

Całkowite wyężenie elementu: 73%

Napężenia: 43 %; Statecznoř lokalna: 0 %; Rozciąganie: 1 %; Ściskanie: 25 %; Zginanie: 51 %; Zginanie ze ściskaniem: 70 %; Zginanie ze ścinaniem: 43 %; Ścinanie: 1 %; Środek pod obciążeniem skupionym: 0 %; Środek w złożonym stanie napężenia: 0 %; Smukłość: 0 % Ugięcia: 73 %

Wyniki szczegółowe

Napężenia (42.7 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=3.63m$; Kombinacja: max $M_x (+1,+2,+3,+5,+6,+8,)$

Wskaźnik osłabienia (4.1.2, Tablica 5):

$$\psi_{oc} = 1(\text{otwory nie są powiększone})$$

$$\psi_{ov,y} = \min \left[1.0, \frac{A_{vn,y}}{A_{v,y}} \cdot \frac{0.8R_m}{R_s} \right] = \min \left[1.0, \frac{39.56}{39.56} \cdot \frac{0.8 \cdot 275.0}{235.0} \right] = 1.000$$

$$\psi_{ov,x} = \min \left[1.0, \frac{A_{vn,x}}{A_{v,x}} \cdot \frac{0.8R_m}{R_s} \right] = \min \left[1.0, \frac{52.74}{52.74} \cdot \frac{0.8 \cdot 275.0}{235.0} \right] = 1.000$$

Warunek nośności (4.1.2, Tablica 5):

$$\sigma_{ec} = \left| \frac{\bar{\sigma}}{\psi_{oc}} + \Delta\sigma \right| = \left| \frac{-11.6}{1.000} - 80.1 \right| = |-91.7\text{MPa}| < 215.0\text{MPa} = f_d$$

$$\tau_{e,y} = \left| \frac{\bar{\tau}_y}{\psi_{ov,y}} \right| = \left| \frac{0.6}{1.000} \right| = |0.6\text{MPa}| < 124.7\text{MPa} = 0.58 \cdot f_d$$

$$\tau_{e,x} = \left| \frac{\bar{\tau}_x}{\psi_{ov,x}} \right| = \left| \frac{0.0}{1.000} \right| = |0.0\text{MPa}| < 124.7\text{MPa} = 0.58 \cdot f_d$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3\tau_e^2} = \sqrt{91.7^2 + 3 \cdot 0.0^2} = 91.7\text{MPa} < 215.0\text{MPa} = f_d$$

Rozciąganie (0.9 %)

Przekrój: $x/L=0.000$, $L=0.00m$; Kombinacja: max $N (-1,-2,+3,+7,)$

Pole przekroju: $A_{brutto} = 98.80\text{cm}^2$

Oslabienie otworami na łączniki - pole sprowadzone (4.1.2d):

$$A_{\psi} = \sum_{i=1,n} \left[\min \left(A_{i,brutto}, A_{i,n} \cdot \frac{0.8R_m}{R_s} \right) \right] = \sum_{i=1,n} \left[\min \left(A_{i,brutto}, A_{i,n} \cdot \frac{0.8 \cdot 275.0}{235.0} \right) \right] = 98.80\text{cm}^2$$

Przyjęto do obliczeń: $A = A_{\psi} = 98.80\text{cm}^2$

Nośność elementu rozciąganego (4.3.2):

$$N_{Rt} = A f_d = 98.80 \cdot 21.5 = 2124.2 > 18.61 = N$$

Długość wyboczeniowa

Współczynniki długości wyboczeniowej przyjęto samodzielnie.

W płaszczyźnie układu: $\mu_x = 2.000$ i $l_{0,x} = 3.6m$

oraz prostopadłe do płaszczyzny układu: $\mu_y = 2.000$ i $l_{0,y} = 3.6m$.

Wyboczenie skrętnie: $\mu_{\omega} = 2.000$ oraz $l_{0,\omega} = 3.6m$

Siły krytyczne

$$N_{cr,x} = \frac{\pi^2 E I_x}{(\mu_x l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 205000.0\text{MPa} \cdot 32740.0\text{cm}^4}{(2.000 \cdot 3.6m)^2} = 12980.3\text{kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(\mu_y l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 205000.0\text{MPa} \cdot 1680.0\text{cm}^4}{(2.000 \cdot 3.6m)^2} = 646.3\text{kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{1}{i_z^2} \left[\frac{\pi^2 E I_{\omega}}{(\mu_{\omega} l)^2} + G I_T \right]$$

$$N_{cr,z} = \frac{1}{18.9^2} \left[\frac{\pi^2 \cdot 205000.0\text{MPa} \cdot 791005.1\text{cm}^6}{(2.000 \cdot 3.6m)^2} + 78846.2\text{MPa} \cdot 64.4\text{cm}^4 \right] = 2266.0\text{kN}$$

$$N_{cr,yz} = \frac{(N_y + N_z) - \sqrt{(N_y + N_z)^2 - 4N_y N_z (1 - \mu_y^2 / i_z^2)}}{2(1 - \mu_y^2 / i_z^2)} = \frac{(N_y + N_z) - \sqrt{R}}{2(1 - \mu_y^2 / i_z^2)}$$

$$R = (646.3 + 2266.0)^2 - 4 \cdot 646.3 \cdot 2266.0 (1 - 1.000 \cdot 0.0^2 / 18.934^2) = 2623274.9\text{kN}$$

$$N_{cr,yz} = \frac{(646.3 + 2266.0) - \sqrt{2623274.9}}{2(1 - 1.000 \cdot 0.0^2 / 18.934^2)} = 646.3\text{kN}$$

Moment krytyczny

Moment krytyczny został wyliczony zgodnie z zał. 1 do PN-90/B-03200 (Z1-9).