令和８年度　専攻科　後期　学力選抜試験

受験番号		氏　名	模範解答

総得点

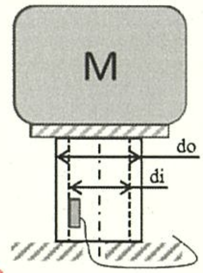
材料力学（１の１）

問 1（得点）

（問１）図のように剛板をはさんで質量 M のおもりが与えられ、中空丸棒は軸圧縮荷重を受けている。この丸棒は外径 do=24mm、内径 di=20mm である。なお、剛板の自重は考えず、丸棒は座屈変形が生じないとする。また重力加速度 $g=9.8\mathrm{m/s^2}$ として良い。

（１）質量 M=200kg のとき、丸棒材に生じる軸圧縮応力σを計算しなさい。（配点 10 点）

（２）おもりを与えているとき、内壁に貼付したひずみゲージの値は $\varepsilon=21\times10^{-5}$ であった。この丸棒材の縦弾性係数 E を計算しなさい。（配点 10 点）



(1) 軸圧縮荷重Pは、

$P = M\cdot g = 200\times9.8$

$\therefore P = 1960\mathrm{N}$

中空丸棒の作用断面積Aは、

$A = \frac{\pi}{4}24^2 - \frac{\pi}{4}20^2 \fallingdotseq 138\mathrm{mm^2}$

→ 軸圧縮応力σは、

$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{1960}{138}$

$\therefore \sigma \fallingdotseq 14.2\mathrm{MPa}$

(2) 縦弾性係数Eは、フックの法則より、→

$\sigma = E\varepsilon$

$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{14.2}{21\times10^{-5}} \fallingdotseq 67619\mathrm{MPa}$

$\therefore E \fallingdotseq 68\mathrm{GPa}$

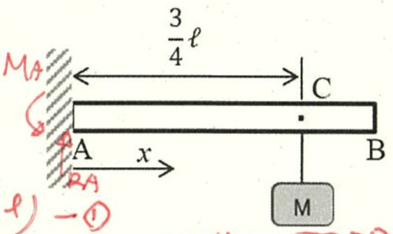
問 2（得点）

（問２）図のように、全長ℓ=300mm で一様断面（直径 d=10mm）の片持ちはりの C 点に質量 M=1.5kg のおもりがぶら下がっている。重力加速度 $g=9.8\mathrm{m/s^2}$ として良い。

（１）A 点に生じる反力 R_A および M_A の大きさを計算して述べなさい。（配点 10 点）

（２）最大曲げ応力 σ_{max} を計算して述べなさい。（配点 20 点）

（３）重複積分法を用いて C 点のたわみ角 ic を求め、その値を計算して述べなさい。はりの縦弾性係数 E=69GPa とする。（配点 25 点）



(1) 質量M=1.5kgなので、集中荷重Pは、$P = M\cdot g$

$\therefore P = 1.5\times9.8 = 14.7\mathrm{N}$

したがって $R_A = P$ なので、

$\therefore R_A = 14.7\mathrm{N}$

M_Aは、$M_A = 14.7\times\frac{3}{4}\times300$

$\therefore M_A \fallingdotseq 3308\mathrm{N\cdot mm}$

(2) 最大曲げ応力σ_{max}はA点で生じ

$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{Z} = \frac{|M_A|}{Z}$

断面係数Zは、

$Z = \frac{\pi}{32}d^3 = \frac{\pi}{32}\times10^3$

$\therefore Z \fallingdotseq 98\mathrm{mm^3}$ →

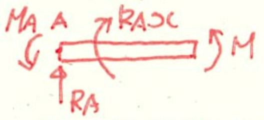
→ したがって

$\sigma_{max} = \frac{3308}{98} \fallingdotseq 33.8\mathrm{MPa}$

(3) AC領域におけるたわみの基礎式を $EI\frac{d^2y}{dx^2} = -M\ (0\leqq x\leqq\frac{3}{4}\ell)$ —①

ここでEIははりの曲げ剛性で、Iは断面二次モーメントを示す。

AC間の曲げモーメントの式は、



$M = -M_A + R_A x$ —②

①に②を代入して、

$EI\frac{d^2y}{dx^2} = M_A - R_A x$

積分して、$EI\frac{dy}{dx} = M_A x - \frac{1}{2}R_A x^2 + C_1$ —③

(C_1は積分定数)

境界条件 $x=0 : \frac{dy}{dx} = 0$ —④

③に④を代入すると、$C_1 = 0$

→ したがってAC間のたわみ角の式は、

$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{EI}\left\{M_A x - \frac{1}{2}R_A x^2\right\}$

C点は$x=\frac{3}{4}\ell$なので、

$i_c = \left.\frac{dy}{dx}\right|_{x=\frac{3}{4}\ell}$　($\because I = \frac{\pi}{64}d^4 \fallingdotseq 491\mathrm{mm^4}$)

$= \frac{1}{69\times10^3\times491}\left\{3308\times\frac{3}{4}\times300 - \frac{1}{2}\times14.7\times\left(\frac{3}{4}\times300\right)^2\right\}$

$\therefore i_c \fallingdotseq 0.01\mathrm{rad}$