RETRY_3.1 温度T_1 = 25 ℃ のとき，鋼材の棒が両端を固定されている。縦弾性係数E=20.6×10^4 MPa,線膨張係数α = 11.5×10^{-6} 1/℃ とする。(1),(2)の温度での熱応力とひずみを計算する。

(1) T_2 =60℃ (2) T_2 =-30℃

【解答】

(1)

E=20.6×10^4 MPa=2.06×10^5, α = 11.5×10^{-6} 1/℃=11.5×10^{-5} ,T_1 = 25 ℃, T_2 =60℃を代入

$$\sigma_t = -\alpha E(T_2 - T_1) = -1.15\times10^{-5}\times2.06\times10^5\times(60-25)$$
$$= -1.15\times\times10^{-5}\times2.06\times10^5\times3.5\times10 = -8.292\times10 \quad -82.9MPa$$
$$\varepsilon = -\alpha(T_2 - T_1) = -11.5\times10^{-6}\times(60-25) = -402.5\times10^{-6} = -4.03\times10^{-4}$$

(2)

E=20.6×10^4 MPa=2.06×10^5, α = 11.5×10^{-6} 1/℃=11.5×10^{-5} ,T_1 = 25 ℃, T_2 =-30℃を代入

$$\sigma_t = -\alpha E(T_2 - T_1) = -1.15\times10^{-5}\times2.06\times10^5\times(-30-25)$$
$$= 1.15\times\times10^{-5}\times2.06\times10^5\times5.5\times10 = 130.3 \quad 130MPa$$
$$\varepsilon = -\alpha(T_2 - T_1) = -11.5\times10^{-6}\times(-30-25) = 6.325\times10^{-4}$$

APPLI._3.1 温度T_1 = 25 ℃ のとき，鋼材の棒が両端を固定されている。材料の引張強さσ_u =400MPaのとき，安全係数n= 2 として、何度まで温度を低下させて使用できるか温度を計算せよ。縦弾性係数E=20.6×10^4 MPa,線膨張係数α = 11.5×10^{-6} 1/℃ とする。

【解答】

$$\sigma = -\alpha E(T_2 - T_1) \quad , \ \sigma \leqq \sigma_a \quad \text{から}$$
$$-\alpha E(T_2 - T_1) = \frac{\sigma_u}{n}$$
$$\therefore \quad T_2 = T_1 - \frac{\sigma_u}{\alpha E n}$$

T_1 = 25 ℃=2.5×10℃, σ_u =400MPa=4×10^2 MPa, n=2 を代入する。

$$T_2 = T_1 - \frac{\sigma_u}{\alpha E n} = 25 - \frac{4\times10^2}{1.15\times10^{-5}\times2.06\times10^5\times2} = 25 - \frac{4\times10^2}{1.15\times2.06\times2} = 25 - 0.8442\times10^2$$
$$= 25 - 84.4 = -59.4°C$$

RETRY_3.2　長さℓ=1.8mの軟鋼棒が上端を固定され、垂直に下げられている。単位体積当たりの重量γ=76.9N/cm^3 として生ずる最大応力σ_{max} を計算する。Ans. 138 MPa

【解答】

最大応力は上端で生じ、大きさは(3.7)式から

$\sigma_{max} = \gamma \ell$

γ=76.9N/cm^3 =7.69×10^{-2} N/mm^3 , ℓ=1.8m=1.8 ×10^3 mmを代入する。

$\sigma_{max} = \gamma \ell = 7.69\times10^{-2} \times 1.8 \times10^3 = 13.84\times10$ N/mm^2

138 MPa

APPLI._3.3　板幅 W=100mm, 一様な板厚 t=10mm の鋼版に P の荷重が作用する。板の中央に d=10 mm の円孔がある。円孔の縁に塑性変形が生ずる荷重 P を計算る。応力集中係数α=3、降伏応力σy=230 MPa とする。　Ans　76.7 kN

【解答】最大応力σ_{max} は

$\sigma_{max} = \alpha\, \sigma o = \alpha P/(W\cdot t)$

塑性変形するときの応力は

$\sigma_{max} = \sigma_y$

$$\sigma_y = \frac{\alpha P}{W\cdot t} \qquad \therefore P = \frac{\sigma_y W t}{\alpha}$$

W=100mm=10^{2}mm, t=10mm, σy=230MPa=2.3×10^2 MPa, α=3 を代入して、

$$P = \frac{\sigma_y W t}{\alpha} = \frac{2.3\times10^2\times10^2\times10}{3} = \frac{2.3\times10^5}{3} = 0.7667\times10^5 \quad 76.7kN$$

RETRY_3.4　厚さｔ = 6 mm, 内径ｄ$_i$ = 1000 mm の薄肉円筒にｐ= 2.0 MPa の内圧が作用するときに生ずる円周方向応力σを計算せよ。　Ans. 167MPa

【解答】

円周方向応力は

$$\sigma = \frac{pd}{2t}$$

であるので、この式に、$t = 6mm, d_i = 1000mm = 10^3, p = 2.0MPa$を代入すると

$$\sigma = \frac{pd}{2t} = \frac{2\times10^3}{2\times6} = 0.1667\times10^3 \quad 167MPa$$

APPLI._3.4　内径d_i= 2000 mm の薄肉円筒タンクにp= 2.5 MPa の内圧が作用し、タンクの材質は、引張強さσ_u=784MPaの高張力鋼である。安全係数n=4 として安全な厚さtを計算する。

Ans. 12.8mm

【解答】　生ずる円周方向応力は

$$\sigma = \frac{pd}{2t}$$

設計条件から

$$\sigma = \frac{pdi}{2t} \leqq \sigma_a \qquad \sigma_a = \frac{\sigma_u}{n} \qquad \text{より} \quad \frac{pdi}{2t} = \frac{\sigma_u}{n}$$

$$\therefore \quad t = \frac{pdin}{2\sigma_u}$$

d_i= 2000 mm=2×10³ , p= 2.5 MPa　σ_u=784MPa=7.84×10²,n=4 を代入する。

$$t = \frac{pdin}{2\sigma_u} = \frac{2.5 \times 2 \times 10^3 \times 4}{2 \times 7.84 \times 10^2} = 1.276 \times 10mm \quad 12.8mm$$