

実大免震建物の衝突による被害低減対策開発のための加振実験

公開実験用資料

平成 25 年 8 月 26 日
独立行政法人 防災科学技術研究所
兵庫耐震工学研究センター

1. はじめに

地震時における建物の損傷低減のみでなく、建物の機能保持においてもっとも効果的な手法と考えられる免震技術は、過去の地震時にその性能が注目されています。現在、免震技術を用いた建物は、共同住宅・オフィスビルで約 2800 棟、戸建て住宅で約 4200 棟が建設されています。免震建物のいくつかは、2011 年に発生した東北地方太平洋沖地震に襲われましたが、免震効果が有効にはたらき、地震被害の低減に大いに貢献しました。しかし、東北地方太平洋沖地震などの過去の地震時や既往の研究などにおいても、長周期地震動などにより建物の構造に影響する重大な被害は発生しないものの、室内のキャスター付き機器の暴走など、建物としての機能に悪影響を及ぼす被害の発生がみられ、免震建物においても地震対策の必要性が明らかとなっています。

また、近年では、これまでの設計ではほとんど考慮されてこなかった長周期・長時間地震動により繰り返し生じる免震装置の変形に対する安全性への検証不足や、設計想定以上の建物の揺れにより免震建物周囲に配置された擁壁への衝突の可能性などが指摘されています。

そこで防災科学技術研究所では、次世代免震・制振構造実験研究プロジェクトを立ち上げ、免震技術の高度化を目指した研究を推進しています。

2. 次世代免震・制振構造実験研究プロジェクト

防災科学技術研究所では、免震構造が想定以上の長時間・長周期地震動を受けた場合の周辺構造物への衝突の影響や、地震動の鉛直動による影響などを調査検討し、これらの複合的な影響を考慮し機能保持性をより向上させるための免震技術の高度化をめざす研究を進めています。具体的には、

- ①長周期・長時間地震動が免震構造に与える影響の評価
- ②鉛直動が免震構造に与える影響の評価と対策の検討

表1 プロジェクトスケジュール

2010~2011 年度	免震構造の過去の地震被害の整理と実験計画の策定と試験体の設計
2012 年度	E-ディフェンス震動台の長周期化改造工事および性能確認試験の実施 試験体の製作
2013 年 4 月	長周期地震動に対する免震構造の安全性・有効性の検証のための加振実験
2013 年 8 月	実大免震建物の衝突による被害低減対策開発のための加振実験
2014 年度	制御技術の応用による免震構造の高度化のための制御アルゴリズム検討
2015 年度	制御技術を応用した次世代免震構造の加振実験 免震建物との応答を比較するための基礎を固定した耐震構造の加振実験

- ③免震建物と外部を結ぶエキスパンションジョイント等の評価
- ④免震建物が周辺構造物（擁壁等）に衝突した場合の免震建物および室内機能等に与える影響の評価と対策の検討
- ⑤より高度な制御技術を用いた免震効果の向上のための検討
- ⑥免震建物のねじれ応答の評価とねじれ応答の低減に関する検討

などです。

本研究は 2010 年度より始まり、2012 年度、2013 年度、2015 年度に E-ディフェンスを用いた実大実験を実施する予定です。（表 1）

本実験はこの研究プロジェクトの一部として実施するもので、これまで明らかにされてこなかった免震建物の擁壁への衝突に伴う衝撃による影響を詳細に検討するための衝突加振実験を計画しています。実大免震建物を振動実験により擁壁に衝突させる世界初の実験です。

この実験を行うことにより、設計の際に想定している建物の揺れを上回る地震で擁壁に建物が衝突した場合、室内を含む建物全体や免震装置にどのような影響が及ぶのかというデータを取ることができます。（図 1）

3. 試験体概要

使用する免震建物試験体は、総重量 687t の 4 階建て鉄筋コンクリート造建物 (13.4m × 10.0m × 14.9m) の下部に免震装置を組み込んだ構造です。使用した免震装置は、Φ650mm の積層ゴム支承 2 基と弾性滑り支承 2 基およびオイルダンパー 4 基で、免震周期は 3.8 秒と一般的な免震建物の周期とほぼ同等の動的特性を持っています。（図 2）

建物の周囲には、実際の免震建物でも使用されている、鉄筋コンクリート壁が擁壁として

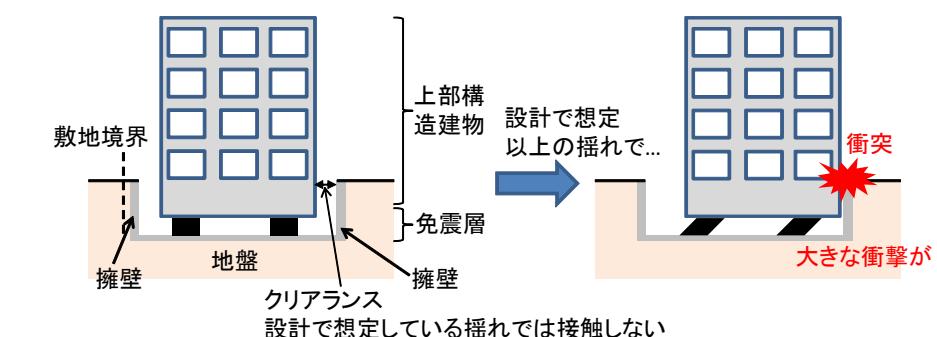


図 1 免震建物と擁壁※への衝突

（※通常免震装置は地面を掘り下げ設置されるが、この掘り下げた後の周囲の土砂が崩れないように抑えるための壁のこと。ほとんどの免震建物が同様の構造を取っている。）

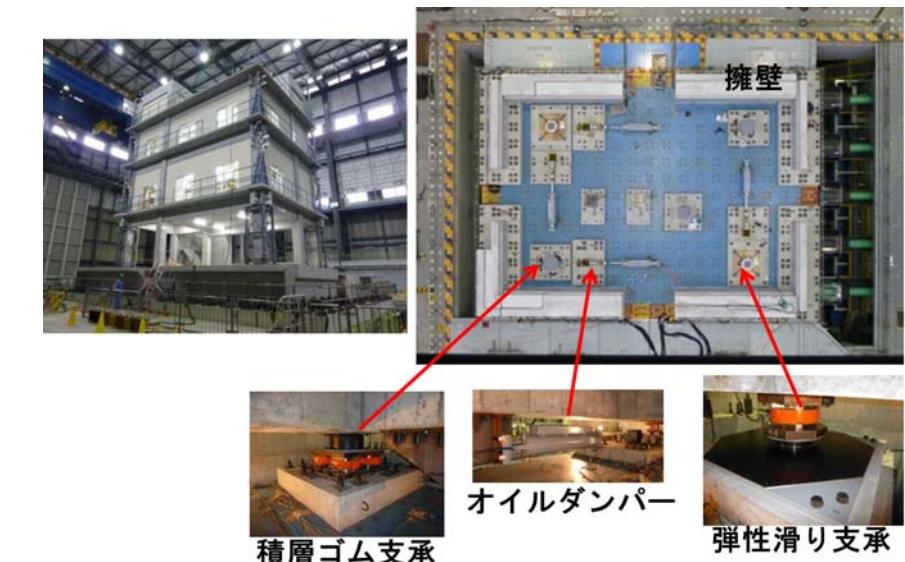


図 2 建物試験体と免震装置

左：建物試験体、右：免震装置の配置（上から撮影）

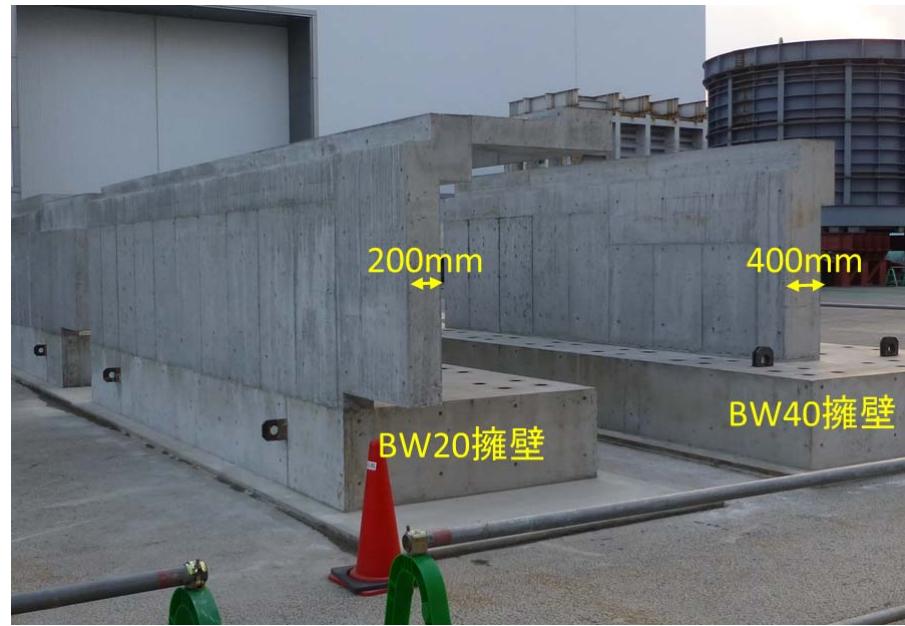


図3 擁壁（厚さ200mmおよび400mm）

設置されています。本実験の擁壁は、実際の規模と形状を模擬出来るよう設計されており、本実験ではこれらに建物を衝突させ、これに伴う衝撃による影響を評価する予定です。（図3）

試験体内部には、設備・什器を配置して実際の建物機能を模擬することにより、衝突に伴い発生する衝撃が、建物機能に及ぼす影響を確認出来るようにしています。1階には工場、倉庫等を模擬し各種シャッターを、2階には住居の居室と上下免震された区画で実験研究室と電算機・サーバー室を、3階には病院の診察室、上下免震された区画でプラント系の運転制御室と医療関連施設を、4階には美術品展示室、教育機関の教室を模擬した機能を再現しています。（図4）

4. 入力地震動

今回の実験は、昨年度に実施されたE-ディフェンス震動台の長周期化改造工事により強化された機能を活用して行う最初の実験です。震動台への入力地震動としては、東北地方太平洋沖地震において震源から174km離れた宮城県大崎市古川北町にて観測された地震動K-NET古川波（震度：6強）および1995年兵庫県南部地震時にJR鷹取駅で観測された地震動鷹取波（震度：7）の他、今後発生が想定されている地震動として、東海・東南海・南海エリアの広範囲を震源域として想定した連動地震において大阪府庁本庁付近で観測されるであろう地震動大阪府庁波[1]（震度：5弱）、大阪府を南北に貫く活断層上町断層を震源域として想定した大阪府域内陸直下型地震において大阪市天王寺区周辺で観測されるであろう地震動天王寺波[2]（震度：6強）を用います。

本日の公開実験では、K-NET古川波（図5）を入力します。建物試験体が擁壁に衝突するよう観測記録よりも加速度振幅を増幅させて入力する予定です。

[1]大阪府庁波は、文部科学省からの委託研究である長周期地震動予測地図作成等支援事業の一貫で、災害リスク研究ユニットが計算した人工地震動です。

[2]天王寺波は、日本構造技術者協会関西支部大阪府域内陸直下型地震に対する建築設計用地震動および設計法に関する研究会が計算した人工地震動です。



図4 室内環境の再現

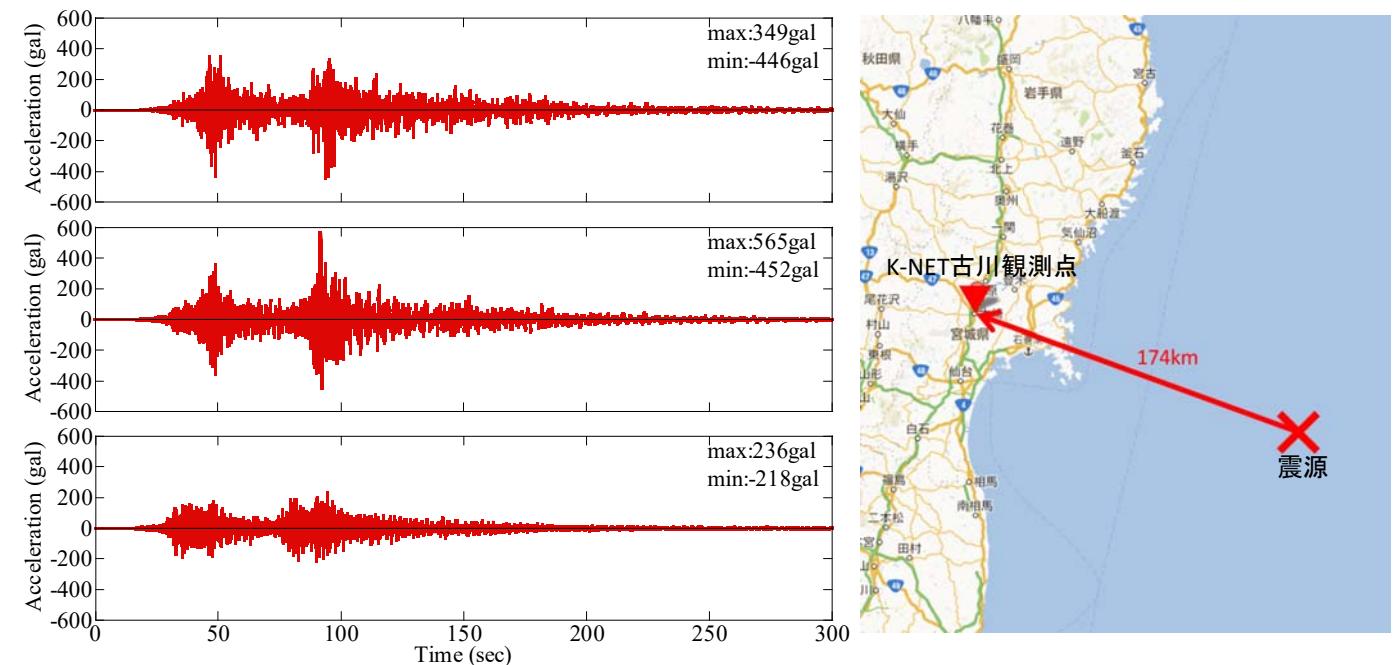


図5 K-NET古川波