

一般社団法人
日本建設機械施工協会誌 (Journal of JCMA)

2024

建設機械施工

3

Vol.76 No.3 March 2024 (通巻889号)

特集 建築



大風量かつ吹出し口の結露抑制が可能な空調用誘引ユニット

巻頭言 建設産業の未来をつくる

特集技術報文

- 木材で耐火被覆した鋼管柱の耐火性能
- コンクリート床仕上げ機械「防音カバー付き電動ハンドトロウエル」の開発
- 建築BIMによる鉄筋の自動配筋・組立と自動配筋検査
- 大風量かつ吹出し口の結露抑制が可能な空調用誘引ユニット
- 国内最高！162mのビルを新工法で解体
- 実建物のホールライフサイクルアセスメントの検討と環境製品宣言 (EPD) の取得 他

行政情報

- ロボットの社会実装のキーコンセプト「ロボットフレンドリーな環境」の実現
 - 2050年カーボンニュートラルの実現に向けた建築物省エネ法の改正
- 交流のひろば
- RD (リニューアブルディーゼル)：次世代型バイオ燃料の活動紹介
- すいそう
- 私と占い
 - ラーメン放浪記

一般社団法人 日本建設機械施工協会

杭打工事用

パイルキーパー

海上・河川等での杭打ち作業用、
パイル保持装置

石狩湾新港洋上風力発電事業工事向け
パイルキーパー

仕様

杭径.....最大 φ2500mm
 杭重量.....最大 90ton
 開閉.....油圧駆動
 前後スライド範囲.....±900mm 油圧駆動
 左右スライド範囲.....±1000mm 油圧駆動

実績多数

海上工事、陸上工事、岸壁護岸工事、海上空港、
ダム湖再生工事、導枠治具、リーダー付



洋上風力発電ジャケット基礎杭工事



吉永機械株式会社

〒130-0021 東京都墨田区緑4-4-3 吉永ビル TEL:03-3634-5651
URL : www.yoshinaga.co.jp

草刈りの事故対策してありますか？



刈払機アタッチメント

Super **カルマー** ZP BS

ギヤ減速
&
上下遊回斬



新型底板 **Bottom Slider**

装着モデル 新登場!!

飛び石をさらに抑制

滑り性能アップ

刃や底部の消耗を軽減

回転ハサミ刈りで 事故を防ぐ!



● 国土交通省 NETIS 過去登録製品 ● 平成 28 年度「日本建設機械施工大賞」受賞製品

IDECH 株式会社 **アイデック**
IDECH CORPORATION
〒675-2302 兵庫県加西市北条町栗田 182
TEL.(0790)42-6688 FAX.(0790)42-6633

アイデック公式ホームページ
<http://www.idech.co.jp> 検索
E-mail. info@idech.co.jp



弊社ウェブサイトにて
導入事例 公開中!

◆ 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(不課税)

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し、建設機械・建設施工にご関心のある方であればどなたでもご入会いただけます。

★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800円＋消費税/送料別途)
「建設機械施工」では、建設機械や建設施工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)で購入することができます。
- 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)でご参加いただけます。

この機会に是非ご入会下さい!!

◆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年に設立された団体です。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処にあたります。(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。
- 外国人技能実習制度における建設機械施工職種の技能実習評価試験実施機関として承認されています。

■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(建設機械や建設施工の関係者等や関心のある方)、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・外国人技能評価試験の実施。
- ・各種技術図書・専門図書の発行。
- ・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。

■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
- ・橋梁架設工事の積算
- ・大口径岩盤削孔工法の積算
- ・よくわかる建設機械と損料
- ・ICTを活用した建設技術(情報化施工)
- ・建設機械施工安全技術指針本文とその解説
- ・道路除雪オペレータの手引き

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！

<https://jcmanet.or.jp/>

※お申し込みには次頁の申込用紙をお使いください。

【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2F
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。

令和 年 月 日

個人会員入会申込書	
ふりがな	生年月日
氏名	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 (ご希望の送付先に○印で囲んで下さい。)
その他 連絡事項	令和 年 月より入会

【会費について】年間 9,000円(不課税)

- 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 <https://jcmanet.or.jp/privacy/> をご覧下さい。

論文投稿のご案内

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

当協会ホームページ <https://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



(一社) 日本建設機械施工協会 発行図書一覧表 (令和6年3月現在)

消費税 10%

No.	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	本部 送料
1	R5年10月	道路除雪施工の手引(第17版)	4,950	3,960	770
2	R5年5月	令和5年度版 建設機械等損料表	9,680	8,228	770
3	R4年5月	大口径岩盤削孔工法の積算 令和4年度版	6,600	5,610	770
4	R4年5月	よくわかる建設機械と損料 2022	6,600	5,610	770
5	R4年3月	日本建設機械要覧 2022年版	53,900	45,100	990
6	R3年1月	情報化施工の基礎 ~ i-Construction の普及に向けて~	2,200	1,870	770
7	H30年8月	消融雪設備点検・整備ハンドブック	13,200	11,000	770
8	H29年4月	ICTを活用した建設技術(情報化施工)	1,320	1,122	770
9	H26年3月	情報化施工デジタルガイドブック【DVD版】	2,200	1,980	770
10	H25年6月	機械除草安全作業の手引き	990	880	770
11	H23年4月	建設機械施工ハンドブック(改訂4版)	6,600	5,610	770
12	H22年9月	アスファルトフィニッシャの変遷	3,300	2,970	770
13	H22年9月	アスファルトフィニッシャの変遷【CD】	3,300	2,970	770
14	H22年7月	情報化施工の実務	2,200	1,870	770
15	H21年11月	情報化施工ガイドブック 2009	2,420	2,178	770
16	H20年6月	写真でたどる建設機械 200年	3,080	2,618	770
17	H19年12月	除雪機械技術ハンドブック	3,300	2,970	770
18	H18年2月	建設機械施工安全技術指針・指針本文とその解説	3,520	2,992	770
19	H17年9月	建設機械ポケットブック(除雪機械編)	1,100	990	770
20	H16年12月	除雪・防雪ハンドブック(除雪編)【CD-R】	5,500	4,950	770
21	H15年7月	道路管理施設等設計指針(案) 道路管理施設等設計要領(案)【CD-R】	3,520	3,168	770
22	H15年7月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,650	1,485	770
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)	1,980	1,782	770
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)	1,980	1,782	770
25	H15年6月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	550	495	770
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)	6,600	5,940	770
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)	2,750	2,475	770
28	H11年10月	機械工事施工ハンドブック 平成11年度版	8,360	8,360	770
29	H11年5月	建設機械化の50年	4,400	3,960	770
30	H11年4月	建設機械図鑑	2,750	2,475	770
31	H10年3月	大型建設機械の分解輸送マニュアル【CD-R】	3,960	3,564	770
32	H9年5月	建設機械用語集	2,200	1,980	770
33	H6年8月	ジオスペースの開発と建設機械	8,470	7,623	770
34	H6年4月	建設作業振動対策マニュアル	6,380	5,742	770
35	H3年4月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,450	9,405	770
36	S60年1月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック【CD-R】	6,600	5,940	770
37		建設機械履歴簿	440	396	770
38	毎月25日	建設機械施工	880	792	770
			定期購読料 年12冊 10,032円(税・送料込)		

購入を希望される場合、当協会 HP <https://jcmnet.or.jp/> の出版図書欄の「出版図書のご購入について」から本部、または支部の購入方法に基づきお申込みください。

特集

建築

巻頭言

4 建設産業の未来をつくる

志手 一哉 芝浦工業大学建築学部 建築学科 教授

行政情報

5 ロボットの社会実装のキーコンセプト 「ロボットフレンドリーな環境」の実現

板橋 洋平 経済産業省 製造産業局 ロボット政策室 室長補佐 (総括)

10 2050年カーボンニュートラルの実現に向けた 建築物省エネ法の改正

国土交通省 住宅局参事官 (建築企画担当) 付

特集技術報文

16 木材で耐火被覆した鋼管柱の耐火性能 T-WOOD® TAIKA の開発

馬場 重彰 大成建設(株) 技術センター 都市基盤技術研究部 防災研究室 火災安全チーム チームリーダー
梅森 浩 大成建設(株) 設計本部 先端デザイン部 木質建築推進室 室長
加藤 圭 大成建設(株) 技術センター 都市基盤技術研究部 構造研究室 木・鋼チーム 主任研究員

22 高所作業車キーレスシステムの開発

鍵及び点検の管理業務削減を目指した取り組み

福田 優輝 ㈱竹中工務店 技術本部 主任
吉田 真悟 ㈱朝日興産 IoT 推進事業部 部長

26 コンクリート床仕上げ機械 「防音カバー付き電動ハンドトロウエル」の開発

中川啓太郎 ㈱竹中工務店 大阪本店 西日本機材センター 開発グループ 主任

30 展示収蔵環境への包括的なアンモニア低減対策

美術館・博物館の早期開業に向けた取り組み

矢野 慧一 清水建設(株) 技術研究所 建設基盤技術センター 資源循環グループ 研究員
富田 賢吾 清水建設(株) 技術研究所 カーボンニュートラル技術センター 省エネルギー技術グループ 主任研究員
田中 勲 清水建設(株) 技術研究所 カーボンニュートラル技術センター 省エネルギー技術グループ 上席研究員

37 建築 BIM による鉄筋の自動配筋・組立と自動配筋検査

鉄筋工事におけるワークフローとデジタルデータの作成・活用

曾根 巨充 前田建設工業(株) ICI 未来共創センター 担当部長

43 鋼製建具工事における BIM 活用

建具生産サプライチェーン全体における生産性向上を目指して

中野 亘 東亜建設工業(株) 経営企画本部 DX 推進部 部長 兼 DX 企画課長
石田 渉 野原グループ(株) BuildApp 事業統括本部 建設 DX 推進統括部 建設 DX3 部 部長

51 大風量かつ吹出し口の結露抑制が可能な空調用誘引ユニット

in-DUCT の導入効果と形状に込めた想い

中山 和樹 ㈱大林組 設計本部 設備設計部 担当課長
和田 一 ㈱大林組 設計本部 設備設計部 担当部長
加藤 隆矢 ㈱大林組 設計本部 設備設計部 副課長

56 国内最高！162 m のビルを新工法で解体

「鹿島スラッシュカット工法®」の開発

石田 武志 鹿島建設(株) 機械部 機械技術イノベーショングループ グループ長
中村 隆寛 鹿島建設(株) 技術研究所 建築生産グループ 主任研究員
藤原 健弥 鹿島建設(株) 東京建築支店 機械部 企画管理グループ

63 放射線施設における遮蔽鋼板の解体に関する施工実績

奥田 修司 戸田建設(株) 技術研究所 施工革新部 主任
鈴置 宗夫 日酸 TANAKA (株) 事業本部 製品開発事業部 制御機器開発部 部長
小林 英亮 岡谷酸素(株) 営業部 長野南営業所 産業ガス課 係長

	69	実建物のホールライフサイクルアセスメントの 検討と環境製品宣言（EPD）の取得 安藤ハザマ東北支店ビルでのカーボンフットプリントとエコリーフ認定取得事例 鈴木 好幸 ㈱安藤・間 技術研究所 脱炭素技術開発部 担当課長 田中 洋介 ㈱安藤・間 建設本部 プロジェクト推進室 小林 謙介 県立広島大学 生物資源科学部 生命環境学科 環境科学コース 准教授
交流のひろば	76	RD（リニューアブルディーゼル）：次世代型バイオ燃料の 活動紹介 日本国内における普及に向けた取り組み 向井 寛 伊藤忠エネクス㈱ 環境ビジネス部 次世代燃料開発課 課長
ずいそう	79	私と占い 井ノ口浩一 ㈱竹中工務店 生産本部 生産企画部 専門役
	82	ラーメン放浪記 塩野 準 ㈱IHI インフラ建設 北陸支店 支店長
部会報告	85	ISO/TC 127 インド（デリー市）国際総会報告 標準部会
	94	(株)UL Japan 大型電波暗室見学会 報告 機械部会 情報化機器技術委員会
	97	機電技術者のための講演会報告 建設業部会
	103	新工法紹介 機関誌編集委員会
	105	新機種紹介 機関誌編集委員会
統計	107	建設キャリアアップシステム制度の現状と今後の展開 今泉登美男 (一財)建設業振興基金 建設キャリアアップシステム事業本部 運営管理部長
	112	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
	113	行事一覧 (2024年1月)
	116	編集後記 (鈴木・出口)

◇表紙写真説明◇

大風量かつ吹出し口の結露抑制が可能な空調用誘引ユニット

写真提供：㈱大林組

空調用誘引ユニット「in-DUCT」は、大空間や半屋外空間に対する空調において求められる、大風量供給の実現と、結露防止による機能性向上を可能とし、同時にコスト低減にも寄与できる製品となっている。北海道日本ハムファイターズの新球場である ES CON FIELD HOKKAIDO に多数導入した。

2024年(令和6年)3月号 PR 目次
【ア】
㈱アイデック……………表紙2
朝日音響㈱……………後付8

【カ】
コベルコ建機㈱……………後付1
コマツカスタマーサポート㈱…表紙4
【タ】
第一東洋㈱……………後付2

大和機工㈱……………後付5
㈱ダイワテック……………表紙3
【マ】
マシケンアテック㈱……………後付3
マルマテクニカ㈱……………後付4

三笠産業㈱……………後付7
【ヤ】
山崎マシーナリー㈱……………後付2
吉永機械㈱……………表紙2

巻頭言

建設産業の未来をつくる

志手 一哉



どれだけAIが進化しようとも、どれだけロボットが進化しようとも、建設工事が無くなることはない。そして、AIやロボットの性能がどれだけ高くなったとしても、建設技術者や建設技能労働者が不要となることもない。再開発や新設の需要もさることながら、既設の修繕、更新、リニューアルの必要性が増していき、多種多様なプロジェクトにおいて設計や施工で人の能力が求められる場面が減ることはないだろう。建設は、良くも悪くも労働集約型産業である。そうであるからこそ、社会の変革期に生きる我々は、未来の建設技術者や建設技能労働者にどのような産業を残すのかを真剣に考えなくてはならない。本稿では、建設業の何が変革期にあるのかを七つのトピックで整理してみた。

第一に、2024年4月からの建設業における時間外労働の上限規制適用がある。これを機に、家庭内での家事・育児・子育て、介護を夫婦やパートナーで均等に分担する変革が起こらなくてはならない。そのためには、建設プロジェクトにかかわる者全員のウェルビーイングを第一に考えるというパーパスも考え得る。そのパーパスから逸脱するようなプロジェクトを受注しないという強い意志を示す建設産業への変化が期待される。

第二に、技術職の重層構造是正である。技術が高度化してスペシャリストが求められる時代に、コストダウンを目的とした人材派遣や外注は無くすべきである。世界の潮流は、多様なスペシャリストがコラボレーションする水平分業であり、作図やモデリングなど業務の一部を切り取って外注する垂直分業は日本以外にみかけない。スペシャリストにリスペクトする姿勢に転換しなくては効率も品質も低下の一途を辿る。

第三に、デジタルネイティブ世代の尊重である。昨今の学生は、コンピューショナルデザイン、BIM、プログラミングなどを特別な技能だと思っていない。メリットがあるかどうかはいつでもよく、自身の道具として使いこなす世代である。学生時代に使っていたツールを就職後に使えないのでは、自らの効率が大幅に低下してしまう。そのような若者のモチベーション

を下げる言動をしないように旧世代の意識変革が求められる。

第四に、持続可能性（サステナビリティ）への意識改革である。この100年来における地球環境の搾取による経済成長の追求が、自然災害や獣害被害の頻発化・甚大化を引き起こしているのは想像に難くない。仕事を受注する立場とは言え、国土開発の先陣を切ってきたのが建設業である。一方で、ヒューマンスケールや日本らしさの意義を問いただすことができるのも建築学を学んだ我々であろう。不要不急のプロジェクトを止める勇気も必要である。

第五に、DfMA（Design for Manufacturer and Assembly）の概念への回帰である。現在、世界中で注目が集まっているDfMAは、1970年代から90年代に日本の建設業が先導していた工業化から学んでいる。当時の状況と違うのは、DfMAが、建設技能労働者不足、温室効果ガス削減、地方の雇用創出、デジタルトランスフォーメーション（DX）に有効という認識である。建設コストだけでなく多様な評価軸を持たなければ投資の判断を誤る。

第六に、契約方式の多様化である。総価請負で工事契約を締結したにもかかわらず、資材価格や労務費の高騰で工事金額を見直してほしいというのは虫の良い話である。そのようなリスクを察知して、ゼネコンからコストプラスフィー契約を提示するのが真っ当な取引である。建設工事のコスト構造が変わりつつあるこのタイミングは、総価請負以外の契約方式を定着させる好機である。

第七に、少ない建設技能労働者で施工する考え方への転換である。建設業を取り巻く課題が多々あるとしても、それらが急に顕在化するわけではない。状況が徐々に悪化する中で、その時々に対処療法で凌いでいくのだと想像をする。しかし、将来の人材不足が目に見えているならば、抜本的な対策に着手しておくべきである。例えば、今の1/5の人数で施工するための制度改革、技術開発、業務改革など、目標は高いほど良い。

行政情報

ロボットの社会実装のキーコンセプト 「ロボットフレンドリーな環境」の実現

板橋 洋平

深刻化する人手不足への対応として、ロボットの社会実装の拡大が求められている。しかしながら、未導入領域においてロボットを導入していく上で、個別現場毎にカスタマイズをしたロボットシステムは、個別ユーザーの一品モノ化してしまい、市場としてスケールせず、結果として社会実装にもつながりにくいという課題がある。こうした構造的な課題を克服するため、経済産業省では、所与の環境に後からロボットを導入させていくという発想ではなく、個々のユーザーにおける業務フローや施設環境を「ロボットフレンドリーな環境」へと変革していくための政策に取り組む。ロボットのユーザー企業の参画や消費者を含めた国民一人一人の意識醸成を一体的に進め、ロボットの社会実装を加速させていく。

キーワード：ロボット、ロボットフレンドリー、ロボフレ、省力化、人手不足、社会実装、標準化、規格化

1. はじめに

我が国は現在、あらゆる産業において人手不足が深刻化している。これまでは生産性向上を企図する一部の産業、企業において検討導入されてきたロボット技術が、さまざまな産業分野において、人手不足を克服する手段として求められている。実際に、製造業を中心に導入が進んできた産業用ロボットは物流分野での導入も見られるようになってきた。また、飲食店やオフィスビル、商業施設等で商品を配送するロボットも一般的に見られるようになってきた。しかし、そうした新しい分野でのロボットは、現時点ではまだ社会実装と呼ぶには十分な広がりを見せていないであろう。これらのロボットを多くの企業が導入することができ、人手不足や生産性向上等の課題を解決するためには、業界企業が協力し合い、ロボットシステムを導入しやすい環境を作っていく必要がある。こうした観点から、経済産業省では、2019年より、「ロボットフレンドリーな環境」というコンセプトの政策を旗揚げ、これまでに、施設管理、食品製造、小売、物流倉庫の4分野を重点に、ロボットフレンドリーな環境、通称「ロボフレ環境」の実現に向けた取組を進めてきた。本稿では、ロボフレの概念や各分野の取組について紹介する。

2. ロボットフレンドリーな環境（ロボフレ環境）とは

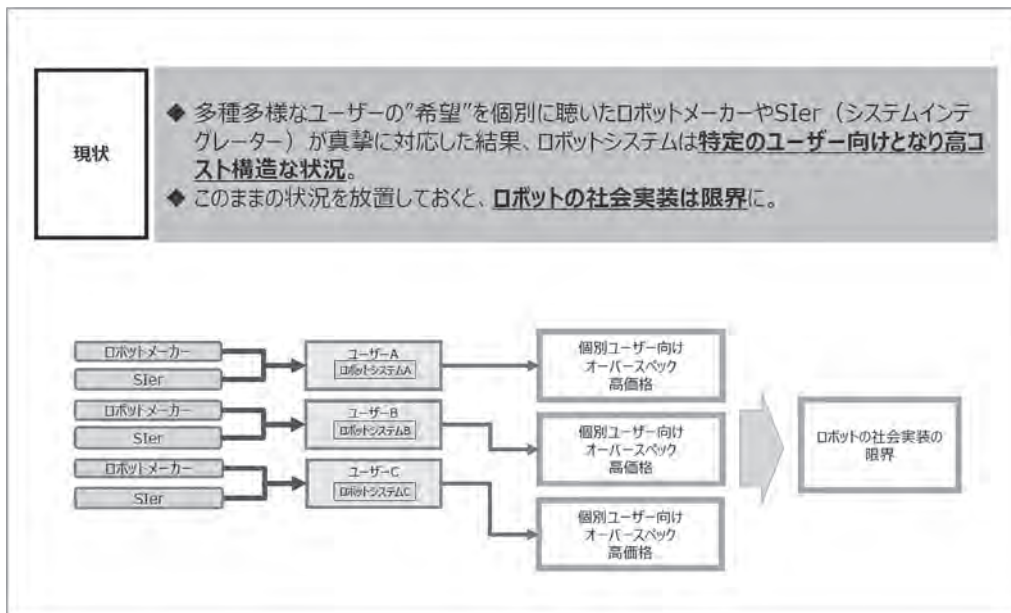
ロボフレ環境とは、その言葉どおり、「ロボットに対してフレンドリーな環境」である。すなわち、ある企業等がロボットの導入を考える際に、ロボットにすべてのことの解決をしてもらうという発想から脱し、ロボットを使う側である人や環境側も、ロボットが働きやすい環境を作ろう、というものである。このことをより実務的な観点で述べていく。

一般的にロボットを導入する際、その用途に適切なロボットをロボットSIerが選定し、ユーザーの現場にインテグレートする。この際、ロボットが導入される現場の事情や環境というものは、当然ながらユーザーの現場毎に異なるものである。ロボットSIerは、それらユーザーの個別事情や環境に個別に丁寧に合わせながら、各ロボットを現場にインテグレートしていく。こうした現場毎に最適なインテグレートをしていくという手法は、日本がロボット導入先進国として世界をリードしてきた競争力に違いないであろう。しかしながら、まだロボット導入市場が成熟していない領域において、最初からこうした個別現場毎のカスタマイズをしていると、構築・導入されるロボットシステムは、個別ユーザー向けの一品モノ化してしまい、別のユーザーにとってはオーバースペックだったりもする。このため、なかなかその市場がスケールせずに、価格の低下にもつながらず、ロボットの社会実装が進

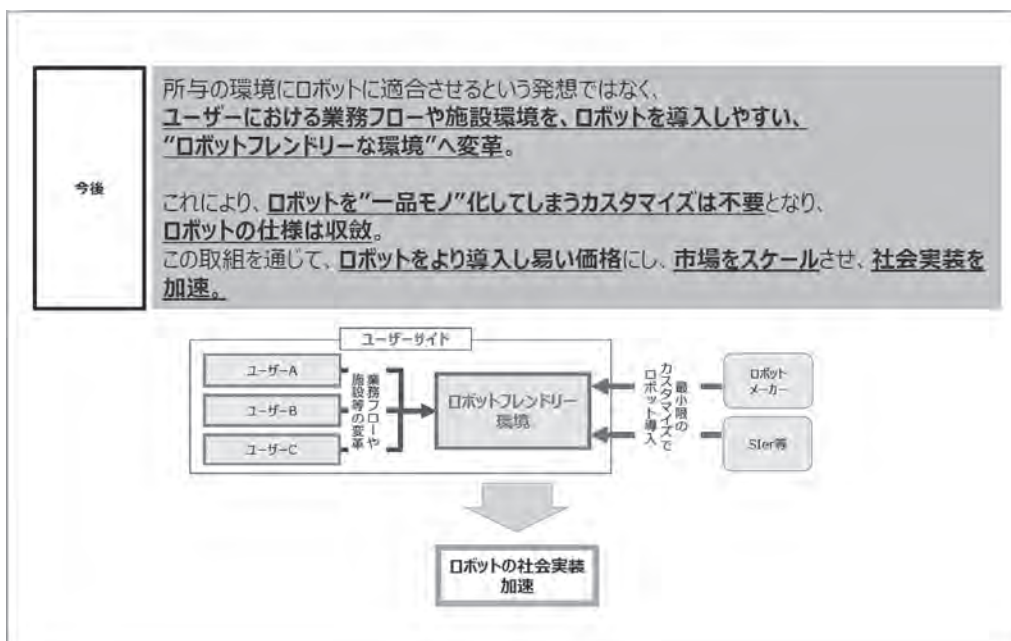
んでいかない、という課題がある（図—1）。

こうした課題を克服するためには、所与の環境に後からロボットを導入させていくという発想ではなく、個々のユーザーにおける業務フローや施設環境を、ロボットを導入しやすい環境、すなわち「ロボフレ環境」へと変革していくことが必要である。これにより、ロボットシステムを一品モノ化してしまうカスタマイズを極力なくし、ロボットの仕様を収斂させて、ロボットの導入コストの低下を通じた市場のスケール、そしてロボットの社会実装につなげていくための施策である（図—2）。

このような導入環境サイドからのアプローチは、ロボットだけが特別という訳ではない。例えば、自動車の普及時期である昭和初期には、人や馬車、人力車等が自動車と同じ空間に混在していたところを車道と歩道に分けて自動車が走りやすい環境を整備することで、自動車が走行しやすい空間となり、そのような環境整備変化が自動車普及の一助となった。また、住宅等の建築で用いられるモジュラーコーディネーションという設計方法も、住宅建材の大きさの規格化を通じて量産のしやすさにつながったものと言えるであろう。更に、最近では、家庭用掃除ロボットが普及しつ



図—1 ロボット導入普及の課題



図—2 ロボット導入普及のあるべき姿

つあり、それに呼応してロボットが掃除をしやすくなるための掃除ロボット対応家具の販売も見られるようになった。これらの例から言えることは、新しい技術を導入するためには、環境サイドを変革することで、その普及を大きく後押しすることにつながるということである。新たな領域でロボットの社会実装を進めていくためには、当然ながらロボットの価格を低減させることが必要であり、そのためには、ロボットのカスタマイズ性を可能な限り不要とするべく、ユーザー企業が協調しながら、ロボフレ環境を構築していくことが重要と考える。

そのための政策として、経済産業省では、ロボフレ環境の構築を通じたロボットの社会実装を推進するために、「ロボット実装モデル構築推進タスクフォース」を2019年11月に立ち上げた。上述の重点4分野毎にTC（Technical Committee）を設置しており、各TCには、ロボットのメーカー・SIer等のベンダー企業とロボットを導入・活用する側のユーザー企業の双方が参画する。これらの企業が強調領域を定めながら、当該領域において必要な標準化等を通じたロボフレ環境の構築を進めている。次節では、各分野における主な取組を紹介する。

3. 具体的な取組内容

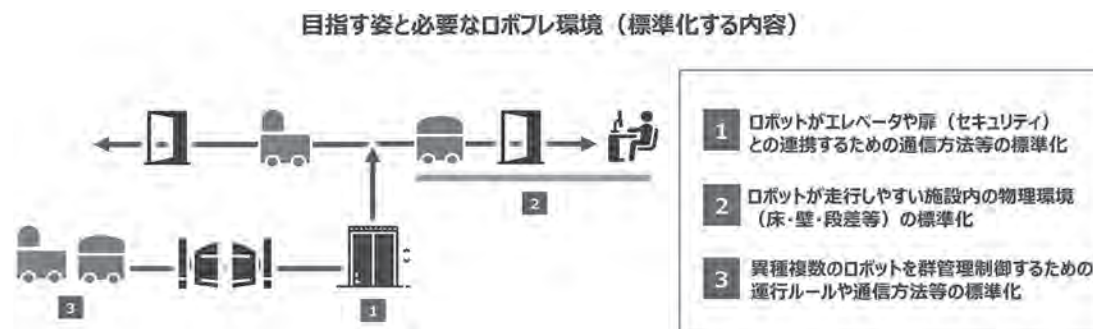
(1) 施設管理分野

オフィスビルや商業施設、宿泊施設等の施設において、清掃や警備、配送といった用途のサービスロボットのニーズが高まっており、首都圏を中心にすでにいくつかの施設においてこれらロボットの導入が見られている。こうしたサービスロボットを導入する場合は、いかにして単一のロボットによる作業を可能とする領域を広げていくかである。逆に言えば、単一のロボットに限られたフロアの限られた区間のみでしか作業を行えないようでは、ロボット導入による費用対効果を得られにくい。このため、ロボットが複数のフロア

や複数のエリアに跨がって走行し、作業するニーズが高まるのは必然である。そのために必要なことは、ロボットが館内のエレベータやセキュリティ扉と通信連携を行い、走行領域を広げるための環境整備である(図一3)。こうした観点から、施設管理TCでは、ロボットとエレベータとの通信連携インタフェースを定義し、2021年に初版を公表した。2022年8月には、それまでTCの中で取組を牽引してきた企業を中心となり、国主導の枠組みから産業界主導へと発展的独立をする形で、(一社)ロボットフレンドリー施設推進機構(Robot Friendly Asset Promotion Association: RFA)を発足させた。発足以降は、施設管理TCの取組はRFAに引き継がれ、2023年末までに、「ロボット・エレベータ連携インタフェース定義 RFA B 0001:2022」及び「ロボット・セキュリティ連携インタフェース定義 RFA B 0002:2023/COR1:2023」といった規格やこれらの規格の活用に必要なガイドライン等の策定・発行を行っている。エレベータやセキュリティとの連携規格に加えて、RFAでは、施設におけるロボットの走行しやすさをレベル分けで整理した物理環境特性に係る規格や、異種複数のロボットが狭隘な空間を含む同一フロア内で同時に走行することを可能とするための仕組み作りについても検討を進めており、今後順次、規格が策定されていく見通しである。

(2) 食品製造分野

ロボットにとって作業の難易度が高い「柔軟物、不定形物」を多く取り扱う食品製造業は、ロボットの導入がなかなか進まない分野である。特に、中食と呼ばれる弁当や惣菜の盛り付け工程は、深刻な人手不足に直面しているものの、自動化がほとんど進まず、多くの人手を要しているのが現状である。現場の実態をヒアリングすると、柔軟・不定形というワーク特性のみならず、中食の製造工程は変種変量生産であり、頻繁な段取り替えが発生することに加えて、発注者である小売企業等から盛り付けの「見た目」も仕様として注



図一3 施設管理分野で目指す姿とロボフレ環境

文されており、汎用的な自動盛り付けラインを構築するには変数が多すぎることが、経済性を備える形での自動化の実現に至らないことが分かった。仮に、ある発注者のある商品に特化した自動盛り付けラインを構築したとしても、別の発注者の商品の盛り付けの際に活用できなければ、規模の経済が働かずにベンダー側もユーザー側も投資インセンティブが働かない、という点がボトルネックとなっているのである。このため、これら中食の盛り付け工程をロボフレ環境とするべく、食品製造分野では、①複数の小売事業者と連携して、盛り付け姿に対する要求度合いを緩和しながら、ロボットの盛り付けとして許容される商品仕様、②盛り付けに必要な機能に厳選した安価なアームロボットの技術仕様、③ロボットが盛り付けしやすいよう容器の特定箇所の規格化等に関する検討を進めている(図-4)。

(3) 小売分野

小売分野では、スーパーマーケットやコンビニ等の小売店舗において多くの人手を要している、品出し・陳列、在庫管理、決済といった工程をロボットが担うにあたって必要となるロボフレ環境の検討を進めている。小売店舗において扱われる商品数は極めて多く、新商品の回転も速い中で、ロボットが品出し・陳列等の作業を行うためには、一つ一つの商品を正確に認識して掴む必要がある。このため、ロボットが様々な商品認識し動作するためのキーとなる「商品画像データベース」を小売企業各社で協調して整備していくべく、協調体制の構築を含めた取組を進めている。一般的な商品画像や棚割画像だけでなく、梱包装情報、把持するための情報(重心位置、推奨把持方法等)、3Dデータといったロボット活用に必要な情報も統合して構築していく(図-5)。

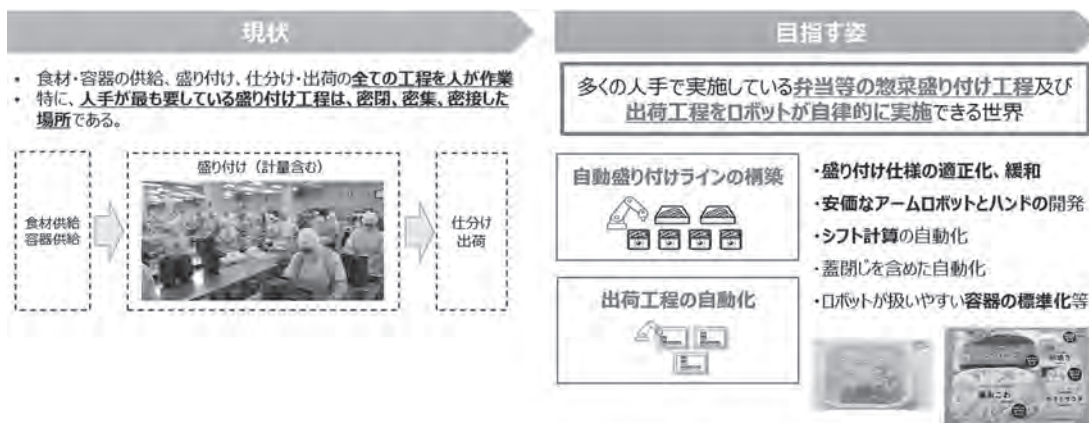


図-4 食品製造分野において目指す姿

商品画像：6面					
正面	右側面	上面	背面	左側面	底面

梱包箱画像：6面					
正面	右側面	上面	背面	左側面	底面

3Dデータ

商品画像マスターデータ

360度対応の商品画像と内容情報を小売業界で共通フォーマット化

図-5 構築する商品画像マスターデータのイメージ図

(4) 物流倉庫分野

いわゆる物流 2024 問題に直面する物流分野において、全体の要となる物流倉庫では、非常に多くの人手を要している、労働集約的な現場となっている。ラストワンマイルの配達業務の自動化とあわせて、物流倉庫にロボットを導入し自動化を推進していくことで、物流全体における生産性向上を進めていくことが必要となっている。こうした中で、物流倉庫分野が最優先で取り組むべきロボフレ環境として、マテリアルハンドリング-ロボット-上位 IT システムとの通信インタフェースの標準化の取組や、ロボットハンドリングで段ボール等のケースが破損してしまうことを防止するために、ロボットがハンドリングしやすいケースの形状等の規格化に向けた取組を進めている。

4. 今後の展望

我が国は長らく、ロボット大国として世界的にも一目置かれる立場にあった。その地位を支えてきたのは、ロボット自体の高い性能であり、同時に、それを如何なる現場にも的確にインテグレートする技術力と現場力にあったと思料する。これらは今なお、日本の高い競争力に位置づけられるであろう。しかしその一方で、あらゆる分野でのロボット導入ニーズが高まり、スピーディな社会実装が求められる昨今において、一つ一つの現場に個別に適合させたロボットシステムでは、市場がスケールし難く、結果的に実装の加速につながらないという点はこれまでに述べたとおりである。これからのロボット導入、とりわけ未導入領域への導入においては、ユーザーサイドとベンダーサイドが連携し合って、業界全体として、導入環境、すなわちロボフレ環境を構築していくことができるかが

その成否を大きく左右すると言っても過言ではない。このため、経済産業省としては、現在取り組む 4 分野に限らず、ロボフレ環境の構築に向けた取組を他の産業分野でも展開していくことを志向している。このロボフレという考えや理解を広めていく上で重要なのが、ユーザーやその先の消費者を含めた国民一人一人の意識の醸成である。人は機械やロボットに対して、完璧を求めがちである。しかし、完璧を追求して技術開発をしていけば、時間も費用も大きくかかることとなり、社会実装からは遠く面が多分にある。重要なのは、完璧ではなくても、一旦受け入れてみる寛容性である。技術は日々進歩しており、とりわけ現場からのフィードバックはそのロボットの性能向上に大きく貢献するものである。こうした流れが、徐々に市場が作り出され、ロボットの性能も向上していくという好循環を生むことにつながると考える。したがって、ロボット自体の性能向上のための技術開発等もこれまでどおり重要であることは言うまでも無い。より重要なことは、ロボット側の技術開発と導入側の標準化を両輪で進め、人手不足をはじめとする社会課題をロボットが解決していくことであり、そうした未来を実現するべく、経済産業省では今後も様々な政策を展開していく所存である。

JICMA

【筆者紹介】

板橋 洋平 (いたばし ようへい)
経済産業省 製造産業局
ロボット政策室
室長補佐 (総括)



行政情報

2050年カーボンニュートラルの実現に向けた建築物省エネ法の改正

国土交通省 住宅局参事官（建築企画担当） 付

「2050年カーボンニュートラル」の実現に向け、日本の最終エネルギー消費量の約3割を占める住宅・建築物分野の取組が必要不可欠である。第6次エネルギー基本計画（令和3年10月）において、「2050年に住宅・建築物のストック平均でZEH・ZEB基準の水準の省エネルギー性能が確保されていることを目指す。」「2030年度以降新築される住宅・建築物についてZEH・ZEB基準の水準の省エネルギー性能の確保を目指す。」という目標が定められている。この目標の達成のため、2022年に改正建築物省エネ法が公布され、原則全ての新築住宅・建築物に対し省エネ基準適合の義務付け等が措置される。本稿では改正建築物省エネ法の概要について解説する。

キーワード：建築物省エネ法、2025年省エネ基準適合義務化、ZEH・ZEB水準への引上げ、省エネ性能表示、建築物再生可能エネルギー利用促進区域制度

1. はじめに

「2050年カーボンニュートラル」の実現に向け、日本の最終エネルギー消費量の約3割を占める住宅・建築物分野の取組が必要不可欠である。第6次エネルギー基本計画（令和3年10月）において、「2050年に住宅・建築物のストック平均でZEH・ZEB基準の水準の省エネルギー性能が確保されていることを目指す。」「2030年度以降新築される住宅・建築物についてZEH・ZEB基準の水準の省エネルギー性能の確保を目指す。」という目標が定められており、具体的には「建築物省エネ法を改正し、省エネルギー基準適合義務の対象外である住宅及び小規模建築物の省エネルギー基準への適合を2025年度までに義務化するとともに、2030年度以降新築される住宅・建築物について、ZEH・ZEB基準の水準の省エネルギー性能の確保を目指し、総合的な誘導基準・住宅トップランナー基準の引上げや、省エネルギー基準の段階的な水準の引上げを遅くとも2030年度までに実施する（図—1）。加えて、規制強化のみならず、（中略）ZEHやZEBの実証や更なる普及拡大に向けた支援等を講じていく。」とされている。

2. 建築物省エネ法の改正（図—2）

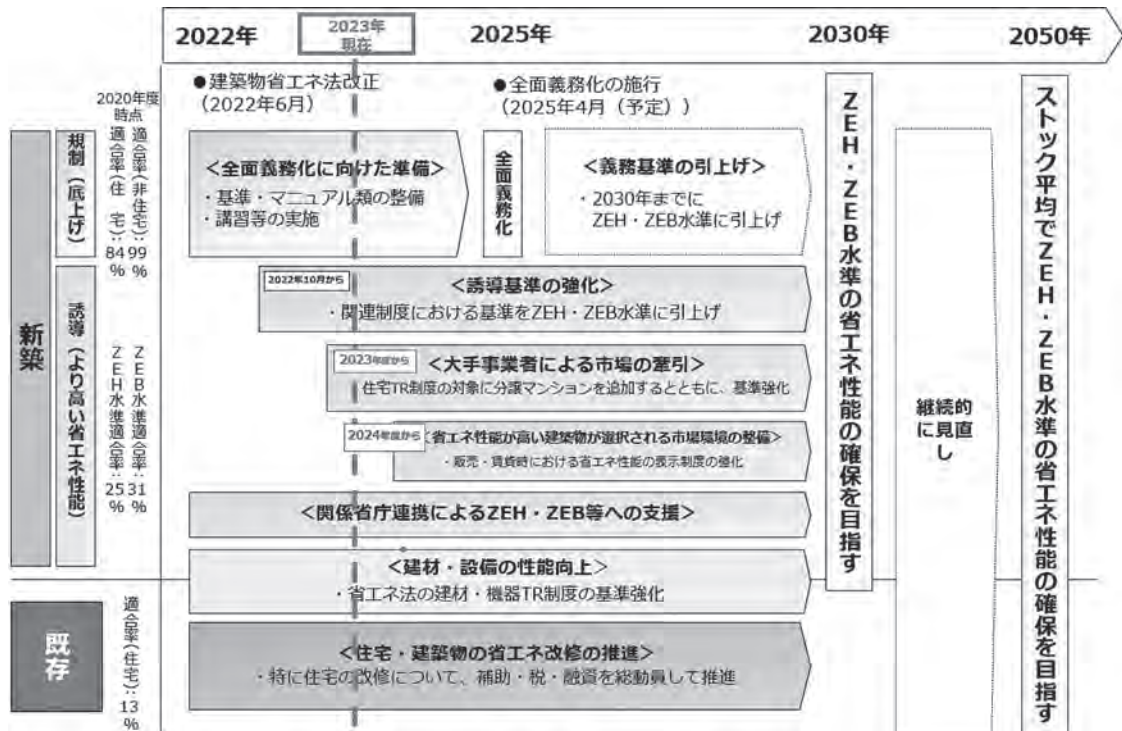
2022年6月に建築物省エネ法が改正され、2025年

4月（予定）から原則全ての新築住宅・非住宅に省エネ基準適合が義務づけられる。このほか、より高い省エネ性能への誘導のため「住宅トップランナー制度の対象拡充（建売戸建住宅、注文戸建住宅、賃貸アパートに加えて分譲マンションの追加）」「誘導基準のZEH・ZEB水準への引上げ」「販売・賃貸時における省エネ性能表示の推進」を、ストックの省エネ改修に向けて「住宅の省エネ改修の低利融資制度の創設」「建築基準法に基づく形態規制の合理化」を、再エネ利用設備の導入促進に向けて「建築物再生可能エネルギー利用促進区域制度の創設」を行っており、順次施行されていく。住宅・建築物の事業に携わる方々を対象として、改正に関する詳細な内容等に関する講習会等を2023年11月から2024年2月にかけて開催した。また、この講習内容は国土交通省のホームページで公開しているオンライン講習のコンテンツとして掲載しており、こちらも参照いただきたい。

以下では、改正建築物省エネ法の概要について、改めて解説する。

（1）省エネ性能の底上げ

新築住宅を含む全ての建築物の省エネ基準適合義務化のため法改正を行い、十分な周知・準備期間を確保するために2025年度以降に新築される住宅等について適用することとした（2025年4月施行予定）。制度の詳細については、本稿の後段で解説する。



図一 住宅・建築物分野の今後の省エネ対策

改正建築物省エネ法による省エネ対策の加速化

Point

2022年に建築物省エネ法の改正法が公布され、原則全ての新築住宅・非住宅に省エネ基準適合を義務付けるなど、省エネ性能の底上げやより高い省エネ性能への誘導等を措置。

省エネ性能の底上げ 2025年4月～(予定)

全ての新築住宅・非住宅に省エネ基準適合を義務付け

	現行		改正	
	非住宅	住宅	非住宅	住宅
大規模 2,000㎡以上	適合義務 (2024)	届出義務	適合義務 (2024)	適合義務
中規模	適合義務 (2024)	届出義務	適合義務 (2024)	適合義務
小規模 300㎡未満	説明義務	説明義務	適合義務	適合義務

より高い省エネ性能への誘導 2024年4月～

住宅トップランナー制度の対象拡充(施行済)

省エネ性能表示の推進

2024年4月～

販売・賃貸の広告等に省エネ性能を表示する方法等を国が告示
必要に応じ、制告・公表・命令

【改正】分譲マンションを追加

(参考) 誘導基準の強化(省エネ表示義務)
低炭素建築物取組・長期優良住宅取組等
一次エネルギー消費量基準等を強化

2023年4月～ ●ストックの省エネ改修

住宅の省エネ改修の低利融資制度の創設(住宅金融支援機構)

○対象：自ら居住するための住宅等について、省エネ・再エネに資する所定のリフォームを含む工事
○限度額：500万円、返済期間：10年以内、担保・保証：なし

形態規制の合理化(施行済)

高効率の熱源設備 絶対高効率
高効率制等を満たさないことが、構造上や心を得ない場合
(市街地等適性を確保しない区域で) 形態規制の特例許可

再エネ利用設備の導入促進 2024年4月～

促進 市町村が、地域の実情に応じて、太陽光発電等の再エネ利用設備計画の設置を促進する区域を設定
※1 太陽光発電、太陽熱利用、地中熱利用、バイオマス発電等
※2 区域は、住民の意見を聴いて設定。「行政区全体」や「一定の街区」を想定

再エネ導入効果の説明義務

建築士から建築主へ、再エネ利用設備の導入効果等を書面で説明
条例で定める用途・規模の建築物が対象

形態規制の合理化 ※新築も対象

促進計画に即して、再エネ利用設備を設置する場合
形態規制の特例許可

図二 改正建築物省エネ法の概要

(2) より高い省エネ性能への誘導

中期目標等の達成に向け、より高い省エネ性能を有する新築住宅の供給促進を図る必要がある。

(a) 住宅トップランナー制度の対象拡充

住宅トップランナー制度は、一定戸数以上の住宅を

供給する事業者に対し、国が目標年次と省エネ基準を超える一定の水準の基準（トップランナー基準）を定め、新たに供給する住宅について平均的に満たすことを努力義務として課し、必要に応じて勧告等を行うことにより、省エネ性能のより高い住宅供給を誘導する

仕組みである。

現行制度においては、建売戸建住宅、注文戸建住宅、賃貸アパートの3区分をその対象としているが、今回の法改正により、大手事業者が供給する分譲マンションを対象に追加した（2023年4月施行）。

(b) 省エネ性能表示の推進 (図-3)

①制度の概要

国民や事業者にも省エネ対策の必要性などを理解してもらうなど、意識変化や行動変容を促すことが必要であり、既存建築物も含め、市場においてより省エネ性能が高い建築物が選ばれる市場環境の整備が急務となっている。このため、住宅・建築物を販売・賃貸する事業者に対して、表示する事項や表示の方法などの統一的なルールを国が定めた上で、これに従った表示が行われない場合に、国土交通大臣から事業者に対して勧告等の措置を講じることを可能とした（2024年4月施行）。

②対象となる事業者

販売業者（売主）、賃貸事業者（貸主）が表示の努力義務を負うが、販売業者・賃貸事業者から消費者にラベルが伝達するまでには、仲介事業者、賃貸管理事業者等の建築・不動産に関係する事業者、ポータルサ

イト事業者やコンバーター事業者といった情報伝達・広告を担う事業者も関わることとなる（図-4）。「建築物省エネ法に基づく建築物の販売・賃貸時の省エネ性能表示制度ガイドライン」が国土交通省のホームページに公開されており、各関係者が留意すべき事項等をまとめているため、参照されたい。

(3) ストックの省エネ改修

既存の住宅・建築物の省エネ性能の向上にあたっては、性能確認が容易ではないことや、新築時に比べ性能向上コストが高くなること、形態規制が障害となるケースがあるなどの課題がある。

このため、改修の際に規制上は増改築部分のみ省エネ基準適合を求めるなど、改修そのものを停滞させない仕組みと増改築における対象範囲の変更を予定している（図-5）。

また、省エネ改修を円滑化するための形態規制の柔軟な適用等も図ることとしている。例えば、屋根の断熱改修や屋上への再エネ利用設備の設置等により、建築物の省エネ化を推進する必要があるが、第一種低層住居地域等において、建築物の高さ制限等の上限近くで建築されている場合に、これらの制限に抵触し改修

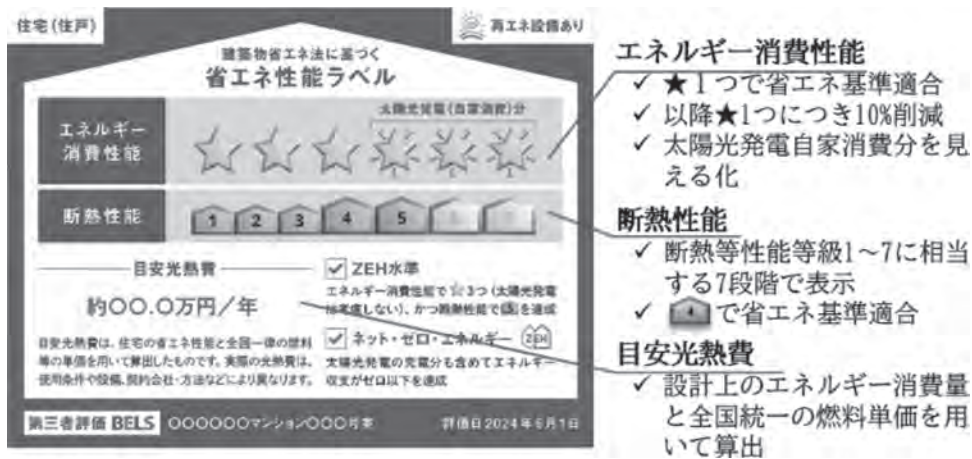


図-3 エネルギー消費性能表示制度の概要

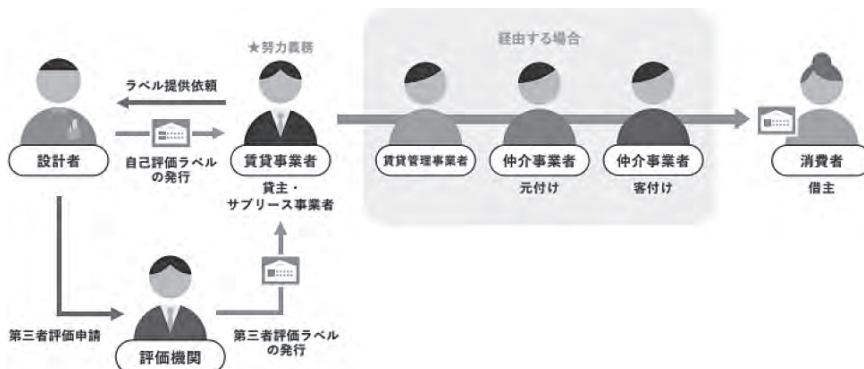


図-4 賃貸の場合のラベルの伝達イメージ

自体が困難となる場合がある。このため、省エネ改修等の工事に際して、建築物の構造上やむを得ない場合には、市街地環境を害しないものに限って、特定行政庁が個別に建築物の状況を判断した上で、最小限の範囲で高さの制限を超えることを可能とする制度を導入することとした。同様に、建蔽率や容積率に関して、構造上やむを得ない場合の特例許可を導入した（2023年4月施行）。

さらに、小規模かつ無担保で実行され、リスク管理が難しいリフォームローンは一般金融機関において取り組みにくく、特に省エネ改修に特化したローンは限定的であることから、住宅金融支援機構による省エネ改修融資を創設した（2022年9月施行）。

(4) 再エネ設備の導入促進（図一6）

建築物分野の中期目標の達成、カーボンニュートラルの実現のためには、太陽光、太陽熱、地中熱やバイオマスなどの再生可能エネルギーの利用を可能な限り

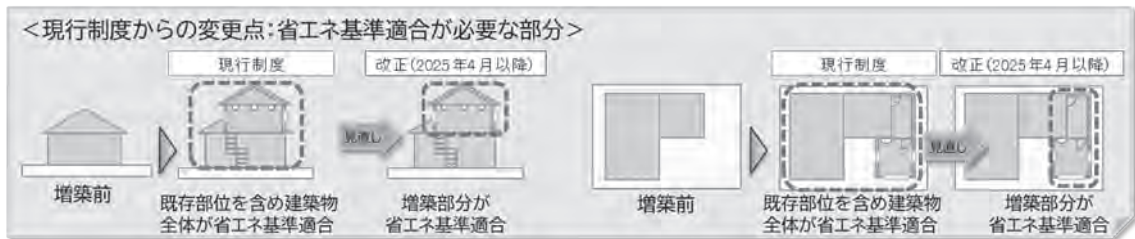
促進する必要がある。

このため今回の法改正では、再生可能エネルギーの導入ポテンシャルのあるエリアにおいて、地域の意識向上や市街地環境への配慮を図りつつ、地域の実情に応じた再エネ設備の導入等を促進するため、再エネ設備の導入が効果的な区域を市町村が定め、当該区域内において再エネ設備の導入効果等の説明義務を建築士に課すとともに、市街地環境を害しないことを個別に確認する前提で形態規制を合理化する仕組みを導入することとした（2024年4月施行）。

3. 全ての建築物への省エネ基準義務化

(1) 義務化対象（図一7）

基準適合義務の対象に、300㎡未満の小規模非住宅や住宅全体が拡大され、原則全ての新築及び増改築に対して適用される。2025年4月（予定）以降に着工するものが新制度の対象となる。なお、10㎡以下



図一5 増改築の場合の対象

計画区域内に適用される措置

建築士による再エネ導入効果の説明義務

- ・ 条例で定める用途・規模の建築物が対象
- ・ 建築主に対し、設置可能な再エネ設備を書面で説明

市町村の努力義務（建築主等への支援）

- ・ 建築主に対し、情報提供、助言その他の必要な支援を行う。（例：再エネ利用設備の設置に関する基本的な情報や留意点）

建築主の努力義務（再エネ利用設備の設置）

- ・ 区域内の建築主に対し、再エネ利用設備を設置する努力義務

形態規制の合理化

- ・ 促進計画に定める特例適用要件に適合して再エネ設備を設置する場合、建築基準法の形態規制について特定行政庁の特例許可対象とする

【特例許可の対象規定（建築基準法）】

- ・ 容積率・建蔽率
- ・ 第一種低層住居専用地域等内や高度地区内における建築物の高さ

図一6 再生可能エネルギー利用促進区域制度の概要

<現行制度からの変更点>

	現行制度		2025年4月以降	改正（2025年4月以降）	
	非住宅	住宅		非住宅	住宅
大規模（2000㎡以上）	適合義務	届出義務	→	適合義務	適合義務
中規模（300㎡以上）	適合義務	届出義務		適合義務	適合義務
小規模（300㎡未満）	説明義務	説明義務		適合義務	適合義務

図一7 省エネ基準適合義務化対象

の新築・増改築や駐車場，歴史的建造物や文化財，仮設建築物などについては，この基準適合義務制度の適用除外となる。

また，建築基準法における新3号建築物として，建築確認の審査省略となる面積 200 m² 以下の木造平屋建てについては，適合義務の対象になるが，省エネ適判手続きは対象外となるのでご留意いただきたい。

(2) 省エネ基準適合の確認方法

省エネ基準への適合を確認するためには，エネルギー消費性能適合性判定（省エネ適判）を受ける方法と，仕様基準に基づき外皮性能及び一次エネルギー消費性能を評価する方法(住宅のみ)の2つの方法がある。

省エネ適判を受ける場合，所管行政庁又は国土交通大臣の登録を受けた建築物エネルギー消費性能判定機関（省エネ適判機関）において判定を受け，適合判定通知書の発行を受ける。その後，この適合判定通知書又はその写しを，建築確認申請を行っている機関等へ提出する。

仕様基準を用いる場合は，省エネ適判が不要となり，建築確認において，省エネに係る事項も含めて申請することで，一体的に確認を受けることとなる。

(3) 省エネ基準（義務基準）・誘導基準の水準 (図-8)

省エネ基準は，住宅は一次エネルギー消費量基準と外皮基準から，非住宅は一次エネルギー消費量基準で

構成されており，最低限確保しなければならない「義務基準」と，目指すべき水準としての「誘導基準」がある。

一次エネルギー消費量基準は，設計一次エネルギー消費量を基準一次エネルギー消費量で除した BEI 値（ビーイーアイ値，Building Energy Index）という指標で評価する。外皮基準は，外皮平均熱還流率 UA 値（ユーエー値），冷房期の平均日射熱取得率 η AC 値（イータエーシー値）という指標で評価する。住宅の省エネ基準（義務基準）のうち，一次エネルギー消費量基準は 1.0，外皮性能基準は全国を 8 つに分けた地域に応じて異なる基準値を設定している。

非住宅の省エネ基準（義務基準）は，大規模 (2,000 m² 以上) では用途に応じた異なる基準値 (0.75 ~ 0.85) に 2024 年 4 月から引き上がる。それ以下の規模では 1.0 と設定している。

(4) 適用開始時期 (図-9)

省エネ基準適合義務制度は，2025 年 4 月以降に「工事に着手する」ものから適用される。

「2025 年 4 月以降に工事に着手する建築物」から基準適合の適用対象となるため，2025 年 3 月までに確認済証の交付を受けていても，着工が 4 月以降となる場合，基準適合義務の対象となる。この場合，完了検査において省エネ基準適合を確認することになる (図-9 の左上図)。

2025 年 3 月までに建築確認申請をしたが，3 月中に

【非住宅】	省エネ基準(義務基準)	誘導基準	【住宅】	省エネ基準(義務基準)	誘導基準
一次エネ基準 BEI	1.0 ⇨ 1.0 or 0.75/0.80/0.85	0.6・0.7 (用途に応じて設定)	一次エネ基準 BEI	1.0	0.8
外皮性能基準 PAL*	-	適用 (1~8地域、用途等に応じて異なる設定)	外皮性能基準 UA, ηAC	適用 (1~8地域に応じて異なる設定)	

図-8 省エネ基準・誘導基準の水準

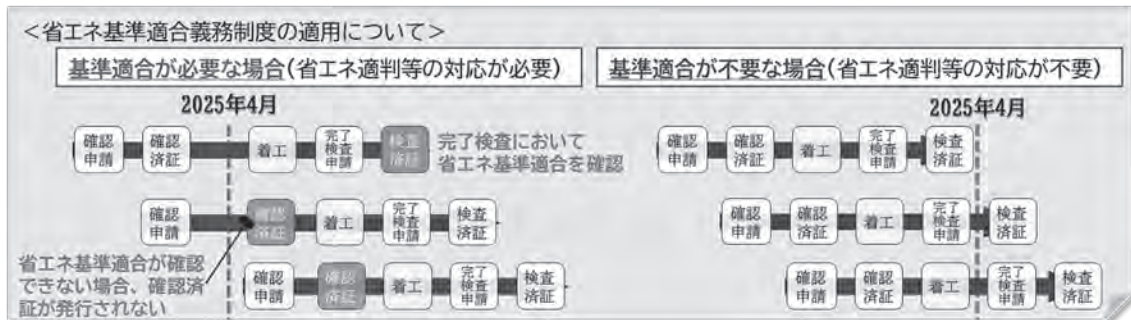


図-9 省エネ基準適合義務の適用条件

確認済証が交付されない場合は、確認済証の交付前に追加的に省エネ基準適合を確認することとなる。省エネ基準適合が確認できない限り確認済証が交付されず、着工できなくなる（図9の左中図）。

2025年4月以降に工事着手が見込まれる場合は、法施行前から予め省エネ基準に適合した設計としておくことが必要となる。また、確認申請から確認済証の発行までの間は、一定の審査期間が必要となる。特に、2025年3月には申請が殺到することも考えられ、通常より審査に時間を要することが想定される。2025年3月中の着工を予定する場合は、相当の余裕をもって確認申請をしていただきたい。

4. おわりに

2050年カーボンニュートラルに向けて、住宅・建築物分野における省エネ対策の強化は不可欠であり、取組の相乗効果として国民の住生活の質の向上・健康長寿命化にも資するものである。

まずは、2025年4月に予定されている原則全ての新築住宅・非住宅の省エネ基準への適合義務への対応に向けた十分な備えをお願いしたい。また、2030年までには義務基準のZEH・ZEB水準への引き上げも予定されており、今からZEH・ZEB水準の省エネ性能確保に向けた取組を始めることも期待されている。

JCMA

[筆者紹介]

国土交通省 住宅局参事官（建築企画担当）付



木材で耐火被覆した鋼管柱の耐火性能

T-WOOD[®] TAIKA の開発

馬場重彰・梅森 浩・加藤 圭

脱炭素社会の実現、国内林業の活性化および健全な森林の育成のために国産木材の利用が促進されており、木材を建築構造物に利用することで、木材の需要拡大に大きく貢献できる。

本稿では、弊社開発の T-WOOD[®] TAIKA シリーズの一つである木材と鋼材を組み合わせた鋼管柱の概要を記述する。①木材による座屈補剛効果を備えたハイブリッド鋼管柱、②木材による簡易施工可能な準耐火構造鋼管柱、これら2種類の鋼管柱の耐火性能の把握を目的として、載荷加熱実験を実施した。その結果、ハイブリッド鋼管柱に関しては1時間の耐火性能、木材で簡易に被覆した鋼管柱では45分間の準耐火構造を確認した。

キーワード：集成材、鋼管柱、耐火性能、座屈、載荷加熱試験

1. はじめに

脱炭素社会の実現、国内林業の活性化および健全な森林の育成のために国産木材の利用が促進されており、木材を建築構造物に利用することで、木材の需要拡大に大きく貢献できる。また、「脱炭素社会の実現に資するための建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が改正され、公共建築物に加え民間の一般建築物にも本法律の対象が拡大されたことにより、木材の更なる利用拡大が期待される。

このような背景の中、木材を建築構造物に利用する技術として、鋼材と木材を組み合わせる部材が開発されている。「耐火構造」部材を中心として、鉄骨部材に木材を被覆する工法^{例えば、1)}、薬剤含浸処理した単板積層材(LVL)を被覆材に使用する工法²⁾、コンクリート充填鋼管構造柱の熱容量を活用して木材により耐火被覆をする工法³⁾などが開発されている。

筆者らは鋼管柱に木材を利用する技術として、①木材による座屈補剛効果を備えたハイブリッド鋼管柱(以降、ハイブリッド鋼管柱)、②木材による簡易施工可能な準耐火構造の鋼管柱(以降、準耐火鋼管柱)を開発した。

ハイブリッド鋼管柱は、角形鋼管の外周に耐火被覆(けい酸カルシウム板)、更にその外周に集成材を設置する断面形状である。集成材には常温時における座屈補剛効果を期待しており、鋼管柱の長期許容荷重を増大する事ができ、また火災時には燃え代層として鋼管

温度の上昇を抑制する役割もある。ハイブリッド鋼管柱の耐火性能を文献4)で報告しているが、今回、鋼管サイズのバリエーションを増やすために試験を実施した。また、準耐火鋼管柱は、木材に接着剤等を使用せずに木板をビスのみで簡易に施工できる工法である。

本法では、ハイブリッド鋼管柱および準耐火鋼管柱の載荷加熱実験結果を記述する。

2. ハイブリッド鋼管柱の耐火性能

(1) 試験計画

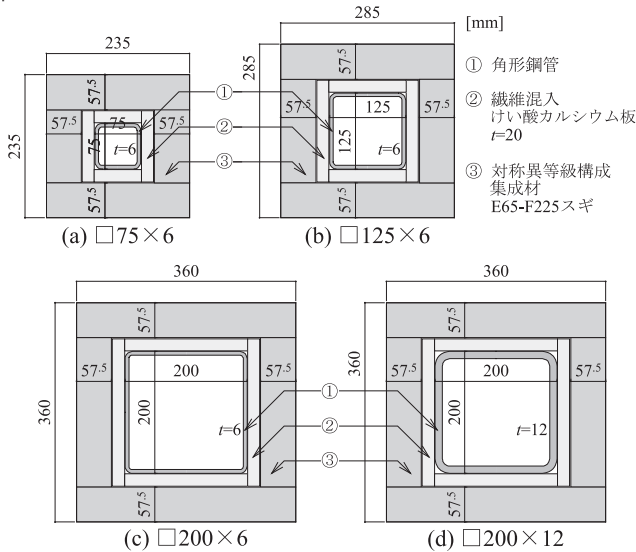
(a) 試験体

ハイブリッド鋼管柱の試験体一覧を表1に示す。試験変数は細長比であり(41.9~119)、試験体数は4体である。

試験体の断面形状を図1に示す。試験体断面は、軸部に□75 mm×6 mm、□125 mm×6 mm、□200 mm×6 mm、□200 mm×12 mmの角形鋼管(長さ3,300 mm)を使用し、その4周に厚さ20 mmのけい酸カルシウム板、更にその外周を集成材(厚さ57.5 mm)で覆っている。集成材の樹種はスギ(E65-F225)を用い、4枚の木板はレゾルシノール樹脂系接着剤で二次接着して一体化した。試験時の木材の含水率は10.1%、けい酸カルシウム板は3.8%であった。鋼材温度測定のため、1断面につき8箇所、試験体高さ方向には、□75×6では1断面、□125×6では2断面、□200では3断面に熱電対を設置した。

表一 1 ハイブリッド鋼管柱の試験体一覧

試験体名	鋼管柱				ハイブリッド柱			
	外形 [mm]	鋼管厚 [mm]	材質	細長比	長期許容応力度 [N/mm ²]	細長比	長期許容応力度 [N/mm ²]	長期許容応力度の割増率
□75×6	75	6	STK490	119.0	65.9	42.7	98.9	1.50
□125×6	125	6	STKR400	68.5	119.8	35.9	145.2	1.21
□200×6	200	6	STKR400	41.9	141.3	27.1	150.1	1.06
□200×12	200	12	STKR490	43.5	185.8	32.5	198.9	1.07



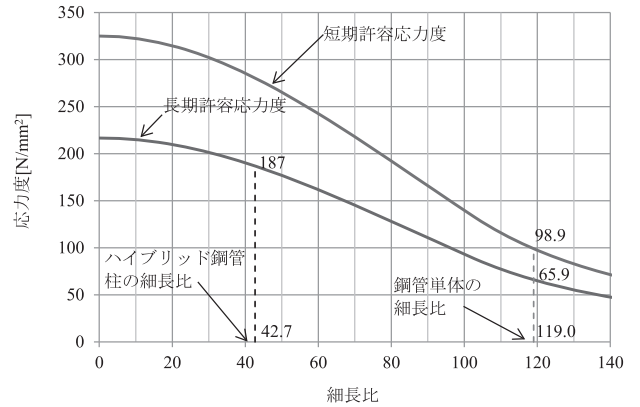
図一 1 ハイブリッド鋼管柱試験体の断面形状

(b) 荷重加熱・計測方法

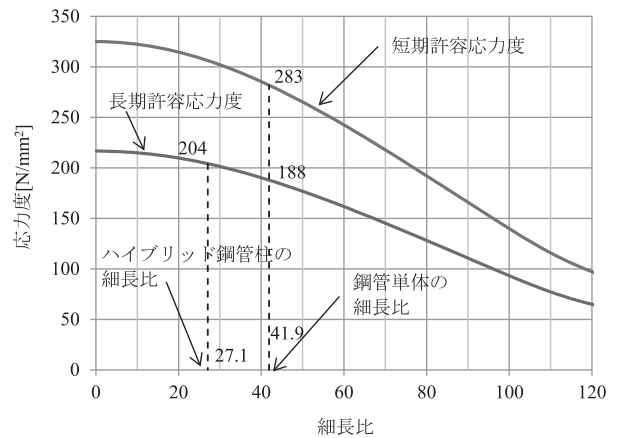
荷重加熱試験では、試験体の柱頭および柱脚に球座を設置し、所定の荷重を載荷後、ISO834の標準加熱曲線に準拠した加熱を1時間実施した。加熱終了後、木材の炎の消失が確認できるまで荷重を継続した。

試験体の集成材の樹種はスギであるが、ヒノキ(E95-F270)の曲げ剛性を採用した鋼管の細長比から算出した長期許容応力度に断面積を乗じて、荷重を算出した⁴⁾。□75×6試験体および□200×6試験体での細長比と許容応力度の関係を図一2, 3に示す。□75×6試験体では、鋼管単体の細長比は119, 集成材の座屈補剛効果を考慮したハイブリッド鋼管柱の細長比は42.7, 長期許容応力度は187 N/mm²であるので、鋼管単体の長期許容応力度の2.84倍となる。また、□200×6試験体では、鋼管単体に対するハイブリッド鋼管柱の比率は1.09であり、鋼管サイズの小さい方が、座屈補剛効果の大きい事が分かる。

なお、□75×6試験体でのハイブリッド鋼管柱の長期許容応力度は、鋼管単体の短期許容応力度を超えているため、ハイブリッド鋼管柱(□75×6)の長期許容応力度は、鋼管単体柱の短期許容応力度を上限とした。



図一 2 許容応力度と細長比の関係 (□75×6試験体)



図一 3 許容応力度と細長比の関係 (□200×6試験体)

(2) 実験結果

(a) 温度・軸方向変位結果

炉内温度結果を図一4に示す。加熱1時間後では集成材は脱落しなかった。加熱開始後、約90分後から炭化した集成材が炉内で燃焼したため、炉内温度は上昇した。炉内の温度上昇は、□75試験体より集成材量の多い□200試験体で大きくなった。また、全試験体とも、加熱開始後240分計測後に除荷した。

鋼管表面の最高温度結果を図一5に示す。板厚6mmの試験体では、加熱後60分頃から100℃の温度停滞が発生し、加熱後100分頃より再び温度上昇した。また、□200×6試験体の鋼管最高温度は□75×6

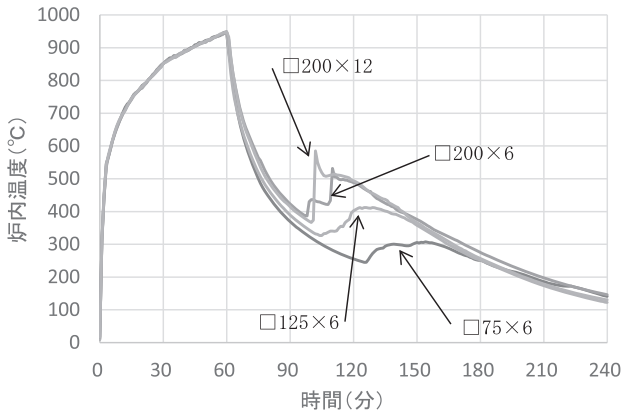


図-4 炉内温度結果

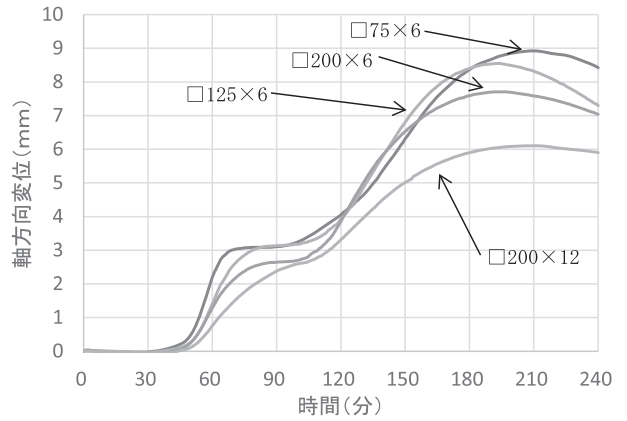


図-6 軸方向変位結果

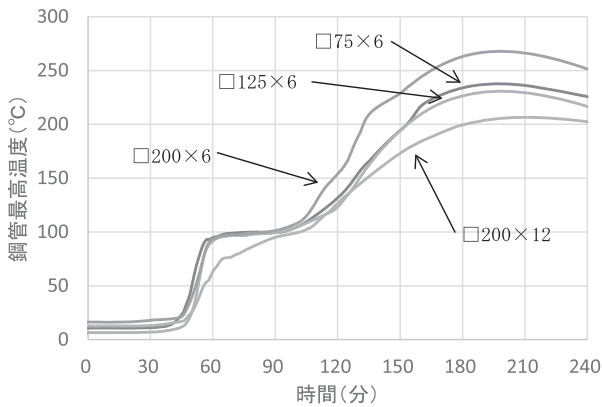
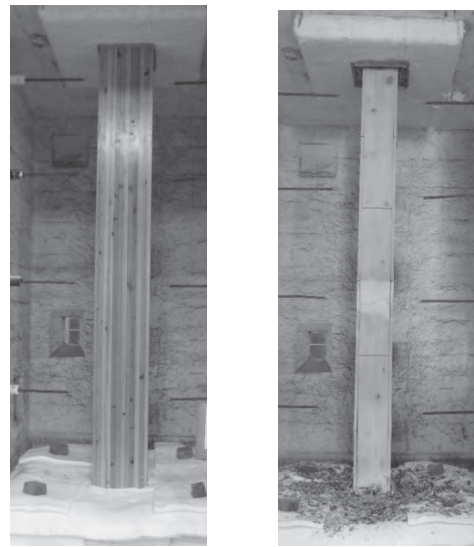


図-5 鋼管温度結果

および□125×6 試験体より高くなった。これは、上述の炉内温度の影響のためである。板厚が12 mmの□200×12 試験体では、100℃の停滞が明瞭には現れなかった。最高温度は、□200×6 試験体が最も高く、□200×12 試験体が最も低い結果となった。鋼管温度は、加熱開始後200分～210分にピークに達し、その後は下がった。

軸方向変位結果を図-6に示す。鋼管柱は膨張（伸び）を示し、鋼管温度とほぼ同様の傾向を示した。板厚6 mmの試験体では、加熱後60分頃から伸び量が停滞し、100分頃から再び伸びを示した。軸方向変位も、加熱開始後200分～210分にピークに達し、その後、収縮に転じた。

実験前後の□200×6 試験体の状況を写真-1に示す。加熱100分頃より集成材が脱落し、試験体の柱脚で燃焼していた。燃え尽きによる消炎を確認した上で載荷荷重を除荷し、実験を終了した。実験後の試験体は、集成材は全て脱落し、けい酸カルシウム板が露出していた。けい酸カルシウム板で、耐火性能に影響を及ぼすような目地開きなどは確認されなかった。これらの状況は、全試験体で同様であった。



(a) 実験前の試験体 (b) 実験後の試験体
写真-1 実験前・後の試験体 (□200×6 試験体)

(b) ハイブリッド鋼管柱の座屈温度の検討

鋼管柱の座屈温度について検討する。試験体の崩壊時には、集成材は脱落しており座屈補剛効果は見込めない。よって、鋼管柱単独で載荷荷重に抵抗する事となる。そこで、文献4)と同様に、接線係数理論により、座屈が生じる弾性係数または接線係数を求め、座屈破壊温度を検討した。鋼構造耐火設計指針⁵⁾に示されている応力度とひずみの関係に基づき計算した結果を表-2に示す。座屈破壊温度は、□75×6 試験体で416℃、□125×6 および□200 試験体では約300℃～310℃あったが、試験体の最高温度は207℃～268℃であった。

(3) 実施適用状況

大宮区役所は、地上6階、地下1階、塔屋1階の鉄骨造建物である。用途は、庁舎、図書館、物販店舗である。

表一 2 ハイブリッド鋼管柱の試験結果一覧

試験体名	座屈が生じる 弾性係数もしくは 接線係数 [N/mm ²]	接線係数理論 から求めた座 屈破壊温度 [°C]	実験での 最高温度 [°C]
□ 75 × 6	141,903	416	238
□ 125 × 6	69,032	309	231
□ 200 × 6	26,700	299	268
□ 200 × 12	38,134	310	207

本ハイブリッド鋼管柱を大宮区役所図書館に実施適用した。実施適用状況を写真一 2 に示す。

公共建築物において地元産の木材を本ハイブリッド鋼管柱に活用することで、地域振興を図るとともに、市民から親しまれる木質感がある落ち着いた空間を実現した。



写真一 2 ハイブリッド鋼管柱の実施適用事例

3. 準耐火鋼管柱の耐火性能

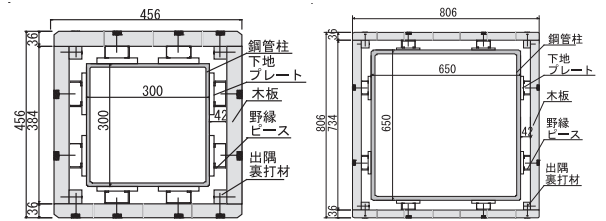
(1) 試験計画

準耐火鋼管柱の試験体一覧を表一 3 に示す。試験変数は鋼管サイズである。鋼管サイズごとに各 2 体、試験体数は計 4 体とした。

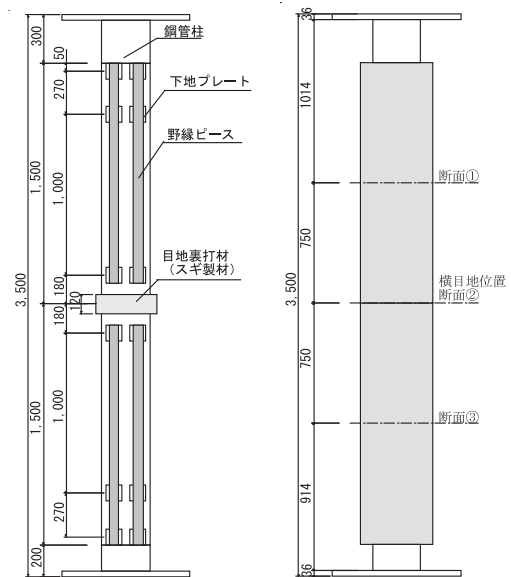
試験体の形状寸法を図一 7 に示す。角形鋼管は□ 300 × 300 × 6 (STKR490), □ 650 × 650 × 16 (SN490B) とした。木板 (被覆材) はスギ (E65-F225) のラミナをイソシアネート系接着剤で貼り合わせた厚さ 36 mm の集成材とした。厚さ 12 mm のプレートを鋼

管柱に溶接し、そのプレートに C-60 × 30 × 10 × 1.6 の野縁ピースを点溶接し、この野縁ピースに木板をビスで留め付けた。鋼管柱表面と木板との距離は 42 mm とした。また、木板同士も接着剤を使用せずにビスのみで留め付け、木板接合部 (出隅部) には同じ木材樹種で裏打材を設置した。試験体の高さ方向には、木板を 2 分割して試験体中央に横目地を設け、横目地位置にも同じ樹種の裏打材を設置した。

試験時の木材の含水率は、□ 300 試験体で平均 6.7%, □ 650 試験体で平均 7.2% であった。鋼管柱の温度測定のため、同一断面で計 8 箇所、試験体高さ方向 3 断面に熱電対を設置した。温度測定断面位置は、水平目地位置 (断面②) および断面②から上下に 750 mm ずらした位置とした (上側を断面①, 下側を断面③)。



□ 300 試験体(断面①・③) □ 650 試験体(断面①・③)



□ 300 試験体の下地材図 □ 300 試験体の立面図

図一 7 準耐火鋼管柱試験体の断面形状

表一 3 準耐火鋼管柱の試験体一覧

試験体名	鋼管柱					
	外形 [mm]	鋼管厚 [mm]	鋼種	細長比	長期許容応力度 [N/mm ²]	載荷荷重 [kN]
□ 300-1	□ 300 × 300	6	STKR490	29.7	201.7	2,072
□ 300-2						
□ 650-1	□ 650 × 650	16	SN490B	13.7	213.4	8,378
□ 650-2						

載荷加熱試験では、試験体の柱頭および柱脚に球座を設置して所定の荷重を載荷後、その荷重を保持した状態でISO834標準加熱曲線に準拠した加熱を実施した。試験体が載荷荷重を支持できなくなるまで、加熱を継続した。

(2) 実験結果

実験結果を表一4に示す。荷重支持能力を喪失した崩壊時間は48分～54分、崩壊時の最高温度は632℃～712℃であった。実験後の鋼管柱試験体を観察すると、柱頭に局部座屈を確認できた。

炉内温度結果を図一8に示す。木板の燃焼により、全試験体とも加熱開始後5分頃から標準加熱曲線より炉内温度は高いが、概ね加熱終了まで炉内温度を制御できていた。

鋼管柱試験体の断面①での平均温度結果を図一9に示す。□300試験体では加熱開始42分頃、□650試験体では加熱後38分頃から鋼管温度が急激に上昇した。これは、高温によりラミナ間の接着力が弱くなったためにラミナが脱落し、鋼管柱の表面が直接高温に曝される状況となったためである。木板（ラミナ）脱落前の鋼管温度は100℃以下であったが、木板脱落後から鋼管柱温度は急激に上昇し、鋼管平均温度550℃～600℃程度で試験体は崩壊した。□650試験体は□300試験体より木板の脱落が数分早かったため、温度

上昇が早くなった。また、水平目地位置（断面②）での鋼管平均温度は223℃～316℃であり、断面①の温度より低い結果となった。

軸方向変位結果を図一10に示す。加熱開始後、試験体は熱膨張により伸び、鋼管温度と同様に、加熱開始後約40分以降に急激に熱膨張し、崩壊直前に収縮へと転じて荷重支持能力を喪失した。

実験前後の試験体（□300-1）の状況を写真一3に示す。実験後、ほとんどの集成材は脱落しており、鋼管柱試験体の柱頭で局部座屈を生じていた。この試験体状況は全ての試験体で同様であった。

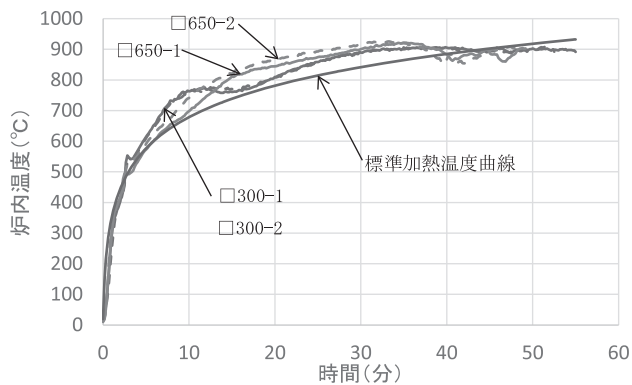
(3) 実施適用状況

OKI電気本庄工場H1棟は、地上2階、塔屋1階の鉄骨造建物である。用途は、精密機器・組立部品工場である。

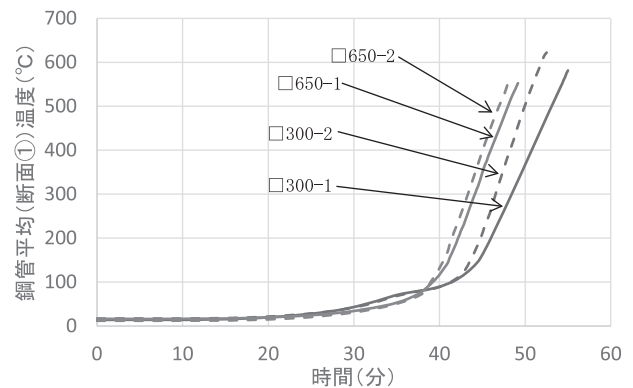
本準耐火構造柱を本建物のエントランスホールに実施適用した。実施適用状況を写真一4に示す。本準耐火鋼管柱を実施適用することで、地元の木材を有効活用すると共に、無味乾燥になりがちな生産施設の構成エリアに木の温かみを感じることができるウェルネス空間が実現できた。

表一4 準耐火鋼管柱の試験結果一覧

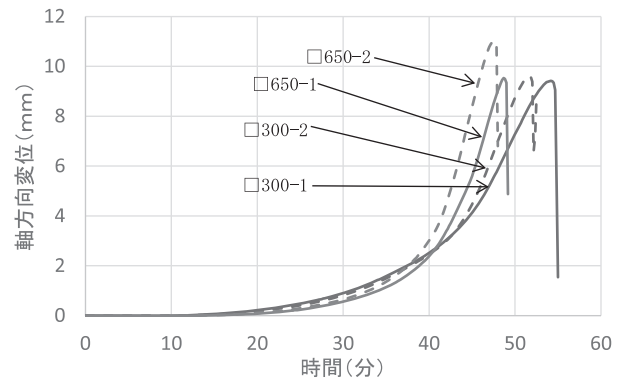
試験体名	崩壊時間 [分]	崩壊時の鋼管温度			
		最高温度 [℃]	断面① [℃]	断面② [℃]	断面③ [℃]
□ 300-1	54.83	687	581	223	160
□ 300-2	52.17	712	622	232	166
□ 650-1	49.17	676	552	278	384
□ 650-2	48.00	632	554	316	472



図一8 炉内温度結果



図一9 鋼管温度結果（準耐火鋼管柱）



図一10 軸方向変位結果（準耐火鋼管柱）



(a) 実験前の試験体



(b) 実験後の試験体

写真—3 実験前・後の試験体 (□300-1 試験体)



写真—4 準耐火鋼管柱の実施適用事例

4. おわりに

木材の利用促進を目的に、鋼管柱と木材を組み合わせる工法を開発し、耐火性能を確認した。その結果、ハイブリッド鋼管柱に関しては1時間の耐火性能を、簡易に施工した木板被覆鋼管柱では45分間の準耐火構

造を有する被覆仕様を把握し、実建物に実施適用した。

今後、本技術を更に実建物へ実施適用するとともに、木材の更なる有効利用に対する様々な要求に応え、脱炭素社会の実現に貢献していく所存である。

JCMA

《参考文献》

- 1) 遊佐秀逸・増田秀昭・川合孝明・大貫寿文・上杉三郎・並木勝義：木質系構造の耐火性能に関する研究 その1 耐火構造の実験的確認方法，日本建築学会大会学術講演梗概集，A-2，pp.325-328，2003.9
- 2) 朴智秀・安井昇・藤田和彦・亀岡祐史・小宮祐人・李元羽・成田敏基：難燃薬剤処理 LVL を被覆材とした耐火構造柱の検討 その4 鉄骨造の耐火構造柱，日本建築学会大会学術講演梗概集，防火，pp.283-284，2017.8
- 3) 蛇石貴宏・花井厚周・西村俊彦・青木慧：2時間耐火性能を有する木被覆 CFT 柱に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集，防火，pp.211-212，2022.9
- 4) 道越真太郎・加藤雅樹・加藤圭・森田仁彦・坂口裕美・梅森浩・島村高平：角形鋼管を集成材で補剛したハイブリッド部材の耐火性能，日本建築学会大会学術講演梗概集，防火，pp.309-310，2018.9
- 5) 日本建築学会：鋼構造耐火設計指針，2017

【筆者紹介】

馬場 重彰 (ばば しげあき)

大成建設㈱

技術センター 都市基盤技術研究部 防災研究室

火災安全チーム

チームリーダー



梅森 浩 (うめもり ひろし)

大成建設㈱

設計本部 先端デザイン部 木質建築推進室

室長



加藤 圭 (かとう けい)

大成建設㈱

技術センター 都市基盤技術研究部 構造研究室

木・鋼チーム

主任研究員



高所作業車キーレスシステムの開発

鍵及び点検の管理業務削減を目指した取り組み

福田 優輝・吉田 真悟

建設現場では、足場の代わりに使用する高所作業車の「鍵の管理」、「使用前点検の管理」に日々時間を要しており、これらの業務削減が課題となっていた。筆者らは、本課題に対し、高所作業車の鍵部分に取付けるキーレスデバイスとスマートフォンアプリによって鍵を解錠し、使用前点検管理を行える高所作業車キーレスシステムを開発した。開発の背景、システムの概要と特長、導入効果について紹介する。

キーワード：建築、生産性向上、高所作業車、デジタルキー、点検管理

1. はじめに

建設業界では、改正労働基準法による時間外労働の上限規制適用を2024年4月に控え、建設現場における現場管理者の労働生産性の向上、時間外労働の削減が急務となっている。こうした中で、労働生産性の向上や時間外労働の削減に期待されているのが、ICTを活用した取り組みである。建築工事においても、BIM (Building Information Modeling) や各種の現場向けクラウドサービスを活用して効果を上げる事例が増えてきている。

建築工事の現場において、最も利用されている建設機械の一つは高所作業車（以下、高車と呼ぶ）である。近年では、郊外の物流施設や都市部の再開発需要の高まりに伴い、足場の代わりに高車を利用する場面が増えている。大型施設の建築時には、数百台の高車を元請会社がレンタル会社より一括で借り受ける。元請会社の現場管理者は、複数の専門工事会社にこれらの高車を配車し、コストを抑えつつ円滑に工事が進むように管理する業務を行っている。大型施設においては毎日数時間を要する業務の一つとなっており、若手の現

場管理者が頭を悩ませる業務になっている。

現場管理者が実施している高車の管理業務は、①専門工事会社の利用予定調整、②高車の場所把握と利用者への周知、③利用状況把握および台数調整、④鍵の管理、⑤使用前点検の実施管理などがあり、高車利用台数が多いほど、管理業務時間が膨れ上がる傾向にある。これまでに筆者らは、これらの業務のうち、①から③の業務を対象に業務時間削減・コスト削減を実現するICTツールとして、屋内位置認識技術を用いた高所作業車管理アプリ（以下、高車管理アプリと呼ぶ）を開発し^{1), 2)}、35社を超えるゼネコン、設備サブコンの全国の現場に水平展開してきた。本報では、これまでデジタル化の対象としてこなかった④、⑤の業務を対象として、新たに開発した高車キーレスシステム（以下、本システムと呼ぶ）について、システムの概要と特長、導入効果を紹介する。

2. 本システムの概要

本システムの全体像を図-1に示す。本システムは、建設現場への搬入前にレンタル会社の整備拠点等

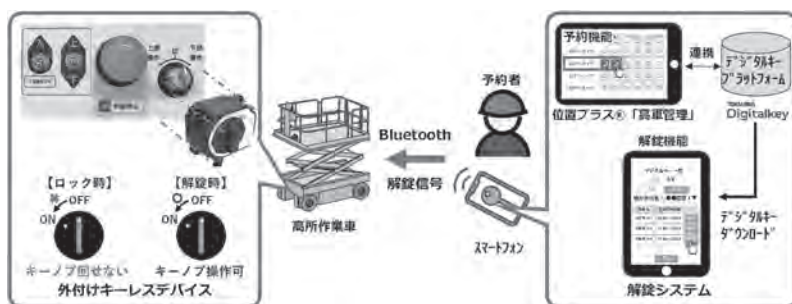


図-1 高所作業車キーレスシステム概要

で高車の鍵部分に被せるようにして予め取付ける「外付けキーレスデバイス」と、建設現場内で高車管理アプリの予約機能と連動して、スマートフォンからBluetoothの解錠信号を送信できる「解錠システム」で構成される。ユーザーは、高車管理アプリを通じて使用する高車の日時予約を行い、使用前に自身のスマートフォンのアプリに当該高車の「デジタルキー」をダウンロードする。高車の鍵部分は予め取付けられた外付けキーレスデバイスによってロックされており、ユーザーのスマートフォンからのBluetooth通信により、正しいデジタルキーを受け付けると、ロックが解除される仕組みとなっている。

(1) 外付けキーレスデバイス

外付けキーレスデバイスの実際の取付け状況を図-2に示す。外付けキーレスデバイスは、高車の鍵が挿さった状態で、そのキーシリンダー部分に上から被せて鍵の回転を制御する部品（部品①）と、単三電池4本と制御用基板を内蔵し、部品①に電源と制御信号を送る部品（部品②）の2つの部品とそれらをつなぐハーネスで構成されている。

高車のメーカーの違いにより、キーシリンダーの種類や周辺形状、ON/OFFの位置等が異なるため、部品①は台座やノブの形状を変えたものを数パターン製造して、違いを吸収する仕様としている。表-1に示す4メーカー17車種の高車に対し、後付けで取付け、適用が可能であることを確認している。

部品①は、施錠状態時にはOFF位置からON位置にノブを回転できないようにする内部のロック機構を有する。部品②の制御用基板が正当なデジタルキーの

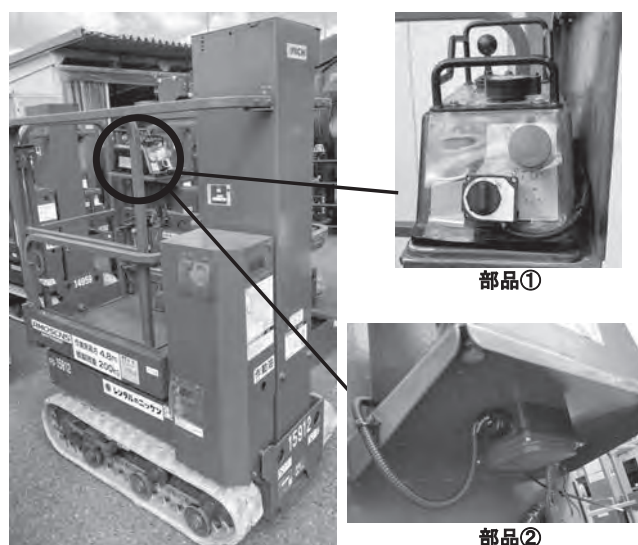


図-2 外付けキーレスデバイス取付け状況

Bluetooth信号を受信すると、部品①に解錠信号を送り、ロックが解除され、鍵をON位置へ回転できる解錠状態となる。また、部品①の内部センサーにより、ノブをOFF位置に回転して15秒経過するとロックが作動して施錠状態となる。

(2) 解錠システム

解錠システムは、前述した高車管理アプリとデジタルキーサービスを連動させることにより実現している。デジタルキーサービスは、鍵の施解錠を制御する「デバイス」と、そのデバイスを施解錠できる「デジタルキー」をサーバーとスマートフォンアプリ等の組合せでユーザーに提供するサービスで、近年では自宅やオフィスの鍵、カーシェア用自動車の鍵等に利用されている。本システムは、東海理化電機製作所が提供するサービスを活用している³⁾。

解錠システムの概要を図-3に示す。ユーザーは、自身のスマートフォンに高車管理アプリと連動する専用アプリ（位置プラス Base）をダウンロードし、高車管理アプリを通じて使用する高車の日時予約を行う。次に、ユーザーが、当該高車を使用する前日または当日に高車管理アプリにて「デジタルキーのダウンロード」ボタンを押下すると、当該高車に取付けた外付けキーレスデバイスのデジタルキーがサーバーから発行され、スマートフォンの専用アプリにダウンロードされる。最後に、専用アプリの当該高車の「解錠」ボタンを押下すると、スマートフォンから外付けキー

表-1 適用高車一覧

メーカー	高さ性能 (m)	タイプ
AICHI	3.8	タイヤ
		クローラー
	4.5	タイヤ
		クローラー
	4.8	タイヤ
7.9	クローラー	
北越工業	4.5	タイヤ
		クローラー
	建トウン	
6.1	クローラー	
9.9	タイヤ	
GENIE	3.8	クローラー
	5.8	タイヤ
	6.1	タイヤ
	9.8	タイヤ
JLG	5.8	タイヤ

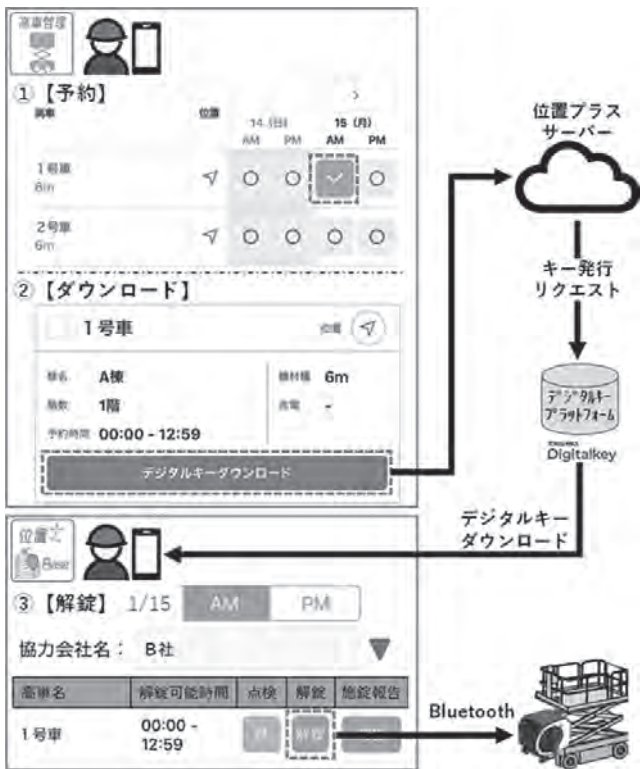


図-3 解錠システムの概要

レスデバイスに向けて Bluetooth 信号が発信される。この信号を外付けキーレスデバイスが受信することで解錠が行われる。

3. システムの特長

(1) 安価に提供するための工夫

高車の鍵の施解錠を制御するためのデバイスを、レンタル会社が保有している既存の高車に簡単に取付けられる外付け方式とした。レンタル会社の整備拠点等において事前に電機系統への接続のための工事を行う必要がなく、10分程度で簡単に取付け・取外しができる。レンタル会社整備拠点での作業費・工事費は、結局のところ元請会社向けのレンタル費に転嫁されるため、簡単に取付け・取外しできる仕組みとした。外付けデバイス自体も、ノブの回転をロックするのみの必要最小限の機能に絞ること、および台座やノブ以外の部品を共通化することでコストを抑えており、安価に提供するための工夫を凝らしている。

(2) 予約会社以外の使用を禁止できる

高車鍵を解錠するためのデジタルキーは、解錠システムの仕様により高車を予約した専門工事会社ユーザーのみがダウンロード可能とする制限を設けている。この制限によって、予約会社以外のユーザーが無

断で当該高車を解錠・使用できない仕組みとなっており、専用工事会社のユーザーに対して使用前に高車管理アプリでの予約を徹底させられる。

(3) 稼働履歴の確認が可能

ユーザーがスマートフォンの専用アプリで解錠操作を行い、外付けキーレスデバイスの解錠が成功すると、その解錠記録を高車管理アプリに蓄積する仕様となっている。高車管理アプリにて、この解錠記録を高車の「稼働データ」として用いることができ、予約に対して稼働した記録があるかどうかを現場管理者向けに提示することで、図-4のように予約したのに使用していない「空予約」の確認を行うことができ、高車の効率運用・台数削減をアシストできる。

(4) オフライン環境でも解錠可能

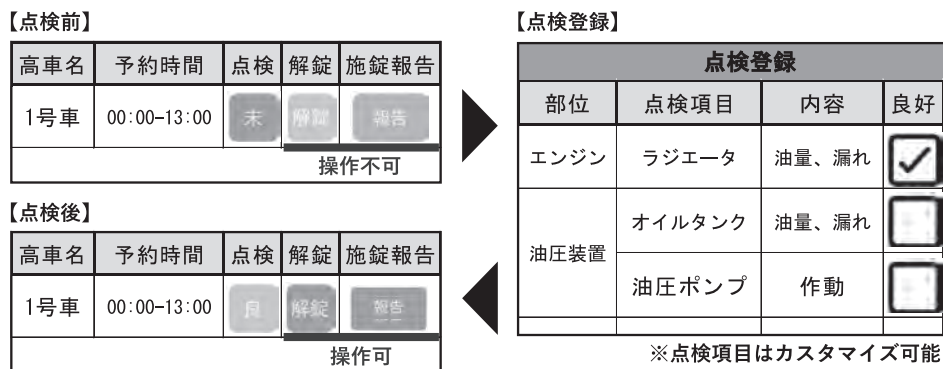
建設現場では、地下階や高層階などで携帯回線の電波が届かない場所があり、このような場所においても高車を利用する場合がある。本システムは、オンライン時に高車のデジタルキーを予めスマートフォンの専用アプリにダウンロードしておくことで、解錠操作はオフライン時でも実施できる仕様としている。ユーザーは、事務所や休憩所など、携帯回線の繋がる場所でデジタルキーを事前にダウンロードしておけば、携帯回線の電波が届かない地下階や高層階に存在する高車に対しても安心して解錠を実施可能である。

(5) 使用前点検の登録・管理が可能

本システムのリリースに合わせて開発した高車管理アプリの使用前点検機能の概要を図-5に示す。本機能は、スマートフォンの専用アプリにて、当該高車の使用前に点検項目を表示し、ユーザーが点検結果を登録する機能である。この新機能と本システムを連動させることで、使用前点検を実施しないと解錠操作ができないように制御することが可能となり、使用前点検の100%実施を実現により安全性の向上を図ることができる。また、紙の点検票の入れ替え業務や、抜き打ちでの点検実施有無の確認など、現場管理者の点検管理業務を削減することが可能となっている。

	1/10		1/11		1/12		凡例
	AM	PM	AM	PM	AM	PM	
1号車	🔒	🔒	🔒	🔒	🔒	🔒	予約・稼働あり
2号車	🔒	🔒	🔒	🔒	🔒	🔒	自社予約あり(稼働なし)

図-4 解錠データ



図一五 使用前点検機能の概要

4. 導入効果

本システムを複数の現場に導入し、元請や専門工事会社の現場管理者にその導入効果をヒアリングした。導入効果を表一2に整理して示す。安全性の面では、作業前点検を100%実施する状態を実現できるとの声が聞かれた。業務時間削減の面では、元請や専門工事会社の現場管理者の鍵の貸借管理時間について30時間（/週）、紙の点検票の交換時間がなくなり4時間（/週）の業務時間削減に繋がるとのことであった。コストの面では、稼働率確認により高車の効率運用・台数削減がアシストでき、高車管理アプリで予約のみを行っていたときに比べて更に10%程度の高車レンタルコストの削減効果が期待できるとのことであった。

表一2 導入効果

項目	成果
安全性	・作業前点検の100%実施状態を実現し、安全性を向上
付加価値	・工事担当および協力会社職長のカギ貸借・管理時間を30時間（/週）削減 ・工事担当の作業前点検表交換時間を4時間（/週）削減
コスト	・稼働率確認による適正台数管理にて高車台数を10%削減

5. おわりに

高所作業車キーレスシステムの開発の背景、システムの概要と特長、導入効果を紹介した。本システムの導入により、これまでの高車管理アプリで対象としてこなかった高車の鍵や点検の管理業務の業務削減が可能となり、更なる高車の効率運用・台数削減が可能となる。今後、高車管理アプリと合わせて、本システムを全国の建築工事の現場に水平展開することで、急務となっている建設現場の労働生産性の向上、時間外労働の削減に微力ながら貢献していきたい。

JICMA

【参考文献】

- 1) 松田, 吉田, 杉本: 屋内位置認識技術を用いた高所作業車管理アプリの開発, 建設機械施工, Vol.70, No.11, pp.37-41 (2018.11)
- 2) 吉田, 寺島: 若手職員の面倒な管理業務を削減する高所作業車管理アプリ, 空気調和・衛生工学, 第94巻, 第12号, pp.65-68 (2020.12)
- 3) 東海理化電機製作所プレスリリース (2021.2)
<https://www.tokai-rika.co.jp/topics/2020/210224.pdf>

【筆者紹介】



福田 優輝 (ふくだ ゆうき)
 (株)竹中工務店
 技術本部
 主任



吉田 真悟 (よしだ しんご)
 (株)朝日興産
 IoT推進事業部
 部長

コンクリート床仕上げ機械 「防音カバー付き電動ハンドトロウエル」の開発

中 川 啓太郎

コンクリート床仕上げ施工においては、エンジン式トロウエルが一般的に使用されている。この機械は、駆動時に燃焼ガスを排出することや、駆動時の発生音が多いなどの課題があった。今回この機械を電動化して、防音カバーを取り付けることにより、課題の解決を図ることができたので報告する。

キーワード：脱炭素、電動化、消音化施工、コンクリート施工

1. はじめに

昨今、世界的に脱炭素に向けた動きが活発化している。建設業界においても同様であり、施工時の脱炭素に向けた電動化や脱炭素を目指した建材の開発などが行われている。また、技能労働者の不足と高齢化に加えて、業界の魅力発信不足により新規入職者が減少している。これらの課題解決の一つとしてコンクリート床仕上げ作業に着目した。これまで一般的に使用されてきたエンジン式ハンドトロウエル（写真—1）は、作業時に燃焼ガスを排出するため、閉塞空間では換気が必要となり、エンジンの駆動音が近隣建物に悪影響を及ぼすという課題があった。この機械を電動化し、脱炭素と同時に閉塞空間での使用や騒音問題も解決することを考えた。これまでも電動化されたトロウエルは一部存在していたが、バッテリーの駆動時間が短く頻繁に充電する必要があることや配線が必要であったため（写真—2）、施工性が悪く、広く活用されていなかった。本報告では、トロウエルを電動化して、脱

炭素施工を実現するとともに、施工時の安全性向上や省音化施工を実現したので、開発の状況と実施内容について報告する。

2. 開発

(1) 電動化の対応

機械の電動化に際して運用面を考えると、コンクリート床施工時は時間的な制限が多く、継続的に機械を動かす必要があった。そこでトロウエルの電動化に際して、交換可能なバッテリーでの駆動を条件として検討した。その中で既存の機械に搭載しているエンジンと互換性があり、既存機械を大きく改造せずに搭載可能なパワーユニットを採用した。このバッテリーの駆動時間は30分～1.5時間（外気温等条件による）であり、充電時間は約1時間となっており、2～3個のバッテリーを活用することで作業に支障をきたすことなく、継続して施工することが可能となった。また、



写真—1 従来のエンジン式ハンドトロウエル



写真—2 配線が必要な電動機械

施工中にガソリンを補給するという作業をなくすことができた。

写真—3～6、表—1は、パワーユニットを搭載した電動ハンドトロウエルを製作し、従来のエンジン式ハンドトロウエルとの駆動音の比較を行った状況である。パワーユニットを搭載することで排気ガスが出ないため、脱炭素施工を実現することができたが、施工時の発生音に関しては、床を擦る際の音が支配的になり、電動化しても大きく変化がないということが分かった。

■空中での駆動音



写真—3 通常のハンドトロウエル（エンジン）
1 mでの測定で87.5 dB
20 mでの測定で74.9 dB



写真—4 電動ハンドトロウエル（モーター）
1 mでの測定で70.7 dB
20 mでの測定で58.5 dB

■床上での施工音



写真—5 通常のハンドトロウエル（エンジン）
1 mでの測定で96.4 dB
20 mでの測定で84.0 dB



写真—6 電動ハンドトロウエル（モーター）
1 mでの測定で96.8 dB
20 mでの測定で82.0 dB

表—1 発生音測定結果（床は施工中でなく、既存床）

	エンジン		電動	
	1 m	20 m	1 m	20 m
空中	87.5 dB	74.9 dB	70.7 dB	58.5 dB
床上	96.4 dB	84.0 dB	96.8 dB	82.0 dB

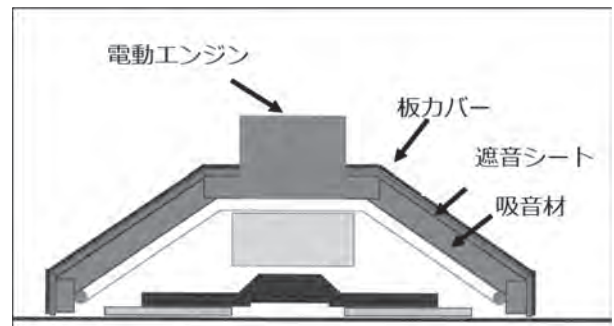
(2) 消音化の対応

消音化の実現に際して、さまざまな指標を参考にし、施工時の発生音を20 m離れたところで60 dB以下とすることを目標として設定した。

電動化により機械から排気ガスは出ないため、機械を専用のカバーで覆い、発生音を抑えることとした。

試作した防音カバー（図—1）を装着して施工したところ、コンクリート土間工より機械の使用時は床面を確認しながら施工したいとの意見があり、防音カバー側面に透明窓を追加するなどの改良を加えて完成した（写真—7）。

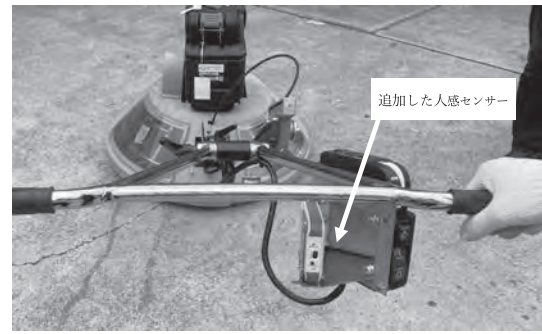
エンジン式トロウエル、電動トロウエル、電動トロウエル+防音カバー、電動トロウエル+防音カバー（下部隙間）において、施工時の発生音の確認を行った結果が写真—8、表—2である。機械から10 m離れた位置で60 dBまで発生音を落とすことができ、20 m離れたところで60 dB以下とするという目標を達成することができた。ただし、この発生音で実際に作業所で問題がないかどうかは都度確認が必要となる。



図—1 防音カバーイメージ



写真一七 完成した防音カバー



図一 二 安全装置設置状況



写真一八 発生音の測定状況

表一 二 測定した施工時発生音

機種	1mでの発生音	10mでの発生音
エンジン式トロウエル	約90db	約75db
電動トロウエル	約90db	約67db
電動トロウエル +防音カバー	約72db	約60db
電動トロウエル +防音カバー (下部隙間)	約81db	約60db

(3) 安全装置

トロウエルは床を仕上げるための回転体であり、起動時に機械を保持するハンドル部を離すとハンドル部が回転して不安全の状態となる。従来のエンジン式の機械はハンドル部にアクセルがあり、アクセルを離すと機械が停止する機構になっていた。今回の機械も同様の安全装置を搭載することを検討したが、電動化にあたり、アクセル式にするには大掛かりな変更が必要となるため、ハンドル部の前に操作者が立っているかどうかを検知する人感センサーを搭載した(図一 二)。これにより、ハンドル部を離した場合に、ハンドル部が少し回転すると、操作者が検知できなくなり、機械を停止することで安全な状態を確保することができた。

3. おわりに

以上の開発改善によって防音カバー付き電動ハンドトロウエルが完成し、脱炭素施工、消音化施工を実現した(図一 三)。また、地下やピットなど閉塞された空間での土間コンクリート施工では排気ガスが出ることなく、従来の施工より安全な施工を実現することが可能となった(写真一 九)。現在、レンタル会社を介して全国の建設現場にて展開している状況である。



図一 三 防音カバー付き電動ハンドトロウエル

電動ユニット	GXE2.0H
最大出力	1.8kw 3600r.p.m
バッテリー稼働時間	30分~1.5時間 (外気温等条件による) (バッテリーは交換制のため 長時間稼働可能)
充電時間	80分
寸法	L1860×W793×H690mm
重量	82kg



写真—9 作業所での活用状況



【筆者紹介】

中川 啓太郎（なかがわ けいたろう）
株竹中工務店
大阪本店 西日本機材センター 開発グループ
主任

J C M A



展示収蔵環境への包括的なアンモニア低減対策

美術館・博物館の早期開業に向けた取組み

矢野 慧一・富田 賢吾・田中 勲

文化財展示収蔵施設において、室内空気中の化学物質対策は重要な課題である。特に、躯体コンクリートから多量に放散するアンモニアの濃度低減対策は難しく、従来の単発的かつ場当たりの対策技術では十分な効果が得られてこなかった。そこで、各種対策技術を「化学物質対策の4原則」に整理し、施設ニーズ及び工事の進捗に合わせて包括的なアンモニア低減策を講じる取組みが注目されている。当報文では、建物竣工前に展示収蔵環境のアンモニア濃度を推奨値以下に低減し、美術館・博物館の早期開業を実現した事例における、アンモニア低減対策の具体的な取組みについて紹介する。

キーワード：展示収蔵環境，室内空気質，化学物質対策，アンモニア，コンクリート

1. はじめに

美術館・博物館などの文化財展示収蔵施設では、室内空気中の化学物質濃度の管理が必要とされる¹⁾。特に、コンクリートから放散されるアンモニアや、仕上材料からの有機酸、アルデヒド類など、さまざまな化学物質への対策は重要な課題である。表-1に、東京文化財研究所が定める化学物質ごとの室内推奨値を示す²⁾。この中でも、アンモニアは建築工事で大量に使用される躯体コンクリートに含まれ、長期間に渡って徐々に室内に放散する性質を有する。このため、化学物質対策を施さずに室内推奨値以下まで濃度を低減させる場合、施設の竣工から開業までふた夏（約2年）の「枯らし期間」を設けることが一般的であり、大きな機会損失が生じていた。この課題に対し、これまで種々のアンモニア低減対策技術が開発されてきたが、単発的かつ場当たりに適用されるケースが多く、十分な対策効果が得られていなかった。当報文で紹介する美術館建築工事では、各種対策技術を「化学物質対策の4原則」に整理し、施設ニーズ及び工事の進捗に合わせた包括的なアンモニア低減対策に取り組んだ³⁾。これにより、建物竣工前に展示収蔵環境のアンモニア濃度を推奨値以下に低減し、美術館・博物館の早期開業を実現してきた（図-1）。具体的な事例として、放散量の少ないコンクリートの選定支援、コンクリート躯体のアンモニア放散管理、室内濃度の測定管理、化学物質の観点での現場管理に関する取組みを紹介する。

表-1 展示収蔵環境における室内濃度推奨値

化学物質	室内濃度推奨値
アンモニア	30 ppb (22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下
酢酸	170 ppb (430 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下
ギ酸	10 ppb (19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下
ホルムアルデヒド	80 ppb (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下
アセトアルデヒド	30 ppb (48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 以下

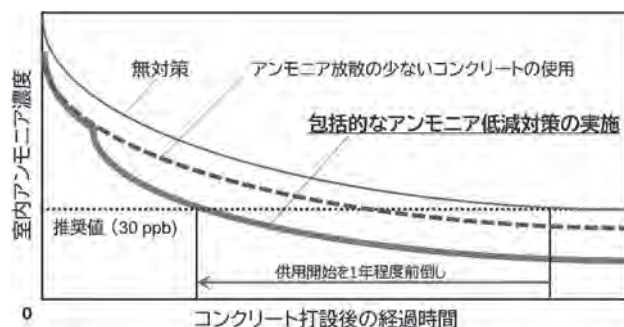


図-1 アンモニア低減対策による濃度推移のイメージ

2. 空気環境確保の方針

展示収蔵環境の室内推奨値達成に向けて定めた化学物質対策の4原則を表-2に示す。

「①放散させない」は、化学物質の放散源に着目した対策であり、コンクリート躯体のアンモニアに関しては、材料化学分析を通じた放散量の少ない材料の選定、表面へのウレタン吹付けによる物理的な放散抑制、吸着シートの施工による表面での化学的な放散抑制が挙げられる。

表一 2 化学物質対策の4原則

化学物質対策の4原則	アンモニア対策の具体例
① 放散させない	コンクリートの選定 ・化学分析による放散量の評価 コンクリートからの放散抑制 ・ウレタンの吹付け ・吸着シートの施工
② 除去する	コンクリートからの放散促進 ・散水養生・乾燥サイクル ・コンクリートへの送風・加温 室内空気中のアンモニア濃度低減 ・新鮮外気の取入れ、換気 ・ケミカルフィルタ処理
③ 測定管理する	定量評価 ・精密測定法、検知管法 定性評価 ・パッシブインジケータ法
④ 持ち込まない	導入外気のケミカルフィルタ処理 施工管理によるストックの最少化 収蔵物・備品のクリーニング

「②除去する」は、放散された化学物質の効率的な除去に着目した対策であり、コンクリート表面のアンモニア除去及び放散促進を目的とする散水養生・乾燥サイクル及び送風・加温、室内空気中のアンモニア濃度の低減を目的とする新鮮外気の取入れ、換気、加温、ケミカルフィルタ処理が代表的である。

「③測定管理する」は、目に見えない化学物質を可視化するために必須の対策である。室内濃度を数値として定量評価する精密測定法及び検知管法と、室内濃度が推奨値以下かどうかを簡便かつ定性的に判定するパッシブインジケータ法が一般的である。

「④持ち込まない」は、外部からの化学物質の持ち込みへの対策であり、導入外気のケミカルフィルタ処理、施工管理によるストックの最少化、収蔵物のクリーニングが行われている。

これらの4原則について、以降の章にて個別の取組み事例を説明する。

3. アンモニア放散量の少ないコンクリートの選定 (①放散させない)

コンクリートを構成する各材料（セメント、細骨材、粗骨材、混和剤）と、それらの配合計画に基づいて作製した模擬コンクリート試験体を用いて、短期材齢におけるアンモニア放散量を測定・分析した（写真—1左）。この分析データを数値解析することで、長期材齢におけるアンモニア放散量を推定し、総アンモニア放散量の少ない生コンクリート製造プラントを選定した。



(左) 測定状況、(右) 模擬コンクリート試験体
写真—1 アンモニア放散量の測定試験の様子

(1) コンクリート構成材料の測定分析

まず、コンクリートを構成する各材料のアンモニア放散量を測定した。アンモニアは、材料中に存在する含窒素化合物（各種アミン化合物など）の加水分解により徐々に放散する。このため、各材料に強アルカリ水溶液を添加することによって、アンモニアを強制的に放散させることができる⁴⁾。具体的には、各材料20gに対して0.1N水酸化ナトリウム水溶液を20mL添加し、30秒攪拌して試料を調製した。その後すぐに、清浄化した空気を流通させたガラス製のデシケータ内に試料を静置し、デシケータ内の空気を純水の入ったボトルに通過させ、放散したアンモニア成分を純水中に捕集した。捕集液中のアンモニウムイオン濃度はイオンクロマトグラフを使用して測定し、アンモニア放散速度 R_M (ng/g/h) 及びアンモニア放散量 A_M (ng/g) をそれぞれ式 (1) 及び式 (2) より算出した。

$$R_M = (C - C_0) Q / W \quad (1)$$

$$A_M = \int_0^t R_M dt \quad (2)$$

C : デシケータ通過後の空気中の濃度 (ng/m³)

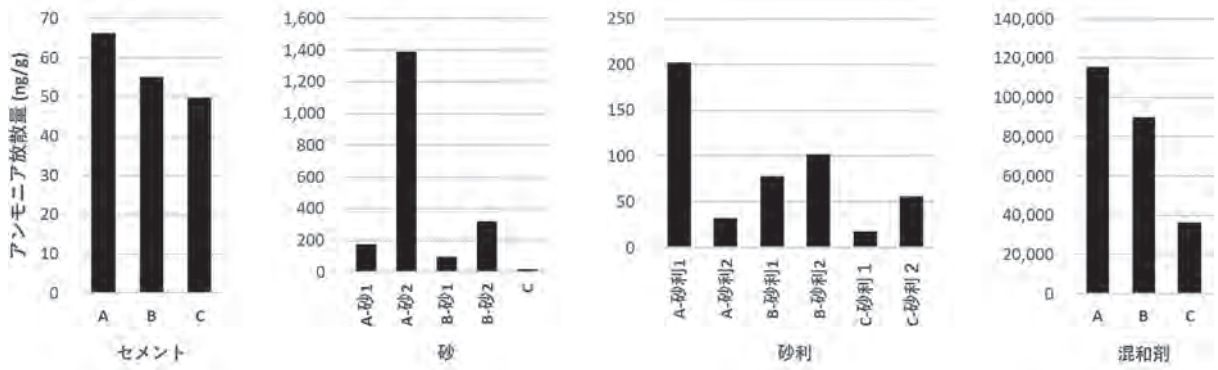
C_0 : デシケータ前（供給空気中）の濃度 (ng/m³)

Q : 単位時間あたりの通気量 (m³/h)

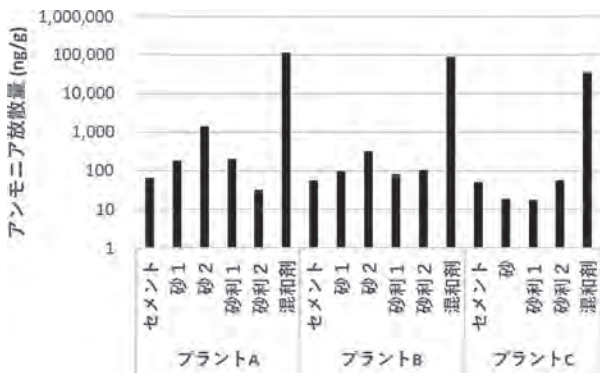
W : 試験体質量 (g)

t : 通気時間 (h)

実験的には、試料調製後の0～3時間、3～21時間、21～25時間の3回に分けてアンモニア成分を捕集し、得られた放散速度から放散量を算出し、その合計値として試料調製後25時間までのアンモニア放散量を得た。この値について、各材料種別におけるプラントごとの比較を図—2に、各プラントにおける材料ごとの比較を図—3に示す。図—2より、同じ材料種別であってもプラント間で用いる材料ごとに放散量に大きな違いが見られた。プラント間での放散量を比較すると、セメントでは1.5倍以内と比較的差が小さ



図一2 試料調製後25時間までの各材料におけるプラントごとのアンモニア放散量の比較



図一3 試料調製後25時間までの材料ごとのアンモニア放散量の比較

かったが、砂や砂利、混和剤は差が大きく、特にプラントAの砂2はプラントBの砂1の10倍程度、プラントCの砂の100倍程度の放散量であった。図一3より、いずれのプラントにおいても、単位重量あたりのアンモニア放散量は混和剤が最も大きかった。これらの結果は、採掘前の材料形成過程における大気や生物に由来する窒素含有物や、材料製造時に使用した化学薬品に由来する窒素含有物に起因すると考えられる⁵⁾。

図一3の結果及び表一3に示すコンクリートの配合表を用いて、コンクリート1m³あたりの材料ごとのアンモニア放散量 $A_{M,Con}$ (mg/m³) とその合計値 $A_{M,Tot}$ (mg/m³) をそれぞれ式(3)及び式(4)より試算した。

$$A_{M,Con} = A_{M,i} \times X_i \tag{3}$$

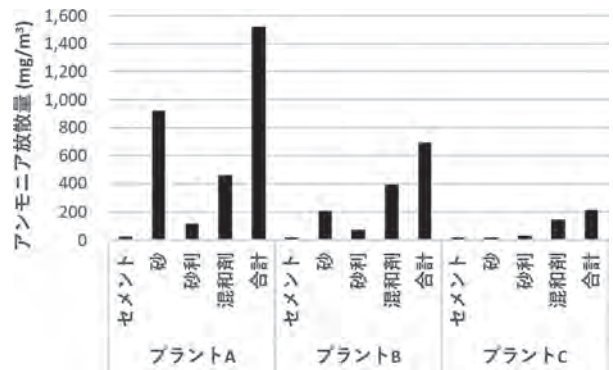
$$A_{M,Tot} = \sum (A_{M,i} \times X_i) \tag{4}$$

- i : セメント, 砂, 砂利, 混和剤
- $A_{M,i}$: 材料ごとのアンモニア放散量 (ng/g)
- X_i : 材料ごとのコンクリート配合量 (kg/m³)

この試算結果の比較を図一4に示す。コンクリート1m³あたりのアンモニア放散量の合計値は、少ない順にプラントC<プラントB<プラントAとなっ

表一3 コンクリートの配合表

プラント	単位量 (kg/m ³)						混和剤 (C×wt%)
	水	セメント	砂1	砂2	砂利1	砂利2	
A	182	334	269	627	532	354	1.2
B	185	353	354	530	520	348	1.3
C	184	360	871	-	435	435	1.2



図一4 コンクリート配合における材料からのアンモニア放散量と合計の比較

た。この結果を材料ごとに比較すると、セメント及び砂利に由来する放散量は小さい一方で、砂及び混和剤に由来するアンモニア放散量に大きな差が見られ、これらが合計値に大きく影響していることが分かった。以上の結果から、プラントCのコンクリートのアンモニア放散量が、他のプラントよりも少ないことが推定された。

(2) コンクリート試験体の測定分析

次に、各材料の測定値から算出したアンモニア放散順位の推定結果を検証するため、写真一1右に示すコンクリートの試験体を作製し、アンモニア放散速度を測定した。コンクリート試験体は、総体積150mLとなるように各プラントのコンクリート配合(表一3)に従って材料を秤量し、テフロンビーカーで練り混ぜ

たのち、清浄化した空気を流通させたガラス製のデシケータ内に静置した。材料測定と同様に、デシケータ内の空気を純水の入ったボトルに通過させ、放散したアンモニア成分を純水中に捕集したのち、イオンクロマトグラフを使用してアンモニウムイオン濃度を測定した。測定はコンクリート練混ぜ後3時間、18時間、24時間、2日、5日、7日、15日と材齢を追いながら、硬化とともに放散するアンモニアの放散速度($\text{mg}/\text{m}^3/\text{h}$)を式(1)より算出した。結果の比較を図-5に示す。

コンクリート試験体からのアンモニア放散速度は、いずれのプラントにおいても経過日数とともに顕著に減衰した。プラント間の比較では、材齢1日まではプラントCが最も小さく、その後プラントBが最小となったが、材齢15日ではプラントCが再び最小であった。コンクリート試験体の作製後24時間までのアンモニア放散量(mg/m^3)を式(2)より算出した結果を図-6に示す。アンモニア放散量が少ない順にプラントC<プラントB<プラントAであり、各材料から算出した合計値の順位(図-4)と同様であった。なお、図-4と図-6におけるアンモニア放散量の数値が5倍程度乖離している理由として、コンクリート試験体中で材料から放散したアンモニアは、試

験体の中を拡散した後に、ビーカー開口部の限定された表面から放散することが想定されるため、放散速度が小さくなったと考えられる。

(3) 測定分析データの数値解析

最後に、コンクリートから長期に渡って放散するアンモニアの総量の推定を試みた。材齢15日までのアンモニア放散速度の経時変化の実験値を用いて、既報の化学物質ガス発生モデル⁶⁾における二項指数関数モデルの式(5)により回帰式を求め、アンモニア総放散量の推定値 A_{Est} (mg/m^3)を式(6)より求めた。

$$R(t) = R_1 \exp(-k_1 t) + R_2 \exp(-k_2 t) \quad (5)$$

$$A_{Est} = \int_0^{\infty} R(t) dt \quad (6)$$

$R(t)$: 時間 t における放散速度 ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{h}$)

R_1, R_2 : 時間 $t = 0$ における放散速度 ($\text{ng}/\text{m}^3/\text{h}$)

k_1 : 材料表面からの放散速度の減衰定数 (1/h)

k_2 : 材料内部からの拡散による放散速度の減衰定数 (1/h)

本モデルは、アンモニア放散初期は材料表面からのガス脱着が支配的で、時間経過とともに材料内部からのガス拡散が支配的になると仮定しており、第一項は材料表面から脱着するアンモニアの放散速度の経時変化を、第二項は材料内部から拡散するアンモニアの放散速度の経時変化を記述している。回帰式より得られた総放散量の推定値を図-7に示す。これまでの結果と同様に、プラントAが最も多い結果となった。また、プラントBとプラントCは初期の放散の順位とは逆の順位となったが、その差は10%以下であった。この理由として、本モデルでは初期の放散よりも長期の放散が大きく評価されやすく、プラントCは初期から長期にかけての減衰が遅いと評価されたためだと考えられる。

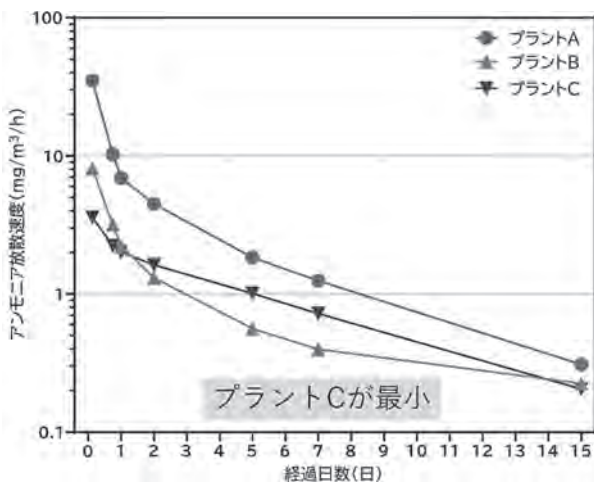


図-5 コンクリート試験体のアンモニア放散速度の比較

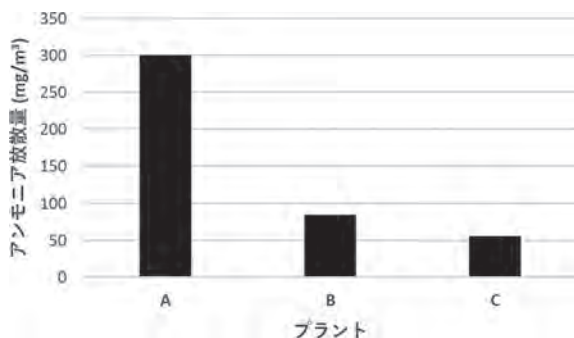


図-6 コンクリート試験体作製後24時間までのアンモニア放散量の比較

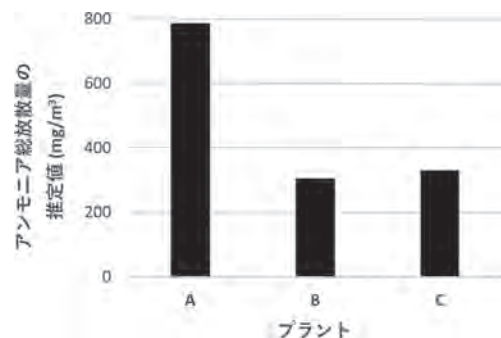


図-7 二項指数関数モデルによるコンクリート試験体の総放散量の推定値の比較

(4) まとめ

コンクリートの構成材料及び練混ぜコンクリート試験体のアンモニア放散量の測定分析を実施し、初期のアンモニア放散量はプラントCが最も少なく、次いでプラントBが少なく、プラントAが最も多い結果を得た。また、数値解析により求めた総放散量はプラントCよりプラントBの方が小さかったが、その違いは小さく、実際の室内空気質測定に影響を及ぼす可能性の高い初期放散速度が最も小さいプラントCが、アンモニアを「①放散させない」対策として適切なプラントであることが推定できた。実際の建築現場では温湿度や換気量が一定でなく、使用材料や現場作業により放散するアウトガスの影響で空気質が常に変化する。そのため、室内アンモニア濃度は工事進捗に合わせて定期的に空気質モニタリングを行い、状況に即した対策が必要となる。放散するアンモニア量が多い場合は、その対策が間に合わなくなり、室内濃度の推奨値以下に低減できないリスクが増加するが、本検討による低アンモニアコンクリートプラントの選定は、そのリスクを大きく下げることが可能となる。

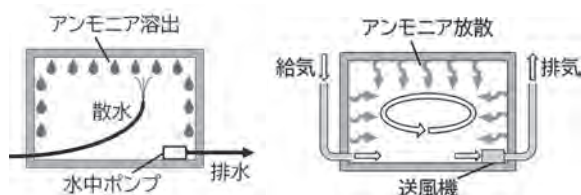
また、本報文では割愛するが、内装材についても同様の化学分析による材料選定が可能である。

4. コンクリート躯体のアンモニア放散管理 (②除去する)

躯体工事着手後は化学物質対策を複合的に実施した。図-8に、コンクリートからの放散促進及び室内空気濃度の低減の対策の様子を示す。

(1) コンクリートからの放散促進

コンクリートからのアンモニア放散は、コンクリート内部と室内空気のアンモニア濃度の差が大きいくほど促進され、小さいほど抑制される。一方で、放散されたアンモニアはコンクリート表面近傍に高濃度で分布するため、何も対策を施さないと濃度差が次第に小さくなり、放散が抑制されてしまう。このため、コンクリート表面近傍のアンモニア濃度を低減させることが重要であり、具体的な対策として、コンクリート打設



(左) 打設直後から4週目、(右) 5週目以降
図-8 コンクリートからの放散促進の様子

直後から4週目までは躯体の散水養生と乾燥を繰り返して実施した。散水養生・乾燥は、躯体コンクリートの密実性を高めつつアンモニア放散を促進する対策⁷⁾であり、散水により表面近傍のアンモニアを溶解・除去した後、乾燥によりコンクリート内部のアンモニア放散を促進した。

また、コンクリート温度がアンモニア放散に与える影響も大きいことで知られる⁸⁾。特に躯体工事の段階では空調設備が稼働しておらず、室内温度はほぼ外気温と同等になるため、寒冷地での躯体及び室内の温度管理は重要である。具体的には、電気式の仮設ヒーター及び送風機を用いて、室内を加温しながら換気を行うことで放散を促した⁹⁾。

(2) 室内空気の濃度低減

コンクリートから放散して室内に拡散したアンモニアは、物理的及び化学的な除去手法により濃度を低減した。

物理的な除去手法として、アンモニア濃度の低い新鮮外気の取入れによる換気を実施した。具体的には、コンクリート打設後の5週日以降に送風機と風管を導入し、新鮮外気を取り入れ換気することで室内のアンモニア濃度を低減させ、躯体からの放散を促進した。この際、新鮮外気の取入れ経路の確保、及び、低温外気による放散抑制には十分な注意が必要である。

化学的な除去手法として、ケミカルフィルタを用いたアンモニアの化学除去を実施した。ケミカルフィルタは主に活性炭に化学物質を添着したフィルタであり、アンモニア除去用途として酸性化合物を添着したものをを用いた。具体的には、対象室の仕上工事着手後にダクトファンと仮設ケミカルフィルタを導入し、部屋を閉め切って室内空気をケミカル処理することで、効率的にアンモニアを除去し躯体からの放散を促進した(図-9)。この際、吸気と排気がショートカットしないよう十分距離をとることが肝要である。

また、受電後は本設の換気設備による24時間換気と本設のケミカルフィルタも活用し、物理的・化学的除去手法の両面からさらなるアンモニア放散促進を実施した。

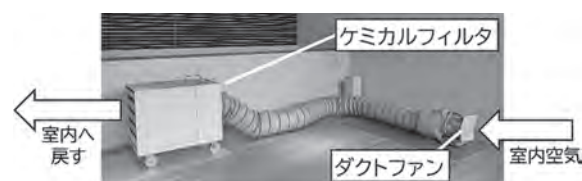


図-9 ケミカルフィルタの設置状況

5. 室内濃度の測定管理 (③測定管理する)

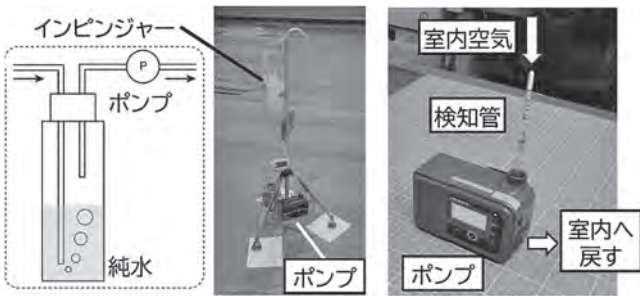
目に見えない化学物質を「見える化」するため、測定管理を定期的実施し、アンモニア低減対策の進捗度合いをグラフ化してリアルタイムに把握した。測定手法として、簡易手法であるパッシブインジケータを用いることが一般的ではあるが、数値的な把握が難しいため、数値比較可能な精密測定法と検知管法を併用した。測定管理の概要と様子を表-4及び図-10に示す。

(1) 精密測定法

精密測定では、美術館の全室における表-1の化学物質を対象とし、施工上のキーポイントで1~2か月おきに技術研究所の専門チームが実施した。実施手順として、測定計画の立案、機材準備、機材持ち込み、現地測定、機材片付け、化学分析、データ解析、結果

表-4 精密測定法と検知管法による測定比較

	精密測定法	検知管法
対象空間	美術館の全室	収蔵庫のみ
対象化学物質	アンモニア、有機酸、アルデヒド類	アンモニアのみ
測定頻度	1~2か月に1回	毎週1回
作業員	技研の専門チーム	施工管理係員
結果報告	1か月後	その場



(左) 精密測定法、(右) 検知管法
図-10 測定管理の様子

報告、の項目があり、現地測定から結果報告まで1か月程度、全体で1.5か月程度の期間を要した。現地測定では、対象空気を純水の入ったインピンジャーに通過させ、空気中のアンモニア成分を純水中に捕集した後、技術研究所に持ち帰り、イオンクロマトグラフを使用してアンモニウムイオン濃度を測定した。精密測定法によるアンモニア濃度の推移を図-11に示す。初回測定時は室内濃度の推奨値を上回っていたが、それ以降は推奨値以下を保っており、竣工前に余裕をもって目標濃度を達成できた。

精密測定法は非常に有用であるが、測定手順が煩雑、専用の機材及び分析機器が必要、リアルタイムでの数値把握が難しい、という課題がある。これを補うために検知管法も併せて実施した。

(2) 検知管法

検知管測定は収蔵庫におけるアンモニアのみを対象とし、施工管理係員が週1回測定した。簡単な機器でデータ採取が可能であり、測定開始から結果判定までは1時間程度であった。検知管法によるアンモニア濃度の推移を図-12に示す。精密測定法と検知管法で得られた室内濃度に大きな乖離はなく、結果の妥当性が確認できた。特に検知管測定は施工状況をリアルタイムに反映できるため、現場での溶剤作業や新規材料持ち込みの影響把握に有用であった。さらに、測定デー

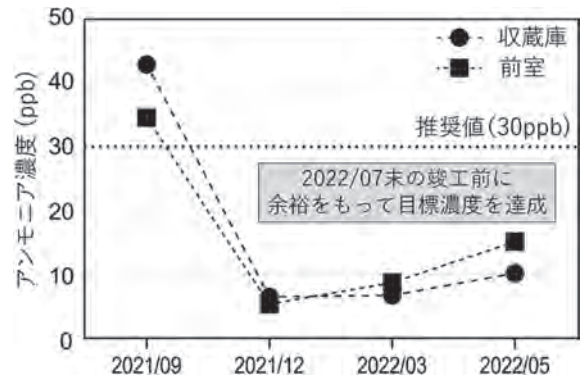


図-11 精密測定法によるアンモニア濃度の推移

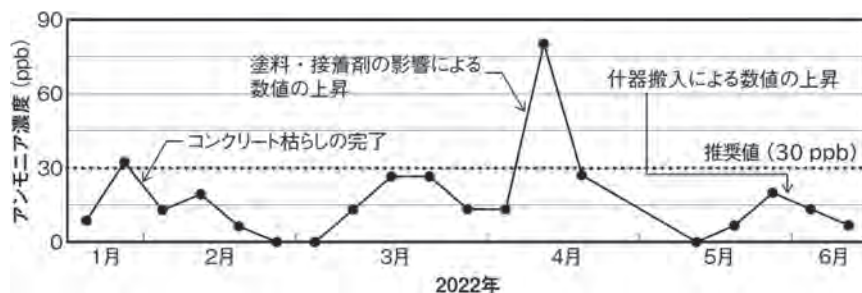


図-12 検知管法によるアンモニア濃度の推移

タを基に現場の仮設ケミカルフィルタの配置を見直すなど、実態に即した対処もできた。

6. 化学物質の観点での現場管理 (④持ち込まない)

コンクリートや内装材など建物内部から放散するアンモニアの対策と同等に、外部から放散源を持ち込まないことも重要である。現場管理の観点から、導入外気のケミカルフィルタ処理や材料ストックの最少化、収蔵物・備品のクリーニングについて実施した。特に、什器や家具類は建設工事が完了し、施主に引渡した後、に搬入されることが多いが、これら備品も化学物質の放散源となりうる。このため、収蔵庫什器や展示室の主要な家具類は施工が完了した部屋から早期に搬入・設置し、コンクリート及び内装材とともに空調及びケミカルフィルタによる化学物質の放散促進を実施することで、展示収蔵品への影響が最小限となるよう工夫した。

7. おわりに

室内化学物質への各種対策技術を「化学物質対策の4原則」に整理し、美術館・博物館の展示収蔵環境の向上及び早期開業に向けて実施した包括的なアンモニア低減対策について、具体的な取組み事例を交えて紹介した。建築工事の計画段階から室内空気質への方針を立案し、包括的に化学物質対策を実施することの重要性を御理解いただければ幸甚である。



《参考文献》

- 1) 呂俊民：文化財のための美術館・博物館における空気清浄の役割，空気清浄，53 (6)，40-47，2016。

- 2) 呂俊民，石井恭子，古田嶋智子：『美術館・博物館のための空気清浄化の手引き（平成31年3月改訂版）』，東京文化財研究所，2019。
- 3) 田中勲，矢野慧一，富田賢吾，杉山和弥，高山哲郎：美術館における展示収蔵環境のアンモニア低減対策，文化財保存修復学会第45回大会研究発表要旨集，212-213，2023。
- 4) 田中勲，富田賢吾，矢野慧一，藤田智治，栗原隆：構成材料の特性評価によるコンクリートからのアンモニア発生量推定の実験的検討，文化財保存修復学会第44回大会研究発表要旨集，34-35，2022。
- 5) 小林一輔，安伸二，横山政昭：コンクリートにおけるアンモニアの発生機構に関する研究，日本建築学会構造系論文集，65 (532)，27-33，2000。
- 6) 鍵直樹，田村一，田中貴織，藤井修二：環境温度を考慮に入れた発生ガスフラックスのモデル化—建材における揮発性有機化合物の発生機構，日本建築学会計画系論文集，539，45-49，2001。
- 7) 三浦勇雄，永橋進：実施設におけるコンクリート躯体および内装材から発生する有害性物質と除去方法に関する研究，戸田建設技術研究報告，25，97-110，1999。
- 8) 黒坂五馬，岸谷孝一：コンクリートから出る空中遊離物質が他の物質に及ぼす影響（その9）空中遊離アンモニア（2），昭和52年度日本建築学会関東支部研究報告集，365-368，1977。
- 9) 杉山和弥，高山哲郎，富田賢吾，矢野慧一，田中勲：美術館における展示収蔵環境への取組み—軽井沢安東美術館，月刊建築技術2022年8月号，56-63，2022。

【筆者紹介】



矢野 慧一（やの けいいち）
清水建設㈱
技術研究所 建設基盤技術センター
資源循環グループ
研究員



富田 賢吾（とみた けんご）
清水建設㈱
技術研究所 カーボンニュートラル技術センター
省エネルギー技術グループ
主任研究員



田中 勲（たなか いさお）
清水建設㈱
技術研究所 カーボンニュートラル技術センター
省エネルギー技術グループ
上席研究員

建築BIMによる鉄筋の自動配筋・組立と自動配筋検査 鉄筋工事におけるワークフローとデジタルデータの作成・活用

曾根 巨 充

建設分野におけるデジタル化の取り組みが加速している。特に写真整理や情報共有などの ICT 分野では既製品によるサービスが多く採用されてきた。一方、BIMはソフトウェアの採用は始まっているものの当初から言われているような仕事のプロセスの変革までには至っていない。変革に至るにはどのような視点が足りないのか。そこで建築分野における鉄筋工事を題材としてデジタルデータを連携できるシステムとそれを活用するワークフローを立案した。本稿では鉄筋工事における新たなワークフローの概念とそれを実現するために開発をした鉄筋／配筋 BIM システムの概要などを解説し、建築生産プロセスにおいて BIM に取り組む意義をワークフローの重要性の視点から報告する。

キーワード：建築生産プロセス、鉄筋工事、BIM、ICT、元請、専門工事会社、ワークフロー、標準化

1. はじめに

近年、建設産業におけるデジタル化への取り組み(以下、BIM/ICT)が急速に広がりを見せている。土木分野では国土交通省の主導で i-Construction の推進による発注者指定型での工事発注、建築分野では官庁営繕事業における発注者指定型での設計業務の発注などがその代表例といえる。

建築分野では設計事務所や総合建設会社が生産性を向上させる手段として約 15 年前から BIM に取り組み始めた。が、いまだ一部の生産現場に適用されるだけで建築生産プロセスに定着しているとは言い難い¹⁾。国土交通省の調査でも BIM の活用は約半数の企業で止まっており、活用していない理由の第 1 位は「発注者から BIM 活用を求められていないため」、第 2 位が「CAD 等で現状問題なく業務を行うことができているため」だった²⁾。

このような現状を振り返ってみると単に建築生産プロセスに BIM を適用する推進から BIM データの作成・活用に準拠したワークフローへとその視点を転換する時期にあると言える。そのような中で建築分野の鉄筋工事をケーススタディとして新たなワークフローを立案し、BIM/ICT によるデータの作成・活用の再定義やそれらに準拠したシステムの開発を通して実案件での適用を進めてきた。

本稿では建築分野の鉄筋工事を題材として BIM/ICT 時代の新たなワークフローとそれを実現するた

めに開発した鉄筋／配筋 BIM システムの概要について報告する。

2. 建築 BIM の施策と推進の方向性

(1) 政府による施策

BIM の推進が加速した要因のひとつに建築 BIM 推進会議の設置がある。土木分野が中心となっていた国土交通省の BIM/CIM 推進委員会の傘下として 2019 年 6 月に設置された。建築 BIM 推進会議傘下のひとつである建築 BIM 環境整備部会では「建築 BIM の将来像と工程表 社会課題への対応と目指す将来像」(以下、「将来像と工程表」)を 2023 年 3 月に公開し 3 本の柱を示した。具体的には① BIM 確認申請による効率化、②横断的活用の円滑化による協働の実現、③ FM/PM/BM の高度化・効率化である。この取り組みが今後の基本計画・設計・施工の効率化につながるとしている³⁾。

一方、BIM/ICT の推進や定着には大きく 2 つの視点が必要だ。ひとつは「将来像と工程表」で示された Society 5.0 に向けた準備、もうひとつは現状の建築生産プロセスの課題解決として BIM/ICT を活用する視点である。将来像は理解できるがその前に自分たちが抱えている課題を解決したい。例えば適正工期の確保や設計変更などを含む意志決定の早期化・迅速化、図面間の整合性などである⁴⁾。この課題解決に BIM/ICT を有効に活用するメッセージも推進・定着には

必要不可欠と思われる。

(2) BIM を推進するワークフローの重要性

総合建設会社の多くに BIM/ICT を推進する部門が設置された。推進が始まった当初は社内の推進部門が無いことが進まない要因と言われた時期があった。確かに BIM/ICT の啓発に関しては有効であり、ここ 10 年間で多くの企業において設計段階や施工段階の BIM の採用が始まったのは事実である。しかしながら、取り組みの事例を概観すると BIM による 3次元の可視化が取り組みの中心にある印象だ⁵⁾。

可視化は BIM を活用する重要なポイントのひとつである。しかしそれだけでは実際の生産現場における活用は部分最適となり、いずれ推進は頭打ちになる。これを避けるには立ちふさがる課題を一緒に解決するような推進のアプローチが必要だ。有効な手法のひとつとして業務手順や役割分担を明確にし、建築生産プロセスへ BIM/ICT のデジタルデータを適用させるワークフローへの共感が挙げられる^{a)}。

ロセスは BIM/ICT の時代になっても RC 造が無くならない限り変わらない。

BIM/ICT がどの生産プロセスに注力してきたのかを過去 30 年にわたり概観すると、プロセスの最後に該当する<配筋検査>だった⁶⁾。いわゆる部分最適への適用だ。

生産現場における<配筋・組立>の完成形はすべての作業が完了してからでないと具体的な形にならないため、手間のかかる<配筋検査>の効率化に注力してきたと言えるだろう。構造図に記載されている伏図や断面リスト、特記仕様書だけでは構造設計者すら完成形をイメージすることは容易ではない。そのため昭和時代から工事監理者が完成形を検査し記録することで品質を担保する文化があり今も脈々と続いている。

<配筋・組立>の完成形は『建築工事標準仕様書・



写真—1 生産現場における鉄筋工事の状況

3. 鉄筋工事における BIM/ICT のワークフロー

(1) 鉄筋工事の生産プロセス

鉄筋工事（写真—1）の生産プロセスは図—1に示すように<図面作成>→<鉄筋加工>→<配筋・組立>→<配筋検査>の4つに大きく区分できる。この生産プ

区分		図面作成	鉄筋加工	配筋・組立	配筋検査
管理区分		図面 (部材)	図面 (部材)		
			絵符 (加工ロット)		
設計事務所	設計者	設計図書			配筋検査
総合建設会社	技術者	躯体図 配筋納まり図			自主検査
鉄筋専門工事会社	職長	配筋図 加工図 加工帳		荷揚げ	自主検査
	技能労働者			間配り 配筋・組立	
鉄筋加工工場	事務員	絵符			
	技能労働者		鉄筋加工		
	検査員		自主検査		
運送会社	運転手		積込み	搬入	

図—1 鉄筋工事の生産プロセス

a) 国土交通省が作成した BIM ガイドラインのタイトルは『建築分野における BIM の標準ワークフローとその活用方策に関するガイドライン』である。また設計三会や日本建設業連合会が発表したガイドライン等にもワークフローのタイトルがついており、推進の視点が移っていることがうかがえる。

同解説『JASS5 鉄筋コンクリート工事』や『鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説』にテキストと図版で記載されている単体規定^{b)}に準拠する必要がある。一方、鉄筋部材の配置位置は単体規定を加味して技術者や専門工事会社の職長が複合規定^{c)}として検討する。特に柱と梁の接合部（以下、仕口部）は熟練の技術者や鉄筋専門工事会社の職長が頭の中にある過去の経験値から導き出された組立ができるロジック（以下、配筋ロジック）のような複合規定があって初めて完成形が見えてくる手順なのだ。

不具合を低減させ鉄筋工事自体を効率化させるには<図面作成>における配筋納まり図の作図において不具合を確実に排除することが要求される。正しい鉄筋部材の生産情報^{d)}を作成し、次工程では確実にそれらを活用するデータ連携のワークフローを実現させる重要性がここにある。

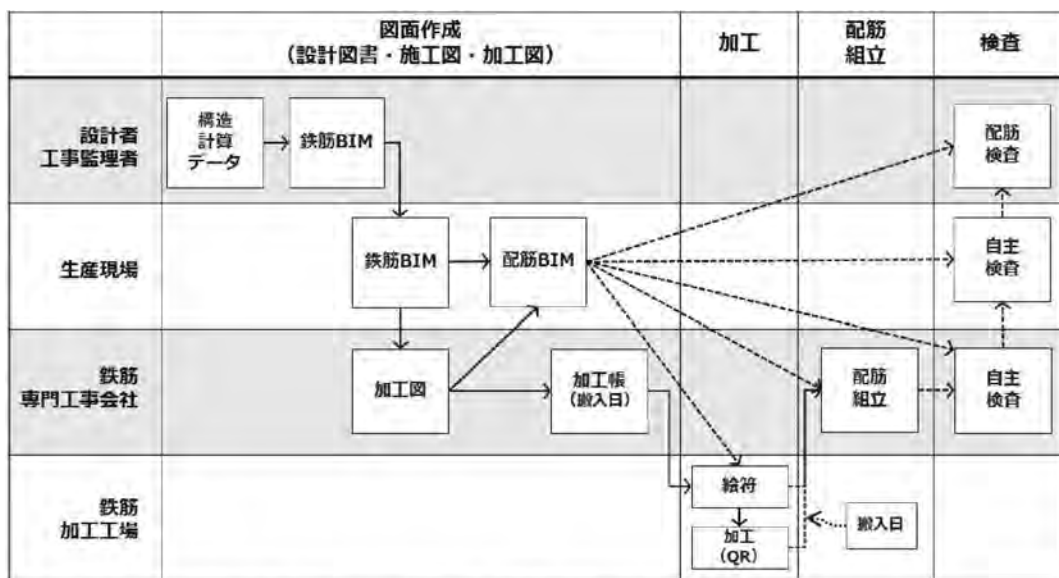
(2) 次工程と連携するワークフローの立案

<図面作成>では鉄筋加工の生産情報に加えて配筋検査で必要となる検査項目の約9割が作成・確定されており、これ以降のフェーズは確定された生産情報を業務に合わせて単に活用・変換しているにすぎない⁷⁾。<図面作成>で正しい生産情報を確定させ、次工程以降ではデータ連携やデータ活用しながら作業を進めれば<鉄筋加工>や<配筋・組立>における不具合も低

減できる可能性が高いことになる。

一方、BIM/ICTの活用は生産プロセス内で一部のアクター（システムの利用者）が自分の業務を効率化させるために断片的にしか使用されておらず、いまだ手書きやFAXに依存している作業もある。データ連携ともなればなおさらだ。さらに状況を複雑にしているのは<図面作成>と<鉄筋加工>のフェーズ間では管理する生産情報の単位が異なることだ。前者は部位ごと（柱、梁、など）、後者は加工部材ごと（加工ロット）の管理になっている。生産情報の変換作業の多くは属人的であるため、変換のミスが発生する温床になる。

<図面作成>で正しく作成された生産情報が<鉄筋加工>や<配筋・組立>の次工程に進むことを目指す生産情報の連携に着目した新たなワークフローを図一2に示す。生産情報の作成には実際に<配筋・組立>を担う鉄筋専門工事会社の知見を参照して確定させる視点が重要である。鉄筋専門工事会社にとっても元請と正しい生産情報を早期にそして容易に確定させることが出来れば、次工程の加工図作成とデータを連携させる意味が出てくる。鉄筋専門工事会社にとっても手書き作業からBIM/ICTによる作業へと変換するインセンティブ（動機付け）を説明しやすくなるだろう。



図一2 生産情報の連携から見たワークフロー

b) かぶりや定着長さなどの部分的な基準のこと。
 c) 単体規定を総合的に加味して納まりを検討する複合的な基準のこと。
 d) 鉄筋部材を加工するのに必要な加工情報や配筋・組立に必要な設計図書・躯体図の施工情報の総称のこと。特記仕様書や JASS5、配筋要領に記載されている基準類も含む。

(3) ワークフローの実現によるインセンティブ

現状の生産プロセスでは施工が始まってから鉄筋の納まりを検討している。そのため納まらない箇所の解決に構造設計者と施工者が質疑回答を繰り返し設計変更（梁幅の変更や鉄筋の並べる段の変更、など）により鉄筋を納めてきた。新たなワークフローではこのプロセスを大幅に低減させることが期待できる。特に基礎階の施工では検討時間の余裕が無い。鉄筋を納めるために大幅な設計変更が少なくなることは技術者などの精神的ストレスを減らすことにもつながると思われる。

BIM/ICT の推進を4つの領域で説明したのが図-3である。領域①は「BIM データのマネジメントが

建築生産プロセスを良い方向に向かわせるゾーン」、領域②は「BIM は理解できるが面倒なことはしたくないゾーン」、領域③は「現状のまま何もしたくないゾーン」、そして領域④は「BIM データは作成するが活用の目的を説明できないゾーン」である。領域①を意識してデジタル化された生産情報のワークフローと鉄筋/配筋 BIM システムが建築生産プロセスに及ぼす影響を整理したのが表-1である。

このような説明ができると BIM に取り組むことを説明するのではなく、正しい生産プロセスを実現するデータ連携のワークフローが主語になる。このワークフローを実現するために開発したのが鉄筋/配筋 BIM システム（アトアレ^{e)}になる。実現に向けては知識のプログラム化や標準化、異なるソフトウェア間のデータ連携、フェーズごとに鉄筋データの呼称を変えるなどの定義を試みた。

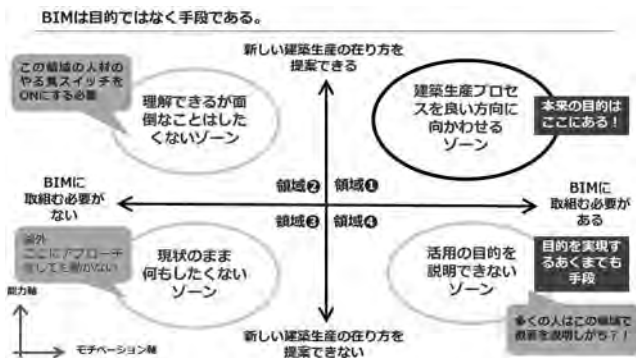


図-3 BIM を推進する方向性

4. 鉄筋/配筋 BIM システムの概要

(1) 知識のプログラム化と標準化

<図面作成>では従来から技術者や職長の頭の中にある配筋ロジックを活用して配筋納まり図を作図してきた。納まり検討を BIM により自動化させるために必要なのは、技術者や職長が頭の中にある配筋ロジック

表-1 領域①の視点から考えられる効果

領域1/アクター	構造設計者 (工事監理者)	情報・見積 担当者	生産現場の 技術者	鉄筋専門工舎社 の職長	鉄筋加工工場 の事務員	備考
計画変更をなくすと……	やり直し作業がなくなる	-	変更履歴の管理、 図面の調整業務が なくなる	加工図、加工帳の 作成に余裕ができる	加工工程の平準化で 残業時間が無くなる	対象は鉄筋納まりに 起因する事象
設計者への質疑項目を減 らせると……	質疑の回答を検討する 時間がなくなる	質疑書の作成、 回答を見積に反映 する作業がなくなる	質疑書の作成、回 答を施工図に反映 する作業がなくなる	質疑の回答がこな いタイムラグがな くなる	加工工程の平準化で 残業時間が無くなる	
組立の完成形を仮想空間 上で再現し不具合が排除 できるようになると……	現物を事前に確認で きるのでイメージと の相違がなくなる	-	是正作業の管理が なくなる	是正指摘によるや り直し作業がな くなる	是正作業による追 加工の対応がな くなる	
生産現場での完成形が精 算見積に反映されるよう になると……	工事監理者の配筋検 査が簡素化できる	-	工事段階での数量 増減作業がなくな る	工事段階での数量 増減作業がなくな る	加工段階での増減 作業がなくなる	鉄筋数量を共有 したくない業者 がいる
関係者間の施工手順調整 などを容易にできるよう になると……	-	-	仮想空間による見 える化で課題点を 事前に調整できる	課題を実際の配 筋・組立前に指摘 ができる		調整会議には聖 仲、BPLメー カーなども参加
正しい生産情報のデジ タル化で思い違い・伝達ミ スが無くなると……	構造計算データを活 用できる	-	製業者の作業の やり直し、工事中 の無駄が減る	加工帳の作成で残 業がなくなる	給付の入力ミスが なくなる	

e) アトアレ (At_ARe) は ATELIER FOR ASSEMBLING REBAR IN A VIRTUAL SPACE (仮想空間で鉄筋を組み立てるアトリエ) の略称である。前田建設工業の商標登録。

クを標準化する知識のプログラム化である。その一例として柱主筋のつなげ方を図-4に示す。鉄筋部材の形状についても鉄筋専門工事が鉄筋加工で使用していたタイプを39パターンとりあげテンプレートとしてシステムに搭載した。

鉄筋部材は配筋ロジックや設計図書などに準拠して構造計算データから自動配置され、どうしても躯体形状と鉄筋配置の関係性から必要な数値を守れない(納まらない)箇所を自動的に抽出させる。この作業を仮想空間における「自動配筋検査」と定義した。

検査する項目は実際の生産現場における検査項目を包含する48項目(部材符号, 階, 本数, 径, 強度, 干渉箇所, かぶり厚さ, など)から構成される。「自動配筋検査」の状況を図-5に示す。納まらない箇所

所は鉄筋部材のIDが表示されているリストとその箇所がリンクしているが, 解決策を検討するのは構造設計者や技術者になる。

(2) 鉄筋 BIM と配筋 BIM

自動配置された鉄筋部材は「鉄筋 BIM」と「配筋 BIM」としてフェーズにより2種類を定義した。

「鉄筋 BIM」は設計図書などに準拠して配置される。この段階では鉄筋の加工寸法を意識しておらず単に納めた鉄筋部材の生産情報になる。ここで作成された生産情報は鉄筋専門工社の職長が次工程で使用する加工図・加工帳作成システムとデータ連携できるようにした^{f)}。正しい生産情報が受け渡され活用できることが第一義のため, 受け取り側は必ずしも BIM のソフトウェアである必要はなく, 職長が日常業務として使用している専用のソフトウェアを使用すれば良い。

職長は鉄筋加工ができる数値の調整(例えば5mm単位に直す)や切断位置の指定, 現場に搬入するスケジュール調整, それらを反映した加工工場への加工依頼(加工帳作成)などの業務に専念することができる。

一方, いままでの加工図作成では職長が確定した数値を第三者がチェックすることなく次工程の鉄筋加工工場に引き渡されていた。職長の自主チェックでミスに気が付かなければ<鉄筋加工>から<配筋・組立>まで間違った生産情報が活用されてしまい<配筋検査>でようやくミスが発覚していた。ここでは是正作業をするのは遅い。ミスは前工程で発生している。

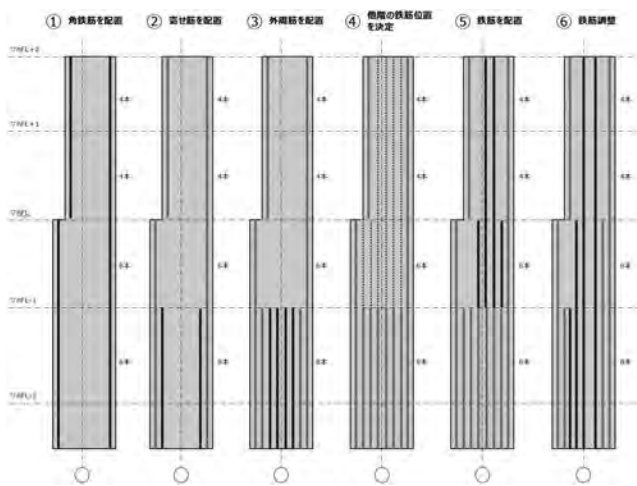


図-4 柱主筋のつなげ方

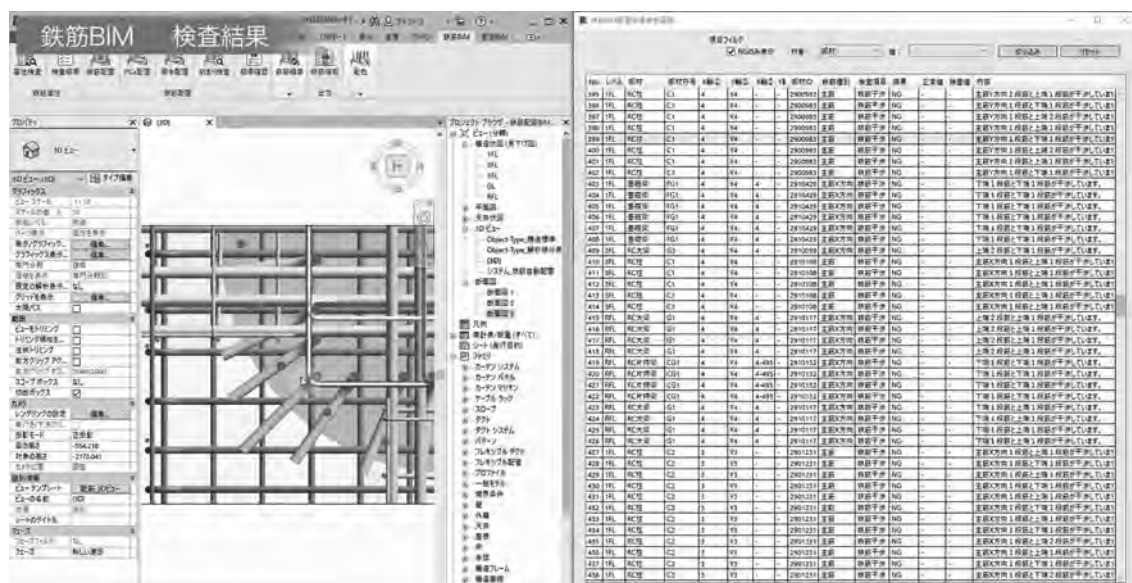


図-5 仮想空間での自動配筋検査

f) データ連携を実装した加工図作成システムは DINCAD シリーズとした。データインフォメーションネットワークス(株)が開発・販売をしている。

そこで加工図作成段階で調整された数値に問題ないかを確認するため鉄筋／配筋 BIM システムに加工図のデータを戻していただき「鉄筋 BIM」のデータと入れ替え、あらためて「自動配筋検査」を実施するワークフローとした。この入れ替えた鉄筋部材が「配筋 BIM」である。「配筋 BIM」は実際の生産現場の〈配筋・組立〉の状況を仮想空間上で再現できるため、一種のデジタルツインと言えるだろう。

(3) 適用した効果

鉄筋／配筋 BIM システムを採用した生産現場は 70 以上になった。まだまだワークフローに改善の余地は残るが概ね以下の効果を確認した。

- ①鉄筋納まりの検討に必要なデータ作成作業が約 90% 短縮された。
- ②自動配筋検査により正しく作成されたデータを鉄筋専門工務会社が受領することで、加工図・加工帳の作成作業が約 60% 短縮された。
- ③鉄筋／配筋 BIM データを写真一 2 に示すように工事監理者や総合建設会社の技術者、鉄筋専門工務会社の職長、技能労働者が完成形を確認することで、配筋・組立や配筋検査、是正作業が元請では最大 90%、鉄筋専門工務会社では最大 50% 低減された。従来から注力をされてきた〈配筋検査〉のデジタル化は写真整理による帳票作成の効率化に効果はあるが、不具合を低減させながら元下請の生産性を向上させることにはつながりにくいことも確認することができた。

5. おわりに

建築生産分野におけるデジタル化の推進は、パソコンや携帯情報端末の進化に合わせて総合建設会社の技術開発が繰り返されてきた。それらの多くが試行や



写真一 2 鉄筋 BIM の納まり調整会議

ブームとして終わった。定着に至らなかったのは全体最適のワークフローすなわち生産情報を正しく作成し次工程に流通させる分野にデジタル化技術を活用する視点が希薄だったことを指摘できる。

合わせて専門工務会社側の BIM/ICT の推進を促す取り組みも必要不可欠だ。単に可視化として部分最適させるだけでなく、元下請が正しいデジタルデータを次工程にリレーするワークフローを確立させる視点を忘れてはいけない⁸⁾。

現在は鉄筋／配筋 BIM システムを軸にして正しい生産情報が流通する鉄筋工務のワークフローを設計段階から確立させる取り組みを進めている。施工者が設計段階から施工手順や構工法を確定させるワークフローを組み入れ、その結果を設計図書や精算見積りに反映させる。このように設計段階での検討不足に起因する設計変更を低減させることを目指している。

将来的には「配筋 BIM」のデータを活用することで、鉄筋加工工場における絵符の在り方や加工機の配置、生産現場における材料の間配り、配筋・組立、配筋検査の手法を確立させる計画だ。

今後もデジタルデータを活用した働き方改革の実現に向けた開発・社会実装に取り組む予定である。

JICMA

《参考文献》

- 1) 日本建設業連合会：生産性向上推進要綱 2022 年度フォローアップ報告書. pp.12-16. 2023.9.
- 2) 国土交通省：建築分野における BIM の活用・普及状況の実態調査確定値〈詳細〉. p.17. 2022.12.
- 3) 国土交通省：建築 BIM 環境整備部会（部会①）令和 4 年度の検討状況について. p.11. 2023.03.
- 4) 日本建設業連合会：生産性向上推進要綱 2022 年度フォローアップ報告書. pp.30. 2023.9.
- 5) 日本建設業連合会建築生産委員会 BIM 部会：施工 BIM のスタイル事例集 2022. 2023.3.
- 6) 曾根巨充：建築生産情報のマネジメント技術に関する研究－鉄筋工事における設計・加工・施工の生産情報の連携に着目した技術的解決策について－. p.87. 私家版. 2021.3.
- 7) 曾根巨充、田中大士、志手一哉：鉄筋工事における生産情報のマネジメントに関する考察－総合建設会社と専門工務会社の事例を題材として－. 日本建築学会計画系論文集. pp.2359-2369. 日本建築学会. 2018.12.
- 8) 曾根巨充：鉄筋工事における BIM ワークフローの考察－取り組みの目的と手段の設定に着目して－. 日本建築学会学術講演梗概集. pp.127-128. 日本建築学会. 2023.07.

【筆者紹介】

曾根 巨充（そね ひろみつ）
前田建設工業㈱
ICI 未来共創センター
担当部長



鋼製建具工事における BIM 活用

建具生産サプライチェーン全体における生産性向上を目指して

中野 亘・石田 渉

ゼネコン、専門工事会社、CAD/CAM ベンダー、工場が情報を共有したうえで協議を行い、BIM を活用し、サプライチェーン全体の生産性向上を目的とした鋼製建具の設計から施工図、生産までの検証を行うプロジェクトを実施した。本報では、鋼製建具のサプライチェーン全体における生産性向上のプロジェクト概要や目的、課題の分析、プロジェクトを行う中で発見した BIM を活用するための課題や各団体への提言、発注要件について紹介する。

キーワード：スチールドア、BIM、プラットフォーム、サプライチェーン、プロセス

1. はじめに

建築業界では BIM (Building Information Modeling) や AI などの新技術が台頭し、従来の時間と人手をかけてマンパワーに頼る手法が代わりつつある。この変革の背景には、人手不足、高齢化、長時間労働などの課題があり、特に人手不足は業界全体で深刻な課題となっている。この課題に対処するためには、従来の手法を見直し、新しい技術を積極的に導入する必要がある。

BIM や AI を活用した効率化が注目され、これによって業務フローが簡略化され、特定の技術を持つ人材に頼らない計画が可能になる。ただし、大手企業では既に取り入れられているが、中小企業での技術導入はまちまちであり、業界として統一された規格も整備されていない状況がある。

今回取り組んだ具体的な事例として、神奈川県横浜市鶴見区に位置する約 2,000 m² の研究所（設計・施工者の自社物件）では、鋼製建具（スチールドア）の BIM を駆使したデジタル化されたプロセスにより、建具製作図や承認業務、見積作成などが自動化され、従来の作業期間の大幅な短縮が実現された。しかし、BIM の活用には標準化や情報共有基盤の整備が必要であり、これによって建設業界全体の生産性向上が図られるとともに、将来の建築プロジェクトや業界標準の見直しに寄与するものとされている。

2. プロジェクトの概要

今回は、設計者・施工者を担う企業と建具専門工事

業者、そのグループの BIM 技術支援技術会社が協力し、サプライチェーン全体の生産性向上を目的とした鋼製建具の設計から施工図、生産までの検証を行うプロジェクトを実施した。

それぞれの専門性を持つ事業者が参画し、検証に必要な情報や技術的知見の習得、検討の熟度を高めることにつなげる。また、鋼製建具においては、製作の段階では製図から生産のプロセスにいたるまで、これまではほぼ人の経験や感覚によって行われてきた。しかし、今後は人口減少と生産性の向上が求められていることから BIM を活用していく必要がある。また、DX プラットフォーム「BuildApp 建具」を活用する。プロジェクトを実施した建物の概要は次のとおりだ。

- 用途：研究所
- 床面積：約 2,000 m²
- 階数：地上 3 階
- 構造種別：鉄骨造
- 所在地：神奈川県横浜市鶴見区
- 区分：新築

今回のプロジェクトにおける分析・検証の実施体制、各プロセスとしては、建築施工、鋼製建具部分はそれぞれ別の施工者・専門工事会社が担当した。

3. 目指すもの、目的

本プロジェクトの目的は、「鋼製建具メーカー及び専門工事会社の立場から、BIM モデル活用による建具仕様決定プロセスのフロントローディングに対する課題や解決方法について施工者とともに検証する」ことだ。

鋼製建具の中でも、今回はスチールドア（SD）を対象にして、鋼製建具の見積・建具製作図・工場生産までのプロセスをBIMデータでつなぐ仕組みを構築し、検証する。施工者専門工事会社メーカー工場といったサプライチェーン全体の生産性向上に向けた課題解決を図っていく。

以下、4つの項目がプロジェクトの概要となる。

- 生産情報と連動した鋼製建具オブジェクト（メーカーオブジェクト）の製作
- 施工者が作成したBIMの汎用ジェネリックオブジェクトとメーカーオブジェクトの連携手法の確立
- BIMデータからの建具製作図作成
- BIMデータから鋼製建具工場のCAD/CAMへの連携

特に特徴的な点は、設計だけではなく生産にまで活用できる鋼製建具BIMオブジェクトを作成し、施工BIMデータを実際の建具製作図作成及び工場での生産につなげて、その効果や課題などを検証する点だ。鋼製建具メーカー及び専門工事会社の立場から施工者とともにサプライチェーン全体での生産性向上施策を実施し、実際に施工者から工場までをBIMデータでつないでいく。

生産につながるBIMオブジェクトを用いて施工BIMを作成する目的と手法は以下のようにまとめられる。

- 施工者（設計者）側でのVE等の検討において、価格や仕様がデータベースと連携し確認することができるので効率的な検討が行える
- 専門工事会社での見積及び建具製作図作成、メーカー（工場）でのCAD/CAMデータ投入といったサプライチェーン内の手間が大幅に削減され、鋼製建具工事における納期短縮及びコスト削減が期待できる

4. BIMデータの活用・連携に伴う課題の分析

本プロジェクトの活用・連携に伴う特徴的な課題を以下に示す。

(1) 分析したい課題

生産と連動するBIMオブジェクトを施工者で活用できるようにするためには、施工BIM作成において使いやすいデータ及び仕組みとしなければならない（種類、製作限界、法的性能、データの軽さなど）。施工BIM作成時における課題を抽出することで、広く業界全体で活用できる仕組みとしてのあるべき姿を検

討する。

これまでは、専門工事会社で2次元の設計図書から建具製作図を作成していた。そのため、作図の手間、技術者不足などの影響によって、建具製作図が納期に大きな影響を及ぼしていた状況だった。しかし、BIMデータから建具製作図を出力する仕組みを構築し、施工者と精度を検証できれば、納期短縮及びコスト削減につながるかと期待できる。

また、工場においては、建具製作図などの2次元図面情報から加工機につながるCAD/CAMに「組立加工図」としてデータを再入力しており、組立加工図を描ける技術者の高齢化や労働力不足といった課題に陥っていた。加えて、繁忙期の許容オーバーにより製作納期に大きな影響を及ぼしている状況だ。

しかし、BIMデータを工場のCAD/CAMにつなげる仕組みを構築し、その精度を検証することで上記の課題の解決に加え納期短縮及びコスト削減につながることを期待できる。

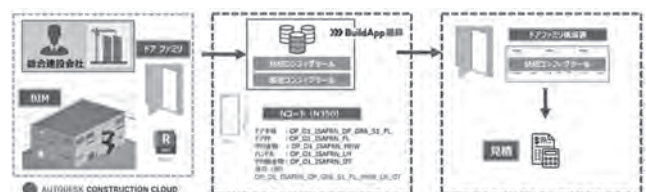
(2) 課題分析の実施方法、進め方

本プロジェクトにおける課題分析の体制、進め方は、専門工事事業者が生産連動建具オブジェクトを作成し、施工者とともに施工BIMへの組み込み手法等を検証するという流れだ。まず、施工BIMからの建具製作図作成は、専門工事会社と施工者にて、その製作プロセスや精度について検証を行う。次に、施工BIMからの工場生産連動は、専門工事会社とCAD/CAMソフトウェアの開発会社で、必要なデータ項目や精度について検証を行っていく。そして、専門工事会社とBIMの技術支援を行うグループ企業が共同で当該事業に必要なシステム等を構築する。

(3) 課題分析の結果

(a) 施工BIMとの見積データベースとの連動による見積期間

図一1はBIMモデルをDXプラットフォーム「BuildApp 建具」に取り込み、SDオブジェクト情報と建具階層分類コードを紐づけし、この分類コードを積算データベースと連携することによって、各SDの



図一1 BIMモデルから積算情報連携

するには熟練した専門知識が必要なだけでなく、手間の掛かる作業であるため、組立加工図の出来上がりがSD工場の製作工程に大きく影響していた。

今回のプロジェクトでは、設計者、施工者から承認されたSDオブジェクト情報から組立加工図に必要な情報をCSV形式で書出し、組立加工図作成ソフトウェアに情報を取り込む事で組立加工図が自動生成される仕組みだ。これにより、従来の製作工数が短縮でき、SD工場の生産プロセスの効率化も可能となった。今後のSDの生産プロセス効率化に期待できる結果を示したといえるだろう。

5. BIMの活用による生産性向上、建築物・データの価値向上や様々なサービスの創出等を通じたメリットの検証について

定量的に検証する効果、目標、効果を測定するための比較基準は、次の3パターンとなった。1つ目の検証A)は施工BIMとの見積連動によるメーカー側の見積期間短縮、2つ目の検証B)は施工BIMからの建具製作図出力による専門工事会社側の作図期間短縮と施工者側の承認期間短縮、3つ目の検証C)は施工BIMからの工場CAD/CAM連動による建具製作期間短縮とした。

検証A)

効果は、施工BIMと見積連動によるメーカー側の見積期間短縮を想定し、メーカー側見積期間の50%削減を期待値として想定した。従来手法による見積期間と比較した場合、3か月掛かるものが1.5か月に短縮できることになる。

検証B)

効果として、施工BIMからの建具製作図出力による専門工事会社側の作図期間短縮、施工者側の承認期間短縮ができると想定した。従来手法による建具製作図の作図時間、承認に掛かる時間との比較した場合、専門工事会社側では、4週間程度の時間が掛かっていたものが2週間程度となり、作図期間は50%削減となる。また、施工者側の承認期間は3か月掛かっていたものが、2か月となり、25%削減できると期待できる。

検証C)

施工BIMからの工場CAD/CAM連動による建具製作期間の短縮に繋がると想定した。従来手法による工場側の製作期間と比較すると、2か月掛かっていたものが1か月に短縮でき、工場側の建具製作期間は50%削減できるようになると期待できる。

効果検証は体制、手順を決め実施していった。

<体制>

専門工事会社のBIM技術支援会社：システム構築
BIM技術支援

専門工事会社：鋼製建具施工図作成製造連携実施

施行者：施工BIM作成建設プロセス評価

CAD/CAMベンダー：建具工場CAD/CAM連携技術協力

SD製作協力工場：バラ図自動化による書出し情報の精査

<手順>

専門工事会社にて生産連動建具オブジェクトを作成し、施行者とともに施工BIMへの組み込み手法等を検証する。施工BIMからの建具製作図作成については、専門工事会社と施工者が製作プロセスや精度について検証を行う。施工BIMからの工場生産連動については、専門業者及び協力建具工場、CAD/CAMソフトウェアの開発会社とともに、必要なデータ項目や精度について検証を行う。専門業者はBIM支援を行うグループ企業と共同で当該事業に必要なシステム等を構築する。

<検証結果、工数分析>

表1～4は、従来の手法での期間や作業工数をまとめたものになる。それぞれ、従来の手法の積算期間、SD施工図作図、SD図面チェック、SD工場組立加工図作成を示している。

従来の手法に対して、BIMモデル連携を行った場

表1 従来手法の積算時間

項目	積算期間	作業工数(1工数:8時間)
初回積算	4時間	0.5工数
変更処理	2時間	0.2工数

表2 従来手法の建具製作図作図期間

項目	作図期間	作業工数(1工数:8時間)
初回作図	42.5時間	5.3工数
修正	18時間	2.25工数

表3 従来手法の建具製作図チェック期間

項目	作図期間	作業工数(1工数:8時間)
初回チェック	4時間	0.5工数
二回目チェック	8時間	1工数

表4 従来手法の組立加工図作成期間

項目	作図期間	作業工数(1工数:8時間)
組立加工図作成	8時間	1工数

合の結果をまとめたものが以下の表—5～8となる。それぞれ、従来の手法の積算期間、SD 施工図作図、SD 図面チェック、SD 工場組立加工図作成を示しており、従来の手法と比較して、時間の短縮につながっていることが把握できる。

表—9 は、BIM を活用によるメリットの検証結果を端的にまとめたものになる。

それぞれの検証結果の特徴は次のようにまとめられる。

検証 A) 施工 BIM との見積連動によるメーカー側見積期間の短縮

BIM モデルの SD オブジェクトの情報から階層コードへの連携が大きなポイントだった。階層コードは標準化されていないため、本プロジェクトでは、独自コードを割り振る形となったが、今後は業界標準とする必要がある。また、特殊な SD オブジェクトについてはコード化から外れるケースもあり、今後整備していかなければならない。今回は、積算情報との紐づけまで一連の流れと見積書作成までの作業工数を検証し、従来との数値と比較して見積短縮に繋がった。

図—5 は DX プラットフォーム「BuildApp 建具」で BIM モデルを取り込み、各 SD の仕様確認から積算情報を確認している状態を示したものだ。

検証 B) 施工 BIM からの建具製作図出力による専門工事会社側の作図期間短縮、施工者側の承認期間短縮

BIM モデルの SD オブジェクトの情報だけでは、

表—5 BIM モデル連携の積算期間

項目	積算期間	業工数 (1 工数:8 時間)
初回積算	2 時間	0.2 工数
変更処理	2 時間	0.2 工数

表—6 BIM モデル連携の建具製作図作図期間

項目	作図期間	作業工数 (1 工数:8 時間)
初回作図	20 時間	2.5 工数
修正	8 時間	1 工数

表—7 BIM モデル連携の建具製作図チェック

項目	作図期間	作業工数 (1 工数:8 時間)
初回チェック	4 時間	0.5 工数
二回目チェック	8 時間	1 工数

表—8 BIM モデル連携の組立加工図作成期間

項目	作図期間	作業工数 (1 工数:8 時間)
組立加工図作成	4 時間	0.5 工数

SD 施工図を作成することはできない。そのため、DX プラットフォーム「BuildApp 建具」側で情報を

表—9 BIM を活用によるメリットの検証結果を端的にまとめたもの

	検証する定量的な効果について	期待される効果の目標	検証結果
検証 A)	施工 BIM との見積連動によるメーカー側見積期間の短縮	メーカー側見積期間の 50% 削減 (3 か月が 1.5 か月)	【従来】 • 見積期間 初回: 0.5 工数 修正: 0.2 工数 【BIM 自動連携】 • 見積期間 初回: 0.2 工数 修正: 0.2 工数 【結果】 43% 削減
検証 B)	施工 BIM からの建具製作図出力による専門工事会社側の作図期間短縮、施工者側の承認期間短縮	<ul style="list-style-type: none"> 専門工事会社側の作図期間 50% 削減 (4 週間が 2 週間) 施工者側の承認期間 25% 削減 (3 か月が 2 か月) 	【従来】 • 作図時間 初回: 5.3 工数 修正: 2.25 工数 • チェック期間 トータル: 1.5 工数 【BIM データ活用】 • 作図時間 初回: 2.5 工数 修正: 1 工数 • チェック期間 トータル: 1.5 工数 【結果】 45% 削減
検証 C)	施工 BIM からの工場 CAD/CAM 連動による建具製作期間短縮	工場側の建具製作期間 50% 削減 (2 か月が 1 か月)	【従来】 • 組立加工図作成工数: 1 工数 【BIM データ～CSV 自動連携】 • 組立加工図作成工数: 0.5 工数 【結果】 50% 削減



図—5 DX プラットフォーム「BuildApp 建具」で積算情報取得

付加する必要があった。従来の2D 施工図をチェックする方法では時間が掛かり過ぎるため、変えていくことを目的とし、仕様や納まりのチェック、他工種との整合性をDX プラットフォーム「BuildApp 建具」の中で完結する仕組みを構築した。今回はBIM モデル内でSD オブジェクトの詳細モデルを配置・検証、これによって周囲との整合性をスムーズに確認できている。図-6、7はDX プラットフォーム「BuildApp 建具」でBIM モデルを取り込み、各SD の仕様確認と納まり図を確認している状態を示している。

検証C) 施工BIM からの工場CAD/CAM 連動による建具製作期間短縮

SD 工場側で使用している組立加工図作成ソフトウェアのベンダーと協力し、組立加工図作成に必要なCSV 情報の検証を行った。組立加工図に必要なパラメータは各部材の切断情報、曲げ情報、穴あけ情報に反映する必要があり、数多くのパラメータ（属性情報）が必要となる。

各SD オブジェクトと組立加工図に必要な情報を紐

づければ、バラ図作成ソフトウェアに取り込む為のCSV を書き出す事が可能となる。検証では、CSV 書出しからバラ図ソフトウェア取り込み、作成されたバラ図の整合性を確かめ、その作業に掛かった工数と従来の手法でバラ図を作成する工数を比較した。

ただし、特殊なSD については、まだ紐づけのデータ整備が行われていないため、今後整備していく事であらゆるバリエーションに対応していくフローを構築していく必要がある。今回の結果により、今後の製作体制、工程を効率的に計画する事ができると想定される。図-8 は今回工事範囲のSD-101 の符号の組立加工図が自動で展開された状態を表している。

6. 結果から導き出される、より発展的にBIM を活用するための今後の課題

表-10 はBIM ガイドライン（第二版）または「建築BIM の将来像と工程表」における該当箇所と、分析する課題を端的にまとめたものになる。

それぞれの検証に対して、事業者として今後さらに検討・解決すべき課題と解決策を示す。

検証A) 「建築BIM の活用による将来像と実現に向けた必要な取り組み」における「BIM モデ

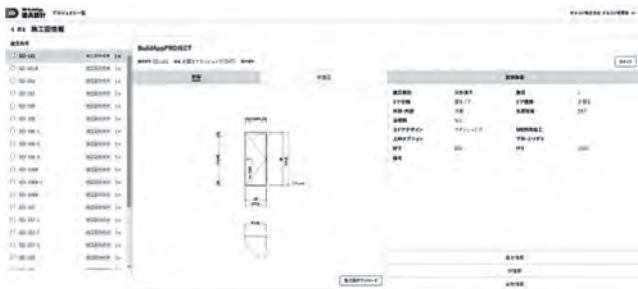


図-6 DX プラットフォーム「BuildApp 建具」でSD の仕様を確認

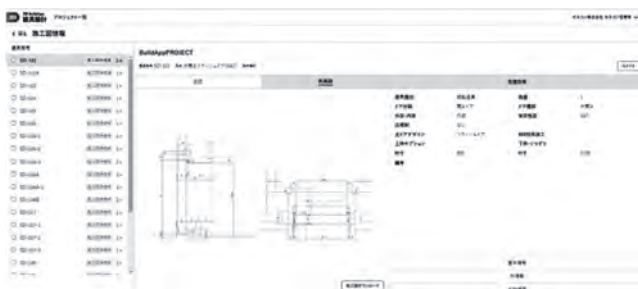


図-7 DX プラットフォーム「BuildApp 建具」でSD の納まりを確認

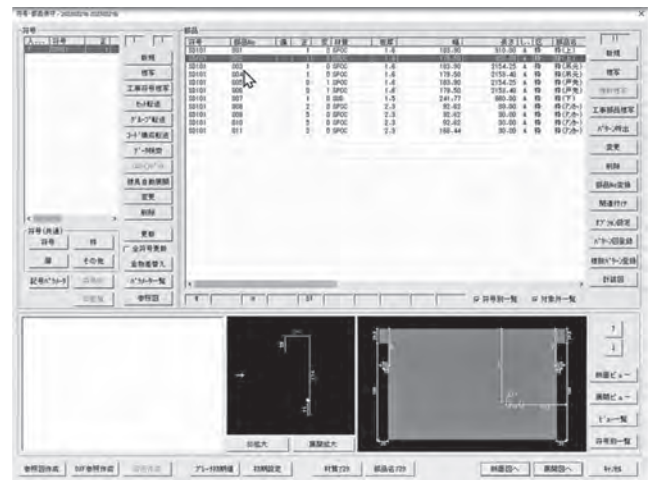


図-8 SD 組立加工図自動展開結果

表-10 BIM ガイドライン（第二版）または「建築BIM の将来像と工程表」における該当箇所と、分析する課題を端的にまとめたもの

	BIM ガイドライン（第二版）または「建築BIM の将来像と工程表」における該当箇所	分析する課題
検証A)	「建築BIM の活用による将来像と実現に向けた必要な取り組み」における「BIM モデルの形状と属性情報の標準化」	メーカー・工場での鋼製建具生産の連携に必要なBIM オブジェクトのパラメータ定義
検証B)	「建築BIM の活用による将来像と実現に向けた必要な取り組み」における「BIM による積算の標準化」	鋼製建具オブジェクトを積算及び見積に繋げるために必要なコード体系の整備
検証C)	「建築BIM の活用による将来像と実現に向けた必要な取り組み」における「BIM の情報共有基盤の整備」	施工者・専門工事会社・メーカー・工場でのBIM データ連携システムの構築

ルの形状と属性情報の標準化」

メーカー工場での鋼製建具生産の連携に必要な BIM オブジェクトのパラメータ定義に課題がある。

この課題の解決策検討の方向性、実施手順としては、建築 BIM の活用による将来像と実現に向けた必要な取り組み」における「BIM モデルの形状と属性情報の標準化」が必要だ。

また、専門工事会社、CAD/CAM ベンダー、工場と協議を行い生産に連携に必要な BIM オブジェクトのパラメータ定義を行わなければならない。加えて、得られたパラメータ項目に沿って建具オブジェクトを構築し、実際に施工 BIM に組み込んで工場での生産にまで繋がるかどうか検証する必要がある。

検証 B)「建築 BIM の活用による将来像と実現に向けた必要な取り組み」における「BIM による積算の標準化」

鋼製建具オブジェクトを積算及び見積に繋げるために必要なコード体系の整備に課題がある。課題の解決策検討の方向性、実施手順としては、鋼製建具 (SD) は構成部品の種類が多く、BIM データを用いて積算見積を行う場合には、Uniclass2015 を補完するような体系化されたコードが必要だ。メーカー専門工事会社の観点からコード体系を構築し、施工者が作成した BIM モデルに対して付与する際の課題の検証も行う必要がある。構築したコード体系を業界標準の参考としていきたい。

検証 C)「建築 BIM の活用による将来像と実現に向けた必要な取り組み」における「BIM の情報共有基盤の整備」

施工者専門工事会社メーカー工場での BIM データ連携システムの構築に課題がある。課題の解決策検討の方向性、実施手順としては、BIM データの活用にあたって、メーカーや工場は必ずしも BIM ソフトウェアを必要とはしていないことを把握し、CDE 環境や関連プラットフォームを構築する。そうした場合、多くの協力会社間で BIM データが活用可能となる。また、施工者専門工事会社メーカー工場のサプライチェーンを繋ぐ BIM 情報基盤のプロトタイプシステムを構築し、必要な機能や課題について検証を行わなければならない。

建築 BIM 推進会議や関係部会・関係団体等に検討してほしい課題もある。

「BIM モデルの形状と属性情報の標準化検討部会」に対して、建具の BIM モデルの形状と属性情報の標準化には、既に取り組んでいるものの、今後、建具業界への BIM の普及には部会で検討している次の項目

の充実が不可欠だろう。

- BIM オブジェクトの標準
- 属性情報の標準化
- 建具ジェネリックライブラリーの在り方
- メーカーオブジェクトとの仕様情報の連携
- 建具のコード体系

本プロジェクトも含めた実証プロジェクトを実行しながら、上記の在り方や必要なコード体系を検証しているため、部会で検討している内容にも展開していく予定だ。今後のガイドラインの見直しに向けた具体的な提言もある。特にガイドラインの『3-3-2 より効果的に「設計～施工段階で連携し BIM を活用する」手法」に対しては次の 2 点を提言したい。

①設計から施工へのデジタル情報の受け渡し準備

予め設計モデルの情報に何が必要か、目的に応じて整理や変換、確認が必要なのはガイドラインにも明記されている。しかし、ツールの違いや作成者のルールなどが異なるため、上手くいかないといえる。そのため、目的を明確に提示し、アウトプット情報のイメージをわかりやすくすることも必要だ。

②伝達するデータの組合せ、伝達方法

ガイドライン内でも提示されているように、伝達情報は BIM モデルだけではない。仕様の確認ができるツールを組合せ、BIM モデルが更に機能を発揮すると想定される。そのため、多くの事例を公表し、BIM モデルの活用メリットを知ってほしい。特に専門工事業者にメリットがわかるような事例を公開する必要があるだろう。

7. BIM 発注者情報要件 (EIR)、BIM 実行計画 (BEP) の検証結果

図 9 は、工事実施スケジュールに合わせた、BIM 活用実施スケジュールを示したものだ。結果としては、ほぼスケジュール通りに完了している。

目的は、鋼製建具メーカー及び専門工事会社の立場から、BIM モデル活用による建具仕様決定プロセスのフロントローディングに対する課題や解決方法について施工者とともに検証することだ。鋼製建具の見積、建具製作図、工場生産までのプロセスを BIM データでつなぐ仕組みを構築し検証することで、施工者専門工事会社メーカー工場といったサプライチェーン全体の生産性向上に向けた課題解決を図る。今回のプロジェクトでは、鋼製建具として SD を対象とした検証を行う。実施概要は次の 4 つにまとめられる。

- 生産情報と連動した鋼製建具オブジェクト (メー



図-9 BIM活用実施スケジュール

カーオブジェクト)の製作

- 施工者が作成したBIMの汎用ジェネリックオブジェクトとメーカーオブジェクトの連携手法の確立
- BIMデータからの建具製作図作成
- BIMデータから鋼製建具工場のCAD/CAMへの連携

結果考察では、目的、実施概要を計画段階で共有、認識合わせを行いBIMの実証を開始できた。また、BIMモデルからSD施工図作成においては、まだライブラリが整っていない状態でスタートしたため、かなり手間が掛かったが、実証にて課題を抽出することができた。

実施の手順や体制においては、専門工事会社・CAD/CAMベンダー・工場各プロセスに於ける実施の役割を明確にし、関係者間で共有、認識合わせを行うものであり、手順通りに実施完了した。使用ツールは表-11に示す。データ検証ツールは特に問題がなかった。

検証対象範囲は、以下19タイプのSDとなっている。

<対象SD>

- SD-101, 101A, 102, 103, 104, 105, 106, 106A, 106B, 107, 108, 109
- SD-110, 110A, 111, 111A, 112, 113, 114

表-11 使用ツール

分類	対象工事	使用ツール	Ver.
意匠	建築全般	Revit	2021
構造	鉄骨	Revit	2021
モデル重ね合わせ	全般	Revit	2021

主に開き系(片開き, 両開き, 親子開き)のSDを検証し、今後のファミリの属性情報の持たせ方、データ連携に必要なオブジェクト作成方法などに活かせるデータを成果物として作成した。

8. おわりに

建設業界が他の分野に比べて技術革新の遅れや人手依存に悩んでいる中、BIMの導入が注目されている。従来の手法では若者の関心低下や人材不足、スキルや施工品質の低下といった悪循環が生まれていたが、BIMの活用によりプロセスの透明性が向上し、業務効率が飛躍的に改善される可能性がある。BIMを活用した本プロジェクトでは、建築物内の鋼製建具の生産プロセスが86時間から47.2時間(≒55%)に大幅に短縮され、作業効率と生産性が向上した。BIMは3Dモデルに材料・材質・コストなどの属性情報を結びつけたデータベースであり、設計から維持・管理までの情報を連動させることで、情報反映の迅速化とスムーズなコミュニケーションを実現している。

ただし、BIM導入には課題も存在する。施工BIMの作成やデータの使いやすさ、法的性能の考慮、形状や属性情報の標準化、情報共有基盤の整備などが挙げられ、これらに対処するためには業界全体での協力と技術的進歩が不可欠である。本プロジェクトは、BIMが建設業界における有益なツールであることを実証し、今後の発展に向けた戦略策定や業界標準の整備に寄与するものとして期待されている。

JICMA

【筆者紹介】



中野 亘(なかの わたる)
東亜建設工業(株)
経営企画本部 DX推進部
部長
兼DX企画課長



石田 渉(いしだ わたる)
野原グループ(株)
BuildApp事業統括本部
建設DX推進統括部 建設DX3部
部長

大風量かつ吹出し口の結露抑制が可能な 空調用誘引ユニット

in-DUCT の導入効果と形状に込めた想い

中山 和 樹・和 田 一・加 藤 隆 矢

半屋外空間や大空間においても、空調したいという要求が日に日に高まりつつある昨今において、今回、大風量かつ吹出し口の結露防止が可能な空調用誘引ユニット「in-DUCT」を開発し、北海道日本ハムファイターズの新球場である ES CON FIELD HOKKAIDO の観客席空調に多数導入した。本誌ではその開発した「in-DUCT」について、従来製品や従来方式との比較や、開発に際して秘めた想い、導入によるメリット等を紹介する。

キーワード：半屋外空間、誘引装置、結露抑制、大空間、大風量

1. はじめに

地球温暖化による夏期の高温多湿化が進んでおり、以前は空調していなかった空間に対しても、空調したいという要求は確実に増えつつある。

また、新型コロナウイルスの流行に後押しされるように、ワークスタイル・ワークプレイスも多様化してきており、街を見ると、カフェのテラス席で物書きをしている人、駅のコンコースのベンチに座ってパソコンを広げている人も日常の光景になりつつある。そのような状況からも、これまで空調していなかった半屋外空間や大空間などにおいて空調ニーズが高まりつつある。

一方で半屋外空間の空調に際しては、どうしても外気が流入しやすい空間であることから、湿度が高くなることに起因し、吹出し口の結露への配慮が必要になる。さらに、アトリウムやスタジアムのような大空間を空調するためには、大風量の送風が必要になるという事など様々な配慮が必要となってくる。

2. 誘引機構について

まず、今回着目した空調としての「誘引」という機構について最初に説明をする。「誘引」という考え方自体は古くからあり、製品として確立されたものも存在するが、製品の中を通した空調空気が、「周囲環境の空気を引き込んで」風量が増え、混合空気として供給されること。これを「誘引」と呼んでいる。周囲の空気を誘引するメリットとしては、単純に供給風量を

増やすことができること。そして周囲空気との混合空気となることで、周囲環境との温湿度差が小さくなり、結果、結露防止につながる。などがあげられる。

3. 誘引ユニットの特長

(1) in-DUCT (以下、「誘引ユニット」) における誘引機構について

今回の製品での誘引機構を写真—1に示す。空調機等で空調された空気は、図に記載の通り製品の左側からダクトを介して入ってくるものとする。左側から入ってきた空調空気が「誘引ユニット」の中を通ると、製品の特長でもある中央のくびれた箇所を通る事で、空調空気の流速が速くなる。それにより空調空気には、ベンチュリー効果が生まれ、圧力が下がることで、周囲の空気を引き込みやすくなる性質をもつ。風速が速くなった直後付近における製品の上下には写真—2に示すような金網状とした開口を設けることで、周囲



写真—1 誘引機構の説明



写真一 製品上下の誘引開口（気流吸い込み状況）

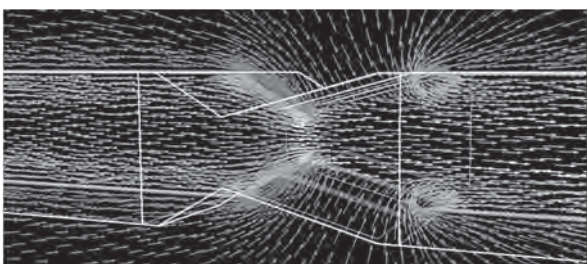
の空気を誘引しやすくできるような構成とした。この開口から周囲の空気を吸い込むことで、1次側の空調された空気と周囲の空気とが混合され、製品右側のダクトを介して必要箇所に供給されていくような流れである。

(2) 「誘引ユニット」に付加した性能

今回開発した「誘引ユニット」は、前述の通り製品の作り方（くびれ）で空調としての誘引機構を生み出していることから、動力を全く使わずに誘引効果を引き起こす事ができる機能をもった製品である。従来も誘引を利用した製品があることは前述したが、今回開発した「誘引ユニット」が従来製品と異なる点を説明する。大きな違いとしては以下2点があげられる。

- ①大空間の空調に対応すべく、最大で18,000 m³/hもの大風量に対応した製品であること
- ②周囲空気は1次空気に対し約50%もの誘引量としたこと

以上の2点である。①に関しては、大空間への給気を想定した製品であるため、必然的に大風量の処理が必要であり、それが対応可能な製品となるような製品寸法とした。②に関しては製品の形状等を多種多様な条件で実機試験やシミュレーションを繰り返し、今回の製品形状を導き出している。シミュレーション結果



図一 誘引状況の気流シミュレーション結果

の一例を図一に示す。図に示す通り、くびれ部を通った事で風速が速くなり、それによって周囲空気が誘引されている様子が見て取れるかと思う。

一方で空調エリアや対象空間によって必要風量にばらつきが生じることも想定し、製品導入にあたっての自由度を向上させるべく、供給風量に応じて、

- ・ type6000 として風量 3,000 m³/h ~ 6,000 m³/h（誘引後 4,500 m³/h ~ 9,000 m³/h）の製品
- ・ type9000 として風量 6,000 m³/h ~ 9,000 m³/h（誘引後 9,000 m³/h から 13,500 m³/h）の製品
- ・ type12000 として風量 9,000 m³/h ~ 12,000 m³/h（誘引後 13,500 m³/h から 18,000 m³/h）の製品

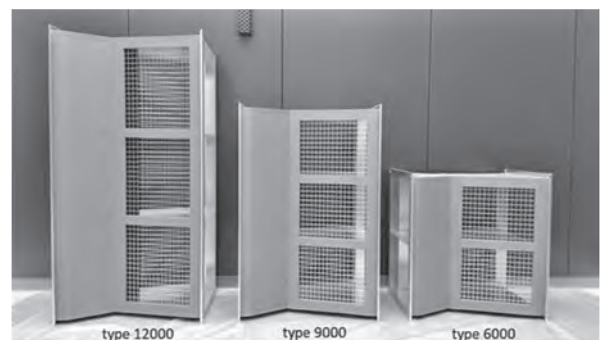
以上3タイプのラインアップをそろえた。ラインアップ毎の製品写真を写真一3に示す。各ラインアップにおいて、1次側空気流量は条件によって多少変動するが、誘引率には大きな影響が出ない事はシミュレーションおよび実機試験により確認をしている。

(3) 製品の形状に込めた想い

製品の特性上、周囲空気を誘引する必要があるため、原則として天井裏の隠蔽空間等ではなく、露出部分に設置される形になる。そのため、ダクトの道中であっても違和感を感じにくいデザインとなるように、シンプルな見た目で、かつダクトとの色の調和性にも配慮した。それと同時に、誘引という機能を隠すのではなく、あえてそのまま見せるデザインとして構成することとした。

中央には誘引を引き起こす特徴的なくびれを有し、このくびれが誘引に必要なベンチュリー効果を起こす機構の要となっている。くびれ部を通ったあとの拡大部の上下には、ごみの侵入をふせぐ金網形状の開口を有する構造であり、周囲の空気を製品およびダクトの中に取り込めるようになっている。

製品の縮小・拡大の確度は、一般的なダクトの拡大縮小の基準である、縮小角 30°、拡大角 15°を採用す



写真一 製品の3タイプのラインアップ

ることで、極端な圧力損失の増加が無いように配慮した。また、誘引の要であるくびれ部は、結果として周囲空気の吸い込みにも有利な形状となっている。このくびれのおかげで、ユニット周囲に他の設備やスラブ等が近接配置されていたとしても、周囲空気の流入経路が確保できることが実験により確認できている。

一方で施工性にも配慮し、製品の両端はダクトとの接続が容易にできる機構（フランジ接続・クリップ接続とも対応可能）とすることで、ダクト工による作業を可能とし、余計な人工がかからないようにしている。

製品の拡大写真を写真—4に示す。

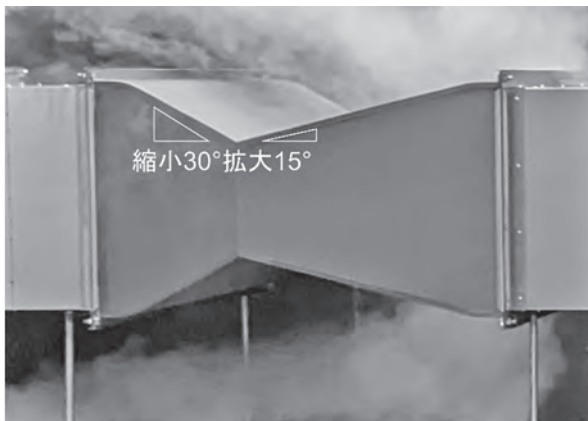
(4) その他の特長

ユニット本体は、前述の通りくびれ部が誘引機構の要であるが、製品の形状により誘引機構を担保していることから、本体に電源や動力は不要となっており、これは省エネルギー性にも優位に働くと同時に、海外での利用にも制約を受けず、様々な導入先が想定できる製品となっている。

また、空調用ダクトに設置するため製品本体には断熱をする事が必須条件とはなってくるが、後から保温工による手間が生じないように、恒温恒湿室にて結露試験等を実施し、一般的な夏期一定条件下では結露が生じないように、断熱材を製品に出荷時点から貼り付けることによって、断熱含めた一体の製品として構成するように心がけた。

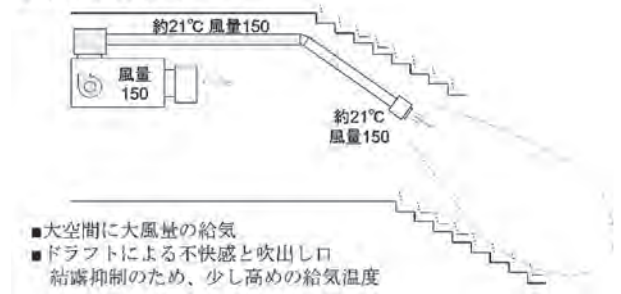
4. 従来システムとの比較

従来のシステムと今回のシステムとの違いを図—2, 3に示す。従来のシステムでは、例えば150の空気を給気したい場合、空調機で150の空気を作り出して、道中150の風量に見合った大口径のダクトサイズとする必要があった。一方今回の「誘引ユニット」を



写真—4 製品単体の拡大写真

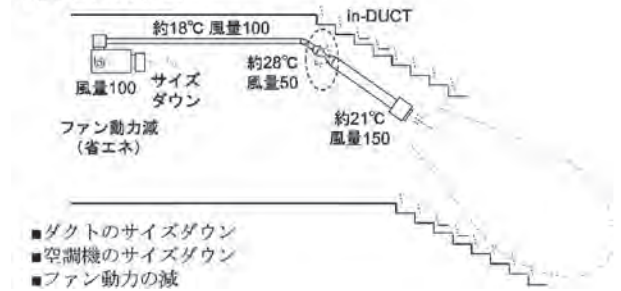
従来のシステム



- 大空間に大風量の給気
- ドラフトによる不快感と吹出し口結露抑制のため、少し高めの給気温度

図—2 従来方式における空調機や風量、ダクト径

今回のシステム



- ダクトのサイズダウン
- 空調機のサイズダウン
- ファン動力の減

図—3 今回方式における空調機や風量、ダクト径

使ったシステムの場合、「誘引ユニット」により周囲の空気を約50誘引することが可能なため、空調機で処理する空気は100だとしても、結果として150の給気が可能である。そのため、「誘引ユニット」までのダクトは100の風量に見合ったサイズで良く、ダクトのサイズダウンが可能となる。これは見栄えの向上に加え、輸送費の縮減にも寄与することが可能である。また、空調機で送り出す風量が従来の2/3とすることが可能なため、空調機自体の大きさを小さくできることに加え、ファン動力の低減が可能となる。

ダクトのサイズダウンは、天井裏空間の見え目や設備の納まりにも良い影響を与える。参考に「誘引ユニット」導入前後のダクトボリュームの比較画像をBIMにて作成した図として図—4, 5に示す。図に示す通り、変更によりダクトが縮減し、視界が広がり圧迫感が低減される様子が見て取れる。同時に天井内納まりも非常に有利になり、他の電気や衛生設備との取り合い調整が非常にしやすくなる。

5. 導入によるメリット

「誘引ユニット」導入により、供給風量が空調機処理風量に比べて150%になること、ダクトや空調機ファン動力が減できることは前述の通りであるが、それによる効果を以下に記す。まずイニシャルコストに関しては、空調機本体のサイズダウン、「誘引ユニット」

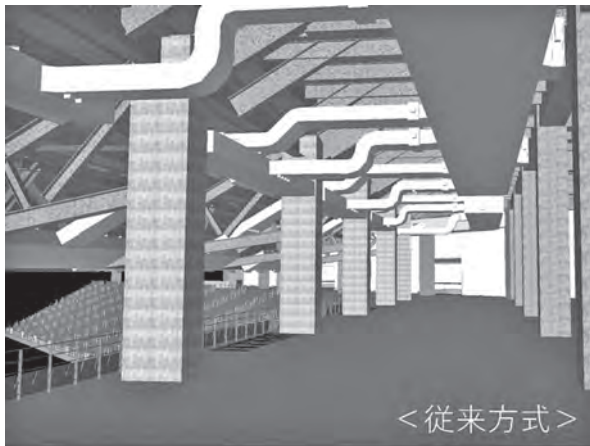


図-4 従来方式のダクトの見え方



図-5 今回方式におけるダクトの見え方

までの道中ダクトのサイズダウンが可能であり、従来方式と比較して約20%のコスト削減効果が期待できる。一方ランニングコストに関しては、空調機処理風量が減ることで、ファン動力の低減により従来方式と比較して約17%の削減効果が期待できる。さらに、ユニット本体は動力を使わず誘引していること、ダクトと同材で製作していることから、日常的な清掃作業を除くとメンテナンスフリーということも可能で、LCCの低減効果としては非常に高いものが期待できる。

6. 導入先物件について

今回開発した製品は、北海道日本ハムファイターズの新球場であるES CON FIELD HOKKAIDOに導入した。

(1) 建築計画

ES CON FIELD HOKKAIDOはJR千歳線の札幌駅と新千歳空港駅との中間地点駅である北広島駅から北西約1.5 kmに位置している。“世界がまだ見ぬボー

ルパークをつくろう”をスローガンに自治体・民間パートナーとともにスタジアムだけではないまちづくり・都市計画事業を進めてきた。エリアの名称を「北海道ボールパークFビレッジ」と名付け、周辺にはレジデンスや飲食商業施設、農業体験型施設、自然の豊かさを楽しめるグランピング施設やコテージ型宿泊棟等、多種多様な用途の施設が立ち並び、野球興行がないシーズンにおいても様々な世代で賑わい、活気あふれるまちづくりを目指しており、本球場はその中枢を担う役割を果たしている。

ES CON FIELD HOKKAIDOの鳥瞰写真を写真-5に示す。

(2) 「誘引ユニット」導入事例

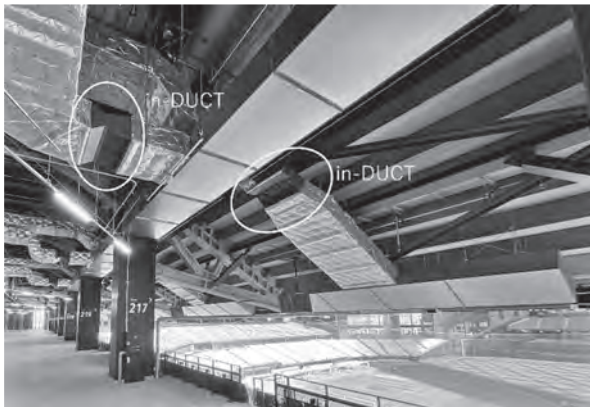
本建物は、可動式屋根が開閉する空間のため、屋根の開閉状況によって室内環境は大きく変わる。屋根が開となっている状態は、雨風をしのげる半屋外の大空間であるため、観客席に対してはある程度の空調設備が必要になる。「誘引ユニット」はその観客席用の空調に対して導入した。写真-6、7に導入した現地の写真を示す。図にある通り、観客席用の空調は、費用対効果等を鑑み、客席上部より吹き降ろす方式を採用。「誘引ユニット」はコンコース上部に設置することで、周囲空気を誘引できるようにしている。

7. おわりに

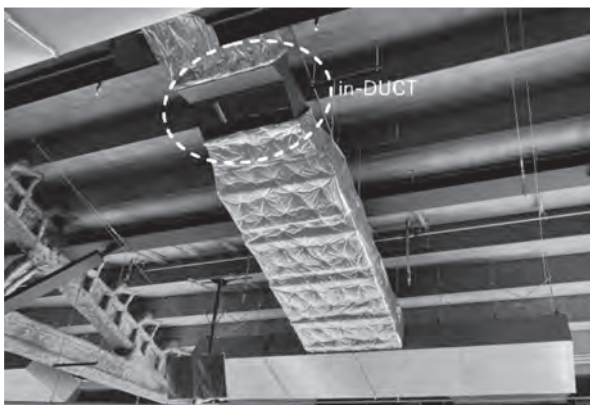
本製品は「世界がまだ見ぬボールパークをつくろう」というキーワードのもと、新たな要素を多数有する球場に対して、最適解を試行錯誤しながら開発した製品となる。製品導入にあたって、(株)ファイターズスポーツ&エンターテインメント様にも多大なるご協力をいただいた。心より御礼申し上げます。



写真-5 ES CON FIELD HOKKAIDO 鳥瞰写真



写真一六 球場内観客席ダクトへの「誘引ユニット」の導入状況



写真一七 観客席ダクトへ導入した「誘引ユニット」(拡大)

また、製品の開発にあたっては、協立エアテック(株)様に実機での試験やシミュレーション等、試行錯誤を繰り返しながら製品化に至るまで、多大なご協力とご尽力をいただいた。ここに心よりの御礼を申し上げます。

J|C|M|A

[筆者紹介]



中山 和樹 (なかやま かずき)
株大林組
設計本部 設備設計部
担当課長



和田 一 (わだ はじめ)
株大林組
設計本部 設備設計部
担当部長



加藤 隆矢 (かとう たかや)
株大林組
設計本部 設備設計部
副課長

国内最高！162 m のビルを新工法で解体

「鹿島スラッシュカット工法[®]」の開発

石田 武志・中村 隆寛・藤原 健弥

都市部の大型建築工事では、既存建物の解体工事を伴うことが多く、昨今では超高層建物を解体する事例も増えている。超高層建物の地上躯体の解体工事において、階上解体工法ではガラの飛来・落下、粉塵の飛散などの周辺環境への影響、従来のブロック解体工法では工期とコストの増加に課題があった。

そこで、スラブを斜めに切断してスラブ切断後の仮設支保工を不要として工期・コストを削減し、これらの課題を解決する工法を開発した。

本報では、工法と開発した機械・装置の概要、また、最高高さ162 mの世界貿易センタービルディングの解体工事に適用した結果と、工法の有用性を述べる。

キーワード：解体、超高層ビル、生産性向上、切断、ブロック解体、環境配慮、工程短縮、コスト低減

1. はじめに

従来の一般的な解体工法である階上解体工法は、建物トップ階に解体重機を載せて躯体を上階から破碎する。そのため、特に超高層建物の地上躯体の解体工事では、建物最頂部である解体階からのガラの飛来・落下、粉塵の飛散など、周辺環境への影響に課題があった。

また、躯体を切断して大きなユニット状にて吊降ろすブロック解体工法では、スラブ切断時に落下防止としてクレーンで揚重しながら切断するか、スラブ撤去まで下階から支保工で支える必要があり、支保工の設置数量が多くなること、スラブ撤去後のクレーンによる支保工揚重・撤去が工程のクリティカルになることから工期が長くなる点で課題があった。

そこで、スラブを斜めに切断してスラブ切断後の仮設支保工を不要とし、従来のブロック解体工法と比較して、工程を短縮し、コストを低減する「鹿島スラッシュカット工法[®]」（以下、本工法）を開発した。本工法の開発にあたり、新たにスラブ斜め切断カッターを開発した¹⁾。また、スラブ切断時に発生するノロ水を減容し、分離した水を切断に再利用するノロ水脱水装置、切断後の部材の揚重時に吊荷の姿勢を自動で水平にし、着地前に反転させ、解体・搬出時間を短縮する4点自動吊上げ装置を開発した²⁾。

本工法を、最高高さ162 mの超高層ビルの地上躯体解体工事に適用し、工法の有用性を検証し、従来のブロック解体工法との生産性を比較した。

2. 工法の内容

(1) スラブ斜め切断の概要

スラブを切断する方法として切断速度が速い道路カッターの採用を検討した。しかし従来の道路カッターは鉛直に切断する機械のため、前述の通り、スラブ撤去まで支保工を残置する必要がある。

そこでスラブを「斜め」に切断できる機械を開発した。図-1に斜め切断と鉛直切断の比較、図-2に斜め切断の概要を示す。切断後はスラブを両脇のスラブに預けて落下しない様にするため、切断終了後は支保工が不要となり、その揚重、撤去時間のタクト工程を短縮し全体工期短縮を実現する。

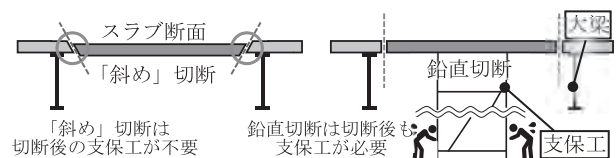


図-1 斜め切断と鉛直切断の比較

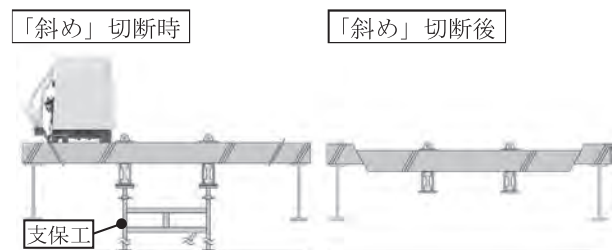


図-2 斜め切断の概要

(2) 工法概要

本工法では、躯体をできる限り大きな部材（大判ユニット）として切断し、タワークレーンで吊下ろして解体工事を進める。

まず、建屋内部に解体部材吊下ろしのために1階から最上階までを貫いた揚重開口を設ける。スラブ切断前に下階に支保工を設置し、スラブ切断後は図-3に示す通り支保工を盛替える。解体部材は最上階より揚重開口にて1階まで揚重され、解体用重機にて小割・分別して、搬出する。

スラブ切断は外壁・ガラスがある建物内部の密閉空間内であらかじめ行い、小割も1階にて行うため、タワークレーンの稼働率向上と、粉塵の飛散防止など周辺環境への配慮を実現している。

大判ユニットを図-4に示す。図に示す通り、大判ユニットは、スラブの斜め切断による「スラブユニット」の他、2本の大梁とスラブの「大梁スラブユニット」、建物外周部の3本の柱を梁で繋いだ「外周柱ユニット」、コア部の柱と耐震壁を梁で繋いだ「コアユニット」に分類してより大きなユニットとし、揚重回数を減らすことでタワークレーンの拘束時間を減らし、工期短縮を実現する。

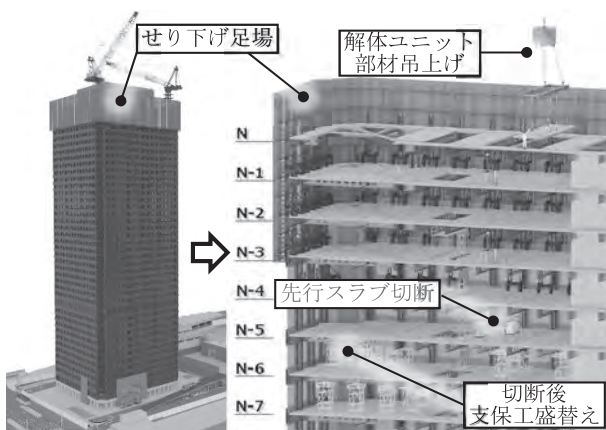


図-3 工法の概要

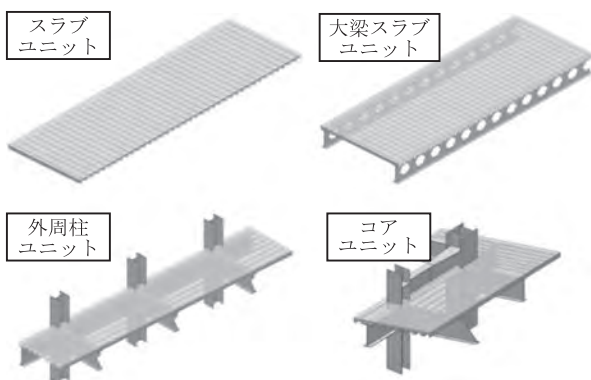


図-4 大判ユニットの例

3. 施工機械・装置の開発

本工法を成立させるべく新たに開発した施工機械・装置の開発過程や概要、さらに世界貿易センタービルディング本館解体工事（以下、本工事）に適用し収集した歩掛りや性能の評価について述べる。本工事は地上40階、高さ162mの国内最高高さの解体工事であった。

(1) スラブ斜め切断カッター

(a) 斜め切断方法及びブレード取付向きを検討

スラブを斜めに切断する方法を検討するにあたり、スラブを模擬した試験体を用いてウォールソーにて斜め切断の検証を行った。その結果、切断速度が非常に遅く、非効率であることが判明した。この原因は、斜め切断の場合、鉛直切断と比較して切断面積が大きくなり、加えて機械本体にかかる水平力が大きくなって切断抵抗が大きくなることなどが挙げられる。そこで切断速度に優れた道路カッターを基にスラブ斜め切断カッターを開発することとした。

実験は写真-1に示す「道路カッターの後輪駆動を再現した実験用台車」を用いて行い、スラブを模擬した試験体を10m切断し、切断速度と水平荷重を計測した。水平荷重とは、台車に掛かる水平力に対抗して、カッターを直進させるために作業員が押し棒を支えた力である。ブレードの向きが水平力に大きな影響を与えることがあらかじめ分かっていたので、図-5に示す通り、ブレードの向きを鉛直、内向き、外向きの3種類で切断時間と水平荷重を比較した。

結果を図-6及び図-7に示す。切断時間は「内刃」は鉛直とほぼ同等であり、「外刃」は鉛直と比較して約8%増加した。水平荷重についても、「内刃」は鉛直とほぼ同等であり、「外刃」は鉛直と比較して約30%増加する結果となった。以上の結果から、スラブカッターのブレード取付向きは内刃にすることとした。



写真-1 実験用台車

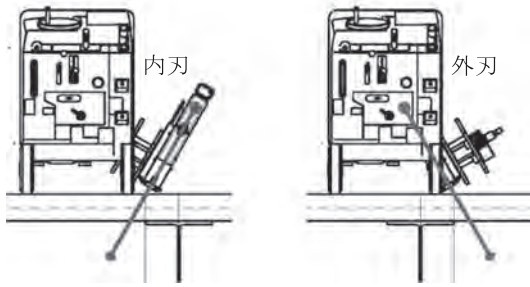


図-5 ブレードの取付向き

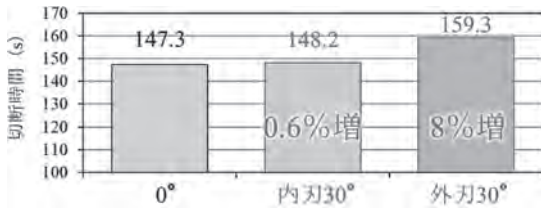


図-6 ブレードの取付向き別 切断時間

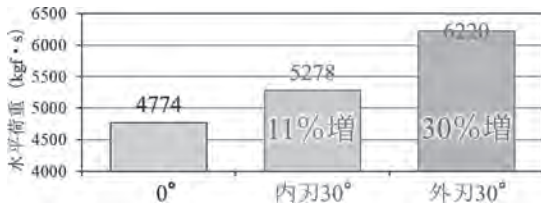


図-7 ブレードの取付向き別 水平荷重

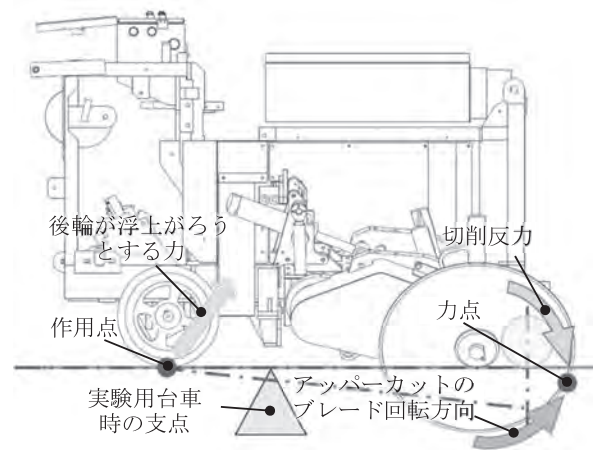


図-8 アップパーカット

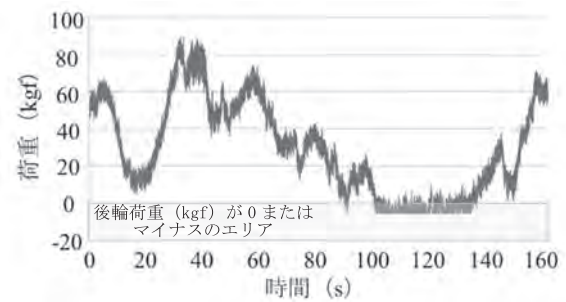


図-9 切断中の後輪荷重

(b) ブレード取付位置及び車輪位置の検討

次に、ブレード取付位置と車輪位置の検討を行った。これらは切断時の機械本体の安定性を向上させ、切断速度の高速化に影響を及ぼす。

通常の道路カッターは、ブレードを切断対象に挿入する際の作業性の良さなどからダウンカット方式を採用している。しかし、本工法の切断対象であるスラブの下にはデッキプレートがあるため、ダウンカット方式ではデッキプレートが下方へ剥がれてしまいデッキプレートとコンクリートを同時に切断できない可能性があった。そこでデッキプレートを下方から押し上げながらコンクリートと同時に切断するアップパーカット方式を採用した。

アップパーカット方式では、図-8に示すように切削反力によって後輪が浮上ろうとする力が発生する。そこで後輪荷重の変動を荷重計で計測したところ、図-9に示す通り切断中に0またはマイナスを示す値が計測された。これは後輪が無負荷状態、つまり空転していることを意味し、本体が前進するための反力(グリップ力)が後輪から得られないことになる。このため、直進安定性が悪くなり、作業員が押し棒を操作して機械を抑制する余分な力が必要となる。この問題を解決するため、ブレード位置と本体の適正な重

心位置を検討した。

通常の道路カッターのブレードは前輪より前方に位置しているため、同様の配置のままアップパーカット方式にすると、ブレードの切削反力(沈込み)が生じた場合に前輪を支点として機械が挙動しやすくなり、前述の通り浮上りが生じる。一方、ブレードが前輪より後方にあるとブレードの切削反力(沈込み)が生じて、主に右前輪で荷重を受けるため、浮上りに対する挙動への影響を低減できる。これらのことからブレードは前輪より後方に設置した。また、左右方向の重心については、ブレード近傍の車輪(右前輪)のグリップ力が低いと切削時にブレードに振れが生じ切断安定性が低下するため、右前輪のグリップ力を確保するよう右前輪に荷重がかかりやすい重心位置を考える必要がある。また、前後方向では、後輪の浮上りを抑えるため極力後方に重心位置を配置し、後輪のグリップ力を確保する必要がある。

以上により、図-10に示す通りブレードの近傍にある右前輪(①)と、二つの後輪(②, ③)を結んだ三角形の内側、かつ極力後方に、部品配置を調整し重心を配置した。

(c) スラブ斜め切断カッターの仕様

前述の検討を踏まえてスラブ斜め切断カッターを開発した。写真-2及び表-1に仕様を示す。なお、ス

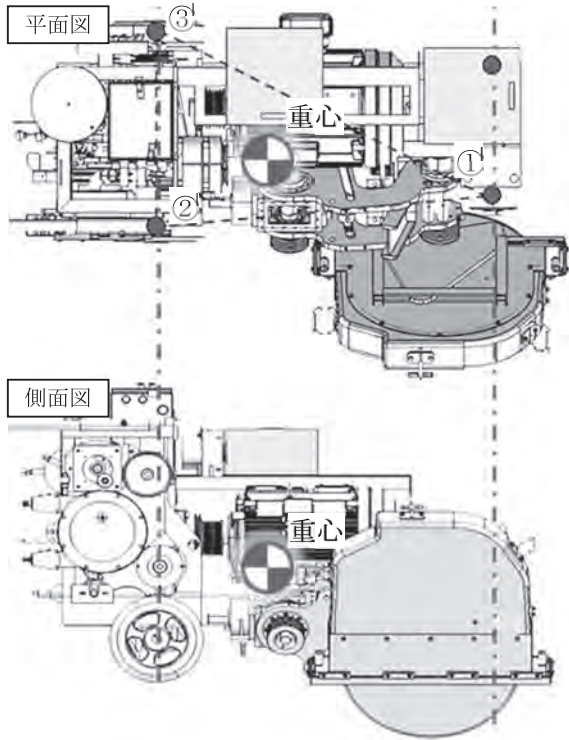


図-10 スラブカッターの重心位置



写真-2 スラブ斜め切断カッター

表-1 スラブ斜め切断カッターの仕様

搭載モータ	三相400V 4P-22kW
ブレード軸回転数	1,500m/min (50Hz)
本体サイズ、重量	L:1,500×W:760×H:1,070mm、890kg
最大切削深度(スラブ厚)	0° : 214mm、15° : 206mm、30° : 185mm
ブレードサイズ	22インチ (55.8mm)
走行速度(前進)	切削時:0~1km/h、回送時:0~3km/h
バッテリー(2台)	1台あたり...電圧:12V、容量:43Ah、重量:13.0kg
バキュームユニット	吸気量:2.0m ³ /min、排水ポンプ吐出量:9L/min

スラブ切断は屋内作業のため、排気ガスを発生させないよう三相400V電動モータ駆動とした。また、移動時の電源供給を不要とするため、24Vバッテリーを搭載し30分間、または500mの自走移動を可能とした。

(d) スラブ斜め切断カッターのIoT化

カッター本体に異常が生じた場合は、熟練した作業員でないと把握できないことが課題であった。そこで、各種センサを取付け、計測したデータをリアルタ

イムでクラウドにアップロードし、本体の異常、故障の予兆を把握する仕組みを構築した。センサによる計測項目は、切断深さ・距離・時間、モータ電流値・電圧・回転数・温度とした。また、作業にあたっては本体のタッチパネルを用いて、所属会社、作業者、ブレード番号、ブレードサイズ、作業フロア、工区を入力する。これらのデータによって事務所などの遠隔地にながら切断の進捗状況を確認できる「全体状況画面」とカッターの負荷状態などを確認できる「ライブ画面」を作成した。クラウド画面を図-11に示す。全体状況画面ではカッターがどのエリアで稼働しているかをキープラン上で表示し、ライブ画面ではカッターごとの切断深さ・速度とモータ電流値を表示している。

これらの入力データ、計測データをクラウド上に蓄積してBIツールにて簡便にグラフ化し、切断実績として帳票化した。図-12にBIツールによる切断実績の例を示す。

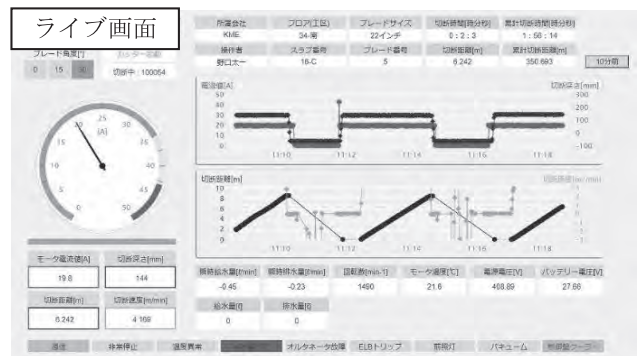
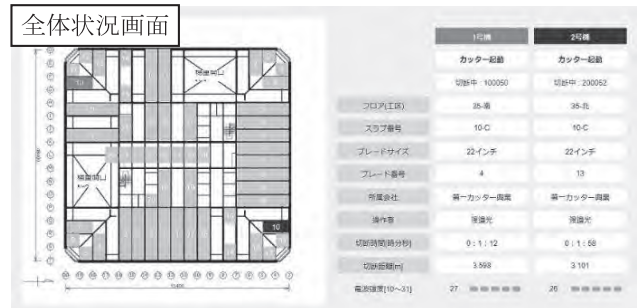


図-11 クラウド画面

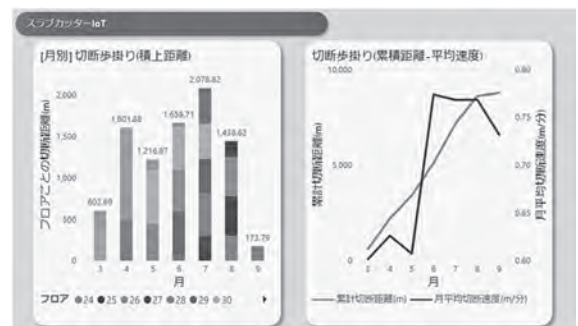


図-12 BIツールによる切断実績

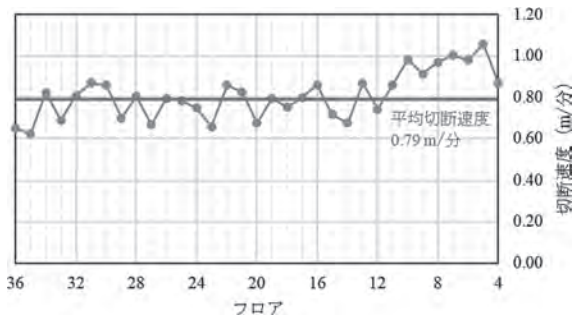


図-13 スラブカッター切断速度

表-2 各フロアの切断歩掛り (抜粋)

	36F	35F	34F	33F
切断距離 (m)	650.7	472.6	529.4	497.7
切断時間 (分)	1,003.1	756.6	644.2	722.1
切断速度 (m/分)	0.65	0.62	0.82	0.69
⋮				
	7F	6F	5F	4F
	449.9	495.4	463.4	456.2
	448.6	505.7	437.6	524.8
	1.00	0.98	1.06	0.87

(e) 施工歩掛り

実施工における各フロアの切断距離・時間・速度を図-13及び表-2に示す。切断距離・時間の合計はそれぞれ18,291.2m、23,560.5分であり、切断速度の平均値は0.79m/分となった。1フロアあたりの切断距離は約1,000mであったため、カッターの稼働時間は1,265分(21.1時間)であり、1日あたりの稼働時間を5時間とすると4.22日/フロアとなり、想定していた5日間のタクト工程を実現できた。切断速度の性能は十分に満足する結果となった。

(2) 全自動ノロ水脱水装置

(a) 装置の概要

スラブ切断時にはブレード冷却のために水(4L/分)が必要であり、コンクリートなどの切削粉と混ざったノロ水が生じ、産業廃棄物の量が多くなる懸念された。廃棄物量を低減するためにノロ水から水を分離して減容し、さらに分離された水(再生水)を切断に再利用する「全自動ノロ水脱水装置」を開発した。仕様を写真-3及び表-3に示す。

本装置はフィルタープレス方式による脱水装置とノロ水・再生水タンクをそれぞれ台車1台に集約した構成となっている。ノロ水から再生水を分離し脱水ケーキを排出するまでの一連の作業を全自動にて行う。

(b) ノロ水、再生水のフロー

本装置使用時の、スラブ切断に使用する水の供給、ノロ水の脱水・再生水利用のフローを図-14に示す。

また、脱水ケーキを小割にして回収しやすくするた



写真-3 全自動ノロ水脱水装置

表-3 全自動ノロ水脱水装置の仕様

ケーキ判定閾値	0.26MPa、20s
本体サイズ、重量	フィルタープレス部: L:1,200×W:700×H:1,695(mm)、520kg タンク部: L:1,200×W:700×H:1,515(mm)、390kg
ダイヤフラムポンプ	吐出圧力:0.7MPa、吐出量:100L/min
コンプレッサ	三相200V 4P-2.2kW、圧力:0.8MPa
タンク容量	ノロ水タンク:108L、再生水タンク:108L
ろ室体積	L:860×W:450×H:50 (mm)

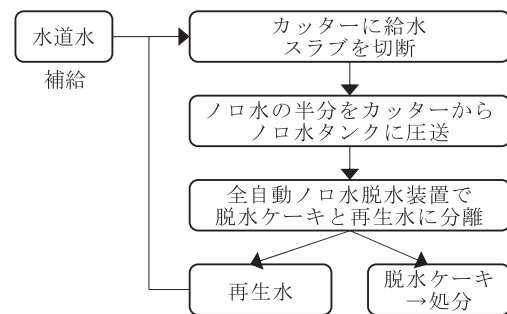


図-14 水のフロー図

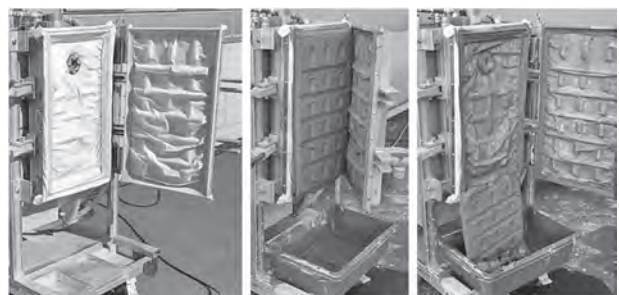


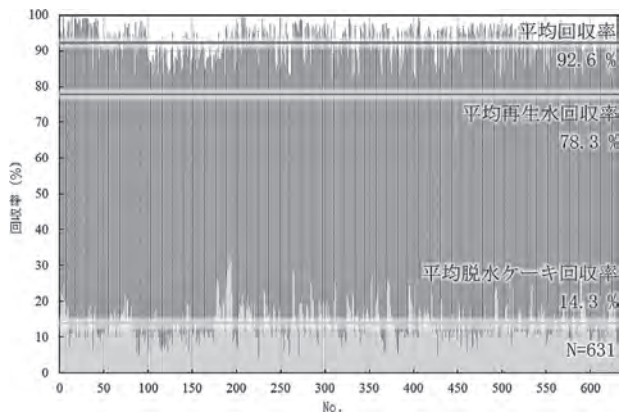
図-15 ろ室の区切りと脱水ケーキの小割

め、脱水ケーキを生成するろ室には区切りを設けて小割を誘発させる仕切り壁を設けた(図-15)。

(c) 性能評価

実施工で本装置の性能評価を行った。打込み量に対する脱水ケーキと再生水の合計数量の割合を回収率として計測した。

図-16に示す通り、回収率の平均値は92.6%となっ



図一 16 回収率の内訳

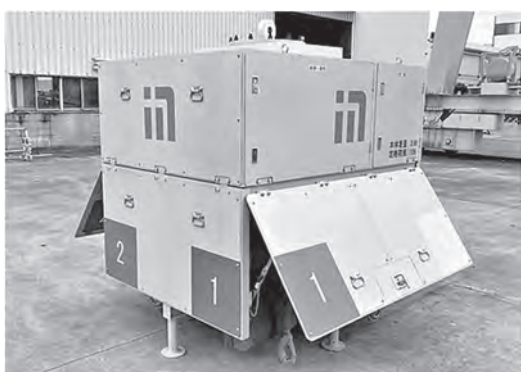
た。残りの7.4%は装置配管内の残り、及び脱水時の装置からの吹きこぼれによるものであった。

回収率約92%のうち、脱水ケーキは約14%、再生水は約78%となり、産業廃棄物の大幅な低減に寄与した。

(3) 4点自動吊上げ装置

(a) 装置の概要

大判ユニットは重心位置が不確かなため、揚重時の風による荷ぶれを低減するために吊荷を水平にする作業や、また、揚重開口内を1階に吊下ろした後、反転・着地させる作業は大きな手間が掛かる。そこで、これらの課題を解決する「4点自動吊上げ装置」を開発した。写真一4及び表一4に4点自動吊上げ装置の仕様を示す。本装置は、4つの電動チェーンブロックの



写真一 4 4点自動吊上げ装置

表一 4 4点自動吊上げ装置の仕様

定格荷重	15t (5t×4台) 4点/2点吊り
本体サイズ、重量	L:1,400×W:1,750×H:1,700 (mm)、2,600kg
巻上出力	DC48V、3.4kW
巻上速度	0.54~3.25m/min
揚程	10m
吊り角度	垂直:0~30° 以内、水平:0~30° 以内
安全装置	過荷重検出 (ブザー音、停止)

操作を組合わせ、1つのボタンで複数の電動チェーンブロックの同時操作を可能にした。また、操作性向上のため、個別チェーンの電動駆動による巻上げやチェーンの繰出し・巻取り長さの一括動作を行うこともできる仕様になっている。図一17に示す通り、操作はタブレットにより遠隔で行うことができ、作業員の高所作業の低減や、吊荷との接触防止による安全作業にも寄与している。また、操作画面は吊荷重量、吊荷重心(傾き)、Wi-Fiの接続状況及びバッテリー残量についても一度に確認できるように工夫した。

1階に吊下ろした際の吊荷の反転作業の状況を写真一5に示す。一連のチェーン動作をグループ登録し、ワンボタン操作だけで自動的に4点巻上げを行い、吊荷を反転させている。

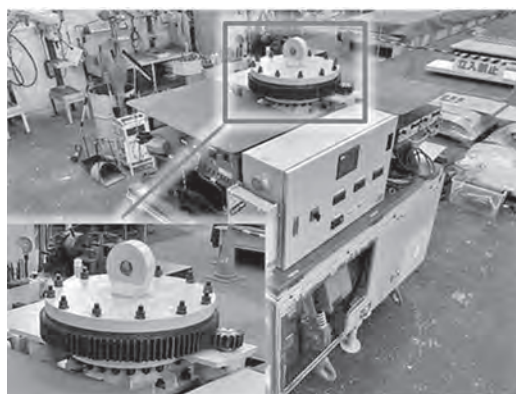
最後に、強風による吊荷のブレの補正として、写真一6に示す回転制御機構を付加した。遠隔操作により装置上部のギアモータを回転させ、クレーンフック及び吊ピースと一体化した旋回輪が回転し、左右自由



図一 17 タブレット無線遠隔操作画面



写真一 5 吊荷反転状況



写真一 6 回転制御機構

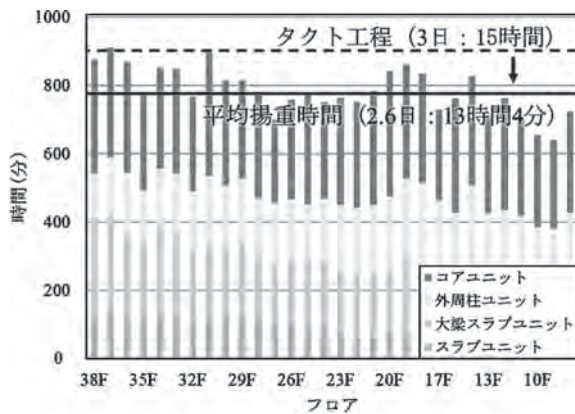
に回転させることができる。モータをロックして吊荷の回転を抑制することも可能なので、吊荷を躯体等に衝突させることなく安全に揚重することを実現した。

(b) 揚重作業時間への寄与

フロアごとの大判ユニットの揚重時間を図—18に示す。1フロアあたりの平均揚重時間は13時間4分であった。準備等を考慮し1日の揚重時間を5時間とすると、解体部材の揚重時間は1フロアあたり2.6日となる。本工事においては解体部材揚重の3日タクトを実現する結果を得た。

4. おわりに

本工法の開発と適用により、ガラ・粉塵が飛散することなく最高高さ162mの超高層ビルの地上躯体解体工事を終え、公衆への無事故無災害を達成した。ま



図—18 フロアごとの大判ユニット揚重時間

た、本工事においては従来のブロック解体工法に比べ約17%の工程短縮に貢献し、同様の超高層ビルの解体工事においても効果が期待できる。今後は本結果をふまえ本工法をブラッシュアップするとともに、超高層ビルの解体工事に積極的に適用を進めていきたい。

JCM A

《参考文献》

- 1) 中村隆寛, 石田武志; 超高層建物の地上解体工事の生産性向上に関する研究 その1: スラブ斜め切断カッターを用いた解体工法の検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2023.7, pp.1245 ~ 1246.
- 2) 石田武志, 中村隆寛; 超高層建物の地上解体工事の生産性向上に関する研究 その2: スラブ斜め切断カッターを用いた解体工法の適用結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2023.7, pp.1247 ~ 1248.

【筆者紹介】



石田 武志 (いしだ たけし)
鹿島建設㈱
機械部 機械技術イノベーショングループ
グループ長



中村 隆寛 (なかむら たかひろ)
鹿島建設㈱
技術研究所 建築生産グループ
主任研究員



藤原 健弥 (ふじわら けんや)
鹿島建設㈱
東京建築支店 機械部 企画管理グループ

放射線施設における遮蔽鋼板の解体に関する施工実績

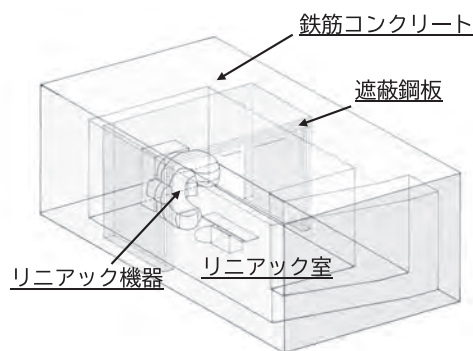
奥田修司・鈴置宗夫・小林英亮

戸田建設(株)は、日酸 TANAKA (株)、岡谷酸素(株)とともに、これまでコンクリート構造物のガス切断工法である「マスカット H 工法[®]」(以下、本工法)を解体工事へ適用してきた。本稿では本工法を放射線治療施設の躯体に内在する遮蔽鋼板の解体へ適用した結果について報告する。従来の放射線治療施設の解体においては、施工時の仮設ピースの溶接位置がわからないことから、ジャイアントブレイカーですべてのコンクリートを除去してからガス切断で解体している。そこで、圧碎機による解体と本工法を用いて、放射線治療施設の躯体に内在する 400 mm 厚 (80 mm×5 枚) の放射線遮蔽鋼板を切断することで、ジャイアントブレイカーでの作業が不要となり、騒音、振動、粉塵の発生を低減した安全な解体を実現した。

キーワード：放射線施設、遮蔽鋼板、放射線治療施設、リニアック室、解体、ガス切断、マスカット H 工法

1. はじめに

近年の新築工事では既存躯体の解体工事を伴うケースが増加している。解体工事では、重機に取り付けたジャイアントブレイカーによる打撃解体が多く使われており、騒音、振動、粉塵の発生などの周辺環境に関する課題があり、それらを解決できる工法の開発が求められている。このような背景から、筆者らはコンクリート構造物を対象に、低騒音、低振動、少粉塵で効率的かつ燃料ガスに水素を使用した二酸化炭素が発生しないガス切断工法「マスカット H 工法[®]」(以下、本工法)を開発した。本工法はこれまでに、基礎コンクリートの切断解体、SMW の切断解体、シートパイルの切断等の解体工事に対応してきた。本稿では、本工法を用いて、400 mm 厚 (80 mm×5 枚) の放射線遮蔽鋼板が内在する放射線治療施設の解体事例について報告する。

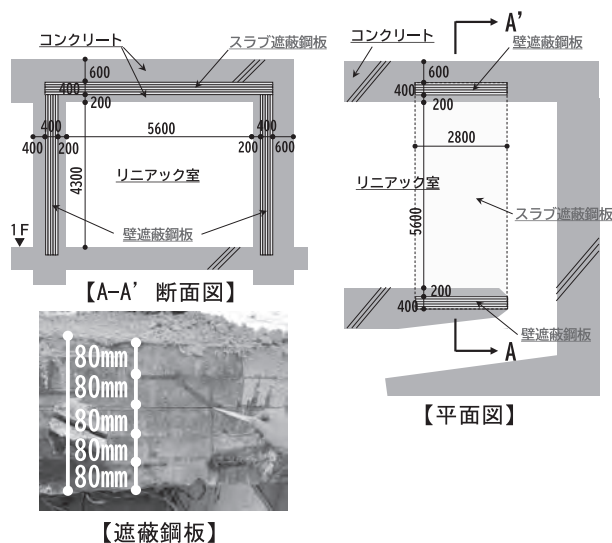


図—1 放射線治療施設の躯体イメージ

2. 放射線治療施設の概要と解体の課題

(1) 放射線治療施設の概要

図—1 に放射線治療施設の躯体イメージ、図—2 に放射線治療施設の躯体概要を示す。病院に併設される放射線治療施設は、放射線を遮蔽するために質量の大きい遮蔽鋼板 (スラブ遮蔽鋼板：約 60 t、壁遮蔽鋼板：約 40 t×2=80 t の計 140 t) および、鉄筋コンクリー

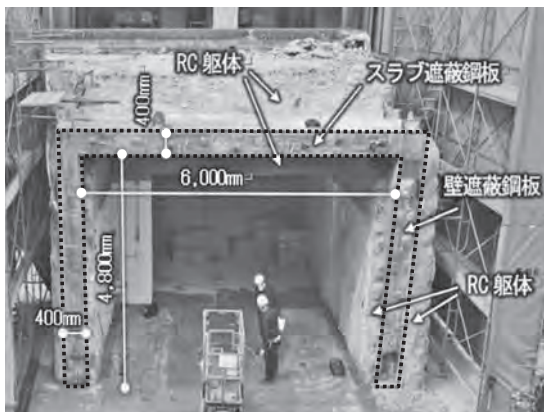


図—2 放射線治療施設の躯体概要

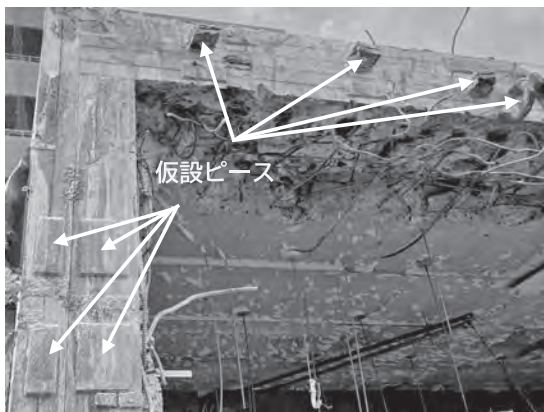
ト（外側厚さ 600 mm，内側厚さ 200 mm）で非常に厚く堅固な躯体で構築されている。放射線遮蔽鋼板は、揚重の施工性や平板鋼板の調達条件から、放射線を遮蔽するのに必要な厚さを確保するために複数枚重ね合わせて計画され、鋼板の側面を溶接し一体化させた上で、鉄筋コンクリートに覆われていることが特徴である。

(2) 解体の課題

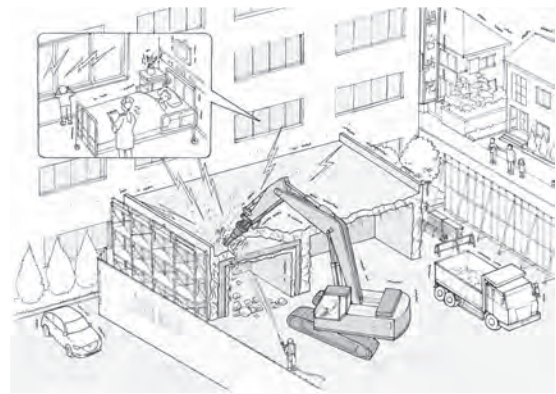
写真一 1 に切断対象を示す。放射線治療施設の躯体に内在する放射線遮蔽鋼板 400 mm 厚（80 mm×5 枚）を解体する工事である。従来の放射線治療施設の躯体解体方法は、はじめにジャイアントブレイカーによる打撃解体により鉄筋コンクリートを除去して遮蔽鋼板をすべて現してから、ガス切断で切断可能な範囲を少しずつ切り取りながら撤去するなどしている。ジャイアントブレイカーを使用する要因は、建設施工時に用いる仮設ピースが溶接されており、コンクリートをすべて除去するほかに、解体時にそれぞれの溶接箇所を知るすべがないためである。写真一 2 に仮設ピースを示す。従来の放射線治療施設の解体における課題を図一 3 に示す。従来の解体方法の課題として、



写真一 1 切断対象



写真一 2 仮設ピース



図一 3 従来の放射線治療施設の解体における課題

ジャイアントブレイカーの打撃により騒音、振動が発生し、周辺環境へ及ぼす影響が大きいことが挙げられる。さらに、鋼板が厚くなるため一般的な建設現場で使用するガス切断器では一度に切断ができない。放射線遮蔽鋼板は複数枚重ねて構築されていることから鋼板と鋼板に隙間があり、通常のガス切断では切断酸素による酸化反応が途切れてしまうため、切断可能な厚さが薄くなり作業効率が低下するという課題がある。また、建設施工時の逆再生解体できない理由としては、建設施工時に鋼板同士を溶接した場所や、仮設ピースの箇所がわからないことから、ジャイアントブレイカーでコンクリートをすべて撤去したのち、それらの仮設溶接や仮設ピースをガス切断で除去し、放射線遮蔽鋼板のガス切断撤去作業となるためである。この時、実は放射線遮蔽鋼板に自立性はなく、外殻コンクリートがない状態では自立できないという安全上の大きな課題がある。このように、従来の解体方法では施工手順が確立できていない。さらに、プロパンやアセチレンによるガス切断では多くの二酸化炭素が発生する。これらの課題を解決するために、ジャイアントブレイカーを使用しないで複数枚の鋼板を一度に切断できる本工法を採用した。当現場は、住宅や学校、商業施設等が近くにあり、人通りも多いため、解体時に発生する騒音、振動、粉塵の抑制など近隣への配慮が求められた。そこで、ジャイアントブレイカーを用いずに、圧碎機で解体する手順を確立した。

3. 遮蔽鋼板の切断実験

(1) 実験概要

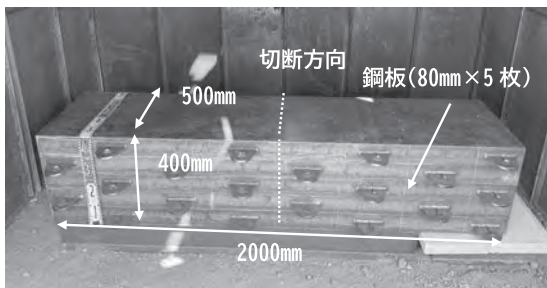
切断実験で検証する切断方法は、①一般的に建設現場で使用される手持ちのガス切断器、②鋼棒を酸素で燃焼させ、その酸化熱を利用して切断するランス棒、③水素と酸素に特殊金属粉を添加できるガス切断器を

使用した本工法の3水準とした。なお、本工法は、切断速度が調整可能な走行台車を使用した。実験の目的は各切断方法において、切断可能な鋼板の厚さおよび切断効率を把握することである。写真—3に実験に使用した鋼板試験体を示す。試験体は、実際に解体する遮蔽鋼板を想定し、厚さ80mmの鋼板を5枚重ねた厚さ400mmとし、切断長さ500mm、幅2000mmとした。各切断方向は、写真に示すように切断長さ500mm、切断厚さ400mmとした。計測項目は、切断可能厚さと切断速度とした。切断可能厚さに関しては、切断後にスケールで切断部分を計測した。切断速度に関しては切断開始から切断終了までの時間を計測した。

(2) 実験結果

写真—4に手持ちのガス切断器による切断状況、写真—5にランス棒による切断状況、写真—6に本工法による切断状況を示す。手持ちのガス切断器では、150mm程度の厚さまで切断できたが、400mmに厚さを切断することはできなかった。この原因として、鋼材と鋼材の隙間により酸化反応が途切れることやガス量自体が十分でないことが考えられる。一方、ランス棒による切断と本工法による切断においては、400mmの厚さを切断することができた。ランス棒は鋼棒を燃焼させて切断するため、鋼棒が切断箇所が届

く範囲であれば切断できる。また、本工法は、金属粉を添加することで鋼板の予熱の補助となることや、手持ち切断器と比較してガス量が多いことにより、400mm厚さの切断を可能にした。切断速度を見るとランス棒は12.1mm/minに対して、本工法は35.8mm/minでありランス棒の約3倍となった。写真—7に本工法で切断した切断面を示す。本工法は、走行台車を用いて切断するため、ランス棒と比較して切断面の凹凸がほとんど見られず、ブレが少なく安定して切断できることを確認した。



写真—3 実験に使用した鋼板試験体



写真—5 ランス棒による切断状況



写真—6 本工法による切断状況



写真—4 手持ちのガス切断器による切断状況



写真—7 本工法で切断した切断面

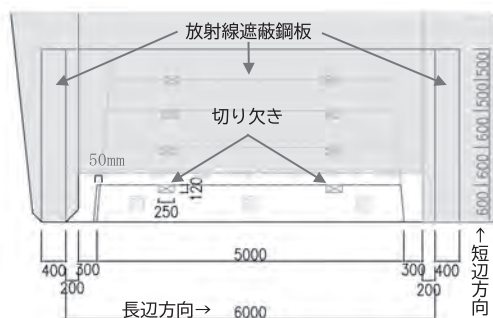
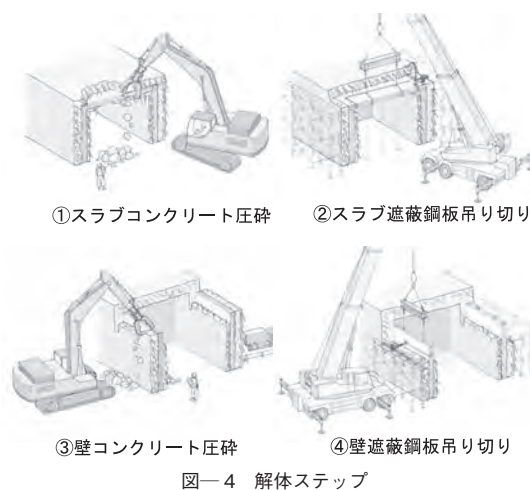
4. 解体計画

(1) 解体手順

図一4に解体ステップを示す。本工法を用いた放射線遮蔽鋼板の解体手順は以下のとおりである。①スラブコンクリートを圧碎機で部分的に解体し、スラブ遮蔽鋼板を露出させる。②切断するスラブ遮蔽鋼板を支保工およびクレーンで支持しながら、本工法を用いて切断（吊り切り）し、揚重撤去する。①と②を繰り返して、スラブ遮蔽鋼板を解体撤去する。③壁コンクリートを圧碎機で部分的に解体し、壁遮蔽鋼板を露出させる。④切断する壁遮蔽鋼板をクレーンで保持しながら本工法を用いて切断（吊り切り）し、揚重撤去する。③と④を繰り返して、壁遮蔽鋼板を解体撤去する。このようにコンクリートを圧砕したのち本工法を用いてガス切断することで騒音・振動・粉塵の発生を抑えた施工が可能となる。また、外殻コンクリートをすべて撤去しなければならない従来工法に比べて、部分的にコンクリートを解体し、残る側の放射線遮蔽鋼板を躯体で保持しながら解体できる本工法は、安全性にも優れている。

(2) ガス切断計画

図一5にスラブ遮蔽鋼板の切断ラインを示す。ス



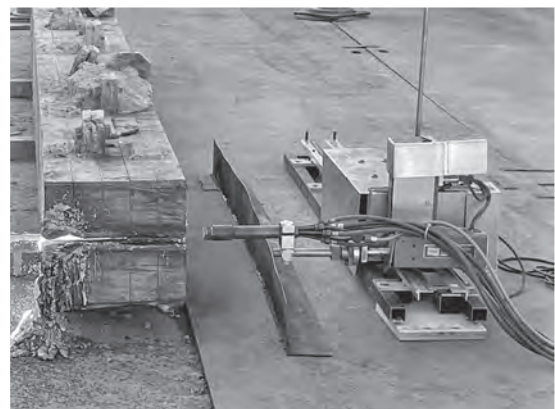
図一5 スラブ遮蔽鋼板の切断ライン

ラブ遮蔽鋼板の切断においては、圧碎機でコンクリートを解体可能な短辺方向600mmごとに切断していく。短辺方向を切断したのちに長辺方向の切断を行う。最後にもう一方の短辺方向の切断を行い揚重撤去していく。このように①短辺方向の切断、②長辺方向の切断、③短辺方向の切断の繰り返しで解体していく。スラブ遮蔽鋼板切断のポイントは以下のとおりである。①の短辺方向の切断においては、熱による鋼板の伸びや変形を考慮して切り幅が50mm程度になるように切断する。②の長辺方向の切断時には吊り切りのためのチェーンを通すための切り欠きを作りながら切断する。③の短辺方向の切断の際は、②で作った切り欠きにチェーンを巻き、クレーンで吊りながら切断する。また、スラブ遮蔽鋼板においては、切断した鋼板を揚重する際に鋼板同士で干渉し合い吊り上げられない可能性を懸念し、手前側から奥に行くにつれて長辺方向の切断距離が短くなるように計画した。これは、干渉して揚重できない場合に、手前に引っ張ることで撤去を可能にするためである。

壁遮蔽鋼板においても同様に本工法を採用し、壁コンクリートの圧碎と壁遮蔽鋼板の吊り切りを繰り返して解体を行った。

(3) ガス切断器

写真一8に自動走行台車を示す。これまで本工法を用いたコンクリート構造物のガス切断においては、専用手持ちガス切断器を用いて切断を行ってきた。厚みのあるコンクリート構造物の奥のほうを切断するためには、ガス切断器を切断したコンクリートの中に押し込んで切断する必要がある。ガス切断器をコンクリートの中に押し込むためには、ガス切断器が入る幅に押し広げながら切断していく必要があり、それらの微調整は手動によるガス切断で再現するほかなかった。しかし、今回の切断対象である放射線治療施設



写真一8 自動走行台車

体の放射線遮蔽鋼板 400 mm 厚 (80 mm×5 枚) の場合は、手ブレにより切断酸素の酸化反応が途切れることでうまくガス切断できない可能性が懸念された。そこで、人による影響を受けないガス切断器を用いることを考えた。筆者らは、リモコン操作により走行スピード、走行方向、ガス切断器の角度を調整できる自動走行台車を製作した。自動走行台車のレールには磁力の ON/OFF が切り替え可能なマグネットホルダ台を用いて鋼板に取り付けできる仕様にした。自動走行台車を用いることで、切断酸素による酸化反応の途切れが発生することなく、ブレの少ない安定した切断ができることを確認した。

5. 解体事例

(1) 解体状況

写真—9 にスラブ遮蔽鋼板切断状況、写真—10 にスラブ遮蔽鋼板揚重状況、写真—11 にスラブ遮蔽鋼板撤去完了状況、写真—12 に壁遮蔽鋼板切断状況を示す。放射線遮蔽鋼板 400 mm 厚 (80 mm×5 枚) の切断は、切り始めを切り抜く作業に手間取っていたが、ガス切断器の角度や当てる時間を試行錯誤するこ

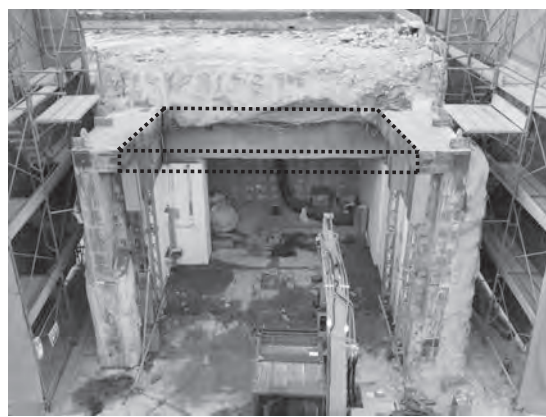
とで問題なく切断できるようになった。さらに、本工法は自動走行台車を用いて切断しているため、安定した切断が可能となり、切断面の凹凸がほとんど見られず、ブレが少なく安定して切断できることと、酸化反応が途切れずに複層の放射線遮蔽鋼板を切断できることを確認した。上記のガス切断計画で、①の短辺方向の切断においては、熱による鋼板の伸びや変形を考慮して切り幅が 50 mm になるように計画していたが、実際にスラブ遮蔽鋼板切断時には、熱による鋼板の伸びや変形を確認した。さらに、スラブ遮蔽鋼板切断後、時間が経過し鋼板が冷めると元に戻るように変形していた。また、壁遮蔽鋼板の切断に関しては、複層鋼板を水平方向で切断できるかを切断撤去したスラブ遮蔽鋼板を用いて現地で実験し確認した。スラブ遮蔽鋼板および壁遮蔽鋼板ともに問題なく施工できることを確認した。

(2) 切断速度

表—1 にスラブ遮蔽鋼板切断の施工歩掛かりを示す。400 mm 厚 (80 mm×5 枚) の放射線遮蔽鋼板の切断において、切り始め以外の安定した切断部位の歩掛かりとしては、平均 38.3 mm/min の切断速度であっ



写真—9 スラブ遮蔽鋼板切断状況



写真—11 スラブ遮蔽鋼板撤去完了状況



写真—10 スラブ遮蔽鋼板揚重状況



写真—12 壁遮蔽鋼板切断状況

表一 1 施工歩掛かり (実働)

総切断長さ (mm)	総切断時間 (min)	切断速度 (mm/min)
34.813	910	38.3

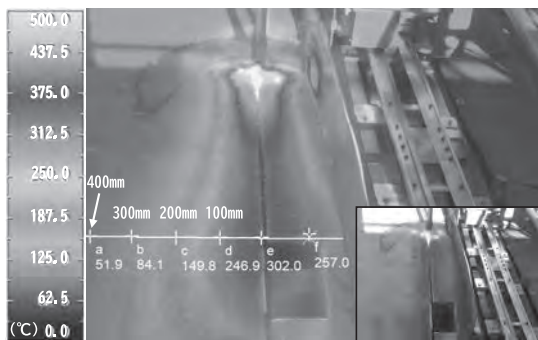
た。切断速度に関しては、走行速度が速すぎて途中で切断酸素による酸化反応が途切れる恐れがあったので、若干遅めに設定した。今後の実験で切断可能な最速の切断速度を追究する必要がある。

(3) 鉄板温度

図一 6 にスラブ遮蔽鋼板切断時の表面温度分布を示す。赤外線サーモグラフィックカメラを用いて切断時におけるスラブ遮蔽鋼板の表面温度を計測した。その結果、切断ライン近傍は 300℃ を超える表面温度になるが、切断ラインから 300 mm 離れると 100℃ 以下に、400 mm 離れると 50℃ 程度まで温度が低下することがわかった。以上のことから、放射線遮蔽鋼板を素手で触らないように皮手袋を着用したり、遮蔽鋼板上で歩く場所には敷板を敷くなどして対策を講じることで問題なく施工できると判断した。

6. おわりに

本工法を 400 mm 厚 (80 mm×5 枚) の放射線遮蔽鋼板が内在する放射線治療施設の解体に適用した結果を以下に示す。



図一 6 スラブ遮蔽鋼板切断時の表面温度分布

- 1) 本工法により、ジャイアントブレイカーでの作業が不要となり、騒音、振動、粉塵の発生を低減した解体を実現することができた。
- 2) 本工法は、放射線遮蔽鋼板を躯体で保持しながら解体できるので、鋼板が落下する恐れがないため、従来のジャイアントブレイカーによる解体よりも安全な解体手法を確立した。
- 3) 放射線遮蔽施設の遮蔽鋼板の解体方法として、本工法の有効性を確認した。
- 4) 今後は、更なる生産性向上を目指して、切断速度の追求、技術開発を進める予定である。

JICMA

《参考文献》

- 1) 戸田建設(株) 新着情報 マスカットH工法®を放射線施設の解体工事へ適用拡大、https://www.toda.co.jp/news/2023/20230511_003207.html
- 2) 井戸康浩ほか：放射線施設における遮蔽鋼板の解体に関する報告（その1 解体概要および遮蔽鋼板の切断実験）日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿），pp.1241-1242，2023.7
- 3) 奥田修司ほか：放射線施設における遮蔽鋼板の解体に関する報告（その2 解体計画と解体事例）日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿），pp.1243-1244，2023.7

[筆者紹介]



奥田 修司 (おくだ しゅうじ)
戸田建設(株)
技術研究所 施工革新部
主任



鈴置 宗夫 (すずおき むねお)
日酸 TANAKA (株)
事業本部 製品開発事業部 制御機器開発部
部長



小林 英亮 (こばやし ひであき)
岡谷酸素(株)
営業部 長野南営業所 産業ガス課
係長

実建物のホールライフサイクルアセスメントの 検討と環境製品宣言（EPD）の取得

安藤ハザマ東北支店ビルでのカーボンフットプリントとエコリーフ認定取得事例

鈴木好幸・田中洋介・小林謙介

カーボンニュートラル社会を実現するためには、サプライチェーン全体での排出量削減が重要であり、環境に配慮した建築物を計画するためには、LCA手法の活用が不可欠である。これまで実建築物を対象としたLCA算定事例は少なく、また国内の報告例をみてもCO₂排出量やGHG排出量に着目した検討がほとんどで、マルチクライテリア評価がなされている事例は極めて少ないのが現状である。筆者らは、ISOに準拠した統一的なルールのもとで、第三者認証型の環境製品宣言（EPD）による透明性、公平性を重視した算定手法の利用普及を目指した取組みを推進している。本報告では、実建築物を対象としてEPDを取得した事例について紹介する。

キーワード：LCA, EPD, CFP, IDEA, CO₂排出量, マルチクライテリア

1. はじめに

カーボンニュートラル社会を実現するためには、サプライチェーン全体での排出量削減が重要であり、環境に配慮した建築物を計画するためには、LCA手法の活用が不可欠である。しかしながら、建築物においては業界統一のLCAルールは整備されているとはいえず、算定依頼者や実施者の考え方に依存した算定では同じ建物に対しても各社各様の算定結果となる課題があった。近年では脱炭素化の世界的な潮流を受け、国内においても建築物を対象としたLCAの事例が増えつつあるが、日本ではCO₂や温室効果ガス（GHG）に特化した検討が多く、マルチクライテリア（多様な環境負荷物質を評価すること）評価の事例が少ないのが現状である。小林・磯部¹⁾の報告によると、海外の研究論文では殆どの文献でマルチクライテリアでの環境影響評価が行われているが、国内では殆どがエネルギー消費量やCO₂排出量に分析に留まっていることが指摘されている。環境問題（水質汚濁、大気汚染、酸性雨、地球温暖化など）は相互にトレードオフになっている場合があり、CO₂のみに注視しすぎた結果、ほかの環境領域での致命的なリスクに気が付かない危険性を孕んでいるため、マルチクライテリアでの視点についても積極的な検討が行われることが重要であると筆者らは考えている。

また、建築物を対象としてLCAを実施する際の課題として、LCAの実施経験者へのアンケート調査に

基づくLCA実施の実態と課題分析の結果¹⁾によると、評価を実施するうえで最も多くの時間を費やしている作業として、建物資材投入データの収集が第一に挙げられている。建築物は、一品生産形式でかつ1棟あたりに投入される資材の部品点数が膨大であることが、他分野とは大きく異なる特徴であり、それがLCAの実施においては作業負荷を大きくしている要因となっている。これは、単に作業負荷が大きいことだけに限らず、算定過程が煩雑化しやすく算定結果の透明性や公平性が担保されにくいことや、業界統一の評価ルールや標準的な指標を設定しにくいという課題にも繋がっているものと考えられる。

そうした背景のもと、筆者らはこれまでに、LCAに関する専門性を有する第三者が評価結果について検証することで公平性・信頼性を担保できるカーボンフットプリント（Carbon Footprint of Products：CFP）認定制度に着目し、環境ラベルの一つであるCFP認定マークを建築物に付与する仕組みを確立し、建設会社としては国内初のCFP認定を取得している。また、そのような経験・実績を活かして、建設会社が日常的に実務で扱う設計・積算情報からLCA算定用の建物資材投入データの算定シートへの入力作業を自動化するシステムの開発など、LCA実施における作業負荷軽減にも注力している。

本報告では、これまで筆者らが進めてきた建築物を対象としたCFP活用に関する取組みから、現在建設中のプロジェクト「安藤ハザマ東北支店ビル」の

CFP および環境製品宣言 (Environmental product declaration: EPD) であるエコリーフの認定取得事例について紹介するとともにマルチクライテリアでの評価結果について報告する。

2. 建築物を対象とした CFP 活用に関する取組み

(1) 日本における CFP 制度の変遷と認定取得までの流れ

CFP とは、自社の商品やサービスのサプライチェーン上における GHG 排出量を LCA の観点から算定し、商品やサービスに分かりやすく表示する仕組みである。日本では、2009 年から経済産業省、国土交通省、環境省、農林水産省が共同で CFP 制度試行事業を開始し、2012 年から (一社) 産業環境管理協会 (JEMAI) が事業を継承して「CFP プログラム」を設立し、エコリーフ環境ラベルとそれぞれの運営を担ってきた。2017 年には、エコリーフ環境ラベルと CFP プログラムを統合した「JEMAI 環境ラベルプログラム」の運用が開始された。2019 年には (一社) サステナブル経営推進機構 (SuMPO) に運営を移管し「エコリーフ環境ラベルプログラム」として運用され、さらに 2022 年には普及促進の観点から「SuMPO 環境ラベルプログラム」に名称変更されて現在に至る²⁾。

CFP 認定取得にあたっては、製品やサービスごとの CFP の算定・宣言に関するルールとなる製品種別基準 (Product Category Rule: PCR) を選択、もしくは該当する PCR が無い場合は新たに策定・認定登

録し、その PCR に基づいて CFP を算定する。さらに算定結果に対して第三者による検証・審査を経て登録・公開手続きを行うことで、CFP 宣言として情報公開される³⁾。

(2) 建築物を対象とした PCR の策定

筆者らは、建築物を一つの製品と捉えて、2013 年から CFP を活用した建築物の CO₂ 排出量の評価・見える化に向けた検討を開始した。当時、建築物の PCR は登録されていなかったため、新たに PCR の策定に向けた検討から着手したが、最初に行ったのが評価対象となるライフサイクルプロセスの設定である。なお、建築物のライフサイクルの各プロセスは、ISO21930 を参照すると図-1 に示されるような整理⁴⁾ がなされている。図-2 に当時設定した建築物のライフサイクルフロー図を示すが、評価対象は資材製造、建設、改修および廃棄を対象とし、運用や設備は

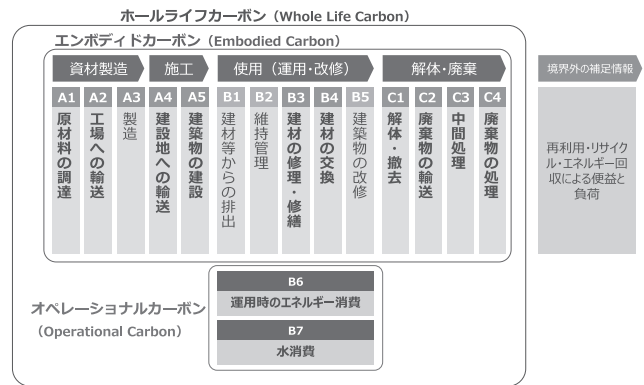


図-1 建築物のライフサイクルの定義 (文献⁴⁾ を基に意識・作図)

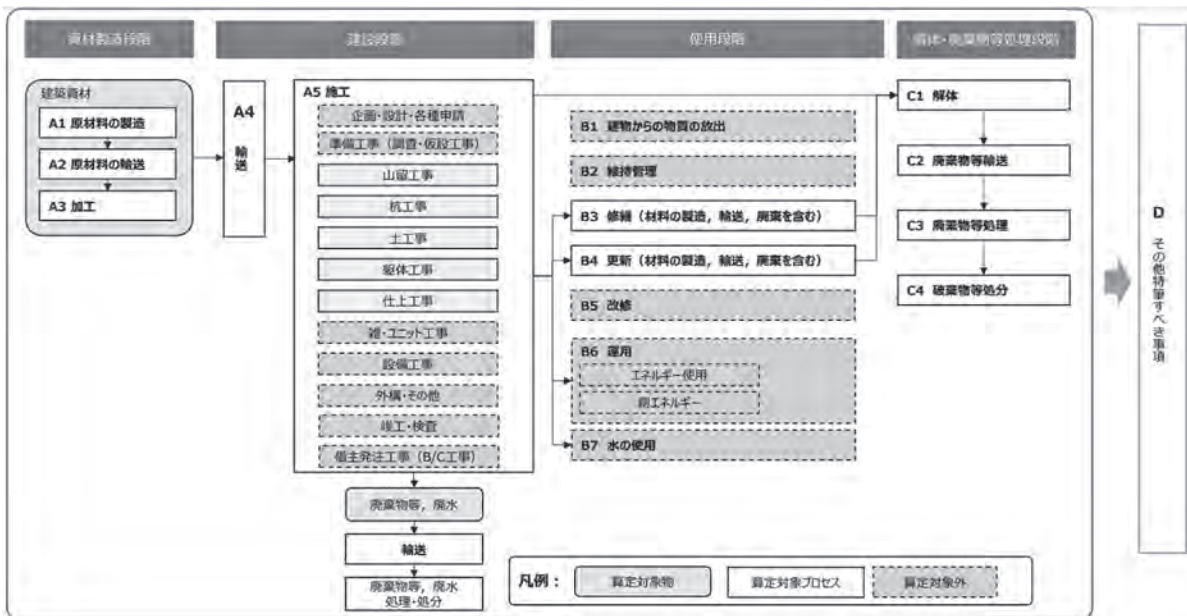


図-2 ライフサイクルフロー図 (エンボディドカーボン (建築工事のみ) を対象とした例)

対象外である。図-1のライフサイクルの定義に従うと建築工事のエンボディドカーボンの評価対象としたところが特徴といえる。

その後、社会的要求や算定目的に応じて適宜PCRの改定を進めながら評価を進めており、現在では2023年5月に改定された第9版のPCR「認定PCR番号：PA-241000-AA-09、建築物【第9版】」が登録・公開されている⁵⁾。最新版のPCRにおけるライフサイクルフロー図を図-3に示すが、評価対象のプロセスを拡張しており、運用や設備を含めた全てのライフサイクルプロセス（ホールライフサイクル）や全工種の環境影響を評価できるように整備している。

(3) 建築物のCFP取得実績

建築物にCFPを活用するにあたっての最初の取組みとして、2014年7月に設計した「モデル建築物」(図-4)を対象にCFP認定を取得した。その後、2016年5月に、日本で初めての実建築物でのCFP認定を茨城県つくば市の安藤ハザマ研修用宿泊施設「TTCつくば」(図-5)で取得した。これらの登録情報は、旧CFPプログラムのサイト上で公開されている⁶⁾(2025年3月末まで公開予定)。前述したとおり建築物のLCAを実施する際の大きな課題として、建築物に投入される資材投入量(部品点数)が多く、さらには資材自体が複数の材料で構成されることが多いことが挙げられ、全ての投入資材データを積み上げて計算(ここでは、「資材積み上げ計算」と称する)を実施するには非常に大きな負荷がかかる。そのため、フォアグラウンドデータ(自ら収集するデータ、本例では投

入資材やエネルギー使用量など)には実務上で整備される建築物の設計・積算情報を極力そのまま活用することとし、バックグラウンドデータ(自ら収集するのが困難な汎用化されたデータ、EPDプログラムでは二次データと称している)には「建物のLCA指針(日本建築学会)」⁷⁾で整備されている産業連関表ベースの原単位データベースAIJ-LCA ver.5を用いて、不足データをIDEA⁸⁾ ver.1などで補足した。

2017年11月には、「東京貨物ターミナル駅事務所



図-4 モデル建築物のCFP認定事例



図-5 TTCつくば

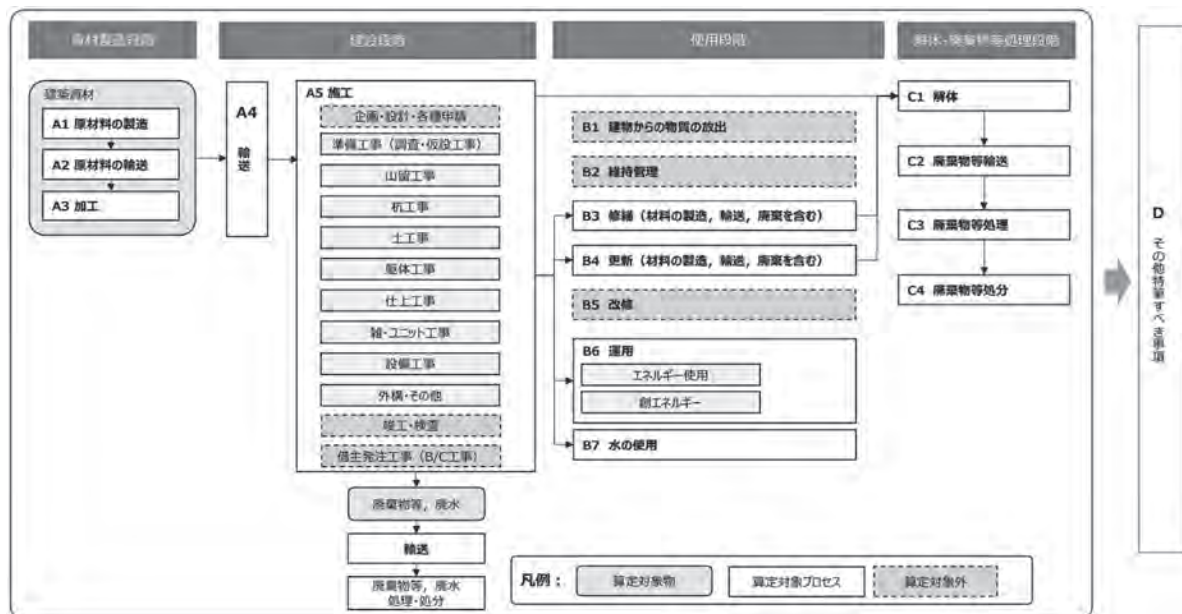


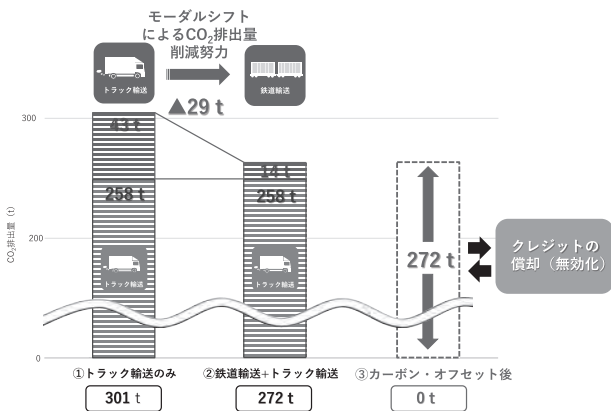
図-3 ライフサイクルフロー図(ホールライフサイクルを評価対象とした例)

新築工事」(発注者：日本貨物鉄道(株) 所在：東京都品川区，2017年11月竣工)(図一6)でCFP認定を取得した。同認定は，エコリーフ環境ラベルとCFPプログラムを統合した「JEMAI環境ラベルプログラム」において取得しており，プログラムの統合化にあたってPCRの改定が行われた。主な改定点としては，それまで2次データとしてAIJ-LCA ver.5をベースに計算を行っていたが，原則IDEA ver.2をベースとして不足データをAIJ-LCA ver.5などのその他原単位データベースで補足することとした。同プロジェクトでは，発注者が特に環境貢献への意識が高い分野である貨物輸送によるCO₂削減量の効果を，CFPで見える化した詳細なプロセスごとのCO₂排出量を根拠データとして示した。さらに，削減しきれなかった輸送時CO₂について，当社が保有するJクレジットを用いてカーボン・オフセットした(図一7)。このように，CFPによる詳細な評価を行うことで，定量化した数値情報を根拠データとして，環境配慮に対して重要視した内容に応じた様々な活用に展開できることが分かった。

2021年2月には，神奈川県川崎市に当社設計・施工で建設した「鷺沼独身寮」(図一8)でCFP認定を取得した。同認定は，SuMPOにCFP事業の運営が



図一6 東京貨物ターミナル駅事務所



図一7 貨物輸送によるCO₂削減量とカーボン・オフセットの事例

移管された後の「エコリーフ環境ラベルプログラム」での認定になるが，PCRには大きな変更はなかった。算定にあたっては，気候変動だけでなく他領域の環境負荷にも留意しつつCFPの削減を図っていくことをより意識するため，使用する二次データを全てIDEAに統一した。算定作業にあたっては，日本建築学会地球環境委員会LCA小委員会のサイト⁹⁾で公開されているIDEA用評価ツール(補助ツール：試行版)を用いた。同ツールは，算定結果をそのままCFPやエコリーフ認定時の申請書式に展開することが可能で，算定からCFP申請までを通じた作業負荷の軽減に寄与した。

3. 安藤ハザマ東北支店ビルでのカーボンフットプリントとエコリーフ認定取得事例

(1) 建物概要

図一9にCFPとエコリーフを取得した安藤ハザマ東北支店ビルの建物概要と外観パースを示す。本建物は地下1階・地上10階建ての中層規模の住宅・オフィス複合建築物であり，事務所部分はNet-ZEB認証(100%以上エネルギー削減)，賃貸住宅部分はZEH-M Oriented認証(20%以上のエネルギー削減)を取得している。

(2) EPD取得の概要

本節では，当該建物を対象としたCFPとエコリー



図一8 鷺沼独身寮

項目	内容
用途	事務所・共同住宅
階数	地下1階,地上10階
構造	鉄骨造
建設地	宮城県仙台市
建築面積	931.9㎡
延床面積	7,932.2㎡
耐用年数	65年



図一9 CFP・エコリーフ認定を取得した建物概要

フ認定取得に関する概要を述べるが、ここではCFPとエコリーフをまとめてEPDと称する。算定にあたって用いたPCRは第8版の建築物PCRで、評価範囲は図一3に示したとおり、資材製造段階(A1-A3)、建設段階(A4輸送、A5施工)、使用段階(B3修繕、B4更新、B6運用、B7水の使用を含む)、解体・廃棄物処理段階(C1-C4)であり、全てのライフサイクル、つまりホールライフサイクルアセスメントの実施を目指したものである。バックグラウンドデータは、SuMPO環境プログラム上において当時デフォルトで使用可能なデータベースとして登録されていたIDEA ver2.1.3を使用した。EPD取得までの流れは、2.1節、2.2節に示したとおりである。

図一10に、認定を取得し、現在登録公開されているCFPとエコリーフの開示情報の抜粋を示す。公開されている情報は、SuMPO環境ラベルプログラムのサイト上¹⁰⁾で誰でも閲覧可能である。図一10からも分かるように、CFPとエコリーフの違いは、CFPはLCAのうち気候変動のみに着目して、GHG排出量をCO₂換算して分かりやすく表示しているのに対し、エコリーフは気候変動を含めた複数の環境影響領域を開示する点が特徴であり、ISO 14025の定義においては、エコリーフがEPDに準拠した環境ラベルである。

(3) EPD結果に基づくの各種分析

本節ではEPDの取得にあたっての算定結果等を用いて、マルチクリテリア視点での各種分析結果を報告する。なお、EPDとして登録公開されている数値

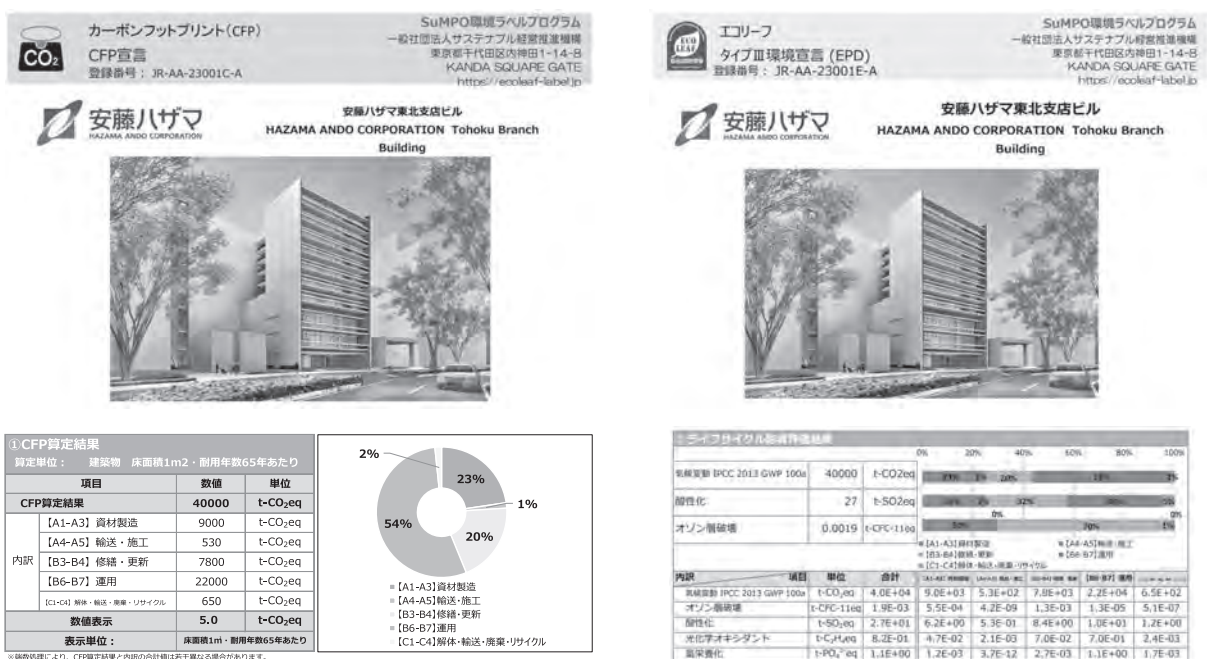
はIDEA ver2.1.3を使用した結果であるが、本節で示している各種分析はIDEA ver2.2を使用しており、結果に若干の差異があることに留意されたい。

(a) 複数の対象領域別の評価結果

今回バックグラウンドデータとして用いているIDEAで算定可能な複数の対象影響領域の評価結果を図一11に示す。全ライフサイクルにおける各プロセスの寄与率をみると、酸性化結果は運用段階が最も高く、次いで資材製造段階と修繕・更新段階となり、気候変動と同様の傾向が見られた。一方でオゾン層破壊については、修繕・更新段階の数値が最も高い寄与率(66%)を示し、この要因は、石こうボード類の製品の製造時および修繕・更新時における使用率が影響している。光化学オキシダントはガス利用の影響、富栄養価は下水の使用率が影響し、運用段階における寄与率が85%以上と高い割合を占め、気候変動とは違った傾向が見られた。

(b) 影響領域、資材別の要因分析

EPDとして登録公開している情報は、複数の環境影響領域の一部を示しているが、IDEAにはLIME¹¹⁾に基づく影響評価手法をあらかじめ適用した特性化結果、被害評価結果、統合化結果が整備されている。それらのデータを活用することで、マルチクリテリア視点での多様な環境評価を実施することが可能である。図一12は、環境領域、保護対象、統合化結果の一部における支配的要因の抽出のために、それぞれ影響が大きい項目順に並べた例である。それぞれの結果を分析すると、有機化学物質(発がん性)については、資材



図一10 EPD登録公開情報【抜粋】(左図:CFP, 右図:エコリーフ)

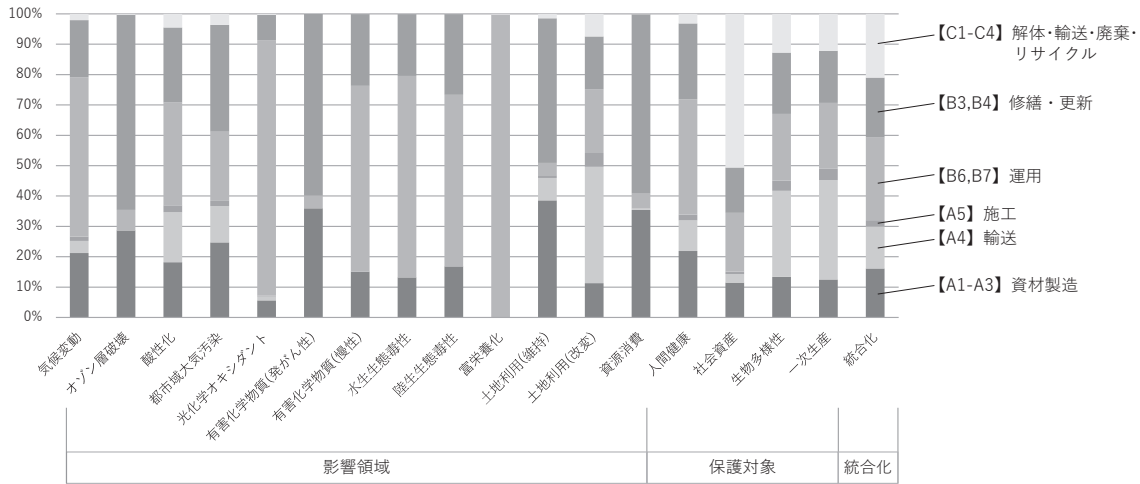


図-11 複数の対象影響領域の評価結果

IDEAコード名称	有害化学物質(発がん性)(kg-C6H6eq)	寄与率(%)
1 電力ケーブル, 導体重量換算	1388.769718	40.8
2 エアコンディショナ(ウインド形、セラレート形を除く)	392.7902977	11.5
3 鋼被覆線, 導体重量換算	380.3965365	11.2
4 通信ケーブル, 導体重量換算	319.2710421	9.4
5 冷凍機	199.2473949	5.9
6 電力, 東北電力, 2015年度	123.6456872	3.6
7 冷却塔	106.4193445	3.1
8 ガス湯沸器	94.44599766	2.8
9 銅伸銅品	72.96734606	2.1
10 給排水用バルブ・コック	45.6146504	1.3
11 鋼線線	43.96262392	1.3
12 青銅伸銅品	42.10036581	1.2
13 鋼一次製錬・精製品, 4桁	40.65140686	1.2
14 配電盤	37.39126405	1.1
15 コントロールユニット	21.53926356	0.6

(a) 有機化学物質

IDEAコード名称	土地(維持)(m2a)	寄与率(%)
1 普通合板	643373.4751	34.4
2 特殊合板	470150.7894	25.1
3 木製窓枠	188460.8641	10.1
4 トラック輸送サービス, 10トン車, 積載率_平均	181255.8031	9.7
5 パーティクルボード	140089.5349	7.5
6 電力, 東北電力, 2015年度	36923.83599	2.0
7 石こうボード・同製品	32683.48292	1.7
8 上水道	28386.24463	1.5
9 シリコンゴム, コンパウンド	19118.15869	1.0
10 金属シリコン	13443.47361	0.7
11 鉄骨	12831.54279	0.7
12 衛生陶器	11985.47595	0.6
13 障子紙・書道用紙	11483.83321	0.6
14 金属製サッシ・ドア	6503.245511	0.3
15 下水道処理サービス	5269.565015	0.3

(b) 土地利用

IDEAコード名称	資源消費(kgSb-eq)	寄与率(%)
1 ステンレス鋼熱延鋼板	192.8356538	11.4
2 電力ケーブル, 導体重量換算	191.3823325	11.3
3 鉄骨	167.6101798	9.9
4 石こうボード・同製品	132.7980724	7.8
5 エアコンディショナ(ウインド形、セラレート形を除く)	65.68900899	3.9
6 プラスチックシート, 厚さ0.2mm以上で軟質のもの	62.62740284	3.7
7 溶融亜鉛めっき鋼板	61.45351698	3.6
8 硬質プラスチック発泡製品, 薄板, 厚さ3mm未満のもの	53.23347899	3.1
9 鋼被覆線, 導体重量換算	52.55979615	3.1
10 電力, 東北電力, 2015年度	52.37401819	3.1
11 ガス湯沸器	52.26628499	3.1
12 通信ケーブル, 導体重量換算	44.39081301	2.6
13 ステンレス鋼形鋼	39.98749273	2.4
14 ステンレス鋼材(耐熱鋼を含む), 4桁	37.15033756	2.2
15 給排水用バルブ・コック	34.59022268	2.0

(c) 資源消費

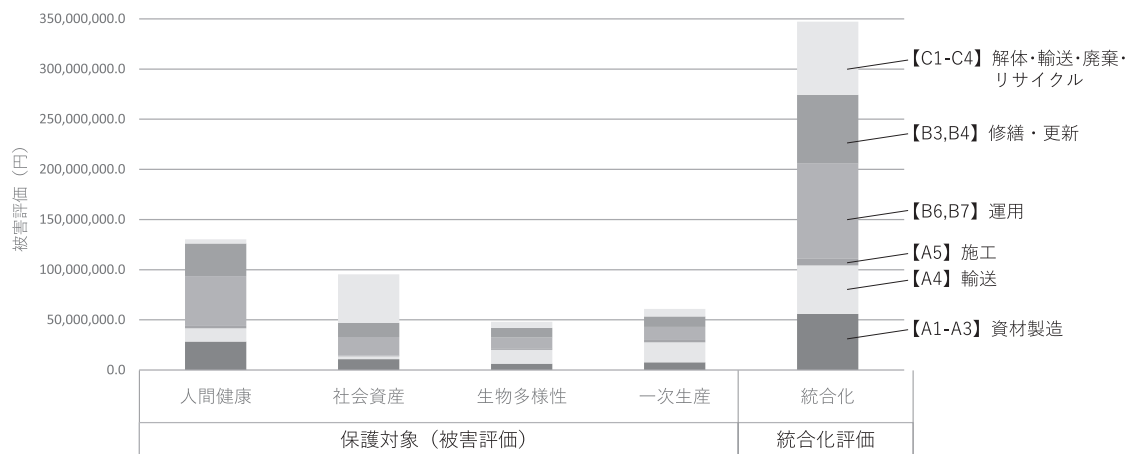
IDEAコード名称	統合化(JPY(円))	寄与率(%)
1 トラック輸送サービス, 10トン車, 積載率_平均	63,092,253	18.2
2 電力, 東北電力, 2015年度	62,286,107	17.9
3 埋立処理サービス, 産業廃棄物	44,036,973	12.7
4 鉄骨	20,644,305	5.9
5 天然ガスの燃焼エネルギー	12,028,339	3.5
6 産廃処理サービス, がれき類	10,098,361	2.9
7 電力ケーブル, 導体重量換算	9,218,623	2.7
8 電力, 東北電力, 2014年度	8,601,542	2.5
9 アルミニウム押出し品, 小型	6,816,915	2.0
10 上水道	6,813,843	2.0
11 アルミニウム圧延品	6,232,701	1.8
12 生コンクリート	5,419,278	1.6
13 石こうボード・同製品	5,131,018	1.5
14 ポリメチレンポリフェニルポリイソシアネート(PMPPI)	4,772,510	1.4
15 下水道処理サービス	4,636,231	1.3

(d) 統合化

図-12 各環境領域, 統合化結果における支配的要因の抽出

製造段階の寄与率が40%を超える結果となった。この要因は、電力ケーブルやエアコン、鋼被覆線関連が影響している(図-12 (a))。土地利用(維持)においても資材製造段階の寄与率が40%を超え、主に合板の利用や木製窓枠製品が影響しており、有機化学物質とは異なる傾向が見られた(図-12 (b))。小林らの報告¹²⁾によると、利用する木材の再造林率が一次生産・統合化の結果に大きく影響することが指摘されており、適切に管理(再造林)されている森林からの

材料調達が不可欠である。修繕・更新段階はオゾン層破壊の他、有機化学物質(発がん性)、土地利用(維持)、資源消費の寄与率が60%を超える結果となった。資源消費は、ステンレス鋼、電力ケーブル、鉄骨、石こうボードがそれぞれ1割を占め、これらで全資材の約半数の影響がある(図-12 (c))。統合化の要因別ではトラック輸送サービス(18%)、電力(18%)、埋立処理サービス(13%)で全体の半数程度を占める(図-12 (d))。また、統合化に最も影響している保護対



図一 13 統合化・保護対象ごとの影響分析結果

象領域は人間健康で 39%，次いで社会資産が 28%，一次生産が 19%，生物多様性が 14% の影響であった (図一 13)。

4. おわりに

本稿では、EPD 制度の概要を含めて建築物を対象とした EPD 活用の事例紹介およびマルチライテリア視点での評価結果について報告した。EPD を活用することで透明性を確保した算定と算定結果の情報開示が可能になる。また、バックグラウンドデータとして IDEA を利用することで多様な環境分析が可能となり、それぞれの影響領域に対して建物のライフサイクルにおけるプロセスの影響度合いが違う点や、その影響となる資材も異なる点、さらには保護対象領域ごとの被害額割合や統合化評価結果を明らかにできた。今後も同様の算定事例が増え、多様な環境影響評価に基づく建築物 LCA の普及に期待したい。



《参考文献》

- 1) 小林謙介, 磯部孝行: 建築分野における LCA の利活用の実態と今後の課題, 日本建築学会技術報告集, 第 24 巻, 第 58 号, pp.1129-1134, 2018
- 2) SuMPO 環境ラベルプログラム, プログラムの歴史, 入手先< <https://ecoleaf-label.jp/about/history.html> >, (参照 2024-01-23)
- 3) SuMPO 環境ラベルプログラム, プログラムへの参加, 入手先< <https://ecoleaf-label.jp/entry/> >, (参照 2024-01-23)
- 4) wbcSD: Net-zero buildings Where do we stand?, 2021.1
- 5) SuMPO 環境ラベルプログラム, PCR 認定について, 入手先< <https://ecoleaf-label.jp/pcr/> >, (参照 2024-01-23)
- 6) CFP プログラム, < <https://www.cfp-japan.jp/> >, (参照 2024-01-23)

- 7) 日本建築学会: 建物の LCA 指針温暖化・資源消費・廃棄物対策のための評価ツール-改訂版-, 2013
- 8) 産業技術総合研究所 IDEA ラボ, 入手先< Inventory Database for Environmental Analysis (IDEA), <https://riss.aist.go.jp/idealab/> >, (参照 2024-01-23)
- 9) 日本建築学会地球環境委員会 LCA 小委員会 入手先< http://news-sv.aij.or.jp/tkankyo/s5/guideline_02.html >, (参照 2024-01-23)
- 10) SuMPO 環境ラベルプログラム, 認定製品一覧, 入手先< https://ecoleaf-label.jp/declaration_list/index.php?declarationAll=%E5%AE%A3%E8%A8%80%E3%81%99%E3%81%B9%E3%81%A6&release=%E5%85%AC%E9%96%8B&limit_list=10 >, (参照 2024-01-23)
- 11) 伊坪徳宏, 稲葉敦, LIME2 意思決定を支援する環境影響評価手法, 産業環境管理協会, 2010
- 12) 小林謙介ほか; 森林資源の利活用に関わる建築分野での環境負荷削減策に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, 第 84 号, No.765, pp.1019-1027, 2019.11

【筆者紹介】

鈴木 好幸 (すずき よしゆき)
 ㈱安藤・間
 技術研究所 脱炭素技術開発部
 担当課長



田中 洋介 (たなか ようすけ)
 ㈱安藤・間
 建設本部 プロジェクト推進室



小林 謙介 (こばやし けんすけ)
 県立広島大学
 生物資源科学部 生命環境学科 環境科学コース
 准教授





RD(リニューアブルディーゼル): 次世代型バイオ燃料の活動紹介 日本国内における普及に向けた取り組み

向 井 寛

伊藤忠エネクスグループでは、経営理念「社会とくらしのパートナー」のもと、エネルギー企業としてエネルギーの安定供給を行うとともに、今後も低炭素社会の実現、環境負荷低減、持続可能な社会への貢献を目指している。本報では、「RD (リニューアブルディーゼル)」の概要説明と特徴、販売環境の整備、使用実績を導入事例交えて紹介する。

キーワード：低炭素社会、環境負荷低減、持続可能な社会、RD

1. はじめに

2021年4月22日に菅元総理大臣は、2030年に向けた温室効果ガスの削減目標について、2013年度に比べて46%削減することを目指すことを表明した。日本建設業連合会でも低炭素社会の実現に向け、施工段階におけるCO₂の排出量抑制目標を2030～40年度のできるだけ早い段階で2013年度比40%削減し、スコープ1、2排出量を2050年までに実質ゼロにする事を掲げている。しかし、従来のBDF (Bio Diesel fuel) などの代替燃料の中には品質が不安定なものもあり、燃料噴射装置の目詰まり、低温時の始動性悪化、燃料の劣化、安定供給などの問題点がある。一方、RD (リニューアブルディーゼル) はこれらの問題がなく、環境負荷の少ない軽油代替燃料として注目されている。

2. RD の概要

RDは水素化植物油 (HVO100)、またはHDRD (水素化精製再生ディーゼル燃料) と呼ばれ、食料と競合しない廃食用油や廃動植物油の脂質等から作られる製品であり、硫黄、酸素、芳香族化合物などの不純物を含まないパラフィン系燃料となる。脂肪酸から炭化水素への水素化処理として知られる水素化精製法により精製される。海外の合成燃料規格であるEN15940に準拠した燃料であり、日本においては品確法強制規格及びJIS規格を満たした燃料である (表—1)。2024年1月現在、日本国内で製造されるRDは殆ど市場に普及しておらず、フィンランドに本社を有する

Neste OYJ 社 (シンガポール工場等) にて製造された製品 (写真—1) が輸入されている。バスやトラック、船舶、建設機械、発電機などの燃料として、運輸部門、産業部門を中心に幅広く利用されている。

表—1 RD 性状表

試験項目	試験方法	法定規格	試験結果	評価
1. 硫黄分 質量%	JIS K2541-6	0.001以下	0.0000	適合
2. セタン指数	JIS K2280-5	45以上	92.2	適合
3. 蒸留性状 (90%留出温度) °C	JIS K2254 4項	360以下	290	適合
4. トリグリセリド 質量%	経済産業省告示第78号	0.01以下	0.000	適合
5. 脂肪酸メチルエステル 質量%	経済産業省告示第78号	イ0.1以下 ロ0.1超5.0以下	0.00	適合
6. 引火点 (PM) °C	JIS K2265-3	45以上	75.0	適合
7. 流動点 °C	JIS K2269	JIS規定による	-30.0以下	適合
8. 10%残油の残留炭素分 質量%	JIS K2270-2	0.1以下	0.00	適合
9. 動粘度 (30°C) mm ² /s	JIS K2283	1.7以上	3.604	適合
10. 目詰まり点 °C	JIS K2288	JIS規定による	-19以下	適合
11. 密度 (15°C) g/cm ³	JIS K2249-1	0.86以下	0.7800	適合



写真—1 Neste OYJ 社製 リニューアブルディーゼル

3. RD の特徴

(1) GHG 排出量をライフサイクル全体で最大約 90%削減

100%再生可能な原料から作られる RD（リニューアブルディーゼル）を使用することで、石油由来の軽油と比較して、燃料のライフサイクル全体で温室効果ガス排出量を最大約 90%削減することができる。尚、日本国内における省エネ法（エネルギーの使用の合理化等に関する法律）、温暖化対策推進法（地球温暖化対策の推進に関する法律）上における RD 使用に伴う CO₂ 排出量報告は、その原料が化石由来ではないことから報告対象外となるため、石油由来の軽油と比較して 100%の CO₂ 排出量削減となる。

(2) 第三者認証 (ISCC)

ISCC は「International Sustainability & Carbon Certification」の頭文字を取ったもので、直訳すると「国際持続可能炭素認証」を意味し、再生品などの持続可能な原材料を使用して製品を製造する企業や団体を認証する国際的な認証制度。ライフサイクル全体で温室効果ガス排出量を計測する際、製造元から輸送元、供給元、各消費者へ届くまで、一貫して第三者機関の認証を以て示すことができ、原材料等含めグリーンウォッシュを避けた対応を商品に結び付けることが可能。

(3) ドロップイン燃料

石油由来の軽油から RD への切り替えは、新たなエンジンや給油インフラの用意、車両の改造などをする必要がなく、軽油燃料の代替燃料としてすぐに使用できる。ただし、地方税法上、軽油と混合するには事前に承認を得る必要があり、各車両の燃料タンク内においては原則混和してはいけない。

(4) 煤が出にくい

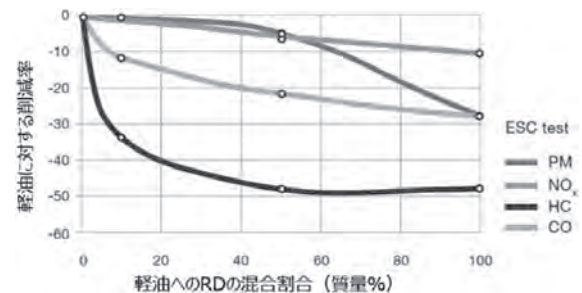
軽油と比較し RD はセタン指数が高く、優れた着火性を発揮する。そのため軽油に比べて NO_x（窒素酸化物）、PM（粒子状物質）が低減できる（写真—2、図—1）。

(5) 優れた寒冷地性能

RD の流動点は－（氷点下）20℃以下と低く、寒冷地用 3号軽油と同水準である。寒冷地においても凍ることなく使用、保存できる。



写真—2



図—1 軽油に対する削減率

(6) 貯蔵安定性の高さ

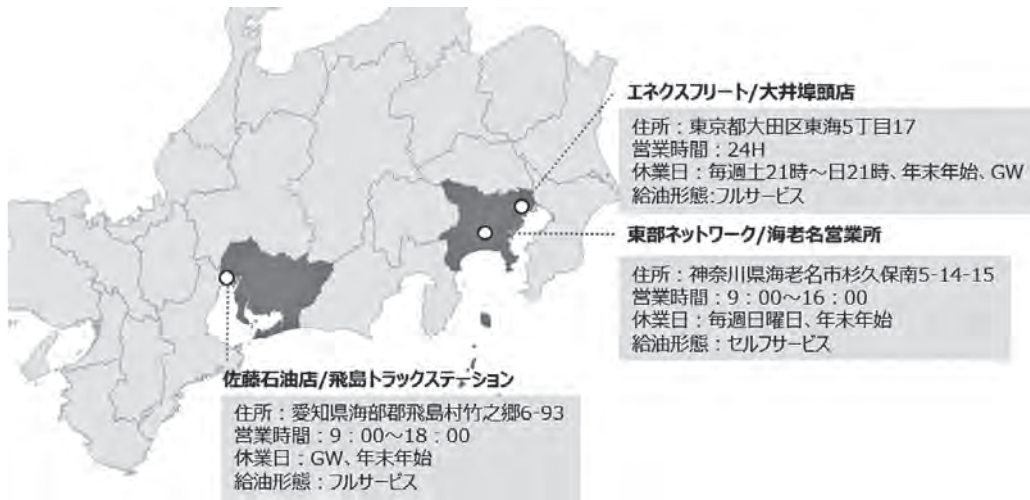
RD は製品の純度が高く、酸化安定性が高いため、長期保存に適している。石油連盟は備蓄の注意喚起について、軽油は 6 か月、重油は 3 か月の保存期間が目安としている。東日本大震災の際、長期保存により劣化した軽油のスラッジが非常用発電機内で目詰まりを起こし、発電できなかったなどのトラブルが報告されている。RD は長期貯蔵、BCP（事業継続計画）対策、災害対策にも適した燃料である。

4. 販売可能エリア

2024 年 1 月時点における RD 販売・配送可能エリアは、関東、中京、関西地域を中心に給油所及び小口配送車両における届け先を以下に示す（図—2、3）。今後順次拠点数を増やし供給網の拡大を図る。

5. 導入事例

2023 年よりゼネコン各社が車両・建機メーカーや建機レンタル会社と協力し、2025 年に開催される大阪・関西万博の建設工事における RD の実証利用に取り組んでいる。試験利用を通じて、RD の使用による機械への影響を確認するとともに、燃料調達から供給、使用までのプロセスの検証と最適化を図る。本実証を通じて、万博の建設工事に由来する温室効果ガス排出削減に寄与するとともに、RD の普及に繋がるものである。



図一 給油所拠点マップ

関東エリア

(横浜油材：神奈川県横浜市泉区)



東 京 都	品川区	神 奈 川 県	横浜市	茅ヶ崎市
	大田区		川崎市	伊勢崎市
	板橋区		大和市	厚木市
			綾瀬市	鎌倉市
			藤沢市	相模原市
			座間市	寒川町
			海老名市	

関西エリア

(丸井商会：大阪府大阪市港区)



大 阪 府	大阪市	兵 庫 県	尼崎市
	松原市		西宮市
	八尾市		芦屋市
	東大阪市		神戸市 (西区、北区除く)
	吹田市		
	豊中市		
	堺市 (南区、美原区除く)		

図一 小口配送エリアマップ

6. おわりに

RD を燃料として採用する企業が増えている。環境問題が深刻化する中、設備投資などのコストをかけることなく環境負荷を軽減できる RD の導入について、この機会に是非ご検討いただきたい。

J|C|M|A

《参考文献》

- ・首相官邸 HP
https://www.kantei.go.jp/jp/99_suga/actions/202104/22ondanka.html
- ・日建連 HP
<https://www.nikkenren.com/kankyou/lowcarbon/>
- ・NESTE 社 HP
<https://www.neste.jp/neste-my-renewable-diesel>

【筆者紹介】

向井 寛 (むかい ひろし)
 伊藤忠エネクス(株)
 環境ビジネス部 次世代燃料開発課
 課長

ずいそう

私と占い



井ノ口 浩

1977年に今の会社に入社し、今年の4月で47年目入り、長い会社員人生を送っています。

今回、「私と占い」という怪しげな題材で執筆させていただきます。私が「占い」に興味を持つようになったのは、17歳の頃です。母親の実家の近くに住む姓名判断の占い師から母親が「あなたの名前は、よくないので改名した方がよい」と言われたことで「そんな前近代的な占いで改名するなんておかしい、私が確かめてやる」と宣言し、姓名判断の本を3冊買って、良い名前、悪い名前の判断方法を調べました。そのことがきっかけで色々な占いに興味を持つようになってしまいました。

今回、占いの中の「姓名判断占い」「手相占い」について、それがどのようなものかを紹介します。

1. 姓名判断占い

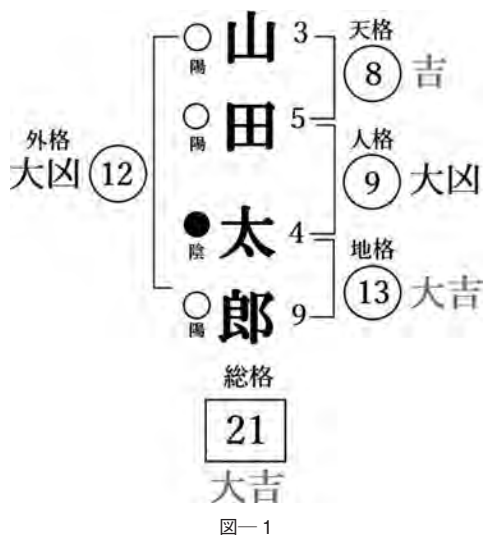
姓名判断占いは、基本、字画で行います。姓名の五格である、総格（総画数）・天格・人格・地格・外格（図一参照）の吉凶を見て占います。総格は生まれてから亡くなるまでの全体の運勢を判断し、天格は先祖からの運と晩年の運勢を判断します。人格はその人の性格・内面を表し、家庭運・結婚運等を判断します。地格（名前の総画数）は、親から受けた運勢になり、その人の才能・運気を判断する重要な格になります。外格は外的要素である社会運・対人運等を判断します。

次に字画の奇数を「陽数」、偶数を「陰数」として漢字の陰陽配列バランス（図一参照）を見ます。字画と合わせて運勢・運気を判断しますが、陰陽のバランスが悪いと運気を弱めてしまうので要注意です。

姓名判断で最も重要なポイントは漢字の画数ですが、漢字の部首には旧字体から新字体に改定される過程で字画数を省略したものが多く、旧字体と新字体では字画数（旧・新の字画比較：図二参照）が大きく変わります。字画数は姓名判断を大きく左右するため、旧字体で占うか、新字体で占うかで大きく運勢判定の結果が異なってしまいます。よって姓名判断も旧字体の画数で占う流派と新字体で占う流派に分かれています。しかしどの本にも「流派を比較してみ、あ

なたが良いと思う流派を採用してください」と書いてあります。占いが、当たるも八卦、当たらずも八卦と言われるように曖昧なところがたくさんあります。しかしそれもまた占いの魅力のひとつです。私は長く姓名判断をしてきた中で運勢判断を受ける方が、自分自身の名前を書く際に使う字画数を正しい画数として姓名判断を行っています。それは、私の個人的判断ですが、運勢判断を受ける方自身が常時使っている字画数が一番正しい運勢を示す画数であると思っています。

参考に50画以下の吉凶別画数を示すと、最大吉の



部首	新字体部首	旧字体部首
さんずい	シ (3画)	水 (4画)
くさかんむり	艹 (3画)	艸 (6画)
しんによ	辶 (3画)	辵 (7画)
しめすへん	示 (4画)	示 (5画)
ころもへん	衤 (5画)	衣 (6画)
おおざとへん	阝 (3画)	邑 (7画)
こざとへん	阝 (3画)	阜 (8画)
てへん	扌 (3画)	手 (4画)
おうへん	王 (4画)	玉 (5画)
りっしんべん	忄 (3画)	心 (4画)
けものへん	犴 (3画)	犬 (4画)
にくづき	月 (4画)	月 (6画)

図二 新・旧の部首字画比較

画数は、「6, 15, 24, 31, 47」です。大吉の画数は、「1, 3, 5, 11, 13, 16, 21, 23, 29, 32, 33, 37, 39, 41, 45」です。吉の画数は、「7, 8, 17, 18, 25, 35, 38, 48」です。凶の画数は、「14, 22, 26, 27, 28, 30, 42, 43, 46, 49」です。大凶の画数は、「2, 4, 12, 34, 36, 40, 44」です。最大凶の画数は、「9, 10, 19, 20」になります。

総格・天格・人格・地格・外格の五格のそれぞれの吉凶を見てその人の運勢、人格を判断します。また奇数・偶数の陰陽バランスについては、姓名の上下対象・左右対称といったシンメトリーの陰陽バランスは、分離の相として凶運を示します。すべて奇数、すべて偶数も凶運になります。陰陽バランスが非対称（図—1参照）にある名前は吉運と判断します。

仮に図—1の「山田太郎」の名前を占うと、総格・地格・天格に恵まれた吉数を持っているので強い意志と高い能力を持ち、恵まれた環境の中で育つ名前です。しかし人格・外格に大凶数を持っており、性格が気まぐれで気分屋のため対人関係に大きなトラブルを起しやすい運勢になります。よって本人が持つ強い意志で自分の気まぐれな性格を直すようにアドバイスする判定になります。

また姓名判断には、自然界の五つの「気」の働きを表す、「木」「火」「土」「金」「水」の五つの要素が万物を形成しているという考え方を基本として五行で占う方法があり、かつ音韻占いという方法もあります。

今までにお話をしたように、姓名判断は、結構、多面的にその名前が持つ運勢を判断する占いです。よって、ここは吉、ここは凶と色々な吉凶要素が出てくるため極端に良い名前、極端に悪い名前になる確率は低いです。詳細に調べて吉凶を判定すると、どの名前も良いところ、悪いところがあり、トータルでまとめると、まあまあ運勢の名前になることが多いです。

姓名判断を始めてから、占いの面白さが分り、数字の神秘性、陰陽のバランス等に興味を持つようになり、新聞・ニュース・歴史に出てくる名前を見るとすぐに姓名判断をするため、相当な人数の判定を行いました。そのうちに不思議と直感的に名前の吉凶が分かるようになってきました。それは名前から感じる印象やイメージが、名前の吉凶に大きく影響する事を理解するようになったからです。例えば、春・夏・秋・冬の季節感をあまりにも強く漂わせる名前は、はかない運勢に向かう傾向を持っていることが分かってきました。また「さみしさ」を強く感じさせる名前、「暗いイメージ」を与える名前は、凶運につながる事が分かってきました。よって明るく、読みやすく、きちんと安定

した名前であれば、不思議ですが問題のない吉運の名前に自然となっています。名前の吉凶判断は、あまり字画数等に拘らなくてもよいと思うようになりました。

長く姓名判断をやっていると独自の経験から、この字はあまり名前に使ってほしくないという漢字が出てきます。その漢字は、一見ひどい凶運漢字には見えませんが、「病弱な体質」「配偶者に先立たれる」「人生にツキがない」「短命」といった「薄幸運」を不思議に感じるのです。占いは、当たるも八卦、当たらぬも八卦と言われるよう絶対的なものではありません。しかし何千年の間、研究され継続してきた不思議な学問であることは確かです。

2. 手相占い

「手相占い」も中々興味ある占いです。手相は、右手で見るものか、左手で見るものか、これも流派によって違いがあります。手相は長い人生で手を使用する中、だんだんと変化して行くため、私は利き手で現在の運勢を見て、利き手でない側の手でその人の生まれ持ったの運勢を見ます。手相の最も基本的な見方は、手のひらに大きく入っている4本の線（図—3参照）の感情線、頭脳線、生命線、運命線で運勢を占います。

- ①感情線は、小指の付け根あたりから人差し指と中指に向かって入っている線です。人差し指と中指の間の付け根まではっきりとした線で伸びている感情線を持つ方は、非常に感情が豊かで情熱的な性格を持っています。よって恋愛に関しては、積極的に行動できるため恋愛成就の手相と言っています。
- ②頭脳線は、親指と人差し指の間から平行に小指側に向かって入っている線です。小指側の線が手首側に下がっていればいるほど感情的な性格を示し、水平に近いほど知性が高く冷静な性格の手相になります。



図—3

- ③生命線は、親指と人差し指の間から湾曲しながら手首に向かって下がっている線を言います。この線が、はっきりと長ければ長いほど長寿の相になります。途中で線が断線している場合は、生命線のスタート位置を0歳、手首までを約100歳と想定し、その長さの比率で断線部の年齢時期を推定します。その時期に大きな病や怪我等で健康を損なう可能性を示していると判断します。よってその時期は、健康管理等に注意が必要であることをアドバイスします。
- ④運命線は、手のひらを縦にまっすぐ走る線をいいます。この線がはっきり強く表れ、人差し指に向かってくっきり伸びていけば強い運勢となり、天下取りの相として社会での立身出世が間違いない手相になります。これは、私が実際にたくさんの人の手相を見てきて運命線が強い人は、非常に高い確率で社会的に大きな成功を収めることができています。
- 以上の手相占いは最も基本的な占い方ですが、感情線と頭脳線は、その人の人格・性格を把握するには最

適方法です。手相を用いれば、その人の人格・性格と健康状態、社会的な力を短時間に把握することができますので、冗談ではありますが、会社の採用面接時に使ってみてはどうかと提案したことがありました。

3. おわりに

私が長くやってきた占いは、その人の人生・運勢を占うといった大上段に判断ができるものではありません。しかし占いは、その人が持っている人格・性格・好みをある程度把握でき、その人の健康状態・社会的な立場を推測して、その人の人生における「転ばぬ先の杖」的なアドバイスができる良い手段だと思っています。この「ずいそう」を読まれ、占いに興味を持たれた方、また現在、人生の岐路に迷っている方は、占いを研究してみることも一考の価値はあると思います。

——いのくち こういち (株)竹中工務店

生産本部 生産企画部 専門役——



ずいそう

ラーメン放浪記

塩野 準



私はこれまで長続きした趣味があまりない中、唯一飽きずに続いているのがラーメンの食べ歩きでしょうか。幼い頃は、“中野大勝軒”や“つけ麺大王”（つけ麺大王は、つけ麺というよりザル中華ですが）でつけ麺を食べていましたが、あくまで生活の一部で趣味ではありませんでした。

そんな私がラーメンにハマったのが、バイト先の店長に連れてってもらった“天下一品”です。天下一品の特徴といえば、麺を食べ終わるとスープが無くなるぐらい（ちょっと大袈裟か？）濃厚でドロツとした白濁スープ（写真—1）。初めて食べた時は豚骨と勘違いしましたが、鶏ガラとの事。鶏ガラといえば清湯スープのイメージでしたので、あの白濁したスープは衝撃的でした。ラーメンを食べに行くのではなく、スープを飲みに通っていました。

私の好きな食べ方は、スープにライスを投入して“おじや”みたいにして食べます。これがスープを一番美味しく味わえると思っています。お試しあれ。私の成長したお腹の半分は天下一品のスープで出来ていると言っても過言ではないかもしれません。

ラーメンにハマりだした頃に、“丸長”が大勝軒のルーツである事を知りました。家の近所に丸長があったので通ったのを覚えています。大勝軒もそうですが丸長のつけ汁は清湯スープ（写真—2）。

このあっさりしたスープにお好みでお酢と七味を入れて食べます。最近流行りのつけ麺はつけ汁が白濁した濃厚スープが多く、清湯スープで出すお店が少ないので個人的には寂しいです。清湯の方が麺の甘味が引き立つので個人的には好みです。



写真—1 天下一品の白濁スープ（HPより抜粋）

もう一つ東京で忘れてはいけない店が中野の“青葉”です。豚骨白湯スープと和風魚介スープを、別々の寸胴で作って井で合わせるダブルスープの元祖（写真—3）。よく通っていたのですが、テレビで紹介されて長蛇の列になってからは、足が遠のきました。

仕事柄転勤が多く、関西でもいろいろ食べ歩きました。意外に思ったのが京都はこってりしたラーメンが多い事。天下一品の本店が京都なのは知っていましたが、“第一旭”や“新福菜館”，チェーン店で知られている“ラーメン横綱”などは、スープのパターンは違えども京都のイメージからは掛け離れたこってり系です。

また京都には“中華蕎麦とみ田”の味を食べられる“麺屋たけ井”があり、関西でとみ田の味が食べられるのは嬉しかったです。麺は小麦の甘味が感じられる色白ストレートの太麺（写真—4）。麺だけでも美味しく頂けます。現場が近くにあった事もあり、出張の



写真—2 丸長の清湯スープ（HPより抜粋）



写真—3 中華そば青葉の和風魚介スープ（HPより抜粋）



写真一四 中華蕎麦とみ田のストレート麺 (HP より抜粋)

度に通っていました。

“来来亭”の本店が滋賀にある事は、滋賀に住んで初めて知りました。あっさりスープに背脂が浮いていて、コクがあるのに口当たりがスッキリするラーメンです。チェーン展開しているので、食べたことのある方も多いかと思います。

滋賀で印象に残っているのは、ラーメンの鬼佐野さんのお弟子さんが作る“天下ご麺”の塩そば。とても透き通ったスープにストレートの細麺のバランスがとても素晴らし一杯です。

滋賀にも多種多様なラーメン屋が多く、“麺屋白頭鷲”のつけ麺は、煮干しがガツンとくる一杯です。スープを飲み干した後、丼の底に煮干しの粉が大量に残るくらい煮干しを使っていました。また最近東京で“十二分屋”という店の公告を見かけたのですが、私が滋賀に住んでいた時は彦根に店がありました。滋賀の醤油を使っていて、鶏そば、つけ麺、油そば、どれも私の好みの味でした。あっという間に人気店になって東京進出したみたいですね。

大阪でもいろいろ食べ歩きましたが、特に美味しかったのは“カドヤ食堂”。並ぶのが嫌いな関西人が夏でも冬でも1時間ぐらい並びます。ここのつけそばは、“とみ田”みたいに、きれいに並べられたツヤツヤの平打ちストレート麺で、小麦の甘味が感じられる



写真一五 カドヤ食堂の平打ちストレート麺 (HP より抜粋)

美味しい麺でした(写真一五)。大阪はうどんのイメージが強かったですが、美味しいラーメンを出す店が沢山あります。

ご当地ラーメンで食べたのは、老舗的存在で豚骨醤油が意外ととどかない和歌山の“井出商店”。カウンターが傾いていて、丼を抑えながら食べた記憶があります。町の食堂みたいな店で生卵とバラ肉がご飯によく合う“巽屋”の徳島ラーメン。見た目程塩辛くない“麺家いろは”の富山ブラックなどは出張ついでに食べ歩きました。

名古屋の店も外せないです。丸長で大勝軒の山岸さんと一緒に修業していた方が出店した“つけ麺丸和”。ここでは最近流行りの濃厚な動物&魚介のWスープのつけ麺の他に、丸長を思い出させる鶏ガラのあっさり系のつけ麺が食べられます。全国に暖簾分けの大勝軒がありますが、ここまで丸長を思い出させてくれるつけ麺を出す店は少ないので貴重なお店です。名古屋でもう一軒。泡だて器で泡立ててクリーミーな鶏白湯スープを出す“鶏そば啜る”。低温調理されたピンク色のチャーシューも絶品です。最近は泡立てたスープをエスプーマ系というみたいです。

今は新潟に住んでいるのですが、新潟に来て初めて知った事が2つ。一つは新潟には5大ラーメンがあるという事。もう一つは、新潟市はラーメン消費額で山形市と1位を争っている事。多分、新潟県民以外は知らないでしょう。もっとアピールすれば良いのに…。



写真一六 新潟あっさり醤油ラーメン (HP より抜粋)



写真一七 新潟濃厚味噌ラーメン (HP より抜粋)



写真一8 三条カレーラーメン (HP より抜粋)

5大ラーメンというのは，“新潟あっさり醤油ラーメン”，“新潟濃厚味噌ラーメン”，“長岡生姜醤油ラーメン”，“三条カレーラーメン”，“燕三条背脂ラーメン”との事（写真一6～8）。

あっさり醤油は，ザ中華そばという感じの昔ながらの懐かしいラーメン。濃厚味噌はラーメンなのにスー

プ割りが付いてくる店もある程，濃い味噌スープが特徴。生姜醤油は，生姜のパンチが効いた冬に食べたくなる体が温まるラーメン。カレーラーメンは皆さんの想像通りのラーメンかな。若鯨家のカレーうどんを食べ慣れている私には，ちょっと物足りないです。また背脂チャッチャ系といえば“家系ラーメン”を思い出しますが，じつは燕三条が発祥との事（諸説あり）。新潟県民も知っている人は少ないとの事です。井一面が背脂で真っ白になるラーメンを出すお店もあります。昼食に食べたのですが，これにはさすがの私も胃もたれが凄く，夕食が食べられませんでした。

新潟にはまだまだ美味しいラーメンがあるので，体重に気を付けながら，これからも食べ歩いていきたいと思います。

—しおの じゅん (株)IHI インフラ建設 北陸支店 支店長—



部 会 報 告

ISO/TC 127 インド（デリー市）国際総会報告

標準部会

国際標準化機構 ISO 専門委員会 TC 127（土工機械）第 29 回総会が 2023 年 10 月にインド（デリー市）で開催されたので詳細につき報告する。

1. 開催日：2023 年 10 月 8 日（議長諮問委員会：CAG），9～12 日（TC 127 総会）
2. 開催地：インド デリー市 India Habitat Centre 会議室（写真—1）
3. 出席者：対面出席者：37 名，Web 経由参加者：18 名（TC 127 総会の例（写真—2，3）
対面参加者内訳：ブラジル（ABNT）3 名，フランス（AFNOR）3 名，米国（ANSI）8 名，インド（BIS）7 名，英国（BSI）3 名，ドイツ（DIN）0 名（Web 2 名），日本（JISC）9 名（Web 2 名），韓国（KATS）2 名（Web 2 名），オーストラリア（SA）1 名（Web 1 名），中国（SAC）0 名（Web 7 名），スウェーデン（SIS）0 名（Web 2 名），イタリア（UNI）1 名（Web 1 名），ISO 中央事務局（Web 1 名）

4. 全体日程：下記の通り

10 月 8 日（日）		
午後	議長諮問グループ会議（CAG）	
		India Habitat Centre 会場内
夜	社交行事	同上
10 月 9 日（月）		
午前	ISO/TC 127 総会（前半）	同上
午後	ISO/TC 127/SC 1 総会	同上
10 月 10 日（火）		
午前	ISO/TC 127/SC 2 総会	同上
午後	ISO/TC 127/SC 3 総会（前半）	同上
10 月 11 日（水）		
午前	ISO/TC 127/SC 3 総会（後半）	同上
午後	ISO/TC 127/SC 4 総会	同上
夜	社交行事	同上
10 月 12 日（木）		
	ISO/TC 127 総会（後半）	同上
10 月 13 日（金）		
	社交行事	デリー市近郊

5. 会議概要

日本は ISO/TC 127 設立当初より P メンバー（積極的参加国）として国際会議に参加し，かつ SC 3 分科委員会の国際議長及び幹事国業務を引き受け，日本発の土工機械が世界市場で占めるシェアに応じた国際貢献を行っている。ISO/TC 127 では，加盟各国の持ち廻りで 1 年半毎に世界各地で総会を開催しており，今回はインド開催の順番であった。



写真—1 会議場（India Habitat Centre）



写真—2 全体集合写真（会議会場前）



写真—3 TC 127 総会風景

日本から対面会議への参加者は、ISO/TC 127/SC 3 国際議長の間宮氏（コマツ）、ISO/TC 127 国内委員長の小塚氏（コマツ）、SC 1 国内分科委員長の大本氏（コベルコ建機）、SC 2 国内分科委員長の坂井氏（キャタピラージャパン）、SC 3 国内分科委員長の後藤氏（コマツ）、SC 4 国内分科委員長の高山氏（日立建機）、SC 2/JWG 28 コンビナーの岡氏（コマツ）、SC 1/WG 6 プロジェクトリーダーの正田氏（協会標準部）、及び ISO/TC 127/SC 3 国際委員会マネージャーの西脇氏（協会標準部）の計 9 名であった（写真—4）。

また、SC 3/WG 5 コンビナーの山本氏、および次期コンビナー候補の中川氏の計 2 名が Web 会議経由で日本から参加した。

以下に、主な出席者が会議毎にまとめた報告を開催順序に沿って紹介する。

なお、会議終了後の進展については、各項目で [後記] としているので参照されたい。

6. 議事

6.1 ISO/TC 127/CAG（議長諮問グループ会議）（10月8日（日）午後）

総会への準備を主目的として、TC 127 米国議長団が運営した。親 TC・各 SC の国際議長・委員会マネージャー及び各国使節団の代表らが出席し、総会運営上の注意事項や、規格開発上注意が必要な案件について概要を相談した。主な議事は以下の通り。

6.1.1 開会、委員自己紹介

TC 127 国際議長の Crowell 氏が開会を宣言し、各国首席代表らが自己紹介を行った。

6.1.2 各 WG の状況

ISO/TC 127 及び傘下の各分科委員会傘下の各作業グループ会議の日程案が紹介された。近年、Web 会議比率増加に伴い会議開催回数自体が増え、以前より日程調整に手間取ることが多くなったが、簡便なツールにより会議候補日を委員間で共有する手法について



写真—4 日本代表メンバー（9名）

米国議長団より説明があった。

6.1.3 新業務の候補、ISO/TC 127 の業務効率改善など

各国からいくつか案が出され、翌日からの本会議で審議することとなった。

6.1.4 次回総会の場所

会議に Web 参加した中国代表より「次回総会を中国で主催したい」との意向が示された。ただし、2018 年に対面総会を中国で開催したところであり、世界 3 極地域での持回りが原則となっているため、中国に謝意を表しつつも、今回は欧州で 2025 年 4～6 月頃に開催する方向となった。

6.1.5 次回 CAG 日程

次回総会時期との間隔を考慮し、2024 年 4 月 2 日に Web 開催する予定とした。

6.1.6 閉会

閉会后、会議室隣接の会場で会食を開催し、総会出席者らで親交を深めた。

6.2 ISO/TC 127 土工機械専門委員会 総会 前半（10月9日（月）午前）

親 TC 127「土工機械」総会前半：10月9日（月）午前に総会の前半を開催した。総会運営上の注意事項などを紹介後、各国首席代表が自国の代表団を紹介し、議題案承認、決議起草委員会の選任、幹事国報告（これらの事務的事項は、以後の各会議も同様）、ISO の規程（ISO/IEC 専門業務用指針）の改正に関する報告、親 TC 傘下の各業務項目及び作業グループ・特設グループの活動が報告され、各質疑が行われた。

6.2.1 議題追加

議題案に対し、フランスより ISO/TC 197（水素技術）との連携締結について追加審議の提案があり、最終日に審議することとした。

6.2.2 親 TC 直属 WG 進捗状況報告

- 下記 WG 活動についての報告があった。
- ・ AHG 3：ブロックハンドラーの標準化、コンビナー（スウェーデン）が報告。
 - ・ SG 1：オフロード作業機械調整グループ、TC 127 議長（米国）が報告。
 - ・ WG 8：サステナビリティ、TC 127 議長（米国）が報告。
 - ・ WG 17：回生エネルギー貯蔵システム（RESS）、コンビナー（米国）より、審議期間延長のため、プロジェクト再始動の委員会投票（CIB）を開始したことを報告した。また、下記 IEC 規格を WG17 内で活用するため、6.7 で後述する決議のとおり、IEC との連携関係締結が提案された。

- IEC/TC 21 (二次電池)
関連規格：IEC 62619：2022 アルカリ又は他の非酸電解液を含む二次電池及びバッテリー工業用途で使用する二次リチウム電池及びバッテリーの安全要求事項
- IEC/TC 21/SC 21A (小型二次電池)
関連規格：IEC 62485-6 Ed. 1.0：2021 (b) 二次電池及び電池設備の安全要求事項－第6部：牽引用途でのリチウムイオン電池の安全操作

6.2.3 ISO 中央事務局報告

直近のISO業務指針改訂内容が紹介された。主な項目は下記。

- ・活動キャンセル期限後に従来付与されていた6ヶ月の猶予期間の設定が、今回改訂で廃止された。
- ・ISO案文編集ツールとして、試行中のOnline Standards Development (OSD)という新しいプラットフォームへの移行を推奨する動きが紹介された。

6.2.4 連携報告

6.2.4.1 AEM (米国建機工業会)

米国より「AEM活動に関して、電動化に関する図記号の統一のため、AEM内でWGを設置し情報収集を実施中で、有志グループ参加者を募っている」との報告があった。これに対し、TC 127議長より、「TC 127/SC 2の規格ISO 9244 (土工機械の安全ラベル)と同様な対応が必要であり、TC 145/SC 3 (機器・装置用図記号)と協業して行動すべき」との補足があった。

6.2.4.2 CECE (欧州建機工業会)

スウェーデン、英国、フランスよりCECE活動の報告があった。

CECEは、以前のエンジン排ガス規制対応プロジェクトチーム (PT) を、電動化・脱炭素化プロジェクトチームに置き換えている。また、欧州機械指令が機械規則に置き換わる事に伴う各整合規格の扱い (改定要否等) について、現実的な方法を模索している、との報告があった。

6.2.4.3 その他連携団体

CEMA (欧州農業機械工業会)、EC (欧州委員会)、TC 23/SC 15 (林業機械)、TC 31 (タイヤ、リム、バルブ)、TC 82/SC 8 (高度自動採掘システム) の関係者より報告があった。

6.3 ISO/TC 127/SC 1 安全及び性能試験方法 分科委員会 (10月9日 (月) 午後)

SC 1会議はTC 127総会に引き続き、英国のSC 1国際議長の議事進行のもと対面会議とWeb会議併用

のハイブリッド会議で開催された。議長挨拶に続き、ISO行動規範の確認、出席者点呼 (各国SC 1代表が各国メンバー紹介)、議事案承認 (SC 1文書 N917)、決議起草委員会委員の指名、幹事国報告 (SC1国際幹事がSC1幹事国報告書 (SC 1文書 N920) の内容を報告)、前回2021年10月の第31回TC 127/SC 1分科委員会会合の報告書 (SC 1文書 N904) の内容の報告が行われたのち、議事案に沿って討議が進められた。主要な項目について概要を紹介する。

6.3.1 TC 127/SC 1 国際議長の再指名

現国際議長のJason Ong氏 (英国) の任期満了が近づいたため、さらに3年の任期で指名する (決議SC 1/329)。

6.3.2 TC 127/SC 1/WG 5 ISO 5006 Visibility 運転員の視野

規格改訂の必要性について、コンビナー報告書 (SC1 Doc N922)、定期見直し投票結果および投票コメント、英国BSIによる改訂提案発表 (SC 1文書 N924) に基づいて規格改訂の議論を行い、「確認 (改訂不要)」との結論とした。ただし、WG 5は定期見直し投票時の投票コメントのレビューを行い、次回SC 1分科委員会にて報告することとした (決議SC 1/330)。

6.3.3 TC 127/SC 1/WG 6 ISO/PWI TS 11152 エネルギー消費量試験方法

PWI (予備業務提案) が承認され活発に活動が行われていること、複数のパートから成る規格を予定しており、第1部では一般要求を対象とし、後続のパートで各種機械を対象とすることが報告された。

6.3.4 TC 127/SC 1/WG 13 ISO 16001 物体検知システム及び視覚補助装置－性能要求事項及び試験方法

フランス、ドイツからの改訂意見および日本からは入手が困難なRotakin試験体を使用するカメラ試験手順について代替の試験体の使用を可能とする規格改訂の提案が行われたが、多くの参加国は「確認 (改訂不要)」であり、「確認 (改訂不要)」との結論とした。

これによりWGは解散されることが合意された (決議SC 1/332)。

6.3.5 ISO 8643：2017 油圧ショベル及びバックホウローダの降下制御装置

ドイツより、現規格内容はブーム降下時にエネルギーを蓄積する機械について扱われていないこと、配管が完全に破断せずに一部が破損した場合に降下制御装置が適切に作動しないことの懸念について説明が行われた。

米国より現行の規格発行時に規格編集者が“linkage

control valve”（リンケージ制御バルブ）を“lowering control device”（降下制御装置）に読み替える編集上の誤記を行っており、修正が必要と提案された。

後者の規格発行時の誤記についてのみ、米国をプロジェクトリーダーとして18か月間の改訂作業を行う事を決定した（決議 SC 1/331）。

6.4 ISO/TC 127/SC 2 安全・人間工学・通則 分科委員会（10月10日（火）午前・午後）

米国の SC 2 議長及び委員会マネージャーにより運営された。議長挨拶に続き、各国使節団の紹介後、議事案「SC 2 文書 N 1823」の承認、決議起草委員会指名、幹事国報告が行われたのち、議事案に沿って討議が進められ、個別の規格について以下の通り協議、決議された。

6.4.1 SC 2/AG 1, Operator protective structure standards – 運転員保護構造

WG 33 および WG 34 について2021年より5度の会議が開催された、次回対面会議を、他で設立された OPS WG も交えて1月にオーストラリアで開催できないか検討中である。

現コンビナー Steve Neva 氏（米国）の任期満了が近づいたため、さらに3年の任期で指名する（決議 SC 2/N1831-15）。

6.4.2 SC 2/WG 12 – Joint TC 127/SC 2 and TC 108/SC 4 – 全身振動

進行中の作業がないので、WG 12 を解散することが決議された。WG 12 コンビナー（米国）、および専門家の長年の活動に感謝の意が示された（決議 SC 2/N1831-16）。

6.4.3 SC 2/WG 13 – Dumper trainer seat/enclosure – ダンプ補助席

ISO 13549 追補が2022年11月に正式発行された、これにより業務の完了となり、WG 13 を解散することが決議された。WG 13 コンビナーの間宮崇幸博士と、専門家の長年の活動に感謝の意が示された（決議 SC 2/N1831-17）。

6.4.4 SC 2/WG 15 – Development of ISO 13649 – 火災防止

現在 DIS を準備中であり、2月14日期限で投票に付される予定。DIS 投票後の2024年2月末か3月初旬にWGの開催を予定されている。また、現コンビナー Steve Neva 氏（米国）の任期満了が近づいたため、さらに3年の任期で指名する（決議 SC 2/N1831-18）。

6.4.5 SC 2/WG 22 – ISO 17757 – 自律運転機械の安全性

2023年2月にカルガリー（カナダ）でJWGが開催され、その会議で合意された2つのプロジェクトが進行中である。

- 1) 自律運転のための表示灯の色をどうするかという課題に、機械接近通報装置（Bystander Awareness）プロジェクトと協働し検討する。
- 2) Ad Hoc Group が自律型建設機械の要求事項の内容について検討し、建設機械の自動運転プロジェクトの詳細内容について推し進める。

現コンビナー Dan Roley 博士（米国）の任期満了が近づいたため、さらに3年の任期で指名する（決議 SC 2/N1831-19）。

6.4.6 SC 2/WG 24 – NP 19014 – 機械制御系（MCS）の安全性

ISO/CD 19014-1 – Part 1：安全性能要求レベルの決定方法：定期見直しの投票結果は「確認」多数だったが、ISO 16001 の場合と異なり、欧州指令対応のため改正要と判断され「改正」と決議した（決議 SC 2/N1831-21）。

現コンビナー Dale Camsell 氏（英国）の任期満了が近づいたため、さらに3年の任期で指名する（決議 SC 2/N1831-20）。

6.4.7 SC 2/JWG 28 – ISO/NP 21815 – 衝突気付き及び回避

WG 内有志で活動中の「運転員能力補強（Operator Augmentation）」については、コンビナーより「独立業務として新規業務提案書の提出に進むべきでは」との意見も出たが、米国からの「現存 WG 内で詳細審議を重ねたい」との意見が採択され、現 WG 枠組みでの検討を続けることとなった。

6.4.8 SC 2/WG 30 – ISO/PWI 6683 – シートベルトの要求事項

第二回 DIS 投票を経て、FDIS 案文が作成されたが、6月末の会議で、ISO 中央事務局編集マネージャーから、ISO Guide 78 に従い、Type C でなく Type B で進めべきとの指摘があり、FDIS 案文を改編中である。

HAS コンサルタントのコメント・フィードバックを待ち、必要であれば、年内に会議が招集される予定。また、現コンビナー Leonardo Vita 氏（イタリア）の任期満了が近づいたため、さらに3年の任期で指名する（決議 SC 2/N1831-22）。

6.4.9 SC 2/WG 31 – Joint TC 127/SC2 & TC23/SC15 JWG Operator Protective Structure Material Requirements –

FDIS 投票で賛成多数となり承認された。2024年1月末にWG開催予定であり、AWI 20687 硬質プラス

チック安全ガラス要求事項の組み込みについても討議される予定。

現コンビナー Steve Neva 氏 (米国) の任期満了が近づいたため、さらに3年の任期で指名する (決議 SC 2/N1831-23)。

6.4.10 SC 2/WG 32 – Material handling arms on loaders and backhoe loaders –

コンビナー不在で進行中の作業がないため、WG 32 を解散することが決議された。

WG 32 コンビナー Joakim Elvius 氏 (スウェーデン)、および専門家の長年の活動に感謝の意が示された (決議 SC 2/N1831-24)。

6.4.11 SC 2/WG 33 – ROPS – Laboratory tests and performance requirements

NP 投票により WG 設立が承認された。意見投票が少数であったため、CD 意見照会とするか、DIS 投票とするか等について、次回 WG 会議で討議の予定である。

6.4.12 SC 2/WG 34 – Rigid plastic safety glass

WG 34 設立が承認され、専門家登録も完了した。CD 案文を作成中であり、WG 会議を他の OPS WG の専門家も交え、対面会議で協議できないか現在検討中である。

6.4.13 SC 2/ISO 13031 : 2016/DAMD 1, EMM – Quick couplers – Safety

8月に開催された CIB 投票の結果、CD をスキップし、直接 DIS で運営する事となった。

6.4.14 SC 2/ISO/NP 22543, EMM – Bystander awareness – 機械接近通報装置

NP 投票が実施され、賛成多数で承認された。これにより、WG 35 設立が決議された。コンビナーは Jon Spomer 氏 (米国)。

2024年2月に第1回 WG 会議を開催予定であり、参加国は、オーストラリア、フランス、インド、イタリア、日本、スウェーデン、イギリス、アメリカの予定 (決議 SC 2/N1831-25)。

なお決議とは別に、4月中旬日本にて対面会議の予定である。

6.4.15 SC2/ISOTC 82/SC 8 and TC 127/SC 2 JWG 1 – Remote stop function for mining equipment

JWG 会議が2月にカナダで開催された。停止タイプ (緊急停止、安全停止、計画的停止)、遠隔システム作動距離、技術的要求事項 (15項目) について討議された。それ以降の JWG 活動について検討中である。

6.5 ISO/TC 127/SC 3 機械特性・電気及び電子系・運用及び保全分科委員会 (10月10日 (火) 午後～10月11日 (水) 午後)

日本議長および委員会マネージャーにより運営された。各国の紹介の後、議事案「SC 3 文書 N 1198」が採択された。その後、決議起草委員会指名、幹事国報告 (委員会マネージャーが SC 3 N 1196 を用いて前回 2021年10月総会以降の分科委員会活動を報告) が行われた。主要な項目について以下に概要を紹介する。

各業務項目 (候補案件含む) の状況報告

6.5.1 SC 3/WG 15 – ISO 6011 土工機械 – 表示機器

米国より、ISO 6011 改訂は現在校正段階にあり、近日中に発行される見込み、との報告があった。

[後記] ISO 6011 : 2023 が 2023年11月13日に発行された。

6.5.2 SC 3/WG 12 – ISO 6405-1 操縦装置及び表示用識別記号 – 第1部 : 共通識別記号 (改正) 及び ISO 6405-2 同2部 : 特殊機種、作業装置及び付属品識別記号 改正

米国より、第1部及び第2部の改訂版が2022年に発行され、一部有志が電動化図記号の追加を検討開始しているとの報告があった。また、ISO 7000 登録のために図記号を ISO/TC 145/SC 3 内で審査する必要がある、と補足された。

- ・現コンビナー退任に伴い、Charles Crowell 氏 (米国) を3年間の任期で新コンビナーに指名する。
- ・Richard Gast 氏 (米国) の、長年にわたる当 WG のコンビナーとしての多大な貢献、および ISO 規格案文の向上に対し、TC 127/SC 3 から感謝の意が示された (決議 316/2023)。

6.5.3 SC 3/WG 13 – ISO/DIS 6750-1 運転取扱説明書 – 第1部 : 内容及び形式 改正 及び ISO/CD 6750-2 同 – 第2部 : 取扱説明書を参照する文献リスト

スウェーデンから、最終段階の ISO/DTR 6750-2 が間もなく開示予定である、との報告があった。

また、現コンビナー Stefan Olsson 氏 (スウェーデン) の任期満了が近づいたため、さらに3年の任期で指名する (決議 317/2023)。

6.5.4 ISO 10261 土木機械 – 製品識別番号

TC 127 議長より、2017年頃より農業機械業界との間で「ISO 10261 の3部分割案」について相談を受けている、との報告があった。農業機械業界側の検討内容は下記。

- ・第1部 : PIN の一般的な要求規格

・第2部：第1部に含まない特定の要求規格とし、現 ISO 10261 の内容を新 ISO 10261 の第1部と第2部に振り分ける

・第3部：農機業界専用の要求規格

6.5.5 SC 3/JWG 11 – ISO 12509 土工機械 – 照明、信号、車幅などの灯火及び反射器

米国より今年初めに ISO 12509 改訂版が発行された、との報告があり、業務完了に伴い JWG 11 の解散が決議された。コンビナーの Tina Johnson 氏（米国）および Daniel Moss 氏（米国）に感謝の意が示された（決議 318/2023）。

6.5.6 SC 3/WG 9 – ISO 14990 土工機械 – 電機駆動式機械並びに関連構成部品及び装置の電気安全

米国より状況を報告した。コンビナー任期が今年末に満了するため、以下の決議が合意された。

現コンビナー Rick Weires 氏（米国）の任期満了が近づいたため、さらに3年の任期で指名する。

決議とは別に、英国とスウェーデンから改訂の提案が行われたが、コンビナー等のリソースが不足しているため、他の同様の規格の改訂が完了した後に改訂を行うこととなった。米国が新業務提案を今後提出予定、との発言があった（決議 319/2023）。

6.5.7 SC 3/WG 5 – ISO 15143-4 土工機械及び道路工事機械 – 施工現場情報交換 – 第4部：施工現場の地形データ

ISO/CD 15143-4 の委員会ドラフト（CD）が10月末期限で意見照会中、と報告された。

また、コンビナー任期が今年末に満了するため、以下の決議が合意された。

・現コンビナーの退任に伴い、中川智裕氏を3年間の任期で新コンビナーに指名する。

・山本茂氏の、ISO 15143 コンビナーとしての多大な貢献に対し TC 127/SC 3 から感謝の意が示された（決議 320/2023）。

6.5.8 SC 3/JWG 16 – ISO/PWI 23870 土工機械及び高度自動採掘システム – 移動式機械 – 高速相互接続（HSI）

米国より状況を報告した。当 JWG は5つの TC/SC（TC 22/SC 31, TC 23/SC 15, TC 23/SC 19, TC 82/SC 8 および TC 127/SC 3）にて構成され、ISO/PWI 23870-1, -2, -3, -10, -30 が最近、予備作業項目（PWI）として登録された。この規格開発は、ISO/OSD（オンライン標準開発プラットフォーム）を用いて案文を作成している。

6.5.9 TC 127/SC 3 以外の組織が主導する合同作業グループ（JWG）の状況報告

6.5.9.1 ISO/TC 23/SC 19/JWG 10 – ISO/TC 23/SC 19/WG 10 – ISO/TC 127/SC 3 – ISO/CD 23285 農業機械及びトラクター並びに土工機械の直流 32-75V 及び交流 21-50V で作動する電気及び電子機能部品及び装置の安全

米国より状況を報告した。当プロジェクトはまもなく DIS に進む予定、とコメントがあった。

6.5.9.2 ISO/TC 82/SC 8/JWG 3 – Joint ISO/TC 82/SC 8 – ISO/TC 127/SC 3 WG – ISO/AWI TR 3502 自動・自律運転の参照枠組み及び構成

オーストラリアのコンビナーより状況を報告した。

6.5.9.3 ISO/TC 82/SC 8/JWG 4 – ISO/TC 82/SC 8/JWG 4 – ISO/TC 82/SC 8 – ISO/TC 127/SC 3 WG – ISO/PWI 3510 遠隔運転・自律運転、有人運転鉱山機械の相互運用性の仕様

コンビナーの岡氏より状況を報告した。

[後記] 当 WG については2024年2月中旬に東京・機械振興会館で作業グループ会議を開催予定である。

6.5.10 連携報告

IEC/TC 105/WG 303（油圧ショベル用燃料電池の性能試験）への TC 127/SC 3 側連携代表となっている正田氏が、発行済規格について説明した。SC 3 より連携代表をつとめた正田氏と Crowell 氏に感謝が示された。

6.5.11 定期見直し

前回2021年 Web 総会以降の定期見直し20件について、投票にて「確認」とされた案件18件については、議事案「SC 3 文書 N 1198」内 N 文書を参照のこと。

総会で「確認」とした案件2件については、下記を決議し、「確認」以外の投票国に対しては、SC 3 議長より改訂・修正に向けた新業務を提案するよう推奨した。

1) ISO 11862 : 1993 土木機械 – 補助始動補助電気コネクタ

SC 3 は、定期見直し投票結果に鑑み、ISO 11862 : 1993 を確認する（決議 321/2023）。

2) ISO 14990-1 : 2010, 14990-2 : 2010, 14990-3 : 2010 土工機械 – 電気駆動及び関連構成部品及びシステムを使用する機械の電気的安全性

SC 3 は、定期見直し投票結果に鑑み、ISO 14990 : 2016 シリーズを確認する（決議 322/2023）。

6.5.12 その他

間宮議長より、当 ISO/TC 127 総会後に ISO/TC 127/SC 3 国際議長職を退任し、後任として、日本の岡氏を推薦する、との発言があった。また西脇委員会マネージャーより、当 ISO/TC 127 総会後に ISO/TC 127/SC 3 委員会マネージャーを退任し、後任として、

日本の正田氏を推薦する、との発言があった。以下の決議が採択された

決議 323：2023 TC 127/SC 3 国際議長の指名

- ・ISO/TC 127/SC 3 は、岡ゆかり氏を、新 SC 3 国際議長として3年の任期で任命するよう推奨する。
- ・ISO/TC 127/SC 3 は、SC 3 国際議長として貢献した間宮崇幸博士に感謝の意を表する。

決議 324：2023 TC 127/SC 3 委員会マネージャーへの謝辞

- ・ISO/TC 127/SC 3 は、SC 3 委員会マネージャーとして長きにわたって貢献した西脇徹郎氏に感謝の意を表する。

注：委員会マネージャー職は、ISO 総会の場においてではなく、幹事国（SC 3 の場合は日本産業標準調査会：JISC）が、選出し任命する。

6.6 ISO/TC 127/SC 4 商用名称・分類・格付け 分科委員会（10月11日（水）午後）

SC 4 会議は、Web 参加されたイタリア標準化機関 UNI の議長及び委員会マネージャーにより運営された。議長挨拶に続き、各国使節団の紹介後、議事案「SC 4 文書 N 716」の承認、決議起草委員会指名、幹事国報告（SC 4 文書 N 723 を用いて報告）が行われたのち、議事案に沿って討議が進められた。以下に各項目について記載する。

1) 各業務項目の状況報告

6.6.1 WG 3-ISO 8811（ローラ、ランドフィルコンパクタ用語）

WG 3 のコンビナーは日本が継続して担当していたが、改訂作業の中止および WG 3 の解散が決定された（決議 311：2023）。

6.6.2 WG 6-ISO 7334（自動化および自律化の分類および語彙）

CD 投票時のコメントを盛り込んだ案文が会議当日に提出され、2023年12月6日を期日に第2次 CD 意見照会へ進めることとなった。次回合は米国ミルウォーキーにて2024年1月22日～26日に開催予定。当プロジェクトでは、案文編集、意見集約が「OSD (Online Standard Development)」という試行中のプラットフォームで一元管理されているが、「提出意見と案文の紐づけが難しい」などの使いづらい点があり、WG コンビナーや日本事務局から、ISO 中央事務局の TPM に至急改善するよう申し入れた。

6.7 ISO/TC 127 土工機械専門委員会 総会 後半（10月12日（木））

初日に引き続き、米国議長及び幹事により運営された。以下の通り報告し決議された。

6.7.1 各分科委員会（SC）報告

前日までに開催された各分科委員会での決議及びその他事項が報告された。

6.7.2 今後の新業務の候補について、その他 Any Other Business

6.7.2.1 水素技術について

フランスより TC 127 から ISO/TC 197（水素技術）への連携を締結すべきとの申し入れがあり、TC 127 内での連携代表となる候補者を募った。日本が立候補したため、「決議 348：2023」の通り岡氏が TC 195 への連携代表となった。

6.7.2.2 その他案件

- ・総会最後に、インドより「機械式衝突保護システム」の発表があった。
 - ・ただし、当資料は総会直前まで TC 127 側に開示されていなかったため、総会前日の CAG 会議の相談において「事前配布されていない案件のため、総会正式議題でなく参考情報とし、決議対象にはしない」扱いとなる旨を、TC 127 幹事とインド間とで合意していた。
 - ・インド側発表の背景：開発途上国の鉱山においては、現場出入り管理が不十分な事も有り、衝突事故が絶えない。センサ技術で周辺物体を検知し衝突を回避する ISO 21815（衝突回避）が扱う技術も一つの手段であるが、発展途上国ではインフラや機械の整備が進んでおらず、先進技術だけでは対処が困難である。
 - ・上記の状況を鑑み、新規格として「車両間追突を対象とする、機械式衝突保護システム」の開発を TC 127 に依頼したい。受け入れられれば、正式に ISO 側に要望を出したい。
 - ・上記発表に対して、各国専門家より
 - － 新規にグループを作るのではなく既存の ISO 21815 の作業グループを活用することを勧める。
 - － オーストラリアでも以前類似規格を検討した経緯があるが、上手くいかなかった。
 などの意見が出されたが、各国の立場で新規業務を提案するプロセス自体は認められているため、今後のインドの対応を見守ることとなった。
- #### 6.7.3 次回総会の開催予定
- 次回 TC 127 総会は、欧州にて2025年第2四半期（4月～6月）に開催予定。詳細日時・場所は後日決定する（決議 349：2023）。

6.7.4 決議・謝辞

下記決議9件、および謝辞4件が決議された。
ISO/TC 127/N 1132 文書参照。

6.7.4.1 決議 343：2023 決議編纂委員会のメンバー

豪州、英国、イタリア、インド、日本、米国、フランス、からの各1名およびTC 127 委員会マネージャーの計8名が決議編纂委員会に立候補し、承認された。

6.7.4.2 決議 344：2023 TC 127/WG 17 コンビナー 任期延長

現コンビナーの Jon Spomer 氏（米国）の任期満了が近づいたため、さらに3年の任期で指名する。

6.7.4.3 決議 345：2023 IEC TC 21（二次電池）と IEC TC 21/SC 21A（小型二次電池）との連携締結

TC 127 から IEC/TC 21、および TC 127 から IEC/TC 21/SC 21A へ連携締結する。TC 127 側連携代表はいずれも Jon Spomer 氏（米国）。

6.7.4.4 決議 346：2023 TC 127/SC 1 国際議長の再指名

SC 1 国際議長の Jason Ong 氏（英国）の任期満了が近づいたため、さらに3年の任期で指名する。

6.7.4.5 決議 347：2023 TC 127/SC 3 国際議長の交代

SC 3 国際議長の間宮崇幸博士の退任に伴い、岡ゆかり氏を、新 SC 3 国際議長として2026年12月31日までの3年の任期で指名する。

6.7.4.6 決議 348：2023 TC 195（水素技術）との連携締結

TC 127 から ISO/TC 195（水素技術）と連携締結する。TC 127 側連携代表として岡氏を指名する。TC 195 に対しても、TC 127 側への連携代表の指名を推奨する。

6.7.4.7 決議 349：2023 次回 TC127 総会：前述第 6.7.4 項参照

6.7.4.8 会議主催者（BIS：インド規格局および ICEMA：インド建機工）への謝辞

6.7.4.9 会議主賓（インド規格局事務総長および規格局副総長）への謝辞

6.7.4.10 SC 3 国際委員会マネージャーへの謝辞

SC 3 国際委員会マネージャーとして長年国際標準化活動に貢献し、総会後に委員会マネージャー職を退任予定の西脇徹郎氏に対し、TC 127 より感謝の意が示された。

[後記] 総会終了後、後任として正田明平氏が SC 3 幹事国日本より指名され、SC 3 国際委員会マネージャーに就任した。

6.7.4.11 TC 127 国際議長への謝辞

TC 127 国際議長として長年国際標準化活動に貢献し、2024年1月末に国際議長職を退任する予定の Charles Crowell 氏（米国）に対し、TC 127 より感謝の意が示された。

注：Eric Moughler 氏（米国）が ISO 内投票を経て 2024年2月に後任国際議長に就任の予定。

7. 社交行事

7.1 夕食会

10月11日（水）会議室隣接の会場にて、BIS（インド規格局）および ICEMA（インド建機工）共同主催による夕食会が開催され、各国代表団が交流した。

7.2 市内めぐり

10月13日（金）には、BIS および ICEMA 主催し、各国委員がデリー市内名所を訪れ親交を深めた。



写真一五 夕食会の TC 127 国際議長の挨拶



写真一六 デリー市内めぐり

[筆者紹介]



大本 康隆 (おおもと やすたか)
コベルコ建機株
技術開発本部 知的財産部
標準化・コンプライアンス管理グループ



西脇 徹郎 (にしわき てつお)
(一社) 日本建設機械施工協会
標準部 部長



坂井 仁 (さかい ひとし)
キャタピラージャパン (同)
Product Compliance & Support
リージョナルコンプライアンスマネージャー



正田 明平 (しょうだ みんぺい)
(一社) 日本建設機械施工協会
標準部 部長



高山 剛 (たかやま つよし)
日立建機株
研究・開発本部 法規管理部長



部 会 報 告

(株) UL Japan 大型電波暗室見学会 報告

機械部会 情報化機器技術委員会

1. はじめに

JCMA 機械部会情報化機器技術委員会では、令和5年度の活動として、令和5年9月29日（金）に(株)UL Japan 本社 EMC 試験所において大型電波暗室、信頼性試験設備の見学会を実施したので報告します。参加者はJCMA 業務執行理事、事務局、各社からの参加者を含めて15名でした。

2. 会社と事業所概要、大型電波暗室に関する説明

ULは世界中に15,000人以上の従業員を配し、主に各国の電波法を始めとする各種認証の取得を主要な業務としている。(株)UL Japanは国内だけで従業員600名以上28か所の電波暗室を所有し、建機だけではなく自動車や民生品の認証取得をリードしている。伊勢本社では2020年7月より稼働開始した大型電波暗室に加えSAR（人体暴露）試験棟、信頼性試験棟、安全試験棟など複数の試験ができる設備が整っている。また近年ではEVに対応した高電圧の電源設備を増設している。

3. 大型電波暗室

建設機械を始めとして農機や民生品のEMC試験をすることを主目的とした建物で、2021年より必要になった「ISO13766/2014 30 EU」に対応したイミュニティ、エミッションの両方のEMC試験を実施可能であり、入口は8m×8mあり試験室の耐荷重も100ト

ンあることから大型の建機の試験も可能である（写真一2, 3）。また第三者機関でこのサイズの試験棟は世界でも稀有であり日本で建設機械の開発をスムーズに進めるためには無くてはならない設備である。

また試験中は強力な電波を発生させるために試験室からは出ないといけませんが、機体の様子やデータは別室からモニタリングする事ができる（写真一4）。また機体の出入口は建物の裏側となっており（写真一5の写真の奥が出入口）、外部から見えないように配慮



写真一2 大型電波暗室の外観（8m×8mの入口）



写真一3 大型電波暗室（入口と比べても内部は大きい）



写真一1 概要説明の様子



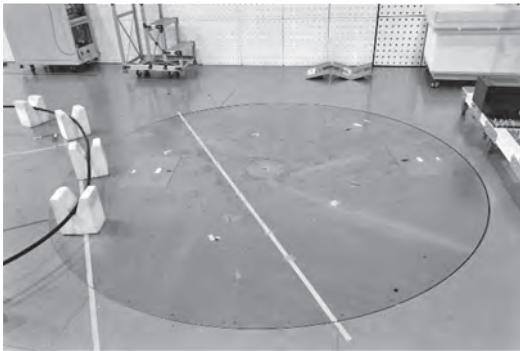
写真一4 別室でモニター管理



写真一五 外部からは電波暗室の入口は見えない



写真一八 信頼性試験棟の入口



写真一六 民生品（家電製品等）の試験エリア



写真一九 複合環境加振機（温度範囲は-45℃～250℃）



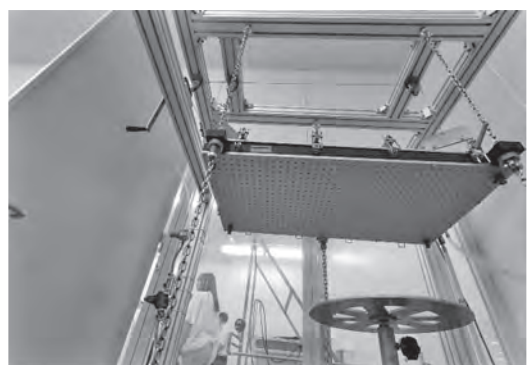
写真一七 コンポーネント試験室

がなされている。

同設備内には小型の民生品の試験をするためのターンテーブルやコンポーネント試験をするための別室も用意されている（写真一六、七）。

4. 信頼性試験棟

ここでは防水・防塵・冷熱・塩害・振動／衝撃などの試験場があり、試験の内容の相談から認証取得まで一気通貫して行っている。試験棟では他社様の試験を実施中に見学できたのは一部ではあるが新規コンポーネントの検証には必須な試験項目ばかりである（写真一八～13）。



写真一十 防水試験装置（写真は一部でカテゴリ IP X1～X8, X9Kに対応した各種試験装置がある）



写真-11 粉塵（耐塵）試験機



写真-14 参加者の集合写真



写真-12 塩害等の複合サイクル試験機



写真-13 冷熱衝撃試験機（-80℃～205℃）

て高くなることが想定される。そのような中で国内に世界でも有数の試験場があることは今後の建設機械の開発に大きな助力になると感じられた。特に試験を実施するだけではなく技術的なアドバイスや認証取得までサポートしてくれるのは非常に有益であると考えられる。

同様に建設現場の環境は、降雨、降雪、粉塵、振動、外乱光など悪環境が多いので、それらの環境に耐えるシステムである必要があるが、コンポーネント EMC 試験設備や信頼性試験設備での早期にコンポーネント単位で信頼性の検証することによりスムーズな開発ができると考えられる。

大型電波暗室は、国内各社の建機メーカーの意見をまとめて設計した国内の建設機械メーカーを主な顧客とした施設である。今後も本施設を有効活用する事で継続して建設機械の競争力を上げていくべきであると考ええる。

謝 辞

(株) UL Japan の皆様には当委員会の委員だけではなく、各社からの希望者を快く受け入れていただき、大型電波暗室や信頼性試験棟の紹介や体験をさせていただきましたことに心より感謝し、厚く御礼申し上げます。

5. 所感

近年の建設機械は自動車と同じように ICT の活用や制御の緻密化、ネットワーク化により電子コンポーネントの数が飛躍的に多くなってきている。また将来の建機の EV 化に伴い高電圧を扱う事も増えることが想定されるため、EMC 試験の難易度が今後も継続し

【筆者紹介】

中本 洋造（なかもと ようぞう）
キャタピラー・ジャパン（同）
エクスカベションディビジョン
機体制御設計部 ソフトウェア検証課
エンジニアリングプロジェクトチームリーダー
（一社）日本建設機械施工協会
機械部会 情報化機器技術委員会 委員



部 会 報 告

機電技術者のための講演会報告

建設業部会

1. はじめに

当協会の業種別部会に属する建設業部会（建設業52社の会員会社で構成）は、会員相互の共通課題をテーマに取り上げ、事業活動を行っている。

過去、時代の要求や業界の状況を反映し、様々な事業活動が実施されてきたが、特に建設の生産性向上と品質確保および環境保全といった業界普遍のテーマに取り組むための『人づくり』、『場づくり』の企画は当部会の大きな柱となっている。

これまで、この企画の中心として機電技術者意見交換会を平成9年より23回開催、第16回（平成24年）からは、当部会の中に「機電技術者交流企画WG」を設置し、開催意義を再検討するとともに、機電技術者のさらなる育成交流に資する活動となるよう、毎年検討を重ねてきたところである。

新型コロナウイルス感染症は5類に移行したが、まだ収束が見通せないため、今年度も第24回機電技術者意見交換会の開催を中止し、一昨年度、昨年度同様に直接参加併用のハイブリッド方式でWeb講演会を開催することとした。

本年度も異業種の取組に関するテーマを2つ選定し、また感染対策を講じた上で、出来るだけ多くの人に視聴できる環境を整え、「機電技術者のための講演会」を開催した。

2. 機電技術者のための講演会

(1) 概要

①開催日時

2023年10月6日（金）13：15～16：40

②場所

機械振興会館6階 6D-1, 2会議室

Web回線（Zoom使用）

③講演

【テーマ1】

『宇宙建築ベンチャー企業「OUTSENSE」の折り技術と取り組み』

講師：(株)OUTSENSE

代表取締役 / CEO

高橋 鷹山 様

【テーマ2】

『日立建機のカーボンニュートラルに向けた取組』

講師：日立建機(株)

コンストラクションビジネスユニット

電動建機開発センター センター長

新留 隆志 様

④参加者

参加者は、直接参加者とWeb参加者（同時視聴者を含む）を合わせ、154名以上となった（写真—1）。以下、参加者数を示す。

- ・直接参加者 18名
- ・Web参加者 114回線
（同時視聴者 22名）



写真—1 講演会の様子（直接参加会場）

(2) アンケート結果

今年度も、次年度への検討課題の把握等を目的として参加者へアンケートを実施した。アンケートの中で講演者への質問も受け付けた。

アンケートの回収率は42.9%、同時視聴者からの回答あり回収総数は66人となった。

①【テーマ1】『宇宙建築ベンチャー企業「OUTSENSE」の折り技術と取り組み』について

■テーマ1概要

折り工学とは計算工学・物理工学・生産工学の3つ

の学問を統合することで「折りによる特性を工学に応用するもの』としている。

製品が有する課題解決を、設計段階から折工学を活用する事で折畳・軽量化・生産性向上など、様々な機能にメリットを転化させてきた取り組みと、宇宙建築への折り工学の導入活用案について紹介。

(感想)

テーマ1については、「大変満足：29%」・「満足：59%」という回答であり、最先端の技術に関する内容もあり、評価としては、88%が満足と捉えている（図-1）。

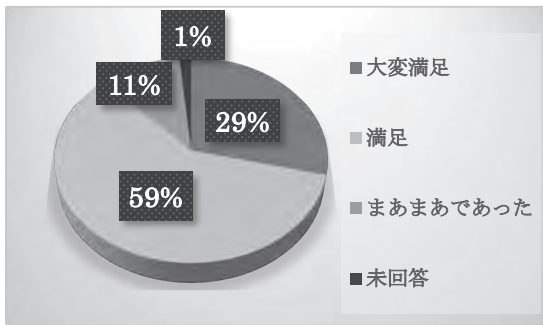


図-1 テーマ1の感想に関する結果

(質問事項と回答)

Q1. 金属板の繰り返し折り曲げの耐久性について検証等されたことがありましたら教えてください。

A1. アルミについては10回、180度で破断しました。金属の場合については繰り返し使わない設計としております。

Q2. デザインしたものが折れる、折れないというのはどのようにおこなっているのでしょうか？コンピュータが自動で計算してくれたりするのでしょうか？それとも熟練した人が考えながら設計していくのでしょうか？

A2. 定理①として隣り合わない180度の和が180度になると折れる、定理②として線の数、山と谷の差が2になると折れるとなっています。

Q3. エアで膨らませる構造によるメリット、デメリットをお聞かせいただきたい。

A3. エアで膨らませると軽くなるメリットがあります。

Q4. 建築の概念からして、作るものが大きくなればなるほど、たわみや座屈が懸念されますが、「独自のソフトウェアから折り構造を生成できる」というご説明から、変形量・強度検討的な部分も加味して生成されるのでしょうか？

また、「可能」な場合、『強度が“上がる”構造』はできるものと考えてもいいのでしょうか？



写真-2 講演会の様子（テーマ1講師 高橋様）

A4. 検討可能です。可能ではありますが、折りの概念はサーフェス形状の最適化であるため、影響の範囲が限定的であり、ソリッドな構造物への応用は不得意な場合があります。

Q5. 折った形状のものを組み合わせて強度を増加させるような方法は可能でしょうか？（単体だとつぶれやすくても複数組み合わせるとつぶれにくくなるような方法）

A5. 1方向に可逆に折り曲げができる可展面の構造を90度軸をずらして配置することで、単体だと折り畳まれるが、複数組み合わせることで潰れにくくすることが可能です。

Q6. 折り技術の先進的な国はどこでしょうか？

A6. アメリカやヨーロッパでは研究開発に国家予算がついていた時期があり、技術開発が進んでいます。

Q7. 土木分野での折り技術の利用方法についてどのような視点、展望をお考えでしょうか？

A7. 宇宙で実現している大型の構造物を土木分野でもチャレンジしたいです。

②【テーマ2】『日立建機のカーボンニュートラルに向けた取組』について

■テーマ2概要

バックホウ等建設機械のカーボンニュートラルに対する取り組みとして電動化へ向けた開発を紹介。

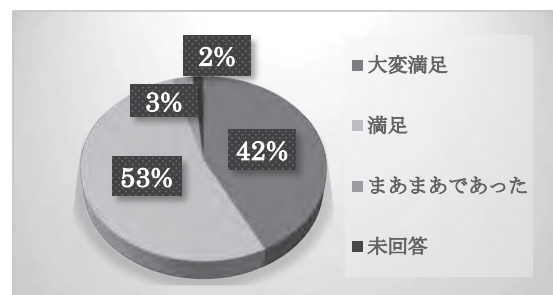


図-2 テーマ2の感想に関する結果

(感想)

テーマ2については、「大変満足：42%」・「満足：53%」という回答であり、95%が満足と捉えている(図-2)。

(質問事項と回答)

- Q1. プラグインハイブリッドの可能性についてお聞かせください。
- A1. 欧州はゼロ・エミッションにこだわっていて現時点ではハイブリッドの需要が少なくなっています。
- Q2. 走行からすべてにおいて油圧がなくなる可能性についてお聞かせください。
- A2. シリンダに代わるアクチュエータの開発が進んでいなく、重量が重くフロントに採用できない。タイヤ式建機の走行に関しては電動モータ(油圧モータ)で可能です。
- Q3. バッテリー容量が大きく出来ない理由はなんですか? また、バッテリーだけを交換する予定はありますか?
- A3. アイデアはあるのですが一般車と違って交換ステーションへの移動が建設機械では困難となっている点があります。コンパクトなものについてはコマツで導入済みです。
- Q4. バッテリーの件ですが、EVでも見たことがないのですがバッテリー交換式が出てこないのは技術的に実現困難な課題があるからでしょうか?
- A4. 回答はA3と同様。
- Q5. バッテリーの代わりに水素と酸素から電気をつくる方式での駆動の可能性はあるのでしょうか? 電気容量的に厳しいのかもしれませんが、もしそのような開発をされているのであれば教えてください。
- A5. 水素のエネルギー密度(日立建機試算では20t油圧ショベルに搭載可能な水素は20kg程度でエネルギー量は軽油60Lと同程度)を考えると多くの保管体積が必要となる水素のアドバンテージは低くなります。
- Q6. バッテリーの容量(さらに小型大容量のものが開発される)の問題さえ解決すればさらに大型機も電動化することは可能でしょうか?
- A6. 電動化できる範囲は拡大できると考えます。実運用には、大容量バッテリーを充電するための電力インフラも必要になります。
- Q7. バッテリーパック交換型建機が最近リリースされていますがPowerbank型を推奨される方向でしょうか?
- A7. 小型以上の建機では、バッテリーパック交換型

は運用面の課題が多く、Powerbank等により建機本体で充電する方式が現実的と考えます。

- Q8. 1機種 of 製造台数がおおよそ何台以上となった場合に価格が下がるのでしょうか?あるいは根本的にエンジン搭載型と価格を比較する考え方が違うのでしょうか?
- A8. 電動化コストで大きな比率を占めるバッテリー等の電動コンポーネントの価格は、EV向け等を含む電動コンポーネント市場全体の影響が大きくなり、建機1機種 of 製造台数に紐づけて回答するのは困難です。
- Q9. 急速充電器を各社で共通化するような動きはありますか?
- A9. 急速充電規格は、自動車用の規格を採用するのが一般的です。当社製品はCCS2(欧州の自動車での規格)を採用しています。中国製建機はGB-T(中国の規格)が主流です。
- Q10. 北欧で利用されているので問題ないと思いますが、バッテリーの環境温度による劣化や性能への影響はどの程度あるのでしょうか?環境温度(高低両方)の対策や工夫などがございましたら教えてください。
- A10. バッテリー専用の温調システムを搭載して、稼働時および充電時の温度管理を実施するのが主流となっています。
- Q11. Powerbankに満充電したあと、受電ケーブルを外して各建設機械に給電する場合、中型の油圧ショベルならば何台分給電できますか?
- A11. Powerbankと油圧ショベルのそれぞれに、多様な仕様の製品があり、組み合わせによって異なります。一例として、講座でご紹介したKTEG Powertreeと、バッテリーショベルZE85の標準バッテリーの容量は同程度です。
- Q12. 海外メーカーのCN取組みの動向はバッテリー化が主軸なのでしょうか?
- A12. 中型クラス以下ではバッテリー駆動化が主流と認識しています。大型以上では有線稼働も多いです。
- Q13. 日立建機の欧州における取組みは海外メーカーと歩調を合わせるのか?独自の開発や仕様で差別化を図っているのでしょうか?
- A13. お客様のニーズを最優先して、歩調を合わせる部分と差別化を図る部分を整理して取組んでおります。
- Q14. 電動バックホウが先行して開発が進んでいるようですが、他の重機への展開は今後どのように進めていくことになりますか?



写真一3 講演会の様子 (テーマ2 講師 新留様)

A14. まず、CO₂ 排出総量の多い油圧ショベルの電動化を優先し、この技術を生かして他製品に取り組む計画です。

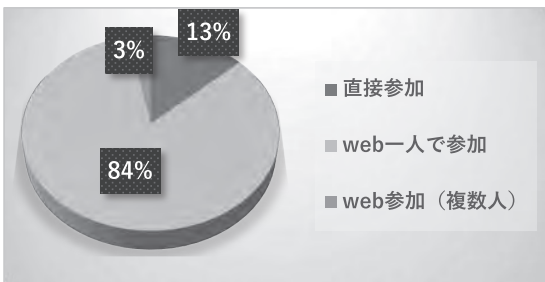
Q15. バッテリーや他の動力供給の開発には重機メーカーはノータッチなのでしょうか？またバッテリーの購入に関して現状各社自由にできるのでしょうか？それとも購入にはいろいろ制約があるのでしょうか？

A15. 各建機メーカーが個別にバッテリーメーカーから購入しています。カスタマイズ (開発への関与) の程度はケースバイケースです。

③参加方法について

受講者がどのような方法で参加しているか設問を行った。

「直接参加:13%」, 「一人で Web 参加:84%」, 「Web 参加 (複数人):3%」となった (図一3)。

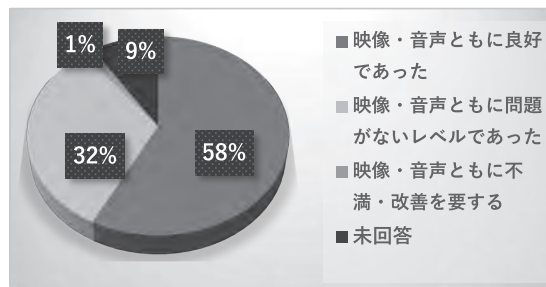


図一3 参加方法に関する結果

④受講環境について

今回で4度目となったWeb講演会であったが、受講環境に不具合があったか、設問した。

「映像・音声ともに良好であった:58%」, 「映像・音声ともに問題がないレベルであった:32%」と、90%が良好または問題ないと回答した。「映像・音声ともに不満・改善を要する:1%」との結果となった (図一4)。



図一4 受講環境に関する結果

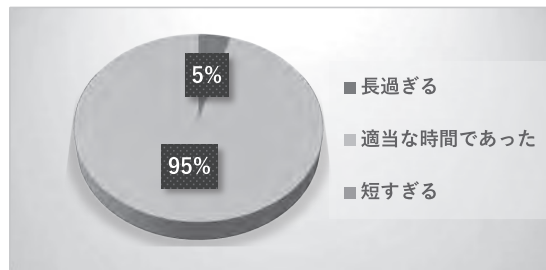
受講環境については前回の反省(マイクシステム等)を踏まえ大幅に改善できたが一部、映像が止まった等、不具合もあったため次回は修正していきたい。

(改善を求める主な意見)

- ・会場カメラで講演者を映してほしい。
- ・冒頭の注意事項の音声が聞こえなかった。
- ・一時、映像が止まった。

⑤講演時間 (50分1講演) について

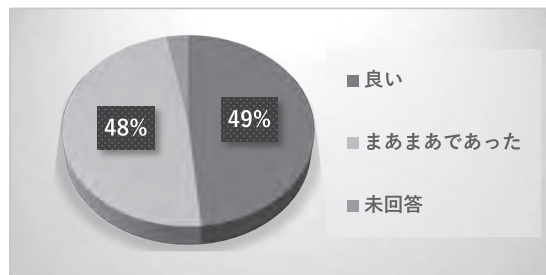
講演時間については、「適当な時間であった:95%」と肯定する回答が圧倒的に多く、今後も質疑応答の時間を十分に設けつつ、50分前後を目処に進めたい (図一5)。



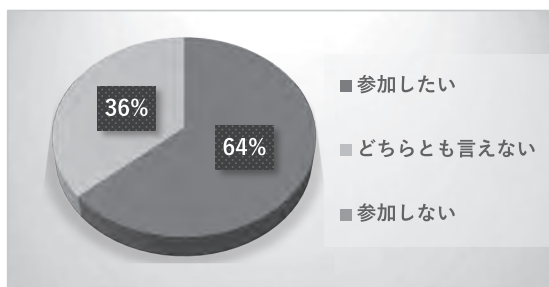
図一5 講演時間に関する結果

⑥Web講演について

Web講演に関する評価は、「良い:49%」, 「まあまあであった:48%」と、ほぼ参加者全員が良いと捉えている (図一6)。



図一6 Web講演に対する結果



図一七 次回講演会への参加についての結果

⑦次回講演会への参加について

次回講演会へ参加したいか設問した。「参加したい:64%」、「どちらとも言えない:36%」「参加しない:0%」との回答となった(図一七)。次回のテーマが未定の中で、7割ちかい人から参加したいと回答があったのは、今回の講演会が評価され、次回への期待が大きいと捉えられる。

⑧次回どんなテーマを聞いてみたいか

次回どんなテーマを視聴したいか設問した。様々な意見があったが、今回のテーマから発展した適用例、利用事例を聞いてみたい意見が多くあった。主な意見を以下に紹介するとともに次回テーマを検討する上で材料としたい。

- ・SDGsをテーマに機電技術者には何ができるのかを考察できる講演
- ・海でも活躍できる建機等
- ・ICT 施工
- ・鉄道に関すること
- ・電気分野の講演
- ・さらなる重機の電動化に向けた取組み
- ・自動・遠隔分野や情報化施工
- ・建設業とは関係ないような画期的な技術
- ・新技術や新工法などの最先端技術
- ・建設現場におけるドローンの活用方法
- ・最新の建設機械技術
- ・各社の主な研究開発の取組み概要
- ・100年後の日本
- ・宇宙開発を行うための建設機械に関する講演
- ・今後、建設業の中で活かされるような技術
- ・共用設備(道路、橋梁、トンネル、栈橋等)の検査と補修状況
- ・海洋資源開発について
- ・脱炭素技術
- ・宇宙建築
- ・建設業におけるDX推進につながるような技術や製品

- ・洋上風力発電
- ・BIM, CIM技術とリンクした機械化施工(造成時の無人重機)
- ・開発技術(CNやICT, 自動自律化など)
- ・自動運転やアシスト機能に関する建機メーカーの取組み
- ・今後、建設資材になりえるような新しい材料を製作しているメーカーの講演
- ・開発中の建設機械(リース機械)
- ・宇宙、深海、資源、エネルギーなどで建設会社に関連して新たな建設機械を開発や導入するような講演
- ・水素社会実現に向けた取組み
- ・建設機械の無人化

⑨その他意見について

今回の講演会を通しての意見を「その他意見について」として設問した。主な意見を以下に紹介する。

- ・今まで知らない他分野の技術に触れることで新たな発見が生まれ非常に参考になった
- ・折り工学では「宇宙」、カーボンニュートラルでは「ゼロ・エミッション」というスケールの大きい言葉に魅かれた



写真一四 講演会の様子(直接参加会場)



写真一五 建設業部会長 挨拶

- ・将来への新たな課題に向けた開発が聴講できたのが良かった
- ・自分の知らない知識を増やすことができとても勉強になった
- ・AIおよびロボット産業と建設業の今後の展望についてどう展開が進んでいくのか興味があります



写真一六 建設業部会副幹事長 挨拶



写真一七 司会進行（機電技術者 WG 主査）



写真一八 講演会の様子（質疑応答）

(3) 今回の成果と次年度以降の対応

今年度も、例年実施していた機電技術者意見交換会を中止とし、代替策として2020年より実施しているWeb 併用講演を実施した。

今回も多く参加を得ており、取り分け直接参加が難しい現場勤務者の参加を得たことは大きな成果であったと考える。

また、昨年のマイクシステムのトラブルを踏まえて聴講に関してはおおむね改善できたと感じている。過半数の参加者から「良い」の回答を得たことは、当部会の「人づくり」、「場づくり」、当WG「機電技術者の交流・育成に資する場づくり」の目的は何とか達成したと考えられる。

次回講演会の開催に期待する「参加したい」は6割を超えている。この主因としては、Web開催の併用が単なるコロナ対策ではなく、時間の有効活用や場所の制限がないといった受講者側の利便性が高まることにあると考えられ、ポストコロナ・ウィズコロナ時代を見据えた活動のあり方として、今後も継続していくべきと考える。

更に、どうしても時間の都合がつけられない夜勤者等への配慮として、講演状況を録画し、HP上に公開することも併せて検討したい。

3. おわりに

機電技術者交流企画WGでは、3年毎に計画の達成度を確認するとともに活動内容の評価を行い、継続性を協議することとなり毎年見直しを行い、活動総括を行う。

次年度については、従来の機電技術者意見交換会を中心とした活動を行うことを予定している。また同時にポストコロナ・ウィズコロナ時代に応じた活動がどうあるべきか議論し、新たな「交流の場づくり」へと取り組みを発展させたい。

最後に、本講演会にご協力下さいました、(株)OUTSENSE・高橋様、日立建機(株)・新留様には、ご多忙のところ講演会、講演会後の質問への回答を賜り心よりお礼申し上げます。

(文責 機電技術者交流企画WG)

04-459	最適自動発破設計システム	鹿島建設
--------	--------------	------

▶ 概 要

近年、山岳トンネル施工の自動化・機械化の開発が積極的に進められているが、これらの開発では単に従来の手作業の機械化・自動化のみならず、施工機械にいかにか効率的な作業指示を与えるかが鍵となる。このうち発破作業はそれ以降の施工ステップの成否を決める重要な位置づけであるものの、従前より特に作業員の経験と技量に頼った施工が主であった。近年、コンピュータジャンボの導入が進むものの、作業員らの暗黙知に頼らず地山性状に応じた合理的な発破が実践できているとは言い難い。そこで鹿島建設は担当者の発破の経験によらず地山データに基づいて適切な発破設計を自動で実践するシステムを構築した。

▶ 特 徴

最適自動発破設計の実践にはデジタル化した発破データ（穿孔や地山の情報）を、基準となる一定の評価軸に基づいて評価・分析を行った上で、次の穿孔装薬の設計を行う一連の手順を発破経験によらずに廻す仕組みが必要となる。本システムを現場運用する上での特徴は以下の3つである。

①合理的な発破評価式（限界半径式）の確立

発破の出来形に影響を及ぼす因子として岩盤条件（岩盤強度、割れ目等）、穿孔条件（穿孔径、穿孔長等）、装薬条件（爆薬種類、孔薬量等）の3条件を挙げ、これらの因子を基に発破孔1孔の起爆が周辺岩盤に及ぼす破壊影響領域（限界半径）を理論解に基づいて算定する評価方法を確立している。

②発破見える化システムの導入

発破はばらつきの多い岩盤を対象とするため、想定通りの適

切な発破結果が得られているかのフィードバックが必要となる。このため直近の数十回の発破結果を一元化するシステムを構築した。これにより地山変化や発破良否の傾向を把握し、次発破に向けて有効な設計変更対策を打つことができる。

③発破自動設計プログラムの導入

地山データや切羽の穿孔掘削量から各孔の穿孔長／装薬量を求め、①で構築した評価式に基づき最適な孔間隔となるよう孔配置を決める一連のプロセスを自動で行う。また孔配置や孔薬量のほか、起爆順（段数）やコンピュータジャンボのフルオート穿孔順（シーケンス）も簡単に設定可能であり、ジャンボメーカ毎に異なるフォーマットの出力も可能である。

▶ 用 途

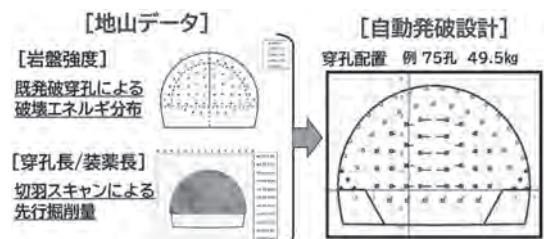
・発破掘削による山岳トンネル工事

▶ 実 績

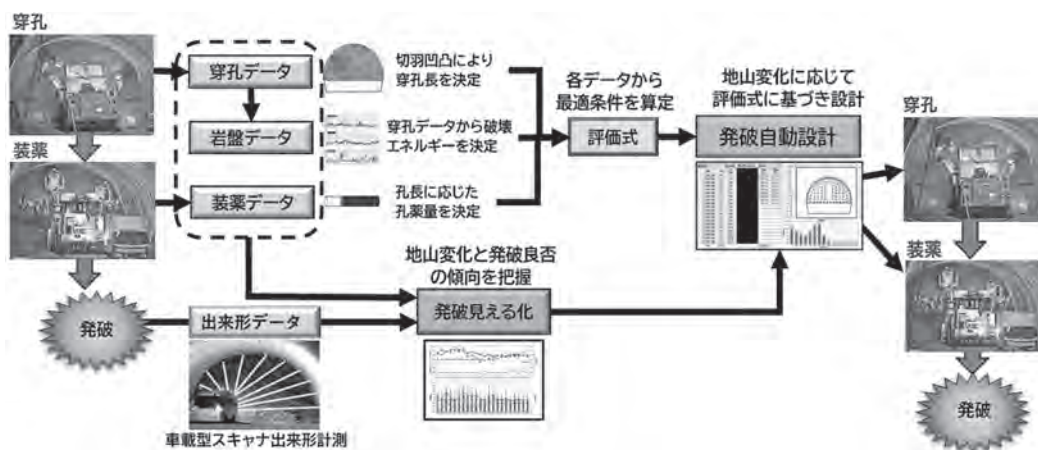
- ・能越道 鷹ノ巣山2号トンネル工事
- ・鹿島建設 神岡試験坑道工事

▶ 問 合 せ 先

鹿島建設(株) 土木管理本部
〒107-8477 東京都港区元赤坂1-3-8KTビル
TEL：03-5544-1111（代）



図一 1 自動発破設計画例



図一 2 最適発破設計の現場運用フロー

新工法紹介

04-460	輪郭同調システム (山岳トンネルの吹付作業の簡素化・品質向上)	大林組 古河ロックドリル
--------	------------------------------------	-----------------

概要

山岳トンネル掘削時の支保部材である吹付けコンクリートの施工において、簡易な操作で設計形状に倣った最適な吹付作業を実現する吹付断面の輪郭同調システムを開発した。

従来の吹付け機では、熟練操作者が目視で、ノズルと壁面の距離を確認しながら、吹付け作業を行っていた。その動作には複数のレバーを巧みに操作することが要求されていた。昨今の就労人員不足により、簡易操作を実現し未熟練操作者でも操作可能なシステムを確立することは急務であった。

これらの課題を解消すべく、2018年にブームの上下、左右方向の操作のみで、ノズルを切羽面から一定距離のまま動かすことができる平面同調システムを開発した。

更に今回、ブームの左右方向の操作のみでアーチ部の吹付けを容易に行える輪郭同調システムを開発した。

特徴

1. 任意の断面を設定可能

輪郭同調システムを起動させて、機体を吹付断面に正対させてから、任意の吹付断面①の天頂部②にノズル先端をタッチさせて断面設定すると、その断面の輪郭に自動制御で吹付できる(図-1)。

2. 吹付面から一定の距離のまま吹付可能

ブームレバーを下方向に操作して、吹付ノズルを吹付面から任意の距離だけ離しておけば、予め数値入力設定されたトンネルの輪郭①とノズル(ブーム先端)の離間距離③を一定に保ったまま吹付できる。ブームレバーを上下方向に操作すれば、離間距離は変更できる(図-2)。

3. ブームの上下、伸縮動作を自動制御

ブームレバーを左右方向に操作するだけで、トンネルの輪郭①から一定距離の軌道上④にてノズルを移動させることができる。ブームの左右動作に合わせて、ブームの上下・伸縮動作は自動制御される。ノズルスイングは手動で操作できる。

4. 吹付の軌跡と追跡、保存

各吹付断面における吹付の軌跡④は、モニターで表示され、データとして保存できる(図-3)。

5. 切羽鏡面吹付も自動制御

輪郭同調から平面同調にシステムに切り替れば、ブーム伸縮が自動制御され、一定の離間距離で切羽平面を吹付できる。

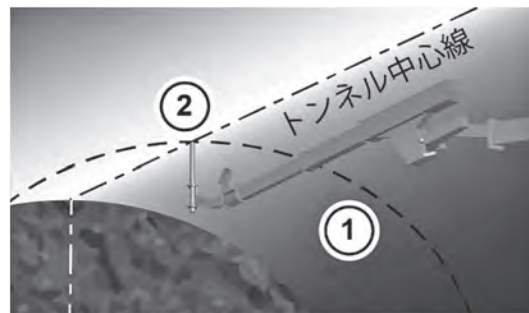


図-1 吹付断面の設定

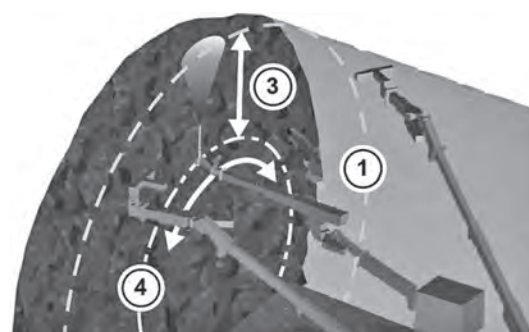


図-2 吹付面と離間距離

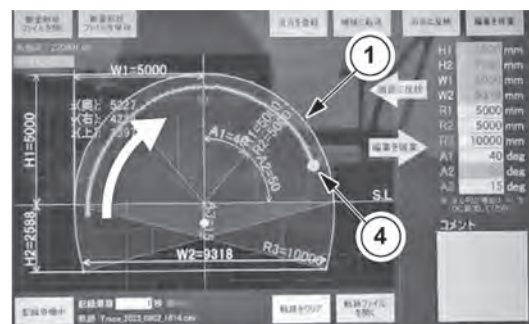


図-3 表示モニター

6. 耐久性の高い構造

粉じんの多いノズルやアーム周りにセンサー類を使用していないので、故障が少ない。

用途

・山岳トンネルの掘削工事

実績

・磐越自動車道 宝珠山トンネル工事

問合せ先

古河ロックドリル(株) 営業本部 特機部

〒100-8370 東京都千代田区大手町二丁目6番4号(常盤橋タワー)

TEL: 03-6636-9520

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈04〉 運搬機械

23-〈04〉-01	加藤製作所 クローラキャリア	'23.4 発売 モデルチェンジ IC37-5

欧州 StageV, 北米 Tier4 排出ガス規制対応及び特定特殊自動車排出ガス 2014 年基準に適合したエンジンを搭載。燃費・整備性のさらなる向上を実現し、経済性と作業性の大幅改善を実現した。積載荷重 3.7t で電子制御方式走行操作システムを採用し、状況に応じた効率的な走行動作が可能。また、強度を向上した 4 柱式 ROPS (転倒時保護構造) キャノピを標準搭載。車体サイズ 3t クラスで上位クラスと同等の積載量を実現。

燃費改善としてオーバーラップ方式と比べ、スチールコードのつなぎ部の曲がり抵抗が少ないフラットジョイント式のゴムクローラを採用。走行時の燃費効率が向上した。またジョイスティックレバーの操作量に応じて回転数とポンプ流量を同時に制御し、最適な走行運転・荷台操作が可能。レバー操作が中立の時はアイドル状態となり燃料消費を抑え環境に配慮した。

また荷台緊急降下バルブを採用し、エンジントラブル時でも工具を使わずに安全に荷台を降下できる。さらにオーバーラン防止機能採用。電子制御によりエンジン回転数とポンプ流量を積極的に制御。オーバーランを防止し、下り坂でも安全な走行が可能となった。

回転軸をシートポジションからずらすことにより、足元のスペースを大幅に確保。また走行操作をジョイスティックレバー 1 本にし、楽な姿勢での走行が可能となり長時間の作業でも疲れにくく、快適性を向上。ダンプ操作もレバー上部にスイッチを設け、走行レバーから手を放すことなくスムーズに荷台の上げ下げが可能となった。加えてオペレーターの使いやすい位置へスイッチを集中的に配置したことで前進後進どちらでも快適なスイッチ操作が可能となった。

さらなる整備性向上として、大型のフルオープンエンジンカバーを採用。メンテナンスが必要な部品を集めたことにより、点検と整備が効率的になり、ダンパー付で開閉も容易。山型クローラフレーム、山型あおりフレームなど各所に山型フレームを採用し、泥はけ性に優れ、清掃作業がスムーズに行える。さらに 3 分割スプロケット採用により、シューを外さずに交換ができ、メンテナンス性が向上。

新設計した表示パネルは LED が常時点灯し視認性が向上。また、短時間での復旧に役立つエンジンエラーコードを表示する機能を追加した。

表-1 IC37-5 の主な仕様

積載荷重	(t)	3.7
荷台容量	(m ³)	2.0
機械質量	(t)	2.9
定格出力	(kW (PS)/min ⁻¹)	46.1 (62.7)/2,700
走行速度 高速/低速	(km/h)	10/6.3
登坂能力	(%)	36
接地圧 空車時/最大積載時	(kPa)	26/60
最低地上高さ	(m)	0.32
クローラ全幅 (シュー幅)	(m)	1.50 (0.35)
全長×全幅×全高 (輸送時)	(m)	3.82 × 1.89 × 2.37
価格	(百万円)	5.9



写真-1 加藤製作所 IC37-5 クローラキャリア

問合せ先：(株)加藤製作所 営業本部
〒140-0011 東京都品川区東大井 1-9-37

▶ 〈07〉 せん孔機械およびブレーカ

23-〈07〉-03	古河ロックドリル 油圧クローラドリル HCR L90-E5, HCR L90s-E5	'23.1 発売 新機種

油圧クローラドリル『HCR L90-E5』は、岩盤に直径Φ76~127 mm の、『HCR L90s-E5』は、直径Φ76~115 mm の孔をあける穿孔機械である。

環境負荷低減のため、排出ガス 5 次規制にも対応可能なクリーンエンジンを搭載している。

それぞれ『HCR1550-ED II』と『HCR1450-ED II』の後継機種である。

新機種紹介

『HCR L90-E5』は、大径ロッド T60 クラスに適応しており、大径穿孔(最大Φ127 mm)においても、高い直進性およびスピーディーな穿孔が可能となっている。

両モデルは、継ぎ足し中空ロッド(サイズ T45/T51, 長さ 3.66 m)を6本、HCR L90-E5では7本が格納できる。『HCR L90-E5』は、大径ロッド(サイズ ST58/T60, 長さ 4.27 m)でも6本のロッドが格納でき、長孔を穿孔が可能となっている。

更に、最先端の低燃費化技術「スーパーエコノミーモード PLUS」により、穿孔作業時のエンジン回転速度を岩質に応じて選択することにより穿孔性能を維持しながら燃料消費量の低減を行っている。

両モデルとも、稼働サポートシステム「F-MICAS」に対応しており、遠隔からも稼働情報や警告情報を収集して、稼働状況管理やメンテナンス管理をサポート出来るようになっている。



写真—2 古河ロックドリル HCR L90s-E5 油圧クローラドリル

問合せ先：古河ロックドリル(株) 営業企画部

〒100-8370 東京都千代田区大手町二丁目6番4号(常盤橋タワー)

TEL：03-6636-9522

表—2

モデル名称	HCR L90-E5		HCR L90s-E5
質量	16,810 kg		16,160 kg
搭載ドリフタ	HD828S		HD826
エンジン	194 kW/2,500 min ⁻¹ 排ガス5次規制対応可能		
コンプレッサ	10.0 m ³ /min 1.03 MPa		
ロッドサイズ 長さ (格納本数)	T45/T51 12 ft (7本)	ST58/GT60 14 ft (6本)	T45/T51 12 ft (6本)
穿孔ビット径 (ロッドサイズ)	76 ~ 127 mm	102 ~ 127 mm	76 ~ 115 mm

建設キャリアアップシステム制度の現状と今後の展開

1. 建設キャリアアップシステムについて

建設キャリアアップシステム（以後「CCUS」という）は、業界団体等からの拠出金によりシステムが構築され、2019年4月より本運用が開始され、本年4月からは6年目の運用に入るところである。

CCUSの運営に当たっては、国土交通省及び拠出団体等によりCCUS運営協議会（座長：国土交通省不動産・建設経済局長）が組成され、CCUSの運営にかかる年度計画や予算等を決定し、CCUS運営協議会の指名により、事業運営は（一財）建設業振興基金が担当している。

CCUSは技能者の処遇改善を目的として、技能者が建設現場で就労した履歴を現場の立場などを付して蓄積していくものであるが、その前提として、技能者の基本的な情報について登録することとしており、「本人氏名」、「生年月日」、「所属事業者」、「社会保険加入状況」、「建退共加入状況」、「保有資格」、「講習等の受講履歴」等が、CCUS事務局の審査を経て登録されている。

同じく事業者の基本情報については、「事業者名」、「社会保険加入状況」、「建退共加入状況」、「所属技能者」等が、技能者基本情報と同様にCCUS事務局の審査を経て登録されている。

これにより、技能者本人の確認、事業者の確認が行われたうえで、技能者がどの事業者に所属しているかの紐づけ（雇用の確認と登録）が行われているのが特徴となっている。

2. CCUS 設立の背景

CCUSの第一の目的は、技能者の処遇改善につなげるための就業履歴の蓄積であることは前述したところであるが、CCUSへの技能者の登録に当たっては、運転免許証や在留カードにより本人の氏名及び生年月日を確認するとともに、雇用保険等の確認により所蔵事業者を登録しているところである。その理由として、元請事業者の多くで、建設業法で作成が義務付けられている施工体系図や作業員名簿の作成については、グリーンサイトやBuildeeなどの民間事業者の提供するサービスが多く使用されているところであるが、各民間事業者の提供するサービスでは、運転免許書等の書類を用いた本人の確認や雇用保険の加入確認等による所属事業者の確認が行われていないのが現状であり、建設現場で事故が発生した際に労働基準局等の調査の結果、実際には雇用されていないにも関わらず、所属事業者を偽って、所属先ではない事業者の作業員名簿に登録され、現場に入場している現状が今も聞かれることであり、CCUSの創設に関わった大手ゼネコンの担当者からは、「特に建築工事の大型現

場では、2次下請以下、実際に技能者がどの事業者に所属しているのかが明確に把握できていない状況を打開したい（もちろん、多くの場合、個人の特定並び、保有資格の有無などは確認されている）」との声も聞かれたところである。

実際、建設現場に入場している技能者が、元請事業者の作業方針や安全指針、手順等を理解していれば、現場の生産性の向上とともに安全性の向上も図りやすくなるが、技能者が入れ替わるたびに、保有資格を都度確認し、そのスキルを現場作業の様子で確認せざるを得ない状況では、現場の安全や建設生産物の品質の向上が難しい状況であったが、CCUSの仕組み（特に技能者登録）を導入することにより、事業者や技能者の確認や管理がしやすくなることを目指していたこともあった。

技能者の処遇改善を実現するためには、元請等の受注者が下請事業者に雇用の安定を図ることができる十分な契約（請負）金額を支払うことが前提となるが、下請事業者の中には、直接の雇用をしておらず、受注のたびに再下請事業者や技能者を調達する事業者も散見される。技能者を直接雇用し、継続して教育訓練を行うなど技能者の育成を図っている事業者とそうではない事業者では、本来であれば「請負金額に差」が生じなければならないところであるが、提出された見積金額で受注事業者を決定している元請事業者等が、見積金額の根拠となる事業者の経験や所属する技能者のスキルや保有資格や経験を比較できることができてれば、見積金額の妥当性が判断でき、下請事業者も適正な受注金額を得ることができるはずである。

適正な金額により受注できることにより、初めて、雇用している技能者の雇用の改善につなげることができるものと考えている。

このように、元請事業者等の要請である現場の適正な運営に資することと技能者の処遇改善をCCUSで解決していこうとしている。

3. CCUS の現状

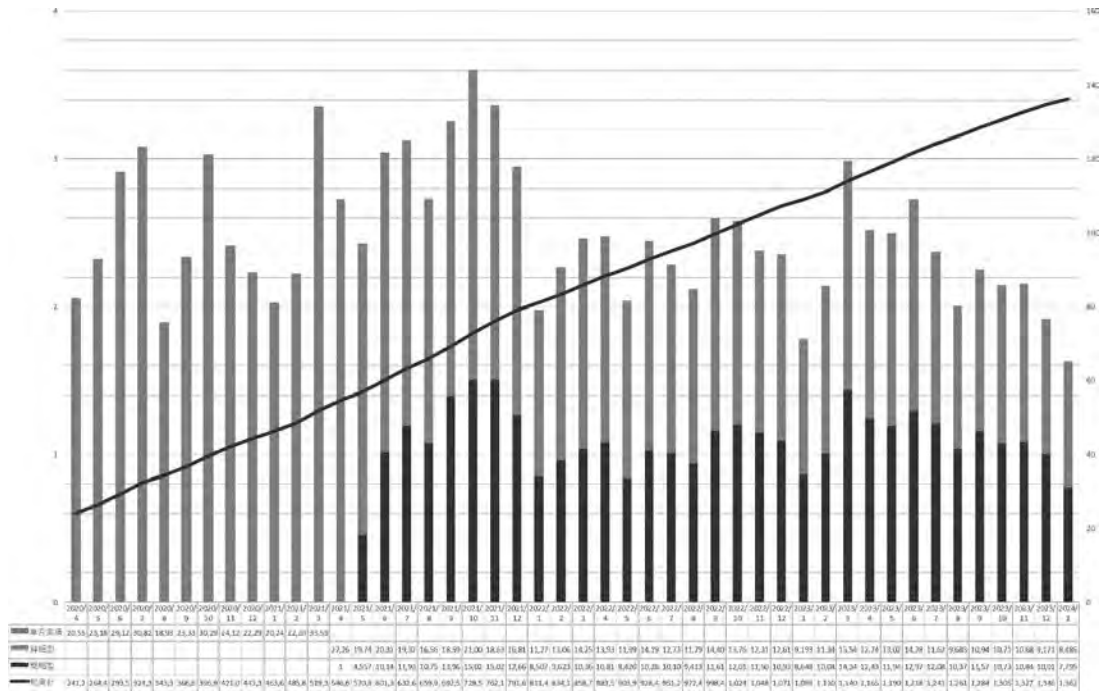
(1) 事業者・技能者の登録状況

当初、CCUSの登録を開始した2018年度に100万人の技能者登録を目指してスタートしたところであるが、2022年10月末に技能者登録100万人を突破し、2024年1月末時点で1,362,920人の登録数となっている（図—1参照）。

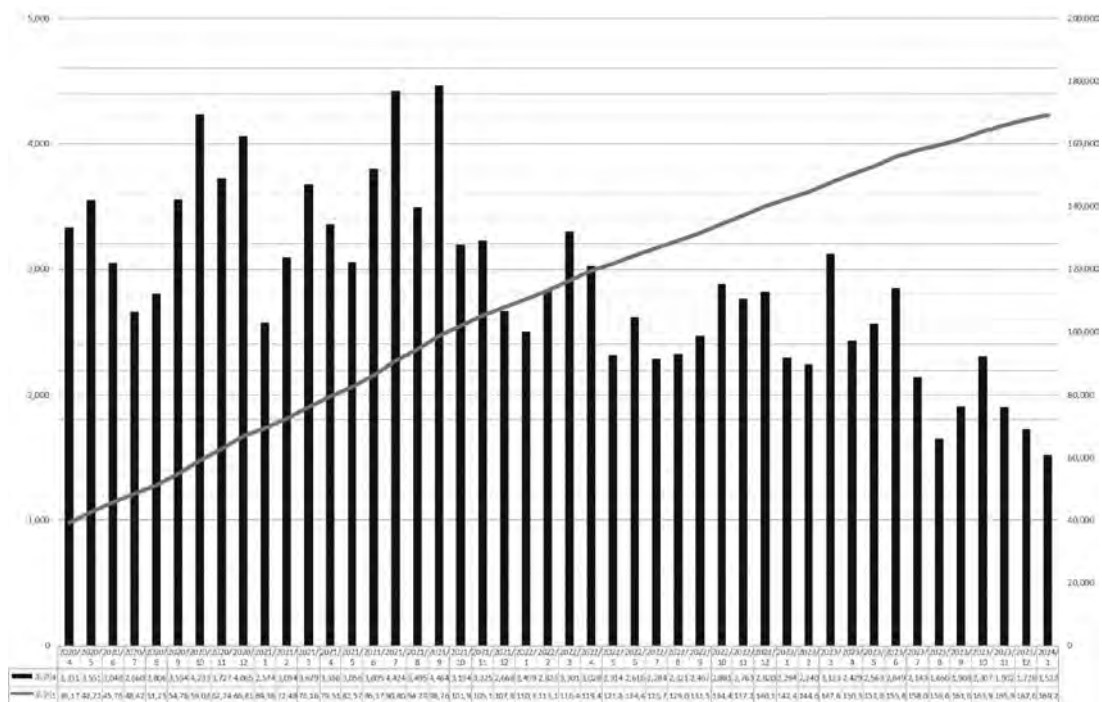
事業者の登録に関しては、2024年1月末時点で252,851社（法人・個人事業主：169,229社、一人親方：83,622者）の登録数となっている（図—2参照）。

なお、技能者の母集団と比較した際のCCUSの登録者数についてであるが、2020年の国勢調査において、職業分類で建設業の技

統計



図一 技能者登録数



図二 事業者登録数（一人親方を除く）

能職種に属する者の合計数は、2,531,280人と公表されており、CCUS登録者が国勢調査における建設技能者数に占める割合は53.8%の登録率となっている。

本誌読者の関係するCCUS職種[※]での登録数は、「運転手（特殊）：54,814人」、「運転手（一般）：16,638人」となっており、国勢調査

の「建機等操作」対「運転手（特殊）」の割合は77.5%となっている（表一参照）。

※CCUSの職種は、公共工事労務費調査の職種と同様の職種区分としている。

表一 職業分類別の CCUS 技能者登録者数

2020年国勢調査		CCUS登録技能者			
職業分類 (職業小分類)	建設業 (a)	CCUS登録技能者 (国勢調査の職業分類) 2024/1末 (b)	比率 (b)/(a)	CCUSの分類名	CCUS登録技能者 (CCUSの分類) 2024/1末 (c)
造園師、植木職	16,050	11,133	69.4%	造園工	11,133
とび職	109,330	125,716	115.0%	とび工	125,716
石工	4,690	3,338	71.2%	石工	3,338
ブロック積・タイル張工	23,980	12,525	52.2%	タイル工	5,555
				ブロック工	1,511
				建築ブロック工	5,459
電工	412,320	117,836	28.6%	電工	117,836
鉄筋工	28,700	45,695	159%	鉄筋工	45,695
鉄骨工・橋梁工	22,600	21,282	94.2%	橋りょう世話役	1,838
				橋りょう塗装工	1,223
				橋りょう特殊工	3,817
				鉄骨工	14,404
塗装工	131,030	30,018	22.9%	塗装工	30,018
溶接工	21,510	15,582	72.4%	溶接工	15,582
建機等操作	70,690	54,814	77.5%	運転手(特殊)	54,814
運搬従事者・運転手	13,420	16,638	124.0%	運転手(一般)	16,638
型枠大工	40,610	60,668	149.4%	型わく工	60,668
大工	294,490	19,381	6.6%	大工	19,381
左官	59,750	22,488	37.6%	左官	22,488
配管工	202,640	106,322	52.5%	ダクト工	13,539
				設備機械工	21,145
				配管工	71,638
板金工	42,330	19,467	46.0%	板金工	19,467
屋根ふき工	16,670	2,179	13.1%	屋根ふき工	2,179
その他技能者	1,016,730	480,143	47.2%		
				特殊作業員	68,508
				普通作業員	165,262
				軽作業員	5,173
				法面工	7,066
				潜かん工	417
				潜かん世話役	60
				さく岩工	86
				トンネル特殊工	3,243
				トンネル作業員	4,693
				トンネル世話役	742
				土木一般世話役	25,645
				潜水士	2,063
				潜水連絡員	126
				潜水送気員	424
				山林砂防工	41
				軌道工	3,795
				はつり工	6,847
				防水工	27,726
				サッシ工	4,993
				内装工	64,018
				ガラス工	5,410
				建具工	12,494
				保温工	14,395
				その他(施工)	56,916
交通誘導員、警備員	3,740	3,450	92.2%	交通誘導警備員A	1,232
				交通誘導警備員B	2,218
技術者・事務員他		194,245		高級船員	1,520
				普通船員	2,335
				その他(管理)	168,775
				その他(技師)	9,514
				その他	12,101
合計	2,531,280	1,362,920	53.8%	合計	1,362,920

※ 国勢調査の職業分類とCCUS登録者の職業分類(「主たる職種」)は定義が異なる。

※ 建設業振興基金において、国勢調査の職業分類とCCUS登録者の「主たる職種」の関係を仮定して集計。

統計

(2) 能力評価基準に基づくレベル別技能者数

CCUSを活用した技能者の処遇改善方策として、職種ごとに能力評価基準（レベル）を定め、CCUSカード等において、個人の能力を第三者がわかりやすく表示することとしており、具体的には、各能力評価実施団体が、技能者の保有資格と就業履歴の2つの要素から判定を行い、CCUSに連携することにより実施している。現在、41の分野で能力評価制度が運用されている（表-2参照）。

「機械土工（能力評価実施団体：（一社）日本機械土工協会）」の分野においても、能力評価制度が進んでおり、現在（2024年1月末）、9,874名の能力評価が実施されたところである（表-3参照）。

各職種の能力評価基準に基づき評価、認定され、CCUSでレベルごとのカードの発行をうけた技能者の処遇改善への方策として、2023年6月16日に国土交通省より、「CCUSレベル別年収」が公表されたところであるが、国土交通省では、「CCUSレベル別年収の公表により、技能者の将来の処遇面でのキャリアパスを示すとともに、技能・経験に応じた賃金支払いについて目指すべき具体的なイメージを共有すること」をレベル別年収の公表の目的としている。

なお、機械土工分野でのレベル4の中位～上位の年収は、「7,120,000円～8,900,000円」とされている（国土交通省HPで公開）。

表-2 能力評価基準 [機械土工]

CCUS職種コード		1 4 運転手（特殊） - 0 1 運転手（特殊）・建設機械運転工、0 6 掘削機械運転工
能力評価実施団体		（一社）日本機械土工協会
呼称		機械土工技能者
レベル4	就業日数	10年（2150日）
	保有資格	◇登録機械土工基幹技能者(00009) ◇1級建設機械施工技士(30009) ◇1級土木施工管理技士(30005) ◇優秀施工者国土交通大臣顕彰（建設マスター）(91045)
	職長経験	職長としての就業日数が3年（645日）
レベル3	就業日数	7年（1505日）
	保有資格	◇車両系建設機械（整地・運搬・積み込み用及び掘削用）運転業務従事者安全衛生教育(60008) ◇ローラー運転業務従事者安全衛生教育(60009) ◇青年優秀施工者土地・建設産業局長顕彰（建設ジュニアマスター）(92045)
	職長・班長経験	職長または班長としての就業日数が1年（215日）
レベル2	就業日数	2年（430日）
	保有資格	◇車両系建設機械（整地・運搬・積み込み用及び掘削用）運転技能講習(40035) ◇ローラーの運転の業務に係る特別教育(50015)
レベル1		建設キャリアアップシステムに技能者登録され、レベル2から4までの判定を受けていない技能者

※ ◇印の保有資格は、いずれかの保有で可。[]は、ccus職種コードを示している。
※ 就業日数は、215日を1年として換算する。

表-3 分野別の能力評価判定件数

分野別/レベル別判定件数				2024年1月31日現在							
番号	分野	判定数合計 (延べ)				番号	分野	判定数合計 (延べ)			
		レベル2	レベル3	レベル4	総計			レベル2	レベル3	レベル4	総計
001	電気工事	1,385	3,413	5,200	9,998	022	外壁仕上	23	18	154	195
002	構築	91	70	626	787	023	ダクト	214	121	960	1,295
003	造園	241	294	882	1,417	024	保温保冷	90	105	742	937
004	コンクリート圧送	375	363	647	1,385	025	グラウト	180	77	612	869
005	防水	589	768	1,228	2,585	026	冷凍空調	197	93	551	841
006	トンネル	121	71	495	687	027	運動施設	46	11	164	221
007	建設塗装	674	597	1,797	3,068	028	基礎工	783	672	1,208	2,663
008	左官	336	384	1,415	2,135	029	タイル張り	34	44	232	310
009	機械土工	2,579	711	6,784	9,874	030	標識・路番標示	134	144	830	908
010	青上り重	257	80	785	1,122	031	消火設備	92	146	332	570
011	プレストレスト・コンクリート工事	216	267	873	1,356	032	建業大工	193	357	657	1,207
012	鉄筋	1,935	1,775	3,432	7,142	033	硝子工事	96	65	320	481
013	圧換	110	239	386	735	034	ALC	127	96	557	720
014	架橋	1,012	421	3,274	4,707	035	土工	4,001	3,787	3,423	11,211
015	配管	952	694	2,987	4,643	036	ウレタン	6	4	52	62
016	敷・土工	1,065	2,175	4,751	7,991	037	砕破・砕砕	114	77	81	272
017	切断穿孔	19	62	377	458	038	測量測量技能者	58	37	9	104
018	内装土工工事	1,384	1,065	3,160	5,609	039	解体技能者	82	120	77	279
019	サッシ・カーテンウォール	284	303	771	1,358	040	圧入技能者	90	232	116	438
020	エクステリア	22	45	83	150	042	さく井技能者	16	25	22	65
021	建築板金	244	83	740	1,067		合計	20,279	20,051	51,592	91,922

4. CCUS の課題

技能者・事業者登録についての登録が進んでいるものの、登録の中心は都市部の事業者と技能者であり、地方部では登録が進んでいない状況にある。技能者、事業者ともに、地方部でのなお一層のCCUSへの理解促進、登録促進が望まれるところである。これについては、CCUSのインセンティブ措置等の内容に差があるにせよ、都道府県の多くで何らかの措置が講じられているが、市区町村の発注工事においては、まだまだCCUSの位置づけがなされていない状況であることから、地方部での登録や活用が進んでいないことに繋がっていると考えており、市区町村発注工事での現場環境の整備や就業履歴の蓄積を評価するなどのCCUS活用工事等の取り組みの深化が望まれるところである。

就業履歴数の蓄積については、2023年度の就業履歴蓄積数の目標を6,000万件（2022年度実績：41,667,764件）としているところであるが、その大部分を中央大手ゼネコンが占めており、地方ゼネコンや戸建住宅を専業とする事業者への普及が進んでいないのが現状である。今後、中堅・中小ゼネコン、地方ゼネコン、戸建住宅・リフォーム現場での就業履歴蓄積環境（カードリーダーの設置等）の整備並びに就業履歴の蓄積が図られることを期待するところであり、CCUS事業本部としても、安価なカードリーダーの導入やiPhoneのカードリーダー化などにより、元請事業者、特に小規模事業者や戸建住宅、リフォームの専業事業者等への就業履歴蓄積に係る取り組みの支援を継続して行っているところである。

5. おわりに

技能者の処遇改善を図るためには、技能者を雇用する事業者が、

雇用する技能労働者のレベルに応じた賃金を支払う原資を確保することが必要となる。そのためには、技能者を直接雇用する事業者それぞれが賃金の原資を確保できる額の見積書を作成し、元請事業者や発注者がその見積金額を尊重し、合意したうえで、適正な金額で契約が締結されることが必要になるが、多くの事業者間（発注側も受注側も）で、処遇改善に資する額での契約が行われていないのが現状であると認識している。

今後、見積金額の構成要件として技能者の技量（レベル）を保持するための費用などが反映されていくことを期待している。

そのうえで、技能者を直接雇用する各事業者は、レベルに見合った建設労働を提供することが求められるので、技能者の資格取得支援や技能講習等の受講の支援などを日々行っていくことを期待する。

業界共通のインフラである「建設キャリアアップシステム（CCUS）」には、すでに約16万件（2024年1月末）の現場が登録され、1億24百万件（2024年1月末）の就業履歴が蓄積されている。CCUSに蓄積された情報は、今後の施策への反映など、必ず建設業界にとって有用な情報になると考えている。CCUSの整備をきっかけとして、建設業界が、国民が安全に使用できる建設生産物を提供し、そして何より、建設業界で働くすべての人々の処遇が改善され、働くことに価値と喜びを見いだせる建設業界になることを期待している。

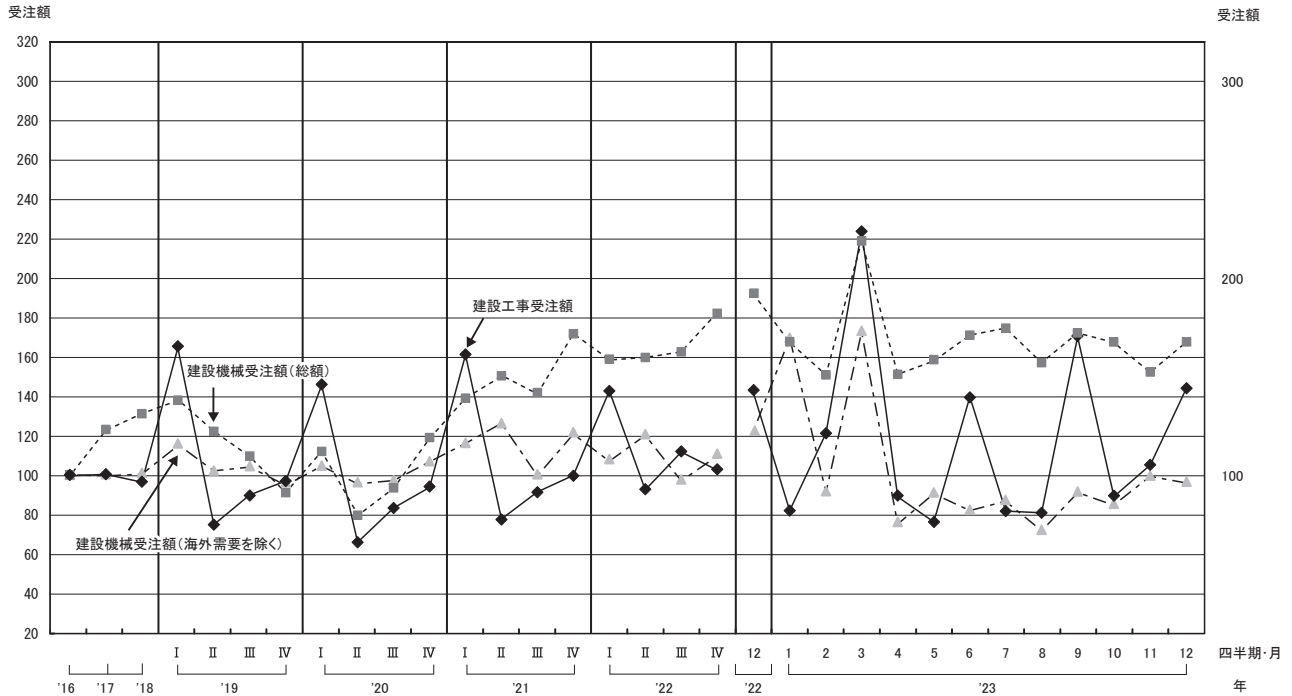
[筆者紹介]

今泉 登美男（いまいずみ とみお）
（一財）建設業振興基金
建設キャリアアップシステム事業本部
運営管理部長

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 2016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 2016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							
2016年	146,991	99,541	17,618	81,923	38,894	5,247	3,309	98,626	48,366	151,269	134,037
2017年	147,828	101,211	20,519	80,690	36,650	5,183	4,787	99,312	48,514	165,446	137,220
2018年	142,169	100,716	24,513	76,207	30,632	8,561	5,799	95,252	46,914	166,043	141,691
2019年	156,917	114,317	24,063	90,253	29,957	5,319	7,308	109,091	47,829	171,724	150,510
2020年	143,170	97,457	19,848	77,610	35,447	5,225	4,175	91,725	51,443	171,740	141,261
2021年	157,839	111,240	22,528	88,713	38,056	4,671	3,874	106,034	51,806	192,900	137,853
2022年	165,482	119,900	33,041	86,862	33,436	5,252	6,898	114,984	50,496	207,841	130,901
2022年12月	17,593	14,275	5,184	9,091	3,208	540	-430	13,048	4,544	207,841	16,317
2023年1月	10,021	6,986	1,556	5,430	2,452	336	248	6,867	3,154	207,251	10,213
2月	14,867	9,285	1,928	7,358	5,010	372	199	9,662	5,204	209,850	12,419
3月	27,481	18,606	4,053	14,553	7,409	674	791	17,187	10,294	214,894	21,223
4月	10,993	8,354	2,034	6,320	2,003	528	107	7,807	3,186	215,556	9,294
5月	9,304	6,854	1,807	5,047	1,772	345	332	6,125	3,179	214,435	10,569
6月	17,100	12,062	2,801	9,260	3,457	506	1,075	11,401	5,699	215,220	16,006
7月	9,973	5,877	1,269	4,607	3,360	429	308	5,401	4,572	214,911	9,995
8月	9,888	7,470	2,331	5,138	1,930	343	146	7,132	2,756	212,974	12,201
9月	20,973	15,485	2,622	12,863	4,341	643	504	15,905	5,068	216,368	17,673
10月	10,962	8,266	2,603	5,663	2,197	420	79	8,081	2,881	217,263	11,029
11月	12,872	9,824	2,094	7,730	2,032	385	631	9,359	3,513	218,161	12,726
12月	17,660	12,721	6,000	6,721	4,097	379	463	13,002	4,658	-	-

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	16年	17年	18年	19年	20年	21年	22年	22年 12月	23年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
総 額	17,478	21,535	22,923	20,151	17,646	26,393	29,024	2,804	2,445	2,198	3,197	2,214	2,308	2,494	2,549	2,289	2,516	2,442	2,221	2,442
海 外 需 要	10,875	14,912	16,267	13,277	10,966	18,737	21,816	2,130	1,509	1,694	2,246	1,795	1,807	2,042	2,070	1,894	2,013	1,973	1,673	1,911
海外需要を除く	6,603	6,623	6,656	6,874	6,680	7,656	7,208	674	936	504	951	419	501	452	479	395	503	469	548	531

(注) 2016～2018年は年平均で、2019～2022年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2022年12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

機器-用語」コメント審議(続き)
②次回会合予定(2月26日バーチャル)

■ISO/TC 195/SC 2/WG 2 国際バーチャルWG会議

月日:1月29日(月)夜
出席者:和田悟知委員(豊和工業)ほか9名
場所:Web上(CEN Zoom)
議題:①PWI 24149 路面清掃車-性能試験方法の検討 ②次回会合予定(3月18日バーチャル)

■ISO/TC 195/SC 1/WG 10 コンクリート用振動機 専門家会合

月日:1月30日(火)
出席者:小倉公彦コンピナー(JCMA 事務局)ほか2名
場所:協会会議室
議題:①コンクリートバイブレータのカット見本による内部構造説明 ②ISO/WD 18651 コンクリート内部振動機-用語及び商業仕様、コメント審議・案文検討

■ISO/TC 127/SC 2/WG 34 リジッドプラスチック安全ガラス 国際バーチャルWG会議

月日:1月30日(火)夜・31日(水)夜
出席者:小塚大輔委員(コマツ)ほか22名
場所:Web上(ISO Zoom)
議題:NWIP 投票コメント審議、ECE R43の要求事項とCD案文とのすり合わせ

建設業部会



■三役会

月日:1月23日(火)
参加者:森田将史部会長ほか4名
議題:①2/22 合同部会の準備報告 ②1/26 開催予定 建設業 ICT 安全 WG について ③2/13 開催予定 クレーン安全情報WGについて ④3/4 開催予定 建設業部会について ⑤3/19 開催予定「令和5年度若手現場見学会」準備報告 ⑥その他

■建設業 ICT 安全 WG

月日:1月26日(金)
参加者:主査ほか6名(内Zoom参加3名)
議題:①2023.12.11 発信 ICT 安全対策機器アンケート提出状況報告 ②2023年度下期・2024年度活動について意見交換 ③その他:国交省の自動・自律協議会の進捗状況等

各種委員会等



■機関誌編集委員会

月日:1月9日(火)
出席者:中野正則委員長ほか26名
議題:①令和6年4月号(第890号)計画の審議・検討 ②令和6年5月号(第891号)素案の審議・検討 ③令和6年6月号(第892号)編集方針の審議・検討 ④令和6年1月号~令和6年3月号(第887~889号)進捗状況報告・確認 ※通常委員会及びZoomにて実施

支部行事一覧

北海道支部



■2024 ふゆトピア・フェア in 北広島「除雪機械展示・実演会」

月日:1月10日(水)・11日(木)
場所:北広島市イベント広場
展示会出席者:13団体(企業11社、北海道開発局、北広島市(北広島道路維持協同組合))
実演:6団体(企業5社、北海道開発局)
来場者:約1,800名

■第3回広報部会広報委員会

月日:1月23日(火)
場所:(一社)日本建設機械施工協会 北海道支部 会議室
出席者:村上昌仁広報部会長ほか10名
議題:①支部だよりNo.127号の編集について ②建設工事等見学会について ③支部講演会講師の選定について ④「建設機械施工」(R6年9月号)ずいそうについて ⑤その他(支部総会後の懇親会について)

東北支部



■2024 ふゆトピア・フェア in 北広島-除雪機械展示・実演会-視察

月日:1月10日(水)・11日(木)
場所:北広島市イベント広場
参加者:高橋弘東北支部長ほか5名

■令和6年1月合同部会

月日:1月22日(月)
場所:仙台市 仙台ガーデンパレス
出席者:高橋弘東北支部長ほか39名
議題:①各部会 令和6年度事業計画打合せ ②合同部会:②-1 各部会報告、②-2 令和6年度事業計画概要に

ついて(事務局より)

■令和5年度 基礎技術講習会(インフラDX)(主催:東北土木技術人材育成協議会)

⑨ 9回目
月日:1月30日(火)
場所:東北技術事務所 研修棟
受講者:16名

北陸支部



■2024 ふゆトピア・フェア in 北広島(除雪機械展示・実演会の視察)

月日:1月10日(水)・11日(木)
場所:北海道北広島市(北広島市イベント広場)
出席者:丸山支部長ほか1名
出展者数:13団体(企業11社、北海道開発局、北広島市)

■能登半島地震発生による防災エキスパート派遣等

月日:1月14日(日)~16日(火)(1月1日16:10発生)
場所:北陸地方整備局富山防災センター
活動:災害対策用機械の運営管理に関する助言:平成24年5月21日付け「災害応急対策業務に関する協定」により、災害対策用機械の整備(会員3社)

■外国人技能評価試験(1月期)

月日:1月17日(水)
場所:CAT北陸教習センター
出席者:堤事務局長ほか2名
受検者:
初級 掘削(小) 学科及び実技 11名
掘削(小) 学科のみ 1名
掘削(大) 学科及び実技 6名
掘削(大) 学科のみ 2名
締固め 学科及び実技 5名
専門級 掘削(大) 実技のみ 1名
上級 締固め 実技のみ 4名

中部支部



■令和6年度三重四川連合水防演習第2回調整会議

月日:1月25日(木)
場所:Web会議方式
内容:5月19日(日)の演習に向けての調整会議

■建設ICT出前授業

月日:1月29日(月)
場所:駿府学園(静岡県静岡市)
参加者:少年院在住者17名
講師:サイテックジャパン(株)ICT推進企画室長 鈴木勇治氏及び(株)シーティーエス甲信営業部長 中山俊彦氏

関西支部



■建設用電気設備特別専門委員会 (第493回)

月 日：1月17日 (水)

場 所：音羽電機工業(株)雷テクノロジーセンター

議 題：①JEM-TR104 標準化委員コメント対応審議 ②JEM-TR236 (建設工事用400V級電気設備施工指針)改正案審議 ③雷テクノロジーセンター見学 ④その他

中国支部



■第3回施工技術部会

月 日：1月15日 (月)

場 所：広島市内 (Web 併用)

出席者：新宅清人部会長ほか9名

議 題：①令和5年度事業報告について ②令和6年度事業計画 (案) について ③その他懸案事項

■第2回開発普及部会

月 日：1月26日 (金)

場 所：Web 会議

出席者：松本治男部会長ほか7名

議 題：①令和5年度事業報告について ②令和6年度事業計画 (案) について ③その他懸案事項

■第3回広報部会

月 日：1月30日 (火)

場 所：Web 会議

出席者：錦織豊部会長ほか5名

議 題：広報誌 (CMnavi) 66号の編集と67号の編成について

四国支部



■国交省との共催事業「ICT 施工経営者講習会」

月 日：1月16日 (火)

場 所：国土交通省四国地方整備局 (高松市)

受講者：約150名

内 容：講演者①：金杉建設(株)関東地方整備局ICTアドバイザー 小俣陽平氏、講演者②：(株)政工務店 ICT 事業部部长 藤本竜太氏、特別講演：(一社)日本建設機械施工協会技師長 二瓶正康氏

■国交省との共催事業「R5 バックホウ遠隔操作講習会 (大洲)」

月 日：1月18日 (木)・19日 (金)

場 所：一級河川脇川右岸河川敷 (愛媛県大洲市)

受講者：支部会員会社等からの応募者10名

訓練評価者：市原道弘事務局長

内 容：0.45 m³ バックホウをカメラ映像により遠隔操縦する訓練

九州支部



■建設行政講演会

月 日：1月10日 (水)

場 所：博多第5階成ビル10F 会議室

出席者：100名

議 題：①道路の最近の話題について (九州地方整備局 道路部長 三保木悦幸) ②河川行政の現状 (九州地方整備局 河川部長 浦山洋一) ③国土交通行政の現状 (九州地方整備局 企画部長 笠井雅広)

■企画委員会

月 日：1月16日 (火)

場 所：リファレンス駅東ビル5F V-5 会議室

出席者：11名

議 題：①令和5年度JCMA九州支部の主要行事予定について ②会員向け講習会等の取組メニュー ③災害協定の見直しについて ④永年会員、永年役員等の本部表彰について ⑤支部の優良建設機械運転員等表彰について ⑥第3回運営委員会開催について

■i-Construction 施工による九州支部生産性向上推進会議 幹事会

月 日：1月22日 (月)

場 所：リファレンス駅東ビル5F V-5 会議室

内 容：①R5 i-Construction (ICT施工) 技術講習会 総括 ②ICT 認定講習会の研修 (他機関) 総括 ③i-Construction 講習説明者認定試験の変更について ④インフラDX, ICT 施工実機体験会 (仮称) 開催提案

編集後記

新年早々に発生した令和6年の能登半島地震は、日本の歴史上でも最大級の規模で、その被害は甚大なものでした。この地震により、多くの建築物が倒壊し、損傷を受けました。特に、伝統的な木造建築や漆器、九谷焼などを生産する能登地域は、文化的な価値と産業基盤の大きな損失を被りました。この災害を教訓に、建築や土木の分野での耐震性や耐火性に関する技術開発がさらに進み、災害に強いまちづくりが推進されることが望まれます。

3月号では、「建築」に焦点を当て、多方面からの寄稿をいただきました。芝浦工業大学の志手一哉教授による「建設産業の未来をつくる」と題した巻頭言では、建設産業の進む

べき方向についてご提言頂きました。行政情報では、経済産業省の「ロボットフレンドリーな環境」の実現」と国土交通省の「2050年カーボンニュートラル」の実現に向けて」についての執筆があります。

技術報文では、2年前の「建築」特集の際にはBIMやICTに焦点が当てられていましたが、今回はそれだけでなく、環境に対応する技術を多く取り上げる結果となりました。これは、2年間で建設分野において環境への取り組みが一段と進展していることを示していると思っております。

最後に、年末年始の多忙な時期にも関わらず、多くの方に協力いただき、執筆者の方々には心から感謝申し上げます。

(鈴木・出口)

4月号「新しい建設材料、コンクリート工、コンクリート構造特集」予告

・コンクリート生産性向上検討協議会 ・能登半島地震の国土交通省の対応 ・大林組とトヨタ自動車、炭素繊維強化プラスチックの廃棄物をコンクリート材に再生利用する「リカボクリート工法」を開発 ・バイオ炭を混和した環境配慮型コンクリートの現場適用 ・カーボンリサイクル・コンクリート「T-eConcrete®/Carbon-Recycle」の実用展開 ・海外工事で用いる生コンクリートのフレッシュ性状診断システム ・軟弱な海底地盤の表層をカルシア改質土に改良する新技術「パッチ式原位置混合工法」 ・脱炭素社会と新たな価値創造を実現する建設新材料ジオポリマーコンクリートの開発 ・耐荷力および耐久性の向上と省力化を実現した電気防食工法の開発 ・環境配慮型コンクリートの開発とエコリーフの取得 ・コンクリート中鉄筋の腐食状態を非破壊で測定する『Dr.CORR』を研究開発 ・凍結しないPCグラウトの開発と実用化 ・九州地方整備局の現場で株式会社ヤマウの自己治癒コンクリート製品FAボックスカルバートを初施工 ・ICT技術とAI分析を活用したコンクリート打設管理システムの開発

【年間定期購読ご希望の方】

- ①書店でのお申し込みが可能です。お近くの書店へお問い合わせください。
- ②協会本部へのお申し込みは「年間定期購読申込書」に必要事項をご記入のうえFAXをお送りください。

詳しくはHPをご覧ください。

年間定期購読料(12冊) 10,032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	新開 節治
関 克己	高田 邦彦
田中 康之	田中 康順
中岡 智信	渡邊 和夫
見波 潔	

編集委員長

中野 正則 日本ファブテック(株)

編集委員

渡邊 賢一	国土交通省
槻瀬 誠	農林水産省
木村 桂一	(独)鉄道・運輸機構
岡本 直樹	(一社)日本機械土工協会
河原 圭司	鹿島建設(株)
赤坂 茂	大成建設(株)
宇野 昌利	清水建設(株)
加藤 友希	(株)大林組
出口 明	(株)竹中工務店
宮川 克己	(株)熊谷組
松本 清志	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
平田 惣一	鉄建建設(株)
副島 幸也	(株)安藤・間
松澤 享	五洋建設(株)
那須野陽平	東亜建設工業(株)
佐藤 裕	日本国土開発(株)
丑久保吾郎	(株)NIPPO
室谷 泰輔	コマツ
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン
花川 和吉	日立建機(株)
丹治 雅人	コベルコ建機(株)
漆戸 秀行	住友建機(株)
大竹 博文	(株)加藤製作所
田島 良一	古河ロックドリル(株)
鈴木 健之	施工技術総合研究所

事務局

(一社)日本建設機械施工協会

建設機械施工

第76巻第3号(2024年3月号)(通巻889号)

Vol.76 No.3 March 2024

2024(令和6)年3月20日印刷

2024(令和6)年3月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 金井道夫

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; <https://jcmnet.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
の広告は



有限会社 サンタナ アートワークスまでお申し込み、お問い合わせ下さい。

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F TEL: 03-3664-0118 FAX: 03-3664-0138

E-mail: san-mich@zam.att.ne.jp 担当: 田中

KOBELCO

Performance  Design

新型 ミニ

SK45SR SK55SR

ミニショベルがモデルチェンジ

2023年4月順次登場

特設サイトは
こちら

iNDr+E



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

変革は今ここから始まります。 ボルボ・バッテリー駆動コンパクトライン登場



私たちは、持続可能な世界を実現するための対策を早急にとる必要性があります。

ボルボ建機グループは、皆様の事業発展に貢献する幅広い電動式建設機械製品を提供していきます。

ADD POWER TO YOUR BUSINESS

Now we expand our electric range.



L25エレクトリック

運転質量5.4トン／1.0m³BK／モーター出力駆動系：
22kW／作業装置14kW／リチウムイオンバッテリー／
車載普通充電器／外部急速充電器／連続稼働時間：8時間
(作業内容により異なります。)／騒音レベル86.3dB



ECR25エレクトリック

運転質量：2.7トン／バケット容量：0.092m³／
モーター出力18kW／リチウムイオンバッテリー／
車載普通充電器／外部急速充電器／連続稼働時間：4時間
(作業により異なります。)／騒音レベル：84dB

本製品の詳細情報に関しては、下記へご連絡下さい。
ボルボ建機日本正規ディーラー

山崎マシーナリー株式会社

〒438-0216 静岡県磐田市飛平松216-1
TEL：0538-66-1215
<https://www.y-machinery.jp>

第一東洋株式会社

〒701-0202 岡山県岡山市南区山田2117-65
TEL：086-282-0141
<https://daiichi-toyo.co.jp>



V O L V O

GOMACO

Gomaco社の舗装機器は、どんなスリップフォーム工法にも対応します。



Commander III

最も汎用性の高い機種です。一般道路舗装のほか、路盤工事、河川工事、分離帯・縁石などの構造物構築に最適です。



RTP-500

長ブームの砕石・コンクリート搬入機です。このほかにも、ロック・ホッパーなどへの舗装支援機器として、どんなスリップフォーム機械にも対応可能です。

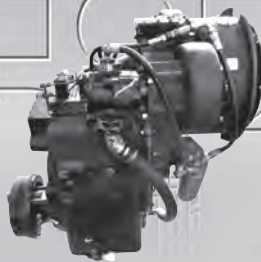


マシンケアテック株式会社

〒361-0056 埼玉県行田市持田1-6-23
TEL:048-555-2881 FAX:048-555-2884
URL: <http://www.machinecaretech.co.jp/>

あらゆる建設機械／シールドマシン・・・
油圧機器の整備・再生

各種トランスミッション整備で相談に応じます。



建設機械用ZFトランスミッション

点検・整備は、日本ではマルマのみが対応

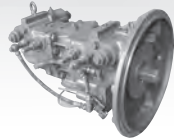


建設機械のあらゆる油圧機器

斜板式ダブルポンプ



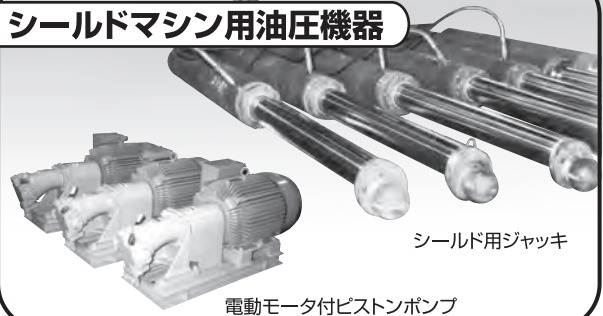
斜板式ピストンポンプ



斜軸式ピストンモータ



シールドマシン用油圧機器



シールド用ジャッキ

電動モータ付ピストンポンプ

建機と共に半世紀以上。確かな「信頼」をお届けします！

整備・再生された各Ass'yは、自社独自開発の多機能油圧機器試験機により性能を確認。各テストのデータはデータベースとして保存され、出荷後、マッチング調整や、搬送されてきた同等品の確認テストに活用します。この万全を期した体制がマルマの高い信頼性の由縁です。



MH-R220は従来の油圧ドライブ型油圧機器試験機に比べ、インバータ制御電動モーター駆動、及びエネルギー回生回路の採用により大幅な消費電力量の削減を実現しました。大型油圧ポンプの試験も可能です。



マルマテクニカ株式会社

本社・相模原事業所 営業部 整備油機課

〒252-0331 神奈川県相模原市南区大野台6-2-1

TEL042 (751) 3809 FAX042 (756) 4389

E-mail:yuki@maruma.co.jp

東京工場 〒156-0054

E-mail:tokyo@maruma.co.jp

名古屋事業所 〒485-0037

E-mail:n-service@maruma.co.jp

東京都世田谷区桜丘1-2-22

TEL03 (3429) 2141 FAX03 (3420) 3336

愛知県小牧市小針2-18

TEL0568 (77) 3311 FAX0568 (77) 3719

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

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン



ICT施工や自動制御に対応可能

ダイワテレコン872

- 最大72点の操作点数を持ち、比例制御にも対応いたします。
- 指令機操作パネルはレイアウトフリーで用途に合わせた実装部品が選択可能。
- 特定省電力無線429MHz帯域および1200MHz帯域選択可能。
- 外部接続用ポート(オプション仕様)より、LAN通信制御が可能。

取付改造実績

油圧ショベル, ブルドーザ, 振動ローラ
クローラダンプ, 鑿岩機, その他特殊専用機など

無線遠隔装置だけでは終わらない

弊社では制作から取付改造工事までを完全サポート

大型機対応屋内工場完備(100tクラスまで対応)



ハンディータイプ

使いやすさを極めた高機能・高性能

ダイワテレコン810

用途

インバータ制御機器

エンジン制御

油空圧比例制御

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

常滑工場 〒479-0002 愛知県常滑市久米字西仲根227番

TEL: 0569-84-8582 (直通) FAX: 0569-84-8857

ホームページ <http://www.daiwakiko.co.jp/>

e-mail mekatoro@daiwakiko.co.jp

印刷を核とした「総合サービス企業」です。

大会等の開催運営でお困りになられているお客様に対し、
当社では、資料、要旨、フライヤー等の印刷物だけでなく、
『ライブ・オンデマンド配信』、『会員限定の動画ポータル
サイトの設営』さらには、Zoom等「ハイブリット配信」、
「フルリモート配信」の運営サポートも行っております。



NPC 日本印刷株式会社

営業部 / 〒170-0013

東京都豊島区東池袋4-41-24 東池袋センタービル

電話03(5911)8660(代) <https://www.npc-tyo.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 / 工用機械 / クレーン / 締固機械 / 舗装機械 / 切削機 / 原動機 / 空気圧縮機 / 積込機械 / 骨材機械 / 計測機 / コンクリート機械等

広告掲載・広告原稿デザイン — お問い合わせ・お申し込み

サンタナアートワークス

広告営業部・田中 san-mich@zam.att.ne.jp

TEL:03-3664-0118 FAX:03-3664-0138

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F



建設機械施工 カタログ資料請求票

本誌に掲載されている広告のお問い合わせ、資料の請求はこの用紙を利用し、ファクシミリなどでお送りください。

※カタログ/資料はメーカーから直送いたします。 ※カタログ送付は原則的に勤務先にお送りいたします。

お名前: _____ 所属: _____

会社名(校名): _____

資料送付先: _____

電話: _____ F A X: _____

E-mail: _____

	広告掲載号	メーカー名	製品名
①	月号		
②	月号		
③	月号		
④	月号		
⑤	月号		

FAX送信先: サンタナアートワークス 建設機械施工係 FAX:03-3664-0138

Mikasa

<http://www.mikasas.com>

街づくりを支える、信頼の三笠品質。



転圧センサー

バイプロコンパクター

MVH-308DSC-PAS

NETIS No. TH-120015-VE

タンピングランマー

MT-55H



MVC-F60HS

NETIS No. TH-100006-VE



MRH-601DS

低騒音指定番号5097



FX-40G/FU-162A



MCD-318HS-SGK

低騒音指定番号6190

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社 〒101-0064 東京都千代田区神田猿樂町1-4-3 TEL: 03-3292-1411 (代)

大阪支店 TEL:06-6745-9631
札幌営業所 TEL:011-892-6920
仙台営業所 TEL:022-238-1521
新潟出張所 TEL:090-4066-0661

北関東営業所 TEL:0276-74-6452
長野出張所 TEL:080-1013-9542
中部営業所 TEL:052-504-3434
金沢出張所 TEL:080-1013-9538

中国営業所 TEL:082-875-8561
四国出張所 TEL:087-868-5111
九州営業所 TEL:092-431-5523
南九州出張所 TEL:080-1013-9547

沖縄出張所 TEL:080-1013-9328

FA機器の最適無線化提案

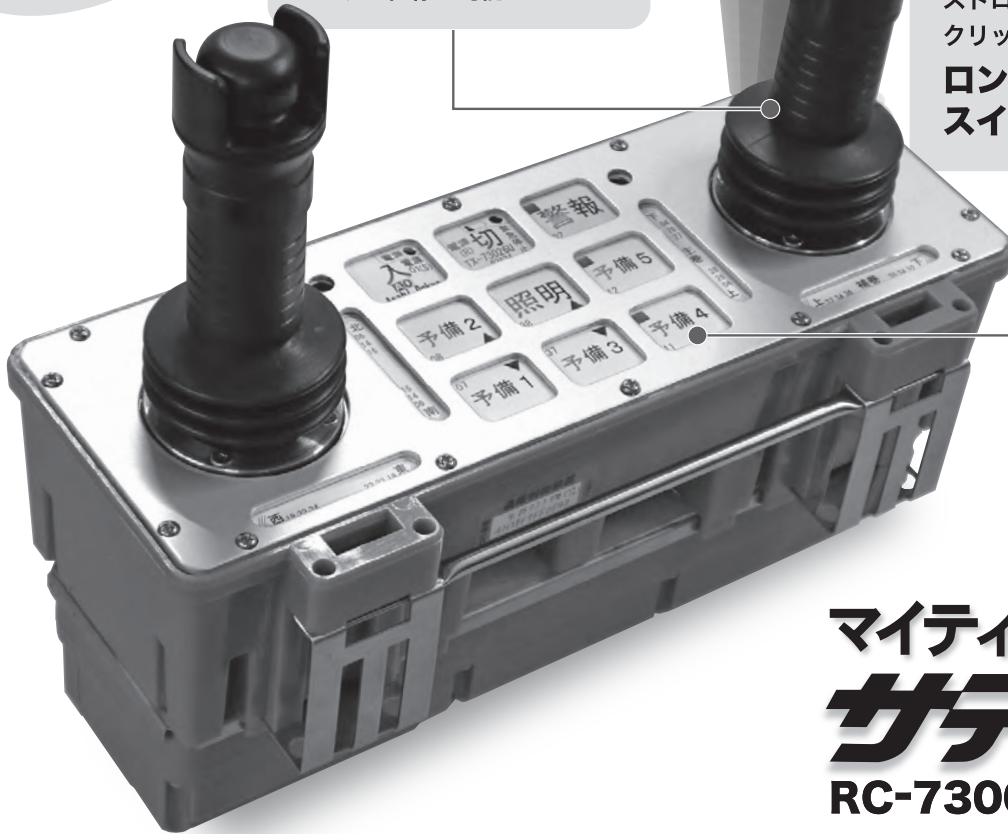
クレーン・搬送台車・建設機械・特殊車両他
産業機械用無線操縦装置

New!

自社開発した
**3ノッチ式
ジョイスティック**
中立位置に自動復帰
する仕様も可能!

自動復帰!

ストロークが深く、
クリックがハッキリ!
**ロングストローク
スイッチ**を標準採用



マイティ 429MHz帯・1.2GHz帯
特定小電力モデル対応
サテラ
RC-73000U/G シリーズ

スリムケーブルレス 5800シリーズ 好評発売中!

双方向データケーブルレス

《TC-1000808S》

**緊急停止
スイッチ** (オプション)

429MHz帯・1.2GHz帯
特定小電力モデル対応

プッシュロック、
ターンリセット型
キノコスイッチ



クレードルタイプ
充電台対応

**2段押3組
標準型**

- インバーター制御の
クレーンに最適!
- クリック感ハッキリの
ロングストローク
スイッチ

**429MHz
1216MHzが
同価格!!**



- 見えない機械の制御もフィードバック!
- 双方向制御がこの1セットで対応可能!
- 新周波数920MHz帯を採用!

常に半歩、先を走る



朝日音響株式会社

〒771-1311 徳島県板野郡上板町引野字東原43-1 (本社工場) FAX.088-694-5544 TEL.088-694-2411
<http://www.asahionkyo.co.jp/>



無線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

能登半島地震により、被害を受けられた全ての方にお見舞いを申し上げますとともに、一刻も早い能登半島の復旧・復興を祈念申し上げます。

株式会社 ダイワテック
社員一同

令和6年1月能登半島地震への支援

更衣室を兼ねた
女性専用ソーラー
バイオトイレ



← 発災後、初めて能登町に
灯ったダイワテックの灯

弊社は1月3日に自主支援を決定、4日早朝に本店、新潟、仙台より支援商品を搭載して被災地へ出向きました。5日、ご縁を頂いた能登町内浦総合支所に午前中にソーラーシステムハウス、午後に水洗トイレ付ソーラーシステムハウスを設置しました。現在、協定に基づき名古屋市上下水道局職員の宿泊用を始めとして計19棟のソーラーシステムハウス等を設置しています。

平時でも非常時でも Wフリー **カーボンフリー** **フェイズフリー** の ソーラーシステムハウス

- ▶ 太陽光パネルと蓄電池で完全独立電源を実現!
- ▶ 無日照時でも約3日間使用可能(1日8時間稼働)
- ▶ 平時は工事現場等でカーボンフリーな仮設事務所や休憩所として、災害時は要配慮者・医療従事者・ボランティアなどの待機所や避難所としてエコと防災を両立
- ▶ 電気工事不要! ハウスを設置するのみでエアコン・Wi-Fi・水洗トイレ・電化製品がすぐ使えます
- ▶ ハウスの他、監視カメラ・街路灯・備蓄倉庫も太陽光発電でラインナップ
- ▶ 全国66か所の自治体と災害協定を締結しており、今後も拡大予定



建設工事監視システム付ソーラーハウス

国土交通省 新技術情報システム<NETIS>

登録番号 NO. KT-230242-A

令和
5年度

日本建設機械施工大賞 地域部門
優秀賞をいただきました。

▶ 企業版ふるさと納税に対応しています。

お問い合わせは、営業企画部 前中 080-2194-6114 まで

株式会社 ダイワテック

【名古屋本店】〒452-0803 愛知県名古屋市区大野木3-43
【東京本社】〒105-0012 東京都港区芝大門1-4-10 大蔵ビル5A
【大阪支店】〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原1-19-10
新大阪エクセルビル1101号

上記の他、北海道から沖縄に13営業所有

<https://www.daiwatech.info/>

TEL:052-506-7281 FAX:052-506-7283

TEL:03-6274-6701 FAX:03-6274-6703

TEL:06-6398-7483 FAX:06-6398-7485

ダイワテック

検索

D+Daiwatech

simple + ecology + technology



誰もが安全で健康に働ける 現場を目指して

ICTの進化は、経験値や体力を問わず、

さまざまな人材が現場で活躍できる可能性を広げています。

コマツはICTを通じて、誰もが安全で健康に働ける

未来の現場を目指します。

KOMATSU
Creating value together

コマツカスタマーサポート株式会社 〒108-0072 東京都港区白金1-17-3 Tel.050-3486-7147 <https://kcsj.komatsu/>



雑誌 03435-3



4910034350346
00800

「建設機械施工」

定価 八八〇円 (本体八〇〇円 + 税10%)