

## 「長周期地震動による被害軽減対策の研究開発」の全体計画と概要 高層建物の耐震性評価に関する E-ディフェンス実験—その 1

正会員 ○井上貴仁<sup>\*1</sup> 長江拓也<sup>\*2</sup> 梶原浩一<sup>\*3</sup> 福山國夫<sup>\*4</sup> 中島正愛<sup>\*5</sup>  
齊藤大樹<sup>\*6</sup> 北村春幸<sup>\*7</sup> 福和伸夫<sup>\*8</sup> 日高桃子<sup>\*9</sup>

**キーワード：**長周期地震動，高層建物，振動台実験

### 1. はじめに

今後 30 年以内で 70%程度という高い発生確率で M7 程度の地震が南関東において発生すると予測されており，首都圏では，その地震による被害は最大で死者数約 11,000 人，経済被害約 112 兆円と甚大であることが中央防災会議<sup>1)</sup>で予測されている。このような首都直下地震は，切迫性が高く被害も甚大なものである。

文部科学省では，この地震による被害の大幅な軽減と首都機能維持に資することを目的とした 5 ヶ年間の研究開発プロジェクト「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」を今年度より開始した。本プロジェクトは，大きく次の 3 つのサブプロジェクトに分かれている。

- ① 首都圏周辺でのプレート構造調査，震源断層モデル等の構築等
- ② 都市施設の耐震性評価・機能確保に関する研究
- ③ 広域的危機管理・減災体制の構築に関する研究

サブプロジェクト②は，大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標として，平成 17 年度から本格稼働している実大三次元震動破壊実験施設（E-ディフェンス）の効果的な活用によるものである。

本サブプロジェクトは，さらに二つの個別研究テーマに分かれている。

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

本報告では，個別研究テーマ(2)の全体概要と今年度実施した E-ディフェンスを利用した実規模震動実験の計画概要について述べる。

### 2. 研究計画

首都圏を襲う大地震は，直下地震だけでなく，東海地震などの海溝型巨大地震が想定される。首都圏に数多く建設されている高層建物は，このような大きな地震に見舞われた経験がなく，特に海溝型地震では長周期地震動が発生し，設計想定を大きく上回る地震エネルギーが高層建物に入力される可能性が指摘されている<sup>2)</sup>。

このような想定以上の地震動に対して，高層建物の構造体に生じる具体的損傷レベル，安全余裕度は明らかで

ない。また非構造部材や設備機器等の被害は建物としての機能を大きく低下させるとともに，想定を超す強制変形は外装材の落下，ガラスの飛散を引き起こしうる。

以上を踏まえれば，高層建物を対象とし，想定地震時機能保持に反映されうる工学的損傷量の同定，さらに損傷にまつわる被害軽減手法の開発は焦眉の課題であり，社会一般に対する問題提起と実効性の高い対策の還元が強く求められる状況にある。

本研究では，長周期地震動の影響が多大と考えられる高層建築物等について，構造躯体や非構造部材・給排水等の設備への影響評価を行うと共に，必要な対策技術，応答改善技術の開発等を行うため，以下の研究項目に取り組む。

- 研究項目(i) 長周期地震動を受ける高層建物の損傷過程，安全余裕度把握
- 研究項目(ii) 長周期地震動を受ける高層建物の応答低減手法の開発
- 研究項目(iii) 高層建物における非構造部材の損傷・機能損失・修復性評価

### 3. 研究内容

各研究項目における実施内容および実施手法を述べる。

#### 3.1 長周期地震動を受ける高層建物の損傷過程，安全余裕度把握

高層建物下層階の耐震性能を検証するため，想定する建物から切り出した部分架構が，長周期地震動による長周期大振幅の多数回繰り返し震動（設計想定を超えるエネルギー入力）を受ける実規模実験システムを構築する。初期の高層建物が持っている部材構造仕様を組み込み，柱梁接合部のエネルギー吸収能力の同定，および構造損傷評価に取り組む。また，長時間多数回繰り返し条件下において，自重による付加せん断力効果（ $P-\Delta$ 効果）が応答変形の一方成長を励起し，地震後の残留変形が増長される可能性もある。こうした応答問題までを実規模震動台実験により検証する。

#### 3.2 長周期地震動を受ける高層建物の応答低減手法の開発

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になる。その対策技術として制振機構が最も有効性が高

Overview of ‘Research Project on Damage Reduction Measure for Long-Period Ground Motion’

E-Defense Shaking Table Test for Evaluation of Seismic Performance of High-Rise Building Part. 1

Inoue Takahito, Nagae Takuya, Kajiura Kouichi, Fukuyama Kunio, Nakashima Masayoshi  
Saitou Taiki, Kitamura Haruyuki, Fukuwa Nobuo, Hitaka Toko

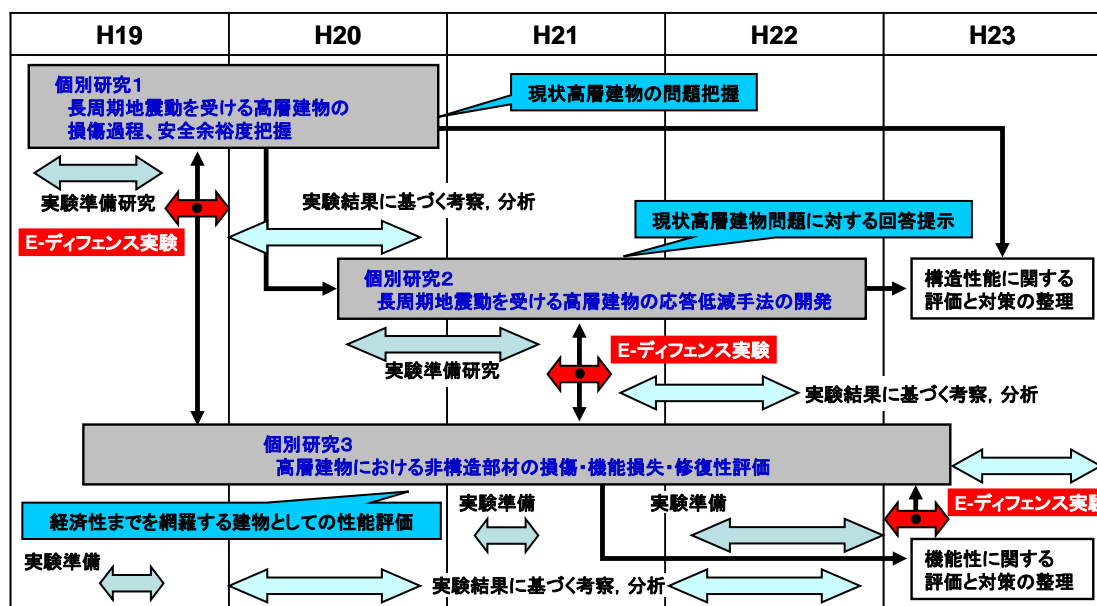


図-1 研究ロードマップ

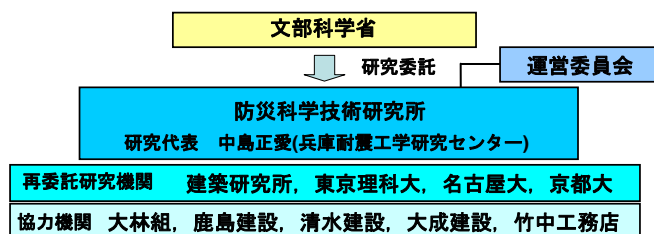


図-2 研究体制

いと期待されるが、高層建物内へ効率的に組み込むためには、評価・導入手順の確立が必須である。制振機構についての既往研究や要素実験データ等を体系的にまとめるとともに、研究項目(i)で構築される実規模実験システムに制振機構を組み込み、その応答性状や応答低減効果について検証する。個別の建物への合理的な制振機構の導入が可能となる評価手法を検討する。

### 3.3 高層建物における非構造部材の損傷・機能損失・修復性評価

既存高層建物に装備されている縦方向のライフラインである電気設備、給排水設備、空調配管等の損傷状態、各機能の損失状況を同定する。研究項目(i)，(ii)における実規模実験システムに縦方向のライフラインである電気設備、給排水設備等を組み込み、それらの損傷特性を安全性、機能保持性、修復性（早期復旧・復興性）という視点に立って検証する。さらに、室内安全性の観点から、大振幅の揺れの中での内装材・家具・什器等の転

倒・飛散現象を明らかにし、転倒防止、飛散防止等に関する具体的対策技術を整理する。

### 3.4 研究スケジュール

5年間の研究期間における研究項目(i)～(iii)のロードマップを図-1に示す。E-ディフェンスでの実規模実験は隔年で実施する計画である。

### 3.5 研究体制

研究体制を図-2に示す。本研究は文部科学省からの委託研究であり、E-ディフェンスを保有する防災科学技術研究所が、国家的視野に立って防災施策を推進する公的研究所、学理に根ざす大学、実践をつかさどる産業界とともにスクラムを組む。また、研究の進展および成果の展開などプロジェクト全体を俯瞰し、適切な助言を与えるとともに、研究コミュニティ間の連携を推進するため、都市施設の耐震性評価・機能確保研究運営委員会（委員長：和田章 東京工業大学教授）を設置する。

### 4. まとめ

本研究の背景と研究計画を記述した。

### 文献

- 1) 中央防災会議：「首都直下地震対策専門調査会報告」，2005年7月
- 2) (社)土木学会，(社)日本建築学会：海溝型巨大地震による長周期地震動と土木・建築構造物の耐震性向上に関する共同提言，2006年11月20日。<http://www.aij.or.jp/scripts/request/document/061120-1.pdf>

本稿は、平成19年度文部科学省委託研究「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト 都市施設の耐震性評価・機能保持に関する研究」の一部である。

\*1 (独) 防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター 企画室長・工博  
 \*2 (独) 防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター 研究員・博士(工学)  
 \*3 (独) 防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター 主任研究員・博士(工学)  
 \*4 (独) 防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター 客員研究員  
 \*5 (独) 防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター センター長・Ph. D.  
 \*6 (独) 建築研究所 国際地震工学センター 上席研究員・工博  
 \*7 東京理科大学理工学部建築学科 教授・博士(工学) Prof., Dept. of Architecture Faculty of Science Engineering, Tokyo Univ. of Science, Dr. Eng.  
 \*8 名古屋大学大学院環境学研究科 教授・工博 Prof., Graduate School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.  
 \*9 京都大学防災研究所 准教授・博士(人間環境学) Assoc. Prof., DPRI, Kyoto Univ., Dr. Eng.

Head of Planning Office, , Hyogo EERC, NIED, Dr. Eng.  
 Researcher, Hyogo EERC, NIED, Dr. Eng.  
 Senior Researcher, Hyogo EERC, NIED, Dr. Eng.  
 Visiting Researcher, Hyogo EERC, NIED  
 Director, Hyogo EERC, NIED, Ph. D.  
 Chief Research Engineer, IISEE, BRI, Dr. Eng.