

建築技術の総合情報誌

GBRC

2025.10(202) Vol.50 No.4

2025年日本国際博覧会特集(その2)

2025年大阪・関西万博パビリオン・
施設の安全審査と構造デザイン

大屋根リングと6つのパビリオンの
技術的特色

大屋根リング

いのち動的平衡館

EARTH MART

「ノモの国」ファサード

Blue Ocean Dome

森になる建築

サステナドーム

巻頭言

物価高時代にやるべきこと

一般財団法人 日本建築総合試験所
常務理事 山本 英樹



日頃より当法人の業務に格別のご高配を賜り厚く御礼申し上げます。2025年6月より事務局長を拝命致しました。役職員一丸となり皆様方のご期待に沿えるよう微力ではございますが尽力してまいりたいと思います。

コロナ渦からの経済の回復とともに世界的な物価高騰と円安に伴う様々な日常品の値上げが続くなか、賃金が物価上昇に追いつかず生活が苦しくなっていることは多くの国民の実感ではないかと思えます。さらに、円安による日本旅行のメリットを享受できるインバウンド需要が増加することにより、国内では限られた費用のなかでの出張先の宿泊確保や新幹線、航空機の予約もままならない状況になっていることは皆様もご存じのとおりだと思います。

我が国は、過去20年以上インフレを経験していないため、国民も企業も物価高に不慣れになっています。これでは、世界から取り残された経済発展途上国になってしまいます。

このようななかで、企業として取り組むべきことは、物価に見合った賃金制度の見直しとその財源の確保ではないでしょうか。社員が安心して情熱を持って働くためには、様々な条件や環境がありますが、その一つはプライベートの安定した日常と充実した人生ではないかと考えます。企業が発展するためには、優秀な人材を確保し続けること、各人の能力を最大限発揮できる環境を維持し続けることなどを実現するために模索し続ける必要があると考えています。しかし、昨今では人材の確保や後継者の育成が非常に難しい時代となっており、今後も益々厳しくなることは容易に想像できます。企業が発展し、維持継続していくためには、これらの問題に真摯に取り組み、一つ一つ最善策を検討し、見直し、解決する必要があります。

一般財団法人である当法人は、第三者機関として公正中立を厳守し、事業を展開しています。多くの方々の一般財団法人(旧財団法人を含め)の企業イメージは、天下りや財政援助などを受けた緩い経営体質と思われるのではないのでしょうか。そのような法人もあるかもしれませんが、当法人は設立当初より収入はすべてお客様から頂戴しています各種業務の受託料のみであり、また法人税なども含めて一般企業と全く同じ納税を行ってまいりました。このようななかで社員に対し前述の取り組みを実現するためには、デジタル化などによる業務の迅速化、効率化を進め費用を削減するとともに、物価高に見合った受託料金の値上げが必須であると考えています。皆様のご理解、ご協力を賜りますようお願い申し上げます。

目次 Contents

- 1 **巻頭言** 常務理事 山本英樹
物価高時代にやるべきこと

- 4 **GBRCニュース**
2025年度研修事業開催のご案内(2025年10月以降開催分)

■ 6 **特集 2025年日本国際博覧会特集 その2**

本号(第202号)では、前号に引き続いて大阪・関西万博の特集記事を掲載します。当法人が設置した大阪・関西万博施設安全審査小委員会 委員長によるパビリオン・施設の構造デザインと安全審査に関する紹介記事を掲載し、続いて技術的特色がある大屋根リングと6つのパビリオンについて、主に技術的なポイントをご紹介します。



協力：2025年日本国際博覧会協会

- 6 **2025年大阪・関西万博パビリオン・施設の安全審査と構造デザイン**
／宮本裕司(大阪・関西万博施設安全審査小委員会委員長)
- 10 **大屋根リングと6つのパビリオンの技術的特色**
 - 10 **大阪・関西万博 大屋根リングの構造設計**
／林 将利((株)梓設計)、北山宏貴、鷹羽直樹、九嶋壮一郎
 - 20 **いのち動的平衡館の構造設計**
／金子寛明・大平直子・花岡 光(鹿島建設(株))
 - 28 **シグネチャーパビリオンEARTH MARTの構造設計**
／杉山進伍・渡辺征晃(大成建設(株))

34 パナソニックグループ パビリオン「ノモの国」ファサードの構造設計
／三井達雄・山口温弘((株)大林組)

42 Blue Ocean Domeの構造設計
／伊藤潤一郎・滝口雅之・筑肱啓太(Arup)

50 森になる建築
～生分解性樹脂を構造材として利用した大型3Dプリント仮設建築～
／濱田明俊・増田寛之・内山元希・渋谷朋典・杉本涼太郎((株)竹中工務店)

60 サステナドーム(CUCO[®]-SUICOMドーム)の設計とその意義
／金子寛明・閑田徹志・巴 史郎・荒井康昭(鹿島建設(株))

■ 69 知っておきたい基礎シリーズ
連続テーマ「地震と地震動」①

知っているようで知らない地震と地震動の話

—まずは震度とマグニチュードの違いについて

／構造部 数値解析室

■ 72 事業報告

2024年度工事用材料試験結果の集計, 製品認証, 性能評価完了案件, 建築技術性能認証・証明, 建設材料技術性能認証・証明, 建築防災計画評定, 構造計算適合性判定(法定), 超高層建築物評価シート, 建築技術性能証明評価シート, 建設材料技術性能証明評価シート

■ 138 センターだより

試験研究センター

[業務案内] コンクリートの硫酸劣化に関する試験のご紹介

■ 139 2024年度研究活動等報告

■ 148 組織の動き、研修情報

■ 149 室課紹介 / 構造判定部 審査課

■ 150 編集後記

「GBRC」読者アンケート実施中

皆様のご意見・ご感想を募集しております。
ご協力をお願いします。

<https://forms.gle/cMwsVLtFPvZzQou68>





2025年度研修事業開催のご案内（2025年10月以降開催分）

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においては、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」後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	10月11日(土)	(株)ニューテック
		実技試験	10月12日(日), 12月13日(土), 14日(日)	
		筆記試験	1月25日(日)	
	札幌	研修	10月29日(水)	會澤高圧コンクリート(株) 札幌菊水工場
		実技試験	10月30日(木), 31日(金)	
		筆記試験	1月25日(日)	かでの2.7 (北海道立道民活動センター)
	福岡	研修	11月12日(水)	(株)麻生 粕屋事業所
		実技試験	11月13日(木), 14日(金)	
		筆記試験	1月25日(日)	リファレンス大博多ビル
	大阪	研修	11月22日(土)	(一財)日本建築総合試験所 本部
		実技試験	12月 5日(金), 6日(土) 12月19日(金), 20日(土)	
		筆記試験	1月25日(日)	マイドームおおさか
電子レンジ法*1 (区分記号FB)	大阪	研修 試験	調整中	(一財)日本建築総合試験所 本部
電磁誘導法*2 (区分記号HB)	大阪	研修	11月 8日(土)	(一財)日本建築総合試験所 本部
		実技試験	11月 9日(日), 14日(金)	
		筆記試験	11月 9日(日)	

*1：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推定のためのモルタルの採取方法および
質量減少試験

*2：電磁誘導法によるコンクリート中の鉄筋かぶり厚さ測定

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」後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)	札幌	研修	10月16日(木)	かでの2.7 (北海道立道民活動センター)
		テスト	10月17日(金)	
	沖縄	研修	11月13日(木)	沖縄産業支援センター
		テスト	11月14日(金)	
	大阪Ⅱ	研修	12月4日(木)	(一財)日本建築総合試験所 本部
		テスト	12月5日(金)	
コンクリートの 曲げ強度試験 (区分記号 LCB)	大阪	研修	1月9日(金)	(一財)日本建築総合試験所 本部
		テスト	1月10日(土)	
コンクリート用 骨材の試験 (区分記号 LAA)	大阪	研修	2月6日(金)	(一財)日本建築総合試験所 本部
		テスト	2月7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、一部の講義は、Webサイトを活用した動画の事前視聴にて実施します。

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

2025年大阪・関西万博パビリオン・施設の安全審査と構造デザイン

Safety review and structural design of the 2025 Osaka-Kansai Expo Pavilions and Facilities

宮本 裕司*1

1. はじめに

2025年大阪・関西万博は「いのち輝く未来社会のデザイン」をテーマにして、世界各国の多彩なパビリオンやイベントが集まり、日本国内のみならず世界中の多くの人々を惹きつけている。1970年の大阪万博では「人類の進歩と調和」をテーマに開催され、当時の最先端技術を結集したパビリオンが数多く建設された。その中で、日本の高度経済成長期のシンボルとして「太陽の塔」が現在もレガシーとして残っている。

それから55年。社会情勢も時代背景も大きく変わり、2025年万博の会場のシンボルとして、伝統木造の構法を用いた世界最大級の木造建築「大屋根リング」が注目されている。また、環境負荷低減と資源循環に配慮し、新たな建築材料を用いた未来の建築を予感させる挑戦的なパビリオン・施設も数多く建設されている。さらに、会場が大阪・千里丘陵から大阪湾の人工島・夢洲へと移り、近年、日本が自然災害による甚大な被害を経験してきたことで、敷地条件や地震・強風への構造的な対策が施されている。

本稿では、(一財)日本建築総合試験所(GBRC)において実施したパビリオン・施設の構造安全審査と、本誌に掲載される代表的な7つのパビリオン・施設の構造的な特徴について記す。

2. 構造安全審査小委員会の設置

2025年日本国際博覧会の施設建物の審査を適正、かつ迅速に行うことを目的とし、GBRCの建築構造性能評価委員会(委員長:宮本裕司)の下部に大阪・関西万博施設安全審査小委員会(委員長:宮本裕司)を設置し

た。建築構造性能評価委員会は月2回の定例開催であるが、小委員会は随時開催とし迅速な対応を行った。大阪市とも連携し、仮設許可申請がスムーズに進むようにスケジュール等を共有した。

また、実験等を踏まえて設計を行った施設も多く、実験段階からの事前相談を行い、審査時に手戻りがないように努めた。

3. 構造安全審査の方針

仮設建築物(博覧会)に対しては、建築基準法(以下、「法」と略記)第85条第6項、7項および同法施行令(以下、「令」と略記)第147条第1項に基づき、規定の一部が適用除外される。構造関係であれば、図-1に示す範



基準法 第2章	-	法第37条	建築材料の品質
施行令 第3章	第2節 構造部材等	令第37条	構造部材の耐久
	第3節 木造	令第46条	構造耐力上必要な軸組等
		令第49条	外壁内部等の防漏措置等
	第5節 鉄骨	令第67条	接合
	第8節 構造計算	令第70条	柱の防火被覆
		全体	

図-1 仮設建築物(博覧会)に対する構造関係の適用除外

*1 MIYAMOTO Yuji: (一財)日本建築総合試験所 大阪・関西万博施設安全審査小委員会 委員長
福井工業大学工学部 学部長・主任教授、大阪大学 名誉教授

围が適用除外となる。

2025年万博の仮設許可申請では、「2025年日本国際博覧会における建築基準法第85条第6項および第7項の規定に基づく仮設建築物許可基準」により、構造耐力に関連する規定は単に適用除外とするのではなく、当該規定の主旨を踏まえた代替措置を示すことが要求された。

図-2に審査のフローを示すが、特殊な材料や構造方法を用いる場合の代替確認方法として、法20条第1項第一号（大臣認定）相当の技術基準に適合させるルート①を採用する場合に、当小委員会にて安全審査を行った。具体的には、竹や酢酸セルロースといった特殊な材料、海外製鋼材や環境配慮型コンクリート等の特殊な建築材料を用いた建築物、低減した荷重により設計された建築物などを対象とした。特殊な材料、建築材料については、材料単独②でも安全審査による審査が可能であるが、今回は、材料の品質性能も①の中で審査したため、②のケースはなかった。

また、通常の計算ルート（ルート1～3）で設計が可能であるが、実験検証にもとづいた高度な構造設計で、建築主事による構造安全性の判断が難しい場合③に、その判断根拠として安全審査を行った事例もあった。

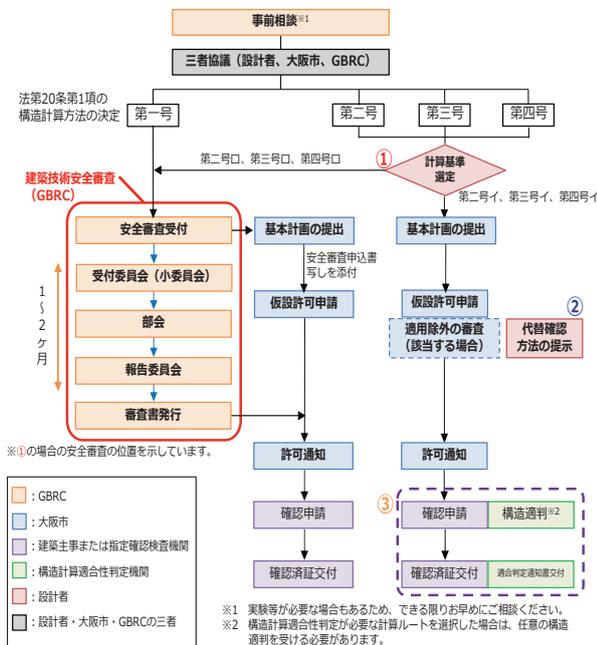


図-2 審査フロー

4. 設計用低減荷重の設定

2025年日本国際博覧会は、大阪湾の臨海部にある人工島「夢洲」の限られた敷地に建設される期限付き建築物となる。安全審査にあたり使用期間は2年として、合理的で安全性に配慮した設計荷重を事前にGBRCから

提示した¹⁾。ただし、荷重低減を行う場合は、法20条第1項第一号相当の技術基準に適合させるルートとなる。

4.1 設計用荷重の再現期間

建物使用年数 T_s 年間にわたって再現期間 T_r 年の地震を受けない確率、非超過確率 P_s は (1) 式で表される。

$$P_s = \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^{T_s} \quad (1)$$

ここで、建物の使用年数と地震動の再現期間について T_{s1} 、 T_{r1} と T_{s2} 、 T_{r2} の2つの組み合わせが同じ非超過確率をもつならば、(2) 式となる。

$$T_{r2} = \frac{1}{1 - \left(1 - \frac{1}{T_{r1}}\right)^{T_{s1}/T_{s2}}} \quad (2)$$

なお、ここで $1/T_{r1}$ が1より十分に小さいとすれば、(2) 式は (3) 式となる。

$$T_{r2} \approx T_{r1} \cdot T_{s2} / T_{s1} \quad (3)$$

例えば、図-3に示すように、 $T_{s2}=2$ 年使用建物について、 $T_{s1}=50$ 年使用建物の $T_{r1}=500$ 年期待値地震動と同じ非超過確率 ($P_s=0.90$) を与える地震動の再現期間 T_{r2} は、20.5年 (レベル2) となる。同じく $T_{s2}=2$ 年使用建物について、 $T_{s1}=50$ 年使用建物の再現期間 $T_{r1}=50$ 年の地震動と同じ非超過確率 ($P_s=0.36$) を与える地震動の再現期間 T_{r2} は、2.5年 (レベル1) となる。このように、再現期間の低減に伴って荷重値の低減も期待できるが、風荷重と地震荷重については下記のように設定した。

地震再現年数 T_r

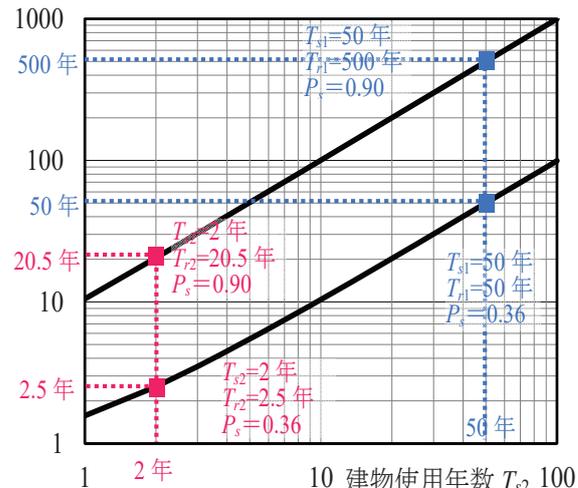


図-3 非超過確率の等しい建物使用年数と地震動再現年数の関係

4.2 風荷重

設計風速は観測記録の極値分布解析により計算されており、建築基準法や学会荷重指針²⁾などとの対応は、図

-4のようにまとめられる。2004年、2015年の荷重指針による設計用再現期間 t_R 年の再現期間換算係数 k_{Rw} は、(4)式に示す500年期待値 U_{500} と基本風速 $U_0 (= 100$ 年期待値 $U_{100})$ の比 λ_U を用いて、(5)式となる。

$$\lambda_U = \frac{U_{500}}{U_0} \quad (4)$$

$$k_{Rw} = 0.63(\lambda_U - 1)\ln t_R - 2.9\lambda_U + 3.9 \quad (5)$$

再現期間が短い場合を安全側に評価するため、荷重指針のデータを用い、 $\lambda_U = U_{500}/U_0 = U_{500}/U_{100} = 39/35 = 1.114$ として外挿し、使用期間2年の設計風速は、20.5年(レベル2)で31m/s、2.5年(レベル1)で26m/sとした。ただし、台風等によって設計荷重を超える風荷重に対しては、対処措置をあらかじめ検討することとした。

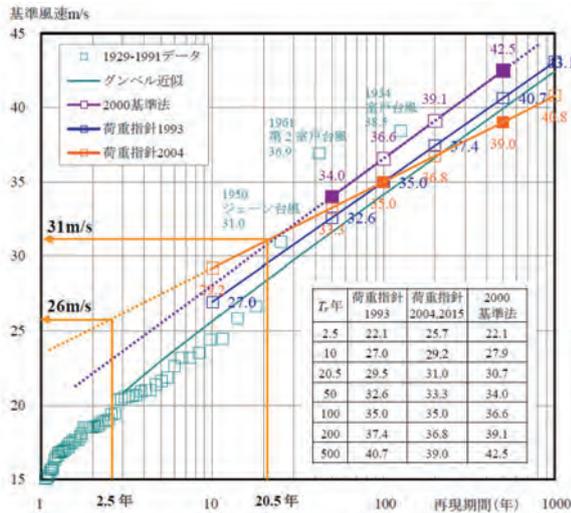


図-4 基本風速(大阪 粗度区分Ⅱ 地上10m)

4.3 地震荷重

使用期間 L と安全係数 r_E に応じて低減された標準層せん断力係数 $C_0(r_E L)$ は、再現期間100年の地震動に対する標準せん断力係数 C_{100} 、再現期間500年の最大水平加速度 a_{500} と、再現期間100年の最大水平加速度 a_{100} を用いて(6)式で表される。

$$C_0(r_E L) = \left(\frac{r_E L}{100}\right)^\kappa C_{100} \quad (6)$$

$$\kappa = \frac{\ln a_{500} - \ln a_{100}}{\ln 500 - \ln 100} = 0.62 \ln \frac{a_{500}}{a_{100}} \quad (7)$$

すなわち、 κ は再現期間(年超過確率)と地動最大加速度で表される地震ハザード曲線(両対数軸)の、100年期待値と500年期待値を結ぶ勾配を表す。学会荷重指針(1993、2004、2015)のデータを用いて κ を計算し、500年期待値に対する低減係数を図-5に示す。

2015年荷重指針より再現期間換算のための冪指数とし

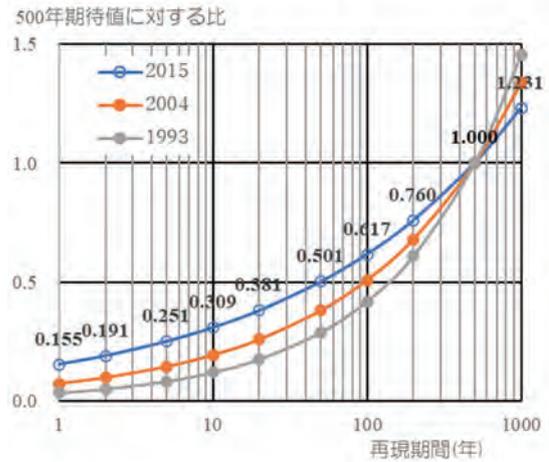


図-5 500年期待値に対する低減率(大阪)

て0.3を採用すれば、使用期間2年建物のレベル2の低減率は、現行の地震再現期間を500年として、再現年数20.5年では $(20.5/500)^{0.3} = 0.38$ となるが、安全余裕を確保するため再現期間100年とすると $(100/500)^{0.3} = 0.62$ となり、 $C_0 = 1.0 \times 0.62 = 0.62 \rightarrow 0.6$ とした。

レベル1の低減率は、現行の地震再現期間を50年として、使用期間の再現年数2.5年では、 $(2.5/50)^{0.3} = 0.40$ 、 $C_0 = 0.2 \times 0.40 = 0.08$ となるが、安全余裕を考慮してレベル2の1/5とし、 $C_0 = 0.6 \times 1/5 = 0.12$ とした。

5. 基礎の設計

本建設地は埋立てによる人工島であり、圧密沈下が進行する恐れもあることから、排土重量と建物重量をバランスさせる浮き基礎を採用した施設が多い。また、海面上に建設された大屋根リングのユニットは、杭基礎で支持する設計となっている。基礎の安全審査においては、建物の特性によって沈下の影響の検討や、不同沈下の対策について確認を行った。

6. 各パビリオン・施設の構造デザイン

6.1 各建物の設計ルート

本誌で紹介する7つのパビリオン・施設のうち、大屋根リングとパナソニックグループパビリオン「ノモの国」以外は、法20条第1項第一号(大臣認定)相当の技術基準との適合性について審査を行った。また、サステナドーム(CUCO®-SUICOドーム)以外は、GBRCが提示した荷重低減を採用している。

大屋根リングは、ルート2の設計を行っており、令第81条第2項第二号の規定に基づく検討の妥当性について、「ノモの国」のファサードは、工作物として令第147条第5項の規定に基づく検討の妥当性について審査を行った。

以下に、7つのパビリオン・施設の構造形式と設計法の概略を記載する。

6.2 大屋根リング

円周約2km、高さ20m超えの大規模木造建築である。貫構造による2方向ラーメンであり、3.6mを1スパンとした4×8ユニットと2×8ユニットを放射状に連続して配置して、ひとつながりの構造体としている。貫接合部は実験によって剛性、耐力を評価しており、複数タイプの貫接合部をスパンや応力等に応じて最適に配置している。基礎構造は、パビリオンワールドは直接基礎、ウォーターワールドは杭基礎を採用している。杭は深度49mに出現するN値50以上の洪積の砂礫層・砂層を支持層として、解体時に撤去できる先端羽根付き鋼管杭を採用している。

6.3 いのち動的平衡館 (福岡館)

鉄骨造で、屋根はサスペンション膜構造を採用し、曲線状のリング状鉄骨が屋根を支える自由なデザインとなっている。外力による変形とケーブルによる張力とのバランスによって成り立っており、幾何学的非線形解析により応力や変位を評価している。

6.4 EARTH MART (小山館)

鉄骨造ブレース付きラーメン構造で、屋根は茅葺屋根である。ブレース接合部には、一部に高力ボルト併用接着接合 (T-Glue Joint) を採用し、本建物の特徴である茅葺屋根は鉄骨造への取付けのディテールを検討している。また、万博閉幕後には再利用する予定となっている。

6.5 パナソニックグループ パビリオン「ノモの国」

本建物のファサードとして、三次元的に曲げられたユニットフレームを約1400個積層し、アーチ構造を形成している。FEM解析や要素試験を行い、変形性能や接合部の剛性、耐力を評価・検証している。また、鋼管と膜を組み合わせた構造で、重量を軽く抑えつつ、大きな動きのあるデザインを実現しており、送風散水実験と風洞実験を行い、風圧力に対しても確認を行っている。

6.6 Blue Ocean Dome (ブルーオーシャン・ドーム)

3つのドームをエキスパンションジョイントによって独立させ、それぞれ、紙管、CFRP (炭素繊維強化プラスチック)、竹集成材を構造材として採用している。いずれも、要素および接合部の実験から剛性、耐力を評価し、FEM解析にて構造安全性を確認している。

6.7 サステナドーム (CUCO®-SUICOM ドーム)

鉄筋コンクリート造シェル構造であり、環境配慮型コンクリートとして、ECMコンクリート、CUCO®-SUICOM

ショットを採用している。CUCO®-SUICOMショットは、現場でCO₂を吸収・固定化するカーボンネガティブ材料である。これらのコンクリートを吹付けることにより、ドーム躯体を構築する。3次元FEMによる応力解析や非線形座屈解析により安全性を検証している。

6.8 森になる建築

生分解性プラスチックである酢酸セルロース樹脂を構造材として使用し、荷重分散効果が高いシェル構造を採用している。熱溶解積層方式の大型3Dプリンターを用いて一体造形を行い、接合部のない構造を実現している。要素試験から剛性、耐力を評価し、FEM解析にて構造安全性を確認している。また、施工試験を繰返し行い、施工的に問題ないことを確認している。

7. おわりに

2025年大阪・関西万博のパビリオン・施設は、持続可能な社会の実現を目指し、伝統技術と最先端技術、人間と自然との調和を構造デザインによって具現化している。また、閉幕後の再利用や資源循環を考慮した設計も多い。1970年大阪万博では、構造設計者が挑戦した革新的な構造技術が、その後の建築構造の発展と可能性を示した。2025年万博においても、環境適合性が高く、安全安心に配慮した多様な建築構造の設計・解析技術と、それを実現した施工技術が着実に発展し、人々が主体的に関わる未来社会の建築空間づくりに寄与することを期待する。

なお、本稿をまとめるうえで、GBRC確認評定部性能評価課の甲谷千里課長の協力を得ました。ここに記して感謝します。

【参考文献】

- 1) (一財)日本建築総合試験所：2025大阪・関西万博 期限付き建築物の設計荷重について (改訂), 2022.9.30.
- 2) (一社)日本建築学会：建築物荷重指針・同解説 (1993, 2004, 2015)

【執筆者】



*1 宮本 裕司
(MIYAMOTO Yuji)

大阪・関西万博 大屋根リングの構造設計

Structural Design of The Grand Ring (Expo 2025 Osaka, Kansai, Japan)

林 将利*1、北山 宏貴*2、鷹羽 直樹*3、九嶋 壮一郎*4

1. はじめに

大屋根リングは日本の伝統木造建築に使用されてきた貫接合と現代の構造技術を融合させることで、斜材や耐力壁を用いないラーメン構造の木架構を実現している。貫接合による2方向ラーメンとするため、円周方向と半径方向の梁には段差を設けている。貫接合の採用により、解体・再利用に配慮した合理的な架構形式としている。

3.6mを1スパンとした4×8ユニット（円周方向4スパン半径方向8スパン）と2×8ユニット（円周方向2スパン半径方向8スパン）を放射状に連続して配置することで、大屋根リングは大きな円を構成している（図-1）。ユニット同士は端部ピン接合のつなぎ梁により接続することで、EXP.Jを設けずに「ひとつつながりの構造体」として計画している。

柱材・梁材ともに対称異等級構成集成材を採用し、柱材はヒノキ E95-F270 又は オウシュウアカマツ E95-F270、梁材は主に スギ E65-F225 を使用している。また床材には CLT を採用している（図-2）。

基礎はパビリオンワールドを直接基礎、ウォーターワールドを杭基礎としている。これは当敷地において、圧密沈下に対するプレロード期間の差によるものである。沈下速度が比較的小さいパビリオンワールドは浮き基礎を採用し、排土バランスをとって基礎底レベルを設定している。支持力については平板載荷試験を行い、長期許容支持力 80 kN/m² として設計している。ウォーターワールドの杭は深度 49m に出現する N 値 50 以上の洪積の砂礫層・砂層を支持層とし、解体を考慮して先端羽根付き鋼管を採用している。長期許容支持力は 1556 kN/本である。

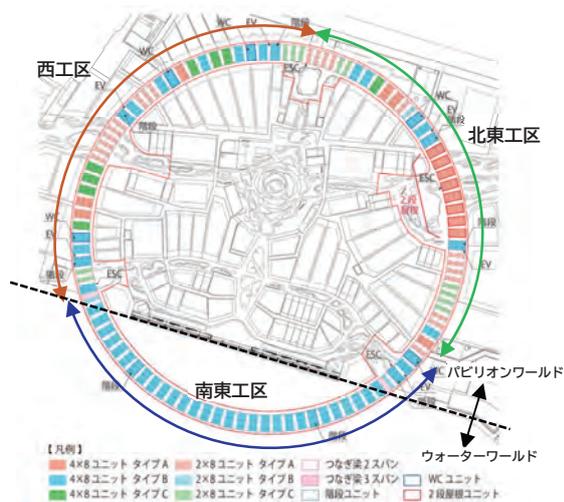


図-1 ユニット配置図

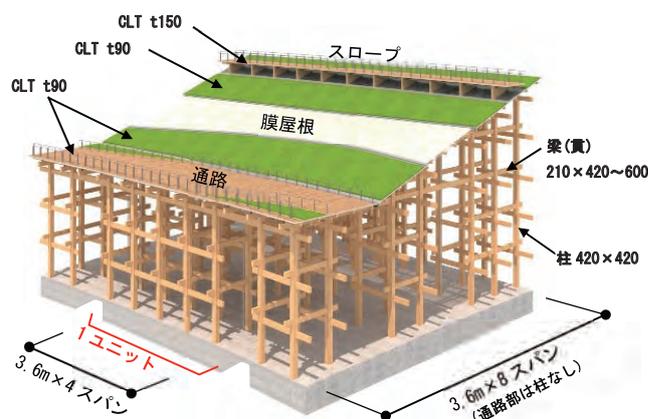


図-2 架構概要

*1 HAYASHI Masatoshi : (株) 梓設計 構造部門 構造部
 *2 KITAYAMA Hiroki : (株) 大林組 設計本部 構造設計部
 *3 TAKABA Naoki : 清水建設(株) 設計本部 構造設計部
 *4 KUSHIMA Soichiro : (株) 竹中工務店 大阪本店 設計部構造部門

2. 構造設計概要

本建物は供用期間が半年間（大阪・関西万博開催期間：2025年4月～10月）の仮設建築物となるが、通常の建築物と同様に現行法の建築基準法・同施行令・告示等に基づく構造上の安全性を確保している。また、耐火設計については仮設建築物であり、耐火建築物等の規定は「その他建築物」に該当するため、考慮していない。

法令上は、壁量等の規定を適用しない「集成材等建築物」であり、建物高さが13mを超え31m以下となるため、木造建築物の「構造計算ルート2」を適用している。地震力の算定に用いる外力分布はAi分布とし、屋根面の傾斜により高さが異なる部分があるため、安全側に2層と仮定して設定する。風圧力は、基準風速 $V_0=34\text{m/s}$ 、地表面粗度区分Ⅱとして算出し、屋根面の傾斜部に作用する風圧力に加え、躯体（柱・梁）に作用する風圧力を考慮した。

構造設計クライテリアは、短期荷重に対して、部材の応力：短期許容応力度以下、架構の層間変形角：1/120以下、偏心率：0.15以下としている。また、2階がある北東工区の2段屋根ユニットについては剛性率：0.6以上を満足させている。接合部については、短期荷重に対して、接合部に生じる曲げモーメント：短期許容モーメント以下としている。貫接合部、柱頭接合部（平場部）および柱脚接合部の短期許容モーメント・回転剛性は、実大実験結果を基に、「木造ラーメンの評価方法・構造設計の手引き 2016年版（公益財団法人日本住宅・木材技術センター）」（以下、木造ラーメンの手引き）に準拠して評価した（写真-1）。併せて、実験結果の検証のためにFEM解析による検討も実施している。なお、実大実験による接合部の耐力・剛性評価、建築基準法施行令第81条第2項第二号の規定に基づく許容応力度計算等（ルート2）による検証の妥当性については、大阪・関西万博の仮設建築物を対象とした性能評価機関GBRCによる技術審査を受け、審査書を取得した。

本建物は円周約2kmと巨大であり、大屋根リングを構成する各ユニットは地震時に同一の挙動を示さない可能性がある。そのため、ユニット単体で構造安全性能を確保する方針とした。ユニットタイプ（スパン数）や断面タイプ（1階通路の位置の違いによる柱配置）、荷重条件（スロープ位置、トイレや階段の有無）等の違いにより、全109ユニットのうち、49ユニットの構造計算を行っている。

上部構造の応力解析方針は、3工区で統一し、以下の方針とした。また、解析プログラムには、「SNAP ver8

（構造システム）」を使用した。

【3工区共通の応力解析方針（図-3）】

- ・柱・大梁を線材要素でモデル化した3次元立体弾性応力解析モデルを用いる。線材要素は軸剛性、2軸曲げ剛性、2軸せん断剛性を考慮する。
- ・貫接合部および柱頭接合部の回転剛性は、ねじりバネとしてモデル化する。「木造ラーメンの手引き」で示される接合部のモデル化方法を採用し、同一フレームの柱要素と梁要素を平面的に微小にずらし、柱梁接合部では柱と梁のそれぞれに節点を設けて節点同士をねじりバネで連結する。また、並進方向の変位および鉛直軸周りの回転角については、2節点で同一となるよう拘束する。
- ・柱脚接合部の回転剛性は、材端の回転バネでモデル化する。基礎はモデル化せず、支点の境界条件は固定とする。
- ・CLT床の面内剛性が非常に小さいため、屋根面は非剛床とした。CLTの面内剛性について、4章で詳報する。

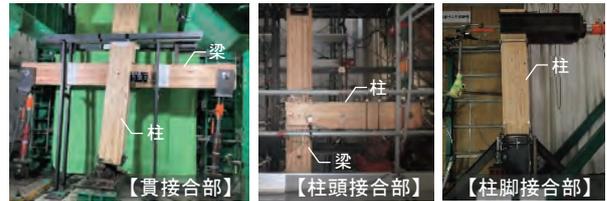
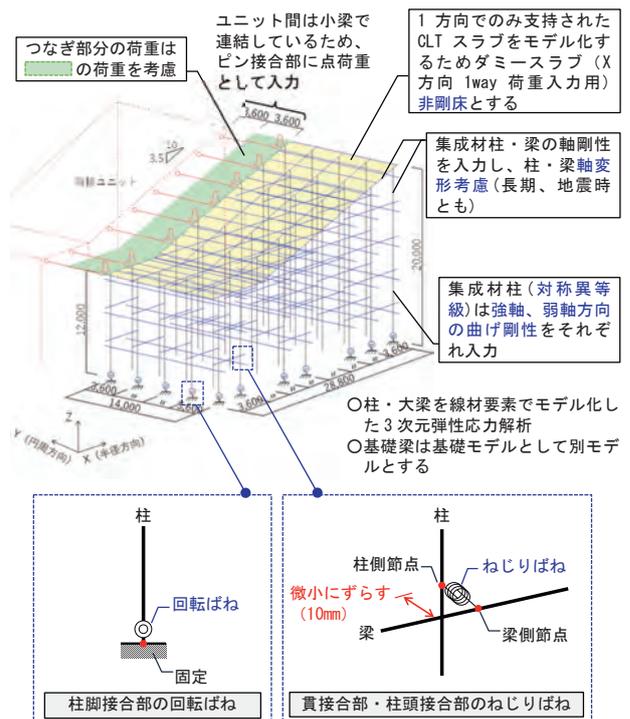


写真-1 接合部実大実験



実大実験結果より設定した回転剛性を回転ばね・ねじりばねに入力

図-3 ユニット単体を対象とした上部構造の応力解析モデル

木造ラーメン架構の変形や耐力への影響が大きい貫接合部、柱頭接合部（平場部）および柱脚接合部については、新たな接合方法を開発した（表-1）。接合部の実大性能実験結果は3工区で共有し、本プロジェクトに限り、他工区の仕様を互いに使用可とすることで、実験や設計の効率化を図っている。

貫接合部については、仕口部の梁内にラグスクリューボルトを設置し、梁の繊維直交方向のめり込みを防止する機構とすることで、伝統的な貫接合部（無補強）に比べ、剛性と耐力の向上を図っている（図-4）。また、建物高さが外周側が高いことや荷重偏心に伴う地震時のねじれ変形を緩和するため、剛性と耐力が異なる3タイプ（低剛性タイプ、標準タイプ、高耐力タイプ）を開発し、使い分けている（図-5）。低剛性タイプは伝統的な接合とし、高耐力タイプは鋼板でせん断補強を行っている。

柱と梁の圧着方法については、木楔を打ち込む従来工法からの改善を図り、工区毎で施工手順や圧着性の管理方法等を考慮した圧着方法をそれぞれ開発している。

各工区の貫接合部のディテールの違いや実大性能試験結果等については、3章で詳報する。

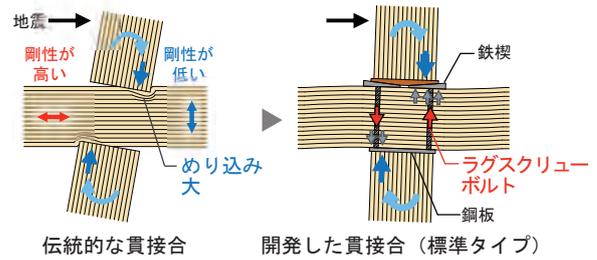


図-4 貫接合部の改良例（西工区）

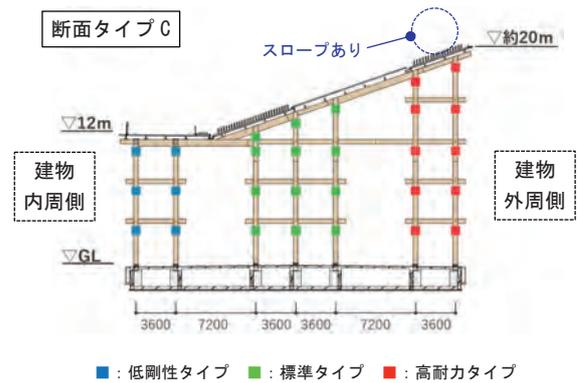


図-5 軸組図と3タイプの貫接合部の使い分け例（西工区）

表-1 接合部一覧表

	貫接合部	貫接合部			柱脚接合部	柱頭接合部	
		低剛性タイプ	標準タイプ	高耐力タイプ		平場部	斜面部
北東工区	符号	J6	J4	J7	J12	J13N	JP1N
	姿図						
	回転剛性	7000kNm/rad	15000kNm/rad	17500kNm/rad	30000kNm/rad	5400kNm/rad	-
	短期許容M	43.9kNm	74.4kNm	100.3kNm	98.2kNm	46.7kNm	-
南東工区	符号	J1S	J3A	J5S	J11	J13	JP1S
	姿図						
	回転剛性	7000kNm/rad	16500kNm/rad	18000kNm/rad	24000kNm/rad	5400kNm/rad	-
	短期許容M	51.9kNm	63.4kNm	122.2kNm	116.1kNm	46.7kNm	-
西工区	符号	J1	J2	J5	J11	J13W	JP1W
	姿図						
	回転剛性	7000kNm/rad	11000kNm/rad	18000kNm/rad	24000kNm/rad	5400kNm/rad	-
	短期許容M	51.9kNm	65.8kNm	122.2kNm	116.1kNm	46.7kNm	-
接合形式		モーメント抵抗接合【実大試験により耐力・剛性を評価】					ピン接合

3. 各工区の接合部概要

3.1 北東工区

大屋根リングでは、架構設計において各位置の柱梁接合部で必要となる剛性や耐力の違いに対応するため、標準タイプ・低剛性タイプ・高耐力タイプの3種類の貫接合部を採用している。図-6に北東工区で採用した3種類の貫接合部を示し、以下に各タイプの特徴を述べる。

標準タイプ(J4)は、仕口の梁内部にラグスクリューボルト(LSB)を設置し、その上下に鋼製プレート(支圧プレート)を配置することで、梁の繊維直交方向のめり込みを防止しているタイプである。一般的な貫接合部よりも大きな剛性と耐力の確保を目的としており、北東工区のなかで採用箇所数が最も多いタイプである。

低剛性タイプ(J6)は、梁内部に設置するLSBを極力短くし、梁下側の支圧プレートを省略することで、一般的な貫接合部と同様に梁の繊維直交方向のめり込みを許容したタイプである。一般的な貫接合部と同程度の剛性と耐力の確保を目的としており、標準タイプよりも剛性が低いため、架構全体の剛性バランスを調整するために特定フレームの柱梁接合部に採用した。

高耐力タイプ(J7)は、梁内部のLSBは標準タイプと同じであるが、梁上下の支圧プレートを柱側面より突出させて支圧範囲を拡大している。また、仕口内の梁側面に鋼板プレートを木ビスで設置することで、仕口内の梁のせん断補強を行っている。標準タイプよりもさらに大きな剛性と耐力の確保を目的としたタイプであり、大きな接合部モーメントが作用する柱梁接合部に採用した。

北東工区の貫接合部では、楔を打ち込むことで柱と梁を締め固める従来の貫接合部と異なり、梁上側のLSB端部の雌ネジに仕込んだ六角ボルトとナットを締め付け、支圧プレートに押し付けることで柱と梁を圧着している。ボルトとナットを、所定のトルク値により締め付け管理することで、従来の楔の打ち込みによる圧着方法に比べ、施工管理の簡略化と施工精度による性能ばらつきの改善を図っている。また、水平方向の繰返し载荷に対して、楔の抜き出しによる緩み防止も目的としている。

接合部性能は十字型実大試験体の実験結果(図-7)から評価しており、回転剛性は標準タイプで15000 kNm/rad、低剛性タイプで7000 kNm/rad、高耐力タイプで17500 kNm/radとなった。また、短期許容モーメントは標準タイプで74.4 kNm、低剛性タイプで43.9 kNm、高耐力タイプで100.3 kNmとなった。剛性・耐力ともに低剛性タイプ<標準タイプ<高耐力タイプとなり、目的としていた異なる3種類の接合部性能の確保を確認した。

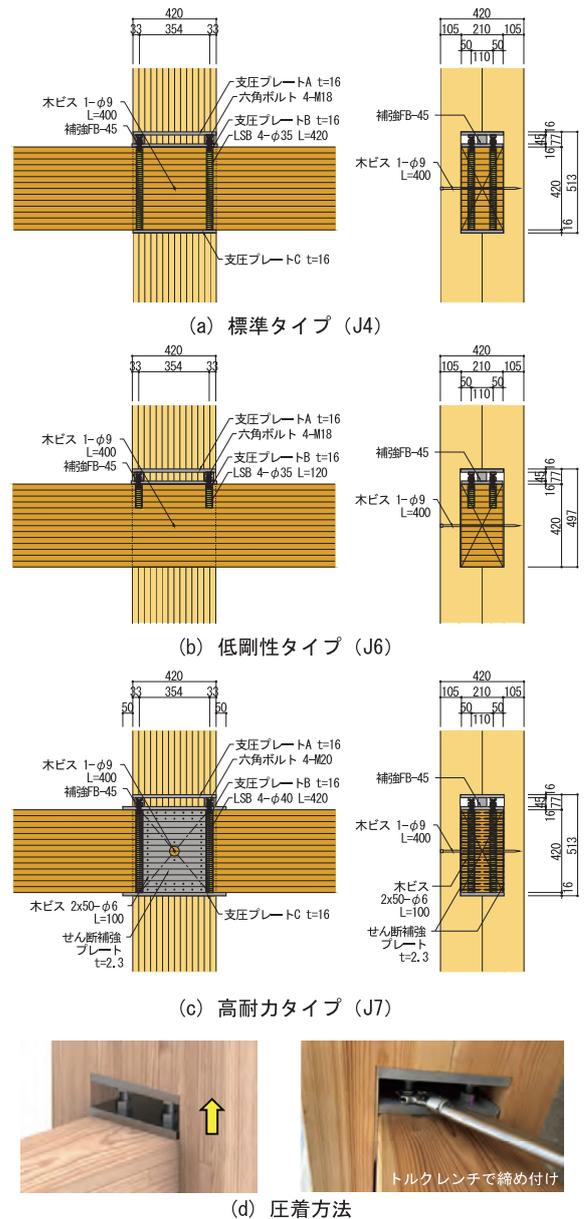


図-6 北東工区の貫接合部

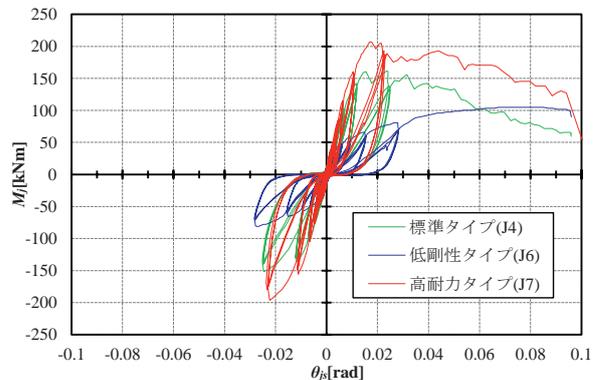


図-7 貫接合部の実大実験結果 (M-θ 関係)

3.2 南東工区

南東工区は3工区の中で最も海側に位置しており、地盤の埋立地歴が浅く、建方時の重機に対する制約があった。そのため、施工地組ユニットの小型化に対応した作業効率の良い接合部ディテールが求められた。さらに、架構の大規模化や屋根面の積載荷重に対応するため、従来の貫接合部に比べて高剛性・高耐力かつ靱性に富む仕様が求められた。

これらの工区の特徴に合わせて考案した貫接合部を図-8に示す。梁仕口にLSBとめり込み防止PLを設置し、梁繊維直交方向のめり込みを防止することで高耐力・高剛性化を図るとともに、梁仕口内にフルスレッドビスを設けることで、梁仕口のせん断破壊による急激な耐力低下を抑制し、高い靱性能を有する仕様としている。貫接合部は柱にテーパ加工を行い、LVL楔と引きボルトで固定することで、柱と楔の接触面積を確保しながら、楔のズレ止めを行っている。このディテールは柱と楔が一樣に支圧されるだけでなく、取付け作業の観点からも、軽量で特殊器具も不要な部材で構成されており、作業効率が高く機動性も高い。また、柱のテーパ加工は南東工区のみにある杭工事期間を活用してあらかじめ工場で製作しており、工区の特徴・与条件に対して最適な貫接合部を設計・施工一体となって創り込んだ。

貫接合部は梁仕口にLSBとめり込み防止PLを設置したものを標準タイプ(J3A、J3B)とし、工区の中で最も多く採用した。耐力及び剛性の評価は実大試験結果(図-9)から評価しており、最外縁のLSB間隔を360mmとしているJ3A仕様で回転剛性16500kNm/rad、耐力63.4kNm、最外縁のLSB間隔を420mmに広げたJ3B仕様で回転剛性19000kNm/rad、耐力77.7kNmとなり、LSB間隔を広げたことで耐力・剛性とも向上することを確認した。また、梁中央にフルスレッドビスを設けたことで、せん断ひび割れが抑制され、狙いとしていた靱性に富んだ結果となっている。

ユニットの接合部各位置における必要剛性・耐力の違いを考慮し、標準タイプに加え、低剛性タイプ・高耐力タイプを適材適所に計画した。南東工区の貫接合部の構造性能を表-2に示す。架構の偏心率を抑えるため、高さが低い円周方向の特定フレームに低剛性タイプを用いた。高耐力タイプは階段等の重荷重ユニットにて応力が大きくなる接合部に採用した。全体変形に対する接合部の変形割合は低剛性タイプが約60%に対し、標準タイプ・高耐力タイプは約40%であり、目的としていた貫接合の仕様の違いによる架構の変形制御の効果を確認した。

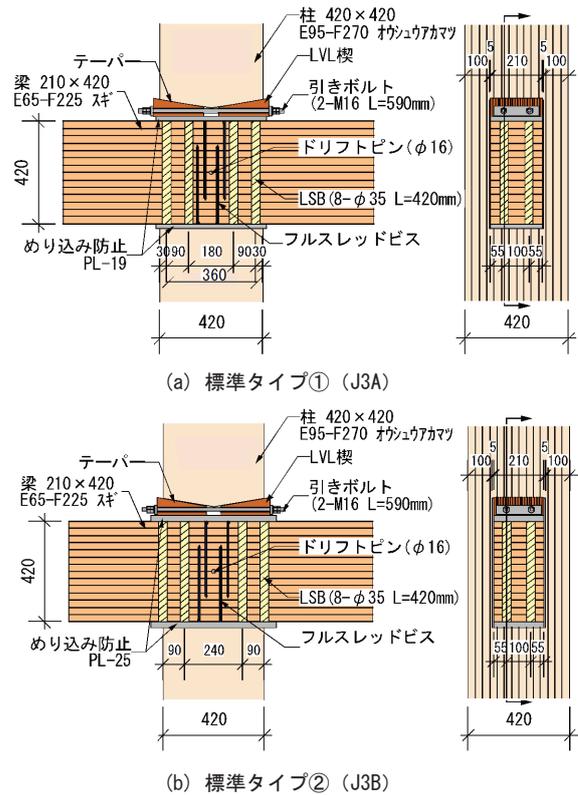


図-8 南東工区の貫接合部

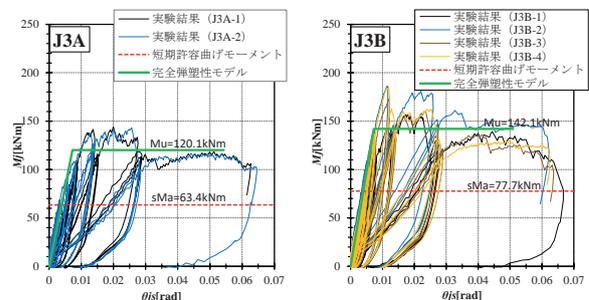


図-9 貫接合部(標準タイプ)の実大実験結果(M-θ関係)

表-2 南東工区の貫接合部の構造性能

	回転剛性	16500 (kNm/rad)		回転剛性	19000 (kNm/rad)
	短期耐力	63.4 (kNm)		短期耐力	77.7 (kNm)
標準タイプ①(J3A)		標準タイプ②(J3B)			
	回転剛性	7000 (kNm/rad)		回転剛性	18000 (kNm/rad)
	短期耐力	51.9 (kNm)		短期耐力	122.2 (kNm)
低剛性タイプ(J1)		高耐力タイプ(J5)			

3.3 西工区

北東・南東工区と同様に剛性・耐力が異なる3つのタイプの貫接合を開発し、建物高さや負担モーメントの大きさに応じて、層間変形角と偏心率のクライテリアを満足するようにバランスよく配置している。

西工区では、伝統的な貫接合の外観デザインの継承と構造性能の向上の両立を目指し、伝統的な楔を鉄楔として受け継いでいる。これは、柱と梁の接触部分における応力集中の緩和と貫内部の補強部材への応力伝達機構とすることを意図したものである。さらに鉄楔と上楔LVLが面で接する形状とし、楔の上下面を柱・梁と密着させ、面接触で確実な力の伝達を図っている。柱に設ける貫の穴は直方体として大断面木材の加工を簡易化している。以下に開発した3タイプの特徴を示す(図-10)。

低剛性タイプ(J1)は柱梁への補強は行わず、鉄楔によって支圧範囲を拡大させ、梁の繊維直交方向のめり込み抵抗に期待したタイプである。

標準タイプ(J2)は、梁内部にラグスクリューボルト(LSB)を設置し、その下にめり込み防止PL、さらに木構造用ビスを打ち込み、梁の繊維直交方向のめり込みを防止している。梁仕口部の中央には、せん断補強用の長ビスを上下から打ち込み、せん断破壊による耐力低下の抑制による高靱性化を図っている。

高剛性タイプ(J5)は、標準タイプ(J2)の補強に加え、梁中央にスリットを設けて補剛PLを挿入し、梁と補剛PLをドリフトピンで一体化し、梁のめり込み防止と接合部のせん断補強をしている。標準タイプよりもさらに大きな剛性と耐力の確保を目的としており、主に大屋根リング外周部分や、階段・EVユニットのように大きな接合部モーメントが作用する部位に採用している。

各貫接合は、実大実験により剛性と耐力を評価した。構造計画時に意図したように、剛性・耐力ともに段階的な性能向上を実現した(図-11)。

いずれのタイプの貫接合もボルトが露出せず、柱・梁・楔による伝統美を継承した外観デザインであるが(写真-2)、施工においては、両側の鉄楔を挟み込む軽微な楔の締付治具を考案し、治具のボルトを締め付けて鉄楔の施工を行った(写真-3)。西工区はパビリオンが多数近接しており、早期の工事用の重機退避が必要であった。トルク値管理によるばらつきが少なく安定した品質と迅速な施工は、想定よりも2か月早い建て方完了にも大きく寄与した。さらに、鉄楔には取り外しが可能なディテールを採用しており、解体・リユースにも配慮した(写真-4)。

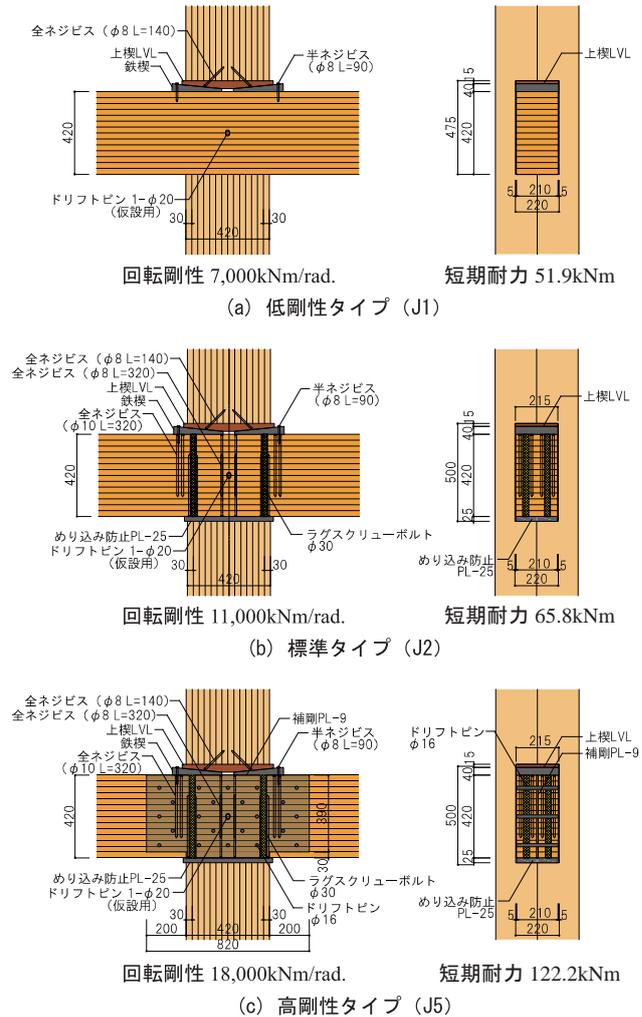


図-10 西工区の貫接合部

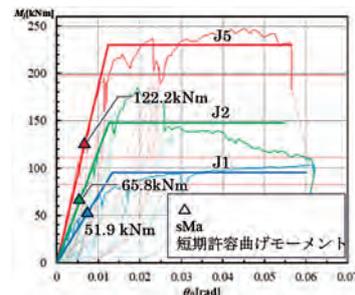


図-11 貫接合部の実大実験結果 (M-θ関係)



写真-2 J1タイプの貫接合



写真-3 貫接合部の施工状況

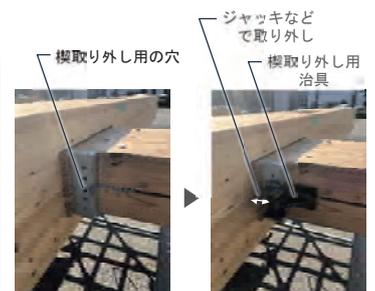


写真-4 楔に設けた取り外し用の穴と取り外し治具

4. CLTの床面剛性

大屋根リングでは屋根の床面に根太付きCLTを採用している。大梁上の根太にCLT床を木ビスにて固定し、大梁と根太の接合部は、北東工区・西工区ではアングルと木ビスにて固定、南東工区ではホールダウンパイプとドリフトピンで固定している。根太付きCLT床を採用することで、大屋根リングを構成するユニットやフレーム間の変位差に対し、水平構面が追従できるように図っている。屋根面のCLT床納まりの一例を図-12に示す。屋根面のCLT床の割付は幅方向の寸法を2400mm以下に割り付けており、長さ方向は平場部と斜面部で分割、斜面部においても膜屋根部を境にCLT床を分割して敷設している。

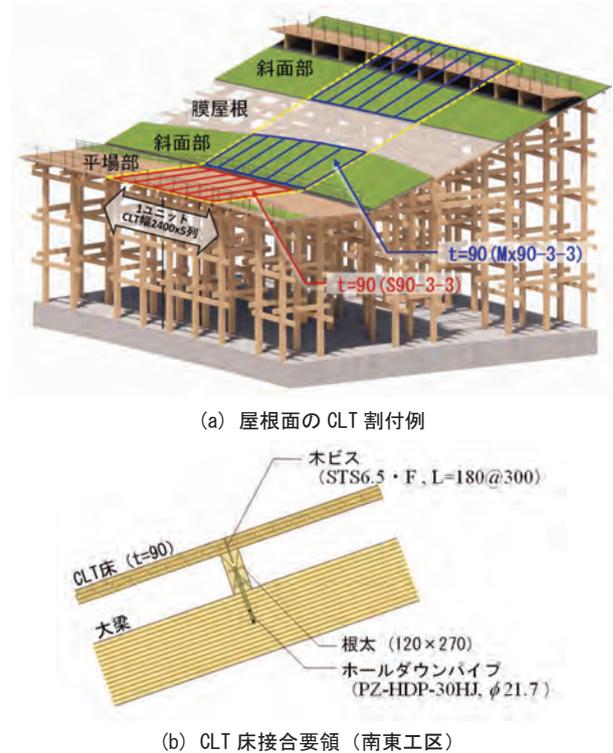
根太付きCLT床の水平構面の変形性能は実大実験にて確認した。図-13に実験結果の包絡線、及び実験結果から評価した完全弾塑性モデル、構造特性値を示す。試験体は同一仕様のもを3体として性能のばらつきを確認している。実験結果より、変形角1/100radまでは弾性的な挙動を示し、変形角1/15rad時点では根太端部の割裂やビスのめり込みが生じたが、荷重低下は見られなかった。

大屋根リングの構造計算から得られたユニット間、フレーム間の変位差による根太付きCLT床のせん断変形角の最大値は1/150rad程度であり、試験結果から得られた弾性範囲以内であることを確認した。尚、フレーム間の変位差の算出は床の面内剛性を考慮しない完全非剛床とした場合で実施した。大屋根リングの架構設計においては床の面内剛性を考慮しない場合で実施したが、実験結果で得られた床面剛性を考慮した場合においても、架構設計における設計クライテリアを満足することを代表ユニットにおいて確認している。

実大実験結果から得られた完全弾塑性モデルに対し、床面剛性に与える各要素の変形割合 (CLT、木ビス、根太直交方向、根太の転び) を把握するため、「(公財)日本住宅・住木技術センター：木造軸組工法住宅の許容応力度設計 (2017年版)」に示される詳細計算法との比較を実施した。詳細計算法に用いる根太直交方向接合の剛性 k_j および根太の転びによる剛性 k_y は表-3に示す実大実験で測定した各変位に基づき算出し、木ビス1本あたりのせん断剛性は、表-4に示す要素試験結果に基づき算定した。

図-14に実大実験結果に基づく弾塑性モデルと詳細計算法の比較を示す。詳細計算法は実験結果を概ね評価できており、各要素の変形は、根太の転びによる変形成分が最大となり、木ビスの変形と根太の直交方向の変形は

同程度であった。また、CLT床はほとんど変形しておらず、狙いとしていた、高い変形追従性能が確認できた。



(a) 屋根面の CLT 割付例

(b) CLT 床接合要領 (南東工区)

図-12 CLT床納まり例

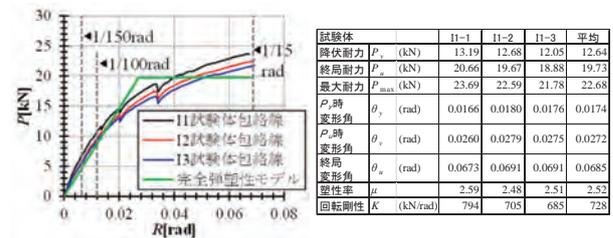


図-13 完全弾塑性モデルおよび構造特性値

表-3 k_j 、 k_y の算定結果

場所	II-1t	II-2t	II-3t	II-1b	II-2b	II-3b	平均
根太直交方向接合の剛性 k_j	1.61	1.51	1.49	1.36	1.25	1.21	1.41 [kN/mm]
根太の転びによる剛性 k_y	1.03	1.01	1.10	0.98	0.89	0.81	0.97 [kN/mm]

表-4 木ビス (STS6.5・F L180) のせん断要素試験結果

	S3-1	S3-2	S3-3	S3-4	S3-5	S3-6	平均
降伏耐力	P_v [kN]	5.25	5.24	4.16	5.34	5.04	5.42
最大耐力 $\times 2/3$	$2/3P_{max}$ [kN]	6.20	6.21	5.77	6.58	5.89	6.75
終局耐力	P_u [kN]	8.26	8.28	7.88	8.64	7.93	8.36
最大耐力	P_{max} [kN]	9.30	9.32	8.65	9.87	8.84	10.12
せん断剛性	K [kN/mm]	1.50	1.32	1.54	1.25	0.87	0.55

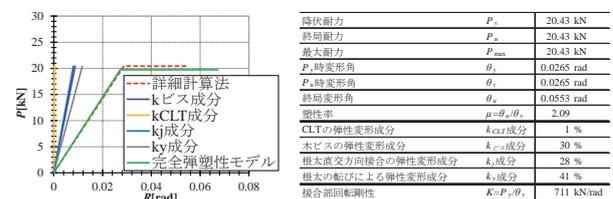


図-14 詳細計算法との比較

5. ユニット間での移行応力

大屋根リングでは、各ユニット単体の構造計算で設計を行っている。しかし、実際には各ユニットが屋根レベルで両端ピン接合のつなぎ小梁により連結されており、円周方向ではつなぎ小梁の軸剛性により地震時にユニット間で移行応力が発生すると考えられる。設計時には、このユニット間での移行応力に対しても別途検討を行っている。

5.1 モーダルアナリシスによる移行応力の算出

地震時にユニット間で生じる移行応力 N_T は、図-15のように隣り合う2つのユニットがつなぎ部分の剛性 k_T により連結されている場合を想定して式 (1) により算出する。つなぎ部分の変形 δ_T は式 (2) のように応答スペクトルによるモーダルアナリシス (SRSS法) により算出し、加速度応答スペクトルには振動特性係数 R_i に標準せん断力係数 C_0 および重力加速度 g を乗じた値を用いる。

$$N_T = k_T \cdot \delta_T \dots\dots\dots (1)$$

ここで、

N_T : ユニット間での移行応力

k_T : つなぎ部分の剛性 (つなぎ小梁の軸剛性の合計)

δ_T : つなぎ部分の変形

$$\delta_T = |\delta_a - \delta_b|_{\max}$$

$$= \sqrt{\sum_{j=1}^2 |j\beta \cdot (j u_a - j u_b) \cdot j S_D|^2} \dots\dots\dots (2)$$

$j\beta$: j 次の刺激係数

$j u$: j 次の固有モード

$j S_D$: $j T$ に対応する変位応答スペクトルの値

$$j S_D = j S_A / j \omega^2 = R_t(j T) \cdot C_0 \cdot g / j \omega^2 \dots\dots\dots (3)$$

$j S_A$: $j T$ に対応する加速度応答スペクトルの値

$R_t(j T)$: $j T$ に対応する振動特性係数の値 (第3種地盤)

$j \omega$: j 次の固有円振動数

$j T$: j 次の固有周期

C_0 : 標準せん断力係数 (=0.2)

g : 重力加速度

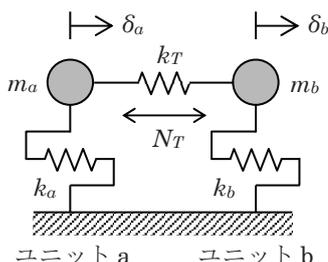


図-15 移行応力の算出モデル

検討対象とする隣り合う2つのユニットの組み合わせは、ユニット単体での円周方向の固有周期に最も差がある組み合わせ (ケース1) と、最も重量が大きいユニットとその隣接ユニットの組み合わせ (ケース2) の2ケースとした。表-5に検討対象としたユニットの諸元をケースごとに示し、表-6に移行応力の算出結果を示す。

表-5 検討対象ユニットの諸元

検討ケース	ケース1		ケース2	
	a	b	a	b
ユニット				
質量 m [t]	214.9	144.9	311.5	158.7
剛性 k [kN/mm]	7.711	4.115	10.43	4.951
固有周期 T [s]	1.049	1.179	1.086	1.125
地震力 Q_E [kN]	421.5	284.2	611.0	311.3

表-6 移行応力の算出結果

検討ケース		ケース1	ケース2
固有周期 $j T$ [s]	1次	1.096	1.099
	2次	0.068	0.075
つなぎ部分の剛性 k_T [kN/mm]		735	735
つなぎ部分の変形 δ_T [mm]		0.0511	0.0190
ユニット間の移行応力 N_T [kN]		37.6	14.0

ケース1での移行応力は37.6kNとなり、それぞれのユニットの地震力に対して、8.9% (ユニット a) および13.2% (ユニット b) となる。また、ケース2での移行応力は14.0kNとなり、それぞれのユニットの地震力に対して、2.3% (ユニット a) および4.5% (ユニット b) となる。

つなぎ小梁は移行応力に対して十分な耐力を有しており、それぞれのユニットの地震力に与える影響は軽微であるため構造安全性に問題はないと判断した。

5.2 剛体連結した場合との比較

つなぎ部分を剛体連結とした場合 ($k_T = \infty$) を考えると、それぞれのユニットの剛比に応じてせん断力を負担するため移行応力 N_T は式 (4) により算出できる。なお、大屋根リングの設計では地震力の算出にあたり R_i による低減を考慮していないため、式 (4) でも R_i を考慮していない。

$$N_T = \left| \frac{m_a k_b - m_b k_a}{k_a + k_b} \right| \cdot C_0 \cdot g \dots\dots\dots (4)$$

剛体連結した場合の移行応力は、ケース1で38.6kN、ケース2で14.4kNとなる。モーダルアナリシスの場合と比べると、剛体連結の場合のほうが移行応力はやや大きくなるが、その差はほとんどなくつなぎ部分は剛体に近いといえる。なお、モーダルアナリシスでは応答スペクトルを R_i から設定しているためその効果が含まれており、剛体連結との差にはその影響も含まれている。

6. 限界耐力計算による終局性能の把握

大屋根リングの構造計算はルート2による許容応力度等計算としている。ルート2の設計では接合部の塑性率を考慮した許容耐力を用いることで大地震時の影響が考慮されているが、本章ではさらに柱梁を含めた架構の終局時の性能を把握するため、荷重増分解析を行い、限界耐力計算（応答スペクトル法）による検討を行う。

検討は代表的な4×8ユニットで実施した。実験結果に基づき、母材より接合部が先行して終局耐力に達することから、塑性変形は全て接合部で発生すると仮定し、柱梁は弾性としている。貫接合部、柱頭接合部および柱脚接合部は実大実験で得られた完全弾塑性モデルによる非線形ばねを設定している。

検討対象ユニットで採用した各接合部の完全弾塑性モデルにおける回転剛性、終局曲げ耐力を表-7に、外力分布を表-8に示す。本計画では屋根面の傾斜により高さが異なる部分があるため、2層と想定して外力分布を設定した。図-16に代表的な軸組図と層の定義を示す。

限界耐力計算における損傷限界は、半径方向では貫接合部が短期許容耐力に達した時、円周方向では層間変形角が1/120radに達した時であった。また安全限界は、半径方向では柱が終局耐力に達した時、円周方向では層間変形角が1/30radに達した時であり、損傷限界、安全限界ともに、半径方向は耐力、円周方向は変形が決定要因となった。なお、半径方向では、図-16に示すC4通り3段目上部の柱については、曲げ破壊を生じた場合でも鉛直支持能力は維持され建物の倒壊に至らないことから曲げ破壊を許容している。

図-17に解析結果を示す。地盤増幅係数Gsの算出については、稀地震時は略算法で行い、極稀地震では精算法で実施した。精算法はウォーターワールドで実施したボーリング調査に基づく結果(Bo)と、パビリオンワールドで実施したアレイ微動調査の結果(Ar)の両ケースにより計算した。図-17(b)(c)において要求スペクトルとA-Δ関係の交点を応答値とする。稀地震時の応答値は、半径方向が1/208rad、円周方向は1/175radであり、半径・円周方向ともに応答変位は損傷限界変位以下であった。

極稀地震時の応答値はウォーターワールドで実施したボーリング調査で地盤増幅係数Gsを算出した結果(Bo)の方が大きく、減衰定数hは半径方向・円周方向ともに8%程度、ベースシア係数は半径方向が0.62、円周方向が0.51となった。応答値については、半径方向が1/48rad、円周方向が1/36radであり、半径・円周方向ともに応

答変位は安全限界変位以下であった。

表-7 検討対象ユニットで採用されている接合部の諸元

接合部	貫通タイプ			柱頭接合部			柱脚接合部		
	J15	J3A	J3B	J11	J13	J15	平床型	船型	
図解									
完全弾塑性率γ _{pl}	7000	16500	19000	24000	5400	—	—	—	
回転剛性	7000 (kNm/rad)	16500 (kNm/rad)	19000 (kNm/rad)	24000 (kNm/rad)	5400 (kNm/rad)	—	—	—	
塑性率	4.51	7.48	6.99	2.23	3.90	—	—	—	
終局曲げモーメント	96.1 (kNm)	120.1 (kNm)	142.1 (kNm)	329.0 (kNm)	87.6 (kNm)	—	—	—	
採用箇所(通号)	—	N2, N3, N5	N1, N6	全柱脚	平床型柱頭	船型柱頭	—	—	
円周方向	C1, C2, C4, C5	—	C7, C8, C9	—	—	—	—	—	

表-8 外力分布

方向	層	W _i (kN)	ΣW _i (kN)	α _i	A _i	C _i	Q _{Ei} (kN)	P _{Ei} (kN)	P _{Ei} /P _{E1}
半径	2	772	772	0.38	1.64	0.33	254	254	1.61
	1	1285	2057	1.00	1.00	0.20	411	158	1.00
円周	2	772	772	0.38	1.65	0.33	254	254	1.62
	1	1285	2057	1.00	1.00	0.20	411	157	1.00

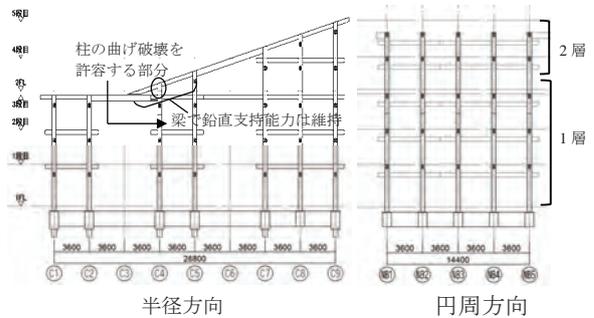
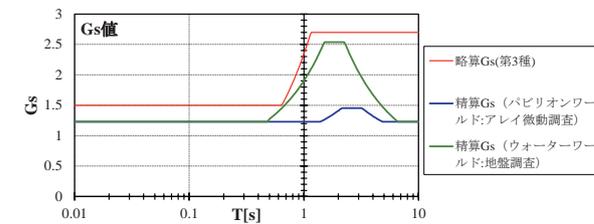
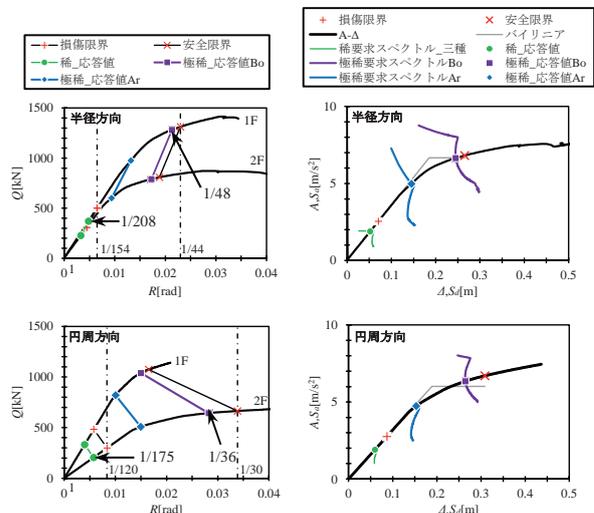


図-16 代表的な軸組図



(a) Gs算定結果



(b) Q-R 関係 (c) A(S_d) - D(S_d) 関係

図-17 解析結果

7. まとめ

高さ20mを超える大屋根リングを、伝統的な貫接合を用いて、木造の柱と梁のみで実現することは、大きなチャレンジであった。基本設計者、3工区の実設計者が課題を共有し、解決に向けて知恵を出し合ったり、作業を分担し合ったりしたことにより、短時間で設計をまとめあげることができた。このように立場や所属を超えて叡智を結集して完成に至ったことは、大屋根リングが会場デザインの理念である「多様でありながらひとつ」を具現化したものと言える。



写真-8 大屋根リング ギネス世界記録認定



写真-5 実大性能実験の確認



写真-9 構造設計チーム (4社)



写真-6 3工区の貫接合部の外観

【執筆者】



*1 林 将利
(HAYASHI Masatoshi)



*2 北山 宏貴
(KITAYAMA Hiroki)



*3 鷹羽 直樹
(TAKABA Naoki)



*4 九嶋 壮一郎
(KUSHIMA Soichiro)

当施設の確認検査及び建築技術安全審査は、(一財)日本建築総合試験所が実施しました。



写真-7 繋がるイベント (関係者がリングを囲む)

いのち動的平衡館の構造設計

The Structural Design of the Dynamic Equilibrium of Life Pavilion

金子 寛明*1、大平 直子*2、花岡 光*3

1. はじめに

2025年日本国際博覧会（略称：大阪・関西万博）が2025年4月より「いのち輝く未来社会のデザイン」をテーマに開催されている。各プロデューサーが「いのち輝くとはどういうことなのか？」を深掘りし表現したシグネチャーパビリオンのひとつが生物学者の福岡伸一氏がプロデュースする『いのち動的平衡館』である。自由な3次元曲線のリング状の鉄骨が膜屋根を支えるサスペンション膜構造が特徴的な建築物（仮設）である。

2. 設計コンセプト

生命が「動的平衡」を保ちながら移ろいゆく流れの中

で、ひととき自律的な秩序を表す姿を体現し、通常の建築物とは異なり常に変化（変形）することを前提とした「うつろう建築」を実現している。

ジェットコースターのように隆起する地上リングと格子状に張られたケーブルの上に膜を掛けたふわりと浮かんだ大きな屋根が特徴的で、基礎フレーム・地上リング・ケーブルの3つの要素が調和的に作用し、25m超の無柱の大空間を構築した絶妙な平衡状態を保つ非常に難易度の高いサスペンション膜構造である。一般的なケーブル・ネット構造とは異なり、ケーブルに張力が加えられると比較的柔な鉄骨屋根リングが変形し、ケーブルの張力と鉄骨の変形が密接に関係し、外力と釣り合うことで絶妙なバランスで本建築物を成立させている。



写真-1 シグネチャーパビリオン「いのち動的平衡館」
（提供：2025年日本国際博覧会協会、Photo：©エスエス）

表-1 2025年日本国際博覧会『いのち動的平衡館』の概要

名称	: 2025年日本国際博覧会 シグネチャーパビリオン「いのち動的平衡館」
場所	: 大阪府大阪市此花区夢洲中1丁目
プロデューサー	: 福岡伸一
基本設計者	: NHA(Naoki Hashimoto Architects) Arup (構造・設備)
実施設計者	: 鹿島建設・NHAグループ
施工者	: 鹿島建設
敷地面積	: 1,635.51㎡
延床面積	: 984.51㎡
規模	: 地上1階、建物高さ8.83m
構造	: 鉄骨造/サスペンション膜構造
工期	: 2023年11月～2025年2月

*1 KANEKO Hiroaki : 鹿島建設株式会社 建築設計本部 構造設計統括グループ アシスタントチーフ

*2 OHIRA Naoko : 鹿島建設株式会社 関西支店 建築設計部 担当部長

*3 HANAOKA Hikari : 鹿島建設株式会社 関西支店 建築設計部 設計主査

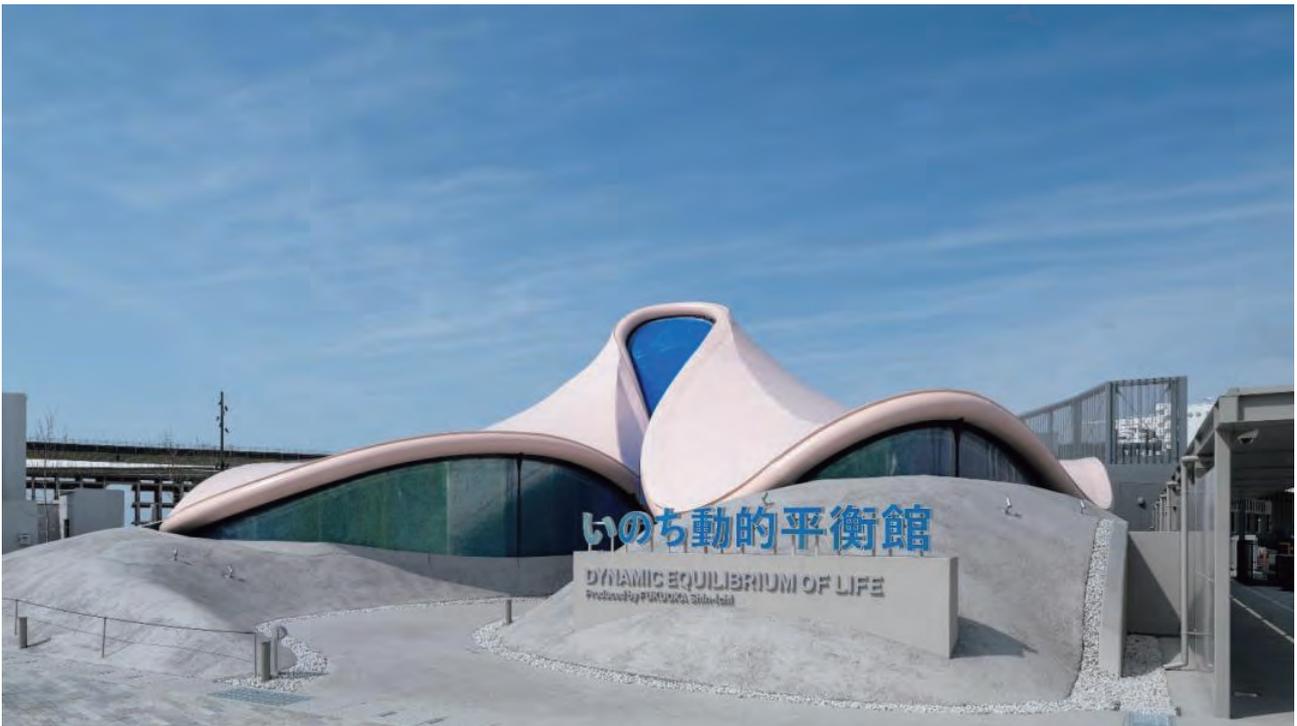


写真-2 シグネチャーパビリオン「いのち動的平衡館」
(提供：2025年日本国際博覧会協会、Photo：Masao Nishikawa)

3. 構造コンセプト

上部架構の構造コンセプトは、背面のケーブルが頂部付近の屋根リングを引き下げようとする力（水色）に対して、前面のリッジケーブルが前面側に引っ張る力（ピンク色）と柱のように機能する屋根リングが押し上げる力（緑色）が抵抗する架構となっている。また、屋根面の吹上荷重に抵抗する要素として、各柱間に3本ずつタイダウンを配置し、引っ張り力（オレンジ色）で基礎梁に伝達する架構としている。（図-1）

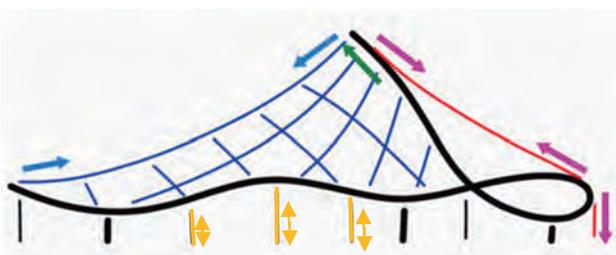


図-1 架構概念図

4. 設計概要

4.1 概要

本建築物は、地上1階建ての展示用途のパビリオンであり、一筆書きの鉄骨屋根リングとその間に架けられた

サスペンション膜構造で構成された屋根で覆っている。図-2及び図-3に伏図、図-4及び図-5に軸組図を示す。

平面形状は長半径方向43.4m、短半径方向25.0mの楕円を基準とした形状となっている。建物高さは最高高さ8.80m、最低高さ1.43mである。塔状比（最高高さ／短辺長さ）は、 $8.80/25.0 = 0.35$ となっている。また、構造種別はS造で、架構形式は長辺、短辺方向ともラーメン構造である。本建築物の形状は長期荷重時の自重＋ケーブル張力と鉄骨屋根リングの剛性との釣り合いから決定している。屋根材はB種膜、外壁材は膜構造用フィルムを使用している。

基礎形式は、設計GL-1.0m付近の盛土（砂質）層を支持層とする直接基礎である。地盤の平均支持力は設計GL-6.5m付近の盛土（シルト）層の低いN値に対して設定し、荷重の偏心を考慮する際は、基礎底面の地盤に対して設定した支持力を用いて設計した。

屋外側、室内側共に盛土で起伏を意匠的に表現しているが、基礎上についてはEPSを用いて重量を削減し、接地圧および地盤沈下に配慮した計画とした。設計地下水位は柱状図からは設計GL-4.5m付近となるが、WW（ウォーターワールド）に隣接していることから表面水位を考慮して設計GL-1.8mと設定した。

表-2 2025年日本国際博覧会『いのち動的平衡館』の構造概要

上部構造	
構造種別	鉄骨造
架構形式	純ラーメン/サスペンション膜構造屋根
床構造	土間コンクリート
外壁	膜構造用フィルム
下部構造	
構造種別	鉄骨造(基礎梁) 鉄筋コンクリート造(基礎)
基礎形式	直接基礎(布基礎)

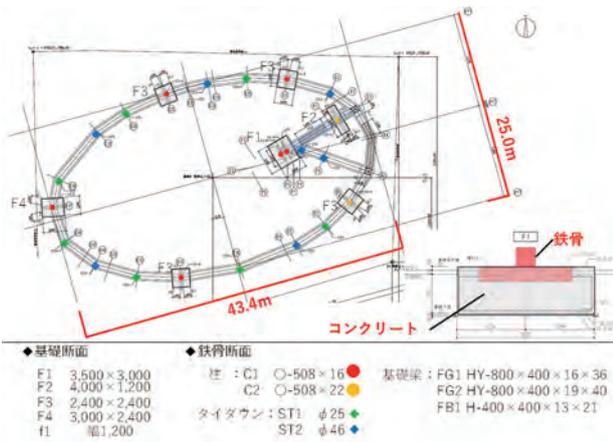


図-2 基礎・基礎梁伏図

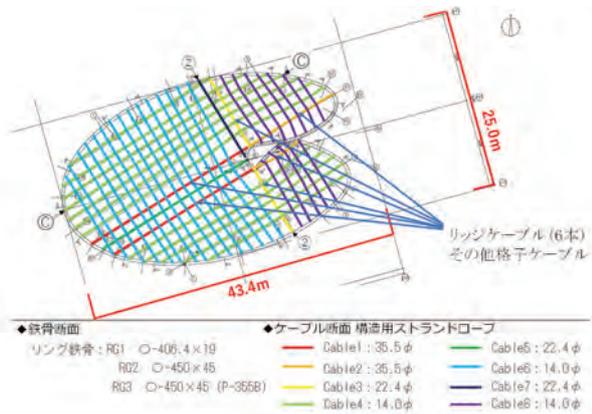


図-3 屋根伏図

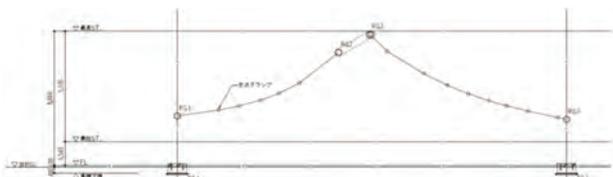


図-4 ②通り軸組図



図-5 ③通り軸組図

4.2 設計方針

本建築物は強度指向型の建築物であり、各部材が許容応力度以下となるように部材を設計するルート1相当の静的設計を行った。

4.2.1 地震力

地震力は「2025大阪・関西万博 期限付き建物の設計荷重について(日本建築総合試験所)」¹⁾に準拠し、稀に発生する地震動は $C0=0.12$ 、極めて稀に発生する地震動は $C0=1.0$ と設定して算出する。なお、極めて稀に発生する地震動算出の際に用いる構造特性係数 Ds は0.50を採用した。

4.2.2 風荷重

風荷重は建築基準法施行令第87条第2項の規定に基づき、地表面粗度区分はⅢとし、設計用風荷重は「2025大阪・関西万博 期限付き建物の設計荷重について(日本建築総合試験所)」に準拠し、稀に発生する暴風時の風速を26m/s、極めて稀に発生する暴風時の風速を31m/sと設定して算出した。また、屋根面及び壁面に作用する風圧係数は風洞実験結果を用いた。

4.2.3 積雪荷重

積雪荷重は、竣工から解体までの期間での越冬回数が1回であること、外膜保護のため大雪時には雪下ろしをすることを考慮し、建築基準法施行令第86条および平成12年建設省告示第1455号に準拠し、稀に発生する積雪荷重を算定した。

表-3 荷重ケース

長期荷重	自重+ケーブル張力
短期荷重	風荷重 (レベル2: $V0=31m/s$) Case1 全面負圧 $Ci=0.0$ Case2 全面正圧 $Ci=-0.2$ Case3 正負反転 $Ci=0.0$ Case4 正負反転 $Ci=-0.2$ 積雪荷重 (レベル1: 21cm) 地震荷重 (レベル2: $CB=0.5$)

4.2.4 設計クライテリア

長期荷重に対して、各部の応力が長期許容応力以内であることにより、損傷が生じないことを確認した。

極めて稀に発生する荷重(地震力、風圧力)及び稀に発生する荷重(積雪)に対して、各部の応力が短期許容応力以内であり、かつ柱直下の基礎に浮き上がりが生じないことにより、倒壊、崩壊が生じないことを確認する。稀に発生する荷重(地震力、風圧力)に対して損傷が生

しないことは、上記により明らかであるため検証を省略した。

長期荷重に対して導入したケーブルの張力が、各荷重時に消失しないことを確認した。

4.3 風力係数の設定

本建築物の屋根面・壁面における風力係数は、風洞実験に拠るものとしている。図-6に屋根全体に作用する風力の軸の定義を示す。まず、 $C_{pi}=0.0, -0.2$ のそれぞれのケースで、鉛直方向の反力が最大・最小になる風向角 θ を図-7,8より求めた。次に、正圧・負圧が入替った(偏在した)場合のケースを想定して、Case1,2の180°反対方向からの風荷重をCase3,4として設定した。

各荷重ケースにおいて図-9~12に示す風力係数のコンター図を作成し、分布の傾向からエリアを設定する。各エリアの最大・最小の風力係数をそのエリアの風力係数として採用した。

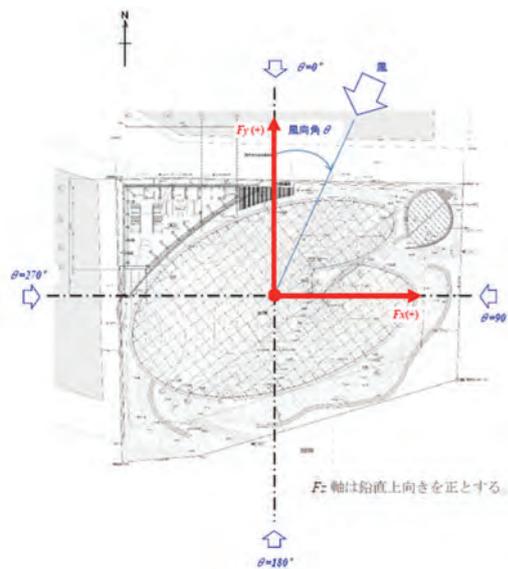


図-6 屋根全体に作用する風力の軸の定義

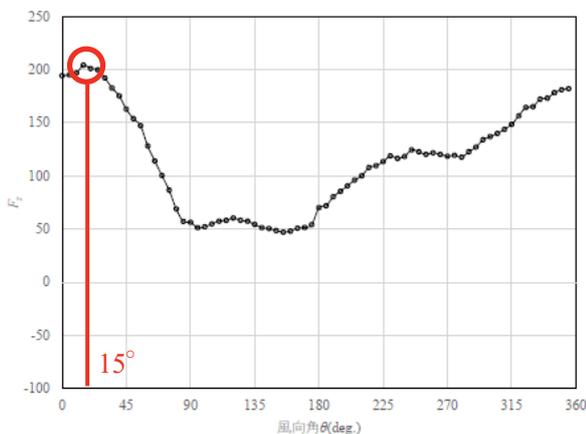


図-7 屋根全体の構造骨組み設計用風荷重 (レベル2・ $C_{pi}=0.0$) (単位:kN)

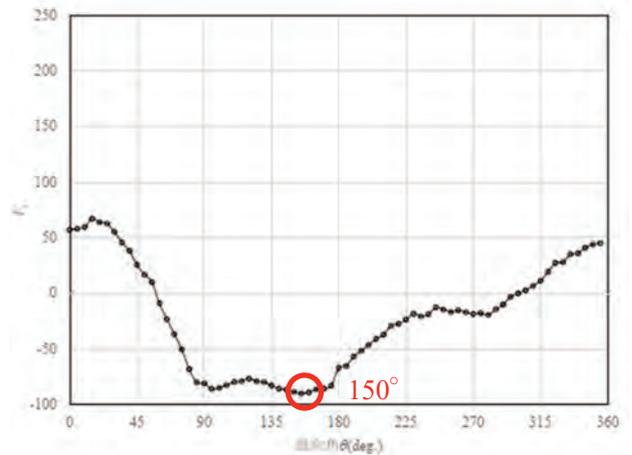


図-8 屋根全体の構造骨組み設計用風荷重 (レベル2・ $C_{pi}=-0.2$) (単位:kN)

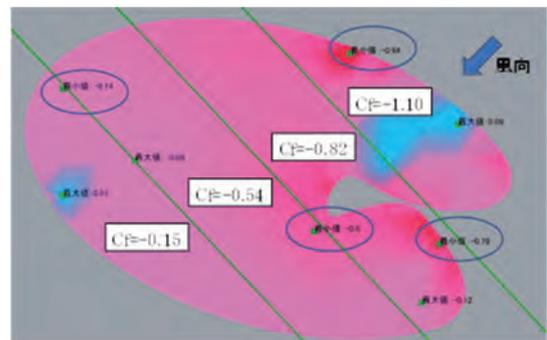


図-9 Case1: 全面負圧 $C_{i}=0.0$

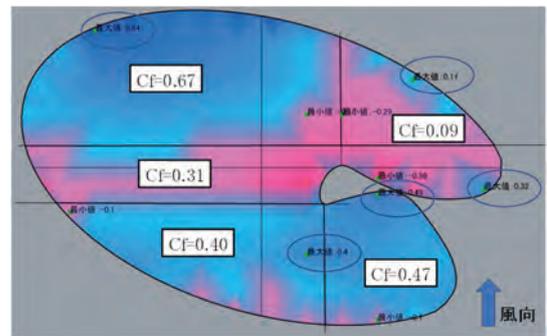


図-10 Case2: 全面正圧 $C_{i}=-0.2$

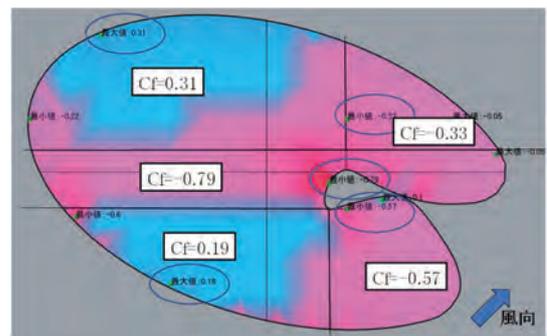


図-11 Case3: 正負反転 $C_{i}=0.0$

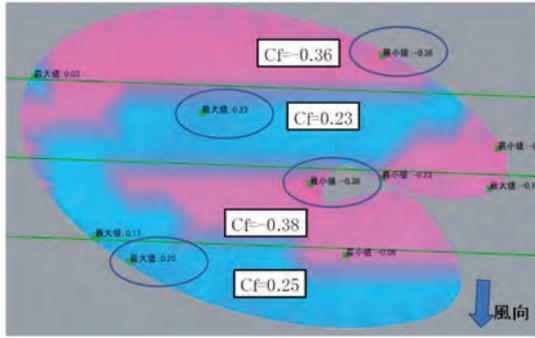


図-12 Case4：正負反転 Ci=-0.2

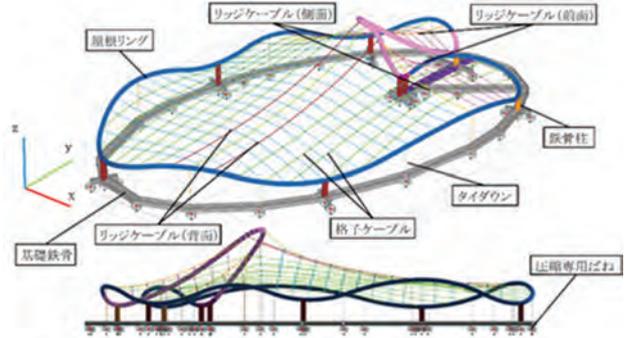


図-14 解析モデル (上：パース 下：立面)

4.4 構造解析

実行する解析は、幾何学的非線形解析と固有値解析である。幾何学的非線形解析によって、長期荷重及び短期荷重が作用する場合に本建築物に生じる応力を求める。また固有値解析によって、地震力の算定のための水平方向の固有周期の検討を行った。また、ケーブルの固有モード及び鉛直方向の固有周期も確認した。

4.4.1 幾何学的非線形解析

モデル化の対象は基礎梁より上部の鉄骨・ケーブル部分であり、梁要素、タイ要素(引張専用)でモデル化する。基礎は別途計算する。なお、膜自重及び膜を介して入力される風荷重および積雪荷重は、節点荷重として鉄骨・ケーブルに直接入力した。

4.4.2 固有値解析

解析モデルは弾性解析のものと同じである。固有値解析は250次まで算出した。Z方向はケーブルのモードが卓越していると考えた。固有値解析結果を表-4に示す。



図-13 固有値解析 Z並進 全体モード次数1 (ケーブル)

表-4 固有周期解析結果

方向	モードNo	固有周期[s]	有効質量比[%]
X並進	8	0.26	7.45
Y並進	8	0.26	2.56
Z並進	1	0.47	1.37

4.5 各部材設計

幾何学的非線形解析の結果により得られた応力によって、各部材の設計を行った。検討の結果、各部材断面を決定している主要因はケーブルの初期張力による長期荷重時の応力であり、ケーブルの初期張力を決定している荷重ケースは風荷重のCase1全面吹上時となった。また、リング鉄骨の長期最大検定比0.91に対する曲げ応力成分/軸力成分は0.85/0.06となった。

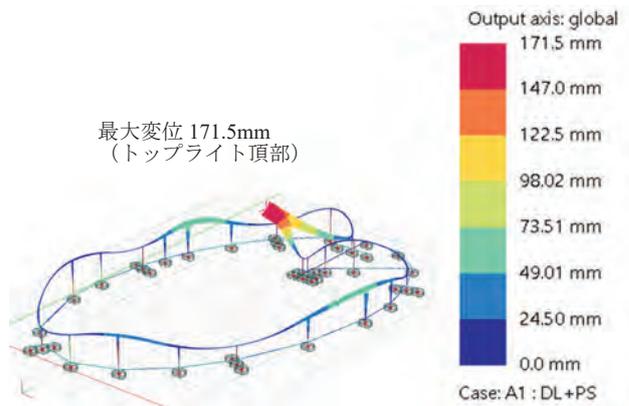


図-15 長期 変形図 (ケーブル以外)

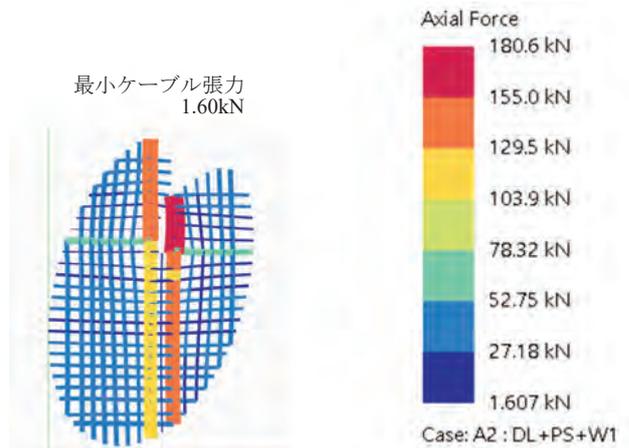


図-16 Case1全面吹上時 ケーブル張力図

4.6 その他の検討

4.6.1 温度応力解析

本建築物は2024年7月～8月に鉄骨建方及びケーブル緊張を行った。鉄骨及びケーブルが温度応力によって変形・張力の変動が起こると考えられたため、8月の日最高気温33.7℃から1月の日最低気温3.0℃までの温度差の-30.7℃を温度応力として各荷重時に追加する検討を行った。

温度応力によってリング鉄骨は中心に向かって収縮する方向に変形するが、ケーブルも収縮するため、張力が過度に緩むまたは緊張することなくバランスすることが検討の結果分かった。

表-5 大阪(大阪府)平年値(年・月ごとの値)気象庁

要素	平均(°C)	日最高(°C)	日最低(°C)	気温												風気圧	
				各階級の日数(日平均)	<0.0°C			≥25.0°C			≥30.0°C			≥35.0°C			平均(hPa)
観測期間	1991~2020	1991~2020	1991~2020	1991~2020	1991~2020	1991~2020	1991~2020	1991~2020	1991~2020	1991~2020	1991~2020	1991~2020	1991~2020	1991~2020	1991~2020	1991~2020	1991~2020
資料年数	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
1月	4.2	9.7	3.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	61	
2月	4.6	10.5	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	60	60	
3月	9.9	14.2	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	58	58	
4月	15.2	19.9	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	2.5	0.0	10.2	58	58	
5月	20.1	24.9	16.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	16.1	1.1	0.0	14.2	0.0	14.2	61	61	
6月	25.6	29.7	20.2	0.0	7.9	0.0	1.0	0.0	25.2	7.9	0.1	19.9	0.0	19.9	66	66	
7月	27.7	34.8	24.8	0.0	26.6	0.0	15.0	0.0	30.4	22.8	3.7	25.7	0.0	25.7	70	70	
8月	29.0	35.7	25.8	0.0	30.1	0.0	21.4	0.0	31.0	28.2	9.9	26.1	0.0	26.1	66	66	
9月	25.2	31.1	21.9	0.0	16.1	0.0	4.1	0.0	26.8	14.4	0.8	21.3	0.0	21.3	67	67	
10月	19.5	23.7	16.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	10.8	0.6	0.0	14.8	0.0	14.8	65	65	
11月	12.8	17.6	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	10.3	0.0	10.3	64	64	
12月	8.7	12.3	5.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0	7.1	62	62	
年	17.1	23.2	13.8	0.0	81.9	3.9	41.5	0.0	143.1	74.9	14.5	14.1	0.0	14.1	63	63	

4.6.2 施工時解析

施工時解析として、鉄骨建方が完了し、支保工で支持している状態からケーブル架設・緊張・完成までを15Stepに分割し、長期荷重時の張力に対し、段階的に緩めていく逆Step解析を行った。当解析では初期張力が導入されたケーブルに対し、送り出す量分ケーブルが伸びると想定し、伸びを温度応力解析にて模擬した。

各Stepの張力の上限値及び下限値は長期荷重時に各部材の応力が許容応力以下となる張力を上限、短期荷重時にケーブル張力が消失しない張力を下限として許容幅を設定し、ケーブルの施工・管理を行った。なお、ケー

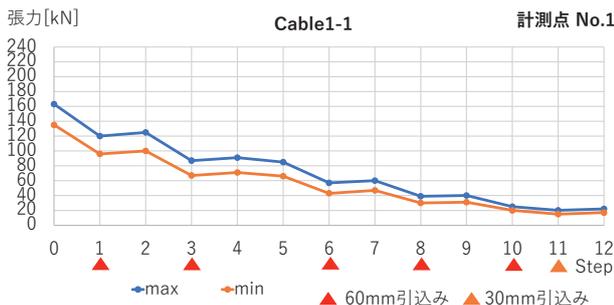


図-17 各Stepケーブル張力管理幅 (Cable1-1)

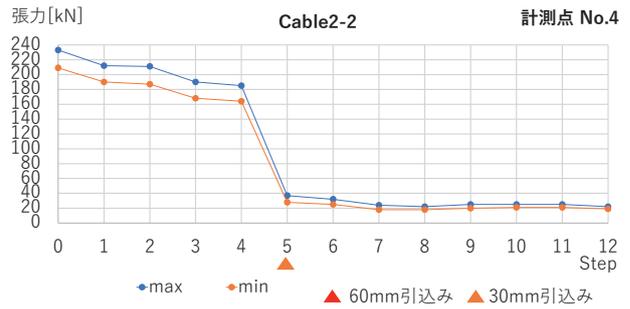


図-18 各Stepケーブル張力管理幅 (Cable2-2)

ブルの緊張完了後に最終的な張力を用いて設計時解析を改めて行い、問題ないことを確認している。

5. コンピューティショナルデザインの活用

意匠設計ではコンピューティショナルデザインツールRhinoを用いており、構造設計では当該ソフトのプラグインのGrasshopperを用いて、意匠モデル及び鉄骨製作条件を考慮した解析モデルを作成した。また、複雑な形状に対する外力やケーブル反力等もGrasshopperを用いて入力している。また、解析結果を意匠モデルに変換することで、BIM上での長期・短期荷重時の変形後形状の確認や膜と建具干渉の確認を行った。

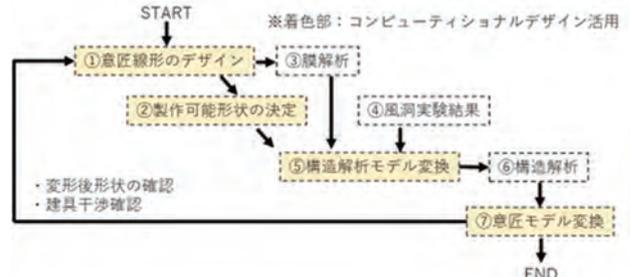


図-19 コンピューティショナルデザインツール連携フロー



図-20 ケーブル架設時変位イメージ (BIM)

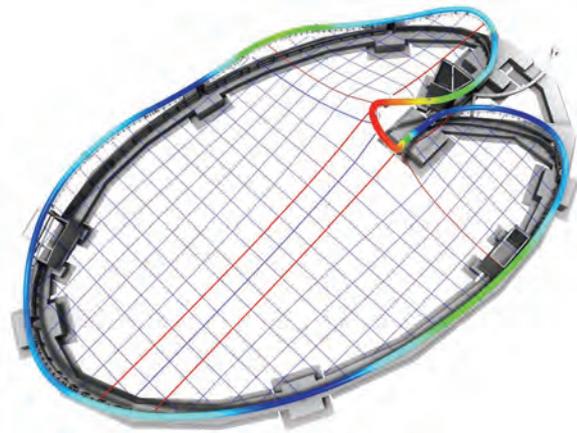


図-21 長期荷重時変形イメージ (BIM)

6. 鉄骨製作

6.1 鉄骨製作線形・工作図作成

本建築物は、意匠設計者がデザインした鋼管の自由曲線を限りなく忠実に実現しつつ、実際に製作可能な線形に置換する必要があった。今回は曲げ方向や曲げ半径の異なる一方向曲げ部材を組み合わせて複雑な二方向曲げ架構を再現した。線形置換にはRhincerosにGrasshopperをプラグインしたものを使用した。線形置換時の制約条件は、意匠性を考慮して芯線のずれ量やコストや輸送性を考慮して分割数や部材長さをパラメータに設定した。

本建築物の曲げ鋼管に取付く膜受け鉄骨は、三次元的な形状故に鋼管との関係性や膜受けパイプ同士の位置関係やそれに取付くPL形状が全て異なるという特徴があった。BIMでの工作図作成を早期化するために、膜受けパイプについても同様に、膜受け材用の制約条件を設け製作可能な線形に置換を行った。それに取付くPLはBIM (Tekla Structures) に独自のプラグインを活用することで、自動配置を行った。

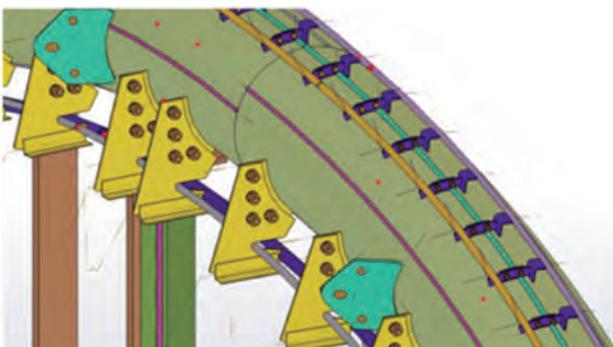


図-22 長自動配置後の膜受けPL (BIM)

6.2 TMCP鋼管高周波曲げ加工・機械試験

鋼管には一部TMCP鋼を使用した。高周波曲げ加工後の降伏点の低下が、万博の開催期間中に安全であることを考慮して、短期許容応力度に問題がないことを引張試験により確認した(表-6)。試験片形状はJIS Z3111 A2号引張試験片を高周波曲げ加工した鋼管の内R(曲げ圧縮側)側と外R(曲げ引張側)側からそれぞれ3体ずつ採取した。試験結果より、曲げ圧縮側の降伏点が鋼材規格下限値に近い値となった(表-7)。曲げ圧縮側と引張側との高周波加熱部からの距離の差からくる冷却速度の差が影響したと考える。この結果を踏まえて本製作では、高周波曲げ時の加熱温度を機械試験時より高く設定することで降伏点の上昇を図った。

表-6 引張試験対象部材

対象部材	材質	外径	板厚	曲率半径
		mm	mm	mm
	TMCP355B	450	45.0	1776

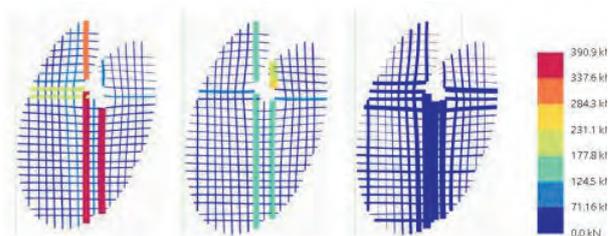
表-7 引張試験結果と高周波曲げ本製作架構設定条件

	TMCP355B	
	機械試験用	本製作用
高周波加工前ミルシート降伏点 (N/mm ²)	499	500
加熱温度 (°C)	980±30	1000±30
試験結果 降伏点(ETの平均) (N/mm ²)	386	393 (低い値)
試験結果 降伏点(ITの平均) (N/mm ²)	356	373 (低い値)

7. ケーブル・膜の製作

7.1 ケーブル

本建築物は、外周のみに柱を配置し、屋根面はケーブルネットと膜面のみで構成される。ケーブルの初期張力によって外周リングは比較的大きな変形を示すため、ケーブルはこの変形を考慮した長さで製作する必要があった。したがって、外荷重時にケーブル張力の消失がないことを指標とし、外周リングの変形を加味した製作用の境界剛張力を設定した。なお、製作及び施工による各所の公差を吸収するため、ケーブル末端には±100mmの調整代(一部除く)を設けている。



(a)初期張力 (b)鉄骨変形後 (c)自重時張力

図-23 ケーブル張力

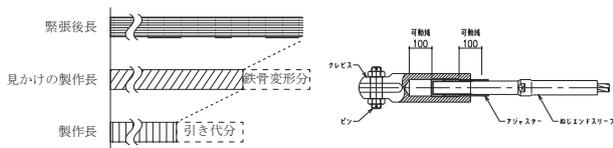


図-24 製作長の概略

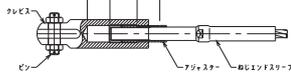


図-25 ケーブル端末仕様

難易度の高い建物を実現させるために、設計・施工チームが英知を結集し、様々な検証を重ねて挑んだ。有期限である万博という実験場でしか実現できない建築物となっているため、展示だけではなく、建物自体の面白さも楽しんでいただければ幸いである。

【謝辞】

本原稿の執筆に際して、橋本尚樹氏（株式会社NHA：Naoki Hashimoto Architects）、富岡良太氏（Arup）、栗田具尚氏（日鉄エンジニアリング株式会社）、古谷宗一郎氏（太陽工業株式会社）にご協力いただいた。記して感謝を申し上げます。

【参考文献】

- 1) (一財)日本建築総合試験所、2025大阪・関西万博 期限付き建築物の設計荷重について (改定) 2022.9.30
https://www.gbrc.or.jp/assets/documents/center/kozo_osaka2025.pdf

【執筆者】

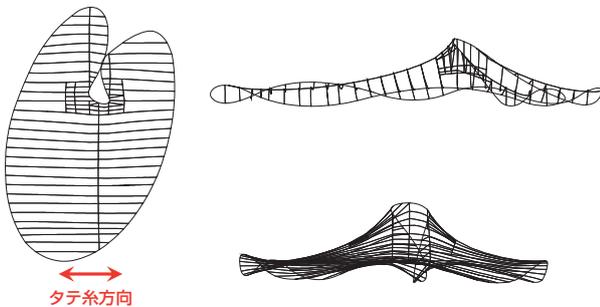


図-26 裁断展開形状

*1 金子 寛明
(KANEKO Hiroaki)*2 大平 直子
(OHIRA Naoko)*3 花岡 光
(HANAOKA Hikari)

8. おわりに

延べ床面積984㎡と小さな建築物ではあるが、非常に

当施設の確認検査及び建築技術安全審査は、(一財)日本建築総合試験所が実施しました。



写真-3 シグネチャーパビリオン「いのち動的平衡館」ケーブル緊張時
(提供：2025年日本国際博覧会協会、Photo：Masao Nishikawa)

シグネチャーパビリオン EARTH MART の構造設計

Structural design of signature pavilion “EARTH MART”

杉山 進伍*1、渡辺 征晃*2

1. はじめに

「EARTH MART」は2025年日本国際博覧会（大阪・関西万博）において、会場中央に位置する8つのシグネチャーパビリオンの内の1棟として建設された、茅葺屋根が連なる外観が特徴的なパビリオンである（写真-1）。

本報では、埋立地という敷地条件や工期などの制約の中で建築計画・コンセプトを実現するための構造計画や設計上の工夫について紹介する。

2. 建築計画概要

本建物は、放送作家・脚本家の小山薫堂氏がプロデューサーを務めるシグネチャーパビリオンとして、「空想のスーパーマーケット」を展示し、来場者とともに食に関する未来を考えるパビリオンである。

パビリオンのテーマである「いのちをつむぐ」より、食と生命の循環から着想し、転用可能な素材を用いた「循環型建築」として茅葺を採用している。茅材を上から1m程度ずつ重ねて段状に葺く段葺工法を採用することで、茅材の加工を少なくし、解体・転用を容易にしている（写真-2）。なお、本パビリオンで使用した茅材は閉幕後に再利用する計画である。

平面形状は敷地形状に合わせたL字形状をしており、1階に展示室を計画、北側に一部、事務室等として2階を計画している。

計画概要

所在地	大阪府大阪市此花区夢洲中一丁目		
規模	地上2階	建築面積	1,309.9 m ²
用途	展示場	延床面積	1,620.3 m ²
構造種別	鉄骨造	高さ	11 m



写真-1 南側建物外観



写真-2 段葺工法による茅葺屋根

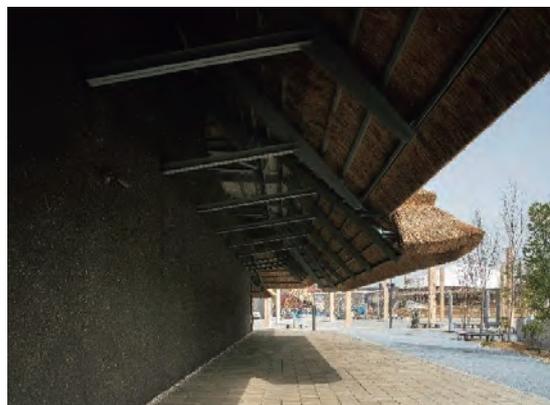


写真-3 鉄骨架構による軒の出が大きな茅葺屋根底

*1 SUGIYAMA Shingo : 大成建設株式会社 設計本部

*2 WATANABE Masaaki : 大成建設株式会社 設計本部

会場内のメイン動線に面して建物のファサードとなる南側および南東側には、鉄骨造の特徴を生かして茅葺屋根としては珍しい軒の出の長い庇が設けられている(写真-3)。この庇下部は入場者の待機場所となり、入場待機客が日射や雨をしのぐことができるようになっている。

3. 構造計画概要

3.1 短工期の設計・施工を可能とした構造計画

全体の構造計画方針として、短工期での設計・施工という制約に対して明快な構造計画となるよう心掛けた。

構造形式は鉄骨造ブレース付ラーメン構造とし、地震力のほとんどをブレースが負担している。L字平面形状の南側は平屋の茅葺屋根、北側は一部二階部分を有する金属屋根と建築計画の状況が異なるため、それぞれの範囲の空間構成に対応するように構造計画を行った。

本敷地は圧密沈下が進行する埋立地のため、基礎は2重スラブ形式の直接基礎(浮き基礎)とし、浮き基礎を成立させるため躯体軽量化を図った。

柱梁の鉄骨部材断面は断面形状をJIS規格圧延H型钢にて極力同一断面とし、柱梁接合部は方杖形式による梁端部ピン接合形式等を用いることで納まりの簡素化や製作、解体に配慮した。また、南側茅葺屋根部分は屋根形状に合わせて鉄骨架構を計画しており、三次元的に部材が取り合う複雑な架構のため、BIMモデルによる屋根と鉄骨の干渉確認、鉄骨納まり検証等を行うことで、大きな支障なく鉄骨製作、屋根下地鉄骨の取付等を進めることができた(図-1、写真-4)。

3.2 軽量化と施工合理化を両立する基礎計画

前述のとおり、計画地は埋め立てによる人工島であり、圧密沈下が継続している地盤である。表層の4m程度は造成時に地盤改良が実施されており、高いN値を示しているが、以深は軟弱な埋土粘土層が続いている。この敷地地盤条件に対して、日本国際博覧会協会「パビリオンタイプA(敷地渡し方式)の設計に係るガイドライン」において、浮き基礎形式や杭基礎、もしくは同等の効果を有する工法を採用することで、建物による新規上載荷重に起因する圧密沈下の進行や不同沈下に対して配慮した設計を行うことが求められた。

また一方で、会期終了後には杭の引抜撤去も含めて解体が必要となる。設計初期段階にて杭基礎や比重の小さいEPS(発泡ポリスチレンビーズ)等を用いた浮き基礎工法等も含めて検討を行った結果、本パビリオンの計画においては、解体も含めたコストや工期、環境配慮の面から二重スラブ形式による浮き基礎形式の採用に合理性

があると判断し、建物全面を二重スラブ形式の直接基礎として浮き基礎を成立させる計画とした。

ここで、浮き基礎とは図-2に示すように、基礎部の排土重量 $W \geq$ 建物重量 P とすることで、建物による新規上載荷重を排土重量とバランスさせ、過度な圧密沈下を抑制する考えによった基礎形式である。基礎部の排土重量は土の単位体積重量および建物の根切深さによって決まるが、土の単位体積重量は定数とみなすため、設計者としてコントロールできるのは根切深さのみである。コスト・工期の観点から、工事計画上メリットの大きい簡易山留にて対応できる根切深さ1m程度とすることが設計上の目標となった。そこで、後述の躯体重量の軽量化を前提に排土を行う深さを約1.3mとして基礎計画を

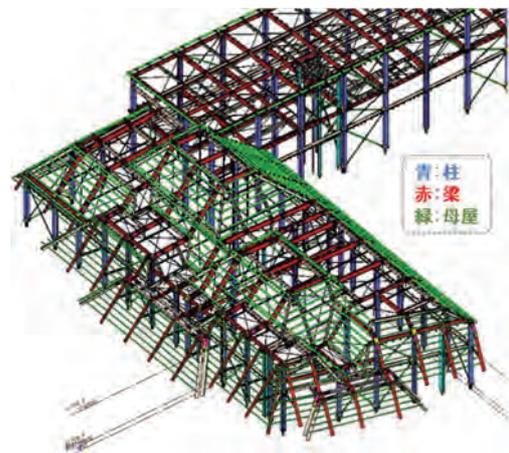


図-1 南側鉄骨架構モデル



写真-4 南側鉄骨建て方時の空撮

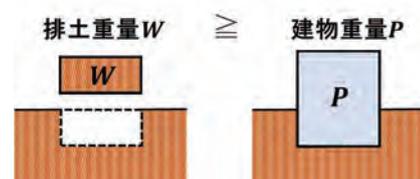


図-2 浮き基礎の考え方

行った。

また、不同沈下を抑制する配慮として、建物重量に平面的な偏りが大きくなるよう計画を進めた。なお、基礎底にて平板載荷試験を行い、設計上設定した極限支持力 90kN/m^2 時点で急激な沈下が発生しないことを確認した。

この根切深さの制約により、浮き基礎として排土重量とバランスさせるよう建物重量を軽量化する必要性が生じた。本パビリオンで行った建物重量の軽量化策について、主要な3点を下記に示す。

まず1点目は基礎躯体の軽量化である。今回の建物は鉄骨造であり上部躯体が比較的軽量であるため、基礎躯体の自重が建物重量に対して大きな割合を占めている。

そこで、設計時点で配筋検討を綿密に行い、無理なく配筋できる範囲で基礎スラブ、基礎梁、1階床スラブといった基礎躯体の寸法を最小限とするよう計画し、躯体自重を抑える計画とした。

2点目は2階床および屋根の軽量化である。北側に計画された2階部分は事務室等として利用される計画となっている。単純に二層分を積み上げると、平屋部分と比べて建物重量が大きくなってしまふ。そこで、2階建て部分については2階床にALC床版、屋根材に金属屋根を採用し、軽量化を行った。これにより、2階部分を有する範囲と平屋範囲で単位面積当たりの建物重量に大きな差が出ないよう配慮した。

最後に、1階床への鋼製床の採用である。建屋が敷地



写真-5 1階床鋼製床敷設前の状況



写真-6 1階床鋼製床敷設後の状況

いっぱい計画されており、工事計画上建屋内に重機が乗り入れるため、重機が走行可能な仮設構台もしくは鉄筋コンクリート造の床組を計画する必要があった。

ここで、仮設構台を計画した場合、構台の構築・撤去のコストおよび工期確保が必要となる。

一方でスラブ補強とした場合、スラブ厚さを確保する必要があり、躯体重量が増加してしまうため、浮き基礎とするために根切り底を深くしなくてはならないという課題があった。そこで、床開口を設ける必要のある設備機械室等、建築計画の観点で鉄筋コンクリート造床スラブが必要な範囲以外については鋼製床とすることで、軽量で剛性・耐力の大きな床躯体を早期に構築する計画とした(写真-5、写真-6)。

なお、鋼製床は仮設覆工等に利用されるリース品の覆工板を使用している。会期終了後に返却しリユースされるため、環境にも配慮した仮設建築物ならではの計画となっている。鋼製床は既製品であり、既製品定尺長さとして躯体スパンが合わない箇所については基礎梁の側面打増しにより鋼製床を支持する計画とした。この打増しについても図-3に示すような躯体形状の調整を行い、躯体重量の軽量化に配慮した。また、この梁側面打増しおよび外周部立上りが鋼製床を拘束する枠のように機能し、通常使用や地震時のずれ等を防止するよう配慮している。

接地圧は、建築計画上の特徴をもとに平屋である南側、2階建て部分を含む北側についてそれぞれ算出した。各範囲の接地圧はそれぞれ 21.8kN/m^2 、 23.1kN/m^2 と求められ、排土重量以下となることを確認した。また、各範囲の建物重量の差は5%程度であり、十分小さいと判断した。

以上より、躯体軽量化により建物重量を排土重量とバランスさせ、浮き基礎を成立させる計画を実現することができた。

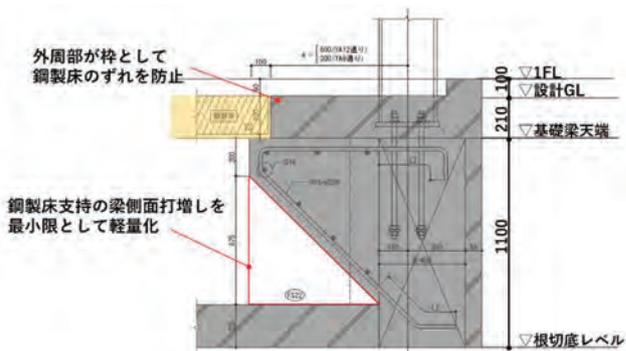


図-3 鋼製床を支持する梁側面打増し

3.3 南側茅葺屋根部分の構造計画

会場内動線に面してファサードとなる建物の南側茅葺屋根部分については、意匠コンセプトである「小さな屋根が連なる集落のような外観」が特徴的である。各屋根を熊本県阿蘇市、静岡県御殿場市、岡山県真庭市蒜山高原、大阪府大阪市淀川区、滋賀県近江八幡市丸山町の全国5ヵ所から集めた茅材で葺き分けており、産地の植生環境により茅のサイズや色味が変化し、屋根毎に違う表情を見せ、各土地で循環する原風景を想起させる。

本パビリオンの見せ場といえるこの茅葺屋根の意匠コンセプトを、いかに内部空間の自由度を確保しつつ、かつ工期等の制約の下で実現するかという点が建物南側架構の構造計画を進める上でポイントとなった。

複雑な屋根形状をシンプルな構造計画で解くため、まず短辺方向の柱位置に合わせて勾配梁によるラーメン架構を通し、棟・谷の屋根形状に合わせて小梁を配置し、長辺方向（H形鋼柱の弱軸方向）はブレース構造という明快な架構計画とした（図-4）。ここで、柱割に対して屋根形状を決めてしまうと屋根配置が単調となり、前述の意匠コンセプトを実現することができない。そのため、屋根形状は意匠設計者の要望を最大限生かし、屋根形状に合わせるように小梁も勾配梁とするなど、意匠設計者と綿密な調整を行いながら屋根架構を計画した。

また、勾配梁軸力により屋根が広がるような水平・鉛直変形を抑えるため、仮設建築物許可申請により耐火被覆が免除されることを活用し、屋根面内ブレースを变形抑制に用いた。加えて、展示室間の間仕切り壁内に剛強なブレース構面を設けることで、ブレース構面が「タガ」のように機能し、短辺方向が外にはらみだすような全体変形を長辺方向中央付近で抑制する計画とした。

これらの架構計画を実現するために、鉄骨建方時には支保工を設けて勾配梁を仮設支持し、ブレースも含めて接合部高力ボルトの本締め完了後にジャッキダウンする施工計画とした。ジャッキダウン前後にて柱頭部の変形を計測確認し、想定した変形量以内であることを確認した。

鉄骨造での茅葺屋根という例を見ない形式のため、茅束の屋根への留付けについても構造検討を行った。

意匠設計者・施工者・茅葺職人と茅葺屋根納まりについて協議を行い、茅束の留付けに用いる既製品のワイヤービスの施工試験、実際の下地材に施工したビスの引き抜き試験を行い、設計上想定する引き抜き荷重に対して十分な安全率を持っていることを確認した（写真-7）。

また、万博会場と同等の環境下の敷地に施工試験を兼ねてモックアップを製作の上、約10か月設置し、茅材の色の変化や耐久性、止水性能などを確認した（写真-8）。

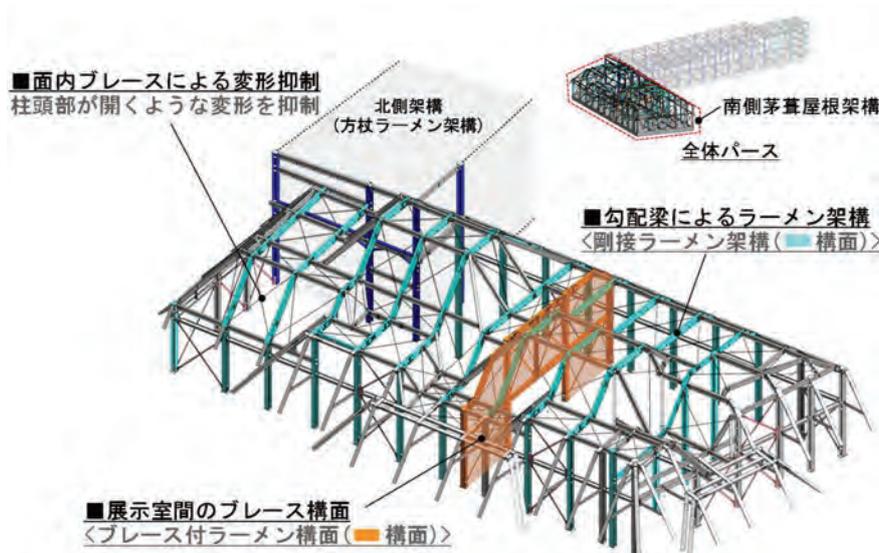


図-4 南側茅葺屋根部分の構造計画概要



写真-7 茅留付けビス試験の様子



写真-8 茅葺屋根モックアップ

3.4 北側金属屋根部分の構造計画

複雑な茅葺屋根架構の建物南側に対し、他パビリオンと隣接する裏手側となる金属屋根の建物北側はよりシンプルな架構計画とした。

梁端はピン接合とし、長辺方向をブレース構造、1スパンの短辺方向を方杖ラーメン構造(2階は片持柱)の架構(図-5)を基本とすることで梁端の剛接合を避けた簡便な納まりとし、製作の効率化などを図る構造計画とした。

また、新しい技術として高力ボルト併用接着接合を北側架構長手方向の1階耐震ブレース接合部に採用した(図-6)。

躯体の軽量化から、2階床をALC床板、金属屋根としたため、各階床梁構面に水平ブレースを設け、面内剛性を確保した。

また、2階大梁を梁端部ピン接合の方杖ラーメン構造としたことで、通常ALC床板を採用した場合に大梁継手接合部をかかわすために設けられる軽量リップ溝形鋼等のかさ上げ鉄骨を省略することができ、付帯鉄骨量を削減することができた。

4. 「未来社会の実験場」としての新規技術採用

大阪・関西万博のコンセプトである「未来社会の実験場」に呼応する本建物の取り組みとして、開発を進めていた^{1)~3)}二つの新規技術を採用した。一つ目として、高力ボルト併用接着接合(名称:T-Glue Joint)を、前述のように耐震ブレース接合部に採用した。本技術は高力ボルトと構造用接着剤を併用し、高力ボルト本数減お

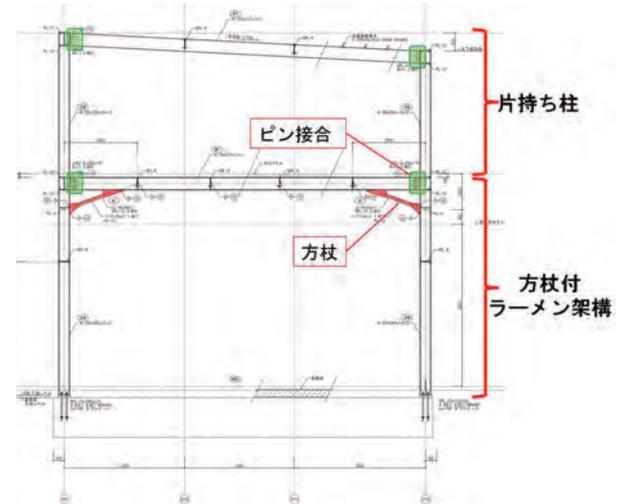


図-5 北側金属屋根部分 短辺方向代表架構

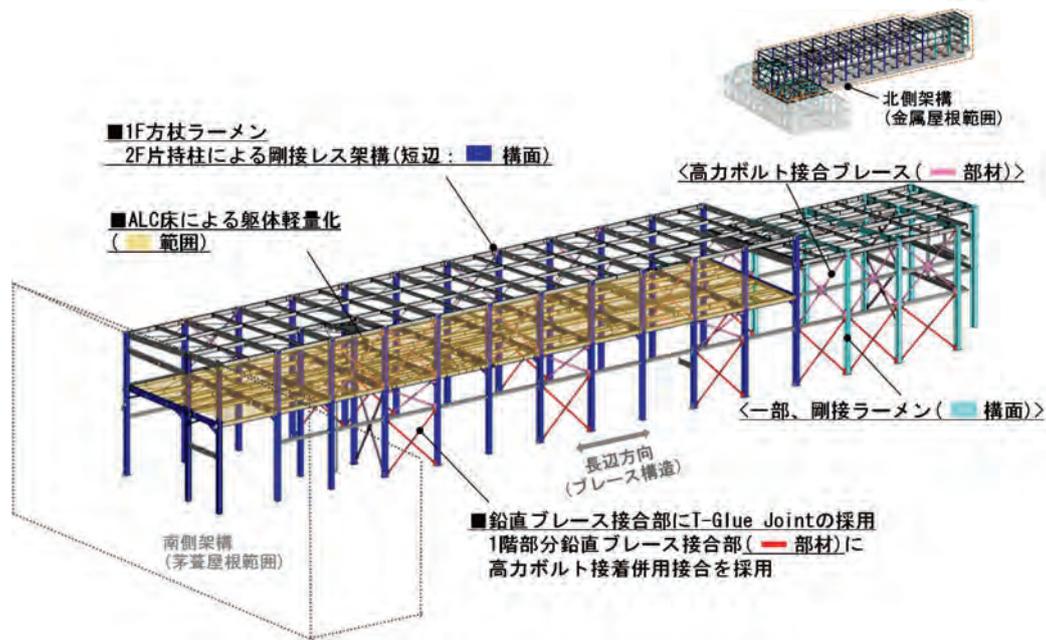


図-6 北側金属屋根部分の構造計画概要

よび添板等の接合部の鉄骨量減を図るものである(図-7)。本建物の採用仕様では、高力ボルト本数を概ね30%~40%低減した(写真-9)。

採用にあたり、事前に本建物での仕様を模擬した実大試験体による構造実験や施工試験を行い、耐震ブレース接合部としての安全性や可使用時間(接着剤塗布から硬化までの時間)などの施工時の管理項目を確認した。初回施工時には作業所担当者、設計者・工事監理者、開発担当者、接着剤メーカー担当者が立ち合いの上、重点的に工事監理、実施工を行った。今後、新築・リニューアル物件等に本技術の展開を検討していく予定である。

二つ目として、1階床面積の半分以上にあたる約900m²の床仕上げ材として当社技術である環境配慮コンクリート「T-e Concrete® /Carbon-Recycle」によるコンクリート平板を用いた。本技術は排気ガスなどから回収したCO₂を炭酸カルシウムとして再資源化し、製造時に練り混ぜてコンクリート内部に固定することで、CO₂排出量の収支マイナスを達成するというものである。今回採用した床仕上げ材のCO₂排出量は、一般のコンクリートを使用した場合に比べて約13tの削減効果を試算した。鋼製床土上に防湿シートを敷設した上に下地の砂敷を行い、コンクリート平板を敷設施工した(図-8、写真-10)。鋼製床と鉄筋コンクリートスラブ間には施工誤差等により数mm程度のレベル差が生じることがあるが、下地砂の部分で吸収し、床仕上げ面はレベルが確保される。

5. おわりに

本報では、2025年日本国際博覧会のシグネチャーパビリオン「EARTH MART」として、鉄骨造による茅葺屋根建築という例を見ない建築において、工期や沈下など様々な制約・条件の下で意匠コンセプトを実現するために行った構造設計上の工夫について報告した。

建築主である公益社団法人2025年日本国際博覧会協会各位、共同設計者である隈研吾建築都市設計事務所各位にこの場をお借りして感謝を申し上げます。

【参考文献】

- 1) 氏家大介 他：接着剤と高力ボルト接合を併用した継手の基本性能，日本建築学会大会学術講演集，pp.779-780，2019
- 2) 田中昂平 他：接着剤と高力ボルトを併用した継手の構造性能その1 引張試験，日本建築学会大会学術講演集，pp.693-694，2021
- 3) 氏家大介 他：接着剤と高力ボルトを併用した継手の構造性能その2 曲げ試験・せん断試験，日本建築学会大会学術講演集，pp.695-696，2021

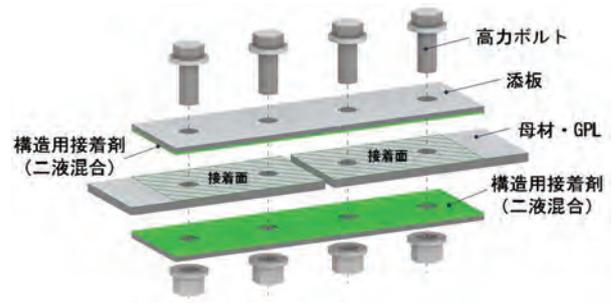


図-7 高力ボルト併用接着接合の構成

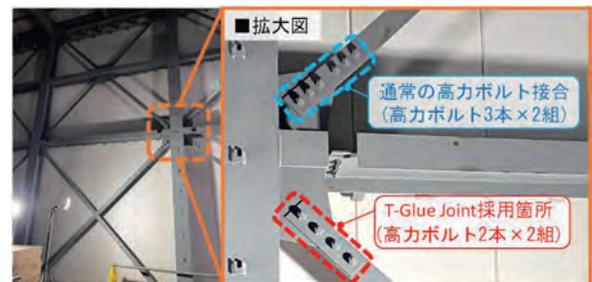


写真-9 高力ボルト併用接着接合の採用箇所の状況

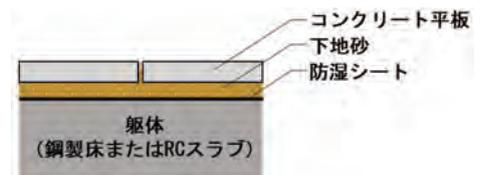


図-8 コンクリート平板仕上げの断面構成



写真-10 T-e Concrete® コンクリート平板敷設時の状況

【執筆者】



*1 杉山 進伍
(SUGIYAMA Shingo)



*2 渡辺 征晃
(WATANABE Masaaki)

当施設の確認検査及び建築技術安全審査は、(一財)日本建築総合試験所が実施しました。

パナソニックグループ パビリオン「ノモの国」 ファサードの構造設計

Panasonic Group Pavilion “The Land of NOMO” Structure design of Facade

三井 達雄*1、山口 温弘*2

1. はじめに

パナソニックグループパビリオンは、 α 世代の子どもたちの感性を刺激し、世界とのつながりを感じる中で、創造力や可能性を解き放つ体験型パビリオン

「解き放て。こころとからだどじぶんとせかい。」というコンセプトに基づいて計画された。

「ノモの国」という名前には、捉え方によってモノの見え方は変わってくる、いわば、「モノ」は心の写し鏡である、という思いが込められている。

そこで、周囲の自然や人の動きを映し出す「写し鏡」として、ステンレス鏡面仕上げの外壁を建物に採用している。また、その建物を覆うように配置したファサードは、世界とのつながり、つまり、“循環”をイメージしたモチーフが集まって全体を形成するデザインとすることで、循環する世界の一部であることを表現している。加えて子供たちの多様で変化し続ける可能性を、膜のそよぎや光の当たり方によって特定のカタチを持たないデザインにより表現している。

本稿では、このように計画されたパビリオンのうち、ファサードの構造計画について報告する。



写真-1 建物全景（昼景）



写真-2 建物全景（夜景）

*1 MITSUI Tatsuo : (株)大林組 設計本部 構造設計部

*2 YAMAGUCHI Atsuhiko : (株)大林組 設計本部 構造設計部

2. 建築計画概要

本ファサードは、「風にたなびくファサード」のコンセプトのもと、建物のファサードを構成する工作物として計画した。敷地の北面が東ゲート広場に、西面が来場者動線となる通路に面していることから、それらに向けて建物の北面・西面にそれぞれ独立したアーチ群からなるファサードを配置した。

このファサードは、前述のようにパナソニックパビリオンのテーマでもある「循環」を表す三次元的に曲げられたユニットフレームを原単位とし、そのユニットを約1400個組み合わせることで全体を形成した有機的なデザインである。それぞれのユニットに風をいなすように膜を張ることで、建物全体にダイナミックな動きを与えている。さらに、オーガンジー素材の膜を採用することで、夜間は照明により染め上げられた幻想的なファサードに表情を変える。

ユニットのフレームには、海沿いという立地の特性上、発錆の懸念からZAM（亜鉛、アルミニウム、マグネシウム）によりめっきされた鋼管を採用し、意匠性に配慮している。また、風をいなすように膜を張り風圧力の軽減を図ることで、鋼管径を最小化し軽快なファサードを実現している。

このファサードは、ユニットを積層して形成されたアーチの集合体として計画した。1つのアーチは、原単位であるユニットフレームを約20段積層することで形成している。アーチには4つの半径があり、ユニットもアーチの半径に合わせた4種類のサイズを用いている。この半径の異なるアーチを平面的に連続させることで、ファサード全体に動きを出しながらも、全体架構として成立する計画としている。

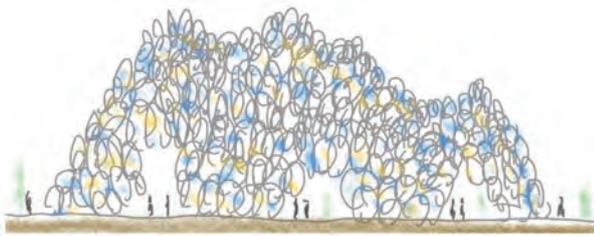


図-1 ファサードの初期スケッチ

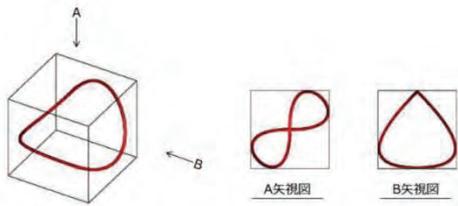


図-2 ユニット形状

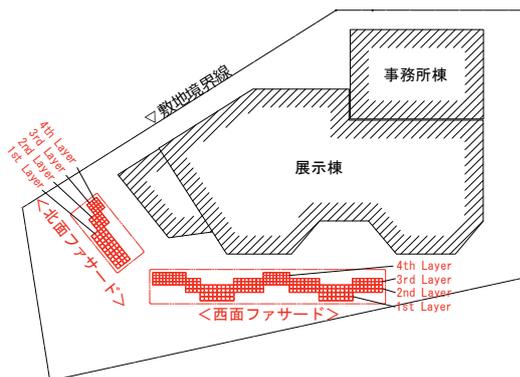


図-3 全体配置図



写真-3 ファサード (北面)



写真-4 鏡面外壁とファサード

3. ファサードの構成

ユニットのフレームにはφ38.1×3.2～φ48.6×3.2の鋼管を用い、3次元的に曲げられた2本の鋼管を接合することで1つのユニットを形成している。この1つのユニットだけでは自立せず、4つのユニットを1セットとして積層することで構造的に安定したアーチを実現させた。なお、北面は20段、西面は17段のユニットを積層し、1つのアーチを形成している。このアーチを平面的に連続させることで、アーチの奥行方向の安定性を高める計画とした。

ユニットの基本サイズは、1400mm、1238mm、1095mm、968mmの立方体に内接するサイズの計4種類とした。アーチを平面的に連続させるため、サイズが異なるユニット同士も隣接するユニットと接する形状とする必要が有る。そこで、ユニットの基本サイズをベースとし、鏡映対称のものや、高さは基本サイズのまま幅を隣接するユニット幅に合わせたものなど20種類の形状パターンを用いた。なお、そのそれぞれに鋼管径の違いがあり、またアーチ状に積層することから接合部に設けるボルト孔角度に3パターンの違いを持たせている。そのため、このファサードは合計で約180種類の形状パターンを組み合わせて構成されている。

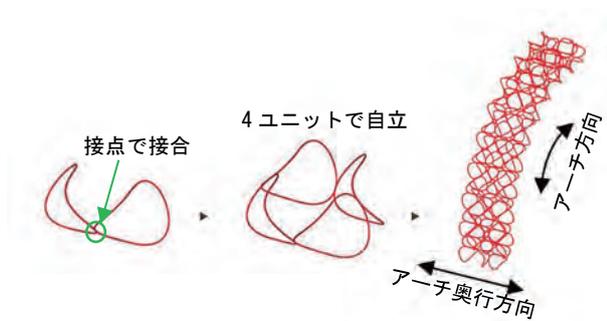


図-4 アーチ概念図

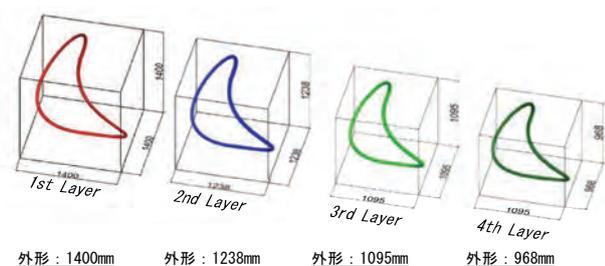


図-5 ユニットサイズ

4. ユニット間の接合部

4.1 接合部概要

ユニット同士の接合部は、「①アーチ方向に積層するユニット間の接合部」、「②アーチ奥行方向に連続するユニット間の接合部」の2種に大別される。本計画では、膜を張ることや万博閉幕後の解体などを考慮し、接合には①、②ともにボルト接合を採用した。以下に、それぞれの接合部の概要を示す。

4.2 アーチ方向に積層するユニット間の接合部

前述の通り、1つのユニットはそれぞれ3次元的に曲げられた2本の鋼管を接合することで形作られる。この2本の鋼管の接合箇所にて、アーチ方向に積層するユニットも接合する計画とした。そのため、計4本の鋼管を1カ所で接合する必要がある。そこで、接続する鋼管の内部に心金(鋼棒)を2本の鋼管を跨ぐように配置し、その心金ごとボルト接合することで、4本の鋼管を接合することとした。なお、この心金は接合部の耐力及び剛性も高めており、接合部に生じる大きな曲げモーメントを心金にも負担させることで、フレームの鋼管径を極力小さくすることを可能としている。

積層される鋼管の間には薄い鋼板(以下、緩衝PL)を設けている。この緩衝PLを設置することで積層される鋼管同士の間には適度な距離を設け、鋼管が回転する際にボルトに生じる局所的なせん断力を緩和させている。さらに、緩衝PLの厚さを調整することで、ユニット自体の製作誤差や高さ方向の施工誤差を吸収させている。

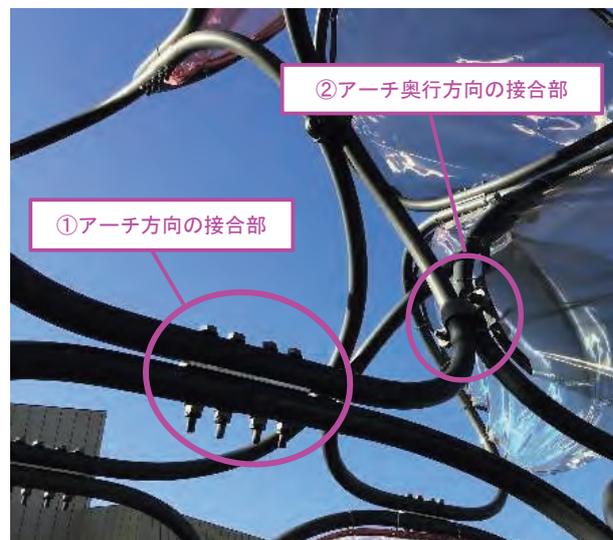


写真-5 ユニット間の接合部

4.3 アーチ奥行方向に連続するユニット間の接合部

アーチ奥行方向に連続するユニット間の接合部は、3次元的に曲げられた鋼管の中間部での接合となるから、曲線部で鋼管を接合する必要がある。曲線部は製作上の精度管理が難しく、また、ユニットが自重などで上下方向に変形すると水平方向にも変形してしまうことから、接合ポイントの精度確保に課題があった。

そこで、鋼管同士をボルトにより接合するのではなく、鋼管を2枚の鋼板で挟み込み、その鋼板をボルト接合とすることで施工時の誤差を吸収しつつ、確実にユニットを連結出来るディテールとした。

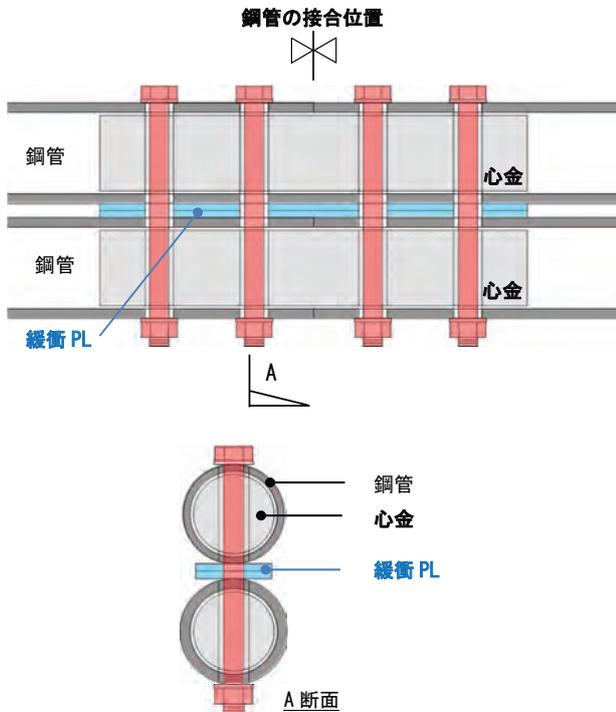


図-6 アーチ方向の接合部

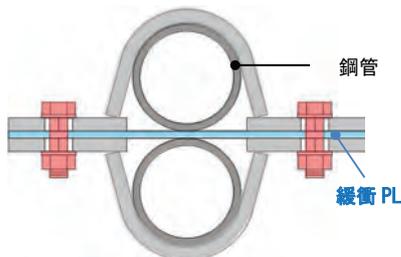


図-7 アーチ奥行方向の接合部

5. 構造性能の検証

5.1 検証概要

ファサードデザインの実現にあたり、前述の各接合部の変形性能を把握し解析に反映することが課題の1つであった。また、この3次元的な形状を解析により評価することが出来るかを検証することも課題であった。

そこで、アーチ方向に積層するユニット間の接合部を対象とした要素試験を行い、接合部の変形性能を確認した。また、1ユニットを対象とした実大ユニットに対する静的加力試験を行い、変形性能を確認した。その結果と解析結果を照合することで、解析結果の妥当性を検証し、ファサード全体の解析を行った。ここで、各実験の概要を述べる。

5.2 接合部の要素試験

アーチ方向に連続するユニット間の接合部に生じる変形を、アーチ方向の力の伝達により生じる曲げ変形、アーチ奥行方向に動くことにより生じるせん断変形、積層されたユニットが逆方向に回転することで生じる捩れ変形の3種類の変形に大別した。そこで、要素試験は、曲げ試験、せん断試験、捩れ試験の3種類の試験とした。各試験の荷重-変形関係を図-8に示す。図には各接合部を模した解析結果も併せて示す。その結果、接合部の各変形を解析により精度よく評価出来ることを確認した。

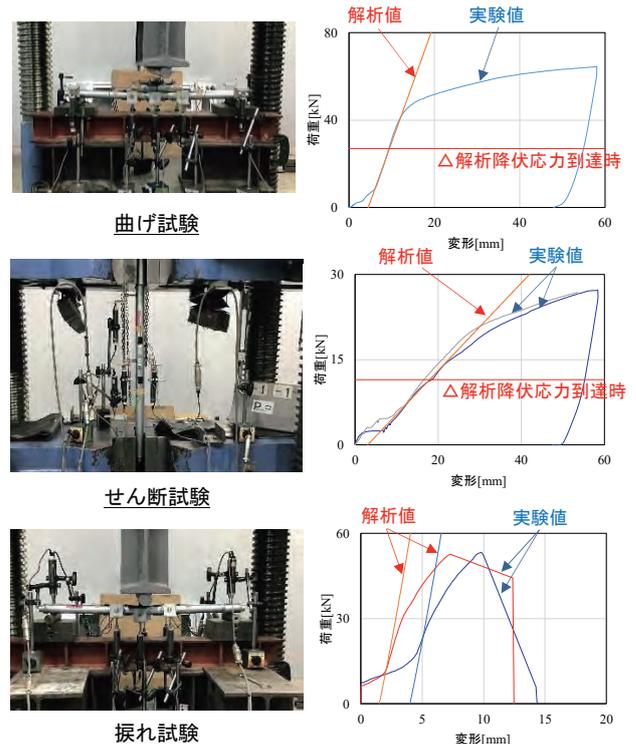
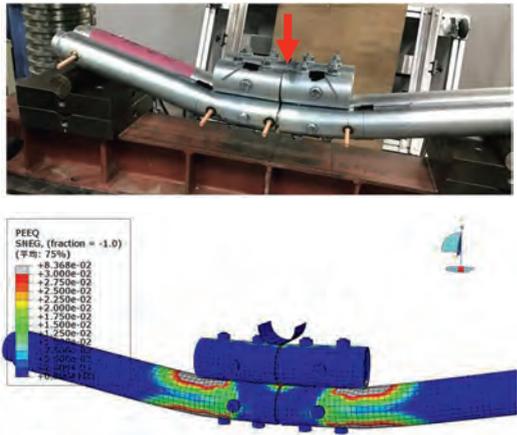
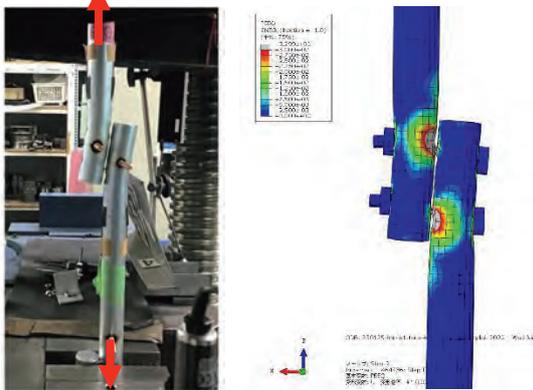


図-8 要素試験結果

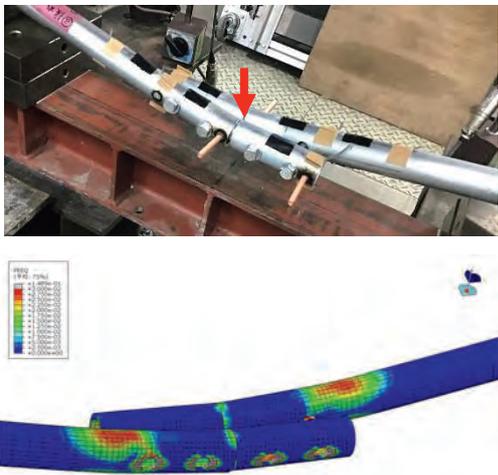
また、接合部に作用する曲げ応力は、鋼管だけでなくボルトや鋼管との接触により鋼管の内部に挿入した心金に伝達される。そこで、要素試験と併せてFEM解析を実施し、要素試験の再現性の確認や、心金を含む接合部周りの応力状態を確認することで、心金により接合部の剛性や耐力を高めることが可能であることを確認した。



FEM解析結果：曲げ試験



FEM解析結果：せん断試験

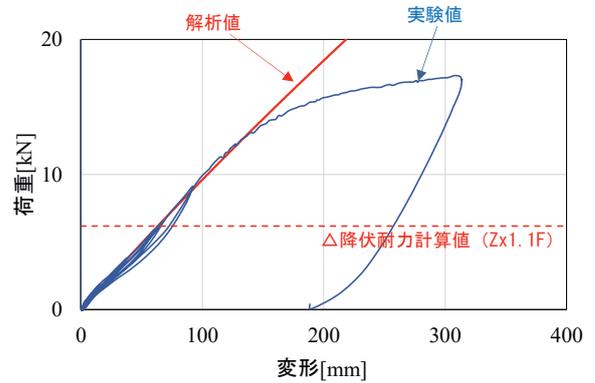


FEM解析結果：捩れ試験

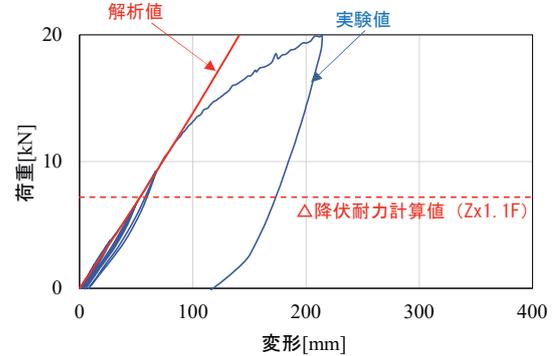
図-9 FEM解析結果

5.3 1ユニットの静的加力試験

3次元的に曲げられたユニットの変形性能を確認するために、1ユニットの実大静的加力試験を行った。加力方向は、圧縮、引張、水平(2方向)の計4方向とした。なお、実験に用いた試験体は、ユニットを2つ組み合わせた形状としている。ここでは、圧縮及び引張試験の荷重-変形関係を図-10に示す。図には解析結果も併せて示す。その結果、ユニットの変形性能を解析により精度よく評価出来ることを確認した。



圧縮試験結果



引張試験結果



圧縮試験状況

引張試験状況

図-10 圧縮・引張試験状況および結果

6. 風圧力の検証

6.1 検証概要

本ファサードの特徴として、鋼管と膜により構成されていることから全体の重量は非常に軽いことが挙げられる。一方で、ユニットの約半数に膜を張り、風を受けるデザインとなっていることから、風圧力に対する設計が構造安全性を検証する上で重要となる。そのため、たなびく様に膜を張ることで、どの程度の風を受け流すことが出来ているのかを把握することが、合理的な設計とするために重要であった。そこで、たなびく様に張った膜が受ける風圧力を詳細に把握するために、送風散水実験を行った。なお、雨による膜を透過する風量の変化や、たなびき方の違いによる風圧力の変化も確認するため、散水実験も併せて行った。

また、ファサードを建物に覆いかぶさるように配置していることから、ファサードと建物との間にも風が入りこむ。そこで、風によりファサードに生じる内圧と外圧を把握するために、縮小模型による風洞実験を行った。ここで、送風散水実験、及び風洞実験の概要を後述する。

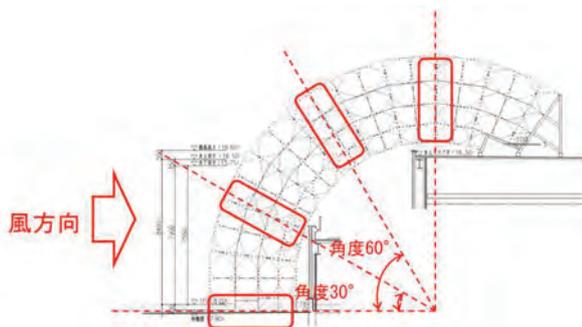


図-11 ユニットの地盤に対する回転角度

表-1 送風散水実験：実験変数一覧

試験No.	設置角度	風向	膜の有無	固定条件	散水有無
1	0	45	有	全周固定	無
2	0	45	無	—	無
3	0	45	有	半固定-A	無
4	30	45	有	全周固定	無
5	30	45	無	—	無
6	30	45	有	半固定-A	無
7	30	45	有	半固定-B	無
8	60	45	有	全周固定	無
9	60	45	無	—	無
10	60	45	有	半固定-B	無
11	60	45	有	半固定-C	無
12	90	45	有	全周固定	無
13	90	45	無	—	無
14	90	45	有	半固定-C	無
15	0	45	有	全周固定	有
16	0	45	有	半固定-A	有

6.2 送風散水実験概要

ユニットには膜の半周程度が固定され、部分的に膜が風にたなびくデザインとしている。さらに、アーチ状に積層していることから、ユニットの地面に対する角度も積層される段に応じて異なっている。また、膜を張らないユニットもある。そこで、膜の有無、膜の留め方(全周を固定する、または半周を固定する。半周を固定する場合については、ユニットに対する固定位置の違いにより3パターン)、ユニットの設置角度、風向を実験変数とし、送風散水実験を行った。なお、実験風速は、膜のたなびき方による風圧力の違いも確認するため、0m/s～45m/sとした。

実験結果は、膜をユニットの全周に固定した場合に対する風圧力の低減率(風圧力=全周固定時の風圧力×低減率)として評価した。その結果、ユニットの角度や風向に応じてばらつきは有るものの、低減率は最大で0.50程度であった。



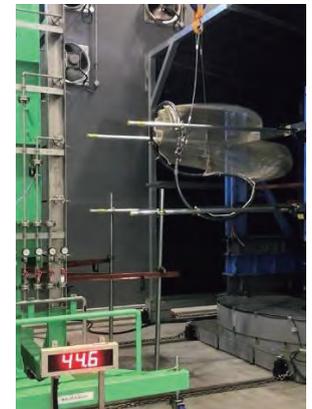
設置角度：0°
風向：45°
固定条件：全周固定



設置角度：0°
風向：45°
固定条件：半固定-A



設置角度：60°
風向：45°
固定条件：半固定-B



設置角度：90°
風向：45°
固定条件：半固定-B

写真-6 実験状況

6.3 風洞実験概要

1つのユニットに膜を全周固定した場合、水平投影面積に対する開口率は約33%となる。ファサードの形状を忠実に再現することは困難であったため、ファサードの外郭線内側のボリューム形状を作成し、それに直径2mm程度の孔を一定間隔で設けることで、ファサードの開口率を再現した。風圧測定点は、アーチの高さ方向分布やアーチ半径の違い、ファサード奥行方向の風圧力などを測定するため、約350点とした。また、風向は5°ピッチの72方向について行った。

なお、このファサードは建物の外部側も建物側も外気に直接解放されている。そこで、外部側と建物側とから作用する風力の差の時系列データを作成し、そのピーク値からピーク風力係数を求めた。

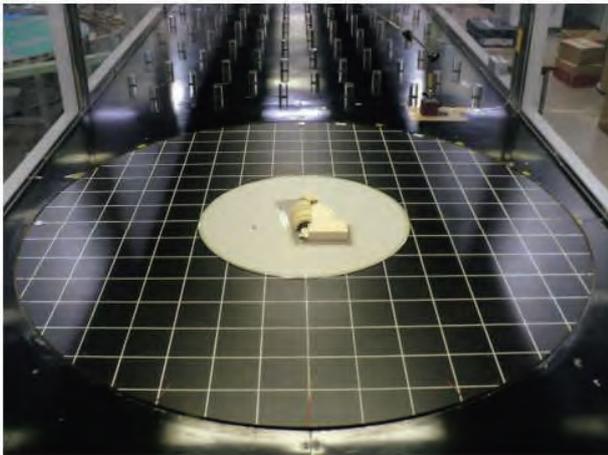


写真-7 風洞実験 (全体)

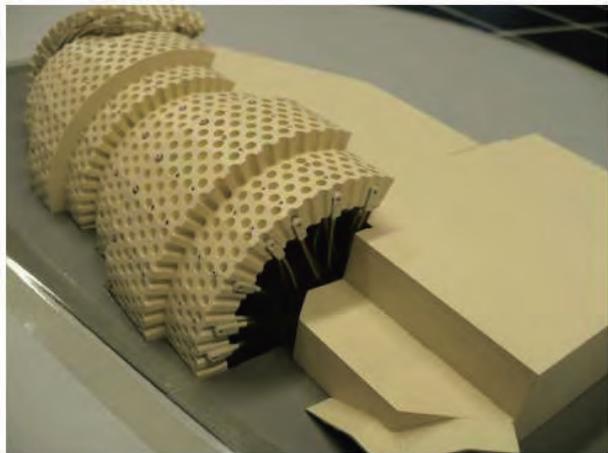


写真-8 風洞実験模型

7. 応力解析概要

7.1 ユニットのモデル化

ユニットは3次的に曲げられていることから、複数の節点によりモデル化を行っている。そこで、節点の分割数が解析結果に与える影響を確認した。ここでは、63分割の場合、604分割の場合の解析結果を示す。

解析の結果、ユニットに生じる最大軸力、最大曲げ応力、最大鉛直変形量はいずれも63分割の方が大きい値となったが、その差は最大で1.1%程度であったことから、ファサード全体の解析は63分割にて行うこととした。

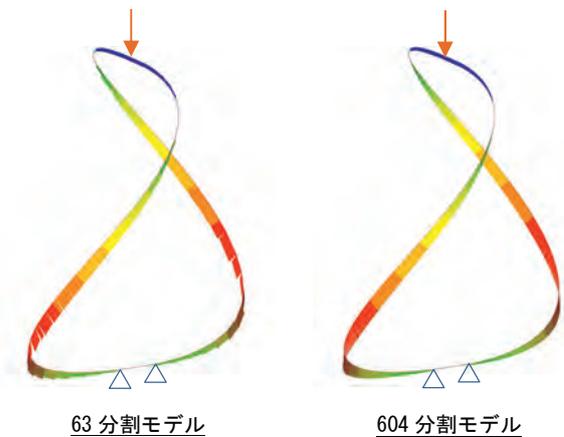


図-12 軸力分布

7.2 接合部のモデル化

アーチ奥行方向に連続するユニット間の接合部は、鋼管芯に設けた節点間に配置したばね要素で評価を行った。図-13に概念図を示す。本接合部における各方向のばね剛性は、ボルトの軸剛性、せん断剛性から導出して評価した。

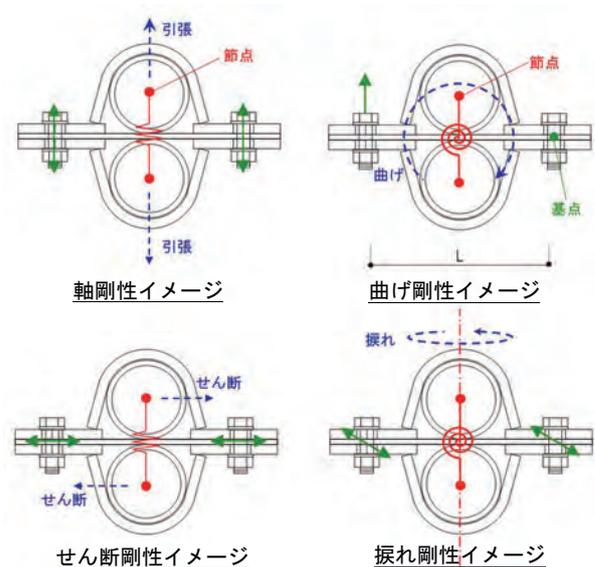


図-13 接合部のモデル概念図 (アーチ奥行方向)

アーチ方向に積層するユニット間の接合部は、心金両端と中央の3ヵ所に設けたばね要素で評価を行った。図-14に概念図を示す。x方向のばね剛性 (K_{Dx}) は、心金両端にモデル化したばねにより評価した。せん断剛性のうち、 K_{Dy} はボルトのせん断剛性にて評価をし、 K_{Dz} は接合部の要素実験により確かめられたせん断剛性により評価した。これは、接合部のせん断変形によりボルトに作用した引張力に起因する変形増分や、ボルト孔近傍の鋼管へのボルトのめり込みによる変形増分をせん断剛性の低下率として評価するためである。同様に、 K_{Rx} も要素実験により得られた回転剛性により評価をした。なお、 K_{Ry} は心金両端にモデル化した軸ばねにより評価することとし、0Nmm/radとしている。また、 K_{Rz} は、フレーム断面の検討時には、ボルトが鋼管の中央に1列に並ぶことからピンとしたが、鋼管の回転によりボルトに作用する局所的な応力を評価するために、ボルトの検討時には剛として評価した。

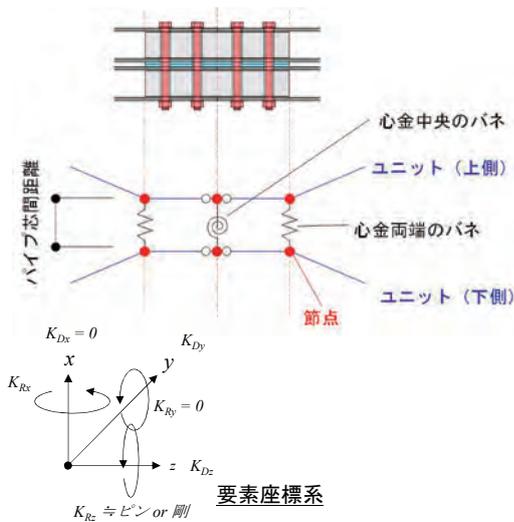


図-14 接合部のモデル概念図 (アーチ方向)

7.3 全体解析結果

上述のように各ユニット及びユニット間の接合部をモデル化した全体解析モデルにて、ファサード全体の解析を行った。

解析は、長期荷重、地震力、風圧力について行い安全性を確認した。なお、地震力は、アーチ方向、アーチ奥行方向のそれぞれ正負の4方向、風圧力は、アーチ方向、アーチ奥行方向のそれぞれ正負4方向に加え、吹き上げ力を2ケースの計6方向に対して行った。また、ファサード自体が外部に露出していることから、温度応力解析も行っている。さらに、建物とファサードの基礎を分離し

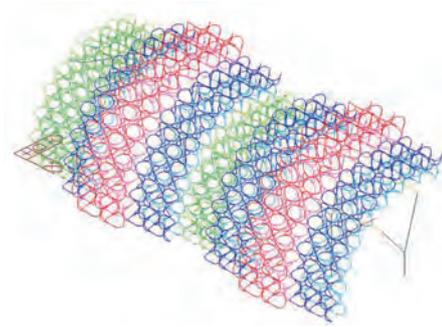


図-15 全体解析モデル (西面ファサード)

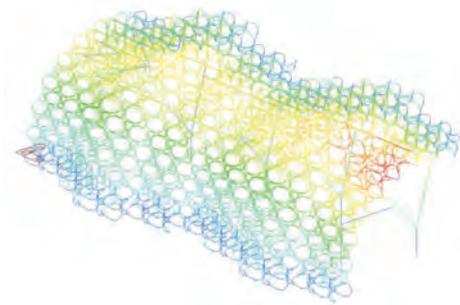


図-16 自重に対する鉛直変位図 (西面ファサード)

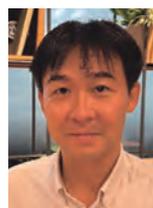
ていることから、不同沈下に対する解析も行い、安全性の確認を行っている。

8. まとめ

2025年日本国際博覧会のパビリオンとして、パビリオンのテーマを表現する有機的なデザインであるファサードに対して、構造デザインを融合し、各種実験により構造性能を検証しながら、構造安全性の検証を行った。

計画当初より、誰もが手探りで計画を進める中、建築主を始め、設計関係者や建築関係者、メーカー担当者、実験関係者など、多くの方々に協力して頂き、様々な意見・知見を結集することで、本ファサードの実現に至ることが出来た。プロジェクトに関わった全ての方に感謝の意を表す。

【執筆者】



*1 三井 達雄
(MITSUI Tatsuo)



*2 山口 温弘
(YAMAGUCHI Atsuhiko)

当施設の建築技術安全審査は、(一財)日本建築総合試験所が実施しました。

Blue Ocean Domeの構造設計

Structural design of blue ocean dome

伊藤 潤一郎*1、滝口 雅之*2、筑帛 啓太*3

1. はじめに

本プロジェクトは2025大阪・関西万博の企業パビリオンとして建てられるブルーオーシャンドームで、建築は坂茂建築設計である。建物規模は約2500m²の1階建てである。構造設計はArup、紙管の実験は東京電機大学の笹谷研究室、CFRPの実験は豊橋技術科学大学の松本研究室、竹集成材の実験は滋賀県立大学の陶器研究室にて行った。

2. 構造概要

敷地は埋め立て地であり、万博協会からは「2.5m以上の掘削禁止」および「地盤沈下への配慮」が求められている地盤だった。平板載荷の結果から地耐力は50kN/m²以上が確認できたが、20mまたは40mスパンのドームを杭なしで実現するには軽量の構造躯体が必須であった。そこで3つの新素材を採用した。1つ目は紙管のドームであり、これまで紙管を構造材に用いた建築事例は国内で3件しか存在しない。次にCFRP（炭素繊維強化プラスチック）のドームである。CFRPは旧建築基準法38条が有効であった時期に東レ株式会社が屋根の2次部材として実現した例が2件ある。しかし、今回のように水平力を負担する主架構として実用化されるのは、国内では初めてとなる。3つ目は、竹集成材を利用したドームだ。竹集成材を利用した建物を国内で実現した例はなく、強度も特性も明確ではなかった。各ドームは基礎を含めエキスパンションジョイントによって独立したドームとした。

3. 基礎

一般的な建築では上部構造がRC・鉄骨・木造にかかわらずコンクリートを使用した基礎とするケースが多い。これは基礎の耐久性と地盤沈下に対する不等沈下対策、浮き上がり防止などが理由となる。今回は、万博終了後に移築することを前提としていることから、鉄骨基礎を採用した。鉄骨基礎梁と板厚75mmの鋼板による構成である（図-1）。接地圧を削減させるためには鉄骨基礎は大きなメリットを持つが、建物は滑動や浮き上がりにも対応できるように設計する必要がある、バランスが重要である。浮き上がり・滑動を考慮し、鉄骨鉄板基礎の上に土を500mm程度乗せる計画とした（写真-1）。

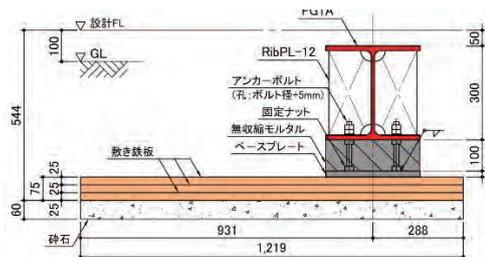


図-1 鉄骨基礎詳細図



写真-1 鉄骨基礎 施工状況

*1 ITO Junichiro : Arup

*2 TAKIGUCHI Masayuki : Arup

*3 TSUKUHIJI Keita : Arup

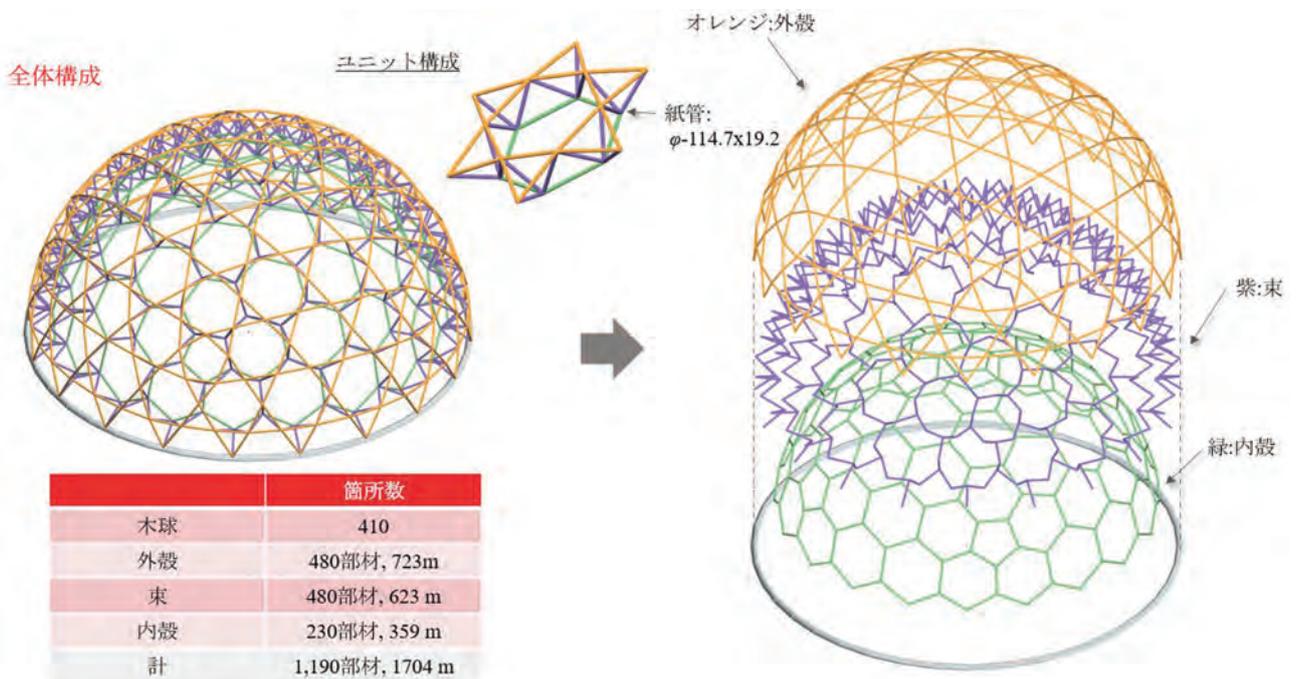


図-2 紙管ドーム 部材構成図

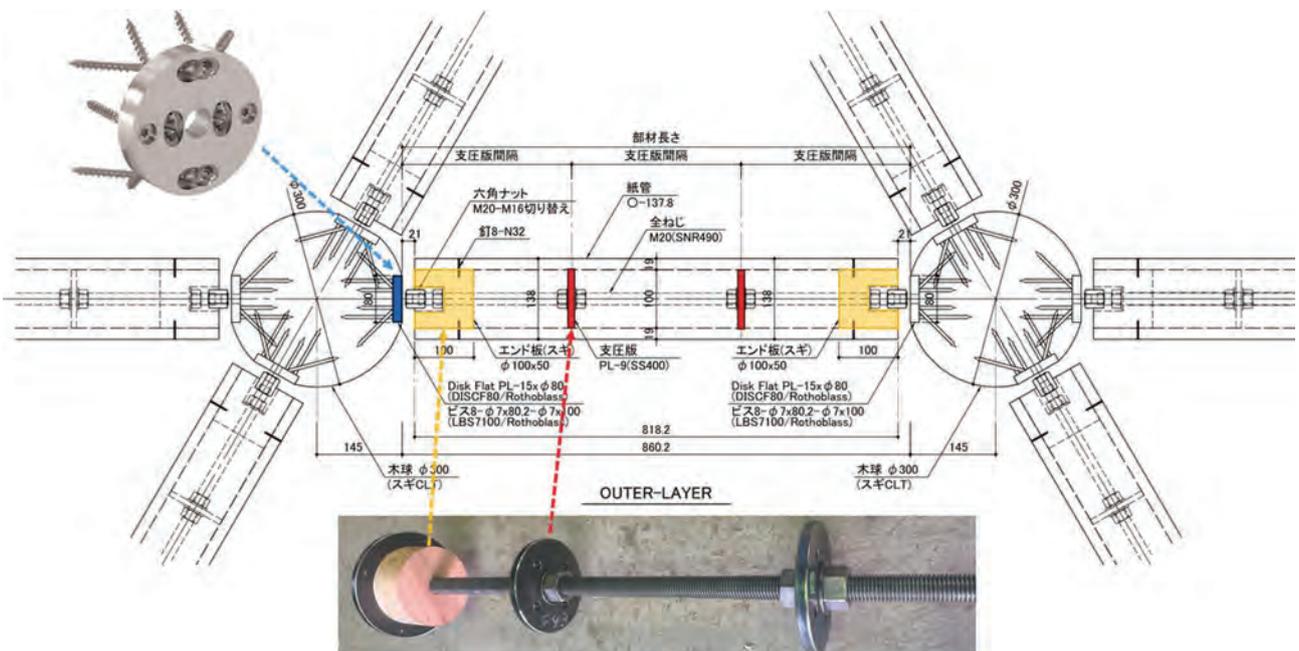


図-3 紙管ドーム 部材詳細図

4. 紙管ドーム

紙管は坂氏が過去に数多くの実証実験を行っていることから、その構造的特性は理解できていた。紙管は100%再生紙によって作られることから、環境配慮の側面では最高レベルである。しかし、大スパンを実現するうえで問題となるのは、紙管の耐力が低い点である。圧縮耐力が木材のおよそ1/10程度しかない。今回は長スパン化を目指しダブルレイヤーのノード型トラスアーチ屋根で20mスパンを実現することとした。

ジオメトリーは外殻を三角形+六角形、内殻は六角形としている。20mスパンをトラス構成としても紙管で構成させることは容易ではなく、紙管内部に13mmまたは16mmの鉄骨を挿入し、紙管が座屈補剛として機能する構成とした(図-2, 3)。紙管を直接構造材としなかった理由は、紙管は湿度に敏感で、湿度変化による伸縮応力で紙管自体が大きな応力を受けるためである。接合部(木球)は実験の結果CLTを採用した。1970年の大阪万博お祭り広場で採用されたノード型トラスの2025

年版と考えている。木球には様々な方向から応力が加えられるため、素材の選択に頭を悩まされた。実験の結果、CLTのみが必要強度を満足できたため、木球はCLTを利用し、鉄骨との接合部は斜めビスを多用したディスクフラット (Rotho Blaas社) を使用している。東京電機大学の笹谷研究室には紙管の材料実験、紙管と鉄骨のハイブリッド部材の圧縮耐力試験、CLT接合部の引張試験(写真-3)、CLT接合部のせん断試験を依頼した。

紙管の材料実験の結果を表-1に示す。引張強度は実験をするのが困難かつ、純引張を期待する部材がないため、圧縮耐力と同等とした。曲げ強度は 18N/mm^2 と木に近い耐力を示す(表-1)。ヤング係数は木の半分以下である。紙管は原紙と呼ばれる紙の強度によって左右されるが、過去の知見からSTKという原紙を採用している。紙管の特徴は湿度に対して敏感であるということである。図-4に含水率と紙管軸方向の寸法変化率を示す。平均的な含水率が8%程度とした場合、含水率が1%変化すると長さが0.1%変化する。これは構造部材として設計するにはかなり大きな変位である。このことから、ドーム構造のような閉鎖した軸力系の構造計画に適していないと判断し、紙管は座屈補剛として役割をもたせ、

軸材に鉄骨を配置した。

座屈補剛としての紙管の利用も初の試みである。日本においては座屈補剛ブレースが多くの建物で採用されており、多くの知見がある。重要なポイントは紙管が鉄骨の座屈力に対して耐えられるか、剛性が十分かということであった。最終的に紙管114mm+鉄骨13mm、紙管137mm+鉄骨16mmという組み合わせで圧縮耐力試験を行った。結果として、@300mm以内に支圧版を配置した試験体においては、鉄骨の理論耐力と同等以上の性能を発揮できることを確認した(写真-2)。

木球の実験はCLTか超極厚合板の2パターンで耐力検討を行った。超極厚合板は、面内方向の耐力が高いと予想し実験を行ったが、結果として、面外方向の耐力が想定以上に低いことが明らかとなった。CLTについても面内耐力より面外耐力のほうが小さかった。しかし、CLTの面外耐力は設計応力より十分に大きいことが明らかとなったことから、木球はCLTを使用することとした。

5. CFRP ドーム

CFRPは、鉄を上回る強度を持ちながら、重量は数分の1に抑えられるという特性を有する素材である。一方、



写真-2 紙管ドームの部材実験 (左から紙管曲げ実験・圧縮実験・部材圧縮実験)



写真-3 紙管ドームの木接合部実験 (左: 極厚合板 (不採用)、右: CLT (採用))

表-1 紙管の材料強度

	F値 (N/mm^2)	長期 (N/mm^2)	ヤング係数 (N/mm^2)
圧縮	8.88	2.73	2.19
引張	8.88	2.73	
曲げ	18.37	5.65	
せん断	3.47	1.07	

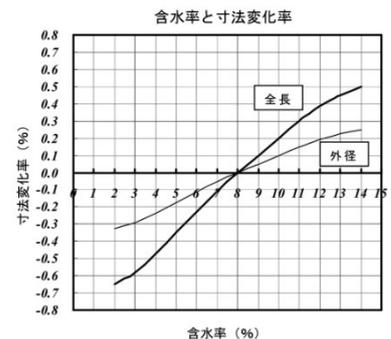


図-4 紙管の含水率と寸法変化率

構造構成

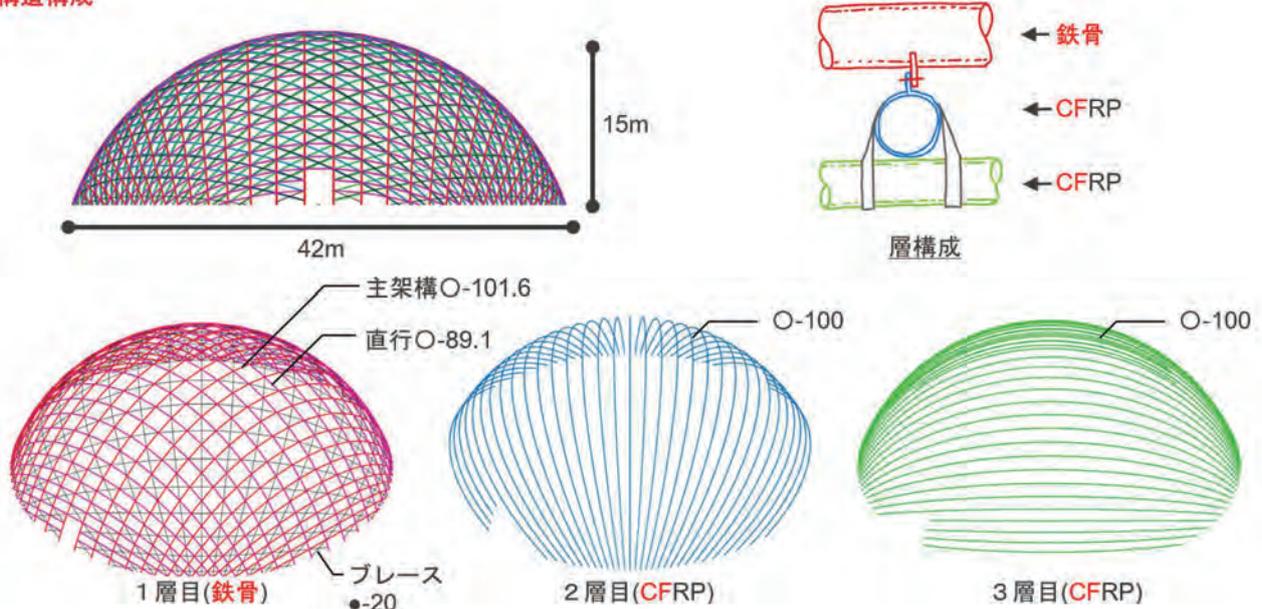


図-5 CFRPドームの部材構成

建築用途での利用が難しい理由としては、耐熱性の低さが挙げられる。火災時の高温環境における構造耐力の低下に加え、空調が困難なドーム型建築などでは、室温の上昇によっても同様の影響が生じる可能性がある。そのため、設計時には温度変化に伴う耐力・剛性の低下を考慮する必要がある。CFRPは素材耐力が明確でないため、東レ・カーボンマジック株式会社に素材実験を、豊橋技

術科学大学の松本研究室に部材実験（曲げ・圧縮・座屈）と接合部の実験を依頼した。

素材実験の結果を表-2に示す。引張強度が最も大きく、曲げ強度と圧縮強度は同等となる。CFRPは断面構成により耐力が変化するため、設計強度に対して十分な剛性・耐力が得られるかどうかについて逐次素材実験が求められる。最終的な積層構成を表-3に示す。素材実

表-2 CFRP素材耐力

	F値 (N/mm ²)	長期 (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)
圧縮	486	162	84.37
引張	683	228	
曲げ	486	162	
せん断	20	7	

表-3 CFRP層構成

2 (0/90)方向炭素繊維クロス材	TORAY
1 方向炭素繊維NCF材	CHOMARAT
2 (0/90)方向ガラス繊維メッシュ材	CHOMARAT
1 方向炭素繊維NCF材	CHOMARAT
2 (0/90)方向炭素繊維クロス材	TORAY

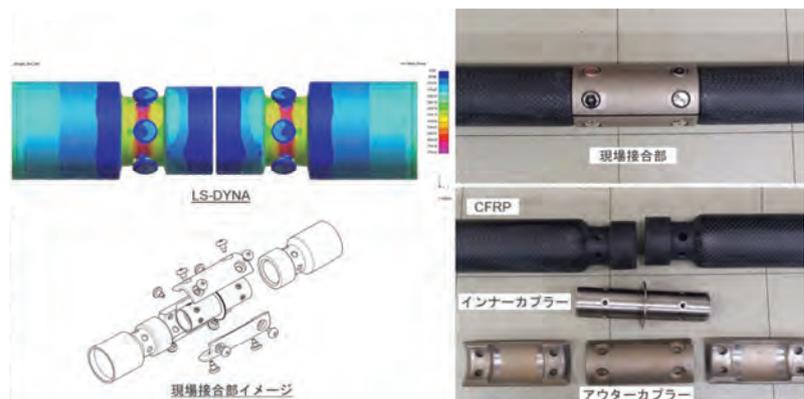


図-6 CFRPドームの接合部構成イメージとFEM解析



写真-4 CFRPドームの部材実験および接合部実験

験を行った後、素材実験の耐力と同等以上の耐力が部材で得られることを確認するため部材実験を行った。また、接合部にはカプラーによる支圧接合を採用した。その剛性および耐力を確認するため、接合部試験も実施している(写真-4)。

接合部についてはCFRPに適し、移築が可能な案とする必要があった。CFRPは繊維で構成され、樹脂で成形されていることから摩擦接合を採用することが難しい。最終的に、せん断力伝達のためのインナーカプラー、軸力伝達のための3枚のスプライスプレートで構成された継ぎ手を採用している。

CFRP同士はベルト接合により一体化されており、接合部の滑り耐力を確認するための試験も実施した。40mスパンのドームでありながら、鉄骨は 15kg/m^2 、CFRPは 4kg/m^2 と超軽量で設計できたことはCFRPという材料の特殊性が表れていると考えられる。

6. 竹集成材ドーム

竹を利用した建築は東日本大震災の後に滋賀県立大学の陶器先生によって2件実現されている。竹は四国や九州地方に広く分布しているが、適切に管理されていないケースも多く、資源としての有効活用が求められている。また、竹は油分を多く含むことから一般的な集成材のようにフィンガージョイントにて板継ぎをするのが極めて困難である。最終的に本プロジェクトは万博終了後に移築する予定であることから、接合部はすべて機械式とすることを条件とした。2m程度の1方向曲げ集成材を作り、機械式継ぎ手により竹を連結させる計画である。竹集成材の実験は滋賀県立大学の陶器研究室が行い、ヤング係数・比重・各種許容応力度を定め、接合の実験も行った。

構造の構成は3方向で6層のアーチ構造とした。集成材の断面は厚さ48mmで幅185mmである。一般的な木断面の場合、105mmや120mmのような断面が最小となるが、竹は1枚のラミナが幅20mm、厚さ4mmと非常に小さく、更に、材料が非常に高価であるため、接合部や応力・座屈の検討を行い、最小断面を採用した。集成材を6レイヤー積層させ、隙間ができる部分には束を挿入している。2m以上の竹集成材をフィンガージョイントで作ることを試みたが、竹は油分を多く含むことから接着方法に問題があることが分かった。そのため、1方向曲げで長さ2mの竹集成材を作り、現場で継ぐ方式を採用した。接合部の剛性も重要となるため、実験にて接合部の剛性を確認して、解析モデルに反映している。



写真-5 1方向湾曲竹集成材製作過程



写真-6 スリット加工-1



写真-7 スリット加工-2



写真-8 鋼板挿入



写真-9 接合部モックアップ



写真-10 竹集成材の材料実験

竹の材料実験の様子を写真-10に示す。竹集成材は引張耐力が最も高く、曲げ耐力・圧縮耐力という順番で耐力が低下していく。当初竹に含まれる節により耐力が低下すると考えていたため、節の有無による耐力低下についても検討を行っている。竹の材料実験方法はISOにて規定されているが、実験がうまくいかない方法もあり、適宜木の実験手法を織り交ぜながら進めた。マディソンカーブに対する差を確認する必要もあり、半年以上に及ぶ実験を行った。

7. 性能評価

性能評価はGBRCに依頼した。建物の完成期限や多数の実験量を踏まえ、事前協議は半年以上にわたった。GBRCの協力を得られたことで、実験内容および評価方法の検討も円滑に進めることが出来た。

8. 現場

現場では各ドームが実際に施工的に問題ないか、各部ディテールが構造・意匠的に満足できる状態にあるかを詳細に検証した。紙管ドームについては木球同士を紙管部材で緊結するが、端部がねじ式となっているため、許容誤差が非常に少なく、設計図通り建て方が出来るかの検証を行った。CFRPについては1層目の鉄骨パイプ分岐接手に対して溶接技量付加試験を行った。鋼管は100φ程度と小さく、裏当てを設けられない。一方で、接合部には曲げモーメントおよび軸力が発生するため、設計応力に対して十分な健全性を担保する必要がある。そこで、本構造ではほぼ完全溶け込み溶接を採用し開先を設け、裏なみがでる溶接とした。2層目と3層目のCFRPはベルト接合とした。間にピンを配置することで局部応力の低減を図り、パイプに発生する力を受け流すことが出来るような適度な強度・剛性を持つ接合部を目指した。CFRP間に滑りが生じるため、滑り耐力の向上を目的として、接合部にゴムを挟んだ。ゴムの種類によって、耐力および剛性がどの程度変化するかを確認した。



写真-11 CFRPドーム モックアップ



写真-12 紙管ドーム モックアップ



写真-13 竹集成材ドーム モックアップ

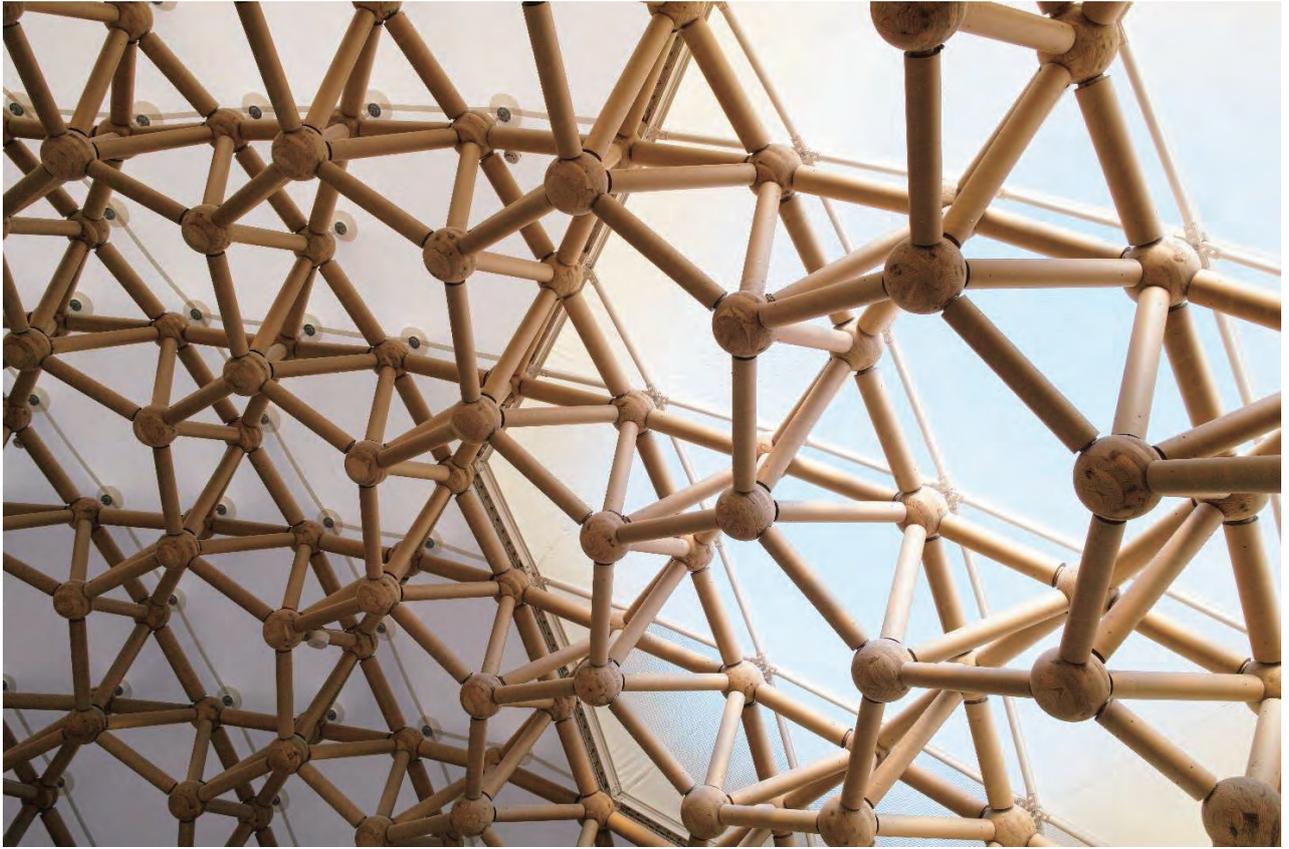


写真-14 紙管ドーム 内観



写真-15 竹集成材ドーム 内観



写真-16 建方中写真

9. まとめ

建築は新しい分野を取り込みつつ、環境へ配慮した建築の実現に舵を切り、構造についても環境配慮型デザインが重要視されている。新たな試みを行う場合、どうしても法律という壁が存在し、容易に実現出来ないことが実情ではあるが、本件のように大学と共同で多くの実験を行い、性能評価を経て新しい可能性を示すことも可能である。本プロジェクトは万博完了後にモルディブに移築することが決定している。CFRPは炭素繊維で構成されている。軽量の部材で構成することは移築時に発生するCO₂を削減することも可能となることを期待している。



写真-17 紙管ドーム建方中

【執筆者】

*1 伊藤 潤一郎
(ITO Junichiro)*2 滝口 雅之
(TAKIGUCHI Masayuki)*3 筑舘 啓太
(TSUKUHIJI Keita)

写真-18 竹集成材ドーム建方中

当施設の確認検査及び建築技術安全審査は、(一財)日本建築総合試験所が実施しました。

森になる建築

～生分解性樹脂を構造材として利用した大型3Dプリント仮設建築～

Foresting Architecture

～Large-scale 3D printed temporary building using biodegradable resin as a structural material～

濱田 明俊*1、増田 寛之*2、内山 元希*3、渋谷 朋典*4、杉本 涼太郎*5

1. はじめに

本建物は、大阪・関西万博（以下、万博）会場内に設置される休憩所を建設するプロジェクトである（写真-1）。生分解性[※]を有する酢酸セルロース樹脂を用いた、地球環境に配慮した建築物であり、単一素材の生分解性樹脂による世界最大の建築物としてギネス世界記録に認定されている。建設に際し、3Dプリンターによる大型一体造形に挑戦し、この度万博会場内に構築するまでの過程について、ここに報告する。なお、本建物は万博会期中にのみ利用する仮設建築物として、下記項目について構造安全審査を受審し、建築確認を受けている。

- ・酢酸セルロース樹脂の基準強度等の設定について
- ・3Dプリントの施工条件による影響について
- ・使用期間を考慮した外力の設定について¹⁾

※) 生分解性・・・微生物の働きにより、分子レベルまで分解し、最終的には二酸化炭素と水となって自然界へと循環していく性質



写真：増田好郎

写真-1 建物外観

2. 建築コンセプト

万博の会期は半年間と短く、建築物の安易なスクラップ&ビルドが莫大な廃棄物を生んでいることへの問題意識から、会期後も踏まえた本建物の建築としての寿命をデザインすることが重要であると考えた。そこで、パビリオンが種となり、万博会場に森をつくるリジェネラティブな「森になる建築」を構想した。図-1に森になる建築の概念図を示す。生分解性材料でできた建築物に、植物の種をすき込んだ和紙 (Seeds Paper) を貼り付け、水やり等人の手が介入することによって、その種が芽吹き、成長する。月日が経つと、建物はバクテリアによって分解され、成長した植物により倒壊し、やがて森になる建築である。

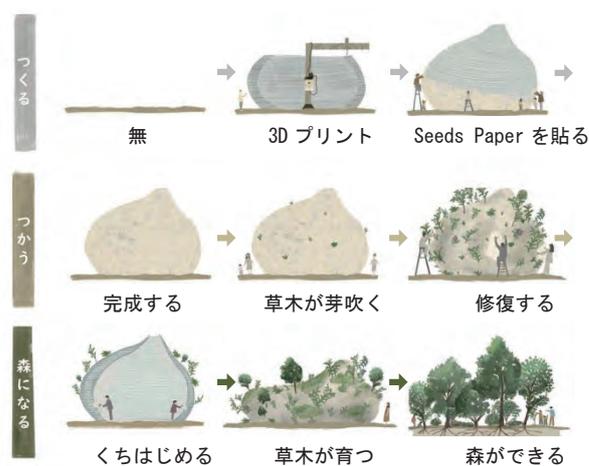


図-1 森になる建築の概念図「建築の九相図」

*1 HAMADA Akitoshi : (株)竹中工務店大阪本店設計部
*2 MASUDA Hiroyuki : (株)竹中工務店大阪本店設計部
*3 UCHIYAMA Motoki : (株)竹中工務店大阪本店設計部
*4 SHIBUTANI Tomonori : (株)竹中工務店広島支店設計部
*5 SUGIMOTO Ryotaro : (株)竹中工務店大阪本店設計部

3. 建築計画概要

表-1に建築概要を、図-2、図-3に建物配置図及び断面図を示す。本建物は直径4.65m、高さ2.95mの半球状の建物であり、天井には直径約1.3mの穴のあいた形状を有している(写真-2)。外装材は構造材が兼ねており、表面には和紙職人や福祉作業所で作られた和紙に加え、紙すきイベントにより子どもたちが作った種入りの手すきの紙を貼っている。また、植物の種が育つ基盤として壁内部に土を設け、灌水設備により土の中に水を与えている。内部土間は三和土とし、酢酸セルロース樹脂で作成したベンチを外壁際に設置している。

また、万博の会期中に夏を迎えることから、酢酸セルロース樹脂で作られたダクトを用いたクールチューブやベンチ内に設けた氷室(氷は毎朝取替える)により、休憩所としての機能を維持するための工夫が施されている。

4. 構造計画概要

4.1 上部構造

上部構造の構造体形状俯瞰図を図-4に示す。構造材には生分解性を有する樹脂の一種である酢酸セルロース

表-1 建築概要

所在地	大阪市此花区夢洲内、大阪・関西万博会場
用途	休憩所(仮設)
建築面積	31.29㎡(2棟の合計)
延床面積	31.29㎡(2棟の合計)
最高高さ	2.95 m
階数	地上1階
構造種別	酢酸セルロース造(耐震構造)
工期	2024.8~2025.4(プリント:2024.8~10)
設計・施工	(株)竹中工務店

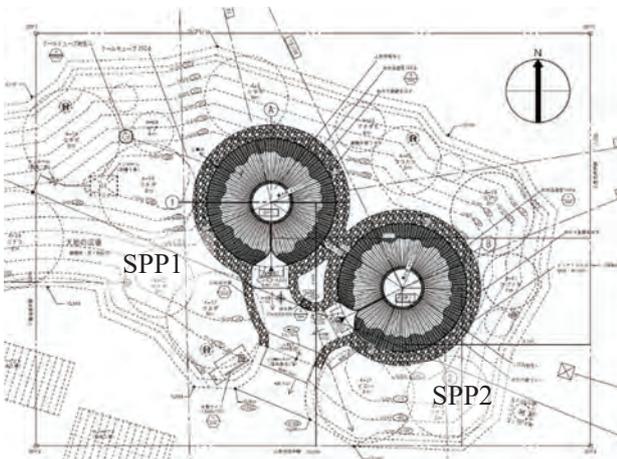


図-2 建物配置図

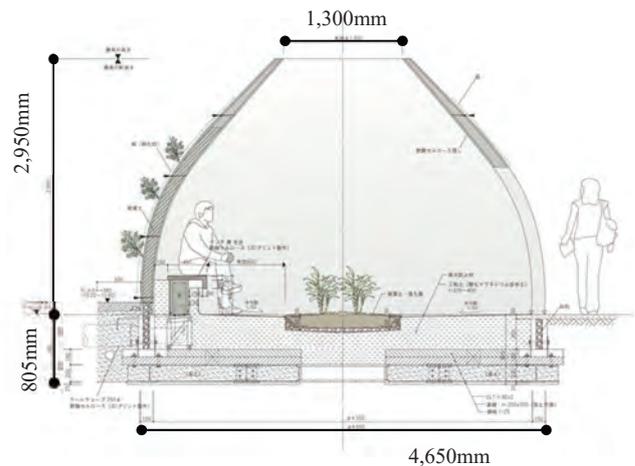


図-3 断面図

樹脂を採用し、熱融解による大型3Dプリンターによる一体造形(一筆書きにより頂部まで造形を行う)できる断面とすることで接合部のない構造を実現している。

酢酸セルロース樹脂は生分解性プラスチックに分類され、基本的にはプラスチック(合成樹脂)と同様の性質を有している。引張強度が比較的小さく、脆性的な破壊挙動を示すことから、荷重分散効果が高く、少ない体積で効率よく荷重を負担することが可能なシェル構造を採用した。一方、当樹脂はペレット状の材料を一度高温にしてゴム状となって出力された後、常温まで冷やされることで固まる際に熱収縮を起こすため、建物形状が全体に小さくなるような変形を生じてしまう。そのため、壁の面外方向にも剛性が必要であったことから、壁厚を大きくして円周方向にトラス状となる断面の壁(最下層の壁厚は約180mm)とした(写真-3)。大型造形の場合、後述の通り熱収縮による内部応力は無視できないほど大きいと、一定間隔で一体造形を中断して目地を設けることで内部応力を解放し、熱収縮の影響を緩和している。また、半球上の構造物を造形した後に、グラインダーを用いた切削によって開口部を設けている。

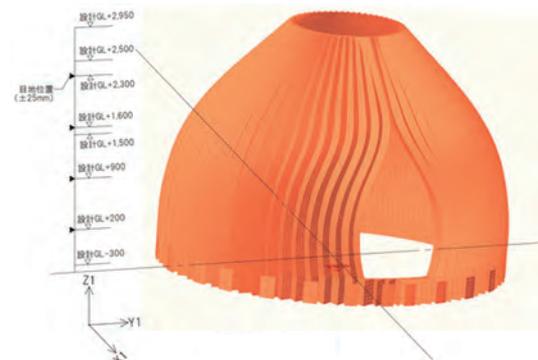


図-4 上部構造の構造体形状俯瞰図



写真-2 内部空間



写真-3 構造壁の断面形状

4.2 基礎構造

基礎は、ロボットアーム稼働時の反力を受けること、万博会期後に自社の保有林に移設することを想定し、万博リングの仮設材をリユースしたH形鋼(H-200×200)による直接基礎とした。3Dプリンターのベッド面となる部分にはCLTを採用した。上部躯体と基礎とはアングルを介して普通ボルトで接合しており、上部躯体とアングルは貫通ボルトにより固定している(図-5)。上部躯体と貫通ボルトとの接触面には局所的な応力が作用することから、上部躯体側の壁には30mmの増厚を行っている(写真-4)。また、風荷重時や地震時に生じる引抜力に抵抗するため、CLT板の上に厚さ400mmの土をカウンターウェイトとして設けた。

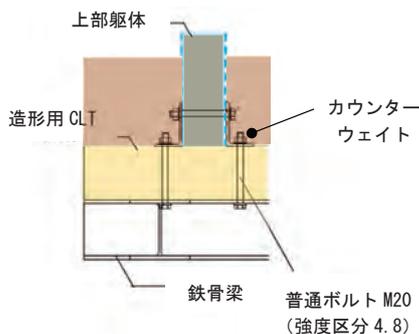
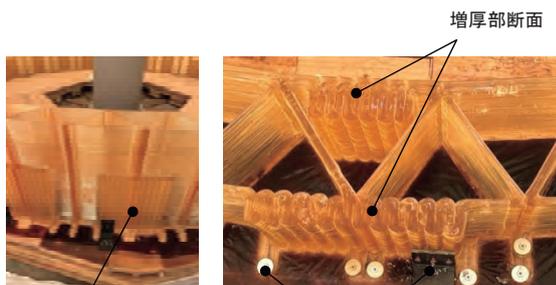


図-5 基礎のディテール



増厚部

造形時の収縮を抑えるためのビス留
写真-4 基礎増厚部

5. 技術的な課題

5.1 材料の選定

コンセプトの実現に必要な生分解性材料の選定は、万博での実装化を目指すにあたって重要な課題であった。材料選定にあたって建築設計から求められた条件を下記に示す。

- ・植物由来の生分解性を有する
- ・光透過性を有する
- ・構造体として採用可能な剛性、強度を有する
- ・大型3Dプリント造形への適性を有する

材料の候補は一般に販売されているものや、開発中のものなどいくつかあったが、今回は市販のもので、かつ、当時ベンチ程度の3Dプリント造形に成功していた酢酸セルロース樹脂を採用した。

図-6に酢酸セルロースの分子構造を示す。酢酸セルロース樹脂は、主に木材や綿花などから抽出された非可食性植物由来のセルロースを原料とし、その水酸基を酢酸で化学修飾(エステル化)することで得られるバイオマス素材である。海水は土壌やコンポスト(堆肥)に比べて微生物が少なく、温度が上がりにくいなどの理由で、プラスチックの生分解は進みにくいとされるが、その中で酢酸セルロースは海水中においても生分解性が比較的高いとされている。

酢酸セルロース樹脂を3Dプリンターに活用する際には、樹脂の柔軟性を高め、加工を容易にするために微量の可塑剤を添加する必要がある。今回採用した3Dプリンター用の材料である酢酸セルロース樹脂フィラメント(写真-5)では、可塑剤も生分解性のあるものを使用している。

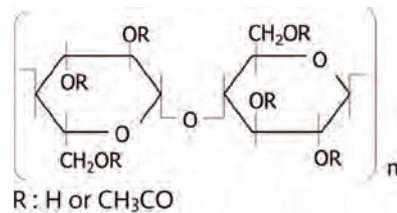


図-6 酢酸セルロースの分子構造



写真-5 酢酸セルロース樹脂フィラメント

今回採用した酢酸セルロース樹脂の基本特性を表-2に示す。材料選定にあたっては、材料の強度だけでなく、弾性係数（応力 - 歪関係）や温度依存性、耐候性、クリープ特性、吸湿性など様々な観点から判断した。とりわけ、酢酸セルロース樹脂は生分解性プラスチックの中でも耐衝撃性に優れ、ノッチ感度が低い（わずかな形状不連続点や傷から破壊しにくい）点も選定における重要なポイントであった。

表-2 酢酸セルロース樹脂の基本特性（代表値）

特性	値	試験方法・条件
引張強さ	: 42 MPa	ISO527
曲げ強さ	: 49 MPa	ISO178
曲げ弾性率	: 2,100 MPa	ISO178
密度	: 1.27 g/cm ³	ISO1183
ガラス転移温度	: 160~180℃	
線膨張係数	: 150ppm/K	
出荷時含水率	: 2,000ppm以下	

※上記物性値はドライ状態において射出成形した試験結果

5.2 大型造形のための3Dプリンター方式の選定

3Dプリンターの造形方式には光造形や粉末焼結等、様々な方法がある中で、前節で述べた材料に適したプリンター方式として熱溶解積層方式を採用した。また、プリンターシステムは、初期導入のしやすさや開発初期段階には決まっていなかった建物サイズに対する可変性などを総合的に判断し、ロボットアーム式を選択した。写真-6に当社技術研究所に導入した大型造形用3Dプリンターを示す。本3Dプリンターは6軸のロボットアームと温度調整コントロールが付いたスクリーン径30mmの押出ヘッドで構成されている。技術開発期間を十分に確保できなかったため、部材間にジョイントを設けない構造形式を可能とする3Dプリンターによる一体造形は、プロジェクトの実現に向けて必要不可欠な施工方法であった。



写真-6 技術研究所に導入した3Dプリンター

5.3 大型3Dプリント出力に関する検討

テストプリントを重ねていく中で、様々な課題が明らかとなった。以下に課題と対策について述べる。

①プリント時の樹脂温度および材料管理

酢酸セルロースはガラス転移温度が約180℃と他の汎用樹脂よりも高く、吸湿性のある材料である。本材料のプリント条件においては温度が高すぎる場合や保管条件が悪い場合、加温時点で吐出物が発泡することや内部で焦げ付くことによる吐出不良が確認できた。また、温度が低すぎる場合も粘度が高すぎて同じく吐出状況が悪化するため、非常にシビアな温度設定が求められた。

②層間結着力の確保

積層時に下層の温度が低下してしまうと層間結着力が小さくなり、構造体としての引張強度を満足しない事が明らかになった。そこで、構造体として必要な引張強度を有するための下面温度と下面温度の時間的変化を実験的に確認し、(ハロゲン)ヒーターを用いて、積層前に下面温度をヒートアップする事で、層間結着強度を高める方法を採用した(写真-7)。

③冷却時の材料収縮

プリントされた樹脂は、常温までの温度低下の過程で熱収縮が生じる。特に出力高さが高くなると熱収縮による平面位置のずれ量が大きくなっていくため、印刷を長時間停止すると、積層面がずれ、予定位置にプリントできなくなることが明らかになった。そのため、なるべく連続してプリントを続けることを前提とした24時間稼働する計画とした。ただし、不純物混入によるパスの品質低下の防止のため、計画的に停止、清掃を行うこととした。

④内部応力の解放

熱収縮により、積層するほどに内部応力が蓄積し、ある程度の高さになると内部応力が材料強度を上回ることで、円周方向に水平に割れが生じる現象が確認された。そこで、前項③の収縮も考慮の上、鉛直方向高さ700mm



写真-7 ハロゲンヒーターによる予熱

ピッチごとに円周方向に目地を設けることで、目地部の変形により内部応力を解放し、意図しない破壊を防ぐ計画とした。

⑤傾斜部の造形

傾斜部は階段状に積層することになる。ある程度の角度を超えると、プリント直後の樹脂が下層に支持されずに重力により沈み込んで想定した造形形状を保つことが困難となる。そこで、造形可能な角度を実験的に確認するとともに、最外層にある外壁面は非構造体とすることで、部分的に重力による沈み込みを許容する計画とした。

上述①～⑤の課題解決を行うことで、2024年4月末に実大モックアップの出力に成功し、2024年5月上旬に審査を予定していた構造安全審査前に、担当委員の先生方に実物を確認していただくことができた(写真-8)。



写真-8 実大モックアップの視察状況

5.4 基準強度F値の設定

3Dプリントされた材料は表面に層ごとの凹凸が生じる。この凹凸形状に由来する断面欠損または応力集中等の影響を受けることで強度が低下することから、3Dプリント材の積層方向の引張強度をもとにF値を設定した。

本材料のF値を設定するにあたっては、「CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル」²⁾に示される完全弾塑性モデルへの置換方法に準じて平均降伏応力度 σ_y を算出し、 σ_y に対して、「木質構造設計規準・同解説」³⁾を参考に、75%信頼区間に対する5%下限値を基準強度Fとすることとした。完全弾塑性モデルへの置換結果の一例を図-7に示す。なお、用いた引張強度は実大のモックアップから切り出した試験片によるものであり、試験体数は17体である。断面積の評価に当たっては、凹凸を有する断面であることから、凹部の断面積とした。

検討の結果、本材料の基準強度F値は8.31MPaを採用した。この数値は、今回想定した出力速度や温度環境といった施工条件下における引張強度である。

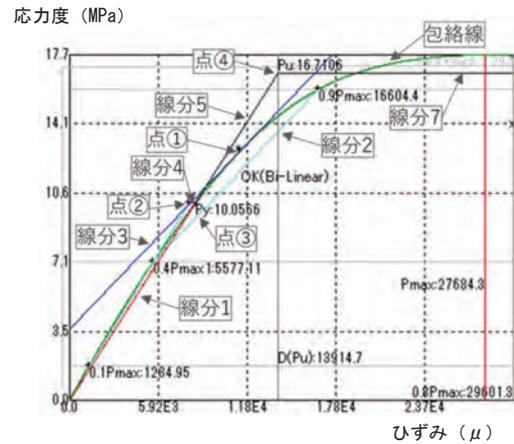


図-7 完全弾塑性モデルへの置換結果の一例

6. 構造設計上の工夫

6.1 材料特性に応じた構造計画の立案

4.1節でも述べたように酢酸セルロース樹脂はプラスチックに似た特性を有し、建築構造材料として使用された実績がないことから、個々の性質を把握するための材料試験を実施した。一例として、図-8に引張強度試験を、図-9に温度ごとの引張試験結果を示す。平時の室温23℃に対し60℃まで上昇すると最大引張応力度は43%、ヤング係数は27%低下することが確認できる。また、図-10に含水率別強度試験結果を示す。試験片は、屋外にて風雨、日照下で約4ヶ月間(2023.12~2024.4)暴露した大型試験体から切り出した。切り出した状態を「気中」試験片とし、他の試験片についてはそこから更に含水させた。

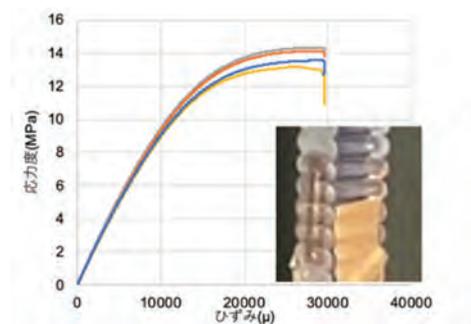


図-8 実機から採取した試験体の引張試験結果の一例

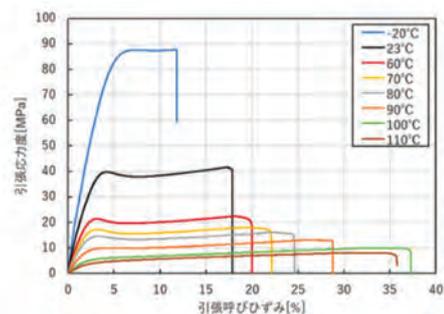


図-9 温度ごとの引張試験結果(射出成形による試験片)

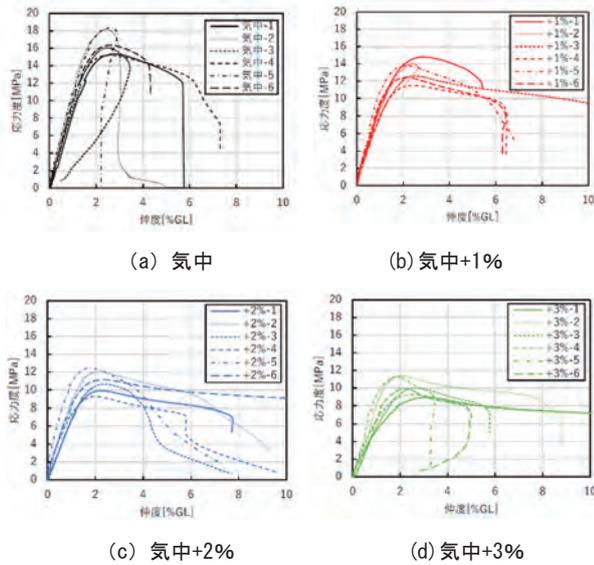


図-10 含水率別強度試験結果

得られた試験結果をもとに表-3に示す材料特性に応じた構造計画・設計方針とした。とりわけ、温度および含水による強度・剛性への影響が大きいため、表-4に示す低減係数 α を用いて部位ごとに、基準強度F値をもとにした下式により部材の許容引張応力度 σ 、許容せん断応力度 τ を設定した。

$$\sigma_{ai} = \alpha \times \phi_i \times F \dots\dots\dots (1)$$

$$\tau_{ai} = \alpha \times \phi_i \times F / \sqrt{3} \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 $\phi_L = 1/3$ ($i=L$:長期荷重用)

$\phi_m = 1.6/3$ ($i=m$:中期荷重用)

$\phi_S = 2/3$ ($i=S$:短期荷重用)

表-3 材料特性と設計方針

材料特性		設計方針
PVT 特性	冷却時に体積減少	トラス形状の断面 残留応力を考慮
温度依存性	高温時に剛性・ 耐力が減少	温度荷重の設定 高温時に剛性・耐力を低減
吸水性	湿潤時に剛性・ 耐力が減少	湿潤範囲を実験により確認 湿潤部の剛性・耐力を低減
耐候性	紫外線による劣化	2年間では強度低下無し 耐候層設定：外皮は非構造体
耐クリープ性	小さい	部材の応力度を抑えるため、 シェル構造を採用
生分解性	部材断面が減少	6ヶ月間では変化が無いこと を確認し、部材断面低減なし
破壊性状	脆性的	弾性設計
規格降伏点	なし	木質構造を参考に設定
層間結着強度	下部温度が低いと 強度が低下	下層を温めるヒーターの設置 出力速度を最適化し、層間結 着強度の低減なし

表-4 温度および含水による強度・剛性低減係数

(a) 常時土に接する部位

温度	低減係数 α			適用部位
	温度依存[a]	含水起因[b]	[a]×[b]	
25℃	0.98	0.60	0.588	・地下内外壁 (非構造体含) ・地上トラス
30℃	0.91	0.60	0.546	
35℃	0.85	0.60	0.510	・地上外壁 (非構造体) ・地上トラス
40℃	0.79	0.60	0.474	
45℃	0.73	0.60	0.438	
50℃	0.66	0.60	0.396	

(b) 常時土に接しない部分

温度	低減係数 α			適用部位
	温度依存[a]	含水起因[b]	[a]×[b]	
25℃	0.98	0.80	0.784	・地上内壁 (非構造体含)
30℃	0.91	0.80	0.728	
35℃	0.85	0.80	0.680	
40℃	0.79	0.80	0.632	

※内壁は灌水による温度制御を行うため、40℃までの設定とする

6.2 3Dプリント造形に応じた構造計画の立案

3Dプリンター樹脂造形は、一筆書きによる形状とする必要がある上、出力時の200℃近い温度から常温まで冷やされることにより、内側に熱収縮(体積減少)する性質を有している。そのため、壁の面外方向にも十分な剛性が必要であったことから、壁厚の内部にトラス形状の壁を設ける計画とした。図-11に断面計画図を示す。

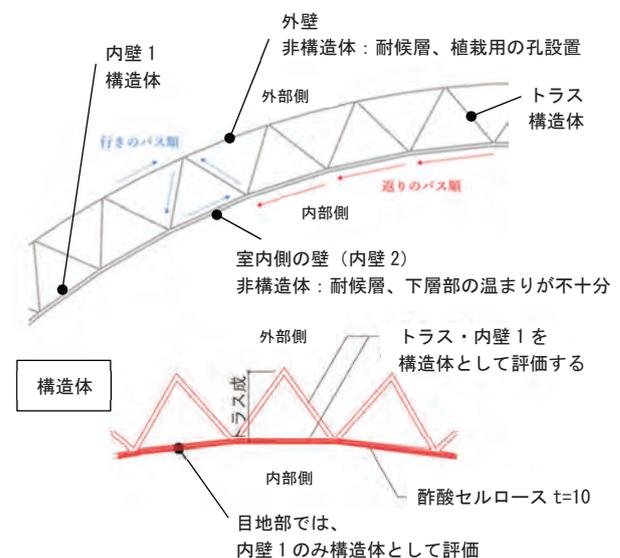


図-11 構造断面計画

前述した通り、大型造形における熱収縮の影響を緩和するために、鉛直方向高さ700mmピッチごとに円周方向に目地を設けており、目地部では図-11に示す「内壁1」のみを構造体として評価する構造計画としている。計画目地部における割れが「内壁1」まで進展することを防ぐために、写真-9に示す割れ制御金物（仮設材）を設け、目地幅が一定値以上にならない施工計画を採用した。



内壁1まで割れが進展しないよう、割れ幅を制御するための金物（仮設材）

写真-9 計画目地

6.3 荷重設定と構造目標性能

本建物は先に述べたように温度による影響が大きいことから通常の建物で設定する風荷重、地震荷重に加えて、温度荷重を「木質構造設計規準・同解説」に示される中期荷重として設定した。

温度荷重の作用荷重図を図-12に示す。地上部の南面半分は50℃で設定し、南面→北面、GL±0→GL+500mmへと段階的に温度を5℃刻みで下げて温度荷重を作用させている。地中に埋まる基礎部分は一律25℃で設定している。

本建物における荷重の組み合わせケースを表-5に示す。開口位置、温度荷重分布がそれぞれ異なることから2棟ごとに荷重を設定する必要があり、2棟それぞれに対して、建物中心から開口側を+X方向とし、X軸に対して

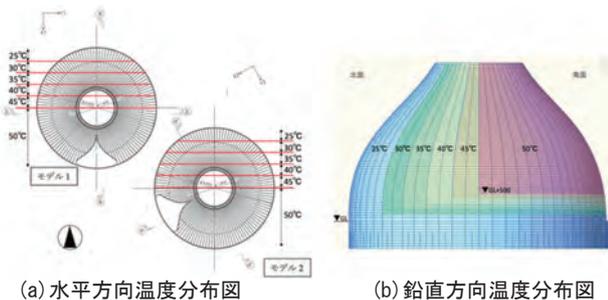


図-12 温度荷重の設定

時計回りに+45°、+90°（+Y方向）、+135°を荷重軸として設定した。なお、鉛直方向をZ方向と定義している。

表-6に構造目標性能を示す。表以外には、台風等によって設計荷重を超える風荷重に対しては、設計基準風速42.5 m/s時に許容引抜き耐力以下であることとした。

表-5 荷重の組み合わせ

No	荷重	荷重の組み合わせ		
1	長期	固定+土圧	-	-
2	中期	固定+土圧	温度	-
3~6	短期L1	固定+土圧	温度	地震 X, Y, 45°, 135°
7~10	短期L1	固定+土圧	温度	風 X, Y, 45°, 135°
11~14	短期L2	固定+土圧	温度	地震 X, Y, 45°, 135°
15~18	短期L2	固定+土圧	温度	風 X, Y, 45°, 135°

地震荷重¹⁾ L1 : C₀=0.12, L2 : C₀=0.60 風荷重¹⁾ L1 : V_s=26m/s, L2 : V_s=31m/s

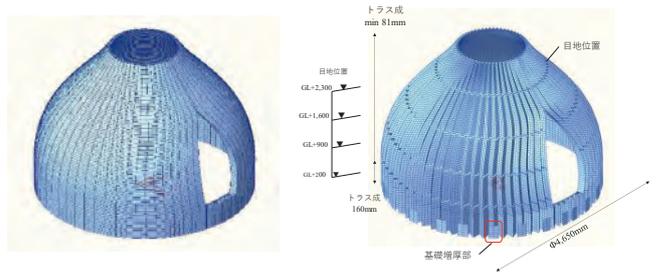
表-6 構造目標性能

荷重ケースNo		1	2	3~10	11~18
目	壁	部材応力	長期許容 応力以下	中期許容 応力以下	短期許容 応力以下
		層間 変形角	-	-	1/200 以下
性	基礎梁	部材応力	長期許容応力以下		短期許容応力以下
	能	基礎	部材応力	長期許容応力以下	短期許容応力以下
		支持力	長期許容支持力以下	短期許容支持力以下	

6.4 構造解析

解析プログラムには有限要素法汎用構造解析プログラムを用い、基礎との緊結部より上部をモデル化している。解析モデル図を図-13に示す。内壁、トラス、外壁をシェル要素でモデル化しており、1要素あたり50mm角程度の大きさとなるよう分割している。

6.2節に示す通り、構造耐力上評価するのは内壁1とトラス部であるため、外壁は剛性を1/1,000倍にしてモデル化している。また、目地をモデル化するにあたって、目地位置におけるトラスの剛性も1/1,000倍にしている。



(a) 非構造体含む

(b) 構造体のみ

図-13 解析モデル

解析モデル上は厚み10mmとしており、実際の出力上の凹凸はモデル化していないが、凹凸部の重量を考慮して比重を1.1倍とした。

基礎支点位置を増厚しており、増厚部の厚さは30mm、高さは300mmとしている。基礎増厚部のモデル詳細図を図-14に示す。また、図-15にモデルの支点位置を示す。支持条件はピン支持とし、内壁側・外壁側のそれぞれ25支点ずつ計50支点を設定した。

レベル2地震時および風荷重時に許容応力度設計とするため全部材弾性とする線形解析とし、材料のヤング係数は1,000 N/mm²とした。なお、温度荷重に対する検討については、応力算定時には剛性低下を考慮せず、変形算出時には剛性を低下させたモデルにより検討を行った。

荷重入力条件を表-7に示す。

断面検定用応力は各シェル要素におけるミーゼス応力の有効応力度 σ_v とし、下式によって算出する。算出式中の応力を図-16に示す。

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_{xx}^2 - \sigma_{xx}\sigma_{yy} + \sigma_{yy}^2 + 3\sigma_{xy}^2} \dots\dots\dots (3)$$

局所的な応力が生じている箇所については、周囲の応力状況を鑑み、要素座標系のX方向・Y方向の主応力を平均化した応力度によるミーゼス応力が許容応力度以下であることを確認することとした。なお、面外せん断力については、別途検討を行っている。

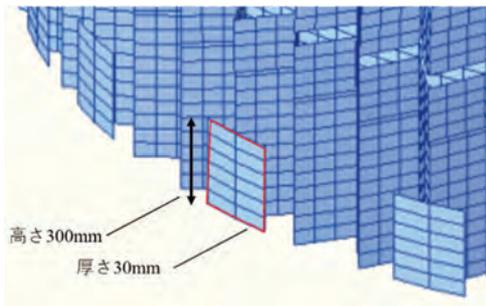


図-14 基礎増厚部詳細図

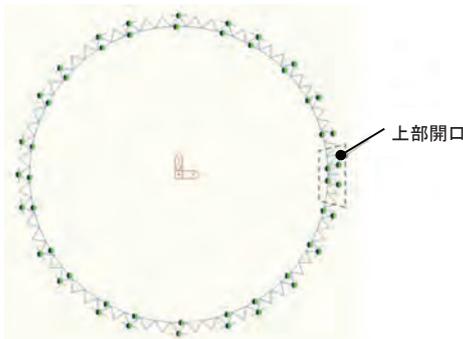


図-15 モデル支点位置図

表-7 荷重入力条件

長期荷重	・自重を1Gの物体力として鉛直下向きに作用 ・仕上荷重を面荷重として鉛直下向きに作用
土圧荷重	・壁内の土および地中の土について、それぞれ面荷重として要素の法線方向に作用
風荷重	・面荷重として要素の法線方向に作用
地震荷重	・各節点に集中荷重として水平方向に作用
温度荷重	・図-12に示す荷重分布を想定

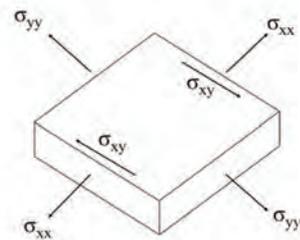
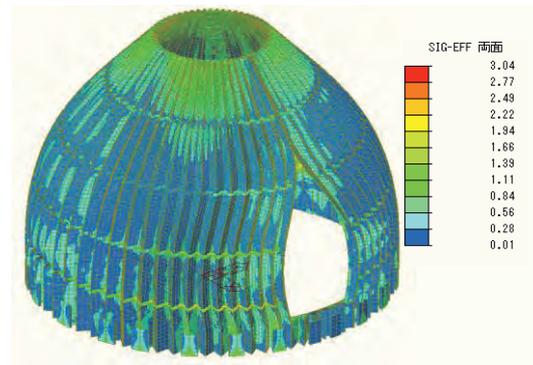
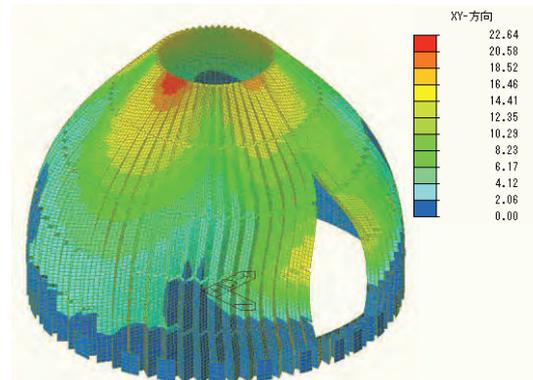


図-16 シェル要素の応力図

図-17に解析結果の一例を示す。荷重ケースNo.15は表-5に示す通りレベル2風荷重時(Y方向加力)である。最大応力度は内壁のみ有効としている目地部となっている。



(a) ミーゼス応力度図 (単位 : N/mm²)



(b) 変形図 (単位 : mm)

図-17 解析結果 (荷重ケースNo.15)

7. 大型3Dプリンター施工

7.1 現地施工

現地での3Dプリンター施工を実施した。3Dプリンターは風雨や温度による影響を受けやすいため、仮設テントによる素屋根を設けている。写真-10に施工状況写真を示す。また、本工事における3Dプリンターの標準施工フローを図-18に示す。出力に要した時間は1棟あたり24時間稼働で3週間であった(ヘッド部の清掃等による計画停止時間を含む)。

7.2 実大加力試験

出力後の造形物に対して、実大加力試験を実施し、所定の耐力を有していることを確認した(写真-11)。図-19に得られた水平荷重-頂部水平変位関係を示す。水平荷重は加力するワイヤーに取り付けたロードセルにより計測し、頂部水平変位は4頂点の平均値をもとに算定した。おおむね弾性的な挙動を示しているほか、試験中においても躯体の損傷等は観察されなかった。



写真-10 大型3Dプリンターによる施工状況



写真-11 出力後の実大加力試験状況

8. おわりに

大型3Dプリンター造形による酢酸セルローズ樹脂建築という、これまでに前例のない挑戦は、技術開発から設計、施工者を含め、多くの関係者の熱意と努力によって、万博に実装することができた。今後は、万博閉幕後に当社保有地に移設し、「森になる建築」が森に還っていく過程を継続して観察する予定である。大阪・関西万博という世界から注目を集める場で広く社会に周知し、リジェネラティブ建築について考える契機となることを期待したい。

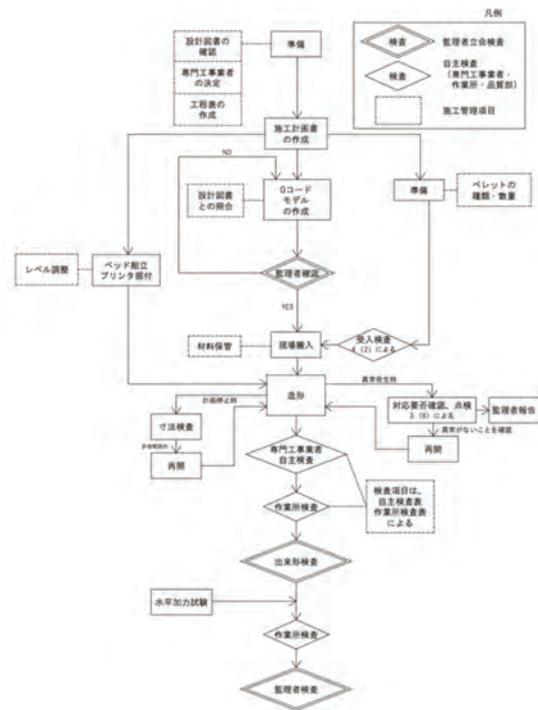


図-18 3Dプリンター標準施工フロー

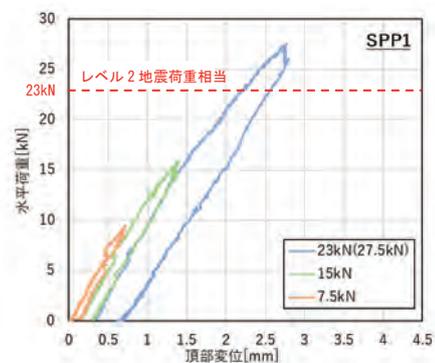


図-19 水平荷重-頂部水平変位関係

【謝辞】

本稿で紹介した酢酸セルロース樹脂は株式会社ダイセルのCAFBL0®Pelletを採用し、材料試験の開示や材料提供等多数の協力を得た。ここに記し、感謝の意を表す。

【参考文献】

- 1) GBRC：2025大阪・関西万博 期限付き建築物の設計荷重について(改訂)，2022.9.20.
- 2) (公財)日本住宅・木材技術センター：CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル，2021.
- 3) (一社)日本建築学会：木質構造設計規準・同解説，2006.

【執筆者】



*1 濱田 明俊
(HAMADA Akitoshi)



*2 増田 寛之
(MASUDA Hiroyuki)



*3 内山 元希
(UCHIYAMA Motoki)



*4 渋谷 朋典
(SHIBUTANI Tomonori)



*5 杉本 涼太郎
(SUGIMOTO Ryotaro)

当施設の確認検査及び建築技術安全審査は、(一財)日本建築総合試験所が実施しました。

サステナドーム (CUCO[®]-SUICOMドーム) の設計とその意義

Sustainability Dome (CUCO[®]-SUICOM DOME) design and its significance

金子 寛明*1、閑田 徹志*2、巴 史郎*3、荒井 康昭*4

1. はじめに

2025年4月13日に開幕した2025年日本国際博覧会(通称:大阪・関西万博、以下万博)は、「いのち輝く未来社会のデザイン」をテーマに大阪・夢洲を舞台に半年間の会期で行われている。鹿島建設は、未来社会ショーケース事業「グリーン万博・ジュニアSDGsキャンプ」ブロンズパートナーとして万博に協賛¹⁾し、万博会場内の西ゲート広場付近に環境配慮型コンクリートを使用したドーム『サステナドーム: CUCO[®]-SUICOMドーム(クーコ・スイコムドーム)』の実証建設を行った(以下CUCO[®]-SUICOMドーム図-1、写真-1)。



図-1 位置図



写真-1 CUCO[®]-SUICOMドーム位置

2050年カーボンニュートラルの実現に向けてNEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)に基金が造成され、研究開発・実証から社会実装までを継続して支援するグリーンイノベーション基金(GI



写真-2 CUCO[®]-SUICOMドーム全景

基金)事業がスタートした。本ドーム建築物は、このGI基金のうち「CO₂を用いたコンクリート等製造技術開発プロジェクト」を実施するコンソーシアムCUCO[®](Carbon Utilized Concrete:クーコ)の研究技術開発の一環として建設したものである(写真-2)。

2. 背景とドーム建築物の意義

気候の高温化や異常気象など地球温暖化の進行が目に見える形になり、その原因となる温室効果ガスの発生抑制および削減は全世界共通の喫緊の課題となっている。特に日本の建設業に関わるCO₂排出量は国内全産業の排出量の約4割を占め、このCO₂排出量抑制に向けて建設業各社は技術開発などの対応を進めている。2050年に日本政府が目指すカーボンニュートラルの実現には、諸活動で排出されたCO₂を有効に活用するカーボンリサイクル技術が必要となる。カーボンリサイクル技術には図-2²⁾に示すようなものがあるが、現状、実用化可能な技術は

*1 KANEKO Hiroaki : 鹿島建設株式会社 建築設計本部 構造設計統括グループ アシスタントチーフ
*2 KANDA Tetsushi : 鹿島建設株式会社 技術研究所 副所長
*3 TOMOE Shiro : 鹿島建設株式会社 技術研究所 建築生産グループ 上席研究員
*4 ARAI Yasuaki : 鹿島建設株式会社 関西支店 建築設計部 アソシエイト

少ない。実用化されているもののひとつが、鉱物利用の技術である。カーボンリサイクル技術の多くは、高額のコストや技術的な課題により実用化に時間がかかるものが多く、それらの課題を解決するまでの間、実用化されている技術の活用が期待されており、その最たるものがコンクリートの鉱物利用によるカーボンリサイクル技術である。そのひとつCO₂-SUICOM[®] (CO₂-Storage and Utilization for Infrastructure by Concrete Materials、以下SUICOM)は、CO₂と反応する混和材γ C₂S (以下、特殊混和材)をコンクリートに混合し、さらに高濃度CO₂環境下でCO₂を炭酸塩鉱物としてコンクリート内に固定するカーボンリサイクル技術である。現在までブロックなどの土木部材や建築部材などへ実適用³⁾を行ってきた。

このSUICOMには、現場での炭酸化養生を実施する方法が課題としてある。現場で高濃度のCO₂環境をいかに実現し、建築物に必要な大きな部材をどのように炭酸化させるかは、課題のひとつである。また、鉄筋コンクリート構造(RC造)に必要な炭酸化させたコンクリート内での鉄筋の耐久性の確認も課題である。今までのSUICOMは、無筋のブロックなど比較的小さい無筋のプレキャスト製品への適用が主であった。しかし、コンクリートの使用量の大部分は、現場打ちコンクリートであることから、現場打ちSUICOMによるカーボンリサイクル技術開発は、きわめて重要であり、大規模な現場打ちや現場炭酸化養生により、今後のSUICOMの適用範囲を大きく広げられる。当社も、日本政府が掲げる2050年のカーボンニュートラルの実現に向け、このCO₂削減に寄与する技術の開発及び普及展開にあたり、万博のコンセプト「People's Living Lab (未来社会の実験場)」を踏まえ、未来社会の構築にむけたアイデアの実現のため、先進的な技術を組み合わせて未来志向のCUCO[®]-SUICOMドームの建設を計画した。万博は、「人類共通の課題解決に向け、先端技術など世界の英知を集め、新たなアイデアを創造・発信する場」をコンセプトのひとつに掲げており、人類共通の課題であるCO₂排出量の削減に向けた新しい建設技術の実現にも資すると思われる。そこでドーム建築物の密閉性を活用し、ドーム内部にCO₂を充填して現場での炭酸化養生を行う新しい工法を開発し、万博会場で実証を行うこととした。本ドーム建築物を拠点とし、CO₂を吸収・固定化するカーボンネガティブコンクリートをはじめとする、地球環境課題の解決につながる当社技術の世界発信を行う予定である。

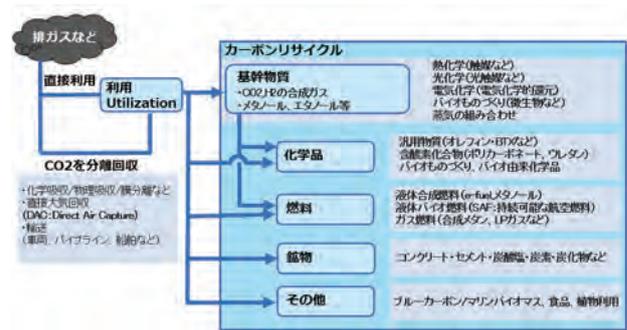


図-2 カーボンリサイクル技術²⁾

3. サステナドーム (CUCO[®]-SUICOMドーム) の概要

ドームは古代から、宗教建築などの象徴的な建物として使用されてきた。ドーム形状の特徴として大きな面積を少ない材料で構築できることがあげられる。万博においてこの象徴性を有し、密閉性の高いドーム建築物により現場で炭酸化養生を行い完成するCUCO[®]-SUICOMドームを建設することとした。ドームの概要を表-1に、外観を写真-2に示す。CUCO[®]-SUICOMドームは、狭い日本の様々な敷地に対応できることを証明する為に楕円平面(18m×23m)を持つ高さ5.4mの楕円扁平形状のドーム建築物とした(写真-3)。なお、万博でのCUCO[®]-SUICOMドーム建設に先立ち、東京都調布市に飛田給ドームの試行建設を行い^{4)、5)}、吹付け施工・炭酸化養生などに関する確認とデータの収集を実施した(写真-4)。これらの確認後、飛田給ドームは、2024年9月に解体を行った。

表-1 CUCO[®]-SUICOMドームの概要

名称	: CUCO [®] -SUICOMドーム
場所	: 大阪市此花区夢洲 大阪・関西万博 会場内 西ゲート広場付近
設計者	: 鹿島建設
施工者	: 鹿島建設
敷地面積	: 573.03㎡
延床面積	: 263.99㎡
規模	: 地上1階、建物高さ5.45m、直径23m×18m
構造	: RCシェル構造
工期	: 2024年4月～2024年11月



写真-3 CUCO[®]-SUICOMドーム鳥瞰(万博会場)



写真-4 試施工ドーム建築物 (東京都調布市：飛田給ドーム)

4. 採用技術

4.1 KTドーム[®]工法

近年、注目されているバイオマス発電には、大量の木質ペレットを貯蔵するサイロが必要となる。この電力会社の需要に応えるため、当社では大容量の建築物としてドーム建築物に着目し、ドーム建築物を吹付けコンクリートで構築する「KTドーム[®]工法」を開発し、国内2件（神奈川県小田原市、山口県周南市）で、施工を行った⁶⁾。CUCO[®]-SUICOMドームのコンクリート躯体は、このKTドーム[®]工法を用いて構築した（図-3）。KTドーム[®]工法は、工場で製作したドーム形状のポリ塩化ビニル（PVC）膜に空気を送り込んで膨らませ（写真-5）、これを型枠として、配筋とコンクリートの吹付けを順次繰り返し行っていくことで躯体を構築する。施工中に天候の影響を受けにくく、安定した環境の下、安全性の向上や、短工期での施工が可能になるなどのメリットがある。



写真-5 膜の膨張



図-3 CUCO[®]-SUICOMドームの採用技術

4.2 ECMコンクリート[®]

ドーム建築物の壁面の構成を図-4に示す。KTドーム[®]工法で使用されるコンクリートは、吹付けに適した調合とするためセメントの使用量が通常の生コンに比較して多く、製造時に多くのCO₂を排出するセメントを多量に使用することから、材料製造時のCO₂排出量を減らした環境配慮型コンクリートを使用した施工方法を確立することが望ましい。今回のドーム建築物では、環境配慮型コンクリートを積極的に用いることを目指し、ECM（Energy CO₂ Minimum）セメントを用いた低炭素型コンクリートを吹付け用に改良して躯体を構築した。ECMコンクリート[®]は、高炉スラグを大量に使用した低炭素型コンクリートである。使用するECMセメントは、製鉄所で発生する副産物の高炉スラグ微粉末を用いてセメントの7割程度を置換した高炉セメントC種に相当する。この吹付けECMコンクリート[®]をドームの躯体の主要箇所に用いた。

4.3 CUCO[®]-SUICOMショット

CUCO[®]-SUICOMショットはECMセメントに加えて、特殊混和材を用いて炭酸化養生を行うカーボンリサイクル材料であり、今回、材料・調合の開発および吹付け工法の開発を行った。炭酸化養生を行うにあたり、吹付け厚さは、工程上許容される養生期間（28日間）で炭酸化可能な33mmとした（図-4）。CUCO[®]-SUICOMショットもECMコンクリート[®]と同様に吹付け用に骨材などの材料を選定し吹付けに適し（写真-6）、かつ、材料製造時の排出量がゼロ以下となるカーボンネガティブ材料となるような調合とした。実験で採取した試験体の全炭素量分析によるCO₂固定量は139kg/m³で、調合1m³あたりのCO₂排出量は、-22kg/m³となりカーボンネガティブを達成した。



写真-6 ECMコンクリート[®]吹付けによるサステナドーム躯体の構築

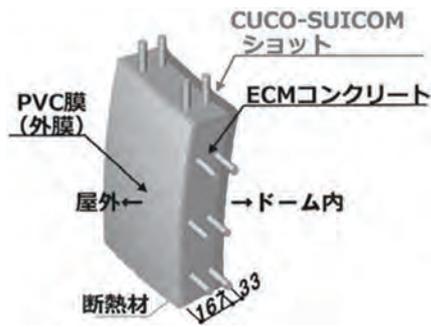


図-4 ドーム建築物の壁面構成

5. 構造設計の概要

5.1 構造概要

本体構造は外殻部のみから成る鉄筋コンクリート造のシェル構造で、シェル壁の設計厚さは、一般部は150mmで一定、開口補強部は250mmで一定としている。基礎構造は、廃棄物埋立層の最終覆土を掘削し中間覆土層（設計GL-0.85m以深）を支持地盤とする布基礎（直接基礎）である。図-5及び図-6に伏図、図-7及び図-8に軸組図を示す（表-2）。

表-2 CUCO[®]-SUICOMドームの構造概要

上部構造	
構造種別	鉄筋コンクリート造（吹付けコンクリート）
架構形式	シェル構造（楕円体）※RCシェルドーム
床構造	土間コンクリート
ドーム外面	PVC膜+発泡ウレタン
ドーム内面	モノリシック
下部構造	
構造種別	鉄筋コンクリート造
基礎形式	直接基礎（布基礎）

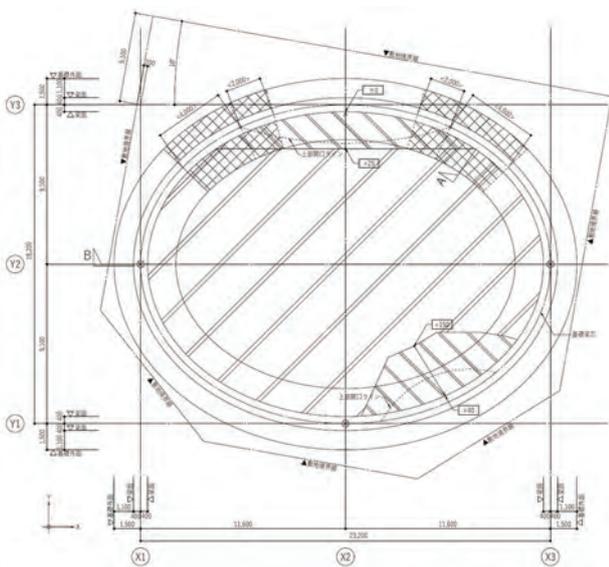


図-5 基礎伏図

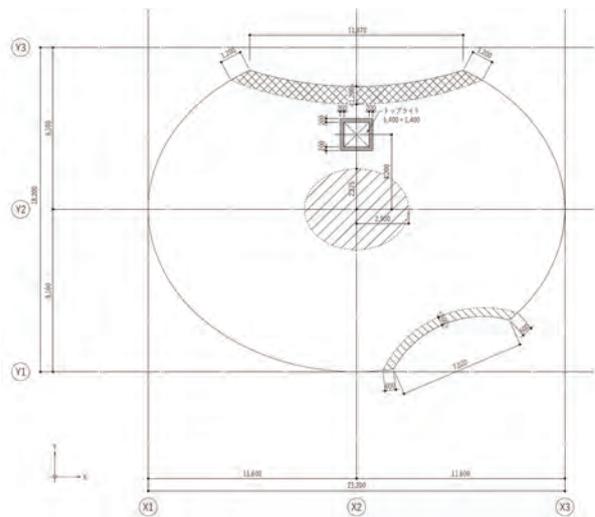


図-6 屋根伏図

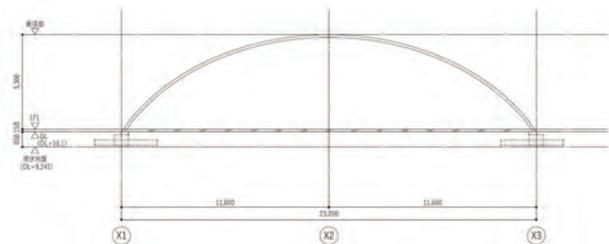


図-7 Y2通り軸組図

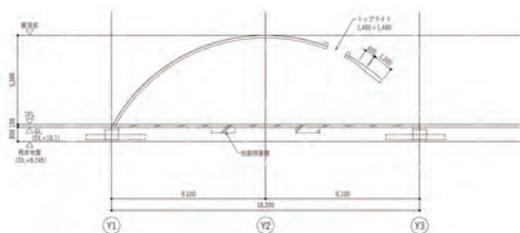


図-8 X2通り軸組図

5.2 敷地条件（グリーンワールド工区）

5.2.1 地盤概要

グリーンワールドは、周囲がケーソン護岸や鋼矢板護岸で囲まれた、夢洲1区の廃棄物処理場跡地である。当該地の地盤は、図-9の様に、上位より覆土・廃棄物の互層（3層）、沖積粘土層、洪積層（砂礫層・粘土層の互層）で構成される。

覆土は、廃棄物の飛散・流出防止や悪臭の防止などを目的に行われるものであり、最終覆土厚はグリーンワールド工区全体としても建物位置によって差があり、CUCO[®]-SUICOMドームでは850mmとして設計している。

5.2.2 設計地耐力

計画地であるグリーンワールドは、廃棄物埋立層上に位置しており、有毒ガスや汚染物質対策のため地形質変

更に当たるボーリング調査が禁じられている。そのため、地耐力の根拠として環境省「最終処分場跡地形質変更に係る施行ガイドライン」および平板載荷試験結果、現地現状を踏まえた見解より、当該敷地の地盤支持力を設定した(図-10)。

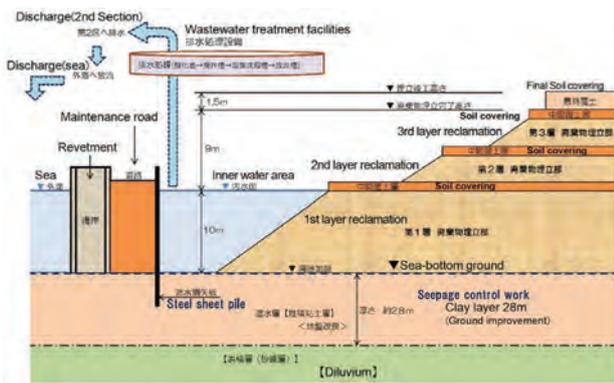


図-9 グリーンワールドの地層構成

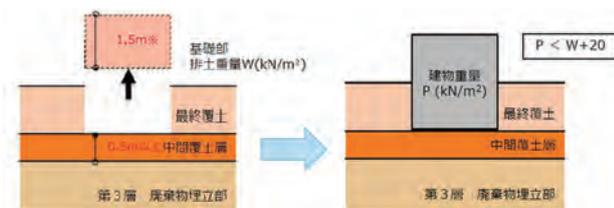


図-10 許容地耐力算出イメージ(本敷地は最終覆土厚0.85m)

5.3 設計方針

吹付けコンクリートは、建築基準法第37条によらない特殊な建築材料(コンクリート)として扱い、構造計算は建築基準法第20条第1項第一号の規定(超高層建築物の設計ルート)に準拠するものとしている。

ただし、本建築物は壁式構造に類似する強度指向型の建築物であり、動的な影響による予想外の損傷や変形は生じないと考えられるため、時刻歴応答解析によらない、保有耐力計算に準じた耐震設計法を採用した。

5.3.1 地震力

地震力は建築基準法施行令第88条に準拠するものとし、稀に発生する地震動は $C0=0.2$ 、極めて稀に発生する地震動は $C0=1.0$ と設定して算出した。なお、極めて稀に発生する地震動算出の際に用いる構造特性係数 Ds は0.55を採用した。

5.3.2 風荷重

風荷重は建築基準法施行令第87条第2項の規定に基づき、地表面粗度区分はⅢとし、設計用風荷重は稀に発生する暴風時の風速を34m/sとし速度圧を算出した。

極めて稀に発生する暴風時の速度圧は稀に発生する暴風時の速度圧の1.6倍とした。

圧力の計算で用いる風力係数は、「建築物荷重指針」の“円形平面でドーム屋根をもつ建築物”の規定に基づくものとした。なお、高さ/直径が1以下とずんぐりした形状のため、風直交方向荷重、ねじり風荷重、その他、不安定振動の影響は小さいものと判断し検討は省略した。

5.3.3 積雪荷重

建築基準法施行令86条および平成12年建設省告示第1455号に準拠し、極めて稀に発生する積雪荷重を算出した。

5.3.4 設計クライテリア

長期荷重に対して、各部の応力が長期許容応力以内であることにより、損傷が生じないことを確認した。

極めて稀に発生する荷重(積雪荷重、風圧力、地震力)に対して、各部の応力が短期許容応力以内であり、かつ基礎に浮き上がりが生じないことにより、倒壊、崩壊が生じないことを確認した。稀に発生する荷重に対して損傷が生じないことは、上記により明らかであるため検証を省略した。

シェル壁の応力は、3次元FEMモデルを用いた弾性解析により算出し、「鉄筋コンクリート構造計算規準」の柱、および耐震壁の規定を参考に、軸力、曲げモーメントに対する必要な鉄筋量、ねじり曲げモーメントに対する必要な鉄筋量、面内せん断力に対して必要な鉄筋量を算出し、それぞれの足し合わせに対して十分な鉄筋量を確保し、面外せん断力に対して必要な壁厚さを確保した。

5.4 構造解析

実行する解析は、弾性解析と固有値解析である。弾性解析によって、長期荷重時及び地震力が作用する場合に、本建築物に生じる応力を求める。また固有値解析によって、本建築物の振動性状を確認し、高次モードや捩れの影響等を確認する。また、追加検討として、時刻歴応答解析も行い、地震荷重の設定並びに分布系の妥当性を確認した。

5.4.1 弾性解析

モデル化の対象はシェル壁、基礎、基礎梁とする。シェル壁及び基礎はシェル要素、基礎梁はビーム要素でモデル化する。ビーム要素とシェル要素の接続には、フェイスモーメントを算出できるように基礎梁のフェイス位置まで重量を持たない高剛性なビーム要素を用いている(図-11)。

5.4.2 固有値解析

解析モデルは弾性解析のものと同じであるが、固有値

解析を行う際は基礎・基礎梁にある全ての節点の変位を拘束し、鉛直荷重を相当する質量に変換している。本解析では、1000次モードまでの固有値を確認した(図-12)。開口の影響で局部変形が大きく出るモードもあるが、刺激関数が小さいため、加速度は地震力に対し十分小さいため、モードの影響は小さいと考えた。固有値解析結果を表-3に示す。

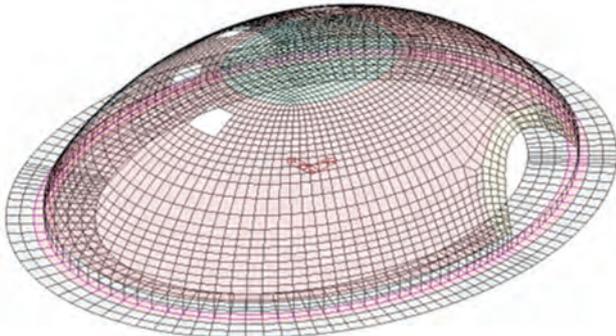


図-11 3次元FEMモデル(パース)

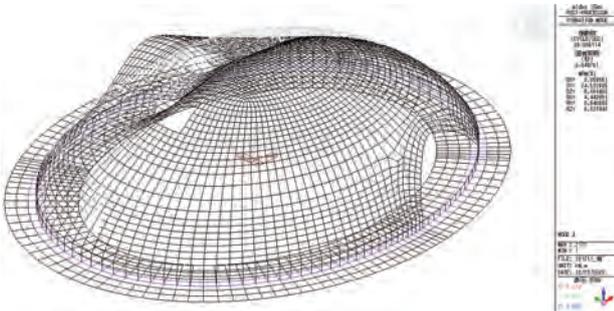


図-12 固有値解析イメージ Y並進 全体モード次数3

表-3 固有周期解析結果

方向	モードNo	固有周期[s]	刺激関数
X並進	22	0.031	0.06
Y並進	3	0.050	0.22
ねじれ	92	0.017	-
Z並進	53	0.023	0.14

5.4.3 時刻歴応答解析

時刻歴応答解析に用いる入力地震動は、建設地の地盤特性および建物の供用機関を考慮して評価された地震動⁷⁾の中でもより大きな応答が生じる告示波についてのみ検討を行っている。

時刻歴応答解析の結果、建物が剛体に近い挙動を示しており最大応答加速度の増幅がほとんどないことから予想される通り、X方向入力時、Y方向入力時ともに最大応答層せん断力係数は高さに依らずほぼ一定の値と

なっており、その値は地震動の最大加速度(256.7 ÷ 980.665=0.262)に概ね対応した。これは設計用層せん断力係数(極稀)の値(0.55)の約1/2の大きさである。(図-13)以上のことから、設計用に用いている層せん断力係数の分布は妥当であり、時刻歴応答解析を十分包絡するような安全側の大きさとなっていると判断した。

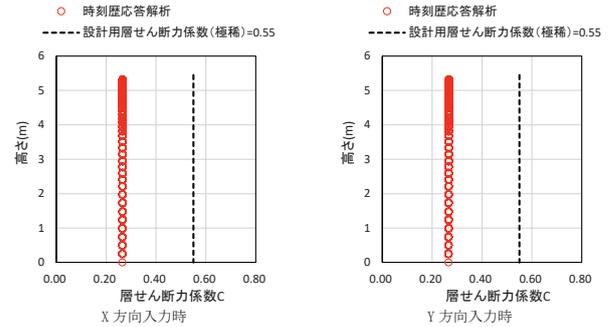


図-13 最大応答層せん断力係数

5.5 各部材設計

5.5.1 シェル壁

板要素の解析結果より図-14に示す各応力が得られる。断面算定はこれらの応力を考慮して検討を行う。断面算定方法を以下に示す。

■横筋、縦筋に対する断面算定

【A】軸力 F 、曲げモーメント M については各方向独立に柱式により必要鉄筋量 P_{max} を求める。

検定比(a) : P_{max}/P_{xx} 、 P_{max}/P_{yy}

【B】モーメントにはねじりモーメント M_{xy} を、符号を合わせて必要鉄筋量 P_t を求める。

検定比(c) : P_t/P_{xx} 、 P_t/P_{yy}

【C】面内せん断応力度 τ_{xy} に対しては、耐震壁の計算式により必要鉄筋量 P_s を求める

検定比(c) : P_s/P_{xx} 、 $P_s/2/P_{yy}$

・検定比(a), (b), (c)の合計が1以下になることを確認する。

横筋 : $P_{max}/P_{xx} + P_t/P_{xx} + P_s/P_{xx} < 1.0$

縦筋 : $P_{max}/P_{yy} + P_t/P_{yy} + P_s/2/P_{yy} < 1.0$

■面外せん断力に対する断面算定

【D】面外せん断力 V_{xx} 、 V_{yy} に対しては、せん断応力がコンクリートの許容せん断力応力度以下となることを確認する。

・面外せん断 : $\tau/\tau_a < 1.0$

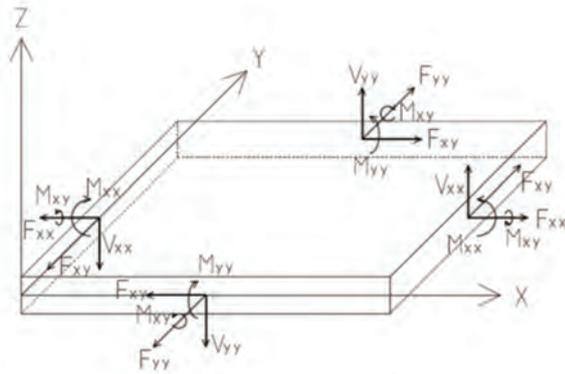


図-14 要素の応力

5.5.2 基礎梁

基礎梁は長期で引張力を負担することから、柱式によって断面算定を行った(図-15)。

基礎梁断面におけるM-N曲線内に、各荷重における各要素の応力が納まっていること、せん断、ねじれ応力に対しても断面が問題ないことを確認した。

5.5.3 基礎

基礎は長期荷重時及び地震時の地反力に対して発生する応力に対して検討し、許容応力以内であることを確認する。面内せん断力に対してはコンクリートのみで検討を行う。また、本建物の形状から長期で基礎の円周方向に引張力が発生するが、円周方向筋がすべて負担することとした。

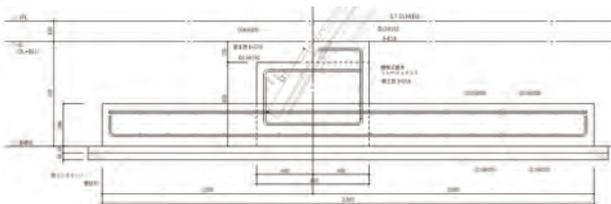


図-15 基礎・基礎梁断面

5.6 その他の検討

5.6.1 不同沈下の検討

本建築物はシェル構造のため、不同沈下により不均一な応力が発生する場合の検討を行う必要がある。平板載荷試験結果を用いて基礎下の地盤ばねを一様にした検討の他に、地層の傾斜による地盤の鉛直剛性分布を考慮した検討も行っている。傾斜地盤の安全側の検討として、応力集中が発生するように地盤剛性が極端に変化するよう鉛直ばねの範囲設定を行った(図-16)。

接地圧及び沈下量も地盤ばねの差による影響は小さく、全体的な基礎の傾斜、局所的な基礎の傾斜も問題ない結果となった(図-17)。

各部材の断面算定に関しても、地盤の剛性の差を考慮しても許容応力度以下となるため、影響は小さいと考える。

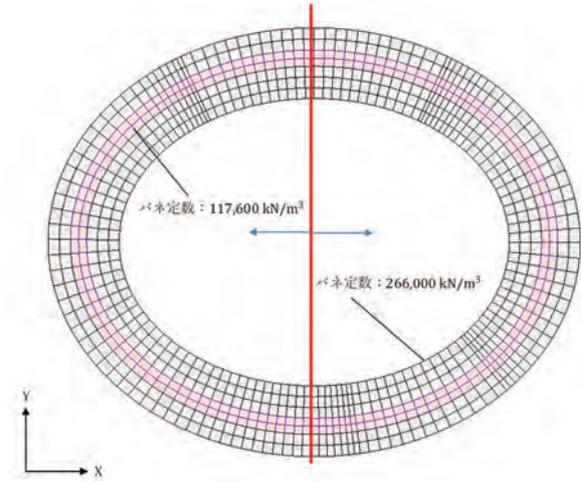


図-16 鉛直方向圧縮専用ばね設定範囲

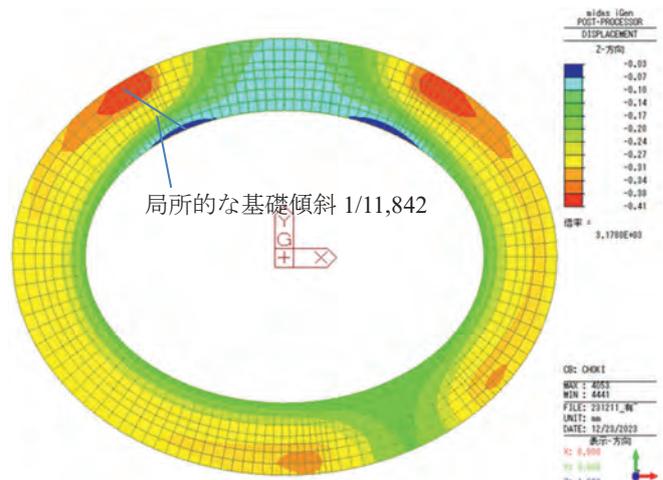


図-17 地盤剛性差考慮 鉛直変位 [mm]

5.6.2 座屈に対する安全性の検討

薄肉シェルが座屈に対して十分な安全性があることを常時荷重及び地震荷重に対する非線形座屈解析を行うことで確認した。

検討は形状初期不整を考慮しない場合(設計形状)に加えて形状初期不整を考慮する場合についても検討を行い、形状不整による耐力の感度を確認した。この際の初期不整は施工誤差を考慮して図-18の様に定めている。

形状初期不整を考慮しない場合、常時荷重、地震荷重に対して十分な安全率を有している。また、形状初期不整を考慮した場合の値は、形状初期不整を考慮しない場合と比べて約4%しか変化がないことから、形状不整に対する感度は小さいと判断した(表-4)。



Photo:Hiroshi Matsuki (SoFid Design Lab)

写真-7 CUCO®-SUICOMドーム夜景

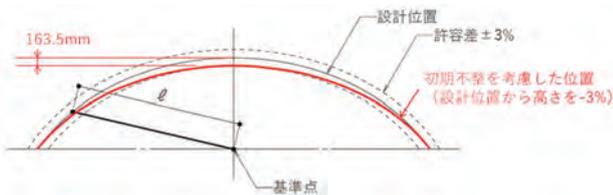


図-18 形状初期不整の設定

表-4 耐力点における荷重係数 α の一覧

		形状初期不整		
		考慮しない (設計形状)	考慮する	
荷重	常時荷重に対する検討 $\alpha(G+P)$	116.0	110.9	
	地震荷重に対する検討 $G+P+\alpha K$	Kの方向 長辺 正	612.9	-
		長辺 負	616.5	-
		短辺 正	404.9	-
	短辺 負	372.0	368.0	

G:固定荷重、P:積載荷重、K:地震荷重、 α :荷重係数

6. CO₂削減効果、成果及び今後の展開

万博において、躯体にECMコンクリート®とCUCO®-SUICOMショットを用いた低炭素型ドームを建設することで、既往の普通コンの吹付けドームと比較し、材料由来のCO₂排出量70%削減を実現した(図-19)。

さらにCUCO®-SUICOMをベースとし、カーボンリサイクル技術を用いたCCU (Carbon Capture and Utilization) 材料や太陽光パネルの廃ガラスリサイクル

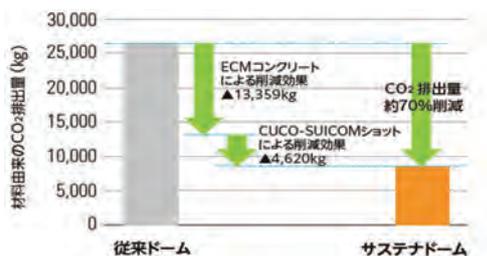


図-19 ドーム全体のCO₂削減量算定結果

品のガラスカレットなど各種材料を組み合わせた環境配慮型インターロッキングブロック®)をドーム建築物周辺(写真-8)および万博会場のEXPOアリーナ(写真-9)に3,300㎡を敷設している。これらのブロックもGI基金を活用したコンソーシアムCUCO®において共同開発を行った成果である。

また、ECMコンクリート®の吹付け施工の可能性を確認したことで、吹付けECMコンクリート®をKTドーム®工法のバリエーションのひとつに加えることができた。CUCO®-SUICOMショットに関しては、過去最大の現場炭酸化養生がドーム建築物を活用することで可能とな



写真-8 CUCO®-SUICOMドーム外構の環境配慮型ILBブロック



写真-9 EXPOアリーナに施設された環境配慮型ILBブロック

ることが確認できた。

今後、本技術開発の成果を活用し、建設時、炭酸化養生時の再生可能エネルギーの活用や炭酸化の効率化の検討、トンネルなどへの構造物への適用検討などSUICOMの新しい技術開発を進めていく。CUCO[®]-SUICOMに普通鉄筋を組み合わせた鉄筋コンクリート部材の耐久性については、万博の実績に加えて、試験体による長期耐久性の確認などを行いながらプレキャスト床板などへ適用を進めていく予定である。万博が目指す「持続可能な開発目標 (SDGs) 達成」、ならびに社会目標の「2050年カーボンニュートラル」社会の実現に貢献すべく、さらなる技術開発を進めていく。

サステナードーム内の「KAJIMA 謎解きベース」では、ジュニアSDGsキャンプと題し、子どもたちに特化した環境問題についての体験型プログラムを開催。SUICOM製のベンチ(写真-10)や約12kgの「重すぎるスタンプ」などCO₂を吸収したコンクリートを見て・聞いて・学ぶだけではなく、自らも楽しみながら学習できる没入型の謎解きアトラクションを実施。これらは子供たちの万博後の行動変容に繋げていくことを目指している(写真-11)。

【謝辞】

本成果は、NEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)の委託業務「CO₂を用いたコンクリート等製造技術開発」(JPNP21023)で得られた成果を活用したものである。



Photo:Hiroshi Matsuki (Solid Design Lab)

写真-10 SUICOM製ベンチ



Photo:Hiroshi Matsuki (Solid Design Lab)

写真-11 CUCO[®]-SUICOMドーム内観

なお、本原稿の執筆に際して、鹿島建設株式会社の太田裕士氏(機械部)・坂井絵梨子氏(技術研究所)・笠井浩氏(技術研究所)・矢島英明氏(東京建築支店)・近藤亮氏(関西支店建築設計部)にご協力いただいた。記して感謝を申し上げます。

【参考文献】

- 1) 鹿島建設, 大阪・関西万博にブロンズパートナーとして環境配慮型コンクリートドーム「CUCO[®]-SUICOMドーム」を建設, 鹿島建設プレスリリース, 2024.3.13
<https://www.kajima.co.jp/news/press/202403/13a1-j.htm>
- 2) 経済産業省, 「カーボンリサイクルロードマップ」一部抜粋, pp.7, 2023.6.23
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/carbon_recycle_rm/pdf/20230623_01.pdf
- 3) 巴史郎/笠井浩, CO₂吸収コンクリートを用いたプレキャスト埋設型枠の建築物への使用, 日本建築学会学術講演梗概集 2022, pp.595~596, 2022.7
- 4) 巴史郎ほか, 低炭素コンクリートおよびCO₂吸収コンクリートによるドーム建築物の開発, 日本建築学会学術講演梗概集 2024, pp.503~504, 2024.7
- 5) 鹿島建設, CO₂排出量を70%削減した「CUCO[®]-SUICOMドーム」の試験施工を完了~大阪・関西万博に向けて環境配慮型コンクリートドームを構築~, 鹿島建設プレスリリース, 2024.3.13
<https://www.kajima.co.jp/news/press/2024/03/13a2-j.htm>
- 6) 鹿島建設, 「KTドーム[®]」工法を実工事に適用 ドーム型構造により柱や梁のない大空間を実現, 鹿島建設プレスリリース, 2021.12.23
<https://www.kajima.co.jp/news/press/202112/23a1-j.htm>
- 7) (一財)日本建築総合試験所, 2025大阪・関西万博 期限付き建築物の設計荷重について(改定) 2022.9.30
https://www.gbrc.or.jp/assets/documents/center/kozo_osaka2025.pdf
- 8) 伏見浩司, 笠井浩ほか: 再生ガラスカレット骨材を用いたCO₂固定化インターロッキングブロックの開発, 日本建築学会学術講演梗概集 2024, pp.465-466, 2024.7

【執筆者】



*1 金子 寛明
(KANEKO Hiroaki)



*2 関田 徹志
(KANDA Tetsushi)



*3 巴 史郎
(TOMOE Shiro)



*4 荒井 康昭
(ARAI Yasuaki)

当施設の確認検査及び建築技術安全審査は、(一財)日本建築総合試験所が実施しました。



連続テーマ「地震と地震動」①

知っているようで知らない地震と地震動の話 —まずは震度とマグニチュードの違いについて



■地震と地震動の話

この「知っておきたい基礎シリーズ」では今回から連続テーマとして、地震と地震動にまつわる話題をその都度とりとめもなく取りあげて、気の向くままに解説していきたいと思います。

最初の話題は震度とマグニチュードの違いについてです。その前に「地震」と「地震動」は同じではないという話をまずお断りしておく必要があります。「地震」はまさに地面を揺らすその原動力であって、自然地震はすべからず断層運動＝地球内部における急激な破壊の生成によって引き起こされます。その地震の破壊運動が生み出した波が地球内部を伝わって我々の住む地表面に届いた時にそれが地震動＝地面の揺れとして認識されます。

震度はある場所の「地震動」の強さを表し、マグニチュードは「地震（震源）」の規模を表している、ということは多くの方がご存じのことと思います。良く譬えられるのは、マグニチュードは光源の明るさ＝輝度に相当し、震度は照らされている面の明るさ＝照度に相当するという対応関係です。しかしこれは震度も照度も揺れや光を受ける場所の情報量であり、マグニチュードも輝度もそれを生成した発生源の情報量であること以上に共通点はありません。輝度とマグニチュードの尺度としての大きな違いは、前者は光源が放つ光の強さを直接表した物理量であるのに対して、マグニチュードは震源の規模を表す便利な尺度として発案された値に過ぎず、物理量ではありません。同様に震度も揺れの強さを表す便利な尺度として発案された値で、物理量ではありません。もちろん物理量と全く無関係に導かれたわけではなく、ちゃんと繋がりはありますので安心してください。ただし「マグニチュードは地震のエネルギーを表す尺度である」というような解説をされている入門書やweb siteがありますが、エネルギーとの関係はマグニチュードが定義された後で導かれたもので (Kanamori, 1977)¹⁾、最初からエネルギーを定義に使っていたわけではありません。

■マグニチュードとは？

ではマグニチュードの定義はどのようになされているのでしょうか？実はマグニチュードには何十種類もあって、その解説をするだけでこのシリーズは終わってしまいますので、ここでは一番最初にそれを定義したRichter (1935)²⁾の定義（これをローカル・マグニチュードと呼び M_L と表記します）と、その後大きな地震学上の発展を経てHanks and Kanamori (1979)³⁾が、それ以前のマグニチュードと整合性のある値として震源の物理量に直結する形で提案された定義（これをモーメント・マグニチュードと呼び M_w と表記します）について解説します。

Richter (1935)²⁾はCaliforniaで得られた観測記録の変位振幅が距離によって一定の割合で減少することを見出し、距離を補正することで地震の規模が把握できると考えました。定義はWood-Anderson式地震計で捉えられた水平変位の最大振幅（ミクロン）を100 km相当に換算し、その対数を取るという単純なものです。ここで重要なことは、この M_L の定義では観測された地表面変位の最大値の「対数（常用対数）」を用いているということと、定義に震源そのものの情報は含まれていないということです。当時はまだ「地震は断層運動で発生する」ということすらコンセンサスは得られていなかったもので当然のことです。地震の規模と地震動の関係の概念図を図-1に示しました。

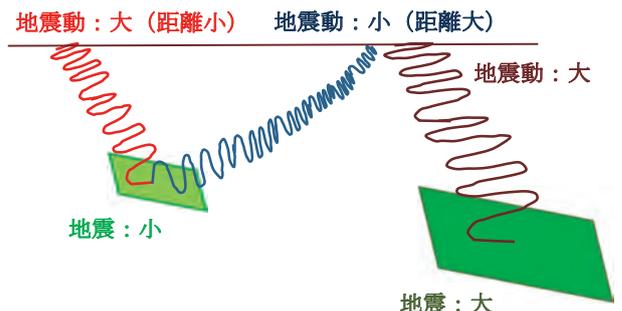


図-1 大地震と小地震から生成される地震波とそれがある距離伝播したのち地表面で観測される地震動の概念図

このWood-Anderson式地震計は振り子の周期が0.8秒の短周期地震計で、短周期の地震波成分はある規模以上の地震では規模に比例しなくなってしまう（比例はするが傾きが小さくなる）ので、求められる規模に上限があります。よって M_L は大体 $M \sim 7$ で飽和すると言われています。ちなみに我が国では坪井(1954)⁴⁾が、気象庁の設置した6か所の気象台で観測された変位記録（地震計の卓越周期は4~5秒とされている）の最大値を距離補正し対数を取ってマグニチュードを求める坪井式を提案し、 $M_{5.5}$ 以上の浅い地震では今でも気象庁はそれを踏襲した気象庁マグニチュード (M_{JMA}) を使っています。この M_{JMA} は大体 $M \sim 8$ で飽和すると言われています。

■震源の真の規模とは？

このように、当初は距離補正した観測変位最大値の対数でもって経験的な地震規模の尺度として導入されたマグニチュードでしたが、震源の本当の規模を表す物理量との関係は不明のままです。ここで言う震源の本当の規模とは、震源の長さ L 、幅 W 、そしてその断層面上の滑り量 D です。この震源の本当の規模の情報とマグニチュードが関連づけられるためには地震動を発生させる断層運動と生成される地表面変位とを結びつける理論解が必要でした。それを導いたのがMaruyama (1963)⁵⁾であり、それを1964年新潟地震に適用して地震モーメントという震源の最も重要な基本物理量を求めたのがAki (1966)⁶⁾でした。地震モーメント M_0 とは以下の量です。

$$M_0 = \mu * L * W * D \quad (1)$$

ここで μ は断層面が存在している場所（地殻orマントル）のせん断剛性です。それは次元でいえば単位面積当たりの力（応力）で、それに断層面積 $S=L*W$ を掛けてさらに滑り量 D を掛けるので、 M_0 はモーメントの次元を持った物理量になります。なぜ震源の基本物理量がモーメントの次元を持っているのかについて簡単に説明すると、断層運動とは一つの面の側と対応する面の側が逆方向に動くものなので、両者は一対のものであり、それによって断層面周りに回転モーメントが生じていると解釈できます。しかし実際には断層運動は平行な平面に生じるせん断運動であり回転はしません。それは実はそれと逆向きの回転モーメントが断層面に作用しているため、これを複双力源（ダブルカップル・フォース）と呼びます。

この M_0 （単位は $N \cdot m$ ）を用いて求めるマグニチュードがモーメント・マグニチュード M_W で、元の関係式は

$$\log M_0 = 1.5 M_W + 9.1 \quad (2)$$

であり、その逆関係

$$M_W = 0.667 \log M_0 - 6.07 \quad (3)$$

で M_W は定義されています（なお原著論文³⁾ではcgs単位系なので切片が違います）。 M_0 は(1)式が示すように断層面上の静的な物理量で定義されており、観測最大変位のような特定の周波数帯域を持っていないので、どんな大きな地震でも飽和することがありません。過去最大の地震のマグニチュードが1960年チリ地震の $M_{9.5}$ であると言われているのはこの M_W で測った値ですし、2011年東北地方太平洋沖地震の $M_{9.0}$ も M_W です。

しかし(1)式の静的な物理量から M_W を求めることは必ずしも容易ではなく、実際には地球全体をカバーするように配置された卓越周期が50秒以上の広周波数帯域（Broadband）地震計を用いて、スペクトルが一定値となる長周期側の変位スペクトル振幅値から M_0 を推定しています。これをCMT解の M_0 と呼びます。それによって地震終了後数分~数十分以内に M_W を求めて速報することができます。我が国では防災科学技術研究所が日本周辺の地震に対してルーティンとしてCMT解を決定し公表しています（<https://www.fnet.bosai.go.jp/>）。

なお(3)式の切片は M_W が従来の M に等しくなるようにHanks and Kanamori (1979)³⁾が決めたもので、その後多くの研究でそれは支持されているので、 M_{JMA} も飽和するまでは M_W と同じであるべきなのですが、実は内陸地殻内地震に限り、両者には系統的な差があることが指摘されていました。図-2は我が国の地震で $\log(M_0)$ と M_{JMA} がどう対応しているかを改めて検討した結果⁷⁾で、 $M_{JMA} \geq 5.5$ の地震では M_{JMA} は M_W （紫線）より平均的に0.356だけ大きいことがわかりました。この原因については表面波の影響とされていますが現時点でよくわかっていません。ちなみに海溝型の地震ではこの偏差はなく、 M_{JMA} は飽和するまで M_W に等しいことがわかっています。

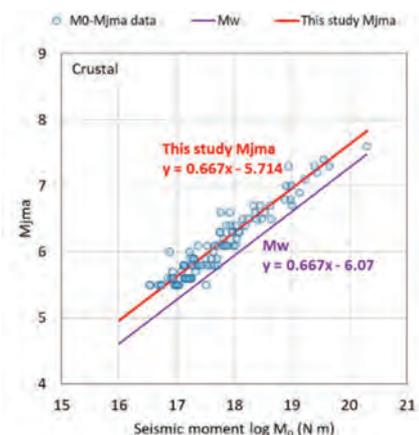


図-2 地震モーメント M_0 の対数（横軸）と気象庁マグニチュード M_{JMA} （縦軸）の関係（○が個別地震の値）

ここで(2)式の M_W の係数が1.5となっていることの物理的意味を解説しておきます。実は地震の規模を表す基本物理量の $L \cdot W \cdot D$ はある上限に達するまではどれも比例的に大きくなります。つまりこれら基本量の対数はそれぞれが M_W と0.5の傾きで結ばれているということです。これをスケールリング則と言います。よって M_W が1大きくなったら L も W も D も $\sqrt{10} = 3.2$ 倍に、2大きくなったら10倍になります。ただ、 L は隣接する断層面に破壊が進展することでどんどん大きくなることができますが、 W は陸域では10~35 km、海域では100~200 kmで破壊領域の上限(浅い側は当然地表面が上限となる一方で、深い側が破壊域の限界に達するので「下限」と呼ぶべきですね)に達します。これは、その範囲よりも深い部分では断層面に延性的性質が現れて歪が蓄積できなくなるからです。 $L \cdot W \cdot D$ の間に単純な比例関係が成立するのは、この上限に達するまでの間です。

以上のように、マグニチュードは地震の規模を表す便利な尺度ですが、それと震源の基本物理量との関係はなかなか複雑でよくよく注意する必要があります。 M_W の推定精度はどの程度かという、実は L も W も D も全部推定値で直接把握することは困難なので、研究者や評価方法によって ± 0.2 程度の差が生じます。これは(2)式から M_0 で倍/半分の違いに相当します。それが大体我々の震源基本量の推定誤差だと言えます。

最後に、上述の観測変位の卓越周期帯域による M の飽和(頭打ち)現象について解説を加えておきます。

震源から放射される地震動は地震規模に依存した特定の周期特性を持っています。震源から放射された地震動のスペクトル(震源スペクトル)を求めると、ある周期までは一定ですが、そこから急激に短周期成分が減少する特性が得られます。この減少開始の分岐周期をコーナー周期 T_c と言い、その周期以下の短周期成分(高周波数成分)のスペクトルは周波数(周期の逆数)の2乗で減少することが観測されているので、これを ω^{-2} モデル(オメガ・スクエア・モデル)と呼んで、地震動の評価に利用してきました。このコーナー周期 T_c (あるいはその逆数のコーナー周波数 f_c)はある条件下では地震モーメントの1/3乗に比例(f_c では反比例)することがわかっています。

それはさておき、この T_c よりも長周期域では震源スペクトルは地震モーメント M_0 に漸近します。マグニチュードの決定周期が例えば M_{JMA} のように5秒だったとき、 T_c が5秒よりも長い巨大地震ではその最大変位は M_0 には比例していないこととなります。これが、決定周期が十分長周期でない最大変位を使うとマグニチュー

ドが飽和してしまう理由です。図-3にはスペクトル分離という手法で得られた内陸地震の変位の震源スペクトルを M_{JMA} で概ね0.5~1.0間隔になるように代表的な地震を選定して図化しました。滑らかな曲線は観測値にフィットさせた ω^{-2} モデルです。

ここで誌面が尽きてしまったので震度の話は次号に廻させていただきます。震度が何故今のような震度になっているかについて詳しく解説したいと思います。

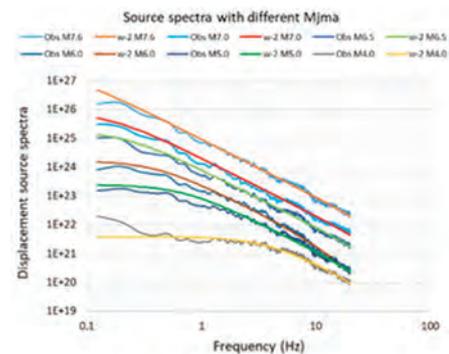


図-3 Mの異なる地震の変位スペクトルの周波数特性

【参考文献】

- 1) Kanamori, H. (1977) : The energy release in great earthquakes. *J Geophys Res* 82: 1981–1987, doi: 10.1029/JB082i020p02981.
- 2) Richter, C.F. (1935) : An instrumental earthquake magnitude scale”, *B Seismo Soc Am* 25 (1) : 1–32, doi: 10.1785/BSSA0250010001.
- 3) Hanks, T. and H. Kanamori (1979) : A moment magnitude scale, *J Geophys Res* 84: 2348–2350, doi: 10.1029/JB084iB05p02348.
- 4) 坪井忠二 : 地震動の最大振幅から地震の規模 M を定めることについて, *地震*, 7巻, 3号, pp.185-193, 1954, doi: 10.4294/zisin1948.7.3_185.
- 5) Maruyama, T. (1963) : On the force equivalents of dynamical elastic dislocations with reference to the earthquake mechanism, *B Earthq Res Inst* 41: 467–486, <https://repository.dl.itc.u-tokyo.ac.jp/records/33709>.
- 6) Aki, K. (1966) : Generation and propagation of G waves from the Niigata earthquake of June 16, 1964: Part 2. Estimation of earthquake moment, released energy, and stress-strain drop from the G wave spectrum, *B Earthq Res Inst* 44: 73–88, <https://repository.dl.itc.u-tokyo.ac.jp/records/33586>.
- 7) 川瀬博・仲野健一・入倉孝次郎 : 内陸地震に対する気象庁マグニチュードと地震モーメントの関係の再評価とそれに基づくスケールリング則の提案, *日本地震工学論文集*, Vol.25, No.11, pp57-80, 2025, doi:10.5610/jaee.25.11_57.

お問合せ先

試験研究センター 構造部 数値解析室

ベトゥヒン・アナトリ、川瀬 博

〒565-0873 吹田市藤白台5-8-1

Tel.06-6834-5317 Fax.06-6155-5367

E-mail : anatoly@gbrc.or.jp, h-kawase@gbrc.or.jp

事業報告

■2024年度工事用材料試験結果の集計	74
■製品認証	84
■性能評価完了案件	
1. 超高層・免震構造等建築物	85
2. 指定建築材料	85
3. 木造の壁倍率	87
4. 耐火構造・防火設備等	87
5. 防火材料	88
6. 屋根防火構造	89
7. 防火設備の作動性能等	89
■建築技術性能認証・証明	
建築技術性能証明	90
建築技術性能認証	92
■建設材料技術認証・証明	
建設材料技術性能証明	92
■建築防災計画評定	93
■構造計算適合性判定(法定)	94
評価シート	
■超高層建築物	
・23-022A-004-01A 立石駅北口地区第一種市街地再開発事業 施設建築物 西街区	95
■建築技術性能証明	
・24-28号 建築構造用冷間ロール成形形鋼管「UコラムU365」(設計・施工)	98
・24-31号 EcoX-G工法(エコクロスジー工法) -格子状補強枠による軟弱地盤補強工法-	99
・24-32号 Y'sベースリングII工法-基礎梁貫通孔補強工法-	100
・25-01号 村本RCS構法-梁貫通・ふさぎ板形式柱RC梁S複合構造-	101
・25-02号 J-SCS構法 -薄肉鋼管で横補強した鋼管内蔵コンクリート柱・鉄骨梁混合構法-	102
・25-03号 かべプラス工法-接着系あと施工アンカーを用いた立上り壁の構築-	103
・25-04号 スリムパイルヘッド構法 -接合定着筋と井桁補強筋を用いた場所打ちコンクリート杭頭半剛接合構法-	104
・25-05号 鉄筋スポット先組工法(有限会社ハウザキ)	105
・25-06号 住友ゴム式高減衰ゴムダンパー	106
・25-07号 ネジonicon鉄筋継手(熱処理異形棒鋼SD700U)	107
・25-08号 ネジoniconLタイプ継手(熱処理異形棒鋼SD700U)	108
・25-09号 KS-Wall構法-鹿島式鉄骨系骨組-RC耐震壁架構-	109
・25-10号 鉄筋スポット先組工法(株式会社ノーグチ)	110
・25-11号 SIMデッキスラブ工法-鉄筋トラス付捨て型枠床版工法-	111
・25-12号 ECS-DJ-異径継手を有する縮管加工鋼管-	112
・25-13号 鉄筋スポット先組工法(有限会社山内工業)	113
・06-13号改1 MIRACR構法 -開口付き中板と三角スチフナを用いたRC柱S梁接合部構法-(改定1)	114
・11-28号改5 ピュアパイル工法(PP工法) -セメントミルク杭状補強体による地盤補強工法II-(改定5)	115
・12-02号改7 オチTS工法 -既製RC柱状材を圧入して用いる杭状地盤補強工法-(改定7)	116

・13-03号 改2	くし兵衛工法－スラリー系機械攪拌式深層混合処理工法－(改定2) ……………	117
・13-04号 改3	しん兵衛工法 －節付細径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－(改定3) ……	118
・14-16号 改1	CASシステム－溶接スタッド鉄筋工法－(改定1) ……………	119
・18-28号 改2	SAT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2) ……………	120
・18-29号 改2	SHハイブリッドコラム工法 －セメントミルク芯部を有する地盤改良体を用いた地盤補強工法－(改定2) ……	121
・19-04号 改3	双工法－先端翼付鋼管を用いた杭状地盤補強工法－(改定3) ……………	122
・19-28号 改2	暁工法－羽根付き鋼管による杭状地盤補強工法－(改定2) ……………	123
・20-23号 改1	大和式ノンダイアフラム柱梁接合工法 －溶接組立箱形断面を用いたノンダイアフラム柱梁接合工法－(改定1) ……………	124
・22-40号 改2	炎工法－スラリー系機械攪拌式深層混合処理工法－(改定2) ……………	125
・23-21号 改1	PCaパラレル基礎梁工法－プレキャスト複合コンクリート基礎梁－(改定1) ……	126
・24-15号 改1	溶接ユニット鉄筋工法－溶接組立鉄筋による先組工法－(改定1) ……………	127
・09-02号 改4(更1)	ニューバースパイルⅡ工法 －先端翼付き鋼管を用いた杭状地盤補強工法－(改定4) ……………	128
・09-06号 改4(更2)	セキスイハイムM3及びセキスイツーユーホームW複合地盤補強工法 －杭状地盤補強材による地盤補強工法－(改定4) ……………	129
・12-17号 改1(更2)	クロスウィングコラム工法 －スラリー系機械攪拌式深層混合処理工法－(改定1) ……………	130
・12-22号 改2(更3)	H－CP工法 －H形プレストレストコンクリート柱状材を用いた地盤補強工法－(改定2) ……	131
・13-01号(更4)	ライジングD工法－粉体系機械攪拌式ブロック状浅層混合処理工法－ ……	132
・13-08号 改3(更1)	ニューバースパイルⅤ工法 －先端翼付き鋼管を用いた杭状地盤補強工法－(改定3) ……………	133
・16-05号 改1(更2)	エコノミック・ベース工法 －柱状碎石補強体を用いた地盤補強工法－(改定1) ……………	134
・20-06号 改1(更1)	トルネードパイル工法－らせん溝付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－(改定1) ……………	135
・21-05号 改1(更1)	トルネードラフト工法－らせん溝付鋼管を有するソイルセメントコラムを利用した 地盤補強工法－(改定1) ……………	136
■建設材料技術性能証明		
・25-01号	バイオ炭を用いたコンクリート(SUSMICS-Cs) ……………	137

(広告)

安心・信頼の指標“JISマーク” ……………	84
構造計算適合性判定の電子申請を受付中です ……………	94

2024年度工事用材料試験結果の集計

1. コンクリートの圧縮強度試験

集計の対象は、工事中試験室に依頼された試験のうち、表-1に示す24,125件とし、その内訳を図-1に示す。

また、材齢4週圧縮強度の集計結果を表-2に、圧縮強度の打込み月ごとの平均値の推移を図-2に、材齢1週圧縮強度と材齢4週圧縮強度との関係を図-3に示す。さらに、打込み時期ごとの圧縮強度の相対度数分布を図-4～図-6に示す。

表-1 コンクリートの圧縮強度試験の件数

供試体寸法	φ100×200mm	23,788 件
	φ125×250mm	337 件
試験目的	構造体コンクリートの検査	22,710 件
	受入検査	368 件
	試し練り	533 件
	その他	514 件

表-2 材齢4週圧縮強度の集計結果

セメントの種類	養生方法	呼び強度	データ件数 (件)	平均値 X̄ (N/mm ²)	標準偏差 σ (N/mm ²)	変動係数 V (%)	1) 呼び強度比	最大値 X _{max} (N/mm ²)	最小値 X _{min} (N/mm ²)
普通ポルトランド セメント	標準養生	18	19	27.0	3.87	14.3	1.50	36.8	22.2
		21	358	30.0	3.00	10.0	1.43	44.2	24.2
		24	1887	35.0	3.84	11.0	1.46	60.7	19.9
		27	1920	38.8	4.11	10.6	1.44	57.2	28.1
		30	945	43.0	4.94	11.5	1.43	60.6	29.8
		33	676	49.1	3.94	8.0	1.49	61.3	37.8
		36	779	52.1	4.54	8.7	1.45	64.4	40.2
		40	181	56.1	5.08	9.1	1.40	70.7	42.9
		42	203	63.4	5.59	8.8	1.51	79.9	48.3
	45	9	65.9	3.72	5.6	1.46	70.4	57.0	
	現場水中 養生	18	14	24.8	2.08	8.4	1.38	27.8	21.8
		21	348	29.9	4.11	13.7	1.42	47.5	19.6
		24	1936	34.7	4.01	11.6	1.45	55.4	24.9
		27	1917	38.2	4.30	11.3	1.41	56.2	25.4
		30	886	41.6	4.48	10.8	1.39	62.0	30.2
		33	230	48.0	4.31	9.0	1.45	61.0	38.6
		36	187	50.5	4.58	9.1	1.40	64.3	39.8
		40	83	56.4	3.97	7.0	1.41	66.1	48.1
42		21	57.8	6.22	10.8	1.38	71.8	49.2	
45	---	---	---	---	---	---	---	---	
高炉セメントB種	標準養生	18	28	29.7	2.72	9.2	1.65	34.8	25.3
		21	110	30.8	3.59	11.7	1.47	39.5	19.3
		24	812	36.0	3.73	10.4	1.50	52.6	26.7
		27	79	41.1	4.76	11.6	1.52	50.4	28.7
		30	224	45.8	4.17	9.1	1.53	58.0	36.7
		33	228	50.1	4.41	8.8	1.52	61.9	36.9
		36	273	52.3	4.81	9.2	1.45	64.4	41.6
		40	17	57.2	3.25	5.7	1.43	62.8	52.3
		42	---	---	---	---	---	---	---
	45	---	---	---	---	---	---	---	
	現場水中 養生	18	3	28.3	0.98	3.5	1.57	29.1	27.2
		21	8	33.4	5.06	15.1	1.59	42.2	26.8
		24	19	35.7	3.37	9.4	1.49	41.9	28.0
		27	18	40.4	3.73	9.2	1.50	46.0	34.4
		30	16	38.1	6.29	16.5	1.27	49.9	30.5
		33	---	---	---	---	---	---	---
		36	---	---	---	---	---	---	---
		40	6	61.2	1.57	2.6	1.53	63.3	59.3
42		---	---	---	---	---	---	---	
45	---	---	---	---	---	---	---		

注 1) 呼び強度比 = 圧縮強度平均値 / 呼び強度

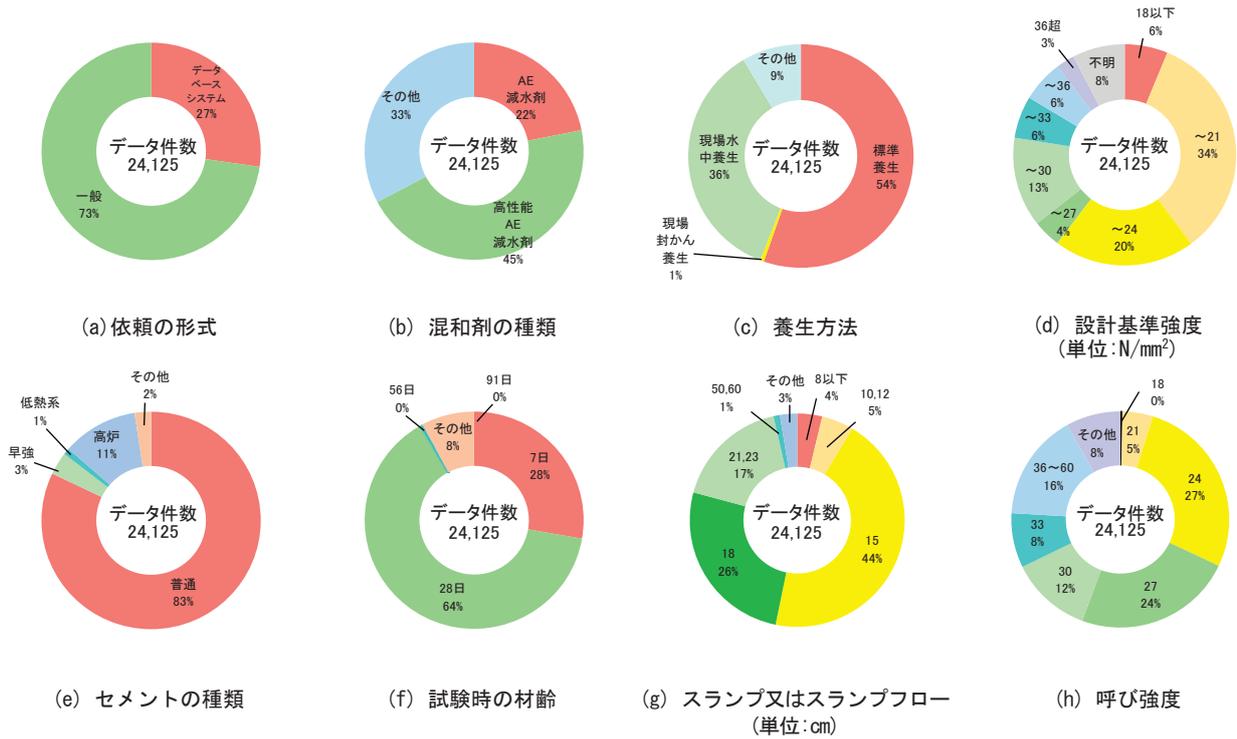


図-1 圧縮強度試験対象の内訳

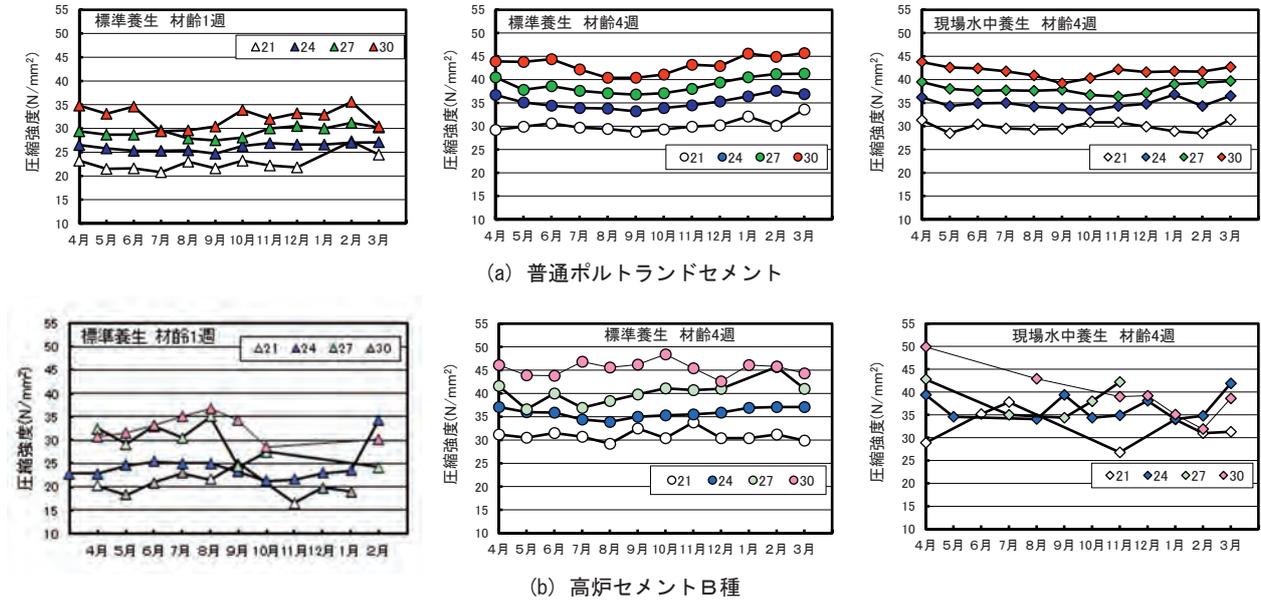


図-2 圧縮強度の打込み月ごとの平均値の推移 (凡例の数値は呼び強度)

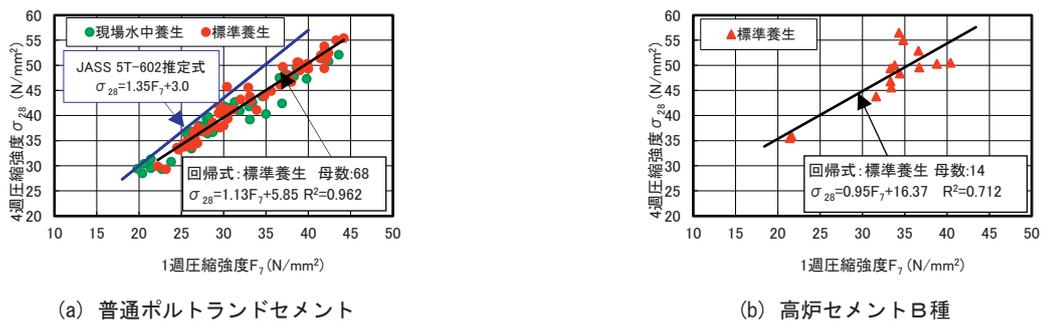
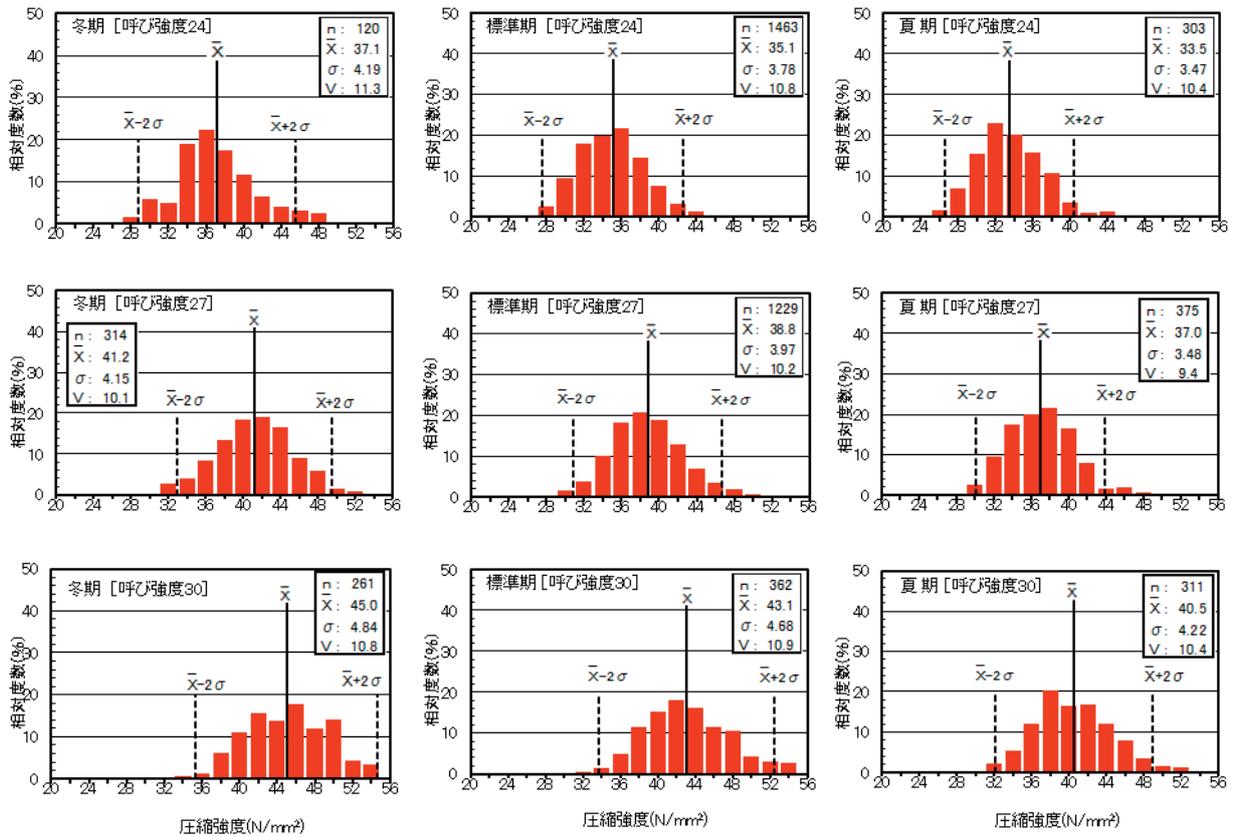
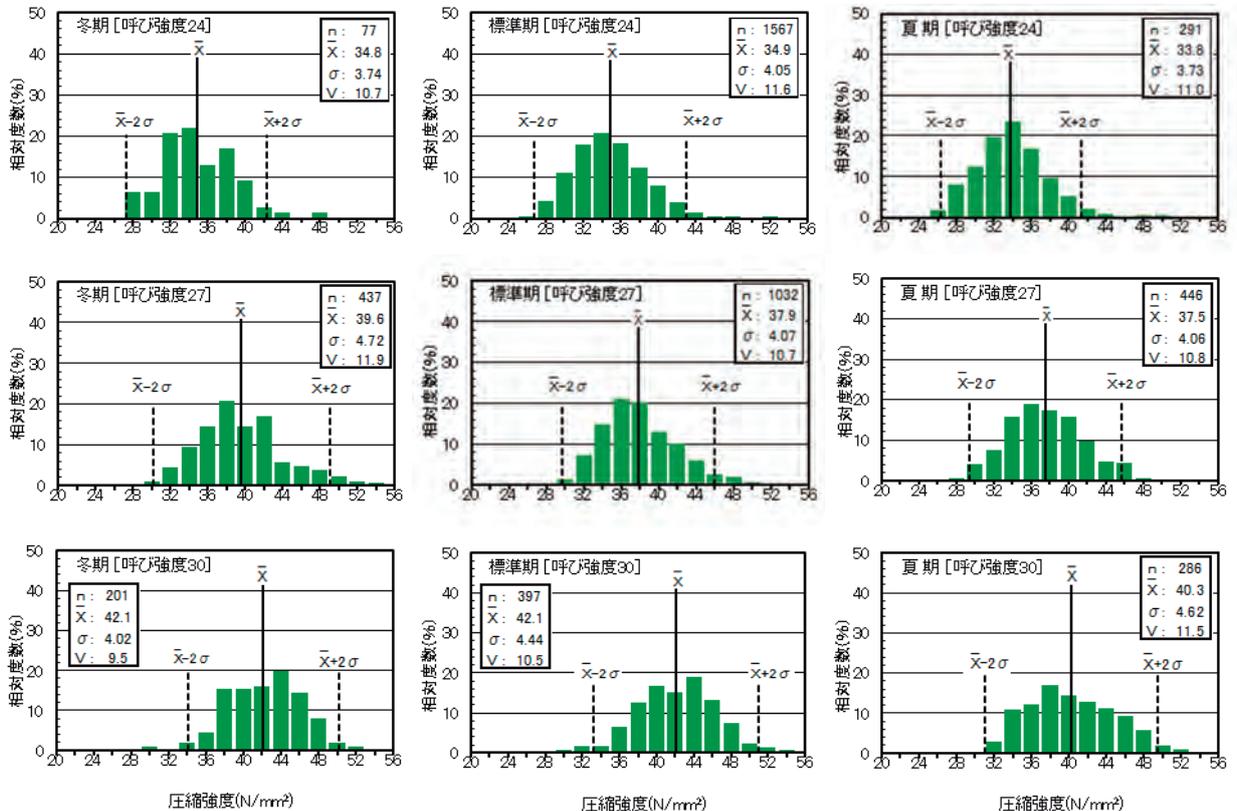


図-3 材齢1週圧縮強度と材齢4週圧縮強度との関係 (同一呼び強度で母数が10以上存在する打込み月ごとの平均値による)



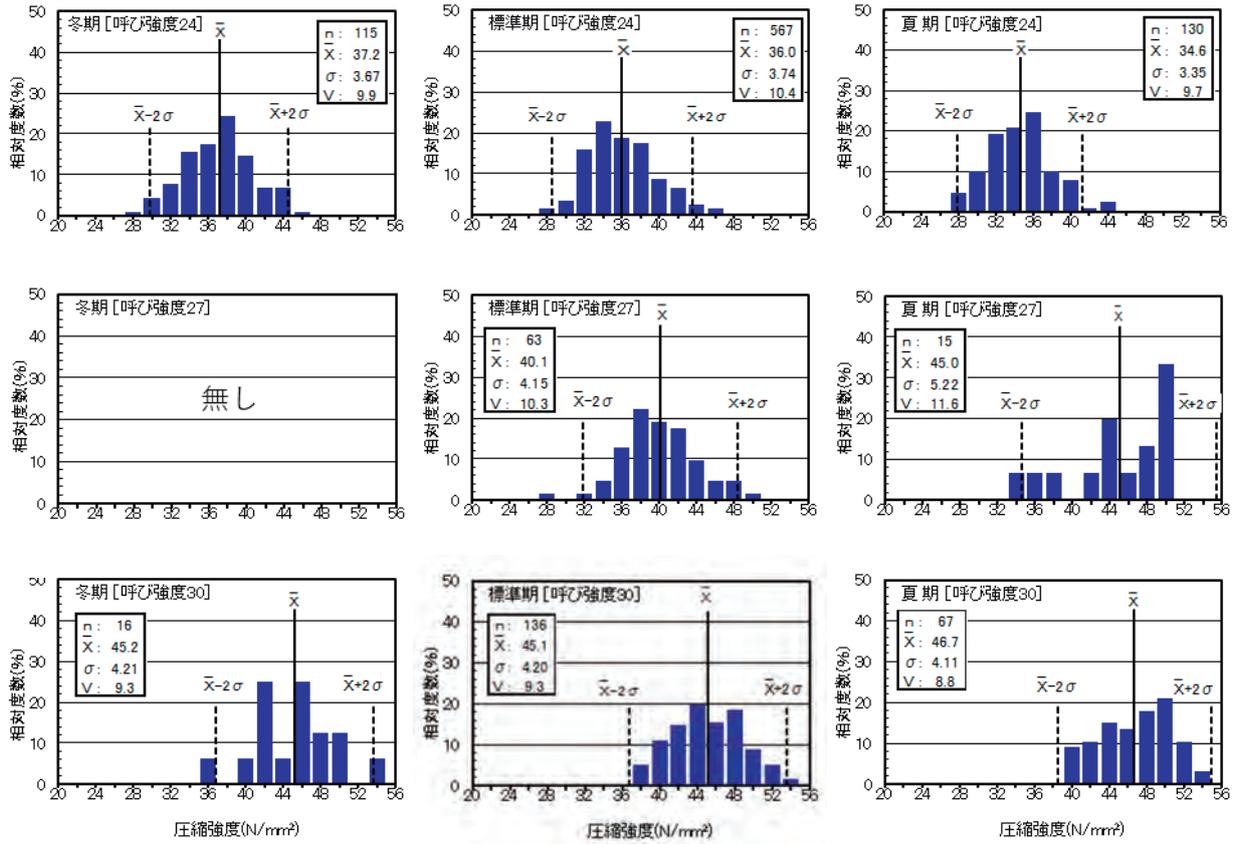
凡例 n:母数、X̄:平均値(N/mm²)、σ:標準偏差(N/mm²)、V:変動係数(%)

図-4 打込み時期ごとの圧縮強度の相対度数分布 (普通ポルトランドセメント, 標準養生, 材齢4週)



凡例 n:母数、X̄:平均値(N/mm²)、σ:標準偏差(N/mm²)、V:変動係数(%)

図-5 打込み時期ごとの圧縮強度の相対度数分布 (普通ポルトランドセメント, 現場水中養生, 材齢4週)



凡例 n:母数、X̄:平均値(N/mm²)、σ:標準偏差(N/mm²)、V:変動係数(%)

図-6 打込み時期ごとの圧縮強度の相対度数分布 (高炉セメントB種, 標準養生, 材齢4週)

注) 冬期:12月14日～2月9日(大阪の気象庁観測点における1991年～2020年の日平均気温が8℃未満の期間)

標準期:2月10日～6月25日及び9月17日～12月13日

夏期:6月26日～9月16日(大阪の気象庁観測点における2014年～2023年の日平均気温が25℃を超える期間)

2. 鉄筋コンクリート用異形棒鋼およびその継手の引張試験

集計の対象は、工事中試験室で行ったJIS G 3112（鉄筋コンクリート用棒鋼）に規定される異形棒鋼とした。試験片の概要を表-3に、その内訳を図-7、図-8 (a)～(e)に示す。

また、異形棒鋼素材の降伏点、引張強さおよび破断伸びの集計結果を表-4に、異形棒鋼継手の引張強さの集計結果を表-5にそれぞれ示す。

表-3 集計の対象とした試験片の概要

集 計 対 象	異形棒鋼の素材ならびに継手試験片
試 験 片 の 径	D10～D41
種 類 の 記 号	SD295, SD345, SD390, SD490

備考 1) 試験片の種類記号は、依頼者からの情報によるものであり、当センターで確認できなかったものも含む。
 備考 2) 異なる種類記号の鉄筋を継手している場合には、引張強さの規定値が低い方で集計した。
 備考 3) 異なる呼び名の鉄筋を継手している場合には、呼び名の小さい方で集計した。

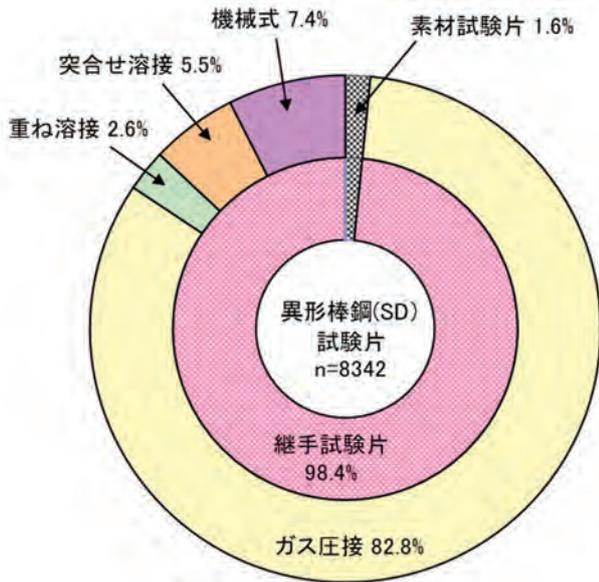


図-7 試験片の種類の内訳

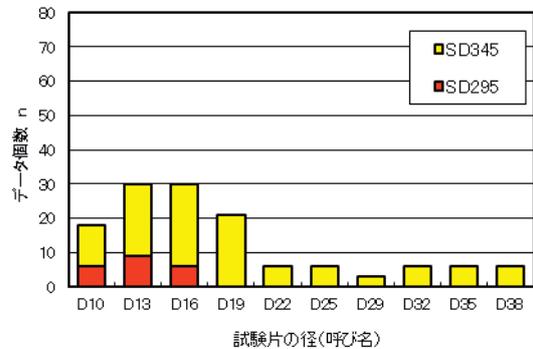


図-8(a) 素材試験片の内訳

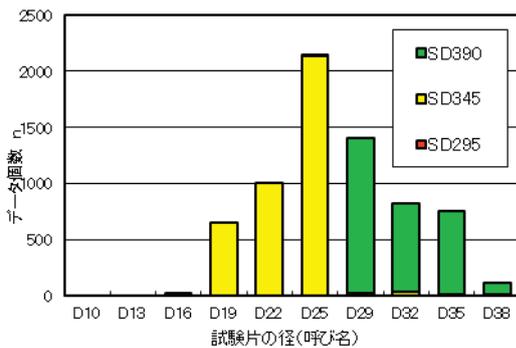


図-8(b) ガス圧接継手試験片の内訳

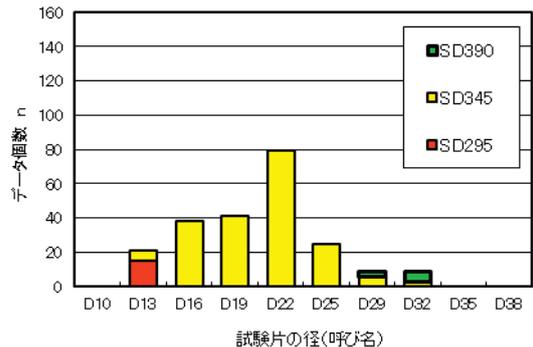


図-8(c) 重ね溶接継手試験片の内訳

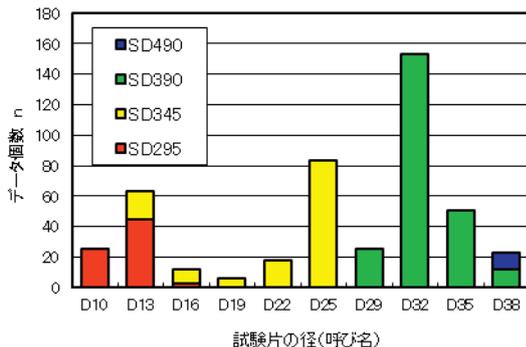


図-8(d) 突合せ溶接継手試験片の内訳

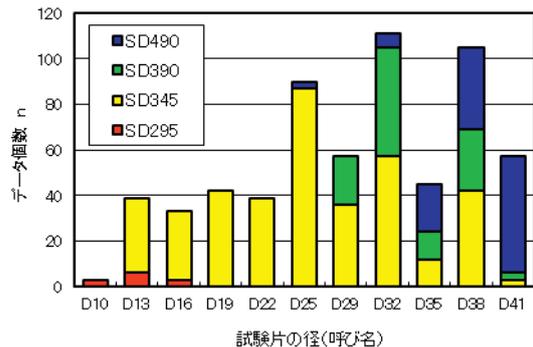


図-8(e) 機械式継手試験片の内訳

表-4 異形棒鋼素材の降伏点、引張強さおよび破断伸びの集計結果

種類の記号 ¹⁾		SD295			SD345				
呼び名		D10 ~D13	D16 ~D22	合計	D10 ~D13	D16 ~D22	D25 ~D32	D35 ~D38	合計
データ個数 n		15	6	21	33	51	15	12	111
降伏点 (N/mm ²)	平均値 \bar{X}	359	368	362	389	382	378	390	385
	標準偏差 σ	23.3	18.4	22.0	9.8	9.3	12.5	5.5	10.4
	最大値 x_{\max}	389	387	389	404	405	395	397	405
	最小値 x_{\min}	322	350	322	372	363	359	382	359
引張強さ (N/mm ²)	平均値 \bar{X}	522	552	531	567	581	578	595	578
	標準偏差 σ	37.2	46.0	41.1	13.2	15.6	17.9	16.6	17.4
	最大値 x_{\max}	571	595	595	588	598	607	614	614
	最小値 x_{\min}	469	510	469	551	536	559	568	536
破断伸び (%)	平均値 \bar{X}	28	26	28	25	25	28	26	26
	標準偏差 σ	2.6	3.9	3.0	1.6	1.6	1.9	2.4	2.0
	最大値 x_{\max}	33	30	33	29	29	30	30	30
	最小値 x_{\min}	23	21	21	23	22	22	21	21
合格率 ²⁾ (%)		100	100	100	100	100	100	100	100

注1) 試験依頼者からの情報によるものであり、当センターで確認できなかったものも含まれる。

2) JIS G 3112に規定される機械的性質（降伏点、引張強さ及び破断伸び）を満足した比率を示す。

表-5 異形棒鋼継手の引張強さの集計結果

継手方法	種類の ¹⁾ 記号	呼び名 ²⁾	データ 個数 n	引張強さ(N/mm ²)				降伏点 ³⁾ の規定値 未満の率 (%)	引張強さ ⁴⁾ の規定値 未満の率 (%)	継手部 ⁵⁾ 位置での 破断率 (%)
				平均値 \bar{X}	標準偏差 σ	最大値 X_{max}	最小値 X_{min}			
ガス圧接	SD295	D16~D22	6	481	17.1	502	463	0.0	0.0	0.0
		SD345	D16~D22	1661	574	14.2	623	517	0.0	0.0
	SD345	D25~D32	2191	574	12.0	626	519	0.0	0.0	0.0
		D35~D38	20	571	9.0	582	558	0.0	0.0	0.0
		合計	3872	574	13.0	626	517	0.0	0.0	0.0
	SD390	D25~D32	2176	620	18.0	691	523	0.0	0.0	0.1
		D35~D38	855	631	22.3	697	589	0.0	0.0	0.1
		合計	3031	623	19.9	697	523	0.0	0.0	0.1
	重ね溶接	SD295	D10~D13	15	490	2.3	493	486	0.0	0.0
D10~D13			6	552	5.0	559	546	0.0	0.0	0.0
SD345		D16~D22	158	554	38.0	609	409	0.0	7.6	0.0
		D25~D32	33	570	30.1	591	428	0.0	3.0	0.0
		合計	197	555	36.2	609	409	0.0	6.6	0.0
SD390		D25~D32	9	617	22.8	647	585	0.0	0.0	0.0
突合せ溶接		SD295	D10~D13	70	479	11.5	505	456	0.0	0.0
	D16~D22		3	481	1.2	482	480	0.0	0.0	0.0
	合計		73	479	11.2	505	456	0.0	0.0	0.0
	SD345	D10~D13	18	545	50.1	578	388	0.0	11.1	11.1
		D16~D22	33	569	11.0	594	553	0.0	0.0	0.0
		D25~D32	83	569	7.5	596	557	0.0	0.0	0.0
		合計	134	566	21.3	596	388	0.0	1.5	1.5
	SD390	D25~D32	178	609	23.5	661	523	0.0	3.9	17.4
		D35~D38	63	625	54.5	688	380	0.0	9.5	14.3
		合計	241	613	35.0	688	380	0.0	5.4	16.6
	SD490	D35~D38	11	716	12.1	734	693	0.0	0.0	9.1
機械式	SD295	D10~D13	9	500	4.7	507	493	0.0	0.0	0.0
		D16~D22	3	519	0.6	519	518	0.0	0.0	0.0
		合計	12	505	9.3	519	493	0.0	0.0	0.0
	SD345	D10~D13	33	554	6.6	571	548	0.0	0.0	0.0
		D16~D22	111	575	22.2	618	531	0.0	0.0	8.1
		D25~D32	180	580	14.9	616	547	0.0	0.0	5.6
		D35~D38	54	582	16.0	612	538	0.0	0.0	35.2
		D41	3	590	0.6	591	590	0.0	0.0	0.0
	合計	381	576	18.5	618	531	0.0	0.0	10.0	
	SD390	D25~D32	69	634	12.9	656	601	0.0	0.0	2.9
		D35~D38	39	630	16.5	647	576	0.0	0.0	10.3
		D41	3	594	0.6	594	593	0.0	0.0	0.0
		合計	111	631	15.5	656	576	0.0	0.0	5.4
	SD490	D25~D32	9	733	11.2	743	714	0.0	0.0	0.0
		D35~D38	57	708	10.7	731	681	0.0	0.0	0.0
		D41	51	698	19.0	719	639	0.0	0.0	17.6
		合計	117	706	17.4	743	639	0.0	0.0	7.7

注) 集計対象には、工事監理以外の目的（施工前試験、投量確認など）で試験を行ったものも含む。

- 1) 試験依頼者からの情報によるものであり、当センターで確認できなかったものも含まれる。また、異なる種類の記号の鉄筋を継手している場合、引張強さの規定値が低い方で集計した。
- 2) 異なる呼び名の鉄筋を継手している場合、呼び名の小さい方で集計した。
- 3) 試験により得られた降伏点が、JIS G 3112による規定値未満であった個数の比率（%）を示す。
- 4) 試験により得られた引張強さが、JIS G 3112による規定値未満であった個数の比率（%）を示す。
- 5) 試験後の破断位置が、圧接面、溶接部またはカプラーからの抜け出しとなった個数の比率（%）を示す。

3. 一般依頼の骨材品質試験

集計の対象は、工事用試験室が受託した一般依頼の骨材品質試験とした。
骨材の品質の集計結果を表-6に示す。

表-6 骨材の品質の集計結果

試験項目		細骨材						粗骨材	
		海砂	川砂	山砂	砕砂	スラグ	他	砂利	砕石
粒度* 粗粒率 F.M.	データ個数 n	13	2	26	14	0	1	20	28
	平均値 \bar{X}	2.48	2.89	2.86	2.70	---	2.91	6.79	6.64
	標準偏差 σ	0.28	0.49	0.11	0.24	---	---	0.54	0.08
	最大値 X_{max}	2.72	3.24	3.06	3.64	---	2.91	8.00	6.80
	最小値 X_{min}	1.94	2.54	2.60	2.27	---	2.91	5.62	6.49
微粒分量 (%)	データ個数 n	15	2	5	12	0	1	3	29
	平均値 \bar{X}	1.3	0.3	1.2	3.5	---	2.0	0.2	0.2
	標準偏差 σ	0.40	0.14	0.33	2.16	---	—	0.12	0.19
	最大値 X_{max}	2.3	0.4	1.5	8.4	---	2.0	0.3	0.8
	最小値 X_{min}	0.9	0.2	0.7	0.3	---	2.0	0.1	0.1
絶乾密度 (g/cm ³)	データ個数 n	15	2	19	22	22	3	16	40
	平均値 \bar{X}	2.55	2.56	2.54	2.59	2.70	2.62	2.57	2.62
	標準偏差 σ	0.013	0.007	0.013	0.048	0.017	0.108	0.014	0.043
	最大値 X_{max}	2.56	2.56	2.56	2.68	2.73	2.74	2.61	2.73
	最小値 X_{min}	2.52	2.55	2.51	2.52	2.66	2.54	2.56	2.52
吸水率 (%)	データ個数 n	15	2	19	22	22	3	16	40
	平均値 \bar{X}	1.30	1.32	1.29	1.44	0.57	1.18	1.12	0.94
	標準偏差 σ	0.187	0.007	0.197	0.432	0.188	0.261	0.234	0.385
	最大値 X_{max}	1.64	1.32	1.71	2.03	0.99	1.43	1.32	2.10
	最小値 X_{min}	0.92	1.31	1.05	0.45	0.24	0.91	0.47	0.23
安定性 [損失量] (%)	データ個数 n	16	4	12	77	0	1	7	135
	平均値 \bar{X}	1.8	2.0	1.6	1.3	---	2.1	3.5	2.6
	標準偏差 σ	0.62	1.13	0.71	1.12	---	—	2.87	2.48
	最大値 X_{max}	3.1	3.6	3.5	8.9	---	2.1	8.1	18.5
	最小値 X_{min}	1.1	1.1	0.8	0.3	---	2.1	0.1	0.1
粘土塊量 (%)	データ個数 n	15	2	2	5	0	1	3	15
	平均値 \bar{X}	0.21	0.09	0.17	0.09	---	0.21	0.03	0.04
	標準偏差 σ	0.105	0.014	0.028	0.078	---	---	0.006	0.031
	最大値 X_{max}	0.40	0.10	0.19	0.18	---	0.21	0.04	0.12
	最小値 X_{min}	0.07	0.08	0.15	0.00	---	0.21	0.03	0.00
塩化物量 (%)	データ個数 n	35	3	15	26	2	25	/	
	平均値 \bar{X}	0.005	0.001	0.000	0.001	0.000	0.005		
	標準偏差 σ	0.0057	0.0017	0.0006	0.0011	0.0000	0.0036		
	最大値 X_{max}	0.031	0.003	0.002	0.005	0.000	0.014		
	最小値 X_{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
すりへり減量 (%)	データ個数 n	/						3	109
	平均値 \bar{X}							25.2	14.9
	標準偏差 σ							0.490	3.899
	最大値 X_{max}							25.8	29.7
	最小値 X_{min}							24.6	10.2

※砕石は粒の大きさによる区分 2005、砂利は最大寸法 20 mmおよび 25 mmを対象とした。

4. 当法人が採取した骨材試料の品質試験

集計の対象は、大阪府内建築行政連絡協議会の「コンクリート工事に関する取扱要領」に基づいて、大阪府および兵庫県の一部地域の生コン工場約103工場から、工用試験室が1回/月の頻度で採取した骨材の試験値とした。試験の概要を表-7に、細骨材の品質の集計結果を表-8に、粗骨材の品質の集計結果を表-9に示す。

また、骨材の種類の内訳を図-9に、骨材試料の品質試験値の度数分布を図-10にそれぞれ示す。

表-7 試験の概要

試験対象	大阪府および兵庫県の一部地域の生コン工場約103工場から、当センターが採取した骨材
採取頻度	1回/月
骨材の種類	普通細骨材,普通粗骨材(最大寸法20mm以下)
試験項目	絶乾密度、吸水率、粒度(粗粒率)

表-8 細骨材の品質の集計結果

細骨材の種類	データ 個数 n	絶乾密度 d_d (g/cm ³)				吸水率 Q (%)				粒度 粗粒率 F.M.				
		平均値 \bar{X}	最大値 X_{max}	最小値 X_{min}	標準偏差 σ	平均値 \bar{X}	最大値 X_{max}	最小値 X_{min}	標準偏差 σ	平均値 \bar{X}	最大値 X_{max}	最小値 X_{min}	標準偏差 σ	
海砂	576	2.55	2.59	2.47	0.02	1.36	1.95	0.82	0.18	2.68	3.21	1.90	0.19	
山砂	A	60	2.52	2.55	2.45	0.02	1.56	2.91	1.08	0.36	2.79	3.10	2.37	0.14
	B	24	2.55	2.57	2.53	0.02	2.08	2.31	1.82	0.15	2.07	2.14	1.98	0.04
砕砂	A	513	2.55	2.61	2.48	0.02	1.71	2.51	0.69	0.27	2.88	3.36	2.50	0.12
	B	368	2.61	2.66	2.54	0.02	1.81	2.59	1.00	0.26	2.83	3.33	2.57	0.12
	C	84	2.62	2.66	2.55	0.03	1.08	1.74	0.73	0.21	2.69	2.86	2.45	0.08
	D	578	2.67	2.70	2.61	0.01	0.65	1.69	0.20	0.24	2.74	3.35	2.21	0.27
	その他	51	2.59	2.61	2.57	0.01	1.51	1.80	1.11	0.16	2.89	3.02	2.77	0.06
混合砂	海+砕	72	2.57	2.61	2.54	0.01	1.35	2.00	0.85	0.22	2.83	3.04	2.61	0.11
	砕+スラグ	9	2.60	2.61	2.59	0.01	1.32	1.41	1.19	0.08	2.69	2.73	2.67	0.02
	その他	24	2.66	2.77	2.57	0.08	0.98	1.10	0.75	0.10	2.74	3.12	2.50	0.22
高炉スラグ細骨材		25	2.68	2.77	2.50	0.05	0.62	3.36	0.22	0.59	2.26	2.33	2.15	0.04
銅スラグ細骨材		12	3.54	3.55	3.52	0.01	0.22	0.28	0.16	0.04	2.59	2.68	2.48	0.08

表-9 粗骨材の品質の集計結果

粗骨材の種類	データ 個数 n	絶乾密度 D_d (g/cm ³)				吸水率 Q (%)				粒度 粗粒率 F.M.				
		平均値 \bar{X}	最大値 X_{max}	最小値 X_{min}	標準偏差 σ	平均値 \bar{X}	最大値 X_{max}	最小値 X_{min}	標準偏差 σ	平均値 \bar{X}	最大値 X_{max}	最小値 X_{min}	標準偏差 σ	
砕石 A	1505	502	2.60	2.65	2.54	0.02	1.04	1.79	0.62	0.23	6.27	7.01	6.11	0.08
	2005	48	2.59	2.61	2.58	0.01	1.08	1.29	0.87	0.11	6.61	6.79	6.42	0.08
	2010	526	2.60	2.65	2.55	0.02	0.92	1.62	0.51	0.22	6.98	7.15	6.24	0.07
砕石 B	1505	336	2.66	2.69	2.60	0.02	1.06	1.67	0.58	0.28	6.29	6.53	6.09	0.09
	2005	60	2.67	2.69	2.65	0.01	0.88	1.59	0.56	0.30	6.63	6.80	6.45	0.08
	2010	336	2.67	2.71	2.60	0.02	0.89	1.56	0.44	0.29	7.01	7.14	6.81	0.05
砕石 C	1505	48	2.65	2.67	2.63	0.01	0.73	0.94	0.60	0.08	6.27	6.52	6.16	0.07
	2005	12	2.67	2.68	2.65	0.01	0.76	0.87	0.62	0.08	6.71	6.84	6.62	0.06
	2010	36	2.67	2.69	2.64	0.02	0.60	0.86	0.46	0.09	7.03	7.16	6.93	0.04
砕石 D	1505	24	2.70	2.71	2.70	0.00	0.31	0.36	0.23	0.03	6.27	6.56	6.16	0.09
	2005	429	2.70	2.71	2.69	0.00	0.30	0.41	0.21	0.03	6.60	6.81	6.36	0.08
	2010	24	2.70	2.71	2.70	0.00	0.27	0.33	0.22	0.03	7.00	7.10	6.91	0.05
山砂利(15mm)		12	2.57	2.59	2.55	0.01	1.26	1.67	0.99	0.18	6.29	6.44	6.14	0.08

注)細分類した細骨材・粗骨材の種類ごとの産地は以下のとおりである。

海砂 : 佐賀県唐津・小川島、福岡県北九州等の玄界灘海域
 山砂 A : 京都府城陽・大阪府枚方など
 山砂 B : 千葉県市原市

砕砂 A、砕石 A : 兵庫県宝塚・赤穂・家島諸島等 (流紋岩質)
 砕砂 B、砕石 B : 大阪府箕面・茨木・高槻・京都府亀岡等(砂岩質)
 砕砂 C、砕石 C : 奈良県御所等(花崗岩質)
 砕砂 D、砕石 D : 大分県津久見、高知県鳥形山、福岡県北九州等(石灰石岩質)

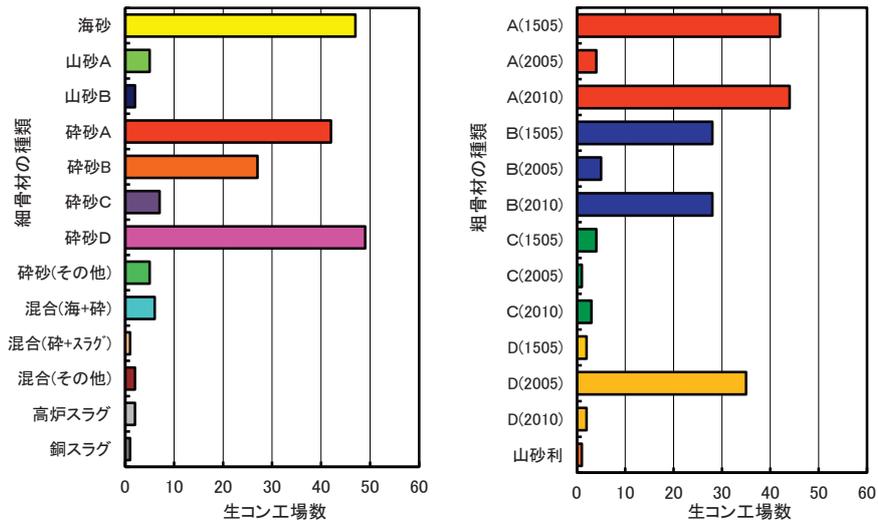
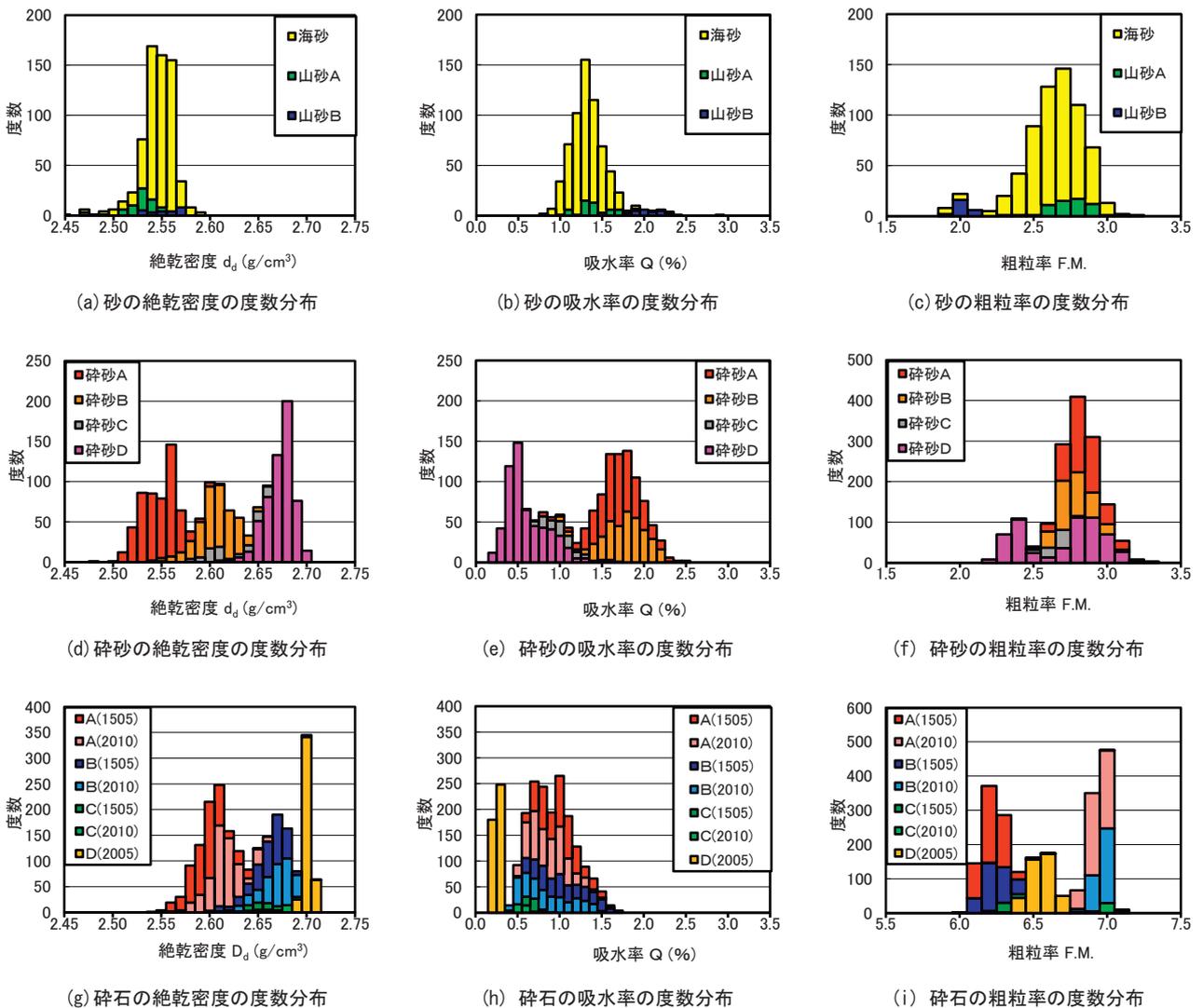


図-9 対象とした生コ工場で用いられている骨材の種類の内訳 (山砂および砕砂・砕石の細分類は表-8および表-9を参照)



注) 代表的な試料の種類について示した。

図-10 骨材試料の品質試験値の度数分布 (山砂および砕砂・砕石の細分類は表-8および表-9を参照)

製品認証

2025年4月から6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
レディーミクストコンクリート	1
プレキャストコンクリート製品	1
安全ガラス（自動車用及び鉄道車両用以外のものに限る）	1
合 計	3

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
GB0325001	2025/5/14	株式会社三和キャストン 本社工場	JIS A 5371	プレキャストコンクリート製品
GB0625001	2025/5/28	合田産業株式会社 神辺工場	JIS A 5308	レディーミクストコンクリート
GBCN25001	2025/5/28	東莞市銀建玻璃工程有限公司	JIS R 3205	安全ガラス（自動車用及び鉄道車両用以外のものに限る）

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)】

- 品質管理に対する就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



■性能評価完了案件

2025年4月から6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	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-004-01A [25/04/11] HNNNNNN-12489-1 [25/05/27]	立石駅北口地区 第一種市街地再 開発事業 施設 建築物 西街区	立石駅北口地区 市街地再開発組 合 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 葛飾区	共同住宅、 店舗、 集会所、 自動車車庫、 自転車駐輪 場	36	2	124.75	4,824.31	82,391.55	RC造
23-022A-014-02B [25/05/21] HNNNNNN-12613-2 [25/06/19]	(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	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				
23-022C-001-01B [25/04/02] MNNNNNN-12430-1 [25/05/01]	(仮称)関西新 センター A棟	ソフトバンク(株) 三井住友建設(株) 日建設計 一 級建築士事務所	生駒市	データセン ター(その 他(通信機 器室)、事務 所)	4	—	31.076	5,102.59	18,689.47	S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 (建築基準法第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	Fc	特記事項
24-061A-067 [25/02/05]	MCON-4868 [25/05/21]	(株)竹中工務店 大阪本店 (株)岡本生コンクリート	大阪府	SFPC	80 ~ 135	—
24-061A-068 [25/03/06]	MCON-4869 [25/05/21]	(株)竹中工務店 九州支店 麻生コンクリート工業(株)	福岡県	BC	36 ~ 60	—
24-061A-074 [25/03/26]	MCON-4873 [25/05/21]	東京コンクリート(株) 砂町工場	東京都	SFPC	80 ~ 120	—
24-061A-075 [25/04/02]	MCON-4874 [25/05/21]	大阪アサノコンクリート(株) 淀川工場	大阪府	SFPC	80 ~ 120	—
24-061A-076 [25/04/03]	MCON-4875 [25/05/21]	中村産業生コン(株) 椎田工場	福岡県	N	39 ~ 60	—
24-061A-078 [25/04/02]	MCON-4876 [25/05/21]	コーアツ工業(株) 熊本工場	熊本県	N	39 ~ 60	—
24-061A-080 [25/03/26]	MCON-4881 [25/06/17]	手取川石産(株) アップルコンクリート	石川県	N	39 ~ 60	—
				M	39 ~ 80	
24-061A-081 [25/03/26]	MCON-4882 [25/06/17]	アップルコンクリート(株)	石川県	N	39 ~ 60	—
24-061A-082 [25/04/01]	MCON-4877 [25/05/21]	蓮井コンクリート(株)	香川県	L	39 ~ 80	—
24-061A-085 [25/05/01]	MCON-4883 [25/06/17]	(株)ライブコンクリート	兵庫県	N	39 ~ 60	—
				L	39 ~ 80	
24-061A-089 [25/04/25]	MCON-4879 [25/06/17]	大成建設(株) (株)東京菱光コンクリート 品川工場	東京都	SFC	140 ~ 150	建物限定
24-061A-062 [25/04/17]	MCON-4885 [25/06/30]	前田建設工業(株) 神奈川秩父レミコン(株) 本社工場	神奈川県	N	39 ~ 60	—
				M	39 ~ 80	
				L	39 ~ 70	
				SFPC	80 ~ 120	
24-061A-063 [25/04/17]	MCON-4886 [25/06/30]	前田建設工業(株) 溝口瀬谷レミコン(株) 溝ノロレミコン工場	神奈川県	N	39 ~ 60	—
				M	39 ~ 80	
				L	39 ~ 70	
				SFPC	80 ~ 120	
24-061A-077 [25/03/26]	MCON-4889 [25/06/30]	(株)大林組 大阪本店 (株)関西宇部 港工場	大阪府	SFC	80 ~ 120	—
24-061A-086 [25/04/24]	MCON-4884 [25/06/30]	(株)竹中工務店 九州支店 九州徳山生コンクリート(株)	福岡県	N	36 ~ 60	—
				M	36 ~ 80	
24-061A-087 [25/04/24]	MCON-4887 [25/06/30]	(株)筑後生コン	福岡県	M	39 ~ 80	—
24-061A-088 [25/05/01]	MCON-4888 [25/06/30]	(株)長谷工コーポレーション 令和共同生コン(株)	東京都	M	39 ~ 80	—
				SFPC	80 ~ 120	
25-061A-001 [25/05/30]	MCON-4891 [25/06/30]	草川沼家生コン(株)	神奈川県	N	39 ~ 60	—
				M	39 ~ 80	
25-061A-005 [25/05/30]	MCON-4892 [25/06/30]	福岡太平洋生コン(株)	福岡県	N	39 ~ 60	—
25-061A-006 [25/05/30]	MCON-4893 [25/06/30]	デンカコンクリート(株)	富山県	N	39 ~ 60	—

2) コンクリート以外 (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]	建築材料の区分	申請者	件名
24-061B-009 [25/03/10]	MSTL-0621 [25/06/02]	構造用鋼材及び鋳鋼	日鉄建材(株)	建築構造用冷間ロール成形角形鋼管「UコラムU 365」(広畑製造所)
24-061B-010 [25/03/18]	MBLT-0232 [25/06/02]	高力ボルト及びボルト	東京鉄鋼(株)	大成式ネジベース工法に用いるアンカー用ボルトセット

3. 木造の壁倍率

1) 軸組耐力壁 (令第46条第4項表1(八)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	構造名	倍率の 数値
24-111A-003 [25/02/21]	FRM-0740-1 [25/03/27]	日軽金アクト㈱	K形アルミニウム合金斜材/中央金物、コーナー金物/接続ピンφ12mm×L42.65mm、タッピンねじφ6mm×L12mm、ドリルねじφ6mm×L25mm及びφ6mm×L35mm、木ねじφ6.2mm×L65mm/壁長さ900mm以上910mm以下/壁内法高さ2800mmを超え2850mm以下/床勝ち仕様/木造軸組耐力壁	3.0
24-111A-004 [25/02/21]	FRM-0741-1 [25/03/27]	日軽金アクト㈱	K形アルミニウム合金斜材/中央金物、コーナー金物/接続ピンφ12mm×L42.65mm、タッピンねじφ6mm×L12mm、ドリルねじφ6mm×L25mm及びφ6mm×L35mm、木ねじφ6.2mm×L65mm/壁長さ900mm以上910mm以下/壁内法高さ2400mm以上2800mm以下/床勝ち仕様/木造軸組耐力壁	3.3

4. 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
24-011A-068 [24/11/29]	FP090CN-1081 [25/02/03]	エスケー化研㈱	柱 1.5時間	ポリリン酸アンモニウム混入ウレタン系樹脂塗料被覆/鋼管柱	S K タイカ コートHS
24-011A-080 [25/01/09]	FP060BE-0202-1 [25/03/03]	大和ハウス工業㈱	外壁 (耐力) 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・ロックウール板表張/網入強化せっこうボード裏張/軽量鉄骨造外壁	ダイワハウ ス FP060BE- SJ3-再I
24-011A-081 [25/01/09]	FP060BP-0104-1 [25/03/03]	大和ハウス工業㈱	間仕切壁 (耐力) 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・ロックウール板表張/網入強化せっこうボード裏張/軽量鉄骨造間仕切壁	ダイワハウ ス FP060BP- SJ3-再I
24-011A-082 [25/01/09]	FP090CN-1072-1 [25/03/03]	大和ハウス工業㈱	柱 1.5時間	木板・網入強化せっこうボード重被覆/鋼管柱	ダイワハウ ス FP090CN- HB-再I

2) 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-034 [25/01/08]	PC030BE-4249 (1) [25/03/03]	アキレス㈱ BASF INO AC ポリウレタ ン㈱	外壁 (耐力) 30分間	吹付け硬質ウレタンフォーム充てん/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 +充てん断 熱工法
	PC030BE-4249 (2) [25/03/03]			吹付け硬質ウレタンフォーム充てん/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	
24-011C-041 [25/01/28]	PC030BE-4230-1 [25/03/03]	(一社)新木造住宅技術研究協議会	外壁 (耐力) 30分間	人造鉱物繊維断熱材充てん/木板・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/せっこうボード裏張/木製軸組造外壁	新住協 木外 装オープン ジョイント 構法

3) 防火設備 (令第108条の3第1号及び109条の8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
24-011R-002 24-141J-001 [25/01/21]	EH090-0001 [25/03/31] EH090-0002 [25/03/31]	三和シャッター工業㈱ ㈱大林組	防火設備 75分超 90分以下	グラスウール充てん/鋼製シャッター	遮熱パネル シャッター

4) 準耐火構造 (令第112条第2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	部材名 時 間	構造名	商品名
24-011N-004 [24/11/29]	QF060BE-1721 [25/02/10]	パナソニック ホ ームズ(株)	外壁 (耐力) 1時間	窯業系サイディング・人造鉱物繊維断熱材表張／窯 業系サイディング・人造鉱物繊維断熱材裏張／軽量 鉄骨造外壁	パナソニッ ク ホームズ HS外壁X XIV

5. 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-057 [24/09/04]	NM-5902 [25/02/07]	(株)インパクト	ウレタン系樹脂塗装合成樹脂フィルム張／アルミニウム合金板	—
24-021A-080 [24/12/24]	NM-5942 (1) [25/03/27]	有限会社トマト	紙裏張合成樹脂塗装木質系単板張／紙裏張／両面薄葉紙張アルミニ ウムはく火山性ガラス質複層板	—
	NM-5942 (2) [25/03/27]		紙裏張木質系単板張／紙裏張／両面薄葉紙張アルミニウムはく火山 性ガラス質複層板	—
	NM-5942 (3) [25/03/27]		合成樹脂塗装木質系単板張／紙裏張／両面薄葉紙張アルミニウムは く火山性ガラス質複層板	—
	NM-5942 (4) [25/03/27]		木質系単板張／紙裏張／両面薄葉紙張アルミニウムはく火山性ガラ ス質複層板	—
	NM-5942 (5) [25/03/27]		紙裏張合成樹脂塗装木質系単板張／両面薄葉紙張アルミニウム合金 はく裏張／両面薄葉紙張アルミニウムはく火山性ガラス質複層板	—
	NM-5942 (6) [25/03/27]		紙裏張木質系単板張／両面薄葉紙張アルミニウム合金はく裏張／両 面薄葉紙張アルミニウムはく火山性ガラス質複層板	—
	NM-5943 (1) [25/03/27]	(株)ビッグウィル	紙裏張合成樹脂塗装木質系単板張／紙裏張／両面薄葉紙張アルミニ ウムはく火山性ガラス質複層板	—
	NM-5943 (2) [25/03/27]		紙裏張木質系単板張／紙裏張／両面薄葉紙張アルミニウムはく火山 性ガラス質複層板	—
	NM-5943 (3) [25/03/27]		合成樹脂塗装木質系単板張／紙裏張／両面薄葉紙張アルミニウムは く火山性ガラス質複層板	—
	NM-5943 (4) [25/03/27]		木質系単板張／紙裏張／両面薄葉紙張アルミニウムはく火山性ガラ ス質複層板	—
	NM-5943 (5) [25/03/27]		紙裏張合成樹脂塗装木質系単板張／両面薄葉紙張アルミニウム合金 はく裏張／両面薄葉紙張アルミニウムはく火山性ガラス質複層板	—
	NM-5943 (6) [25/03/27]		紙裏張木質系単板張／両面薄葉紙張アルミニウム合金はく裏張／両 面薄葉紙張アルミニウムはく火山性ガラス質複層板	—
	NM-5944 (1) [25/03/27]	興和(株)	紙裏張合成樹脂塗装木質系単板張／紙裏張／両面薄葉紙張アルミニ ウムはく火山性ガラス質複層板	—
	NM-5944 (2) [25/03/27]		紙裏張木質系単板張／紙裏張／両面薄葉紙張アルミニウムはく火山 性ガラス質複層板	—
	NM-5944 (3) [25/03/27]		合成樹脂塗装木質系単板張／紙裏張／両面薄葉紙張アルミニウムは く火山性ガラス質複層板	—
	NM-5944 (4) [25/03/27]		木質系単板張／紙裏張／両面薄葉紙張アルミニウムはく火山性ガラ ス質複層板	—
	NM-5944 (5) [25/03/27]		紙裏張合成樹脂塗装木質系単板張／両面薄葉紙張アルミニウム合金 はく裏張／両面薄葉紙張アルミニウムはく火山性ガラス質複層板	—
	NM-5944 (6) [25/03/27]		紙裏張木質系単板張／両面薄葉紙張アルミニウム合金はく裏張／両 面薄葉紙張アルミニウムはく火山性ガラス質複層板	—

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-080 [24/12/24]	NM-5945 (1) [25/03/27]	チャネルオリジ ナル(株)	紙裏張合成樹脂塗装木質系単板張/紙裏張/両面薄葉紙張アルミニウムはく火山性ガラス質複層板	—
	NM-5945 (2) [25/03/27]		紙裏張木質系単板張/紙裏張/両面薄葉紙張アルミニウムはく火山性ガラス質複層板	—
	NM-5945 (3) [25/03/27]		合成樹脂塗装木質系単板張/紙裏張/両面薄葉紙張アルミニウムはく火山性ガラス質複層板	—
	NM-5945 (4) [25/03/27]		木質系単板張/紙裏張/両面薄葉紙張アルミニウムはく火山性ガラス質複層板	—
	NM-5945 (5) [25/03/27]		紙裏張合成樹脂塗装木質系単板張/両面薄葉紙張アルミニウム合金はく裏張/両面薄葉紙張アルミニウムはく火山性ガラス質複層板	—
	NM-5945 (6) [25/03/27]		紙裏張木質系単板張/両面薄葉紙張アルミニウム合金はく裏張/両面薄葉紙張アルミニウムはく火山性ガラス質複層板	—
24-021A-083 [24/12/24]	NM-5912 [25/03/10]	近畿壁材工業(株)	水酸化アルミニウム・ナイロン系繊維混入壁土塗/基材 (不燃材料(金属板を除く))	—
24-021A-084 [24/12/24]	—	近畿壁材工業(株)	水酸化アルミニウム・ナイロン系繊維混入壁土塗/基材 (不燃材料(金属板を除く))	—

2) 準不燃材料 (令第1条第五号に基づく)

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
24-021B-020 [24/11/08]	QM-1103 [25/01/24]	アキレス(株)	ポリイソシアヌレートフォーム板裏張/せっこうボード	アキレス準不燃 QD パネル
24-021B-021 [24/11/08]	—	アキレス(株)	ポリイソシアヌレートフォーム板裏張/せっこうボード	アキレス準不燃 QD パネル
24-021B-025 [24/12/03]	QM-1102 [25/01/20]	玄々化学工業(株) 銘建工業(株)	ウレタン系樹脂・りん酸系薬剤混入アクリル系樹脂塗装/スギ材	—

6. 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-034 [25/01/21]	DR-2153 [25/03/27]	(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・野地板 [木質系ボード又はセメント板] 表張/支持部材 [木製又は鋼製] 屋根	瓦型太陽電池モジュール
24-031B-035 [25/01/21]	—	(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・野地板 [木質系ボード又はセメント板] 表張/支持部材 [木製又は鋼製] 屋根	瓦型太陽電池モジュール

7. 防火設備の作動性能等

1) 竪穴区画、異種用途区画に使用される防火設備 (令第112条第19項第二号に基づく)

評価番号 GBRC 建評 - [評価日]	大臣認定番号 [認定日]	申請者	構造名	商品名
24-141B-003 [24/11/07]	CAS-1262 [25/01/24]	フジテック(株)	鋼製エレベーター乗場戸 (2枚片引き戸)	—
24-141B-004 [24/11/07]	CAS-1263 [25/01/24]	フジテック(株)	鋼製エレベーター乗場戸 (両引き戸)	—
24-141B-005 [24/11/07]	CAS-1264 [25/01/24]	フジテック(株)	鋼製エレベーター乗場戸 (3枚片引き戸)	—
24-141B-006 [24/11/07]	CAS-1265 [25/01/24]	フジテック(株)	鋼製エレベーター乗場戸 (2枚両引き戸)	—

■ 建築技術性能認証・証明

2025年4月から6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 24-28 号 [25/06/02]	建築構造用冷間ロール成形角形鋼管「U コラム U365」(設計・施工)	日鉄建材(株)
第 24-31 号 [25/04/11] <28/04/30>	EcoX-G 工法 (エコクロスジー工法) - 格子状補強枠による軟弱地盤補強工法 -	(株)アーネストワン 芦森工業(株)
第 24-32 号 [25/04/07]	Y's ベースリング II 工法 - 基礎梁貫通孔補強工法 -	矢作建設工業(株) 丸井産業(株)
第 25-01 号 [25/04/23]	村本 RCS 構法 - 梁貫通・ふさぎ板形式柱 RC 梁 S 複合構法 -	村本建設(株)
第 25-02 号 [25/04/23]	J-SCS 構法 - 薄肉鋼管で横補強した鋼管内蔵コンクリート柱・鉄骨梁混合構法 -	JFE シビル(株) JFE スチール(株)
第 25-03 号 [25/04/30] <30/04/30>	かべプラス工法 - 接着系あと施工アンカーを用いた立上り壁の構築 -	(株)安藤・間
第 25-04 号 [25/04/30]	スリムパイルヘッド構法 - 接合定着筋と井桁補強筋を用いた場所打ちコンクリート杭頭半剛接合構法 -	清水建設(株)
第 25-05 号 [25/04/09] <28/04/30>	鉄筋スポット先組工法 (有限会社ハウザキ)	(有)ハウザキ
第 25-06 号 [25/06/16]	住友ゴム式高減衰ゴムダンパー	住友ゴム工業(株)
第 25-07 号 [25/06/24]	ネジ onicon 鉄筋継手 (熱処理異形棒鋼 SD700U)	(株)伊藤製鐵所
第 25-08 号 [25/06/24]	ネジ oniconL タイプ継手 (熱処理異形棒鋼 SD700U)	(株)伊藤製鐵所
第 25-09 号 [25/06/09]	KS-Wall 構法 - 鹿島式鉄骨系骨組 - RC 耐震壁架構 -	鹿島建設(株)
第 25-10 号 [25/05/19] <28/05/30>	鉄筋スポット先組工法 (株式会社ノグチ)	(株)ノグチ
第 25-11 号 [25/06/13]	SIM デッキスラブ工法 - 鉄筋トラス付捨て型枠床版工法 -	伊藤忠丸紅住商テクノスチール(株)
第 25-12 号 [25/05/19]	ECS-DJ - 異径継手を有する縮管加工鋼管 -	(株)三誠 ヨシモトボール(株)
第 25-13 号 [25/05/19] <28/05/30>	鉄筋スポット先組工法 (有限会社山内工業)	(有)山内工業
第 06-13 号 改 1 [25/04/14]	MIRACR 構法 - 開口付き中板と三角スチフナを用いた RC 柱 S 梁接合部構法 - (改定 1)	鉄建建設(株)
第 11-28 号 改 5 [25/05/01] <28/05/31>	ピュアパイル工法 (PP 工法) - セメントミルク杭状補強体による地盤補強工法 II - (改定 5)	ジャパンホームシールド(株) (株)テノックス
第 12-02 号 改 7 [25/06/05] <28/06/30>	オチ T S 工法 - 既製 RC 柱状材を圧入して用いる杭状地盤補強工法 - (改定 7)	越智建設(株)
第 13-03 号 改 2 [25/04/25] <28/04/30>	くし兵衛工法 - スラリー系機械攪拌式深層混合処理工法 - (改定 2)	(一社) 先端地盤技術グループ 地研テクノ(株) アキュテック(株) (株)アートフォースジャパン (株)サムシング (株)S A N Y U 新生重機建設(株)

証明番号 GBRC 性能証明 [発効日] <有効期限>	技術名称	取得者
第 13-04 号 改 3 [25/04/25] <28/04/30>	しん兵衛工法ー節付細径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 3)	(一社) 先端地盤技術グループ 地研テクノ(株) アキュテック(株) (株)アートフォースジャパン (株)サムシング (株)S A N Y U 新生重機建設(株) 太洋基礎工業(株)
第 14-16 号 改 1 [25/04/22]	CAS システムー溶接スタッド鉄筋工法ー (改定 1)	CAS システム研究会 (代表会社) (株)エフアイティ
第 18-28 号 改 2 [25/04/02] <28/04/30>	S A T 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 2)	積水ハウス(株) 太洋基礎工業(株)
第 18-29 号 改 2 [25/04/02] <28/04/30>	S H ハイブリッドコラム工法ーセメントミルク芯部を有する地盤改良体を用いた地盤補強工法ー (改定 2)	積水ハウス(株)
第 19-04 号 改 3 [25/04/30] <28/04/30>	刃工法ー先端翼付鋼管を用いた杭状地盤補強工法ー (改定 3)	(株)刃
第 19-28 号 改 2 [25/05/01] <28/05/30>	暁工法ー羽根付き鋼管による杭状地盤補強工法ー (改定 2)	(株) SGL
第 20-23 号 改 1 [25/06/02]	大和式ノンダイアフラム柱梁接合法工法ー溶接組立箱形断面を用いたノンダイアフラム柱梁接合法工法ー (改定 1)	大和ハウス工業(株)
第 22-40 号 改 2 [25/04/16] <28/04/30>	炎工法ースラリー系機械攪拌式深層混合処理工法ー (改定 2)	(株)刃 (株)ソイル基工 東昌基礎(株) (株)サンベルコ 有限会社テクニカル九州 ランドプロ(株) 誠信 GLOCAL (株)
第 23-21 号 改 1 [25/06/02]	PCa パラレル基礎梁工法ープレキャスト複合コンクリート基礎梁ー (改定 1)	(株)安藤・間
第 24-15 号 改 1 [25/04/25] <28/04/30>	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 (改定 1)	西部スチール(株)
第 09-02 号 改 4 (更 1) [25/04/11] <28/04/30>	ニューバースパイルⅡ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 4)	(株)新生工務
第 09-06 号 改 4 (更 2) [25/05/12] <28/05/30>	セキスイハイム M3 及びセキスイツーユーホーム W 複合地盤補強工法ー杭状地盤補強材による地盤補強工法ー (改定 4)	積水化学工業(株) ビニック(株)
第 12-17 号 改 1 (更 2) [25/04/11] <28/04/30>	クロスウィング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 1)	アキュテック(株) ジオテック(株) 地研テクノ(株) キューキ工業(株) セルテックエンジニアリング(株) (株)三友土質エンジニアリング
第 12-22 号 改 2 (更 3) [25/04/14] <28/04/30>	H-C P 工法ーH形プレストレストコンクリート柱状材を用いた地盤補強工法ー (改定 2)	會澤高圧コンクリート(株) (株)野村商店
第 13-01 号 (更 4) [25/05/12] <28/05/30>	ライジング D 工法ー粉体系機械攪拌式ブロック状浅層混合処理工法ー	有限会社テクニカル九州 日本マーズ(株) 山下工業(株) (株)建商
第 13-08 号 改 3 (更 1) [25/05/12] <28/05/30>	ニューバースパイル V 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)新生工務 (株)ナチュレカード
第 16-05 号 改 1 (更 2) [25/05/15] <28/05/30>	エコノミック・ベース工法ー柱状砕石補強体を用いた地盤補強工法ー (改定 1)	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 20-06 号 改 1 (更 1) [25/04/11] <28/04/30>	トルネードパイル工法ーらせん溝付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 1)	(株)トラバース
第 21-05 号 改 1 (更 1) [25/04/11] <28/04/30>	トルネードラフト工法ーらせん溝付鋼管を有するソイルセメントコラムを利用した地盤補強工法ー (改定 1)	(株)トラバース

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 21-01-2 号 改 2 (更 1) [25/04/22] <28/04/30>	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 (更 1) [25/06/13] <28/06/30>	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 21-02-2 号 改 1 (更 1) [25/04/22] <28/04/30>	溶接せん断補強筋 T S K フープ (改定 1)	(株)岸鋼加工 千葉事業所
第 21-02-3 号 改 2 (更 1) [25/06/13] <28/06/30>	溶接せん断補強筋 T S K フープ (改定 2)	(株)岸鋼加工 ちきり工場
第 21-03-1 号 改 3 (更 1) [25/06/13] <28/06/30>	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 (更 1) [25/04/21] <28/04/30>	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

■建設材料技術認証・証明

2025年4月から6月に建設材料技術性能証明書を交付した案件は以下の通りです。

なお、これまでに建設材料技術認証・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。

建設材料技術性能証明

証明番号 GBRC 材料証明 [発効日] <有効期限>	技術名称	取得者
第 25-01 号 [25/05/26]	バイオ炭を用いたコンクリート (SUSMICS-Cs)	清水建設(株) 技術研究所

■ 建築防災計画評定

2025年4月から6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				
25-009 [25/04/30]	(仮称) 東成 区東中本2丁 目計画	エスリード(株) ----- (株)国分建築設計 事務所	大阪市	共同住宅	15	—	44.09	206.31	2,526.71	RC造
25-019 [25/06/02]	(仮称) 大阪 市西成区玉出 中二丁目マン ション 新築 工事	(株)日商エステム ----- (株)楽総合計画(株)	大阪市	共同住宅 (賃貸) 71戸 (5項口)	13	—	38.62	259.37	2,672.42	RC造
25-023 [25/06/19]	(仮称) 大阪 市西区川口3 丁目計画 新 築工事	(株)TUKUYOMI HOLD INGS ----- (株)優都設計	大阪市	共同住宅	15	—	43.74	147.13	1,663.70	RC造

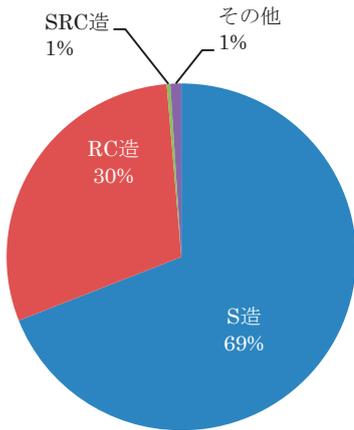
■ 構造計算適合性判定（法定）

2025年4月から6月に266件（内152件電子申請）の適合判定通知書を交付しました。

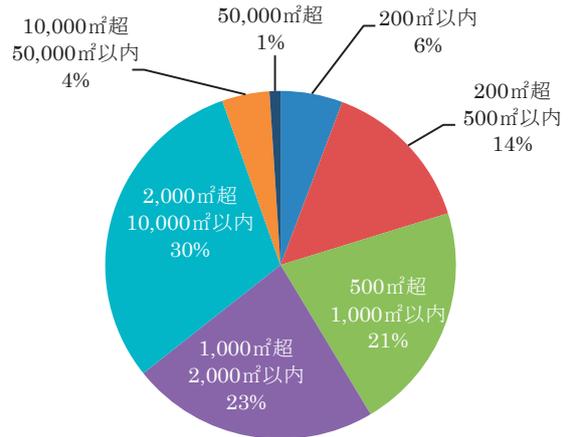
構造種別及び延べ面積の割合を示します。

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。

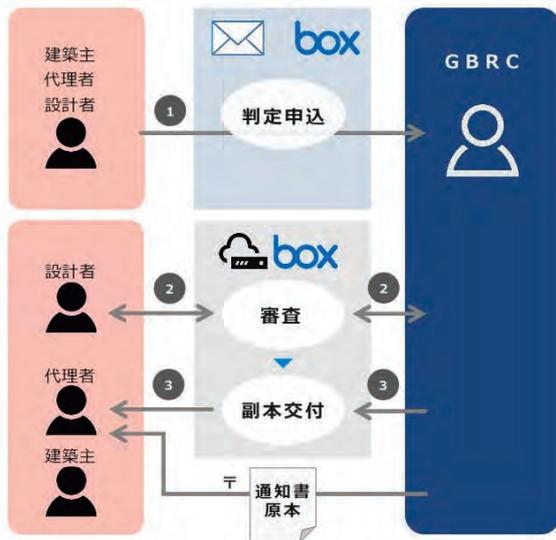
〈 構造種別 〉



〈 延べ面積 〉



構造計算適合性判定の電子申請を受付中です。



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
 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
超高層建築物 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

立石駅北口地区第一種市街地再開発事業 施設建築物 西街区

評価番号 GBRC建評-23-022A-004-01A
評価年月日 令和7年4月11日
認定番号 HNNNNNN-12489-1
認定年月日 令和7年5月27日

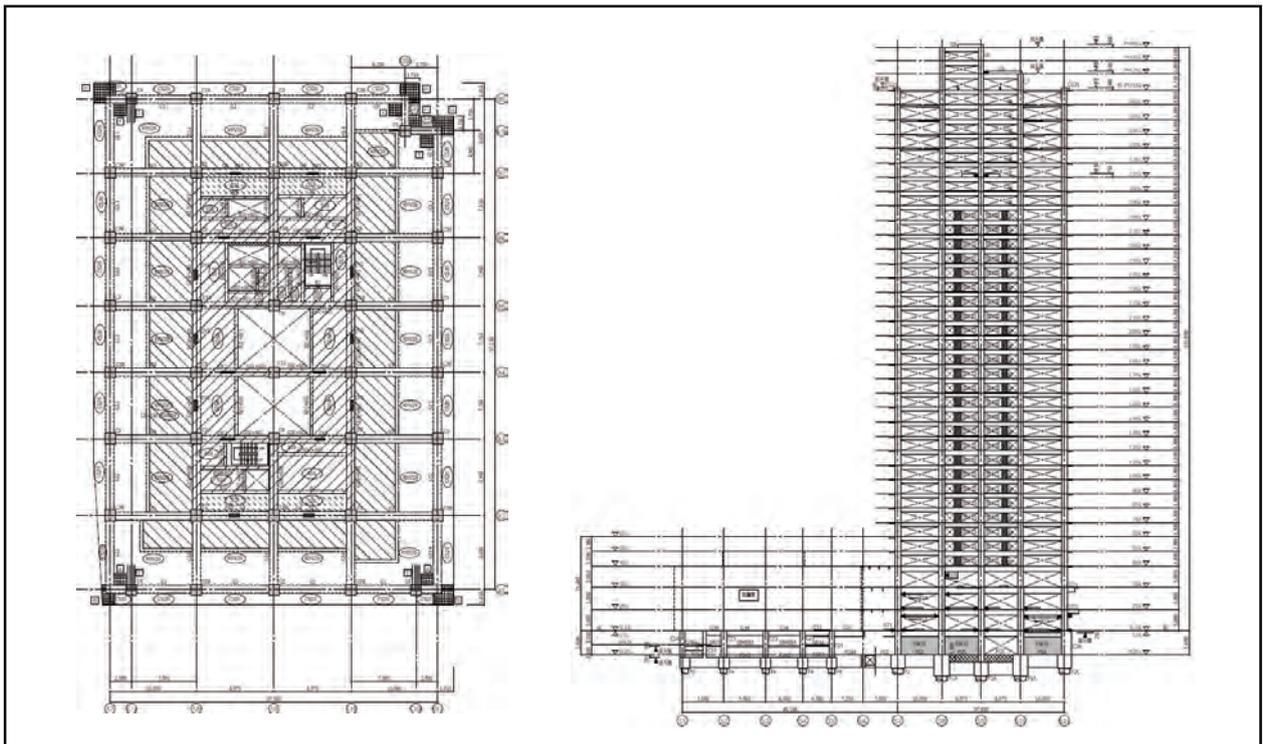
*建築物概要

建築場所	東京都葛飾区立石四丁目1000番
用途	共同住宅、店舗、集会所、自動車車庫、自転車駐輪場
敷地面積	7,125.47m ²
建築面積	4,824.31m ²
延べ面積	82,391.55m ²
基準階面積	1,874.21m ²
地上	36階
地下	2階
塔屋	3階
軒の高さ	124.15m
建築物高さ	124.75m
最高部高さ	134.55m
基準階階高	3.30m
1階階高	5.00m
地階階高	B1階：3.05m, B2階：2.35m
基礎底深さ	設計GL-8.60m
設計GL	T.P.±0.0m
設計用地下水位	設計GL-1.37m

*地盤

設計GL-m	地層	N値	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
-0.61~-1.61m	埋土	6	120	有
-1.61~-2.01m	シルト質粘土	15	160	有
-2.01~-8.41m	シルト質細砂 細砂	8~21	160	有
-8.41~-13.31m	砂質シルト 粘土質シルト	0~1.5	120	無
-13.31~-18.21m	中砂、細砂 シルト質細砂	0.8~8	190	有
-18.21~-22.21m	砂質シルト 粘土質シルト	1.5~4	190	無
-22.21~-28.21m	シルト質粘土 砂質シルト	1.7~5.6	190	無
-28.21~-31.41m	砂質シルト	2~4	220	無
-31.41~-35.81m	砂質シルト 粘土質シルト	6~10.6	240	無
-35.81~-36.31m	シルト質細砂	25	240	無
-36.31~-39.31m	粘土質シルト 砂質シルト	8~19	240	無
-39.31~-40.71m	中砂	44	260	無
-40.71~-42.01m	粘土質シルト	16~18	260	無
-42.01~-43.41m	シルト質細砂	30	260	無
-43.41~-48.81m	粘土質シルト	8~15	260	無
-48.81~-53.91m	中砂	56~100	320	無

土質及びN値



-53.91~55.71m	砂礫	86~129	410	無	
-55.71~58.01m	中砂、砂礫 礫混じり中砂	34~78	330	無	
-58.01~62.61m	砂礫	78~164	450	無	
工学的基盤の位置		GL-58.01m			
液状化対策		杭の水平力の検討時は、水平地盤反力係数に液状化低減係数を乗じて液状化の影響を考慮する。			
土砂災害特別警戒区域の指定		区域外			

***基礎構造**

杭種別	場所打ちコンクリート拡底杭
杭径	軸部：1500~2600φ 拡底部：1800~5100
先端深さ(杭長)	GL-54.0m(杭長：45.31m,45.34m,43.71m,43.91m,42.51m),GL-51.5m(杭長：42.84m),GL-55.0m(杭長：46.31m),GL-56.5m(杭長：47.81m)
材料	コンクリート：Fc42 鉄筋：SD295,SD490,SD685,SBPD1275/1420
許容支持力	長期：7,500~51,700 kN/本 短期：15,000~103,400 kN/本 引抜き：5,900~27,600 kN/本 終局：22,500~155,100 kN/本 終局引抜き：7,100~29,600 kN/本
杭荷重	終局最大：100,000 kN/本 終局引抜き最大：-22,000 kN/本

***主体構造**

骨組形式別	地上階： 構造種別 鉄筋コンクリート造、一部鉄骨造 骨組形式 純ラーメン架構 地下階： 構造種別 鉄筋コンクリート造、一部鉄骨造 骨組形式 耐震壁付ラーメン架構
耐力壁その他	地下階：鉄筋コンクリート造耐震壁
柱・はり断面・材料 (断面寸法の単位：mm)	柱断面： 地上：B×D=1120~1360×1120~1360 地下：B×D=800~2245×800~2245 梁断面： 地上：B×D=560~1550×810~1400 地下：B×D=560~3000×900~4600 鉄骨： SS400,SN490B,SN490C,SM490A,BCR295,STK400,STKR400,TMCP325

柱・はり断面・材料 (断面寸法の単位：mm)	コンクリート： Fc27~110(JIS A 5308 に適合しないコンクリートは法第 37 条第二号の認定を受けたものを使用する) 鉄筋： SD295,SD345,SD390,SD490,SD685,OT685, SPR685,KH685,SBPD1275/1420 鉄筋継手： 柱：機械式継手 梁：機械式継手,ガス圧接継手,溶接継手
柱・はり接合部	一般部：柱・梁共通し配筋 外端部：L型定着,機械式定着
床形式	現場打ちコンクリートスラブ、ハーフPCa 合成床板
非耐力壁	外壁 ALC版、押出成形セメント板 内壁 ALC版、軽量耐火遮音間仕切
構造特色	本建物は、地上 36 階、地下 2 階で 3 階まで店舗、4 階以上が共同住宅である。構造種別は鉄筋コンクリート造とし、4~28 階に制震装置を配置した制震構造である。制震装置には TRC ダンパーを採用している。上部構造はラーメン構造、基礎構造は杭基礎としている。設計クライテリアは、稀に発生する地震動に対して主要構造部が短期許容応力度以内であることを確認し、極めて稀に発生する地震動に対して部材の一部に降伏が生じても建物の崩壊あるいは局部崩壊しないことを確認している。
特定天井	なし

***制振材料**

粘弾性ダンパー	メーカー名	住友理工株式会社*
	型式番号	TRC825-15 TRC1100-15 TRC1500-15
	基数(基)	X方向：10基(4~28階) Y方向：6基(4~24階) 合計 376
	最大減衰力(kN)	TRC825-15(2枚重ね)：1,956 TRC1100-15：1,296 TRC1500-15：1,785
	減衰係数(kN・s/m)	TRC825-15(2枚重ね)：6,090 TRC1100-15：4,040 TRC1500-15：5560
	許容変形(mm)	45
	限界変形(mm)	60

※免震材料に準じた検査データの保存、改ざん防止措置及び発注者等によるチェックが行われる制震部材を用いる方針である

***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: $V_0=34\text{m/s}$ 地表面粗度区分: III アスペクト比: 3.29 (高さH=124.75m) レベル 2 風荷重時層せん断力は、地震荷重時設計用層せん断力に対して最大 36.7% (X 方向 8 階) である。

***耐震設計**

地域係数 Z	Z=1.0					
地盤種別	第 3 種地盤 $T_g=0.90$ 秒					
設計用層せん断力係数		最下階	中間階		最上階	
			10 階	25 階		
	X 方向	0.065	0.083	0.131	0.215	
	Y 方向	0.071	0.098	0.158	0.233	
	分布形	予備応答解析による				
地震力負担率(%)	X 方向	ラーメン	100	100	100	100
		壁・ブレース	0	0	0	0
	Y 方向	ラーメン	100	100	100	100
		壁・ブレース	0	0	0	0
地下部分の水平震度 K		0.10				

***振動系モデル**

耐震性能目標	地震動レベル	上部構造	粘弾性ダンパー	下部構造	基礎・杭
		状態	状態	状態	状態
	レベル 1	短期許容応力度以下 1/200 以下	300%以下	短期許容応力度以下	短期許容応力度以下
	レベル 2	部材の塑性率 4.0 以下 1/100 以下	300%以下	終局耐力以下	終局耐力以下
質点数・振動系		B2 階基礎下端をピン支持とした立体骨組弾塑性モデル			
固有周期(秒)		X 方向		Y 方向	
	T1	2.531		2.313	
	T2	0.851		0.799	
復元力特性	柱梁 M - θ 関係: Tri-Linear 型(RC)、Bi-Linear 型(S)				
減衰マトリクス(減衰定数)	瞬間剛性比例型 $[C] = 2h_1/\omega_1 \cdot [K]$ ω_1 : 固有円振動数、 $h_1=0.03$ 、 $[C]$: 減衰マトリクス、 $[K]$: 瞬間剛性マトリクス				

***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 A (八戸位相)	765	2,087	134	602
告示波 B (神戸位相)	610	2,402	124	588
告示波 C (乱数位相)	676	1905	148	635
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
KA1	-	668	-	274

***応答結果**

	入力レベル	方向	層間変形角	階数	地震波	
						最大層間変形角
最大層間変形角	レベル 1	X 方向	1/298	8 階	Hachinohe 1968 NS	
		Y 方向	1/260	8 階	Hachinohe 1968 NS	
	レベル 2	X 方向	1/101	13 階	告示波 B	
		Y 方向	1/102	6 階	告示波 C	
最大塑性率	レベル 2	X 方向	1.268	3 階	-	
		Y 方向	2.600	7 階	-	
最大軸力比(上下動を考慮)	レベル 2	圧縮側	X 方向	0.53	5 階	-
			Y 方向	0.50	5 階	-
	引張側	X 方向	0.67	4 階	-	
		Y 方向	0.63	12 階	-	
偏心の影響	各階における偏心率は最大 0.069 (Y 方向 1 階) で 0.15 以下である。解析モデルを立体骨組モデルとし、偏心を考慮した応答解析を行っている。					
上下動の影響	レベル 2 において水平地震動による軸力と、上下動の影響による軸力を足し合わせた限界軸力の検討を行い、安全性を確認した。					

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

<p>【技術の名称】 建築構造用冷間ロール成形角形鋼管「Uコラム U365」(設計・施工)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第24-28号 性能証明発効日：2025年6月2日</p>
	<p>【取得者】 日鉄建材株式会社</p>

【技術の概要】

本技術は、国土交通大臣の認定を取得した建築構造用冷間ロール成形角形鋼管「Uコラム U365」に適用される設計・溶接施工方法である。

【技術開発の趣旨】

「Uコラム U365」は、建築構造用冷間ロール成形角形鋼管(BCR295)の高強度材として開発された材料であり、構造耐力上主要な部分に使用する際に部材に生じる応力によって断面サイズが決まるケースにおいて、部材の高強度化により断面サイズ(外径・径厚)を低減できる。

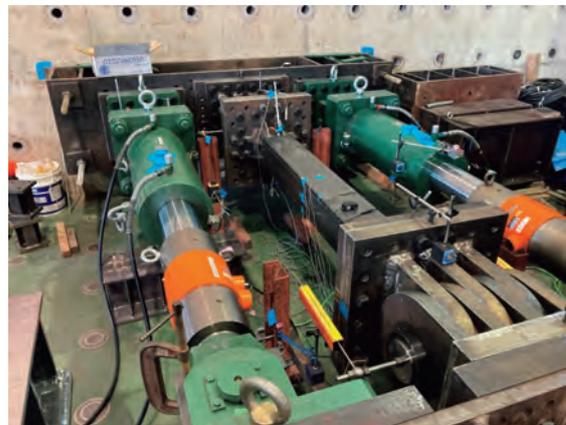
【性能証明の内容】

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「建築構造用冷間ロール成形角形鋼管「Uコラム U365」(設計・施工)設計・溶接施工指針」に従って設計・施工された建築構造用冷間ロール成形角形鋼管「Uコラム U365」は、同指針で定める耐力および変形性能を有する。



a) 柱としての性能確認
(3点曲げ試験)



b) 筋かいとしての性能確認
(長柱圧縮引張繰返し載荷試験)

図-1 性能確認試験

【本技術の問合せ先】

日鉄建材株式会社 担当者：郡 泰明
〒101-0021 東京都千代田区外神田4丁目14-1

E-mail：ykori@ns-kenzai.co.jp
TEL：03-6625-6150 FAX：03-6625-6151

(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】 EcoX-G 工法 (エコクロスジー工法) - 格子状補強枠による軟弱地盤補強工法 -	性能証明番号：GBRC 性能証明 第24-31号 性能証明発効日：2025年4月11日 性能証明の有効期限：2028年4月末日
	【取得者】 株式会社アーネストワン 芦森工業株式会社

【技術の概要】

本技術は、格子状に組んだ注入口付ジャケット内に専用モルタルを充填し、モルタル硬化後に砕石または再生砕石を敷均し地盤補強を行う工法である。格子枠による砕石拘束効果および、格子枠・砕石による荷重分散効果で地盤を補強し、小規模建築物の基礎の支持力を増加させ不同沈下を抑制することができる。

【技術開発の趣旨】

小規模建築物用の地盤改良工法としてセメント系固化材を用いた柱状改良工法等が使用されることがあるが、宅地転用の際に地中埋設物としての撤去が必要となり、さらにその撤去費用が設置費用を上回る等の問題がある。本技術は、このような課題を解消することを目的として開発した地盤補強工法であり、地表面付近のみの補強であることから撤去を簡単に行うことができる。

【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、以下のとおりである。

申込者が提案する「EcoX-G 工法 (エコクロスジー工法) 技術基準」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度は、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適切に評価できる。



写真-1 モルタル打設後

表-1 適用建築物

	内 容
地上階	3 階以下
建築物高さ	16m 以下
延べ面積	1500 m ² 以下 (平屋に限り 3000 m ² 以下)
長期接地圧	50kN/m ² 以下
基礎形式	べた基礎及び布基礎

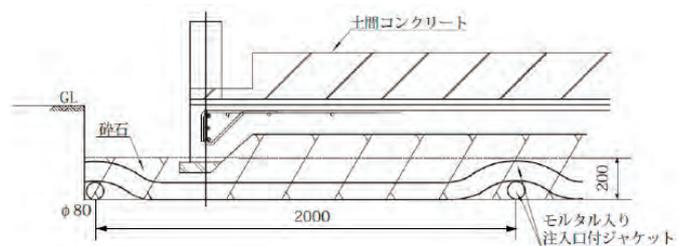


図-1 本工法断面図

【本技術の問合せ先】

株式会社アーネストワン 担当者：樋渡 亜弥子
 〒188-0003 東京都西東京市北原町3-2-22
 芦森工業株式会社 担当者：桂嶋 恵都
 〒101-0032 東京都千代田区岩本町2丁目6番9号佐藤産業ビル5F

E-mail：a-hiwatari@arnest1.co.jp
 TEL：042-460-8355 FAX：042-461-6271
 E-mail：keito_katsurashima@ashimori.co.jp
 TEL：03-5823-3044 FAX：03-5823-3045

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 Y'sベースリングⅡ工法 -基礎梁貫通孔補強工法-</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第24-32号 性能証明発効日：2025年4月7日</p> <p>【取得者】 矢作建設工業株式会社 丸井産業株式会社</p>
---	---

【技術の概要】

本技術は、鉄筋コンクリート造基礎梁に設ける貫通孔補強工法である。貫通孔の径は梁せいの1/3を超え1/2.3以下である。補強には貫通孔比（貫通孔直径/梁せい）が1/3以下の場合で多数の実績を有する梁貫通孔補強材「MAXリンブレンK型」（BCJ評定-RC0184-07）の技術を用いる。貫通孔比を1/2.3まで拡大した場合、梁貫通孔補強材を十分に配筋しても貫通孔の鉛直上下部（以降、弦材部と称する。）で破壊する可能性がある。そこで、本工法では、構造実験から想定する貫通孔耐力を発揮させるように弦材部配筋について最小鉄筋比などの構造規定を設けている。

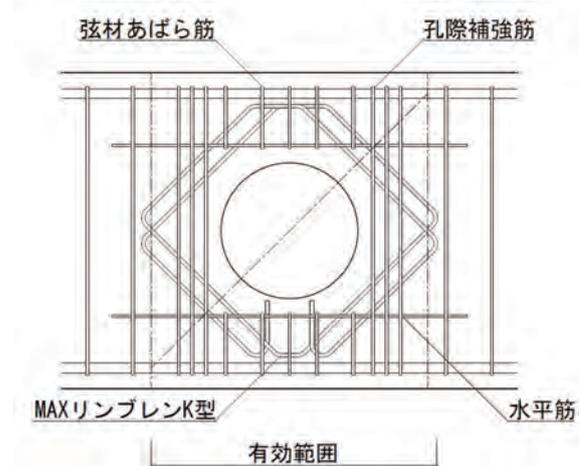


図-1 工法概要

【技術開発の趣旨】

一般的に基礎梁では設備点検のために大口径の人通貫通孔が必要となる。そこで貫通孔の直径を梁せいの1/2まで拡大することを可能とした基礎梁貫通孔補強工法「リンブレンFH型を用いたY'sベースリング工法」（GBRC性能証明 第17-06号）を開発した。同工法で採用されている梁せいの最下限が1400mmであることから、本技術は貫通孔の直径を梁せいの1/2.3までとすることにより、設計の簡便化および施工性の向上を意図して開発された。

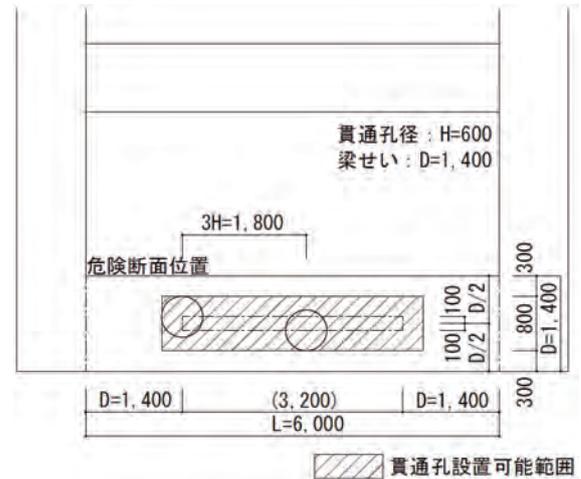


図-2 貫通孔の設置可能範囲

【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「Y's ベースリングⅡ工法 設計・施工マニュアル」に従って設計・施工された鉄筋コンクリート造基礎梁は、同指針で定める長期荷重時（使用限界時）に使用上支障のあるひび割れ、および短期荷重時（損傷限界時）に修復性を損なうひび割れを起こさず、同指針で定める終局耐力を有する。

【本技術の問合せ先】

矢作建設工業株式会社 担当者：深津 尚人
〒480-1342 愛知県長久手市茨ヶ廻間1533-74

E-mail：n-fukatsu@yahagi.co.jp
TEL：(0561) 56-5828 FAX：(0561) 56-5829

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 村本RCS構法 - 梁貫通・ふさぎ板形式柱RC梁S複合構造 -</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第25-01号 性能証明発効日：2025年4月23日</p> <p>【取得者】 村本建設株式会社</p>
---	---

【技術の概要】

本技術は、鉄筋コンクリート柱（以下、“RC柱”と称す）と鉄骨梁（以下、“S梁”と称す）からなる混合構造の柱梁接合部構法である。本構法における接合部は、S梁フランジおよびウェブをそのままの形で貫通させる梁貫通形式であり、ふさぎ板（銅板）を外周部に配置してS梁と柱主筋の隙間にコンクリートを充填させる構成となっている。構造実験で性能を確認した上で、ふさぎ板が支圧板を兼用しているほか、梁の偏心や梁段差にも対応したディテールを特徴としている。

【技術開発の趣旨】

本技術は、工期および施工費用の制約条件の下、設計で要求される構造性能の確保が可能なRC造柱、S造梁からなる混合構造建築物の実現を意図して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「村本RCS構法 設計施工指針」に従って設計・施工されたRC柱S梁接合部は、同指針で定める長期荷重時、短期荷重時および終局時の要求性能を有する。

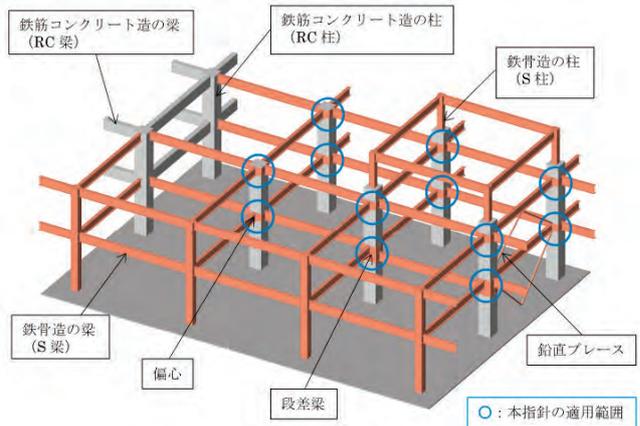


図-1 本指針の適用範囲

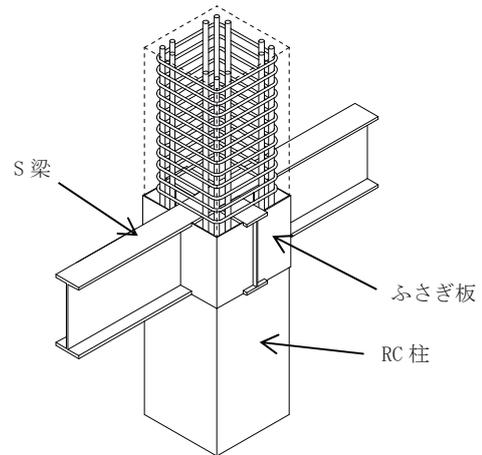


図-2 柱梁接合部のディテール

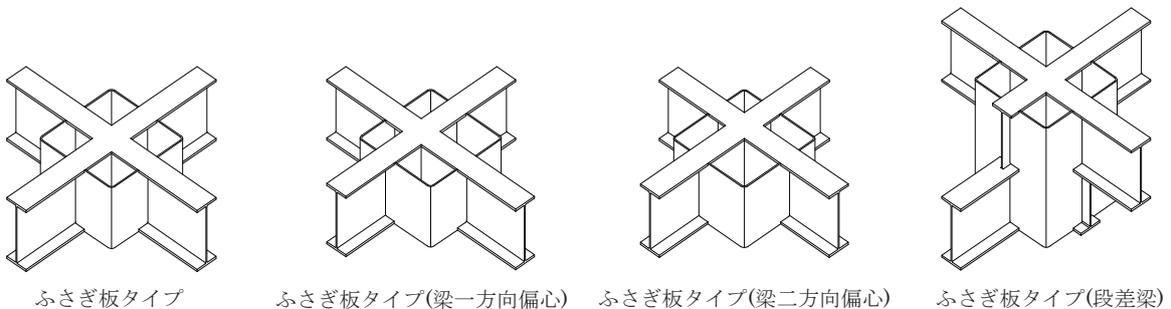


図-3 適用する柱梁接合部

【本技術の問合せ先】

村本建設株式会社 担当者：日高 典也
〒543-0002 大阪府大阪市天王寺区上汐4-5-26

E-mail : noriya_hidaka@muramoto.co.jp
TEL : 06-6772-8022 FAX : 06-6772-8023

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 J-SCS 構法 - 薄肉鋼管で横補強した鋼管内蔵コンクリート柱・鉄骨梁混合構法 -</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第25-02号 性能証明発効日：2025年4月23日</p> <p>【取得者】 JFEシビル株式会社 JFEスチール株式会社</p>
--	---

【技術の概要】

本技術は、薄肉の円形鋼管で横補強した角形鋼管内蔵コンクリート柱 (SC柱) と鉄骨梁 (S梁) で構成される混合構造である。柱は角形の内蔵鋼管 (内鋼管)、充填コンクリート、薄肉円形の外鋼管で構成され、一般的な鉄骨鉄筋コンクリート造柱で必要とされる柱主筋やせん断補強筋を必要としないことを特徴としている。また、柱梁接合部においてもふさぎ板を用いることで、柱と同様に鉄筋を必要としない。本構法で用いる外鋼管はコンクリートの拘束材として機能し、軸力と曲げを負担させないため、柱頭・柱脚にクリアランス (隙間) を設けるディテールとしている。

【技術開発の趣旨】

本技術は、工期および施工費用の制約条件の下で、設計で要求される構造性能を満たす新たな構法の実現を意図して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「J-SCS 構法 設計施工指針・同解説」に従って設計・施工されたSC柱、SC柱S梁接合部、SC柱柱脚は、同指針で規定する各荷重時の必要性能を有する。

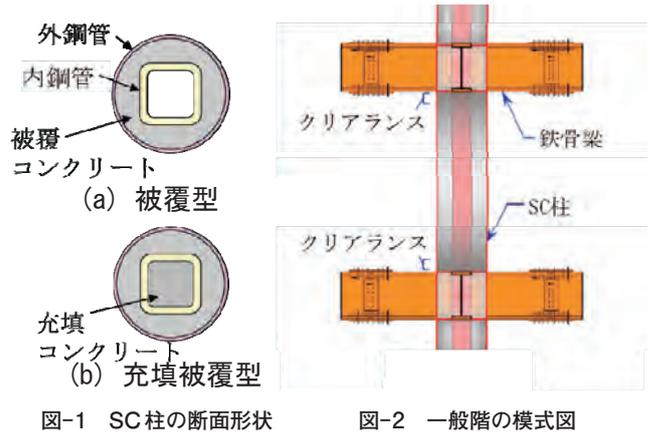


図-1 SC柱の断面形状

図-2 一般階の模式図

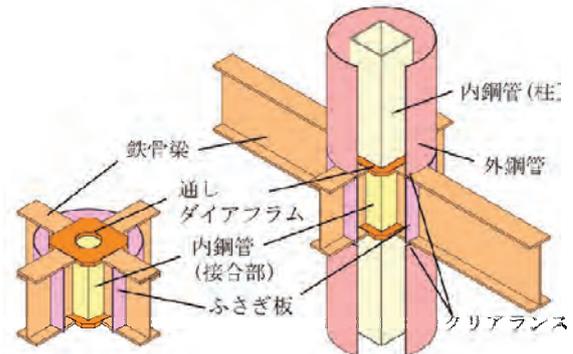


図-3 柱梁接合部の概略図

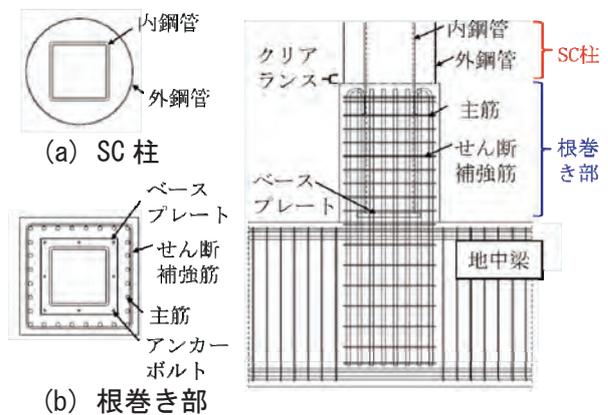


図-4 柱脚の断面形状

図-5 柱脚の概略図

【本技術の問合せ先】

JFEシビル株式会社 担当者：入江 千鶴
〒111-0051 東京都台東区蔵前2-17-4 JFE蔵前ビル5階

E-mail : irie-chizuru@jfe-civil.com
TEL : 03-3864-3793 FAX : 03-3864-7315

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 かべプラス工法 -接着系あと施工アンカーを用いた立上り壁の構築-</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第25-03号 性能証明発効日：2025年4月30日 性能証明の有効期限：2030年4月末日</p>
	<p>【取得者】 株式会社安藤・間</p>

【技術の概要】

本工法は、物流倉庫や生産施設などの建築物の乾式間仕切壁を支持する鉄筋コンクリート造（以下、RC造と略）の立上り壁を床スラブのコンクリート硬化後に注入方式の接着系あと施工アンカーを用いて構築する技術である。

【技術開発の趣旨】

大規模な物流倉庫や生産施設などの建築物では、床面に背の低いRC造の立上り壁を設け、その上に乾式間仕切り壁を構築することが多い。従来は、立上り壁の縦筋を床スラブのコンクリート打設前に予め必要定着長をもって所定の間隔で配置する先付け鉄筋工法が採用されてきた。しかるに近年は、物流倉庫や生産施設では極めて精度の高い平滑な床スラブを要求されており、先付け鉄筋が床面から突出していると、床精度の確保や作業員の安全上の障害になりうる。そこで、床スラブにコンクリートを打設し平滑に仕上げ、コンクリートが硬化した後にあと施工アンカーを用いて壁の縦筋を所定の位置に設置できれば、床スラブの平滑度や縦筋の精度といった品質向上だけでなく、安全性および生産性の向上にも大きく寄与する。

【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「かべプラス工法 設計・施工指針」に従って設計・施工された接着系あと施工アンカーを用いたRC造立上り壁は、従来の先付け鉄筋工法と同等以上の構造性能を有し、短期荷重時に乾式間仕切壁を安全に支持する。



図-1 穿孔

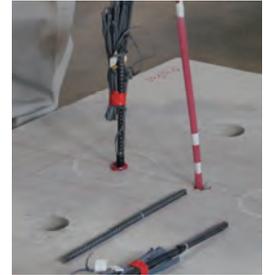


図-2 樹脂の注入

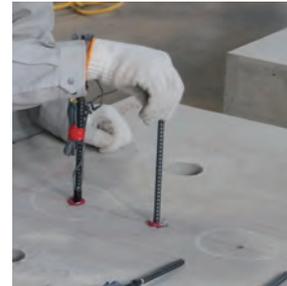


図-3 アンカー筋挿入



図-4 コンクリート打設



図-5 立上り壁

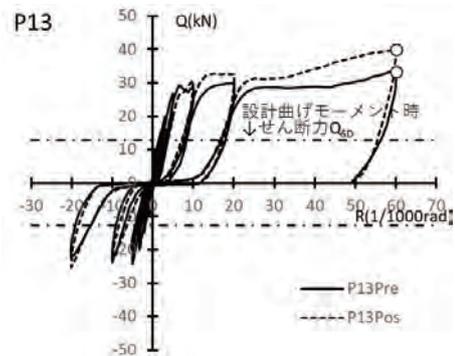


図-6 せん断力-部材角関係

【本技術の問合せ先】

株式会社安藤・間 技術研究所 担当者：鈴木 英之
〒105-7360 東京都港区東新橋1-9-1

E-mail：suzuki.hideyuki@ad-hzm.co.jp
TEL：070-8790-3622

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 スリムパイルヘッド構法-接合定着筋と井桁補強筋を用いた場所打ちコンクリート杭頭半剛接合構法-</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第25-04号 性能証明発効日：2025年4月30日</p> <p>【取得者】 清水建設株式会社</p>
--	---

【技術の概要】

本構法は、場所打ちコンクリート杭の杭頭部の地震時曲げモーメントの低減を意図して、杭頭部と基礎の間に杭体軸部の1/2程度の断面積を持つ半剛接合部と呼ばれる厚さが薄い円形断面部位を設けることにより、杭主筋を基礎に定着させる事なく、杭の固定度を半剛状態とすることを特徴とする。半剛接合部を介して基礎と杭頭部を連結する所定長さの接合定着筋を配筋することにより、杭頭部の軸力と曲げモーメントに対する安全性と半剛接合部のせん断力に対する安全性を確保している。また、半剛接合部での集中軸力による杭頭部コンクリートの縦方向の割裂を防止するために、杭頭部に高強度の杭帯筋ならびに井桁補強筋を配筋している。

【技術開発の趣旨】

従来の工法では、場所打ちコンクリート杭は断面を減じることなく基礎と接合されているために、杭頭部の固定度が高くなり、地震時の曲げモーメントが大きくなる。そのため、杭頭部に多くの鉄筋を配する必要がある、基礎や基礎梁の鉄筋と輻輳して現場での配筋施工が困難になる場合がある。本構法は、杭頭部と基礎の間に半剛接合部を設けることにより地震時の曲げモーメントを低減して、鉄筋の輻輳を軽減し現場施工の合理化を図ることを目的としている。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、以下の通りである。

申込者が提案する「スリムパイルヘッド構法 設計指針、施工指針」に従って設計・施工された場所打ちコンクリート杭頭接合部は、設計指針で定める長期、短期の所定の構造性能ならびに終局耐力および変形性能を有する。

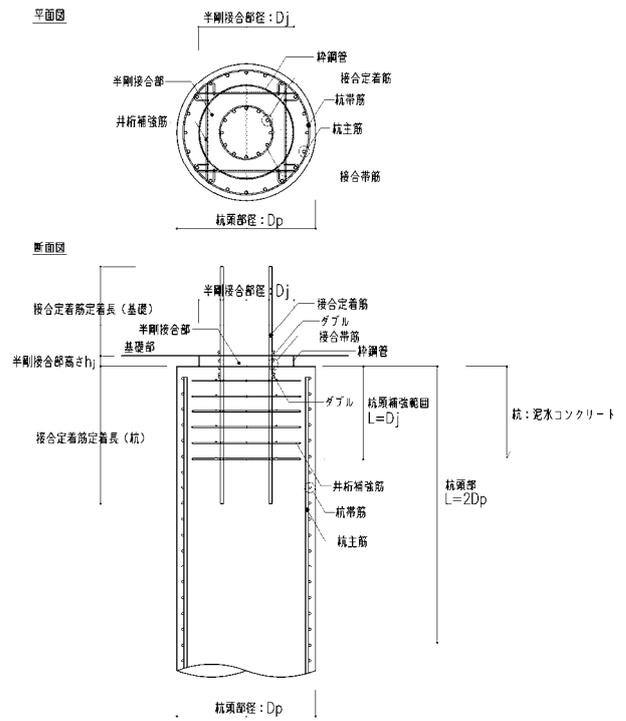


図-1 各部名称

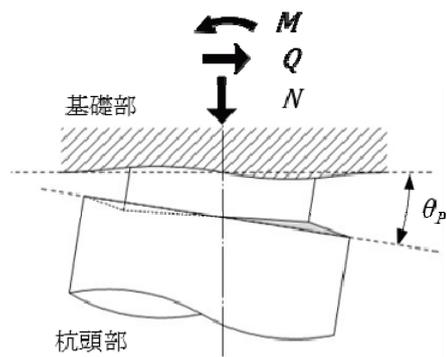


図-2 半剛接合部の回転変形

【本技術の問合せ先】

清水建設株式会社 担当者：橋本 健
〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目16-1

E-mail：t_hashimoto@shimz.co.jp
TEL：080-2187-5991 FAX：03-3561-8549

(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】 鉄筋スポット先組工法 (有限会社ハウザキ)	性能証明番号：GBRC 性能証明 第25-05号 性能証明発効日：2025年4月9日 性能証明の有効期限：2028年4月末日
	【取得者】 有限会社ハウザキ

【技術の概要】

本技術は、非構造材として取り扱う段取り鉄筋を工場にて使用鉄筋に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使用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長さ、ピッチ幅およびかぶり厚さを正確に確保することができ、配筋工事の施工性改善、作業能率向上、省力化を意図して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「鉄筋スポット先組工法(有限会社ハウザキ)標準製造要領書」に従ってユニット化された使用鉄筋は、溶接後においても当該鉄筋の機械的性質に関する規格値を満足するとともに、その管理手法として定めた溶接部のせん断強度が同要領書に定める値以下である。

表-1 溶接鋼種

種類	鋼種	呼び名
使用鉄筋	SD295	D10 D13
段取鉄筋	SD295	D10

十字試験体形状
(せん断強度・引張強度試験体)

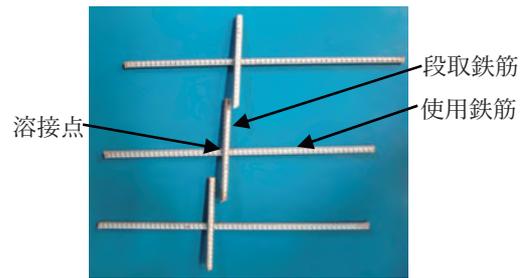


写真-1 十字試験体



写真-2 現場組み立て
鉄筋スポット先組工法ユニット

表-2 溶接条件

段取鉄筋	使用鉄筋	溶接電流	cyc	加圧力
SD295 D10	SD295D10	6,500A	20	0.50 MPa
	SD295D13	7,000A	20	

表-3 溶接点のせん断応力判定基準 (N/mm²)

種類	鋼種	組合せ	せん断応力
使用鉄筋	SD295	D10+D10	180 以下
		D10+D13	200 以下

【本技術の問合せ先】

有限会社ハウザキ 代表取締役 芳崎 一郎
〒870-0946 大分県大分市大字曲408番地の1

E-mail: housaki@silk.or.jp
TEL: 097-569-5971 FAX: 097-569-4961

(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】 住友ゴム式高減衰ゴムダンパー	性能証明番号：GBRC 性能証明 第25-06号 性能証明発効日：2025年6月16日
	【取得者】 住友ゴム工業株式会社

【技術の概要】

本技術は、非線形の剛性と減衰を有する高減衰ゴム材料を正方形または長方形に加工し、銅板に挟み込んで加硫接着した制振ダンパー（以下、高減衰ゴムダンパー）に関する技術である。本技術は、高減衰ゴムダンパーを複数個組み合わせて、1個のダンパーシステムを形成することにより、ダンパーシステムとしての容量を調整可能であるという特徴を持つ。

【技術開発の趣旨】

本技術は、独自の配合および製造技術により、環境変化に対する依存性が小さく、十分な繰り返し耐久性を持つ高減衰ゴム材料を用いた制振ダンパーを提供することを意図して開発されている。合わせて、材料の持つ非線形の剛性及び減衰の特性を再現する解析モデルを構築することにより、時刻歴応答解析によるダンパーの効果検証を可能とするものである。

【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「住友ゴム式高減衰ゴムダンパー設計・製作要領書」に従って設計・製作された高減衰ゴムダンパーは、技術の適用範囲において安定した履歴特性値（等価剛性、等価粘性減衰定数）を有し、その履歴特性は、静的挙動を表現する弾塑性要素と動的挙動を再現する弾性要素、粘性要素および初期の応力増加を表す付加要素からなる改良三要素モデルにて表現できる。



図-1 製品イメージ

表-1 適用範囲

項目	適用範囲
高減衰ゴム形状	厚み t : 8~15mm
	辺長 B : 40~400mm (B ≥ 5t)
許容せん断歪み	200%
限界せん断歪み	300%
温度	-10°C ~ 60°C (解析モデル適用範囲 0~40°C)
適用建物の一次固有振動数	0.01Hz ~ 5Hz

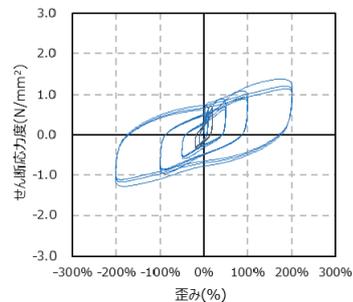


図-2 高減衰ゴムの応力-歪み関係

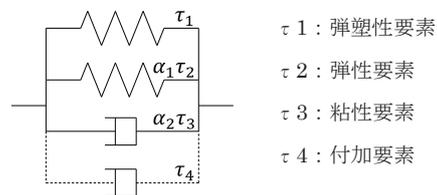


図-3 高減衰ゴムの解析モデル

【本技術の問合せ先】

住友ゴム工業株式会社 担当者：村上 翔
〒675-0011 兵庫県加古川市野口町北野 410-1

E-mail : s-murakami.ev@srigroup.co.jp
TEL : 079-456-5383 FAX : 079-426-0189

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 ネジonicon 鉄筋継手 (熱処理異形棒鋼SD700U)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第25-07号 性能証明発効日：2025年6月24日</p> <p>【取得者】 株式会社伊藤製鐵所</p>
---	--

【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熱処理異形棒鋼SD700U・いわき工場(認定番号：MSRB-0106)の種類がSD700Uであるねじ節鉄筋の継手部分をカプラーおよびロックナットで嵌合し接合する機械式継手工法である。オーステンパ球状黒鉛鑄鉄品であるカプラーおよび球状黒鉛鑄鉄品または機械構造用炭素鋼鋼材であるロックナット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】

熱処理異形棒鋼SD700Uの部分高強度部で継手を接合する際、従来の重ね継手やガス圧接継手は適用できない。本技術はこれに代わる継手工法として開発されたもので、カプラーとロックナットおよびグラウト材を用いることにより、所要の継手性能を確保できる。

【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(熱処理異形棒鋼SD700U)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強度・剛性・すべり量はA級、靱性はB級としての継手性能を有する。

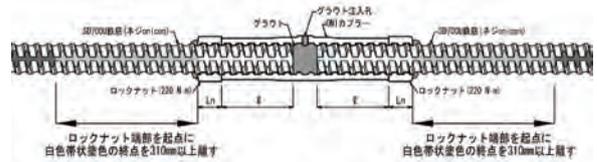


図-1 継手の構成

表-1 適用範囲

接合条件	呼び名	種類	ロックナットトルク値(N・m)
		SD700U	
同径	D29U	○	220
	D32U	○	
	D35U	○	
	D38U	○	

表-2 鉄筋嵌合時の挿入長さ

呼び名	カプラー・ロックナット呼び名	鉄筋挿入長さ $\ell + L_n$ (mm)	鉄筋のあき O (mm)
D29U	O29・N29	110~135	25
D32U	O32・N32	115~135	30
D35U	O35・N35	120~150	30
D38U	O38・N38	127~157	30

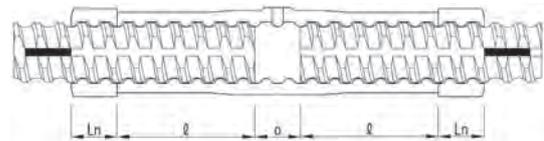


図-2 鉄筋嵌合時の挿入長さ

【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】 ネジoniconLタイプ継手 (熱処理異形棒鋼SD700U)	性能証明番号：GBRC 性能証明 第25-08号 性能証明発効日：2025年6月24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熱処理異形棒鋼SD700U・いわき工場（認定番号：MSRB-0106）の種類がSD700Uであるねじ節鉄筋の継手部分をカプラーおよびロックナットで嵌合し接合する機械式継手工法である。オーステンパ球状黒鉛鑄鉄品であるカプラーおよび球状黒鉛鑄鉄品または機械構造用炭素鋼鋼材であるロックナット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】

熱処理異形棒鋼SD700Uの部分高強度部で継手を接合する際、従来の重ね継手やガス圧接継手は適用できない。本技術はこれに代わる継手工法として開発されたもので、カプラーとロックナットおよびグラウト材を用いることにより、所要の継手性能を確保できる。

【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oniconLタイプ継手（熱処理異形棒鋼SD700U）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強度・剛性・すべり量はA級、靱性はB級としての継手性能を有する。

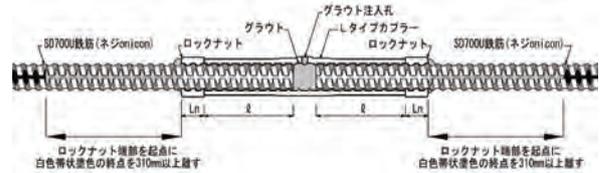


図-1 継手の構成

表-1 適用範囲

接合条件	呼び名	種類	ロックナットトルク値(N・m)
		SD700U	
同径	D29U	○	200
	D32U	○	
	D35U	○	
	D38U	○	

表-2 鉄筋嵌合時の挿入長さ

呼び名	カプラー・ロックナット呼び名	鉄筋挿入長さ $l + Ln$ (mm)	鉄筋のあき O (mm)
D29U	L29・N29	137.5~157.5	20
D32U	L32・N32	147.5~177.5	30
D35U	L35・N35	155~185	30
D38U	L38・N38	162.5~192.5	30

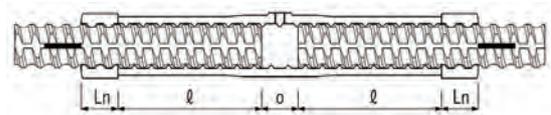


図-2 鉄筋嵌合時の挿入長さ

【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】 KS-Wall 構法 - 鹿島式鉄骨系骨組 - RC 耐震壁架構 -	性能証明番号：GBRC 性能証明 第25-09号 性能証明発効日：2025年6月9日 【取得者】 鹿島建設株式会社
---	---

【技術の概要】

本技術は、RC造の耐震壁の左右両側をCFT柱またはSRC柱で、上下のいずれか少なくとも一方をS梁で囲われた鉄骨系骨組において、当該RC造耐震壁と鉄骨系部材との間に孔あき鋼板ジベルによる応力伝達機構を設けて一体化した架構を構築するものである。

【技術開発の趣旨】

CFT造柱とS梁からなる鉄骨系建物の地下階においてRC造の耐震壁を構築する場合、骨組と耐震壁の一体性確保や壁筋の定着の観点から、耐震壁の周辺骨組をSRC造に切り替える設計が採用される場合が多い。しかし、地下骨組をSRC造に切り替えることで、地上部の箱形断面を用いたCFT柱から地下部のクロスH形断面へのスムーズな応力伝達性の確保の問題や、地下階の

柱梁の部材断面が大きくなるなどの建築物の使用性や施工上の課題も同時に生じてしまう。これらの課題を解決することを目的に、地下階の鉄骨系骨組にRC耐震壁を構築する構法を開発した。

【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「KS-Wall 構法 設計施工指針」に従って設計・施工された鉄骨系骨組と鉄筋コンクリート造耐震壁による架構は、短期荷重時において、周辺骨組と鉄筋コンクリート造耐震壁の間に有害なすべりや開きが生じず、修復性を損なうひび割れ等の損傷を起こさない、また、同指針で定める短期許容耐力および終局耐力を有する。

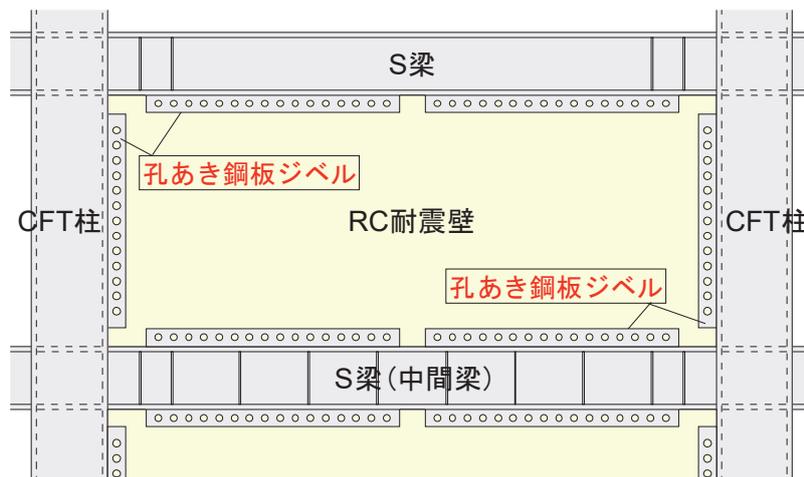


図-1 構法の概要

【本技術の問合せ先】

鹿島建設株式会社 担当者：高稲 宜和
〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1

E-mail：takaine@kajima.com
TEL：070-2820-5657

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 鉄筋スポット先組工法 (株式会社ノーグチ)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第25-10号 性能証明発効日：2025年5月19日 性能証明の有効期限：2028年5月末日</p>
	<p>【取得者】 株式会社ノーグチ</p>

【技術の概要】

本技術は、非構造材として取り扱う段取り鉄筋を工場にて使用鉄筋に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使用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長さ、ピッチ幅およびかぶり厚さを正確に確保することができ、配筋工事の施工性改善、作業能率向上、省力化を意図して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「鉄筋スポット先組工法 (株式会社ノーグチ) 標準製造要領書」に従ってユニット化された使用鉄筋は、溶接後においても当該鉄筋の機械的性質に関する規格値を満足するとともに、その管理手法として定めた溶接部のせん断強度が同要領書に定める値以下である。

十字試験体形状
(せん断強度・引張強度試験体)

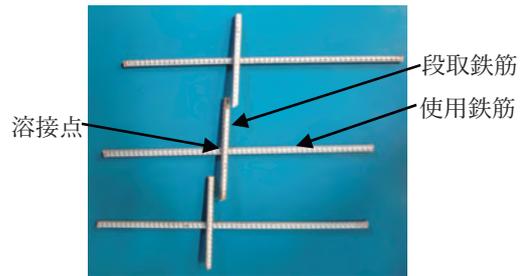


写真-1 十字試験体



写真-2 現場組み立て
鉄筋スポット先組工法ユニット

表-2 溶接条件

段取鉄筋	使用鉄筋	溶接電流	cyc	加圧力
SD295 D10	SD295D10	6,300A	20	0.50 MPa
	SD295D13	7,000A	20	

表-1 溶接鋼種

種類	鋼種	呼び名
使用鉄筋	SD295	D10 D13
段取鉄筋	SD295	D10

表-3 溶接部のせん断応力判定基準 (N/mm²)

種類	鋼種	組合せ	せん断応力
使用鉄筋	SD295	D10+D10	180 以下
		D10+D13	200 以下

【本技術の問合せ先】

株式会社ノーグチ 代表取締役 農口 隆光
〒866-0034 熊本県八代市新港町2-2-5

E-mail : takamitsu@no-guchi.co.jp
TEL : 0965-31-3188 FAX : 0965-31-3188

(一財)日本建築総合試験所
 建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 SIMデッキスラブ工法 -鉄筋トラス付捨て型枠床版工法-</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第25-11号 性能証明発効日：2025年6月13日</p> <p>【取得者】 伊藤忠丸紅住商テクノスチール株式会社</p>
--	---

【技術の概要】

本技術は、立体トラスを使用した鉄筋付きデッキパネル (SIMデッキ) とその上に打設されたコンクリートで構成される床スラブ (SIMデッキスラブ) に関する技術である。本工法の特徴として、捨て型枠 (型枠鋼板) と鉄筋が一体となったSIMデッキパネルを梁上に設置するだけで、型枠と配筋の施工ができ、型枠を支持する支保工の一部を省略できる。

【技術開発の趣旨】

本技術は、立体トラスを使用した鉄筋付きデッキパネル (SIMデッキ) とその上に打設されたコンクリートで構成される床スラブ (SIMデッキスラブ) に関する技術である。本工法の特徴として、捨て型枠 (型枠鋼板) と鉄筋が一体となったSIMデッキパネルを梁上に設置するだけで、型枠と配筋の施工ができ、型枠を支持する支保工の一部を省略できる。

【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「SIMデッキスラブ工法 設計・製造・施工指針」に従って設計・製造・施工されたSIMデッキは、施工時に作用するデッキ自重、鉄筋コンクリート自重、作業荷重ならびに施工の実情に応じた荷重を安全に支持し、同指針によるSIMデッキを用いたスラブは、設計で保証すべき要求性能を満足する。

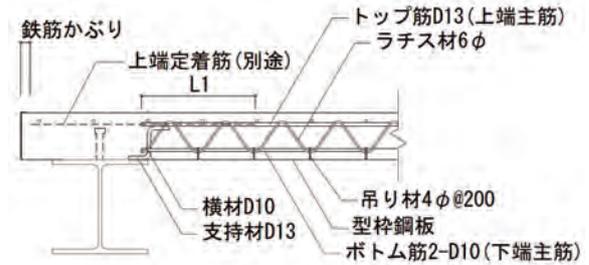


図-1 SIMデッキスラブ工法 概要図

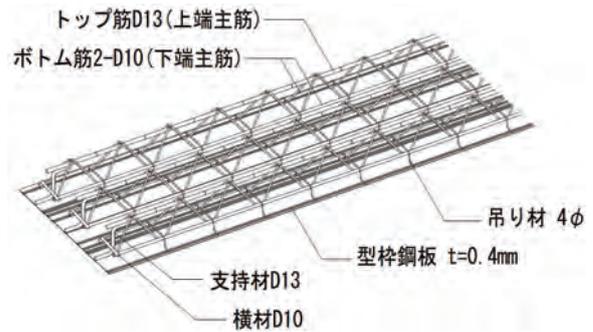


図-2 SIMデッキパネル 姿図

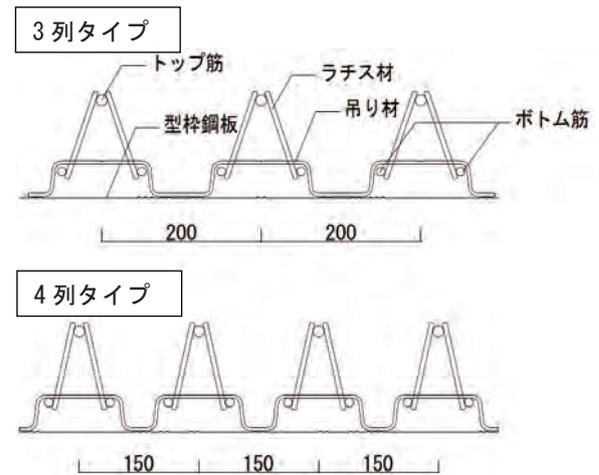


図-3 SIMデッキパネル 断面図

【本技術の問合せ先】

伊藤忠丸紅住商テクノスチール株式会社 担当者：杉原 謙二
 〒100-0004 東京都千代田区大手町1-6-1

E-mail : sugihara@imsts.co.jp
 TEL : 03-6266-8228 FAX : 03-6266-8253

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 ECS-DJ -異径継手を有する縮管加工鋼管-</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第25-12号 性能証明発効日：2025年5月19日</p> <p>【取得者】 株式会社三誠 ヨシモトポール株式会社</p>
---	---

【技術の概要】

本技術は、鋼管ぐいにおいて縮管加工で製作したECS-DJを用いて原管径の鋼管から縮管径の鋼管への異径鋼管の接続を可能にする技術である。縮管加工とは、鋼管（以下、“原管”と称す）の端部に対して、専用金型を用いた成型により、原管の板厚を確保しつつ原管径を縮小させることができる冷間プレス成型に位置付けられる加工である。縮管加工した鋼管端部を縮管、原管から縮管までの角度のある管をテーパ管といい、縮管加工で製作した鋼管全体をECS-DJという。

【技術開発の趣旨】

本技術は、縮管側に接続される鋼管より大きな径を設置することで、鋼管ぐいで使用した場合に、

- ・上ぐいでの使用時に、地震力に対する水平抵抗力が大きい設計が可能になること
- ・下ぐいでの使用時に、同じ先端支持力を得る場合であってもくい体の使用鋼材量が縮減できること
- ・原管から縮管まで一体成型であることから構造が明確で異径鋼管継手として安定的に高精度の品質が得られること

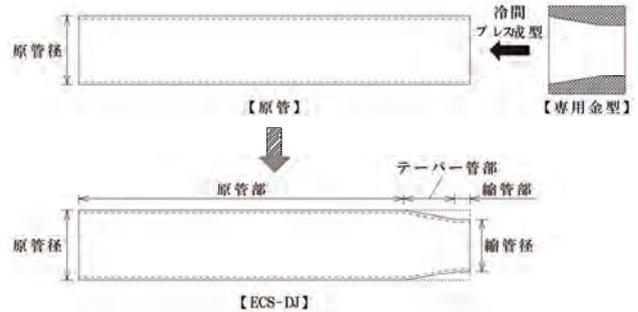
を目的として開発したものである。

【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「ECS-DJ 製造基準書」、「ECS-DJ 設計基準」に従って製造・設計されたECS-DJは、同設計基準で規定する長期許容耐力および短期許容耐力を有する。

○工法の概要



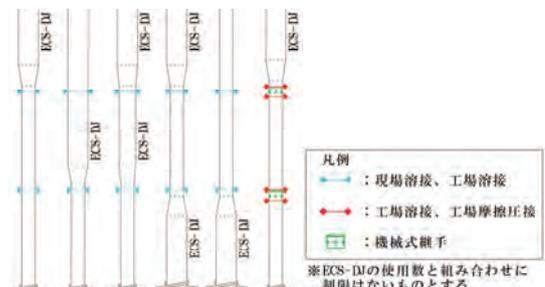
○適用範囲

- (1) 圧縮・ねじり・曲げおよび引張が作用する場合でも長期・短期許容耐力の設計をした場合は使用できることとする。
- (2) 株式会社 三誠のくい工法に適用し、施工は圧入、回転圧入、もしくは回転圧入によることとする。

○使用材料

- ・JIS-G-3444（一般構造用炭素鋼鋼管）に規定された、STK190(基準強度 325N/mm²)
- ・JIS-A-5525（鋼管ぐい）に規定された、SKK190(基準強度 325N/mm²)
- ・上記のJIS規格に適合する鋼管又は、それと同等の機械的性質を有する大臣認定を受けた鋼管とする
- ・原管径（原管厚さ）：
 - φ114.3mm (t6.0mm)
 - φ139.8mm (t6.6mm)
 - φ165.2mm (t7.1mm, t9.3mm)
 - φ190.7mm (t7.0mm, t8.2mm)
 - φ216.3mm (t8.2mm)
 - φ267.4mm (t9.3mm, t12.7mm)
 - φ318.5mm (t10.3mm, t12.7mm, t16.0mm)
 - φ355.6mm (t12.7mm, t16.0mm)
 - φ406.4mm (t12.7mm, t16.0mm)

○使用例



【本技術の問合せ先】

株式会社三誠 技術本部 担当者：笠原 康弘
〒104-0033 東京都中央区新川一丁目8番8号 アクロス新川ビル9F
ヨシモトポール株式会社 事業開発部 担当者：小杉 達郎
〒100-6919 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号
丸の内パークビルディング19F

E-mail：kasahara@sansei-inc.co.jp
TEL：03-3551-0211 FAX：03-3551-0220
E-mail：kosugi-tatsuo@ypole.co.jp
TEL：03-3214-1552

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 鉄筋スポット先組工法 (有限会社山内工業)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第25-13号 性能証明発効日：2025年5月19日 性能証明の有効期限：2028年5月末日</p>
	<p>【取得者】 有限会社山内工業</p>

【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長さ、ピッチ幅およびかぶり厚さを正確に確保することができ、配筋工事の施工性改善、作業能率向上、省力化を意図して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「鉄筋スポット先組工法(有限会社山内工業)標準製造要領書」に従ってユニット化された鉄筋は、溶接後においても当該鉄筋の機械的性質に関する規格値を満足するとともに、その管理手法として定めた溶接部のせん断強度が同要領書に定める値以下である。

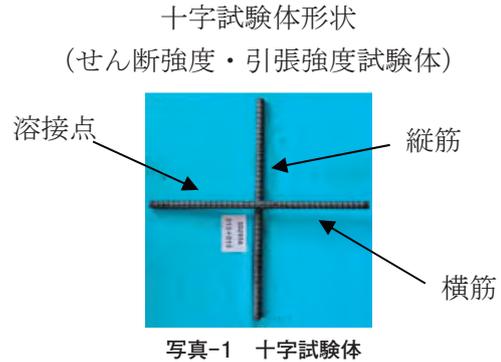


表-2 溶接条件

使用鉄筋	溶接電流	cyc	加圧力
SD295D10+D10	6,300A	20	0.50MPa
SD295D10+D13	6,500A	20	
SD295D13+D13	6,900A	45	

表-1 溶接鋼種

種類	鋼種	呼び名
使用鉄筋	SD295	D10 D13

表-3 溶接部のせん断応力判定基準 (N/mm²)

種類	鋼種	組合せ	せん断応力
使用鉄筋	SD295	D10+D10	180 以下
		D10+D13	200 以下
		D13+D13	200 以下

【本技術の問合せ先】

有限会社山内工業 代表取締役 山内 賢志
〒8661-5531 熊本県熊本市北区北迫町33-13

E-mail : s-yamauchi@orion.ocn.ne.jp
TEL : 096-288-4905 FAX : 096-288-4005

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 MIRACR 構法 - 開口付き中板と三角スチフナを用いたRC柱S梁接合部構法 - (改定1)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第06-13号 改1 性能証明発効日：2025年4月14日</p> <p>【取得者】 鉄建建設株式会社</p>
---	--

【技術の概要】

本技術は、鉄筋コンクリート (RC) 造柱と鉄骨 (S) 造梁からなる混合構造において、梁端部柱面に支圧板を配置し、中板および三角スチフナを配置するとともに、周囲をふさぎ板で囲んだRC柱S梁接合部を構築するための構法である。中板には、開口付きと開口なしの場合がある。また、支圧板、中板および三角スチフナは、S造梁の端部柱面に生じる応力の柱梁接合部への伝達を期待し、ふさぎ板は、コンクリート打設時の型枠代わりとするとともに、柱梁接合部コンクリートの拘束に伴う強度上昇を期待している。

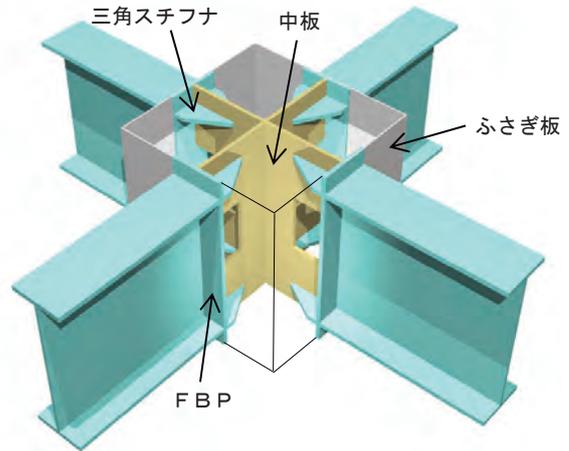


図-1 構法概要図 (一般梁)

【改定の内容】

新規：GBRC 性能証明 第06-13号 (2006年11月7日)

改定1：GBRC 性能証明 第06-13号 改1 (2025年4月14日)

- ・ 設計方法の追加 (段差梁、偏心梁)
- ・ 適用範囲の拡大 (コンクリート強度、使用鉄筋、使用鋼材)
- ・ ふさぎ板の加工方法を追加 (冷間曲げ加工)
- ・ 適用建築物の範囲を変更 (高さ60m以下)
- ・ 申込者の変更 (2社から1社)

【技術開発の趣旨】

本技術は、工期および施工費用の縮減が可能なRC造柱、S造梁からなる混合構造建築物の実現を意図して開発されたものである。

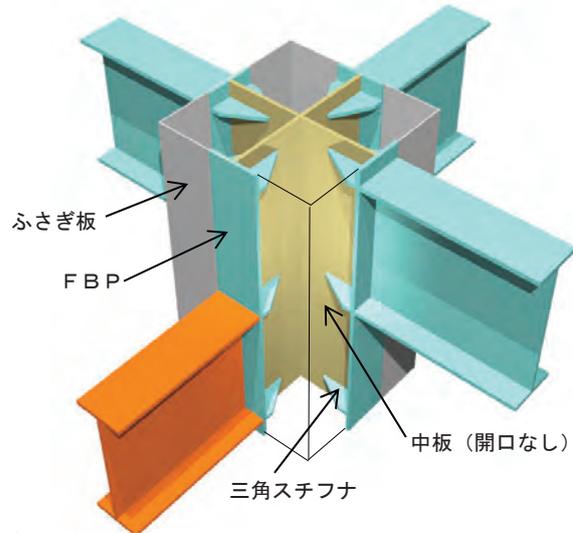


図-2 構法概要図 (段差梁)

【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「MIRACR 構法 設計施工指針」に従って設計・施工されたRC柱S梁接合部は、同指針で定める長期荷重時、短期荷重時および終局時の要求性能を有する。

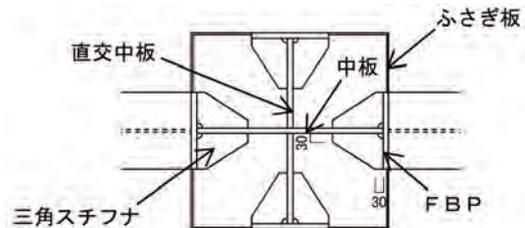


図-3 開口を設けた柱梁接合部の形状

【本技術の問合せ先】

鉄建建設株式会社 担当者：石渡 康弘
〒286-0825 千葉県成田市新泉9-1

E-mail：yasuhiro-ishiwata@tekken.co.jp
TEL：0476-36-2371 FAX：0476-36-2380

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 ピュアパイル工法 (PP工法) －セメントミルク杭状補強体による地盤補強工法Ⅱ－ (改定5)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第11-28号 改5 性能証明発効日：2025年5月1日 性能証明の有効期限：2028年5月末日</p> <p>【取得者】 ジャパンホームシールド株式会社 株式会社テノックス</p>
--	--

【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填充することで、セメントミルクからなる置換柱状体を地中に築造し、これを杭状補強材（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鉛直支持力は、基礎下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11-28号 (2012年2月28日)
改定1：GBRC 性能証明 第11-28号 改 (2012年10月23日)
・先端地盤が粘土質地盤の場合の最大施工深さの拡大
・適用建築物の規模拡大
改定2：GBRC 性能証明 第11-28号 改2 (2013年6月12日)
・引上げ速度、瞬時吐出量の規定を追加
改定3：GBRC 性能証明 第11-28号 改3 (2014年10月23日)
・有効直径（設計径）の追加
・補強体周辺地盤の適用範囲拡大
・セメントミルク填充量による有効直径（設計径）の確認方法を追加
・適用建築物の規模拡大
改定4：GBRC 性能証明 第11-28号 改4 (2016年5月19日)
・掘削ロッドの最小長さの変更
更新：GBRC 性能証明 第11-28号 改4（更1）(2019年5月7日)
GBRC 性能証明 第11-28号 改4（更2）(2022年5月19日)
改定5：GBRC 性能証明 第11-28号 改5 (2025年5月1日)
・申込者の変更（株式会社 J B サポートからジャパンホームシールド株式会社への変更）
・適用範囲の拡大（適用する建築物の高さの上限を16m以下へ拡大、高さ13m以下の広告塔および高さ5m以下の擁壁等の工作物を追加）



図-1 引き抜いた柱体の状況

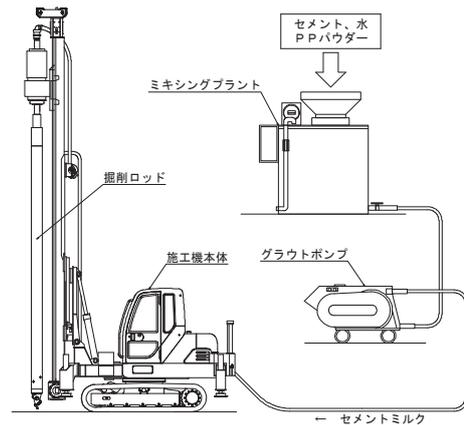


図-2 主要施工機材

【技術開発の趣旨】

従来の柱状地盤改良工法は、セメント系固化材と原位置土とを攪拌混合するため、柱体の品質が地盤の土質に大きく影響され、強度のバラツキが大きく、高強度化が困難であった。また、セメント系固化材を含む掘削土砂が排出され、その発生土処理が必要であった。

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。

【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「ピュアパイル工法 (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。

【極限鉛直支持力 R_u 】

先端地盤が砂質地盤の場合

$$R_u = 100\bar{N}'A_p + 10\bar{N}'_f \pi DL_f$$

先端地盤が粘性土地盤の場合

$$R_u = 100(\bar{N}' - 2)A_p + 10\bar{N}'_f \pi DL_f$$

\bar{N}' ：柱体先端から上下1D区間の N' の平均値

\bar{N}'_f ：摩擦力を考慮する範囲の N' の平均値

N' ：スクリーウエイト貫入試験結果に基づく換算N値

A_p ：柱体の先端断面積

D：設計径 (0.150m、0.175m、0.200m)

L_f ：柱体長 (m) (腐植土層は除く)

【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
株式会社テノックス 技術部 担当者：藤橋 俊則
〒108-8380 東京都港区芝5丁目25番11号

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

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 オチTS工法 -既製RC柱状材を圧入して用いる杭状地盤補強工法- (改定7)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第12-02号 改7 性能証明発効日：2025年6月5日 性能証明の有効期限：2028年6月末日</p> <p>【取得者】 越智建設株式会社</p>
--	---

【技術の概要】

本技術は、変十角形断面(202mm×212mm)、あるいは、円筒形断面(外径200mm、内径100mm)を有する既製RC柱状材を、静的な鉛直荷重を補強材頭部に加えることで地盤中に押し込み、これを杭状地盤補強材(以下、“補強材”と称する)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。

【改定の内容】

- 新規：GBRC 性能証明 第12-02号 (2012年5月18日)
 改定1：GBRC 性能証明 第12-02号 改 (2013年9月11日)
 ・樹脂製内装型ほぞ継手の追加
 改定2：GBRC 性能証明 第12-02号 改2 (2016年9月26日)
 ・適用建築物の規模の変更
 ・地盤調査箇所数に関する規定追加
 改定3：GBRC 性能証明 第12-02号 改3 (2017年2月16日)
 ・先端沓の追加
 ・工法の運用体制の変更
 改定4：GBRC 性能証明 第12-02号 改4 (2020年2月27日)
 ・継手の追加(樹脂製外装型ほぞ継手)
 ・樹脂製補強材の追加
 改定5：GBRC 性能証明 第12-02号 改5 (2021年11月9日)
 ・鋼製外装型ほぞ継手の長さの変更
 改定6：GBRC 性能証明 第12-02号 改6 (2023年10月27日)
 ・変十角形断面補強材におけるコンクリートの設計基準強度の変更
 改定7：GBRC 性能証明 第12-02号 改7 (2025年6月5日)
 ・適用範囲の拡大(適用する建築物の高さの上限を16m以下へ拡大)
 ・補強材仕様の追加(円筒形断面補強材の軸方向鉄筋材質にSWM-P材を追加)

【技術開発の趣旨】

本工法では、柱状材の圧入に障害となる硬い表層や中間層が存在する場合に対処するため、施工機にアースオーガーを併設し、これを用いてプレボーリングすることで施工性の向上を図っている。また、柱状材の支持力を全数管理するために、ロードセルを用いて圧入力を測定し、計測された最終圧入荷重によって支持力の管理を行うこととしている。

【性能証明の内容】

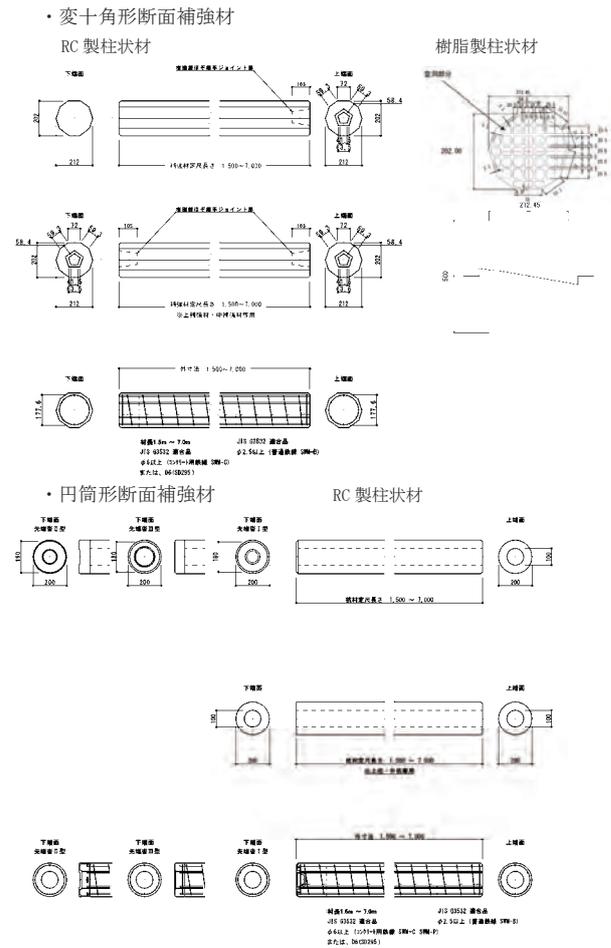
本技術についての性能証明の内容は、単杭状の補強材の鉛直支持力についてのみを対象としており、以下の通りである。
 申込者が提案する「オチTS工法 設計・施工基準」に従って設計・施工された補強材の許容支持力を定める際に必要な地盤で決まる極限支持力は、同基準に定めるスクリュウウエイト貫入試験の結果に基づく支持力算定式で適切に評価できる。
 また、本技術については、規定された施工管理体制が適切に運用され、工法が適正に使用されている。

【本技術の問合せ先】

越智建設株式会社 地盤補強課 担当者：須藤 英輝
〒053-0052 北海道苫小牧市新開町三丁目11番4号

○技術の適用範囲

(1) 杭状地盤補強材の構造図



(2) 適用地盤

先端地盤および周面地盤：砂質土地盤(礫質土地盤を含む)、粘性土地盤
 ただし、地震時に液状化するおそれのある地盤(液状化発生の可能性があると判定される土層及びその上方にある土層)あるいは液状化が生じた地盤においては、補強材の先端支持力および周面摩擦力は考慮しない。なお、液状化が発生するか否かは設計者が判断する。

(3) 適用建築物の範囲

- ・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16m以下
- ③延べ面積1,500㎡以下(平屋に限り3,000㎡以下)
- ・高さ2m未満の擁壁

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 くし兵衛工法 -スラリー系機械攪拌式深層混合処理工法- (改定2)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第13-03号 改2 性能証明発効日：2025年4月25日 性能証明の有効期限：2028年4月末日</p> <p>【取得者】 一般社団法人先端地盤技術グループ、 地研テクノ株式会社、アキュテック株式会社、 株式会社アートフォースジャパン、 株式会社サムシング、株式会社SANYU、 新生重機建設株式会社</p>
---	---

【技術の概要】

本技術は、スラリー状のセメント系固化材と原位置地盤を掘削攪拌することで、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、共回り防止翼とその上下の攪拌翼に鉛直方向に突起を設けた独自開発の掘削攪拌装置を用いていることである。

【改定・更新の内容】

新規：GBRC 性能証明 第13-03号 (2013年4月26日)

改定1：GBRC 性能証明 第13-03号 改1 (2016年4月26日)

- ・ 申込者の追加
- ・ 改良径の範囲拡大
- ・ 適用構造物の範囲拡大
- ・ 配合設計による設計基準強度の設定を追加

更新：GBRC 性能証明 第13-03号 改1 (更1) (2019年4月1日)

：GBRC 性能証明 第13-03号 改1 (更2) (2022年4月18日)

改定1：GBRC 性能証明 第13-03号 改2 (2025年4月25日)

- ・ 申込者社名の変更 (株式会社三友土質エンジニアリングから株式会社SANYUへの変更)

【技術開発の趣旨】

本技術では、セメント系固化材スラリーと地盤との攪拌性能を向上させるために、共回り防止翼とその上下の攪拌翼に鉛直方向の突起を複数設けた掘削攪拌装置を開発している。この掘削攪拌装置を用いることで、低軸回転数、高速度での施工を可能にするとともに、改良体の品質の向上を図っている。

【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「くし兵衛工法 技術指針」に従って築造される改良体は、砂質土で800 kN/m²~2,500kN/m²、粘性土およびロームで450 kN/m²~2,500kN/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さの変動係数として、砂質土、粘性土およびロームで25%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。

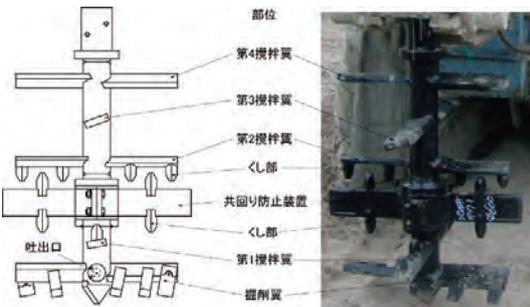


図-1 くし兵衛工法の掘削攪拌装置の概要図

表-1 くし兵衛工法の特記仕様

分類	項目	特記仕様の概要		
適用範囲	対象構造物	小規模建築物および工作物等 ¹⁾	小規模を超える建築物および工作物等	
	適用土質	砂質土、粘性土、ローム		
コラム仕様	コラム形状	杭状、ブロック状、壁状		
	コラム径	400 ~ 800 mm		
	最大コラム長	10.0 m		
掘削攪拌装置仕様	掘削攪拌機構	水平方向掘削・攪拌機構に、共回り防止装置の上下に攪拌翼に対して鉛直方向細断・攪拌機構を付加		
	掘削攪拌翼枚数 ²⁾	掘削翼2枚 / 攪拌翼8枚 (引上時：攪拌翼10枚)		
	共回り防止機構	コラム径より突出した不動梁を有する共回り防止装置		
	掘削・攪拌ロッド	単軸		
施工仕様	施工サイクル	1サイクル		
	先端処理長	1.0 m		
	掘削速度	2.0 m/分以下		
	引上速度	2.5 m/分以下		
	羽根切り回数 ²⁾	500 回/m 以上		
配合設計仕様	品質管理	モールドコア法 ³⁾	ボーリングコア法 ⁴⁾	
	固化材配合量 ⁵⁾	300 kg/m ³	350 kg/m ³	200 kg/m ³ 以上
	設計基準強度 ⁵⁾	800 kN/m ²	1000 kN/m ²	砂質土 900~2500 kN/m ² 粘性土 450~2500 kN/m ² ローム
		水/固化材比 ⁵⁾ 標準60% ~ 80%		
	変動係数	0.25		

- 1) 地上3階以下、高さ13m以下、軒高9m以下、延べ面積500m²以下の建築物および高さ3.5m以下の擁壁等工作物
- 2) 引上時には掘削翼も攪拌翼枚数に算入し、羽根切り回数を設定する。
- 3) 小規模建築物および工作物等に適用し、モールドコアの一軸圧縮強さの最小値が設計基準強度以上であることを確認する。養生期間は7日を標準とする。
- 4) 小規模建築物および工作物等を超えるものに適用し、各検査対象のボーリングコアおよび頭部コアの平均一軸圧縮強さが合格判定値以上であることを確認する。養生期間は28日を標準とする(なお、工期に余裕がない場合等では、モールドコア法により予め強度確認をし、その後、ボーリングコア法による品質検査を実施することができる)。
- 5) 小規模建築物および工作物等を対象として室内配合試験を実施しない場合には、規定の設計基準強度に対して規定の固化材配合量を十分に満足するように設定する。全適用構造物に対して室内配合試験を実施する場合には、固化材配合量は200 kg/m³以上とし、設計基準強度は砂質土では900~2500 kN/m²、粘性土及びロームでは450~2500 kN/m²の範囲で適切に設定する。

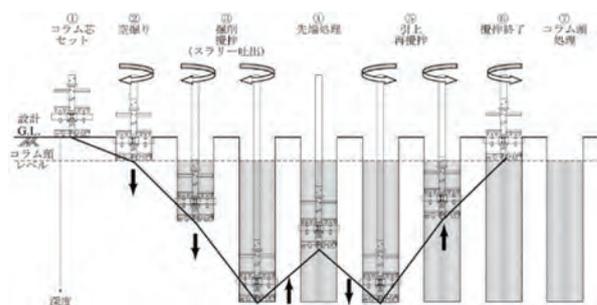


図-2 くし兵衛工法の施工手順

【本技術の問合せ先】

一般社団法人先端地盤技術グループ 担当者：菅野 直樹
〒252-0312 神奈川県相模原市南区相南4-23-15

E-mail：info@sentanjiban.or.jp
TEL：042-701-0902 FAX：042-701-0912

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 しん兵衛工法 -節付細径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- (改定3)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第13-04号 改3 性能証明発効日：2025年4月25日 性能証明の有効期限：2028年4月末日</p> <p>【取得者】 一般社団法人先端地盤技術グループ、 地研テクノ株式会社、アキュテック株式会社、 株式会社アートフォースジャパン、 株式会社サムシング、株式会社SANYU、 新生重機建設株式会社、太洋基礎工業株式会社</p>
---	---

【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、その中心に節付細径鋼管 (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、本技術における改良体の築造には、(一財)日本建築総合試験所 建築技術性能証明 GBRC 性能証明 第13-03号 改2として性能証明されたくし兵衛工法を用いることとしている。

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杭状地盤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13-04号 (2013年5月9日)

改定1：GBRC 性能証明 第13-04号 改1 (2016年4月26日)

- ・申込者の追加
- ・改良径、芯材仕様の追加
- ・適用地盤の範囲拡大
- ・適用建築物の規模と適用構造物の追加
- ・地盤調査箇所数に関する規定追加
- ・支持力計算表を支持力算定式に変更
- ・配合試験による設計基準強度設定の追加

更新：GBRC 性能証明 第13-04号 改1 (更1) (2019年4月1日)

改定2：GBRC 性能証明 第13-04号 改2 (2022年4月18日)

- ・申込者の追加
 - ・適用構造物の追加
 - ・指定施工会社の認定基準の変更
 - ・施工報告書および施工記録、安全衛生対策の記載の追加
- 改定3：GBRC 性能証明 第13-04号 改3 (2025年4月25日)
- ・申込者社名の変更 (株式会社三友土質エンジニアリングから株式会社SANYUへの変更)
 - ・適用範囲の拡大 (適用する建築物の高さを16m以下へ拡大)
 - ・設計・施工指針の見直しによる地盤調査方法の記載変更

【技術開発の趣旨】

改良体の支持力については、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、改良体中心に付着力の向上を意図した節を設けた細径鋼管を埋設することで、芯材と改良体を一体化させ、その剛性と耐力を向上させている。

【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「しん兵衛工法 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から定まる極限支持力は、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。

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。

○適用構造物

①～③のすべてを満たす建築物および高さ3.5m以下の擁壁、高さ2m以下のボックスカルバート、土間スラブ等の小規模な工作物

- ①地上3階以下、②建築物の高さ16m以下、③延べ面積1,500m²以下(平屋に限り3,000m²以下)

○適用土質および範囲

(1) 適用土質：砂質土、粘性土、ローム

- (2) 適用範囲 (平均 N' 値の範囲)
先端地盤： $0.75 \leq \bar{N}'_{\alpha} \leq 7.6$
周面地盤： $0.5 \leq \bar{N}'_{\beta} \leq 5.4$

○施工径および施工長

- (1) コラム径：400mm、500mm
- (2) 芯材径：48.0(48.6)mm (コラム径400mm用)
60.0(60.5)mm (コラム径500mm用)
- (3) 芯材長：1.5～9.5m
- (4) コラム長：1.5～10.0m

○算定支持力

最大長期および短期許容支持力の一例

コラム径 (mm)	最大長期許容支持力(kN/本)	最大短期許容支持力(kN/本)
400	115*	173*
400	150**	226**
500	160*	240*
500	216**	325**

*配合試験未実施時かつ規定最大設計基準強度採用時

**配合試験実施時かつ最大設計基準強度採用時

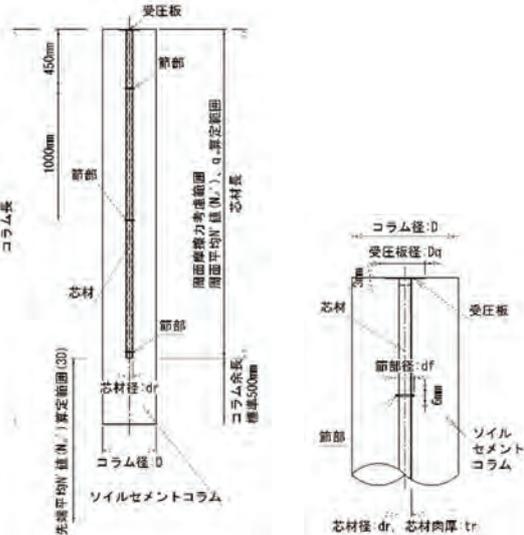


図-1 合成コラムの概要図

図-2 頭部詳細図

【本技術の問合せ先】

一般社団法人先端地盤技術グループ 担当者：菅野 直樹
〒252-0312 神奈川県相模原市南区相南4-23-15

E-mail：info@sentanjiban.or.jp
TEL：042-701-0902 FAX：042-701-0912

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 CASシステム -溶接スタッド鉄筋工法- (改定1)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第14-16号 改1 性能証明発効日：2025年4月22日</p> <p>【取得者】 CASシステム研究会 (代表会社：株式会社エフアイティー)</p>
--	---

【技術の概要】

CASシステムは、既存鉄骨鉄筋コンクリート造建物に用いるスタッド筋による定着工法であり、既存躯体コンクリートを内蔵鉄骨までダイヤモンドコアドリルで穿孔し、孔内清掃・鋼材面研磨の後、スタッド筋を鋼材に溶接し、孔内に専用モルタル(CASモル)を充填させることにより所定の定着性能を発現させる工法である。

【改定の内容】

新規：GBRC 性能証明 第14-16号 (2014年9月24日)
改定1：GBRC 性能証明 第14-16号 改1 (2025年4月22日)

- ・「アンカー筋」を「スタッド筋」へ表現変更
- ・設計者への技術指導者に研究会メンバーを追加
- ・コア穿孔に乾式(集塵型)ダイヤモンドコアドリルを追加
- ・不具合時の措置として非破壊検査(引張試験)による対応を追加

【技術開発の趣旨】

既存鉄骨鉄筋コンクリート造建物の耐震補強において、あと施工アンカーを施工する場合、躯体内の鉄骨が干渉することにより、所定の有効埋め込み深さを確保できない場合が多い。その際、コンクリート部分を研取り、鉄骨に鉄筋を溶接する方法が用いられるが、①内蔵鉄筋を切断してしまう可能性が高い、②作業時の騒音・振動および粉塵が多い、③コンクリート研ガラなど産業廃棄物が多い、④鉄筋の溶接作業時間が長い、⑤躯体の復旧に時間がかかる、などの作業環境や施工性の悪化を招いている。本技術は、ダイヤモンドコアドリルで穿孔し、スタッド鉄筋を鉄骨に溶接した後、孔内に専用モルタル(CASモル)を充填させるだけで施工が完了するため、工期短縮に加えて作業環境を大幅に改善(低振動、低騒音、低粉塵、産業廃棄物の低減)できる工法である。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、以下の通りである。申込者が提案する「CASシステム 設計施工指針」に従って設計・施工されたCASシステム溶接スタッド鉄筋工法は、同指針に定めるせん断耐力および引張耐力を有する。

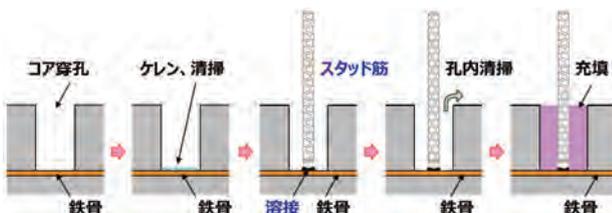


図-1 CASシステムの施工手順

○本技術の適用範囲の一例

CASシステムの施工手順を図-1に、施工状況写真の一例を図-2示す。

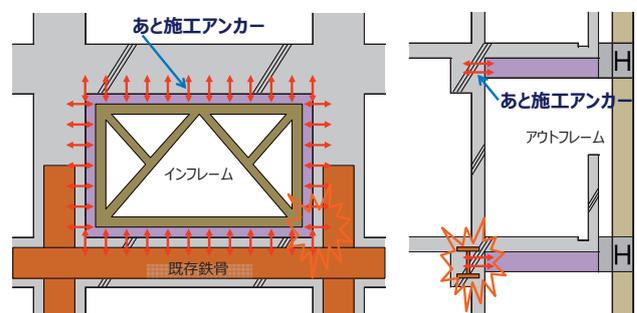
- (1) CASシステムは、既存鉄骨鉄筋コンクリート造建物に用いる定着工法であり、通常のあと施工アンカーの採用が厳しい場合における代替工法として適用する。
- (2) CASシステムを適用する既存建物のコンクリート強度は13.5N/mm²以上とする。
- (3) CASシステムを適用する既存建物のコンクリート種別は、普通コンクリート、軽量1種コンクリートまたは、軽量2種コンクリートとする。
- (4) スタッド溶接に使用するスタッド筋は、材質 KSW490 (JSI G 3112, SD345 相当品)、呼び径はD16、D19およびD22とする。なお、D19およびD22の施工は、日本スタッドウェルディング株式会社のNSWスタッド工法とする。
- (5) コア孔内への充填材料は、性能の確認された指定材料、CASモル(住友大阪セメント株式会社製)を使用する。



スタッド溶接状況

孔内溶接完了後

図-2 CASシステムの施工状況写真



内付け補強での事例

外付け補強での事例

図-3 既存SRC造建物における内蔵鉄骨との干渉

【本技術の問合せ先】

CASシステム研究会 (エフアイティー、オー・エス・イー、住友大阪セメント、東亜建設工業)

(代表会社) 株式会社エフアイティー 担当者：篠原 友徳

〒130-0011 東京都墨田区石原2丁目12番9号

E-mail：shinohara@fit-tokyo.co.jp

TEL：03-3622-9381 FAX：03-3622-9383

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 SAT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2)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第18-28号 改2 性能証明発効日：2025年4月2日 性能証明の有効期限：2028年4月末日</p> <p>【取得者】 積水ハウス株式会社 太洋基礎工業株式会社</p>
---	---

【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、三角形断面の攪拌翼と二段に配置した共回り防止翼を有する掘削攪拌翼を用いることである。

【改定の内容】

- 新規：GBRC 性能証明 第18-28号 (2019年4月10日)
改定1：GBRC 性能証明 第18-28号 改1 (2022年4月27日)
- ・施工サイクルの適用区分の変更
 - ・小規模建築物に適用する設計基準強度のただし書きを追加
 - ・最大施工深さのただし書きを追加
- 改定2：GBRC 性能証明 第18-28号 改2 (2025年4月2日)
- ・施工管理指針の見直しによる記載内容の変更

【技術開発の趣旨】

機械攪拌式深層混合処理工法では、粘性の高い地盤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に独自の工夫が施されている技術が多い。本技術は、共回り防止翼を二段に配置するとともに三角形断面の攪拌翼とすることで、共回り現象を低減して改良体の品質の向上と施工機の負荷の低減を図っている。

【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「SATコラム工法 施工管理指針」に従って築造される改良体は、砂質土および粘性土で500~2500kN/m²、ロームで500~2000kN/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、粘性土およびロームで25%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。

表-1 適用範囲

改良形式	杭形式、ブロック形式、壁形式	
適用構造物	建築物、土木構造物、擁壁および工作物	
適用地盤	砂質土、粘性土、ローム	
適用建築物	小規模建築物	小規模建築物以外
最大改良長	15m	20m
コラム径	φ400~600mm	φ400~1600mm
設計基準強度	1000kN/m ²	500~2500kN/m ²
変動係数	25%	

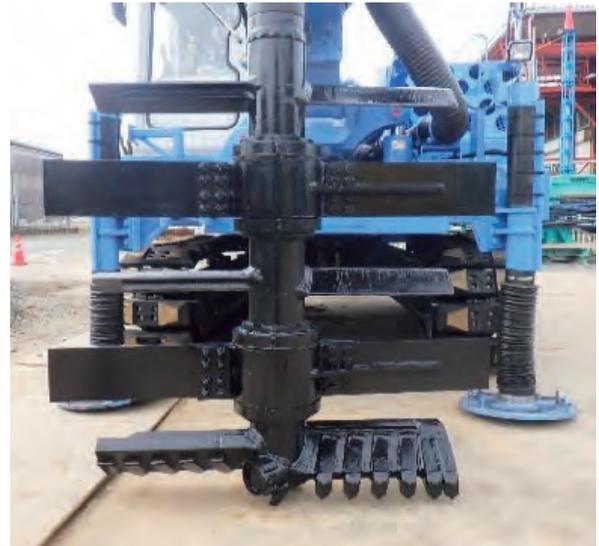


写真-1 掘削攪拌ヘッド

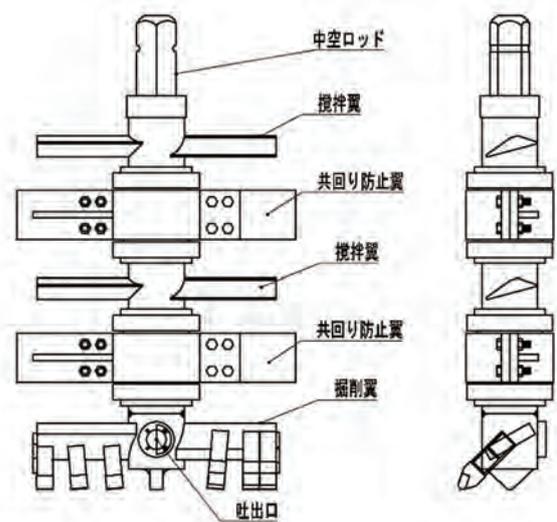


図-1 掘削攪拌ヘッド

【本技術の問合せ先】

積水ハウス株式会社 担当者：八木 正雄
〒531-0076 大阪市北区大淀中1丁目1番88号
太洋基礎工業株式会社 担当者：米村 建
〒454-0871 愛知県名古屋市中川区柳森町107

E-mail：m-yagi@jt.sekisuihouse.co.jp
TEL：06-6440-3430 FAX：06-6440-3323
E-mail：yonemura-ken@taiyoukiso.co.jp
TEL：052-362-6351 FAX：052-362-6398

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 SHハイブリッドコラム工法 -セメントミルク芯部を有する地盤改良体を用いた地盤補強工法-(改定2)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第18-29号 改2 性能証明発効日：2025年4月2日 性能証明の有効期限：2028年4月末日</p> <p>【取得者】 積水ハウス株式会社</p>
---	--

【技術の概要】

本技術は、地盤を掘削しながらセメント系固化材のスラリーと攪拌することで柱状の地盤改良体(以下、“改良体”と称す)を築造し、その中心にセメントミルクの柱体(以下“芯部”と称す)を築造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。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。なお、本技術における改良体の築造には、(一財)日本建築総合試験所 建築技術性能証明 GBRC 性能証明 第18-28号 改2として性能証明されたSATコラム工法を用いることとしている。



写真-1 掘削ヘッド



写真-2 芯部築造用先端ビット

【改定の内容】

新規：GBRC 性能証明 第18-29号 (2019年4月10日)
改定1：GBRC 性能証明 第18-29号 改1 (2022年4月27日)
・節なし仕様の芯部を追加
・芯部の配合強度を追加
・施工に関する規定を変更
改定2：GBRC 性能証明 第18-29号 改2 (2025年4月2日)
・適用範囲の拡大(適用する建築物の高さの上限を16m以下へ拡大)
・施工管理指針の見直しによる記載内容の変更

【技術開発の趣旨】

従来のセメント系固化材を用いた柱状地盤改良工法では、改良体の耐力による制限から地盤の支持力が有効に発揮できない場合がある。本技術は、この問題を解消することを意図して開発したもので、改良体の中心にセメントミルクの芯部を築造することで、補強体の剛性と耐力を向上させている。また、芯部を築造する際に、側面に突起を設けた芯部築造用ロッドを用いることで、らせん状の節を有する芯部を形成することもできる。

【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「SHハイブリッドコラム工法 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。

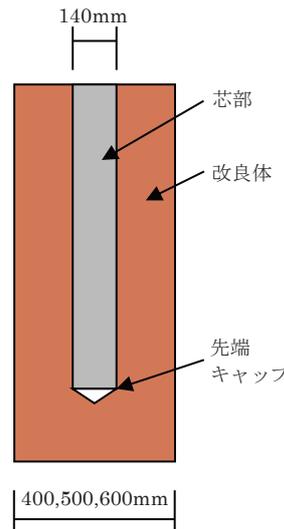


図-1 補強体の概略図



写真-3 改良体断面

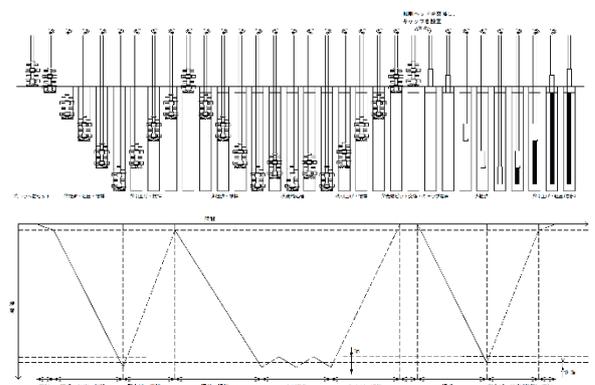


図-2 施工手順概略図 (改良体2サイクル施工)

【本技術の問合せ先】

積水ハウス株式会社 担当者：八木 正雄
〒531-0076 大阪市北区大淀中1丁目1番88号

E-mail：m-yagi@jt.sekisuihouse.co.jp
TEL：06-6440-3430 FAX：06-6440-3323

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 双工法 -先端翼付鋼管を用いた杭状地盤補強工法- (改定3)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第19-04号 改3 性能証明発効日：2025年4月30日 性能証明の有効期限：2028年4月末日</p>
	<p>【取得者】 株式会社刃</p>

【技術の概要】

本技術は、らせん状の翼部鋼板を取り付けた蓋付き鋼管の上部に溶接接合した鋼管を、回転させ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杭状地盤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19-04号 (2019年6月5日)
改定1：GBRC 性能証明 第19-04号 改1 (2020年6月30日)
・補強材仕様の追加 (先端軸部外径139.8mmの一仕様および先端軸部外径190.7mmの仕様を追加)
改定2：GBRC 性能証明 第19-04号 改2 (2022年1月11日)
・補強材軸部鋼管の材質の追加
更新：GBRC 性能証明 第19-04号 改2 (更1)(2025年1月17日)
改定3：GBRC 性能証明 第19-04号 改3 (2025年4月30日)
・適用範囲の拡大 (適用する建築物の高さの上限を16m以下へ拡大)

【技術開発の趣旨】

本工法は、らせん状翼材を取り付けた蓋付き鋼管を先端部品として用意することで、地盤性状や設計荷重に応じた軸鋼管の選択を可能としている。また、貫入性と支持力の向上を意図して、小さいピッチのらせん状の先端翼を採用している。さらに、掘削刃を兼ねる十字型のリブを翼材が取り付く鋼管の内部に設けることで、先端部強度の向上を図っている。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、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「双工法 設計・製造・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。

○適用範囲

- ・適用地盤
先端地盤：砂質土地盤 (礫質土地盤を含む)、粘性土地盤
- ・最大施工深さ
杭状地盤補強材の施工地盤面から10mとする。ただし、表層から軟弱層が続きスクリーウエイト貫入試験で、その試験結果が既存資料や近隣の標準貫入試験の結果より、適切であることが確認できる場合には、最大施工深さは施工地盤面より130D (D：本体軸径)とする。
- ・適用構造物
1) 下記の①～③の条件を満たす建築物
①地上3階以下
②建築物の高さ16m以下
③延べ面積1,500m²以下 (平屋に限り3,000m²以下)
2) 小規模構造物 (高さ3.5m以下の擁壁、浄化槽等)

○補強材の仕様

- ・本体軸鋼管
φ89.1mm～φ190.7mm (先端ピース軸径以下で選択)
- ・先端ピース
軸部径：φ89.1mm～φ190.7mm (STK490)
翼部径：φ230mm～φ450mm (SM490A)

○地盤の許容支持力

地盤の許容支持力Raは以下で計算する。

$$Ra = \frac{1}{3} \alpha_{sw} \bar{N}' Ap \quad (\text{長期：kN})$$

$$Ra = \frac{2}{3} \alpha_{sw} \bar{N}' Ap \quad (\text{短期：kN})$$

ここに、 α_{sw} ：支持力係数=160

\bar{N}' ：先端地盤の換算平均N値

Ap：先端有効面積 (全投影面積)

【本技術の問合せ先】

株式会社刃 担当者：西野 康宏
〒103-0004 東京都中央区東日本橋1丁目2番6号
SNS 東日本橋ビル5階

E-mail：info@yaiba.co.jp
TEL：03-5829-4542 FAX：03-5829-4543

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 暁工法 -羽根付き鋼管による杭状地盤補強工法- (改定2)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第19-28号 改2 性能証明発効日：2025年5月1日 性能証明の有効期限：2028年5月末日</p> <p>【取得者】 株式会社SGL</p>
--	---

【技術の概要】

本技術は、螺旋状の羽根を取り付けた先端拡翼部を接合した鋼管を杭打機により回転させて地盤中に貫入させ、これを杭状地盤補強材（以下、「補強材」と称する）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・更新の内容】

新規：GBRC 性能証明 第19-28号（2020年3月28日）

改定1：GBRC 性能証明 第19-28号 改1（2020年11月30日）

- ・補強材仕様（先端軸部外径165.2mmおよび190.7mm）の追加
- ・補強材本体軸鋼管の材質（HU590（MSTL-0542））を追加

更新：GBRC 性能証明 第19-28号 改1（更1）（2023年11月14日）

改定2：GBRC 性能証明 第19-28号 改2（2025年5月1日）

- ・適用範囲の拡大（適用する建築物の高さの上限を16m以下へ拡大）
- ・設計・製造・施工基準の見直しによる地盤調査方法の記載変更

【技術開発の趣旨】

本技術は、拡翼部と本体軸鋼管を上蓋を介して接合することで拡翼部軸部より外径が小さな本体軸鋼管を採用できるようにしており、材料コストの合理化を図っている。また、拡翼部先端形状としてタイプAおよびタイプBの二種類を規定している。このうち、タイプAは拡翼部の軸部鋼管先端に切り込みを入れることでタイプBに用いられている掘削刃を省略してコスト縮減を図るとともに、貫入時の芯ずれを起こしにくくして施工性の向上を図っている。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、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「暁工法 設計・製造・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。

○適用範囲

・適用地盤

適用地盤	支持力係数 α_{sw}	適用範囲
砂質地盤 (礫質地盤を含む) 粘性土地盤	150	$3 \leq \bar{N}' \leq 20$

・適用構造物

- 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16m以下
 - ③延べ面積1,500m²以下（平屋に限り3,000m²以下）
- 2) 高さ3.5m以下の擁壁、浄化槽等の小規模構造物

○補強材の仕様

部材名称	仕様
先端翼部	軸部径：φ89.1mm～φ190.7mm(STK490) 翼部径：φ230mm～φ450mm(SM490A)
本体鋼管部	φ89.1mm～φ190.7mm(STK400.490.HU590) (拡翼部軸径以下で選択)

○地盤の許容支持力

地盤の許容支持力 Ra は以下で計算する。

$$Ra = \frac{1}{3} (\alpha_{sw} \bar{N}' Ap) \quad (\text{長期：kN})$$

$$Ra = \frac{2}{3} (\alpha_{sw} \bar{N}' Ap) \quad (\text{短期：kN})$$

ここに、 α_{sw} ：支持力係数=150

\bar{N}' ：先端地盤の換算N値

Ap ：先端有効面積(全投影面積)

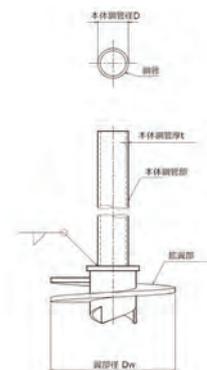


図-1 補強材構成の例

【本技術の問合せ先】

株式会社SGL 担当者：石橋 洋
 〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東一丁目16番8号
 ITビル7階

E-mail：info@sgl-inc.jp
 TEL：092-260-9026 FAX：092-260-9027

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 大和式ノンダイアフラム柱梁接合法 -溶接組立箱形断面を用いたノンダイアフラム柱梁接合法- (改定1)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第20-23号 改1 性能証明発効日：2025年6月2日</p> <p>【取得者】 大和ハウス工業株式会社</p>
--	--

【技術の概要】

本技術は、柱に冷間成形角形鋼管、梁にH形断面部材を用いた鉄骨骨組の柱梁接合部に厚板の溶接組立箱形断面材を用いるものであり、ダイアフラムが不要で梁フランジ段差のある柱梁接合部にも容易に対応できることを特徴としている。

【改定の内容】

新規：GBRC 性能証明 第20-23号 (2023年10月24日)

改定1：GBRC 性能証明 第20-23号 改1 (2025年6月2日)

- ・高性能鋼の使用条件を明記
- ・四面ボックスの使用鋼材にB種を追加し、使用制限を柱と同等以上の基準強度を有する鋼材に修正
- ・使用部位にトッププレート、落とし込みプレートを追加
- ・梁フランジの上端または下端から四面ボックス端部までの長さ (以下、“四面ボックスの余長”と称す) に関する構造規定の修正
- ・使用制限 (柱幅、梁せい、梁の偏心率) の緩和
- ・柱および梁軸力の制限、傾斜梁に対する使用制限を追加

【技術開発の趣旨】

本技術は、梁端に作用する応力を、溶接組立箱形断面材の板要素の面外曲げ抵抗で柱に伝達するもので、柱梁接合部を保有耐力接合かつ剛接合として扱うことができる。接合部耐力の算定には、申込者独自の設計式が用いられており、その妥当性は実験および解析により確認されている。

【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「大和式ノンダイアフラム柱梁接合法 設計施工指針」に従って設計・施工された鉄骨造柱梁接合部は、以下の性能を有する。

- (1) 柱梁接合部は、保有耐力接合かつ剛接合として扱うことができる。
- (2) 梁端の降伏耐力および全塑性耐力は、H形鋼梁の全断面を考慮して扱うことができる。

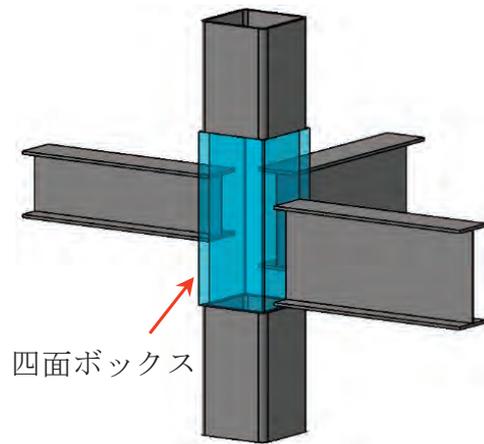


図-1 概要図

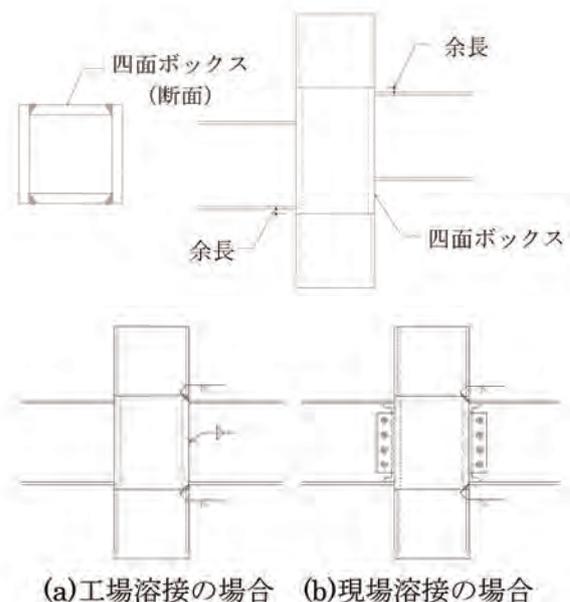


図-2 接合部構成

【本技術の問合せ先】

大和ハウス工業株式会社 総合技術研究所 担当者：吉田 文久
〒631-0801 奈良県奈良市左京六丁目6-2

E-mail：fumihisa@daiwahouse.jp
TEL：080-9931-3736

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 炎工法 －スラリー系機械攪拌式深層混合処理工法－ (改定2)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第22-40号 改2 性能証明発効日：2025年4月16日 性能証明の有効期限：2028年4月末日</p> <p>【取得者】 株式会社刃、株式会社ソイル基工、 東昌基礎株式会社、株式会社サンベルコ、 有限会社テクニカル九州、ランドプロ株式会社、 誠信GLOCAL株式会社</p>
--	--

【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、共回り防止翼とその上部の攪拌翼および下部の掘削翼との間隔の和と改良径との比率をほぼ一定にした独自開発の掘削攪拌装置を用いることである。

【改定の内容】

- 新規：GBRC 性能証明 第22-40号 (2023年4月18日)
改定1：GBRC 性能証明 第22-40号 改1 (2023年10月4日)
・適用地盤の拡大(粘性土にロームを含める)
ただし、小規模建築物に適用する場合はロームを含まない。
改定2：GBRC 性能証明 第22-40号 改2 (2025年4月16日)
・適用地盤の拡大(小規模建築物に適用する場合で粘性土にロームを含める)
・設計基準強度の変更(設定できる設計基準強度を適用土質毎に変更)

【技術開発の趣旨】

従来の深層混合処理工法は共回り防止翼と攪拌翼および掘削翼との間隔の和が改良径の大小によらずほぼ一定となっており、これが改良体の品質にばらつきが生じる一つの原因になっていると考えられる。本技術では、共回り防止翼と攪拌翼および掘削翼との間隔の和と改良径との比率をほぼ一定とし、また従来工法より上記間隔の和を小さくすることで、攪拌不良が起りやすい粘性の強い粘性土を効率よく解砕できる掘削攪拌装置を開発した。

【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「炎工法 施工指針」に従って築造される改良体は、砂質土(シラスを含む)で $400\sim 2,500\text{kN/m}^2$ 、粘性土(ロームを含む)で $300\sim 2,000\text{kN/m}^2$ 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(シラスを含む)および粘性土(ロームを含む)で25%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 掘削攪拌ヘッドの例 (φ1000)

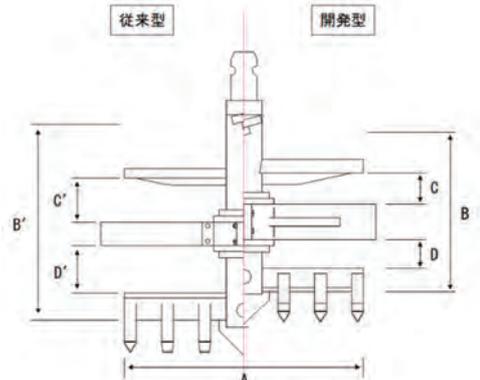


図-1 従来型と開発型の形状比較

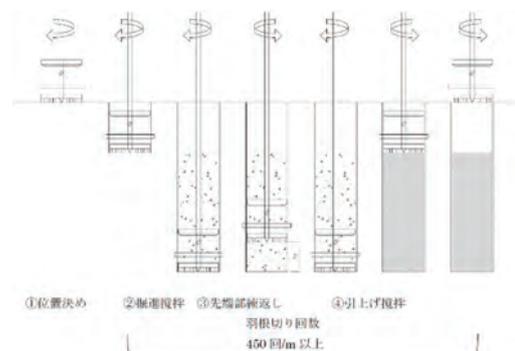


図-2 施工フロー(1サイクル施工)

【本技術の問合せ先】

炎工法協会(株式会社刃 内) 担当者：西野 康宏
〒103-0044 東京都中央区東日本橋1-2-6SNS 東日本橋ビル5階

E-mail：info@homura-koho.jp
TEL：03-5829-4542 FAX：03-5829-4543

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 PCaパラレル基礎梁工法 -プレキャスト複合コンクリート基礎梁- (改定1)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第23-21号 改1 性能証明発効日：2025年6月2日</p> <p>【取得者】 株式会社安藤・間</p>
--	---

【技術の概要】

本技術は、プレキャスト（以下、“PCa”と称す）部材の軽量化を図るためにPCa鉄筋コンクリート半部材を用い、これと施工現場で後から打ち込んだコンクリートを一体化することで、構造体または部材として機能するPCa複合コンクリート基礎梁を構築する技術である。部材の軽量化のために基礎梁を幅方向に3分割し、2つのハーフPCa部材（梁長さが大きくなる場合はさらに材軸方向でのPCa部材の分割も可）と中央部の後打ちコンクリート部分により構成する。分割することによりPCa部材の軽量化が図れ、上部構造のPCa柱部材と同等の重量まで低減できる。なお、材端部の鉄筋継手位置では一体打ち部材と同様な構造となる。

【改定の内容】

- 新規：GBRC 性能証明 第23-21号（2023年10月24日）
改定1：GBRC 性能証明 第23-21号 改1（2025年6月2日）
- ・適用範囲の拡大（本工法による基礎梁に大梁（小梁）、構造スラブが取り付けく場合）
 - ・PCa部材仕様の追加（PCa部材内の主筋量の規定）

【技術開発の趣旨】

PCa工法は、施工が容易であるだけでなく、部材精度の向上、全体工期の短縮等の利点がある。上部構造の柱、梁についてはPCa工法の採用が進んでいるが、基礎構造については上部構造にPCa工法が採用されている建物でも現場打ち工法が採用されている。基礎梁のPCa化が進まない主要因の1つに、部材重量の課題があげられる。基礎梁は上部構造の梁に比べて断面が約3倍大きく、PCa部材は25トンを超える重量となり、製造、運搬、揚重が困難になる。この課題を解決するために部材の軽量化を図ったPCa部材を用いた基礎梁構造を開発した。

【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「PCaパラレル基礎梁工法 設計施工指針」に従って設計・施工されたPCa複合コンクリート基礎梁は、長期荷重時に使用上支障となるひび割れ等の損傷を起こさず、短期荷重時に修復性を損なうひび割れ等の損傷を起こさない。また同指針で定める終局耐力を有する。

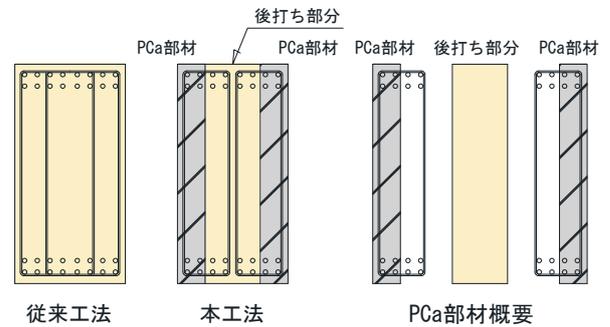


図-1 工法概要（断面）

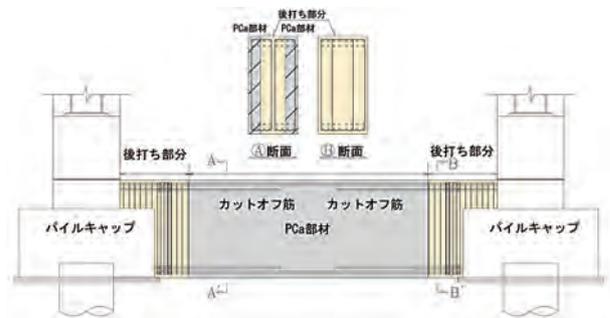


図-2 工法概要（立面）

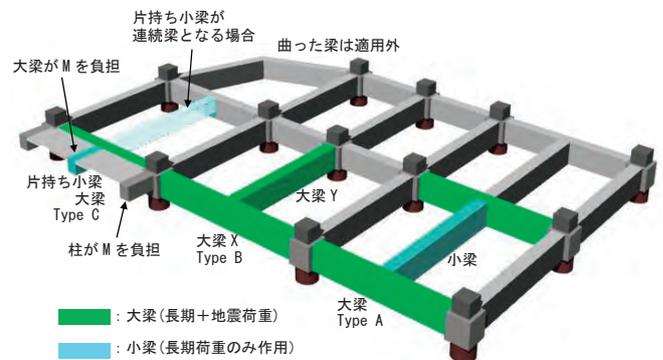


図-3 大梁、小梁を支持する場合の適用範囲

【本技術の問合せ先】

株式会社安藤・間 技術研究所 担当者：松浦 恒久
〒305-0822 茨城県つくば市荻間515-1

E-mail：matsuura.tsunehisa@ad-hzm.co.jp
TEL：029-858-8800 FAX：029-858-8819

(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- (改定1)	性能証明番号：GBRC 性能証明 第24-15号 改1 性能証明発効日：2025年4月25日 性能証明の有効期限：2028年4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。

【改定の内容】

新規：GBRC 性能証明 第24-15号 (2024年11月25日)

改定1：GBRC 性能証明 第24-15号 改1 (2025年4月25日)

- ・D16 + D16を適用範囲に追加
- ・12/1～翌年3/31におけるD16への溶接を適用範囲に追加

【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」に従ってユニット化された使用鉄筋は、溶接後においても当該鉄筋の機械的性質に関する規格値を満足するとともに、その管理手法として定めた溶接部のせん断強度が同要領書に定める値以下である。

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	
	D13	D13	25.4 以下
	D13	D16	25.4 以下
	D16	D13	
D16	D16	39.7 以下	

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

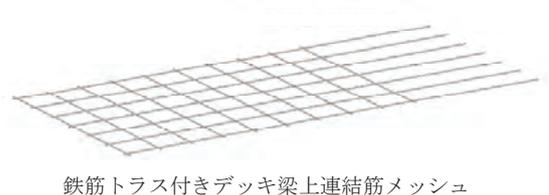
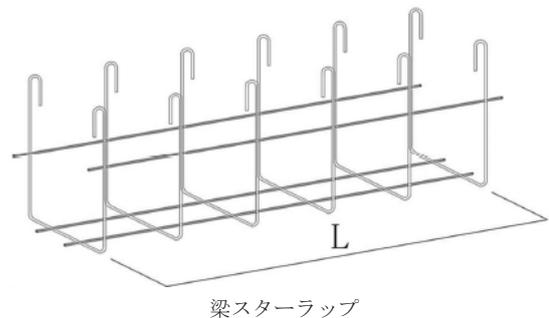


図-1 溶接ユニット鉄筋工法適用例

【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

<p>【技術の名称】 ニューバースパイルⅡ工法 -先端翼付き鋼管を用いた杭状地盤補強工法- (改定4)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第09-02号 改4 (更1) 性能証明発効日：2025年4月11日 性能証明の有効期限：2028年4月末日</p> <p>【取得者】 株式会社新生工務</p>
--	---

【技術の概要】

本技術は、鋼管に2枚の半円形の拡底翼と、長方形の掘削補助刃を溶接接合した特殊部を鋼管に溶接接合し、この鋼管を回転させ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杭状地盤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09-02号 (2009年5月12日)
改定1：GBRC 性能証明 第09-02号 改 (2010年12月20日)
・補強材厚さの追加
・適用建築物の変更
改定2：GBRC 性能証明 第09-02号 改2 (2012年10月26日)
・補強材厚さの追加
・最大施工深さの変更
改定3：GBRC 性能証明 第09-02号 改3 (2016年4月12日)
・副題の変更
・管理トルク値に関する記載変更
・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
更新：GBRC 性能証明 第09-02号 改3 (更1) (2019年4月1日)
改定4：GBRC 性能証明 第09-02号 改4 (2022年4月27日)
・品質管理における不合格時の処置方法の変更
・補強材頭部処理方法の追加・変更
更新：GBRC 性能証明 第09-02号 改4 (更1) (2025年4月11日)

【技術開発の趣旨】

本工法は、拡底翼2枚を取り付けて支持力の増大を図るとともに、2枚の拡底翼間にすき間を設けて開端とすることで掘削能力を高め、施工性の向上を図っている。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、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「ニューバースパイルⅡ工法 設計・製造・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。

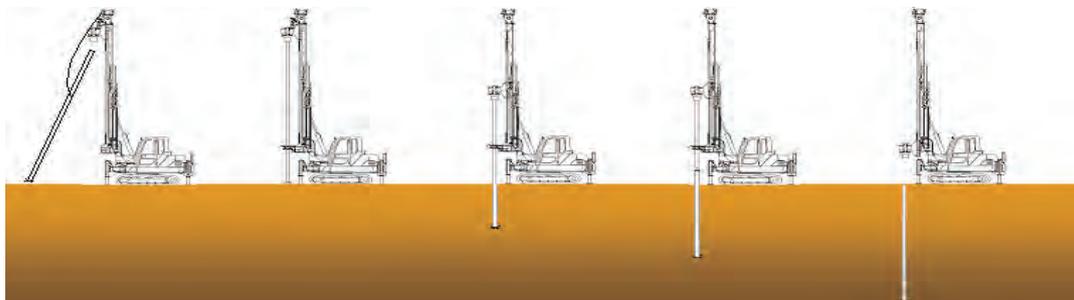
また、本技術については、規定された施工管理体制が適切に運用され、工法が適正に使用されている。

○補強材の諸元

- 1) 補強材体
材質：JIS G 3444に規定されるSTK400, STK490
あるいはこれと同等以上の機械的性質を有する材料
外径：76.3~190.7mm
厚さ：3.0~11mm
- 2) 拡翼部
材質：JIS G 3101に規定されるSS400又は、JIS G 3106に規定されるSM490Aあるいはこれと同等以上の機械的性質を有する材料
直径：200~460mm
厚さ：6~25mm



写真-1 先端形状



①杭の建込み ②杭の固定 ③回転貫入 ④杭の接続 ⑤完了

図-1 施工方法

【本技術の問合せ先】

株式会社新生工務 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@shinseikommu.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

<p>【技術の名称】 セキスイハイムM3及びセキスイツーユーホームW 複合地盤補強工法 －杭状地盤補強材による地盤補強工法－（改定4）</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第09-06号 改4（更2） 性能証明発効日：2025年5月12日 性能証明の有効期限：2028年5月末日</p>
	<p>【取得者】 積水化学工業株式会社 ビック株式会社</p>

【技術の概要】

本技術は、セキスイハイムM3及びセキスイツーユーホームWに限定して適用するもので、基礎の支持力の向上と沈下の低減を図るために、セキスイハイムM3及びセキスイツーユーホームWの柱下部に独自の先端形状を有する杭状地盤補強材（以下、“補強材”と称する）を回転貫入して打設し、この補強材の支持能力と基礎底面下の地盤の支持能力を複合させる地盤補強工法である。

【改定・更新の内容】

新規：GBRC 性能証明 第09-06号（2009年7月7日）

改定1：GBRC 性能証明 第09-06号 改（2009年9月1日）

・適用建築物にセキスイツーユーホームWを追加

改定2：GBRC 性能証明 第09-06号 改2（2010年10月18日）

・補強材径の追加

・最大施工深さの拡大

・一様に補強材を配置した場合の補強地盤の支持力度算定式の追加

改定3：GBRC 性能証明 第09-06号 改3（2013年5月7日）

・申込者の追加

・地盤調査法として表面波探査の追加

・最大補強材間隔の変更、補強材の厚さの追加

・設計・施工基準の微修正

更新：GBRC 性能証明 第09-06号 改3（更1）（2016年5月30日）

改定4：GBRC 性能証明 第09-06号 改4（2019年5月15日）

・地盤調査を補完する調査方法の追加（打撃貫入試験（HDS試験）の追加）

更新：GBRC 性能証明 第09-06号 改4（更1）（2022年5月19日）

GBRC 性能証明 第09-06号 改4（更2）（2025年5月12日）

【技術開発の趣旨】

従来の杭状地盤補強は、補強体のみで建物全荷重を支持する設計思想であるが、実際は補強材間の自然地盤による支持もかなり作用していると考えられる。本技術は、上部建物および基礎構造が工業化住宅であり上部建物の軸力とその作用位置及び基礎重量が既知のセキスイハイムM3及びセキスイツーユーホームWに限定することで、杭状補強の最適化を図ることにより、コストパフォーマンスの高い地盤補強工法の確立を目指して開発したものである。

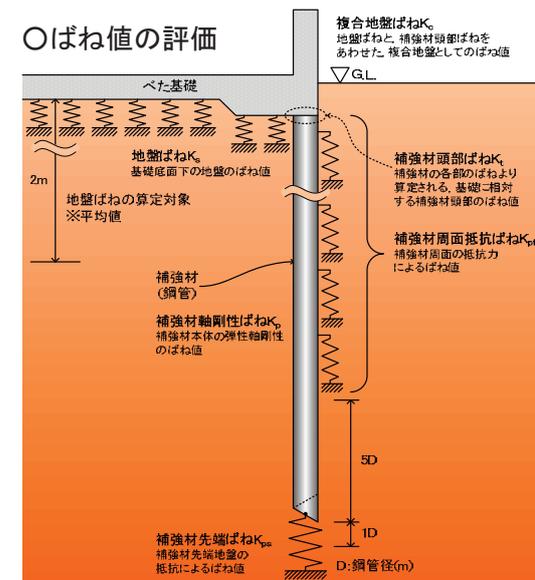
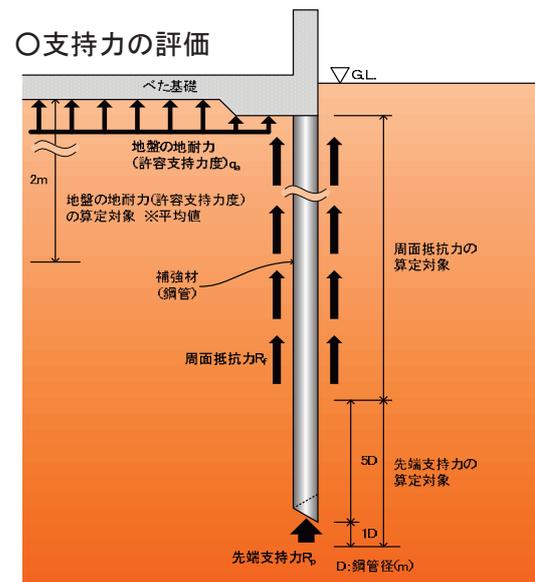
【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、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「セキスイハイムM3及びセキスイツーユーホームW複合地盤補強工法 設計・製造・施工基準」に従って設計・施工された補強地盤の支持力算定に必要な補強材の極限支持力は、同基準に定めるスクリーウエイト貫入試験および表面波探査の結果に基づく支持力算定式で適切に評価でき、また、即時沈下量算定および支持力検討に用いる補強材と補強地

盤のばね値は、同基準に定めるスクリーウエイト貫入試験および表面波探査の結果に基づく算定方法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。



※スクリーウエイト貫入試験（SWS試験）による場合。

【本技術の問合せ先】

積水化学工業株式会社 住宅カンパニー 開発統括部 住宅技術研究所

担当者：二川 和貴

〒300-4292 茨城県つくば市和台32番地

E-mail：nikawa@sekisui.com

TEL：029-864-7281 FAX：029-864-7290

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 クロスウイングコラム工法 -スラリー系機械攪拌式深層混合処理工法- (改定1)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第12-17号 改1 (更2) 性能証明発効日：2025年4月11日 性能証明の有効期限：2028年4月末日</p> <p>【取得者】 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、キューキ工業株式会社、 セルテックエンジニアリング株式会社、 株式会社三友土質エンジニアリング</p>
---	--

【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、掘削翼、6枚の攪拌翼、および、その内の4枚の交差した攪拌翼を囲む共回り防止フレームを設けた独自の掘削攪拌機を用いることである。

【改定・更新の内容】

新規：GBRC 性能証明 第12-17号 (2012年9月11日)
更新：GBRC 性能証明 第12-17号 (更1)(2015年9月15日)
GBRC 性能証明 第12-17号 (更2)(2018年9月3日)
改定1：GBRC 性能証明 第12-17号 改1 (2019年4月11日)
・最大改良長の変更 (22m、ただし改良対象土層が砂質土地盤および粘性土地盤の場合)
・設計基準強度の変更 (400~1500kN/m²)
・小規模建築物で用いる際の仕様の見直し (固化材配合量 c=350kg/m³ の場合の仕様を追加、改良体の最大径を φ 1200mm に拡大)
更新：GBRC 性能証明 第12-17号 改1 (更1)(2022年4月18日)
GBRC 性能証明 第12-17号 改1 (更2)(2025年4月11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交差した4枚の攪拌翼とこれらを囲む共回り防止フレームを設けることで、土の共回り現象による攪拌不良の低減を図っている。

【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「クロスウイングコラム工法 技術指針」に従って築造される改良体は、砂質土、粘性土およびロームで400~1,500kN/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さの変動係数として、砂質土、粘性土およびロームで25%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。

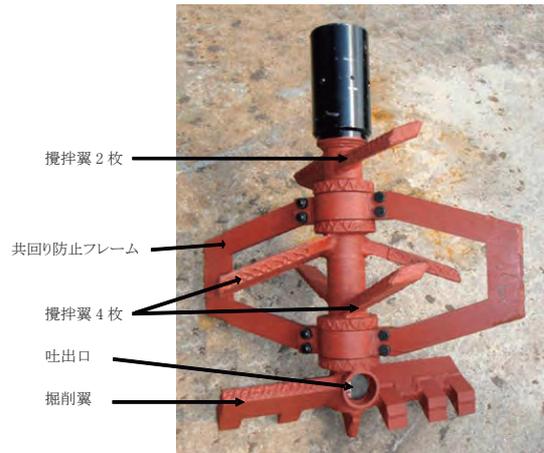


写真-1 掘削攪拌機

表-1 標準仕様および適用範囲

改良形式	杭形式(杭配置、接円配置およびラップ配置 ^{※1}) ブロック形式、壁形式	
適用構造物	建築物、擁壁および工作物等	
掘削ロッド	単軸	
掘削攪拌機構	水平方向掘削攪拌機構	
共回り防止機構	交差した4枚の攪拌翼を囲む共回り防止フレーム	
攪拌翼	6枚(掘削翼を含まず)	
適用地盤	砂質土、粘性土、ローム	
施工サイクル	1サイクル施工(2サイクル施工も可)	
羽根切り回数	450回/m以上(砂質土、粘性土)、550回/m以上(ローム)	
施工速度	引上速度 1.5m/min 以下 (2サイクル施工の場合は、引上速度 2.0m/min 以下とする)	
水/固化材比	60~100%(砂質土)、60~80%(粘性土、ローム)	
コラム径	φ 400mm~φ 1200mm	
適用建築物	建築物、擁壁および工作物等	小規模建築物等 ^{※2}
最大改良長	L=22m 改良対象土層がロームの場合は12m	L=12m
固化材配合量	配合試験による 150kg/m ³ 以上(砂質土) 200kg/m ³ 以上(粘性土) 300kg/m ³ 以上(ローム)	300kg/m ³ 以上 350kg/m ³ 以上 (ローム地盤は、ローム対応型固化材を使用)
設計基準強度	400~1500kN/m ²	(砂質土) 400~900kN/m ² (粘性土) 400~800kN/m ² (ローム) 400~600kN/m ² (砂質土) 400~1200kN/m ² (粘性土) 400~1000kN/m ² (ローム) 400~800kN/m ²

註) ※1:コラムのラップ寸法は施工性やラップ部の品質の面から通常はコラム径の5~20%程度とする。

※2:下記の①~④の条件をすべて満たす建築物および高さ3.5m以下の擁壁等の工作物等。

① 階数 : 地上3階以下 ② 高さ : 13m以下
③ 軒高さ : 9m以下 ④ 延べ面積 : 500m²以下

【本技術の問合せ先】

クロスウイングコラム工法協会 担当者：廣部 浩三
〒921-8002 石川県金沢市玉鉾四丁目20番地

E-mail : h-hirobe@e-accutech.com
TEL : 076-291-7915 FAX : 076-291-7933

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 H-C P工法 - H形プレストレストコンクリート柱状材を用いた地盤補強工法- (改定2)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第12-22号 改2 (更3) 性能証明発効日：2025年4月14日 性能証明の有効期限：2028年4月末日</p> <p>【取得者】 會澤高圧コンクリート株式会社 株式会社野村商店</p>
---	--

【技術の概要】

本技術は、オーガーを用いて地盤を掘削した後、掘削孔中にH形の断面を有するプレストレストコンクリート柱状材を圧入し、これを地盤補強材として利用する地盤補強工法である。本工法の特徴は、施工機の圧入力が不足する場合に、あらかじめ回転貫入させた外周羽根付き鋼管の引抜き抵抗力を圧入力として付加することが可能なことである。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杭状地盤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12-22号 (2012年11月1日)
 改定1：GBRC 性能証明 第12-22号 改 (2013年4月6日)
 ・杭工法から地盤補強工法に表記の変更
 ・補強材の最小長さを3.0mから1.5mに変更
 改定2：GBRC 性能証明 第12-22号 改2 (2016年4月28日)
 ・適用建築物の規模の変更
 ・地盤調査の箇所数に関する規定追加
 更新：GBRC 性能証明 第12-22号 改2 (更1) (2019年4月1日)
 GBRC 性能証明 第12-22号 改2 (更2) (2022年4月18日)
 GBRC 性能証明 第12-22号 改2 (更3) (2025年4月14日)

【技術開発の趣旨】

従来の小口径コンクリートパイプ等の圧入工法では、補強材を所定の深度まで貫入させるのに必要な圧入力を確保するために大型の施工機が必要であり、狭小地では施工が困難な場合が多かった。本技術は、あらかじめ回転貫入させた外周羽根付き鋼管の引抜き抵抗力を利用して載荷可能な圧入力を増加させることで、狭小地において小型機での施工を可能とし、施工性の向上およびコスト削減を図ろうとするものである。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、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「H-C P工法 設計・製造・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。

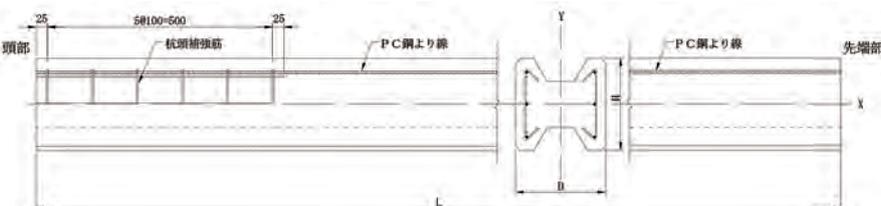


図-1 補強材構造図

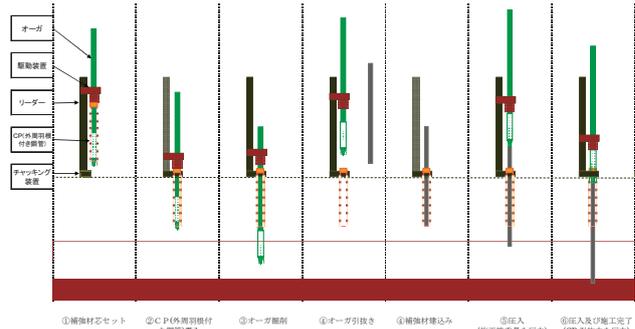


図-2 工法概要図

○地盤条件による許容鉛直支持力

$$R_a = \frac{1}{F_s} \left\{ \alpha_{sw} \overline{N'}Ap + (\beta_{sw} \overline{N_s'}L_s + \gamma_{sw} \overline{N_c'}L_c) \psi \right\}$$

表-1 支持力係数一覧

	α_{sw}	β_{sw}	γ_{sw}
砂質土地盤	300	3.6	5.7
粘性土地盤	200		



写真-1 施工機械

【本技術の問合せ先】

會澤高圧コンクリート株式会社 担当者：青木 涼
〒053-0021 北海道苫小牧市若草町3-1-4

E-mail：r.aoki@aizawa-group.co.jp
TEL：0144-36-3131 FAX：0144-36-5750

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 ライジングD工法 -粉体系機械攪拌式ブロック状浅層混合処理工法-</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第13-01号 (更4) 性能証明発効日：2025年5月12日 性能証明の有効期限：2028年5月末日</p> <p>【取得者】 有限会社テクニカル九州、日本マーツ株式会社 山下工業株式会社、株式会社建商</p>
--	---

【技術の概要】

本技術は、独自に開発した攪拌バケットにより、現地土とセメント系固化材の粉体を攪拌混合して締め固めることで、ブロック状の改良体を築造する地盤改良工法である。本技術は、一旦改良対象層を地上に取り出して攪拌する工程を取り入れることで、支持地盤の確認、固化の妨げとなる有機質土や施工の障害となる転石、産業廃棄物および地中障害物の除去が可能である。

【更新の履歴】

- 新規：GBRC 性能証明 第13-01号 (2013年5月20日)
- 更新：GBRC 性能証明 第13-01号 (更1) (2016年5月30日)
- GBRC 性能証明 第13-01号 (更2) (2019年5月7日)
- GBRC 性能証明 第13-01号 (更3) (2022年5月26日)
- GBRC 性能証明 第13-01号 (更4) (2025年5月12日)

【技術開発の趣旨】

本技術は、主に小規模建築物を対象とする地盤改良工法であり、ブロック状の改良体とすることで小さな設計基準強度での採用を可能とし、固化材使用量を低減してコスト縮減と環境負荷低減を図っている。また、前面に十字あるいは縦または横に平鋼を取り付けた攪拌バケットを用いることにより攪拌性能の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、以下の通りである。

申込者が提案する「ライジングD工法 施工管理指針」に従って築造される改良体は、砂質土、粘性土およびしらすで150kN/m²、ロームで130kN/m²の設計基準強度を確保できる。

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。

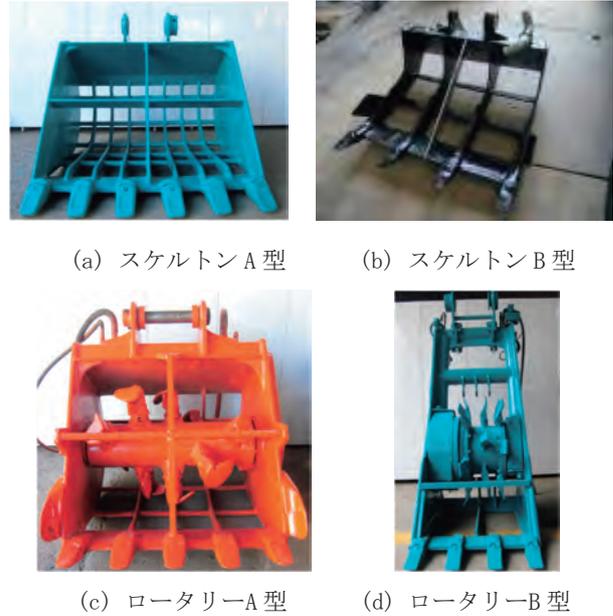


図-1 攪拌バケット

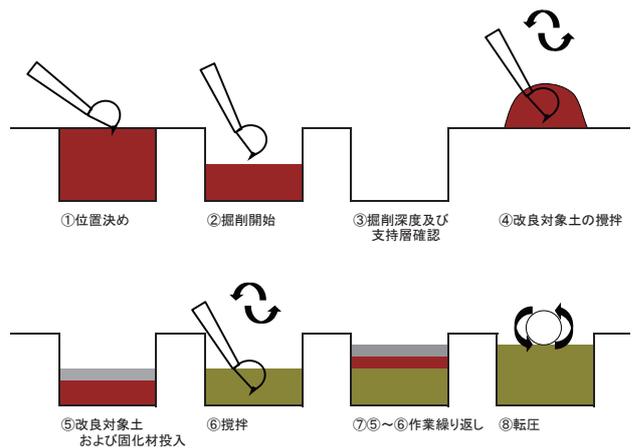


図-2 施工手順概要図

【本技術の問合せ先】

ライジング工法協会 担当者：大谷 良介
〒739-2622 広島県東広島市黒瀬町乃美尾557-5

E-mail：ootani@j-marts.com
TEL：0823-81-2117 FAX：0823-81-2118

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 ニューバースパイルV工法-先端翼付き鋼管を用いた杭状地盤補強工法-(改定3)</p>	<p>性能証明番号：GBRC性能証明 第13-08号 改3(更1) 性能証明発効日：2025年5月12日 性能証明の有効期限：2028年5月末日</p>
	<p>【取得者】 株式会社新生工務 株式会社ナチュレカード</p>

【技術の概要】

本技術は、先端に螺旋状の翼を装備した拡径鋼管に溶接接合した鋼管を回転させ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として利用する技術である。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杭状地盤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13-08号(2013年7月2日)

改定1：GBRC性能証明 第13-08号改(2014年7月8日)

- ・共同申込者(株式会社ナチュレカード)の追加
- ・軒高さ、軸鋼管径、拡径厚さの変更
- ・溶接製品の追加
- ・施工管理体制の変更
- ・製造方法の追加
- ・補強材の耐力の追加
- ・施工機械の訂正
- ・補強材杭頭処理の追加

改定2：GBRC性能証明 第13-08号改2(2016年5月19日)

- ・使用材料の追加
- ・管理トルク値に関する記載変更
- ・適用構造物の規模の変更
- ・地盤調査実施箇所数に関する規定追加

更新：GBRC性能証明 第13-08号改2(更1)(2019年5月7日)

改定3：GBRC性能証明 第13-08号改3(2022年5月9日)

- ・蓋部の設計方法の見直し
- ・先端部品リストの見直し

更新：GBRC性能証明 第13-08号改3(更1)(2025年5月12日)

【技術開発の趣旨】

本工法は、螺旋状の翼を有する拡径鋼管を軸鋼管より拡大することで先端翼に生じる曲げモーメントを低減出来ること、および、軸鋼管に細径の鋼管を使用できることにより材料コストの縮減を図っている。また、先端翼径と拡径鋼管径との比に幅を持たせることで、設計軸力、補強材先端深度、補強材先端地盤の強度に応じて選択肢の広い設計を可能としている。

【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「ニューバースパイルV工法 設計・製造・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。

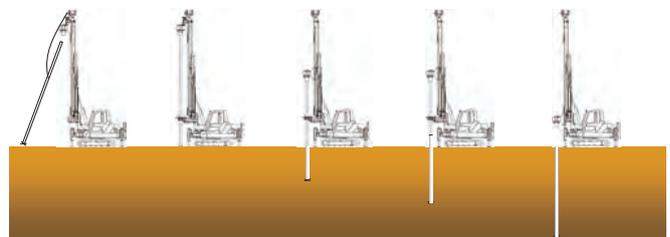
また、本技術については、規定された施工管理体制が適切に運用され、工法が適正に使用されている。



図-1 補強材の先端形状(溶接製)



図-2 補強材の先端形状(鋳鋼製)



①補強材の建込み ②補強材の固定 ③回転貫入 ④補強材の接続 ⑤貫入完了

図-3 施工手順

【本技術の問合せ先】

株式会社新生工務 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@shinseikommu.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

<p>【技術の名称】 エコノミック・ベース工法 -柱状碎石補強体を用いた地盤補強工法- (改定1)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第16-05号 改1 (更2) 性能証明発効日：2025年5月15日 性能証明の有効期限：2028年5月末日</p> <p>【取得者】 山下工業株式会社 株式会社建商</p>
--	--

【技術の概要】

本技術は、独自に開発したケーシングを用いて軟弱地盤を掘削し、掘削孔内に碎石を締固めながら充填することにより築造した柱状碎石補強体と原地盤の支持力を複合させて利用する地盤補強工法である。

【改定・更新の内容】

新規：GBRC 性能証明 第16-05号 (2016年5月19日)
改定1：GBRC 性能証明 第16-05号 改1 (2019年5月31日)
・地盤調査箇所数の変更
更新：GBRC 性能証明 第16-05号 改1 (更1)(2022年5月26日)
GBRC 性能証明 第16-05号 改1 (更2)(2025年5月15日)

【技術開発の趣旨】

本技術は、環境への配慮と施工性の向上を目的として開発したもので、補強体材料として自然碎石や再生碎石を用いるとともに、建柱車などの小型の施工機を用いて狭小地においても施工可能な工法としている。また、掘削孔の崩壊を防ぎ、品質の安定した柱状碎石補強体を築造するために、独自開発したケーシングを採用するとともに、補強体材料を所定のトルク以上で締固めることとしている。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、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「エコノミック・ベース工法 設計・施工指針」に従って設計・施工された柱状碎石補強体を用いた補強地盤の長期荷重時の支持能力は、同指針に定めるスクリュウウエイト貫入試験結果に基づく支持力度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

項目	条件	
使用材料	S-30, S-40, RC-40	
碎石補強体の仕様	有効径	420mm
	補強体長	2.0~5.0m
適用地盤	砂質土・粘性土 補強体周面： $W_{sw} \geq 0.5kN$ かつ W_{sw} の平均値 $\geq 0.75kN$	



図-1 施工状況

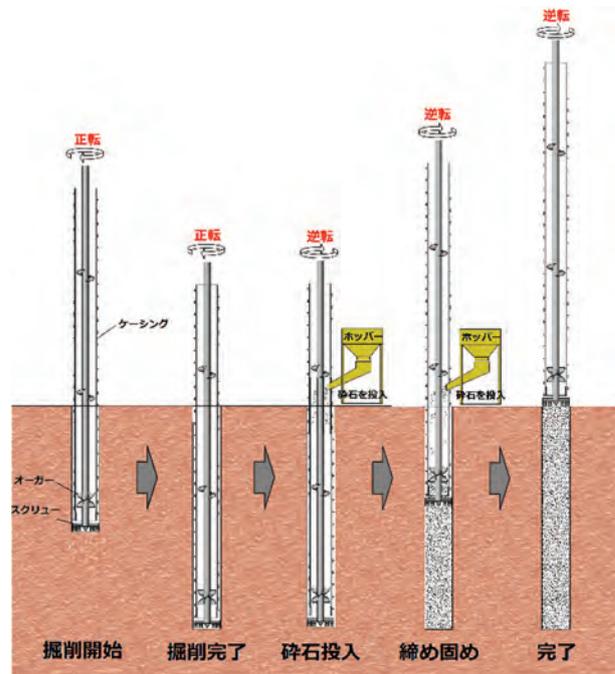


図-2 施工手順の概略図

【本技術の問合せ先】

エコノミック・ベース工法協会 担当者：藤井 寛之
〒615-8013 京都市西京区桂清水町37-3

E-mail：info@yamashitaindustry.co.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

<p>【技術の名称】 トルネードパイル工法 －らせん溝付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－(改定1)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第20-06号 改1(更1) 性能証明発効日：2025年4月11日 性能証明の有効期限：2028年4月末日</p> <p>【取得者】 株式会社トラバース</p>
---	---

【技術の概要】

本技術は、セメント系固着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、その中心にらせん溝付鋼管(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、本技術における改良体の築造には、(一財)日本建築総合試験所 建築技術性能証明 GBRC 性能証明 第16-14号 改1として性能証明されたアイ・マーク工法を用いることとしている。また、本技術は、(一財)日本建築総合試験所 建築技術性能証明 GBRC 性能証明 第06-12号 改4として性能証明されたタイガーパイル工法と芯材が異なるのみで、同様の支持力機構を有するものである。

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20-06号(2020年7月20日)

改定1：GBRC 性能証明 第20-06号 改1(2022年4月27日)

・改良径と芯材径の組み合わせの追加

更新：GBRC 性能証明 第20-06号 改1(更1)(2025年4月11日)

【技術開発の趣旨】

従来の柱状地盤改良工法では、改良体本体の耐力による制約から支持力が低く抑えられるため、戸建て住宅等の小規模建築物においても大きな径の改良体で支持させる必要がある。本技術は、改良体の中心に特殊ならせん溝が加工された芯材を埋設して改良体の耐力を増加させることで、従来の地盤改良体よりも小さな径で大きな支持力を確保するとともに、排土量および固着材使用量の低減を図っている。

また、タイガーパイル工法に比べ、本工法独自の芯材を採用することで、ソイルコラムとの必要付着力を確保しながら、芯材の圧縮耐力の向上を図っており、その結果として、芯材の細径化および薄肉化による鋼材使用量の合理化を実現している。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、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「トルネードパイル工法 設計・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から定まる極限支持力は、同基準に定めるスクリュウ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。

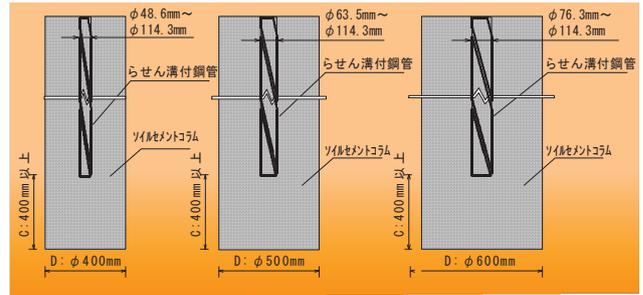


図-1 トルネードパイルの仕様



写真-1 らせん溝付鋼管の仕様



写真-2 試験状況



写真-3 施工状況



写真-4 施工後全景

【本技術の問合せ先】

株式会社トラバース 担当者：高橋 健二
〒279-0121 千葉県市川市末広2-4-10

E-mail：takahashi.kenji@travers.co.jp
TEL：047-359-4111 FAX：047-359-1199

(一財)日本建築総合試験所
建築技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 トルネードラフト工法 -らせん溝付鋼管を有するソイルセメントコラムを利用した地盤補強工法- (改定1)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 性能証明 第21-05号 改1 (更1) 性能証明発効日：2025年4月11日 性能証明の有効期限：2028年4月末日</p> <p>【取得者】 株式会社トラバース</p>
---	--

【技術の概要】

本技術は、らせん溝付鋼管を有するソイルセメントコラム（以下、“補強体”と称す）の支持力と基礎底面下地盤の支持力を複合させることで、支持能力の増大を図った地盤補強工法である。なお、本技術における補強体の築造には、(一財)日本建築総合試験所 建築技術性能証明 GBRC 性能証明 第20-06号 改1として性能証明されたトルネードパイル工法を用いることとしている。また、本技術は、(財)日本建築総合試験所 建築技術性能証明 GBRC 性能証明 第10-02号 改として性能証明されたタイガーラフト工法と芯材が異なるのみで、同様の支持力機構を有するものである。

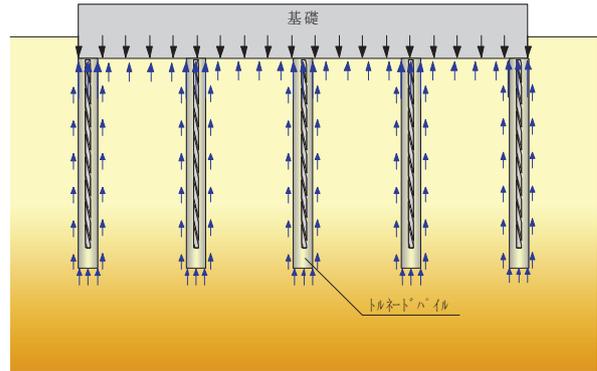


図-1 トルネードラフト概要図

【改定・更新の内容】

新規：GBRC 性能証明 第21-05号 (2021年8月6日)
改定1：GBRC 性能証明 第21-05号 改1 (2022年4月27日)
・芯材径と改良径の組み合わせの追加
更新：GBRC 性能証明 第21-05号 改1 (更1)(2025年4月11日)

【技術開発の趣旨】

本技術は、コスト縮減と環境負荷低減を意図して開発したもので、ソイルセメントコラムの中心に特殊ならせん溝付鋼管を埋設して耐力を増加させた補強体の支持力に加えて、基礎底面下地盤の支持力を評価することとしている。基礎底面下地盤の支持力を評価することで、補強体の支持力のみで建物荷重を支えるとする場合に較べて、補強体の数量、径および長さの低減が可能となり、経済的な基礎の設計が可能となる。

【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、以下のとおりである。

申込者が提案する「トルネードラフト工法 設計・施工基準」に従って設計・施工された補強地盤の許容支持力度を定める際に必要な地盤から定まる極限支持力度は、同基準に定めるスクリュウウエイト貫入試験結果に基づく支持力度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

適用建築物	地上階	3階以下
	建物高さ	13m以下
	基礎の設計接地圧	100kN/m ² 以下
	延べ面積	1000m ² 以下
適用工作物	擁壁	擁壁高3.5m以下
	ボックスカルバート等	
適用鋼管長	最大鋼管長	8.0m
	最小鋼管長	0.5m



写真-1 らせん溝付鋼管の仕様

【本技術の問合せ先】

株式会社トラバース 担当者：高橋 健二
〒279-0121 千葉県市川市末広2-4-10

E-mail : takahashi.kenji@travers.co.jp
TEL : 047-359-4111 FAX : 047-359-1199

(一財)日本建築総合試験所
建設材料技術性能証明 評価シート

<p>【技術の名称】 バイオ炭を用いたコンクリート (SUSMICS-Cs)</p>	<p>性能証明番号：GBRC 材料証明 第25-01号 性能証明発効日：2025年5月26日</p> <p>【取得者】 清水建設株式会社 技術研究所</p>
---	---

【技術の概要】

本技術（バイオ炭コンクリート SUSMICS-Cs）は、バイオ炭をコンクリートに混入することでコンクリート構造物に難分解性炭素を貯留し、CO₂を固定することを特徴としており、実質的にCO₂排出量を削減することが可能となる。また、バイオ炭の混入量が一定の範囲内では、普通コンクリートと比較して、施工性や品質は概ね同等であり、バイオ炭の使用量が少ないことから製造時に特殊な設備も不要であるため、従来の環境配慮型コンクリートと比べ汎用性の高い技術といえる。さらに、コンクリートからのアンモニア放散量が低減することも特徴となっている。

【技術開発の趣旨】

カーボンニュートラルの実現に向けて建設業も迅速な対応が迫られている。主要な建設材料の一つであるコンクリートは、セメントに起因するCO₂排出量が多い材料であり、近年、CO₂排出量の削減を実現する環境配慮型コンクリートの開発が盛んに進められている。コンクリートの低炭素化にあたっては、セメントの一部または全部を高炉スラグ微粉末やフライアッシュに置換する環境配慮型コンクリートの開発が進んでいるが、適用範囲が限定されることに加え、生コン業界からはサイロ・タンクの入替作業の発生や生産設備の改造、通常以上の品質管理が必要などといった課題が指摘されている。このため、生コン工場への負担が少ない環境配慮型コンクリートの開発が望まれている。

一方、開発したバイオ炭コンクリートは、JIS生コン（呼び強度18～42）の調合をベースに、バイオ炭を細骨材の一部（上限80kg/m³）と置換して使用するものであり、生コン工場への負担も少ないといった特長を有する。

【性能証明の内容】

本技術についての性能証明の内容は、次の通りである。

申込者が提案する「バイオ炭コンクリート（SUSMICS-Cs）の製造・施工マニュアル」に従って製造されたバイ

オ炭を用いたコンクリートは、以下の性能を有する。

- (1) バイオ炭をコンクリートに混入して難分解性炭素を貯留することでCO₂固定を可能とし、実質的なCO₂排出量の削減効果をもつ。
- (2) コンクリートからのアンモニアガスの放散量を低減できる。
- (3) 一般的なコンクリートと同様に、そのフレッシュ性を、所要の品質に調整ができる。
- (4) 一般的なコンクリートと同様に、その圧縮強度を、目標強度を満足するように管理ができる。
- (5) 使用するバイオ炭は、所定の品質および安定性を満足し、コンクリートおよび鋼材に有害な影響を及ぼさない。

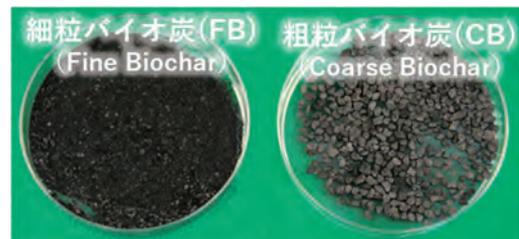


写真-1 コンクリート用バイオ炭

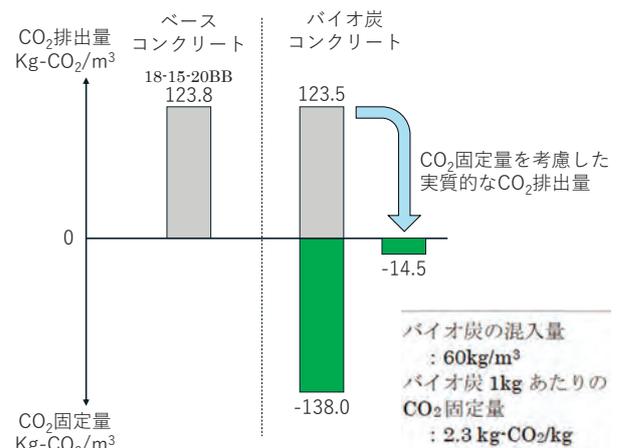


図-1 バイオ炭混入によるCO₂排出量の削減例

【本技術の問合せ先】

清水建設株式会社 技術研究所 建設基盤技術センター
担当者：小島 啓輔
〒135-8530 東京都江東区越中島三丁目4番17号

E-mail : kojima_k@shimz.co.jp
TEL : 090-2638-0370 FAX : 03-3643-7260

業務案内

コンクリートの硫酸劣化に関する試験のご紹介

はじめに

埼玉県八潮市で発生した道路陥没事故を契機として全国的に点検業務への関心が高まっております。当法人では、以前よりコンクリートの硫酸劣化に関する試験を実施しております。そこで、硫酸劣化の概要と当法人の試験対応についてご紹介いたします。

コンクリートの硫酸劣化について

コンクリートの硫酸劣化は、下水道関連施設や温泉地等において発生することがあります。

例えば、下水道関連施設では、下水中の硫酸イオン (SO_4^{2-}) から硫酸塩還元細菌の作用により硫化水素 (H_2S) が生成されます。この H_2S が管内に拡散してコンクリートの表面水に溶け込むと硫酸化細菌の作用により硫酸 (H_2SO_4) が生成され、コンクリート表面からの劣化を進行させます。写真-1は、下水道管内で生じた硫酸劣化であり、セメント成分の溶出による骨材の露出、白色や褐色の析出物の生成が認められます。このような硫酸環境下で生じる劣化の状況を把握するために、当法人では以下の試験を行っています。

当法人での試験対応について

①粉末X線回折 (XRD)

「硫酸劣化が疑われるコンクリート表面の析出物を、XRDにより分析します。二水セッコウ、エトリンガイト等の成分が同定されると、硫酸劣化と判断することができます。例えば、硫酸劣化に特徴的な物質として、二水セッコウ、エトリンガイト等が同定されます。なお、二水セッコウは流水で容易に崩れるほど脆弱な物質で、エトリンガイトは結晶成長による組織の膨張により、コンクリートのひび割れを発生させる物質です。

②電子線マイクロアナライザ (EPMA)

硫酸劣化が生じたコンクリートから試料を作製し、 H_2SO_4 による侵食深さを確認するためにEPMA分析を実施します。図-1は、下水道関連施設から採取したコンクリートの面分析結果を示したものです。コンクリート表面の硫黄濃度が高く、 H_2SO_4 による侵食深さが7mmまで進んでいることがわかります。また、塩素 (Cl) が硫酸劣化を

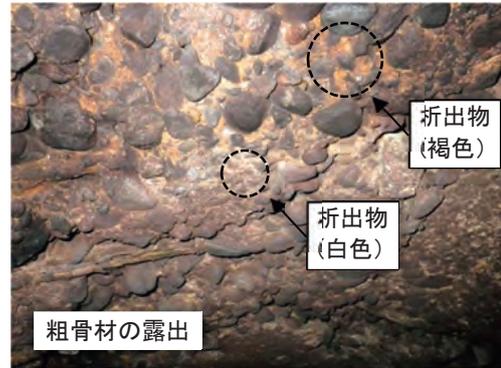


写真-1 コンクリートの硫酸劣化 (下水道施設)

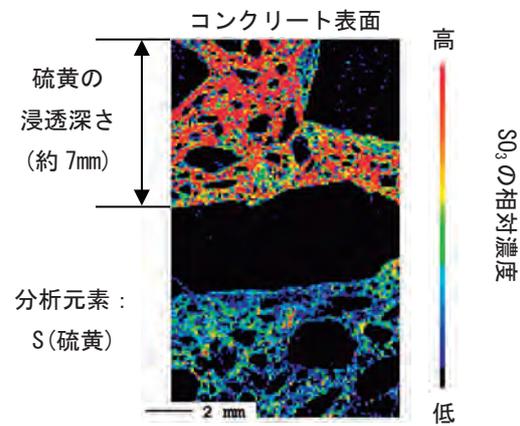


図-1 EPMAによる硫黄 (S) の面分析の例

促進する事例もあり、同時にClを分析することで劣化しやすい環境下にあるか確認できます¹⁾。

③下水道管内の表面水の分析

下水道管におけるコンクリートの硫酸劣化は、管内の表面水のpHや SO_4^{2-} 濃度により進行速度が変化します。管内で採取された表面水を対象として、pH測定やイオンクロマトグラフィーによる SO_4^{2-} 濃度の定量分析を行うことにより、管内が進行速度の推測ができます。

【参考文献】

- 1) 吉田夏樹, 中山健一: セメント硬化体の H_2SO_4 劣化に及ぼすNaClの影響, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.45, No.1, pp.610-615, 2023

お問い合わせ先

試験研究センター 材料部 材料試験室
 メール: zairyo0@gbrc.or.jp
 電話: 06-6834-0271

2024年度 研究活動等報告

2024年度に実施した当法人職員の研究、委員会活動等は以下のとおりです。

1. 自主共同研究

当該研究分野における指導的立場の大学研究者との共同研究

タイトル	研究成果	実施者
コンクリート部材の火災による劣化深さ推定方法に関する研究	画像相関法や非破壊試験（反発度法・機械インピーダンス法）を適用し、これらによる劣化深さ推定の可能性について検討した。	耐震耐久性調査室，富山県立大学，浅沼組，日東建設
CLT建築物の遮音特性に関する数値解析モデルの検討	1m×2.5m程度の大判CLTパネルを用いて、振動特性の実測値とFDTD法による数値解析の結果を比較検証し、振動特性がある程度再現出来ていることを確認した。	環境試験室，関西大学，東京理科大学
火災によるコンクリート中の含水状態の変化に着目した火害調査手法に関する研究	無水PP溶液による約150℃、有水PP溶液による約600℃の判断に、改良したKMnO ₄ 法による受熱温度推定手法を組み合わせ、火害を受けたコンクリート構造物のPP溶液を用いた火害調査フローを提案した。	材料試験室，東京理科大学，高根大学，大阪大学
アルカリシリカ反応とエトリンガイトの遅延生成によるコンクリートの複合劣化進行のメカニズム解明のための実験的検討	ASRとDEFの複合劣化を実験的に再現し、膨張率とセメントペースト中のアルカリ濃度の分析結果を基に算出したpHの変化をまとめ、診断方法の一案を提案した。	材料試験室，大阪大学
ジオポリマーの物性および耐久性に関する検討	フライアッシュベースのジオポリマー硬化体の主な炭酸化生成物の溶出の影響を考慮した室内試験および暴露試験を実施し、観察や分析結果から有効性や問題点を抽出した。	材料試験室，大阪大学

2. 自主研究

技術的向上を目指して、当法人職員が独自に行う研究

タイトル	研究成果	部署
コンクリートの経年変化による圧縮強度への影響に関する基礎的研究	中性化や乾燥により、コンクリート内部で臨界応力度の分布が生じ、表層と内部での強度差が確認された。	耐震耐久性調査室
連成挙動する多層遮音構造体の音響数値解析に関する検討	2階建RC造居室の上階の床スラブへの衝撃加振および複層ガラスや複合壁への空気加振に対する振動・音響解析をモデル化し、解析結果と実測値を比較検証した。	環境試験室

3. 著書

(発表者下線部は当法人職員)

■構造部 耐震耐久性調査室

書名	執筆者	発行所	発行年月	概要
鉄筋コンクリート造建築物の品質管理および維持管理のための試験方法 2024	日本建築学会 鉄筋コンクリート造建築物の品質管理および維持管理のための試験方法改訂小委員会およびWG(棚野博之ほか26名，分担執筆：下澤和幸)	(一社)日本建築学会	2024.10	鉄筋コンクリート造建築物の設計・施工段階から維持・解体に至るまでの各種試験・検査を実施する際の留意点等を取り纏めて2007年に刊行された同書の改訂版である。

4. 学術論文

(発表者下線部は当法人職員)

■構造部 耐震耐久性調査室

発表論文・報告タイトル	発表者(所属)	発表誌名	巻号，頁，発行年月
既存建築物の中性化進行抑制を目的とした仕上材の表面保護に関する検討	加藤猛・山崎順二(浅沼組)，今本啓一(東京理科大学)， <u>下澤和幸</u>	日本コンクリート工学年次論文集	Vol.46 No.1, pp.1957-1962, 2024.6

発表論文・報告タイトル	発表者(所属)	発表誌名	巻号, 頁, 発行年月
火災を受けた鉄筋コンクリート部材から採取したコアの圧縮強度試験による鉄筋とコンクリートとの付着強さの推定手法の検討	新井真・本庄敬祐, 春畑仁一(構造耐力評価機構)	コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集	Vol.24, pp.417-422, 2024.10
多点ひずみゲージ測定法および画像相関法による表層コンクリートの火害劣化深さの推定と特徴の整理	春畑仁一(構造耐力評価機構), 新井真, 荒木朗・山崎順二(浅沼組), 内田慎哉(富山県立大学)	コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集	Vol.24, pp.423-428, 2024.10
中性化抑制効果の向上を目的とした仕上材の表面保護に関する検討	加藤猛・山崎順二(浅沼組), 下澤和幸, 安藤哲二(太平洋マテリアル), 今本啓一(東京理科大学)	コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集	Vol.24, pp.523-526, 2024.10

■耐火部 防耐火構造・材料試験室

発表論文・報告タイトル	発表者(所属)	発表誌名	巻号, 頁, 発行年月
表面材厚さと下地材の熱慣性を考慮した着火時間の予測式の実験的検証	小宮祐人, 原田和典(京都大学)	日本火災学会論文集	第74巻 第1号, pp.1-13, 2024.4
A Study on Fire Spread Behavior on Plywood Walls of Various Thickness	Masato Komiya, Kazunori Harada・Daisaku Nii (Kyoto University)	International Journal of Fire Science and Engineering	Vol.39 No.1, pp.1-17, 2025.3

■環境部 環境試験室

発表論文・報告タイトル	発表者(所属)	発表誌名	巻号, 頁, 発行年月
カーテンが窓面の結露に及ぼす影響に関する研究 実験室実験による結露時のルイス数	小早川香, 小椋大輔(京都大学), 小南和也	日本建築学会環境系論文集	Vol.819, pp.234-240, 2024.5
Prediction of low-frequency floor impact vibration of CLT structures using a single-layer FE model	Takumi Asakura・Haruki Mizunuma (Tokyo University of Science), Yusuke Kasai・Manabu Tanaka, Atsuo Hiramitsu (Building Research Institute)	Journal of Building Engineering	Vol. 98, 111336, 2024.12

■材料部 材料試験室

発表論文・報告タイトル	発表者(所属)	発表誌名	巻号, 頁, 発行年月
水を含まないフェノールフタレイン溶液を利用したコンクリート構造物の火害調査手法の提案	木野瀬透, 吉田夏樹(大阪大学), 新大軌(鳥根大学), 今本啓一(東京理科大学)	日本建築学会構造系論文集	第89巻 第819号, pp.489-500, 2024.5
端島共通試験を踏まえた腐食促進試験方法の検討	尾崎勇太・今本啓一(東京理科大学), 田中章夫(日本工業大学), 澁井雄斗	コンクリート工学年次論文集	Vol.46 No.1, pp.673-678, 2024.6
火災後の経過期間に伴うセメント水和物の化学的変化がフェノールフタレイン溶液によるコンクリートの火害調査手法に及ぼす影響	木野瀬透, 吉田夏樹(大阪大学), 新大軌(鳥根大学), 今本啓一(東京理科大学)	コンクリート工学年次論文集	Vol.46 No.1, pp.1873-1878, 2024.6
富岡製糸場内の鉄筋コンクリート造煙突の劣化調査	井野黎来・今本啓一(東京理科大学), 木野瀬透, 江尻憲泰(日本女子大学)	コンクリート工学年次論文集	Vol.46 No.2, pp.955-960, 2024.6
下水道関連施設におけるコンクリート表面の水分を対象とした遠隔pHモニタリング手法の検討	中山健二, 吉田夏樹・服部晋一・鎌田敏郎(大阪大学), 山中明彦(パシフィックコンサルタンツ)	下水道協会誌	Vol.62 No.748, pp.69-76, 2025.2
DEFおよびASR膨張性コンクリートの微小部分分析によるDEF潜在性の解析	吉田夏樹(大阪大学), 澁井雄斗	セメント・コンクリート論文集	78巻(2024)1号, pp.288-296, 2025.3

発表論文・報告タイトル	発表者(所属)	発表誌名	巻号, 頁, 発行年月
Experimental Investigation to Elucidate the Combined Deterioration Mechanism of Alkali-Silica Reaction and Delayed Ettringite Formation	<u>Yuto Shibui</u> , Natsuki Yoshida (Osaka University)	Proceedings of the 17th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction in Concrete (ICAAR 2024)	pp.184-191, 2024.5
Expansion Properties and Microscopic Features of DEF and ASR Expansive Specimens Subjected to Residual Expansion Tests	Natsuki Yoshida (Osaka University), Yoko Ando (Taiheiyō Consultants Corporation), Yuichiro Kawabata (Port and Airport Research Institute), Yasutaka Sagawa (Kyushu University), Takashi Kawakami (Kagoshima University), <u>Yuto Shibui</u>	Proceedings of the 17th International Conference on Alkali-Aggregate Reaction in Concrete (ICAAR 2024)	pp.217-225, 2024.5
Assessment for Fire Damage in Concrete Structures with Electrical Resistance Measurement	<u>Toru Kinose</u> , Kei-ichi Imamoto (Tokyo University of Science), Natsuki Yoshida (Osaka University), Daiki Atarashi (Shimane University)	Proceedings of the 7th International Conference on Concrete Repair, Rehabilitation and Retrofitting (ICCRRR2024)	pp.153-162, 2024.11

5. 口頭発表論文

(発表者下線部は当法人職員)

■構造部

発表論文・報告タイトル	発表者(所属)	発表誌(会)名	頁, 発行年月
ピン支持の水平支持材設置による天井落下防止工法に関する検討(その6) 解析による実施工を考慮した天井性能の検証	<u>鬼頭晶</u> ・橋本華・吉峰侑吾・松本修平(西日本旅客鉄道), 水谷国男(三建設備工業), 鈴木卓也・井上朱里(日栄インテック), <u>安井信行</u>	日本建築学会大会, 学術講演梗概集, 構造 I	pp.667-668, 2024.8

■構造部 耐震耐久性調査室

発表論文・報告タイトル	発表者(所属)	発表誌(会)名	頁, 発行年月
加熱履歴後の鉄骨部材から採取した小型試験片を用いた機械的性質の測定方法に関する実験的検討	春畑仁一(構造耐力評価機構), <u>新井真</u>	日本建築学会大会, 学術講演梗概集, 防火	pp.299-300, 2024.8
加熱冷却後のコンクリート円柱供試体を用いた劣化深さの推定に関する基礎的研究 その1. 実験概要および未加熱のコンクリート円柱供試体の試験結果	<u>本庄敬祐</u> ・ <u>新井真</u> , 春畑仁一(構造耐力評価機構)	日本建築学会大会, 学術講演梗概集, 防火	pp.301-302, 2024.8
加熱冷却後のコンクリート円柱供試体を用いた劣化深さの推定に関する基礎的研究 その2. 電気炉により加熱されたコンクリート円柱供試体の試験結果	<u>新井真</u> ・ <u>本庄敬祐</u> , 春畑仁一(構造耐力評価機構)	日本建築学会大会, 学術講演梗概集, 防火	pp.303-304, 2024.8
火災を受けたコンクリートの加熱表面からの劣化深さを推定する新しい透気試験装置に関する基礎的研究	山根政夫(ヒカリ), 内田慎哉(富山県立大学), 春畑仁一(構造耐力評価機構), <u>新井真</u>	日本建築学会大会, 学術講演梗概集, 防火	pp.305-306, 2024.8

■耐火部 防耐火構造・材料試験室

発表論文・報告タイトル	発表者(所属)	発表誌(会)名	頁, 発行年月
内装材の厚さと発熱速度の時間変化を考慮した燃え拡がりモデル	<u>小宮祐人</u> , 原田和典・仁井大策(京都大学)	日本火災学会研究発表会概要集	pp.183-184, 2024.5
火災加熱を受けた木材の自消性状に関する実験(その3) 鉛直面に用いた木材の自消性	安井昇・加來千紘(桜設計集団), <u>小宮祐人</u> , 腰原幹雄(東京大学生産技術研究所)	日本建築学会北海道支部研究報告集	Vol.97, pp.5-8, 2024.6

発表論文・報告タイトル	発表者(所属)	発表誌(会)名	頁, 発行年月
ガス有害性試験におけるCOガスに着目した毒性評価についての検討 その2 ガス有害性試験装置を用いたガス成分分析による毒性評価の検討	正木智大・土橋常登, 松山賢・千葉大雅(東京理科大学)	日本建築学会大会, 学術講演梗概集, 防火	pp.25-26, 2024.8
発熱速度の時間変化を考慮した壁面内装の燃え広がりの予測	小宮祐人, 原田和典・仁井大策(京都大学)	日本建築学会大会, 学術講演梗概集, 防火	pp.45-46, 2024.8
難燃薬剤処理LVLを被覆材とした耐火構造の検討 その15 90分間及び2時間耐火構造の木造小断面柱	崔華暉(全国LVL協会), 安井昇(桜設計集団一級建築士事務所), 腰原幹雄(東京大学生産技術研究所), 亀岡祐史(丸菱油化工業株式会社), 小宮祐人, 成瀬友宏・鈴木淳一(国立研究開発法人建築研究所), 李元羽・成田敏基(全国LVL協会)	日本建築学会大会, 学術講演梗概集, 防火	pp.169-170, 2024.8

■耐火部 評価業務室

発表論文・報告タイトル	発表者(所属)	発表誌(会)名	頁, 発行年月
ポンプカロリメータを用いた単位発熱量の検討	玉井裕介・豊田康二	日本建築学会大会, 学術講演梗概集, 防火	pp.15-16, 2024.8

■環境部 環境試験室

発表論文・報告タイトル	発表者(所属)	発表誌(会)名	頁, 発行年月
Study on the Effect of Curtain Folds on the Amount of Dew Condensation and Airflow on Window Surfaces	Kaori Kobayakawa, Daisuke Ogura (Kyoto University)	Proceedings of the 9th International Building Physics Conference (IBPC 2024)	pp.1-6, 2024.7
多孔質建築材料の平衡含水率測定に関する研究 (その1) 複数の測定機関による同一材料の測定	高田暁・福井一真・岩本智(神戸大学), 小早川香, 田坂太一・馬淵賢作(建材試験センター), 山田優花	日本建築学会大会, 学術講演梗概集, 環境工学 I	pp. 971-972, 2024.8
多孔質建築材料の平衡含水率測定に関する研究 (その2) 試験体乾燥時の環境が平衡含水率の測定結果に与える影響	正田康輔・福井一真・高田暁・岩本智(神戸大学), 小早川香, 田坂太一・馬淵賢作(建材試験センター), 山田優花	日本建築学会大会, 学術講演梗概集, 環境工学 I	pp. 973-974, 2024.8
建築用断熱材の長期断熱性能の評価に関する検討 その6. 繊維系断熱材の長期性能促進実験の測定結果	小早川香, 布井洋二(断熱建材協議会)	日本建築学会大会, 学術講演梗概集, 材料施工 I	pp. 963-964, 2024.8
グリース阻集器の実態調査結果に基づくSHASE規格改定のための標準因子の検討	川谷翔二, 野口裕司(埼玉県環境検査研究協会), 小南和也	空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(佐賀)	pp.33-36, 2024.9

■材料部 材料試験室

発表論文・報告タイトル	発表者(所属)	発表誌(会)名	頁, 発行年月
Assessment of Residual DEF Potential in the Combined DEF and ASR Expansive Specimens	Natsuki Yoshida (Osaka University), Yuto Shibui	Proceedings of 17th International Symposium on Performance Improvement of Concrete for Long life span Structure	pp.189-192, 2024.8
端島共通試験を踏まえた腐食促進試験方法の提案	尾崎勇太・今本啓一・エルドンオチル・清原千鶴(東京理科大学), 田中章夫(日本工業大学), 澁井雄斗	日本建築学会大会, 学術講演梗概集, 材料施工	pp.43-44, 2024.8

発表論文・報告タイトル	発表者(所属)	発表誌(会)名	頁, 発行年月
過マンガン酸カリウム法による火害を受けたコンクリートの受熱温度推定手法における操作手順の改良	木野瀬透, 今本啓一(東京理科大学)	日本建築学会大会, 学術講演梗概集, 材料施工	pp.209-210, 2024.8
腐食促進試験による表面含浸材の腐食抑制効果の検証	尾崎勇太・今本啓一・エルドンオチル・清原千鶴・李雨彤(東京理科大学), 田中章夫(日本工業大学), 濵井雄斗	日本建築学会関東支部研究報告集	95巻, pp.97-100, 2025.3

■材料部 工所用試験室

発表論文・報告タイトル	発表者(所属)	発表誌(会)名	頁, 発行年月
一様流中で回転または静止している平板のトルク特性に関する実験と数値シミュレーション	水谷夢・山本樹(同志社大学大学院), 三原宏昭, 平田勝哉(同志社大学)	第90回ターボ機械協会	講演番号 B-02, 2024.5
平板翼貫流羽根車を用いた垂直軸風車群の風力発電への応用可能性	桑原晃司・MUHAMMAD FAISAL BIN SIKANDAR HAYAT(同志社大学院), 三原宏昭, 平田勝哉(同志社大学)	第91回ターボ機械協会	講演番号 B-04, 2024.9

■構造計算判定部 審査課

発表論文・報告タイトル	発表者(所属)	発表誌(会)名	頁, 発行年月
河川氾濫流を受ける木造家屋の崩壊解析	中野富夫, 松田哲裕(ウエスコ)	日本建築学会大会, 学術講演梗概集, 構造Ⅲ	pp.21-22, 2024.8
溶接きずの高さに関する基礎的研究(その5)~(その6)	中平和人・鈴木直幹(竹中工務店), 三井達雄・石田陵(大林組), 加登美喜子(日建設計), 緑川功	日本建築学会大会, 学術講演梗概集, 材料施工	pp.1029-1032, 2024.8

6. 解説記事・技術レポートなど

(執筆者下線部は当法人職員)

■構造部 構造試験室

タイトル	執筆者(所属)	発表誌(会)名	巻号, 頁, 発行年月
木造軸組大壁耐力壁の面材相互の接触を考慮した抵抗機構と耐力に関する解析的研究	加藤百合子, 五十田博(京都大学), 今西達也	GBRC	Vol.50 No.1, pp.35-45, 2025.1

■構造部 耐震耐久性調査室

タイトル	執筆者(所属)	発表誌(会)名	巻号, 頁, 発行年月
耐震診断後のRC造建築物における構造体の経年変化に関する研究-コンクリートの含水率と圧縮強度、中性化、鉄筋腐食の関係-	本庄敬祐・木野瀬透	GBRC	Vol.49 No.2, pp.30-35, 2024.4

■耐火部 耐火構造試験室

タイトル	執筆者(所属)	発表誌(会)名	巻号, 頁, 発行年月
防火設備の枠部分における遮熱性評価方法に関する実験的検討-裏面温度と離隔温度の関係-	岸仁志・四元順也・豊田康二	GBRC	Vol.50 No.1, pp.46-47, 2025.1

■耐火部 防耐火構造・材料試験室

タイトル	執筆者(所属)	発表誌(会)名	巻号, 頁, 発行年月
木質部材の防耐火性能評価における樹種の取扱い	小宮祐人	建築技術	pp.130-131, 2024.6
裏打材が表面材の燃焼性状に及ぼす影響	小宮祐人, 原田和典・仁井大策(京都大学)	GBRC	Vol.49 No.3, pp.31-34, 2024.7

■環境部

タイトル	執筆者(所属)	発表誌(会)名	巻号, 頁, 発行年月
船内騒音コードに係る船内騒音測定と遮音性能試験	田中学	騒音制御	Vol.48 No.3, pp.115-120, 2024.6
船内騒音規制に係る遮音性能試験および船内騒音技術者講習会(NoMS)	田中学	GBRC	Vol.50 No.1, pp.48-53, 2025.1

■環境部 環境試験室

タイトル	執筆者(所属)	発表誌(会)名	巻号, 頁, 発行年月
カーテンが窓面の結露に及ぼす影響に関する研究 実験室実験による結露時のルイス数の検討	小早川香, 小椋大輔(京都大学), 小南和也	GBRC	Vol.49 No.3, pp.25-30, 2024.7

■材料部 材料試験室

タイトル	執筆者(所属)	発表誌(会)名	巻号, 頁, 発行年月
下水関連施設におけるコンクリート表面の水分を 対象とした遠隔pHモニタリング手法の検討	中山健二, 吉田夏樹・服部晋 一・鎌田敏郎(大阪大学), 山中 明彦(パシフィックコンサルタン ツ), 北野陽一郎・中屋克幸(大 阪市建設局)	GBRC	Vol.49 No.2, pp.36-37, 2024.4

■建築確認評定部

タイトル	執筆者(所属)	発表誌(会)名	巻号, 頁, 発行年月
基礎工法を対象とした性能証明の概要と申込時の 留意点	岩佐裕一・蜂須大輔・下平祐司	GBRC	Vol.49 No.2, pp.22-29, 2024.4
バビリオンの構造審査	野村周平	日本建築学会近畿 支部構造力学講究 録	第73号, pp.19-23, 2025.3

7. 学協会主催の委員会活動等

■構造部

委員会名	主催者	出席者
メカニカルファスニング技術小委員会 接合要素WG	(一社)日本鋼構造協会	安井信行
メカニカルファスニング技術小委員会 構造WG	(一社)日本鋼構造協会	安井信行

■構造部 構造試験室

委員会名	主催者	出席者
建築材料等に関するサンプル調査委員会	(一社)建築性能基準推進協会	足立将人 今西達也
木質構造部会	(一社)建築性能基準推進協会	足立将人 今西達也

■構造部 耐震耐久性調査室

委員会名	主催者	出席者
危急存亡状態のコンクリート構造物対応委員会	(公社)日本コンクリート工学会	下澤和幸
コンクリート工学論文編集委員会	(公社)日本コンクリート工学会	下澤和幸
火害診断補修小委員会 鋼系WG	(一社)日本建築学会	本庄敬祐
火害診断補修小委員会 コンクリート系WG	(一社)日本建築学会	新井真
鉄筋コンクリート構造物の非破壊試験部門幹事会	(一社)日本非破壊検査協会	下澤和幸
標準化委員会 鉄筋コンクリート構造物専門別委員会	(一社)日本非破壊検査協会	下澤和幸
表層透気性試験方法研究委員会	(一社)日本非破壊検査協会	下澤和幸
コンクリート構造物の非破壊検査シンポジウム組織委員会	(一社)日本非破壊検査協会	下澤和幸
コンクリート強度に関する試験方法研究委員会	(一社)日本非破壊検査協会	新井真

■耐火部

委員会名	主催者	出席者
防火材料等団体協議会	(一財) 日本建築防災協会	土橋常登
防火壁装材料及び下地の研究会	(一社) 日本壁装協会	土橋常登
ISO/TC92/SC1WG, ISO/TC92/SC1-CCM WG, ISO/TC92/SC3WG	(一社) 建築・住宅国際機構	土橋常登
基整促F28 避難施設等の合理化に係る検討委員会および材料WG	(一社) 建築性能基準推進協会, アイエヌジー(株), 東京大学	土橋常登
硬質ウレタンフォームの燃焼性に関する研究会	ウレタンフォーム工業会	土橋常登
グラスウールに関する不燃告示1400号の範囲検討委員会	ガラス繊維協会	土橋常登

■耐火部 耐火構造試験室

委員会名	主催者	出席者
木質構造の耐火性能小委員会	(一社) 日本建築学会	小宮祐人
木質部材の火災時耐力WG	(一社) 日本建築学会	小宮祐人
ISO/TC92/SC1-CCM WG	(一社) 建築・住宅国際機構	小宮祐人
技術部会 防耐火委員会	(一社) 全国LVL協会	小宮祐人

■耐火部 評価業務室

委員会名	主催者	出席者
木造材料耐火性WG	(一社) 日本建築学会	門岡直也
建材研究委員会 耐火防火性能分科会	(一社) 日本建築材料協会	門岡直也
主要構造部の防耐火性能に関する合理的な性能評価等に係る検討委員会 断熱構造WG (基整促F27)	(一社) 建築性能基準推進協会	門岡直也
防耐火構造・材料等サンプル調査WG	(一社) 建築性能基準推進協会	門岡直也
施工性に優れた90分耐火壁・建築用木材の活用に向けた技術開発委員会	(一社) 日本ツーバイフォー建築協会	門岡直也

■環境部

委員会名	主催者	出席者
遮音WG 主査	(一社) 日本CLT協会	田中学
音環境規準検討小委員会 主査	(一社) 日本建築学会	田中学
集合住宅の音環境性能規準・設計指針小委員会 幹事	(一社) 日本建築学会	田中学
音環境運営委員会	(一社) 日本建築学会	田中学
環境規準検討小委員会	(一社) 日本建築学会	田中学
評議員会 評議員	(公社) 日本騒音制御工学会	田中学
住宅性能表示制度 音試験委員会 委員長	(一社) 住宅性能評価・表示協会	田中学
遮音構造部会	(一社) 建築性能基準推進協会	田中学
基整促M12「CLT床の重量床衝撃音対策に関する基準整備に関する検討」 委員会	(株) アルセット建築研究所	田中学

■環境部 環境試験室

委員会名	主催者	出席者
ISO/TC163/SC1国内審議委員会・WG8	(一財) 建材試験センター	小早川香
研究部会 床衝撃音分科会	(公社) 日本騒音制御工学会	笠井祐輔
環境省 環境技術実証事業(水・土壌環境保全技術領域、資源循環領域) 技術実証検討会	(一社) 埼玉県環境検査研究協会	川谷翔二
建築音響研究委員会	(一社) 日本音響学会	笠井祐輔
固体音小委員会	(一社) 日本建築学会	笠井祐輔
日本建築学会 近畿支部 音環境部会 幹事	(一社) 日本建築学会 近畿支部	竹村美穂
建材研究委員会 音・熱性能分科会	(一社) 日本建築材料協会	川谷翔二
建材研究委員会 耐久性能分科会	(一社) 日本建築材料協会	奥村勇馬

委員会名	主催者	出席者
省エネルギー性能評価法検討委員会 外皮基準WG 遮熱シートTG	(一社)日本サステナブル建築協会	小早川香
「JIS A 1514 (建具の結露防止性能試験方法)」改正原案作成委員会 自主分科会WG	(一社)日本サッシ協会	小早川香
食種・構造検討WG	グリース阻集器改定小委員会	川谷翔二
吹込み用繊維系断熱材等の長期断熱性能評価方法に関するJIS開発委員会 本委員会	断熱・保温規格協議会	小早川香
吹込み用繊維系断熱材等の長期断熱性能評価方法に関するJIS開発委員会 分科会	断熱・保温規格協議会	小早川香
吹込み用繊維系断熱材等の長期断熱性能評価方法に関するJIS開発委員会 繊維系WG	断熱・保温規格協議会	小早川香
グリース阻集器・オイル阻集器認定委員会	日本阻集器工業会	川谷翔二

■環境部 耐風試験室

委員会名	主催者	出席者
荷重運営委員会 風荷重小委員会 空力不安定振動WG	(一社)日本建築学会	村上智之

■材料部

委員会名	主催者	出席者
京都府生コンクリート品質管理監査会議	京都府生コンクリート工業組合	西尾篤志

■材料部 材料試験室

委員会名	主催者	出席者
JIS A 5023 再生骨材コンクリートL改正原案作成委員会	(公社)日本コンクリート工学会	山本篤史
コンクリート試験方法JIS原案作成委員会	(公社)日本コンクリート工学会	木野瀬透
コンクリート構造物の長期性能シミュレーションソフト普及委員会	(公社)日本コンクリート工学会	木野瀬透
鉄筋コンクリート工事運営委員会	(一社)日本建築学会	山本篤史
コンクリートの含水率に関する試験方法研究委員会	(一社)日本非破壊検査協会	木野瀬透
乾式で採取したコンクリートコアによる含水率試験方法NDIS原案作成 準備WG	(一社)日本非破壊検査協会	木野瀬透
第8回コンクリート構造物の非破壊検査シンポジウム実行委員会	(一社)日本非破壊検査協会	木野瀬透

■数値解析室

委員会名	主催者	出席者
役員候補推薦・調整委員	(公社)日本コンクリート工学会	市岡有香子
執行委員	(公社)日本コンクリート工学会 近畿支部	市岡有香子

■品質保証室

委員会名	主催者	出席者
質量標準トレーサビリティ研究会	(一社)日本計量機器工業連合会	岡田豊一
カトレーサビリティ連絡会議	(一社)日本試験機工業会	岡田豊一

■認証部

委員会名	主催者	出席者
JIS Q 1012 原案作成委員会 本委員会及び分科会	(一財)日本規格協会	平井義行
建築用ターンバックルJIS改正原案作成小委員会	(一財)日本規格協会	平井義行
JISCBA 幹事会	JIS登録認証機関協議会	平井義行
JISCBA 技術検討委員会	JIS登録認証機関協議会	平井義行
JISCBA 技術検討委員会 コンクリートWG	JIS登録認証機関協議会	貴志哲也

■建築確認評定部

委員会名	主催者	出席者
時刻歴応答解析部会	(一社) 建築性能基準推進協会	野村周平 黒瀬行信 甲谷千里
建築材料部会	(一社) 建築性能基準推進協会	野村周平 津平公彦
あと施工アンカー部会	(一社) 建築性能基準推進協会	野村周平
サンプル調査委員会	(一社) 建築性能基準推進協会	野村周平
再生骨材コンクリート研究小委員会	(一社) 日本建築学会	荒井正直
火災安全設計小委員会	(一社) 日本建築学会	長野誠
高強度コンクリート施工指針改定小委員会	(一社) 日本建築学会	津平公彦
事業委員会	(一社) 日本建築学会 近畿支部	野村周平
防災計画部会	(一社) 日本建築学会 近畿支部	長野誠

■構造計算判定部

委員会名	主催者	出席者
構造計算適合性判定部会、構造部会	日本建築行政会議	中野大樹

8. 各団体主催のセミナー等への講師派遣

セミナー又は科目名	派遣先	講師(所属)
認定仕様違反に関する説明会	(一社) 日本壁装協会	土橋常登(耐火部)
実務者のためのCLT建築物設計の手引き講習会	(一社) 日本CLT協会	田中学(環境部)
公害防止管理者等国家試験受験講習会	(一社) 産業環境管理協会	田中学(環境部)
「遮音解説マニュアル」講習会	(一社) 日本CLT協会	笠井祐輔(環境部 環境試験室)
JIS品質管理責任者セミナー (JIS制度製品試験とJIS Q 17025)	(一財) 日本規格協会	岡田豊一(品質保証室)
JIS品質管理責任者セミナー 専修化コース	(一財) 日本規格協会	河津龍大(常務理事) 平井義行(認証部)
JIS品質管理責任者セミナー 力量維持向上コース	(一財) 日本規格協会	平井義行(認証部)
コンクリート研修会	日鉄高炉セメント(株)	貴志哲也(認証部 審査課)
北陸UMCC技術会	UBE三菱セメント(株)	貴志哲也(認証部 審査課)
JIS認証講演	岡山県南生コンクリート協同組合	貴志哲也(認証部 審査課)
JNLA登録試験所更新審査	(独) 製品評価技術基盤機構	渡邊聡(認証部 登録課)
建築構造審査・検査要領(確認審査等に関する指針運用解説編)2022年版講習会	日本建築行政会議	中野大樹(構造計算判定部)
令和6年度建設技術職員専門研修 【技術管理(建築構造)講座】	(公財) 滋賀県建設技術センター	多賀謙蔵(常務理事) 渡邊律夫(構造計算判定部)
建築設計製図3	関西大学	緑川功(構造計算判定部)
建築構造設計特論	関西大学大学院	緑川功(構造計算判定部)

組織の動き

(2025年7月1日～2025年9月30日)

…………… 人 事 異 動 ……………

(7月1日付)

昇格

[製品認証センター]

- ・ 認証部登録課上席専門役
渡邊 聡 (認証部登録課課長代理)

[評価判定センター]

- ・ 確認評定部性能評定課課長
甲谷 千里 (確認評定部性能評定課課長代理)

[事務局]

- ・ 総務部経理課課長
真鍋 博 (総務部経理課課長代理)

異動

[評価判定センター]

- ・ 確認評定部部長
野村 周平 (確認評定部部長兼
確認評定部性能評定課課長)

[事務局]

- ・ 総務部経理課上席専門役
横井 正貴 (総務部経理課課長)

研修情報

(2025年7月1日～2025年9月30日)

以下のとおり実施しました。

▶コンクリート工事実務研修

講義研修：9/29, 30
再研修：9/29, 30

▶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)

東 京：筆記試験 7/27
大 阪：サーベイランス 7/4, 5
実技試験 7/10, 11, 12
筆記試験 7/27
札 幌：筆記試験 7/27

・RI水分計によるフレッシュコンクリートの
単位水量連続測定 (区分記号FA)

大 阪：実技試験 8/2

▶試験要員認定制度 (LaboTeC)

・プレキャストコンクリート製品工場の試験
(区分記号LP)

名古屋：新規・更新研修 7/3
新規テスト 7/4
更新テスト 7/2, 4, 5

大 阪：新規・更新研修 7/17
新規テスト 7/18
更新テスト 7/18, 19

・コンクリートの圧縮強度試験 (区分記号LCA)

大 阪：新規・更新研修 7/25
新規・更新テスト 7/26

室課紹介

第14回

構造判定部 審査課

組織図（構造判定部）



審査課の概要

審査課には、現在8名の職員（内部判定員）が在籍し、構造計算適合性判定（以下、「構造適判」）業務を行っています。判定員の多くは、組織設計事務所やゼネコン設計部の出身者であり、長年構造設計に携わり酸いも甘いも噛み分けたベテランがそろっています。また、経験豊富な70名余りの外部判定員が所属しており、繁忙時においてもお客様を極力お待たせしない体制を構築しています。

業務内容

2005年に発覚し、日本中に衝撃を与えた耐震偽装事件を契機として創設された構造計算適合性判定制度のもと、当法人は国土交通大臣の指定を受けた機関として構造適判業務を行っています。

主な業務内容は、以下の通りです。

- ① 工学的な判断を伴う各種数値設定や建築物のモデル化の妥当性確認
- ② 構造計算に用いている解析手法・算定式の妥当性確認
- ③ 計算過程及びその結果の適正さの確認
- ④ 構造図面と計算書の整合確認

なお、設計内容に疑義が生じた場合は、質疑書を発行し設計者の考えを伺うことになります。



心掛けていること

① 必要最少の質疑

判定作業は、建築基準関係規定に適合するか否かの観点から行い、推奨事項の採用の有無については原則として設計者の判断に委ねることにしています。

② 指摘事項のばらつき防止

判定員は全員が構造設計のエキスパートですが、判定員によって多少なりとも指摘内容にばらつきが生じることは否めません。これらをできる限り回避するため、指摘方針のすり合わせはもとより、定例会議等での最新情報の共有や個別物件に関する意見交換、コミュニケーションがとりやすいオープンな組織風土の醸成にも心掛けています。

今後も、できるだけ設計者の意向を汲み、より良いものづくりの一助となれるよう努力していきます。

お知らせ

構造判定部ではテクニカルサポートと称して、構造設計に関わる技術的な相談を随時受付けていますので、お気軽に御利用下さい。詳細は当法人のHPをご覧ください。

お問合せ先：評価判定センター 構造判定部 審査課

所在地：大阪府大阪市中央区内本町2-4-7

大阪U2ビル7階

TEL：06-6943-4680 FAX：06-6943-4681

E-mail：hantei5@gbrc.or.jp

編集後記

今年度より広報委員会副委員長を拝命いたしました。広報というと、会社組織の花形部門と勝手に抱いていた思い込みで、学生時代から密かに憧れていたのですが、いざ携わると、原稿の査読等、地道なことが多く、なげなしの文章力、根気、気力が試される日々を過ごしています。

さて、本号は前号に引き続き、2025年日本国際博覧会特集を掲載しています。今回は、パビリオン・施設を審査する立場から、大阪・関西万博施設安全審査小委員会委員長による構造デザインと安全審査に関する紹介記事を掲載しています。また、大屋根リングと6つのパビリオン・施設の技術的ポイントについて、設計者様からの紹介記事を掲載しております。設計者側、審査側の両方の視点による特集となっておりますので、読者の皆様にはお楽しみ頂けると幸いです。

特集記事以外には、「知っておきたい基礎シリーズ」として、『知っているようで知らない地震と地震動の話①』を掲載しています。地震情報の度にニュース等で目にする機会の多い震度、マグニチュードの違いを取り上げており、読者の皆様にも関心をもってもらえるテーマです。是非お読み下さい。

本号で特集した万博も、連日大勢の来場者のなか10月13日に閉幕予定です。私は8月、9月に計2回訪れました。酷暑の最中でしたが、日差しを避けて涼を求め、座って休憩といった具合に、随分と大屋根リングにはお世話になりました。目的としていたパビリオンは予約が取れず、比較的空いているパビリオンを渡り歩きましたが、このような機会がなければ触れることの少ない国々の展示に触れ、有意義な体験でした。万博のテーマである、いのち輝く未来社会の実現に向けて、これからが楽しみです。
(広報副委員長 小林雅人)

編集 (2025年度広報委員会)

委員長	田中 学 (試験研究センター 環境部 (兼) 経営企画室)
副委員長	市岡 有香子 (試験研究センター 構造部 数値解析室)
	小林 雅人 (評価判定センター 確認評定部 業務管理課)
委員	本庄 敬祐 (試験研究センター 構造部 耐震耐久性調査室)
	松田 司 (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)
	上垣 拓也 (試験研究センター 材料部 工事用試験室)
	永田 洋一 (製品認証センター 認証部 審査課)
	前山 航 (評価判定センター 確認評定部 性能評定課)
	齊藤 幸代 (評価判定センター 構造判定部 業務課)
	谷中 啓一 (事務局 総務部 研修課)
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.4, 2025.10 (202号)

発行 2025年10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 山本 英樹

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

GBRC202号



https://www.gbrc.or.jp/gbrc_report/GBRC202/

メールニュース



<https://www.gbrc.or.jp/maillservice/>

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、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10月1日～12月31日)

委員会名	開催日(予定)			備考	
	10月	11月	12月		
建築構造性能評価委員会	14, 28	11, 25	9, 23	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	15	6	12	各月1回開催
	承認委員会	29	19	24	各月1回開催
材料性能評価委員会(鋼材関係)	3	7	5	各月第1金曜日	
防耐火構造部材性能評価委員会	15, 29	12, 26	9, 22	月2回開催	
防火材料性能評価委員会	27	26	18	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	10	申込案件毎に設定	
建築物避難・耐火性能評価委員会	24	27	25	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	2, 20	5, 20	3, 19	各月1回開催	
建築技術性能認証委員会	7	4	2	各月第1火曜日	
基礎技術性能認証委員会	21	18	16	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)	29	19	24	各月1回開催	
既存建築物耐震診断等判定委員会	—	21	—	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.gbr.or.jp>

