

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。平成20年度末には中間評価が行われ、プロジェクトの進捗と方向性がチェックされる。

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、地震災害に対する脆弱性を定量的に評価することを目的として、医療機器など重要機器およびシステムの耐震性に関する以下の業務を行う。

1) 重要施設における過去の震災被害調査

重要施設における過去の地震災害に対する被害調査を行い、災害時における問題点を抽出する。文献による調査や実際に被害にあった施設を訪問し、聞き取り調査等を行う。これらの調査結果を取りまとめ、災害時における問題点を洗い出し、より具体的な研究の方向性を明確にし、今後の実験計画立案等の参考データを得る。

2) 重要施設における地震災害軽減化対策およびニーズの調査

既存施設の聞き取り調査などで、重要施設における地震災害軽減化対策の現状を把握する。また地震災害軽減化におけるニーズを調査し、具体的な対策法の検討の参考データとする。

3) 機器の重要度および災害復旧における緊急性の分類

地震災害時に救急医療活動における重要度および優先度の高い機器の整理分類を行う。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、機器単体での振動実験の必要な機器を選定する。

4) 地震災害における必要機器の耐震実験

振動実験装置を用い、3)より選定した重要機器(システム)の耐震実証実験を行う。そ

のための計画案立案および計測計画、機器調達等を行う。この実験より機能保持のための基準を定量化するための基礎データを得る。

5) データ解析およびモデル化

機器単体の耐震実証実験データの解析および得られた実験結果より機器単体あるいは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。

6) 実大規模実験の実験計画立案

既存の従来型構造（非免震）・免震構造に関する E-ディフェンスを用いた実大規模実験のための実験計画立案を行う。そのために一般的な施設の構造と一般的な設備計画等の調査を行い、実大規模試験体の方向性を確定する。また振動実験前事前解析を行い、入力地震動や試験体構造等の確定を行う。

7) 新たな機能保持技術の調査

実大規模実験計画の立案のため、既存床免震技術や機器免震技術を調査する。また、本研究対象の機器・システムの機能保持のための新たな技術開発を行うための検討を進める。

(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、長周期地震動を受ける既存高層建物の損傷過程と安全余裕度の検証に関わる以下の業務を実施する。

1) 初期高層建物の梁柱接合部を中心とする構造仕様調査

初期高層建物の構造仕様による部材レベルの課題は、梁端ウェブの座屈、現場溶接部の破断等に集約されると考えられるが、その資料は体系的にまとめられていない。E-ディフェンス震動台を用いる 7 層縮約試験体の構造躯体に初期高層建物の構造特性を反映するため、建築業界の協力各社に資料を募り、当時の一般的構造仕様として整理し、試験体主要構造部位に組込む。

2) 高層建物実大架構実験試験体の設計と予備解析

E-ディフェンスによる震動実験に用いる 7 層縮約試験体は、高層建物下層部の構造躯体を表現する架構の上に、免震用積層ゴムと大重量コンクリートスラブを配して高層建物の長い固有周期と大きな下層階層せん断力を再現できるシステムとして設計する。7 層縮約試験体で初期高層建物の構造保有性能を照査するに当たっては、事前に予備数値解析を行い、高層建物モデルと 7 層縮約試験体モデルの地震応答特性を比較し、その特性把握を行うとともに、可能な限り高層建物の地震応答特性に近似するため、7 層縮約試験体の積層ゴムとコンクリートスラブ等の諸元決定に成果を反映する。

3) 各種損傷評価にかかわる応答工学量の計測計画

実験において得られるデータによって、構造・非構造要素の損傷評価を行うが、データが的確な工学量で無ければ、各種損傷に結びつけることは難しい。変形から、歪の最大値、これらの累積値、要素間の相対変位など多岐に渡る採取可能データ群を整理し、データ収録システム容量も視野に合理的な収録計画を立てる。

4) 高層建物実大架構実験の実施

高層建物の損傷過程と安全余裕度検証に関して、2)の設計に基づき製作された高層建物実大架構を用いてE-ディフェンスによる震動実験を実施する。

5) 累積塑性変形に基づく構造損傷評価

長周期地震動において高層建物に入力される地震エネルギーに対応する応答工学量として部材の塑性変形の累積値があげられるが、多岐にわたる構造仕様や座屈から破断までの破壊形式を横断的に評価する段階には至っていない。特に初期高層建物の構造仕様を対象にした検証は行われておらず、その適用性の検証を行う。実際には、最大応答変形と消費エネルギー（累積塑性変形）の重み付けから損傷の度合いを評価する損傷インデックスなどの考え方も取り入れる応用型の評価手法の提案を行う。

6) 超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

架構の損傷と工学量（入力エネルギー、最大変形角、残留変形等）との関係、さらに工学量同士の相互依存性、P-効果の影響を同定するため、床応答加速度のモニタリング手法を確立する。地震後の構造躯体は塑性化してエネルギーを吸収し、結果塑性化部位が躯体損傷として残留するため、応答データは構造躯体の損傷を適切に評価する有効な指標となりうる。このため、この非線形化に起因する床応答変化の観測が可能となるモニタリング技術を視野に入れた開発を行う。E-ディフェンス実験においては、変形からひずみ量までのデータを直接集録し、損傷状況との照合を行うが、これとあわせて別途設置される強震計による加速度データからの損傷評価とモニタリング技術への適用を行う。

7) 超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

建物としての継続使用に関わる機能性、また、地震直後の避難性は、ドア・ガラス開口部を含む外壁、内壁から、給排水設備、エレベーター設備等の機器に及ぶまでの非構造部材群の耐震性能に強く依存する。こうした非構造部材をE-ディフェンス実験に組み込み、損傷状態に基づく各機能損失状況を検証する。また、大振幅かつ長時間の揺れが室内の家具・什器の移動・転倒や居住者の心理状態に与える影響を解析、実験により検証する。

8) 実用的解析技術を用いる架構実験応答評価

多数回繰り返し応答条件下において、自重による付加せん断力効果（P-効果）が応答変形の一方向成長を励起し、地震後の残留変形が増長される。こうした応答問題までを実大規模震動台実験により検証するとともに、同時に定量的に数値再現計算ができる実用的な構造モデルの提案からその適合性までを考察する。また、実際の首都に現存する高層建物群の耐震性能評価に拡張できる性能評価ツールの構築に取り組む。

(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、研究成果を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。

