

【外部資金による研究開発】

1) 科学研究費助成事業

1) - 1 大地震時における建物機能維持を目指した既存杭基礎への耐震補強法の開発

研究期間 (平成 25~29 年度)

[担当者] 柏尚稔

平地面積の狭い我が国においては、軟弱地盤上に建物を建てるが多いために基礎形式として杭基礎がよく用いられており、地震後の建物の継続使用を考えると、大地震に対する杭基礎の耐震性能を精度よく評価することは重要である。しかし、杭基礎が破壊されても建物が倒壊した例は極めて少なく、新築であっても杭基礎については中地震に対する許容応力度設計のみに留められており、大地震に対して耐震性能が明確でない建物が数多く存在する。よって、既存建物の重要度に応じて杭基礎の耐震診断を実施し、耐震性能が劣ると判断された場合には耐震補強を実施する必要がある。本研究では耐震性の低い既存杭基礎に対する耐震性能の向上を目指して、地盤改良を利用した杭基礎の耐震補強工法と、簡便な杭基礎の耐震診断法の確立を目的とする。今年度は、杭周囲を地盤改良した鋼管杭（地盤改良併用杭基礎）の原位置水平載荷実験に対してシミュレーション解析を実施し、改良地盤を含むような複雑な構成の地盤に対する地盤抵抗評価法を構築すると共に、簡易な解析モデルを用いた地盤改良併用杭基礎の水平抵抗評価手法を提案した。

1) - 2 大地震後に防災拠点施設の機能を維持できる耐震性能向上技術の開発

研究期間 (平成 26~28 年度)

[担当者] 向井智久

本研究は地震後の防災拠点施設となる既存 RC 造の庁舎および学校・体育館が、大地震後に機能を維持できる耐震性向上技術の開発を目的とする。計画している研究項目は、(1) 部位の継続使用性のための損傷評価と補強工法の提案、(2) 架構による補強効果の評価と解析モデルの構築、(3) 補強された施設の大地震後の機能維持に資する耐震性能評価手法の適用である。

今年度実施した内容は以下の通りである。

1. 非耐力壁

RC 造の方立て壁を有する 2 層 1 スパンの部分架構に対する構造実験を行い、水平変形に応じて方立て壁に生じる軸力の大きさを計測し、その特徴を評価するための実験データを収集した。

2. RC 柱・鉄骨置き屋根接合部

体育館の RC 架構と S 造屋根の接合部（定着部）について、前年度までに実施された接合部（定着部）の静的載荷実験の結果に基づいて、柱・屋根の部分架構における振動台実験を行い、被害状況の再現、検証を行うとともに、被害を防止するための補強方法の有効性を確認した。

3. RC 造杭基礎

上部構造と下部構造からなる部分架構試験体に対して構造実験を実施した後に、生じた損傷を補修・補強し、その後に再度構造実験を実施し、構造特性の回復度合いや発生した損傷状態に関するデータを収集した。実験変数とした杭種は RC、SC 杭であり、両試験体ともにパイルキャップ内の配筋は袴筋とベース筋からなる標準型である。最終破壊状況は、RC 杭試験体が杭頭部の圧壊となり、補修補強を施し、SC 杭試験体はパイルキャップのせん断破壊であるため、補修のみを実施した。その結果、RC 杭試験体は補修前に比べ最大耐力が正載荷時で約 13%増加し、各部材の変形性能は補修前程度に改善している。一方、SC 杭試験体を補修した場合には、耐力上昇は見込めず、最終的にパイルキャップのせん断破壊し、パイルキャップが破壊した場合に構造性能を十分に回復させる補修工法がないことが明らかとなった。

1) - 3 二方向水平せん断力による面外方向の変形を受ける耐震壁の地震時抵抗機構の解明

研究期間 (平成 26~28 年度)

[担当者] 坂下雅信

本研究課題は、高い剛性と強度を有し、耐震要素として広く利用されている鉄筋コンクリート造耐震壁の構造性能や損傷度を適切に評価するために、斜め方向（二方向）の水平地震力によって面外変形を受ける耐震壁の地震時抵抗機構の解明を

目的としたものである。

本年度は、縮尺 1/3 で面内方向にせん断破壊、面外方向に曲げ降伏するように設計された単層耐力壁試験体 3 体の繰り返し載荷実験を行った。実験変数は、面内方向の層間変形角に対する面外方向の層間変形角の比率 (0 倍、1.5 倍、3.0 倍) とした。実験の結果、面外方向載荷を行った試験体では、面内方向載荷のみを行った試験体に対して、最大耐力が 2 割程度低下することが分かった。また、面外方向における最大耐力が略算式による曲げ終局強度時のせん断力を 2 割程度上回るなど想定外の挙動も確認された。来年度は 3 次元 FEM 解析等を実施し、最大耐力時の応力伝達機構についての検証を進める予定である。

1) - 4 日照調整装置を用いた昼光利用による照明省エネルギー効果の年間計算手法の開発

研究期間 (平成 26~28 年度)

[担当者] 三木保弘

本研究課題は、日照調整装置を用いた昼光利用による光環境の質的側面を担保した年間での照明省エネ効果を把握する手法確立のため、日照調整装置を用いた場合の 1) グレア予測式の確立、2) 明るさ感推定指標の提案、3) 照明省エネ効果の年間計算手法確立を、人工空を活用した被験者実験に基づき行うことを目的としている。

本年度は、1) 及び 2) の日照調整装置を用いたグレア及び明るさ感推定のための人工空での試行的実験を行い、適切な評価を得るための、ブラインドを含めた開口部模型及び、グリット照明に対応した窓近傍から 2 列毎に調光可能な LED 模型等の実験環境を再検討・改善するとともに 3) 省エネ効果の年間計算のためのモデル作成及び日照調整装置の条件を組み合わせた光環境シミュレーションにより、明るさ・グレアが担保されると見込まれる室・装置の仕様を仮説的に検討した。

1) - 5 断熱化の進展による住宅の暖冷房エネルギー増加要因の解明と抑制策に関する研究

研究期間 (平成 25~28 年度)

[担当者] 羽原宏美

断熱技術は、元来、主に寒冷地の暖房エネルギー削減と室内環境の改善を目的とした技術であり、我が国でもオイルショックを契機に導入が本格的に推進されるようになった。断熱化の進展は暖冷房エネルギーの削減をもたらしたが、一方で、中間期における過度な室温上昇 (オーバーヒート) による冷房期間の拡大等が原因となりエネルギーが増加することが懸念されている。本研究は、断熱化の進展した将来住宅に対して暖冷房エネルギーの増加要因の解明とその抑制策を検討することを目的とする。

本年度は、世帯構成 2 条件、外気温度 6 条件、通風冷房行為 3 条件の計 36 条件について、1 日を単位とした周期定常計算を実施し、高断熱住宅における冷房負荷増大の構造を詳細に分析した。また、大阪・東京・甲府の 3 地域を対象とした期間計算を行い、断熱性能の向上による冷房エネルギー消費増加について地域による違いを検証した。

1) - 6 熱交換換気システムのための透明性の高い評価設計技術の構築

研究期間 (平成 26~28 年度)

[担当者] 桑沢保夫

本研究は、熱交換換気を含み外皮及び空調設備から成るシステムの特性を根本から検証し直し、その省エネルギー実効性に係る透明性の高い評価法及び設計法を構築することを目的とする。熱交換換気による換気負荷低減効果に関する知見については諸課題が存在し、不透明な点が多々残されていることから、住宅及び業務用建築における暖冷房及び換気エネルギー消費量の削減対策として十分に活用されていない。本研究は現状を打開して適材適所による熱交換換気活用の実現を目指す。これに対して、建築研究所は、熱交換換気システムに係る実験室実験の準備及び実施、現場実測結果のとりまとめを担当する。

平成 27 年度は、静止型及び回転型熱交換換気ユニットの熱交換効率等特性値を実機サンプル対象で測定した。

1) - 7 津波による流出家屋に起因した「津波火災」のシミュレーションモデルの構築

研究期間 (平成 27~29 年度)

[担当者] 西野智研

南海トラフ地震津波のような将来の巨大津波では、「津波火災」による被害の発生が懸念される。この津波火災の形態は、家屋を中心とした可燃物が津波に押し流され、ガレキとなって浸水域に堆積した後、何らかのエネルギーが付与されて火災が発生し、周りのガレキに燃え移って大規模な火災に発展する。本研究は、こうした津波火災の全体像を合理的に予測可能なシミュレーションモデルを開発することで、津波火災の定量的な被害予測ツールを提供することを目的とする。また、南海トラフ地震を対象に、津波火災シミュレーションを行うことで、既往の地震被害想定に本モデルを適用する方法を示す。

本年度は、津波によって建物から流出する可燃物がどこにどの程度集積するのかを物理的に予測するモデルの計算プログラムを改良した。また、モデルの検証用データを整備するため、東北地方太平洋沖地震の直後に撮影された空中写真を解析し、津波集積物の空間分布の 3 次元定量データを取得した。

1) - 8 地域の建設事業者を主体とした仮設建築物における新規技術の適用とその後の展開

研究期間（平成 27～29 年度）

〔担当者〕 渡邊史郎

本研究は、これまで地域の建設事業者によって、仮設建築物に実験的に適用された新規技術に関する情報を収集・整理した上で、その開発から実用化に至るまでのプロセスを解明し、地域の建設事業者及びその関連主体の果たす役割を明らかにすることを目的とする。

本年度は、1989 年から 2005 年までに国内で開催された博覧会の公式記録・関連文献を収集し、実施体制及び会場整備の概要について整理した。また 1990 年大阪花博、2001 年北九州博覧祭、2004 年浜名湖花博、2005 年愛知万博を対象として会場整備を担当した元博覧会協会職員 5 者、博覧会建築の設計を行った設計事務所 3 社への聞き取り調査を実施した。2000 年以前の博覧会では、新しい素材の利用や木材による大架構空間を目指した新規技術の開発が活発に行われたが、2001 年以降では、会場施設の再資源化（リユース・リサイクル）に資する技術開発が多くみられた。今後、当該技術がその開発主体や関連主体にどのような影響を与えたかを考察し、仮設建築物を通じた技術開発の可能性を考察する。

1) - 9 住宅ストックの介護福祉施設への活用可能性の定量的評価手法に関する研究

研究期間（平成 27～29 年度）

〔担当者〕 内海康也

本研究課題は、サービス付き高齢者向け住宅等の高齢者向けの住環境整備の充実のために、余剰の傾向にある住宅ストック等のハード的な資源の活用を図ることで、両者の一体的な課題解決に向けた基礎的検討を行うものである。特に、市街地の再編成の観点も含めた形での住宅ストックおよび介護福祉施設整備の適切なマネジメントのための基礎として、既存住宅ストックの介護福祉施設への活用可能性を計測するシステムを開発することを目的とする。

本年度はまず、活用可能性検討の基礎となる、居住状況、住宅状況に関するデータ推計を国勢調査、住宅・土地統計調査等の既存統計資料を活用する形で行った。また、得られた結果を用いて居住状況、住宅状況に関する基礎的な検討を行った。

また、既存住宅ストックの介護福祉施設等への活用可能性を評価するためのモデルを作成するための準備として、介護福祉施設に関する状況および住宅ストックの転・活用事例についての情報収集・整理を行い、既存統計調査とリンクする形での活用可能性の評価に適切な項目を検討した。

1) - 10 エスノグラフィー調査に基づく自治体での都市計画 GIS の持続的利活用に関する研究

研究期間（平成 26～28 年度）

〔担当者〕 阪田知彦

人口減少時代の都市計画を考える上で、自治体の都市計画実務における地理情報システム（以下、都市計画 GIS）は重要なツールである。都市計画 GIS の導入・利活用状況を継続的に調べると、GIS を導入はしてみたものの数年後には活用していないという自治体が散見される。これには様々な理由・要因等が複雑に介在している可能性が高く、都市計画 GIS を活用しなくなった自治体の概況やそうなった理由・原因等は十分に把握されていない。本研究課題は、主に GIS を使わなくなった自治体へのエスノグラフィー調査（インタビュー等）を通じて、都市計画 GIS の持続的な利活用のためのポイントの明確化を目的とする。

平成 27 年度は、過年度に作成した都市計画 GIS の導入・利活用状況に関する 5 回分のアンケート結果を基に、利活用の

持続性評価を実施した。この結果に基づいて、インタビュー対象自治体の絞り込みを行った。順次インタビュー調査を実施している。

1) - 1 1 島弧地殻における変形・断層すべり過程のモデル構築

研究期間（平成 26～30 年度）

[担当者] 芝崎文一郎

本研究課題では、日本列島域における高精度の観測情報を基に媒質のレオロジー特性を考慮した 2011 年東北地方太平洋沖地震（東北沖地震と略記）に伴う余効変動のモデル化を行い、今後の推移を予測する。次に、東北脊梁山脈周辺や新潟神戸歪集中帯などを対象に高精度の変形と応力変動のモデル化を行う。

平成 27 年度は、不均質粘性構造を用いて、粘弾性変形過程の計算を行い、東北沖地震後にどのような内陸の地殻変動が生じるのかを調べた。シミュレーションの結果、東北日本火山フロントにおける面積歪の減少が再現された。シミュレーション結果は、観測された歪異常を再現している。

1) - 1 2 沈み込み帯浅部のスロースリップはトラフ軸まで到達するか？

研究期間（平成 26～30 年度）

[担当者] 芝崎文一郎

ニュージーランド東方沖ヒクラギ沈み込み帯において、海底水圧計を用いた海底地殻変動観測が行われ、詳細なスロースリップの伝播様式が調べられる。本課題では、観測結果を説明する物理モデルを構築する。

平成 27 年度は、ヒクラギ沈み込み帯における短期的スロースリップと長期的スロースリップのアスペリティー及び地震発生域を考慮したシミュレーションを行い、それぞれのスロースリップと大地震との相互作用を調べた。一部の長期的スロースリップが大地震発生サイクルの後半に活発化することが再現された。

1) - 1 3 地殻ダイナミクスー東北沖地震後の内陸変動の統一的理解ー

研究期間（平成 26～30 年度）

[担当者] 芝崎文一郎

本領域では、応力の絶対値や日本列島の変形場に関する統一的な描像、断層の摩擦係数や地殻・マンツルの粘性係数等の島弧内陸の媒質特性を明らかにすることにより、東北沖地震後に生起している諸現象を統一的に理解することである。そのために、研究集会、融合研究集会、ニュースレターの発行を行う。平成 27 年度は、ニュースレターの企画や事務局を担当した。また、融合モデル構築の調査のために、関係する研究者と集会を行った。

1) - 1 4 地殻ダイナミクスー東北沖地震後の内陸変動の統一的理解ー（国際活動支援班）

研究期間（平成 26～30 年度）

[担当者] 芝崎文一郎

国際活動支援班は、地殻ダイナミクスプロジェクトにおける国際共同研究の推進や海外ネットワークの形成（国際的に評価の高い海外研究者の招聘やポストドクターの相互派遣等）の促進を進める。平成 27 年度は、地殻ダイナミクス、モデル班における海外研究者の招聘や派遣に関する調整を行った。

2) 地球規模課題対応国際科学技術協力事業 防災分野

2) - 1 コロンビアにおける地震・津波・火山災害の軽減技術に関する研究開発

研究期間 (平成 26~31 年度)

[担当者] 藤井雄士郎<研究協力者>

本研究課題は、日本とコロンビアとの国際共同プロジェクト (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:熊谷博之 名古屋大学教授) として実施されている。担当者は、同プロジェクトの 4 つの研究グループ (1:地震・火山・地殻変動, 2:強震動, 3:防災情報, 4:津波) のうち津波グループ (グループリーダー:越村俊一 東北大学教授) に参画し、津波発生モデルの構築と想定を担当している。

本年度は、10 月にコロンビア (ボゴタ市) で開催された国際ワークショップと、同時に開催された津波グループの現地セミナーの情報を収集し、その内容を踏まえた 2 日間の現地セミナーを 3 月にボゴタ市内で開催した。セミナーでは、技術協力の一環として、津波シミュレーション及び津波波源モデルの推定法の講義実習を行った。また、セミナーの参加者やプロジェクト関係者に国際地震工学研修を周知し、同研修への参加を呼びかけた。

3) 未利用熱エネルギー革新的活用技術研究開発

3) - 1 業務用空調システムの実働エネルギー効率評価法の開発

研究期間 (平成 25~29 年度)

[担当者] 桑沢保夫、西澤繁毅

本研究では業務用空調システムのうち、近年採用事例が増加している個別分散型空調システムを対象とする。空調システムの実際の運転においては、製品情報で表示されているような定格能力や中間能力での運転時間は少なく、運転時間の約 8 割は定格能力の 40% 以下である。また 1 台の室外機に接続されている複数の室内機での処理能力合計が等しい場合であっても、室内機個々の運転状況によってエネルギー効率は異なる。

そこで H27 年度の研究開発では、空調システムの総処理熱量と室内機ごとの処理熱量のバランスを変数として、①室内負荷の偏在がエネルギー効率に与える影響について実験を行うとともに、②エネルギー効率に影響を与える制御要素について実測実験およびシミュレータによる数値計算により検討した。さらにここで得られた特性曲線をモデル化し、③実働エネルギー効率評価法のアウトラインの作成を行った。

4) 気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のためのプロジェクト

4) - 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] 荒木康弘

本研究の目的は、木造建築物の耐力壁等の鉛直構面を構成する構造材料として CLT を使用する場合に必要となる強度等特性値のうち、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することにある。

平成 27 年度は、実大の非等厚構成 CLT を対象として、面内せん断試験を実施し、面内せん断強度・弾性係数に関する知見を収集した。また、実大の非等厚構成 CLT を対象として、座屈試験を実施し、座屈強度に関する知見を収集した。

奇数層と偶数層でラミナの厚さが異なり、かつ幅はぎ接着された CLT を対象として、座屈試験を実施した。いずれの仕様とも計算値は実測値よりも低い値となった。また、5 つの仕様については実測値と計算値は概ね同じとなったが、2 つの仕様については実測値と計算値が大きく異なった。実測値と計算値が異なった要因については今後精査する必要がある。このように仕様によっては、実測値と計算値が異なったが、ラミナ厚が異なる直交集成板についても概ねオイラーの座屈荷重式を適用して、座屈荷重を求めることができるものと考えられる。

面内せん断性能について、奇数層と偶数層でラミナの厚さが異なり、かつ幅はぎ接着された CLT を対象として、面内せん

断試験を実施した。H26 年度の等厚 5 層 5 プライ CLT のデータと比較すると、幅はぎ接着によって、せん断剛性は 1 割程度増加した。せん断強度についても同様に増加する傾向がみられたが、本年度の試験体では一部曲げ破壊が生じた。せん断強度・剛性に関するラミナの厚さの違いによる影響は、明確には見られなかった。

5) 公益財団法人 LIXIL 住生活財団 若手研究助成

5) - 1 神楽坂における既存木造建築物の更新実態と改修技術の可能性に関する研究

研究期間 (平成 26~28 年度)

[担当者] 渡邊史郎

本研究は、住商混在の木造密集地域として位置づけられる神楽坂を対象として、木造建物がこれまでに改修・用途変更を通じてどのように更新されたかについて把握し、改修にみられた技術が既存建物の構法・材料とどのような関連性を持つかについて考察する。

本年度は、住宅から飲食店に改装された木造建物の店主・設計者に聞き取り調査を実施し、その建物の実測調査を行った。当該建物は戦後初期に専用住宅として建設され、その後増築・用途変更されたものであり、その活発な更新活動は神楽坂を象徴するものといえる。

また、伝統的な花街に含まれず、その周縁部にあたる神楽坂 6 丁目を対象として、外観調査及び登記簿謄本の分析を行った。先述の建物と同様に元住宅の店舗への全面的・部分的な更新が多くみられ、いわゆるリノベーションが集積している地域といえる。今年度中にこれまでの調査・分析結果のとりまとめを行い、利用計画に応じた既存木造建物の改修手法を提示することを目指す。

6) その他

6) - 1 既存公的賃貸住宅における居ながら耐震改修および空間改造技術に関する研究

研究期間 (平成 27~29 年度)

[担当者] 田沼毅彦、向井智久

[相手機関] (独) 都市再生機構

本研究課題は、低騒音・低振動型工法のあと施工アンカーである、湿式コアドリル穿孔による注入工法 (以下、静充填型あと施工アンカー) を対象とし、既存共同住宅における居ながら改修など既存ストック有効活用の更なる促進を図るために、静充填型あと施工アンカーの標準使用化に向け、各種実験を行い、必要となる技術資料の整備を行うもので、運営交付金による研究開発 1) - 4 「既存共同住宅におけるあと施工アンカーを用いた改修技術の実用化に向けた構造性能確認方法に関する研究【基盤】」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ハンマードリル穿孔による場合と付着強度の比較試験を行い、同等の性能を有することを確認した。②実建物実施工の条件で、施工姿勢 (上横下) ごとに各種施工管理項目における施工精度の実態を把握した。付着強度試験を行い、強度のばらつきや、施工姿勢より母材表面の状態が与える影響が大きいことを確認した。③ひび割れ箇所施工した場合における付着強度の低下率を確認した。④静充填型あと施工アンカーをスラブ端部定着筋として用いた試験体の作成、計測計画を立案し、長期載荷実験を開始した。

6) - 2 地震後の継続使用性確保のための公的賃貸住宅の構造設計技術に関する研究

研究期間 (平成 27~29 年度)

[担当者] 田沼毅彦、向井智久、柏尚稔

[相手機関] (独) 都市再生機構

本研究課題は、地震後も建物の継続使用性と生活機能の維持が可能な公的賃貸住宅の構造設計技術の開発に向けて、個別重点課題「庁舎・避難施設等の地震後の継続使用性確保に資する耐震性能評価手法の構築」(H25~H27) で得られた知見に基づき、標準的な共同住宅の試設計例、耐震性能評価例を作成し、技術資料として提示するものである。

本年度は、5 階建て及び 11 階建ての新築共同住宅を対象とし、従来の基準に基づいて設計した場合と継続使用性を要求性能とした場合において比較対照が可能になるよう、非耐力壁の考慮の有無等を検討パターンとして設定した。杭基礎では、従来行われている慣性力による設計用地震力に加えて、応答変位法を用いて地盤変位によって生ずる外力を考慮した検討を行い、中高層共同住宅において同手法を用いて設計する場合の杭種類・断面形状などの目安を示した。また、試設計建物に対して、地盤－杭－上部構造連成モデルを用いた時刻歴応答解析を行い、動的相互作用を考慮した耐震性能評価の例を示した。

6)－3 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐久性評価に向けた調査手順の提案に資する実建物の劣化状況に関する研究

研究期間（平成 27～29 年度）

[担 当 者] 田沼毅彦、棚野博之、宮内博之、土屋直子

[相 手 機 関] （独）都市再生機構

本研究課題は、既存 RC 造共同住宅を対象として、コンクリートの劣化及び鉄筋の腐食状況とその劣化・腐食環境条件（部位、方位、含水率、温湿度など）について実地調査を行い、データの収集と整理・分析を行い、技術資料として取りまとめ、その耐久性を合理的に評価するために必要な調査の手順等を提案するものである。

本年度の実施概要は次のとおりである。①既往のコンクリートコアデータのうち、打放しの基礎梁部位でコア採取したコンクリートの中性化データを整理・分析し、方位別の中性化速度係数を求めた。②共同住宅 1 棟において、湿式コア 150 本を採取して圧縮強度試験および中性化深さ試験、乾式コア 42 本を採取して含水率試験、100 箇所「はつり」による鉄筋腐食グレードの判定を行い、鉄筋腐食と中性化進行、屋内外環境、部位、方位及び雨がかりの有無などの関係について整理し、調査結果をとりまとめた。