

1 研究目的

教科書では『反発係数は衝突速度にほぼ無関係』

↓

①反発係数の測定装置の自作
②反発係数と衝突速度の関係の解明

本当にそうなのか？

の2点を目的とした。

2 測定原理

反発係数 e を求めるには、
A：速度を利用
$$e = \frac{v_2}{v_1}$$

速度測定が難しい

B：高さを利用
$$e = \sqrt{\frac{h'}{h}}$$

初速を0 m/sにしたり、 h' の正確測定が難しい

C：時間間隔を利用 ← 本研究で採用
$$e = \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}$$

Δt_1 ：1回目と2回目の衝突の間隔
 Δt_2 ：2回目と3回目の衝突の間隔

時間間隔はArduinoで計測！！

Arduino:入出力端子を備えたマイコンボード
計測や制御が可能

3 実験1

- ①測定装置を自作する（図1）。
 - ②ピンポン球を異なる高さ*1から落とした（図2）。
- *1高さは5 cm～30 cmは5 cm刻み， 30 cm～100 cmは10 cm刻み
- ③測定装置が計測した衝突時間間隔（ Δt_1 、 Δt_2 ）をもとに反発係数を求めた。
 - ④ Δt_1 、 Δt_2 からそれぞれ v_1 、 ev_1 を算出し、その平均 $\frac{(1+e)v_1}{2}$ と反発係数の関係を調べた。

発生時刻を記録

図1 測定回路の配線図

図2 実験のようす

4 結果 1

①反発係数の測定可能
②衝突速度が増大
⇒ 反発係数は小さくなる？

5 実験 2

『仮説：衝突増加が増加するにつれ反発係数が減少する』を検証するため、ピンポン球の種類を変え実験1と同様の実験を行った。

6 結果 2

衝突速度が増加するにつれ反発係数は減少

7 考察

（1）反発係数の速度依存性について

衝突により減少した力学的エネルギーを ΔK とおくと

$$\Delta K = \frac{1}{2}mv^2(1 - e^2)$$
$$= K \times C$$

C ：エネルギー損失率

図3 衝突による力学的エネルギーの減少

エネルギー損失率 C を速さ v の1次式として近似する

$$C \doteq C_0 + C_1v$$

↓

$$e \doteq 1 - \frac{C_1v}{2(1 - C_0)} \cdots \textcircled{1}$$

結果1，2のグラフの特徴を再現！！

図4 反発係数の速度依存性

（2）教科書の記述について

- 『反発係数は衝突速度とほぼ無関係』と記載されていたのは
- ①精密測定が難しい（難しかった）
 - ②現象・計算の単純化
- の2点が主な理由と考える。

8 結論

- ・Arduinoとマイクロフォンで精密に反発係数を求めることができる。
- ・反発係数は衝突速度が増加すると小さくなる。

9 今後の課題

衝突速度をより広い範囲に拡大して測定を行ったり，ピンポン球以外の物体でも実験を行いたい。

10 参考文献

- 1 植松恒夫ほか，「総合物理1 様々な運動 熱波」（2017），啓林館1，28
- 2 國仲寛人，早川尚男，「2次元弾性円盤の衝突：反発係数出現のミクロメカニズム」，物性研究（2001），76(2)：214-218
- 3 福田和宏，「これ1冊でできる！Arduinoではじめる電子工作超入門 改訂第3版」，ソーテック社，2014