B1T5M0419A

Determinar qual a máxima carga de compressão centrada que a coluna esquematizada é capaz de suportar.
- Considerar efeitos de flambagem local nos cálculos.

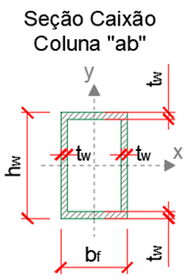
Dados Geométricos:

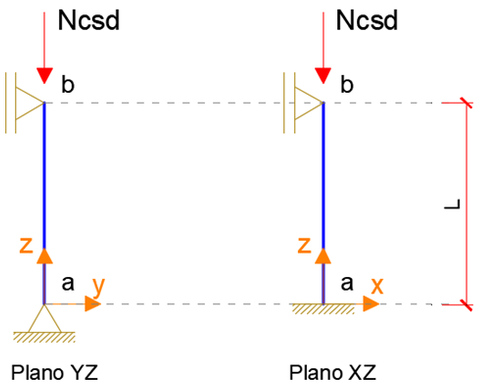
$hw := 300\ mm$

$tw := 4\ mm$

$bf := 280\ mm$

$L := 3500\ mm$





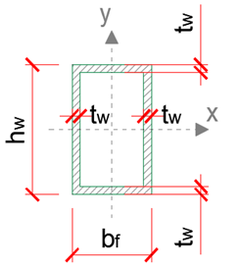
Demais Dados:

- Aço AR350;
- Utilizar os valores recomendados dos coeficientes de flambagem;
- Seção Caixão GRUPO2 para flambagem local;

Q01) Qual o valor do índice de esbeltez em relação ao giro do eixo "x" [adim.]?
Q02) Qual o valor do índice de esbeltez em relação ao giro do eixo "y" [adim.]?
Q03) Qual o valor do fator de redução de resistência "Qa" relativo à flambagem local de elementos AA [adim]?
Q04) Qual o valor do fator de redução de resistência "Qs" relativo à flambagem local de elementos AL [adim]?
Q05) Qual o valor do fator de redução de resistência "χ" relativo à flambagem por flexão em termos do eixo principal de inércia que apresenta a menor capacidade resistente [adim.]?
Q06) Qual o valor da máxima carga de compressão centrada que pode ser aplicada na coluna "ab" [em kN]?

Propriedades Geométricas:

Seção Caixão
Coluna "ab"



$Ag := hw \cdot bf - (hw - 2 \cdot tw) \cdot (bf - 2 \cdot tw) = 45,76\ cm^2$

$Ix := \frac{bf \cdot hw^3}{12} - \frac{(bf - 2 \cdot tw) \cdot (hw - 2 \cdot tw)^3}{12} = 6566,6005\ cm^4$

$Iy := \frac{hw \cdot bf^3}{12} - \frac{(hw - 2 \cdot tw) \cdot (bf - 2 \cdot tw)^3}{12} = 5912,4565\ cm^4$

$rx := \sqrt{\frac{Ix}{Ag}} = 11,9792\ cm$

$ry := \sqrt{\frac{Iy}{Ag}} = 11,3669\ cm$

$Lx := L = 3,5\ m$

$Ly := L = 3,5\ m$

$Kx := 1,0$

$Ky := 0,8$

$\lambda x := \frac{Kx \cdot Lx}{rx} = 29,2173$

Q01

$\lambda y := \frac{Ky \cdot Ly}{ry} = 24,633$

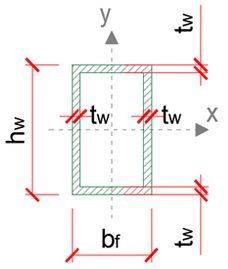
Q02

Propriedades do Aço AR 350:

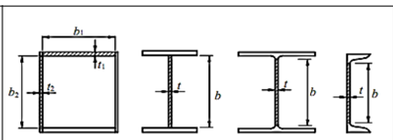
$fy := 350\ MPa$ $E := 200\ GPa$ $\gamma a1 := 1,10$

Cálculo do Fator Q = Qa . Qs :

Seção Caixão
Coluna "ab"



Elemento Enrijecido - tipo AA - Todas as Chapas Componentes - GRUPO 2:

2	— Almas de seções I, H ou U — Mesas ou almas de seção-caixão — Todos os demais elementos que não integram o Grupo 1		$1{,}49\sqrt{\frac{E}{f_y}}$

$$\lambda a_lim := 1{,}49 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 35{,}6178$$

$$bv := (hw - 2 \cdot tw) = 292 \text{ mm}$$

$$\lambda v := \frac{bv}{tw} = 73$$ Ocorre flambagem local nas chapas "verticais";

$$bh := (bf - 2 \cdot tw) = 272 \text{ mm}$$

$$\lambda h := \frac{bh}{tw} = 68$$ Ocorre flambagem local nas chapas "horizontais";

$$Q = Q_a \cdot Q_s \qquad Q_a = \frac{A_{ef}}{A_g} \qquad A_{ef} = A_g - \Sigma(b - b_{ef})\ t$$

$$b_{ef} = 1{,}92 t \sqrt{\frac{E}{\sigma}} \left[1 - \frac{c_a}{b/t}\sqrt{\frac{E}{\sigma}}\right] \leq b$$

ca = 0.38 para mesas e almas de seções tubulares retangulares
c_a = 0.34 para demais casos

$$bv_ef := \min\left(\left[1{,}92 \cdot tw \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} \cdot \left(1 - \frac{0{,}38}{\lambda v} \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}}\right) bv\right]\right) = 160{,}7425 \text{ mm}$$

$$bh_ef := \min\left(\left[1{,}92 \cdot tw \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} \cdot \left(1 - \frac{0{,}38}{\lambda h} \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}}\right) bh\right]\right) = 159{,}0627 \text{ mm}$$

$$Aef := Ag - \left(2 \cdot (bv - bv_ef) + 2 \cdot (bh - bh_ef)\right) \cdot tw = 26{,}2244 \text{ cm}^2$$

$$Qa := \frac{Aef}{Ag} = 0{,}5731$$ Q03

Elemento Não Enrijecido - tipo AL - Não existe; $Qs := 1$ Q04

$$Q := Qa \cdot Qs = 0{,}5731$$

Cálculo da Capacidade Resistente de Compressão em Relação ao Eixo de Maior Esbeltez (Eixo X):

$$N_{c,Rd} = \frac{\chi Q A_g f_y}{\gamma a1} \qquad r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(K.L)^2} \qquad f_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \qquad \lambda = \frac{KL}{r}$$

$$\lambda_{pl} = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{Q f_y}} \qquad \lambda_0 = \sqrt{\frac{Q A_g f_y}{N_e}}$$

Peças com dupla simetria: $\lambda_0 = \frac{\lambda}{\lambda_{pl}} = \frac{\lambda}{\sqrt{\frac{\pi^2 E}{Q f_y}}} = \frac{KL}{r}\sqrt{\frac{Q f_y}{\pi^2 E}}$

$\chi = 0{,}658^{\lambda_o^2}$ para $\lambda_0 \leq 1{,}5$
$\chi = 0{,}877/\lambda_o^2$ para $\lambda_0 > 1{,}5$

$$\lambda pl := \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E}{Q \cdot fy}} = 99{,}2021$$

$$\lambda ox := \frac{\lambda x}{\lambda pl} = 0{,}2945$$

$$\chi x := \text{if } \lambda ox \leq 1{,}5 = 0{,}9643 \quad 0{,}658^{\lambda ox^2} \quad \text{else} \quad \frac{0{,}877}{\lambda ox^2}$$ Q05

$$Ncrdx := \frac{\chi x \cdot Q \cdot Ag \cdot fy}{\gamma a1} = 804{,}6619 \text{ kN}$$ Q06