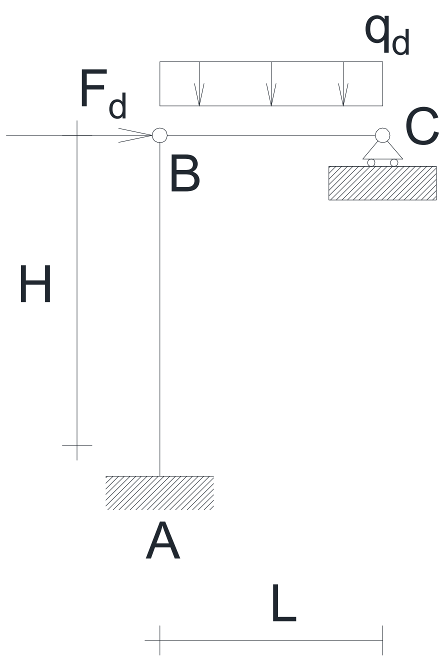
Cemento armato: flessione e pressoflessione in campo elastico, 12 12 2011



Per la struttura in figura:

1) progettare l'altezza utile della sezione e l'armatura di trazione della trave BC in campo elastico.

2) calcolare le sollecitazioni massime assumendo un copriferro $d_1 := 4cm$ ed un'armatura compressa formata da $n_{s1} := 2$ ferri $\phi_{s1} := 16 \cdot mm.$

3) eseguire la verifica del pilastro AB a pressoflessione in campo elastico.

Dati:

$H := 3.0 \cdot m,$ $L := 2.5 \cdot m$

carico di esercizio uniformemente distribuito: $q_d := 25 \cdot \frac{kN}{m}$

forza concentrata $F_d := 10 \cdot kN$

Trave: sezione rettangolare di base $b_t := 25 \cdot cm,$ copriferro : $d_{1t} := 3 \cdot cm$

Pilastro: sezione quatrata di lato $l_p := 30 \cdot cm,$ armatura: 2+2 $\phi_{sp} := 16mm$ $d_{1p} := 3 \cdot cm$

Si assumano per calcestruzzo acciaio i seguenti valori massimi dell tensioni:

Calcestruzzo: $f_{ck} := 30 \cdot MPa \quad \sigma_c := 0.6 \cdot f_{ck}$

Acciaio $f_{yk} := 400 \cdot MPa \quad E_s := 200000 \cdot MPa \quad \sigma_s := 0.8 \cdot f_{yk}$

coefficiente di omogeneizzazione $n := 15$

$\sigma_c = 18 \cdot MPa \qquad \sigma_s = 320 \cdot MPa$

Calcolo delle reazioni vincolari e delle sollecitazioni

$X_A := -F_d \qquad X_A = -10 \cdot kN$

$Y_A := q_d \cdot \frac{L}{2} \qquad Y_A = 31.25 \cdot kN$

$Y_C := q_d \cdot \frac{L}{2} \qquad Y_C = 31.25 \cdot kN$

$M_A := -q_d \cdot \frac{L^2}{2} - F_d \cdot H + Y_C \cdot L \qquad M_A = -30 \cdot kN \cdot m$

Taglio

Trave

$V_{T0} := Y_A$

$V_T(x) := V_{T0} - q_d \cdot x$

$V_T(0) = 31.25 \cdot kN \qquad V_C := V_T(L) = -31.25 \cdot kN$

Pilastro

$V_P(x) := -X_A$

$V_P(0) = 10 \cdot kN \qquad V_B := V_P(L) = 10 \cdot kN$

Momento

Trave

$M_T(x) := V_{T0} \cdot x - q_d \cdot \frac{x^2}{2}$ $\qquad$ $x_{max} := \frac{V_T(0)}{q_d} = 1.25\,m$

$M_{Tmax} := M_T\left(x_{max}\right) = 19.531 \cdot kN \cdot m$

Pilastro

$M_P(x) := M_A - X_A \cdot x$

$M_P(H) = 0 \cdot kN \cdot m$

Progetto della sezione della trave

$\psi := \frac{\sigma_c}{\sigma_c + \frac{\sigma_s}{n}}$ $\qquad$ $\psi = 0.458$

$\alpha := \frac{1}{\sqrt{\frac{\sigma_c \cdot \psi}{2} \cdot \left(1 - \frac{\psi}{3}\right)}}$ $\qquad$ $\alpha = 0.535 \cdot MPa^{-0.5}$

$d_t := \alpha \cdot \sqrt{\frac{M_T\left(x_{max}\right)}{b_t}}$ $\qquad$ $d_t = 14.961 \cdot cm$

$d_{eff} := 15cm$ $\qquad$ $h_t := d_{eff} + d_{1t}$ $\qquad$ $h_t = 18 \cdot cm$

$A_s := \frac{M_T\left(x_{max}\right)}{\sigma_s \cdot d_t \cdot \left(1 - \frac{\psi}{3}\right)}$ $\qquad$ $A_s = 4.814 \cdot cm^2$

$\phi_s := 16mm$ $\qquad$ $n_s := \text{ceil}\left(\frac{4 \cdot A_s}{\pi \cdot \phi_s^2}\right)$ $\qquad$ $n_s = 3$

$$A_{seff} := \frac{n_s \cdot \phi_s^2 \cdot \pi}{4} \qquad A_{seff} = 6.032 \cdot cm^2$$

Armature

$$A_{s1} := n_{s1} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_{s1}^2}{4} \qquad A_{s1} = 4.021 \cdot cm^2$$

$$A_{stot} := A_{seff} + A_{s1} \qquad A_{stot} = 10.053 \cdot cm^2$$

$$d_G := \frac{A_s \cdot d_t + A_{s1} \cdot d_{1t}}{A_{stot}} \qquad d_G = 8.364 \cdot cm$$

$$z_c := \left(\sqrt{1 + \frac{2 \cdot b_t \cdot d_G}{n \cdot A_{stot}}} - 1 \right) \cdot \frac{n \cdot A_{stot}}{b_t} \qquad z_c = 5.685 \cdot cm$$

$$J_n := \frac{b_t \cdot z_c^3}{3} + n \cdot \left[A_{s1} \cdot \left(z_c - d_{1t} \right)^2 + A_s \cdot \left(z_c - d_t \right)^2 \right] \qquad J_n = 8.179 \times 10^3 \cdot cm^4$$

$$\sigma_c := \frac{M_T(x_{max})}{J_n} \cdot z_c \qquad \sigma_c = 13.576 \cdot MPa$$

$$\sigma_s := n \cdot \frac{M_T(x_{max})}{J_n} \cdot \left(d_t - z_c \right) \qquad \sigma_s = 332.256 \cdot MPa$$

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE IN CAMPO ELASTICO DEL PILASTRO

$$n_{sp} := 2 \qquad n_{sp1} := 2$$

$$A_{sp} := n_{sp} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_{sp}^2}{4} = 4.021 \cdot cm^2$$

$$A_{sp1} := n_{sp1} \cdot \pi \cdot \frac{\phi_{sp}^2}{4} = 4.021 \cdot cm^2$$

eccentricità $e_y := \frac{|M_P(0)|}{Y_A} = 96 \cdot cm$

$h_p := l_p \qquad b_p := l_p$

$A_o := h_p \cdot b_p + n \cdot A_{sp} + n \cdot A_{sp1} = 1.021 \times 10^3 \cdot cm^2$

$d_p := h_p - d_{1p}$

$$J_{yo} := \frac{b_p \cdot h_p^3}{12} + n \cdot A_{sp} \cdot \left(d_p - \frac{h_p}{2}\right)^2 + n \cdot A_{sp1} \cdot \left(d_{1p} - \frac{h_p}{2}\right)^2 = 8.487 \times 10^4 \cdot cm^4$$

$$\rho_z := \sqrt{\frac{J_{yo}}{A_o}} = 9.119 \cdot cm$$

$$z_1 := \frac{\rho_z^2}{\left(\frac{h_p}{2}\right)} = 5.544 \cdot cm$$

$$u := e_y - \frac{h_p}{2} = 81 \cdot cm$$

$$p := \frac{6 \cdot n}{b_p} \cdot \left[A_{sp} \cdot (u + d_p) + A_{sp1} \cdot (u + d_{1p})\right] - 3 \cdot u^2 = -1.737 \times 10^4 \cdot cm^2$$

$$q := \frac{6 \cdot n}{b_p} \cdot \left[A_{sp} \cdot (u + d_p)^2 + A_{sp1} \cdot (u + d_{1p})^2\right] - 2 \cdot u^3 = -8.37 \times 10^5 \cdot cm^3$$

$$z_{n1} := h_p + u = 111 \cdot cm$$

$$e_1 := z_{n1}^3 + p \cdot z_{n1} - q = 2.77 \times 10^5 \cdot cm^3$$

$$z_{n2} := z_{n1} - \frac{e_1}{3 \cdot z_{n1}^2 + p} = 96.866 \cdot cm$$

$$e_2 := z_{n2}^3 + p \cdot z_{n2} - q = 6.37 \times 10^4 \cdot cm^3$$

$$z_{n3} := z_{n2} - \frac{e_2}{3 \cdot z_{n2}^2 + p} = 90.959 \cdot cm$$

$$e_3 := z_{n3}^3 + p \cdot z_{n3} - q = 9.936 \times 10^3 \cdot cm^3$$

$$z_{n4} := z_{n3} - \frac{e_3}{3 \cdot z_{n3}^2 + p} = 89.626 \cdot cm$$

$$e_4 := z_{n4}^3 + p \cdot z_{n4} - q = 482.49 \cdot cm^3$$

$$z_{n5} := z_{n4} - \frac{e_4}{3 \cdot z_{n4}^2 + p} = 89.554 \cdot cm$$

$$e_5 := z_{n5}^3 + p \cdot z_{n5} - q = 1.381 \cdot cm^3$$

$$z_{n6} := z_{n5} - \frac{e_5}{3 \cdot z_{n5}^2 + p} = 89.554 \cdot cm$$

$$e_6 := z_{n6}^3 + p \cdot z_{n6} - q = 1.144 \times 10^{-5} \cdot cm^3$$

$$z_n := z_{n6} = 89.554 \cdot cm$$

$$\zeta_c := z_n - u = 8.554 \cdot cm$$

$$S_n := \frac{1}{2} \cdot b_p \cdot \zeta_c^2 + n \cdot A_{sp} \cdot \left(\zeta_c - d_p\right) + n \cdot A_{sp1} \cdot \left(\zeta_c - d_{1p}\right) = 319.844 \cdot cm^3$$

$$k := \frac{\left|Y_A\right|}{S_n} = 0.098 \cdot \frac{kN}{cm^3}$$

$\sigma_{cmax} := -k \cdot \zeta_c$ $\quad\quad$ $\sigma_{cmax} = -8.357 \cdot MPa$

$\sigma_{smax} := n \cdot k \cdot \left(d_p - \zeta_c\right)$ $\quad\quad$ $\sigma_{smax} = 270.341 \cdot MPa$