

(145) 転倒防止家具の提案と機能評価

東京工業大学総合理工学研究科

(学) ○仲摩 貴史

同

(正) 大町 達夫

同

(正) 年縄 巧

1. はじめに

構造物の高機能化、耐震性の向上に伴い、地震時における構造物の倒壊や破壊、及びそれに伴う死者数は今後減少していくことが予想される。一方、地震発生時には多くの死傷者が発生しているのが現状である。近年発生した多くの地震でも、構造物の倒壊は少数だが、屋内収容物の転倒による負傷者が多く発生している。1993年釧路沖地震はその顕著な例であり、人的被害は死者2名、負傷者約600名というものであった。

1995年兵庫県南部地震では、屋内収容物が転倒しなかったために、落ちてきた天井がそれに引っかかり、人的被害を出さなかったという例が数多く語られた。従って、家具の転倒を防止し、室内の安全性を高めることは、構造物の倒壊を防ぐことと同様に、死傷者数を減少させるために極めて重要である。

ところで、従来行われてきた家具の転倒防止対策には大きく分けてふたつの問題点が存在する。ひとつは、人々の防災意識の低さからくる問題である。すなわち、災害に対する危機意識が薄いため、実際に対策を施している人は少ないという問題である。もうひとつは、家具を壁に固定したくても、様々な理由により固定できない場合がある、という問題である。

よって、従来の家具の転倒防止対策を推進するだけでは、家具の転倒被害は今後も減少できないと思われる。そこで本研究では、壁に固定しなくても転倒防止に十分効果を発揮する家具の提案を行う。そして、転倒防止家具の模型を実際に試作し、実験によりその機能評価を行った結果について述べる。

2. 従来の家具転倒防止対策の問題点

従来の家具の転倒防止対策には、主に2つのタイプが存在する。家具を壁あるいは床に固定する方法と、家具と天井や床との間に治具を挿入する方法である。これらの転倒防止対策には次のような問題点がある。

ひとつは、人々の防災意識の低さからくる問題である。家具を壁に固定すれば、安全性が向上することを人々は十分認識しているにも関わらず、実際に固定している人は少ない、という問題である。

都民の防災意識については、3年毎にアンケート調査が行われている。調査内容は家具類の転倒落下防止措置を施している人の割合を調べるものである(表1)。その結果、転倒落下防止措置を施している人の割合は徐々に増加傾向を示しているが5人に1人に過ぎず、防災意識の向上の難しさを示している。

昭和53年6月の宮城県沖地震以後、家具の転倒防止対策の重要性が頻繁に言われるようになった。しかし、実際に家具の転倒防止対策を施すほど防災意識の高い人は、震災を体験したことのある人、あるいは、震災について十分知識を持っている人に限られるのである²⁾。

第二の理由は、家具を壁に固定したくても、様々な理由により固定できない場合がある、という問題である。例えば、火災時の延焼を防止する目的で普及した耐火壁は表面が石膏で出来ているため、家具を固定しても十分な強度を期待できない。また、高級な家具になると、多くの人々は穴を開けてまで固定することにはためらってしまう。

以上の問題点により、従来の家具の転倒防止対策を推進するには明らかに限界があり、家具の転倒被害を大幅に減少させるには無理があると思われる。

調査年	措置率
昭和55年	13.0%
昭和58年	22.2%
昭和61年	23.5%

(表1) 家具類の転倒落下防止の措置率¹⁾

3. 転倒防止家具の提案

3.1 基本原理

墓石の転倒調査から地震動を推定する研究は数多く存在する。それによると、地震が発生し加速度がある値を超えると墓石はロッキングを起こし、その後転倒に至る。従って、墓石は地震で転倒する前には必ずロッキングを起こす。また、墓石の（高さ）／（奥行き）の値が大きいものほど小さい入力加速度でロッキングを開始する。

家具についても墓石と同様のことが言えると考えられる。家具も（高さ）／（奥行き）の値が小さく、座りの良い、どっしりとしたものの方が転倒しにくい。

従って、本研究で提案する転倒防止家具は、底面積を拡大し、（高さ）／（奥行き）を小さくすることによって転倒を防止しようとするものである。

図1のような通常の断面を持つ家具と図2のように底面積が大きい家具を比較すると、図2の家具の方が明らかに転倒しにくいと考えられる。このことは、壁を背にして置かれた家具（図3、4）についても言える。

ところで、一般の住宅やオフィスにおける家具の設置状況を見てみると、多くの場合、室内の空間を効率よく利用するため、家具は壁を背にして置かれていることが多い。そこで、本研究で提案する転倒防止家具は、図4のように壁を背にして置かれた家具を対象として、家具の底を広くすることにより、転倒防止を図る原理によるものである。

3.2 転倒防止装置

家具を購入する際には、値段以外に収納性と家具の外観が考慮される。図4のように、平常時から家具の底が広くできていると、家具自体の美観が損なわれると伴に、生活する上でかなり邪魔なものになってしまう。そこで、地震発生時の必要なときのみ、底が広くなり転倒を防止する仕組みであれば、平常時の家具の外観は通常の家具と全く変わらないものになる。

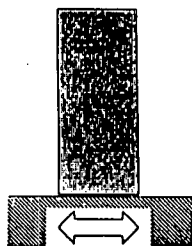


図1 通常の家具

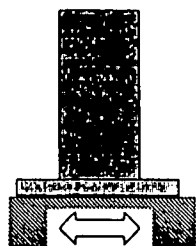


図2 底が広い家具

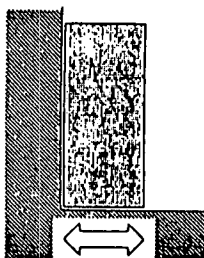


図3 通常の家具
(背後壁)

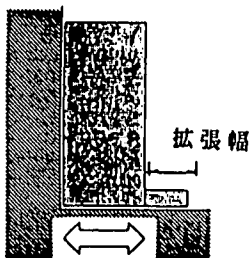


図4 底が広い家具
(背後壁)

【転倒防止家具の基本原理解】

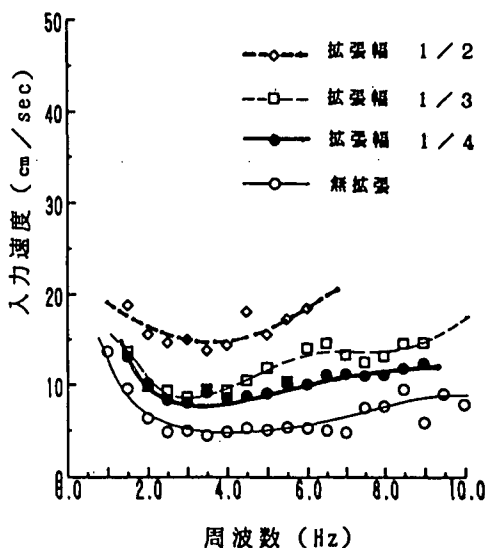


図5 壁を背後にした角柱の転倒に必要な水平速度

4. 予備実験

転倒防止家具の模型を作るに当たって、まず家具の底面積を拡大するとどれだけ家具が転倒しにくくなるか、すなわち（高さ／奥行き）と転倒時の速度の関係を明らかにするための振動実験を行った。

4.1 実験方法

振動台を用いて家具模型の供試体に水平一方向の正弦振動を与え、加速度振幅を徐々に増加させて、供試体転倒時の最大加速度を測定した。供試体転倒時の最大速度は、測定した加速度及び設定した周波数の値より計算で求めた。供試体には、奥行き3cm、高さ12cmの均一な角柱を用いた。供試体の奥行きは、3cm、3.75cm、4cm、4.5cmの4通り設定した。

4.2 実験結果

実験結果を図5に示した。底面幅を奥行きの3/2倍に拡張することによって、供試体の転倒時の速度は2倍以上になっている。この実験結果より、地震時に家具の底面積が大きくなることは家具の転倒防止に効果を発揮すると言える。

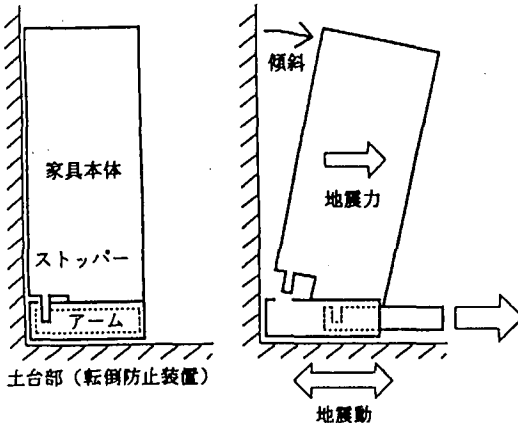


図6 転倒防止家具の仕組み

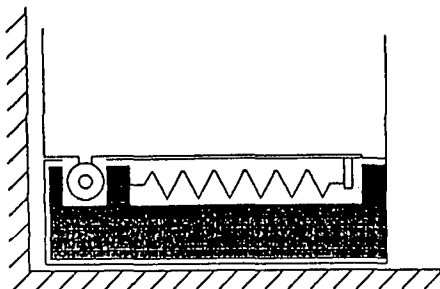


図7 平常時の収納状態

5. 転倒防止装置の仕組み

5.1 起動方法

試作した転倒防止家具の模型は、衣服などの収納部に相当する家具本体と、最下部の土台部に分かれた2層構造を成しており、土台部には転倒防止装置が設けられている。転倒防止装置の起動は家具本体が土台部に対して傾くことにより行う（図6）。この方法では地震時に家具が傾き危険な状態になった場合にだけ起動するので、不必要な起動は生じないという点で合理的である。ただし、家具本体の傾きがあまり大きくなると転倒に至る恐れがあるため、その傾きが小さいうちに起動させる必要がある。

5.2 内部機構

転倒防止装置の機構を図7、図8に示す。平常時は図7に示すように、バネで引かれたアームはストッパーによって固定されている。このストッパーは家具本体に接続されているものである。地震が発生し、家具本体が傾くとストッパーが持ち上がり、アームは固定が解除されて前方に跳び出す。これにより、転倒しようとする家具本体を土台部のアームが支えるようになる。ストッパーには、アームとの接触部にボールベアリングを採用して摩擦の低減を図っている。これにより、地震時に土台部の転倒防止装置が起動せず、家具本体もろとも転倒するような誤動作を防止する。また、家具本体と土台部の転倒防止装置を図8中に示すようなジョイントで連結し、家具本体が土台部に対して起動に必要な角度以上に傾斜しないように配慮している。

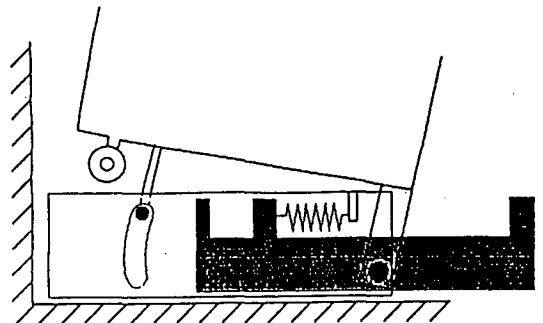


図8 地震時の展開状態

6. 転倒防止家具の機能評価

6.1 模型実験による機能評価

(1) 実験方法

転倒防止家具の模型を振動台上で壁を背にして設置し、徐々に入力速度を増加させて、転倒したときの入力速度を求めた。入力する周波数は1.5Hz～6.5Hzを対象とした。また、模型の家具本体は木製で、模型の土台部はアクリル製であることから、模型の重心は中央より下の方にある。そこで、模型の上部、及び中央部におもりを載せ、模型の重心を中央に位置するように調整して実験を行った。

(2) 実験結果

実験した範囲では、1.5Hz～6.5Hzの全ての周波数において、土台部からアームが飛び出すことを確認できた。図9は、1.5Hz～6.5Hzの周波数において転倒時の入力速度を示したものである。図9において、○印はアームを出さない場合の転倒時の入力速度を示し、●印はアームを出す場合の転倒時の入力速度を示している。これから、アームを出す場合はアームを出さない場合に比べて約1.6倍の転倒防止効果が得られることが分かる。

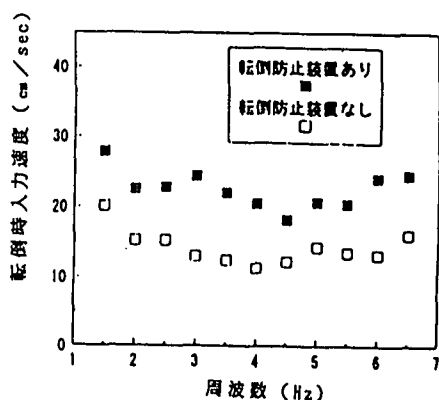


図9 実験による模型の転倒防止効果

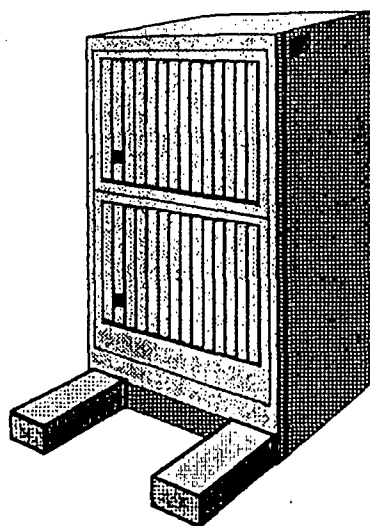


図10 転倒防止家具模型の全体図

6.2 収納性

ほとんど全ての家具には、最下部に数センチほど収納に使われていない部分がある。この部分は、家具と床との接触を良くし、家具の重量を支える役割を持っている。本研究で提案した転倒防止家具は、この部分を利用し、転倒防止装置であるアームを収納しようとするものである(図10)。従って、既存の家具の利用していなかった部分を利用することになるため、転倒防止装置はかなりコンパクトになり収納性は良いと言える。

7. まとめ

本研究で提案した転倒防止家具は、縮尺1/3の模型において、約1.6倍の転倒防止効果が得られることが分かった。転倒防止装置起動後の家具の安定性を高めることによって、より大きな転倒防止効果が期待できる。今後は、実物を用いて実用性の確認を行う予定である。

参考文献

- 1) 震災対策の現況, 東京消防庁, PP. 440～448, 1988.
- 2) 地域防災データ総覧 災害アンケート編, 財団法人 消防科学総合センター, PP. 17～22, 1994