

2)ー7 ライフライン途絶後の住宅・建築物における生活継続能力の向上技術に関する研究

【安全・安心】

研究開発期間（令和4～6年度）

〔担当者〕赤嶺嘉彦、竹崎義則、吉田義久

首都圏直下型地震等では、ライフラインの途絶については、電力で2週間、上下水道で最大2ヶ月程度の途絶が想定されており、住宅・建築物における対応は、喫緊の課題となっている。国土交通省においても、「防災拠点等となる建築物に係る機能継続ガイドライン」（平成30年5月）、「建築物における電気設備の浸水対策ガイドライン（令和2年6月）」等を公表し、その普及を図ってきたところであるが、これらのガイドラインでは、基本的に火災時の停電に対応した非常用電源、生活水の貯留機能を強化すること等によって機能継続（BCP）を実現しており、これらの整備は、拠点的建築物以外ではそもそも困難である。

本研究では、拠点建築物以外の建築物も対象として、大規模災害に伴うライフライン途絶への対応性（生活継続能力：LCP）を向上させるための技術開発を実施することとした。

令和4年度の研究では、エネルギーハーベスティング技術の活用技術や、船舶と建築物を電気自動車により、エネルギー的に連携させる技術に関する情報を収集・分析した。

3) 防火研究グループ

3)ー1 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】

研究開発期間（令和3～5年度）

〔担当者〕野秋政希

近年、低炭素社会の早期実現に向け、建築へ木材を積極的に利用することが期待されているが、木材は可燃性材料であるため、建築物に利用する場合には火災安全性に十分配慮する必要がある。本研究開発課題は、近年の利用ニーズを踏まえた木材利用に伴う火災フェーズ毎の火災性状に関する技術的知見の収集を行うと共に、当該火災性状の予測手法や一定の火災被害に留めるために利用可能な木材の利用範囲・量に関する評価手法等の策定に資する技術資料を作成するものである。本研究開発課題は、(1) 空間・開口条件と木内装の利用範囲等に応じた火災拡大性状、(2) 木質空間の盛期火災時の昇温特性の検討、(3) 火災減衰過程の火災性状（可燃物および木部材の発熱・炭化性状）の3つのサブテーマから成り、本年度は以下の検討を実施した。

上記①について、一定の火災拡大遅延効果を期待できる木製内装材の利用可能な範囲を評価するための簡易ツールの構築に向けた検討の背景や当該ツールの内容を整理した。また、②について、木造建築物の区画部材に利用される材料を周壁に用いた区画模型火災実験を実施し、室内の火災温度性状等の測定結果から熱分解や水分蒸発に伴う潜熱による吸熱効果を含む、熱慣性の実効値を得た。さらに、③について、区画部材等の一部にCLT等の厚板の木材を用いた室の火災性状について、混構造総プロにて実施された実大規模の区画火災実験のデータから柱・梁または壁の木質化による火災継続時間の長期化の程度を分析すると共に、更なるデータの拡充のため、厚板木材利用時の火災性状を目的とした区画模型実験を実施した。

3)ー2 高度な準耐火性能を有する構造方法に関する研究【持続可能】

研究開発期間（令和3～5年度）

〔担当者〕成瀬友宏、鈴木淳一、峯岸良和、野秋政希、趙玄素、西尾悠平、鈴木雄太、榎本敬大

建築基準法の中高層木造の防火関連の条文は平成30年に改正され、従来の耐火建築物に代わり準耐火建築物で建築できるようになり、現在も合理化のための見直しが行なわれている。しかし、中高層木造建築物を普及する上では、建築物を構成する部材の構造方法を告示で例示することが必要であることから、本研究では、1時間を超える高度な準耐火性能（耐火性能含む）を有する部材（防火設備含む）及び部材取り合い部分（炎侵入防止構造）の性能に関する技術的知見を収集することを目的とし、本年度は以下の検討を実施した。

1.5時間、2時間木造耐火構造の床、柱、梁の構造方法について要求性能を満たす仕様を実験により確認した。また、1～2

時間耐火構造外壁の炎侵入防止構造について、外壁の下部及び中間部に設ける通気口を対象に要求性能を満たす仕様を実験により確認した。

3) - 3 多様な在館者と建築物の大規模化に対応した避難安全設計技術の標準化に向けた技術開発 【安全・安心】

研究開発期間（令和4～6年度）

〔担当者〕 峯岸良和

近年の建築・都市で活動・生活する人々の多様化や、建築物が大規模化・複雑化する現状に対応すべく、火災時の安全確保において、従来は見過ごされていた在館者の心理面に着目した安全技術の開発を行う。標準的な在館者の判断・行動能力を想定した上で火災危害から免れるという、従来の安全確保の考え方を超え、在館者の心理や判断能力を考慮した上での行動の予測と制御や、自力避難困難者の介助者の負荷軽減などの避難計画技術の開発を行う。

大きく3つのサブテーマの研究を、本年度は以下のように実施した。1) 避難シミュレーション、VR、実際の建物での体験を融合した被験者実験を通じ、健常者の心理・行動を考慮した非常用エレベーターによる自力避難困難者の介助避難のための誘導・運行方法の開発を行った。2) 超高層建築物での火災時に長時間の待機の必要となる避難者の安心感を高める方法としての放送やサイネージでの情報提供の効果を、VRを用いた被験者実験により得た。3) 自力避難困難な入居者の多い小規模高齢者福祉施設における火災時に、介助にあたる職員の安全性や籠城による安全確保を考慮した煙制御手法を、火災煙シミュレーションを通じて構築した。

3) - 4 外装用難燃処理木材の性能持続性に係る適切な評価に関する研究【安全・安心】

研究開発期間（令和4～6年度）

〔担当者〕 西尾悠平、趙玄素

本研究開発課題は、外装用難燃処理木材を対象として、外装における木材利用の更なる促進を図るために、外装として難燃処理木材が長期使用された際の燃えひろがり抑制効果の持続性に対して、促進劣化と実暴露による耐候性試験を行い、外装用難燃処理木材の評価試験方法および有効な難燃処理技術についての検討を行うものである。

本年度の実施概要は次のとおりである。①外装用難燃処理木材の促進劣化試験の知見を蓄積するため、JIS A 1326「外装用難燃薬剤処理木質材料の促進劣化試験方法」を参考に、JIS A 1326とは異なる、より厳しい条件で難燃処理木材を促進劣化させ、更に、JIS A 1310 ファサード試験および、ISO5660-1 コーンカロリメータ試験（小規模）を用いて、促進劣化後の難燃処理木材の燃えひろがり性状と発熱性状を把握した。②実暴露状況下における劣化後の燃えひろがり性状と発熱性状を確認するための難燃処理木材の実暴露試験を開始した。

3) - 5 大規模建築物の内部延焼拡大防止技術と評価手法の開発【安全・安心】

研究開発期間（令和4～6年度）

〔担当者〕 鈴木淳一

本研究開発課題は、層間塞ぎ部分に関して、火災加熱による防火区画の健全性を適切に評価するため、典型的な外壁、床、層間塞ぎ材の熱劣化や熱変形の程度を物性試験や数値解析、耐火試験等によって把握し、有効な延焼防止技術を開発する。また、大臣認定を伴う耐火設計や確認申請業務において、層間塞ぎの選定や評価・確認が、経験的な方法ではなく、工学的知見に基づく方法により実施されるように、試験法・評価方法を開発することを目的とするものである。

本年度は、指定性能評価機関の壁炉の基本構成と実施可能性について調査し、水平加熱炉を用いる現行の試験法の課題を整理し、現行試験法では試験体の支持床の変形の影響、上面加熱時の炉内圧力の条件等が実情を再現できていない可能性があることがわかった。また、壁炉を用いた試験方法を開発することにより、課題の解決、国内全ての評価機関での実施が可能となることがわかった。

3) - 6 大規模観覧施設における群集流動制御に関する設計・誘導技術の開発【安全・安心】

研究開発期間（令和4～6年度）

〔担当者〕 峯岸良和

近年、スタジアムやアリーナなどの大規模観覧施設の計画が盛んになっている。このような施設において火災やテロなどの災害が発生した場合には、在館者の多くを短時間で同時に避難させる必要に迫られる。このような群集制御に関する設計や誘導計画には高度な考慮が必要になるものの、群集制御については、現状の設計プロセスにおいては火災時の避難安全設計が関連するのみで、また、設計や運用時に参照しやすい技術的知見が整備されていない。そこで本研究は、群集制御に関する設計および誘導に関する技術開発・体系化を目指す。

本年度は、スタジアム・アリーナにおける群集流として、来場・帰宅・避難の3相に着目して、相違点と設計・誘導的に考慮すべき点を抽出した。また、スタジアムでの試合終了後の帰宅群集の中に調査者がトレーサーとして混在することにより、群集の挙動を把握した。このデータをもとに、帰宅時と避難時、特に火災避難時の群集性状の相違や、避難経路、空間気積、セキュリティ、誘導方法などのあり方について考察した。同様の調査を、初詣参拝待機列においても実施し、データを取得しており、次年度に分析を行う。

3) - 7 外装ファサードの燃え拡がり性状に関する基礎的研究【安全・安心】

研究開発期間（令和4～6年度）

〔担当者〕 西尾悠平

本研究開発課題は、外装ファサードにおける燃え拡がりを工学的に解明し、実際の建築物の火災安全性能を検証するために、外装ファサードの燃え拡がりの発生メカニズム、特に通気層などの構法の要素が及ぼす影響を明らかにするとともに、燃え拡がりの予測手法の構築を検討するものである。

本年度は、過去に実施した、アルミ樹脂複合板を用いた外装ファサードを対象とした JIS A 1310「建築ファサードの燃えひろがり試験方法」の実験結果について分析し、燃え拡がりの進展に係る構法的な要因を整理し、各要因が燃え拡がりに及ぼす影響の比較検討を行った。また、不燃性外装ファサードを用いて、JIS A 1310の火源である噴出火炎の性状を確認し、燃え拡がり予測手法構築に向けた基礎データを取得した。

3) - 8 スモークチャンバー試験を用いたガス有害性試験の代替手法提案に向けた基礎的研究

【安全・安心】

研究開発期間（令和4～6年度）

〔担当者〕 趙 玄素

本研究開発課題は、欧州諸国の先進的な取り組みを参照し、技術的課題の解決を図っていくものであり、将来のガス有害性試験の代替手法の提案に向けたベクトル上で実施されるものである。

本年度は、FTIR（フーリエ変換赤外分光光度計）でガス成分分析しながらガス有害性試験を実施し、マウスの行動停止時間と血中 CO-Hb 飽和度及び HCN 濃度の関係を調べ、マウスが行動停止に至るメカニズムについて検討を行なった。また、昨年度実施された実験の追加試験も行い、信頼性の高いガス成分分析を行うためのガス有害性試験の実施手順について調べた。さらに、実大火災実験棟に新設された装置、FTIR 及び ISO5659-2 スモークチャンバー試験装置を連結し、燃焼実験を実施した。FTIR の結果から収率及び EN17084 が定める CIT_G値を計算し、ガス有害性試験とスモークチャンバー試験の相関性について確かめた。

※令和4年度以前の研究開発課題名：ガス有害性試験における動物使用見直しに向けたガス成分分析手法構築に関する研究に関する研究

3) - 9 地震火災性状の不確実性が住民避難誘導に及ぼす影響に関する研究【安全・安心】

研究開発期間（令和4～6年度）

〔担当者〕鈴木雄太

本研究開発課題は、地震後に収集される火災情報を有効活用し、住民を安全な場所へ避難誘導する手法（リアルタイム避難誘導）を開発するために、避難情報の導出に与える同時多発火災の不確実性（出火分布・延焼予測のばらつき）の影響を明らかにし、より信頼性の高い避難誘導情報の導出方法を確立することを目的としたものである。

本年度は、出火分布のばらつきに着目し、出火分布を所与として求まる最遅避難時間に対する安全上の限界時間（安全限界時間）の導出方法について検討を行った。最遅避難時間は残存している経路を正確に選択しなければ直ちに避難が不能となることを意味しているのに対して、誤った経路選択の後に正しい経路に迂回する時間（迂回コスト）を余裕時間として考慮することで安全限界時間の導出を行った。また、大井競馬場・しながわ区民公園一帯の市街地を対象として避難シミュレーションによる安全限界時間の試算を行った。安全限界時間の期待値は、最遅避難時間の大小に寄らず約半分の時間に存在することが明らかになった。

4) 材料研究グループ

4) - 1 中高層木造建築物の社会実装の促進に資する研究開発【持続可能】

研究開発期間（令和4～6年度）

〔担当者〕槌本敬大、山崎義弘、谷口 翼、脇山善夫、中島昌一、澤田知也、成瀬友宏、鈴木淳一、桑沢保夫、平光厚雄

本研究開発課題は、脱炭素社会の実現のために建築物等への木材利用を促進する施策に対応して、木造化率の低い中高層建築物の木造化を実現するために必要な技術的課題の解決を目的として、1)木質系異種複合部材の長期性能の評価法の合理化に資する研究開発、2)中高層木造の構造計算におけるクライテリアの明確化・合理化に資する研究開発、3)中高層木造建築物の耐火性能と耐久性能を両立させる仕様等に関する研究開発、4) CLT パネル工法建築物の社会実装の促進に関する研究開発、および5)木造建築物の床衝撃音遮断性能の向上に資する研究開発を実施するものである。

本年度は、1)炭素繊維束複合集成材を例にとり構成要素の長期変形性能のクリープ試験による評価、2)中高層木造の構造計算における懸案事項の調査、3)中高層木造の外壁通気層に関する湿気・水分移動のシミュレーションによる評価、高風圧高水圧下の中高層木造の外壁の漏水状況に関する実験的評価、枠組壁工法6階建て実験棟を活用した通気層の有効性の評価、及び外壁モデル試験体の燃焼試験による加熱膨張材の有効性の評価、4)低層 CLT パネル工法の仕様規定において耐力を与える直交壁が付帯する耐力要素の仕様及び CLT パネル工法における土台省略工法の水分吸着性に関する実験的評価、および5)実建物における床断面仕様および床衝撃音遮断性能の調査及び実験棟における床衝撃音遮断性能の調査を実施した。

4) - 2 木質構造物の安全限界変形角の設定法に関する検討【持続可能】

研究開発期間（令和4～6年度）

〔担当者〕山崎義弘

本研究開発課題は、木質構造物において各種耐力壁や半剛節フレームを水平耐力要素として用いた場合について、設計時の安全限界変形角の設定方法の検討を行う。これにより、構造計算ルート3や限界耐力計算法などの大地震時の構造安全性を直接的に検証する構造計算において、設計者が信頼のおける技術資料を提供する。

本年度は、安全限界変位に基づく既往の D_s 算定法を活用するため、その計算で必要となる等価減衰定数の評価方法を検討した。また、地震最大応答時の等価減衰定数は、最大変形に到達するまでの変形履歴によるところが大きいため、35地震波（国内外観測地震31波、模擬地震4波）を用いた時刻歴応答解析と比較し、評価機関等で用いられる標準的な試験法が妥当な結果を与えることを確認した。