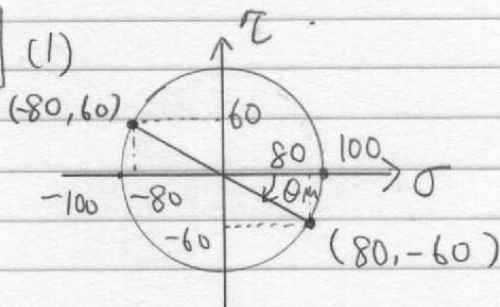


問1



(2) $J_1 = \sigma_x + \sigma_y + \sigma_z$
 $= 80 - 80 + 0$
 $= 0$

(3) Ⅳより $\sigma_I = 100, \sigma_{III} = -100$
 $(\sigma_{II} = 0)$

(4)

$$\begin{pmatrix} 80 & 60 \\ 60 & -80 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \sigma \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

これが非自明解をもつ条件は、

$$\begin{vmatrix} 80 - \sigma & 60 \\ 60 & -80 - \sigma \end{vmatrix} = 0 \quad \therefore (80 - \sigma)(-80 - \sigma) - 3600 = 0$$

$$\therefore \sigma^2 = 10000$$

$$\therefore \sigma = \pm 100 \quad \text{したがって (3) と一致}$$

(5) $\begin{pmatrix} 80 & 60 \\ 60 & -80 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = +100 \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$

$$\therefore y = +3x$$

単位ベクトルとすると $x^2 + y^2 = 1$ となる

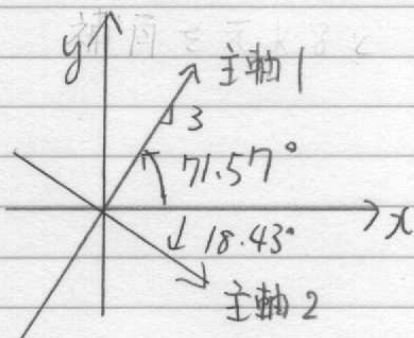
$$(x, y) = \left(+\frac{1}{\sqrt{10}}, +\frac{3}{\sqrt{10}} \right)$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{y}{x} \right) = \tan^{-1} (+3) \quad \therefore \theta = 71.57^\circ$$

一方, Mohr 円から角度 θ_M は

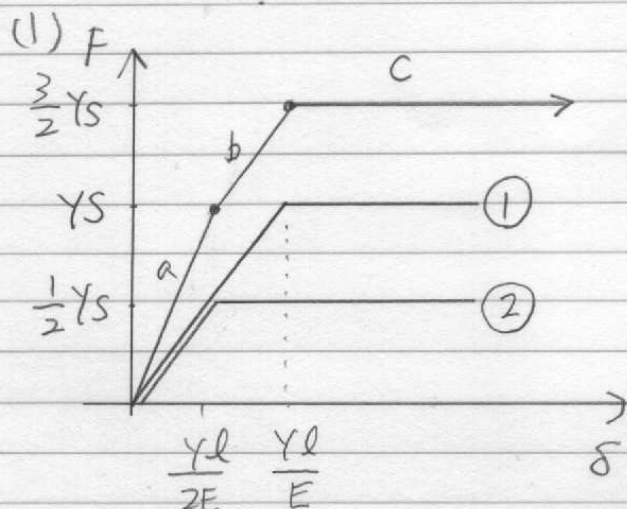
$$\tan \theta_M = +\frac{60}{80} \quad \theta_M = \tan^{-1} \left(+\frac{3}{4} \right) = 36.87^\circ$$

$$\therefore \theta = \frac{1}{2} \theta_M = \frac{1}{2} (180 + 36.87) = 71.57^\circ$$



*
 主軸2のときは $y = -3x$
 で主軸1と直交する。
 左図のようになる。
 それで答えてもいい。

問2



$$(a) F_a = SE \frac{\delta}{l} + SE \frac{\delta}{l} = 2SE \frac{\delta}{l}$$

$$(b) F_b = SE \frac{\delta}{l} + SY_2 = S \left(E \frac{\delta}{l} + \frac{Y}{2} \right)$$

$$(c) F_c = SY_1 + SY_2 = \frac{3}{2} SY$$

(2) 長さの減少量 $\Delta \delta$ に対して

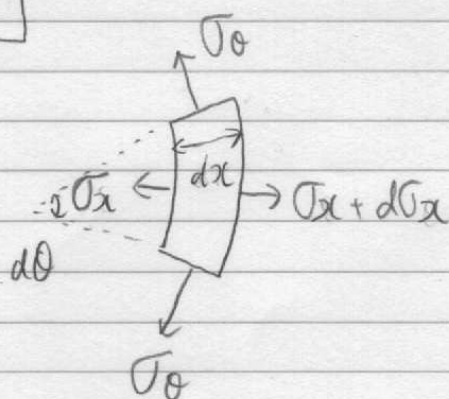
$$0 = F_1' + F_2' = \left(Y - E \frac{\Delta \delta}{l} \right) S + \left(\frac{Y}{2} - E \frac{\Delta \delta}{l} \right) S$$

$$\therefore \Delta \delta = \frac{3Yl}{4E}$$

$$(3) \sigma_1' = Y - E \frac{1}{l} \cdot \frac{3Yl}{4E} = \frac{1}{4} Y$$

$$\sigma_2' = \frac{Y}{2} - E \frac{1}{l} \cdot \frac{3Yl}{4E} = -\frac{1}{4} Y$$

問3



$$(\sigma_\theta + d\sigma_\theta)(x+dx)d\theta h - \sigma_\theta x d\theta h - 2\sigma_\theta \sin\left(\frac{d\theta}{2}\right)d\theta h - 2kx d\theta dx = 0$$

$$\because z\text{-軸対称, } \therefore \sigma_\theta = \sigma_x$$

$$\text{解放条件より } \sigma_x - \sigma_z = \sqrt{3}k$$

$$\therefore \frac{d\sigma_x}{dx} = \frac{2k}{h}$$

$$b.c \text{ は } x = r \text{ 時 } \sigma_x = 0$$

$$\therefore \sigma_x = -\frac{2k}{h}(r-x)$$

$$P = \int_0^r 2\pi x dx (-\sigma_z) = 2\sqrt{3}\pi k r^2 \left(1 + r/3h\right)$$

問4 (1) $V_R = 2\pi Rn = 2 \times 3.14 \times 0.100 \times \frac{60}{60} = 6.28 \text{ m/s}$

(2) $r = \frac{h_0 - h_1}{h_0} = \frac{2.00 - 1.20}{2.00} = 0.40 \therefore 40\%$

(3) $\varepsilon_h = \ln\left(\frac{h_1}{h_0}\right) = \ln\left(\frac{1.20}{2.00}\right) = -0.511$

(4) $\varepsilon_w = \ln\left(\frac{w_1}{w_0}\right) = \ln\left(\frac{50.0}{50.0}\right) = 0$

$\varepsilon_l = \ln\left(\frac{l_1}{l_0}\right) = \ln\left(\frac{500}{300}\right) = 0.511$

(5) $\bar{\varepsilon} = \frac{-2}{\sqrt{3}} \ln\left(\frac{h_1}{h_0}\right) = 0.590$

(6) $L = \sqrt{R \Delta h} = \sqrt{100 \times (2.00 - 1.20)} = 8.94 \text{ mm}$

$\alpha = \sqrt{\frac{\Delta h}{R}} = \sqrt{\frac{2.00 - 1.20}{100}} = 0.0894 \text{ rad}$

$= 5.13^\circ$

(7) マスロ-定より $v_0 h_0 w_0 = v_1 h_1 w_1$

$v_0 = v_1 \frac{h_1 w_1}{h_0 w_0} = v_1 \left(\frac{h_1}{h_0}\right)$

$= 6.50 \times \left(\frac{1.20}{2.00}\right) = 3.90 \text{ m/s}$

(8) 中立点で材料速度 = ロール周速と等しい

$h_n v_R = h_1 v_1$

$\therefore h_n = h_1 \frac{v_1}{v_R} = 1.20 \times \frac{6.50}{6.28} = 1.24 \text{ mm}$

中立点の最小ロールギャップから上流への位置を l とすると

$l = \sqrt{R \Delta h_n} = \sqrt{100 \times (1.24 - 1.20)} = 4.47 \text{ mm}$

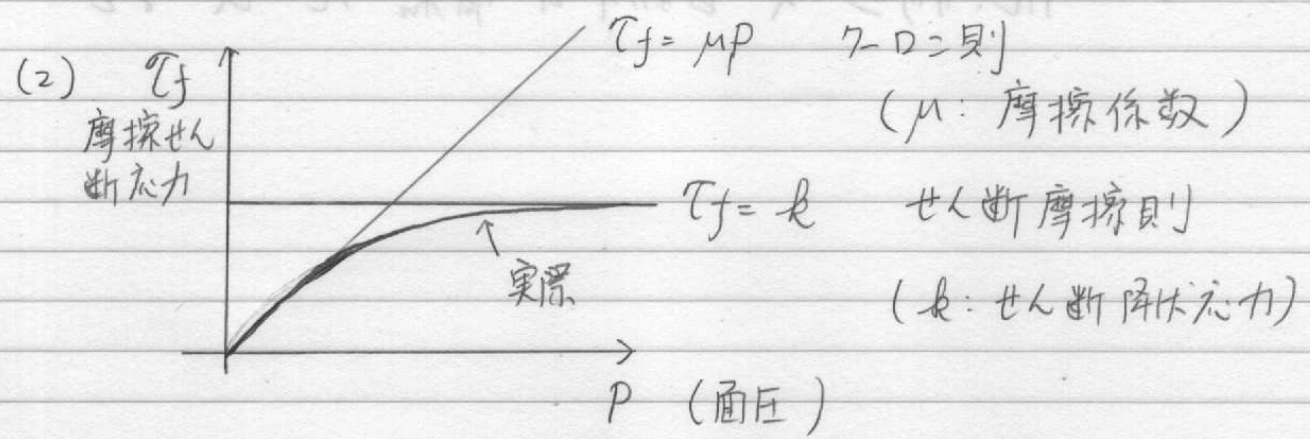
(9) 前方張力を作用させると板が速く流れて、中立点は上流へ移動する。

問 5

$$(1) \Delta T = \frac{\beta W}{\rho C} = \frac{\beta \int_0^{\epsilon} \sigma d\epsilon}{\rho C}$$

$$= \frac{1 \times 400 \times \ln 2}{7.87 \times 482} = 76.2 K$$

$$T = 20^{\circ}C + 76.2 K = 96.2^{\circ}C$$



せん断摩擦則は、高面圧 あるいは 高摩擦係数の場合に用いられる

(3) ドラッカーの仮説: $\sigma_{ij} d\epsilon_{ij}^P \geq 0$

すなわち外力が材料に対して行う仕事は常に正である。 ($\partial f / \partial \sigma_{ij}$)

これを満足するには 降伏曲面の法線と塑性ひずみ増分 $d\epsilon_{ij}^P$ が平行であらねばならない。(内積が負にならない) したがって 関連流動則 $d\epsilon_{ij}^P = d\lambda \frac{\partial f}{\partial \sigma_{ij}}$ が成立する。

- (4) ・加算できる
- ・引張と圧縮を同様に扱える
- ・体積ひずみ = 0 (体積一定) が簡便に表される
- ・ひずみ自体が大きくても誤差少ない。

(5) アルミサッシ × 自動車の 骨格フレーム などで

