

PROBLEMA N°2

Verificar la resistencia de la unión atornillada entre la barra sometida a tracción constituida por un par de angulares de lados iguales L90.6 y una cartela de nudo tal y como se muestra en la figura. La unión deberá de transmitir con seguridad un esfuerzo axil de magnitud mayorada: $F_{sd}=140kN$.

Otros datos:

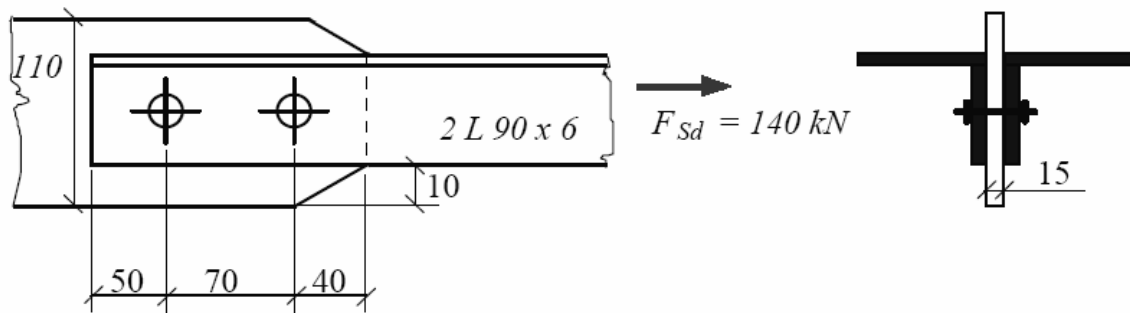
Espesor de la cartela: 15mm

Tipo de acero: S 275 J2

Tornillos: Totalmente roscados M20. Grado 8.8

Diámetro de los agujeros: 22mm

Coefficientes parciales: $\gamma_{M0}=1,0$; $\gamma_{M2}=1,10$; $\gamma_{Mb}=1,25$



SOLUCIÓN:

a) Resistencia de la unión a cortante

La resistencia a cortante para un par de tornillos de calidad 8.8 sometidos a cortadura doble y teniendo en cuenta que el plano de corte pasa por la parte roscada de los tornillos es

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s \cdot 2 \cdot n}{\gamma_{Mb}}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 275}{1,25} \cdot 2 \cdot 2 = 422,4kN \gg F_{sd} = 140kN$$

b1) Resistencia a aplastamiento contra la chapa de cartela

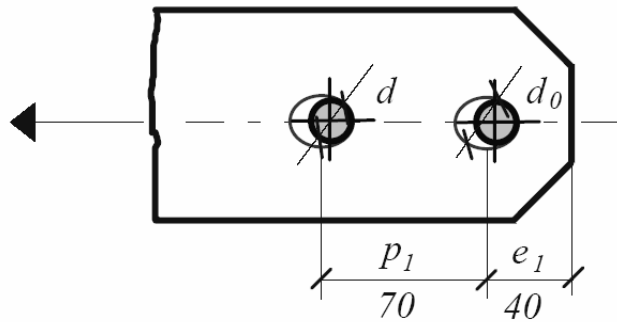
En la comprobación a aplastamiento de la chapa es preciso evaluar el valor mínimo entre cuatro factores tal y como expone el código.

$$\alpha = \frac{e_1}{3d_0} = \frac{40}{3 * 22} = 0,61 \quad (\text{limit})$$

$$\alpha = \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} = \frac{70}{3 * 22} - \frac{1}{4} = 0,81$$

$$\alpha = \frac{f_{ub}}{f_u} = \frac{800}{430} = 1,86$$

$$\alpha = 1,0$$



Así la resistencia al aplastamiento por cada tornillo para la cartela de 15mm será:

$$F_{b.Rd} = \frac{2,5 \alpha f_u d t}{\gamma_{Mb}} = \frac{2,5 * 0,61 * 430 * 20 * 15}{1,25} = 157,4 * 10^3 \text{ N} > F_{v.Sd} = 140 \text{ kN}$$

b2) Resistencia a aplastamiento contra la chapa de los angulares

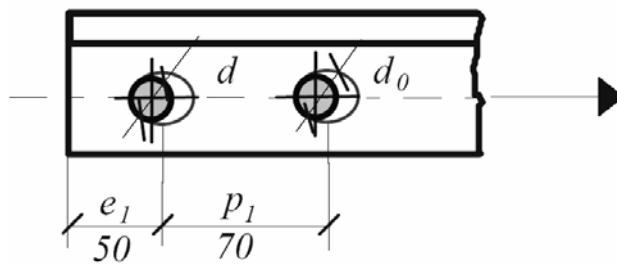
En este caso el valor mínimo de los coeficientes para la comprobación a aplastamiento es:

$$\alpha = \frac{e_1}{3d_0} = \frac{50}{3 * 22} = 0,76 \quad (\text{limit})$$

$$\alpha = \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} = \frac{70}{3 * 22} - \frac{1}{4} = 0,81$$

$$\alpha = \frac{f_{ub}}{f_u} = \frac{800}{430} = 1,86$$

$$\alpha = 1,0$$



La correspondiente resistencia a aplastamiento para espesores de 6mm es:

$$F_{b.Rd} = \frac{2,5 \alpha f_u d t}{\gamma_{Mb}} = \frac{2,5 * 0,76 * 430 * 20 * 2 * 6}{1,25} = 156,8 * 10^3 \text{ N} > F_{v.Sd} = 140 \text{ kN}$$

c) Resistencia a tracción de la pieza (2 angulares 90.6)

Se trata ahora de comprobar que la pieza no se agota por tracción en la sección neta.

Un primer paso es determinar el factor de reducción β_2 para angulares conectados por su ala mediante una línea de 2 tornillos.

$$\beta_2 = 0,4 + \frac{0,7 - 0,4}{5 d_0 - 2,5 d_0} (p_1 - 2,5 d_0) = 0,4 + \frac{0,3}{5 * 22 - 2,5 * 22} (70 - 2,5 * 22) = 0,482$$

De modo que la resistencia a tracción en la sección neta para la configuración de dos tornillos en la dirección del esfuerzo vale:

$$N_{u.Rd} = \frac{\beta_2 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,482 * (1050 - 22 * 6) * 430}{1,10} = 173,0 * 10^3 \text{ N} > 140 / 2 \text{ kN}$$

Se comprueba fácilmente que la resistencia a tracción de la pieza fuera de la zona de la unión resulta muy superior al esfuerzo axial transmitido:

$$N_{pl.Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2 * 1050 * 275}{1,0} = 577,5 * 10^3 \text{ N} > F_{v.Sd} = 140 \text{ kN}$$

Por último se verifica que la resistencia a tracción en la sección neta de la cartela es suficiente

$$N_{pl.Rd} = \frac{0,9 A_{net} f_y}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 * 15 * (120 - 22) * 275}{1,10} = 330,7 * 10^3 \text{ N} > 140 \text{ kN}$$

d) Distancias a bordes y entre agujeros

Finalmente se comprueba que las distancias a bordes frontales y laterales, así como la separación entre agujeros cumplen las reglas de diseño establecidas en el Código.

$$1,5 \cdot d_0 = 1,5 \cdot 22 \text{ mm} = 33 \text{ mm} < e_2 = 45 \text{ mm}$$

$$1,2 \cdot d_0 = 1,2 \cdot 22 \text{ mm} = 26,4 \text{ mm} < e_1 = 40 \text{ mm}$$

$$2,2 \cdot d_0 = 2,2 \cdot 22 \text{ mm} = 48,4 \text{ mm} < p_1 = 70 \text{ mm}$$