

## 【外部資金による研究開発】

### 1) 科学研究費助成事業

#### 1) - 1 竜巻発生装置を活用した突風荷重モデルの展開と大規模屋根の被災機構の解明

(研究期間 平成 25～27 年度)

[担当者] 喜々津 仁密 (研究代表者)

本研究では、近年相次いで顕在化した建築物の甚大な竜巻被害の実態を踏まえ、既往の科研費課題で開発した竜巻発生装置を活用した低層建築物の風圧実験を実施し、竜巻による突風荷重モデルの展開を図る。さらに、竜巻の作用を受ける脆弱な部位として大規模な折板屋根に着目して有限要素解析 (FEM) モデルを構築し、屋根上を竜巻が通過する状況を想定した時刻歴応答解析を通して竜巻による被災機構を解明することを目的とする。平成 25 年度は、9 月に埼玉県越谷市で発生した竜巻被害の調査を実施し、比較的規模の大きい公共施設での屋根被害状況を把握した。また、竜巻発生装置による風圧実験で得た屋根・外壁各点の時刻歴データ、折板屋根と角波外壁の耐力試験で得た荷重-変形関係を解析モデルに適用して、予備的な FEM 解析を試みた。

#### 1) - 2 RC 建物の大地震時損傷の低減を目指した非構造壁の有効活用法の構築

(研究期間 平成 25～27 年度)

[担当者] 田尻清太郎

RC 造建築物の設計では、そで壁、腰壁、垂れ壁 (以下、非耐力壁) と柱梁を構造スリットで分離することが多い。その一因として、非耐力壁付きの柱梁部材や架構の構造計算に必要な知見が少なく、スリットを設けた場合に比べ計算が困難であることが挙げられる。一方、スリットで分離しないことで、架構の強度・剛性の増大、変形・損傷の低減を期待できる。そこで、本研究では非耐力壁付き架構の構造計算法の確立を目指し、その一環として、腰壁・垂れ壁付き梁の加力実験を行い構造性能の検討を行った。その結果、以下の知見を得た。①大半の試験体で、略算式による曲げ強度に達せず、特に、腰壁が圧縮側となる方向で差が大きかった。②腰壁が圧縮側となる方向で最大耐力到達後の荷重低下が著しかった。③壁厚が小さくなることで、最大荷重に達する変形が小さくなった。④そで壁が長く、内法スパンが小さくなることで、梁と壁の接合部付近で圧壊する現象が見られた。⑤壁と梁が偏心して取り付くことで、大きなねじれ変形、最大耐力の減少が見られた。

#### 1) - 3 空間の明るさ感評価指標に基づく設計手法の構築と普及促進手法の整備

(研究期間 平成 25～27 年度)

[担当者] 山口秀樹、三木保弘

本課題は、照明環境の質を十分に確保しながらも省エネルギー性を両立するための照明手法を提案すべく、照明環境の質の評価として、主観的な空間の明るさを評価可能な客観的手法を開発し、その計測ツールを合わせて開発することを目的としている。H25 年度は主観的な空間の明るさ評価に影響を与える照明条件について検討を行い、特に空間の明暗の分布に大きな偏りがある条件においては、従来の明るさ評価指標での客観的評価では不十分であることを明らかにした。またこのような空間における明るさ評価の客観的手法を開発すべく、被験者実験が可能な環境の整備を行った。さらに、照明環境の計測ツールとして、CCD カメラおよび魚眼レンズを用いた輝度・色度分布計測ツールを開発した。平成 26 年度以降は、輝度・色度分布計測ツールによる測光値から、被験者実験で得られた主観的な空間の明るさ評価値への変換手法について検討する。

#### 1) - 4 高齢者の健康で安全な生活のための住居環境と住まい方に関する基礎的・実践的研究

(研究期間 平成 25～27 年度)

[担当者] 坂本雄三

本研究は、冬季における住宅内の脱衣室、浴室、廊下等の非暖房となる場所や、暖房が入った居間などの行き来で生じる異なる温度間の移動に身体をさらす過渡状態における体温調節や循環器系等の自律神経系への影響を詳細に調べ、解析・評価方法を確立する主たる目的としており、特に高齢者についての影響を検討する。

平成 25 年度は、冬期の日射熱取得を重視して効率の良い熱環境計画を行っている実験住宅 (LCCM 住宅) において、昼間の温熱環境とあわせ、空間相互の照度分布差、輝度分布差等の、光・視環境への影響も検討した。その結果、日射熱を利用して移動空間を含めた空間構成を工夫し、窓面による日射の制御性能が高い住宅では、昼間の高齢者に影響する温度差を制御しやすくするのみならず、極端な照度・輝度の差を減らし、足下の暗さや不快な眩しさが生じにくくなることと等が示された。

#### 1) - 5 変形とリダンダンシーを考慮した鋼構造耐火設計の枠組構築

(研究期間 平成 23～26 年度)

[担当者] 鈴木淳一

火災時には構造部材と断熱部材はともに変形し、両部材は相互に作用し合う。変形は火災時における架構の安定性や断熱部材の変形追随性に影響を及ぼす。一方で、変形と共に発現する応力再配分作用は架構の崩壊温度を上昇させる。変形が鋼構造物の耐火問題にもたらすこの二面性を考慮し、鋼材の高温時の変形および耐力を推定するための基礎的データとして、鋼材の高温時応力-歪関係を得て、その素材のばらつきが架構の崩壊温度に与える影響を把握することを目的とした。

鋼材として対象としたのは建築構造用鋼材の SN490B および SN490B 材の溶接部である。母材は SN490B 鋼板、溶接材料は①軟鋼、高張力鋼及び低温用鋼用のマグ溶接及びミグ溶接ソリッドワイヤ (JIS Z3312 YGW11)、②軟鋼用被覆アーク溶接棒: JIS Z3211 E4319 の 2 種類として溶接継手部を作成し、高温引張試験を実施した。試験結果から高温になるにつれて破断位置が溶接部へと近づき、標準的な溶接材料を用いれば概ね少なくとも 600℃付近までの強度は母材部によって決定することが明らかになった。また、ばらつきを考慮した材料モデルを用いた架構の火災時応答解析結果によると、架構の崩壊温度のばらつきは材料強度のばらつきに比べて小さく、鋼材強度の変動係数が約 10% のとき崩壊温度のそれは 1% 程度となることがわかった。

#### 1) - 6 大断面木質部材の防耐火性能設計の工学モデル

(研究期間 平成 25～27 年度)

[分担者] 鈴木淳一

スギ、カラマツ等の国産材を利用した大規模建築物の実現には、火災時の安全性確保が必要である。特に、木材の火災加熱時の熱分解・燃焼とそれが部材としての力学的性能・火災拡大抑制に及ぼす影響の把握は、木造建築物の耐火性能を明らかにするために重要である。本研究では、木材物性のうち高温時炭化性状の把握を目的として、スギ、カラマツに対して電気炉等を用いた加熱実験を実施するとともに、木材の熱分解・亀裂の影響などを考慮した有限要素法による熱伝導解析を行った。

加熱実験では、スギ試験体の雰囲気温度が 200℃ の条件際に、スギ内部で発熱反応が生じ、内部から炭化が進行した。一方、カラマツでは雰囲気温度が 240℃ 以上の場合に同様の炭化が生じた。このとき、いずれの材料も 2 割程度の重量減少を伴うことも明らかとなった。さらに、上記の特性等を考慮した熱伝導率解析による実火災加熱を被るカラマツ柱の部材内部温度の推定結果は、実験結果の基本的な傾向を捉えることができた。しかしながら、炭化時に木材に発生する亀裂の影響が推定結果に大きな影響を与えることが課題であることも明らかとなった。

### 1) - 7 沈み込み帯における巨大地震発生サイクルと津波生成の総合モデル構築

(研究期間 平成 24～26 年度)

[担当者] 芝崎文一郎、藤井雄士郎

本課題では、断層の摩擦特性を考慮した巨大地震の発生モデルを構築する。そして、地震発生モデルにより再現されたすべり分布を用いて、津波生成のシミュレーションを行い、実際の観測事実（津波遡上域の分布等）と比較することで、地震発生モデルと津波生成モデルの改善を図る。平成 25 年度は、2011 年東北地震の断層モデルを基に、1896 年明治三陸地震で記録された津波波形と沿岸での津波痕跡高を再現する津波波源モデルの構築を試みた。検潮記録から推定した 1896 年のすべり量は 2011 年の約半分程度であるが、このモデルでは沿岸の最大津波痕跡高を説明できないことがわかった。また、東北沖浅部断層物質を用いたモデル化により、三陸沖の津波地震の発生メカニズムを検討した。

### 1) - 8 津波警報に必要な地震情報の迅速な推定

(研究期間 平成 24～26 年度)

[担当者] 原 辰彦

本研究では、津波警報に必要な地震情報を地震波の高周波震動継続時間等を用いて迅速に推定する手法を開発する。平成 25 年度は、遠地で観測された広帯域地震波形記録から計測した P 波の高周波震動継続時間の方位角依存性を用いて、断層運動の終点を推定する手法を開発し、5 つの地震に適用した。得られた結果は、解析した地震の高周波エネルギー放射に関する既往研究と概ね整合的であった。また、データセットを拡充して、P 波の高周波震動継続時間と最大変位振幅に基づく地震マグニチュードの計算式の改定を進め、計算精度の改善を図った。

### 1) - 9 変形に伴って変化する RC 造耐震壁の損傷程度と耐震性能評価

(研究期間 平成 25～27 年度)

[担当者] 谷 昌典、向井智久、福山 洋

本研究は、矩形断面を有する鉄筋コンクリート造耐震壁を対象に、変形に伴って変化する損傷量の定量化、終局時変形性能の評価などを目的とした実験的・解析的な検討を実施するものである。既往の研究において、曲げ破壊型耐震壁の終局時変形性能には、壁脚部ヒンジ領域の力学挙動が大きく影響することが指摘されており、平成 25 年度は断面形状、拘束筋量及び載荷履歴を実験変数とした壁脚部要素実験を実施し、これらの実験変数がヒンジ領域の力学性状に及ぼす影響を検証した。

### 1) - 10 吊り天井ならびに天井懐に設置された設備機器の耐震設計法に関する研究

(研究期間 平成 24～26 年度)

[担当者] 石原直 <研究分担者>

東日本大震災では、屋根などから吊り下げられた天井および天井懐に設置された設備機器の落下被害が極めて広範囲に多数発生した。本研究では、天井および天井懐に設置される設備機器に対して、東日本大震災で確認された新たな損傷形式の原因を明らかにするとともに、包括的な耐震設計法を提案することを目的としている。

平成 25 年度は、設備機器として配管や空調機の振動実験を行い、吊りボルト破断現象を再現するとともにクライテリア等に関する実験データを取得した。また吊りボルト単体の疲労試験から塑性率と破断までの繰返し回数との関係を整理した。

### 1) - 1 1 浮き上がり許容建築構造の地震時損傷低減効果と必要耐力に関する研究

(研究期間 平成 24～26 年度)

[担当者] 石原直

本研究では現実的に多い中程度の塔状比を主対象として浮き上がり後に上部構造に損傷（塑性化）を被る場合について検討し、過度の損傷を避けるために浮き上がり許容建築構造に設定すべき適切な耐力、すなわち必要耐力を塔状比等のパラメータに応じて整理することで、基礎的な技術資料としてとりまとめることを目的とする。

平成 25 年度は、数値解析による塑性化の程度の把握、模型試験体や治具等の製作、実験による上部構造の塑性化と浮き上がり挙動との関係の検討、等を行った。

### 1) - 1 2 木質複合材料実大材のクリープ破壊に及ぼす水分の影響の解明と予測

(研究期間 平成 25～27 年度)

[担当者] 中島史郎

本研究では、実大の木質複合材料のクリープ破壊に及ぼす水分作用の影響を明らかにすることを目的として、湿度変動下において実大の木質複合材料に対して長期継続荷重を載荷する実験を行い、クリープ破壊に至る状況が材の水分状態によってどのように異なるかを確認する。また、水分作用を受ける実大の木質複合材料がクリープ破壊に至る過程を推定する理論について、検討する。平成 25 年度は、実大の木質複合材料（単板積層材）に対する長期継続荷重載荷試験を開始した。また、温湿度が変化する環境下に置かれた木材等の断面方向の水分分布変動に関する既往の文献を収集し整理した。

### 1) - 1 3 鉄筋コンクリートの中性化・鉄筋腐食に及ぼすジャンカの影響に関する研究

(研究期間 平成 25～27 年度)

[担当者] 土屋 直子

鉄筋コンクリート部材において、健全部より劣化を促進させる可能性が高い内部欠陥に着目し、鉄筋コンクリートの劣化に及ぼすジャンカの影響について把握することを目的とする。特に H25 年度では、ジャンカの鉄筋との位置関係、容積、密度といった要因がどの程度中性化速度に影響を及ぼすかについて把握するため、これらを水準とした中性化促進試験を行い、中性化深さの測定を行った。試験体は、モルタル部を流出させることによる密度を低下させた雷おこし状のコンクリートを予め作成し、それを埋設する形でコンクリートを打設し、ジャンカを模擬的に作成した。中性化促進は室温 20℃、相対湿度 60%、CO<sub>2</sub> 濃度 5% の試験室内で促進し、促進材齢 12, 14, 16, 18, 20 及び 24 週で測定を行った。現在、結果を取りまとめ中である。

### 1) - 1 4 東日本大震災に学ぶ長南海トラフ巨大地震での長周期建物の挙動予測・再現と耐震対策促進

(研究期間 平成 25～28 年度)

[担当者] 飯場正紀

宮城県から神奈川県に及び広範囲の免震建築物の地震観測記録及び野書き式変位計等の記録を整理し、2011 年東北地方太平洋沖地震における免震建築物の挙動を整理した。

免震層下部の地震動の最大加速度は、福島県で最も大きく、続いて、宮城県、茨城県の順となり、東京都や神奈川県では

小さかった。免震層下部に対する免震層上部と建物上階の水平方向の最大加速度比は、ほとんどの場合に 1.0 より小さくなり、免震効果（応答加速度の低減）が確認された。免震層下部の最大加速度が大きくなるにつれて、最大加速度比は小さくなる傾向にあった。加速度記録を用いて計算された免震層の水平変位履歴から、宮城県では円形に近い形状を、福島県では東西方向で特に大きくなる形状を描いた。免震層の最大変位は、福島県の建築物で 25cm、神奈川県で 26cm と小さくなった。今回調査した免震建築物においては、罫書き式変位計が設置された建築物が多数あり、免震層の変位状況の確認に非常に有効であることが確認された。

#### 1) - 1 5 防犯まちづくり手法による子どもの屋外環境改善プログラムの開発

(研究期間 平成 24～26 年度)

[担当者] 樋野 公宏

子どもの安全・安心に対する高い市民ニーズに対応して、「地域安全マップ」など、子どもの危機回避能力を高める教育などの取り組みが行われているが、子どもの移動自由性の確保の観点からは、犯罪などの起こりやすい環境の改善も合わせて進める必要がある。本研究は、住民参加、地域特性、コミュニティ強化などを重視する「防犯まちづくり」の手法に基づき、地域住民が自発的かつ漸進的に公園、通学路などの屋外環境を改善するためのプログラムを実践的アプローチによって開発するものである。

本年度は、担当者が防犯専門アドバイザーを務める東京都足立区で、「防犯まちづくり推進地区」を 2 地区選定し、住民、区職員とともに地区の防犯診断を行い、今後のまちづくりの方針を示す「防犯まちづくり憲章」を作成した。この取り組みを評価するため、両地区では全世帯を対象とするアンケート調査を実施した。今後、同様の取り組みを同区内に広げつつ、上記の調査結果を分析し、地域住民が自発的かつ漸進的に屋外環境を改善するためのプログラムを開発する予定である。

#### 1) - 1 6 東日本大震災における民間賃貸住宅を用いた応急的住まいの供給・居住の実態と復興段階での活用方策に関する研究

(研究期間 平成 24～26 年度)

[担当者] 米野史健 <研究分担者>

東日本大震災後の応急的住まいでは、民間賃貸住宅を活用する「借り上げ仮設」が多数供給されているが、住宅の状況や入居者の生活実態は十分把握されておらず、入居前の物件選定や賃貸の交渉・手続、入居後の暮らしや生活再建の支援での課題も指摘されている。本研究（研究代表者：新井信幸／東北工業大学講師）では、借り上げ仮設の実態と課題を具体的に把握して問題を回避・解消する方策を検討し、民間賃貸住宅を活用した住宅復興のあり方を提案することを目的とする。

本年度は、基盤研究「被災地の社会経済状況を踏まえた応急・復興住宅の需給構造に関する研究」と連携する形で、岩手県における借り上げ仮設住宅の賃貸借契約書記載情報の集計分析、及び入居世帯へのアンケート調査を実施し、入居及び居住の実態について把握した。また、個別の居住者へのヒアリング調査や、居住者支援を行う団体へのヒアリングも実施し、入居に至る過程や現在の生活状況、及び今後の住宅再建の意向と見通しなどについて詳しい情報を把握した。

## 1) - 1 7 震災時における防犯まちづくりに関する研究

(研究期間 平成 24～26 年度)

[担当者] 樋野 公宏

本研究は、東日本大震災のような大規模な地震災害について、発生直後段階、復旧段階、復興段階の 3 段階に区分した上で、各段階で発生した（発生し得た）犯罪を事例調査により類型化するとともに、自治体関係者・防犯ボランティア団体リーダーへの面接調査などを通じて、地震災害時の防犯まちづくりの具体的な手法を検討するものである。

本年度は、過年度に行った静岡県、宮城県警察本部へのヒアリング調査を踏まえて、東日本大震災時にどのような防犯上の問題が発生したか検討した。避難所での避難生活経験者 300 名を対象とするアンケート調査（Web 調査）の結果からは、避難所における防犯対策のニーズと実際の乖離が明らかになった。調査結果の一部は、2014 年度日本建築学会大会学術講演会にて報告予定である。

## 1) - 1 8 民間非営利組織による住宅の供給・管理事業を経済的に支援する社会システムの検討

(研究期間 平成 23～26 年度)

[担当者] 米野史健

民間非営利組織（NPO）には、一定の公共性を持った住宅の供給・管理を担う役割が期待されているが、住宅関係の活動を位置づける団体は多いものの、経済力が障壁となって活動できていないのが実情である。そこで本研究では、NPO による住宅の供給・管理事業を立ち上げて継続的に運営し発展させるために必要な、経済的な支援を行う社会システムを検討し、そのモデルを構築することを目的とする。

本年度は、昨年度に引き続いて、高齢者等を対象とした住宅の供給や入居の支援を行う団体、及び東日本大震災の被災地での住宅整備や居住支援を行う団体を対象として、関係者へのヒアリングと物件の視察を行い、活動の実態を把握した。

なお、高齢者等を対象とした住宅では平成 23 年に制度が開始されたサービス付き高齢者向け住宅に取り組む団体が多く一定期間の経営状況の分析には開始後 3 年程度の継続調査が必要であり、また東日本大震災の復興住宅に取り組む団体についても債権は全体に遅れており実態把握を継続して行う必要があることから、研究期間を平成 26 年度まで延長している。

## 2) 気候変動に対応した循環型食料生産等の確立の為のプロジェクト

### 2) - 1 伐採木材の高度利用技術の開発

(研究期間 平成 25～29 年度)

[担当者] 中島史郎 荒木康弘

本研究では、CLT の面内せん断強度・弾性係数と座屈強度に関する知見を実験により収集し、技術資料を整備する。また、実大 CLT に対する面内せん断試験方法と座屈試験方法を確立する。さらに、当該強度等を理論に基づく計算により簡便に評価する手法を提案する。平成 25 年度は、日本農林規格に定める強度等級 Mx90-5-5 相当の CLT を対象として、面内せん断試験と座屈試験を行った。試験の結果、面内せん断強度は外層ラミナの繊維方向が加力方向と垂直の場合と平行の場合で、ほぼ等しく約 3 (N/mm<sup>2</sup>) であるという知見を得た。また、座屈強度については、見かけの細長比が 75 の場合、弱軸方向の座屈強度が強軸方向の座屈強度の約 1/4 となり、見かけの細長比が 34 の場合、弱軸方向の座屈強度が強軸方向の座屈強度の約 1/3 となるという知見を得た。

### 3) 地球規模課題対応国際科学技術協力事業 防災分野

#### 3) - 1 フィリピン地震火山監視強化と防災情報の利活用推進

(研究期間 平成 21～26 年度)

[担当者] 藤井雄士郎<研究協力者>

日本とフィリピンの国際共同プロジェクト「フィリピン地震火山監視強化と防災情報の利活用推進」(科学技術振興機構(JST)と国際協力機構(JICA)による地球規模課題対応国際科学技術協力事業(SATREPS), 研究代表者: 井上 公/防災科学技術研究所)が実施されている。担当者は、本プロジェクトに研究協力者として参画し、相手国研究機関であるフィリピン火山地震研究所(PHIVOLCS)が進めている津波データベース構築のため津波シミュレーションをサポートしている。

### 4) 地球規模課題対応国際科学技術協力事業 防災分野

#### 4) - 1 ペルーにおける地震・津波減災技術の向上

(研究期間 平成 21～26 年度)

[担当者] 藤井雄士郎<研究協力者>

日本とペルーとの国際共同プロジェクト「ペルーにおける地震・津波減災技術の向上」(科学技術振興機構(JST)と国際協力機構(JICA)による地球規模課題対応国際科学技術協力事業(SATREPS), 研究代表者: 山崎文雄/千葉大学教授)が実施されている。本プロジェクトには5つの研究グループ(1:地震動予測と地盤ゾーニング, 2:津波予測と被害軽減, 3:建物の耐震性向上, 4:空間基盤データ構築と被害予測, 5:地域減災計画)があり、藤井はグループ2に参画している。

平成 25 年度は、津波シミュレーションとリモートセンシング解析から推定したリマ市における建築物の津波に対する脆弱性について、日本土木学会の海岸工学国際セッションで発表した。3 月には、東京で開催されたグループミーティング及び国際ワークショップに参加し、プロジェクト研究成果のまとめについて議論した。また、中南米地域の地震・津波防災に関する国際シンポジウムにも出席し、同地域の地震津波防災対策について情報収集を行った。

### 5) 未利用熱エネルギー革新的活用技術研究開発

#### 5) - 1 未利用熱エネルギー革新的活用技術研究開発

(研究期間 平成 25～27 年度)

[担当者] 澤地孝男、桑沢保夫、宮田征門、山口秀樹

[相手期間] 未利用熱エネルギー革新的活用技術研究組合

本研究は、未利用熱の生じる箇所として近年業務ビルにおいて導入が進んでいる個別分散型空調システムに着目し、その実働エネルギー効率の評価方法を開発することを目的とする。平成 25 年度は、①実際の業務ビル(室用途は事務所)におけ

る空調運転データの解析を行い、実使用条件における負荷率の発生頻度を把握し、評価対象とすべき主な負荷率帯を明らかにした。また②未利用熱が発生するメカニズムを解明するために、個別分散型空調システムの基本制御特性の理論的解析を、数値シミュレータにより行う方法を整備した。また実験的検証を行うための試験体の作製を行った。さらに③個別分散型空調システムの実動条件を反映した詳細評価試験法を開発すべく、試験装置の制御システムを一部変更し、実動条件における負荷発生パタンの再現を可能とした。また本試験装置の特性把握を行うための予備的実験を行い、日本冷凍空調工業会認定の試験室による性能評価とほぼ同等の評価結果を得られることを確認した。

## 6) 寄付関係

### 6) - 1 長周期地震動に対する超高層鉄骨造建物の耐震安全性評価法に関する研究

(研究期間 平成 24～26 年度)

[担当者] 長谷川 隆、森田 高市

設計用長周期地震動については、2010 年に国土交通省から「超高層建築物等における長周期地震動への対策試案」が発表され、その後、2011 年度の建築基準整備事業では、南海、東南海、東海の 3 連動の地震波などが試作されている。本研究では、現状で検討されている試作波に対する超高層鉄骨造建物の最大変形や損傷を地震応答解析により明らかにし、長周期地震動によって多数回繰返し変形する超高層鉄骨造建物の耐震安全性の評価方法について検討する。

25 年度は、既存の超高層鉄骨造建物の長周期地震動に対する安全性を評価するために、質点モデルの解析から梁端部の損傷を予測する方法を用いて、現在建築研究所で地震観測を行っている超高層鉄骨造建物の質点系モデルを解析対象にして、設計用の長周期地震動として提案されている 2 連動、3 連動、等の長周期地震動に対する地震応答解析を行ない、応答解析から得られる最大塑性率、累積塑性変形倍率に基づいて、これらの建物の梁端部の損傷を予測した。