

115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（第一階段考試）、驗船師、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試題

等 別：高等考試

類 科：大地工程技師(一)

科 目：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、請試述下列名詞之意涵：（每小題 5 分，共 10 分）

(一)靜不定結構（indeterminate structure）

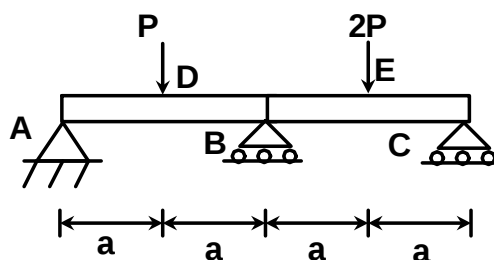
(二)應力集中（stress concentration）

二、考慮一構件具不同之勁度（stiffness）之組合桿件系統受力詳如圖(一)所示，求 B、C 節點變位及個別桿件之軸力。（20 分）



圖(一)

三、考慮一兩跨連續梁受力如下圖(二)所示，梁之斷面剛度為 EI ；求此梁 B 點彎矩及受力點 D、E 之位移。（20 分）



圖(二)

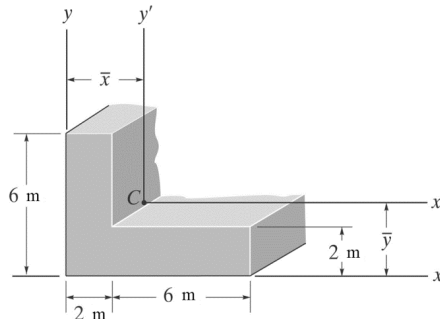
乙、測驗題部分：(50分)

代號：1103

(一)本試題為單一選擇題，請選出一個正確或最適當答案。

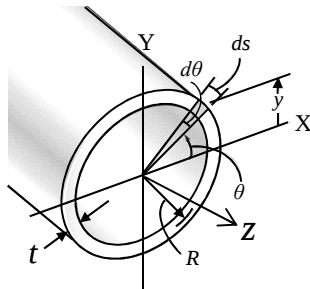
(二)共40題，每題1.25分，須用2B鉛筆在試卡上依題號清楚劃記，於本試題或申論試卷上作答者，不予計分。

- 1 圖示混凝土結構的橫斷面尺寸，混凝土品質均勻，請問斷面重心的座標 $(\bar{x}, \bar{y})$ 為何？



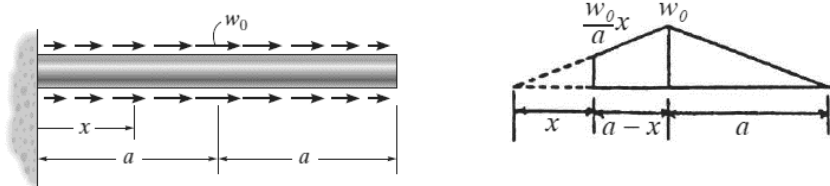
- (A) (3 m, 2 m) (B) (4 m, 2 m) (C) (2 m, 4 m) (D) (2 m, 3 m)

- 2 圓形中空斷面尺寸如圖所示，此斷面針對 Z 軸（縱軸）之迴轉半徑（radius of gyration）為何？



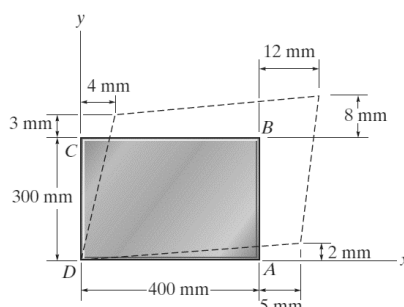
- (A) $(2R+t)/4$ (B) $\frac{1}{\sqrt{2}} \times \sqrt{(4R^2+t^2)}$ (C) $\frac{1}{\sqrt{2}} \times \sqrt{(R^2+t^2)}$ (D) $\frac{1}{2} \times \sqrt{(4R^2+t^2)}$

- 3 軸力桿（截面積 A，總長 $2a$ ），受軸向載重作用，載重為線性分布型式如下方右圖所示，請問 $x \in [0, a]$ 時的平均正應力函數 $\sigma(x)$ 為何？



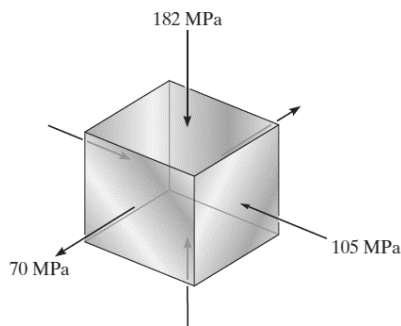
- (A) $\sigma(x) = (\frac{w_0}{2aA})(2a-x)^2$ (B) $\sigma(x) = (\frac{w_0}{2A})(2a-x)^2$
(C) $\sigma(x) = (\frac{w_0}{2aA})(2a^2-x^2)$ (D) $\sigma(x) = (\frac{w_0}{2A})(2a-x)$

- 4 圖示方形板形變如圖虛線所示，請問 A 處的平均剪應變（average shear strain）為何？

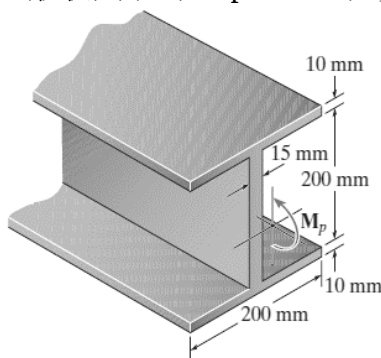


- (A) 35.1×10^{-3} (B) 27.8×10^{-3} (C) 12.3×10^{-3} (D) 22.9×10^{-3}

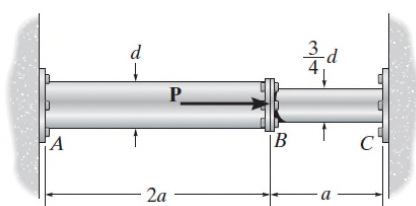
- 5 一試片經由單軸向壓縮試驗，獲得其降伏壓應力 σ_y 為 -10 MPa 。請利用莫爾圓分析，決定最大主應力為多少 MPa ？
(A) -10 (B) -5 (C) 0 (D) 5
- 6 一立體元素應力狀態如圖示，已知材料楊氏模數 $E = 70 \text{ GPa}$ ，包生比 $\nu = 0.33$ ，則絕對最大剪應變之值為何？



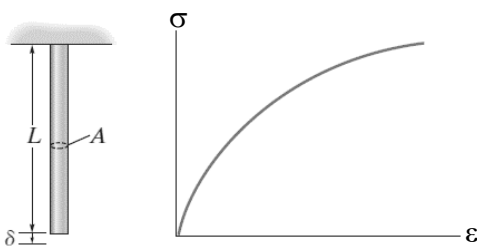
- (A) 4790μ (B) 2350μ (C) 972μ (D) 5762μ
- 7 I 型梁斷面尺寸如圖示，則斷面之形狀因子 (shape factor) 多大？



- (A) 1.5 (B) 1.36 (C) 1.25 (D) 1.16
- 8 圖示為實心斷面軸力構件 AB 與 BC 兩部分之尺寸，假設彈性行為且 AB 與 BC 相同材質，計算 C 端之反力大小為何？

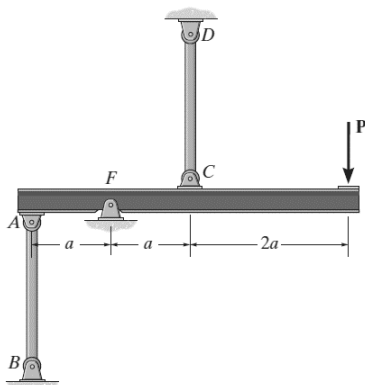


- (A) $3P/5$ (B) $2P/5$ (C) $9P/17$ (D) $8P/17$
- 9 圖示長度為 L 的懸臂靜定桿，單位重 γ ，已知其應力應變關係為 $\sigma = C\epsilon^{0.5}$ ，計算桿底端的位移量多大？



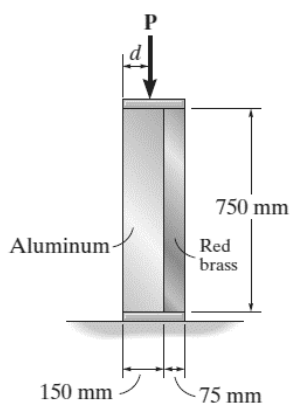
- (A) $\frac{\gamma L^2}{2C}$ (B) $\frac{\gamma^2 L^3}{3C^2}$ (C) $\frac{\gamma^3 L^5}{5C^3}$ (D) $\frac{\gamma L^3}{2C^2}$

- 10 水平剛性桿由銷支承 F 、鋼柱 AB 與 CD 支撐，鋼柱的剛度 EA 且 AB 柱與 CD 柱長度皆為 L ， P 作用於右端距 A 點 $4a$ 處，計算剛性桿的轉角？



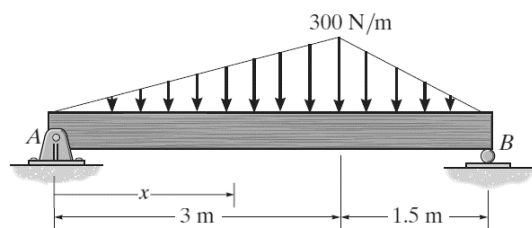
- (A) $\frac{3PL}{2aEA}$ (B) $\frac{PL}{aEA}$ (C) $\frac{2PL}{3aEA}$ (D) $\frac{2PL}{aEA}$

- 11 圖示複合柱於 P 載重作用下均勻變形，已知鋁 (Aluminum) $E_{al} = 70 \text{ GPa}$ 、紅黃銅 (Red brass) $E_{br} = 100 \text{ GPa}$ ，圖示集中力作用點之距離 $d \cong ?$



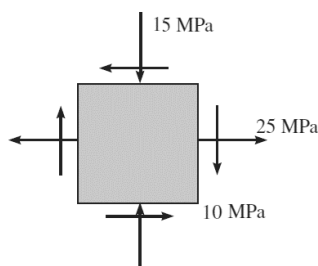
- (A) 150 mm (B) 122 mm (C) 113 mm (D) 75 mm

- 12 圖示簡支梁之最大彎矩出現在 x 等於多少之位置？



- (A) 2.45 m (B) 2.75 m (C) 3.0 m (D) 2.25 m

- 13 圖示平面應力元素， $\sigma_x = 25 \text{ MPa}$ 、 $\sigma_y = -15 \text{ MPa}$ 、 $\tau_{xy} = -10 \text{ MPa}$ ，則平面最大剪應力多大？

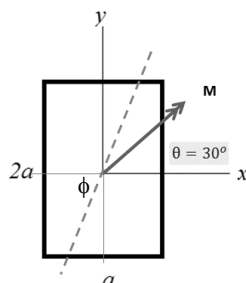


- (A) 27.4 MPa (B) 17.4 MPa (C) 22.4 MPa (D) 20 MPa

- 14 一金屬平板進行雙軸應力試驗，已知 $\sigma_x = 80 \text{ MPa}$ 、 $\sigma_y = -39 \text{ MPa}$ 、 $\varepsilon_x = 450 \times 10^{-6}$ 、 $\varepsilon_y = -310 \times 10^{-6}$ ，則此金屬板的楊氏模數（E）多大？

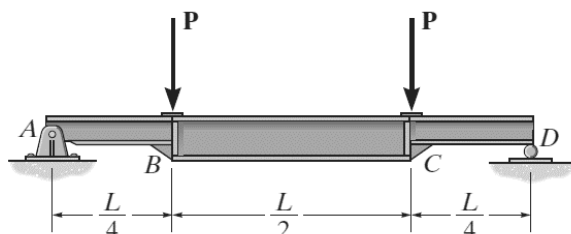
(A) 204 GPa (B) 258 GPa (C) 129 GPa (D) 102 GPa

- 15 圖示矩形斷面受 $\theta = 30^\circ$ 之彎矩作用，此彎矩作用下斷面中性軸的角度 ϕ 為何？



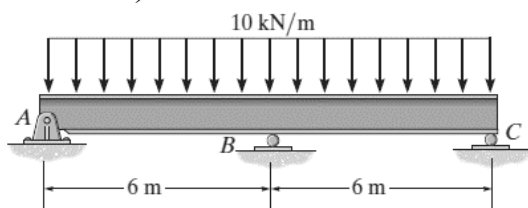
(A) $+8.2^\circ$ (B) -8.2° (C) $+66.6^\circ$ (D) -66.6°

- 16 圖示對稱簡支梁於四分之一跨處受集中荷重作用，梁剛度為 EI 但中間 BC 段加勁為 $2EI$ ，則梁最大變位為何？



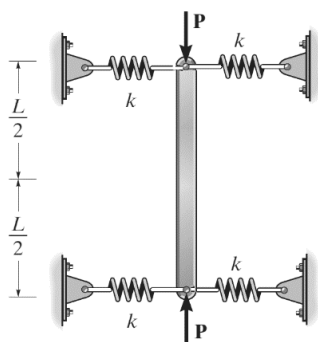
(A) $\frac{1}{96}(PL^3/EI)$ (B) $\frac{7}{768}(PL^3/EI)$ (C) $\frac{7}{1152}(PL^3/EI)$ (D) $\frac{13}{768}(PL^3/EI)$

- 17 圖示靜不定梁受到均佈載重作用，若 B 點沉陷 40 mm，計算 B 點反力為何？（已知梁桿件 $E = 200 \text{ GPa}$ ， $I = 67.5 \times 10^{-6} \text{ m}^4$ ）



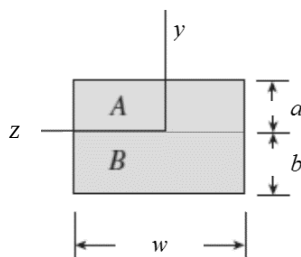
(A) 120 kN (B) 75 kN (C) 90 kN (D) 60 kN

- 18 圖示剛性桿與彈簧組合之系統，彈簧勁度 k ，此桿之臨界挫屈載重為何？

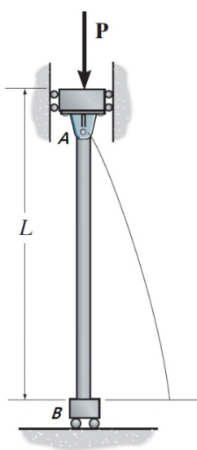


(A) $P_{cr} = 4kL$ (B) $P_{cr} = 2kL$ (C) $P_{cr} = kL$ (D) $P_{cr} = 0$

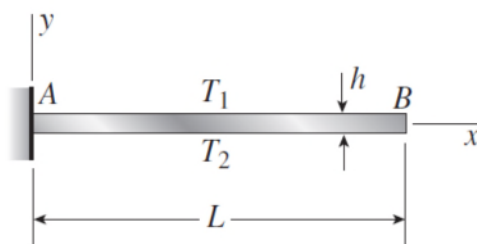
- 19 複合矩形斷面尺寸如圖示， A 與 B 材質之楊氏模數比為 $E_A = nE_B$ 。若彎矩 M_z 作用之中性軸恰為 z 軸， n 為何？



- (A) $\frac{a^2}{b^2}$ (B) $\frac{b^2}{a^2}$ (C) $\frac{a+b}{w}$ (D) $\frac{(a+b)^2}{w^2}$
- 20 彈性柱 AB 之束制條件如圖示， A 為銷支、 B 為可水平移動之滾支，已知柱長 L 、撓曲剛度 EI ，則臨界載重 P_{cr} 為何？



- (A) $P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$ (B) $P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{4L^2}$ (C) $P_{cr} \approx \frac{\pi^2 EI}{(0.7L)^2}$ (D) $P_{cr} = 0$
- 21 懸臂梁的上側環境溫度 (T_1) 與下側環境溫度 (T_2) 不同，溫度膨脹係數 α ，梁深度 h ，則 B 位置 ($x = L$) 變形為何？



- (A) $\frac{\alpha L^2 (T_2 - T_1)}{2h}$ (B) $\frac{\alpha L^2 (T_2 - T_1)}{h}$ (C) $\frac{\alpha L^3 (T_2 - T_1)}{6h}$ (D) $\frac{\alpha L^3 (T_2 - T_1)}{3h}$
- 22 一般而言，標準寬翼緣梁斷面於強軸方向之慣性矩，約為斷面積與斷面深度（全高）之乘積的百分比為何？
- (A) 15 (B) 25 (C) 35 (D) 45
- 23 一圓形斷面與一正方形斷面，若兩者皆具有相同之斷面積，則正方形斷面的斷面模數，為圓形斷面的斷面模數之幾倍？
- (A) 11.8 (B) 1.18 (C) 1.81 (D) 18.1

- 24 一均質且實心的矩形梁斷面，若斷面內承受大小不等之雙軸向彎矩作用，則斷面的形心軸、主軸、中性軸之間，具有何種關係？
 (A)形心軸 = 主軸 = 中性軸 (B)形心軸 ≠ 主軸 = 中性軸
 (C)形心軸 = 主軸 ≠ 中性軸 (D)形心軸 ≠ 主軸 ≠ 中性軸
- 25 一空心圓管受到軸壓力及扭力聯合作用，若圓管表面之應力元素所擁有的剪應力和軸壓應力，分別為 -50 MPa 和 -100 MPa ，請問圓管表面之最大剪應力為多少 MPa ？
 (A) -50 (B) 50 (C) 71 (D) -100
- 26 A、B、C 三片應變計黏貼在同一處，但分別排列在 0 （完全水平）、 45 及 90 度（完全垂直）方向。若各別量測之應變值 $\varepsilon_A = 500 \times 10^{-6}$ 、 $\varepsilon_B = 400 \times 10^{-6}$ 、 $\varepsilon_C = -300 \times 10^{-6}$ ，請問最大主應變為何？
 (A) 300×10^{-6} (B) 400×10^{-6} (C) 500×10^{-6} (D) 600×10^{-6}
- 27 一實心圓棒斷面之直徑為 d ，另一封閉的薄壁矩形斷面，短邊與長邊的中心線之長度分別為 d 與 $2d$ 。若兩個斷面均受到相同的扭力作用，請決定當最大剪應力相同時，則薄壁矩形斷面之最小壁厚 t_{min} 為多少？
 (A) $\frac{\pi d}{8}$ (B) $\frac{\pi d}{16}$ (C) $\frac{\pi d}{32}$ (D) $\frac{\pi d}{64}$
- 28 一完全水平的空心圓棒外徑為 50 mm 、長度為 1 m ，圓棒兩端固定在牆面上，左端固定端為 A 端、右端固定端為 B 端。有一力偶由外力 P 與力臂長度 400 mm 所組成，施加在距離 A 端右側 0.6 m 處。若圓棒之極慣性矩為 $300 \times 10^{-9} \text{ m}^4$ 、容許剪應力為 45 MPa ，則容許外力 P_{allow} 為多少？
 (A) 2250 N (B) 2250 kN (C) 2520 N (D) 2520 kN
- 29 有一高度 L 的完全垂直向的軸向桿件固定在地面上，若桿件頂端上方有一重量 W 的物體，以 h 之落距向下垂直擊中該桿件，請決定桿件之軸向壓縮變形量，至少是將 W 視為靜態載重且直接作用在桿件頂端時，所造成之變形量的幾倍？
 (A) 1 (B) 1.5 (C) 2 (D) 2.5
- 30 一完全水平向之軸向桿件，斷面積為 A 、長度為 L 、彈性模數為 E ，熱膨脹係數為 α ，兩端皆為固定端：左端為甲端、右端為乙端。若桿件受到均勻溫度梯度 ΔT 作用，且距離甲端固定端 $1/3L$ 處有一集中力 P 向右作用，請問乙端固定端之反力為何？
 (A) $-\left(\frac{1}{3}P + \alpha EA \Delta T\right)$ (B) $-\left(\frac{1}{3}P - \alpha EA \Delta T\right)$ (C) $-\left(\frac{2}{3}P + \alpha EA \Delta T\right)$ (D) $-\left(\frac{2}{3}P - \alpha EA \Delta T\right)$
- 31 一根垂直向軸力桿，單位重為 γ 、斷面積為 A 、長度為 L 、彈性模數為 E 。軸力桿之頂端為固定端、底端為自由端。若底端承受一垂直朝下集中力 P 作用，請問此軸力桿之應變能 U 為何？
 (A) $\frac{\gamma^2 AL^3}{2E} + \frac{\gamma PL^2}{2E} + \frac{P^2 L}{2EA}$ (B) $\frac{\gamma^2 AL^3}{2E} + \frac{\gamma PL^2}{6E} + \frac{P^2 L}{6EA}$
 (C) $\frac{\gamma^2 AL^3}{6E} + \frac{\gamma PL^2}{2E} + \frac{P^2 L}{2EA}$ (D) $\frac{\gamma^2 AL^3}{6E} + \frac{\gamma PL^2}{6E} + \frac{P^2 L}{2EA}$

- 32 一地梁 ABCD 完全水平且坐落在土層上，AB 段、BC 段、CD 段之長度分別是 1 m、3 m、1 m。若 BC 段承受 40 kN/m 垂直向下的均佈載重作用，則地梁內最大彎矩為多少 kN-m？
(A) 0 (B) 10 (C) 20 (D) 30
- 33 一完全水平的靜定梁 AB，全長為 L ，A 端為鉸支承、B 端為滾支承。假設梁的撓曲剛度為 EI，當梁全跨承受分布載重 $q(x) = q_0 \sin \frac{\pi x}{L}$ 垂直向下作用在梁上時，梁中點向下的變位量為何？
(A) $\frac{qL^4}{24\pi^4 EI}$ (B) $\frac{qL^4}{16\pi^4 EI}$ (C) $\frac{qL^4}{8\pi^4 EI}$ (D) $\frac{qL^4}{\pi^4 EI}$
- 34 一般而言，標準寬翼緣梁斷面的腹板區，約承擔百分之多少的全斷面的剪力？
(A) 60~68% (B) 70~78% (C) 80~88% (D) 90~98%
- 35 一正方形斷面承受一合彎矩方向在對角線（西北東南走向）之斜向彎矩作用，請問此時斷面中性軸，與斷面形心軸的水平軸，兩軸之間的夾角為幾度？
(A) 0 (B) 45 (C) 90 (D) 180
- 36 一根完全水平的梁構件，長度為 L 、撓曲剛度為 EI，梁正中央承受一與梁垂直的集中載重 P 作用。梁左右兩端之邊界條件皆為固定端。若僅考慮撓曲變形之貢獻，梁內最大正彎矩與最大負彎矩之比值的絕對值為何？
(A) 1 (B) 2 (C) 4 (D) 8
- 37 一根完全水平的梁構件，長度為 L 、撓曲剛度為 EI，梁正中央承受一與梁垂直的集中載重 P 作用。梁左右兩側之邊界條件皆為固定端。若僅考慮撓曲變形之貢獻，該梁正中央處之絕對最大位移，等於該梁受到相同載重但邊界條件改為簡支梁的幾倍？
(A) 1/2 (B) 1/4 (C) 1/6 (D) 1/8
- 38 一根完全水平的梁構件，長度為 L 、撓曲剛度為 EI，梁全長承受均佈載重 W 作用。邊界條件之安排，梁左、右兩端分別為固定端及滾支承。若僅考慮撓曲變形之貢獻，梁內發生絕對最大位移之位置，距離右端滾支承約為多少 L ？
(A) 0.2 (B) 0.4 (C) 0.6 (D) 0.8
- 39 三根各自獨立的懸臂柱，斷面形狀分別為正方形、圓形、正三角形，各柱之斷面積皆相同。每一根柱的柱底都分別固定在完全水平的固定端上，且柱頂在任意方向皆可發生挫屈。請依照挫屈載重之大小，由小到大依序排列對應之斷面形狀：
(A) 正方形柱、圓形柱、正三角形柱 (B) 圓形柱、正三角形柱、正方形柱
(C) 正三角形柱、正方形柱、圓形柱 (D) 圓形柱、正方形柱、正三角形柱
- 40 一根鑽掘樁之斷面積為 A 、長度為 L 、彈性模數為 E ，垂直埋入土層內，利用全樁側表面之摩擦力來抵抗樁頂的垂直力 P 。假設沿樁身長度分布之單位長度之摩擦力為線性分布，且樁頂摩擦力為 0、樁底摩擦力為 f_0 。請問此樁的壓縮變形量 δ 為何？
(A) $\frac{PL}{3EA}$ (B) $\frac{PL}{2EA}$ (C) $\frac{2PL}{3EA}$ (D) $\frac{PL}{EA}$