

## 防災教育のための簡易実験教材の開発

### Development of the Simple Experiment Apparatus for Disaster Prevention Education

○小林範之\*

Noriyuki KOBAYASHI

#### 1. はじめに

実際に身の周りで地震が起こったとき、適切に対処をし、避難するためには、事前に知識と対処法を身につけておかなければならない。また、「こんな時には、こんな被害が出る。」というのは、なんとなくは頭ではわかっているかもしれないが、実際に見てみることでより理解が深まるに違いない。そのため、建物が地震に抵抗する仕組みや共振といった振動論の基礎を分かりやすく教えるために、振動実験教材の開発を行った。

また、どのような工夫をすれば、被害が小さくなるかを考え、実際に実験をしてその効果を検証する。

#### 2. 振動模型の作成

##### 2.1 振動台

簡易振動台として、手回し型の振動台（図1）を作成した。入力波の振動数を変えるために、アームの稼働距離が変化するように楕円盤への取り付け位置が変更できるようにした。

##### 2.1 バネマスモデル

地震のとき高い建物と低い建物ではどちらの建物が大きく揺れるかを示すため、2種類のバネマスモデルを作成した。これは建物の固有周期について学ぶものである。

振子と振動台を結ぶステンレス板の長さは、建物の高さとする。ステンレス板の厚さや材質は同じ、その先につけた紙粘土の錘の重さも同一とした（写真1）。

##### 2.2 2階建て家屋

2階建て家屋模型をフレーム構造とし、床を木材、壁をステンレス板で作成した。構造の違いによる振動の差を比較するため、壁の厚さを0.2mm、0.3mmの2種類で作成した（写真2）。また、耐震性向上を目的に提案されている部材、ここでは、筋交と耐震金具が設置

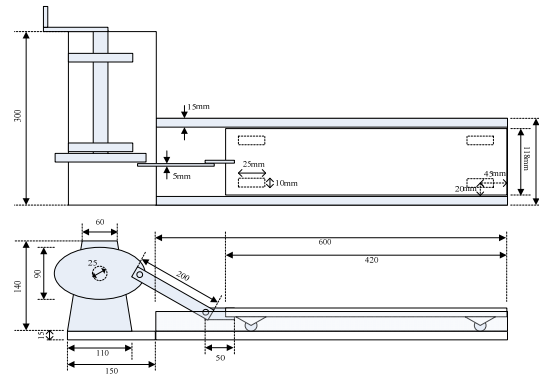


図1 手回し型振動台



写真1 バネマスモデル

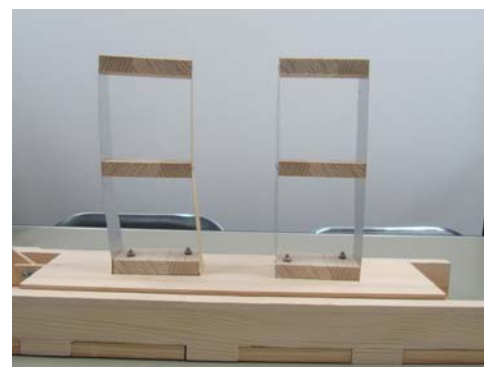


写真2 2階建て家屋

\*愛媛大学農学部：Faculty of Agriculture, Ehime Univ. キーワード：防災教育，振動実験，バネマスモデル

できるようにした。なお、筋交、耐震金具とも 0.2mm 厚のステンレス板で作成している（写真 3）。

### 3. 振動実験

#### 3.1 バネマスモデルによる共振実験

##### 3.1.1 実験方法

回転ハンドルを一定速度で回し、振動台を一定間隔で振動させる。このとき、片方の振子に注目し、その振子が大きく振動するように調節する。大きく揺れる回転速度が見つかったら、その速度を維持し、2 つの振子の挙動を観察する。同様に、もう一方の振子が大きく揺れるように回転速度を調節し、挙動を比較する。

##### 3.1.2 共振実験における学習のポイント

建物の固有周期を求めるために、建物を一質点系のバネマスモデルで表現することがある。本実験はこのモデルを模擬したものであり、串団子のように重量を質点に集中させ、振動を加える。このモデルの周期  $T$  は  $T = 2\pi\sqrt{m/k}$  で表され、 $m$  は建物の重量、 $k$  は建物のバネ（剛性）であり、建物の高さや構造によって変わる。高さの低い建物や RC 造の建物は  $k$  が大きく、高さの高い建物や鉄骨造の建物は小さくなる。

ステンレス板の長さが長くなればなるほど大きくゆっくりと揺れ、逆にステンレス板の長さが短くなればなるほど小さく速くゆれることが視覚的に捉えられ、振子の動きの違いがわかる。また、建物の高さや構造との関係も捉えやすくなる。

#### 3.2 2階建て家屋による耐震化実験

##### 3.2.1 実験方法

ステンレス板の厚さが 0.2mm の 2 階建て家屋模型を基準とし、ステンレス板の厚さを 0.3mm に増したもの、耐震金具を取り付けたもの、筋交を取り付けたものの 3 つの模型とそのゆれ方の違いを比較する。

##### 3.2.2 耐震化実験における学習のポイント

①壁を厚くする：耐震対策として、柱や梁を太くしたり、壁を厚くすることがよく行われるが、その効果を実感するための実験である。壁が 0.3mm の模型の方が揺れが少なくなる。

②耐震金具や筋交を取り付ける：筋交とは、柱と柱の間に斜めに入れて建物を補強する部材であり、ブレースとも呼ばれる。建物の耐震性を高める効果があり、建築基準法では一定の割合で使用することが義務づけられている。柱と梁が形づくる長方形は、接合部の強度が不足すると、地震や暴風などの水平からの力を受けたときにひしゃげるようにせん断変形してしまう。ここに対角線状に筋交を加えて三角形の構造を作り、変形を防止するものである。本実験では非常に大きな効果を示した。また、筋交を用いなかった 2 階の揺れと比較してもその効果の大きさが実感できた。耐震金具も同様の効果を示した。

### 4. おわりに

共振や建物の耐震性といった基本的な振動論を、専門的な知識を持たない人にわかりやすく教えるための実験方法の提案というのが、この研究の趣旨である。実際に模型を揺らすことで、建物の高さによって固有周期が異なることや耐震器具や筋交の有無によって揺れの大きさも変わってくることを視覚的に分かりやすくとらえることができた。



写真 3 耐震補強材