音速の測定

[1]目的

オシロスコープを用いて音速を測定することによって、オシロスコープの基本的な操作方法を覚える。

[2]実験方法

2‐1．配線する

送信機と受信機をものさしのうえに向かい合わせに置き、それぞれオシロスコープに接続する。送信機に発信機と周波数カウンターを取り付ける。

2‐2．超音波の発信準備

　①ch2の波形を観察しながら振幅が一番大きくなる周波数を探す。

　②ch1の波形から信号の周期を読み取り、周波数を求め、周波数カウンターから周波数を読み取る。

3‐1．方法1（CHOPモード）で音速を測定

　⑴ 二つの波形を重ねそのときの受信機の位置(X1)を読み取る。

　⑵ 受信機を動かして波形が重なったら、そのときの受信機の位置(X２)を読み取る。これを数回繰り返す。

　⑶Xn－Ｘn―１が波長λである。(目盛りが減っていく向きにスライドさせたから)

3‐2．方法２(X-Yモード)で音波を測定

　⑴ X-Yモードにしてリサージュ図形にする。受信機を動かして、位相がそろって右上がりの直線になるようにし、そのときの受信機の位置(Y1)を読み取る。

　⑵ 受信機をスライドさせ図形が一巡してもとの形に戻った時の位置(Y2)を読み取る。これを数回繰り返す。

⑶ Yn―１－Ynが波長である。

[4]結果

4‐1．ch1の波形から信号の周期を読み取った周期：2.55×10⁻⁵秒

　　　これより周波数は３９㎑

4‐2．周波数カウンターで測定した周波数は40.17 ㎑

4‐3. 方法１による実験結果を表にまとめる。(表1)

4‐4. 方法２による実験結果を表にまとめる。(表２)

１

表1　方法1の結果(4－3)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 受信機の位置X(㎜) | 波長λ(㎜) | 残差δ | δ² |
| X₁＝377.1 | λ₁＝X₁－X₂＝7.6 | -1.11 | 1.23 |
| X₂＝369.5 | λ₂＝X₂－X₃＝10.2 | 1.49 | 2.22 |
| X₃＝359.3 | λ₃＝X₃－X₄＝9.6 | 0.89 | 0.79 |
| X₄＝349.7 | λ₄＝X₄－X₅＝8.0 | -0.71 | 0.50 |
| X₅＝341.7 | λ₅＝X₅－X₆＝8.3 | -0.41 | 0.17 |
| X₆＝333.4 | λ₆＝X₆－X₇＝8.6 | -0.11 | 0.01 |
| X₇＝324.8 | λ(平均)＝8.71 |  | ∑δ²＝4.92 |

表２　方法２の結果(4－4)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 受信機の位置Y(㎜) | 波長λ(㎜) | 残差δ | δ² |
| Y₁＝376.5 | λ₁＝Y₁－Y₂＝8.4 | 0.04 | 0.002 |
| Y₂＝368.1 | λ₂＝Y₂－Y₃＝8.1 | -0.26 | 0.068 |
| Y₃＝360.0 | λ₃＝Y₃－Y₄＝8.0 | -0.36 | 0.130 |
| Y₄＝352.0 | λ₄＝Y₄－Y₅＝8.7 | 0.34 | 0.116 |
| Y₅＝343.3 | λ₅＝Y₅－Y₆＝8.6 | 0.24 | 0.058 |
| Y₆＝334.7 | λ(平均)＝8.36 |  | ∑δ²＝0.347 |
|  | | | |

4‐5. 表よりλ±δλを求める。

　⑴方法１の平均自乗誤差は 0.40㎜ よってλ±δλ＝8.71±0.40㎜

⑵方法２の平均自乗誤差は 0.13㎜ よってλ±δλ＝8.36±0.13㎜

4‐6. ｖ＝ｆ・λより音速を求める。求めた２つの周波数、２つの波長を組み合わせて、４つの音速を求める。

　⑴ch1の波形から求めた周波数と

　　　方法１で求めた波長から　v＝340±15㎧

方法２で求めた波長から　v＝330±5㎧

⑵周波数カウンターで測定した周波数と

　　　方法１で求めた波長から　v=349±16㎧

　　　方法２で求めた波長から　v=335.8±5.2㎧

4‐7. 音速の理論値を求める。

　　　室温は２５℃だったので、 v＝331.45＋0.607×25＝346.63㎧

２

[5]考察

　 実験で得た結果と理論値を比較してみると、どちらも理論値に近い値が出たが、方法１で求めた値の方が方法２で求めた値よりも理論値に近く、ch1の波形から求めた周波数よりも周波数カウンターで測定した周波数を用いた場合の方が理論値に近い結果が出た。また、平均自乗誤差は方法１の方がより大きかった。

方法１，２ともに理論値に大体近い値が出たので精度の良い実験だったことがわかる。これはオシロスコープが非常に高い精度で測定できる機器であることも同時に示している。方法１の方が２よりも理論値に近い値を出していたのは、先に行った方法１の方が後に行った方法２よりも余裕を持ってゆっくり測定できたからではないかと思う。方法２は次の時間に間に合わせるためあせって測定した面があった。その差が現れたようだ。図形がぴったり重なったところで値を読む方法２より、自分の大体の感覚で波が重なったところを読む方法１の方が平均自乗誤差（ばらつき）が大きくなるのは当然のことと言えよう。波形から計算で求めた周波数を用いるより、周波数カウンターの値を用いる方が理論値に結果が近くなり、誤差も小さくなるのも当たり前である。

　 この実験は、受信機を動かし、オシロスコープの画面で図形の重なりを判断し、ものさしの目盛りを読むのはすべて実験者本人であるという点から、この程度の精度で数値を算出するのが限界である。これを補うには、より精度の良いオシロスコープや送信機、受信機、発信機を用い、実験者本人の実験の経験の積み重ねによって精度を高めていくしかないと思う。

　　今回は音速の測定に波長を測った。実際目には見えない波をオシロスコープでは目に見える形にすることができる。話を聞いたり読んだりするだけでは良くわからなかったが、実験に使用してみるとオシロスコープのイメージがつかめた。

[6]オシロスコープの用途

　 　 オシロスコープは、テレビジョン技術者から物理学者まで広く使われている。これらの人々にとって、設計、修理などに、オシロスコープはなくてはならない測定器である。

エレクトロニクスの世界で、その有用性はとどまるところがない。さらに、適切な変換機（たとえば、マイクロフォン）を使用すれば、音、機械的歪み、圧力、光、熱などの物理

的現象も測定できる。

　 自動車技術者は、オシロスコープを用いてエンジンの振動を測定する。また、医療研究者は、オシロスコープで脳波を測定する。オシロスコープの応用範囲は無限である。

３