

令和9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に示すように壁に取り付けられた鋼製の段付き丸棒に50 kNの引張荷重をかけた。鋼のヤング率を206 GPaとして以下の問に答えなさい。

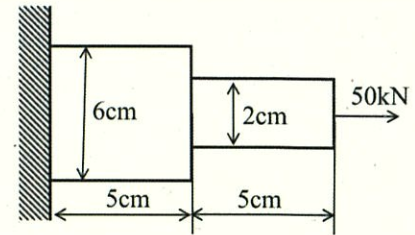
(1) 棒の各横断面に生じる引張応力を求めなさい。(6点)

左側部と右側部の応力を σ_1 、 σ_2 とすると、

$$\sigma_1 = \frac{50 \times 10^3}{\pi \times 0.03^2} = 17.7 \times 10^6 \text{ [Pa]}$$

$$\sigma_2 = \frac{50 \times 10^3}{\pi \times 0.01^2} = 159.2 \times 10^6 \text{ [Pa]}$$

各3点



(2) 棒全体の伸びを求めなさい。(5点)

$$\lambda = \frac{Pl}{AE} = \frac{50 \times 10^3 \times 0.05}{\pi \times 0.03^2 \times 206 \times 10^9} + \frac{50 \times 10^3 \times 0.05}{\pi \times 0.01^2 \times 206 \times 10^9}$$

$$= 4.29 \times 10^{-5} \text{ [m]}$$

図1

(3) 棒に蓄えられるひずみエネルギーを求めなさい。(5点)

$$U = \frac{1}{2} P \lambda = \frac{1}{2} \times 50 \times 10^3 \times 4.29 \times 10^{-5} = 1.07 \text{ [J]}$$

問2 鋼製の丸棒に引張荷重80 kNがかかっている。鋼の引張強さが400 MPaで、安全率を4で設計するときの丸棒の直径と許容応力をそれぞれ求めなさい。(16点)

$$\sigma_a = \frac{\sigma_f}{f} = \frac{400}{4} = 100 \text{ [MPa]}$$

各8点

$$\sigma_a = \frac{P}{A} = \frac{4P}{\pi d^2} \text{ より、} d = \sqrt{\frac{4P}{\pi \sigma_a}} = 0.0319 \text{ [m]}$$

問3 動力 $L = 3.7 \text{ kW}$ 、回転数 $N = 40 \text{ rpm}$ が作用する直径 $d = 50 \text{ mm}$ 、長さ $l = 300 \text{ mm}$ 、横弾性係数 $G = 80 \text{ GPa}$ の丸棒のねじり応力とねじれ角をそれぞれ求めなさい。(16点)

$$T = \frac{30L}{\pi N}, I_p = \frac{\pi d^4}{32}, Z_p = \frac{I_p}{d/2} = \frac{\pi d^3}{16}$$

$$\tau = \frac{T}{Z_p} = \frac{480L}{\pi^2 N d^3} = 36 \times 10^6 \text{ [Pa]}$$

$$\phi = \frac{Tl}{GI_p} = \frac{960Ll}{G\pi^2 N d^4} = 0.0054 \text{ [rad]}$$

T : 4点
 I_p 、 Z の算出: 4点
 τ : 4点
 ϕ : 4点

問4 同じ材料、同じ断面積を持つ2つのはりがある。はりAの断面が正方形で、はりBの断面が円であるとき、どちらのひりが曲げに強い理由とともに答えなさい。(16点)

曲げ剛性 EI が大きい方が曲げに強くなり、同一材料の場合は I が大きい方が強くなる。

断面積を A とすると、正方形1辺の長さは $b = \sqrt{A}$ 、円の直径は $d = \sqrt{4A/\pi}$ となる。

正方形、円の断面二次モーメントを I_1 、 I_2 とすると

$$I_1 = \frac{bh^3}{12} = \frac{b^4}{12} = \frac{A^2}{12}, I_2 = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{A^2}{4\pi} < I_1$$

したがって、はりAの正方形の方が断面二次モーメント(曲げ剛性)が大きいので曲げに強い。

曲げ剛性(断面二次モーメント)の記載があれば8点
 計算した上で解答していれば8点

解答

受験番号	氏 名

得 点

問 5 図 2 に示すような突出しばりのせん断力図と曲げモーメント図を作図しなさい。(16 点)

B、C 点における反力 R_B 、 R_C (上向き) は B 点および C 点まわりのモーメントのつり合いから、以下になる。

$$R_B = \frac{Wl}{b}, R_C = -\frac{Wa}{b}$$

(i) $0 \leq x \leq a$

$$F = -W, M = -Wx$$

(ii) $a \leq x \leq l$

$$F = -R_C = \frac{Wa}{b}$$

$$M = R_C(l-x) = -\frac{Wa}{b}(l-x)$$

反力：各 2 点
(i) F 、 M ：各 2 点
(ii) F 、 M ：各 2 点
作図 SFD、BMD：各 2 点

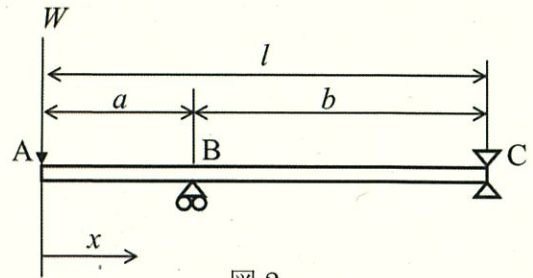
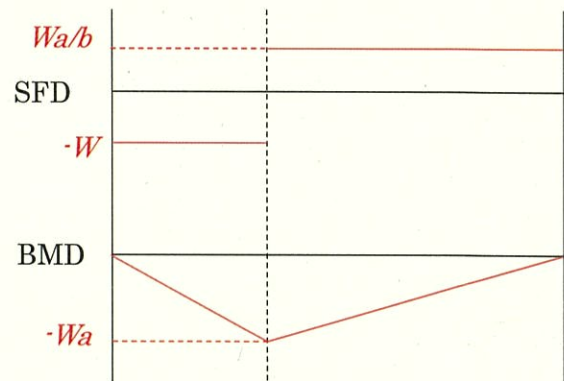


図 2



問 6 長さ $l = 2 \text{ m}$ の単純支持はりの全域に等分布荷重 $w = 1200 \text{ N/m}$ が作用している。はりの断面形状が図 3 に示すような H 形であるとき、このはりに生じる最大曲げ応力を求めなさい。(20 点)

$$\text{反力 } R_A = R_B = \frac{wl}{2}$$

曲げモーメント

$$M = -\frac{1}{2}wx^2 + R_Ax = -\frac{1}{2}wx^2 + \frac{1}{2}wlx$$

最大曲げモーメント

$$M_{\max} = M_{x=\frac{l}{2}} = \frac{wl^2}{8} = 600 \text{ [Nm]}$$

断面二次モーメント (加法定理)

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 60^3 + 30 \cdot 10^3}{12} = 5.43 \times 10^5 \text{ [mm}^4\text{]}$$

断面係数

$$Z = \frac{I}{h/2} = \frac{5.43 \times 10^5}{30} = 1.81 \times 10^4 \text{ [mm}^3\text{]}$$

最大曲げ応力

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{Z} = \frac{600}{1.81 \times 10^4 \times 10^{-9}} = 33.1 \times 10^6 \text{ [Pa]}$$

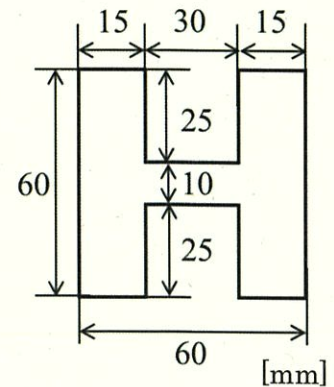


図 3

反力各 4 点
曲げモーメント+最大曲げモーメント 4 点
断面二次モーメント+断面係数 4 点、
最大曲げ応力 4 点