

# 振動台実験装置による家具・ボンベ台等の耐震性の検証

平墳義正、大久保興平、長瀧宏弥

工学系技術支援室 環境安全技術系

## はじめに

居室及び実験室の地震対策については、人の安全や財産の保全上きわめて重要である。当工学研究科内においては、労働安全衛生法に基づき、衛生管理者による巡視を定期的に行っており、地震対策についても重要な一つの項目として位置付けている。しかしながら、実際に居室や実験室に設置されている家具や什器・ボンベ・装置・計測機器類等の地震対策措置の基準については曖昧なことが多く、またこれらの物の使い易さと耐震性を兼ね備えた合理的な方法もあまり存在しないため、的確な指摘ができない状況にある。したがって、このような状況下で東海地震や東南海地震のような大地震が襲った場合は、人命にも関わる甚大な被害を招くことも予想される。

## 1 目的

実際に長周期振動台実験装置（以下、装置）を用い、巡視で問題となることの多いロッカーやボンベ、実験用計測機器の耐震措置の実験的な検証が主であるが、この結果を巡視基準の作成へ反映させ、改善の一助とするとともに、実験結果を動画等で視覚化し、広く研究室等に啓発することも兼ねている。

## 2 実験方法

実験室の床を模擬するため、装置の実験台の床に厚さ 48mm のベニヤ板を取付け、その上に P タイルを張り、そこにロッカー（スチール製：1 人用、高さ 180cm）やボンベ台（7m<sup>3</sup>：1 本用）の試験体を設置した。また角材とベニヤ板から成る壁を実験台の手摺りに取り付け、そこに棚（スチール化粧アングル製）を固定した。実験に伴う危険を抑えるため、装置の実験台には緩衝材を張るなどの措置を行い、装置には推定東南海地震波を入力し、入力レベルを抑えた実験から開始した。

図 1～図 3 にこれらの写真を示す。



図 1. 実験台に固定したスチール棚



図 2. 実験台に固定したボンベとボンベ台

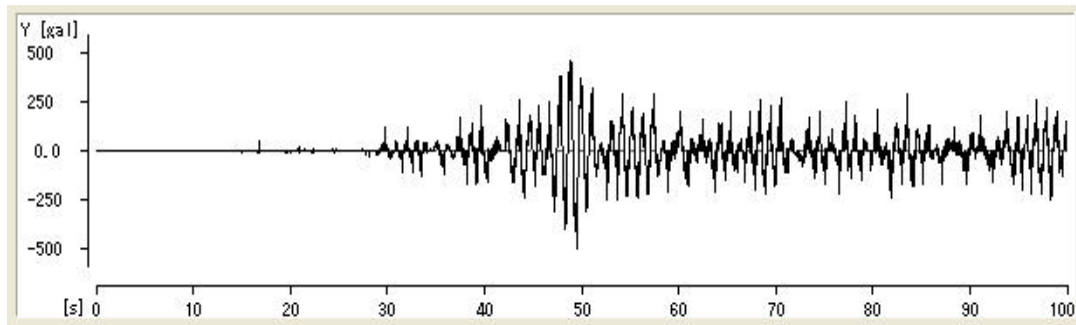


図 3. 実験装置に入力した推定東南海地震波

### 3 実験の結果

#### 3.1 これまでの到達点

昨年度行った実験では、次の事項が問題となった。

地震波の入力を抑え、それが半分にも満たないレベルで、ボンベ架台を固定したネジ（6mm - 4本）が床を模擬したベニヤ板から抜けてしまった。この原因は、ネジのナット（鬼目ナットを使用）の選択を誤ったため、ネジの強度が引抜方向に対して弱かったためである。

地震波の入力が のレベルより大きくなると、ボンベ架台が転倒する以前にボンベ固定用の鎖（直径4mm：予想破断強度約700kg）が金具止め（フック式）から外れ、ボンベが転倒してしまう場合があった。これは鎖の弛みが主な原因である。

地震計の使用方法にも問題があった。これはボンベの転倒時に衝撃が発生し、それを地震計が拾い、実際に装置に与えた地震波の値よりも大きな値を示したためである。

#### 3.2 本年度の到達点

昨年度の問題事項を基に、本年度は次の試験体の耐震性実験を行い一定の結果を得た。実験は震度4.5～震度7の範囲で行った。なお、地震計の問題については、装置の実験台に地震計のみを設置し、試験体は設置しない状態のデータ（バックグランドデータ）を予め取っておくことで解決した。

##### （1）ボンベ台及びロッカーの耐震性

床に固定していない場合は、ロッカーで震度5弱、ボンベ台は5.8で転倒した。床に固定した場合は、ボンベ台の場合、震度6.2でも倒れなかったが、ボンベを固定している鎖がボンベ台から外れそうになった。なお、ボンベ台の固定には4本の木ネジ（鉄 - 亜鉛メッキ皿タッピングネジ：外径4mm，谷径3mm，長さ40mm）を使用した。後日、木ネジの引抜強度を簡単な実験によって計ったところ、1本あたり394kgの値を得た。

##### （2）棚に収納した書籍類の耐震性

棚（幅90cm，高さ210cm，奥行30cm）は装置が持つ最大性能にも耐えうるよう、実験台の床及び壁にL字型金具や針金・ネジによって固定した。試験体の書籍類は、その両側面にブックエンドを配し、棚の中段に並べた。

実験結果は、震度6では書籍類が数cm動いたが、震度6.6になると、急激にその動きが増し、瞬時に倒れ、棚から落下することが分かった。また、棚に落下防止用のベルトを取り付けた実験では、倒れはするが、この震度でも容易に棚から落下することはなかった。

### (3) 粘着性耐震マットの耐震性

試験体として小型電源（重量 8.5kg）及び試薬びん（500m びん，ガロンびん）を選んだ。

#### a．小型電源の場合

先述した棚の下段に本試験体を置いて実験を行った。結果として、本試験体の下に耐震マットを敷かない場合は、震度 5.4 から動き出し、震度 6.1 で棚から落下した。耐震マットを敷いた場合は、震度 7 でも落下する気配はなかった。なお、耐震マットは 5cm 程度の正方形に切断し、十数回使用したものを試験体底部の四隅に貼り付けた。

#### b．試薬びんの場合

実験台の床面には木製機の天板を模擬したベニヤ板を敷いた。500m 試薬びんについては底面の広い試薬びん立て（特注品）に入れて、またガロンびんについてはベニヤ板上に直接立てて置いた。また、いずれのびんも内容量（水）の相違による実験を行った。

試薬びんの底部に耐震マットを取り付けない場合は、500m 試薬びんの場合、震度 5.9 でベニヤ板上を滑り、ガロンびんの場合は耐震 6.1 で滑り出した。耐震マットを取り付けた場合は、震度 6.4 でも滑る気配はなかった。ただし 500m 試薬びんの場合は、その底部に耐震マットを取り付けた状態であっても、震度 6.8 で前触れもなく転倒し、かなりの速度で実験台の緩衝材に衝突し転げ回った。なお、びんの内容量の違いによる震度の差については、ほとんどなかった。

## 4 まとめ

昨年度及び本年度の実験から少なくとも次の事項が明らかとなった。

震度 5 弱：1 人用ロッカーなど、高さがあり不安定で固定されていない物は転倒する。

震度 5～6 弱：比較的安定していると見える物でも、耐震処置がされていない場合や処置が弱い場合は転倒する。また物品の移動（動く）による落下等の危険性が高まる。

震度 6～7：物品の急激な移動（動き）により、耐震処置がされていない場合や処置が弱い場合は確実に転倒・落下する。

近年発生が懸念されている東南海地震の場合は、名古屋市の場合で予想震度が 6 弱～6 強（場所によっては 7）と言われている。今回行った実験は、あくまでも建物の 1 階に相当する揺れを与えた場合の実験である。したがって、これ以上の階の場合は、一般的にそれ以上の揺れとなる。

工学研究科内では、ほぼ 2 ヶ月に 1 回の頻度で各実験室等の巡視を行っているが、その際にボンベ台が床や壁等に固定されていないケース、また試薬びんに入れられた有機溶剤等が実験机上にそのまま置かれているケースを見かける。このような状況の下、大地震が発生し、不運にも実験室に閉じ込められ、これらの物品が転倒した際の衝撃で火災等を伴った場合はどうなるであろうか …。

## 5 謝 辞

今回の実験を行うにあたり、振動台実験装置及び同実験装置室の使用をご了承いただきました福和伸夫 教授、飛田潤 准教授には、ここに心から感謝の意を表します。