

令和8年度専攻科入学者選抜前期学力検査問題

機械・電子システム工学専攻 電子制御系 専門Ⅱ (材料力学)

(1/2)

解答

受験番号	氏 名

得 点

総 得 点

問1 図1は軟鋼の応力・ひずみ線図を示している。図中の各点A～Eにおける応力の名称を解答欄に答えなさい。ただし、A点はフックの法則が成り立つ最大の応力である。(各3点)

解答欄

A : 比例限度	B : 上降伏点	C : 下降伏点
D : 引張強さ	E : 破断強さ	

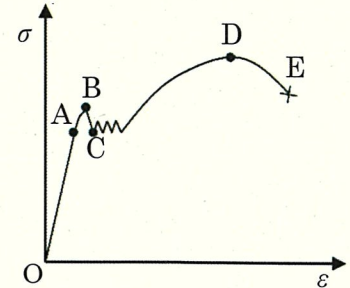


図1

問2 直径 $d = 16$ mm、長さ $l = 1.4$ m の軟鋼丸棒に引張荷重 $P = 40$ kN を加えたときの伸び λ を求めなさい。ただし、軟鋼の縦弾性係数は $E = 210$ GPa とする。(10点)

$$\lambda = \frac{Pl}{AE} = \frac{4Pl}{E\pi d^2} = \frac{4 \times 40 \times 10^3 \times 1.4}{210 \times 10^9 \times \pi \times 0.016^2} = 1.33 \times 10^{-3} \text{ (m)} = 1.33 \text{ (mm)}$$

問3 厚さ $t = 2.0$ mm の軟鋼板からパンチで直径 $d = 100$ mm の穴をあけるのに必要な荷重 P を求めなさい。ただし、軟鋼のせん断強さは $\tau_B = 80$ MPa とする。(10点)

$$\text{断面積 } A = \pi dt, \text{ せん断力 } \tau = \frac{P}{A} = \frac{P}{\pi dt} \geq \tau_B \text{ より、}$$

$$P \geq \tau_B \pi dt = 80 \times 10^6 \times \pi \times 0.1 \times 0.002 = 50.3 \times 10^3 \text{ (N)} = 50.3 \text{ (kN)}$$

問4 外径 $d_1 = 60$ mm、内外径比 $n = 0.5$ 、長さ $l = 1.2$ m の中空軸にねじりモーメント $T = 5.0 \times 10^3$ Nm が作用するとき、最大ねじり応力 $\tau_{\max}$ とねじれ角 φ をそれぞれ求めなさい。ただし、横弾性係数は $G = 80$ GPa とする。(10点)

$$\text{内径を } d_2 \text{ とすると断面二次極モーメント } I_p = \frac{\pi(d_1^4 - d_2^4)}{32} = \frac{\pi d_1^4(1 - n^4)}{32}$$

$$\text{極断面係数 } Z_p = \frac{I_p}{d_1/2} = \frac{\pi d_1^3(1 - n^4)}{16}$$

したがって、

$$\tau_{\max} = \frac{T}{Z_p} = \frac{16T}{\pi d_1^3(1 - n^4)} = \frac{16 \times 5000}{\pi \times 0.06^3(1 - 0.5^4)} = 125.8 \times 10^6 \text{ (Pa)} = 125.8 \text{ (MPa)}$$

$$\varphi = \frac{Tl}{GI_p} = \frac{32Tl}{G\pi d_1^4(1 - n^4)} = \frac{32 \times 5000 \times 1.2}{80 \times 10^9 \times \pi \times 0.06^4(1 - 0.5^4)} = 0.0629 \text{ (rad)} = 3.6 \text{ (deg)}$$

解答

受験番号	氏 名

得 点

問5 図2に示す片持ちはりについて、以下の問いに答えなさい。

- (1) A点から距離 x 離れた位置におけるせん断力 F を数式で示しなさい。(8点)

AC間($0 \leq x \leq a$) : $P_1 + F = 0$ 、 $\therefore F = -P_1$

CB間($a \leq x \leq l$) : $P_1 + P_2 + F = 0$ 、 $\therefore F = -P_1 - P_2$

- (2) A点から距離 x 離れた位置における曲げモーメント M を数式で示しなさい。(8点)

AC間($0 \leq x \leq a$) : $M + P_1x = 0$ 、 $\therefore M = -P_1x$

CB間($a \leq x \leq l$) : $M + P_1x + P_2(x - a) = 0$ 、

$\therefore M = -(P_1 + P_2)x + P_2a$

- (3) せん断力図 (SFD) と曲げモーメント図 (BMD) を右に作図しなさい。(10点)

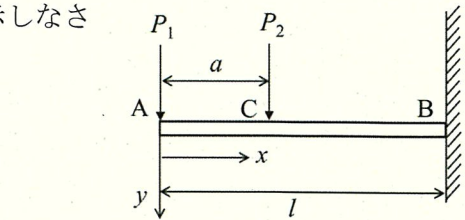
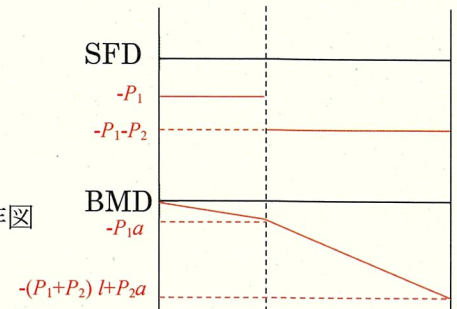


図2



- (4) このはりの断面は図3に示す形状である。 z' 軸から図心 G までの距離 y_G を求めなさい。(9点)

$$y_G = \frac{S_{z'}}{A} = \frac{10 \times 40 \times 20 + 40 \times 10 \times 40 \times 2 + 65 \times 40 \times 10}{40 \times 70 - 20 \times 40} = 33 \text{ (mm)}$$

- (5) このはりの断面の図心 G を通る z 軸に関する断面二次モーメント I_z を求めなさい。(10点)

$$\begin{aligned} I_{z'} &= \int_A y^2 dA = 40 \int_0^{20} y^2 dy + 2 \times 10 \int_{20}^{60} y^2 dy + 40 \int_{60}^{70} y^2 dy \\ &= \frac{40}{3} \times 20^3 + \frac{20}{3} (60^3 - 20^3) + \frac{40}{3} (70^3 - 60^3) = 3.19 \times 10^6 \text{ (mm}^4\text{)} \\ &= 3.19 \times 10^{-6} \text{ (m}^4\text{)} \end{aligned}$$

平行軸の定理より、

$$I_z = I_{z'} - y_G^2 A = 3.19 \times 10^{-6} - 0.033^2 \times (0.04 \times 0.07 - 0.02 \times 0.04) = 1.01 \times 10^{-6} \text{ (m}^4\text{)}$$

- (6) $P_1 = 5 \text{ kN}$ 、 $P_2 = 3 \text{ kN}$ 、 $l = 3 \text{ m}$ 、 $a = 1 \text{ m}$ であるとき、このはりに生じる最大引張応力 σ_t と最大圧縮応力 σ_c をそれぞれ求めなさい。(10点)

最大曲げモーメント $M_{\max}$ は問5(3)より、 $|M_{\max}| = |-(P_1 + P_2)l + P_2a| = 21 \text{ (kNm)}$

最大引張応力が生じる位置は断面上部で図心 G から 33 mm、最大圧縮応力が生じる位置は断面下部で図心 G から 37 mm

$$\sigma_t = \frac{|M_{\max}|}{I_z} y = \frac{21 \times 10^3}{1.01 \times 10^{-6}} \times 0.033 = 686.1 \times 10^6 \text{ (Pa)} = 686.1 \text{ (MPa)}$$

$$\sigma_c = \frac{|M_{\max}|}{I_z} y = \frac{21 \times 10^3}{1.01 \times 10^{-6}} \times 0.037 = 769.3 \times 10^6 \text{ (Pa)} = 769.3 \text{ (MPa)}$$

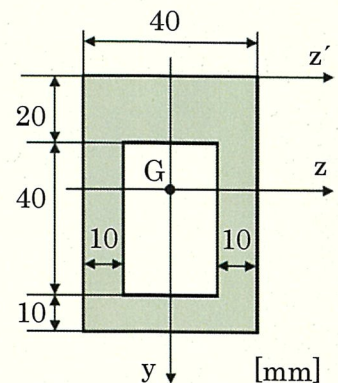


図3