7. Sezioni inflesse

Momento flettente M_d: flessione deviata

Devono essere soddisfatte entrambe le condizioni seguenti (▶1):

$$\frac{\sigma_{m,x,d}}{f_{m,x,d}} + \frac{k_m \sigma_{m,v,d}}{f_{m,v,d}} \leq 1 \qquad \frac{k_m \sigma_{m,x,d}}{f_{m,x,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

dove:

- $\sigma_{m,x,d}$ è la tensione di calcolo massima per flessione attorno all'asse x ($\sigma_{m,x,d} = M_{x,d}/W_x$);
- $\sigma_{m,y,d}$ è la tensione di calcolo massima per flessione attorno all'asse y ($\sigma_{m,x,d} = M_{y,d}/W_y$);
- $f_{m,x,d}$ e $f_{m,y,d}$ sono le corrispondenti resistenze di calcolo a flessione, diverse tra loro solo se, nelle due direzioni, sono diversi tra loro i coefficienti k_h;
- il coefficiente k_m tiene convenzionalmente conto della disomogeneità della sezione e vale 0,7 per le sezioni rettangolari (1 per sezioni di altra forma). Si ha quindi (▶2):

$$\frac{M_{x,d}}{W_x f_{m,x,d}} + \frac{k_m M_{y,d}}{W_y f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{k_m M_{x,d}}{W_x f_{m,x,d}} + \frac{M_{y,d}}{W_y f_{m,y,d}} \leq 1$$

▶1 Le NTC 2008 orientano diversamente gli assi di riferimento.

▶2 Questa formulazione della condizione di resistenza è solo apparentemente complicata. Non tenendo conto della disomogeneità della sezione ($k_m = 1$) e del fattore k_h ($f_{m,x,d} = f_{m,y,d} = f_{m,d}$) le due espressioni coincidono con la formula classica della flessione deviata, ricavata nell'unità G1:

$$\frac{M_{x,d}}{W_x} + \frac{M_{y,d}}{W_y} \leq f_{m,x,d}$$

Verificare la resistenza a flessione di un elemento LL di classe GL24h avente sezione di 20 cm × 32 cm, collocato all'aperto. Il momento di progetto $M_d = 25$ kN · m, dovuto a un carico di lunga durata, è deviato di 10° (▶FIGURA 1).

Si ha:

$$M_{x,d} = 25 \cdot \cos 10° = 24{,}62 \text{ kN} \cdot \text{m} \qquad M_{y,d} = 25 \cdot \text{sen } 10° = 4{,}34 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$W_x = \frac{bh^2}{6} = \frac{20 \cdot 32^2}{6} = 3413 \text{ cm}^3 \qquad W_y = \frac{b^2 h}{6} = \frac{20^2 \cdot 32}{6} = 2133 \text{ cm}^3$$

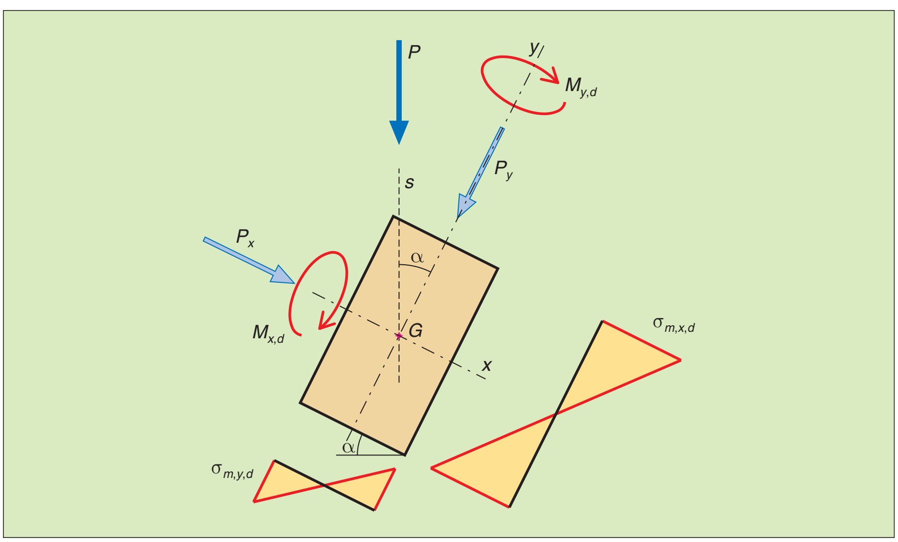

FIGURA 1 Scomposizione della flessione deviata in due flessioni rette.

Si può utilizzare, in entrambe le direzioni, la resistenza caratteristica $f_{m,\,k}$ = 24 N / mm², direttamente data dalla ▶TABELLA 3. È però consentito (e conveniente), essendo l'altezza h = 320 mm dell'elemento inferiore a 600 mm, maggiorare il valore caratteristico della resistenza relativa all'asse x del più piccolo tra i fattori:

$$k_h = \left(\frac{600}{h}\right)^{0,1} = \left(\frac{600}{320}\right)^{0,1} = 1{,}06 \qquad \text{e} \qquad k_h = 1{,}1$$

e utilizzare quindi la resistenza caratteristica

$$f_{m,x,k} = 24 \cdot 1{,}06 = 25{,}44 \text{ N/mm}^2$$

Le stesse considerazioni valgono, in questo caso, per la resistenza relativa all'asse y. Per il coefficiente k_h si può assumere il minimo tra i valori:

$$k_h = \left(\frac{600}{h}\right)^{0,1} = \left(\frac{600}{200}\right)^{0,1} = 1{,}11 \qquad \text{e} \qquad k_h = 1{,}1$$

e utilizzare quindi la resistenza caratteristica

$$f_{m,y,k} = 1{,}1 \cdot 24 = 26{,}40 \text{ N/mm}^2$$

Si ha quindi:

$$f_{m,x,d} = \frac{0{,}55 \cdot 25{,}44}{1{,}45} = 9{,}65 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,y,d} = \frac{0{,}55 \cdot 26{,}40}{1{,}45} = 10 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,x,d} = \frac{M_{x,d}}{W_x} = \frac{24{,}62 \cdot 10^3}{3413} = 7{,}21 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{4{,}34 \cdot 10^3}{2113} = 2{,}05 \text{ N/mm}^2$$

$$k_m = 0{,}7 \text{ (sezione rettangolare)}$$

Infine, sostituendo nelle espressioni generali, risulta:

$$\frac{7{,}21}{9{,}65} + \frac{0{,}7 \cdot 2{,}05}{10} = 0{,}89 < 1$$

$$\frac{0{,}7 \cdot 7{,}21}{9{,}65} + \frac{2{,}05}{10} = 0{,}72 < 1$$

Essendo soddisfatte entrambe le relazioni, la sezione è verificata.