

Wsp. długości wybowczeniowej: $\mu_y, \mu_{cr} = 1.00$, $\mu_{\omega, cr} = 1.00$ (tylko do obliczeń M_{cr})

Współczynniki ze względu na podparcie i obciążenie: $A_1 = 0.61$, $A_2 = 0.53$, $B = 1.14$

Współrzędna przyłożonego obciążenia względem środka ciężkości: $a_0 = 22.50 \text{ cm}$

Współrzędna środka ścinania: $y_s = 0.00 \text{ cm}$

$$b_y = y_s - 0.5r_x = 0.00 + 0.5 \cdot 0.00 = 0.00 \text{ cm}$$

$$A_0 = A_1 b_y + A_2 (y_s - a_0) = 0.61 \cdot 0.00 + 0.53 \cdot (0.00 - 22.50) = -11.925$$

$$N_{cr,y} = \pi^2 E I_y / (\mu_y, cr L)^2 = \pi^2 20500.0 \cdot 1680.0 / (1.00 \cdot 362.6)^2 = 2585.30 \text{ kN}$$

$$N_{cr,x} = \frac{1}{i_x^2} \left[\frac{\pi^2 E I_{\omega}}{(\mu_{\omega, cr})^2} + G J_T \right]$$

$$N_{cr,x} = \frac{1}{18.93^2} \left[\frac{\pi^2 20500.0 \cdot 791005.1}{(1.00 \cdot 362.6)^2} + 7884.6 \cdot 64.4 \right] = 4812.51 \text{ kN}$$

$$M_{cr} = A_0 N_{cr,y} \sqrt{(A_0 N_{cr,y})^2 + B^2 i_x^2 N_{cr,y} N_{cr,x}}$$

$$M_{cr} = 1e - 2 \cdot -11.925 \cdot 2585.30 \sqrt{((-11.925 \cdot 2585.30)^2 + 1.14^2 18.93^2 2585.30 \cdot 4812.51)} = 513.12 \text{ kNm}$$

Ściskanie (25.0 %)

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

Nośność obliczeniowa przekroju: $N_{Rc} = A f_d = 98.8 \cdot 21.5 = 2032.7 \text{ kN}$

Współczynniki wybowczeniowe (Tablica 11):

$$\bar{\lambda}_x = 1.15 \sqrt{N_{Rc} / N_{cr,x}} = 2032.7 / 12980.3 = 0.455 \rightarrow \text{krzywa 'a'} \rightarrow \phi_x(\bar{\lambda}_x) = 0.979 \text{ (gięte x-x)}$$

$$\bar{\lambda}_y = 1.15 \sqrt{N_{Rc} / N_{cr,y}} = 2032.7 / 646.3 = 2.039 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \phi_y(\bar{\lambda}_y) = 0.226 \text{ (gięte y-y)}$$

$$\bar{\lambda}_z = 1.15 \sqrt{N_{Rc} / N_{cr,z}} = 2032.7 / 2266.0 = 1.089 \rightarrow \text{krzywa 'c'} \rightarrow \phi_z(\bar{\lambda}_z) = 0.513 \text{ (skrętnie)}$$

$$\bar{\lambda}_{yz} = 1.15 \sqrt{N_{Rc} / N_{cr,yz}} = 2032.7 / 646.3 = 2.039 \rightarrow \text{krzywa 'b'} \rightarrow \phi_{yz}(\bar{\lambda}_{yz}) = 0.226$$

Przyjęto do obliczeń: $\phi = \min(\phi_i) = 0.226$

Warunek nośności (stateczności) elementu ściskanego:

$$\phi N_{Rc} = 0.226 \cdot 2032.7 = 459.9 \text{ kN} > 114.9 \text{ kN} = N$$

Ścinanie (1.0 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=3.63 \text{ m}$; Kombinacja: $\max N (-1, -2, +3, +7,)$

Przekrój czynny przy ścinaniu: $A_{v,y} = 39.6 \text{ cm}^2$, $A_{v,x} = 52.7 \text{ cm}^2$

Warunek nośności przy ścinaniu:

$$V_{R,y} = 0.58 A_{v,y} f_d = 0.58 \cdot 39.6 \cdot 215.0 = 493.3 \text{ kN} > 4.7 \text{ kN}$$

$$V_{R,x} = 0.58 A_{v,x} f_d = 0.58 \cdot 52.7 \cdot 215.0 = 657.6 \text{ kN} > 0.0 \text{ kN}$$

Warunek nośności przy ścinaniu z uwzględnieniem siły normalnej:

$$V_{R,y,N} = V_{R,y} \sqrt{1 - (N_t / N_{Rt})^2} = 493.3 \sqrt{1 - (16.1 / 2124.2)^2} = 493.2 \text{ kN} > 4.7 \text{ kN}$$

$$V_{R,x,N} = V_{R,x} \sqrt{1 - (N_t / N_{Rt})^2} = 657.6 \sqrt{1 - (16.1 / 2124.2)^2} = 657.6 \text{ kN} > 0.0 \text{ kN}$$

Zginanie (50.7 %)

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

Nośność obliczeniowa przekroju:

$$M_{R,x} = \alpha_p W_x f_d = 1.0 \cdot 1499.6 \text{ cm}^3 \cdot 215.0 \text{ MPa} = 322.4 \text{ kNm}$$

$$M_{R,y} = \alpha_p W_y f_d = 1.0 \cdot 176.8 \text{ cm}^3 \cdot 215.0 \text{ MPa} = 38.0 \text{ kNm}$$

Wsp. zwężenia: $\lambda_L = \min \left[1.15 \sqrt{\frac{M_R}{M_{cr}}}, 3.0 \right] = \min \left[1.15 \sqrt{\frac{322.4}{513.12}}, 3.0 \right] = 0.912 \rightarrow \text{Tab. 11} \rightarrow \phi_L(\lambda_L) = 0.823$

Nośność elementu zginanego lub zginanego i rozciąganego (4.5.6):

$$\frac{N_t}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{\phi_L M_{R,x}} + \frac{M_y}{M_{R,y}} = \frac{114.9}{2124.2} + \frac{120.1}{0.823 \cdot 322.4} + \frac{0.0}{38.0} = 0.51 < 1.0$$

Zginanie ze ściskaniem (70.3 %)

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