

Tensões na Flexão composta

Normal

$$\sigma_x = \frac{N}{A} + \frac{M_z}{I_z} \cdot y + \frac{M_y}{I_y} \cdot z \quad \text{para a carga P excentrica em relação a } e_y \text{ e } e_z.$$

Exemplo 5.12.2 - Calcular as tensões normais máxima e mínimas na base do poste e a linha neutra.

peso da luminaria e do braço de suporte W2 na excentricidade ey

diametro externo d e $d_e := 225\text{mm}$ t := 18mm
 espessura t, dados por

$$W_2 := 660\text{N} \quad e_y := 1.2\text{m}$$

peso proprio do poste de aluminio W1

$$W_1 := 4600\text{N} \quad \text{concentrado no cg da haste do poste}$$

carga de vento, aplicado na meia altura do poste

$$L_x := 9\text{m} \quad P := 300\text{N}$$

Reações do poste no sistema de referência x (ao longo do eixo do poste), y na seção transversal na direção da carga de vento (P) e z ortogonal a y.

$$R_x - W_1 - W_2 = 0 \quad R_x := W_1 + W_2 = 5.26\text{ kN}$$

$$R_y - P = 0 \quad R_y := P = 0.3\text{ kN}$$

$$M_z + P \cdot L_x + W_2 \cdot e_y = 0 \quad M_{Rz} := -P \cdot L_x - W_2 \cdot e_y = -79.2\text{ kN} \cdot \text{cm}$$

Cálculo das tensões normais:

$$N_x := -R_x = -5.26\text{ kN}$$

$$M_z := -M_{Rz} = 79.2\text{ kN} \cdot \text{cm}$$

momento de inércia em relação

$$d_e = 22.5\text{ cm} \quad d_i := d_e - 2 \cdot t$$

$$I_z := \frac{\pi \cdot (d_e^4 - d_i^4)}{64}$$

$$I_z = 6.317 \times 10^3 \cdot \text{cm}^4$$

$$d_i = 18.9\text{ cm}$$

$$A_x := \frac{\pi \cdot (d_e^2 - d_i^2)}{4} = 117.056\text{ cm}^2$$

para as tensões serão verificados os pontos extremos da seção y1 e y2

$$y_1 := -\frac{d_e}{2} = -0.113\text{ m}$$

$$y_2 := \frac{d_e}{2} = 0.113\text{ m}$$

$$N_x = -5.26\text{ kN} \quad M_z = 0.792\text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_{x1} := \frac{N_x}{A_x} + \frac{M_z}{I_z} \cdot y_1 = -1.86 \times 10^3\text{ kPa}$$

$$\sigma_{x2} := \frac{N_x}{A_x} + \frac{M_z}{I_z} \cdot y_2 = 961.108\text{ kPa}$$

Determinação da linha neutra -
y_{LN}

$$0 = \frac{N_x}{A_x} + \frac{M_{Rz}}{I_z} \cdot y_{LN}$$

$$y_{LN} := \frac{-N_x}{A_x} \cdot \frac{I_z}{M_z} = 35.841 \cdot \text{mm}$$

mostra que a LN esta dentro da
seção transversal

Considerando o centroide da seção como polo do momento fletor para o calculo das tensões,
tem-se o momento fletor em função da excentricidade da carga P, dado por;

$$e_z := \frac{M_z}{N_x} = -0.151 \text{ m}$$

$$0 = \frac{N_x}{A_x} + \frac{N_x \cdot e_z}{I_z} \cdot y_{LN}$$

$$y_{LN} := \frac{-I_z}{A_x \cdot e_z} = 35.841 \cdot \text{mm}$$

Exemplo
5.12-16

$$h := 200 \text{ mm} \quad b_f := 160 \text{ mm} \quad t_w := 8 \text{ mm} \quad t_f := 12 \text{ mm}$$

$$P_x := -55 \text{ kN} \quad e_y := \frac{h}{2} - \frac{t_f}{2} = 94 \cdot \text{mm}$$

Calcular as tensões na seção devidas a força P de
compressão.

tensão normais são dadas pela
formula

$$\sigma_x = \frac{N_x}{A_x} + \frac{N_x \cdot e_y}{I_z} \cdot y$$

dados que N_x e e_z,
tem-se

$$N_x := P_x = -55 \cdot \text{kN}$$

$$e_y = 94 \cdot \text{mm}$$

I_z para o centroide em h/2.
tem-se

$$d_1 :=$$

$$I_{zc} := \frac{b_f \cdot t_f^3}{12} + b_f \cdot h_f \cdot d_1^2$$

Flexão composta normal - Exemplo 1 - aula 19 maio

$$b := 20\text{cm} \quad h := 80\text{cm} \quad I_{Zc} := \frac{b \cdot h^3}{12} = 8.533 \times 10^5 \cdot \text{cm}^4 \quad y_1 := -40\text{cm} \quad y_2 := 40\text{cm}$$

$$P_x := 1000\text{kN} \quad A_x := b \cdot h = 1.6 \times 10^3 \cdot \text{cm}^2 \quad e_y := 20\text{cm}$$

$$N_x := P_x = 1 \times 10^6 \text{N} \quad \frac{N_x}{A_x} = 6.25 \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{x1} := \frac{N_x}{A_x} + \frac{N_x \cdot e_y}{I_{Zc}} \cdot y_1 = -3.125 \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{x2} := \frac{N_x}{A_x} + \frac{N_x \cdot e_y}{I_{Zc}} \cdot y_2 = 15.625 \cdot \text{MPa}$$

Cálculo de e_y para a y_{LN} na borda superior da viga, ou seja, $y_{LN} = -40\text{cm}$

$$e_y := \frac{-I_{Zc}}{A_x \cdot (-40\text{cm})} = 13.333 \cdot \text{cm}$$

$$\sigma_{x1} := \frac{N_x}{A_x} + \frac{N_x \cdot e_y}{I_{Zc}} \cdot y_1 = 0 \cdot \text{MPa}$$

quando a $y_{LN} = -h/2$, então $e_y = 13.33\text{mm}$, a $\sigma_{x1} = 0$ e

$$\sigma_{x2} := \frac{N_x}{A_x} + \frac{N_x \cdot e_y}{I_{Zc}} \cdot y_2 = 12.5 \cdot \text{MPa}$$

$$y_{LN} := \frac{-I_{Zc}}{A_x \cdot (10\text{cm})} = -53.333 \cdot \text{cm} \quad e_y := \frac{-I_{Zc}}{A_x \cdot y_{LN}} = 10 \cdot \text{cm}$$

$$\sigma_{x1}(e_y) := \frac{N_x}{A_x} + \frac{N_x \cdot (e_y)}{I_{Zc}} \cdot y_1$$

$$\sigma_{x2}(e_y) := \frac{N_x}{A_x} + \frac{N_x \cdot (e_y)}{I_{Zc}} \cdot y_2$$

$$\sigma_{x1}(e_y) = 1.563 \text{MPa}$$

$$\sigma_{x2}(e_y) = 10.937 \text{MPa}$$

Segundo problema - sala de aula - material não resistente à tração

$$b := 40\text{cm} \quad h := 100\text{cm} \quad P_x := -1000\text{kN} \quad \text{altura :} \quad L_x := 10\text{m}$$

força horizontal resultante do vento em $L_x/2$:

$$F_w := 4\text{kN}$$

$$N_x := P_x = -1 \times 10^6 \text{N} \quad M_x := F_w \cdot \frac{L_x}{2} = 2 \times 10^4 \text{J} \quad A_x := b \cdot h$$

excentricidade da carga P

$$e_y := \frac{M_z}{N_x} = -2 \cdot \text{cm} \quad I_{Zc} := \frac{b \cdot h^3}{12} \quad y_1 := -50\text{cm} \quad y_2 := 50\text{cm}$$

$$\sigma_{x1} := \frac{N_x}{A_x} + \frac{N_x \cdot e_y}{I_{Zc}} \cdot y_1 = -2.8 \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{x2} := \frac{N_x}{A_x} + \frac{N_x \cdot e_y}{I_{Zc}} \cdot y_2 = -2.2 \cdot \text{MPa}$$

Linha neutra fora da seção transversal

$$y_{LN} := \frac{-I_{Zc}}{A_x \cdot e_y} = 4.167 \text{m}$$

$$y_{LN} := y_2 \quad \text{Linha neutra na borda da seção, em } y_2$$

$$e_y := \frac{-I_{zc}}{A_x \cdot y_{LN}} = -16.667 \cdot \text{cm} \quad \text{excentricidade máxima da carga}$$

$$\sigma_{x2} := \frac{N_x}{A_x} + \frac{N_x \cdot e_y}{I_{zc}} \cdot y_2 = 0 \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{x1} := \frac{N_x}{A_x} + \frac{N_x \cdot e_y}{I_{zc}} \cdot y_1 = -5 \cdot \text{MPa}$$

