

家具転倒防止促進のための振動実験・シミュレータWEBの作成

その1 実験の概要

家具転倒防止 転倒防止器具 振動台実験
地震被害 WEB 動画

正会員 ○ 酒入 行男^{*1} 同 山岸 秀之^{*2}
同 中田 信治^{*2} 同 花井 勉^{*3}
同 鈴木 章弘^{*4} 同 福和 伸夫^{*5}

1. はじめに

兵庫県南部地震でも明らかになったように、住宅の耐震化と家具転倒防止に代表される室内安全対策は、地震時の人的被害軽減の根幹をなす。住宅の耐震化については、住民の自発的対策だけでなく、「建築物の耐震改修の促進に関する法律」に基づき、行政的にも推進の仕組みが作られつつある。しかし、室内の安全性向上については、住民個々の意識次第であり、例えば東京消防庁の調査¹⁾では、7割以上の住人が家具転倒防止対策を実施したいと考えているものの、「効果が無い」、「取り付け方が分からない」、「費用がかかる」などの理由で、実際には行われていない場合が多いと報告されている。

家具の転倒防止器具の効果に関する既往の研究としては、金子ら²⁾、迫田・佐藤ら³⁾、瀧本ら⁴⁾に市販の転倒防止器具を用いた実験的研究があり、さらに仲谷・石川ら⁵⁾はこれらに追記する形で実験・評価を行っている。しかし、評価結果にばらつきがあり、その要因となる内壁、床、天井の仕様が明確には示されていない。

そこで本論 1~3 では、最も早急に対応すべき戸建て住宅の室内を対象として壁、床、天井の仕様を明確にし、震度 6 強~7 の加振波を用いてアスペクト比の高い家具を対象に、市販の転倒防止器具を用いた場合、家具固定の専門家の仕様を用いた場合、及び、取り付け易さや意匠性を向上させたアイデア器具を用いた場合の振動台実験を行い、既往の実験結果を包絡する形で分析・評価を行った。

また、実験の映像を具体的な家具転倒防止法と共に WEB 上に公開することで、転倒防止効果を視覚的に確認できるようにすると共に、転倒防止器具の取り付けのし易さ、経済性などについて多角的に評価を行うことで、住民が具体的に家具転倒防止対策を計画する上での参考資料を作った。

その1では実験の概要について述べる。

2. 実験の概要

2.1 実験装置

振動台上に構築した軽量鉄骨造の平屋建て建物（平面寸法：1.83m×1.83m、以下実験装置という）内に、戸建て住宅の2つの異なる床仕様の空間を背中合わせで再現し、試験体家具を設置して1方向加振することにより実験を行った。家具の高さ・床面の材質・家具の固定方法及び入力波を実験変数とした。室内の仕様はアスペクト

比の高い家具の置かれる居間を想定している。

加振は名古屋大学の水平・上下二軸振動台を用いて行った。振動台の諸元を表1に示す。

実験用室内仕様は、軽量鉄骨造軸組に耐震ブレースパネルを組込み、内壁により2分割した。試験体家具はこの内壁の裏表に配置した。写真1に実験装置概観を、表2に実験用室内の仕様を示す。

表1 振動台諸元

テーブル寸法	1.5m×1.5m
加振方向	水平1軸及び垂直
最大積載重量	2000 kg
最大加振力	1800 kgf
最大変位	±100 mm
最大速度	± 100 cm/s
最大加速度	約 3.0 G
振動数範囲	D.C.~100 Hz



写真1 実験装置概観

表2 実験用室内の仕様

部位	仕上げ	下地
床	フローリング厚 13	合板厚 12 根太 55×45
	カーペット+フェルト厚 13	大引 45×90 鉄骨梁
内壁	石膏ボード厚 12.5	木角材 27×40
天井	石膏ボード厚 9.5	軽鉄 40×45

2.2 記録方法

計測は振動台テーブル面及び家具天板上面に設置した地震計により応答波形を記録すると共に、家具全景及び転倒防止器具部の様子をビデオカメラで記録した。

2.3 試験体

本実験では転倒防止器具の効果に着目するため、家具本体は合板及びパーティクルボードを用いて堅固に作成した。また、実状により近い挙動を再現するため、試験体家具には本棚を想定したおもりを積載した。おもりはパーティクルボード厚 15 を用い各棚に立てて置いた。棚には、おもりの飛び出し防止のために鋼棒を側板間に通した。表3に試験体家具の仕様と、ばねばかりで引いて計測し

表3 家具の仕様と底面摩擦係数

試験体符号	H12	H18	H23
高さ (mm)	1205	1775	2345
幅、奥行き (mm)	W = 900, D = 300		
アスペクト比	4.0	5.9	7.8
重量 (kgf)	100	150	200
自由振動 (Hz)	—	—	1.3
材質	棚板、背板 : 合板 側板、天板、台輪 : パーティクルボード		
摩擦係数	フローリング : 0.26、じゅうたん : 計測不能		

※重量にはおもりの重量も含む

た底面と床面との摩擦係数を示す。なお、実験は表3に示す棚に加え、大型パネルテレビ、冷蔵庫、洗濯機、ピアノなどに対しても実施している。

2.4 試験体家具の固定方法

本論では既往の研究及び予備実験を参考にして市販品、アイデア品、専門家品の3グループ計11種類の転倒防止器具についての報告を行う。

市販品としてはL型の金具で家具天面と壁を緊結するL型金具、家具天面と壁とを粘着材により固定する粘弾性付金具、鋼板両端に取り付けられたプレート部分を家具天面と壁に取り付けるプレート式、家具頂部より上方の壁と家具をベルトで緊結するベルト式（上方固定）、家具頂部より下方の壁と家具をベルトで緊結するベルト式（下方固定）、家具天面と天井面の間に立てたポールで家具天面を押え付け、家具を壁側に傾斜設置するストッパーを家具足元に併用（フローリング床の場合のみ）したポール式+ストッパー、家具天面と天井面の間の隙間を埋める形で隙間家具を粘弾性マットをはさんで設置し足元にストッパーを併用（フローリング床の場合のみ）した隙間収納+ストッパーの7種類とした。

アイデア品としては、レール状の形鋼を用いる転倒防止器具を考案した。家具側の固定位置と壁側の固定位置をずらし、レールのたわみにより振動を吸収する点に特徴がある。固定位置により階高レール式と背面レール式の2種類とした。

専門家品としては、家具の重心レベルで家具背面と壁を金具で緊結する背面固定式、家具側面と壁を調整用ターンバックル機構付きの金具で緊結する側面固定式の2種類とした。その他に比較のため、各試験体とも無固定状態での加振も行っている。なお、いずれの家具も原則として壁面より2cm離して設置する事とした。

表4に転倒防止器具の概念図・写真・取り付け方法を示す。なお、<>内は主な抵抗要素を示している。

2.5 入力波

入力波は震度6強~7相当を目標とした。振動台の性能を考慮して2001年芸予地震(K-net HRS009)の振幅を3倍して作成した(Amax:1233(cm/s²), Vmax:81.1(cm/s), Dmax:6.41(cm), 計測震度 6.56)。図1に目標入力加速度波形を、図2に擬似速度応答スペクトルを示す。

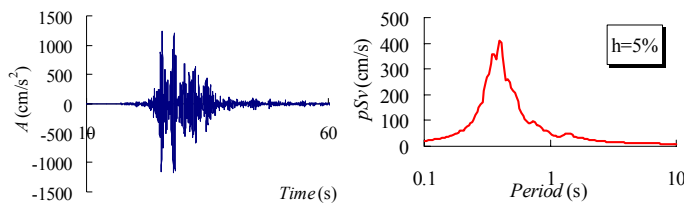


図1 目標入力加速度波形 図2 擬似速度応答スペクトル

表4 転倒防止器具一覧

器具	模式図	写真	取り付け
L型金具			家具の天面と壁とをL型の金具で緊結する。 <ビスのせん断・引張り>
粘弾性付金具			家具の天面と壁を粘弾性体により接着する。 <粘弾性体の粘着力>
プレート式			鋼板両端に角度可変で取り付けられたプレートを家具天面と壁に固定する。 <ビスのせん断・引張り>
ベルト式 (上方固定)			ベルトで家具の側面上方と上部の壁とを緊結する(調整用バックル付)。 <ビスのせん断・引張り>
ベルト式 (下方固定)			ベルトで家具の側面上方と下部の壁とを緊結する(調整バックル付)。 <ビスのせん断・引張り>
ポール式+ストッパー			鋼製ポールで家具天面を天井から押し付け、足元にはストッパーを配置し、天井に厚12mmの板を当てた。 <T字部曲げ>
隙間収納+ストッパー			隙間収納を家具天面と天井の間に粘弾性マットを介して設置し、足元にはストッパーを設置した。 <隙間収納圧縮力>
階高レール式			天井及び床に近い壁に固定されたレールと家具側面を金具で緊結する。 <レール曲げ>
背面レール式			水平下地材に取り付けられた高さ1mのレールと家具の背面上方を金具で緊結する。 <レール曲げ>
背面固定式			壁と家具の背面上方の重心レベルを金具にて緊結する。 <ビスのせん断・引張り>
側面固定式			壁と家具の側面上方の重心レベルを、調整用ターンバックル機構付の金具で緊結する。 <ビスのせん断・引張り>

まとめ、参考文献はその3に示す。

*1 旭化成ホームズ 技術総部
 *2 旭化成ホームズ 技術総部 工博
 *3 えびす建築研究所 工博
 *4 名古屋大学大学院環境学研究科 工修
 *5 名古屋大学大学院環境学研究科 工博

*1 Asahi Kasei Homes Co.
 *2 Asahi Kasei Homes Co., Dr.Eng.
 *3 Ebisu Building Laboratory Co., Dr. Eng.
 *4 Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., M. Eng.
 *5 Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.