1ステップ(1 m)毎のジャッキ盛り替えステップを図-11に示す。このステップを23回繰り返して22.8 mをリフトアップした。

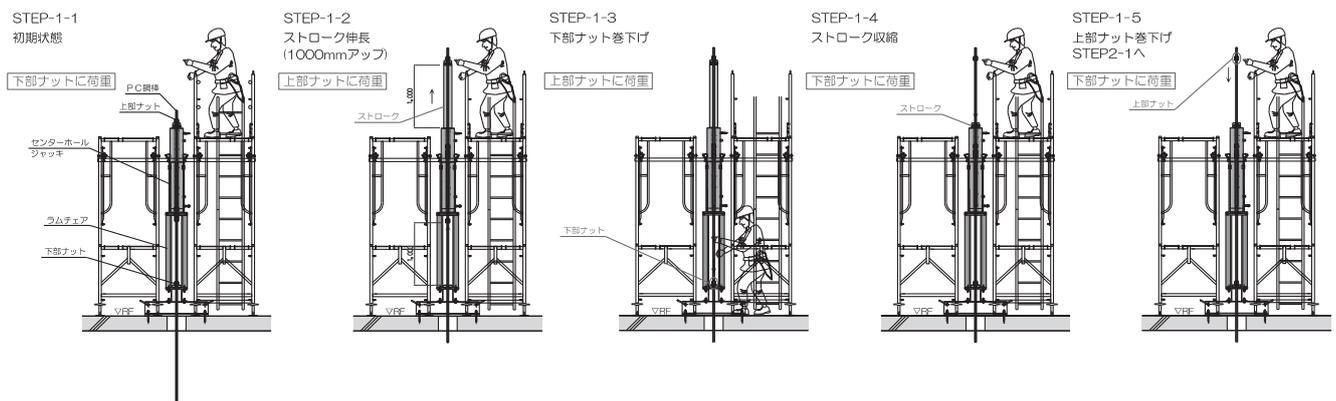


図-11 ジャッキ盛り替えステップ (1ステップ毎)

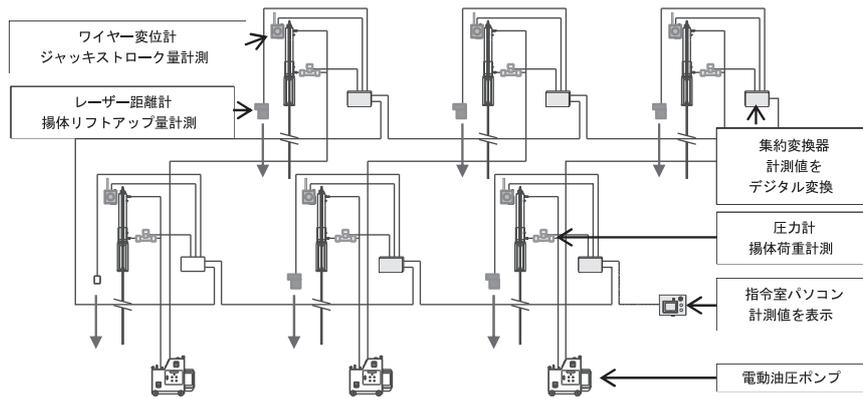


図-12 計測機器および油圧システム図

(d) 制御・計測管理

リフトアップ作業中のスノコ鉄骨の変形を許容値内におさめ、かつ安全に作業を行うため、各計測項目に管理値を設けて計測管理した。事前の解析結果から、揚体の相対偏差を1次管理値50mm以内、2次管理値を75mm以内と設定すると共に、支点当りの揚荷重量は偏荷重抑止のため地切り荷重の±30%以内とした。各計測器のデータは、屋上に設けられた指令室の計測管理画面に集中表示させた(図-12)。指令室では計測結果をもとに都度状況を判断し、次の作業指示を操作班や作業監視班へ伝達した。

(e) 通信・連絡・監視システム

今回新たな取り組みとして、指令室に表示される計測管理画面を、携帯電話網を使用してタブレット端末にも表示できるようにした。また、従来はトランシーバを用いて指令室と監視班が会話により行っていた状況報告を、タブレット端末のタッチ操作で行えるようにした。これにより、事前段取り作業時間の短縮とコストの低減を図れると共に、指令室への状況報告を確実なものとし、作業の進捗を関係者全員が共有できるようになった(図-13)。

5. リフトアップ実施状況

リフトアップ工事は2016年8月4日、約5時間をかけて実施した。途中揚体の変位差が1次管理値を超えたため、ジャッキ操作による微調整を行ったが、変位差の調整はこの1回のみであった。

リフトアップ完了後、屋根トラス鉄骨と吊り材にて定着し、8月19日、仮設トラス材のみをリフトダウンし、工事は無事に完了した。実施状況を写真-1から写真-7に示す。



写真-1 仮設トラス、スノコ天井地組状況

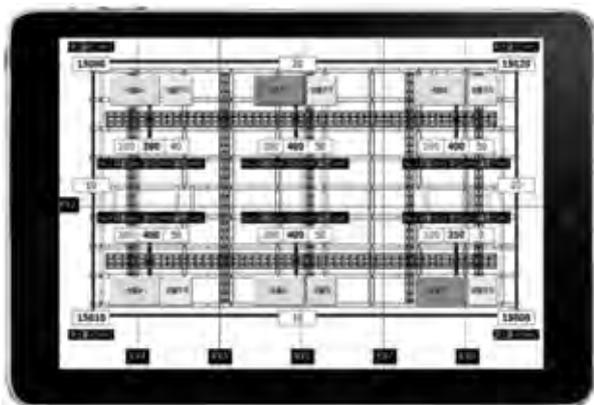


図-13 タブレット端末表示画面例



写真-2 スノコ天井地組完了状況



写真—3 屋上階 リフトアップ装置配置状況



写真—4 上部吊上げ装置



写真—5 リフトアップ指令室



写真—6 リフトアップ状況 (途中)



写真—7 リフトアップ状況 (完了)

6. おわりに

ジャッキ式吊上げ機械を用いたホール舞台スノコ天井リフトアップ工事の概要，新たに取り入れた通信・連絡・監視システムについて報告した。

最後に今回の工事で得られた成果を以下に示す。

- ①作業性の良い1Fレベルでスノコ鉄骨，設備配管の地組みを行うことで，鉄骨建方を安全かつ精度良く行うことができた。
- ②鉄骨建て方用の大型クレーンを使用せずスノコ天井を施工したことで，屋上床コンクリートを先行して打設でき，クリティカルパスである外装仕上工事に早期着手できた（13日の工程短縮）。
- ③大型クレーンの使用回数を最小限にすることで，CO₂排出量の削減，近隣に対する騒音を低減できた。

謝 辞

本工事を行うにあたりご尽力をいただいた鶴岡市をはじめ関係各位に感謝の意を表す。

JICMA

【筆者紹介】



嘉本 敬樹 (かもと けいじゅ)
株式会社 株竹中工務店
大阪本店技術部 機械電気グループ
グループ長



長谷川 祐 (はせがわ ゆたか)
株式会社 株竹中工務店
東京本店 東日本機材センター
主任



麓 哲二 (ふもと てつじ)
株式会社 株竹中工務店
東京本店 東日本機材センター
担当

既存建物の不快な床振動を低減する制振技術

SPADA (スパーダ) - Floor

松下 仁士

既存建物での床振動問題が増加傾向にある背景を受けて、使用中の建物にも比較的容易に適用可能な床制振技術 SPADA (スパーダ) - Floor (以下「本技術」という) を開発した。本技術は、膜型圧電セラミックスという特殊材料から成る小型・軽量のアクチュエータを鉄骨梁の両端部に配置し、その推力を用いて床振動を制御するアクティブ床制振技術である。取付け作業が局所的かつ簡易であるため短工期での対策が可能となっている。実建物を対象とした試適用実験により、2日間程度で取付工事を完了することができる良好な施工性と、居住者の歩行による床振動を1/3程度に低減する制振効果を確認した。

キーワード：既存建物，床振動，振動対策，アクティブ制振，施工性

1. はじめに

近年、建物の新築工事は縮小傾向にあり、リニューアル工事の割合が増加している。その背景には、建設材料や構法の高度化による建物の長寿命化が挙げられる。長寿命化により建物更新の考え方が、スクラップ・アンド・ビルドから、既存建物を改修することにより永く使用するリノベーションやコンバージョンへと移行してきている。また、近年は入居者の要求性能の高まりもあり、リニューアルの内容についても、安心安全のための構造補強や省エネルギー化だけでなく、快適性・利便性の維持・向上が求められる割合が増す傾向にある。

快適性に関する一つの項目として、建物周辺の交通や入居者の歩行、設備機器の運転等によって日常的に発生する“環境振動”が挙げられる。この環境振動についても、建物を永く使用する社会へのシフトチェンジが進む中で、周辺の振動源の変化によって振動が大きくなるという問題や、入居者の入れ替わりや用途の変更によって要求性能がより厳しくなるという問題が顕在化してきた。

発生する振動を低減する代表的な対策技術としては、柱や梁部材の増設や補強、動吸振器(写真-1参照)等の制振装置の設置が挙げられる。これらの対策は、新築建物に導入することを前提とした技術であり、大きな設置スペースの確保や重量物の運搬・設置、約1か月以上もの工期が必要となる場合もある等、既に入居者が使用している建物への導入は、事実上不可



写真-1 床振動制御用動吸振器の例

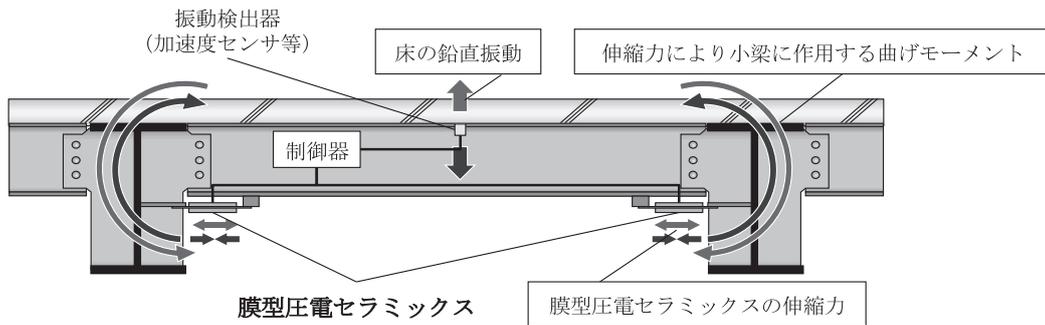
能なものとなっていた。

本報では、今後も増え続けるであろう上述のようなニーズや課題への対応策として開発した制振技術について紹介する。

2. 開発技術の概要

本技術は、梁の端部に取付けた膜型圧電セラミックス(写真-2参照)から成る小型のアクチュエータが、センサで検知した床振動を打ち消すように梁の動きを制御することで、微細な床振動を低減する仕組みとなっている(図-1参照)。

施工性に優れ、省スペースで制振機能を発揮できることが本技術の特長である。本技術の制振効果は適用実績により実証されており、歩行などにより生じる建物の床振動を約1/3以下に低減できることが確認され



図一 開発技術の制振原理

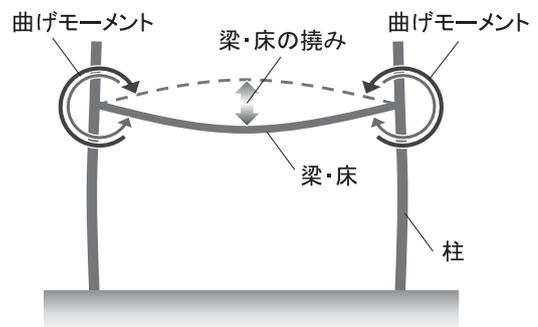


写真一 膜型圧電セラミックス

行う手法とすることを基本方針として、新たな制振技術を考案し、開発に取り組んだ。

(2) 考案した床制振手法の詳細

上述の要件を満たすものとして考案したのが、床を支える梁の端部にアクチュエータを配置し、これを駆動させ梁端部に曲げモーメントを発生させる手法である。図一2の模式図に示すように、梁の両端部に互いに逆向きの曲げモーメントを作用させることで、床の中央部を鉛直方向に撓ませることができる。この力を、外乱により生じた床振動と逆方向に作用させることで相殺し、振動の振幅を低減させることができる。



図一2 梁端部の曲げモーメントによる梁・床の撓み

ている。

膜型圧電セラミックスは宇宙開発や航空機分野で開発された材料で、宇宙構造物やスペースシャトルの尾翼等の比較的軽量で柔軟な構造物の振動制御への適用が研究されてきた。本技術は、この異分野の先端技術を建築構造物に応用した事例である。

3. 開発技術の技術的詳細

(1) 使用中の建物への適用要件

使用中の建物に適用可能な床制振技術の要件として、①軽量・小型で取付工事が容易であること、②設置スペースが空調機器やダクト、電気設備といった既存設備と干渉しないこと、の2点が挙げられる。

前述の通り、動吸振器に代表される慣性マスをを用いた手法では、装置自体の重量、容積共に大きくなるため、上述の要件を満たすことができない。また、床振動の振幅が大きくなる柱間の中央に装置を設置する必要があるのに対し、その場所は空調機器やダクト、配管が設置される場合が多いため、装置の設置スペースの確保が困難となるという問題もあった。

そこで、①および②の要件を満たすために、アクティブ制振技術によりシステムの軽量化・小型化を図ることと、柱や大梁の付近に取り付けた装置で振動制御を

梁端部に曲げモーメントを発生させる方法として、梁の下フランジ部分にアクチュエータの推力を作用させる方法を考案した。図一3に示すように、アクチュエータ推力の反力を柱あるいは大梁からとり、梁の下フランジ面に取付けた治具を介してアクチュエータの推力を曲げモーメントとして伝達させる手法である。

(3) 膜型圧電セラミックスの詳細

上述の床制振手法を実現できるアクチュエータとして着目したのが、膜型圧電セラミックスである。本材料は、圧電セラミックスの圧電効果により電極に電圧を印加することで図一4に示す矢印方向に伸縮することができる。また、膜型で柔軟であることからせん

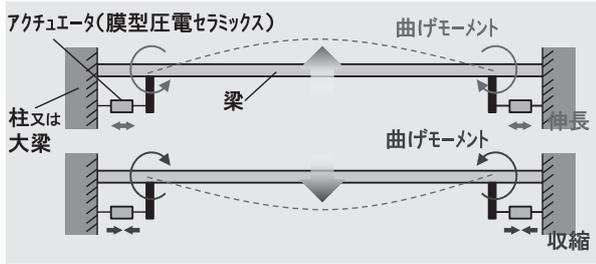


図-3 アクチュエータの推力により梁端部に作用する曲げモーメント

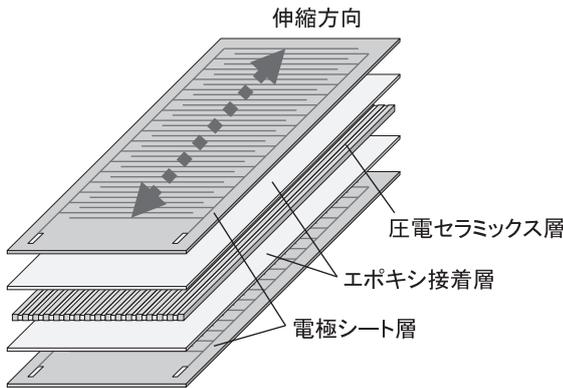


図-4 膜型圧電セラミックスの構成

表-1 使用した膜型圧電セラミックスの諸元

全体サイズ	103 × 64 × 0.3 (mm)
駆動部寸法	85 × 57 (mm)
弾性係数 (長さ, 幅方向)	3.03 × 10 ⁴ (N/mm ²)
弾性係数 (厚さ方向)	1.59 × 10 ⁴ (N/mm ²)
圧電定数	1.20 (ppm/V)
静電容量	9.30 (nF)
許容印加電圧	-500 ~ + 1500 (V)
最大推力	923 (N)
最大ストローク	156 (μm)

断や曲げ応力に対する耐久性が高いため、種々の外乱によって多様な応力が生じる建物の構造体への適用も可能である。また、ストロークは極めて小さいものの、梁端部における微小な変形で制御が可能である本手法には、適性が高い材料であると考えた。表-1に、本技術で使用している膜型圧電セラミックスの諸元を示す。

4. 既存建物における施工性、制振性能の実証

図-5に、対象とした既存建物の平面図の一部を示す。建物の用途は事務所であり、東西の長辺に沿って配置された執務スペースに挟まれた形で打合せスペースが計画されている。制御対象は、打合せスペースの床とし、図に示す鉄骨梁の両端部に制振装置を設置することとした。

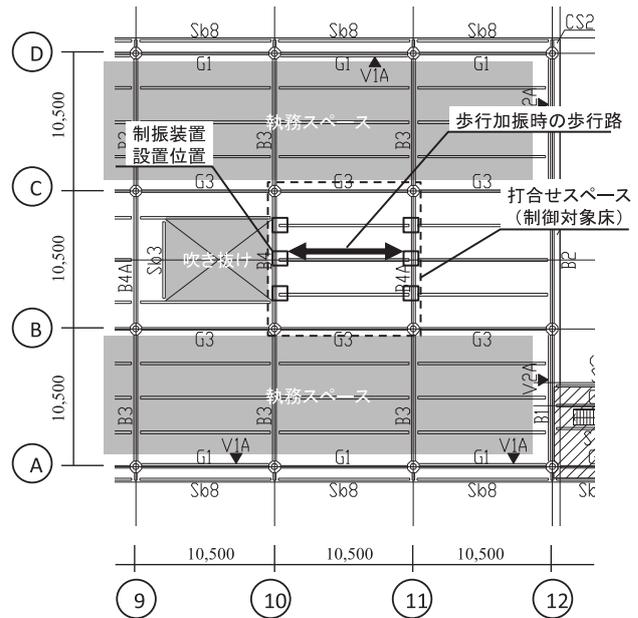


図-5 施工性、制振性能検証の対象とした実建物の平面図(一部)

(1) 施工性の検証試験

天井や耐火被覆などの仕上げ材が存在する上述の建物において、本技術の施工性の検証を行った。鉄骨梁は湿式の耐火被覆で覆われており、天井は石膏ボードと岩綿吸音板から構成されている。

以下に今回の検証試験の主な施工手順を記す。

- ① 什器の移動
 - ② 飛散養生
 - 天井ボードおよび耐火被覆撤去時に発生する微粉の飛散防止を行う
 - ③ 天井の一部撤去
 - 制振装置を取付ける各小梁の両端部について、約1 m × 1 m の範囲で天井を撤去する
 - ④ 耐火被覆の一部撤去
 - アクチュエータ取付け治具を設置する範囲の耐火被覆を撤去する
 - ⑤ アクチュエータ取付け治具の設置
 - アクチュエータ取付け治具を、接着剤を用いて鉄骨表面に接着する
 - ⑥ アクチュエータ配線、取付け
 - アクチュエータを治具にボルト接合し、配線を行う
 - ⑦ 耐火被覆復旧
 - 撤去した耐火被覆を復旧する
 - ⑧ 点検口取付け、天井復旧
 - アクチュエータ取付け箇所点検口を取付け、撤去した天井を復旧する
 - ⑨ 片付け、清掃
 - 飛散養生を撤去し、周囲を清掃する
- 図-6に、実際の施工状況を作業手順に従って示



図一六 施工状況の例

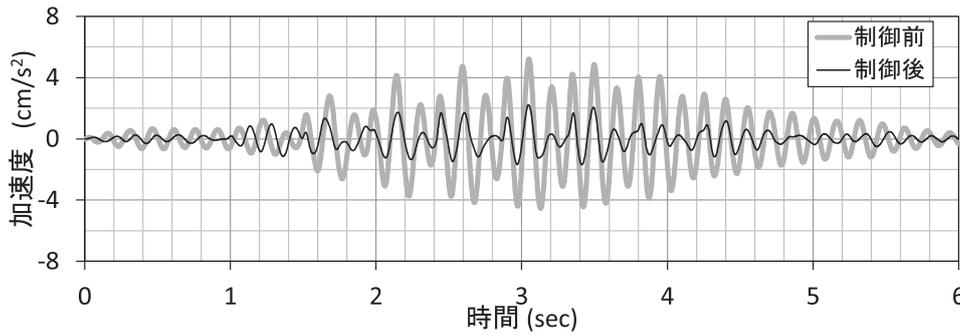
	1日目(土曜日)			2日目(日曜日)	
	0:00 - 8:00	8:00 - 17:00	20:00 - 5:00	8:00 - 17:00	20:00 - 0:00
建築工事	什器移動 飛散養生	天井一部撤去 耐火被覆一部撤去	耐火被覆復旧	天井復旧	片付け・清掃
装置取付け		取付け治具設置 配線工事	アクチュエータ取付け	コントローラ調整	

図一七 施工に要した工期の実績例

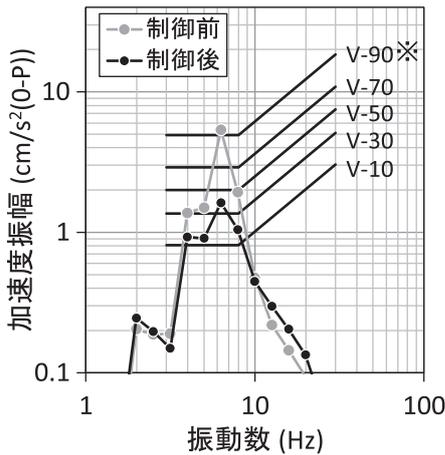
す。また図一七に、施工に要した工期の実績を示す。構造補強を目的とした間柱や、従来技術の床制振用動吸振器など、重量物の運搬、設置が必要となる工事では、1週間から長い場合には1か月程度の工期を要するのと比較して、装置の軽量化、省スペース化により、運搬、設置作業の手間や工事範囲を大幅に削減されており、建物の運用に支障をきたさない休業日2日間の振動対策が実施可能であることを確認した。

(2) 制振性能の実証試験

上述の通り施工された本技術の制振性能の実証試験として床を加振した際の振動計測を実施し、制御の有無による差異を考察した。加振方法は成人男性の歩行とし、図一五に示すように制御対象の床のSPAN中央を通過する歩行路を設定した。また、床の固有振動との共振現象を発生させることを意図し、歩行テンポは事前に確認した床の固有振動数 6.6 Hz と3倍調で



図一八 歩行加振時のスパン中央における加速度・時間曲線



※ V-○○：知覚確率○○%の人が知覚できる大きさの振動であることを表わす

図一九 加速度・時間曲線の1/3オクターブバンド周波数分析結果

共振する2.2 Hzとした。

図一八に、歩行加振時のスパン中央における加速度・時間曲線を示す。図より、制御前においては足が着地した後の減衰が小さいために徐々に加速度振幅が大きくなる共振現象が生じていることがうかがえるが、制御後においては、共振現象が生じておらず加速度振幅の増大が抑制されていることがわかる。

図一九に、上述の加速度・時間曲線について1/3オクターブバンド周波数分析を行った結果を、日本建築学会編「建築物の振動に関する居住性能評価指針」に示されている評価曲線（知覚確率）と併せて示す。図より、床の固有振動数である6.6 Hzを含む振動数帯域で振動振幅が大幅に低減されていることがわかる。制御無しの場合の振動がV-90（90%の人が感じる振動）程度であるのに対して、制御有りの場合の振動は

V-30（30%の人が感じる振動）程度であり、多くの居住者が知覚できないと考えられる小さな振動となっていることがわかる。加速度振幅は約1/3以下に低減されており、これは従来技術の床制振用動吸振器の制振効果である約1/2と比較して優れたものとなっている。

以上により、本技術が使用中の既存建物に対して良好な施工性と制振性能を有しており、リニューアル工事による床振動対策に実用上有効であることが確認された。

5. おわりに

本技術 SPADA（スパーダ）- Floor は、今後も増え続けるリニューアル市場における、建物の長期にわたる維持保全さらにはより快適な住環境実現のニーズに応えることを目的として開発したものである。しかしその適用範囲は広く、極めて精密な振動環境を必要とする工場等の床振動対策や、新しい制振架構形式の提案にもつながる可能性を有しているものと考えている。さらには、建物床のみならず、壁や天井等の制振や遮音など、様々な板状部材への応用展開も考えられる。今後、様々な建物用途、部位等への適用・展開を推進し、建物の振動環境改善に貢献したい。

JCMA

【筆者紹介】

松下 仁士（まつした ひとし）
 ㈱竹中工務店 技術研究所
 研究主任 博士（工学）



VR 技術を活用した教育システムの開発と運用

施工技術者向け VR 教育システム

中 島 芳 樹

オリンピックを控えた近年、建設需要の高まりに比べて建設技術者・技能者の不足は著しく、現場での若手へのOJTが難しくなっており、効果的なOff-JTが求められている。このニーズに応えるものとして「ヴァーチャルリアリティ技術を用いたVR教育システム(写真-1)」(以下「本システム」という)を開発し、現場監督向け社内教育の運用を開始した。

キーワード：VR研修、施工技術者、体感教育、擬似体感、バーチャル

1. はじめに (背景)

施工技術者(=現場監督)の育成は、現場OJTを基本としているが、昨今は繁忙度や生産性向上の面などから少数の現場監督で業務を担当することが多く、上司と部下が別の担当となることも珍しくなく、よってOJTが十分に機能し難い環境となっており、Off-JTを効果的に活用することが、求められている。

Off-JTといえば集合研修が代表的なものであるが、より効果的な研修とすべく、数年前より「体験型の研

修や訓練」を重視、その比重を高めている。

主な体験型Off-JTとして、建築職・設備職では下記を導入・運用している。

- ①モックアップ型実地研修
- ②VR教育システムを使った研修(以下VR研修)
- ③ものづくり訓練(富士教育訓練センター利用)
- ④安全体感教育
- ⑤専門学校での設備体感教育

本稿で紹介する本システムは「モックアップ型実地研修」のデメリットを克服すべく構築したものである。以降、「モックアップ型実地研修」と比較しながら紹介するため、「モックアップ型実地研修」について概略を紹介する。

ここでいう“モックアップ”は、実物大の鉄筋・型枠・設備などを組み込んだ仮設のものであり、当社の施設内(大阪機械工場の倉庫)に構築、若手現場監督が現場での検査(配筋検査や設備検査)を疑似体験出来るようにしたものである(写真-2~4)。

検査を効果的なものにするため、モックアップには、よくありがちな間違い(不具合)を複数箇所設けている。



写真-1



写真-2



写真-3



写真-4

この研修では、研修前にモックアップの図面と標準図などをあらかじめ渡しおき、検査すべき箇所などを想定させ、研修当日はグループで検査（間違い探し）し、その発表をさせ、講師がそれに対して解説をする手順で実施している。

対象は入社1～数年目の若手社員、講師は入社10年目以降の中堅社員が行っている。

この「モックアップ型実地研修」を数年に渡って実施する中、いくつかの課題が浮かび上がってきた。大きな課題として、モックアップが実物大であることから研修場所が（大阪機械工場に）限られることと、モックアップの更新（陳腐化対策）に手間・費用がかかることである。この課題に対処すべく、本システムの構築に踏み切った。

2. 本システム（ハード・ソフト）



写真-5

ハードは、市販の高性能パソコンとVRシステム（ヘッドマウントディスプレイ（以降、ゴーグル）、コントローラ（両手で持つもの）、センサー）で構成（写真-5）。

併せて1セット約40万円強で手に入れることができる。

ソフトは、前述の「モックアップ型実地研修」の三次元モデルをベースとし、VR開発を専門に行っている（株）積木製作に委託して構築した。

3. VRシステム機能

続いて、本システムの機能について説明する。

(1) VR基本機能

受講者はVR空間上を自由に移動して研修をする

が、構築したVR空間は、VR機器をセットする会議室よりも広いので、瞬間移動する機能や、フロアを切り替える機能を搭載している（写真-6）。

基本的には、屈む、手を伸ばす、振り返る、首を振る、コントローラのボタン（3つ）を押す・ドラッグ操作をするなどして操作を行う。早い者であれば、数分で操作を習得できる。



写真-6

(2) 検査（不具合指摘）機能

基本的な検査機能として、不具合を指摘したい場所にマークする機能、指摘部位（柱・梁・スラブなど）を選択肢から選ぶ機能、指摘事項（何がどう違うのか）を選択肢から選ぶ機能、VR空間内を撮影・保管（検査位置と連動）する機能を有する。また、検査後に検査箇所の一覧（写真-一覧）を確認できるモードがある。

(3) 図面参照機能

当教育では、「モックアップ実地研修」と同様、図面・仕様書などは研修前にあらかじめ参加者に配布し、事前読み込みを義務づけているが、VRゴーグル装着時は、操作者が紙の図面を参照出来ない為、VR空間上で図面を参照する機能を搭載している。

図面は、拡大表示が出来るほか、VR空間に自由に配置出来る（写真-7）。

(4) 計測機能

スタッフ、リボンテープ、コンベックスを数の制限なく自由に計測（配置）できるようにしている。一度配置したものを自由に移動・回転したり、消すことも出来る（写真-8, 9）。

また、両手に持ったコントローラを鉄筋に触れさせることで、鉄筋径を表示させる機能も搭載している。



写真-7

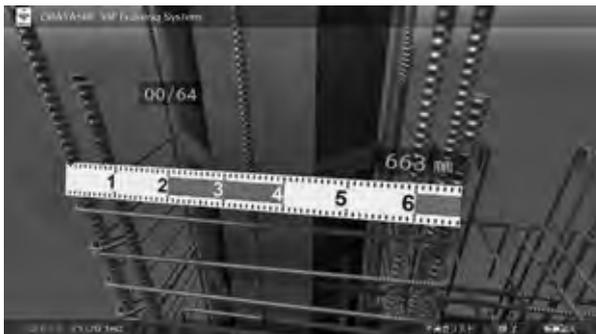


写真-8



写真-9

4. 本システムの効果と特徴

続いて、本システムの効果とその特徴について述べる。

(1) 場所を選ばず教育が可能

「モックアップ型実地研修」の場合、モックアップのある場所でしか研修できないため、繁忙な技術職員を一堂に集めるためには制約が大きい。本システムは、最小2m四方程度のスペースがあれば研修を行うことができるため、本社などでの集合研修だけでなく、支店や工事事務所の小さな会議室での研修も可能である。

開発のきっかけとなったメリットであり、既に現場事務所や支店での研修を行っている。

(2) 教わるだけでなく、教え方を学べる（グループによる学習）

本システムでは、受講者を4～6名前後のチーム単位で研修を行っている。

チームは、初学者（1～3年目）、経験者（4年目以上、主任クラス）を混在させ、グループ内で経験者が初学者を教えながら進められる構成としている。

当初、本システムは、ゴーグルを付けている職員だけが“学べる”というイメージで交代をしながら研修することを想定していたが、VRで操作している職員が見えている映像を別モニターにも同時出力できることから、VR操作をしている職員に対して、グループ内の先輩や同僚が声をかけることで、グループ全員での研修が成り立つことが判った。

例えば、下記のような会話がVR研修で交わされている（写真-10, 11）。

VR操作者A：「ところで、次はどこを検査しましょうか？」

B主任：「G1梁の定着長を（コンベックスで）測ってくれるか？」

VR操作者A：「これですか？（とコントローラを鉄筋にあてる）」

B主任：「それじゃない、その隣の梁筋、それぞれ。」

VR操作者A：「これは、ええと、（コンベックスツールで、）〇〇mmですね。

……とすると短いですね？」

B主任：「そう。不具合だな。ところで、その下筋のスペーサは何だ？」

VR操作者A：「えっと、コンクリ製です。え～と、何かおかしいですか？」

B主任：「梁の下端スペーサは？
……（と他のグループメンバーに問いかけ）」



写真-10



写真-11

C 職員：「鋼製でないといけないはずです。」

B 主任：「正解！ じゃあ、次はC君，操作してみるか。A君お疲れさん」

(3) リアルな体感（没入感）による効果的学習

本システムは、画質が非常に詳細で臨場感が高いものに仕上がっているため、自分が現場の中にいるかのような体感が得られやすく、座学では得られない、いわば“忘れにくい”学習効果が得られている。

臨場感を増すために、鉄筋材料などの質感はほぼ実物と同様に仕上げている。

(4) 正解・不正解の確認

本システムは、講習後に、正解・不正解を確認するための「正解・不正解を切り替えモード」を有しており、「正しく指摘できた部位」、「誤って指摘した（間違えでは無かった）部位」、そして「指摘できなかった部位」の3種類を、VR空間内で色別に確認することが出来る。

また、不具合箇所について「正解モデル」と「不正解モデル」を瞬時に切り替えて表示する機能を使って、受講者は視覚的に「何がどのように間違いなの

か？」、本来どうあるべきかを視覚・体感的に学ぶことができる様にしており、受講生から、この機能の評判が高い。

(5) 受講者層に合わせた教育

本システムは、起動時に、不具合箇所数や難易度を設定（選択）することを出来る様にしており、様々な対象階層（新入社員～中堅職員）での教育や、同一職員への複数回の受講対応もできるようにしている。

5. おわりに（運用と今後の展開）

今回紹介した本システムヴァーチャルリアリティ技術を用いたVR教育システムは、全社研修に加え、各支店や現場単位研修で運用している。

運用（教育）する中で、受講者や講師からの意見に加え、研修の合間にVR体験をしたオブザーバ（職員）からVRを活用した様々なアイデア（夢）をもらうことが多い。

最初のモデルは「モックアップ型実地研修」とほぼそのままのモデルをVR化したものであるが、現在、設備、仕上げなどの品質教育系のほか、仮設、安全などさまざまなVR教材の構築を検討している。

また、研修用だけでなく、計画・施工中の実プロジェクトにおいてもBIMデータなどからVR素材を構築し、発注者・設計者と共に、モノ決め用のツールとして活用することも予定している。

JICMA

【筆者紹介】

中島 芳樹（なかじま よしき）
 (株)大林組
 本社 建築本部 本部長室
 担当部長



地上躯体に適用可能な 中品質再生骨材を用いたコンクリートの実用化

高橋 祐一

日本建築学会の「再生骨材を用いるコンクリートの設計・製造・施工指針（案）」を参考に、中品質再生粗骨材を用いたコンクリートを乾燥収縮の影響を受ける地上躯体に適用することを目的として、再生粗骨材 M および H に該当する骨材を用いたコンクリートの耐久性の比較、ならびに再生粗骨材 M の品質管理方法について検討を行った。その結果、課題となる乾燥収縮に対して、早期判定による品質管理を行うことで、十分に所要の品質を満足できることを確認した。

キーワード：再生骨材コンクリート、再生粗骨材 M、地上躯体、品質管理、乾燥収縮

1. はじめに

近年、建設廃棄物に占めるコンクリート塊の割合が増大しており、平成 24 年度においてはその 43% 程度を占めているものの、その再資源化率は 99% と高い値を示している。しかしながら、そのほとんどは路盤材として利用されたものであり、コンクリート用骨材として利用されたのは、再資源化されたコンクリート塊の 0.2% 程度に留まっている¹⁾。また、地域によっては、路盤材の需要が頭打ちとなる等、安定した需要を見込むことは難しいと思われる。さらに、平成 30 年度におけるコンクリート塊の再資源化率の目標値は現状維持の 99%¹⁾ となっており、この高い再資源化率を維持するためには、コンクリート用骨材としての利用を増大していく必要がある。

筆者らは、再生骨材コンクリートの普及を図ることを目的に、製造コストや回収率、使用部位の範囲といった観点から、高品質の再生骨材 H や低品質の再生骨材 L ではなく、これらの中間の品質である再生骨材 M に着目して検討を行い、これまでに延べ 14 件の国土交通大臣認定を取得し、実際の工事に適用している^{例えば2)}。

本稿では、日本建築学会の「再生骨材を用いるコンクリートの設計・製造・施工指針（案）」を参考に、中品質再生粗骨材を用いたコンクリートを、乾燥収縮の影響を受ける地上躯体に使用することを目的として、再生粗骨材 M および H に該当する骨材を用いたコンクリートの耐久性の比較、ならびに再生粗骨材 M の品質管理方法について検討を行った結果について報告する。

2. 再生骨材コンクリートの概要

(1) 再生骨材の製造方法

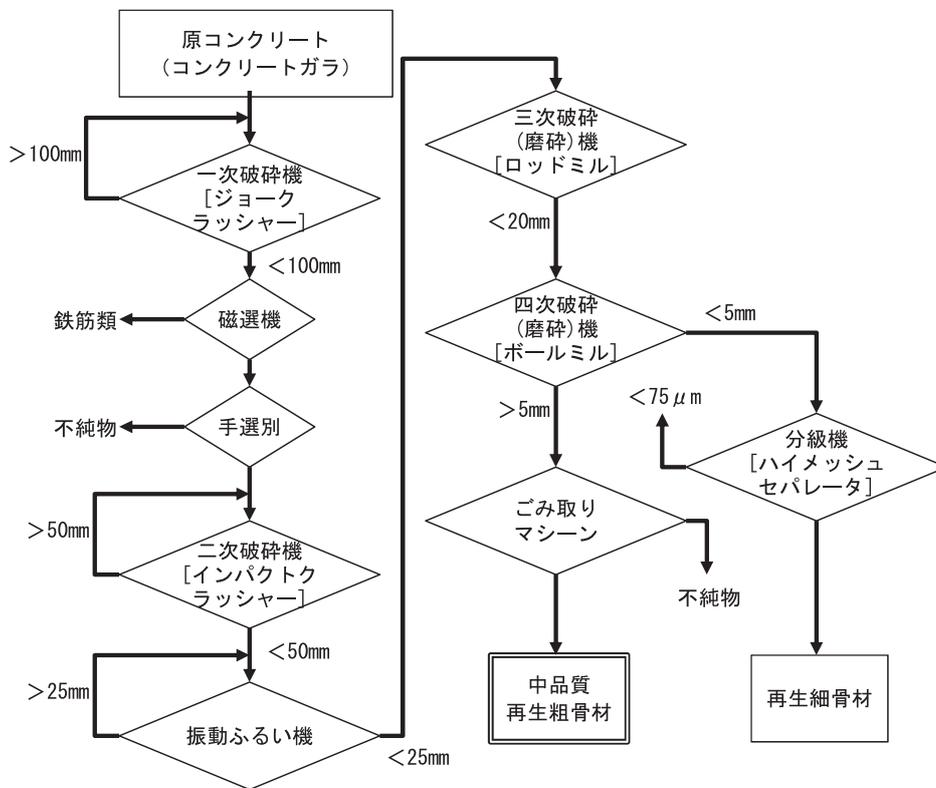
再生骨材の製造方法を表 1 に、本検討で対象としている中品質再生粗骨材の製造フローを図 1 に示す。再生骨材 H は、特殊な機械や加熱処理を行うため、品質が高いものの、製造に係るエネルギーが大きく、製造コストも高い。再生骨材 L は、破碎処理と粒度調整の簡便な方法で製造できるため、品質は劣るが安価で製造に係るエネルギーも小さい。一方、本検討で対象としている中品質再生粗骨材は再生骨材 M に該当し、破碎処理と再生骨材 H よりも簡便な磨砕処理の組合せにより製造するため、比較的安価である。

(2) 再生骨材の規格および再生骨材コンクリートの使用部位

再生骨材に関する JIS は 2005 年～2007 年にかけて、JIS A 5021（コンクリート用再生骨材 H）、JIS A 5022（再生骨材 M を用いたコンクリート）、JIS A 5023（再生骨材 L を用いたコンクリート）が規格化されている。この内、再生骨材 H は、JIS A 5308（レディーミクストコンクリート）附属書 A に適合する骨材であり、さらに 2016 年 6 月に平成 12 年建設省告示第 1446 号が改正され、国土交通大臣認定を取得することなく建築物に使用することが可能となった。これに対し、再生骨材 M を用いたコンクリートは、国土交通大臣認定を取得した上で、建築物に使用することができるものの、その使用部位は、場所打ち杭や乾

表一 再生骨材の製造方法

	再生骨材 H	再生骨材 M	再生骨材 L
一次処理 (破碎)	ジョークラッシャー		
二次処理 (破碎)	インパクトクラッシャー		
高度処理 (すりもみ等)	加熱すりもみ式 スクリー磨砕式 等	ロッドミル ボールミル 等	-
その他	分級処理	不純物除去 (磁選・手選)	
メリット	・高品質 ・品質の安定性高	・製造コストは比較的安価 ・HとLの中間の品質が安定的に製造可能 ・回収率等はHとLの中間	・製造コスト安 ・投入エネルギー小 ・回収率大
デメリット	・製造コスト高価 ・投入エネルギー大 ・回収率小	・耐久性に課題あり	・低品質 ・品質の安定性低



図一 中品質再生粗骨材製造フロー

乾燥収縮の影響を受けにくい地下躯体に限定されているのが現状であった。一方、2014年10月には、再生骨材を用いるコンクリートの設計・製造・施工指針（案）（以下、再生コン指針とする）が日本建築学会から発刊され、再生骨材コンクリート M を乾燥収縮の影響を受ける構造部材に用いる場合の方針が示された。再生コン指針には、耐久設計基準強度や乾燥収縮率の目標値となる値が記述されており、これらを準拠することで、再生骨材 M を用いたコンクリートを地上躯体に使用できる可能性が高まった。

3. 再生骨材 H および M を用いたコンクリートの耐久性確認実験

(1) 使用材料

本実験で使用した材料を表一 2 に示す。この内、粗骨材については、検討対象としている再生粗骨材 M の他、比較用として再生粗骨材 H に該当する 3 種類、普通粗骨材 1 種類の計 5 種類を使用した。使用した再生粗骨材の外観を写真一 1 ~ 4 に示す。なお、検討対象の再生粗骨材 M の物性は、地上躯体に使用するにあたり想定した品質基準値（絶対密度 2.45 g/cm³

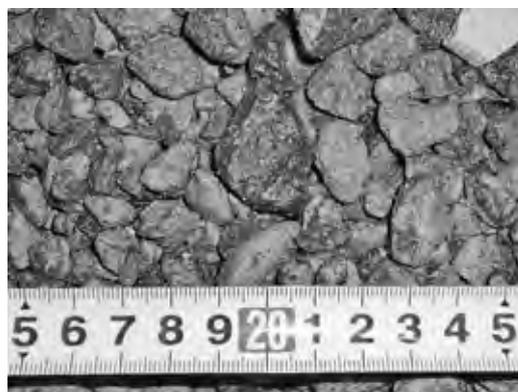
表一2 使用材料

名称	記号	銘柄/産地	物性
セメント	C	普通ポルトランドセメント	密度：3.15 g/cm ³
細骨材	S1	砕砂/東京都八王子産	絶乾密度：2.62 g/cm ³ 吸水率：1.09%
	S2	山砂/千葉県富津産	絶乾密度：2.53 g/cm ³ 吸水率：1.78%
普通粗骨材	JC	砕石/東京都八王子産	絶乾密度：2.62 g/cm ³ 吸水率：0.56%
再生粗骨材	AM* ¹	再生粗骨材 M / A 工場	絶乾密度：2.46 g/cm ³ 吸水率：3.26%
	AH* ¹	再生粗骨材 H / A 工場	絶乾密度：2.54 g/cm ³ 吸水率：2.21%
	BH* ¹	再生粗骨材 H / B 工場	絶乾密度：2.50 g/cm ³ 吸水率：2.55%
	CH* ¹	再生粗骨材 H / C 工場	絶乾密度：2.54 g/cm ³ 吸水率：2.24%
化学混和剤	Ad	AE 減水剤	-
	SP	高性能 AE 減水剤	-
	-	空気量調整剤	-

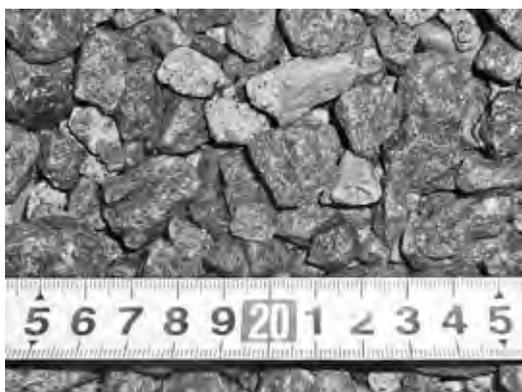
*1 A・B・C：再生骨材製造工場 M・H：再生粗骨材の品質区分



写真一1 再生粗骨材 AM



写真一3 再生粗骨材 BH



写真一2 再生粗骨材 AH



写真一4 再生粗骨材 CH

以上、吸水率 3.5%以下) の下限付近となるように処理程度を調整したものである。

(2) コンクリートの調合

本実験におけるコンクリートの調合を表一3に示す。水セメント比は、呼び強度 24～42 の範囲をカバーできるように 57%、45%および 38%とした。再生粗骨材を用いた調合の単位水量は、当該生コン工場におけるこれまでの実績より設定し、普通粗骨材を用いた

調合から 3 kg/m³ を減じた値とした。スランプおよび空気量の管理値は、運搬によるロスを考慮し、スランプが W/C = 57% および W/C = 45% では 19 ± 2.5 cm, W/C = 38% では 19 ± 2 cm とし、空気量は 5.0 ± 1.5% として、それぞれ AE 減水剤または高性能 AE 減水剤と AE 剤を用いて調整した。

(3) 練混ぜ

練混ぜは強制二軸練りミキサを使用し、セメント、

表—3 調合

調合名*1	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				Ad*2 (C × %)
			W	C	S1/S2	G	
57JC	57.0	49.6	178	312	620/261	910	1.1
57AH		47.8	175	307	603/253	926	1.1
57BH						890	1.1
57CH						926	1.1
57AM						876	1.1
45JC	45.0					41.1	181
45AH		45.4	178	396	546/229	926	1.1
45BH						890	1.1
45CH						926	0.9
45AM						876	1.1
38JC	38.0					46.3	170
38AH		44.6	167	439	535/224	933	0.9
38BH						898	0.8
38CH						933	0.8
38AM						883	0.8

*1 調合名：水セメント比+粗骨材種類

*2 水セメント比 38%は高性能 AE 減水剤使用，他は AE 減水剤使用

表—4 試験方法

対象	試験項目	試験方法	備考
フレッシュ コンクリート	スランブ	JIS A 1101	19 ± 2.5 cm, 2 cm
	空気量	JIS A 1128	5.0 ± 1.5%
	温度	JIS A 1156	-
	塩化物含有量	JASS5T-502	0.30 kg/m ³ 以下
硬化 コンクリート	アルカリシリカ 反応性	ZKT-206	相対動弾性係数 ≥ 80%
	圧縮強度	JIS A 1108	標準養生
	静弾性係数	JIS A 1149	標準養生
	長さ変化	JIS A 1129-2	8 × 10 ⁻⁴ 以下
	促進中性化	JIS A 1153	-

細骨材および粗骨材を投入し 15 秒間の空練りを行い、注水後 90 秒間の練混ぜを行った。

(4) 試験方法

試験は、表—4 に示す項目および方法で実施した。

4. 実験結果

(1) フレッシュコンクリート試験結果

フレッシュコンクリートの試験結果を表—5 に示す。各調合のスランブおよび空気量は、全ての調合において管理値内に納まった。また、塩化物含有量については、これまでの結果と同様に、再生骨材の品質区分による一律の傾向は認められず^{（例えば2）}、いずれの調合においても、管理値である 0.30 kg/m³ を下回った。

表—5 フレッシュコンクリート試験結果

調合名	スランブ (cm)	空気量 (%)	コンクリート 温度 (°C)	塩化物含有量 (kg/m ³)
57JC	16.5	5.9	21	0.03
57AH	19.0	4.3	21	0.02
57BH	19.0	5.0	21	0.04
57CH	19.5	5.9	21	0.04
57AM	18.5	5.0	22	0.03
45JC	19.0	4.7	22	0.05
45AH	19.5	3.9	21	0.04
45BH	19.0	4.0	21	0.03
45CH	18.5	5.1	23	0.04
45AM	19.0	5.4	22	0.05
38JC	21.0	4.7	23	0.04
38AH	20.5	5.4	22	0.04
38BH	19.0	6.1	22	0.03
38CH	19.0	5.0	23	0.03
38AM	19.0	5.5	22	0.05

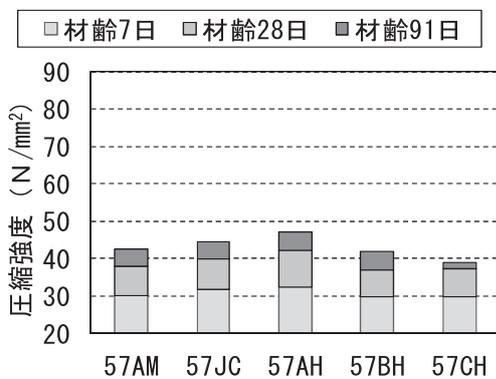
(2) 硬化コンクリート試験結果

(a) アルカリシリカ反応性

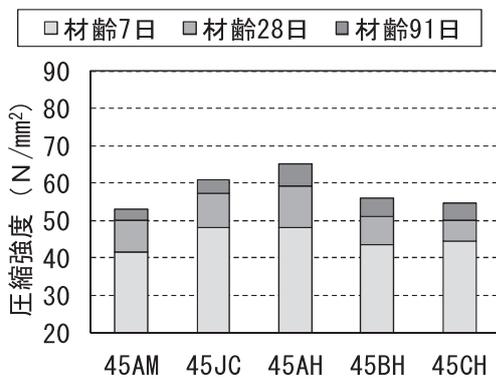
アルカリシリカ反応性迅速試験は、骨材 AH, CH および AM の 3 種類を選定し、単位セメント量が多い水セメント比 38% の調合を対象に行った。相対動弾性係数 80% 以上を反応性なし (A) として合格と判定するが、調合 38AH および 38AM は 80% 以上を確保し合格となった。一方、38CH は再生骨材 H に該当する粗骨材を使用したものの、相対動弾性係数が 80% を下回り不合格となった。

(b) 圧縮強度

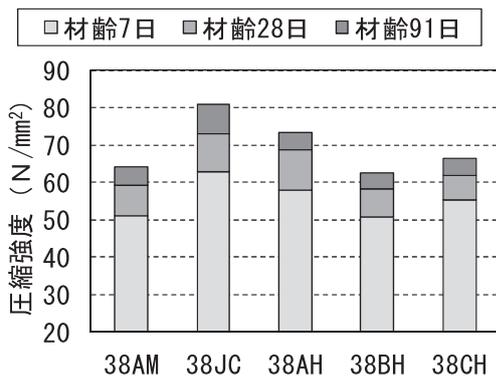
圧縮強度試験結果を図一 2 ~ 4 に示す。骨材 JC と骨材 AH は、いずれの水セメント比においても比較



図一 2 圧縮強度試験結果 (W/C = 57%)



図一 3 圧縮強度試験結果 (W/C = 45%)

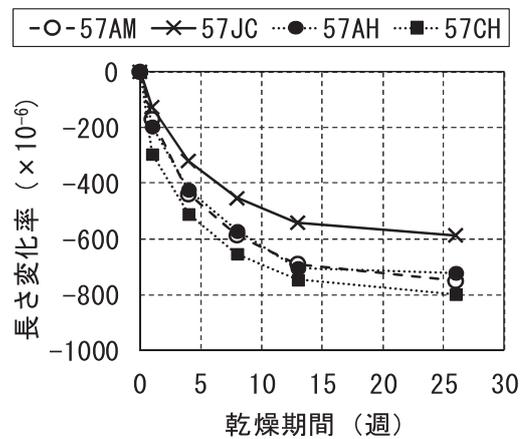


図一 4 圧縮強度試験結果 (W/C = 38%)

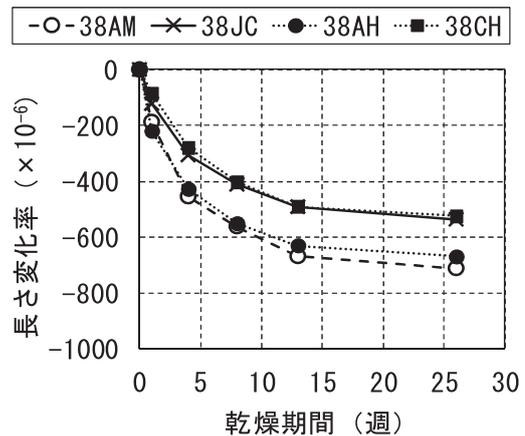
的圧縮強度が大きくなった。他は再生骨材の品質区分に関わらず、概ね同程度の値であった。

(c) 長さ変化率

長さ変化試験結果を図一 5 および図一 6 に示す。各水セメント比ともに骨材 JC の値が小さいものの、再生骨材の品質区分に関わらず、全ての調合において、再生コン指針に示されている目標値の目安である「 8×10^{-4} 」を下回った。また、再生骨材の品質区分による差をみると、骨材 AH と AM では、後者の方がやや大きいものの、概ね同等の結果であった。一方、骨材 CH は水セメント比によって傾向が大きく異なる結果であった。



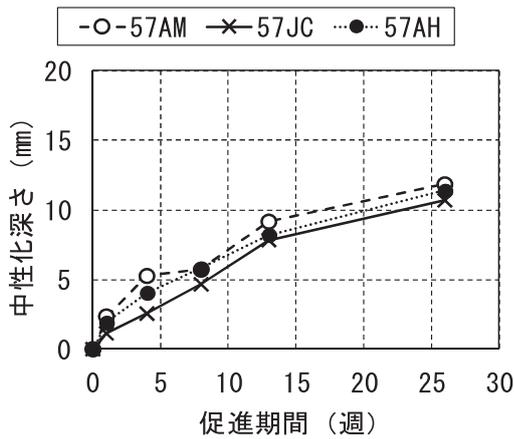
図一 5 長さ変化試験結果 (W/C = 57%)



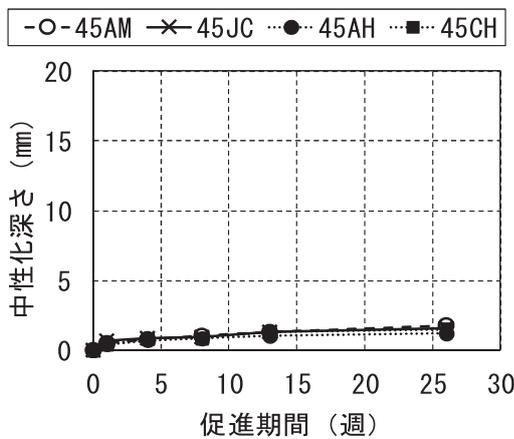
図一 6 長さ変化試験結果 (W/C = 38%)

(d) 中性化深さ

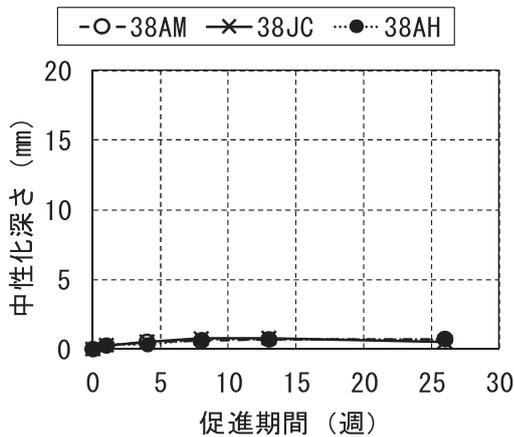
促進中性化試験結果を図一 7 ~ 9 に示す。水セメント比 57% では、骨材 JC を用いた調合の値が、AH および AM と比較してやや小さいものの、他の水セメント比では大きな差はみられなかった。また、再生骨材の品質区分による差をみると、いずれの水セメント比でも骨材 AH および CH と AM との差はほとんどみられなかった。



図一七 促進中性化試験結果 (WC = 57%)



図一八 促進中性化試験結果 (WC = 45%)



図一九 促進中性化試験結果 (WC = 38%)

5. 地上躯体に使用する場合の耐久性に対する品質管理の検討

再生骨材コンクリートを上部躯体に使用する場合の耐久性に関する品質管理項目としては、①コンクリートの塩化物量、②アルカリシリカ反応性、③凍結融解抵抗性、④乾燥収縮に対する抵抗性、⑤中性化に対する抵抗性、以上の5つが挙げられる。この内、①およ

び②については、場所打ち杭ならびに地下躯体に使用する場合と同様の品質管理³⁾を実施すれば良いと考えられる。また、③については再生コン指針に基づいた品質管理を、⑤については、一般のコンクリートと同様に圧縮強度(耐久設計基準強度)によることから、特別な品質管理を実施しなくて良いと判断した。

以上より、本検討では④乾燥収縮に対する品質管理方法について検討した。乾燥収縮に対する品質管理は、JASS 5 11.4に記載されている通り、「JIS A 1129:モルタル及びコンクリートの長さ変化測定方法」によって実施する必要がある。一般的には乾燥期間26週の測定値により管理されているが、試験ロット毎の原コンクリートおよび原骨材の種類が常に一定ではない出所不特定の再生骨材を対象とした場合には、試験期間が長く実用的ではない。そこで、早期判定による品質管理について検討を行った。JASS 5 11.4による早期判定式を式(1)に示す。

$$\epsilon_{sh}^{est} = \alpha_i \times \epsilon_{sh}^i \tag{1}$$

ここに、 ϵ_{sh}^{est} : JIS A 1129-1~3および同附属書A(参考)に基づき測定されたコンクリートの乾燥期間26週(6ヶ月)における乾燥収縮率の推定値

ϵ_{sh}^i : JIS A 1129-1~3および同附属書A(参考)に基づき測定されたコンクリートの乾燥期間*i*週(6ヶ月)における乾燥収縮率、*i*は4, 8, 13のいずれかとする

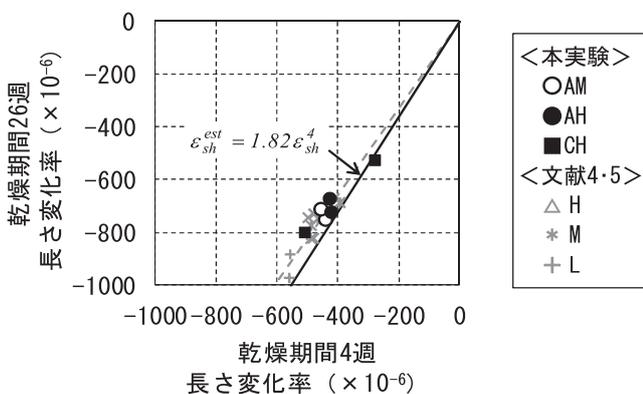
α_i : ϵ_{sh}^i から ϵ_{sh}^{est} を推定するための係数

ここで、JASS 5 解説表 11.5に記載されている係数 α_i は、特殊な仕様のコンクリートを除いたものから求められており、本検討のような場合は、使用材料に応じた係数 α_i を求めることとなっている。そこで、JASS 5 解説表 11.5と同様の手順にて4%不良率を考慮した係数 α_i を求めた。さらに、乾燥期間26週における乾燥収縮率の目標値を 8×10^{-4} 以下とするための、乾燥期間4週、8週および13週における乾燥収縮率の品質基準を得られた係数 α_i から算出した。それぞれの結果を表一6に、早期判定式における係数の妥当性の検証結果を図一10~12に示す。これらの図をみると、JASS5の解説図11.2と同様に各乾燥期間における乾燥収縮率に係数を乗じて求めた26週の推定値は、概ね安全側に評価できるものと考えられる。

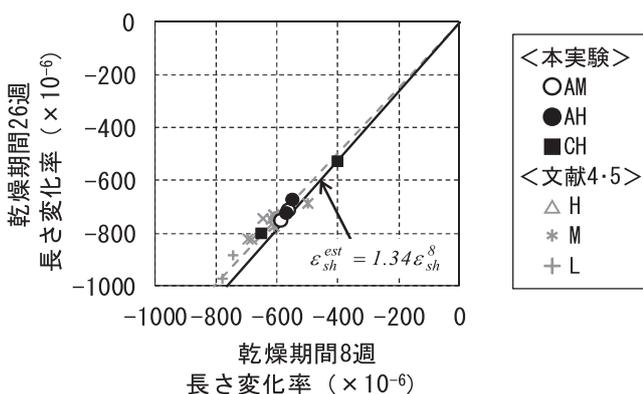
表一六 早期判定式の係数 α_i の算定および乾燥収縮率の品質基準

乾燥収縮率の倍率	平均値	標準偏差	α_i *1	乾燥収縮率の品質基準
乾燥期間 26 週に対する 4 週の倍率	1.65	0.100	1.82	466×10^{-6}
乾燥期間 26 週に対する 8 週の倍率	1.24	0.055	1.34	633×10^{-6}
乾燥期間 26 週に対する 13 週の倍率	1.10	0.039	1.17	725×10^{-6}

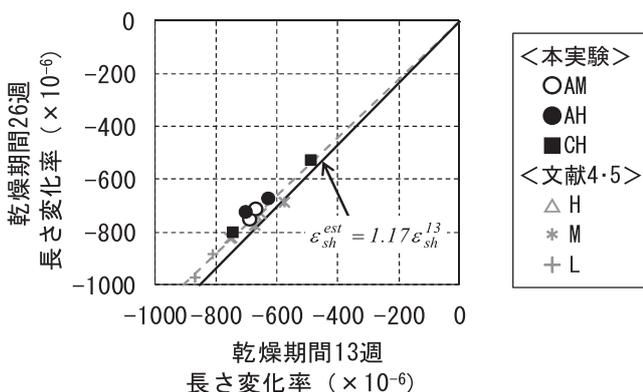
* 1 4%不良率を許容した値



図一十 係数 α_i の妥当性の検証 (乾燥期間 4 週)



図一十一 係数 α_i の妥当性の検証 (乾燥期間 8 週)



図一十二 係数 α_i の妥当性の検証 (乾燥期間 13 週)

6. おわりに

本稿では、再生骨材 M に区分されるものの、再生骨材 H に近い品質である骨材 AM と 3 種類の再生骨材 H を用いたコンクリートの耐久性の比較、ならびに地上躯体に適用する場合の品質管理方法について検討を行った結果について報告した。その結果、課題となる乾燥収縮に対し、早期判定による品質管理を行うことで、十分に所要の品質を満足できることを確認した。なお、本稿の内容を基にして、中品質再生粗骨材の品質管理基準を設定した。さらに、実際の生コンプラントでの製造実験を実施して、構造体強度補正值および強度算定式に対する検討を行った内容を加えて、実際に地上躯体に使用できる再生骨材コンクリートとして国土交通大臣認定を取得した。

謝 辞

本実験の実施にあたり、(株)東京テクノ、三協 Mirai (株)および日本シーカ(株)の各位に多大なるご協力をいただきました。各位に厚く御礼申し上げます。また、再生骨材をご提供いただいた武蔵野土木工業(株)にここに記して謝意を表します。

J C M A

《参考文献》

- 1) 国土交通省：平成 24 年度建設副産物実態調査結果参考資料，2014.3
- 2) 松田他：中品質再生骨材を用いたコンクリートの実構造物への適用，コンクリート工学年次論文集，vol.34，No.1，pp.1516～1521，2012.7
- 3) 竹内他：中品質の再生細・粗骨材を用いたコンクリートの実構造物への適用 その 1 実施概要および骨材の品質，日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1 (関東)，pp.245～246，2011.8
- 4) 竹内他：再生骨材コンクリートの適用範囲拡大に向けた耐久性に関する研究，コンクリート工学年次論文集，vol.30，No.2，pp.373～378，2008.7
- 5) 高橋他：破砕値による再生粗骨材の品質基準の設定に関する検討，日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1 (近畿)，pp.161-162，2014.9

【筆者紹介】

高橋 祐一 (たかはし ゆういち)
 五洋建設(株)
 技術研究所 建築技術開発部
 担当部長 博士 (工学)



外側耐震補強構法『KG 構法』の新たな展開

完全外部施工方法の開発

牧田 敏郎・大谷 昌史・田畑 卓

既存建物の耐震補強構法において、補強工事中も建物を使用可能とするためには、補強部材を建物の外部に取り付ける外側耐震補強構法が有効である。そこで、既存建物外周部の柱梁接合部にピン接合により外付け鉄骨フレームを取り付ける耐震補強構法『Key Grid 構法 (KG 構法)』(以下「本構法」という)を2008年に開発した。それ以降、様々な建物に適用可能な補強工法とするため、順次、適用範囲を広げていき、完全外部施工方式を可能とする接合法を開発した。本報では、構法の概要と構法の確立のために行った構造性能検証実験を紹介する。

キーワード：外側耐震補強、完全外付け、制震部材、増設梁、圧着接合

1. はじめに

既存建物の耐震補強構法において、補強工事中も建物を使用できるように外部に鉄骨フレームを取り付ける本構法を開発し、2008年8月に財団法人ベターリビングの一般評定を取得し、学校施設等の建物に採用してきた。

本構法では補強鉄骨フレームの取り付け方式として、バルコニーがない建物を対象とした「直付け方式」とバルコニー付き建物を対象とした「増設梁方式」がある。

今回は、後者の増設梁方式を対象として、室内に立ち入る必要が無い完全外部施工方式を可能とする接合法を開発し、2016年10月に一般評定(再評定)を取得した。

2. 本構法の概要

(1) 構法概要

本構法は、既存建物の柱梁接合部にピン装置「KGピン」を取り付け、既存躯体の外側にKGピンを介して鉄骨造の補強フレーム「KGフレーム」を取り付けて補強する耐震補強構法である。

本構法の概念図を図一1に示す。本構法は、外付けフレームによる補強構法の一つであるが、躯体との取り付け部をピン接合としたことにより力学的に明らかな応力伝達構造を成立させる特長がある。ピンは鋼製とし、地震力によって生じる既存躯体のせん断力のみを外付けフレームに伝達する。ピンによって相互に接



図一1 本構法の概念図



図一2 各部の名称

続するため、外付けフレームから躯体への付加的な曲げモーメントの作用を排除することができる。KGフレームは負担せん断力に応じてフレームの柱中間に

KG デバイス（制震部材）を設置する。図一2に各部の名称を表した図を示す。

(2) 特徴

本構法の特徴を以下に記す。

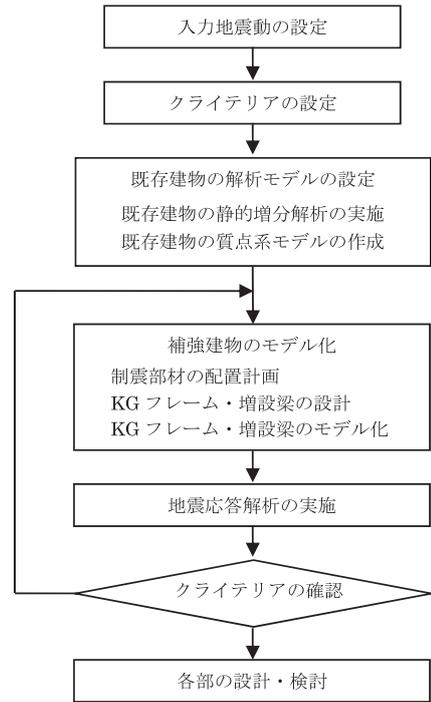
- ①既存躯体の加工箇所が限定的であるため、施工時の騒音・振動の発生が少ない
- ②ほとんどが外部作業であるため、建物を使いながら補強できる
- ③補強部材が鉄骨を主体とした乾式の補強構法であるため、工期が短い
- ④補強部材はブレース材に頼らないため、窓などの開口部を塞ぐことなくシンプルなデザインにすることができる
- ⑤建物特性に応じた制震部材を選択できるため、既存建物に最適で優れた補強効果を得ることができる
- ⑥バルコニータイプの建物にも対応（既存建物が最外構面に跳ね出しスラブを有しており、梁柱接合部に KG ピンを取り付けられない場合には、跳ね出しスラブ下部にプレストレストコンクリート造の増設梁を新設し、その先端に KG ピンを設置する）

本構法を適用した直付け方式と増設梁方式の耐震補強工事例を図一3に示す。

(3) 設計法の概要

本構法の設計は、補強部材として制震部材を採用しているため、原則動的補強設計法による。ただし、通常の耐震診断に基づく静的補強設計法も設計法のメニューに揃えている。以下に動的補強設計法の概要を示す（図一4）。

既存建物の静的増分解析結果から、振動解析モデル（質点系モデル）を作成する。必要な構造性能を満足する KG フレームと増設梁の剛性・耐力等を考慮して補強部材のモデル化を行い、補強後建物の振動解析モデルを作成する。

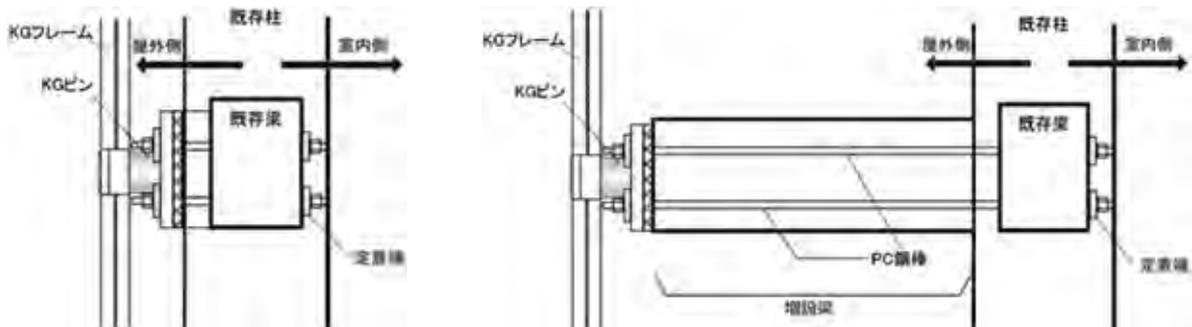


図一4 補強設計のフロー

質点系モデルでの地震応答解析結果で、一部の地震波や階でクライテリアを満足していない場合などは、より詳細なモデルである立体モデルによる検討を行う場合もある。

地震応答解析の結果がクライテリアを満足することを確認した後、KG ピン・KG ベース等各部の設計を行う。設計用入力地震動は、「極めて稀に発生する地震動」に対応するレベル2の地震動を想定して設定する。

静的増分解析結果により、目標変形角までに脆性破壊が生じる場合には別途靱性補強を計画し、耐震性能目標を確保する。また、既往の耐震補強構法との比較のために、耐震性能目標に加えて換算 Is 値を用いて評価することも可能である。



図一3 本構法の側面概要図（左：直付け方式、右：増設梁方式）

3. 完全外部施工方法の追加

(1) 施工法の概要

従来の増設梁方式では既存躯体まで貫通させたPC鋼棒により、既存建物と増設梁、KGピンを圧着接合としていたために、定着端の施工が室内作業となっていた。今回の追加・変更では、既存建物と増設梁の接合をあと施工アンカー、増設梁とKGピンの接合をPC鋼棒による圧着接合とすることにより、室内に立ち入ることなく、外部のみで施工を行うことができるようになった（図—5、6）。

(2) 設計法

本構法では、増設梁を含むKGフレーム取付け部のモデル化が制震デバイスの効果に影響を及ぼす。完全外部施工方法の場合、増設梁の設計は以下の方針で進める。

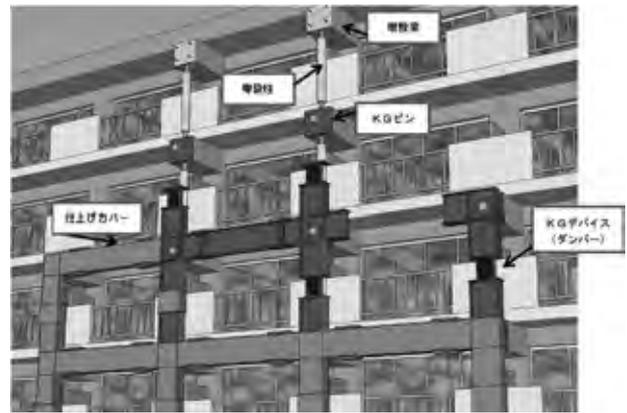
- ①作用荷重の水平方向成分に対しては、増設梁と既存跳ね出しスラブを一体化することで、既存躯体に伝達する。
- ②作用荷重の鉛直方向成分に対しては、増設梁の曲げせん断抵抗と増設柱の軸力伝達を考える。
- ③増設梁の設計はRC規準等に従い、作用荷重に対して、短期許容せん断耐力以下、かつ主筋の降伏を生じさせないこととする。
- ④増設柱は十分な軸剛性を持つ部材断面とし、両端ピン接合とする。
- ⑤動的補強設計におけるモデル化ではひび割れ等による非線形性を考慮する。

(3) 性能確認試験

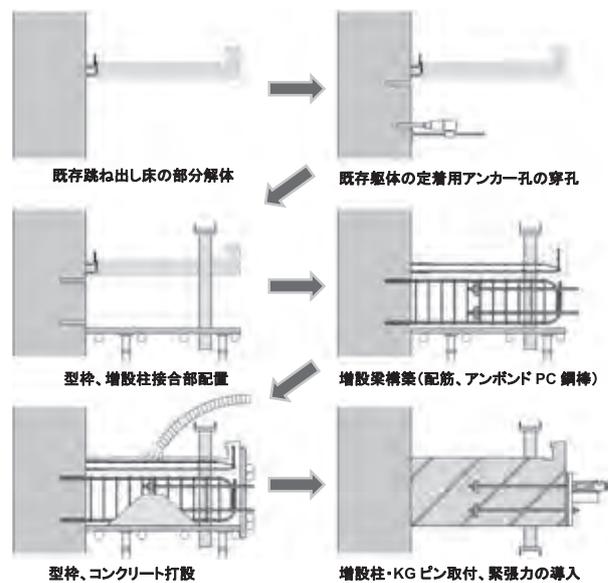
完全外部施工方法では、既存躯体に削孔した孔内に増設梁主筋を定着する。そこで、増設梁主筋の定着性能確認のための定着鉄筋引抜き実験と、既存躯体の損傷による増設梁の耐力・剛性への影響を確認するための立体架構実験を実施した。

(a) 定着鉄筋引抜き実験

本構法にて想定している増設梁主筋の定着方法には、予め削孔した孔内に定着金物を取り付けた鉄筋を挿入して孔内にグラウトを充填する方式と、孔内にエポキシ樹脂を充填し定着鉄筋を直線定着とする方式の2通りがある。いずれの場合も鉄筋に生じた引張り応力が孔の界面を介して既存躯体に伝達される必要があるため、孔界面が定着鉄筋の剛性・耐力に及ぼす影響を把握する目的で、定着鉄筋の引き抜き実験を実施した。主な実験因子はコンクリート強度、孔内の粗面化、



図—5 完全外部施工方式の概要図



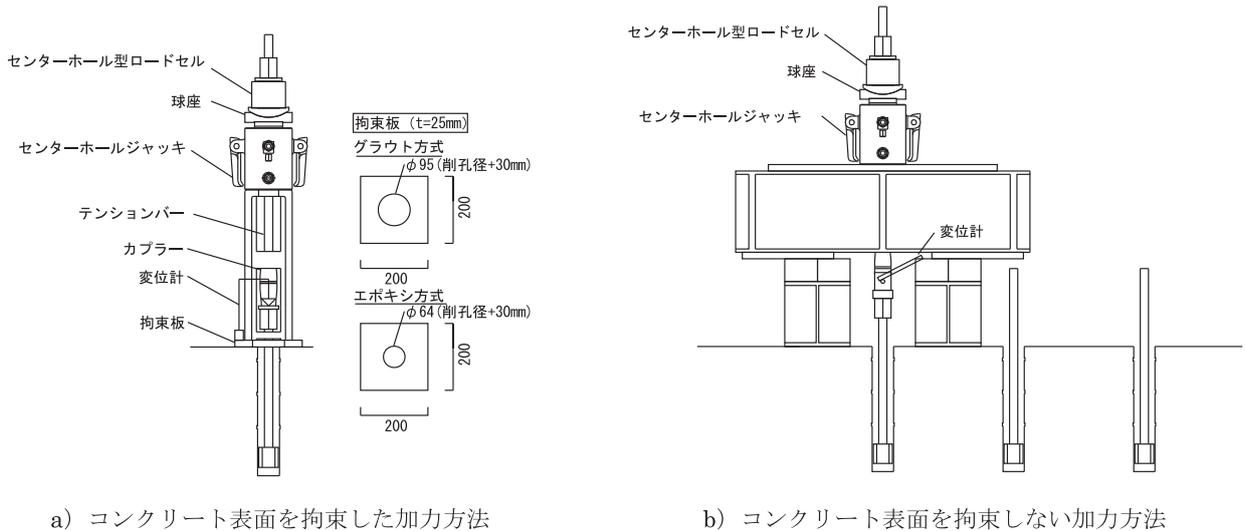
図—6 完全外部施工方式の施工手順

定着長さ、加力時におけるコンクリート表面の拘束の有無（図—7参照）である。

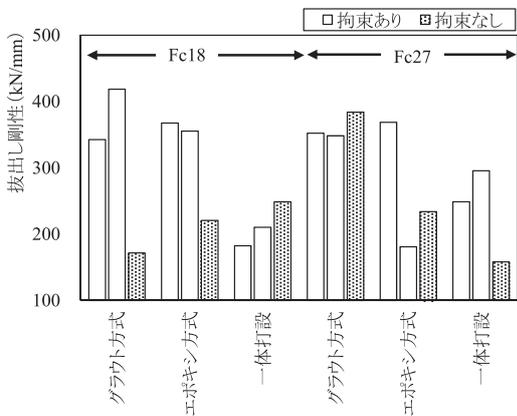
本実験により得られた各定着鉄筋の抜け出し剛性の比較を図—8に示す。グラウト方式、エポキシ方式のいずれも、孔を設けず定着鉄筋をコンクリート内に一体打設した場合と同程度の抜け出し剛性を有することが確認された。また、図—9は定着耐力の実験値と計算値の対応である。実験結果より、孔内を粗面化しない場合においても粗面化を行った場合と同等の付着強度となることを確認した。また、グラウトを用いる場合とエポキシを用いる場合の孔の界面における付着強度を安全側に評価する式を定めた。

(b) 立体架構実験

増設梁主筋は柱梁接合部近傍に定着される。前掲の引き抜き実験では、定着鉄筋が健全なコンクリートに定着された条件となっているが、実際には既存躯体の損傷によって定着部が影響を受けることが想定される。そこで、既存躯体と増設梁を模した試験体に対し



図一七 定着鉄筋引き抜き実験



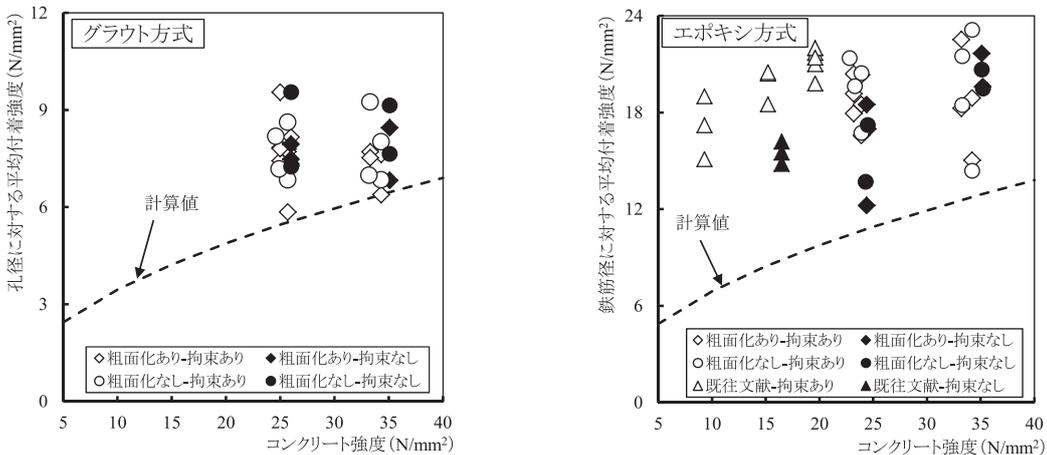
図一八 定着鉄筋の抜け出し剛性の比較

て加力を行い、その定着性能および増設梁の変形性能を検証した。

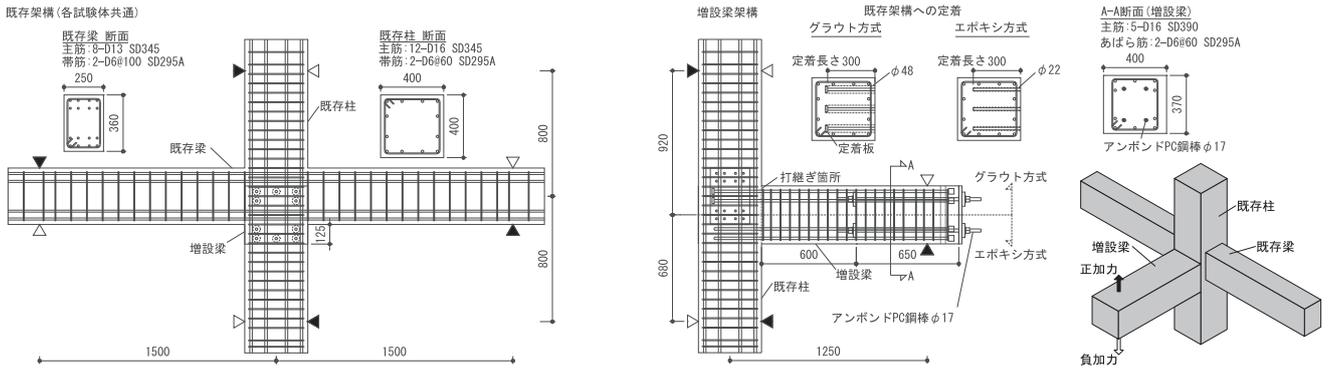
試験体を図一十に示す、既存躯体を模した十字形架構とその直交方向に増設梁から構成される立体架構とし、増設梁の定着方式としてグラウト方式とエポキシ方式を採用した2体を計画した。加力にあたって

は、既存架構の加力により柱梁接合部のせん断応力レベル、すなわち損傷レベルを段階的に増大させ、それぞれのレベルに対して増設梁を加力する方法とした。柱梁接合部のせん断応力度 τ レベルは、コンクリート圧縮強度 σ_B に対する比 (τ/σ_B) で0(無損傷), 0.15, 0.20, 0.23の4段階とし、増設梁は曲げ降伏耐力の0.85倍まで加力した。

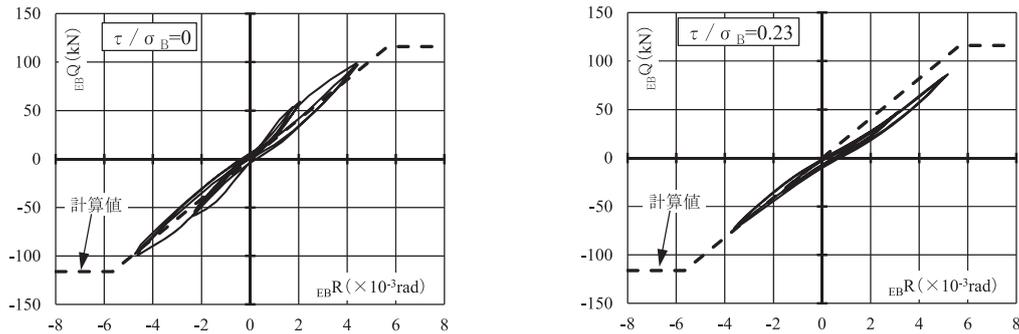
図一十一にエポキシ方式の増設梁の荷重-変形関係を例示する。グラウト方式、エポキシ方式ともに荷重-変形関係はせん断応力度レベルが $0.23 \tau/\sigma_B$ に至るまで線形を保持していたが、その剛性は図に示すようにせん断応力度レベルの増大に伴って徐々に低下する性状を示した。そこで、完全外部方式の適用にあたっては既存躯体の柱梁接合部のせん断応力度が $0.23 \tau/\sigma_B$ 以下であることを条件とし、また、増設梁の剛性の評価において図一十二の結果を反映した低減を考慮するものとした。



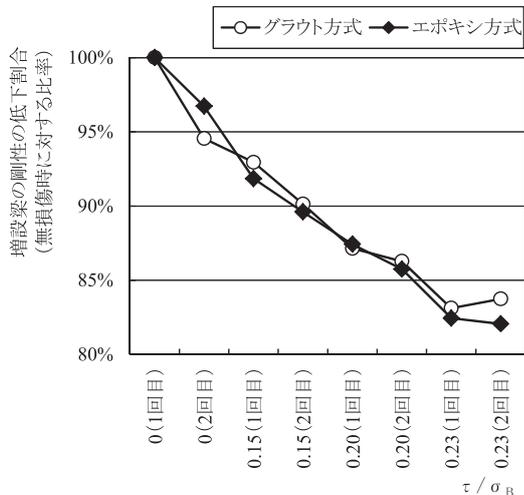
図一九 定着耐力の実験値と計算値の対応



図一 10 立体架構造試験体



図一 11 増設梁の荷重—変形関係 (エポキシ方式)



図一 12 増設梁の剛性低下率

4. おわりに

新耐震設計法施行以前に建築された建物に対して、大地震への対策として耐震補強が求められているが、マンション等は、耐震化率がまだまだ十分ではない。補強が進まない要因のひとつとして、室内に入らずに補強が可能で採光や視界を妨げない補強工法が十分でないことが挙げられる。

本構法 KG 構法が、このような社会的要求に対し 1 つの答えになるものと考えており、重要な社会資本である学校や住宅等のストック建築物の耐震補強促進に今後とも貢献していきたいと考えている。

謝 辞

KG 構法は安藤ハザマ・西武建設他 1 社による共同研究による。開発に係った関係各位にこの場を借りて謝意を表します。

JCM A

《参考文献》

- 1) 野中康友, 本多徹哉, 藤本利昭, 原博, 板尾浩, 川崎栄治: ピン接合形式による外付け制震補強構法の開発 (その 1) 構法概要と試設計, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2008
- 2) 古谷祐希, 田畑卓, 牧田敏郎, 樋渡健, 山岸直樹, 藤本利昭: ピン接合形式による外付け制震補強構法の開発 (その 9) 立体架構実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.671 ~ 672 2015 年 9 月

【筆者紹介】

牧田 敏郎 (まきた としろう)
 (株)安藤・間
 建築事業本部構造技術部

大谷 昌史 (おおたに まさふみ)
 (株)安藤・間
 建築事業本部構造技術部

田畑 卓 (たばた たく)
 (株)安藤・間
 技術本部技術研究所

杭頭接合部の耐震性能向上および施工の省力化技術 鋼板補強型杭頭接合工法 TO-SPCap 工法の開発

福田 健・石塚 圭介

近年杭基礎の設計において、杭の高支持力化に伴う鋼管コンクリート杭の採用が増加している。鋼管コンクリート杭の耐力は高いものの、パイルキャップに定着するための杭頭接合筋量が多くなることから過密配筋となり基礎躯体の施工が困難となる傾向が見られる。そこで、筆者らは杭頭接合部の過密配筋の解消および耐震性能の向上を目的とした、TO-SPCap 工法（以下、「本工法」という）を開発した。本稿では本工法の抵抗機構、施工方法の概要および現場への適用事例を紹介する。

キーワード：建築，基礎，杭基礎，杭頭接合部，鋼管コンクリート杭

1. はじめに

鉛直支持力が大きい高支持力杭の採用などに伴い杭 1 本あたりの負担水平力が増大するため、耐力に優れた外殻鋼管付きコンクリート杭（SC 杭）や場所打ち鋼管コンクリート杭（以下、これらを鋼管コンクリート杭と呼ぶ）の適用が増えている。鋼管コンクリート杭の耐力が高くなるため、杭頭接合筋の必要本数が多くなることから、基礎梁主筋との干渉により杭頭接合筋の配置に偏りが生じることや、干渉を回避するために杭径を必要以上にサイズアップするケースが見られる。

本稿ではこの問題を改善し、杭頭接合部の構造性能向上と施工性の確保が同時に実現可能となる工法として開発した図-1 に示す本工法の概要と適用事例について紹介する。

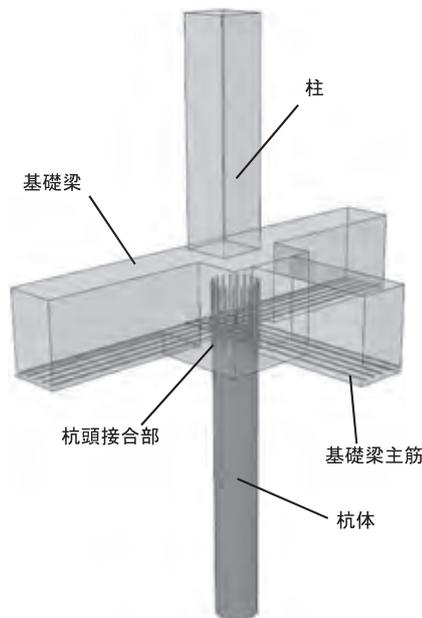


図-2 基礎躯体

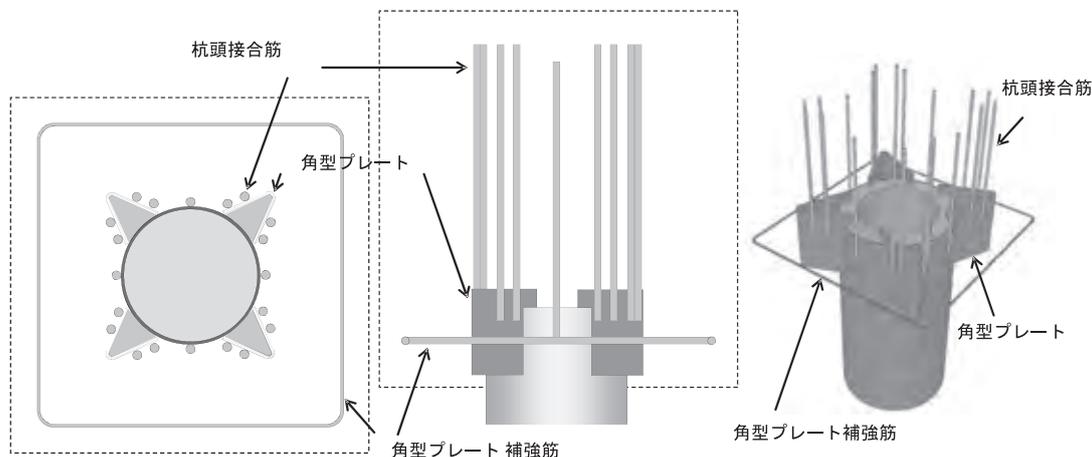
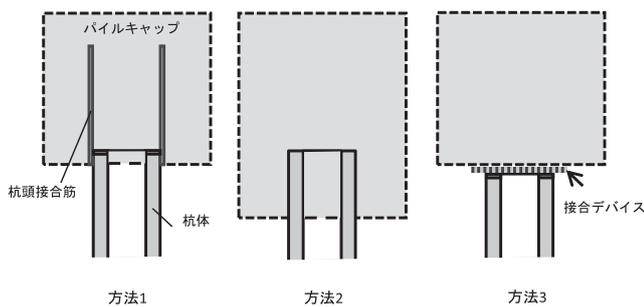


図-1 本工法の杭頭接合部形状

2. 杭頭接合法

杭頭接合部は上部構造と杭体を構造的につなぐ部分であり、上部構造および杭体からの力を相互に伝達する役割がある。これらの設計および施工は構造物の安全性を検討するうえで極めて重要な部分である（図—2）。杭頭部の接合法について以下にそれぞれの特徴を示すが、設計の考え方や建物形式によって採用方法が異なる¹⁾（図—3）。なお、鋼管コンクリート杭では杭頭接合は方法1を採用することが多い。



図—3 既往の杭頭接合法

方法1：フーチング内の杭の埋め込み長さは最小限（100 mm 程度）に留め、主に杭頭接合筋で補強することにより杭頭曲げモーメントに抵抗する方法。杭頭接合筋と基礎梁主筋、パイルキャップ内配筋が干渉するおそれがある。

方法2：フーチングの中に杭を一定長さ（杭径分）だけ埋め込み、埋め込み部分により杭頭曲げモーメントに抵抗する。根切りが深くなりパイルキャップ配筋、コンクリートが増量する。

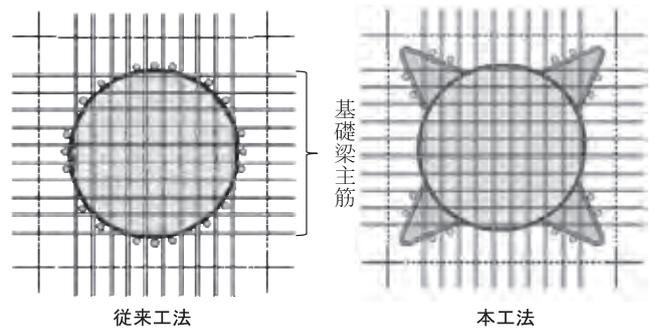
方法3：杭頭半固定工法と呼ばれ、デバイスを用いることで地震時の杭頭モーメントを低減でき杭や基礎梁の合理化が可能。ただし、大きな引抜き力が発生した場合抵抗がなくなる。

3. 工法概要

(1) 杭頭接合部の仕様

杭鋼管の円周上に配置された杭頭接合筋により杭頭曲げモーメントに抵抗するため、格子状に配筋された基礎梁主筋と交差してしまうこと（干渉）が問題であった。

本工法は鋼製の角型プレートを杭鋼管に隅肉溶接



図—4 基礎梁主筋との干渉

し、杭頭接合筋を角型プレートに沿ってフレア溶接し、矩形に近い配置とする。これにより、基礎梁主筋の過密配筋部を避けた配置となり基礎梁主筋との干渉を防ぐことが可能となる（図—4）。

また、杭頭曲げモーメントに対して接合部端面の有効性を大きく取れるとともに、パイルキャップに杭径の半分程度を埋め込んだ半埋め込み方式とすることで杭頭曲げモーメントの一部を杭埋め込み部側面の支圧抵抗により負担する。これにより従来工法に比べ、杭頭接合筋の必要本数を減らすことが可能となる。なお、杭頭接合筋の先端に定着板を取付けることで、杭頭接合筋の長さを半分程度に抑えることが可能となり、パイルキャップの深さを浅くし、掘削および残土処理等の費用削減が期待できる。

本工法は（一財）日本建築総合試験所の建築技術性能証明（GBRC 性能証明第 16-07 号）を取得しており、設計で保証すべき短期荷重時および終局耐力までの構造性能を有することを確認している。本工法の杭種の適用範囲は杭頭接合筋の必要本数が多くなることが想定される SC 杭（杭径 ϕ 300 ~ 1200）、場所打ち鋼管コンクリート杭（杭径 ϕ 600 ~ 2500）である。

(2) 設計法の概要

図—5 に本工法の設計で想定する杭体から杭頭接合部への応力伝達および抵抗機構の概念を示す。杭頭部に生じるせん断力、曲げモーメントの一部は、パイルキャップに埋め込まれた杭側面からの支圧応力によりパイルキャップへ伝達し、残りのせん断力、曲げモーメントおよび軸力が杭天端面と角型プレートを介した杭頭接合筋よりパイルキャップに伝達できていることをパイルキャップおよび杭体を模擬した試験体の構造実験（写真—1）および有限要素解析により確認している。なお、誌面の都合上、構造実験および解析等の詳細については説明を割愛する。それらの詳細については既報文献²⁾を参照されたい。

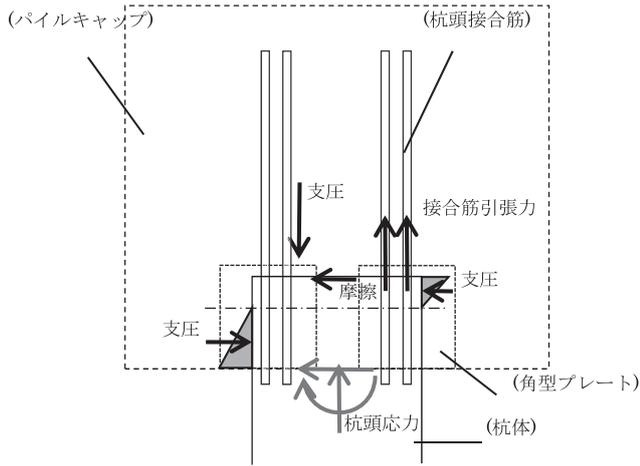


図-5 応力伝達機構

(3) 施工方法と管理項目

本工法の主な施工手順を図-6に示す。角型プレートと杭鋼管、杭頭接合筋の取付けは主に現場にて溶接を行う。角型プレートは杭鋼管に直接隅肉溶接するため、杭鋼管から杭体コンクリートに伝わる熱影響によるコンクリート強度低下が懸念されており、溶接時の品質管理は本工法の重要な管理項目である。そのため、溶接熱による影響確認を目的とした施工試験を実施した。施工試験方法は写真-2に示すφ400mmのSC杭に角型プレートおよび杭頭接合筋を溶接し、事前に杭体コンクリート内に埋め込んだ熱電対により施工中の温度測定を行った。溶接終了後、杭体コンクリートから小径コア(φ25mm)を採取し、圧縮強度試験を実施することで溶接熱により杭体コンクリート強度が低下していないかを確認した。なお、溶接時の姿勢は現場と同様に立ち向き溶接とし、平面的な施工範囲が制限されることを考慮して杭を中心とした1m

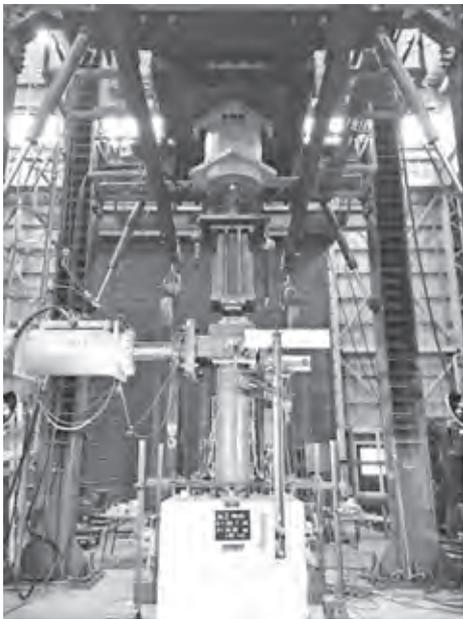


写真-1 構造実験 (φ400)



写真-2 施工試験

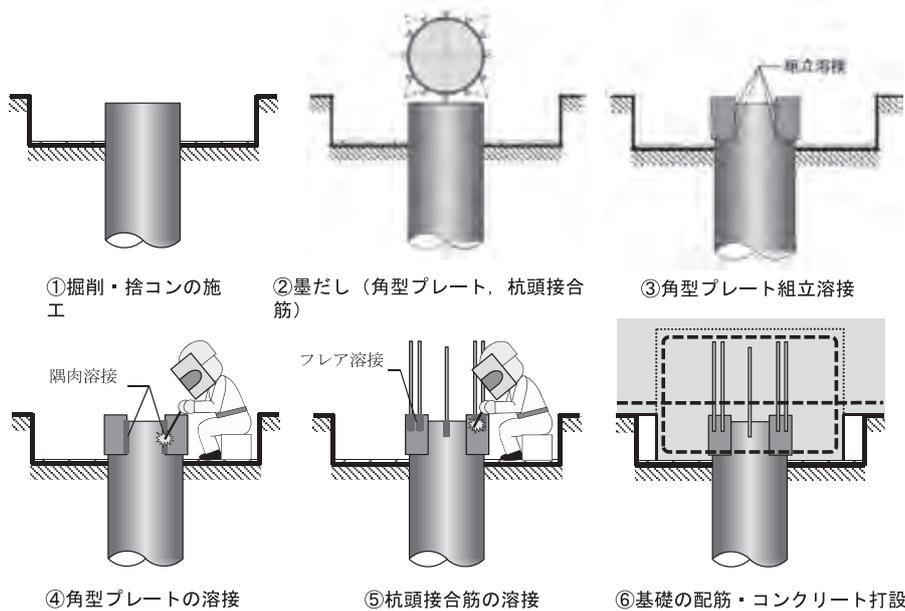
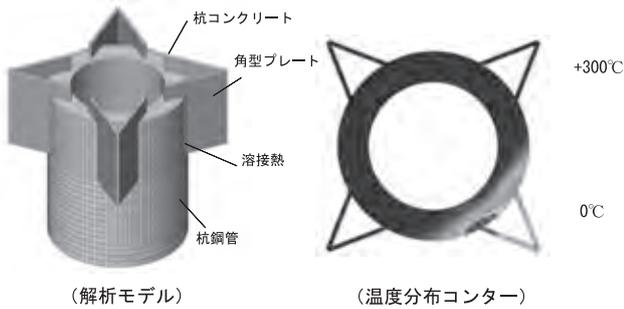


図-6 施工手順



図一七 熱伝導解析

四方に範囲を限定した。また、施工試験においては、角型プレートおよび接合筋を杭鋼管へ溶接する際の溶接部直近のコンクリート温度が測定できなかったため、杭体コンクリートの溶接熱の伝達について試験結果の補完を目的とした有限要素法による熱伝導解析を実施した(図一七)。

試験および解析結果より、高温となる部分は溶接位置付近の鋼管およびそれに接する杭体コンクリートのごく一部であり、立向き溶接における標準的な入熱量(24~30 kJ/cm)³⁾において「インターバル2分以上を目安に溶接部近傍部のパス間温度200℃以下」とすることで、杭体の構造性能を確保できていることを確認した。

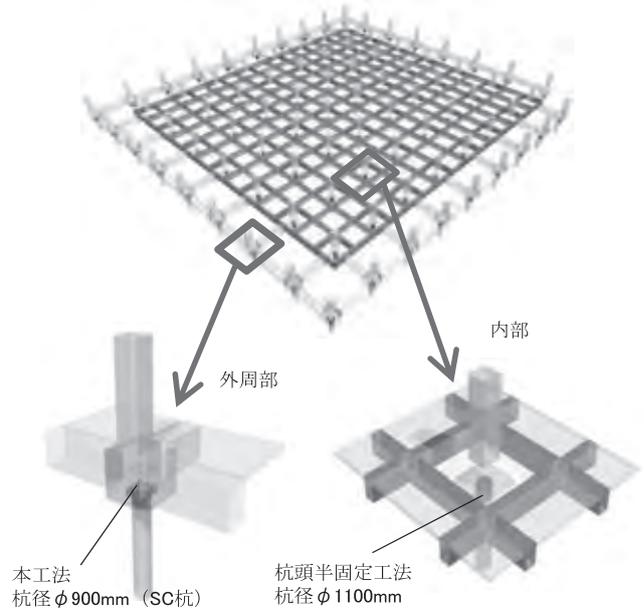
また、角型プレート-杭頭接合筋溶接部の品質を確保するために万能試験機を用いた溶接部の目視(溶接長、余盛、アンダーカット、ビードの不整、オーバーラップ、溶接表面部の傷)による調査と溶接部を切り出した試験片の引張試験を実施した。結果として杭頭接合筋が破断し、溶接部の強度が接合筋母材以上であることを確認している。

これらの施工試験に基づき、本工法の施工品質および構造性能が確保可能となる施工手順および管理項目を規定している。

4. 適用事例

本工法の適用事例を以下に示す。建物は地上5階、地下無しの物流施設である。敷地は埋立て地であり、表層から30m程度までが粘性土主体の埋土となっている。それ以深は粘性土が主に堆積し、支持層は固結シルト層である。基礎構造は既製コンクリート杭(プレボーリング拡大根固め工法)であり、外周部の上杭をSC杭としている。

杭頭接合部は外周部を本工法、内部を杭頭半固定工法と杭頭固定度の異なる杭頭接合工法を採用することで、地震時に発生する水平力を主に外周部のSC杭で



図一八 基礎計画



写真一三 角型プレートの溶接



写真一四 杭頭接合筋の溶接

負担する設計としている(図一八)。

事前に施工試験を同現場で行い角型プレートおよび杭頭接合筋の溶接を含め、規定された一連の施工を実施し、施工方法および品質を確認している(写真一三、四)。

本工法施工完了時の杭頭接合筋配置は矩形に近い配



写真一五 本工法施工状況



写真一六 本工法施工完了状況



写真一七 パイルキャップ内配筋の取合い

置で施工できており、後に実施した基礎梁主筋およびパイルキャップ内の複雑な配筋との干渉を回避でき、配筋作業が効率化できていることを確認した（写真一五～七）。

5. おわりに

近年、杭1本あたりの負担水平力が増大していることから、杭頭接合筋の必要本数が多く基礎躯体配筋時の施工性が低下する問題が見受けられる。本稿では、基礎梁筋との干渉を回避するために開発した本工法TO-SPCap工法の概要と適用事例について紹介した。鋼管コンクリート杭の適用にあたっては、杭頭接合部の適切な設計の実施と施工における品質の確保が特に重要であり、今後は鋼管コンクリート杭の使用を検討している物件に関して構造的な性能向上と施工性の確保が可能となる本杭頭接合工法の適用拡大を図りたい。

JCMA

《参考文献》

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編, 2012.3
- 2) 福田健ほか：杭頭接合工法の開発（その2：構造的な性能の検証と設計手法の整備）, 戸田建設技術研究報告, vol.42, 2016
- 3) 松浦知樹ほか：高張力鋼用フラックス入りワイヤを用いた立向溶接における溶接条件と性能, 日本建築学会大会学術講演梗概集A, pp.1025-1026, 2014.9

【筆者紹介】

福田 健（ふくだ たけし）
戸田建設
技術開発センター



石塚 圭介（いしづか けいすけ）
戸田建設
構造設計部



スマートデバイスを活用した『杭施工記録システム』の開発

「KOC0 チェックシステム」アプリケーションの紹介

波多野 純・矢部 洋

杭工事施工記録流用の問題が発覚したことを受けて、国土交通省は告示第486号（H28.3.4）を発出した。これを受けて一般社団法人日本建設業連合会（日建連）から「既製コンクリート杭施工管理指針（H28.3）」が発行された。この指針を受けて社内の品質管理基準をこれらの指針等に準拠する形で改訂を行った。

当システムは、新たな指針等で要求される多くの施工記録を漏れなく確実に、また効率よく記録できるシステムへの現場ニーズに応えるべく開発したものである。本稿では、当システムの特長および運用状況について紹介する。
キーワード：既成杭、場所打ち杭、施工記録、スマートデバイス、ICT

1. はじめに

2015年の横浜市の方譲マンションに端を発した基礎杭工事に係るデータ流用等の問題が発覚後、国土交通省では、その再発防止対策として、2016年3月に基礎杭工事で一般的に順守すべき施工ルール案を公表した。これは、元請業者の監理技術者や主任技術者が現場に即した施工計画を作成し、元請が工事の進捗よくに応じた施工記録を工事監理者に提出するなどのルールを定め、記録については元請が保存期間をあらかじめ定めておき、施工の適正性を確認できるよう「当該期間保存しなければならない」とした。

これに対して日建連が「既製コンクリート杭施工管理指針」（以降、指針）を策定し、これに倣い従来から運用している杭工事に関する品質管理基準を見直した。

このような動向を踏まえ、2013年から取り組んでいるスマートデバイスを活用した工事管理システム「KOC0 チェックTM」（KONOIKE Construction Smart Check System）（以下「本システム」という）の配筋検査や仕上検査の機能に加えて、杭工事の施工管理における記録システムを開発することとした。

本稿では、このスマートデバイスを用いた杭施工記録システムの開発について報告する。

2. システム開発

(1) 開発背景

施工記録に対する要求事項の厳格化に加えて、日建

連指針では「ICTによるプロセス管理の効率化」や「施工管理データのクラウド管理」として携帯端末の活用により、施工プロセス管理の効率化を図ることも推奨事項として触れている。

また、昨今要求が高まっている「働き方改革」および「生産性の向上」実現のための対策の一環としてもICT技術の活用は有用と考えられることから、ICT技術を活用した施工記録システムを開発するワーキンググループ（WG）を設置した。

(2) 開発目的

- ①杭工事の管理において施工時に要求される事項を、漏れなく、正確に記録することで品質を確保する。
- ②管理報告資料の作成において、工事場所での入力のみで、事務所で手間をかけずに出力できるようにし、関係者のスムーズな確認および生産性の向上を図る。
- ③工事場所で関係資料が容易に閲覧できるようにすることで円滑な管理業務を可能にし、業務効率の向上を図る。

(3) 開発課題

システム開発に当っては、杭工事会社や現場職員へのヒアリングを行い、検討すべき課題を抽出した。

- ①一連の杭施工記録の種類および量は比較的多く、同時に複数の杭施工が行われる場合でも、施工記録をタイムリーかつ正確に記録する必要がある。
- ②従来は、杭工事会社が自主検査によりほとんどの

プロセス管理と記録を行っていたが、新たな指針では元請の立ち合いを要求している。記録者の習熟度、技量により施工スピードに対応できず、必要な写真の撮り忘れや、記録ミス等のヒューマンエラーが発生する可能性がある。

- ③現場職員の負担となる事務作業を軽減する。
以上の課題を解決すべく開発を進めた。

3. システム概要

本システムの概要を表-1に、本システムのイメージを図-1に示す。

4. システムの特長

- 本システムの主な特長を下記に示す。
- ・既製杭および場所打ちコンクリート杭の何れにも適用が可能。

表-1 本システムの概要

システム名	KOCo チェック™ 『杭施工記録システム』
使用デバイス	apple 社製 iPad mini (約 7.9 インチ) または iPad (約 9.7 インチ)
OS	iOS 9 以上
通信環境	LTE 回線 (データダウンロード、アップロード時に Wi-Fi 使用を推奨) 検査時は、オフラインで使用可
適用工種	各種既成杭工法 現場造成杭
ソフト形式	iPad アプリ
データ保管	専用クラウドサーバー
運用開始	平成 28 年 12 月～

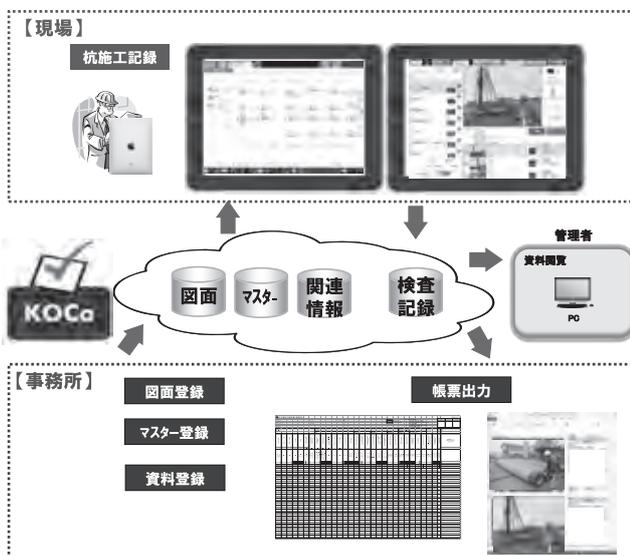


図-1 本システム構成イメージ

- ・工事フローに沿った管理項目が表示され、入力データに応じて各項目に対する施工記録（確認、写真）の有無を色分け表示することで記録漏れを防止。
- ・杭伏図に各杭の施工状況（施工前、施工中、施工完了）を色分け表示することで、杭工事全体の進捗状況が把握可。
- ・事前にマスター登録した杭の仕様やボーリングデータ等をデバイス上で確認できるため、現場での管理業務の効率化や品質確保に効果を発揮。
- ・複数の施工が同時進行しても、画面の切り替えにより記録が可能。
- ・従来、工事後に数時間を要して作成していた一連の杭施工記録は、杭番号や記録日時など出力条件を設定することで、数分でEXCELファイルとして出力可能。
- ・クラウドサーバーを用いたシステムであるためデータの紛失等が防止でき、現場にて入力された施工記録は、管理者用のPCや関係者のデバイスからも確認することができる。

5. 施工管理の流れ

本システムによる作業フローおよび使用例を図-2～5に示す。

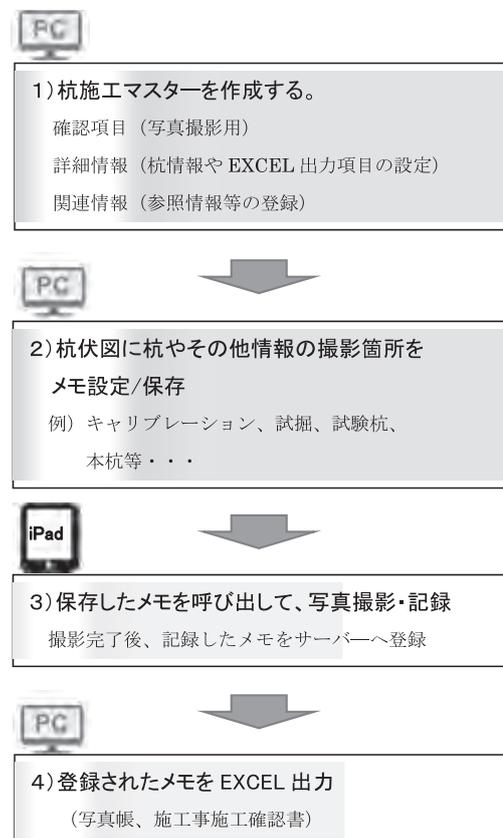
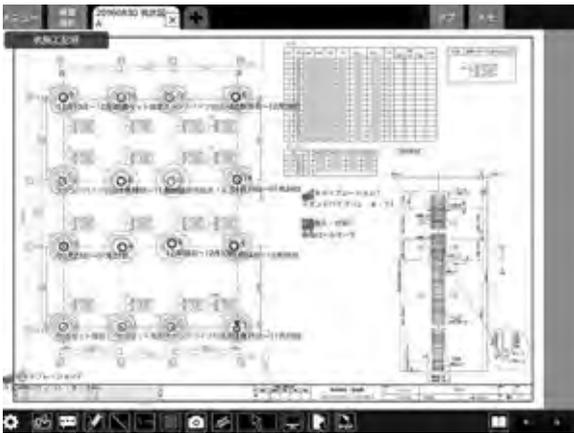


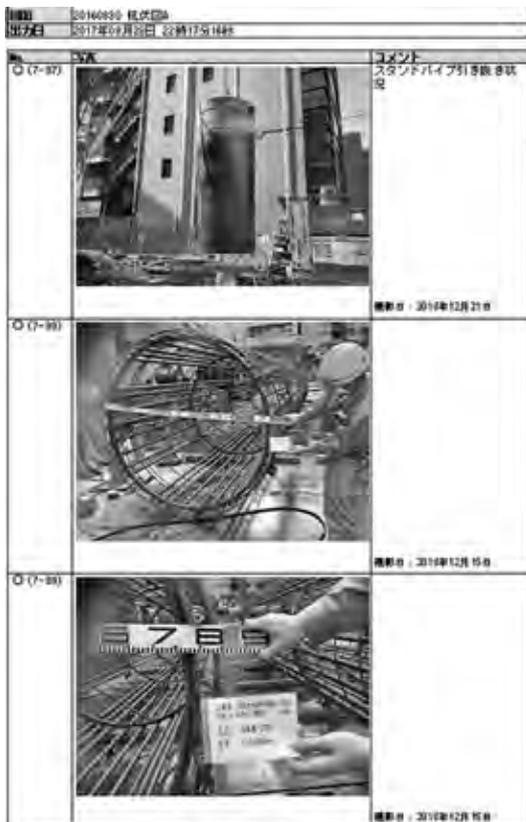
図-2 本システムの作業フロー



図—3 iPadでの画面表示例



図—4 iPadでのデータ入力画面表示例



図—5 帳票出力例

6. システム運用

2016年10月より大阪市および愛知県の現場において当システムのテストを行い、問題点の把握・改良を進めた結果、同年12月15日より本システムの新アプリケーションとして運用を開始した（写真—1, 2）。



写真—1 既成杭工事記録写真撮影状況



写真—2 場所打ち杭配筋写真撮影状況

7. おわりに

本稿で紹介したスマートデバイスを活用した本システム KOC Co チェックシステムは、全国の現場での活用を推進中である。

運用開始後も、本システム導入教育や運用サポートを行いながら、機能の改良を実施している。

その中で利用者へのヒアリングから、本システムを開発するにあたり目的とした、漏れなくまた、正確に記録できるシステムとなったことは実証できた。

今後は、運用上発生する課題や利用者からの要望を取り入れ、他のアプリケーションと同様に改良を行い、品質記録を容易に的確に行うこと、および効率化と高度化を目指して展開することで、品質を満足した建物をお客様へお渡りする所存である。

なお、本システムは、これまで開発したKOC_oチェックのアプリケーションと同様に、(株)レゴリス（本社東京都，社長 伊藤謙自）と共同し、同社のSPIDER PLUSをプラットフォームにして開発した。



《参考文献》

- 1) 資料：国土交通省告示第468号「基礎ぐい工事の適正な施工を確保するために講ずべき措置」（平成28年3月）
- 2) 既成コンクリート杭施工管理指針（不具合の再発を防止するために）（平成28年3月）一般社団法人日本建設業連合会

【筆者紹介】

波多野 純（はたの じゅん）
（株）鴻池組
建築事業総轄本部工務管理本部
技術統括部 ICT推進課
課長



矢部 洋（やべ ひろし）
（株）鴻池組東京本店
建築技術部 品質管理課
課長代理



ロボット溶接による 建築現場溶接施工法の開発と適用

遠藤 明裕

少子高齢化が取り沙汰される中、建設現場においてもその状況が問題視されており、長期的な労働力減少社会を見据え「担い手確保」と「生産性向上」を同時に推し進める必要がある。特に現場溶接工は技能工であり、技能工資格である AW 溶接工の育成には時間がかかることから、少子高齢化による溶接工不足は今後大きな問題となる可能性があり、早急に現場溶接の合理化・省力化を図らなければならない。本報文では、その対策として推し進めている溶接ロボットの現場活用に向けた「ロボット溶接技術の確立」と「施工体制の構築」、「実工事への適用」の経過について紹介する。

キーワード：建築鉄骨、ロボット溶接、建築現場溶接、建方精度、溶接ロボットオペレーター育成

1. はじめに

建築鉄骨における現場溶接技能工は新規就業者の減少と高齢化が進んでおり、これにより「豊富な経験・ノウハウや高度な技量・技能を持つ熟練溶接工の減少」、「技術の伝承がなされない状況での協力会社の施工力低下」とそれに伴う「溶接部の性能・品質の低下」が懸念されている。このような状況から、現場溶接施工体制全般の整備・確立が喫緊の課題となっている。

そのため、短期的かつ長期的な現場溶接技能工の不足を補うべく溶接ロボットの現場溶接工法の開発と実工事への適用を目標として、協同開発者である建築鉄骨専門業者とともに「現場溶接特有の精度問題への追従性に対する適用手法の開発」、「施工品質保証体制確立のためのロボット溶接オペレーターの育成と直備化」、「実施工での運用面の改善」を順次行ってきた。

2. 溶接ロボットの概要

現在の建築鉄骨でのロボット溶接の現状は、鉄骨製作工場での回転治具と連動した大型多関節溶接ロボットによる溶接が主体となっている（写真—1）。このロボットシステムは工場の固定設備として設置されており、製品をロボット溶接機の許に移動し溶接を行う流れとなっている。

一方、現場溶接でロボット溶接機を用いる場合は、ロボット溶接機自体を溶接箇所へ移動させる必要があるが、小型、軽量の可搬簡易型の機種が必要となる。こ



写真—1 鉄骨製作工場溶接ロボット

のため、メーカー・ファブへのヒアリングや調査を行い、これらの比較検討結果から、開発対象ロボットを選定、採用した。

ロボットは写真—2の様に3つの部位で構成され、移動部分であるロボット本体は6.5kgと軽量となっている。また溶接部の断面形状、位置情報の計測はワイヤー・タッチ・センシング方式となっており、センシング結果から算定された溶接条件はコントロール画面に表示され適宜手動での調整が可能となっている（写真—3）。

さらに電流・電圧・速度などの基本溶接条件の調整に加え、オシレート幅・ピッチ、端部停止時間等の運棒制御、溶接端部のアークスタート位置、クレーター処理等の設定の調整も可能となっている。

溶接オペレーターにはJIS溶接資格の基本級レベルの技量とともに、操作のための制御ソフトに精通することが求められる。



写真一2 溶接ロボット「石松」の構成



写真一3 溶接条件の画面表示

ロボット溶接の現場施工対象部位は、現在溶接工が行っている柱の横向溶接、梁フランジの下向溶接、梁ウェブの立向溶接である。

3. 現場溶接適用工法の開発

建築鉄骨の現場溶接特有の条件に対する適用工法の開発は (1) 簡易試験体による検証試験, (2) 現場施工を考慮した実大試験体での検証試験, (3) 試験施工と3段階で確認を行いながら実施した。

(1) 簡易試験体による検証試験

まず板厚 19 mm の簡易試験体を用いて、現場溶接で想定される種々の条件に対する調整方法の検証を行った。

検証条件は表一1に示すように、溶接ルートギャップの形状 (標準, 狭開先, テーパーギャップ), 段差の有無 (下部凸, 上部凸, ねじれ), 継手形状 (T継手, 平継手), 補修状態 (ガウジング補修), 錆止め塗装状態で、下向、横向、立向の3姿勢について検証を行った。

検証試験状況を写真一4に示す。

表一1 簡易試験体検証試験項目

溶接姿勢	継手形状	板厚 開先	タブ	溶接施工条件
下向き	平継手	t=10 開先=30°	鋼製	ルートギャップ 標準 (7mm) 狭開先 (5mm) テーパーギャップ (5~9mm)
	T継手		鋼製	段差・ねじれ段差
	平継手		代替 (フラックス)	
横向き	平継手		鋼製	段差 (下凸2mm) 段差 (上凸2mm)
	T継手		鋼製	ねじれ段差 (上凸2mm~下凸2mm)
立向き	平継手		鋼製	ガウジング補修後溶接 錆止め塗装影響



写真一4 簡易試験体検証試験

(2) 現場施工を考慮した実大試験体での検証試験

現場施工に近い実大試験体による検証試験を実施した。試験体としては4面BOX柱横向溶接を想定したL型試験体、梁ウェブ立向溶接を想定したT型試験体にて検証を行った。検証試験状況を写真一5,6に示す。

上記2つの試験を通し、下記の検証が行えた。

- ①下向溶接は、現場で想定される溶接諸条件に対しては調整を要せず対応が可能である。
- ②横向溶接は、T継手が基本のため平継手溶接の場合に積層方法等で調整が必要となる。
- ③立向溶接は、ロボット溶接機の特性上壁側に溶着金属が斜めに着く傾向があるため、平らな外観形成のため端部停止時間での調整が必要である。また、1パスでの入熱量がオーバーすることがあるためパス数の変更が必要である。



写真一5 実物大試験体検証試験（横向き）



写真一6 実物大試験体検証試験（立向き）

(3) 試験施工での検証

(1) (2) で開発された現場溶接適用工法について実現場での検証として、梁フランジの下向溶接、柱の横向溶接、梁ウェブの立向溶接の試験施工を実施した。運用面・効率面では課題が残ったが、品質面では各溶接姿勢とも外観検査・UT検査で良好な結果を示し、適用工法の実用化に一定のめどをつけることができた。

4. 施工体制の構築

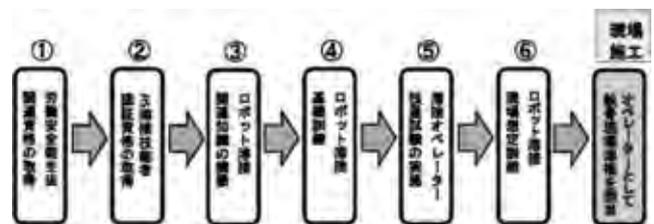
現場溶接にロボット溶接を適用するために、技術的な適用工法を開発するとともに、施工体制の構築を図る必要があるが、現在、溶接ロボットを現場で扱える溶接工はそれほど多くない。また、現場溶接工が不足している中、溶接工をオペレーターに育成することは難しく、実効性に乏しい。そのため、ロボット溶接施工での品質保証も含めた総合的な施工体制を確立するために、ロボット溶接オペレーターの育成による直備化を図ることとした。

グループ会社である施工管理会社に溶接事業部を発足させ、社員による溶接オペレーターの育成を行った。この取組みは社員を対象とした育成であるため、利点として「安定的な人数の確保」と「長期的な育成

管理による操作技能レベルの向上と確保」が挙げられる。発足した溶接事業部は、ロボット溶接だけでなく、ベトナム人溶接工の育成も行っており、将来的には日本人社員オペレーターによるロボット溶接とベトナム人溶接工を組合せ、その適材適所配置による溶接作業のさらなる効率化を目指している。

(1) ロボット溶接オペレーターの育成事前準備

図一1にロボット溶接オペレーター育成訓練工程を示す。育成オペレーター1期性4名は高校を卒業後、現場施工管理を行っていた20代の社員で、溶接業務に特別精通しているわけではない。そのため、育成訓練を開始する前に、溶接作業の基本や知識を学ぶとともに、現場で作業を行うにあたり必要な資格（下記参照）を取得することとした。



図一1 ロボット溶接オペレーター育成工程

労働安全衛生法関連資格の取得

- ①研削と石取替え特別教育（安衛則，第36条1号）
- ②アーク溶接特別教育（安衛則，第36条3号）
- ③産業用ロボット取扱特別教育（安衛則，第36条31号）
- ④低圧電気取扱い特別教育（安衛則，第36条4号）
- ⑤粉塵作業特別教育（安衛則，第36条29号）
- ⑥ガス溶接技能講習（安衛則，第314条）
- ⑦職長，安全衛生責任者講習（安衛法，第60条）

事前の溶接実技訓練では、熟練の溶接技能者の指導の下、溶接に関する基礎知識と基本技能の習得を目的とし、この成果としてJIS溶接技能認証資格とともに溶接管理技術者資格2級（WES2級）を取得した。

このJIS溶接技能認証資格と産業用ロボット取扱特別教育の2つをオペレーター訓練終了後に行う「鹿島・溶接オペレーター技量試験」の受験資格とした。

(2) ロボット溶接オペレーターの育成訓練

育成訓練は2016年6月より技術研究所にて開始し、板厚19mmから36mmの簡易試験体を用いて、前述の簡易試験体での検証試験と同様の溶接作業条件下で溶接ロボットの適用工法の修得訓練を実施した。

様々な溶接作業条件設定の下、下向、横向、立向の

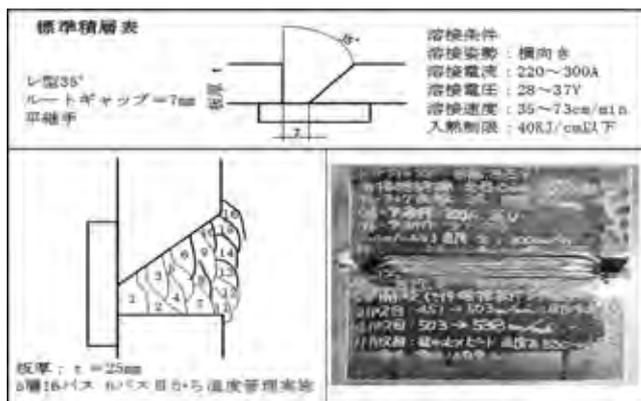


図-2 ロボット標準積層図

3 姿勢について検証を重ね、オペレーター一人一人がロボットの特徴を理解し、その成果を図-2の「標準積層図」という形で記録していった。

溶接ロボットの基礎訓練段階で用いたこの手法は、ロボット溶接オペレーターの育成と開発したロボット溶接適用手法の次ステップへの改善基盤となった。

(3) 現場溶接オペレーター技量試験の実施

育成オペレーターが、育成訓練の次工程である現場溶接を実施するためには溶接技量の証明が必要となる。

現在、現場ロボット溶接オペレーターに対する適切かつ公的な溶接資格がないため、現場溶接を対象とした技量付加試験で対応する必要がある。このため、AW 検定協議会の「ロボット溶接オペレーター試験基準及び判定基準、RT 種」を参考にし、現場溶接向きに修正した技量付加試験を実施した。

この結果、育成オペレーター4名は全員合格となった。写真-7に技量試験状況を示す。

また、育成オペレーターは技量修得とともに溶接管技術者の資格（前述のWES2級）も取得し、溶接に対する知識とロボット溶接オペレーター技量を併せ持つ溶接技術者として育成している。



写真-7 現場ロボット溶接オペレーター技量試験

(4) 実大試験体による事前検証試験の実施

現場での実施施工を行うにあたり、実大試験体での事前検証を実施した。

テーマとしては鋼管コラム柱の溶接方法、BOX柱の溶接方法について、エレクトロニクスを取り外しを含めた実践的な施工手順の検証を行った。BOX柱については角溶接方法の適用手法の改善も行った。

図-3にBOX柱角溶接方法の改善方法、写真-8に事前検証試験状況を示す。

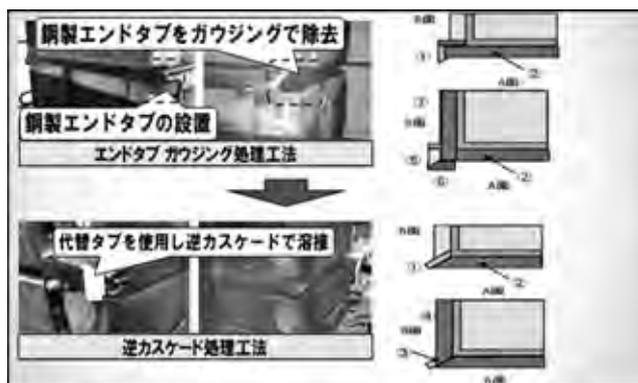


図-3 BOX柱角溶接改善方法



写真-8 現場ロボット溶接事前検証試験

5. 実工事への適用

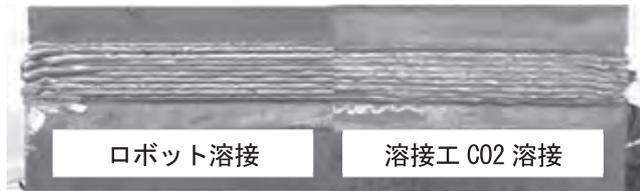
建築鉄骨専門業者の施工協力のもと、育成オペレーターによるロボット溶接の実施工を開始した。実工事への適用は2016年9月～2017年6月までの約10ヶ月で5件の実績がある。当初はロボット溶接機が2台のみだったため、部分的な施工範囲での適用となったが、それぞれの現場で課題を見つけ、それを改善しながら効率化を図っていった。表-2に各現場での課題を示す。

品質面については、5件を合せてUT検査で99.2%、外観検査で99.6%と高い合格率を確保している。

UT検査での欠陥の主たる要因は、梁上フランジでの風によるブロー発生によるもので、数としては少な

表一 実施施工の各工事での課題および確認項目

施工現場	課題および確認項目
A 工事	施工体制の確認 建逃げ工法での運用方法の確認
B 工事	積上げ工法での運用方法の確認 鋼管コラム溶接の効率化
C 工事	BOX 柱溶接の効率化確認
D 工事	総合的な効率化への挑戦 ベトナム人溶接工とのタッグ
F 工事	積層工法での運用方法の確認



写真一 9 ロボット溶接外観比較（横向き）



写真一 10 ロボット溶接外観状況（下向き代替タブ）

いが防風対策については今後さらなる対応と改善が必要となっている。外観検査では、ロボット溶接ならではの溶接ビードの直進性から熟練の溶接工に優るとも劣らないビードを形成することができている（写真一 9, 10）。

効率面では、段取り、作業手順の不慣れに起因する効率の悪さから、当初の溶接実績は 20 m/日程度であった。特にロボット溶接はスタートすると一般の溶接工での作業のように途中で停止することができないため、休憩時間、終業時間や他の段取り作業との兼ね合いから無駄な時間が発生しやすい一面を持っている。この効率問題について原因を把握し、一つ一つ対策を実施してきた結果、現在では 70 m/日程度まで効率化が図れている。下記に効率化対策について示す。

- ①ロボット溶接作業と事前作業を行う溶接作業の流れを単純化させ機器配置の二度手間を省く。
- ②鋼管コラム溶接での溶接手順の改善。
- ③1日の作業タイムスケジュールを作成し、無駄のない作業の実施。

④ロボット溶接作業でのオペレーター動作の無駄を検証し、効率的な工具配置等の改善。

特に②の鋼管コラムでの溶接手順は、ロボット溶接での先行 CO₂ 溶接面へ確実な接合を可能とする手法の開発により溶接作業の流れの改善が図れ、効率の改善に大きく寄与した。図一 4 に改善手法を示す。



図一 4 鋼管コラム溶接手順の効率化

6. 今後の予定

2017年4月より溶接ロボットを新たに4台購入するとともに第2期のオペレーター育成を実施している。

2017年9月からは溶接ロボット6台体制での施工を予定している。また、育成したベトナム人溶接工も必要な溶接資格を順次取得し、現状でロボット溶接とベトナム人溶接工の組合せでの効率的な運用方法についてさらに検討を進めているところである。

また、適用手法についても溶接機器、付属・防護品の改善等による耐風対策やBOX柱溶接手順の新たな手法開発の検証等を第2期のオペレーター育成訓練とともに実施している。

7. おわりに

建築現場施工での自動化・ロボット化については、建築工事が単品生産であること、工場製作と違って協力業者と連携した技能工による施工体制が構築されていることなどから、なかなか進んでいないのが現状であるが、技能工の高齢化による絶対人数の不足は目前に迫ってきているため、自動化・ロボット化技術での新たな施工法の開発が進められつつあるのは事実である。

ただ、自動化・ロボット化技術開発を実用化するためには、技術開発のみならず、それらを従来の施工体制に組み込み共存させるための総合的な施工体制の構

築、その施工体制を維持するための作業の効率化や改善活動の推進は必要不可欠な課題と考える。本報文ではその一例として紹介した。

謝 辞

最後に、当該開発に当たりご尽力とご協力を頂いた建築鉄骨専門業者の(株)横河ブリッジ殿、開発対象ロボット「石松」のメーカー MHI ソリューションテクノロジーズ(株)殿、技術指導の(株)旭ウェルデックス殿、施工管理のグループ会社である鹿島クレス(株)殿関係各位には、厚く御礼を申し上げます。



[筆者紹介]

遠藤 明裕 (えんどう あきひろ)
鹿島建設(株)
建築管理本部 建築技術部
次長



自律型清掃ロボットを開発

T-iROBO[®] Cleaner

加藤 崇

省人化を目的に自動で動作制御を行う自律型清掃ロボット T-iROBO[®] Cleaner（以下「本開発ロボット」という）の開発を行った。一般的な建築現場では作業エリアを三角コーンやコーンバーで区画するケースが多いが、市販の清掃ロボットでは区画を検知できずにコーンバーの下を通過してしまう。そこで、本開発では作業エリアを認識するためにレーザーレンジファインダーを用いて空間の障害物を検出させる。また、床上に粉塵が多く堆積したエリアで清掃ロボットを稼働させると肉眼では認識できない程度の粉塵が空間に舞い、それをレーザーレンジファインダーが障害物として検知する。その障害物を回避するために回転しながら清掃するため重点的に清掃することができる。今回開発した本開発ロボットを用いて現場にて検証実験を行った結果、人が清掃する作業と同等の作業効率となる結果が得られた。このような本開発ロボットは作業の前後だけ指示を送り作業中に作業員が拘束されないため、清掃作業に関わるコストを大きく削減できることが示された。

キーワード：省人化、ロボット、自律制御、ICT

1. はじめに

建設業就業者数の減少により建設ロボット技術の導入による省人化が求められている。また、建設業では、他の業種と比較して長時間労働となっており労働時間の短縮も求められている¹⁾。これらの課題を受け、建設作業では主作業ではないが多くの労力・時間を費やしている「清掃」に着目し、作業時間の効率化（省人化）を図る。

近年、家庭用の清掃ロボットは爆発的に普及しており、建設現場においても清掃ロボットの導入により省人化を図ることが期待される。そこで本報告では建設現場向けに開発した本開発ロボットについて実験的に検討した結果を述べる。

2. 清掃作業の方法別の作業時間と課題

清掃作業の省人化を評価するため、方法別に清掃作業に要する時間について比較する。代表的な清掃作業として①ほうき②掃除機③家庭用清掃ロボットを使用した場合についてそれぞれ評価する。実験では、同一面積（12 m²：4 m × 3 m）に珪砂 6 号を約 1 kg 撒き作業効率を求める。「ほうき」は人がほうきを使用して最後に塵取りで回収するまでの時間、「掃除機」は全て掃除機で回収するまでの時間、ロボットは全て回

収するまでの時間とする。手法別の清掃時間を表—1、清掃状況を図—1にそれぞれ示す。これらの結果より、「ほうき」と「掃除機」では作業効率は 0.4 分/m² となる結果を得た。両手法とも人が判断して清掃を行うため作業精度や効率は良いが、ほうきの場合の作業効率は作業面積に応じて体力の観点から作業が長時間に及ぶ場合には低下するものと考えられる。一方、「ロボット」では、作業効率は 4.7 分/m² となる結果が得られた。なおこの時のロボットの移動速度は、平均 1.1 km/h 程度である。家庭用清掃ロボットでは粉塵等の量が多いと一度の清掃では全てを回収できないため、同一箇所を繰り返し清掃する必要がある

表—1 方法別の清掃時間

手法	作業効率	精度	作業員	備考
①ほうき	0.4 分/m ²	○	拘束	要体力
②掃除機	0.4 分/m ²	○		要電源
③ロボット	4.7 分/m ² ~ 1.3 分/m ²	△	開始前後	ゴミの量に依存



図—1 手法別の清掃状況

図—1 手法別の清掃状況

作業効率が著しく低下した。なお、ゴミの量を少なくして同様の検証を行った結果、作業効率は1.3分/m²まで短縮できる結果を得た。

下記に本検討で用いた家庭用清掃ロボットの課題をまとめ、これらの課題を本システムでは克服する。

- ・ゴミを回収するホッパーの容量が2.6Lと小さい。建築現場のようなゴミの量が多い場合は回収したゴミを交換する作業が必要となり省人化に繋がらない。
- ・清掃できる幅が20cm程度であるため、広範囲の清掃には不向きである。
- ・ロボットに設置されているサイドブラシの押しつけ強度が弱いため、壁面から10cmの幅でゴミを回収できない。
- ・床面に釘やビス等の小さな障害物が落ちていた場合、乗り越えられず異常停止する。

さらに、一般的な建築現場では、区画エリアを図-2に示す三角コーンやコーンバーで仕切ることが多いが市販の清掃ロボットでは区画を認識できずコーンバーの下を通過してしまうためエリアを決めて清掃することが困難である。



図-2 建築現場の一般的な作業環境

3. プロトタイプ構築に向けた基礎検討

(1) ベースマシンとバッテリー容量

省人化を実現するためには夜間や休憩時間を中心に無人で清掃作業を行う必要があり、長時間の連続運転が望まれる。建築現場向けに市販されている図-1(b)に示す掃除機では吸引能力は高いが消費エネルギーが1050W程度と大きく、多くのバッテリーを消費し長時間の連続運転は現実的ではない。そこで建築現場の清掃作業で一般的に用いられるスイーパーをベースマシンとして検討する。スイーパーは人がスイーパー自体を後方から押し進めることで内部ドラムを回転させ粉塵等を回収するものが多く用いられるが、今回ベースマシンとして検討する図-3に示すスイーパーは移動制御は人力であるがバッテリー搭載式で内部にあ



図-3 バッテリー搭載式スイーパー

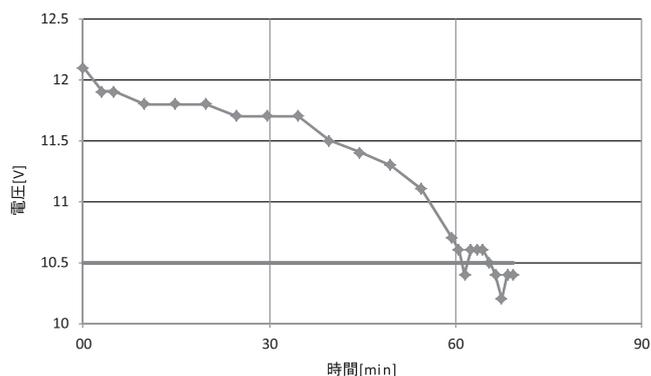


図-4 動作時間と電圧の関係

るドラムをモーターで回転させてゴミを効率良く回収するタイプである。このタイプのスイーパーは吸引型の掃除機と比較して消費エネルギーが150W程度と省エネである。

本開発ロボットに搭載するバッテリー容量を評価するため、実験的にスイーパーの動作時間と電圧の関係を求める。測定した結果を図-4に示す。横軸が時間 [分], 縦軸が電圧 [V] を表している。本検討では容量が12Ahの鉛バッテリー (12V DC) を使用する。清掃作業開始前は12.1Vを示していたが、作業とともに電圧が減少し60分経過後に10.5Vとなり電池切れのサインが点灯した。この際、内部ドラムやサイドブラシの動作電流は約11.7Aであり、ほぼ計算通りとなる結果を得た。夜間から早朝にかけて連続稼働させる場合、バッテリー容量は140Ah以上必要であることが示された。

(2) 移動制御アルゴリズム

家庭用清掃ロボットの動作パターンを参考に本開発ロボットでは図-5に示す3種類の移動とする。①壁に沿う移動パターンと②直進移動するパターン③壁やコーンバー等の障害物を回避移動するパターンの組合せとする。

壁に沿う移動パターンは、本開発ロボットに距離センサーを設け、壁との距離を一定に保つようにフィードバック制御を施す。なおサイドブラシが右側に設置され

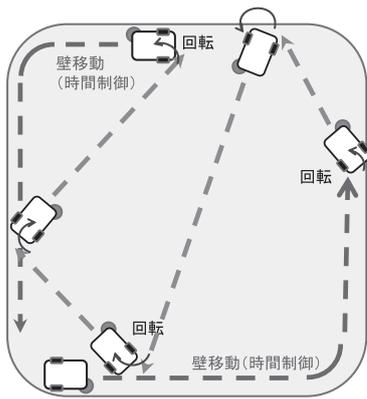


図-5 移動制御パターン

ているため、このパターンのみ反時計回りで移動する。

障害物を検知した場合の回避するための回転量は、90度～180度の範囲でランダムに回転する。その際、回転方向は障害物の入射方向に対して鈍角となるように設定し、回転後にロボットが通過できるスペースがあることを認識してから回転を行う。進行方向に2cm以上の段差が存在する場合は障害物として認識し、後進して回避する。

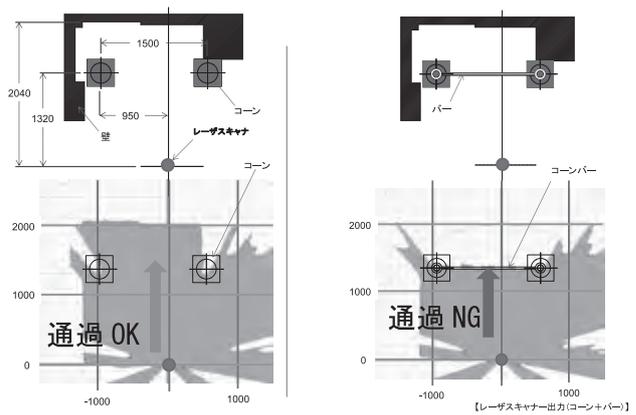
(3) 障害物検知システム

建築現場では作業エリアの区画を図-2に示す三角コーンやコーンバーで表示することが多く、それらを正確に検知できる必要がある。本開発ロボットでは周囲との距離を正確に計測して障害物を検出するために表-2に示すレーザーレンジファインダーを用いる。これにより最大検出距離は10m、検出範囲は270度の横断面を把握することが可能であるため、回転時の進行方向の状況を把握することができる。

表-2 レーザーレンジファインダーの仕様

項目	仕様	項目	仕様
検出距離	0.06 m ～ 10 m	走査時間	25 msec
走査角度	270 度	角度分解能	0.25 度
ステップ数	1081	安全規格	クラス 1
大きさ	W50 mm × D50 mm × H70 mm		

実験的にレーザーレンジファインダーを用いて、(a)三角コーンおよび (b) 三角コーンとコーンバーの場合の応答結果を求める。その結果を図-6に示す。ただしレーザーレンジファインダーはコーンバーと同一の高さに設置している。図中の上図が平面における位置関係、下図がレーザーレンジファインダーの応答結果である。レーザーレンジファインダーで計測すると、0.25度ごとに障害物までの距離が求められる。(a)



(a)三角コーン (b)三角コーンとコーンバー

図-6 レーザーレンジファインダーの応答結果

の結果より、2個の三角コーンを認識できておりこの間は障害物が無いため通過しても良いと判断していることがわかる。一方(b)の結果より、三角コーンにコーンバーが設置されるとコーンバー全体を障害物として認識するため通過できないと判断していることがわかる。この判断アルゴリズムを利用することにより、建築現場特有の区画エリアを正確に認識できる結果を得た。しかし、コーンバーの位置にレーザーが正確に照射されないと認識できないため、確実に34mm径のコーンバーにレーザーを照射できるシステム構築が必要となる。そこで本開発ロボットではレーザーレンジファインダー自体をステッピングモーターで縦回転させ、三次元的に障害物を検知させる。

(4) 汚れ検知システム

清掃エリアの中が万遍なく汚れているケースは少なく、部分的に塵埃等が多く堆積することが多い。そこで効率的に清掃を行うためには汚れている部分を認識して重点的に清掃する必要がある。人は視覚的に汚れ状況を判断して作業するため効率良く行うことができるが、清掃ロボットに汚れを判断させるためには映像情報からの判断が必要となる。しかし塵埃等を映像情報から判断させることは非常に困難である。そこで本開発ロボットでは粉塵が多く堆積している部分でサイドブラシを回転させると肉眼では認識できない程度の粉塵が舞うことを利用し、レーザーレンジファインダーでその粉塵を障害物として認識させる。その際、清掃ロボットは粉塵を回避する方向に回転するため、浮遊した粉塵が安定するまで重点的に清掃する。これを実験的に検証するため粉塵量を変化させて障害物として認識する粉塵量を明確にする。実験状況を図-7に示す。粉塵量は、1m × 1mの範囲に珪砂を10g～100gをそれぞれ均等にまいている。この結果30g

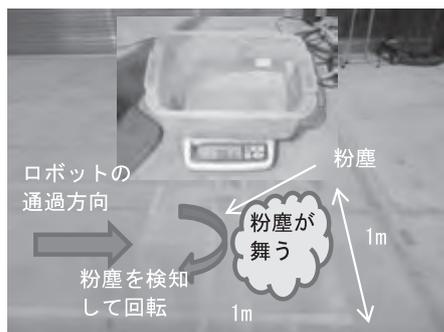


図-7 汚れ検知システムの検証

(肉眼で粉塵の存在がわかる程度)以上の粉塵量の場合はその周辺を集中的に清掃する結果を得た。

4. プロトタイプの仕様

構築したプロトタイプの仕様を表-3、外観を図-8にそれぞれ示す。駆動系の制御はタブレット型のPCを採用し、図-9に示す制御画面で操作するものとする。清掃時はランダム動作を行うが、移動時にマニュアル操作できるように前後左右に移動できる仕様とする。

(1) 現場における実験的検証

建築現場において実験的に清掃ロボットを導入し作業効率を検証する。検証状況を図-10に示す。これより、作業効率は人の場合は0.4分/m²、本開発ロボットの場合は1.2分/m²でありロボットの方が作業効率は低下する結果が得られた。ただし、入隅部の20cm

表-3 プロトタイプの仕様

項目	仕様	項目	仕様
電圧	12V DC	移動速度	1 km/h
使用電流	14 A	バッテリー容量	160 Ah
稼働時間	9 h	総重量	76 kg
ホッパー容量	35 L	ブラシ幅	400 mm
大きさ	W610 mm × D830 mm × H790 mm		



図-8 プロトタイプの外観



図-9 プロトタイプの制御画面

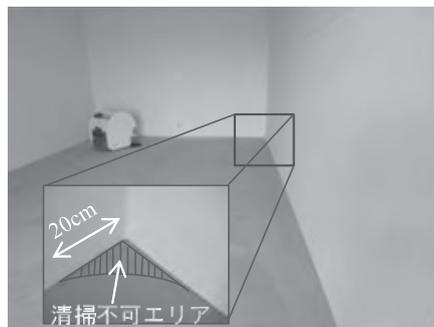


図-10 現場における実験状況

程度のエリアにはサイドブラシが届かず清掃を行うことができないため一部は人が行う必要があるが、本開発ロボットは作業の前後だけロボットに指示を送り作業中に作業員が拘束されないため、清掃作業に関わるコストを大きく削減できることが示された。これまでの清掃作業は必要に応じて作業員が行ってきたが、本開発ロボットの場合は施工作业を行っていないエリアや、施工作业に影響を及ぼさないエリアを中心に常時動作させることも効果的であることが示された。

5. おわりに

省人化を目的に自動で動作制御を行う本開発ロボット T-iROBO[®] Cleaner の開発を行った。従来、人が行った清掃作業を同等の時間でロボットが作業できることが示され省人化が図れる結果を得た。今後は、さまざまな現場において本開発ロボットの運用検証を行い、2018年度を目標にリース展開していく予定である。

J|C|M|A

《参考文献》

- 1) 日本建設業連合会, 建設業ハンドブック 2015, P18, 2016

【筆者紹介】

加藤 崇 (かとう たかし)
大成建設(株)
技術センター 生産技術開発部
課長



建物の安全性即時診断システム

1ヶ所の地震計で地震後即時に建物の安全性を自動診断

森下真行・齊藤芳人・龍神弘明

地震に対する事業継続性においてはスピーディーな初動対応が非常に重要であり、建物管理者が専門家の判定を待たずに建物が継続して利用できるかの安全性を即時に把握したい、というニーズが高まりつつある。本稿での紹介システムはこのニーズに応える技術であり、地震発生直後、1ヶ所の地震計で計測された建物の揺れを自動的に解析・診断し、各階の安全性を評価した上で、建物所有者、管理者および使用者等に、診断結果とそれに基づく行動指針を、eメールで即時に自動発信するまでの一貫システムである。多拠点BCPとして運用することで、企業全体の事業継続性の向上に貢献できる技術である。

キーワード：建築、躯体、構造ヘルスマonitoring、BCP、初動支援

1. はじめに

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震では、建物管理者が被災した建物が継続して利用できるかの安全性を即時に判断する手段がない、あるいは過去に経験したことのない揺れを体感したことにより、建物使用者の不安感の増大や建物管理者が継続利用の可否判断に迷う、などの理由から、建物の安全性が確認できるまで建物を使用禁止とし初動活動に支障が生じた例が確認されている。

建物の危険度を応急的に判定する仕組みとして、建築の専門家による応急危険度判定¹⁾という制度が構築・運用されている。しかしながら、現実には応急危険度判定を受けるまでに数日の期間を要するため、被災直後においては初動対応の観点から、例えば建物管理者が建物の危険度を独自に判断せざるを得ない状況にある。

このような背景を受け、建物の応急的な使用性判断、すなわち例えば構造的に安全か否かを地震計による記録を利用して即時診断する、いわゆる構造ヘルスマonitoringシステムの活用が提言^{2),3)}されており、多様なシステムが実用化され始めている。本稿で紹介するシステムは、1台の加速度センサから得られる情報を利用して建物の構造安全性診断を実現する、低コスト型の構造ヘルスマonitoringシステムである。

2. 開発システムの概要

開発システムは、1ヶ所の加速度センサとパソコンとから構成(図-1)されており、加速度センサによる観測データが一定値を超えることで、本システムが自動処理を開始する仕組みである。自動処理はパソコン制御で行われ、観測データの回収ならびに解析の自動実行、解析結果を利用した建物の構造安全性に関する診断結果のモニタ出力およびメール等を利用した情報発信までを一連の工程として自動実行される。本システムの特徴として、自動処理を担うパソコンを現地建物内に設置している点が挙げられる。通信環境の充実した昨今では、メンテナンス等を考慮し、データ保存やデータ処理等をクラウド側に配置したネットワーク型システムとしての構築が主流であると思われる。

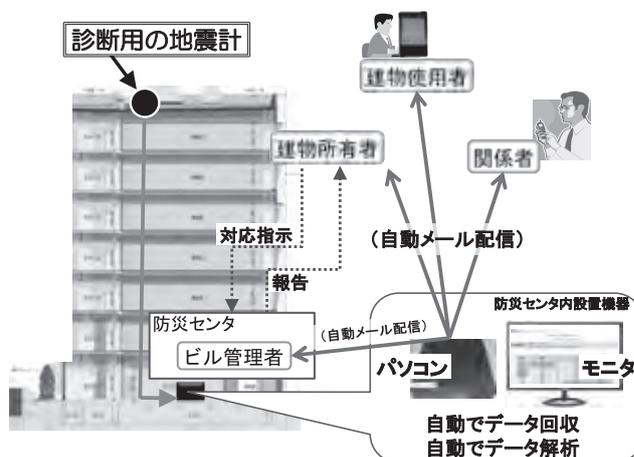


図-1 システム構成概念図

しかしながら、被災時の通信インフラの稼働停止や停電による電源喪失等の可能性を鑑みると、観測データの欠損に伴うシステムの停止あるいは遅延、メール等による診断結果の配信停止といった情報の可用性の観点で課題が残る。そこで、現地に無停電電源装置を配置し、被災時でも全システムが継続稼働すること、更に現地モニタにリアルタイムで診断結果を表示させるとともにプリンタへの自動出力機能を備えることで、この点を解決している。

3. 技術概要

開発システムでは、品川・三田の手法⁴⁾を拡張し、建物内1ヶ所の加速度記録から各階の絶対加速度応答および層間変形角を推定し、建物の構造等安全性評価指標として利用している。各階の応答を推定する際、建物の構造計算から求めた振動モデルを利用した手法が広く利用されている。しかしながら、振動モデルが存在するのは高層建物などごく一部の物件に限られており、振動モデルが存在しない中低層建物では都度振動モデルを構築する必要が生じる点が、システム普及の障害となっている。そこで本システムは、汎用性を持たせる点で振動モデルの利用は課題が残ると判断し、建物の振動モデルは利用しないことを前提とした。入力として必要な建物情報は、構造種別、階数ならびに各階高のみである。このように、入力情報を最小限とすることで汎用性を持たせた点も特徴である。以下に、最小限の建物情報と屋上階1ヶ所の加速度記録のみを基にした各階の応答推定手法の概要について述べる。

Step1 (固有振動数の推定)

屋上観測記録に対して周波数分析を適用し、各次数の卓越振動数を推定する。なお、本手法では、屋上観測記録から推定された卓越振動数は建物の固有振動数に一致すると仮定する。

Step2 (振動モード形状と刺激係数の設定)

Step1で推定された各次の固有振動数をもとに、振動モード形状と刺激係数を設定する。ここで、振動モード形状と刺激係数は、階数分の自由度を持つ質点系モデルの固有値解析より求める。本手法では、振動モデルを利用しない方針であるため、各層の質量および剛性を別途設定する必要が生じる。各層の質量は、最下層を1とし、階数が1上がるごとに1%の比率で質量を低減させる、簡便な仮定とした。

各層の剛性は、地震層せん断力分布係数(以下、 A_i 分布と呼ぶ)を基に設定した初期値から最適な値を探索する方法を採用する。具体的には、先に設定し

た各層の質量を基に求めた A_i 分布による各層のせん断力を最下層の値で基準化した値(最下層に対する相対比率で、各層の剛性を表現)を各層剛性の初期値とし、質量を固定、剛性を変動パラメータとした固有値解析の繰り返しにより最適解を求める。なお、最適解選定時の適合判定条件は、一般には低次のモード次数ほど刺激係数の絶対値が大きくなる性質を考慮し、各次の刺激係数の絶対値を重み付係数として採用する。これにより最終的に評価関数(C)が最も小さくなる剛性分布を選定することとなる。選定された質量と剛性の組合せによる固有値解析結果から、最上層を1に基準化した振動モード形状と刺激係数が得られる。

$$C = \min \left(\sum_{i=2}^n \left(\left(\frac{fa_i}{fa_1} - \frac{fm_i}{fm_1} \right) \cdot \beta a_i \right)^2 \right) \quad [1]$$

ここに、

C : 評価関数

fa_i : 固有値解析による i 次の固有振動数 (Hz)

fm_i : RF 観測波より推定された i 次の固有振動数 (Hz)

βa_i : 固有値解析による i 次の刺激係数

n : モード次数の上限値

Step3 (伝達関数の設定)

屋上階の1階に対する伝達関数を、複素数領域での多自由度の伝達関数として設定する。伝達関数は、Step1で推定された各次の固有振動数と減衰定数とから求まる各次数単独での伝達関数に、Step2で得られている刺激係数を掛け合せた上で、多自由度に展開した複素数領域での伝達関数とする。なお、本手法で考慮すべきモード次数の上限値は、Step1で推定された次数もしくはStep2で得られている刺激係数を1次から順次足しあわせた値が 1.0 ± 0.1 以内に収まる次数のうちどちらか低い方のモード次数とする。

各次数の伝達関数設定時に用いる減衰定数は、日本建築学会の「建築物の減衰」⁵⁾を参考に設定する。本稿では、全モードに対して鉄骨造の慣用値である2%を採用した。また、各モード単独での伝達関数で考慮すべき振動数範囲について、下限振動数は後に示す積分処理を考慮して0.3 Hz、上限振動数は設定された多自由度の伝達関数の応答倍率において高振動数側での大きさが1となる振動数とした。

Step4 (1階入力波の推定)

屋上観測記録の周波数分析結果に、Step3で設定された多自由度の伝達関数の逆数を複素数領域で掛けあわせ、波形に戻すことにより、1階入力波を推定する。

Step5 (屋上観測記録のモード分解)

屋上観測記録の周波数分析結果に、Step3で設定された多自由度の伝達関数に対する各モードの伝達関数の絶対値の比を掛けあわせ、波形に戻すことで、各モードの波 (以下、屋上モード別波形と呼ぶ) に分離する。

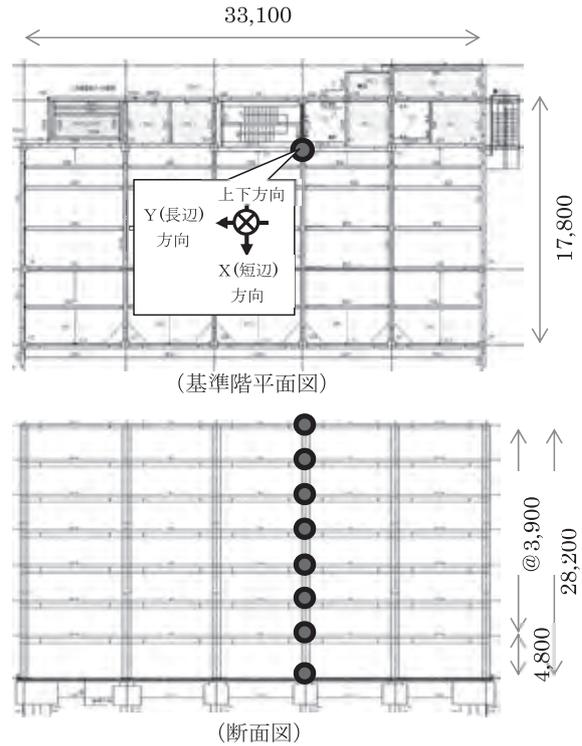
Step6 (各階での絶対加速度応答の推定)

屋上モード別波形と1階入力波との差分 (相対加速度) に、Step2で設定した振動モード形状を掛けあわせることにより、各階のモード毎の相対加速度が得られる。モード毎の相対加速度と1階入力波を各階ですべて足し合わせることで、各階の絶対加速度応答が推定される。

Step7 (層間変形角の推定)

Step6で推定された各階の絶対加速度応答を周波数領域で2階積分して絶対変位を求め、連続する上下階間でその差分を取ることで層間変形が得られる。得られた層間変形を各階高で除することにより層間変形角が求まる。

● : 振動センサ (加速度計, 3成分)



図一 2 検討対象とした建物および地震観測の概要

4. 推定精度の検証

(1) 検証建物および検証地震

検討対象とした建物は、東京都に建つ2014年竣工の杭基礎を持つ鉄骨造地上7階建 (軒高28.2m, 基準階高3.9m) の事務所ビル (写真一1) であり、概ね整形な平面形状 (33.1m × 17.8m) をしている。竣工時 (2016年12月) より、屋上階を含めた全階で加速度センサによる地震観測 (図一2) を開始し、屋上設置の加速度センサが所定の揺れレベルを超えた場合に全階の加速度応答が自動的に収録される。

検証対象とした記録 (表一1) は、2015年5月25

表一 1 検討対象とした観測地震の諸元

地震 No.	1		2	
地震の発生日時	2015/5/25 14:28		2015/5/30 20:23	
震央位置	埼玉県北部		小笠原諸島西方沖	
震源深さ	56 (km)		682 (km)	
マグニチュード	5.5		8.1	
震央距離	40 (km)		877 (km)	
気象庁震度※1	3		4	
計測震度※2	3.6		3.6	
最大加速度 (cm/s ²)	X 方向 (短辺)	Y 方向 (長辺)	X 方向 (短辺)	Y 方向 (長辺)
屋上階	78.2	84.6	62.2	92.9
1階	42.2	33.8	35.7	34.3

※1: 最寄りの気象庁観測点公表値

※2: 1階観測記録より計算



写真一 1 検討対象とした事務所ビル

日の埼玉県北部を震源地とする地震 (地震 No.1) および2015年5月30日の小笠原諸島西方沖を震源地とする地震 (地震 No.2) で得られた記録とした。前者は直下型に分類される地震、後者は海洋型に分類される地震であり、特徴の異なる2地震に対して検証を実施した。それぞれの地震では、最寄りの気象庁震度観測点にて、前者は震度3、後者は震度4と公表されており、当該建物1階での観測記録より求めた計測震度は両地震とも3.6 (震度4) であった。また、1階では両地震とも40 cm/s²程度、屋上階では60から90 cm/s²

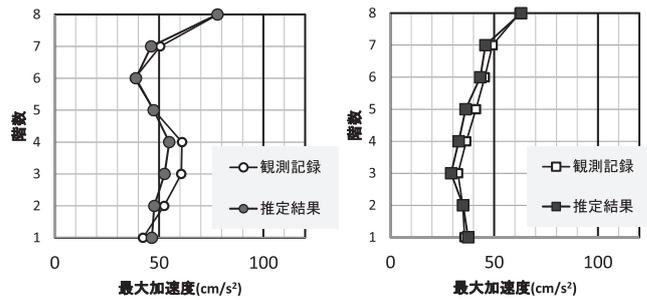
程度の最大加速度が記録されており、建物躯体は弾性挙動を示す範囲内であると推測される。本稿では、1階での最大加速度が大きくなるX（短辺）方向を検討対象として選定した。

(2) 検証結果

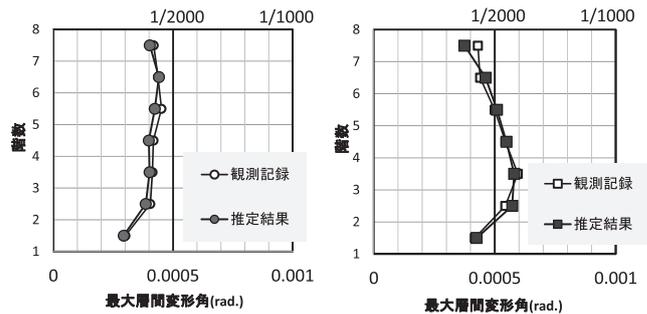
本手法および観測記録より求めた最大加速度（図—3）および最大層間変形角（図—4）の建物高さ方向での分布比較を行う。各最大値は、一部の層でやや小さな評価となるものの、地震によって異なる建物応答の特性の違いなど、本手法による推定結果は観測記録をよく表現できていると考えられる。最大加速度および最大層間変形角の観測記録に対する誤差率（図—5）比較を行う。観測記録に対する誤差率について、最大加速度は両地震とも13%以内に収まっており、概ね良い対応を示すことが確認できた。最大層間変形角の比較では、地震No.1は誤差率6%以内に収まっているが、地震No.2では最大14%の誤差を含み、両地震で誤差率に差の生じる結果となった。ただし、地震No.2で14%の誤差となる最上層以外は地震No.1と同程度の誤差範囲に収まっていることより、最大層間変形角についても概ね良い対応を示し、地震直後の応急的な構造安全性診断技術としては十分実用的な精度を有すると考えられる。

最後に、分析過程で推定された建物の振動モード形状の妥当性について考察する。地震No.1に対して本手法（検討Step2に該当）を適用して推定された振動モード形状を、本検討建物で別途実施した起振試験結果ならびに常時微動より求めた結果と比較（図—6）する。

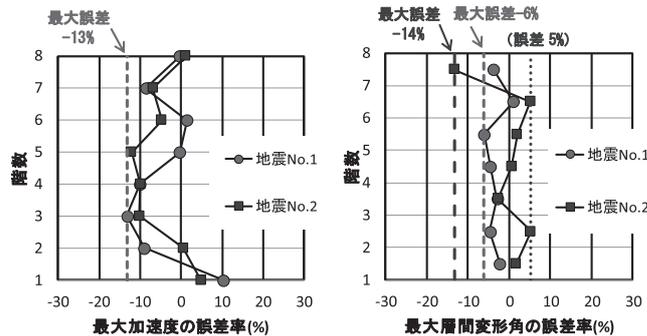
本手法により推定された1次の振動モード形状は、起振試験ならびに常時微動による形状と概ね対応した結果が得られている。2次モードに関して、本手法による振動モード形状はモードの腹近傍（4階付近）で他の手法によるものと比較してやや小さめに推定されているものの、全体的な傾向はよく捉えられている。3次モードに関しては、3手法間で若干のバラツキが認められるが、全体的な傾向は概ね捉えられている。起振試験ならびに常時微動より求めた振動モード形状は微小振幅時の結果であり、これらより振幅の大きな地震記録を用いて推定された振動モード形状と完全に対応するものではない。しかしながら、3手法ともに概ね同様の傾向を示すなど全体的な特性は捉えられており、また低次モードほど精度よく推定されている可能性が高いと考えられる。なお、本手法により推定された地震No.2での振動モード形状は、地震No.1と概



図—3 最大加速度の建物の高さ方向分布

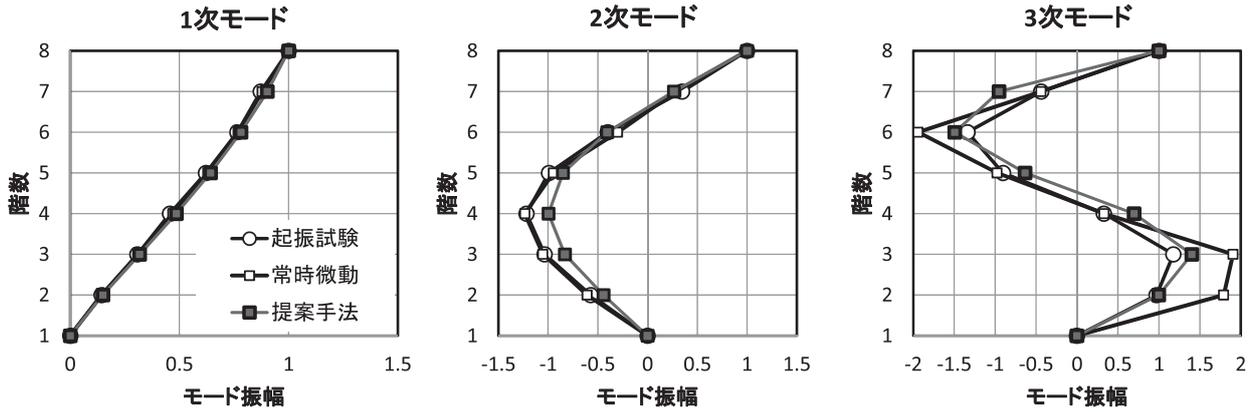


図—4 最大層間変形角の建物の高さ方向分布



図—5 最大応答推定値の誤差分布

ね同様の結果が得られていることを確認している。最大加速度の分布において、地震No.2の結果は直線的な分布性状であるのに対し、地震No.1の結果はS字カーブに近い分布性状を示す。地震No.1は直下型に分類される地震であり、高次のモードに対応した地震動成分が減衰しきれず建物へ入力され、その結果比較的高次モードまで励起される。S字カーブ形状は3次モードに対応する形状であることから、本建物の場合、3次モードまでは考慮する必要があると判断できる。最大層間変形角が最大加速度に比べ観測記録と比較的良好な対応を示す点については、建物の変形は低次モードが支配的であること、および振動モード形状は低次モードほど精度良く推定されている可能性が高いこと、などがその要因であると考えられる。



図一六 本手法により推定された振動モード形状 (地震 No.1)

以上より、本手法による推定結果は、入力 of 最大加速度で 40 cm/s^2 程度、最大層間変形角で $1/2,000 \text{ rad}$ 程度の地震での応答に対してではあるが、地震直後の応急的な構造安全性診断技術としては十分実用的な精度を有すると考えられる。なお本稿では、実際の地震時の揺れを用いた検証結果のみを示した。シミュレーション結果との比較検証も実施^{6), 7)}しているが、誌面の都合上省略した。また、地震センサ設置階は全振動モードが観測される屋上階が理想的ではあるが、現実には屋上階への設置が困難な場合も想定される。その場合、推定精度は低下するが屋上階以外の階での観測にも適用可能⁸⁾な手法である。

5. おわりに

本稿では、地震直後の建物の安全性を、1台の加速度センサ情報のみを利用して建物の構造安全性診断を実現するシステムについて、その概要および鉄骨造事務所ビルにおける実地震に対する観測記録と推定結果の比較による妥当性検証について紹介した。本システムは、迅速な初動活動への着手支援や二次災害防止など企業の事業継続に大いに役立つと考えられる。



《参考文献》

- 1) 日本建築防災協会：震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針, 2005年12月
- 2) 日本建築学会：建築の原点に立ち返る—暮らしの場の再生と革新—東

- 日本大震災に鑑みて (第一次提言), 2011年9月9日
- 3) 日本建築学会：建築の原点に立ち返る—暮らしの場の再生と革新—東日本大震災に鑑みて (第二次提言), 2013年5月30日
- 4) 品川祐志, 三田彰：1台の加速度センサのみを用いた建築構造物の振動応答推定手法, 日本建築学会技術報告集, 第19巻, 第42号, pp461-464, 2013年6月
- 5) 日本建築学会：建築物の減衰, 日本建築学会, pp131-137, 2000年10月1日
- 6) 森下真行, 龍神弘明, 齊藤芳人：建物の安全性即時診断システムの開発, 前田建設工業技術研究所報, VOL56, 2015年
- 7) 森下真行, 齊藤芳人, 龍神弘明, 三田彰：建物の構造安全性即時診断システムの開発 その1 診断手法の提案と妥当性確認, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp983-984, 2015年9月
- 8) 森下真行, 齊藤芳人, 龍神弘明：建物の構造安全性即時診断システムの開発 その2 診断手法の改善と観測階の検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp943-944, 2016年8月

【筆者紹介】



森下 真行 (もりした ただゆき)
前田建設工業(株)
技術研究所
室長



齊藤 芳人 (さいとう よしひと)
前田建設工業(株)
技術研究所
副所長



龍神 弘明 (りゅうじん ひろあき)
前田建設工業(株)
技術研究所
主管研究員

ハイブリッド架構による耐火木造建築の技術開発

河内 武

木造と鉄骨造・RC造を組み合わせたハイブリッド架構の柱梁接合部として、木質柱+RC・鉄骨梁架構、木質柱+木質梁架構の2種類を考案し、多様な空間ニーズに対応できる木質架構を開発した。これらの構造性能把握のため、十字形柱梁接合部試験体による構造実験を実施し、いずれも、層間変形角1/60～1/30radまで大きな耐力低下のない靱性のある荷重—変形性能を示すことを確認した。また、加熱により発泡する薄い耐火材と強化石膏ボードの二重の燃え止まり層によるスリム型耐火木質柱・梁を開発し、いずれも指定性能評価機関にて1時間耐火認定を取得した。さらに、2種類の接合部に関する1時間耐火性能も加熱実験により確認した。

キーワード：木質ハイブリッド架構，GIR接合，1時間耐火，耐火シート

1. はじめに

近年、建築物の木質化を推進する動きが活発となり、木造建築の中高層大規模化への注目度が高まってきている。ここでは、このような動きに対応してこれまで実施してきた木質架構の構造・耐火に関する技術開発の概要について紹介する。

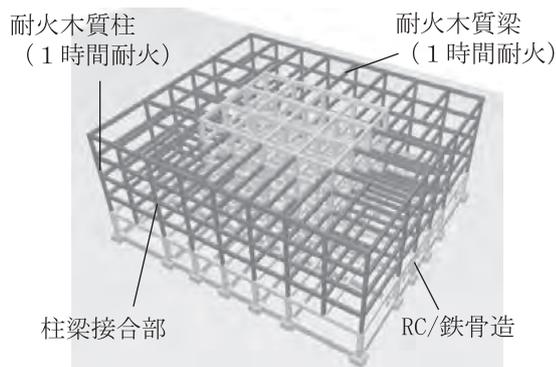
開発対象としたのは、4層までの学校・医療福祉施設・店舗などを想定した図—1に示すような1時間耐火木質架構で、木造と鉄骨造またはRC造を組み合わせることが可能なハイブリッド架構とすることで、用途・規模に応じてロングスパンや梁貫通対応、木材現しなど多様な空間ニーズに対応できる木質架構である。

今回は、架構の実現に当たって必要となる開発項目として、木造と鉄骨造またはRC造を組み合わせたハ

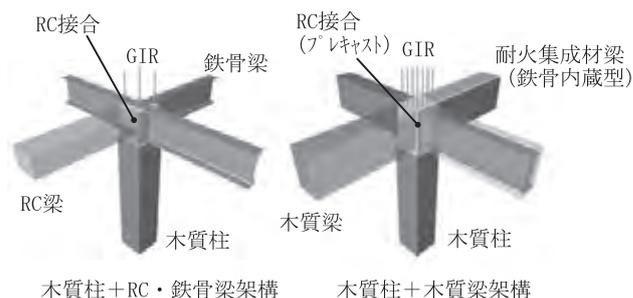
イブリッド架構における柱梁接合部、耐火木質部材（柱・梁・柱梁接合部）、の各項目について技術開発を行った。

2. 柱梁接合部の開発

開発した柱梁接合部は、図—2に示す木質柱+RC・鉄骨梁架構、木質柱+木質梁架構にそれぞれに対応した2種類の柱梁接合部で、十字形柱梁接合部試験体による構造実験を実施してその構造性能を確認した。いずれの接合部とも柱と梁の接続部分となる個所（パネル部分）をRC造とし、RC接合部と木質柱との接合をエポキシ樹脂充填によるGlued-in Rod接合（GIR接合）としており、パネル部分をRC造とすることで、構造性能・耐火性能をともに向上させることをねらっている。なお、GIR接合部の鋼棒には、柱に挿入される部分をネジ加工した切削鉄筋を用いており、十字形柱梁接合部実験に先立って実施したGIR



図—1 ハイブリッド架構の概念



図—2 開発した柱梁接合部

接合部の引抜実験¹⁾、柱部分の曲げ実験²⁾により靱性のある接合部にすることが可能であることを確認済みである。

図-3には試験体の概要を示す。試験体は木質柱 + RC・鉄骨梁架構に対応した接合部を有する Type-A と木質柱 + 木質梁架構に対応した接合部を有する Type-B の2タイプを1体ずつである。Type-A では、柱が600 mm × 600 mm のカラマツ集成材（同一等級, E105-F345）、梁がH形鋼（H-600 × 200 × 11 × 17, SN490B）で、梁はRC接合部内を貫通し、RC接合部の周囲は厚さ9 mm の鋼板（ふさぎ板, SS400）で囲われている。Type-B では、柱が600 mm × 600 mm のカラマツ集成材（同一等級, E105-F345）、梁が250 mm × 680 mm のカラマツ集成材（同一等級, E105-F345）で、梁端部はドリフトピン（直径27 mm の丸鋼, SS400）と厚さ16 mm のガセットプレート（SN490B）を介して、RC接合部内に埋め込まれた異形鉄筋（SD345）の両端を全ネジボルト形状に切削加工した切削鉄筋にボルト留めしている。Type-A、

Type-BともRC接合部と木質柱の接合はGIR接合を採用しており、鋼棒として異形鉄筋（SD345）の一端のみを全ネジボルト形状に切削加工した切削鉄筋を使用している。切削鉄筋の全ネジボルト部は木柱内に挿入してエポキシ樹脂を充填して接合、鉄筋部はRC接合部内に埋め込んで機械式継手により上下柱の鋼棒どうしをRC接合部内で接合することで、柱を通し柱とすることなく、層ごとの積層構法とすることを可能にしている。

加力は、図-3中に示すように、柱反曲点に相当する個所を反力ジャッキとテフロン支承で支持し、梁両端に正負交番繰返し荷重を載荷した。加力サイクルは、各層間変形角（1/400, 1/200, 1/150, 1/120, 1/100, 1/80, 1/60, 1/30, 1/20 rad）において正負2回ずつの繰返しとした。

図-4に荷重-層間変形角関係を示す。Type-Aでは、-1/60 radの2サイクル目加力時に上柱に微細な亀裂が発生したが耐力低下は微少で、その後、+1/120 radの1サイクル目加力時に柱の主筋が降伏し、+1/30

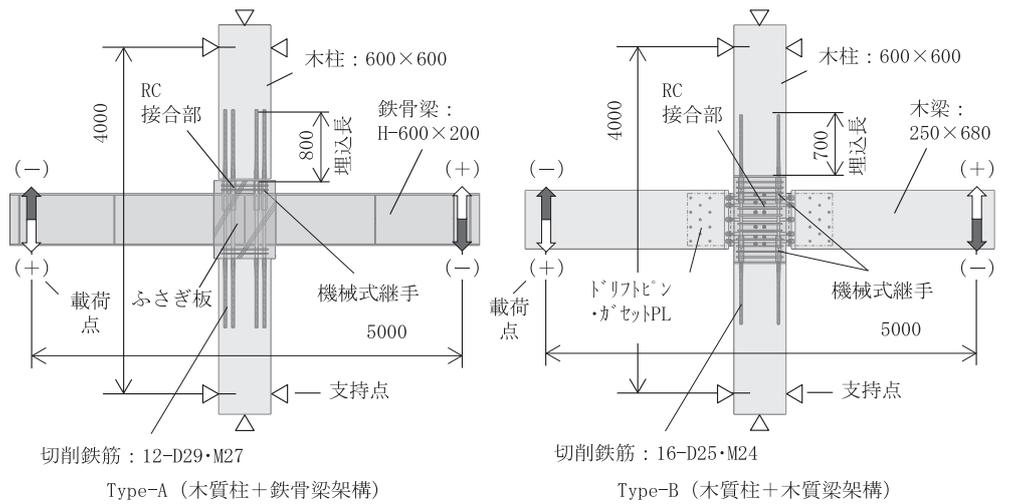


図-3 試験体概要

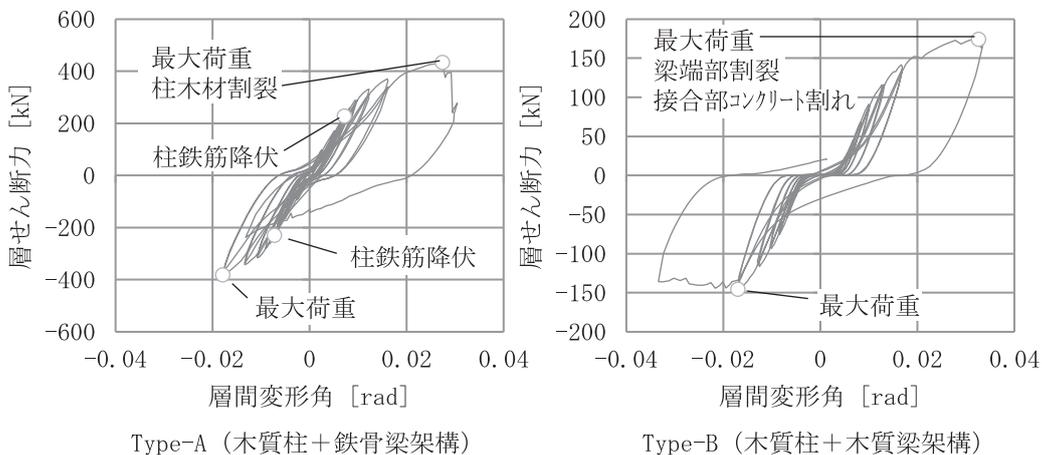
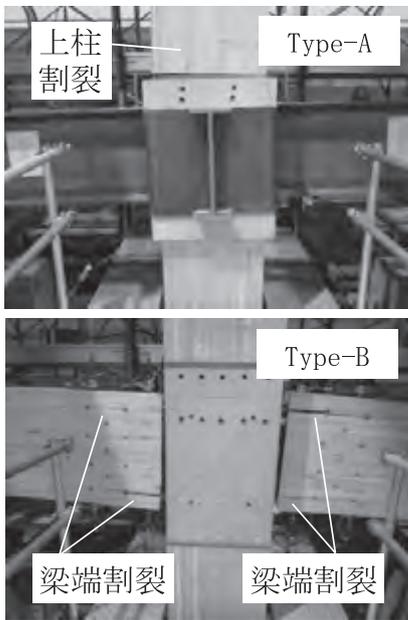


図-4 荷重-変形角関係

rad の1サイクル目加力時に上柱に割裂が発生して耐力が低下した。最大荷重は正側で433 kN, 負側で383 kNであった。鉄骨梁は最後まで弾性範囲であった。Type-Bでは, +1/30 rad 加力時に端部に大きな割裂が発生して耐力が低下したが, 柱主筋, 梁端のガセットプレートは最後まで弾性範囲内であった。載荷終了後に梁のドリフトピンを取り出したところ, く の字形に変形しており, 日本建築学会木質構造設計規準³⁾等に示される, ドリフトピン中央部降伏型のモードIIIの破壊性状であった。最大荷重は正側で174 kN, 負側で146 kNであった。また, Type-A, Type-Bとも加力中にRC接合部に微細な亀裂が発生したが, これによる大きな耐力低下などはみられなかった。写真一1に最終破壊状況を示す。



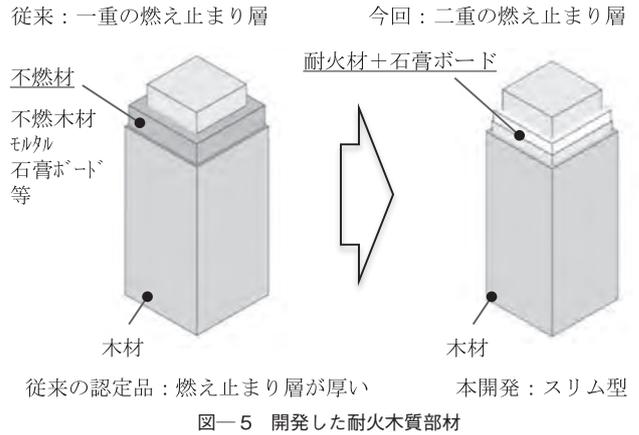
写真一1 接合部実験の最終破壊状況

3. 耐火木質柱の開発

従来の耐火木質部材は, 荷重支持部の芯材を火災から守るため, 燃え止まり層が厚くなり, 部材断面が大きくなる課題があった。本開発では, 図一5に示すように, 耐火シートと強化石膏ボードを組み合わせた二重の燃え止まり層を形成し, 耐火性能を高めることで, 燃え止まり層の厚さを従来よりも薄くできるスリムな耐火木質柱部材を開発した。

耐火木質柱部材の1時間耐火構造の大臣認定を取得するためには, 指定性能評価機関による耐火性能評価試験に合格する必要がある。木柱の耐火性能の判定基準は次の通りである。

- ・荷重支持部材である芯材に炭化がないこと

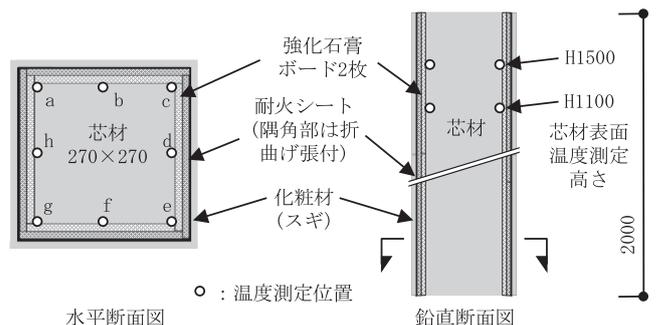


図一5 開発した耐火木質部材

- ・芯材の最大軸方向収縮量が規定値 $h/100$ [mm] を超えないこと
- ・芯材の最大軸方向収縮速度が規定値 $3h/1000$ [mm/分] を超えないこと
(hは試験体初期高さ [mm])

指定性能評価機関による耐火性能評価試験に先立ち予備実験を実施し, その結果をふまえて詳細な耐火仕様を決定した後, 性能評価試験を指定性能評価機関である(一財)建材試験センターにおいて1時間耐火の性能評価試験を実施した。試験体の概要を図一6に, 試験体の構成を表一1に示す。被覆層は, 強化石膏ボード2枚, 耐火シート, 化粧材で構成される。試験体は, 小断面2体, 大断面2体の計4体である。試験体高さは3300 mmである。試験はISO0834の標準加熱曲線に基づき, 芯材に長期許容応力度に相当する載荷荷重(小断面:483 kN, 大断面:2940 kN)をかけた状態で1時間加熱し, 芯材表面の測定温度が低下するまで継続した。

実験結果の例として, 写真一2に小断面Aの試験体加熱後の状況を示す。表一2には芯材の炭化の有無, 最大軸方向収縮量, 最大軸方向収縮速度を示す。また, 試験体の芯材表面の平均温度の時間変化を図一7に示す。写真一2の例のように, 小断面, 大断面とも芯材に炭化は見られなかった。最大軸方向収縮量,



図一6 柱試験体の概要 (小断面)

表一 試験体の構成

	芯材	芯材断面寸法	被覆層	試験体名
小断面	スギ集成材 同一等級構成	270 mm × 270 mm	強化石膏ボード 耐火シート (厚さ約 2 mm) 化粧材 (スギ)	A
				B
大断面	E65-F255	624 mm × 624 mm		A
				B

表二 芯材の炭化の有無, 最大軸方向収縮量および速度の結果

	規定値	測定結果			
		小断面 A	小断面 B	大断面 A	大断面 B
芯材の炭化	-	なし	なし	なし	なし
最大軸方向収縮量 [mm]	33	1.5	1.7	0.9	1.0
最大軸方向収縮速度 [mm/分]	9.9	0.1	0.1	0.1	0.1



写真一 加熱後の状況の例 (小断面 A)

4. 耐火木質梁の開発

耐火木質柱と同様に, 耐火シートと強化石膏ボードを組み合わせた二重の燃え止まり層による, 従来よりも耐火層の薄いスリムな耐火木質梁部材を開発した。

耐火木質梁部材の1時間耐火構造の大臣認定の取得においても, 指定性能評価機関による耐火性能評価試験に合格する必要がある。木柱の耐火性能の判定基準は次の通りである。

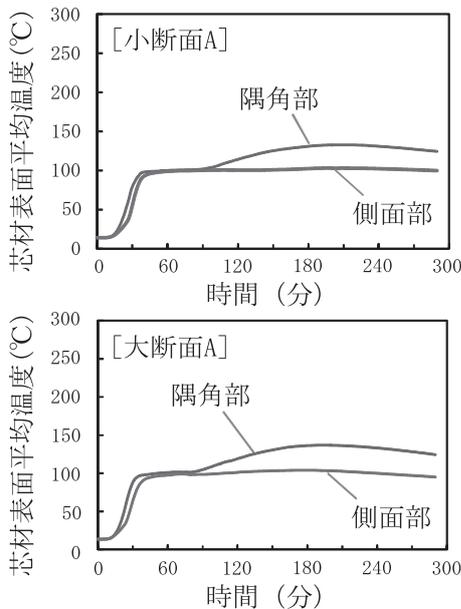
- ・荷重支持部材である芯材に炭化がないこと
- ・芯材の最大たわみ量が規定値 $L^2/400 d$ [mm] を超えないこと
- ・芯材の最大たわみ速度が規定値 $L^2/9000 d$ [mm/分] を超えないこと

(Lは試験体の支点間距離 [mm], dは試験体の構造断面の圧縮縁から引張縁までの距離 [mm])

指定性能評価機関による耐火性能評価試験に先立ち予備実験を実施し, その結果をふまえて詳細な耐火仕様を決定した後, 性能評価試験を指定性能評価機関である(一財)建材試験センターにおいて1時間耐火の性能評価試験を実施した。試験体の概要を図一8に, 試験体の構成を表一3に示す。被覆層は, 強化石膏ボード2枚, 耐火シート, 化粧材で構成される。試験体は, 小断面2体, 大断面2体の計4体である。

試験は, 試験はISO0834の標準加熱曲線に基づき, 梁芯材に長期許容曲げモーメントが作用する荷重をかけた状態で1時間加熱し, 芯材表面の測定温度が低下するまで継続した。

実験結果の例として, 写真一3に小断面Aの試験体加熱後の状況を示す。表一4には芯材の炭化の有無, 最大たわみ量, 最大たわみ速度を示す。また, 試験体の芯材表面の平均温度の時間変化を図一9に示



図一 7 芯材表面の平均温度

最大軸方向収縮速度は規定値以下であった。これらの結果より, 性能評価試験に合格し, 1時間の耐火認定を取得した。

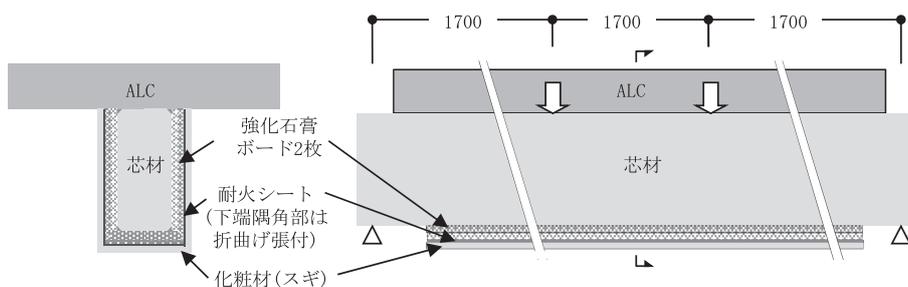


図-8 梁試験体の概要

表-3 試験体の構成

	芯材	芯材断面寸法 [mm]		被覆層	試験体
		梁成	梁幅		
小断面	スギ集成材 対称異等級構成 E65-F225	120	240	強化石膏ボード 耐火シート 化粧材 (スギ)	A
大断面		683	300		B

表-4 芯材の炭化の有無および最大たわみ量, たわみ速度の測定結果

		小断面 A	小断面 B	大断面 A	大断面 B
芯材の炭化	-	なし	なし	なし	なし
最大たわみ量 [mm]	規定値	271		95	
	測定値	31.6	30.0	4.4	4.3
最大たわみ速度 [mm/分]	規定値	12.0		4.2	
	測定値	0.6	0.6	0.3	0.3



写真-3 加熱後状況の例 (小断面 A)

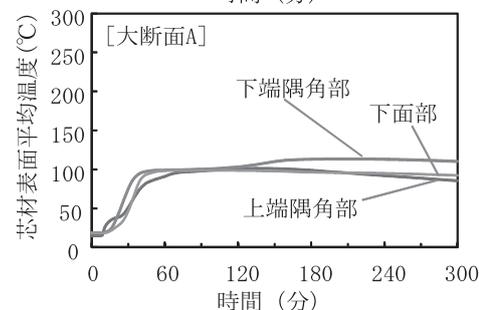
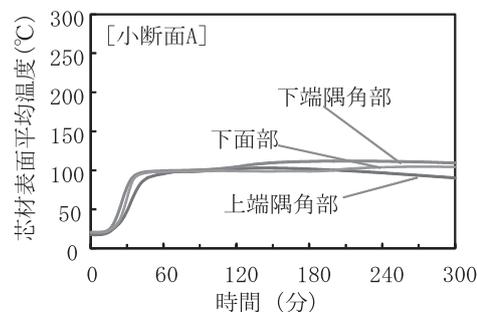


図-9 芯材表面の平均温度

す。写真-3の例のように, 小断面, 大断面ともに芯材に炭化は見られなかった。最大たわみ量, 最大たわみ速度は, 規定値以下であった。これらの結果より, 1時間耐火認定の性能評価試験に合格し, 1時間の耐火認定を取得した。

5. 柱梁接合部の耐火性能の確認

図-2に示した2種類の接合部について, 1時間の耐火性能を満たす被覆仕様を検討し加熱実験を実施し

た。接合部は図-3と同様の仕様とし、柱部材・梁部材には、図-6, 8に示した耐火木質部材を用いた。

耐火木質柱の単体は1時間耐火の認定を取得しており、耐火性能は確認されている。鉄骨梁の単体については、1時間耐火の認定を取得している耐火被覆を使用することで耐火性能を確保できる。RC接合部は、RC柱の範疇で考えれば、耐火性能が認められている。RC接合部の周囲を鋼板で囲った接合部では、接合部の周囲を鉄骨梁と同等の耐火被覆を施している。このように、接合部の各構成要素については1時間の耐火性能がある。そのため実験では、鋼材から芯材への熱伝導、RC接合部のコンクリートから芯材への熱伝導、RC接合部と耐火木質柱境界からの熱侵入に着目し、1時間の加熱実験を実施し、芯材が炭化しないかどうかを確認した。

図-2のうち木質柱-鉄骨梁架構（耐火木質柱-RC接合部-鉄骨梁で構成）の接合部試験体の概要を図-10に示す。鉄骨梁とRC接合部は耐熱ロックウールで被覆した。RC接合部の被覆は、耐火木質柱との境界からの熱侵入防止のため、コンクリートと耐火木質柱の境界面から20mm下まで被覆した。加熱は、ISO834の標準加熱温度時間曲線に準じて1時間実施した。その後、試験体温度が低下するまで炉内で放冷した。

写真-4に加熱後の試験体の状況を、図-11にコンクリート境界部の芯材表面、図-12に鋼材の平均温度の時間変化をそれぞれ示す。コンクリート境界部の芯材表面の平均温度は、最大で160℃程度であった。図-12に示すように鉄骨梁下フランジの温度は400℃以上に達するが、鉄骨梁と芯材を接合する台座の温度は、100℃程度に抑えられた。これは、コンクリートの吸熱効果により鋼材から芯材への熱伝導が抑制されたためであると考えられる。芯材に炭化は見られなかった。以上の結果より、耐火木質柱-RC接合

部-鉄骨梁の接合部について1時間の耐火性能を有することを確認した。

木質柱-木質梁架構の接合部試験体については、耐火性能に影響する要因として次の項目が考えられる。

- ・RC接合部と耐火木質梁との間のクリアランス部か



写真-4 加熱後の状況

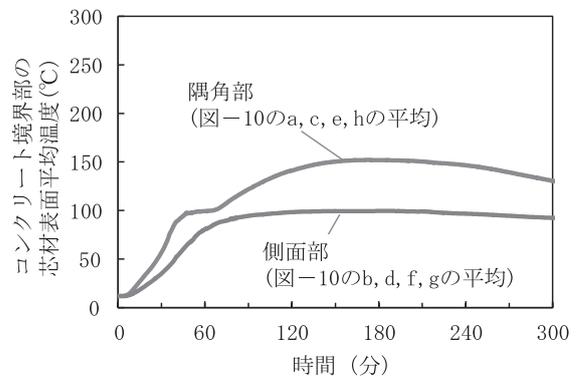


図-11 コンクリート境界部の柱芯材表面の平均温度

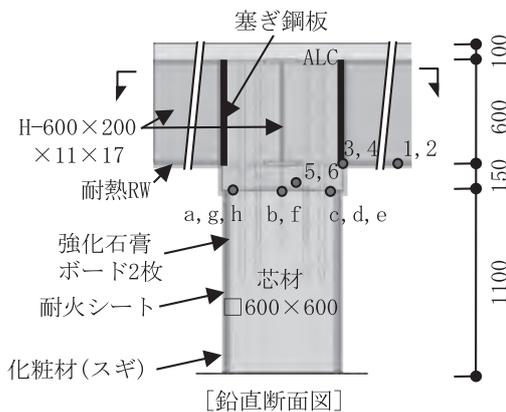
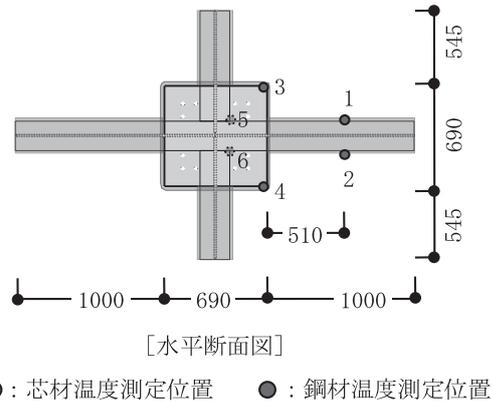


図-10 試験体概要 (木質柱-鉄骨梁架構接合部)



● : 芯材温度測定位置 ● : 鋼材温度測定位置

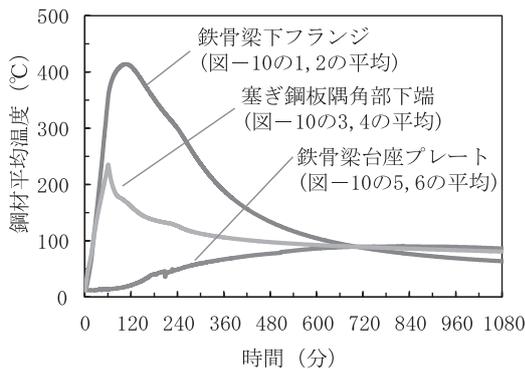


図-12 鋼材の平均温度

らの熱侵入

- ・ RC 接合部と耐火木質梁を接合する鋼材を介した熱侵入
- ・ RC 接合部から耐火木質柱の芯材への熱伝導による熱侵入
- ・ RC 接合部と耐火木質柱との境界部からの熱侵入

耐火木質梁と RC 接合部の間のクリアランス部からの熱侵入は、荷重することによりクリアランスが大きくなる可能性があるため、本実験は荷重加熱実験とした。

図-2 のうち木質柱-木質梁架構（耐火木質柱-RC 接合部-耐火木質梁で構成）の接合部試験体の概要を図-13 に示す。RC 接合部周りは、強化石膏ボード、合板、および化粧材で被覆した。ただし、コンクリートと耐火木質柱の境界から耐火木質梁下面までは、境界部からの熱侵入を防ぐため、耐火木質柱と同じ被覆仕様とした。RC 接合部と梁の間のクリアランス部は耐熱ロックウールを詰めた。

加熱は ISO834 の加熱曲線に準じて 1 時間実施した。その後、試験体温度が低下するまで炉内で放冷した。柱の荷重荷重は、柱芯材の長期許容応力度に相当する値とした。梁はドリフトピン接合部が最も降伏しやすいため、梁の荷重荷重はドリフトピン接合部に長期許容曲げモーメント相当の荷重がかかる値とした。荷重は加熱開始後 270 分頃まで続けた。

加熱後の試験体の状況を写真-5 に、コンクリー

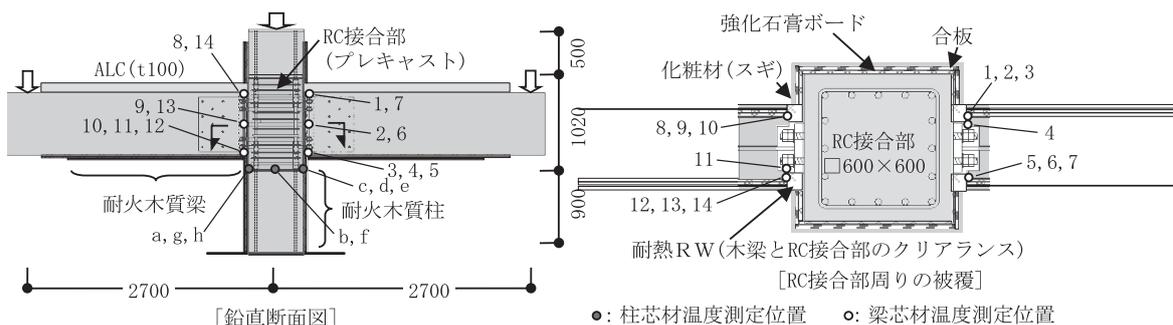


図-13 試験体概要 (木質柱-木質梁架構接合部)

ト境界部の柱芯材表面の平均温度の時間変化を図-14 に、接合部近傍の梁芯材表面の平均温度の時間変化を図-15 に示す。柱芯材に炭化は見られなかった。接合部近傍の梁芯材の下端隅角部に局所的に変色が見られたが、荷重支持性能に影響はなかった。以上の結果より、耐火木質柱-RC 接合部-耐火木質梁の接合部について、柱および梁に荷重をした状態で加熱実験を実施し、荷重支持性能が確認された。

6. おわりに

ハイブリッド架構の構築に必要な柱梁接合部については、RC 系の接合部パネルを開発し、その構造性能、耐火性能を実験により確認できたことで、耐火木質柱-鉄骨梁・RC 梁、耐火木質柱-耐火木質梁のいずれのタイプのハイブリッド架構についても架構実現の目途が立った。

耐火木質部材については、柱部材、梁部材、柱梁接

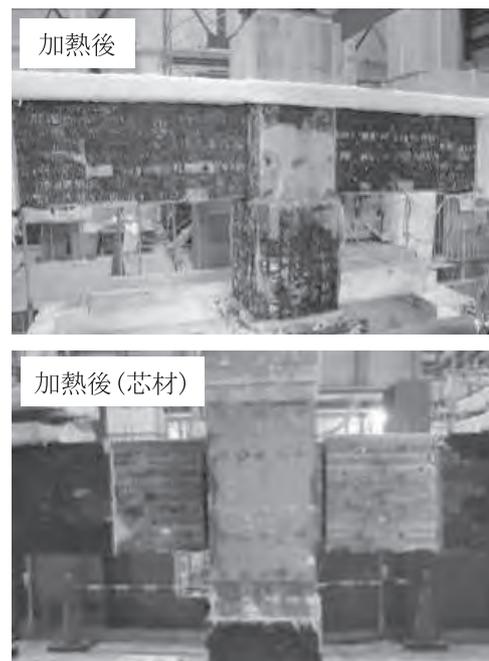


写真-5 加熱後の状況

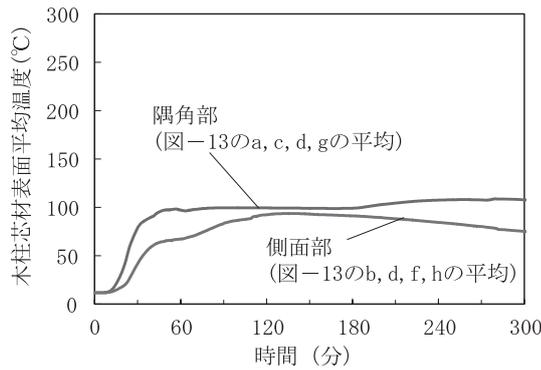


図-14 コンクリート境界との柱芯材表面の平均温度

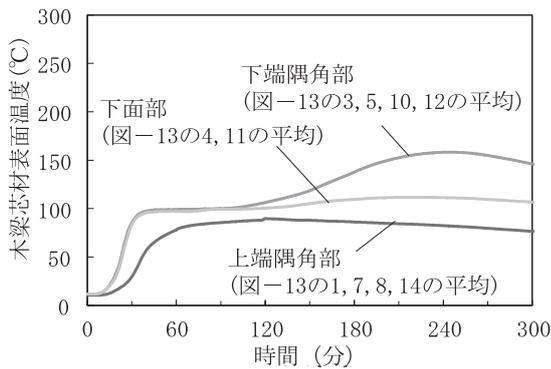


図-15 RC 接合部側の梁端部芯材表面の平均温度

合部とも1時間耐火性能を満足することを確認し、耐火木質柱-RC梁・鉄骨梁、耐火木質柱-耐火木質梁など各種のハイブリッド架構の実用化が可能となった。

本開発による耐火木質柱・梁は、燃え止まり層の厚さを従来よりも2~4割程度薄くでき、よりスリムな部材として市場提供が可能である。

謝 辞

本研究の一部は国土交通省平成27年度住宅・建築関連先導技術開発助成事業による補助を受けて、清水建設(株)と菊水化学工業(株)が共同で実施した。ここに記し、心より感謝いたします。

JCMA

《参考文献》

- 1) 貞広ほか：木質ハイブリッド接合部の開発 その3 Glued-in Rod 接合部の追加引抜実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2016年8月, pp.115~116
- 2) 津畑ほか：木質ハイブリッド接合部の開発 その4 Glued-in Rod 接合部の追加曲げせん断実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2016年8月, pp.117~118
- 3) 日本建築学会：木質構造規準・同解説 (2006年), p.225

【筆者紹介】

河内 武 (かわち たけし)
清水建設(株)
技術研究所 建設基盤技術センター
主任研究員





デザイン思考でデジタル活用 労働安全分野への適用

長 井 治

社会環境の変化が激しい中、見えていない課題をあぶり出し解決に導く手法がデザイン思考である。その適用範囲は、身近な業務改善から社会課題の解決まで幅広く活用できるものである。本書は、デザイン思考の理解を促す一助とするために、労働安全分野におけるデジタル活用の事例を共有するものである。
 キーワード：デザイン思考、デザイナー、未来のありたい姿、人中心、ワークショップ、アイデアソン、ビジョン、デジタル活用、ネットワーク、労働安全、企業価値、安全投資、安全帯

1. はじめに

社会・生活環境のデジタル化が止まらない。インターネットの更なる進展・拡大と共に様々なネットワークサービスが提供され、スマートフォンの利用が一般化しており人々のデジタル依存度が高まっている。家電業界では、電子レンジ、冷蔵庫、エアコン、テレビ、ビデオレコーダ等がネットワークに接続され消費者に対して付加価値の高い製品を提供している。クルマもコネクティッド・カーとして、ネットワークに接続し多様なサービスを提供していくことになる。人々の生活だけでなく、様々な業種でデジタル活用が始まっており、農業などの一次産業においてもデジタル活用が加速している。デジタル活用は、少子高齢化の影響で将来的に構造改革せざるを得ない状況において解決策の一端を提供することになる。様々な道具にネットワーク機能を持たせ、業務改善に活かす取り組みが加速し、業種を選ばずその波は浸透しつつある。これは、一般的に、IoT (Internet of Things; アイオーティ; モノのインターネット) と呼ばれる概念である。簡単に言うと、何でもネットワークにつなげて「何かしよう」ということである。共通課題は、「何かしよう」の「何か」である。

この「何か」を現実に落としこむ手段の一つが、デザイン思考の活用である。

2. デザイン思考とは

社会・環境の急激な変化により将来の予測が困難な中、まだ見えていない本質課題を抽出し、課題の解決

に速やかに導くツールが「デザイン思考」である。

デザイン思考とは、「デザイナーの課題発見から解決までのプロセスを体系化し誰にも（デザイナー以外にも）使えるようにした方法」と言われている。

・体系化したのは、IDEO (アイディオ) というアメリカのデザインコンサルティング会社である

(1) 未来のありたい姿

筆者がデザイン思考を活用するにあたり特に重要と考えるのが、〈未来のありたい姿 (図-1)〉を描き共有してから具体的に検討していくことにある。

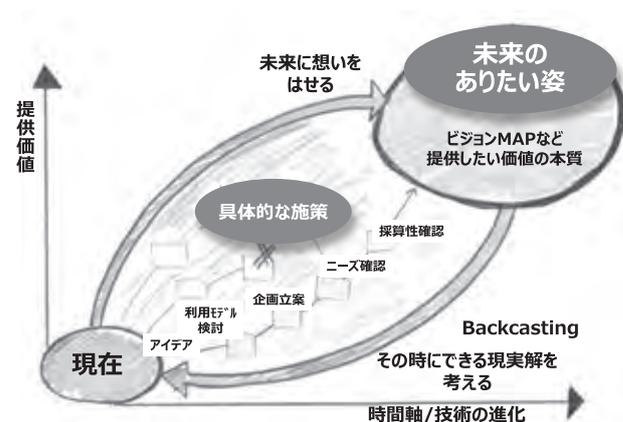


図-1 筆者の考える〈未来のありたい姿〉の概念

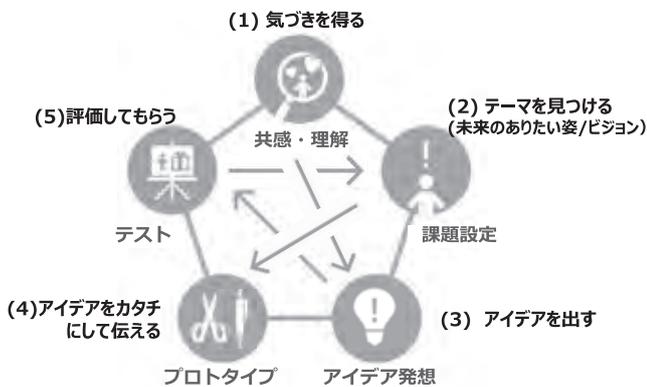
この〈未来のありたい姿〉を検討することにより、一度、目先の問題から離れ、未来に向けてのありたい姿、何を大事にすべきなのか、本質の議論ができる。

この〈未来のありたい姿〉は、いわゆるビジョンと同義である。そのビジョンを目指して、今現時点で

きる具体的な施策の検討や、新しい事業などを企画していくわけである。

(2) デザイン思考の5つの要素

デザイン思考では、図—2のような5つの要素が示されている。



図—2 デザイン思考の5つの要素 (出典 富士通デザイン)

これらのデザイン思考の5つの要素を速やかに回すことにより、課題解決にあたるのである。それぞれの要素が相互フィードバックを繰り返していき課題解決のスピードを上げていく。ベンチャー企業などの立ち上げ時などを想定すると理解しやすいかもしれない。積極的に活用している事例としては、商品の企画開発の分野である。開発エンジニアにデザイン思考を学ばせて、既存のやり方より新製品のリリースが早まった事例が公開されている。

なお先述した〈未来のありたい姿〉は、「要素(2)テーマを見つける」の成果物である。

(3) デザイン思考は〈人間中心〉で考える

デザイン思考のスタートラインは、〈人間を中心に考えること〉である。対象となる人達、そのとりまく環境を徹底的に観察し、共感・理解することで、本質的な課題、まだ顕在化していない潜在的な課題をあぶりだしていく(課題は、潜在的なニーズとも置き換えられる)。この観察の手法を「フィールドワーク」という。特別に「フィールドワーク」を行うことが必須なのではなく、仕事や普段の生活の中から得られる自分自身の違和感や〈気づき〉、このままだとこんな事態が待っているのではないかと、という〈未来への洞察〉を日々蓄積していくことが大切である。着想の基点は、属人的でよいのである。

3. 労働安全分野におけるデザイン思考アプローチ

デザイン思考は、どのような業種や場面でも活用可能である。しかしながら、公開されている情報は、教科書的な内容や最終的に成功した成果事例が多く、その中間にある実務プロセスのイメージがわきにくい。その理由のひとつとしてデザイン思考の活動自体が、秘密保持契約の下で行われており公開情報となりにくいという事情にあると思われる。

以下、筆者が自分なりにデザイン思考を活用し、労働安全分野において取り組んだ事例を使い解説する。

(1) デザイン思考の5つの要素

まず、先述したデザイン思考の5つの要素にわけて説明する。

(a) 気づきを得る

筆者は、過去、自動車メーカーに出向しており、実際の工場現場や労災事例を目の当たりにする機会があった。災害事例を通じて感じたのは、最終的には、「作業担当者の注意力・危険感度任せ、個人の責任」という結論になっていないか、ということである。今後、ベテランの退職や外部委託への依存の高まり、人材の多様化(若年・女性・外国人の比率が高まる等)などの環境変化により、作業現場において安全ルールの徹底がしにくくなるのではないかと、人の注意力に依存するだけでは限界があるのではないかと洞察し、組織的に何らかの現行とは違った作業現場の安全支援が必要なのではないかと課題認識を持った。特に労働分野への課題認識が深まったのが、個人で参加した間伐ボランティアでの体験である。実際の工場や作業現場での実務経験を踏むことはできなかったが、チェーンソーという危険なツールを用いて森林の間伐作業を行うことにより共感・理解できる危険感知の体験・実感を得ることができた。

- ・ 起点は、個人の〈気づき〉でよい
- ・ 本事例では、特別なフィールドワークは行っていない(仕事と趣味の中から〈気づき〉が生まれている)
- ・ 現地現物、原体験が〈気づき〉に重さ、説得力を持たせる

(b) テーマを見つける(未来のありたい姿、ビジョン)

出向から帰任した後、デザイン思考のアプローチを知り、職場で実践することにした。上記(a)の〈気

づき) から、「安心して現場作業に注力できる環境づくりを ICT^(※) で支援することが当社の責務ではないか」という想いを図-3のようにまとめた。

(※) ICT: Information & Communication Technology (情報通信技術)

ICTを活用して<ゼロ災>を目指す
 ~ICTを現場作業に融合する事で、安心して現場作業に注力できる職場に~



図-3 未来のありたい姿の例

ここで皆と共通認識としたのが、「危険な現場で働いている作業担当者が助かること」である(副次的に、管理する側の利点があるかもしれないが、それは本質ではない)。

- ・未来のありたい姿を作る過程で、関係者で価値共有をはかることができる
- ・未来のありたい姿があると、関係者を巻き込みやすい
- ・目指していることを共有できると、以降のアイデアが出しやすい

(c) アイデア発想

「ICTを活用して<ゼロ災>を目指す」というテーマのもと、社内関係者でワークショップ(アイデアソン)を開催した。この場では、どのようなことができるか自由な発想をしようということで、いったん様々なアイデアを出し(発散)、アイデアカードとしてまとめ(集約)ていった(図-4, 5)。

ワークショップの事前準備として、労災事例を収集しており、当時の死亡事故の第1位が、「墜落・転落(高所作業や工事中の開口部からの落下)」であった。優先課題を「重篤災害(死亡事故)になりやすい墜落・転落」と設定して検討を深めていった。その中のアイデアの一つとして出てきたのが、「安全带(命綱を付けるフック)のネットワーク化」である(図-6)。

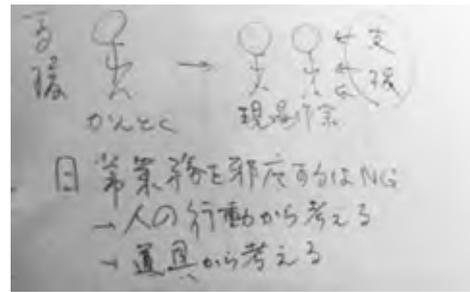


図-4 最初の最初はこのレベルから



図-5 アイデアカードの例



図-6 安全帯のネットワーク化 アイデアカード
 (アイデア協力: 富士通 荒木功氏)

- ・ワークショップ(アイデアソン)は、課題認識の強い多様な人材で実施することが理想(目的によっては、社外関係者、有識者も参加)
- ・アイデアは、絵にすると共感・理解を伝えやすい
- ・アイデアを仕訳し選抜できる決裁者が参加していることが望ましい

(d) アイデアを形にして伝える

ワークショップ後、「安全带(命綱を付けるフック)のネットワーク化」の具体化に向けて検討を進めていった。

①伝える場

本事例に関しては、展示会の場で、お客様に対して直接、コンセプトを伝える機会をいたたくことができ

た。やりたいことが、具体的に伝わるようにアイデアの具体化とモックアップを作成した（図-7～9）。

コンセプトを伝える手段として、絵と実働するイメージを伝えるモックアップは有効であった。

- ・本事例では、他、社内の提案コンテストも使い意見聴取をしている
- ・本事例では、コンセプト資料を使い社内外関係者をまわり意見聴取をしている（併せて、テーマへの専門性を高める）
- ・アイデアソンなどのイベントでは、その場の機材でモックアップを作りコンセプトを伝えるプレゼンテーションをするのが一般的である



図-7 コンセプト（イラスト協力：富士通デザイン 宮入麻紀子氏）



図-8 モックアップ（モック製作：宇都宮綱紀氏）



図-9 展示会で説明する筆者

②実現方法検討

本事例では、同時並行して実現方法の検討を行っている。

図-10～13に、実現方法の検討のイメージと事例を示す。

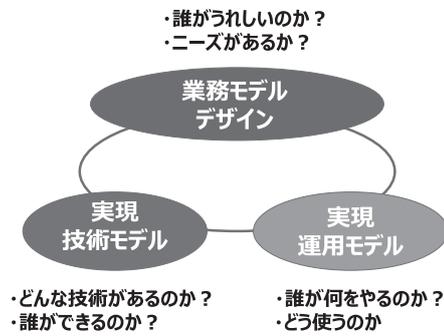


図-10 実現検討のイメージ

安全帯IoT システム概要

- 安全な状態で作業しているか、自分自身、周りの同僚が確認できる
- 安全帯の使用状況をリアルタイムで現場監督へ通知し、見守り
- 安全帯の使用状況を事後分析し、不安全行動の原因を抽出

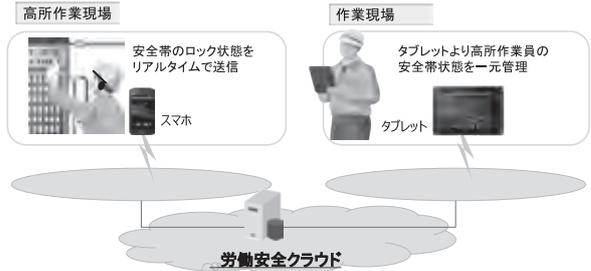
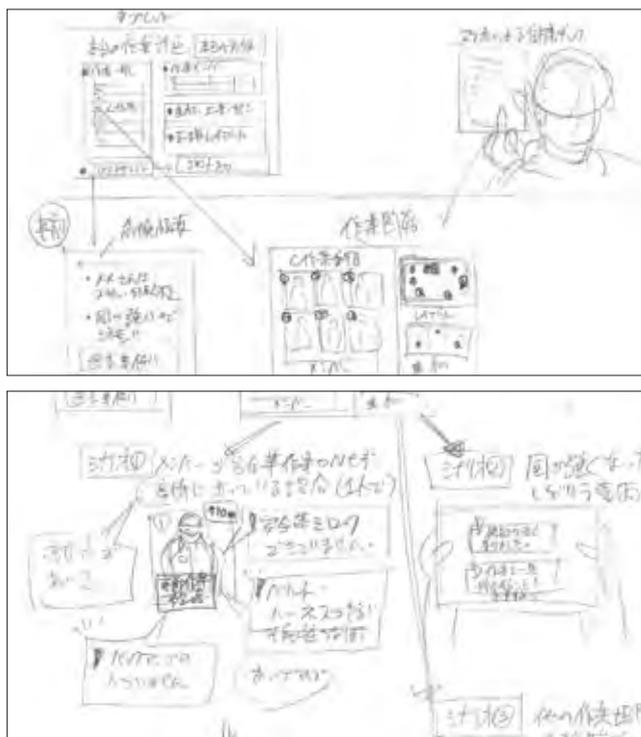


図-11 概観モデル検討の例



図-12 技術モデルの検討の例（ハードウェア）



図一 13 運用モデルの検討例 (使い方のシナリオを検討)

- ・人間中心を根本に誰がうれしいのか、常に意識する
- ・知的財産に関する検討も考慮する
- ・実働できる「試作品 (プロトタイプ)」をつくりあげる

(e) 評価してもらう

ワークショップの場や展示会で意見をいただくこと、アンケートも広い意味で評価してもらっていることになる。この評価のフィードバックを受け、速やかに他の要素の成果物に活かしていくのである。なお先述の展示会で得られたフィードバック内容は以下のようであった。

- ・今は、人の注意力頼りの状況
- ・安全行動のレベルの見える化は必要
- ・離れた場所の一人作業の安全見える化ができてよい
- ・安全は最重要課題であり、IT でサポートする仕組みは今後ますます重要になる。今後の可能性も大きい

特に重要なのが、実際に実務で使っている方にご協力をしていただき実地検証にて、ご意見をいただくことである (図一 14, 15)。



図一 14 高所作業者向研修を受ける筆者 (研修・検証協力:富士通ネットワークソリューションズ 場所:沼津トレーニングセンター)



図一 15 実地検証する筆者 (研修・検証協力:富士通ネットワークソリューションズ 場所:沼津トレーニングセンター)

- ・実稼動に近い試作品 (プロトタイプ) があると評価の〈質〉があがる
- ・評価ポイント (実地検証で達成したい目標) を決めて実施する
- ・第三者に意見を求める場合、否定的な意見は必ずあるのでへこたれない (未来のありたい姿に立ち戻る)

これら、デザイン思考の5つの要素を相互フィードバックしながら回して、速やかによりよいモノを作り上げていくのである。

(2) 注意すべきこと

デザイン思考の5つの要素を回すにあたって注意点を述べる。

(a) 質よりスピード

デザイン思考の5つの要素を回す、とは一言でいうと「質よりスピード」である。

多少質が悪くてもいいのでまず着手していくのである。短期間で最小のコストで、創る、試す、使えることが実証できて本格的に業務として取り組むのである。使えないなら捨てる判断をするのである。

(b) パートナーの選定

デザイン思考の5つの要素を回すにあたって、すべて自前でやる必要はないし、外部からの視点、外部からの発想が不可欠である。そのため実施パートナーを

選定して実行することが早道である。昨今、ビジネス共創ということで、他社・他業種との連携が盛んに行われており、取り組みやすい環境が整っている。

未来のありたい姿を描くビジョンデザイン、アイデアを出すためのワークショップ、プロトタイプ作成など各要素に応じて、実施パートナーを選定するのである。同じ目線、対等の関係で意見を出し合い深め合うパートナーを選定することが望ましい。

(c) 予算措置

先述したとおりデザイン思考の5つの要素を回すことは、使えないなら捨てるという選択肢があるということである。そんな確実な成功が約束できない取り組みに対して予算措置をする必要があることに留意する必要がある。また、協力する実施パートナーもその成功を約束できるものではない。具体的な予算措置については、個別の事情によるため言及しないが、例えば研究開発費といった費目での予算措置が適切であるかもしれない。

(3) 安全管理と企業価値向上

ここで安全管理のテーマに戻る。本事例に取り組んでいくうちにより確信を深めていったのが、安全管理の取り組みが、生産性の向上、さらには企業価値向上(ブランド力向上)に直結することである。ひとたび労働災害事故が起きれば当事者の身体も損ない同僚たちの心も傷つき、現場の作業は停止し、報道などにより企業ブランドを損ねることになる。総合的に考えると安全優先の職場文化により、機会損失が最小化され生産性が向上、社外からの安心・安全の評価がお客様から選ばれる会社となり企業価値を高めるのである。

上記の観点から安全管理のためにかかる費用は、コストではなく将来への投資であると考えべきである。「ICTを活用して〈ゼロ災〉を目指す」は、今後も追求していくべきテーマと考える。

4. おわりに

デザイン思考の考え方は、身近な業務改善から社会課題の解決まで幅広く活用できるものです。デジタル

活用は一つの事例として、ご理解いただくことをお願いいたします。

本書は、アイデアの具体化を中心に、わかりやすさを優先して事例を紹介させていただいたが、秘密保持の観点からあえて記載していないプロセスや項目もあることをご理解していただきたい。実務では、**図-16**のようなプロセスが想定されます。読者自身のお立場に置き換えてプロセスを読み替えていただきたい。

筆者が所属する富士通では、お客様と共創を進め

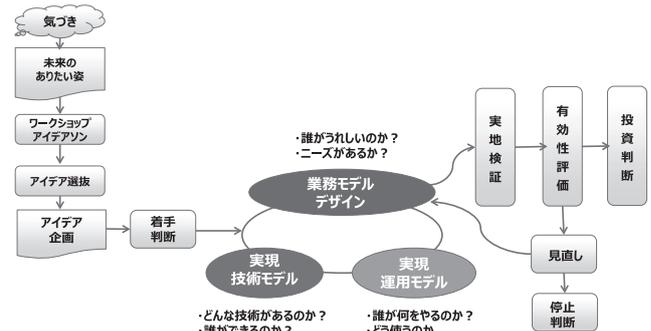


図-16 プロセス全体イメージ (図-10の前後を追記)

ICTを活用したデジタル革新のご支援をしています。様々なソリューションをご用意しておりますので、ご活用いただきお客様と共に〈未来を創る〉お手伝いできれば幸いです (図-17)。

[筆者紹介]
 長井 治 (ながい おさむ)
 富士通(株)
 産業ビジネス本部自動車第一統括営業部
 シニアマネージャー

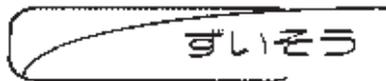


富士通は、数十年にわたり〈人間中心〉で、ものごとを考えアプローチしてきました。その実践知を集約し、「Human Centric Experience Design」という「未来創造のアプローチ」を創りあげました。ぜひご活用ください (図-17)。

J|C|MA

<p>共創ワークショップ</p> <p>利害関係者と価値観の共有、目指す方向性・ビジョンを検討します。</p> 	<p>構想・ビジョン</p> <p>共感できるビジョンを絵として描き、変革のコンセプト明確にします</p> 	<p>利用体験シナリオ</p> <p>具体的な利用シーンを描き、必要な施策と効果を明確にします。</p> 
--	--	--

図-17 富士通が提供するソリューションの例



後退新技術

小 塚 規 行



●自然科学と社会科学

建設現場や施工機械に一層のICTの普及が進み、世の中全体の流れが一段と早まっている中で、自然科学を生業とする、いわゆる「技術者」に対する社会科学的センスの必要性がいよいよ高まっていると筆者は感じている。社会科学、中でもマーケティング戦略論などの学問体系は、自然科学のように解析や実験で得られた数式・理論や仮説を現場で実際に実践・実証することが難しく、物理学や数学のように解が一つということも無い、「不可思議な学問体系」である。実際、多くの大学のMBAのコースやビジネス・スクールにおけるマーケティング戦略の講座の多くは、過去のビジネス・ケースを研究し、そこから有効な知見を得て、自社のビジネスに応用しようとするものである。

この不可思議さ、例えば売り手と買い手の間にある「自動的に埋まること無い乖離」をどのように埋めて行くか（または行ったか）というプロセスに起こる様々な「不可思議な事象^{a)}」を扱うマーケティング戦略論的思考は、自然科学を生業とする技術者には実に怪しげで、自分にとっては無関係か、或いは触るべきで無いもの、という印象を与える場合がある。

しかしながら一方で、素晴らしい発明やものすごく優れた技術であるのに経済的にはあまり成功していない事例や、技術開発として重要なように見えるが将来どれだけの利潤を生み出すかあまり考えられず開発行為が続いていることがある。このような事例は企業における問題であるが、その主たる原因は当該技術をビジネス手段とするマーケティング戦略の誤りである。従って、「利益を産む技術」を創出することを使命とする企業技術者にとっては、自然科学者としての能力だけでなく、社会科学的能力、いわゆる「マーケッターとしてのセンスや知識」が、ますます要求されるようになって来ているのではないかと筆者は感ずるのである。

「建設機械施工」という技術の学術機関誌でこんなことを言うと、「それは営業や販売担当者の仕事であり、技術者は如何に優れた技術を産み出すかに集中すべきである」という反論があるかもしれない。しかし、販売とマーケティングは全く別のものである。ともし

れば世界中を相手にする現在のビジネス界のスピードに適応し、苦勞して創出した技術で経済的成果を上げるためには（技術部門全員である必要は勿論ないが）当該部門の中の誰かがマーケッターとしてのセンスや社会科学的知識を有し、それを活用してマーケティング活動を統率すべきなのでは無いかと考える。

●増分効用と成長抵抗線

白黒テレビ発売後の売上の伸びと、これがカラーテレビになった後の売上の伸びは、白黒テレビの場合が爆発的であったのに対し、カラーテレビのそれは緩やかであったと言われている。これは価格の問題もあったかもしれないが、「動く映像」がお茶の間にやって来たという革新的インパクトに対し、それが「カラー」になったインパクトは小さかった、即ち技術の増分効用が小さかったことを示している。同じように、具体名は伏せるが、パソコンのOSが次期バージョンになる度に、OS販売側はしきりにアップデートを奨めるが、買い手の側はあまり増分効用を感じないので、なかなかアップデートに応じようとしない。

国内市場が成熟して競合者間技術の格差が小さくなり、革新的技術の創出はかなり困難になった。技術の進歩の度合いはますます小さく、買い手にとっての増分効用が小さくなっている。平易な言葉で言うと「差別化しづらく」なっているわけだ。これに対しマーケティング戦略論は、一つの例に過ぎないが、技術開発の辿るべき一つの方向性を示唆する。



図は、元は競争戦略における一つの考え方^{b)}を図式化したものを、さらに技術開発の場合にアレンジしたものである。このように数値も目盛りもグラフも無いような図を書くから、社会科学は不可思議だと言われやすいが、考え方を図示したとご理解頂きたい。

左半分が通常の技術開発のケースであって、既存の優良（お得意様）顧客に対して自社製品を徐々に進化・付加価値を付け、「今度はこんなことが出来るようになりましたよ」と提案するような開発である。しかしながら、そこには必ず限界が訪れる。それが成長抵抗線と言われるもので、もうこれ以上付加価値の付けようが無い状態になる。どんなに小出しにしても限界が訪れる。そうなってしまっているのに、まだ未来があるかのように同じ脈絡で開発を続けることは害悪であり、本来はそこで当該技術または製品のポジショニングを確定させることになる。

しかしながら、もう一つの方向性があることをマーケティング戦略は示唆する。それが右半分の方向性である。即ち、持続的開発がなされた時に目指した「より高機能」「より高価格」という方向と真逆の方向を目指すのである。常に従前からの進歩性を志向する技術開発の場合、この方向性を考えることは少なく、そこにモチベーションが向かないことから、これを非対称モチベーション部分という。その方向とは即ち「よりシンプル」で「より便利」で、そして多くの場合「より安く」なる^{c)}。そしてその技術開発がターゲットする市場は「新しい」か「ローエンド」となる。そんな商品が売れるのか、という声が聞こえて来そうだが、例えば「写ルンです」というフィルム付きカメラがそうである。一眼レフで如何に高画質銀塩写真を提供するかという持続的戦略の一方で、誰でも気軽に写真を楽しめる、という価値を創出し、露出もピントも全て排除したこの商品は本当に素晴らしいと思うし、大ヒットしたことはご存知と思う。またSONYの「ウォークマン」もそうである。自宅のオーディオルームで如何に高音質のオーディオを楽しむかという持続的戦略の訴求に対し、スピーカーも録音機能も排除し、その代わり「自分の好きな音楽を外に持ち出せる」という新しい便益を提供していることがご理解頂けるだろう。

●後退新技術

このような創出的開発の方向性が創り出すものを後退新技術と呼んでいる。即ち、その要諦は持続的戦略が志向する「全部盛り」の製品コンセプト構造から重要な一部を取り去り、その取り去ったことが新しい価値の創出に直結するような技術開発を行うことである

(単に何かを取り去って価格を安くするだけではない)。取り去る時に、持続的戦略側から見ると「後退」しており、それが同時に「新しい価値を産み出す」から後退新技術という。

もう一つの重要なポイントがある。それはパラダイムシフト、即ち規範の転換がなされていることである。例えば、筆者の会社はセメント会社であり、セメントの販売単位はt(トン)である。つまりt単位で販売するという規範がある。これをg(グラム)で売るにはどうするか?というパラダイムシフトを行う。その結果生まれた製品はロングセラーの定番商品になったが、誌面の関係でここでは書かない。

さらに重要なことは、一旦生まれた後退新技術は、その後持続的戦略の脈絡に乗って、次なる競争にさらされる。つまり循環に入って行くことを理解しなければならぬ。「写ルンです」も、フラッシュが付き、防水になり、データCD対応になり、持続的開発の道に入っている。つまり、後退新技術として創出されても、それはいずれ競争の中で次なる循環に入り、持続的進化の道に進むということである。

●インターフェース部門

以上のような論点から、あくまで一つの例に過ぎないが、実際のマーケティング活動において二つの志向性を考え得ることがわかるが、最後に、それを誰が担うのか、について少し論じてみたい。

このような循環の全体を理解し、マーケティング活動を統率する部門を「インターフェース部門」という。繰り返し言うが、マーケティングと販売は全く別のものであるから、それは販売部門や営業部門の仕事では無い。つまり、社会科学のセンスと知識をもって、自然科学者の技術と市場(買い手)を仲介する部門である。筆者の言うマーケティングとしてのセンスと知識を持つべき、とは正にこの部門を言う。それには、元々技術者としての素養があり、技術開発の現場に近い人の方が適している、というのが持論である。それが冒頭述べた「技術者に対する社会科学的センスの必要性がいよいよ高まっている」という言葉の真意である。

- 例えば、価格や流通経路を決めた理由、プロモーション範囲の設定などの基礎的事象に加え、予期せぬ競合や異分野からの敵対技術の出現影響など、およそ数値化することが不可能な事象
- クレイトン・クリステンセン、イノベーションへの解 実践編 イノベーターの確たる成長に向けて、翔泳社、Chapter2 最強の競合企業を打ち負かす方法(2004)
- 高くなることが最も理想であるが、そのためにはプライスリーダーになれることが条件である。



自然に恵まれた国際観光都市ひろしま

安 樂 義 明



平成 26 年 4 月に初めてとなる広島に赴任し今年で 4 年目を迎えた。

当初は単身赴任を考えていたが、自然に恵まれた国際観光都市であり 100 万都市として発展を続ける良い街であることを妻に説明し同伴することになった。

広島市は近くに山、川、緑が多く、じっくり踏査すると平和大通りだけでも珍しい樹木や野鳥にも出会えるコンパクトな街である。

住居は比治山と京橋川に近く、ゴルフの予定がないたまの休日は妻の荷物持ちでショッピングに平和大通りを通り繁華街である八丁堀までのコースと、京橋川に架かる鶴見橋の北側ランニングコースを徒歩で片道 25 分、2,800 歩、2.5 km 程でフラットで、歩くには健康的な距離である。妻のショッピング中は藤沢周平の短編小説を読むことが多かったが、60 歳になり健康面に興味を持ち、最近は無印良品で健康に関する本を立ち読みしている。

平和大通りを比治山トンネル側から鶴見橋を渡る間に変った杉の木があり気になっていたが、説明板を見るとヒマラヤ杉と記載されている。

樹木に対する専門的な知識や興味はなかったが、鶴見橋から中央通りまで調べてみると「ハナミズキ」や「クロマツ」、オーストラリア原産の「モクマオウ」、私の本籍地鹿児島県の県木「カイコウズ」（別名：アメリカデイゴ）などが植樹されているのに驚いた。

平和大通りの樹木については鶴見橋から新己斐（しんこい）大橋までの 3.93 km 間に 150 種類、2,200 本の樹木が全国 47 都道府県、世界中の国々の協力で植

樹されていると地元の方に聞かされ、まさに平和大通りだと感心した。特に米国産の「ハナミズキ」はアトランタ市（ジョージア州）より日米友好と平和への願いを緑に託して寄贈され、平和大通りのみならず比治山橋から JR 広島駅付近の柴橋までの京橋川の両岸に植樹されている。最近気が付いたのだが、自宅から直ぐの場所に植樹されているのを発見した際は、歌の通り薄紅色の綺麗な花が咲いていた。

早速、妻に説明し案内すると、既に踏査済みで「樹木や花壇の整備など行き届いているのは、県民税の中にひろしまの森づくり税があり僅かながら含まれている税金を有効に使い、ボランティア団体の方々と市民で守っている緑なんですね。」と「タラヨウ（多羅葉）」^{*1}の木を眺めながら説明する妻の横顔を見ながら感心し



写真—2 ハナミズキ植樹区間の案内図



写真—1 ヒマラヤ杉



写真—3 「タラヨウ」の木

た次第である。

また、昨年リーグ優勝した地元球団の広島カープが41年振りに優勝パレードをした場所でもあり、毎年5月3日～5日までフラワーフェスティバル、11月から開催されるドリミネーション※²⁾では昨年世界遺産登録20周年を迎えるのを記念し、原爆ドームと厳島神社のイルミネーションが緑地帯の樹木を利用して登場した。今年も本誌が発行される時期にはカープの連覇が決まり※³⁾、11月のドリミネーション(11月17日～翌年の1月3日までの予定)で使われる電飾数140万球の設営準備が進められているだろう。

平和大通りの樹木の話をつかぎった地元の方から、私の名前と同じ安楽寺の被ばくに耐え寺を守った銀杏の木を紹介され、見学したが、境内の山門を突き抜けた枝が今も健在である。

350年前に麻布善福寺の銀杏の枝を持ち帰り植えたとの言い伝えがある銀杏の木で、場所は市内の牛田本町で周辺には国宝の不動院などもあり、神社仏閣も点



写真一四 安楽寺の銀杏の木

在しており、「二葉の里歴史の散歩道」がある。

今でも被ばくに耐えて現存している樹木があるが、傷んできたことから土壌改良や樹木医の診断と治療で再生させる動きがあるようだ。

今年の3月で定年退職し4月から再雇用となり、精神的にも肉体的にも多少なりとも余裕が出てきたので、秋には「広島100名山」(著者：中島篤巳)の登山も計画中だが、まずは広島市周辺の300m～500mクラスの山を妻と二人で登る予定である。

- ※1) 平成21年に広島ベンクラブ創立60周年を記念し植樹され、4月～5月頃淡黄緑色の花が咲く。葉は大形で傷つくと黒変するので昔、インドでは経文を写すのに用いた。別名：エカキシバ、ハガキの木。
- ※2) ドリミネーションとは、ドリーム(夢)とイルミネーション(電飾)をあわせて作られた造語である。
- ※3) 8月16日現在で優勝マジックが26となりリーグ優勝は間違いないようだ。地元カープファンも「今年は日本1じゃけー」と胸を張っている。



写真一六 鶴見橋のシダレヤナギの解説



写真一五 「二葉の里歴史の散歩道」の案内図



写真一七 シダレヤナギ

JCMA 報告

平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 4)

大賞部門 優秀賞

地下連絡通路における揺動型矩形推進機の施工実績

鹿島建設(株)

業務内容

大都市圏の再開発プロジェクト等においては、歩行者の利便性向上のため、建築物と駅を地下でつなぐ連絡通路のニーズが高まっている。これらの建設工事にあたっては、従来の開削工法では地上に交通規制が多く発生することや、地下埋設物の移設や防護が必要となるなど様々な問題がある。また、短い距離のシールド工法などの非開削工法では、シールド機製作コストが割高になってしまうことや、円形シールドでは小土被りへの適用が難しいことなどの問題がある。

そこで、多様な矩形断面に適応し、転用によるコスト低減が可能となる、矩形断面揺動型掘進機（以下 R-SWING 機）を用いた R-SWING 工法を開発して、2 例目となる地下通路に適用した。

本業績は、新日比谷計画開発ビル建設に伴う日比谷駅において、千代田線バリアフリー 1 ルート及び日比谷線と千代田線との乗換ルートを整備するとともに、既設出入口を撤去し地下鉄に接続する通路及び出入口を、R-SWING 工法により新設した施工実績である。

(1) R-SWING 工法の適用範囲

R-SWING 工法の適用範囲を表一 1 に示す。

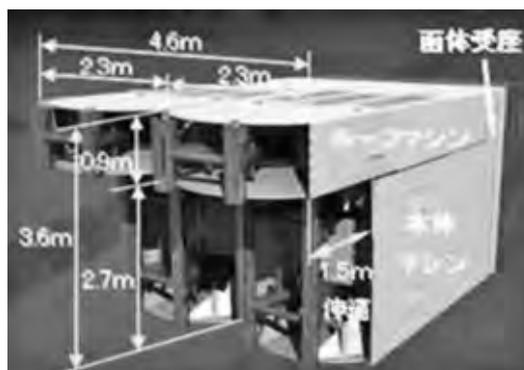
表一 1 R-SWING 工法の適用範囲

地盤条件	土質	粘性土、砂質土
	N 値	20 以下
	土被り	5 ~ 10 m 程度
	地下水圧	0.1 MPa 程度
適用寸法	形状	矩形
	幅	4.6 ~ 9.2 m
	高さ	3.6 ~ 9.0 m

(2) R-SWING 機の基本構成

基本型 R-SWING 機の概要図を図一 1 に示す。

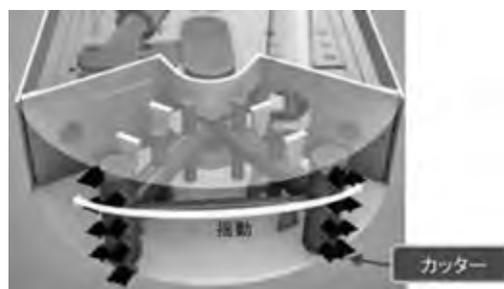
一般的な地下通路内空を満足し、掘削時の地表面変状を抑制する目的で、幅 2.3 m、高さ 0.9 m のルーフマシンを上部に、高さ 2.7 m の本体マシンを下部に配置するユニットを基本とする。



図一 1 基本形 R-SWING 機



図一 2 最大拡幅機 (4 × 4)



図一 3 揺動カッター方式

ユニットは必要に応じてブロックの様に結合可能な構造で、大断面施工も対応可能である (図一 2)。

掘削機構は、揺動カッター方式 (図一 3) を採用しており、函体受座には、姿勢制御を目的とした中折れ機構を装備している。

揺動カッター方式は、切削性、掘削土砂攪拌機能、掘削反力による矩形推進機の挙動、周辺地盤への影響を確認するため、実物大のルーフマシンを製作し推進する実証実験(図一4)により詳細仕様を決定した。



図一4 ルーフマシン推進実験

(3) R-SWING 機の特長

可動式ルーフを装備し、前方に1.5m突き出した状態で掘削が可能で、地盤沈下抑制に有効である。また、各ユニット間をボルトのみで結合出来る機構とすることで、組立・解体作業を簡素化した。

(4) 適用工事の概要および工事諸元・土質条件

現場名：(仮称) 新日比谷計画事業と日比谷線及び千代田線日比谷駅鉄道施設整備等に伴うその2 土木工事

工事場所：東京都千代田区有楽町1丁目地先(図一5,6)

事業主：三井不動産(株)

発注者：東京地下鉄(株)

トンネル掘削寸法：幅7.25m×高さ4.275m×延長42m

セグメント：六面鋼殻合成、桁高350mm、幅=1,000mm

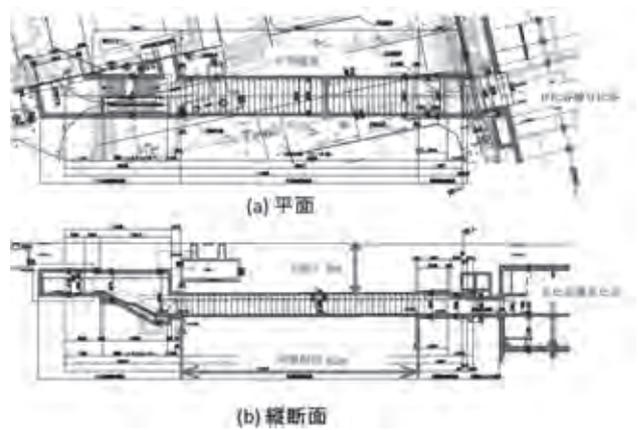
平面線形：直線、縦断線形：3%

掘削土層：粘土質シルト・粘土

N値：0～3程度



図一5 現場位置図



図一6 地下通路平面・縦断面

(5) 日比谷地下通路への適応

①推進機構成

今回のR-SWING機は、地下連絡通路形状寸法が幅7.250m、高さ4.275mであるため、大きさを調整する必要があった(図一7)。



図一7 R-SWING機スペーサ配置図

そこで、基本型のルーフマシン(幅2.300m×高さ0.915m)と、本体マシン(幅2.300m×高さ2.710m)を3連とし、幅は各ユニット間、高さはルーフマシンと本体マシン間にそれぞれスペーサを設置し調整した。

また、スペーサ部はカッターの延長及び揺動角度を調整することにより掘削断面を確保した(図一8)。



図一8 3連R-SWING機全景写真

なお、左右のルーフマシンと本体マシンは他現場で使用したものを整備し転用した。

②切削ビット

既設人孔防護及び発進時防護として採用した改良地盤（高圧噴射攪拌工法）を掘削する距離は、発進から10m及び到達防護の3mと合わせて13mと全掘進延長（40m）の33%を占め、掘削抵抗値の低減が求められたため、カッター切削実験を実施した（図-9）。

切削実験では、カッタービット切削実験装置を使用し、一軸圧縮強度が $5 \cdot 10 \cdot 15 \text{ N/mm}^2$ の供試体を切込み深さ4・8mm、可動速度6cm/secで切削し、それぞれの切削抵抗を測定・比較した。実験の結果から、当初の鋸刃型から切削性の優れる先行ビット型（超硬チップ入り）とし（図-10）、施工時の切削抵抗と最大推進速度を表-2のように規定した。



図-9 カッター切削実験

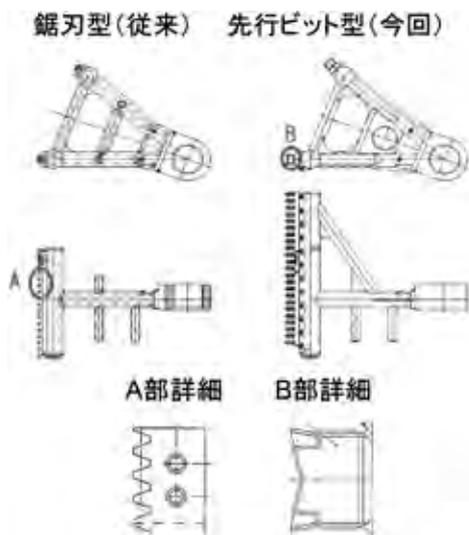


図-10 カッタービット変更図

表-2 切削抵抗と最大掘進速度

強度	切込抵抗	切削抵抗	掘進速度
5N	21.8mm	7.2kN	30.7mm/min
10N	20.8mm	14.1kN	29.3mm/min
15N	16.0mm	35.7kN	2.5mm/min

③セグメント

セグメントは、耐力が高く桁高を小さくすることが可能であり二次覆工を省略できる、六面鋼殻合成セグメントを採用した（図-11）。

種別：六面鋼殻合成セグメント
 外径：幅 7,250 mm × 高 4,275 mm
 内径：幅 6,550 mm × 高 3,575 mm
 幅：1,000 mm, 桁高：350 mm
 重量：24.4 t/Ring (6 分割)

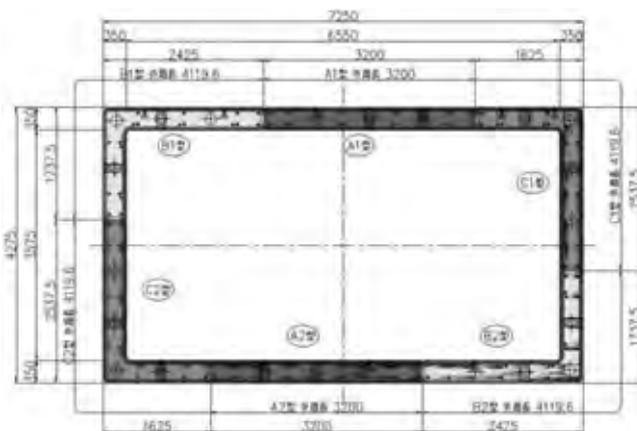


図-11 セグメント

④元押し装置

推進工法とは、推進管に掘進機を取り付け後方の油圧ジャッキで押し進めて、地中に管を埋設する工法である。従来は、油圧ジャッキと推進管の間に押輪を設置し、少ない油圧ジャッキで推進管全体を押す構造が一般的である。

今回、大断面の推進工となるため、元押し装置をシールド機の推進装置を参考に改造し、押輪を無くし、多くの油圧ジャッキを配置することにより施工性及び安全性の向上を図った（図-12）。

油圧ジャッキ：2,430 kN × 1,900 st × 16 本
 総推力：38,880 kN, 伸速度：20 mm/min

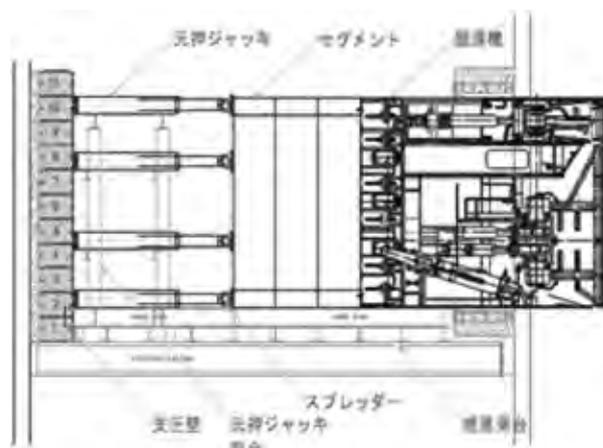


図-12 機器配置図

技術的効果

(1) R-SWING 機組立実績

本工事の発進立坑は路上に位置しているため、路下へのR-SWING機の投入は地下埋設物が支障となり、所定の位置にセットすることができない。そのため、建築工事の用地を一部借用し、投入立坑を設けて地下で発進立坑まで横引きする計画とした。各ブロックの投入は100tクローラークレーンを使用し、立坑下で本体マシン、スペーサBOX、ルーフマシン及びスペーサを1連毎に組付け、横移動させ所定の位置にセットした(図-13)。



図-13 R-SWING機横引状況

組立は発進基地開口制約により横引き作業等の付帯作業が発生したが、全てボルト結合とし溶接作業を省略できたため、組立施工期間が24方(夜間作業)と同規模のシールド機と比べ50%短縮することができた(図-14)。



図-14 R-SWING機接合状況

(2) セグメント組立実績

セグメント組立は、マシンの組立と同様に建築ヤード内の投入開口から荷卸しのうえトラバースにて横移動し、路下に設置した4.8t天井クレーンにて組立を行った。

セグメント組立には、1リング(6ピース)当り150分の時間を要した。

新しい推進管を接続する際、油圧ジャッキを締め組立スペースを作る必要がある。このとき全ジャッキを締めるため、既設推進管がバックグする可能性があることから、今回は6分割のセグメントを組む際、必要な部分の油圧ジャッキのみを締めることで、バックグを防止することができた。

セグメント全6ピースを1ピース毎天井クレーンで組立を行うが、1ピース組立毎に油圧ジャッキを押し当てる為、セグメントの傾きなどがなく組立精度が向上した(図-15)。



図-15 セグメント組立状況

(3) 掘進実績

純掘進速度(カッターが揺動している時の元押し装置のジャッキ速度)は、発進及び到達防護の地盤改良体内の掘進において平均4.3 mm/min, 最大5.8 mm/min, 地山においては平均8.4 mm/min, 最大10.5 mm/minで掘進することができた(図-16)。純掘進速度の違いは、揺動ジャッキの装備圧力を超えないように、元押し装置のジャッキ速度を調整することで、ピットの切込量を調整し、揺動ジャッキの圧力管理を行ったためである。

元押し推力は、所要推力として計画値の25,088 kNに対して装備推力38,880 kNの元押し装置を準備した。実績としては、約22,500 kN(装備推力の約58%)の推力で所定



図-16 推進状況

の位置まで推進することができた。

初期の方向修正は、油圧ジャッキを選択することで、個々に作動させることができるため、容易に行うことができた。

従来掘進機と元押し装置は個々に運転操作するが、今回

は連動運転の機構を追加し、どちらかにトラブルが発生してもすぐに停止させることで、掘進機の過度の地山押し付けや排土過多などのトラブルを未然に防いだ。

お断り

このJCMA 報告は、受賞した原文とは一部異なる表現をしています。



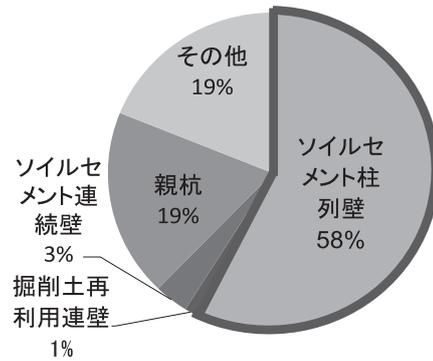
大賞部門 選考委員会賞

ソイルセメント柱列壁工法における出来形計測システムの開発

(株)竹中工務店, (株)トーメック, 多摩川精機(株)

業務内容

市街地で増加する大規模な地下空間を有する建物の構築では周辺環境に対する影響を抑制することや地下水対策へのコスト低減が求められ、これまでも敷地や地盤等の施工条件に沿った最適な技術が数多く開発されてきた(図-1)。しかし近年、建物の地下深さや規模が大きくなるにつれ、山留め壁の不具合による出水が工期やコストに多大な影響を与える事例が発生している。特に大規模な出水事故は復旧に多大な労力と時間がかかると共に、周辺建物やインフラへの甚大な影響がある重大な事象である。このような地下工事の出水リスクを低減するためには地下工事の要となる山留め壁の品質確保が重要である。



(当社大阪本店過去10年間B2F以上)

図-2 山留め工法種類

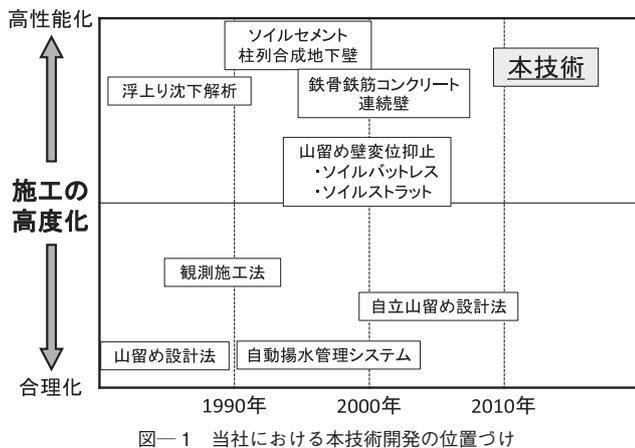


図-1 当社における本技術開発の位置づけ

項目	工法名
項目	ソイルセメント柱列壁
プロジェクト	Nプロジェクト
断面形状	
ソイルセメントの造成方法	オーガ先端から固化液を吐出して原位置土と混合攪拌
出水状況	 山留め壁から出水 想定出水量(最大5m³/分)

図-3 出水事故発生事例

当社工事の過去10年間のB2F以深の地下階を有する建物の施工における山留め工法の大半はソイルセメント柱列壁工法であることが分かる(図-2)。そこで地下工事の出水リスクの低減には採用事例が多いソイルセメント柱列壁の品質確保がより効果的で重要であるといえる(図-3)。本開発は山留め壁の中でもソイルセメント柱列壁の出来形を計測し、『見える化』することで地下工事のリスクの低減を図ることを狙いとしている。

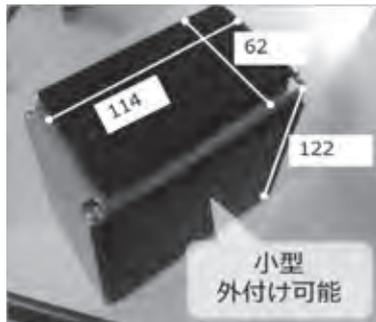
そのことにより、山留め壁の構築においてこれまで実現できていなかった汎用機による出来形計測手法を初めて実用化することで掘削前に不具合範囲(ラップ量不足等)の検知が可能となったものである。

ソイルセメント柱列壁の出来形を計測するために計測値

として必要な位置や傾斜、回転等の測定が可能となる機器はGPSや角度計、傾斜計、加速度計等である。計測器に求められる性能は山留め機への取付けを考慮するとコンパクトなサイズ且つ、無線又は接続のための線がないことである。また、地中や水中での計測のための耐久性が確保される加工処理ができること、数cm単位での精度で検出できることである。コストや精度に対する信頼性、汎用性を検討した結果(図-4)、全ての面で優位性を確認したメモリー機能を有するジャイロ計測器(図-5)を用いて具体的な計測技術の開発を進めることとした。ジャイロ計測器は加速度や角速度を累積しながら計測することにより位置情報を記録できる機器(図-6)であり、携帯やデジカ

計測機	ジャイロ計測機	挿入式傾斜計	建中通風入風
概要	・メモリ内蔵型計測器 ・加速度、角速度を累積し位置情報を記録	・深度毎の傾斜を測定し、側方変位を計測 ・データ通信は有線	・傾斜計のデータを山留めロッド内を無線でデータ通信
メリット	・小型で外付け可能 ・汎用機に取り付け可能	・リアルタイム計測	・リアルタイム計測 ・通信は無線
デメリット	・リアルタイム計測は不可能（施工完了後にデータ収集）	・山留めロッド新規製作要 ・専用機になる	・山留めロッド新規製作要 ・専用機になる ・通信機が必要
精度	○	○	○
コスト	○	×	×
汎用性	○	×	×
利便性	○	×	×

図一四 ジャイロ計測器概念図



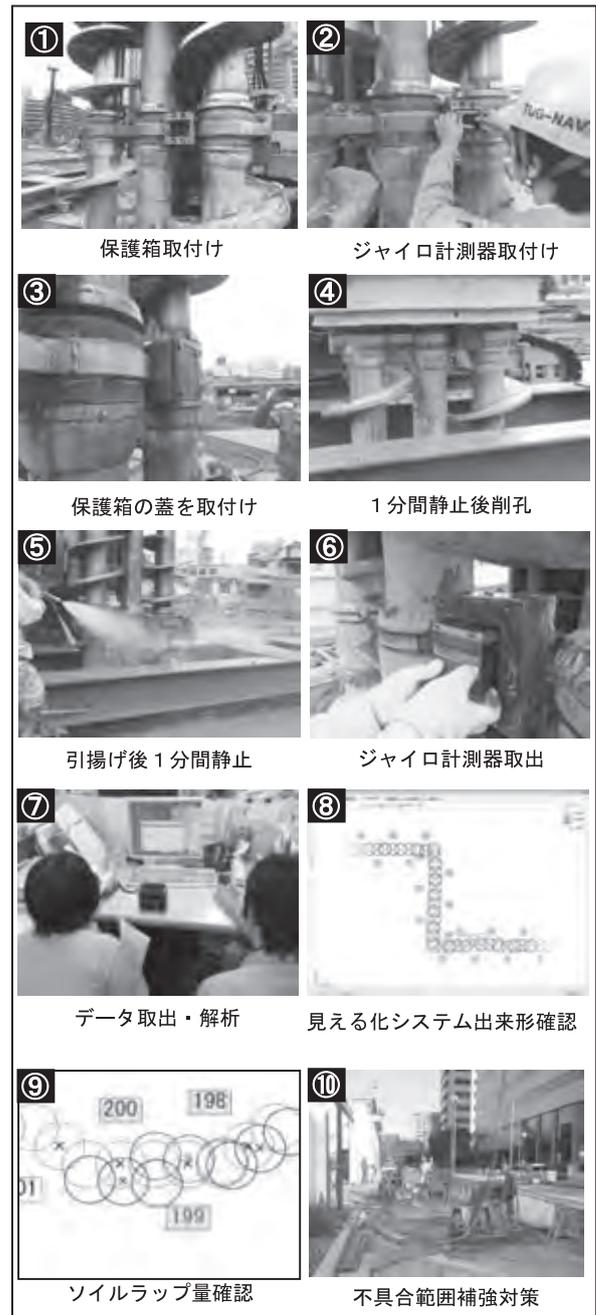
図一五 ジャイロ計測器



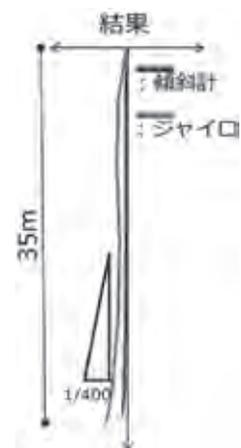
図一六 ジャイロ計測器概念図

メの手振れ補正さらには乗り物の姿勢制御などに使われていて信頼性も高い。

計測から出来形確認までの作業フローを次ページの図一七に示す。①ジャイロ計測器を山留め機の多軸ロッドの連結バンドに固定した②保護箱の中に入れる。③水密性を確保するためにゴムパッキンを挟みながら保護箱の蓋を閉め、④1分間の静止をユニット毎に行い削孔する。1分間の静止の目的はジャイロ計測器が始動後に受ける旋回や振動及び移動に関する計測値（ドリフト量）を削孔開始時刻の特定により、不要なデータとして自動的に排除し精度を高めることである。⑤山留め壁の構築は通常の施工ステップで行い、最後の引き上げ時に再度補正のための1分間の静止を行う。⑥施工終了後にジャイロ計測機を保護箱から取り出しデータを吸い上げ見える化システムで土の出来形を確認し、遮水性の確保を判断する。計測精度は挿入式傾斜計との実測値を検証し約 1/400 の精度であることを



図一七 山留め壁出来高計測フロー



図一八 精度比較

確認している (図-8)。

さらにこの計測結果を3次元で表示し図-9のように遮水性の不具合もしくは可能性の有る場所を的確に把握することが出来る。

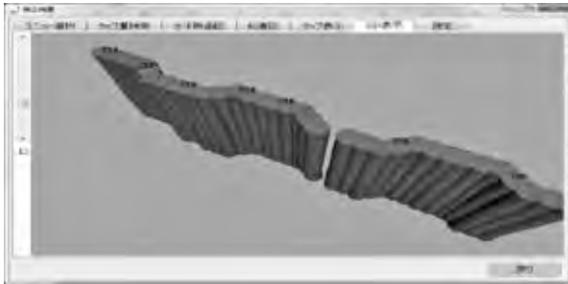


図-9 山留め壁出来高3D表示

見える化システムはジャイロ計測器で計測したデータをCSV形式に変換してデータを読み込み、図面やグラフとしてアウトプットできるものである。作業所のPCの画面上で削孔深度毎の出来形が設計図との比較で容易に確認できる (図-10)。(12)において着色されている部分は計測が実施されている部分を示している。出来高確認画面(13)は山留全体図の一部分を拡大したものであり、この水平断面図からソイル体が深度毎にどれだけずれているのかの確認が可能である。また、(14)のように鉛直方向に関してXY軸と回転角としてのずれも併せて確認できるものとなっている。さらに、要点であるラップ量は制限値を設定することで、簡易な検索で値を超えているものがマーキングにより一目で確認できる。(16)この見える化システムを使用し、Sプロジェクトで全ユニットの計測を行い、ソイルラップ量の状況を確認した。揚水試験の結果は、計測したソイルの出来形で想定される箇所と同一の場所で遮水不良の可能性を示し、本システムの有効性を証明することができた。

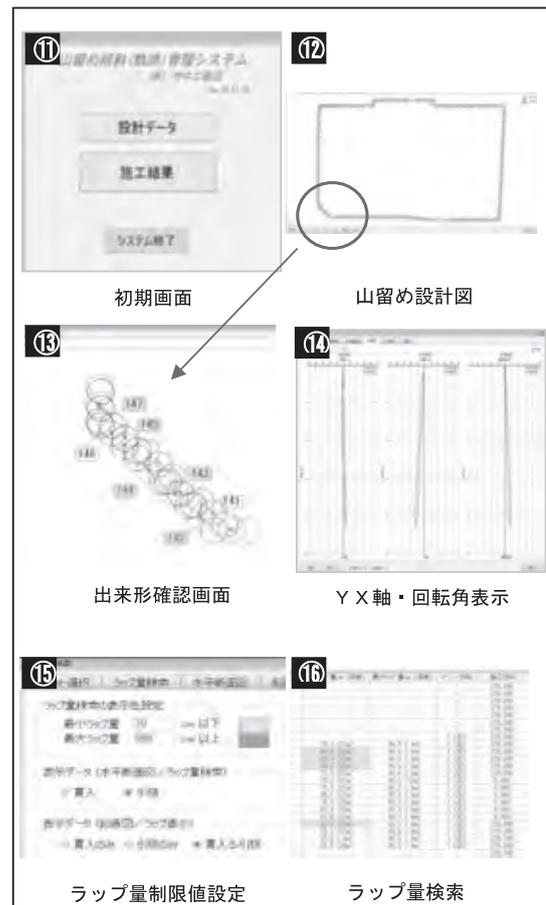


図-10 見える化システム概要

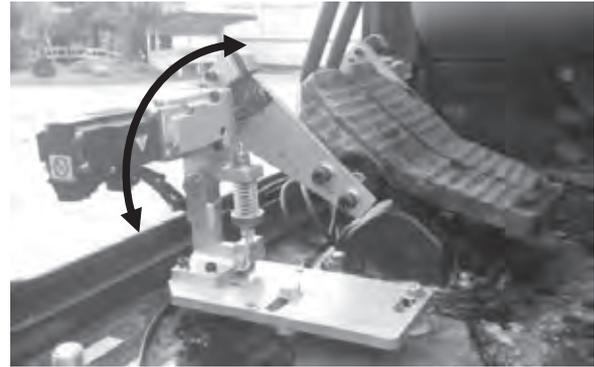
技術的効果

山留め壁の出来形を汎用の山留め機で計測する技術を開発し、実用化および特許の取得を行った。また、併せて計測結果からソイルユニットのオーバーラップの状態を見える化するソフトを開発し、不具合範囲の特定を速やかにして、対策の可否判断が行えるものとした。実施工においてもソイルの出来形確認から不具合範囲を特定し掘削前や掘削時の対策が確実に実行できることを確認している。本技術は、大深度ソイルセメント柱列壁を施工する複数の物件で今後採用が予定されている。また、これからの地下工事において、安心安全を増すことに寄与するものである。

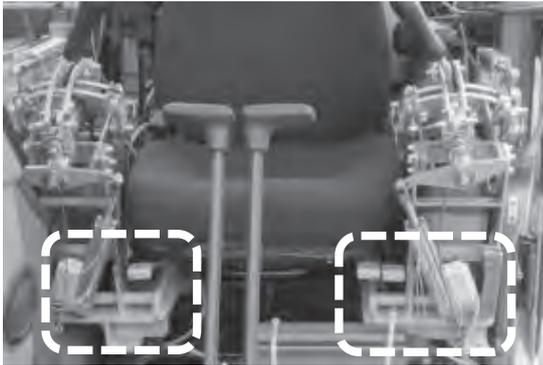
お断り
このJCMA報告は、受賞した原文とは一部異なる表現をしています。



写真一 2 輸送時の状態



写真一 5 フットペダル側アクチュエータ



写真一 3 取り付け金具 (赤枠内 黄色部分)



写真一 4 操作レバー側アクチュエータ

シリンダ (赤枠) が担う。

オペレータが遠隔操縦用リモコンで入力した操作は、シリンダから操作レバーを介して建設機械に伝達される。

2本のガイドレールは円弧状となっており、オペレータの手の動きと同様に三次元的な動きを再現することで、操作性を向上させている。そうすることで、操作レバーに入力情報を伝達する電動シリンダは、遠隔操縦するオペレータのリモコン入力に対して俊敏に反応する。さらにはリモコン入力に対する電動シリンダの操作量は、任意に動作特性を変更でき、オペレータ個々の好みに調整することも可

能である。

クローラ走行操作に用いるフットペダル用アクチュエータ (写真一 5) は、フットペダルに装着したステア先端の内歯車を、操縦席フロアに設置したサーボモータにより駆動させる。

オペレータが操作用リモコンで入力した操作量は、フットペダルを介して建設機械に伝達される。

なお、フットペダル用アクチュエータは、泥等で汚れる恐れがあるため、高い防水性と防塵性を両立させた。

4. 操縦方式の切り替え

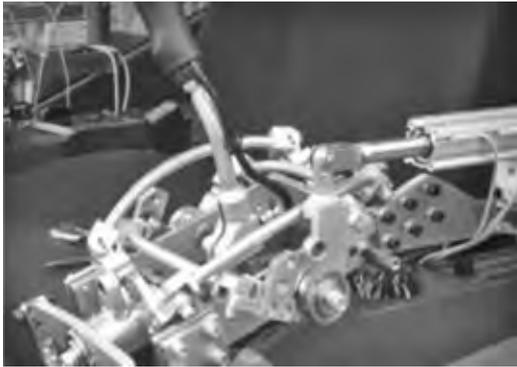
従来の着脱可能な遠隔操縦装置では、遠隔操縦用ロボットがオペレータの運転席を占有するため、即座に搭乗操縦に切替えることが難しいシステム構成になっていた。本装置では、搭乗操縦と遠隔操縦の切り替えを、操作レバーガイドのピン (写真一 6, 7) を着脱することで行えるため、搭乗操縦への変更が容易である。約3分で切り替えが可能であり、切り替えによる作業時間の遅延を解消できる。

5. フェールセーフ機能

従来の無人化施工機は災害地等の特殊環境での使用に特化していたのに対し、本装置は一般工事などより多くの現場への適応を想定している。そのため、遠隔操縦中の暴走防止等のフェールセーフ機能については、従来機以上に安



写真一 6 操作方法切り替え状況



写真一七 搭乗操作状態 (動力伝達解放)

表一 二 『サロゲート』に設置したフェールセーフ機能

項目	内容	措置
非常停止ボタン	オペによる強制停止入力	エンジン 停止
無線・送信機	無線通信断	
	リモコンの異常傾斜	
	異常な操作信号入力	
アクチュエータ	ニュートラル位置不検出	
	動作リミット検出	
	モータ・電動シリンダ故障検出	
制御盤	PLC スキャンタイムアップ	

全性を意識した設計とした (表一 二)。

遠隔操縦での強制停止やエンジン再始動を実現するため、建設機械本体のエンジンスイッチおよび安全ロックレバーは電装系システムに直接介入して制御信号を入力する。これにより操縦中の無線通信の断絶や機器故障による暴走を未然に防止する。

技術的効果

1. 一般的な建設機械本体を改造することなく容易に無人化施工を可能とする。台数に限りのある従来型遠隔操縦専用の建設機械が不要で、調達が容易となる。汎用性も高く、様々なメーカー・機種への対応が可能である。
2. 装着したままで容易に搭乗操作への切り替えが可能であるため、危険な場所では遠隔操縦を選択し、比較的安全な場所では施工効率の高い搭乗操縦を行うなど、作業環境に応じて柔軟に対応することができる (図一 二)。
3. 持ち運びや組立が容易で、災害現場等において現地で即座に作業を開始することが可能である。

施工実績

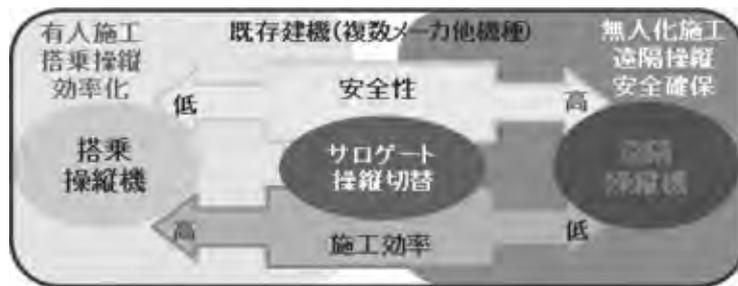
■実証試験…1 件

・大林組大阪機械工場

実施時期：平成 28 年 2 月



写真一八 大林組大阪機械工場での試験状況



図一 二 『サロゲート』の操縦方式切り替えイメージ

現場制約により、掘削ズリをトンネル坑口付近から下部の仮置き場へダンプアップして放出するため、放出時間帯は上下作業を懸念して遠隔操縦で、それ以外の時間帯は作業効率を優先して搭乗操縦で作業を実施した。



写真一 九 久斗トンネル工事における現場適用状況

検証項目：取付時間，安全性・作業持続性の確認，搭乗操作への切替，掘削・積込作業

検証結果：従来型遠隔操縦専用建設機械と同等程度の作業効率を有することを確認済

■現場適用…1件

・国土交通省発注 八鹿日高道路久斗トンネル工事

適用期間：平成 28 年 7 月（約一月間）

適用作業：トンネル坑外 掘削ズリ仮置き場におけるズリ掻き作業

お断り

この JCMA 報告は，受賞した原文とは一部異なる表現をしています。



次世代社会インフラ用ロボット開発・導入に関する トンネル維持管理分野の取り組み

寺戸 秀和・安井 成豊・伊吹 真一

国土交通省および経済産業省が共同設置した「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入検討会」では、社会インフラの維持管理と災害対応を効率的に行うことを目的として、実現場で役立つロボットの開発・導入を検討している。当該検討会では、橋梁、トンネル、水中の各分野における維持管理、ならびに災害時の調査および応急復旧を対象としている。

施工技術総合研究所では、検討が始められた平成 26 年度より、トンネル維持管理分野を対象に現場検証業務を実施している。本稿では、これまでのトンネル維持管理分野での取り組みについて紹介する。

キーワード：トンネル点検、道路トンネル、ロボット、現場検証、ユースケース

1. はじめに

平成 25 年 7 月 16 日、国土交通省と経済産業省は「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入検討会」を共同設置し、各種構造物の維持管理・点検作業にロボットを導入するための検討を進めている。同検討会では、橋梁、トンネル、水中の各々を対象とした維持管理（点検）作業、ならびに災害時の調査および応急復旧を対象とし、各分野へのロボット技術導入による効率化等の効果検証と課題把握等について検討を進めている。

この中では、各分野へのロボット技術の導入による効果と課題について現場検証を通じて明らかにし、開発・導入を促進することを目的としている。現場検証とは、ロボット技術による各種構造物の点検作業や調査等を実際の土木構造物を利用して模擬的に行い、ロボット技術の導入による効果と課題を検証するものである。現場検証の対象技術等の情報については、専用のポータルサイト (<https://www.c-robotech.info/>) にて紹介されている。

施工技術総合研究所では、平成 26 年度以降、国土交通省より当該現場検証に関する支援業務を受託し、トンネル維持管理分野における現場検証方法の検討、現場検証の運営、検証結果の分析、ならびにこれらの

内容について審議を行う「現場検証委員会 トンネル維持管理部会（部会長：首都大学東京 西村和夫教授）」の運営を行っている。本稿では、各年における現場検証の結果について概説する。

2. 平成 26 年度の取り組み

平成 26 年度は、トンネル点検で行われる「近接目視」、「打音検査」の各作業、ならびに「点検箇所への接近」を目的としたロボット技術の公募を行い、これらの技術を対象とした現場検証を実施した¹⁾。以下に、公募技術ならびに現場検証の内容を概説する。

(1) 応募技術の概要

平成 26 年度は、近接目視のみを対象としたものが 2 技術、打音検査のみを対象としたものが 2 技術、近接目視・打音検査の両者を対象としたものが 6 技術の計 10 技術の応募があった。なお、点検箇所への接近を対象とした技術については応募がなかった。各応募技術をその特性に応じて大別すると表 1 のようになる。なお、応募技術の詳細は前述のポータルサイトにて公開されているため、ここでは割愛する。

表 1 平成 26 年度に応募技術の概要（トンネル維持管理分野）

技術分類	技術分類の概要
壁面移動型検査技術	カメラ等を装備したトンネル壁面等を移動する装置
車両走行型検査技術	カメラ等を搭載した車両によりトンネル内を撮影・スキャンする装置
飛行型検査技術	カメラ等を搭載した無人の飛行ロボット
打音検査技術	トンネル壁面等を打撃する装置

(2) 現場検証の実施概要

現場検証は、関東地方にあるダム周回道路トンネルおよび施工技術総合研究所所有の実物大模擬トンネルにおいて行った。ダム周回道路は、昼間は供用されているが、夜間は通行止めとなり一般車の通行がないことから、一般車両への影響がない夜間に現場検証を実施した。写真—1は、平成26年度のダム周回道路での現場検証の状況である。



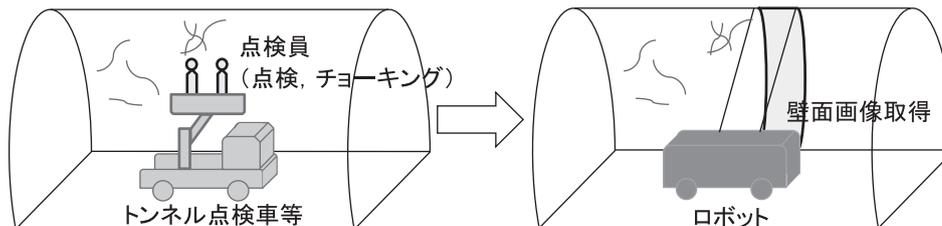
写真—1 ダム周回道路での現場検証の状況

(3) 現場検証結果の概要

応募されたロボット技術を「実用検証技術」と「要素検証技術」に分類し、それぞれの目的に応じた検証を行った。前者は、現段階で実現場での利用可能性があると判断される技術であり、後者は、現時点では実現場での適用は困難であるものの、今後の開発により実現場での利用が見込まれる技術である。前者については、実際の使用を想定した現場検証を実施し、後者については、データ収集や各要素の稼働状況の確認を目的として現場検証を実施した。

平成26年度の検証結果の要点を整理し、以下に示す。

- ・ロボット技術の長所として、現行手法による点検作業で必要となる車線規制時間が短縮される可能性があること、ならびに点検作業の省力化の可能性を確認した。



スケッチ作業以外の現行点検作業（近接目視、打音検査、チョーキング）を行う。

- ・ロボット技術の短所として、取得データから変状を検出する作業において、検出者の熟練度等によって、変状検出精度にばらつきが生じる可能性があることを確認した。

3. 平成27年度の取り組み

平成27年度は平成26年度と同様に、ロボット技術を公募して現場検証を実施した^{2), 3)}。ただし、通常の定期点検においてロボットがどのように利用しうるか（以下、ユースケースという）を例示し、ユースケースを踏まえた上でのロボットの導入効果を評価するための現場検証を実施した。

(1) ユースケースの設定

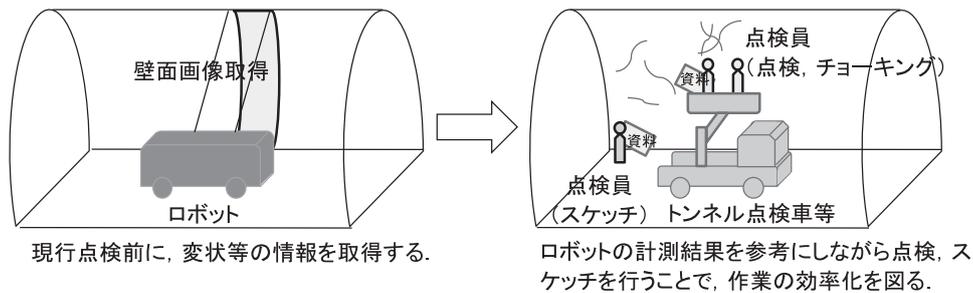
トンネル点検におけるロボットのユースケースとして、以下の2種類のユースケースを設定した。

- ①ユースケース1…現行点検による近接目視、打音検査、チョーキング（点検結果を覆工面にチョークによって記録する作業）が終了した状態でロボットによる計測を行い、変状展開図（トンネル壁面を展開した平面図上に点検結果を記録した図面）等を作成する。これにより現場における手書きによるスケッチ作業を省略し、点検作業の効率化を目指す。図—1に模式図を示す。
- ②ユースケース2…現行点検前にロボットによる計測を行い、その結果を参考に現行点検を行うことにより、現行点検（近接目視、打音検査、チョーキング、スケッチ）の効率化を促し、点検時間の短縮を目指す。図—2に模式図を示す。

これらのユースケースは、前年度に「実用検証技術」に分類した車両走行型検査技術（表—1参照）を念頭において設定したものである。当該技術は、車線規制を行うことなく覆工面の撮影・スキャニングが可能な技術である。

現行点検後、ロボットによる計測を実施し、チョーキングを含む覆工壁面の変状等の情報を取得する。

図—1 ユースケース1の模式図

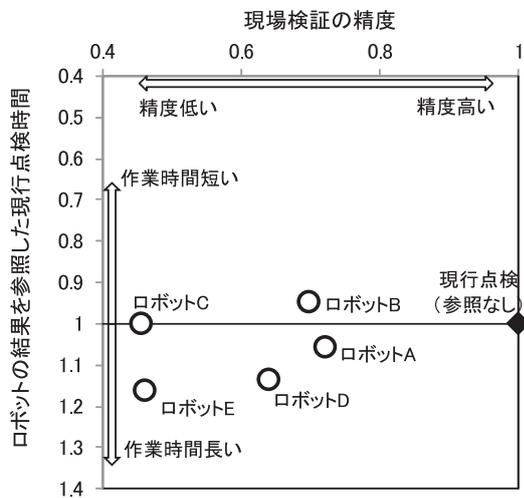


図一2 ユースケース2の模式図

(2) 現場検証結果の一例

現場検証では、平成26年度と同様にダム周回道路トンネルを利用し、上記の各ユースケースについて、どの程度の作業の効率化が見込めるかについて検証を行った。

一例として、図一3にユースケース2の検証結果の一例を示す。本検証では、人力による点検（現行の点検手法）により得た変状を正解値として位置づけた。この正解値に対し、ロボットによる計測ではどの程度の精度（正解率）で変状を取得することが可能であったか、ならびにロボットの結果を利用することで現行の点検に比べてどの程度作業が短縮されたかについて、両者の関係を求めた。



図一3 ユースケース2に対する効率性と精度に検証結果

一般には、ロボットによる計測精度が高ければ時間短縮も見込めると考えられるが、本検証結果ではサンプル数が少ないことも想定され、明確な関係は見られない結果となった。

4. 平成28年度の取り組み

平成28年度は、ロボット技術の公募は実施せず、前年度の検証結果から現場での適用性が高い技術を対

象に現場検証を実施した⁴⁾。当検証において対象としたのは、前年度と同様に車線規制が不要な車両走行型検査技術である。また、現場検証は、関東地方において供用されている道路トンネルである。

(1) 現場検証の概要

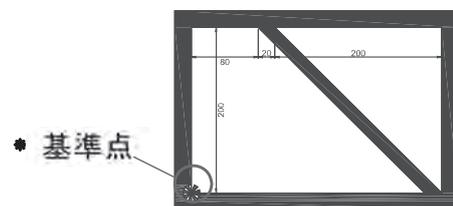
前年度までの検証結果から、現時点ではロボットが人の近接目視を代替することは困難であると判断した。このため、現時点で考えられるロボット技術の利用方法として、点検員による近接目視・打音検査とチョーキング終了後に、ロボットで取得したデータから覆工展開画像を作成し、それを利用して変状展開図等を作成するユースケース1（図一1参照）について検証を進めることとした。

現場検証では、壁面画像を取得する際にロボットに要求される事項として、ひび割れ等の各種変状の取得に加え、画像のゆがみの有無についての検証を行った。ゆがみが少ない画像が取得できれば、より正確な変状展開図の作成が可能となり、点検記録精度の向上等に資すると考えられる。

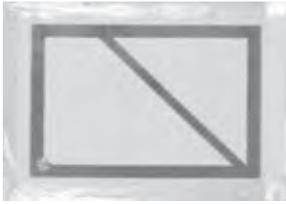
(2) 現場検証結果の一例

検証トンネル中の覆工表面に図一4に示すチャートを設置し、車両走行型検査技術によって取得した画像が図一4に示すチャートと比較してどの程度歪んでいるかを計測することで、画像のゆがみに対する正確性の検証を行った。

写真一2は、対象とした4技術の計測結果である。同写真と図一4のチャートを比較した結果、誤差は10%以下となり、実用上は問題ない精度を有すると判



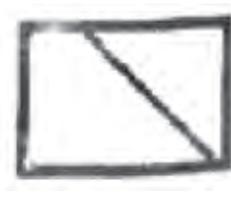
図一4 形状寸法チャート



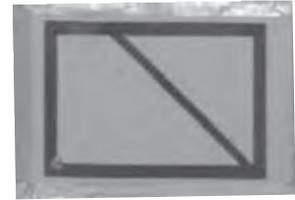
ロボット A



ロボット B



ロボット C



ロボット D

写真—2 各技術の計測結果

断した。

5. 平成 29 年度の取り組みと今後の課題

本業務の 4 年目となる本年度は、トンネル点検に利用するために求められるロボットの性能（リクワイヤメント）を明示するための検討等を進めている。

また、これまで車両走行型検査技術を主としたユースケース等の検討を行ってきたが、今後はその他の技術についてもユースケースや評価方法の検討を行うことで、トンネルの維持管理全体の効率化・省人化を図ることが望まれる。

JCMA

《参考文献》

- 1) 寺戸秀和, 加藤 剛, 安井成豊: 次世代社会インフラ用ロボットの現場検証 トンネル維持管理分野を中心として, 建設機械施工, Vol.67, No.12, 2015.12.
- 2) 寺戸秀和, 新田恭士, 加藤 剛, 安井成豊, 岩見吉輝, 増 竜郎, 中根 亨: トンネル点検を対象としたロボットの性能評価法について, 第 16 回建設ロボットシンポジウム, O44, 2016.8.
- 3) 寺戸秀和, 新田恭士, 加藤 剛, 安井成豊, 増 竜郎: 道路トンネルの点検におけるロボットの利用法とその評価方法について, トンネル工

学報告集, 第 26 卷, I -17, 2016.11.

- 4) 伊吹真一, 新田恭士, 安井成豊, 寺戸秀和: トンネル覆工画像取得車両の形状計測検証の試行, 土木学会第 72 回年次学術講演会概要集, VI -969, 2017.9.

【筆者紹介】

寺戸 秀和 (てらと ひでかず)
 (一社) 日本建設機械施工協会
 施工技術総合研究所 研究第一部
 課長



安井 成豊 (やすい しげとよ)
 (一社) 日本建設機械施工協会
 施工技術総合研究所 研究第一部
 部長



伊吹 真一 (いぶき しんいち)
 (一社) 日本建設機械施工協会
 施工技術総合研究所 研究第一部
 主任研究員



部 会 報 告

ISO/TC 127/SC 2/WG 25 (ISO 16001 土工機械—物体検知装置及び視覚補助装置) 2016年10月東京国際作業グループ会議報告

標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会国際専門家 (Expert)
ISO/TC 127/SC 2/WG 25 主査 (Convenor) 間宮 崇幸 (コマツ)

国際標準化機構 ISO の専門委員会 TC 127 (土工機械) 傘下の国際作業グループ ISO/TC 127/SC 2/WG 25 (ISO 16001 土工機械—物体検知装置及び視覚補助装置) 会議が 2016 年 10 月に東京で開催された。協会標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会から WG コンビナー (主査) として出席した間宮崇幸氏の報告を紹介する。

会議：ISO/TC 127/SC 2/WG 25 物体検知装置及び視覚補助装置第 3 回国際作業グループ会議

- 1 開催日：2016 年 10 月 27 日 (木) ~ 28 日 (金)
- 2 開催地：東京都港区芝公園三丁目 5 番 8 号 機械振興会館 B3-2 会議室
- 3 出席者：18 名…米国 (ANSI) 5 名, ドイツ (DIN) 1 名, オーストラリア (SA) 1 名, 日本 (JISC) 11 名
+ WebEx 参加 3 名…米国 (ANSI) 1 名, ドイツ (DIN) 1 名, 日本 (JISC) 1 名

4 議題：

4.1 開会：後任コンビナー (以下、報告者) が開会を宣言した。2016 年 10 月 27 日 (木) 午前 9 時

4.2 コンビナー指名：前任コンビナーの社内異動により、新コンビナー (兼 ISO 16001 改正プロジェクトリーダー) として親 ISO/TC 127/SC 2 分科委員会の委員会内投票 (CIB) により、報告者を後任に指名したことが報告された。各専門家は後任コンビナーを歓迎した。

4.3 出席専門家点呼：各出席専門家は自己紹介し、延べ 18 名の出席を確認した。これに加え、WebEx で 3 名の専門家が遠隔参加した。

4.4 議事案承認：議事案 ISO/TC 127/SC 2/WG 25 Doc N 43 は、そのまま承認された。

4.5 日程及び目標期日：幹事が日程及び目標期日を確認することとされた。

付記：ISO の作業項目のポータルサイトでは、DIS 16001 は段階 40.60 (投票終了) で、次の段階の“最終版の受理又は正式承認のために FDIS を登録”は“待

ち”の状態であった。“国際規格の発行”の目標期日は 2017 年 5 月となっている。

4.6 前回国際 WG 会議 (2014 年 10 月) の議事録及び決定事項の検討：前回議事録及び決定事項 ISO/TC 127/SC 2/WG25 Doc N34 は、確認された。

4.7 ISO/DIS 16001 投票結果報告：DIS 投票結果として、P メンバー 13 ケ国中 11 ケ国賛成、会員団体 (P メンバ以外も含む) 16 ケ国中 2 ケ国反対と説明された。

4.8 ISO/DIS 16001 投票時各国意見の検討：

2 日間にわたる論議では ISO/DIS 16001 に対する技術的な意見 (一部編集上の意見) を検討した。主要な決定事項及び結論を次に示す。

- 1) ISO 中央事務局の編集上の示唆は、最新の ISO/IEC 専門業務用指針第 2 部に基づき、編集上の手直しが技術上の意図を超える修正となってしまう場合を除き、受け入れて適用する。
- 2) 規格名称“物体検知装置及び視覚補助装置”は、次の理由によりそのまま適用する。
 - ・2014 年のパリ会議で“物体”は人を含むと論議されている (英国専門家の説明)。
 - ・ISO 5006 では、監視カメラ (カメラモニタシステム) を示すために“視覚補助装置”との用語を使用しており、関連する両規格間で一貫性のある表記とするのがよいこと。
- 3) “A 及び/又は B”という表記はあいまいとの指摘について、技術的意図と問題が生じない場合は“A 又は B 又は両方”などと表記する。
- 4) 英文での“may”又は“can”との表記について、前者は許可“してもよい、差し支えない”、後者は可能性“できる、可能性がある”との ISO/IEC 専門業務用指針第 2 部の規定を適用して使い分ける。
- 5) (用語番号 3.1) 用語“物体検知装置”の定義の第 2 句“装置は、地上の人にも警報できる”は、警報機器に関する推奨事項との関連で、規範的ではなくて情報を与えるものであるから、この句を第 1 句に含めるべきでなく、注記とする。
- 6) (用語番号 3.1) “物体検知装置”で画像により検

知するものを OVD（画像検知装置）と呼ぶ旨を記述する注記を削除との意見は、この種の装置を対象に含める今回改正の意図との関係もあって不採用となり、注記はそのまま残す。

- 7) “警報機器”との用語及びそれに関する規定項目について、触覚的な警報の使用の可能性が論議されたが、今後の技術として序文に記述する。
- 8) (用語番号 3.5) “自己試験”との用語は、後段で使用されていないとの指摘があり、継続的自己診断に関して規定する箇所後出の“自己診断”との用語を適用する。
- 9) “警報範囲”を新規に規定すべきとの意見は受け入れられ、提案者の米国専門家がその定義を宿題として作成する。
- 10) (細分箇条 4.1.1 名称) 装置の試験を規定する箇条の名称“検知領域の試験”は“検知領域境界判定試験”とする。
- 11) (細分箇条 4.1.3.1) 試験結果の評価に関する規定で、物体検知装置と視覚補助装置の組合せなどに関する規定の表記を明確化との意見を反映する。
- 12) (細分箇条 4.1.3.2) “誤信号 (wrong signal)”の表記は“false signal”の方が適切とされ、“false signal”に変更する。
- 13) (細分箇条 4.2) “ODS/VA devices”との表記は不明確との ISO 中央事務局の指摘によって、“ODS/VA components”と表記を修正する。
- 14) (細分箇条 4.3.1) モニタの角度に関して、270°円弧内とのショベル系掘削機に対する例外規定はミラーだけに対するものであるから、他機種と共通の 180°円弧内とする。これに関連し、ヘッドマウントディスプレイなど先進機器の場合はどうかと論議されたが、運転員前方に対する 180°円弧内との要求に適合できると考えられる。
- 15) (細分箇条 4.3.1) 運転員からのモニタの距離と、対象物体の人のモニタ画面上の画像寸法に関して、モニタの位置が運転員の視点から 1.2 m 以上の場合は、表示される画像はモニタ上で比例的に拡大しなければならない。試験要求事項は後段で各種装置ごとに規定する附属書の試験手順の規定によらなければならない、旨の文を追記する。
また、5 パーセントの人々が、モニタ上に画像寸法最小 7 mm で表示しなければならないことを要求事項とすべきとの意見に関しては、この細分箇条の規定はモニタの位置に関して、運転員から 1.2 m 以内を推奨し、そうでない場合には、後段で規定の試験要求事項に基づいて比例的に大きな

寸法の画像寸法を要求していると説明され、一部のみ採用する。

- 16) (細分箇条 4.3.1, 図 2) 機械周囲の視野をモニタ上の画像を正像として示す図中に文字を使用してはならない、との ISO 中央事務局の指摘に関しては、“Image”という文字は正像を示すために使用しているとして不採用、ただし、他の記号などについては ISO 中央事務局指摘どおりとする。
- 17) (細分箇条 4.3.2) 警報機器に関して規定する細分箇条は、視覚補助装置への適用を意図していないから、細分箇条の名称を“物体検知装置のための警報機器”とする。
- 18) (細分箇条 4.3.2) 警報機器は、現場の作業員及びその他の人に警報してもよい旨の記述は、許可を示すから“may”のままとする。
- 19) (細分箇条 4.3.2.1) 警報音の周波数範囲上限を、2 500 Hz から 3 400 Hz に拡大との意見は、試験に困難を生じるわけではないと考えられ、また、その周波数を試聴した結果特に問題ないと感じられたので、受け入れる。
- 20) (細分箇条 4.3.2.2) 視覚警報機器の位置に関して“運転員から直接見える…”との表記は、ISO 6011:2003 の 4.1 に規定の“…前中央視界内に置かなければならない”の類似表記とする。
- 21) (細分箇条 4.3.2.2, 第 2 段落) 視覚警報機器に関して“…直射日光の中でも見えなければ…”との表記は、明確に理解できるよう“…日照の下での運転条件でも見えるように十分な輝度でなければ…”との表記とする。
- 22) (細分箇条 4.3.2.2, 最終段落, 最終文) 視覚警報機器に関して、最も厳しい警報信号は赤色の点滅灯でなければならない旨の規定は、妥当な規定であるとして、赤色灯連続点灯との意見は不採用とする。
- 23) (細分箇条 4.4.1) 機関始動時装置の起動に関して、機関の始動だけでなく電源オンでも装置起動とされた。また、“視覚補助装置ではカメラからの画像をモニタに表示することは、この始動時自己診断の要求を満足する”との注記を追加する（現行版の規定に準ずる表記）。
- 24) (細分箇条 4.4.2) 視覚補助装置では待機モードは一般的ではなく、例えば、油圧ショベルでは待機モードに入れるのは、ロックレバーをロック位置とし本体及び作業装置が動作不能となった時だけなので、待機モードからの装置の再起動に関して、機械が動作する時にはその動作方向に関する適切

な画像又は信号を与えなければならない旨に“待機モードを備える場合は”との文言を追加する。

- 25) (細分箇条 4.4.2) ISO 9533:2010 の細分箇条 8.1 のように、ある種の走行操作装置の形式の場合、後退警報無しでもリスクアセスメントによってゆっくりした後退は許容されるとの意見があったが、安全に反するとの指摘があり、待機モードからの装置再起動に関して、機械が動作する“時に”と表記する。
- 26) (細分箇条 4.5) 物体検知装置の検知時間に関して、検知時間は起動時間などを含むのか明確化要との意見に関して、許容される最大検知時間は人が検知領域に入ってから警報機器が作動するまでの装置の能力としての時間に対して設定されるとして、物体検知装置の検知時間は“検知すべき物体の侵入から”300 ms を超えてはならない旨とする。
- 27) (細分箇条 4.7) “スイッチを切るだけで警報機器を動作不能とすることが可能であってはならない”旨の表記意図を明確とすべきとの意見に対して、2段階又はそれ以上のスイッチ操作であればその意図を満足すると指摘され、“物体検知装置の警報機器は単一操作で動作不能とできる手段があってはならない。運転員が、明瞭に分離した2段階又はそれ以上の操作で動作不能とすることは差し支えない。”とした。また、箇条名称を“物体検知装置の警報機器”とする。
- 28) (細分箇条 4.8) “作動の確実さ”の表記は適切かとの意見に関して、ISO 15998 電子式機械制御及び ISO 13766 電磁両立性を参照しているが、後段の箇条で同様の対処を扱っていることから、そちらにまとめる(細分箇条 4.6.2 を細分箇条 4.6、細分箇条 4.6.1 は削除、後段の細分箇条 4.8 にまとめる)。また、ISO 15998 は ISO 19014 におきかえるべきとの意見に関して、後者が会議時点で DIS 投票中であることから、ISO 15998 の代わりに ISO 19014 を用いることができる旨の注記を追加する。
- 29) (箇条 5) 表示は何に対して必要なのかとの意見に対して、主要な構成部品に対してとされ、その旨の文面とする。
- 30) (箇条 6) 運転取扱説明書に関して、箇条 6 に列挙する項目のうち組付けなど運転員の責任範囲を超える項目もあるため、ISO 13031 と同様とする意見もあり、細分箇条 6.1 “運転取扱説明書”と 6.2 “その他の情報を示す文書”に分ける。各項目が

どちらに帰属するか検討した。物体検知装置又は視覚補助装置で母機とは別に市場に投入されるものは、“6.2 その他の情報を示す文書”の各項目を追加的に含む説明がなければならない旨を表記した。

- 装置の機能の説明—> 6.1
 - 性能及び作動限界、とりわけ取り付けの高さ及び角度の違いによる効果についての詳細記述—> 6.2
 - 検知領域の形状及び寸法、並びに、運用による及び外部からの要因(例えば、干渉、気象、他の装置の存在)による変化—> 6.1
 - 現場体制に対する情報—> 6.1
 - 気象に関する限界—> 6.1
 - 地形に関する限界—> 6.1
 - 装置の日常保全要領で、装置の感度又は物体を識別する能力を損なうおそれのある環境条件への対策を含む—> 6.1
 - 取付け位置を含む取付け方法及び組立て方法—> 6.2
 - 起動方法の説明—> 6.1
 - 操作についての説明—> 6.1
 - 安全な作動についての説明—> 6.1
 - 性能の検証についての説明—> 6.2
 - 故障の場合の対応処置—> 6.1
 - 他の構成部品との接続について(必要な場合)—> 6.2
 - 例えば、電磁両立性(EMC)、及び高周波などの規制に対する適合試験証明書(地域的規制機関により必要とされる場合)—> 6.1 (及び必要な場合) 6.2
 - 型式認証が有効な国名(必要な場合)—> 6.1 及び 6.2
 - 物体検知装置及び視覚補助装置の使用者による定期性能点検の推奨手順—> 6.1
 - 電源についての要求事項(必要な場合)—> 6.2
- 31) (細分箇条 B.6.3, B.7.3 及び B.8.3) カメラの性能試験の試験基準は、製造業者の仕様によるため一律に定量的に規定できないため削除する。
- 32) (細分箇条 B.9.2.1) 解像度への光の影響に関して最低許容解像度の表記明確化を求める意見に対して、細分箇条 B.9.2.2 で規定の最低解像度が観測できる照度を記録する旨の表記とする。
- 33) (細分箇条 B.9.3) 試験体について、ロタキン試験体は現在1社のみ供給と限られることなどが問題とされた。これに対し、ロタキン試験体には人体

の模擬と解像度の参照基準提供との二つの機能があると指摘があり、他に動作の模擬にも使用されるので、引き続きロタキン使用とする。

- 34) (細分箇条 B.9.6.1) 照度が急変したときの回復に関する試験で、被験体を“明るく”照明された背景を背に…との表記は、定量的でないとの指摘に対して、自動車の規格 ISO 16505 を参考として、“背景の照度 10 000 lx”と規定する。
- 35) (細分箇条 E.3.3.1.4) 水平方向及び垂直方向の検知領域試験の測定に用いる送受信装置の設置について、水平方向及び垂直方向のパターン測定を示す図の参照を推奨事項として表記しているのは何故かとの指摘に関して、当該附属書作成時点で推奨事項とした理由は不明で、要求事項に変更する。
- 36) (附属書 F) 高周波無線トランスポンダ装置の試験手順に関する附属書 F が、参考なのは何故かとの指摘に関して、現行 2008 年版 ISO 16001 作成の最終段階で追加され、その時点では技術的な論議が十分尽くされていなかったためであり、その後この装置の使用実績があるので、参考から規定に変更する。
- 37) (箇条 F.10) 装置を実機装着した時の検知領域の変化を判定するため、コンピュータシミュレーションを判定手段として用いてもよく、ただし後段の箇条 (箇条 F.11) で規定する試運転を実施して、コンピュータシミュレーションの結果と対比しなければならないとする。
- 38) (附属書 G の名称) 附属書の中の“鳥瞰図”との表記は“サラウンドビュー”とする。
- 39) (細分箇条 G.3.1 及び G.4.1) 附属書 G が複数カメラからの画像を合成して単一のモニタに表示し構成する装置であることを明確にすべきとの意見に対して、カメラを単数表記しているところを複数表記とする。
- 40) (附属書 G) サラウンドビュー装置に対する要求と明確にすべきとの意見に関して、具体的な提案がされなかったため、将来の改正又は追補時の課題とする。
- 41) (図 G.1) 合成画像の境界記録の例を示す図の意図が不明確との意見に対して、プロジェクトリーダーは、複数カメラからの合成画像を単一モニタに表示評価するための機械外側の格子点を規定する意図として、図の改善案を提示した。日本の専門家が 2016 年 11 月までに改善した図を作成して WG に回付する。
- 42) (細分箇条 G.5.2) 画像合成境界の試験評価基準の

規定は、製造業者の仕様によるだけで定量的ではないので、削除する。

- 43) ウィーン協定に関して、ISO/DIS 16001 は国際標準化機構 ISO と欧州標準化機構 CEN の並行投票に付されているので、CEN からの意見及び CEN コンサルタントの結果の扱いが指摘された。ISO/TC 127 国際議長が、CEN/TC 151/WG 1 幹事及び ISO/TC 127/SC 1 国際幹事にこれらの扱いを依頼する。

(付記) CEN 加盟国の意見は、ISO へ提出された意見と同一であるが、ISO/DIS 16001 への各国意見対応文書に併記する。また、CEN コンサルタントは FDIS 段階で扱われる。

- 44) 新規追加の附属書 G、附属書 H、附属書 I に関して、先進技術に基づくので参考とするか規定とするかを論議し、附属書 B～附属書 I の各対応技術は既に市場で利用可能であり、規定とする。
- 45) (細分箇条 I.4) 形態認識に基づく視覚補助装置の試験条件に関して、照度範囲 50 lx～80 000 lx は他装置の条件 50 lx～50 000 lx に比べて広すぎるとの指摘があった。その範囲内で試験すればよいという意図なので特段の問題は生じないとして、そのままとする。

4.9 会議の結論

(決定事項)

- 1) 日本の専門家が、図合成画像の境界記録の例を示す図 (図 G.1) の改善案を用意し、各国専門家は、これに対する意見を提出する。
- 2) 米国の専門家は、新規用語“警報機器”及びその定義、序文の改善文案を作成する。
- 3) 他の編集上の意見及び ISO 中央事務局の指摘に対する対応を、プロジェクトリーダーが用意する。
- 4) 作業グループ幹事は、会議メモを回付する。
- 5) プロジェクトリーダーは、改訂案文を回付する。
- 6) プロジェクトリーダーは、最終案文に各国意見対応を添え、FDIS 投票用文書として ISO/TC 127/SC 1 幹事国へ提出する。

付記 1: ISO 中央事務局は、準備後、FDIS を 8 週間の会員団体投票に付す。最終的な案文の編集上のチェックは、SC 1 幹事国及びプロジェクトリーダーに依頼され、編集上の誤記訂正箇所があれば投票期間内に中央事務局へ連絡する。

付記 2: 一時、ISO/TC 127/SC 1 国際議長が空席であったため、同議長の署名が必要な中央事務局への提出が暫く遅滞した。

- 7) FDIS 投票で大多数の賛成が得られれば、ISO 中

中央事務局は速やかに ISO 16001 改正版を発行する。

- 8) ISO 16001 の将来の改正は、SC 1 傘下で実施する。
付記 3：プロジェクトリーダーが FDIS コメントを反映させた ISO 16001 改正文を作成し、ISO/TC 127/SC 1 幹事国を通じて ISO 中央事務局に提出する。ISO 中央事務局は、ISO/IEC 専門業務用指針 第 2 部に基づいて案文を整える。WG 専門家は注意深くチェックするとともに、問題があればプロジェクトリーダーに連絡する。

4.10 その他：特になし。

4.11 次回会合：FDIS が承認されなかった場合のみ召集する。

4.12 閉会：2016 年 10 月 28 日 17 時閉会

以上



写真—1 TC 127/SC 2/WG 25 会議風景



部 会 報 告

ISO/TC 127/SC 2/WG 9 (ISO 20474 土工機械—安全) 2016年8月ドイツ・フランクフルト 国際作業グループ会議報告

標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会国際専門家 (Expert) 小川 悦央 (コマツ)

国際標準化機構 ISO の専門委員会 TC 127 (土工機械) 傘下の国際作業グループ ISO/TC 127/SC 2/WG 9 (ISO 20474 土工機械—安全) 作業グループ会議が 2016年8月にドイツ国フランクフルト市で開催され、協会標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会から国際専門家 (Expert) として出席した小川悦央氏の報告を紹介する。

- 1 開催日：2016年8月29日(月)～31日(水)
- 2 開催地：ドイツ国フランクフルト市 VDMA (ドイツ機械工業連盟) 8階会議室

3 出席者：13名

米国 (ANSI) 4名, スウェーデン (SIS) 3名, 日本 (JISC) 1名 他

4 会議概要：

DIS 投票時に寄せられた各国コメントの審議を実施。本会議では、ISO/DIS 20474-Part 1, Part 4, Part 10, Part 2, Part 8 を完了させ、残るパートは 2016年11月に審議する予定。

・前回までの審議で「Part 14 の廃止に伴い、各国で独自の規定がある場合、それらを ISO 20474 の要求事項と比較検討し、より厳しい場合のみ “Additional national and regional provisions exist. (各国規定による要求事項がある)” を記載する」となっていた。が、一転して今回、当該文言を削除し、Part 14 も復活させないことに決定した。

5 議事：

a) ISO 20474-1 一般要求事項 (N177)

- ・4 List of significant hazards
significant hazards に関する、米国を始めとする各国コメントが軒並み却下された。理由は、ISO Guide 78 に合わせるためとのこと。
- ・5.3.1.1 Machinery equipment (インドコメント)
1.5t未満の機種にはキャノピ或いはオプションでキャブを装備すること、が合意された。
- ・5.3.3.1 Operator-protective structure General (日本コメント)
コンパクトショベルに関しては Part 5 で記載する。

100t以上の機械については ISO 12117-2 により規定外である。ケーブルショベル、パイプレーヤについては ROPS を除外する認識で一致した。

- ・5.3.3.2 ROPS for derivative machinery (米国コメント)
派生機に対し ROPS 要求を明確にするようとのコメントであったが、否認された。
- ・5.4.1.3 Seats Adjustment (日本コメント)
Compact machine の垂直方向調整については必要ないことが確認された (ISO 11112:1995 Amd1:2001)。
- ・5.13.2.2 Emission sound pressure level at the operator's station (日本コメント)
キャブの有無にかかわらず、ISO 20474 においては 80 dB (A) を超える (= やかましい機械) であれば取説に明記する、ということ。
- ・5.16.4 Over current protective devices (英国コメント)
“ヒューズ不要と特別に設計したものでない限り” を条文に加えるという方針で合意した。
- ・7.2 Operator's manual (スウェーデンコメント)
取説内に記載すべきと主張した計 45 の項目については、記載しないことで合意した。

b) ISO20474-2 ドーザ (N178)

- ・4.2 Operator's seat (日本コメント)
ISO 7096 では 50t を超える機械に試験規定が無いが、米国の主張で 50t を超える機械にも適用することとなった。
- ・4.3 Rear window (日本コメント)
後方窓用のデフロスタ、ワイパについては、Requirement から recommendation へ変更され、shall も should となった。

c) ISO 20474-8 グレーダ (N180)

- ・4.2.1 Operator's seat (日本コメント)
サスペンションシートの装備要求に反対したが、No firm requirement exists in -1. との議長判断により却下された。

以上

部 会 報 告

ISO/TC 127/SC 2/WG 9 (ISO 20474 土工機械—安全)
2016年11月オランダ・アムステルダム国際作業グループ会議報告

標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会国際専門家 (Expert) 小川 悦央 (コマツ)

国際標準化機構 ISO の専門委員会 TC 127 (土工機械) 傘下の国際作業グループ ISO/TC 127/SC 2/WG 9 (ISO 20474 土工機械—安全) 作業グループ会議が 2016 年 11 月にオランダ国アムステルダム市で開催され、前回 8 月に引き続き、協会標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会から国際専門家 (Expert) として出席した小川悦央氏の報告を紹介する。

1 開催日：2016 年 11 月 7 日 (月) ~ 9 日 (水)

2 開催地：オランダ国アムステルダム市 スキポール空港内 Exchange Avenue 会議室

3 出席者：9 名

米国 (ANSI) 4 名, スウェーデン (SIS) 2 名, 英国 (BSI) 1 名, ドイツ (DIN) 1 名, 日本 (JISC) 1 名

4 会議概要：

前回に続き、DIS 投票時に寄せられた各国コメントを審議した。本会議では、ISO/DIS 20474-1 の残り、Part 3, Part 11, Part 12, Part 5, Part 9, Part 13, Part 6 の順に審議し、コメントの無かった Part 7 (スクレーパ) を除く ISO 20474 の全パートを完了した。

・「Part 14 の廃止に伴い、各国で独自の規定がある場合、それらを ISO 20474 の要求事項と比較検討し、より厳しい場合のみ “Additional national and regional provisions exist. (各国規定による要求事項がある)” を記載する」という件については、次の文言を Part 1 の Foreword に追記することで合意に至った。

“Part 14, Information on national and regional provisions, has been withdrawn. ISO 20474 provides acceptable safety requirements for Earth-moving machinery. This standard does not necessarily provide requirements to meet all national and regional regulatory provisions, e.g. Japan does not allow object handling with Earth-moving machinery.”

5 議事：

a) ISO 20474-1 一般要求事項 (N189)

① Annex B1 (米国コメント)

昇降するキャブのチルト角は、EN474 に整合させ

±15° から ±5° へ修正した。

② Annex C1 (日本コメント)

本項へ “Additional national and regional provisions exist.” を追記する代わりに、上述の Foreword 追記が了承された。

③ Whole (ドイツコメント)

規準となる引用規格を全て年号指定すべきとの意見に対し、特定条項が引用された場合にのみ年号指定することで合意した。

b) ISO 20474-3 ローダ (N190)

④ 4.1 General (日本コメント)

上述と同じく、Part 1 の Foreword に追記することで合意した。

⑤ 4.3 Rear windows (米国コメント)

後方窓用のワイパ、ウォッシュについては、コンパクトローダを除き装着が必須と変更された。

⑥ 4.5.5.2 Rated load (日本コメント)

EN474-3 に整合させるべく車速を “10 km/h” 以下へ変更するよう求めたが、却下された。理由は、この種の作業をする場合の車速としてタイヤメーカーが 2 km/h を推奨している為。

c) ISO 20474-5 油圧ショベル (N193)

⑦ 3.4 extra-long reach equipment application (日本コメント)

本項は、ISO 20474-5 から削除する。併せて、4.4 項の NOTE を削除する。

⑧ 4.2.1.2.1 General (日本コメント)

本項の第 4.5 パラグラフを削除し、EN474 と整合させることで合意した。(50t 超 100t 未満の油圧ショベルに対する TOPS 装着要求は削除された。)

本項の第 2 パラグラフに次の文言を追記する。“If the structure complies with both ISO 12117 TOPS and 12117-2 ROPS criteria, the manufacturer may identify both standards (ROPS and TOPS) on the label.”

⑨ 4.2.1.2.2 TOPS for hydraulic excavators (米国コメント)

本項のタイトルを “Material handling excavators

with fixed cab risers”に変更する。

4.2.1.2.1 項の第6パラグラフで6tを1tに、100tを50tに修正し、これを本項の先頭に挿入する。

⑩ 4.2.1.3 Operator's seat (日本コメント)

本項に次の文言を追記する。“If a suspension seat is provided for excavators, the seat shall comply with spectral class EM 6 of ISO 7096.”併せてISO 7096を参考文献欄から引用規格欄へ移設する。

4.2.1.4 Seat adjustment for compact excavators,

4.2.1.5 Vibration (日本コメント)の“Additional national and regional provisions exist.”を削除する。

d) ISO 20474-6 ダンプ (N196)

⑪ 1 Scope (日本コメント)

日本からの「当該機が公道を自走する場合がある」とのコメントについて。本項第1パラグラフ内に“It is not applicable to dumpers primarily designed for use on public roads.”という文言が存在するので、本コメントは不要。

⑫ 4.2.3 Body-down indicator(スウェーデンコメント)

a device で始まる節に、次の文言を追記する。“except for articulated frame dumpers in material spreading applications in which case speeds up to 20 km/h may be allowed.”

⑬ 4.4 Roll-over protective structures (ROPS) (イ

ンドコメント)

DLVに関する説明の追記要求コメントは却下された。理由は、ISO 3164:2013の4.4項内で既に記述があり重複するため。

⑭ 5 Information for use (日本コメント)

クローラダンプのブレーキに関する日本コメントは却下された。当該コメントはISO 10265内に規定されるもので、次期改正時に織り込まれるべきである。

e) ISO 20474-9 パイプレーヤ (N194)

⑮ 4.2 Operator's station (日本コメント)

「パイプレーヤにROPSは不要」とする日本ほかのコメントは却下された。理由は、当該機がブーム、カウンタウエイトのある左右方向ではなく、本体の前後方向に転倒する事故例が欧州である為(本体が水平の状態にない稼働環境がある)。

4.2.2項を新設し、次の文言を追記する。“Side boom pipelayer shall comply with ISO 20474-1:2017, clause 4.3.3. Rotating pipelayer shall be provided ROPS in accordance ISO 12117-2.”

6 今後の予定：

- ・2016年12月までにFDIS投票を開始する。
- ・2017年6月までに改正版を発行する。

以上

部 会 報 告

ISO/TC 127/WG 8 (ISO 10987 持続可能性)
2016 年 11 月中国海南省三亚 国際会議報告

標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会 堀 謙三 (コマツ)

2016 年 11 月に国際標準化機構 ISO の専門委員会 TC 127/WG 8 (ISO 10987 土工機械—持続可能性) 国際作業グループ会議が中国海南省三亚市で開催され、協会標準部会 ISO/TC 127 土工機械委員会から出席した堀謙三氏の報告を紹介する。

- 1 開催日：2016 年 11 月 1～2 日
- 2 開催地：中国海南省三亚市 International Asia Pacific Convention Center 会議室「上海庁」
- 3 出席者：20 名
米国 (ANSI) 2 名, 中国 (SAC) 17 名, 日本 (JISC) 1 名
配布文書：
・公式議事録：TC127/WG8/N64
・DIS への対応方針：ISO 10987-2 (N65), 10987-3 (N67)
・FDIS ドラフト：ISO 10987-2 (N66), 10987-3 (N68)

4 会議概要

4.1 ISO 10987-2

- ・米国議長団, 中国事務局
- ・各国コメント採否：N65 参照
- ・日本提案の 4 件

80%を何の数とするかは、part numbers とのことと議長団よりの説明有り、その旨を Introduction に追加することになった。

Notes 2 は、ここではなく、5. Requirement の記述に追加されることになった。

E1 ならびに図 E1 の削除は採用されなかったが、その理由を Observation of the secretariat に明記することで決着。

“not accepted, (because) Annex is informative”

議長から Annex が informative (参照) であるため、文言も shall (要求) ではなく should (推奨) のみで

JP	Introduction	3 rd para., 5 th sentence	ed	It is uncertain what “80% or more” indicates, mass or parts count? Or cost? 80% 或更多” 不确定是指什么, 质量或零件数? 还是成本? In any case, it is to be interpreted that this “80% or more” would only be a rough estimation. 应当解释 80% 或更多” 将仅是粗略估计。		Noted, see above (Accept in principle, add “of the part numbers”).
----	--------------	--	----	--	--	---

JP	3.2	definition	Ed	It is felt the term “remanufacturing” needs to be defined more clearly. “再制造” 一词需要更清晰地定义。	Add a note as follows: 添加此项 “Note 2 to entry: An industrial process not performed by the OEM or its associates or a formally authorized entity does not belong under remanufacturing.” “注 2：未经代工或其联系人或正式授权实体的工业过程不属于再制造。	Accept in principle. See addition In Clause 5
----	-----	------------	----	--	--	---

JP0	E.1		Te	We think marking may cause misunderstanding unless somehow certified appropriately. 我们认为标记可能会造成误解, 除非得到适当的认证。	Delete E.1 删除	Not accepted, annex is informative
-----	-----	--	----	--	---------------	------------------------------------

JP0	Annex E	Figure E.1	Te	See Above. 见上	Delete Figure E.1 删除	See above
-----	---------	------------	----	---------------	----------------------	-----------

JP 0014	Annex A	Figure A.1	ed, ge	We think visual information of the used machine is indispensable. 我们认为不能缺少二手机械的可视信息	Add "A photograph of the used machine" with the area for the photo after the listed inspection items. 在所列的检查项目后可增加一个照片区域, 为“二手机械照片”	Accept, add to clause 7.2
------------	---------	------------	-----------	--	--	---------------------------

強制力をもたないとの説明があり、日本の主張はある程度受け入れられた。

4.2 ISO 10987-3

- ・米国議長団、中国事務局
- ・各国コメント採否：N67 参照
- ・日本提案の1件
7.2 項に“A photo of used machine should be provided”と記述されることになった。

4.3 今後の予定

- ・議長は WG ミーティングのレポート (N64) をまとめ、WG での DIS コメントへの対応方針と FDIS ドラフトを WG メンバーに送る。
- ・WG メンバーは上記へのコメントを議長に送る。
- ・議長は FDIS ドラフトを中国事務局へ送り、確認をとる。
- ・議長は投票用 FDIS ドラフトを ISO 中央事務局へ提出する。

- ・議長は中国事務局と共同で ISO を発行する。～2017 年月中旬目標

5 日本のアクション

上記コメントを米国議長へ提出する。

6 議事メモ

メンバーがほとんど中国人で、非中国人は米国議長団と報告者の3名だけ。当日使われたドラフトと修正コメント表は、英語と中国語が併記されていた。

議事進行は、中国事務局が主導し、まず中国人同士が中国語で議論し、その結果を米国議長団に英語で説明し、議長団が議事メモを作成した。このため、中国語を解さない報告者には議論の展開が分からないことが多かった。

日本の提案は、報告者が英語で説明した後、中国語に直され中国側で議論され、さらに英語に翻訳され、議長団が報告者に英語で確認しながら議事化していた。

以上

部 会 報 告

ハッ場ダム、古河ロックドリル見学会

建設業部会

1. はじめに

建設業部会では、平成29年度夏季現場見学を2017年8月30日に群馬県で工事が進められているハッ場ダムと8月31日に群馬県高崎市に所在する古河ロックドリル(株)吉井工場において実施した。参加者は事務局を含め17名であった。

2. ハッ場ダム建設工事 工事概要

ハッ場ダムは、群馬県吾妻郡長野原町(利根川水系吾妻川)において建設中の洪水調節、流水の正常な機能の維持、水道及び工業用水の新たな確保並びに発電を目的とする多目的ダムである。群馬県、東京都、埼玉県、千葉県、茨城県などへ水道水を供給する利根川水系において完成後は総貯水量1億750万 m^3 を有し利根川水系ダムで第3位の規模となり、洪水対策と共に首都圏の大切な水瓶として期待される(図-1)。

以下にダムの主要諸元を示す。

型式	重力式コンクリートダム
堤高	116.0 m
堤頂長	290.8 m
堤体積	約90万 m^3
打設方法	巡航RCD工法

3. 現場見学

工事の進捗としては、堤体コンクリート約90万 m^3 のうち現在37万 m^3 のコンクリート打設が完了していた。コンクリート打設作業は昼夜で行われており日々約

3000 m^3 のコンクリートを打設している(写真-2)。コンクリート用骨材は原石山からコンクリート製造設備まで約10kmを搬送能力820t/hのベルトコンベアで搬送し、搬送経路はダム建設の為に付け替えられた旧JR吾妻線の線路を利用している。コンクリート製造設備は製造能力180 m^3 /hのバッチャープラントを2基使用し18t吊りケーブルクレーン2基を用いて6.0 m^3 バケットにて32tダンプトラック等を併用しゼロスランプのコンクリートを運搬しブルドーザーで



写真-1 現場概要説明状況



写真-2 コンクリート打設状況



図-1 ハッ場ダム完成予想図



写真-3 現場見学状況

敷均し振動ローラーでしっかりと締め固めながら打設している。現場周辺の環境保護の為にケーブルクレーン、バッチャープラント、セメントサイロ、ベルトコンベア等の仮設備は保護色（茶色）に着色されており、各所に環境保護対策が取られている。

4. 古河ロックドリル 会社概要

足尾銅山（明治10年に経営開始）で使用された機械の製造・修理部門が事業の発祥で、ここから様々な開発機械を開発・製造していき、今日に至る。1914年（大正3年）には、日本初（国産第一号）の削岩機「手持ち式削岩機」を開発した。1961年に古河鋳業（現・古河機械金属）の機械部門より、削岩機類の専門販売会社「古河削岩機販売（株）」として設立し、2005年古河ロックドリル（株）に改め新発足している。現在では、世界100ヶ国へ輸出するなど鋳山用機械の世界トップメーカーとして事業を展開している。削岩機（クローラードリル・油圧ブレーカ・油圧圧砕機など）分野では世界最大手（世界シェア30%）、トンネル掘削機（ドリルジャンボなど）分野でも世界3大メーカーの一角を占めており国内シェアは80%に達し、土木鋳山用機械の世界トップメーカーとして広く知られている。

5. 工場見学

工場見学は、本社屋内にて会社概要等の説明を受けた後、工場に移動して行われた（写真—4、5）。

工場内では、クローラードリル、トンネルドリルジャンボ、油圧ブレーカー等、建設機械の製造ラインや製造時の品質管理状況、検査状況を見学した。工場内は部品等が整然と整理されチェックリスト等もこまめに準備されており、品質管理に対する意識の高さを感じられた。製造ラインでは自動溶接ロボットが多数導入されてお



写真—4 会社概要説明状況



写真—5 工場見学状況



写真—6 ドリルジャンボ 試験削孔状況

り、高い品質での溶接が非常に効率良く行われていた。

デモでは、トンネルドリルジャンボ（型式JTH2100Aドリフター220kg級）の試験削孔が行われた（写真—6）。1軸圧縮強度150MPaの岩盤を削孔速度約3000mm/minで削孔する事が可能で、削孔能力の高さがうかがえる。

6. おわりに

最後に、お忙しい中今回の見学会にご協力頂きました八ッ場ダムJV（清水建設・鉄建建設・IHI異工種建設工事共同企業体）、古河ロックドリル（株）の関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

JCMA

[筆者紹介]
坂口 雅信（さかぐち まさのぶ）
（株）大林組
機械部



図—2 油圧ブレーカー、クローラードリル、ドリルジャンボ

部 会 報 告

(株)KCM 龍ヶ崎工場 見学会

機械部会 除雪機械技術委員会

1. はじめに

除雪機械技術委員会では平成 29 年 9 月 14 日 (木)、茨城県龍ヶ崎市に位置する(株)KCM 龍ヶ崎工場の見学会を実施した。

参加者は事務局含め 8 社、15 名であった。

2. (株)KCM について

1962 年に川崎車両(株)が兵庫県に播州工場を設立し、ホイールローダの生産を開始したのが始まり。その後は川崎重工業(株)の建機部門としてホイールローダの生産を続けてきたが、2009 年に川崎重工業(株)より分社化し(株)KCM が設立された。

2015 年には日立建機(株)の完全子会社となった後、2016 年に龍ヶ崎工場を含む日立建機(株)のホイールローダ事業部門を吸収合併してからは、日立グループのホイールローダ生産を一手に担っている。

国内の製造拠点は前述の播州工場と今回見学させていただいた龍ヶ崎工場の二箇所、それぞれの工場では大型ホイールローダと中・小型・ミニホイールローダが生産されている。

3. 龍ヶ崎工場について

1954 年に東洋運搬機(株)、後の TCM (株)の工場として設立された。その後 2010 年、日立建機(株)への吸収合併に伴い日立建機(株)龍ヶ崎工場となったが、前述の(株)KCM によるホイールローダ事業の吸収合併に伴い、現在は(株)KCM の主力工場となっている。

従業員は約 720 名、敷地面積は 256,000 m²で、もう一つの工場である播州工場の敷地面積 130,000 m²より大きい。生産台数は月産最大約 600 台で、それらは日本を含む世界各地へ供給されている。

生産機種数は中・小型 8 機種、ミニ 4 機種で、除雪ドーザの生産もこの龍ヶ崎工場で行われている。

そうした背景から、除雪ドーザの納車シーズンである春から夏にかけ工場の生産がピークを迎えるとのことであった。



写真-1 龍ヶ崎工場全景

4. 製缶・薄板工場

製缶工場では主にフロントフレームの製造工程を見学させて頂いた。フロントフレームの製造工場は 2 箇所に分かれており、一つ目の工場では構成部品を製作した後、もう一つの工場にてそれぞれの部品を溶接し、1 台分のフロントフレームが完成する。完成したフレームは塗装された後に組立工場へ運ばれる。

二つの製缶工場の間には薄板工場があり、今回はこちらも見学させて頂くことができた。ここでは運転室や昇降用のステップなど、薄板で構成される部品を作成している。

薄板の切り出しにはレーザー加工機が使用されるが、組み立て時の位置決めなどに用いるケガキ線もこのレーザー加工機で加工しているとのことで、実際にケガキ線の入った部品も見せて頂く事ができた。

5. 組立工場

組立工場内には 2 つのメインラインがあり、それぞれ中・小型ホイールローダの生産ラインとミニホイールローダの生産ラインとなっている。

それぞれのメインラインの脇にはサブ組み立てラインがあり、そこでサブアセンブリが組み立てられた後、メインラインに搬送され車体へと組みつけられる。

6. 塗装・試験・出荷

塗装工場は全部で三箇所あり、一つは組立工場内、残り二つはそれぞれ粉体塗装と補修塗装の工場があるとのことであった。

組みあがった車両は、所定の性能、品質を達成しているか確認される。試験場の入り口には2台のスピードテスターが並んでいるが、その先は操業度に合わせて2もしくは3ラインが選択できるようになっている。

すべての検査が終わった完成車は、ストックヤードに運ばれ、各地へ出荷されるのを待つことになる。

7. おわりに

今回見学させて頂いた龍ヶ崎工場は、周囲を木々で囲われた高台に立地しているのが印象的であった。聞くところによると、この龍ヶ崎工場はもともと軍需工場として設立されたとのことで、こうした立地の理由を知るとともに、これまでの歴史を感じることができた。

その後工場は東洋運搬機(株)、日立建機(株)、そして(株)KCMへと名を変え、古河建機(株)を含めた4社がこの工場へと集まっていくこととなったが、ここにも日本のホイールローダ製造の歴史を感じることができた。

今回の見学会は、そうして結集されたホイールローダの技術力、ものづくり力が今日の除雪現場を支えているということを実感する機会となった。

本見学会の実施に際し、お忙しい中親切にご対応いただきました、(株)KCMの皆様には厚く御礼申し上げます。

JCMMA



写真—2 集合写真

[筆者紹介]

杉谷 侑樹 (すぎや ゆうき)

コマツ

商品企画本部 市場開発部 モータグレーダチーム

平成 29 年度 主要建設資材需要見通し

国土交通省 土地・建設産業局 建設市場整備課

1. はじめに

国土交通省では、建設事業に使用される主要な建設資材の年間需要量の見通しを公表することにより、建設資材の安定的な確保を図り、円滑な建設事業の推進に資することを目的として、昭和 51 年度より「主要建設資材需要見通し」を毎年公表している。

本稿では、平成 29 年 7 月 7 日に公表した「平成 29 年度主要建設資材需要見通し」の概要を報告する。

2. 対象建設資材

平成 29 年度主要建設資材需要見通しでは、「①セメント」「②生コンクリート」「③骨材、砕石」「④木材」「⑤普通鋼鋼材、形鋼、小形棒鋼」および「⑥アスファルト」の 6 資材 9 品目を対象とし、需要見通しを推計・公表している。

3. 需要見通しの推計方法

平成 29 年度の主要建設資材の需要見通しは、「平成 29 年度建設投資見通し（国土交通省 総合政策局 情報政策課 建設経済統計調査室 平成 29 年 6 月 30 日公表）」の建築（住宅、非住宅）、土木（政府、民間）等の項目ごとの建設投資見通し（実質値）に、建設資材ごとの原単位（工事費 100 万円当たりの建設資材需要量）を乗じ、さらに各建設資材の需要実績等を考慮して、平成 29 年度の主要な建設資材の国内需要の推計を行った。

4. 平成 29 年度主要建設資材需要見通し

(1) 概況（平成 28 年度および平成 29 年度）

平成 28 年度の主要建設資材の需要量実績は、同年度の建設投資見込み（名目値）が前年度比 3.2% の増加で、うち土木部門は 0.9% の減少となったものの建築部門は 6.8% の増加となり、平成 27 年度の実績値と比べて木材、普通鋼鋼材、形鋼が増加となり、セメント、生コンクリート、骨材、小形棒鋼、アスファルトが減少となった。

平成 29 年度の主要建設資材の需要見通しは、同年度の建設投資見通し（名目値）が前年度比 4.7% の増加で、うち建築部門は 3.5% の増加、土木部門は 6.3% の増加と見通されていることから、全ての資材において昨年度実績値と比べて増加と見通される。

平成 29 年度主要建設資材需要見通しは、図一 1 および表一 1 のとおりである。

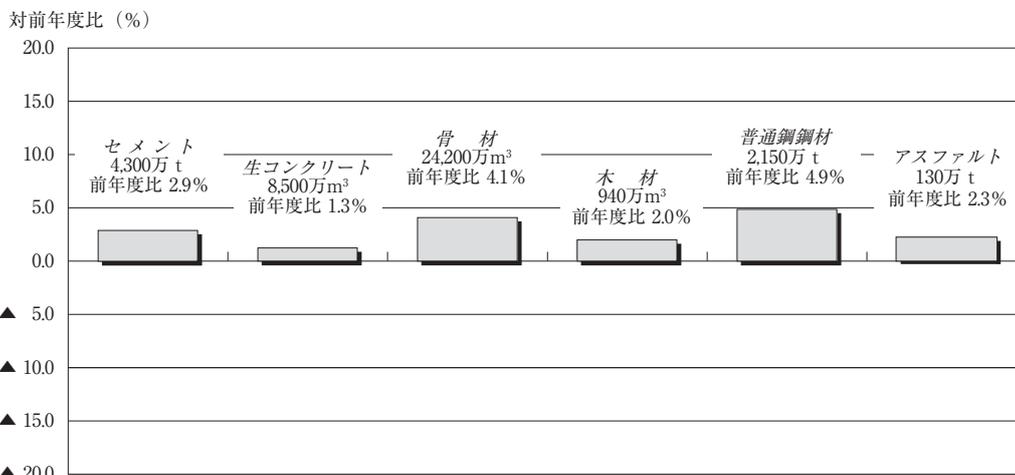
(2) 主要建設資材の需要見通し

①セメント、②生コンクリート

平成 28 年度における需要量実績は、セメントが前年度比 2.1% 減少の 4,178 万 t、生コンクリートが前年度比 3.6% 減少の 8,391 万 m³ であった。平成 29 年度については、セメントが前年度比 2.9% 増加の 4,300 万 t、生コンクリートが前年度比 1.3% 増加の 8,500 万 m³ と見通される。

③骨材、砕石

平成 28 年度における需要量実績は、骨材が前年度比 2.8% 減少の 23,258 万 m³、砕石が前年度比 2.8% 減少の 11,366 万 m³ となると推



図一 1 平成 29 年度主要建設資材需要見通し

(注) 棒グラフは、平成 28 年度の実績値（骨材・砕石・普通鋼鋼材・形鋼は推計値）と平成 29 年度見通し値との対比です。

統計

表一 1 主要建設資材の需要量実績値および推計値

資材名称	単 位	需 要 量			伸 び 率	
		H27 年度 実績値	H28 年度 実績値	H29 年度 見通し	28/27	29/28
セメント	万 t	4,267	4,178	4,300	- 2.1%	2.9%
生コンクリート	万 m ³	8,708	8,391	8,500	- 3.6%	1.3%
骨 材	〃	23,938	23,258	24,200	- 2.8%	4.1%
砕 石	〃	11,697	11,366	11,700	- 2.8%	2.9%
木 材	〃	920	921	940	0.1%	2.0%
普通鋼鋼材	万 t	1,990	2,049	2,150	3.0%	4.9%
形 鋼	〃	448	468	490	4.4%	4.8%
小形棒鋼	〃	770	721	750	- 6.4%	4.1%
アスファルト	〃	129	127	130	- 1.3%	2.3%

- (注) 1. 本見通しは、「平成 29 年度建設投資見通し（国土交通省 総合政策局 情報政策課 建設経済統計調査室 平成 29 年 6 月 30 日公表）」をもとに推計したものである。
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〕。
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、骨材および砕石は〔100 万 m³〕、木材は〔25 万 m³〕、普通鋼鋼材、形鋼および小形棒鋼は〔10 万 t〕、アスファルトは〔5 万 t〕。
4. 平成 28 年度需要量のうち、骨材、普通鋼鋼材、形鋼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。

計される。平成 29 年度については、骨材が前年度比 4.1% 増加の 24,200 万 m³、砕石が前年度比 2.9% 増加の 11,700 万 m³ と見通される。

④木材

平成 28 年度における需要量実績は、前年度比 0.1% 減少の 921 万 m³ であった。平成 29 年度については、前年度比 2.0% 増加の 940 万 m³ と見通される。

⑤普通鋼鋼材、形鋼、小形棒鋼

平成 28 年度における需要量実績は、普通鋼鋼材が前年度比 3.0% 増加の 2,049 万 t、うち形鋼が前年度比 4.4% 増加の 468 万 t、小形棒鋼は前年度比 6.4% 減少の 721 万 t となると推計される。平成 29 年度については、普通鋼鋼材が前年度比 4.9% 増加の 2,150 万 t、うち形鋼が 4.8% 増加の 490 万 t、小形棒鋼が 4.1% 増加の 750 万 t と見通される。

⑥アスファルト

平成 28 年度における需要量実績は、前年度比 1.3% 減少の 127 万 t であった。平成 29 年度については、前年度比 2.3% 増加の 130 万 t と見通される。

5. 主要建設資材需要量の推移

主要建設資材の国内需要量推移を表一 2 および図一 2 に示す。各主要建設資材の需要量実績、需要見通しの対象は、次の (1)~(8) のとおりである。

(1) セメント

国内メーカーの国内販売量に海外メーカーからの輸入量を加えた販売等の量を対象としている。「内需量」=「国内販売量」+「輸入量」。

なお、表一 2 および図一 2 の平成 28 年度までは実績値で、(一社)セメント協会の「セメント需給実績」の値を用いている。

(2) 生コンクリート

全国生コンクリート工業組合連合会組合員工場の出荷量とその他の工場の推定出荷量とを加えた出荷量を対象としている。「出荷量」=「組合員工場出荷量」+「その他工場推定出荷量」。

なお、表一 2 および図一 2 の平成 28 年度までは実績値で、全国生コンクリート工業組合連合会・協同組合連合会の「出荷実績の推移」の値を用いている。

(3) 骨材

国内における供給量を対象としており、輸入骨材も含んでいる。

なお、表一 2 および図一 2 の平成 27 年度までは実績値で、経済産業省の「骨材需給表」をもとに算出した値である。平成 28 年度は推計値で、経済産業省の「砕石等統計年報」「砕石等統計四半期報」「骨材需給表」をもとに算出した値である。

(4) 砕石

メーカーの国内向け出荷量を対象としている。

なお、表一 2 および図一 2 の平成 28 年度までは実績値で、経済

表 2 主要建設資材の国内需要実績の推移

国土交通省 土地・建設産業局 建設市場整備課
平成 29 年 7 月 7 日 現在

	セメント (内需要)		生コンクリート (出荷量)		骨材 (供給量)		砕石 (出荷量)		木材 (製材品出荷量)			普通鋼鋼材 (建設向け受注量)			形鋼 (建設向け受注量)			小形棒鋼 (建設向け出荷量)			アスファルト (建設向け等内需要)			
	千 t	前年度比 (%)	千 m ³	前年度比 (%)	千 t	前年度比 (%)	千 t	前年度比 (%)	千 t	前年度比 (%)	千 t	前年度比 (%)	千 t	前年度比 (%)	千 t	前年度比 (%)								
平成 7 年度	80,377	▲ 0.8	175,723	▲ 0.0	530,625	▲ 0.4	258,875	▲ 0.4	23,880	▲ 6.7	28,667	2.8	7,226	1.2	11,988	1.3	4,243	▲ 2.7	4,243	▲ 2.7	4,243	▲ 2.7	4,243	▲ 2.7
平成 8 年度	82,417	2.5	180,256	2.6	538,750	1.5	275,125	6.3	24,395	2.2	30,659	6.9	8,114	12.3	11,836	▲ 1.3	4,266	0.5	4,266	0.5	4,266	0.5	4,266	0.5
平成 9 年度	76,573	▲ 7.1	167,292	▲ 7.2	512,500	▲ 4.9	253,250	▲ 8.0	21,103	▲ 13.5	28,642	▲ 6.6	7,303	▲ 10.0	11,373	▲ 3.9	4,117	▲ 3.5	4,117	▲ 3.5	4,117	▲ 3.5	4,117	▲ 3.5
平成 10 年度	70,719	▲ 7.6	153,308	▲ 8.4	459,375	▲ 10.4	228,688	▲ 9.7	18,924	▲ 10.3	25,715	▲ 10.2	6,399	▲ 12.4	10,554	▲ 7.2	3,777	▲ 8.3	3,777	▲ 8.3	3,777	▲ 8.3	3,777	▲ 8.3
平成 11 年度	71,515	1.1	151,167	▲ 1.4	455,625	▲ 0.8	222,438	▲ 2.7	18,396	▲ 2.8	26,863	4.5	6,704	4.8	10,726	1.6	3,823	1.2	3,823	1.2	3,823	1.2	3,823	1.2
平成 12 年度	71,435	▲ 0.1	149,483	▲ 1.1	458,750	0.7	219,156	▲ 1.5	17,282	▲ 6.1	28,024	4.3	6,896	2.9	11,001	2.6	3,804	▲ 0.5	3,804	▲ 0.5	3,804	▲ 0.5	3,804	▲ 0.5
平成 13 年度	67,811	▲ 5.1	139,588	▲ 6.6	466,250	1.6	209,089	▲ 4.6	15,196	▲ 12.1	26,004	▲ 7.2	6,011	▲ 12.8	10,695	▲ 2.8	3,580	▲ 5.9	3,580	▲ 5.9	3,580	▲ 5.9	3,580	▲ 5.9
平成 14 年度	63,514	▲ 6.3	131,413	▲ 5.9	442,500	▲ 5.1	191,503	▲ 8.4	14,270	▲ 6.1	25,828	▲ 0.7	5,615	▲ 6.6	10,700	0.0	3,366	▲ 6.0	3,366	▲ 6.0	3,366	▲ 6.0	3,366	▲ 6.0
平成 15 年度	59,687	▲ 6.0	123,735	▲ 5.8	414,237	▲ 6.4	179,269	▲ 6.4	14,042	▲ 1.6	25,177	▲ 2.5	5,704	1.6	9,827	▲ 8.2	3,229	▲ 4.1	3,229	▲ 4.1	3,229	▲ 4.1	3,229	▲ 4.1
平成 16 年度	57,569	▲ 3.5	118,982	▲ 3.8	368,750	▲ 11.0	165,265	▲ 7.8	13,446	▲ 4.2	25,066	▲ 0.4	5,623	▲ 1.4	9,725	▲ 1.0	3,014	▲ 6.7	3,014	▲ 6.7	3,014	▲ 6.7	3,014	▲ 6.7
平成 17 年度	59,089	2.6	121,549	2.2	343,130	▲ 6.9	164,219	▲ 0.6	13,161	▲ 2.1	24,703	▲ 1.4	5,659	0.6	10,089	3.7	2,478	▲ 17.8	2,478	▲ 17.8	2,478	▲ 17.8	2,478	▲ 17.8
平成 18 年度	58,985	▲ 0.2	121,903	0.3	340,000	▲ 0.9	166,472	1.4	12,791	▲ 2.8	25,781	4.4	5,926	4.7	10,991	8.9	2,400	▲ 3.1	2,400	▲ 3.1	2,400	▲ 3.1	2,400	▲ 3.1
平成 19 年度	55,506	▲ 5.9	111,881	▲ 8.2	317,500	▲ 6.6	153,616	▲ 7.7	11,912	▲ 6.9	24,984	▲ 3.1	5,616	▲ 5.2	10,508	▲ 4.4	2,323	▲ 3.2	2,323	▲ 3.2	2,323	▲ 3.2	2,323	▲ 3.2
平成 20 年度	50,087	▲ 9.8	101,009	▲ 9.7	285,000	▲ 10.2	136,105	▲ 11.4	10,809	▲ 9.3	21,240	▲ 15.0	4,738	▲ 15.6	8,722	▲ 17.0	1,882	▲ 19.0	1,882	▲ 19.0	1,882	▲ 19.0	1,882	▲ 19.0
平成 21 年度	42,732	▲ 14.7	86,030	▲ 14.8	243,750	▲ 14.5	118,691	▲ 12.8	9,282	▲ 14.1	17,384	▲ 18.2	3,696	▲ 22.0	7,360	▲ 15.6	2,092	▲ 11.2	2,092	▲ 11.2	2,092	▲ 11.2	2,092	▲ 11.2
平成 22 年度	41,614	▲ 2.6	85,278	▲ 0.9	237,500	▲ 2.6	117,084	▲ 1.4	9,498	2.3	18,473	6.3	3,791	2.6	7,450	1.2	1,796	▲ 14.2	1,796	▲ 14.2	1,796	▲ 14.2	1,796	▲ 14.2
平成 23 年度	42,650	2.5	87,964	3.1	233,125	▲ 1.8	116,998	▲ 0.1	9,217	▲ 3.0	19,243	4.2	3,973	4.8	7,759	4.2	1,739	▲ 3.1	1,739	▲ 3.1	1,739	▲ 3.1	1,739	▲ 3.1
平成 24 年度	44,577	4.5	92,098	4.7	238,130	2.1	121,670	4.0	9,380	1.8	20,604	7.1	4,314	8.6	8,234	6.1	1,566	▲ 10.0	1,566	▲ 10.0	1,566	▲ 10.0	1,566	▲ 10.0
平成 25 年度	47,705	7.0	98,850	7.3	253,130	6.3	129,390	6.3	10,232	9.1	21,920	6.4	4,886	13.3	8,824	7.2	1,455	▲ 7.1	1,455	▲ 7.1	1,455	▲ 7.1	1,455	▲ 7.1
平成 26 年度	45,551	▲ 4.5	94,014	▲ 4.9	248,750	▲ 1.7	124,780	▲ 3.6	9,249	▲ 9.6	21,071	▲ 3.9	4,570	▲ 6.5	8,289	▲ 6.1	1,329	▲ 8.6	1,329	▲ 8.6	1,329	▲ 8.6	1,329	▲ 8.6
平成 27 年度	42,668	▲ 6.3	87,077	▲ 7.4	239,375	▲ 3.8	116,970	▲ 6.3	9,211	▲ 0.4	19,860	▲ 5.7	4,481	▲ 1.9	7,698	▲ 7.1	1,288	▲ 3.2	1,288	▲ 3.2	1,288	▲ 3.2	1,288	▲ 3.2
平成 28 年度	41,777	▲ 2.1	83,910	▲ 3.6	232,580	▲ 2.8	113,655	▲ 2.8	9,212	0.0	20,493	3.2	4,677	4.4	7,206	▲ 6.4	1,270	▲ 1.3	1,270	▲ 1.3	1,270	▲ 1.3	1,270	▲ 1.3

(注) 1. 各資材の需要量は四捨五入して算出しているため、各月の合計と年度計とは一致しない。

2. 前年度比欄の▲はマイナス。

3. 骨材は、平成 27 年度までは実績値、平成 28 年度は推計値 (イタリック体) で、経済産業省「砕石等統計年報」「砕石等統計四半期報」「骨材需給表」をもとに算出。

4. 木材の平成 23 年度実績値には、東日本大震災の影響により、平成 23 年 4 月～6 月の岩手県、宮城県および福島県分の出荷量が含まれていない。

5. 普通鋼鋼材および形鋼は、平成 27 年度までは実績値、平成 28 年度は推計値 (イタリック体) で、(一社) 日本鉄鋼連盟の資料 (国内向け受注総量から国内建設向け受注量を推計したもの) および国土交通省「主要建設資材月別需要予測」をもとに算出。

(出典) ・セメント… (一社) セメント協会 (セメント需給実績)

・木材… 農林水産省資料 (製材統計)

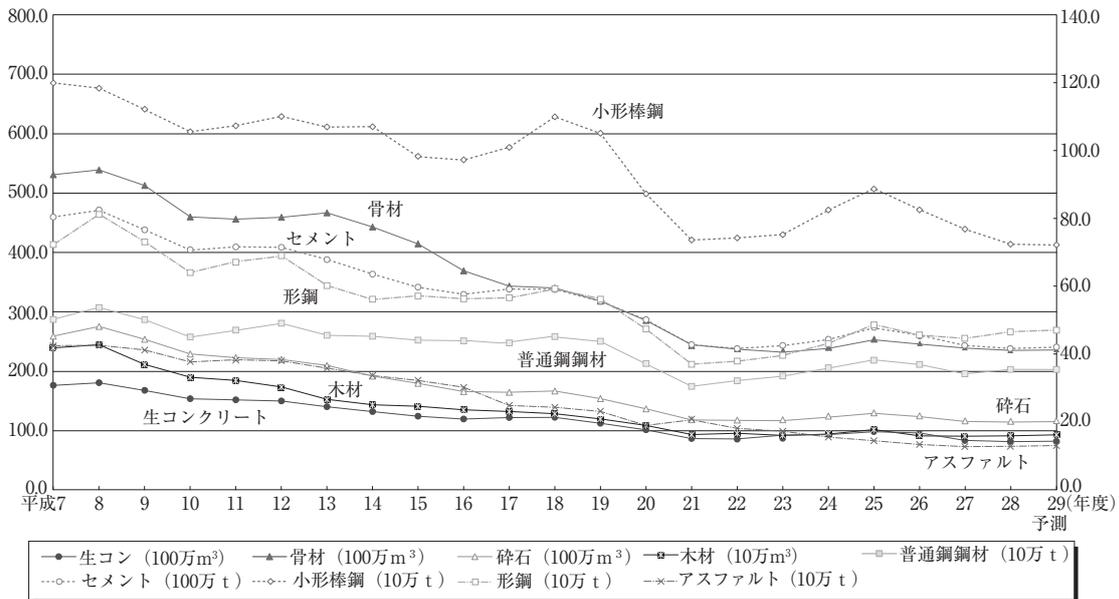
・アスファルト… 石油連盟資料 (石油アスファルト統計月報)

・生コンクリート… 全国生コンクリート工業組合連合会 協同組合連合会 (出荷実績の推移)

・普通鋼鋼材、形鋼… (一社) 日本鉄鋼連盟資料

・小形棒鋼… 経済産業省「鉄鋼需給動態統計調査」

統計



図一 主要建設資材需要量の年度推移

(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28年度の需要量は, 骨材, 普通鋼鋼材および形鋼については推計値, その他の資材については実績値。ただし, 木材の平成22・23年度実績値には, 東日本大震災の影響により, 平成23年2～6月の岩手県, 宮城県および福島県分の出荷量が含まれていない。
- ・平成29年度の需要量は, 見通しの値。

(出典)

- セメント…(一社)セメント協会(セメント需給実績)
- 生コンクリート…全国生コンクリート工業組合連合会・協同組合連合会(出荷実績の推移)
- 骨材…経済産業省(骨材需給表)
- 砕石…経済産業省(砕石等統計年報, 砕石等統計四半期報)
- 木材…農林水産省(製材統計)
- 普通鋼鋼材…(一社)日本鉄鋼連盟資料
- 形鋼…(一社)日本鉄鋼連盟資料
- 小形棒鋼…経済産業省「鉄鋼需給動態統計調査」
- アスファルト…石油連盟資料(石油アスファルト統計月報)

産業省の「砕石等統計年報」「砕石等統計四半期報」をもとに算出した値である。

(5) 木材

国内メーカーの製材品出荷量を対象としており, 建設向け以外の量を含んでいる。また, 製材用素材として外材を含んでいる。

なお, 表一2および図一2の平成28年度までは実績値で, 農林水産省「製材統計」の値を用いている。

(6) 普通鋼鋼材および形鋼

国内メーカーの国内建設向け受注量を対象としている。

なお, 表一2および図一2の平成27年度までは実績値で, (一社)日本鉄鋼連盟の資料の値(国内向け受注総量から国内建設向け受注量を推計したもの)を用いている。

平成28年度は推計値で, (一社)日本鉄鋼連盟の資料の値(国内向け受注総量から国内建設向け受注量を推計したもの)および国土交通省「主要建設資材月別需要予測」をもとに算出した値である。

(7) 小形棒鋼

国内メーカーおよび国内販売業者からの国内建設向け出荷量を対象としている。ただし, 海外メーカーからの輸入量は含まれていない。

なお, 表一2および図一2の平成28年度までは実績値で, 経済産業省「鉄鋼需給動態統計調査」の値を用いて算出している。

(8) アスファルト

国内メーカーの建設向けストレートアスファルト内需量のうち, 燃焼用および工業用を除いた国内建設向け等内需量を対象としている。「建設向け等内需量」=「国内建設向け内需量」+「建設向け輸入量」。

なお, 表一2および図一2の平成28年度までは実績値で, 石油連盟の「石油アスファルト統計月報」の値を用いている。

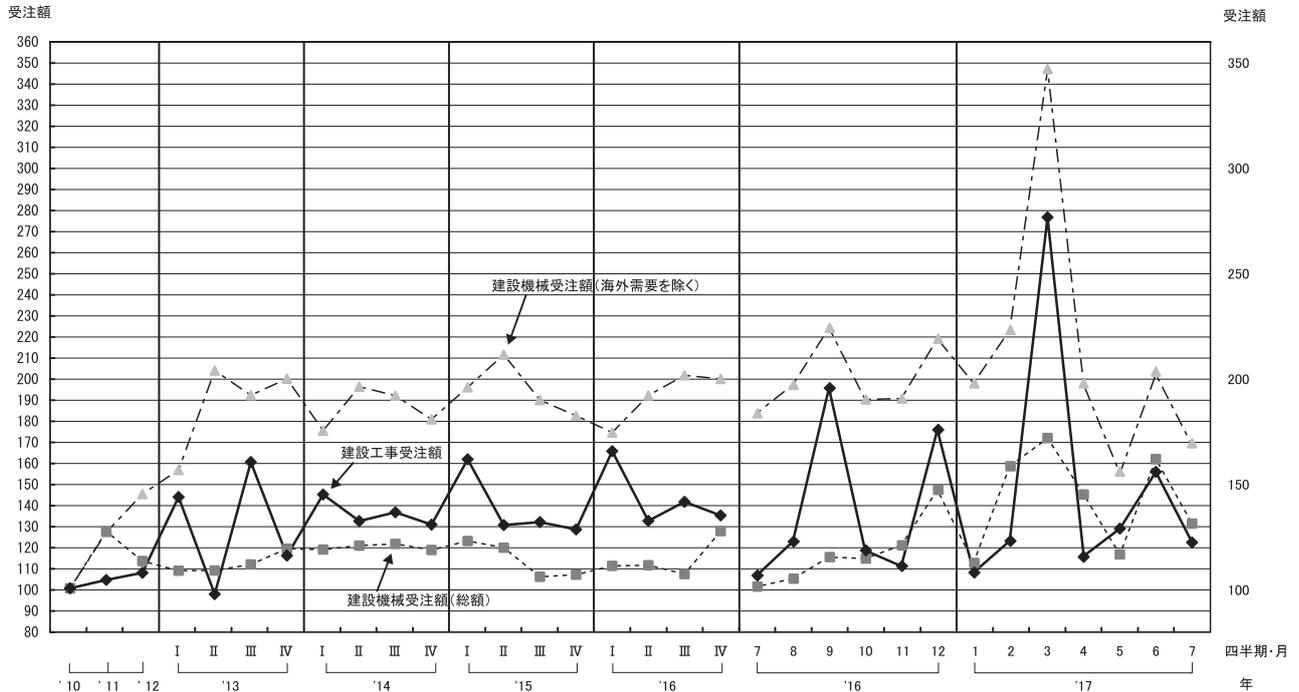
6. おわりに

「主要建設資材需要見通し」は, 国土交通省のホームページ(統計情報のページ)で公表しているので参照されたい。(http://www.mlit.go.jp/statistics/details/kgyo_list.html)

統計 機関誌編集委員会

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額・建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 2010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 2010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							
2010年	102,466	69,436	11,355	58,182	22,101	5,472	5,459	71,057	31,408	107,613	106,112
2011年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059
2012年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	113,146	111,076
2013年	132,378	89,133	14,681	74,453	31,155	4,660	7,127	90,614	41,463	129,076	120,941
2014年	139,286	80,477	16,175	64,302	43,103	4,822	10,887	86,537	52,748	138,286	125,978
2015年	141,240	96,068	19,836	76,235	35,633	4,993	4,546	95,959	45,281	141,461	141,136
2016年	146,991	99,541	17,618	81,923	38,894	5,247	3,309	98,626	48,366	151,269	103,310
2016年 7月	9,061	6,800	1,179	5,622	1,874	276	110	6,169	2,891	146,252	9,138
8月	10,444	6,552	1,178	5,374	3,135	375	382	6,439	4,005	147,613	9,886
9月	16,699	9,766	1,619	8,146	6,810	510	-387	10,458	6,241	151,671	12,624
10月	10,084	7,069	1,071	5,998	2,266	376	373	6,792	3,291	151,397	9,684
11月	9,445	7,227	1,581	5,646	1,654	394	171	6,838	2,608	151,269	10,310
12月	15,004	10,262	1,835	8,427	3,609	423	710	10,751	4,253	153,050	13,787
2017年 1月	9,177	6,865	1,181	5,683	1,727	391	194	6,526	2,651	152,200	9,298
2月	10,468	6,785	1,638	5,147	3,044	396	243	6,717	3,750	152,452	10,560
3月	23,672	15,598	2,562	13,036	6,815	500	759	15,074	8,598	156,805	17,212
4月	9,819	6,468	1,375	5,092	2,442	405	505	6,586	3,233	157,721	8,111
5月	10,970	7,014	1,613	5,401	3,075	364	517	6,896	4,074	158,899	9,766
6月	13,289	8,796	1,424	7,371	3,779	510	205	8,527	4,761	159,386	12,772
7月	10,407	7,374	1,477	5,898	2,471	402	160	7,487	2,920	-	-

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	10年	11年	12年	13年	14年	15年	16年	16年 7月	8月	9月	10月	11月	12月	17年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
総 額	15,342	19,520	17,343	17,152	18,346	17,416	17,478	1,289	1,337	1,469	1,460	1,541	1,880	1,433	2,024	2,196	1,851	1,485	2,067	1,674
海 外 需 要	11,904	15,163	12,357	10,682	11,949	10,712	10,875	763	772	826	915	995	1,252	866	1,384	1,199	1,284	1,039	1,484	1,189
海外需要を除く	3,438	4,357	4,986	6,470	6,397	6,704	6,603	526	565	643	545	546	628	567	640	997	567	446	583	485

(注) 2010～2012年は年平均で、2013～2016年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2016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

(2017年8月1日～31日)

機械部会



■コンクリート機械技術委員会

月日：8月1日(火)
出席者：野中祥晶委員長ほか9名
議題：①前回議事録の確認 ②各社のトラブル事例や点検状況について ③協会ホームページの見直しについて ④建設業部会・事故調査WGの機械側への要望について

■ショベル技術委員会

月日：8月4日(金)
出席者：小澤学委員長ほか10名
議題：①ショベル最新技術動向情報の共有について ②JCMAS規格P033アタッチメント取り合いの寸法について ③建設業部会・機械災害の分析について ④協会ホームページ改訂内容の検討

■路盤・舗装機械技術委員会 幹事会

月日：8月22日(火)
出席者：山口達也委員長ほか9名
議題：①今年度の活動計画の進捗状況の確認 ②上期総会の発表内容、時間割りの検討 ③現場・工場見学について ④AP変遷の連載原稿料の取扱いについて

■原動機技術委員会

月日：8月24日(木)
出席者：工藤睦也委員長ほか19名
議題：①前回議事録の確認 ②車載式の測定装置による建設機械の排ガス測定について ③海外排出ガス規制の動向についての情報交換 ④協会ホームページの見直しについて

■トンネル機械技術委員会 幹事会

月日：8月25日(金)
出席者：岩野健委員長ほか5名
議題：①委員会総会のテーマ、講演内容についての検討 ②現場見学会について ③工場見学会について

■機械整備技術委員会

月日：8月30日(水)
出席者：森三朗委員長ほか9名
議題：①各社のトピックス・近況について紹介 ②尿素システムの取扱い、管理について内容と掲載の仕方について討議 ③協会ホームページの見直しについて

建設業部会



■平成29年度第1回若手現場見学会

月日：8月10日(木)
参加者：植木陸央部会長ほか22名
発注者：NTT都市開発(株)
工事名：大手町二丁目地区再開発施設建築物A棟工区建設等工事
施工者：(株)竹中工務店
場所：東京都千代田区大手町二丁目3番地
内容：屋上機器設置工事、屋内設備・内装工事、低層棟鉄骨建方工事、地下躯体工事

■三役会

月日：8月21日(月)
出席者：植木陸央部会長ほか3名
議題：①8/10若手現場見学会の反省 ②8/30夏季現場見学会の途中報告 ③第21回機電技術者意見交換会途中報告 ④合同部会申込進捗状況 ④その他

■クレーン安全情報WG

月日：8月24日(木)
出席者：久松栄一主査長ほか7名
議題：①クレーン休業姿勢 アンケート結果の報告 ②災害事例 精査 ③クレーン協会：移動式クレーンの見直し(タワー)の報告(瓜委員) ④その他

■建設業部会夏季現場見学会

月日：8月30日(水)～31日(木)
出席者：植木陸央部会長ほか16名
発注者：国土交通省 関東地方整備局
①工事名：八ツ場ダム本体建設工事
施工者：清水・鉄建・IHI 異工種JV
場所：群馬県吾妻郡長野原川原湯地内
内容：ムコンクリート打設、骨材プラント等視察
②見学先：古河ロックドリル(株) 吉井工場
場所：群馬県高崎市吉井町吉井1058
内容：ジャンボ、クローラードリルの組立視察

レンタル業部会



■コンプライアンス分科会

月日：8月8日(火)
出席者：平清二郎幹事長ほか7名
議題：①レンタル機器納入・引取時における諸問題について ②その他

各種委員会等



■機関誌編集委員会

月日：8月2日(水)
出席者：見波潔委員長ほか17名
議題：①平成29年11月号(第813号)の計画の審議・検討 ②平成29年12月号(第814号)の素案の審議・検討 ③平成30年1月号(第815号)の編集方針の審議・検討 ④平成29年8月号～平成29年10月号(第810～812号)の進捗状況報告・確認

■建設経済調査分科会

月日：8月21日(月)
出席者：山名至孝分科会長ほか6名
議題：①「建設投資の見通し」原稿検討 ②新規テーマの提案

■新機種調査分科会

月日：8月22日(火)
出席者：江本平分科会長ほか3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

■新工法調査分科会

月日：8月23日(水)
出席者：升形剛分科会長ほか1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



■建設業魅力発信セミナー(第1回)

月日：8月20日(日)
場所：かでの2.7
主催：北海道庁
協力：北海道支部
講師：鈴木勇治本部情報化施工委員会委員ほか
受講者：66名
内容：ICTを活用した建設工事

■建設業魅力発信セミナー(第2回)

月日：8月26日(土)
場所：とちぎプラザ
主催：北海道庁
協力：北海道支部
講師：鈴木勇治本部情報化施工委員会委員ほか
受講者：60名
内容：ICTを活用した建設工事

■第2回施工技術検定委員会

月日：8月28日(月)
場所：さつげんビル6階会議室
出席者：加藤信二施工技術検定委員長ほか

か15名

議 題：建設機械施工技術検定実施試験の実施要領について

■平成29年度 ICT 活用施工連絡会

月 日：8月29日(火)

場 所：さつけんビル6階会議室

出席者：石塚芳文事務局長ほか39名

議 題：①i-Construction (ICT 施工)に関する連絡事項 ②事務局体制について ③平成29年度活動計画(案)について ④その他

東 北 支 部



■除雪講習会事前打合せ

月 日：8月1日(火)～2日(水)

場 所：秋田河川国道事務所, 湯沢河川国道事務所, 秋田県庁, 秋田県警察本部 横手警察署

出席者：山田仁一参与ほか1名

内 容：平成29年度除雪講習会講師依頼及び打合せ

■東北土木技術人材育成協議会 ワーキング(幹事)会議

月 日：8月1日(火)

場 所：整備局 東北技術事務所 会議室

出席者：東北地方整備局 東北技術事務所 稲葉護事務所長ほか18名

議 題：①平成29年度 第1回基礎技術講習会の開催結果について ②基礎技術講習会 (ICT, UAV) について ③今後の基礎技術講習会の確認事項について

■第4回 東北震災復興i-Construction (ICT) 連絡調整会議

月 日：8月2日(水)

場 所：東北地方整備局

出席者：津田修一東北地方整備局長ほか30名

内 容：①国土交通本省からの情報提供 ②関係機関におけるi-Constructionの取組状況・課題 ③講演 地域建設業におけるICT施工の取組状況と実施効果・(株)丸本組, 大正建設(株) ④意見交換

■除雪講習会事前打合せ

月 日：8月3日(木)～4日(金)

場 所：岩手河川国道事務所, 三陸国道事務所, 岩手県庁, 岩手県警察本部, 宮古警察署

出席者：山崎晃参与ほか1名

内 容：平成29年度除雪講習会講師依頼及び打合せ

■除雪講習会事前打合せ

月 日：8月4日(金)

場 所：山形河川国道事務所, 山形県庁,

山形警察署, 新庄警察署

出席者：阿曾貢貴事務局長ほか1名

議 題：平成29年度除雪講習会講師依頼及び打合せ

■除雪講習会事前打合せ

月 日：8月9日(水)

場 所：仙台河川国道事務所, 宮城県庁, 宮城県警察本部

出席者：阿曾貢貴事務局長ほか1名

内 容：平成29年度除雪講習会講師依頼及び打合せ

■建設機械施工技術検定実地試験の事前打合せ

月 日：8月18日(金)

場 所：宮城県岩沼市 キャタピラー東北(株)岩沼ICTセンター

出席者：阿曾貢貴事務局長ほか19名

内 容：実地試験実施要領, 出題・採点基準の説明と打合せ

■建設機械施工技術検定実地試験

月 日：8月19日(土)～24日(木)

場 所：宮城県岩沼市 日本キャタピラー(合同)岩沼ICTセンター

受験者数：種別	1級	2級	合計
1種	69	150	219
2種	68	632	700
3種	6	15	21
4種	43	48	91
計	186	845	1031

■ICT 基礎技術講習会

月 日：8月29日(火)～30日(水)

場 所：座学：東北地方整備局 東北技術事務所 防災センター

実習：宮城県岩沼市 日本キャタピラー(合同)岩沼ICTセンター
 受講者：民間14名, 整備局職員17名
 内 容：①座学…i-Construction 概要, ICT施工の概要, 測位, 施工精度, ICT建設機械の活用, ICT施工用設計データ ②実習…ICT建設機械実習

北 陸 支 部



■建設機械施工技術検定試験実地試験

月 日：8月25日(金)～27日(日)

場 所：石川県小松市 小松教習所粟津センタ

受験者：1級延べ106名, 2級延べ183名

中 部 支 部



■「高校生・大学生のためのICT講座」

月 日：8月22日(火)

場 所：三重県立相可高等学校

参加者：環境創造科1年34名

講 師：国土交通省中部地方整備局企画部機械施工管理官 谷口孝司氏, 施工企画課施工係長 出口大治氏, (株)シーティーエス名古屋支店長 中山俊彦氏, 営業本部測量事業推進部課長 酒井満氏

内 容：最新の建設ICT技術等の紹介

■広報部会

月 日：8月31日(木)

出席者：高木理仁広報部会長ほか8名

議 題：「支部だより」77号の企画等

関 西 支 部



■平成29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4日(金)

場 所：関西支部会議室

出席者：松本克英事務局長以下17名

議 題：①実地試験実施要領について ②その他

■広報部会

月 日：8月7日(月)

場 所：関西支部会議室

出席者：河村謙輔広報部会長以下7名

議 題：①建設施工研修会 ②建設技術展 ③ふれあい土木 ④「JCMA 関西」について

■平成28年度 建設機械施工技術検定試験(実地試験)

月 日：8月24日(木)～29日(火)

場 所：キャタピラー教習所(株)及びコベルコ教習所(株)

延受験者数：1,075名(1級442名, 2級633名)

中 国 支 部



■1・2級建設機械施工技術検定実地試験監督者事前説明会

月 日：8月3日(木)

場 所：広島YMCA 会議室

出席者：齊藤実総括試験監督者ほか12名

議 題：建設機械施工技術検定実地試験実施要領説明

■1・2級建設機械施工技術検定実地試験

月 日：8月26日(土)～29日(火)

場 所：大竹市晴海地先(大竹晴海商業施設等用地)

受験者：1級98名, 2級279名(1種39, 2種273, 3種9, 4種56)

■「i-Construction 体験セミナー」(発注機関向)

月 日：8月29日(火)

場 所：(座学) 大竹市総合市民会館
(実習) 大竹市晴海地先 (大竹晴海商業
施設等用地)

参加者：17名

講習内容：(座学) ①講話 中国地方整備局における「i-Construction」の取り組み状況 中国地方整備局企画部機械施工監理官 玉田一雄氏 ②「i-Construction」の監督・検査業務の流れ体験 (3次元設定データの作成の流れ, 検査方法・3次元点群データとは・UAV 写真測量の流れについて・出来形管理図と検査方法について 福井コンピュータ(株)末廣博輝氏 ③(実習) ICT 建機と3次元計測機器(現地検査方法)体験 (ICT 建機体験 (3D-MC グレーダ, 3D-MG ショベル, 転圧管理システムシステムの概要説明と実機体験)・TS, GNSS ローバーを使った実地演習・レーザースキャナの概要説明) (一社) 日本建設機械施工協会中国支部及び協力会員

■「i-Construction」体験セミナー

月 日：8月30日(水)

場 所：(座学) 大竹市総合市民会館
(実習) 大竹市晴海地先 (大竹晴海商業
施設等用地)

参加者：54名

講習内容：(座学) ①講話 中国地方整備局における「i-Construction」の取り組み状況 中国地方整備局企画部機械施工監理官 玉田一雄氏 ②「i-Construction」の最新動向と対応技術について (株)ジッタ中国 實田泰之氏 福井コンピュータ(株) 高津貞行氏 ③(実習) ICT 建機と3次元計測機器体験 (3D-MC グレーダシステム, 3D-MG ショベルシステム, 転圧管理システム・レーザースキャナ他 3次元計測器) (一社) 日本建設機械施工協会中国支部及び協力会員

四 国 支 部



■工事・業務における入札・契約制度及び土木工事積算に関する講習会

月 日：8月1日(火)

場 所：サン・イレブン高松 大研修室

参加者：59名

内 容：①工事における入札・契約制度について…(講師) 四国地方整備局企画部技術管理課 課長補佐 田邊守英氏 ②業務における入札・契約制度について…(講師) 四国地方整備局企画部技術管理課 課長補佐 大西篤氏 ③土木工事積算について…(講師) 四国地方整備局企画部技術管理課 課長補佐 小椋卓実氏

■平成29年度1・2級建設機械施工技術検定【学科】試験合格発表

月 日：8月2日(水)

場 所：支部事務局

対象者：試験地【高松市】分のみ

■平成29年度建設機械施工技術検定【実地】試験監督打合せ会議

月 日：8月22日(火)

場 所：建設クリエイティブ(高松市)

参加者：小松修夫総括試験監督者ほか5名参加

議 題：H29 実地試験の実施要領と注意事項について

■i-Construction 対応セミナー

月 日：8月23日(水)

場 所：コマツ IOT センタ (坂出市)

参加者：山下安一事務局長

内 容：① i-Construction に関する説明 ② IOT 建機のデモンストレーション見学 ③ IOT 建機の試乗

九 州 支 部



■i-Construction (ICT 土工) 技術講習会(熊本会場)

月 日：8月1日(火)

場 所：火の国ハイツ 2F

受講者：154名

内 容：①国土交通省の i-Construction への取り組み ② ICT 工事の概要 ③情報化施工の概要 ④情報化施工の測位 ⑤活用技術 ⑥点群処理

■i-Construction (ICT 土工) 技術講習会(福岡会場)

月 日：8月3日(木)

場 所：福岡県自治会館 2F

受講者：160名

内 容：①国土交通省の i-Construction への取り組み ② ICT 工事の概要 ③情報化施工の概要 ④情報化施工の測位 ⑤活用技術 ⑥点群処理

■i-Construction (ICT 土工) 技術講習会(長崎会場)

月 日：8月8日(火)

場 所：JA 長崎せいひ興善町ビル 5F

受講者：66名

内 容：①国土交通省の i-Construction への取り組み ② ICT 工事の概要 ③情報化施工の概要 ④情報化施工の測位 ⑤活用技術 ⑥点群処理

■試験監督者説明会

月 日：8月23日(水)

場 所：筑前織物会議室

出席者：14名

議 題：試験実施要領等の確認

■企画委員会

月 日：8月23日(水)

出席者：原尻克己企画委員長ほか5名

議 題：① i-Construction (情報化施工) 技術講習会の結果について ②建設機械技術検定試験(学科試験)結果について ③建設機械技術検定試験(実地試験)について ④先進建設技術フェア in 熊本について

■試験監督者説明会

月 日：8月28日(月)

場 所：コマツ教習所(株)九州センタ

出席者：10名

議 題：試験実施要領等の確認

“建設機械施工”バックナンバー紹介（抜粋）

（平成 28 年（2016 年）1 月号～12 月号分）

平成 28 年 1 月号（第 791 号）



建設機械 特集

- ◆巻頭言 新しい建設生産システムへのスタートを願って
- ◆新春特別インタビュー 国土造りの現状と今後の展望
- ◆行政情報
 - ・省エネルギー型建設機械の導入促進
 - ・活用が進む NETIS の現状と今後の展開
- ◆技術報文
 - ・最新型モータグレーダ 12M3
 - ・新型アスファルトフィニッシャーの紹介 HA90C-2
 - ・新型ミニショベルの紹介 ACERA GEOSPEC シリーズ
 - ・50t 吊りラフテレーンクレーン GR-500N-2
 - ・新型オールテレーンクレーン最大吊り上げ荷重 130t KA-1300R
 - ・基礎土木向けクローラークレーン BM1500G
 - ・2014 年度排出ガス規制適合エンジン搭載 4.9t 吊クローラークレーンの開発 CC1485S-1 の特長
 - ・SMW 工法におけるリアルタイム着底判定システム ボトムシート
 - ・シームレス補正機能を備えた転圧管理システム GNSS 情報遮断時の慣性 / TS 補正切り替えシステムの開発
 - ・GNSS を利用した「法面締め管理システム」を採用した盛土の総合管理
 - ・CAN 制御車両の遠隔操作システムの実用化 建設機械のロボット化を推進
 - ・シミュレーション技術が支える建設機械の開発
 - ・ブルドーザの誕生 ブルドーザ開発小史 その 1
- ◆交流の広場
 - ・生活支援ロボット事業のすすめ方・市場動向 福祉・介護ロボット事業におけるビジネス戦略
- ◆部会報告 除雪機の変遷（その 14） 除雪ドーザ（2）
- ◆統計 建設機械産業の現状と今後の予測

平成 28 年 2 月号（第 792 号）



自然再生、自然景観 特集

- ◆巻頭言 自然再生の今後の展望
- ◆行政情報
 - ・生物多様性条約における民間参画への取組と期待

- ・『自然再生士』資格制度と生物多様性の保全推進

- ◆技術報文
 - ・皆ですぐできるウナギ保護再生策
 - ・質の高い都市緑地を創出するための設計に関する技術開発 緑地の生き物と鳥類を指標種とする生息地評価モデル
 - ・汚染された腐葉土層等を効果的・限定的に除去 SC クリーンシステムの開発
 - ・生物多様性評価ツールの開発と展開 「いきものプラス[®]」生物多様性配慮に考慮した緑化計画を支援
 - ・サンゴ礁州鳥形成メカニズムの解明 サンゴ礁の維持保全へ貢献できるモデルを目指して
 - ・生態系との共存を実現する「多摩ニュータウン東山」での街づくり
 - ・大山ダムホタルビオトープの JHEP 認証取得 ホタル生息環境の再生・創出とその定量的評価方法の構築
 - ・水中騒音振動監視システムによる水産資源の保全 水域の施工における周辺環境への配慮
 - ・日本万国博覧会記念公園の 40 年間にわたる自然再生の取組み 自立した森づくり
 - ・生物多様性の簡易評価ツール「いきものコンシェルジュ」の開発
 - ・生物多様性の保全・普及への取り組み 生物多様性簡易評価ツール CSET・BSET
 - ・歴史的文化財の景観復元への取り組み 連続繊維補強土工を適用した歴史的な文化財での斜面災害復旧事例
 - ・高速道路緑化と生物多様性の取り組み
 - ・都市鳥類の生息モデルに基づいた緑地計画技術
- ◆交流の広場
 - ・急速充電対応型電池推進船の開発 らいちよう
- ◆部会報告 除雪機の変遷（その 15） 凍結防止剤散布車（1）
- ◆統計 平成 27 年 建設業の業況

平成 28 年 3 月号（第 793 号）



ライフライン、インフラ 特集

- ◆巻頭言
 - ・世代を越えて使うインフラのための分野横断型「SIP インフラ」プロジェクト
- ◆技術報文
 - ・電力設備の自然災害対策
 - ・砂防堰堤を活用した小水力発電事業への民間事業者としての取り組み
 - ・多摩地区の送水管ネットワーク構築 多摩丘陵幹線のトンネル技術
 - ・外ボルト締結型コンクリート中詰め鋼製セグメントの気中組立てによる管路の構築
 - ・下水道管路調査診断システム 衝撃弾性波検査法
 - ・阪神高速における更新事業 大規模更新・大規模修繕
 - ・東海道新幹線大規模改修工事の構造物毎の施工事例
 - ・供用中の鉄道トンネルに対する補強工事

- ・ダム再開発工における洪水吐増設時の仮締切設備合理化を実現
仮締切としての機能を持つ予備ゲート設備の製作・施工
- ・栈橋上部工点検用 ROV の研究開発
- ・世界標準型の LNG 輸送船受入栈橋前面の増深工事
広島港廿日市地区泊地 (-12m) 浚渫工事

◆交流の広場

- ・世界の産業インフラに対するサイバー攻撃とセキュリティ対策の
実情

◆JCMA 報告

- ・平成 27 年度 建設施工と建設機械シンポジウム開催報告 (その 2)

◆部会報告 除雪機械の変遷 (その 16) 凍結防止剤散布車 (2)

平成 28 年 4 月号 (第 794 号)



鉄道 特集

◆巻頭言 鉄道ネットワークと地域再生

◆技術報文

- ・巨大地震に対する鉄道の取組み
強さと回復力を有する地震対策を目指して
- ・鉄道函体直下への透し掘り連壁の施工 JR ゲートタワー新設工事
- ・東武スカイツリーライン竹ノ塚駅付近連続立体交差事業
下り急行線高架橋工事にともなう軽量盛土工事および仮設地下通路
施工にともなう鋼矢板圧入工
- ・常磐快速線利根川橋梁改良工事
- ・画像処理技術を用いてトンネルを検査する
- ・ミャンマー大規模無償資金協力プロジェクト
- ・香港地下鉄觀塘延伸線トンネル及び何文田駅新設工事
市街地における大規模オープン掘削と明かり発破
- ・ライトレール 路面電車南北接続 第 1 期事業
富山駅南北接続線軌道施設 (その 1) 工事 (報告)
- ・山中における大山ケーブルカー大規模設備更新
- ・首都圏における大規模な車両基地の整備・撤去工事
品川車両基地整備工事・品川旧車両基地撤去工事
- ・新幹線軌道内で使用する重量軌陸運搬台車

◆交流の広場 ホーム安全設備の紹介

◆JCMA 報告

- ・平成 27 年度 建設施工と建設機械シンポジウム開催報告 (その 3)

◆部会報告 除雪機械の変遷 (その 17) 凍結防止剤散布車 (3)

平成 28 年 5 月号 (第 795 号)



トンネル 特集

◆巻頭言 これからのトンネル建設技術開発に期待すること

◆行政情報

- ・i-Construction への導入 i-Construction 報告書を中心に

◆技術報文

- ・風化破砕地山における超大断面トンネルの施工
- ・トンネル切羽前方探査システム TSP303
切羽前方の断層破砕帯や地質境界面及び湧水の有無を弾性波反射
法の 3 次元解析で予測
- ・新版・換気技術指針に対応した電気式集じん装置
FTE2400-E/FTE2700-E
- ・硬岩トンネル掘削機の開発 TM-100
ディスクカッタにより硬岩を自由断面に掘削
- ・「メッシュマッピングアシスト」をトンネルズリの重金属含有岩
石判定の補助技術として導入
- ・長距離、急勾配トンネル工事に対応するバッテリーロコ最新技術
- ・コンクリート構造物の機能保持技術 タフネスコート
- ・トンネル天井用乾式研掃装置の開発と現場適用
- ・セグメント真円度とテールクリアランスの自動計測システム開発
高精度な一次覆工を実現

◆JCMA 報告

- ・平成 27 年度 建設施工と建設機械シンポジウム開催報告 (その 4)

◆部会報告 除雪機械の変遷 (その 18) 凍結防止剤散布車 (4)

平成 28 年 6 月号 (第 796 号)



新しい建設材料、最先端の高度な建設技術の開発と実用化 特集

◆グラビア CONEXPO LATINAMERICA (その 3)

◆巻頭言 これからの土木分野で大切な技術

◆行政情報

- ・国立研究開発法人 土木研究所における技術の普及
- ・新技術の普及促進に向けた取組み
官民協働と海外展開支援を中心に

◆技術報文

- ・自由断面分割施工方法によるトンネル構築技術
- ・拡翼型機械式攪拌工法 WinBLADE 工法
- ・急速ずり処理システム
トンネル掘削施工におけるずり処理の高速化
- ・砂防ソイルセメントを使用した砂防堰堤の開発
JS ウォール堰堤工法
- ・土質に応じてシールドマシンのカッタービットを変更
全地盤対応型「カメレオンカッタ工法」
- ・建設工事における自然由来セレン含有排水の処理方法
- ・振動低減型舗装の開発
特殊改質アスファルト混合物「ロードサスペイブ」の開発
- ・穴開き帯状鋼板を用いた覆工コンクリートひび割れ抑制対策の現
場適用 ハイグリップ・メタルバンド
- ・超高耐久橋梁の開発とその実証橋の建設
鋼材を一切用いない「Dura-Bridge」の実現
- ・電磁波レーダを活用した RC 床版上面の非破壊調査システムの開
発 床版キャッチャー
- ・強力超音波音源を用いた音響探査技術の開発

◆交流の広場

- ・宇宙応用を目指した先端材料宇宙曝露実験

◆JCMA 報告

- ・第 28 回 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 1)

◆部会報告 除雪機械の変遷 (その 19) 小形除雪車 (1)

◆CMI 報告 建設技術審査証明事業

◆統計 主要建設資材価格の動向

平成 28 年 7 月号 (第 797 号)



コンクリート工事, コンクリート構造 特集

◆巻頭言 プレキャスト技術による耐久性の向上

◆技術報文

- ・場所打ち UFC による PC 道路橋 デンカ小滝川橋
- ・外ケーブルを合理化配置した有ヒンジ橋の多径間連続化技術 滄徳橋上部工連続化工事
- ・プレキャスト工法を活用したサッカー専用スタジアムの設計施工
- ・火災時におけるコンクリートの爆裂評価方法
- ・場所打ち函渠における品質確保の取組み 丹波綾部道路瑞穂 IC 函渠他工事における SEC 工法, ND-WALL 工法の事例
- ・設計基準強度 300 N/mm² の超高強度プレキャスト RC 長柱の開発と適用
- ・スラグ骨材を用いた舗装用コンクリートの特性
- ・後施工六角ナット定着型せん断補強鉄筋による耐震補強工法
- ・電子制御式コンクリートミキサー車の紹介
- ・中性子遮蔽コンクリートの技術改良 普通コンクリートの 1.7 倍の中性子の遮蔽性能を有するコンクリートの生産性を向上

◆投稿論文

- ・環境に優しく豪雨と地震に強い新しい補強土壁工法の研究開発

◆CMI 報告 油圧ショベルの省エネ施工 省エネ効果の検証試験

◆部会報告 除雪機械の変遷 (その 20) 小形除雪車 (2)

◆統計 建設企業の海外展開

平成 28 年 8 月号 (第 798 号)



i-Construction 特集

◆巻頭言 イノベーションを取り込むための建設生産システム革命

◆行政情報

- ・i-Construction ICT 土工の全面展開に向けた技術基準の紹介

◆技術報文

- ・IoT で建設現場の生産性向上 ソリューションを一元管理するクラウド型プラットフォーム「KomConnect」
- ・ドローンを用いた空撮測量の実工事への適用
- ・MMS 点群データを活用したインフラマネジメント InfraDoctor によるスマートインフラマネジメント
- ・重力式コンクリートダム取水塔施工での 4D モデル・3D 模型の活用
- ・無線発信機を活用した作業所内の高所作業車・作業所員の位置把握システム

- ・掘進中にシールド機外周部の介在砂層をリアルタイム探査 比抵抗センサーを用いた介在砂層探査技術
- ・VR による安全管理 ゴーグル型ディスプレイによる安全の可視化
- ・ブルドーザーマシンコントロールシステムの最新技術の紹介 マストレストタイプ MC システム 3D-MC^{MAX}
- ・複雑な地形形状における覆工設置工事への 3 次元地形データの適用

◆投稿論文

- ・無人化施工による破砕・解体作業時における触知覚情報の必要性和実態 ～媒体を通じた人の触知覚の実態～

◆交流の広場

- ・ICT を活用した精密農業の取組み 農業における IoT を実現する新たな取組み

◆CMI 報告

- ・情報化施工研修会の取組みと i-Construction へ対応した研修会に向けて

◆部会報告 除雪機械の変遷 (その 21) 小形除雪車 (3)

平成 28 年 9 月号 (第 799 号)



道路 特集

◆巻頭言 道路事業の今後と課題

◆行政情報

- ・「凸部, 狭窄部及び屈曲部の設置に関する技術基準」の制定
- ・大規模災害時における道路交通情報提供の役割と高度化

◆技術報文

- ・コンクリート床版上面補強工法の確立 PCM 舗装施工機械開発
- ・供用中の二層式高速道路高架橋における上下層拡幅工事
- ・路面滞水処理作業における新規機械の開発 自走式路面乾燥機の開発
- ・舗装工事における CIM の試行 CIM 導入による効果と課題
- ・道路用ボラードの利用状況とテロ対策用ボラードの性能評価
- ・日本の高速道路における移動式防護柵の初導入 常盤自動車道における試行導入結果
- ・センサー技術を活用した道路用機械の安全対策技術の開発
- ・新たな視線誘導灯の開発 帯状ガイドライト設置事例及びドライバーに与える効果
- ・グレーダ開発の変遷史
- ・次世代型路床安定処理機械の開発 ディープスタビライザの品質・安全性向上への取組み
- ・除雪作業の安全性向上に関する検討
- ・ペイロードマネジメントによる過積載の防止と生産性の確保

◆交流の広場

- ・地中レーダの原理・特徴と適切に活用するための留意点

◆JCMA 報告

- ・平成 28 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 2)

◆部会報告

- ・アスファルトプラントの変遷 (その 1) 黎明期～昭和 12 年

◆CMI 報告 吹付けノズルマンの技能評価試験

◆統計 平成 28 年度 建設投資見通し

平成 28 年 10 月号 (第 800 号)



800 号記念、維持管理・リニューアル 特集

◆グラビア

- ・「建設機械施工」誌表紙の変遷
- ・「建設機械施工 (旧誌名: 建設の機械化)」誌創刊第 2 号、第 3 号

◆巻頭言

- ・インフラ整備への地域住民の協働参画と ICRT の積極的な利活用
～地方の道をだれがいかにかに守っていくか～

◆記憶に残る工事

1. 黒四の工事と建設機械
2. 名神高速道路 山科工事の土工実績と今後の問題点
3. 東海道新幹線の工事について
4. 青函トンネルの概要について
5. 福島原子力発電所建設の工事概要
6. 新東京国際空港の大土工事

◆行政情報

- ・「国土交通省インフラ長寿命化計画 (行動計画)」の概要、インフラ老朽化対策の主な取り組み等

◆技術報文

- ・多機能橋梁常設足場の開発 耐用年数 100 年の長寿命化を目指して
- ・高速道路における大規模更新・大規模修繕工事
高速道路リニューアル事業の本格始動
- ・首都高速道路における更新事業の取り組み
- ・移動式たわみ測定装置の紹介
舗装の構造的な健全度を点検する技術の開発
- ・調整池法面改修工事に係るフェーシング機械
定張力ウインチを搭載した自走式ウインチの開発

◆交流の広場

- ・ドローン等を活用したセキュリティサービスと新たな脅威への対応

◆CMI 報告

- ・災害復旧支援に向けた応急橋の開発 (続報)

◆部会報告

- ・アスファルトプラントの変遷 (その 2) 昭和 13 年～ 31 年

平成 28 年 11 月号 (第 801 号)



土工 特集

- ◆巻頭言 ICT 導入による建設施工の生産性向上に向けて

◆行政情報

- ・CM 方式を活用した震災復興事業の現状報告

◆技術報文

- ・「機械の声を聞く」i-Construction を含有した総合的建機ソリューションの提供 Cat Connect Solution の提案

- ・i-Construction における重機 ICT コミュニケーション
ライカ アイコン テレマティックス

- ・加速度応答システムの適用性評価

- ・マシンコントロール機能を搭載した油圧ショベルの開発
ICT 油圧ショベル「ZX200X-5B」

- ・セミオートマシンコントロールシステムを搭載した油圧ショベルの開発 施工効率向上を実現する Cat[®] グレードアシスト

- ・UAV 搭載レーザ計測システムの開発

- ・土工用建設ロボットの開発における新たな挑戦

- 無人化施工機械から地盤探査ロボット開発の概要紹介

- ・大分川ダム建設工事

- ・大規模土工事における ICT 施工と CIM 化への対応
陸前高田市震災復興事業での取り組み

- ・シュル型浸透固化処理工法 新しい注入形態

- ・ジオシンセティックス補強土構造物による災害復旧対策

- 剛壁面補強土工法 (RRR (スリーアール) 工法) による強化復旧対策

- ・近頃の土工技術 デジタルアースムービング

◆交流の広場

- ・海洋探査技術の現状 水中音響計測技術の応用例紹介

◆CMI 報告

- ・補強土壁工法の新技術 帯状ジオシンセティックス補強土壁の紹介

◆部会報告

- ・アスファルトプラントの変遷 (その 3) 昭和 32 年～ 36 年

- ◆統計 平成 28 年度 主要建設資材需要見通し

平成 28 年 12 月号 (第 802 号)



防災、安全・安心を確保する社会基盤整備 特集

◆行政情報

- ・次世代社会インフラ用ロボットの開発・導入
取り組みの紹介と災害調査・応急復旧ロボット分野の検証概要

◆技術報文

- ・凍土方式による陸側遮水壁の造成
凍結管の削孔・建て込み、凍結設備の設置工事

- ・工事を支える二つの『見える化』
山田宮古道路―山田北道路改良工事

- ・早期復興に 대응するために取り組んだ現場運営の紹介
国道 45 号吉浜道路工事の事例

- ・東京モノレールにおける橋脚基礎の耐震補強

- ・締固めによる木曾三川下流域堤防基礎耐震化の事例紹介
砂圧入式静的締固め工法 (SAVE-SP 工法)

- ・災害対応ロボット電波を使用した遠隔操縦ロボット用災害対策車両システムの開発 遠隔操縦ロボットシステム ASAM

- ◆投稿論文 振動ローラの機械仕様に関する研究

- ◆交流の広場 防災・災害把握へのドローンの利用

◆JCMA 報告

- ・平成 28 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績 (その 3)

◆部会報告

- ・アスファルトプラントの変遷 (その 4) 昭和 37 年～ 42 年

◆統計

- ・インフラシステムの海外展開の動向

- ・平成 28 年 建設業の業況

(平成 29 年 (2017 年) 1 月号～6 月号分)

平成 29 年 1 月号 (第 803 号)



建設機械 特集

- ◆巻頭言 変化に対応できる生き物が生き残る
- ◆行政情報
 - ・国土交通省における「建設施工の地球温暖化対策検討分科会」における燃費基準の検討の動向
- ◆技術報文
 - ・新型振動ローラの紹介 SW654 シリーズ
 - ・最新型ホイールローダ 950MZ
 - ・新型 50 t 吊ラフテレーンクレーン Rf シリーズラフター SL-500Rf PREMIUM
 - ・2014 年度排出ガス規制適合エンジン搭載 4.9 t 吊クローラクレーン開発 CC985S-1 の特長
 - ・ガソリン /LPG エンジン式小型フォークリフト FOZE 0.9～3.5 トン
 - ・リチウムイオンバッテリーを搭載した新型ハイブリッド油圧ショベル SK200H-10
 - ・フォークリフト用燃料電池システムの開発と今後の取り組み
 - ・新型高所作業車の開発 スカイボーイ AT-170TG-2, AT-220TG-2
 - ・全回転チューピング装置 RT シリーズ 大口径低空頭・軽量型 RT-250L の紹介
 - ・新世代 350 t 吊クローラクレーンの開発 SCX3500-3
 - ・搭乗式スクレーパの開発 HBS-2000「RHINOS」(ライノス)
 - ・大型自航式ポンプ浚渫船 CASSIOPEIA V
 - ・鉄道クレーン車 KRC810N
 - ・油圧ショベル PC138US/PC128US-11
 - ・ショベル系の開発と変遷史
- ◆交流の広場
 - ・安全の責任について考える
 - ～技術者の身に着けるべきグローバルな安全感覚～
- ◆部会報告
 - ・アスファルトプラントの変遷 (その 5) 昭和 43 年～50 年
- ◆統計 建設機械産業の現状と今後の予測について

平成 29 年 2 月号 (第 804 号)



大深度地下, 地下構造物 特集

- ◆巻頭言 トンネル工事の効率化のために
- ◆技術報文
 - ・地下鉄建設技術と工所用機械 90 年の歴史を概観する

- ・倉敷国家石油ガス備蓄基地 LPG 岩盤貯槽建設工事 プロパン 40 万 t を貯蔵する水封式岩盤貯槽
- ・非開削工法による海底ケーブル陸揚管路敷設 リードドリル工法
- ・地下ダム工事における SMW 工法の精度管理システム !! リアルタイムによる施工管理システム
- ・本体兼用鋼製連壁の地下トンネル築造工事
- ・3 連揺動型掘進機による地下通路の施工実績 日比谷連絡通路工事 R-SWING®工法
- ・国内最大のシールドマシン 東京外環 (関越～東名) 事業に使用
- ・縮径トンネル掘削機の開発 トンネル掘削機外径の縮小・復元が可能な縮径 TBM
- ・海外のケーブル埋設用掘削機の実態調査と掘削試験
- ・情報化施工を活用した大口径・大深度立坑における効率的な水中掘削技術 自動化オープンケーソン工法による大口径・大深度オープンケーソンの施工
- ・大型埋設物を切り回し地下鉄直上に短期間で通路を築造 東京メトロ東西線・パレスホテル東京 地下通路
- ・大水深構造物の点検用水中調査ロボット
- ・トンネル等屋内工事現場における位置把握システムの開発 屋内空間でのヒト・モノの位置をリアルタイムに把握
- ◆投稿論文
 - ・振動ローラの加速度計測を利用した地盤剛性値の算出について
- ◆部会報告
 - ・アスファルトプラントの変遷 (その 6) 昭和 51 年～58 年
- ◆統計 建設業における労働災害の発生状況

平成 29 年 3 月号 (第 805 号)



地球温暖化対策, 環境対策 特集

- ◆巻頭言 自動車及び建設機械の排ガス浄化・低燃費化施策
- ◆技術報文
 - ・二酸化炭素 (CO₂) 排出量を 6 割削減できる高炉スラグ高含有セメントを用いたコンクリートの実工事への適用 ECM(エネルギー・CO₂ ミニマム)セメント・コンクリートシステム
 - ・CO₂ 排出量削減に向けた IoT 技術の活用事例 IoT 技術で取得した建設機械稼働データの分析 KenkiNavi
 - ・水素社会を実現する具体的提言 産業廃棄物処理の現場から水素社会を実現する技術
 - ・土木機械設備における LCA 適用の考え方に関する一考察
 - ・山岳トンネル工事のエネルギーマネジメントシステム TUNNEL EYE
 - ・自動粉じん低減システム 粉じん見張り番
 - ・帯電ミストによる浮遊粉塵除去システムの開発 マイクロ EC ミスト®
 - ・グラブ浚渫の効率化と精度向上を実現したトータルシステム 浚渫施工管理システムに三次元データを導入したグラブ浚渫トータル施工システム
 - ・凝集効果が長期持続する凝集剤による濁水処理方法の紹介 徐放性凝集剤「J フロック」
 - ・自然由来ヒ素汚染土壌の分離浄化処理工法の開発
 - ・高性能ボーリングマシンの低騒音化・自動化 再生可能エネルギー熱の普及に向けた取り組み

- ・トンネル工事の発破に伴う低周波音の低減装置
サイレンスチューブ
- ・おもりを生かした工事振動低減工法の概要 地盤環境振動低減工法
GMD 工法

◆交流の広場

- ・VRによる BIM と建築環境シミュレーションの同時可視化システム

◆部会報告 アスファルトプラントの変遷 (その7)

平成 29 年 4 月号 (第 806 号)



建設業の海外展開, 海外における建設施工 特集

◆巻頭言 建設業のインフラ海外展開

◆行政情報

- ・建設業の海外展開と ODA

◆技術報文

- ・ラックフェン国際港アクセス道路・橋梁工事
ベトナム国内最大の海上橋
- ・既設営業線直下での圧気併用開放型矩形シールド機による施工
シンガポール地下鉄トムソン線マリーナベイ新駅
- ・シンガポール MRT
トムソン-イーストコーストライン T207 工区
- ・台北市における大深度圧入ケーソンの施工実績
台湾・大安電力シールド工事
- ・スマラン総合水資源・洪水管理事業ジャティバラダム建設工事
JICA Loan IP-534
- ・ケニア モンバサ港コンテナターミナル開発工事
JICA Loan Agreement No. KE-P25
- ・シンガポール・チュアスフィンガーワンコンテナターミナル埋立
工事
大型自航式ポンプ浚渫船〈CASSIOPEIA V〉による埋立浚渫工事
- ・シンガポール・トゥアス地区でのグラブ浚渫
トゥアスコンテナターミナル建設プロジェクト
- ・ソロモン諸島ホニアラ港施設改善計画工事

◆交流の広場

- ・日本企業による水ビジネスの海外展開

◆部会報告 アスファルトプラントの変遷 (その8)

平成 29 年 5 月号 (第 807 号)



解体とリサイクル, 廃棄物処理 特集

◆巻頭言 建設系廃棄物のリサイクルの今後の展望

◆技術報文

- ・環境負荷を大幅に削減した解体工法を本格適用
シミズ・クールカット工法
- ・最新の超大型建物解体機 SK2200D
- ・各種技術を駆使したダム撤去工事

- ・解体コンクリートの現場内有効利用の多様化
ガンダム工法の適用範囲・施工法の拡充
- ・大規模土工事における岩塊の有効活用と搬送設備のリユース
東松島市野蒜北部丘陵地区震災復興事業における取組み
- ・震災コンクリートがらを利用した海水練りコンクリートの製造・
施工

- ・産業用ロボットを応用した建設廃棄物選別システム

- ・植物廃材を活用した「バイオマスガス発電」

- ・汚染土壌対策 戦略的な土地活用を支援する「サステナブルレメ
ディエーション」に基づく評価ツールの開発 SGRT-T

- ・新東名高速道路における建設時の重金属含有土対策

- ・簡易破碎方式によるベントナイト混合土を用いた遮水層の効率的
施工技術

- ・T-Combination クレイライナー工法による現地発生土の有効利用

- ・港湾内放射性汚染物質の被覆・封じ込め

- ・1F 港湾内海底土被覆工事の概要

- ・放射能汚染土の分級減容化と再生利用に関する検討

◆交流の広場 新幹線地震対策技術の進化を振り返る

◆部会報告 アスファルトプラントの変遷 (その9)

◆統計 平成 29 年度 公共事業関係予算

平成 29 年 6 月号 (第 808 号)



都市環境, 都市基盤整備, 自然再生等 特集

◆グラビア 時代の建層 (ときのけんそう)

◆巻頭言 育てる

◆技術報文

- ・整備新幹線の軌道・電気工用機械
- ・地下水流動を妨げずに事業継続できる汚染地下水の拡散防止技術
原位置で多様な複合汚染地下水に対応可能なマルチバリア工法
- ・硬質粘土塊を対象とした自然由来砒素の浄化技術
- ・微生物を利用した水銀汚染土壌の浄化技術
- ・礫間接触酸化槽と植生浮島を適用した小規模閉鎖性湖沼の水質浄
化事例
- ・集中豪雨時の道路冠水対策・河川氾濫対策
樹脂製雨水貯留浸透槽の道路下への適用「セキスイ アクアロード」
の開発
- ・多発する集中豪雨に対応した高機能雨水貯留施設の開発
ハイブリッド雨水貯留システム
- ・建設工事における生物多様性保全および環境創造技術
- ・敷地の潜在的な力を引き出す自然再生による「六花の森」プロジェ
クト
- ・「再生の杜」ビオトープ竣工後 10 年目の生物生息状況
都市域における生物多様性向上を目指して
- ・転炉系製鋼スラグ資材を用いた海域環境造成技術の開発
- ・樹木対応型壁面緑化システムの開発
パーティカルフォレスト®
- ・時代の建層 (ときのけんそう)
建設残土を利用した、時代を積み重ねる都市更新の提案

◆交流の広場

- ・セメント製造工程を活用した車載リチウムイオン電池のリサイク
ル技術

◆CMI 報告 ブルドーザの燃費評価値から実作業燃費への換算

◆部会報告 アスファルトプラントの変遷 (その10)

◆統計 主要建設資材価格の動向

平成 29 年 7 月号 (第 809 号)



基礎工、地盤改良 特集

- ◆巻頭言 大規模災害で発生する災害廃棄物対策にむけて
- ◆技術報文
 - ・高機能、施工の省力化、省資材化を達成した防潮堤の開発 ハイブリッド防潮堤の開発施工事例
 - ・ニューマチックケーソンによる深さ 70 m 大深度立坑築造工事
 - ・狭隘空間でも施工可能な場所打ち杭工法の概要と施工事例 超低空頭場所打ち杭工法 C-JET18
 - ・地中障害物撤去の新技術・新工法の開発 A-CR 工法
 - ・都市高速道路における ASR 劣化が生じた橋脚梁部の再構築施工 阪神高速道路 西船場ジャンクション改築事業における事例紹介
 - ・空頭制限 2.0 m 以下で施工可能な小口径鋼管杭工法の開発 ST マイクロパイル工法
 - ・地盤改良体方式斜め土留め工法の適用事例 富山新港火力発電所 LNG1 号機新設工事
 - ・廃棄物最終処分場の減容化技術の開発と施工事例 リフューズプレス工法
 - ・大口径相対攪拌工法の概要と施工事例 KS-S・MIX 工法
 - ・地盤改良分野の ICT 活用技術 ジェットグラウト施工管理システム、GNSS ステアリングシステム、3D-ViMa システム
 - ・大口径掘削杭工法対応のアースドリル開発 SDX612
 - ・三点式杭打機フェニックスシリーズ「DH758-160M」の紹介
 - ・低空頭、狭隘地で活躍する軽量小型の地中連続壁掘削機の開発 MPD-TMX 工法
 - ・地盤改良工事を全自動で施工管理 ICT を導入した全自動施工管理制御システムの開発 Y-LINK
 - ・木造住宅の耐震性 ビッグフレーム構法とマルチバランス構法
- ◆JCMA 報告 平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績(その 1)
- ◆部会報告 ISO/TC 127 国際作業グループ会議報告

平成 29 年 8 月号 (第 810 号)



歴史的遺産・建造物の修復 特集

- ◆グラビア
 - ・3D 技術を用いた軍艦島のデジタルアーカイブ 過去、現在そして未来へ
- ◆巻頭言 歴史遺産感動の 3 要素
- ◆技術報文
 - ・魅せる素屋根の技術と見せる保存修理 近代ニッポンを支えた世界遺産 旧富岡製糸場
 - ・伝統建築における設計施工一貫 BIM 薬師寺食堂(じきどう)復興事業
 - ・熊本城の櫓を鉄の腕で支える 飯田丸五階櫓倒壊防止緊急対策工事
 - ・経年が 100 年を超える鉄道土木建造物の維持管理

- ・国重要文化財の永代橋、清洲橋の長寿命化
- ・大規模シェル構造ラジアルゲート建設への取り組み 大河津可動堰改築ゲート設備工事
- ・新橋駅の改良とレンガアーチの補強・保存
- ・狭山池の改修とその技術の変遷
- ・歴史的鋼橋の補修補強工事 土木遺産である晩翠橋の補修補強工事の紹介
- ・3D 技術を用いた軍艦島のデジタルアーカイブ 過去、現在そして未来へ
- ・歴史的建造物の移動(曳家)、免震化(レトロフィット)工事
- ・消えた建設機械遺産群 わが国の建設機械の始祖

- ◆交流の広場 博物館明治村
- ◆JCMA 報告 平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績(その 2)
- ◆CMI 報告 放置車両等を移動する道路啓開機材の開発検討
- ◆部会報告
 - ・アスファルトプラントの変遷(その 11)
 - ・ISO/TC 127 国際作業グループ会議報告
- ◆統計 建設企業の海外展開

平成 29 年 9 月号 (第 811 号)



維持管理・老朽化対策・リニューアル 特集

- ◆巻頭言 社会インフラの老朽化、これは JAPAN IN RUINS ですか
- ◆行政情報
 - ・ダム再生 既設ダムの有効活用
 - ・道路の老朽化対策の取り組み
- ◆技術報文
 - ・車線供用下での東名高速道路リニューアル事業の施工 用宗高架橋(下り線)の床版取替え工事
 - ・PC ゲルバー橋の連続化 首都高速 1 号羽田線 勝島地区橋梁
 - ・短工期を実現した天井板撤去の取組み 神戸長田トンネル天井板撤去工事
 - ・走行型高速 3D トンネル点検システム MIMM-R(ミーム・アール) 画像・レーザー・レーダー技術による点検・調査・診断支援技術
 - ・武蔵水路『安全・安心な施設へのリニューアル』 水路改築工事におけるプレキャスト工法の施工実績
 - ・福岡空港における高強度 PRC 版による老朽化対策
 - ・港湾構造物の維持管理への ICT の活用 無線操作式ボートを用いた港湾構造物の点検・診断システム
 - ・鉄道構造物の維持管理と検査・診断技術
 - ・鉄道構造物の延命化・リニューアル技術
 - ・高強度かつ高耐久性のセメント系繊維補強材料 タフショットクリート®
 - ・産業遺産である老朽化した水力発電所の改修と立坑掘削時における地山の変位と対策
 - ・歴史的建造物(レンガ建屋)の曳家工法による保存 蹴上浄水場第 1 高区配水池改良工事
 - ・船場センタービル外壁改修工事 大規模商業施設における外壁改修
- ◆JCMA 報告 平成 29 年度 日本建設機械施工大賞 受賞業績(その 3)
- ◆CMI 報告
 - ・構造物の耐衝撃性評価に関する試験・研究 鋼製台車とレールを用いた衝突試験装置の紹介
- ◆部会報告 アスファルトプラントの変遷(その 12)
- ◆統計 平成 29 年度 建設投資見通し

編集後記

建設業を取り巻く環境は、ここ数年大きく変化し、特に2020年東京オリンピックパラリンピックの招致から、良い悪いはありますが様々なニュースが伝わってきていると思います。しかしながら、当初は絶対無理！間に合わない！人がいない！機械がない！と言われていたことも、『ものづくり』の原点を見つめ直し、働き方の改善や、最新の技術を駆使して効率化を図ろうとするなど、様々な取り組みで一つ一つ解決してきているのではないかと感じています。また、2020年以降を見据えた取り組みも活発化しつつあり、ICT、IoT技術などの導入活用により、劇的に変化する可能性も秘めているのではないのでしょうか。

さて、今月号は「建築」特集です。建物は、一つとして同じものがないことが特徴で、そこが魅力的なところでもあります。反面、工場生産のように機械化等で効率化しづらいところが大きな課題です。今回の特集では、それらに対応すべく、多くの方々の地道且つ最新技術を駆使した取り組みをご紹介します。要素技術を様々なアイデアで有効的にご苦労されて取り組まれている様子が伝わってくると思います。

巻頭言は、千葉大学大学院の平沢教授にロボット木材加工機研究を通

じた人工技能研究の将来展望に関してまとめていただき、行政情報では、適正な施工確保、生産性の向上、担い手の確保を目指した制度整備に関することと、建築物省エネ法の概要に関してご紹介頂いております。

技術報文は、天井リフトアップ、ロボット溶接、既設建物不快床振動低減制振技術、中品質再生骨材コンクリート実用化、VRものづくり教育システム、外側耐震補強構法、鋼板補強型杭頭接合法、建物安全性即時診断システム、スマートデバイス活用杭施工記録システム、自律型清掃ロボット、ハイブリッド耐火木造建築技術等、建築分野の多岐に渡り11編ご紹介しております。交流の広場では、身近な業務改善から社会課題の解決まで幅広く活用できるデザイン思考という考え方により、労働安全分野におけるデジタル活用の事例についてご紹介しております。

是非、今回掲載させて頂いた報文が皆様の今後の取り組みのご参考になり、建設業の将来を見据えた取り組みの一助となれば幸甚です。

最後になりましたが、ご多忙中にもかかわらず、ご執筆頂いた皆様に深く感謝申し上げますと共に、執筆依頼に快諾して頂き、社内調整等々スピーディーに対応して頂きました各社関係者の皆様に、改めて深く御礼申し上げます。

(久保・相田)

11月号「防災、安全/安心を確保する社会基盤整備特集」予告

・Lアラート：防災情報共有システムの現状 ・平成28年熊本地震における阿蘇大橋地区斜面防災対策工事での分解組立型バックホウの活用 ・国内初大型ニューマチックケーソン2函同時沈設施工 ・サイフォンと水中ポンプの機能を併用した排水システムの開発 ・熱赤外線サーモグラフィによる斜面調査 ・地下鉄トンネル覆工のはく離・浮きの可視化による検出システムの検討 ・無排泥粘土遮水壁工法の開発 ・老朽化した狭小導水路トンネルリニューアルの機械化施工 ・超音波振動を併用した薬液注入工法 ・移動式昇降足場を利用した供用中地下鉄石積擁壁耐震補強工

【年間購読ご希望の方】

①お近くの書店でのお申込み・お取り寄せ可能です。②協会本部へお申し込みの場合「図書購入申込書」に以下事項をもれなく記入のうえFAXにて協会本部へお申込み下さい。

…官公庁/会社名、所属部課名、担当者氏名、住所、TELおよびFAX
年間購読料(12冊) 9,252円(税・送料込)

機関誌編集委員会

編集顧問

今岡 亮司	加納研之助
後藤 勇	佐野 正道
新開 節治	関 克己
高田 邦彦	田中 康之
塚原 重美	中岡 智信
中島 英輔	本田 宜史
渡邊 和夫	

編集委員長

見波 潔 村本建設(株)

編集委員

山口 武志	国土交通省
山口 康広	農林水産省
浅野 仁之	(独)鉄道・運輸機構
岡本 直樹	(一社)日本機械土工協会
加藤 誠	鹿島建設(株)
赤坂 茂	大成建設(株)
宇野 昌利	清水建設(株)
三輪 敏明	(株)大林組
久保 隆道	(株)竹中工務店
宮川 克己	(株)熊谷組
中村 優一	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
竹田 茂嗣	鉄建建設(株)
岡田 英明	五洋建設(株)
飯田 宏	東亜建設工業(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
相田 尚	(株)NIPPO
中川 明	コマツ
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン
小倉 弘	日立建機(株)
上田 哲司	コベルコ建機(株)
石倉 武久	住友建機(株)
江本 平	範多機械(株)
太田 正志	施工技術総合研究所

事務局

日本建設機械施工協会

建設機械施工

第69巻第10号(2017年10月号)(通巻812号)

Vol.69 No.10 October 2017

2017(平成29)年10月20日印刷

2017(平成29)年10月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 田崎 忠行

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 本部 一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話(0545)35-0212
北海道支	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話(011)231-4428
東北支	〒980-0014 仙台市青葉区本町 3-4-18	電話(022)222-3915
北陸支	〒950-0965 新潟市中央区新光町 6-1	電話(025)280-0128
中部支	〒460-0002 名古屋市中区丸の内 3-17-10	電話(052)962-2394
関西支	〒540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4	電話(06)6941-8845
中国支	〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22	電話(082)221-6841
四国支	〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22	電話(087)821-8074
九州支	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 2-4-30	電話(092)436-3322

本誌上への
広告は



有限会社 サンタナ アートワークスまでお申し込み、お問い合わせ下さい。

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F TEL: 03-3664-0118 FAX: 03-3664-0138

E-mail: san-mich@zam.att.ne.jp 担当: 田中

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他 産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。
日本国内 自社自力生産・直接修理を实践中!

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機 フルラインアップ!!

ケーブルレス **サテラ** **リソーサー**
離操作

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

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

新 スリムケーブルレス より安価なオーダー対応を実現!

N/U/Gシリーズ

微弱電波 特定小電力 両モデル対応

2段階押しタイプ装着可能

モデルチェンジ!
内部設計を一新

全ての交換を優先しました

自由度の高い多様なオーダー対応
ボタン配置自在/最大32点

優れた耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを装着可能

パネルゴム突起で操作クリック感が向上

セットで **15万円** (税別価格)



8操作標準型 RC-5808N

- 8操作8リレー
- 軽量コンパクト受信機

セットで **15万円** (税別価格)

12操作標準型 RC-5812N

- 12操作12リレー
- 照明出力リレーの保持を標準採用

セットで **17万円** (税別価格)

16ボタンモデル

16操作標準型 RC-5816N

- 16操作16リレー
- 同じ外形で16個のボタンをコンパクトに配置



マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ

標準型 RC-6016N

- 16操作16リレー
- 最大25リレーまで対応可能

セットで **20万円** (税別価格)

防爆形 対応可能 (N/Uシリーズ)



微弱電波 特定小電力 両モデル対応

2段階押し・特殊スイッチ装着可能

標準型 RC-8616N

- 16操作16リレー
- 最大32リレーまで対応可能

セットで **22万円** (税別価格)

頑強ケーブルレス

堅牢なボディ 耐衝撃性能が向上

優れた耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

自社開発 高耐久性
2段階押しスイッチを装着可能

ハンディなのに特殊スイッチを装着可能

特殊スイッチ

裏面スイッチ

オーダー対応例

防爆形はTX-8400型送信機で対応 (Nシリーズのみ)



マイティサテラ

N/U/Gシリーズ (またはプロボ最大6項目と入出力信号26点以下)

微弱電波 特定小電力 両モデル対応

防爆形 対応可能 (Nシリーズのみ)

3ノッチジョイスティック型 RC-7132N

ジョイスティック 特殊スイッチ装着可能

セットで **90万円** (税別価格)

全押しボタン RC-7126N

ジョイスティック 2本装着オーダー例

セットで **45万円** (税別価格)



旧アンリツ製 デジタルテレコン 入替専用モデル

新型ジョイスティック

3ノッチジョイスティック型 RC-7233UAN

スイッチガード付き押しボタン

全押しボタン型オーダー例 RC-7215U



チップケーブルレス

Nシリーズ

微弱電波モデル対応

標準型 RC-3208N

- 8操作
- 8リレー

セットで **12万円** (税別価格)

コンパクトという選択肢!!

チップ部品採用でポケットサイズ化

トコトコ機能を絞ってコストダウン

アルカリ乾電池なら連続使用60時間以上

高い防水性能
送信機はIP65

片手で握り替えずに正逆操作が行えます!

ボタン部の突起ボタン間の仕切り一体型のシリコンカバーで操作性が向上

特長! ステルハにはゼロ線電源*で電気配線工事不要!!
更に、おんぶ/だっこ金具*で取付簡単!! (*オプション)

従来機と信号互換あり!
受信機は既設のまま送信機のみ取替も可



ケーブルレスミニ

N/Rシリーズ

微弱電波・ラジコンバンド 両モデル対応

- 3操作3リレー
- 最大5リレーまで対応可能

標準型 RC-4303N/R

セットで **10万円** (税別価格)

ポケットサイズの本格派!

取付例



リソーサー 離操作

N/U/Gシリーズ

微弱電波 特定小電力 両モデル対応

標準型 RC-2512N

- 2段階押し・特殊スイッチ装着可能
- 12操作12リレー
- 最大32リレーまで対応可能
- 見易くなった電池残量告知ランプ付

セットで **22万円** (税別価格)

軽量コンパクト ショルダータイプ

価格もサイズもハンディー並み!



データケーブルレス

N/R/U/G シリーズ

微弱電波 特定小電力 両モデル対応

- 機器間の信号伝送に!
- 多芯の有線配線の代わりに!

標準型 セットで

TC-1305R	20.5万円 (税別価格)
TC-1308N (微弱電波)	22万円 (税別価格)

送信機 (外部接点入力型)

7100型	7100型
6300型	6300型
5700型	5700型
3200型	3200型

受信機

写真はUシリーズ

工夫次第で用途は無限!



MAXサテラ

Uシリーズ Gシリーズ

特定小電力専用モデル

ジョイスティック 特殊スイッチ装着可能

RC-9300U

- 多機能多操作 (比例制御対応も可)

全押しボタン装着タイプ

セットで **95万円** (税別価格)

金属シャーシの多操作・特注仕様専用機!!

無線変速ジョイスティック 2本装着例



無線式火薬庫警報装置 発破番 ES-2000R

標準付属品付 セットで **40万円** (税別価格)

音声 一般電話へ自動転送!

音声 音声メッセージ

2km~(6km)

ER-2000R (受信機) ET-2000R (送信機)

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

検索



本カタログの価格は、全て税抜表示となっています。

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



朝日音響株式会社

〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部
FAX: 088-694-5544(代) TEL: 088-694-2411(代)
<http://www.asahionkyo.co.jp/>

ダム工専用コンクリート運搬テルハ (クライミング機能付)

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

- コストパフォーマンスに優れる。
機械重量が比較的軽量で、構造がシンプルな為運搬能力に対して安価である。
- 安全性に優れる
コンクリートバケットが堤体上空を横切らないので安全性に優れる。
- 環境に優しい。
河床に設置されるので、ダム天端付近の掘削を少なくできる。
- 大型機材の運搬も可能
専用吊り具で車両等の大型機材の運搬が可能。



吉永機械株式会社

〒130-0021 東京都墨田区緑4-4-3 TEL. 03-3634-5651
URL <http://www.yoshinaga.co.jp>

建設機械施工 広告掲載のご案内

月刊誌 建設機械施工では、建設機械や建設施工に関する論文や最近の技術情報・資料をはじめ、道路、河川、ダム、鉄道、建築等の最新建設報告等を好評掲載しています。

■職業別購読者

建設機械施工 / 建設機械メーカー / 商社 / 官公庁・学校 / サービス会社 / 研究機関 / 電力・機械等

■掲載広告種目

穿孔機械 / 運搬機械 / 工事用機械 / クレーン / 締固め機械 / 舗装機械 / 切削機 / 原動機 / 空気圧縮機 / 積込機械 / 骨材機械 / 計測機 / コンクリート機械等

広告掲載・広告原稿デザイン — お問い合わせ・お申し込み



広告営業部: 田中 san-mich@zam.att.ne.jp

TEL: 03-3664-0118 FAX: 03-3664-0138

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F

本誌に掲載されている広告のお問い合わせ、資料の請求はメール、FAXでお送りください。

※カタログ/資料はメーカーから直送いたします。
※カタログ送付は原則的に勤務先にお送りいたします。

お名前: _____ 所属: _____

所属: _____

会社名(校名): _____

資料送付先: _____

電話: _____ FAX: _____

E-mail: _____

広告掲載 メーカー名	製品名

FAX
送信先

サンタナアートワークス
建設機械施工係

F
A
X

03-3664-0138

Denyo

www.denyo.co.jp

未来を築くチカラ。それがデンヨーの パワーソース

発電機・溶接機・コンプレッサは抜群の性能を誇るデンヨー製品で!



発電機



サイマル ジェネレータ
SIMUL GENERATOR
三相・単相独立巻線で余裕ある単相出力が可能!



巨相・単相同時出力機
DCA-60LSIE-D

溶接機



自動アイドリングストップ機能で燃料消費量を大幅に削減!



GAW-190ES

コンプレッサ



高圧・低圧のコンプレッサが複数必要な現場も1台でカバーします。



可変圧・可変容量型
DIS-200VPS-D
ドライエア仕様

●技術で明日を築く
デンヨー株式会社
本社: 〒103-8566 東京都中央区日本橋堀留町2-8-5
TEL: 03(6861)1122 FAX: 03(6861)1182

札幌営業所 011(862)1221 東京支店 03(6861)1122 大阪支店 06(6448)7131
東北営業所第1課 019(647)4611 横浜営業所 045(774)0321 広島営業所 082(278)3350
東北営業所第2課 022(254)7311 静岡営業所 054(261)3259 高松営業所 087(874)3301
信越営業所 025(268)0791 名古屋営業所 052(856)7222 九州営業所 092(935)0700
北関東営業所 027(360)4570 金沢営業所 076(269)1231

未来へ伸びる、三笠の技術。



吸塵式乾式カッター
MCD-RY14
 NETIS No.TH-150001



Mr.LIGHT 2
MLP-1212A



高周波バイブレーター
FX-40G/FU-162



転圧センサー

バイプロコンパクター
MVH-308DSC-PAS
 NETIS No.TH-120015



防音型

タンピングランマー
MT-55L-SGK
 NETIS No.TH-100005



低騒音型

プレートコンパクター
MVC-F40S
 NETIS No.TH-100006



低騒音型

バイブレーションローラー
MRH-601DS
 低騒音指定番号5097

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社 / 〒101-0064 東京都千代田区猿樂町1-4-3 TEL : 03-3292-1411 (代)

大阪支店 TEL:06-6745-9631	北関東営業所 TEL:0276-74-6452	中国営業所 TEL:082-875-8561	沖縄出張所 TEL:080-1013-9328
札幌営業所 TEL:011-892-6920	長野出張所 TEL:080-1013-9542	四国出張所 TEL:087-868-5111	
仙台営業所 TEL:022-238-1521	中部営業所 TEL:052-451-7191	九州営業所 TEL:092-431-5523	
新潟出張所 TEL:090-4066-0661	金沢出張所 TEL:080-1013-9374	南九州出張所 TEL:080-1013-9558	

マルマテクニカのホリゾンタルグラインダー



HG4000TX II



HG6000TX II



HG4000E II



HG6000E II

1台の破碎機でピンチップも切削チップも生産できる!用途別に選べる2タイプ。



破碎部のみの載せ替えが可能!!
様々な用途に1台で対応が可能



特長

- チップサイズは均一で、バイオマス発電向け燃料として実績が多数。
- 新車破碎機の在庫保有と新車の短納期体制で対応。
- 休車時間をなくすため、Vermeer 社破碎機部品の在庫を保有し、即納体制で対応。



マルマテクニカ株式会社

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

本社・相模原事業所	〒252-0331	神奈川県相模原市南区大野台6-2-1	TEL.042(751)3091	FAX.042(756)4389	E-mail:s-sales@maruma.co.jp
厚木工場	〒243-0125	神奈川県厚木市小野651	TEL.046(250)2211	FAX.046(250)5055	E-mail:atsugi@maruma.co.jp
東京工場	〒156-0054	東京都世田谷区桜丘1-2-22	TEL.03(3429)2141	FAX.03(3420)3336	E-mail:tokyo@maruma.co.jp
名古屋事業所	〒485-0037	愛知県小牧市小針2-18	TEL.0568(77)3313	FAX.0568(72)5209	E-mail:n-sales@maruma.co.jp

それはいつまでも
青い空のために



★ 新星



★ 彗星



★ 快星

コスモ **ECO** ディーゼル

「DH-2」対応
ディーゼルエンジンオイル
SAE 10W-30 / SAE 15W-40

美しい地球、豊かな環境を目指して
ひた走るパワー、コスモルブ・ウェイ

コスモ石油ルブリカンツの 環境対応潤滑油



省電力型油圧作動油

コスモ
スーパーエポック **UF**



省電力型工業用ギヤー油

コスモ
ECOギヤー **EPS**

それはいつまでも
蒼い地球のために

地球環境へ、

さらに新しい対応を求められている今、オイルもまた、次の課題をクリアする進化が問われます。
コスモルブは、地球に、人に、優しい環境LUBEソリューションを提案してまいります。

コスモ石油ルブリカンツ株式会社 <http://www.cosmo-lube.co.jp/>
カスタマーサポートセンター：0120-15-4899



工事現場での洗浄や防塵作業に
豊富なバリエーションで対応！

ツルミの高圧洗浄機 HPJ 型シリーズ

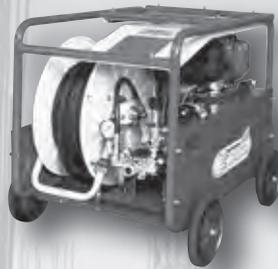
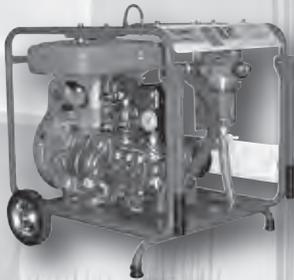
エンジン駆動シリーズ

多くの解体現場で活躍！
機能性・操作性を迫及した
普及版！

機動性に優れた4輪仕様！

市街地や住宅密集地での
作業に最適！
アイドリングストップ仕様も
ラインナップ*

※HPJ-5ESMA 型のみ



NETIS
登録商品

直結タイプ

HPJ-E 型

吐出し量：8.1～32ℓ/min
圧力：4.9～19.6MPa

ベルト掛けタイプ

HPJ-E 型

吐出し量：15.9～60.4ℓ/min
圧力：4.9～19.6MPa

防音タイプ

HPJ-ESM・DS 型

吐出し量：11.9～33.2ℓ/min
圧力：7.8～19.6MPa



詳しくは動画を
ご覧ください。

モータ駆動シリーズ

温水タイプ

圧力バリエーションが豊富！ ステンレス製給水タンク装備！

油汚れや寒冷地での
洗浄作業に！

温水温度調節可能：30～80℃



ベーシックタイプ

HPJ 型

吐出し量：6.3～62.0ℓ/min
圧力：3.5～19.6MPa

タンク付タイプ

HPJ 型

吐出し量：12.9～32.2ℓ/min
圧力：4.9～14.7MPa

温水タイプ

HPJ-HC・5HE 型

吐出し量：11.6～16.6ℓ/min
圧力：7～15MPa・35MPa

株式会社 鶴見製作所

大阪本店：〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40
東京本社：〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8

TEL.(06)6911-2351 FAX.(06)6911-1800
TEL.(03)3833-9765 FAX.(03)3835-8429

北海道支店：TEL.(011)787-8385 東京支店：TEL.(03)3833-0331 中部支店：TEL.(052)481-8181 近畿支店：TEL.(06)6911-2311 四国支店：TEL.(087)815-3535
東北支店：TEL.(022)284-4107 北関東支店：TEL.(027)310-1122 北陸支店：TEL.(076)268-2761 中国支店：TEL.(082)923-5171 九州支店：TEL.(092)452-5001

www.tsurumpump.co.jp

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー



主な特長

- カッター出力は330kWで、強力な切削力を発揮し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- 機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m（ケーブルハンガーを除く）
- 定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅9.5m
- 高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- 接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

KYB カヤバシステム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

<http://www.kyb-ksm.co.jp>

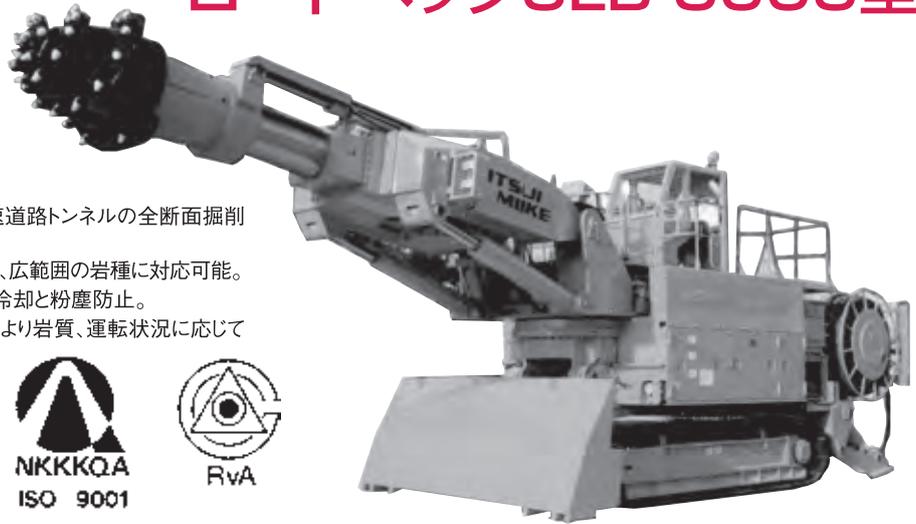
本社・営業	〒105-0012	東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル	TEL. 03-5733-9444
カスタマーサービス相模事業所	〒252-0328	神奈川県相模原市南区麻溝台1丁目12番1号	TEL. 042-767-2586
大阪支店	〒564-0063	大阪府吹田市江坂町1丁目23番20号 TEK第二ビル	TEL. 06-6387-3371
西部支店	〒812-0016	福岡県福岡市博多区博多駅南1丁目7番14号 ボイス博多	TEL. 092-411-4998
三重工場	〒514-0396	三重県津市雲出長常町1129番地11	TEL. 059-234-4111

安全・高能率な掘削を実現!

全断面对応中硬岩用トンネル掘進機 ロードヘッダSLB-300S型

特長

1. 最大8.8mの掘削高さで、新幹線、高速道路トンネルの全断面掘削が可能。
2. 300kW/2速切換型電動機の採用により、広範囲の岩種に対応可能。
3. ピック先端に高圧水を散水させ、ピック冷却と粉塵防止。
4. モード切換式パワーコントロール装置により岩質、運転状況に応じて作動設定の変更が可能。
5. 運転操作が優れ、全操作がリモートコントロールで運転可能。
6. ケーブルリール装置により、電源ケーブルの取扱いが容易で移動が迅速。



製造・販売・レンタル及びメンテナンス

 株式会社 三井三池製作所

本店/〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号 三井ビル2号館
TEL.03-3270-2005 FAX.03-3245-0203

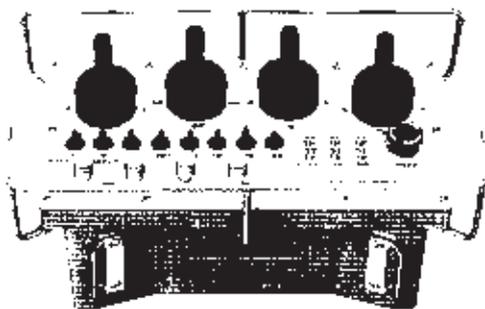
<http://www.mitsumiike.co.jp>

E-mail : sanki@mitsumiike.co.jp

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

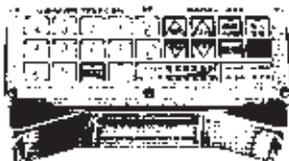
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 長崎県産日本産ロータリー仕様



受信機



ダイワテレコン 522

・新電波法技術基準適合品

- スイッチ・ジョイスティック・その他、混在装備で最大操作数驚異の**96CH**
- コンパクトな指令機に業界最大**36個**の押しボタンスイッチ装着可能
- 受信機の出力はオープンコンタクト(標準)・リレー・電圧(比例制御)又は油圧バルブ用出力仕様も可能
- 充電は急速充電方式(一ΔV検出+充電完了音付き)
- その他、特注品もお受けいたします。お気軽にご相談ください。

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

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

労働力不足やオペレータの高齢化、安全やコスト、工期に関わる現場の課題を、お客様とともに解決していきたいと私たちコマツは考えました。現場全体をICTで有機的につなぐことで生産性を大幅に向上。そんな「未来の現場」を創造していくソリューションです。

次代に向けて、 知性をその手に。

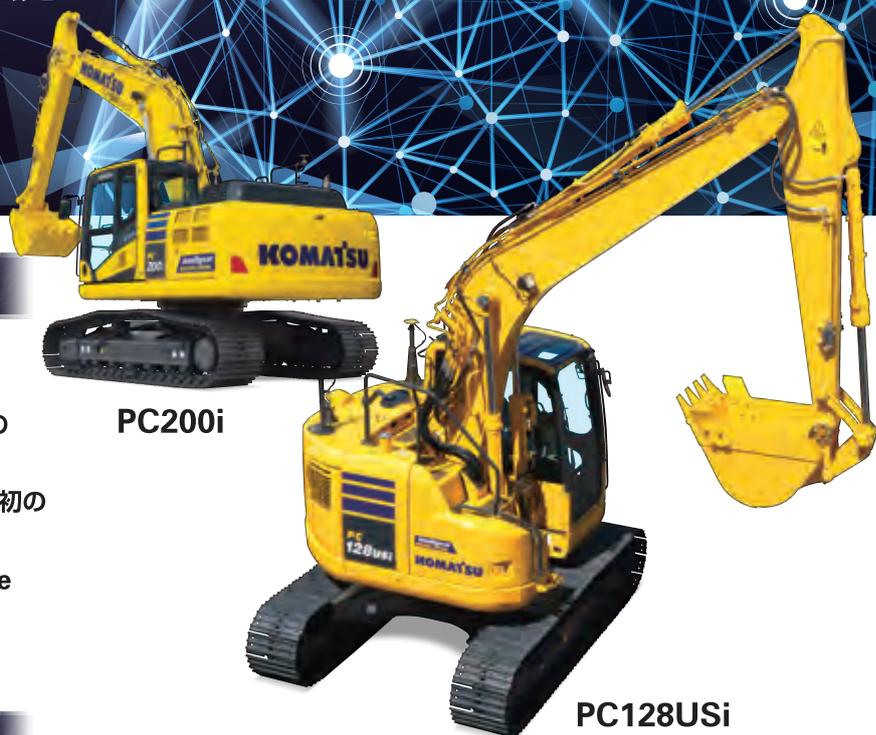
～ICT建機、ラインナップ拡充～

ICT油圧ショベル

複雑なレバー操作なしでも
高効率な施工を実現。

GNSS* アンテナと基準局から得た刃先の位置情報、施工設計データをもとに、作業機操作のセミオート化を実現した世界初のマシンコントロール油圧ショベルです。

*GNSS(Global Navigation Satellite System)GPS、GLONASS等の衛星測位システムの総称。



PC200i

PC128USi

ICTブルドーザ

世界で初めて掘削から仕上げの整地までのブレード操作を自動化。また、粗掘削時にブレード負荷が増大すると、シュースリップが起らないように自動でブレードを上げて負荷をコントロールし、効率良く掘削作業が行えます。さらに、事前に設定した設計面に近づくと自動認識して、粗掘削から整地に自動的に切り換わります。



D37PXi



D61PXi



D65PXi/EXi



D85PXi/EXi



D155AXi

KOMATSU

コマツ 国内販売本部

〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 <http://www.komatsu.co.jp/>

動画でご紹介



雑誌 03435-10



4910034351077
00800

「建設機械施工」

定価 本体八〇〇円 (税別)