



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# الفصل السادس

## تمارين في تصميم المسامير

### DESIGN OF BOLTS

إعداد

أ.د. مُحَبْ مُحَمَّد أَنَيْس الشِّرِبَاصِي

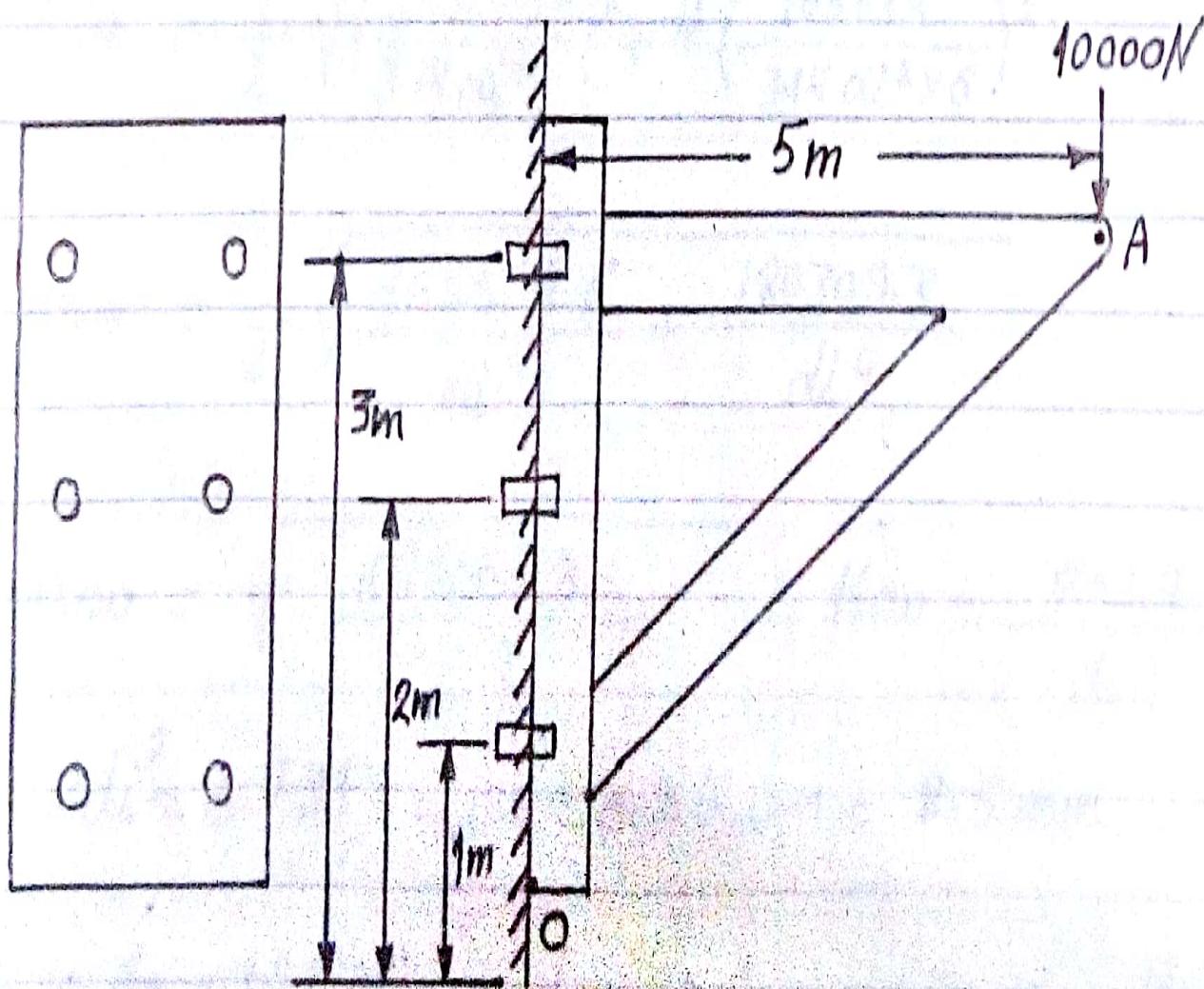
أستاذ الهندسة الزراعية

ووكيلاً الكلية لشئون التعليم والطلاب

مثال (١)

لقد أتيت بسؤالك الكابوبي ألميسن بالرسم فإذا علمنا أنك عند نقطة (A) يوجد تحمل مقداره ( $10,000\text{ N}$ ) ون أحتمي بجهاد طادة اطسافير هو  $5500\text{ N/cm}^2$  ؟

\* لـ ألكي \*



1-Bolts subjected to shear stress:-

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{P/n}{\frac{\pi d_i^2}{4}} = \frac{1000/6}{\frac{3.14 d_i^2}{4}} \rightarrow ① = \frac{212.314}{d_i^2}$$

2-Bolts subjected to tension stress:-

$$F_t = \frac{PL \cdot L_1}{2(L_1^2 + L_2^2 + L_3^2)} = \frac{1000 \times 5 \times 3}{2(9+4+1)} = 535.7 \text{ Kg}$$

$$\therefore \sigma_t = \frac{F}{A} = \frac{535.7}{\frac{\pi d_i^2}{4}} \rightarrow ②$$

Then the theory of maximum shear stress is applied:-

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4 \tau^2}$$

$$550 = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{535.7 \times 4}{3.14 d_i^2}\right)^2 + 4 \left(\frac{1000 \times 4}{3.14 d_i^2 \times 6}\right)^2}$$

$$550 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{465697.6}{d_i^4} + \frac{180309.3}{d_i^4}}$$

$$1100 = \sqrt{\frac{646006.9}{d_i^4}} \quad \therefore 1100 = \frac{803.7}{d_i^2}$$

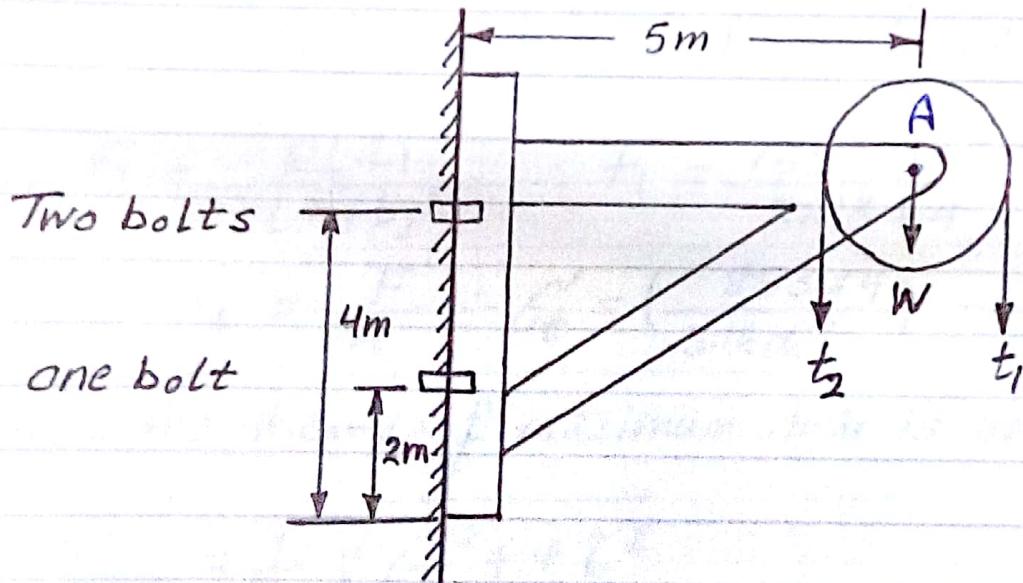
$$\therefore d_i^2 = 0.731 \quad \therefore d_i = 0.85 \text{ cm} = 8.5 \text{ mm}$$

$$\therefore d_o = 1.25 d_i \quad \therefore d_o = 10.6 \quad \therefore \text{take } d_o = 11 \text{ mm}$$

٢١٦ :-

ما هو اطباق يير اطيشت بها البابو في اطين بالرسم ، اذا اعتمدت اتناء  
يوجد عند نقطه (A) سير محمل على مارة بحيث يكون اقصى شد  
في السير (800Kg) ووزن المارة (50 Kg) وقطرها (50cm) ويتم  
على طريقها نقل قدرة مقدارها (20hp) عند سرعة دورانها  
500rpm علماً بأن اقصى اجهاد قص طلاوة اطباق يير  
 $550 \text{ kg/cm}^2$  ؟

\* ١٥ \*



$$\therefore T = \frac{71640 \text{ HP}}{N} \quad \therefore T = \frac{71640 \times 20}{500} = 2865.6 \text{ kg.cm}$$

$$\therefore P = W + t_1 + t_2$$

$$\therefore T = (t_1 - t_2)r$$

$$\therefore 2865.6 = (800 - t_2)25 \quad \therefore t_2 = 685.4 \text{ kg}$$

$$\therefore P = 50 + 800 + 685.4 = 1535.4 \text{ kg}$$

1-Bolt subjected to shear stress:-

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{P/n}{\frac{\pi d_i^2}{4}} = \left( \frac{1535.4 \times 4}{3.14 d_i^2 \times 3} \right) \rightarrow ① \\ \left( \frac{652}{d_i^2} \right)$$

2-Bolts subjected to tension stress:-

$$\therefore PL = 2F_1 L_1 + F_2 L_2 \quad \therefore F_2 = F_1 \frac{L_2}{L_1}$$

$$\therefore PL = 2F_1 L_1 + F_1 \frac{L_2^2}{L_1} \quad \therefore PL = \frac{F_1}{L_1} (2L_1^2 + L_2^2)$$

$$\therefore F_1 = \frac{PL \cdot L_1}{2L_1^2 + L_2^2} \quad \therefore F_1 = \frac{1535.4 \times 5 \times 4}{2 \times 16 + 4} = 853 \text{ kg}$$

$$\therefore \sigma_t = \frac{F}{A} \quad \therefore \sigma_t = \left( \frac{853 \times 4}{3.14 d_i^2} \right) \rightarrow ② \left( \frac{1086.6}{d_i^2} \right)$$

Then the theory of maximum shear is applied:-

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau^2}$$

$$550 = \frac{1}{2} \sqrt{\left( \frac{853 \times 4}{3.14 d_i^2} \right)^2 + 4 \left( \frac{1535.4 \times 4}{3.14 d_i^2 \times 3} \right)^2}$$

$$1100 = \sqrt{\frac{1180752.16}{d_i^4} + \frac{1700283.1}{d_i^4}}$$

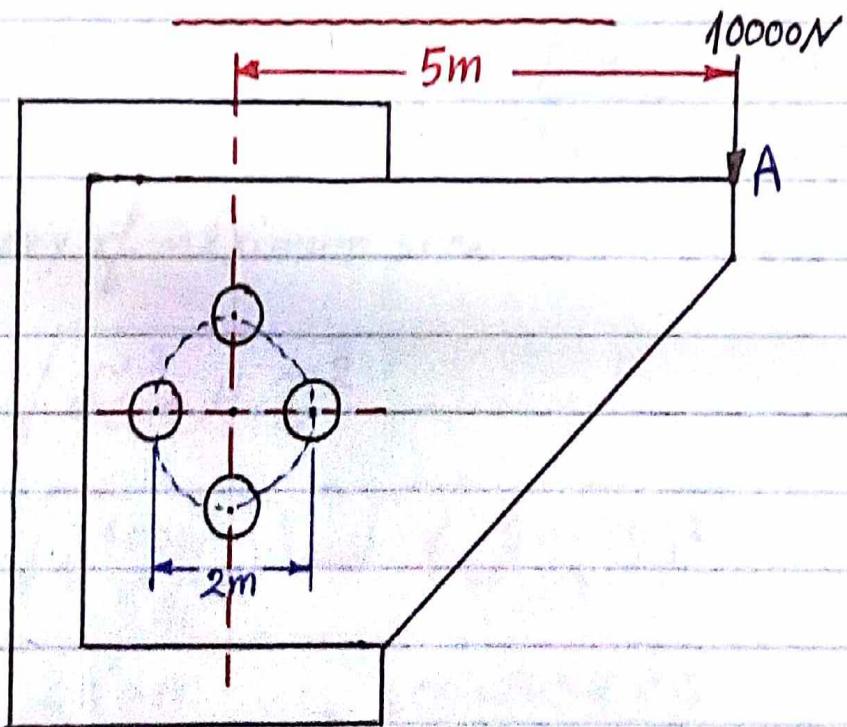
$$1100 = \frac{1697.36}{d_i^2} \quad \therefore d_i^2 = 1.54 \quad \therefore d_i = 1.24 \text{ cm}$$

$$\therefore d_i = 12.4 \text{ mm} \quad \therefore d_o = 1.25 d_i = 15.5 \quad \therefore \text{take } d_o = 16 \text{ mm}$$

مثال (١)

دوسن اسماكن اطبقت بها (الكافولي) اطباقن بالرسام طبقاً لاعماله فلما وجد  
حل مقداره (10000 N) عند النقطة (A) وفدي قدره (4) طبقة احادية  
اسماكن هو  $5500 \text{ N/cm}^2$  وفدي عدد المسماكن 4 موزونة على دائرة  
قطرها 2، وفدي الكافولي 5 امتراف فقل المسماك الباقي؟

\* حل لـ \*



1- Bolts subjected to shear stress!

A- Force due to pure shear stress on one bolt:

$$F_2 = \frac{P}{n} = \frac{1000}{4} = 250 \text{ kg.}$$

- Force due to torsion stress on one bolt:

$$\therefore T = PL \therefore T = 1000 \times 500 = 5 \times 10^5 \text{ Kg.cm}$$

$$x \therefore F_S = \frac{T}{n.r} \therefore F_S = \frac{5 \times 10^5}{4 \times 100} = 1250 \text{ kg.}$$

$$\text{So, } F_{\text{Total}} = F_x + F_S = 250 + 1250 = 1500 \text{ kg}$$

$$x \therefore \tau = \frac{F}{A} \therefore \tau = \frac{F_{\text{Total}}}{A} = \frac{1500}{\frac{\pi d_i^2}{4}} \rightarrow ①$$

2-Bolts subjected to crushing stress:-

$$\therefore \sigma_{cr} = \frac{F}{\text{Projected area}} \therefore \sigma_{cr} = \frac{P/n}{Y \cdot d_i} = \frac{1000/4}{5d_i^2} \rightarrow ②$$

Then the theory of maximum shear stress is applied:-

$$\tau_{\max} = \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_z^2 + 4 \tau^2}$$

$$550 = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{1000/4}{5d_i^2}\right)^2 + 4 \left(\frac{1500 \times 4}{\pi d_i^2}\right)^2}$$

$$1100 = \sqrt{\frac{2500}{d_i^4} + \frac{14605054.97}{d_i^4}}$$

$$1100 = \frac{50}{d_i^2} + \frac{3821.66}{d_i^2}$$

$$\therefore 1100 = \frac{3871.66}{d_i^2} \therefore d_i^2 = 3.52$$

$$\therefore d_i = 1.88 \therefore d_o = 1.25 \times 1.88 = 2.35 \text{ cm}$$

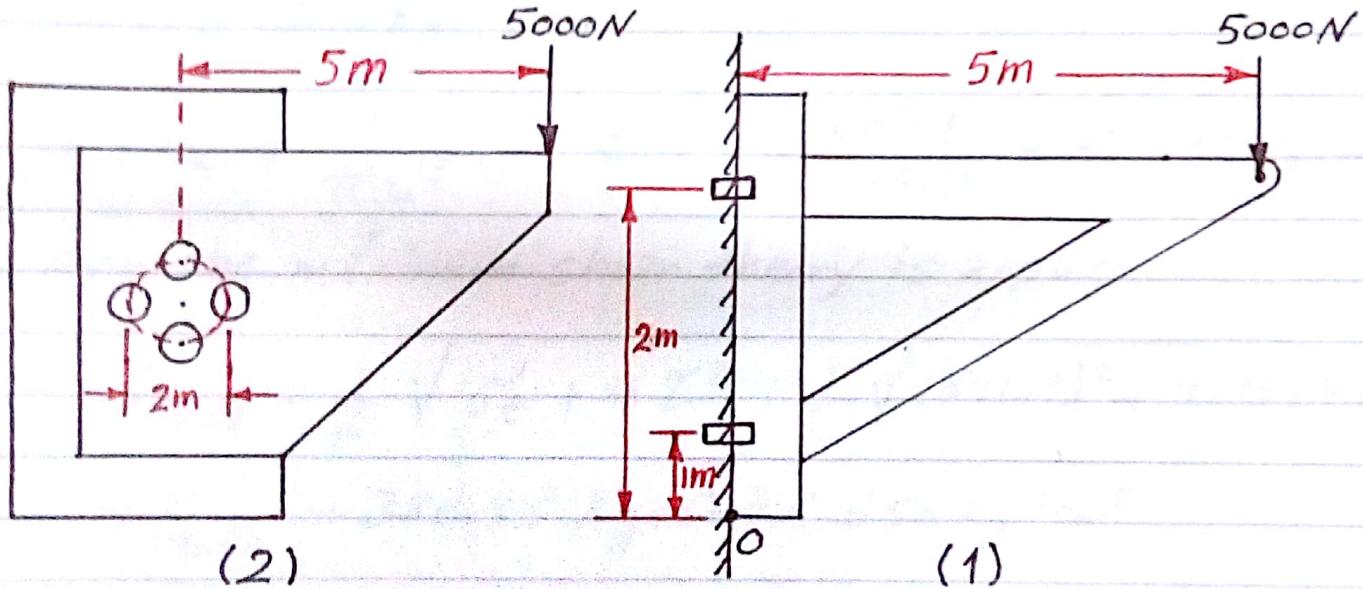
$$\therefore \text{Take } d_o = 23.5 \text{ mm} = 24 \text{ mm}$$

مثال (٢) :-

أحسب ما يجاهد الفتح الأعجمي الواقع على الماسورة المثبتة بما يلي في الموضع التالي:-

٤ - الكابولي متعدد المحاذيل وثبتت بأربعة مسامير على مسافة  $1.2\text{ cm}$  والقطر المؤثرة على الكابولي  $5000\text{ N}$  وقطر الماسار  $? \text{ cm}$  ؟

٥ - الكابولي مثبت موازياً لمحاذيل بأربعة مسامير قطر كل منها  $1.2\text{ cm}$  وتحل الواقع على الكابولي  $5000\text{ N}$  وقطر الكابولي  $? \text{ cm}$  ؟  
إذ أعلنت أن ما يجاهد الفتح الأعجمي طاقة الماسار  $5500\text{ N/cm}^2$  وكم هي الطاقة التي سينتجها الماسار؟



• حالة الكابولي المثبتة دعى:

$$\therefore d_o = 1.2\text{ cm} \therefore d_i = \frac{1.2}{1.25} = 0.96\text{ cm}$$

1- Bolts subjected to shear stress:-

$$T = \frac{P/N}{\pi d_i^2 / 4} = \frac{500 \times 4}{4 \times 3.14 (0.96)^2} = 172.78 \text{ Kg/cm}^2$$

2-Bolts subjected to tension stress:-

$$\therefore \frac{F_1}{L_1} = \frac{F_2}{L_2} \quad \therefore F_2 = F_1 \frac{L_2}{L_1}$$

$$\tau : \sum M_O = 0 \quad \therefore PL = 2F_1 L_1 + 2F_2 L_2$$

$$\therefore PL = 2F_1 L_1 + 2F_1 \frac{L_2^2}{L_1} \quad \therefore PL = 2 \frac{F_1}{L_1} (L_1^2 + L_2^2)$$

$$\therefore F_1 = \frac{PL \cdot L_1}{2(L_1^2 + L_2^2)} \quad \therefore F_1 = \frac{500 \times 500 \times 200}{2(200^2 + 100^2)}$$

$$\therefore F_1 = 500 \text{ kg}$$

$$\tau : 6t = \frac{F_1}{\pi d^2} \quad \therefore 6t = \frac{500 \times 4}{3.14 (0.96)^2} = 691.13 \text{ kg/cm}^2$$

Then the maximum shear theory is applied:-

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} \sqrt{6t + 4\tau^2} = \frac{1}{2} \sqrt{(691.13)^2 + 4(172.78)^2}$$

$$\therefore \tau_{max} = 386.35 \text{ kg/cm}^2 < 550 \text{ kg/cm}^2$$

جهاز محاكي لبيان المقاومة :-

بيان المقاومة المكافحة :-

L-Bolts subjected to shear stress:-

A - Force due to pure shear stress:-

$$F_2 = \frac{P}{n} = \frac{500}{4} = 125 \text{ kg}$$

B- Force due to torsion stress:-

$$T = PL \therefore T = 500 \times 500 = 250000 \text{ kg.cm}$$

$$F_s = \frac{T}{n.r} = \frac{250000}{4 \times 100} = 625 \text{ kg}$$

So, the total force due to shearing stresses is equal:

$$F_{\text{total}} = F_2 + F_s = 125 + 625 = 750 \text{ kg}$$

$$\therefore \tau = \frac{F}{A} \therefore \tau = \frac{750 \times 4}{3.14(0.96)^2} = 1036.69 \text{ kg/cm}^2$$

2-Bolts subjected to crushing stress:-

$$\sigma_{\text{cr}} = \frac{F}{A} = \frac{F}{\text{Projected area}} = \frac{P/n}{Y \cdot d_i}$$

$$\therefore \sigma_{\text{cr}} = \frac{500/4}{10(0.96)} = 13 \text{ kg/cm}^2$$

Then the maximum shear theory is applied:-

$$\tau_{\text{max}} = \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_t^2 + 4\tau^2} = \frac{1}{2} \sqrt{(13)^2 + 4(1036.69)^2}$$

$$\therefore \tau_{\text{max}} = 1036.7 > 550 \text{ kg/cm}^2$$

so much higher than 550 kg/cm<sup>2</sup>