

## 材料力学公式集 ( 1 )

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad \varepsilon = \frac{\lambda}{L} \quad \sigma = E \cdot \varepsilon \quad P = \frac{A \cdot E}{L} \cdot \lambda \quad k = \frac{A \cdot E}{L}$$

$\sigma$ : 引張 ( 圧縮 ) 応力 [N/m<sup>2</sup>] [Pa]     $P$ : 荷重 [N]     $A$ : 面積 [m<sup>2</sup>]     $\lambda$ : 伸び ( ちぢみ ) [m]     $L$ : 長さ [m]  
 $\varepsilon$ : ひずみ     $E$ : 縦弾性係数 [N/m<sup>2</sup>]     $k$ : ばね定数 ( 剛性係数 ) [N/m]

$$\tau = \frac{Q}{A} \quad \gamma = \frac{\lambda_s}{h} = \phi \quad \tau = G \cdot \gamma$$

$\tau$ : せん断応力 [N/m<sup>2</sup>] [Pa]     $Q$ : 荷重 [N]     $\lambda_s$ : ずれ [m]  
 $\gamma$ : ひずみ     $G$ : 横弾性係数 [N/m<sup>2</sup>]     $h$ : 荷重間距離 [m]

$$\sigma_a = \frac{\sigma_b}{S} \quad \tau_a = \frac{\tau_b}{S}$$

許容応力    引張、せん断    ひっぱり強さ、せん断強さ  $S$ : 安全率

$$\sigma_z = \frac{r \cdot p}{2 \cdot t} \quad \sigma_t = \frac{r \cdot p}{t}$$

球タンク最大応力    パイプ最大応力     $p$ : 圧力 [Pa]、 $t$ : 板厚 [m]  $r$ : 半径

ベクトルの合成

$$\begin{bmatrix} P_x \\ P_y \end{bmatrix} = a \cdot \begin{bmatrix} \cos(\alpha_x) \\ \cos(\alpha_y) \end{bmatrix} + b \cdot \begin{bmatrix} \cos(\beta_x) \\ \cos(\beta_y) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\alpha_x) & \cos(\beta_x) \\ \cos(\alpha_y) & \cos(\beta_y) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$$

ベクトルの分解

$$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\alpha_x) & \cos(\beta_x) \\ \cos(\alpha_y) & \cos(\beta_y) \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} P_x \\ P_y \end{bmatrix}$$

構造(1D)

$$K_1 = \frac{A_1 \cdot E_1}{L_1} \quad P = P_1 + P_2 \quad K_G = K_1 + K_2$$

要素剛性係数と全体剛性係数

$$u = \frac{P}{K_G} \quad P_1 = K_1 \cdot u \quad P_2 = K_2 \cdot u$$

変位  $u$  から要素の受け持ち荷重を求める

構造(2D)    ベクトルで考える

$$K_i = \frac{A_i \cdot E_i}{L_i} \cdot \begin{bmatrix} \cos^2(\alpha_i) & \cos(\alpha_i) \cdot \sin(\alpha_i) \\ \cos(\alpha_i) \cdot \sin(\alpha_i) & \sin^2(\alpha_i) \end{bmatrix} \quad P = P_1 + P_2 \quad K_G = K_1 + K_2$$

要素剛性マトリクスと全体剛性マトリクス

$$u = (K_G)^{-1} \cdot P \quad u = \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} P_1 = K_1 \cdot u \\ P_2 = K_2 \cdot u \end{matrix} \quad \text{軸方向荷重は } \begin{matrix} |P_1| \\ |P_2| \end{matrix} \text{ を求める}$$

## 材料力学公式集 ( 2 )

電線の単位長さ重量  $w$  [N/m]、電柱間距離  $B$  [m]、最低点の張力を  $T_0$  [N]、中央のたるみ  $H$  [m]

$$H = \frac{w \cdot B^2}{8 \cdot T_0}$$

電線の長さ  $S$  [m]

$$S = B + \frac{8 \cdot H^2}{3 \cdot B}$$

$$\tau = \frac{16 \cdot M}{\pi \cdot \frac{(d_o)^4 - (d_i)^4}{d_o}}$$

$$\tau = G \cdot \gamma = G \cdot \theta \cdot \frac{d}{2}$$

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \cdot M$$

$\tau$ :せん断応力[N/m<sup>2</sup>] [Pa]     $M$ : モーメント[Nm]     $\theta$ :単位長さねじれ角[rad/m]

$d_o$ :外径[m]     $d_i$ :内径     $n$ :回転数[rpm]     $P$ :モータ[W]

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot [b_2 \cdot (h_2)^3 - b_1 \cdot (h_1)^3]$$

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot [(d_o)^4 - (d_i)^4]$$

断面 2 次モーメント[m<sup>4</sup>]



$$\sigma = \frac{M}{I} \cdot e$$

曲げ応力[N/m<sup>2</sup>] [Pa]

最大モーメントと最大たわみ

(1)  $M = W \cdot L$      $\delta = \frac{W \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I}$     片持ちはり    自由端に集中荷重  $W$

(2)  $M = \frac{W \cdot L}{2}$      $\delta = \frac{W \cdot L^3}{8 \cdot E \cdot I}$     片持ちはり    全長にわたって等分布荷重  $W = w \cdot L$

(3)  $M = \frac{W \cdot L}{4}$      $\delta = \frac{W \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I}$     両端単純支持    はり中央に集中荷重  $W$

(4)  $M = \frac{W \cdot L}{8}$      $\delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{W \cdot L^3}{E \cdot I}$     両端単純支持    はり全長にわたって等分布荷重  $W = w \cdot L$