

目で見る振動

小倉 絹代 河野 加菜子

【概要】

時々、歩道橋が上下に大きく揺れていることを不思議に思い、この研究を始めた。

風船や板を用いて、立体・平面の定常波を観察した。また、長さや太さの違う木の棒を振動させることで木の棒を共振させ、そのときの振動数と木の長さ、太さの関係を調べた。

結果として、風船において立体、板において平面の定常波を目で見ることができた。木の棒の共振に関しては、棒が細く、長くなるほど小さい振動数で揺れることがわかった。

We wondered why we sometimes felt a pedestrian bridge shaking up and down as we passed, so we started this research.

By using a balloon and boards, we observed standing waves as they happen on a plane and a cube. We made various rods in terms of their length and diameter, and measured the resonance of those rods based on their vibration. Then, we examined the relation between the number of oscillations and the length or the diameter of rods.

As a result, we could observe cubic standing waves within the balloon and plane standing waves within the boards. Based on our observations about resonance we found that the rods vibrate with lower frequency the slender and longer they are.

【目的】

歩道橋を歩いていると、下をダンプなどの大型車が通ったとき、大きな揺れを感じる時がある。いつも感じるわけではなく、端にいるときは揺れを感じない。そのことをいつも不思議に思っていた。その理由は、物体は共振して、定常波を発生するからであるとわかった。

そこで、共振における棒状物体の形と振動数がどのように関係しているかを調べようと思った。

- ・ アンプ
- ・ 風船
- ・ 板 (木、金属)
- ・ 砂
- ・ 角柱
- ・ 段ボール箱
- ・ ストロボ

【実験方法】

バイブレーター①の作成

- ・ スピーカーのコアとスーパーボールをはりつけ、アンプと低周波発振器をつなぐ。



バイブレーター②の作成

- ・ 竹串の両端にスーパーボールをつけ、それをスピーカーのコアにはりつける。
- ・ アンプと低周波発振器をつなぐ。

【仮説】

・ (立体)

振動はするが、大きな揺れではない。

・ (平面)

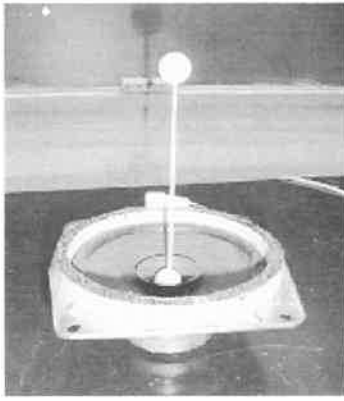
板の材質、形が変わると模様も変わる。
大きさが違って出てくる模様は同じ。

・ (棒)

振動数が大きいほど短い棒が揺れる。
振動数が大きいほど太い棒が揺れる。

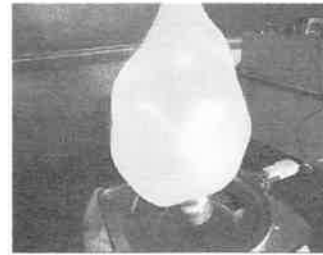
【実験器具】

- ・ スピーカーのコア
- ・ スーパーボール
- ・ 竹串
- ・ 低周波発振器



実験1

- (1) 風船に水を満たし、バイブレーター①で振動を与える。
- (2) ストロボで照射する。

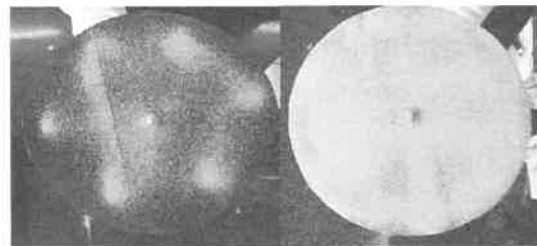
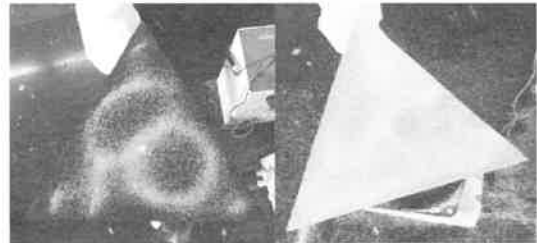
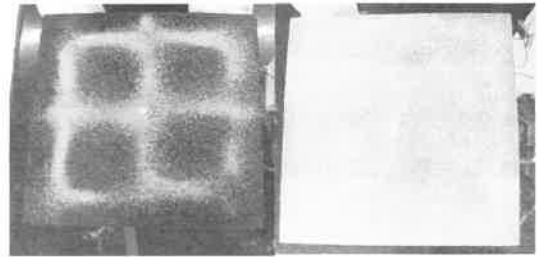


実験2

280Hz の時

実験2

- (1) 木の板を一辺 30 cmの正方形、正三角形、直径 30 cmの円に切る。
- (2) 重心で棒を固定する。
- (3) 板の上に砂をまき、バイブレーター②で振動を与える。
- (4) 木の板と同様に、金属板においても(1)~(3)の操作を行う。

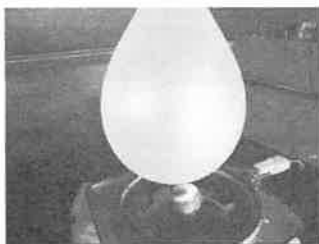


実験3

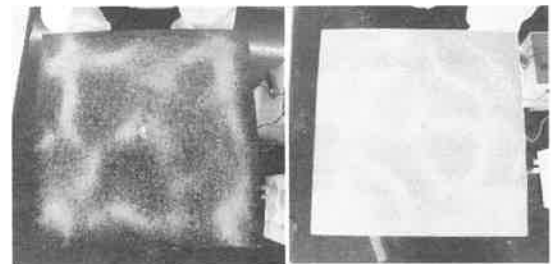
- (1) 太さの違う角柱(0.6、0.9 cm角)をそれぞれ25、30、40、60 cmに切り、木の板に差し込み固定する。
- (2) (1)を段ボール箱に乗せ、板に振動を与える。
- (3) 棒が基本振動したときの波長を求める。

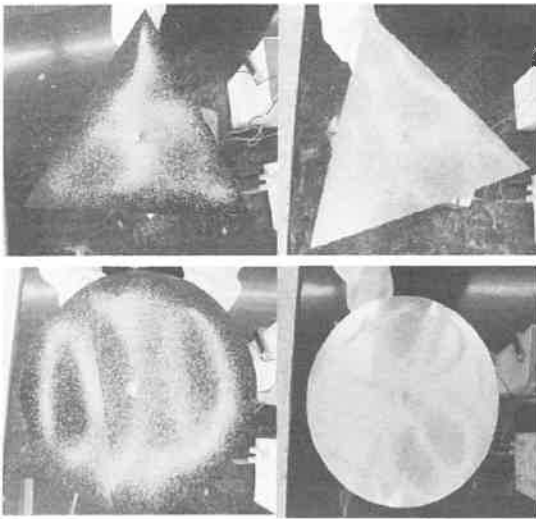
【実験結果】

実験1



400Hz の時

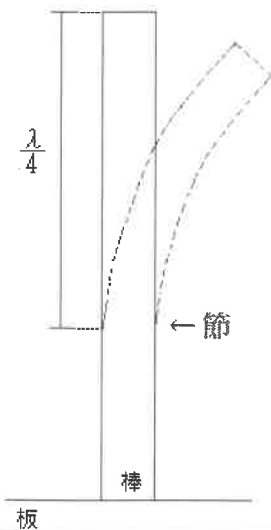




実験3

振動を与えると、木の棒は揺れた。

	振動数 [Hz]
60 cm(太)	15 , 31
60 cm(細)	10.5 , 33
40 cm(細)	13.5 , 28



◆ 波長について

左図のように、節から振動している部分の長さを測ると、波長(λ)の4分の1の長さがわかる。このことから波長を求める。

板	λ/4 [cm]	λ [cm]
60 cm(太)	36	36×4=144
60 cm(細)	38	38×4=152
40 cm(細)	22	22×4=88

【考察】

実験 I

⇒ 風船は、定常波を発生し、ボコボコと揺れた。(立体の定常波)

入射波と反射波が一致していないときは揺れが小さかった。

定常波は、互いに逆向きに進む、振動数・振幅の等しい波が重なり合えばできるものである。しか

し、この風船のように、媒質に一定の境界があり、その境界で反射した波と入射した波とが重なり合う場所には、特定の振動数のときにしか定常波は安定して存続するようにはならない。

実験 II

⇒ 板に振動を与えると、定常波が発生し、腹のところには砂がたまり、節のところには砂がたまり模様ができる。(平面の定常波)

振動数を変えると、砂の模様は変わり、板の形や材質を変えても模様は変わった。

実験では振動の与え方が均一ではなかったため、板に伝わる振動が微妙に変わっていたかもしれない。しかし、今回は振動数の細かい値まではつきりしなくても、振動数が変わると模様が変わるということが確認できたので、目的は達成できた。今後は、板の厚さについても調べてみたい。

実験 III

⇒ 木の棒は、細くて長いほど、小さな振動数で共振することがわかった。

振動数を大きくしていくと、いったん共振しなくなり、再び共振したときには基本振動から3倍振動に変わった。

今回実験したものの中であまりに太いものや短すぎたと思われるものでは、共振しているところは観測しづらく見ることはできなかった。

材質が今回のような木ではなく、紐のような柔らかいものであれば、もっとわかりやすい。共振を起こす振動数を見つけるのには特に苦労したが、太く、固い木の棒が曲がって動いているのには感動した。

【感想】

この実験は、オリジナルのバイブレーダーを作成することから始まった。スピーカーの核にスーパーボールをつけただけの簡易なものだったので、実験中に何度も壊れてしまい、その度直すことが大変だった。

風船を水で満たすと、手で軽々と持てないくらい重く、表面も平らであるので、振動を与えただけでボコボコ揺れるとは思わず、驚いた。

平面の定常波においては、なかなか良いと思う結果が出ず、板の色や大きさを変えてみるなどの工夫をした。最終的にはいろいろな模様を見ることができ、目的も達成できたので満足だ。

共振を観察するための木の棒を組み立てるのに、厚い板に穴を開けたり、うまく振動を伝えられる方法を考えたりすることに苦労した。他の棒がどれも動いていないのに、1本だけ動いているのを見たときは感動した。

実際に実験を行ってみたとき、どれも”まさか”と思うものばかりで楽しめた。振動を目で見ることは、普段の日常であまりできることではないので、今回ははっきりと見ることができてよかった。この研究が、今後何に活かしていけるか考えていきたい。

【引用文献】

「いきいき物理わくわく実験1」

愛知・岐阜物理サークル 日本評論社