

Estruturas Metálicas

Exercício de flexo-compressão em perfis “I”

Verifique a possibilidade de utilização do perfil soldado W 150x22,5:

Tipo de fabricação: soldado

Propriedades do aço: $E = 200 \text{ GPa}$, $G = 77 \text{ GPa}$, $f_y = 250 \text{ MPa}$

Possui enrijecedor na alma? = sim

Distância “a” entre enrijecedores = 1.500,0 mm (p/ cálculo do kv)

$C_a = 0,34$

Coefficiente de segurança $\gamma_1 = 1,1$

Comprimentos de flambagem e coeficientes de flambagem quem dependem dos tipos de vinculações

$L_x = 6$ # [m] comprimento da peça p/ flexão em torno de X

$L_y = 3$ # [m] comprimento da peça p/ flexão em torno de Y

$L_b = L_z = 6$ # [m] distância entre duas seções contidas à FLT (comprimento destravado)

$k_x = 1$, $k_y = 0,5$, $k_z = 1,0$ # [] coeficientes de flambagem

Medidas da seção transversal do perfil

$d = 152$ # [mm] altura total da seção transversal;

$h_w = 118,9$ # [mm] altura da alma

$t_w = 5,8$ # [mm] espessura da alma

$t_f = 6,6$ # [mm] espessura da mesa

$b_f = 152$ # [mm] largura da mesa

Propriedades geométricas da seção do perfil

$A_g = 2.900,0$ # [mm²] área bruta da seção transversal da barra

$I_x = 12,29 \cdot 10^6$ # [mm⁴] momento de Inércia da seção em relação ao eixo x

$I_y = 3,87 \cdot 10^6$ # [mm⁴] momento de Inércia da seção em relação ao eixo y

$I_t = J = 4,8 \cdot 10^4$ # [mm⁴] constante de torção

$r_x = 65,1$ # [mm] raio de giração em torno do eixo x

$r_y = 36,5$ # [mm] raio de giração em torno do eixo y

$x_o = 0,0$ $y_o = 0,0$ # [mm] Posições X e Y do centro de cisalhamento em relação ao cg, respectivamente

$Z_x = 179.600,0$ # [mm³] módulo de resistência plástico - eixo de maior inércia

$Z_y = 77.900,0$ # [mm³] módulo de resistência plástico - eixo de menor inércia

$W_x = 161.700,0$ # [mm³] módulo de elasticidade elástico em torno de X

$W_y = 50.900,0$ # [mm³] módulo de elasticidade elástico em torno de Y

$R_m = 1,0$ # parâmetro de monossimetria da seção transversal:

Esforços solicitantes - Unidades: Normal = kN, Momento = kN.m

$N_{csd} = 125$ # [kN] força axial solicitante de compressão

$V_{sd} = 75$ # [kN] força cortante solicitante

$M_{sdx} = 411$ # [kNm] momento fletor solicitação de cálculo em x

$M_{sdy} = 0$ # [kNm] momento fletor solicitação de cálculo em y

$M_{max} = 411$ # [kNm] mom. fletor máx. solicitante de cálculo, em módulo, no comprimento destravado

$M_a = 300$ # [kNm] mom. fletor solicitante de cálculo, em módulo, na seção situada a 1/4 do comprimento destravado, medido a partir da extremidade da esquerda

$M_b = 350$ # [kNm] mom. fletor solicitante de cálculo, em módulo, na seção central do comprimento destravado

$M_c = 300$ # [kNm] mom. fletor solicitante de cálculo, em módulo, na seção situada a 3/4 do comprimento destravado, medido a partir da extremidade da esquerda

Fórmulas úteis:

$$\sigma = f_y \quad \sigma_r = 0,3 f_y \quad C_w(\text{mm}^6) = [I_y (d - t_f)^2] / 4 \quad \beta_1(\text{mm}^{-1}) = [(f_y - \sigma_r) W_x] / (E J)$$

$$M_r = (f_y - \sigma_r) W \quad M_{pl} = Z f_y \quad \therefore \text{onde } W = W_x \text{ e } Z = Z_x \text{ pois só há FLT na maior inércia}$$

$$C_b = \frac{12,5 M_{max} \cdot R_m}{2,5 M_{max} + 3 M_a + 4 M_b + 3 M_c} \leq 3 \quad V_{pl} = 0,6 A_w f_y \quad A_w = d t_w \quad r_o = \sqrt{r_x^2 + r_y^2 + x_o^2 + y_o^2}$$

Observações:

- ✓ Verificações FLM $\rightarrow \lambda = b/t = (b_f/2) / t_f$
- ✓ Verificações FLA $\rightarrow \lambda = b/t = h_w / t_w$
- ✓ Verificações FLT $\rightarrow \lambda = L_b / r_y$
- ✓ Verificações ao cisalhamento $\rightarrow \lambda = h_w / t_w$ (no fluxograma consta apenas h, ou seja, $h = h_w$)
- ✓ Os cálculos das 16 etapas devem ser elaborados adotando-se as seguintes unidades: N, mm, MPa = N/mm² e o preenchimento da tabela com os valores parciais é obrigatório.

- 1) Verifique a esbeltez global do pilar, sendo $\lambda_x = k_x L_x / r_x \leq 200$ e $\lambda_y = k_y L_y / r_y \leq 200$. Lembre-se que esta verificação precede o fluxograma.
- 2) Verifique a FLA devido à compressão simples. Quanto vale Q_a ?
Cuidado: existe b_f/t_f e existe $b/t=(b_f/2)/t_f$
- 3) Verifique a FLM devido à compressão simples. Quanto vale Q_s e Q ?
Cuidado: existe b_f/t_f e existe $b/t=(b_f/2)/t_f$ Lembre-se que $h=h_w$
- 4) Qual o valor de N_{ex} e N_{ey} ?
25% concluído
- 5) Calcule os parâmetros $C_w(\text{mm}^6)$, $r_o(\text{mm})$, $\sigma_r(\text{MPa})$, $C_b()$ e $\beta_1(\text{mm}^{-1})$ (ver formulário da prova)
 \therefore Estes parâmetros serão utilizados em outros tópicos posteriores, não será necessário recalculá-los.
- 6) Qual o valor de N_{ez} e N_e ?
- 7) Qual o valor de λ_o e χ ?
- 8) Qual o valor de N_{crd} ? A resistência do perfil à compressão (N_{crd}) é maior que a solicitação (N_{csd})?
50% concluído
- 9) Determine os valores de M_r e M_{pl} (ver formulário desta prova)
- 10) Determine M_{rd} para FLT devido à flexão.
- 11) Determine M_{rd} para FLM devido à flexão.
- 12) Determine M_{rd} para FLA devido à flexão. Lembre-se que $h=h_w$
75% concluído
- 13) Qual dos três momentos resistentes à flexão adota-se? A resistência do perfil à flexão (M_{rd}) é maior que a solicitação (M_{sd})?
- 14) A resistência ao esforço cortante (V_{rd}) do perfil é maior que a solicitação (V_{sd})? Lembre-se que $h=h_w$ e que as fórmulas de V_{pl} e A_w estão no formulário desta prova.
- 15) O perfil passa quanto aos esforços combinados? OBS: Só existe momento na direção X
- 16) Qual sua conclusão sobre a possibilidade de utilização do perfil tendo como referência as verificações realizadas nos itens anteriores?
100% concluído

Obs: Não é necessário colocar unidades de medida nesta tabela de resultados. Subentende-se que estejam todos em N, mm, MPa.

1	$\lambda_x=$	$\lambda_y=$							
2	$\lambda=$	$\lambda_{lim}=$	$b_{ef}=$	$A_{ef}=$	$Q_a=$				
3	$k_c=$	$\lambda=$	$\lambda_{lim}=$	$Q_s=$	$Q=$				
4	$N_{ex}=$	$N_{ey}=$							
5	$r_o=$	$C_w=$	$\sigma_r=$	$\beta_1=$	$C_b=$				
6	$N_{ez}=$	$N_e=$							
7	$\lambda_o=$	$\chi=$							
8	$N_{crd}=$	$N_{csd}=$	Passa? S() N()						
9	$M_r=$	$M_{pl}=$							
10	$\lambda=$	$\lambda_p=$	$\lambda_r=$	$M_{rd}=$					
11	$\lambda=$	$\lambda_p=$	$\lambda_r=$	$M_{rd}=$					
12	$\lambda=$	$\lambda_p=$	$\lambda_r=$	$M_{rd}=$					
13	$M_{rd}=$	$M_{sd}=$	Passa? S() N()						
14	$k_v=$	$\lambda=$	$\lambda_p=$	$\lambda_r=$	$V_{rd}=$	$V_{sd}=$	Passa? S() N()		
15	$N_{sd}/N_{rd}<0,2$?	\rightarrow	S() N()	Equação \rightarrow	< 1	S() N()			
16	Esbeltez? S() N()	Normal? S() N()	Momento? S() N()	Cortante? S() N()	Combinados? S() N()	OK? S() N()			