

## 【共同研究】

### 【建築基準整備促進事業に係る共同研究】

#### 1 CLT パネル工法建築物の仕様規定ルートの創設に関する検討【持続可能】

研究開発期間（令和3～4年度）

〔担当者〕 槌本敬大、山崎義弘、中島昌一

〔相手機関〕（公財）日本住宅・木材技術センター

本共同研究は、建築物の構造方法を規定した平成28年国土交通省告示第611号において、構造計算によらない仕様規定ルートが整備されておらず、地階を除く階数2以下の小規模な建築物であっても構造計算が要求され、設計者の負担となっているCLTパネル工法について、構造計算によらない仕様規定ルートを整備することを目的として、令和3年度建築基準整備促進事業の課題番号S35の事業主体と実施するものである。

本年度は、垂れ壁パネル・腰壁パネルの寸法と許容・終局耐力の関係に関する解析的検証と許容耐力の実験的検証、及び木造軸組工法で用いられる金物程度の簡易な接合部を用いて構成されるCLT建築物について、モデルプランを用いた壁配置や耐力壁線間距離に関する検討を実施した。

#### 2 引張軸力が作用する鉄筋コンクリート造連層壁部材の耐力評価に関する検討【安全・安心】

研究開発期間（令和3～5年度）

〔担当者〕 渡邊秀和、向井智久、中村聡宏

〔相手機関〕 産学公連携センター、東京大学地震研究所、京都大学、（一財）日本建築防災協会

本共同研究では、引張軸力が作用する条件下においても、壁部材のせん断終局耐力を適切に評価し、保証設計を実施するための構造計算手法の明確化に資する技術的資料をまとめる。この目的を達成するために、本共同研究を令和3年度建築基準整備促進事業の課題番号S36の事業主体と行うものである。

本年度は、本研究に関連する既往の構造実験の文献調査を実施した。また想定する建物の設定及び建物モデルの作成を行い、実験計画をおこなった。また、想定建物の下層階を取り出した試験体の設計を行い、試験体の製作を行った。さらに、作成した試験体の有限要素解析を行い、実験における載荷条件の検討を行った。

#### 3 併用構造や特殊な鉄骨造等の建築物における高さ等によって異なる構造計算ルート等の合理化に関する検討【安全・安心】

研究開発期間（令和3年度）

〔担当者〕 長谷川隆、岩田善裕、槌本敬大、山崎義弘、伊藤麻衣

〔相手機関〕（一財）日本建築防災協会

異なる構造を高さ方向に併用した建築物及びアルミニウム合金造や薄板軽量形鋼造といった特殊な鉄骨造等の建築物については、近年、3階建て以下の建築物においても天井の高い居住空間のニーズが高まっており、当該建築物の高さに合わせた構造計算ルートについて合理化の余地がある。また4階以上及び高さ31m以下で、異なる構造を高さ方向に併用した建築物については、高度な構造計算を求められるが、剛性率規定に適合することが困難な場合が生じている。

本年度は、1)アルミニウム合金造WG、2)薄板軽量形鋼造WG、3)併用構造(1)WG、4)併用構造(2)WGの4つのWGを設け、併用構造や特殊な鉄骨造等の建築物における高さ等によって異なる構造計算ルート等の合理化に資する検討を行い、それらの結果を技術的資料としてまとめた。

#### 4 中規模木造建築の区画貫通部の仕様及び燃えしろ設計法の合理化に係る検討【持続可能】

研究開発期間（令和2～3年度）

〔担当者〕 野秋政希

〔相手機関〕（一社）建築性能基準推進協会

平成30年に改正された建築基準法第21条及び第27条において、耐火構造とする代わりに通常火災終了時間又は特定避難時間の加熱中は倒壊しない構造方法が規定され、木造中層建築物の設計が可能となったが、通常火災終了時間が長時間となった場合の防火区画の貫通部の仕様や、区画を貫通させて設ける風道の仕様が定められておらず、一定規模以上となる場

合にはこれらの仕様が定められていないことから設計ができないものとなっている。また、燃えしろ設計の際に最小断面寸法を、火災加熱の状況、火災時の残存耐力によらず 20 センチメートルと一律で規定しており、設計の自由度が制約されている。このことを踏まえ、通常火災終了時間や特定避難時間が長時間となるような一定規模以上の木造建築物の設計を可能又は容易にするため、性能確保のための方策の検討や性能を有する仕様の特定のための検討、実験等を行うものであり、令和 2～3 年度建築基準整備促進事業の課題 F18 の事業主体と共同で行った。

本年度は、燃えしろ WG において、75 分準耐火構造に相当する載荷加熱実験を実施した結果、残存厚さ 150mm を想定した床集成材パネルは 135 分間の火災時倒壊防止構造で期待する性能を十分に確保できることが明らかとなったが、残存厚さ 150mm を想定した壁集成材パネルは性能を確保できないことが明らかとなった。また、JIS Z 2101 に基づき高温時におけるスギの圧縮強度を含水率別に実測した。

一方、区画貫通部・ダクト WG では、壁を貫通する鋼製管および耐火二層管について 216 分（180 分の 1.2 倍）の加熱を行っても遮炎性を失わず、壁内部の木材への燃焼痕も残さない仕様を明らかとした。ただし、RW 充填・当て板無しについては加熱開始後 95 分程度で炉内貫通が確認された。また、角型の鋼製ダクトについては昨年度の検討において熱膨張に伴いダクト内部側に面外変形し、遮炎性を喪失したことが課題であったことから、ダクト内部中央に十文字に鋼棒を溶接し、ダクト外部側への面外変形を促した仕様について検討した結果、500mm 角の鋼製ダクトについては適切なクリアランスを確保することで性能を確保できる可能性があることを確認した。

## 5 内装制限及び排煙設備の設置基準の合理化に係る検討【安全・安心】

研究開発期間（令和 2～3 年度）

〔担当者〕野秋政希

〔相手機関〕（一財）日本建築防災協会

既存建築物の中には、排煙設備を設けられない場合や、区画の性能が低いこと等により内装制限の規制対象となる場合があり、既存建築物の利活用のハードルとなっている。また、一定規模を超える特殊建築物は排煙設備の設置が要求されるため、建築物の用途変更により新たに排煙設備を設ける必要があるケースがあり、建築物によっては排煙設備の設置が、設計上、予算上の高いハードルとなっている。このことを踏まえ、既存建築物等の内装制限及び排煙設備の設置の基準を合理化するため、必要な避難安全性能確保のための方策の検討や安全性確保に必要な措置の検討及び必要な火災実験等を行う。この目的を達成するために本共同研究を令和 3 年度建築基準整備促進事業の課題番号 F19 の事業主体と行った。

本年度は、「①自然排煙の設置および構造方法」、「②内装制限」、「③機械排煙の構造方法」の合理化検討を行った。

①については、大きく分けて 3 つの検討を行った。1 つめは設置位置および給気口を考慮した排煙口面積の緩和について、避難安全検証法を元にした一般的な式で、建物規模を問わず必要開口面積を算出する方法を提案した。2 つめは、業界団体へのニーズ調査を元にした自然排煙口の不燃化要求の免除であり、生産団体への仕様可燃物調査および煙に対する暴露実験を通じた確認を行い、その合理性を示した。3 つめは、防煙垂れ壁の合理化についてであり、垂れ壁の不燃化要求を緩和し、準耐火構造でも良しとする提案と、50cm 以上の垂れ壁が強制的に防煙垂れ壁と見なされてしまっていた事に対し、開放的な空間であることを前提に、防煙区画面積に応じた排煙風量（排煙口面積）を確保すれば、50cm 以上の垂れ壁を任意に結んで防煙区画を設定できるように合理化する提案を行った。

②については、R2 年度に引き続き、室の内表面が部分的に木材で仕上げられた室の火災拡大性状の把握を目的としたルームコーナー試験に準拠した実験を実施し、当該実験および昨年度の実験結果を用いて、煙層の熱収支に基づき、室の周壁面積当たりの木製内装材の表面積と FO の発生時間の関係式を導出した。また、当該関係式より、内装全面が難燃材料で仕上げられた空間または準不燃材料で仕上げられた空間と同等の火災拡大抑制性能を達成するために木材現し可能な面積の算定式を得た。なお、当該算定式の妥当性検討を目的とした実大規模実験も併せて実施した。さらに、天井面における局所的かつ急速な燃え拡がりが生じないように、天井における木内装の密集配置を避ける手法を検討するとともに、スプリンクラー設備による木質空間の火災拡大抑制効果に関する実大規模実験を実施した。

③について、排煙口までの距離が 30m を超える場合の合理化手法の 1 つとして、排煙口までの距離を延長する代わりに排煙風量を増すことで、同等の避難安全性を確保する方法を提案した。昨年度は実大実験により、排煙風量と煙層下端高さの関係を整理した。今年度は模型実験により、天井高さをパラメータに加えてさらなる検討を行った結果を踏まえ、排煙口までの距離と排煙風量に関する代替案を提案した。また、近年、省エネ性能の向上により外壁等の気密性が高まり、機械排

煙作動時に付室や階段に設けられた避難扉が開放できない事案（以後、避難扉の開放障害）が発生していることから、機械排煙が計画された建築物の部分において、排煙起動時に避難扉の開放障害が生じないための排煙設備の構造方法を検討した。

## 6 耐火構造の構造方法の告示化等に係る検討【持続可能】

研究開発期間（令和 3～4 年度）

[ 担 当 者 ] 野秋政希

[ 相 手 機 関 ] (株) 竹中工務店、(株) ドット・コーポレーション

耐火構造については、建築物の階数に応じ非損傷性の要求時間が 1 時間刻みで設定されているが、木造の仕様については告示では非損傷性の要求時間が 1 時間の仕様しか整備されていない。また、平成 30 年の法改正により可能となったより長時間の準耐火性能を有する準耐火構造による設計を行う際、主要構造部の一部に耐火構造の仕様を用いる場合に、耐火構造の有する準耐火性能については必ずしも明らかになっておらず、設計が困難な状況にある。これらを踏まえ、非損傷性の要求時間が 1 時間を超える木造耐火構造の仕様の特定、耐火構造の有する準耐火性能の明確化のための検討・実験等を行うとともに、必要に応じて、耐火性能の要求時間のあり方等についても技術的な検証を行うものであり、建築基準整備促進事業の課題 F20 の事業主体と共同で行った。

本年度は、60 分を超える木造耐火構造の仕様の検討において、目標性能を 90 分間、120 分間とすることを決定した。この場合、被覆材の枚数・厚さが増えることが考えられ、施工を考慮した現実的な仕様に落とし込むため、設計者および材料メーカーにヒアリングを行い、仕様を絞り込んだ。そのうえで、柱の小試験体による性能確認、壁の実大載荷実験による確認を行った。柱の実大載荷実験は次年度実施する予定である。

また、耐火構造→準耐火構造の換算を可能とするために、上記で決定した長時間の耐火構造の仕様での終局性能の確認実験を行った。加えて非木造の仕様として、1 時間耐火構造（大臣認定仕様）の LGS 壁の終局性能の確認実験を行った。LGS 壁は、木造の耐火建築物等においても防火区画で求められる防火上主要な間仕切壁に用いられることから本検討の対象とした。確認実験を行った仕様は、戸境壁として使用される場合を考慮して、遮音性能の大臣認定も取得しているものを選択した。この実験では、これまでの知見とは異なる結果が得られたことから、これがばらつきの影響なのかどうかを確認するための追加実験を次年度実施する。

## 7 内装制限に用いる不燃材料等に係る検討【安全・安心】

研究開発期間（令和 3～4 年度）

[ 担 当 者 ] 吉岡 英樹、趙 玄素

[ 相 手 機 関 ] 東京大学、東京理科大学、合成樹脂工業協会

本共同研究は、平成 21 年国土交通省告示第 225 号において、火気使用室における内装仕上げの方法が規定されているが、本告示で規定している特定不燃材料について、現状では平成 12 年建設省告示第 1400 号に規定する不燃材料の仕様の一部しか使用することができず、大臣認定を取得した不燃材料等は使用できないことになっていることから、特定不燃材料に要求される性能を明らかにするための検討及び実験等を行うとともに、必要に応じて、火気使用室をはじめとする内装制限のあり方等についても技術的な検証を行うことを目的としている。本共同研究は、令和 3～4 年度建築基準整備促進事業の課題 F21 の事業主体と行うものである。

本年度は、平成 21 年国土交通省告示第 225 号において要求される建築材料の要求性能と、各加熱試験により確認できる項目とできない項目について整理を行った。

## 8 防火設備の告示仕様等に係る検討【持続可能】

研究開発期間（令和 3～4 年度）

[ 担 当 者 ] 出口 嘉一

[ 相 手 機 関 ] (一社) 建築性能基準推進協会、アイエヌジー (株)

本共同研究は、

建築物の設計方法の多様化により、防火設備には様々な役割・性能が期待されてきており、特に、法第 21 条、第 27 条の規制がかかる建築物については、主要構造部を耐火構造とする代わりに通常火災終了時間又は特定避難時間の加熱中は倒壊

しない構造で設計する際に、外壁開口部に長時間の遮炎性能を有する防火設備の設置が要求されるものの、現状では要求性能に見合う防火設備の仕様が限定されており、設計がしにくい状況にあることから、長時間の遮炎性能を有する防火設備の仕様を特定するとともに、必要に応じて、防火設備のあり方等についても技術的な検証を行うことを目的としている。本共同研究は、令和3～4年度建築基準整備促進事業の課題F22の事業主体と行うものである。

本年度は、120分間の遮炎性能を有する防火設備の仕様について、実験等を通じて、性能が期待できる仕様を整理した。また、省エネ性能（結露防止性能）を有する防火設備についても熱的性状確認実験の方法等の検討を進めた。

## 9 中高層木造建築物の外皮の耐久性能に関する検討【持続可能】

研究開発期間（令和2～4年度）

〔担当者〕 樋本敬大、鍵屋浩司、吉岡英樹、成瀬友宏

〔相手機関〕（株）アルセッド建築研究所

本共同研究は、中高層木造住宅の耐久性を確保する上で、躯体から外気に至るまでの外壁のレイヤーをどのように構成すべきか、耐久性とその前提となる要求性能（耐震性能、防耐火性能）について実験等を通じて検証し、耐震性能、防耐火性能に対応して標準的に適用できる一般的な耐久性基準を評価方法基準に位置付けることを目的としている。この目的を達成するために、本共同研究を令和3年度建築基準整備促進事業の課題番号M6の事業主体と行うものである。

本年度は、木造躯体のすぐ外側に通気層を有するタイプBのレイヤー構成の通気構造外壁試験体（1時間耐火構造、枠組壁工法）について、面内方向に変形を与えることで変形追従性能に関する検証実験を行い、試験体各部の損傷および脱落の有無、程度を確認した。また、耐火被覆層を通気層の外側に設置するタイプBのレイヤー構成の通気構造外壁について、通気層への火炎の侵入防止に効果があると考えられる水切り等の金物および加熱膨張材を設けた設計仕様（納まり）を検討し、それに基づく試験体を製作して1時間耐火性能に関する検証実験を行った。さらに、別途実施されている6階建て枠組壁工法実験棟を活用した性能検証・評価結果について留意しながら、通気構造外壁による中高層木造建築物のモデルを設定し、雨水の浸入による壁体内の劣化リスク評価のための計算シミュレーションを実施した。

## 10 住宅の洪水時の耐浸水性能に関する検討【安全・安心】

研究開発期間（令和3～5年度）

〔担当者〕 渡邊史郎

〔相手機関〕（一財）建築防災協会

近年、大雨に伴う洪水の発生により、多くの住宅が浸水し、居住継続及び使用継続が困難となる被害が多発している。そのため、戸建住宅等の購入者等が参照可能な耐浸水性能に関する指標を検討し、日本住宅性能表示基準及び評価方法基準に反映し、住宅の耐浸水性能の向上を図っていく必要がある。本研究課題では、住宅の計画・設計段階における耐浸水性能を評価する日本住宅性能表示基準及び評価方法基準の整備に資する技術的資料をとりまとめることを目的とする。

本年度は、過去の洪水等に伴う住宅の浸水被害とその復旧等に関する事例における課題、国内外における浸水対策に関連する知見を整理した。具体的には、浸水被害対策の既存の個別技術（計128例）を体系的に整理した。さらに、住宅の耐浸水性能に係る要求水準と対策内容について、浸水レベル別と対策の方向性（高床、Dry floodproofing、Wet floodproofing）に着目して、整理を行った。これらに基づき、浸水被害対策を一般に適用する上での課題を考察した。

## 11 CLT等を利用した住宅における評価方法基準化に関する検討【持続可能】

研究開発期間（令和3～5年度）

〔担当者〕 樋本敬大

〔相手機関〕（一財）日本建築防災協会

本共同研究は、現行の住宅性能表示制度の一部の評価項目において、評価方法基準が整備されていないことからCLT等を利用した住宅を評価できない。特に、劣化対策等級は、その住宅の耐用年数の判断基準として金融機関で活用される場合があるが、CLT等を利用した住宅は、現行基準では評価できず、CLT等を利用した住宅の普及の隘路となっているとの指摘に対応して、CLT等を利用した住宅の普及を図るため、CLT等を利用した工法の特性を踏まえ、必要な性能検証実験等を行い、CLT等を利用した住宅における評価方法基準の整備に資する技術的資料をまとめることを目的としている。この目的を達成

するために、本共同研究を令和3年度建築基準整備促進事業の課題番号M10の事業主体と行うものである。

本年度は、CLT等を利用した劣化対策工法について事例収集を行い、一部の土台のない基礎直置き工法について、劣化状況の実態調査をしたところ、特に劣化が生じていないことが判明した。また、非薬剤処理で高耐久性を有するCLTとして、心材のみで公正さくれるラミナを用いたCLTの製造可能性を検討し、心材によるCLTの製造実験や歩留まり検証及び製造したCLTの強度性能の検証等を行うための事例収集及び実験計画等を検討した。CLT等の部材を鉄筋コンクリートによる基礎上に直接設置する場合について、水分吸着防止工法を提案するため、CLTパネルの部分モデルに対して埋め込み型電気抵抗センサを考案してCLT内部の水分吸着挙動を測定する予備的な試験を行い、良好な測定結果を得た。

## 1.2 非住宅建築物の開口部に係る先進的な技術と空調・照明設備との一体的な省エネ性能の評価手法の検討【持続可能】

研究開発期間（令和2～4年度）

〔担当者〕赤嶺嘉彦

〔相手機関〕YKK AP（株）中央研究所、佐藤エネルギーリサーチ（株）

本共同研究では、空調・照明設備の負荷及びエネルギー消費量が、設備相互の影響も含め、建築外皮に係る技術（特に開口部廻りの日射制御技術）によって、どのように変化するか等を明らかにするための実験及びシミュレーションを実施し、非住宅建築物の省エネルギー基準における建築外皮と空調・照明設備との一体的なエネルギー消費性能の評価手法を検討することを目的とし、この目的を達成するために、本共同研究を令和2年度建築基準整備促進事業の課題番号E14の事業主体と行うものである。

本年度は、開口部回りの技術（仮称：日照・日射制御技術）に関する実気象条件下における実験施設の構築及び実験、実験結果を踏まえたシミュレーションを実施するとともに、評価手法の作成を行った。

## 1.3 住宅における日射熱の遮蔽・利用に関する地域性を活かした技術の評価手法の検討【持続可能】

研究開発期間（令和2～3年度）

〔担当者〕三浦尚志

〔相手機関〕（一財）建材試験センター

本共同研究は、省エネに効果がある技術で特に蒸暑地域で用いられるような日射熱の遮蔽・利用に関する技術について適切な評価を可能とするため、関連技術・既往文献等の調査を行い、その結果をもとに、実験検討をし、評価方法の検討を行うことを目的とする。

本年度は、以下の3点を実施した。

（イ）日射遮蔽部材に関する技術

花ブロックの評価を対象とし、日射遮蔽効果の計算を精緻に行うために作成したプログラムについてパラメトリックスタディを行い、花ブロックの期間日射遮蔽効果を推定するモデルを提案した。

（ロ）開口部付属部材に関する技術

窓の付属部材の日射遮蔽効果について、令和3年度はベネシャンブラインドを対象に付属部材を有する窓（グレーディング複合体）において中空層の換気に伴う熱移動を加味した熱平衡モデルを組み立て、解析を行った。解析結果より、組み立てた熱平衡モデル、対流熱伝達率及び換気熱伝達率を定式化した。

（ハ）緑化に関する技術

樹木や緑化等の技術を用いた際の平均日射熱取得率( $\eta$  AC 値)等の熱的指標について、日除け効果係数計算を行うための既往のレイトレーシングプログラムの改良及びそのプログラムを用いた平均日射熱取得率( $\eta$  AC 値)の算定方法の妥当性の確認を行い、評価方法を提案した。

#### 1 4 住宅における暖冷房設備の運転方式（全館空調・部分間歇・部分連続）の再整理の検討

【持続可能】

研究開発期間（令和3～5年度）

〔担当者〕三浦尚志

〔相手機関〕（株）住環境計画研究所，（地独）北海道立総合研究機構

現行の住宅の省エネルギー基準における暖冷房設備の評価において想定される運転方式は全館連続運転、部分間歇運転、部分連続運転があり、それぞれの運転方式に対して基準一次エネルギー消費量（以下、基準値）が異なっている。基準値に対する当該住宅の設計エネルギー消費量（以下、設計値）の比（BEI）の評価では、運転方式ごとに設定された基準値との比較であるため、運転方式の違いが機器の評価の良し悪しに与える影響は小さい。一方で、設計値の大小のみで評価されるZEH評価等においては、運転方式の違いが機器効率以上にエネルギー評価に影響を与えるため、異なる運転方式を採用する機器の間で評価結果に大きな差が生じている。そこで、運転方式によらない機器ごとの評価方法を検討するため、暖冷房設備の運転方式（暖冷房空間、運転時間）の定義や考え方を再整理し、暖冷房設備の評価検討に資する基礎資料の整備を目的とする。

本年度は以下の4点を整理した。

- ・求められる熱的環境及び空調設備機器の制御指標に関する公開資料の調査、高い断熱性能を有する住宅販売事業者への設計思想に関するヒアリングから、熱的環境の考え方について整理した。
- ・運転方式を統一するために予熱運転や居室の不在室時、非居室の最低室温といった概念を導入することで統一された運転方式による評価枠組みの考え方を整理した。
- ・暖房空間、暖房時間や空調システムの実態を調査し、全館空調システムの種類を網羅的に整理し、実務者へのアンケート調査から洗面所や玄関等非居室に吹き出し口のある空調設計をしているパターンが半数程度あることなどを整理した。
- ・新しい評価枠組みにおいて、居室の不在室時及び非居室の最低温度を変化させた場合の標準住戸での暖房負荷の試算を行った。

#### 【一般共同研究】

#### 1 5 鋼構造建築物の倒壊防止に関する設計・評価技術の研究【安全・安心】

研究開発期間（令和元～3年度）

〔担当者〕長谷川隆、森田高市、中川博人、岩田善裕、廣嶋哲、伊藤麻衣、鹿嶋俊英

〔相手機関〕東京工業大学、大阪大学、東京大学、京都大学、（一社）日本鋼構造協会

現状の耐震設計の想定を超えるような極大地震に対する鋼構造建築物の倒壊や崩壊を防止するための設計法や評価技術を確立することを目的としている。本研究では柱部材の挙動に着目し、静的載荷実験、振動台実験及び解析的検討を行う。また、地震時における鋼構造建築物の梁端部の損傷を検知する手法に関しての実用化技術の検討を行う。

本年度は、角形鋼管柱の破断や局部座屈による限界繰返し性能に関して、これまでの合計48体の試験体の実験結果について分析し、限界性能評価式を提案した。入力地震動特性や部材の疲労性能評価式を考慮することができる方法として、エネルギー法による評価法を用いた検討を行い、5つの試設計建物について極希地震、長継続時間地震、直下地震に対する設計を行うとともに、安全性の検証を行った。また、本研究で開発した地震計の加速度記録を積分と梁端部の疲労性能評価式を用いて地震時の建築物の梁端部の損傷を検知する手法について、実用化技術の検討として、2つの鉄骨造建築物に地震計を設置して実証実験を行った。

#### 1 6 強風災害の発生メカニズムに関する研究【安全・安心】

研究開発期間（令和3～5年度）

〔担当者〕高舘祐貴、奥田泰雄

〔相手機関〕京都大学防災研究所

本共同研究は建築物に作用する風圧力や風速を実測、風洞実験及び数値流体解析を用いて把握し、それらを活用するこ

とで低層建築物を中心とした建築物の強風被害を低減することを目的としたものである。

本年度は、京都大学のスーパーコンピュータを用いて多数の建物群に対する数値流体解析を行うとともに、データ同化手法を用いて数値シミュレーションデータに観測データを取り込むことでシミュレーションの精度を高める方法について検討した。

### 1.7 日本版竜巻スケールおよびその評価手法に関する研究【安全・安心】

研究期間（令和元～3年度）

〔担当者〕 奥田泰雄・高舘祐貴

〔相手機関〕 東京工芸大学

本共同研究は、平成27年「日本版改良藤田スケールに関するガイドライン」（以下、日本版改良藤田スケール）において提案された、DIとDODおよびその風速について、より安定的に調査、判定できるよう、被害情報の収集、被害指標(DI)の洗い出し、被害程度(DOD)の分析、竜巻発生時の空気力学的作用と工学的に等価な風速への換算手法、時空間的に非定常な流れ場での構造物や樹木等の空気力の性質、構造物や樹木等の耐力、強度の評価方法など多岐にわたる、竜巻被害評価関連技術を検討し、日本版改良藤田スケールの運用に寄与することを目的とする。また、本研究の目的の一つとして、気象庁「竜巻等突風の強さの評定に関する検討会」に対して、最新の科学的知見に基づく竜巻強さの評価手法に関する資料を提供し、気象庁の「日本版改良藤田スケールに関するガイドライン」運用上生じた諸問題への対応に資することがあげられる。

令和3年度は、同年度に発生した竜巻等突風被害に関する情報共有、建築物・工作物などのDIとDODの見直し等に関する検討を行った。また、令和4年2月25日にオンライン会議にて公開研究会「日本版改良藤田スケールにおけるDI、DODと被害風速の評価」を開催し、令和3年度の研究成果の報告を行った。

### 1.8 ピロティ架構の脆弱性評価と耐震改修技術に関する研究【安全・安心】

研究開発期間（令和元～3年度）

〔担当者〕 向井智久、渡邊秀和

〔相手機関〕 (株)安藤・間、(株)熊谷組、戸田建設(株)、前田建設工業(株)、京都大学

本共同研究は、共同研究者と連携し、大地震時におけるピロティ架構の構造部材の脆弱性を評価した上で、それらの損傷を軽減し、かつ地震後の継続使用性を向上させる耐震改修技術の開発や、損傷を受けた状態における迅速な耐震改修技術の開発を行う。

本年度は、ピロティ柱部材試験体を対象に、超高強度繊維補強コンクリートパネルを分割して貼付ける補強工法を用いて、その補強効果を確認した。またこれまでに実施した研究成果を纏めるための報告書の原案を作成した。

### 1.9 地震後継続使用に向けた杭基礎の耐震性能評価手法の開発【安全・安心】

研究開発期間（令和元～3年度）

〔担当者〕 渡邊秀和、向井智久、中村聡宏

〔相手機関〕 芝浦工業大学、(一社)コンクリートパイル・ポール協会、東京工業大学

本共同研究は、地震時の軸力作用下の既製コンクリート杭を用いた杭基礎構造システムとしての建物の継続使用性を確保するために十分な靱性を有する断面配筋を明らかにする。またここで提案する杭基礎構造システムを対象とした設計方法についても検討を行う。

本年度は、昨年度に引き続き鋼管巻き中実杭を用いた構造実験を実施した。試験体は、鋼管巻き中実杭の杭体試験体2体と、鋼管巻き中実杭を用いたト形部分架構試験体1体である。実験の結果、靱性の高い構造性能を確認できた。また、靱性の高い杭基礎構造システムの開発を目的として、接合理込工法を用いたト形部分架構試験体5体を用いた静的加力実験を実施した。実験結果により、接合理込工法によって靱性の高い杭基礎の接合方法が確認できた。

## 20 普及型加速度センサシステムを用いた被災建築物の損傷性状評価のための応答計測システムに関する検討【安全・安心】

研究開発期間（令和2～3年度）

〔担当者〕 向井智久，有木克良

〔相手機関〕 筑波技術大学

本共同研究は、既存建築物を対象として、地震による建築物の応答を普及型の廉価な加速度センサによって計測し、その応答から損傷を推定することで、建築物の継続使用性を評価するために資する検討を行う。

本年度は、これまでに得られた成果をまとめ、センサの標準試験法として必要な項目を纏めた。

## 21 3次元データを用いた地震後の損傷評価手法に関する基礎的検討【安全・安心】

研究開発期間（令和元～3年度）

〔担当者〕 向井智久，渡邊秀和

〔相手機関〕 九州工業大学

本共同研究では、既存鉄筋コンクリート構造を対象として、地震後の損傷状態を評価することで、建築物の継続使用性を評価するに資する検討を行う。

本年度は、昨年度までに得られた実験データを纏めて海外への論文執筆を行った。

## 22 衛星測位やドローンを活用した地震時および地震後の建築物の損傷評価技術に関する研究【安全・安心】

研究開発期間（令和2～3年度）

〔担当者〕 向井智久，中村聡宏

〔相手機関〕 東京工業大学

本共同研究では、衛星測位やドローンなどの技術を活用して、地震時および地震後の建築物の損傷を評価する技術を検討することを目的とする。

本年度は、衛星測位センサーを用いた実験を実施した結果を纏めた。

## 23 衛星測位データに基づく被災建築物の損傷性状評価のための応答計測システムの精度向上に関する検討【安全・安心】

研究開発期間（令和2～3年度）

〔担当者〕 向井智久，中村聡宏，有木克良，鹿嶋俊英

〔相手機関〕（国研）宇宙航空研究開発機構

本共同研究では、既存鉄筋コンクリート構造を対象として、地震による応答を計測し、その応答から損傷を推定することで、建築物の継続使用性を評価するために資する検討を行う。

本年度は、屋外に可搬式の振動台をセットして動的加振を実施し、廉価なアンテナおよび受信機を特定することができた。また屋外試験体に対して動的加振を実施し、それらの計測を実施し、GNSS測位情報の精度を確認するための実験データを取得した。

## 24 衛星測位センサーを用いた被災建築物の残留変形分布計測システムの構築に関する基礎的検討【安全・安心】

研究開発期間（令和元～3年度）

〔担当者〕 向井智久，有木克良

〔相手機関〕 国際航業

本共同研究では、既存鉄筋コンクリート系構造を対象として、地震による応答を衛星測位システム等により自動かつ高精度に計測または計算し、その応答から損傷を推定することで、建築物の継続使用性を評価するために資する検討を行う。

本年度は、昨年度に引き続き計測を実施している建築研究所本館の屋上および各階壁面と端島の3住棟のデータを分析し

た。前者については、RTKによる変位計測システムの変位検出精度は、天空率が約90%以上の場合において水平方向で $\pm 2.0\text{mm}$ 程度以上あることを確認した。また地震による応答で建築物の継続使用性を判断する基準として、屋上において建物を構成する部材が弾性範囲で収まっていることを確認するため、RTKによる変位計測システムで十分に当該建屋の代表変位を検出できることを確認した。またRTKによる変位計測システムにおける誤差評価法（24時間移動平均）では、変位を検出するまでに24時間を要することを示した。後者については、引き続き継続観測を行った30号棟については、特定の方向へ変形がさらに進行し、過去に部分崩落した時点において最上階変位も局所的に変形していることを確認した。

## 2.5 中層木造建築物の軸組耐力壁構造における垂壁・腰壁・梁の曲げ戻し効果の評価法に関する研究【持続可能】

研究開発期間（令和元～3年度）

[担当者] 中島昌一

[相手機関] 法政大学

本共同研究は、中層(4階建以上)の軸組耐力壁構法の簡易な構造設計法を提案することを目的としている。中大規模木造建築物の普及には、部材の規格化や設計法の確立が求められるが、許容応力度設計法として、現在階建てまでの設計法しか記載されていないため、4階建て以上の木造建築物に適用できる設計法の整備が求められる。

高倍率の耐力壁を連層で配置すると、1階隅柱脚部には、大きな引き抜き力が生じるため、この設計が重要になる。柱脚引き抜き力を算出するモデルを提案し、4層実大構面の水平加力試験を行い、解析モデルの妥当性の検証し、柱脚に生じる引き抜き力の実験値と計算値の比較を行った。

## 2.6 CLTパネル工法および枠組壁工法の構造性能評価に関する研究【持続可能】

研究開発期間（令和2～3年度）

[担当者] 中島昌一

[相手機関] 宇都宮大学

近年、木材の需要拡大のため、公共建築をはじめとする中・大規模の建物を木造とする事例が多く見られる。また、鉄骨造の床版を木質材料とするなど、他構造の一部を木造とする試みが行われている。鉄骨造の床版に木質材料を使う試みとしては、挽き板を積層接着した木質材料であるCLTを用いた事例があるが、CLTは接着接合など製造に高度な品質管理を必要とする。本研究では、釘や構造用ビスなどを用いた簡易な接合によって製材を接合した木質パネルであるNLT(Nail Laminated Timber)を鉄骨造の床版として用いることを目的とし、鉄骨フレームに接合したNLTの面内せん断性状を確認するための試験を行い、面内せん断剛性を評価する方法について検討した。

## 2.7 在来軸組構法における筋かいと面材を併用した耐力壁の構造性能評価に関する研究

【持続可能】

研究開発期間（令和2～3年度）

[担当者] 中島昌一

[相手機関] 山形大学

木造建物を対象としてこれまで提案された復元力特性モデルは、筋かいもしくは面材単独を対象として検討されている。一方、これらが併用された耐力壁については、単純な加算ではなく、筋かいおよび構造用合板が両者に影響することが考えられるため、複雑な履歴則を描くと考えられる。そこで、本研究では併用壁の静的加力試験を行い、併用壁の履歴則を検証する。そして、この履歴則を適用した復元力特性モデルを開発し、併用壁の振動実験結果を再現できるか検証する。

本年度は、昨年度の構面実験に基づく復元力特性の開発を目指し、既往の振動台実験結果等との比較を含めた解析的な検証を実施した。

## 28 劣化した鉄筋コンクリート造部材および高耐久性能を備えた鉄筋を有する鉄筋コンクリート部材の構造特性評価に関する検討【持続可能】

研究開発期間（令和元～3年度）

〔担当者〕 向井智久, 中村聡宏, 有木克良, 鹿毛忠継

〔相手機関〕 東京理科大学

本共同研究では、既存鉄筋コンクリート構造を対象として、劣化した構造部材の構造特性評価と高耐久性鉄筋を有する構造部材の構造性能評価の検討を行う。

本年度は、これまでに実施した実験データの分析結果を、日本建築学会の指針に反映させる作業を実施し、実施した成果の公表を行った。

## 29 中性子ビーム技術によるあと施工アンカーの長期付着の安定化に関する研究【持続可能】

研究開発期間（平成30～令和3年度）

〔担当者〕 向井智久, 有木克良

〔相手機関〕 日本原子力研究開発機構

本共同研究では、茨城県東海村の施設にある中性子イメージングおよび回折装置を用いて、あと施工アンカーの定着機構の解明並びに接着剤の充填状況把握を目的とした検討を行う。

本年度は、新たに日本原子力研究開発機構施設内にある JRR3 で利用できる、内部の接着剤の状態を非接触非破壊で確認する中性子イメージング装置 TNRF を用いて計測した画像データを用いて、昨年度までに実施した結果と同様の結果が得られることを確認した。また本装置を用いた場合に適切な画像を得るための必要計測時間を明らかにした。一方、JRR3 で利用できる中性子回折装置 RESA を用いて得られるコンクリート内部のアンカー筋の歪み値と同じ箇所にひずみゲージを添付して得られた計測値を比較し、昨年度検証した結果と比べた結果、歪みが十分に計測できないことから、試験体を当該装置に合わせて改善する必要があることを確認した。

## 30 RC造耐力壁の浮き上がり挙動に連動した鋼製ダンパーによる減衰機構の付与に関する研究

【持続可能】

研究開発期間（令和2～3年度）

〔担当者〕 向井智久, 中村聡宏

〔相手機関〕 東京工業大学

本共同研究では、RC造耐力壁脚部において浮き上がり挙動に連動して繰り返し加力を受ける鋼製ダンパーそのものの座屈補剛ディテールや、RC造壁部材と鋼製ダンパーの接合部ディテールについて検討し、その力学挙動を把握するとともに、構造性能評価法を検討することを目的とする。

本年度は、これまでに実施した実験結果を用いて、報告書を纏めた。

## 31 LCCM (Life Cycle Carbon Minus) 住宅に関する研究【持続可能】

研究開発期間（令和元～3年度）

〔担当者〕 桑沢保夫

〔相手機関〕 一般社団法人日本サステナブル建築協会

本共同研究は、これまでに培ってきた住宅用の省エネルギー技術や、建築研究所が中心となって進めてきた一次エネルギー消費量計算法の技術に加えて、最先端の省エネ手法等の評価方法を明らかにするとともに、建設、改修、廃棄におけるCO<sub>2</sub>排出量削減手法等についても検討を加えることで、建築物におけるCO<sub>2</sub>排出量削減に対して、より効果的なLCCM住宅の可能性を探ることを目的とする。

本年度は、太陽光発電による発電電力のうち余剰電力を活用でき、かつ高効率化が可能と考えられる、家庭用自然冷媒ヒートポンプ式電気給湯器の昼間運転に関し、実働状態を模擬して取得されたエネルギー消費量等のデータについて検討を加えた。

### 3 2 建築物のエネルギー消費性能評価に基づくサステナブルな建築物設計法に関する研究

【持続可能】

研究開発期間（令和元～3年度）

〔担当者〕赤嶺嘉彦

〔相手機関〕（一財）建築環境・省エネルギー機構

本共同研究では、住宅・非住宅建築物の省エネルギー等に関する建築研究所における研究成果に加えて、大学等における基礎的研究成果情報の取得や民間技術者のニーズの理解を得て、新たな技術的知見を情報発信してゆくことを目的として、建物のエネルギー消費性能の評価方法と同評価方法に基づく建築物設計法の開発とエネルギー消費性能の評価方法及び設計法の普及に関する検討を行っている。

本年度は、従来に引き続き要素技術ごとに大学・民間との研究成果等の情報交換、設計実務者への講習を行った。

### 3 3 建築物の室内環境質と省エネルギー性能の両立を促進する技術に関する研究【持続可能】

研究開発期間（令和3～4年度）

〔担当者〕桑沢保夫、三浦尚志

〔相手機関〕パナソニックエコシステムズ（株）

2019年に建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律が改正され、規模を問わず住宅及び非住宅建築物の省エネルギー性能の客観的評価が求められる状況になっている。また、空調時における温熱環境の質の向上や長期にわたる確実な換気量の確保といった室内環境質の面でもさらなる向上が求められている。これらの要求に応えるためには、建築物及び設備システムの合理的な製品開発、計画・設計方法の整備に対して確固とした理論と科学的根拠を持って取り組む必要性が増している。

本研究開発では、建築研究所がこれまでに検討を進めてきた建築物及び設備システムを対象とした省エネルギー性能及び室内環境性能に関する評価方法をパナソニックエコシステムズ株式会社が開発を進めている全館空調システムに適用し、共同で検討を進めることで、新しい空調システムの具体的な計画・設計方法の整備を行うものである。

今年度は、開発中の全館空調システムを導入した実験住宅における測定事例をもとに、実現される室内温熱環境やエネルギー消費性能の確認を行い、構成する機器や制御手法、システムとしての特性を把握した。また、住宅省エネルギー基準における現行のエネルギー消費性能の算定方法を参照し、該当システムの省エネ性能評価を合理的に行う手法について検討を進めた。

次年度は、該当システムの省エネ性能評価を合理的に行う手法について、数値計算、実測等を踏まえた検討を引き続き行うとともに、適用範囲の確認、仕様・構成等の決定方法、運用上の要件等に関する規定を整理し、性能に関する根拠資料とともにエネルギー消費性能の算定方法としてとりまとめる。

### 3 4 センサやロボット技術を活用した高度な避難安全性の確保に向けた技術開発【安全・安心】

研究開発期間（令和2～3年度）

〔担当者〕鍵屋浩司

〔相手機関〕CYBERDYNE（株）、パナソニックシステムソリューションズジャパン（株）

本共同研究は、スマホや介護等で実用化されているセンサ、ロボット技術を機能拡張して、避難弱者を含む在館者の火災時の避難を迅速かつ円滑にするプロトタイプを建築物に実装してその有効性の検証実験を行うものである。

本年度はスマホのARナビによる初期火災時に煙が廊下の天井付近を漂っている状態での避難誘導の有効性を検証するために、建築研究所実大火災実験棟の7階廊下と居室において、初期火災時の煙流動を模擬して、居室から階段までの避難経路についてスマホによる光学的な誘導の有効性を検証した。また、実地下街におけるスマホのARナビによる避難誘導の有効性を検証するために、東京駅の八重洲地下街において所定の出发点から、様々な経路による非常口までの誘導の正確さを検証する実験を令和3年11月に実施して、その有効性を確認した。

さらに、要配慮者の割合が多く、介助者の人員確保が課題である高齢者福祉施設を対象に、自律走行車いす等の搬送ロボットを活用した介助避難の検証実験のために、火災を想定した避難シナリオを構築した。

### 3 5 ガス成分分析を用いた建築材料の燃焼生成物の毒性評価手法に関する研究【安全・安心】

研究開発期間（令和元～3年度）

〔担当者〕趙 玄素、吉岡 英樹

〔相手機関〕（一財）ベターリビング

本共同研究は、建築材料のガス有害性を評価するため、現行の動物試験であるガス有害性試験にかわり、ガス成分分析による毒性評価手法とその評価基準を検討するものであり、運営交付金による研究開発 1.3)-⑥ 「ガス有害性試験における動物使用見直しに向けたガス成分分析手法構築に関する研究」と連携して取り組むものである。

本年度は、「ガス有害性試験+FTIR」と ISO 手法「スモークチャンバー+FTIR」の相関性解明をするために、ISO スモークチャンバー試験装置に FTIR（フーリエ変換赤外分光光度計）を実装し、各種建材から発生する燃焼ガスの多成分リアルタイム同時計測を行った。実験結果を 2020 年度に実施した実験の結果と比較し、2 つの試験方法の関係性について調べた。

### 3 6 火災の燃焼生成ガスがマウスに与える影響およびその改善方法に関する研究【安全・安心】

研究開発期間（令和元～3年度）

〔担当者〕趙 玄素、吉岡 英樹

〔相手機関〕同志社大学、（一財）ベターリビング

本共同研究は、ガス有害性試験を実施し、火災時に生成する燃焼ガスのうち、避難者の呼吸に大きな影響を与える一酸化炭素とシアン化水素がマウスに与える影響を確かめ、薬剤によって改善される可能性について検討するものである。

本年度は、ガス有害性試験装置に FTIR（フーリエ変換赤外分光光度計）を実装し、各種建材から発生する燃焼ガスの多成分リアルタイム同時計測を行い、マウスが曝露された環境について計測を行った。さらに、燃焼生成ガスに曝露され、行動停止したマウスに薬剤を投与し、症状が改善されるかどうかについて調べた。結果から、薬剤がマウスの症状改善に寄与していることが確かめられた。さらに、マウスの曝露環境や薬剤投与量とマウスの行動回復時間の関係性についても検討を行った。

### 3 7 建築内装用サンドイッチパネルの中規模火災試験方法：JIS A1320 に基づく評価基準案の再検討に関する研究【安全・安心】

研究開発期間（令和 2～3 年度）

〔担当者〕吉岡英樹、林吉彦、鍵屋浩司、趙玄素

〔相手機関〕建築研究開発コンソーシアム

本共同研究は、建築内装用サンドイッチパネルの中規模火災試験方法である現行 JIS A1320 に基づく具体的な評価基準について、実規模火災試験方法である ISO13784-1（SWP を対象とした自立型ルーム試験）等の結果を参考にして新たに作成し、現行 JIS 改訂のための提案を行うものである。本年度は、前年度に実施した実験結果に基づいて、JIS A 1320 の改正に係る検討作業を実施した。

### 3 8 水和生成物の炭酸化性状がコンクリートの長期耐久性に与える影響に関する基礎的研究

【持続可能】

研究開発期間（令和 2～3 年度）

〔担当者〕中田清史

〔相手機関〕東京大学、東京理科大学

本共同研究は、各種コンクリートの中性化に関する基礎データ（水和生成物の炭酸化性状に与える外部環境の影響やセメント硬化体の諸特性に与える各水和生成物の炭酸化の影響）を蓄積し、これに基づいて進行予測や中性化した RC 部材の耐久性に与える影響について検討することを目的とした。

### 39 コンクリートの耐久性能等に及ぼすリサイクル骨材の物性に関する基礎的研究【持続可能】

研究開発期間（令和2～6年度）

〔担当者〕 棚野博之

〔相手機関〕 東京都市大学

2018年に改正されたJIS A 5022では、再生骨材コンクリートMは、再生骨材Mや再生骨材L、JISA5308 附属書Aに規定されている普通骨材との混合が認められているが、再生骨材の品質や骨材の組合せが再生骨材コンクリートMの耐久性にどの程度影響するかについては定量的には明確にされていない。本共同研究では、再生骨材コンクリートMを建築構造物へ活用する上で不可欠な、骨材品質、骨材組合せが耐久性に及ぼす影響を定量的に評価することを目的として、実験的な検討を行う。

本年度は、令和2年度の調査・実験結果をもとに、比較用普通骨材の変更、調合強度のアップ、単位水量の削減を行うと共に、コンクリート用収縮低減剤による乾燥収縮率低減効果と凍結融解抵抗性への影響について検討項目を追加した。その結果、Mクラスで約68%、普通+Mクラスで約82%となり、JASS5の推奨基準を満足する結果が得られた。ただし、収縮低減剤を使用した場合、相対動弾性係数が低下、増大の両方の傾向が見られ、想定していた以上に、品質の変動幅が大きいと推察される。リサイクルコンクリートの耐凍害性とその改善方法を確認するために作製した屋外暴露試験用供試体については、次年度からの一般研究課題で使用する予定である。なお、研究期間は、当初令和3年度末までとしていたが、期間延長を延長し、令和6年度末までに変更した。

### 40 RC造建築物の2次・3次劣化診断調査用ドローン技術の開発【持続可能】

研究開発期間（令和2～3年度）

〔担当者〕 宮内博之、松沢晃一、中田清史、福田眞太郎

〔相手機関〕 東京理科大学、西武建設（株）

本研究では接触・微破壊作業を可能とするドリルを搭載しドローンを設計・開発し、RC壁面へのドローンの固定方法、加圧方法、ドリル削孔の可否について実証実験により検証を行った。壁面に対してドローンを安定的に固定し、ドリル削孔時の反力を得るための加圧方法を検討し、ドローンの後部プロペラの高速回転による転倒モーメントの利用とドローンにワイヤーを取り付けることによる強い加圧力を負荷する新たな接触・微破壊式ドリル搭載ドローンシステムを開発した。ドローンの加圧条件について、ドローンを壁面に設置しない場合、ドローンを壁面に設置した状態でのドローンの設置角度8度、角度14.5度、そしてワイヤーの張力によりドローンを固定した場合の4種類の加圧力について、バネばかりにより測定した。その結果をワイヤーの張力を与えた場合、ドリル削孔可能と判断され、ドローンにより空中削孔実験により確認した。その結果、コンクリート内の鉄筋の影響や固定状況により削孔深さと時間の差が生じたが、ドリル削孔することができた。

### 41 ドローン等を活用した建築物の外壁の定期調査に係る技術開発【持続可能】

研究開発期間（令和2～3年度）

〔担当者〕 宮内博之、眞方山美穂（令和2年度）

〔相手機関〕 （一財）日本建築防災協会、神戸大学、（一社）日本建築ドローン協会、コンステック（株）、日本アビオニクス（株）

赤外線装置を搭載したドローンによる普及と実用化の検討に関わる活動として、日本建築防災協会が設置した委員会（赤外線装置を搭載したドローン等による外壁調査手法に係る体制整備検討委員会）に委員として参画し、「定期報告制度における赤外線調査（無人航空機による赤外線調査を含む）による外壁調査ガイドライン」の作成に関わった。本ガイドラインは、建築基準法第12条第1項の定期報告制度において、赤外線装置による外壁調査、赤外線装置を搭載した無人航空機のうちドローンによる外壁調査を、平成20年国土交通省告示第282号に位置付けられているテストハンマーによる打診と同等以上の精度で実施するために必要な事項を定め、実施者に広く周知することを目的としている。また、ドローンによる赤外線調査の普及活動の一環として、日本建築ドローン協会内に委員会（ドローン×赤外線調査コンソーシアム）を設置し、委員・オブザーバーとして参画し、赤外線装置搭載ドローンによる調査技術の活用に関わる課題と解決方法について検討した。

#### 4 2 CLT パネルの特質をいかした実験棟建設とその性能検証【持続可能】

研究開発期間（平成 27～令和 6 年度）

〔担当者〕 榎本敬大、武藤正樹、山崎義弘、平川 侑、谷口 翼

〔相手機関〕（一社）日本 CLT 協会

本共同研究は、木材利用の促進を実現する構法の一つとして一般化が国内外から求められている CLT（直交集成板）を使用した構法に対して、国土交通省住宅局住宅生産課が木造建築技術先導事業（平成 26 年度追加分）として採択した「木質材料需用拡大のための CLT パネルの特質をいかした試作棟」（日本 CLT 協会）に対応して実施するものである。建築研究所の敷地内に 2 階建ての実験棟を建設し、BIM による施工手順の検討、施工工数調査、材料の長期変形挙動の確認、強震観測、遮音性能、温熱環境、歩行振動等の居住性や耐久性等についてデータを収集することを目的としている。

本年度は、CLT パネル工法実験棟を活用して、内部の表しパネルの寸法変化の測定、陸屋根の防水層下部の脱湿挙動の測定を継続し、空調運転と寸法変化挙動の関係を明らかにした。また、CLT パネル工法実験棟の遮音性能向上のための断面仕様等を検討して改良工事を行い、日本建築学会遮音性能基準の集合住宅の適用等級（以下、「適用等級」）で 3 級（重量・軽量）を満足する床組の仕様を得た。また、玄関付近の外部露出し、一部設置した CLT の生物劣化の進行状況を確認した。

#### 4 3 枠組壁工法による中層木造建築物等の設計法の開発【持続可能】

研究開発期間（平成 26～令和 7 年度）

〔担当者〕 榎本敬大、鍵屋浩司、中島昌一、鈴木涼太、橋本由樹

〔相手機関〕（一社）日本ツーバイフォー建築協会

本共同研究は、平成 25 年度までに実施した研究により、新たに発生した課題に対する技術的な検討として、大きな開口を有する耐力壁について開口率に応じて耐力を低減して設計を行う方法の適用の可否や 2 時間耐火を実現する方法などに関する検討を行うことを目的としている。また、国土交通省住宅局住宅生産課が木造建築技術先導事業（平成 26 年度追加分）として採択した「枠組壁工法による 6 階建て実大実験棟」（日本ツーバイフォー建築協会）に対応して実施するものである。

本年度は、6 階建て枠組壁工法実験棟を活用し、遮音性能向上のための断面仕様等を検討して改良工事等を行い、日本建築学会遮音性能基準の集合住宅の適用等級（以下、「適用等級」）で 3 級（重量・軽量）を満足する床組の仕様を得た。

#### 4 4 木造住宅の屋根下葺き材の耐久性評価に関する研究【持続可能】

研究開発期間（平成 28～令和 11 年度）

〔担当者〕 榎本敬大、宮内博之

〔相手機関〕 アスファルトルーフィング工業会

本共同研究は、木造住宅の耐久性を確保する上で躯体を保護する役割の担う外装部分のうち、屋根部分を構成する屋根下葺き材の耐久性に関する知見を収集することを目的としている。

本年度は、曝露試験場に設置した木造住宅の屋根モデルに実際に数通りの屋根下葺き材、及び屋根材を施工することで屋外曝露試験を継続し、屋外曝露 10 年を経過した下葺き材の性能評価を行い、加熱促進劣化試験の結果と比較して 80℃の加熱促進が 30～50 倍程度の促進条件である可能性を示唆する結果が得られた。

#### 4 5 北海道想定地震に対応した住宅等の復旧・耐震改修技術に関する研究【持続可能】

研究開発期間（令和 2～3 年度）

〔担当者〕 榎本敬大、山崎義弘

〔相手機関〕（地独）道立総合研究機構建築研究本部

本共同研究は、平成 30 年北海道胆振東部地震後の北海道の生活・産業基盤施設等の早期復旧と今後の防災力向上を目指し、これまで道総研建築研究本部が有する知見・基盤データに基づき、胆振東部地震の建物被害調査・復旧支援活動で得られた新たな知見を加えながら、住宅等の耐震性向上に向けた復旧・耐震改修技術を開発するとともに、被害低減効果を明らかにしその普及展開のための方策を提案することを主な目的として実施するものである。

本年度は、築約 41～55 年の軸組構法住宅 3 棟、及び築 41 年木質接着パネル工法住宅 3 棟を対象に実施した内外装材から観察される現況と構造躯体の劣化状況の調査結果をメッシュ分割して劣化の発生率や現況調査と劣化状況の差異について考

察した。その結果、自然環境の厳しさから現況の変状が多い割には躯体の生物劣化の発生率は同程度であり、現況の変状から見抜けない生物劣化は本州よりも北海道の方が少ない可能性があることなどを得た。

#### 4.6 中大規模木造建築物用炭素繊維束複合集成材の性能評価に関する研究【持続可能】

研究開発期間（令和3～4年度）

〔担当者〕 樋本敬大

〔相手機関〕 小松マテレー（株）

本共同研究は、中大規模木造建築物に使用する部材には、従来の集成材より一段階高い強度、剛性を有するものを使用することが効率的であり、これに対応する一つの方法として、炭素繊維を集成材の一部に挿入する方法が提案されている状況があり、異種素材との複合材料の性能評価方法を開発することを目的として、炭素繊維を集成材の断面に挿入した部材の各種性能評価を行う上での基礎的な技術資料を収集することを目的としている。

本年度は、炭素繊維束挿入集成材の曲げ強度・剛性を実際に工場で製造した試験体について加力試験を行って炭素繊維束挿入集成材の曲げ剛性・強度の評価を行い、炭素繊維束の基礎物性値と集成材の基礎物性値に基づいて理論的に強度・剛性を推定できる可能性があることを得た。さらに、曲げクリープ試験を実施して、炭素繊維束挿入集成材が通常の集成材よりクリープ変形が少ない可能性を示唆する測定結果などを得た。

#### 4.7 実大軽量鉄骨下地間仕切壁の力学特性に関する実験的検討【安全・安心】

研究開発期間（平成30～令和5年度）

〔担当者〕 沖 佑典、岩田 善裕

〔相手機関〕 東京工業大学

本共同研究は、建築物使用者に対する安全性の確保や事業継続性の向上のため、軽量鉄骨下地とせっこうボード等で構成される乾式間仕切壁（LGS壁）の耐力や変形性能等を実験的に把握するものである。

本年度は、LGS壁に対する静的面内・面外同時加力実験を実施し、慣性力と面内層間変形を同時に受けるLGS壁の耐力、変形性能、破壊性状等に関する基礎的なデータを取得し、慣性力や面内層間変形のみを受ける場合の結果との差異を確認した。また、高さ8mの面外載荷実験を実施して、高さ5mを超える場合の耐震性に関する基礎的なデータを取得した。

#### 4.8 光ケーブル及び光信号計測装置を用いた地震観測に関する研究【安心・安全】

研究開発期間（令和3～4年度）

〔担当者〕 北 佐枝子

〔相手機関〕 東京大学

最新の観測技術である光信号計測装置（DAS）を国道下に埋設された光ケーブルに接続して地震観測実験を行い、スロー地震及びスラブ内地震に関する知見を深めるため、室戸岬沖や東海地域等で行われる光ケーブルおよびDASを用いた実験によって成果を得ている東京大学理学系研究科井出哲教授のグループとの共同研究を実施することとした。

今年度は、まず東京大学理学系研究科と建築研究所間にて研究協定を結ぶにあたりこれから取得する観測データ共有のあり方などについて細かい協議を行い、共同研究協定を締結した。また、この共同研究では愛媛県内の国道32号下の光ケーブルを使用した実験となるため、それを所有する国土交通省四国地方整備局との調整が必要となり、利用にあたる協定を複数締結した。今年度の2月から3月にかけて、松山市内から高知県との県境付近まで約50kmの国道32号線の光ケーブルにDASを接続した地震観測を目的とした振動観測実験を約2週間実施した。またその事前準備として複数回の下見及びOTDRと呼ばれる通船状況の事前調査等も現地でも実施した。道路における光ケーブルの配線状況などについても、四国地方整備局の職員の方々のご協力を得て、調査に調べることができた。収録した振動観測データからは、自然地震の収録は確認でき、スロー地震の検出について試みているところである。

#### 4 9 建築・住宅・都市分野における技術基準等に関する共同研究協定書【安心・安全】、【持続可能】

研究開発期間（平成 28～令和 3 年度）

〔相手機関〕国土技術政策総合研究所

建築・住宅・都市の分野においては、安全性の確保、環境・省エネルギー対策、ストック対策等が求められており、温室効果ガスの排出削減や安全・安心をはじめとする持続可能な住宅・建築・都市の実現に向けた研究開発等が必要とされている。このため、建築・住宅・都市分野における技術基準の策定等に関する研究を進めることを目的として、建築物の構造性能や建築材料・部材および建築生産の品質確保、建築物の環境及び設備、建築物の火災安全性に係る技術基準及び性能評価等、住宅・住環境の形成及び都市づくりの推進等に関する研究を実施した。

#### 5 0 建築BIM、3D都市モデル等に関する共同研究【安心・安全】、【持続可能】

研究開発期間（令和 3 年度）

〔相手機関〕国土技術政策総合研究所

建築・住宅・都市分野においては、人手不足等の建設現場の課題や行政のデジタル化等の社会経済情勢の変化への対応が求められているなかで、建築BIMや3D都市モデル等を多様な建築プロジェクト管理や災害後の被害状況推定等に用いることを目指し研究を進めることを目的として、建築BIMデータの活用技術の開発等を行うとともに、3D都市モデルの活用技術の開発等を実施した。