

## 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 24 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、耐震構造や免震構造の重要施設の機能保持性能向上や地震対策技術の実証を目的とし、E-ディフェンスで実施した実規模実験で取得したデータおよびその評価検討結果を基に、地震対策のためのガイドラインなどを取りまとめ、これらを広く公開する。

具体的には、以下の取り組みを行う。

#### 1) ガイドライン作成および普及

- ・本研究で実施した E-ディフェンスでの実験結果を中心に、これまでの地震対策に関する知見も収集し、重要施設（特に医療施設）における地震対策を、病院職員、建設技術者や医療機器・什器メーカー等が利用しやすく、また、一般国民の地震対策の参考となるガイドラインとしてとりまとめる。ガイドラインは、以下の内容を中心に、各関係機関の有識者等からなる WG（作成 WG, 6 回程度開催）で検討し作成する。

- ① これまでの被害事例集
- ② E-ディフェンスにおけるこれまでの実験結果
- ③ 地震対策の考え方
- ④ 地震対策事前・被災後のチェックリスト

- ・作成したガイドラインの内容に関する有効性や妥当性を第 3 者的立場で評価・検討するため、各関係機関での有識者等で構成される WG（評価 WG）を 4 回程度開催する。
- ・作成したガイドラインは、医療施設職員、建設技術者、医療機器・什器メーカーをは

じめ広く国民にホームページ等を通じて公開すると共に、官庁・地方自治体・災害拠点病院等を実験映像をとりまとめたDVDとあわせて配布する。さらに、関連機関および関連団体等による広報への協力依頼や講習会などに本ガイドラインを提供し、普及を図る。また、防災・減災対策の向上に資するため研究成果などを学会等で発表する。

## 2) キャスター機器の地震対策に関する評価

- ・医療施設など重要施設においては、キャスターを有する機器が多いことから、平成22年度までに震災時におけるキャスター機器の応答低減を行うために開発した制動システムの機能検証を行ってきた。平成23年度は、さらに小型のワゴンモデルとキャスターを使用した実験を行って、これまでに作成されたモデルの再検討を行うとともに、制御の汎用性についても検討を行う。また、検討結果等を平成23年度作成するガイドラインに資する基礎資料として整備する。さらに、防災・減災対策の向上に資するため研究成果の学会発表を行う。

## (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、長周期地震動を受ける高層建物の地震時応答に関わる定量的評価、損傷評価・応答低減技術および機能保持・避難性・室内安全性に関わる研究開発を進め、安心・安全な高層建物の広い普及のための基礎データを得る。

具体的には、以下の取り組みを行う。

### 1) 実規模実験の実施

- ・地震時の超高層建物における上層階と下層階で体感される揺れの性質と建物内の家具・什器や設備等の被害の様相の違いを明らかにし、高層建物の機能維持・避難性・室内安全性を検証・確認するEーディフェンス実規模実験の実験計画と実験を実施する。
- ・震動実験において、震動特性把握や機能維持等を確保するための方策が適切かつ有効に評価できるよう実験のパラメーターを設定する。また、実規模実験結果を踏まえて地震対策に活用できる形で評価内容を取りまとめる。また、サブプロジェクト①から提供される地震動情報をもとに実験で採用する入力地震動を作成する。
- ・建物試験体や設備等の揺れによる応答量に関するデータを取得し、高層建物の地震時から地震後の機能維持性等を評価する。また、建物利用者等へ地震時の建物の室内被害・機器被害状況をわかりやすく提示するために、震動実験で揺れている最中の室内外の映像等を取得する。
- ・人体ダミーを用いて人体で体感される振動や、什器などの衝突力を胸部変位計や頭部加速度計等で計測し、地震による建物の揺れ及び家具・什器や設備等の被害が建物内居住者に与える影響を評価する。

## 2) 高層建物の長周期地震動対策のためのガイドラインの作成

- ・平成 19 年度、平成 21 年度、平成 23 年度の実験により取得したデータおよび評価内容や研究成果等を踏まえ、安心・安全な高層建物の広い普及のため、大地震を受ける高層建物の被害様相と対策に関するガイドラインを以下の内容を中心にまとめる。

- ① 高層建物の耐震性能
- ② 耐震補強の方法とその効果
- ③ 高層建物の非構造部材の損傷
- ④ 室内空間の被害と対策および損傷指標の提案
- ⑤ 地震時の室内被害による人への影響

なお、本内容については、以下の 3) ～ 6) において得られる成果を適切に加えることで総合的にまとめる。また、防災・減災対策の向上に資するため研究成果などを学会等で発表する。

## 3) 累積塑性変形に基づく構造損傷評価

- ・平成 23 年度は、平成 19 年度と平成 21 年度に実施した高層建物試験体の Eーディフェンス実規模実験による実験結果と比較・分析することにより、実験時の試験体の揺れ（応答）を再現できる簡便な解析モデル用いた多質点系弾塑性解析手法に加えて詳細な解析モデルを用いた部材レベルの立体弾塑性解析手法を確立する。さらに、これらの解析手法を地震動による高層建物の揺れ（応答）を再現する。
- ・既存高層建物の耐震性能調査に基づき作成した代表的な高層建物モデル等を用いて、首都圏、名古屋、大阪の各地域で想定される長周期地震動等による応答解析を行う。その解析結果より、建築構造体の最大値と累積値の基づく損傷評価や制震部材のエネルギー吸収性能等による性能評価を行い、地震動のサイト特性を含めた総合的な構造被害状況の検討を行う。これらの成果をもとに、既存高層建物に対する耐震性能評価手法を構築する。

## 4) 地震時室内状況・床応答体感技術の開発

- ・修復性、室内安全性の観点から、実規模実験等で明らかにされた大振幅の揺れの中での内装材・家具・什器等の転倒・飛散現象に対する転倒防止・飛散防止等への対策案を提示するために、建物床応答や室内被害様相等を表現・体験できる基本技術を開発する。
- ・平成 23 年度に実施する Eーディフェンス実規模実験から地震時室内の映像、音響、床応答などのデータを取得・分析し、技術の効果を取りまとめる。

## 5) 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

- ・平成 23 年度に実施する Eーディフェンス実規模実験において、一般的な強震計や他の観測機器を用いたモニタリングを実施し、これまでの実験・分析結果とあわせて高層建物の強震応答モニタリング、損傷モニタリングの基礎技術を開発する。
- ・微動計による長期の比較観測などにより、実際のモニタリングシステムの技術的課

題も取りまとめる。

#### 6) 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

- ・平成 23 年度の E-ディフェンス実規模実験から、長周期地震動の長時間の揺れによる家具等と人体との衝突等の被害の様相を以下の内容により評価し取りまとめる。
  - ① 人体ダミーを設置し、組み込まれた計測機器から得られる加速度データ等から衝撃力等を分析し、ダメージの程度について分析を行う。
  - ② 震動台実験の結果をもとに、室内の家具と人体の数値モデルを構築し、シミュレーション解析により人的被害を推定する方法を検証する。

#### 7) 長周期 WG の開催

- ・既実験結果の評価やアウトカムの取りまとめなど当該研究に関する検討を行うため、参画研究機関及び業務協力者からなる WG 等を 4 回程度開催する。

### (3) 全体研究管理

- ・全体研究管理を実施し、各テーマグループ間の連絡、進捗状況の確認、実験公開の準備、研究成果の展開に関わる業務を行う。また、プロジェクト全体を俯瞰し、適切な助言を得るとともに、研究コミュニティ間の連携を推進するための運営委員会を 2 回程度開催する。
- ・研究成果の展開として、平成 23 年度までの成果の活用促進とプロジェクトで分かってきた首都直下地震時における被害の様相や対策案を多くの人々に向けて広報するための成果報告会等を開催する。また、研究成果・情報等をホームページに掲載する。
- ・サブプロジェクト①～③において、主にプロジェクト期間中に得られた研究成果をまとめた総括成果報告書（仮称）の作成と編集に協力する。また、プロジェクト全体の最終成果報告会にも協力する。
- ・サブプロジェクト間の有機的連携のために、サブプロジェクト①から受領する地震動波形等の地震情報に関する検討を協力して行い、さらにサブプロジェクト③への実験による建物被害等に関するデータ提供を行う。
- ・サブプロジェクト①が中心となって行う首都直下地震の地震動情報の公開に向けて耐震工学分野の視点からの助言内容をまとめる。