

111 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等 別：四等考試

類 科：機械工程

科 目：機械設計概要

陳廣明老師解題

一、降伏強度為 160MPa 的金屬材料受到以下應力狀態，試分別以最大剪應力及畸變能理論計算其安全係數；請詳列計算過程，並說明何理論較為保守。應力狀態： $\sigma_x = 100 \text{ MPa}$, $\sigma_y = 20 \text{ MPa}$, $\tau_{xy} = 30 \text{ MPa}$ 。(25 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★
2. 《破題關鍵》本題為靜態破壞理論基本考題

【擬答】

$$\begin{aligned} \text{主應力 } \sigma_1, \sigma_2 &= \frac{100+20}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{100-20}{2}\right)^2 + 30^2} \\ &= 60 \pm 50 \end{aligned}$$

$$\text{得 } \sigma_1 = 60 + 50 = 110 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = 60 - 50 = 10 \text{ MPa}$$

$$\text{主應力同號，最大剪應力 } \tau_{max} = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{110}{2} = 55 \text{ MPa}$$

由最大剪應力理論：

$$\text{安全係數 } F_s = \frac{0.5 \times 160}{55} = 1.45$$

由畸變能理論

$$\begin{aligned} \text{等值應力 } S &= \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau_{xy}^2} \\ &= \sqrt{100^2 + 20^2 - (100)(20) + 3(30)^2} \\ &= 105.35 \end{aligned}$$

$$\text{安全係數 } F_s = \frac{160}{105.35} = 1.51$$

最大剪應力理論取剪降伏強度為 $0.5\sigma_{yp}$ ，而畸變能理論在純剪時，取 $0.577\sigma_{yp}$ ，所以最大剪應力理論較為保守。

二、若一滾珠軸承在 30 kN 的徑向負載下額定壽命為一千萬轉，可靠度 90%；若需在一 40 kN 的徑向負載下以 30 rpm 使用且有 95% 可靠度，請問在此條件下軸承預計可使用多少小時？此類滾珠軸承之 Weibull 參數為： $x_0 = 0.02$, $(\theta - x_0) = 4.439$, $b = 1.483$ 。(25 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★★
2. 《破題關鍵》本題改變負載與可靠度。

【擬答】

在 90% 可靠度時，負載改為 40kN，壽命 L_{10}

$$10^7 \times 30^3 = L_{10} \times 40^3$$

$$L_{10} = 4218750 \text{ 轉}$$

由可靠度改變為 95% 設計公式

$$L_{10} = \frac{L}{6.84} \times \frac{1}{\left[\ln\left(\frac{1}{R}\right)\right]^{\frac{1}{1.17}}}$$

公職王歷屆試題 (111 地方特考)

$$4218750 = \frac{L}{6.84} \times \frac{1}{\left[\ln\left(\frac{1}{0.95}\right)\right]^{1.17}}$$

$$28856250 = L \times \frac{1}{0.0789745}$$

$$L = 2278912.1(\text{轉})$$

$$\text{由 } L = N \times hr \times 60$$

$$2278912.1 = 30 \times hr \times 60$$

$$hr = 1266.06(\text{小時})$$

三、請說明設計千斤頂若以一螺桿為主要受力元件時，所需之設計與力學考量。(25 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★
2. 《破題關鍵》本題需依動力螺桿設計依據，自行歸納整理出解答。

【擬答】

在螺桿設計與力學考量上，可依下列項目進行研究

1. 螺桿可用一般、差動或複式螺桿
2. 螺桿牙型可選擇方型牙或梯型牙
3. 導程設計
4. 臂柄長度設計
5. 機械利益需求
6. 螺栓牙型部分應力分析
7. 螺桿本體應力分析
8. 支持處止推軸承設計

四、一鋼質桿件承受往復負載，最大之拉伸應力 400 MPa，最大壓應力 140MPa。此鋼材的拉伸強度為 550MPa，降伏強度為 460MPa，已修正之疲勞極限為 275MPa，1000 轉時的疲勞強度因子為 0.9。試分別計算此桿件靜態及變動負載下的安全係數及壽命，需明確說明所使用之破壞理論。(25 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★★
2. 《破題關鍵》本題需用到靜態破壞，變動負載與貝斯昆方程式及利用對數、指數函數解題，題目較為困難。

【擬答】

$$(1) \text{平均應力} = \frac{400 + (-140)}{2} = 130 \text{MPa}$$

$$\text{變動應力} = \frac{400 - (-140)}{2} = 270 \text{MPa}$$

$$\text{動態負載之靜態等值應力 } \sigma = 130 + \frac{270}{275} \times 460 = 581.6 \text{MPa}$$

靜態，由最大剪應力理論，

$$\text{安全係數 } F_s = \frac{\frac{1}{2} \times 460}{\frac{1}{2} \times 581.6} = 0.79(\text{不安全})$$

變動負載，由蘇德柏(Solderberg)理論

$$\frac{130}{460} + \frac{270}{275} = \frac{1}{F_s}$$

$$\text{安全係數 } F_s = 0.79(\text{不安全})$$

(2)由貝斯昆方程式

$$A = \sigma_R \times L^B$$

曲線通過 $\sigma_R = 0.9\sigma_u = 0.9 \times 550 = 495$ ， $L = 1000$ 轉

及 $\sigma_R = \sigma_e = 275\text{MPa}$ ， $L = 10^6$ 轉，代入公式，得下列兩式

$$A = 495 \times 1000^B \text{----(1)}$$

及

$$A = 275 \times (10^6)^B \text{----(2)}$$

$$\frac{(1)}{(2)} \text{ 得 } 1 = \frac{495}{275} \times \left(\frac{1}{10^3}\right)^B$$

$$\frac{275}{495} = \left(\frac{1}{10^3}\right)^B$$

同取 ℓ_n (自然對數函數)

$$\ell_n 0.555 = B \ell_n (10^{-3})$$

得 $B = 0.085$ 代回(1)

$$\text{得 } A = 495 \times 1.8 = 891$$

代回貝斯昆方程式 $\sigma_R = \text{變動應力} = 270\text{MPa}$

$$891 = 270 \times L^{0.085}$$

$$\frac{891}{270} = L^{0.085}$$

同取 ℓ_n

$$\ell_n 3.3 = 0.085 \ell_n L$$

$$\text{得 } \ell_n L = \frac{1.194}{0.085}$$

同取 e (自然指數函數)

$$L = e^{\frac{1.194}{0.085}} = 1259400 \text{ 轉}$$

忘光保成學儒

還想變更强

學長姐推薦

工科題庫班

解析 題目觀念
精選易錯題型
加強觀念解析

強化 解題技巧
以題目授課
加強應考實力

增快 答題速度
加強快速審題
增加取分機會

題庫班老師會針對考題趨勢，整理一系列的考試重點，有著老師精選過後的考古題再加上老師帶過一遍，讓頭腦立刻有深刻的印象。

111年普考資訊處理 張○慧 優秀考取

