

E-ディフェンスを用いた首都圏を襲う巨大地震による高層建物の揺れと室内被害に関する震動台実験

1. 研究背景・目的

東海地震・東南海地震・南海地震等の巨大地震で発生する長周期地震動に対して、固有周期の長い高層建物は揺れやすく、東日本大震災では、首都圏の高層建物が、長時間揺さぶられました。本実験では、E-ディフェンスを用いた震動台実験によって、一体の試験体で高層建物の上層階と下層階の揺れを同時に発生させ、室内被害の違いを再現します。実験結果は映像として公開し社会への啓発資料を発信するとともに、室内的地震被害を軽減する対策に関する技術資料を、実験協力機関と連携して社会に発信していきます。

2. 実験概要

図1に試験体のモデル化と実験概要を示します。コンクリート版と積層ゴムを用いて設計された試験体は、高さ120mの30階クラスの高層建物が大地震を受ける際の揺れを、平面寸法20m×10mの広い内部空間に与えることができます。試験体内には、1往復に3～4秒かかるゆっくりとした揺れが発生し、実験室2では27階に、実験室3では28階に相当する最大振幅約220cmの揺れが、実験室1では6階部分に相当する最大振幅約50cmの揺れが同時に出現します。試験体の内部は高層オフィスビルおよび集合住宅を対象とし、実際の建物の室内を出来るだけ忠実に模擬します。高層オフィスビルで採用されることが多いシステム天井に空調設備や消防設備などを組み込み、室内にはオフィス機器やデスク・書棚等の家具類を用意します。またフリーアクセス（FA）フロアのサーバールームや、移動書庫等の重量機器のある資料室などを再現します。

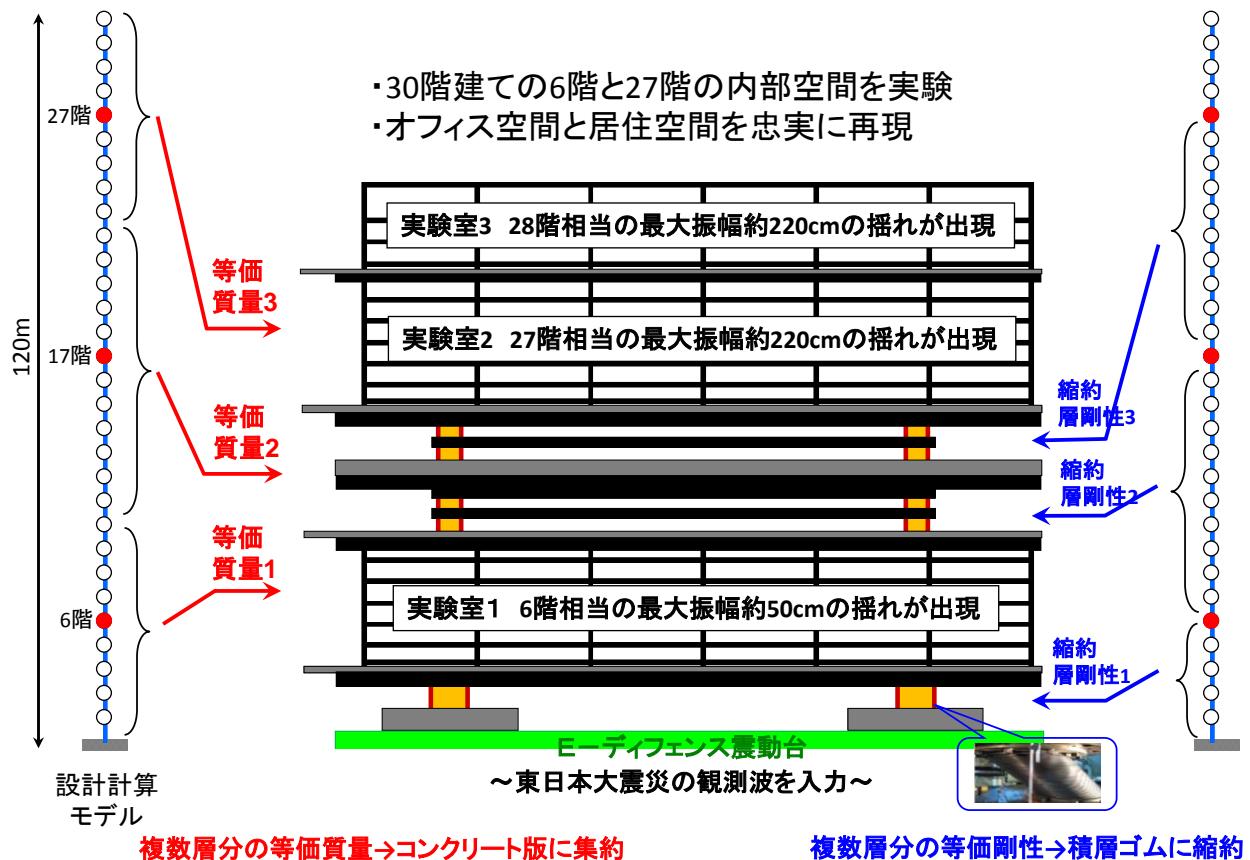




図 2 試験体の製作状況

東日本大震災では、新宿周辺の超高層ビルでは、長周期地震動により、構造被害は発生しませんでしたが、スプリンクラーヘッドの損傷による散水、高層階での天井板の落下、コピーなどキャスター付きの什器類の移動、室内での書籍等の落下・散乱、間仕切り壁の変形によるドアの開閉の障害等が発生しました。また、過去の被害調査でも重量のある家具什器や情報機器が不適切な耐震支持によって転倒し、長期間にわたってオフィス機能を停止した例や、電算機器の稼働に重要な温度・湿度管理を行う空調設備の損傷により、電算機器の稼働ができなかった例が報告されています。

そこで本実験では、建物機能確保の観点から、F A床にしか固定していない機器類の転倒状況、天井に組み込まれた空調機器の損傷状況等を評価します。天井と空調設備機器では、両者の揺れ方の差異による衝突の繰り返しによる被害が拡大する状況を再現して、天井、空調設備、排煙口等の脱落等のリスクを検証します。

大都市では、建物の耐震性が確保されていれば、地震後にも建物利用者が建物内で待機することにより、その後の混乱や被害の拡大を軽減できると考えられています。しかし、建物で火災が発生した場合には、その前提是大きく崩れます。そこで、初期消火を確保するための消防用設備であるスプリンクラー、火災報知器、非常用照明などを天井内に組み込み、地震後の初期消火のための設備の機能維持を検証します。

また、地震時の床の揺れを計測し、これらの室内被害を瞬時に予測する建物被害情報システムの構築を新たな課題として、実験において記録された波形をもとにした被害の予測と実験結果の相対関係についても分析を実施します。

3. 実験で用いる長周期地震動

実験では、平成 23 年東北地方太平洋沖地震の際に首都圏で観測された地震動を、耐震

設計で標準的に用いられている振幅レベルまで拡幅し、首都圏を襲う長周期地震動を考慮した地震動として用います。東北地方太平洋沖地震ではマグニチュード 9.0 の本震の約 30 分後に、茨城県沖でマグニチュード 7.7 の余震が発生しました。この余震は、首都圏での大地震発生時に予想される長周期地震動特性が含まれています。

そこで「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」の一環として、首都圏でのプレート構造調査、震源断層モデル等の構築等の研究開発を推進している東京大学地震研究所と連携し、首都圏地震観測網 (MeS0-net) での余震観測記録をもとに、入力動を設定します。