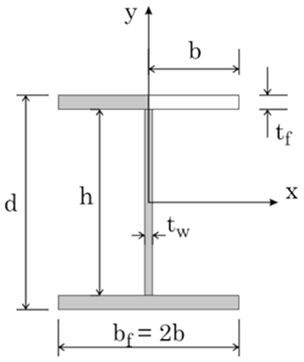
SE1_E05-01

Verificação de um elemento comprimido com seção duplamente simétrica.
Determinar a máxima força de compressão que pode ser aplicada à uma coluna bi-rotulada com 3000 mm de comprimento entre as suas fixações, sendo dado:



- Aço A-36;
- Perfil I "laminado" com as dimensões indicadas

Considerar efeitos de flambagem local

$tf := 6,3\ mm$

$bf := 210\ mm$

$tw := 4,0\ mm$

$d := 220\ mm$

Propriedades do Geométricas:

$h := d - 2 \cdot tf = 207,4\ mm$

$Ag := h \cdot tw + 2 \cdot bf \cdot tf = 34,756\ cm^2$

$$Ix := \frac{bf \cdot d^3}{12} - \frac{(bf - tw) \cdot h^3}{12} = 3319,1682\ cm^4$$

$$Iy := \frac{h \cdot tw^3}{12} + \frac{2 \cdot tf \cdot bf^3}{12} = 972,5156\ cm^4$$

$$rx := \sqrt{\frac{Ix}{Ag}} = 9,7724\ cm \qquad ry := \sqrt{\frac{Iy}{Ag}} = 5,2897\ cm \qquad L := 3000\ mm$$

Considerando a vinculação birrotulada para ambos eixos pirnicpais de inércia: $Kx := 1,0$ $Ky := 1,0$

Comprimentos reais em relação aos eixos principais de inéricia: $Lx := L = 3\ m$ $Ly := L = 3\ m$

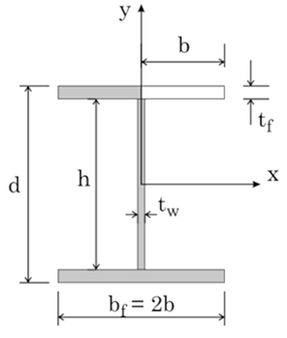
$$\lambda x := \frac{Kx \cdot Lx}{rx} = 30,6988 \qquad \lambda y := \frac{Ky \cdot Ly}{ry} = 56,7137$$

Índices e esbeltez menores do que 200 - OK!

Basta proceder o cálculo de resistência do eixo "y" - eixo de maior esbeltez;

Propriedades do Aço A36 = MR250: $fy := 250\ MPa$ $E := 200\ GPa$ $ya1 := 1,10$

Cálculo do Fator Q (fator de redução de resistência devido a flambagem local):



Elemento AA: - Alma do Perfil - GRUPO 2

$b_alma := h = 207,4\ mm$

$t_alma := tw = 4\ mm$

$$b_por_t_r := 1,49 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 42,1436$$

$$b_por_t_{alma} := \frac{h}{tw} = 51,85$$

Ocorre flambagem local de alma;

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

$$bef_calc := 1,92 \cdot t_alma \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} \cdot \left(1 - \frac{0,34}{b_por_t_{alma}} \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}}\right) = 176,9347 \text{ mm}$$

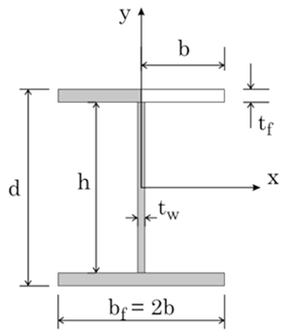
$$bef_alma := \text{if } bef_calc > b_alma = 176,9347 \text{ mm}$$
$$b_alma$$
$$\text{else}$$
$$bef_calc$$

$$A_{ef} = A_g - \Sigma(b - b_{ef})\, t$$

$$Aef := Ag - (b_alma - bef_alma) \cdot tw = 33,5374 \text{ cm}^2$$

$$Ag = 34,756 \text{ cm}^2$$

$$Qa := \frac{Aef}{Ag} = 0,9649$$



Elemento AL: - "Meia" Mesa do Perfil - GRUPO 4

Como todas as meias-mesas são iguais, basta calcular um Qs apenas;

$$b_mesa := 0,5 \cdot bf = 105 \text{ mm}$$

$$t_mesa := tf = 6,3 \text{ mm}$$

$$b_por_t_r := 0,56 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 15,8392$$

$$b_por_t_{mesa} := \frac{b_mesa}{t_mesa} = 16,6667$$

Ocorre flambagem local de mesa - de qual tipo?

$$b_por_t_e := 1,03 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 29,1328$$

Como :

$$0,56 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 15,8392 \quad < \quad b_por_t_{mesa} := \frac{b_mesa}{t_mesa} = 16,6667 \quad < \quad 1,03 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 29,1328$$

ocorre flambagem INELÁSTICA de elemento AL do GRUPO 4:

Grupo 4

$$Q_s = 1,415 - 0,74 \frac{b}{t}\sqrt{\frac{f_y}{E}} \leq 1 \qquad \text{para } 0,56\sqrt{\frac{E}{f_y}} < \frac{b}{t} \leq 1,03\sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$Q_s = \frac{0,69E}{f_y \left(\frac{b}{t}\right)^2} \qquad \text{Para } \frac{b}{t} > 1,03\sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$Qs := 1,415 - 0,74 \cdot b_por_t_{mesa} \cdot \sqrt{\frac{fy}{E}} = 0,979$$

$$Q := Qa \cdot Qs = 0,9446$$

Cálculo da Capacidade Resistente em Relação ao Eixo de Maior Índice de Esbeltez (Eixo Y):

$$\lambda pl := \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E}{Q \cdot fy}} = 91,4249 \qquad \lambda oy := \frac{\lambda y}{\lambda pl} = 0,6203$$

$$\chi = \begin{cases} 0,658^{\lambda_0^2}, \text{para } \lambda_0 \leq 1,5; \\ \dfrac{0,877}{\lambda_0^2}, \text{para } \lambda_0 > 1,5 \end{cases}$$

$$\chi_y := \text{if } \lambda oy \leq 1,5 = 0,8512$$
$$0,658^{\lambda oy^2}$$
$$\text{else}$$
$$\frac{0,877}{\lambda oy^2}$$

$$Ncrd_y := \frac{\chi_y \cdot Q \cdot Ag \cdot fy}{\gamma a1} = 635,17\ kN$$ Capacidade Resistente Final da Peça

---