

材 料 力 学

【1】図1のように長さ l 、底面の直径 d の円すい棒をさかさまにつるすとき、材料の縦弾性係数を E 、密度を ρ および線膨張係数を α として以下の問いに答えよ。ただし、重力加速度を g とせよ。

- (1) 自重を考慮して、下方より x の位置での応力 $\sigma(x)$ を求めよ。
- (2) 自重を考慮して円すい棒の伸び λ を求めよ。
- (3) さらに温度上昇 ΔT が加わるとき、自重を考慮して円すい棒の伸び λ および最大引張り応力 σ_{\max} を求めよ。

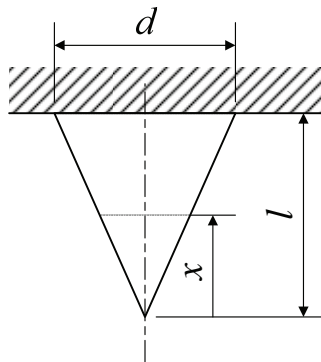


図 1

【2】図2のように、一端固定他端支持はり AB の中央 C 点に集中荷重 P が作用する場合について、縦弾性係数を E および断面 2 次モーメントを I として以下の問いに答えよ。

- (1) A 点の反力 R_A 、曲げモーメント M_A および B 点の反力 R_B を求めよ。
- (2) はり AB のせん断力線図 (SFD) および曲げモーメント線図 (BMD) を描け。
- (3) はりを正方形断面 (高さ a 、幅 a) とするとき、中央 C 点の断面に生じる曲げ応力の分布を示して曲げ応力の最大値 σ_{\max} を求めよ。
- (4) はりを正方形断面 (高さ a 、幅 a) とするとき、A 点と C 点の midpoint の断面に生じる平均せん断応力 τ_{mean} および最大せん断応力 τ_{\max} を求めよ。

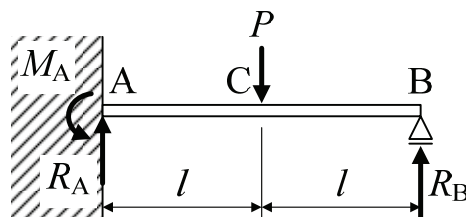


図 2

材 料 力 学

【3】 図3 (a)に示すように、平面応力状態にある単位厚さの平板に一様な応力 σ_x , σ_y , τ_{xy} (いずれも正) が作用している。平板内にある微小な三角形要素 ABC (図3 (b)) に着目して以下の問いに答えよ。

- (1) 面 AC (面積 S) に作用する応力ベクトル \mathbf{p} の成分 p_x および p_y を求めよ。ただし、面 AC の外向き単位法線ベクトル \mathbf{n} を (l, m) とし、解答は、最終的に以下に示す行列の形式で書くこと。

$$\begin{pmatrix} p_x & p_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \square & \square \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} \\ \tau_{xy} & \sigma_y \end{pmatrix}$$

- (2) 面 AC に垂直な応力成分 σ_n と平行な応力成分 τ_n を応力ベクトルの成分 p_x および p_y で表せ。ただし、 τ_n は下図(b)に示す方向を正とし、解答は、以下に示す行列の形式で書くこと。

$$\begin{aligned} \sigma_n &= \begin{pmatrix} p_x & p_y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \square \\ \square \end{pmatrix} \\ \tau_n &= \begin{pmatrix} p_x & p_y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \square \\ \square \end{pmatrix} \end{aligned}$$

- (3) 問題(1)と(2)の解答を用いて、応力成分 σ_n と τ_n をそれぞれ3つの行列の積の形で示すとともに、各行列の持つ意味について説明せよ。
- (4) $\tau_{xy} = 0$ のとき、 p_x , p_y , σ_x , σ_y の間で成り立つ関係式を示すとともに、同式を $p_x - p_y$ 平面上で図示せよ。

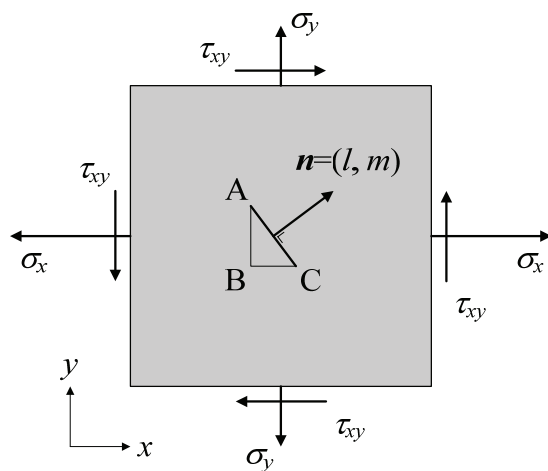


図3 (a)

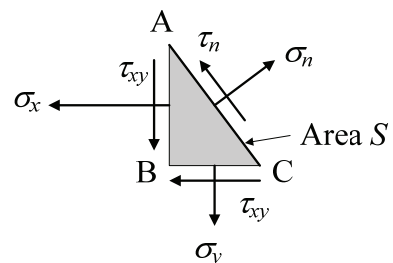


図3 (b)