

振動台実験による家具の転倒防止器具の効果の検証

東京大学大学院

学生会員 ○佐藤 芳仁

東京大学生産技術研究所

正会員

目黒 公郎

1. はじめに

現在、日本は地震学的に活動度の高い時期を迎えている。地震時の室内の被害を軽減するためには、家具の転倒防止措置を行うなど、市民1人1人の自発的な対策実施が不可欠である。

既往の研究¹⁾で、ある範囲内の地震動に対する家具の転倒防止器具のタイプ別の効果の検証が行われている。そこで本研究では、木製ブロックと実物家具を用いた振動台実験により、転倒防止器具がどの程度の地震動まで効果を発揮するのか、またそれらの地震動時の挙動と破壊メカニズムを分析した。そしてそれらの結果に基づいて転倒防止器具の効果の詳細な検証と効果的な使用方法を検証した。

2. 木製ブロックを用いた振動台実験とその結果

まずは、内部まで木材で充たされている木製ブロックを用いた振動台実験を行った(図1)。使用した振動台のサイズは1.5×1.5[m]である。用いた供試体の諸元は表2に示す通りであり、供試体no.1は単体で使用し、供試体no.2は2段重ねとして使用した。入力加速度は100～1400Gal、周波数0.5～3.5Hzの計38種類の正弦波を用いた。転倒防止器具には市販されているチェーン式、L字金具式、ストッパー式、マット式、ポール式、ハニカムボードを使用した。チェーン式、L字金具式については、器具に付属されている木ネジより小さいサイズのものを使用し、そのサイズは実物家具との重量比を考慮して定めた。ストッパー式、マット式、ポール式についてはスケール



図1 木製ブロックを用いた振動台実験の様子

表2 木製ブロックの諸元

block	size			V [cm ³]	m [kg]	d/h
	h [cm]	b [cm]	d [cm]			
no.1	75	37.5	22.5	63,281	41.55	0.3
no.2	50	25	15	18,750	11.20	0.3

比を考慮し、縮小サイズのものを作成して用いた。実験は供試体の背面を壁に接する状態で設置して行った。

図3、図4の中の実線は周波数特性と振幅の異なる各正弦波を入力した際、転倒防止器具を取り付けた木製ブロックが転倒した境界である。この線より上側が、転倒してしまう地震動の範囲を示している。ここでは紙面の制約から床面がフローリングの場合のみを載せているが、床面が畳(逆目、順目)、壁面が石膏ボード、天井の剛性が異なる場合も同様の検証を行った。

3. 実物家具を用いた振動台実験とその結果

次に、木製ブロックの実験結果の実物家具への適応性を検証するため、本研究で提案するより効果的な転倒防止器具の設置方法の効果を確かめるため、市販されている家具(実物家具)を用いた振動台実験を行った(図5)。使用した振動台のサイズは4.0×4.0[m]である。供試体には市販されている組み立て式の食器棚を用いた。サイズは

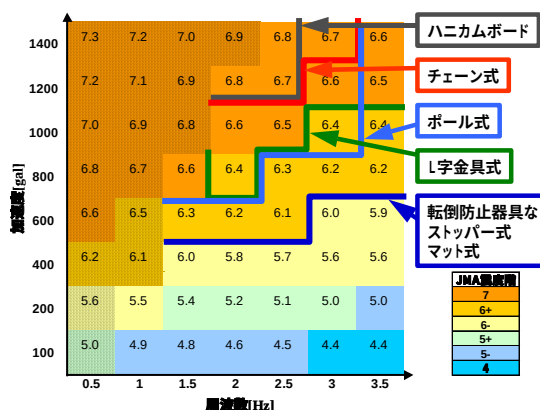


図3 床面：フローリング、供試体：1段における転倒レベル

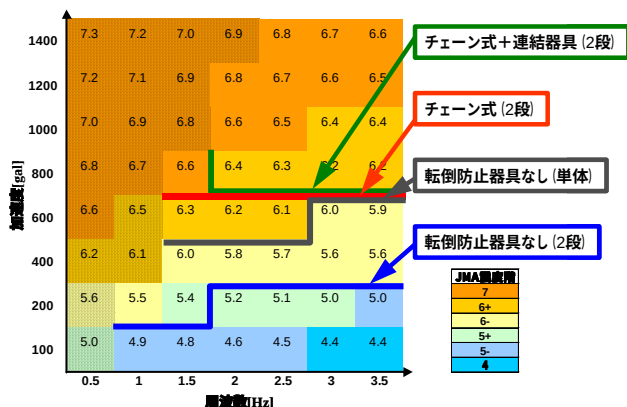


図4 床面：フローリング、供試体：2段における転倒レベル

キーワード：振動台実験、家具、転倒防止器具、室内被害

連絡先：〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所 B 棟 目黒研究室 Tel: 03-5452-6437

高さ 180[cm], 幅 59[cm], 奥行き 39[cm]で、空の状態での重量は 24.5[kg]である。実験では一般的な利用状況を踏まえて 60.2[kg]の錘を設置した。入力地震動としては表 6 のように兵庫県南部地震(神戸海洋気象台)と新潟県中越地震(K-NET小千谷)²⁾を用い、前者については最大振幅を調整することで用意した震度5強、6弱、6強(オリジナル)のものを用いた。床面はフローリングと畳の2ケースとし、転倒防止器具は木製ブロックの実験において効果を発現したチェーン式と同じタイプのベルト式とポール式を使用した。供試体の背面を壁に接する状態で設置し、実験を行った。

より効果的な転倒防止器具の設置方法を検討するため、ベルト式に関しては、ベルト式器具を家具上部の角度を変えながら設置した場合(図7)と、ポール式器具の上部に合板材を設置した場合の実験を行った。ポール式では、図8のようにポールの上部に合板材を両面テープで固定した。板と天井、ポールと家具上面は固定していない。

各ケースでの家具の挙動を図9に示す。ベルト式は一般的には斜め上 30° 方向に設置するが、斜め下方向に取り付けることで、家具を下方に押さえることができる。これにより、家具下部のロッキング変位を抑えることができた。また、家具上部が前方への加速度を受け、ベルト式転倒防止器具へ作用力が加わるとき、図10のように家具上面とベルトの成す角が大きいほどベルトにかかる力が大きくなるため、ベルト式を 60° 下に取り付けた場合では器具の損傷が発生した。ベルトへの負担を考慮すると 30° 程度下方への設置が高い効果を得られると考えられる。ポール式では、家具上面の両端に設置したポールが別々の挙動をして、器具が落下することが原因で転倒に至った。ポールの上部に合板材を取り付けることにより、両方のポールが一体となって挙動すること、また天井を面で支えることでハニカムボードのような役割を示し、新潟



図5 実物家具を用いた振動台実験の様子

表6 使用した地震動の最大加速度とJMA震度階

地震名称	観測地	最大加速度 [gal]			JMA震度階
		X方向	Y方向	Z方向	
兵庫県南部地震 神戸海洋気象台		818	617	332	6強
		491	370	119	6弱
		276	208	112	5強
新潟県中越地震 K-NET小千谷		1310	1110	781	7

県中越地震の地震動を入力した場合には家具を転倒させずに、微小なロッキング運動にまで抑えることができた。

5. まとめ

本研究では、家具の転倒防止器具の効果を検証するために、木製ブロックと実物家具を用いた振動台実験を行った。後者の実物家具の実験においては、より効果的な転倒防止器具の設置方法の検証を行った。

謝辞

本研究は、文部科学省「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」テーマ4「耐震研究の地震防災対策への反映」における研究課題「耐震補強を推進するための制度・システムの提案に関する研究(研究代表:目黒公郎)」の一環として実施した。また、実物家具を用いた振動台実験では清水建設(株)技術研究所の中村豊研研員、金子美香研員に大変なご助力をいただいた。記して深く感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 東京消防庁 家具類の転倒・落下防止対策推進委員会: 家具類の転倒・落下防止対策推進委員会における検討結果, 2005.3
- 2) 防災科学技術研究所: 強震ネットワーク(K-NET), <http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>



図7 ベルト式(30°下取り付け)



図8 ポール式+板

表9 各加振、設置状況による家具と転倒防止器具の挙動

		兵庫県南部地震			新潟県中越地震
		5強	6弱	6強	7
器具なし	フローリング	●	●	-	-
	畳	●	●	-	-
ベルト式	30°上	●	●	●	-
	30°下	○	○	●	●
	60°上	-	-	●	-
ポール式	板なし	○	○	○	●
	板あり	-	-	-	●

●: 転倒
●: 器具の損傷
●: ロッキング
○: 変位なし

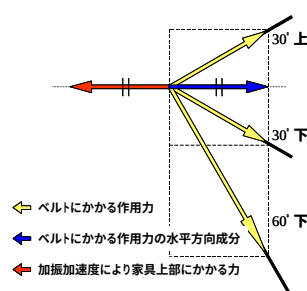


図10 ベルトに作用する力の関係