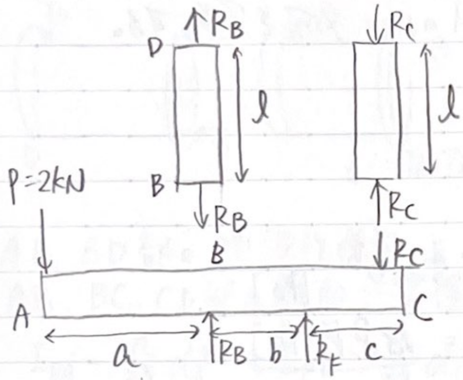
No.

Date

9.3



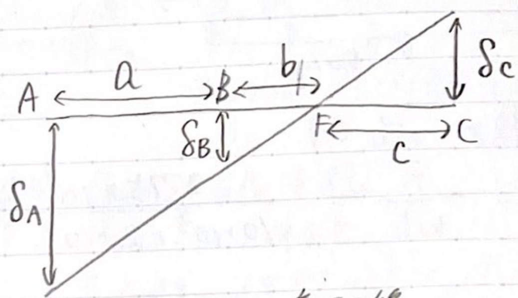


図2. 変形後

図1. FBD

力のつりあいより

$$R_B + R_F = P + R_C \Rightarrow R_F = R_C - R_B + P \quad \cdots ①$$

棒ACのモーメントのつりあいから

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

①②より

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

$$\Leftrightarrow P(a+b) = R_B b + R_C c \quad \cdots ③$$

図2より

$\dfrac{\delta_B}{\delta_C} = \dfrac{b}{c}$ であり $\delta_B = \dfrac{R_B l}{AE}$, $\delta_C = \dfrac{R_C l}{AE}$ なので (A,は断面積 Eはヤング率

$$R_B c = R_C b$$

この式と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から

$\dfrac{\delta_A}{\delta_B} = \dfrac{a+b}{b}$ なので $\delta_A = \dfrac{a+b}{b} \cdot \dfrac{R_B l}{AE}$

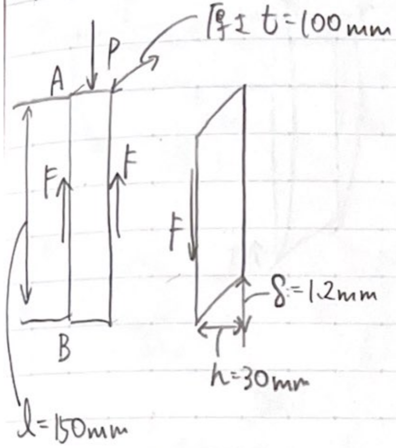
$$\therefore \delta_A = \frac{a+b}{b} \cdot \frac{l}{AE} \cdot \frac{Pb(a+b)}{b^2+c^2}$$

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

$$= \frac{2\times10^3 \times 0.225 \times (0.625)^2}{800\times10^{-6} \times 100\times10^9 \left((75\times10^{-3})^2 + 0.1^2\right)} \quad 1.406\times10^{-4}$$

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

9.4



左図のように文字を定義する。
F はせん断力である。
力のつりあいから
$P = 2F$
$\Leftrightarrow F = \dfrac{P}{2}$

ゴムの部分の面積は lt と書ける。
ゴムにかかるせん断応力 τ は

$$\tau = \frac{F}{tl} = \frac{P}{2tl}$$ である。

フックの法則よりせん断弾性係数を G, ひずみを γ とすると
$\tau = G\gamma$ となる。図より

$\gamma = \dfrac{\delta}{h}$ であるから

$$G = \frac{\tau}{\gamma} = \frac{h}{\delta}\frac{P}{2tl} = \frac{0.03 \times 20\times10^3}{2\times0.1\times0.15\times1.2\times10^{-3}} = 16.67\times10^6 \text{ [Pa]}$$

$\therefore G = 16.7$ [MPa]

9.5

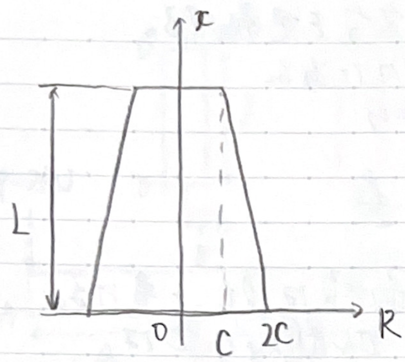


図1

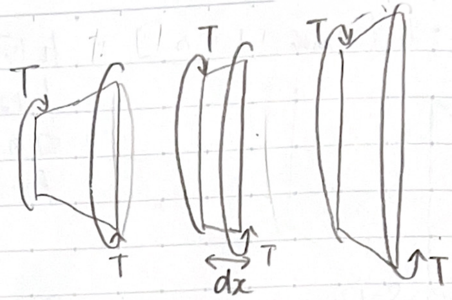


図2

(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

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

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 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。ここでのねじれ角 $d\phi$ は

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

これを 0 から L まで積分したものがり A でのねじれ角である。

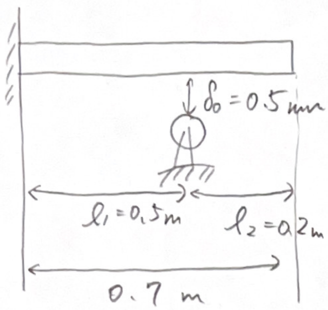
$$\phi = \frac{2TL^4}{G\pi C^4}\int_0^L \left(\frac{1}{x-2L}\right)^4 dx$$

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

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

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

9.7



左図のように文字を定義する。
点Cが $\delta_c = 0.8$ mm 変形するときの力Pを求める。
断面2次モーメントをIとすると $I = \frac{1}{12} \times 0.06^4 = 1.08 \times 10^{-6}$ である
まず点Bが δ_0 変形するのに必要な力 P_1 を求める。
たわみの一般式より

$$\delta_0 = \frac{P_1 l}{6EI}\left(3 - \frac{l_1}{l}\right) l_1^2 \longrightarrow P_1 = \frac{6EI\delta_0}{l_1} \cdot \frac{1}{3l - l_1}$$

荷重 P_1 がかかったときの点Cの変位 δ_{c1} は

$$\delta_{c1} = \frac{P_1 l^3}{3EI}$$
$$= \frac{2\delta_0 l^3}{l_1^2(3l - l_1)}$$
$$= 8.575 \times 10^{-4}$$

ここで $\delta_{c1} \geq \delta_c$ より点Bが δ_0 変位する以前に、点Cは δ_c に達する。
単純支持はりとして考えることができるので

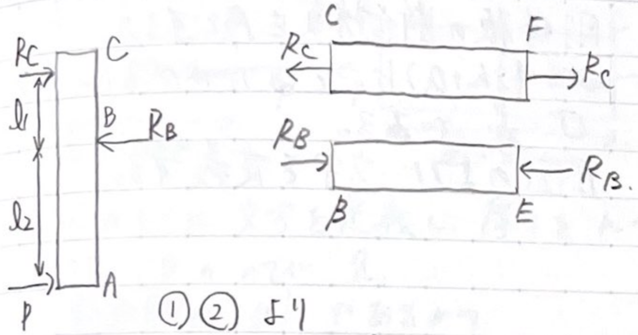
$$\delta_c = \frac{P l^3}{3EI}$$

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

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

$P = 1.51$ kN

9.8



左図のように文字を定義する。

$P = 18\ kN$ である。

棒ACの力のつりあいから

$R_C + P = R_B \quad \cdots ①$

モーメントのつりあいから

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

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 $A = 60 \times 15 \times 10^{-6} = 9 \times 10^{-4}\ m^2$

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

応力 σ_{BE} は

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

・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

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

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

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