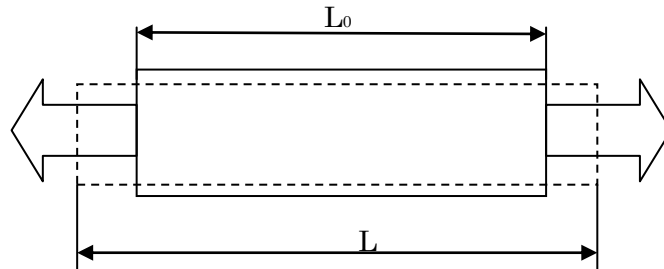


練習問題 1

1. 長さ 100mm の棒が，引張られて，120mm になった時の伸び量 (λ) とひずみ (ϵ) を求めよ.



問題より，元の長さ L_0 ，伸びた長さ L は

$$L_0 = 100[\text{mm}] = 100 \times 10^{-3}[\text{m}]$$

$$L = 120[\text{mm}] = 120 \times 10^{-3}[\text{m}]$$

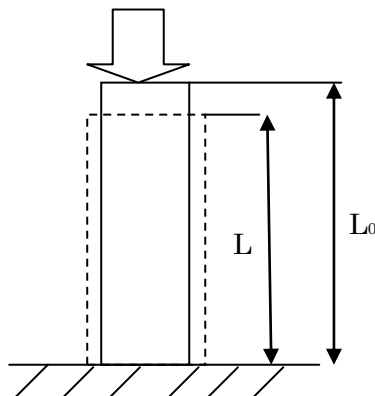
テキスト p.14 式 (2.11)，式 (2.12) より，伸び量 λ ，ひずみ ϵ は，

$$\lambda = L - L_0 = 120 \times 10^{-3} - 100 \times 10^{-3}$$

$$\therefore \lambda = 20 \times 10^{-3}[\text{m}]$$

$$\epsilon = \frac{\lambda}{L_0} = \frac{20 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}} = 0.2$$

2. 長さが 1m の柱に圧縮の外力を加えた時，長さが 95cm となった時の，圧縮量 (λ) とひずみ (ϵ) を求めよ.



問題より，元の長さ L_0 , 伸びた長さ L は

$$L_0 = 1[\text{m}]$$

$$L = 95[\text{cm}] = 0.95[\text{m}]$$

キスト p.14 式 (2.11), 式 (2.12) より，縮み量 λ ，ひずみ ε は，

$$\lambda = L - L_0 = 0.95 - 1$$

$$= -0.05[\text{m}]$$

$$\varepsilon = \frac{\lambda}{L_0} = -\frac{0.05}{1}$$

$$= -0.05$$

3. 長さが 250mm で，直径が 5mm で，ヤング率が 70GPa の棒の先端に 5kN の力が作用した時の長さの変化を求めよ。

問題より，長さ L , 直径 d , ヤング率 E , 力 P は

$$L = 250[\text{mm}] = 250 \times 10^{-3}[\text{m}]$$

$$d = 5[\text{mm}] = 5 \times 10^{-3}[\text{m}]$$

$$E = 70[\text{GPa}] = 70 \times 10^9[\text{Pa}]$$

$$P = 5[\text{kN}] = 5 \times 10^3[\text{N}]$$

テキスト p.17 式 (2.16) より，伸び量 λ は

$$\sigma = E\varepsilon$$

$$\frac{P}{A} = E \frac{\lambda}{L}$$

$$\lambda = \frac{PL}{EA} = \frac{5 \times 10^3 \times 250 \times 10^{-3}}{70 \times 10^9 \times \frac{(5 \times 10^{-3})^2}{4} \times \pi}$$

$$= 0.9099 \times 10^{-3}[\text{m}]$$

$$= 0.910[\text{mm}]$$

4. 長さが 200mm で，直径が 5mm で，棒の先端に 5kN の力が作用した時のひずみが，0.003 の時のヤング率を求めよ．また，荷重が作用した時の伸び量を求めよ．

問題より，長さ L , 直径 d , 力 P , ひずみ ε は

$$L = 200[\text{mm}] = 200 \times 10^{-3}[\text{m}]$$

$$d = 5[\text{mm}] = 5 \times 10^{-3}[\text{m}]$$

$$P = 5[\text{kN}] = 5 \times 10^3[\text{N}]$$

$$\varepsilon = 0.003$$

テキスト p.17 式 (2.16) より, ヤング率 E は

$$\sigma = E\varepsilon$$

$$\frac{P}{A} = E\varepsilon$$

$$E = \frac{P}{A\varepsilon} = \frac{5 \times 10^3}{\frac{(5 \times 10^{-3})^2}{4} \times \pi \times 0.003}$$

$$= 84.88 \times 10^9 [\text{Pa}]$$

$$\therefore = 84.9 [\text{GPa}]$$

テキスト p.14 式 (2.12) より, 伸び量 λ は

$$\varepsilon = \frac{\lambda}{L}$$

$$\lambda = L \cdot \varepsilon = 200 \times 10^{-3} \times 0.003$$

$$= 0.6 \times 10^{-3} [\text{mm}]$$

$$= 0.6 [\text{m}]$$

5. 長さが 300mm で, 直径が 3mm で, ひずみが 0.005 の時, ヤング率を 210GPa とした時の棒の先端に付加された荷重を求めよ.

問題より, 長さ L, 直径 d, ヤング率 E, ひずみ ε は

$$L = 300 [\text{mm}] = 300 \times 10^{-3} [\text{m}]$$

$$d = 3 [\text{mm}] = 3 \times 10^{-3} [\text{m}]$$

$$E = 210 [\text{GPa}] = 210 \times 10^9 [\text{Pa}]$$

$$\varepsilon = 0.005$$

テキスト p.17 式 (2.16) より, 荷重 P は

$$\sigma = E\varepsilon$$

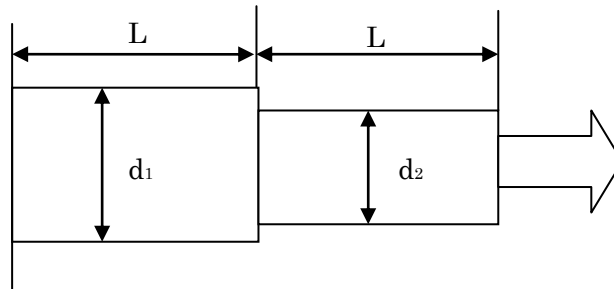
$$\frac{P}{A} = E\varepsilon$$

$$P = AE\varepsilon = \frac{(3 \times 10^{-3})^2}{4} \times 210 \times 10^9 \times 0.005$$

$$= 7.422 \times 10^3 [\text{N}]$$

$$= 7.42 [\text{kN}]$$

6. 長さ 1000mm で直径が 2mm と 3mm の鋼の棒（ヤング率を 210GPa）が各 1 本ある。
2 本の棒を直列につなで、一端を壁に固定し、一端に 5kN の力を付加した時の、全体の伸び量を求めよ。また、それぞれの棒のひずみを求めよ。



問題より，長さ L ，直径 d_1 ，直径 d_2 ，ヤング率 E ，力 P は

$$L = 1000[\text{mm}] = 1[\text{m}]$$

$$d_1 = 3[\text{mm}] = 3 \times 10^{-3}[\text{m}]$$

$$d_2 = 2[\text{mm}] = 2 \times 10^{-3}[\text{m}]$$

$$E = 210[\text{GPa}] = 210 \times 10^9[\text{Pa}]$$

$$P = 5[\text{kN}] = 5 \times 10^3[\text{N}]$$

テキスト p.17 式 (2.16) より，伸び量 λ_1 ， λ_2 は

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= \frac{PL}{EA_1} = \frac{5 \times 10^3 \times 1}{210 \times 10^9 \times \frac{(3 \times 10^{-3})^2}{4} \times \pi} \\ &= 0.003368[\text{m}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lambda_2 &= \frac{PL}{EA_2} = \frac{5 \times 10^3 \times 1}{210 \times 10^9 \times \frac{(2 \times 10^{-3})^2}{4} \times \pi} \\ &= 0.007579[\text{m}] \end{aligned}$$

λ_1 ， λ_2 より，全体の伸び量 λ は

$$\begin{aligned} \lambda &= \lambda_1 + \lambda_2 = 0.003368 + 0.007579 \\ &= 0.01095[\text{m}] \\ &= 11.0[\text{mm}] \end{aligned}$$

テキスト p.14 式 (2.12) より，ひずみ ε_1 ， ε_2 は

$$\begin{aligned}\varepsilon_1 &= \frac{\lambda_1}{L} = \frac{0.003368}{1} \\ &= 0.003368 \\ \varepsilon_2 &= \frac{\lambda_2}{L} = \frac{0.007579}{1} \\ &= 0.007579\end{aligned}$$

7. 板材を引張った時，軸方向のひずみが 0.05 だった時，幅方向のひずみを求めよ．ただし，ポアソン比を 0.3 とする．

問題より，軸方向のひずみ ε ，ポアソン比 ν は

$$\varepsilon = 0.05$$

$$\nu = 0.3$$

テキスト p.15 式 (2.14) より幅方向のひずみ ε' は

$$\nu = -\frac{\varepsilon'}{\varepsilon}$$

$$-\varepsilon' = \nu \cdot \varepsilon = 0.3 \times 0.05$$

$$\varepsilon' = -0.015$$