

3) 地球規模課題対応国際科学技術協力事業 防災分野

3) - 1 コロンビアにおける地震・津波・火山災害の軽減技術に関する研究開発【安全・安心】

研究開発期間（平成 26～令和元年度）

〔担当者〕 藤井雄士郎<連携研究者>

本研究開発課題は、日本とコロンビアとの国際共同プロジェクト（科学技術振興機構（JST）と国際協力機構（JICA）による地球規模課題対応国際科学技術協力事業（SATREPS）、研究代表者：熊谷博之 名古屋大学教授）として実施されている。担当者は、同プロジェクトの4つの研究グループ（1：地震・火山・地殻変動、2：強震動、3：防災情報、4：津波）のうち津波グループ（グループリーダー：越村俊一 東北大学教授）に参画し、津波発生モデルの構築と想定を担当している。

本年度も引き続き、同プロジェクト関係の研究者や関係者と連絡を取り合い、コロンビアからの研修生獲得のための働きかけをしたが、残念ながら同国は 2019-2020 コースの研修割当国とならなかった。引き続き関係機関と連携を取り合い、同国からの研修生獲得を目指す。

4) 科学技術人材育成費補助金(国際的な活躍が期待できる研究者の育成)

4) - 1 重要構造物の振動制御構造とベンチマーク実験による研究成果の高度化【安全・安心】

研究開発期間（平成 29～令和元年度）

〔担当者〕 伊藤麻衣

本研究開発課題は、日本の3つの大学・研究機関とアメリカの5大学の研究者の協働により、国際共同研究ネットワークを通して、巨大地震に対する創生型居住環境のレジリエンス（人間居住環境と都市インフラのレジリエンス）向上のための研究を進め、未来の都市社会の安全・安心機能の実装を目指す先導的な国際研究者コミュニティを形成することを目的とする。

最終年度である本年度は、セミアクティブ免震構造を対象に、E-ディフェンスにおいて振動台実験および神戸大学においてリアルタイムハイブリッド実験のベンチマーク実験を実施し、各研究者が提案するセミアクティブ制御手法の妥当性を検証するとともに、振動制御構造のクライテリアを検討した。

5) 交流研究員

5) - 1 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

【安全・安心】

・杭基礎の耐震性能の評価・向上に関する技術

〔交流研究員〕 宮原 清（一般社団法人コンクリートパイル建設技術協会）

〔指導担当者〕 平出 務

本研究開発では、既製コンクリート杭の高軸力下での圧縮靱性を高めた杭を開発すること目的に、実大杭頭を模擬した試験体による圧縮試験を実施し、高圧縮靱性化について検討した。試験体は5体（径 400mm、高さ 400mm）、既存の外殻鋼管付きコンクリート杭（SC 杭、中空遠心成形製品）をベースに、コンクリート断面の中実化、杭頭上部端板と外殻鋼管間に隙間（圧縮時の鋼管座屈回避措置）、鋼管厚さ、中実断面の RC 造化をパラメーターとし、既存 PHC 杭との圧縮性能比較から以下の結果が得られた。1) 杭頭上部端板と外殻鋼管との間に隙間を設けることで高軸力下でも軸変形が期待できる。2) 鋼管厚さを厚くすることで高軸力を負担できる。3) 中空部にコンクリートを充填することで脆性的な破壊が回避され、コンクリート充填

部分を RC 造とするとさらに高軸力を負担できる（試験では 20MN 試験機の限界までを確認）。

5) - 2 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【安全・安心】

- ・柱部材の疲労限界性能の動的検証および評価
- ・柱部材の破断や座屈による建築物の終局状態評価技術

[交流研究員] 廣嶋哲（日本製鉄株式会社）

[指導担当者] 長谷川隆

本研究開発は、鉄骨造柱部材の局部座屈や破断により決まる終局限界性能を明らかにすることを目的に、角形鋼管柱を対象に地震動特性および幅厚比をパラメータとして振動台実験を実施した。幅厚比の大きい試験体は局部座屈により、幅厚比の小さい試験体は溶接止端の亀裂進展によりそれぞれ耐力劣化し、固有周期の短い柱部材のみの試験体では直下型地震動と長時間継続地震動の特性の異なる地震動入力に対して終局状態に違いが生じないことを確認した。また、本実験で得られた柱端部の動的載荷実験による疲労性能は、既往の静的載荷実験による疲労性能と良い対応を示すことを確認した。

5) - 3 木材現し型の建築部材を用いた建物の火災安全性に関する研究【持続可能】

- ・実験内容の策定及び得られた実験データの妥当性の確認について
(防火区画を貫通する硬質塩化ビニル管の遮炎性実験)

[交流研究員] 野中 峻平（一般財団法人 ベターリビング）

[指導担当者] 野秋 政希

平成 12 年建設省告示第 1422 号では、防火区画を貫通する給排水管等の場合、JIS 規格の内呼び径 75A より肉厚が薄い管は適用除外とされている。肉厚は口径が小さくなるに伴い薄くなるため、結果的に 75A より口径が小さい管は適用除外とみなされる。しかし、口径は小さい方が遮炎性において有利側になると思われる。そこで本研究では、告示に該当する大きさ 75A を基準に、肉厚および外径が異なる硬質塩化ビニル管（以下、VP 管という）を対象として 60 分間の遮炎性確認実験を実施した。実験は小型炉を用いて炉内圧力 20Pa 一定のもと ISO834-1 に準拠した加熱を行い、加熱温度、管内部および非加熱側表面温度を測定するとともに、熱映像による記録を行った。また、VP 管内部の熔融時に上下の疎密が生じやすい鉛直加熱とした。結果として、区画貫通部をモルタル（実験では口径によらずφ150mm とした）で埋め戻し、壁厚が 80mm を超える場合は、呼び径 75A より肉厚が薄い 50A、65A においても要求性能を満足することが確認できた。

5) - 4 大規模な地下施設からの安全な避難に関する研究【安全・安心】

- ・避難、防災に関する専門知識（性能規定化の考え方、群集避難・弱者避難に関する評価手法及び設計法等）の習得

[交流研究員] 河合邦治（東海旅客鉄道株式会社）

[指導担当者] 鍵屋浩司

本研究は、国家的プロジェクトである中央新幹線建設工事において建設される大規模地下駅の計画に伴い、不特定多数が利用する大規模地下施設（地下駅等）からの安全な避難に関して、利用形態、空間特性を加味した避難誘導方法の検討、不特定多数の避難者をより安全に避難させるための対策検討、空間特性（規模、延長等）を考慮した効果的な避難区画の検討、災害時要援護者に対する避難誘導方策の検討を行い、より安全に避難可能な計画とするための計画手法の提案を目的とする。

今年度は、大規模地下施設（地下駅）からの避難に関する設計の手引き（案）を作成した。また、実大火災実験棟等で行われた実験および建築基準整備促進事業で実施された火災警報覚知実験等に参加し、避難・防火に関する知識の習得に努めた。その他、建築学会及び火災学会、防火技術者協会の委員会等に参加した。

5) - 5, 6, 7 避難安全設計技術の高度化【安全・安心】

- ・排煙、区画の性能検証のための実大火災実験

[交流研究員] ⑤長岡勉（株式会社竹中工務店）、⑥山口純一（株式会社大林組）、⑦岸上昌史（同）

[指導担当者] 鍵屋浩司

本研究は、平成 30 年の建築基準法改正に基づく避難安全に係る政令・告示の改正に向けて、排煙・区画の性能検証のため

の実大火災実験を行うものである。

今年度は、国土交通省総合技術開発プロジェクト「防火・避難規定等の合理化による既存建物活用に資する技術開発」と連携して、昨年度に建築研究所で実施した実大煙流動実験結果を分析し、避難安全検証法に新たに導入される新検証法で用いる煙降下についての時刻歴応答解析における煙降下時間算定式などを構築して、これらを新検証法の原案としてとりまとめた。

5) - 8 中層木造建築物の合理的な構造設計法に関する研究【持続可能】

・中高層木造建築物等の構造設計技術の開発

[交流研究員] 鈴木涼太 (一般社団法人日本ツーバイフォー建築協会)

[指導担当者] 中島昌一

本研究開発は、支圧強度の適切な評価に向けたデータ収集を行う研究である。木造建築物の中層化によって、構工法問わず、大径のボルトやドリフトピン等の接合具が使用される機会が増えている。一方、現規準では12~20mmの径の小さなボルト等の接合具を用いることを前提として、接合部設計に必要な支圧強度が定められている。そこで大径(20mm~50mm)の接合具を用いた場合の支圧強度の評価方法の提案に向けた基礎的なデータ収集として、材の密度と接合具径をパラメータとした支圧実験を実施した。得られた強度についてヨーロッパ、アメリカ、ニュージーランド等の各国の基規準による評価式と比較し、現規準の妥当性を検証した。

5) - 9 中層木造建築物の合理的な構造設計法に関する研究【持続可能】

・中高層木造建築物等の構造設計技術の開発

[交流研究員] 野口裕矢 (一般社団法人日本ツーバイフォー建築協会)

[指導担当者] 中島昌一

本研究開発は、枠組壁工法高強度耐力壁脚部のめり込み性能に対する補強方法に関する開発研究である。中層枠組壁工法を実現するには15~30倍相当の高強度耐力壁が必要である。その脚部には大きな引き抜き力や圧縮力が生じ、圧縮力に対しては下枠のめり込み性能によって耐力が決まることが多い。前年度までの課題では、下枠のめり込み対策として下枠にLVLを用い積層面を垂直に立てる方法の有効性を確認した。本年度はさらにめり込みに対する補強方法として、丸鋼を用いた工法を提案し、その有効性を検証した。実験によって、丸鋼と鋼板を用いた簡易な補強方法によって、剛性および耐力が大幅に向上できることが確認された。

5) - 10 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【持続可能】

・全般換気及び空調システムの省エネ性及び室内温熱環境(温度・湿度)の評価手法について

[交流研究員] 森本 晋平 (東ブレ株式会社)

[指導担当者] 西澤 繁毅

健康・快適性を確保するために全般空調システムを採用する際には、現状では温度(顕熱)を中心とした制御が中心であり、湿度(潜熱)に関しては、大半の居住者は成り行き室内湿度環境で過ごしている状況にある。24時間機械換気設備により常時外気が導入される状況においては、夏期には高湿な外気が流入することで不快感が増し、汗の蒸散を妨げられることから熱中症の危険性も高まる。また、冬期には低湿な外気が流入し喉等粘膜や肌の乾燥などが問題となる。

本年度は、シリンダーハウスにおいて、デシカント換気及び第三種換気を用いた実証実験を実施して温湿度環境及び電力消費量の検討を行い、デシカント搭載全般換気システムの有効性を確認した。また、デシカントロータを介して湿度を移行させる冬期加湿時には水分の移行と同時に水に溶けやすいVOCの移行割合が高まる懸念があることから、異なるトレーサガスをを用いた有効換気量率測定を行なった結果、ホルムアルデヒドの吸脱着による移行割合は小さく、過半は漏気によるものであることが確認された。

5) - 11 節水化に伴って高濃度化した汚水の浄化槽による処理に関する研究【持続可能】

・節水化に伴って高濃度化した汚水の分解性等

[交流研究員] 吉田 義久 (一般財団法人日本建築センター)

[指導担当者] 足永 靖信

本研究開発課題は、節水化によって高濃度化した汚水を浄化槽によって処理する場合の処理特性を明らかにすることにより、建築基準法令に基づく浄化槽に関する技術的基準（浄化槽の構造方法：昭和 55 年建設省告示第 1292 号、浄化槽の処理対象人員算定基準：JIS A3302、浄化槽の性能評価方法、これら技術基準の解説書等）の改正等に必要な技術的知見を整備しようとするものである。

本年度は、節水型型便器が設置された場合における浄化槽への影響を検討するため、建築基準法令に基づく浄化槽の技術基準において想定している水量・汚濁負荷量に関する原単位を用いて、洗浄水量 13L/回の便器から洗浄水量 6L/回の節水型便器に変更した場合の浄化槽への流入負荷の変化について検討した。結果、浄化槽への流入 BOD 濃度については、雑排水の比率が大きい住宅等では 6% 上昇程度に留まるのに対して、公衆便所等、専ら尿尿を処理する建築用途では、117% の上昇が予想されること等を把握することができた。

5) - 1 2 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【持続可能】 ・建築物の先導的省エネ技術動向・導入効果の分析

[交流研究員] 青笹健 (株式会社アルテップ)

[指導担当者] 足永靖信

本研究は、国が実施するサステナブル建築物等先導事業（省 CO2 先導型）の採択事例を対象に、最新の省 CO2 型プロジェクトにおける省エネ技術の適用動向を把握し、省エネ性能評価方法の体系化にあたっての基礎資料とすることを目的とする。

本年度は、令和元年度の採択事例について採用技術調査を行い、ハード・ソフト技術に大別して適用状況を分類し、技術動向を明らかにした。さらに、技術動向を踏まえた技術分類に従って、技術分類ごとの提案事業における採用率を求め、過年度事業との比較でその動向を分析した。地域特性や伝統技術をモチーフにしたファサードの環境設計事例、空間で求められるアクティビティや可変する居住人数等へ対応する環境計画や各種センサーによる最適制御など、健康性や快適性と省エネルギー性能の両立に向けた取り組みも増えていることが確認された。

5) - 1 3 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【持続可能】 ・LCCM住宅を利用した、太陽光発電、燃料電池、蓄電池を活用した、再生可能エネルギー導入、省エネルギー促進のための実験的研究（可能であればWEBプログラム関連業務を含む）

[交流研究員] 佐瀬 毅 (東京ガス)

[指導担当者] 足永 靖信

本研究は、民生部門省エネルギー対策として、再生可能エネルギーの導入方法、効果的なエネルギーの利用方法について、検討するものである。具体的には、建築研究所内にある LCCM 住宅（ライフサイクスカーボンマイナス住宅）に固体酸化型燃料電池（SOFC）、太陽光発電パネルと蓄電池を組み合わせたシステムを対象に、一層高度な省エネを実現する電力、給湯負荷パターン、などについて研究を行った。中でも、蓄電池は太陽光発電、風力発電などの再生可能エネルギーの余剰時に蓄電、不足時に放電、非常停電時に給電、将来的には系統電力の需給調整など、今後の様々な利用法が想定され、今後の再生可能エネルギー導入の重要なキーとなる機器と考えられ、特性を明確にしておくことが求められる。

具体的には、太陽光発電と蓄電池を組み合わせたシステムにより、これまで行った年間を通した概略試験をもとに、(1) 夏冬など季節による、主としてエアコンによる電力需要変動を考慮した電力需給状況試験 (2) 蓄電池について充放電用と非常用の容量の比率を変化させて、その特性を調べる試験 (3) 最大電力で蓄電した場合と、太陽光発電量の余剰を蓄電した場合との比較試験を行い、特性を調べた。その結果、(1) 夏のエアコンによる電力需要対策に、太陽光発電は有効だが、両者のピーク時間帯が異なるため、蓄電池による余剰電力の蓄電、不足時の放電が有効なこと、冬は太陽光発電電力が夏の 2/3 で、電力ピーク時間帯が太陽光発電ピーク時間帯と異なるため、同様に蓄電池が有効なこと (2) 充放電用と非常用の比率を変化させても、蓄電池の充放電特性に変わりはないこと (3) 最大電力による蓄電と太陽光発電量の余剰を蓄電した場合で、充放電特性に違いは見られないが、最大電力で蓄電する場合、通常、交流から直流に変換するため、その変換ロスを考慮する必要があることがわかった。今後、これらの試験結果を踏まえ、再生可能エネルギーを可能な限り導入し、効果的な

エネルギーの利用方法について検討を行う。

5) - 1 4 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【持続可能】

・開口部の熱性能の評価法の開発

[交流研究員] 児島 輝樹 (YKK AP 株式会社)

[指導担当者] 足永 靖信

本研究では、付属部材の付加断熱効果や日射遮蔽効果をより詳細に評価するために、付属部材を有する開口部の熱性能試験結果を用いて、付属部材とガラス間の熱抵抗を放射、対流及び換気成分に分離する手法について検討した。

その結果、付属部材を設置する窓(標準板)の熱抵抗と付属部材による付加熱抵抗は正の相関関係であることが明らかになった。また、付属部材が長波放射を透過する場合の放射熱伝達の計算方法を、試験結果に基づく開口部の熱平衡モデルに適用し、ブラインドやスクリーンの換気熱伝達や室内側対流熱伝達を同定することができた。

5) - 1 5 CLT パネル工法の構造計算基準の合理化に関する研究開発【持続可能】

・課題建築物の総合的な性能向上への誘導

[交流研究員] 谷口 翼 (日本 CLT 協会)

[指導担当者] 槌本敬大

本研究開発は、CLT パネル工法の更なる普及のために構造計算ルートの適用関係の合理化を図ることを目的として、既存の構造計算例を収集してルート2とルート3の適用関係を整理し、それぞれの構造計算ルートを適用した事由について検証した。その結果、ルート2を適用した理由として、耐力壁直下に同幅で同厚以上の耐力壁を配置できないこと、床パネルを平行する2つの壁で支持できないこと、軒高が9mを超えていることなどが多いことが分かった。また、ルート3を適用した理由として、階数制限を超えること、垂れ壁・腰壁の両側に袖壁を設け構造上有効に緊結することが出来ないこと、鉄骨造との混構造、設計の自由度を最大化することなどが多いことが明らかになった。

5) - 1 6 建築材料の状態・挙動に基づく RC 造建築物の耐久性評価に関する研究【持続可能】

・RC 造構造物に有機系接着剤を用いて外装タイル張り仕上げを行う際の付着性および耐久性評価

[交流研究員] 山田久貴 (株式会社タイルメント)

[指導担当者] 宮内博之

昨年度の研究において、外装タイル張り用有機系接着剤(以下、接着剤)と下地調整塗材 CM-2(以下、CM-2)の接着適合性を評価した結果、養生条件が短い場合に接着性に影響することが示唆された。本年度は養生条件や CM-2 の仕上げ方および表面処理が接着性に与える影響について評価することを目的とした。CM-2 の養生期間は短期間養生を考慮し2日、7日、14日の3水準、CM-2 を塗布後、仕上げるまでの時間も0分、35分、70分とした。CM-2 の仕上げ方法は金ごてとポリスチレンフォーム擦りを選択した。CM-2 硬化後の表面処理では、ワイヤーブラシを用いて処理した。結果として養生期間が極端に短い2日でかつ CM-2 を仕上げるまでの時間が0分の金ごてで仕上げで、界面破壊が一部見られた。CM-2 を仕上げるまでの時間を70分とした場合、界面破壊が見られなくなった。またポリスチレンフォーム擦りを行った場合やワイヤーブラシ掛けを行った場合にも界面破壊は見られなくなった。本研究の結果より、養生期間および CM-2 を仕上げるまでの時間が接着性に影響することがわかった。また、表面の仕上げ方法や硬化後の表面処理が接着性を向上させることがわかった。

5) - 1 7 建築材料の状態・挙動に基づく RC 造建築物の耐久性評価に関する研究【持続可能】

・UAV (ドローン) を活用した建築物の維持保全技術の開発

[交流研究員] 石田晃啓 (三信建材工業株式会社)

[指導担当者] 宮内博之

本研究開発は、建築物屋内における日常点検を対象とした UAV の活用可能性を見出すことを目的とし、GNSS に頼らない自動飛行技術である Visual SLAM 制御を搭載した UAV を使用し、①屋内平面図を基にした UAV の自動飛行精度と安全性、② UAV の飛行が居住者に与える影響について検証を行い、建築物屋内における適用範囲について検討を行った。①の結果、

予定飛行経路と実飛行経路との誤差は±600mm程度に収まった。しかし、Visual SLAM制御では、特徴の少ない壁面、著しい明暗差が生じる環境等では誤動作を起こすため、これらに影響されない制御範囲を数値化し、それを適用範囲と設定した。②では、音の発散する屋外とは異なり、屋内（特にRC造）ではUAVから生じるプロペラ音（73.8dB）の反響が大きく、数値以上の非常に大きな騒音となった。また、UAVから生じる下向きの風（ダウンウォッシュ）が床の粉塵を巻き上げるため、事前の現場確認が必須となった。以上より、適用範囲に留意することにより十分な安定性を担保した点検飛行が可能であると考えられるが、騒音等の課題から機械室や倉庫等の運用が望ましい。居住区画での運用する場合は人との調和を念頭に置き、十分な周知と理解を得ることが必要不可欠となる。

5) - 1 8 建築用シーリング材の硬化途上における性能評価【持続可能】

・建築用シーリング材の硬化途上における性能評価

〔交流研究員〕 三浦尚文（オート化学工業株式会社）

〔指導担当者〕 宮内博之

本研究開発は、ワーキングジョイントに対する1成分形シーリング材の適応性を評価することを目的として、これまでに硬化途上にムーブメントが加わった際のシーリング材の荷重変化および目地の損傷状態について評価評価を行うものである。

本年度は、紫外線と繰返し疲労が硬化後のシーリング材に与える影響を調査した。調査の結果、紫外線と繰返し疲労は別々に与えても著しい損傷は発生せず、繰返し疲労後に紫外線照射を行っても同様の状況であったが、目地を20%拡大した状態で紫外線照射を行うことで表面クラックが発生し、繰返し疲労中に紫外線照射を行うと更に著しい表面クラックが発生するという結果が得られた。この方法によって、非常に短期間でシーリング材の表面にクラックを発生させることが可能であることが確認され、シーリング材の表面劣化に関する新たなスクリーニング技術として提案出来る可能性を見出した。この技術は、特にワーキングジョイントに対するシーリング材の性能評価の一つとして有効であると考えられるため、今後は1成分形シーリング材についても評価を行いたい。

5) - 1 9 建築物外装の長寿命化改修に資する既存RC部材の評価技術の開発【持続可能】

・屋外暴露試験体を用いた塗膜改修実験、劣化塗膜の評価方法

〔交流研究員〕 田村昌隆（ロックペイント株式会社）

〔指導担当者〕 宮内博之

本研究開発は、鉄筋コンクリート造建築物の外装に用いられる建築用仕上塗材の改修前の既存部分の状況、改修時の工事内容等による改修後の性能への影響の程度について検討を行った。現状の塗膜改修工事は、既存の外壁面に対し下地処理等を適切に行うことにより、改修後も新築時と同等の性能が確保できることを基本に行われている。今後は建築物をより長期に使うことから、塗膜改修を多数回実施し維持管理していくことが求められる。そこで建築用仕上塗材の改修工事における下地処理その他の要因について、改修後の仕上塗材の性能への影響を検証した。建築研究所ばくろ場にて屋外暴露後約20年が経過したスレート板、ALC板下地の建築用仕上塗材試験体の劣化診断結果、その試験体を使用し劣化診断結果からの改修設計および設計に基づく塗膜改修を行った結果を報告した。また、改修後1ヶ月、3ヶ月、1年後に経過観察を行い、劣化した既存塗膜の下地処理が不十分な場合、改修塗膜と既存塗膜の適合性が良くない場合などに早期に不具合が発生したことを確認した。今後も引き続き改修後の性能の検証を実施する。

5) - 2 0 外断熱防水工法による躯体の保全【持続可能】

・簡易試験および屋外実測方法、解析方法

〔交流研究員〕 白倉拓人（田島ルーフィング株式会社）

〔指導担当者〕 宮内博之

本研究では、屋上における塩ビシート防水機械的固定工法を対象とした実現象に近い耐風圧性能評価を行うことを目的とし、屋根面における風圧の空間的・時間的変動特性を考慮した実変動風圧载荷試験を行った。試験体に対する屋根面の空間的・時間的な変動特性を再現するため、圧力箱内を風向方向に分割し、それぞれに対して事前の風洞実験から得られた部位別の変動風圧を载荷した。なお、固定部に作用する風力の低減を目的とした固定金具（以下、緩衝固定金具）と在来の固定金具の評価を行い、それぞれの耐風圧性能を比較した。その結果、既往の研究と同様、固定部には鉛直力のみならず水平力

が作用しており、鉛直力と同程度以上の水平力が作用することが確認できた。また、緩衝固定金具は在来の固定金具と比較して、固定部に作用する水平力を低減できることが明らかとなった。さらに、塩ビシートの基布が破断に至るまでの試験時間が2倍となっていたため、防水シートへの負荷を軽減していると考ええる。