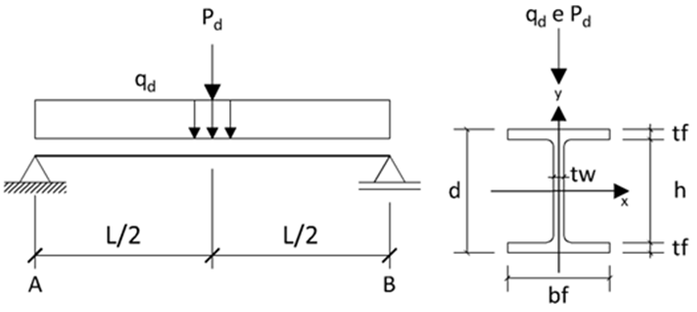
SE1_E07-04

A viga indicada no esquema estrutural abaixo será executada em perfil I soldado em aço MR250 com alma e mesas feitas em chapas de mesma espessura de valor 8,0 mm, altura da alma h = 280 mm e largura da mesa bf = 200 mm.

Levando em conta os seguintes carregamentos:

- carga concentrada em valor de cálculo Pd = 200kN;
- carga distribuída em valor de cálculo qd = 50kN/m;



Q01) Determinar qual é o máximo vão L para que a viga passe na verificação de esforços cortantes.
Q02) Determinar qual é o máximo vão L para que a viga passe na verificação de flechas.

OBS1: considerar que foi empregada combinação de ações com ações agrupadas γ = 1,4.
OBS2: considerar combinação de ações ELS quase-permanentes com ψ2 = 0,6 sendo a carga distribuída uma carga permanente de peso próprio e a carga concentrada uma carga de ocupação em viga de piso.

$bf := 200\ mm$ $tf := 8\ mm$ $hw := 280\ mm$ $tw := 8\ mm$

$fy := 250\ MPa$ $E := 200\ GPa$ $\gamma a1 := 1,10$

$Pd := 200\ kN$ $qd := 50\ \frac{kN}{m}$

Esforço Cortante Solicitante Máximo: $Vsd := \frac{qd \cdot L}{2} + \frac{Pd}{2}$

Verificação de Cortantes é uma verificação ELU, logo utiliza-se os valores de cálculo das soliticações;

Esforço Cortante Resistente da Vigas:

Tipo de Alma	Relação de Parâmetros	Expressão de Cálculo
Compacta	$\lambda \le \lambda_p$	$V_{Rd} = \frac{V_{pl}}{\gamma_{a1}}$
Semi-compacta	$\lambda_p < \lambda \le \lambda_r$	$V_{Rd} = \frac{\lambda_p V_{pl}}{\lambda \gamma_{a1}}$
Esbelta	$\lambda_r < \lambda$	$V_{Rd} = 1{,}24\left(\frac{\lambda_p}{\lambda}\right)^2 \frac{V_{pl}}{\gamma_{a1}}$

$\boldsymbol{V_{pl} = 0,60 A_w f_y = 0,60 d t_w f_y}$

$\boldsymbol{\lambda = \frac{h_w}{t_w}}$ $\boldsymbol{\lambda_p = 1,10\sqrt{\frac{k_v E}{f_y}}}$ $\boldsymbol{\lambda_r = 1,37\sqrt{\frac{k_v E}{f_y}}}$

$\boldsymbol{k_v}$ igual a 5,0 para almas sem enrijecedores transversais, para $\boldsymbol{\frac{a}{h_w} > 3}$ ou para $\boldsymbol{\frac{a}{h_w} > \left[\frac{260}{h_w/t_w}\right]^2}$ e $\boldsymbol{5 + \frac{5}{(a/h_w)^2}}$ para os demais casos.

$d := hw + 2 \cdot tf$ $Vpl := 0,60 \cdot d \cdot tw \cdot fy = 355,2\ kN$ $kv := 5,0$

não há referência à enrijecedores, logo assume-se a pior situação que é a ausência destes.

$\lambda_cis := \frac{hw}{tw} = 35$ $\lambda p_cis := 1,10 \cdot \sqrt{\frac{kv \cdot E}{fy}} = 69,5701$ Alma Compacta para Cisalhamento

$Vrd := \frac{Vpl}{\gamma a1} = 322,9\ kN$

Cálculo do Máximo Vão para que a Verificação de Cisalhemento seja atendida: $Vsd = Vrd$

$Vsd := \frac{qd \cdot L}{2} + \frac{Pd}{2}$ ====> $Vrd = \frac{qd \cdot L}{2} + \frac{Pd}{2}$ ====> $L_cis := \left(Vrd - \frac{Pd}{2}\right) \cdot \frac{2}{qd} = 8,9164\ m$ Q01

Verificação de Flecha: Verificação de Flecha é uma verificação ELS (ELUti), logo utiliza-se uma combinação de ações em ELS (não em ELU)

$Psk := \frac{Pd}{1,4} = 142,8571\ kN$ acidental de ocupação

$qsk := \frac{qd}{1,4} = 35,7143\ \frac{kN}{m}$ peso próprio $\psi 2 := 0,6$

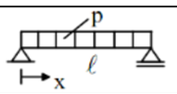
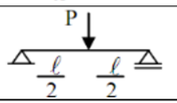
ELS – Combinação Rara: $S = \sum G_i + Q_1 + \sum Q_j \Psi_{1j}$

ELS – Combinação Frequente: $S = \sum G_i + \Psi_1 Q_1 + \sum Q_j \Psi_{2j}$

ELS – Combinação Quase-Permanente: $S = \sum G_i + \Psi_2 Q_1 + \sum Q_j \Psi_{2j}$

$Psk \cdot \psi 2 = 85,7143\ kN$

$qsk = 35,7143\ \frac{kN}{m}$

	$\frac{5}{384}\frac{pL^4}{EI}$	0,5 L	$\frac{pL^4}{24EI}(-\alpha^4 + 2\alpha^3 - \alpha)$
	$\frac{1}{48}\frac{PL^3}{EI}$	0,5 L	$\frac{PL^3}{48EI}(+4\alpha^3 - 3\alpha)$

$Ix := \frac{bf \cdot d^3}{12} - \frac{(bf - tw) \cdot hw^3}{12} = 8100,6933\ cm^4$

$\delta calc := \frac{5 \cdot qsk \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot Ix} + \frac{1 \cdot Psk \cdot \psi 2 \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot Ix}$

Descrição	δ [a]
- Travessas de fechamento	L/180 [b]
	L/120 [c d]
- Terças de cobertura [g]	L/180 [e]
	L/120 [f]
- Vigas de cobertura [g]	L/250 [h]
- Vigas de piso	L/350 [h]
- Vigas que suportam pilares	L/500 [h]
Vigas de rolamento: [j]	
- Deslocamento vertical para pontes rolantes com capacidade nominal inferior a 200 kN	L/600 [i]
- Deslocamento vertical para pontes rolantes com capacidade nominal igual ou superior a 200 kN, exceto pontes siderúrgicas	L/800 [i]
- Deslocamento vertical para pontes rolantes siderúrgicas com capacidade nominal igual ou superior a 200 kN	L/1000 [i]
- Deslocamento horizontal, exceto para pontes rolantes siderúrgicas	L/400
- Deslocamento horizontal para pontes rolantes siderúrgicas	L/600

$\delta limite := \frac{L}{350}$

Igualando δcalc com δlimite:

$\delta calc = \delta limite$

$\frac{5 \cdot qsk \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot Ix} + \frac{1 \cdot Psk \cdot \psi 2 \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot Ix} = \frac{L}{350}$ Dividindo todos os termos por L

$\frac{5 \cdot qsk \cdot L^3}{384 \cdot E \cdot Ix} + \frac{1 \cdot Psk \cdot \psi 2 \cdot L^2}{48 \cdot E \cdot Ix} - \frac{1}{350} = 0$

$a := \frac{5 \cdot qsk}{384 \cdot E \cdot Ix}\ cm^3 = 2,8703 \cdot 10^{-11}$

$b := \frac{1 \cdot Psk \cdot \psi 2}{48 \cdot E \cdot Ix}\ cm^2 = 1,1022 \cdot 10^{-8}$

$L_flecha := \text{solve}\left(a \cdot L^3 + b \cdot L^2 - \frac{1}{350}; L\right) cm = 3,6464\ m$ Q02