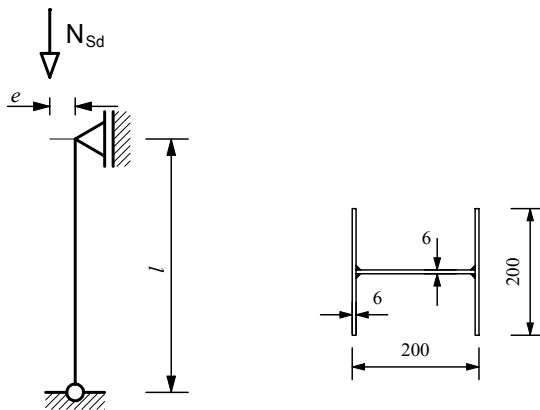


Affaire n°	OSM 466	Page	1 sur 4	Rév	B
Nom Affaire	Projet de Valorisation CECA : Utilisation de l'Inox				
Sujet	<b>Exemple 2</b> – Poteau comprimé-fléchi maintenu latéralement constitué d'une section soudée en I				
Client CECA	Rédigé par	HS	Date	Juil. 2002	
	Vérifié par	AB/IR	Date	Oct. 2002	
	Révisé par	JBL	Date	Mars 2006	

**EXEMPLE DE CALCUL N°2 – POTEAU COMPRIMÉ-FLÉCHI MAINTENU LATÉRALEMENT CONSTITUÉ D'UNE SECTION SOUDÉE EN I**

Le poteau comprimé et fléchi à dimensionner est constitué d'une section soudée en I. Il est bi-articulé à ses extrémités. Le flambement selon l'axe faible est empêché par des maintiens latéraux. La hauteur entre étages est égale à 3,50 m. La barre est soumise à une charge verticale appliquée avec un excentrement.



**Structure**

Poteau bi-articulé à ses extrémités, longueur entre les appuis :

$$l = 3,50 \text{ m}$$

Excentrement de l'effort :

$$e = 200 \text{ mm}$$

**Actions**

Les actions permanentes et les actions variables conduisent à un effort vertical de calcul en compression égal à :

$$N_{Ed} = 120 \text{ kN}$$

**Analyse structurale**

Le moment fléchissant maximum se produit en tête de poteau :


$$M_{y,max Ed} = 120 \times 0,20 = 24 \text{ kN.m}$$

**Caractéristiques de la section transversale**

Prenons une section en I soudée bi-symétrique de  $200 \times 200$ , épaisseur = 6 mm, avec une nuance d'acier inoxydable 1.4401

Caractéristiques géométriques :

$b = 200 \text{ mm}$	$t_f = 6 \text{ mm}$	$W_{el,y} = 259,1 \text{ cm}^3$
$h_w = 188 \text{ mm}$	$t_w = 6 \text{ mm}$	$W_{pl,y} = 285,8 \text{ cm}^3$

 <b>Lehrstuhl für Stahlbau</b> Institute of Steel Construction Mies-van-der-Rohe-Str. 1 52074 Aachen, Germany Fax: +49-(0)241/ 88-20140  <b>FEUILLE DE CALCUL</b>	Affaire n°	OSM 466	Page	2 sur 4	Rév	B
	Nom Affaire	Projet de Valorisation CECA : Utilisation de l'Inox				
	Sujet	<b>Exemple 2</b> – Poteau comprimé-fléchi maintenu latéralement constitué d'une section soudée en I				
	Client	Rédigé par	HS	Date	Juil. 2002	
CECA	Vérfié par	AB/IR	Date	Oct. 2002		
	Révisé par	JBL	Date	Mars 2006		

$$a = 3 \text{ mm (gorge du cordon de soudure)} \quad I_y = 2591,1 \text{ cm}^4$$

$$A_g = 35,3 \text{ cm}^2 \quad i_y = 8,6 \text{ cm}$$

### Caractéristiques du matériau

Limite d'élasticité conventionnelle à 0,2% = 220 MPa. Prenons  $f_y = 220 \text{ MPa}$   
 $E = 200\,000 \text{ MPa}$  et  $G = 76\,900 \text{ MPa}$

Tableau 3.1  
§ 3.2.4

### Classification de la section transversale

$$\varepsilon = 1,01$$

Tableau 4.2

$$\text{Âme comprimée : } \frac{c}{t} = \frac{188-3-3}{6} = 30,3$$

Tableau 4.2

Limite de la Classe 3,  $\frac{c}{t} \leq 30,7\varepsilon$ , l'âme est donc (au moins) de Classe 3

$$\text{Semelle comprimée en console : } \frac{c}{t} = \frac{200/2-6/2-3}{6} = \frac{94}{6} = 15,7$$

Tableau 4.2

Limite de la Classe 3,  $\frac{c}{t} \leq 11,0\varepsilon$ , la partie de semelle en console est donc de Classe 4

Par conséquent, la section transversale est de Classe 4

### Caractéristiques de la section efficace

Calcul du facteur de réduction  $\rho$  pour les parois soudées en console

$$\rho = \frac{1}{\lambda_p} - \frac{0,242}{\lambda_p^2} \leq 1$$

Éq. 4.1c

$$\bar{\lambda}_p = \frac{\bar{b}/t}{28,4\varepsilon\sqrt{k_\sigma}} \quad \text{où } \bar{b} = c = 94 \text{ mm}$$

Éq. 4.2

En supposant une distribution uniforme de contrainte dans la semelle comprimée :

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = 1$$

Tableau 4.4

$$\Rightarrow k_\sigma = 0,43$$

Tableau 4.4

$$\bar{\lambda}_p = \frac{94/6}{28,4 \times 1,01 \times \sqrt{0,43}} = 0,833$$

$$\rho = \frac{1}{\lambda_p} - \frac{0,242}{\lambda_p^2} = \frac{1}{0,833} - \frac{0,242}{0,833^2} = 0,852$$

$$b_{\text{eff}} = 0,852 \times 94$$

$$= 80,1 \text{ mm}$$

Tableau 4.4

Affaire n°	OSM 466	Page	3 sur 4	Rév	B
Nom Affaire	Projet de Valorisation CECA : Utilisation de l'Inox				
Sujet	<b>Exemple 2</b> – Poteau comprimé-fléchi maintenu latéralement constitué d'une section soudée en I				
Client CECA	Rédigé par	HS	Date	Juil. 2002	
	Vérfié par	AB/IR	Date	Oct. 2002	
	Révisé par	JBL	Date	Mars 2006	

Calcul de l'aire de la section transversale efficace pour la compression seule :

$$A_{\text{eff}} = A_g - 4 \times (1 - \rho) ct = 35,3 - 4 \times (1 - 0,852) \times 94 \times 6 \times 10^{-2} = 31,9 \text{ cm}^2$$

Calcul de l'aire de la section transversale efficace pour la flexion seule selon l'axe fort :

$$A_{\text{eff}} = A_g - 2 \times (1 - \rho) ct = 35,3 - 2 \times (1 - 0,852) \times 94 \times 6 \times 10^{-2} = 33,6 \text{ cm}^2$$

Calcul du décalage de l'axe neutre à partir du calcul des moments statiques de la section brute par rapport à son centre de gravité :

$$\begin{aligned} \bar{z}' &= \frac{2 \times (1 - \rho) ct \times (h_w + t_f) / 2}{A_{\text{eff}}} = \frac{2 \times (1 - 0,852) \times 94 \times 6 \times (188 + 6) / 2}{33,6 \times 10^2} \\ &= 4,8 \text{ mm de décalage dans la direction opposée à la semelle comprimée} \end{aligned}$$

Calcul du moment d'inertie de la section efficace par rapport à l'axe fort :

$$\begin{aligned} I_{y,\text{eff}} &= I_y - 2 \times (1 - \rho) ct \times \left[ \frac{t^2}{12} + \frac{(h_w + t_f)^2}{4} \right] - \bar{z}'^2 A_{\text{eff}} \\ &= 2591,1 - 2 \times (1 - 0,852) \times 94 \times 6 \times \left[ \frac{6^2}{12} + \frac{(188 + 6)^2}{4} \right] \times 10^{-4} - (4,8)^2 \times 33,6 \times 10^{-2} \\ &= 2426,2 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

et

$$W_{\text{eff},y} = \frac{I_{y,\text{eff}}}{h_w / 2 + t_f + \bar{z}'} = \frac{2426,2}{18,8 / 2 + 0,6 + 0,48} = 231,5 \text{ cm}^3$$

**Résistance au flambement par flexion par rapport l'axe fort**

$$N_{b,Rd} = \chi A_{\text{eff}} f_y / \gamma_{M1}$$

Éq. 5.2b

$$A_{\text{eff}} = 31,9 \text{ cm}^2 \text{ pour une section transversale comprimée de Classe 4}$$

$$\chi = \frac{1}{\varphi + [\varphi^2 - \bar{\lambda}^2]^{0,5}} \leq 1$$

Éq. 5.3

$$\varphi = 0,5 \left( 1 + \alpha (\bar{\lambda} - \bar{\lambda}_0) + \bar{\lambda}^2 \right)$$

Éq. 5.4

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{\text{eff}} f_y}{N_{cr}}}$$

$$l = 350 \text{ cm (la longueur de flambement est égale à la longueur réelle)}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{l^2} = \frac{\pi^2 \times 200000 \times 2591,1 \times 10^4}{350^2 \times 10^2} \times 10^{-3} = 4175,2 \text{ kN}$$

Affaire n°	OSM 466	Page	4 sur 4	Rév	B
Nom Affaire	Projet de Valorisation CECA : Utilisation de l'Inox				
Sujet	<b>Exemple 2</b> – Poteau comprimé-fléchi maintenu latéralement constitué d'une section soudée en I				
Client CECA	Rédigé par	HS	Date	Juil. 2002	
	Vérifié par	AB/IR	Date	Oct. 2002	
	Révisé par	JBL	Date	Mars 2006	

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{31,9 \times 10^2 \times 220}{4175,2 \times 10^3}} = 0,410$$

En utilisant le facteur d'imperfection  $\alpha = 0,49$  et l'élancement initial  $\bar{\lambda}_0 = 0,2$  pour les sections en I soudées

$$\varphi = 0,5(1 + 0,49(0,410 - 0,2) + 0,410^2) = 0,636$$

$$\chi = \frac{1}{0,636 + [0,636^2 - 0,410^2]^{0,5}} = 0,891$$

$$N_{b,y,Rd} = 0,891 \times 31,9 \times 10^2 \times 220 \times 10^{-3} / 1,1 = 568,46 \text{ kN}$$

**Résistance à la compression axiale et au moment uni-axial selon l'axe fort**

$$\frac{N_{Ed}}{(N_{b,Rd})_{\min}} + k_y \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny}}{\beta_{W,y} W_{pl,y} f_y / \gamma_{M1}} \leq 1$$

$$\beta_{W,y} = W_{\text{eff}} / W_{pl,y} \text{ pour une section transversale de Classe 4} \\ = 231,5 / 285,8 = 0,810$$

$e_{Ny}$  est nul en raison de la symétrie de la section transversale

$$k_y = 1,0 + 2(\bar{\lambda}_y - 0,5) \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd,y}} = 1,0 + 2(0,410 - 0,5) \frac{120,0}{568,46} = 0,962$$

$$1,2 + \frac{2N_{Ed}}{N_{b,Rd,y}} = 1,2 + \frac{2 \times 120}{568,46} = 1,62$$

mais  $1,2 \leq k_y \leq 1,62$

En conséquence,  $k_y = 1,2$

$$\frac{120,0}{568,46} + 1,2 \frac{24,0 \times 10^6}{0,81 \times 285,8 \times 10^3 \times 220 / 1,1} = 0,833 \leq 1$$

La barre possède donc une résistance satisfaisante.

Tableau 5.1

§ 5.5.2

Éq. 5.40