

**オフィス家具・家電製品の
転倒・落下防止対策に関する
調査研究委員会における検討結果**

平成18年3月

東京消防庁

**家具類(オフィス家具・家電製品)の
転倒・落下防止対策に関する調査研究委員会**

目 次

第1章 検討の概要等

- I 検討の趣旨
- II 検討の背景
- III 委員会の構成
- IV 検討項目等
- V 検討経過

第2章 福岡県西方沖を震源とする地震のアンケート調査結果概要

- 1 アンケート実施の背景11
- 2 アンケート実施目的及び実施要領..... 12
 - 2. 1 福岡市内中高層建物事業所・住宅（非木造建物）アンケート 12
 - 2. 2 福岡県内一般世帯アンケート 12
- 3 アンケート結果概要 13
- 4 アンケート結果のまとめ 15

第3章 オフィス家具・家電製品の振動実験結果概要及び転倒防止器具の性能試験方法

I オフィス家具・家電製品の振動実験結果概要

- 1 実験の概要 19
 - 1. 1 実験の目的..... 19
 - 1. 2 実験の実施..... 19
 - 1. 3 実験条件 20
- 2 実験結果概要 31
 - 2. 1 オフィス家具について 34
 - 2. 2 テレビについて 35
 - 2. 3 冷蔵庫について 37
 - 2. 4 電子レンジについて 37
 - 2. 5 木製家具について 38
- 3 実験結果の分析 39
 - 3. 1 オフィス家具について 39
 - 3. 2 テレビについて 42
 - 3. 3 冷蔵庫について 45
 - 3. 4 電子レンジについて 46
 - 3. 5 木製家具について 48
- 4 転倒防止器具の評価方法の精度向上 49
 - 4. 1 転倒防止器具の性能評価指標 49
 - 4. 2 評価基準値の設定 50

4. 3	性能評価結果に基づくグループ分けの考え方	52
4. 4	転倒防止器具の性能評価方法	55
5	実験を通じた転倒防止器具の性能評価	56
6	転倒防止器具の性能評価結果のまとめ	64
II 転倒防止器具の性能試験方法		
1	背景及び目的	66
2	家具類及び家電製品の振動実験の実施方法	66
2. 1	概要	66
2. 2	試験装置や試験環境等の前提条件	66
2. 3	振動実験の実施	68
3	転倒防止器具の性能評価方法	69
3. 1	概要	69
3. 2	性能評価指標	69
3. 3	性能評価のグループ分け基準	70
3. 4	性能評価の実施手順	71
4	転倒防止器具の性能評価結果票の作成	72
4. 1	表示方法その1	72
4. 2	表示方法その2	74
5	性能評価結果の活用	76
6	今後の検討課題	76
第4章 転倒防止対策の推進方策		
I 住民に対する転倒・落下防止対策の効果的な推進方策		
1	行政機関、関連業界等の共通事項	81
2	東京消防庁が行う普及・啓発方策	82
3	東京都が行う普及・啓発方策	82
4	関連業界・団体が行う普及・啓発方策	84
II 他の関係行政機関・団体等への提言		
1	目的	87
2	要望先一覧	87
3	情報提供先一覧	88
第5章 今後の取り組み		

参考資料

参考1 福岡県西方沖を震源とする地震の事業所ヒアリング結果

参考2 福岡県西方沖を震源とする地震のアンケート調査結果詳細

第 1 章 検討の概要等

I 検討の趣旨

地震時における負傷者数の低減を図ることを目的として、オフィス家具類や家電製品の転倒・落下防止対策について検討するとともに、住民及び事業所に対して対策の重要性を啓発し、対策実施率の向上を図るため、関連業界・行政機関等による「家具類（オフィス家具・家電製品）の転倒・落下防止対策に関する調査研究委員会」を設置し、検討を行った。

II 検討の背景

近年、「新潟県中越地震」等の人的被害を伴う地震災害が頻発している。

平成17年3月に発生した「福岡県西方沖を震源とする地震」では、福岡市を中心に被害が発生した。幸いにも連休中に地震が発生したため、オフィス街等の繁華街では負傷者等の発生が少なかったが、オフィス等の室内では、オフィス家具、家電製品等の転倒・落下被害が多数報告されている。仮に地震発生が平日の就業時間中であった場合、より多くの負傷者が発生したことが推測される。

また、近年発生した地震では、負傷者の負傷原因のうち、家具類の転倒・落下によるものが3割～5割と大きな割合を占めており、その対策が急がれるところである。しかし、都民を対象にしたアンケート結果（平成16年8月）では、転倒防止実施率は27.8%と阪神・淡路大震災以降横ばい状態であることが判明し、家具類の転倒・落下防止対策は依然として進んでいない状況にある。

これらのことから、オフィス家具、テレビ・冷蔵庫等の家電製品の転倒防止対策を推進する必要がある。

III 委員会の構成

委員会の構成は下表のとおりである。

委員会の構成

(敬省略)

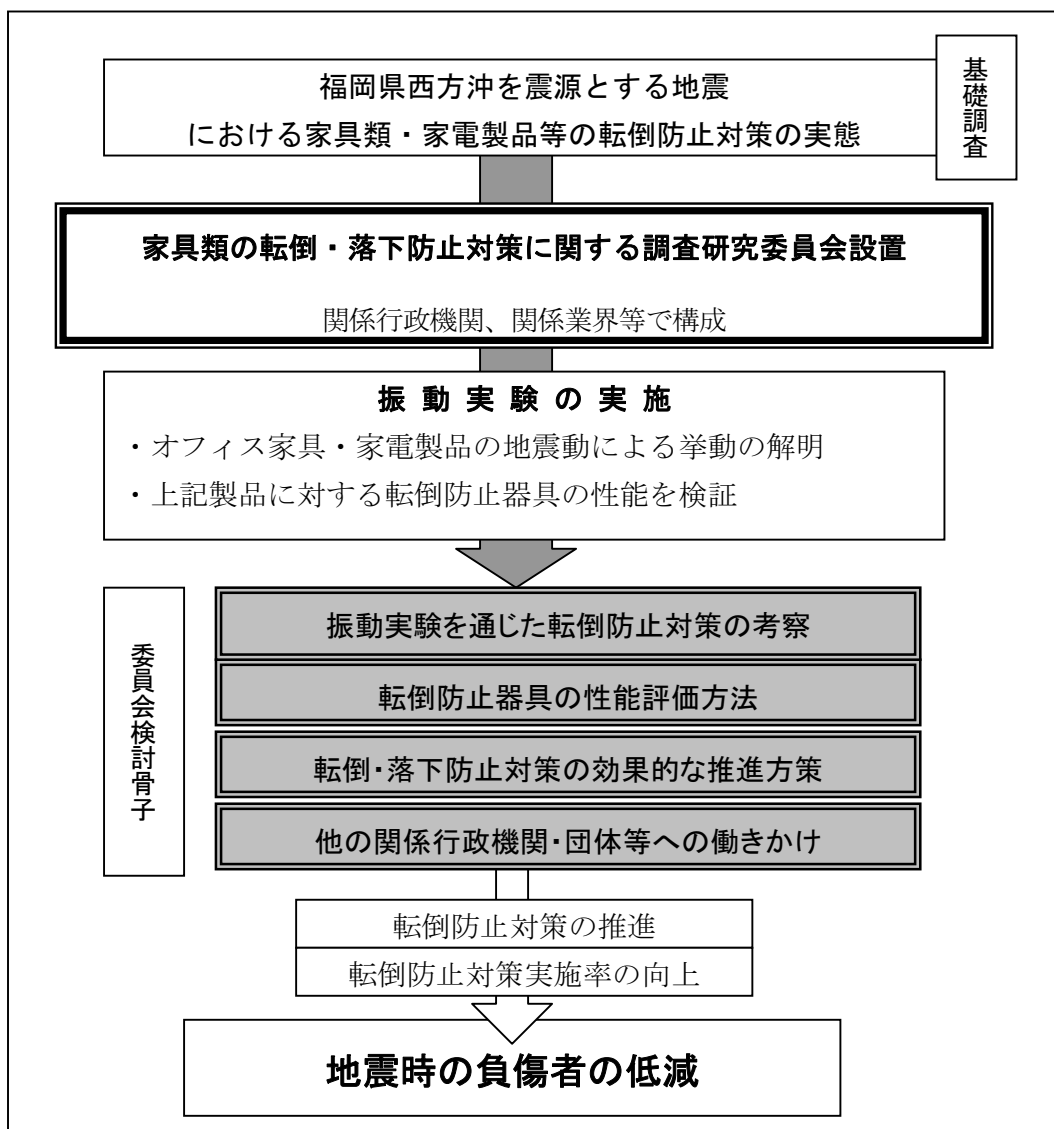
役 職	氏 名	所属団体・役職
委員長	翠 川 三 郎	東京工業大学大学院教授（耐震工学・地震工学）
委員	中 埜 良 昭	東京大学生産技術研究所教授（建築耐震構造学）
〃	横 山 裕	東京工業大学大学院助教授（建築構造・材料）
〃	金 谷 裕 弘	総務省消防庁防災課長
〃	中 村 晶 晴	東京都総務局総合防災部長
〃	野 本 孝 三	東京都都市整備局市街地建築部長
〃	長 岡 徹	独立行政法人都市再生機構都市住宅技術研究所
〃	河 口 洋 輝	社団法人日本オフィス家具協会事務局長
〃	古 米 幸 郎	社団法人日本電機工業会家電部長
〃	田 辺 仁	社団法人電子情報技術産業協会安全委員会委員長
〃	池 山 恭 子	東京都消費者団体連絡センター事務局長
〃	矢 代 嘉 郎	社団法人日本建築業協会
〃	秋 山 恵	東京消防庁防災部長
東京消防庁参画者	坪 木 清 一	参事（防災課長）
〃	大 前 光 昭	参事（予防課長）
〃	田 中 道 高	指導広報部生活安全課長
〃	浅 川 修	指導広報部指導課長
〃	阿出川 悟	防災部副参事
オブザーバー	弥 富 健 一	社団法人不動産協会
〃	磯 野 徹 郎	社団法人東京ビルディング協会
〃	早 崎 洋 一	財団法人建材試験センター
事務局	東 京 消 防 庁 防 災 課 三 菱 総 合 研 究 所	

IV 検討項目等

本委員会では、下記4項目について検討を行った。

- 1 オフィス家具及び家電製品（テレビ・冷蔵庫・電子レンジ）の振動実験を通じた推奨される転倒防止対策の考察
- 2 転倒防止器具の性能評価方法
- 3 転倒・落下防止対策の効果的な推進方策
- 4 他の関係行政機関・団体等への働きかけ

検討の流れは、以下のとおりである。



V 検討経過

1 オフィス家具及び家電製品の振動実験

(1) 実施期間

平成 17 年 8 月 23 日（火）～平成 17 年 9 月 13 日（火）

(2) 実施場所

独立行政法人 都市再生機構都市住宅技術研究所 振動実験棟（八王子市）

(3) 実施目的

- ① 事業所に対し、地震時のオフィス家具及び家電製品の転倒・落下による負傷者の発生について問題提起するとともに、転倒防止対策の重要性を啓発し、対策実施率向上を図る。
- ② オフィス家具、家電製品等の関連業界に対し、各製品等の転倒・落下防止対策に関する改善対応等について、自主的な検討推進、実行等を要請する。
- ③ 転倒防止器具の評価方法（試案）の精度向上を図る。

(4) 検証事項

- ・ オフィス家具の振動挙動と効果的な転倒防止対策の検証
- ・ 家電製品の振動挙動と効果的な転倒防止対策の検証
- ・ 転倒防止器具の性能検証（転倒防止器具の評価手法（試案）の検証）

(5) 実験スケジュール概要

実験日程	内容
8/23(火)	プレ実験①
8/24(水)	プレ実験②
8/25(木)	プレス公開
8/26(金)AM	家具の転倒防止効果の検証①
8/29(月)PM	家具の転倒防止効果の検証②
8/30(火)	冷蔵庫・電子レンジの地震時の挙動把握および転倒防止効果の検証①
8/31(水)	冷蔵庫・電子レンジの地震時の挙動把握および転倒防止効果の検証②
9/5(月)	テレビの地震時の挙動把握および転倒防止効果の検証①
9/6(火)	テレビの地震時の挙動把握および転倒防止効果の検証②
9/7(水)	オフィス家具の地震時の挙動把握および転倒防止効果の検証①
9/8(木)	オフィス家具の地震時の挙動把握および転倒防止効果の検証②
9/9(金)	オフィス家具の地震時の挙動把握および転倒防止効果の検証③
9/12(月)	オフィス家具の地震時の挙動把握および転倒防止効果の検証④
9/13(火)	オフィス家具の地震時の挙動把握および転倒防止効果の検証⑤

2 第1回委員会

(1) 日時・場所

平成17年10月17日(月) 13時00分から15時00分まで
スクワール麴町

(2) 審議事項

- ア 検討フレーム及び検討スケジュール等について
- イ 地震時における家具類の転倒・落下防止対策の実態について
- ウ 転倒防止器具の実験結果について
- エ 床材のすべり測定結果について
- オ 実験結果に関する考察及び留意点(オフィス家具、家電製品及び転倒防止器具の評価方法)
- カ 家具類の転倒・落下防止対策の効果的な推進に係る検討方針について

3 第2回委員会

(1) 日時・場所

平成17年11月29日(火) 10時00分から12時00分まで
三菱総研ビル2階会議室

(2) 審議事項

- ア 実験結果を考慮した転倒防止対策の方向性振動実験に関する検討事項について
- イ 福岡県西方沖地震における被害状況と、防災意識・対策に関するアンケート結果について
- ウ オフィス家具及び家電製品の転倒・落下防止対策の効果的な推進に係る検討について
- エ 転倒防止器具の評価方法について

4 第3回委員会

(1) 日時・場所

平成18年1月11日(水) 14時00分から16時00分まで
三菱総研ビル2階会議室

(2) 審議事項

- ア 振動実験の結果概要及び転倒防止器具の性能試験方法(試案)について
- イ オフィス家具類・家電製品の転倒防止対策に関する指針(案)について
- ウ 家具類(オフィス家具・家電製品)の転倒・落下防止対策の効果的な推進方策について

5 第4回委員会

(1) 日時・場所

平成18年3月1日(水) 13時30分から15時30分まで
スクワール麴町

(2) 審議事項

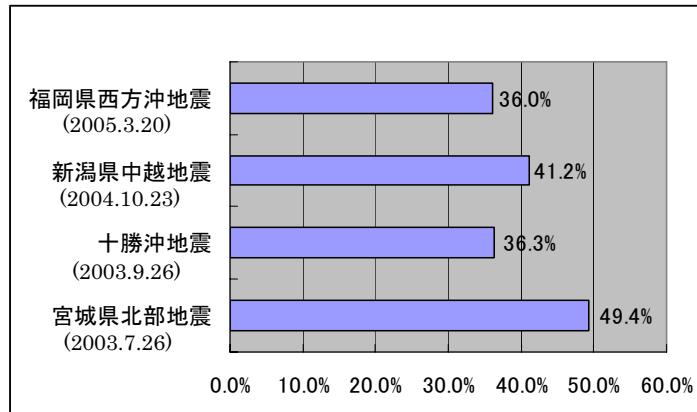
検討結果報告書（案）の作成について

第 2 章 福岡県西方沖を震源とする地震の アンケート調査結果概要

1 アンケート実施の背景

(1) 近年発生した地震における家具類の転倒・落下による負傷者の割合

近年発生した地震による負傷原因を分析すると、家具類の転倒や落下物による負傷者が約3割から5割を占めることが分かる。家具類の転倒・落下が地震時の大きな負傷原因となっている。



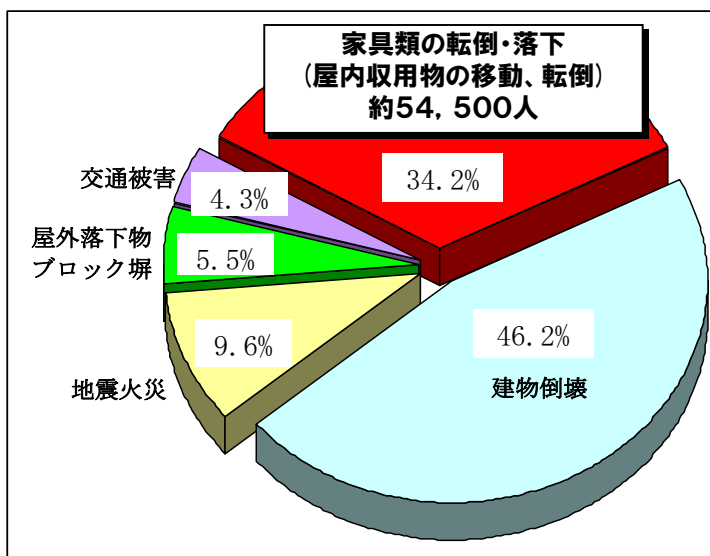
最近発生した地震における家具類の転倒・落下に起因する負傷原因の割合

備考: 福岡県西方沖を震源とする地震は、福岡市内で救急搬送された87人の負傷原因
 新潟県中越地震は、長岡、小千谷地域で救急搬送された216人の負傷原因
 十勝沖地震は、全負傷者849人のうち515人の負傷原因
 宮城県北部を震源とする地震は、全負傷者677人のうち597人の負傷原因

(2) 東京で地震が発生した場合の家具類の転倒・落下による負傷者数

東京湾北部を震源としたマグニチュード7.3の地震が冬の夕方(18時)に発生した場合、東京都の被害想定*によると、都内全域で約54,500人が「家具類の転倒、落下(屋内収容物の移動、落下)」により負傷すると想定されている。

このことから、家具類の転倒・落下防止対策は、地震時における負傷者の発生防止対策として重要であるといえる。



* 参考

「首都直下地震による東京の被害想定」(平成18年3月東京都防災会議)の東京湾北部地震(M7.3 冬の夕方18時)の負傷者(都内全域)

負傷者数の内訳 (人)	
ゆれ液状化による建物倒壊	73,472
家具類の転倒、落下 (屋内収容物の移動、転倒)	54,501
地震火災	15,336
交通被害	6,821
ブロック塀	6,761
屋外落下物	2,037
急傾斜地崩壊	229
合計	159,157

首都直下地震発生時の東京における負傷原因の割合

2 アンケート実施目的及び実施要領

平成 17 年 3 月に発生した福岡県西方沖を震源とする地震（以下、福岡県西方沖地震。当該地震における被害の概要は下表に示すとおり。）において、福岡市内でオフィス家具や家電製品等の転倒・落下被害が発生した。

そこで今回、福岡市内中高層建物事業所・住宅（非木造建物）及び福岡県内一般世帯に対して、地震時における屋内の被害や日頃の地震対策の実態把握のため、アンケート調査を実施することとした。

福岡県西方沖を震源とする地震の被害の概要	
（平成 17 年 5 月 12 日現在 総務省消防庁第 52 報）	
死者	1 人
負傷者	1, 087 人
全壊家屋	133 棟
損傷家屋	8, 864 棟
建物火災	2 件

アンケート調査は、下記要領により平成 17 年 7 月中旬～下旬に実施した。

2. 1 福岡市内中高層建物事業所・住宅（非木造建物）アンケート

調査時期	平成 17 年 7 月 15 日～8 月 2 日			
配布地域	<ul style="list-style-type: none"> 福岡市中央区長浜・舞鶴周辺、博多区博多駅前周辺（震度 6 弱程度） 早良区百道浜周辺（震度 5 強程度） における中高層建物事業所・住宅を対象			
配布方法	ポスティング配布・郵送回収			
配布数 回収数		配布数	回収数	回収率
	中高層建物事業所	810	252	31.1%
	中高層建物住宅	210	59	28.1%
	合計	1,020	311	30.5%

2. 2 福岡県内一般世帯アンケート

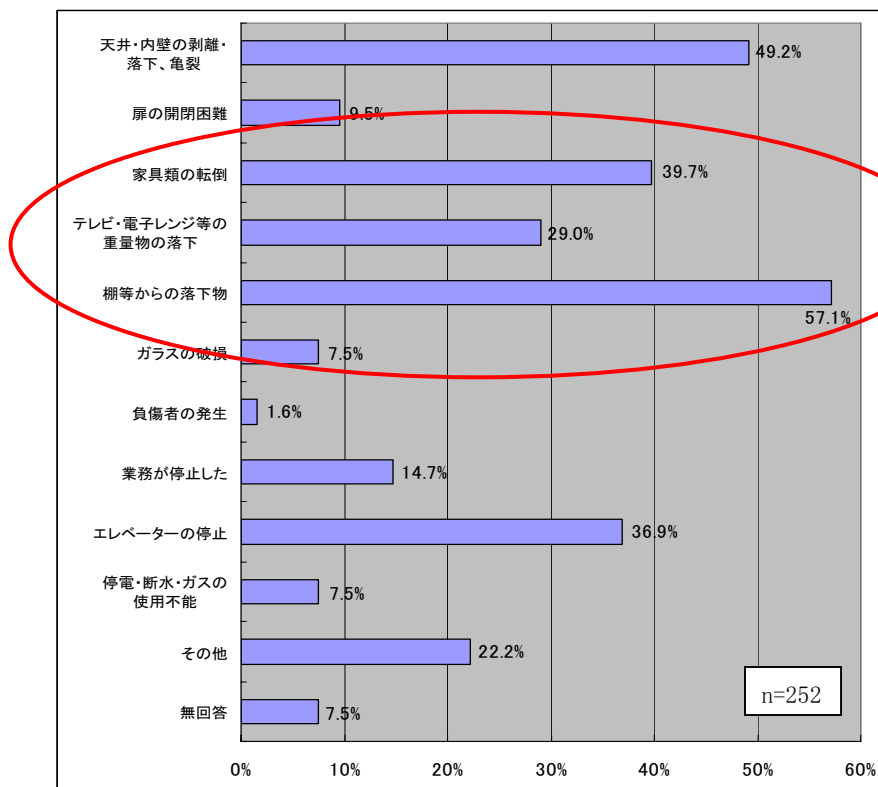
調査時期	平成 17 年 7 月 25 日～29 日				
配布対象	福岡県における一般世帯				
配布方法	Web アンケート（goo リサーチ）				
回答数		回答数			
	福岡県	集合住宅	中高層建物 282票	368票	533票
			低層建物 86票		
		一戸建て住宅	165票		

3 アンケート結果概要

(1) オフィスにおいて発生した被害の種類

回答があったオフィスでの被害は、「置物・小物等の落下」(約 57%) が最も多く、次いで、「壁面等の亀裂・落下」(約 49%)、「家具類の転倒」(約 40%)、「エレベーターの停止」(約 37%) となっている(複数回答)。

地震発生が休日であったことから、負傷者の発生は 1.6%程度に留まったが、就業時間中であった場合、家具類の転倒・落下物の被害が多数発生していることから、負傷者数はさらに増大したと考えられる。このことから、オフィス家具類の転倒や落下物により、オフィスの地震対策として家具類の転倒・落下防止対策が重要であるといえる。

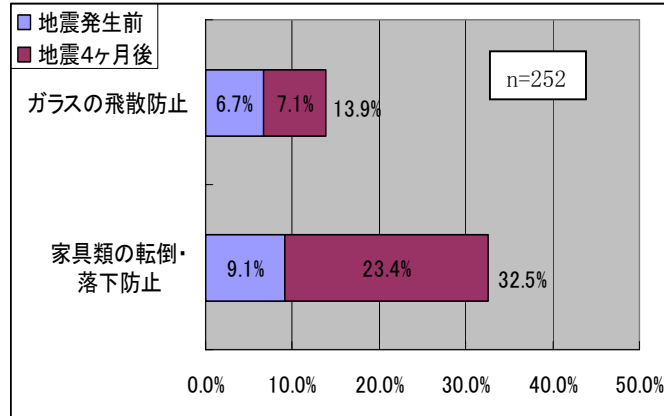


福岡県西方沖地震で発生したオフィスの被害の種類

(2) オフィスにおけるガラスの飛散防止、家具転倒・落下防止対策の実施率

地震発生前は、ガラスの飛散防止、家具類の転倒・落下防止対策の実施率は、合わせても 10%に届いていない状況であった。

しかし、地震発生 4 ヶ月後では、ガラスの飛散防止は約 14%、家具類の転倒・落下防止対策も約 33%に向上した。地震災害を通じて家具転倒・落下防止対策の重要性と有効性を認識したことによる効果と考えられる。

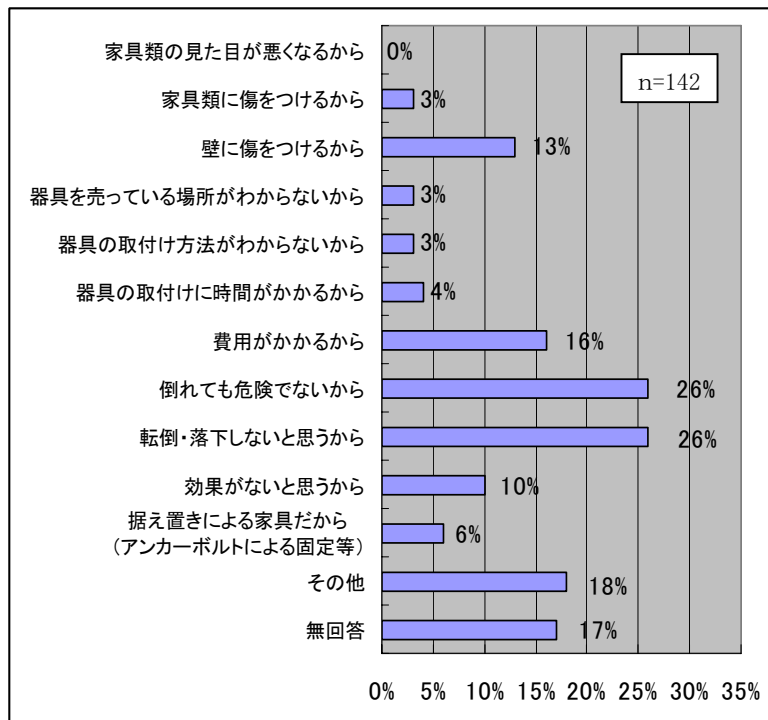


福岡市におけるオフィスの対策実施率の変化

また、福岡市内の一般世帯アンケート結果では、地震前の地震前の転倒防止実施率は6%と低い傾向にあった。しかし、地震後の転倒防止実施率は28.7%と平成16年の東京における実施率(27.6%)と同程度まで向上している。

(3) 家具類の転倒・落下防止対策を行わない理由

家具類の転倒・落下防止対策を実施しない理由としては、「倒れても危険でないから」、「転倒・落下しないと思うから」が最も多く、家具類の転倒の危険性や対策の効果を認知していないことが最大の理由となっている。また、「費用がかかるから」、「壁に傷をつけるから」が次いで多くなっている。

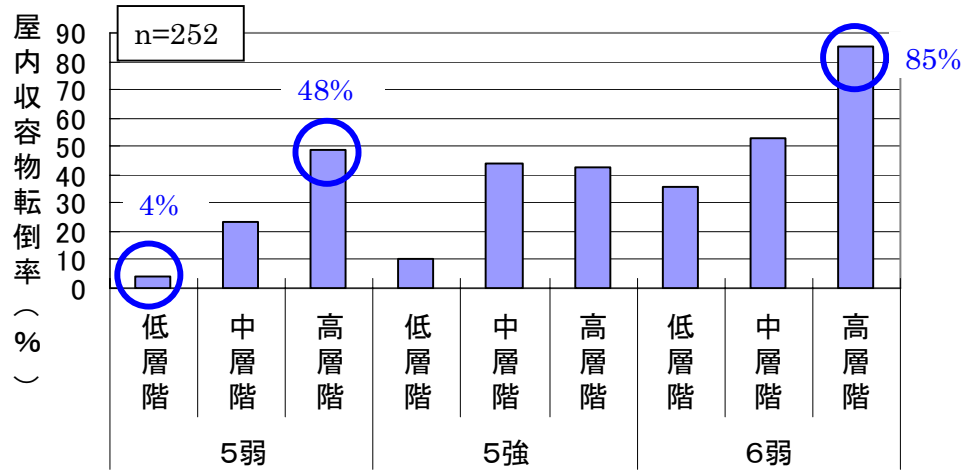


福岡市内のオフィスにおける家具類の転倒・落下防止対策を行わない理由

(4) 階層別及び震度別の転倒・落下状況

「ロッカー・棚・冷蔵庫等の大きな収容物の転倒被害」に関する回答結果を見ると、震度が大きくなるにつれて、また高層階¹になるにつれて、屋内収容物の転倒率が高くなる傾向がうかがえる。

特に、地表震度が震度5弱の地域における低層階の被害は回答総数の約4%であったのに対し、震度6弱の地域の高層階被害は約85%と、約21倍にも上っている。



福岡市内のオフィスにおける階層別・震度別の転倒率

4 アンケート結果のまとめ

今回のアンケートを通じて把握された主な傾向等について、以下にとりまとめる。

1 震度が大きく、階数が高くなるほど被害発生率が大きくなる傾向

福岡市内の中高層建物事業所・住宅（非木造建物）アンケート結果から、オフィス家具・冷蔵庫等の転倒被害や、テレビ・電子レンジ等の落下被害は、震度が大きくなるほど、階数が高くなるほど被害発生率が大きくなる傾向が判明した。

① オフィス家具等の転倒被害が震度6弱地域では6割以上発生

震度6弱地域で63%、震度5強地域で32%、震度5弱地域で26%の事業所で被害が発生している。階数別（震度6弱地域）に被害を見ると、高層階（11階以上）の85%、中層階（10階～4階）の53%、低層階（3階以下）の36%の事業所で被害が発生している。

¹ ここでは3階以下を低層階、4～10階を中層階、11階以上を高層階として集計した。

② テレビ等の落下物被害が震度6弱地域では4割以上で発生

震度6弱地域で43%、震度5強地域で38%、震度5弱地域で12%の事業所で被害が発生している。階数別（震度6弱地域）に被害を見ると、高層階の74%、中層階の26%、低層階の14%の事業所で被害が発生している。

③ 震度6弱地域の高層階オフィスは、震度5弱地域の低層階オフィスに比べ、約21倍の家具類の転倒被害が発生

オフィス家具・冷蔵庫等の転倒被害について、震度5弱の低層階の被害を基準（1倍）として比較すると、地表で同震度の高層階被害は約12倍、さらに地表震度が6弱の地域の高層階被害は約21倍にも上がることが判明した。

2

福岡県内一般世帯における防災対策実施率は福岡県西方沖地震後に向上

① 家具の転倒防止対策実施率の向上（転倒防止対策の重要性の認識）

地震前の転倒防止対策実施率6.0%が、地震後では28.7%と大幅に向上した。これは、地震の揺れを経験し、家具等の転倒防止対策の重要性を認識したためと考えられる。

② 落下物や出火防止に対する対策実施率も向上

「高い所に物を置かない」の地震前14.3%が、地震後47.8%に大幅に向上している。「火を使う器具の周りの整理」は、地震前に19.5%であったものが、地震後に29.5%に増加している。地震を経験し、室内収容物の落下防止対策についても、転倒防止対策と同様にその重要性がさらに認識されたと考えられる。

③ 福岡県の転倒防止実施率は平成16年の東京における実施率と同程度まで向上

今回の福岡県内における一般世帯アンケート結果では、地震前の転倒防止実施率は6%と低い傾向にあった。しかし、地震後の転倒防止実施率は28.7%と平成16年の東京における実施率（27.6%）と同程度まで向上した。

なお、東京における平成17年の転倒防止対策実施率は、新潟県中越地震や福岡県西方沖地震を震源とする地震の影響及び転倒防止対策推進キャンペーンの効果等から、阪神・淡路大震災以降初めて3割を超え、35.5%に向上した（※）。

（※）東京消防庁が平成17年11月に実施した「消防に関する世論調査」結果に基づく。

**第 3 章 オフィス家具・家電製品の振動実験
結果概要及び転倒防止器具の性能試験方法**

I オフィス家具・家電製品の振動実験結果概要

1 実験の概要

1. 1 実験の目的

本実験は下記3点を目的として行われた。

- ① 地震時におけるオフィス家具及び家電製品の挙動や、転倒・落下のメカニズムを解明する。
- ② オフィス家具、家電製品の効果的な転倒・落下防止対策について検討する。
- ③ 実験結果を踏まえ、転倒防止器具の評価方法（試案）の精度向上を図る。

1. 2 実験の実施

(1) 実施期間

平成17年8月23日（火）～平成17年9月13日（火）

(2) 実施場所

独立行政法人 都市再生機構都市住宅技術研究所 振動実験棟（八王子市）

(3) 検証事項

- ・オフィス家具の振動挙動と効果的な転倒防止対策の検証
- ・家電製品の振動挙動と効果的な転倒防止対策の検証
- ・転倒防止器具の性能検証（転倒防止器具の評価手法（試案）の検証）

(4) 実験スケジュール概要

以下に示すスケジュール概要に基づき、実験を行った。

表 3-1-1 実験スケジュール概要

実験日程	内容	実験回数	備考
8/23(火)	プレ実験①	19	冷蔵庫・電子レンジ・オフィス家具を対象とした入力波や床材の違いによる挙動把握。
8/24(水)	プレ実験②	13	冷蔵庫・電子レンジ・オフィス家具の挙動把握と転倒防止効果の検証。
8/25(木)	プレス公開	9	冷蔵庫・電子レンジ・テレビ・オフィス家具を対象とした公開実験。
8/26(金)AM	家具の転倒防止効果の検証①	8	試験体は主に家具(中)。
8/29(月)PM	家具の転倒防止効果の検証②	21	
8/30(火)	冷蔵庫・電子レンジの地震時の挙動把握および転倒防止効果の検証①	13	
8/31(水)	冷蔵庫・電子レンジの地震時の挙動把握および転倒防止効果の検証②	18	一部、家具の振動実験も実施。
9/5(月)	テレビの地震時の挙動把握および転倒防止効果の検証①	18	試験体は主にブラウン管及び液晶。
9/6(火)	テレビの地震時の挙動把握および転倒防止効果の検証②	23	試験体は主にプラズマ。
9/7(水)	オフィス家具の地震時の挙動把握および転倒防止効果の検証①	19	試験体は一体型と二段型。
9/8(木)	オフィス家具の地震時の挙動把握および転倒防止効果の検証②	14	試験体は主に二段連結型及び一段ラテラル。
9/9(金)	オフィス家具の地震時の挙動把握および転倒防止効果の検証③	19	試験体は主に二段連結型及び一段ラテラル。
9/12(月)	オフィス家具の地震時の挙動把握および転倒防止効果の検証④	20	一部、プラズマテレビの振動実験も実施。
9/13(火)	オフィス家具の地震時の挙動把握および転倒防止効果の検証⑤	3	試験体は主に一体型。

1. 3 実験条件

(1) 振動台

実験に用いた3軸振動台の性能諸元は以下のとおり。

【テーブル規格】 4m×3m 最大荷重 4ton

【最大変位】 X : ±25cm Y : ±20cm Z : ±10cm

【最大速度】 X, Y, Z : ±75cm/s

【最大加速度】 X, Y : 1.2G Z : 0.8G



図 3-1-2 3軸振動台の外観

(2) 居室模型

居室模型の外観を以下に示す。本模型は、鉄骨で壁と天井のフレームを作成し、15mm厚の合板を2枚ボルトで取り付け、さらにその上に薄い化粧合板をくぎ止めして作成された。

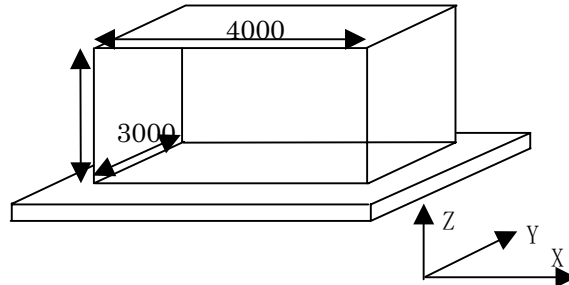


図 3-1-3 居室模型の外観

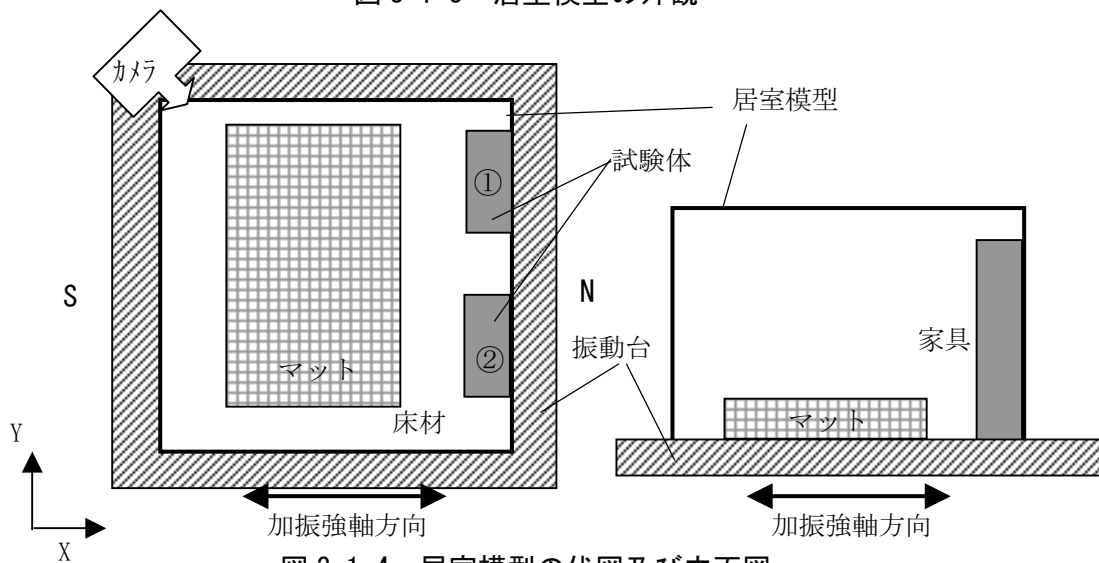


図 3-1-4 居室模型の伏図及び立面図

(3) 床材

床材の違いによる試験体の挙動の差異や、転倒防止対策への影響を検証する目的で、フローリング、カーペット、P タイルを床材として本実験を実施した。

硬底と床材とのすべり抵抗係数 (Coefficient of Slip Resistance) の測定結果を下図に示した²。値は大きいほど滑りにくいことを意味する指標であり、いずれも一般的に使用されている床材として想定される範囲内であることが確認された。



フローリング (0.612)



カーペット (0.729)



P タイル (0.783)

図 3-1-5 実験に用いた床材

(4) 加振に用いた各種波形

ア 正弦波

試験体の挙動に影響を与える振動数を把握するため、スイープ試験を行った。入力波形には、水平一軸方向成分のみ有する 0.5~5Hz まで振動数を掃引させた正弦波を用いた。

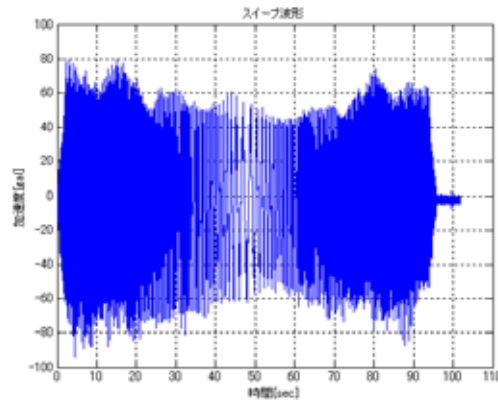


図 3-1-6 スイープ加振波の時刻歴波形
(加振時間：102 秒間)

イ 地震波

地震動による試験体の挙動を把握するため、以下の地震波により加振した。各波形の最大値等の諸元、時刻歴波形、加速度応答スペクトルを示す。

- ・ 1995 年兵庫県南部地震 神戸海洋気象台の波形 震度 5 強相当に縮小
- ・ 同上 震度 6 弱相当に縮小
- ・ 同上 震度 6 強相当 (原波)

² 東工大横山研究室にご協力いただき、簡易型すべり試験機を使用して測定した。

- 2004年新潟県中越地震 気象庁小千谷の波形 震度6強相当（原波）
- 想定東海地震 大手町高層ビルの応答波³ 原波を25階建てのRC造高層モデルに入力した時の18階前後の応答波（水平一方向成分のみ）

以下、兵庫県南部地震神戸海洋気象台波を「JMA 神戸波」、新潟県中越地震気象庁小千谷波を「JMA 小千谷波」、想定東海地震大手町高層ビルの応答波を「長周期波」という。

なお本実験では、安全側の評価の観点から試験体の向きを調整した。例えばJMA 神戸波震度6強波形の場合、NS方向成分の最大加速度818galが壁面に押し付ける形で作用するよう、居室内の北側壁面に試験体を設置した。

表 3-1-7 地震波の種類と最大値

No.	地震波の種類	震度階級	計測震度	成分	加振方向	加速度 [cm/s ²]	速度 [cm/s]	変位 [cm]
1	1995年兵庫県南部 (JMA神戸)	5強	5.5	NS	X	276	29	7
				EW	Y	208	24	7
				UD	Z	112	13	4
2		6弱	6.0	NS	X	491	52	13
				EW	Y	370	43	12
				UD	Z	199	23	7
3		6強 (原波)	6.4	NS	X	818	87	22
				EW	Y	617	71	20
				UD	Z	332	39	11
4	2004年新潟県中越 (JMA小千谷) 原波	6強		NS	X	779		
				EW	Y	898		
				UD	Z	731		
5	想定東海地震 (大手町) 入力時の 25階建18階の応答波			NS	Y	184		
				EW	X	190		
				UD	Z	—		

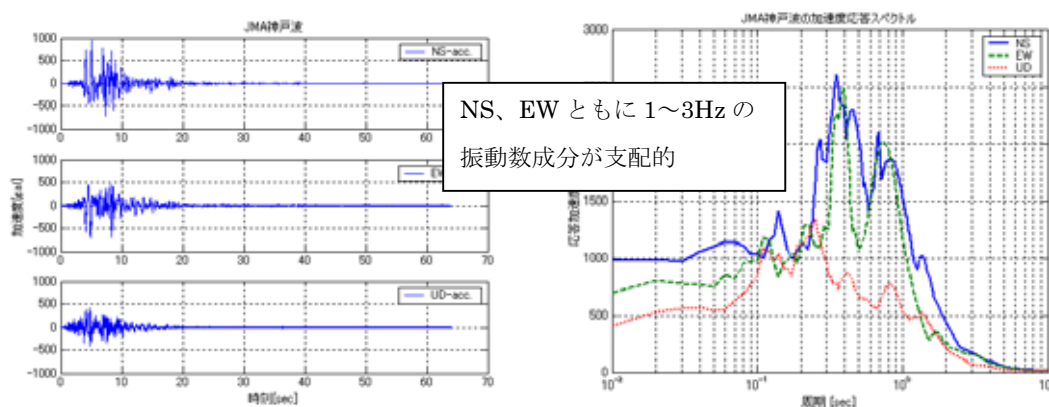


図 3-1-8 JMA 神戸波の時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(加振時間：64 秒間)

³ 本実験では長周期地震動として、東工大翠川研究室よりご提供頂いた波形（想定東海地震が一次固有周期1.72秒、減衰2%のRC造高層モデルに入力した際の18階前後の応答波）を用い、ベクトル合成により水平一軸方向成分のみの加振を行った。ただしこれはあくまで長周期地震動の一例であり、条件によってはこれを大幅に上回る場合があることに留意する必要がある。

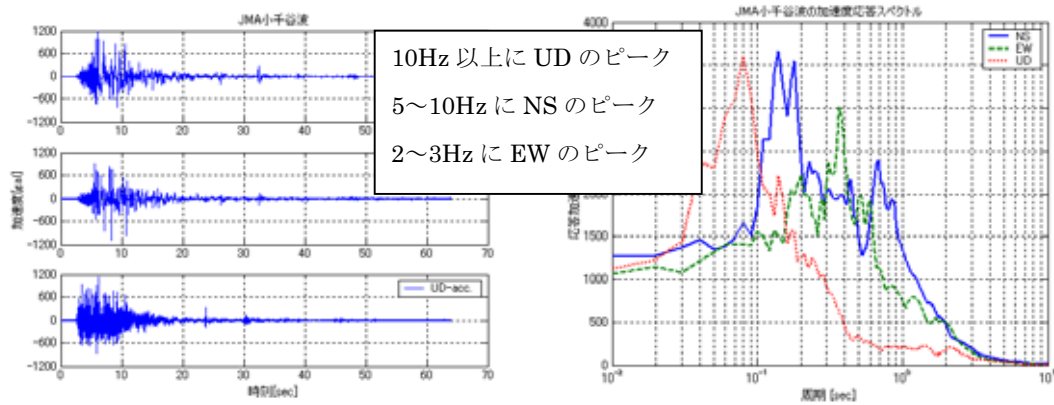


図 3-1-9 JMA 小千谷波の時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(加振時間：64 秒間)

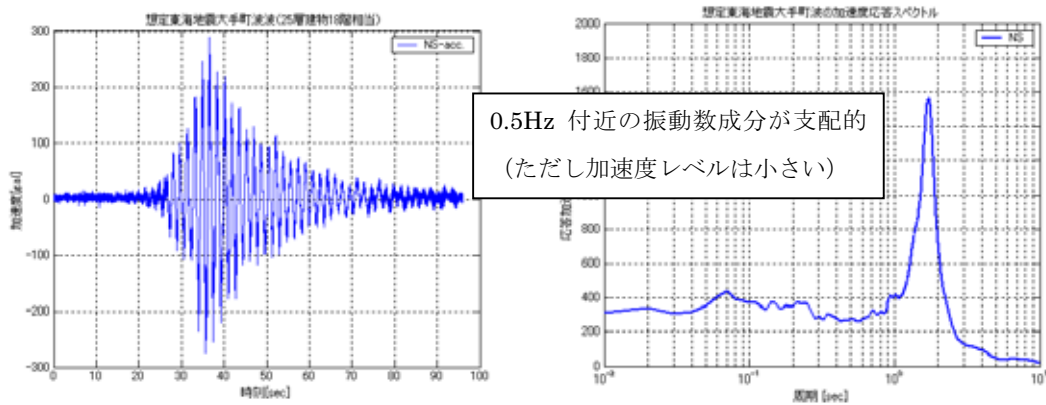


図 3-1-10 想定東海地震時大手町波の時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(加振時間：96 秒間)

(5) 試験体

試験体の形態による挙動の違いを把握するため、以下の試験体を対象とした。

ア 木製家具

大・中・小の3種類について、フローリング上に設置した。



家具 (大)：食器棚家具 (中)：ハイチェスト (小)：ローチェスト

図 3-1-11 実験に用いた木製家具

イ 電子レンジ

実際の使用状況に鑑み、電子レンジをレンジ台上に設置した（レンジ台はフローリング上に固定）。



電子レンジ台 (H1200 W600 D455)



電子レンジ

※台には図のように炊飯ジャーを設置した。

図 3-1-12 実験に用いたレンジ台及び電子レンジ

ウ 冷蔵庫

片開き・両開きの2種類について、フローリング上に設置した。



片開き冷蔵庫



両開き冷蔵庫

図 3-1-13 実験に用いた冷蔵庫

エ テレビ

実際の使用状況に鑑み、ブラウン管・液晶・プラズマテレビの各社製品をテレビ台上に設置した（テレビ台はフローリング上に固定）。



テレビ台 (H435mm×W1300mm×D441mm)

※質量約 30kg、材質は表面がハイグロスシート、側・内装材はプリント化粧合板、背面化粧仕上げ。台には試験体以外何も設置していない。



ブラウン管テレビ



液晶テレビ



プラズマテレビ

※実験にはブラウン管、液晶、プラズマそれぞれ3つの製品を使用した。

図 3-1-14 実験に用いたテレビ台及びテレビ

オ オフィス家具

一体型・二段型・二段連結型・一段ラテラルの4種類について、Pタイル上に設置した。



一体型（収納キャビネット開き一体）



二段型（旧型保管庫2段積み）



二段連結型（収納キャビネット開き・引き出し2段積み）



一段ラテラル（ラテラル3段）

図 3-1-15 実験に用いたオフィス家具

上記ア～オの各試験体の寸法や質量等について、次頁表 3-1-16 に示す。

表 3-1-16 試験体の寸法、質量等

試験体	試験体細分類	外寸法[mm]	本体質量 [kg]	内容物 [kg]	備考	
木製家具	大：食器棚	H：1800 W：830 D：444	60	50	フーリング [®] 上に 設置	
	中：ハイチェスト	H：1380 W：850 D：450	48	44.1		
	小：ローチェスト	H：840 W：850 D：450	32	27		
電子レンジ（容量 16L）		H：280 W：475 D：350	14	—	フーリング [®] 上に 固定したレ ンジ台の上 に設置	
冷蔵庫	片開きタイプ（容量 405L）	H：1798 W：675 D：661	88	50	フーリング [®] 上に 設置	
	両開きタイプ（容量 401L）	H：1798 W：675 D：616	93	50		
テレビ	ブラウン管 （29 インチクラス）	A 社製	H：732 W：587 D：518	48.5	—	フーリング [®] 上に 固定したテ レビ台の上 に設置
		B 社製	H：651 W：590 D：502	39.4	—	
		C 社製	H：582 W：751 D：500	43	—	
	液晶 （32 インチクラス）	D 社製	H：608 W：792 D：309	20.7	—	
		E 社製	H：808 W：637 D：304	24	—	
		F 社製	H：630 W：794 D：300	22.7	—	
	プラズマ （42 インチクラス）	G 社製	H：1233 W：713 D：91	43.1	—	
		H 社製	H：1076 W：632 D：92	36.3	—	
		I 社製	H：1138 W：824 D：369	40	—	
オフィス 家具	一体型：収納キャビネット 開き一体	H：2076 W：900 D：450	73	360	P タイル上 に設置	
	二段型：旧型保管庫 2 段積 み	H：1858 W：880 D：515	62.5	360		
	二段連結：収納キャビネッ ト開き・引き出し 2 段積み	H：2076 W：900 D：450	62.5	360		
	一段ラテラル：収納キャビ ネット開き・引き出し 1 段	H：1022 W：900 D：450	57	180		


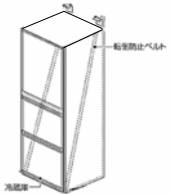
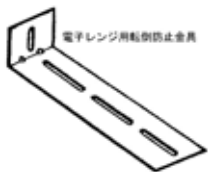
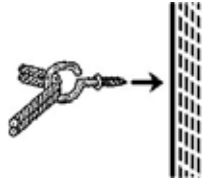
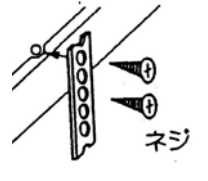
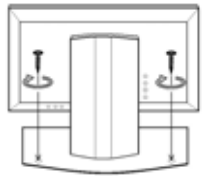
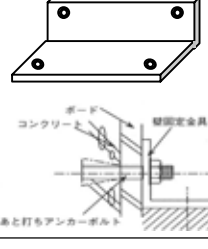
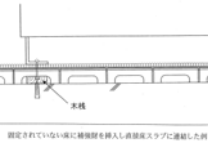

(6) 転倒防止方式

本実験で検証対象とした転倒防止方式を、表 3-1-17 及び 3-1-18 に示す。

表 3-1-17 実験における試験体及び固定方式

固定方式	木製家具	冷蔵庫	電子レンジ	TV	ワゴン家具
 L型金具 対象物と壁を、金具をネジ留めすることにより固定するタイプ	○				
 L型金具（下向き取付） 対象物と壁を、下向きに取り付けた金具をネジ留めすることにより固定するタイプ	○				
 プレート式 対象物と壁をそれぞれネジ留めした金具を、金属プレートで結ぶタイプ	○				
 ベルト式 対象物と壁をそれぞれネジ留めした金具を、ベルトで結ぶタイプ	○	○			
 ポール式 ネジ留めすることなく、対象物と天井の間隙に設置する棒状のタイプ	○	○			○
 隙間家具式 ネジ留めすることなく、対象物と天井の間隙に設置する直方体状のタイプ	○				○
 ストッパー式 対象物の前面下部にくさび状に挟み込み、対象物を壁側に傾斜させるタイプ	○				
 マット式 粘着性または衝撃吸収性のゲル状のもので、対象物底面と床面を接着させるタイプ	○		○	○	
 ストラップ式 対象物と台上でそれぞれ接着固定された部分を、プラスチック製のベルトで固定するタイプ			○	○	

表 3-1-18 試験体の各メーカーが推奨する固定方式

固定方式	冷蔵庫	電子レンジ	テレビ	オフィス家具
 <p>上部ベルト式 冷蔵庫上部に設けられた穴にベルトを通し、壁面に打ち込まれた金具と結ぶタイプ</p>	○			
 <p>下部長ベルト式 冷蔵庫下部に設けられた穴に長いベルトを通し、壁面に打ち込まれた金具と結ぶタイプ</p>	○			
 <p>背面L型固定式 壁と電子レンジ背面に設けられた穴を、金具をネジ留めすることにより固定するタイプ</p>		○		
 <p>ロープ・ヒートン式 壁面にヒートンを打ち込み、テレビ背面を布状のロープで結ぶタイプ</p>			○	
 <p>プラスチックバンド式 テレビ背面や台座に設けられた穴とテレビ台を、プラスチック製バンドで結ぶタイプ</p>			○	
 <p>ビス止め式 テレビ台座に設けられた穴とテレビ台を、ビスで固定するタイプ</p>			○	
 <p>壁固定式 オフィス家具上部に設けられた穴と壁面を、ボルトで固定するタイプ</p>				○
 <p>床固定式 オフィス家具と床面をボルトで固定するタイプ</p>				○
 <p>連結式 オフィス家具に予め設けられた穴を通じ、上下段または別々の2台をボルトや金具で連結するタイプ</p>				○

(7) 振動計測方法

- ・ 加速度計を振動台上（水平 2 方向+上下方向）、試験体天板上中央（水平 2 方向+上下方向）に設置した。
- ・ 変位計で試験体頂部の変位（水平 1 方向）を計測した。本実験では測定範囲±100mm のレーザー変位計を用いた。
- ・ サンプルング振動数は 200Hz とした。

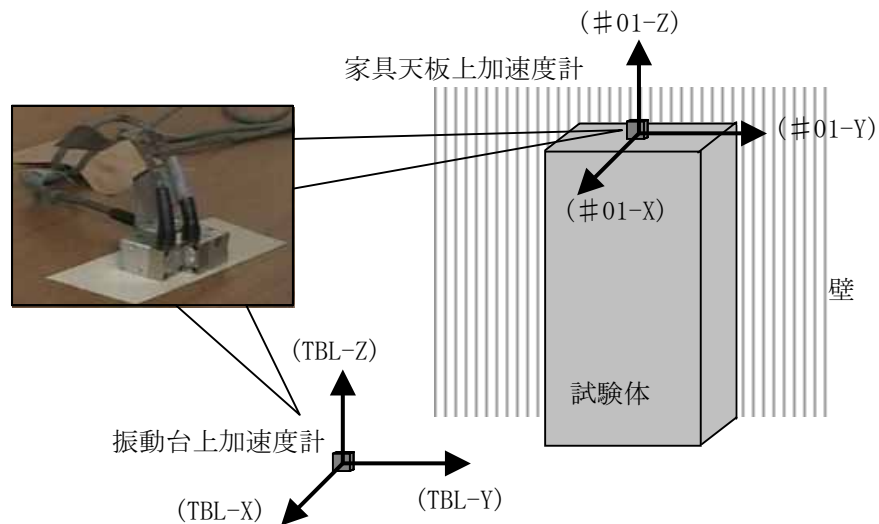


図 3-1-19 加速度計測の方法

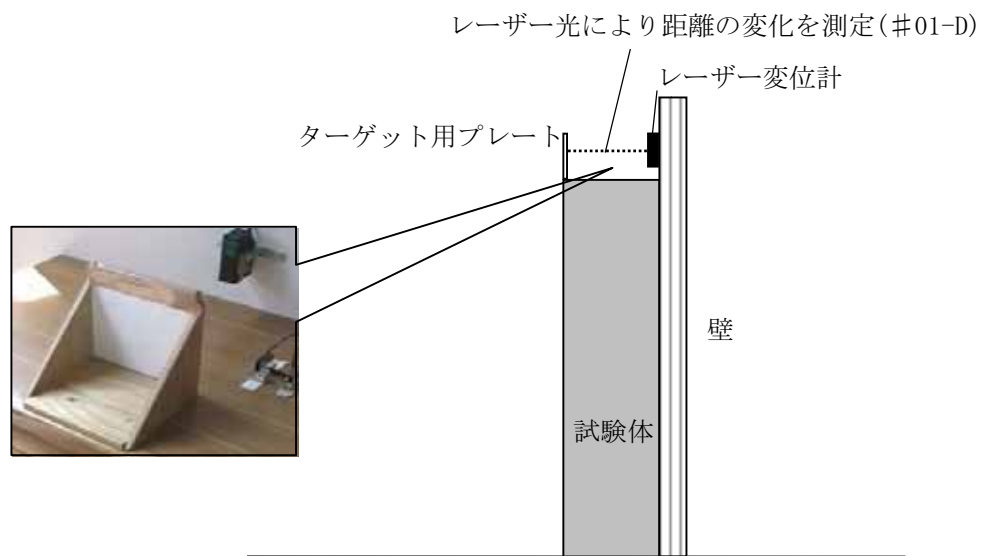


図 3-1-20 変位計測の方法

(8) 試験体の挙動の把握

また、加振中の試験体の挙動としては、下記(a)~(e)のケースが挙げられる。外観目視および加振後の映像分析により、これらの挙動を観察し整理した。

- (a) 全体的に安定している
- (b) 転倒はしないが、ロッキング（揺れ）が見られる
- (c) 転倒はしないが、移動（滑り）が見られる
- (d) 転倒はしないが、転倒防止器具が損傷（破損・変形・離脱等）する
- (e) 最終的に転倒する

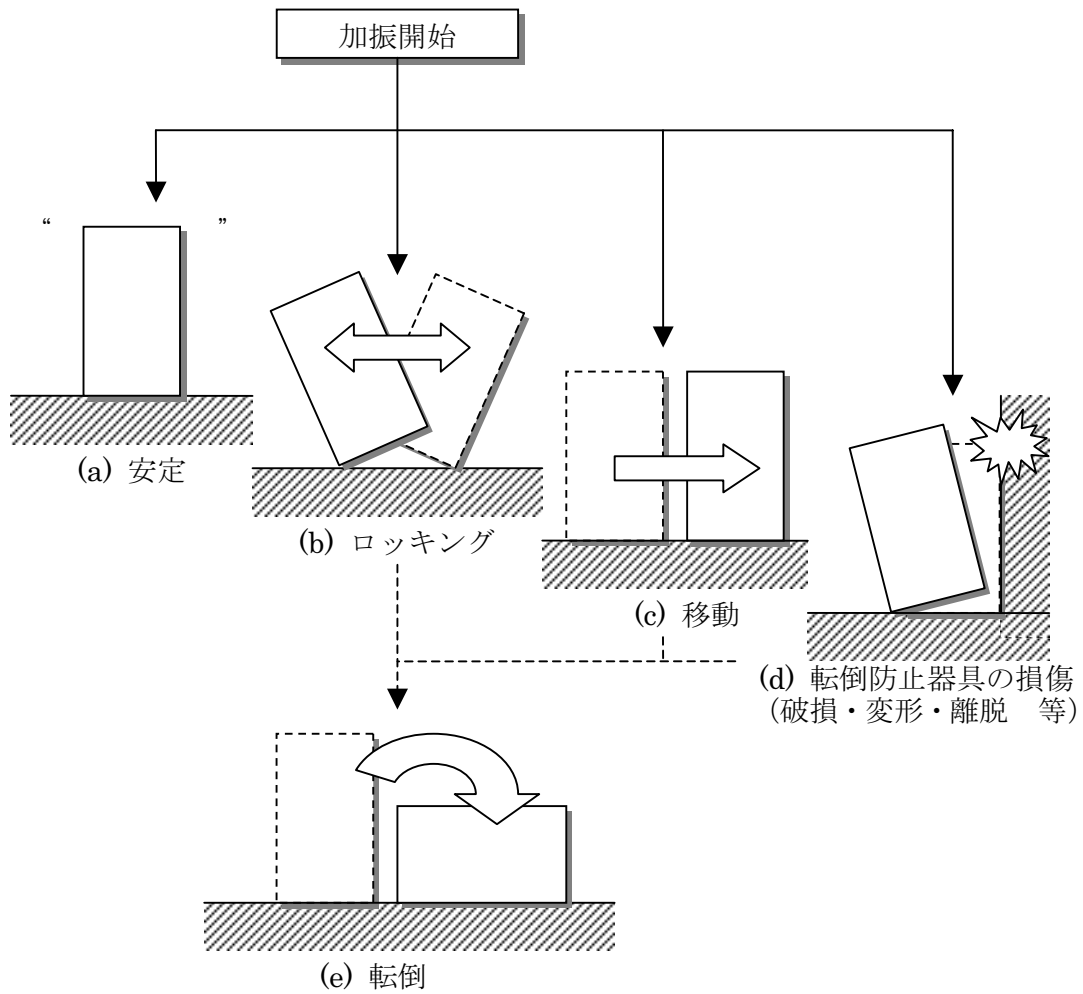


図 3-1-21 試験体の挙動ケース

2 実験結果概要

兵庫県南部地震神戸海洋気象台波を使って各種試験体を加振し、各転倒防止器具の効果を検証した結果について、概要を表3-2-1～3-2-4に、詳細な結果を表3-2-5～3-2-9に示した。

なお、表中の転倒防止器具の欄の◎印は、メーカーが推奨する転倒防止方式を意味する。実験結果の欄の○印は安定したケース、一印は今回実験を行っていないケースを示す。

表 3-2-1 オフィス家具の主な転倒実験結果

オフィス家具の種類	転倒防止器具	震度別の実験結果		
		震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強
一体型保管庫 H2.1m	対策なし	移動小	ロッキング 移動	転倒
	ポール式	—	—	転倒 器具損傷
	隙間家具式	—	—	転倒 器具損傷
	◎壁固定式	○	○	ロッキング小
	◎床・壁固定式	○	○	○
2 段型保管庫 H1.9m	対策なし	移動	転倒	転倒
	ポール式	—	—	転倒 器具損傷
	隙間家具式	—	—	ロッキング 移動
	◎壁固定式	○	○ (扉開く)	ロッキング小 (扉開く)
	◎床・壁固定式	○	○ (扉開く)	○ (扉開く)
	◎壁固定+ 上下連結式	—	○ (扉開く)	ロッキング小 (扉開く)
1 段型ラテラル H1.0m 【壁面設置】	対策なし	○	移動小	ロッキング 移動
	◎壁固定式	○	○	○
1 段型ラテラル H1.0m 【中央設置】	対策なし	ロッキング小	移動	転倒
	2 台背合わせ	—	ロッキング 移動	ロッキング 移動
	◎2 台背面連結	—	○	○

- i) 床面はP タイルとした。
- ii) 2 段型は、上下連結のないタイプについて示した。
- iii) 1 段型は、壁面に沿って設置した場合と、中央に単独で設置した場合に分けて示した。

表 3-2-2 テレビの主な転倒実験結果

テレビの種類	転倒防止器具	震度別の実験結果		
		震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強
プラズマ (42 インチクラス)	対策なし	移動	落下	落下
	マット式	—	器具損傷	落下
	◎ビス止め式	○	器具損傷	器具損傷
	◎プラスチックバンド式	ロッキング	落下 器具損傷	—
	◎ロープ+ヒートン式	—	—	落下 器具損傷
液晶 (32 インチクラス)	対策なし	移動	落下	落下
	マット式	—	—	移動
	◎プラスチックバンド式	○	移動	後傾 器具損傷
	◎ロープ+ヒートン式	—	—	移動
ブラウン管 (29 インチクラス)	対策なし	○	移動	落下
	ストラップ式	—	—	落下 器具損傷
	◎プラスチックバンド式	○	○	落下
	◎ロープ+ヒートン式	—	—	落下 器具損傷

- i) フローリング上に固定したテレビ台の上にテレビを載せた。
- ii) 複数の製品を用いた中で、最も危険性の高かった結果を表示した。
- iii) プラズマテレビ及び液晶テレビに取り付けるマットには、底面積の大きなものを使用した。

表 3-2-3 冷蔵庫の主な転倒実験結果

転倒防止器具	震度別の実験結果		
	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強
対策なし	移動小	移動	移動
ポール式	—	—	移動 器具損傷
◎下部長ベルト固定式	○	移動	移動
◎上部ベルト固定式	○	○	移動小

i) 床面はフローリングとした。

表 3-2-4 電子レンジの主な転倒実験結果

転倒防止器具	震度別の実験結果		
	震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強
対策なし	○	移動	落下
マット式	—	—	○
ストラップ式	○	○	○
◎背面 L 型固定式	○	○	○

i) フローリング上に固定したレンジ台の上に電子レンジを載せた。

2. 1 オフィス家具について

表 3-2-5 オフィス家具の転倒実験結果

試験体	共振振動数 (スイプ波)	転倒防止対策	神戸波			中越波	長周期波
			震度5強	震度6弱	震度6強	震度6強	
一体型	■中央設置 : 2Hz ・上部重心 : 4Hz ・下部重心 : 5Hz以上	対策なし	—	—	—	—	—
		上部重心	○	ロッキング 移動	—	—	ロッキング
		下部重心	○	ロッキング小	—	—	○
		◎床固定式	○	ロッキング小 (扉開く)	ロッキング (扉開く)	ロッキング (扉開く)	○
		◎2台背面連結式	—	—	ロッキング小	—	—
	■壁面設置 : 5Hz以上	対策なし	移動小	ロッキング 移動	転倒	転倒	転倒
		ポール式	—	—	転倒 器具損傷	—	—
		隙間家具式	—	—	転倒 器具損傷	—	—
		◎壁固定式	○	○	ロッキング小	○	○
		◎床・壁固定式	○	○	○	○	○
二段型	■壁面設置	対策なし	移動	転倒	転倒	転倒	ロッキング
		ポール式	—	—	転倒 器具損傷	—	—
		隙間家具式	—	—	ロッキング 移動	—	—
		◎壁固定式	○	○ (扉開く)	ロッキング小 (扉開く)	ロッキング小 (扉開く)	○
		◎床・壁固定式	○	○ (扉開く)	○ (扉開く)	○ (扉開く)	○
		◎壁固定+ 上下連結式	—	○ (扉開く)	ロッキング小 (扉開く)	ロッキング小 (扉開く)	—
二段連結型	■壁面設置 : 5Hz以上	対策なし	○	移動	転倒	転倒	○
		◎壁固定式	—	○	ロッキング小	ロッキング小	—
		◎上下固定式	○	○	○ (扉開く)	○ (扉開く)	○
		◎上部固定式	○	○	ロッキング小 (扉開く)	ロッキング小 (扉開く) 器具損傷	○
一段ラテラル	■中央設置 : 4.5~5Hz	対策なし	ロッキング小	移動	転倒	転倒	○
		上部重心	—	—	転倒	—	—
		下部重心	—	—	転倒	—	—
		◎2台背面連結式	○	移動小	移動	移動	○
	■壁面設置	対策なし	○	移動小	移動	移動	○
		上部重心	○	ロッキング小	転倒	転倒	○
		下部重心	○	○	移動	○	○
		◎壁固定式	○	○	○	○	

地震波によるオフィス家具の加振結果の要点は以下のとおり。

- ・ほとんどの場合において、転倒防止対策をしないと震度6強レベルで転倒した（一段ラテラルを壁面に沿って設置した場合を除く）。二段型オフィス家具について転倒防止対策をしない場合は、震度6弱レベルでも転倒した。

- ・床や壁に固定するメーカー推奨の固定方式による転倒防止対策は、効果が高かった。一方、ポール式、隙間家具式などの方法では、転倒したケースが見られた。
- ・固定によりオフィス家具自体は転倒しない場合も、転倒防止器具が損傷したり、扉が開いて内容物が散乱したりするケースが多く見られた。
- ・オフィス家具を壁面に沿って設置した場合、居室中央に単独で設置した場合よりも、比較的安定な挙動を示していた。
- ・重心が下部にある場合、上部にある場合と比較して、転倒する頻度が少なかった。

2. 2 テレビについて

表 3-2-6 テレビの転倒実験結果

試験体		共振振動数 (スイープ波)	転倒防止対策	神戸波			中越波	長周期波
				震度5強	震度6弱	震度6強	震度6強	
プラウ管	B社製	5Hz以上	対策なし	○	移動	落下	落下	○
			◎プラスチックバンド式	○	○	落下	移動器具損傷	○
			◎ロープ+ヒートン式	—	—	落下器具損傷	器具損傷	○
	C社製	5Hz以上	◎プラスチックバンド式	移動	移動	移動器具損傷	落下器具損傷	○
			マット式	—	—	—	落下	○
			ストラップ式	—	—	落下器具損傷	—	—
液晶	D社製	3.5~4Hz	◎プラスチックバンド式	○	ロッキング小	後傾器具損傷	移動	○
	E社製	3.5~4Hz	◎プラスチックバンド式	○	移動	後傾器具損傷	落下器具損傷	○
			マット式	—	—	移動	移動	○
	F社製	1~3Hz	対策なし	移動	落下	落下	落下	○
			◎ロープ+ヒートン式	—	—	移動	落下	○
	プラズマ	G社製	2~2.5Hz	対策なし	移動	落下	落下	落下
◎ビス止め式				○	器具損傷	器具損傷	落下器具損傷	器具損傷
マット式				—	—	落下器具損傷	器具損傷	○
H社製		3.5~4Hz	対策なし	○	移動	移動	落下	○
			◎ビス止め式	○	器具損傷	器具損傷	移動器具損傷	器具損傷
			◎ロープ+ヒートン式	—	—	移動	移動	○
I社製		2.5~3Hz	対策なし	ロッキング	ロッキング	—	—	○
			◎プラスチックバンド式	ロッキング	落下器具損傷	—	—	○
			◎ロープ+ヒートン式	—	—	落下器具損傷	落下器具損傷	—
			マット式	—	器具損傷	落下	—	—

※A社製品については、スイープ加振のみ行ったため表中に記載されていない。

地震波によるテレビの加振結果の要点は以下のとおり。

- ・ブラウン管テレビは、震度6強レベルではほとんどの場合において、転倒防止対策をしないと大きく移動し、テレビ台から落下した。
- ・液晶テレビやプラズマテレビの加振結果は、デザインや構造によって大きく異なる結果が見られた。一部の製品では、震度6弱レベルでもディスプレイ部分が大きく振動し、テレビ台から落下した。
- ・マット式やストラップ式などの対策を講じた場合、器具が逸脱または破断し、テレビが落下することが多かった。
- ・液晶テレビやプラズマテレビに対してプラスチックバンド式、ロープ・ヒートン式などの固定方式を講じても、震度6強ではテレビが落下することが多かった。落下しない場合も、バンドが破断したり、ヒートンが力を受けて伸びきってしまうなど、転倒防止器具が損傷するケースが多く見られた。
- ・プラズマテレビに対するビス止め式は、他の転倒防止対策と比較して効果が高かったが、震度6強レベルではビスが抜けることがあった。

《プラスチックバンド式の器具損傷状況》



ブラウン管



ブラウン管



液晶



液晶



プラズマ

《ロープ+ヒートン式の器具損傷状況》



ブラウン管



プラズマ

《ビス止め式の器具損傷状況》



プラズマ

2. 3 冷蔵庫について

表 3-2-7 冷蔵庫の転倒実験結果

試験体	共振振動数 (スイーブ波)	転倒防止対策	神戸波			中越波	長周期波
			震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強	震度 6 強	
片開き :容量 405L	5Hz 以上	対策なし	移動小	移動	移動	移動	移動
		◎下部ベルト固定式	○	移動	移動	移動	移動
両開き :容量 401L	4Hz	対策なし	移動小	移動	移動	移動	○
		◎上部ベルト固定式	○	○	移動小	移動小	○
		ポール式	—	—	移動 器具損傷	—	○

地震波による冷蔵庫の加振結果の要点は以下のとおり。

- ・いずれの場合においても冷蔵庫の転倒はしなかったが、フローリング上で移動が多く見られた。転倒防止対策をしない場合の移動量は特に大きく、震度 6 強レベルで 1~2m にも及んだ。
- ・ベルト固定式などのメーカー推奨の固定方式により、移動量は大きく低減されたが、ベルトのプラスチック製バックルが破断したり、冷蔵庫の扉が開いて内容物が落下したりするケースが多く見られた。ポール式の場合も同様であった。

2. 4 電子レンジについて

表 3-2-8 電子レンジの転倒実験結果

試験体	共振振動数 (スイーブ波)	転倒防止対策	神戸波			中越波	長周期波
			震度 5 強	震度 6 弱	震度 6 強	震度 6 強	
電子レンジ :容量 14L	5Hz 以上	対策なし	○	移動	落下	落下	○
		◎背面 L 型固定式	○	○	○	○	○
		マット式	—	—	○	—	○
		ストラップ式	○	○	○	○	○

地震波による電子レンジの加振結果の要点は以下のとおり。

- ・震度 6 強レベルでは、転倒防止対策をしないと大きく移動し、レンジ台から落下した。
- ・メーカー推奨の背面 L 型固定式による転倒防止効果が高かった。マット式やストラップ式など比較的取り付けが容易な固定方式の場合も、転倒防止効果を得られることが確認された。

2. 5 木製家具について

表 3-2-9 木製家具の転倒実験結果

試験体	共振振動数 (スイーブ波)	転倒防止対策	神戸波
			震度 6 強
家具(大) : 食器棚	4.5~5Hz	対策なし	転倒
		L型金具(下向き)	○
		ベルト式	ロッキング小
		プレート式	○
		ポール式	ロッキング小
		マット式	器具逸脱・転倒
		ストッパー式	器具逸脱・転倒
		ポール+マット式	○
		ポール+ストッパー式	○
家具(中) : ハイチェスト	5Hz 以上	対策なし	転倒
		ベルト式	ロッキング小
		プレート式	○
		ストッパー式	ロッキング
		隙間家具式	移動
家具(小) : ローチェスト	5Hz 以上	対策なし	移動
		ベルト式	ロッキング小
		マット式	○
		壁粘着式	移動
		ストッパー式	器具逸脱

※木製家具については JMA 神戸波震度 6 強でのみ加振した。

地震波による木製家具の加振結果の要点は以下のとおり。

- ・食器棚やハイチェストのような大型の家具は、転倒防止対策をしないと転倒した。ローチェストのような背の低い家具は、転倒はしなかったが、転倒防止対策をしない場合は大きく滑った。
- ・L型金具やプレート式など、家具上部と壁面を固定する方式の転倒防止効果が高かった。マット式やストッパー式などの家具下部を固定する方式では、加振中に転倒防止器具が逸脱し、家具が転倒した。
- ・マット式やストッパー式のような、木製家具に対しては単独では効果が小さい転倒防止器具も、ポール式のように家具上部と天井を固定する方式と組み合わせることにより、高い転倒防止効果を得られることが確認された。