

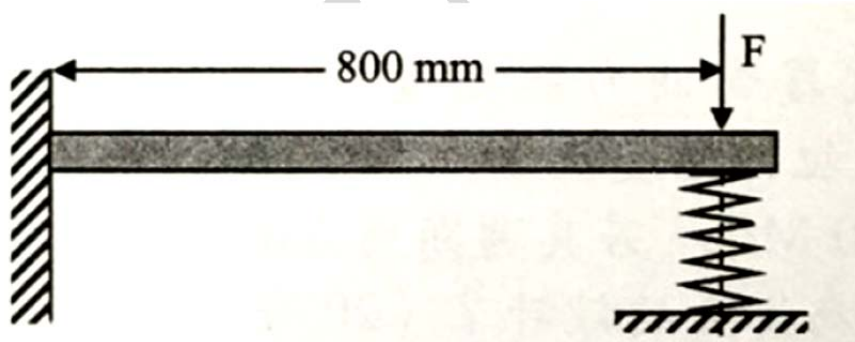
108 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等 別：三等考試

類 科：機械工程

科 目：機械設計

一、如圖所示為一根長度為 800mm 的鋼製懸臂樑，楊氏係數 $E=200 \text{ GPa}$ ，樑的長方形截面寬度為 60 mm、厚度為 12 mm；置於末端之螺旋彈簧，鋼絲直徑為 12.5 mm，彈簧的外徑為 100 mm，有效圈數為 10 圈，鋼絲的剛性模數 G 為 83 GPa，試求當末端的撓度 (Deflection) 為 40 mm 時之作用力。(20 分)



【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★★

2. 《破題關鍵》本題需背誦彈簧常數公式及了解樑的撓度計算，才能正確解得答案

【擬答】

設懸臂樑自由端受總力 P ，彈簧支撐力 f

$$\text{彈簧常數 } K = \frac{Gd^4}{8D^3n}$$

$$\text{平均直徑 } D = 100 - 12.5 = 87.5(\text{mm})$$

$$K = \frac{83 \times 10^3 \times 12.5^4}{8 \times (87.5)^3 \times 10} = 37.8(\text{N/mm})$$

$$f = k \times x = 37.8 \times 40 = 1512.4(\text{N}) \text{ 向上}$$

$$\text{支撐處力矩 } M = 800 \times P$$

$$\text{面積慣性矩 } I = \frac{60 \times 12^3}{12} = 8640 (\text{mm}^4)$$

由矩面法

$$40 = \frac{\frac{1}{2} \times 800P \times 800 \times \frac{2}{3} \times 800}{200 \times 10^3 \times 8640}$$

$$\text{得 } P = 405(\text{N})$$

$$P = F - f$$

$$\text{得 } F = P + f = 405 + 1512.4 = 1917.4(\text{N})$$

公職王歷屆試題 (108 年地方政府考試)

二、一根受到扭轉的直徑 60 mm 之鋼製實心圓棒，剛性模數 G 為 77 GPa，其設計條件為(1)軸的容許剪應力 (Allowable shear stress) 為 $\tau_w = 40 \text{ N/mm}^2$ 及(2)扭角變形量為每公尺不得超過 1° ，試求該圓棒的最大容許作用扭力 (Torque)。(20 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★

2. 《破題關鍵》本題計算屬常用試題，但題目已知條件中之扭轉角，有在單位中設二處陷阱，若考生沒察覺，恐怕無法正確解答。

【擬答】

(一)以容許剪應力設計

$$40 = \frac{16 \times T}{\pi \times 60^3}, \text{ 得 } T = 1696460(\text{N} \cdot \text{mm}) = 1696.5(\text{N} \cdot \text{m})$$

(二)以扭角變形量設計

$$\theta = 1^\circ/\text{m} = \frac{1^\circ}{1000\text{mm}} = \frac{\pi}{180 \times 1000}$$

$$J = \frac{\pi d^4}{32} = \frac{\pi \times 60^4}{32} = 1272345\text{mm}^4$$

$$\frac{\pi}{180 \times 1000} = \frac{T}{77 \times 10^3 \times 1272345}, \text{ 得 } T = 1709908(\text{N} \cdot \text{mm}) = 1709.9(\text{N} \cdot \text{m})$$

比較上述設計，取最大扭力為 1696.5(N·m)

三、一對壓力角 (ϕ) 為 20° 、轉速比為 2 的全深正齒輪減速機，齒輪的模數 (m) 為 8，齒冠 (a) 為 8mm。已知兩齒輪的中心距為 180 mm，試求兩齒輪的齒數，並檢查這對齒輪是否會發生干涉 (Interference)。(20 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★★

2. 《破題關鍵》本題第一小題較簡單，但第二小題需背誦干涉的公式才能解答

【擬答】

假設為外接傳動，大齒輪為 1 號，小齒輪為 2 號

$$(-) 2 = \frac{d_1}{d_2}, \text{ 得 } d_1 = 2d_2$$

$$180 = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{2d_2 + d_2}{2}, \text{ 得 } d_2 = 120\text{mm}, d_1 = 240\text{mm}$$

$$\text{大輪齒數為 } \frac{240}{8} = 30 \text{ 齒}$$

$$\text{小輪齒數為 } \frac{120}{8} = 15 \text{ 齒}$$

(二)計算基圓半徑

$$r_{b1} = \frac{d_1}{2} \cos \phi = \frac{240}{2} \cos 20^\circ = 112.76(\text{mm})$$

$$r_{b2} = \frac{d_2}{2} \cos \phi = \frac{120}{2} \cos 20^\circ = 56.38(\text{mm})$$

$$\sqrt{r_{b1}^2 + C^2 \sin^2 \phi} = \sqrt{112.76^2 + 180^2 \times \sin^2 20} = 128.47(\text{mm})$$

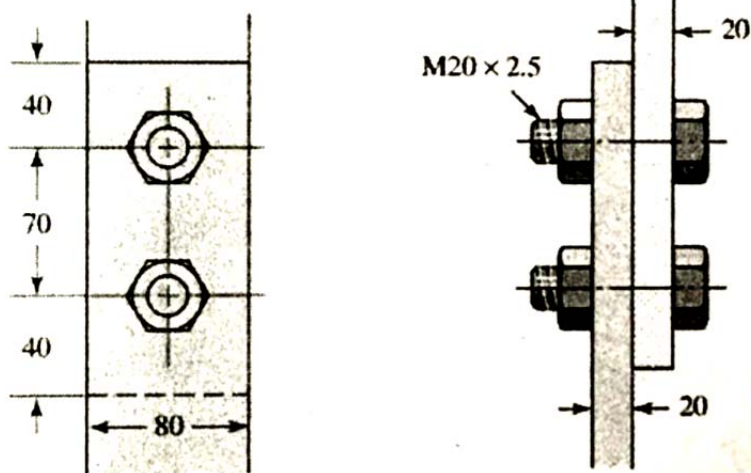
$$\sqrt{r_{b2}^2 + C^2 \sin^2 \phi} = \sqrt{56.38^2 + 180^2 \times \sin^2 20} = 83.47(\text{mm})$$

$$\frac{d_1}{2} + a = \frac{240}{2} + 8 = 128 \leq \sqrt{r_{b1}^2 + C^2 \sin^2 \phi} = 128.47$$

$$\text{且 } \frac{d_2}{2} + a = \frac{120}{2} + 8 = 68 \leq \sqrt{r_{b2}^2 + C^2 \sin^2 \phi} = 83.47$$

所以不會干涉

四、如圖所示為以二支 M20×2.5 螺栓 (bolt) 所鎖緊、厚度為 20 mm 的兩片鋼板之接合件，其餘尺寸如圖所示。鋼板的降伏強度為 490 MPa，螺栓的降伏強度為 420 MPa。假設每根螺栓在兩片鋼板接合間沒有螺紋且鋼板之軸向拉力為均勻分佈，欲使該接合件的安全係數大於 2.5，試求鋼板所能承受的最小拉力。(20 分)



【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★

2. 《破題關鍵》本題是歷屆試題常出現的考題，但本次沒提醒考生，需設計考量的狀況

【擬答】

設鋼板受 P 拉力

(一)考慮螺栓剪斷

$$\frac{0.5 \times 420}{2.5} = \frac{0.5P}{\frac{\pi}{4} \times 20^2}, \text{ 得 } P = 52778(\text{N}) = 52.78(\text{kN})$$

(二)考慮板拉斷

$$\frac{490}{2.5} = \frac{P}{(80 - 20) \times 20}, \text{ 得 } P = 235200(\text{N}) = 235.21(\text{kN})$$

(三)考慮螺栓孔壓壞

$$\frac{490}{2.5} = \frac{0.5P}{20 \times 20}, \text{ 得 } P = 156800(\text{N}) = 156.8(\text{kN})$$

(四)考慮螺栓壓壞

$$\frac{420}{2.5} = \frac{0.5P}{20 \times 20}, \text{ 得 } P = 134400(\text{N}) = 134.4(\text{kN})$$

綜合上述分析，取鋼板所能承受的最小拉力為 52.78(kN)

五、有一根承受反覆彎曲力矩之直徑 60 mm 的旋轉鋼軸，降伏強度為 $S_y = 500 \text{ MPa}$ ，拉伸強度為 $S_{ut} = 700 \text{ MPa}$ ，完全修正各種影響因素後之耐久限為 $S_e = 200 \text{ MPa}$ 。若其週期應力的變動範圍為 50 MPa 至 250 MPa，試問鋼軸是否為安全的設計？(20 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★

2. 《破題關鍵》本題亦是常見試題，但沒指定採用何種破壞理論，考生可任取一種來進行計算。

【擬答】

$$\text{平均應力 } \sigma_{av} = \frac{50 + 250}{2} = 150 \text{ MPa}$$

$$\text{變動應力 } \sigma_r = \frac{250 - 50}{2} = 100 \text{ MPa}$$

以修正 Goodman 理論設計，取 $K = 1$

若以左端設計

$$\frac{\sigma_{av}}{S_{ut}} + \frac{k\sigma_r}{S_e} = \frac{1}{FS}$$

$$\frac{150}{700} + \frac{1 \times 100}{200} = \frac{1}{FS}, \text{ 得 } FS = 1.4$$

若以右端設計

$$\frac{\sigma_{av} + k\sigma_r}{S_y} = \frac{1}{FS}$$

$$\frac{150 + 1 \times 100}{500} = \frac{1}{FS}, \text{ 得 } FS = 2$$

綜合上述取 $FS = 1.4$ ，是安全設計