

113 年公務人員高等考試三級考試試題

等 別：三等

類 科：機械工程

科 目：機械設計

陳廣明老師解題

- 一、一直徑 40 mm 的軸件承受 0 到 70 kN 間的變動拉伸負載，此軸因設計上有倒角，造成之應力集中因子為 1.85，材料之降伏強度 580 MPa，拉伸強度 690 MPa，修正後之疲勞極限 234 MPa，請計算此軸件第一循環降伏以及根據 Gerber fatigue line 的安全係數。請詳列計算過程。(25 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★★
2. 《破題關鍵》

本題為變動負荷非線性破壞理論(Gerber 格柏)考題，於課程中沒述及，再加以”第一循環降伏”定義不明，所以考生難正確解答。

【擬答】

(一)第一循環降伏：個人視為材料因應力集中，提升工作應力等同於沒應力集中時，使用強度較弱的材料降伏應力。所以第一循環降伏等於 $\frac{\text{降伏強度}}{\text{應力集中因子}} = \frac{580}{1.85} = 313.51 \text{ MPa}$

$$(二) \text{最大應力 } \sigma_{\max} = \frac{70 \times 10^3}{\frac{\pi}{4} \times 40^2} = 55.7 \text{ MPa}$$

$$\text{最小應力 } \sigma_{\min} = 0$$

$$\text{平均應力 } \sigma_m = \frac{55.7 + 0}{2} = 27.85 \text{ MPa}$$

$$\text{變動應力 } \sigma_a = \frac{55.7 - 0}{2} = 27.85 \text{ MPa}$$

考慮應力集中因子 K 時 Gerber fatigue line 公式

$$\frac{n K \sigma_a}{S_e} + \left(\frac{n \sigma_m}{S_u} \right)^2 = 1$$

$$\frac{n \times 1.85 \times 27.85}{234} + \left(\frac{n \times 27.85}{690} \right)^2 = 1$$

$$1.6291 \times 10^{-3} \times n^2 + 0.22018 n - 1 = 0$$

由一元二次方程式解的公式，解得

安全係數 $n = 4.39$ 或 -139.55 (不合)

- 二、請說明以螺桿形式做成的千斤頂，在頂起重物時，螺桿各個部位所承受的應力形式及大小，請繪圖並標示說明。(25 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★★
2. 《破題關鍵》

本題考螺桿應力分析，於教材及授課中皆有詳述，但因需配合繪圖，考生較難完整解答。本題與 113 年普考機械設計第二題相同。

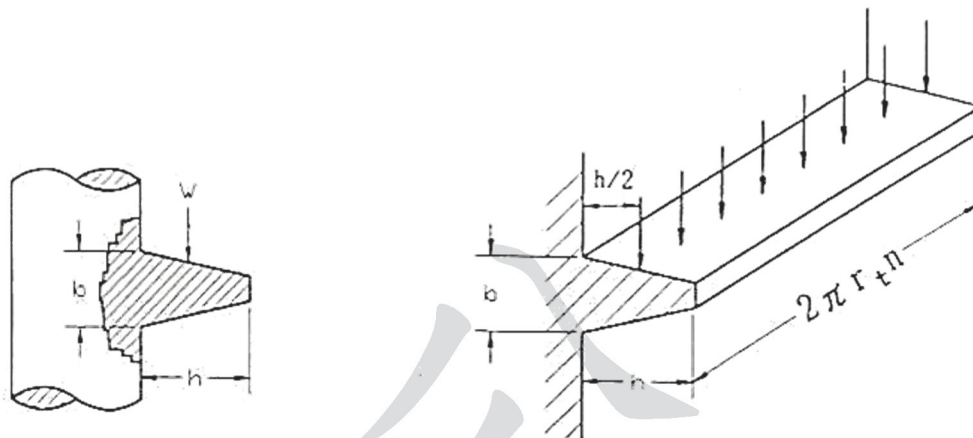
【擬答】

公職王歷屆試題 (113 高考)

千斤頂(動力螺旋)頂升時(本題同 113 普考機械設計第三題)

(一)螺紋之應力

b =螺紋根部厚度, n =啮合螺紋數, r_t =平均半徑, w =負荷, h =螺紋高度



1. 螺紋根部之彎曲應力

$$\sigma = \frac{MC}{I} = \frac{(W \times \frac{h}{2})(\frac{b}{2})}{(\frac{2\pi r_t n}{12})b^3} = \frac{3Wh}{2\pi r_t n b^2}$$

2. 螺紋根部之平均剪應力

$$\tau = \frac{W}{A} = \frac{W}{2\pi r_t n b}$$

3. 螺紋接觸面上之承壓應力

$$\sigma_c = \frac{W}{2\pi r_t n h}$$

(二)螺桿之應力

d_r = 根徑, T = 外力扭矩, A_t = 拉應力面積

$$\text{扭轉剪應力 } \tau = \frac{16T}{\pi d_r^3}$$

$$\text{軸向應力 } \sigma = \frac{W}{A_t}$$

動力螺桿舉升負荷時, 須將上述兩應力合成, 得最大剪應力 $\tau_{\max} = \sqrt{(\frac{\sigma}{2})^2 + \tau^2}$

三、某工程師手上有一螺旋壓縮彈簧, 其彈簧常數為 400 N/mm, 若將此一彈簧剪成長度 1:1:2 的三段彈簧, 然後將兩較短段並聯後與較長段串連, 組成一新彈簧組, 此新彈簧組的整體彈簧常數為何? 請列出計算過程。(25 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★

2. 《破題關鍵》

本題為彈簧聯結基本考題, 但以文字敘述, 考生需能轉換成圖像, 依串並聯計算公式, 可正確解答。

【擬答】

兩段短彈簧並聯後彈簧常數為 $400+400=800\text{ N/mm}$ ，再與較長段串聯後，整體彈簧常數 $K=$
$$K = \frac{800 \times 400}{800 + 400} = 266.67\text{ N/mm}$$

四、有一舊機械螺栓部分鏽蝕，工程師欲更換螺栓以恢復機件運作，但無法精確量測螺栓尺寸，僅能量到該螺栓孔之孔徑為 13 mm，且手邊有同材料三種螺栓規格：5/8"-11、7/16"-14 及 M12×1.75，請說明該三種規格的尺寸與差異，以及基於機械操作安全考量，三者那一個規格最適合用以做更換，並請說明其原因。(25 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★

2. 《破題關鍵》

本題為螺栓尺寸選擇，考生須能轉換為公制單位，再進行分析解答。

【擬答】

(一)

1. 5/8"-11 為外徑 $\frac{5}{8}$ in，每吋 11 牙，換成公制為外徑 $\frac{5}{8} \times 25.4 = 15.875\text{ mm}$ ，螺距 $\frac{1}{11} \times 25.4 = 2.309\text{ mm}$ ，為統一標準螺紋。
2. 7/16"-14 為外徑 $\frac{7}{16}$ in，每吋 14 牙，換成公制為 $\frac{7}{16} \times 25.4 = 11.1125\text{ mm}$ ，螺距 $\frac{1}{14} \times 25.4 = 1.814\text{ mm}$ ，為統一標準螺紋。
3. M12×1.75 為外徑 12 mm，螺距 1.75mm，為公制螺紋

(二)因上述三種螺栓無符合孔徑 13mm，所以需要更改孔徑，擴孔後攻內螺紋，7/16"-14 及 M12×1.75 螺栓皆已小於原孔 13mm，勢必在擴孔後不能使用，僅 5/8"-11 螺栓可在擴孔攻牙為 5/8"-11 的螺孔後使用。

全方位智能學習系統



志光×學儒×保成

虛實整合 引你入勝



學習助手最智能

關鍵服務 勝在起跑點

配合學習階段與模式
規劃最符合需求的服务

便利操作實力精進

· 手機APP系統 · 課業諮詢 · 申論批閱

學習檢視時事補充

· 線上模擬考平時測驗 · 歷屆試題
· 國考加分學習資訊網 · 能力指標檢測

依各區規劃為主，請洽全國門市

志光×學儒×保成

不怕沒機會練題
更不怕傻傻白練題

高普考 平時測驗

海量 試題

蒐羅各大公職、國營及特考試題
資料庫，不怕不夠練

範圍 自選

考試、題數、科目自由挑選搭配
，想怎麼練就怎麼練

彈性 便利

手機在手就可練題，隨時隨地提
升實力不受限



考取生激推
立即掃描體驗



志光×學儒×保成

高普考

能力指標檢測

數據診斷，揪出弱點

數據分析 客觀精準

測驗答題後，系統立即
為考生分析答題狀況，
雷達圖呈現，強科弱科
一目了然，立即掌握學
習狀況。

掌握自身程度與 出題趨勢

分析歷屆考題出題領域
比重，依據分析出題，
依實際考試設計、限時
測驗，不同於坊間考古
題測驗，立即掌握自身
程度。

深層實力剖析 有效選擇學習工具

測驗結束後，除大方向
數據外，亦可預約專人
面對面分析，深層了解
細部弱點，有利後續衝
刺精省時間，學習更有
效率。

敬請期待 即將開放