

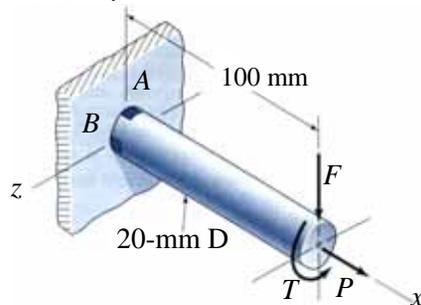
等 別：高員三級  
類 科：機械工程  
科 目：機械設計  
考試時間：2 小時

座號： \_\_\_\_\_

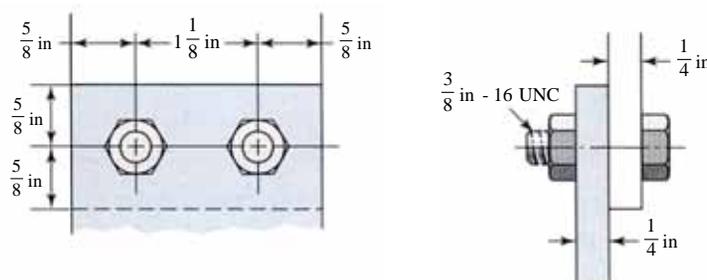
※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

- 一、如下圖，一直徑  $D = 20 \text{ mm}$  之均勻鋼棒其材質之降伏強度 (Yield Strength) 為  $S_y = 330 \text{ MPa}$ 。試問此鋼棒在承受  $F = 0.55 \text{ kN}$ ； $P = 8 \text{ kN}$  及  $T = 30 \text{ Nm}$  混合靜力負載下，在圖上 A 點之：
- (一)應力張量 (Stress Tensor)。(7 分)
  - (二)最大主應力值  $\sigma_1, \sigma_2$  及  $\sigma_3$ 。(7 分)
  - (三)利用最大剪應力理論 (Maximum Shear Stress Theory) 計算該點之安全係數 (Factor of Safety) 值。(6 分)



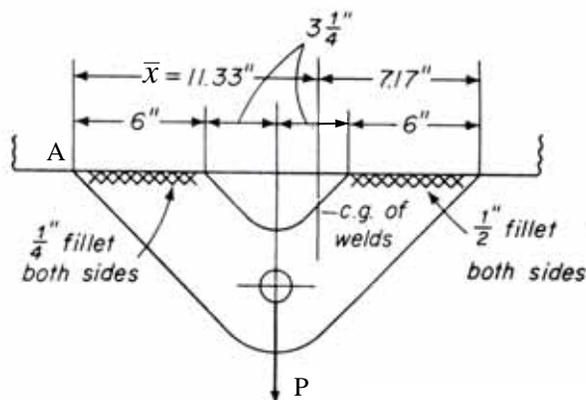
- 二、一均勻鋼棒，棒上某點若同時承受一穩定扭轉應力 (Steady Torsional Stress)  $\tau_m = 60 \text{ MPa}$ ；一變異扭轉應力 (Alternating Torsion Stress)  $\tau_a = 40 \text{ MPa}$  及一變異彎曲應力 (Alternating Bending Stress)  $\sigma_a = 40 \text{ MPa}$ 。若此鋼棒之材質具有：疲勞極限 (Endurance Limit)  $S_e = 270 \text{ MPa}$ ，降伏強度  $S_y = 400 \text{ MPa}$ ，及抗拉強度 (Ultimate Strength)  $S_{ut} = 550 \text{ MPa}$ 。試利用 von Mises 應力配合 Modified Goodman's 破壞理論及 Soderberg's 破壞理論，分別計算此棒在此負載狀況下之安全係數值。(20 分)
- 三、如下的栓接圖，係由兩 SAE 5 級的螺栓 (Bolt) 栓鎖住兩厚度同為 1/4 英吋的 AISI 1018 鋼板。此螺栓之材質規範為：抗拉降伏強度  $S_y = 92 \text{ kpsi}$ ；抗剪降伏強度 (Shear Yield Strength)  $S_{sy} = 53.08 \text{ kpsi}$ 。而 AISI 1018 鋼板具有抗拉降伏強度  $S_y = 32 \text{ kpsi}$ 。試問此栓接接頭在垂直向拉伸負載為  $F_c = 4,000 \text{ lbf}$  時，下列各式破壞模式之安全係數值：(20 分)
- (一)螺栓剪破壞 (Shear failure of all bolts)。
  - (二)螺栓表面壓延破壞 (Bearing failure on all bolts)。
  - (三)低碳鋼板表面壓延破壞 (Bearing failure on connected members)。
  - (四)低碳鋼板之拉伸破壞 (Tension failure on members across two bolts)。



(請接背面)

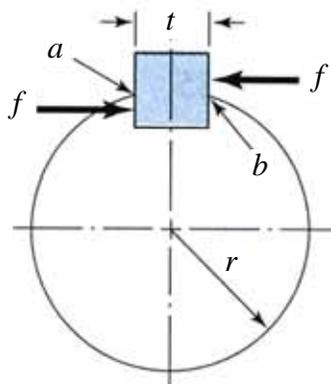
等 別：高員三級  
類 科：機械工程  
科 目：機械設計

四、下圖為一掛勾之銲接設計，如圖所示，左側有前後兩道銲腳尺寸為 $h_L=1/4$  英吋之銲道，右側則有前後兩道銲腳尺寸為 $h_R=1/2$  英吋之銲道。銲道電極 (Electrode) 材料之降伏強度為 $S_y = 50,000 \text{ psi}$ ，而其抗剪降伏強度可近似為 $S_{sy} = 0.577S_y$ 。此銲道組之水平中心位置為距左側A點 $\bar{x}$ 位置。試問在負載為 $P = 60,000 \text{ lb}$ 時：



- (一)在臨界點 (A 點位置) 的主要拉伸剪應力 (the primary (direct) shear stress)  $\tau'_A$ 。(5 分)
- (二)在臨界點 (A 點位置) 的彎矩剪應力 (secondary (moment) shear stress)  $\tau''_A$ 。(5 分)
- (三)此銲道之安全係數值 (the factor of safety  $n$  of this weld group)。(提示！ $\tau_A = \tau'_A + \tau''_A$ ) (5 分)

五、一直徑為 $d = 2$  英吋之鋼質齒輪轉軸，其軸材料之降伏強度為 $(S_y)_s = 80 \text{ kpsi}$ 。一 $0.5" \times 0.5"$  方形軸銷 (Key) 用於銷合此軸與齒輪如下圖示。此方形軸銷材料之降伏強度為 $(S_y)_k = 65 \text{ kpsi}$ 。當此轉軸在轉速 $\omega = 800 \text{ rev/min}$  下時，其傳遞之馬力將為 $H = 50 \text{ hp}$ 。令此軸與軸銷相關材料之抗剪降伏強度均可近似為 $S_{sy} = 0.577S_y$ 。(提示！問題中之馬力 horsepower  $H$  (hp)，轉速 $\omega$  (rpm) 及扭矩  $T$  (lbf-in) 間之關係為 $T = \frac{63,025H}{\omega}$ )



- (一)試問基於軸銷剪破裂模式預估，若安全係數為 $n=2.8$ ，該銷之長度最短當為多少？(5 分)
- (二)試問基於軸銷面壓延 (Bearing Failure) 破裂模式預估，若安全係數為 $n=2.8$ ，該銷之長度最短當為多少？(5 分)

六、試說明液動 (或滑動) 軸承 (Hydrodynamic Journal Bearing or Sliding Bearing) 的基本運作原理與涉及此類軸承設計之主要參數。並試解釋液動軸承設計中蘇瑪費參數 (Sommerfeld Number) 之定義與意義。(15 分)