材 料 力 学
<<< 解 答 例 >>>

示した解答例は，あくまでも一例であり，また，省略している部分もあります．

第１問の解答

〔１〕(10 点)

はり断面の下端をｚ軸としたとき，

$\int_A y\,dA = 4t\int_0^t y\,dy + 2t\int_t^{3t} y\,dy + 4t\int_{3t}^{5t} y\,dy = 2t\,[y^2]_0^t + t\,[y^2]_t^{3t} + 2t\,[y^2]_{3t}^{5t} =$　・・(計算省略)・・

$= 42\,t^3$　となる。

$y_G = (1/A_0)\int_A y\,dA$（断面積 $A_0 = 16\,t^2$）なので，

$$y_G = \frac{42\,t^3}{16\,t^2} = \frac{21}{8}\,t$$

〔２〕(15 点)

はり断面の下端をｚ軸としたとき，

$\int_A y^2\,dA = 4t\int_0^t y^2\,dy + 2t\int_t^{3t} y^2\,dy + 4t\int_{3t}^{5t} y^2\,dy = \frac{4t}{3}\,[y^3]_0^t + \frac{2t}{3}\,[y^3]_t^{3t} + \frac{4t}{3}\,[y^3]_{3t}^{5t} =$　・・(計算省略)・・

$= \frac{448}{3}\,t^4$　となる。

平行軸の定理より，図心を通るｚ軸に関する断面二次モーメントは，

$I = \int_A y^2\,dA - y_G^2\,A_0 = \frac{448}{3}\,t^4 - (\frac{21}{8}\,t)^2 \times 16\,t^2 =$　・・(計算省略)・・$= \frac{469}{12}\,t^4$

〔３〕(25 点)

曲げ応力 $\sigma = \frac{M}{I}\,y$ より，最大曲げ応力 $\sigma_{max} = \frac{M}{I}\,y_G$ は許容応力 $\frac{\sigma_y}{f}$ を超えてはならないので，

$\frac{M}{I}\,y_G \le \frac{\sigma_y}{f}$　(M：曲げモーメント，σ_y：降伏応力，f：安全率) すなわち，$\frac{I}{y_G} \ge \frac{f\cdot M}{\sigma_y}$ を満たす必要がある。

I および y_G に〔１〕,〔２〕の結果を代入すると，$\frac{I}{y_G} = \frac{134}{9}\,t^3$ が得られる。

一方，$\frac{f\cdot M}{\sigma_y} = \frac{4\times3000\,[Nm]}{250\,[MPa]} = \frac{4\times3000\,[Nm]}{250\times10^6\,[N/m^2]} = 48\times10^{-6}\,[m^3]$ なので，

$$t^3 \ge \frac{9\times48}{134}\times10^{-6}\,[m^3]$$

$$\therefore t \ge \sqrt[3]{\frac{9\times48}{134}}\times10^{-2}\,[m] = 1.477\times10^{-2}\,[m] = 14.8\,[mm]$$

材　料　力　学
<<< 出　題　意　図>>>

第１問

〔１〕平面図形の図心に関する知識・計算力を確認する。

〔２〕断面二次モーメントに関する知識・計算力を確認する。

〔３〕はりに生じる曲げ応力が許容応力以下になるように，断面寸法を計算できることを確認する。