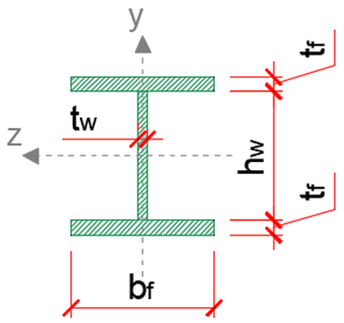
B2T5M0510A

Calcule o máximo momento fletor solicitante que pode ser aplicado numa seção transversal de uma viga que tem travamento lateral contínuo (viga figura da seção).



Perfil I Soldado em Aço AR350 com as seguintes dimensões:

$bf := 250\ mm$ $tf := 6,3\ mm$

$hw := 400\ mm$ $tw := 6,3\ mm$

Q01 - Qual o momento fletor resistente FLA do perfil adotado? [em kNm]
Q02 - Qual o momento fletor resistente FLM do perfil adotado? [em kNm]
Q03 - Qual o momento fletor resistente final do perfil adotado? [em kNm]

Propriedades do Aço, Propriedades Geométricas, My, Mr e Mpl:

$fy := 350\ MPa = 35\ \frac{kN}{cm^2}$ $E := 200\ GPa = 20000\ \frac{kN}{cm^2}$ $ya1 := 1,1$

$d := 2 \cdot tf + hw = 412,6\ mm$

$Iz := \frac{bf \cdot d^3}{12} - \frac{(bf - tw) \cdot hw^3}{12} = 16361\ cm^4$ $Wz := \frac{Iz}{0,5 \cdot d} = 793,07\ cm^3$

$Zz := 2 \cdot \left(bf \cdot tf \cdot \frac{(hw + tf)}{2} + \frac{hw}{2} \cdot tw \cdot \frac{hw}{4} \right) = 891,92\ cm^3$

$My := Wz \cdot fy = 277,58\ kN\ m$ $Mr := Wz \cdot 0,7 \cdot fy = 194,30\ kN\ m$ $Mpl := Zz \cdot fy = 312,17\ kN\ m$

Verificação de Momentos Resistentes - FLA e FLM:

Verificação e a alma é esbelta: $\lambda_{FLA} := \frac{hw}{tw} = 63,492$ < $\lambda_{rFLA} := 5,70 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 136,26$ Alma Não-Esbelta

FLA	$f_y W$	Viga de alma esbelta (Anexo H)	$\frac{h_w}{t_w}$	$3,76\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	$5,70\sqrt{\frac{E}{f_y}}$

$\lambda_{pFLA} := 3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 89,881$

FLA / FLM		
Tipo de Seção	Relação de Parâmetros	Expressão de Cálculo
Compacta	$\lambda \le \lambda_p$	$M_{Rd} = \frac{M_{pl}}{\gamma_{a1}}$
Semi-compacta	$\lambda_p < \lambda \le \lambda_r$	$M_{Rd} = \frac{1}{\gamma_{a1}}\left[M_{pl} - (M_{pl} - M_r)\frac{(\lambda - \lambda_p)}{(\lambda_r - \lambda_p)}\right] \le \frac{M_{pl}}{\gamma_{a1}}$
Esbelta	$\lambda_r < \lambda$	$M_{Rd} = \frac{M_{cr}}{\gamma_{a1}}$ Não aplicável à FLA (vide anexo H)

$Tipo_de_Alma_Flex := \text{if } \lambda_{FLA} \le \lambda_{pFLA}$ $= \text{"Compacta"}$

"Compacta"

else

if $\lambda_{FLA} \le \lambda_{rFLA}$

"Semicompacta"

else

"Esbelta"

$Mrd_FLA := \text{if } \lambda_{FLA} \le \lambda_{pFLA}$ $= 283,79\ kN\ m$

$\frac{Mpl}{ya1}$

else

$\min\left(\left[\frac{1}{ya1} \cdot \left(Mpl - (Mpl - My) \cdot \frac{(\lambda_{FLA} - \lambda_{pFLA})}{(\lambda_{rFLA} - \lambda_{pFLA})}\right) \frac{Mpl}{ya1}\right]\right)$

$\frac{Mpl}{ya1} = 283,7935\ kN\ m$

FLM	$(f_y - \sigma_r)W$ Ver Nota 5	Ver Nota 6	b/t ver Nota 8	$0{,}38\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	Ver Nota 6

$\lambda_{FLM} := \frac{0{,}5 \cdot bf}{tf} = 19{,}8413$

$\lambda_{pFLM} := 0{,}38 \cdot \sqrt{\frac{E}{fy}} = 9{,}0837$

$kc_calc := \frac{4}{\sqrt{\frac{hw}{tw}}} = 0{,}502$

$kc := \text{if } kc_calc > 0{,}76 \quad = 0{,}502$
$\quad 0{,}76$
$\quad \text{else}$
$\quad\quad \text{if } kc_calc < 0{,}35$
$\quad\quad\quad 0$
$\quad\quad \text{else}$
$\quad\quad\quad kc_calc$

$\lambda_{rFLM} := 0{,}95 \cdot \sqrt{\frac{E}{\frac{0{,}7 \cdot fy}{kc}}} = 19{,}2312$

$Tipo_de_Mesa := \text{if } \lambda_{FLM} \le \lambda_{pFLM} \quad = \text{"Esbelta"}$
$\quad \text{"Compacta"}$
$\quad \text{else}$
$\quad\quad \text{if } \lambda_{FLM} \le \lambda_{rFLM}$
$\quad\quad\quad \text{"Semicompacta"}$
$\quad\quad \text{else}$
$\quad\quad\quad \text{"Esbelta"}$

FLA / FLM		
Tipo de Seção	**Relação de Parâmetros**	**Expressão de Cálculo**
Compacta	$\lambda \le \lambda_p$	$M_{Rd} = \frac{M_{pl}}{\gamma_{a1}}$
Semi-compacta	$\lambda_p < \lambda \le \lambda_r$	$M_{Rd} = \frac{1}{\gamma_{a1}}\left[M_{pl} - (M_{pl} - M_r)\frac{(\lambda - \lambda_p)}{(\lambda_r - \lambda_p)}\right] \le \frac{M_{pl}}{\gamma_{a1}}$
Esbelta	$\lambda_r < \lambda$	$M_{Rd} = \frac{M_{cr}}{\gamma_{a1}}$ Não aplicável à FLA (vide anexo H)

Para perfis soldados: $M_{cr} = \frac{0{,}90Ek_c}{\lambda^2}W_c$, $\lambda_r = 0{,}95\sqrt{\frac{E}{(f_y - \sigma_r)/k_c}}$

com kc: $k_c = \frac{4}{\sqrt{h_w/t_w}}$ sendo $0{,}35 \le k_c \le 0{,}76$

Como há simetrial em relação ao eixo que gira mediante a solicitação de momento fletor: $Wc := Wz = 793{,}0716\ \text{cm}^3$

$Mrd_FLM := \text{if } \lambda_{FLM} \le \lambda_{pFLM} \quad = 165{,}48\ \text{kN m}$
$\quad \frac{Mpl}{\gamma a1}$
$\quad \text{else}$
$\quad\quad \text{if } \lambda_{FLM} \le \lambda_{rFLM}$
$\quad\quad\quad \min\left(\left[\ \frac{1}{\gamma a1} \cdot \left[Mpl - (Mpl - Mr) \cdot \frac{(\lambda_{FLA} - \lambda_{pFLA})}{(\lambda_{rFLA} - \lambda_{pFLA})}\right] \ \frac{Mpl}{\gamma a1}\ \right]\right)$
$\quad\quad \text{else}$
$\quad\quad\quad \frac{0{,}90 \cdot E \cdot kc}{\lambda_{FLM}^{\ 2} \cdot \gamma a1} \cdot Wc$

$\frac{0{,}90 \cdot E \cdot kc}{\lambda_{FLM}^{\ 2} \cdot \gamma a1} \cdot Wc = 165{,}48\ \text{kN m}$

Momento Resistente Final:

$Mrd_limite := \frac{1{,}5 \cdot Wz \cdot fy}{\gamma a1} = 378{,}51\ \text{kN m}$

$Mrd_final := \min\left(\left[\ Mrd_FLA\ Mrd_FLM\ Mrd_limite\ \right]\right) = 165{,}48\ \text{kN m}$
