

たまざし（球指）

目的

たまざしを用いて与えられた球面の曲率半径を測定する。

実験用具

たまざし、平面ガラス板、球面鏡、ノギス

原理

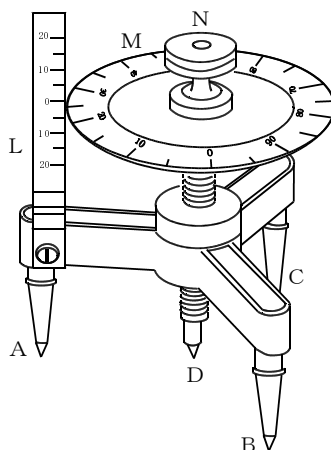


図 1

たまざしの外観を図 1 に示す。3 本の脚 A、B、C は正三角形の頂点になっていて、回転軸 ND は正三角形の重心において平面 ABC と垂直に交わるようになっている。尺度 L および円板上の目盛 M によって、D と面 ABC との距離 h が測定できる。すなわち、N を 1 回転すると D は 1mm だけ上下するように軸 ND にネジが刻んであり、円板の目盛 M は円周を 100 等分してあるから 1mm の 100 分の 1 まで、さらに目分量によって 1000 分の 1 まで測ることができる。

図 2 を見ながら以下の説明を読むことによって h を測定すれば、球面（一般には曲面）の曲率半径 R が求まることがわかるであろう。結果は (1) 式のとおりである。すなわち、 $\triangle ABC$

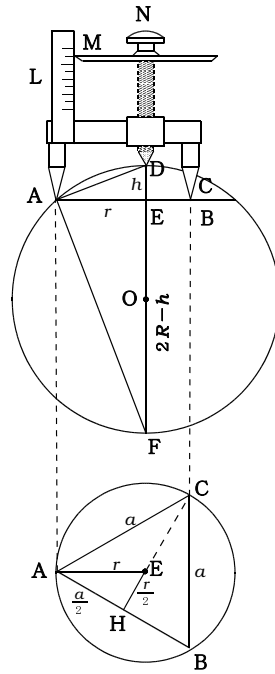


図 2

の一辺を a とすると

$$\overline{CH} = \sqrt{a^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} = \sqrt{\frac{3}{4}a^2} = \frac{\sqrt{3}}{2}a$$

$$r = \overline{AE} = \overline{CE} = \frac{2}{3}\overline{CH} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

また、 $\triangle ADE$ と $\triangle FAE$ は相似であるから、 $\overline{AE} : \overline{DE} = \overline{FE} : \overline{AE}$ となる。したがって、 $\overline{AE}^2 = \overline{DE} \cdot \overline{FE}$ である。よって、

$$\left(\frac{a}{\sqrt{3}}\right)^3 = h(2R - h)$$

$$\frac{a^2}{3h} = 2R - h$$

$$R = \frac{a^2}{6h} + \frac{h}{2} \quad (1)$$

実験方法

1. 平面ガラス板を使って、4 点 A、B、C、D が一平面上にあるときの L 、 M の目盛の読み（以下 D の読み という）を 10 回とり、平均する。
2. 球面上で 1. と同様に D の読み を 10 回とり、平均する。
3. 平面ガラス板および球面上での測定値と、それぞれの平均値との差をとり、記録する。その差が 0.01mm 以内であることを確認する。それ以上の差がある場合には、測定をやり直す。
4. 球面上の平均値と、平面ガラス板上の平均値との差をとり、 h とする。
5. たまざしを軽く紙面に押しつけ、その脚の跡にノギスをあてて、三角形 ABC の三辺を 1 回ずつ測定する。それらの平均値を a とする。
6. (1) 式 に h および a の値を代入して、曲率半径 R （球の半径）を求める。

実験例

回	平面ガラス上の D の読み		球面上の D の読み	
	測 定 値	平均との差	測 定 値	平均との差
1	- 0.148 [mm]	-0.005 [mm]	5.760 [mm]	-0.002 [mm]
2	-0.144	-0.001	5.761	-0.001
3	-0.140	+0.003	5.759	-0.003
4	-0.140	+0.003	5.762	0.000
5	-0.142	+0.001	5.765	+0.003
6	-0.145	-0.002	5.764	+0.002
7	-0.140	+0.003	5.760	-0.002
8	-0.141	+0.002	5.762	0.000
9	-0.147	-0.004	5.761	-0.001
10	-0.140	+0.003	5.762	0.000
平均	-0.143		5.762	

$$\begin{array}{rcl}
 a \text{ の読み} \cdots & 80.2 & \\
 & 80.25 & \\
 & 80.2 & \\
 \hline
 \text{平均} & 80.22 & [\text{mm}]
 \end{array}$$

$$h = 5.762 - (-0.143) = 5.905 \text{ [mm]}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{a^2}{6h} + \frac{h}{2} \\ &= \frac{(80.22)^2}{6 \times 5.905} + \frac{5.905}{2} \\ &= 181.6 + 3.0 \\ &= 184.6 \text{ [mm]} \end{aligned}$$