

仮想建造物の振動実験

地球物理班：池村 翔平 富岡 真帆
共同研究者：明橋 弘樹 小川 修平 岸 利華子 多幡 和真

1. はじめに

私たちは、東日本大震災をふまえ、振動が加わった時の建物の高さ卓越周期の関係を調べた。卓越周期とは建造物の揺れに最も大きな影響を与える周期のことをいう。

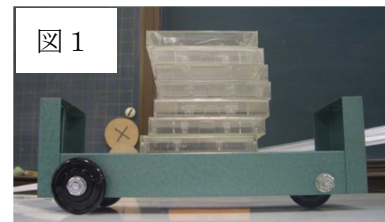
2. 実験

実際の建造物の簡易的なモデルとして、カセットテープの箱を積み重ねたものとプラスチック製の建造物（プラスチックタワー）を用意した。そして、力学台車の上ののせて様々な揺れ(振幅、周期)を起こし、建造物の振動の様子を調べた。

3. 実験1：カセットテープの箱

(1)方法

図1のように、力学台車の上にカセットテープの箱を積み重ね、台車の両端にばねを取り付けることで振動を起こした。ここでは、カセットテープの箱の一番下の段とのずれを、カセットテープの箱を2段から10段まで変えて調べた。



(2)結果

この実験で分かったことは二つある。

①段数が多くなるとあまり揺れなくなる。

原因としては、段数が多くなることで質量が増加し、摩擦力が大きくなったということが考えられる。

②段数×0.57段目が最もよく揺れる。

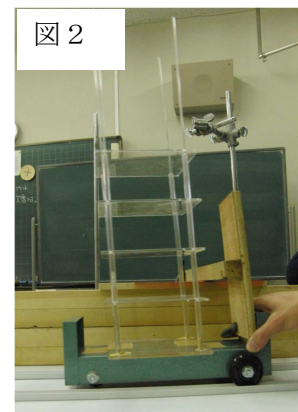
この実験の問題点は、ばねによる振動は地震動のように持続しないということである。また、カセットテープの箱によって摩擦の違いがあるということも問題点として挙げた(*1)。

4. 実験2：プラスチックタワー

(1)方法

高い建物になればなるほど卓越周期は長くなることはすでに分かっている(*2)。そこで私たちは、その振動をランダムに手で発生させても、同じような結果が得られるか調べてみた。

上記(*1)に挙げたような問題点を解消するため、図2のようなプラスチックタワーを使用した。



自作の地震計（図3）を製作し、振動を紙に記録すると同時にカメラでプラスチックタワーを撮影することで、揺れと卓越周期の関係を調べた。なお、プラスチックタワーの高さは3段から6段まで高さを変えて行った。

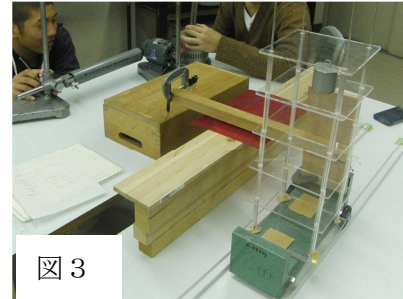


図3

この実験において、私たちは

- ①卓越周期がある一定の値に収束する、
 - ②卓越周期が高さの平方根に比例する
- の2点を予想した。

特に、②においては単振り子の周期をもとに

$$T = 2\pi\sqrt{L/G}$$

という式に似た関係が成り立つと考えた。

(T: 振り子の周期, L: プラスチックタワーの高さ, G: 重力加速度の大きさ)

(2) 結果

実際の結果は下のグラフのようになった。

結果は予想した通り、段数が高くなるにつれて卓越周期も大きくなった。しかし、卓越周期は高さに比例せず、段数が高くなるにつれて、周期変化量は小さくなった。

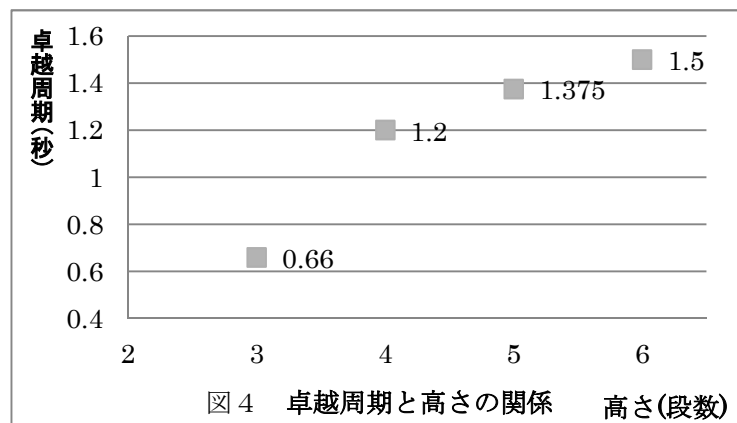


図4 卓越周期と高さの関係 高さ(段数)

5. まとめ

実験1では、カセットテープの箱の段数を増やすごとに固有周期が大きくなることが分かった。

次に行った実験2では、ランダムに揺らしたとしても、プラスチックタワーを高くするにつれて、卓越周期は大きくなった。また、プラスチックタワーをランダムに揺らした場合は、卓越周期は高さに比例せず、高さの平方根に比例するのではないかと思われる。

今回のLCIIの活動を通して、様々な揺れに対する建造物の反応を調べることができた。実際の地震動に当てはめることができるような関係性を得ることはできなかったが、それでも、卓越周期と揺れの関係、また建造物の卓越周期に当てはまる振動が起こった時の共振現象について知ることができたと思う。