

日曜大工で震度7に備えるために

各種家具固定方法・器具の保持力の目安

—家具重量に応じた選定・安全率・注意点—



食器棚の固定の例
壁板にL型金具が効かず
上部奥、梁との隙間にクサビ
を打ち込んで固定。
左の電子レンジ、オーブント
ースター、炊飯器と台は滑り
止めを敷き、壁にマジックテ
ープで簡易固定。

食器棚の固定の例

細いチェーンで急角度のため、グラグラしていたので小学生のお兄ちゃんとクサビを梁下に打ち込んで補強。



平成 28 年 1 月

家具転倒防止—経験交流サイト <http://www.kagutenntoubousi.com>

篠原 進 mail r-shinohara@coral.broba.cc

「家具転倒防止—経験交流サイト」には、各戸それぞれ家具の種類、置き場所、使い勝手の違いに応じて一工夫しながら固定した実施例を参考に載せました。「命を守る気になってやれば出来る。」と言いたかったものです。

伺った中で既に何らかの対策を始めておられる方もありましたが、突っ張り棒かタンスの上に詰め物とか位で「これで本当に大丈夫か自分でも疑問だった。」あるいは「いろんな商品がありすぎて選定に迷ってしまい、途中で止まっていた。」とも話されました。

この問いに対して、「ではこちらが奨め実施する家具固定方法は大丈夫なのか？判断の基準は？」ということをして「各種家具固定方法・器具の保持力の目安」としてまとめました。どんな器具を使ってどう固定すれば地震力に対してどの位の保持力が見込めるかの大きな目安を出したのも。手足を使って「効いた—効かなかった」「使えた—使えなかった」を感覚的に確かめた原始的なレポートですが、自分でやろうとされる方の参考になれば幸いです。

目次

| | |
|---|--------|
| 1. しっかりした家具固定をするための基本的な考え方 | 1 ページ |
| 2. 地震時の荷重条件..... | 1 ページ |
| 3. 代表的な各種家具転倒防止具の保持力の目安..... | 2 ページ |
| 3.1 L型金具で固定..... | 2 ページ |
| 3.2 ワイヤーとターンバックルで引き付け固定..... | 3 ページ |
| 3.3 アジャスターボルトを使ったネジジャッキによる固定..... | 3 ページ |
| 3.4 クサビを家具の頭と梁下の間に打ち込んで固定..... | 4 ページ |
| 3.5 市販の突っ張り棒の保持力..... | 5 ページ |
| 3.6 まとめ表..... | 5 ページ |
| 4. 粘着マット、両面テープ、接着剤、マジックテープの保持力の目安...6 ページ | |
| 4.1 粘着マット..... | 6 ページ |
| 4.1.A 粘着マット付蝶番金具..... | 6 ページ |
| 4.1.B 粘着マット付L型樹脂具(スポンジ緩衝材付)..... | 7 ページ |
| 4.2 建材用両面テープ、接着剤..... | 8 ページ |
| 4.3 マジックテープ..... | 9 ページ |
| 4.4 まとめ表..... | 10 ページ |
| 5. 各種滑り止めの保持力・摩擦係数など..... | 10 ページ |
| 6. 天井との間に発泡スチロール、段ボール、本などを詰め込む方法や 伸縮箱についての注意点・限界 | 11 ページ |

<関連資料>

| | |
|--|--------|
| 家具転倒危険度診断表 | 14 ページ |
| 家具形状 L/D 比(高さ/奥行)による転倒モーメントと必要保持力..... | 15 ページ |

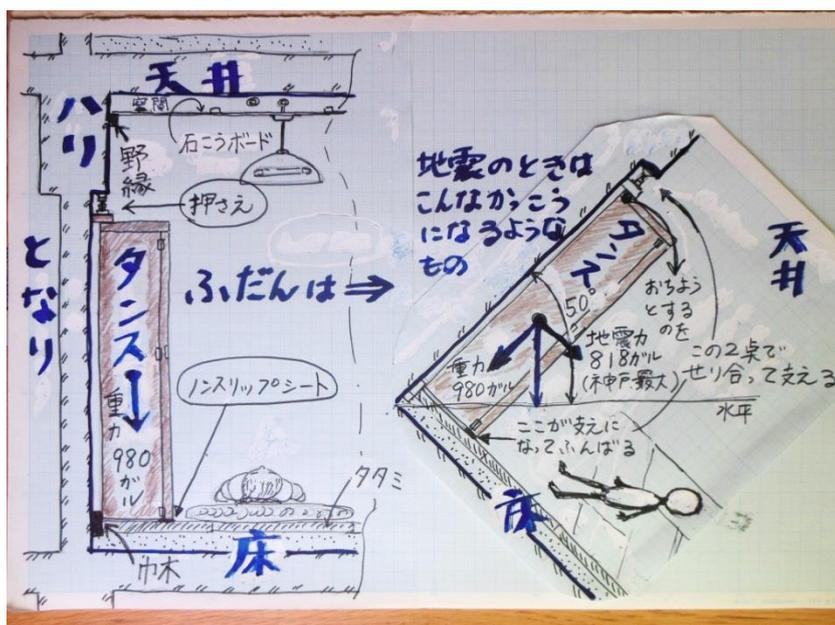
1. しっかりした家具転倒・移動防止をするための基本的な考え方

- 1) 建物の丈夫な構造部材—梁・床・柱・鴨居・壁(石膏ボード壁の場合は裏の間柱)に支えをとる。
天井は殆どが吊り天井なので強度は見込めない。
- 2) 出来るだけ壁にくっつけた状態で固定する。ぐらつくと衝撃ではずれる恐れがあるため。工学の安全係数は衝撃荷重に対しては10位必要だが、建物と一緒に動く分には、衝撃荷重はさげられる。
- 3) 転倒防止具で押さえるというよりも、床と梁・壁との間で家具自体をせりもち構造の構成部材としてしっかり組み付けると考える。
- 4) いつでも確実に働いている力=重力を地震力に対抗して働かせるために、家具の足元、爪先に確実な滑り止めをつける。
- 5) 小型家電、チェスト家具の移動落下防止に使われる接着系、粘着系(ジェル)の転倒防止具の使用条件、限界について各タイプの保持力を調べてみて概略数値の報告、下記。一桁違うような選定をすると震度7が来たときに後悔する。

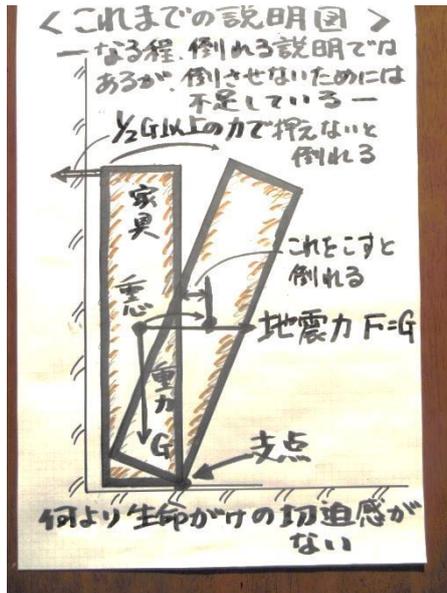
2. 地震時に家具にかかる荷重

- 1) 地震力水平荷重:震度7、弱い地盤、中層階、1G(980 ガル)とする。阪神淡路で 818 ガルだったので1Gと想定
- 2) 家具重量目安: タンス=150kg ローチェスト=75kg ハイチェスト=100kg この重量に応じて
(一般家庭の 本棚=200kg 中=150kg 小=100kg 同じだけの水平方向に
代表的な) 食器棚=150kg 中=100kg 地震力がかかる
家電 冷蔵庫=100kg 電子レンジ=15kg テレビ=20~30kg
- 3) ・家具の頭、両サイドを固定するが、地震力は様々な方向に働くので、片側にかかってもはずれないだけの強さをもたせる。
・重心が高さ1/2の位置にあるとして、頭部に働くモーメントは地震力の1/2で計算する。但しこれは家具底をL型金具で止めるか、爪先に滑り止め(摩擦係数1以上のもの)を敷いて支点ができたという条件でのこと
- 4) 安全率について。上記二つ余裕をとれば安全率は4になるがこれは最低限必要。地表の地震動は1Gであっても、二階、あるいはマンション、ビルなどの上層階の揺れの応答加速度は揺れの周期によっては共振現象を起こした場合、その2~3倍になるので。

<家具転倒イメージ図> a



b



3. 代表的な各種転倒防止具の保持力の目安

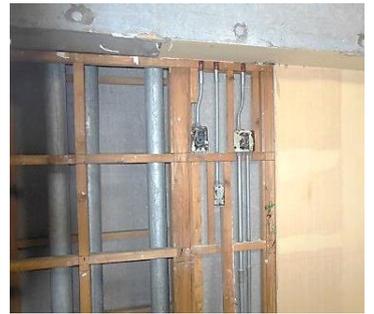
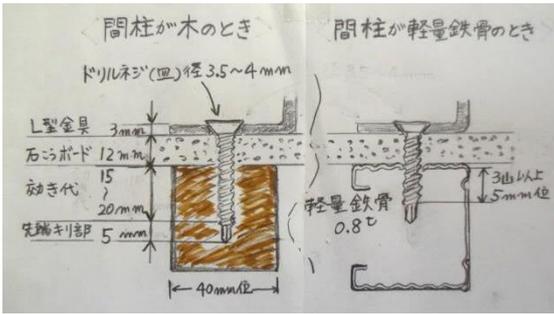
3.1 L型金具で固定

1) L型金具とネジの選定

効き代

L型金具巾広と巾狭 ドリルネジ

石膏ボードを外した様子



・L型金具は相手材が細ければ巾狭を使い、重量に応じて巾広大型番定を使用。

・ネジは先端がキリになっている“ドリルネジ”の径 3.5~4mm、効き代(先端 5mm と石膏ボード厚みを除く) 15~20mm のものを使用。木ネジは下穴を開けてからでないと木割れを起こすため。又軽量鉄骨間柱の場合木ネジは立たない。

2) 木ネジ引き抜き耐力(今回ドリルネジを使うが計算式は木ネジにて)

下部滑り止めのない場合

木ネジ引き抜き耐力の計算式(木質構造設計基準より)

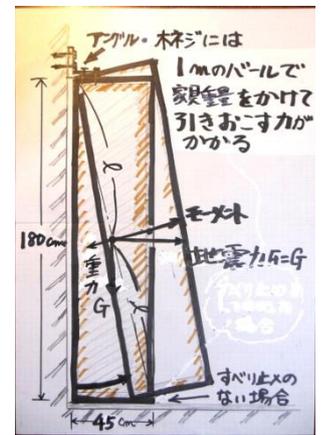
$$F_w = 38.1 * D * P^{1.5} * L \quad F_w: \text{引き抜き耐力 } N(\text{ニュートン})$$

D: 木ネジ呼び径 mm

L: ネジのねじ込み深さ mm

P: 樹種による基準比重(含水率 15%時)

| グループ | 樹種 | 基準比重 |
|------|---------------|------|
| J1 | 松:米松、赤松、からまつ | 0.42 |
| J2 | べいひ、ひば、ひのき、もみ | 0.37 |
| J3 | えぞまつ、スプルー、すぎ | 0.32 |



* 上記の式から算出された耐力と実際の引き抜き試験・実験データを比較するといずれも後者が前者の2~3倍になっているので安全率は2程度あるとみられる。

* 木造建築構造部に使用される場合には、長期許容耐力は上記式の 1/3 となっているが、家具固定の場合は普段荷重はかかっていない使い方なのでそのまま計算。

* 安全率は先の4とネジの引き抜き耐力の 2 を掛けて、8 程度となる。しかし、もし下部が滑り出したら、家具がテコになってアングルを何十倍もの力で引き起こしてしまう。又、壁に押し付けてなく、隙間がある状態でベルトやチェーンでつなぐと、揺れたとき衝撃荷重になる。衝撃には安全率は10倍以上必要になるので、爪先の滑り止めと壁に押し当ててセットすることが欠かせない。

木ネジ引き抜き耐力表と安全率

引き抜き耐力 単位:kgf(上記の計算式のFwを 9.8 で割った重力単位)

| 呼び径 | ねじこみ深さ | | | | | A 深さ*本数合計耐力 | B 家具地震荷重 | A/B 安全率 |
|--------|--------|------|------|------|------|-------------|----------|---------|
| | 10mm | 15mm | 20mm | 25mm | 30mm | | | |
| 3 mm | 21 | 31 | 42 | 51 | 61 | 2本で 84 | 小型 50 | 1.7 |
| 3.5 mm | | 37 | 49 | 61 | 73 | 3本で 147 | 中型 100 | 1.5 |
| 4 mm | | 42 | 56 | 70 | 84 | 3本で 168 | 大形 150 | 1.1 |
| 4.5 mm | | 47 | 63 | 79 | 94 | 4本で 252 | 大形 200 | 1.25 |
| 5 mm | | 52 | 70 | 87 | 105 | | | |

3.2 ワイヤーとターンバックルで引き付け固定

鴨居・柱・間柱・枠等と家具に金具を取り付け、ワイヤーとターンバックルでたるまないように引き付ける。
家具と壁との間に間隔がある場合は、背面に板か発泡スチロールブロックを貼って引き付ける(がたつき防止)。
下部にノンスリップシートを敷く。金具を止める木ネジサイズ、本数は3.1に同じ。 <部品写真>

- ・ステンレスワイヤー 径 2mm 破断荷重:200kgf 使用荷重:50kgf
- ・ターンバックル 径 3/16 で使用荷重:30kgf 1/4 で使用荷重:65kgf
- ・止め金具 小型家具ではヒートン NO.14 使用荷重 28kgf でも可。
 中型家具ではアイストラップ 二つ穴
 大型家具ではアイプレート 四つ穴



*市販の吊り具(ワイヤー等)の使用荷重は安全率6がとられている。

3.3 アジャスターボルトを使ったネジジャッキによる固定

ネジジャッキを家具の頭と梁下との間にかけて固定

<ジャッキをかけているところ>

1) 径毎の使用荷重と対応家具重量

| 径 | 使用荷重 | 対応家具重量 |
|------|--------|--------|
| 8mm | 100kgf | 50kg |
| 10mm | 130kgf | 100kg |
| 12mm | 230kgf | 200kg |



*上記使用荷重は、メーカーにより様々だが、機器下部で長期荷重を受けるものとして、SS400 の耐力*1/3*1/3 程度になっているものを概略まとめたもの。

2) 取り付け方

- ・合わせ面にノンスリップシートをはさんで家具頭両端にセットする。台座を壁に押し当てる。これは壁との間に隙間があると奥へぐらつくのを防ぐため。なお家具の底、爪先にもノンスリップシートを敷く。
- ・首のナット部を指でまわして梁下にかかった所から、スパナをかけて手先の力(1~2kgf)で1~2回り回す。
 このときの推力(押さえる力)は、M10 で 100~200kgfになる。あまり力を入れて回しすぎると、家具がゆがむので、家具を揺すって見てグラつかなくなったら、そこで止めてロックナットをかける。

3) どれだけの力で押さえれば倒れないか、モーメントで計算する。

- 条件
- ・家具形状、寸法: 奥行 D=45cm 高さL=180cm L/D 比=4/1 高さ 1/2 の真ん中が重心点とする。
 - ・地震力: 水平方向に地震力Fが働くとする。今回 F=1G。
 - ・支点: 家具のつま先にノンスリップシートが敷かれ、ここが支点。

<モーメント図>

モーメント計算

・重心点に働くモーメント $M = (F \sin \theta - G \cos \theta) * l$ 今回 F=1G

$$\sin \theta = \frac{L}{\sqrt{(L^2 + D^2)}} = 0.97 \quad \cos \theta = \frac{D}{\sqrt{(L^2 + D^2)}} = 0.24 \quad M = 0.73G * l$$

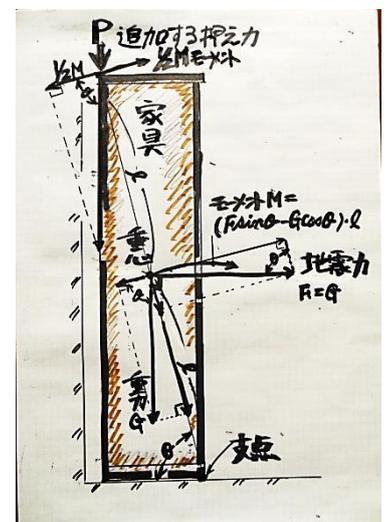
・頭部奥端でのモーメント $M' = 1/2 M * 2l = 0.365G * 2l$

これを鉛直方向の押さえ力 P を加えて反対方向に打ち消すとする。

$$P \cos \theta = 0.365G \quad P = 1.5G \text{ 以上必要となる。}$$

- ・100kgの家具であれば頭部奥両端にジャッキを二ヶ、各々75kgfの力で押さえれば、地震力 100kgfが働いても、転倒し始めない。

*L/D 比が小さいほど倒れようとするモーメントは少なくなり、
L/D 比=1/1 の正方形ではモーメントは0になり、滑る方向のみ。



3.4 クサビを家具の頭と梁下の間に打ち込んで固定

- 1) 木製クサビ: 勾配は1/10 で一定。互換性をもたせるため。クサビ面は切りっぱなしで摩擦係数 =0.4
- 2) クサビ下半分にノンスリップシートを敷き、壁に押し当ててセットする。これは家具と壁の間に隙間がある場合に、壁側に倒れる動きを防ぐため。
次にクサビの上半分にノンスリップシートを載せて、梁下との間に押し込む。
この時、摩擦が非常に大きいためシートが入りにくいので、中性洗剤を混ぜた水を霧吹きで吹いてシートを濡らしてから押し込む。
大体収まったら、ハンマーで2~3回たたきこむ。ハンマー(金槌)は片手ポンドハンマー450gにて。
- 3) 指で押し込んだ状態での上下方向の加圧力は 20kgf 程度。1セット当たり
ハンマーで軽く叩き込んだ状態での上下方向加圧力は 50kgf 程度 。 ”
普通に手首で振って叩きこんだ状態での上下方向の加圧力は 100kgf 程度 “
なお水平方向の保持力は、ノンスリップシートの摩擦係数が 2.5 なので、上記加圧力の 2.5 倍になる。
クサビの圧縮強度: 杉の圧縮強度 350kgf/cm² 繊維に直角方向はその 1/10 で 35kgf/cm²
今回 4cm 幅*10cm 長=40cm² 35*40=1400kgf 200kgf をかけても安全率 7
- 4) 家具が地震力によって抜け出そうとすると、クサビがさらにくい込むことによって、加圧力が増すことになる構造なので、あまり強く打ち込む必要はない。
小型家具~大型家具まで広範囲に適用可。但し上部に梁がある場合。
- 5) この固定方法の基本原理は、床一家具一梁の間にせりもち構造(アーチ)を作って地震力に対抗するということであり、「家具を転倒防止具で押さえる」というよりは、「家具自体をアーチの構造部分として組み込むことにより、確実な固定ができる」という考え方。クサビは、石組みのアーチ橋なら真ん中のかなめ石にあたり、全体がせり合って支え合うための予圧をかける役割。家具のつま先は、アーチの一方の基礎部として荷重を受けるので、ノンスリップシートを敷いてしっかりと踏ん張ってもらう。

<ハンマーで打ち込む>



<食器棚のクサビによる固定>

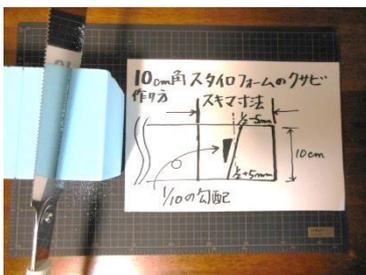


<冷蔵庫のクサビによる固定>



•発泡スチロールを切って作るクサビの場合

百均やホームセンターで手に入るし細工もしやすいのだが、圧縮強さは前者のもので 0.5kgf/cm²、後者で 1kgf/cm² と小さく、これを超えると縮んだままで戻らない。平面 5cm*10cm で荷重 25、50kgf が限度。小物軽量家具に限って使用可能。脆い材質なので断面にぐるりと透明梱包用テープを巻いて補強して作る。カッターナイフの刃を全部出して切るとけがをするので、ノコできること。



•保温材のスタイロエース使用の場合

床材として使われ圧縮強さ 2kgf/cm² があり、クサビ材としても使える。平面 10cm*10cm のクサビで荷重 100kgf に耐えられた。中大家具にも使用可。厚み 10cm*巾 91cm*長さ 182cm 定尺の材料をカットして 10cm の角材とし、これを隙間寸法に切る。

3.5 市販突っ張り棒の保持力

我が家ではタンスふた棹(100kg、150kg)の転倒防止に突っ張り棒の一番短いタイプを梁下との間に使っている。東北太平洋地震のとき、東京は震度5、我が家は5階なので6に近かったかもしれない。激しく揺れたが、すこしもずれなかった。取り付けてから半年しか経ってなかったこと、ポールを引き出さず底に押し当てた最短状態でネジを回して押し当てていたので緩んでなかったのだろう。但しその後1年たって調べてみたら軽い方の桐タンスは少し沈んでスルッと抜け出たので、締めなおした。次の直下地震では大丈夫かどうか検討してみる。

- 1) 押さえる力(突っ張り力)はネジになっているグリップを握って回して最大30kgfだった。2ヶで60kgf。
- 2) タンスのL/D比は4/1なので上記3.3モーメントの式によれば、必要な押さえ力 $P=1.5G$ となる。圧倒的に押さえ力不足。突っ張り棒で転倒モーメントを押さえてぐらつかないのは、40kgまでの家具ということになる。
- 3) 動き始めようとするとき、突っ張り棒台座の突き当て面のフェルトの摩擦力はきいてくれるか？摩擦係数は？
ベニヤ板との間で $\mu=0.4$ ゴラザラの壁紙との間で $\mu=0.5$ だったのでこれも足りない。間にノンスリップシートを敷いて、 $60\text{kgf} \times 2.5 = 150\text{kgf}$ 。これでどうにかスルッと抜け出るのは防げるだろう。
- 4) 摩擦力で滑らなければ、ひっかかってせり合い、突っ張り棒が折れるか外れる限界まで耐えられることになる。製品仕様には「耐圧 140kgf」とあるがこれは製品を垂直に押し付けたとき何 kgf でつぶれたかの事であって、家具重量 140kg まで止められるということではない。地震力はあらゆる方向に働くし、いったんグラつき始めれば、衝撃荷重がかかるので 2)までの範囲にとどめるべきかと思う。長い突っ張り棒は横向きの荷重にはとても弱いし、ましてポールを引き出して使う時には位置決め用のストッパーネジ(4mm)一本では140kgの荷重にはとても耐えられない。
- 5) 突っ張り棒の商品の箱にも「この商品は、…完全に固定するものではありません。重量のある家具や、不安定な家具は金具等で完全に固定することをお奨めします。」と書いてあった。で、結局最短のタイプを棒を伸ばさない状態でセットし、上下に滑り止めを敷き、アングルに木ネジ、くさびによる固定を追加、併用するようにした。
- 6) 天井の構造は殆ど吊り天井(古い年代のマンションではコンクリート直天井もあったが)なので、1Gの力を受けられない。突っ張り棒一本のグリップを回して押し上げただけでも、天井が浮き上がってはがれ始めた。二本に板を介しても同じ。ラック程度の軽いものは別として、それ以上のものに単独使用は無理と思われる。

<天井のボードをはがした様子>

<梁下22~24cmに突っ張り棒使用>

<スタイロフォームのクサビ追加>



3.6 まとめ表

ここまで3.1~3.5各種の転倒防止具の保持力を簡単に表にまとめると

| 種類 | 部品規格、仕様の代表的なもの | 保持力/1ヶあたり | 備考 |
|------------------|----------------------|-----------------|----|
| 1.アングル+木ネジ止め | アングル 3t 3つ穴 木ネジ4*20 | 引き抜き 210kgf | |
| 2.ワイヤー+ターンバックル | ワイヤー径2mm 破断荷重 200kgf | 引っ張り 100~200kgf | |
| 3.アジャスターボルトのジャッキ | M10,M12 | 押さえ力 100~200kgf | |
| 4.クサビ | 4cm幅*10cm長 勾配 1/10 木 | 押さえ力 100~200kgf | |
| 5.突っ張り棒 | 鉄パイプ径 20mm *1t+ABS樹脂 | 押さえ力 30kgf | |

4. 粘着マット、両面テープ、接着剤、マジックテープの保持力の目安

補助的に使ったこれらの材料にどの位の保持力が見込めるか見当をつけるために簡単なテスト計測をした。
テスト方法は、工業用両面テープ、接着材の4試験方法にならった

- 3.5cm 角(10cm²) の材料を各種相手素材に貼りつけ、10kg バネばかりで引っ張り、何 kgf ではがれるか計測(それ以上は体重をかけてぶら下がって)。長期耐力は、2リットルのペットボトルを吊り下げて落ちるまでの時間を計測。
- 引っ張り方向は垂直と、地震力が斜めに働くことも考えて 5° 傾けた場合と両方。
- 壁にくっつける場合の保持力は、剥離試験と吊り下げ試験で見当をつけた。

以下、各タイプのテスト結果に、自分で使ってみた経験を加え、どういう用途に使えるか目安をつける。

4・1・1 粘着系A :粘着マット付蝶番金具

1) 10cm²を平面に垂直方向に引っ張る(平面引っ張り)、及び斜め 5° 傾けて引っ張る(割裂テスト)

| 相手素材 | 平面引っ張りテスト | 5° 傾けて引っ張り | 最大粘着力 kgf/cm ² |
|----------------------------|------------------------|---------------|---------------------------|
| 1. タイル | 10kgf-7秒ではがれる | 10kgf-2秒ではがれる | 1 |
| 2. 化粧合板 | 10kgf-5秒ではがれる | 10kgf-1秒ではがれる | 1 |
| 3. 冷蔵庫外板 | 10kgf-5秒ではがれる | 10kgf-1秒ではがれる | 1 |
| 4. ビニールクロス(厚手ザラザラした表面の壁紙) | 5kgf-1秒ではがれる | | 0.2 |
| 5. ビニールクロス(薄手つるつるとした表面の壁紙) | 10kgf-5秒でクロスの表面の方がはがれる | | 1 |
| 6. 家具板(ニス塗り) | 7kgf-3秒ではがれる | | 0.5 |
| 7. コンクリート(素肌) | 7kgf-1秒ではがれる | 2kgf-1秒ではがれる | 0.2 |
| 8. コンクリート(表面塗装) | 10kgf-1秒ではがれる | 5kgf-1秒ではがれる | 0.5 |
| 9. 木材素肌 | 2kgf-10秒ではがれる | | 0.2 |

*10. 100kg 家具用の商品に化粧合板を貼りつけ、ピートンをねじ込み、体重をかけてぶらさがってみた。

貼りつけるのに、壁に押し当てる方法でくっつけたもの(加圧力 30kgf)は、体重の半分位(30kg)で、1秒で落下。
床に置いて体重 63kg で乗っかってくっつけたものは、全体重をかける少し前、50kg 位で、1秒で落下。

“ 片手で引下げ、25kg 位では、3秒で短辺方向から剥がれはじめ、5秒で落下。

2) 平面引っ張り(長期): 2リットルペットボトルに水を入れて吊り下げ、何時間持つかテスト

- 木材素肌では10秒で落ちた。つるつるとした表面のビニールクロスを貼ったものでは、9分で落ちた。
- 化粧合板の表面を布で拭いただけのものは2分で、中性洗剤で汚れを落としたものは、17時間で落ちた。

3) 剥離テスト: 鉛直の壁に貼り付けて、めくれる方向に荷重がかかった場合の保持力はどの位か

- ビニールクロス(ざらざら)の壁に10cm 角の粘着マットを貼り、100g の板をつけておくと20分で落ちた。1kgの板では、10秒で落ちた。
- アングル蝶番付きの粘着系転倒防止具を、そのみ単体でタイル壁に貼っておいたら、1日経過して落下した。ロッカーを壁に固定するのも使ってみたが、数 mm セット位置がずれて合わせ面が浮き加減になったものは数日たったら、はずれた。普通の家庭の人が精密に位置決めするのはかなり困難。

4) 以上より目安は下記

- 最大平面粘着力は 1kgf/cm²程度。但しこれは、面に垂直方向の荷重に対しての最大耐力なので、斜め方向のはがす力にはずっと小さい力でも徐々ににはがれる。又実際に壁にセットするとき、人の押し付ける力は 30kgf が限度であり、押し付けた力以上の保持力が出ないとすると、2ヶで 60kgf。適応家具は 50kg 以下のものということになる。
- 相手素材はタイル・ニス塗り家具板・化粧合板・焼き付け塗装鋼板などの表面の滑らかなものに限られる。

- ・家具を背面の壁に止めるために使おうとした場合、床が畳で少し沈んで家具が前のめりになると、必ず外れるので、少し後ろにもたれるようにセットする。
- ・粘着マット(マットだけ)の商品説明には「垂直面には使用できません」と書いてある。小さな家具・家電等の底に敷いて転倒・移動防止用にはむいている。中型大型用の保持具付の商品は他の固定方法と併せて使用すべきと思う。

4.1.2 粘着系B :粘着マット付L型樹脂具(スポンジ緩衝材付)

- ・4.1.1 と比べて平面付着力は対化粧合板で $0.7\text{kgf}/\text{cm}^2$ と若干低いが剥離には2倍程度強い。スポンジ状の緩衝材を介しており、はがす方向の力が分散されるためらしい。但し荷重を斜めにかけてスポンジが切れた。又、斜めに力がかかると半分の荷重でも、端から剥がれはじめて1~2秒ではずれるのは変わらない。
- ・スポンジの反発力でいつでも若干壁に押し付ける力が働くような工夫がなされている。但し、最初壁におしつけてセットした力以上の保持力は発揮しないのは同じ。
- ・ビニールクロス壁紙では、つるつるしたもので $0.3\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、ざらざらしたもので $0.2\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、2秒ではがれた。
- ・商品説明に「高さ 125cm、重さ 115kg の家具で震度7の振動実験実証済」と書いてある。1ヶに化粧合板を貼りつけて、ピートンをねじ込み、これに体重 63kg でぶら下がって見たら、5秒ではがれた。「片側に全荷重がかかるものとして計算する」と安全を見込むなら、60kg までの家具にしか使えない。

*粘着マットの粘着力は、相手材と極近接した分子間の引力(ファンデルワールス力)だけにより、接着材の場合のように相手材に食い込んで固着する確効果も化学反応結合もないので、端からめくると容易にはがれるのは本来の性状。地震の最初の力を瞬間だけ受け止める緩衝機能はあっても、固定力をこれに求めるのは筋違いと思う。小型家具、小型家電等に限り、中・大家具にはほかの固定方法と併用して使用する方が良い。実際、そうした。

<吊り下げテスト>

<壁紙への付着力テスト>



<体重でぶら下がりテスト 粘着系A>

<体重でぶら下がりテスト 粘着系B>



4.2 建材用両面テープ、接着剤

- 1) 建材用両面テープの平面接着力は $4\text{kgf}/\text{cm}^2$ 程度 タイル、化粧合板、木、ビニールクロスも可。接着時に十分加圧する必要。
 - 2) 接着剤(変性シリコン)は 平面接着力 $20\text{kgf}/\text{cm}^2$ 程度 柔軟性あり 木、タイルも目荒らして可
 - 3) 木工用ボンド 平面接着力は $10\text{kgf}/\text{cm}^2$ 程度 木と木
 - 4) エポキシ2液混合硬化タイプ(コンクリート補修用) 平面接着力 $60\text{kgf}/\text{cm}^2$ 程度 タイル、化粧合板は目荒らして塗る。5分で硬化するのでその間人手で押し付けて置くことができる。1時間で取り付け可。
- ・いずれも粘着系と較べて一桁上の接着力がある。但し、貼り合わせ面の端部に隙間があると、そこが割裂の始まりになってはがれが進むので接着剤をはみ出させて、隅部を水回りのコーキングのようにR仕上げする。
 - ・壁紙の上に貼る場合、壁紙自体の強度が $0.5\text{kgf}/\text{cm}^2$ 位で、それを超えると柔らかいつるつるしたビニールクロスでは台紙から表面が剥がれ、硬いザラザラしたものではモルタル表面から台紙ごととはがれてきた。
 - ・重量のある家具を固定する場合には、下地用の板を差し渡して貼り、それにアングル+木ネジ止めする等の方法をとる。可能ならば、下地用の板も間柱に木ネジ止め、コンクリートの壁ならばプラグアンカーと併用。
- * 実用上、普通の家庭で一般人が家具固定作業するとして、可能なのは4)とおもわれる。強度は1cm角の角材をコンクリートブロック、板に接着し、体重をかけてぶら下がり、何度も揺すって見たが平気だった。コンクリート壁に家具固定用下地としてつけ鴨居を取り付けるなら、壁紙をその部分だけをはがしてケレン後これで接着する。可能ならプラグアンカーと併用してやればしっかりしたものができる。

<木と木、木とコンクリートの接着 5分硬化>



<一時間で実用強度、ぶら下がりテスト、全然平気>



<ハンマーで折損テスト、相手素材の方の表面が剥がれた>



<ボルトをねじ込んで破壊テスト、角材の方がわれた>



4.3 マジックテープ

マジックテープの基盤は粘着剤でありながら接着に近い性能(平面10kgf/cm²、割裂10kgf・cm)があり、木でもつるつるのタイルでもざらざらの壁紙でも、良くくっつくので非常に使いやすい。さすが長く様々な用途に使われてきた工業用製品だけのことはある。かみ合い面の保持力(ループ・フックの係合力)は概略下記だった。

1) マジックテープ :平面 1kgf/cm² 割裂 1kgf/cm

(通常のタイプ) ・7cm*9cm=63cm²のマジックテープを板に貼り、かみ合わせて体重63kgでぶら下がった。保持できたが、2秒たって短辺から剥がれはじめた。掛かる荷重に対して十分な面積(安全率3)をとると同時に、はがす力を受ける辺の長さも大切なことがわかる。
50kgの家具なら $50\text{kgf} \div 1\text{kgf/cm}^2 * 3 = 150\text{cm}^2$
10cm*15cmの材料を2.5cm巾長さ15cm短冊に切って家具上部裏に門型に貼るといような工夫をする。

2) マジロック :平面 2kgf/cm² 係合部寸法 2cm*14cm=28cm²

(矢じり型フック 小物用) ・通常のマジックテープの3倍の係合力とうたわれているが、実際に引っ張ると1kgf/cm²までは安定、2kgf/cm²で端から剥がれた。安全率3をとれば、20kgのものまでとなる。

3) マジックガード :平面 2.5kgf/cm² 係合部寸法 3cm巾*8cm長=24cm²

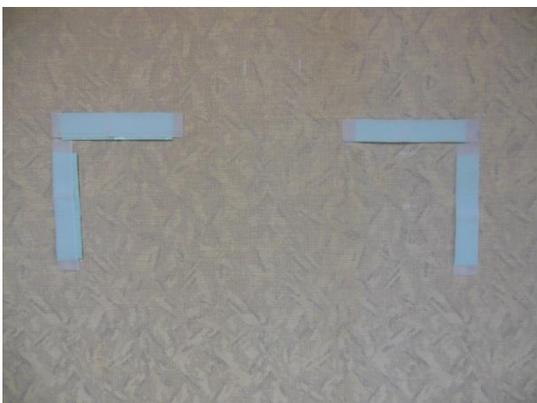
(家具・家電・OA 機器用、台座付) ・3cm*7cmを板に貼り、体重をかけてぶら下がった。完全にかける一歩手前で端からはがれはじめた。2ヶセットだが安全を見て片側だけで受けても大丈夫な荷重とすると、50kgまで。

* 2,3は剥がす度にフックが少しずつ切れて性能が落ちる。たまに動かして掃除をするような家具には1の方を広めに貼る方が使い勝手が良い。

* マジックテープも又、固着しているわけではないので、小物はよいが重量のある家具には他の方法と併用する。

<門型に貼る工夫>

<小型家具、家電に使用の例>



<この粘着系Aは冷蔵庫に使ってみたが思いっきり引っ張ったら外れたので電気釜の台に転用した

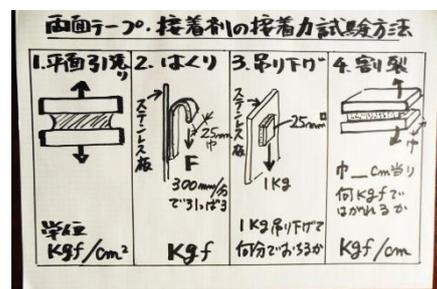
4.4 まとめ表

粘着系、両面テープ、接着剤、マジックテープの保持力性能比較表

| 製品種別 試験方法 | 粘着系 A | 粘着系 B | 建材用両 面テープ | ゴムテ ープ(布) | マジックテ ープ基盤 | マジックテ ープ 1,2,3 | 接着剤 変性シリコン | 木工用 ボンド | エポキシ 二液混合 | 単位 |
|-----------------|----------|----------|--------------|--------------|---------------|-------------------|---------------|------------|--------------|---------------------|
| 剥離 2.5cm巾 | 0.5 | 2 | 3 | 2 | 5 | | | | | kgf/2.5cm |
| 吊り下げ1cm角1kg | 40分落下 | 落下せず | 落下せず | 落下せず | 落下せず | 落下せず | | | | 落下時間 |
| 割裂 kgf/巾cm | 1 | 2 | 8 | 1 | 10 | 1,3,4 | 13 | 10 | 15 | kgf/cm |
| 平面引っ張りMAX | 1 | 0.7 | 4 | 1.5 | 10 | 1,2,3 | 20 | 10 | 60 | kgf/cm ² |
| 相手材 タイル・化粧合板 | 1 | 0.7 | 4 | 1.5 | 20 | | 10 | | 40 | “ |
| 木(素肌) | 0.2 | | 3 | 0.5 | 10 | | 20 | 10 | 60 | “ |
| 木(ニス塗り) | 0.5 | | 4 | 1 | 10 | | | | | “ |
| コンクリート | 0.5 | | 3 | | | | | | 60 | “ |
| ビニールクロス | 1 | 0.3 | 4 | 0.3 | 10 | | | | | “ |

5. 各種滑り止めの保持力・摩擦係数など

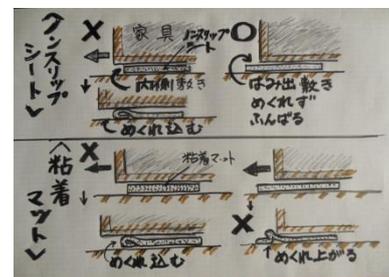
- 家具のつま先を踏ん張らせるために敷くノンスリップシートは摩擦係数が2.5位あり、よく効く。テーブルや小物家電の滑り出し防止にも良い。敷いておくだけなので掃除のために時々移動する家具には使い勝手がよい。シートの表面は小さな凹凸があり、さらにそのなかに微細な溝が無数に刻まれている。これが強く押し付けられるほど相手材の表面に食いつき、床が畳でも、フローリングでも、絨毯でも同じようによく効く。摩擦力は重さに比例して増加するが、限界を超すと踊りだすので20kgf/2.5cmと見て安全率2をとり、100kgの家具なら10cm角=100cm²を使用、短冊4枚に切って、家具底前面と側に敷く。面圧も1kgf/cm²程度とり、100kgには100cm²。
- 他に商品として家具のつま先に敷く樹脂製で断面が平たいくさび型の「ストッパー」があるが、これは家具を傾けて壁に持たせかけるためのものであり、摩擦係数は0.5位しかない。滑り出しを防ぐにはこれの下にノンスリップシートを敷いてやる必要がある。
- 粘着マットを滑り止めに使うのは、小物に限られる。性状がゴムのようなものなので大きな力で押されると、めくられて巻き込まれ、はがれてしまうため。巾を広くとっても一点からめくれが波及して広がり、余り効果なかった。
- マジックテープは基盤の接着力が強くて剥がれず、巻き込まれて滑ることはないので水平方向の保持力は巾でなく面積に比例し、max2kgf/cm²でこれを超すとフックが外れて、滑り出す。安全を見て、1kgf/cm²とし、100kgの家具なら10cm角を短冊4枚に切って下部底前面と側に敷く。



<敷き方の注意点>

<静止摩擦係数 比較表> 面圧1kgf/cm²にて

| 床材 品名 | 木 (素肌) | フローリング (ニス塗り) | 畳 (順目) | 畳 (逆目) | カーペ ット | ビニー ルクロス |
|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| ノンスリップシート | 1.7 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2 | 2.5 |
| 樹脂ストッパー | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.5 |
| 木(家具底板) | 0.3 | 0.15 | 0.23 | 0.25 | 0.3 | 0.5 |



<水平方向保持力表>:化粧合板に2.5cm巾*4cm長を貼り、長手水平方向に引っ張り、何kgfではずれるか

| | 面圧なし | 重さ2kg(面圧0.2kgf/cm ²) | 重さ10kg(面圧1kgf/cm ²) | どの位の家具適応か? |
|-----------|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------|
| 粘着マット | | 2.5kgf/2.5cmでめくれる | 5kgf/2.5cmでめくれる | 10cm角で25kg家具まで |
| ノンスリップシート | | 3kgf/2.5cm(内側敷き) | 20kgf/2.5cm(はみ出敷き) | 10cm角で100kg家具 |
| マジックテープ | 1kgf/cm ² | 15kgf/cm ² でフックはずれ | 20kgf/cm ² でフックはずれ | 10cm角で100kg家具 |

6. 天井との間に発泡スチロール、段ボール、本を詰め込む方法、伸縮箱についての注意点、限界

自身の経験では、最初は狭い隙間に合う器具が見つからなかったので、読み終わった文庫本の各種厚さのものを組み合わせてぎゅうぎゅうに詰め込んでこれでいいだろうと満足していた。数週間経って気になって触って見たらスルッと抜け出た。「ああ、本は縮むんだ。」と解って、改めて工夫をしておして、ネジジャッキとクサビに取り換えたのが2010年秋だった。明けて次の11年3月11日、東京は震度5、マンションの中層階だったので震度6位の揺れだったと思われる。ガッチリ押さえてあったので、本棚・食器棚・冷蔵庫等重量物もびくともしなかった。転倒防止をしていなかった他の戸では折り重なって倒れたり、倒れなくとも20cmはずれた。

詰め込む方式では役に立ったかどうか？本格的な揺れにみまわれた地域、階層の方から「効いた」という報告は今までの所見当たらない。しかし、一番身近の材料で取り掛かり始めやすい方法なので「詰めておくのがいいらしい」という話は飛び交っており、転倒防止の陰の主流になっているのが実情かもしれない。奨めたい方法ではないが、何であれともかく始めてみるのが大事で、自分でやって見て「これでは心もとない」と実感すれば、「では次はどういう手を打てばよいか」と考えて次に進むわけだから、止める理由はない。

従って今言えることは、この方式はどうやれば効くのか、どういうことに注意しないと効かないのか、限界点ほどの位か、目安をつけること。簡単なテストをして以下に報告。

6.1 発泡スチロール詰め込み式の保持力テスト

ホームセンターで売っているブロック(一個300円、物置の下に敷くのに使う、耐荷重15kg)を使用。天井代わりに机の天板板の下に詰め込んで引っ張り、どの位で抜け出すか、セットの仕方による違いを調べた。

1) 天井との隙間1cmでブロックをおいただけ(段ボール詰め込みなし)の時。

- まっすぐ直角に引っ張ると家具の後ろが持ち上がり、ブロックが天井と競り合って止まったが、張力5kgfで家具の底が斜めに滑り出した。
- 地震力はあらゆる方向に働くことを考慮して斜め5度方向に引っ張ると最初からずり出した。
- これより、「倒れようとしても天井にひっかかって止まってくれるだろう」と期待するのは、身の安全を全くの僥倖に頼ることになることと、転倒防止には頭を押さえるのと同時に下部の滑り止めも一緒にやらないと効果がないことがわかる。……………結果 ×

2) 天井との間に段ボールを詰めた場合。

- 段ボールを手で思いっきり詰めた(押す力20kgf位が限度)時の加圧力は20kgf程度で天井が1cm程浮いたのでこれ以上はおさえられず。これを引っ張ると10kgfまで保持。これを超すと、ブロック、家具底共に斜めに滑り出した。
- 摩擦力だけで保持されており、せり合う力は働かないので保持力はこれが限度。……………結果 △

3) ノンスリップシートを家具底に敷き、ブロックと天井との間は1cmあいたまま。

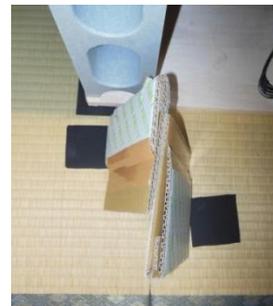
- 引っ張ると傾いて後部がもちあがりブロックと天井がせり合って止まる。30kgfまで保持。これを超すとブロックが滑り出してはずれた。
- 下部爪先の踏ん張りとは上部ブロック、天井との間で迫り構造が出来たが、ブロックと天井の強度に限界があり、グラグラと揺れると外れる可能性がある。……………結果 △



- 4) ノンスリップシートを家具底、ブロック重ね面、天井との間すべてに敷いた時
 ・ぴったりの高さなら上部下部共、全く滑らず、引っ張り40kgfでも安定。
 ・摩擦力、せり合いの両方が効いて安定した保持力がでた。……結果 ○



- 5) 段ボールを折ってクサビを二枚作り、互いに逆に重ねて押し込む。
 ・高さ調整が4) でうまく合わせられないときには、段ボールを二枚、折り曲げ部に小片をはさんでガムテープでとめてクサビを二個つくる。一枚を厚い方を奥にして敷き、もう一枚を薄い方から差し込む。それぞれブロックとの間、天井との間にノンスリップシートをはさんで滑り止めにする。
 ・この方法をとると張力10kgfで若干(1~2cm)滑るがそこでクサビが効いて止まり、40kgfで安定した。……………結果 ○
 発泡スチロールブロックを斜めに切ってクサビを作るとなお良い。



- 6) 角材を切ってクサビを作り、ブロックに板をしいて天井との間に押し込む。
 ・40kgfでくさびが2cm程滑るがそこで止まり、安定する。この時、天井は1cm程浮いた。この時の持ち上げている力は40kgf位。さらに圧力を上げること出来るが、天井とブロックの強度に限界あり。……………結果 ○



6.2 発泡スチロールの物性と家具押さえに使う時の注意点

1) ホームセンターで売られている発泡スチロールのブロック

「使用荷重15kg」と表示されている。これは物置などを設置するとき下に敷くのにつかう時、つぶれてかしくのを防ぐための、安全を見た使用荷重を表示している。他に 10 * 20 * 厚さ 5cm の空洞の無いブロックもある。これの圧縮強度は 1kgf/cm² が限度でそれ以上かけると縮んで戻らなくなる。

2) 他によく使われる魚のト口箱

ト口箱は例えば40cm * 30cm * 厚さ20cmだと8kgの内容物を詰めて10段積みでトラック輸送して、つぶれないような強度とかという用途に応じた圧縮強度で作られている。60倍程度に発泡成形された材料なので、圧縮強度は0.5 kgf/cm²まで。これで1%位縮み、1kgf/cm²では10%も縮んだので押さえにはならない。上記ト口箱では箱の半分側の側板(厚さ2cm)の断面積に荷重がかかるとして 100cm² * 0.5kgf/cm² = 50kgf となるが安全率3をみれば15kg程度。もっとも手で押し込む力もちょうどその位が限度なのでここまでしかおさえられない。

ト口箱は平積み用に出来ているので、平置きで使う。高さを稼ぐために縦につかうと



衝撃で割れる。縦置きにして座ると一発で割れた。

ト口箱を重ねて使う時は必ず合わせ面を接着又は滑り止めをはさむ。軽いので振動でふわっと空気に乗って滑り出すので、合わせ面の密着には、じゅうたんの滑り止めテープが使いやすかった。

3) 発泡スチロールと家具の天板、天井との間、段ボールをはさむならその間には必ずノンスリップシートを敷く。

発泡スチロールの摩擦係数は、対ベニヤで $\mu = 0.5$ 、高級家具の天板の滑らかな化粧合板では $\mu = 0.25$ 程度しかなかった。段ボールを押し込んで押さえる力は 15kgf だとすると、滑り出す力に対抗する摩擦力はその半分とか $1/4$ しかないのでは地震力に対抗できない。「倒れ始めても、天井に発泡スチロールがつかえて止まってくれる」ためにはブレーキが効かないと止まりようがない。ましてスチロールも柔らかいし、天井も持ち上がるわけだから、段ボールを積み重ねる方式も同じことが言える。

4) 加圧力が 15kgf で限界だとすると、あとは爪先で踏ん張って上部がせり合うことで生まれる摩擦力に頼ることになる。家具底にノンスリップシートを敷くことと併せてしか、この方法は効かない。

6.3 伸縮箱(天板をネジで押し上げて天井に押し当てる)の場合もこの限界がある。

8mm 程度の細長いネジ棒をドライバーで回して押し上げるのだが突っ張り力は 10kgf 位にしかならない。それ以上押し上げようとしても、今度は天井が持ち上がってしまうのでそこでやめてしまう。実際に使われていた宅では押し当て板がグラグラになっていたので、合わせ面にノンスリップシートを敷いてネジを締めなおして補強したが、重量家具をしっかり止める力はない。

6.4 発泡スチロール等を隙間に詰める方式で転倒防止できる家具の重量の目安

6.1のテストでは4), 5), 6)の方法で取り付けただけの場合のみ、家具頭部で水平方向の地震力 40kgf に安定して耐えられた。重心点が高さ二分の一のところにあるとして、 $40 * 2 = 80\text{kg}$ の家具まで適用可能ということになる。

但し、発泡スチロール、かませる段ボールともに長期間には縮むので定期的に点検し、緩んでいれば押し込みなおす等の点検は欠かせない。重量のある家具では他の固定方法と併用が望ましい。

重量のある家具を発泡スチロールで押さえて、手で揺すってこれで大丈夫と思うのは誤解がある。本番の地震では 200kg の家具には 200kgf の力がかかるとみなければならない。手で揺すって動かなかったのは、家具が重かったからで、十分押さえられていたからではないのだから。

「面で押さえるから強い。外れようとしても天井に引っかかってくれるから大丈夫。」と言うのはうまく行けば、と言う僥倖を当てにして命を預けることになる。吊り構造の天井は押し上げ力には弱いけど水平方向にはかなり強いので、ノンスリップシートをかませることで、外れない工夫をした上で使うべきだ。

また重量のある家具には、天井の野縁等からワイヤーで引っ張る等の手段と併せて使うべきと思う。