



建築技術の総合情報誌

GBRC

2025.4(200) Vol.50 No.2

発刊第200号記念特集

特別企画①

機関誌GBRCの歩み

特別企画「読者アンケート」ご報告

特別企画②

今後の建築技術の展望

一般財団法人日本建築総合試験所

巻頭言

ロケット・サイエンス

一般財団法人 日本建築総合試験所
副理事長 西山 峰広



「ロケット・サイエンス」という言葉があります。最先端の科学という意味で使用されます。先日はアメリカの民間会社が月着陸に成功したというニュースが流れました。一方、2月26日に発生した大船渡の山火事は広がり、消防隊員が水タンクを背負い、ホースをかかえて散水したり、ヘリコプターから消化剤を散布したりする程度しか消火の手立てはないようです。月着陸が可能な科学力があるにもかかわらず、山火事も消せないのかと歯がゆい思いを抱きます。

2000年10月に発刊されたGBRC第100号記念号では、「21世紀に向けて建築技術はどう変わるか、どうあるべきか」について議論されています。そのタイトルからキーワードを拾うと、プレキャスト化、免震、制振、リカレント建築構造、地球環境問題、新しい建築材料・施工、都市防災計画、耐火技術、スケルトン・インフィル、持続型社会などが挙げられています。現在でも未来でも、あるいは、どこでも人が安全安心に快適に過ごすことができるような建築技術の開発、発展が期待され、予想されています。

第100号から25年経ち、民間企業が月着陸を成功させる時代に、第200号では、宇宙建築が取り上げられています。月での施設をどのような材料を使って、どのように建設するか。1991年に“Lunar cement and lunar concrete”、1992年に“CONCRETE LUNAR BASE INVESTIGATION”などの論文をT. D. Linらが発表しています。Lin先生とは耐火研究の関係で知り合い、シカゴのご自宅へも伺ったことがあります。月の砂でコンクリートを作製した研究者としてコンクリート材料学においても有名です。1992年のNew York Timesとのインタビューでは、地球上と同様に月面に鉄筋コンクリート造構造物を構築でき、地球から持って行くのは液化メタンか液化アンモニアの形の水素だと述べています。

1969年にアポロ11号が月に着陸してから半世紀以上経ち、月面での居住が様々な形で議論されてきました。人が居住するので、地球上と同様に安全安心、快適性が建築学を中心に、様々な分野を取り込んで実現へと進んでいくものと期待されます。ただ、Andy WeirがSF小説Artemisで描いた月面居住はさほど魅力的ではなかったように思います。やはり地球が一番住みやすいのでしょう。

目次 Contents

- 1 **巻頭言** 副理事長 西山峰広
ロケット・サイエンス

- 4 **GBRC ニュース**

GBRC 特別セミナー「1995 年 兵庫県南部地震から 30 年、最新の強震動予測技術で
明日の関西の揺れを考える」開催のご案内
「オープンラボ」開催のご案内
「健康経営優良法人 2025（大規模法人部門）」に認定されました
2025 年度研修事業開催のご案内

■ 9 機関誌 GBRC 発刊第 200 号記念特集

当機関誌 GBRC は本号をもちまして第 200 号の発行を迎えることができました。
皆様の長年のご愛読とご支援に心より感謝申し上げます。
本号では発刊第 200 号記念特集として、特別企画①（機関誌 GBRC の歩み、読者
アンケート紹介）および 特別企画②（今後の建築技術の展望）を掲載します。

特別企画① 機関誌 GBRC の歩み、「読者アンケート」ご報告

- 10 機関誌 GBRC の歩み

1976 年の第 1 号（発刊号）から第 200 号（本号）まで約 50 年間の歩みをご紹介します。

- 15 特別企画「読者アンケート」ご報告

発刊 200 号を記念して実施した「読者アンケート」の内容と集計結果の概要をご紹介します。



第 1 号（発刊号）1976 年



第 89 号 1998 年



第 124 号 2006 年

特別企画② 今後の建築技術の展望

- 21 宇宙居住に向けた取り組みの歴史・現状・展望
／荒木慶一（京都大学）、十亀昭人、鶴巻崇、山出美弥
- 27 RX（ロボティクス・トランスフォーメーション）
－建設業の未来に向けた、建設RXコンソーシアムの取り組み－
／村上陸太（(株)竹中工務店、建設RXコンソーシアム）
- 33 建設3Dプリンティング
／寺西浩司（名城大学）
- 40 コンクリートの新技術
／三橋博三（東北大学）
- 48 木造建築技術の今後の展望－混在と融合－
／小見山陽介（京都大学）
- 56 日本鉄鋼業のカーボンニュートラルへの取り組み
／平川智久（日本製鉄（株））、吉田敦彦、安永隼平・笹祐也
- 62 再生可能エネルギー事業と地域共生
～山形県遊佐町沖洋上風力発電のケース～
／諸富徹（京都大学）

■ 67 事業報告

製品認証，性能評価完了案件，建築技術性能認証・証明，建築防災計画評定，構造計算適合性判定（法定），免振構造等建築物評価シート，建築技術性能証明評価シート

■ 107 センターだより

試験研究センター

[業務案内] 建研式加力装置による柱部材・梁部材の逆対称曲げせん断実験

海外出張報告：国際会議“17th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction in Concrete (ICAAR2024)”参加報告

13th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology 2024への参加報告

- 112 組織の動き、研修情報、組織図
- 115 室課紹介／経営企画室
- 116 編集後記



GBRC 特別セミナー

「1995年兵庫県南部地震から30年、最新の強震動予測技術で明日の関西の揺れを考える」 開催のご案内

事務局総務部研修課

前号の機関誌GBRCでお知らせしました通り、『1995年兵庫県南部地震から30年、最新の強震動予測技術で明日の関西の揺れを考える』と題してGBRC特別セミナーを開催します。

1995年兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）から30年が経過し、我が国の強震観測網は各段に高度化・高密度化され、強震動予測の技術もその観測事実即した高度化・最適化が図られてきました。そもそも兵庫県南部地震とはどんな地震だったのか、その後全国に展開された強震観測データから私達は何を学んできたのか、そして将来の西南日本はどのような揺れに備える必要があるのか、について専門家に情報提供をお願いするとともに、当法人からも素材を提供し、参加者とともに考えるセミナーを開催します。



催し名称：GBRC特別セミナー／申込みおよび詳細は当法人HPをご覧ください。

(<https://www.gbrc.or.jp/training/seminar2025/>)

開催日時：2025年5月28日（水）13:30～17:00

開催場所：中之島フェスティバルタワー・ウェスト 4F 中之島会館（大阪市北区中之島3-2-4）

参加費：無料（事前申込制）

主催：（一財）日本建築総合試験所

後援：（公社）日本地震工学会、（公社）日本地震学会、（一社）日本建築構造技術者協会、（一社）日本建築学会（予定を含む）

講演者紹介			PROGRAM	
1995年前夜の強震動地震学の状況と今後の強震動予測手法（レシビ）発展の歴史 内陸での大きな地震は活断層に起因し、地震による被害の多くは強い揺れに依ることは学術的には1995年頃には良く知られていた。しかしながら、断層に地震が生じたとき揺れはどのようなものか研究は遅れていた。その理由の1つは断層近傍での揺れの記録がほとんどなかったことにある。この地震の揺れがどのようなものであったか極めて限られた記録を集め、震源と伝播経路を復元し、揺れを再現するための関心について報告する。 入倉 孝次郎 IKIKURA KOJIRO （略歴） 1963年京都大学理学部物理学専攻。京都大学理学博士。京都大学防災研究所助手、助教授、教授。現在、京都大学副学長を兼任。現在愛知工業大学客員教授。専門は震動地震学。	1995年兵庫県南部地震の野島断層セグメントにおける断層破壊過程の再評価 兵庫県南部地震の際の震源の観測点AWAの観測波形再評価を目指し、非線形3Dインバージョンと相反法を用いたグリーン関数を用いて強震動予測手法（レシビ）を参考に特性化震源モデルにより野島断層の破壊過程を改めて評価した。 Petukhin Anatoly ペトゥッヒン・アナトリー （略歴） 1963年 Moscow Institute of Physics and Technology (MPT) より博士号取得。1967年ソ連科学アカデミー（現ロシア科学院）Shtetkin Institute of Physics of the Earthより博士号取得。その後京都大学防災研究所ポスドク研究員、地域地震観測研究所（現IRIS）副所長主任研究員を経て、2014年より京都大学防災研究所特任教授、兼GBRC 数値解析学上席学術委員。	奈良盆地東縁断層帯における重点的な調査観測から得られた新たな知見と予測強震動 令和元～3年度に文部科学省の受託研究として実施された「奈良盆地東縁断層帯における重点的な調査観測」では、活断層帯の長期評価および強震動評価の高度化に資する調査研究を行った。そこで得られた知見および想定地震に基づく強震動評価結果について紹介する。 岩田 知孝 IWATA TOMOTAKA （略歴） 1989年京都大学大学院理学研究科博士課程修了。京都大学理学博士、日本学術振興会特別研究員、京都大学防災研究所助手、同教授2014年定年退職、京都大学名誉教授	TIME 13:30 ~ 13:35 ご挨拶 13:35 ~ 14:20 1995年前夜の強震動地震学の状況と今後の強震動予測手法（レシビ）発展の歴史 14:20 ~ 14:50 1995年兵庫県南部地震の野島断層セグメントにおける断層破壊過程の再評価 14:50 ~ 15:20 奈良盆地東縁断層帯における重点的な調査観測から得られた新たな知見と予測強震動 15:20 ~ 15:30 休憩 10分 15:30 ~ 16:00 大震研が提示した上町断層帯地震による設計用地震動の活用事例 16:00 ~ 16:30 南海トラフ地震の3連動モデルによる関西全域の設計用入力地震動試算 16:30 ~ 17:00 パネルディスカッション	
大震研が提示した上町断層帯地震による設計用地震動の活用事例 「大阪府域内陸直下型地震に対する建築設計用地震動および設計法に関する研究会（略称：大震研）」がその成果を提示して十余年が経過した。関西の構造設計者を中心とする自主的な研究組織の発足からの経緯と成果の概要を振り返った。高層建築物等の構造性能評価期間としてのGBRCから見た成果の活用状況と今後の課題について考察する。 多賀 謙蔵 TAGA KENZOU （略歴） 1979年4月～2010年12月 株式会社日建設計（主）構造設計 2011年1月～2022年3月 神戸大学大学院工学研究科建築学専攻教授 2020年6月～現在 一般財団法人日本建築総合試験所 常務理事	南海トラフ地震の3連動モデルによる関西全域の設計用入力地震動試算 南海トラフ沿いの巨大海溝型地震の発生が危惧されており、それに対応した設計用入力地震動を適切に使用することは西南日本における長期間断層帯のレジリエンス確保に向けた重要課題である。GBRCではより高解像度の強震動予測の実施とその社会実装を目指して、関西全域2層4相の1kmメッシュでの設計用入力地震動の算出を準備してきており、その基本方針と想定パラメータ、および免震動点までの試算結果の概要を報告する。 川瀬 博 KAWASE HIROSHI （略歴） 1978年京都大学工学部卒、1980年同大学院工学研究科修士、同年同専攻博士（数）入社、1986年～1988年南カリフォルニア大学留学、1990年京大工学、1998年清水建設退社、九州大学助教就任、2000年同教授、2008年京都大学防災研究所教授、2018年同専攻教授を経て2024年2月よりGBRC 専務理事	お申込み方法 下記QRコードまたはURLより申込みフォームからお申込みください。 https://shiken.gbrc.cloud/joins/add/168 ！お問合せ！ 一般財団法人 日本建築総合試験所 事務局 研修課 ☎ 06-6834-4775 ✉ kensyu3@gbrc.or.jp ※定員に達した時点で締め切りとさせていただきます。		

■お問い合わせ先：

事務局 総務部 研修課

TEL：06-6834-4775

E-mail：kensyu3@gbrc.or.jp



「オープンラボ」開催のご案内

試験研究センター

前号の機関誌GBRCでお知らせしました通り、GBRC 試験研究センターでは、2024年に創立60周年を迎えたことを機に、開所以来初となる企画として、全部署の試験設備を利用して試験の実施状況を見学できる「オープンラボ」を開催します。

GBRCは、1964年に建設大臣から設立が許可され、1965年に大淀分室（大阪市淀川区、現在は閉室）で試験業務を開始して以来、1967年には本所（現吹田本部）を、2015年には池田事業所をそれぞれ開設し、現在では、構造部門、環境部門、材料部門、耐火部門と幅広い分野で、試験や調査業務などを行っています。また、画像処理システムなどの最新計測機器の導入、3Dプリンターによる模型製作、数値解析と試験業務とを組み合わせた業務提案、GBRC大阪事務所でやっている各種審査業務に必要な試験方法の提案を行うなど、業務拡充を進めております。オープンラボでは、各部門で保有する設備機器や業務内容の紹介、模擬試験体を用いた実際の試験の見学、数値解析デモなどを行うとともに、これら業務に関するお問い合わせ、ご相談をお受けいたします。また、大阪事務所でやっているJIS製品認証、確認検査・住宅性能評価、性能評価・性能証明、構造計算適合性判定などの業務相談もお受けいたします。実務者の方々にGBRCの試験業務を幅広く知っていただくとともに、試験実務をご覧いただく好機として学生の皆様も歓迎いたしますので、多くの方のご参加を心よりお待ちしております。

オープンラボのご来場には事前申込が必要です。申込方法や実施内容・開催スケジュールの詳細は、当法人ホームページ (https://www.gbrc.or.jp/test_research/openlabo2025/) をご覧ください。

催し名称：オープンラボ

開催日時：2025年5月29日（木）9:30～17:00

開催場所：（一財）日本建築総合試験所 試験研究センター
・吹田本部（大阪府吹田市藤白台5-8-1）
・池田事業所（大阪府池田市豊島南2-204）

参加費：無 料（事前申込制）

主催：（一財）日本建築総合試験所

後援：全国生コンクリート工業組合連合会、（公社）土木学会、（一社）日本建築材料協会、（一財）日本建築防災協会、（一社）日本鋼構造協会、（公社）日本コンクリート工学会、（一社）日本碎石協会、（公社）日本材料学会、（一社）日本建築構造技術者協会、（公社）プレストレストコンクリート工学会、（一社）日本建築学会（予定を含む）



■お問い合わせ先

事務局 総務部 研修課 TEL：06-6834-4775 E-mail：kensyu3@gbrc.or.jp



「健康経営優良法人2025（大規模法人部門）」に 認定されました

当法人は、経済産業省と日本健康会議が推進する健康経営優良法人認定制度において、企業が従業員の健康の保持・増進につながる取組みを戦略的に実践する「健康経営」に取り組んでいる法人として、「健康経営優良法人2025（大規模法人部門）」に認定されました。

今後も、全職員が活き活きと活躍することができる環境づくりに向けて、健康経営に取り組んでまいります。





2025年度研修事業開催のご案内

当法人では、以下の研修を実施しております。開催日時、会場、申込方法等の詳細は、当法人のホームページ (<https://www.gbrc.or.jp/training/>) をご覧下さい。

1. コンクリート工事实務研修

大阪府内建築行政連絡協議会制定の「コンクリート工事に関する取扱要領」に基づく指定研修実施機関として、1977年より、工事現場で自ら工事監理、工事施工管理を行おうとする工事監理者、工事施工者に対する研修を実施しています。本研修は、講義の聴講、実技ビデオの視聴を1.5日で行います。研修修了者には修了証が発行されます。また、既に指定研修を修了された方を対象とした「コンクリート工事实務再研修」も行っています。なお、本研修会は、建築CPD情報提供制度プログラム（単位数9単位）に認定されています。

2025年度「コンクリート工事实務研修」開催日

	第1日目（講義）	第2日目（講義、実技ビデオの視聴、テスト）
開催日	9月29日（月）	9月30日（火）
開催会場	グランキューブ大阪（大阪国際会議場） （大阪市北区中之島5-3-51）	同 左
内容	・コンクリート工事に関する行政指導 ・コンクリート技術の発達と最近の取組み、コンクリートの種類・品質 ・コンクリートの材料、コンクリートの調合 ・施工計画の基本、生コンの発注 ・コンクリートの運搬・圧送・打込み、コンクリートの養生	・講義 品質管理、特殊なコンクリート、単位水量に関する一般知識 ・実技ビデオの視聴 フレッシュコンクリートのスランプ、塩化物量、空気量、温度等の測定 ・テスト
定員	430名（申込先着順）	

2. コンクリート現場試験技能者認定制度 SiTeC (On-Site Testing of Concrete)

建設工事現場における各種試験または測定業務は、当該試験に関する知識及び技能を有する者が実施し、品質を管理、確保することが望まれています。そこで、当法人は2000年度から「コンクリート現場試験技能者認定制度」を設け、建設工事現場における各種試験または測定業務を適正に行う能力を有する技能者を認定・登録しています。

2025年度「コンクリート現場試験技能者認定制度」前期研修及び試験実施日

区分	開催地	日 程		会場
フレッシュコンクリートの受入検査 (区分記号 F・Ft)	東京	研修	5月10日（土）	(株) ニューテック
		実技試験	6月14日（土）、15日（日）	
		筆記試験	7月27日（日）	
	札幌	研修	5月21日（水）	會澤高圧コンクリート（株） 札幌菊水工場
		実技試験	5月22日（木）、23日（金）	
		筆記試験	7月27日（日）	
	大阪	研修	5月31日（土）	(一財) 日本建築総合試験所 本部
		実技試験	7月10日（木）、11日（金）、12日（土）	
		筆記試験	7月27日（日）	
反発度* ¹ (区分記号 HA)	大阪	研修	6月7日（土）	(一財) 日本建築総合試験所 本部
		実技試験	6月8日（日）	
		筆記試験	6月8日（日）	

*1：コンクリートの反発度の測定

3. 試験要員認定制度 LaboTeC (Laboratory Testing of Concrete)

建設工事の監理に関わるコンクリートの品質試験やコンクリート製造者による製品試験及び原材料の品質試験のうち、試験室で行われる試験業務を適正に行う能力を持つ試験要員を認定・登録しています。

2025年度「試験要員認定制度」前期研修及びテスト実施日

区分	開催地	日 程		会場
プレキャスト コンクリート 製品工場の試験 (区分記号 LP)	福岡	研修	5月15日(木)	リファレンス大博多ビル貸会議室
		テスト	5月16日(金)	
	東京	研修	6月 5日(金)	JA 共済埼玉ビル
		テスト	6月 6日(土)	
	仙台	研修	6月19日(木)	フォレスト仙台
		テスト	6月20日(金)	
	名古屋	研修	7月 3日(木)	サンスカイルーム
		テスト	7月 4日(金)	
	大阪	研修	7月17日(木)	(一財)日本建築総合試験所 本部
		テスト	7月18日(金)	
コンクリートの 圧縮強度試験 (区分記号 LCA)	大阪	研修	7月25日(金)	(一財)日本建築総合試験所 本部
		テスト	7月26日(土)	

4. 船内騒音測定技術者講習会 NoMS (Technical Expert for Noise Measurement on Board Ships)

SOLAS条約のもと2014年7月より義務化された船内騒音コード(MSC.337(91))では、建造時に船内騒音測定を実施することが規定されています。この中で、測定者に対して、測定技術及び同コードに関する知識等を有することが要求されています。

本講習会では、船内騒音測定を行う実務者を対象に、騒音測定の基本的な技術や船内騒音コードに定められている手順について講義を行います。また、講習会の最後には理解度確認テストを実施し、各受講者の力量を評価します。

なお、一部の講義については、Webサイトを活用した動画の事前視聴にて行います。

2025年度「船内騒音測定技術者講習会」開催日

開催地	開催日	会場
大阪	1月16日(金)	(一財)日本建築総合試験所 本部
広島	1月23日(金)	RCC文化センター
福岡	2月 6日(金)	キャナルシティ博多貸会議室
今治	2月13日(金)	今治地域地場産業振興センター

■お問い合わせ先

事務局 総務部 研修課 〒565-0873 吹田市藤白台5-8-1

TEL : 06-6834-4775 FAX : 06-6872-0413 E-mail : kensyu1@gbrc.or.jp

機関誌 GBRC

発刊第 200 号記念特集

特別企画① 機関誌 GBRC の歩み
特別企画「読者アンケート」ご報告

特別企画② 今後の建築技術の展望

建築分野において、これから大きな技術革新が期待される新しい話題より以下の7つを取り上げ、各方面の専門家にご寄稿を頂きました。

- 宇宙居住
- 建設 RX
- 3D プリンター
- コンクリートの新技術
- 建築の木造化
- 鋼材のカーボンニュートラル
- 再生可能エネルギー



1号(発刊号)

1976年1月発行

今から約50年前の1976年1月に、機関誌GBRCの第1号が発行されました。それ以来、年4回の季刊を続けています。

当時の坂静雄理事長は『機関誌発刊のことば』において、「…試験研究の結晶とも言うべき各種資料を広く公けにし建築技術の進歩、優良建築材料の開発普及にいささかなりとも貢献する…」、また、「…本試験所の業務を広く伝達する許りでなく…新しい知識、情報の普及、建築技術の開発、法令の啓発・指導に大いに寄与する」ため、当機関誌を発行すると述べています。

第1号の発刊にあたり、建設大臣・通商産業省生活産業局長・大阪府知事をはじめ計12名の方々から祝辞を、大学関係者や企業関係者など計40名の方々より「試験所と機関誌への提言」をいただきました。また、後半では「試験所の設立後の歩みと業務概要」として、法人設立から12年間の沿革と、保有設備や各試験内容などが紹介されました。

発刊号はB5版、本体は白黒(表紙のみカラー)、ご協力いただいた企業からの広告ページを含み全体で68ページでした。なお、裏表紙には「定価350円(送料別)」との記載も見られました。

数字で見る機関誌GBRC全200号の足跡

約50年

刊行を続けてきた年数

18,818ページ

総ページ数(表紙なども含む)

4,263記事

掲載記事の総数(編集後記を含む)

984件

技術記事の総数

1,294件

掲載した建築技術性能証明および
建設材料技術性能証明の数

133記事

法令・行政・規格などの解説記事数

109物件

本文記事として掲載した
建築物などの総数

651物件

評価シートで掲載した建築物等、安全審査、
免震構造等、超高層建築物の総数

5,861名

延べ執筆者数(共著者を含む)



2号～80号

1976年4月発行～1995年10月発行

【特別号・特別な記事・誌面リニューアルなど】

第29号：安全審査「評価シート」の掲載を開始

第36号：創立20周年記念号（1984年10月）

第49号：第1回所内研究発表会開催の報告（1988年1月）

第50号：GBRC 発刊50号記念座談会（1988年4月）

第76号：創立30周年記念号（1994年10月）

【同号より表紙デザイン・誌面構成の変更】

技術記事の概括

創刊から30号頃まで（約8年間）は総頁数が50頁前後の号が多く、日総試での受託試験や試験方法の紹介、自主研究の報告が中心でした。外部執筆者による新材料・新技術などの紹介も幾つか見られました。

その後、1987年には市販が始まった高性能なコンクリート用化学混和剤、また1990年前後には、増えつつあった開閉式ドーム構造技術などが紹介されました。

■掲載された技術記事の例

注：末尾の（ ）内は掲載号を示す

- ・超緻密超高強度コンクリート—圧縮強度2000kgf/cm²への挑戦（40）
- ・極太径ネジフシ異形鉄筋（D 57、D 64）の開発研究（55）
- ・高減水性混和剤を用いたコンクリートの技術の現状（58）
- ・高性能A E分散剤の作用機構とその応用（58）
- ・これからのガラス—建築用機能性ガラスの未来（62～64、66）
- ・開閉式ドーム構造の技術開発（63）
- ・鋼管コンクリート構造の最近における発展（65）
- ・発泡性耐火塗料について（68）
- ・スカイグリーン工法—不織布を利用した緑化工法—（68）
- ・未来空間実現に向けての新素材（FRP等）の可能性（73～75）

掲載された建築物の例



丸ビル¹⁾



国立循環器病センター²⁾



大阪ドーム³⁾

【目次構成の例】玉石語録（坂静雄理事長）／技術解説／試験・研究／随想／テクニカルノート／施設紹介／千里の広場／（第12号） 随筆（遊歩旧跡その3：萱野三平旧邸）／GBRCニュース／編集後記（B5サイズ、本体は白黒）

【記事内容】「玉石語録」：坂静雄理事長による随想など、第2号から第51号まで計37記事

「施設紹介」：日総試の試験施設などの紹介、第2号から第56号まで計33記事

「遊歩旧跡」：近隣の史跡の紹介、第13号まで計10記事、その後「徒然の見てある記」として第65号まで掲載

【編集委員会】機関誌の編集は2001年まで「編集委員会」が行い、その後、法人の広報全般を担う「広報委員会」に移行した。第2号～42号は正法院陽三（副所長）、第43号～第70号は十倉毅（環境系）が編集委員長であった。

その後、第71号より益尾潔（構造系）が広報委員長であった。

【主な数字】記事数＝1456記事、執筆者＝延べ1992名、技術記事数＝415件、建築物数＝49物件、評価シート＝193件

【掲載の号】1) 第4号, pp.5-16, 1976.10 2) 第7号, pp.5-14, 1977.7 3) 第77号, pp.21-30, 1995.1



81号～120号

1996年1月発行～2005年4月発行

【特別号・特別な記事・誌面リニューアルなど】

第100号：第100号記念号「21世紀に向けて」（2000年10月）

第105号：「建築技術性能証明」の掲載を開始

計2冊の増刊号（第107号・第109号、性能評価完了報告の特集号）

第108号・第110号の増刊号として発行（2002年7月、10月）

計5冊の別冊（下記、性能評価完了報告のみ掲載）

第112号、114号、116号、118号、120号の各別冊（2003年4月～2005年4月）

第118号：創立40周年記念号（2004年10月）

技術記事の概括

1995年に発生した阪神・淡路大震災を機に、建築物の免震・制震技術の発展、新たな耐震補強工法に関わる紹介記事が、多く掲載されるようになりました。

また、2000年の建築基準法の改正によりスタートした性能評価業務に伴って、大臣認定を取得した高強度・高流動コンクリートや再生骨材コンクリートの適用例などが紹介されました。

■掲載された技術記事の例

注：末尾の（ ）内は掲載号を示す

- ・ステンレス被覆耐火鋼管柱の開発（83）
- ・高強度・高流動コンクリートのCFT構造物への適用（87）
- ・建築物における免震及びアクティブ制震の技術（序）（104）
- ・内面が平滑な鋼管を用いたコンクリート充填鋼管杭の曲げ変形性状（105）
- ・炭素繊維シートを用いた壁付き柱の耐震補強工法の開発（106）
- ・再生骨材コンクリート『コンクル』の性能評価及び今後の課題（106）
- ・機械式定着を用いた最上階の柱梁接合部配筋構法（MZプレート構法）（111）

掲載された建築物の例



堺ツインタワー¹⁾



能勢妙見山「星嶺」²⁾



熊本県民総合運動公園
陸上競技場³⁾



NHK大阪放送会館・
大阪歴史博物館⁴⁾

【目次構成の例】新春の御挨拶（横尾義貴理事長）／序言／技術解説／試験・研究／テクニカルノート／海外レポート／随想／（第81号） 法令・行政ニュース／業務だより／海外出張報告／GBRCニュース／編集後記 （B5サイズ、本体は白黒）

【記事内容】「技術解説」：様々な建築技術や設計・施工実例の解説と報告の記事、第2号から第123号まで計182記事
「テクニカルノート」：建築技術や試験方法など幅広い分野の詳細な解説記事、第20号から第123号まで計199記事
「法令・行政ニュース」：建築関連法令や指導要綱等の改正などに伴う解説記事、第26号から第130号まで計60記事
「海外レポート」：大学教員や法人職員による海外訪問記や海外技術の報告、第20号から第99号まで計76記事

【広報委員長】 第112号まで（編集委員長）：益尾潔（構造系）、第113号から：吉田正友（防耐火系）

【主な数字】記事数＝764記事、執筆者＝延べ1146名、技術記事数＝194件、建築物数＝16物件、評価シート・性能証明＝401件

【掲載の号】 1) 第91号, pp.2-16, 1998.7 2) 第92号, pp.1-12, 1998.10 3) 第105号, pp.2-11, 2002.1

4) 第106号, pp.1-10, 2002.4



121号～160号

2005年7月発行～2015年4月発行

【特別号・特別な記事・誌面リニューアルなど】

第124号：誌面デザイン変更（2006年4月）

【A4版に拡大、本文も全面的にカラーに】

第148号：一般財団法人への移行（2012年4月）

第158号：創立50周年記念号（2014年10月）

技術記事の概観

既存建築物の耐震補強が進むなか、工事騒音や振動を抑制するためのFRPブロックによる耐震補強工法、2000年の建築基準法の改定により建築可能となった木造耐火建築物の技術開発、高耐久性RC造建築物の開発を目的としたステンレス鋼鉄筋の性能検討、ZEB化推進のためのSSG構法の適用検討などが紹介されました。

また、GBRCの独自事業である建築技術性能証明を取得した新たな杭工法が、数多く紹介されました。

■掲載された技術記事の例

注：末尾の（ ）内は掲載号を示す

- ・FRPブロックにより耐震補強された鉄骨フレームの構造実験（123）
- ・国産スギ材を用いた木造耐火建築物の開発（124）
- ・ZTM柱脚杭頭接合法
 - －CFTを含む鋼管柱脚と既製杭との接合法－（133）
- ・ステンレス鋼鉄筋のコンクリート中での耐食性の研究（136）
- ・間伐材を用いた木造耐震シェルター（138）
- ・場所打ち杭の杭頭半剛接合法「スマートパイルヘッド工法®」（149）
- ・ガラスファサードにおける4辺SSG構法の適用可能性について（151）
- ・先端翼付き回転貫入鋼管杭「つばさ杭®」（152）
- ・あべのハルカスにおける防災計画（155）

掲載された建築物の例



阪神甲子園球場リニューアル¹⁾



中之島フェスティバルタワー²⁾



大阪ステーションシティ³⁾



あべのハルカス⁴⁾

【目次構成の例】随想／技術報告／試験・研究／テーマ解説／法令・規格紹介／事業報告／GBRCニュース／編集後記（第138号）（A4サイズ、全面カラー）

【記事内容】「テーマ解説」：当法人事業に関係する話題の解説など、第124号より継続中、これまでに計53記事
「法令・規格紹介」：法令規格の動向や新制度の紹介など、第134号より継続中、これまでに計20記事

【広報委員長】第140号まで：吉田正友（防耐火系）、第141号から：永山勝（材料系）

【主な数字】記事数＝957記事、執筆者＝延べ1324名、技術記事数＝182件、建築物数＝11物件、評価シート・性能証明＝515件

【掲載の号】1) 第131号, pp.2-13, 2008.1 2) 第146号, pp.1-9, 2011.10 3) 第150号, pp.1-12, 2012.10

4) 第155号, pp.2-12, 2014.1



161号～200号

2015年7月発行～2025年4月発行

【特別号・特別な記事・誌面リニューアルなど】

第178号：「建設材料技術性能証明」の掲載を開始

第188号：誌面の全面リニューアル（2006年4月）

- ・表紙デザイン刷新、目次ページで紹介、など
- ・WEBでの公開（PDFおよび電子ブック）

第196号：創立60周年記念号（2024年10月）

第200号：機関誌発刊第200号記念号（2025年4月）

技術記事の概括

東日本大震災（2011年発生）の後、吊り天井落下事故につながる特定天井落下防止工法ならびに天井制振構法が紹介されました。また、2010年には木材利用促進法が施行され、CLT建築や大規模木造建築が紹介されているほか、CO₂排出を低減する環境配慮型コンクリートなども紹介されています。さらに、近年では日総試での性能評価業務に伴って、建築物避難安全設計や建築防災計画評定などに関係する記事も掲載されています。

■掲載された技術記事の例

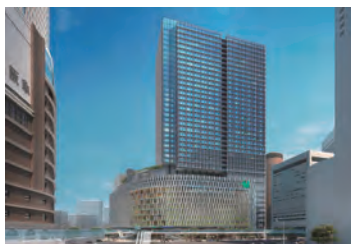
注：末尾の（ ）内は掲載号を示す

- ・CLTを用いた建物の現状と展望（162）
- ・大規模木造建築の防耐火設計（162）
- ・市立吹田サッカースタジアム－（163）
- ・天井落下防止構法（163、174）
- ・地震時における建物の健全性判定支援システム
－安震モニタリングSPの技術開発について－（164）
- ・緑化遮音壁による回折音の抑制（165）
- ・天井制振構法「ロータリーダンパー天井制振システム」の開発（180）
- ・環境配慮型コンクリートの基本性能－CELBICの開発－（191）

掲載された建築物の例



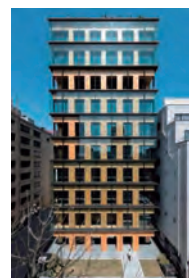
吹田サッカースタジアム¹⁾



梅田1丁目1番地計画²⁾



アネシス茶屋ヶ坂³⁾



Port Plus⁴⁾

【目次構成の例】巻頭言／GBRCニュース／特別寄稿／技術報告／試験・研究／研究速報／知っておきたい基礎シリーズ／（第191号） テーマ解説／事業報告／センターだより／業務案内／室課紹介／編集後記 （A4サイズ、全面カラー）

【記事内容】「技術報告」：主に外部執筆者による建築関連技術などの紹介、第124号よりほぼ毎号に掲載、これまでに計134記事
「試験・研究」：当法人職員が実施した試験や研究などの紹介、第2号よりほぼ毎号に掲載、これまでに計374記事
「知っておきたい基礎シリーズ」：各技術分野の基礎事項を解説、第188号より毎号掲載中、これまでに計12記事

【広報委員長】第164号まで：永山勝（材料系）、第165号～第173号：下平祐司（構造系）、第174号から：田中学（環境系）

【主な数字】記事数＝1030記事、執筆者＝延べ1342名、技術記事数＝193件、建築物数＝33物件、評価シート・性能証明＝836件

【掲載の号】1) 第163号, pp.2-13, 2016.1 2) 第166号, pp.1-8, 2016.10 3) 第184号, pp.15-26, 2021.4

4) 第192号, pp.30-41, 2023.4

特別企画「読者アンケート」ご報告

機関誌GBRCの発刊200号記念の特別企画として、2025年1月29日～同年2月28日の期間、読者の皆さまにアンケートを実施しました。ここでは、同アンケートの内容と集計結果の概要、および自由記述より頂いたご感想ご意見などから一部を抜粋してご紹介します。

当アンケートへの多数のご回答、誠にありがとうございました。

1. アンケート概要

実施期間：2025年1月29日～同年2月28日

周知方法：機関誌GBRC、法人ホームページ、法人
メールニュース、それぞれに掲載

回答方法：WEB上のアンケートFormからの回答

回答者数：合計268名

2. アンケート質問内容

今回のアンケートでの質問内容は以下の通りです。

質問1：回答者について (Q1.1～Q1.5)

Q1.1 連絡用Emailアドレス (任意)

Q1.2 業種

Q1.3 年齢

Q1.4 お住まいの地域

Q1.5 業務での当法人との関わり頻度

質問2：機関誌GBRCの閲読状況 (Q2.1～Q2.5)

Q2.1 機関誌GBRCの閲覧歴

Q2.2 機関誌GBRCを読む頻度

Q2.3 機関誌GBRCを知るようになったきっかけ

Q2.4 機関誌GBRCを通常読まれる媒体の種類
また、冊子版の通常の読み方

Q2.5 各記事について読む程度

質問3：機関誌に対するご意見など (Q3.1～Q3.3)

Q3.1 機関誌GBRCは、情報収集や知識向上などに
役立っていますか？

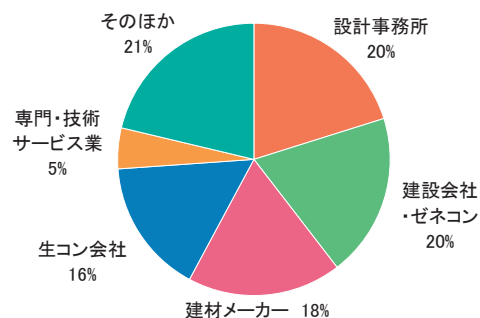
Q3.2 現在の機関誌GBRCに対するご意見やご感想
などをお聞かせ下さい

Q3.3 機関誌GBRCの今後に向け、ご要望・ご期待
などをお聞かせ下さい

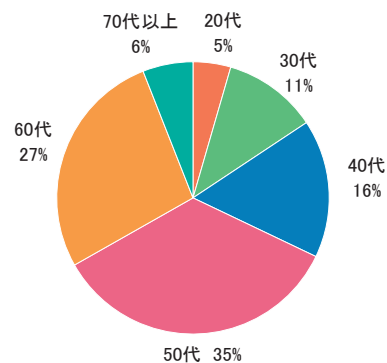
3. アンケート集計結果の概要

質問1：回答者について

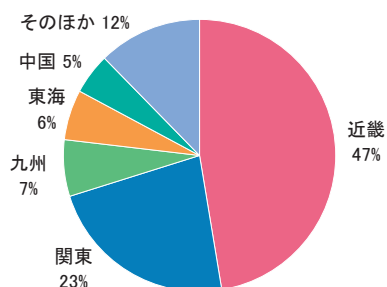
Q1.2 回答者の業種



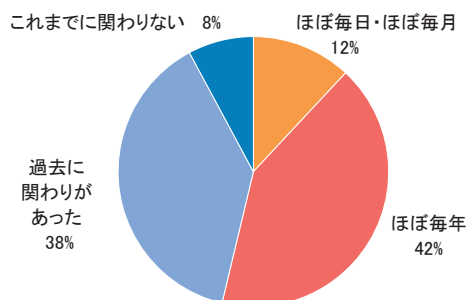
Q1.3 回答者の年齢



Q1.4 回答者がお住まいの地域

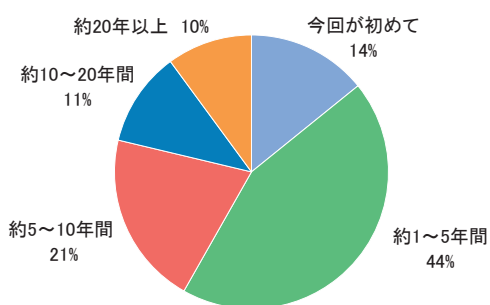


Q1.5 回答者の業務での当法人との関わり頻度

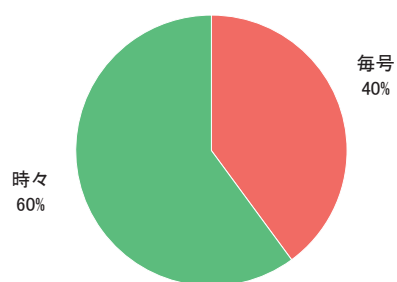


質問2：機関誌 GBRC の閲読状況

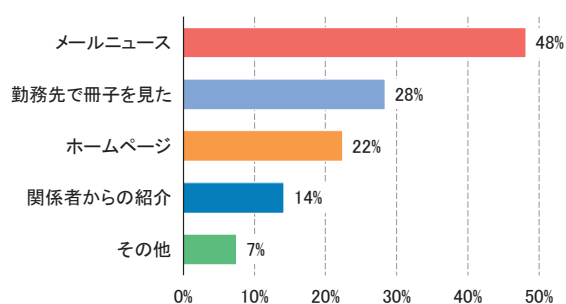
Q2.1 機関誌 GBRC の閲覧歴



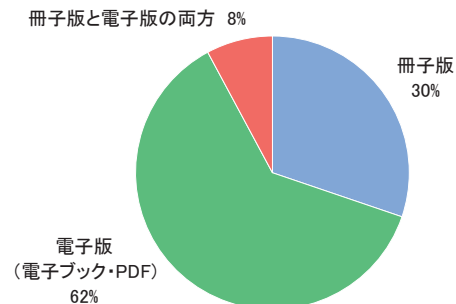
Q2.2 機関誌 GBRC を読む頻度



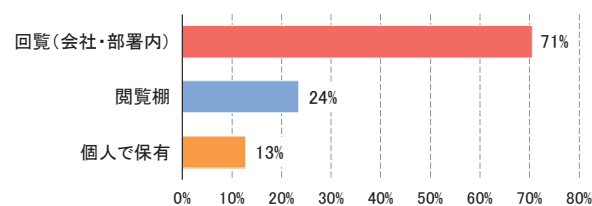
Q2.3 機関誌 GBRC を知ったきっかけ（複数回答）



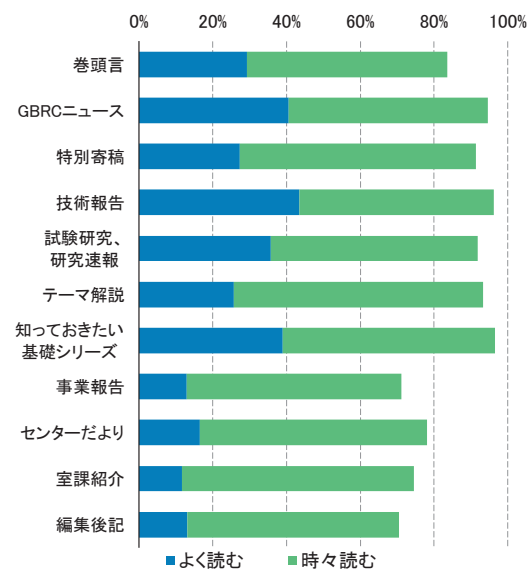
Q2.4 機関誌 GBRC を通常読まれる媒体の種類



Q2.4（追加質問）冊子版の通常の読み方（複数選択）

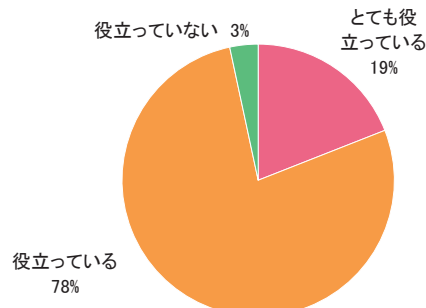


Q2.5 各記事について読む程度



質問3：機関誌に対するご意見など

Q3.1 情報収集や知識向上などに役立っているか



◆◆◆ 読者の皆さまからのご意見ご提案など ◆◆◆

今回のアンケートでは自由記述で多くのご意見などを頂戴しました。その一部を抜粋してご紹介します。

(注：掲載したご意見の一部で誤字訂正や文言の抜粋などの調整を行っております。ご了承下さい。)

全般へのご意見・感想など

- 最新の情報や技術が記載されているのでいつも感心しながら拝読させて頂いております。記載内容も分かりやすく、図や写真も掲載されていてイメージしやすいので参考になります。(生コン会社、30代)
- 毎号発刊のたびに閲覧しています。弊社業務に関わりのある内容、そうでない内容など様々な情報が記載されており、情報源として利用させて頂いております。(設備メーカー、40代)
- 60周年記念セミナーで冊子をいただいて知ることになりました。地震や最新の技術についてのお話などは興味深いです。(専門・技術サービス業、50代)
- 業界の空気感等、情報をつかむ上で役立てています。専門性が高く、難しい内容もありますが今後とも特化してやってほしいです。(設計事務所、30代)
- 目次も見やすくなり印刷も紙質も良いと思います。(建材メーカー、60代)
- 専門的な内容が多いものの、分かりやすく解説されていて読み応えがある。業務においても役に立つ内容が多く、記事のテーマ選定も良いと思う。(専門・技術サービス業、20代)
- 最新技術について分かりやすく記載されており非常に参考になっています。(建設会社、30代)
- デザインや分量がちょうどよいと思います。GBRCで取り込まれているさまざまな活動を興味深く拝見しています。(大学・各種学校、50代)
- 未熟な身ですので、機関誌GBRCを愛読し、勉強させて頂いております。知っている事でもいろいろな目線で見直すことができ、新たな発見ができるので、今後も活用させて頂きます。(二次製品製造工場、20代)
- 建築技術に係る調査、研究の結果や設計、施工の報告などが網羅的に把握できて凄く有用です。最近開発された工法なども為になります。(設計事務所、30代)
- 参考になる情報が入ってくるのでとても助かっています。また、知識が深まり勉強になることがたくさん書かれているので、これからも自分の成長のためにも読ませていただきます。(建材メーカー、40代)
- 知っておくべき情報がまとめられていて参考になる。(建設会社、40代)
- 多岐にわたる内容の記事が掲載されており、日頃から各案件に真摯に向き合っている姿が想像され、感心しています。(建材メーカー、60代)
- 第199号で初めて機関誌GBRCを拝見しましたが、ものすごく内容が充実していました。今後も読みたいと思いました。(住宅メーカー、20代)
- 多様なテーマを扱ってくれるので情報を得るのにはありがたい。(設計事務所、60代)
- 学会などの動きや世界の動向からの注目度から、何を課題視しているかを勉強させてもらっています。大変参考になります。(建材メーカー、30代)
- タイムリーに具体的な対応について記事にされており好感が持てる。(建設会社、60代)
- 専門性が高く記載されている内容は社内でも水平展開して活用しています。(建設会社、50代)
- 業界内外のトレンドや新技術への取組みなど、知識と刺激を頂いている。(鋼材メーカー、60代)
- 学術的な記事と業界ニュース、団体のお知らせのバランスが非常に良く、読み応えのある雑誌だなといつも感心しています。(工業会・協会・学会、30代)
- 工場勤務だけだと知り得ない情報や色々な試験を紹介しているので、新入社員の育成や、既工場人員の講習などに役立てている。(生コン会社、40代)
- 具体的な検証・研究紹介をされており、非常に魅力的に感じる。今後も専門性の高い機関誌として種々情報提供頂けると幸いです。(建設会社、40代)
- 今後も設計事例の掲載等も継続し、情報提供いただきたいです。機密保持の観点から掲載許可に制約も増えつつありますが、設計技術の向上に役立つことを発信頂けると助かります。(設計事務所、40代)
- 他分野で行われている試験内容、評価項目等が参考になります。メール配信での機関誌発行のお知らせは要点がまとめられていてわかりやすいです。継続を希望します。(建材メーカー、40代)
- 新しい技術関連や環境についての今後のことなどが、とても勉強になります。環境への取組みなど、他分野の情報を楽しみにしています。(生コン会社、60代)

- チーム内にて共有回覧に役立っています。(建材メーカー、50代)
- 会社の専門分野以外について、貴重な情報を得る手段として有用なものと認識しております。これからも引き続きサービスを提供いただけますようお願いいたします。(建材メーカー、40代)
- 技術の最新情報や研究開発発案のツールとして、良く読ませて頂いております。特に性能証明の評価シートは様々なアイデアがあり参考になります。(サブコン、50代)
- 技術動向を知る上で重宝しております。実験、計測結果など具体的な数値をもって細部まで理解できますし、内容や文章もわかりやすく読みやすくまとめていると思います。(専門・技術サービス業、60代)
- 最新の技術動向を理解することに役立つ。自己学習のためにも、部署内等で熟読することを勧めています。(建材メーカー、50代)
- 各種の試験方法や評価方法の変遷、今後の動向や基準類の根拠・背景など業務に直接的・間接的に関係する内容について、丁寧におまとめ頂いていることに日頃から感謝しています。(工業会・協会・学会、60代)
- JIS情報・品質管理等の多種多様な記事、また各業界の特別講演資料に感銘する記事もあり色々と勉強になりました。(生コン会社、70代以上)
- コラム別PDFで区別されており、アーカイブとして読み返す際に便利です。内容は、最新情報が盛り込まれているため、業務にも役立ち、また社内教育としても情報発信しやすいと思っています。(建設会社、50代)
- 同業の他機関にはない独自の分野、特に伝統木造関係の技術の普及などで、今後の日総試の活動に期待しています。(設計事務所、70代以上)
- カラーページが多く読みやすい。毎回有用な情報をいただいております、このまま年4回の発行を続けて欲しい。(建設会社、60代)
- 歴史を感じる機関誌です。末長く情報提供をお願いします。(専門・技術サービス業、60代)
- 試験・研究や知っておきたい基礎シリーズは知識として、とても役に立っています。今後も新しい研究結果や基礎シリーズは続けてほしいと思います。(建材メーカー、50代)
- 技術報告ページで具体的な物件の事例紹介をどんどん行って欲しい。(設計事務所、50代)
- 知っておきたい基礎シリーズは、若年技術者の教育にも役立ちますので継続して欲しいと思います。連載物はカテゴリー別で紹介いただけると社内展開もしやすいと思っています。(建設会社、50代)
- 「知っておきたい基礎シリーズ」は生コン初心者にとっては判りやすく書かれてあり良かったと思います。今後も続けて頂けると幸いです。(生コン会社、40代)
- 「知っておきたい基礎シリーズ」は、勉強になっています。(設計事務所、50代)
- 業界内での会議や打ち合わせ等で、話をする際に話題にすることがあります。「知っておきたい基礎シリーズ」が色々なジャンルがあり、専門分野が出ている際は参考にさせてもらっています。(生コン会社、40代)
- 外装材風圧力に関する解説(基礎シリーズ)がわかりやすかった。排煙告示について詳細な解説をしてもらいたい。(建設会社、30代)
- 法令関係や技術的な内容で専門の方が数ページで分かりやすくまとめている記事をよく参考にさせていただいています。(建設会社、30代)
- 建築技術性能証明評価シートなどの情報は大変役立っています。(建設会社、50代)
- どの様な製品が評価取得されているのかを把握するのに役立っている。興味のある試験・研究報告も有難い。(設計事務所、50代)
- 「超高層建築物評価シート」は設計例として参考になります。また「建築技術性能証明 評価シート」は他社の先進の技術開発情報が入手でき、自社の将来の技術開発目標設定の参考になります。(建設会社、50代)
- 特に年度別工事用材料試験結果の集計を参考にさせて頂いております。(専門・技術サービス業、50代)
- 特に性能証明工法部分を読んでいます。新しい工法等を知ることができ、勉強になる。(建設会社、50代)
- 技術の紹介や解説などの最先端の情報はもちろんのこと、室課紹介や職員表彰などの記事で、GBRCの取り組みなどが非常に参考になります。(専門・技術サービス業、60代)

各記事に対するご意見・ご要望など

- 技術報告と試験・研究は知識向上に非常に役立っています。(官公庁・地方自治体、50代)
- 技術報告では、携わっていない分野については難しく感じる。(研究機関・試験機関、50代)
- 技術論文は専門性が高く貴重ですが、要点を簡潔にまとめた解説が別にあると分かりやすいです(専門・技術サービス業、30代)

- 試験研究センターだよりの分量が増えてほしい（建設会社、60代）

発行媒体や配信に対するご意見・ご要望など

- 会社で回覧するのに紙の冊子版は便利。一方で小さい文字などはPDF版が見やすい。表紙裏や目次等にPDF版の案内が有ると良い。（機械メーカー、50代）
- 現在は冊子が届くと誌面で読んでいます。特に興味がある記事は、更にデジタルで情報を収集しますので、両者の充実を望みます。（大学・各種学校、60代）
- 電子版で閲覧できるようになり、なお便利になったと感じています。（建設会社、50代）
- 電子ブックは機関誌をオープンにいただき、また、検索のし易さもあり情報収集に非常に助かります。（専門・技術サービス業、60代）
- 電子版はパソコンでの保管が可能なので、引き続きこの形での配信を希望します。（生コン会社、30代）
- 電子で配信していただけるのが助かります。（専門・技術サービス業、20代）
- 冊子の方が見やすいですが、保管時に嵩張るのでペーパーレス化してPDFでの配信のみでも良いかと思えます。（建材メーカー、30代）
- メール配信でもいいのですが、できれば冊子で継続をお願いします。（専門・技術サービス業、50代）
- できれば冊子媒体でも続けていただければと思います。（大学・各種学校、50代）
- ホームページ上の見出しとPDFリンクが大変利用しやすいです。また、バックナンバー検索などもあって、助かります。（建材メーカー、40代）
- バックナンバーを容易に見れるのは、ありがたい。（デベロッパ、60代）
- 各種情報については、ジャンルを明確に分けて通知があると助かる。意匠、構造、設備、施工など、どの情報が主体のものか。（設計事務所、40代）
- 難易度を下げた読みやすい内容を掲載していただけると嬉しいです。（設計事務所、40代）
- 新人教育にも役立つような基礎的な内容も定期的に入れていただきたい。（生コン会社、30代）
- わかり易く記載頂いておりますので、読みやすいです。業界以外の人にも読んで頂きたいので、難易度を下げて頂けると助かります。（研究機関・試験機関、40代）
- 様々な専門分野を取り扱うと思いますが、その専門分野の知見がなくてもわかるような内容を期待しています。（住宅メーカー、20代）
- 構造・設備だけではなく、計画についても記事の中で取り扱ってもらえると読者層が増えるのではないかと思います。（専門・技術サービス業、20代）
- 構造は難易度が高く、年々複雑化しており、理解が追いつかないところがあるため、基本事項を解説していただけるような記事があると助かる。（官公庁地方自治体、30代）
- 構造設計の業務を始めたての人（入社年度の若い人、異動などで構造設計を始めた人）や、解析・構造実験の初学者向けの特集などがあると、今後人材育成の観点より助かります。（建設会社、30代）
- 充実していて面白いです。より専門的なトピックをわかりやすく解説して欲しいです。（設計事務所、40代）
- より専門性の高い内容も掲載して欲しい。（建材メーカー、40代）
- 法令の改正内容や、新たな試験装置導入など最新情報を掲載して頂ける助かります。（建材メーカー、30代）
- 適判機関が指摘する構造設計のよくある失敗紹介を掲載して欲しい。（設計事務所、40代）
- 構造適判のよくある指摘に対して、構造設計者とのQ&A対話を設けてほしい。指摘回答事例に基づいて設計も大切だが、設計者判断が近年少なくなっている気がする。（設計事務所、30代）
- 確認申請や適合性判定業務におけるトピックス等掲載いただければ、一般の設計事務所の方もより関心が高まると考えられます。テクニカルなことに関してQ&Aのコーナーがあれば助かります。（設計事務所、60代）
- Q&Aとして、指摘事例集とは別に貴社の確認審査機関、適判等でどのような指摘をしているかを各号で数例載せてもらえると有難い。（設計事務所、50代）
- 認定建物や工法などの評価シートを特に興味深く拝読しています。評価シートの建物や工法の詳細内容の解説のページがあると有り難い。（設計事務所、50代）

今後へのご期待やご要望など

- 若手技術者が読みやすく勉強になるものを多く取り扱って欲しい。（設計事務所、20代）
- 初級者向けの記事もあれば教育資料として活用したいです。（生コン会社、60代）
- 基礎的な内容と時代の潮流に関する内容のバランスも大事に感じました。（建設会社、30代）

- JIS工場の意見や疑問、質問など、各工場担当者からの生の声を載せて欲しいです。(生コン会社、60代)
- コンクリート材料に関する法改正などがあった場合は、今まで以上にタイムリーな情報展開をして頂けると助かります。(建設会社、50代)
- コンクリート関係で、特殊配合、いろいろな材料の使用方法、養生方法、補修方法、現在の問題点などの新技術や今後の方針などの特集を希望します。(建材メーカー、50代)
- 生コンJIS関係と、これから必要とされる生コンクリートのあり方、国内資源の有効活用とか、材料に関する考え方とか。また、メール配信だと絶対読みます。(生コン会社、60代)
- JIS関連の記事をもう少し載せていただきたいです。(建材メーカー、50代)
- 建築基準法の改正や省エネ法改正など今後も最新の情報を解説願いたい。(官公庁・地方自治体、50代)
- 技術的な発表が減ったように思われます。若い人が取り組みやすい資格の特集があってもいいと思います。(建設会社、50代)
- 今と同じ内容の機関誌を継続してほしい。固すぎず、柔らかすぎず。(建材メーカー、50代)
- 現在の評価方法や基準類において問題となっている、あるいは今後問題となりそうな事象のご説明と今後の方向性・見通しなどについて解説いただけましたら幸いです。(工業会・協会・学会、60代)
- 技術報告、研究、研究速報は非常に参考になっていますので末永く続けて頂きたい。(設計事務所、60代)
- 建築・土木・防災(地震津波情報)の情報をお願いします。(設計事務所、60代)
- 「試験・研究」において、工学的な投稿はあるが、設計者、現場、メーカーからの現場の声なるものを掲載してみてもいかがでしょうか？(建材メーカー、60代)
- 脱炭素に関する専門的な内容をより多く取り上げていただきたい。(専門・技術サービス業、60代)
- 構造物の長寿命化対策に関する技術提案など今後の日本のインフラに重要と思えるので多くを取り上げていただきたい。(生コン会社、60代)
- 防火認定の内装制限に関する記事を集めてほしい。(建材メーカー、50代)
- 防耐火性能評価等における評価試験と評価書適用範囲(仕様)との関連並びに範囲設定等に関して、公的機関としての基準(考え方)等の経緯・背景、公的基準との関係等について、平易なご解説を頂けると、申請依頼の際の参考となります。(建材メーカー、60代)
- 専門ではない分野の内容は、専門用語でつまづいてしまう時があるので、あまりメジャーでない用語には、専門ではない人向けのかみ砕いた表現または解説があればとても助かります。(建設会社、60代)
- 評定案件の統計情報が1年に一度(もう少し稀でもよいですが)掲載されると、現況を理解しやすいように思います。(大学・各種学校、50代)
- 今後は南海トラフなど、地震の問題があると思いますので耐震技術の最前線や既存の技術の応用などあれば読んでみたいです。(機械要素製造会社、40代)
- 新技術、新工法等を重点的に書いて下さい。建築、土木学会誌とは切り口の違う情報を期待しております。(建材メーカー、70代以上)
- 省エネについて、興味がありクライアントからの問合せも多いですが、小規模な専業設計事務所なので、なかなか費用対効果、イニシャル・ランニングコストの実勢を把握することができないので、コスト面も含めた情報に期待したいです。(設計事務所、50代)
- 建築が専門ではありませんが、最先端の研究の他に異業種の人でも分かるような柔らかい話題が含まれるととっつきやすいと思いました。(造船所、50代)
- 木造建築など、近年の需要に即した対応が行われ記事にされている。さらにニッチな需要に対応できるよう進めていただきたい。(建材メーカー、50代)
- 欲を言えば、たまにどこかの建築物(世界遺産とか)の写真とか説明文とかあれば、楽しいかなと思います。(そうですね、題名は、世界遺産巡りとか?)すみません。ただの夢です。(生コン会社、60代)
- 読んでいると、色々と勉強になることが多いので、引き続き機関誌を継続して欲しいと思います。より専門性の高い内容や現在の社会情勢に即したものを多く取り扱って欲しいと思います。(設計事務所・40代)
- 業務に関係しない記事でも日総試で出来ることがわかるので、幅広く業務内容を紹介していただくと助かる。(建材メーカー、50代)
- 日総試の組織別の業務をもっと詳しく知りたい。また、あらゆる分野における技術の変遷などにも興味があります。(生コン会社、60代)
- 今後も客観性、専門性を維持しつつ、わかりやすい機関誌づくりを期待しております。(専門・技術サービス業、60代)

この他にも多数のご意見やご提案を頂きました。頂戴したご意見等は今後の誌面改善に活用させていただきます。アンケートへのご協力、ありがとうございました。

特別企画② 今後の建築技術の展望

宇宙居住に向けた取り組みの 歴史・現状・展望

History, Current Status, and Prospects of Research and Development for Space Habitation

荒木 慶一*1、十亀 昭人*2、鶴巻 崇*3、山出 美弥*4

1. はじめに

近年、米中の宇宙機関を中心として人類の宇宙居住へ向けた研究開発が急速に展開している。米国においては、Space X社のイーロン・マスク氏や、Blue Origin社のジェフ・ベゾス氏を中心とした国家機関以外の参入も活発になり、かつてのアメリカ合衆国（以下、米国）やロシア連邦（旧ソビエト社会主義共和国連邦、以下、ロシア）の宇宙機関のみの開発競争の構図から大きな変化を遂げようとしている。これらの民間企業を筆頭として、様々な国々で人類の宇宙居住へ向けた本格的な動きが生まれている。

一方、日本における同分野の発展は、1990年前後の総合建設会社を中心とした宇宙建築の研究会の発足から始まり¹⁾、2000年前後の東京大学を中心とする宇宙建築に関する大学主導の研究会などを経て、2021年～2023年に活動を行った「日本建築学会宇宙居住特別研究委員会」、2024年から活動を始めた「日本建築学会宇宙居住小委員会」へと繋がっている。また、国内のいくつかの大学では、宇宙居住や有人宇宙探査に関する研究センターを設けて研究開発を推進している。

本稿では、日本建築学会宇宙居住特別研究委員会の報告書²⁾に基づき、世界の宇宙居住に向けた取り組みを概観した上で、我が国における宇宙居住に向けた取り組みの歴史・現状・展望を紹介したい。

2. 歴史

まず、世界における宇宙居住への取り組みの歴史を概

観した後、我が国における宇宙居住への取り組みの歴史について述べる。

2.1 世界における取り組み

宇宙居住に関わる世界の提案を時系列に並べると、ツィオルコフスキー氏の宇宙エレベーターの案（1885年）、また、同氏が著書「地球の外で」の中で述べたスペースコロニー（1916年）、ジョン・デズモンド・バナーン氏による球形の居住施設提案（1929年）、フォン・ブ라운氏のトラス状のスペースコロニー案（1952年）、ジェラルド・オニール氏（プリンストン大学）のスペースコロニー案（1969年）、などが、主要な提案として挙げられる。

このような宇宙建築に関わる提案を経て、米国において地球周回軌道上における居住空間の構築へ向けた構想が1970年代から進められ、1980年代の宇宙ステーション計画へと発展を遂げる。一方、結果として米国に先んじることとなったが、旧ソビエト連邦による宇宙ステーション「ミール」の構想もこれと同時に進んでいた。「ミール」は世界初の宇宙ステーションとして1986年に打ち上げられることとなった。

このような米ソの開発競争の時代を経た後、米国単独の計画であった宇宙ステーション計画は、ロシアを含む世界の国々の共同計画へと変わり International Space Station（以下、ISS）へと発展する。

2.2 日本における取り組み

日本における宇宙居住に関する研究の始まりは、建設会社から始まることとなった。まず、宇宙開発建設研究

*1 ARAKI Yoshikazu : 京都大学大学院工学研究科建築学専攻 教授 博士（工学）

*2 SOGAME Akito : 東海大学建築都市学部建築学科 教授 博士（工学）

*3 TSURUMAKI Takashi : Heatherwick Studio Associates Senior Designer

*4 YAMADE Miya : 立命館大学政策科学部 准教授 博士（工学）

会「CEGAS (Construction Engineers Group for Aerospace Study)」と名付けられた団体が発足する(1989年)。ここに関わっていたゼネコンは、全12社であり、大林組、清水建設、大成建設、鹿島建設、竹中工務店、東急建設、西松建設、フジタ、ハザマ、前田建設工業、鉄建建設、錢高組、(名称当時)となっている。CEGASの初代会長を務めた大林組の斎藤隆雄氏によれば、大林組と清水建設が奇しくも同年度に社内に宇宙チームを形成し始めたことがCEGAS発足の契機になったと指摘されている。CEGASの活動は、バブル崩壊後しばらくは続いたものの1990年代半ばには立ち消えになった。このような1990年前後の活発な活動期を経て、日本の宇宙建築研究は、バブル後の長い衰退期を迎える。

その後、2000年前後の東京大学、慶応義塾大学、東海大学などの大学研究者らによる宇宙建築の研究会「SARC」、2010年前後の大学横断型の宇宙建築サークル「TNL」、及びそこから派生した山崎直子宇宙飛行士などが関わる「宇宙建築賞」の活動、そして、2020年から始まった日本建築学会の宇宙居住特別研究委員会やその後の宇宙居住小委員会など、およそ10年ごとの盛衰の流れも明らかとなった。また、近年は京都大学、東京理科大学、立命館大学などにも宇宙建築に関する教育研究組織が生まれてきている。

3. 現状

3.1 国家研究機関における取り組みの例

米国のNASA(アメリカ航空宇宙局)、欧州のESA(欧州宇宙機関)、我が国のJAXA(宇宙航空研究開発機構)など、宇宙居住に向けた研究開発が多くの国家研究機関で精力的に展開されている。ここではNASAの最新の月開発計画であるアルテミスプロジェクトの大概略をつかみながら、そのプログラム内にある月を周回する新しい宇宙ステーションの建設の概要を見ていきたい。

現在、地球低軌道における宇宙開発が民間に解放されつつある。そうした中で、政府レベルが主導する宇宙開発は地球低軌道から月そして火星へとその焦点を移そうとしている。これは人類が地球に留まらず惑星間種族になろうという重大な決断の現れとして起きていることである。

こうして、アポロ計画から50年、長らく停滞していた月面有人探査へ向けた活動が米国の主導で再開された。2017年の第一次トランプ政権下で正式に設立されたアルテミスプログラムである。ギリシャ神話のアポロンの双子の姉妹である女神アルテミスが、このプログラムの

命名の由来である。

アルテミスプログラムは下記のような段階を経て、火星有人探査定住に向けた布石を作ることが大きな目的として設定されている。NASAが開発したSpace Launch System ロケット(以下SLSと記す)とオリオン宇宙船を用いた打ち上げミッションについてはアルテミスに通し番号を付加した計画名が付けられている。

1. アルテミスI：月周回軌道へ無人機による到達と帰還(2022年12月完了)
 - ・今後の有人探査に向けたデータ収集
2. アルテミスII：月周回軌道へ有人機による到達と帰還(2026年4月予定)
 - ・4人のクルーが月へのフリーリターン軌道を宇宙船で航行し帰還
3. アルテミスIII：月面への有人機による着陸(2027年中ばを予定)
 - ・民間開発の着陸船の運用と約6日半の月面有人探査
 - ・月面基地建設に必要な技術やデータと経験の蓄積
4. 計画番号なし(民間機打ち上げ)：月周回軌道の宇宙ステーションのモジュール投入
 - ・PPE(電気・推進エレメント)とHALO(居住・ロジスティクス拠点)を連結したユニットを無人で配備(4章参照のこと)
5. アルテミスIV：月面への有人機による着陸と月周回軌道の宇宙ステーションのモジュール追加

アルテミスIV以降の時期など詳細は流動的ではあるが一年に一度の有人ミッションにより、以下の事項が計画されている。

- ・月周回軌道の宇宙ステーション(通称ゲートウェイ)へのモジュール追加と機能拡張
- ・1から2ヶ月程度の調査活動のための滞在が恒久的な月基地の建設(アルテミスカンプ)
- ・月面に持続的に滞在できるインフラ環境を確立
- ・キャンプから長期間離れて探索が行える与圧された居住可能なローバーの投入

このように、月表面と火星への有人探査に向けた拠点としての月面基地アルテミスカンプの拡充拡大が計画されている。

月は地球に比べれば小さな天体であるが、限られた時間の中で探索しなければならない範囲は大きい上に、地形は複雑である。将来の火星探査についても同じ課題が見込まれる。こうした観点から、ベースキャンプから離れた環境で居住可能な与圧された移動式プラットフォームの開発は特に重要なミッションとしてアルテミスプロ

グラムの中では挙げられている。

NASA内部には、短期間で目標をクリアしていく短周期のリズムの重要性を強調する一方、設定されている時間軸は予算的にも技術開発的にも現実的ではないという意見も存在している。

アルテミスプロジェクトはNASAの他に3つの宇宙開発機構が、その主要な役割を果たす。これには日本のJAXA、カナダのCSA、それに欧州諸国で構成されるESAが重要参画組織として名を連ねている。

米ソ冷戦がアポロ計画を推進したように、地政学的な緊張と人類の宇宙進出の速度は無縁でない。アルテミスプログラムに参加を表明し、加入し得た欧州や日本を含む53カ国(2025年1月21日現在)に対して、ロシアと中国は独立した宇宙開発を行う予定である。米中の競争を強く意識し、アルテミスプログラムでの最初の月面有人探査の目標はNASAによって2028年から2024年に早められたが、宇宙服等の技術開発に必要な時間、資金調達、コロナ禍によって発生したプロジェクトの遅延などから、NASAの監査報告などでも言及される通り、早くとも2026年になると見込まれている。対する中国独自の月面有人探査は技術的環境が確実に整うことが前提だという慎重さを強調し、その時期は2030年ごろになるだろうと公言されている。両者は目標時間軸の設定に関してアプローチの違いを見せている。

多少の遅れが発生する可能性はあるものの、NASAと計画参加国は、アルテミスIIIで有人着陸が達成されれば、アルテミスプログラムの次の段階へと移行する。

このプログラムの目的は月に人類が回帰して終わるものではない。アルテミスIIIのミッション以降、つまり、2020年代の終盤から2030年代にかけて、月面有人探査をより強固なものにするために、月面に持続的に滞在できるインフラ、システムの構築を行い、ロボット・ミッションを強化していく。インフラの中には電力、放射線遮蔽、廃棄物処理、貯蔵施設、着陸船の発着場や道路、インターネットのような通信施設や航行を支援する座標システムなども含まれている。

同時に、モジュールの増設などでゲートウェイの機能を拡張し、ゲートウェイから発着する商業月着陸船の性能に対する信頼を確立した上で、月の南極にアルテミスベースキャンプを設立する。こうして人類が月に継続的に行き来し、人類初の火星有人ミッションを、月面を拠点にして行うところまで開発を進めていこうとしているのである。

3.2 我が国の民間企業における取り組みの例

3.2.1 大林組の取り組み

大林組は、1987年に「宇宙開発プロジェクト部」を設立し、宇宙開発に取り組んでいた。米国主導で、国際宇宙ステーションの計画が進められていた時代である。その後、1987年には「月面都市2050」構想、1990年には「マース・ハビテーション1」構想、1996年「スペース・ナッツII」建設構想を相次いで発表した。人類が地球以外の星として月に居住空間を求め、火星の資源を利用しながら快適に暮らす構想であった。ラグランジュポイントに宇宙構造物の建設を構想したものを提案した。その後、究極のタワーということで、東京スカイツリーの完成年2012年に、より高層の構造物である「宇宙エレベーター建設構想」を発表した。

2019年には、「未来技術創造部」が発足し、将来の布石を担う技術を担当し、5つのテーマのうちのひとつが宇宙である。大林組が宇宙へ挑む目的を下記に示す。

- (1) 大林組の事業を、宇宙というかつてない可能性を秘めた領域へ拡大する
- (2) 宇宙開発を通じて得られた技術を、地上でのものづくりに活かす
- (3) 宇宙と地上、両方の視点をもって、新たな挑戦を拓いていく

上記の目的に沿って、宇宙の事業領域を「宇宙へ行く」「宇宙に住む」「宇宙を使う」と分類した。「宇宙へ行く」取り組みでは、冒頭に紹介した「宇宙エレベーター建設構想」の他、洋上からのロケット発射、空中ロケット発射の取り組みも行っている。「宇宙に住む」取り組みでは、展開構造物による居住空間の検討、インフレーションによる恒久的な居住空間の検討、建設材料に利用する建材の開発、発電等のエネルギー対策技術、食の開発技術など多岐にわたる。「宇宙を使う」取り組みでは、衛星測位(GNSS)データを用いた建機の自動運転・遠隔操縦技術の実用化、ダム現場のコンクリート自動運搬システム、工事現場での測量や地盤変形モニタリングなどへの適用事例がある。

3.2.2 鹿島建設の取り組み

鹿島建設では、労務人口の減少や災害復旧時の二次災害を防ぐ為、施工の自動化や遠隔操作について研究を続けて来た。その技術の延長上で2016年よりJAXAと「遠隔操作と自動制御の協調による遠隔施工システム」の実現を目指した共同研究を行ってきた。この技術は月面での無人による有人拠点建設の実現につながると考えられる。また、2021年よりJAXA宇宙探査イノベーション

ハブの第7回研究提案募集で「無菌化およびバイオシグニチャー物質の除去を目途とした探査機の高度洗浄技術」の研究課題採択が決定し、関西大学と共同でプロジェクトがスタートしている。これは「惑星保護」といわれ、宇宙探査や開発を進める際に探査機が地球から他の天体へ生命・生体物質を持ち出し、現地環境を汚染してしまうこと、また他の天体から地球へ持ち帰った生命・生体物質を含む可能性のある物質によって地球環境が汚染されることを防ぐことを目的とする。

さらに2021年より、遠心力を利用する人工重力施設をテーマとした京都大学SIC有人宇宙学研究センターとの共同研究がスタートしている。遠心力を利用した施設を「宇宙建築」として具体的な生活空間の提案を行い、実現可能性を探る試みである。人類の長期滞在、あるいは世代交代には地球並の重力は必須であるとの考えの下、無重量状態、天体上、天体間移動状態等における人工重力施設を検討している。京都大学SIC有人宇宙学研究センターは「宇宙社会の実現」を目指しており、人工重力施設を生命維持システムに必要な技術体系「コアテクノロジー」の一翼とするとともに、地球生態系の代表を「コアバイオーム」、これらを備えた循環型の社会を「コアサエティ」と名付け、宇宙進出に最小限必須なものは何かを抽出することを目指した統合的な学問体系の構築を意図している。

3.2.3 清水建設の取り組み

清水建設は1987年に大手ゼネコンで初めて宇宙開発に向けた取り組みを始めてから現在まで30年以上に渡り、人類が宇宙に進出する際の安全安心の提供を目指した宇宙建設技術の研究開発を続けてきた。過去には宇宙開発事業団NASDA（現JAXA）の技術試験衛星VII型（Engineering Test Satellite VII、ETS-VII）での軌道上遠隔トラス組立などに関わった実績がある。また採用には至らなかったが米国カーネギーメロン大学と共同で国際宇宙ステーションのロボットアームの開発を実施した経験もある。

清水建設は将来ビジョンを「シミズドリーム」という名称で提案している。古くは1988年の「コンクリート製月面基地」構想として、地上建設で広く使われるコンクリートを用いた月面基地構想を発表した。これは人類が地球以外の他天体で営みを育む時代が到来する時代に建設会社としてどのように貢献できるかの一例を示したものであり、ユニット化されたモジュールを高度に自動化された生産システムにより現地資源を利用して大量生産し、それぞれのユニットを連結して内部に大空間を作

る構想となっている。

また、より大きな構想として2009年には「LUNA RING（ルナリング）」構想を発表した。ルナリング構想は月面の赤道上を一周する幅400kmの太陽電池ベルトにより発電した電気を地球にマイクロ波/レーザーで送電し、地球上のあらゆる場所に電気エネルギーを供給するクリーンエネルギーソリューションとして提案している。ルナリングは来る水素社会を前提としており、受電後は直接電力として使うほか、水の電気分解にルナリングのエネルギーを使うことで水素を製造することができ、水素の安定供給にも寄与することが可能である。

3.2.4 大成建設の取り組み

宇宙でより多くの人が暮らす月面社会を実現するには宇宙技術の蓄積に加え、自給自足・地産地消の新しい技術と物質循環の仕組みが必要となる。地球も閉じた空間であり、資源は有限である。宇宙における地産地消は、現在の地球でこそ実現に向けて取り組むべき要素を含んでおり、これらの技術は地球におけるレジリエントな社会づくりへのヒントになると考えられる。

2009年に日本の月周回衛星「かぐや」が撮影した画像により月面に直径50m以上の縦孔が発見された。この縦孔に付随すると考えられている地下の溶岩チューブの内部は、月面のような宇宙放射線や飛来物、大きな温度差などのリスクが少なく、基地建設には非常に有利な空間であると考えられている。

大成建設では月の縦孔を中心とした地下空間に豊かな生活空間を実現することを検討してきた。この地下空間に必要とされるのは、月面上での短期ミッションでの滞在を補完する役割として、長期滞在のために、安心感・開放感を提供できる空間であるとし、従来の月面活動での「閉鎖・集中型」の基地に対して、月地下空洞では「開放・交流型」の環境を作り、相互補完的な関係をつくるコンセプトとした。また、「①物理的な生存環境」（有人宇宙技術の視点）と「②心理的な居住環境」（建築的視点）の両立が必要である。月地下の空間は月面活動に不足するものを補い、自然の変化やリズムが感じられる多様な場所をつくり、「②心理的な居住環境」として、快適な環境で開放感のある、6分の1の重力に合わせてデザインされた場所となる。

3.2.5 竹中工務店の取り組み

竹中工務店は、1980年代後半よりニューフロンティア領域の一つとして宇宙建築分野への取り組みを開始した。1990年から「火星基地構想」の検討を始め、1992年にその構想を発表した。同時期には、微小重力状態で

の閉鎖系物質循環の研究として宇宙シャワーを想定した水滴の挙動実験などの研究活動も実施していた。

2010年代後半からは、産学連携やJAXAとの協業を通じて宇宙滞在に必要な技術開発を本格化させた。2018年には東京理科大学の「スペース・コロニー研究センター」に参画し、2030年以降の宇宙滞在に必要な技術の研究開発に着手した。2019年からは宇宙空間での長期滞在に不可欠な「食」の要素技術に関する基礎研究を開始し、2021年には国際宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟において、JAXA、キリンホールディングス、千葉大学、東京理科大学との協業で、世界初となる袋型培養槽技術によるレタスの栽培実験を実施した。

2021年からは、科学技術振興機構「ムーンショット型研究開発事業」にて、中央大学を中心とした研究開発チームの一員として、“低機能ロボット群”と“進化型ネットワーク知能システム”による、月面の溶岩洞窟における探査・輸送・活動拠点構築の実現に向けた研究開発を推進している。2023年からは、内閣府スターダストプログラムの一環である国土交通省「宇宙無人革新建設技術開発」に参画し、東京大学、九州大学、JAXAとともに、月面での「ベースキャンプ」構築を目指した技術開発を実施している。竹中工務店はその中で、宇宙飛行士が居住するための「滞在モジュール」の内部建築計画・設備計画、高密度緑化計画の検討を進めている。

これらの多様な取り組みを統合し戦略的に展開するため、2023年に宇宙建築タスクフォース (Takenaka Space Exploration, 通称TSX) を組織し、宇宙生活におけるQOL向上を目指した技術開発を推進している。

3. 2. 6 安井建築設計事務所の取り組み

安井建築設計事務所は、1924年に安井武雄によって創業され、2024年の100周年を機に新たな挑戦として宇宙ビジネス室「YES,」(YASUI EARTH and SPACE)を立ち上げ、宇宙ビジネスへの取り組みを開始している。「YES,」が注力する宇宙ビジネスは大きく3つの領域に分類される。まず、①地球上では、宇宙港を起点としたまちづくりや、ロケット発射技術を支える仕組みの構築支援を行う。次に、②宇宙空間では、極限環境下での居住快適性の向上を目指し、そして、③他惑星内では、過酷な環境下でのランドスケープデザインに挑戦する。これら、技術的ハードルの高い宇宙に関する取組みを通して、地球上の日常生活や建築に応用可能なソリューションの創出を直近の目標としている。

また、同社社長を引き継いだ安井武雄娘婿の佐野正一は、一連の「日本国有鉄道新幹線停車場」で1964年に

日本建築学会賞を受賞するなど、駅舎建築を重要なビルディングタイプとして確立してきた。近年では「大阪国際空港」や「東京国際クルーズターミナル」、「長崎駅」など、陸・海・空のターミナル建築の実績を積み重ねている。

こうした実績を背景に、同社は宇宙機の離発着拠点となる宇宙港の開発に着目している。宇宙空間を経由して大陸間を高速で移動する「P2P」輸送が実現すれば、宇宙はより身近で民間にも開かれたものとなる。さらに、宇宙機搭乗による身体的負荷を考慮すると、搭乗前・中・後における身体のケアが極めて重要である。安井建築設計事務所は、地球はもとより他惑星においても、宇宙居住の始まりとなる宇宙港が周辺地域と連携し、人々のウェルビーイングとQOL向上の拠点となる未来を目指している。

4. 展望

本稿で報告した内容は、著者らが委員を務めた日本建築学会宇宙居住特別研究委員会の活動の下で行われたものである。今後、これらの取り組みを通して浮かび上がった課題の整理と、課題解決に向けた研究開発を継続して行う必要がある。

宇宙居住特別研究委員会の活動を通して、JAXAなどの宇宙居住施設の仕様を決める側と、設計者や建設会社などの仕様に沿って設計や建設を行う側で、スムーズな情報交換を行うための環境整備が重要な課題であることが明らかになった。2024年度から活動を開始した日本建築学会宇宙居住小委員会では、このような環境整備を進めるべく活動を進めており、大学や国家研究機関の研究者や本稿で紹介した以外の民間企業の技術者を新たにメンバーとして加えて、宇宙居住に向けた設計指針の作成や月面基地の日本案の提案などに向けた活動を行っている。これらの成果は、学会でのシンポジウムやパネルディスカッションなどの形で公開していく予定である。

【参考文献】

- 1) 山出美弥、佐々島暁、十亀昭人：宇宙建築学の萌芽期に於ける日本建築界の動向－宇宙開発建設研究会CEGASを事例として－，日本建築学会技術報告集，29巻，73号，pp. 1624-1629，2023.
- 2) 日本建築学会宇宙居住特別研究委員会報告書，2023

【謝辞】

本稿の3.2章の執筆において瀧田安浩氏（大林組），大野琢也氏（鹿島建設），鶴山尚大氏（清水建設），庄司研氏（大成建設），大畑勝人氏（竹中工務店），篠原佳則氏（安井建築設計事務所）の協力を得た。ここに記して謝意を表する。

【執筆者】



*1 荒木 慶一
(ARAKI Yoshikazu)



*2 十亀 昭人
(SOGAME Akito)



*3 鶴巻 崇
(TSURUMAKI Takashi)



*4 山出 美弥
(YAMADE Miya)

特別企画② 今後の建築技術の展望

RX (ロボティクス・トランスフォーメーション) ー建設業の未来に向けた、 建設RXコンソーシアムの取組みー

Future of the construction industry
(Innovation and attractiveness created by the Construction RX Consortium)

村上 陸太*1

1. はじめに

建設業の抱えている今一番大きな課題は、建設業の人手不足と高齢化の進行です。この問題は、他産業に比べて顕著であり、近い将来建設業の担い手がいなくなってしまう可能性があり、喫緊の課題として早急な対策が必要な危機的な状況にあります。

なぜ、建設業の人手不足と高齢化が他産業に比べて顕著かというと、建設現場の状況は、40年前とほぼ変わっておらず、いわゆる3K（きつい・汚い・危険）の代表のような作業環境が影響していると考えられます。その環境が、働き方改革や価値観の多様化という社会変革に追いついていないことが、本課題の大きな要因と考えられます。

2. なぜ、建設業のデジタル化は進まないのか？

この課題を解決するには、建設業が3K産業から脱却し、生産性の高い、やりがいと魅力あふれる仕事となる必要があります。具体的な方策としては、最先端技術であるDX（ロボット/AIに代表されるデジタル技術の活用）を進めることで、3K産業から脱却することを目指すことが有効だと考えられます。

これらの課題と方策は以前から認識されており、3Kにつながる業務をロボットやデジタル技術を使って作業環境を改善していく試みは、早くから実施されてきました。しかし、現状では、図-1に示す建設現場での厳しい作業条件や、図-2に示すように、ゼネコン各社が個別に技術開発をすると、ロボット等の技術を使用する作業員が、それぞれの操作方法を覚えなくていけなくなり、開発コストについても、個社の開発では、活用できる機

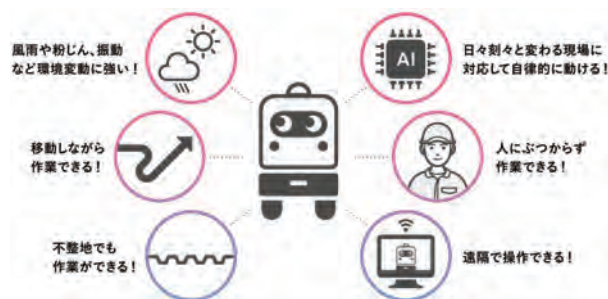


図-1 建設現場でのロボットの作業条件

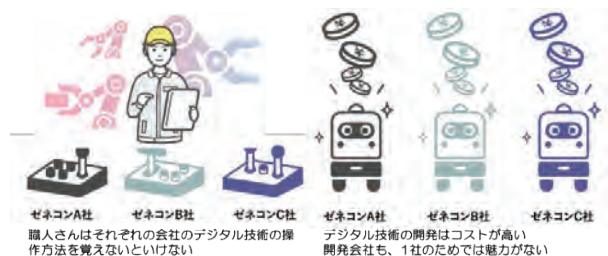


図-2 ロボットの操作者とコストの問題

会が限られ、開発費が割高になってしまうという問題があり、これらの技術を普及させるという段階には、なかなか進みませんでした。

3. 競争から共創へ。建設RXコンソーシアムの設立

そこで、建築の施工に関するデジタル技術開発を、各社が個別に進めるのではなく、ゼネコン、IT関連会社、スタートアップ企業、その他建築関連の企業で共創することで、建設業のデジタル化に取り組んでいく試みが始まりました。

*1 MURAKAMI Rikuta：竹中工務店専務執行役員、建設RXコンソーシアム会長

2019年に鹿島建設と竹中工務店の2社の技術連携が始まり、その後清水建設が加わって3社での技術連携となり、2021年9月に、図-3のような「ねらい・対象・方法」を定め、ゼネコン16社が集まって、建設RXコンソーシアム（以下、RXコンソーシアム）を設立しました。その後、IT関連企業や物流会社、商社、保険会社などの多種多様な協力会員の参画が進み、2022年には73社、2023年には213社、と参画企業が増え続け、2025年3月現在、正会員であるゼネコン29社、協力会員255社の合計284社（写真-1）が本コンソーシアムに参画しています。

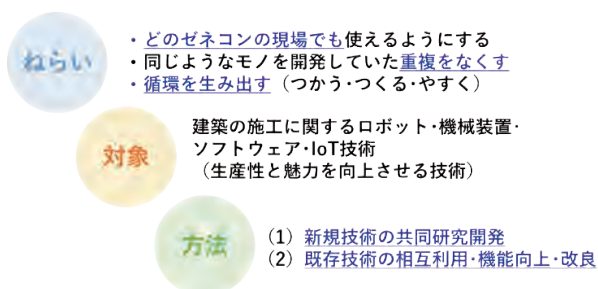


図-3 RXコンソーシアムのねらい・対象・方法



写真-1 総会での会員全体での写真

4. RXコンソーシアムの組織と活動

RXコンソーシアムの組織・体制は、図-4のように構成されています。

2025年3月現在、会長は村上（竹中）、副会長は山崎（清水）、小林（鹿島）が務め、年1回開催される会員全体の総会（写真-1）、年3回程度開催される幹事会（幹事会社は、竹中工務店・鹿島建設・清水建設・大成建設・大林組、会計監事が西松建設）等があり、運営主体は、月1回開催される運営委員会と、実際の技術開発を実施する分科会で構成されています。運営委員会では、それぞれの分科会の活動報告や、会員企業（スタートアップを含む）からの技術紹介、ロボットのデモンストレーションも適宜実施しています。実際の技術開発を行う分科会では、運営委員会で取り組み可否を決定した後、会員各社の中で、参加したい企業が手を挙げて参加することが

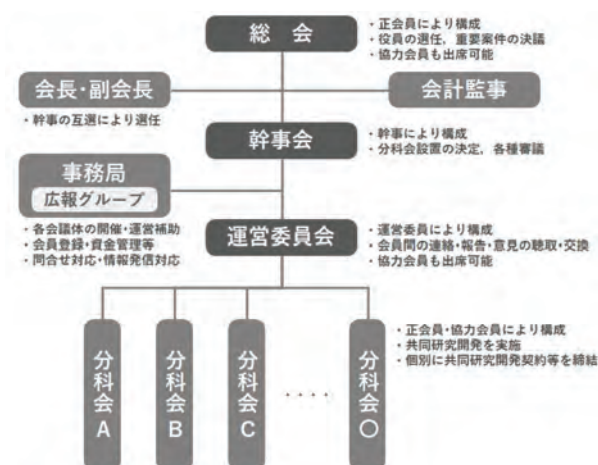


図-4 RXコンソーシアムの組織・体制

できます。

図-5にRXコンソーシアムの紹介リーフレットを示しています。このように各分科会では、建設業の課題解決につながるロボット等の技術開発を実施しています。

次章以降で、各分科会で実施しているロボットやシステム開発の概要について説明します。

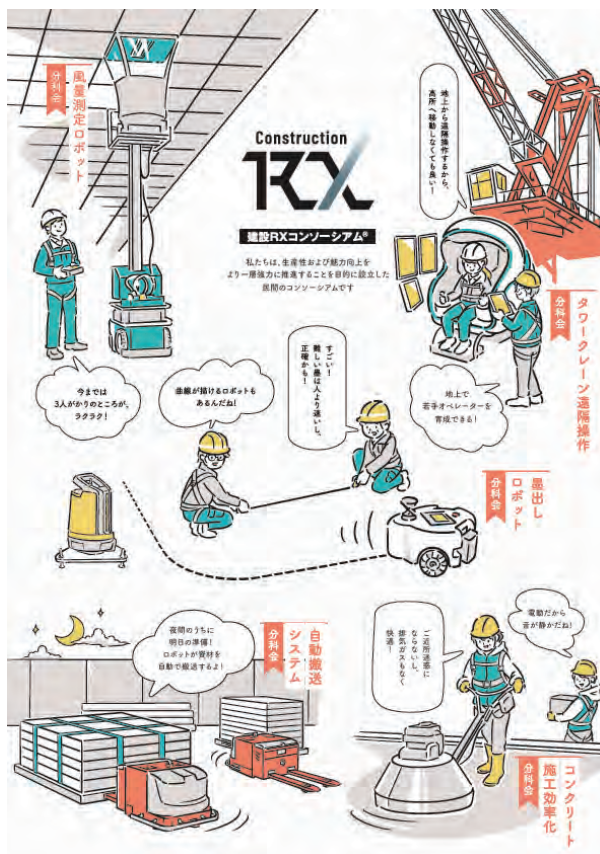


図-5 RXコンソーシアム紹介リーフレット

5. RXコンソーシアムの分科会活動

RXコンソーシアムの分科会の構成を、図-6に示します。

現在は12の分科会があり、それぞれ複数社が参画、各社の作業所でPoC（実証実験）が実施されています。活動内容は、運営委員会でレビューされ、参加していない正会員からも意見を聞くことができます。以下、いくつかの分科会の活動状況を抜粋して述べていきます。



図-6 RXコンソーシアム分科会活動

5.1 資材の自動搬送システム分科会

資材の自動搬送システム分科会は、建設用資材搬送ロボットの全体管理を実施する建設ロボットプラットフォーム（RPF）と、搬送用ロボットと工事用エレベータのシミュレーションを実施し、運行管理・指示をする自動搬送管理システム（JHS）を結合させた、作業所内での資材の搬送指示・運搬・配送を自動化するシステムです。

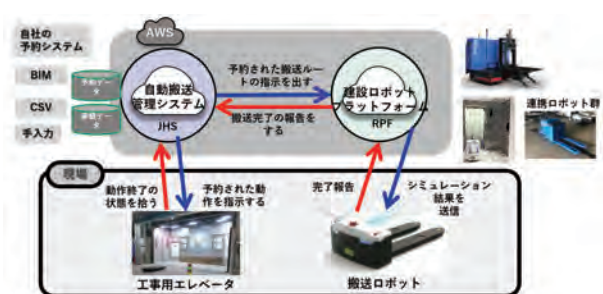


図-7 資材自動搬送システムの概要

JHSは、BIMデータをベースとしたRPFを活用、搬送計画をそのプラットフォーム内でシミュレーションし、複数の搬送ロボットと工事用エレベータを管理運用します。

図-7に示すように、JHSでは工事用エレベータへの動作指示や搬送ルート指示、RPFでロボットの運用管理やシミュレーション結果の送信を実施します。

このシステムでは、一部の会社の搬送ロボットだけではなく、各社が開発した搬送ロボットがそのシステム内

で管理運営され、効率的に工事用エレベータと連携、資材を目的の場所に搬送できます（写真-2）。



写真-2 搬送ロボットと工事用エレベータ

5.2 タワークレーン遠隔操作分科会

タワークレーンのオペレータは、毎日最大50m上空の運転席へはしごで昇っています。狭い空間に一日中いる業務環境のため、体への負担が懸念されていました。

この建設業の3K（きつい・汚い・危険）を象徴する業務を解消するため、タワークレーンの操作を地上あるいは遠隔地から実施できるように開発されたのが、「TawaRemo®」タワークレーン遠隔操作システムです。



写真-3 「TawaRemo®」の操作席

写真-3に、「TawaRemo®」の操作席を示します。

宇宙船の操縦席のようなデザインは、若手就業者の入職を促進するため、魅力的な外観を意識して設計しています。

機能面では、タワークレーンの運転席周辺に設置された複数台のカメラによって撮影された映像が、基地局を経由して地上（または遠隔地）のcockpitに送信され、モニター画面に表示されます。また、荷重などの動作信号及び異常信号を閲覧する専用モニターも配置しています。さらに、タワークレーン側に設置されたジャイロセ

ンサーにより、コックピット側で実際のタワークレーンの振動、揺れ、手応えを体感することもでき、タワークレーンの運転席上での操作と同等の環境を構築しています。

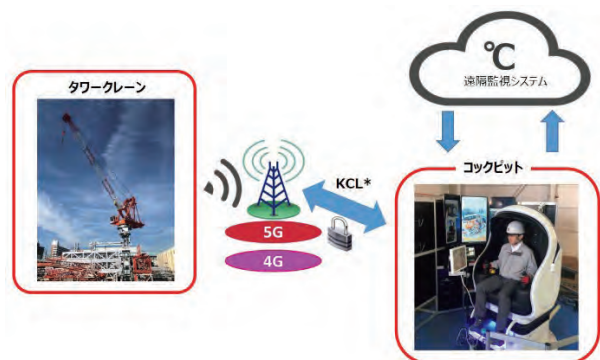


図-8 「TawaRemo®」システムの概要



写真-4 「TawaRemo®」の操作状況

遠隔操作時の反応遅延やセキュリティ問題の解決のために通信システムは、NTTドコモの協力のもと、4Gアクセスプレミアム回線（閉域ネットワーク）による高いセキュリティが保たれており、安心して操作が行えるよう設計されています。さらなる操作性向上を目指し、5G回線の導入も検討しています。

本技術の実証のため、大阪から名古屋のクレーンを遠隔操作する実験を実施しましたが、特に問題となるような操作の支障は見られませんでした。

現在、竹中工務店、鹿島建設、清水建設、大成建設といった幹事会社の作業所で導入済みで、準大手・中堅ゼネコンも本分科会に参画・導入検討しており、また、海外ゼネコンも興味を持っており、順次導入が進むことが期待されます。

今後は、オペレータセンターのような施設での集中運用や、本システムをクレーンオペレータの教育システムにも展開できるような検討も進めています。

5.3 コンクリートの施工効率化分科会

建設工事の中でも、特に3Kの代表例であるコンクリート工事では、人手不足対策と技能の継承が進まない現状があります。これを踏まえ、本工事に関わる、省人化や技能不足を補う技術開発に業界全体として取り組む分科会として、最初はコンクリート系ロボット分科会という名称で、ロボット開発を主に取り扱っていました。しかし、ロボット開発はあくまで手段であり、私たちが目指すのは、コンクリート工事の施工環境を効率化し、3K業務から解放することで、建設業の未来を切り開いていくことが目的である、という事から分科会名を変更しました。



写真-5 コンクリート施工効率化のためのロボットやシステム

本分科会は、RXコンソーシアムとしての新たな開発や各社が今まで開発した既存システムのより良い組合せなども含め、コンクリートの省人化施工に向けたシステム構築を目指して活動しています。

写真-5に現在対象としているシステムを、写真-6にゼネコン各社が開発したシステムを持ち寄って実施した、コンクリートの施工効率化実証実験風景を示しています。今まで自社の中でしか使っていなかったロボット等の技術を持ち寄り、比較検討・意見交換を実施、熱い思いで語り合うことができました。



写真-6 コンクリート施工効率化実証実験風景

5.4 畢出しロボット分科会

墨出し作業は、建築生産だけではなく、3Dを含む図面データを実際の現地にマーキングする重要な業務であり、各社デジタル化・ロボット化を進めてきました。

本分科会では、それぞれの会社が開発した技術を持ち寄り、開発者同士も一緒になって、その開発技術の機能・特長を話し合い、建設現場で活用技術に昇華できるように活動を進めています。



写真-7 3体の墨出しロボットとイベント実施風景

写真-7は、分科会で技術開発・活用を進めている3体のロボットを示しています。東京国際フォーラムでのイベントで、3体が同じ場所でその機能・特徴を披露しました。実際の開発者たちによるパネルディスカッションも実施し、それぞれのロボットの現状での使用場面や今後の展開等を示すことができました。

5.5 市販ツール活用分科会

本分科会では、技術開発や改良を実施するのではなく、市販ツールとして社会に出ている、ロボットやシステム・機器道具類を、建設現場で活用するために、それぞれの技術を比較検討し、その技術活用の環境を整備することを目的としています。

現在、本分科会には、ドローン・バイタルセンサ・アシストスーツについての3つのWGがあります(写真-8)。これらの市販ツールについて、どの技術を自分たちの建設現場に導入すべきかが判断できず、我々の悩みの種でした。

本分科会では、それぞれのツールを実際に使用して、その特徴や操作性、性能を比較検討し、どのような場面で採用するのがいいのかをまとめています。

本分科会活動のバイタルセンサWGについては、最初は建設現場でのバイタルセンサの活用展開を図るための調査実施が目的でした。しかし、センサを付けることは手段であって、目的は建築作業員の健康を守ることにある、という原点に立ち戻りました。その結果熱中症の

リスク軽減につながる冷却製品の実証実験(図-9)を実施するなど、活用範囲が広がりつつあり、今後の展開に期待が高まっています。



写真-8 市販ツール活用分科会の3WG

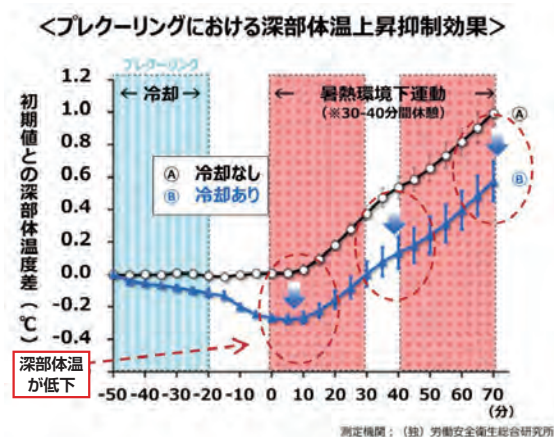


図-9 熱中症対策技術の実証実験結果

5.6 相互利用可能な技術分科会

本分科会も、実際の技術開発や改良をするのではなく、各社がこれまで個社で、それぞれ開発してきた技術について、RXコンソーシアムを通じて、他社に利用してもらうことで、その運用の効率化を図るものです。

元々、これらの技術は、自社だけではなく他社でも使えるように、開発メーカーやレンタル会社を通じての社外展開を考えていた技術も多いのですが、生産性向上につながる技術は、企業競争の“武器”になる、との考えから、他社のロボット技術を導入するという事は、スムーズには出来ていませんでした。

しかし、会社としてRXコンソーシアムの考え方に賛同・参画し、みんなで協奏・共創していこうという機運が高まり、「他社の技術を使うのはどうか？」というような心理的な障壁がなくなり、採用しやすくなりました。



ランク	使用可否	詳細
5	相互利用分科会使用可	レンタル会社のみで対応できる 及び施工会社が保有している
4	相互利用分科会使用可	普及展開がされており、故障・不具合が少なく開発部門の応援は不要
3	相互利用分科会使用可	普及展開されているが、開発部門の導入支援が必要
2	自社内分科会のみ使用可	数件、作業所で適用され効果把握や改良の必要がある
1	自社内分科会のみ使用可	開発段階で改良の必要がある

図-10 相互利用可能な技術のランク分け

具体的な分科会活動としては、図-10に示すように、各社の保有技術を調査研究し、それらの技術を採用のしやすさでランク分けし、HPでその技術の紹介と窓口（連絡先）を掲載しています。

また、写真-9に示すように、各社の同じ目的で開発した技術（ここでは建設現場向け掃除機）の比較会を実施し、開発者や使用者が一堂に集まり、実際に機械・道具を使ってみて意見を出し合うことで、比較検討から活用展開を促進しています。



写真-9 建設現場向け掃除機比較会

6. おわりに

ここまで書いてきたように、最初は、実際に使う職人さんの不便をなくし、重複する技術開発をなくして、建設作業用ロボット技術開発を、効率的に推進するために組織した建設RXコンソーシアムですが、現在は、ロボットという事にとらわれず、建設業の生産性向上と魅力向上につながる技術を共創で開発・活用推進するための活動に変化してきました。そもそも、ロボット技術を建設作業所に導入しようと考えたのも、建設業の3K作業をロボットに代替させて、生産性向上と魅力向上を実現しようということだったので、本来の目的に沿った活動になってきていると思います。



写真-10 RXコンソーシアム Exhibition2024

写真-10に、2024年11月27日～28日にかけて開催されたExhibition2024の案内を示しますが、RXコンソーシアム参画企業のメンバーたちは、自分たちで、建設業の未来を切り開いていこうという同じ目的を持つ仲間たちが集まっていることもあり、メンバー全員が積極的に活動しており、このコンソーシアムの活動が軌道に乗ってきていると感じています。

今後は、これらの技術をビジネス展開する段階にも着手する必要があります。本稿をお読みになって、ご興味を持たれた方は、ぜひRXコンソーシアムに入会していただき、一緒に建設業の未来を切り開いていきましょう。

【執筆者】



*1 村上 陸太
(MURAKAMI Rikuta)

建設3Dプリンティング

3D construction printing

寺西 浩司*1

1. はじめに

近年、建設3Dプリンティング技術は急速な発展を遂げており、海外では、既に、戸建て住宅をはじめとして、多くの建築物にこの技術が供されている。我が国においても、昨今、この技術に対する関心が急激に高まり、技術開発と実用化のための検討が一気に進みつつある。

建設3Dプリンティングは、型枠を用いた従来のコンクリート工事とは一線を画する卓越した長所を潜在的に有している。すなわち、①自由曲面を含む複雑な形状を、一品生産で比較的簡単に製作できるため、建築物のデザイン・造作の自由度が飛躍的に向上する。②建設技能者の大幅な減少が見込まれる中、省人化のための有効な手段となる。また、24時間連続稼働が可能であり、短期間での建築物の施工を実現できる。③BIMで設計された建築物のデジタルデータを直接3Dプリンターに引き渡して施工できるため、DXを推進するためのコアテクノロジーとなり得る。

本稿では、日本建築学会「デジタルファブリケーションによるRC工事研究小委員会」の調査結果なども交えながら、建設3Dプリンティングの現状と今後の展望について概説する。

2. 建設3Dプリンティングの概要

3Dプリンティングは、CNCやレーザーカッターなどと同様に、「デジタルデータをもとに創造物を制作する技術」と定義されるデジタルファブリケーション技術の一つに位置付けられる。また、製品の製造方法は、一般に、図-1に示す3種類に分類され、3Dプリンティングは、その中の付加製造（Additive manufacturing、

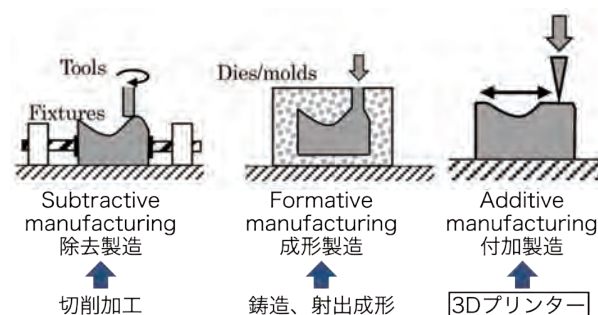


図-1 製造方法の種類¹⁾に追記

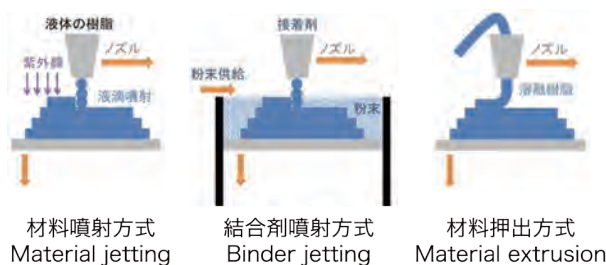


図-2 建設用3Dプリンターの造形方式²⁾に追記

AM) に該当する。付加製造では、製造物の内側を含む全ての部分を精細に加工可能であり、この点が他の製造方法にはない大きな利点といえる。

3Dプリンターに関しては、ASTM F2792に7種類の造形方式が規定されているが、建設用の場合は、図-2に示すような、材料噴射方式 (Material jetting)、結合剤噴射方式 (Binder jetting)、材料押出方式 (Material extrusion) の3種類が主に採用されている。ただし、現在主流となっている方式は、圧倒的に、ノズルからモルタルを押し出して積層する材料押出方式である。

なお、建設用3Dプリンターには、図-3に示すような、

*1 TERANISHI Kohji : 名城大学 理工学部建築学科 教授 博士 (工学)

ロボットアームとガントリーの2種類の方式があり、どちらも広く用いられている。一般に、ロボットアームの方式の方が造形の自由度が大きく、造形物のサイズの制約が少ない。また、移動や設置に手間がかからない。ただし、コスト面ではガントリー方式の方が有利とされている。

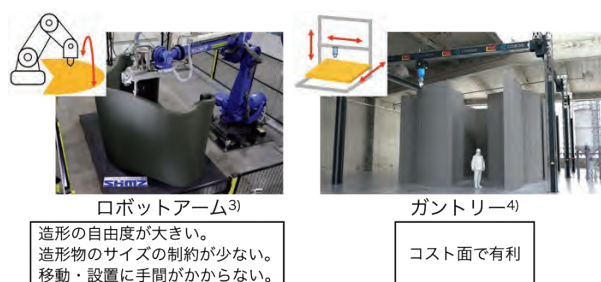


図-3 建設用3Dプリンターの方式

3. 建設3Dプリンティングの現状

3.1 研究開発の動向

図-4に、Web of Scienceデータベースから取得したコンクリート3Dプリンティング関連の論文発表数の推移を示す⁵⁾。論文発表数は2016年頃を境に加速度的に増加しており、このことから、建設3Dプリンティングは、注目されてからまだ10年足らずの新しい技術であることがわかる。しかし、その後、研究開発は我が国も含めて本格化し、裾野が広がり続けている。

3.2 研究委員会

2018年に、Digital Concreteという建設3Dプリンティングをテーマとした国際会議がはじめて開催された。我が国においても、この頃から、図-5に示すように、建設3Dプリンティングを対象とした研究委員会が各学会で組織され始めた。3Dプリンティングの研究委員会は、まず、日本コンクリート工学会において、FS委員会を経て、2019年度にはじめて組織された。

その後、2021年度に、日本建築学会に「デジタルファブリケーションによるRC工事研究小委員会」が設置され、その傘下の3DプリンターWGが4年間にわたって建設3Dプリンティングの調査研究を行った。この活動は、2025年度から、ガイドライン等の作成を検討する後継の委員会に引き継がれた。日本建築学会には、このほかに、2024年度から、材料、構造、建築計画、情報システムなどの分野横断的な委員会である「3Dプリント建築特別研究委員会」が設置されている。

土木学会においても、2021年度に「3Dプリンティング技術の土木構造物への適用に関する研究小委員会」が設置され、2024年8月からは、設計・施工指針(案)の刊行を目的とした「建設用3Dプリンターによる埋設型枠設計・施工に関する研究小委員会」が活動している。

3.3 施工実績

3.3.1 海外における実績

海外では、既に多数の3Dプリント建築物が建設されている。一例として、2019年にドバイに建設された市庁舎管理棟⁶⁾を図-6に示す。これは、3Dプリンティングで建設された建築物としては、現時点で世界最大のもの

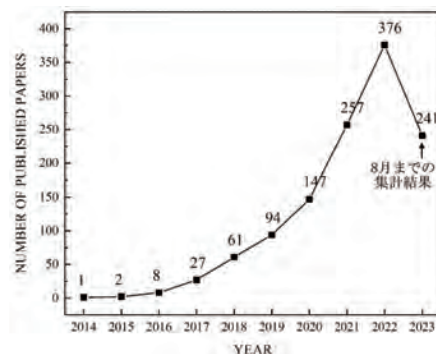


図-4 コンクリート3Dプリンティング関連の論文発表数⁵⁾

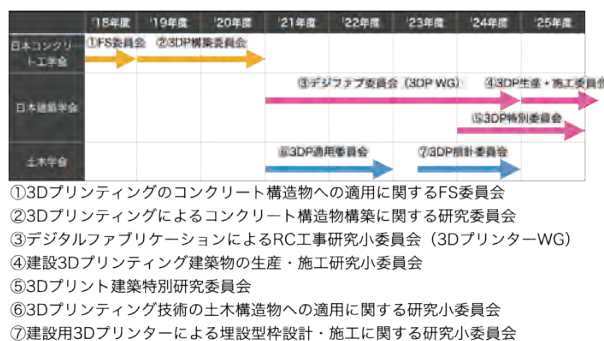


図-5 建設3Dプリンティング関連の研究委員会



図-6 市庁舎管理棟（ドバイ）⁶⁾

のである。建設にあたっては、3Dプリンターをクレーンで移動させながら、オンサイトで1階および2階の壁を造形している。

このような中規模の建築物が3Dプリンティングで建設された実績もあるが、建築分野における3Dプリンティングの主な用途は圧倒的に戸建て住宅である。例えば、スタートアップ企業のICONは、アメリカのテキサス州に100棟規模の3Dプリント戸建て住宅を建設し、様々

図-7 ICONによる戸建て分譲住宅（アメリカ）⁷⁾図-8 Project Milestone（オランダ）⁸⁾図-9 シェル型ベンチ⁹⁾図-10 3Dプリンター実証棟「3dpod」¹⁰⁾

なタイプやグレードの本格的な住宅を分譲している⁷⁾。なお、建設にあたっては、図-7に示すように、ガントリー式の3Dプリンターを用いて現場施工している。

また、オランダでは、アイントホーフェン市やアイントホーフェン工科大学を中心とした6者によるProject Milestone⁸⁾が進行中である、図-8に示すような、1棟ごとに異なる有機的なデザインを有する戸建て住宅の建設が計画され、一部の住宅は既に完成している。なお、このプロジェクトでは、プレキャスト工法が採用されている。建設3Dプリンティングにあたって現場施工とプレキャストのいずれの工法を選択するかは各企業の考え方によるところが大きい。

3.3.2 国内における実績

大林組は2019年に、図-9に示すような、曲面のみで構成されたシェル型ベンチを3Dプリンティングで製作した⁹⁾（既に解体済み）。このベンチは、奥行方向に12分割したピースを3Dプリンティングで製作し、プレス

図-11 広場状デッキの大型柱³⁾図-12 壁状柱³⁾図-13 駐車場屋根構造物³⁾図-14 グランピング施設¹¹⁾

トレスにより一体化させたものである。また、同社は2022年に、図-10に示す3Dプリンター実証棟「3dpod」を建築物として建設している。

清水建設は2021年に、図-11に示すような、「豊洲MiChiの駅」の広場状デッキを支える自由曲面をもつ大型柱を3Dプリンティングで製作した³⁾。また、図-12に示すようなガントリー型の大型3Dプリンターを開発し、2022年には、自社研修施設のための長さ20mの壁状柱を製作した³⁾。さらに、2023年には、図-13に示す駐車場の屋根構造物の一部を3Dプリンティングで製作している³⁾。

ゼネコン以外では、例えば、會澤高圧コンクリートが、図-14に示すグランピング施設などを3Dプリンティングで製作している¹¹⁾。

3.4 3Dプリンティング企業

国内では、主に大手ゼネコンが3Dプリンティングの普及を牽引しているが、海外では、ここ10年ほどの間に次々と設立された建設3Dプリンティング専門のスタートアップ企業がその任を担っている。具体的には、図-15に示すように、デンマークのCOBOD International、フランスのXtreeE、オランダのCyBe ConstructionやVertico、アメリカのICONやApis Corなどがその代表的な企業といえる。一方、我が国には、Polyuseやセレ

ンデックスなどといったスタートアップ企業が存在している。

4. 建設3Dプリンティングに関する今後の展望

4.1 3Dプリンティングの周辺技術

建設3Dプリンティングは、今後の建築そのものの在り方にパラダイムシフトをもたらす可能性を秘めた技術として期待されている。しかし、3Dプリンター装置などのハードさえあれば、今後、この技術が順調に普及していくとも考えにくい。図-16に示すような、周辺のソフト・ハード技術が全体的に底上げされ、それらが3Dプリンティングと一体になることで、はじめて3Dプリンティングが建築工事に広く浸透していくものと考えられる。以下に、図-16中に示すそれぞれの項目について詳述する。

4.2 3Dプリンティング技術

4.2.1 プリンティング材料

3Dプリンティング用モルタルには、図-17に示すように、押出し性と積層性という本来トレードオフの関係にある2つの性能が同時に要求される。そのため、現状では、これらの両立を目的とし、チクソトロピー性を付与した低水粉体比のモルタルが使用されることが多い。また、急結剤をノズル部分でモルタルに添加して積層性をさらに向上させる方法が採用されるケースもある。

なお、モルタルは、使用する3Dプリンターの仕様に合わせて調整される必要があるため、現在は、3Dプリンターメーカーが専用のプレミックスモルタルを供給するケースが多く、その成分や調合などは公開されていない。今後は、3Dプリンティング用モルタルの調合設計法が体系的に整備されることが期待される。

4.2.2 引張補強

図-10～12に示した3Dプリンティングの適用例では、いずれの場合も、打込み型枠の部分のみを3Dプリンティングで製作し、その後、型枠内部に鉄筋をセットし、コンクリートを充填して部材として完成させている。3Dプリンティングでモルタルの積層と同時に鉄筋を配置する実用的な手段はまだ見出されていない。そのため、現時点では、3Dプリンティングの構造体への現実的な適用方法はこのような形態に留まらざるを得ない。3.2に上述した土木学会の指針(案)も打込み型枠(埋設型枠)への適用を想定したものとなっている。フル3Dプリンティングで構造体を製作する場合はこの点が最大の障壁となるため、今後、効果的な引張補強方法の実現が待たれるところである。

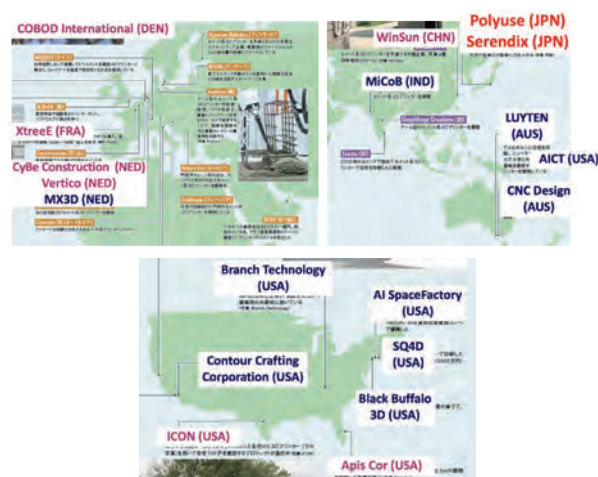


図-15 国内外の3Dプリンティング企業¹²⁾に追記

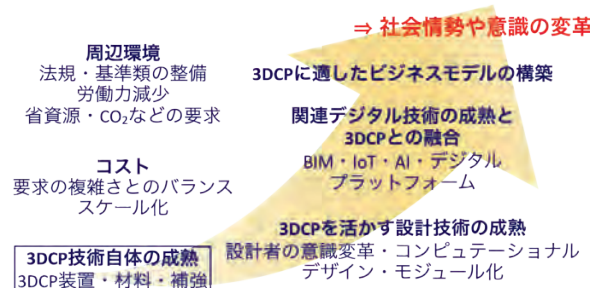


図-16 3Dプリンティングの普及に必要な周辺技術・環境¹³⁾

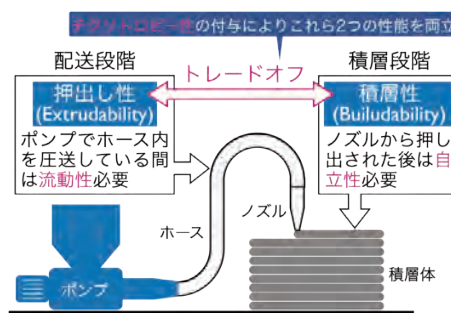


図-17 3Dプリンティングモルタルに要求される性能

4.3 設計技術

4.3.1 意匠設計

近年の建築物は、できるだけ安価かつ手軽に建設するために、マスプロダクションの手法を導入し、本質的に画一化の方向に進化してきた。また、設計もその制約に縛られてきた。その点、3Dプリンティングは、マスカスタマイゼーションのための手段であり、設計者や発注者が求める形状の建築物を、必要な時に必要な分だけ生産できる。

図-18に、スイスで3Dプリンティングにより建設中のTOR ALVA (白い塔)¹⁴⁾を示す。3Dプリンティングを前提とすることで、建築デザインの自由度が飛躍的に

拡大し、このような自由曲面のみで構成される建築物の構築も可能になる。このことは、特に作品建築と呼ばれる分野において、建築家に新たな可能性を提供することになるものと期待される。

なお、建築物は、図-19に示すように、これまで面を組み合わせる空間を構成するアプローチで設計されてきた。それに対し、3Dプリンティングを前提とした設計では、線を重ね合わせて自由曲面を含む空間を形成することで、そのメリットを活かすことができる。したがって、3Dプリント建築に対しては、従来と異なる設計思想が設計者に求められることになる。

4.3.2 構造設計

(1) 3Dプリンティングのための構造設計法

フル3Dプリント建築物の場合、引張補強に課題があることを踏まえると、少なくとも現時点では、鉄筋コンクリート造に準じた構造設計は困難と考えられる。また、3Dプリンティングの特徴を活かした自由な形状のデザインとした場合、無駄のない設計とするためにはFEM解析が欠かせない。これらの点を踏まえると、3Dプリンティングの普及に際しては、その長所・短所を考慮した構造設計法が必要になるものと考えられる。

(2) コンピューショナルデザイン

指定された設計条件に基づいて形状を一から自動生成する「ジェネレーティブデザイン」や、基になる3D形状から不要な部分を削ぎ落とし、強度と軽量化を両立しながら自動で形状を生成する「トポロジー最適化」などの設計技術が開発されている。これらのコンピューショナルデザインの手法を活用し、複雑で有機的な形状の建築物を設計する試みが以前からなされてきた。しかし、その建設は、従来の施工方法では多大な費用と労力を要するため、現実的ではなかった。しかし、3Dプリンティングを活用することで、コンピューショナルデザインによる建築物の建設が可能となる。なお、図-9に示したシェル型ベンチにおいても、トポロジー最適化を適用し、断面を最適な形状で中空にすることで、軽量化が図られている⁹⁾。

4.4 関連デジタル技術との連携

現在、BIMの普及が着実に進んでおり、図-20に示す建築プロセスにおいて、設計から施工計画の段階まではデジタル化の目処が立ちつつある。しかし、現状では、工事の段階はマンパワーに依存しているため、この時点で、デジタルの設計情報をアナログに変換する必要が生じる。3DプリンティングをBIMに接続できれば、建築プロセス全体がシームレスにデジタル化され、そのメ



図-18 TOR ALVA (スイス)¹⁴⁾



図-19 3Dプリンティングに適した設計

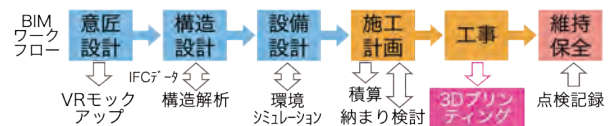


図-20 BIMへの3Dプリンティングの接続



図-21 3Dプリント住宅販売のビジネスモデル

リットを最大限に活用することが可能となる。

4.5 ビジネスモデル

図-21は、CyBe ConstructionのCEOであるHendriksが紹介した自社の3Dプリント住宅販売のビジネスモデルを筆者が取りまとめたものである。販売はeコマースを基本とし、発注者は、インターネット上のプラットフォームで住宅を注文する。設計は、レゴブロックを積み重ねる感覚で簡単に操作できるツールを用いて行う。その際、ライブラリから基本形状のモジュールを選択し、寸法やプロポーシオンを適宜調整して組み合わせていく。また、この設計ツールはパラメトリックデザインにも対応している。このようにして3Dプリンティングの長所を最大限活かして住宅を設計し、その後、世界各地の提携プロバイダーに設置された自社の3Dプリンターによ

り、設計した住宅を建設する。なお、類似のプランのビジネスを構想するスタートアップ企業は他にも多く存在するものと推察される。

4.6 コスト

図-22に、Robert が提示した工事単価と形状の複雑さの関係を示す¹⁵⁾。型枠を用いた従来の工法の場合は、建築物や部材の形状が複雑になるほど工事単価が飛躍的に増大していく。それに対し、3Dプリンティングの場合は、形状が単純であれば相対的に高価となるものの、形状が複雑になっても工事単価はほとんど変わらない。ここで、図中の2つの曲線の交点が損益分岐点にあたり、これより右側の領域では、3Dプリンティングの方がコスト面で有利となる。将来的に、研究開発が進んで3Dプリンティングの工事単価が下がれば、例えば自由曲面をもつシェル構造物のような複雑な形状の建築物を建設する場合に、3Dプリンティングの方がコスト面で優位となる可能性がある。

4.7 法規

4.7.1 現状における対応方法¹⁶⁾

上述のシェル型ベンチ(図-9)のケースのように、屋根や壁がないものは建築物と見なされないため、建築基準法の適用外となる。また、大型柱(図-11)やグランピング施設(図-14)のケースのような打込み型枠、もしくは帳壁などの非構造体の部分に対しても、建築基準法の方法や構造関係の規定が適用されない。したがって、これらのケースでは、建築確認に配慮せずに3Dプリンティングを適用できる。

しかし、建築物の構造体に3Dプリンティングを適用する場合は建築確認を取得する必要がある。そのため、駐車場屋根構造物(図-13)のケースでは、コンクリートの取り扱いで建築基準法第37条の大臣認定を受け、3Dプリンター用材料を構造体に適用している。また、3dpod(図-10)のケースでは、建築基準法第20条に基づく構造評定の制度を活用し、特殊な建築構造としての認定を受けている。この場合、3Dプリンティング用モルタルは構造に付属する材料として取り扱われるため、使用上の問題は生じない。このように、現行の法制度のもとでも、3Dプリンティングを構造体に適用することは可能であるが、現状ではそのハードルは高い。

4.7.2 国土交通省の取組み

上記の状況下において、国土交通省は、建設3Dプリンティングに関する法規制の在り方について迅速な検討を進めている。2023年6月に政府は「建設DX新市場創出に向けた建設用3Dプリンターの社会実装に資する環

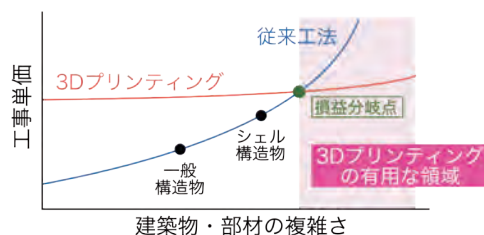


図-22 工事単価と複雑さの関係¹⁵⁾をもとに作成

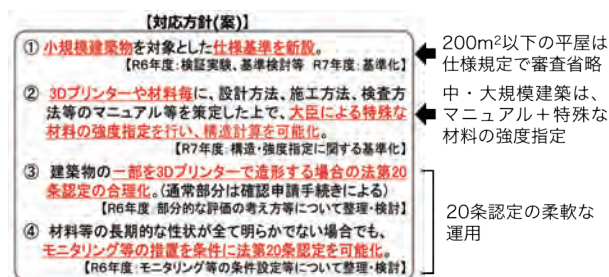


図-23 3Dプリント建築物の法規制に関する対応方針(案)¹⁷⁾に追記

境整備」を規制改革事項の一つとして閣議決定した。これを受けて、国土交通省は、2023年度に「3Dプリンター対応検討委員会」を設置し、1年間かけて「建設用3Dプリンターを利用した建築物に関する規制の在り方について」¹⁷⁾を取りまとめた。この報告書では、3Dプリント建築物の建築確認の対応策として、当面は打込み型枠(残存型枠)を対象としつつ、図-23に示すような、第20条認定の柔軟な運用などの事項を提言している。近い将来に、法規制の面でのハードルが下がることが期待される。

5. おわりに

これまでの伝統的でアナログな建築工事は、長年の経験やノウハウの蓄積を基に、新技術を少しずつ取り入れながら連続的に発展してきた。その点、建設3Dプリンティング技術の登場は、これまでとは明らかに異なった様相を呈している。世界中で研究開発を競い合い、技術の進歩はかつてない速さで進行している。また、スタートアップ企業がその担い手となり、3Dプリンターを核として異業種から建築分野に参入し、新たな建築の形態を模索している。このような動向を踏まえると、建設3Dプリンティングは、今後、現在の延長にはない新たな姿の建築工事を切り開く可能性を秘めている。

本稿が、3Dプリンティング技術の理解と普及の一助となれば幸いである。

【参考文献】

- 1) 館野寿文：アディティブマニュファクチャリングによる複雑部品の製作と設計製造の分散化, システム／制御／情報, Vol.61, No.3, pp.95-100, 2017.
- 2) 小原照記：いまさら聞けない3Dプリンタの選定基準：
<https://monoist.itmedia.co.jp/mn/articles/2007/28/news007.html> (2025年2月20日閲覧)
- 3) 清水建設：建設用3Dプリンティング技術：<https://www.shimz.co.jp/company/about/sit/topics/topics08/> (2025年2月20日閲覧)
- 4) PERI: 3D Construction Printing : <https://www.peri.com/en/competences/3d-betondruck1.html> (2025年2月20日閲覧)
- 5) Wang J., Liu Z., Hou J. and Ge M.: Research Progress and Trend Analysis of Concrete 3D Printing Technology Based on CiteSpace, buildings, Vol.4, No.4, 2024.
- 6) Apis Cor: <https://apis-cor.com> (2025年2月20日閲覧)
- 7) AMP: <https://ampmedia.jp/2024/10/23/3d-printer-texas/> (2025年2月20日閲覧)
- 8) Project Milestone: <https://www.3dprintedhouse.nl/en/> (2025年2月20日閲覧)
- 9) 石関嘉一, 金子智弥, 坂上肇, 中村允哉, 武田篤史：3Dプリンタを用いたコンクリート構造物の自動化施工の取り組み, 大林組技術研究所報, No.85, pp.1-6, 2021.
- 10) TECTURE MAG: <https://mag.tecture.jp/business/20230605-89733/> (2025年2月20日閲覧)
- 11) 會澤高圧コンクリート：GLAMPING VILLAGE：<https://www.aizawa-c3dp.com/glamping-village> (2025年2月20日閲覧)
- 12) 木村駿, 石戸拓朗：ここまで来た 建設3Dプリンター, 日経アーキテクチュア, pp. 30-33, 2022.3.10
- 13) 西脇智哉, 梶田秀幸：建設3Dプリンティング技術とその普及状況, デジタルファブリケーションが切り開くRC工事の未来 (2022年度日本建築学会大会パネルディスカッション資料), pp.14-24, 2022.
- 14) Tor Alva: <https://www.tor-alva.ch/en/> (2025年2月20日閲覧)
- 15) Robert J. F.: Digital concrete: Dream or reality? New green or ecological monster? : <https://www.youtube.com/watch?v=5nD30pS7T0Q> (2025年2月20日閲覧)
- 16) 濱崎仁：デジタルファブリケーションを取り巻く法体系, デジタルファブリケーションが切り開くRC工事の未来 (2022年度日本建築学会大会パネルディスカッション資料), pp.3-7, 2022.
- 17) 国土交通省：建設用3Dプリンターを利用した建築物に関する規制の在り方について (案) (3Dプリンター対応検討委員会報告書 (案) 概要), 2024.3

【執筆者】



*1 寺西 浩司
(TERANISHI Kohji)

特別企画② 今後の建築技術の展望

コンクリートの新技術

New Technologies in Concrete

三橋 博三*1

1. はじめに

石油、石炭、天然ガスなどの化石燃料は、産業革命以降、人類の経済発展を支えてきた。しかしながらその一方で、大量消費が続けばそれらの資源は急速に減少して枯渇することが予測されるばかりではなく、大量のCO₂が排出されて地球温暖化の原因となり、深刻な問題となっている。振り返って見ると、1980年代前半頃からサステナビリティ (sustainability、持続可能性) という言葉が注目されるようになった。即ち、化石燃料に限らず天然鉱物を含む化石資源の枯渇を回避することが注目され始めた。社会・経済の発展には様々な開発が必要だが、将来の世代が自らのニーズを満たす能力を損なうことなく、現在のニーズを満たす開発が求められるようになったと言える。2015年にはSDGs (Sustainable Development Goals、持続可能な開発計画) が国連で採択された。

地球温暖化のリスクが一般に認知されるようになったのは1980年代末だが、温暖化ガスの排出がその原因であることは疑う余地のない事とのコンセンサスを得て、温暖化対策の必要性が広く認識されるようになったのは2000年頃からである。気候変動に関する国際条約を話し合うために1995年に始まったCOP (Conference of the Parties、締結国会議) は、その後ほぼ毎年開催され、京都議定書 (1997年) やその後継となるパリ協定 (2015年) の採択を経て、「世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保ち、1.5℃に抑える努力をすること」という長期目標が示された。この目標を達成すべく、世界各国が温室効果ガス排出量削減目標を設定している。日本政府は、中期的目標として温室効果ガスの排出量を2030年度までに2013年度比で46.0%削減

すると共に、長期的目標としては2050年までに温室効果ガスの排出実質ゼロ (即ち、カーボンニュートラル) を目指すとしている。

この政府提案の目標達成のために、2020年に「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン戦略」が策定され、コンクリート関連項目としては、コンクリートへのCO₂固定技術やCO₂排出削減技術の普及拡大の目標などが示された¹⁾。このグリーン成長戦略を推進するために、(国研) 新エネルギー産業技術総合開発機構 (NEDO) にグリーンイノベーション基金が創設され、その基金事業として様々な技術開発が試みられている。コンクリート分野では、2010年代半ば頃から、民間プロジェクトにCO₂排出削減と高品質を両立する環境配慮型 (あるいは、低炭素型とも呼ぶ) コンクリートが適用されている²⁾。

本稿では、上述のような時代背景を踏まえつつ開発されている新しい時代のコンクリート材料を創出するものとして注目されている新技術について、それらの概要・現況・今後の課題や将来展望について述べる。

2. 環境配慮型コンクリート

コンクリート材料の製造時に排出するCO₂の大半は、その主要材料であるセメントの製造過程に起因している。即ち、このセメントの主原料である石灰石 (CaCO₃) を高温で焼成する過程で大量のCO₂が発生する。そこで、コンクリート製造に使用するセメントの量を減らしたり、コンクリート内にCO₂を吸収するなどして固定することにより、コンクリート製造時のCO₂排出量をトータルとして削減する取り組みが活発に行われている。このようなコンクリートは、「環境配慮型コンクリート」³⁾あるいは

*1 MIHASHI Hirozo : 東北大学 名誉教授 工学博士

表-1 環境配慮型コンクリートを創り出す要素技術の分類
(文献⁵⁾を参考にして作成)

要素技術 のタイプ	技術の概要	例
①セメントを置換	セメントの一部あるいは全部を、産業副産物である高炉スラグ微粉末やフライアッシュ、あるいは「再生セメント」に置き換えてCO ₂ の排出量を低減	ECM (米澤 ⁶⁾)、クリーンクリート (小林 ⁷⁾)、T-eConcrete (大脇 ⁸⁾)、サステインクリート (松田 ⁹⁾)、CELBIC (古川 ⁹⁾)
②骨材や粉体にCO ₂ を固定化して練り混ぜ	コンクリートスラッジにCO ₂ を反応させて炭酸カルシウム(CaCO ₃)の微粉末や骨材を製造し、それらを材料としてコンクリート内に練り混ぜてCO ₂ を固定化	軽質炭酸カルシウム微粉末 (佐々木 ¹⁰⁾)、その他の各種CCU骨材 ^{*1} ・CCU粉体 ¹¹⁾ の利活用
③コンクリート製造時あるいは養生時に直接CO ₂ を吸収	コンクリートの製造時や養生時に高濃度のCO ₂ を吹きかけてコンクリート中にCO ₂ を吸収させ、CaCO ₃ として固定化	CO ₂ と反応する特殊な混和材を用いたCO ₂ 吸収コンクリート (取違 ¹²⁾)、T-Carbon Mixing (松本 ¹³⁾)

*1: ここに、CCU骨材とはCarbon Capture and Utilizationを施した骨材の略称で、排ガスあるいは大気中のCO₂を分離・回収して骨材中に固定し、利活用する技術のこと。

「低炭素コンクリート」⁴⁾等と呼ばれている。環境配慮型コンクリートは、CO₂を削減あるいは吸収する形態などから、表-1に示す3タイプに分類される⁵⁾。

2.1 コンクリート中のセメントを産業副産物などで置換する技術

京都議定書が発効された2008年に、コンクリートのCO₂排出量の削減を狙ったNEDOプロジェクトとして、Energy CO₂ Minimum (略称、ECM) セメント・コンクリートシステムの研究が始まった⁶⁾。ECMコンクリートは、普通ポルトランドセメントの使用量を削減するためにCO₂排出原単位が小さい高炉スラグ微粉末でセメント量の60～70%を置き換えることで、コンクリートのCO₂排出量を60～70%削減しようとするものである⁶⁾。その後開発されたクリーンクリート⁷⁾、T-eConcrete⁸⁾、サステインクリート⁹⁾では、CO₂排出量の少ない高炉ス

ラグ微粉末の他にもフライアッシュ、シリカフェームを混和材として用いている。例えばクリーンクリートでは、セメントを30%以下で高炉スラグ微粉末を70%以上とする調合が最も汎用的なものとしている⁷⁾。また、T-eConcreteのセメント・ゼロ型の標準的な調合では、高炉スラグ微粉末をカルシウム系化合物(刺激剤)で硬化させる例もある⁸⁾。

しかしながら、高炉スラグ微粉末の混入率を60%以上と大きくすると、経時に伴う大きなスランプの低下、初期強度の発現性低下、大きな自己収縮、早い中性化の進行等の様々な問題が起こってくる。また、初期強度発現性や収縮保障のためにある程度の量の石こうを加えるが、一方で耐火性や凍結融解抵抗性の低下にも繋がることから、適切な量とすることが必要である²⁾。これらの問題を解決して初めて、それぞれのコンクリート新材料は「環境配慮型コンクリート」として社会的認知を得られる。更なる普及拡大のためには、生コン工場(供給拠点)の整備なども課題である。

なお、表-1中の「再生セメント」とは、乾燥スラッジ微粉末(DSP)のことである¹⁴⁾。これは、建設副産物の戻りコンクリートから骨材を分離し乾燥・粉碎・分級して製造されたもので、普通セメントの50～60%程度の強度発現性を有する高品質のDSPを得ることができる。通常のセメントのCO₂排出量と比べて約8分の1に低減できる³⁾ことから、環境配慮型コンクリートのセメント代替材料として利用されている。

2.2 骨材や粉体にCO₂を固定化した上でコンクリート中に練り混ぜる技術

コンクリート中には、大小様々な骨材が全体で約70%含まれている。その骨材にCO₂を吸入・固定化できれば大幅なCO₂削減につながることから、種々のCCU材料の技術開発がなされている。佐々木¹⁰⁾は、プレキャストコンクリート工場で発生するコンクリートスラッジに豊富に含まれるカルシウム成分と、蒸気養生に必要なボイラー等から排出されるCO₂ガスとの反応から、軽

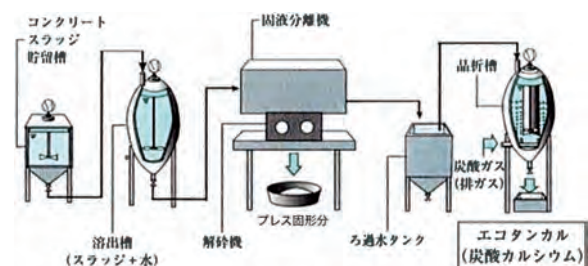


図-1 コンクリートスラッジを用いた炭酸カルシウム製造フロー³⁾

質炭酸カルシウム微粉末を製造する方法を開発した(図-1)。

この微粉末は、コンクリート中へのCO₂固定化に用いられると共に、高流動コンクリートの分離抵抗性向上にも寄与している¹⁵⁾。

2.3 コンクリートに直接CO₂を吸収させる技術

コンクリート養生時に直接CO₂を吸収させるために、特殊な混和材を練り混ぜて成形したコンクリートに養生槽内で高濃度のCO₂を与えることにより、コンクリート中にCO₂を固定化する技術が開発されている¹²⁾。この特殊な混和材 γ -C₂Sは、カルシウムカーバイドからアセチレンを発生させるプロセスで副生する消石灰Ca(OH)₂を原料として製造されるもので、水とは反応せずにCO₂と反応して炭酸カルシウムを生成し、硬化する性質を持っている。

一方、コンクリートの練り混ぜ時にCO₂を噴霧してコンクリート中にCO₂を固定化させる方法も開発されている。その中の一例(T-Carbon Mixing¹³⁾)では、コンクリートの製造を2つのステップに分け、一次練りのモルタルにCO₂の噴霧を行うことで、作業効率を上げている。単位当たりのコンクリートへのCO₂固定量は近年開発されている他の方法よりも10分の1程度と少ないものの、現場打ちコンクリートへの適用も可能で現場展開が容易な点などの特徴を有している。但し、CO₂を排出しているメーカーから純度の高いCO₂を高額で購入して利用することは、コスト高の要因となるので対策が必要である。

2.4 カーボンネガティブコンクリートの実現と課題

上述の様に、コンクリートの製造に欠かすことができないと考えられてきたセメントに由来するCO₂の排出量削減を狙い、様々な要素技術が開発されてきた。しかしながら、セメントの代替のみでは、目標とする「2050年までにカーボンニュートラル」を実現することは困難である。そこで、一般のコンクリートが排出するCO₂よりも多い量のCO₂を逆に吸収する「カーボンネガティブ」技術の開発が進められている。

例えばCO₂-SUICOMは、一般的な混和材の高炉スラグ微粉末やフライアッシュ等を併用してセメントの使用量を大幅に低減することに加えて、特殊な混和材 γ -C₂S混入と炭酸化養生によって強制的に大量のCO₂をコンクリート中に吸収・固定化することにより、いち早く「カーボンネガティブ」を実現し、小型の無筋コンクリートブロックを中心に実績を重ねてきた¹⁶⁾。他にも、クリーン

クリートやT-eConcreteに、CO₂を吸収・固定化した炭酸カルシウムを主成分とする粉体を混入したクリーンクリートNやT-eConcrete/Carbon-Recycleも「カーボンネガティブ」を達成している。

更に、2022年にはECMやCO₂-SUICOM開発に関連した企業を含む44企業、11研究機関の全55団体からなる大型コンソーシアムCUCOが結成され、革新的カーボンネガティブコンクリートを社会実装させる目的で、グリーンイノベーション基金事業として技術開発に取り組んでいる¹⁷⁾。特徴的な所は、表-1に示す各要素技術を更に高度化すると共にそれらを複合的に結びつけ、原材料の選定、組成や製造条件の最適化、コストダウン等の課題解決に取り組んでいる点である(図-2)。材料単独では、コスト的にも社会実装が難しくなるので、i-constructionが目指す建設施工現場の省人化等と結び付けた検討¹⁵⁾やPCa構造としての展開¹⁸⁾等も試みられている。

3. ジオポリマーコンクリート

3.1 ジオポリマーとは

コンクリート製造時のCO₂排出削減問題を背景に、セメントを全く使わない新たなタイプの硬化体としてジオポリマー(Geopolymers、以下、GPと略称)の研究も世界的に注目されている。我が国における建設材料としてのGPに関する研究は、特にJCI-GP研究委員会(2015、2016年度)の活動をきっかけに、近年大きく発展してきた¹⁹⁾。GPは、結合材としての活性フィラーにアルカリ刺激剤としてのアルカリ溶液を加えることによって生ずる反応で生成される硬化体である。GPという名称は、1970～1980年代にDavidovits(仏)により提唱された用語で、活性フィラーとして用いられたメタカオリンが水ガラスのアルカリ刺激を受けて縮重合(ポリマー化)した状態を表したものである。その後、強度や耐久性の観点から、メタカオリンやフライアッシュ(以下、FAと略称)等の活性フィラーだけではなく、酸化

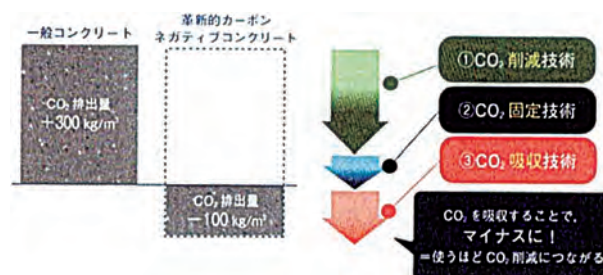


図-2 CUCOの概要¹⁸⁾

カルシウムを多く含む高炉スラグ微粉末（以下、BFSと略称）を併用する等、使用材料も多様化し、反応生成物の観点からは正しくジオポリマーとは呼びにくい状況もあり²⁰⁾、最近ではアルカリ活性材料（Alkali Activated Materials、以下、AAMと略称）と呼ぶ例が多く見られている²¹⁾。

JCI-GP研究委員会では、出発材料に着目して、GPを以下のように定義している。「セメントクリンカーを使用せず、非晶質のケイ酸アルミニウムを主成分とした原料（活性フィラー）とアルカリ金属のケイ酸塩、炭酸塩、水酸化物の水溶液の少なくとも1種類（アルカリ溶液）を用いて硬化させたもの」¹⁹⁾。また、菊地ら²¹⁾はAAMを簡潔に「SiとAlを主成分とする粉体をアルカリ水溶液で混練りし製造した硬化体」と言い表している。この粉体の代表的なものは、FAである。なお、ジオポリマーに細骨材を加えたものをジオポリマーモルタル、さらに粗骨材を加えたものをジオポリマーコンクリートとし、一般的なコンクリートと同様に強制二軸ミキサなどを用いて練り混ぜることができる²⁰⁾。

3.2 活性フィラーおよびアルカリ溶液の構成材料と特徴

GP（あるいはAAM）の性能は、活性フィラーとアルカリ溶液の種類、品質、構成比などによって大きく異なることが、既往の研究からわかっている²¹⁾。我が国では、活性フィラーの代表的な構成材料としてFAをベースに、その一部をBFSで置換したFA-BFS系に対する研究・開発が一般的である²²⁾。FAの主要成分はSiとAlであるのに対して、BFSはSiやAl成分に加えてCa成分を多く含んでいる。FAのみを使用した場合は低強度であるのに対して、FAとBFSを併用した場合（FA-BFS系）では強度が増大すること、更にそのFA-BFS系では蒸気養生に先立つ常温での前養生の時間を延ばすことで、

強度が顕著に増大することなどが明らかにされている（図-3）²¹⁾。

なお、常温養生と加温養生では反応生成物が異なるために、同様の強度であっても諸性質は異なる場合があるので注意を要する²²⁾。また、BFSの置換率に比例して強度は上昇するが、BFS置換率が20%（容積比）を超えると可使時間が極端に短くなる傾向にあることから、BFSの置換率の目安は10～20%であると言われている²²⁾。

3.3 建設材料としての特徴

GP（あるいは、AAM）は、耐酸性、耐糖性、耐高温性（耐火性）、耐硫酸性、塩分浸透抵抗性に優れているので、従来のセメントモルタルやコンクリートでは劣化が激しく補修を繰り返していた箇所等への適用も試みられている。また、物質移動抵抗性が高いことから、放射性物質等の有害物質を固定するのに適しているなど、大きな特徴を有している²²⁾。一方、クリープ性状や耐疲労性、耐凍害性等に関しては、未だ評価が不十分である²¹⁾。また、粘性が高いことから、一般のコンクリート材料と比べて作業性に劣るともいえるが、この性質を生かした3Dプリンター用材料としての可能性も期待される。

3.4 残された課題

海外では当初は耐火材として利用されていたが、構造部材への適用例も報告されている。一方、我が国においては施工実績の不足や高い材料コストなどから未だ適用例は限られているが、温泉地や酸性環境下の歩車道境界ブロックや下水道施設など、特殊環境下で適用されている²³⁾。また、可使時間の短さや高い粘性を改良するための新たな混和剤の開発、ポンプ圧送施工の技術開発等が取り組まれている²⁰⁾。今後一層の展開が期待される。

4. 自己治癒・自己修復コンクリート

4.1 自己治癒・自己修復を発現する様々な機構

私達の日々の生活環境を支えている社会基盤構造物や建築物は、築後50年を過ぎた頃からその老朽化対策が課題となり、維持管理のための費用が高んでくる。そこで、地球環境の持続可能性の観点からも、このような構造物の長寿命化が、建設分野における研究・技術開発の重要な課題として注目されている。

コンクリートは、圧縮力の作用には強いものの引張力に対しては弱いために、引張抵抗力の強い鋼材で適切に補強して構造材料として用いられている。しかしながら、例えば地震の揺れや乾燥に伴う収縮ひずみ等が原因となり、ひび割れが形成される場合がある。これらは、構造物の安全性に関わる大きなひび割れではなくとも、鋼材

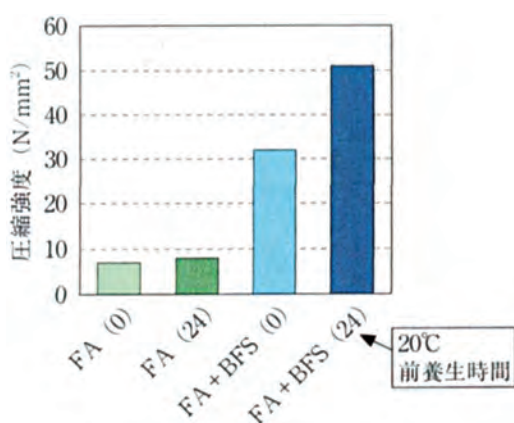


図-3 使用粉体および前養生による強度の変化²¹⁾

腐食を引き起こす劣化要因の侵入経路を形成する。したがって、コンクリート構造物の長寿命化を実現するためには、ひび割れの発生やそれに伴う劣化の進展を抑える、より適切な材料の選択や補修技術の開発・適用が求められる。

1990年代以降、従来からの補修技術の適用とは異なり、材料自らがひび割れ発生などの異変発生を察知し、材料自身に内在する力で治癒や修復の対応を実行する機能を有する自己治癒・修復材料の開発が、金属、セラミックス、繊維強化高分子材料、コンクリート等の分野で積極的に進められてきた²⁴⁾。2007～2008年の2年間に亘り、日本コンクリート工学会に設けられたセメント系自己修復性の評価とその利用法研究委員会が、現象発生機構に着目して行った自己治癒／修復の分類と用語の定義が、この分野の研究を理解する上で有益である²⁵⁾。表-2に、自己治癒／修復の分類とそれに対応する研究事例を示す。

「治癒 (Healing)」は、セメントの再水和や CaCO_3 の析出などによりひび割れが閉塞する現象で、「自然治癒」は元々コンクリートが持っているポテンシャルが発揮されて起こるものである。それに対して、反応生成物の析出がひび割れ空間を充填することを狙って膨張材²⁷⁾やフライアッシュ等の混和材を混入したり、 CaCO_3 を創り出すバクテリアをコンクリート内に混入しておいたり²⁸⁾、あるいはひび割れ幅拡大を抑制し CaCO_3 の析出を助けるために短繊維を混入しておく方法²⁶⁾等によるものを「自律治癒 (Autonomic Healing)」と呼んでいる。更に、これら2種類の「治癒」を包含するものとして、「自己治癒 (Autogeneous Healing)」を定義している²⁵⁾。これに対して「自動修復 (Activated Repairing)」は、小型の装置等をコンクリート部材中にあらかじめ組み込んでおいて、従来の補修・補強に代わる手段によってひび割れを閉塞するものである。その例としては、補修材を充填したパイプのネットワークを巡らしておいたりする方法²⁹⁾等が提案されている。また、ひび割れ幅の拡大を抑えるように、超弾性合金を補強筋として用いる試みも報告されている³⁰⁾。但し、 CaCO_3 の析出による自己治癒の多くは、ひび割れを閉塞することはできても、強度の回復まで成功した例はごく限られている³¹⁾。勿論、自己治癒によってひび割れを閉塞することで、鉄筋の腐食進行を抑制できることが明らかにされており³²⁾、例えば十分な強度回復ができなくとも、構造物の長寿命化には貢献できる。好気性微生物を利用した鋼材腐食抑制技術の開発³³⁾なども取り組まれており、今後の展開が期待される。

表-2 自己治癒／修復の分類とそれに対応する研究事例
(文献²⁵⁾を参考に作成)

	分類	研究事例	治癒	発現の種類
[A]	自然治癒	・低水セメント比による残存未水和セメントの再水和 ・水理構造物に見られるひび割れ内での再水和	治癒	潜在型自己治癒
[B]	自律治癒	・フライアッシュのボゾラン反応を利用 ・短繊維混入によるひび割れの幅抑制と分散制御 (例: ECC ²⁶⁾) ・特殊混和材の利用 (例: 膨張材 ²⁷⁾) ・ CaCO_3 を創り出すバクテリアの利用 (例: basilisk ²⁸⁾)	治癒	設計型自己治癒
[C]	自動修復	・補修材を内包するマイクロカプセルの分散混入による利用 ・補修材を内包するパイプネットワークの利用 (ひび割れ発生の検知をどうするか? : ガラスパイプ, 発熱デバイス ²⁹⁾ , モニタリング技術との融合) ・形状記憶合金や超弾性合金を補強材として利用 ³⁰⁾	修復	設計型自己修復

また、技術の実用化に当たっては、その生産コストと比べて治癒あるいは補修効果が十分かを定量的に評価する必要があり、その評価方法の標準化が求められる³⁴⁾。

4.2 短繊維補強によるひび割れ幅抑制と自己治癒

コンクリート内のひび割れ表面に水が供給されると CaCO_3 が析出し、ひび割れ幅がごく小さい場合にはその析出物で自然に閉塞されることが知られている²⁵⁾。その性質を利用してひび割れを自己治癒するための鍵は、ひび割れ幅をいかに小さく抑えるか、あるいは如何にしてひび割れ内に効率よく CaCO_3 を析出させるかにある。引張荷重下では脆性的に破断するモルタルであっても、それに直径数十ミクロン程度の細い合成繊維を容積率で約2%混入すると、引張荷重にも粘り強く抵抗できる材料へと変身させることができる (例えば、ECC²⁶⁾)。この短繊維補強モルタルには、沢山の細いひび割れが発生し、ひび割れを架橋するように細い繊維が連なっている。このひび割れが水で満たされると、 CaCO_3 が析出して

ひび割れた空間を満たし、やがては閉塞される。注目されるのは、この架橋している繊維が、この CaCO_3 結晶の析出を助ける働きをすることである。繊維の種類や量の影響も見逃せない³¹⁾。

4.3 量産技術が確立されたバクテリアによる自己治癒コンクリート

ヨンカース (H.M. Jonkers) 率いるオランダ・デルフト工科大学の研究グループが、2000年代初期にバクテリアを用いた自己治癒コンクリート技術を開発した²⁴⁾。アルカリ耐性の強いバクテリアとその餌となるポリ乳酸を内包するカプセルをコンクリート中に分散混入させ、バクテリアを不活性状態に置いておく。コンクリートのひび割れ発生に伴って浸透してくる水分と酸素に反応してバクテリアが活性化し、 CaCO_3 結晶を析出させてひび割れを閉塞するという仕組みである。一般に、カプセル状の混和材をコンクリート中に練り混ぜる際には、弱いと壊れること、軽いと浮き上がること、硬化した後も他のコンクリート特性（強度や剛性等）に変化を引き起こすこと、などを避けなければならない。加えて、数十年後にひび割れが起こった時には、不活性状態にあったバクテリアがタイムリーに活動を開始する必要がある。様々な試みを経て、最初ヨーロッパで商品化されたパジリスクは、製造工程が複雑で大量生産には不向きであった。その後、會澤高圧コンクリートおよびアイザワ技術研究所との共同研究により、カプセルの粉末化と量産化が実現して、我が国に於いても様々なところで利用されるようになった²⁸⁾。ひび割れに水分が供給される環境であることと強度回復ではないことに注意が必要ではあるが、コンクリート構造物の長寿命化に繋がる技術として期待されている。

5. その他の動向

5.1 再生骨材の品質改善による利用促進の試み

建設廃棄物の中で、排出量が最も多い割合を占めているのはコンクリート塊である。そのリサイクル率は98%と高いものの、その殆どが再生路盤材や埋め立て用であり、2000年代初頭になってコンクリートへの再利用促進のために再生骨材H、M、Lとその品質に応じて3段階にJIS化された。しかしながら、品質向上のためには製造コストが嵩み、実用性や環境負荷の点からも未だその普及拡大には繋がっていない。そこで伊代田ら³⁵⁾は、製造コストが低く、エネルギー消費量や副産微粉末発生量が少なくすむ低品質の再生骨材に CO_2 ガスを吹き付けて炭酸化し、再生骨材の品質を改善する技術開発に

取り組んでいる。改質再生骨材の強度増大、乾燥収縮低減、凍結融解抵抗性などの耐久性向上が一連の実験によって確認されている。低品質の再生骨材には、より多くのセメント硬化体が付着しており、そのことが明確な品質改善効果に繋がっているものと考えられる。

5.2 完全循環を目指すムーンショットプロジェクト：CCC

2018年6月、内閣府の総合科学技術・イノベーション会議において、従来技術の延長ではなく、より大胆な発想に基づく挑戦的な研究（ムーンショット型研究）の必要性が提言された。3つの領域に関わる9つの目標が定められ、研究開発事業が進められている。その中の4番目の目標は、2050年までに地球環境再生に向けた持続可能な資源循環を実現することで、2020年にNEDOから公募に付された。そこで、野口ら³⁶⁾の「 C^4S 研究開発プロジェクト」(Calcium Carbonate Circulation System for Construction, 建設分野の炭酸カルシウム循環システム)が採択され、研究開発が開始された。ここでは、構造物の解体によって発生するコンクリート廃棄物中のCaと大気中の CO_2 とを結合させて、炭酸カルシウムコンクリート (CCC: Calcium Carbonate Concrete) として再生する技術を開発し、このCCCを従来のセメント・コンクリートに代わる主要な建設材料として実用化することで、資源循環を実現することを目標としている³⁶⁾。

CCCの製造原理は、図-4の通りである。コンクリート廃棄物を破砕して再生骨材粒子とセメント硬化体を主成分とする微粉末とに分別し、どちらも完全に炭酸化させる。次に、炭酸化した微粉末を水中に投入した後に、その中へ CO_2 ガスを吹き込んで炭酸水素カルシウム水溶液とする。更に、容器に詰めた再生骨材粒子の間にこの炭酸水素カルシウム水溶液を加圧通水した後、炭酸カ

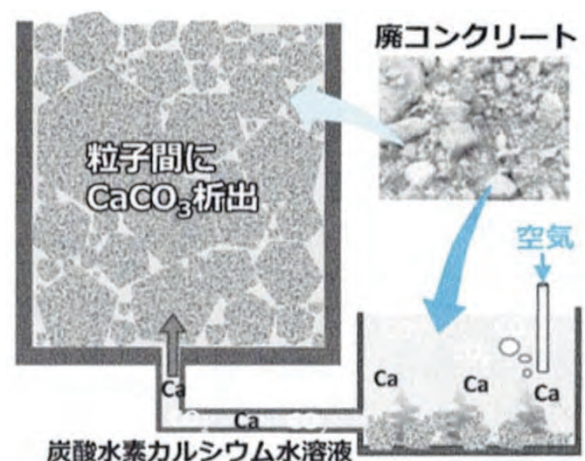


図-4 CCCの製造手法の概要³⁶⁾

ルシウムの溶解度を低下させる操作を施すことで、再生骨材粒子間に炭酸カルシウムの微細な結晶を析出させて骨材粒子同士を結合させ、水分を蒸発させてCCC硬化体が出来上がる³⁷⁾。しかもこのCCCは、何度でもリサイクルが可能である。現段階では実用に供されるレベルまでの道のりは遠いかもしれないが、今後、構造材料としても十分な強度、構造部材として機能し得る寸法、等を満足する新材料に成長することが期待される。

5.3 蓄電・蓄熱コンクリート

ウルム (F.J. Ulm) ら米国MIT (マサチューセッツ工科大学) の研究グループは、コンクリートにナノカーボンブラックと呼ばれる炭素微粒子をある量だけ混入することで、コンクリート内部に電気を貯蔵する機能を持たせることに成功した³⁸⁾。カーボンブラックは、疎水性の物質であるために水和反応に関わることなく、セメント硬化体内に連なる無数の微細空隙の周囲に留まり、炭素微粒子の3次元ネットワークを構成する。このコンクリートが電解質溶液に浸漬されると、カーボンブラックの周囲に電子が集まり電気を蓄積することから、カーボンセメント複合体からなる電子二重層コンデンサが形成される³⁸⁾。

発電・蓄電できるこの新しいコンクリート材料 ec^3 (electron-conducting carbon concrete) を社会実装するために、MITと會澤高圧コンクリートは、産業レベルの利活用を狙った共同開発を推進する「 ec^3 コンソーシアム」を2024年4月に設立した。この技術により、電気を蓄える蓄電型コンクリートと電気を通すと融雪などに利用できる自己発熱コンクリートの開発を進めるとしている³⁹⁾。この材料を、例えば戸建て住宅の基礎に用いることで、太陽光発電などにより得られた丸一日分の電気エネルギーを蓄えることができ、送電線を必要としないエネルギーシステムの実現が期待できる。また、札幌市との共催で2024年12月から翌25年2月末にかけて、大通公園で融雪の実証実験を行い、発熱能力や融雪効果の検証を試みている³⁹⁾。社会実装の大きな成果が期待される。

6. むすび

本稿で取り上げたコンクリートの新技術は、いずれも2050年までにカーボンニュートラルを実現するという大きな社会的目標に向かっていくものである。いずれの取り組みも、社会実装へ向けての課題に、コストの低減が挙げられている。その対策としては、例えばPCa化を図り、その蒸気養生に必要なボイラーから排出される

CO₂ガスを素材の炭酸化に利用する提案がある¹⁸⁾。また、新材料のコストそのものは通常のコンクリートに比べて高くとも、それを取り巻く流通や生産・施工全体のコストの低減に結びつけることが求められている¹⁵⁾。更に、使用セメント量の低減に伴い、アルカリ成分が減って補強筋の錆対策も重要な課題となる。錆びない素材への切り替えの他にも、繊維補強埋設型枠とするなど、工法全体の変化にもつながってくる可能性がある^{15),16)}。

新規材料開発の出発点には、大学や企業・研究機関の基礎的な研究成果による例が多い。しかしながら、社会実装へ向けての展開には、様々な得意技を有する多様な企業・研究機関との共同研究・開発による性能向上や製造法の改良等があって初めて大きな成果に結びついている例も多い。単なる新たな素材開発にとどまらず、総合的な展開が求められている。

また、我が国においては、例えば建築基準法等の法規制が新材料の社会実装への大きな壁となっている。安全性を担保しながら、規制緩和を実現する方策の検討も重要である。

【参考文献】

- 1) https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/ggs/pdf/green_koho_r2.pdf (2025.1.31確認)。
- 2) 小島正朗, 辻大二郎, 依田和久, 橋本学: 低炭素型コンクリート「ECMコンクリート」の開発と今後の普及展開, セメント・コンクリート, No.900, pp.76-81, 2022.
- 3) 久田真, 宮里心一, 坂田昇: 環境配慮型コンクリートの全体像と今後の展望, コンクリート工学, Vol.60, No.10, pp.881-887, 2022.
- 4) 加藤佳孝, 川端雄一郎, 伊代田岳史, 取違剛, 櫻庭浩樹, 蔵重勲, 宮原茂禎: コンクリート技術を活用したカーボンニュートラルの実現に向けて—土木学会234委員会の活動報告, コンクリート工学, Vol.62, No.6, pp.507-513, 2024.
- 5) 久田真, 宮里心一: カーボンネガティブコンクリートの社会実装に向けて, 土木施工, Vol.62, No.11, pp.22-25, 2021.
- 6) 米澤敏男, 坂井悦郎, 鯉淵清, 木之下光男, 釜野博臣: エネルギー・CO₂ミニマム (ECM) セメント・コンクリートシステム, コンクリート工学, Vol.48, No.9, pp.69-73, 2010.
- 7) 小林利光, 一瀬賢一, 並木憲司: 低炭素型のコンクリート「クリーンクリート」, 大林組技術研究所報, No.80, pp.1-4, 2016.
- 8) 大脇英司, 岡本礼子, 松本淳一, 渡邊悟士: 混和材を大量に使用したコンクリートと事例, コンクリート工学, Vol.57, No.1, pp.71-74, 2019.
- 9) 松田拓, 篠崎裕生, 佐々木亘, 野並優二: 持続可能性に貢

- 献する超低収縮・低炭素コンクリート, コンクリート工学, Vol.58, No.1, pp.84-89, 2020.
- 10) 佐々木猛, 八木利之: エコタンカル: CO₂を原料とした環境にやさしい軽質炭酸カルシウム, 土木施工, Vol.62, No.11, pp.87-90, 2021.
- 11) <https://www.nedo.go.jp/content/100920409.pdf> (2025.1.11 確認).
- 12) 取違剛, 横関泰祐, 吉岡一郎, 盛岡実: CO₂排出量ゼロ以下の環境配慮型コンクリート CO₂-SUICOM, セメント・コンクリート, No.786, pp.26-31, 2012.
- 13) 松本淳一, 橋本理, 坂本淳, 丸屋剛: コンクリート製造時に二酸化炭素を固定させる技術, コンクリート工学, Vol.61, No.2, pp.138-144, 2023.
- 14) 百瀬晴基, 石関浩輔, 閑田徹志, 巴史郎, 大川憲, 青木真一, 笠井哲郎: 乾燥スラッジ微粉末を混和材として用いたレディーミクストコンクリートの開発, 鹿島技術研究所年報, 第66号, pp.75-84, 2018.
- 15) 坂田昇, 村上陸太, 八木利之, 渡邊賢三: 建設施工現場の省人化と CO₂削減を同時に達成するコンクリート技術, コンクリート工学, Vol.60, No.7, pp.584-589, 2022.
- 16) 取違剛, 森泰一郎, 河内友一, 藤城昭宏: CO₂固定型カーボンネガティブコンクリート CO₂-SUICOMの開発と今後の展開, セメント・コンクリート, No.900, pp.64-69, 2022.
- 17) 取違剛, 森泰一郎, 小島正朗: 革新的カーボンネガティブコンクリートの材料・施工技術及び品質評価技術の開発, コンクリート工学, Vol.61, No.6, pp.520-527, 2023.
- 18) 江口康平, 大野正人, 中島正人, 辻大二郎: カーボンネガティブコンクリート「CUCO —建築用プレキャスト部材」の適用, コンクリート工学, Vol.62, No.7, pp.589-594, 2024.
- 19) 日本コンクリート工学会: 建設分野へのジオポリマー技術の適用に関する研究委員会報告書, 2017.9.
- 20) 南浩輔, 太田健司, 舟橋政司, 梶田秀幸: 低炭素・資源循環型社会における建設材料としてのジオポリマー, コンクリート工学, Vol.57, No.1, pp.91-93, 2019.1.
- 21) 菊地道生, 柴山淳, 山本武志: フライアッシュを最大限活用する環境配慮型コンクリートの開発, コンクリート工学, Vol.62, No.6, pp. 520-526, 2024.
- 22) 一宮一夫, 池田攻, 上原元樹: 低炭素材料としてのジオポリマーの普及・活用, コンクリート工学, Vol.59, No.9, pp.794-800, 2021.
- 23) 一宮一夫: ジオポリマーの研究開発の現状, コンクリート工学, Vol.55, No.2, pp.131-137, 2017.
- 24) 新谷紀雄 (監修): 最新の自己修復材料と実用例, 326p., シーエムシー出版, 2010
- 25) 五十嵐心一, 國枝稔, 西脇智哉: 委員会報告 セメント系材料の自己修復性の評価とその利用法研究委員会, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.1, pp.37-42, 2009.
- 26) Li, M., Sahmaran, M., Li, V.C.: Effect of Cracking and Healing on Durability of Engineered Cementitious Composites under Marine Environment, HPFRCC 5, RILEM PRO 53, pp.313-322, 2007.
- 27) 山田啓介, 細田暁, 在田浩之, 岸利治: 膨張材を用いたコンクリートのひび割れ自己治癒効果, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No.1, pp.261-266, 2007.
- 28) <https://basilisk.co.jp/> (2025.1.31 確認).
- 29) 西脇智哉, 三橋博三, 張炳國, 杉田稔: 発熱デバイスを利用した自己修復機能を有するインテリジェントコンクリートの開発に関する基礎的研究, コンクリート工学論文集, Vol. 16, No.2, pp.81-88, 2005.
- 30) 上野拓, 尾形雅人, 荒木慶一, S. Pareek: 自己修復システムによる超弾性合金を用いたRC梁部材の開発, コンクリート工学年次論文集, Vol.37, No.1, pp.1309-1314, 2015.
- 31) 三橋博三: コンクリートの自己修復, 最新の自己修復材料と実用例, 新谷紀雄 (監修), シーエムシー出版, pp.298-306, 2010.
- 32) Mihashi, H., Ahmed, S.F.U., Kobayakawa, A.: Corrosion of Reinforcing Steel in Fiber Reinforced Cementitious Composites, J. of Advanced Concrete Technology, Vol.9, No.2, pp.159-167, 2011.
- 33) 河合慶有: 自己治癒材の活用と将来展望, コンクリート工学, Vol.60, No.1, pp.46-50, 2022.
- 34) 五十嵐心一, 細田暁, 人見尚, 今本啓一: 委員会報告 セメント系材料の自己治癒技術の体系化研究専門委員会, コンクリート工学年次論文集, Vol.33, No.1, pp.1-9, 2011.
- 35) 松田信広, 亀山敬宏, 松田美奈, 伊代田岳史: CO₂ガスの強制吸着による低エネルギー型再生骨材製造方法の検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.36, No.1, pp.1732-1737, 2014.
- 36) 野口貴文: 「カルシウムカーボネイトコンクリート (CCC)」が創造する資源循環の将来像, 建設マネジメント技術, 2022年2月号, pp.64-69, 2022. (一般財団法人経済調査会)
- 37) Maruyama, I., et al.: Cold-sintered Carbonated Concrete Waste Fines: A Calcium Carbonate Concrete Block, Journal of Advanced Concrete Technology, Vol.19, pp.1052-1060, 2021.
- 38) <https://eccube.mit.edu> (2025.1.31 確認).
- 39) <https://www.chikudenconcrete.com> (2025.1.31 確認).

【執筆者】



*1 三橋 博三
(MIHASHI Hirozo)

特別企画② 今後の建築技術の展望

木造建築技術の今後の展望 ー混在と融合ー

Hybrid and Integration: Future Prospects for Wooden Building Technologies

小見山 陽介*¹

1. 半世紀前に予見された混在と融合

日本建築学会の会誌『建築雑誌』昭和46年12月号所収の論考「木質プレファブ住宅と構造体」において杉山英男は、「現在シロウト的な表現で木造建築と称しているものの種類はきわめて多い」としたうえで、「構法的にも、材料使用面でもたがいに大きな相違がある」それらを総称する言葉として「木質構造」を提唱した¹⁾。そのとき杉山が想像していたのは「混在している各種の構法がやがて融合し」「在来のが国の木造構法とはかなり異種なものが生まれる」ことであった。また杉山は「その母体・主流をなすものはおそらく木質パネル構法ではないか」とも述べている。その後の紆余曲折を経た現在においては、依然として「融合」はなされておらず、木造建築が指すものはますます広がっているようにも思える。一方で、杉山が予見したような〈壁式〉の〈プレファブリケーション〉は、CLT（直交集成板）等の大判パネルを用いたマスティンバー構法として定着しつつあると言えるだろう。本稿では、そうした現代の木造建築における構法的な試みに着目し、それらの現況と展望について「ハイブリッド」「モジュラー」「サーキュラー」の3つの視点から紹介する。

2. 技術の現況・今後の課題・将来展望①：

木と異種材料とのハイブリッド

筆者は昨年9月にミラノに滞在し、現地の木造建築の試みを視察する機会を得た。木造関連産業が発達したスイス・オーストリア・ドイツとも近い北部イタリアでは、それら中欧諸国の企業とも連携しつつ先進的な試みがなされていた。ここにその一部を紹介したい²⁾。

MIND（ミラノ・イノベーション・ディストリクト）は、2015年に開催されたミラノ万博会場跡地の再開発である。その一角を占めるオフィス棟の設計者には英国で木造建築を強力に推進している設計事務所 Waugh Thistleton Architects も含まれ、再開発の公式サイト³⁾ではCLTを使ったDfMA（Design For Manufacture and Assembly、製造容易性および組立容易性を考慮して設計すること）による建設が謳われている。工事現場の仮囲いには、完成後の計画全体のイメージやオフィスの内観と仕様の紹介のほか、2025年までにネットゼロカーボンを達成することと建設廃棄物の95%を再利用するとの目標が謳われていた（図-1）。



図-1 MINDの建設現場の仮囲い

公式サイトに記載された説明図では、せい340mmのリブが付いた140mm厚CLTをせい840mmの集成材梁で支えて9mのスパンを飛ばす計画が示されているが、別案として30mm厚の木板にプレキャストコンクリートパネルを合成する方法も検討されているようであった。この別案はPREPANELと呼ばれるプレファブリケー

*1 KOMIYAMA Yosuke：京都大学講師

ションされた木板とコンクリートのハイブリッドパネルで、床スラブとしても屋根スラブとしても使用できる。高い剛性を確保しつつ木製床スラブの美観を維持し、工場生産することで高品質を保证することが謳われている。開発したWOODBETON社は木質部材のプレファブリケーションから現場施工まで多面的な顔を持つ建設会社であり⁴⁾、社名にも現れるように木と異種材料とのハイブリッド化への考え方が興味深い。

また同再開発地域内のMIND ヴィレッジと呼ばれる一角には同じ見た目の低層木造棟が集まって建てられており、テナント型オフィスおよび商業施設として使われていた。それらは新築ではなくミラノ万博で建てられた展示施設の再利用である。なお低層木造棟に入居するカフェ併設のコンビニの入口にはLEED GOLDの銘板が掲げられていた(図-2)。同地域内にはこの低層棟以外にもいくつかの木造建築が建てられている。外壁に木質プレファブ複合パネルが使われているものもあれば⁵⁾、厚み18mmの300×600mm木板を外装にしているものもあった。遊歩道の突き当たりにはミラノ万博で建設されたTree of Life/Albero Della Vita (Marco Balich, 2015)も残されている。鉄骨と木のハイブリッド構造による高さ40mのタワーで、仮設足場の高さを抑えるため樹冠部分は地上で組み立ててジャッキアップされたという⁶⁾(図-3)。

MINDの近くに立つショッピングモールMerlata Bloom Milano (Callison Rtkl, 2023)では、モールの約半分を占める食事エリアのスパン34m高さ15mの大空間を集成材とCLTの架構が支え、巨大さに圧倒される⁷⁾(図-4)。

木材と異種材料、またCLTパネルと木質部材との混合によるハイブリッド構造は、担い手となる企業の裾野を広げつつ日々開発が試みられていることが感じられた。



図-2 万博施設が転用されたMIND ヴィレッジ



図-3 Tree of Life_Albero Della Vita



図-4 Merlata Bloom Milano

3. 技術の現況・今後の課題・将来展望②： モジュラーによる高度な工業化

冒頭の杉山の論考でも登場する木造のmodular構法は、地球環境負荷低減と施工効率の向上の両立という面から、依然として期待を集めている。中でもイギリスは制度整備の面からも積極的にそれを進めてきた⁸⁾。2017年に大ロンドン市の都市計画委員会に提出されたOSM (Off-Site Manufacturing、すなわちプレファブ)に関する提言書『Designed, sealed, delivered』⁹⁾に基づき、英国における工業化住宅再興の背景をまず整理したい。

ロンドンでは年間50,000棟の住宅供給が必要とされるが、実際の充足率はその半分程度。建設労働力の高齢化、建設材料費の高騰などから、従来の方法で目標値にたどり着くのは不可能と考えられている。直近で最もその目標に近付いたのが1970年代初頭であることから、当時隆盛したプレファブやシステム工法を見直そうと提

言書は始まる。第二次世界大戦時に空襲で100万戸以上の住宅を失ったロンドンは、戦後、軍需産業の生産方式を転用し、また工場の空きスペースを活用することで、急速な住宅供給をプレファブにより実現した。その特徴のひとつは、現場の基礎や設備配管工事と同時並行で、住宅ユニットを工場生産することができる点にある。現代ではBIMを活用したデジタルコンストラクションにより「Precision-Manufactured（精度高く製造された）」住宅とも称される。精度高い施工により、環境性能はより高く、施工期間は短く、建設現場は健康的で安全。省エネルギーで地球環境負荷も小さい。軽量で様々な敷地条件に当てはめられることから未利用地の有効利用につながり、製造を現場から工場に移すことで建設産業に女性や若者の参画を促す効果、関連産業による地域経済の活性化も期待されている。

提言書の中でOSMは5つのカテゴリーに分類される。

- 1) Volumetric (Modular)：箱型ユニット。フレキシブル性と標準化のバランスが求められる。
- 2) Panellised：プレファブ化されたパネルを現場で施工。少ない需要でもカスタマイズで対応可能。
- 3) Hybrid：1と2の混合。住宅に加えて学校や公共建築など工期が短い場合に採用されやすい。
- 4) Sub-assemblies & components：従来工法の住宅でも、今や部分的にプレファブ化されている。
- 5) Non-offsite manufactured elements：工場ではなく現場で部材を製造する。

より包括的な概念として近年OSMに変わって使われ始めている言葉がMMC (Modern Methods of Construction、近代的建設手法)である。2019年に英国政府の住宅・コミュニティ・地方自治省のワーキンググループがMMCを定義しており¹⁰⁾、住宅建設を取り巻く技術が次のようにカテゴリー分けされている。

- カテゴリー 1 3次元 (ボリュメトリック、箱型ユニット)
- カテゴリー 2 2次元 (パネライズド、工場組み立てされた複合パネル)
- カテゴリー 3 工法システム化されていない単体の部材 (CLTパネルなど)
- カテゴリー 4 3Dプリント
- カテゴリー 5 水回りやファサードなど非構造部材
- カテゴリー 6 建材合理化による労働量削減や生産性向上 (建材の大型化など)
- カテゴリー 7 施工合理化による労働量削減や生産性・確実性向上 (AR / VR、ドローンなど)

英国ではオフサイト (プレファブ)、オンサイト (現場

施工)に加えて、ニアサイト (現場近くのプロテクトされた作業空間) なる概念もある。カテゴリー1から5までは、オフサイトまたはニアサイトの技術に分類される。カテゴリー6以降はオンサイトの技術である。MMCは必ずしもプレファブ技術だけを言うのではなく、VRやドローンなど現場施工におけるイノベーションも想定されていることがわかる。報道によれば、政府はアフォーダブル住宅 (低所得者層など通常の方法での住宅購入が困難な人々のための住宅。供給量が不足している) の主要な供給パートナーたちに、供給量の25%をMMCとすることを求めている¹¹⁾。



図-5 MMCの促進や住宅産業の工業化を訴えるレポートの表紙

『Designed, sealed, delivered』に先立つ2016年、住宅の工業化を求めるレポート『Modernise or Die』¹²⁾ (Mark Farmer, Cast Consultancy) が発表された。著者の名前から通称「ファーマー・レビュー」と呼ばれ、「住宅危機」解消のため建築業界に根本的な変革を迫るものであった。2020年には同じマーク・ファーマーによる新しいレポート『Build Homes, Build Jobs, Build Innovation. A blueprint for a housing led industrial strategy』¹³⁾ (Mike De'Ath and Mark Farmer, HTA Design and Cast Consultancy) が発表された。年間75,000棟のMMC住宅需要を新たに生むことが、50,000人の雇用、GDPの0.75%増、新築住宅分野でのCO₂排出量40%減につながるとしている¹⁴⁾ (図-6)。

MMC概念の整備に合わせ、オンサイト／オフサイト比率を示す指標としてPMV (Pre-Manufactured Value) が提唱された。いくつかの定義があるが、代表的な計算式は「PMV (%) = (建設費 - 諸経費 - 現場人件費) ÷ 建設費 × 100」である¹⁵⁾。伝統的な工法の場合は40%程度で、ボリュメトリック (MMCカテゴリー1) の場合は70%超とされる¹⁶⁾。PMV向上を住宅供給に対する



図-6 Tophat社の木造モジュラー構法による住宅地開発

公的資金援助の条件とすべきとの提案もある一方で¹⁷⁾、PMVは「高い」「低い」程度の定性的なものとして考えるべきという意見もある¹⁸⁾。提唱者であるマーク・ファーマー自身は、PMV50%以上を目指すべきと提言しており¹⁹⁾、より高いPMVを得ることが、建物の品質・安全性・性能の向上に寄与すると考えているようだ²⁰⁾。PMVを上げるためには、住宅供給者たちの垂直統合²¹⁾や水平連携²²⁾、新しいデータ共有基準²³⁾が必要との声もある。



図-7 MMCの推進と英国が抱える社会問題の解決とを結びつけるレポートの表紙

2021年2月にはレポート『Skills for a Green Recovery – A call to action for the UK construction sector』(the Institute for Public Policy Research) が発表され、今後15年間のうちに750,000人の建設労働者が引退し、30歳未満の建設労働者は全体の20%にまで落ち込むと予測した²⁴⁾。それを受けて業界からは、2050年までのネットゼロカーボン目標は、技術者教育とMMCの推進がなければ実現できなくなるとの警鐘も鳴らされている²⁵⁾。政府が2021年3月に発表した翌年度予算案の中で、MMCを使った建設を加速させるためのタスクフォースが組織されたことも報道されている²⁶⁾。タスク

フォースには1,000万ポンド(約15億円)の活動スタート資金が割り当てられ、英国でMMC住宅の提供を加速させるために政府と業界から世界をリードする専門家たちを結集し、MMCの採用を最短距離で進めていくという。MMCに必要な工場整備のハードルを下げるため、大幅な減税も合わせて発表された。これらは2019年にマーク・ファーマーが責任者に任命された工場生産住宅振興政策の一環であり、これまでも何百万ポンドもの公的資金が投入された²⁷⁾。

最後に、英国における近年の報道からMMC住宅の最新動向の一端を紹介したい。

記事「Cast and KOPE launch MMC knowledge-sharing platform」²⁸⁾は、CAST(マーク・ファーマー氏)とKOPE(ソフトウェア会社)が共同で、MMCに関する情報プラットフォーム(<https://mmc.market/suppliers>)を立ち上げたことを伝えている。各カテゴリーごとにMMCを提供できるメーカー252社などをリスト化し、どんなレベルの技術を持っているかがわかるようになっているという。

記事「Housing association closes modular factories」²⁹⁾は、ボリュメトリックに積極的に取り組んできたアフォーダブル住宅供給会社であるSwanがモジュラー住宅工場を閉鎖するとの報道である。Swan自体も他のハウジングアソシエーションに子会社化されるという。同社のCEOによれば、工場は赤字であり、経済的な理由からモジュラー工法で住宅建設を続けていくことができなくなったとのこと。記事では対照的に同業他社のL&Gがモジュラー住宅の供給を加速させていることが伝えられており、同社のCEOによれば「住宅需要は依然として収まることはなく、生活費と光熱費の高騰によって、アフォーダブルで省エネルギーな住宅が求められている」という(図-8)。



図-8 Swan社の木造モジュラー構法による住宅地開発

記事「Modular specialist secures £100m funding

to scale up」³⁰⁾は、Ilke Homesが1億ポンドの追加融資を得て、年間4000戸の生産能力を目指してモジュラー住宅工場を拡充すると伝えている。同社のCEOによれば「ネットゼロ達成へ向かう競争において、今後数年間が重要」とのこと。またエネルギー会社と合併し「光熱費を払わなくて良い住宅」の供給を計画しているとのことである。

住宅危機の解消、地球環境負荷低減への国際協調、CLT等新興木造技術の勃興。それぞれは別個の動きだが、それらが重なり合うところにいまの英国の工業化住宅再興の背景がある。さらにはGrenfell Tower火災による防耐火規制強化、Planning制度の抜本的改革（一定条件のもと一部地域では自動的に建設許可）、新型コロナ禍による住宅要求性能の向上など、住宅生産をめぐる英国の社会問題をも引き受けながら、木造の工業化住宅再興がこれからどう展開していくのか、引き続き注目したい。

4. 技術の現況・今後の課題・将来展望③：

サーキュラー・コンストラクション

これまで筆者はいくつかの媒体で連載・特集記事に携わり、世界の木造建築動向を取材する機会を得た。そうしたなかで、世界各地において状況は違えども、木造建築プロジェクトのスローガンとして提示されるダイアグラムの多くが「円環状」であることに気が付いた³¹⁾（図-9）。環状のダイアグラムは、建設分野からの持続可能な循環型社会への寄与を示す。しかしこの単純化された図式は、わかりやすさと引き換えに木造建築をめぐる物語を単一化しているようにも思える。ともすると建築プロジェクトの免罪符であると同時に木造建築の在り方を自縄自縛してはいないか。これは「サークル・オブセッションズ（閉じた環への強迫観念）」とも呼べる世界的現象にさえ感じられる。そうした中でも、木造建築に関しては概念だけでなく実行的な方法論を模索している試みも存在する。Maestro Technologies (Carlo Rattiら)によるプロジェクトAI Timber (2023)は、丸太から挽いた板材を3Dスキャンし、直方体形に加工することなくそのままの形状で組み合わせて集成し、歩留りの高いCLTをつくる技術である^{32) 33) 34)}。イギリスのUCLでは、中古の木材を直交集成してCLTを製造するcross-laminated secondary timber (CLST)の研究もなされている^{35) 36)}。

続いて本項では「資源貯蔵庫としての建築 (BAMB, Building as Material Banks)」の概念を紹介したい³⁷⁾。BAMBは2014年から2020年にかけて実施された欧州

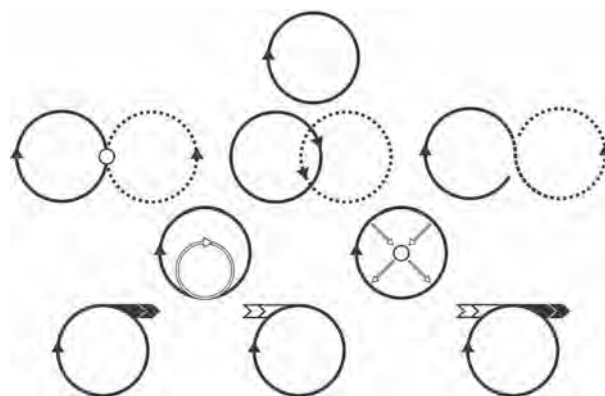


図-9 木造建築をめぐる環状ダイアグラムの収集

連合の研究助成プログラム「ホライゾン2020」³⁸⁾の採択事業として、欧州連合が出資した国際研究プロジェクトである。建設産業に循環型の解決をもたらすシステム変更を起こすことを目的とし、7カ国から15団体が参加した³⁹⁾。

レンガ、ボード材、木片、ガラス…、建物の構成要素全ては元々価値を持っているにもかかわらず、多くの場合それらは解体や改修後に廃棄され、価値を生むどころか廃棄費用の負担を迫るとBAMBは問題提起する。EU圏内における2015年時点の統計で、建設部門は総廃棄物量の38%を占め、CO₂排出量は総量の40%に達し、資源の50%を消費している⁴⁰⁾。建築の終わり方 (end-of-life) に対し一つのシナリオを定めて設計するこれまでの直線的アプローチではなく、建築が複数の生を保証された設計手法がBAMBでは模索された。すなわち、解体や変形による建物自体または材料レベルでの再利用である。



図-10 リバーシブル・デザインの理論と実践を解説しているレポートの表紙

建築部材が解体後にも価値を有していることが材料の再利用を促進するという観点から、BAMBでは「材料の旅券 (Material Passport)」と「反転可能デザイン (Reversible Design)」の2つのコンセプトが開発された。材料の旅券は、建築に使用される材料のバリューチェーンの履歴と、その材料のより適切なリサイクル等の方法をデータベース化することで、ユーザーが材料の利用を最適化できるようサポートすることが目的である⁴¹⁾。

反転可能デザインは、効果的に材料を再利用することを念頭に置いたデザイン手法と手続きの提案である⁴²⁾。反転可能デザインの鍵となる2つの要素は、「空間的反転可能性 (spatial reversibility)」と「技術的反転可能性 (technical reversibility)」である。それぞれをテーマとして、2016年と2017年にはEU圏内の7大学で合同デザインスタジオが実行された⁴³⁾。

このうち技術的反転可能性は、建築部品の「独立性 (independency)」と「交換性 (exchangeability)」という2つの性質に現れるが、いずれも解体可能なデザイン (Design for disassembly) といえることができる。(再利用できない) 廃棄物を生むことはデザイン上の欠陥であるとBAMBは断罪する⁴⁴⁾。

解体廃棄物の発生はデザイン上の欠陥であるとの価値観は、製品を構成する材料や部品に、解体時に別の利用可能な製品に再生可能であることを求める。これは、長期的視野に立った持続可能戦略として自動車など工業デザイン業界ではすでに試みられてきたことである。「反転可能性 (Reversibility)」とは、建築を変形させるプロセス、または建物自体／部分／部材へ損壊を与えずにそのシステム／製品／部品を取り外すプロセス、と定義されている⁴⁵⁾。

物理的に一つの部品で複数の機能が発揮されている状態は、これまで統合化・高度化として好ましく捉えられていたが、BAMBではリスクとなる。それら統合された機能のうち1つでも取り替える必要が生じた際に、他の機能を満足しているにも関わらずその部品自体を破壊する必要が生じるからである。すなわち、機能的な複合性・相互依存性が問題となり、独立性がむしろ大事なのだ。異なる機能、異なる耐用年数をもった部品を相互に独立に配置することが優先され、2つ以上の機能をひとつの部品に統合することは、変化を阻害しうるため避けられる。機能的自律性、すなわち同じ系の中他の部品に影響を与えない (without effecting other elements of the system) ことが求められる⁴⁶⁾。

しかし現実には、より多くの手間が解体にかかってし

まう場合は、分解よりも破壊が選択されてしまう。特に解体現場で多くの手数がかかってしまう場合は経済的理由から再利用は採用されづらい。また、パイロットプロジェクトを経験した設計者のインタビュー映像からも伺えるように、室内環境向上のために付加される気密テープや防水シートなど部品と部品の隙間を埋める材料は、再利用することはかなり難しい。そのため、どの段階の分解までを意図するかが重要となる⁴⁷⁾。

伝統的に建築は、材料が複雑な関係性で結び付けられたものとして特徴づけられてきた。ひとつの統合的 (相互依存的) 構造体に、すべての建築部品を最大限統合することが目指されてきたのである。

しかし反転可能デザインにおいてはそうではない。部品同士は相互に貫入することなく離して配置され、乾式で接合されていることが求められ、究極的には重力によってのみ接合されている状態が理想とさえ提唱される⁴⁸⁾。

英国の国家規格 (British Standard) では、Disassemblyは「組み立てられた製品を、破壊的ではない方法で、それを構成する材料・部品に分解すること」と定義されているという。具体的には、より分ける、除去する、加える、移動させる、取り換える、といった操作を破壊を伴わずに行うことを意味し、破壊し廃棄物を生み出す Demolition とは明確に言い分けられている⁴⁹⁾。

リバーシブルとは、付加的なプロセスを想定するのではなく、assembly と disassembly のあいだでフローを逆回転すれば良いという考え方である。動的で反転可能な構造体。建物を完成した静的なものとしてみるのではなく、時間と共に変化していくものとしてとらえる視点だ。

「建築の終わり方」のデザインは、伝統的には建築デザインの範疇とはみなされてこなかった。建築は組み立てられるためにデザインされるのであり、部品へと解体し再生するためにデザインされてはいなかった。むしろ逆に、変更や解体が容易ではない、ひとつの完結した相互依存性の高い構造体へと統合されることが良しとされてきたのである。しかし建築は、耐用年数の異なる何千もの部品から成り、その技術的な耐用年数は10年から500年まで様々である。ゆえに耐久性は、その材料自身よりも、それがいかに組み合わせられるかによって決まってきたのだ、とGTBlabの創設者Elma Durmisevic (オランダ・トゥウェンテ大学/4D architects) は訴える⁵⁰⁾。

5. おわりに

以上、現代木造建築の現況と展望について「ハイブ

リッド」「モジュラー」「サーキュラー」の3つの視点から紹介した。半世紀前に杉山が予見した木造建築における混在と融合は、様々な主体の参画による木造建築のますますの混在と、構造技術に留まらない様々な領域との統合的發展として、捉え直すことが可能であろう。有限な資源の有効活用や都市化による人口集中への対策といった社会問題に対応しつつ、木造建築の技術は今後もさらなる発展が続くに違いない。

【参考文献】

- 1) 杉山英男：木質プレファブ住宅と構造体（主集 構造体とプレファブリケーション），建築雑誌，Vol.1045，pp.1033-1038，1971.
- 2) 本節の記述は筆者の視察記とも連動している。現地で撮影した写真や図面等は下記リンク先を参照いただきたい。<https://posfie.com/@yosukekomiyama/p/mAQXnZE>（2025年3月5日閲覧）
- 3) <https://www.mindwestgate.it/>（2025年3月5日閲覧）
- 4) <https://woodbeton.it/en/the-group/>（2025年3月5日閲覧）
- 5) https://www.youtube.com/watch?si=1kKLpfOqs2ihnp_j&v=9fKAVY2BIGk&feature=youtu.be（2025年3月5日閲覧）
- 6) <https://woodbeton.it/en/works/albero-della-vita/>（2025年3月5日閲覧）
- 7) <https://www.rubner.com/en/references/timber-construction/merlata-bloom-milano/>（2025年3月5日閲覧）
- 8) 本節の記述は日本建築学会『建築雑誌』2021年6月号特集「建築生産をアップデートする」所収の論考「英国における工業化住宅再興の背景」を改題し加筆したものである。
- 9) London Assembly, Planning Committee: Designed, sealed, delivered : The contribution of offsite manufactured homes to solving London's housing crisis, 2017 <https://www.london.gov.uk/about-us/london-assembly/london-assembly-publications/designed-sealed-delivered-offsite-manufactured-homes>（2025年3月5日閲覧）
- 10) <https://www.gov.uk/government/publications/modern-methods-of-construction-working-group-developing-a-definition-framework>（2025年3月5日閲覧）
- 11) <https://www.housingtoday.co.uk/news/a-quarter-of-affordable-homes-must-be-mmc/5107883.article>（2025年3月5日閲覧）
- 12) <http://www.cast-consultancy.com/news-casts/farmer-review-uk-construction-labour-model-3/>（2025年3月5日閲覧）
- 13) <https://thinkhouse.org.uk/site/assets/files/2225/farmer0920.pdf>（2025年3月5日閲覧）
- 14) <https://www.bdonline.co.uk/news/build-75000-modular-homes-a-year-hta-report-tells-government/5108044.article>（2025年3月5日閲覧）
- 15) <https://www.construction.cam.ac.uk/resources/featured-articles/methodology-quantifying-benefits-offsite-construction>（2025年3月5日閲覧）
- 16) <https://thinkhouse.org.uk/site/assets/files/2225/farmer0920.pdf>（2025年3月5日閲覧）
- 17) <https://governance.wmca.org.uk/documents/s4556/AMC%20Routemap%20Appendix%201.pdf>（2025年3月5日閲覧）
- 18) <https://www.construction.cam.ac.uk/resources/featured-articles/methodology-quantifying-benefits-offsite-construction>（2025年3月5日閲覧）
- 19) <https://constructingexcellence.org.uk/wp-content/uploads/2018/12/Mark-Farmer.pdf>（2025年3月5日時点でリンク切れ）
- 20) <https://constructioninnovationhub.org.uk/construction-sector-recovery-needs-a-transformed-delivery-approach-to-assure-safety-and-quality/>（2025年3月5日時点でリンク切れ）
- 21) <https://www.aecmag.com/comment-mainmenu-36/1916-the-panacea-of-offsite-construction-and-dfma-what-legal-risks>（2025年3月5日閲覧）
- 22) <https://www.ribaj.com/intelligence/mass-customisation-housing-variety-in-mmc-homes>（2025年3月5日閲覧）
- 23) <https://www.burohappold.com/news/new-aec-industry-standard-for-data-sharing-nears-completion/>（2025年3月5日閲覧）
- 24) <https://www.ippr.org/research/publications/skills-for-a-green-recovery>（2025年3月5日閲覧）
- 25) <https://www.bdcmagazine.com/2021/03/jobs-employment/training-skills-learning/think-tanks-construction-skills-gap-report-highlights-need-for-more-mmc-says-actis/>（2025年3月5日閲覧）
- 26) <https://www.building.co.uk/taskforce-to-boost-construction-using-mmc/5110732.article>（2025年3月5日閲覧）
- 27) <https://www.insidehousing.co.uk/news/news/government-to-launch-taskforce-to-accelerate-delivery-of-mmc-housing-69856>（2025年3月5日閲覧）
- 28) <https://www.bimplus.co.uk/cast-launches-mmc-knowledge-sharing-platform/>（2025年3月5日閲覧）
- 29) <https://www.constructionnews.co.uk/tech/offsite-mmc/housing-association-closes-modular-factories-05-12-2022/>（2025年3月5日閲覧）
- 30) <https://www.constructionnews.co.uk/tech/offsite-mmc/modular-specialist-secures-100m-funding-to-scale-up-06-12-2022/>（2025年3月5日閲覧）
- 31) 本節の記述は日本建築学会『建築討論』2019年6月号特集「木造建築のサークル・オブセッションズを超えて」所収の特集趣旨文を改題し加筆したものである。<https://medium.com/kenchikutouron/033-201906-特集-木造建築のサークル-オブセッションズを超えて-f96adb4a2106>（2025年3月5日閲覧）
- 32) <https://carlorattiassociati.com/project/ai-timber/>

(2025年3月5日閲覧)

- 33) <https://www.youtube.com/watch?v=QXvyoZpvoGs>
(2025年3月5日閲覧)
- 34) <https://woodcentral.com.au/more-timber-less-steel-ais-role-in-grand-designs-of-the-future/> (2025年3月5日閲覧)
- 35) <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10061947/> (2025年3月5日閲覧)
- 36) <https://www.ribaj.com/products/structural-timber-prototype-uses-waste-from-demolition-ucl-circular-economy> (2025年3月5日閲覧)
- 37) 以降の記述は日本建築学会『建築討論』2020年5月号特集「築と分解 ― 終わり方から考える建築デザイン」所収の小見山陽介：ばらす建築：資源貯蔵庫としての建築と資材性を改題し加筆したものである。写真や図版等は下記リンク先の元記事を参照いただきたい。
<https://medium.com/kenchikutouron/ばらす建築-資源貯蔵庫としての建築と資材性-249fde55eb5f> (2025年3月5日閲覧)
- 38) EU公式サイトでは、「[「ホライゾン2020」とは、複数のパートナーによる研究・イノベーションプロジェクトを助成する欧州連合の枠組み]であり、「産業と学術研究を結びつけることを狙い」に、「世界で最大かつ最もオープンな研究助成プログラム」と説明されている。
https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/other/hi/h2020_intro_en_jp.pdf (2025年3月5日閲覧)
- 39) BAMBプロジェクトの公式サイトから「About Bamb」より <https://www.bamb2020.eu/about-bamb/> (2025年3月5日閲覧)
- 40) Durmisevic, E.: Circular economy in construction design strategies for reversible buildings (以降、Strategiesと略記), p.9. (2019).
- 41) 後藤 豊 (2019) <https://link.medium.com/VORIEBf0Q5> (2025年3月5日閲覧)
- 42) BAMBプロジェクトの公式サイトから「Reversible building design」より <https://www.bamb2020.eu/toxpics/reversible-building-design/> (2025年3月5日閲覧)
- 43) Durmisevic, E. (2019). Exploration for reversible buildings, p.5.
- 44) Durmisevic, E. (2019). Strategies, p.18.
- 45) 'Reversibility' is defined as a process of transforming buildings or dismantling its systems, products and elements without causing damage to building and its parts and materials. Durmisevic, E. (2019). Exploration, p.5
- 46) Durmisevic, E. (2019). Strategies, p.57.
- 47) Durmisevic, E. (2019). Strategies, p.59.
- 48) Durmisevic, E. (2019). Strategies, p.69.
- 49) Durmisevic, E. (2019). Strategies, p.13.
- 50) Durmisevic, E. (2019). Strategies, pp.13-15.

【執筆者】



*1 小見山 陽介
(KOMIYAMA Yosuke)

特別企画② 今後の建築技術の展望

日本鉄鋼業のカーボンニュートラルへの取り組み

Japanese steel industry's efforts towards carbon neutrality

平川 智久*1、吉田 敦彦*2、安永 隼平*3、笹 祐也*4

1. はじめに

一般社団法人日本鉄鋼連盟（以下「鉄連」）は、2021年2月に「我が国の2050年カーボンニュートラルに関する日本鉄鋼業の基本方針」を発表し、我が国の2050年カーボンニュートラルという野心的な方針に賛同して日本鉄鋼業もこれに貢献すべくカーボンニュートラルの実現に向け果敢に挑戦することを宣言した。本稿では、この宣言に基づく国内高炉メーカーの取り組みを紹介する。

2. 日本鉄鋼業が直面する地球環境対策上の課題

2015年に採択されたパリ協定では「世界的な平均気温の上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分下方に抑えとともに、1.5℃に抑える努力を追求すること」が到達目標として示された。同協定に基づき菅内閣は2019年に日本が2050年までに温室効果ガスの排出を実質ゼロにすることを目指す「2050年カーボンニュートラル」を宣言、2030年度までに2013年度比で46%削減する中間目標も設定された。この宣言は、パリ協定の1.5℃目標に整合するものであり、国際的な気候変動対策の一環として位置づけられている。

図-1は、国立環境研究所「日本の温室効果ガス排出量データ1990～2022年度」¹⁾のデータをグラフ化したものである。2022年度の国内CO₂排出量（電力・熱配分後）の合計は10.4億t-CO₂、このうち、製造業の占める割合は32%の3.3億t-CO₂であった。鉄鋼業の排出量は1.3億t-CO₂であり、国内製造業の41%、国内全体では約13%の割合を占める。すなわち、日本の鉄鋼業

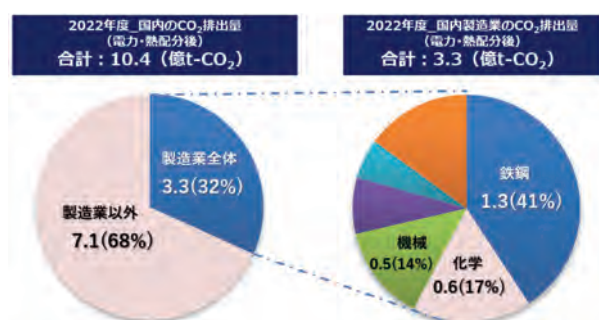


図-1 日本のCO₂排出量とその内訳（2022年度）

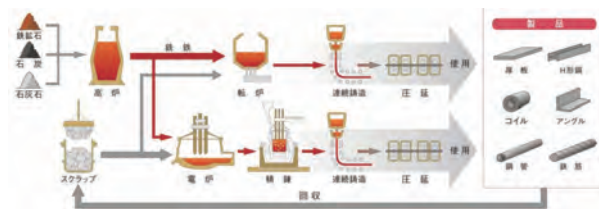


図-2 鉄鋼製品の製造プロセス（現在）²⁾

は我が国のカーボンニュートラルの実現に向けて最も優先して取り組む必要があることがわかる。

図-2に示す通り、鉄鋼製品の材料となる粗鋼の製造方法は、主に鉄鉱石を原料とする高炉法と主に鉄スクラップを原料とする電炉法に大別される。

高炉法は、高炉で鉄鉱石を石炭等で還元して銑鉄を作り、転炉で炭素や不純物を除去して鋼にする。高炉や転炉には生産量の10数%の割合で鉄スクラップも装入する。一方、電炉法は電炉で鉄スクラップを電気アーク熱で融解する。主に鉄スクラップを原料としているが、品

*1 Hirakawa Tomohisa : 日本製鉄株式会社 環境政策企画部 上席主幹

*2 Yoshida Atsuhiko : 株式会社神戸製鋼所 鉄鋼アルミ事業部門 事業戦略部 GXグループ長

*3 Yasunaga Junpei : JFEスチール株式会社 建材センター 建材技術部 建材技術室 主任部員

*4 Sasa Yuya : JFEスチール株式会社 建材センター 建材技術部 土木技術室 主任部員

質保持のために一部銑鉄も使用する場合がある。

鉄鋼製造プロセスにおいて、最もCO₂を排出するのが炭素を用いて鉄鉱石の還元を行う高炉工程であり、電炉法に高炉工程は存在しない(図-3参照)。それでは、鉄鉱石から鉄鋼製品を作るのを止めると問題は解決するのだろうか。以下に述べる「量」及び「質」に関する観点から、それは現実的ではない。

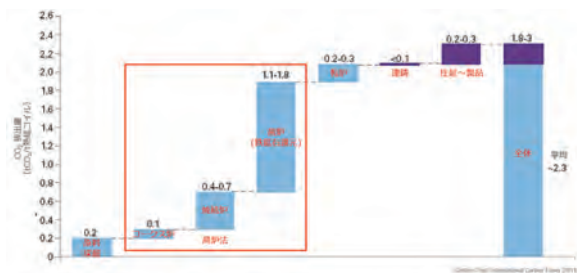


図-3 高炉法における工程別CO₂排出原単位の違い³⁾

図-4は、2022年の世界の鉄鋼生産とその循環を示した図である(以下「鉄鋼循環図」)。世界の粗鋼生産量は18.9億tであるが、このうち鉄スクラップの供給は6.3億tのみで、残りの約2/3については鉄鉱石由来の鉄(高炉鉄鉄)によって鉄鋼需給が満たされている。

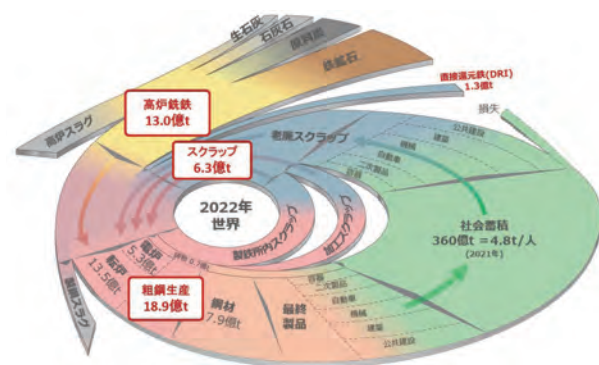
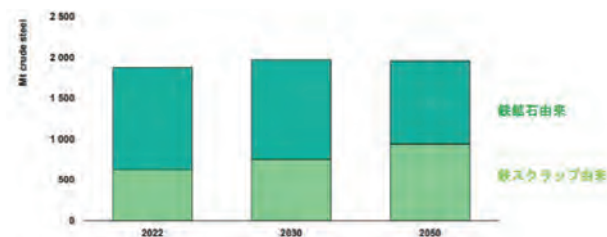


図-4 世界の鉄鋼循環図(2022年)⁴⁾

また、国際エネルギー機関(IEA)の分析によれば、2050年にカーボンニュートラル社会を実現するシナリオにおいても、鉄スクラップを原料とした鋼材は鉄鋼供給の半分程度(図-5参照)であると予測しており⁵⁾、今

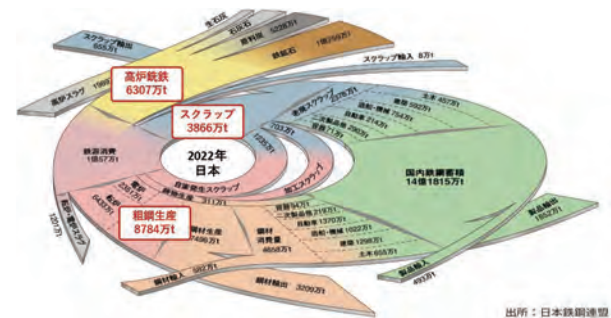


出所 国際エネルギー機関(IEA)

図-5 世界の鉄の投入量予測(2050 ネットゼロシナリオ)⁵⁾

後も「量」の観点から鉄鉱石由来の鉄の生産は必須といえる。

図-6は、2022年度における日本の鉄鋼循環図である。世界と比べ生産量や輸出入の有無に違いはあるが、それでも鉄スクラップだけで国内の鉄鋼生産の需給を満足することはできない。仮に、現在輸出している鉄スクラップを全て国内生産向けに使用したとしても同様である。



出所：日本鉄鋼連盟

図-6 国内の鉄鋼循環図(2022年度)⁶⁾

図-7は、鉄鋼製品別の不純物許容濃度を示している。鉄筋等における不純物の許容濃度は比較的高いが、近年の研究では、国内の電炉棒鋼におけるCuの濃度が中国に比べ高いという報告事例⁷⁾もある(図-8参照)。このような問題に対する施策として鉄鉱石由来の鉄を用いて

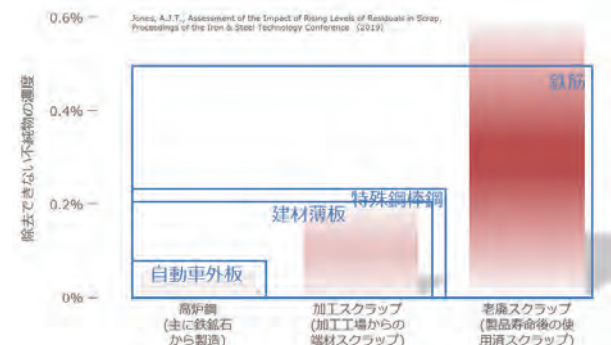


図-7 鉄鋼製品別の不純物許容濃度の比較

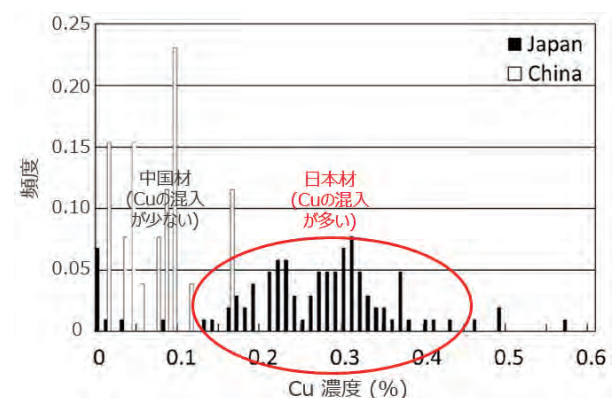


図-8 日中の電炉棒鋼中のCu濃度比較⁸⁾

不純物の濃度を希釈することが「質」の観点から必要不可欠である。

以上の理由により、今後も鉄鉱石由来の鉄の製造は継続しながらカーボンニュートラルを実現することがサステナブルな社会には不可欠であるため、鉄鉱石由来の鉄の製造過程で発生するCO₂排出については、従来の製造方法を抜本的に見直して解決を図り、カーボンニュートラルな鋼材を少しでも早く市場へ供給することが高炉各社にとって重要な使命となっている。

3. カーボンニュートラルへの施策

図-9は、鉄連が掲げる2050年カーボンニュートラル実現に向けて進めるべき技術開発のアイテムとそのロードマップを示す。ここで技術的な鍵となるのが「炭素還元」から「水素還元」への転換である。

従来、鉄鉱石の還元は主に石炭に含まれる炭素を用いて鉄鉱石に含まれる酸素を化学的に除去すること（炭素還元）によって行われていた。この時に多くのCO₂が発生するが、これは発熱反応であるため、鉄は溶けた状態（溶融鉄）で取出される。一方、水素還元は水素を用いて酸素を除去するため、CO₂ではなく水が発生する。これは吸熱反応であるため、鉄は固体の状態（固体鉄）で取出される（図-10参照）。

図-11は、従来の高炉法、COURSE50、Super COURSE50、水素直接還元製鉄について主に使用する水素の使用割合の違いに着目して比較したものである。

COURSE50やSuper COURSE50は従来の高炉を活用し、その中に水素を供給して炭素還元の一部を水素還元に変えることによってCO₂の排出量を低減する技術である。COURSE50が製鉄所内で発生した水素のみ使用するのに対し、Super COURSE50は外部水素の供給も前提としており、後者の方がCO₂排出削減の割合は大きい。なお、両者とも炭素還元も行われておりCO₂は発生するが、これはCCUやCCS技術によって回収

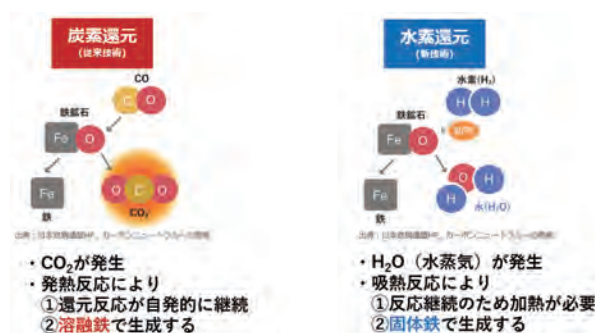


図-10 炭素還元と水素還元⁹⁾



図-11 鉄鉱石の還元装置と使用水素量の違い⁹⁾



図-9 鉄連のカーボンニュートラル実現に向けた技術開発と社会共通基盤整備⁹⁾

され、再利用や地中貯留が行うことができるよう研究が進められている。

COURSE50やSuper COURSE50は高炉法なので、前述の通り鉄は溶けた状態で取出されるが、水素直接還元製鉄では鉄は固体で取出される。

図-2で示した通り、鉄鉱石を還元して得られた鉄は、その後転炉で成分調整を行う必要があるため、溶融している必要がある。すなわち、水素直接還元製鉄においては、取出された還元鉄を融解する「電炉」が必要となる。図-12は水素直接還元製鉄をより詳しく示した図であるが、水素直接還元を行うシャフト炉の後に電炉が加わることになる。

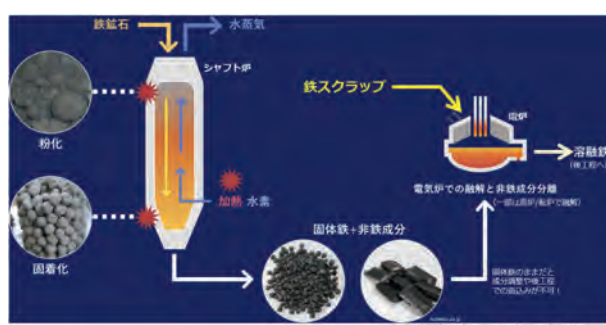


図-12 水素還元製鉄の上工程の流れ⁹⁾

図-9の技術開発アイテムの1つに「大型電炉」がある。大型電炉は鉄スクラップの利用拡大が開発目的の1つであるが、水素直接還元製鉄の工程における重要なアイテム（大量に製造される直接還元鉄を溶融しその後の工程に繋げる装置）でもある。

4. グリーンスチールの市場投入

日本鉄鋼業のカーボンニュートラルに向けた取組みが完成に至るためには、水素還元をはじめとする新たな製鉄技術の開発と実装が必要であり、これを実現するためには今後多くの時間と多額の資金を必要とする。カーボンニュートラル実現までの移行期においては、その過程でのCO₂排出削減への取組みについてグリーントランスフォーメーション（以下「GX」）上の価値を与え、これを鉄鋼製品の価格に反映することで移行を促進するための原資とする必要がある。

鉄連は、「グリーンスチールに関するガイドライン」を2023年10月に公表した。当ガイドラインに基づくグリーンスチール（以下「GS」）とは、高炉メーカーが実施した追加性のある削減プロジェクトによる温室効果ガス（GHG）排出削減実績量を組織内でプールし、その削減



図-13 GSの概念⁹⁾

図-14 GSへのGHG排出削減量の割当てと証書の付与⁹⁾

量を特定の製品に割当て、第三者機関の認証の下で発行される証書と共に供給される鉄鋼製品のことであり、鉄鋼製品ユーザー企業のスコープ3上流排出量を削減することを可能としている（図-13、図-14参照）。

以上は鉄鋼業界によるGSの市場投入に向けた取組みであるが、現在国内でもGX市場の活性化という観点からこれに関心を持たれるようになり、経済産業省や環境省をはじめとしてGX市場導入への検討が進められている。

例えば、昨年8月に開催された内閣府GX実行会議（第12回）では、GX製品の国内市場立ち上げにおいては、当初は高コストとなるGX製品の付加価値を向上させ、需要家が調達する具体的なインセンティブを高めつつ、調達コスト自体も低減させるような取組みを官民が連携して実施する必要があると整理された。前者のGX製品のインセンティブ付与については、例えばグリーン購入法に基づく特定調達品目に指定して、公共調達からGX製品の優先調達を開始することや、後者の調達コスト低減については購入補助金の対象とすること等による購入支援を行う等の検討がなされた。なお、2025年1月28日に閣議決定された「環境物品等の調達の推進に関する基本方針」には、原材料に鉄鋼が使用された物品のうち鉄連「グリーンスチールに関するガイドライン」の手続きに従って削減実績量が証書として付されているものは基準値1の特定調達品目とする旨が記載されている（公共工事分野は今のところ対象外）。

5. GSの建築物への適用事例

現在、日本の高炉各社は鉄連「グリーンスチールに関

するガイドライン」に基づき各々の商品ブランド名を冠してGSの市場投入を開始している。以下に各社の建築物へのGS適用事例を紹介する。

5.1 日本製鉄(株) NSCarbolex[®] Neutral

日本製鉄(株)では「NSCarbolex[®] Neutral」という名称のブランドを立ち上げ、2023年度上期にGSの販売を開始した。ここでは、今年4月に開催される2025年日本国際博覧会（大阪・関西万博）に出展される展示場建築物「コロンビアパビリオン」を紹介する。

当建築物は、板厚1.0～2.2mmのめっき鋼板を成形した形鋼からなる構造方法（薄板軽量形鋼造）を用いており、この薄板軽量形鋼にNSCarbolex[®] Neutralを採用した。これにより、建物全体で約53t-CO₂eqのGHG排出削減に貢献するほか、一部ハイテン材使用による鋼重削減（軽量化）、基礎構造の簡素化、工期短縮、大空間でありながら外張断熱工法による高い断熱性、解体時にリサイクル可能な建築材料の使用といったGS以外の効果によって更なるGHG排出の削減も見込むことができ、建物全体が大阪・関西万博が目指す「持続可能な開発目標（SDG's）達成への貢献」に十分配慮されている。



図-15 外観パース ©株式会社MORF建築設計事務所



図-16 屋内空間（工事中）

建築物名称：コロンビアパビリオン

建築主：PROCOLOMBIA

設計：(株)MORF建築設計事務所

施工：阪根産業(株)

工期：2024年9月着工、2025年3月竣工

構造形式：薄板軽量形鋼造（NSスーパーフレーム工法）

階数：平屋、最高高さ：7.2m、延べ床面積：584.44㎡

5.2 (株)神戸製鋼所 Kobenable[®] Steel

(株)神戸製鋼所では高炉工程におけるCO₂排出量を削減した低CO₂高炉鋼材として「Kobenable[®] Steel」というブランドを立ち上げ、2022年5月に国内で初めて商品化し、GSの販売を開始した。ここでは、2022年12月に建築分野で初となる「豊洲4-2街区開発計画B棟」の事例を紹介する。

「豊洲4-2街区開発計画B棟」は、東京都江東区豊洲にある豊洲二・三丁目地区における最後の大規模再開発として、豊洲エリア（約50.5ha）の地域に新たな魅力を創出し、エリア全体の価値向上を目指すべく工事を進めるプロジェクトとして2022年7月に着工を開始した。(株)IHI、三菱地所(株)、鹿島建設(株)と当社において、ビルに使用される鉄骨部材として「Kobenable[®] Premier」が採用されている。これは、当社独自の高炉向けCO₂低減ソリューションを活用し、従来の品質を維持したまま低CO₂鋼材を可能とし、本物件の鉄骨の一部に採用することにより、建材由来のCO₂排出の削減に寄与するものである。4社共同での活動により、持続可能な開発目標（SDGs）を支援し、「Kobenable[®] Steel」を通じて、「つくる責任、つかう責任」を踏まえ、「住み続けられるまちづくり」への貢献を意識し、脱炭素社会の実現に向けた取組みを進めている。



図-17 「豊洲4-2街区開発計画」外観

事業者：株式会社IHI、三菱地所株式会社
 設計者・施工者：鹿島建設株式会社
 所在地：東京都江東区豊洲二丁目14-2,4,5
 工期：2022年7月着工、2026年7月竣工（予定）
 建物用途：事務所、インキュベーション施設、店舗、
 シェア企業寮、駐車場など

5.3 JFEスチール(株) JGreeX®

JFEスチール(株)では「JGreeX®」というブランドで23年度上期からGSの販売を開始し、住友商事(株)が開発するオフィスビル「(仮称)水道橋PREX」において採用された。

本物件では、主要鉄骨部材およそ400tのうち約半分の鋼材に「JGreeX®」が採用され、CO₂排出量削減効果は約400t（建物新築時の排出量全体に対して1割以上）を見込んでいる。住友商事(株)と設計・施工者である(株)熊谷組にとって、GSの採用は初となり、また、JFEスチールとしても、不動産・建築業界における「JGreeX®」採用は初めてであった。今後もカーボンニュートラル社会の実現に向けて、脱炭素化の取り組みを推進する。



図-18 「(仮称)水道橋PREX」イメージ図

事業者：住友商事株式会社
 設計者・施工者：株式会社熊谷組
 所在地：東京都文京区本郷1丁目23-2（地番）
 建物規模：鉄骨造 地上10階建て
 工期：2024年1月着工、2025年5月竣工（予定）
 建物用途：事務所、店舗、駐車場

6. おわりに

国内の高炉各社は、今後も鉄鉱石から鉄を作り続けていくことが持続可能なカーボンニュートラルの実現に向けて不可欠であることを認識し、従来の製造技術を抜本的に見直した革新的な技術開発と新設備の導入を推進中である。カーボンニュートラル実現までの移行期においては、GHG排出削減への取組みに価値を与え、国全体でGX市場を活性化させることが必要である。建築市場においてもGSの価値が認められ、今後多くの建築物に使用されていくことを期待したい。

【参考文献】

- 1) 国立環境研究所：日本の温室効果ガス排出量データ1990～2022年度
- 2) 日本鉄鋼連盟：鉄の輪がつなぐ人と地球, p.8
- 3) Carbon Trust: International Carbon Flows (2011)
- 4) 日本鉄鋼連盟：世界の鉄鋼循環図(2022年)
- 5) 経済産業省：GXのためのグリーン鉄研究会とりまとめ, p.14, 2025年
- 6) 日本鉄鋼連盟：国内の鉄鋼循環図(2022年)
- 7) 日本鉄鋼連盟：日本鉄鋼業におけるカーボンニュートラルの実現に向けた取組み, p.12, 2024年
- 8) 醍醐市朗：鉄鋼材における不純物元素濃度の日中間比較, 鉄と鋼, Vol.100 No. 6, p.756, 2014年
- 9) 日本鉄鋼連盟：日本鉄鋼業におけるカーボンニュートラルの実現に向けた取組み, pp.14-17, pp.21-22, 2024年

【執筆者】



*1 平川 智久
(HIRAKAWA Tomohisa)



*2 吉田 敦彦
(YOSHIDA Atsuhiko)



*3 安永 隼平
(YASUNAGA Junpei)



*4 笹 祐也
(SASA Yuya)

特別企画② 今後の建築技術の展望

再生可能エネルギー事業と地域共生 ～山形県遊佐町沖洋上風力発電のケース

Renewable energy business and local coexistence: the case of offshore wind power generation off the coast of Yuza Town, Yamagata Prefecture, Japan

諸富 徹^{*1}

1. 再エネ事業の課題～地域との共生

1.1 再エネ事業を取り巻く課題

閣議決定された第7次エネルギー基本計画の原案では、再生可能エネルギー（以下、「再エネ」と略す）の発電量を、2040年に総発電量の4～5割まで増やすことを目標としている。現在の再エネ比率は23%程度なので、あと15年で倍増させることになる。これが実現すれば、再エネはすべての電源の中で最大電源となる。

しかし、それに向けたハードルは高い。第1に、コロナ禍明け以降のインフレや人件費上昇の影響で、再エネ事業の採算性が悪化している。最近、再エネ海域利用法に基づく促進区域第1回入札（第1ラウンド）で3案件を総取りして話題になった三菱商事が、巨額損失を出す見込みとなり、事業をゼロベースで見直すと発表した。

太陽光発電についても、同様にインフレや人手不足などの要因で新規投資が激減している。再エネ発電の固定価格買取制度（FIT）が導入された2012年以降、太陽光発電への投資は加速し、再エネの中で最大電源に育った。

しかし、FIT価格が太陽光発電のコスト低下を受けて継続的に引き下げられてきたところに、インフレと人手不足が直撃し、採算割れが続出して事業者が新規事業を控える事態になっている。

1.2 再エネ発電設備は迷惑施設？

ハードルの第2は、再エネ事業が地域とどう共生するかである。近年、再エネ発電設備が「迷惑施設」とみなされるようになってきている。

背景には、再エネ発電の適地がなくなってきていることがある。かつては、工業団地の遊休地や広大なゴルフ

場跡地等を買収して太陽光パネルを敷き詰めることができた。ところが今では、そのような空き地はほぼ枯渇しており、森林を伐採して用地を確保したり、山の斜面にパネルを敷き詰めたりしている事例がある。これらは立地地域にとって自然破壊であり、災害を引き起こす恐れがあるとみなされるだろう。

風力発電の場合も同様である。ほんの一例を挙げると、蔵王山の稜線に風車を立てる計画をある事業者が発表したところ、地元の宮城・山形県で大きな反発が起き、事業が撤回された事例があった。これは、表向きは景観の問題だ。しかし問題の根はもっと深く、蔵王山とそれが形づくる風景に対して地元の方々が抱く思いや、そこで営まれてきた生活や地域文化への敬意や想像力を欠いていた点に、根本的な問題があった。

1.3 再エネは地域経済の発展に資するか

第3のハードルは、再エネが地域経済を発展させることにどう寄与できるかという点にある。上記の蔵王山の事例でも、「事業者は自分の儲けにしか関心がない」とみられたことが、事業への住民の反発を増幅した。

優良な再エネ事業であれば、設計段階から事業者が地元に入り込んで住民や地元企業と話し合い、その事業をどう地域と共生する事業にするかを真剣に検討し、反映させる努力を行うものだ。

とくに風力発電は、発電設備本体の部品点数が約1～2万点、基礎製造やO&M（運用・保守）まで含めると約3万点といわれ、非常に広範な部品メーカーとのサプライチェーンの構築を必要とする。その一部でも、立地地域のメーカーに部品供給を委ねれば、地域共生の一要素になる。

^{*1} MOROTOMI Toru：京都大学公共政策大学院 教授 博士（経済学）

さらに、洋上風力は建設から完成後のメンテナンスまで専用港湾、専用船、資材ヤードなどを整備しなければならず、膨大な土木工事が発生する。完成後も常時メンテナンスが必要になる。これらの雇用が地元で発生すれば、併せて地域共生の要素になる。

将来的には、風力産業の人材を地元で育成し、関連産業がその地域で育つことができれば、地域共生の好事例となるだろう。

以上、再エネをさらに増やしていく上でのハードルを3点挙げた。本稿では以下、第3点目の地域共生に焦点を絞りつつ、洋上風力発電事業に即して論じることにした。筆者は、2025年1月30日に山形県遊佐町で開催された山形県地域協調型洋上風力発電研究・検討会議「令和6年度第1回 遊佐沿岸域検討部会（以下、「検討部会」と略す）」に、山形県庁のご厚意でオブザーバー参加させて頂いた。そこで事例として遊佐町沖の洋上風力開発プロジェクトを取り上げ、検討会で判明したことも踏まえ、報告をさせて頂きたい。

2. 洋上風力発電事業における地域共生の試み ～山形県遊佐町のケース

2.1 洋上風力発電事業の経緯

山形県遊佐町（ゆぎまち）は、山形県の最北部、秋田県に隣接する位置にあり、日本海に面する人口約1万2千人の町である。北には東北地方第2の標高を誇る鳥海山がそびえ、中央部には庄内平野、そして西側は日本海に面する立地条件である。

庄内平野の沖合は、着床式洋上風力発電事業で採算性の観点から「適地」と判断される、年間風速7.5m/s以上の条件を満たしている。風力発電事業誘致の機運が高まり、初めての検討部会が開催されたのは、2018年8月6日のことであった。それ以降、13回の検討部会、2回の住民説明会、1回の講演会を開催してきた。住民代表、自治体、漁業組合など海域利用者、地元経済団体、そして有識者など、主要利害関係者を包括的に構成員とした会議体となっている。

この検討部会場で議論と合意形成の努力を積み重ねた結果、2021年9月13日には再エネ海域利用法上の「有望な区域」に指定され、2023年10月3日には同「促進区域」に指定された。2024年1月19日～7月19日には、経産大臣・国交大臣による事業者公募（第3ラウンド）が実施され、「山形遊佐洋上風力合同会社」（構成員：(株)丸紅、(株)関西電力、BP Iota Holdings Limited、(株)東京瓦斯、(株)丸高）が事業者として選定された。

2.2 漁業との共生が決定的に重要

洋上風力発電と地域共生の問題を考えると、最大の課題となるのは、地域産業である漁業との共生である。着床式洋上風力は、沿岸漁業のあり方に大きな影響を及ぼす。漁法によっては、漁そのものを断念せざるをえなくなる。そこまで行かなくとも、海流の変化、藻場や岩礁の変化、魚群の存在場所の変化など、さまざまな変化が漁業にネガティブな影響を及ぼす可能性がある。

これらのリスクに対して適切な対応がなされなければ、海域の漁業権をもつ漁業組合が反対姿勢を貫く結果となり、事業が頓挫しかねない。実際、日本の複数の地域が漁業組合との良好な関係構築に失敗し、事業が立ち消えになったり、構想段階で挫折したりした事例を耳にする。

他方、漁業組合の側も漁獲量の減少や後継者難といった課題を抱え、その持続可能性に懸念が生じる状況である。洋上風力発電に対して問答無用で拒否するのではなく、どのような形でならば受け入れ可能なのか、風力発電事業がもたらす利益の一部を原資として、漁業を近代化して産業発展の途を見出すべきではないか、といった論点を検討すべき段階に来ていた。実際、沿岸域の漁業組合は、そうした方向に進んだのである。

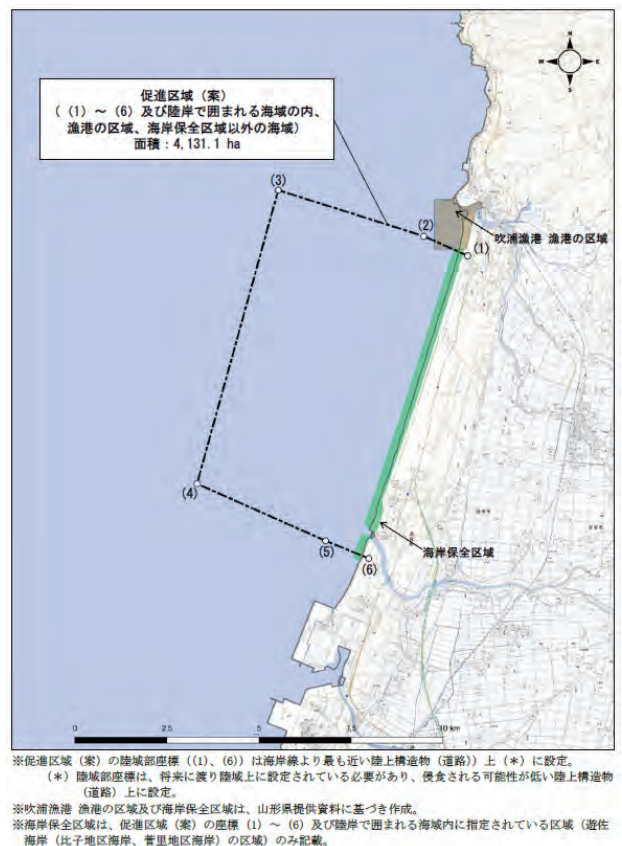


図-1 遊佐町沖促進区域の位置（参考文献3）, p.2)

これを受けて山形県では、遊佐町沖沿岸に漁業権を持つすべての漁業協同組合だけでなく、サケやサクラマス、アユ等の内水面漁業を行う組合もメンバーに加えて検討部会を設置、県庁が前面に出て利害調整を行う体制を整えた。

3. 洋上風力発電と共生する漁業とは

3.1 議論の経緯

検討部会の中には、「漁業協調策・漁業振興策等に関する研究会」が設けられ、洋上風力発電と漁業が共生するにはどういう条件が必要か、共生に必要な施策とは何か、といった論点について検討が進められた。その報告書¹⁾は、これらの論点について一定の回答を提示している。ここでは、その要点を確認しておきたい。

イワガキ等の養殖

イワガキについては、全国的に需要が高まっているにもかかわらず周辺海域の漁獲高は急減し、回復の兆しが見えない状況だという。

他方で、酒田北港のケーソンや遊佐町沿岸域のヘッドランド等の人工構造物には、イワガキが自然着底して成育しており、洋上風力発電設備が建設されれば、その支柱や基礎部分でもイワガキが生育する期待が持てる、と指摘されている。

風車の支柱や基礎部分を活用したイワガキ養殖の実現に向けて、発電事業者や県の協力を得て研究を進め、事業化や新たな漁業権設定の検討を進めるべきだと提言している。

魚礁の設置等

一般に、風車建設に合わせて魚礁を設置すれば、魚が風車の支柱や基礎部分周辺に集まってくることが知られている。そこで、積極的に魚礁を風力発電設備周辺に設置することで、漁獲量の維持・増加を期待することができるとされている。

設置する魚礁は、効率的かつ高付加価値の漁獲を目指す観点から多目的タイプではなく、特定の魚種を念頭においた専用タイプのものを設置するのが有効だと提言している。

漁業基金の造成

本報告書は、風力発電事業者がえる売電収入の一部を漁業振興のために拠出してもらう仕組み（「漁業基金」）の造成を提案している。

これは、風力発電で生じる漁業への悪影響を補償する仕組みとは別で、周辺海域の漁業の新たな発展への投資原資を確保する仕組みである。

以上、研究会報告書が提示した漁業協調策／振興策の骨子は、その後の議論のたたき台となった。議論は再エネ海域利用法（以下、「利用法」と略す）上の法定協議会へと移っていく。

3.2 法定協議会での意見とりまとめ

利用法は、公募手続きを通じて選定された風力発電事業者に対して、当該海域の30年間の占用許可を出す。利用法はその準備段階として、地域利害を調整するための公開の法定協議会を設置しなければならないと規定している。

ところで、洋上風力開発は次の3ステップを段階的に踏んで進んでいく。第1段階では、都道府県からの情報提供に基づいて国が「一定の準備段階に進んでいる区域」を指定する。第2段階は、法定協議会を設置する準備が整った段階で、国がその地域を「有望な区域」に指定する。そして第3段階では、法定協議会が促進区域案を決定し、幅広く意見を聴取した後に、国が当該地域を「促進区域」に指定する。促進区域に指定された後、国は入札手続きを進め、当該地域の洋上風力発電事業者を決定する。

このように法定協議会は、利用法上、地域で利害調整を行い、事業者選定に入るための前提条件を整える重要な役割をもっている。その地域が「有望な区域」に指定されたのちに設置され、利害調整を経て合意形成が図られれば、国がその地域を「促進区域」に指定する前提条件が整う。

遊佐町沖における法定協議会が設立され、第1回会合が開催されたのは、2022年1月24日のことであった。その後、4回にわたって精力的に協議が進められ、2023年3月29日に開催された第4回会合で、協議会意見の取りまとめが行われた²⁾。

この「取りまとめ」は、研究会で提案されていた漁業基金に関してより具体的な制度提案を行っているほか、漁業協調策／振興策について、かなり詳細かつ具体的な提案を行っている点で注目される。その内容は、以下のとおりである。

3.3 漁業協調策／振興策の具体的内容

漁業基金の造成

公募を通じて選定された風力発電事業者は第1に、発電事業で得られた利益の地域還元を目的として、漁業基金への出捐等が求められる。

また、基金を原資とした地域や漁業との協調策及び振興策の検討・実施に参画するとともに、公募占用計画の作成にあたっては、「洋上風力発電事業を通じた遊佐地域の将来像」³⁾に記載の趣旨を踏まえた提案を行うことが求められる。

基金への出捐等の規模（総額）については、選定事業者の公募占用計画で示される発電設備出力（kW）の規模に、kW当たりの単価（250円）と公募占用計画の最大認定期間（30年）を乗じた額、すなわち発電設備出力（kW）×250円×30年で算定される額を目安とする、と定められた。

海面漁業の協調策

以上の基金を原資として、産業としての漁業の発展を可能にする施策が示されている（「クリーン&スマートなデータ駆動型漁業」）。

高度な衛生管理環境の整備に加え、最先端のデジタル技術を活用した漁業活動の最適化・省エネ化と、市場動向に合わせて加工・冷蔵等がタイミングよく行われることで、漁獲量以上に付加価値の高さで稼ぐという漁業のあり方を開拓する、との方向性が示されている。

選定事業者には、こうした漁業を実現するための戦略づくりや、地域内外におけるプレイヤーの巻き込み、漁獲した水産物の販路開拓等について、地元の関係者と一緒になって取組を推進していくことが求められる。

地域振興策の具体例

漁業だけでなく、洋上風力発電事業が地域全体に裨益する仕組みづくりについても、具体的な事例が挙げられている。

第1は、洋上風力発電に関する地元企業への積極的な情報提供を通じた、地域における新産業（水素関連を含む）の育成、そして関連する雇用確保に向けた取り組みである。とくに、洋上風車メーカー等と地元企業との関係を構築し、参入可能な産業分野の検討を進めることが明記されている。

第2は、本事業で発電される電気を県内企業や地域住民が活用するための検討や、災害時における地元への電力供給の検討など、電力の地産地消に資する取り組みの

提案も目を引く。

第3は、人材育成である。地元自治体や教育機関、試験研究機関等との連携による研究開発に向けた取組のほか、地元教育機関への講師派遣等による環境教育、人材育成が謳われている。

第4は、観光振興である。洋上風力発電施設を活用した観光ツアー組成への協力や教育旅行誘致への協力等、洋上風力発電事業を契機とした観光振興の取り組みが謳われている。

第5は、地元の酒田港や吹浦漁港の積極的な活用を通じた港湾地域・漁村地域の活性化への取り組みである。

最後に第6として、地域住民の安全・安心な暮らしの実現、自然環境の保全、海洋環境への配慮に関する取り組みが挙げられている。

筆者が山形県庁の担当者から聞いた限りでは、全国的にも、このような形で県庁が深くコミットして洋上風力発電事業をめぐる合意形成と利害調整を担う事例はきわめて珍しいという。

4. 洋上風力発電事業の経済波及効果

洋上風力発電は、先述のように部品点数が発電設備本体で1～2万点、基礎製造やO&Mまで含めると約3万点といわれ、自動車製造に匹敵するすそ野の広い産業を形成する潜在的な可能性がある。

しかし日本では現在、風力発電のための風車を製造しているメーカーは存在しない。かつては三菱重工、日立製作所（富士重工より事業移管）、日本製鋼所の3社があったが、いずれも撤退してしまった。日本がようやく洋上風力発電の本格的な立ち上げ期に入ったところなのに、残念なことである。

産業の頂上に位置するメーカーが国内に存在しないため、風車そのものは輸入に頼らざるをえない。しかし、部品や周辺機器などに食い込むことは可能であろう。

実際、先行する北海道の石狩洋上風力発電事業では、電気工事、土木電気工事、風車組立、架台製造などで多くの道内企業が参入しているという。北海道の陸上風力事業でタワー等の風車本体の製造や関連工事、そしてメンテナンス（O&M）に関わった実績のある企業が多数存在することが、有利に働いているという。

秋田県では、国の支援を受けて県内企業が洋上風力発電の基礎架台の製造を実施しているという。さらに、再エネ海域利用法の公募を踏まえ、関連産業マッチングフォーラムを県が実施し、ナセルの外枠や輸送に関連す

る鉄鋼部品、配電機器や制御を収納し、保護する電気部品に係るサプライヤーについて、県内企業5社を候補として決定したという。

このように、県庁の努力や国の支援をえて、地元企業がある程度、部品製造に食い込むことは可能であることが実績から見えてきている。

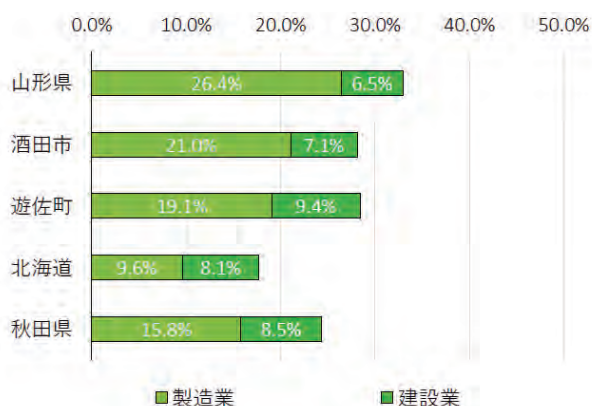


図-2 各自治体の総生産額に占める製造業、建設の割合
(参考文献4) , p.9)

図-2に示されているように、山形県は北海道や秋田県以上に総生産額に占める製造業の比率が高く、潜在的には風車の部品その他の受注可能性はより大きいかもしれない。こうした可能性が高まれば高まるほど、再エネ事業が地域にやってくることで、その地域の発展とより強い連関性をもつようになり、それだけ再エネ事業をめぐる地域的な合意形成も容易になるだろう。

5. ここから一年が真剣勝負

利用法上の洋上発電力事業は、公募で事業者が選定されさえすれば、あとは粛々と進むというわけではない。むしろ選定されてから、次のステップである「公募占用計画の認定」までが真剣勝負となる。

事業者は選定後、一年間かけて地元の利害関係者と協議しつつ、事業計画の詳細やその環境影響評価、さらには漁業協調策／振興策の具体的な姿をまとめ上げねばならないからである。

遊佐町沖の洋上風力発電事業者公募で落札した(株)丸紅を筆頭とする「山形遊佐洋上風力合同会社」は、公募の審査過程で、総合点240点満点のうち価格点がいずれの応募事業者も120点(満点)をとって差がつかない中、「事業の実施能力(80点満点)」「地域との調整等(40点満点)」で他の応募者に差をつけたことで審査で最高点を取り、事業者としての選定を勝ち取った。つまり、選定事業者は地域と共存する洋上風力発電事業を成功さ

せる高い能力があると評価されたわけである。

それでも、筆者がオブザーバー参加した令和6(2024)年度第1回遊佐沿岸域検討部会では、選定事業者と漁協をはじめとする地元の利害関係者が初めて公式的に顔合わせする場であったにもかかわらず、利害関係者側からは事業者側の姿勢を試すかのような厳しい発言が飛んでいた。

「占用計画」では、事業内容、スケジュール、実施体制、地域共生策について具体化を図って地元合意を取り付ける必要がある。遊佐町沖の場合、まさにここから一年間が真剣勝負となる。

【参考文献】

- 1) 山形県地域協調型洋上風力発電研究・検討会議 遊佐沿岸域検討部会「『漁業協調策・漁業振興策等に関する研究会』による検討とりまとめ」令和元年度第3回遊佐沿岸域検討部会(2019年11月22日開催)、資料(https://www.pref.yamagata.jp/documents/19729/r1bukai3_03-02a.pdf)
- 2) 山形県遊佐町沖における協議会「山形県遊佐町沖における協議会意見とりまとめ(案)」第4回遊佐町沖における協議会(令和5年3月29日開催)、資料3(https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/yojo_furyoku/dl/kyougi/yamagata_yuza/04_data04.pdf)
- 3) 山形県遊佐町沖における協議会「洋上風力発電事業を通じた遊佐地域の将来像(案)」第4回遊佐町沖における協議会(令和5年3月29日開催)、資料4(https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/yojo_furyoku/dl/kyougi/yamagata_yuza/04_docs04.pdf)
- 4) 有限責任監査法人トーマツ「山形県洋上風力発電による経済波及効果の調査業務委託報告書」2024年10月31日(https://www.pref.yamagata.jp/documents/43446/02_syosai.pdf)

【執筆者】



*1 諸富 徹
(MOROTOMI Toru)

事業報告

■製品認証	69
■性能評価完了案件	
1. 超高層・免震構造等建築物	70
2. 指定建築材料	71
3. 図書省略	72
4. ホルムアルデヒド発散材料	72
5. 耐火構造・防火設備等	72
6. 防火材料	74
7. 屋根防火構造	74
■建築技術性能認証・証明	
建築技術性能証明	75
建築技術性能認証	76
■建築防災計画評定	77
■構造計算適合性判定(法定)	78
評価シート	
■免震構造等建築物	
・24-022C-005 (仮称)千代田区三番町6-5 プロジェクト	79
■建築技術性能証明	
・24-08号 D-TEC PILE 工法Ⅱ PLUS	
ー小口径鋼管及び碎石を用いた杭状地盤補強工法ー	83
・24-09号 ALKTOP Ⅱ 工法 PLUS(拡底型)	
ー小口径鋼管及び碎石を用いた杭状地盤補強工法ー	84
・24-10号 ALKTOP Ⅱ 工法 PLUS(ストレート型)	
ー小口径鋼管及び碎石を用いた杭状地盤補強工法ー	85
・24-11号 JP-Pile 工法ー先端翼付き回転貫入ぐい工法ー	86
・24-12号 ネジ onicon 鉄筋継手	87
・24-13号 サクラコラム Pro 工法	
ー先端に拡径部を有する柱状改良体を用いた地盤補強工法ー	88
・24-14号 TU-合成梁工法ートラス筋を用いたプレキャスト合成梁工法ー	89
・24-15号 溶接ユニット鉄筋工法ー溶接組立鉄筋による先組工法ー	90
・24-17号 タフネジバーグラウト継手ーねじ節鉄筋の機械式継手ー	91
・24-18号 絆ジョイント工法ー小口径鋼管を用いた杭状地盤補強材の機械式継手ー	92
・24-19号 タフネジバー無機グラウト継手 FL タイプ	93
・04-02号 改12 RES-P 工法	
ー小規模建築物の基礎に用いる細径鋼管による地盤補強工法ー(改定12)	94
・12-18号 改4 Q P パイル工法(キューピーパイル工法)ー木材による地盤補強工法ー(改定4)	95
・12-21号 改2 スーパーNP-PACK 工法eco	
ー回転圧入したストレート型鋼管を用いた地盤補強工法ー(改定2)	96
・15-18号 改1 くい丸工法ー絞り加工を施した細径鋼管を用いた杭状地盤補強工法ー(改定1)	97
・20-04号 改1 サクラコラム 工法	
ー拡径部を築造可能なスラリー系機械攪拌式深層混合処理工法ー(改定1)	98
・20-20号 改1 竹中非梁貫通形式柱RC 梁S 接合構法(改定1)	99
・08-06号 改4(更1) ウルトラコラム 工法ースラリー系機械攪拌式深層混合処理工法ー(改定4)	100
・10-13号 改3(更2) Σ-i 工法ー先端翼付き鋼管を用いた杭状地盤補強工法ー(改定3)	101
・11-22号 改2(更3) +NBZ 工法ー碎石と杭を併用した地盤補強工法ー(改定2)	102

・ 13-18号 改(更3)	efコラム工法 ーセメントミルクで囲まれた鋼管を有するソイルセメントコラムを 用いた地盤補強工法ー(改定)	103
・ 15-19号(更3)	CDP工法ー碎石を用いた地盤の密度増大工法ー	104
・ 18-18号(更2)	ベースグラウンドファウンデーション工法ー細径鋼管を用いた地盤補強工法ー ..	105
・ 21-09号(更1)	SDSーピュアパイル工法(SDSーPP工法) ーセメントミルク杭状補強体による地盤補強工法ー	106

(広告)

安心・信頼の指標“JISマーク”	69
GBRC構造計算適合性判定のWeb申請受付中です	78

製品認証

2024年10月から12月に実施した製品認証は以下の通りです。

鉱工業品の名称	実施件数
コンクリート用砕石類	1
プレキャストコンクリート製品	5
合 計	6

認証番号	認証日 (契約日)	認証取得に係る工場又は事業場の名称	規格番号	鉱工業品の名称
GB0624001	2024/10/23	有限会社成羽砂利 木野山工場	JIS A 5005	コンクリート用砕石類
GB0124001	2024/11/13	藤コンクリート株式会社 製品部 製品工場	JIS A 5372	プレキャストコンクリート製品
GB0524001	2024/11/27	ベルテクス株式会社 京都工場	JIS A 5372	プレキャストコンクリート製品
GB0524002	2024/11/27	ベルテクス株式会社 兵庫第1工場	JIS A 5372	プレキャストコンクリート製品
GB0424001	2024/12/25	ベルテクス株式会社 富山工場	JIS A 5372	プレキャストコンクリート製品
GB0524003	2024/12/25	ベルテクス株式会社 武生工場	JIS A 5372	プレキャストコンクリート製品

安心・信頼の指標 “JIS マーク”

製品認証センターは、建設分野における試験・研究で培った技術を活かし、登録認証機関として JIS マーク表示制度に基づく製品認証業務を行います。

【業務範囲】

- ① JIS A 土木及び建築 78 規格
- ② JIS R 窯業 8 規格
- ③ JIS S 日用品 4 規格

【業務区域】

日本国 他 34 区域
(アメリカ合衆国、インドネシア共和国、台湾、
中華人民共和国、マレーシア等)

【JIS 認証取得のメリット（取得者の声）】

- ☐ 品質管理に対する事業者の意識が向上した。
- ☐ JIS をベースに更なるステップアップが図られた。
- ☐ 認証取得で得られた信頼性から、非 JIS 品の受注も増えた。
- ☐ 非 JIS 品と差別化が図られ、海外でも信頼が獲得できた。

【お問合せ先】

製品認証センター 認証部 E-MAIL : pcc02@gbrc.or.jp

●審査課・登録課

大阪市中央区内本町 2-4-7 大阪 U2 ビル 6F
TEL : 06-6966-5032 FAX : 06-4790-8631

●審査課（東京）

東京都港区西新橋 1-5-8 西新橋一丁目川手ビル 4F
TEL : 03-3580-0866 FAX : 03-3580-0868



GBRC JIS 検索



■性能評価完了案件

2024年10月から12月（一部を除く）に性能評価書を交付した案件は以下の通りです。なお、申請者の掲載承諾を得た案件のみ掲載しています。

1. 超高層・免震構造等建築物

1) 超高層建築物

（高さ60mを超える免震構造物を含む。法第20条第1項第一号に基づく）

評価番号 GBRC 建評－ 〔評価日〕 大臣認定番号 〔認定日〕	件名 〔棟名〕	申請者	建設 予定地	主要 用途	階数		建築物 の高さ (m)	建築面積 (㎡)	延べ面積 (㎡)	構造 種別
		設計者			地上	地下				
23-022A-014-01B 〔24/11/14〕 HNNNNNN-12613-1 〔24/12/09〕	(仮称)海老名 駅間C棟マン ション計画	小田急不動産(株)、 小田急電鉄(株) 三井住友建設(株) 横浜支店一級建 築士事務所、 三井住友建設(株) 一級建築士事務 所	神奈川県 海老名市	共同住宅	31	－	99.75	1,418.32	28,593.99	RC造

2) 免震構造等建築物

（高さ60m以下で時刻歴応答解析によるもの。法第20条第1項第二号口、第三号口、第四号口に基づく）

評価番号 GBRC 建評－ 〔評価日〕 大臣認定番号 〔認定日〕	件名	申請者	建設 予定地	主要 用途	階数		建築物 の高さ (m)	建築面積 (㎡)	延べ面積 (㎡)	構造 種別
		設計者			地上	地下				
22-022C-002-03B 〔24/09/19〕 MNNNNNN-12252-3 〔24/10/15〕	半田市立半田 病院新病院	半田市 (株)内藤建築事務 所、 (株)織本構造設計	愛知県 半田市	病院	5	1	27.55	11,327.51	44,429.32	S造、 SRC造、 RC造
24-022C-005 〔24/08/01〕 MNNNNNN-12679 〔24/09/30〕	(仮称)千代田 区三番町6-5 プロジェクト	三菱地所レジデ ンス(株)、 東京建物(株) 三井住友建設(株) 東京建築支店一 級建築士事務所、 三井住友建設(株) 一級建築士事務 所	東京都 千代田区	共同住宅	18	2	59.99	913.30	15,253.11	RC造

2. 指定建築材料

F_c : 圧縮強度の基準値 (設計基準強度) (N/mm^2)

セメントの種類

N : 普通ポルトランドセメント、M : 中庸熱ポルトランドセメント、L : 低熱ポルトランドセメント、

BB : 高炉セメントB種、BC : 高炉セメントC種、SFC : シリカフェュームセメント、

SFPC : シリカフェュームプレミックスセメント

混和材 F : フライアッシュ

特記事項 : 申請内容 (使用材料、適用範囲など) の中で特記すべき事項。

・「建物限定」… 当該コンクリートを特定の建築物に適用する場合

1) コンクリート (法第37条第二号に基づく)

評価番号 GBRC 建評 - [評価日]	大臣認定番号 [認定日]	申請者	生コン工場 の所在地	セメント の種類	F_c	特記事項
23-061A-074 [24/07/30]	MCON-4813 [24/10/18]	(株)竹中工務店 広島支店 ヒカリコンクリート(株)	岡山県	N	36~60	—
				L	36~80	
				BC	36~54	
				N+SFPC	36~81	
				SFPC	80~105	
23-061A-081 [24/05/13]	MCON-4806 [24/10/18]	(株)大林組 大阪本店 大阪アサノコンクリート(株) 淀川工場	大阪府	N	36~60	—
				L	36~80	
23-061A-082 [24/05/13]	MCON-4807 [24/10/18]	(株)大林組 大阪本店 新大阪生コンクリート(株) 茨木工場	大阪府	N	36~60	—
				L	36~80	
23-061A-083 [24/05/13]	MCON-4808 [24/10/18]	(株)大林組 大阪本店 新大阪生コンクリート(株) 茨木工場	大阪府	SFPC	80~120	—
24-061A-024 [24/06/07]	MCON-4803 [24/10/18]	(株)竹中工務店 広島支店 広島トクヤマ生コン(株) 西工場	広島県	BC	36~57	—
24-061A-033 [24/08/14]	MCON-4814 [24/10/18]	西松建設(株) 大阪アサノコンクリート(株) 淀川工場	大阪府	L	60~80	—
				SFPC	80~120	
24-061A-034 [24/08/14]	MCON-4804 [24/10/18]	鹿島建設(株) 東京建築支店 アサノコンクリート(株) 品川工場	東京都	SFPC	80~120	—
				M	39~90	
24-061A-035 [24/08/14]	MCON-4805 [24/10/18]	鹿島建設(株) 東京建築支店 アサノコンクリート(株) 深川工場	東京都	SFPC	80~130	—
				M	39~90	
24-061A-036 [24/09/24]	MCON-4820 [24/11/07]	(株)竹中工務店 東京本店 関東宇部コンクリート工業(株) 大井工場	東京都	M	60~87	—
				SFC	80~120	
24-061A-037 [24/09/24]	MCON-4821 [24/11/07]	(株)竹中工務店 東京本店 関東宇部コンクリート工業(株) 豊洲工場	東京都	M	60~87	—
				SFC	80~120	
24-061A-038 [24/09/26]	MCON-4818 [24/11/07]	(株)大林組 大阪本店 阪神生コン建材工業(株) 神戸工場	兵庫県	N	39~60	—
				L	39~80	
24-061A-039 [24/10/31]	MCON-4824 [24/12/26]	(株)長谷工コーポレーション 関東宇部コンクリート工業(株) 府中工場	東京都	M	39~85	—
				SFC	80~120	
24-061A-040 [24/10/31]	MCON-4825 [24/12/26]	(株)長谷工コーポレーション 三多摩太平洋生コン(株) 調布工場	東京都	M	39~80	—
				SFPC	80~120	
24-061A-044 [24/10/28]	MCON-4826 [24/12/26]	広島トクヤマ生コン(株) 西工場	広島県	N	39~60	—
24-061A-046 [24/10/28]	MCON-4827 [24/12/26]	鹿島建設(株) 横浜支店 鶴見菱光(株)	神奈川県	M	60~90	—
				SFC	80~130	
24-061A-049 [24/11/07]	MCON-4828 [24/12/26]	三井住友建設(株) 上陽レミコン(株) 東京工場	東京都	N	27~45	高流動コンクリート
24-061A-052 [24/11/07]	MCON-4829 [24/12/26]	(株)関西宇部 港工場	大阪府	SFC	90~120	—

3. 図書省略

基礎ぐいの許容支持力（建築基準法施行規則第1条の3第1項第一号ロ（2）の表3の各項に基づく）

評価番号 GBRC 建評－ 〔評価日〕 大臣認定番号 〔認定日〕	件名	申請者	ぐいの 種類	支持力係数			適用範囲			
				α	β	γ	先端地盤 種別	周辺地盤 種別	最大施工 深さ	適用する 建築物の 規模
24-231A-002 〔24/10/21〕 TACP-0690 〔24/12/18〕	ダイナ・メガ・ プレス工法Ⅱ (先端地盤： 砂質地盤（礫 質地盤を含 む）)	(株)シグマ ベース	先端翼付 き鋼管ぐ い	150	1.0	0.2	砂質地盤 (礫質地盤を 含む)	砂質地盤、 粘土質地盤	ぐい施工地 盤面から 52.8m	延べ面積 50,000㎡以 下の建築物

4. ホルムアルデヒド発散材料

F☆☆☆☆建築材料（令第20条の7第4項に基づく）

評価番号 GBRC 建評－ 〔評価日〕	大臣認定番号 〔認定日〕	申請者	材料名	商品名
24-083C-002 〔24/09/02〕	MFN-3867 〔24/11/06〕	エリモ工業(株)	りん窒素系薬剤混入合成樹脂塗装／アルミニウム合金はく裏 張／セルロース系繊維系壁紙	—
24-083C-003 〔24/08/27〕	MFN-3866 〔24/11/06〕	(株)トミタ	フッ素系樹脂塗装／ポリエステル繊維セルロース系繊維不織 布壁紙	240不織布壁 紙

5. 耐火構造・防火設備等

1) 耐火構造（法第2条第七号に基づく）

評価番号 GBRC 建評－ 〔評価日〕	大臣認定番号 〔認定日〕	申請者	部材名 時 間	構造名	商品名
23-011A-013 〔23/06/02〕	FP120BM-0521-1 〔24/12/25〕	アクゾノーベル コーティング(株)	はり 2時間	発泡性エポキシ系樹脂塗料被覆／鉄骨はり	インター チャー212
24-011A-025 〔24/07/09〕	FP060BM-0830 〔24/12/03〕	大和ハウス工業(株)	はり 1時間	人造鉱物繊維断熱材充てん／窯業系サイディング・ 人造鉱物繊維断熱材・ロックウール／無機繊維フェ ルト合成被覆／鉄骨はり	ダイワハウ スFP060BM- SJ3-K 仕様
24-011A-026 〔24/07/31〕	FP060CN-1067 〔24/12/03〕	大和ハウス工業(株)	柱 1時間	人造鉱物繊維断熱材充てん／窯業系サイディング・ 人造鉱物繊維断熱材・ロックウール／無機繊維フェ ルト合成被覆／鋼管柱	ダイワハウ スFP060CN- SJ3-K 仕様
24-011A-036 〔24/08/07〕	FP060BP-0105 (1) 〔24/10/31〕 FP060BP-0105 (2) 〔24/10/31〕	(株)リコネクト	間仕切壁 (耐力) 1時間	両面強化せっこうボード重張／鉄骨造間仕切壁 人造鉱物繊維断熱材充てん／両面強化せっこうボー ド重張／鉄骨造間仕切壁	—
24-011A-037 〔24/08/07〕	—	(株)リコネクト	間仕切壁 (耐力) 1時間	人造鉱物繊維断熱材充てん／両面強化せっこうボー ド重張／鉄骨造間仕切壁	—
24-011A-048 〔24/09/10〕	FP030NE-0484 〔24/10/31〕 —	(株)北日本ダイエイ 旭化成建材(株)	外壁 (非耐力) 30分間	鋼板・フェノールフォーム板・セメント板表張／軽 量鉄骨下地外壁	ネオマ I T パネル
24-011A-049 〔24/09/10〕	FP060NE-0485 〔24/10/31〕 —	(株)北日本ダイエイ 旭化成建材(株)	外壁 (非耐力) 1時間	鋼板・フェノールフォーム板・セメント板表張／軽 量鉄骨下地外壁	ネオマ I T パネル

2) 準耐火構造 (法第2条第七号の二に基づく)

評価番号 GBRC 建評- [評価日]	大臣認定番号 [認定日]	申請者	部材名 時 間	構造名	商品名
24-011B-012 [24/10/03]	QF045BE-1711 (1) [24/12/03]	三井ホーム(株)	外壁 (耐力) 45分間	人造鉱物繊維断熱材充てん／繊維混入セメントけい酸カルシウム化合物板・フェノールフォーム板・構造用面材〔木質系ボード又はセメント板〕表張／強化せっこうボード裏張／木製枠組造外壁	—
	QF045BE-1711 (2) [24/12/03]			人造鉱物繊維断熱材充てん／繊維混入セメントけい酸カルシウム化合物板・フェノールフォーム板・構造用面材〔木質系ボード又はセメント板〕表張／強化せっこうボード・内装下張材〔木質系ボード、セメント板、せっこうボード又は火山性ガラス質複層板〕裏張／木製枠組造外壁	
24-011B-013 [24/10/03]	—	三井ホーム(株)	外壁 (耐力) 45分間	人造鉱物繊維断熱材充てん／繊維混入セメントけい酸カルシウム化合物板・フェノールフォーム板・構造用面材〔木質系ボード又はセメント板〕表張／強化せっこうボード・内装下張材〔木質系ボード、セメント板、せっこうボード又は火山性ガラス質複層板〕裏張／木製枠組造外壁	—
24-011B-015 [24/10/07]	QF045BE-1719 (1) [24/12/25]	(一社) 日本ツーバイフォー建築協会 硝子繊維協会 ロックウール工業会	外壁 (耐力) 45分間	窯業系サイディング・構造用面材〔木質系ボード・セメント板・火山性ガラス質複層板又はせっこうボード〕表張／せっこうボード重裏張／木製枠組造外壁	窯業系外壁 付加断熱 (枠組壁工法)
	QF045BE-1719 (2) [24/12/25]			窯業系サイディング・人造鉱物繊維断熱材・構造用面材〔木質系ボード・セメント板・火山性ガラス質複層板又はせっこうボード〕表張／せっこうボード重裏張／木製枠組造外壁	
	QF045BE-1719 (3) [24/12/25]			人造鉱物繊維断熱材充てん／窯業系サイディング・構造用面材〔木質系ボード・セメント板・火山性ガラス質複層板又はせっこうボード〕表張／せっこうボード重裏張／木製枠組造外壁	
	QF045BE-1719 (4) [24/12/25]			人造鉱物繊維断熱材充てん／窯業系サイディング・人造鉱物繊維断熱材・構造用面材〔木質系ボード・セメント板・火山性ガラス質複層板又はせっこうボード〕表張／せっこうボード重裏張／木製枠組造外壁	
24-011B-017 [24/10/24]	QF045BE-1712 [24/12/25]	日本福祉大学	外壁 (耐力) 45分間	鋼板・人造鉱物繊維断熱材表張／直交集成板造外壁	薄型CLT＋ 鋼板サイ ディング
		(株)鴻池組			
		銘建工業(株)			
		材惣木材(株)			

3) 防火構造 (法第2条第八号に基づく)

評価番号 GBRC 建評- [評価日]	大臣認定番号 [認定日]	申請者	部材名 時 間	構造名	商品名
24-011C-013 [24/08/01]	PC030BE-4229 (1) [24/10/31]	アキレス(株)	外壁 (耐力) 30分間	窯業系サイディング・硬質ウレタンフォーム板・構造用面材〔木質系ボード、火山性ガラス質複層板、セメント板又はせっこうボード〕表張／せっこうボード裏張／木製枠組造外壁	外張り断熱 工法
	PC030BE-4229 (2) [24/10/31]			人造鉱物繊維断熱材充てん／窯業系サイディング・硬質ウレタンフォーム板・構造用面材〔木質系ボード、火山性ガラス質複層板、セメント板又はせっこうボード〕表張／せっこうボード裏張／木製枠組造外壁	

評価番号 GBRC 建評 - [評価日]	大臣認定番号 [認定日]	申請者	部材名 時 間	構造名	商品名
24-011C-020 [24/10/04]	PC030BE-4237 (1) [24/12/25]	アキレス(株)	外壁 (耐力) 30分間	硬質ウレタンフォーム板充てん／窯業系サイディング・硬質ウレタンフォーム板表張／せっこうボード裏張／木製軸組造外壁	外張り断熱 工法
	PC030BE-4237 (2) [24/12/25]			硬質ウレタンフォーム板充てん／窯業系サイディング・硬質ウレタンフォーム板・構造用面材〔木質系ボード、火山性ガラス質複層板、セメント板又はせっこうボード〕表張／せっこうボード裏張／木製軸組造外壁	
	PC030BE-4237 (3) [24/12/25]			硬質ウレタンフォーム板充てん／窯業系サイディング・硬質ウレタンフォーム板表張／せっこうボード・内装用面材〔木質系ボード、火山性ガラス質複層板、セメント板又はせっこうボード〕裏張／木製軸組造外壁	
	PC030BE-4237 (4) [24/12/25]			硬質ウレタンフォーム板充てん／窯業系サイディング・硬質ウレタンフォーム板・構造用面材〔木質系ボード、火山性ガラス質複層板、セメント板又はせっこうボード〕表張／せっこうボード・内装用面材〔木質系ボード、火山性ガラス質複層板、セメント板又はせっこうボード〕裏張／木製軸組造外壁	

6. 防火材料

1) 不燃材料（法第2条第九号に基づく）

評価番号 GBRC 建評 - [評価日]	大臣認定番号 [認定日]	申請者	材料名	商品名
24-021A-056 [24/08/27]	NM-5857 (1) [24/11/13]	(株)シーレックス・ジャパン	アクリル系樹脂塗装ガラス繊維不織布張／アクリル系樹脂塗装ガラス繊維不織布裏張／フェノール系樹脂混入ガラス繊維板	シーレックス吸音パネル #700 シリーズ
	NM-5857 (2) [24/11/13]		アクリル系樹脂塗装ガラス繊維不織布張／フェノール系樹脂混入ガラス繊維板	
24-021A-060 [24/10/01]	NM-5870 [24/11/27]	高圧ガス工業(株)	アクリル系樹脂塗装ポリエステル系繊維不織布張／アクリル系樹脂裏面塗装／ガラス繊維フェルト	サウンドブルー GW-4R フネン
24-021A-071 [24/11/05]	NM-5879 [24/12/25]	ヤマガタヤ産業(株)	木粉混入でん粉系塗材・せっこう系塗材塗／基材（不燃材料（金属板を除く））	—

7. 屋根防火構造

1) 市街地火災を想定した屋根の構造（法第62条に基づく）

評価番号 GBRC 建評 - [評価日]	大臣認定番号 [認定日]	申請者	材料名	商品名
24-031B-023 [24/09/11]	DR-2142 [24/12/03]	JAソーラー・ジャパン(株) (株)TMM ジャパン	太陽電池パネル表張／鋼製下地屋根	—
24-031B-024 [24/10/10]	DR-2141 [24/12/03]	(株)中電工	太陽電池パネル表張／アルミニウム合金製下地屋根	—
		JAソーラー・ジャパン(株) スカイジャパン(株)		
24-031B-029 [24/09/30]	DR-2140 [24/12/03]	(株)カネカ	太陽電池パネル・改質アスファルトルーフィング表張／ポリスチレンフォーム断熱材充てん木質系パネル製屋根	瓦型太陽電池モジュール
24-031B-030 [24/09/30]	—	(株)カネカ	太陽電池パネル・改質アスファルトルーフィング表張／ポリスチレンフォーム断熱材充てん木質系パネル製屋根	瓦型太陽電池モジュール

■ 建築技術認証・証明

2024年10月から12月に建築技術性能証明書を交付した案件は以下の通りです。

なお、これまでに建築技術認証・証明を行った案件の概要については、当法人のホームページで紹介しています。

1) 建築技術性能証明

証明番号 GBRC 性能証明 [発効日] <有効期限>	技術名称	取得者
第24-08号 [24/10/22] <27/10/31>	D-TEC PILE 工法Ⅱ PLUS ー小口径鋼管及び砕石を用いた杭状地盤補強工法ー	大和ハウス工業(株)
第24-09号 [24/10/22] <27/10/31>	ALKTOP Ⅱ 工法PLUS (拡底型) ー小口径鋼管及び砕石を用いた杭状地盤補強工法ー	大和ランテック(株)
第24-10号 [24/10/22] <27/10/31>	ALKTOP Ⅱ 工法PLUS (ストレート型) ー小口径鋼管及び砕石を用いた杭状地盤補強工法ー	大和ランテック(株)
第24-11号 [24/10/09]	JP-Pile 工法 ー先端翼付き回転貫入ぐい工法ー	ジャパンパイル(株)
第24-12号 [24/10/21]	ネジonicon 鉄筋継手	(株)伊藤製鐵所
第24-13号 [24/11/15] <27/11/30>	サクラコラムPro 工法 ー先端に拡径部を有する柱状改良体を用いた地盤補強工法ー	(株)JFDエンジニアリング
第24-14号 [24/11/22]	TU- 合成梁工法 ートラス筋を用いたプレキャスト合成梁工法ー	大成ユーレック(株)
第24-15号 [24/11/25] <27/11/30>	溶接ユニット鉄筋工法 ー溶接組立鉄筋による先組工法ー	西部スチール(株)
第24-17号 [24/11/22]	タフネジバーグラウト継手 ーねじ節鉄筋の機械式継手ー	共英製鋼(株)
第24-18号 [24/12/09]	絆ジョイント工法 ー小口径鋼管を用いた杭状地盤補強材の機械式継手ー	誠信GLOCAL (株) HS (株)
第24-19号 [24/12/27]	タフネジバー無機グラウト継手FLタイプ	共英製鋼(株)
第04-02号 改12 [24/11/05] <27/11/30>	RES-P 工法 ー小規模建築物の基礎に用いる細径鋼管による地盤補強工法ー (改定12)	大成建設(株) (株)設計室ソイル
第12-18号 改4 [24/11/22] <27/11/30>	Q P パイル工法 (キューピーパイル工法) ー木材による地盤補強工法ー (改定4)	(株)九州パイリング
第12-21号 改2 [24/12/02] <27/12/31>	スーパーNP-PACK 工法eco ー回転圧入したストレート型鋼管を用いた地盤補強工法ー (改定2)	兼松サステック(株)
第15-18号 改1 [24/11/22] <27/11/30>	くい丸工法 ー絞り加工を施した細径鋼管を用いた杭状地盤補強工法ー (改定1)	(株)くい丸
第20-04号 改1 [24/11/15] <27/11/30>	サクラコラム工法 ー拡径部を築造可能なスラリー系機械攪拌式深層混合処理工法ー (改定1)	(株)JFDエンジニアリング
第20-20号 改1 [24/12/18]	竹中非梁貫通形式柱RC 梁S 接合構法 (改定1)	(株)竹中工務店
第08-06号 改4 (更1) [24/10/22] <27/10/31>	ウルトラコラム工法 ースラリー系機械攪拌式深層混合処理工法ー (改定4)	山下工業(株) (株)建商

証明番号 GBRC性能証明 [発効日] 〈有効期限〉	技術名称	取得者
第10-13号 改3 (更2) [24/10/21] 〈27/10/31〉	$\Sigma-i$ 工法 ー先端翼付き鋼管を用いた杭状地盤補強工法ー (改定3)	(株)設計室ソイル アキュテック(株) ジオテック(株) 地研テクノ(株) 応用開発(株) キューキ工業(株) 新協地水(株)
第11-22号 改2 (更3) [24/11/22] 〈27/11/30〉	+NBZ 工法 ー砕石と杭を併用した地盤補強工法ー (改定2)	(株)新生工務
第13-18号 改 (更3) [24/11/22] 〈27/11/30〉	ef コラム工法 ーセメントミルクで囲まれた鋼管を有するソイルセメントコラムを用いた地盤補強工法ー (改定)	(株)設計室ソイル 報国エンジニアリング(株) (株)樋口技工
第15-19号 (更3) [24/12/16] 〈27/12/31〉	CDP 工法 ー砕石を用いた地盤の密度増大工法ー	(株)アートフォースジャパン ジャパンホームシールド(株)
第18-18号 (更2) [24/12/16] 〈27/12/31〉	ベースグラウンドファウンデーション工法 ー細径鋼管を用いた地盤補強工法ー	(株)ラスコジャパン
第21-09号 (更1) [24/10/22] 〈27/10/31〉	SDS-ビュアパイル工法 (SDS-PP 工法) ーセメントミルク杭状補強体による地盤補強工法ー	(株)テクノックス ジャパンホームシールド(株)

2) 建築技術性能認証

証明番号 GBRC性能証明 [発効日] 〈有効期限〉	技術名称	取得者
第18-01-1号 (更2) [24/10/15] 〈27/10/31〉	溶接閉鎖型 T・Hフープ	大雅工業(株)
第21-01-2号 改2 [24/11/22] 〈25/04/30〉	高強度せん断補強筋 スーパーフープ785 (改定2)	(株)岸鋼加工 千葉事業所
第21-01-3号 改3 [24/11/22] 〈25/06/30〉	高強度せん断補強筋 スーパーフープ785 (改定3)	(株)岸鋼加工 ちきり工場
第21-03-1号 改3 [24/11/22] 〈25/06/30〉	高強度せん断補強筋 スーパーフープ685 (改定3)	(株)岸鋼加工 ちきり工場
第21-03-2号 改1 [24/11/22] 〈25/04/30〉	高強度せん断補強筋 スーパーフープ685 (改定1)	(株)岸鋼加工 千葉事業所
第24-01-1号 [24/11/05] 〈27/11/30〉	UTK 溶接閉鎖型リング工法	上村鉄筋建設(株)

■建築防災計画評定

2024年10月から12月に、建築防災計画評定書を交付した案件は以下の通りです。なお、申込者の掲載承諾を得た案件のみ掲載しています。

防災評定番号 GBRC 建防- [評定日]	件名	申込者	建設 予定地	主要 用途	階数		建築物 の高さ (m)	建築面積 (㎡)	延べ面積 (㎡)	構造 種別
		設計者			地 上	地 下				
24-042 [24/10/23]	(仮称) 淀川区 十三東3丁目 新築工事	(株)ウエストエス テート (株)生原建築事務 所	大阪市	共同住宅	12	—	35.91	202.96	1,547.53	RC造
24-045 [24/10/01]	セレニテ東三 国3丁目 新築工事	(株)エース・コー ポレーション (株)ギフトプラス デザイン	大阪市	共同住宅 (賃貸)	14	—	41.10	479.13	5,167.57	RC造
24-048 [24/10/01]	セレニテ幸町 2丁目 新築工事	ウルトラエス テート(株) (株)ギフトプラス デザイン	大阪市	共同住宅 (賃貸)	14	—	44.10	223.62	3,482.90	RC造
24-055 [24/10/28]	(仮称) プレ サンスグラン 東住吉区山坂 二丁目 新築工事	(株)プレサンス コーポレーショ ン (株)日企設計	大阪市	共同住宅・ 新築 (分譲)	15	—	44.39	406.60	4,163.58	RC造
24-057 [24/11/13]	(仮称) 西淀川 区御幣島二丁 目 新築工事	エスリード(株) (株)生原建築事務 所	大阪市	共同住宅	14	—	41.33	546.64	5,126.99	RC造
24-063 [24/12/09]	(仮称) プレサ ンス鶴見区浜 四丁目 新築工事	(株)プレサンス コーポレーショ ン (株)生原建築事務 所	大阪市	共同住宅	14	—	41.43	288.82	2,805.82	RC造
24-065 [24/12/23]	S E 上本町西 2丁目P J 新築工事	(株)スナダプロパ ティ (株)ギフトプラス デザイン一級建 築士事務所	大阪市	共同住宅 (賃貸)	14	—	41.28	205.56	2,512.27	RC造

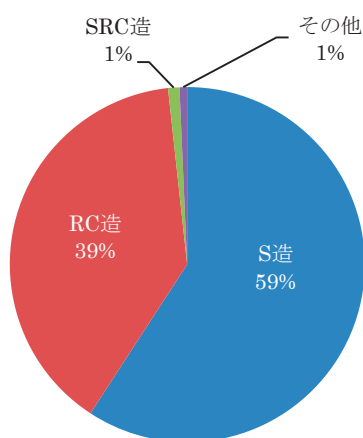
■構造計算適合性判定（法定）

2024年10月から12月に258件(内94件電子申請)の適合判定通知書を交付しました。

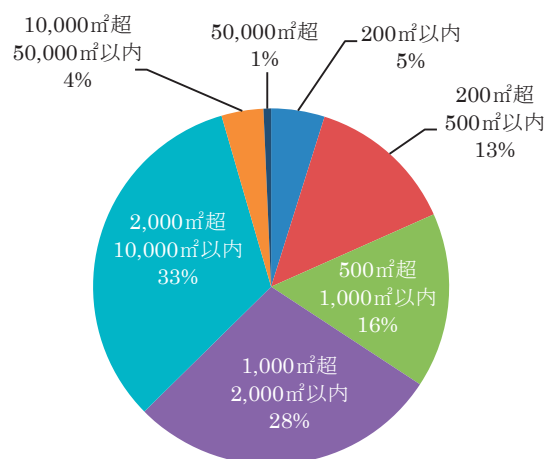
構造種別及び延べ面積の割合を示します。

なお、四捨五入の関係によりパーセント表示の合計は100%とならない場合があります。

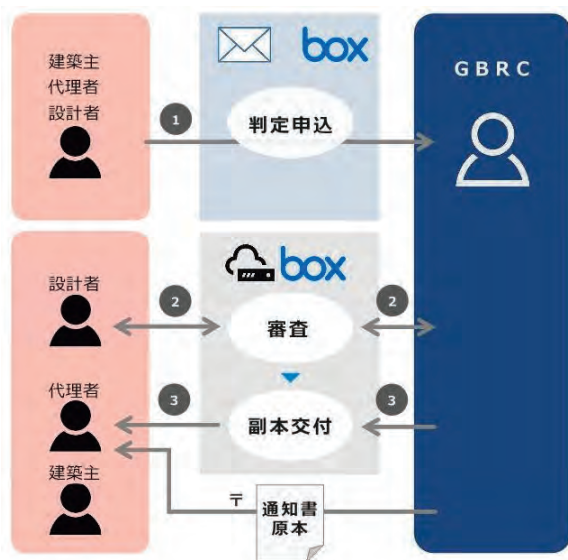
〈構造種別〉



〈延べ面積〉



GBRC構造計算適合性判定のWeb申請受付中です。



いつでも申請が可能です。

印刷・郵送の手間が省けます。

一度、お問い合わせください。

問合せ先

評価判定センター 構造判定部 業務課
(担当：小宮)

TEL：06-6943-4680

FAX：06-6943-4681

E-MAIL：hantei5@gbrc.or.jp

(一財)日本建築総合試験所
免震構造等建築物 評価シート

設計：三井住友建設株式会社東京建築支店一級建築士事務所 構造：三井住友建設株式会社一級建築士事務所	(仮称) 千代田区三番町6-5プロジェクト
--	-----------------------

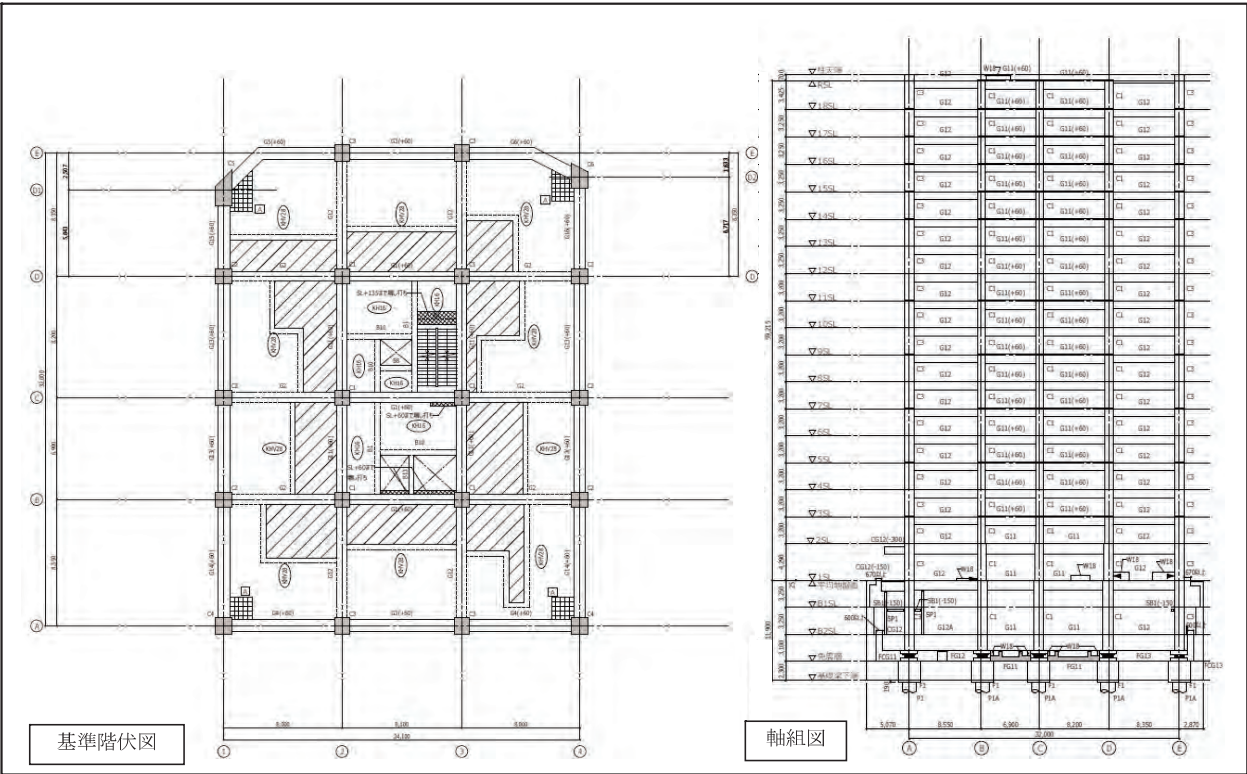
評価番号 GBRC建評-24-022C-005
評価年月日 令和6年8月1日
認定番号 MNNNNNN-12679
認定年月日 令和6年9月30日

*建築物概要

建築場所	東京都千代田区三番町6-5外
用途	共同住宅
敷地面積	2,010.90m ²
建築面積	913.30m ²
延べ面積	15,253.11m ²
基準階面積	745.60m ² (3~11階) / 753.57m ² (12~18階)
地上	18階
地下	2階
塔屋	1階
軒の高さ	GL+59.94m
建築物高さ	GL+59.99m
最高部高さ	GL+62.99m
基準階階高	3.20 m / 3.25 m
1階階高	4.29m
地階階高	B1階：3.25 m / B2階：3.25 m
基礎底深さ	1SL-11.90 m (TP+15.075)
設計平均GL	1SL-0.025m (TP+26.950)
設計用地下水位	1SL-14.145m (TP+12.830)

*地盤

設計GL-m	地層	N値 (min~max)	Vs値 (m/s)	極めて稀に発生する地震動に対する液状化の有無
0.00~1.49	埋土・ローム	2~9	80	無
1.49~3.94	ローム	2~6	170	無
3.94~6.99	シルト質粘土・粘土	2~9	200	無
6.99~11.09	シルト質粘土・粘土	4~21	310	無
11.09~23.09	礫混じり細砂 シルト質細砂・細砂	22~60以上	390~470	無
23.09~24.04	砂質シルト・粘土	42~60以上	590	無
24.04~30.09	礫混じり細砂 シルト質細砂・細砂	22~60以上	320~590	無
30.09~31.79	粘土質シルト 砂質シルト・粗砂	6~24	210~320	無
31.79~33.24	細砂・シルト質細砂	60以上	490	無
33.24~38.14	砂礫	60以上	780	無
38.14~60.19	細砂・シルト質細砂 砂質シルト	59~60以上	520~620	無
工学的基盤の位置		設計平均GL-33.24m (TP-6.29)		
液状化対策		TP+5.0~15.0 付近の洪積層砂質土に対して液状化判定を行い、一部の試験地点でαmax=350gal時にFL値が0.990であったが、PL値は5以下かつDcy値は5.0cm以下であり、液状化の程度は軽微で危険度は低いため、液状化は考慮しない。		
土砂災害特別警戒区域の指定		なし		



*基礎構造

杭 種 別	場所打ち鉄筋コンクリート杭底杭
杭 径	軸径：1,700φ 設計杭底径：2,800φ～3,000φ
先端深さ(杭長)	1SL-35.50 m (TP-8.525) (L=23.35m)
材 料	コンクリート：Fc42 鉄筋：SD295、SD390、SBPD1275/1420
許 容 支 持 力	長 期：20,132～22,410kN/本 短 期：40,265～44,820kN/本 引抜き：5,972kN/本
杭 荷 重	長 期：18,400～20,186kN/本 短 期：25,035～26,463kN/本 引抜き：0kN/本

*主体構造

骨 組 形 式 別	骨組形式：純ラーメン構造 構造種別：鉄筋コンクリート構造 (基礎免震構造)
耐 力 壁 そ の 他	なし
柱 ・ は り 断 面 ・ 材 料 (断面寸法の単位：mm)	柱：1000×1000 ～ 1240×1240 梁 B2 階：800×920×1850 1 階：800×1200 2～18 階：560×800×720～1200 R 階：560×680×960～1360 コンクリート：Fc30～Fc48 鉄筋：SD295、SD345、SD390、SD490、 OT685、UHY685、KH685
柱 ・ は り 接 合 部	一般部：柱、梁主筋とも通し配筋または機械式定着
床 形 式	ハーフ PCa スラブ、ボイドスラブ、 RC スラブ、デッキスラブ
非 耐 力 壁	外 壁 RC 壁(非耐力壁)・ALC 内 壁 RC 壁(非耐力壁)・ALC・乾式耐火遮音 間仕切り
構 造 特 色	本建築物は地上 18 階、地下 2 階の共同 住宅である。構造種別は鉄筋コンクリ ート造とし、基礎免震構造を採用する。基 準階の平面形状は、東西方向 24.10m (3 スパン) ×南北方向 32.0m (4 スパン) の比較的整形な形であり、上部構造は純 ラーメン構造とする。免震層は天然ゴム 系積層支承、錫プラグ入り積層ゴム支 承、減衰こまで構成する。
特 定 天 井	なし

*免震材料

天然 ゴム系 積層 ゴム支 承	認定番号 (メーカー名)	MVBR-0615 (SWCC 株式会社)	
	型 式 番 号	NRB1000	NRB1200
	ゴム外径(mm)	1,000φ	1,200φ
	基数 (基)	6	8
	基準面圧(N/mm ²)	15	15
	ゴム総厚(mm)	195.0	234.0
	1 次 形 状 係 数	31.7	31.7
	2 次 形 状 係 数	5.1	5.1
	せん断弾性係数 (N/mm ²)	0.392	0.392
	鉛直剛性(kN/m)	4,090,000	4,910,000
	水平剛性(kN/m)	1,575	1,890
	限界変形(mm)	780	936
鉛 プ ラ グ 入 り 積 層 ゴ ム 支 承	認定番号 (メーカー名)	MVBR-0423 (株式会社免震デバイス)	
	型 式 番 号	SnRB1100	SnRB1200
	積層ゴム直径(mm)	1,100φ	1,200φ
	基数 (基)	4	2
	基準面圧(N/mm ²)	15	15
	ゴム総厚(mm)	215.8	234.0
	プラグ径	220	240
	1 次 形 状 係 数	31.8	32.0
	2 次 形 状 係 数	5.1	5.1
	せん断弾性係数 (N/mm ²)	0.39	0.39
	切片荷重(kN)*1	563	670
	等価粘性減衰定数*1	0.384	0.385
弾 性 系 減 衰 こ ま	認定番号 (メーカー名)	MVBR-0222 (株式会社免震デバイス)	
	型 式 番 号	RDT100-750	
	基数 (基)	4	
	最大抵抗力(kN)	1,230	
	限界速度(m/s)	1.5	
	限界変形(mm)	750	
	擁壁等とのクリアラン ス (最小値)	水平方向：500mm 以上 鉛直方向：30mm 以上	

*1 せん断ひずみ 100%時の値を示す。

*耐風設計

設計風圧力	建築基準法施行令第 87 条および平成 12 年建設省告示第 1454 号による。
	基準風速：V ₀ =34 m/s
	地表面粗度区分：Ⅲ
	アスペクト比：2.48（高さH=59.97m）
レベル 2 風荷重時層せん断力は、設計用地震層せん断力に対して最大 32.4%（X 方向 1 階）である。	

*耐震設計

地域係数 Z		Z=1.0				
地盤種別		第2種地盤 Tg=0.170 秒				
設計用 層せん断力係数			最下階	中間階		最上階
				3 階	17 階	
		XY 方向	0.080	0.094	0.187	0.201
		UV 方向	0.080	0.095	0.199	0.210
		分布形	予備応答解析において定めた分布系			
地震力負担率(%)	X 方向	ラーメン	100	100	100	100
		ブレース(耐力壁)	0	0	0	0
	Y 方向	ラーメン	100	100	100	100
		ブレース(耐力壁)	0	0	0	0
地下部分の水平震度 K			設計用せん断力時 K=0.1 基礎終局設計用せん断力時 K=0.3			

*振動系モデル

耐震性能目標	地震動レベル	免震材料	上部構造		基礎・杭
		せん断歪変位	状態 層間変形角		状態
	レベル1	$\gamma=100\%$ 以内 195.0mm 以内	短期許容応力度以内 1/300 以内		短期許容応力度以内 短期許容支持力以内
	レベル2	$\gamma=250\%$ 以内 487.5mm 以内	短期許容応力度以内 1/150 以内		終局耐力以内 極限支持力以内
質点数・振動系		B2 階柱下に免震装置の鉛直ばねを配置した立体骨組弾塑性モデル			
一次固有周期	免震層変形(mm)		195	390	487.5
	積層ゴムのせん断歪率(%)		100	200	250
	X 方向(秒)		4.660	5.237	5.399
	Y 方向(秒)		4.637	5.217	5.379
復元力特性	上部構造各層		曲げ変形：TAKEDA モデル (Degrading-Tri-linear) せん断変形：Bi-Linear 原点指向型モデル 軸変形：Bi-Linear (圧縮側)、Tri-Linear の逆行型 (引張側)		

	各免震材料	錫プラグ入り積層ゴム支承：歪依存型 Tri-Linear モデル 天然ゴム系積層ゴム支承：弾性モデル 減衰こま：速度依存型非線形モデル
減衰マトリクス（減衰定数）	上部構造体については瞬間剛性比例型 h=2.0%とし、免震部材の履歴減衰、減衰こまによる減衰以外の粘性減衰は h=0%とした。	

*採用地震波

採用地震波	最大加速度 (mm/s ²)		最大速度 (mm/s)	
	レベル 1	レベル 2	レベル 1	レベル 2
告示波（八戸位相）	657	3287	126	645
告示波（神戸位相）	848	4240	112	549
告示波（乱数位相）	848	4240	144	722
El Centro 1940 NS	2,554	5,108	250	500
Taft 1952 EW	2,483	4,966	250	500
Hachinohe 1968 NS	1,748	3,496	250	500
基整促波 KA1	—	471	—	253

*応答結果（特性変動を考慮）

		入力レベル	X 方向	Y 方向
免震層	最大相対変位 (mm)	レベル 1	100.8 (TAFT 1952 EW)	101.5 (TAFT 1952 EW)
		レベル 2	392.9 (告示波 S2 神戸位相)	395.8 (告示波 S2 神戸位相)
	最大残留変位 (mm)	レベル 2	38.8 (TAFT 1952 EW)	36.4 (TAFT 1952 EW)
	最大相対速度 (mm/s)	レベル 2	657.2 (告示波 S3 乱数位相)	686.1 (告示波 S3 乱数位相)
	最大せん断力係数	レベル 1	0.039 (TAFT 1952 EW)	0.039 (TAFT 1952 EW)
		レベル 2	0.068 (告示波 S2 神戸位相)	0.069 (告示波 S2 神戸位相)
	最大面圧 (N/mm ²)	レベル 2	26.04 (告示波 S2 神戸位相)	22.51 (告示波 S2 神戸位相)
上部構造	最小面圧 (N/mm ²)	レベル 2	2.79 (告示波 S2 神戸位相)	3.25 (告示波 S2 神戸位相)
	最上階床最大絶対加速度 (mm/s ²)	レベル 1	1,703 (TAFT 1952 EW)	1,651 (TAFT 1952 EW)
		レベル 2	1,902 (告示波 S1 八戸位相)	1,898 (告示波 S2 神戸位相)
	最下階せん断力係数	レベル 1	0.039 (TAFT 1952 EW 波)	0.038 (TAFT 1952 EW 波)
		レベル 2	0.070 (告示波 S2 神戸位相)	0.074 (告示波 S2 神戸位相)
	最大層間変位 (mm)	レベル 1	6.0(10 階) (TAFT 1952 EW)	5.0(10 階) (TAFT 1952 EW)
		レベル 2	13.1(5 階) (告示波 S2 神戸位相)	11.1(5 階) (告示波 S2 神戸位相)
	最大層間変形角 (×10 ⁻³ rad)	レベル 1	1/536(10 階) (TAFT 1952 EW)	1/647(10 階) (TAFT 1952 EW)
		レベル 2	1/245(5 階) (告示波 S2 神戸位相)	1/288(5 階) (告示波 S2 神戸位相)

偏 心 の 影 響	免震層の偏心率は 3.0%以内であり、偏心の影響は小さいと判断する。
上 下 動 の 影 響	上下振動解析を行い、水平動と上下動を時刻歴で重ね合わせて面圧の検討を行った結果、免震支承に発生する軸力が短期許容面圧以内であることを確認した。
免震支承の引抜きに関する検討	上下振動解析を行い、水平動と上下動を時刻歴で重ね合わせて面圧の検討を行った結果、最大面圧は短期許容面圧以内、最小面圧は引張限界強度以内であることを確認した。

レベル 1：稀に発生する地震動

レベル 2：極めて稀に発生する地震動

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 D-TEC PILE 工法Ⅱ PLUS －小口径鋼管及び碎石を用いた杭状地盤補強工法－	性能証明番号：GBRC 性能証明 第24-08号 性能証明発効日：2024年10月22日 性能証明の有効期限：2027年10月末日
	【取得者】 大和ハウス工業株式会社

【技術の概要】

本技術は、鋼管の先端に鋳鋼製の先端翼部品を接合した杭状地盤補強材（以下“補強材”と称す）の頭部に、コマ型状の締め固めた碎石部を造成することで、頭部での支持力の増大を図った杭状地盤補強工法である（以下、碎石部を設けた補強材を“補強体”と称す）。なお、本工法に用いる補強材はD-TEC PILE 工法Ⅱ（GBRC性能証明第14-29号改1）に限定している。

本工法による補強地盤の支持力は、基礎底面下の地盤の支持力を無視して補強体の支持力のみを考慮することとしている。

【技術開発の趣旨】

本工法は、材料コストに優れ安定供給が可能な碎石を用いて支持力分担が可能な碎石部を補強材頭部に設け、補強材の支持力に加えて碎石部の支持力を利用することで補強材のサイズダウンを可能としており、鋼材使用量の低減によるコスト縮減とCO₂排出量低減を意図して開発された。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、単杭状の補強体の鉛直支持力のみを対象としており、以下の通りである。

申込者が提案する「D-TEC PILE 工法Ⅱ PLUS 設計・製造・施工基準」に従って設計・施工された補強体の許容支持力を定める際に必要な地盤で決まる極限支持力は、同基準に定めるスクリーウエイト貫入試験の結果に基づく支持力算定式で適切に評価できる。

○技術の適用範囲

1) 補強材

軸部鋼管 外径：89.1mm～139.8mm

先端翼部 外径：300mm～450mm

2) 碎石部（逆円錐台形状）

上面外径：400mm～500mm、かつ翼部外径以上
高さ：150mm

材 料：クラッシュラン（C-40）、再生碎石（RC-40、RM-40）

3) 適用地盤

補強材先端地盤：砂質地盤（礫質地盤を含む）

補強材周面地盤：砂質地盤（礫質地盤を含む）、
粘性土地盤

碎石部地盤：砂質地盤、粘性土地盤

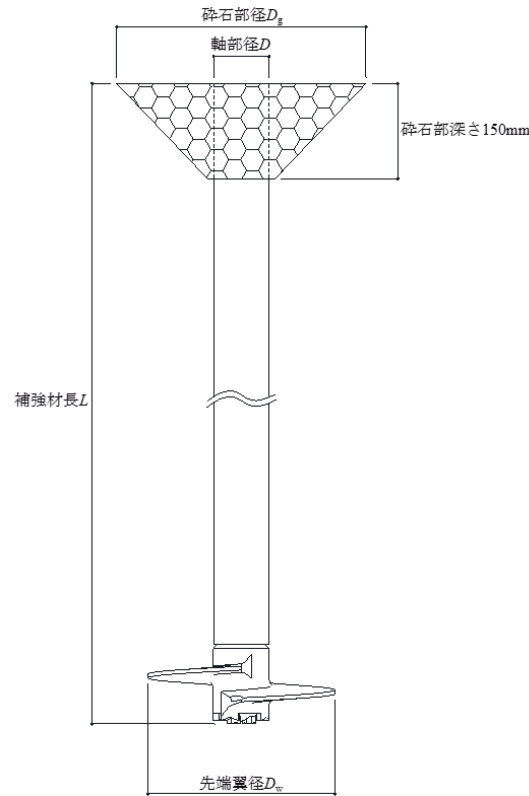


図-1 補強体の形状

表-1 補強材仕様と碎石部径の組合せ例

軸部径 D (mm)	89.1	101.6	114.3	139.8
先端翼径 D_w (mm)	300	350	400	450
碎石部径 D_s (mm)	400	○	○	×
	450	○	○	○
	500	○	○	○

【本技術の問合せ先】

大和ハウス工業株式会社 担当者：渡辺 佳勝
〒631-0801 奈良県奈良市左京6丁目6番地2

E-mail：y-watanabe@daiwahouse.jp
TEL：0742-70-2110 FAX：0742-72-3060

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 ALKTOP II 工法 PLUS (拡底型) - 小口径鋼管及び碎石を用いた杭状地盤補強工法 -	性能証明番号：GBRC 性能証明 第24-09号 性能証明発効日：2024年10月22日 性能証明の有効期限：2027年10月末日 【取得者】 大和ランテック株式会社
--	--

【技術の概要】

本技術は、鋼管の先端に鋳鋼製の先端翼部品を接合した杭状地盤補強材（以下“補強材”と称す）の頭部に、コマ型状の締め固めた碎石部を造成することで、頭部での支持力の増大を図った杭状地盤補強工法である（以下、碎石部を設けた補強材を“補強体”と称す）。なお、本工法に用いる補強材はALKTOP II 工法（拡底型）（GBRC 性能証明第17-38号）に限定している。

本工法による補強地盤の支持力は、基礎底面下の地盤の支持力を無視して補強体の支持力のみを考慮することとしている。

【技術開発の趣旨】

本工法は、材料コストに優れ安定供給が可能な碎石を用いて支持力分担が可能な碎石部を補強材頭部に設け、補強材の支持力に加えて碎石部の支持力を利用することで補強材のサイズダウンを可能としており、鋼材使用量の低減によるコスト縮減とCO₂排出量低減を意図して開発された。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、単杭状の補強体の鉛直支持力のみを対象としており、以下の通りである。

申込者が提案する「ALKTOP II PLUS 工法（拡底型）設計・製造・施工基準」に従って設計・施工された補強体の許容支持力を定める際に必要な地盤で決まる極限支持力は、同基準に定めるスクリーウエイト貫入試験の結果に基づく支持力算定式で適切に評価できる。

○技術の適用範囲

(1) 補強体

1) 補強材

軸部鋼管 外径：89.1mm～139.8mm

先端部 外径：230mm～460mm

2) 碎石部（逆円錐台形状）

上面外径：400mm～500mm、かつ先端翼径以上

高 さ：150mm

材 料：クラッシュラン（C-40）

再生碎石（RC-40、RM-40）

(2) 適用地盤

補強材先端地盤：砂質土地盤（礫質土地盤を含む）

粘性土地盤

砕 石 部 地 盤：砂質土地盤、粘性土地盤

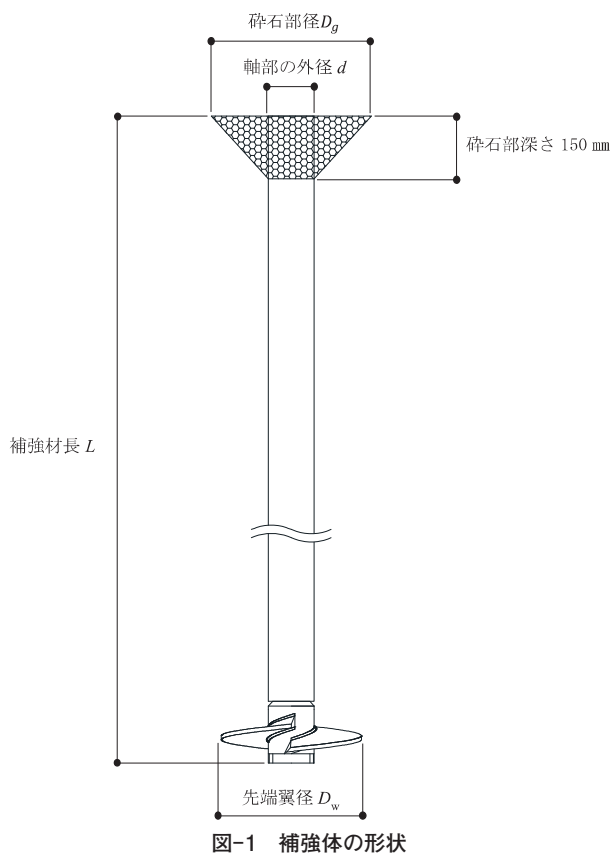


表-1 補強材仕様と碎石部径の組合せ例

軸部径 (mm)		89.1			101.6			114.3		139.8	
先端部直径 (mm)		230	270	400	260	310	460	300	350	350	420
碎石部径 (mm)	400	○	○	○	○	○	×	○	○	○	×
	450	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○
	500	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

【本技術の問合せ先】

大和ランテック株式会社 担当者：樽 敬祐
〒132-0011 東京都江戸川区瑞江四丁目51-10 4階

E-mail：k.taru@daiwalantec.jp
TEL：03-6638-6502 FAX：03-6638-6503

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 ALKTOP II工法PLUS (ストレート型) －小口径鋼管及び碎石を用いた杭状地盤補強工法－	性能証明番号：GBRC 性能証明 第24-10号 性能証明発効日：2024年10月22日 性能証明の有効期限：2027年10月末日
	【取得者】 大和ランテック株式会社

【技術の概要】

本技術は、鋼管の先端に鋳鋼製の掘削刃を設けた先端部品を接合した杭状地盤補強材（以下“補強材”と称す）の頭部に、コマ型状の締め固めた碎石部を造成することで、頭部での支持力の増大を図った杭状地盤補強工法である（以下、碎石部を設けた補強材を“補強体”と称す）。なお、本工法に用いる補強材はALKTOP II工法（ストレート型）（GBRC性能証明第17-39号）に限定している。

本工法による補強地盤の支持力は、基礎底面下の地盤の支持力を無視して補強体の支持力のみを考慮することとしている。

【技術開発の趣旨】

本工法は、材料コストに優れ安定供給が可能な碎石を用いて支持力分担が可能な碎石部を補強材頭部に設け、補強材の支持力に加えて碎石部の支持力を利用することで補強材のサイズダウンを可能としており、鋼材使用量の低減によるコスト縮減とCO₂排出量低減を意図して開発された。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、単杭状の補強体の鉛直支持力のみを対象としており、以下の通りである。

申込者が提案する「ALKTOP II工法PLUS（ストレート型）設計・製造・施工基準」に従って設計・施工された補強体の許容支持力を定める際に必要な地盤で決まる極限支持力は、同基準に定めるスクリーウエイト貫入試験の結果に基づく支持力算定式で適切に評価できる。

○技術の適用範囲

(1) 補強体

1) 補強材

軸部鋼管 外径：89.1mm～139.8mm

先端部品 外径：89.1mm～139.8mm

2) 碎石部（逆円錐台形状）

上面外径：400mm～500mm

高 さ：150mm
材 料：クラッシュラン（C-40）
再生碎石（RC-40、RM-40）

(2) 適用地盤

補強材先端地盤：砂質土地盤（礫質土地盤を含む）
粘性土地盤
補強材周面地盤：砂質土地盤、粘性土地盤
砕石部地盤：砂質土地盤、粘性土地盤

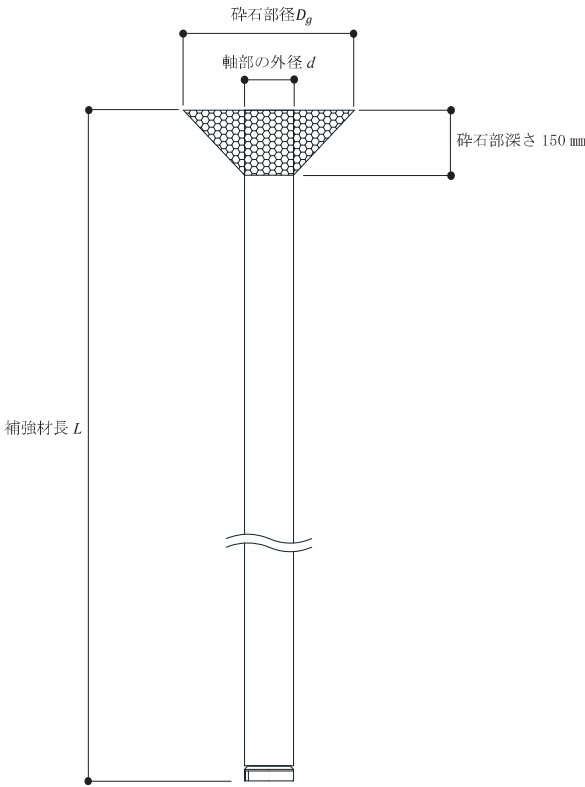


図-1 補強体の形状

表-1 補強材仕様と碎石部径の組合せ例

		補強材軸部径 (mm)			
		89.1	101.6	114.3	139.8
碎石部径 (mm)	400	○	○	○	○
	450	○	○	○	○
	500	○	○	○	○

【本技術の問合せ先】

大和ランテック株式会社 担当者：樽 敬祐
〒132-0011 東京都江戸川区瑞江四丁目51-10 4階

E-mail：k.taru@daiwalantec.jp
TEL：03-6638-6502 FAX：03-6638-6503

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 JP-Pile 工法 -先端翼付き回転貫入ぐい工法-	性能証明番号：GBRC 性能証明 第24-11号 性能証明発効日：2024年10月9日 【取得者】 ジャパンパイル株式会社
---	---

【技術の概要】

本技術は、鋼管の先端に、掘削刃と角度を設けた2枚の半円状の先端翼板を取り付けた鋼管の頭部に回転トルクを与えることにより地盤中に回転貫入させ、これをくいとして利用する回転貫入ぐい工法である。

なお、本工法の地盤から定まる押込み方向の許容鉛直支持力については、国土交通大臣の認定：TACP-0689および一般財団法人日本建築総合試験所の性能評価：GBRC建評-24-231A-001を取得しており、この性能証明は、本技術により設計・施工されたいの地盤から定まる引抜き方向の支持力の評価に関するものである。

【技術開発の趣旨】

本技術は、先端翼径／くい径を2.04～2.43に設定することで適切な引抜き抵抗を確保するとともに、くい先端に掘削刃と2枚の半円状の先端翼を設けることで、貫入性の向上を意図して開発した技術である。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、単ぐいとしての引抜き方向の支持力についてのみを対象としており、以下の通りである。

申込者が提案する「JP-Pile工法 設計基準」および「JP-Pile工法 施工指針」に基づいて設計・施工された先端翼付き鋼管ぐいの短期荷重に対する引抜き方向の許容支持力を定める際に必要な地盤から定まる極限引抜き抵抗力は、同設計基準に定める支持力算定式で適切に評価できる。

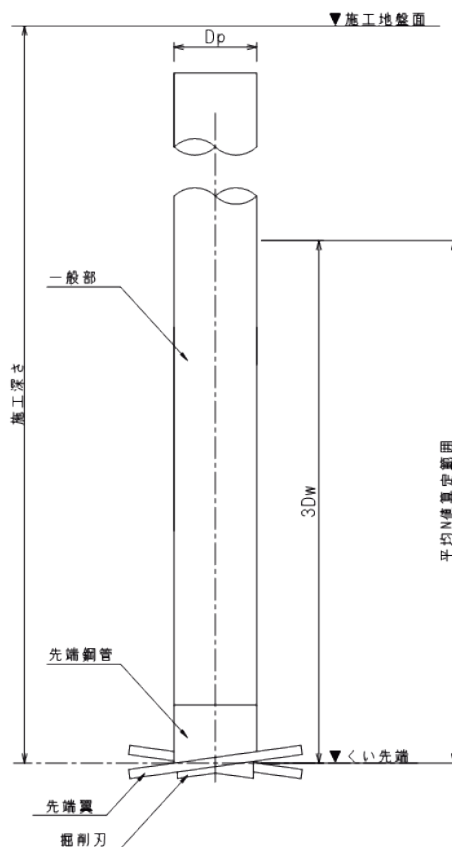


図-1 先端平均 $\bar{N}_t$ 値の算定範囲

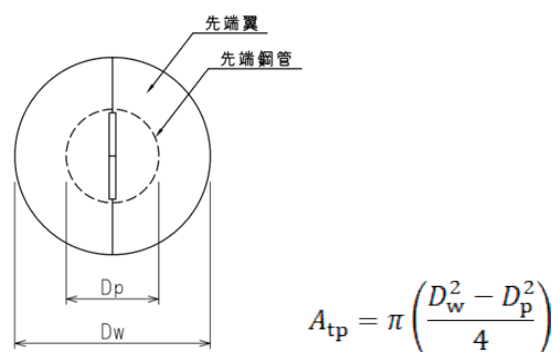


図-2 基礎ぐい先端の有効断面積

$$A_{tp} = \pi \left(\frac{D_w^2 - D_p^2}{4} \right)$$

【本技術の問合せ先】

ジャパンパイル株式会社 担当者：今 広人
〒103-0015 東京都中央区日本橋箱崎町36番2号

E-mail：hirohito_kon@japanpile.co.jp
TEL：03-5843-4196 FAX：03-5651-1905

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 ネジonicon 鉄筋継手	性能証明番号：GBRC 性能証明 第24-12号 性能証明発効日：2024年10月21日
	【取得者】 株式会社伊藤製鐵所

【技術の概要】

本技術は、鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造、プレストレストコンクリート造のねじ節鉄筋の継手部分をカプラーで嵌合し接合する機械式継手工法である。球状黒鉛鑄鉄品を用いた六角形状のカプラーにねじ節鉄筋を所定の長さ嵌合し、無機グラウトあるいは有機グラウトを充填することで一体化するものである。

【技術開発の趣旨】

従来の重ね継手による鉄筋継手工法では、配筋が密となり施工性の低下やコンクリート充填性に問題が生ずる。本技術は、このような問題を解消し、配筋施工の合理化を意図して開発したものである。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、以下の通りである。

申込者が提案する「ネジonicon 鉄筋継手 設計施工指針」に従って設計・製造・施工された鉄筋継手は、「2020年版 建築物の構造関係技術基準解説書」に規定する鉄筋継手性能判定基準のA級継手の性能を有する。

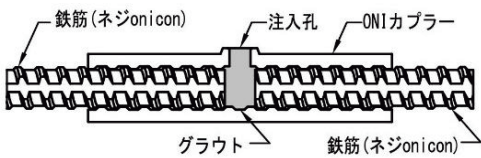


図-1 ネジonicon 鉄筋継手の構成

表-1 適用範囲

接合条件	呼び名	種類		
		SD295	SD345	SD390
同径	D13	○	○	○
	D16	○	○	○

表-2 鉄筋嵌合時の挿入長さ

呼び名	カプラー呼び名	カプラー長さ L_o	鉄筋挿入長さ ℓ 1	鉄筋のあき o
D13	O13	100	42～58	16
D16	O16	110	48～62	14

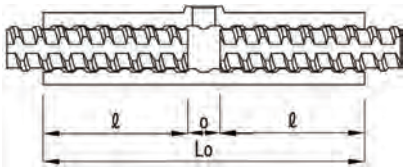


図-2 鉄筋嵌合時の挿入長さ

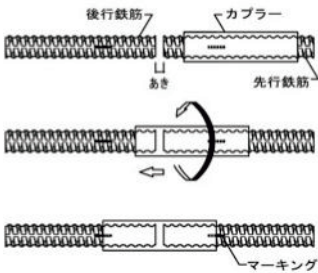


図-3 カプラー嵌合の例

【本技術の問合せ先】

株式会社伊藤製鐵所 担当者：野田 貴之
〒101-0052 東京都千代田区神田小川町一丁目3番地1
NBF小川町ビルディング5F

E-mail：takayuki.noda@onicon.co.jp
TEL：03-5829-4631 FAX：03-5829-4633

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 サクラコラム Pro 工法 －先端に拡張部を有する柱状改良体を用いた地盤補強工法－	性能証明番号：GBRC 性能証明 第24-13号 性能証明発効日：2024年11月15日 性能証明の有効期限：2027年11月末日 【取得者】 株式会社JFDエンジニアリング
--	--

【技術の概要】

本技術は、柱状地盤改良体の先端に拡張部を設けた地盤改良体（以下、“補強体”と称する）を築造する地盤補強工法である。本技術の特徴は、従来の全長にわたり同径の地盤改良体に比べ、先端拡張部を設けることで支持力が增大することである。

なお、本工法に用いる補強体は、(一財)日本建築総合試験所 建築技術性能証明第20-04号改1として性能証明されているサクラコラム工法を用いることとしている。また、本工法による補強地盤の支持力は、基礎底面下の地盤の支持力を無視して補強体の支持力のみを考慮することとしている。

【技術開発の趣旨】

本技術は、補強体の先端を拡張することにより補強体1本あたりの支持力を増大させて、使用材料等を縮減可能とすることを意図して開発された。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、単杭状の補強体の鉛直支持力についてのみを対象としており、以下の通りである。

申込者が提案する「サクラコラム Pro 工法 設計施工指針」に従って設計・施工された補強体の許容支持力を定める際に必要な地盤で決まる極限支持力は、同指針に定めるスクリーウエイト貫入試験結果に基づく支持力算定式で適切に評価できる。

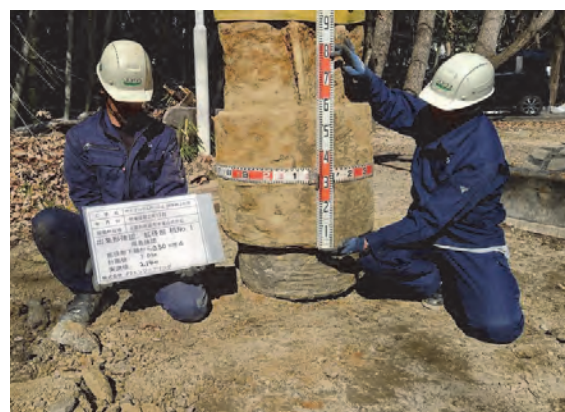


写真-1 築造した拡張部の一例

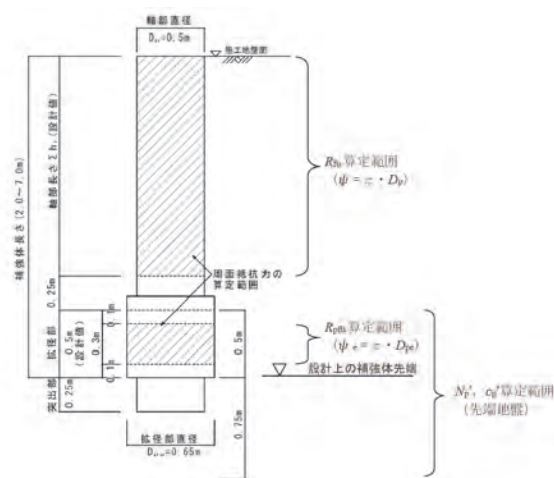


図-1 支持力成分の算定範囲

表-1 各箇所での地盤定数の適用範囲

箇所	砂質土	粘性土
先端地盤	$3.9 \leq N_p' \leq 9.3$ - 個々の $N_{sw} \geq 12$	$18.1 \leq c_p' \leq 66.5 \text{ kN/m}^2$ - 個々の $W_{sw} \geq 0.5 \text{ kN}$
拡張部周面	$1.0 \leq N_{fe}' \leq 8.0$ - 個々の $W_{sw} \geq 0.5 \text{ kN}$, 個々の $N_{sw} \leq 100$	$20.8 \leq c_{fe}' \leq 52.5 \text{ kN/m}^2$ - 個々の $W_{sw} \geq 0.75 \text{ kN}$, 個々の $N_{sw} \leq 96$
軸部周面	$1.5 \leq N' \leq 8.8$ - 個々の $W_{sw} \geq 0.25 \text{ kN}$	$12.5 \leq c' \leq 31.8 \text{ kN/m}^2$ - 個々の $W_{sw} \geq 0.25 \text{ kN}$, 個々の $N_{sw} \leq 104$

【本技術の問合せ先】

株式会社JFDエンジニアリング 担当者：芋野 公雄
〒530-0003 大阪府大阪市北区堂島2丁目1-31京阪堂島ビル5階

E-mail：imono@jfd-gr.co.jp
TEL：06-6690-8353 FAX：06-6690-8354

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 TU-合成梁工法 ートラス筋を用いたプレキャスト合成梁工法ー	性能証明番号：GBRC 性能証明 第24-14号 性能証明発効日：2024年11月22日 【取得者】 大成ユーレック株式会社
---	--

【技術の概要】

本技術は、鉄筋コンクリート造建築物の梁部材の一部をプレキャスト化したプレキャストコンクリート合成梁工法である。梁のプレキャスト部材（以下、“PCa部材”と称す）は、作業所の施工条件（揚重機・敷地の広狭等）を考慮して小型・軽量化し、トラス筋を用いて施工時の補強を行っており、後打ち部（以下、“RC部”と称す）となる現場打ちコンクリート打設後は、一体のプレキャストコンクリート合成梁（以下、“合成梁”と称す）としての性能を有する。

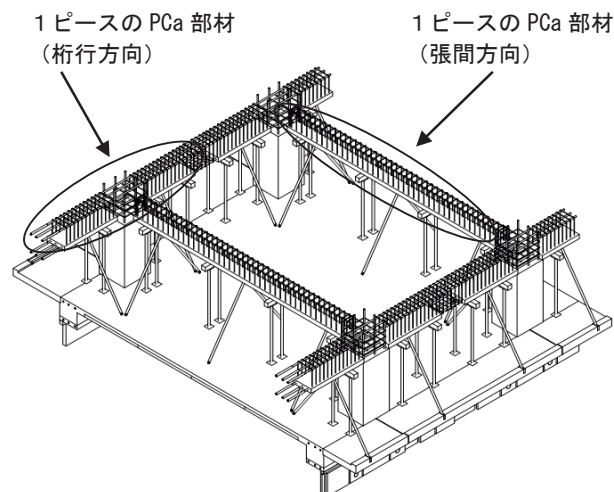
【技術開発の趣旨】

従来のプレキャストコンクリート合成梁工法では、合成梁せいの1/2以上をPCa部材とし、現場打ちコンクリート量や型枠を減じる計画とするのが一般的であり、施工期間の短縮等を図ることができる一方、PCa部材の運搬上の制約や能力の高い揚重機が必要であった。本技術は、在来工法の鉄筋コンクリート造建築物の現場に設置される揚重機にて揚重が可能な小型・軽量化したPCa部材を用いて、合成梁を構築する技術であり、従来のプレキャストコンクリート合成梁工法の短所を解消し、施工効率向上を実現している。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、以下の通りである。

申込者が提案する「TU-合成梁工法 設計施工指針」に従って設計・施工された合成梁は、同指針で定める長期荷重時、短期荷重時および終局耐力時の要求性能を有する。



特徴

- ・軽量のPCa部材（最小限の範囲をPCa化）
- ・トラス筋を用いて補強
- ・フレーム架構の梁に適用

図-1 本工法の概要

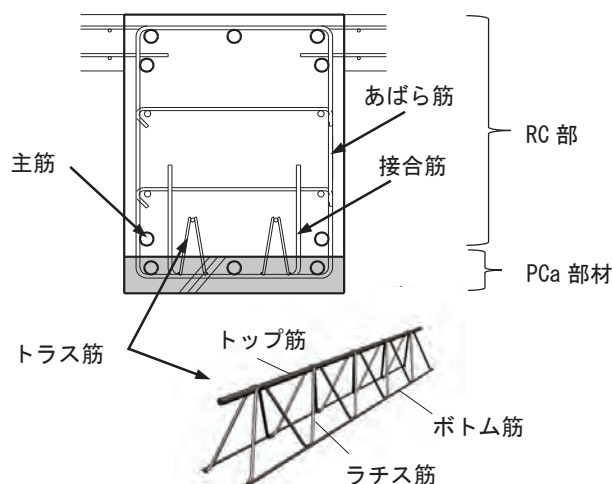


図-2 梁部材の断面形状

【本技術の問合せ先】

大成ユーレック株式会社 品質保証部技術室 担当者：村上 輝樹
〒105-0001 東京都港区虎ノ門2-2-1

E-mail：teruki_murakami@u-lec.com
TEL：03-6230-1720 FAX：03-6230-1739

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 溶接ユニット鉄筋工法 －溶接組立鉄筋による先組工法－	性能証明番号：GBRC 性能証明 第24-15号 性能証明発効日：2024年11月25日 性能証明の有効期限：2027年11月末日 【取得者】 西部スチール株式会社
---	---

【技術の概要】

本技術は、鉄筋を工場にてスポット溶接により結合し、設計上必要な配筋ピッチ割で鉄筋をユニット化する技術である。スポット溶接によって使用鉄筋の機械的性質が損なわれることがないように溶接条件を設定し、溶接による使用鉄筋への影響を使用鉄筋の引張試験と溶接部のせん断試験（せん断強度上限値）により確認することとしている。

【技術開発の趣旨】

本技術は、鉄筋をユニット化することで鉄筋の間隔、かぶり厚さを正確に確保でき、配筋工事の施工性改善、省力化並びに工期短縮を意図して開発するものである。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、以下の通りである。

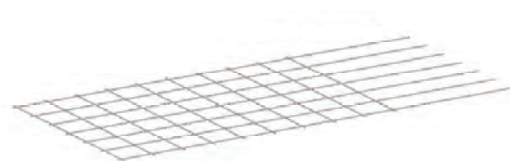
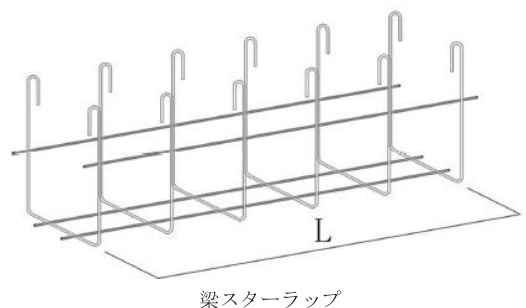
申込者が提案する「溶接ユニット鉄筋工法 標準製造要領書」に従って製造された鉄筋の溶接部は、同要領書に定めるせん断強度を有するとともに、溶接された鉄筋は当該鉄筋の機械的性質に関する規格値を満足すること。

表-1 加工可能な組み合わせ及びそのせん断強度

鋼種	縦筋径	横筋径	せん断強度規定値 (単位：kN)
SD295	D10	D10	14.2 以下
	D10	D13	14.2 以下
	D13	D10	
	D10	D16	14.2 以下
	D16	D10	25.4 以下
	D13	D13	
	D13	D16	25.4 以下
	D16	D13	

表-2 機械的性質 (JIS G3112 2020)

鋼種	呼び径	降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
SD295	D10・D13・D16	295 以上	440～600	16 以上



鉄筋トラス付きデッキ梁上連結筋メッシュ

図-1 溶接ユニット鉄筋工法適用例

【本技術の問合せ先】

西部スチール株式会社 担当者：生産管理部 三吉 久至
〒274-0811 千葉県船橋市三咲町135-6

E-mail：h_miyoshi@seibustl.jp
TEL：047-498-9644 FAX：047-498-9646

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 タフネジバーグラウト継手 ーねじ節鉄筋の機械式継手ー	性能証明番号：GBRC 性能証明 第24-17号 性能証明発効日：2024年11月22日
	【取得者】 共英製鋼株式会社

【技術の概要】

本技術は、鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造およびプレストレストコンクリート造に配置される共英製鋼製ねじ節鉄筋「タフネジバー」をカプラーでかん合し、無機グラウトまたはエポキシグラウトを注入して接合する機械式継手である。

【技術開発の趣旨】

本技術は、雄ねじ形状のねじ節鉄筋「タフネジバー」と雌ねじ形状のカプラーをかん合した後、かん合部の間隙に無機グラウトまたはエポキシグラウトを充填し、これら構成部品を固定することで、目標の継手性能を確保するとともに、施工現場での施工性を向上させるために開発されたものである。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、以下の通りである。

申込者が提案する「タフネジバーグラウト継手 設計施工仕様書」、「タフネジバーグラウト継手 施工要領書」、「タフネジバーグラウト継手 材料の製造規格」に従って設計・製造・施工された鉄筋継手は、「2020年版 建築物の構造関係技術基準解説書」に規定する鉄筋継手性能判定基準のA級継手の性能を有する。

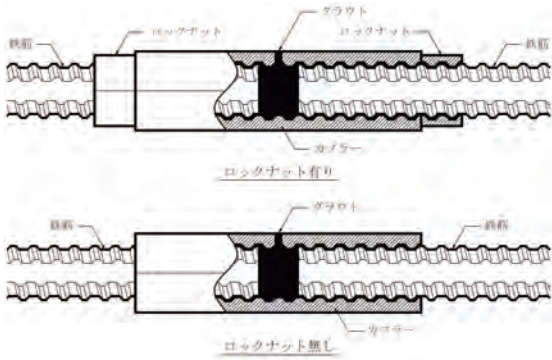


図-1 タフネジバーグラウト継手の構成

表-1 カプラーと接合鉄筋の組合せ

呼び名		鉄筋の種類		
		SD345 × SD345	SD390 × SD390	SD490 × SD490
同径	D19×D19	○*	○	○
	D22×D22	○*	○	○
	D25×D25	○*	○	○
	D29×D29	○*	○	○
	D32×D32	○	○	○
	D35×D35	○	○	○
	D38×D38	○	○	○
	D41×D41	○	○	○
	D51×D51	○	○	○

表中「○」は適用可能を示す。
*:カプラーは未熱処理品でも可

表-2 カプラーの機械的性質

タイプ	カプラー材質	引張強さ (N/mm ²)
Sタイプ	機械構造用炭素鋼鋼材 S45C	640以上
Sタイプ 熱処理品	機械構造用炭素鋼鋼材 S45C 熱処理品	770以上

【本技術の問合せ先】

共英製鋼株式会社 名古屋事業所 担当者：品質技術部 館下 康廣
〒490-1443 愛知県海部郡飛鳥村大字新政成字末之切 809-1

E-mail：tachishita@kyoeisteel.co.jp
TEL：0567-55-1367 FAX：0567-55-2380

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 絆ジョイント工法 -小口径鋼管を用いた杭状地盤補強材の機械式継手-	性能証明番号：GBRC 性能証明 第24-18号 性能証明発効日：2024年12月9日 【取得者】 誠信GLOCAL株式会社 HS 株式会社
--	---

【技術の概要】

本技術は、地盤補強工法として使用する小口径鋼管を用いた杭状地盤補強材（以下、“補強材”と称す）を対象とした現場溶接を用いない機械式継手工法である。本工法は、上側の軸鋼管に対し継手部品（上キー）を、下側の軸鋼管に対し継手部品（下キー）をそれぞれ工場溶接し、現場で上キーと下キーを嵌合接合することで、現場溶接作業を伴うことなく補強材を接合することができる。

【技術開発の趣旨】

従来、補強材の接合は主に現場溶接により行われるが、溶接部の品質は溶接作業者の技量や溶接作業環境によって左右されるため、安定した品質を得られないおそれがある。また、溶接部の品質確認試験も困難な場合がある。本継手は、軸鋼管と継手部品を工場で溶接するため、継手部の安定した品質が得られること、および、現場作業の軽減を図ることを意図して開発したものである。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、以下の通りである。

申込者が提案する「絆ジョイント工法 製造・設計・施工指針」に従って製造、設計、施工された絆ジョイントを有する補強材は、施工時の圧入力や回転トルクに対して必要な耐力を有し、長期および短期荷重時の圧縮耐力として、接合される軸鋼管の長期および短期許容圧縮耐力を採用できる。

○適用範囲

絆ジョイントを有する補強材の適用範囲は、以下のとおりとする。

- (1) 1) 下記の①～③の条件をすべて満足する建築物
 - ①地上3階以下、②建築物の高さ13m以下、③延べ面積1,500m²以下(平屋に限り3,000m²以下)
- 2) 小規模な工作物等

(高さ3.5m以下の擁壁、浄化槽等)
- (2) アンダーピニング工事に使用できることとする。
- (3) 絆ジョイントを有する補強材の施工は、圧入、回転圧入もしくは回転貫入によることとする。

○継手の形状



写真-1 継手部品

○接続方法

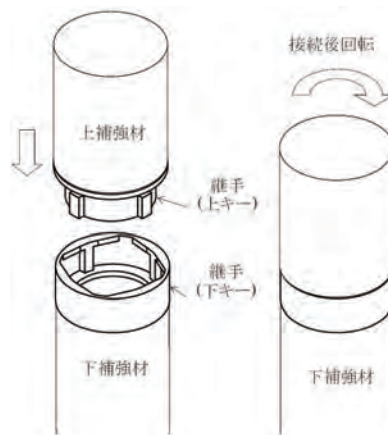


図-1 絆ジョイントの接続方法

【本技術の問合せ先】

誠信GLOCAL株式会社 担当者：長谷川 裕一
〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦3-23-18 ニューサカエビル9階
HS株式会社 担当者：伊藤 純一
〒133-0054 東京都江戸川区上篠崎4-30-9-1階

E-mail：hasegawa@s-glocal.co.jp
TEL：052-957-2622 FAX：052-962-6222
E-mail：ito@mg-hs.jp
TEL：03-5879-8104 FAX：03-5879-8105

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 タフネジバー無機グラウト継手FLタイプ	性能証明番号：GBRC 性能証明 第24-19号 性能証明発効日：2024年12月27日
	【取得者】 共英製鋼株式会社

【技術の概要】

本技術は、鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造およびプレストレストコンクリート造に配置される共英製鋼製ねじ節鉄筋「タフネジバー」をカプラーでかん合し、無機グラウトを注入して接合する機械式継手である。

【技術開発の趣旨】

本技術は、雄ねじ形状のねじ節鉄筋「タフネジバー」と雌ねじ形状のカプラーをかん合した後、かん合部の間隙に無機グラウトを充填し、これら構成品を固定することで、目標の継手性能を確保するとともに、施工現場での施工性を向上させるために開発されたものである。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、以下の通りである。

申込者が提案する「タフネジバー無機グラウト継手FLタイプ 設計施工仕様書」、「タフネジバー無機グラウト継手FLタイプ 施工要領書」、「タフネジバー無機グラウト継手FLタイプ 材料の製造規格」に従って設計・製造・施工された鉄筋継手は、「2020年版 建築物の構造関係技術基準解説書」に規定する鉄筋継手性能判定基準のA級継手の性能を有する。



図-1 タフネジバー無機グラウト継手FLタイプの構成

表-1 カプラーと接続鉄筋の組合せ（同鋼種）

呼び名	鉄筋の種類		
	同鋼種		
	SD345 × SD345	SD390 × SD390	SD490 × SD490
D25×D25	○	○	○
D29×D29	○	○	○
D32×D32	○	○	○
D35×D35	○	○	○
D38×D38	○	○	○
D41×D41	○	○	○

表-2 カプラーと接続鉄筋の組合せ（鋼種違い）

呼び名	鉄筋の種類		
	1鋼種違い		2鋼種違い
	SD345 × SD390	SD390 × SD490	SD345 × SD490
D25×D25	○	○	○
D29×D29	○	○	○
D32×D32	○	○	○
D35×D35	○	○	○
D38×D38	○	○	○
D41×D41	○	○	○

表-3 カプラーの機械的性質

カプラー材質	耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
オーステンパ 球状黒鉛鋳鉄品 FCAD1200-2	900以上	1200以上	2以上

【本技術の問合せ先】

共英製鋼株式会社 名古屋事業所 担当者：品質技術部 館下 康廣
〒490-1443 愛知県海部郡飛鳥村大字新政成字未之切 809-1

E-mail：tachishita@kyoeisteel.co.jp
TEL：0567-55-1367 FAX：0567-55-2380

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 RES-P 工法 －小規模建築物の基礎に用いる細径鋼管による地盤補強工法－（改定12）	性能証明番号： GBRC 性能証明 第04-02号 改12 性能証明発効日： 2024年11月5日 性能証明の有効期限： 2027年11月末日
	【取得者】 大成建設株式会社 株式会社設計室ソイル

【技術の概要】

本技術は、小規模建築物を対象として、地盤の支持力増加と基礎の沈下低減を図るために、地盤中に細径の鋼管を所定の間隔で鉛直に回転圧入し、その上部に直接基礎（布基礎またはべた基礎）を構築する地盤補強工法である。

【改定の内容】

新規：GBRC 性能証明 第04-02号（2004年5月11日）

改定1：GBRC 性能証明 第04-02号 改（2005年11月1日）

- ・鋼管仕様の追加（溶融55%アルミニウム－亜鉛合金めっきを施した鋼管の追加）

改定2：GBRC 性能証明 第04-02号 改2（2006年3月7日）

- ・鋼管仕様の追加（溶融亜鉛－6%アルミニウム－3%マグネシウム合金めっきを施した鋼管）

改定3：GBRC 性能証明 第04-02号 改3（2009年12月8日）

- ・適用建築物の条件を変更（一部の条件記載を削除）

改定4：GBRC 性能証明 第04-02号 改4（2011年8月30日）

- ・申込者の追加（株式会社設計室ソイルを追加）
- ・鋼管の最大施工深さの変更（14mに延長）
- ・継手の追加（はぞ継手、カラー継手の追加）
- ・鋼管端部仕様の追加（ピンなしタイプ、両ピンタイプの追加）
- ・適用地盤判定法の追加

改定5：GBRC 性能証明 第04-02号 改5（2013年8月28日）

- ・基礎の設計荷重度の規定を追加（25,20kN/m²を追加）

改定6：GBRC 性能証明 第04-02号 改6（2015年4月28日）

- ・べた基礎の設計荷重度の規定を追加（60,70,80kN/m²を追加）
- ・布基礎の設計荷重度の規定を追加（30kN/m²を追加）
- ・地盤調査実施箇所に関する規定追加
- ・適用構造物の規模の変更

改定7：GBRC 性能証明 第04-02号 改7（2016年2月25日）

- ・鋼管仕様の追加（PPZの追加）

改定8：GBRC 性能証明 第04-02号 改8（2016年9月7日）

- ・適用地盤の追加（砂質土の追加）
- ・適用構造物の追加
- ・基礎底盤厚さおよび底盤下と鋼管頭部間距離の規定変更

改定9：GBRC 性能証明 第04-02号 改9（2018年1月16日）

- ・短期許容支持力度の追加
- ・負担面積に応じた許容支持力度上限値の区分を追加

改定10：GBRC 性能証明 第04-02号 改10（2021年1月8日）

- ・鋼管の材質（防錆処理方法）の性能確認方法を追加
- ・施工時における芯ずれの対処方法を変更

改定11：GBRC 性能証明 第04-02号 改11（2021年11月11日）

- ・布基礎に用いるパイプ耐力上限の変更

改定12：GBRC 性能証明 第04-02号 改12（2024年11月5日）

- ・地盤の極限支持力度についてRES-P工法技術委員会の管理会社による上限設定を可とする記載追加
- ・設計・施工基準における沈下量算定方法の変更

【技術開発の趣旨】

本技術は、施工性やコストの問題で採用できる基礎工法の制約が大きい小規模建築物を対象として、杭状に打設した細径鋼管と直接基礎の支持力を累加することで所要の支持力を確保する地盤補強工法である。開発にあたっては、いわゆる“足場パイプ”として広く流通している細径の一般構造用炭素鋼鋼管を採用することでコスト低減を図るとともに小型機械での回転圧入を可能とし、施工性の向上を図ろうとしている。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、補強地盤の鉛直支持力についてのみを対象としており、以下の通りである。

申込者が提案する「RES-P工法 設計・施工基準」に従って設計・施工された補強地盤の長期荷重ならびに短期荷重に対する支持力は、同基準に定めるスクリーウエイト貫入試験結果に基づく支持力度算定式で評価できる。

また、本技術については、規定された施工管理体制が適切に運用され、工法が適正に使用されている。

表-1 RES-P工法の負担面積の上限値

基礎形式	布基礎	べた基礎
A (m ²)	0.51 以下	1.00 以下

A：パイプ1本当たりの負担面積

表-2 RES-P工法に用いるパイプ仕様

径 (mm)	48.6
肉厚 (mm)	2.4
長さ (m)	14.0 以下（継手 2 箇所以内）
材 質 および 防錆処理	①溶融亜鉛めっき処理（JIS H 8641 の記号 HDZ40）、または、同等以上の性能を施した一般構造用炭素鋼鋼管（JIS G 3444 STK500） ②溶融 55%アルミニウム－亜鉛合金めっき鋼板（JIS G 3321 の AZ150）の仕様でめっき処理を施した鋼板（材質は STK500 の母材）をパイプ状に加工したもの ③溶融亜鉛－6%アルミニウム－3%マグネシウム合金めっき鋼板（ZAM190）の仕様でめっき処理を施した鋼板（材質は STK500 の母材）をパイプ状に加工したもの ④内面に溶融亜鉛めっき処理を施した鋼板（材質は STK500 の母材）をパイプ状に加工した後に、外面に溶融亜鉛めっき処理を施したもの（PPZ）

【本技術の問合せ先】

大成建設株式会社技術センター建築構工法研究室 担当者：長尾 俊昌
〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1
株式会社設計室ソイル 担当者：高田 徹
〒103-0027 東京都中央区日本橋3-3-12 E-1ビル4F

E-mail：toshiaki.nagao@sakura.taisei.co.jp
TEL：045-814-7232 FAX：045-814-7251
E-mail：takata@soil-design.co.jp
TEL：03-3273-9876 FAX：03-3273-9927

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 Q Pパイル工法（キューピーパイル工法） －木材による地盤補強工法－（改定4）	性能証明番号： GBRC 性能証明 第12-18号 改4 性能証明発効日： 2024年11月22日 性能証明有効期限： 2027年11月末日
	【取得者】 株式会社九州パイリング

【技術の概要】

本技術は、軟弱地盤上に小規模建築物あるいは擁壁を建設するにあたって、地盤の支持力不足を補うために、皮剥き加工（バーカー加工）したテーパ状木材を高周波加振機で加振しながら圧入し、これを地盤補強材として利用する技術である。なお、本工法による補強地盤の支持力は、基礎底面下の地盤の支持力を無視して補強材の支持力のみを考慮することとしている。

【改定の内容】

- 新規：GBRC 性能証明 第12-18号（2012年11月7日）
改定1：GBRC 性能証明 第12-18号 改（2015年11月24日）
- 適用建築物の軒高さ制限の削除および延べ面積を1,500m²以下へ変更
 - スウェーデン式サウンディング試験の調査数の規定追加
- 改定2：GBRC 性能証明 第12-18号 改2（2018年11月27日）
- 最大施工深さの規定の変更（先端地盤が砂質土地盤の場合、22m）
 - 補強材の諸元の変更（テーパ角、先端部形状）
 - 継手鋼管の仕様変更
- 改定3：GBRC 性能証明 第12-18号 改3（2021年11月15日）
- 頭部補強材に鋼管巻きコンクリート（スチールトップコンクリート）の追加
- 改定4：GBRC 性能証明 第12-18号 改4（2024年11月22日）
- 申込者の変更
 - 適用構造物の追加（広告塔の追加）
 - 施工管理体制の変更
 - 地盤調査方法の変更

【技術開発の趣旨】

本技術は、有明海沿岸域で多用されている木材を用いた地盤補強技術の体系化を図ったものであり、従来の経験則による設計・施工から脱却するために、多数の載荷試験を実施し、補強材の設計に必要な支持力係数を設定している。また、常水面で浅での木材補強材の耐久性の問題を解消するために、現場での水位測定の結果等に基づいて常水面を設定するとともに、常水面以下には耐久性に問題のないコンクリートあるいは防腐防蟻処理木材を配置することとしている。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、単杭状の補強材の鉛直支持力についてのみを対象としており、以下の通りである。

申込者が提案する「Q Pパイル工法（キューピーパイル工法）設計・施工指針」に従って設計・施工された補強材の許容支持力を定める際に必要な地盤で決まる極限支持力は、同指針に定めるスクリーウエイト貫入試験の結果に基づく支持力算定式で適切に評価できる。

また、本技術については、規定された施工管理体制が適切に運用され、工法が適正に使用されている。

○技術の適用範囲

- (1) 補強材の諸元
- 【木材】**
- 呼び径：120mm～210mm（末口径の最小値で10mmピッチ）
補強材を継ぐ場合は、上部補強材の呼び径は下部補強材の呼び径以上のものとする。
矢高（曲がり量）：呼び径の20%以下
長さ：12m以下
テーパ角：1/780以上
材質：べいまつ、からまつ、すぎ（目視等級二級以上）
設計基準強度：18N/mm²（べいまつ）、20.4N/mm²（からまつ、すぎ）
（防腐防蟻処理を施す場合の仕様）
注入薬剤：銅・アゾール化合物系木材保存剤 CUAZ
（JIS K 1570 木材保存剤）
- 【コンクリート】**
- 直径：200mm（スチールトップコンクリートのみ）、250mm
長さ：0.5m、1.0m、1.5m、2.0m
継手鉄筋：直径19mm、長さ500mm
- 【継手鋼管（補強材同士の継手）】**
- 外径：34mm（本体鋼管）
長さ：500mm（本体鋼管）
- (2) 最大施工深さ
- 先端粘土質地盤：施工地盤面から23.0m
先端砂質地盤：施工地盤面から22.0m
- (3) 適用地域
- 九州5県（佐賀、福岡、長崎、大分、熊本各県）とする。ただし、有明海沿岸域の沖積平野以外の地域においては、最大工深さを10mとし、かつ、地盤補強材全数について長期設計荷重を載荷管理することを条件とする。
- (4) 適用地盤
- 補強材先端地盤：粘土質地盤、砂質地盤
補強材周辺地盤：粘土質地盤、砂質地盤
ただし、地震時に液状化するおそれのある地盤においては、長期、短期荷重時の設計支持力は考慮しない。
- (5) 適用建築物
- 下記すべての条件を満足する建築物および高さ2m以下の擁壁および高さ13m以下の広告塔：
- ①地上3階以下、②建築物の高さ13m以下および③延べ面積1,500m²以下（平屋に限り3,000m²以下）。
- (6) 設計者、施工者・施工管理者
- 設計者：株式会社九州パイリング
施工者・施工管理者：株式会社九州パイリング

【本技術の問合せ先】

株式会社九州パイリング 担当者：松本 秀次郎
〒832-0082 福岡県柳川市古賀 47-3

E-mail：office@qp-pile.com
TEL：0944-32-8118 FAX：0944-32-8494

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 スーパーNP-PACK工法eco -回転圧入したストレート型鋼管を用いた地盤補強工法- (改定2)	性能証明番号： GBRC 性能証明 第12-21号 改2 性能証明発効日： 2024年12月2日 性能証明有効期限： 2027年12月末日 【取得者】 兼松サステック株式会社
--	---

【技術の概要】

本技術は、先端に独自形状の3枚の掘削刃を取り付けた鋼管を地盤中に回転圧入させ、これを杭状地盤補強材（以下、“補強材”と称す）として利用する地盤補強工法である。なお、本工法による補強地盤の支持力は、基礎底面下の地盤の支持力を無視して補強材の支持力のみを考慮することとしている。

【改定・更新の内容】

新規：GBRC 性能証明 第12-21号 (2012年11月7日)

改定1：GBRC 性能証明 第12-21号 改 (2015年12月1日)

- ・適用構造物の規模の変更
- ・地盤調査の箇所数に関する規定追加
- ・部材厚さの追加

更新：GBRC 性能証明 第12-21号 改 (更1) (2018年12月4日)

：GBRC 性能証明 第12-21号 改 (更2) (2021年12月14日)

改定2：GBRC 性能証明 第12-21号 改2 (2024年12月2日)

- ・補強材諸元の変更
 - 軸部材質：STK490材を追加
 - 軸部厚さ：3.5mm, 6.6mm, 7.1mmの追加
 - 底板直径：軸部厚さに応じて追加

【技術開発の趣旨】

先端に翼部を有する鋼管を用いた地盤補強工法では、先端支持力は拡大した翼部で大きくなるのに対し、鋼管の周辺地盤は翼部による乱れが大きく、小さな周面摩擦力しか期待できない。本工法は、補強材である鋼管の先端支持力および周面摩擦力を有効に発揮させるために、鋼管の先端に鋼管径に収まる3枚の掘削刃を取り付けることで施工性の向上と施工時の鋼管周辺地盤の乱れを低減させることを意図して開発した技術である。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、単杭状の補強材の鉛直支持力についてのみを対象としており、以下の通りである。

申込者が提案する「スーパーNP-PACK工法eco 設計・施工基準」に従って設計・施工された補強材の許容支持力を定める際に必要な地盤で決まる極限支持力は、同基準に定めるスクリュウエイト貫入試験の結果に基づく支持力算定式で適切に評価できる。

また、本技術については、規定された施工管理体制が適切に運用され、工法が適正に使用されている。

○補強材の諸元

補強材先端地盤及び補強材周面地盤の許容支持力については、下記のスクリュウエイト貫入試験の結果を用いる支持力算定式としてまとめられており、支持力係数は、先端地盤が砂質土地盤（礫質土地盤を含む）の場合で11現場18本、先端地盤が粘性土地盤の場合で5現場8本の補強材で実施した載荷試験の結果に基づいて設定されている。

$${}_L R_u = \frac{1}{3} R_u \quad \cdots (1.1)$$

${}_L R_u$ ：補強材の長期許容支持力 (kN)

R_u ：補強材の極限支持力 (kN)

補強材の極限支持力 R_u は SWS 試験結果より次式より算定する。

$$R_u = \alpha_{sw} \overline{N'} A_p + (\beta_{sw} \overline{N'} L_s + \gamma_{sw} \overline{q_u'} L_c) \phi \quad \cdots (1.2)$$

α_{sw} ：補強材先端部の支持力係数 ($\alpha_{sw} = 360$)

$\overline{N'}$ ：補強材先端から上下に 25cm の区間の SWS 試験から求められる N' の平均値。

A_p ：補強材の先端有効断面積 (m²)

β_{sw} ：周面地盤が砂質土地盤の場合の周面摩擦係数 ($\beta_{sw} = 6.6$)

$\overline{N'}$ ：補強材が砂質土地盤に接する部分の N' の平均値。

L_s ：補強材が砂質土地盤に接する部分の長さ (m)。ただし、先行掘削部及び補強材先端から上方 0.25m の区間を除く。

γ_{sw} ：周面地盤が粘性土地盤の場合の周面摩擦係数 ($\gamma_{sw} = 0.60$)

$\overline{q_u'}$ ：補強材が粘性土地盤に接する部分の q_u' の平均値 (kN/m²)。

L_c ：補強材が粘性土地盤に接する部分の長さ (m)。ただし、先行掘削部及び補強材先端から上方 0.25m の区間を除く。

ϕ ：補強材の周長 (m)



写真-1 先端構造



写真-2 施工状況



写真-3 継ぎ手治具の取り付け



写真-4 補強材の接続

【本技術の問合せ先】

兼松サステック株式会社 担当者：竹田 雅春
〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町三丁目3番2号
トルナーレ日本橋浜町6階

E-mail：m-takeda@ksustech.co.jp
TEL：03-6631-6561 FAX：03-6631-6569

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 くい丸工法 - 絞り加工を施した細径鋼管を用いた杭状地盤補強工法- (改定1)	性能証明番号：GBRC 性能証明 第15-18号 改1 性能証明発効日：2024年11月22日 性能証明の有効期限：2027年11月末日 【取得者】 株式会社くい丸
--	---

【技術の概要】

本技術は、両端に絞り加工を施し、先端に円錐状の鋼材を、頭部に鋼円盤を溶接した細径鋼管を地盤に打込み、これを押込み方向および引抜き方向の杭状地盤補強材（以下、“補強材”と称す）として利用する技術である。なお、本工法における補強材の押込みおよび引抜き両方向の支持力は周面摩擦力のみを考慮することとし、また、本工法による押込み方向の補強地盤の支持力については、基礎底面下の地盤の支持力を無視することとしている。

【改定・更新の内容】

新規：GBRC 性能証明 第15-18号 (2015年11月2日)
 更新：GBRC 性能証明 第15-18号 (更1) (2018年11月1日)
 ：GBRC 性能証明 第15-18号 (更2) (2021年11月1日)
 改定1：GBRC 性能証明 第15-18号 改1 (2024年11月22日)
 ・申込者の変更（一般社団法人くい丸工法協会から株式会社くい丸への変更）

【技術開発の趣旨】

通常、仮設構造物の基礎構造として足場用の単管を打撃貫入して用いる場合、打撃によって頭部や先端部が破損することが多く、この単管を再利用することが困難になる。これに対して、本工法では、細径鋼管の両端に絞り加工を施し、頭部に鋼円盤を、先端に鋼材を溶接することにより耐久性を向上させている。さらに、専用のブレーカーを用いて打設することにより、打設時に頭部が破損しにくい。これらのことから、仮設の構造物に用いる場合は細径鋼管の再利用が可能であり、材料コストの縮減、環境負荷の低減を図っている。また、小型の施工機での施工が可能であることや施工のしやすさから、ユニットハウスや住宅のリフォーム等に適用することも意図して開発した工法である。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、単杭状の補強材の鉛直支持力についてのみを対象としており、以下の通りである。

申込者が提案する「くい丸工法 設計・施工管理指針」に従って設計・施工された補強材の許容支持力を定

める際に必要な地盤で決まる押込みおよび引抜き両方向の極限支持力は、同指針に定めるスクリーウエイト貫入試験の結果に基づく支持力算定式で適切に評価できる。

また、本技術については、規定された施工管理体制が適切に運用され、工法が適正に使用されている。



写真-1 細径鋼管 (商品名：くい丸KZ)

【本技術の問合せ先】

株式会社くい丸 担当者：君岡 銀兵
 〒632-0245 奈良県奈良市蘭生町780

E-mail：kuimaru@kuimaru.com
 TEL：0743-82-0666 FAX：0743-82-1925

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 サクラコラム工法 - 拡径部を築造可能なスラリー系機械攪拌式深層混合処理工法 - (改定1)	性能証明番号：GBRC 性能証明 第20-04号 改1 性能証明発効日：2024年11月15日 性能証明の有効期限：2027年11月末日 【取得者】 株式会社JFDエンジニアリング
---	---

【技術の概要】

本技術は、セメント系固化材のスラリーを吐出しながら地盤を掘削攪拌することで、柱状の地盤改良体を築造する機械攪拌式深層混合処理工法である。本技術の特徴は、引上げ工程時に、掘削攪拌装置を所定深度で逆回転し、共回り防止翼を軸回転と同期させることが可能となる機構を採用することで、任意の深度で軸部より径の大きい拡径部を築造することができることである。

【改定・更新の内容】

新規：GBRC 性能証明 第20-04号 (2020年5月22日)

更新：GBRC 性能証明 第20-04号 (更1) (2023年5月15日)

改定1：GBRC 性能証明 第20-04号 改1 (2024年11月15日)

- ・ 申込者の変更 (ゼロド株式会社から株式会社JFDエンジニアリングへの変更)
- ・ 分散剤の追加 (液体分散剤の追加)
- ・ 品質管理方法の変更

【技術開発の趣旨】

本技術は、所定の支持力を確保しながら、改良体の軸部を任意の深度で拡径することで使用材料量等を縮減可能とすることを意図して開発された。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、以下の通りである。

申込者が提案する「サクラコラム工法 施工管理指針」に従って築造される改良体は、土質に応じて400～1,000kN/m²の設計基準強度を確保することが可能であり、配合設計および品質検査に用いる改良体コアの一軸圧縮強さの変動係数として、砂質土および粘性土で35%を採用できる。

また、本技術については、規定された施工管理体制が適切に運用され、工法が適正に使用されている。



写真-1 攪拌混合装置



写真-2 築造した改良体の一例



(i) 断面コアの採取



(ii) 拡径部出来形確認

写真-3 品質確認試験の一例

【本技術の問合せ先】

株式会社JFDエンジニアリング 担当者：芋野 公雄
〒530-0003 大阪府大阪市北区堂島2丁目1-31京阪堂島ビル5階

E-mail：imono@jfd-gr.co.jp
TEL：06-6690-8353 FAX：06-6690-8354

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 竹中非梁貫通形式柱RC 梁S 接合構法 (改定1)	性能証明番号：GBRC 性能証明 第20-20号 改1 性能証明発効日：2024年12月18日
	【取得者】 株式会社竹中工務店

【技術の概要】

本技術は、鉄筋コンクリート (RC) 造柱と鉄骨 (S) 造梁との接合部を構築する構法である。柱RC 梁S 接合部では梁鉄骨を貫通させる梁貫通形式が一般的であるが、本技術は接合部内の芯材にクロスH形鋼 (CH) を用いてS 梁と接合することで、梁フランジを接合部内に埋め込まない非梁貫通形式のディテールとしたことを主な特徴とする。接合部の設計は梁貫通形式と同様に接合部のせん断および支圧破壊に対する検討に加えて、接合部内のCH ウェブの引張降伏に対する検討も行う。

【改定の内容】

新規：GBRC 性能証明 第20-20号 (2021年2月16日)

改定1：GBRC 性能証明 第20-20号 改1 (2024年12月18日)

- ・適用範囲の追加 (厚肉ふさぎ板タイプ、S 梁が接合部に対し平面的に角度を有して接合される場合)

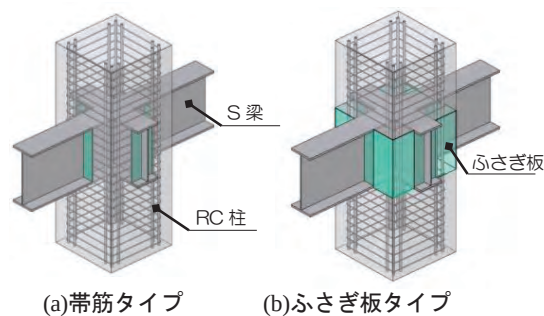
【技術開発の趣旨】

本技術は、RC 柱とS 梁との接合部を選択することによって、工期および施工費用の制約条件の下、設計条件に応じた合理的な設計を実現することを意図して開発したものである。従来の梁貫通形式に対して、柱主筋と梁フランジの干渉を避けることによる合理的な設計や、梁段差をシンプルに設けられるディテールの開発が望まれており、本技術は、非梁貫通形式の接合部ディテールとすることでその解決を図っている。

【性能証明の内容】

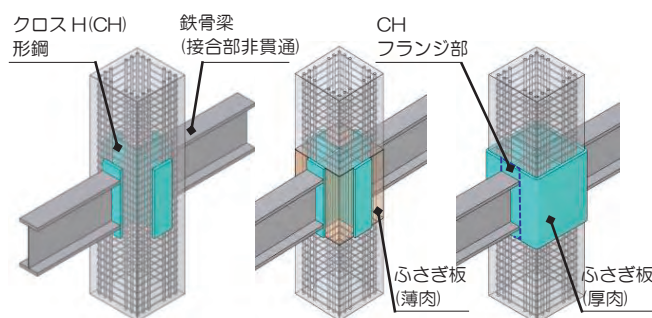
本技術についての性能証明の内容は、以下の通りである。

申込者が提案する「竹中非梁貫通形式柱RC 梁S 接合構法 設計施工指針」に従って設計・施工された柱RC 梁S 接合部は、長期荷重時に使用上支障となるひび割れ等の損傷、ならびに短期荷重時に修復性を損なうひび割れなどの損傷を起こさず、同指針で定める終局耐力を有する。



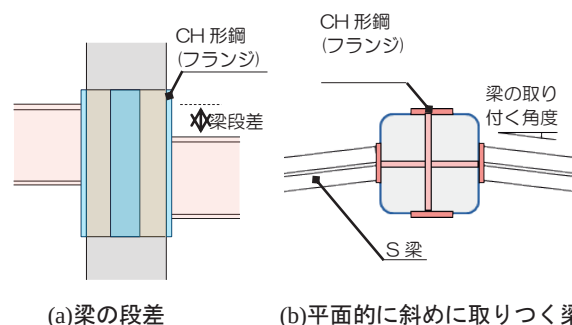
(a)帯筋タイプ (b)ふさぎ板タイプ

図-1 既往の梁貫通形式の柱RC 梁S 架構
(竹中柱RC (SRC) 梁S 接合構法)



(a)帯筋タイプ (b)ふさぎ板タイプ (c)厚肉ふさぎ板タイプ

図-2 CHを用いた非梁貫通形式の柱RC 梁S 架構
(本工法)



(a)梁の段差

(b)平面的に斜めに取りつく梁

図-3 様々な接合法の例

【本技術の問合せ先】

株式会社 竹中工務店 技術研究所 担当者：福原 武史
〒270-1395 千葉県印西市大塚1-5-1

E-mail : fukuhara.takeshi@takenaka.co.jp
TEL : 0476-47-1700 FAX : 0476-47-6460

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 ウルトラコラム工法 –スラリー系機械攪拌式深層混合処理工法– (改定4)	性能証明番号：GBRC 性能証明 第08-06号 改4(更1) 性能証明発効日：2024年10月22日 性能証明の有効期限：2027年10月末日 【取得者】 山下工業株式会社 株式会社建商
--	--

【技術の概要】

本技術は、セメント系固化材のスラリーを吐出しながら地盤を掘削攪拌することで、柱状の地盤改良体を築造する機械攪拌式深層混合処理工法である。本工法の特徴は、共回り現象による攪拌不良を低減するために独自形状の十字型共回り防止翼を設けていることと、品質管理試験として施工直後に未固結改良体の比抵抗測定を導入していることである。

【改定・更新の内容】

新規：GBRC 性能証明 第08-06号 (2008年7月1日)

改定1：GBRC 性能証明 第08-06号 改 (2009年11月10日)

- ・改良体の最小径、最大径および最大施工長、ならびに、固化材の最小配合量と最大水固化材比の変更

改定2：GBRC 性能証明 第08-06号 改2 (2014年12月17日)

- ・施工速度、最大径、最大施工長および固化材の最小配合量の変更
- ・最小水固化材比の変更およびこれに伴う添加剤(減水剤)の使用の追加
- ・設計基準強度の適用範囲拡大
- ・配合設計および品質検査に用いる改良体コアの一軸圧縮強度の変動係数の変更
- ・小規模建築物に適用する際の固化材の配合量および設計基準強度の変更

改定3：GBRC 性能証明 第08-06号 改3 (2015年10月21日)

- ・改良体の最大径の変更
- ・設計基準強度の適用範囲拡大
(適用地盤がロームの場合)
- ・添加剤(減水剤)の最小添加率の変更

更新：GBRC 性能証明 第08-06号 改3(更1) (2018年10月1日)

改定4：GBRC 性能証明 第08-06号 改4 (2021年10月12日)

- ・掘削攪拌機の寸法公差の修正
- ・先端部支持層確認方法の表記の変更
- ・比抵抗測定実施の可否判断方法の追加

更新：GBRC 性能証明 第08-06号 改4(更1) (2024年10月22日)

【技術開発の趣旨】

機械攪拌式深層混合処理工法では、土が攪拌翼に付着して一緒に回転する共回り現象を低減するために、共回り防止翼の形状や機構などに独自の工夫が施されている技術が多い。本技術では、掘削攪拌機に独自形状の十字型共回り防止翼を設けることで、土の共回り現象による攪拌不良の低減を図っている。また、改良体の品質管理を迅速に行うために、施工直後の未固結改良体における比抵抗測定を品質管理試験として導入している。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、以下の通りである。申

込者が提案する「ウルトラコラム工法 施工管理指針」に従って築造される改良体は、土質に応じて150～2,500kN/m²の設計基準強度を確保することが可能であり、配合設計および品質検査に用いる改良体コアの一軸圧縮強度の変動係数として、砂質土、粘性土およびしらすで25%、ロームで30%が採用できる。

また、本技術については、規定された施工管理体制が適切に運用され、工法が適正に使用されている。



写真-1 掘削ヘッド



写真-2 比抵抗測定装置 (ミキシングテスター)



【本技術の問合せ先】

ウルトラコラム工法協会 担当者：久保 誠
〒615-8013 京都府京都市西京区桂清水町37-3

E-mail：info@ultracolumun.jp
TEL：075-382-1552 FAX：075-382-1562

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 Σ-i工法 -先端翼付き鋼管を用いた杭状地盤補強工法- (改定3)	性能証明番号： GBRC 性能証明 第10-13号 改3(更2) 性能証明発効日： 2024年10月21日 性能証明の有効期限： 2027年10月末日
	【取得者】 株式会社設計室ソイル、アキュテック株式会社 ジオテック株式会社、地研テクノ株式会社 応用開発株式会社、キューキ工業株式会社 新協地水株式会社

【技術の概要】
本技術は、鋼管に4枚の掘削刃とスパイラル状の翼部を有する鋳鋼製先端翼部品を溶接接合したものを回転することによって地盤中に貫入させ、これを杭状地盤補強材（以下、補強材と称す）として利用する技術である。なお、本工法による補強地盤の鉛直支持力は、基礎底面下の地盤の支持力を無視して補強材の支持力のみを考慮することとしている。

【改定・更新の内容】
新規：GBRC 性能証明 第10-13号（2010年8月3日）
改定1：GBRC 性能証明 第10-13号 改（2014年4月18日）
・補強材の仕様を追加（軸径、先端翼径）
・先端翼部品にテーパー型を追加
・施工管理規定の変更（打ち止め管理）
改定2：GBRC 性能証明 第10-13号 改2（2017年4月11日）
・軸鋼管の仕様追加
・適用構造物の規模の変更
・地盤調査箇所数に関する規定追加
改定3：GBRC 性能証明 第10-13号 改3（2018年10月9日）
・施工管理規定の変更（打ち止め管理）
更新：GBRC 性能証明 第10-13号 改3（更1）（2021年10月12日）
GBRC 性能証明 第10-13号 改3（更2）（2024年10月21日）

【技術開発の趣旨】
本工法では、補強材の安定した品質を確保するために、掘削刃、先端翼および先端軸部を、鋳鋼を使った一体成形品としている。また、施工性の向上を図るために、掘削刃は掘削した土を中心から外側へ容易に移動する形状とし、スパイラル状の先端翼は角度をつけることで推進力を高めるとしている。

【性能証明の内容】
本技術についての性能証明の内容は、単杭状の補強材の鉛直支持力についてのみを対象としており、以下の通りである。
申込者が提案する「Σ-i工法 製造・設計・施工基準」に従って設計・施工された補強材の許容支持力を定める際に必要な地盤で決まる極限支持力は、同基準に定めるスクリーウエイト貫入試験あるいは大型動的コーン貫入試験結果に基づく支持力算定式で適切に評価できる。
また、本技術については、規定された施工管理体制が適切に運用され、工法が適正に使用されている。

表-1 適用範囲

支持力係数 α_{SW}	適用範囲	地盤調査
125	$5 \leq \overline{N'} \leq 20$	SWS
	$10 \leq \overline{N'} \leq 20$	SRS



図-1 先端翼の形状

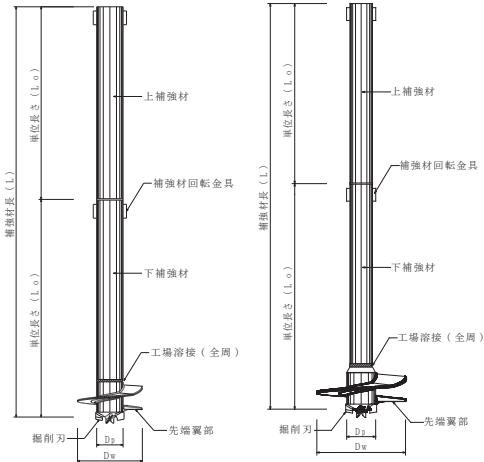


図-2 補強材の構成

表-2 補強材の仕様

軸径 D (mm)	先端翼径 D_w (mm)	先端翼厚さ t_w (mm)	D_w/D	先端翼 有効断面積 (mm^2)	最大 深度 (m)	最大 平均 N' 値	最大許容 支持力 (kN)
89.1	270	16	3.03	0.0573	11.5	20	47.71
89.1	350	18	3.93	0.0962	11.5		80.18
101.6	250	18	2.46	0.0491	13.2		40.88
101.6	300	18	2.95	0.0707	13.2		58.90
101.6	350	18	3.44	0.0962	13.2		80.18
101.6	400	17	3.94	0.1257	13.2		104.72
114.3	300	18	2.62	0.0707	14.8		58.90
114.3	350	18	3.06	0.0962	14.8		80.18
114.3	400	17	3.50	0.1257	14.8		104.72
139.8	350	17	2.50	0.0962	18.1		80.18
139.8	400	17	2.86	0.1257	18.1		104.72
165.2	400	16	2.42	0.1257	21.4		104.72



図-3 施工状況

【本技術の問合せ先】

株式会社設計室ソイル 担当者：長坂 光泰
〒103-0027 東京都中央区日本橋3-3-12 E-1ビル4F

E-mail：nagasaka@soil-design.co.jp
TEL：03-3273-9876 FAX：03-3273-9927

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 +NBZ 工法 - 砕石と杭を併用した地盤補強工法 - (改定2)	性能証明番号：GBRC 性能証明 第11-22号 改2(更3) 性能証明発効日：2024年11月22日 性能証明の有効期限：2027年11月末日 【取得者】 株式会社新生工務
--	--

【技術の概要】

本技術は、杭頭部周辺地盤を砕石に置換え締め固めることで、杭の支持力に砕石補強体の支持力を付加する地盤補強工法であり、砕石により表層で荷重を分散する効果と杭により地中深くに荷重を伝える効果とを複合することで、より高い支持力が得られる。本工法による補強地盤の支持力は、基礎底面下の地盤の支持力を無視して砕石補強体の支持力と杭の先端支持力のみを考慮することとしている。

【改定・更新の内容】

新規：GBRC 性能証明 第11-22号 (2012年1月5日)

改定1：GBRC 性能証明 第11-22号 改 (2012年11月1日)

- ・適用地盤の拡大とこれに伴う砕石補強体支持力の変更
- ・適用建築物の規模拡大

改定2：GBRC 性能証明 第11-22号 改2 (2015年11月17日)

- ・適用建築物の軒高さ制限の削除および延べ面積を1,500m²以下へ変更
- ・SWS試験の箇所数の規定追加

更新：GBRC 性能証明 第11-22号 改2 (更1) (2018年11月1日)

GBRC 性能証明 第11-22号 改2 (更2) (2021年11月1日)

GBRC 性能証明 第11-22号 改2 (更3) (2024年11月22日)

【技術開発の趣旨】

本技術は、敷地条件などの制約で利用できる施工機が限定され、支持力を確保するのに必要な寸法の杭を打設することが不可能な場合や、杭だけで支持力を確保できるような硬い支持層が深く支持杭の採用が困難な場合に、表層の杭周辺に締め固めた砕石を配置することで所要の支持力を確保することを意図して開発した地盤補強工法である。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、単杭状の補強体の鉛直支持力についてのみを対象としており、以下の通りである。

申込者が提案する「+NBZ工法 設計・施工基準」に従って設計・施工された補強地盤の長期荷重ならびに短期荷重に対する支持能力は、同基準に定めるスクリーウエイト貫入試験結果に基づく支持力算定式で適切に評価できる。

また、本技術については、規定された施工管理体制が適切に運用され、工法が適正に使用されている。



写真-1 オーガー掘削

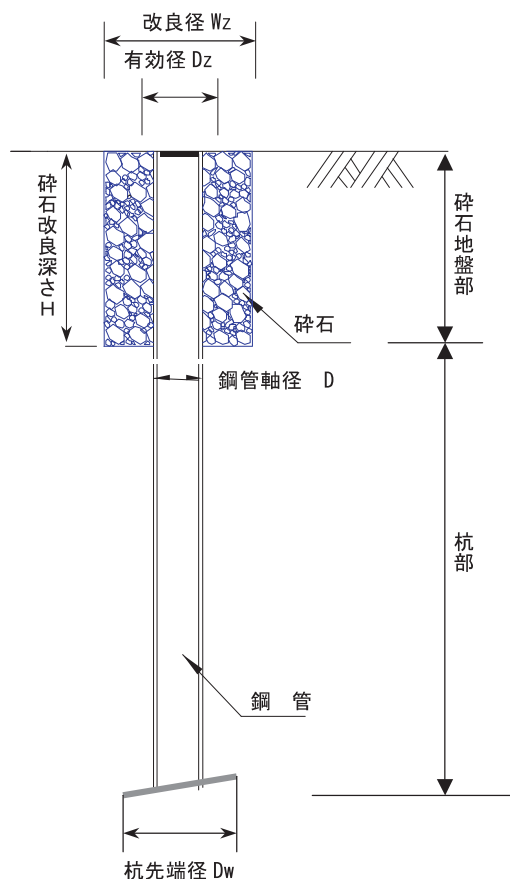


図-1 本工法の概略図

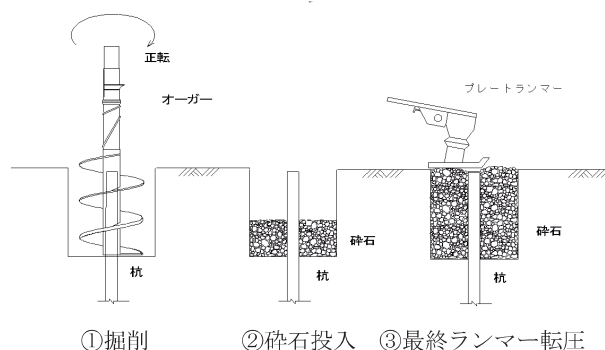


図-2 砕石地盤の施工手順

(中間の転圧には専用のランマーを用いる)

【本技術の問合せ先】

株式会社新生工務 開発課 担当者：川崎 展資
〒463-0013 愛知県名古屋守山区小幡中1-8-17

E-mail : kawasaki@shinseikomu.co.jp
TEL : 052-758-1750 FAX : 052-758-1751

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 efコラム工法 ーセメントミルクで囲まれた鋼管を有するソイルセメントコラムを用いた地盤補強工法ー（改定）	性能証明番号： GBRC 性能証明 第13-18号 改(更3) 性能証明発効日： 2024年11月22日 性能証明の有効期限： 2027年11月末日 【取得者】 株式会社設計室ソイル、 報国エンジニアリング株式会社、株式会社樋口技工
---	---

【技術の概要】

本技術は、セメント系固化材のスラリーを吐出しながら地盤を掘削攪拌することでソイルセメントコラム（以下、“改良体”と称す）を築造し、その中心に固化材ミルクの柱体で囲まれた鋼管（以下、“芯材”と称す）を埋設したものを地盤補強体（以下、“補強体”と称す）として利用する地盤補強工法である。

なお、本工法による補強地盤の支持力は、基礎底面下の地盤の支持力を無視して補強体の支持力のみを考慮することとしている。

【改定・更新の内容】

新規：GBRC 性能証明 第13-18号（2013年11月12日）
改定：GBRC 性能証明 第13-18号 改（2015年11月2日）
・適用構造物の範囲変更
・芯材鋼管の追加と仕様変更
更新：GBRC 性能証明 第13-18号 改（更1）（2018年11月13日）
：GBRC 性能証明 第13-18号 改（更2）（2021年11月1日）
：GBRC 性能証明 第13-18号 改（更3）（2024年11月22日）

【技術開発の趣旨】

改良体の支持力は、その耐力による制約から地盤の支持力が有効に発揮されていないと考えられる。本技術は、地盤の支持力を有効に発揮させることを意図して開発した工法であり、付着力の向上を意図した縞状あるいは梨地の模様鋼板を用いて製造した鋼管、あるいは、平鋼管を芯材として改良体中心の固化材ミルク中に埋設し、改良体の剛性と耐力を向上させている。また、将来の補強体の解体撤去時における切削ガイドとしての機能を芯材に期待し、これを用いた簡便な撤去方法を提案している。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、単杭状の補強体の鉛直支持力についてのみを対象としており、以下の通りである。

申込者が提案する「efコラム工法 設計・施工指針」に従って設計・施工された補強地盤の設計に必要な補強体の長期荷重ならびに短期荷重に対する支持能力は、同指針に定めるスクリュウエイト貫入試験結果に基づく支持力算定表で適切に評価できる。

また、本技術については、規定された施工管理体制が適切に運用され、工法が適正に使用されている。

- 適用地盤：砂質土・粘性土（ロームを含む）
○適用構造物：（1）～（3）の条件をすべて満たす建築物、および、工作物（擁壁は、高さ3m以下）

（1）地上3階以下	（3）延べ面積1,500㎡以下
（2）建築物の高さ13m以下	（平屋に限り3,000㎡以下）

○最大施工深さ

基礎下端または砕石下端から10mとする。ただし、周面摩擦が考慮できる範囲は、8mまでとする。

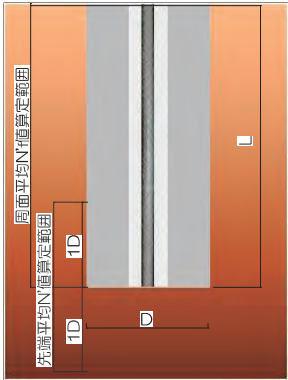


図-1 三層コラムの概略図

表-1 支持力算定表の例（φ 300, Fc1000, 鋼管短期耐力 78.6kN）

先地地盤区分	1.5≦N'≦2												2≦N'≦3												3≦N'≦4												4≦N'≦5											
	I						II						I						II						I						II						I						II					
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI						
1.5	13	16	22	27	33	39	15	18	23	28	33	38	18	21	26	31	36	41	20	24	29	34	39	44	22	26	31	36	41	46	24	28	33	38	43	48	26	30	35	40	45	50	28	32	37	42	47	52
2.0	16	20	27	33	40	47	18	22	28	34	40	46	21	25	31	37	43	49	24	29	35	41	47	53	27	32	38	44	50	56	30	36	42	48	54	60	33	39	45	51	57	63	36	42	48	54	60	66
2.5	19	24	31	38	46	53	21	26	33	40	47	54	24	30	37	44	51	58	27	33	40	47	54	61	30	36	43	50	57	64	33	40	47	54	61	68	36	43	50	57	64	71	78	85	92	99	106	
3.0	22	27	35	43	51	59	24	30	37	44	51	58	27	33	40	47	54	61	30	36	43	50	57	64	33	40	47	54	61	68	36	43	50	57	64	71	78	85	92	99	106	113	120	127	134	141	148	
3.5	24	31	40	48	57	66	26	33	40	47	54	61	30	36	43	50	57	64	33	40	47	54	61	68	36	43	50	57	64	71	78	85	92	99	106	113	120	127	134	141	148	155	162	169	176	183	190	
4.0	27	35	43	52	62	71	30	37	44	51	58	65	33	40	47	54	61	68	36	43	50	57	64	71	78	85	92	99	106	113	120	127	134	141	148	155	162	169	176	183	190	197	204	211	218	225	232	239
4.5	30	39	50	63	76	90	33	42	50	58	66	74	36	44	52	60	68	76	40	48	56	64	72	80	43	51	59	67	75	83	37	45	53	61	69	77	85	93	101	109	117	125	133	141	149	157	165	
5.0	33	42	53	65	79	94	36	45	53	61	69	77	39	48	56	64	72	80	43	51	59	67	75	83	46	54	62	70	78	86	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120	128	136	144	152	160	168	
5.5	36	46	58	71	86	102	39	48	56	64	72	80	43	51	59	67	75	83	46	54	62	70	78	86	49	57	65	73	81	89	43	51	59	67	75	83	91	99	107	115	123	131	139	147	155	163	171	
6.0	39	50	63	76	91	108	42	51	59	67	75	83	46	54	62	70	78	86	49	57	65	73	81	89	52	60	68	76	84	92	46	54	62	70	78	86	94	102	110	118	126	134	142	150	158	166	174	
6.5	42	53	66	80	96	114	45	54	62	70	78	86	49	57	65	73	81	89	52	60	68	76	84	92	55	63	71	79	87	95	49	57	65	73	81	89	97	105	113	121	129	137	145	153	161	169		
7.0	44	56	70	84	101	119	48	57	65	73	81	89	52	60	68	76	84	92	55	63	71	79	87	95	58	66	74	82	90	98	52	60	68	76	84	92	100	108	116	124	132	140	148	156	164	172		
7.5	47	60	74	88	106	124	51	60	68	76	84	92	55	63	71	79	87	95	58	66	74	82	90	98	61	69	77	85	93	101	55	63	71	79	87	95	103	111	119	127	135	143	151	159	167	175		
8.0～ 10.0	50	63	77	91	110	129	54	63	71	79	87	95	58	66	74	82	90	98	61	69	77	85	93	101	64	72	80	88	96	104	58	66	74	82	90	98	106	114	122	130	138	146	154	162	170	178	186	

先地地盤区分	1.5≦N'≦6												6≦N'≦7												7≦N'																								
	I						II						I						II						I						II						I						II						
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	
1.5	25	28	33	38	43	48	26	30	35	40	45	50	27	31	36	41	46	51	28	32	37	42	47	52	29	33	38	43	48	53	30	34	39	44	49	54	31	35	40	45	50	55	32	36	41	46	51	56	
2.0	28	31	37	43	49	55	29	33	39	45	51	57	30	34	40	46	52	58	31	35	41	47	53	59	32	36	42	48	54	60	33	37	43	49	55	61	34	38	44	50	56	62	35	39	45	51	57	63	69
2.5	31	34	41	48	55	62	32	36	42	48	54	60	33	37	43	49	55	61	34	38	44	50	56	62	35	39	45	51	57	63	69	36	40	46	52	58	64	37	41	47	53	59	65	71	77	83	89	95	
3.0	34	37	45	52	60	67	35	39	45	51	57	63	36	40	46	52	58	64	37	41	47	53	59	65	38	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156	162	168		
3.5	37	40	48	56	64	72	38	42	48	54	60	66	39	43	49	55	61	67	40	44	50	56	62	68	41	45	51	57	63	69	75	81	87	93	99	105	111	117	123	129	135	141	147	153	159	165			
4.0	40	43	51	59	67	75	41	45	51	57	63	69	42	46	52	58	64	70	43	47	53	59	65	71	44	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156	162	168			
4.5	43	46	54	62	70	78	44	48	54	60	66	72	45	49	55	61	67	73	46	50	56	62	68	74	47	51	57	63	69	75	81	87	93	99	105	111	117	123	129	135	141	147	153	159	165				
5.0	46	49	57	65	73	81	47	51	57	63	69	75	48	52	58	64	70																																

先地地盤区分	1.15≦N'≦2.0												2.0≦N'≦3.0												3.0≦N'≦4.0												4.0≦N'≦5.0												5.0≦N'≦6.0											
	I						II						I						II						I						II						I						II																	
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI												
1.5	13	16	22	27	33	39	15	18	23	28	33	38	18	21	26	31	36	41	20	24	29	34	39	44	22	26	31	36	41	46	24	28	33	38	43	48	26	30	35	40	45	50	28	32	37	42	47	52												
2.0	16	20	27	33	40	47	18	22	28	34	40	46	21	25	31	37	43	49	24	29	35	41	47	53	27	32	38	44	50	56	30	36	42	48	54	60	33	39	45	51	57	63	36	42	48	54	60	66												
2.5	19	24	31	38	46	53	21	26	33	40	47	54	24	30	37	44	51	58	27	33	40	47	54	61	30	36	43	50	57	64	33	40	47	54	61	68	36	43	50	57	64	71	78	85	92	99	106													
3.0	22	27	35	43	51	59	24	30	37	44	51	58	27	33	40	47	54	61	30	36	43	50	57	64	33	40	47	54	61	68	36	43	50	57	64	71	78	85	92	99	106	113	120	127	134	141	148													
3.5	24	31	40	48	57	66	26	33	40	47	54	61	30	36	43	50	57	64	33	40	47	54	61	68	36	43	50	57	64	71	78	85	92	99	106	113	120	127	134	141	148	155	162	169	176	183	190													
4.0	27	35	43	52	62	71	30	37	44	51	58	65	33	40	47	54	61	68	36	43	50	57	64	71	78	85	92	99	106	113	120	127	134	141	148	155	162	169	176	183	190	197	204	211	218	225	232	239												
4.5	30	39	50	63	76	90	33	42	50	58	66	74	36	44	52	60	68	76	40	48	56	64	72	80	43	51	59	67	75	83	37	45	53	61	69	77	85	93	101	109	117	125	133	141	149	157	165													
5.0	33	42	53	65	79	94	36	45	53	61	69	77	39	48	56	64	72	80	43	51	59	67	75	83	46	54	62	70	78	86	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120	128	136	144	152	160	168													
5.5	36	46	58	71	86	102	39	48	56	64	72	80	43	51	59	67	75	83	46	54	62	70	78	86	49	57	65	73	81	89	43	51	59	67	75	83	91	99	107	115	123	131	139	147	155	163	171													
6.0	39	50	63	76	91	108	42	51	59	67	75	83	46	54	62	70	78	86	49	57	65	73	81	89	52	60	68	76	84	92	46	54	62	70	78	86	94	102	110	118	126	134	142	150	158	166	174													
6.5	42	53	66	80	96	114	45	54	62	70	78																																																	

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 CDP 工法 - 砕石を用いた地盤の密度増大工法 -	性能証明番号：GBRC 性能証明 第15-19号 (更3) 性能証明発効日：2024年12月16日 性能証明の有効期限：2027年12月末日 【取得者】 株式会社アートフォースジャパン ジャパンホームシールド株式会社
---	--

【技術の概要】

本技術はケーシングを用いて砕石を柱状（杭状）に無排土で打設することで緩く堆積した砂質土地盤の密度を増大させる工法であり、ケーシングによる先行掘削で地盤を密に締め固める効果がある。また、低振動・低騒音での施工が可能であるため、市街地など隣接した場所での施工も可能であり、無排土の施工であるため残土が発生しない。なお、密度増大効果については、施工後に必ず地盤調査を行って確認することとしている。

【更新の内容】

新規：GBRC 性能証明 第15-19号 (2015年12月10日)
 更新：GBRC 性能証明 第15-19号 (更1) (2018年12月4日)
 ：GBRC 性能証明 第15-19号 (更2) (2021年12月14日)
 ：GBRC 性能証明 第15-19号 (更3) (2024年12月16日)

【技術開発の趣旨】

本工法は主に小規模建築物を対象とした地盤の密度増大を目的として開発された工法である。密度増大を図る工法は多数開発されているが、中には振動や騒音が大きく、建設場所によっては適用が困難なものもあった。本工法は、小規模建築物を建設するような比較的狭い場所や市街地など周辺建物が隣接した場所でも施工が可能な施工機を用い、低振動・低騒音で環境に優しい工法を実現している。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、地盤の密度増大効果についてのみを対象としており、以下の通りである。

申込者が提案する「CDP 工法 設計・施工基準」に従って設計・施工された砕石を用いた地盤の密度増大効果は、同基準に定める設計チャートで適切に推定できる。

また、本技術については、規定された施工管理体制が適切に運用され、工法が適正に使用されている。



図-1 施工状況

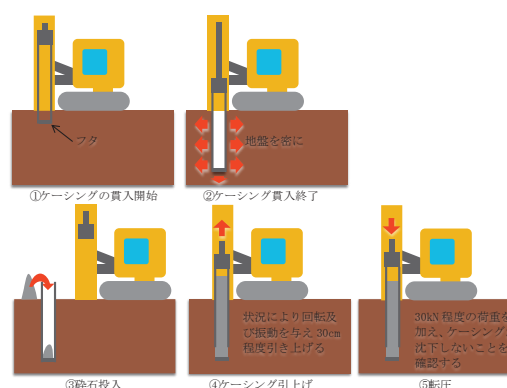


図-2 施工手順

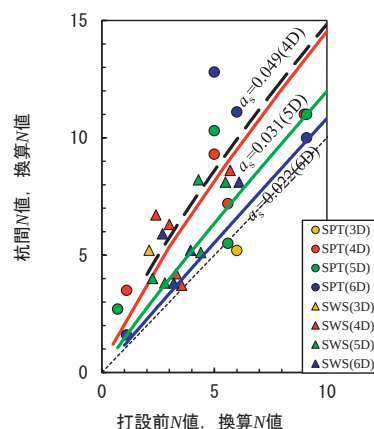


図-3 打設前後のN値及び換算N値の関係

【本技術の問合せ先】

株式会社アートフォースジャパン 担当者：山口 喜廣
 〒414-0044 静岡県伊東市川奈 1299

E-mail：yoshi@artforcejapan.com
 TEL：0557-45-1109 FAX：0557-45-6520

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 ベースグラウンドファウンデーション工法 －細径鋼管を用いた地盤補強工法－	性能証明番号： GBRC 性能証明 第18-18号（更2） 性能証明発効日： 2024年12月16日 性能証明の有効期限： 2027年12月末日
	【取得者】 株式会社ラスコジャパン

【技術の概要】

本技術は、鋼管挿入ガイドを兼ねた鋳鋼製の定着具（以下、“BGF金具”と称す）を用いて地盤に鉛直軸に対して傾けて打込んだ鋼管4本を一体化し、これを太陽電池アレイ用架台や遊歩道などの小規模構造物の基礎とする地盤補強工法である。なお、本工法によって施工した基礎には、長期および短期の押込み荷重に対する支持力、ならびに、短期の引抜き荷重に対する支持力を期待している。

【更新の内容】

新規：GBRC 性能証明 第18-18号（2018年12月21日）
更新：GBRC 性能証明 第18-18号（更1）（2021年12月14日）
GBRC 性能証明 第18-18号（更2）（2024年12月16日）

【技術開発の趣旨】

自然公園等に設置されている遊歩道やデッキなどは、一般的な土木建築構造物に比べて軽量であるため、簡易な小型コンクリート基礎などが用いられることが多い。しかし、これらの構造物は山林や湿地などに設置されることが多く、基礎を構築するための資材や施工重機の搬入が問題となる場合がある。本工法は、この問題を軽減するために開発した基礎工法であり、人力で運ぶことができる資材を用いて、施工重機を使用せずに専用の電動ハンマーを用いて鋼管を地盤に打ち込む。また、4本の鋼管を傾けて地盤に打ち込むことで、鋼管の摩擦抵抗に加え鋼管軸に垂直方向の抵抗も期待でき、鉛直に打ち込む場合より大きな押込み支持力および引抜き支持力が発揮されることも意図している。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、以下の通りである。
申込者が提案する「ベースグラウンドファウンデーション工法 設計・施工管理指針」に従って設計・施工された補強材の許容支持力を定める際に必要な地盤で決まる押込みおよび引抜き方向の極限支持力は、同指針に定めるスクリーウエイト貫入試験あるいは簡易動的コーン貫入試験の結果に基づく支持力算定式で適切に評価できる。
また、本技術については、規定された施工管理体制が適切に運用され、工法が適正に使用されている。



写真-1 補強材

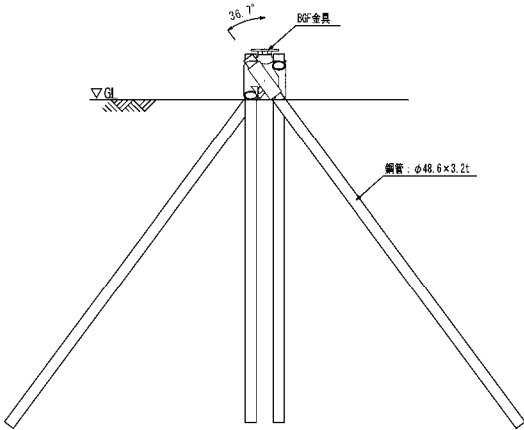


図-1 補強材概要図

表-1 補強材の諸元

鋼管	直径 (mm)	48.6±0.5
	厚さ (mm)	3.2±0.1
	長さ (m) (施工長さ)	2.0、3.0 (1.4、2.2)
	材質	STK-400 (JIS G 3444)
	表面処理	溶融亜鉛めっき (JIS H 8641) あるいは溶融亜鉛-6%アルミニウム-3%マグネシウム合金めっき※
B G F	幅 (mm)	186±2
	高さ (mm)	219±3
	鋼管挿入孔 (mm)	49.5±0.5
	鋼管挿入孔の厚さ (mm)	6±1
	材質	SC410 (JIS G 5101)
	表面処理	溶融亜鉛めっき (JIS H 8641)



写真-2 施工状況

【本技術の問合せ先】

株式会社ラスコジャパン 担当者：吉田 博一
〒673-0403 兵庫県三木市末広3丁目25-25

E-mail：yoshida@lasco.jp
TEL：0794-86-0081 FAX：0794-86-2806

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

【技術の名称】 SDS－ピュアパイル工法 (SDS－PP 工法) －セメントミルク杭状補強体による地盤補強工法－	性能証明番号：GBRC 性能証明 第21-09号 (更1) 性能証明発効日：2024年10月22日 性能証明の有効期限：2027年10月末日
	【取得者】 株式会社テクノックス ジャパンホームシールド株式会社

【技術の概要】

本技術は、掘削土砂を排出させずに掘削装置を地盤に回転圧入し、これを引上げながらセメントミルクを充填することで、セメントミルクからなる置換柱状体を地中に築造し、これを杭状補強体（以下、“補強体”と称す）として利用する地盤補強工法である。

なお、本技術で築造する補強体は、(一財)日本建築総合試験所 建築技術性能証明 第11-28号 改4として性能証明されたピュアパイル工法Ⅱ (PP工法Ⅱ) によるものとしており、本工法による補強地盤の支持力は、基礎底面下の地盤の支持力を無視して補強体の鉛直支持力のみを考慮することとしている。

【更新の内容】

新規：GBRC 性能証明 第21-09号 (2021年10月19日)

更新：GBRC 性能証明 第21-09号 (更1)(2024年10月22日)

【技術開発の趣旨】

本技術は、ほぼ無排土で削孔できる掘削装置によって造成した柱状孔にセメントミルクによる置換柱状体を築造することで、強度のバラツキの小さな高強度の補強体を築造可能とし、かつ、施工に伴う発生土処理量を実質的に無くすことを意図して開発したものである。また、支持力を算定するための地盤の強度指標として、ジャパンホームシールド株式会社が開発したスクリュードライバー・サウンディング試験から得られる区間貫入エネルギーの平均値を用いることで、支持力算定式の精度向上を意図している。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、単杭状の補強体の鉛直支持力についてのみを対象としており、以下の通りである。

申込者が提案する「SDS－ピュアパイル工法 (SDS－PP 工法) 設計施工指針」に従って設計・施工された補強体の許容支持力を定める際に必要な地盤で決まる極限支持力は、同指針に定めるスクリュードライバー・サウンディング試験結果に基づく支持力算定式で適切に評価できる。また、本技術については、規定された施工管理体制が適切に運用され、工法が適正に使用されている。



図-1 引き抜いた柱体の状況

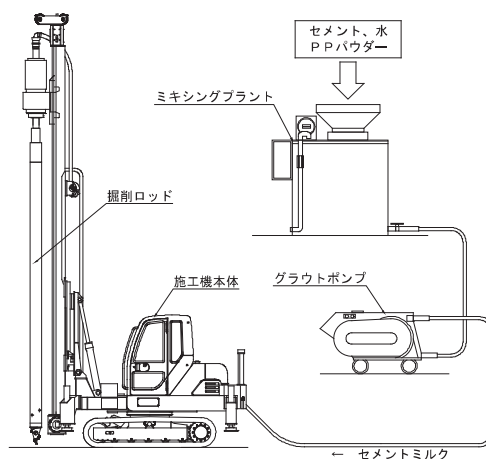


図-2 主要施工機材

○支持力算定式

SDS試験は、戸建住宅を対象とした小規模建築物の地盤調査法に位置づけられる他、一般地盤調査としての概略調査又は補足調査に用いられている。

$$R_u = (38\bar{E}_{0.25SL} + 12) \cdot \pi DL$$

R_u : 極限支持力 (kN)

$\bar{E}_{0.25SL}$: 支持力を考慮する範囲 L (柱体天端から柱体先端の下方 1D まで) の $E_{0.25SL}$ の平均値 (kN・m)

D : 設計径 (0.20m)

L : 柱体長さ+1D (m)

【本技術の問合せ先】

ジャパンホームシールド株式会社 業務品質本部 技術部

担当者：酒井 豪

〒130-0026 東京都墨田区両国2丁目10番14号

株式会社テクノックス 技術部 担当者：藤橋 俊則

〒108-8380 東京都港区芝5-25-11

E-mail：go.sakai@j-shield.co.jp

TEL：03-6773-4282 FAX：03-5624-2929

E-mail：fujihashi-t@tenox.co.jp

TEL：03-3455-7792 FAX：03-3455-7685

業務案内

建研式加力装置による柱部材・梁部材の逆対称曲げせん断実験

はじめに

鉄筋コンクリート造（以下、RC造）柱部材あるいは梁部材の曲げ性能やせん断性能を確認する実験方法として、逆対称曲げせん断実験が採用されることがあります。本稿では建研式加力装置を用いた柱部材・梁部材の逆対称曲げせん断実験について、ご紹介します。

実験方法の概要

柱実験の場合の建研式加力装置の概要図を図-1に示します。試験体は上下スタブと柱供試部から成り、各スタブとフレームはPC鋼棒で緊結されます。

固定された下部フレームと上部フレームを繋いでいる水平加力用油圧ジャッキの荷重作用線が、柱供試部中央を通るように柱試験体を配置します。上部フレームは平行移動装置（パンタグラフ）によって、下部フレームに対して移動が平行方向のみ、すなわち加力中に回転しないように拘束されます。

これによって試験体の上スタブは、下スタブに対して平行に加力されることとなり、柱供試部のモーメント分布は、両端固定端のモーメント分布すなわち逆対称のモーメント分布となります。

試験体供試部の中心軸鉛直上方には軸力用油圧ジャッキを配置しています。この油圧ジャッキに鉛直力 N を作用させながら実験を行うと柱部材の実験に、鉛直力 N を作用させずに実験を行うと梁部材の実験となります。（梁部材実験においても上部フレームの重量が軸力として作用します）

実験結果の例

実験結果の例として、RC造梁部材のひび割れ状況を写真-1に、梁せん断力-部材角関係を図-2に示します。写真-1によると、加力初期には梁の上下端部にのみ発生していたひび割れが、繰り返し加力が進むにつれ、部材全面にわたって発生することが分かります。また、図-2によると、加力初期の剛性や最大耐力、繰り返し加力時の履歴ループの形状などを確認することができます。

これらの実験は、高強度鉄筋や鉄筋継手の開発、部材に開口を設けた際の開口補強工法の開発など、様々な目的で実施されます。RC造部材実験をお考えの際には、お気軽にご相談ください。

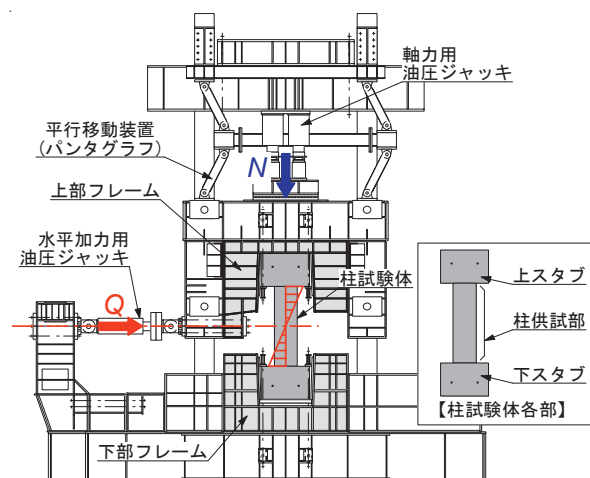


図-1 建研式加力装置（柱実験の場合）



写真-1 RC造梁部材のひび割れ状況

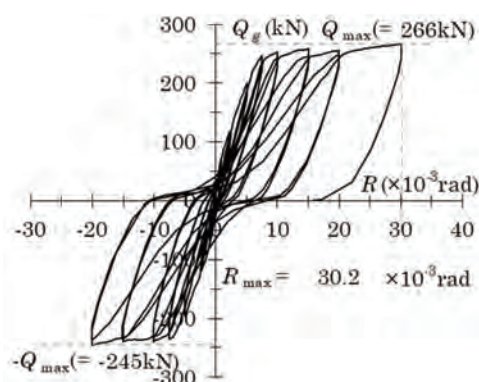


図-2 梁せん断力-部材角関係

お問い合わせ先

試験研究センター 構造部 構造試験室
メール：info.kozo@gbrc.or.jp
電話：06-6834-7913

海外出張報告：国際会議“17th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction in Concrete (ICAAR2024)” 参加報告

試験研究センター 材料部 材料試験室 澁井雄斗

1. はじめに

2024年5月18日から24日までの7日間、カナダのオタワで開催されたコンクリートのアルカリ骨材反応に関する国際会議“17th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction in Concrete (ICAAR2024)”に参加し、当法人で取り組んだ自主共同研究の成果¹⁾の一部について口頭発表を行いました。また、アルカリ骨材反応(AAR)が生じたコンクリートの診断・評価方法に関するワークショップ“Using The Multi-Level Assessment to Assess Condition of AAR-affected Concrete (アルカリ骨材反応の影響を受けたコンクリートの状態を評価するための多段階評価の利用)”にも参加し、初めて触れる診断方法について理解を深めました。

2. ICAAR2024の概要、筆者の発表内容

ICAARは、会議名にも含まれているようにアルカリ骨材反応を主たるテーマとして、1974年から開催されており、今回で17回目の開催となっています。

アルカリ骨材反応のうち特にアルカリシリカ反応は、コンクリートに使用される骨材中の反応性シリカ鉱物と、セメント等の使用材料中や硬化後に外部から供給されるアルカリ金属とが反応し、膨潤性の高いアルカリシリカゲルを生成することで、コンクリート内部で有害な膨脹ひび割れを生じさせ、コンクリートの耐久性を低下させます。

ICAAR2024は、オタワ大学のLeandro F.M. Sanchez准教授を議長として開催され、反応メカニズムと影響因子の理解、試験方法と予防策、診断・評価方法、モニタリング、構造的な効果や様々なスケールにおけるモデリング、補修方法などがトピックとなり、世界各国の研究者が発表を行いました。筆者は「アルカリシリカ反応」に加え、近年注目されている「遅延エトリンサイト生成」を複合的に生じさせたコンクリートに関する研究成果^{2), 3)}について発表しました(写真-1)。



写真-1 筆者の発表の様子

3. 診断・評価方法に関するワークショップの概要

会期の初日である2024年5月18日に、オタワ大学の微細構造研究グループ主催で、コンクリートの診断・評価方法に関するワークショップが開催されました。午前中は座学、午後は4人1グループに分かれて実習を行い、アルカリ骨材反応、遅延エトリンガイト生成、凍害を生じたコンクリートサンプルを観察し、参加者同士で意見交換をしました（写真-2、写真-3）。論文には記載されないような細かな点も伺うことができ、対面ならではの良さを改めて実感しました。

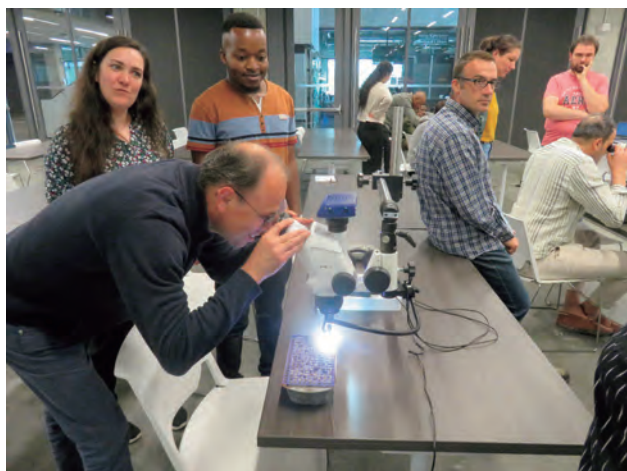


写真-2 実体顕微鏡を用いた観察の実習



写真-3 グループワークの様子（筆者：右から2人目）

4. おわりに

筆者にとって初めての海外での国際会議参加は、英語での意思疎通や発表等に苦戦しながらも、研究に対する熱意は万国共通であることを実感でき、意見交換や交流を通して非常に有意義で貴重な経験を得ることができました。

最後に、今回の会議参加にあたり、ご支援いただきました当法人の役職員、また共同研究者の皆様に、心より感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 澁井 雄斗, 吉田 夏樹: 遅延エトリンガイト生成とアルカリシリカ反応の潜在性を有するコンクリートに関する試験方法の検討, GBRC Vol. 49 No.1, pp.38-44, 2024年1月
- 2) Yuto Shibui, Natsuki Yoshida: Experimental Investigation to Elucidate the Combined Deterioration Mechanism of Alkali-Silica Reaction and Delayed Ettringite Formation, RILEM Book series Proceedings of the 17th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction in Concrete (ICAAR 2024), pp.184-191, 4 May 2024
- 3) Natsuki Yoshida, Yoko Ando, Yuichiro Kawabata, Yasutaka Sagawa, Takashi Kawakami, Yuto Shibui: Expansion Properties and Microscopic Features of DEF and ASR Expansive Specimens Subjected to Residual Expansion Tests, RILEM Book series Proceedings of the 17th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction in Concrete (ICAAR 2024), pp.217-225, 4 May 2024

13th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology 2024への参加報告

試験研究センター

耐火部 防耐火構造・材料試験室 小宮祐人

去る2024年10月21日から10月25日までの5日間、火災安全工学分野の国際シンポジウム“13th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology 2024”(AOSFST 2024)が韓国大邱市で開催された。筆者は会期のうち10月21日から10月23日の3日間に参加し、当法人の自主・共同研究課題「室内での燃え広がりを考慮した内装材料の防火性能評価手法に関する研究」において検討した壁面の可燃内装の燃え広がりに関する研究内容について口頭発表を行ったので、本稿にて報告する。

■ AOSFST 2024の概要

AOSFSTはAsia-Oceania Association for Fire Science and Technologyが主催する国際シンポジウムで、3年に一度、その名にあるとおりアジア・オセアニア地域の各国で開催される。今回が13回目であり、韓国・大邱市にあるHotel Susung(写真-1, 2)の会議場にて開催された。大邱市は韓国第3の都市とも言われ、主要な都市のひとつである。2003年には地下鉄火災が、記憶に新しい2022年には梨泰院での将棋倒し事故が起こったこともあり、防火や防災を考える身としては意識せざるを得ない地のひとつでもある。余談だが、会場の受付や展示物、常設の消火器がエスカレーター周りの防火シャッター下に配置されていたことや、宿泊棟の直通階段やエレベータホールがシャッターや防火扉で区画されていないことにも注目せざるを得なかった。閑話休題。基調講演・研究発表・ポスターセッションが10月22日から24日にかけて行われたほか、21日にはワークショップが、25日にはテクニカルツアーが行われた。研究発表では、表-1に示す10分類のセッションで計137題の発表があった。建築分野に限らず、土木や消防、警察、機械系、運輸系、農林系など様々な分野から発表がなされた。基調講演では、熱気流、群衆避難、リチウムイオ



写真-1 会場となったHotel Susung



写真-2 Hotel Susungから寿城池・大邱市街を望む

表-1 セッションタイトルと発表数

セッションタイトル	発表数
Material Flammability, Toxicity, and Related Testing Method	11
Structure in Fire	15
Evacuation and Human Behaviour	15
Fire Spread	15
Emerging Issues	16
Wildland and Outdoor Fire	10
Enclosure Fire Dynamics	15
Fire Risk Analysis and Safety Design	15
Fire Suppression	10
Flame Dynamics	15

ン電池の火災安全性、壁面緑化の防火性の計4題の講演があった。

■発表内容

“Fire spread”のカテゴリにて、“A Study on Fire Spread Behavior on Plywood Walls of Various Thickness”（様々な厚さの合板壁面内装の燃え拡がり性状に関する研究）という題で発表した。内装材が可燃性の場合、内装材が薄ければ裏面が早期に燃焼するため、一時的に燃焼が旺盛になるが、燃え尽きも早くなる。厚いと裏面が燃焼に至るまでに時間がかかるが、可燃物量が増加するため、燃え尽きるまでも時間がかかる。本研究では、厚さの異なる合板を試験体とし、小片試験体を用いた素材試験と中規模区画実験を実施し、内装厚さが燃焼性状に及ぼす影響について考察した。また、既往の燃え拡がりモデルを一部改良した予測モデルに小規模試験で得られた物性値を用いて火災室温度や発熱速度を予測した結果と中規模区画実験結果を比較し、再現性や課題について検討した。

■参加を通じて

AOSFSTには前回2021年開催の第12回にも参加したが、コロナ禍真っ只中でオンライン開催であったため、初めての国際会議でありながら自宅からの参加であった。そのため、筆者にとっては学生時代以来、約10年振りの海外渡航であった。関西国際空港から大邱国際空港には直通便により1時間半ほどのフライトで行くことができ、地理的には近い地ではあるが、国が違えばやはり言語や文化の違いが肌で感じられ、非常に刺激的であった。また、各国の研究者に発表を聴いていただけたこと、多くの興味深い発表を聴講できたことに加え、母国語が英語でない研究者の英語での発表技術を見られたことも有意義な経験であった。筆者が発表した会場はオープニングセレモニー（写真-3）も行われた一番大きな会場であり、その中での英語での発表ということで大いに緊張した（写真-4：いささか顔色が良くないようである）が、発表後の質疑のほか、セッション終了後にも中国の研究者に声をかけていただき、意見を交わすことができた。AOSFSTは前述のよ

うに多様な分野からの参加があり、実験手法や着眼点が多様でありながら、その中でも火災・燃焼を扱うという意味での共通点もあり、非常に興味深かった。研究発表の最終日に開催されたバンケットではK-POP歌手のパフォーマンスもあったと聞いており、参加できなかったことが心残りである。

AOSFSTの選抜論文は火災工学分野の国際論文集Fire Safety Journalに掲載される。残念ながら筆者の論文は選拔されなかったが、韓国火災科学工学研究所が発刊する論文誌International Journal on Fire Science and Technology (IJFSE) に招待いただいた¹⁾。

■おわりに

今回のシンポジウム参加にあたり、多大な支援をいただいた当法人の役職員各位ならびに共同研究者の皆様にご心より感謝申し上げます。



写真-3 オープニングセレモニーでの集合写真



写真-4 発表中の筆者

- 1) Masato Komiya, Kazunori Harada, Daisaku Nii, “A Study on Fire Spread Behavior on Plywood Walls of Various Thickness”, International Journal of Fire Science and Engineering, Vol. 39, No. 1, pp. 1-17, 2025 <https://doi.org/10.7731/IJFSE.d70d5d05>
- 2) <https://www.flickr.com/photos/201702839@N07/albums/> (2024/10/30 アクセス)

組織の動き

(2025年1月1日～2025年4月1日)

..... 理事会開催

2025年3月3日に本部およびオンラインにて、第42回理事会（定時）を開催しました。

..... 人事異動

(3月31日付)

退職

〔試験研究センター〕

- ・耐火部耐火構造試験室主査
四元 順也

〔建築確認評定センター〕

- ・建築確認評定部建築確認検査課上席専門役
小川 哲也
- ・建築確認評定部建築確認検査課建築設備審査員
林 勝己
- ・建築確認評定部建築確認検査課建築確認検査員
長井 栄治

〔構造判定センター〕

- ・構造計算判定部上席調査役兼建築確認評定センター
建築確認評定部建築確認検査課上席調査役
戸田 光学

(4月1日付)

採用

〔評価判定センター〕

- ・確認評定部確認検査課
中川 勝太
- ・確認評定部審議役兼構造判定部審議役
丸田 誠
- ・確認評定部確認検査課調査役
中田 仁
- ・構造判定部上席調査役
中迫 悟志

配置換

〔常務理事〕

- ・製品認証センター長
品質保証室担当理事
経営企画室担当理事
河津 龍大（製品認証センター長
経営企画室担当理事）

昇格

〔試験研究センター〕

- ・構造部数値解析室室長
市岡 有香子（数値解析室室長代理）
- ・材料部工事用試験室室長
濱口 智喜（材料部工事用試験室室長代理）

異動

〔試験研究センター〕

- ・構造部主席専門役
安井 信行（構造部主席専門役兼数値解析室室長）
- ・環境部部長兼経営企画室担当部長
田中 学（環境部部長兼品質保証室担当部長）
- ・材料部部長兼機器校正室担当部長
西尾 篤志（材料部部長兼工事用試験室室長）

〔製品認証センター〕

- ・認証部部長兼審査課課長兼品質保証室担当部長
平井 義行（認証部部長兼審査課課長）

〔評価判定センター〕

- ・技術統括担当
評価判定センター主席専門役兼経営企画室主席専門役
岩佐 裕一（営業担当部長、建築確認評定センター
建築確認評定部主席専門役兼
経営企画室主席専門役）
- ・確認評定部確認検査課課長
津田 憲昭（建築確認評定部建築確認検査課
上席専門役）
- ・確認評定部確認検査課上席専門役
平沢 隆志（建築確認評定部建築確認検査課課長）
- ・構造判定部部長
中野 大樹（構造計算判定部部長兼業務課課長）

- ・構造判定部業務課課長
板田 昌彦（構造計算判定部業務課上席調査役）
- ・確認評定部業務管理課課長兼品質保証室上席専門役
小林 雅人（建築確認評定部業務管理課課長）

- 〔品質保証室〕
- ・品質保証室室長兼試験研究センター機器校正室室長
前部 則雄（品質保証室室長）

研修情報

（2025 年 1 月 1 日～2025 年 4 月 1 日）

以下のとおり実施しました。

▶コンクリート現場試験技能者認定制度（SiTeC）

- ・フレッシュコンクリートの受入検査
（区分記号 F, Ft）
大阪、東京、札幌、福岡
筆記試験 1/19（4会場同日）
- ・電子レンジを用いたフレッシュコンクリートの単位
水量測定のためのモルタルの採取方法および質量
減少試験（区分記号 FB）
大 阪：新規研修 1/17
サーベイランス 1/17, 25
実技試験 1/25
筆記試験 1/25

▶試験要員認定制度（LaboTeC）

- ・コンクリート用骨材の試験（区分記号 LAA）
大 阪：新規研修 2/1
新規テスト 2/8
更新テスト 2/14, 15

▶船内騒音測定技術者講習会（NoMS）

- | | |
|----------------|------------|
| 東 京：更新 1/17 午前 | 新規 1/17 午後 |
| 大 分：更新 1/24 午前 | 新規 1/24 午後 |
| 佐世保：更新 1/31 午前 | 新規 1/31 午後 |
| 高 松：更新 2/7 午前 | 新規 2/7 午後 |
- （一部の講義については、Webサイトを活用した
動画の事前視聴にて実施）

2025年4月1日現在の組織図

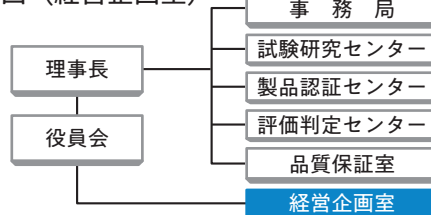


室課紹介

第12回

経営企画室

組織図（経営企画室）



経営企画室の概要

当室は、GBRCビジョン&アクションプラン2030^{*}（以下、V&AP2030）の策定に伴い、これを実現するための企画・戦略立案、各部署との連携・支援等、V&AP2030全体のステアリングを担う役員会直属の部署として2022年4月に新設されました。

※当法人が目指す10年後の将来像（ビジョン）と、これを実現するための事業計画、事業推進のための基盤整備に係る計画（アクションプラン）

業務内容

最も重要な業務はV&AP2030の実現のためのかじ取りです。具体的には、各部署から既存業務の拡大や新規事業の立案など、V&AP2030に係る取組みの状況を聞き取る「意見交換会」を開催し、ここから部署横断的な課題を抽出し、解決策と合わせて役員会に報告、提案するとともに、次年度の事業計画策定、予算編成のための基本的な考え方の案を取りまとめています。また、取組みの実情を踏まえたV&AP2030の改訂や、各部署のマネジメントをより的確に行うための提案を行っています。

次に、営業力の強化に係る活動です。各部署との情報交換による新たな営業のあり方の提案・支援のほか、2024年度には名刺管理システムの運用を開始し、効果的な営業活動に役立てています。



もう一つの重要な業務はDXの推進です。社内のDX推進委員会の事務局として、2022年度からDXに関する検討を行い、IT化による既存事業の深化、新たなビジネスモデルや新規事業の探索に取組むこととし、これをもとにV&AP2030を一部改訂しました。2024年度はロードマップの作成やIT人材の育成の方策の検討、IT化につながる業務改善等のアイデアを職員から募集、選定を行い、実現に向けて支援しました。

心掛けていること

現代はVUCA（変動性、不確実性、複雑性、曖昧性）の時代だと言われています。その中で当法人が「試験設備を持つ第三者機関として他の追随を許さない唯一の存在」（V&AP2030）となるためには、常にアンテナを高くしてお客様のご要望、社会のニーズを的確に捉えて素早く、柔軟に業務改善や新規事業の創出を進めていく必要があります。ご紹介した業務を進めるに当たっては、このことを第一に取組んでいます。

ただ、当室の業務の大半においては、他の大半の部署のような固有のお客様を持っておらず、各部署との意見交換や情報交換が欠かせません。また、各部署の取組みに関する課題抽出や、事業計画策定などは、時には大きな方向転換や新たな負担をお願いすることもあります。その際、出来る限りコミュニケーションをとり、寄り添う姿勢で対応することを心掛けています。設立から3年経過しましたが、役職員から「頼りになる」と思われるよう、努力していきたいと考えています。

お問合せ先：経営企画室

所在地：大阪府吹田市藤白台5丁目8番1号

TEL：06-6872-0391

E-mail：keiei@gbrc.or.jp

編集後記

当機関誌GBRCは、本号をもちまして第200号の発行を迎えることができました。1976年1月の初号発刊から約50年間、こうして機関誌発行を継続することができたのは、読者の皆様の長年のご愛読ならびに各号で執筆下さった方々の多大なご協力のお陰です。心より厚くお礼申し上げます。また、歴代の当法人の関係者に対しても、機関誌GBRCの継続発行に対する長年のご尽力に敬意を表します。

本号では第200号を記念して、前半・後半2つの特別企画を組みました。まず、前半の特別企画では、機関誌GBRCの約50年間の歩みを振り返るとともに、読者を対象としたアンケートの結果よりご回答やご意見などを紹介させて頂きました。

また後半の特別企画では「今後の建築技術の展望」をテーマに、宇宙居住／建設RX／3Dプリンター／コンクリートの新技術／建築の木造化／鋼材のカーボン

ニュートラル／再生可能エネルギー、以上7つの新しい話題を取り上げ、それぞれ各方面の専門家にご寄稿を頂きました。ご多忙の中ご執筆にご協力下さいました皆様には深謝申し上げます。

なお、今後の予告となりますが、いよいよ2025年4月に「EXPO 2025大阪・関西万博」が開幕します。当機関誌GBRCでも、第201号・第202号において万博のパビリオンなどを紹介する特集を企画しています。各施設の建築的魅力や使われた最新技術などを掲載する予定ですので、ぜひご期待下さい。

これからも機関誌GBRCの発行を通じて、読者の皆様へ最新の技術情報をお届けし、建築業の更なる発展に寄与して参りたいと考えております。引き続き、ご愛読ならびに発行へのご協力を賜りますよう、何卒宜しくお願い申し上げます。

(広報委員長 田中学)

編集 (2024年度広報委員会)

委員長	田 中 学 (試験研究センター 環境部)
副委員長	下 澤 和 幸 (試験研究センター 構造部 耐震耐久性調査室)
	中 野 美 奈 (建築確認評定センター 建築確認評定部 性能評定課)
委 員	杉 本 敏 和 (試験研究センター 構造部 構造試験室)
	小 宮 祐 人 (試験研究センター 耐火部 防耐火構造・材料試験室)
	小早川 香 (試験研究センター 環境部 環境試験室)
	大 本 裕 樹 (試験研究センター 材料部 材料試験室)
	渡 邊 聡 (製品認証センター 認証部 登録課)
	近 藤 秀 俊 (建築確認評定センター 建築確認評定部 建築確認検査課)
	竹 島 康 平 (構造判定センター 構造計算判定部 業務課)
	谷 中 啓 一 (事務局 総務部 研修課)
	越 智 正 一 (経営企画室)
事務局	東 村 安 嗣 (事務局 総務部 業務課)
	野々村 祥 代 (事務局 総務部 業務課)

GBRC Vol.50 No.2, 2025.4 (200号)

発行 2025年4月1日 (季刊)

発行所 一般財団法人日本建築総合試験所
〒565-0873 大阪府吹田市藤白台5-8-1
TEL : 06-6872-0391
FAX : 06-6872-0784
URL : <https://www.gbrc.or.jp>

編集発行人 小南 和也

本誌に関するご意見、ご感想、送付先の変更等は、事務局までお送りください。
本誌を転載する場合は、必ず発行所の許可を得てください。

お問い合わせ先 総務部 業務課

E-mail : kikaku@gbrc.or.jp

GBRC200号



https://www.gbrc.or.jp/gbrc_report/GBRC200/

メールニュース



<https://www.gbrc.or.jp/mailservice/>

公式SNS



<https://www.gbrc.or.jp/gbrcsns/>

一般財団法人日本建築総合試験所

事業所別部署一覧

お問い合わせ☎：info@gbrc.or.jp

本部		〒565-0873 大阪府吹田市藤白台5-8-1	
□事務局			
・総務部 総務課、経理課、業務課（試験受託契約・広報）		Tel. 06-6872-0391	Fax. 06-6872-0784
・総務部 研修課（研修・講習）		Tel. 06-6834-4775	Fax. 06-6872-0413
□試験研究センター			
・構造部 構造試験室（構造物の試験）		Tel. 06-6834-7913	Fax. 06-6155-5367
・構造部 耐震耐久性調査室（構造物の調査診断、技術資料の監修等）		Tel. 06-6834-5316	Fax. 06-6834-1230
・構造部 土質基礎試験室（土質基礎試験）		Tel. 06-6834-4787	Fax. 06-6872-0784
・構造部 数値解析室（数値解析・技術開発支援）		Tel. 06-6834-5317	Fax. 06-6155-5367
・環境部 環境試験室（音響・熱・建材試験）		Tel. 06-6834-0603	Fax. 06-6834-0618
・環境部 耐風試験室（風洞・動風圧試験）		Tel. 06-6834-0919	Fax. 06-6834-0995
・材料部 材料試験室（材料の物性・分析試験）		Tel. 06-6834-0271	Fax. 06-6834-0995
・材料部 工事用試験室（工事用材料試験）		Tel. 06-6834-0561	Fax. 06-6834-6657
・機器校正室（計測器の校正）		Tel. 06-6834-7916	Fax. 06-6834-5658
池田事業所		〒563-0035 大阪府池田市豊島南2-204	
□試験研究センター			
・耐火部 耐火構造試験室、防耐火構造・材料試験室（耐火防火試験）		Tel. 072-760-5053	Fax. 072-760-5063
・耐火部 評価業務室（性能評価・試験体製作管理）		Tel. 072-768-8201	Fax. 072-768-8215
大阪事務所		〒540-0026 大阪市中央区内本町2-4-7 大阪U2ビル(5・6・7F)	
□製品認証センター 認証部（JIS製品認証審査）		Tel. 06-6966-5032	Fax. 06-4790-8631
□評価判定センター			
・確認評定部 確認検査課（建築確認検査、省エネ適合性判定、住宅性能評価）		Tel. 06-6966-7565	Fax. 06-6966-7680
・確認評定部 性能評定課（性能評価・認定、安全審査、建築技術認証・証明）		Tel. 06-6966-7600	Fax. 06-6966-7680
・構造判定部（構造計算適合性判定）		Tel. 06-6943-4680	Fax. 06-6943-4681
東京事務所		〒105-0003 東京都港区西新橋1-5-8 西新橋一丁目川手ビル4F	
□東京連絡所（法人業務全般についての連絡窓口）		Tel. 03-3580-0866	Fax. 03-3580-0868
□製品認証センター 認証部 審査課（東京）（東日本における審査等）		Tel. 03-3580-0866	Fax. 03-3580-0868

評価委員会等開催予定日

(2025年4月1日～6月30日)

委員会名		開催日(予定)			備考
		4月	5月	6月	
建築構造性能評価委員会		8, 22	13, 27	10, 24	各月第2,4火曜日
木質構造性能評価委員会		未定	未定	未定	申込案件毎に設定
基礎構造性能評価委員会		未定	未定	未定	申込案件毎に設定
材料性能評価委員会(コンクリート)	事前検討会	17	22	19	各月1回開催
	承認委員会	25	16	27	各月1回開催
材料性能評価委員会(鋼材関係)		4	9	6	各月第1金曜日
防耐火構造部材性能評価委員会		9, 23	13, 28	11, 26	月2回開催
防火材料性能評価委員会		23	28	25	各月1回開催
換気・防火設備性能評価委員会		未定	未定	未定	申込案件毎に設定
化学物質発散材料性能評価委員会		未定	未定	未定	申込案件毎に設定
建築物避難・耐火性能評価委員会		25	30	26	各月1回開催
音光環境性能評価委員会		未定	未定	未定	申込案件毎に設定
熱空気環境・設備性能評価委員会		未定	未定	未定	申込案件毎に設定
建築物エネルギー消費性能評価委員会		未定	未定	未定	申込案件毎に設定
建築防災計画評定委員会		8, 23	8, 23	5, 25	各月1回開催
建築技術性能認証委員会		1	7	3	各月第1火曜日
基礎技術性能認証委員会		15	20	17	各月第3火曜日
建設材料認証・証明委員会 (環境証明、PCa生産技術性能証明も含む)		25	16	27	各月1回開催
既存建築物耐震診断等判定委員会		—	23	—	奇数月第3金曜日

諸事情により変更する場合があります（お問い合わせ先：性能評定課）

https://www.gbrc.or.jp/building_confirm/committee/

GBRC

General
Building
Research
Corporation



一般財団法人

日本建築総合試験所

大阪府吹田市藤白台5-8-1

TEL 06-6872-0391(代) FAX 06-6872-0784

<https://www.gbrc.or.jp>

