

ヤング率測定器

【目的】

直接針金の伸びを測定してその材質のヤング弾性率を求める方法です。

【理論】

長さ ℓ cm、断面積 S cm² の一様な針金に、 M g のおもりをかけたとき針金が $\Delta \ell$ cm だけ伸びたとすれば、ヤング率 E は、

$$E = \frac{Mg}{\Delta \ell} \cdot \frac{S}{\ell} = \frac{Mg \ell}{S \Delta \ell} \text{ dyne/cm}^2 \text{ でありますから、おもり } M \text{ に対する伸び } \Delta \ell$$

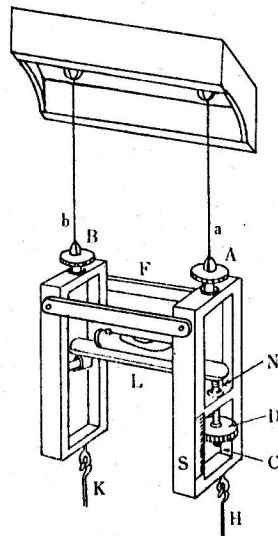
を測定すれば上式からヤング率が求められます。

【装置】

この実験に用いる装置を右図に示します。

これは金属製の枠 F に、針金の吊りねじ A 、 B と水準器 L および尺度 S と円板交測微ねじ N を備え、下部の吊り鉤 H 、 K にそれぞれ錘りをかけられるようになっています。

測微ねじ N においては、つまみ C により円板 D を 1 回転すると、円板の面積の高さが 1 mm だけ上下し、 D の周は 100 等分目盛が施してありますので、目分量で $1/1000$ mm まで読む事が出来ます。



【実験方法】

先ず長さ約 2 m の 2 本の針金 a 、 b の上端を固定し、その下端に A 、 B で装置を吊ります。 b は補助、 a が試料です。

測定を始める前に H 、 K に各 1 kg の分銅をかけて針金の曲りを伸ばし、次に分銅各 1 個または 2 個を補助錘として残し、つまみをまわして水準器 L を水平にしたときのダイヤル D の位置を読みとり、これを荷重 O に対する読みとし、これより H に分銅を 1 ケずつ加えてゆき、その都度水準器が水平になるよう調節して D 、 S の位置を読んで行きます。適当な荷重に達したならば今度は逆に分銅を 1 ケずつ減らしてその都度 L を水平にし、 D 、 S の読みを取つて行き、最後に補助錘を残したまま針金 a の長さ

ℓ を測り、また針金の直径をマイクロメータで数か所で ($d_1 \sim d_5$) 測り平均して針金の半径 r を求めておきます。

今もし 200 g の分銅を 1 ケずつ増したときの読みを $Z_0, Z_1, \dots, Z_5$ 、減量するときの読みを $Z_5', Z_4', \dots, Z_0'$ とすれば、それぞれの平均の読み $Z_0, Z_1, \dots, Z_5$ が求まります。これにより $Z_3 - Z_0, Z_4 - Z_1, Z_5 - Z_2$ を求めて、その平均値を取れば、これが $M=600$ g に対する伸び $\Delta \ell$ でありますから、

$$E = \frac{Mg \ell}{\pi r^2 \Delta \ell}$$

に以上の測定値を代入して針金 a のヤング率 E が求められます。

【例】 しんちゆう針金のヤング率

おもり	おもり増加		おもり減少		平均	
0 kg	Z_0	10.089mm	Z_0'	10.094mm	Z_0	10.092mm
1	Z_1	10.380	Z_1'	10.384	Z_1	10.382
2	Z_2	10.672	Z_2'	10.676	Z_2	10.674
3	Z_3	10.963	Z_3'	10.965	Z_3	10.964
4	Z_4	11.254	Z_4'	11.258	Z_4	11.256
5	Z_5	11.546	Z_5'	11.547	Z_5	11.547

3 kg のおもりに対するのび

$$Z_3 - Z_0 = 10.964 - 10.092 = 0.872$$

$$Z_4 - Z_1 = 11.256 - 10.382 = 0.874$$

$$Z_5 - Z_2 = 11.547 - 10.674 = 0.873$$

$$\text{平均 } \Delta \ell = 0.873 \text{ mm} = 0.0873 \text{ cm}$$

$$\text{針金の全長 } \ell = 172.6 \text{ cm}$$

$$\text{針金の直径 } d_1 = 0.858 \text{ mm} \quad d_2 = 0.858 \text{ mm} \quad d_3 = 0.859 \text{ mm}$$

$$d_4 = 0.859 \text{ mm} \quad d_5 = 0.860 \text{ mm}$$

$$\text{平均 } d = 0.8582 \text{ mm}$$

$$\text{針金の半径 } r = 0.4291 \text{ mm} = 0.04291 \text{ cm}$$

ゆえにしんちゆう針金のヤング率 E

$$E = \frac{3,000 \times 980 \times 172.6}{0.0873 \times 3.14 \times (0.04291)^2} = 10.05 \times 10^{11} \left(\frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2} \right)$$

【注】

上記の実験例は直径 0.85 mm のしんちゆう線を使用したものです。本器の線 (約 0.5 mm) と太さ及び分銅の重さが違いますので御注意下さい。