

Estructuras de acero: Problemas Pilares

Dimensionar un pilar exento empotrado-libre de 4 m de altura mediante un perfil HEB, sabiendo que ha de soportar una carga axial de compresión de 500 kN y que este valor ya está mayorado.

El acero será S275.

Predimensionamiento

Al ser un elemento estructural, la limitación de la esbeltez reducida es de 2,0 ($\bar{\lambda}_k < 2,00$).

En ambos planos, la longitud equivalente de pandeo será:

$$L_{k,y} = L_{k,z} = \beta \cdot L = 2 \cdot 400 = 800 \text{ cm}$$

Como puede pandear en los dos planos, el eje débil será el limitante. Así,

$$i > \frac{L_k}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{8000}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{275}{210000}} = 46,1 \text{ mm}$$

El perfil HEB 200 es el primero que cumple la condición de $i_z > 46,1 \text{ mm}$.

En la tabla 8.2 del documento «Estructuras de acero. Bases de cálculo» se puede comprobar que el perfil HEB 200 ($A=78,1 \text{ cm}^2$, $I_y=5696 \text{ cm}^4$, $I_z=2003 \text{ cm}^4$), de acero S275 y solicitado a compresión, es de Clase 1.

Comprobaciones

$$N_{Ed} = 500 \text{ kN}$$

El esfuerzo debido a la compresión N_{Ed} no podrá superar la resistencia de la sección a compresión $N_{c,Rd}$: $N_{Ed} \leq N_{c,Rd}$

La resistencia a compresión $N_{c,Rd}$ no superará la resistencia plástica de la sección bruta $N_{pl,Rd}$, y será menor que la resistencia última de la barra a pandeo $N_{b,Rd}$.

El pandeo puede producirse alrededor de los ejes y-y y z-z. En ambos casos, como ya se ha visto, la longitud equivalente de pandeo es $2 \cdot L=800 \text{ cm}$.

Se calcula la esbeltez reducida $\bar{\lambda}_k$, para lo cual previamente es necesario calcular el valor de la carga crítica de Euler N_{cr} .

La carga crítica de Euler será el menor de los dos valores:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{K,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 5696 \cdot 10^4}{8000^2} = 1844629 \text{ N}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{K,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 2003 \cdot 10^4}{8000^2} = 648664 \text{ N}$$

y la esbeltez reducida

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{7810 \cdot 275}{648664}} = 1,82$$

Se determina la curva de pandeo que le corresponde al perfil HEB 200.

$$\frac{h}{b} = \frac{200}{200} = 1, t = 15 \text{ mm} < 100 \text{ mm}$$

Al perfil HEB 200 le corresponde una curva de pandeo *c* (alrededor del eje z-z) (tabla 6.2).

Como $\bar{\lambda}_k = 1,82 > 0,20$, el coeficiente de reducción del pandeo χ se obtiene:

$$\phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + (\bar{\lambda}_k)^2 \right]$$

$\alpha=0,49$ (tabla 6.3). Por tanto

$$\phi = 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (1,82 - 0,2) + 1,82^2) = 2,55$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - (\bar{\lambda}_k)^2}} = \frac{1}{2,55 + \sqrt{2,55^2 - 1,82^2}} = 0,23 < 1$$

Así,

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} = 0,23 \cdot 7810 \cdot \frac{275}{1,05} = 470460 \text{ N}$$

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 7810 \cdot \frac{275}{1,05} = 2045476 \text{ N}$$

Por tanto, $N_{c,Rd} = \min(N_{pl,Rd}, N_{b,Rd}) = 470460 \text{ N}$

De este modo, $500,0 > 470,46$, por lo que el perfil HEB 200 no es admisible.

Se prueba con un perfil HEB 220 ($A=91,0 \text{ cm}^2$, $I_y=8091 \text{ cm}^4$, $I_z=2843 \text{ cm}^4$), que es de Clase 1 (tabla 8.2).

La carga crítica de Euler será:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{K,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 2843 \cdot 10^4}{8000^2} = 920695 \text{ N}$$

y la esbeltez reducida

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{9100 \cdot 275}{920695}} = 1,65$$

Se determina la curva de pandeo que le corresponde al perfil HEB 220.

$$\frac{h}{b} = \frac{220}{220} = 1, t = 16 \text{ mm} < 100 \text{ mm}$$

$$\phi = 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (1,65 - 0,2) + 1,65^2) = 2,22$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - (\bar{\lambda}_k)^2}} = \frac{1}{2,22 + \sqrt{2,22^2 - 1,65^2}} = 0,27 < 1$$

Por tanto:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} = 0,27 \cdot 9100 \cdot \frac{275}{1,05} = 643500 \text{ N}$$

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 9100 \cdot \frac{275}{1,05} = 2383333 \text{ N}$$

Por tanto, $N_{c,Rd} = \min(N_{pl,Rd}, N_{b,Rd}) = 643,50 \text{ kN}$

De este modo, $500,0 < 643,50$, por lo que el perfil HEB 220 es admisible.