# 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

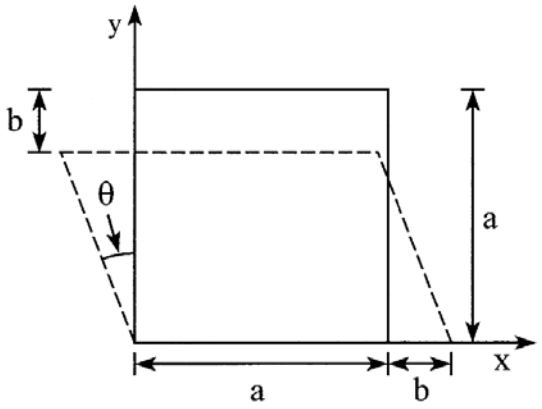
等　　別：高等考試
類　　科：大地工程技師（一）
科　　目：大地工程基礎學科（一）（材料力學）
考試時間：2 小時　　座號：_____

※注意：可以使用電子計算器。

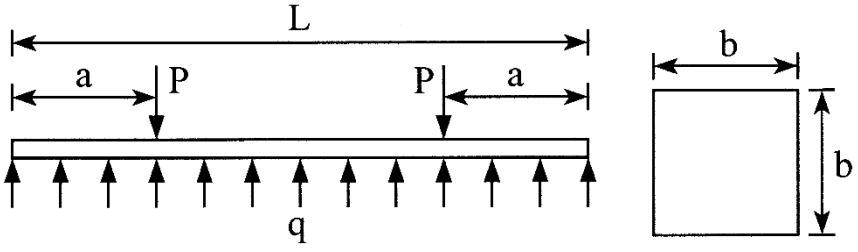
甲、申論題部分：（50 分）

㈠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。
㈡請以黑色鋼筆或原子筆在申論試卷上作答。
㈢本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

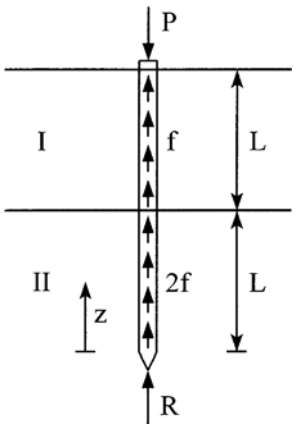
一、有一土壤元素處於平面應變之狀況，此元素每邊長度為 a 如下圖實線所示，其於 xy 平面之變形圖如虛線所示，z 軸垂直於 xy 平面且 $\varepsilon_z = 0$。設 a = 1 cm，b = $100\times10^{-6}$ cm，θ = $200\times10^{-6}$，試求此土壤元素於 xy 平面之主軸應變及其方向，並將其變形圖繪製於主軸應變方向。（20 分）




二、有一地梁（長度 L，斷面 b×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 m，a = 2 m，P = 360 kN，q 為常數，地梁之自重可忽略，梁之最大容許剪應力 $\tau_{allow}$ = 8 MPa。試計算 q、梁之最大剪力絕對值 $|V_{max}|$ 及斷面最小之 b 值。（15 分）



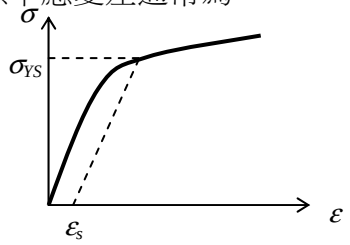
三、有一長度為 2L，橫斷面積為 A 之樁，打入土壤層 I 及土壤層 II 後如下圖所示，已知樁頂之載重為 P，樁底之反力 R = P/4。設土壤層 I 與樁間之單位長度摩擦力為 f，土壤層 II 與樁間之單位長度摩擦力為 2f。如 f 為一常數，樁之彈性係數為 E，樁之自重可忽略，試求 f 及此樁之總縮短量$\delta$。（15 分）




乙、測驗題部分：（50 分）　　代號：1103

㈠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。
㈡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。

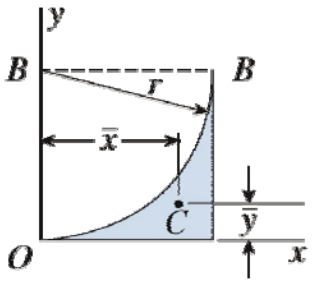
1　當一材料之應力應變曲線沒有明顯之降伏點時，可採用偏位法（offset method）得到其特定降伏應力（arbitrary yield stress）。即繪一標準應變差直線平行於原應力應變線性段，兩者之交點即為特定降伏應力，該標準應變差通常為：
㈠0.001
㈡0.002
㈢0.003
㈣0.004



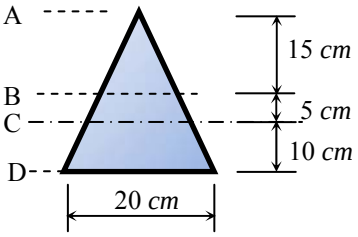

2　一均質彈性材料桿件之斷面性質分別為：斷面積 $A$、慣性矩 $I$、極慣性矩 $J$。若其楊氏模數為 $E$，剪力模數為 $G$，則下列何者與該桿件之剛度（rigidity）無關：
㈠$EA$　㈡$EI$　㈢$GI$　㈣$GJ$

3　一均質彈性中空圓斷面管桿，其管內徑 $D_i = 80\ mm$，管外徑 $D_o = 100\ mm$，現若改換具相同慣性矩之實心圓斷面，其直徑須為：
㈠87.7 $mm$　㈡83.2 $mm$　㈢78.7 $mm$　㈣74.2 $mm$

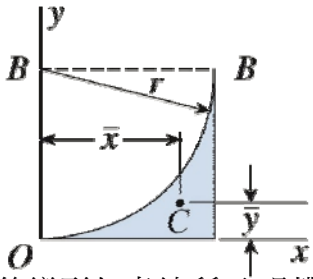
4　圖示陰影面積係由邊長為 $r$ 之正方形面積減去四分之一圓形面積而得，$C$ 點為其形心位置，則其座標 $\bar{x}$ 為何？
㈠0.4433$r$
㈡0.5544$r$
㈢0.6655$r$
㈣0.7766$r$



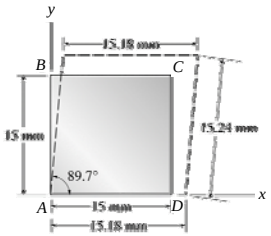
5 一均質彈性桿件斷面為如圖所示之三角形。若該斷面承受撓曲剪力，下列有關斷面中剪應力之敘述，何者錯誤？
(A)截面 A 與截面 D 之剪應力相同
(B)斷面最大剪應力發生在形心軸 C 處
(C)截面 D 之剪應力為零
(D)斷面最大剪應力發生在中央截面 B



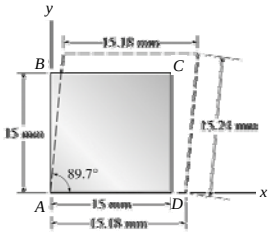

6 圖示陰影面積係由邊長為 $r$ 之正方形面積減去四分之一圓形面積而得，則其對 $y$ 軸之二次面積矩 $I_y$ 為何？
(A)$0.0825r^4$
(B)$0.0943r^4$
(C)$0.1370r^4$
(D)$0.2120r^4$



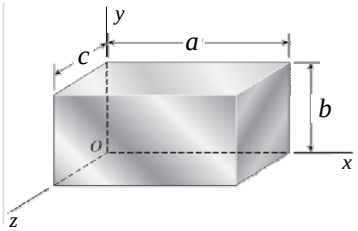

7 圖示一矩形材料 *ABCD*，受力後變形如虛線所示，則對角線 *BD* 上之平均正向應變大小為何？
(A)0.0113
(B)0.0120
(C)0.0160
(D)0.0167



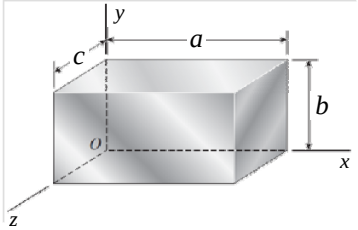

8 圖示一矩形材料 *ABCD*，受力後變形如虛線所示，則 *B* 點上之剪應變 $\gamma_{xy}$ 大小為何？
(A)0.005
(B)0.012
(C)0.016
(D)0.028




9 圖示邊長為 $a = 300\ mm$，$b = 150\ mm$，$c = 150\ mm$ 之長方體，楊氏模數為 $E = 200$ GPa，柏松比為 $\nu = 0.3$，承受 $\sigma_x = -60$ MPa 以及 $\sigma_y = \sigma_z = -40$ 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

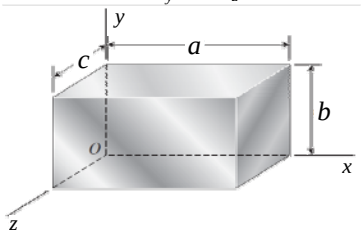



10 圖示邊長為 $a = 300\ mm$，$b = 150\ mm$，$c = 150\ mm$ 之長方體，楊氏模數為 $E = 200$ GPa，柏松比為 $\nu = 0.3$，承受 $\sigma_x = -60$ MPa 以及 $\sigma_y = \sigma_z = -40$ MPa 之三軸應力試驗，則體積縮減量為何？
(A)1,418 $mm^3$
(B)1,890 $mm^3$
(C)2,363 $mm^3$
(D)2,835 $mm^3$



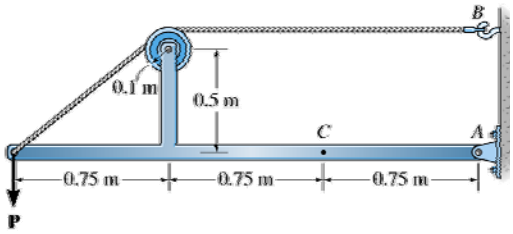
11 圖示長方體，承受$\sigma_x = -60$ MPa 以及$\sigma_y = \sigma_z = -40$ MPa 之三軸應力試驗，則最大剪應力為何？

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



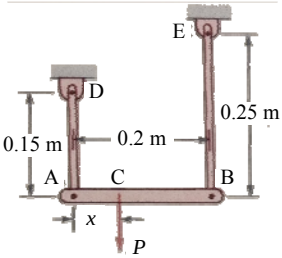

12 圖示結構 *A* 端為鉸接，左端繫一繩繞過滑輪固定於 *B* 點，承受拉力 *P* =8 *kN*，則 *C* 點斷面上之彎矩為何？

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



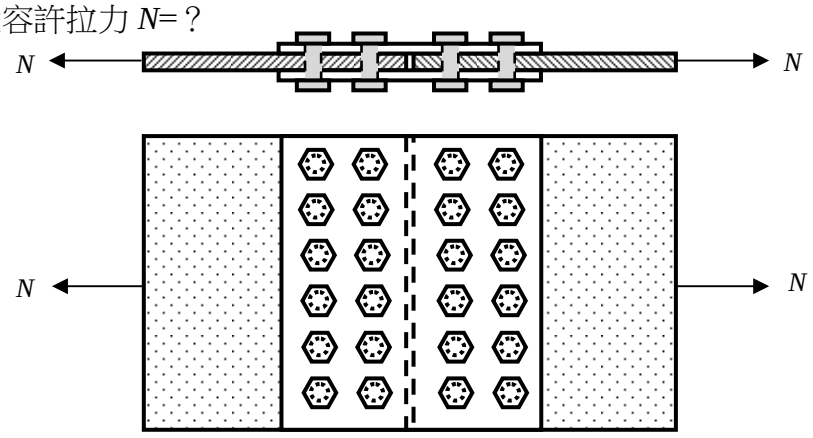

13 如圖示剛性水平桿件 *AB* 由兩根彈性桿件 *AD* 與 *BE* 所支撐，連接點均為鉸接，兩彈性桿件斷面積均為 400 $mm^2$，楊氏模數均為 *E* = 70 GPa，承受拉力 *P* =16 *kN* 並保持水平，則桿件 *BE* 之拉力為何？

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



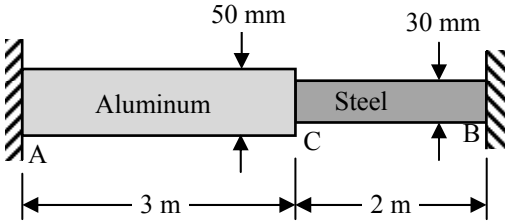

14 兩塊鋼板經計算需以連接板使用 24 根$\phi$16 螺栓（$\phi$16 斷面積設為 200 $mm^2$）接合（如圖所示）。設螺栓的容許剪應力為 45 MPa，若不考慮摩擦力，純就螺栓剪應力而言，該接合所能承擔之最大容許拉力 *N*=？

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



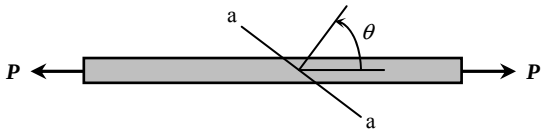

15 如圖示兩圓形桿件，分別為直徑 50 *mm* 之鋁桿與直徑 30 *mm* 之鋼桿，長度分別為 3 *m* 與 2 *m*，已知材料之熱膨脹係數鋁為$\alpha_a = 24\times10^{-6}/℃$，鋼為$\alpha_s = 12\times10^{-6}/℃$。楊氏模數鋁為$E_a = 70$ GPa，鋼為 $E_s = 200$ GPa，兩端固定於剛性牆上。溫度 20 ℃時桿件並無應力存在，當溫度上升至 50 ℃時，鋼桿內部應力為何？

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



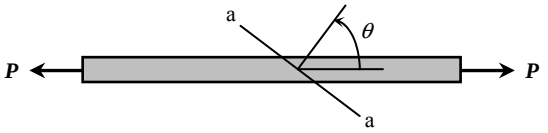
16 圖示斷面積 $A$ 均勻之桿件，承受拉力 $\boldsymbol{P}$ 作用，其軸向應力為 $\sigma = P/A$，已知圖示斷面 a-a 上之正向應力為 $\sigma_\theta = 70$ MPa，剪應力為 $\tau_\theta = -30$ MPa，則軸向應力 $\sigma$ 為何？

(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 $\boldsymbol{P}$ 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 $\sigma_\theta = 70$ MPa，剪應力為 $\tau_\theta = -30$ MPa，則轉角 $\theta$ 為何？

(A)16°
(B)23°
(C)32°
(D)46°




18 一基礎需承受垂直載重 2,700 *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 $cm^2$ 與 $A_C$ = 1,000 $cm^2$。楊氏模數則分別為 $E_S = 2.0\times10^6$ $kgf/cm^2$ 和 $E_C = 3.0\times10^5$ $kgf/cm^2$。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：

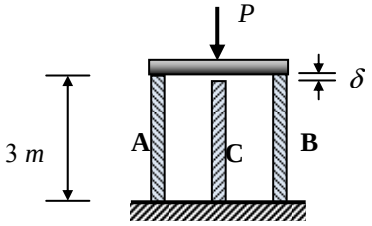
(A)660 $kgf/cm^2$　(B)880 $kgf/cm^2$　(C)1,100 $kgf/cm^2$　(D)1,320 $kgf/cm^2$

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 $kgf/cm^2$

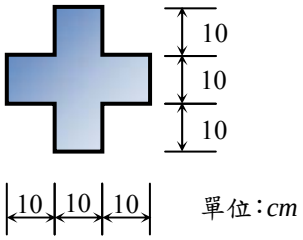
20 如圖所示，一剛體鐵板原設計由三支長 3 *m* 之均質混凝土柱 A、B、C 支撐，但現在中間柱 C 短了 $\delta = 1.5$ *mm*。若柱之斷面積均為 400 $cm^2$，楊氏模數為 30 GPa，當載重 $P$ 至少達到多少時，C 柱開始產生軸向應力？

(A)1,200 *kN*
(B)1,800 *kN*
(C)2,400 *kN*
(D)3,000 *kN*

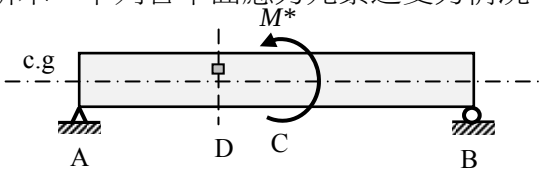


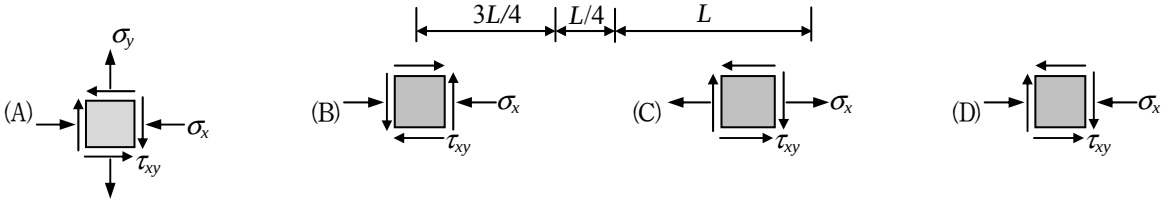

21 一均質彈性十字斷面構件如圖所示，斷面積為 500 $cm^2$，斷面慣性矩設為 24,000 $cm^4$。若該斷面承受一剪力 $V$=6*tf*，則斷面中最大剪應力為：

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



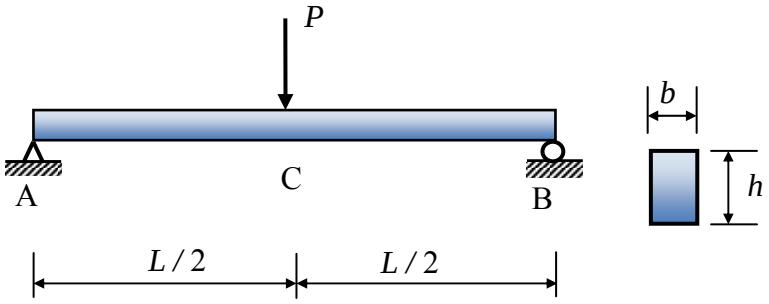

22 一簡支梁 AB，在中央斷面 C 承受一逆時鐘彎矩 $M^*$，如今在梁中斷面 D 處形心軸上方取一平面應力元素，如下圖所示。下列各平面應力元素之受力情況，何者正確？



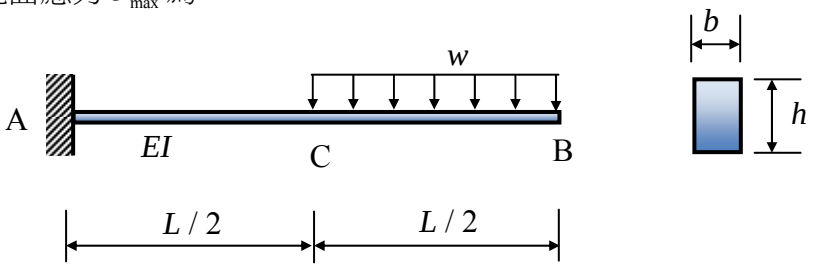
23 一均勻矩形斷面簡支梁，梁中央承載一集中力 $P$（如圖所示）。現維持梁寬 $b$ 不變，若將梁長度減短一半，則可使梁中最大撓曲應力不變之梁深應為：

(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) $\frac{4wL^2}{3bh^2}$

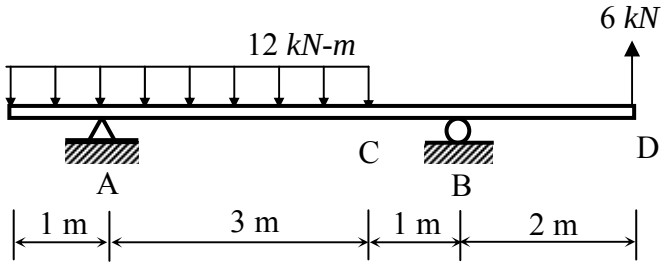



25 承上題之矩形斷面懸臂梁，其最大剪應力 $\tau_{max}$ 為：

(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*

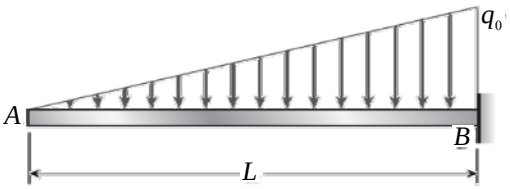



27 承上題之兩端外伸簡支梁，梁中最大剪力之絕對值為何？

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

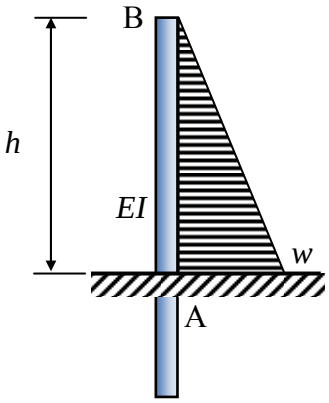
28 圖示長度 $L$ 之懸臂梁 $AB$，承受三角形分佈載重，固定端載重強度為 $q_0$，自由端載重強度為零。則固定端彎矩為：

(A) $\frac{q_0L^2}{4}$
(B) $\frac{q_0L^2}{6}$
(C) $\frac{q_0L^2}{8}$
(D) $\frac{q_0L^2}{12}$



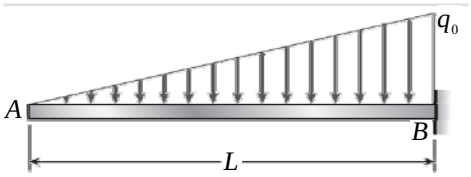
29 一擋土樁露出地面高度為 $h$，彎曲剛度（flexural rigidity）為 $EI$。在如圖所示側向土壓力作用下，其頂端 B 之撓度約為：

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



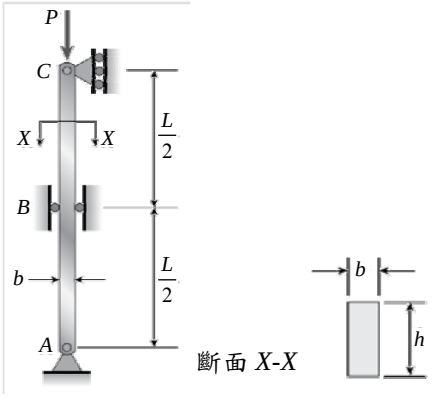

30 圖示長度 $L$，楊氏模數為 $E$，二次面積矩為 $I$ 之懸臂梁，承受三角形分佈載重，固定端載重強度為 $q_0$，自由端載重強度為零。則自由端轉角為：

(A) $\frac{q_0L^3}{4EI}$
(B) $\frac{q_0L^3}{8EI}$
(C) $\frac{q_0L^3}{12EI}$
(D) $\frac{q_0L^3}{24EI}$



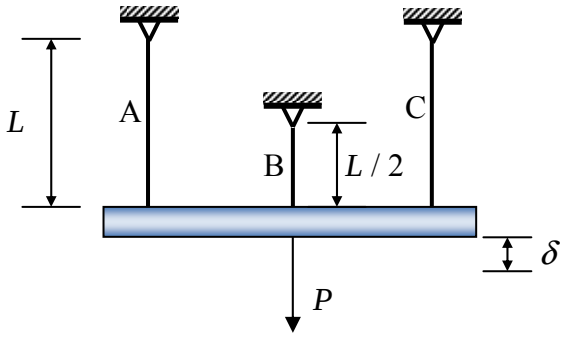

31 一長為 $L$，斷面寬為 $b$，深為 $h$ 之矩形柱，兩端簡支，於柱之中點 $B$ 限制其紙面方向之位移，而垂直於紙面方向之位移則不受限。若兩主平面方向挫屈之臨界載重相同，則比值 $b/h$ 為何？

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

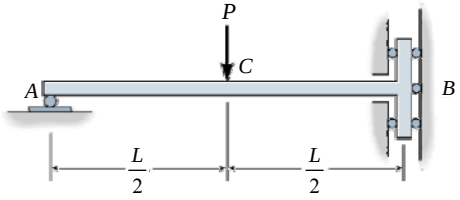



32 三支同材料之均質桿件 A、B、C 對稱懸吊一剛體（如圖所示）。若各桿件之軸向剛度 $EA$ 皆相同，在拉力 $P$ 之作用下，A 桿件之內力=？

(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 GPa。試計算在純自重作用下，其柱頂端軸向變位為：
(A)$3.6\times10^{-3}$ $mm$　(B)$2.4\times10^{-3}$ $mm$　(C)$1.8\times10^{-3}$ $mm$　(D)$1.2\times10^{-3}$ $mm$

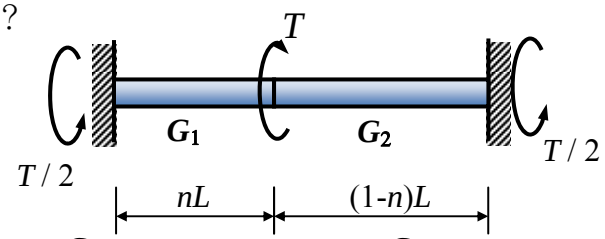
35 承上題之混凝土柱，若不考慮自重，現在該柱頂端施加一無偏心之軸向壓力 1,800 $kN$，則該柱頂端之軸向壓縮變位為：
(A)2.4 $mm$　(B)2.0 $mm$　(C)1.8 $mm$　(D)1.2 $mm$

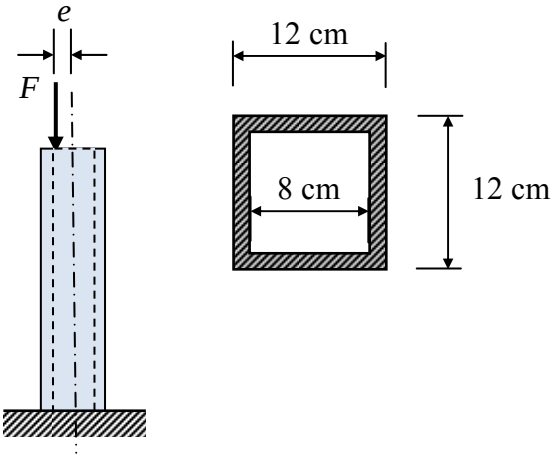
36 承上題之混凝土柱，不考慮自重，現在柱內對稱配置總斷面積為 20 $cm^2$ 之鋼筋。設鋼筋楊氏模數 $E_s$ = 200 GPa，當在頂端施加一無偏心之軸向壓力 1,800 $kN$，則該柱頂端之軸向壓縮變位約為：
(A)1.5 $mm$　(B)1.8 $mm$　(C)2.1 $mm$　(D)3.6 $mm$

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 $\theta$ 為：
(A)$4.6\times10^{-4}$ °/ $mm$　(B)$6.1\times10^{-4}$ °/ $mm$　(C)$7.2\times10^{-4}$ °/ $mm$　(D)$9.2\times10^{-4}$ °/ $mm$

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 $cm^4$。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 $cm$