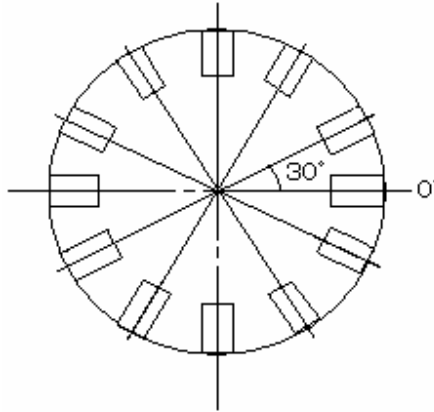


課題: 図のような平均半径 $r_m (=300\text{mm})$, 板厚 $t (=1\text{mm})$ からなる円筒が, 30° 度おきに12個の溝型材(例題1.1の形状寸法)で補強され, この補強円筒殻に曲げモーメント $M_z (=1 \times 10^8)$ が作用した場合の曲げ応力を求める.



・計算

中心から最上および最下($90^\circ, 270^\circ$)の型溝材の図心までの距離は

$$d = r_0 = r_m - \frac{t}{2} = (300 - 0.5) = 299.5 \text{ mm}$$

なので, この場合の断面二次モーメントは

$$\begin{aligned} I_{z1} &= I_{z0} + Ad^2 = 9.094 \times 10^4 + 2 \times 207 \times 299.5^2 \\ &= 3.273 \times 10^7 [\text{mm}^4] \end{aligned}$$

斜めの型溝材($60^\circ, 120^\circ, 240^\circ, 300^\circ$)の断面二次モーメントは

= / 3とすると, 式(1.18b)より

$$I'_{z2} = I_{z0} \cos^2 \theta + I_{y0} \sin^2 \theta = (I_{z0} + 3I_{y0}) / 4 = (9.094 + 3 \times 10.62) \times 10^4 / 4 = 10.239 \times 10^4$$

$$Ad^2 = 2 \times 207 \times \left(\frac{299.5 \times \sqrt{3}}{2} \right)^2 = 2.448 \times 10^7$$

$$I_{z2} = I'_{z2} + Ad^2 = 10.239 \times 10^4 + 2.448 \times 10^7 = 2.458 \times 10^7 [\text{mm}^4]$$

斜めの型溝材($30^\circ, 150^\circ, 210^\circ, 330^\circ$)の断面二次モーメントは

= / 6とすると, 式(1.18b)より

$$I'_{z3} = I_{z0} \cos^2 \theta + I_{y0} \sin^2 \theta = (3I_{z0} + I_{y0}) / 4 = (3 \times 9.094 + 10.62) \times 10^4 / 4 = 9.476 \times 10^4$$

$$Ad^2 = 2 \times 207 \times \left(\frac{299.5}{2} \right)^2 = 8.161 \times 10^6$$

$$I_{z3} = I'_{z3} + Ad^2 = 9.476 \times 10^4 + 8.161 \times 10^6 = 8.256 \times 10^6 [\text{mm}^4]$$

左右($0^\circ, 180^\circ$)の型溝材の断面二次モーメントは
 $I_{z4} = I_{y0} = 10.62 \times 10^4 [\text{mm}^4]$

円筒だけの断面二次モーメントは、式(1.17)を用いて
 $I_{z5} = \pi r_m^3 t = \pi \times 300^3 \times 1 = 8.48 \times 10^7 [\text{mm}^4]$

全体の断面二次モーメントは ~ より

$$\begin{aligned} I_z &= 2I_{z1} + 4I_{z2} + 4I_{z3} + 2I_{z4} + I_{z5} \\ &= 2 \times 3.273 \times 10^7 + 4 \times 2.458 \times 10^7 + 4 \times 8.256 \times 10^6 + 2 \times 10.62 \times 10^4 + 8.48 \times 10^7 \\ &= 28.18 \times 10^7 [\text{mm}^4] \end{aligned}$$

最大および最小曲げ応力は上下点に生じるので

$$\sigma_{x \max} = \frac{M_z}{I_z} r_m = \frac{1 \times 10^8}{28.18 \times 10^7} \times 300 = 106.5 [\text{N} / \text{mm}^2] = 106.5 [\text{MPa}]$$

$$\sigma_{x \min} = -106.5 [\text{MPa}]$$

となる。