

物理学 No.3 Hooke の法則と弾性率

1. 次のヤング率の値より、材質の歪み難い順番に並べなさい。

	ヤング率 Y [Pa]	ずれ弾性率 G [Pa]	ポアソン比 ν	体積弾性率 K [Pa]	圧縮率 κ [Pa ⁻¹]
鉄 (鋼)	20.1×10^{10}	7.8×10^{10}	0.28	16.5×10^{10}	0.61×10^{-11}
銅	12.98×10^{10}	4.83×10^{10}	0.343	13.78×10^{10}	0.72×10^{-11}
黄銅 (真鍮)	10.06×10^{10}	3.73×10^{10}	0.350	11.18×10^{10}	0.89×10^{-11}
アルミニウム	7.03×10^{10}	2.61×10^{10}	0.345	7.55×10^{10}	1.33×10^{-11}
ガラス	7.13×10^{10}	2.92×10^{10}	0.22	4.12×10^{10}	2.4×10^{-11}
ゴム	1.5×10^4	5×10^5	0.46	*****	*****

なお、これらの値はその過去の取扱い方によってかなり異なる。

< < < < <

2. バネに対するフックの法則 $F = k\Delta x$ と、固体の変形に対するフックの法則 $\sigma = Y \frac{\Delta l}{l}$ の類似点と相違点をあげなさい。

(a) 類似点

(b) 相違点

3. 銅のヤング率を 13×10^{10} Pa として、以下の問に答えなさい。

(a) 長さ 1.0 m, 断面積 0.30 mm^2 の銅線の一端を固定し、他端に 100 N の力を加えて引張った。伸び Δl は何 mm か。

$$\frac{100}{0.3 \times 10^{-6}} = 13 \times 10^{10} \times \frac{\Delta l}{1} \quad \therefore \Delta l \doteq 2.6 \text{ mm}$$

(b) 長さ 1.0 m の銅線を 100 N の力で引張っても 1.0 mm 以上伸びないようにするには、銅線の断面積 S は何 mm^2 以上にすればよいか。

$$\frac{F}{S} = Y \frac{\Delta l}{l} \quad \Delta l = \frac{F}{S} \frac{l}{Y} = \frac{100}{S} \frac{1}{13 \times 10^{10}} < 1 \times 10^{-3}$$

$$\therefore S > \frac{100}{1 \times 10^{-3} \cdot 13 \times 10^{10}} \doteq 0.77 \text{ mm}^2$$

4. 断面積が $S = 2.0 \text{ m}^2$ の柱が質量 $m = 20,000 \text{ kg}$ の物体を支えている。この柱のヤング率は $Y = 5.0 \times 10^{10} \text{ Pa}$ である。

(a) 柱にかかる応力 σ はいくらか。

$$\sigma = \frac{20000 \times 9.8}{2} = 9.8 \times 10^4 \text{ Pa}$$

(b) 歪み $\frac{\Delta l}{l}$ はいくらか。

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{\sigma}{Y} = \frac{9.8 \times 10^4}{5 \times 10^{10}} = 1.96 \times 10^{-6} \approx 2.0 \times 10^{-6}$$

(c) この柱の高さが $l = 10 \text{ m}$ だとしたら、どれだけ短くなるか。

$$\Delta l = 10 \times 1.96 \times 10^{-6} = 1.96 \times 10^{-5} \approx 2.0 \times 10^{-5} \text{ m} = 0.020 \text{ mm}$$

5. 断面 $15 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ 、長さ 3.0 m の鋼鉄線の両端に 9.0 kN の張力を加える。鋼鉄のヤング率を $20 \times 10^{10} \text{ Pa}$ として以下の間に答えなさい。

(a) 引張応力 σ は何 Pa か。

$$\sigma = \frac{9 \times 10^3}{15 \times 20 \times 10^{-6}} = 3.0 \times 10^7 \text{ Pa}$$

(b) 引張歪み $\frac{\Delta l}{l}$ はいくらか。

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{\sigma}{Y} = \frac{3.0 \times 10^7}{20 \times 10^{10}} = 1.5 \times 10^{-4}$$

(c) 伸び Δl は何 mm か。

$$\Delta l = 3 \cdot 1.5 \times 10^{-4} = 4.5 \times 10^{-4} \text{ m} = 0.45 \text{ mm}$$

6. 今日の講義でわかったこと・わからなかったこと・感想など書きなさい。また、午後の実験についても書きなさい。(自由記載)