

Arduino を用いた自作機器による反発係数の精密測定

長崎県立大村高等学校 3 年

研究者指名 ○○ ○○・○○ ○○

指導者氏名 ○○ ○○

要旨

反発係数を精密に測定するための回路の自作と反発係数の速度依存性の有無を明らかにすることを目的とした。Arduino を用いた自作回路により反発係数を精密に測定することができた。反発係数は衝突速度の増加とともに緩やかに減少することがわかった。

1. 背景と目的

高校の教科書では、「反発係数は衝突する速さに関係なく、物体と床の材質によって決まる」と記載されているが、本当に衝突する速さに関係しないのか、という疑問を持った。そこで以下の 2 つを目的に研究に取り組んだ。

- (1) 反発係数の精密測定のための装置を自作し、自作機器の性能評価を行う。
- (2) 反発係数と衝突速度の関係を明らかにする。

2. 実験材料と測定原理

(1) 実験材料

Arduino Uno Rev3, マイクロフォンセンサー, カーボン抵抗 (10 kΩ), Cds セル, ブレックボード, ピンポン球 (Nittaku 40mm プラスティック公式球), 実験机, 1 m 物差し

(2) 測定原理

反発係数を求めるには次の 3 つの方法がある。

A : 速度を利用

$$e = \frac{v_2}{v_1} \cdots \textcircled{1} \quad v_1 : \text{衝突直前の速度} \quad v_2 : \text{衝突直後の速度}$$

①の式は衝突直前の速さを精密に求めることが困難なため精密測定に適さない。

B : 高さを利用

$$e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} \cdots \textcircled{2} \quad h_1 : \text{衝突前の高さ} \quad h_2 : \text{衝突後の高さ}$$

②の式はピンポン球の初速を 0 にしたり衝突直後の高さを正確に求めることが困難なため精密測定に適さない。

C : 時間間隔を利用

$$e = \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} \cdots \textcircled{3} \quad \Delta t_1 : \text{1 回目の衝突時間間隔} \quad \Delta t_2 : \text{2 回目の衝突時間間隔}$$

時間間隔は Arduino で精密に測定できるため、本研究では C の方法を採用した。

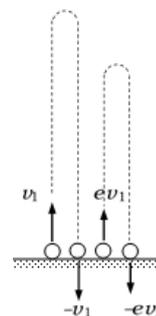


図 1 衝突前後の速度

3. 実験 1

測定装置を自作 (図 2) し、ピンポン球を異なる高さから落とす。そしてパソコンに表示された衝突時間から反発係数を求め、衝突速度と反発係数の関係を調べる。

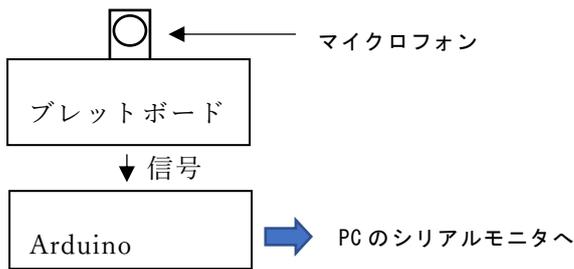


図2 測定回路の配線図

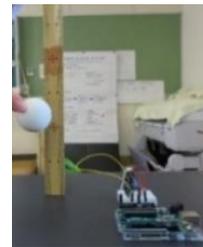


図3 実験のようす

4. 実験1の結果と考察

衝突時刻を精密に測定することができ反発係数を高い精度で求めることができた。(図4) 衝突速度が増加するにつれ、反発係数が減少すると予想できる。

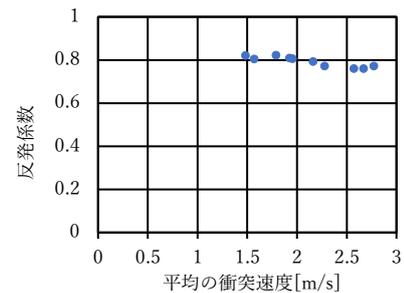


図4 衝突速度と反発係数

5. 実験2

結果・考察1で立てた予想を検証するためピンポン球の種類を変えて実験1同様の実験を行った。

6. 実験2の結果と考察

衝突速度が増加するにつれ反発係数が減少することが分かった。これにより衝突による力学的エネルギーの減少率が衝突速度とともに増大することに増大することが示唆された。

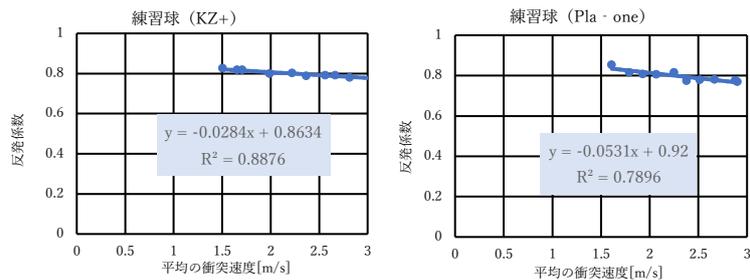


図5 衝突速度と2種類の練習球の反発係数

7. 結論

- ・ Arduino とマイクروفオンで精密に反発係数を求めることができた。
- ・ 反発係数は衝突速度の増加するにつれ減少する。

8. 謝辞

本研究を行うにあたり長崎県立大村高等学校の〇〇〇〇先生にはたくさんのご指導とご協力を頂きました。本当にありがとうございました。

9. 引用文献

- [1] 田村剛三郎ほか, 「高等学校改訂物理」, 第一学習社(2018), 50
- [2] 國仲寛人, 早川尚男, 「2次元弾性円盤の衝突: 反発係数出現のマイクロメカニズム」, 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