

PROVA DI RECUPERO DEL 3.7.1999: ESERCIZIO N°2

**Traccia**

La sezione in c.a. rappresentata in figura è sollecitata da uno sforzo normale di calcolo costante pari a  $N_d=700\text{kN}$ . Valutare il momento ultimo della sezione.

*Geometria della sezione*

$b = 40 \text{ cm}$

$h = 50 \text{ cm}$

$d' = h - d = 3 \text{ cm}$

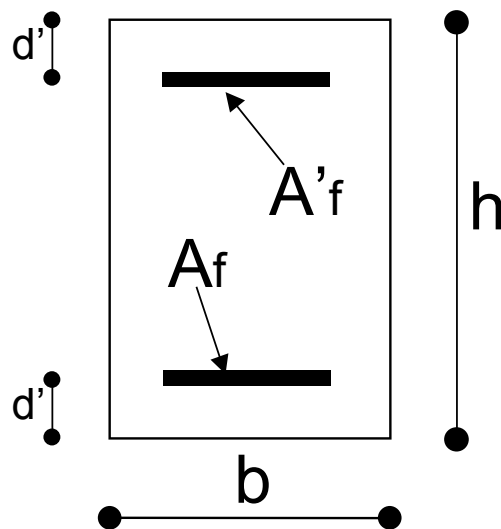
$A_s = 15\text{cm}^2$

$A'_s = 5\text{cm}^2$

*Caratteristiche meccaniche dei materiali*

Calcestruzzo  $R_{ck} = 25\text{N/mm}^2$

Acciaio  $\text{FeB38k} (f_{yk} = 375 \text{ N/mm}^2)$



*Figura 2: schema della sezione*

## PROVA DI RECUPERO DEL 3.7.1999: ESERCIZIO N°2

### Soluzione

Valutazione delle resistenze di calcolo dei materiali

$$\overline{f_{cd}} = 0.85 \times \frac{0.83 R_{ck}}{\gamma_c} = 0.85 \times \frac{0.83 \times 25}{1.6} = 11.02 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{375}{1.15} = 326 \text{ N/mm}^2$$

Riconoscimento della regione di appartenenza della sezione attraverso il valore adimensionale della forza normale

$$n = \frac{N_d}{b \times d \times \overline{f_{cd}}} = \frac{700 \times 10^3}{400 \times 470 \times 11.02} = 0.338$$

$$0 < n < 1 \Rightarrow \text{Regione 2 o 3}$$

Equilibrio alla traslazione, ipotizzando che l'acciaio compresso  $A'_f$  sia snervato

$$\varepsilon'_s > \varepsilon_{yd} \Rightarrow \sigma'(\varepsilon'_s) = f_{yd}$$

$$0.8 \times y_c \times b \times \overline{f_{cd}} + A'_f \times f_{yd} - A_f \times f_{yd} = N_d$$

Dall'equazione si ottiene la posizione dell'asse neutro della sezione :

$$y_c = \frac{N_d + (A_f - A'_f) \times f_{yd}}{0.8 \times b \times \overline{f_{cd}}} = \frac{700 \times 10^3 + (15 - 5) \times 10^2 \times 326}{0.8 \times 400 \times 11.02} = 291 \text{ mm} = 29.1 \text{ cm}$$

Posizione dell'asse neutro in corrispondenza del limite fra le Regioni 1 e 2

$$y_c^{1-2} = \frac{3.5^\circ / \infty}{3.5^\circ / \infty + \varepsilon_{yd}} \times d$$

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{326}{206 \times 10^3} = 1.58^\circ / \infty$$

$$y_c^{1-2} = \frac{3.5}{3.5 + 1.58} \times 47 = 32.3 \text{ cm}$$

Posizione dell'asse neutro in corrispondenza del limite fra le Regioni 2 e 3

$$y_c^{2-3} = 0.2593 \times d = 0.2593 \times 47 = 12.18 \text{ cm}$$

Per riconoscere la regione di appartenenza della sezione è necessario confrontare la posizione del suo asse neutro con la posizione dell'asse neutro relativo ai diagrammi di separazione fra le regioni 1-2 e le regioni 2-3

$$y_c^{2-3} < y_c < y_c^{1-2} \Rightarrow \text{Regione 2}$$

La deformazione dell'acciaio compresso si ottiene dalla proporzione :

$$\varepsilon'_s : (y_c - d') = \varepsilon_{cu} : y_c$$

$$\varepsilon'_s = \frac{(y_c - d') \times \varepsilon_{cu}}{y_c} = \frac{(29.1 - 3) \times 3.5^\circ / \infty}{29.1} = 3.14^\circ / \infty > \varepsilon_{yd} = 1.82^\circ / \infty \Rightarrow \text{Ipotesi verificata}$$

Il momento ultimo si ottiene dall'equilibrio alla rotazione intorno al centro della sezione

$$\begin{aligned} M_u &= 0.8y_c \times b \times \bar{f}_{cd} \times \left( \frac{h}{2} - 0.4y_c \right) + (A_s + A'_s) \times \left( \frac{h}{2} - d' \right) \times f_{yd} = \\ &= 0.8 \times 291 \times 400 \times 11.02 \times (250 - 0.4 \times 291) + (1500 + 500) \times 326 \times (250 - 30) = \\ &= 137.1 \times 10^6 + 143.4 \times 10^6 = 280.5 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm} = 280.5 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$