

請注意本考卷包括 (一) 選擇題與 (二) 申論計算題兩部份，其中第 1-10 題為選擇題，第 11 題起為申論計算題。

(一) 選擇題 ※ 注意：請於試卷內之「選擇題作答區」依序作答。

以下有 10 題單選題，請選出最適合的答案，每答對一題得 4 分，答錯一題倒扣 1 分，不答則不扣分。

各題中，除非特別強調，所有材料皆為等向性線彈性-完全塑性 (isotropic linearly elastic-perfectly plastic) 材料，且不需考慮應力集中。

1. 如下圖所示，考慮五相同材料與尺寸 500×750 mm 矩形板，質量為 540 g，以下列不同的連接方式，固定在垂直面上，所有連接均由無摩擦插銷 (hinge)、滾輪 (roller) 或短桿 (bar) 所組成，當有一熱源位於此矩形板中央處，請問於何者連接方式，此矩形板將產生非零之熱應力。

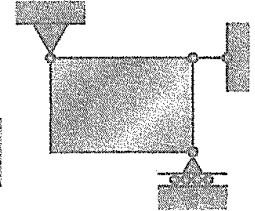
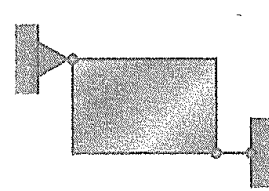
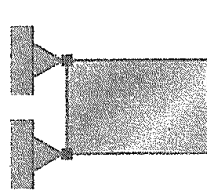
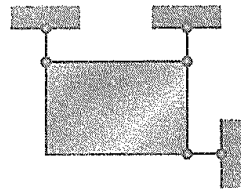
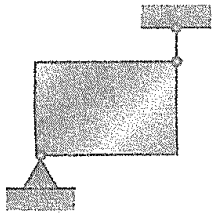
(1)

(2)

(3)

(4)

(5)



(A) (2)

(B) (1)(4)

(C) (1)(2)(4)

(D) (3)(5)

(E) (2)(3)(5)

2. 某等向性線彈性材料之彈性模數為 E 、剪切力模數為 G 且蒲松比為 ν ，存在一恆等式關連此三材料參數：

$$E = 2G(1 + \nu)$$

試問可由此材料單元 (material element) 於何種特定受力或變形狀態之條件下，最易推導出上述材料參數關連式，闡述彈性材料之彈性模數、剪切力模數與蒲松比，不為三相互獨立之材料參數。

(A) 純撓狀態 (pure bending)

(B) 純剪切狀態 (pure shear)

(C) 平面應力 (plane stress)

(D) 平面應變 (plane strain)

(E) 主軸應力 (principal stress)

3. 基於尤拉-伯努利樑 (Bernoulli-Euler beam) 模型與廣義虎克定律 (Hooke's law)，考慮受荷載之樑，下列材料力學理論敘述何者「錯誤」？

(A) 材料元素於樑長軸方向之正向應力 (normal stress) 與相應截面撓曲變位對長軸方向位置之一次微分成正比。

(B) 材料元素於樑長軸方向之正向應變 (normal strain) 與其距中性軸 (neutral axis) 距離成正比。

見背面

- (C) 材料元素相應截面所具彎矩與相應截面之曲率 (curvature) 成正比。
- (D) 於樑長軸方向不同位置之兩截面所具剪切力差值，與兩截面間分佈荷載合力具相同之絕對值。
- (E) 於樑長軸方向不同位置之兩截面所具彎矩差值，與兩截面間分佈剪力之合力相同。
4. 對於受荷載之尤拉-伯努利樑，沿長軸方向之力學特性敘述何者「錯誤」？
- (A) 彎矩分佈曲線二階導數 (second-order derivative) 值與相應截面所承受荷載強度具相同之絕對值。
- (B) 彎矩分佈曲線 (moment diagram) 切線斜率與相對應截面之剪切力相等。
- (C) 剪切力分佈曲線 (shear diagram) 二階導數與相應截面所承受之荷載強度 (load intensity) 具相同之絕對值。
- (D) 於長軸方向承受集中力偶 (couple) 處，於相應截面左右兩側截面之剪切力相同，且截面兩側之彎矩變化量與此集中力偶具相同之絕對值。
- (E) 於長軸方向承受集中力處，於相應截面左右兩側之彎矩相同，且截面兩側之剪切力變化量與此集中力具相同之絕對值。
5. 考慮具有相同面積之圓形、正方形與正三角形樑截面，用以承受相同之彎矩外力，何者具有較高效率的材料分佈設計？
- (A) 正方形 > 圓形 > 正三角形
- (B) 正三角形 > 圓形 > 正方形
- (C) 圓形 > 正三角形 > 正方形
- (D) 正方形 > 正三角形 > 圓形
- (E) 正三角形 > 正方形 > 圓形
6. 尤拉-伯努利樑於純撓曲受力狀態下，其截面材料所具曲率 (curvature)、剪切力 (shear)、彎矩 (moment) 三者沿長軸方向分佈有何特徵關係？
- (A) 曲率-非零定值、剪力-零值、彎矩-非零定值
- (B) 曲率-零值、剪力-非零定值、彎矩-線性
- (C) 曲率-非零定值、剪力-零值、彎矩-零值
- (D) 曲率-零值、剪力-零值、彎矩-非零定值
- (E) 曲率-線性、剪力-非零定值、彎矩-零值
7. 考慮一具有撓曲變形之等截面樑，截面面積為 A ，於長度方向 x 處，其截面剪切力為 V ，若將此截面之最大剪切應力表示為 kV/A ，試問 k 值為何？
- (A) $6/5$
- (B) $5/4$
- (C) $4/3$
- (D) $3/2$
- (E) $5/3$
8. 等向性線彈性材料之張主應力 (tensile principal stress) 與壓主應力 (compressive principal stress) 之等值軌跡 (contour trajectory) 之交線夾角為？
- (A) 30 度
- (B) 45 度
- (C) 60 度
- (D) 75 度
- (E) 90 度

9. 考慮某具有一定半徑與壁厚之密閉空腔圓球體，內部裝載有氣體，且氣壓為 P ，將此空腔圓球體內表面材料之面外(out-of-plane)最大剪切應力表示為 τ_{in} ，以及其外表面材料之面外最大剪切應力表示為 τ_{out} ，試問 $\tau_{in} - \tau_{out}$ 為？

- (A) $P/4$
- (B) $P/3$
- (C) $2P/5$
- (D) $P/2$
- (E) $2P/3$

10. 考慮內、外徑各為 r_1 、 r_2 之圓形中空管狀樑截面，當樑截面承受截面剪切力 V 時，截面中最大剪切應力產生於截面中性軸 (neutral axis) 位置處，將截面最大剪切應力表示為：

$$k \times \frac{V}{A} \left(\frac{r_1^2 + r_1 r_2 + r_2^2}{r_1^2 + r_2^2} \right)$$

其中 A 為此樑截面面積，試問 k 值應為何？

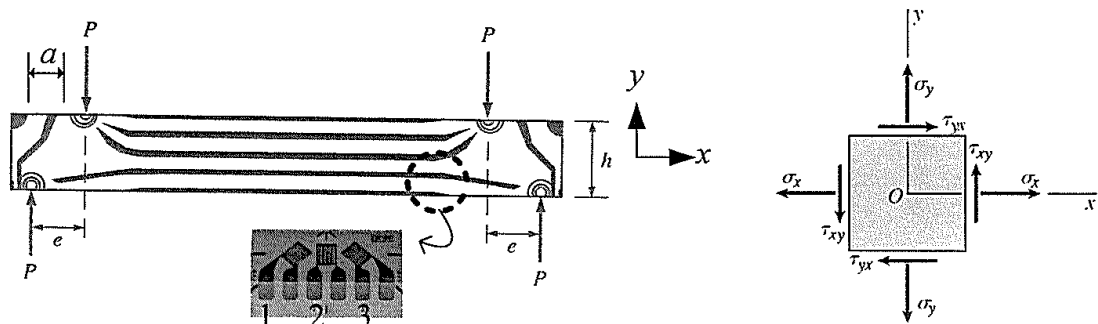
- (A) $3/2$
- (B) $4/3$
- (C) $5/3$
- (D) $5/4$
- (E) $6/5$

(二) 申論計算題 (請注意此部分所編之題號與前一部份所編者連續)

※ 注意：請於試卷內之「非選擇題作答區」依序作答。並應註明作答之部份及題號。

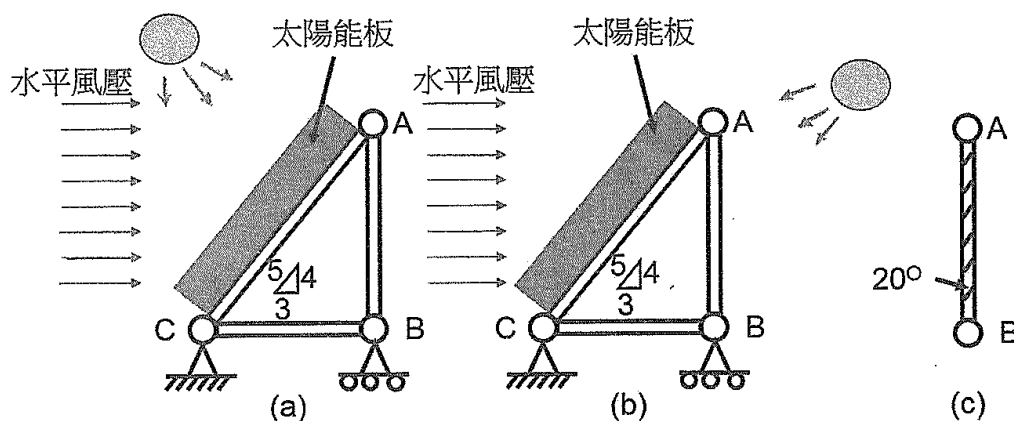
11. 一矩形截面樑進行四點施力實驗如圖所示，其中樑的全長為 250mm、寬度為 6.35mm，圖中樑的高度 $h = 25\text{mm}$ 、施力 $P = 80\text{N}$ 並施加於邊緣往內 $e = 20\text{mm}$ 的位置，其中樑為等向性均質材料且材料係數之彈性模數為 $E = 2.4\text{GPa}$ 、浦松比 $\nu = 0.38$ 。

- (a) 長度方向正中央由頂部垂直向下 0mm 處、3mm 處、6mm 處、9mm 處、12.5mm 處，五個位置的應力大小是多少？(6%)
- (b) 在 $a = 10\text{mm}$ 處的由頂部垂直向下 0mm 處、3mm 處、6mm 處、9mm 處、12.5mm 處，五個位置的剪切應力是多少？(6%)
- (c) 若在圖中虛線圓框處貼附多軸式應變規，放大應變規貼附方向如圖中所示，2 號應變規為垂直於試片長度方向，1 號與 3 號應變規分別與 2 號應變規夾角 ± 45 度，量測因實驗應力集中而不會有理想的應力分布狀態，故實際應變量測值為 $\epsilon_1 = 400 \times 10^{-6}$ 、 $\epsilon_2 = -350 \times 10^{-6}$ 與 $\epsilon_3 = 150 \times 10^{-6}$ ，請計算該位置於 x - y 平面之主軸應變與最大剪切應變。(6%)
- (d) 同前(c)小題基於平面應力假設，請計算該位置的主軸應力狀態量值： σ_x 、 σ_y 、 τ_{xy} ，其中 x 與 y 方向如圖所示。(6%)
- (e) 基於尤拉-伯努利樑(Bernoulli-Euler beam)模型，請計算最大位移量與標示最大位移發生處。(6%)



見背面

12. ABC 為桁架，支撐太陽能板。太陽能板的重量為 40 kg/m ，承受水平風壓 120 N/m 。AC 的長度為 5 m ，桁架 ABC 的材料為鋼，彈性模數為 200 GPa ，AB 為實心圓管，其直徑為 1 cm ，熱膨脹係數為 $13 \times 10^{-6}/\text{K}$ 。(a) 當太陽照射太陽能板時，桁架幾何尺寸不變，請畫出自由體圖，與找出 B、C 點的拘束力，與 AB 管的軸向應力 (10%)
 (b) 當太陽從背面照射 AB 管時，AB 管的長度不變，但是溫度升高 5 度 C ，請計算 AB 管的熱應力與 AB 管內的總軸向應力 (10%)
 (c) 根據 b 小題，若 AB 管的縫隙沿著垂直方向 20 度 夾角焊接而成，請找出這個方向的正向應力與剪切應力 (10%)



試題隨卷繳回