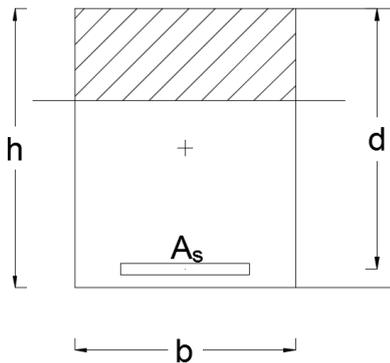


Progetto armatura trasversale trave in c.a.

Esercizio:

Definita una sezione rettangolare, costituita da calcestruzzo di classe C28/35 ($f_{ck}=28$ MPa) con altezza $h=500$ mm, base $b=400$ mm, altezza utile $d=470$ mm e armatura longitudinale $A_s=1000$ mm²; definire l'armatura trasversale necessaria ad assorbire i seguenti parametri della sollecitazione:

$$V_{Ed}=200 \text{ kN}; N_{Ed}=0 \text{ kN}$$



Per prima cosa, si procede alla determinazione della resistenza al taglio del solo calcestruzzo, senza il contributo dell'armatura:

$$V_{Rd} = \max \left\{ \left[0,18 \cdot k \cdot \frac{(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0,15 \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d ; (v_{min} + 0,15 \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\}$$

con $b_w = 400$ mm e $d = 470$ mm

$$k = 1 + \left(\frac{200}{d} \right)^{1/2} = 1,652 < 2,0$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,393$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} = \frac{1000}{400 \cdot 470} = 0,005319 < 0,02$$

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0$$

Si ottiene dunque:

$$V_{Rd} = \max\{91,7 \text{ kN} ; 73,95 \text{ kN}\} = 91,7 \text{ kN}$$

È quindi necessaria specifica armatura a taglio.

Resistenza a taglio con armatura: modello con biella ad inclinazione variabile (DM 2018 4.1.2.3.5.2)

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

Resistenza del puntone compresso:

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot v \cdot f_{cd} \cdot \frac{\cot\alpha + \cot\theta}{1 + \cot^2\theta}$$

Se si adottano staffe verticali (quindi $\alpha = 90^\circ$)

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot v \cdot f_{cd} \cdot \frac{1}{\cot\theta + \tan\theta}$$

α_c	coefficiente maggiorativo pari a	1	per membrature non compresse
		$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
		1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
		$2,5 (1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

$$v = 0,5$$

Resistenza del tirante teso:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\cot\alpha + \cot\theta) \cdot \sin\alpha$$

Se si adottano staffe verticali (quindi $\alpha = 90^\circ$)

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot \cot\theta$$

L'inclinazione θ si assume a pari a $21,8^\circ$,
Si adottano staffe verticali (quindi $\alpha = 90^\circ$)

$$v = 0,5$$

$\alpha_c = 1$ per membrature non compresse

Calcolo del passo considerando staffe $\varnothing 8$ a due bracci $A_s = 100,5 \text{ mm}^2$:

$$s = \frac{A_{sw}}{V_{Ed}} \cdot 0,9 \cdot d \cdot f_{yd} \cdot \cot\theta = 207,9 \text{ mm}$$

Scelgo come passo delle staffe $s = 200 \text{ mm}$

Verifica del puntone compresso:

$$V_{Rcd} = \frac{0,9 \cdot 470 \cdot 400 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 15,9}{2,9} = 463,8 \text{ kN} > 200 \text{ kN}$$

Verifica del tirante teso:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot 470 \cdot \frac{100,5}{200} \cdot 391 \cdot 2,5 = 207,8 \text{ kN} > 200 \text{ kN}$$

La resistenza a taglio della trave è data dalla resistenza del tirante teso, assicurando una rottura in duttilità dell'elemento.

Secondo NTC18 p.to 4.1.6.1.1 le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad $A_{st,min} = 1,5 b \text{ mm}^2/\text{m}$ essendo b lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione.

$$A_{st,min} = 1,5 \cdot 400 = 600 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$S < 0,8 \cdot d = 376 \text{ mm}; 333 \text{ mm (tre staffe al metro)}$$

Con $A_{sw} = 2\emptyset 8$ e $s = 200 \text{ mm}$ otteniamo $A_{st} = \frac{100,5}{0,2} = 502,5 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$, ma tale valore non rispetta il valore minimo da normativa; adottiamo quindi $2\emptyset 10/20$ ($A_{st} = 785 \text{ mm}^2$).

Il valore del taglio resistente caratteristico con questa armatura a taglio è dato da:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot 470 \cdot \frac{157}{200} \cdot 391 \cdot 2,5 = 325 \text{ kN} > 203,9 \text{ kN}$$

Armatura aggiuntiva longitudinale:

$$A_{sl} = \frac{V_{ED}}{2 \cdot f_{yd}} \cdot \cot\theta = 639,38 \text{ mm}^2$$