Capitolo 2

FLESSIONE

SOLUZIONI ESERCIZI PROPOSTI (Vedi Testo Pag. 29 ÷ 30)

Soluzione Esercizio 1

Dato che il coefficiente di sicurezza k = 2,5 il carico unitario ammissibile (tensione ammissibile) sarà:

$$\sigma_{am} = \frac{\sigma_r}{k} = \frac{500}{2,5} = 200 \ \ N/mm^2$$

Per una sezione quadrata di lato (b) il modulo di resistenza a flessione (W_f) è (vedi tabella a pagina 27):

$$W_f = \frac{1}{6}\, b^3$$

Imposto il dimensionamento a flessione:

$$\frac{M_f}{W_f} = \sigma_{am} \qquad W_f = \frac{M_f}{\sigma_{am}} = \frac{2000000}{200} = 10000\ mm^3$$

Quindi ricavo il lato (b):

$$b = \sqrt[3]{6\, W_f} = \sqrt[3]{6\ 10000} = 39\ mm$$

==

Soluzione Esercizio 2

Dato che il coefficiente di sicurezza k = 2 il carico unitario ammissibile (tensione ammissibile) sarà:

$$\sigma_{am} = \frac{\sigma_r}{k} = \frac{580}{2} = 290 \ \ N/mm^2$$

Per una sezione rettangolare di lato b = 0,7 h il modulo di resistenza a flessione è (vedi tabella a pagina 27):

$$W_f = \frac{1}{6}\, b\, h^2 = \frac{1}{6}\, 0,7\, h^3$$

Imposto il dimensionamento a flessione:

$$\frac{M_f}{W_f} = \sigma_{am} \qquad W_f = \frac{M_f}{\sigma_{am}} = \frac{2000000}{290} = 6896,55\ mm^3$$

Quindi ricavo l'altezza (h):

$$h = \sqrt[3]{\frac{6\, W_f}{0,7}} = \sqrt[3]{\frac{6\ \ 6896,55}{0,7}} = 39\ mm$$

Quindi il lato b = 0,7 h = 0,7 39 = 27 mm

==

Soluzione Esercizio 3

Il momento flettente costante a cui è soggetta la trave è M_f = 6000 N m = 6000000 N mm. Calcolo il modulo di resistenza a flessione è (vedi tabella a pagina 27):

$$W_f = \frac{1}{6}\, b\, h^2 = \frac{1}{6}\, 50\ 80^2 = 53333\ mm^3$$

Verifico la resistenza a flessione:

$$\frac{M_f}{W_f} = \frac{6000000}{53333} = 112{,}5 \;\; N/mm^2 \; < \; \sigma_{am} \quad quindi\ verificata$$

Calcolo il coefficiente di sicurezza:

$$k = \frac{\sigma_r}{\sigma} = \frac{380}{112{,}5} = 3{,}37$$

==

Soluzione Esercizio 4

Dato che il coefficiente di sicurezza k = 3 il carico unitario ammissibile (tensione ammissibile) sarà:

$$\sigma_{am} = \frac{\sigma_r}{k} = \frac{580}{3} = 193 \;\; N/mm^2$$

Per una sezione rettangolare di altezza h = 2b il modulo di resistenza a flessione è (vedi tabella a pagina 27):

$$W_f = \tfrac{1}{6}\, b\, h^2 = \tfrac{2}{3}\, b^3$$

Imposto il dimensionamento a flessione:

$$\frac{M_f}{W_f} = \sigma_{am} \qquad W_f = \frac{M_f}{\sigma_{am}} = \frac{34000000}{193} = 176165{,}8\, mm^3$$

Quindi ricavo il lato (b):

$$b = \sqrt[3]{\frac{3\, W_f}{2}} = \sqrt[3]{\frac{3 \;\; 176165{,}8}{2}} = 64\, mm$$

Quindi l'altezza della sezione risulta h = 2 b = 2 64 = 128 mm

==

Soluzione Esercizio 5

In base alla tabella di pagina 28, il Profilo IPE 100 presenta un modulo di resistenza a flessione W_f = 34200 mm^3 quindi la tensione risulta:

$$\sigma = \frac{M_f}{W_f} = \frac{34000000}{34200} = 994\, N/mm^2$$

Troppo elevata, quindi scelgo un IPE 160 che presenta un modulo di resistenza a flessione W_f = 109000 mm^3 quindi la tensione risulta:

$$\sigma = \frac{M_f}{W_f} = \frac{34000000}{109000} = 321\, N/mm^2$$

Calcolo il coefficiente di sicurezza:

$$k = \frac{\sigma_r}{\sigma} = \frac{580}{321} = 1{,}8$$

==

Soluzione Esercizio 6

Dato che il coefficiente di sicurezza k = 2,5 il carico unitario ammissibile (tensione ammissibile) sarà:

$$\sigma_{am} = \frac{\sigma_r}{k} = \frac{548}{2,5} = 219,2 \ \ N/mm^2$$

In base ai dati e alla figura 9 (pagina 30), il momento flettente massimo che sollecita la trave è M_f = 32000 Nm, quindi calcolo il modulo di resistenza a flessione:

$$W_f = \frac{M_f}{\sigma_{am}} = \frac{32000000}{219,2} = 145985 \ mm^3$$

In base alla tabella di pagina 28, scelgo il Profilo IPE 180

==

Soluzione Esercizio 7

In base ai dati e alla figura 10 di pagina 30 determino la posizione dell'asse neutro, esso dista dalla base:

$$y_n = \frac{(20 \ \ 10 \ \ 75) + (10 \ \ 60 \ \ 40) + (60 \ \ 10 \ \ 5)}{(20 \ \ 10) + (10 \ \ 60) + (60 \ \ 10)} = \frac{42000}{1400} = 30 \ mm$$

I momenti d'inerzia rispetto all'asse neutro dei tre rettangoli si calcolano:

$$J_1 = \frac{1}{12} \ 20 \ 10^3 \ + 20 \ 10 \ 45^2 = 406666 \ mm^4$$

$$J_2 = \frac{1}{12} \ 10 \ 60^3 \ + 10 \ 60 \ 10^2 = 240000 \ mm^4$$

$$J_3 = \frac{1}{12} \ 60 \ 10^3 \ + 60 \ 10 \ 25^2 = 380000 \ mm^4$$

Il momento d'inerzia complessivo risulta $J = J_1 + J_2 + J_3 = 1026666$ mm^4

Il modulo di resistenza della sezione a trazione è:

$$W_f' = \frac{J}{y_{max}'} = \frac{1026666}{30} = 34222 \ mm^3$$

Il modulo di resistenza della sezione a compressione è:

$$W_f'' = \frac{J}{y_{max}''} = \frac{1026666}{50} = 20535 \ mm^3$$

La tensione interna nella zona tesa è:

$$\sigma' = \frac{M_f}{W_f'} = \frac{2000000}{34222} = 58,5 \ N/mm^2$$

La tensione interna nella zona compressa è:

$$\sigma'' = \frac{M_f}{W_f''} = \frac{2000000}{20535} = 97,5 \ N/mm^2$$

Il coefficiente di sicurezza nella zona tesa è:

$$k' = \frac{\sigma_r'}{\sigma'} = \frac{150}{58,5} = 2,53$$

Il coefficiente di sicurezza nella zona compressa è:

$$k'' = \frac{\sigma_r''}{\sigma''} = \frac{600}{97,5} = 6,15$$

===

Maurizio