

BCJ 技研レポート Vol.5 2023.4.

第5号：アニュアル・レポート 2023

一般財団法人 日本建築センターに設置の建築技術研究所は2018年6月に活動を再開し、本年で5年を経過することになります。

建築技術研究所の活動再開にあたり、当初取り組む課題として次の3課題を設定しました: (i)2015年開催の国連サミットにおいて合意された“持続可能でよりよい社会の実現”を目指すSDGsに係る建築関連産業の取り組みに対する支援とフォローアップ; (ii)日本建築センター発足時より担ってきた建築基準法旧38条による大臣認定を得た建築物ストックに対して要望が高まってきている Renovation 事業や耐震改修事業を進めるにあたって阻害となる要因の明確化と解消策の提案等のフォローアップ; および (iii)計画から設計・施工および維持管理・保守までの過程に活用が予想される BIM 活用における技術的ならびに運用・利用に係る取り組みに対する支援とフォローアップの3課題です。

建築技術研究所の在り方の方向を示す「建築技術研究所ビジョン」の改定(2021年4月)に伴い、研究所の役割として、『組織としての日本建築センターならびに人としての日本建築センタースタッフの技術力・知識の向上を図り、建築界からのニーズに遅漏無く対応することが可能な体制構築に寄与すること』を掲げ、2021年度には日本建築センターが担う国際活動の一部として2つの国際会議(9月開催の17WCEEと10月開催のWOODRISE 2021 KYOTO)開催に建築技術研究所はその一端を担いました。

2022年度に於いて取り組み課題の再編を行い、次の3課題を取り上げることにしました: (i)既存建築物の Renovation・旧38条認定建築物の増改築等への対応; (ii)BIMを活用した建築確認の課題検討; および (iii)政府・建築業界のデジタル化への対応。このうち課題(iii)についてはセンター内・外に向けて建築センターが取り組むべき課題をスタッフ間での Brain Storming を通じて整理し、2022年8月に所内セミナー開催を通じて Digital 化対応の方向性を模索しました。11月に OpenAI より文章生成系 AI「ChatGPT」が公開されて AI の可能性が広く社会で議論されていることは皆さま方も注視されているところでしょう。

建築技術研究所は再スタートより6年目を迎えます。AI技術の展開は日々、いや秒々の単位で変遷を続ける時代を迎えようとしています。建築技術研究所を預かる身としては、この大変動の社会情勢の中での技術研究のあるべき姿、どのような体制が実施可能であるか等に関して今まで未経験の与条件が設けられる時代に入ると受けとめています。本レポートを手にとられた皆さま方から忌憚のないご意見、ご提言等を戴ければ、その解を得る一助となるとともに、建築技術研究所スタッフの活動への刺激、励みになると考えます。

皆さま方からのご支援、ご鞭撻のほどをお願い申し上げます。

2023年4月

一般財団法人日本建築センター 建築技術研究所
所長 久保 哲夫 (東京大学・名誉教授)

目次 I. 建築技術研究所 2022 年度の成果報告

- | | |
|-------------------------------|----|
| 1. BIM を活用した建築確認 | p2 |
| 2. 既存建築物のリノベーション等の円滑化に資する取り組み | p4 |
| 3. 政府・建築業界のデジタル化への対応について | p6 |

II. BCJ 研究支援(2022 年度)による成果報告

- | | |
|---------------------------------------|----------------------|
| 1. 構造計算適合性判定において技術的知見の蓄積が求められる研究課題の整理 | |
| | 東京大学大学院准教授 田尻 清太郎 p7 |
| 2. 建築・住宅産業における新たな成長分野に関する基礎的研究 | 芝浦工業大学名誉教授 南 一誠 p8 |
| 3. 木質系工業化構法の国際比較 | 東京大学大学院准教授 榎藤 智之 p10 |

III. その他 建築技術研究所のご案内 p12



I. 建築技術研究所 2022 年度の成果報告

1. BIM を活用した建築確認

■調査研究の概要

BIM (Building Information Modeling) は、コンピュータ上に作成した3次元形状情報に加え、室等の名称・面積・仕上げ、材料・部材・設備の仕様・性能といった様々な属性情報を併せ持つ総合的な建物情報モデルを構築するシステムで、建築分野における計画から設計・施工・維持管理までのプロセスにおいて、広く活用されるようになってきている。建築分野において BIM の活用は一層の広がりを見せており、特に建築確認においても、その活用事例が今後さらに増えることが予想される。

2019 年度より、学識経験者、設計者、審査者、BIM ソフトウェアベンダー等の関係者が参集し、「建築確認における BIM 活用推進協議会（会長：松村秀一）（協議会事務局：日本建築行政会議指定機関委員会（事務局：日本 ERI(株)と BCJ が共同で実施)）」が 2019 年 7 月 25 日に設立され、建築確認における BIM 活用推進に向けた活動を行っている。

協議会としては、今後も BIM を活用した建築物の設計・施工・維持管理に関する情報共有を進め、より高度で効率的な建築物の設計・維持管理が可能となるよう BIM の普及と活用の促進に取り組んでいく所存である。

以下に、2022 年度の[一般建築]作業部会の成果概要を、協議会事務局としてまとめた。

■2022 年度の成果概要

(1) 建築確認審査に必要な情報、審査機序、表現方法の検討

(1-1) 審査機序に対応した情報の抽出方法とその表現方法の検討

BIM が持つ多くの情報から審査に必要な情報を抽出して表現するという次の3つの方法により、検証することとした。

- ・審査モードによる審査に適したビューの表現
- ・カラーフィルタによる属性情報の比較表現
- ・集計表による属性情報の一覧表現

加えて、ビューアの検討にあたり、BIM モデルを閲覧することが審査上効果的である内容の項目（表 1）を設定した。

これは、昨年度の成果を踏まえて意匠で2項目、構造で1項目を新たに追加すると共に、2022 年 6 月の建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律(建築物省エネ法)の改正による、2025 年 4 月から全ての新築住宅・非住宅への省エネ適合の義務付けを見据えて、省エネ適判は仕様書案からの検討を行うこととしたものである。

表 1 各分野で設定した項目

分野	設定した項目
意匠	1)法 52 条 容積率、法 53 条 建蔽率
	2)法 35 条 排煙
	3)令 112 条 防火区画、令 114 条 防火上主要な間仕切壁
	4)確認申請書
	5)令 23 条、令 123 条 2 項 1 号 屋外避難階段
	6)法 56 条 斜線
構造	1)計算書と構造図の整合性
	2)構造図間の整合性
	3)設計内容確認の審査補助ツール（→意匠と構造の整合を確認する）
設備	1)法 28 条、法 28 条の 2 換気設備
	2)令 112 条 防火区画の貫通措置（風道の防火区画貫通部措置）
関連	【新規】省エネ基準関係（設備 WG より検討開始）

(1-2) BIM モデルを閲覧する場合に参照する情報の定義

設計者が様々な方法により作成した BIM モデルから、審査で扱う属性を受け取り、確認審査が行える手法等について検証を行った。

(1-3) 建築研究所が提供するプロトタイプ（改良版）による検証と、課題整理

国立研究開発法人建築研究所およびモデル作成作業協力者の清水建設（株）の協力を得て、試審査環境を借用し、BIM ビューア（図 1）の利用と、モデルビューが確認申請図書を代替する可能性について検証した。なお、2022 年度のプロトタイプは、IFC モデルも読み込みが可能であり、かつ、検証した BIM モデルは、協議会会員の作業協力を得て、Revit を使用して新たに作成したものである。



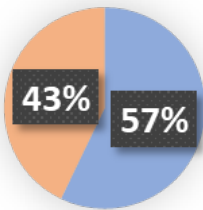
図 1 BIM ビューアの表示例（図提供：建築研究所）

検証は、動作環境や新たに検討した手法に対する評価を設計者と審査者の双方に尋ねるアンケートにより行った。アンケート結果を図 2 に示す。

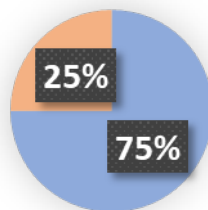
回答者数が限られていたため正確な傾向は把握できなかったが、図 2 より、設計者と審査者の双方からおおむね肯定的な意見が得られたと言える。ただし、操作の不慣れ、審査用ビューの設定、機能追加に関する意見があり、改善可能な指摘もあったことから、本ビューアの設計や検証方法については、今後さらに検討する必要がある。

【カラーフィルタの設定】

設計者

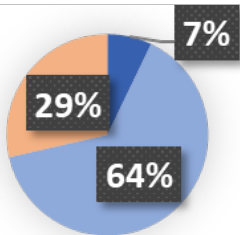


審査者

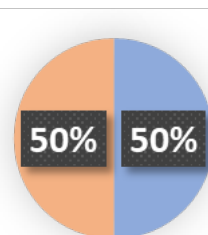


【集計表の設定】

設計者

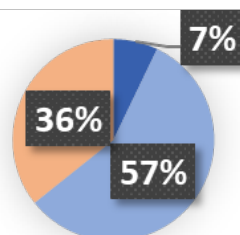


審査者

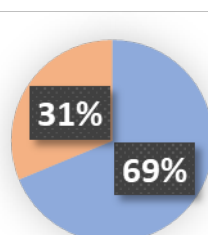


【集計表の手法】

設計者



審査者



【凡例】

- とても確認しやすかった
- 確認しやすかった
- 確認しにくかった
- とても確認しにくかった

図2 設計者と審査者へのアンケート結果
(回答者数：設計者 14、審査者 16)

(2) 建築確認における BIM 活用の在り方検討

2022 年度より、新たに「BIM 活用の在り方検討 WG」を設置し、検討の目的と課題の整理および BIM 活用ロードマップ(案)の作成を行った。具体的には、BIM がコミュニケーションの手段とデータベースになりうるという特性に着目し、「申請・審査の効率化・合理化」と「データの連携・利活用」を図ることを目的とした次の①～③の課題を検討した。

① コミュニケーション手段としての課題

「申請者（設計者）の意図・意思の表現と読み取りの方法」および「審査の範囲、責任の区分」を具体的課題とし、以下について検討した。

- ・「図面」を置き換える表現方法について（2D/3D）
- ・「図面」を置き換える表現方法について（図面の必要性）
- ・図書への表現内容と審査の方法
- ・BIM の特性を生かした審査方法とデータの取り扱い
- ・設計段階における法適合確認の方法について

② デジタルデータの利用に伴う技術的な課題

「データの真正性の確保」および「データの見読性の確保」を具体的課題とし、以下について検討した。

- ・データの責任について（設計責任）
- ・図書の補正とデータの修正について
- ・保存図書の取り扱い
- ・データの形式とビューアについて

③ 制度上の課題

「審査方法の整理（明示事項・整合性の審査ほか／規則第1条の3、指針告示）」および「図書保存の整理（規則第6条の3第2項）」を具体的課題とし、以下について検討した。

- ・仮受付の取り扱い
- ・審査省略の可能性について
- ・4号建築物の審査省略範囲の縮小への対応
- ・省エネ適判義務化範囲拡大への対応

(3) (1)(2)の成果を踏まえた報告書の作成・公開

検討成果は報告書にとりまとめ、協議会 WEB サイトへ掲載・公開する予定である。

【 協議会 WEB サイト；<https://www.kakunin-bim.org> 】

■今後の予定

協議会は、事業計画に基づき、国土交通省「建築 BIM 推進会議」の部会3「BIM を活用した建築確認検査の実施検討部会」に位置づけられている。部会3では、部会間連携を図ると共に、国土交通省の検討の方向性を踏まえ、BIM ビューアソフトウェアやデータ共有の伝達手法など、確認申請用 CDE における利用を想定した仕様を策定し、その円滑な開発に向けた環境を整えられるよう検討を進めている。2023 年度も建築確認における BIM の活用推進へ向けて一層の検討を行う予定である。

I. 建築技術研究所 2022 年度の成果報告

2. 既存建築物のリノベーション等の円滑化に資する取り組み

■調査研究の概要

(1) 調査研究事項

我が国にはすでに膨大な建築・住宅のストックが存在する。この豊かな空間資源を長期有効活用し、経済的にも環境的にも負荷の小さいストック型社会への移行を促進することは喫緊の課題であり、SDGs への貢献にもつながるものである。

このため増改築や用途変更等における技術的、法的な隘路や障害を把握し、既存建築物のリノベーション等の円滑化に資する以下の事項について調査研究を行った。

- ① 既存RC造建築物の耐用年数の評価方法等の改善
- ② 旧38条認定建築物の改修等における法適合性の確保
- ③ リノベーションの取組支援に資する情報提供のあり方

(2) 検討状況

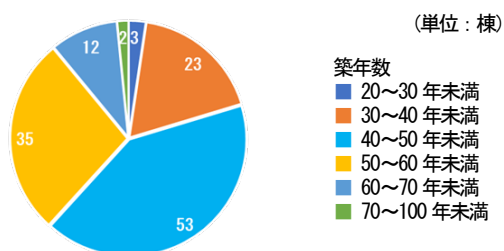
- ① 「既存RC造建築物の耐用年数評価」では、評価依頼案件に関する現地調査、検査結果データ等に基づき、耐用年数評価委員会での検討を通じ、評価方法等を改善した。
- ② 「旧38条認定建築物」については、現行法における位置づけ及びそれを踏まえた増築等における法の適用関係について整理した。
- ③ 情報提供のあり方を検討するため以下に取組んだ。
 - ・自治体、住宅事業者等への情報提供資料の作成
 - ・具体案件の検討先への説明ツール検討、作成

■2022 年度の成果概要

(1) 既存RC造建築物の耐用年数評価

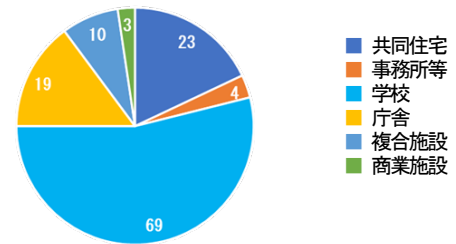
評価対象の128棟（2019.5～2023.3の累計）の内訳および結果は①～⑤の通りである。耐用年数^{注1)}については、④に示すように、100年超と評価されたものが75棟（58.6%）と最多であった一方、評価不能^{注2)}のものも12棟（9.4%）あった。

① 評価建築物の築年数の分布（平均築年数47.2年）



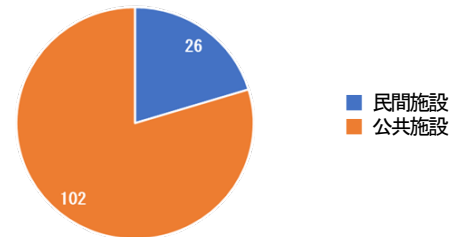
② 評価建築物の用途

(単位：棟)



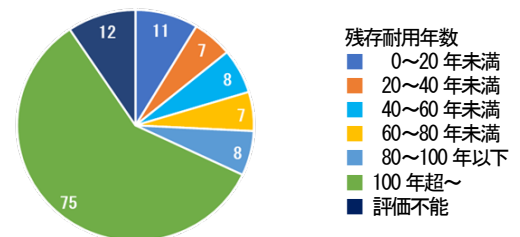
③ 評価建築物の公共・民間の別

(単位：棟)



④ 評価建築物の耐用年数の分布

(単位：棟)



⑤ 築年数レンジ毎の耐用年数の分布

(単位：棟)



残存耐用年数
 0～20 年未満 20～40 年未満 40～60 年未満
 60～80 年未満 80～100 年未満 100 年超～ 評価不能

注1) BCJが評価する耐用年数は、外壁等の屋外側から進行する中性化がその最外側鉄筋のほとんどには到達しない年数を、調査時点から起算して推計したもの

注2) 評価不能とは、中性化が一定に進行しており、上記注1)の耐用年数を正の値として算出することができないケース

以上より、築年数と耐用年数の間には必ずしも強い相関関係があるというものではないことが判明した。

なお、築古のものは総じて圧縮強度は低い、建築当時、型枠の精度が悪く表面をモルタルで平板に仕上げるが多かった。このモルタルによる中性化抑制効果が発揮された結果、コンクリート本体には中性化があまり進行しておらず、長期の耐用年数が評価されるものが多かった。ただし、この場合はコンクリートの中性化に対するポテンシャルは高くはないことから、モルタル等の仕上げ材の中性化抑制効果の持続への対策には特段の留意が必要と考えられる。

一方、築浅で圧縮強度が高いものでも、仕上げ材の塗料等が早期に劣化することにより中性化がコンクリート本体に進行し、結果として評価耐用年数の短いものも一定にあることが判明した。圧縮強度の高いコンクリートは、中性化に対するポテンシャルは高いものの、長寿命化には仕上げ材の中性化抑制効果の確保についても一定の対策が必要と考えられる。

(2) 旧38条認定建築物の改修等における法適合性の確保

旧38条認定建築物の現行法における位置づけと、改修等における法の適用関係やその判断主体等についての整理に基づき、個別案件の改修等における適法化支援の相談や業務引受に積極的に取り組むことを、ホームページ等で周知した。具体的な相談内容や引受業務は、次の①②を想定している。

① 相談内容

- ・新築時の大臣認定やその後の改修等の内容、それらの法手続きの履歴等の確認に関する事
- ・新築後に実施された法令改正の内容を踏まえ、現在までに実施された改修等の法適合状況を確認し、現行法上において「既存不適格」との位置づけとなるか否かの確認に関する事
- ・今後構想している改修等に対して、必要となる法手続きや法の適用関係の確認に関する事

② 引受業務

- ・検査済証のない建築物のガイドライン調査
- ・現況の遵法性調査
- ・旧38条に基づく大臣認定との同等性に関する任意の評定
- ・改修等に対する建築確認・検査
- ・建築確認に必要な大臣認定のための性能評価
- ・改修計画の法適合審査・検査

法適合性確保の各段階における必要な取組みとそれらに対する支援の流れを次に示す。

1. 旧38条認定建築物の概要の確認作業に関するご相談

→事業者様（設計者等を含む。以下同じ。）において実施いただく「新築時の大臣認定やその後の改修等の内容、それらの法手続きの履歴等の確認作業」に関して、ご相談をお受けします。



2. 現行法における位置づけの整理作業に関するご相談

→事業者様において実施いただく「新築後に実施された法令改正の内容を踏まえ、現在までに実施された改修等の法適合状況を確認し、現行法上において「既存不適格」との位置づけとなるか否かの確認作業」に関して、ご相談をお受けします。この場合、事業者様のご希望に応じ、担当部において以下の業務をお受けします。

- ・検査済証のない建築物のガイドライン調査（担当部：既存建築物技術審査部）
- ・現況の遵法性調査（担当部：既存建築物技術審査部）
- ・旧法第38条に基づく大臣認定との同等性に関する任意の評定（担当部：評定部）



3. 改修等に必要となる法手続きと法の適用関係の整理に関するご相談

→事業者様において、上記2.で実施いただく現行法における位置づけを前提に、「今後の改修等に対して必要となる法手続きや法の適用関係を確認する作業」に関して、ご相談をお受けします。



4. 改修等に対する適法性確保に関する業務の引き受け

→ご検討中の改修等の計画において、その必要性和事業者様のご希望に応じ、担当部において以下の業務をお受けします。

- ・旧法第38条に基づく大臣認定との同等性に関する任意の評定（担当部：評定部）
- ・現行法第38条に基づく大臣認定申請を前提とする建築物の性能確認のための任意の評定（担当部：評定部）

①建築確認申請が必要な場合

- ・改修等に対する建築確認・検査（担当部：確認検査部）※
※：旧38条認定建築物への増改築等の確認申請を日本建築センターにする場合は、上記1.の段階から、確認検査部も関わり対応します。
- ・建築確認に必要な大臣認定のための性能評価（担当部：評定部）

②建築確認申請を要しない場合

- ・改修計画の法適合審査・検査（担当部：既存建築物技術審査部）

図 法適合性確保の各段階における必要な取組みとそれらに対する支援の流れ

(3) 情報提供のあり方の検討のための取組み

自治体やビルオーナー、管理組合等に対し、長寿命化支援等に関する資料を作成し、情報提供を実施した。

■今後の予定

① 既存RC造の耐用年数評価

案件評価を通じて簡便な調査方法や評価方法の標準化に加え、評価結果を踏まえた改修、建替え等の優先順位の考え方についても検討する。

② 旧38条認定建築物の増改築等への対応

相談案件の内容を整理し、適法性確保等への対応方法や現行法の遡及適用に関する課題等を検討する。

③ 情報提供の推進

リノベーション等の検討における各種調査の進め方について、相談事例等に基づき検討・整理し、事業者、設計者等に情報提供する。

I. 建築技術研究所 2022 年度の成果報告

3. 政府・建築業界のデジタル化への対応について

■調査研究の概要

建築業界のデジタル化の動向等について職員との情報共有を図るとともに関係者間でブレインストーミングを行い、BCJ の知的財産の活用について検討した。また、デジタル技術を活用した建築技術に関する情報を収集した。

■2022 年度の成果概要

(1)BCJ 職員に対するセミナー

2021 度までの調査結果についての職員向けのセミナーを 8 月に開催し、以下の報告および意見交換を行った。

① BCJ に期待する将来業務

学識経験者 5 名とお客様 6 社から、主に以下が示された。特に遠隔検査は早い対応が求められた。

- ・BIM データや確認申請情報の二次活用
- ・データの保管・保証サービス、データベース化
- ・自動審査、法適合判定
- ・図面間不整合のチェックサービス、チェックツールの保有
- ・遠隔検査

② ヒアリング先 6 社のデジタル化の動向と BCJ との連携

- ・各社、BIM をベースとした業務体制を構築
- ・電子システムによる確認申請は、1 社が積極的に導入、5 社は導入初期または様子見
- ・BIM データによる建築確認の事前審査は、5 社が 2～3 年前から申請を開始、1 社は数百件の実績あり
- ・内勤職でリモートワークとフリーアドレス化が進行
- ・BIM を活用した建築確認における法適合自動判定プログラム、BIM・AR・映像伝送技術を活用した遠隔中継による中間検査、BCJ の性能評価（大臣認定）による 3D プリント建築の建設等、デジタル技術による新しい手法を試行

③ セミナー終了後に職員から寄せられた意見例

- ・将来的には AI のような技術を補助的に用いて審査や評価を行い、業務効率・品質・サービスの向上をめざす。
- ・先行して、業務に役立つ資料のデータベース化が必要
- ・データベース化に際しては、どのようなデータベースが有用か、データの利用権限をどう考えるか、コストに見合う作成範囲は何か、等について議論する。併せて、紙資料の保管方法の見直しや知的財産であるデータの社会還元についても議論する。
- ・遠隔検査はお客様と BCJ の双方にメリットがあり、技術発

展および数年内に予想される法改正に対応すべく、BCJ が業界をリードして取り組む。

(2)職員間のブレインストーミング・意見交換

AI の動向調査と、審査・評価業務に有用なデータベースとはどのようなものを議論した。上半期は、職員からデータベース化の対象について意見を集めた（表 1）。

表 1 データベース化の意見

No.	データ内容	活用方法
1	法改正とその技術的助言	確認審査での法改正内容と技術的助言の確認
2	ビルディングレター掲載の法改正内容、質疑応答	確認審査・検査での法改正内容と取扱いの確認
3	大臣認定取得案件（指定建築材料、構造規程、昇降機、浄化槽、建築設備等）	審査で適用範囲を確認
5	任意の一般認定案件（材料、工法、プラン限定、昇降機、鉄筋継手、場所打ち杭等）	審査・検査での評定更新内容、適用範囲等の確認
6	所管行政庁の省エネ適判委任の業務範囲、条例による省エネ基準の強化の有無	省エネ適判業務の引受確認に活用
7	自己適合宣言書	試験品質についての性能証明書、省エネ適判の計算に用いる性能チェックに活用

下半期は、これらについて意見交換を行い、以下の方針をまとめた。

- ・法改正や講習会時等に寄せられた質疑応答記録のデータベース化が、業務効率および顧客の利便性向上、社会貢献において利用価値があると考えられ、これを手始めに取り組む。
- ・具体的な内容の検討と実装は、2023 年度に行う。
- ・今後も、社内業務の効率化と社会に有用なデータベースの構築について、中・長期的視野をもってブレインストーミングを継続する。将来的な AI 活用と BCP（事業継続計画）を視野に入れ、技術の進展やデータのフォーマット・保管方法等についても情報や動向を注視する。

(3)調査研究報告書、ビデオ、写真の電子化

古く希少な文献の紛失と劣化のリスク減、閲覧・利用の簡便化を目的に、電子化の検討を開始した。2023 年度、その対象やデータの継続的な管理方法等について検討する。

(4)職員へのデジタル化関連の技術や動向に関する情報提供

デジタル化関連の技術や動向に関する情報を収集、共有し、職員の意識づけと基礎知識の習得・底上げを図った。

■今後の予定

2023 年度は、(2)の法改正や講習会時等に寄せられた質疑応答記録のデータベース化の検討・実装、(3)の既存調査研究報告書等の電子化の検討・推進、(4)の継続的な情報収集と共有を行う予定である。

II. BCJ 研究支援（2022 年度）による成果報告

1. 構造計算適合性判定において技術的知見の蓄積が求められる研究課題の整理

東京大学大学院准教授 田尻清太郎

■調査研究の概要

構造計算適合性判定制度が2007年に導入されて15年が経過した。構造計算適合性判定では、様々な設計条件に対応した判定員の高度な判断が求められる。特に、技術的知見が乏しい事項については、多角的な検討により工学的に安全側の設計となっているか判断が行われている。このような中には、実設計においてニーズが高く、研究による知見の蓄積が強く望まれている事例が多数あるものの、判定員や設計者と研究者の間で十分な情報交換はなされておらず、問題解決に向けた継続的で活発な動きがあるとは言い難い現状にある。

以上を踏まえて、本調査研究では、構造計算適合性判定の現場を熟知した判定員にヒアリングを行い、今後の研究により技術的知見の蓄積が望まれる課題を収集、整理した。

■2022 年度の成果の概要

(1)構造計算方法

①転倒崩壊形となる建築物の保有水平耐力計算

転倒崩壊形となる建築物について、転倒崩壊を考慮した一貫したモデル化、保有水平耐力算定、必要保有水平耐力算定の方法の確立が望まれる。

②4 本柱等の冗長性の低い建築物の応力割増

4 本柱等の冗長性の低い建築物では、基礎を含めた建築物全体を対象に斜め方向の水平力に対する許容応力度計算を行うか、上部構造を対象に地震層せん断力係数を1.25倍した許容応力度計算を行う必要があるが、検討対象として基礎を含めるか否か合理的な理由の明確化が望まれる。

③せん断破壊するピロティ建築物の設計法

ピロティ階の柱や耐力壁がせん断破壊する場合の具体的な設計方法の確立が望まれる。

④塔状比が大きい建築物の設計法

塔状比が大きい建築物では架構全体の曲げ変形が卓越し設計上の配慮が必要であるが、塔状比が4を超える場合に転倒の検討のみが行われている。塔状比が大きい場合に検討が望ましい事項の提案が望まれる。

(2)鉄筋コンクリート造

①柱梁接合部のせん断補強筋比

RC 造柱梁接合部のせん断補強筋比は、準拠規準の構造規定による必要最小値を満足する設計が行われているが、規準により要求値が異なっている。要求値が担保している構造性能の明確化が望まれる。

②通し配筋の梁における付着割裂破壊の検討

荒川式による検討を行った通し配筋の RC 梁であっても

付着割裂破壊の検討を要する条件の明確化が望まれる。

③付着破壊を考慮したせん断強度に対する靱性確保のための安全率

RC 部材のせん断保証設計に用いる終局せん断耐力式として靱性指針による付着破壊を考慮した RC 部材のせん断強度を用いる場合に、設計用せん断力の割増係数として適切な設定方法の確立が望まれる。

④耐力壁周囲の付帯フレームの断面設計

RC 造耐力壁周囲の枠柱、枠梁、基礎梁では、実際に生じる応力を精度よく算定するのが困難で、断面設計が行われておらず、RC 規準の構造規定に従った設計のみが行われている。これらの部材の設計法の提案が望まれる。

⑤二次壁の耐力・靱性評価

スリットを設けていない二次壁付き部材の耐力、靱性の評価式の精度が悪く、より精度の高い式の提案が望まれる。

⑥ルート 1、2 の壁量計算における A_c 算入基準

ルート 1、2 の壁量計算において、扁平柱の向きや取り付く梁の有無による A_c 算入可否の基準の明確化が望まれる。

(3)鉄骨造、木造、基礎構造

①S 造ブレースの付帯梁の付加軸力に対する設計法

S 造ブレースの付帯梁は軸力が生じる。保有耐力接合の安全率 α 、部材種別判定時の幅厚比制限の合理的な設定法が望まれる。

②S 造トラス梁の部材種別

S 造トラス梁は塑性変形能力の評価が難しいため部材種別を安全側に FD とする設計が行われているが、適切な塑性変形能力、部材種別の判定法の確立が望まれる。

③木造耐力壁の短期許容せん断耐力

木造耐力壁の短期許容せん断耐力の上限値や形状制限を中大規模建築物に適用する際の判断基準の明確化が望まれる。

④基礎構造設計指針の取扱い

2019 年版基礎構造設計指針で示された知見は現状採用できないことになっているが、安全性が検証され採用可能となることが望まれる。

⑤基礎杭の支持力算定法

告示式により基礎杭の支持力算定を行う場合、先端平均 N 値を先端下部 1d から上部 4d の範囲の平均値とするが、大口径の杭で支持層直上が軟弱層の場合は不合理と考えられ、より適切な範囲の提案が望まれる。



II.BCJ 研究支援（2022 年度）による成果報告

2. 建築・住宅産業における新たな成長分野に関する基礎的研究

芝浦工業大学名誉教授 南一誠

■調査研究の概要

本研究は「建築・住宅産業におけるイノベーション創出に向けた戦略（2019、2020 年度）」を継続、発展して実施した。アンケート調査は学識経験者等を中心に 2023 年 2 月に調査を実施し、約 100 名に配布し 45 名から回答を得た。

アンケート調査の項目は以下の 4 項目である。

- (1) 今後の我が国における「建設産業の成長分野」とは、どのような仕事・サービスだと考えるか？
- (2) 上記(1)の「建設産業の成長分野」は、どのような研究・開発を行うことにより、実現すると考えるか？
- (3) 今後の我が国における「住宅産業の成長分野」とは、どのような仕事・サービスだと考えるか？
- (4) 上記(3)の「住宅産業の成長分野」は、どのような研究・開発を行うことにより、実現すると考えるか？

ここで「今後」とは、2025 年ごろから 2070 年ごろまでを想定している。質問に際し、2020 年度の研究成果の一部を提示した¹⁾。

■2022 年度の成果の概要

学識経験者等へのアンケート調査を通して、我が国が直面している数多く社会的課題に真摯に対応することが、今後の建設産業、住宅産業に求められる仕事だとする認識が通底していることが分かった。具体的には、脱炭素化への対応、首都直下、東海、東南海、南海地震への備え、技能労働者不足への対応（ロボット、DX など）、高齢（単身）層が満足できる住まい（食事・介護サービス等）の提供、建築・住宅ストックの有効活用（長寿命化技術）などである。研究開発の進め方については、情報分野や医療分野など他分野との連携が必要とする意見が多く見られた。すでに多くの研究開発が実施されているので、それらのマッピングを行い、必要な連携を俯瞰的に考えることが有効だとする意見もあった。

以下、学識経験者等へのアンケート調査結果の概要を記載する。

(1)建設産業の成長分野

1) 既存の枠に納まらない他分野と融合する領域
様々なステークホルダーとの連携が必要になる。例えば体の健康、心の健康を支えるサービスを行うため、医療分野との連携が必要である。建築分野と不動産分野の境界が融合しており、土地・建物に関する総合コンサルタントとしてサービスを提供することが期待される。

- 2) 安心快適な活動が可能な建築・都市空間の実現
地域・コミュニティにおける建築の役割を再定義し、まちづくり的なサービスを行う仕事求められる。
- 3) 地球環境の温暖化、CO2 排出制限への対応
循環型社会、脱炭素化に関する環境配慮型技術（ZEB）を提供。地域レベルでのエネルギーマネジメントも重要。
- 4) サステナビリティに関わるサービス
既存ストックを活用するコンバージョン、リユース・リサイクル・アップサイクル等の資源循環。
- 5) メンテナンス
予防的更新・再整備。超高層ビルのメンテナンス。
- 6) 情報の活用
設計や施工など空間に関する情報を活用した新たなサービス。都市全体のデジタル・ツインを基にした各種シミュレーションや仮想現実（メタバース、ミラーワールド）上の空間設計。BIM による設計・各種シミュレーション・施工の一括管理。
- 7) 世界から資本・情報・人を呼び込むハブ都市の建設
国際都市東京における超超高層ビルの建設。高層建築はスケルトンとインフィルによる立体都市に。ビッグシティとコンパクトな田園都市が強力な交通・情報・エネルギーインフラでネットワーク化。
- 8) 建設現場の長期的な人手不足への対応
AI の活用。施工の無人化・ロボット化、自動化。デジタルファブリケーションの導入により、人間が担っていた労働を代替。3D 技術による建築資材の工場生産。各部位の既製品化、建築部材のユニット化、プレファブ化。

(2)建設産業の成長分野を実現するために必要な研究・開発

- 1) 既存の分野的・制度的な枠組みにとらわれない仕組み
組織や組織内部署にとらわれないフレキシブルなチームング。
- 2) 医療、ICT（情報工学）、機械工学（ロボット工学）、材料工学などとの連携・融合、協業。プラットフォームの構築。
- 3) 企業内で情報活用の方策を探るよりも、空間に関する情報を必要としている他産業との協働を図る方が良い。そのため匿名化等によって情報を出せるようにする。
- 4) 建設ロボット、AI、DX、XR、センシング技術
労働生産性を上げるため、ロボット化、DX 化、建設作業の自動化。自ら建設状況を判断しつつ施工できる自律型建設ロボットの開発。高齢者の身体能力低下を補う建設用パワーアシストスーツの開発。現場作業をロボットに置き換えた場合の最適なプレファブ化の範囲、ユニットの大きさ、ユニット

の最適な標準仕様、作業に最適な工法の開発。BIM データを高度に活用し大幅に省力化を進めたプレファブ技術の開発。都市機能監視モニター技術（人の行動、交通、施設稼働、環境監視モニターなど）、既存都市・建築のデジタル・ツイン構築技術。

5) サステナブル分野

建築資材の脱炭素化。建設廃材のリサイクル・リユース技術。長寿命化のための中古不動産の活用技術。未利用エネルギー（海流エネルギー・メタンハイドレート・地熱エネルギー）の活用。ZEB を実現するための材料やツール（設備機器等）の民間による研究・開発、公的機関等による評価。調達～建設のサプライチェーンにおける CO2 排出削減の見える化。LCCO2 の観点から住宅の環境性能を建設段階から運用・改修・解体に至るまでトータルで評価する手法の開発。地域レベルでのエネルギー融通の可能性検証。高耐震性能を備えた構造体の長寿命化。使いながら再生・性能向上を行う技術。

6) Human-centric（ヒト中心）分野

人間の行動・生理・心理に係る計測・評価技術（例えば、働く場所での「生産性向上」と、働くヒトの「健康・幸福」を併せて科学するアプローチ）。

(3)住宅産業の成長分野

1)多様なライフスタイルに対応した住まい

子育てしやすい住宅。在宅勤務を含む新しい生活様式に合わせた住宅。高齢単身者向けサービスの拡充。暮らす人、暮らす家族の持続可能な QOL や地域社会（近隣コミュニティを含む）の安定をアフォードブルに支えるサポート事業。近居に対応した住環境。福祉政策としての住宅確保。

2)住宅と医療の連携

住宅と医療サービスをつなげて販売する事業。介護・介助機能や防犯・見守り機能を含むウェルビーイングに資する住宅。日々の健康を保つサービス。健康センサー連動のスマート住宅。住みながら健康管理、健康増進させるサービス。在宅医療介護（Aging in Place 住み慣れた家で最期）の充実。

3)電子機器による統合的自動点検・管理、制御。

家事フリー化、介護機械化。高齢家庭、子育て家庭を見据えた遠隔管理。

4)ライフステージに応じた住宅

人生の各段階において必要な住宅への住み替えを進めるサービス。逆にライフステージによって、戸建て→都心マンション→サ高住→病院と移らなくても良い住環境の整備。

5)住宅ストックの活用促進

既存ストックの活用に関するサービス。現在はコスト分野に分類される業務を成長分野に転換するビジネスモデルの開発。

用途変更の法解釈や改修方法に関するコンサルティング。手直ししながら使うための技術。常時モニタリングによる適切な維持管理。タワーマンションのメンテナンス。資金的・生産的に効率の良い維持修繕手法。

6)中古住宅市場、賃貸住宅市場の成熟

空き家バンクなどのストック整備、活用。基本データを整備し、売買・賃貸時の透明性拡大。居住希望者と空き空間のマッチング。若年層への資産移転を促進するビジネス。空き家対策の法整備と住宅産業の関係を整理。

7)環境配慮住宅

既存住宅の省エネルギー改修（ZEH 化）。既存住宅や家計の個別特性に即した省エネ・創エネ促進のための診断・改修。居住者のライフスタイルにまで踏み込んだサービス。

8)セルフメイドの戸建住宅。ユニット化や標準化（一般道路を搬送できる大きさのユニット）。家電を買うように住宅を買う時代に。超小型住宅（タイニーハウス）、ムーバブルな住宅（モビリティと住宅の境目がない非定住型住宅）。3D プリントによる住宅施工。

9)住宅の中で消費を喚起するサービス

個々人の趣向に合わせた「食」のサービス、日ごろのバイタルデータに応じた健康サポート。個人情報の収集～分析～個人への需要喚起～付加価値提供まで一気通貫のサービス。

10)居住者が収益を得られるような仕組みや環境を持った住宅、サービスの提供。住宅におけるソーシャルビジネスのソフト技術、およびそれを支援するハード技術。

(4)住宅産業の成長分野を実現するために必要な研究・開発

1)分野横断的連携

情報処理分野、医療福祉分野との連携。不動産、金融、福祉介護分野の技術との連携。介護ロボット開発。研究・技術開発を支援するコーディネーター人材の開発。意欲のある工務店、金融、不動産、ソリューション、建築家・デザイナー等との協働。

2)DX、センシング技術

高度な防犯・見守り。家電製品、照明器具、防犯器具などの統一的インターフェイスや電子制御の仕様開発。センシングによる地盤や住宅の構造、設備、空気環境の常時モニタリング、劣化度診断。モジュール部品・製品化しクラウド型ソフトサービスとして住宅機能を提供。

■参考文献

1) 拙稿、建築・住宅産業におけるイノベーション創出に向けた戦略、BCJ 技研レポート Vol.3、2021 年 4 月

II.BCJ 研究支援（2022 年度）による成果報告

3. 木質系工業化構法の国際比較

東京大学大学院准教授 榎藤智之

■調査研究の概要

国内外で建築木質化に向けた取組みが活発化しているが、国や地域によって、木質化を進める歴史的・社会的な背景や現在木質化を推進する目的、さらにどのような主体が関わってどのような建築が供給されているかといった現状は異なると考えられる。こうした現状を横断的に整理することによって、国際的な潮流や日本の特徴や課題を明らかにすることが本研究の目的である。特に、日本では国産材活用の文脈から木質化が語られる場合が多いが、海外では工業化の文脈から語られた資料もあり、こうした比較を行うことが目的の一つである。

具体的には、欧米・アジアから 10 の国・地域を選んで、(i) 木質化に至る制度や規制の変化、(ii) 森林資源や木材関連産業、(iii) 木質化に関わる設計事務所、建設会社等の主体、(iv) 木質化について転換点になったプロジェクト、の 4 点を調べた。対象としたのは建築木質化の動きが見られるスウェーデン、フィンランド、イギリス、オーストリア、カナダ、アメリカ、韓国、台湾、シンガポール、オーストラリアである。資料としては既往の論文や文献、記事、各地の現状に詳しい 3 名へのインタビューを行った。日本については、1990 年代の合理化や現在大型パネル、ユニットに取り組む 4 社に話を聞いた。

■2022 年度の成果の概要

(1) 制度

日本における制度の変更等を前提として見た場合、いくつかの共通点が指摘できる。まず、日本では 2000 年に行われた性能規定化である。これと同様に、EU の建設資材指令 (the Construction Products Directive、1988) やカナダの NBCC による Alternative Solutions (1998) のように、性能規定や特殊な構造・材料を認定・審査する仕組みの整備によって、新しい材料を使う下地が整えられている。同時に、仕様規定的な木造建築や木質化に関する制限の緩和も複数の地域で見られる。ヨーロッパ諸国では、EU 加盟等を契機として高さや階数の制限が撤廃されていき、韓国でも、2005 年の建築法施行規則で高さ 18m、軒高 15m、面積 3000 m² に規制されてきたが、2020 年 11 月にこれらの規制を撤廃した。公共施設の木質化についても、地方自治体レベルではあるが早い時期の事例として、カナダ・ブリティッシュコロンビア州の Wood First Act (2009) において、州政府発注の建築物では木造化の検討が義務化されており、こうした取組みは日本の公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律 (2010 年) と

も共通している。

工業化と組み合わせた木質化も見られる。イギリスでは、アフォーダブル住宅プログラム (2016 年～) や二酸化炭素削減 (The Woodland Carbon Code) などが木質化を進めるインセンティブとなっている。ロンドン市が 2017 年に公開した“London Assemble”は、ロンドン市の 5 万戸と言われる住宅不足を解消するための施策であり、ここでは“OSM (Offsite Manufactured Homes)”と呼ばれる工場生産の住宅供給が奨励され、炭素固定や工期短縮の面から木質化が推奨されている。シンガポールでも DfMA (Design for Manufacturing and Assembly、製造と組立のためのデザイン、一般的にはプレファブリケーション) の導入が推進されているが、それを構成する 6 つの技術の 1 つとして MET (Mass Engineered Timber) があげられ、MET の利点として、生産性向上、騒音・粉塵の抑制、性能 (精度) 向上、環境配慮・循環資源の 4 点があげられている。BCA (シンガポール建設省) の資料では、建築の躯体の構法としての MET は、プレキャストコンクリートや鉄骨造よりも生産性が高く、空間ユニットよりも低いものと位置づけられている。日本において、躯体構法の生産性を客観的かつ横断的に比較する視点は欠けていると思われる。

(2) 森林・林業

CLT 製造を初めて開始したとされるオーストリアの K 社の工場は 1999 年に稼働を始めているが、欧米では 2010 年以降に多くの CLT 製造工場の稼働が始まり、増加が見られた。オーストラリアでは製材や CLT などの製造工場の能力が増加し、原木等の輸入量が増加している。森林保護について、台湾では 1991 年に天然林伐採禁止令が出され、商業利用できる森林面積が大幅に減少し、製材の大半は輸入材に頼っている。韓国でも 1961 年の山林法制定以降、保護・育成政策をとっていたが、国産材の使用量も増加し、2012 年には木材産業の活性化のために、木材の持続可能な利用に関する法律を制定した。こうしたアジアの国々では現状、構造材には輸入材の使用が多いが、今後各国・地域産材の使用が増加することが見込まれる。

環境建築の認証制度は各国で設けられていて、木材の使用を加点要素とするものも見られる。より定量的に評価を行うには、環境負荷の計算の基準や原単位が必要となる。アメリカに限らず広い地域で用いられる環境評価基準 LEED では建材の EPD (Environmental Product Declaration) 取得を評価する項目があり、木材関連での EPD 取得も進められてい

る。例えば、スウェーデンで乾燥されたスプルース、パインといったかたちで、スウェーデン産の建築用製材の EPD も存在している。また、スウェーデンでは 2022 年から新築時の LCA の義務化が行われ、ドイツ、イギリス等は公共建築では LCA が義務化、フィンランドやフランスでは 2025 年などを目標に LCA 義務化の準備が進められているが、この LCA の手法によっては、炭素固定の面から木材を用いることへのインセンティブとなる可能性がある。

(3) 関連する主体

スウェーデン、フィンランドでは、1990 年代にも木質化が進められたが定着せず、その理由として、大手企業が参入しなかった点が指摘されている。こうした反省からスウェーデンでは、自治体や設計事務所、建設会社等の主体が参加した情報共有の仕組みが整えられている。Wood City Sweden (Trästad Sverige) は 2010 年に開始され、自治体、設計事務所、建設会社など 60 以上の主体が参加しており、具体的な取組みとして、各自治体が木造建築振興戦略を作成するのをサポートするデジタルプラットフォームの提供などを行っている。こうした発注者・設計者など関連する主体を支援するシステムの開発も複数見られ、フィンランドの PUUINFO では、木材や木造関係の情報がまとめられており、2019 年末から設けられた Epuu では、建築の用途、面積、階数を入力すると耐火の要件や構法、コストの参考値などが表示される。

各地で木質化に積極的な設計事務所、施工会社なども見られ、スウェーデンにおいて設計する全ての建築に CLT を用いる設計事務所やアメリカで木造軸組構法住宅を供給してきた比較的大手の住宅会社が CLT を用いたローコスト住宅専門の別会社を設立する例も見られた。前掲の木質化推進の政策に応じて、木質化事業に進出する主体も見られ、カナダの E 社はカナダ政府の Green Construction through Wood (GCWood) プログラムの支援を受けて、CLT のモジュラー建築のモックアップを完成させた。

アジアでも近年 CLT 等のマスティンバーを用いた建築が見られるが、設計や技術的な検討には他の国や地域の主体や他構造を専門としてきた主体が加わる場合も見られる。台湾で 2014 年に建設された W 社本社は 5 階建ての CLT 造であるが、オーストリアの K 社が CLT を供給し、意匠設計は台湾の設計事務所だが、構造設計はカナダの E 社が行った。現在建設中のシンガポールの N 大学の大規模な CLT および集成材を用いた施設では、請け負ったシンガポールの建設会社に木造建築の専門の人材が少なく、鉄骨のファブリーケーター S 社に加工用のデータおよび図面の作成や製作を依頼している。

(4) 特徴的なプロジェクト

前掲のようにイギリスやスウェーデンでは中低所得者向けの affordable 住宅の文脈から、木質系のパネル化やユニット化建築の開発が進められており、これは壁が多く、また工程上繰り返しの多い公的な住宅や学生寮といった用途に適したものと考えられている。韓国、香港、台湾など、経済的に発展したアジアの国では都市部の住宅取得が困難になっており、こうした国・地域において、公共発注の住宅系の建築で木質系のパネルやユニット構法が活用される可能性がある。韓国でも 2018 年に栄州市で Hangreen と呼ばれる 5 階建て（高さ 19.1m）の建築が 2 時間耐火の木質化建材を用いて建設され、前掲の規制緩和と合わせて注目されている。フィンランドのウッドシティはオフィス、住宅、ホテルから構成される街区全体を木質化（2 階より上を LVL）した事例である。

他の用途として、前掲の Wood City Sweden では Timber on Top と呼ばれる技術開発を進めている。これは軽量という木質化建築の特性を活かして既存建築の上部にプレハブ化した木造建築を付加するものである。事例として有名なものが The Tricot Factory（2019 年、ストックホルム市）であり、1926 年に建設された 2 階建ての繊維工場の上部に 6 階建の木造部分を拡張している。同様の手法では 55 Southbank（2020 年、メルボルン）があり、当初 6 階分の増築だったものを、CLT の利用により 10 階分の増築を実現したとしている。

日本でも 2022 年度から、CLT の床・天井と 2×4 壁や、PC 床と CLT の天井・壁といった複合化されたユニット構法が大手企業によって開発・供給されている。一方で、日本の特徴として、戸建住宅であれば軽量鉄骨のパネルや木造軸組のプレカットがある程度普及し、中低層のビルでも鉄骨造が普及するなど、既存の生産性の高い構法に対して優位性を持てるかが課題となる。また、日本の特徴として、イギリスと同様に深刻化する職人不足が木質系プレハブ構法の事業開始の大きな要因になっている。

■今後の予定

上記のように、本研究では制度、森林・林業、主体、事例の 4 点から国や地域で木質化がどのように進展してきたのかを概観した。主に文献や資料調査によったために、国や地域によって情報に濃淡があり、これを比較可能な水準に高めることおよび、特に統計や法規・制度などは可能な範囲で公的な情報にあたって情報を新しいものに更新したい。特に森林保護、技能者の過不足などについて横断的に比較するとともに、アフォーダブル住宅や屋上部への増築、環境評価指標についてはより詳細な情報収集を行いたい。

Ⅲ. 建築技術研究所のご案内

■BCJ 建築技術研究所 研究体制のご紹介

建築技術研究所は、所長の下、部長、各研究テーマのプロジェクトリーダー、メンバーで構成しており、プロジェクト毎に調査や研究を行う体制としています。

また、具体的な調査・研究の方向性やテーマ設定などに関する助言をいただくため、学識経験者による諮問委員会および基本企画委員会を設置しています。

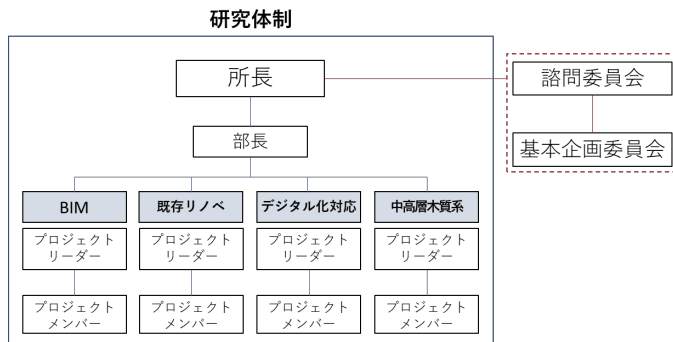


図 2023 年度の研究体制

各研究テーマの取り組みは、BCJ ホームページをご参照ください。<https://www.bcj.or.jp/research/#a01>



■BCJ 技研レポートに関するお問い合わせ

一般財団法人日本建築センター 建築技術研究所
〒101-8986 東京都千代田区神田錦町 1-9
東京天理ビル

Tel 03-5577-7884

URL <https://www.bcj.or.jp/>

Mail btri@bcj.or.jp

■新刊書籍のご案内

避難安全検証法（時間判定法）の解説及び計算例とその解説

「2001 年版 避難安全検証法の解説及び計算例とその解説」をもとに、新たに規定された「区画避難安全検証法」の内容を追加。「階避難安全検証法」「全館避難安全検証法」に関する記号の修正、計算例の追加を行い再編。

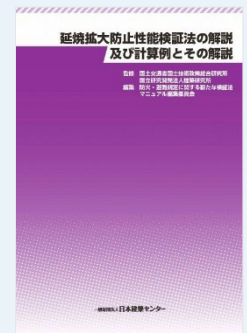
11,000 円（税込）



延焼拡大防止性能検証法の解説及び計算例とその解説

建築基準法施行令改正により同令第 112 条第 3 項として規定された具体的な方法として、令和 2 年国土交通省告示第 522 号「通常の火災時において相互に火熱による防火上有害な影響を及ぼさない建築物の 2 以上の部分の構造方法を定める件」として示された、吹抜き空間とその他の空間が特定防火設備により防火区画されたものとみなすことができることを検証する方法、および計算例を解説。

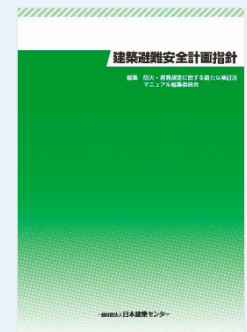
4,950 円（税込）



建築避難安全計画指針

建築物の避難安全性能に関わる防火・避難関係規定を補完。『新・建築防災計画指針—建築物の防火・避難計画の解説書—』の避難安全計画に関わる基本的な考え方や技術等を整理。性能規定導入以降の研究の成果等を追加。

8,800 円（税込）



改訂版 改良地盤の設計及び品質管理における実務上のポイント

「2018 年版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針」の講習会などで寄せられた質問と回答を中心に、事例と実務に役立つ重要ポイントを取りまとめた Q&A 集。平成 22 年版「建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針 Q&A 集」の内容を包含し関係資料を刷新。

4,950 円（税込）



日本建築センター書籍販売サイトは[こちら](https://www.bcj.or.jp/book/)

（価格：情報交流会正会員は 10%引）

