

## 6) 寄付関係

### 6) - 1 既存骨組の耐力と剛性を考慮した間柱型ダンパーの耐震補強設計法の構築【安全・安心】

研究開発期間（平成31～令和5年度）

[担当者] 伊藤 麻衣

本研究開発課題は、間柱型ダンパーによる鉄骨造建物の耐震改修を想定して、既存骨組とダンパーの相互作用を考慮した簡便で実用的な耐震改修設計法を構築し、その設計式の有効性を実験と解析により検証することを目的とする。間柱型ダンパーには、木パネルで補剛したスリット入り鋼板の適用を想定する。

本年度は、間柱型ダンパーと梁が相互に与える影響とダンパーに必要なエネルギー吸収能力を考慮して、多層鉄骨骨組に間柱型ダンパーを設置する際の設計手順を検討した。また、間柱型ダンパーを設置した2種類の多層多スパン骨組の時刻歴応答解析を実施し、一般化した間柱型耐震壁の設計手順の有効性を検証した。

## 7) 交流研究員

### 7) - 1 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】

- ・ 枠組壁工法における経験変形角毎の損傷修復手順の整理  
及び耐震シミュレーションソフトを使った損傷修復時間と費用の算出の検討

[交流研究員] 片山雄太（日本ツーバイフォー技術協会）

[指導担当者] 中島昌一

本研究開発では、地震によって中破・小破程度の被害を受けた木造住宅の継続使用に向けて、損傷度と修復手順の関係の整理、および修復に要する時間等を試算することを目的としている。

本研究では、損傷状況に応じた修復に要する所要時間と費用の試算を元に、①損傷状況毎に修復に要する所要時間と費用を整理し、②耐震シミュレーションソフト「wallstat」を使用し、解析モデルを作成の上、地震波入力後の損傷状況を解析し、修復に要する時間と費用を算出した。

### 7) - 2 実汚水に依存しない浄化槽の性能評価方法に関する研究【持続可能】

- ・ 実汚水の生分解性に関する検討

[交流研究員] 吉田義久（日本建築センター）

[指導担当者] 平光厚雄

本研究開発は、浄化槽の性能評価において用いられているし尿・雑排水の使用を抑制し、より濃度の低い原水を用いた試験を実現するための技術開発を実施するものである。

本研究では、生し尿と雑排水に類似した生分解性を有する素材を見出す必要があるため、生原水を対象として、生分解性の評価を行った。

本研究により、生原水の生分解性の範囲について、一定の知見を得ることができた。

### 7) - 3 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【持続可能】

[交流研究員] 森本 晋平（東ブレ株式会社）

[指導担当者] 桑沢 保夫

住宅の高気密高断熱化に伴い、全館空調の導入が増えてきている。全館空調では、「居室以外のスペース」を「基本24時間」冷暖房することで、健康・快適性の面でメリットが大きいものの、消費電力の増加が懸念される。

本年度は、全館空調・換気システムの設定温度や立上げ動作の違いによる、室内温熱環境への影響及び消費電力の冬期比

較検証を行ない、設定温度の緩和や緩やかに加温することで快適性を維持しながら省エネとなることを確認した。

#### 7) - 4 建築物の省エネ基準運用強化に向けた性能評価手法の検証及び体系化（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）【持続可能】

[交流研究員] 佐瀬毅（東京ガス）

[指導担当者] 桑沢保夫

本研究は、民生部門のカーボンニュートラル対策として、再生可能エネルギーの導入、効果的なエネルギーの利用、省エネルギーについて、検討するものである。これまで、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てきた。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、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、特性を調べてきた。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、冬は太陽光発電量が夏の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、ことがわかっている。これらの試験結果の定式化を行い、今後、住宅、建築物で太陽光発電、蓄電池の設備を導入する際の評価を容易に行うことができるようにし、大規模な社会実装への基盤を整備した。さらに、より一層のカーボンニュートラルを実現するためには、住宅、建築物の省エネ化を進めるだけでなく、電力供給側の余剰、不足などの状況を考慮した設備設計、エネルギー利用を行うことの有効性を示した。近年、利用の重要性が高まっている水素については、住宅・建築物では、水素と大気中のCO<sub>2</sub>を結合させるメタメーションと呼ばれる技術の利用が現実的だが、固体酸化型燃料電池（SOFC）の試験結果をもとに、太陽光発電と蓄電池、メタメーションを利用した水素利用の効果的な利用法についても提言を試みた。

#### 7) - 5 熱浸透深さを考慮した下地不燃制限の合理化に関する研究【持続可能】

[交流研究員] 野中峻平（一般財団法人 ベタリービング）

[指導担当者] 水上点晴

本研究開発は、近年の建築物への木材利用促進の需要の高まりを受け、避難安全規定においても、内装制限で規制される仕上げ材の他に、下地材についても不燃性能を求めてきた条文に対して、仕上げ材の厚みを大きくとること（すなわち仕上げ材に一定の遮熱性能を要求すること）で、下地不燃の要求を合理化することを目的としている。

今年度は、土壁や漆喰等の湿式材料および準不燃材料について、階避難の目安となる20分間、下地に熱の影響を与えないための遮熱性能を満足するための必要被覆厚について検討を行った。

#### 7) - 6 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] 峯岸良和

大規模地下駅の計画に伴い、不特定多数が利用する地下駅などの大規模地下施設からの安全な避難に関する計画手法の整備が求められる。具体的には、利用形態、空間特性を加味した避難誘導方、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、規模・延長などの空間特性を考慮した効果的な避難区画の計画手法、災害時要援護者に対する避難誘導方策などである。本研究では、このような計画手法の手引きとなる「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）」をまとめることを目的とする。

令和5年度においては、過年度より執筆してきた同手引きの解説の充実を図り、その有用性を高めた。また、同手引きの執筆に必要な防火避難に関する最新の知見について、VRによる高齢者福祉施設の火災時を想定した介助避難方策の開発や、日本建築学会及び防火技術者協会等の委員会等に参加することで習得した。

#### 7) - 7、8 建築物における木材利用に伴う火災性状把握に関する研究【持続可能】

##### 有機系断熱材に関する実験的研究

[交流研究員] 島本倫男・浅野将巳（積水化学工業株式会社）

[指導担当者] 野秋政希

本研究開発は、持続可能な社会を実現することを背景として、火災時の安全を確保するために、外壁のスパンドレルの断熱性能と耐火性能に関する検証を行うものである。断熱性向上のためには、有機系断熱材が用いられることがあるものの、火災時には延焼拡大やその燃焼に伴う耐火性能に懸案がある。

そこで、耐火性能を付与したウレタンを開発し、断熱性能および耐火性能を向上させるための検討を実施した。

#### 7) - 9 中層木造建築物の合理的な構造設計法に関する研究

##### 枠組壁工法中層建築物の合理的な構造設計法【持続可能】

[交流研究員] 加藤遼平（一般社団法人 日本ツーバイフォー建築協会）

[指導担当者] 鈴木淳一

本研究開発は、近年循環型社会、脱炭素社会の実現に向けて木質構造が注目されている。また、木質構造の防火対策として不燃構造との混構造化が提案されていることから、木質系部材のうち CLT パネルよりも製造上の負担が少ない NLT パネル（Nail Laminated Timber）を用いた火災時の温度上昇特性について隙間や樹種をパラメータとした実験的な検討を行った。また、木質混構造建築物における木造の床を施工する上での、RC 造と枠組工法との木部の接合部に関する試設計を行った。

#### 7) - 10 木質内装材の燃焼性状に関する研究【持続可能】

##### ・ ルーバーの燃焼性状と対策ごとの抑制効果に関する計画・実施・データ整理等の指導

[交流研究員] 青木 慧（株式会社竹中工務店）

[指導担当者] 野秋政希

2021年に施行された脱炭素社会の実現に資する等のための建築物等における木材の利用の促進に関する法律を受け、木材の更なる需要拡大が期待されている。意匠上の観点から木材は現しとして利用するニーズが多いが可燃性材料であるため、火災時には表面が燃焼し、火災拡大を助長する恐れがある。本研究開発では近年ニーズの高い木製のルーバーの燃え拡がり性状に着目し、木製ルーバーを構成する角材の大きさや設置間隔が燃え拡がり性状に与える影響の確認実験を実施した。また、燃え拡がり抑制措置（部分的な不燃化等）の効果を確かめる実験も併せて実施した。当該実験は昨年度からの継続課題であり、本年度は昨年度から火源の条件を変更し、火源直上の木製ルーバーの下端高さにおける受熱量が発熱性試験（現行の防火材料の試験方法の一つ）で想定される加熱強度（50kW/m<sup>2</sup>）と同等となる条件とした。

#### 7) - 11 CO<sub>2</sub>排出量の削減に寄与するコンクリート造建築物の劣化進行予測に向けた塗料・仕上材の劣化度評価方法およびCO<sub>2</sub>排出削減量試算方法の取得【持続可能】

##### ・ コンクリート造建築物のCO<sub>2</sub>排出量削減に向けた塗料・仕上材の影響評価

[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] 松沢晃一

本研究開発は、CO2 排出量の削減に寄与するコンクリート造建築物の劣化進行予測に向けて、建築物の外壁の仕上げに用いられる仕上塗材の評価、特に、仕上塗材自体の劣化度や CO2 排出削減量試算方法の取得方法の検討を目的としている。

本年度は、仕上塗材を施したコンクリート供試体の屋外暴露 1 年時のデータを取得し、混合セメントを使用したコンクリートにおいても仕上塗材の中性化抑制効果を確認した。

#### 7) -1 2 建築物の安全・維持管理に資するドローンを活用した建築保全技術の開発【持続可能】

～有機系接着剤の変形追従性評価とその劣化に関する研究～

[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

外装タイルのはく離メカニズムは、材料のひずみ差により接着界面に疲労が蓄積することが主な要因であると考えられている。そのため面内変形追従性が高い張付け材である有機系接着剤にはタイルのはく離抑制効果が期待されている。面内変形追従性はせん断試験で評価することが多いが、建築物の外装に施工されたタイルについてせん断試験を行うのは容易ではない。本研究では建築物の外装に施工されたタイルの面内変形追従性を簡易的に評価することを目的とし、有機系接着剤によるタイル張り試験体について、引張接着強さとせん断試験との関係式を導いた。関係式について劣化処理の影響を確認するため JIS A 5557:2020 に規定されるアルカリ温水浸せき処理および熱劣化処理を実施した結果、劣化処理ごとに影響は異なることがわかった。建築物の評価を行う際には施工からの経時変化を考慮する必要があるため、屋外ばく露試験による知見を得ることとした。本年度は試験体の作製および初期評価を実施した。今後はばく露期間別の関係性を評価する予定である。

#### 7) -1 3 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】

・中高層木造建築物の社会実装の促進に資する研究開発

[交流研究員] 谷口 翼 (日本 CLT 協会)

[指導担当者] 槌本敬大

本研究開発では、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、非薬剤処理材の CLT パネルの性能について実験的検証を行った。

その結果、辺材を含まない心材ラミナの歩留まりから CLT の製品歩留まりを推定することで、心辺材の区別をせずに製造した場合に対する心材 CLT の製品歩留まりの低下率が 7.67%となることを推定し、歩留まりの低下率が大きくないことが確認された。また、ヒノキの心材 CLT の面外曲げ試験を実施、心材のみを原材料とすることによる強度低下は確認されなかった。また、減圧加圧剥離試験、ブロックせん断試験により、接着性能試験も実施し、接着性能の低下が無いことが確認された。

#### 7) -1 4 木造住宅の耐水害技術の開発【安全・安心】

・浸水対策検証実験用貯水槽の設計および製作

[交流研究員] 平野 茂 (一条工務店)

[指導担当者] 槌本敬大

本研究開発は、木造住宅の水害対応技術の開発の一環として、既存木造住宅の耐水害改修の実施に向けた取り組みとして、水災下における木造住宅の浸水対策技術検証を行うことを目的としている。本年度は、木造住宅の浸水対策技術検証実験を実施するための貯水槽を設計し製作した。

製作した実験用貯水槽への注水試験した結果、水位ゼロおよび 5 日間放置後の水槽躯体の残留変位において、最大変位観測地点は他の部位と比較し、値に大きな差が認められなかった。また、水槽内における防水層や建具の開閉、外周部におい

特に異常は認められなかった。従って、水位変動により壁面の面外変位量に若干の差が発生するが、水槽内の防水層や建具における開閉可動の不具合の発生や水密性能の低下などの事象は看取されることはなかった。以上から、いずれの各壁面への満水（水位 1,500 mm）時の荷重は設計通り弾性範囲内に収まっており、実施予定の浸水対策技術検証実験において十分に安全で、かつ使用に耐えうる貯水槽であることが確認された。

## 7) -1 5 木造住宅の耐水害技術の開発【安全・安心】

### ・浸水対策技術検証の実験

[交流研究員] 黒田哲也（一条工務店）

[指導担当者] 槌本敬大

本研究開発は、木造住宅の水害対応技術の開発の一環として、既存木造住宅の耐水害改修の実施に向けた取り組みとして、水災下における木造住宅の浸水対策技術検証を行うことを目的としている。本年度は、貯水槽を用いた木造住宅の浸水対策技術検証実験として基礎貫通部、窓、外壁における幾つかの仕様を設計し製作した。

浸水対策技術検証実験用貯水槽を利用した試験体は外壁仕様のみを検証とした。他の基礎貫通部における換気口、電気設備貫通口、給排水設備貫通口および窓開口部の試験体は、浸水対策技術検証実験用貯水槽を用いず試験検証が可能な造りとした。具体的には、外壁仕様においては試験体の外周部が外壁の各種仕様。他は、試験体その物が貯水槽となるよう水槽内部を外壁相当とし、水槽外周部を室内側とした。

## 7) -1 6 建築物の安全・維持管理に資するドローンを活用した建築保全技術の開発【持続可能】

### ～建築用シーリング材のワーキングジョイントにおける性能評価～

[交流研究員] 奥脇一也（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、硬化途上のムーブメントの影響や、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について調査を行って来た。本年度は、1成分形シーリング材に対して屋外環境下でムーブメントを与え、その後の引張特性がムーブメントを与えていない場合と比較してどのように変化するか季節の影響を含めて評価を行った。評価の結果、シーリング材のタイプや季節によって引張特性に対する影響が異なることが確認され、これは各シーリング材の硬化性と関連する可能性があると考えられる。また、引張特性の変化率について、1成分形シーリング材の中にはMS-2と同等の結果を示すものもあり、1成分形シーリング材のワーキングジョイントへの適用可能性を示唆する結果が得られた。さらに検証を行い、1成分形シーリング材についてワーキングジョイントへ適用可能であることを立証することで、シーリング工事の施工性の大幅な改善に寄与すると考える。

## 7) -1 7 建築物の安全・維持管理に資するドローンを活用した建築保全技術の開発【持続可能】

### ～建築ドローン分野においてグローバルに研究活動していくためのマネジメント～

[交流研究員] イーサ ガサク（東京コンサルタンツ株式会社）

[指導担当者] 宮内博之

日本において2022年12月5日より改正航空法が施行され、無人航空機レベル4飛行の運用が開始された。また、EUのU-Spaceに始まる世界各国のドローンの様々な運用の施行も進み、様々な業務やサービスにおけるドローン実用化や特定の目的に特化した新しい開発などが急速に進行している段階である。また、業務効率化やコスト削減による各業界の技術発展や経済性向上なども期待されており、本研究ではドローンに関わる技術を利用した業務や雇用の最新状況について調査し、最新のドローン技術や業務へのその応用状況と、ドローン使用と業界の経済性との関係を分析した。その結果、日本のドローン関連求人、調査したその他7か国と比較しても仕事内容が詳細かつ明解で、建設業界に関連するドローン活用においては世界的にも進んでいることが分かった。また、カナダやオーストラリアの鉱業におけるドローン運用方法(地下での運用

含む)の日本国内建築分野への応用や、ドローンスキル・知識を要件に含む高役職の増加による米国にみられるようなドローン分野における高経済評価の期待など、今後の改善策に繋がる情報や分析結果が得られた。