

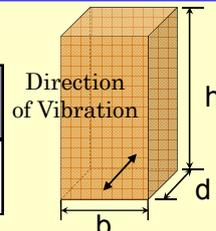
1. はじめに

現在、日本は地震学的に活動度の高い時期を迎えている。今後想定される地震に対する被害軽減のためには、家具の転倒防止措置を行うなど、市民1人1人の自発的な被害軽減行動が不可欠である。しかし、兵庫県南部地震以後、住居の耐震化や居住空間の安全性確保の重要性が謳われる一方で、実態としてそれらの対策の進捗状況は甚だしく悪い。これらの大きな原因の1つに、多くの人々が地震災害を具体的にイメージする能力に乏しいことが挙げられる。そこで本研究では、この災害イメージーション能力を向上し、具体的な防災対策を講じてもらうために、まず、木製ブロックと実物家具を用いた振動台実験により、転倒防止器具の効果の詳細な検証と、その効果的な使用方法を検討する。次に、利用者の生活空間を対象とし、地震時の家具の挙動をアニメーションとして示すとともに、その転倒率を示すことにより、「危険・リスクの認知」を促進する。さらに、転倒防止器具を設置した場合の転倒率の低減効果を示すことで、「防災対策効果の認知」を促進させる。

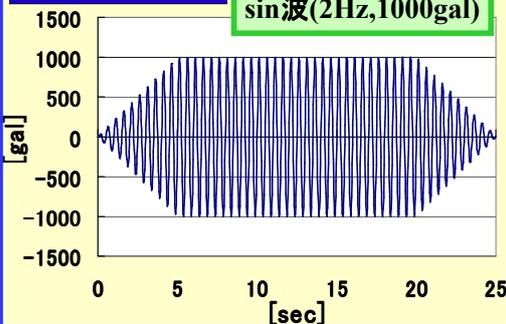
2. 木製ブロックを用いた振動台実験

使用した供試体

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

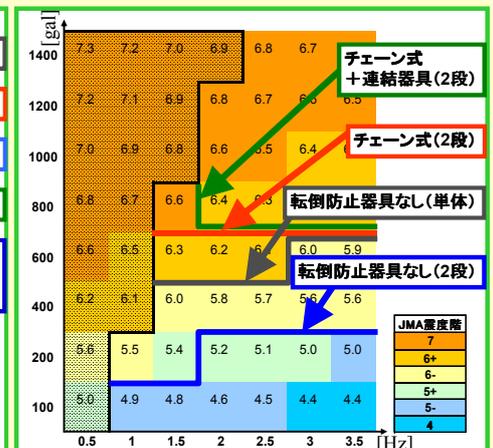
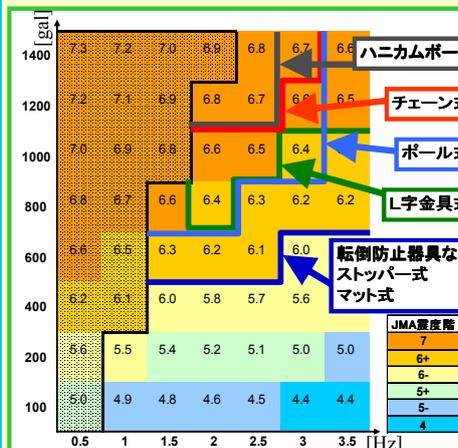


入力加振波



実験結果(転倒レベル)

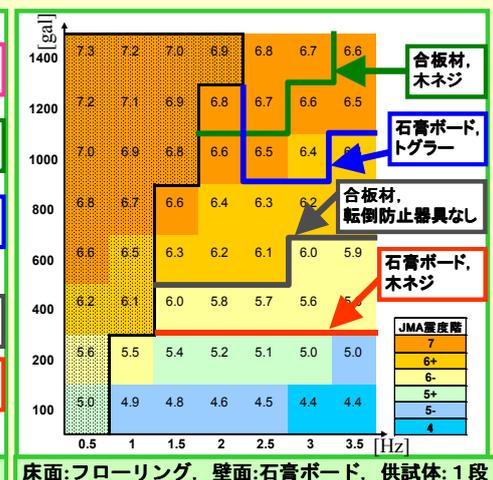
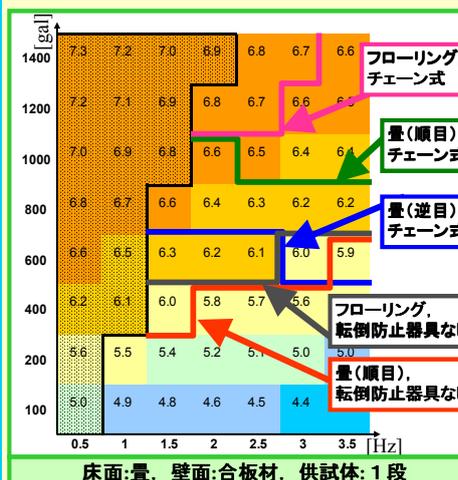
用いた振動台の性能上、加振ができない範囲



転倒防止器具



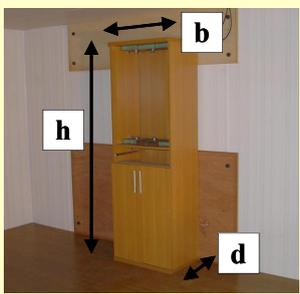
L字金具式、チェーン式は実物家具との重量比を考慮して、付属されている木ネジより小さいサイズのものを使用し、ストッパー式、マット式、ポール式はスケール比を考慮し、縮小サイズのものを作成した使用した。



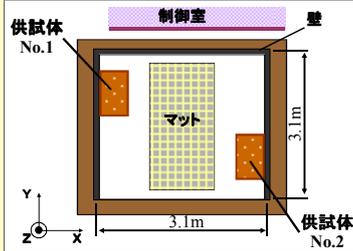
3. 実物家具を用いた振動台実験

使用した供試体

幅 b	59cm
高さ h	180cm
奥行き d	39cm
家具の重量	24.5kg
錘の重量	60.2kg
総重量	84.7kg



振動台配置図



正面からの写真

入力地震動

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

転倒防止器具

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ポール式を使用した



ポール式



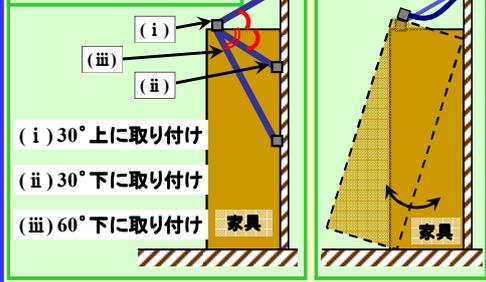
ベルト式

実験結果

器具なし	フロアリング	兵庫県南部地震			新潟県中越地震
		震度5強	震度6弱	震度6強	震度7
ベルト式	30°上(i)	○	●	●	○
	30°下(ii)	○	○	○	●
	60°下(iii)	○	○	○	○
ポール式	板なし	○	○	○	●
	板あり	○	○	○	○

- : 実験していない
- : 転倒
- : 器具の損傷
- : ロッキング or 移動
- : 変位なし

ベルト式転倒防止器具の取り付け位置



より効果的な転倒防止器具の設置方法

ベルト式



30° 上に取り付け(一般的)



30° 下に取り付け

一般的に用いられているように、ベルトを斜め上方向に取り付けると、揺れが強い場合に、家具の下端が足払いされたように前方に移動し倒れる(上図参照)。斜め下方向に取り付けることで、家具を downward に押さえる力が働き、家具の下端の変位や転倒挙動を阻止することができる。

斜め下に取り付ける角度を大きくすると、ベルト式転倒防止器具に作用する力が大きくなり、器具の破損が生じやすくなる。

ポール式



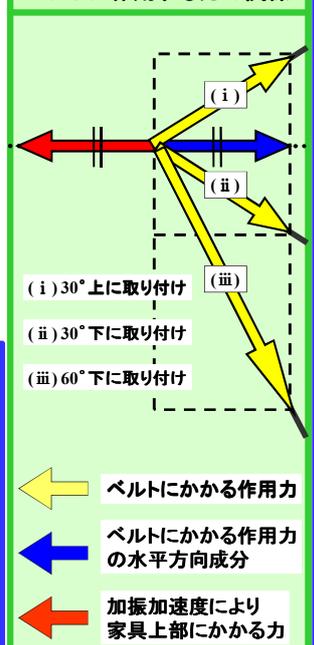
ポール式のみ(一般的)



ポール式+合板材

ポールの上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して挙動すること、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、単体のポール式転倒防止器具のみの場合よりも効果が高くなる。

ベルトに作用する力の関係



- (i) 30°上に取り付け
- (ii) 30°下に取り付け
- (iii) 60°下に取り付け
- ← ベルトにかかる作用力
- ← ベルトにかかる作用力の水平方向成分
- ← 加振加速度により家具上部にかかる力

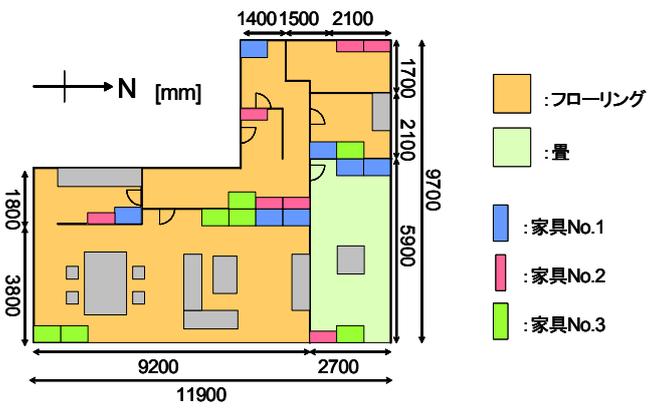
4. 家具の転倒率による生活空間の安全性評価

評価の対象とする生活空間

解析対象とした家具のサイズと材料特性

	h[cm]	d[cm]	b[cm]	d/h	m[kg]	ρ [kg/cm ³]
No.1	180	54	90	0.3	200	2.29E-04
No.2	180	36	90	0.2	133.3	2.29E-04
No.3	135	54	90	0.4	150	2.29E-04

モデルルーム内家具の配置状況



多質点系バネ-マスモデルによる

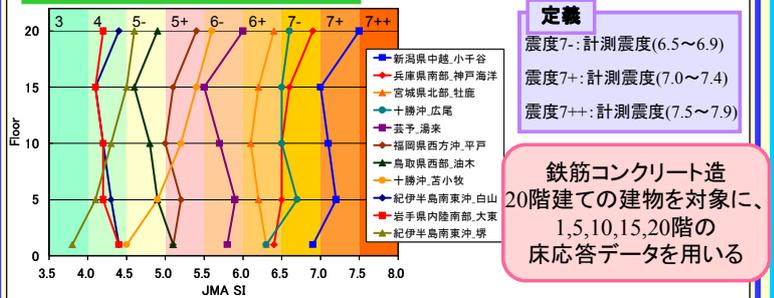
床入力データの作成

使用した実地震動一覧

※K-NETより取得

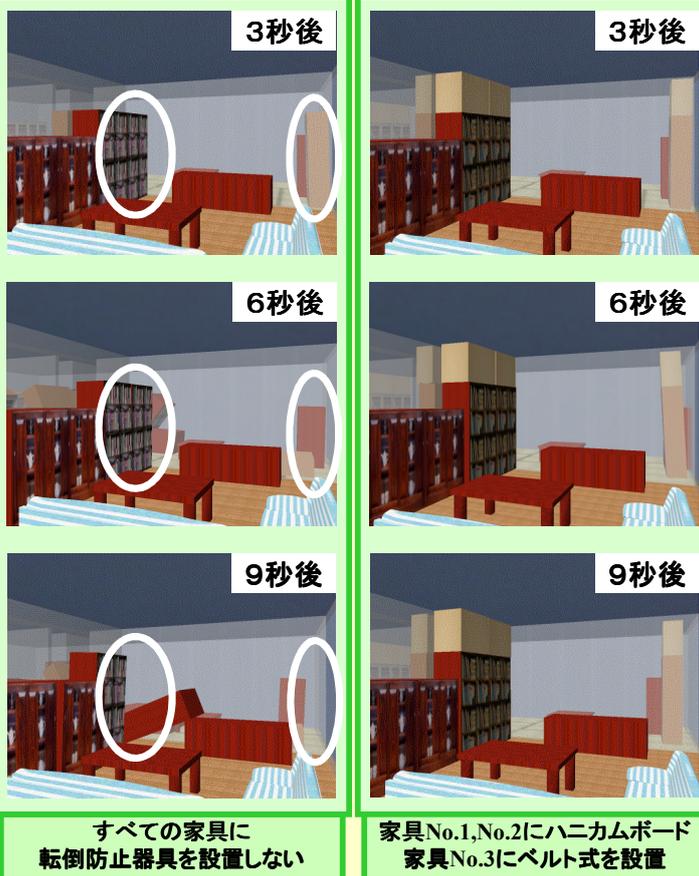
発生日	地震名	観測地	マグニチュード [M]	震源深さ [km]	計測震度
1995/1/17	兵庫県南部地震	神戸海洋気象台	7.3	16	6.40
2000/10/6	鳥取県西部	油木	7.3	11	5.06
2001/3/24	芸予	湯来	6.4	51	5.71
2001/12/2	岩手県内陸南部	大東	6.4	122	4.49
2003/5/26	宮城県北部	牡鹿	7.0	71	6.20
2003/9/26	十勝沖	広尾	8.0	42	6.07
2003/9/26	十勝沖	苫小牧	6.8	18	4.49
2004/9/5	紀伊半島南東沖	白山	6.8	18	4.69
2004/9/5	紀伊半島南東沖	堺	7.4	44	3.76
2004/10/23	新潟県中越	小千谷	6.8	13	6.73
2005/3/20	福岡県西方沖	平戸	7.0	9	5.09

床応答と計測震度の関係

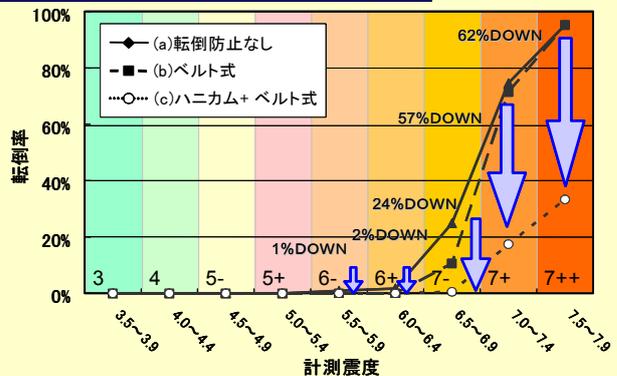


VRによるシミュレーション(1F)

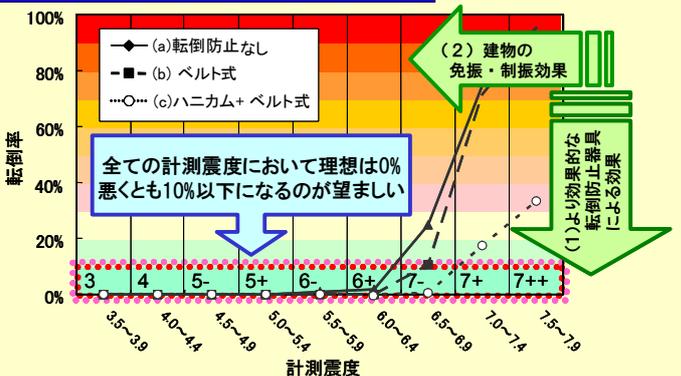
〈新潟県中越地震(小千谷波)〉



家具の転倒率(室内全体)



生活空間の安全性評価



生活空間の安全性を確保するには...

(1) より効果的な転倒防止器具を開発する。

(2) 建物に免震、制震装置を取り付け、床入力(計測震度)を低減する。