

音波消火器

Sonic type fire extinguisher

研究の目的（動機）

音を鳴らして火を消すという音波消火器というものがあることをインターネットで知り、自分たちで音波消火器を再現してみたいと感じた。また、水や化学薬品を使用しない音波消火器は、消火時周りへの被害を抑えられると期待されているが、そのメカニズムは、はっきりと判明していないので、その原理を知りたいと思い研究することにした。

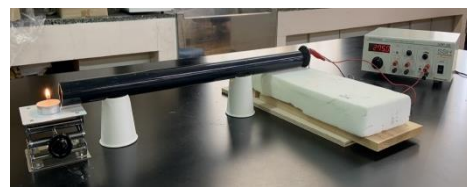
実験方法

・実験器具

塩ビパイプ（長さ58.1 cm、外径3.7 cm、内径3.1 cm）、大電力低周波発振器、スピーカー（0.2W）、ろうそく、ライター、紙コップ

・手順

1. 紙コップで台を作り、パイプを水平にする。
2. 低周波発振器とスピーカーを接続し、パイプの片端にスピーカーを置く。
3. もう一端にパイプと2.3 cm離れたところにろうそくを置き、火をつける。
4. 予め予想した理論値をもとに振動数を設定し、装置を起動する。
5. 30秒ほど観察し、炎の様子に変化が無いかなど観察する。



理論 気柱の振動について

筒の長さを l [m]、音の速さを V [m/s] としたとき、固有振動数の波長 λ_m [m]

と固有振動数 f_m [Hz] は以下の式で表される

開管

$$\lambda_m = \frac{2l}{m} \quad (m=1,2,3,\dots)$$

$$f_m = \frac{V}{\lambda} = m \cdot \frac{V}{2l} = m f_1 \quad (f_1 = \frac{V}{2l}, m=1,2,3,\dots)$$

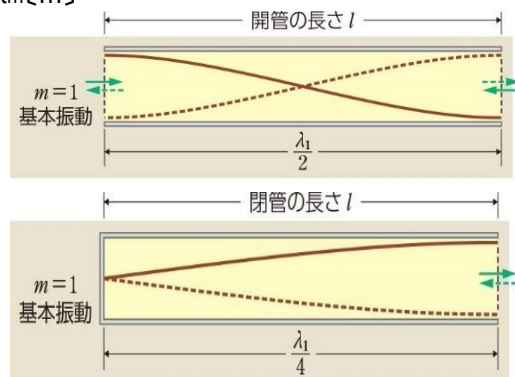
閉管

$$\lambda_m = \frac{4l}{m} \quad (m=1,3,5,\dots)$$

$$f_m = \frac{V}{\lambda} = m \cdot \frac{V}{4l} = m f_1 \quad (f_1 = \frac{V}{4l}, m=1,3,5,\dots)$$

1気圧、 t [°C] の空気中の音の速さ V [m/s] は以下の式で表される

$$V = 331.5 + 0.6t$$



結果

予備実験としてろうそくの火にスピーカーの音を直接あてたが、装置最大の出力で振動数100 Hz～1000 Hzまで変化させても、ろうそくの火は消えず、炎の様子にも変化は見られなかった。そこで、スピーカーにパイプをつけて、パイプの長さから計算される固有振動数付近の振動数の音を出して実験を行った結果、装置最大の出力で58.1 cmのパイプ（開管での固有振動数理論値297Hz）を用いて、282Hzの音を出したとき、共鳴が起こり一番大きな音となり、ろうそくの灯を消すことができた。

考察

スピーカーにパイプをつけて共鳴させ、大きな音を発生させることでろうそくの火を消すことができた。火が消えたときの振動数から、開管による気柱の振動がおり、火が消えていることが分かった。息を吹いてろうそくの炎を消すように、風により火を消していると考え、簡易の風速計での風速の測定も行ったが、風速計のファンは回転することはなく、風速を測ることはできなかった。このことから、一方向からの風による消火ではないと考えられる。

今後の課題

大きな音を出せるスピーカーを準備して、音の大きさと炎の様子の実験し、どのような条件下の音で火を消すことが可能かどうかをさらに研究する予定である。

参考文献

改訂版 総合物理2 ー波・電気と磁気・原子ー 数研出版

“炎”は音で消せ！ 大学生が新型の消火器を発明 - <https://www.youtube.com/watch?v=NuHdoDLrKKc>