

実大振動実験による戸建て免震住宅の装置別応答性状比較

その1 振動台実験の概要

正会員	桐山 伸一 ^{*1}	同	中田 信治 ^{*1}
同	花井 勉 ^{*2}	同	飯田 秀年 ^{*2}
同	西畑 尚 ^{*3}	同	福和 伸夫 ^{*3}

戸建て免震住宅	実大振動実験	免震装置比較
直動転がり支承	すり鉢転がり支承	すべり支承

1. はじめに

建築基準法の改正を受けて、平成 12 年 10 月 17 日に、免震建築物の設計法に関する告示が示され、免震建築物普及のための条件が整備されてきた。

従来の免震建物は比較的重量のある一般建物が主流であり積層ゴムを主たる免震装置としている。しかしながら、最近では戸建て住宅のような軽量建物にも適用可能な種々の免震装置が実用化されてきており、大別すると「すべり系」と「転がり系」に分けられる。免震装置に求められる機能としては、建物の重量を支持する鉛直支持性能、建物をもとに戻す復元性能、変形を制御する減衰性能があるが、「すべり系」では鉛直支持性能と減衰性能をすべり支承により、復元性能を復元ゴムにより構成することが、「転がり系」では鉛直支持性能を転がり支承により、減衰性能をオイルダンパーにより、復元性能を復元ゴムにより構成することが多い。また、これらの中に復元性能として支承部分に勾配をもたせたものもみられる。

各々の装置メーカーでは、独自の実大実験や解析により免震性能を謳っているが、各社共通の条件で検討がなされてはならず、入力地震動の特性、敷地の制約、施主の要望などにより設計者が装置を選択できる情報がそろっていないのが現状である。

そこで、本実験では 3 軸同時加振が可能な振動台を用いて共通の上部構造を用い免震装置のみを交換することで、装置による応答性状の違いを確認する実大の振動台実験を行った。今回、実験に用いた免震装置は戸建て免震住宅用として使用実績のある「転がり系」2 種類と「すべり系」1 種類である。入力には直下型の地震を想定した地震動や海洋型の長周期成分を含んだ地震動を用い、1 軸加振に加え水平 2 軸・3 軸同時加振を行って 2 方向入力や上下入力の応答に与える影響も確認した。また、入力レベルによる応答性状の変化を確認するため中地震動レベルの加振から 1G を超える加振まで行っている。

試験建物には仕上げを施し、家具を配置して、上部応答による損傷の様子を観察した。

実験より、各装置の応答の特徴を把握して、解析モデルを設定し、適切な戸建て用免震装置選択の設計フローを考えていく。

2. 加振方法

加振は大林組技術研究所 3 次元振動台にて行った。表 1 に水平方向、鉛直方向性能及びその他諸元を示す。

表 1 振動台諸元

	水平性能	鉛直性能	その他 諸元
最大加速度	3000 cm/s ²	1000 cm/s ²	積載質量 50 t
最大速度	200 cm/s	100 cm/s	テーブル寸法 5m × 5m
最大変位	± 60 cm	± 20 cm	加振周波数 DC ~ 50 Hz

3. 上部構造体の概要

上部構造体は耐力パネル形式の軽量鉄骨系軸組構造であり、品確法耐震等級 1 相当の耐力パネルを配置している。1 階床梁まで含めた総重量は約 302kN である。1 階平面寸法は 6.710m × 6.405m で、構造階高は 2.87m である。部材断面は柱 -80 × 80 × 3.2、1 階床梁 H-250 × 125 × 6 × 9 等、その他の梁には H-250 × 100 × 4.5 × 6 等を用いた。床には ALC 厚 100mm、外壁には ALC 厚 75mm を用いた。積載荷重として、1 階、2 階床に 600N/m² 相当のおもりを配置した。図 1 に実験状況を、図 2 に実験概要図を示す。



図 1 実験状況

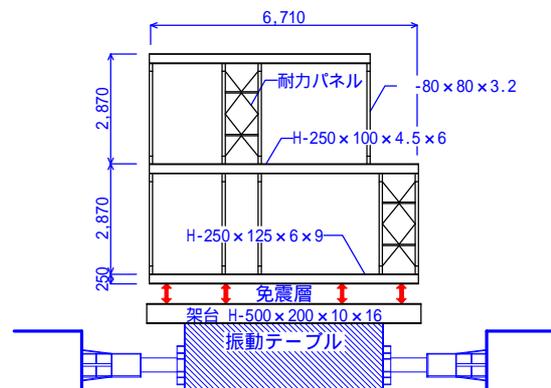


図 2 実験概要図

4. 免震装置の概要と配置

免震装置の組合せは表 2 に示す 3 つの種類である。装置 A は平面直動転がり支承に積層ゴムと粘性ダンパー - を組合せたもので、積層ゴムとダンパーは偏心の無い配置としている。装置 B は周辺にすり鉢状の転がり支承を配し、中央部にはねじれ抑制ガイドを持つ平面転がり支承と粘性ダンパーが配置されている。すり鉢で特定の周期を持たないのが特徴である。装置 C は平面すべり支承に積層していない復元ゴムを組合せたもので、復元ゴムは偏心の無い配置としている。

5. 計測の概要

加速度の計測はひずみゲージ式加速度計（有効レンジ 0.001G～5G）を用いて行った。水平 2 方向については鉄骨架台及び 1 階～R 階、上下方向については鉄骨架台、1 階床及び R 階床において計測した(図 3)。また、変位は免震層と上部構造の水平 2 方向の層間変位をレーザー式変位計（分解能 0.01～0.05mm、サンプリング 1/1000 秒）を用いて計測した(図 4)。さらに 1 階及び 2 階家具の頂部加速

度も水平 1 方向及び上下方向について計測した。なお計測時のサンプリング振動数は 200Hz である。

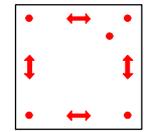
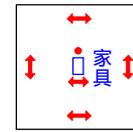
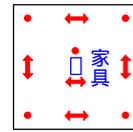
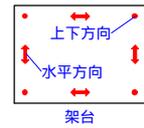


図 3 加速度計配置

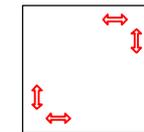
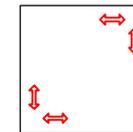
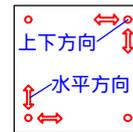
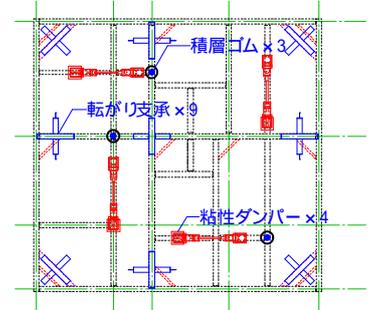
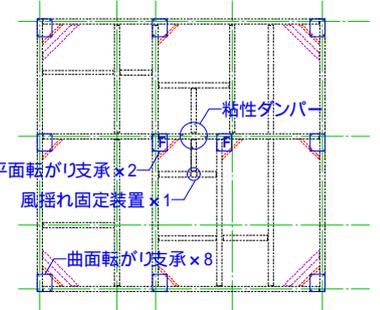
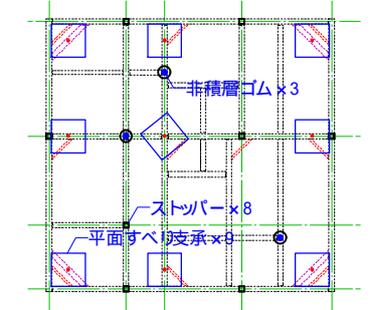


図 4 変位計配置

表 2 免震装置の概要と装置の配置

呼称	装置 A (平面転がり)	装置 B (すり鉢転がり)	装置 C (平面すべり)			
支承材	直動転がり	すり鉢転がり 平面転がり	平面すべり			
復元材	積層ゴム	すり鉢転がり	非積層ゴム			
減衰材	粘性ダンパー	粘性ダンパー	-			
装置概要	 直動転がり支承 $\mu=0.0033$ 限界変形 $\pm 400\text{mm}$	 積層ゴム $K=38.5\text{N/mm}$ 限界変形 $\pm 400\text{mm}$	 すり鉢支承 $\mu=0.006$ 限界変形 $\pm 285\text{mm}$	 平面支承 $\mu=0.006$ 限界変形 $\pm 285\text{mm}$	 すべり支承 $\mu=0.046$ 限界変形 $\pm 350\text{mm}$	 同左
	 粘性ダンパー 最大減衰力 17kN 限界速度 75cm/s	 同左 限界変形 $\pm 500\text{mm}$	 粘性ダンパー 負担水平力 12kN 限界速度 75cm/s 限界変形 $\pm 285\text{mm}$	 風揺れ固定	 非積層ゴム $K=31.2\text{N/mm}$ 限界変形 $\pm 400\text{mm}$	 ストッパー 作動変形 $\pm 330\text{mm}$
装置配置						

*1 旭化成

*2 日本システム設計

*3 名古屋大学大学院環境学研究所

*1 Asahi Kasei Co.,

*2 Nihon System Sekkei Co.,

*3 Grad.School of Environmental Studies, Nagoya Univ.