

## 【外部資金による研究】

### 環境省地球環境保全等試験研究費(公害防止等試験研究費)による研究開発

- 1 . 市街地形態が熱環境に及ぼす影響の定量的評価に関する研究

研究期間 (H16 ~ 18)

[担当者] 足永靖信

本研究は、市街地の形態が市街地の通風や熱輸送現象等に及ぼす影響を風洞実験や実測調査等で把握することにより、熱や風を考慮した市街地形態のあり方について定量的に検討するものである。これにより、海陸風の流れや緑地の分布などの地域特性も考慮したヒートアイランド対策を、効果的に都市計画手法に反映させることを目的とする。今年度は、当所の温度成層風洞実験装置を用いて低層建物群の気温・風の分布の計測を行い、高層建物の導入による影響を調べた。得られた結果を以下に示す。

(1) 規則的な低層建物を配置した実験を行うことにより、平坦面と同じ表面温度を与えた場合であっても、建物周辺の気温は上昇することを示すと共に、建物周辺の風通しによっても気温分布が強く影響を受けることが示された。

(2) 高層建物の導入によりその前面では風速が増加して気温が低下するが、後方循環域では高層建物の高さまで大きく影響を受けて著しく高温化することが解った。しかし、その下流ではダウンウオッシュにより地表面近傍ではむしろ気温が低下する傾向が見られた。

### 環境省地球環境研究総合推進費による研究開発

- 1 . 家庭用エネルギー消費削減技術の開発及び普及促進に関する研究

研究期間 (H15 ~ 17)

[担当者] 瀬戸裕直、堀 祐治

本研究は、住宅におけるエネルギー消費に深く関わっている居住者のライフスタイルに着目し、その如何なる側面がエネルギー消費と関係し、どのような住まい方、機器選定の方法が省エネルギー的生活に結びつくものであるかを明らかにし、得られた知見を生活者に分かりやすい形で提示する媒体を開発することを目的としている。二酸化炭素排出削減においてライフスタイルが重要な位置を占めることは国の地球温暖化対策推進大綱等においても随所に記述される点であるが、本研究は関連する知見を従来になく定量的科学的に獲得するため、生活ロボットと称される居住者のエネルギー消費行動及び環境対応行動を機械的に再現する手法を開発し、ロボットの挙動ロジックを変更した場合におけるエネルギー消費構造の変化を捉えることを目指すものである。また、知見の不足している居住者の機器使用行為及び設備機器自体の挙動について、被験者実験と設備機器を対象とした実験を行った。平成 16 年度は、専用の実験施設の整備を行った。

### 文部科学省国立機関原子力試験研究費による研究開発

- 1 . 原子力施設の新システムによる免・制震化技術の研究

研究期間 (H13 ~ 17)

[担当者] 井上波彦

建築物の構造計算(耐震)は、原則として静的な外力に対して行われ、損傷性・安全性について、それぞれ個々の部材の許容応力度及び材料強度と比較して検証されるが、最終的な安全性の喪失(倒壊又は崩壊)がどのように生ずるのか、またどの程度の安全余裕があるのか、といった点に関しては、必ずしも明確な指標ではない。本研究の目的は、原子力施設について、免震を採用することで説明性の高い安全性の表示を目指すと共に、さらに、スマート材料を用いた制御を併用してより高度な性能性の向上を達成することである。本年度は、長期間静置後のすべり免震装置の特性が建築物の振動に及ぼす影響について確認すると共に、MRダンパを用いてセミアクティブ制御(ゲインスケジュールド制御)を適用した免震構造物の耐震性向上について、実験及び解析によってその有効性を確認した。また、過去に作成した三次元応答解析プログラム Daisy を改良し、大型試験用の模型試験体の設計を行った。

## 文部科学省科学技術振興調整費による緊急研究開発

### - 1. 危機管理対応情報共有技術による減災対策

研究期間 (H16 ~ 18)

[担当者] 寺木彰浩、阪田知彦

「危機管理対応情報技術による減災対策」は、国の諸機関から地域住民までが利用可能な災害情報共有プラットフォームを構築し、わが国の災害対応能力を総合的に向上させる技術の開発を目指すものである。そのうち、建築研究所では、共有化のバックボーンとなる空間データの整備手法の開発をテーマとする研究開発を実施する。初年度である本年度は、情報共有のバックボーンとなる空間データを整備する手法を開発するための基礎となる以下の研究課題を実施し、本研究課題の基礎的資料の収集・整理を行った。

#### 空間データの整備状況に関する調査研究

本年度は、減災に資する情報の共有において必要となる空間データ整備の現状に関する以下の調査を実施した。

地方公共団体が保有する空間データの整備状況調査：都道府県 (47 団体) および基礎自治体 (1,865 団体) の計 1,912 団体に対し、アンケートを行った。内容は、整備の有無、整備年次、更新頻度などである。結果、都道府県 47 団体 (全数) と、基礎自治体 1,607 団体より回答を得た。

民間企業によって整備・販売されている空間データについての調査：民間業者および関連協会・団体に対するヒアリングによって、整備されているデータ種・内容・精度などのメタデータについて整理を行った。

#### 市街地の特性と災害履歴に基づくデータ整備地域の分類に関する研究

本年度は、空間データの整備項目・水準などを定めるための地域類型化手法の基礎的検討として次の 3 点を実施した。

減災の観点から見た市街地の類型化手法および災害履歴による類型化手法に関する既存の関連研究のレビュー：国内の学会発行の学術雑誌より、防災性能評価や地区類型に関する文献を収集し、その関連性などを中心に整理を行った。

わが国の市街地・災害履歴に関する基礎的データの統合処理を目的とした「(仮称)市街地関連基礎データベース」の整備：全国一括で空間データを扱うための効率的なデータ管理の手法の検討を行った。

地方公共団体における災害履歴や防災性能評価の空間的単位の地域的な特性の把握：全国の市および東海・東南海・南海地震の強化指定地域内に含まれる町村の計 1,196 自治体に対し、自然災害に対する被害想定調査の実施状況に関するアンケートとその資料収集を目的とした調査を実施した。アンケート調査では、874 自治体より回答を得た。また、被害想定資料の分析により、防災性能評価の空間的単位の地域的な特性を明らかにした。

## 科学研究費補助金による研究開発

### - 1. 自然風を活用した建築環境技術再興のための基礎的研究

研究期間 (H14 ~ H17)

[担当者] 瀬戸裕直、足永靖信、西澤繁毅、石川優美

本研究は、風力を利用した通風または自然換気によって、室内の温度調節や空気質の維持を行う具体的な方法を開発し、冷房及び機械換気設備というアクティブな手法と通風及び自然換気というパッシブ手法との新たな融合を目指そうとするものである。本年度は、通風計画構築の基礎として通風量予測の精度及び簡易化を実現するため、オリフィス流れ式(換気回路網の基礎式であり、開口の上下流間の全圧差から通過風量を求める式)中の開口部の抵抗を表す係数(流量係数)の変化要因の究明を行い、流量係数が開口気流の形状に依存して変化することを確認している。また、窓サッシ及び日射遮蔽等を目的とした窓周り部材が設置された実際の開口部における流量係数データを整備し、実開口部のディテールが通風性状に与える影響の検討を行った。また、通風の目的の一つである室内からの排熱状況を把握するための実大模型実験を行い、気流場の違いが室温ならびに表面温度の低下に与える影響を検討した。一方で通風計算の基礎となる風圧の設計データが不足していることから、引き続き 250 分の 1 の低中高層建物模型及び 83 分の 1 の戸建住宅模型を用いた風洞実験を系統的に実施して風圧係数分布データの蓄積を図り、風圧係数データベース(PC上でデータ検索を行い図形及び数値出力を可能とするソフトウェア)を充実させた。

- 2 . ベースプレート降伏型ロッキング制振建築構造システムの耐震性能評価

研究期間 (H16 ~ 18)

[担 当 者] 緑川光正、小豆畑達哉 (国総研) 石原 直 (国総研) 和田 章 (東工大)

本研究では、鉄骨造建物の最下層柱脚部分に浮き上がり時に降伏するベースプレートを設置したロッキング構造システムを対象とする。強震動を受けた建物にロッキング振動が生じると、このベースプレートが柱からの引張力を受けて降伏し、地震入力エネルギーを吸収することができる。本システムは、地震時において建築物に意図的にロッキング振動を誘発することによりその地震力の低減を図るロッキング制振システムの一つで、従来よりも、より簡易な機構により地震力を低減できる。

このシステムを実現するための具体的な制振部材 (ベースプレート) を検討、試作した上で、縮小模型振動台実験と地震応答解析により、この制振システムの制振効果を明らかにする。また、振動台実験結果との比較を通して検証されたベースプレートの復元力特性と振動解析手法を用いて、幾つかの事例解析を行い、本システムの現実の建物への適用性を検討する。さらに、ベースプレートの力学特性に関するデータを取得するために、柱脚部分にベースプレートを取り付けた縮小模型及び大型試験体を製作し、静的加力実験を行なう。最終的に、上記の振動台実験結果と解析結果に基づき、「ベースプレート降伏型ロッキング制振建築構造システム」の制振効果、浮き上がり後の着地時点で生じる衝撃力が上部構造の応答に与える影響の程度、及び、本システムの簡易応答予測方法を、本研究成果としてまとめる。

本年度は、以下の項目について研究を行った。

1) 降伏型ベースプレートの繰り返し変形性能

降伏型ベースプレートを鉄骨造柱脚部分に取り付けた縮小模型及び大型試験体を製作し、柱軸方向力とせん断力を作用させる静的加力実験を行うことにより、その繰り返し変形性能を定量的に明らかにした。

2) 柱脚部浮き上がり時の立体挙動

試設計建物の三次元立体骨組解析モデルを用いた多次元地震動入力による弾塑性地震応答解析を行い、鉄骨造架構柱脚部で浮き上がりが生じる時の地震応答特性と立体挙動を明らかにした。

3) 柱脚部浮き上がり後の着地時に生じる衝撃力が建物の耐震安全性に及ぼす影響

試設計建物を対象として、三次元有限要素解析を用いた弾塑性地震応答解析により、降伏型ベースプレートの局所的な歪集中の度合いを定量的に把握するとともに、大型試験体の静的加力実験より得られる繰り返し変形特性と比較検討した。

(注: 担当者の異動に伴い本研究は本年度で終了する。)

## 大都市大震災軽減化特別プロジェクトによる研究開発

- 1 . 既存木造建物の地震応答観測 (その 1)

研究期間 (H14 ~ 18)

[担 当 者] 岡田 恒、河合直人、五十田博

本課題は、実際の木造住宅の地震応答データを取得するために強震観測をおこなうもので、平成 14 年度に木造住宅 4 棟に強震計を設置し、観測を行っている。今年度も新たに 1 棟に強震計を設置し、既に強震計が設置してある別の 2 棟を含め、計 7 棟について強震観測データの収集及び得られたデータの分析を行った。その結果、木造住宅における地盤建物相互作用による建物周期の伸びは小さいこと、減衰効果もそれほど大きくないこと、また、これらの振動特性は、地盤種別の影響を受けることなどが判った。また、木造建物に汎用化が図れる地震計の開発を併せておこなっており、これまでに開発された強震計のマイナーチェンジとして無線式で同期できるように簡易化を図った。

- 2 . 耐震診断・補強方法の検討及び開発

研究期間 (H14 ~ 18)

[担 当 者] 岡田 恒、河合直人、五十田博

本課題の目的は、地震被災度の高い既存木造建物の耐震安全性を高めるため、既存建物の耐震診断技術、普及可能性の高い耐震補強技術、及び補強後の建物に対する耐震診断技術の開発及び高度化を行うことである。平成 16 年度は、耐震補強構法のうち開口部を補強する構法について静的ならびに動の実験を実施し、問題点を把握するとともにこの種の補強構法の評価法を検

証した。一方、耐震診断技術に関しては、接合部強度が不十分な構面の性能を実験及び解析により求め、接合部性能に応じて構面の性能が評価できるような構面性能の低減係数を提案した。また、耐震診断技術のうち劣化の影響に関する定量的把握として、昭和 54 年の建物から抽出した構面と同じ仕様の再現試験体について振動台実験を実施し、抽出構面に対する振動台実験の結果との比較を行った。その結果、昭和 54 年の抽出構面と再現壁とでは、再現壁の方が同じ地震動に対して損傷が少ないなど、明らかな相違のあることがわかった。併せて、これまでの研究成果をまとめており、成果の一部は、平成 16 年に発行された（財）日本建築防災協会「木造住宅の耐震診断・補強方法」に反映されている。

### - 3 . 木造建物の構造要素試験

研究期間 (H15 ~ 18)

[担当者] 岡田 恒、河合直人、五十田博

本課題の目的は、木造の構造要素（柱、梁、壁から構成される構面）の荷重変形曲線のデータを、破壊に至るまで求めること、さらにこの構面に補強を施した場合の効果をはっきりとすることである。平成 16 年度は、平成 14 年度に振動台実験をおこなった 2 階建て建物の構面と同一仕様の構面試験体を製作し、水平加力試験により破壊に至るまでの荷重変形曲線を求めた。その結果、筋かいなど耐力要素のない構面の耐力が無視できないことが実験を通じて明らかになった。また、併せて構面に使用される各種接合部の静的加力実験を行い、これまでデータの蓄積のない柱 - 横架材接合部の面内、面外の曲げ性能に関するデータを得た。これらの構面や接合部に関するデータは、木造建物の耐震補強方法の検討における数値シミュレーションのための基礎データとして活用される計画である。

### - 4 . 同時多発火災時の延焼・火災旋風発生予測システムの開発

研究期間 (H14 ~ 18)

[担当者] 林 吉彦

本研究の目的は、地震発生後の同時多発火災を対象として、接炎、放射伝熱、対流伝熱、火の粉、火災旋風による延焼拡大性状を予測するモデルを再構築することである。また、発災後の応急対応に資するリアルタイム危険予測シミュレーションシステムを構築することである。平成 16 年度は以下を実施した。

- (1) 延焼シミュレーションモデルの再構築に資するため、開口噴出火災を対象とした実大規模の区画火災実験を実施し、有風下における火災性状の定量的把握を行った。また、延焼シミュレーションモデル現版により有風放任火災の延焼拡大を予測し、東消式 2001 マクロ式の予測結果、筑波大学の延焼経路ネットワークと比較し、その問題点を明らかにした。
- (2) 数値計算による火災旋風の再現を試み、その発生、発達機構の解明に努めた。
- (3) 同時多発火災の被害予測システムの開発については、平成 15 年度で調査および設計された基幹アーキテクチャとの入出力機能を見直した上で、延焼シミュレーションモデル現版のコアシステムへの組み込みを行った。なお、モデル現版では、簡易ながらも、消防活動による影響を考慮した消火モデルの組み込みも行われている。

### - 5 . 建物倒壊および道路閉塞のシミュレーション技術の開発

研究期間 (H14 ~ 18)

[担当者] 寺木章浩、阪田知彦

#### 建築物群の倒壊シミュレーション技術の研究

本課題では、複数の建築物が群として存在し、ある建築物の倒壊が他の建築物に影響を及ぼす場合の倒壊モデルを構築する。本年度は、阪神淡路大震災時の記録などを基にした詳細な分析を通して、建築物単位での瓦礫流出の方向を取り込んだ倒壊モデルの確立と、建築物同士の複合的な倒壊状況のモデル化に向けた理論の確立を中心に研究開発を実施した。その成果として、瓦礫流出の方向を取り込んだシミュレーションを行うための、仮想的な瓦礫流出状況を生成するモデルを開発した。

#### 密集市街地における道路閉塞シミュレーション技術の研究

本課題では、密集市街地を対象に、において開発される建築物群の倒壊モデルを利用し、道路への瓦礫の予測流出量から、道路の閉塞を予測するモデルを作成する。本年度はこれらの基礎的知見に立脚し、道路閉塞状況を詳細に判定・予測するための新たな理論モデルの構築に向けた包括的検討を中心に研究開発を実施した。その成果として、発災直後に高速に道路閉塞の状況をリンク単位で把握可能な手法を開発し、これを実際の市街地に適用し、その実用性・優位性を確認した。

大大特コアシステムへの本格的組み込みに向けた技術的検討

本課題では、パイロットシステムをコアシステムと連携させるための技術的検討および組み込み作業を実施する。過年度構築した、既存の建物倒壊による道路閉塞モデルに立脚したシミュレーションパイロットシステムをもとに、大大特コアシステムへ移植する際に問題となる点の洗い出しを行った。また、その洗い出しの結果をうけて、新しい API 開発への要素を抽出・整理し、コアチームと協同で開発を行った。

## 先端技術を活用した農林水産研究高度化事業による研究開発

- 1. 森林系環境要素がもたらす人の生理的効果の解明

研究期間 (H16 ~ 18)

[担当者] 小島隆矢

テクノストレスに代表される現代のストレス社会において、森林浴ならびに木材による刺激がもたらす生理的リラックス効果に国民の関心や期待が高まっているが、生理的・科学的データの蓄積はほとんどない。そこで、本課題において、種々の生理的評価法を有し、研究を実質的に推進している国内の研究グループを集結し、森林系環境要素が持つ生理的快適性増進効果を解明することを目的とした研究を実施する。

具体的には、1)生理的評価法の抽出と高度化、2)森林浴がもたらす生理的効果、3)森林環境要素ならびに木材がもたらす生理的効果、4)森林系環境要素の生理的効果の統計的因果分析 の4つの小課題を設置し、研究が進行中である。

建築研究所では小課題4)を担当し、平成16年度は、千葉県にて行われた森林浴実験のデータに対して統計的因果分析を適用し、各種生理指標が反映している人間の生理的状態を潜在変数化した因果モデルを提案した。

## 重点支援協力員制度

- 1. 自立循環型住宅技術に関する実証的研究

研究期間 (H15.1 ~ H18.12)

[担当者] 山海敏弘、瀬戸裕直、西澤繁毅、堀 祐治、戸倉三和子、竹崎義則、細井昭憲、齋藤宏昭、石川優美

自立循環型住宅の要件として研究開始時に定めた「居住時のエネルギー消費等に伴う二酸化炭素排出量を50%削減可能でかつ経済的現実性の高い技術を集積した住宅」の目標を実現すべく、各重点研究支援協力員が担当している要素技術関連の研究開発、及び全体としての二酸化炭素排出量削減効果の実証実験に取り組んできているところである。

省エネルギー技術の適用による省エネ効果については、暖冷房、換気、給湯、照明、給排水設備、家電機器について、実証実験(標準型と省エネ型住宅の同時並行での一対比較実験)による実証データの蓄積に大きな進捗が得られた。エネルギー等の消費に係わる生活行為の機械的な再現実験手法についてはほぼ確立することができ、平成17年度以降は、ハードウェア要因の影響に加えて、居住者のライフスタイルがエネルギー消費の多寡に及ぼす影響に関しても実証データの取得に取り組む。

- 2. 社会反映を志向したヒートアイランド対策効果の定量化に関する研究

研究期間 (H15.1 ~ H19.12)

[担当者] 足永靖信、阿部敏雄、河野孝昭、李海峰・羽鳥法子・尹 聖皖・鷲田太郎

本研究の目的はヒートアイランド対策効果を数値シミュレーションや風洞実験等により定量化する手法を開発することである。今年度は重点研究支援員3名による下記の研究支援課題を実施した。

- (1) ヒートアイランド対策効果の系統的分析の実施業務(阿部)

特殊な光学装置(シュリーレン)を温度成層風洞に導入することにより、熱をトレーサーとして気流を可視化するシステムを開発した。そして、建物の配置や加熱場所を変えてシュリーレン画像を観察した。

- (2) ヒートアイランド対策効果の評価モデルの開発(河野)

地球シミュレータを用いて、夏期における東京の5km四方市街地を対象にした水平5mメッシュのCFD解析を実施し、気温、

風の広域かつ詳細な分布を調べた。

(3) 人工排熱の細密時空間データベースの構築 (李・羽鳥・尹・鷺田)

東京 23 区を対象にして夏期の人工排熱データを 500m メッシュで作成して GIS 上に整備した。また、VDI (ドイツ工業協会) ガイドライン 3787Part1 を翻訳して「環境気象学 都市・地域計画のための気候環境地図」を出版した。

## その他の外部資金による研究開発

- 1. 鋼構造の耐火性能検証手法の高度化に関する研究

研究期間 (H16~17)

[担当者] 増田秀昭

本研究は、耐火性能検証法 (平成 14 年建設省告示第 1433 号) における鉄骨構造部材の柱・はりの耐火性能を検証する手法の高度化として、とくに、耐火設計における鋼材の高温時の性能劣化性状が長期にわたり暗黙に仮定されていた。ここでは、この鋼材特性とは著しく異なる鋼種等に対する高度な性能検証手法と、さらにこれらの高温時の素材性能を確保するための規格基準について検討することを目的とする。平成 16 年度は、「鉄骨架構に関する耐火性能検証手法の高度化に関する研究」で明らかとなった各種鋼材の力学特性、溶接および高力ボルト接合の耐火性能試験等の技術資料に基づいて、耐火性能検証法 (告示案段階のもの) の改良について検討を行った。

- 2. 履歴型ダンパー付鉄骨架構のエネルギー法による地震応答予測の適用手法に関する研究

研究期間 (H16~17)

[担当者] 長谷川隆

本研究では、様々な形状 (ブレース型、パネル型、壁型、間柱型、等) の履歴型ダンパーを有する鉄骨造骨組に関して、地震時の損傷予測方法としてのエネルギーの釣合に基づく方法 (エネルギー法) の適用方法と予測精度に関する検討を行うことを目的とする。また、静的漸増载荷によって計算される各部材のエネルギーを累積することによって、地震時の応答を予測する方法を、履歴型ダンパー付骨組に適用した場合の適用方法と予測精度についての検討も行う。

平成 16 年度は、4 層、8 層、12 層の履歴型ダンパーを有する試設計鉄骨造骨組を解析対象にして、静的漸増载荷による予測法の適用方法と予測精度の検討を行った。解析対象としたこれらの 3 種類の骨組の地震応答解析を行い、得られた応答値と静的漸増载荷による予測値を比較した結果、各層の最大応答変形と各部材の損傷が、精度よく予測できることが確認された。