

1. プロジェクトの概要

1.1 プロジェクトの目的

本プロジェクトは、防災科学技術研究所が運営管理し、平成 17 年 4 月から本格稼働した「実大三次元震動破壊実験施設 (E-ディフェンス)」を効果的に活用し、都市施設の耐震性評価・機能確保に関する研究を行い、首都直下地震に対する都市施設の被害を軽減し、建物の包括的な継続性を維持するための防災・減災対策に資することを目的としている。

1.2 期 間

本プロジェクトは平成 19 年 6 月から、平成 23 年 3 月末の約 5 年間にわたって行う。

1.3 プロジェクトの研究構成と概要

本プロジェクトは、次の 3 つの研究課題から構成される。

- (1) 震災時における建物の機能保持に関する研究開発
- (2) 長周期地震動による被害軽減対策の研究開発
- (3) 全体研究管理

以下、各課題について概要を述べる。

(1) 震災時における建物の機能保持に関する研究開発

本研究では、大地震時における救急救命、被災後の生命維持の拠点となる医療施設など重要施設の構造躯体及び非構造部材とそこに設置されている重要な機器・設備とを一体的にとらえ、機能保持及び耐震性向上に関する研究開発を行う。

本年度は、医療施設を模擬した実大試験体による E-ディフェンス震動実験を実施し、免震構造および耐震構造での震災時における施設の機能保持性能を検証するため、以下の業務を行う。

1) 重要施設における過去の震災被害調査の整理

重要施設における過去の地震災害に対する被害調査を引き続き実施するとともに、昨年度実施した調査結果と必要機器の耐震実験結果を整理し、地震災害時における重要施設の耐震性を評価し、これらの結果を本年度実施する実規模実験に応用する。

2) 機器の重要度および災害復旧における緊急性の分類

地震災害時の救急医療活動および情報発信等における重要度および優先度の高い機器 (システム) の整理分類を行う。また、それらの機器の既存耐震基準について関連機関等への調査を行うとともに、実規模実験に必要な機器選定や実規模実験計画に反映する。

3) 実規模実験用の機器調達

実規模実験のために、2) により選定した重要機器 (システム) を重点的に、機器調達手配等について関係機関等に協力依頼を行う。

4) 単体機器のモデル化

昨年度実施した機器単体の耐震実証実験より得られた結果から、機器単体 (システム) の数値解析モデルを構築する。これらの結果より機能保持のための重要機器 (システム) の耐震基準確立のための基礎データを得る。

5) 実規模実験の実施

重要施設の一部を再現した耐震構造（非免震）・免震構造の2つの建物モデルに関して、E-ディフェンスを用いた実規模実験を実施する。そのための建物モデルの構造および設備の詳細設計および製作を行うとともに、複雑な挙動を示すと予想される内部機器の詳細計測・映像収録計画の立案・実施を行う。

6) 実規模実験建物モデルの地震応答解析

実規模実験の建物モデル、および建物モデル内に設置された内部機器の地震応答解析を行う。

7) 新たな機能保持技術に関する基礎実験

地震災害時における重要施設内に設置された重要機器の機能保持を目指し、キャスター付き機器を対象としたブレーキ制御等の対策技術に関する基礎実験を行う。

(2) 長周期地震動による被害軽減対策の研究開発

首都圏で長周期地震動が発生した場合、多大な被害の発生が想定される高層建物を対象に、安心・安全な高層建物の実現を目指し、その耐震性能評価および被害軽減に関する研究開発を行う。

本年度は、昨年度実施した高層建物の実架構実験における損傷度および保有性能評価にもとづき、長周期地震動を受ける高層建物の応答低減手法等の検討を行うとともに、検証のための実架構実験の計画を立案するため、以下の業務を実施する。

1) 高層建物実験システムの検証

前年度に実施した実験システムに対する震動台実験のデータを詳細に解析し、実験システムとしての妥当性と課題点を考察する。想定した周期特性を検証するとともに、縮約層と下層構造躯体の変形分布、エネルギー消費バランスを検証する。複数種類の入力地震動に対する応答結果から、地震強度（速度応答のスペクトル等）と応答工学量（最大層間変形角、エネルギー消費等）の関係を整理する。

2) 初期高層建物の構造特性評価

前年度実験の構造仕様には、1980年までに建設された高層建物に用いられた柱梁接合部等が組み込まれており、実験データよりスカラップ形状、ウェブの幅厚比、ウェブのボルト本数、溶接条件等に起因する特徴的な梁端破壊形式を整理する。スカラップ底周りの応力集中、ウェブのモーメント負担率等、既往の部材実験における回転角との関係も参照し、初期高層建物の構造特性を検証する。

3) 応答低減装置に関する調査

既存高層建物の安全性確保、高機能性確保の観点から、地震時応答の効率的低減技術の開発と検証が重要な課題である。その対策技術として最も有効性が高いと期待される制振機構について、その資料を体系的にまとめるとともに、建築業界の協力各社に資料を募り、性能特性から導入手順までを整理する。また、解析モデルに反映できるように、過去に行われている制振装置に対する要素実験データを整理する。

4) 応答低減装置を組み込む高層建物実大架構切り出し試験体の設計と予備解析

前年度の震動台実験に対する検証を踏まえ、応答低減装置を組み込む実大架構切り出し試験体の設計と予備解析を実施する。3)における応答低減装置に関する調査を反映し、

構造躯体部分と応答低減装置の取り付け詳細などを検討する。また、縮約部分の構造特性には、必要に応じてエネルギー吸収特性を変化させることができる付加的装置の組み込みを検討する。さらに、前年度の震動台実験により妥当性を確かめた解析技術に対して、調査に基づく制振機構モデルを組み込み、予備解析を行う。

5) 累積塑性変形に基づく構造損傷評価

前年度実施した高層建物試験体の建設時から振動台破壊実験により倒壊に至るまでの微振動測定データを整理・分析し、同定した建物の固有周期と建物の状態の対応から建物の損傷評価法を検討する。また、高層建物試験体の振動台破壊実験の計測データを整理・分析し、地震動による建物への入力エネルギーに対応する工学量として、累積値である塑性履歴エネルギー吸収量や累積塑性変形倍率を用いた架構や部材の損傷評価を行う。実験に基づく架構や部材の破壊性状との対応から、累積塑性変形や最大変形架構を評価指標とする損傷評価法の適用性の検証を行う。さらに、次年度実施予定の制振構造を適用した高層建物試験体の作成に向けた試験体の累積損傷評価を行う。

6) 高層建物の強震観測による損傷評価を視野に入れたモニタリング技術の開発

前年度に実施した E-ディフェンス実験の詳細なデータを用い、強震計の記録が構造躯体の非線形応答やそれによる固有振動特性の変化とどのように対応しているか、また強震計の性能が評価にどのように影響するか等を検討することで、強震計によるモニタリング技術の可能性を実証的に明らかにする。

7) 高層建物に付随する非構造部材の機能保持と避難性に関する考察

前年度実施した E-ディフェンス実験や既往研究をもとに、損傷状態に基づく各機能損失状況を検証する。また、超高層建物の被害が住民生活に与える影響、復旧時間に関する検討を行い、機能回復の観点から対策技術について検討する。

8) 実用的解析技術を用いる架構実験応答評価

前年度に行われた震動台実験のデータに対する詳細な検証から、特に最大変形角、累積塑性変形等とスラブ効果の関係を整理し、梁端破断問題までを含めて柱梁接合部の耐震性能を評価する。評価は、別途行われる床スラブ付き柱梁接合部に関するパラメトリック部分構造実験により検証する。これらを背景とし、建物全体のシミュレートに展開できる柱梁接合部の力学モデルを構築するとともに、適切に架構モデルに組み込み前年度実験の応答評価に用いる。さらに、次年度予定の応答低減実験計画にも適用し、制振モデルを組み込むことによる耐震性能の向上に関する検討を行う。

(3) 全体研究管理

全体研究管理を実施し、各テーマの連絡、進捗状況のチェック、実験公開、研究成果公表のための業務を行う。あわせて委員会等の運営、関連機関との事務運営等も行う。

