

108年專門職業及技術人員高等考試大地工程技師考試分階段考試、驗船師、引水人、第一次食品技師考試、高等暨普通考試消防設備人員考試、普通考試地政士、專責報關人員、保險代理人保險經紀人及保險公證人考試、特種考試驗光人員考試試題

代號：10310
頁次：8-1

等 別：高等考試

類 科：大地工程技師（一）

科 目：大地工程基礎學科（一）（材料力學）

考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：可以使用電子計算器。

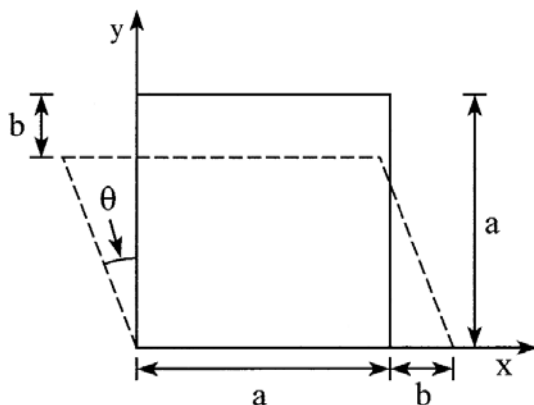
甲、申論題部分：(50 分)

(一)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在申論試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

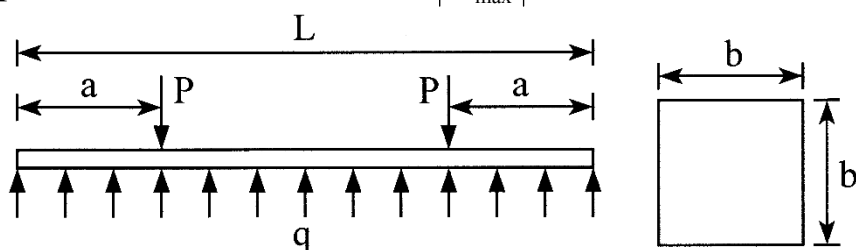
(二)請以黑色鋼筆或原子筆在申論試卷上作答。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

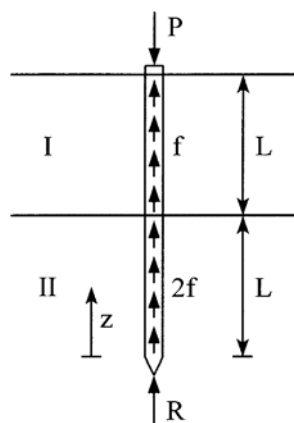
- 一、有一土壤元素處於平面應變之狀況，此元素每邊長度為 a 如下圖實線所示，其於 xy 平面之變形圖如虛線所示， z 軸垂直於 xy 平面且 $\varepsilon_z = 0$ 。設 $a = 1 \text{ cm}$ ， $b = 100 \times 10^{-6} \text{ cm}$ ， $\theta = 200 \times 10^{-6}$ ，試求此土壤元素於 xy 平面之主軸應變及其方向，並將其變形圖繪製於主軸應變方向。(20 分)



- 二、有一地梁（長度 L ，斷面 $b \times b$ ）置於土壤上，此梁承受二個集中載重 P 及土壤分佈載重 q 如下圖所示。如 $L = 10 \text{ m}$ ， $a = 2 \text{ m}$ ， $P = 360 \text{ kN}$ ， q 為常數，地梁之自重可忽略，梁之最大容許剪應力 $\tau_{\text{allow}} = 8 \text{ MPa}$ 。試計算 q 、梁之最大剪力絕對值 $|V_{\text{max}}|$ 及斷面最小之 b 值。(15 分)



- 三、有一長度為 $2L$ ，橫斷面積為 A 之樁，打入土壤層 I 及土壤層 II 後如下圖所示，已知樁頂之載重為 P ，樁底之反力 $R = P/4$ 。設土壤層 I 與樁間之單位長度摩擦力為 f ，土壤層 II 與樁間之單位長度摩擦力為 $2f$ 。如 f 為一常數，樁之彈性係數為 E ，樁之自重可忽略，試求 f 及此樁之總縮短量 δ 。（15 分）



乙、測驗題部分：(50 分)

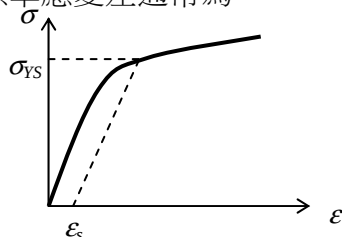
代號：1103

(一)本測驗試題為單一選擇題，請選出一個正確或最適當的答案，複選作答者，該題不予計分。

(二)共 40 題，每題 1.25 分，須用 2B 鉛筆在試卡上依題號清楚劃記，於本試題或申論試卷上作答者，不予計分。

- 1 當一材料之應力應變曲線沒有明顯之降伏點時，可採用偏位法（offset method）得到其特定降伏應力（arbitrary yield stress）。即繪一標準應變差直線平行於原應力應變線性段，兩者之交點即為特定降伏應力，該標準應變差通常為：

- (A) 0.001
(B) 0.002
(C) 0.003
(D) 0.004



- 2 一均質彈性材料桿件之斷面性質分別為：斷面積 A 、慣性矩 I 、極慣性矩 J 。若其楊氏模數為 E ，剪力模數為 G ，則下列何者與該桿件之剛度（rigidity）無關：

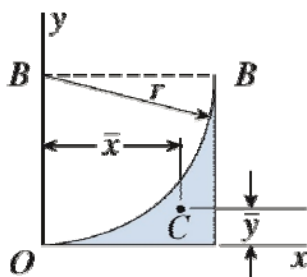
- (A) EA (B) EI (C) GI (D) GJ

- 3 一均質彈性中空圓斷面管桿，其管內徑 $D_i = 80 \text{ mm}$ ，管外徑 $D_o = 100 \text{ mm}$ ，現若改換具相同慣性矩之實心圓斷面，其直徑須為：

- (A) 87.7 mm (B) 83.2 mm (C) 78.7 mm (D) 74.2 mm

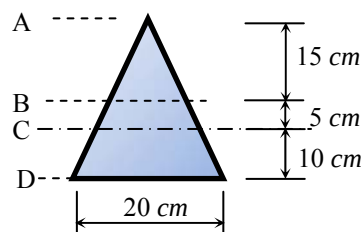
- 4 圖示陰影面積係由邊長為 r 之正方形面積減去四分之一圓形面積而得， C 點為其形心位置，則其座標 $\bar{x}$ 為何？

- (A) $0.4433r$
(B) $0.5544r$
(C) $0.6655r$
(D) $0.7766r$



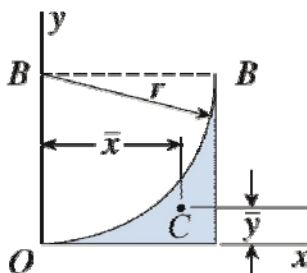
- 5 一均質彈性桿件斷面為如圖所示之三角形。若該斷面承受撓曲剪力，下列有關斷面中剪應力之敘述，何者錯誤？

- (A) 截面 A 與截面 D 之剪應力相同
(B) 斷面最大剪應力發生在形心軸 C 處
(C) 截面 D 之剪應力為零
(D) 斷面最大剪應力發生在中央截面 B



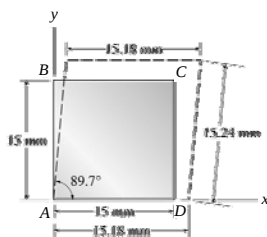
- 6 圖示陰影面積係由邊長為 r 之正方形面積減去四分之一圓形面積而得，則其對 y 軸之二次面積矩 I_y 為何？

- (A) $0.0825r^4$
(B) $0.0943r^4$
(C) $0.1370r^4$
(D) $0.2120r^4$



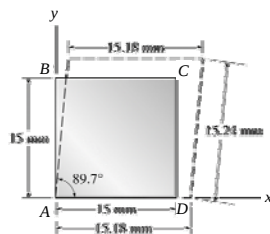
- 7 圖示一矩形材料 $ABCD$ ，受力後變形如虛線所示，則對角線 BD 上之平均正向應變大小為何？

- (A) 0.0113
(B) 0.0120
(C) 0.0160
(D) 0.0167



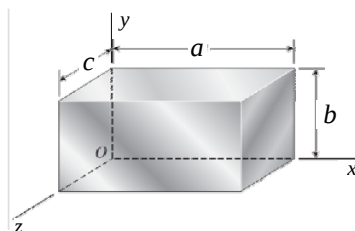
- 8 圖示一矩形材料 $ABCD$ ，受力後變形如虛線所示，則 B 點上之剪應變 γ_{xy} 大小為何？

- (A) 0.005
(B) 0.012
(C) 0.016
(D) 0.028



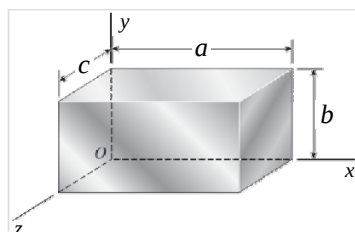
- 9 圖示邊長為 $a = 300 \text{ mm}$ ， $b = 150 \text{ mm}$ ， $c = 150 \text{ mm}$ 之長方體，楊氏模數為 $E = 200 \text{ GPa}$ ，柏松比為 $\nu = 0.3$ ，承受 $\sigma_x = -60 \text{ MPa}$ 以及 $\sigma_y = \sigma_z = -40 \text{ MPa}$ 之三軸應力試驗，則 x 軸邊長縮減量為何？

- (A) 0.045 mm
(B) 0.054 mm
(C) 0.064 mm
(D) 0.075 mm



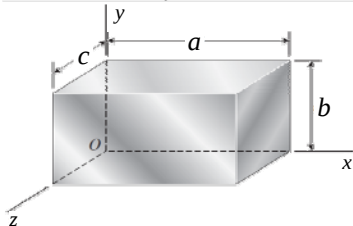
- 10 圖示邊長為 $a = 300 \text{ mm}$ ， $b = 150 \text{ mm}$ ， $c = 150 \text{ mm}$ 之長方體，楊氏模數為 $E = 200 \text{ GPa}$ ，柏松比為 $\nu = 0.3$ ，承受 $\sigma_x = -60 \text{ MPa}$ 以及 $\sigma_y = \sigma_z = -40 \text{ MPa}$ 之三軸應力試驗，則體積縮減量為何？

- (A) $1,418 \text{ mm}^3$
(B) $1,890 \text{ mm}^3$
(C) $2,363 \text{ mm}^3$
(D) $2,835 \text{ mm}^3$



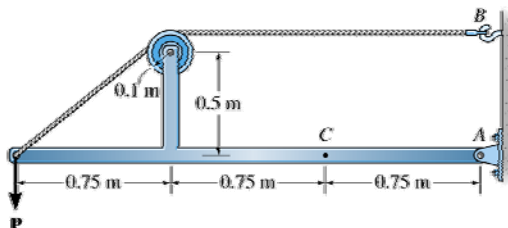
- 11 圖示長方體，承受 $\sigma_x = -60 \text{ MPa}$ 以及 $\sigma_y = \sigma_z = -40 \text{ MPa}$ 之三軸應力試驗，則最大剪應力為何？

(A) 0 MPa
(B) 10 MPa
(C) 20 MPa
(D) 30 MPa



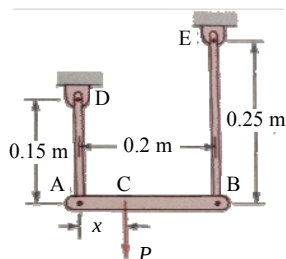
- 12 圖示結構 A 端為鉸接，左端繫一繩繞過滑輪固定於 B 點，承受拉力 $P = 8 \text{ kN}$ ，則 C 點斷面上之彎矩為何？

(A) 6 kN-m
(B) 9 kN-m
(C) 12 kN-m
(D) 15 kN-m



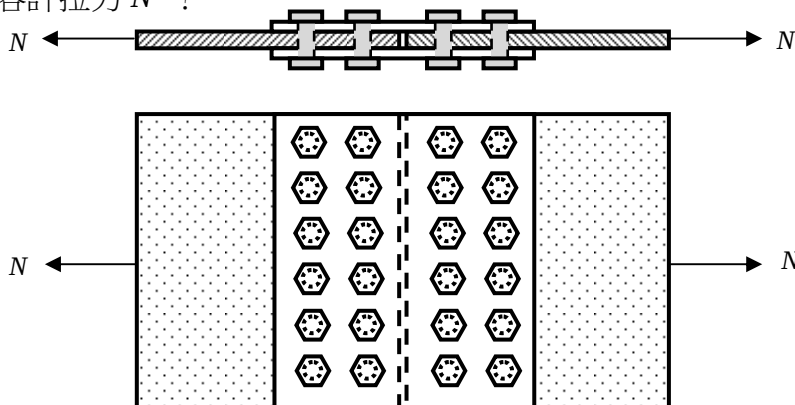
- 13 如圖示剛性水平桿件 AB 由兩根彈性桿件 AD 與 BE 所支撐，連接點均為鉸接，兩彈性桿件斷面積均為 400 mm^2 ，楊氏模數均為 $E = 70 \text{ GPa}$ ，承受拉力 $P = 16 \text{ kN}$ 並保持水平，則桿件 BE 之拉力為何？

(A) 4 kN
(B) 6 kN
(C) 8 kN
(D) 10 kN



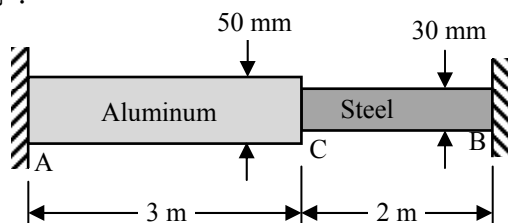
- 14 兩塊鋼板經計算需以連接板使用 24 根 $\phi 16$ 螺栓（ $\phi 16$ 斷面積設為 200 mm^2 ）接合（如圖所示）。設螺栓的容許剪應力為 45 MPa ，若不考慮摩擦力，純就螺栓剪應力而言，該接合所能承擔之最大容許拉力 $N = ?$

(A) 216 kN
(B) 270 kN
(C) 432 kN
(D) 864 kN



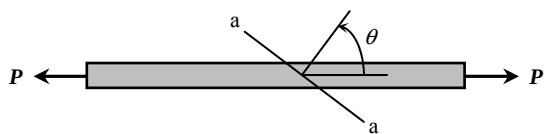
- 15 如圖示兩圓形桿件，分別為直徑 50 mm 之鋁桿與直徑 30 mm 之鋼桿，長度分別為 3 m 與 2 m ，已知材料之熱膨脹係數鋁為 $\alpha_a = 24 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ，鋼為 $\alpha_s = 12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 。楊氏模數鋁為 $E_a = 70 \text{ GPa}$ ，鋼為 $E_s = 200 \text{ GPa}$ ，兩端固定於剛性牆上。溫度 20°C 時桿件並無應力存在，當溫度上升至 50°C 時，鋼桿內部應力為何？

(A) 107 MPa
(B) 113 MPa
(C) 123 MPa
(D) 130 MPa



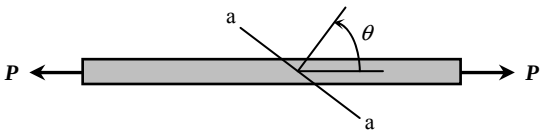
- 16 圖示斷面積 A 均勻之桿件，承受拉力 P 作用，其軸向應力為 $\sigma = P/A$ ，已知圖示斷面 a-a 上之正向應力為 $\sigma_\theta = 70 \text{ MPa}$ ，剪應力為 $\tau_\theta = -30 \text{ MPa}$ ，則軸向應力 σ 為何？

(A) 40 MPa
(B) 55 MPa
(C) 83 MPa
(D) 92 MPa



- 17 圖示斷面積 A 均勻之桿件，承受拉力 P 作用，其軸向應力為 $\sigma = P/A$ ，已知圖示斷面 a-a 上之正向應力為 $\sigma_\theta = 70 \text{ MPa}$ ，剪應力為 $\tau_\theta = -30 \text{ MPa}$ ，則轉角 θ 為何？

(A) 16°
(B) 23°
(C) 32°
(D) 46°



- 18 一基礎需承受垂直載重 $2,700 \text{ tf}$ ，現擬使用 9 支均質鋼管混凝土樁。鋼管和管內混凝土之斷面積分別為 $A_S = 300 \text{ cm}^2$ 與 $A_C = 1,000 \text{ cm}^2$ 。楊氏模數則分別為 $E_S = 2.0 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ 和 $E_C = 3.0 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ 。若假設樁為點承樁，並有剛性樁帽使各樁均勻承擔軸向力。若忽略樁身摩擦力及柏松比 (Poisson's ratio) 之影響，則此樁在鋼管內之平均應力約為：

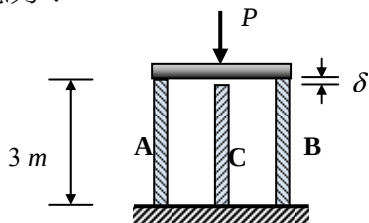
(A) 660 kgf/cm^2 (B) 880 kgf/cm^2 (C) $1,100 \text{ kgf/cm}^2$ (D) $1,320 \text{ kgf/cm}^2$

- 19 承上題之鋼管混凝土樁，其樁鋼管內混凝土之平均應力約為：

(A) 130 kgf/cm^2 (B) 115 kgf/cm^2 (C) 100 kgf/cm^2 (D) 85 kgf/cm^2

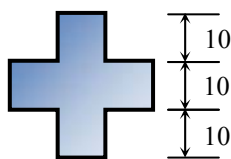
- 20 如圖所示，一剛體鐵板原設計由三支長 3 m 之均質混凝土柱 A、B、C 支撐，但現在中間柱 C 短了 $\delta = 1.5 \text{ mm}$ 。若柱之斷面積均為 400 cm^2 ，楊氏模數為 30 GPa ，當載重 P 至少達到多少時，C 柱開始產生軸向應力？

(A) $1,200 \text{ kN}$
(B) $1,800 \text{ kN}$
(C) $2,400 \text{ kN}$
(D) $3,000 \text{ kN}$



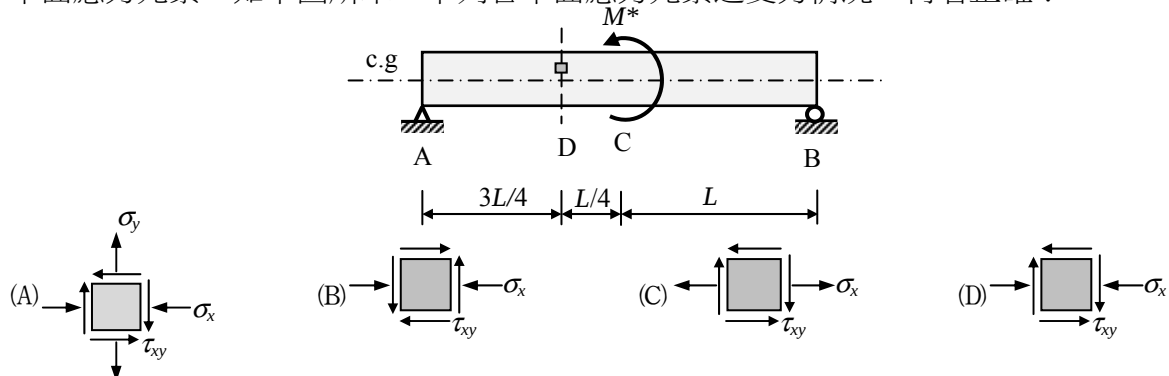
- 21 一均質彈性十字斷面構件如圖所示，斷面積為 500 cm^2 ，斷面慣性矩設為 $24,000 \text{ cm}^4$ 。若該斷面承受一剪力 $V = 6 \text{ tf}$ ，則斷面中最大剪應力為：

(A) 28 kgf/cm^2
(B) 25 kgf/cm^2
(C) 18 kgf/cm^2
(D) 11.5 kgf/cm^2



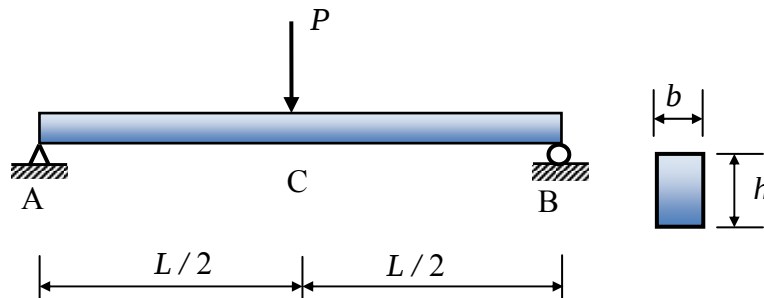
單位：cm

- 22 一簡支梁 AB，在中央斷面 C 承受一逆時鐘彎矩 M^* ，如今在梁中斷面 D 處形心軸上方取一平面應力元素，如下圖所示。下列各平面應力元素之受力情況，何者正確？



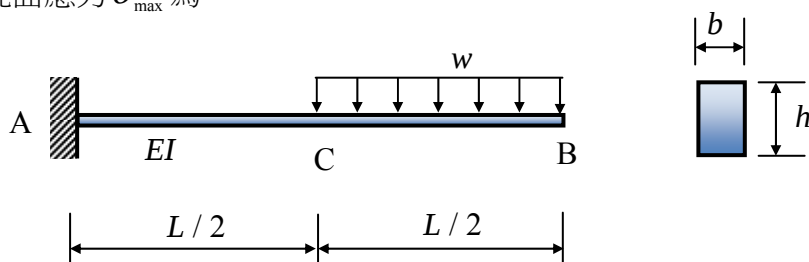
- 23 一均勻矩形斷面簡支梁，梁中央承載一集中力 P （如圖所示）。現維持梁寬 b 不變，若將梁長度減短一半，則可使梁中最大撓曲應力不變之梁深應為：

- (A) $\frac{h}{2\sqrt{2}}$
(B) $\frac{h}{2}$
(C) $\frac{h}{\sqrt{2}}$
(D) $\frac{h}{\sqrt[3]{2}}$



- 24 一均勻矩形斷面懸臂梁，長度為 L ，寬度為 b ，深度為 h ，梁部分承受均佈載重 w （如圖所示）。此梁中之最大撓曲應力 $\sigma_{\max}$ 為：

- (A) $\frac{8wL^2}{3bh^2}$
(B) $\frac{9wL^2}{4bh^2}$
(C) $\frac{2wL^2}{bh^2}$
(D) $\frac{4wL^2}{3bh^2}$

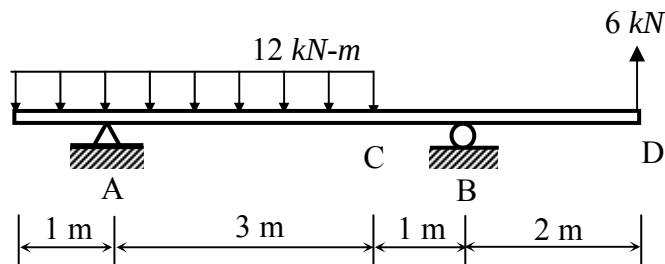


- 25 承上題之矩形斷面懸臂梁，其最大剪應力 $\tau_{\max}$ 為：

- (A) $\frac{3wL}{2bh}$ (B) $\frac{4wL}{3bh}$ (C) $\frac{3wL}{4bh}$ (D) $\frac{2wL}{3bh}$

- 26 如圖所示之兩端外伸簡支梁，絕對值最大之彎矩為何？

- (A) 12 kN-m
(B) 18.33 kN-m
(C) 21 kN-m
(D) 24.38 kN-m

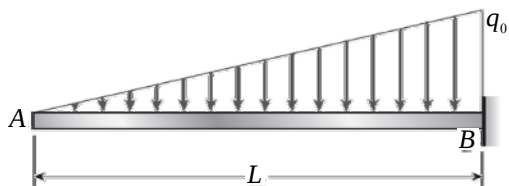


- 27 承上題之兩端外伸簡支梁，梁中最大剪力之絕對值為何？

- (A) 39 kN (B) 33 kN (C) 27 kN (D) 21 kN

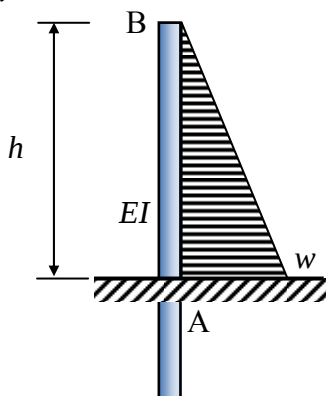
- 28 圖示長度 L 之懸臂梁 AB ，承受三角形分佈載重，固定端載重強度為 q_0 ，自由端載重強度為零。則固定端彎矩為：

- (A) $\frac{q_0 L^2}{4}$
(B) $\frac{q_0 L^2}{6}$
(C) $\frac{q_0 L^2}{8}$
(D) $\frac{q_0 L^2}{12}$



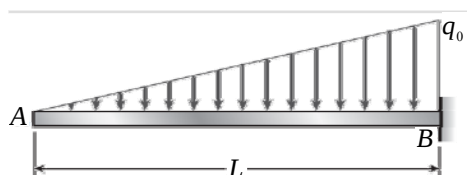
- 29 一擋土樁露出地面高度為 h ，彎曲剛度（flexural rigidity）為 EI 。在如圖所示側向土壓力作用下，其頂端 B 之撓度約為：

- (A) $\frac{wh^4}{36EI}$
(B) $\frac{wh^4}{30EI}$
(C) $\frac{wh^4}{24EI}$
(D) $\frac{wh^4}{18EI}$



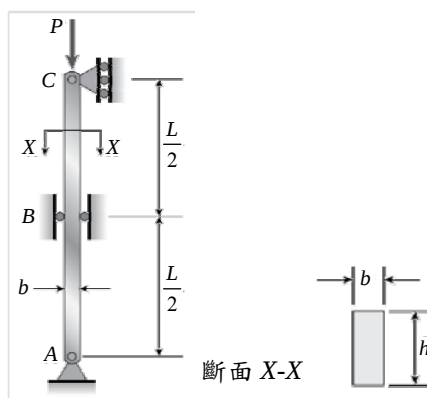
- 30 圖示長度 L ，楊氏模數為 E ，二次面積矩為 I 之懸臂梁，承受三角形分佈載重，固定端載重強度為 q_0 ，自由端載重強度為零。則自由端轉角為：

- (A) $\frac{q_0 L^3}{4EI}$
(B) $\frac{q_0 L^3}{8EI}$
(C) $\frac{q_0 L^3}{12EI}$
(D) $\frac{q_0 L^3}{24EI}$



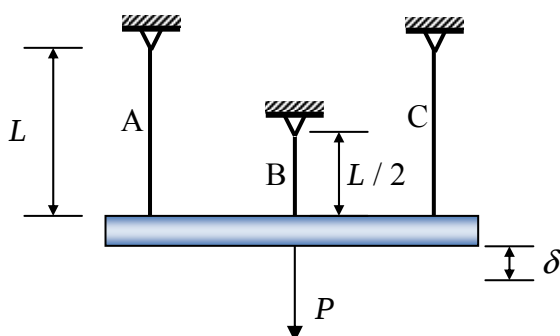
- 31 一長為 L ，斷面寬為 b ，深為 h 之矩形柱，兩端簡支，於柱之中點 B 限制其紙面方向之位移，而垂直於紙面方向之位移則不受限。若兩主平面方向挫屈之臨界載重相同，則比值 b/h 為何？

- (A) 0.353
(B) 0.408
(C) 0.500
(D) 0.707

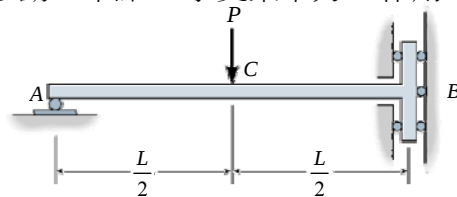


- 32 三支同材料之均質桿件 A、B、C 對稱懸吊一剛體（如圖所示）。若各桿件之軸向剛度 EA 皆相同，在拉力 P 之作用下，A 桿件之內力=？

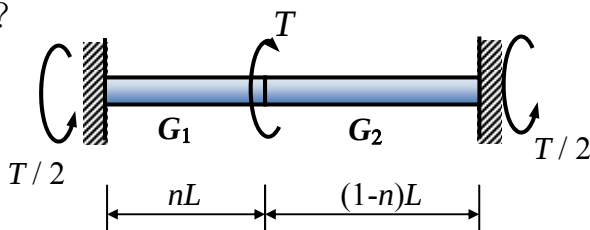
- (A) $P/4$
(B) $P/3$
(C) $P/2$
(D) P



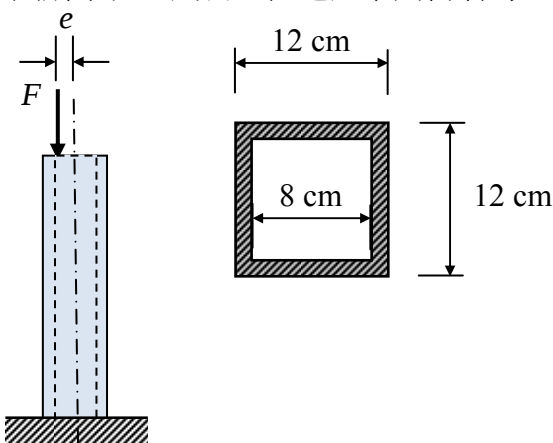
- 33 如圖示桿件楊氏模數為 E 、斷面二次面積矩為 I ， A 端為滾接端； B 端藉由滾輪限制其水平移動及轉動，只允許垂直移動。中點 C 承受集中力 P 作用，則 B 端位移大小為何？



- (A) $\frac{5PL^3}{48EI}$ (B) $\frac{7PL^3}{48EI}$ (C) $\frac{3PL^3}{16EI}$ (D) $\frac{11PL^3}{48EI}$
- 34 一長度 3 m ，邊長為 30 cm 之方形斷面預鑄混凝土柱豎立於堅實基礎上（設為固定端）。設混凝土單位重為 24 kN/m^3 ，楊氏模數 $E_c = 30\text{ GPa}$ 。試計算在純自重作用下，其柱頂端軸向變位為：
- (A) $3.6 \times 10^{-3}\text{ mm}$ (B) $2.4 \times 10^{-3}\text{ mm}$ (C) $1.8 \times 10^{-3}\text{ mm}$ (D) $1.2 \times 10^{-3}\text{ mm}$
- 35 承上題之混凝土柱，若不考慮自重，現在該柱頂端施加一無偏心之軸向壓力 $1,800\text{ kN}$ ，則該柱頂端之軸向壓縮變位為：
- (A) 2.4 mm (B) 2.0 mm (C) 1.8 mm (D) 1.2 mm
- 36 承上題之混凝土柱，不考慮自重，現在柱內對稱配置總斷面積為 20 cm^2 之鋼筋。設鋼筋楊氏模數 $E_s = 200\text{ GPa}$ ，當在頂端施加一無偏心之軸向壓力 $1,800\text{ kN}$ ，則該柱頂端之軸向壓縮變位約為：
- (A) 1.5 mm (B) 1.8 mm (C) 2.1 mm (D) 3.6 mm
- 37 一均質彈性實心圓桿之直徑為 60 mm ，若容許剪應力為 40 MPa ，則該圓桿斷面所能承受之容許扭力至多為：
- (A) 1.0 kN-m (B) 1.2 kN-m (C) 1.5 kN-m (D) 1.7 kN-m
- 38 承上題之實心圓桿，若材料之剪力楊氏模數為 75 GPa ，當承受 1.2 kN-m 之扭力時，其單位扭轉角 θ 為：
- (A) $4.6 \times 10^{-4} \text{ }^\circ/\text{mm}$ (B) $6.1 \times 10^{-4} \text{ }^\circ/\text{mm}$ (C) $7.2 \times 10^{-4} \text{ }^\circ/\text{mm}$ (D) $9.2 \times 10^{-4} \text{ }^\circ/\text{mm}$
- 39 不同材料 1、2 緊密接合兩端固定之桿件如圖所示，兩者皆為圓形斷面且直徑相同，其剪力楊氏模數分別為 G_1 、 G_2 。若在接合處施加一大小為 T 之扭力，則可使二材料承受相同扭力的接合位置應為 $n = ?$



- (A) $\frac{G_1}{G_1 + G_2}$ (B) $\frac{G_2}{G_1}$ (C) $\frac{G_1}{G_2}$ (D) $\frac{G_2}{G_1 + G_2}$
- 40 一邊長為 12 cm 之方形管，斷面積為 80 cm^2 ，慣性矩為 $1,387\text{ cm}^4$ 。若在主軸上施加一偏心距為 e 之軸向壓力載重 F （如圖所示），則當 e 值超過下列何者時，柱斷面會發生張應力？



- (A) 3.6 cm
(B) 2.9 cm
(C) 2.4 cm
(D) 2.0 cm