

Flexión. Ejercicio resuelto

Sea una viga continua de dos vanos iguales de 5 m de longitud cada uno. La viga está sometida a una carga q de valor característico 42,5 kN/m. El coeficiente de mayoración de acciones es 1,35. Se pide dimensionar la viga mediante perfil IPE o IPN, acero S 275 o S 355, con la condición de peso mínimo de la estructura y una flecha máxima $L/400$.

La flecha máxima para una viga continua de dos vanos iguales tiene la expresión:

$$f = \frac{83}{15360} \frac{qL^4}{EI_y} = 0,415 \frac{5qL^4}{384EI_y}$$

En este caso, la flecha debe cumplir $f \leq L/400$, por lo que despejando la inercia se tiene:

$$I_y \geq \frac{0,415 \cdot 5 \cdot 400}{384} \frac{qL^3}{E} = \frac{0,415 \cdot 5 \cdot 400}{384} \cdot \frac{42,5 \cdot 5000^3}{210000} = 54,68 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

A esta inercia le corresponde los siguientes perfiles:

IPN 260 ($I_y = 57,4 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; peso 0,419 kN/m; $A_{v,y} = 2540 \text{ mm}^2$)

IPE 270 ($I_y = 57,9 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; peso 0,361 kN/m; $A_{v,y} = 2210 \text{ mm}^2$)

La carga uniformemente repartida mayorada es $q_d = 1,35 \cdot 42,5 = 57,38 \text{ kN/m}$.

El momento flector y cortante máximos se producen sobre el apoyo central:

$$M_{Ed} = \frac{q_d L^2}{8} = \frac{57,38 \cdot 5^2}{8} = 179,31 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 0,625 q_d L = 0,625 \cdot 57,38 \cdot 5 = 179,31 \text{ kN}$$

Es un caso de flexión y cortante combinados.

Comprobemos primero la resistencia de la sección a cortante:

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = A_V \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = \begin{cases} 2540 \frac{(275/1,05)}{\sqrt{3}} = 384,08 \text{ kN} & (\text{IPN } 260; \text{S } 275) \\ 2540 \frac{(355/1,05)}{\sqrt{3}} = 495,81 \text{ kN} & (\text{IPN } 260; \text{S } 355) \\ 2210 \frac{(275/1,05)}{\sqrt{3}} = 334,18 \text{ kN} & (\text{IPE } 270; \text{S } 275) \\ 2210 \frac{(355/1,05)}{\sqrt{3}} = 431,39 \text{ kN} & (\text{IPE } 270; \text{S } 355) \end{cases}$$

Para la comprobación de la resistencia a flexión, si $V_{Ed} > 0,5 \cdot V_{c,Rd} \Rightarrow$ Se reduce $M_{c,Rd} \rightarrow M_{V,Rd}$

Esto sólo sucede para el caso IPE 270 de acero S 275, por tanto habrá dos tipos de comprobaciones a flexión:

1) Perfil IPN 260 de cualquier tipo de acero y perfil IPE 270 de acero S 355:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = W_{pl} f_{yd} = \begin{cases} 514 \cdot 10^3 \cdot 275/1,05 = 134,62 \text{ kNm} & (\text{IPN } 260; \text{S } 275) \\ 514 \cdot 10^3 \cdot 355/1,05 = 173,78 \text{ kNm} & (\text{IPN } 260; \text{S } 355) \\ 484 \cdot 10^3 \cdot 355/1,05 = 163,64 \text{ kNm} & (\text{IPE } 270; \text{S } 355) \end{cases}$$

No cumple ninguno, por lo que hay que aumentar cada perfil:

$$M_{c,Rd} = \begin{cases} 762 \cdot 10^3 \cdot 275/1,05 = 199,57 \text{ kNm} & (\text{IPN } 300; \text{S } 275; \text{ peso } 0,542 \text{ kN/m}) \\ 632 \cdot 10^3 \cdot 355/1,05 = 213,68 \text{ kNm} & (\text{IPN } 280; \text{S } 355; \text{ peso } 0,479 \text{ kN/m}) \\ 628 \cdot 10^3 \cdot 355/1,05 = 212,32 \text{ kNm} & (\text{IPE } 300; \text{S } 355; \text{ peso } 0,422 \text{ kN/m}) \end{cases}$$

2) Perfil IPE 270 de acero S 275:

Como el perfil IPE 270 de acero S 355 no cumplía, este perfil, de acero inferior, no va a cumplir al reducir su flector resistente, por lo que probamos directamente con uno mayor, el IPE 300. En este caso, el cortante resistente es:

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = A_V \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 2570 \frac{(275/1,05)}{\sqrt{3}} = 388,61 \text{ kN} \quad (\text{IPE } 300; \text{S } 275)$$

y como $V_{Ed} < 0,5 \cdot V_{c,Rd}$ no es necesario reducir su flector resistente, siendo éste:

$$M_{c,Rd} = 628 \cdot 10^3 \cdot 275 / 1,05 = 164,48 \text{ kNm (IPE 300; S 275; peso 0,422 kN/m)}$$

Al no cumplir, aumentamos el perfil:

$$M_{c,Rd} = 804 \cdot 10^3 \cdot 275 / 1,05 = 210,57 \text{ kNm (IPE 330; S 275; peso 0,491 kN/m)}$$

De todos los perfiles que satisfacen las comprobaciones, el de menor peso es:

IPE 300, acero S 355

Nota: Faltaría comprobar la viga frente a pandeo lateral.

Flexión. Ejercicios propuestos

1. Diseñar una viga biapoyada de 5 m de luz, situada en una edificación destinada a superficie comercial, sometida a las siguientes acciones:

$$\text{Cargas permanentes} = 14 \text{ kN/m}$$

$$\text{Sobrecargas} = 22 \text{ kN/m}$$

La viga se construye en acero S 275, soporta tabiquería frágil y su cabeza comprimida está arriostrada transversalmente a lo largo de toda la viga.

2. Determinar el valor de la máxima sobrecarga puntual P que se podría añadir, aplicada en el centro del vano de la estructura diseñada, sin considerar el estado límite de deformación.