

家具の転倒防止器具の振動台実験による効果の検証

Evaluation of Effects of Over Turning Protection Devices for Furniture during Earthquake by Shakig Table Test

目黒公郎¹, ○佐藤芳仁², 伊東大輔², 吉村美保¹

Kimiro MEGURO¹, Yoshihito SATO², Daisuke ITO² and Miho YOSHIMURA¹

¹ 東京大学生産技術研究所

Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

² 東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻

Department of Civil Engineering, Graduate School, The University of Tokyo

Japan has entered a seismically active period and therefore we may face many huge earthquakes in the near future. To increase the safety of living spaces during earthquakes, it is essential that people retrofit their houses and install overturning protection devices for interior facilities such as furniture by themselves. However, because of lack of disaster imagination, they do not understand the importance of such measures and as a result they do not implement them. In this paper, focusing on the problem of furniture overturning during earthquakes, we present the results of shaking table tests that were carried out to evaluate the effects of different over turning protection devices available in the market. Based on these results, we discussed furniture dynamic behavior with and without protection devices and propose proper installation procedures.

Key Words: Dynamic behavior of furniture, shaking table test, over turning protection device, earthquake damage

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討した。

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1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。入力加振波には加速度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, ボール式, ハニカムボードを使用した(図2)。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, ボール式についてはスケール比を考慮し、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, 図5, 図6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。

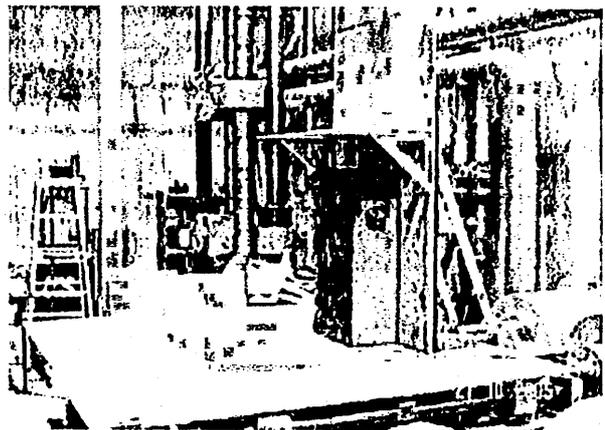


図1 木製ブロックを用いた振動台実験の様子

表1 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

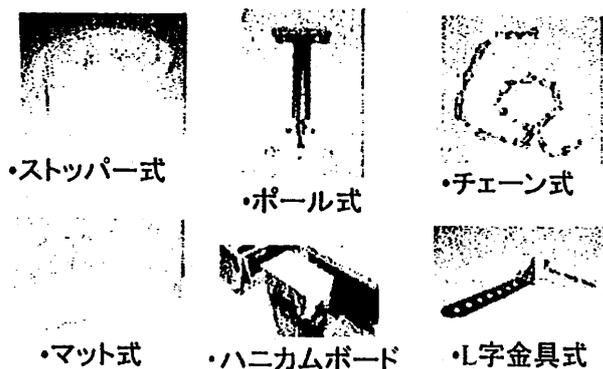


図2 市販の転倒防止器具

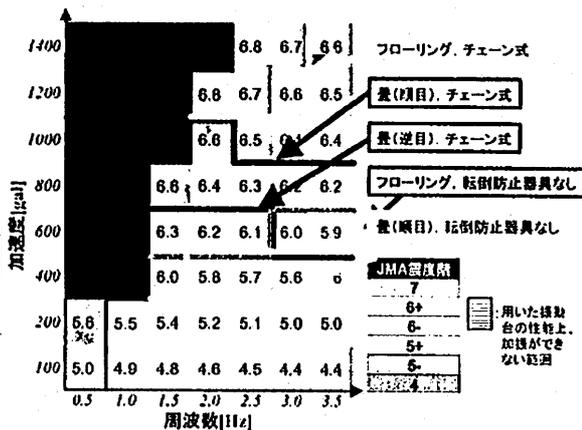


図5 市販の転倒防止器具の効果
(床面：畳，供試体：No.1ブロック1段)

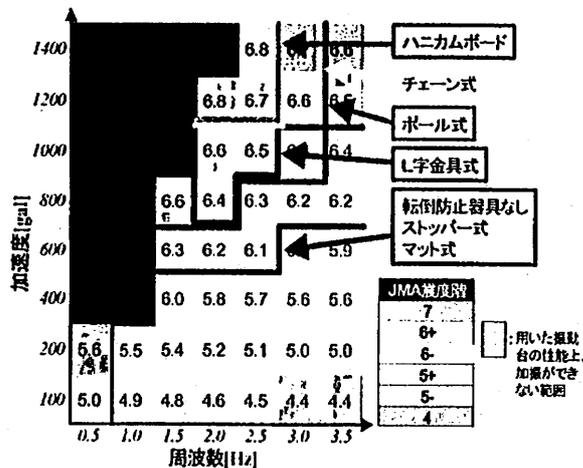


図3 市販の転倒防止器具の効果
(床面：フローリング，供試体：No.1ブロック1段)

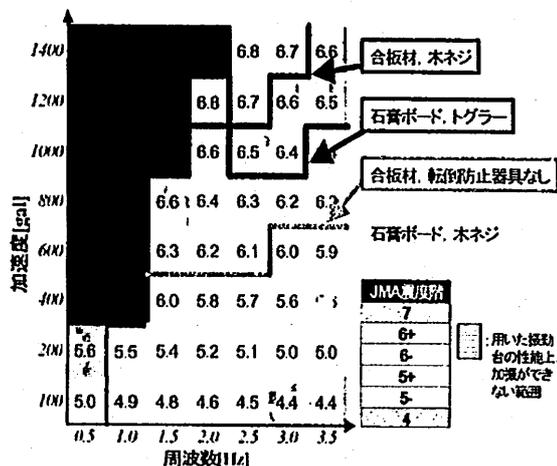


図6 市販の転倒防止器具の効果
(床面：フローリング，供試体：No.1ブロック1段)

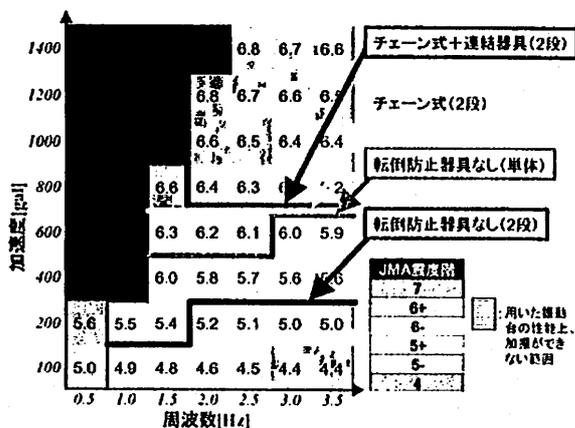


図4 市販の転倒防止器具の効果
(床面：フローリング，供試体：No.2ブロック2段)

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、また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認するため、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7)。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2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揮したチェーン式と同じタイプのベルト式とボール式を使用した。

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。

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、家具上部との角度を変えながらベルト式器具を設置した場合(図8)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9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表3に示す。ベルト式は一般的には斜め上方向(30°~60°程度)に設置するが、これを斜め下向きに取り付けることで、家具下部が前方向に滑り出して大きく変位したり、倒れたりする挙動(図10)を抑えることができた。ただし、図11に示すように斜め下方向に取り付ける際の角度を大きくすると、家具上部が前方への加速度を受け、それがベルト式転倒防止器具へ作用す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°程度下方向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。天井の強度はそれほど高くないことも多く、またポール上面の面積が小さいことから、天井に損傷を与える場合もある。2本のポールの独立した動きや天井への損傷による効果の消滅を防ぐためには、ポールの上部に合板材を取り付け、これとポールを両面テープなどで一体化することが効果的である。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ンカムボードのような役割を示し、新潟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。

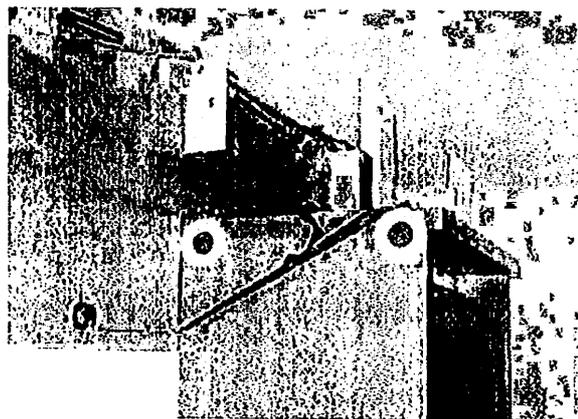


図8 ベルト式 (30° 下方取付)



図9 ポール式+板

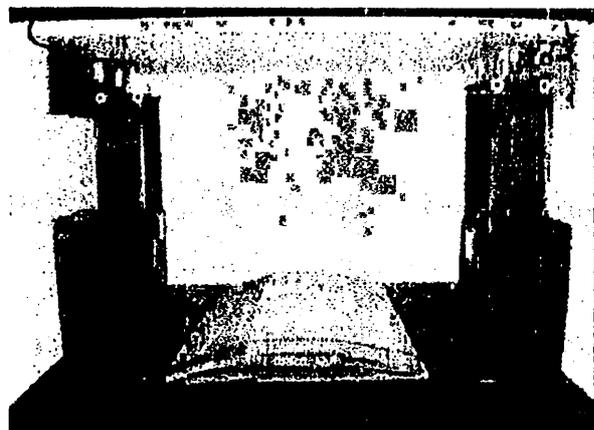


図7 実物家具を用いた振動台実験の様子

表2 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

表3 転倒防止器具の効果 (加振別, 設置状況別)

器具なし	フロアリング 敷	兵庫県南部地震			新潟県中越地震	○:転倒 ○:器具の損傷 ○:水平方向変位 ○:変位なし
		5強	6弱	6強	7	
	30°上	○	○	-	-	
ベルト式	30°下	○	○	○	○	
	60°上	-	-	○	-	
ポール式	板なし	○	○	○	○	
	板あり	-	-	-	○	

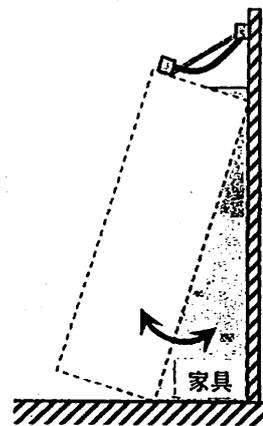


図10 ベルト式を斜め下方向に設置した際の家具の挙動

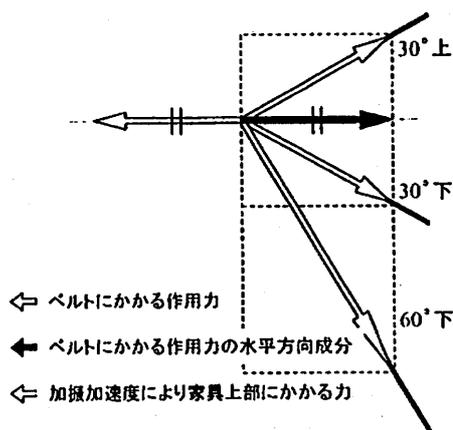


図11 ベルトに作用する力の関係

4. 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。振動台へは正弦波と地震動を入力した。正弦波のケースでは加速度 100~1400Gal, 周波数 0.5~3.5Hz の計 38 種類を、地震動としては兵庫県南部地震（神戸海洋気象台）と新潟県中越地震（K-NET 小千谷）を用い、最大振幅を調整することで入力外力の大きさを調整した。転倒防止器具としては、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、ボール式、ハニカムボードを用いるとともに、その設置法や使い方の違いによる効果も確認した。そして従来はあまり用いられていないが、より効果の高い設置法を提案した。また床面の違いについても検討を行った。すなわちフローリングと畳の 2 ケースを対象に、後者では順目と逆目の違いが家具の動的挙動に与える影響も確認した。

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究員、金子美香研究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。

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/>