

例題. 次の応力状態についてモールの応力円を描き、主応力 σ_1, σ_2 の値とその方向を図示しなさい。

※解答例(下記の①~⑥は試験問題には載せない)

図より、 $\sigma_x = -6\text{N/mm}^2, \sigma_y = 4\text{N/mm}^2, \tau_{xy} = 5\text{N/mm}^2$

①モールの円上の点 X(σ_x, τ_{xy}), Y($\sigma_y, -\tau_{xy}$)をプロットする。

X(-6,5), Y(4,-5)

②XとYの中心Cと半径Rを求める。

$$C = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} = \frac{-6 + 4}{2} = -1 \quad R = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} = \sqrt{\left(\frac{-6 - 4}{2}\right)^2 + 5^2} = 7.07$$

③Cを中心に半径Rの円を描く

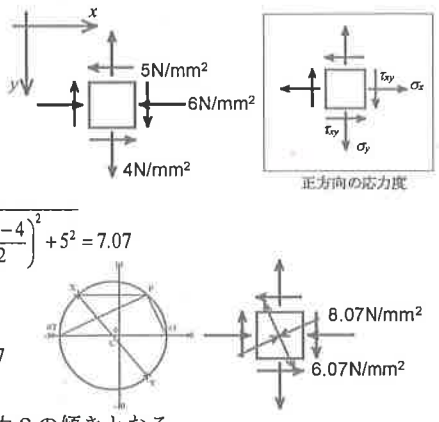
④主応力1と主応力2が σ 軸の交点に求められる。

$$\sigma_1 = C + R = -1 + 7.07 = 6.07 \quad \sigma_2 = C - R = -1 - 7.07 = -8.07$$

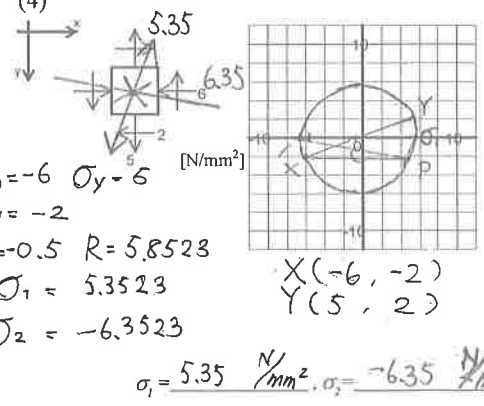
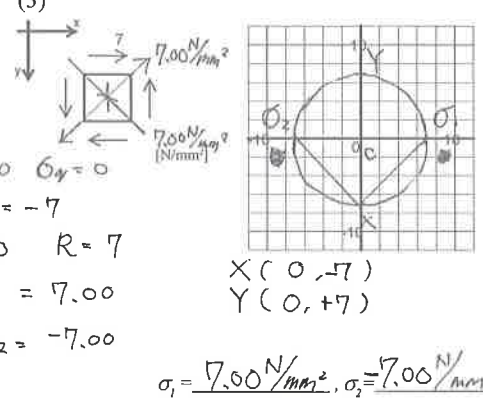
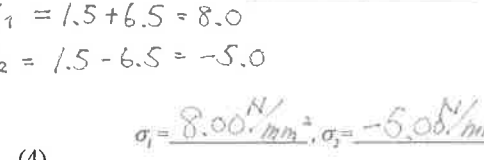
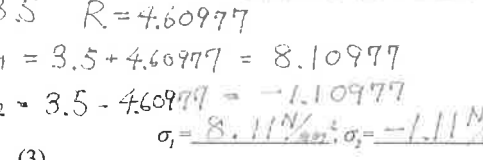
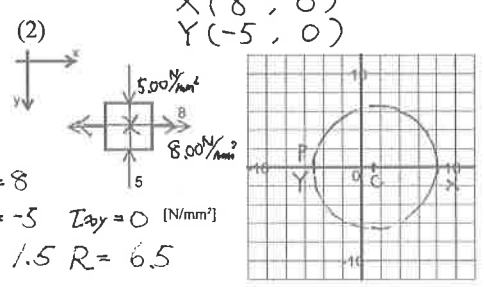
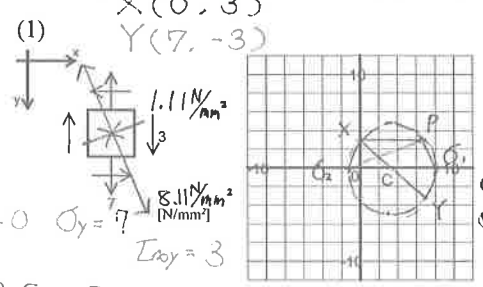
⑤X点から σ 軸に平行な線を引き、P点(極)を求める。

⑥P点から σ_1 と σ_2 に引いた直線の傾きが主応力1、主応力2の傾きとなる。

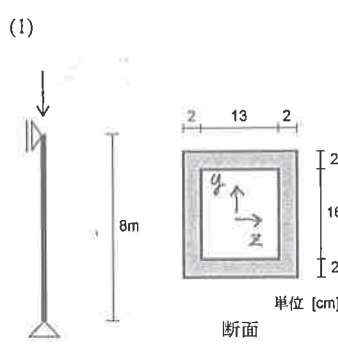
$$\sigma_1 = 6.07\text{N/mm}^2, \sigma_2 = -8.07\text{N/mm}^2$$



問1. 下記に示す各応力状態についてモールの応力円を描き、主応力 σ_1, σ_2 の値とその方向を図示しなさい。ただし、単位はN, mm、有効数字3桁で答えなさい。



問2. 下記断面における断面積A, 主断面2次モーメント $I_1, I_2 (I_1 \geq I_2)$ を求めなさい。また、鉛直荷重を受ける下記構造物の座屈長さ L_k , 座屈荷重 P_{cr} , 座屈応力度 σ_{cr} を求めなさい。(2)については断面左下を原点とした図心位置 (Z_0, Y_0), 図心を通る軸に関する断面2次モーメント I_x, I_y , 断面相乗モーメント I_{xy} も求めよ。ただし、ヤング係数Eの値を $2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ とし、解答はkgf, cmを用い、有効数字3桁で答えよ。



$$A = 17 \times 20 - 13 \times 16 = 132$$

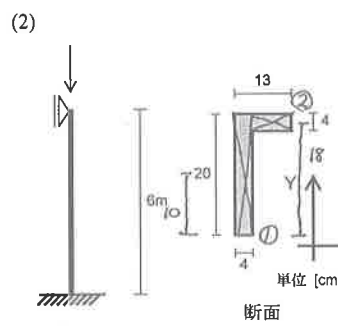
$$I_z = \frac{17 \times 20^3}{12} - \frac{13 \times 16^3}{12} = 6896$$

$$I_y = \frac{20 \times 17^3}{12} - \frac{16 \times 13^3}{12} = 5259$$

$$L_k = 800 \text{ cm}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times 2.1 \times 10^6 \times 5259}{800^2} = 170310.81$$

$$\sigma_{cr} = \frac{170310.81}{132} = 1290.23$$



$$A_1 = 4 \times 20 = 80 \quad A_2 = 9 \times 4 = 36$$

$$A = 80 + 36 = 116$$

$$S_z = 80 \times 10 + 36 \times 18 = 1448$$

$$S_y = 80 \times 2 + 36 \times 8.5 = 466$$

$$Y_0 = \frac{S_z}{A} = \frac{1448}{116} = 12.4828$$

$$Z_0 = \frac{S_y}{A} = \frac{466}{116} = 4.01724$$

$$L_k = 0.7 \times 600 = 420$$

$$I_z = \frac{4 \times 20^3}{12} + 80(10 - 12.4828)^2 + \frac{9 \times 4^3}{12} + 36(18 - 12.4828)^2 = 4303.632$$

$$I_y = \frac{20 \times 4^3}{12} + 80(2 - 4.01724)^2 + \frac{4 \times 9^3}{12} + 36(8.5 - 4.01724)^2 = 1398.632$$

$$I_{zy} = 80 \times (10 - 12.4828)(2 - 4.01724) + 36 \times (18 - 12.4828)(8.5 - 4.01724) = 1291.034$$

$$C = \frac{4303.632 + 1398.632}{2} = 2851.132 \quad R = \sqrt{\frac{(4303.632 - 1398.632)^2}{4} + (1291.034)^2} = 1943.328$$

$$I_1 = C + R = 2851.132 + 1943.328 = 4794.46$$

$$I_2 = C - R = 2851.132 - 1943.328 = 907.804$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times 2.1 \times 10^6 \times 907.804}{(420)^2} = 106662.69 \quad \sigma_{cr} = \frac{106662.69}{116} = 919.505$$

$$A = 116 \text{ cm}^2, Y_0 = 12.5 \text{ cm}, Z_0 = 4.02 \text{ cm}, I_1 = 4300 \text{ cm}^4$$

$$I_2 = 440 \text{ cm}^4, I_{zy} = 1290 \text{ cm}^4, I_1 = 4790 \text{ cm}^4, I_2 = 908 \text{ cm}^4$$

$$L_k = 420 \text{ cm}, P_{cr} = 1.07 \times 10^5 \text{ kgf}, \sigma_{cr} = 920 \text{ kgf/cm}^2$$