

等 別：三等考試
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。

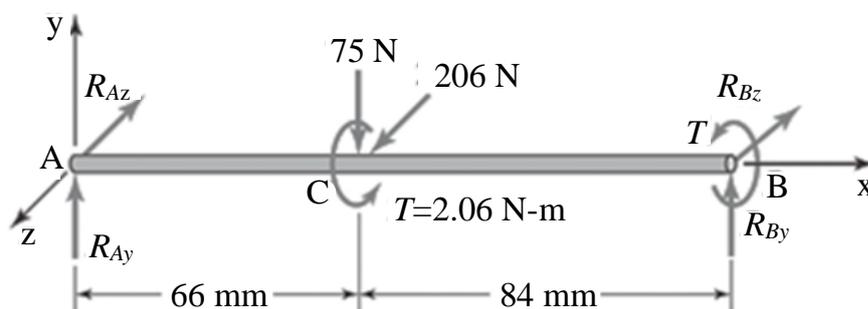
(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

- 一、畸變能 (Distortion energy, DE) 及最大剪應力 (Maximum shear stress) 失效理論常用於分析延性材料承受靜態負荷下損壞的降伏理論，已知由 AISI1045 熱軋鋼加工製造的軸，其受到靜態負荷作用下結構臨界點的主應力狀態為 0 MPa、250 MPa 及 -50 MPa。請回答下列問題：
- (一)在考慮安全因數下，請分別寫出畸變能及最大剪應力失效理論的設計公式，並說明相關參數的物理意義。(10 分)
- (二)若已知軸的降伏強度 $S_y = 310$ MPa，試分別利用畸變能及最大剪應力失效理論，就上述主應力狀態估算該軸的安全因數？(15 分)
- 二、已知直徑 $D = 25$ mm 的實心鋼軸，同時受到變動彎矩 M ($M_{\min} = 15$ N-m, $M_{\max} = 125$ N-m) 及變動扭矩 T ($T_{\min} = 10$ N-m, $T_{\max} = 80$ N-m) 的作用。已知該軸材料的抗拉強度 $S_u = 700$ MPa，修正疲勞限 (modified endurance limit) $S_e = 210$ MPa。請回答下列問題：
- (一)計算作用在該軸的平均彎矩、交變彎矩、平均扭矩、交變扭矩，以及平均彎應力、交變彎應力、平均扭轉剪應力、交變扭轉剪應力。(15 分)
- (二)利用畸變能 (DE) 失效理論結合修正古德曼 (Goodman) 疲勞失效準則，求該軸受到組合變動負載下防範疲勞損壞的安全因數。(提示：DE-Goodman 準則公式為 $\bar{\sigma}_a/S_e + \bar{\sigma}_m/S_u = 1/n$ ， $\bar{\sigma}_a$ 為等效交變應力， $\bar{\sigma}_m$ 為等效中值 (或平均) 應力， n 為安全因數。)(10 分)

三、如圖所示為一齒輪箱輸入軸的負載自由體圖。A 和 B 的位置分別安裝 02 系列深槽滾珠軸承 (deep-groove ball bearing) 來支撐該輸入軸，其支撐方式類似簡支樑。請回答下列問題：

(一)根據該自由體圖，計算作用在軸支撐 A 及 B 處的支撐力 R_{Ay} 、 R_{Az} 、 R_{By} 及 R_{Bz} 。(10 分)

(二)已知該軸的直徑為 12 mm，操作轉速 1725 rpm。假設忽略推力方向的負載，軸承受到穩定負載作用且為內環旋轉。若輸入軸左端 A 處軸承的基本動態額定負載 $C = 6.89 \text{ kN}$ ，求該軸承預期的額定壽命 L_{10} 應為多少小時？(15 分)



四、如圖所示的飛機起落架結構，其輪胎受到 43 kN 垂直力及 12 kN 水平力的作用。若已知 A 和 B 處銷的最大允許剪應力 $\tau_{all} = 97 \text{ MPa}$ ，且銷可承受雙剪應力，試求 A 和 B 處銷避免剪力失效的直徑分別為何？(25 分)

