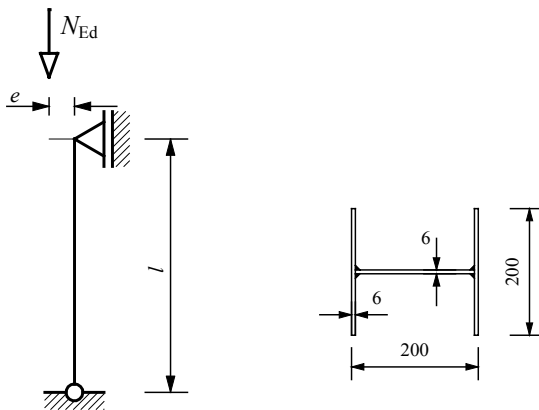


Commessa N.	OSM 466	Foglio	1 di 4	Rev	B
Titolo commessa		RFCS Stainless Steel Valorisation Project			
Argomento		Esempio di progetto 2 – Colonna saldata con sezione trasversale ad H e vincoli laterali			
Cliente RFCS	Redatto da	HS	Data	Luglio 2002	
	Verificato da	AB/IR	Data	Ottobre 2002	
	Revisionato da	JBL	Data	Marzo 2006	

ESEMPIO DI PROGETTO 2 – COLONNA SALDATA CON SEZIONE TRASVERSALE AD H E VINCOLI LATERALI

La colonna da progettare è a sezione ad H saldata. I vincoli di solaio sono assimilabili a vincoli di cerniera. L'instabilità rispetto all'asse minore della sezione è prevenuta da vincoli laterali. L'altezza d'interpiano è pari a 3,50 m. Il carico è di compressione eccentrica.



Schema statico

Colonna semplicemente appoggiata con distanza tra gli appoggi pari a:

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

L'eccentricità del carico è pari a:

$$e = 20 \text{ cm}$$

Azioni

I carichi di progetto, sia permanenti che di esercizio, sono tali da trasmettere una forza di compressione assiale eccentrica pari a:

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

Determinazione delle sollecitazioni

Il momento flettente è massimo in testa alla colonna ed è pari a:

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

Proprietà della sezione trasversale

Predimensionamento: sezione ad H 200 × 200, spessore = 6 mm, tipo di acciaio 1.4401.

Proprietà geometriche:

b	$= 200 \text{ mm}$	t_f	$= 6 \text{ mm}$	$W_{el,y}$	$= 259,1 \text{ cm}^3$
h_w	$= 188 \text{ mm}$	t_w	$= 6 \text{ mm}$	$W_{pl,y}$	$= 285,8 \text{ cm}^3$
a	$= 3 \text{ mm (weld thickness)}$	I_y	$= 2591,1 \text{ cm}^4$		
A_g	$= 35,3 \text{ cm}^2$	i_y	$= 8,6 \text{ cm}$		

Commessa N.	OSM 466	Foglio	2 di 4	Rev	B
Titolo commessa		RFCS Stainless Steel Valorisation Project			
Argomento		Esempio di progetto 2 – Colonna saldata con sezione trasversale ad H e vincoli laterali			
Cliente RFCS	Redatto da	HS	Data	Luglio 2002	
	Verificato da	AB/IR	Data	Ottobre 2002	
	Revisionato da	JBL	Data	Marzo 2006	

Proprietà dei materiali

Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità dello 0,2% = 220 N/mm².

Si assume $f_y = 220$ N/mm².

$E = 200\,000$ N/mm² e $G = 76\,900$ N/mm²

Tabella 3.1

Par. 3.2.4

Classificazione della sezione trasversale

$\varepsilon = 1,01$

Anima in compressione: $\frac{c}{t} = \frac{188-3-3}{6} = 30,3$

Tabella 4.2

Tabella 4.2

Per la Classe 3, $\frac{c}{t} \leq 30,7\varepsilon$, dunque l'anima appartiene alla Classe 3

Per un'ala in compressione: $\frac{c}{t} = \frac{200/2-6/2-3}{6} = \frac{94}{6} = 15,7$

Tabella 4.2

Per la Classe 3, $\frac{c}{t} \leq 11,0\varepsilon$, dunque l'ala appartiene alla Classe 4

Globalmente la sezione appartiene alla Classe 4.

Proprietà della sezione efficace

Fattore di riduzione ρ per ala saldata

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

Eq. 4.1c

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

Eq. 4.2

Assumendo una compressione uniforme nell'ala

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

Tabella 4.4

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

Tabella 4.4

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

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

Tabella 4.4

$$b_{\text{eff}} = 0,852 \times 94 = 80,1 \text{ mm}$$

Commessa N.	OSM 466	Foglio	3 di 4	Rev	B
Titolo commessa		RFCS Stainless Steel Valorisation Project			
Argomento		Esempio di progetto 2 – Colonna saldata con sezione trasversale ad H e vincoli laterali			
Cliente RFCS	Redatto da	HS	Data	Luglio 2002	
	Verificato da	AB/IR	Data	Ottobre 2002	
	Revisionato da	JBL	Data	Marzo 2006	

Sezione efficace per pura compressione

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

Sezione efficace per flessione rispetto all'asse maggiore

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

Spostamento dell'asse neutro:

$$\bar{z}' = \frac{2 \times (1 - \rho) ct \times (h_w + t_f) / 2}{A_{\text{eff}}} = \frac{2 \times (1 - 0,852) \times 94 \times 6 \times (188 + 6) / 2}{33,6 \times 10^2}$$

$$= 4,8 \text{ mm nella direzione dell'ala tesa}$$

Momento d'inerzia rispetto all'asse maggiore della sezione efficace

$$I_{y,\text{eff}} = I_y - 2 \times (1 - \rho) ct \times \left[\frac{t^2}{12} + \frac{(h_w + t_f)^2}{4} \right] - \bar{z}'^2 A_{\text{eff}}$$

$$= 2591,1 - 2 \times (1 - 0,852) \times 94 \times 6 \times \left[\frac{6^2}{12} + \frac{(188 + 6)^2}{4} \right] \times 10^{-4} - (4,8)^2 \times 33,6 \times 10^{-2}$$

$$= 2426,2 \text{ cm}^4$$

e

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

Resistenza all'instabilità flessionale

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

Eq. 5.2b

$A_{\text{eff}} = 31,9 \text{ cm}^2$ per sezioni trasversali di Classe 4 in compressione

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

Eq. 5.3

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

Eq. 5.4

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

$l = 350 \text{ cm}$ (la lunghezza libera d'inflexione è uguale alla distanza tra le cerniere)

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

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

Commessa N.	OSM 466	Foglio	4 di 4	Rev	B
Titolo commessa		RFCS Stainless Steel Valorisation Project			
Argomento		Esempio di progetto 2 – Colonna saldata con sezione trasversale ad H e vincoli laterali			
Cliente RFCS	Redatto da	HS	Data	Luglio 2002	
	Verificato da	AB/IR	Data	Ottobre 2002	
	Revisionato da	JBL	Data	Marzo 2006	

Utilizzando un fattore d'imperfezione pari a $\alpha = 0,49$ e una snellezza iniziale $\bar{\lambda}_0 = 0,2$ come indicato per sezioni aperte saldate, la resistenza a flessione rispetto all'asse maggiore risulta essere:

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

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

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

$$= 568,46 \text{ kN}$$

Resistenza alla combinazione di compressione assiale e momento rispetto all'asse maggiore

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

$$\beta_{W,y} = W_{\text{eff}} / W_{pl,y} \text{ per una sezione di Classe 4}$$

$$= 231,5 / 285,8 = 0,810$$

e_{Ny} è pari a zero per la simmetria della sezione

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

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

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

$$k_y = 1,2$$

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

La membratura ha resistenza adeguata.

Tabella 5.1

Par. 5.5.2

Eq. 5.40