

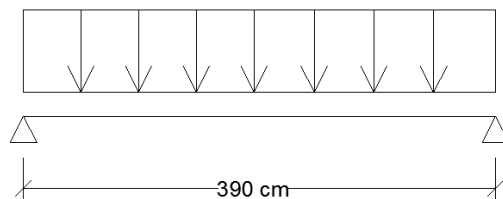
INTERVENTO 8 - solaio di calpestio scale piano 1 (stanza 0B)

Viene realizzato un solaio in travi composte acciaio-calcestruzzo in sostituzione di quello esistente, completamente indipendente dalla sottostante volta in laterizio attualmente lesionata.

Verifica trave composta

I profili HE 100 B sono disposti ad un interasse di circa 110 cm, di conseguenza le azioni e lo schema statico sono quelli riportati di seguito.

Ai fini delle verifiche, a favore di sicurezza si trascura la presenza dell'armatura nella soletta,



Fascia di competenza $b = 1.10$ m

- Peso proprio (soletta 5cm+HE100B+tavolato) $1.375+0.204+0.1=1.68\text{kN/m}$
- Carichi permanenti 1.1kN/m
- Sovraccarichi accidentali 4.4kN/m

$$q_{SLU} = 10.21 \text{ kN/m}$$

$$q_{SLE} = 7.18 \text{ kN/m (combinazione caratteristica)}$$

Verifica SLU

Le sollecitazioni di verifica risultano

$$M_{Sd} = 19.42 \text{ kNm}$$

$$T_{Sd} = 19.91 \text{ kN}$$

Verifica a flessione

Date le caratteristiche della sezione, l'asse neutro taglia l'ala superiore del profilo e il valore del momento resistente risulta pari a

$$M_{Rd} = 48.65 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} = 0.40 < 1 \rightarrow \text{verifica soddisfatta}$$

Verifica a taglio

La resistenza di calcolo a taglio può essere valutata come:

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 90.73 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = 0.22 < 1 \rightarrow \text{verifica soddisfatta}$$

Verifica SLE

Verifica delle tensioni in esercizio

Per il calcolo delle tensioni in esercizio, si considera separatamente l'azione dei carichi permanenti e di quelli accidentali, per poi sommarne gli effetti, secondo lo schema seguente:

1. trave composta sottoposta all'azione dei soli carichi propri e permanenti. La sezione viene omogeneizzata ponendo il rapporto tra modulo elastico dell'acciaio e modulo elastico del calcestruzzo $n = E_a/E_c = 18$
2. trave composta sottoposta all'azione dei soli carichi accidentali. La sezione viene omogeneizzata ponendo il rapporto tra modulo elastico dell'acciaio e modulo elastico del calcestruzzo $n = E_a/E_c = 6$

Si ottiene quindi:

tensione massima nel profilo metallico:

$$\begin{aligned}\sigma_a' &= 27.6 \text{ N/mm}^2 && (\text{asse neutro taglia il profilo}) \\ \sigma_a'' &= 41.3 \text{ N/mm}^2 && (\text{asse neutro taglia la soletta}) \\ \sigma_{a, \text{tot}} &= 68.9 \text{ N/mm}^2 < f_{yk,a} = 275 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

tensione massima nel cls della soletta

$$\begin{aligned}\sigma_c' &= 1.4 \text{ N/mm}^2 && (\text{asse neutro taglia il profilo}) \\ \sigma_c'' &= 3.5 \text{ N/mm}^2 && (\text{asse neutro taglia la soletta}) \\ \sigma_{c, \text{tot}} &= 4.9 \text{ N/mm}^2 < 0.6f_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Verifica di deformabilità

Il calcolo della freccia totale viene svolto secondo le stesse modalità del calcolo delle tensioni in esercizio. Si ottiene

$$\begin{aligned}\delta' &= 2.3 \text{ mm} = L/1680 \\ \delta'' &= 2.8 \text{ mm} = L/1400 \\ \delta_{\text{tot}} &= 5.1 \text{ mm} = L/760\end{aligned}$$

Verifica del sistema di connessione

La connessione tra acciaio e calcestruzzo viene realizzata mediante tratti di lamiera da 10 mm, ciascuno di lunghezza 35 cm, saldati alla piattabanda superiore della trave metallica. Il valore della sollecitazione di taglio agente sul sistema di connessione è calcolato in riferimento al § C4.3.4.3.3 (connessioni a completo ripristino di resistenza, sezione progettata utilizzando il calcolo plastico). Pertanto il valore della forza totale di scorrimento sull'intera trave risulta pari a

$$T = 2 \cdot V_{ld} = 706 \text{ kN}$$

Si effettua pertanto la verifica di resistenza a taglio di ciascuno dei quattro elementi in lamiera:

$$V_{Sd} = \frac{T}{4} = 177kN < V_{Rd} = \frac{f_{yk} \cdot A_v}{\sqrt{3} \cdot \gamma_M} = 530kN$$

Viene effettuata anche la verifica di resistenza dei cordoni di saldatura, di spessore $t = 5$ mm ($a=3.5$ mm). Il valore delle tensioni tangenziali risulta pari a

$$\tau_{//} = \frac{V_{Sd}}{2 \cdot a \cdot l} = 72N / mm^2$$

Tale valore deve essere confrontato con

$$\tau_{//} < \beta_1 \cdot f_{yk} = 220N / mm^2$$

La verifica risulta quindi soddisfatta.

Verifica della soletta

La soletta funziona viene cautelativamente analizzata come trave doppiamente appoggiata di luce $l=1.10$ m.

- Peso proprio 1.25 kN/m²
- Carichi permanenti 1.0 kN/m²
- Sovraccarichi accidentali verticali 4.0 kN/m²

Si considera la sezione di larghezza unitaria e altezza 5cm, armata con rete diametro 8mm/20x20

$$q_{SLU} = 8.925 \text{ kN/m}$$

$$q_{SLE} = 6.25 \text{ kN/m (combinazione caratteristica)}$$

Verifica agli Stati limite ultimi

Le sollecitazioni massime nella sezione risultano:

- sezione di massimo momento

$$M^+_{Ed} = 1.35kNm$$

$$M^+_{Rd} = 2.105kNm$$

$$\gamma_m = \frac{M^+_{Ed}}{M^+_{Rd}} = 0.64$$

- sezione di massimo taglio

$$V_{Ed} = 4.91kN$$

$V_{Rd} = 15.15kN$, taglio resistente della sezione priva di armatura a taglio

$$\gamma_m = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = 0.32$$

Verifica di fessurazione

Si verifica l'ampiezza di fessurazione senza calcolo diretto, ovvero limitando la tensione di trazione nell'armatura, come da C4.1.2.2.4. (circolare esplicativa n. 617 del 2/02/2009).

Si verifica che per il caso di ambiente ordinario, combinazione di carico frequente e armatura poco sensibile, l'ampiezza delle fessure sia inferiore a $w_3=0,4$ mm e che per il

caso di ambiente ordinario, combinazione di carico quasi permanente e armatura poco sensibile, l'ampiezza delle fessure sia inferiore a $w_2=0,3\text{mm}$.
Cautelativamente la verifica viene condotta in riferimento alla sola combinazione più gravosa (caratteristica).

$$M_{SLE}=0.945 \text{ kNm}$$
$$\sigma_s=175 \text{ N/mm}^2.$$

Considerando che:

$\sigma_s < \sigma_{smax}=200\text{N/mm}^2$, $\phi_{barre} \leq 25\text{mm}$, interasse barre $< 250\text{mm}$
allora l'apertura delle fessure è inferiore a $w_2=0,3\text{mm}$.

La verifica di fessurazione è quindi soddisfatta.

Verifica delle tensioni di esercizio

Cautelativamente la verifica viene condotta in riferimento alla sola combinazione più gravosa (caratteristica).

$$M_{SLE}=1.02 \text{ kNm}$$

$$\sigma_c = 8.4 \text{ N/mm}^2 < 11.25 \text{ N/mm}^2 = 0.45 f_{ck}$$
$$\sigma_s = 175 \text{ N/mm}^2 < 360.00 \text{ N/mm}^2 = 0.80 f_{yk}$$

Verifica di deformabilità

Per travi e solai con luci non superiori a 10 m è possibile omettere la verifica delle inflessioni, ritenendola implicitamente soddisfatta se il rapporto di snellezza $\lambda = l/h$ tra luce e altezza rispetta la limitazione:

$$\lambda \leq k \left[11 + \frac{0,0015 f_{ck}}{\rho + \rho'} \right] \cdot \left[\frac{500 A_{s,ef} f}{f_{yk} A_{s,calc}} \right]$$

La snellezza del caso in esame vale

$$\lambda = 1.1 / 0.05 = 22$$

Per potere omettere la verifica di deformabilità, tale snellezza deve risultare inferiore a 30 (valore calcolato per caso di trave continua). Essendo tale condizione verificata, la verifica di deformabilità viene omessa, potendosi ritenere automaticamente soddisfatta.