

9.3

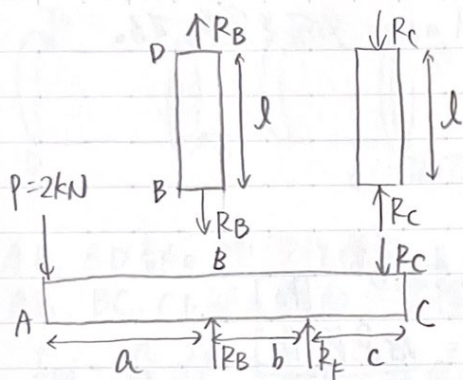


図1. FBD

力のつり合いより

$$R_B + R_F = P + R_C \Rightarrow R_F = R_C - R_B + P \quad \dots (1)$$

棒 AC のモーメントのつり合いより

$$-R_F C - R_B(b+c) + P(a+b+c) = 0 \quad \dots (2)$$

①②より

$$-(R_C - R_B + P)C - R_B(b+c) + P(a+b+c) = 0$$

$$\Leftrightarrow P(a+b) = R_B b + R_C C \quad \dots (3)$$

図2より

$$\frac{\delta_B}{\delta_C} = \frac{b}{C} \quad \text{より} \quad \delta_B = \frac{R_B l}{AE}, \quad \delta_C = \frac{R_C l}{AE} \quad \text{より} \quad (A, \text{は断面積は } A)$$

$$R_B C = R_C b$$

③の式と③より

$$R_B \left(b + \frac{C^2}{b} \right) = P(a+b) \Leftrightarrow R_B = \frac{Pb(a+b)}{b^2 + C^2}$$

さらに図2より

$$\frac{\delta_A}{\delta_B} = \frac{a+b}{b} \quad \text{より} \quad \delta_A = \frac{a+b}{b} \cdot \frac{R_B l}{AE}$$

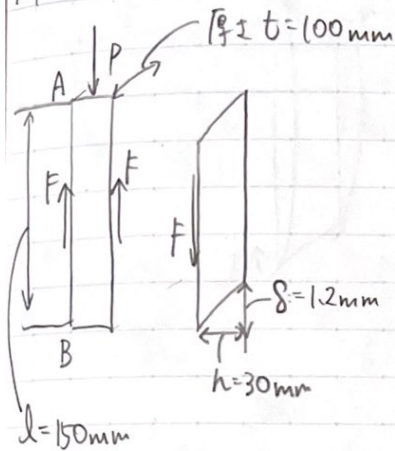
$$\therefore \delta_A = \frac{a+b}{b} \cdot \frac{l}{AE} \cdot \frac{Pb(a+b)}{b^2 + C^2}$$

$$= \frac{Pl(a+b)^2}{AE(b^2 + C^2)}$$

$$= \frac{2 \times 10^3 \times 0.225 \times (0.625)^2}{800 \times 10^{-6} \times 100 \times 10^9 ((75 \times 10^{-3})^2 + 0.1^2)} = 1.406 \times 10^{-4}$$

$$\therefore \delta_A = 0.141 \text{ mm}$$

9.4



左図のように文字を定義する。

F はせん断力である。

力のつりあから

$$P = 2F$$

$$\Leftrightarrow F = \frac{P}{2}$$

ジョイントの部分の面積は $2t$ と書ける。

ジョイントにかかるせん断応力 τ は

$$\tau = \frac{F}{2t}$$

$$= \frac{P}{2t} \quad \text{である。}$$

フックの法則よりせん断弾性係数 G , ひずみ γ とすると

$\tau = G\gamma$ となる。(4)より

$$\gamma = \frac{\delta}{h} \quad \text{であるから}$$

$$G = \frac{\tau}{\gamma}$$

$$= \frac{h}{\delta} \frac{P}{2t}$$

$$= \frac{0.03 \times 20 \times 10^3}{2 \times 0.1 \times 0.15 \times 1.2 \times 10^{-3}} = 16.67 \times 10^6 \text{ [Pa]}$$

$$\therefore G = 16.7 \text{ [MPa]}$$

9.5

20D4104016M 森 智紀

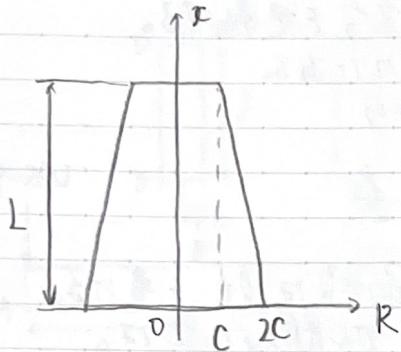


図1

(1) 図1のような座標を考えると.

$$R = -\frac{C}{L}x + 2C$$

と表せる。ここで断面二次極モーメント I_p は

$$I_p = \frac{\pi}{2} R^4$$

と表せる。位置 x でのせん断応力 τ は

$$\tau = \frac{T}{I_p} r = \frac{2T}{\pi R^4} r$$

と表せるので R が最小のときの r の最大値で τ は最大値をとる。 R, r の最小値 R_{\min} 最大値 r_{\max} は $R_{\min} = C, r_{\max} = C$

$$\therefore \tau_{\max} = \frac{2T}{\pi C^3}$$

(2) 図2のような微小部分 dx を考える。ここでこの微小部分 $d\phi$ は

$$d\phi = \frac{T dx}{G I_p} = \frac{T}{G} \frac{2}{\pi} \left(\frac{L}{-Cx + 2CL} \right)^4 dx$$

これを0からLまで積分して T の場合の A でのねじれ角である。

$$\phi = \frac{2TL^4}{G\pi C^4} \int_0^L \left(\frac{1}{x-2L} \right)^4 dx$$

$$= \frac{2TL^4}{G\pi C^4} \left[-\frac{1}{3} (x-2L)^3 \right]_0^L$$

$$= \frac{2TL^4}{G\pi C^4} \cdot \frac{7}{24L^3}$$

$$\therefore \phi = \frac{7TL}{12G\pi C^4}$$

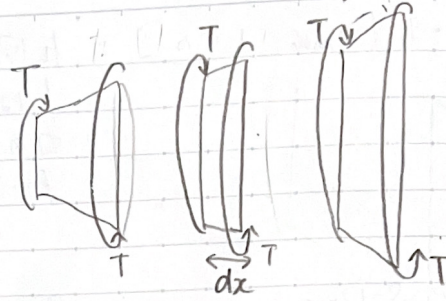
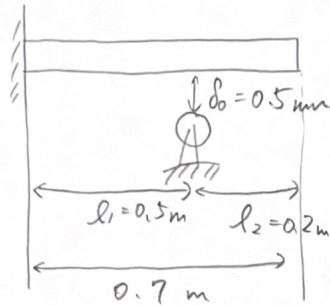


図2

9.7.

20D4080161-1 森 智紀.



左図のフック字定義する。

点Cから $\delta_c = 0.8 \text{ mm}$ 変位するとき、力 P を求める。断面2次モーメント EI と知り $I = \frac{1}{12} \times 0.06^4 = 1.08 \times 10^{-6} \text{ m}^4$ である。また点Bから δ_0 変位する P を求める。

$$\delta_0 = \frac{P \cdot l}{6EI} \left(3 - \frac{l}{l_1}\right) l_1^2 \rightarrow P = \frac{6EI \delta_0}{l} \cdot \frac{1}{3l - l_1}$$

荷重 P が点Cから変位 δ_c になる点Cの変位 δ_{c1} は

$$\begin{aligned} \delta_{c1} &= \frac{P \cdot l^3}{3EI} \\ &= \frac{2 \delta_0 l^3}{l^2 (3l - l_1)} \\ &= 8.575 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

ここで $\delta_{c1} \geq \delta_c$ となり、点Bから δ_0 変位する以前に、点Cは δ_c に達する。

単点支持として考えることもできるので、

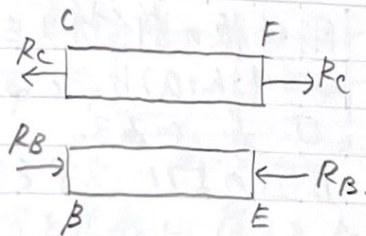
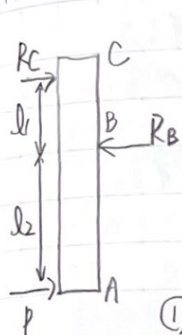
$$\delta_c = \frac{P l^3}{3EI}$$

$$\begin{aligned} P &= \frac{3EI}{l^3} \cdot \delta_c \\ &= \frac{3 \times 200 \times 10^9 \times 1.08 \times 10^{-6}}{0.7^3} \times 0.8 \times 10^{-3} \\ &= 1511. \end{aligned}$$

$$\therefore P = 1.51 \times 10^3$$

$$P = 1.51 \text{ kN}$$

9.8.



左図のように文字を定義する。

$$P = 18 \text{ kN とする。}$$

棒 AC の力のつり合いより、

$$R_c + P = R_B \quad \dots (1)$$

モーメントのつり合いより、

$$P(l_1 + l_2) = R_B l_1 \quad \dots (2)$$

①②より

$$R_B = P \frac{l_1 + l_2}{l_1}, \quad R_c = P \frac{l_2}{l_1}$$

・ BE の変位を λ_{BE} とすると、断面積を $A = 60 \times 15 \times 10^{-6} = 9 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

$$\lambda_{BE} = \frac{R_B l}{AE} = \frac{P(l_1 + l_2) l}{l_1 AE} = \frac{18 \times 10^3 \times 0.44 \times 0.24}{0.18 \times 9 \times 10^{-4} \times 200 \times 10^9} = 5.866 \times 10^{-5} \text{ m}$$

応力 σ_{BE} は

$$\sigma_{BE} = \frac{R_B}{A} = \frac{P(l_1 + l_2)}{l_1 A} = \frac{18 \times 10^3 \times 0.44}{0.18 \times 9 \times 10^{-4}} = 48.88 \times 10^6 \text{ [Pa]}$$

・ CF の変位を λ_{CF} とすると

$$\lambda_{CF} = \frac{R_c l}{AE} = \frac{P l_2 l}{l_1 AE} = \frac{18 \times 10^3 \times 0.26 \times 0.24}{0.18 \times 9 \times 10^{-4} \times 200 \times 10^9} = 3.467 \times 10^{-5}$$

応力 σ_{CF} は

$$\sigma_{CF} = \frac{R_c}{A} = \frac{P l_2}{l_1 A} = \frac{18 \times 10^3 \times 0.26}{0.18 \times 9 \times 10^{-4}} = 28.89 \times 10^6 \text{ [Pa]}$$

$$\lambda_{BE} = 5.87 \times 10^{-2} \text{ mm の縮み}, \quad \lambda_{CF} = 0.0347 \text{ mm の伸び}$$

$$\sigma_{BE} = 48.9 \text{ MPa の圧縮}, \quad \sigma_{CF} = 28.9 \text{ MPa の引張り}$$