

PROVA DI RECUPERO DEL 14.9.1999: ESERCIZIO N°1

Traccia

La struttura in figura rappresenta l'elemento portante tipo di una pensilina in c.a. Il valore caratteristico del carico accidentale uniformemente distribuito agente sulla trave (escluso il peso proprio della stessa) risulta $q_k=10\text{kN/m}$

Progettare e disegnare:

1. le armature a flessione e a taglio per la trave;
2. le armature a pressoflessione e taglio per il pilastro, utilizzando il dominio di interazione M-N allegato e trascurando gli effetti del 2° ordine (pilastro non "snello").

Adottare calcestruzzo $R_{ck}=30\text{kN/mm}^2$ ed acciaio FeB38k ($f_{yk}=375\text{N/mm}^2$). Si ricorda che nel calcolo agli stati limite ultimi i valori di calcolo delle azioni si ottengono da quelli caratteristici moltiplicandoli per $\gamma_g=1.4$ (peso proprio) ovvero per $\gamma_q=1.5$ (carico accidentale).

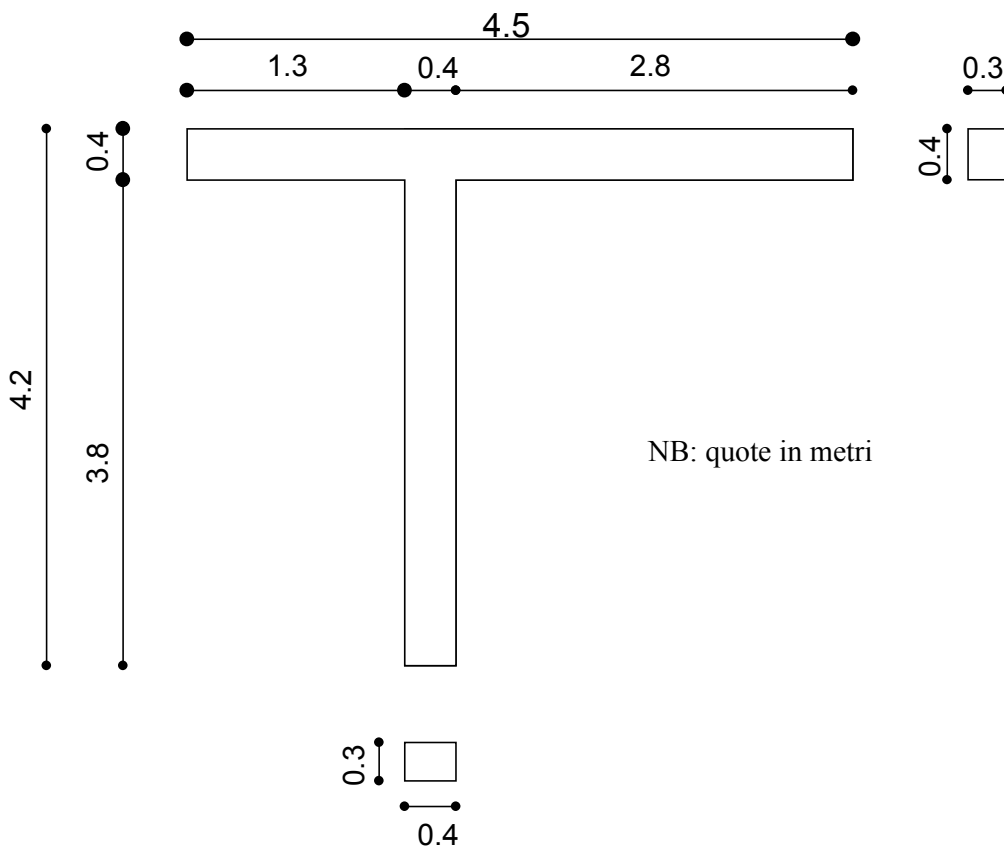
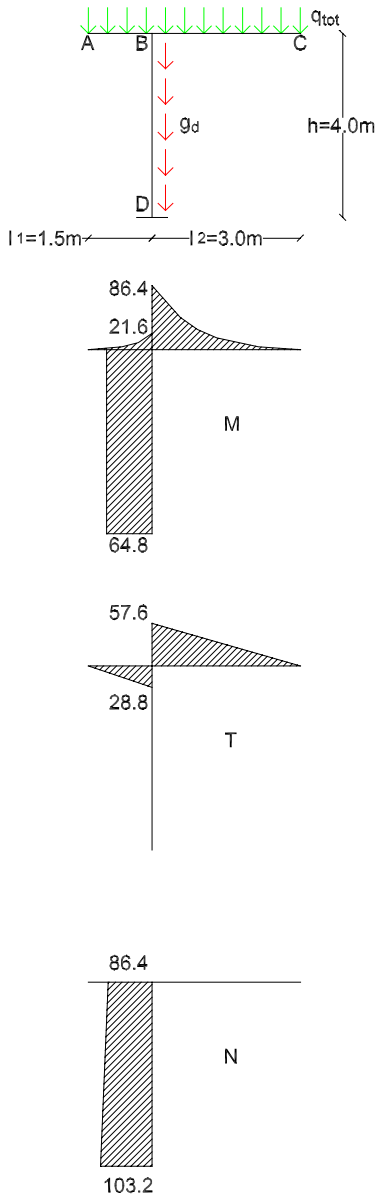


Figura 1: schema della struttura

PROVA DI RECUPERO DEL 14.9.1999: ESERCIZIO N°1

Soluzione



Il carico da peso proprio della trave e del pilastro, considerando il peso specifico del cls pari a 25 kN/m^3 , vale :

$$g_k = 0.30 \times 0.40 \times 25 = 3 \text{ kN/m}$$

Amplificando g_k con il coefficiente γ_g si ottiene il valore di calcolo del peso proprio :

$$g_d = \gamma_g \times g_k = 1.4 \times 3 = 4.2 \text{ kN/m}$$

Il carico complessivo sulla trave risulta dunque :

$$q_{\text{tot}} = g_d + \gamma_q \times q_k = 4.2 + 1.5 \times 10 = 19.2 \text{ kN/m}$$

Valutazione delle sollecitazioni di calcolo

- Considerando il tratto AB come mensola incastrata in B il momento flettente in B vale :

$$M_B = \frac{q_{\text{tot}} \times l_1^2}{2} = \frac{19.2 \times 1.5^2}{2} = 21.6 \text{ kN - m}$$

ed il corrispondente taglio :

$$V_B = q_{\text{tot}} \times l_1 = 19.2 \times 1.5 = 28.8 \text{ kN}$$

- Considerando il tratto BC come mensola incastrata in B il momento flettente in B vale :

$$M_B = \frac{q_{\text{tot}} \times l_2^2}{2} = \frac{19.2 \times 3.0^2}{2} = 86.4 \text{ kN - m}$$

ed il corrispondente taglio :

$$V_B = q_{\text{tot}} \times l_2 = 19.2 \times 3.0 = 57.6 \text{ kN}$$

- Considerando il tratto BD si ha in B uno sforzo normale pari a :

$$N_B = V_B^{AB} + V_B^{BC} = 28.8 + 57.6 = 86.4 \text{ kN}$$

ed un momento flettente pari a :

$$M_B = M_D = M_B^{BC} - M_B^{AB} = 86.4 - 21.6 = 64.8 \text{ kN - m}$$

Alla base del pilastro (D) lo sforzo normale risulta :

$$N_D = N_B + g_d \times h = 86.4 + 4.2 \times 4.0 = 103.2 \text{ kN}$$

Valutazione delle resistenze di calcolo dei materiali

$$f_{cd} = \frac{0.83R_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0.83 \times 30}{1.6} = 15.6 \text{ N/mm}^2$$

$$\bar{f}_{cd} = 0.85 \times \frac{0.83R_{ck}}{\gamma_c} = 0.85 \times \frac{0.83 \times 30}{1.6} = 13.23 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{375}{1.15} = 326.1 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{0.7 \times f_{ctm}}{\gamma_c} = \frac{0.7 \times 0.27 \times \sqrt[3]{R_{ck}^2}}{\gamma_c} = \frac{0.7 \times 0.27 \times \sqrt[3]{30^2}}{1.6} = 1.14 \text{ N/mm}^2$$

1) Progetto delle armature a flessione e taglio per la trave

a) Armatura a flessione

Considerando un copriferro $d' = 3$ cm ed un'altezza utile $d = 37$ cm, l'armatura a flessione strettamente necessaria risulta:

$$A_s = \frac{|M_{Bmax}|}{0.9 \times d \times f_{yd}} = \frac{86.4 \times 10^6}{0.9 \times 370 \times 326.1} = 796 \text{ mm}^2 = 7.96 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 3\phi 20 = 3 \times 3.14 = 9.42 \text{ cm}^2$$

b) Armatura a taglio

Verifica del conglomerato: la resistenza delle bielle compresse deve essere maggiore del taglio di calcolo in B:

$$V_{Bmax} \leq 0.3 \times f_{cd} \times b \times d \leq 0.3 \times 15.6 \times 300 \times 370 \leq 519.48 \times 10^3 \text{ N} = 519.48 \text{ kN} \Rightarrow \text{Verificato}$$

Il taglio assorbito dal conglomerato vale:

$$V_{cu} = 0.60 f_{ctd} \times b \times d \times \delta = 0.60 \times 1.14 \times 300 \times 370 = 75.9 \text{ kN}$$

Poiché risulta

$$V_{cu} > V_{Bmax}$$

per l'armatura a taglio è sufficiente il minimo prescritto dalla normativa

$$\left(\frac{A_{sw}}{s}\right)_{min} = 0.10 \left(1 + 0.15 \frac{d}{b}\right) \times b = 0.10 \left(1 + 0.15 \times \frac{37}{30}\right) \times 30 = 3.56 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Scegliendo ferri $\phi 8$ si ha:

$$A_t = 0.50 \text{ cm}^2$$

Il passo delle staffe che si ottiene adottando ferri $\phi 8$ è:

$$s = \frac{2A_t}{A_{sw/s}} = \frac{2 \times 0.50}{3.56} = 0.28 \text{ m} = 28 \text{ cm}$$

Il passo minimo previsto dalla normativa vale:

$$s_{\text{norm}} = \min(33 \text{ cm} ; 0.8d) = \min(33 \text{ cm} ; 29.6 \text{ cm}) = 29.6 \text{ cm}$$

$$s < s_{\text{norm}} \Rightarrow \text{Verificato}$$

Si possono adottare 4 staffe $\phi 8$ a due bracci per metro = 1 staffa $\phi 8/25 \text{ cm} = 4 \text{ cm}^2/\text{m}$

2) Progetto delle armature a pressoflessione e taglio per il pilastro

a) Calcolo dei valori adimensionali della forza normale e del momento ultimi

$$n_d = \frac{N_D}{b \times d \times \overline{f_{cd}}} = \frac{103.2 \times 10^3}{300 \times 370 \times 13.23} = 0.070$$

$$m_d = \frac{M_D}{b \times d^2 \times \overline{f_{cd}}} = \frac{64.8 \times 10^6}{300 \times 370^2 \times 13.23} = 0.119$$

Riportando sul grafico i valori di n_d e m_d si ottiene $\mu_s = 0.10$

L'armatura a pressoflessione strettamente necessaria risulta :

$$A_s = \mu_s \times \frac{b \times d \times \overline{f_{cd}}}{f_{yd}} = 0.10 \times \frac{300 \times 370 \times 13.23}{326.1} = 450.33 \text{ mm}^2 = 4.50 \text{ cm}^2$$

Si adotta $A_s = A'_s = 2\phi 18 = 2 \times 2.54 = 5.08 \text{ cm}^2$

Verifiche dell'armatura a pressoflessione in base alla normativa:

$$A_{s, \text{min}} \geq 4\phi 12 = 4 \times 1.13 = 4.52 \text{ cm}^2$$

$$A_{s, \text{min}} \geq 0.15 \frac{N_D}{f_{yd}} = 0.15 \times \frac{103.2 \times 10^3}{326.1} = 47.5 \text{ mm}^2 = 0.48 \text{ cm}^2$$

$$A_s + A'_s = 10.16 \text{ cm}^2 > A_{s, \text{min}} \Rightarrow \text{Verificato}$$

$$\rho = \frac{A_s + A'_s}{A_c} = \frac{4\phi 18}{b \times h} = \frac{10.16}{30 \times 40} = 0.85\%$$

$$0.3\% \leq \rho \leq 6\% \Rightarrow \text{Verificato}$$

b) Armatura a taglio

$$V_D = 0 \Rightarrow \text{Si adotta il minimo di normativa} \Rightarrow 1 \text{ staffa } \phi 6/25 \text{ cm}$$

$$\phi_{\text{staffe}} \geq \phi_{\text{long, max}}/4 = 18/4 = 4.5 \text{ mm} \Rightarrow \text{Verificato}$$

$$s \leq 15 \times \phi_{\text{long, min}} = 15 \times 1.8 = 27 \text{ cm} \Rightarrow \text{Verificato}$$