

【共同研究】

1 杭基礎建物の杭頭接合部の耐震性能に関する実験・解析研究【安全・安心】

研究開発期間（平成 26～28 年度）

〔担当者〕 奥田

〔相手機関〕 大阪大学

近年の大地震で杭基礎および杭頭接合部が損傷・破壊することで上部構造が傾斜し、建物の機能性が喪失した事例が数多く報告されている。建物の用途によっては、地震後も継続的に使用できなければならない場合も考えられる（防災拠点や避難施設）。一方、杭基礎および杭頭接合部は、現行の設計基準では中地震に対する検証のみ求められていることから、大地震時の部材性能が検証できている建物は非常に少ない。また、部材の破壊進展性状を検証した実験の数が限られており、十分な精度を確保できる設計手法も確立できておらず、杭基礎および杭頭接合部の耐震性能を把握するための実験データを蓄積することが急務となっている。そこで本共同研究は、実験データを反映させた被害解析をベースとして十分な精度を確保できる大地震時の杭基礎建物の設計モデルを提案することを目的として、地盤－建物連成系の実験・解析研究を実施する。

本年度は、兵庫県南部地震で被害のあった杭基礎建物を対象として、杭頭接合部の耐震性能検証実験を実施した結果を整理し、成果を対外的に発表した。

2 繰り返し大地震動を受けた建築物の崩壊メカニズムと残存性能に基づく次世代型被災度判定と耐震設計法の構築【安全・安心】

研究開発期間（平成 28 年度）

〔担当者〕 向井智久, 坂下雅信, 中村聡宏

〔相手機関〕 東北大学 東京大学 大阪大学 オークランド大学 カンタベリー大学

本共同研究では、繰り返し大きな地震動を受けた際の建築構造物の耐震性能の劣化（残存耐震性能）を評価し、崩壊に至るメカニズムを明らかにすることで、被災建築物の将来に地震に対する安全性評価法、さらには、繰り返し地震動の影響を考慮した次世代型の耐震設計法を提案することで、地震災害に強くレジリエントな建築・都市の実現に寄与することを目的とする。日本チームは、我が国の鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断や被災度判定（残存性能評価）基準開発の中心となってきたメンバーで構成される。NZ チームは、同国の地震工学や防災の中心機関である Earthquake Resilience Centre (QuakeCoRE)のメンバーから構成され、NZ チーム代表者は同センターのセンター長で、前職のカナダ UBC 教授時代から米国 EERI(Earthquake Engineering Research Institute)において、被災建物の残存性能や Resilience の評価の中心的人物である。両チームの連携のもとに、1) 被災地域の建築物（主として RC 造学校建築や公共建築）の被害状況及び構造特性の現地詳細調査、2) 構造詳細に基づく被災建物の（保有及び残存）耐震性能と損傷状況の分析、崩壊メカニズムの検討、3) 残存耐震性能評価に基づく被災度判定法の適用性の検証を行った。

3 積雪後の降雨の影響を考慮した積雪荷重の設定に資する検討【安全・安心】

研究開発期間（平成 26～28 年度）

〔担当者〕 奥田泰雄・石原 直

〔相手機関〕 株式会社 雪研スノーイーターズ・千葉大学大学院工学研究科・北海道立総合研究機構北方建築総合研究所・国立研究開発法人防災科学技術研究所雪氷防災研究センター

平成 26 年 2 月に関東地方で発生した大雪による建築物の被害の調査報告においては、建築物の雪害の原因分析の結果を踏まえ、積雪荷重の設定において「一般区域の緩傾斜屋根について、屋根の規模や傾斜に応じて、降雪後の降雨の影響を見込んだ積雪荷重による応力の割増しを行うことを検討すべきである。なお、具体的な屋根の傾斜角度、屋根の規模、応力割増しの値等については、今後、必要な実験や解析を行ったうえで設定すべきである。」とされたところである。本課題では、上記の指摘を踏まえ、降雪後に降雨が発生する場合における荷重の設定に関する調査及び研究を行い、適切な積雪荷重の設定に資することを目的とする。

この目的を達成するために、本共同研究を平成 26～28 年度の建築基準整備促進事業の課題番号 S17「積雪後の降雨の影響を考慮した積雪荷重の設定に資する検討」の事業主体と行うものである。なお、本課題は当初平成 26～27 年度の 2 カ年を予定していたが 1 年延長し、排水メカニズムと勾配変化屋根の荷重設定に関して検討を行い、樋の条件と屋根勾配の変化を考慮した積雪後降水荷重の設定方法を提案した。

4 相模トラフ沿いの巨大地震等による設計用長周期地震動の作成手法に関する検討【安全・安心】

研究開発期間（平成 28 年度）

[担当者] 中川博人

[相手機関] 株式会社大崎総合研究所

本共同研究は、平成 28 年 4 月に発生した熊本地震等の内陸地殻内地震や首都圏の中規模地震の観測記録に基づいて設計用長周期地震動の作成手法に関する検討を行い、相模トラフ沿いの巨大地震や首都直下の地震等に対する設計用長周期地震動の既往回帰式の拡張に資することを目的としている。

本年度は、回帰式作成に用いる強震観測記録を収集・整理し、地表での減衰定数 5%の絶対加速度応答スペクトルおよび群遅延時間に関する回帰式を作成するとともに、破壊伝播効果モデルに関する既往の文献を調査し、破壊伝播効果の影響について検討した。作成した回帰式を、実際に発生したいくつかの地震に適用し、その適用性を確認した上で、相模トラフ沿いの M8 クラスのプレート境界地震である 1923 年関東地震 (Mw7.9) に適用し、本郷での観測記録や既往のハイブリッド法、地震調査研究推進本部 (2016) の 3 次元 FDM による計算波ともおおむね対応することを確認した。

5 熊本地震で被災した既存コンクリート系建築物の被害要因分析と地震後の継続使用性評価に関する検討【安全・安心】

研究開発期間 (平成 28~29 年度)

[担当者] 向井智久, 坂下雅信, 田沼毅彦, 中村聡宏, 平出務

[相手機関] 国立大学法人 東京大学, 国立大学法人 東京大学地震研究所, 国立大学法人 京都大学, 国立大学法人 東北大学, 学校法人 東京理科大学, 株式会社 堀江建築工学研究所, 株式会社 戸田建設

本共同研究は、熊本地震で被災した既存コンクリート系建築物の被害要因分析および地震後の継続使用性評価を実施するものである。

本年度は、次年度以降検討する建築物を定め、それらに関する被災情報の収集を行った。

6 高密配筋を行った鉄筋コンクリート造部材種別の評価に関する検討【安全・安心】

研究開発期間 (平成 28~29 年度)

[担当者] 坂下雅信, 向井智久, 田沼毅彦, 中村聡宏, 加藤博人

[相手機関] 京都大学, 福山大学

本共同研究の目的は、日本建築学会が平成 28 年に発刊した鉄筋コンクリート構造保有水平耐力計算規準 (案)・同解説で提案された部材種別の判定手法の妥当性の検証を行うことである。

本年度は、はり、柱部材の部材実験を実施し、試験体寸法やせん断補強指標などの各パラメータが最大耐力や変形性能に及ぼす影響の検証を行った。また、学会が提案した手法が設計に及ぼす影響の調査を行うと共に、既往の実験データを取り纏めた部材データベースを用いた検討を実施し、現行の部材種別で FA と判定される試験体と学会が提案した手法で FA と判定される試験体の抽出や分析を行った。

7 鋼構造建築物の最大耐力以降の終局状態の評価と梁破断検知に関する研究【安全・安心】

研究開発期間 (平成 28~30 年度)

[担当者] 長谷川隆, 三木徳人

[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

本共同研究では、巨大地震に対する鋼構造建築物の梁端部破断から倒壊に至るまでの終局状態の評価方法の検討と、地震後の実建物の梁端部破断等の損傷について、観測記録等を用いて検知する手法について検討する。

本年度は、建築物の終局状態の評価手法に関する検討として、剛接合の梁端部試験体の多数回繰り返し載荷実験、3層3スパンの試設計建物モデルを用いた梁端部破断を考慮した地震応答解析等を行った。また、地震後の鋼構造建築物の梁端部破断検知手法の検討として、1層1スパンの部分骨組の振動台実験を行った。

8 地震後の継続使用に向けた杭基礎の耐震性能評価・向上に関する研究【安全・安心】

研究開発期間 (平成 28~30 年度)

[担当者] 平出 務

[相手機関] 東京工業大学, 芝浦工業大学, 戸田建設(株)、(一社)コンクリートパイル建設技術協会、

(株)フジタ、耐震杭協会

本共同研究では、杭体及び杭基礎部材（杭・パイルキャップ・基礎梁）の耐震性能、補修・補強効果の評価の検討を行う。

本年度は、(1)ト形部分架構による杭頭接合部性能、(2)既製コンクリート杭の杭頭接合部曲げせん断性能、(3)既製コンクリート杭の終局時曲げ、せん断性能、(4)場所打ち鋼管コンクリート杭の終局時曲げ性能、の確認実験をそれぞれ実施した。(1)ト形部分架構試験体3体の実験を行い、変動軸力および偏心柱、パイルキャップ内の配筋、帯筋量がパイルキャップの破壊性状に対して与える影響を確認した。(2)CPRC杭の杭仕様(杭径φ400で杭種変更)、SC杭の中詰め有無を実験変数とした試験体4体の実験を行い、中詰の種類によって力学特性や終局時変形角を大きく改善できることを確認した。(3)せん断試験体9体(PRC杭6体・PHC杭3体)、曲げ試験体30体(PRC杭13体・PHC杭10体・SC杭7体)の実験を行い、高軸力作用下（高圧縮及び引張軸力）の曲げ及びせん断試験結果から、曲げ耐力は計算値よりも大きくなる傾向が、せん断耐力は計算値よりも小さくなる傾向が確認された。(4)大口径実大試験体(φ1200、L=8m)1体の変動軸力での実験を行い、最終的に鋼管圧縮領域が座屈し、その後最大耐力に至る結果が得られた。

9 建築物の地震後の継続使用性の確保を目的とした非耐力壁の耐震改修技術に関する研究

【安全・安心】

研究開発期間（平成28～30年度）

[担当者] 向井智久、坂下雅信、田沼毅彦

[相手機関] 株式会社 安藤・間、株式会社 熊谷組、佐藤工業 株式会社、戸田建設 株式会社、西松建設 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、非耐力壁の損傷を軽減し、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、耐震改修前後の非耐力壁の耐震性能を比較することで、耐震改修の効果が明示可能な耐震性能評価手法についての検討を行う。また、耐震改修は、被災前に実施されるものと被災後に実施されるものに大きく分けて考えることができるが、後者に関しては、損傷を受けた非耐力壁の補修を行い、性能をある程度回復させた上で、不足する性能を補うための補強を施すことになる。そこで本共同研究では、耐震改修技術の開発において、損傷を受けた非耐力壁の補修技術についても合わせて検討する。

本年度は、袖壁全面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対象に、当該パネルの分割方法、およびパネルの板厚が補強効果に及ぼす影響を検証するための部材実験を実施し、補強効果に対する知見を得た。

10 構造用鋼材の一樣伸びの評価と梁端接合部の変形性能に及ぼす影響に関する研究【安全・安心】

研究開発期間（平成28～30年度）

[担当者] 三木徳人、石原直、長谷川隆

[相手機関] 東京工業大学

本共同研究では、梁端接合部等の破断で決まる変形性能の評価に資する鋼材の一樣伸びを把握するために、既往の一樣伸びに関する実験データを収集・整理を行う。さらに、梁端接合部の破断で決まる変形性能に及ぼす鋼材の一樣伸びの影響を評価する。

本年度は、既往の関連研究の調査および既往の一樣伸びに関する実験データの収集を行うとともに、梁端接合部の破断で決まる塑性変形能力に及ぼす一樣伸びの影響についての解析的検討を開始した。

11 3次元データを用いた地震後の損傷評価手法の構築に関する基礎的検討【安全・安心】

研究開発期間（平成28～30年度）

[担当者] 向井智久、石井儀光

[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。

今年度は、3次元データを取得するための実建築物を数棟絞り込み、3次元レーザースキャナーを用いて計測を実施した。またその一部についてデータ解析を開始した。

12 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】

研究開発期間（平成28～30年度）

[担当者] 奥田泰雄・荒木康弘・石原 直

[相手機関] 東京工芸大学・国土技術政策総合研究所・気象研究所・気象庁

本共同研究は、平成27年12月に策定された「日本版改良藤田スケールに関するガイドライン」(気象庁)のフォローアップとして、平成28年4月から運用を開始した日本版改良藤田スケールを用いてより安定的に被害調査や被害判定できるよう、竜巻被害評価関連技術を検討することを目的とする。具体的な作業としては、被害情報の収集、被害指標(DI)の洗い出し、被害程度(DI)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の把握、構造物や樹木等の耐力や強度の評価方法などである。

平成28年度は、4月から運用を開始した日本版改良藤田スケールについて運用時の問題点などを収集し、新たな被害指標(DI)や被害程度(DI)の検討を行った。

1.3 住宅における地域性を活かした省エネ技術の評価のための簡易熱負荷計算法の検討

【安全・安心】

研究開発期間 (平成28～30年度)

[担当者] 三浦尚志

[相手機関] 佐藤エネルギーリサーチ株式会社

本共同研究では、建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律に基づく評価方法における、住宅の地域性を活かした省エネ技術を柔軟に評価するための簡易熱負荷計算法の開発を目的としている。この目的を達成するために、本共同研究を平成28年度建築基準整備促進事業の課題E7の事業主体と行うものである。

本年度は、熱負荷計算法の簡易化を行うために、以下の検討を行った。

- ・壁体非定常熱伝導の計算方法の既往知見の整理および採用する計算方法の決定
- ・室内表面熱収支モデルについての既往知見の整理および採用する計算方法の決定
- ・負荷計算用の室内湿度目標値等について既往知見の整理および指標・値の決定
- ・設計実務者が入力可能な熱負荷計算に必要な外皮に関する入力項目の検討・整理

1.4 繊維強化セメント板を耐火被覆とした構造の防耐火性能に関する研究【安全・安心】

研究開発期間 (平成27～28年度)

[担当者] 成瀬友宏

[相手機関] せんい強化セメント板協会

本共同研究は、せんい強化セメント板を耐火被覆とした構造について、材厚を変化させて耐火試験を行い、加熱終了後の最高温度上昇とその時間遅れに与える影響について実験によるデータ収集を行うこと、また、防耐火上の弱点となりやすい目地部分等の工法の改良について実験的な検討を行うことを目的に実施した。

本年度は、けい酸カルシウム板被覆が加熱された際の目地の隙間を予測するため、材料の基礎的物性として、熱重量測定、線熱膨張率、熱収縮について、せんい強化セメント板協会に加盟している6社のけい酸カルシウム板を対象にして実験による測定を行った。この結果に基づき、収縮率の大きい製品を用いて耐火被覆とした実大規模の壁試験体を作成し、耐火試験を行って耐火性能を確認した。また、実大耐火試験では、下地のスタッドサイズや断熱材の充填による乾式間仕切り壁の耐火性能に及ぼす影響を検証した。

1.5 火災旋風の発生ならびに安定化条件に関する実験的研究【安全・安心】

研究開発期間 (平成26～28年度)

[担当者] 成瀬友宏

[相手機関] 豊橋技術大学 山形大学 ケンタッキー大学工業技術研究所

本共同研究は、実験的な検討を通じて、火災旋風の発生ならびに安定化条件を明らかにし、火災旋風による被害評価に向けた基礎的な検討を加えることを目的として実施した。火災旋風は、広域延焼火災に付随して発生することが多い現象で、過去にも大規模な人的被害をもたらしてきた。被害想定を行う上でも火災旋風による被害を評価できることの意義は大きい。現象としての火災旋風については、明らかでない点が多く、どういった条件で、どのような火災旋風が発生する可能性があるのか、といった基本的な議論をする手立てすらないのが現状である。

本年度は、実験を実施して、火災旋風の発生ならびに安定化に関する相似則の開発、火災旋風の再現実験と相似則の検証、火災旋風が発生しやすい市街地条件の整理を実施した。

1 6 防火被覆等の仕様にバリエーションを有する木・鉄骨系防耐火構造の壁および柱の合理的な性能評価に関する検討【安全・安心】

研究開発期間（平成 27～28 年度）

〔担当者〕 成瀬友宏、野秋政希

〔相手機関〕（一社）建築性能基準推進協会

本共同研究は、防耐火構造の認定において防火被覆の材料など部分的な仕様に違いがある場合の性能を合理的に評価する方法を確立するための技術的知見を明確にすることを目的として実施した。

本年度は、柱及び壁についての検討を行った。鉄骨造柱の耐火性能評価において、パッケージ型の評価法（載荷試験と中小規模試験の組合せ、推定方法）を導入し、トータルの試験回数や試験体数を削減するとともに、工学的評価により性能評価を合理化する手法を検討し、実験的に確認した。また、木質系耐火構造柱について、実大の載荷加熱試験と中小規模試験体の加熱試験を組み合わせた耐火試験により、試験回数や評価方法を合理化し、冷却条件、終了時間等を性能的に整理し、再現性の高い安定した試験法を立案した。また、壁の耐火性能評価において、小規模あるいは部分的に再現した試験体による評価、または試験なしでバリエーションを包含する方法を構築し、既存実験データの整理や比較試験の実施により、需要の高いバリエーションについて有利不利を例示した。また、耐火性能に悪影響を与えない仕上げ材の条件（材料、留め付け方法等）、有機量の微増が耐火性能に与える影響を明確にした。

1 7 防火設備（窓）に関する構造方法の告示化の検討【安全・安心】

研究開発期間（平成 27～28 年度）

〔担当者〕 成瀬友宏、鍵屋浩司、岩見達也

〔相手機関〕 東京理科大学、一般社団法人 日本サッシ協会、板硝子協会、日本電気硝子株式会社

本共同研究は、鉄製サッシ以外の窓について、民間事業者の現場での施工性に関する知見や遮炎試験に関するノウハウ等を活用し、一般的な告示仕様として定めるために必要な調査・実験等を行うことを目的として実施した。

本年度は、アルミ製、アルミ複合材料製、樹脂製、木製のサッシの防耐火性能について、国土交通大臣認定の仕様調査に基づいて使用を定め、技術的な検証を実施した。

1 8 JIS A 1310 に基づく可燃性外壁の燃焼性状に関する研究【安全・安心】

研究開発期間（平成 28～29 年度）

〔担当者〕 成瀬友宏、鍵屋浩司

〔相手機関〕 建築研究開発コンソーシアム

本共同研究は、建築物火災時に防火区画の外壁開口部を通じた上階延焼の抑制、また、可燃性外壁の燃焼により上階延焼を過度に助長することの抑制について検討するために必要となる知見を収集することを目的に実施した。

本年度は、昨年度に共同研究で得られた知見を元に、2015 年 1 月に公示された JIS A 1310「建築ファサードの燃えひろがり試験方法」に準拠して、加熱強度を変化させて、開口部からの噴出火炎による種々の可燃性外装の火災実験を実施し、開口部の周囲および上部の様々な点における温度・熱流束の測定や燃え拡がり性状に関するデータを収集した。

1 9 不燃材料等に関する大臣認定仕様の基準化の検討【安全・安心】

研究開発期間（平成 28～29 年度）

〔担当者〕 成瀬友宏

〔相手機関〕（一社）建築性能基準推進協会

本共同研究は、木造耐火や不燃材料などの防火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、これらを簡便に使用できるように一般的な基準を定めるための検討を行うことを目的として実施した。

本年度は、木造の 1 時間および 30 分耐火構造、木造 30 分準耐火構造の屋根、鉄骨造 1 時間及び 2 時間耐火構造柱と梁について実験的に検討し、例示仕様（案）を提案した。また、壁装材料のうち、塩ビ系及び繊維系の壁紙について、準不燃材料としての性能確認を行い、例示仕様（案）を提案した。

2 0 法適合に向けた既存建築物の防火改修の手法の検討【安全・安心】

研究開発期間（平成 28～29 年度）

〔担当者〕 鍵屋浩司、萩原一郎、成瀬友宏、西野智研、野秋政希

〔相手機関〕（一社）日本建築防災協会、アイエヌジー株式会社

本共同研究は、既存不適格建築物を対象とした防火・避難安全性能の確保のために、主に堅穴区画と排煙設備に関する不適格事項の実態調査を行うとともに、法適合に向けた段階的な改修における安全手法等の検討を行い、既存建築物の改修方法として実現性・汎用性の高い手法を開発するものである。

本年度は、既存不適格建築物の不適格事項や改修事例の調査、加圧防排煙システムの性能データ収集や整理、階段加圧方式による防排煙システムの実大規模での性能確認実験を実施した。また、消防力を考慮した構造耐火性能の検証方法についても検討した。主な成果として全体計画認定における防火・避難安全性確保の方法案、階段加圧方式の基準原案をとりまとめた。

2 1 建築材料の燃焼生成物に関する毒性評価手法及び評価基準に関する研究【安全・安心】

研究開発期間（平成 27～30 年度）

〔担当者〕 成瀬友宏、鍵屋浩司

〔相手機関〕 東京大学、宇都宮大学、三菱樹脂（株）、（株）東京システムバック

本共同研究は、火災時に建築材料から発生する燃焼生成物（煙及びガス）について、現行の動物実験に替わり、成分分析に基づく代替手法を開発し、評価基準を検討することを目的としている。

本年度は、木材を代表的な材料として、ガス有害性試験装置、チューブ炉、ルームコーナー試験装置による試験を実施してデータ収集を行い、測定結果の比較を行って現行の動物実験に替わる、成分分析に基づく代替手法を提案した。

2 2 消防用設備及び消防活動を考慮した防火基準の要求性能の明確化【安全・安心】

研究開発期間（平成 28～30 年度）

〔担当者〕 鍵屋浩司、萩原一郎、成瀬友宏、西野智研、野秋政希

〔相手機関〕 消防庁消防大学校消防研究センター

本共同研究は、防火基準の更なる性能規定化の推進に資するために、消防隊による消火活動を考慮した相隣あるいは集団としての延焼防止性能の明確化、消防隊による救助活動を考慮した避難安全性能の明確化を行うものである。

本年度は、延焼防止性能について火災外力としての火の粉に対する建物周囲の可燃物の着火性を確認することを目的に、火災風洞において木製フェンスを対象とした実大実験を行った。フェンスのみの場合とフェンスの風下側に壁を設置した場合について火の粉を飛散させる風洞実験を行い、風速や壁の有無がフェンスの着火・燃焼拡大性状に及ぼす影響を計測した結果、消防研究センターで行った中規模実験と同様の結果を示した。

2 3 CLT 工法の中高層化のための強度データ収集に関する研究【持続可能】

研究開発期間（平成 28 年度）

〔担当者〕 荒木康弘

〔相手機関〕 地方独立業法人北海道立総合研究機構

本共同研究は、CLT の力学的特性の解明を目的として、日本農林規格に示される製造条件の範囲内で製造される種々の CLT のうち、特にカマラツおよびトドマツをラミナとする直交集成板（以下「カマラツ・トドマツ CLT」）の普及に向けて各種強度試験を行い、データ蓄積の充実を図ることを目的とする。

本年度は、カマラツおよびトドマツをラミナとする直交集成板の面内せん断性能を確認する実験を行い、その構造性能を評価した。

2 4 中層木造軸組工法に利用可能な高耐力耐震要素に関する設計技術の開発【持続可能】

研究開発期間（平成 28～29 年度）

〔担当者〕 荒木康弘

〔相手機関〕（一社）日本木造住宅産業協会

本共同研究は、中層木造軸組工法における高耐力耐震要素に関する技術開発、および許容応力度等計算に適用する場合の設計技術の整備を行うことを目的とする。

本年度は、高耐力耐震要素の開発のための仕様検討及び実験的検討、実験結果の評価を実施した。

2.5 あと施工アンカーを用いた部材の構造性能確認方法に関する検討【持続可能】

研究開発期間（平成 27～29 年度）

[担当者] 田沼毅彦、向井智久、中村聡宏、棚野博之、宮内博之、松沢晃一

[相手機関] (株) 東京ソイルリサーチ、芝浦工業大学

本共同研究は、あと施工アンカーの適用範囲の拡大に向けて、①あと施工アンカーの適用条件及び許容応力度の確認方法、②あと施工アンカーを用いた部材の構造性能確認方法、③あと施工アンカーの施工品質管理、に関する研究を行い、技術的知見をとりまとめるものである。

本年度は、①については、あと施工アンカーの短期クリープ試験(短期的にクリープ破壊を生じるレベルの荷重を載荷する試験)を行い、クリープ速度(時間当たりの変形量)が最小となる時点での変位がクリープ限度となることを示した。また、長期許容応力度を確認するための試験方法について検討し、標準的な試験方法に必要なクリープ特性の評価方針 2 案(載荷応力を長期許容応力度とした場合と材料強度とした場合)を得た。②あと施工アンカーを用いたスラブの長期載荷実験によるデータ計測や損傷情報の収集を継続的にを行い、先付けコンクリートに比べほぼ同一の傾向となる結果を得た。③については、非破壊検査方法、傾斜したアンカーの性能確認、樹脂単体の品質基準、接着剤の同一性確認のための試験方法(燃焼試験および赤外線分光スペクトル)について検討し、現場におけるあと施工アンカーの施工品質基準に資する基礎資料を収集した。

2.6 長期優良住宅における鉄筋コンクリート壁式構造の損傷防止性能の評価の合理化に関する検討【持続可能】

研究開発期間（平成 28～29 年度）

[担当者] 中村聡宏、井上波彦、向井智久、田沼毅彦、坂下雅信、加藤博人

[相手機関] 株式会社堀江建築工学研究所、国立大学法人名古屋大学、国立大学法人東京大学

本共同研究は、鉄筋コンクリート壁式構造を対象として、高い損傷防止性能を持つ壁式構造の長期優良住宅として合理的に評価する方法を明確にするための検討を行う。

本年度は、鉄筋コンクリート壁式構造住宅における壁量や壁率、耐力壁の配置や壁梁仕様等の主要なパターンを抽出・分類した。さらに、ルート 1 で設計された一般的な仕様の壁式構造建築物を試設計し、その保有耐力を解析により明らかにした。直交壁を有する耐力壁を模した部材実験や非線形有限要素解析を実施し、初期剛性や曲げ・せん断終局時の直交壁の有効範囲を明らかにした。また、等価線形化解析および時刻歴応答解析により、極稀に発生する地震に対して建物の応答変形を降伏変形角以下とするために必要な耐力（ベースシア係数）を明らかにした。

2.7 CLT 構造の許容応力度等計算の適用範囲拡大のための検討に関する研究【持続可能】

研究開発期間（平成 28～30 年度）

[担当者] 荒木康弘

[相手機関] 宇都宮大学、島根大学

本共同研究は、CLT 構造の許容応力度等計算の適用範囲の拡大に資する技術的知見の収集等を行うことを目的とする。

本年度は、中高層 CLT 構造の構造検討を行うモデルプラン（共同住宅）を選定し、建物仕様、耐震要素の検討を行った。

2.8 枠組壁工法建築物の許容応力度等計算の適用範囲拡大のための検討に関する研究【持続可能】

研究開発期間（平成 28～30 年度）

[担当者] 荒木康弘

[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、枠組壁工法の許容応力度等計算の適用範囲の拡大に資する技術的知見の収集等を行うことを目的とする。

本年度は、中高層枠組壁工法の構造検討を行うモデルプラン（共同住宅）を選定し、建物仕様、耐震要素の検討を行った。また、中高層枠組壁工法を実現するための高耐力耐震要素の開発のための仕様検討及び実験的検討、実験結果の評価を実施

した。

2 9 鉄筋コンクリート造部材の劣化と構造特性の関係性評価に関する検討【持続可能】

研究開発期間（平成 28～30 年度）

〔担当者〕 向井智久、田沼毅彦、坂下雅信、宮内博之、松沢晃一

〔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、地震による損傷を起因として発生した劣化が構造部材の構造特性に与える影響を評価する方法を明確化するための検討を行う。

本年度は、溶融亜鉛メッキ鉄筋を有する RC 要素試験体および梁部材試験体を製作した。さらに、鉄筋の劣化方法を検討するために要素試験体を対象とした予備実験を実施し、鉄筋の劣化性状を確認した。

3 0 実大オフィス空間における窓及び周辺輝度のバランス評価に関する研究【持続可能】

研究開発期間（平成 27～28 年度）

〔担当者〕 三浦尚志

〔相手機関〕 清水建設（株）、東京理科大学、金沢工業大学

本共同研究の目的は、オフィスの執務空間において、不要なまぶしさの抑制など視環境の質を損なうことなく、昼光を活用した照明の省エネ設計法を検討するにあたり、窓面の明るさ（輝度）と室内側の窓周囲の明るさとの適切なバランスを得るための与条件を整理し、評価法を開発することである。

本年度は、窓面の明るさ、室内側の窓周囲の明るさ、窓面積、窓面までの観察距離、室内内装反射率を主たる実験変数として、これらの組合せにおいて、窓面と窓周囲の明るさの適切なバランスに関して被験者による主観評価実験を実施した。主観評価実験の結果から、適切な明るさのバランスを確保するためには、窓面と窓周囲の明るさの比（輝度比）が窓面立体角（窓面積と窓面までの観察距離から算出）と内装反射率との関数で与えられる値を満たす必要があることを明らかにした。

3 1 ゼロエネルギー住宅に関する研究【持続可能】

研究開発期間（平成 21～29 年度）

〔担当者〕 桑沢保夫

〔相手機関〕 国土技術政策総合研究所、日本サステナブル建築協会

省エネ基準運用強化等により住宅の省エネルギー性能の底上げを図ることが喫緊の課題としてある一方で、より先進的な性能を有する住宅についても、その技術的可能性を明らかにしていく必要がある。そこで本共同研究は、建築研究所に建設される LCCM デモンストレーション住宅に関し、運用時のエネルギー消費量等を計測するとともに、建設、改修、廃棄などにかかる CO₂ 排出量も予測を行い、ライフサイクルで CO₂ 収支をマイナスにできることを確認し、LCCM 住宅建設に関する技術指針の提案につなげることを目的とする。

平成 28 年度は、蓄電池の有効活用によるエネルギー効率向上等について、太陽光発電パネルと連携させて実験的に詳細に検討した。その結果、インバータ効率、蓄電効率についてその特性を明らかにした。

3 2 住宅・建築における省エネルギー性能の評価手法に関する共同研究【持続可能】

研究開発期間（平成 24～29 年度）

〔担当者〕 桑沢保夫

〔相手機関〕 国土技術政策総合研究所、（一社）建築環境・省エネルギー機構

低炭素社会を目指し、我が国の長期目標として 2050 年までに 1990 年から 80% の二酸化炭素排出量削減が掲げられているが、建築物の高断熱化や機器効率の向上の進展にもかかわらず、住宅・建築分野における二酸化炭素排出量の増加が続いている。また、平成 23 年 3 月の東日本大震災後の電力需給の不均衡解消の点からも、住宅・建築分野における省エネルギー化の推進がより一層強く求められている。そのため、住宅・建築における各種省エネルギー手法に基づく設計法の検討、総合的な省エネルギー性能評価法の検討、省エネルギー設計法・評価法の普及などの取り組みがそれぞれの機関でなされている。そこで、本共同研究では、各種省エネルギー手法の具体的な効果を明らかにし、省エネルギー基準等の施策への反映を想定した住宅・建築の省エネルギー性能評価法を構築すると共に、設計法を含めた評価法の普及方策を検討する。

平成 28 年度は、実験用模擬オフィスを使用して、建築外皮と室内環境、エネルギー消費量の関係について検討した。

3.3 非住宅建築物のための高度な省エネルギー技術の評価手法構築に関する検討【持続可能】

研究開発期間（平成 27～29 年度）

〔担当者〕羽原宏美、桑沢保夫

〔相手機関〕東京電機大学

誘導的なラベリング制度やゼロエネルギー性の評価といった、より高い水準の省エネルギー性能を狙った建物に適用される高性能な技術に関しては、これまでの調査研究によるデータが乏しい。このため、評価の精度や信頼性に課題が残されており、実証データの整備が欠かせない状況にある。そこで、本共同研究は、非住宅建築物に用いられる高性能な省エネルギー技術を対象とした実証データからそれらの特性データを取得することにより、各技術の評価手法を明確にすることを目的とする。

本年度は、ダブルスキン、エアフロー窓、放射空調については、実験装置を構築し、実証データの収集を開始した。タスクアンビエント空調については、タスク域の形成メカニズムの検討に対して CFD 解析の適用可能性を検討した。夜間換気、換気量デマンド制御に関しては、既存の実測データ等を活用してその効果を検証した。熱源・空調システムに関しては、主に空気搬送に係る装置の特性を把握した。装飾目的主体の照明設備に関しては、設計資料の調査や現場実測を通じて実態を把握した。

3.4 業務用コージェネレーション設備の性能評価手法の高度化に関する検討【持続可能】

研究開発期間（平成 28～29 年度）

〔担当者〕桑沢保夫

〔相手機関〕九州大学 株式会社住環境計画研究所

電力と熱を同時に生産し供給するコージェネレーション設備（CGU）は総合エネルギー効率が高く、建築物の省エネルギー化のための重要な技術の 1 つである。建築物の省エネルギー法に基づく告示（エネルギー消費量の算出方法に係る事項）においては、CGU の排熱利用システムを含むコージェネレーション設備（CGS）の省エネルギー効果は年間積算値をベースとして評価しているが、この方法では機器の細かな性能差を評価することができない。そこで、本調査では、CGS を構成するガスエンジンコージェネレーションや燃料電池等の CGU 及びその周辺機器を対象として、時々刻々の熱負荷変化及びエネルギー消費特性の変化を考慮したエネルギー消費量の計算法を構築すること目的とする。また、実物件において実測調査を行い開発した計算法の精度を検証し、現行評価手法に反映させるための検討を行う。

平成 28 年度は、CASCADE III をベースとした性能評価のめ計算プログラムを構築し、仕様書をまとめた。また、業務用コージェネレーション設備の管理・運転実態に関するアンケート調査を実施した。さらに、3 件の建物において CGS の計測を開始し、冬期運転データ取得した。

3.5 住宅における健康に配慮した良好な温熱環境を実現するための改修技術に関する研究

【持続可能】

研究開発期間（平成 28～30 年度）

〔担当者〕桑沢保夫

〔相手機関〕(一社)ベタリービング

本共同研究は、住宅における健康に配慮した良好な温熱環境を実現するために、住居内空間の断熱気密改修、換気制御、暖房設備運転等による実証試験等を行い、実現可能でより効果的な対策評価を目的とする。そのため、まずは既存住宅の環境状況等調査として、改修等が必要とされる既存住宅における気密断熱状況等を把握する。また、設備運転（換気設備含む）による温熱環境改善効果の調査として、現状の気密断熱状況において主に設備運転により改善した場合の温熱空間改善効果及びランニングコスト等を調査する。併せて、設備機器の設置工事の諸課題についても検査する。設備機器は、電気及び温水方式等複数の標準的なものを比較する。さらに、断熱気密改修及び設備運転による改善効果の調査として、断熱気密改修を実施して、そこに設備を設置運転した場合の温熱環境改善効果を調査する。断熱気密改修は、現実的に実現可能な範囲を中心とする。ランニングコスト及び改修費用等の概算も求める。

平成 28 年度は、現状環境状況調査として、気密断熱状況把握、気流計測を行い、現状の環境下での設備運転による温熱環境効果等について検討を開始した。

3 6 健全性診断技術と接合技術・高減衰デバイスを組み合わせた建築物の性能向上技術に関する研究【持続可能】

研究開発期間（平成 27～28 年度）

〔担当者〕山口 修由

〔相手機関〕国立大学法人横浜国立大学、(株) ビービーエム

既存の木造等建築物を対象として、その強度等性能を向上させるための要素技術と、その最適な組み合わせ方法について検討を行う。既存木造建築物を対象とする場合に必要な、既存建築物に使用された木材の残留強度の診断、強度性能の向上のために付加される木質部材のめり込み性能の把握、耐震性向上のためのデバイスの性能検討・これらの要素技術の有効な組み合わせについて、共同研究を実施する。

本年度は、耐震性向上のためのデバイスの性能について検討した。

3 7 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 28～30 年度）

〔担当者〕榎本敬大、宮内博之、山口修由

〔相手機関〕(一社) 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、屋根下葺き材の耐久性に関する既往の研究を分析するとともに、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行った。

3 8 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 27～36 年度）

〔担当者〕榎本敬大、山口修由、荒木康弘、山海敏広、桑沢保夫、西澤繁毅、武藤正樹

〔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。検討項目は、1) CLT パネルの特性をいかした平面プランの検討と構造計算の試行、2) CLT パネル構造による実大試験棟の建築と施工性検証、3) CLT パネル構造の変形挙動の評価、4) CLT パネル構造の居住性評価、5) CLT パネル構造の長期性能の評価としている。

本年度は、3) CLT パネル構造の変形挙動の評価の一貫として、片持ちパネルの長期変形挙動及び地震時応答性状の観測、4) CLT パネル構造の居住性評価の一貫として、温熱環境測定、気密測定、遮音性能測定、及び歩行振動測定、並びに 5) CLT パネル構造の長期性能の評価の一貫として、施工時の降雨による陸屋根の脱湿速度測定による耐久性検証などについて、技術的知見を得た。

3 9 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 26～37 年度）

〔担当者〕榎本敬大、荒木康弘、山口修由

〔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 6 階建て枠組壁工法共同住宅の実現に必要な要素技術等の開発を目的として実施した共同研究「枠組壁工法による中層木造建築物の構造設計法と評価手法の開発」により、新たに発生した課題に対する技術的な検討を行うことを目的としている。具体的な技術開発項目は、1) 枠組壁工法による 6 階建て以上の建物の構造計算法の開発、2) 枠組壁工法による 6 階建て実大試験棟の建築と検証、3) 構造に係る要素技術の開発と評価、4) 2 時間耐火構造に係る要素技術の開発と各部詳細設計としている。

本年度は、2) 枠組壁工法による 6 階建て実大試験棟の建築と検証実験の一貫として、各層の沈み込み変形量の測定による

鉛直荷重に対する性能検証、強震観測による水平力に対する性能検証、開口部隅角部の漏水測定による建具の性能検証、床部材のクリープ測定などについて実施した。

4 0 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 28～33 年度）

〔担当者〕各研究グループ長、上席研究員、主任研究員等

〔相手機関〕国土技術政策総合研究所 建築研究部、住宅研究部及び都市研究部に所属する部長、室長、主任研究官等、並びに社会資本マネジメント研究センター建設経済研究室長

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、過大入力地震に対する鋼構造建築物の終局状態の評価手法と損傷検知に関する研究、直下の地震による地震動と新しい基礎形式を有する建築構造物への有効入力動の評価に関する研究、気象外乱下での建築物の継続使用に資する耐風・耐雪性能検証法に関する研究、平成 28 年熊本地震における鉄筋コンクリート構造物の被害要因の分析、既存建築物の用途転用の妨げとなっている避難関係規定の見直し、木造建築物に要求されている高さ制限の見直し、延焼のおそれのある部分に要求される防火措置に関する検討、既存建築物を対象とした広域災害によるライフライン途絶への対応性向上技術に関する研究、被災映像等からの被害状況・仮設住宅必要数・広域支援必要性の迅速推計技術の開発等を実施した。

持続可能プログラムについては、温室効果ガスの排出量削減への貢献、木質系材料の使用拡大による炭素貯蔵への貢献等を目的として、建築物の環境性能に配慮した省エネルギー性能の評価に関する研究、中高層木造建築物の構造・防火関連技術の開発等を進めた。