

【運営費交付金による研究開発】

構造研究グループ

- 1. 剛性・耐力偏心が構造物の応答に及ぼす影響評価手法の開発

研究期間 (H16 ~ 18)

[担当者] 加藤博人、楠 浩一、斉藤大樹

偏心によるねじれ振動に起因する建築物の地震被害を軽減していくためには、偏心が構造物のねじれ振動性状に及ぼす影響を適切に評価して、耐震設計に採り入れることが重要である。現行の耐震設計基準では、構造物の弾性剛性を用いて偏心率の評価を行い、その結果に基づいて形状係数を算出して設計用地震力を割り増す形でねじれの影響を考慮している。本研究では、剛性および耐力に起因する偏心が建築構造物の地震応答に及ぼす影響について、特に応答水平変形と回転の関係に着目した検討を行い、耐震設計における偏心に関する影響評価法の開発を目的としている。

1 層部分に偏心を有する RC 造ピロティ架構試験体を対象にしたサブストラクチャ仮動的実験を実施した。地震時の応答変形、並びに回転は 1 層部分に集中し、層間変形の増大にともなって回転応答も増加する傾向が見られる。一方、耐力壁を有する 2 層以上の変形はほぼ降伏以前に留まり、ピロティ架構に特有な地震応答性状を示した。これらの傾向は、予備解析の結果と一致した。

- 2. 鉄筋コンクリート造建物のエネルギーに基づく耐震評価手法開発のための基礎的研究

研究期間 (H16 ~ 18)

[担当者] 向井智久

本研究開発では地震下において各限界状態に至る鉄筋コンクリート造建物を対象として、エネルギーの釣合に基づく耐震計算手法が円滑に適用されることを目下の目標として、RC 造柱部材などの「部材レベル」、及び各種崩壊形を有する「建物レベル」(制振構造を含む)を対象にエネルギー吸収性能の実験的把握とそれらを適用するための技術資料の収集及び評価手法の精度向上を目的とする。

本年度は

ピロティ柱の静的実験を行い、今後検討するための実験 DATA を得た。

エネルギーに基づく評価手法の開発を目的とした梁部材の静的加力実験を行い、地震時における損傷の把握と各種限界状態を求め、別途行う損傷評価とエネルギー吸収性能推定式のために必要な以下の知見を得た。

(a) 入力地震動を ElCentroNS(1940 年 Imperial Valley 地震、以後 ELCE)、KOBENS(1995 年兵庫県南部地震神戸海洋気象台記録、以後 KOBE)の 2 波で、いずれも最大速度が 50kine となるよう基準化したものを使用した予備地震応答解析より得られた応答変位に基づいた載荷を行った本震載荷試験体では復元力特性上に顕著な耐力低下が見られなかった。両側定変位載荷試験体では載荷振幅が大きいほど各サイクルにおける耐力低下が大きい。漸増載荷試験体では耐力低下する変形以前における領域では繰り返し数が耐力低下の度合いに及ぼす影響は小さい。一方、耐力低下を起こす変形レベルでのサイクル内では本論で示したせん断余裕度の違い(0.1 程度)が耐力低下の度合いに与える影響は小さいと言える。更に片側定変位試験体の耐力低下は、同振幅である両側定変位載荷試験体より激しい。

(b) 部材の全履歴吸収エネルギー量を比較すると本震載荷に最も類似したエネルギー吸収性能を示したのは両側定変位載荷であり、本論で用いた地震時のランダムな応答を等価な繰り返し数 ND を用いて置換した定変位振動と、地震時の梁部材の全履歴吸収エネルギー量との相関性は高い。

繰り返しによるエネルギー吸収性能について、両側及び片側定変位載荷試験体の結果より同変形角内での繰り返し数が多いと部材の累積損傷が増加し、繰り返しによるエネルギー吸収性能が低下するが、2 サイクル目のエネルギー吸収量に対する 2 サイクル目以降のエネルギー吸収低下割合は両試験体もほぼ同様であった。また同じ繰り返し数である場合、最大振幅が大きいほどサイクル内の繰り返しエネルギー吸収性能は低下する。また漸増載荷試験体の結果より、塑性後の小変形での累積損傷によって大変形時における繰り返し履歴吸収エネルギー性能は低下することが示された。

(c) 主筋降伏点、残留ひび割れ幅より本震載荷試験体の使用、修復限界を、ヒンジ領域のせん断変形角割合より安全限界状態を推定した。その結果、KOBE による本震載荷試験体の使用限界点は $12.0 \times 10^{-3} \text{rad}$ 、修復限界 2 は $43.3 \times 10^{-3} \text{rad}$ と推定した。また安全限界点は変形角の極大時ではなく、最大荷重・変形を経験した後であり、ELCE は除荷時、KOBE は載荷途中であった。また、漸

増載荷試験体において修復限界に関する残留，ピーク時のひび割れが同変形角内の繰り返し载荷の影響で増加し，修復限界 1 の変形は，1 サイクル目の負側ピーク $R=40 \times 10^{-3} \text{rad}$ で，修復限界 2 は 2 サイクル目の負側ピーク $R=40 \times 10^{-3} \text{rad}$ となる結果を得たことから，修復限界に繰り返し作用が影響する可能性があることが分かった。

(d)漸増試験体と両側定変位試験体の安全限界点に至る変位と繰り返し数が一致しているため，曲げ降伏する梁部材の安全限界点はある変形と繰り返し数の影響が大きいことが分かる。このことは，ある変形以上における累積損傷が安全限界点に影響を与えることを示唆している。

- 3 . 地震時における建築物への実効入力地震動の評価に関する研究

研究期間 (H17 ~ 19)

[担当者] 大川 出

有効入力地震動に関する文献調査を実施し、兵庫県南部地震をはじめとして、建築物被害事例と地震動の関係などについて、観測事例など含めてレビュー・整理を行った。また、過去の地震時の被害や観測データから推定される有効入力地震動に関する検討として、主として当所保有の強震観測網などを用いて、種々の条件（建物タイプ、規模、地盤条件、基礎形式など）下における有効入力地震動評価の予備解析を行った。また、2004 年新潟県中越地震において、震度 7 相当の加速度記録が得られた小千谷小学校敷地で地盤調査を行い、観測地点と校舎直下の地盤の違いについて検討した。さらに地盤 - 建築物間の相互作用効果を観測で確認するため、研究所内および周辺地での多点強震観測を開始した。また、高密度強震観測を実施している研究所内 8 階建て建築物をモデル化して、いままで得られている強震記録を用いた相互作用効果の解析的検討を行った。

- 4 . 鋼構造建築物の地震修復性能設計法に関する研究

研究期間 (H17 ~ 19)

[担当者] 岩田善裕

平成 7 年の兵庫県南部地震におけるわが国の鋼構造建築物の被害では、建物は倒壊を免れ人命は確保されたものの、建築主が予期せぬ形で多額の経済的損失を被らなければならない例が数多く見られ、国民の間では地震後の建物の修復に直接的に必要となる修復コストや修復期間中に間接的に失われるビジネスコストなどへの関心が高まっている。しかし現状では、これらのコスト算出に必要となる修復実績データベースの不足のため、未だ建物の修復性を詳細に考慮できる設計法が確立されるには至っていない。平成 17 年度では、修復性能設計法の新たな確立に向け、米国で既に実施されている第 2 世代の性能設計プロジェクトの動向について、PEER のレポート、FEMA の文献を調査し、修復性能設計法の基本的な枠組の検討を行った。また、被災建物の残留変形が建物の修復 / 解体を判断する上での有力な指標の一つとなることに着目し、ばらつきの多い残留変形を確率統計的なアプローチで評価する手法を検討した。

環境研究グループ

- 1 . 室内空気に関わる汚染物質発生強度の定量化及び換気手法の整備

研究期間 (H16 ~ 18)

[担当者] 瀬戸裕直

ホルムアルデヒド濃度の低減を主たる目的とした改正建築基準法が平成 15 年 7 月より施行されるに到り、すべての建築物での建材選択及び全般換気計画の実施が義務付けられた。基準の要件を満たす実用的な対策技術の開発と整備が重要な課題となったが、躯体内部からの化学物質の放散対策や家具等の建材以外の発生源に関する知見、より効率のよい換気システム等については課題が多い。また、化学物質とは異なるがカビや菌類の発生による健康影響や建物の耐久性低下が今後の重要課題として浮上しつつある。

本年度は、ホルムアルデヒド及び他の揮発性有機化合物の建材や家具類からの放散量の測定技術に関する精度の検証・改良と、主として住宅を対象とした天井裏等の居室に表れない部位からの化学物質放散量の評価を行うとともに、諸条件に適応した換気システムの開発を目的とする。さらに、建物の漏気を考慮した水分移動現象を検証、施工不良により生じた隙間による影響、天井裏や壁内・壁表面におけるカビや木材腐朽菌類（オオウズラタケ）の温湿度と腐朽速度の関係を把握するための実験を行い、設計手法に関する検討を行った。

- 2 . 二酸化炭素排出抑制のための新エネルギーシステムならびにその住宅・建築への最適化技術の開発

研究期間 (H16 ~ 18)

[担 当 者] 坊垣和明、瀬戸裕直、足永靖信、西澤繁毅

本研究は、建築ストック全体の環境影響の最小化に資するため、ライフサイクルを通じて二酸化炭素排出の抑制に寄与するエネルギーシステムに係る先進的かつ画期的な基盤技術・要素技術の開発ならびにそれらの住宅・建築への最適な統合化システムの開発を目的とする。すでに、新しいエネルギーシステムとして太陽光発電やコージェネあるいは燃料電池の利用が進められているが必ずしも普及の足取りは軽くなく、画期的な改善ないしはこれに代わる技術の開発が必要と考えられる。ここでは、その一環として新エネルギーにキャパシタ（電気二重層による蓄電装置）を導入する等により画期的な二酸化炭素排出抑制を可能とする住宅・建築のエネルギー自立型システムを開発し、実用化のめどを立てることとし、平成17年度には住宅用エネルギーシステムのプロトタイプを作製しその効果を検証した。

- 3 . 性能検証のための住宅設備の現場試験方法に関する検討

研究期間 (H17 ~ 19)

[担 当 者] 三浦尚志

従来、住宅の省エネ、室内環境の向上といった社会的課題に対し、省エネ基準の改正による断熱気密性能の向上や、トップランナー方式の導入による住宅設備機器性能の向上が計られてきた。一方で、実住宅の多くにおいては、これらの設備機器と住宅性能のマッチングが不適切、メンテナンスが適切に行われていないなど種々の理由により、期待された性能を十分に発揮しているとは言い難く、結果としてエネルギー消費の増加、室内環境の低下が生じていることが周知の事実となっている。本研究ではこれらの問題に対し、住宅設備機器の性能低下の程度・要因を明確にし、建築主と設計・施工者との間で情報の共有をはかるために、現場性能試験方法の確立を目的とする。

本年度は、人工気候室内の実大住宅において、ルームエアコンディショナと温水床暖房を対象として、暖冷房負荷等の住宅性能を変化させた際の実稼動効率を測定した。実験データを用いて、実稼動効率の低下を防ぐには、住宅性能にマッチした設備機器の選定が重要であることを定量的に示した。

防火研究グループ

- 1 . SS400H 部材の室温から 800 までの弾・塑性・クリープ崩壊耐力測定

研究期間 (H16 ~ 18)

[担 当 者] 茂木 武

本課題は SS400H 部材梁・柱の弾・塑性・クリープ崩壊耐力を室温から 800 の範囲で測定し、温度の上昇に伴う SS 部材の耐力低下の全体象を明らかにしようとするものである。平成 17 年度は H200 * 200 * 8 * 12 - 長さ 2m の柱試験体 36 ケを用いて実験研究した。実験は、部材の温度を一定（室温 ~ 800 の範囲）に調整し、両端ピン支持柱の条件で荷重を増加させて崩壊耐力を測定するもの、荷重を一定にし、部材温度を上昇させながら崩壊耐力を測定するもの、荷重と部材温度を一定にして部材の変形・崩壊（クリープ現象による変形・崩壊）を測定するもの、他に、柱端部の拘束条件、端部強制変形速度、部材温度分布などの効果を調べたものである。この結果、室温 ~ 800 の範囲で崩壊耐力の低下を明らかにした。この崩壊耐力は部材温度を上昇させながら測定した崩壊耐力より幾分高い。クリープ現象については、部材温度 518 で許容応力度法に規定される軸力を作用させた状況で 6 時間以上クリープ崩壊が生じないことを、また鋼材温度がこれより 7 上昇するとクリープ崩壊時間が数分に激減することを確認した。

材料研究グループ

- 1 . 川砂・川砂利を原骨材とする構造用再生粗骨材の品質管理ならびにそれら再生粗骨材を使用したコンクリートの調査と品質・評価に関する研究

研究期間 (H16 ~ 18)

[担 当 者] 棚野博之

昨年度に続き「再生コンクリートの品質・評価技術」と「再生粗骨材の用途別品質基準(案:建築版)と品質管理」の2つの中課題について実施しており、これらの成果の一部は研究評価の指針である「再生粗骨材の用途別品質基準(案)(仮称)」と「再生粗骨材を使用したコンクリートの用途区分(案:仮称)」に反映されるものである。平成17年度は、昨年度実施した高品質再生骨材コンクリートに関する長期暴露試験を継続して実施観察するとともに、新たに中品質の再生骨材を中心に、骨材種別および調合別による再生骨材コンクリートの実大壁模擬部材を作成し、暴露試験による耐久性性能の実験検証を継続している。また、骨材種別、調合別による骨材再生コンクリートの力学特性、物理特性など基本性能の実験的検証をラボ試験で継続中である。

その他、再生粗骨材と再生骨材コンクリートの技術調査・分析を行うために、有識者、関連企業技術者などからなる研究委員会を所外に設け、上記実験等の研究計画も含め、“再生粗骨材の用途別品質基準(案:建築版)”ならびに“再生粗骨材を使用したコンクリートの用途区分(案:仮称)”の作成準備作業を行っている。

- 2 . 部材・接合部の強度分布を考慮した木造軸組躯体の倒壊シミュレーション法の開発

研究期間 (H17 ~ 19)

[担 当 者] 中川貴文

本研究では地震時の木造軸組躯体の動的応答及び、倒壊過程を、接合部、部材レベルの構成要素の実験データを入力するだけでシミュレーションできる計算機プログラムの開発を行っている。また、構成要素のパラメータに分布を持たせることによって生じるモデルの倒壊パターンの相違について評価する。研究開発は(1)シミュレーション手法の開発、(2)接合部、部材の強度実験データ収集、(3)実験との比較による検証、の3つのサブテーマに従って進めている。平成17年度は、サブテーマ(1)では、モルタル壁の破壊過程をモデル化するため、各種モルタル壁のシミュレーションを実施し、開口部端部におけるひび割れや耐力の低下がシミュレーションによって表現できることがわかった。サブテーマ(2)、(3)では大大特E-ディフェンス震動台実験に参加し、震災復旧住宅、免震住宅、移築補強・無補強試験体の実験結果を得ることができた。また要素実験によって、震動台実験に用いられた住宅の構面の強度特性データを得ることができた。

建築生産研究グループ

- 1 . 建築プロジェクトの円滑な推進のためのブリーフィングに関する研究

研究期間 (H17 ~ 18)

[担 当 者] 眞方山美穂

建築プロジェクトの初期段階において、発注者や使用者の建築への意図・ニーズ等を明示化した文書がブリーフ(プログラム)であり、ブリーフを作成するためのプロセスがブリーフィング(プログラミング)と呼ばれる。本研究は、建築完成後の運用も含めた建築プロジェクトの円滑な推進を目指したブリーフィングの手法について、事例分析やケーススタディを通じて検討を行うものである。

H17年度は、公共建築を対象としたブリーフィング手法の開発と試行状況の検討、ならびに民間建築を対象とした既存ビルのリニューアル工事等を対象としたブリーフィングに関する調査を行った。また、ブリーフから具体的な仕様選定をサポートする技術に関して既存の仕様書支援システムの事例について分析を行った。

- 2 . 建築物の長期的運用を支援する建物情報の整備・利活用手法に関する研究

研究期間 (H17 ~ 19)

[担 当 者] 脇山善夫

本課題では、ストック社会において既存建物を長期にわたって有効に使い続けて行く上で不可欠となる建物情報の整備・蓄積及びそれら

情報の利活用手法の開発に向けた基礎資料を得ることを目的としている。ストック社会へ移行する中では、建築分野では既存建物を改修・再生して長期にわたって運用していくことが期待される。改修・再生、所有者変更等、建物の運用期間中の様々な場面で的確な判断と合理的な計画策定を行うためには、建物情報より建物の状態を把握する必要がある。

本年度は文献調査及び聞き取り調査を通して、基礎的な資料及び情報の収集を行った。国内事例調査から、改修や用途変更などの再生事例を追加蓄積し、建物の大規模な改変を伴う再生が多く行われている状況を把握した。聞き取り調査から、設計事務所における設計建物情報並びに不具合情報のデータベース化及びそれらの活用方法、ゼネコンにおける施工建物情報のデータベース化及び不具合情報の共有方法について情報収集を行い、民間における建物情報の蓄積及び活用の取り組みについて把握した。その他、米国主要都市における既存建物に関する情報の提供制度及び入手方法について各都市の公式 Web 情報より情報収集を行った。

住宅・都市研究グループ

- 1. 建築・敷地等の緑化による都市の環境改善効果に関する基礎的研究

研究期間 (H16 ~ 18)

[担当者] 鈴木弘孝

本研究は、技術開発を促進すべき要素技術としての壁面や屋上の建物緑化による外部環境での温熱負荷軽減効果について定量評価するため、別途行った実験計測により得られた数値データを元に、实在街区での壁面緑化等による温熱環境改善効果を CFD (計算流体力学) 解析手法を用いてシミュレーションし、緑化の程度の違いにより街区内の温熱環境がどのように変化するかを定量的に予測・評価することを目的とする。平成 17 年度は、東京都心部の業務地区として千代田区大手町の実在街区を GIS 情報を用いてモデル化し、街区を 4m メッシュで区分し、緑化なしの場合 (ケース 1)、屋上と地盤の 20 パーセントを緑化した場合 (ケース 2)、ケース 2 に加えて建物南・西面の地上 30m までを壁面緑化した場合 (ケース 3) の三つのケースについてシミュレーションを行った。計算の結果、気温 (地上 1.5m) ではケース 1 に比較して、ケース 2 で最大 2、ケース 3 では最大 5 の低減がみられ、計算結果を実測値の温度と比較対照したところ、概ね良好に整合していることを確認した。

- 2. 自然素材を活用したまちづくりに関する技術開発

研究期間 (H17 ~ 19)

[担当者] 岩田 司

美しい景観を実現するためには道路舗装の美装化が必要不可欠である。我が国の景観形成には素材感のある土や砂利を使った舗装が有効である。素材感のある舗装を実現するためには接着剤系舗装がもっとも効果的である。そこで本課題では自動車交通に耐えうる接着剤系舗装を開発する。なお砂利等は地場産材であり、地域の活性化に役立つ。また同時に地球環境保全を考え、透水性舗装としての開発も同時に行う。

平成 17 年度は、接着剤系舗装の欠点である液だれによる強度不足を解決するために、粘性の高い高粘度接着剤を開発し、骨材の性質 (粒度、強度、含水率) と接着剤の最適配合比率を、舗装材料としての室内物性試験 (マーシャル試験、ホイールトラッキング試験、ラベリング試験、カンタブロ試験、透水試験、曲げ試験、すべり抵抗試験、凍結融解試験) を行って算出した。この研究により、自動車交通に対応した接着剤系透水性舗装が可能であることが判明した。また空隙率 38% 程度を長期にわたり保持できることが判明し、長期間今までの透水性舗装の性能をはるかに超える透水機能を維持できることも判明した。

国際地震工学センター

- 1. 世界の大地震不均質断層モデルの構築及びカタログ作成に関する研究開発

研究期間 (H17 ~ 19)

[担当者] 古川信雄、横井俊明、原 辰彦、八木勇治

本研究では過去約 10 年間に全世界で発生した大地震 (概ねマグニチュード 7.2 以上) に対して 3 種類の震源解析 (余震分布・断層面の推定、震源メカニズムの推定、断層モデルの推定) を行ない、不均質断層モデルを求め、それらの地震カタログを作成する。大被害地震については強震動推定も行なう。

平成 17 年度は、以下のように、解析手法を確定させ、予備的震源解析を行なった。「余震分布・断層面の推定」に関しては、解

析及び結果表示プログラムの改良を行なった。「震源メカニズムの推定」に関しては、Mw7.2以上の地震 101 個の CMT 解を長周期実体波を使ってグリッドサーチで求めた。得られた解はハーバード大学のカタログ値と概ね整合するが、巨大地震では安定な解が得られないことが分かった。「断層モデルの推定」に関しては、プログラムの改良と解析手順の検討を行なった。そして、震源モデルが比較的単純で、速度構造の影響が小さい 26 個の稍深発地震にプログラムを適用して、同一の手順で、不均質な断層モデルが問題なく構築できた。その結果、多くの地震で、安定して解が求まる手順が定まった。

その他

- 1 . 建築性能評価技術等の充実に関する研究

研究期間 (H16 ~ 18)

[担 当 者] 喜々津仁密

平成 12 年に改正建築基準法及び関連規定の運用が開始されたが、旧建築基準法第 38 条の廃止等にもない新たな技術的基準の策定に関する要望が高まっている。また、地震や台風による被害調査に基づく構造関係基準との照査等の検討は、時期を問わず実施していくことが必要である。本研究の目的は、このような社会的要請のもとで建築行政における基準作成担当部門（国土交通省住宅局、国土技術政策総合研究所等）との緊密な連携を図り、構造安全上必要となる基準を整備することである。本年度は、コンタクトポイント業務への技術的支援のほか、「建築物の構造関係技術基準解説書」改訂に係る編集協力、各種設計・施工指針の編集及び監修、雑誌「ビルディングレター」への掲載をはじめとする改正・制定された告示等の運用基準及び技術的背景の情報提供等の業務を行った。