

# 經濟部所屬事業機構 101 年新進職員甄試試題

類別：航空結構

節次：第三節

科目：1. 飛機結構學 2. 複合材料力學

- |          |   |
|----------|---|
| 注意<br>事項 | <ol style="list-style-type: none"><li>1. 本試題共 4 頁(A3 紙 1 張)。</li><li>2. 可使用本甄試簡章規定之電子計算器。</li><li>3. 本試題分 10 大題，每題配分於題目後標明，共 100 分。須用藍、黑色鋼筆或原子筆在答案卷指定範圍內作答，不提供額外之答案卷，作答時須詳列解答過程，於本試題或其他紙張作答者不予計分。</li><li>4. 本試題採雙面印刷，請注意正、背面試題。</li><li>5. 考試結束前離場者，試題須隨答案卷繳回，俟該節考試結束後，始得至原試場索取。</li><li>6. 考試時間：120 分鐘。</li></ol> |
|----------|---|

一、請回答下列問題：

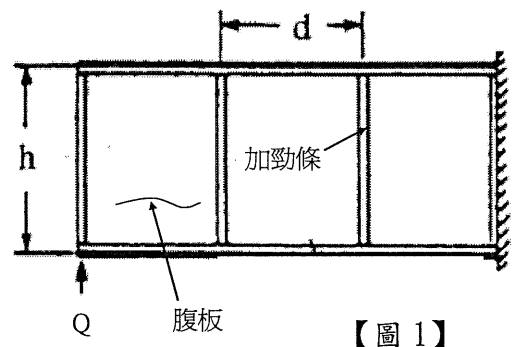
- (一) 說明飛機結構設計之限制負載(Limit Load)與極限負載(Ultimate Load)的定義？(3 分)
- (二) 上述負載作用下飛機結構強度須分別滿足何種條件？(2 分)

二、請說明下列專有名詞定義：(每小題 1 分，共 5 分)

- (一) 勁度(Stiffness)
- (二) 主應力(Principal Stress)
- (三) 剪力中心(Shear Center)
- (四) 安全裕度(Margin of Safety)
- (五) 半硬殼式結構(Semimonocoque Structures)

三、【圖 1】為加勁條與腹板組成之腹板樑結構，請說明：(每小題 5 分，共 10 分)

- (一) 腹板的斜張力(Diagonal Tension)現象？
- (二) 斜張力( $\sigma_{wt}$ )與  $Q$ 、 $h$  及  $t$ (腹板厚度)的關係為何？

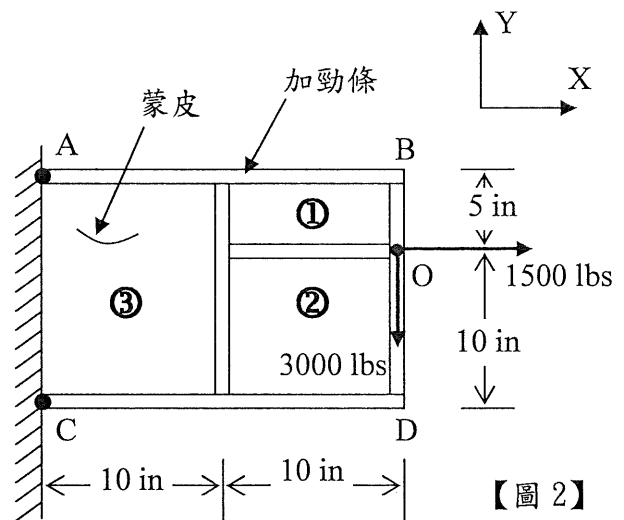


【圖 1】

四、試簡述虛擬連接裝配(Virtual Mock-up)技術有哪些效益？(5 分)

五、【圖 2】為一飛機體結構的簡易圖，假設蒙皮只能承受剪力，若在點 O 施加 1,500 磅(lbs)水平力及 3,000 磅(lbs)垂直力作用，請計算：

- (一)蒙皮①、②及③的剪力流(shear flow)？(10分)
- (二)繪製加勁條 AB 及 CD 的受力分佈圖，包括垂直及平行於加勁條的力？(5分)



【圖 2】

六、【圖 3】鉚釘#1~#4 承載作用力  $P=9,000$  lbs，鉚釘#1、#2 及#3 構成邊長  $L=3.464$  inch ( $=2\sqrt{3}$  inch) 的正三角形，而鉚釘#4 位置在其中心點，作用力  $P$  與 鉚釘#1 及#4 連線的平行距離  $s=1.5$  inch，鉚釘剪力以“bolt-group”方法的計算公式如下：

$P_{s,i} = P \left( \frac{A_i}{\sum A_j} \right)$  是  $i^{\text{th}}$  鉚釘剪力以反應通過中心點的作用力，

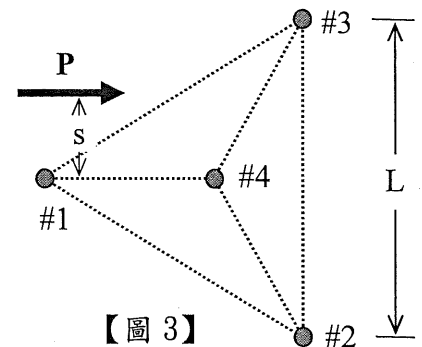
$P_{M,i} = M \left( \frac{A_i d_i}{\sum A_j d_j^2} \right)$  是  $i^{\text{th}}$  鉚釘剪力以反應力矩  $M$  的作用，

其中  $A_i$  是  $i^{\text{th}}$  鉚釘的截面積， $d_i$  是  $i^{\text{th}}$  鉚釘與中心點的距離。

四根鉚釘均選用 D-rivet (2017-T31,  $F_{su} = 34$  ksi)， $\text{dia.} = \frac{3}{8}$  inch， $P_{\text{all}} = 3,980$  lb ( $P_{\text{all}} = P_{\text{allowable}}$ )，請計算下列問題：

(一)每根鉚釘的剪力  $P_i$  為何？(11分)

(二)每根鉚釘的安全裕度(Margin of safety;  $M.S. = \frac{P_{\text{all}}}{P_i} - 1$ )為何？(4分) (計算至小數點第 2 位，以下四捨五入)



【圖 3】

七、請說明下列有關於複合材料之專有名詞定義？(每小題 2 分，共 10 分)

- (一)碳纖維複合材料(CFRP)
- (二)預浸料(Prepreg)
- (三)正交疊層板(Cross-Ply Laminate)
- (四)樹脂含量(Resin Content)
- (五)二次膠合(Secondary Bonding)

八、【圖 4】為四邊簡支撐正交(Cross-Ply)疊層矩形平板，在長邊方向承受軸向力作用之挫曲強度( $N_x$ ) 方程式如下：

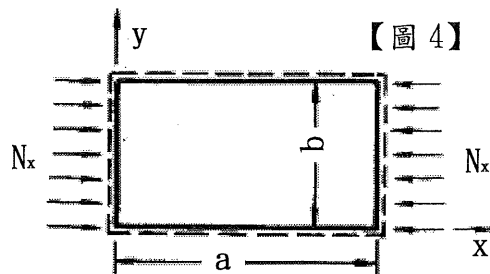
$$N_x = \frac{\pi^2 D_{22}}{b^2} \left[ \frac{D_{11}}{D_{22}} \left(\frac{b}{a}\right)^2 m^2 + 2 \left(\frac{D_{12} + 2 D_{66}}{D_{22}}\right) + \left(\frac{a}{b}\right)^2 \frac{1}{m^2} \right]$$

請依據下列已知參數，計算軸向挫曲強度？（10分）

已知參數：平板長度  $a = 326.56$  mm，平板寬度  $b = 163.28$  mm， $\pi = 3.14$  (近似值)。

剛度系數  $D_{11} = 54,080$  N-mm， $D_{22} = 27,040$  N-mm， $D_{12} = 4,900$  N-mm， $D_{66} = 4,310$  N-mm。

(提示：半波數  $m$  必須為整數)

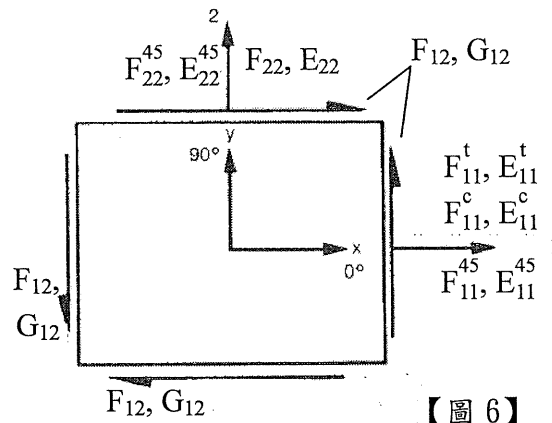
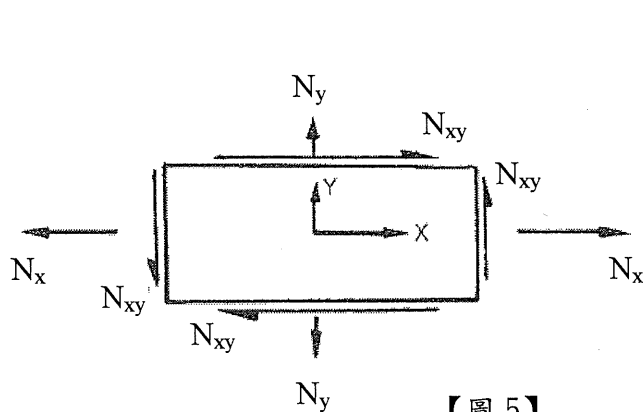


九、四邊簡支撐疊層矩形平板(Laminate Plate)其設計承受以下負載：

$N_x = 7,000$  lb/in， $N_y = 0$  lb/in， $N_{xy} = 4,500$  lb/in，(負載參數定義如下【圖 5】說明)

並且需滿足以下剛度需求：

$GT = 6.0 \times 10^5$  lb/in， $ET = 1.5 \times 10^6$  lb/in，其中  $T$  是疊層板(總)厚度。



請依據下列已知參數，計算可滿足上述條件之疊層板厚度(層數)及疊序安排？（15分）

已知參數：(強度、剛度參數定義如上【圖 6】所示)

單一層板厚度  $t = 0.005$  in。

單向性(Unidirectional)碳纖維複合材料單一層板(Lamina)材料強度及剛度定義如下：

$0^\circ/90^\circ$  材料性質 (假設樹脂強度為零)：

$$F_{11}^t = 98,000 \text{ psi}, \quad E_{11}^t = 20.5 \times 10^6 \text{ psi}。$$

$$F_{11}^c = 74,000 \text{ psi}, \quad E_{11}^c = 18.0 \times 10^6 \text{ psi}。$$

$$F_{22} = 0 \text{ psi}, \quad E_{22} = 0 \text{ psi}。$$

$\pm 45^\circ$  材料性質：

$$F_{11}^{45} = F_{22}^{45} = 15,000 \text{ psi}, \quad E_{11}^{45} = E_{22}^{45} = 3 \times 10^6 \text{ psi}。$$

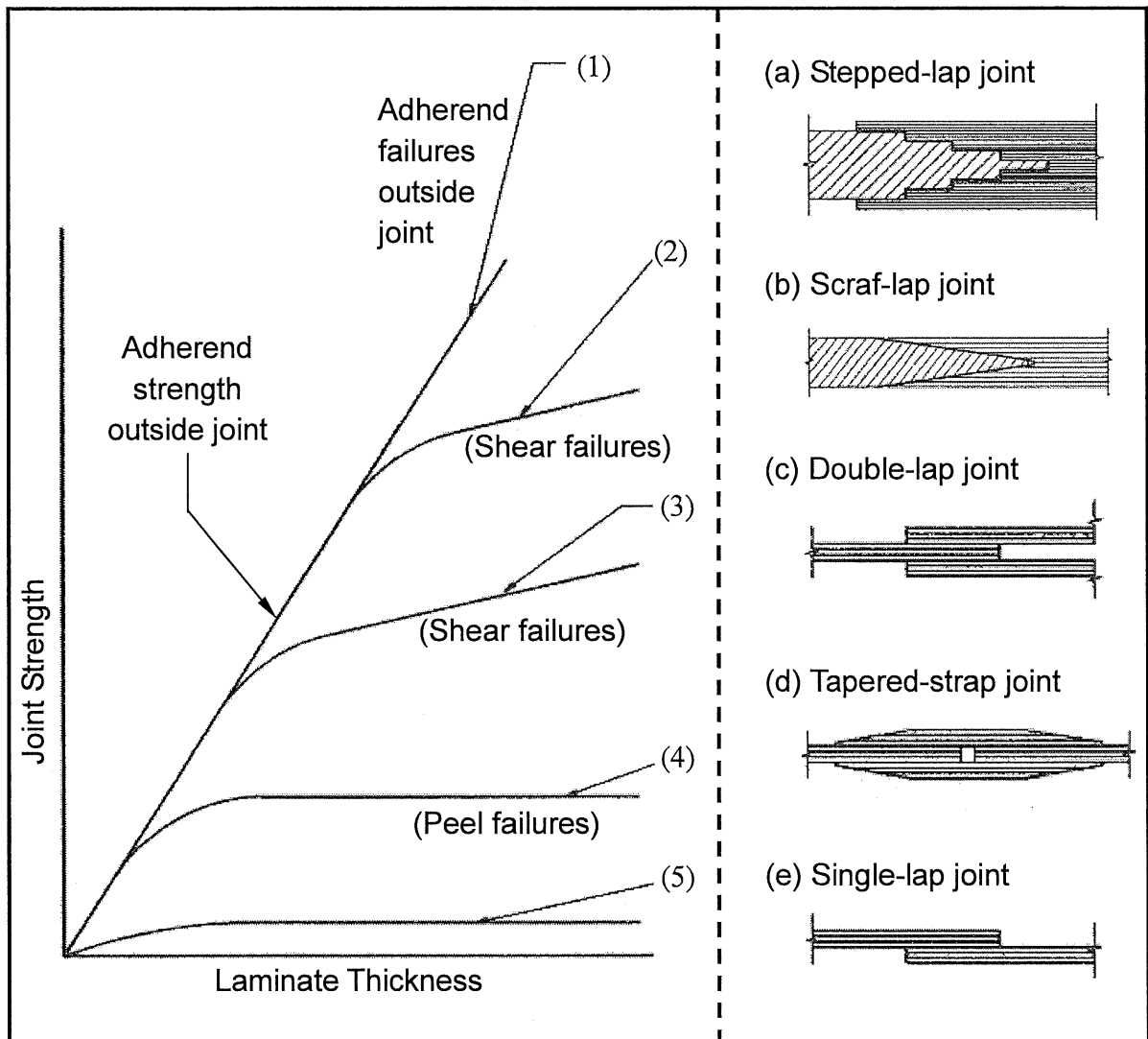
$$F_{12} = 38,000 \text{ psi}, \quad G_{12} = 5 \times 10^6 \text{ psi}。$$

提示：(1) 疊層安排須為對稱及包含有  $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $+45^\circ$  及  $-45^\circ$  疊序。

(2) 無受力方向層數以總層數 10% 考慮。

十、【圖 7】左半部分為五種不同複合材料膠合結構之強度對應厚度曲線圖(曲線 1~5)，右半部分為可能對應之膠合結構構型，請找出正確的強度曲線對應之膠合構型？

(每小題 2 分，共 10 分)



【圖 7】