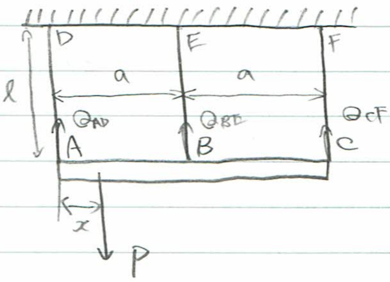
No.

Date . .

材力 H29

[1] (1) 力のつり合いより

$$P - Q_{AD} - Q_{BE} - Q_{CF} = 0 \quad -①$$



A点まわりのモーメントのつり合いより

$$Px - Q_{BE}a - 2Q_{CF}a = 0 \quad -②$$

また、AD, BE, CF での伸びを $\lambda_{AD}, \lambda_{BE}, \lambda_{CF}$ とすると

$$\lambda_{AD} = \frac{Q_{AD}l}{AE}, \quad \lambda_{BE} = \frac{Q_{BE}l}{AE}, \quad \lambda_{CF} = \frac{Q_{CF}l}{AE}$$

ここで $x = a$ のとき $\lambda_{AD} = \lambda_{BE} = \lambda_{CF}$ となるので

この条件と②を使って

$$\begin{cases} Q_{BE}a + 2Q_{CF}a = Pa \\ \dfrac{Q_{BE}l}{AE} = \dfrac{Q_{CF}l}{AE} \end{cases}$$

$$\therefore \quad Q_{BE} = \frac{1}{3}P, \quad Q_{CF} = P\left(\frac{x}{2a} - \frac{1}{6}\right)$$

この結果より①に代入し、

$$Q_{AD} = P\left(\frac{5}{6} - \frac{x}{2a}\right)$$

(2) 条件を満たすには

$Q_{AD} > 0$, $Q_{CF} > 0$ となれば良い

よって

$$\begin{cases} P\left(\frac{5}{6} - \frac{x}{2a}\right) > 0 \\ P\left(\frac{x}{2a} - \frac{1}{6}\right) > 0 \end{cases}$$

$$\therefore \quad x \geqq \frac{1}{3}a, \quad x \leqq \frac{5}{3}a$$

(3) $x = \frac{a}{2}$ のとき

$$Q_{AD} = \left(\frac{5}{6} - \frac{1}{2a} \times \frac{a}{2}\right)P = \frac{7}{12}P$$

$$Q_{CF} = \left(\frac{1}{2a} \times \frac{a}{2} - \frac{1}{6}\right)P = \frac{1}{12}P$$

したがって

$$\lambda_{AD} = \frac{7Pl}{12AE}, \quad \lambda_{CF} = \frac{Pl}{12AE}$$

よって

$$\tan\theta = \frac{-\lambda_{CF} + \lambda_{AD}}{2a} = \frac{\frac{6Pl}{12AE}}{2a} = \frac{Pl}{4aAE}$$

$$\theta = \frac{Pl}{4aAE} \approx \frac{Pl}{4aAE} \text{ [rad]}$$

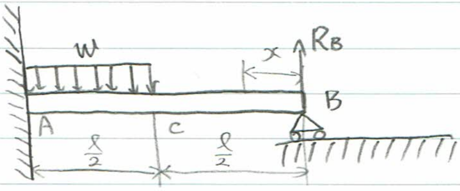
No.

Date . .

[2] (1) 力のつり合いより

$\frac{wl}{2} - R_B = 0$

$\therefore R_B = \frac{wl}{2}$



i) $0 \leq x < \frac{l}{2}$ のとき

仮想断面にせん断力 F がかかるとして

力のつり合いより

$F - R_B = 0$

仮想断面まわりにおけるモーメントのつり合いより

$M - R_B x = 0$

$\therefore M = R_B x$

ii) $\frac{l}{2} \leq x \leq l$ のとき　力のつり合いより

$F + w\left(x - \frac{l}{2}\right) - R_B = 0 \quad \therefore F = R_B - w\left(x - \frac{l}{2}\right)$

仮想断面まわりにおけるモーメントのつり合いより

$M - R_B x + \frac{w}{2}\left(x - \frac{l}{2}\right)^2 = 0$

$\therefore M = R_B x - \frac{w}{2}\left(x - \frac{l}{2}\right)^2$

(2) (1)の結果より

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{M}{EI} = -\frac{1}{EI}\left\{R_B x - \frac{w}{2}\left(x - \frac{l}{2}\right)^2\right\}$$

$$= -\frac{1}{EI}\left\{-\frac{w}{2}x^2 + \left(\frac{wl}{2} + R_B\right)x - \frac{wl^2}{8}\right\}$$

$$= \frac{w}{EI}\left\{\frac{1}{2}x^2 - \left(\frac{l}{2} + \frac{R_B}{w}\right)x + \frac{l^2}{8}\right\}$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{w}{EI}\left\{\frac{1}{6}x^3 - \frac{1}{2}\left(\frac{l}{2} + \frac{R_B}{w}\right)x^2 + \frac{l^2}{8}x\right\} + C_1$$

$$y = \frac{w}{EI}\left\{\frac{1}{24}x^4 - \frac{1}{6}\left(\frac{l}{2} + \frac{R_B}{w}\right)x^3 + \frac{l^2}{16}x^2\right\} + C_1 x + C_2$$

ここで $x = 0$ のとき $\frac{dy}{dx} = 0$, $y = 0$ より $C_1 = 0$, $C_2 = 0$

また $x = l$ のとき $y = 0$ より

$$0 = \frac{w}{EI}\left\{\frac{1}{24}l^4 - \frac{1}{6}\left(\frac{l}{2} + \frac{R_B}{w}\right)l^3 + \frac{1}{16}l^4\right\}$$

$$\frac{R_B l^3}{6w} = \frac{l^4}{24} + \frac{l^4}{16} - \frac{l^4}{12}$$

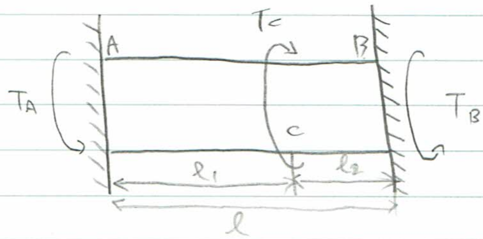
$$R_B = \frac{wl}{8}$$

(3) $M = \frac{wl}{8}x - \frac{w}{2}\left(x - \frac{l}{2}\right)^2$

$x = l$ のとき

$M = \frac{wl^2}{8} - \frac{w}{2}\left(\frac{l}{2}\right)^2$

[3] (1)



$$I_p = \int_A r^2 dA$$
$$dA = 2\pi r dr$$
$$I_p = 2\pi \int_0^{\frac{d}{2}} r^3 dr$$
$$= 2\pi \left[\frac{1}{4} r^4 \right]_0^{\frac{d}{2}}$$
$$= \frac{\pi d^4}{32}$$

(2)

$$\theta_c = \frac{T_A l_1}{G I_p} = \frac{32 T_A l_1}{G \pi d^4}$$

(3) T_B を使って θ_C を表すと

$$\theta_C = \frac{T_B l_2}{G I_p}$$

これが (2) と等しいので

$$\frac{T_A l_1}{G I_p} = \frac{T_B l_2}{G I_p}$$
$$\frac{T_A}{T_B} = \frac{l_2}{l_1}$$

(4) 力のつり合いより

$$T_A + T_B = T_c$$

また (3) より $T_A = \frac{l_2}{l_1} T_B$

代入すると

$$\left(1 + \frac{l_2}{l_1}\right) T_B = T_c$$
$$T_c = \frac{l_1}{l_1 + l_2} T_B$$

よって

$$\theta = \frac{T_B l_2}{G I_p} = \frac{l_1 l_2 T_c}{G I_p (l_1 + l_2)} = \frac{l_1 l_2 T_c}{G I_p l}$$