

第2章

◎問題2.1

2つの部材が直列につながっているため、各部材に生じる軸方向力 N は同じである。応力が断面積に反比例する。したがって、危険なのは細いほうの部材である。直径 d_1 の部材に生じる圧縮応力 σ_{c1} は

$$\sigma_{c1} = \frac{-9.8m}{\pi d_1^2/4}$$
$$\therefore d_1 = \sqrt{\frac{4 \times 9.8m}{\pi \times \sigma_{c1}/4}} = 3.16 \text{ (mm)}$$

実用的な寸法として、小数点以下第2位を四捨五入して、 $d_1 = 3.2\text{mm}$

◎問題2.2

引張り荷重 P が作用する面積 A の丸棒の応力 σ 、ひずみ ε 、荷重点の伸び λ は、式(2.5)、(2.14)、(2.9)より

$$\sigma = P/A \quad A = \pi d^2/4$$

$$\varepsilon = \sigma/E$$

$$\lambda = l\varepsilon$$

で与えられる。これより

$$\sigma^{①} = 318 \text{ (MPa)}, \quad \varepsilon^{①} = 0.155\%, \quad \lambda^{①} = 1.55 \text{ (mm)}$$

$$\sigma^{②} = 142 \text{ (MPa)}, \quad \varepsilon^{②} = 0.199\%, \quad \lambda^{②} = 1.99 \text{ (mm)}$$

$$\sigma^{③} = 79.6 \text{ (MPa)}, \quad \varepsilon^{③} = 0.796\%, \quad \lambda^{③} = 7.96 \text{ (mm)}$$

◎問題2.3

式(2.6)より、

$$\sigma = P/A \quad \therefore P = A\sigma$$

これより

$$P = (\pi/4 \cdot 10^2) \times 100$$
$$= 7850 \text{ (N)} \quad (7.85\text{kN})$$

◎問題2.4

式(2.9)より

$$\varepsilon = \lambda/l$$

$$\therefore \lambda = l\varepsilon = 1000 \times 0.001 = 1 \text{ (mm)}$$

式(2.14) より

$$\sigma = E\varepsilon = 206 \times 10^3 \times 0.001 = 206 \text{ (MPa)}$$

◎問題2.5

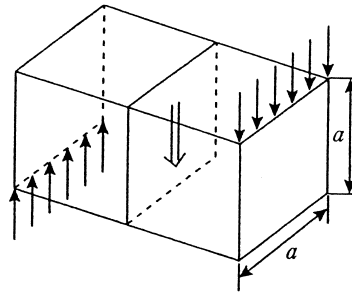
せん断荷重の作用する面の面積 A は

$$A = a^2$$

せん断応力 τ は

$$\tau = P/A = 20 \text{ (MPa)}$$

$$\therefore a = 5 \text{ (mm)}$$



◎問題2.6

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{Pl_0}{A\lambda} = \frac{4Pl_0}{\pi d_0^2 \lambda}$$

ここで、 A は丸棒の断面積である。これより

$$E = \frac{A \cdot (-10 \times 10^3) \cdot 30}{\pi \cdot 10^2 \cdot (-0.03)} = 127 \times 10^3 \text{ (MPa)}$$

$$= 127 \text{ (GPa)}$$

縦ひずみ ε (圧縮) は

$$\varepsilon = \lambda/l_0 = (-0.03)/30 = -0.001 = -0.1\%$$

横ひずみ ε' は

$$\varepsilon' = -\nu\varepsilon = 0.0003 = 0.03\%$$

$$\therefore d = (1 + \varepsilon')d_0 = 10.003 \text{ (mm)}$$

これより、金属材料の場合、弾性範囲内では、断面積はほとんど変化しないことがわかる。

◎問題2.7

安全率を S' とすると許容せん断応力 τ_a は

$$\tau_a = \tau_B/S' = 30 \text{ (MPa)}$$

丸棒の直径を d とすると

$$(\pi d^2/4) \tau_a \geq Q$$

これより

$$d \geq \sqrt{\frac{4}{\pi} \frac{Q}{\tau_a}} = 65.2 \text{ (mm)}$$

実用設計を考えて、小数点以下第1位を切り上げ、丸めると

$$d = 66 \text{ (mm)}$$

◎問題2.8

ふたに加わる力 P^* は、内圧を p_0 とすると

$$P^* = (\pi d^2/4) p_0 = 39.270 \text{ (N)}$$

ボルトの許容引張り応力 σ_a は

$$\sigma_a = \sigma_B/S' \text{ (安全率)} = 80 \text{ (MPa)}$$

したがって、ボルト1本当りの許容荷重 P_b は

$$P_b = (\pi d_b^2/4) \sigma_a = 6280 \text{ (M)}$$

ここで、 d_b はボルトの直径である。これより、ふたを安全に止めるのに必要なボルトの本数 n は

$$n \geq P^*/p_b = 6.25$$

ボルトの本数は整数であるから $n = 7$ 本となる。なお、実用的にはふたの周縁に均等に配置することから、 $n = 8$ 本が選ばれる。

$$n \geq 6.25 \longrightarrow 7 \text{ (本)}$$