

E-ディフェンスを活用した都市のレジリエンス高度化研究開発 サブプロB-1 構造物のダメージ評価技術の研究開発

都市空間耐災工学研究領域 兵庫耐震工学研究センター 藤原淳 梶原浩一 西峻汰 Lin Kunsian

Point

- 地震によって建物に生じる力と変形、損傷を捉えて、損失を定量的に評価
- 通常のビルから体育館・ホール等の大規模空間建物に展開
- E-ディフェンスを用いた大型実験により、科学的なエビデンスに基づいて手法を検証

概要

このサブプロジェクトでは、建物を対象として、地震によって建物の各部に生じる揺れ、力、変形をセンシングにより捉えて、揺れ方の特性の変化から建物が受けた損傷を推定して、復旧に要する費用やダウンタイムを定量的に評価する手法を開発している。ここでは、オフィス等の一般的なビルに加えて、災害時に避難所や物資の集積場としての機能を期待されている、体育館やホール等の大規模空間建物も対象とする。そして、柱等の建物を支える構造的な部材だけでなく、内外装材や設備機器等の非構造部材の損傷と損失の評価を行うことができる手法の開発を目指す。さらに、E-ディフェンスを用いた大規模の震動実験を実施して科学的なエビデンスを取得して、開発した手法を検証する。

これまでの取組

10階建てオフィスビルを対象とした震動実験（令和5年2月）のデータ分析を通じて、建物の揺れ方の変化を捉えるアルゴリズムと、構成部材の損傷確率から復旧コストを評価する手法を開発を行っている。またこの実験で、民間企業および大学と共同で開発した、外装材に内蔵したセンサーとLEDで、建物の変形を計測して計測結果を瞬時に発光表示する技術の更なる実証を、地方自治体を交えた共同研究で実施している（図1）。

令和5年度は、体育館を模した縮小模型実験を大学と共同で行った。地震によって屋根に生じる縦方向の揺れを確認するとともに、縦方向の振動をダンパーによってどの程度低減し得るのかを検討した。さらに、試験体が崩壊に至るまで加振を行い、損傷が進展して崩壊に至るメカニズムを分析した（図2）。

令和6年度は、大規模空間建物の縮小模型内に天井や空調機器を設置した上で3次元加振する実験を行い、これらの要素が大規模空間建物の振動特性や、損傷過程に与える影響を検討した。加えて、非構造部材同士の干渉、衝突により生じる相互作用を計測した（図3）。

令和7年度は、実際の建物の天井や空調機器の配置と仕様を模した大規模振動台実験を、台湾の国家地震工程研究中心の台南試験所で行った。実験では、多種の構成要素間の衝突等の相互作用が確認されるとともに、天井の落下、空調機器の吊り金物の損傷、配管の損傷・漏気等の多数の地震損傷が確認された（図4）。

今後の展望・方向性

揺れ方の変化を捉えるアルゴリズムを大規模空間建物へと展開して、損傷推定に繋げる。地震損失評価は、得られた実験データに基づいて、構成要素間の相互作用の考慮や、ダウンタイム評価に向けて拡張していく。そして、地方自治体、民間企業、大学との共同研究を通じて、研究開発の成果をどのように社会に役立てていくかの検討を進め、学協会活動等によって成果を社会に展開する。

