

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5 室内家具の応答とストッパー作動時応答

正会員 池口 義治\*<sup>1</sup> 同 飯田 秀年\*<sup>2</sup>  
同 花井 勉\*<sup>2</sup> 同 中田 信治\*<sup>1</sup>  
同 西畑 尚\*<sup>3</sup> 同 桐山 伸一\*<sup>1</sup>

戸建て免震住宅 実大振動実験 ストッパー  
家具応答

1. はじめに

本報(その 5)ではストッパー作動時の応答と家具の応答について述べる。

2. ストッパーの概要と入力波

想定外の地震動時において過度の免震層変位を抑制する為のストッパーは装置Cに配置した。使用したストッパーは環状のワイヤーロープで緊結された2つの鋼製ブロックを、架台及び1階鉄骨梁に取付ける形のものである。免震層変位33cm付近から効き始め34cm付近で完全にワイヤーロープが伸びきる機構となっている。図1にストッパーが作動した時の免震層の荷重変形曲線を示す。

尚、ストッパーが作動したのは、加振順に Kobe3軸 150%、3秒調和正弦波(振幅±200mm及び±185mm)、ySa100 140%の4加振である。

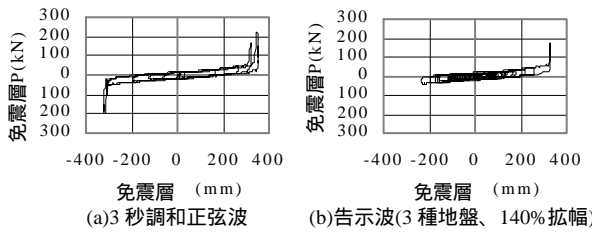


図1 ストッパー作動時の荷重変形特性

3. ストッパー作動時応答

3.1 入力波形と応答波形

図2にストッパーが作動した3秒調和正弦波(振幅±200mm)について架台と1階床の加速度及び架台変位と免震層変位の比較を示す。ストッパー作動時には大きな応答加速度が生じている。また免震層周期と入力波周期が近い為共振して数回作動している。

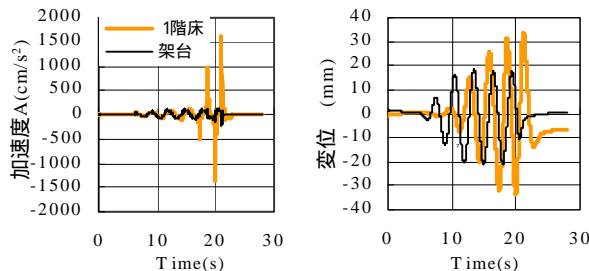


図2 ストッパー作動時 時刻歴波形 (3秒調和正弦波 振幅±200mm)

3.2 ストッパー作動時層間速度及び抑制変位量と最大応答値

図3に上部構造の層間変形量の最大値を、図4に応答加

速度の最大値を示す。両図から調和正弦波加振による応答値の方がかなり大きかったことがわかる。

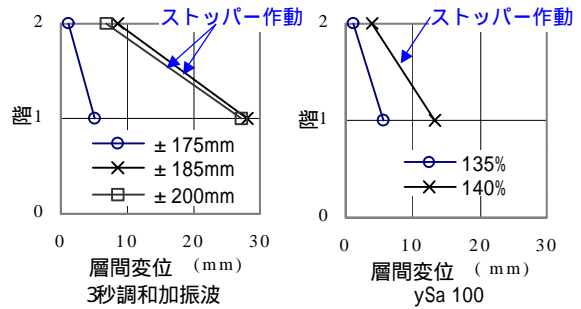


図3 上部構造の最大層間変位

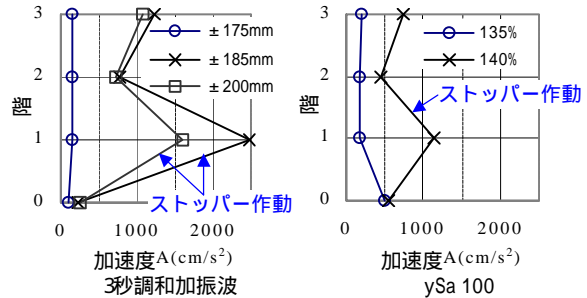


図4 上部構造の最大応答加速度

ここで、ストッパーのないモデルによる免震層応答変位の解析値と実験での応答変位の差をストッパーによる「抑制変位」と定義し、作動速度と共に表1に示す。抑制変位が4cm以上の調和正弦波では作動速度が50cm/sを超え、応答もかなり大きくなっている。尚、解析値は本報(その4)「解析用振動モデルの構築」で報告したモデルにより解析した。

表1 抑制変位と作動速度

入力波	3秒調和正弦波		ySa100 EW	備考
	±185mm	±200mm	140%	
免震層 (mm)	346	341	324	実験値
	388	477	344	解析値
抑制変位 (mm)	42	136	20	
作動速度* <sup>1</sup> (cm/s)	56	60	34	

\*<sup>1</sup> 1階床の応答加速度が500galを超えた計測ステップでの速度

3.2 建物損傷状態

ストッパーが作動した加振の後に外見上の損傷確認を行い、1階の一部でクロス切れ及び天井と内壁取合い部分に数ミリ幅のスリットが生じたことが確認された。

#### 4. 家具応答

家具は写真1のように各階にそれぞれ2個ずつ配置されており、大きい方の家具にひずみゲージ式加速度計が設置されている。家具の概要を表1に示す。床面との摩擦係数はばね秤より算出したものである。

家具は背板と壁面との間隔が5cmとなるように配置されており、特性把握の為、背板上部が壁面につくように傾け、手を離して自由振動させた。家具に浮き上がりがほとんど生じない小振幅域の自由振動波形とフーリエスペクトルを図5(a)に、浮き上がりが大きい振幅域での自由振動波形とフーリエスペクトルを同図(b)に示す。図5(a)のフーリエスペクトルより、家具自身の固有振動数は2F家具(フローリング床仕上げ)が4.7Hz、1F家具(じゅうたん床仕上げ)が5.3Hzであることが分かる。1F家具の固有振動数の方が若干大きい原因としては、収納本の重量の差と配置および床仕上げによるものと考えられる。図5(b)からは、大振幅でのロッキングの振動数はフローリングで1.5Hz、じゅうたんで1.7Hzであり、フローリングに比べじゅうたんの方が早く減衰して振幅の減少と共に家具自身の振動数に近づいていく様子が見られる。

次に地震動入力時の家具の挙動を調べる。家具はどの地震動でも転倒していないが、大きな入力ではロッキングをおこし、装置AではKobe NS125%入力時に特に大きくロッキングしている。本棚頂部加速度のフーリエスペクトルのピーク振動数を横軸に、応答最大加速度を縦軸にとったものを図6に示す。(a)は装置別を示し、(b)は入力地震動別を示している。入力地震動はKobe NS, El Centro, Taft, Hachinohe, ySa100とし、1軸加振した。図6(a)より、装置AはB,Cに比べロッキング振動数(1.5~1.7Hz)でかなり大きく振動していることが分かる。また(b)より、Kobe NSのようにパルス的な地震動の場合の方が家具の応答加速度が増大しやすいと考えられる。

各階床応答のフーリエスペクトルを図7に示す。(a)はKobe NS 125%入力時、(b)は告示波ySa100入力時である。(a)より装置Aは他の装置と比べて、ロッキング振動数(1.5~1.7Hz)近傍が約2倍程増幅されている。装置Aのように免震周期があまり長くない場合は床応答にアスペクト比の高い家具の振動数成分が入る為、注意が必要である。一方、図7(b)のように、長周期成分のみ卓越する告示波ySa100の場合は、各階床応答の振動数と家具の振動数が共振することはほとんど無く、家具転倒は起りにくいと考えられる。

#### 6. まとめ

本論ではストッパー作動時応答を調査し応答加速度は大きくなるものの上部建物の損傷は軽微に留まることを確認した。又、家具の応



写真1 家具

答からはアスペクト比の高い家具のロッキング振動を励起する場合があることが分かった。

表1 家具の概要

階数	家具自重 (N)	収納本重量 (N)	合計重量 (N)	摩擦係数 (平均値)	床仕上
1階	195.0	640.9	835.9	0.444	じゅうたん
2階	195.0	680.1	875.1	0.413	フローリング

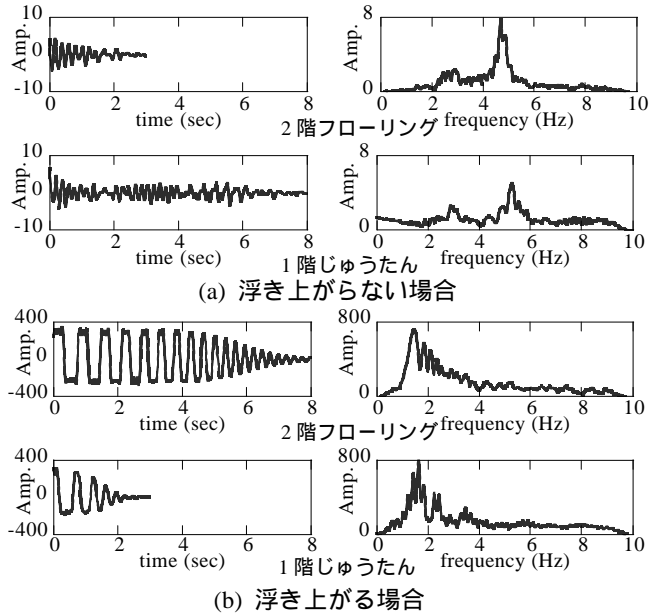


図5 家具の自由振動性状

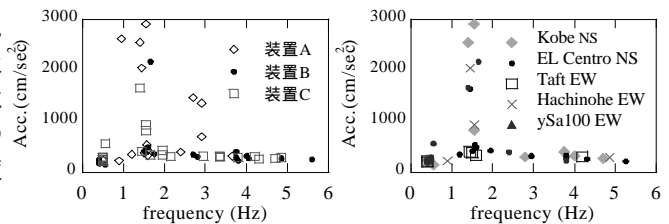


図6 家具頭部の応答最大加速度

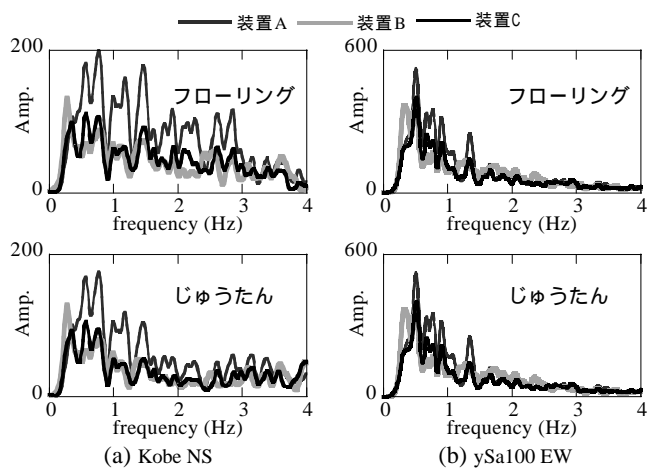


図7 入力地震動別の各階床応答のフーリエスペクトル

\*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科

\*1 Asahi Kasei Co.,

\*2 Nihon System Sekkei Co.,

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