

\*入場通知書編號：\_\_\_\_\_

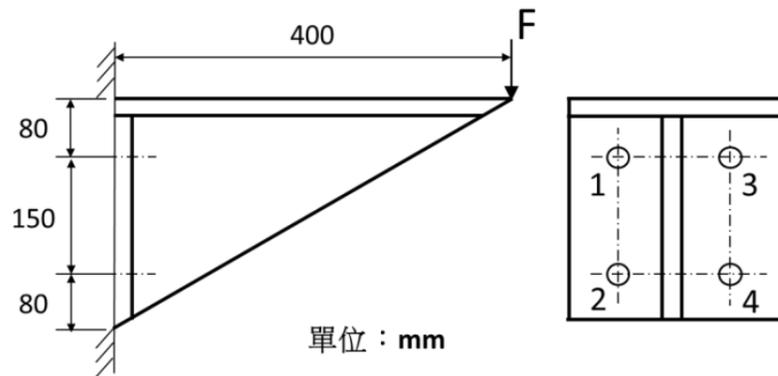
注意：①作答前先檢查答案卷，測驗入場通知書編號、座位標籤、應試科目是否相符，如有不同應立即請監試人員處理。使用非本人答案卷作答者，該節不予計分。  
 ②本試卷為一張雙面，非選擇題共 4 大題，每題各 25 分，共 100 分。  
 ③非選擇題限以藍、黑色鋼筆或原子筆於答案卷上採橫式作答，並請依標題指示之題號於各題指定作答區內作答。  
 ④請勿於答案卷書寫應考人姓名、入場通知書編號或與答案無關之任何文字或符號。  
 ⑤本項測驗僅得使用簡易型電子計算器（不具任何財務函數、工程函數、儲存程式、文數字編輯、內建程式、外接插卡、攝（錄）影音、資料傳輸、通訊或類似功能），且不得發出聲響。應考人如有下列情事扣該節成績 10 分，如再犯者該節不予計分。1.電子計算器發出聲響，經制止仍執意續犯者。2.將不符規定之電子計算器置於桌面或使用，經制止仍執意續犯者。  
 ⑥答案卷務必繳回，未繳回者該節以零分計算。

※計算題未列出計算過程者，不予計分。

第一題：

如【圖一】所示之鋼架，此鋼架以 4 支 M12 之螺栓（節距  $p=1.75\text{mm}$ 、節圓直徑  $10.863\text{mm}$ ）鎖固於垂直牆面上，且螺栓事先鎖緊產生之預負荷為  $7500\text{[N]}$ 。若螺栓之降伏強度  $S_y = 480\text{(MPa)}$ ，螺栓根部面積視為應力作用面積，安全因數  $F_s = 2.0$ ，請回答下列問題：

- (一) 螺栓牙根(root)直徑為何？[提示：牙根直徑=節圓直徑 $-\frac{1}{2} \times 0.866 p$ ]【3分】
- (二) 螺栓根部面積為何？【3分】
- (三) 螺栓 1 與螺栓 2 所受拉力的比值  $T_1 / T_2$  為何？【3分】
- (四) 若在負荷  $F=10,000\text{[N]}$  的作用下，最大拉力發生在哪一支螺栓？最大拉應力的值  $\text{[MPa]}$  為何？【5分】
- (五) 若在負荷  $F=10,000\text{[N]}$  的作用下，最大剪力發生在哪一支螺栓？其剪應力的值  $\text{[MPa]}$  為何？【5分】
- (六) 若在負荷  $F=10,000\text{[N]}$  的作用下，應用最大剪應力準則，螺栓是否安全？【6分】



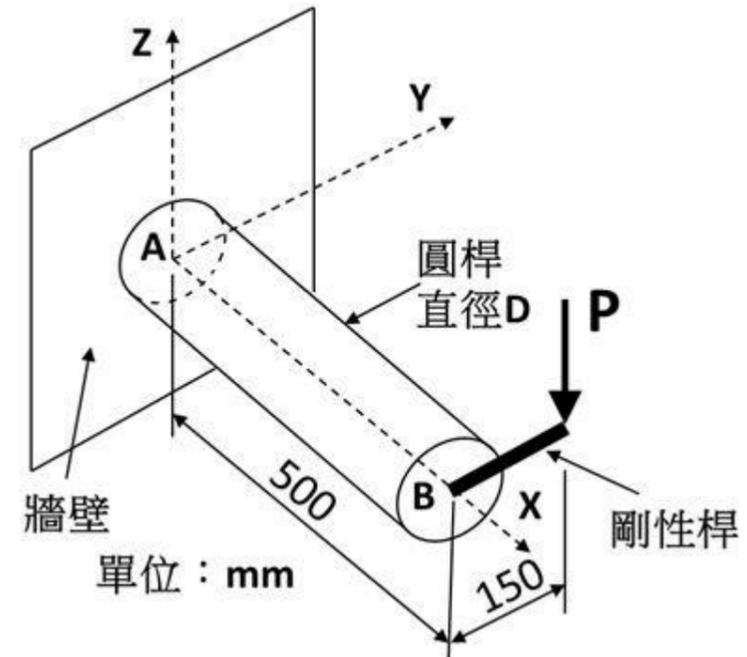
【圖一】

第二題：

長  $500\text{mm}$ 、直徑為  $D$  之實心圓軸，一端固接(fixed)於牆壁，另一端受到集中力  $P=10\text{kN}$  作用於  $150\text{mm}$  剛性桿（不考慮強度及變形）的末端，剛性桿鎖固於圓桿末端，如【圖二】所示。此實心圓軸為延性材料，降伏強度  $S_y = 620\text{[MPa]}$ ，安全因數  $F_s = 2.0$ ，請回答下列問題：

- (一) 請畫出 XZ 平面的剪力圖(Shear force diagram)。【4分】
- (二) 最大剪力(Shear force) $\text{[kN]}$ 及發生在何處？【3分】
- (三) 請畫出 XZ 平面的彎矩圖(moment diagram)。【4分】
- (四) 最大彎矩(moment) $\text{[kN}\cdot\text{m]}$ 及發生在何處？【3分】
- (五) 請畫出 XZ 平面的扭矩圖(torque diagram)。【4分】
- (六) 最大扭矩(torque)  $\text{[kN}\cdot\text{m]}$ 及發生在何處？【3分】
- (七) 若應用最大剪應力準則進行設計，所需的軸徑大小 $\text{[mm]}$ 為何？【4分】

【可以參考最大剪應力公式： $\tau_{max} = \frac{0.5 \times S_y}{F_s} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_b}{2}\right)^2 + (\tau_t)^2}$ ，其中  $\tau_{max}$  為最大剪應力， $S_y$  為降伏應力， $F_s$  為安全因數， $\sigma_b$  為彎曲應力， $\tau_t$  為扭轉剪應力】



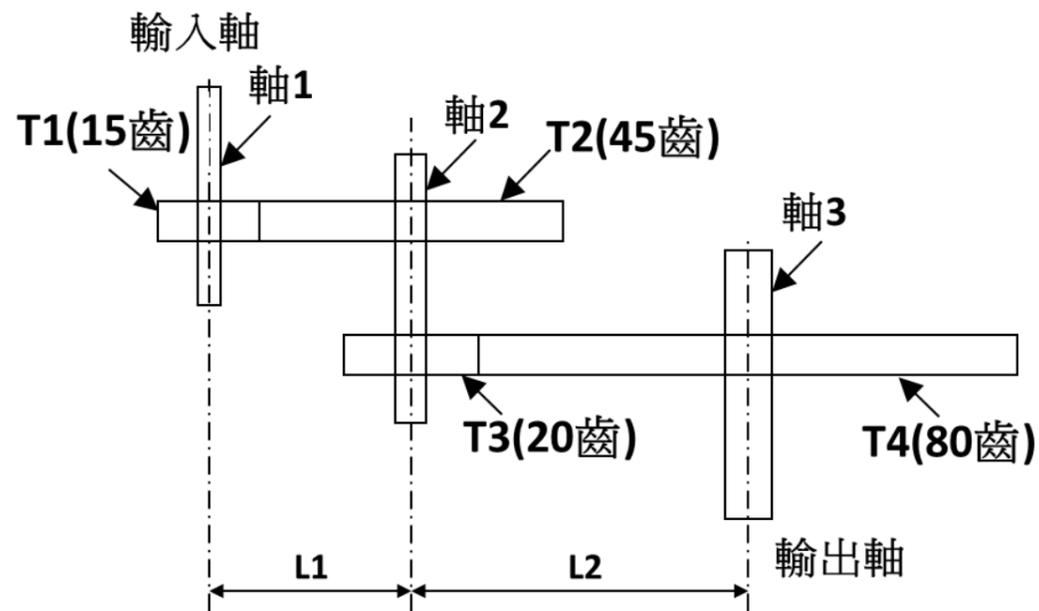
【圖二】

【請接續背面】

**第三題：**

一個減速齒輪組如【圖三】所示，全部齒輪為模數  $m=5$  的正齒輪，輸入端的馬力為  $1[\text{kW}]$ 、轉速為  $1800[\text{rpm}]$ ，由軸 1 輸入帶動，其中 T1~T4 的齒數分別為 15、45、20、80 齒，若不考慮動力及能量的損失，請回答下列問題：

- (一) 軸 1、軸 2 之間的距離  $L1[\text{mm}]$  及軸 2、軸 3 之間的距離  $L2[\text{mm}]$  分別為何？【5 分】
- (二) 軸 2、軸 3 的轉速  $[\text{rpm}]$  分別為何？【5 分】
- (三) 軸 1、軸 2、軸 3 的扭力  $[\text{N}\cdot\text{m}]$  分別為何？【6 分】
- (四) 整體減速齒輪組的減速比為何？【4 分】
- (五) 按照機械設計的概念，若軸 1、軸 2、軸 3 使用同一種材料，則所需要的直徑尺寸由小至大的順序為何？原因為何？【5 分】

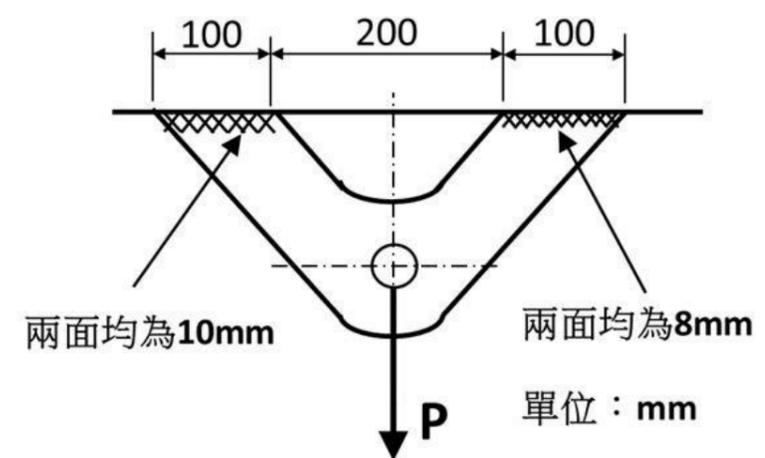


【圖三】

**第四題：**

如【圖四】所示之吊環，採用 E6010 銲條（降伏強度  $S_y=50,000\text{psi}=34.5\text{MPa}$ ）進行填角銲 (Fillet welding)，左側兩面皆為  $10\text{mm}$  填角銲、右側兩面皆為  $8\text{mm}$  填角銲，假設銲接抵抗力矩的能力與該銲道形心 (Centroid) 之距離成正比，安全因數  $F_s = 2.0$ ，請回答下列問題：

- (一) 所有銲道的總喉部面積  $[\text{mm}^2]$  為何？[提示：喉部面積 = 銲道寬度  $\times$  銲道長度  $\times \frac{1}{\sqrt{2}}$ ]  
【6 分】
- (二) 全部銲道的形心位置  $[\text{mm}]$  為何？【6 分】
- (三) 銲道總極慣性矩  $J[\text{mm}^4]$  為何？[提示：極慣性矩  $J = A * (\frac{l^2}{12} + r^2)$ ，其中  $A$  為該銲道的喉部面積、 $l$  為該銲道長度、 $r$  為該銲道與全部銲道形心的距離]【6 分】
- (四) 容許靜負荷  $P[\text{N}]$  為何？【7 分】



【圖四】