

(2) 図より X の点は

$$\sigma_1 = 100$$

$$\sigma_2 = -100$$

$$(3) \begin{pmatrix} 0 & 100 \\ 100 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = 0 \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

ここが非自明解をもつ条件は

$$0 = \begin{vmatrix} \sigma & 100 \\ 100 & \sigma \end{vmatrix} = \sigma^2 - 100^2 = (\sigma + 100)(\sigma - 100)$$

$$\therefore \sigma = \pm 100 \rightarrow (2) \text{ と一致}$$

$$(4) \begin{pmatrix} 0 & 100 \\ 100 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = 100 \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad \left(\begin{array}{l} * \text{主応力として} \\ \sigma_2 = -100 \text{ と同じ} \\ \text{と一致} \end{array} \right)$$

$$\text{より } x = y$$

$$\text{主軸方向は, } (x, y) = (1, 1) \quad \therefore \theta = 45^\circ$$

$$\left(\text{単位ベクトルで表す } \vec{r} = \left(\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \right)$$

モールの円上は角度が 2 倍になる (1) の図から $2\theta_m = 90^\circ$

$$\therefore \theta_m = 45^\circ \text{ と一致して一致}$$

$$\text{問 2 (1) } P = A \sigma = \pi \left(\frac{\phi}{2} \right)^2 \times 50 = 2513.3 \text{ N}$$

$$(2) \quad \epsilon = \ln \left(\frac{110}{100} \right) = 0.09531, \quad e = \frac{110 - 100}{100} = 0.100$$

$$(3) \quad \pi \left(\frac{\phi}{2} \right)^2 \times 100 = A' \times 110 \quad \therefore A' = 45.70 \text{ mm}^2$$

$$P = \sigma' (E = 0.0953) \cdot A' = 55.467 \times 45.70 = 2534.8 \text{ N}$$

$$(4) (a) \ln \left(\frac{110}{100} \right) \times 2 = 0.1906$$

$$(b) P = A \cdot \sigma' (\bar{\epsilon} = 0.11) = \pi \left(\frac{\phi}{2} \right)^4 \times 61.03 = 3066.2 \text{ N}$$

$$(5) \quad \frac{d\sigma'}{d\epsilon} = \sigma' \quad (\text{この発生条件}) \text{ を満足する } \epsilon \text{ は}$$

$$1.14 \times 50 (1 + \bar{\epsilon}^*)^{0.14} = 50 (1 + \bar{\epsilon})^{1.14}$$

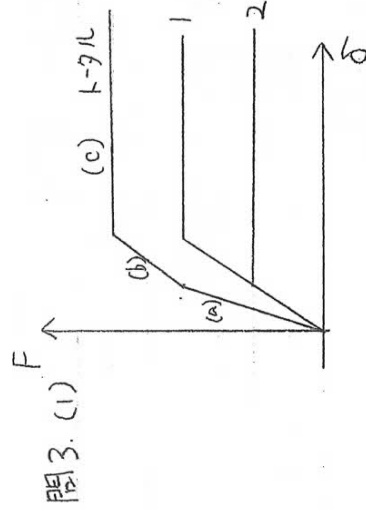
$$\therefore 1.14 = 1 + \bar{\epsilon}^* \quad \bar{\epsilon} = 0.14$$

$$(4) (a) \text{ およ } \bar{\epsilon} = 0.191 > 0.14$$

したがって、この発生条件は、すでに満足している
よって、再び発生しにくくなる。したがって

$$(a) 100 \text{ mm} \quad (b) 3066.2 \text{ N}$$

* 圧縮変形中にこの発生しにくくなることに注意する。



$$(a) F = E \cdot \frac{\phi}{2} S + E \frac{\phi}{2} S$$

$$= 2ES \frac{\phi}{2}$$

$$(b) F = E \frac{\phi}{2} S + \left(\frac{\phi}{2} S \right) S$$

$$= \left(E \frac{\phi}{2} + \frac{\phi}{2} \right) S$$

$$(c) F = \gamma_1 S + \gamma_2 S = \frac{3}{2} \gamma_2 S$$

$$(2) \begin{cases} F_1 = S (\gamma - E \Delta \epsilon) \\ F_2 = S \left(\frac{\gamma}{2} - E \Delta \epsilon \right) \end{cases}$$

$$F = F_1 + F_2 = 0.8 \quad \Delta \epsilon = \frac{3\gamma}{4E} \quad \delta = \frac{3\gamma l}{4E}$$

$$\Delta \epsilon = \frac{3\gamma}{4E} \quad \delta = \frac{3\gamma l}{4E}$$

$$(3) \sigma_1 = Y - E \frac{3Y}{4E} = \frac{Y}{4}$$

$$\sigma_2 = \frac{Y}{2} - E \frac{3Y}{4E} = -\frac{Y}{4}$$

(4) 破壊法と非破壊法がある
破壊法は、固定金具を用いて棒材①、管材②の引張り
測定する
非破壊法は、X線などを利用して、両材料の格子定数
変化から弾性ひずみを求める

問4(1) $d\varepsilon_{ij}^p = d\lambda \frac{\partial \sigma}{\partial \sigma_{ij}}$ より $d\varepsilon_x^p = d\lambda \frac{\partial \sigma}{\partial \sigma_x}$

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_x - \sigma_y)^2 + \dots + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \dots)]}$$

$$\frac{\partial \bar{\sigma}}{\partial \sigma_x} = +\frac{1}{2} \left[\frac{1}{2} \{ (\sigma_x - \sigma_y)^2 + \dots - \frac{1}{\sigma} \} \right]^{-\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{1}{2\sigma} (2\sigma_x - \sigma_y - \sigma_z) = \frac{3}{2\sigma} \sigma_x$$

$$\therefore d\varepsilon_x^p = d\lambda \frac{\partial \sigma}{\partial \sigma_x} = \frac{3d\lambda}{2\sigma} \sigma_x$$

(2) (1)と同様に $d\varepsilon_{xy}^p = d\lambda \frac{\partial \sigma}{\partial \tau_{xy}}$

$$\frac{\partial \sigma}{\partial \tau_{xy}} = \frac{1}{2\sigma} \cdot 3\tau_{xy} \quad \therefore d\varepsilon_{xy}^p = \frac{3d\lambda}{2\sigma} \tau_{xy}$$

(注) テンソル的に行うとき

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + \dots + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)]}$$

$$\left(\sqrt{\frac{3}{2} \sigma_{ij} \sigma_{ij}} \text{ を用いたとき} \right) = \sqrt{3} \sigma_{xy}$$

すなわち、 τ_{xy} と τ_{yx} を区別する必要

$$\frac{\partial \sigma}{\partial \varepsilon_{xy}} = \frac{3d\lambda}{4\sigma} \tau_{xy} \quad \text{と} \quad \tau_{yx}$$

$$d\varepsilon_{xy}^p = 2d\varepsilon_{xy}^p = \frac{3d\lambda}{2\sigma} \tau_{xy} \quad \text{と} \quad \tau_{yx} \text{一致する}$$

(3) $d\varepsilon_z^p = \frac{3d\lambda}{2\sigma} \sigma_z' = 0$ より $\sigma_z' = 0 \quad \therefore \sigma_z = \sigma_m$

すなわち $\sigma_z' = \frac{2\sigma_z - \sigma_x - \sigma_y}{3}$ より $\sigma_z = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}$

$\sigma_m = \frac{1}{3}(\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z) = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}$

(4) 熱間の場合では、原子の拡散により変形中に回復や再結晶といった組織変化が起こり、変形抵抗は減少する。その軟化程度は、拡散係数 $D = D_0 \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right)$ と拡散時間(変形時間)に依存する。したがって熱間では冷間とは違って、温度依存性、ひずみ速度依存性とも大きい。

(注) 一方、ひずみ依存性は冷間の場合に大きい。

何故なら、軟化が早く導入されるひずみが動歪に比べて少ないからである。

(5) 面圧が大きくなることで表面が塑性変形するから、摩擦せん断応力は面圧に依存せず、せん断応力は一定値となる。