

科目：基礎工程力學 應考班別：土木二真 座號： 姓名： 成績：

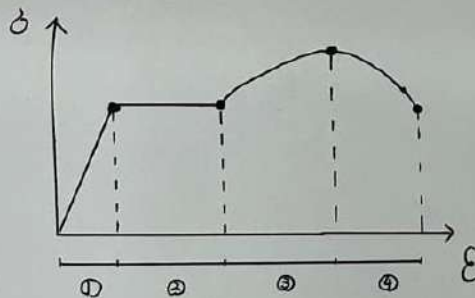
※可使用工程計算機

一、選擇題(每題 1 分，5 題共 5 分)

- (C) 彈性限度內，橫向應變對於軸向應變之絕對比值，隨材料之種類而有一定之值，此值稱為：(A)彈性比 (B)塑性比 (C)蒲松比 (D)體積比。
- (D) 脆性材料之安全係數是以工作應力除何種應力而得：(A)比例限度 (B)彈性限度 (C)降伏應力 (D)極限應力。
- (A) 物體受外力作用，當外力去除後，物體立即恢復原有狀態之最大強度，稱為：(A)彈性限度 (B)降伏應力 (C)極限應力 (D)破壞應力。
- (C) 楊氏係數 E 之單位為：(A)cm/cm (B)kgf (C)Pa (D)kgf/cm。
- (D) 材料受力在彈性限度以內時，其應力之增減與應變之增減成正比例，稱為：(A)牛頓定律 (B)楊氏定律 (C)莫耳定律 (D)虎克定律。

二、填充題(每格 1 分，15 格共 15 分)

- 應變之單位為 無因次；蒲松比之單位為 無因次；剪應變之單位為 rad。
- 安全係數恆 > 1。
- 蒲松比的數值介於 0 ~ 0.5 之間。
- 剛性模數 G 與彈性模數 E 之關係式為 $G = \frac{E}{2(1+\mu)}$ ；剛性模數 G 、彈性模數 E 與體積彈性模數 E_v 之關係式為 $E = \frac{9E_v G}{3E_v + G}$ 。而三者之間大小關係為 $E > E_v > G$ 。
- 相同重量之物體放分別置於相同摩擦係數之平面及斜面上，其摩擦角與靜止角 相等，且與三角函數中的 \tan 成倒數關係。
- 請填寫鋼筋拉拔試驗應力與應變圖個區段名稱



區段①：彈性區。

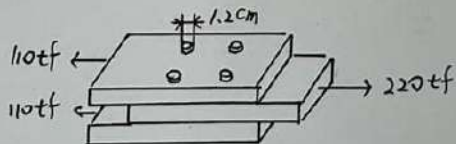
區段②：降伏或塑性區。

區段③：應變硬化區。

區段④：頸縮區。

三、計算題(每題 10 分，8 題共 80 分)

1. 試求單一螺栓之剪應力。



$$\tau = \frac{P}{\text{螺栓} \times \text{面積} \times AS}$$

$$= \frac{220 \times 1000}{4 \times 2 \times (0.6^2 \pi)} = 24315.339 \text{ kgf/cm}^2$$

2. 一圓形斷面之短柱，受 6000 kgf 壓力作用，若此柱之極限強度為 600 kgf/cm²，安全係數為 6，試求斷面直徑。

$$n = \frac{\sigma_u}{\sigma_w}$$

$$\sigma_w = \frac{P}{A}$$

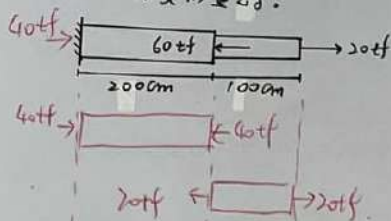
$$\therefore D = 8.740 \text{ cm}$$

$$6 = \frac{600}{\sigma_w}$$

$$100 = \frac{6000}{\pi r^2}$$

3. 若銅桿斷面積為 20cm^2 ，彈性模數為 $200 \times 10^9 \text{kgf/cm}^2$ ；鋁桿斷面積為 10cm^2 ，彈性模數為 $60 \times 10^9 \text{kgf/cm}^2$ ，

試求複變形量 δ 。

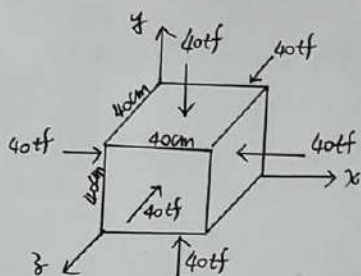


$$\delta_{\text{銅}} = \frac{P_{\text{銅}} l_{\text{銅}}}{E_{\text{銅}} A_{\text{銅}}} = \frac{40000 \times 200}{200 \times 10^9 \times 20} = 0.00002 \text{ cm} = 2 \times 10^{-6} \text{ cm}$$

$$\delta_{\text{鋁}} = \frac{P_{\text{鋁}} l_{\text{鋁}}}{E_{\text{鋁}} A_{\text{鋁}}} = \frac{20000 \times 100}{60 \times 10^9 \times 10} = 0.000033 \text{ cm} = 3.3 \times 10^{-6} \text{ cm}$$

$$\delta = 0.000001 \text{ cm or } 1 \times 10^{-6} \text{ cm}$$

4. 若材料之彈性模數 $E = 2.1 \times 10^9 \text{kgf/cm}^2$ ，泊松比 $\mu = 0.3$ ，試求體積變化量 ΔV 。



$$\delta_x = \delta_y = \delta_z = \frac{-40000}{40 \times 40} = -25 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\epsilon_v = \frac{1-2\mu}{E} (\delta_x + \delta_y + \delta_z)$$

$$= \frac{1-2\mu}{E} (3\delta)$$

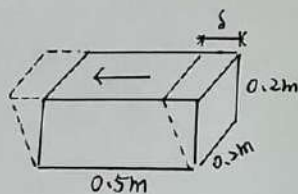
$$= \frac{1-(2 \times 0.3)}{2.1 \times 10^9} \times (-25 \times 3) = -1.4 \times 10^{-8}$$

$$\epsilon_v = \frac{\Delta V}{V}$$

$$-1.4 \times 10^{-8} = \frac{\Delta V}{40 \times 40 \times 40}$$

$$\Delta V = -8.96 \times 10^{-4} \text{ cm}^3 \text{ or } -0.000896 \text{ cm}^3$$

5. 一塊固定於地面上，於上方施一水平拉力，此時弓塊之剪應力為 180N/m^2 ，若其剛性模數為 1.2KPa ，試求弓向上之水平位移量 δ 。



$$\tau = G \cdot \gamma$$

$$180 = 1.2 \times 10^3 \times \gamma$$

$$\gamma = 0.15 \text{ (rad)}$$

$$\gamma = \frac{\delta}{l}$$

$$0.15 = \frac{\delta}{0.2}$$

$$\delta = 0.03 \text{ m}$$

6. 圓桿長 20cm ，斷面直徑 4cm ，軸拉力 20000kgf ，長度增加 0.002cm ，直徑縮短 0.002cm ，試求剛性模數 G 。

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)}$$

$$= 530516.477 \text{ kgf/cm}^2$$

其中 E

$$\delta = E \cdot \epsilon$$

$$\frac{P}{A} = E \cdot \frac{\delta}{l}$$

$$\frac{20000}{(\pi \times 2^2)} = E \times \frac{0.002}{20}$$

$$\therefore E = 1591549.431 \text{ kgf/cm}^2$$

其中 μ

$$\mu = \frac{\epsilon_{\text{側}}}{\epsilon_{\text{軸}}}$$

$$= \frac{\frac{\delta}{D}}{\frac{\delta}{d}} = \frac{0.002}{\frac{4}{20}} = 0.5$$

代回

7. 一鋁板抗剪強度為 10KPa ，欲在板上穿一直徑 0.02m 之孔徑，若板厚為 0.01m ，試求所需之壓力 P 。

$$\tau = \frac{P}{A_s (\text{柱型})}$$

$$10000 = \frac{P}{(0.02 \times 0.01)}$$

$$P = 15915494.31 \text{ N}$$

8. 圓桿長 150cm ，直徑為 2cm ，受 90tf 拉力作用，若彈性模數 $E = 2.0 \times 10^{10} \text{kgf/cm}^2$ ， $\mu = 0.2$ ，試求側向收縮量 b 。

$$\mu = \frac{\epsilon_{\text{側}}}{\epsilon_{\text{軸}}} = \frac{\frac{b}{D}}{\frac{\delta}{d}}$$

$$0.2 = \frac{\frac{b}{2}}{\frac{\delta}{0.014}}, \quad b = 5.6 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

$$= 0.0056 \text{ cm}$$

其中 $\epsilon_{\text{軸}}$

$$\delta = E \cdot \epsilon_{\text{軸}}$$

$$\frac{90000}{1.2 \times \pi} = 2.0 \times 10^{10} \times \epsilon_{\text{軸}}$$

$$\epsilon_{\text{軸}} = 0.014 \text{ 代回}$$