

実大建物振動実験における建物内の震度階級について

1. 検討内容

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内に設けられた実大三次元震動破壊実験施設（以下、E-ディフェンス）では、平成 17 年より実大建物を試験体とした振動実験が 41 プロジェクト（平成 22 年 3 月 31 日現在）において行われている。ここでは、その実験での計測結果から地表面での震度と建物内各階における震度を算定し、それらの震度が建物内でどの程度異なるのかを示すことで各家庭・職場での防災対策を進めるに当たっての判断材料を示すことを目的とする。

対象とする振動実験は、次の 3 つ実験プロジェクトによるものとする。

- (1) 実大 6 階建て鉄筋コンクリート造建物の破壊実験¹⁾
～大都市大震災軽減化特別プロジェクト（文部科学省、平成 17 年度）
- (2) 移築補強・無補強建物実験¹⁾
～大都市大震災軽減化特別プロジェクト（文部科学省、平成 17 年度）
- (3) 大振幅を生じる地震時高層建物の居室内安全確保に関する実験研究²⁾
～E-ディフェンスを活用した減災対策推進事業（兵庫県・防災科研、平成 20 年度）
- (4) 震災時における建物の機能保持に関する研究開発^{3)~4)}
～首都直下地震防災・減災特別プロジェクト（文部科学省、平成 20 年度）
- (5) 長周期地震動による被害軽減対策の研究開発^{3)~4)}
～首都直下地震防災・減災特別プロジェクト（文部科学省、平成 21 年度）

2. 実験で採用された入力地震動

3 つの実験プロジェクトを通じて、次のいずれかの地震動を用いて実験を行っている。

- ・南海地震を想定した神戸市内における模擬地震動（南海地震神戸波）
- ・東海・東南海地震を想定した名古屋市内の模擬地震動（三の丸波）
- ・南関東地震において想定される横浜市内の模擬地震動（横浜波）
- ・兵庫県南部地震において神戸海洋気象台で観測された地震動（JMA 神戸波）
- ・兵庫県南部地震において JR 鷹取駅で観測された地震動（JR 鷹取波）
- ・Imperial Valley 地震における米国 El Centro での観測波をもとにした地震動（エルセントロ波）

3. 振動実験における震度階級算定結果

(1) 実大 6 階建て鉄筋コンクリート造建物の破壊実験

試験体：6 階建て鉄筋コンクリート造建物

地震動：JMA 神戸波

表 1 震度算定結果(JMA 神戸波)

	計測震度	震度階級
6階	6.9	7
5階	6.8	7
4階	6.7	7
3階	6.7	7
2階	6.6	7
地表面	6.4	6強

(2) 移築補強・無補強建物実験

試験体：2階建て木造建物（耐震補強タイプ）

地震動：JR 鷹取波

表 2 震度算定結果(JR 鷹取波)

	計測震度	震度階級
2階	6.8	7
地表面	6.5	7

(3) 大振幅を生じる地震時高層建物の居室内安全確保に関する実験研究

試験体：30階建て（100m）建物と同等な試験体

地震動：南海地震神戸波

計測震度の計算は、各算定値とも水平2方向のデータのみを採用しています。

表 3 震度算定結果(南海地震神戸波)

	計測震度	震度階級
30階(相当)	6.2	6強
地表面	5.4	5強

(4) 震災時における建物の機能保持に関する研究開発

試験体：4階建ての実大建物試験体（免震タイプ、一般耐震タイプ）

計測震度の計算は、すべて水平2方向+鉛直のデータを採用しています。入力の加振においても、集録された鉛直動のデータを採用しています。

地震動：エルセントロ波、JMA 神戸波（加速度 80%）、三の丸波、横浜波

表 4 震度算定結果(免震タイプ、エルセントロ波)

	計測震度	震度階級
4階	5.4	5強
3階	5.4	5強
2階	5.4	5強
地表面	5.8	6弱

表 5 震度算定結果(免震タイプ、JMA 神戸波(80%))

	計測震度	震度階級
4階	5.6	6弱
3階	5.6	6弱
2階	5.6	6弱
地表面	6.2	6強

表 6 震度算定結果(免震タイプ、三の丸波)

	計測震度	震度階級
4階	5.7	6弱
3階	5.6	6弱
2階	5.6	6弱
地表面	5.2	5強

表 7 震度算定結果(一般耐震タイプ、三の丸波)

	計測震度	震度階級
4階	5.3	5強
3階	5.2	5強
2階	5.2	5強
地表面	5.2	5強

表 8 震度算定結果(一般耐震タイプ、横浜波)

	計測震度	震度階級
4階	6.5	7
3階	6.2	6強
2階	6.0	6強
地表面	6.0	6強

表 9 震度算定結果(一般耐震タイプ、エルセントロ波)

	計測震度	震度階級
4階	6.5	7
3階	6.2	6強
2階	5.9	6弱
地表面	5.7	6弱

表 10 震度算定結果(一般耐震タイプ、JMA 神戸波(80%))

	計測震度	震度階級
4階	6.7	7
3階	6.5	7
2階	6.4	6強
地表面	6.3	6強

(5) 長周期地震動による被害軽減対策の研究開発

試験体：20階建て（80m）建物と同等な試験体

地震動：三の丸波

計測震度の計算は、各算定値とも水平2方向のデータのみを採用しています。

表 11 震度算定結果(三の丸波)

	計測震度	震度階級
20階(相当)	6.3	6強
地表面	5.2	5強

4. まとめ

E-ディフェンスの実験結果をもとに、地表面と実大試験体各階の震度階級を算定した。免震建物においては、直下地震では建物内の震度階級は概ね小さくなるものの、長周期地震動では震度階級は大きくなっている。耐震構造の建物は上階になるほど震度階級が大きくなる傾向がとなっている。地震対策は住戸の各階数に応じて計画・立案する必要があると考えられる。

※ 資料作成において、(独)防災科学技術研究所兵庫耐震工学研究センターにデータ提供等の協力をいただいた。

参考文献・URL

- 1) E-ディフェンスによる地震防災への貢献,防災科研ニュース, No.163, 2008, 4
- 2) 大地震を受ける超高層建物内部の被害様相と防災啓発, 建築防災, 2009年8月号,
- 3) E-ディフェンスによる地震防災への挑戦,防災科研ニュース, No.170, 2010, 7
- 4) <http://www.bosai.go.jp/hyogo/syuto-pj/index.html>