

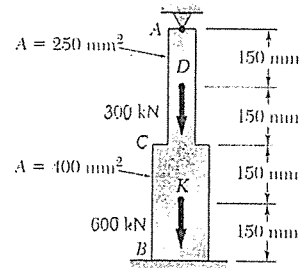
請注意本考卷包括(一)選擇題與(二)申論計算題兩部份，其中第 1-10 題為選擇題，第 11-13 題為申論計算題。

(一)選擇題 (請於答卷清楚標示題號與選項)

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、線彈性-完全塑性(isotropic linearly elastic-perfectly plastic)材料，且不需考慮應力集中。

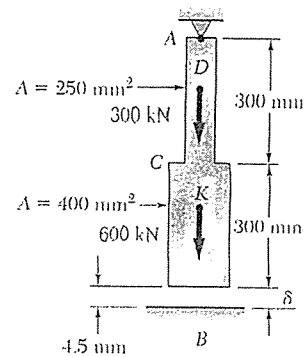
1. 針對右圖軸向受力桿件，就受力軸方向而言，以下敘述何者錯誤？

- (A) A 點位移為零。
- (B) B 點位移為零。
- (C) C 點上下位移連續。
- (D) D 點上下位移連續。
- (E) D 點上下應力連續。



2. 前題桿件下端如在受力前與其支撐處有一間隔，經受力後，以下描述何者恆為正確？

- (A) 桿件底端與支撐處會互相接觸。
- (B) 桿件底端位移為零。
- (C) D 點位移恆大於 K 點位移。
- (D) D、K 間位移呈線性變化。
- (E) 桿件頂端受力恆大於底端受力。

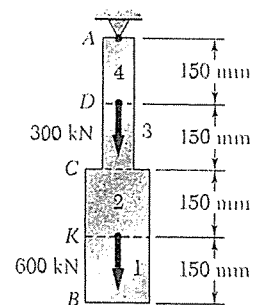


3. 針對前一題與支撐間具間隔的桿件，如果桿件除受兩個力外，另受到  $\Delta T$  的升溫，以下描述何者恆為正確？

- (A) 桿件底端與支撐處會互相接觸。
- (B) 桿件底端位移為零。
- (C) D 點位移恆大於 K 點位移。
- (D) D、K 間位移呈線性變化。
- (E) 桿件頂端受力恆大於底端受力。

4. 針對右圖所示之結構，如果標示 1、2 段的截面積為  $400 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ ，標示 3、4 段的截面積為  $250 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ ，楊氏係數為  $E$ ，則底端 B 的位移可表示為

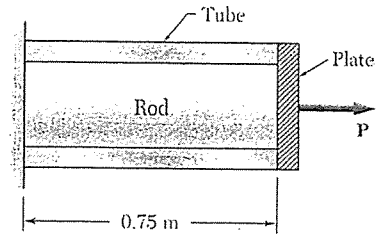
- (A)  $\frac{1.125 \times 10^9}{E} \text{ m}$
- (B)  $\frac{0.900 \times 10^9}{E} \text{ m}$
- (C)  $\frac{0.765 \times 10^9}{E} \text{ m}$
- (D)  $\frac{0.585 \times 10^9}{E} \text{ m}$
- (E) 以上皆非。



5. 前題結構受力後所產生的總應變能為

- (A)  $\frac{3.308 \times 10^{14}}{E} J$  (B)  $\frac{4.185 \times 10^{14}}{E} J$  (C)  $\frac{6.615 \times 10^{14}}{E} J$  (D)  $\frac{8.370 \times 10^{14}}{E} J$  (E) 以上皆非。

6. 右圖顯示一套筒(tube)包覆實心圓桿(rod)並藉由一端板(plate)緊密結合的複合結構物，圖下數據分別顯示 rod 與 tube 的截面積、楊氏係數與降伏強度。當此結構右端受到如圖 P 之力量，則以下敘述何者錯誤？



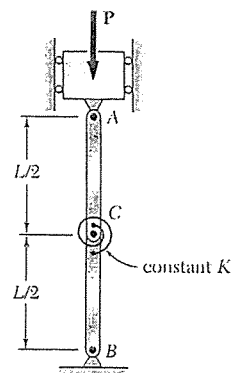
- (A) 當 P 不大時，rod 與 tube 兩種材料皆在線彈性範圍內。  
 (B) 當 P 逐漸增大，rod 會先降伏。  
 (C) 當 P 持續增大，tube 會繼 rod 之後降伏。  
 (D) 當 tube 與 rod 皆降伏後，P 值無法再增加。  
 (E) 將前述 P 的大小 P 與端板所對應之位移  $\delta$  作圖(P- $\delta$  curve)，將呈現兩個線段。

$A_r = 48 \text{ mm}^2$        $A_t = 62 \text{ mm}^2$   
 $E_r = 210 \text{ GPa}$        $E_t = 105 \text{ GPa}$   
 $(\sigma_r)_Y = 250 \text{ MPa}$        $(\sigma_t)_Y = 310 \text{ MPa}$

7. 繼續前題，請問以下敘述何者正確？

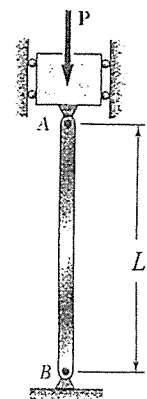
- (A) 當 rod 降伏，但 tube 尚未降伏時，將 P 釋放，rod 會產生永久變形，但 tube 不會。  
 (B) 當 rod 降伏，但 tube 尚未降伏時，將 P 釋放，rod 會發生殘留應力，但 tube 不會。  
 (C) 當 rod 降伏，但 tube 尚未降伏時，將 P 釋放，tube 會產生永久變形，但 rod 不會。  
 (D) 當 rod 降伏，但 tube 尚未降伏時，將 P 釋放，tube 會發生殘留應力，但 rod 不會。  
 (E) 當 rod 降伏，但 tube 尚未降伏時，將 P 釋放，rod 與 tube 皆會產生永久變形，也皆會發生殘留應力。

8. 右圖顯示兩長度各為  $L/2$  之桿件藉由一彈性係數為 K 之旋轉彈簧連接，桿件端點則各與其他構件鉸接著，桿件上端受到一重力大小為 P 之外力方塊，請問當 P 的力量由零逐漸增加到多大時，會造成結構上之不穩定？



- (A)  $KL/4$   
 (B)  $KL/2$   
 (C)  $2K/L$   
 (D)  $4K/L$   
 (E) 條件不足，無法解出。

9. 右圖顯示一長度為 L 之桿件，桿件端點各與其他構件鉸接著，桿件上端受到一重力大小為 P 之外力方塊，假設桿件相當長，且其彎曲模數(bending rigidity)為 EI，則當 P 的力量由零逐漸增加到多大時，會造成桿件之挫曲(buckling)現象？



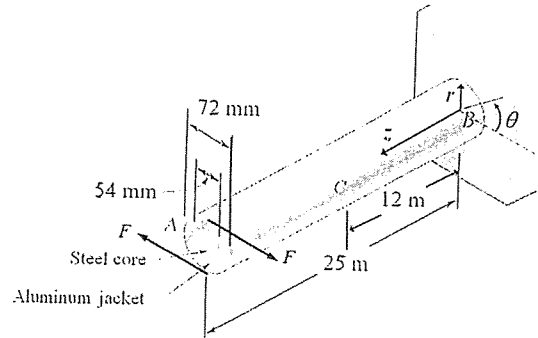
- (A)  $\pi^2 EI / (2L)^2$   
 (B)  $\pi^2 EI / L^2$   
 (C)  $\pi^2 EI / (0.7L)^2$   
 (D)  $\pi^2 EI / (0.5L)^2$   
 (E) 以上皆非。

10. 比較以上兩(類型)題目，請問以下敘述何者不正確？

- (A)兩(類)題皆為結構不穩定的問題。
- (B)解題時，桿件重量皆忽略不計。
- (C)解題時，皆假設桿件受力時能儲存能量。
- (D)解題時，皆假設材料在彈性範圍內。
- (E)就數學而言，以上其中一(類)題屬於 lumped 系統，另一(類)題則屬於 continuous 系統。

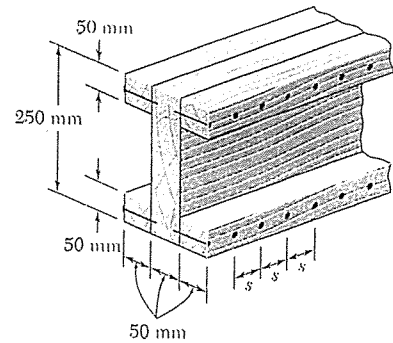
(二)申論計算題

11. 如圖所示，一實心圓軸(core，直徑 = 54 mm；材料：鋼，楊氏係數  $E_s = 200$  GPa、泊松比  $\nu_s = 0.3$ )插入一空心軸套(jacket，外徑 = 72 mm、內徑 = 54 mm；材料：鋁，楊氏係數  $E_a = 70$  GPa、泊松比  $\nu_a = 0.3$ )，組成一複合軸(composite shaft)，組合後之複合軸無應力且無應變。接著將此複合軸的一端固定在刚性牆面  $B$ ，並施加大小均為 60 N 的兩平行力於自由端，其作用點的圓柱座標為  $(r, \theta, z) = (36 \text{ mm}, \pm\pi/2, 25 \text{ m})$ 。其他各點座標則為  $A = (0, 0, 25 \text{ m})$ ， $B = (0, 0, 0)$ ， $C = (0, 0, 12 \text{ m})$ 。



- (a) 若施力前，圓軸與軸套完全接合，請畫出施力後剪應變與剪應力於通過點  $C$  橫截面的分布。點  $A$  與點  $C$  的位移為何？ (15%)
- (b) 若施力前，圓軸與軸套未接合，請畫出施力後剪應變與剪應力於通過點  $C$  橫截面的分布。點  $A$  與點  $C$  的位移為何？ (15%)

12. 右圖所示為一由五片木板釘接而成之樑，該樑承受 6 kN 之垂直剪力(vertical shear force)。若每根鐵釘可承受之剪力為 450 N，則相鄰兩鐵釘之最大容許間距( $S$ )為多少 mm？ (15%)



13. 下圖顯示一外徑為 100 mm 之齒輪  $A-D$  安裝於直徑 25 mm 實心圓軸(solid circular shaft)  $A-C$  之前端，若齒輪  $D$  點承受一 2.3 kN 的向下垂直力，則圓軸上離齒輪 150 mm 遠之  $H$  點所承受之最大張應力(tensile stress)為多少 MPa？ (15%)

