

【共同研究】

1 基礎の耐震設計における改良地盤等の評価法の合理化に関する検討【安全・安心】

研究開発期間（平成 30～令和元年度）

〔担当者〕新井洋

〔相手機関〕一般社団法人建築性能基準推進協会

本共同研究は、合理的な改良地盤等の評価法を技術資料として取りまとめることを目的として、改良体と周辺地盤を一体的に複合地盤として扱う簡便な評価法の整備および改良体への合理的な荷重設定法の提案を行う。

本年度は、直接せん断試験による高強度改良体のせん断強度評価法の整理および原位置に打設した高強度改良体の水平載荷実験とシミュレーション解析を実施した。その結果、改良体の設計方針として、暫定的に次の知見が得られた。1) 中地震時における改良体の応力評価法は現状の方法を踏襲する。2) 改良体の頭部と基礎の摩擦係数がある程度大きい場合、頭部の水平剛性の比率で荷重分担を考慮する方法も確認することを推奨する。3) 改良体の強度によらず引張強度は、ある程度のバラツキを考慮する必要はあるが、割裂試験により評価できると考えられる。

2 長周期地震動に対する超高層鉄骨造建築物の安全性検証法に関する検討【安全・安心】

研究開発期間（平成 30～令和 2 年度）

〔担当者〕長谷川隆、森田高市、岩田善裕

〔相手機関〕鹿島建設株式会社、株式会社小堀鐸二研究所、北九州市立大学

南海トラフ沿いの巨大地震を想定した設計用長周期地震動では、それまでの告示波の 2 倍程度の速度応答スペクトルとなる場合があり、通常のクライテリア（層間変形角 1/100、塑性率 2）で超高層鉄骨造建築物の設計を行うと、かなり大きな断面が必要となり、設計が困難となる可能性もある。そのため、梁部材や柱部材の限界性能に基づいた設計を行うことで、通常のクライテリアを用いない設計方法が要望されている。

本年度は、地震応答解析については、鉄骨柱を有する鉄骨造 30 階建て（S30）、CFT 柱を有する鉄骨造 32 階建て（CFT32）の建物モデルを用い、長周期地震動を係数倍して入力レベルを漸増させた時刻歴応答解析を行い、梁端破断が生じる入力倍率と、建物が倒壊する時の入力倍率を確認した。また、鉄骨柱については、前年度の実験結果および既往の実験結果を用い、鉄骨柱部材の設計疲労曲線式の検討を実施した。CFT 柱については、角形 CFT 柱部材が変動変位振幅繰返し载荷を受ける場合の構造特性を把握し、Miner 則の成立性を検討することを目的として、角形 CFT 柱部材の曲げせん断実験を実施した。

3 鉄筋コンクリート造の限界耐力計算における応答変位の算定精度向上に向けた建築物の振動減衰性状の評価方法の検討【安全・安心】

研究開発期間（平成 30～令和 2 年度）

〔担当者〕諏訪田晴彦、井上波彦、向井智久、渡辺秀和、南部禎士、中村聡宏、大塚悠里

〔相手機関〕株式会社堀江建築工学研究所、東京大学、山口大学、名古屋大学、防災科学研究所・兵庫耐震工学研究センター

地震後の機能継続性が強く求められる防災拠点建築物等では、構造躯体の厳密な損傷評価のみならず、非構造部材や設備機器等の変形追従性の観点からも建築物の応答変形が重要な設計クライテリアとなる。限界耐力計算は、大臣認定を要する時刻歴応答解析を除けば、建築物の地震応答変形を陽に評価できる唯一の構造計算法であるが、算出される応答変形の検証精度には、部材の塑性率から算出される振動減衰性状の評価において、ばらつきが大きいという課題がある。そこで本共同研究では、限界耐力計算における応答変形の算定精度を向上させるために、ばらつきの最も大きな要因である部材の降伏点評価法について、新たな評価手法を検討する。

本年度は、昨年度提案した新たな評価手法によって柱部材の実験データベースによる評価精度の検証、災害拠点として想定されるモデル建物の設計（保有水平耐力計算および限界耐力計算）と解析的検討（時刻歴応答解析）を行い、令和 2 年度に実施予定の大型振動台実験用試験体の設計に反映させた。

4 屋根・軒裏の開口部等の建築物の部分における防火措置の検討【安全・安心】

研究開発期間（平成 30～令和元年度）

〔担当者〕岩見達也、鍵屋浩司、野秋政希

〔相手機関〕一般財団法人日本建築防災協会、アイエヌジー株式会社

本研究の目的は、(1) 屋根・軒裏の開口部などに求められる性能について整理し、必要な防火対策を含む、仕様の明確化(告示)および大臣認定や認定試験の運用方針を明確化すると共に、(2) 60分を超える新たな準耐火構造の有すべき性能を明示し、その性能を有する主要構造部の仕様を試験によって確かめることである。

本年度は、天窓の防火措置に関して、天窓を構成するガラス部材に係る標準的な载荷条件の検討及び天窓部分のみで評価する方法の検討及び試行試験を行い、天窓単体の評価が可能であることを確認した。また、軒裏の換気部材の防火措置に関して、軒天材と換気部材が独立に支持される工法を前提として、小屋裏部分に設置された標準板の裏面温度の換気部材の設置有無による差分を評価する試験方法の提案を行った。

5 主要構造部の防耐火性能等に関する大臣認定仕様基準の検討【安全・安心】

研究開発期間(平成30～令和元年度)

[担当者] 野秋政希

[相手機関] 一般社団法人 建築基準推進協会

近年、建築技術の発展、建築物に対するニーズの多様化などを受け、防耐火構造や不燃材料などについて、告示仕様の見直しが求められている。本共同研究では、軽量モルタル外壁などの防耐火構造やせっこうボードなどの不燃材料についてこれまで大臣認定を受けた構造方法等の内容を整理し、告示(案)として一般的な基準を定めるための検討を行うものであり、平成30～令和1年度建築基準整備促進事業の課題F14の事業主体と行った。

本年度は、①せっこうボード製品の防火性能に関する検討および②主要構造部の防耐火性能に関する件を行った。①では種々の石膏ボード製品やリサイクル石膏を含む石膏ボード(以下、リサイクル石膏ボード)、重ね張りした9.5mm厚石膏ボードの発熱量に関する実験および調査を行った。その結果、「JIS A 6901に適合し、不燃材料または準不燃材料の国土交通大臣認定品はそれぞれ建告1400号、1401号に含められる可能性がある。」「リサイクル石膏の配合が発熱性や遮熱性等に与える影響は少ないことを実験的に確認した。」「重ね張りした9.5mm厚石膏ボードが12.5mm厚石膏ボードと同等の発熱性状であることを実験的に確認した。」一方、②では、窯業系サイディング被覆型防火構造、軽量セメントモルタル被覆型防火構造・準耐火構造、金属屋根耐火構造を対象に、大臣認定品を基準としてそれぞれ各部の仕様をパラメータとした防耐火性能確認実験を実施し、防火構造・準耐火構造の例示仕様に位置付けられる可能性のある仕様を確認した。また、可燃性断熱材を有する外壁において防火性能を損なわないための条件・仕様について検討した。

6 多様な設計ニーズに配慮した避難安全確保に係る規定の合理化に関する検討【安全・安心】

研究開発期間(平成30～令和元年度)

[担当者] 鍵屋浩司、出口嘉一、野秋政希、趙 玄素、河合邦治、長岡勉、山口純一、岸上昌史

[相手機関] (一社)日本建築防災協会、アイエヌジー株式会社

本研究は、消防設備の効果や新たな技術などに関する工学的知見に基づき、多様な設計ニーズに対応できるように安全性の確保を前提としつつ、避難規定の合理化に係る提案を行うものである。

本年度は、実大実験や被験者実験、実態調査等に基づいて、小規模建築物の避難安全性能評価手法の検討として、既往の評価方法を適用した場合の課題の整理、防火対策を定量的に評価する新たな手法としてリスクに基づく評価方法を提案した。さらに、この手法を用いて、3階建ての戸建て住宅を他用途(老人福祉施設、ホテル及び飲食店舗)に転用した場合を想定したケーススタディを実施した。

7 住宅における蓄電・蓄熱された電力・熱の評価の基盤整備【持続可能】

研究開発期間(平成30～令和元年度)

[担当者] 三浦尚志

[相手機関] 東京大学大学院、株式会社住環境計画研究所

本共同研究は、蓄電・蓄熱の制御技術等や、蓄電・蓄熱された電力・熱の需要予測手法等を整理し、住宅の省エネルギー性能における評価手法を確立することを目的としている。このため、本共同研究を令和1年度建築基準整備促進事業の課題E10の事業主体と行うものである。

本年度は、研究機関の最終年度として、蓄電については、建築研究所での実験をもとにベースモデルを構築し、入力条件

として必要となるパラメータについて文献調査およびヒアリング調査を実施し、ベースモデルを精緻化してエネルギー消費量の評価方法の提案を行った。蓄熱については、CO₂ ヒートポンプ給湯機 (CO₂HP) の昼間沸き上げを考慮した CO₂HP のエネルギー消費量計算方法を提案し、その効果をシミュレーションにより検証した。ハイブリッド給湯機 (電気 HP 給湯機・ガス瞬間式併用) についても同様に、エネルギー消費量計算方法を提案した。また、躯体蓄熱蓄熱材の吸熱による冬季・夏季の室内温熱環境への影響を評価する実験を実施するとともに、シミュレーションを実施してその有用性を確認した。

8 新設地域熱供給プラントの一次エネルギー換算係数に関する検討【持続可能】

研究開発期間 (平成 30～令和元年度)

[担当者] 西澤繁毅

[相手機関] 日本環境技研(株)、(株)日建設計総合研究所、(株)三菱地所設計、(株)日本設計、(一社)日本熱供給事業協会

本研究開発の目的は、新設の地域熱供給プラントを対象として、当該プラントの一次エネルギー換算係数(単位熱量を生成し搬送するために必要なエネルギー消費量、kJ/kJ)を実態にあった適切な値として評価する方法を開発することである。

本年度は、既存プラントの熱源機器の運転データから作成した機器特性と現行省エネ基準で使用している機器特性を比較し、既存の性能曲線と大きく異なることがないことが確認できた。また、地域導管熱損失計算方法を作成し精度の検証を行った。また、新設地域熱供給プラントの一次エネルギー換算係数を算定するための計算手法・手順について検討を行い、算出したエネルギー換算係数の妥当性を第三者が確認可能なガイドライン草案を作成するとともに、審査方法等における課題を整理した。

9 階高が高い小規模鉄骨造建築物のボルト接合に関する基準の合理化に関する検討【安全・安心】

研究開発期間 (平成 31～令和 2 年度)

[担当者] 長谷川隆、岩田善裕

[相手機関] 大阪大学、宇都宮大学、東京工業大学

鉄骨造建築物や住宅等において、ボルト接合を使用する部位として梁継手やブレース接合部等が考えられる。建築物の層間変形の計算では、ボルト孔の滑り(クリアランス)を考慮する必要があり、実験による検証と滑りを考慮した簡易な計算方法の提案が必要である。そのため、階高が高い小規模鉄骨造建築物を主対象として、梁継手接合部とブレース接合部について、接合部の実験と実大骨組試験体による検証実験を行う。

本年度は、梁継手に関しては、ボルト接合部の繰り返し載荷実験から履歴性状、破壊形態等を明らかにした。また、梁断面・ボルト本数等を変化させた梁継手実験を行うことにより、梁継手のすべりを含む履歴性状等を明らかにした。ブレース接合部については、ブレース断面、ボルト本数等を変化させた接合部実験を実施し、保有耐力接合の条件(無効突出脚に起因する有効断面破断耐力)を明らかにするとともに、接合部のすべりを含む履歴性状を把握した。また、ブレース部分架構による部材実験を行うことで、ボルト接合部のすべり量と骨組の層間変形の関係を把握し、理論との整合性を確認した。

10 新たな基準に対応した防火設備の告示化及び評価方法の検討【安全・安心】

研究開発期間 (平成 31～令和 2 年度)

[担当者] 岩見達也、鍵屋浩司、野秋政希

[相手機関] 一般財団法人日本建築防災協会、アイエヌジー株式会社

本研究は、建築基準法第 21 条、同第 27 条、同第 61 条に基づき、建設が可能となる準耐火建築物において、遮炎性を有する時間が 20 分を超える防火設備や遮熱性を有する防火設備を評価対象としていることから、20 分を超える一定時間の性能を有する防火設備の仕様等を告示化するため、性能確保のための方策の検討や評価方法の検討、実験等を行うことを目的とする。

本年度は、20 分を超える遮炎性能を有する防火設備の仕様の検討、20 分を超える遮炎性能を有する防火設備に用いる副構成部材の耐熱実験、及び遮熱性能を有する防火設備の評価方法の検討を行い、20 分を超える遮炎性能を有する防火設備(窓)の仕様を提案するとともに遮熱性能の評価手法に関する基礎的知見を得た。

1.1 新たな基準に対応した高度な準耐火構造の仕様等の告示化の検討【安全・安心】

研究開発期間（平成31～令和2年度）

[担当者] 野秋政希

[相手機関] 株式会社竹中工務店、株式会社ドットコーポレーション

本共同研究は、60分を超える準耐火構造を適用する告示仕様が定められていない現状において、60分を超える一定時間の性能を有する仕様を告示化するため、性能確保のための方策の検討や接合部の評価方法の検討、実験等を行い、告示仕様の提案を行うことを目的としている。本共同研究は令和1～2年度建築基準整備促進事業の課題F17の事業主体と行うものである。

本年度は、被覆型の仕様検討として、①柱・梁の小規模試験、②壁（軸組、枠組）・床の実大試験、③軒裏の実大試験を行った。①では準耐火120分間（炭化時間150分）の仕様の確認、②では部材内部の構造を特定しない告示仕様の条件での120分間準耐火構造の提案、③では75分間、90分間準耐火構造の仕様の提案を行った。また、燃えしろ型の仕様検討として、T字金物・ドリフトピンを用いた接合部を持つT型柱梁試験体の载荷加熱実験を行い、等価火災継続時間として2時間程度の性能があることを確認できた。また柱梁接合部における仕様（柱梁接合部の梁が無い側の仕様、ドリフトピンの孔塞ぎ方法、GPLとスリット隙間の影響と隙間塞ぎ方法）の要素実験も併せて実施し、詳細の納まりに関する知見を得ることができた。

1.2 便所等の基準に係る見直し検討【持続可能】

研究開発期間（平成31～令和2年度）

[担当者] 西澤繁毅

[相手機関] いであ(株)

現行の建築基準法、同施行令では各種の便所に係る構造が規定されているが、規定されている便所の方式が非常に古く、現在では使用されないと考えられる「改良便槽」の構造が規定されている一方、新たに開発されたバイオトイレ等については想定されておらず、技術基準の妥当性について、検討が必要となっている。また、節水型便器の普及に伴い、浄化槽へ流入する汚水の濃度が上昇しており、浄化槽の処理水質への影響が懸念されている。

本研究開発では、これらの課題に対応し、①既存資料・文献調査、②事業者等ヒアリング、③現地実態調査による検討を行い、便所の設置等の現状を把握して実態に即した基準に関する検討を行うとともに、節水型便器による浄化槽への影響については、上記の検討に加えて、④パイロット検証実験を行うことにより、浄化槽への流入汚水濃度上昇による影響について、技術的知見を得る。

本年度は、バイオ便所等の構造、運用状況について、既存資料調査、事業者等ヒアリング、現地実態調査等を行い、基準基準を構築するために必要となる技術的情報を収集・分析した。また、節水型便器を使用した便所の運用状況等について文献調査、現地実態調査等を行い、浄化槽のベンチスケール実験を実施するための準備を進めた。

1.3 防火区画等を貫通する管の構造に関する告示化の検討【安全・安心】

研究開発期間（平成31～令和2年度）

[担当者] 野秋政希

[相手機関] 一斑財団法人日本建築設備・昇降機センター、学校法人東京理科大学

本共同研究は、防火区画等を貫通する管の仕様は、建築基準法施行令第129条の2の4に基づき、不燃材料（1m張出）とするか、所定の仕様（建告1422号）を満足する塩化ビニル管とするか、大臣認定を受けたものとする必要がある。現在までに大臣認定を受けたものが多く存在していることから、大臣認定を受けた構造の要件を整理して一般的な基準（告示）を定めるために必要な検討を行うことを目的としている。本共同研究は令和1～2年度建築基準整備促進事業の課題P13の事業主体と行うものである。

本年度は、研究機関の初年度として、既存の大臣認定仕様の整理および3～4階建て程度の共同住宅の防火区画等を貫通する管の仕様等に関するアンケート調査を実施した。整理・調査の結果、①大臣認定工法に多用されている熱膨張材の組成等が開示不能であり一般化が困難であることおよび大臣認定工法で適用（貫通）可能な躯体の構造方法に制約があることが判明したため、躯体と貫通部を防火的に独立するための縁切材の開発を目的とした実験を実施した。その結果、150Aの鋼管をけい酸カルシウム板の保温筒で被覆した仕様等が性能を満足することを確認した。一方、②大臣認定仕様のうち、耐火

二層管は一般化の見込みがあったため、既存の認定仕様を整理し、告示化に不足する知見を整理した。また、③JIS 規格の VP 管のうち小径の管が建告 1422 号に規定する仕様に適合しないことから、JIS 規格に適合する小径の VP 管の遮炎性能を確認する実験を実施した。その結果、躯体の厚さが 80mm 以上であれば遮炎性に支障が無いことを確認した。

1 4 エネルギー消費性能の評価の前提となる気候条件の詳細化に向けた検討【持続可能】

研究開発期間（平成 31～令和 2 年度）

[担 当 者] 三浦尚志

[相 手 機 関] 地方独立行政法人北海道立総合研究機構、鹿児島大学

本共同研究は、建築物省エネ法における、外気温度の高低で整理した 8 つの「地域の区分」に加え、オフィスビル等で多く発生する冷房・除湿負荷処理技術、近年増えつつある太陽熱利用住宅、地中・風・昼光利用等の建設地の気候条件を加味した最新の躯体・設備技術を適切に評価するため、「地域の区分」に加え、地中熱・風・昼光利用等の建設地の気候条件を勘案した新たなポテンシャルマップと設計用（評価用）気候データを作成・整理し、建築研究所公表のエネルギー消費性能計算プログラム等に活用するものである。本共同研究は令和 1 年度建築基準整備促進補助事業の課題 E12 の事業主体と行うものである。

本年度は、設計用気候データベースの構築を行うために、気象庁等から入手可能な既存の気候データを調査・整理し、設計用気候データに活用可能な既存データを検討した。検討結果から、気象庁が作成・公開しているメソ数値予報モデル GPV（以下、MSM という）を基に空間的・時間的な補間計算を実施し、設計用気候データベースを作成することとし、メッシュの気温、湿度、気圧、風向・風速、雲量、降水量、日射量の毎時データを、2009 年～2019 年の 11 年間分作成した。さらに、約 1 km 間隔で区切られた基準地域メッシュのうち日本国内で標高データの存在する全メッシュ（約 40 万メッシュ）について、基本データセットを基に気温、湿度、日射量の毎時データを補間計算し、基本データセットと同様の 11 年分のデータセットを構築した。

1 5 非住宅建築物における室内の温熱環境を踏まえた空調エネルギー消費量評価手法に関する検討【持続可能】

研究開発期間（平成 31～令和 2 年度）

[担 当 者] 赤嶺嘉彦

[相 手 機 関] 株式会社日建設計総合研究所、株式会社 OCAEL

建築物省エネ法における非住宅建築物の空調エネルギー消費量計算では、室内空間の温熱環境を 1 点の温湿度で代表させて空調負荷の計算を行っており、外皮等の表面温度による放射や室内の上下温度分布等の温熱環境の影響は考慮されていない。一方、実務においては、快適な室内空間の実現と空調エネルギー消費量を削減するための工夫として、外皮性能の確保や室内の上下温度分布等を加味した空調方式を選定しており、その効果を踏まえた空調エネルギー消費量の評価が必要である。そこで、本共同研究は、外皮の熱性能及び空調方式が室内の温熱環境に及ぼす影響を踏まえた空調エネルギー消費量の評価手法を開発することを目的とし、この目的を達成するために、本共同研究を令和元年度建築基準整備促進事業の課題番号 E13 の事業主体と行うものである。

本年度は、外皮の熱性能及び空調方式の実態把握として、設計図書の調査、及び、設計実務者へのヒアリングを実施し、次年度以降に実施する室内温熱環境の数値流体解析の室形状、及び、パラメータとする外皮性能と空調方式の案を作成した。また、境界条件に関する検討などの数値流体解析の事前準備を行った。

1 6 大地震後の生活継続に着目した集合住宅の防災性能評価手法に関する検討【安全・安心】

研究開発期間（平成 31～令和 2 年度）

[担 当 者] 高橋 暁、岩田 善裕

[相 手 機 関] 一般社団法人 新都市ハウジング協会東京工業大学

本共同研究は、都市型集合住宅において不可欠とされる「大地震後の在宅避難」を可能とするため、「生活継続力（LCP）」の評価手法について、既存手法・しくみの事例収集、生活継続力に係る総合評価手法の提案、提案手法の試行・活用によるフィードバック及び公的制度への位置づけに当たっての諸検討を行い、集合住宅における地震後の生活継続力（LCP）向上

に資する技術資料を蓄積・整備することを目的とするものである。

本年度は、既往の手法について幅広く実態調査を行い評価項目、運営方法等を分析した。この結果に基づき、プロトタイプとする既存評価手法の検討を行い、本共同研究の成果として提案する総合評価手法に反映すべき評価項目と評価基準を仮決定した。

1 7 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〕 槌本敬大、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、湿気供給システムによる吸放湿過程における内部表し CLT パネルの寸法変化を測定した結果、パネル間の隙間は減少傾向にあるものの、パネル間の目違いは減少しないことが判明した。また、床衝撃音遮断性能向上のために、天井面から放射される音を低減するために、天井構造を変更させて床衝撃音遮断性能の測定を実施した。その結果、今回検討対象とした天井構造の施工および仕様変化による重量床衝撃音遮断性能の向上はほとんどみられないこと、乾式二重床構造は、重量および軽量床衝撃音遮断性能向上に有効な床仕上げ構造であることが判明した。

1 8 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〕 槌本敬大、鍵屋浩司、中島昌一、野口裕矢、鈴木涼太

〔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、沈み込み挙動、開口部の水密性能、陸屋根の脱湿挙動に関する測定を継続した。また、同実験棟において遮音性能の測定時に障害となる開口の閉塞工事等を行い、現行の仕様及び改良仕様における重量床衝撃音遮断性能、軽量床衝撃音遮断性能や固体伝搬音の伝搬特性を把握した。

1 9 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〕 槌本敬大、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暴露試験を継続した。

2 0 地震被害を想定した建物の火災安全性に関する研究【持続可能】

研究開発期間（平成 29～令和元年度）

〔担当者〕 野秋政希

〔相手機関〕 千葉大学、東京理科大学

デッキ合成スラブは、デッキプレートが引張を負担する一方向スラブとして設計されるが、ひび割れ防止用に配される溶接金網が二方向の鉄筋として抵抗できれば、火災時にメンブレン挙動を示すと考えられる。4周で下方向の変位が拘束された床スラブは、荷重によるたわみの増加に伴い面内膜応力が増加し、その最大荷重は降伏線理論に基づく曲げ崩壊荷重を大きく上回る。本共同研究では、本年度にデッキ合成スラブと無耐火被覆のH形鋼小梁を用いた実大レベル床システムの荷重加熱実験を実施し、溶接金網をスラブ鉄筋とみなした際の、溶接金網の高温時強度に期待して火災時の荷重支持能力について検討した。

2.1 中性子ビーム技術によるあと施工アンカーの長期付着特性評価【持続可能】

研究開発期間（平成30～令和2年度）

[担当者] 向井智久, 南部禎士

[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J-parc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、建築研究所でクリープ試験を実施した試験体を対象に、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を用いてデータ計測を行い、それらの分析を行った。また中性子回折装置を用いてコンクリート内部のアンカー筋の歪み性状について確認した結果、一度短期荷重を負担したアンカー筋の定着は載荷端側で付着抵抗が劣化する傾向が見られた。また中性子イメージング装置で充填不良と予想された箇所に対して実際に試験体の切断を行い、当該装置の可視化精度を検証した。

2.2 RC造壁部材におけるダンパー接合部の力学挙動に関する研究【持続可能】

研究開発期間（平成30～令和元年度）

[担当者] 向井智久, 渡邊秀和, 毎田悠承(～平成30年度)

[相手機関] 東京工業大学

本共同研究は、鉄筋コンクリート造の柱部材や梁部材に比べて、断面が薄い壁部材へのダンパー接合に着目し、壁部材においてもダンパー接合部が耐力と剛性を確保できるディテールを検討し、その力学挙動を把握することを目的としている。

本年度は、平成30年度に実施した実験に対して、孔あき鋼板ジベル試験体の孔の径、挿入鉄筋の径・鋼種などのパラメータを追加した試験体を作製し、追加実験を行った。その結果、薄いRC造壁部材に孔あき鋼板ジベル接合を用いても、接合部の耐力は既往のせん断耐力評価式により、概ね評価可能であった。平成30年度、令和1年度の結果から、薄いRC造壁部材におけるダンパー接合部のせん断耐力評価の手法を示した。

2.3 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2年度）

[担当者] 岩田 善裕, 眞方山 美穂

[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壁の静的面外加力実験を実施し、LGS壁の仕様がその基本的な力学特性（弾性剛性、最大耐力、破壊性状）に及ぼす影響を把握した。

2.4 無人航空機を活用した中高層建築物の点検・維持管理等技術に関する研究（その2）

【持続可能】

研究開発期間（平成31～令和3年度）

[担当者] 宮内博之

[相手機関] 西武建設株式会社、（一社）日本ツーバイフォー建築協会

本共同研究は、無人航空機による人口集中地区における安全な中高層建築物の点検、維持管理技術を開発することを目的

としている。

本年度は、無人航空機により高層建築物もしくは高層建築物を想定した実構造物での模擬調査を実施した。対象は、某市焼却施設煙突(h=40m)、庁舎(h=20m)、複合施設(h=93m)の壁面とした。このうち庁舎と複合施設は東京都内の人口集中地区であった。実験には2点係留ガイド方式無人航空機制御システムを使用し安全性を確保した。この装置は屋上及び地上をラインで緊結しその間を係留した無人航空機が上下に飛行し撮影をするものである。この装置を使用して、①高層建築物近傍における無人航空機の挙動、②飛行経験に差のある操縦者により同じ飛行航路を飛行した場合の挙動の比較をした。①について、ビル風の渦領域においては、無人航空機の水平移動もしくは旋回する現象が生じやすい結果が得られた。②について、操縦者の飛行経験の差がある場合でも無人航空機の水平移動及び旋回の現象の数は同じ程度であった。これにより上記安全装置を使用する場合、操縦者の経験の差異は比較的低減されると考えられた。

2.5 あと施工アンカーを用いたスラブの長期性能の検証実験に関する研究【持続可能】

研究開発期間（平成31～令和2年度）

〔担当者〕 南部禎士、向井智久

〔相手機関〕 学校法人東洋大学

本共同研究は、運営交付金による既研究開発「既存共同住宅におけるあと施工アンカーを用いた改修技術の実用化に向けた構造性能確認方法に関する研究」および建築基準整備促進事業 S20 にて所内実大構造物実験棟内に設置されたスラブ試験体、並びに建築基準整備促進事業 S20 にて壁式構造の実建物に新設したスラブを対象とし、あと施工アンカーを用いたスラブへの長期載荷を継続し、あと施工アンカー工法によるスラブ増設の躯体改修に必要な長期性能について検証を行うもので、運営交付金による研究開発 2.(1)1 「共同住宅の躯体改修においてあと施工アンカーを用いた部材の構造性能に関する研究」と連携して取り組むものである。

本年度は、過年度に引き続き、スラブの各箇所の変位、鉄筋ひずみ及びスラブ振動の測定や、ひび割れの観察を行い、あと施工アンカーを用いたスラブ試験体の長期性能の検証を行った。

2.6 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（平成31～令和2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。中層の軸組耐力壁構造では1層の脚部に大きな軸力が生じることが懸念される。耐力壁構造物をラーメン置換でモデル化した時、垂壁や腰壁、梁による曲げ戻しのモーメントによって、その下階の壁の負担するモーメントが低減されることを考慮して、壁脚部の軸力を算出する簡易的な方法を提案し、実験的、解析的に妥当性を検証する。

本年度は、2層4P鉛直構面の水平せん断試験を実施し、垂壁等による曲げ戻し効果を実験的に検証した。接合部等の要素実験を基にした増分解析を実施し、各部の軸力や曲げモーメントを確認した。

2.7 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（平成31年度）

〔担当者〕 向井智久、鹿嶋俊英、中村聡宏、南部禎士、大塚悠里

〔相手機関〕 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。

今年度は、より廉価な GNSS センサーを選定し、それらを建築研究所本館屋上に可動式振動台を設置し、地震時の応答変位の計測を実施し、GNSS 測位情報の精度を確認した。

2 8 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（平成 31～令和 3 年度）

[担 当 者] 向井智久, 南部禎土, 大塚悠里

[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、昨年度から計測している建築研究所本館の屋上および各階と端島の 3 住棟のデータを分析した。後者については外気温と建物の変位との相関性が新たに認められたことから、その内容を所外の論文に投稿した。また建築研究所本館屋上に可動式振動台を設置し、前年度とは異なる短周期が卓越する応答について検証した。

2 9 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（平成 31～令和 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, 一般社団法人日本鋼構造協会

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。特に、ここ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、地震後に実建物の梁端部等に破断が生じているかどうかを、観測記録等を用いて推定する手法を提案するために、骨組試験体を用いた振動台実験等を行う。

本年度は、繰り返し変形に対する角形鋼管柱の破断や局部座屈による限界繰り返し性能を把握するために、一定振幅での鋼管柱試験体の多数回繰り返し載荷実験を行った。また、動的な応答下での性能を明らかにするために、鋼管柱の幅厚比と地震動特性をパラメータとした振動台実験を行った。試設計建物による検討として、崩壊防止のための設計事例集作成のための検討を行った。

3 0 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（平成 31～令和 3 年度）

[担 当 者] 渡邊秀和, 向井智久, 大塚悠里, 平出務

[相 手 機 関] 学校法人 芝浦工業大学, 一般社団法人コンクリートパイル・ポール協会

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能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、圧縮靱性能を有する既製コンクリート杭の開発を目的として、鋼管・鉄筋・プレキャストコンクリートを組み合わせた杭試験体を作成し、中心一軸圧縮実験を実施した。実験結果を用いて、鋼管・鉄筋・プレキャストコンクリートの組み合わせや試験体形状の違いによる、試験体耐力や圧縮靱性能に関する検討を実施した。また、杭基礎構造システムを対象とした設計方法の開発を目的として、ト形部分架構試験体を用いた静的加力実験を実施した。実験により、杭基礎構造システムの破壊性状の一つとして、杭頭接合面降伏やパイルキャップせん断破壊などが確認でき、これらの試験体耐力についての検討を実施した。

3 1 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（平成 31～令和 2 年度）

[担 当 者] 高館 祐貴

[相 手 機 関] 京都大学防災研究所

本共同研究は、低層建築物群を対象とし、建物群内の流れ場や建物群内の単体建築物に作用する風荷重の住宅密度による変化を明らかにすることで、住宅密集地における風荷重の低減効果や隣棟建物との距離に応じた設計用風荷重の変化を示し、住宅等の建築物に対する適切な風荷重評価を行うことを目的とする。

本年度は、京都大学で実施された風洞実験と同様の数値流体解析のモデルを作成するために、京都大学のスーパーコンピュータを用いてメッシュ分割を行った。解析モデルは幅 6m、奥行 10m、屋根平均高さ 6.6m、屋根勾配 21.6 度の切妻屋根を有する建築物を 36 棟配置したものを 1 つの建築物群とし、その建築物群を 9 つ配置した複数建物群である。解析領域の幾何学的縮尺率は風洞実験と同様に 1/200 とした。風洞実験においては、複数建築物群内の単体建築物に作用する風圧が得られていることから、数値流体解析では、まず実験で得られた風圧をどの程度の精度で再現できるか検討を行った。次年度以降は、その解析の妥当性を把握した上で、実市街地に対しても同様の解析を行うことで、密集市街地の風圧力低減効果を明らかにする。

3 2 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（平成 31～令和 2 年度）

[担 当 者] 鍵屋浩司、林 吉彦、趙 玄素

[相 手 機 関] 建築研究開発コンソーシアム

本研究は、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を、EN13823（SBI 試験）の結果を参考としつつ新たに作成して現行 JIS 改訂のための提案を行うものである。

本年度は、国内のサンドイッチパネル製品を試験体として、欧州で一般的に内装材料の評価に使用されている EN13823 試験を実施して、欧州における評価等級の結果を確認した。さらに過去に実施した中規模試験方法としての JIS A1320 による結果との比較を行った。

3 3 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（平成 31～令和 3 年度）

[担 当 者] 向井智久、中村聡宏、南部禎士、大塚悠里、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、新たに 13 体の梁試験体を製作し、コンクリート強度、主筋本数、せん断補強筋ピッチ、主筋の腐食の有無をパラメータとした実験を行い、それぞれの付着特性に関する分析を行った。その結果、ある程度以上のせん断補強筋が配されている場合、その効果が頭打ちされる可能性があることや、コンクリート強度や多段配筋にする効果が比較的であることを確認した。

3 4 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（平成 31～令和 3 年度）

[担 当 者] 向井智久、渡邊秀和、南部禎士、大塚悠里

[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、今年度計測した実験棟内と以前に計測した実大 5 層架構試験体を対象として、VR による表示方法について検討し、点群データの仮想空間における活用方法に関する検討を行った。また昨年度 UAV および地上型で計測した建築研究所の建屋の点群データを分析し、点群の品質確保のために必要となる項目の抽出を行った。

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（平成 31～令和 3 年度）

[担 当 者] 趙 玄素、林 吉彦

[相 手 機 関] 一般財団法人 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「避難安全性を考慮したガス有害性試験の妥当な基準材選定に関する研究」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、FTIR による計測結果を GC（ガスクロマトグラフィー）による分析結果と比較した。また、ガス有害性試験におけるマウスの行動停止時間、マウスが曝露を受けた一酸化炭素濃度、ガス成分分析結果に基づく毒性値の関係を確認した。

3.6 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（平成 31～令和 3 年度）

〔担当者〕 向井智久，渡邊秀和，大塚悠里

〔相手機関〕 株式会社 安藤・間，株式会社 熊谷組，株式会社，戸田建設 株式会社，前田建設工業 株式会社，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、ピロティ柱を対象に、超高強度繊維補強コンクリートパネルを貼付ける補強を行い、その補強効果を確認した。またせん断破壊するピロティ柱の骨格曲線評価を行い、部材の骨格曲線評価方法を検討した。また損傷した柱の補修方法として繊維入り吹付コンクリートを選定し、その要素実験を実施した。

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

研究開発期間（平成 31～令和 3 年度）

〔担当者〕 足永靖信

〔相手機関〕 一般社団法人日本サステナブル建築協会 (JSBC)

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 CO₂ 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 CO₂ 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し、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て検討を開始し、冬季条件における効率向上などを確認した。

3.8 あと施工アンカーのクリープ試験方法の小型化に関する検討【持続可能】

研究開発期間（平成 31～令和 2 年度）

〔担当者〕 松沢晃一

〔相手機関〕 一般社団法人日本建築あと施工アンカー協会

建築基準整備促進事業（平成 27～29 年度）では、接着系あと施工アンカーのクリープ試験方法が提案された。本試験方法は、母材であるコンクリート径 200mm、載荷装置の高さ 1.5m 程度のものが用いられている。一方、異なる温度環境下では、あと施工アンカーのクリープ特性も変化することが明らかとなっており、温度や湿度が任意に制御可能な恒温槽で試験が可能となるような供試体や載荷装置の小型化が必要である。そこで、本研究では、恒温槽内であと施工アンカーのクリープ試験が行えるような、試験方法の小型化を行い、建築基準整備促進事業による試験方法との差異などについて検討し、小型試験方法の実現性などについて検討を行う。

本年度は、母材であるコンクリートの径を 150mm とし、載荷装置に用いるばねをコイルばねから皿ばねに変更した載荷装置を作製し、付着応力度 3.3N/mm² におけるクリープ試験を開始した。なお、接着剤にはエポキシ系、ラジカル系、セメント系を用い、アンカー筋は M12 の全ねじボルトとした。

3 9 建築・住宅・都市分野における技術基準等に関する研究【安全・安心】【持続可能】

研究開発期間（平成 28～令和 3 年度）

[担当者各研究グループ長、上席研究員、主任研究員等]

本共同研究は、建築・住宅・都市における安全性の確保、環境・省エネルギー対策、ストック対策等の社会的要請への対応や、建築物の地震後の機能継続やゼロエネルギー住宅の普及、既存建築物活用において障害となる防火規制の合理化等に対応した建築・住宅・都市分野における技術基準の策定等に関する研究の推進を目的とするものである。

本年度、安全・安心プログラムについては、センサやロボット技術を活用した高度な火災安全性の確保に向けた技術開発、開発途上国の現状に即した地震・津波に係る減災技術及び研修の普及に関する研究、既存鉄筋コンクリート造建築物の地震後継続使用のための耐震性評価手法の開発、地盤特性を考慮した建築物の耐震設計技術に関する研究、極大地震に対する鋼構造建築物の倒壊防止に関する設計・評価技術の開発、非構造部材で構成される壁の耐震性に関する基礎研究、水害リスクを踏まえた建築・土地利用とその誘導のあり方に関する研究、模型実験を活用した市街地火災性状予測、応急仮設住宅及び災害公営住宅の整備必要戸数の推定手法の検討、鉄筋コンクリート造部材の実験データベースを利活用した構造特性評価に関する検討等を行った。持続可能プログラムについては、建築物の室内環境性能を確保した省エネルギー性能評価の実効性向上、中層木造建築物の合理的な構造設計法に関する研究、回収骨材等を使用したレディーミクストコンクリートの必要性・品質の検証、熟練技術者・技能者の減少を克服する建築の合理的品質管理体系に関する研究、外壁診断装置（打音法）の性能・機能評価に関する研究、非住宅建築物における自然換気システムの評価設計技術に関する研究、異なる衝撃源に対応する、ユニバーサルな重量床衝撃音レベル低減量推定のための数理モデルの開発、木造建築物の中高層化技術の開発、BIMを用いた建築確認審査の支援技術に関する調査研究、将来都市構造の予測・評価手法の高度化による目標管理・推進評価技術の開発、都市の集約構造化に関わるP D C A手法の研究、空き家活用における所有者と利用者のマッチングの実態に関する研究、都市住民のニーズに合う生産緑地の利活用に関する調査に関する研究等を行った。

4 0 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（平成 31～令和 3 年度）

[担当者] 赤嶺嘉彦

[相手機関] 一般財団法人建築環境・省エネルギー機構（IBEC）

本共同研究は、地球温暖化対策の国際的枠組であるパリ協定における我が国の約束目標には、CO2 排出量を約 40%削減する目標が含まれている。これに対し、平成 27 年に制定された建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律の規制の強化を含む改正案が令和元年 5 月に公布された。こうした施策に定められた基準は、建築研究所及び国土技術政策総合研究所が中心となって整備したウェブプログラムによるエネルギー消費性能評価が基盤となっている。研究成果を、ウェブプログラムを通じて評価技術を普及させるのと並行して、様々な設計ガイドラインとして実務者に提供してきている。今後も実務者向け情報のとりまとめや普及に長じた組織との共同研究を通じ、自身の研究成果に加えて、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実務者に向けて発信してゆくことを目的とするものである。