

Węzeł nr 2 - Połączenie zakładkowe w kratownicy

Informacje o węźle

Położenie: (x=3.000m, y=-1.000m)

Obliczenia dla połączenia elementu 13 do blachy:

Nośność spoin (0.6 %)

Kombinacja: ('+0', '+1', '+K2', '+3')

Moment zginający w środku połączenia:

$$M_{Ed} = M_{Ed}^* - N_{Ed} e_N - V_{Ed} e_V = 0.002 + 3.71 \cdot 0.000 + 0.189 \cdot 0.332 = -0.061 \text{ kNm}$$

Pole przekroju:

$$A_w = 34.0 \text{ cm}^2$$

Moment bezwładności względem osi x:

$$I_{w,x} = 563 \text{ cm}^4$$

Moment bezwładności względem osi z:

$$I_{w,z} = 3070 \text{ cm}^4$$

Biegunowy moment bezwładności:

$$I_{w,0} = I_{w,z} + I_{w,x} = 3070 + 563 = 3630 \text{ cm}^4$$

Naprężenia styczne po kierunku osi x spowodowane działaniem siły tnącej:

$$\tau_x = \frac{N_{Ed}}{n A_w} = \frac{3.71}{1 \cdot 34.0} = 0.109 \text{ kN/cm}^2$$

Naprężenia styczne po kierunku osi z spowodowane działaniem siły tnącej::

$$\tau_z = \frac{V_{Ed}}{n A_w} = \frac{0.189}{1 \cdot 34.0} = 0.006 \text{ kN/cm}^2$$

Naprężenia styczne po kierunku osi x spowodowane działaniem momentu:

$$\tau_{Mx} = -\frac{M_{0,Ed} z}{n I_{w,0}} = -\frac{-6.08 \cdot 4.25}{1 \cdot 3630} = 0.007 \text{ kN/cm}^2$$

Naprężenia styczne po kierunku osi z spowodowane działaniem momentu:

$$\tau_{Mz} = \frac{M_{0,Ed} x}{n I_{w,0}} = \frac{-6.08 \cdot (-13.5)}{1 \cdot 3630} = 0.023 \text{ kN/cm}^2$$

Naprężenia styczne wypadkowe:

$$\tau = \sqrt{(\tau_x + \tau_{Mx})^2 + (\tau_z + \tau_{Mz})^2} = \sqrt{(0.109 + 0.007)^2 + (0.006 + 0.023)^2} = 0.120 \text{ kN/cm}^2$$

Naprężenia dopuszczalne

$$\beta_{w,l} = 0.800, \beta_{w,m} = 0.800$$

$$\tau_{\text{lim},l} = \frac{f_{u,l}}{\sqrt{3} \beta_{w,l} \gamma_{M2}} = \frac{36.0}{\sqrt{3} \cdot 0.800 \cdot 1.25} = 20.8 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{\text{lim},m} = \frac{f_{u,m}}{\sqrt{3} \beta_{w,m} \gamma_{M2}} = \frac{36.0}{\sqrt{3} \cdot 0.800 \cdot 1.25} = 20.8 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{\text{lim}} = \min(\tau_{\text{lim},m}, \tau_{\text{lim},l}) = \min(20.8, 20.8) = 20.8 \text{ kN/cm}^2$$

Warunek naprężeń:

$$\tau = 0.120 \text{ kN/cm}^2 \leq 20.8 \text{ kN/cm}^2 = \tau_{\text{lim}}$$

Obliczenia dla połączenia elementu 14 do blachy:

Nośność spoin (1.4 %)

Kombinacja: ('+0', '+1', '+K2', '+3')

Moment zginający w środku połączenia:

$$M_{Ed} = M_{Ed}^* - N_{Ed} e_N - V_{Ed} e_V = -0.043 - 6.42 \cdot 0.000 + 0.060 \cdot 0.303 = -0.061 \text{ kNm}$$

Pole przekroju:

$$A_w = 24.0 \text{ cm}^2$$

Moment bezwładności względem osi x:

$$I_{w,x} = 383 \text{ cm}^4$$

Moment bezwładności względem osi z:

$$I_{w,z} = 1020 \text{ cm}^4$$

Biegunowy moment bezwładności:

$$I_{w,0} = I_{w,z} + I_{w,x} = 1020 + 383 = 1400 \text{ cm}^4$$

Naprężenia styczne po kierunku osi x spowodowane działaniem siły tnącej:

$$\tau_x = \frac{N_{Ed}}{n A_w} = \frac{-6.42}{1 \cdot 24.0} = -0.267 \text{ kN/cm}^2$$

Naprężenia styczne po kierunku osi z spowodowane działaniem siły tnącej::

$$\tau_z = \frac{V_{Ed}}{n A_w} = \frac{0.060}{1 \cdot 24.0} = 0.002 \text{ kN/cm}^2$$

Naprężenia styczne po kierunku osi x spowodowane działaniem momentu:

$$\tau_{Mx} = -\frac{M_{0,Ed} z}{n I_{w,0}} = -\frac{-6.14 \cdot (-4.25)}{1 \cdot 1400} = -0.019 \text{ kN/cm}^2$$

Naprężenia styczne po kierunku osi z spowodowane działaniem momentu:

$$\tau_{Mz} = \frac{M_{0,Ed} x}{n I_{w,0}} = \frac{-6.14 \cdot 11.7}{1 \cdot 1400} = -0.051 \text{ kN/cm}^2$$

Naprężenia styczne wypadkowe:

$$\tau = \sqrt{(\tau_x + \tau_{Mx})^2 + (\tau_z + \tau_{Mz})^2} = \sqrt{(-0.267 - 0.019)^2 + (0.002 - 0.051)^2} = 0.290 \text{ kN/cm}^2$$

Naprężenia dopuszczalne

$$\beta_{w,l} = 0.800, \beta_{w,m} = 0.800$$

$$\tau_{\text{lim},l} = \frac{f_{u,l}}{\sqrt{3} \beta_{w,l} \gamma_{M2}} = \frac{36.0}{\sqrt{3} \cdot 0.800 \cdot 1.25} = 20.8 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{\text{lim},m} = \frac{f_{u,m}}{\sqrt{3} \beta_{w,m} \gamma_{M2}} = \frac{36.0}{\sqrt{3} \cdot 0.800 \cdot 1.25} = 20.8 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{\text{lim}} = \min(\tau_{\text{lim},m}, \tau_{\text{lim},l}) = \min(20.8, 20.8) = 20.8 \text{ kN/cm}^2$$

Warunek naprężeń:

$$\tau = 0.290 \text{ kN/cm}^2 \leq 20.8 \text{ kN/cm}^2 = \tau_{\text{lim}}$$

Obliczenia dla połączenia blachy węzłowej do pasa:

Obliczenia połączenia spawanego dokonano traktując blachę węzłową jako tarczę sztywną.

Nośność spoin (1.6 %)

Kombinacja: ('+0', '+1', '+K2', '+3')

Pole przekroju:

$$A_w = 20.0 \text{ cm}^2$$

Moment bezwładności względem osi x:

$$I_{w,x} = 0.417 \text{ cm}^4$$

Moment bezwładności względem osi z:

$$I_{w,z} = 2670 \text{ cm}^4$$

Biegunowy moment bezwładności:

$$I_{w,0} = I_{w,z} + I_{w,x} = 2670 + 0.417 = 2670 \text{ cm}^4$$

Naprężenia styczne po kierunku osi x spowodowane działaniem siły tnącej:

$$\tau_x = \frac{N_{Ed}}{nA_w} = \frac{-6.42}{1 \cdot 20.0} = -0.321 \text{ kN/cm}^2$$

Naprężenia styczne po kierunku osi z spowodowane działaniem siły tnącej::

$$\tau_z = \frac{V_{Ed}}{nA_w} = \frac{0.060}{1 \cdot 20.0} = 0.003 \text{ kN/cm}^2$$

Naprężenia styczne po kierunku osi x spowodowane działaniem momentu:

$$\tau_{Mx} = -\frac{M_{0,Ed}z}{nI_{w,0}} = -\frac{7.03 \cdot 1.77}{1 \cdot 2670} = -0.005 \text{ kN/cm}^2$$

Naprężenia styczne po kierunku osi z spowodowane działaniem momentu:

$$\tau_{Mz} = \frac{M_{0,Ed}x}{nI_{w,0}} = \frac{7.03 \cdot 20.0}{1 \cdot 2670} = 0.053 \text{ kN/cm}^2$$

Naprężenia styczne wypadkowe:

$$\tau = \sqrt{(\tau_x + \tau_{Mx})^2 + (\tau_z + \tau_{Mz})^2} = \sqrt{(-0.321 - 0.005)^2 + (0.003 + 0.053)^2} = 0.330 \text{ kN/cm}^2$$

Naprężenia dopuszczalne

$$\beta_{w,l} = 0.900, \beta_{w,m} = 0.800$$

$$\tau_{\text{lim},l} = \frac{f_{u,l}}{\sqrt{3}\beta_{w,l}\gamma_{M2}} = \frac{51.0}{\sqrt{3} \cdot 0.900 \cdot 1.25} = 26.2 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{\text{lim},m} = \frac{f_{u,m}}{\sqrt{3}\beta_{w,m}\gamma_{M2}} = \frac{36.0}{\sqrt{3} \cdot 0.800 \cdot 1.25} = 20.8 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{\text{lim}} = \min(\tau_{\text{lim},m}, \tau_{\text{lim},l}) = \min(20.8, 26.2) = 20.8 \text{ kN/cm}^2$$

Warunek naprężeń:

$$\tau = 0.330 \text{ kN/cm}^2 \leq 20.8 \text{ kN/cm}^2 = \tau_{\text{lim}}$$