

## 9) 交流研究員

### 9) -1 中高層木造建築物等の構造設計技術の開発【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] 早川翔 (日本ツーバイフォー協会)

[指導担当者] 荒木康弘

北米では枠組壁工法による中層建築物が広く普及している。我が国においても枠組壁工法による中層建築物を普及させるためには、壁倍率の上限を超えた高強度耐力壁が必要となる。2017 年度の研究では、くぎ及びフルスレットビスの一面せん断性能を確認した。2007 年枠組壁工法建築物構造計算指針では、くぎ接合部の降伏耐力の計算値にて高強度耐力壁を設計することができるが、厚物面材やマスティンバー、長ビスを用いた高強度耐力壁接合部の性能について検証実験を行った例は少ない。そこで、本研究ではそれらを用いた接合部の剛性・耐力を明らかにし、算出した計算値の妥当性を実験により検証した。

### 9) -2 地震後の継続使用に向けた杭基礎耐震性能の評価・向上に関する研究【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] 奥村貴史 (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、杭基礎の継続使用性を確保するための耐震性や許容できる損傷状態を明らかにすることを目的に、実大の SC 杭を用いた T 型杭頭接合部試験体 (柱-基礎梁-パイルキャップ-杭で構成) 2 体を作製し、杭頭定着筋量と変動軸力を実験変数とした T 型杭頭接合部の曲げ性能及びパイルキャップのせん断性能に関する載荷実験を実施した。なお、試験体は熊本地震で被害を受けた既製コンクリート杭建物調査に基づいて設計した。

2 体の試験体とも最終破壊状況は、正載荷時は杭頭定着筋の曲げ終局による接合面破壊、負載荷時はパイルキャップのせん断破壊であった。また、せん断力一部材関係は、比較的変形性能に優れていた。試験体の設計ではコンクリートの支圧係数及び安全限界曲げ強度を既往の研究に基づきそれぞれ 4 倍としていたが、実験結果からは、杭頭接合面の支圧係数は 2 倍、安全限界曲げ強度は 1 倍で計算した値に近いことが分かった。

### 9) -3 地震後の継続使用に向けた杭基礎耐震性能の評価・向上に関する研究【安全・安心】

- ・場所打ち鋼管コンクリート杭における耐震性能に関する技術

[交流研究員] 早川哲生 (東洋テクノ株式会社)

[指導担当者] 平出務

本研究開発では、場所打ち鋼管コンクリート杭の耐震性評価を目的に、大地震時の建物状況を模した大きな軸力比で変動軸力下での繰り返し曲げ載荷試験を鋼管内に鉄筋を配筋した試験体 2 体と鋼管内に配筋していない試験体 2 体について行い、地震後の継続使用に向けた場所打ち鋼管コンクリート杭の耐震性能評価データの収集を行った。なお、試験体には実大の場所打ち鋼管コンクリート杭 (φ1200、長さ 8m) を用いた。

実験では、いずれの試験体においても、局部座屈が生じ、その後鋼管破断によって耐力が低下したが、軸力は保持されていた。場所打ち鋼管コンクリート杭の座屈時曲げモーメントは、コンクリート圧縮ひずみを 0.3% と仮定した既往評価式での終局状態の耐力よりも大きいことを確認した。また、大地震 (レベル 2 地震) に対応した高軸力・高引張力下での杭体の変形性能評価とコンクリート、(薄肉) 鋼管のモデル化について検討を行った。

### 9) -4 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【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 (東プレ株式会社)

[指導担当者] 西澤繁毅

健康・快適性を確保するために全館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、冬期住宅内過乾燥に対する加湿効果の検証を目的に、デシカント換気システム及び全熱交換換気の給気（SA）にヒートポンプ加温ユニットを接続したシステムの 2 システムにて、実住宅における冬期比較実験を行なった。デシカント換気システムでは、外気絶対湿度 2.9g/kg で室内(RA)プラス 0.5g/kg の給気により室内相対湿度が 32%となり、過乾燥に対する一定の効果を確認した。

#### 9) - 5 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【安全・安心】

- ・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

[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] 山海敏弘

この研究では、建築研究所が実施した超々節水型衛生設備システムに関する研究開発の成果を進展させ、既存建築物において、電力、上下水道インフラの途絶に対応した防災型設備を構築するための技術的検討を進めており、具体的には、既存建築物を超々節水化した場合に対応した給排水・衛生設備の規模設定手法に関して検討を進めた

#### 9) - 6 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【持続可能】

- ・建築設備の省エネルギー性能評価手法

[交流研究員] 荻野登司（東京電力ホールディングス株式会社）

[指導担当者] 足永靖信

本研究は、太陽光発電等の自然エネルギー自家消費拡大による、住宅のエネルギー消費量削減につながる可能性のある、家庭用蓄電設備の特性を把握することを目的としている。本設備は近年の技術開発により商品化され市場に新しく登場した製品であるため、実使用下における機器特性の把握および検討が不足している状況にある。

そこで、LCCM 住宅においてフィールド計測を実施し、システムを構成するインバータなど部品ごとの効率予測式を組み合わせ蓄電池太陽光一体型システムについて、「太陽光発電量」、「住宅の電力需要」、「蓄電池容量」および「制御方法」を入力値とし、「買電量」「売電量」及び「一次エネルギー消費量」を計算するシミュレーションプログラムを作成した。その結果、蓄電池は充放電によるロスが生じることから、評価の考え方により結果が大きく異なる結果となり、適切な評価にはその方法が重要であることを明らかにした。

#### 9) - 7 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【持続可能】

- ・建築物の先導的省エネ技術動向の実態分析

[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、平成 29 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。近年、電力、ガスの小売り自由化がスタートし、採択事例においても新しいビジネスモデルでの地域エネルギーシステムやマネジメント等の取り組みも増えているなどが明らかとなった。

#### 9) - 8 建築物の省エネ基準運用強化に向けた性能評価手法の高度化【持続可能】

- ・住宅への再生可能エネルギー導入による創エネルギー、省エネルギーの推進

[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、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。

太陽光発電と蓄電池を組み合わせたシステムによる、エネルギー需給状況の試験を行い、太陽光発電単独では住宅電力負荷の 30~40%の負荷をまかなうが、蓄電池を組み合わせることより、60~80%の住宅電力負荷をまかなうことができ、一層の再生可能エネルギー導入に極めて効果的であることがわかった。一方で、蓄電池の充放電、直流から交流への変換によるエネルギーロスも見られ、蓄電池を利用する際には、その稼働特性を正しく把握する必要性も示唆された。今後、固体酸化型燃料電池 (SOFC)、太陽光発電パネル、蓄電池、それぞれの特性を、より詳細に踏まえ、更なる省エネ化を検討する

### 9) - 9 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【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

本研究は、温度に依存して光学特性が変化するようなフィルムを用いたガラス (以下、TC ガラス) を適用した開口部の日射熱取得率を明らかにし、建築物の省エネルギー評価につなげることを目的としている。開口部の日射熱取得率は、JIS で計算法や測定法が規定されている。これらの規格では、夏期/冬期の標準的な環境条件で評価されるが、建築物の外界気象条件は時々刻々と変化するため、TC ガラスを適用した開口部の日射熱取得率も時々刻々と変化することになる。そのため、本研究では、TC ガラスの特性を活かした窓システムを検討し、ソーラーシミュレータを用いて照射強度の違いや中間空気の換気の有無など異なる環境条件で測定を行い、開口部の日射熱取得率や温度性状に及ぼす影響を明らかにした。今回測定した条件においては、照射強度の違いで最大 0.05 程度、換気の有無で最大 0.13 程度、日射熱取得率に差が生じることが確認された。

### 9) - 1 0 中高層木造建築物の防耐火関連技術の開発【安全・安心】

#### ・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

[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] 成瀬友宏

防火地域・準防火地域においては延焼防止のため高さ 2m を超える門や塀についても不燃材で造ることが要求され、材料や仕様の選定において大きな制約となっている。本研究は、可燃性材料を対象とした材料単体の発熱性試験および実大の門・塀による燃焼実験を実施し、可燃性材料を用いた門・塀の火災性状把握を目的とする。発熱性試験においては実大燃焼実験に供する材料を外装材に用いた場合の火災性状の確認を目的とする。発熱性試験においては、発熱速度および総発熱量を測定し、実大燃焼実験に供する防火上不利な材料の選定を行った。実大燃焼実験では、竹製の塀および土壁に木板を張り足した壁の 2 仕様を対象にファサード試験装置による加熱を行い、非加熱側の受熱量測定による防火性能の定量化を図った。

### 9) - 1 1 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、群衆避難・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建設工事部管理課)

[指導担当者] 鍵屋浩司

本研究開発は、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、避難・防災に関連する文献約 2、200 件、報告書 10 冊について収集整理を行い、研究テーマに関連する文献の読込を進めた。また、実大火災実験棟や屋外火災実験場等で行われる実験に参加し、避難・防火に関する知識の習得に努めた。

#### 9) -1 2 CLT を用いた新たな接合部の開発【持続可能】

- ・接合仕様の特性検証及び安全性への誘導

[交流研究員] 車田慎介 (日本 CLT 協会)

[指導担当者] 榎本敬大

本研究開発は、CLT を軸組構法の耐力壁に使用する場合において、様々な仕様における CLT 耐力壁の面内せん断性能を確認することを目的として行った。5 層 7 プライの鋼板挿入ドリフトピン接合は、鋼板が面外に露出せずドリフトピンのみが見えるため、意匠性に対しても優れており、この引張試験、及びせん断試験を行って、許容耐力を得た。既往の接合部よりも少ないファスナーで高耐力を発現し得たことが分かる。

#### 9) -1 3 木造軸組工法における、ポリウレタン系接着剤・ビス併用水平構面の性能評価【持続可能】

- ・ポリウレタン系接着剤を用いた CLT 部材の性能評価法

[交流研究員] 池田 敦 (セメダイン株式会社)

[指導担当者] 榎本敬大

本研究開発は、木造軸組構法において接着剤・ビス併用水平構面による高床倍率を達成することを目的としている。一液湿気硬化形のポリウレタン接着剤 4 種と変成シリコン系接着剤 1 種を使用し、市販のビスと併用して水平構面を製作し、これを水平せん断試験に供した。その結果、目標とする川の字の配列によるビス打ち仕様において、4 倍以上の床倍率を達成するための接着剤及びビス施工の仕様が特定された。

#### 9) -1 4 RC 造建造物の仕上げ (外装用タイルの接着等) の変状、損傷傾向の確認と抑制技術等の研究【持続可能】

- ・RC 造建造物の仕上げ (外装用タイルの接着等) の変状、損傷傾向の確認と抑制技術等の研究

[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

JASS19 ではセメントモルタルによるタイル後張り工法の際に、目荒しを行うとされている。近年、建築物の高層化に伴い躯体コンクリートの高強度化が顕著になっており、使用する高強度のコンクリートは表面状態が緻密になることが知られているが、高強度コンクリート用の目荒し程度の指標は定められていない。本研究では圧縮強度の異なるコンクリートに対して超高压水洗浄法による目荒しを行いコンクリートの圧縮強度別目荒し程度の評価および接着性の検証を行った。目荒し程度は光沢度により数値化し、引張接着強さ試験、せん断試験、ひずみ追従性試験により接着性を検証した。引張接着強さ試験ではタイルの凝集破断、タイルとモルタルの界面破断、モルタルの凝集破断が大半を占め、目荒しを行ったコンクリートとモルタルの界面の評価は得られなかった。ひずみ追従性試験では、コンクリート柱が先に破断してしまうケースが多く確認された。せん断試験ではコンクリートとモルタルの界面の評価を行うことができ、光沢度が 280 未満であれば、せん断試験においてコンクリートとモルタルの界面破断率が 40%を下回ることが確認された。

#### 9) -1 5 UAV (ドローン) を活用した建築物の維持保全技術の開発【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

本研究開発では、建物点検調査の効率・安全化を目的とし、空間認識用のステレオカメラを用いて撮影された映像から UAV

を自律制御する Visual SLAM を活用した実証実験を行い、自動飛行の精度と安全性、空撮画像解析の精度検証を行った。画像解析では使用するカメラの条件によって精度が異なるため、ひび割れを模した異なる線幅の視認性の確認により、適切なカメラの撮影条件を求めた。Visual SLAM による自動飛行は、GPS 情報に頼ることなく三次元空間における自己位置の認識と障害物検知を同時に行いながら、事前に設定した壁面点検ルートに基づき完全自動飛行をすることができた。安全性を示す衝突回避機能においては、機体正面に現れた人間を正確に検知し、自動的に安全な距離を取る制御の確認ができた。カメラの条件は 2000 万画素以上であれば被写体距離 3m 程度から 0.1mm のひび割れ幅を検出することが可能であった。これらのことから地上では確認できない場所であっても UAV によって建物点検調査をすることが可能であると確認された。

#### 9) -1 6 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、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を行った。さらに、現場の目地に近い状態であるバックアップ材の上にシーリング材を充填した場合についても検討を行った。2 成分形シーリング材は反応硬化型であるため、目地内部が均等に硬化しやすく、損傷を受け難い結果であった。対して 1 成分形シーリング材は湿気硬化型であるため、目地表面片側からの硬化となり、硬化するまでの間に目地裏面が損傷し易い結果であった。さらに、目地表面の硬化層の負担応力が高くなり耐疲労性が低下する恐れがあることを確認した。この結果に対して、1 成分形シーリング材の目地裏面にバックアップ材等の通気し易い材料を用いることで、裏面からも硬化が進行するため、目地裏面の損傷の抑制、応力負担の向上、耐疲労性の向上等の効果が期待される。このため、適切なバックアップ材の選定が重要となると考えられる。

#### 9) -1 7 高意匠建材 (窯業系サイディング) 改修用クリヤー塗料に関する研究開発【持続可能】

##### ・建築物の長期使用に対応した戸建て住宅塗り替え用塗料の性能評価

[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

本研究は、前年度より引き続き検討を行っている。前回の報告までは、弱溶剤系塗料を中心に実験を進めたが、本年度は、安全性、環境負荷を考慮に入れた試験塗料の水性化の検討を、従来の弱溶剤系塗料と比較し行った。検討の結果、弱溶剤系塗料に関しては、温水浸漬二次密着試験、耐凍結融解性試験など、水が関与する試験において水性塗料と比較し良好な結果が得られた。屋外暴露試験は、現在 1 年経過しているが、現時点では外観に大きな変化は見られなかった。今回使用した弱溶剤系塗料に関しては概ね良好で問題はないと思われるが、水性塗料に関しては試験後に変化が見られるものがあり、今後塗料開発の検討が必要と思われる。促進耐候性試験と屋外暴露試験については、今後も試験を継続する。

#### 9) -1 8 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、発災時に建設される応急仮設住宅の居住性能に着目し、今後の減災に向けた取り組みを検討した。被災者の避難生活を考慮すると、当初から高断熱仕様の応急仮設住宅を建設することが望まれるが、建設費や工期、資材のストック等の課題が想定される。そこで、従来通りに建設される応急仮設住宅を対象とし、竣工後臨機に断熱性能を高める方法として、屋根面における露出防水断熱改修工法を検討した。本工法によって、応急仮設住宅における断熱性能の向上や水密性の確保、雨音低減効果が期待できる。なお、本工法において、使用する防水材料や施工方法によって様々な仕様を組むことができるが、応急仮設住宅を対象とした場合、全ての仕様が適応できるとはいえない。そこで、応急仮設住宅における各種仕様の適応性を検討し、一覧にまとめた。応急仮設住宅における改修工法は、軽量・安価・短工期であり、下地となる折板屋

根の再使用ができる工法が望ましい。

9) -1 9 既存住宅ストックの活用促進に関する研究開発【持続可能】

・既存住宅ストックの活用（長期優良住宅化）に資するリフォーム技術

[交流研究員] 桜井孝裕（株式会社市浦ハウジング&プランニング）

[指導担当者] 小野 久美子

建築研究所では、国土交通省で開始された補助事業である長期優良住宅化リフォーム推進事業において、事業を円滑な実施と総合的・技術的な評価を行うため、平成 25 年度より長期優良住宅化リフォーム推進事業評価室を設置している。本研究開発は、当該事業に関連して、建築ストックの長寿命化に資するリフォーム技術の実態について明らかにすることを目的としている。具体的には、長期優良住宅化リフォーム推進事業における平成 29 年度の技術的審査案件の内容を整理し、リフォーム関連事業者等の補助事業活用の動向を把握した。また、長期優良住宅化リフォームの取組事例として、平成 26～28 年度に当事業の普及を目的に開催されたシンポジウムの発表等から代表的な事例および新規性の高い技術を有した事例を取り上げ、リフォームに対する社会的ニーズ（需要）や、効果的なリフォーム技術の特徴について整理し、その動向を分析した。