

るもので、要求性能に応じた木材を提供するため、国産大径材丸太の強度から建築部材の強度を予測する技術を開発することを目的としており、中課題1) 原木の非破壊評価・選別技術の開発、2) 構造用製材の品質・強度特性予測技術の開発、3) 大径材の効率的製材・乾燥技術の開発に区分して検討している。このうち、中課題2) は小課題2-1)丸太品質と構造用製材の品質および強度特性の関係解明、及び2-2) 構造用製材の品質および強度特性予測技術の開発に分けて検討しており、このうち当研究所は2-1)を地方独立行政法人北海道立総合研究機構森林研究本部林産試験場、宮崎県木材利用技術センターと共同して分担している。

本年度は、枠組壁工法構造用製材および軸組構法用構造用の平角材について、水分平衡状態における長期継続荷重に対する強度特性および曲げクリープ特性を明らかにすることを目的として実験を行い、機械等級区分によるスギ・カラマツの206材の応力レベル70%、及びスギ平角材の応力レベル70%における荷重継続時間の調整係数を得た。さらに、目視等級区分/機械等級区分によるスギ・カラマツの206材、及びスギ平角材の恒温恒湿下のクリープ試験から得られたクリープ係数は、水分非平衡状態下のクリープ試験から得られる係数より全て小さな値となり、水分非平衡下のクリープ係数は2.0を超えるものがあるのに対し、恒温恒湿下では2.0を超えないことを明らかにした。

3) 寄付関係

3) - 1 コンクリート建造物の生産・維持管理の効率化に関する研究

研究開発期間（平成30～令和2年度）

〔担当者〕鹿毛忠継

本研究では、鉄筋コンクリート建造物の生産から維持管理に至る広範囲な領域に対し、建築材料関係の既往の研究における知見を応用して省力化および効率化を進めるための基礎研究を行うことを目的としている。

本年度は、スマートフォンに実装され始めた光学センサの1種のLIDAR スキャナによる形状計測技術を、建築物の維持管理業務に適用することの有効性の検証実験を行った。実験では、実際のRC建造物の劣化事象の形状計測を行い、計測データに基づく寸法計測等を実施し、使用性まで含めた評価を行った。その結果、現状でスマートフォンによる形状計測の分解能は、ひび割れや浮きなどのミリ～マイクロメートル単位の変状を計測するまでには至らないものの、計測の容易さ、表面レンダリングによる計測対象の再現性の高さ、AR機能の活用による遠隔調査に対する適用可能性など、建物調査の効率化に対する有効性は極めて高く、その活用方法の開発と各種のインスペクションに対する適用条件の整備が進むことで、維持管理分野における現地調査を大幅に効率化できる可能性が示された。

4) 交流研究員

4) - 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】

・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

枠組壁工法において中高層化を実現させるためには、1階の高強度耐力壁端部たて枠の頂部、脚部に生じる圧縮力による、上下枠材のめり込み変形・破壊に対する対策が必要である。本研究開発では、昨年度に提案しためり込み補強金物を用いた要素実験を行いその効果を確認した。さらに、めり込み補強金物を使った実大耐力壁について、鉛直荷重を付与した対緑碧試験を行い、壁としての性能確認、耐力壁に対してめり込み補強金物が与える影響を確認した。

4) - 2 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] 渡辺 臣 (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、鋼管巻き中実円形断面杭と基礎スラブとの接合部において、中実杭の外側鋼管と基礎スラブ間に空隙を設ける接合方式を採用した試験体(径400mm, 杭長2000mm, 試験体高さ3100mm)2体(試験体C-1, C-2)の高圧縮時靱性を既存SC杭(試験体C-3, 中空円形断面)と比較した。試験体C-1, C-2は、杭体外側の鋼管の上下にそれぞれ20mmの空隙を設け、外側鋼管に直接圧縮力が伝達しないようにした。軸力は、試験体C-1, C-3は、最大圧縮軸力比0.43、最大引張軸力比-0.21とし、試験体C-2は、最大圧縮軸力比0.185、最大引張軸力比-0.50とした。载荷は、軸力を変動させながら部材角を変位制御する繰り返し载荷とした。

試験結果は、次のようであった。1)試験体C-1では、変形角0.49%時に鉄筋が圧縮の降伏応力度に達し、変形角1.29%の時に外側鋼管が引張降伏応力度に達した。空隙が閉塞する前での最大耐力は変形角3.97%で1349kNmであった。2)試験体C-2では、変形角0.42%時に鉄筋が引張の降伏応力度に達し、変形角2.58%の時に外側鋼管が引張降伏応力度に達した。空隙が閉塞する前での最大耐力は変形角6.78%で1194kNmであった。3)試験体C-3では、変形角0.35%時に鋼管が圧縮降伏応力度に達し、最大耐力は変形角0.88%で1060kNmであった。

4) - 3 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】

- ・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

本研究開発では、梁端部の亀裂発生等の損傷に着目した検討の実施と非構造部材が損傷検知に及ぼす影響を明らかにすることを目的に、1層1スパンの鉄骨造骨組を対象に入力地震動と非構造部材の有無をパラメータとした振動台実験を実施した。全ての試験体において梁端の破断により終局しており、非構造部材を取り付けた試験体の方が減衰定数は大きく、地震応答による層間変形角がやや小さくなる傾向が確認された。梁端部の動的载荷実験による疲労性能は、非構造部材の有無に関わらず既往の静的载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。また、疲労性能曲線を用いて算出した破断に至る過程における損傷度と観察された損傷状況の対応を確認し、入力地震動により違いが生じることが確認された。

4) - 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】

- ・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

家庭用固体酸化燃料電池(SOFC)コージェネレーションシステムの発電効率は、定格での連続運転時に最も発電効率が高く、排熱を利用することでさらに総合効率を高めることが可能である。しかし、給湯負荷の小さい夏期・中間期においては、排熱利用率が低下することから新たな排熱利用用途が求められている。

本研究開発では、デシカントの再生熱にコージェネレーションシステムの排熱を活用することで夏期・中間期の排熱利用率を高めるとともに、冬期の加温・加湿にも利用していくことで年間を通じた快適な室内湿度環境の実現に寄与できるシステムを構築することを目的として検討を行った。本年度は、排熱を再生熱に利用できるように改造したデシカントユニットを用いたシステムを構築し、夏期・中間期の定格運転での実測を行った。また、実測結果を整理して得た最適な排熱利用条件をもとに、環境試験室における夏期条件実験においてデシカントユニットの最大除湿量の検証を行った。

4) - 5 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

[指導担当者] 足永 靖信、西澤 繁毅

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。

本年度は便所が節水化された場合の影響を確認するため、雑排水が全汚濁負荷に占める割合が高く、便所の節水化による影響が少ない用途として「一般家庭」、専らし尿系の汚水が流入するため節水化の影響が非常に大きくなる用途として「公衆便所」と「駐車場等」を選定し、JIS A 3302 の解説に示されている負荷原単位に基づき節水化された場合の流入負荷を設定し、ベンチスケール実験を行った。この実験の結果、便所を節水化した場合であっても BOD（生物化学的酸素要求量）については適正に処理できることが確認でき、現行の浄化槽に関する技術基準については見直しの必要はないことがわかったが、負荷条件によって、pH の調整、炭素源の添加による脱窒促進等、適切な運用管理上の対応が必要となることも確認できた。

4) - 6 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2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。ABW(Activity Based Working)やウェルネスオフィスづくりを目指し、あえて環境の「ムラ」を作り、働き手が自ら環境を選択する環境計画や、感染症対策として十分な換気量の確保と省エネ制御を両立する取り組みなどの提案が増加していることなどを確認した。

4) - 7 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】

・太陽光発電、燃料電池、蓄電池を導入した住宅の消費エネルギー予測ロジックの構築等、建築物の省エネ効果算定に資する研究

【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。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た。今後、これらの研究結果より、明らかになった、太陽光発電と蓄電池の有効性だけでなく、その限界も見据えて、今後の脱炭素へ向けた水素利用などの検討も行っていく。

4) - 8 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】

・室内空調に関する省エネルギー性能の調査

[交流研究員] 黒鳥 皓史 (一般財団法人ベターリビング)

[指導担当者] 西澤 繁毅

本研究開発は、非住宅省エネルギー基準において現在適用されているパッケージエアコンのエネルギー消費特性モデルについて、一層の汎用性の向上、モデルの精緻化を目指すために行うものである。

本年度は、パッケージエアコンのエネルギー消費特性を明らかにするための運転データの収集を行った。業務用空調設備試験装置に設置したパッケージエアコン試験機を用い、JIS B 8615-3:2015 に規定された条件下および実動条件下、温湿度を変化させた条件下の試験を行い実験データを取得した。これまでに取得した実験結果と併せて分析を行い、暖房時、冷房時の室内外の温湿度がエネルギー消費特性に及ぼす影響について検討した。

4) - 9 中高層木造建築物等の防火関連技術の開発【持続可能】

・中高層木造建築物等の防火関連技術

[交流研究員] 橋本 由樹 (三井ホーム株式会社)

[指導担当者] 野秋 政希

木材は火災加熱を受けると、内部に水蒸気分布が発生し、火災発生前より部分的に含水率が上昇することがある。そのため火災加熱中を想定し、木材の樹種、木材の温度、および含水率を変化させた圧縮試験を行い、各温度および含水率下における木材の構造的特性の把握をすることを最終目的とし、前例の無い試験方法となるため予備試験を行い、試験方法の確立に資する知見を得ることを目標として実施した。(国研) 森林研究・整備機構 森林総合研究所の温度調整炉付き圧縮試験機を用いて JIS Z 2101「木材の縦圧縮試験方法」に準拠した予備試験を実施した。測定項目は圧縮力、圧縮速度、ひずみ、試験体温度と温度調整炉内部温度、標点間距離とした。結果として、試験体の加工精度により大きく圧縮耐力に差が出てしまったため、来年度に試験体の寸法、試験方法について予備試験を再度実施し、検討を行う。

4) - 10 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その2)

[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

昨年度の研究では、平成12年建設省告示第1422号において適用除外とみなされる防火区画を貫通する硬質塩化ビニル管(給排水管等に用いられる管、以下VP管という)の内呼び径75Aおよび75Aより肉厚が薄い管(65A、50A)について60分間加熱実験を行い、加熱時の特性を把握するとともに、60分間の遮炎性能を確認できた。本年度は、同様の条件(壁相当材ALC100mm、モルタル埋め戻し)による加熱実験を行い、①VP管およびVP管と類似の組成を持つ配電管(以下VE管という)は同径・同肉厚であれば同等の遮炎性を持つ、②VE管呼び径18~42はいずれも余裕をもって60分間遮炎性能を満足する、という結果を得た。以上により、貫通部が中実壁モルタル埋め戻し(湿式工法)であれば同告示で適用されない小径管を防火区画に使用しても問題ないことがわかった。また、薄型中空壁(総厚70mm、乾式工法)にVP管を貫通させる場合の措置として、壁厚割り増しのためのせっこうボード蓋および貫通部肉厚割り増しのためのVP管ソケット(管径により径・肉厚は一意に決まる)の2通りの補強方法について実験的検討を行った。

4) - 11 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）の修整を行った。また、建築研究所本館等で行われた実験等に参加し、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。

4) -1 2 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] 山口純一（株式会社大林組）、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。

建築基準法の排煙規定では防煙区画内のどの位置からも30m以内に排煙口を設置する必要がある。しかし防煙区画が複雑な形状となると、排煙口の増設によるコスト負担が大きい。そこで今年度は、排煙口増設の代替案の火災安全性の同等性を実験で検証した結果、排煙口までの距離を延長する代わりに煙層下端高さが同等となるよう排煙風量を増す考え方を提案した。

4) -1 3 亜熱帯地域におけるCLT等を用いた木造建築物の耐久設計仕様検討

[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、当初実施する予定であった「CLTを用いたモジュール建築物の基本性能検討」よりも社会的ニーズ、学術的解決策の提示が急がれたため、優先的に実施したものである。沖縄県等亜熱帯気候に属するようなシロアリの活性が高い地域において、CLT等を用いた木造建築物を計画する際の耐久設計の技術、各部のディテール、木材の処理方法等を検討して課題の抽出目的とした。

既往の蒸暑地域における木造建築物の耐久仕様、各部のディテールやシロアリの食害事例等の情報を収集した結果、長期に建築物へのシロアリの侵入防止を継続・維持するための維持管理技術、蒸暑地域におけるシロアリ防除（対策）技術、耐久設計技術などの課題があることが判明した。

4) -1 4 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】

- ・下地調整塗材を下地とした有機系接着剤によるタイル後張り工法の耐久性評価

[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

建築物の外装をタイル張り仕上げする際に、有機系接着剤によるタイル後張り工法が採用されることが増えてきた。同工法では、下地精度が悪い場合に下地調整塗材などを用いて下地調整を行うこととされている。しかし、有機系接着剤と下地調整塗材の接着耐久性に関する知見は少ないため、本研究では有機系接着剤と下地調整塗材の接着耐久性について評価を行うことを目的とした。評価はコンクリート平板を基材として、下地調整塗材を設け、有機系接着剤によるタイル張りをを行い、引張接着強さ試験を実施した。また同試験体を屋外ばく露し、接着強さ試験により耐久性を確認する。接着強さ試験の破断位置判定は目視により行われることが多いが、本研究では市販の判定ソフトを用いて統一した評価を実施する。評価に供した材料は、市販されている下地調整塗材（JIS A 6916「建築用下地調整塗材」下地調整厚塗材2種適合品）を3種類、有機系接着剤（JIS A 5557「外装タイル張り用有機系接着剤」認証品）を2種類とし、6水準の試験体を作製した。本年度は初期性能について評価を実施し、全ての組合せにおいて、JASS19の完成検査基準を満たした。今後、継続して評価報告する予定である。

4) -15 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、建築物の外壁点検に UAV を活用することを目的として、既往の研究にて開発を行った Visual SLAM 制御搭載小型 UAV と、市販化されている画像解析サービスを使用し、①F 値（絞り）と EV 値（露出）の関係及び撮影画像同士の重複度合の検討を行った。また、②外壁仕上塗料の色調変化を取得する今後の研究課題の基礎として、UAV 搭載カメラで RGB カラーチャート撮影し、色調抽出を行った。①の結果、EV 値（露出）を±0 とした場合に画像解析結果が良好となることが確認できた。また、被写界深度に影響を与える F 値（絞り）は下限値 (2.0) を基本とした場合に、撮影画像同士の重複度合を 60%以上確保する必要があることが分かった。②では、RGB 値の抽出値は日射環境に大きく左右されることが明らかになった。建築物点検においては、ひびわれ以外にもチョーキングや変色等、目視にて判別する種類がある。これらを色調抽出により定量的に評価できる可能性が考えられるが、本研究で結論を出すには実験数が不足しているため、引き続き検討を行う。

4) -16 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を行い、昨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。本年度は昨年度に引続き、変形量と繰返し疲労回数を変化させた場合について調査した結果、変形量と繰返し疲労回数の増加により表面クラックの量が増加する傾向を MS-2 に対して確認した。一方、PU-1 については同様の傾向は確認されず、材料によって繰返し疲労と UV 照射による同時複合劣化に対する耐久性が大きく異なることが確認された。また、MS-2 において変形量±30%でシーリング材が破断する結果が得られた。この結果は、本試験方法が表面劣化に関する評価のみに留まらず、材料自体の耐久性や接着耐久性に対しても評価し得る可能性を示唆したと考える。

4) -17 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改修前既存部分の状況、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。2018 年建築研究所ぱくろ場にて屋外暴露後約 20 年が経過した大型試験体について、劣化診断に基づいた改修設計による塗膜改修を行った。前年に引き続き改修試験体 2 年後の経過観察を行った。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不具合が発生したことを確認した。塗膜改修を多数回行うことを想定した再改修を、2018 年初めの改修から 2019、2020 年と実施。2021 年に 3 回目の再改修を行う予定である。今後も引き続き改修後の性能検証を実施する。