

箱型家具類の耐震転倒性に関する基礎的研究

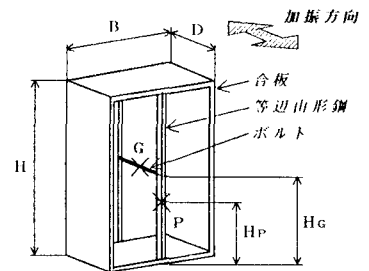
阿南工業高等専門学校 正員 ○笹田 修司
 徳島大学工学部 正員 平尾 潔
 五洋建設(株) 森 武志

1. まえがき

従来より、構造物の耐震安全性に関する研究は数多くなされてきており、現在においては、構造物の耐震性能はかなり向上してきている。これに対し、室内空間の耐震性に関しては、あまり検討されておらず、これについても検討しておく必要がある。そこで、著者らは、地震時における室内の耐震安全性に関する一研究として、食器棚、タンス等の箱型家具類を対象とした模型に対して、正弦波ならびに実地震動の加速度を入力した振動実験と、数値解析による実験結果のシミュレーションを試みたので、その概要を報告する。

2. 実験概要

対象とした実験モデルは、一般的に市販されている家具類のうち、 B/H が最小値に近いモデルSと最大値に近いモデルTの2種類で、図-1に示すような形状の合板製の1/2縮尺模型であり、表-1に示すような寸法と重量である。なお、表中の重心高さ H_G は、無載荷時における本モデルの測定結果である。また、内容物の有無による影響を調べるため、内容物の載荷は、各々の模型中央部に山形鋼で固定したボルトを通し、これに、重量10kgの鉄製(直径約30cm, 厚さ約2cm)の重りを取り付けた。



(注)点G:重心, 点P:変位計取付け点

図-1 実験モデル

実験は、重心位置に静的に水平力を加え、浮き上がるときの荷重値を測定し、次に、アルミ合金製の振動テーブル上で、実験モデルを転倒近くまで傾けた状態から自由振動(ロッキング振動)を生じさせ、実験モデル側面の重心位置の加速度および、点Pの水平変位を記録測定した。そして、振動実験装置を用いて、周波数1.0Hz~1.8Hzまで0.2Hzごとの正弦波および、時間的なスケールリングを行っていない実地震動加速度記録を、実験モデルがロッキングもしくは転倒が生じるレベルの大きさで入力し、点Pの水平変位に加えて、このときの振動テーブルの加速度を記録測定した。

表-1 実験モデルの諸元

	モデルS	モデルT
高さH(cm)	100.5	100.5
奥行D(cm)	30.4	19.6
幅B(cm)	60.0	75.0
重心高さ H_G (cm)	50.5	49.0
無載荷時重量 W(kg)	14.6	13.8
載荷時重量 W(kg)	24.6	23.8

3. 数値解析法概要

本報告では、解析モデルを剛床上の剛体の振動として仮定し、さらに、剛体と床との間には完全摩擦が働き、すべりが生じないと仮定して数値解析を行っている。

振動モデルが、静止状態から、点Aあるいは点Bまわりの回転運動を生ずるための条件は式(1)を用いている。

$$\begin{aligned} \text{A点まわり: } g \times D_A / H_G < \ddot{X}_0 \\ \text{B点まわり: } g \times D_B / H_G < \ddot{X}_0 \end{aligned} \quad (1)$$

ここに、 g は重力加速度

また、ロッキング振動を行っている際の運動方程式は、点Aまわりに回転している場合については、回転による角変位 θ_A および角加速度を $\ddot{\theta}_A$ を、浮き上がりを生じる方向

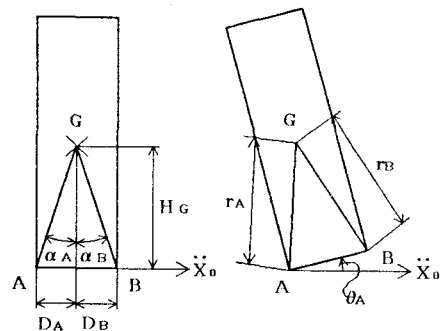


図-2 解析モデル

を正としたとき、次式となる。

$$J_A \ddot{\theta}_A - m g r_A \sin(\alpha_A - \theta_A) = -m \ddot{X}_0 r_A \cos(\alpha_A - \theta_A) \quad (2)$$

なお、解析に用いた入力加速度は、実験時に記録したデータであり、また、運動方程式の数値積分は、線形加速度法を用い、時間刻みは、実験記録に合わせて、自由振動および正弦波入力に対しては0.005sec、地震波入力に対しては、0.010secで解析した。

また、減衰については、回転の支点が移り変わる際に床との衝突により運動エネルギーが失われるものとして扱い、以下の解析では、自由振動実験より求めたエネルギー減衰比を用いた。

4. 実験結果と数値解析結果の比較

実験結果と数値解析結果との比較及び検討についての詳細は、講演会当日に報告することとし、ここでは、その概略を紹介する。

図-3は、自由振動時の点Pの水平変位について、実験結果(実線)と数値解析結果(破線)の比較したもので、載荷時のモデルSの後半を除いては、両者は、ほとんど一致している。図-4は、図-3の結果のフーリエスペクトルで、ピーク値より低振動数の領域で、幾分外れている。

図-5は正弦波入力の結果例として、無載荷のモデルSに対して振動数1.6Hz、最大加速度500Galの正弦波加速度を入力したときの結果である。実験値と数値解析値は振動初期の過渡期の応答は、ほとんど一致せず、浮き上がりを生じ始める時刻にもずれがある。一方、定常状態になると一致してくる。

図-6は、実地震入力に対する例として、エルセントロ1940,N-S成分の最大加速度400Galとして、時間的なスケールを行わずに、無載荷のモデルSに対して入力した結果である。両者とも転倒しているが、浮き上がりを生じた時刻は、ほぼ一致しているが、転倒までの挙動にずれがある。

5. まとめ

本研究では、箱型家具類の1/2縮尺模型を用いて、その耐震性を検討する目的で、自由振動および正弦波ならびに実地震動の加速度を入力した振動実験を行うとともに、数値解析により、実験結果をシミュレーションした。その結果、実験的な耐震性の検討は本報告では省略したが、数値解析については、初期の応答が、実験結果と一致せず、この部分について、検討する必要があるかとなった。

参考文献：武藤清；構造物の動的解析，1979, pp186～205

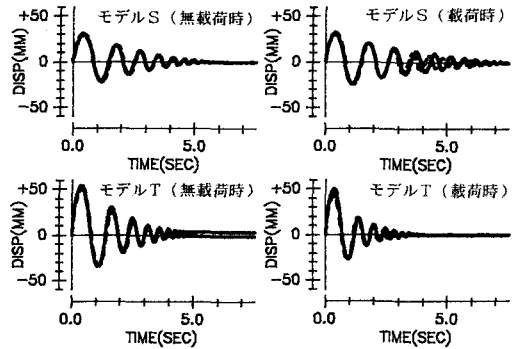


図-3 自由振動時の点Pの水平変位
(実線:実験結果, 破線:数値解析結果)

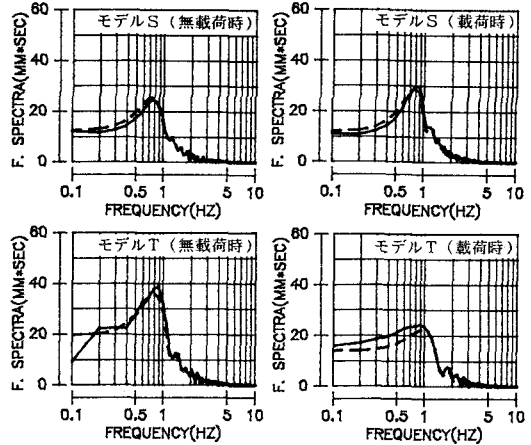


図-4 自由振動時のフーリエスペクトル
(実線:実験結果, 破線:数値解析結果)

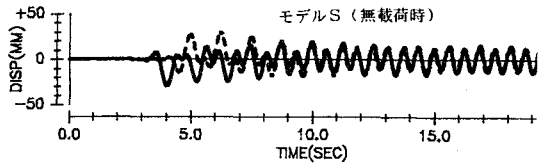


図-5 正弦波(1.6Hz, max.500Gal)入力時の点Pの水平変位
(実線:実験結果, 破線:数値解析結果)

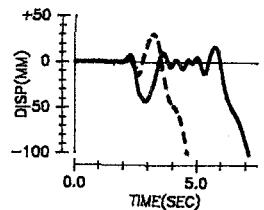


図-6 実地震動(エルセントロ1940N-S成分, max.400Gal)入力時の点Pの水平変位
(実線:実験結果, 破線:数値解析結果)