

振動台実験に基づく実大免震住宅の応答性状に関する研究

名古屋大学工学部社会環境工学科建築学コース
福和研究室 宇津野 将司

1. はじめに

兵庫県南部地震以後、住宅に対する耐震性への関心が高まった。1998年6月に建築基準法が改正され、2000年10月の免震構造関連告示により、一定条件のもとで、一般建物と同様に、通常手続きで免震建物を建てることできるようになった。しかし、既存の免震部材である積層ゴムは一般住宅のような軽量建物には向かず、さまざまな住宅向け免震部材が新たに開発・実用化されている。

免震建物の特性は各メーカーごと個別に実験はされているが、同一条件での比較実験はされていない。そこで本研究では、共通の上部構造物を使い免震層のみを取り替えた実大振動台実験を行うことにより、住宅向け免震装置の特性比較を行う。本梗概では、紙面の都合から主に、重量偏心の有無による応答性状の差異についての検討結果を示す。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

試験体としては、振動台に緊結した重量鉄骨架台を基礎と見立てその上に免震層、2階建の上部構造物を配置した。上部構造物は耐力パネル形式の軽量鉄骨系軸組構造で、外壁と床はALC版、内壁間仕切りは木下地に石こうボードをビス止めし、クロス仕上げしてある。試験体概要を図1に示す。後述する3種類の免震装置を交換して実験を行った。

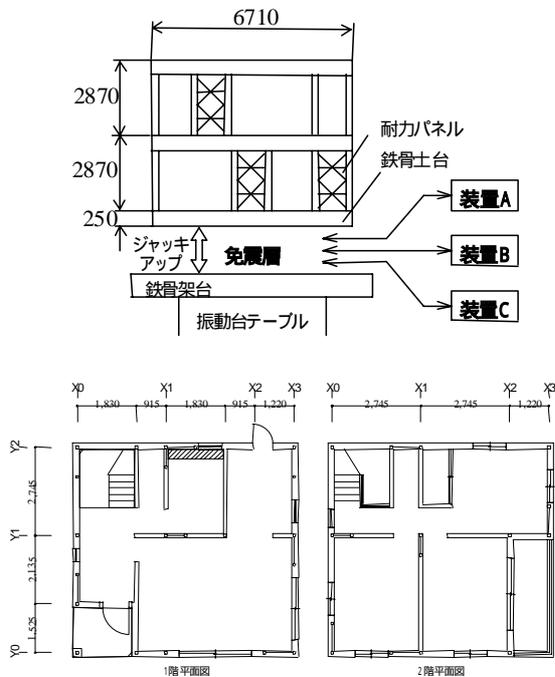


図1 試験体概要

表1 装置組み合わせ

	装置A	装置B	装置C
支承材	平面転がり	すり鉢型転がり 平面転がり	平面すべり
復元材	積層ゴム		復元ゴム
減衰材	粘性ダンパー	粘性ダンパー	
装置概要	 平面転がり支承 (CLB) 積層ゴム 粘性ダンパー	 すり鉢型転がり支承 平面転がり支承 粘性ダンパー 風揺れ固定	 平面すべり支承 復元ゴム ストッパー
装置配置図	 CLB □ 積層ゴム ▲ ダンパー ○	 すり鉢転がり □ 平面転がり ● ダンパー ○ 風ゆれ固定 ●	 平面すべり □ 復元ゴム ▲ ストッパー ●

2.2 免震層概要

免震装置の概要を表1に示す。装置Aは平面転がり支承に積層ゴムとダンパーを組み合わせたものである。装置Bは周辺にすり鉢転がり支承と中央部にねじれ防止の平面転がり支承、全方位対応のダンパーと風揺れ固定を組み合わせたものである。装置Cは平面すべり支承に復元ゴムと大変位抑制のためのストッパーを組み合わせたものである。

2.3 振動台・計測器概要

振動台は3方向同時加振可能で最大積載重量50tのものを用いた。その性能は最大加速度1000~3000cm/s²、最大速度100~200cm/s、最大変位±20~60cm、加振振動数は最大50Hzである。

図2に計測器配置図を示す。変位はレーザー式変位計(分解能0.01~0.05mm、サンプリング1/1000秒) 加速度はひずみゲージ式加速度計(有効レンジ0.001~5G)を用いた。

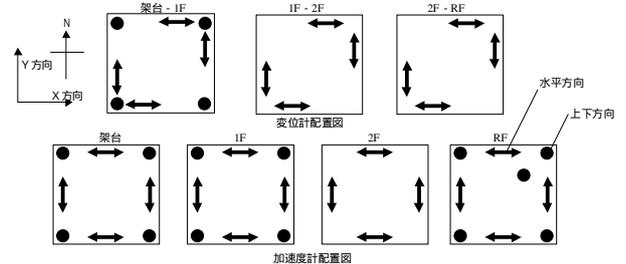


図2 計測器配置図

2.4 入力地震動

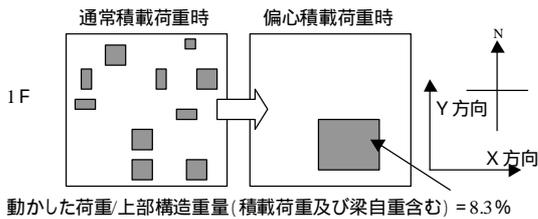
入力地震動はELCentro(1940、50kine基準化) Kobe原波(1995)の2種類で後述する通常の積載荷重時と偏心させた積載荷重時の2つの状態で加振を行った。ここではX軸方向加振の結果のみを用いている。

2.5 積載荷重配置

積載荷重として1階、2階におもりを乗せている。そのうち1階のおもりを1つに集めることによって免震層荷重偏心のあるケースを設置した。積載荷重配置概略図を図3に、免震層変位250mm時の等価剛性より求めた装置別方向別偏心率を表2に示す。

表2 偏心率算定(原点は下図の左隅)

呼称	方向	重心(m)		剛心(m)		偏心率(%)	
		通常荷重	偏心荷重	通常荷重	偏心荷重	通常荷重	偏心荷重
装置A	X軸	3.470	3.460	3.490	3.489	0.044	0.082
	Y軸	3.175	3.079	3.285	3.284	0.008	0.012
装置B	X軸	3.500	3.489	3.572	3.568	0.109	0.132
	Y軸	3.145	3.033	3.420	3.368	0.028	0.031
装置C	X軸	3.470	3.460	3.396	3.392	0.044	0.067
	Y軸	3.175	3.079	3.292	3.258	0.028	0.026



動かした荷重/上部構造重量(積載荷重及び梁自重含む) = 8.3%

図3 積載荷重配置概略図

3. 荷重偏心による応答性状比較

偏心による免震層・上部構造の応答最大値への影響と免震層のねじれ・並進成分への影響をみる。

3.1 応答最大値の比較

荷重偏心させた時の各層におけるX方向加振時のY方向の架台に対する最大相対変位応答を図4の左列に示す。全装置共に上部構造の層間変位は偏心前後で変化は小さく、免震性能は得られている。加振直行方向の応答よりねじれの応答を考察できる。免震層変位は偏心率の小さい装置Aが最も小さく、偏心後の変化も少ない。ダンパーが平面端部の変位を抑えるように配置されているためと思われる。同じ程度の偏心率である装置Cはすべり支承が鉛直荷重の変化に左右されやすいためか東側・西側共に偏心による影響が見られる。装置Bは中央にダンパーを持つ構造のためねじれ抵抗が小さく、ねじれ応答の結果生じるY軸の応答が大きくなった。

3.2 スペクトルの比較

1階のY方向東西両端で測定されたY方向加速度応答の差に1/2をかけたものをねじれ成分のフーリエスペクトルとし、北側・南側両端で計測されたX方向(加振方向)の加速度応答のフーリエスペクトルを図4の中・右列に示す。ねじれのピークに注目すると最もねじれの大きい装置Bは偏心前は1.8Hz付近にピークがあり、また偏心後は1秒付近で、荷重偏心させたことによりねじれの振動数特性が変わっている。しかしながら、他の装置同様に免震層設定周期である3秒付近ではねじれの成分は並進成分に比べて極小小さくなっているが、この範囲にでも偏心後の方がねじれは大きい。装置Bのねじれ成分に明確な周期特性が見られるのはすり鉢の勾配による周期が関係していると思われる。以上のようなねじれ特性を応答解析により詳

細に検討すべきである。

4. 結論

戸立て住宅のように、部屋の使い方の変化が激しい建物では、重量偏心が発生しやすいので、偏心時の応答性状の変化が大きい装置は、不利であると考えられる。本梗概の結果、ねじれ防止部材の配置、減衰性能を持つ部材の均等配置することがねじれ防止につながると考えられる。ねじれによる影響は確認されたことにより、今後より詳細なねじれに関する検討をしていくべきと考えられる。

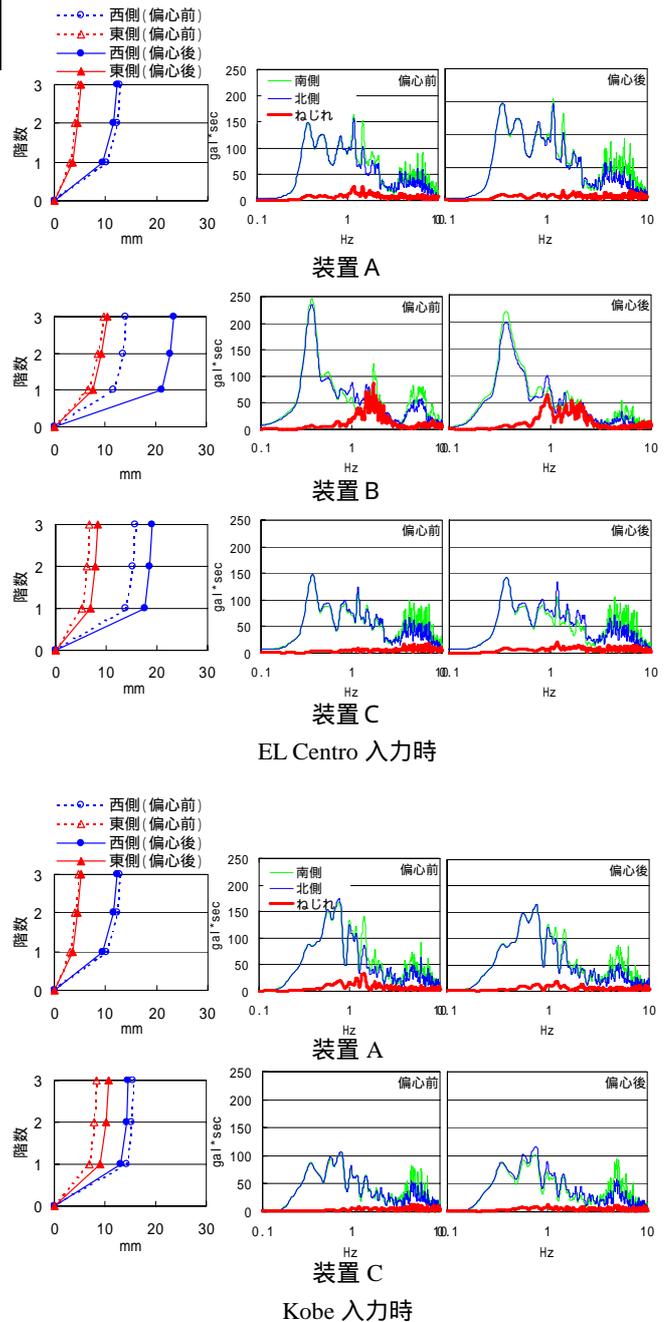


図4 最大応答値とねじれ・並進フーリエスペクトル