# 目的

超音波送信機への入力信号と受信機の出力信号の位相差から、空気中の音速を求める。

# 実験原理

図１

空気中の音速を出すには、まず

　　　　　　v　=　fλ

という式を考える。ここから周波数と波長が分かれば良いことがわかる。

その二つのうち周波数の方は、発振器で発生させた周波数を周波数カウンターで測定できるから、ここでは主に波長の測定について考える。

そこで、図１のような装置を考える。まず発振器から導線を伝わって振動が出力スピーカーに伝わるまでと、入力スピーカーから受け取ってオッシロスコープに入るまでは速度が非常に早いためそこの差は考えないものとする。

しかし、出力スピーカーから出力され、入力スピーカーに入るまでは空気中を伝わるため、発振器から直接オッシロスコープに入るものと位相差が生じる。その位相差は、空気中を伝わっている距離に左右されるため、出力スピーカーを固定し、入力スピーカーを動かすことで、その位相差が変化する。これを利用して波長を求める。

ある地点aで、位相差がAだけあったする。そこでどんどん入力スピーカーを動かして、出力スピーカーから離していくと、地点bでまた位相差がAになったとする。

これは入力スピーカーがちょうど波長分動いたということである。つまり

λ = b-a

であらわすことができるということである。ここでは分かりやすくするために位相差A=0

として測定を行った。

つぎにどのように位相差を測定するかであるが、ここでオッシロスコープを利用する。

まずオッシロスコープをＸ－Ｙ動作にする。ここで

Ｘ　…　発振器から直接入力する

Ｙ　…　入力スピーカーから入力する

というように入力をする。ここで周波数は同一であるからリサージュ図形は円形もしくは直線になるはずである。ここで位相差が０であるということは、この図形が右上がりの直線になる。

これで周波数と波長が分かるため、空気中での音速が測定できる。

# 方法

まず図１の装置を組み立てた。そこで発振器の周波数を40kHzぐらいに設定し、正確な値を周波数カウンターで測定した。その後、オッシロスコープで位相差を確認しながら入力スピーカーを動かしていき、位相差が０になった地点を記録していった。

# 実験結果

まず表１に測定した値を記す。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 表1　波が一致した距離とそれぞれのλ | | | |
|  |  |  |  |
| 距離 | (cm) | 差(cm) | λ(cm) |
| 1～22(回) | 23～44 |  |  |
| 1.9 | 21.3 | 19.4 | 0.882 |
| 2.8 | 22.2 | 19.4 | 0.882 |
| 3.7 | 23.0 | 19.3 | 0.877 |
| 4.6 | 23.9 | 19.3 | 0.877 |
| 5.5 | 24.8 | 19.3 | 0.877 |
| 6.3 | 25.7 | 19.4 | 0.882 |
| 7.2 | 26.6 | 19.4 | 0.882 |
| 8.1 | 27.4 | 19.3 | 0.877 |
| 9.0 | 28.3 | 19.3 | 0.877 |
| 9.9 | 29.2 | 19.3 | 0.877 |
| 10.7 | 30.1 | 19.4 | 0.882 |
| 11.6 | 31.0 | 19.4 | 0.882 |
| 12.5 | 31.9 | 19.4 | 0.882 |
| 13.4 | 32.8 | 19.4 | 0.882 |
| 14.3 | 33.7 | 19.4 | 0.882 |
| 15.2 | 34.5 | 19.3 | 0.877 |
| 16.0 | 35.4 | 19.4 | 0.882 |
| 16.9 | 36.3 | 19.4 | 0.882 |
| 17.8 | 37.2 | 19.4 | 0.882 |
| 18.7 | 38.0 | 19.3 | 0.877 |
| 19.6 | 38.9 | 19.3 | 0.877 |
| 20.5 | 39.7 | 19.2 | 0.873 |

また、周波数カウンターによって測定した周波数は39.72kHzだった。

表のλの出し方は、次の通り

全部の測定値が2n個あったとすると、それぞれのλは



の様にして求められる。そこから平均のλをだせる。



で求められ、λ＝0.880 (cm)になった。

これを　　v = fλ　の式に代入すると

v= 349.54 (m/s)になった。

# 考察

実験日の気温は25℃であったからこの日の空気中の音速の理論値は

v = 331.5 + 0.6t （t(℃)）

の式から出すと、v = 346.5 (m/s)になる。

今回の実験で得られた実験値と3m/sの開きがある。

この実験での誤差率を出すと、



となった。よってこの実験はほぼ成功したと言ってよいと思う。

理論上のλが0.87(cm)であることを考えても、この3m/sの違いは本当にちょっとした測定時の目盛りの読み方で変わると思う。

もう一つ考えられるのは、近くに人間がいたために気温が上がったというのも考えられるが、理論値を出すときの式から逆算すると気温が30℃でなくてはならなくなるため、その可能性は除外してもよいと思った。

(℃)

よってこの違いは測定時の微妙な誤差のためだと考えた。