

## 【外部資金による研究開発】

### 1) 科学研究費助成事業

#### 1) - 1 応急仮設住宅の供与期間終期における入居者退去と住戸解消に向けた対応策の検討

【安全・安心】

研究開発期間（平成 29～令和 2 年度）

〔担当者〕 米野史健

本研究開発課題は、応急仮設住宅の供与期間の終期に着目し、入居者の恒久的住宅への移行と応急仮設住宅の退居を円滑に進める方法、及び残存する世帯の最終的な退居を促して最終的に応急仮設住宅を解消する方法について、過去災害の取組事例や東日本大震災・熊本地震で進行中の取組実態を把握し、適切な対応策を検討することを目的とする。

本年度は、東日本大震災及び熊本地震における供与期間終期の住宅再建支援の取組についての記載がみられる自治体の報告書や公表資料を収集し、取組内容を事例シートとしてとりまとめる作業を行った。あわせて、岩手県住田町で被災者支援の取組を継続的に行ってきた一般社団法人邑サポート、及び宮城県南三陸町の保健福祉課被災者支援係に対して、支援が終了する本年度末の段階において、この間の被災者の移行の実態や支援の内容及び課題に関するヒアリングを実施した。

#### 1) - 2 伝統木造住宅の倒壊限界変形向上のための破壊機構推定に関する研究【安全・安心】

研究開発期間（平成 31～令和 2 年度）

〔担当者〕 大村早紀

本研究開発課題では、極大地震による伝統木造住宅の倒壊被害軽減に向けて、倒壊限界変形評価のための実用的な破壊機構推定法の構築を目的とし、実験・解析に基づく研究を実施予定である。

本年度は、伝統木造住宅に一般的な 2 階建ての架構を対象とし、実験結果に基づいて倒壊時の崩壊形を分類した。そして、架構の軸組や壁の仕様から、架構の崩壊形を簡易に推定可能な式を提案した。また、提案式により実験での破壊機構を推定し、提案式の有効性を確認した。

#### 1) - 3 地表面近傍の乱流構造の解明およびその設計風速の提案【安全・安心】

研究開発期間（平成 31～令和 2 年度）

〔担当者〕 高館 祐貴

本研究開発課題では、平成 12 年建設省告示第 1454 号(以下、告示 1454 号)ならびに日本建築学会の建築物荷重指針・同解説(以下、荷重指針)で一定値とされている地表面近傍の設計風速を新たに提案するために、数値流体解析を用いて地表面近傍の流れ場とその乱流構造を明らかにすることを目的とする。

本年度は、1 辺 5cm の立方体を用いて測定した風洞実験モデルと同様な数値流体解析モデルを作成することで、地表面近傍の風速分布を明らかにした。また、建蔽率や粗度立面積密度などを変化させた解析を行うことで、これらのパラメータが風速値に及ぼす影響を検討した。数値流体解析は可視化に有利かつパラメータの調整が容易であるが、計算時間が膨大であるため、時間的・空間的な風速分布について定量的な評価を与えるまでの十分なデータはまだ得られていない。しかし、これまでの検討では、現行の告示 1454 号や荷重指針において一定値とされている地表面近傍の風速の鉛直方向の分布は地表面摩擦と住宅レベルの低層建築物による影響によってやや低減できるというデータが得られている。

#### 1) - 4 スラブ内地震とゆっくりすべりとの関係【安心・安全】

研究開発期間（平成 31～令和 2 年度）

〔担当者〕 北 佐枝子

本研究では、日本列島を解析領域として、「ゆっくりすべり」のうち、短期的スロースリップおよび長期的スロースリップ発生域下のスラブ内地震の特徴を調べ、「石英脈の形成サイクルがゆっくりすべりの発生周期と関わる」とするモデルと、本研究の観測結果との整合性の検討を西南日本等にて行う。これらの研究計画を進め、プレート境界型大地震の発生監視のための新しいモニタリング手法の確立を目指す。

本年度は、氏家恒太郎・筑波大学准教授との研究打ち合わせで得られた知見を反映させた地震データ解析を行うことができた。西南日本で採取された石英脈の化学分析に基づき、石英脈や流体の起源についてスラブマントル由来である可能性を検討する必要性を認識し、スラブ内地震をスラブマントルとスラブ地殻の2つに区分して解析を開始することができた。これらの研究活動の成果については、スロー地震学に関する研究集会での口頭発表および米国地球物理学会での招待講演を行った。また、M9 東北地震と東北地域の最新の研究成果に関しての松澤暢・東北大学教授からご教示いただき、巨大地震発生前のプレート境界周辺部での諸現象についての最新の知見を得た。

#### 1) - 5 火災時に生成する有害性ガスを除去する技術に関する基礎的研究【安全・安心】

研究開発期間（平成 31～令和 3 年度）

〔担当者〕 趙 玄素

本研究課題は、火災室天井部の煙層に含まれる有害性ガスが降下するまでに、化学反応をさせ、無害な物質にする手法を検討することを目的とする。当該手法は、既存住宅および工事現場等での使用に適したものである必要があり、低コストかつ取り付けが簡単なものを想定している。

本年度は、有害性ガス除去に効果がある触媒を既往文献より調べ、その効果を確かめるために、煙発生装置を作成し、触媒の種類を変更しながら散布する実験を実施した。一酸化炭素とホルムアルデヒドにそれぞれホブカライトの粉末と水素化ホウ素ナトリウムの水溶液が有効であることを確かめた。次年度は、触媒濃度と反応量の関係を調べるとともに、煙発生装置にあった触媒散布部分を改良し、より大きな規模での実験を実施する予定である。

#### 1) - 6 短期的スロースリップの発生とスラブ内の地震活動および応力場の時間変化との関係

【安全・安心】

研究開発期間（平成 31～令和 3 年度）

〔担当者〕 北 佐枝子

紀伊半島、四国、カスケディアを研究対象地域とし、短期的スロースリップ（スロー地震の一種）の発生前後に起きる、海洋性プレート内部（スラブ内）での①応力場、②地震の  $b$  値、③地震発生数の変化について調べる。そして、スロー地震とスラブ内地震の変化発生時期に関係が見えるかについての理論構築を短期および長期在外研究により行い、それらを通し、スラブ内地震とスロー地震との関係モデルの構築を目指す。

本年度は、令和 2 年度に開始する長期在外研究の準備のため、計算機環境の構築等を行った。また、長期渡航の事前準備として 2 箇所の渡航先の研究者との研究打ち合わせも行った。南カリフォルニア大学の Heidi Houston 教授との研究打ち合わせでは、紀伊半島で得られた短期的スロースリップの発生時に見られるスラブ内における応力場の時間変化について、ニュージーランドでの研究結果との議論を行った。カリフォルニア大学バークレ校の Roland Burgmann 教授との研究打ち合わせでは、短期的スロースリップの発生前後における地震波速度および減衰構造の時間変化との議論の重要性について今後検討事項とすることを確認した。

#### 1) - 7 あと施工アンカーの引抜き耐力に及ぼす温度条件の影響【持続可能】

研究開発期間（平成 30～令和 2 年度）

〔担当者〕 松沢晃一

本研究の目的は、金属系や接着系などのあと施工アンカーが部材表層に施工されたコンクリート構造物が、暑中期に外壁や屋根スラブなどが受ける 80℃程度までの温度環境下にさらされた際の、あと施工アンカーの引抜き耐力を明らかにすることである。その際、それらの温度環境下におけるコンクリート、あと施工アンカーおよび接着材料の物性変化を把握し、あと施工アンカーの引抜き耐力を FEM 解析により評価するための構成則を導き出す。また、供試体寸法や試験方法に関する検討より、耐力評価試験方法確立に関する検討を行うことである。

本年度は、接着系あと施工アンカーに着目し、有機系および無機系の 2 種類の接着剤を用いた検討を行った。高さ 120mm 一定とし、直径が 150、200mm と異なるコンクリート母材中心に、直径 12mm の接着系あと施工アンカーを埋込み長さ 60mm で施工し、温度 20、35、50、65、80℃で加熱し、加熱時における引抜き耐力について検討を行った。なお、試験は、載荷面の拘束条件を変えて行った。

1) - 8 都市計画での建物現況調査に革新的技術を導入する際に発生する課題に関する実証的研究  
【持続可能】

研究開発期間（平成30～令和2年度）

〔担当者〕 阪田知彦

都市計画法に基づく都市計画基礎調査の一環で定期的に行われる建物現況調査は、調査員が現地へ赴いて外観目視により建物1棟毎の用途等を記録し、帰還後にGIS(地理情報システム)等で建物形状データに紐付けする作業を経てデータ化されるため、手間とコストがかかる調査である。一方で近年、調査を支援する様々な革新的技術が利用できるようになってきているが、実務では活用が進んでいない。その一因として、革新的技術を建物現況調査に導入する際の効果や課題についての十分な検証が行われていないことが指摘できる。そこで本研究は、建物現況調査への革新的技術の導入可能性の検証を目的とした実証実験と、これまでの調査技術に関する資料の体系的整理やアンケート調査等といったシーズとニーズ両方面からの体系的・総合的な検証を通じて、建物現況調査に対して革新的技術を導入する際に発生する課題を形式知として得ることを目的とする。

本年度は、360度カメラを用いた現地調査の正確性や時間効率性などを検証するために、千葉工業大学の学生を対象とした模擬調査を実施し、調査対象建物に対する情報提示等の有無により正確性や効率性が異なることが明らかとなった。また、昨年度に引き続き基礎調査関係の資料の電子化を行った。

1) - 9 中性化を受けたコンクリート中における水分移動特性の体系化および耐久性の検証  
【持続可能】

研究開発期間（平成31～令和2年度）

〔担当者〕 中田清史

本研究開発課題では、普通ポルトランドセメントを対象として、中性化を受けたコンクリートの水分移動特性・水分保持特性に関する知見の体系化を行うとともに、これに基づいて中性化を受けたコンクリート内部の水分状態予測を行い耐久性検証に資する情報を提示することを目的として各種実験・解析を行う。

本年度は、セメント硬化体を用いた基礎研究を実施し、炭酸化がセメント硬化体の水分移動特性・水分保持特性に与える影響について検討した。その結果、乾燥時の水蒸気拡散係数は、炭酸化によって上昇する（バリア性が劣化する）可能性を示し、この原因としてセメント硬化体中の水和生成物の分解が挙げられることを指摘した。また、水分保持特性を評価する目的で等温脱着曲線を測定した結果、セメント硬化体の含水率は炭酸化によって低下することが明らかとなった。

1) - 10 木質混構造を対象としたCLT各種接合部の構造性能評価手法【持続可能】

研究開発期間（平成31～令和3年度）

〔担当者〕 中島昌一

本研究開発課題は、CLTと鉄筋コンクリート造、鉄骨造を併用した構造の設計法の提案に向けた接合部の構造性能評価法を提案することを目的とする。CLTの各種接合部には一般的なCLTパネル工法で用いられる接合部より高強度・高剛性の接合部が必要となる。混構造でも使用可能な標準的な接合法と評価法を行う開発研究である。

本年度は、鉄骨造フレーム内にCLTパネルを用いた耐力壁端部に鋼板挿入ドリフトピン接合を用いた標準的な接合部の提案、設計法の提案と実験による検証を行った。提案する接合部について、架構が1./50radを超えるまでパネルの性能を十分に利用できる接合部であることを確認した。

1) - 11 ジオタグ付きTwitterデータを用いた都市生活者の暑熱環境に対する意識の分析  
【持続可能】

研究開発期間（平成31～令和3年度）

〔担当者〕 熊倉永子

本研究開発課題は、屋外熱環境の悪化が顕著な都市部を対象に、都市生活者が個人的な情報を自由に発信できるソーシャルメディアデータの1つであるジオタグ付きTwitterに着目し、暑さ、涼しさを表現した投稿を抽出し、投稿された場所と時

間帯の特徴から都市生活者の行動を踏まえた温冷感に関する指標の提案を目指したものである。具体的には、Tweet による温冷感申告の特徴分析、並びに投稿が集中する場所のシミュレーションによる物理環境の実態把握、空間用途等、都市生活者の暑熱感と物理的な環境指標との関係を分析する。

本年度は、夏期の東京 23 区内で投稿された温冷感に関するキーワードを含む位置情報付きツイートを対象に、気象データとの相関を分析した。暑さを表すツイートは気温と高い相関関係にあるが、熱中症搬送車数の傾向とは異なり、7 月上旬に比べて 8 月下旬では同じ気温でもツイート数は減少傾向であることが分かった。

1) - 1 2 駅前市街地への内向型スプロールに対応する居住環境マネジメントと地域ガバナンス  
【持続可能】

研究開発期間（平成 31～令和 3 年度）

[担当者] 中野卓

近年中高層集合住宅の立地が進む駅前商業地を対象に、都市計画学・住宅学分野において研究されてきた住環境マネジメントの考え方を応用して、市街地環境悪化等の課題への予防的解法の構築を目指すものである。商業地への住宅立地による課題については、運営費交付金による研究開発「商業系用途地域における住環境整備・改善手法の研究」が規制・誘導等の判断基準を検討するものであるのに対し、本課題はマネジメント等のソフト的手法による対応を検討する。

本年度は、首都圏および近畿圏の 249 自治体を対象に、住宅地図データに基づき 2008 年度および 2016 年度のべ 220 万棟の建築物データベースを構築した。これを用いて近年の集合住宅の立地動態を分析し、都心部や郊外鉄道駅周辺などの地域別に市街地環境変化による課題と住環境マネジメントの方向性を検討した。

1) - 1 3 関東大震災で大きな被害をもたらした巨大火災旋風の現代の市街地での発生可能性  
【安心・安全】

研究開発期間（平成 29～令和 2 年度）

[担当者] 林吉彦（研究分担者）

本研究では、火災旋風の発生条件を、火災風洞実験を通じて明らかにすると同時に、この結果に、出火確率モデルと、市街地火災延焼モデルによる予測を組み合わせることで、現代の市街地における火災旋風の発生可能性を明らかにすることを目的としている。

本年度は、これまでに収集した近年の地震火災記録を、従来のように地震ごとに個別に分析対象とするのではなく、地震間の共通性に着目した階層ベイズ手法を適用して分析することにより、安定的に地震出火確率モデルの推定を行えるようにした。また、火災風洞実験を実施して L 字型火源周辺流れ場を可視化し、その様子を高速度カメラで記録した画像の PIV（Particle Image Velocimetry）解析を行った。これにより、床面付近の 2 次元 2 成分の流速ベクトルを求め、火災旋風が発生しやすい流体力学的な条件について定性的な分析を加えた。

1) - 1 4 連続した大地震に対する鉄骨造建物の安全性・機能維持評価と耐震設計法の確立  
【安全・安心】

研究開発期間（平成 29～令和 3 年度）

[担当者] 長谷川隆

本研究では、一般的な中低層の鉄骨造建物について、設計レベル、あるいはそれを上回る強い地震を連続して受けた場合に、非構造部材を含む建物の損傷・残存耐震性能や建物としての機能がどの程度残るかを体系的な実験ならびに解析により定量的に評価し、倒壊防止だけでなく機能維持限界も視野に入れた耐震設計法を構築する。

本年度は、昨年度に引き続いて、非構造部材の弱点となると考えられている入隅部や出隅部を再現した非構造部材を設置した実大の鉄骨造立体架構試験体を製作し、その静的載荷実験を行った。今年度の試験体は、角形鋼管柱と H 形断面梁からなる一般的なラーメン構造の構面に ALC 外壁を設置したものである。繰り返し発生する可能性がある大地震を想定した加力サイクルとし、構造部材と非構造部材の損傷状況や変形性能について検討した。

1) - 1 5 火災の早期対応・鎮圧を目標とする火災拡大抑制対策枠組の構築【安全・安心】

研究開発期間（平成 30～令和 2 年度）

〔担当者〕 鍵屋浩司

本研究開発課題は、建て替えが進まない密集市街地、伝統的建造物群保存地区等の歴史的町並み保存、山間・離島等の孤立集落等、発生し得る火災規模に利用可能な常備消防力が不足する地域及び高齢者を対象とする福祉施設・集合住宅等、小規模火災でも人的被害を出し易い施設に適した火災安全対策の枠組を提示し、本枠組のもとで、各種防災技術、防災計画手法の有効性を評価するのに必要な予測手法を開発するものである。

本年度は、火災初期における避難安全確保の観点から、木質内装居室における火災伝播を抑制する難燃処理木材の効果的な貼り方や、建築研究所が開発した扉の漏煙量測定装置を用いて、歴史的な木造旅館への適用を想定した不燃シートによる遮煙扉の効果を実大火災実験によって検証して既存建築物の効果的な防火改修のための工学的知見を整理した。

### 1) - 1 6 大振幅地震動対応アクティブ系振動制御構造と非線形ハイブリッドシミュレーション検証【安全・安心】

研究開発期間（平成 30～令和 2 年度）

〔担当者〕 伊藤 麻衣

本研究開発課題は、大振幅地震動に対して人命保護・損傷制御・機能維持の性能を確保する高度な免震・制振構造を提案するために、1) 高速アクチュエータと振動台によるリアルタイムハイブリッドシミュレーションによる検証システム（デュアル RTHS システム）の開発、2) 免震構造の非線形応答時にも高い性能を確保できる非線形セミアクティブ免震構造の提案と性能検証、3) 大制御力を発揮する大質量比アクティブマスダンパー制振構造の提案と性能検証、を実施する。

本年度は、2)の非線形セミアクティブ免震構造の検討として、積層ゴムのせん断ひずみ 300%以上のハードニング領域でも上部構造の床応答加速度を低減する制御アルゴリズムを開発し、その性能をデュアル RTHS システムで検証した。

### 1) - 1 7 地表面付近での粗度効果を反映した竜巻荷重算定法の体系化【安全・安心】

研究開発期間（平成 31～令和 3 年度）

〔担当者〕 奥田泰雄

本研究は、室内実験と既往の観測事例から地表面付近の竜巻による気流特性を評価し、竜巻による突風荷重(以下「竜巻荷重」)の算定法を構築するものである。竜巻荷重の算定では、竜巻通過時の地表面付近での急激な気圧降下特性を適切にモデル化する必要がある。そこで、流体の基礎方程式に地表面粗度の影響を表す外力項を適用し、気圧降下分布を表すモデルを導出する。このモデルの前提となる速度分布は竜巻発生装置を用いた実験から取得し、導出された気圧降下の傾向を風圧実験や既往の観測と比較検証する。

今年度は、既往の竜巻被害事例の収集と、竜巻状気流発生装置を用いて、地表面粗度が異なる場合の地表面上の圧力分布の性状について実験を行った。

### 1) - 1 8 大地震に対するコンクリート杭および杭頭接合部の性能評価と 2 次設計法の提案

【安全・安心】

研究開発期間（平成 31～令和 3 年度）

〔担当者〕 渡邊秀和

本研究課題は、コンクリート系杭基礎構造システムを有する新築および既存建築物の大地震時における耐震安全性および継続使用性を確保するため、杭基礎構造システムの解析モデルの開発および性能設計法の提案を行うものである。研究成果を用いて、基礎構造を含めた建築物全体の性能設計を実用化し、地震に代表される災害に対してレジリエントな社会資本の実現に資する。

本年度は、特に杭体の構造特性評価に着目し、杭体の曲げ断面解析を実施することのできる解析ツールの開発を実施した。特に、杭体に使用される材料の特性に合わせた材料モデルの開発を行うことで、杭体の曲げ断面解析の高精度化を目指した。

### 1) - 1 9 低コストを前提とする宅地地盤調査を高度化し減災を目指す研究【安全・安心】

研究開発期間（平成 31～令和 3 年度）

[担当者] 平出 務

宅地における戸建住宅の被害では、大地震時における液状化被害や盛土・埋土を主体とした経年経過に伴う沈下被害が揚げられる。これらの原因に、宅地地盤調査が低コストにならざるを得ないことに起因する予測方法や評価方法の問題がある。これまで、宅地地盤調査に用いられるスウェーデン式サウンディング試験（SWS 試験）に土質分類機能を持たせ、SWS 試験データから直接液状化強度を推定する基礎研究を進めてきた。本研究では、これまでの研究を継承するとともに、i) 土質判別可能な SWS 試験機の実用化と ii) SWS 試験データから直接液状化リスクを評価する方法の確立を目的とする。本年度は、(独) 土木研究所が東日本大震災時に詳細な地盤調査を実施しデータが揃っている、江東区猿江恩賜公園で SWS 試験を実施し、既存の詳細データとの比較を行った。

#### 1) - 2 0 南海トラフの巨大地震津波による瓦礫火災の市街地延焼リスクと管理手法の構築

【安全・安心】

研究期間（平成 31～令和 3 年度）

[担当者] 林吉彦、岩見達也（研究分担者）

東日本大震災では、373 件の火災のうち 43%は「津波瓦礫火災」であった。南海トラフの巨大地震で発生する津波火災が、22 都道府県で 270 件に及ぶことが予測されている。本課題は、東日本大震災時の堆積瓦礫量の高精度測定及び津波瓦礫火災発生メカニズムの解明、市街地火災リスク予測を行い、津波瓦礫火災に強い沿岸街づくりのあり方についての提言を目指すものであり、このうち、瓦礫火災に関するシミュレーションを用いた予測を分担する。

令和元年度は、瓦礫火災の燃焼状況把握のための基礎データとするため、東日本大震災時の映像資料等の収集分析及び津波火災の海外事例調査を行い、東日本大震災時の津波火災との相違点、共通点を探るとともに、瓦礫火災モデルの検討を行った。

#### 1) - 2 1 火災加熱下の木造部材における熱・水分移動とその力学的影響に関する実証的研究

【安全・安心】

研究開発期間（平成 31～令和 3 年度）

[担当者] 鍵屋浩司

本研究課題は、木造部材の耐火性能予測において従来無視されてきた 100℃付近での含水率が強度に与える影響を解明して未発達であった高温の木材の含水率測定法に展開するために、木造平板及び梁（集成材及び耐火木造）について耐火加熱時の部材内部の温度・含水率及び載荷時の変形の測定を行い、代表的な樹種の熱・水分移動予測に関する諸パラメータの同定と火災加熱時の部材の力学的性能の予測モデルの検証を行うものである。

本年度は、大スパンの燃え止まり梁について載荷状態で 2 時間耐火試験を行い、載荷荷重が燃え止まり機構に与える影響を把握するとともに、小スパンの含水率の異なる燃え止まり梁について非載荷で 2 時間耐火試験を行って、含水率が燃え止まり機構に与える影響を把握した。

#### 1) - 2 2 東アジアの伝統木造建築に見られる柔構造メカニズムの解明【持続可能】

研究開発期間（平成 31～令和 3 年度）

[担当者] 中島昌一

本研究開発課題は、日本を含む、台湾、中国などの伝統木造建築に見られる斗組を介した建物重量を利用した、地震力等の水平せん断力に抵抗するメカニズムの解明を目的とする研究である。国際共同研究として、日本（京都大学・建築研究所）をはじめ台湾（成功大学）、中国（南京林業大学）の研究者と協力して調査研究を実施する。

本年度は、実験のための予備的な検討として、各国における斗組の調査および、標準的な鉛直構面の提案、構面に鉛直力を与えながら、水平せん断力を与える実験方法の検討・提案を行った。

#### 1) - 2 3 津波で失われた景観の再現による記憶の抽出と日常生活に結びついた場の解析

【持続可能】

研究開発期間（平成 31～令和 3 年度）

〔担当者〕熊倉永子

本研究開発課題は、研究代表者らがこれまで取り組んできた景観再現手法を用いて、東日本大震災の津波流出前の集落を精緻に再現し、それを用いた被災者へのヒアリング調査から、集落の生活の場と結び付けられた記憶を被災者の中に蘇らせ、さらに次の世代へ継承する方法の開発を目的としたものである。

本年度は、従前の生活を育んだ「場」が津波によって失われてしまった宮城県岩沼市沿岸部集落と岩手県山田町を対象に、プロシージャルモデリングとリアルタイムレンダリング手法により、失われた景観の再現モデル作成に取り組んだ。

#### 1) - 2 4 強震動予測のための微動を用いた不整形地盤構造推定システムの構築【安全・安心】

研究開発期間（平成 31～令和 4 年度）

〔担当者〕新井洋

本研究開発課題は、地盤の水平成層構造仮定に基づく各微動探査手法の不整形の度合いによる頑健性について評価する。また、不整形度合がより大きな構造を対象に、この仮定に基づかない微動探査手法の実用化に向けた展開を行う。これらの結果を踏まえて、不整形度合が異なる様々な地下構造を推定するためのシステムの構築を目指す。

本年度は、微動のアレイ観測から得られた位相速度への表面波と実体波の影響を、SPAC 法を拡張した定式化を行うことで評価する方法を開発した。表面波と実体波から成る全波動場における位相速度の算出法を示した上で、系統的なパラメータスタディによりその基本的な特性を調べるとともに、波動論的な考察によりピーク位相速度を構成する表面波と実体波の伝播性状を明らかにした。開発した評価法は、S 波の卓越周波数を含む広い周波数範囲の位相速度から地下構造推定を行う際に有用と考えられる。

#### 1) - 2 5 大判木質パネルの特性を最大限に活かした高可用型木質混構造の性能把握と評価

【持続可能】

研究開発期間（平成 31～令和 4 年度）

〔担当者〕中島昌一

本研究開発課題は、CLT 等を用いた大判の木質パネルを用いた連層壁による壁勝ちパネル工法の妥当性を検証する開発研究である。

本年度は、長さ 15m 幅 2m の大判 CLT パネルと鋼製ダンパーを用いた連層壁による実大 5 層 CLT パネル工法構面の水平載荷実験を実施し、大判パネルを用いた CLT パネル工法の構法および設計における課題を抽出した。今後実験結果を基にした、構法の改良と評価法の提案をするための部材・要素実験を実施し、CLT 壁勝ち工法の設計法の提案に資するさらなるデータの蓄積を進める。

#### 1) - 2 6 大地震後の継続使用を可能にする木質制振住宅の汎用設計法の提案【安全・安心】

研究開発期間（平成 31～令和 5 年度）

〔担当者〕山崎義弘

本研究開発課題は、木質住宅に対する制振技術の適用の普及を目指し、汎用設計法の提案を行うものである。一般に制振構造は、その高いエネルギー吸収性能を発揮することで、地震による変位・加速度を低減するものであるが、地震後の住宅の継続使用を可能にするには、構造材だけでなく非構造材の損傷も極力抑制する必要があるため、構造・非構造材の損傷レベルと補修に要する費用の関係を考慮して、制振技術を取り入れるメリットを明示する。

本年度は、木造住宅の内外装材の面内せん断性能に関する既往研究（192 件）を調査し、変形角と損傷レベルの関係をデータベース化した。仕様を細分化することで、個別のケースに対応するための検討を進めており、傾向を把握することができた。ある程度の N 数が確保できた仕様については、ばらつきも考慮して損傷確率を算出するためのデータも作成できており、今後は補修可能性や費用の検討を行い、設計法への展開を目指す。

## 2) 地球規模課題対応国際科学技術協力事業

### 2) - 1 ネパールヒマラヤ巨大地震とその災害軽減の総合研究【安全・安心】

研究開発期間（平成 28～令和 2 年度）

[担当者] 横井俊明、林田拓己

本研究開発課題は、地球規模課題対応国際科学技術協力事業（SATREPS、研究代表者：瀬戸一 東大地震研究所教授）としてネパール連邦民主共和国において実施されている国際共同プロジェクトである。担当者は、同研究課題において、常時微動アレイ探査法及び高精度表面波探査法（MASW）の技術指導を通じての深部・浅部地盤の S 波速度構造の推定と、その結果の地震ハザード評価への利活用を担当している。ネパール側の主担当機関は過去研修生を多数送出している鉱山地質局であり、参加機関の 1 つである都市開発省・教育省からも国際地震工学研修へ研修生が参加している。

本年度は、同国首都が位置するカトマンズ盆地において、技術移転を OJT により進める為、3 カ所（Sandijal, Chhauni, Balaju）で大規模な広帯域地震計アレイによる深部地盤探査、多チャンネル表面波探査手法及び小規模微動アレイを使った CCA 法による浅部探査を実施した。これに加えて浅部探査を盆地中心部の 2 ヶ所（Kaiser Mahal, Election Commission）で実施した。併行して、地震波干渉法の為の連続微動記録を得るため、4 ヶ所（NAST, ATEP, BALAJU, TEKU）で微動及び地震動の連続観測を実施した。また、都市開発省都市開発建築局（MoUD-DUDBC）の要請に応じて、建物の微動観測を、Singhadurbar 内の都市開発省（MoUD）本部建物、及び、DUDBC の新館（Sano-Gaucharan 地区）において実施した。

## 3) 革新的技術開発・緊急展開事業

### 3) - 1 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開発【持続可能】

研究開発期間（平成 28～令和 2 年度）

[担当者] 榎本敬大

本研究開発課題は、「革新的技術開発・緊急展開事業（うち先導プロジェクト）」のうち、林野分野の課題として実施されるもので、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製材のうち平角材について、水分平衡状態における中・短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・カラマツの応力レベル 80%（中期）、及び 90%（短期）における荷重継続時間の調整係数を得た。また、軸組構法用の平角材の一部破壊に至った試験体から、建築基準関係法令でベースとしている Madison Curve との関係性を得た。さらに、目視等級区分及び機械等級区分による枠組壁工法用構造用製材、軸組構法用構造用製材のうち平角材についてクリープ試験を実施した結果、変形増大係数が建築基準関係法令でベースとしている 2.0 と同等以上である可能性を示唆する実験結果を得た。



## 4) 官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)

### 4) - 1 国-01 i-Construction の推進【持続可能】

研究開発期間 (平成 31 年度)

[ 担当者 ] 高橋 暁、武藤 正樹

本研究開発課題は、「官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)」のうち、革新的建設・インフラ維持管理技術 / 革新的防災・減災技術の課題として位置づけられている、調査・測量・設計から施工、検査、維持管理まで、3次元データをインデックスとしてデジタル化されたデータを一元管理することで、建設に関する全てのプロセスの高度化を図る研究開発を加速し、建設現場の生産性を 2025 年度までに 2 割向上を目指すことを目的とした土木・建築一連の研究開発の一環として、建築プロジェクト管理を省力化、高度化する BIM データ活用について研究開発を行うものである。

本年度は、設計 BIM データに付随させる情報の特定について、BIM オブジェクトにリンクする工事仕様書システムの技術的仕様の検討、建築確認検査等の法適合確認に求められる属性情報の取り扱い標準の原案の開発を行った。また、設計と施工との整合性判定技術について、工事監理記録の電子保存ガイドライン (案) の開発を行った。さらに、建築プロジェクト管理における施工データの管理支援技術について、確認申請用 BIM モデルの作図標準案の拡張とガイドラインの開発を行った。

### 4) - 2 国-03・05 仮設・復興住宅の早期整備による 応急対応促進【安全・安心】【持続可能】

研究開発期間 (平成 31 年度)

[ 担当者 ] 向井智久、森田高市、槌本敬大、松沢晃一、山崎義弘、谷口 翼、鈴木涼太、南部禎士、渡邊秀和、中村聡宏、大塚悠里

本研究開発課題は、「官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)」のうち、革新的建設・インフラ維持管理技術 / 革新的防災・減災技術の課題として、巨大災害が発生しても災害後の住まいに関わる混乱をできるだけ減らすことを目的として、①迅速な被災建築物判定手法及びデータプラットフォームの構築に関する研究、②-1 被災 RC 造共同住宅の迅速な補修補強工法選定支援データベースの構築に関する研究、②-2 既存住宅の住みながら改修可能判断の判定基準に関する研究、③-1 土地の有効利用に資する木造建築物の高層化技術の開発、③-2 木質混構造を活用した復興住宅の設計例に関する検討を実施している。このうち、①の一部、②-1、及び③-1 を主として当研究所が担当している。

本年度は、それぞれの小課題ごとに以下の成果を得た。

#### 施策① 迅速な被災建築物判定手法及びデータプラットフォームの構築に関する研究

[ 担当者 ] 向井智久、南部禎士、渡邊秀和、中村聡宏、大塚悠里

本研究開発課題は、大地震時の膨大な量の被災建築物の判定を迅速に行えるため、AI、IoT 技術等を活用した人力のみに依拠しないシステムの開発を目的としている。ここでは、構造ヘルスマモニタリング (SHM) の観測データや 3D レーザースキャナによる 3 次元点群データの活用、及びデータ分析機能を備えたサイバー上のシステム (データプラットフォーム) の検討により、迅速に被災建築物の損傷分布や状態の判定を可能とする手法を提案する。

本年度は、e-defense で実施された RC 造 3 層架構試験体や 2015 年に実施した実大 5 層架構試験体を対象に検討を行い、実被害を想定した架構レベルの計測・AI 技術の検証のための検討を行っている。前者は加振前後および加振中の計測を実施し、加振後の数 mm 精度の残留水平変形を計測の確認、加振中の動的応答データを計測データが記録できていることを確認した。一方で 2015 年度に実施した実大 5 層 RC 造架構試験体を計測した結果を用いて、深層学習による手法の有効性を確認した。具体的には、架構試験体のあるグリッドに区分してその区分された要素の損傷の有無について、公開されている複数のネットワークを用いて損傷評価の検討を行ったところ、最もよい精度としては損傷の検知率は 97%、精度 94% という結果を得た。本手法を応用した損傷検知だけでなく、損傷評価を行えるかについてはさらに検討が必要である。また、レーザースキャナの検討同様、e-defense で実施された RC 造 3 層架構試験体 (定点から撮影)、端島における 30 号棟 (UAV を用いて

計測)を対象とし、架構レベルにおける現地での計測手法の検討を実施した。

#### 施策②-1 被災RC造共同住宅の迅速な補修補強工法選抜支援データベースの構築に関する研究

〔担当者〕 向井智久、南部禎士、渡邊秀和、大塚悠里

本研究開発課題は、大地震時における被災地の負担軽減及び被災者の早期居住安定を確保するため、被災建築物で特定された損傷状態に対する迅速かつ補修補強効果の高い技術を開発することを目的としている。ここでは吹付による迅速な補修方法と超高強度繊維コンクリート(UFC)を用いた補強を対象とした検討を行っている。

本年度は、架構試験体の計画および製作発注を実施した。具体的には、架構試験体についてはピロティ構面を想定しているが、別構面には耐震壁が配置されていることで構面間のせん断力のやりとりを再現する加力計画とした。このような挙動を実被害建物でFEM解析により検討した。またピロティ柱が損傷を受けた場合を想定した補修工法の選定を実施した。

#### 施策③-1 土地の有効利用に資する木造建築物の高層化技術の開発

〔担当者〕 向井智久、森田高市、槌本敬大、松沢晃一、山崎義弘、谷口 翼、鈴木涼太

高層木造の構造設計に必要な耐力要素・接合部データを10種類程度整備する目標に対して、12種類程度の耐力要素・接合部に関するデータを実験的に得、マスティンバー工法を活用した高層木造建築の構造一次設計例を作成する目標に対して、マスティンバー工法のみならず、枠組壁工法、軸組構法、接着パネルを用いた構造方法による一次設計例を作成した。さらに、高層木造用のあと施工アンカーの施工精度(傾斜角)を5°程度に向上させる目標に対して、施工精度検証実験の方法を考案し、実験室内検証における施工精度として2°未満を達成した。

#### 4) - 3 木材需要拡大に資する大型建築物普及のための技術開発【持続可能】

研究開発期間(平成30~令和4年度)

〔担当者〕 槌本敬大、山崎義弘、谷口 翼

本研究開発課題は、「官民研究開発投資拡大プログラム(PRISM) バイオ領域」のうち、木材需要拡大に資する大型建築物普及のための技術開発として、木材需要拡大のための高層木造建築物の汎用型設計技術を開発することを目的として、高層木造建築物の建設を促進するための部材等の終局耐力を適切に考慮した構造設計例の作成を行っている。

本年度は、海外の高層木造建築物の事例についてその構造方法等について米、加、英、仏、伊、スウェーデン、ノルウェー、オーストリア、スイス、オーストラリアの10カ国の16件を調査し、市場原理で選択された高層用木造構工法、RC造との併用方法、建設コスト、工期等の情報を得た。さらに、高層木造建築物を実現する構工法のうち、集成材半剛節フレーム架構の終局耐力検証実験、集成材によるメガストラクチャーにおけるブレース構造の耐力評価法の構築に資する接合部実験、集成材と接着パネルを併用する構法における複合部材の性能評価試験を行い、それぞれの終局耐力の推定法を検討、または検討した設計法の検証を行った。

### 5) 戦略的イノベーション創造プログラム【第2期(SIPs2)「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」】

#### 5) - 1 衛星データ等即時共有システムと被災状況解析・予測技術の開発(建築物被害状況解析システム開発)【安全・安心】

研究開発期間(平成30~令和4年度)

〔担当者〕 阪田知彦、岩見達也、向井智久、宮内博之、向井智久、南部禎士、大塚悠里

本研究開発課題は、「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」のうち、国家レジリエンス(防災・減災)の強化の課

題として、衛星データ等即時共有システムと被災状況解析・予測技術の開発の中で衛星データ等を用いて市街地の建築物に特化した被害状況解析システムの研究を行うものである。

本年度の成果については次の通り。①衛星 SAR による、発災後の早期にどの市街地に建物被害が発生しているかについての解析が可能な解析プログラムの開発を行った。また、航空写真からの建物被害解析プログラムについて、これまでに個々に構築していた要素プログラムを一体化し、データ取得から被害評価結果の出力までを一気通貫でできるように自動化した。さらに、補正予算より平時の衛星画像利用技術の推進の一環として3次元建物データ生成技術について検討した。②地震発生をトリガーとした、ドローンの離陸から着陸まで完全自動で飛行する自動離着陸型巡回システムの実証実験により実用性の確認を行った。③強震計・GNSS センサーを用いて高品質データ取得を可能とし、かつ地震発生後2時間以内に判定するための観測システムを、建築研究所本館に構築した。④昨年度設置したセンサーを使って地震時の揺れを検知して自動的に各センサーのデータを収集する仕組みを導入し、その動作状況を確認した。また、それら収集されたデータを用いて被災建物の判定方法についてアルゴリズムを検討し、その自動判定のために昨年度導入したサーバーに新たな機能を追加した。さらに、これらのシステムの普及として庁舎建築物への導入を検討した。また上記システムが整備された建物内における人や物の観測値を収集するための検討を開始した。

## 5) - 2 衛星データ等即時共有システムと被災状況解析・予測技術の開発（火災シミュレーション 広域被災予測技術開発）【安全・安心】

研究開発期間（平成30～令和4年度）

〔担当者〕岩見達也、阪田知彦

本研究開発課題は、「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」のうち、国家レジリエンス（防災・減災）の強化の課題として、衛星データ等即時共有システムと被災状況解析・予測技術の開発の中で、大規模地震発生時に多数の火災が広範囲で発生する場合を想定して、衛星データ等に基づいて火災発生場所を解析し数日後までの延焼状況を火災延焼シミュレーションにより予測しその結果をSIP4D等に共有するための技術に係る研究開発を目的として、これらを構成する技術のうち、赤外センサーを搭載した衛星等の画像及び建物分布情報等に基づいて火災発生場所を解析する「火災画像解析システム」の開発及びブロック単位の延焼危険度（燃えやすさ）を平時・事前に計算しエリアごとの火災延焼リスクを求める「火災延焼リスク評価技術」の開発を行うものである。

令和元年度は、火災画像解析システム及び火災延焼リスク評価システムのプロトタイプの開発に着手し、衛星画像の取得・解析機能の試作及び延焼リスク計算モジュールの試作を行った。

## 6) その他

### 6) - 1 既存 RC 造共同住宅における居ながら空間改造技術および地震後継続使用性確保のための 構造設計技術に関する研究【安全・安心】【持続可能】

研究開発期間（平成30～令和3年度）

〔担当者〕南部禎士、向井智久、渡邊秀和、中村聡宏、大塚悠里

〔相手機関〕（独）都市再生機構

本研究開発課題は、既存 RC 造共同住宅の居付き改修に必要とされる低騒音・低振動型工法のあと施工アンカーを用いた2戸1化やスラブ増設等の空間改造技術の開発、および地震後の継続使用性を確保するために必要とされる構造設計技術の検討を行うもので、運営交付金による研究開発2.(1)1)「既存ストック有効活用に向けた既存中低層鉄筋コンクリート造建築物の躯体改造技術の開発」および2.(1)1)「共同住宅の躯体改修においてあと施工アンカーを用いた部材の構造性能に関する研究」と連携して取り組むものである。

本年度の実施概要は次のとおりである。①壁式構造に新設開口を設けた場合の補強壁梁の加力実験、②スラブ付き壁に固着させたあと施工アンカーの引張試験、③センサー類（ウェアラブル、地震計等）、3次元レーザースキャナー、高解像度写

真等)を活用して、被災建築物の損傷状態の計測データを取得し、そのデータの評価手法を検討した。

#### 6) - 2 既存 RC 造共同住宅の耐久性にかかる診断技術の実用化および評価基準・補修材料選定の合理化に関する研究【持続可能】

研究開発期間 (平成 30~令和 3 年度)

[担当者] 南部禎士、宮内博之、松沢晃一、中田清史

[相手機関] (独) 都市再生機構

本研究開発課題は、既存 RC 造共同住宅で主に採用されている構造種別である鉄筋コンクリート造の材料分野を対象として、大量ストックのより効率的、効果的で長期的な維持管理の実現と基本性能の評価法および向上に資することを目的とし、1) 建物外皮の劣化状況の早期確認技術の共同住宅での実用化に向けた検証、2) 実建物調査における各種試験結果・環境条件と鉄筋腐食状態に関する検証・分析、劣化に関する評価基準の合理化に必要な技術資料の整備、3) 補修材料選定に資する劣化抑制効果のデータ収集・検証を行うものである。

本年度の主な実施概要は次のとおりである。①建物外皮の劣化状況の早期確認技術として用いられる小型無人航空機の技術資料収集および飛行実証試験を実施し、②実建物のコンクリート躯体に埋め込んだ温湿度データロガーによる温湿度変化の計測を開始した。

### 7) 寄付関係

#### 7) - 1 コンクリート構造物の生産・維持管理の効率化に関する研究【安全・安心】

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、鉄筋コンクリート構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、前年度(平成 30 年度)に開発したスマートフォンによるタイル外装の剥離検知アプリを用いた実験を実施し、その結果を”Fundamental Study on Automatic Detection Method of Surface Defect of Structure by AR Hammering Test Application”というタイトルで国際会議(The 3rd ACF Symposium 2019, Assessment and Intervention of Existing Structures)に三島直生(国土技術政策総合研究所住宅研究部)が発表した。研究結果からは、比較的単純なタイル打音の処理により、リアルタイムでタイル浮きなどの欠陥部を自動で検出し、AR 表示できることが明らかとなった。

#### 7) - 2 スラブ内地震を中心とした沈み込み帯の地震活動に関する調査研究【安全・安心】

研究開発期間 (平成 30~令和 6 年度)

[担当者] 北 佐枝子

[相手機関] 公益財団法人地震予知総合研究振興会

本研究課題では、発生機構が明らかになっていないスラブ内地震の発生機構の解明に貢献する研究活動を主に行う。また、スラブ内地震の発生に至る過程を探るため、沈み込み帯全体の地震学的構造やプレート境界型地震等との関係についても調べる。また、それらの結果を総合し、岩石学・地質学などと学際的研究も行いつつ、将来の地震活動予測に役立つことをめざして関係する研究者との知見交換等を行い、相手機関の要望をうけた研究テーマに関して情報提供等も行う。

本年度は、東北地方下におけるスラブ内地震の応力降下量の空間変化に関する研究発表の要望が相手機関よりあったため、担当者は委員会に出席の上、同地域で過去に実施したスラブ内地震の応力降下量の空間変化の研究成果についての発表を9月に実施した。委員会では、スラブ内地震のうち海洋性地殻で発生する地震の応力降下量が、海洋性マントルで発生する地震の応力降下量よりも小さくなるのが北海道並びに東北地方下の太平洋プレートで見られることを報告し、他の委員からの質疑応答にも対応した。

#### 7) - 3 既存骨組の耐力と剛性を考慮した間柱型ダンパ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 2 年度）

[担当者] 伊藤 麻衣

本研究開発課題は、鉄骨造建物を対象とした間柱型ダンパーによる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、木パネルで面外補剛したスリット入り鋼板の適用を想定する。

本年度は、まず、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、ダンパーの寸法や耐力、剛性に対する設計制約条件を導いた。また、その設計制約条件をもとに、既存鉄骨骨組に間柱型ダンパーを設置する際の設計手順を提案した。

7) - 4 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】

研究開発期間（平成 31～令和 3 年度）

[担当者] 長谷川隆

この研究課題は、「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 R1-3」の一部を構成するものであり、研究目的や成果は、この課題を参照されたい。

7) - 5 スラブ内地震を中心とした沈み込み帯の地震活動に関する発展的研究【安全・安心】

研究開発期間（平成 31～令和 7 年度）

[担当者] 北 佐枝子

[相手機関] 公益財団法人地震予知総合研究振興会

本研究課題では、発生機構が明らかになっていないスラブ内地震に関する発展的研究に貢献する研究活動を主に行い、相手機関の要望をうけた研究テーマに関して情報提供等を行う。

本年度は、胆振東部地震についての研究成果についての知見を得たいとの要望が相手機関よりあったため、担当者が執筆した胆振東部地震の論文の内容の概要を説明し、資料提出の準備を進めた。