



Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

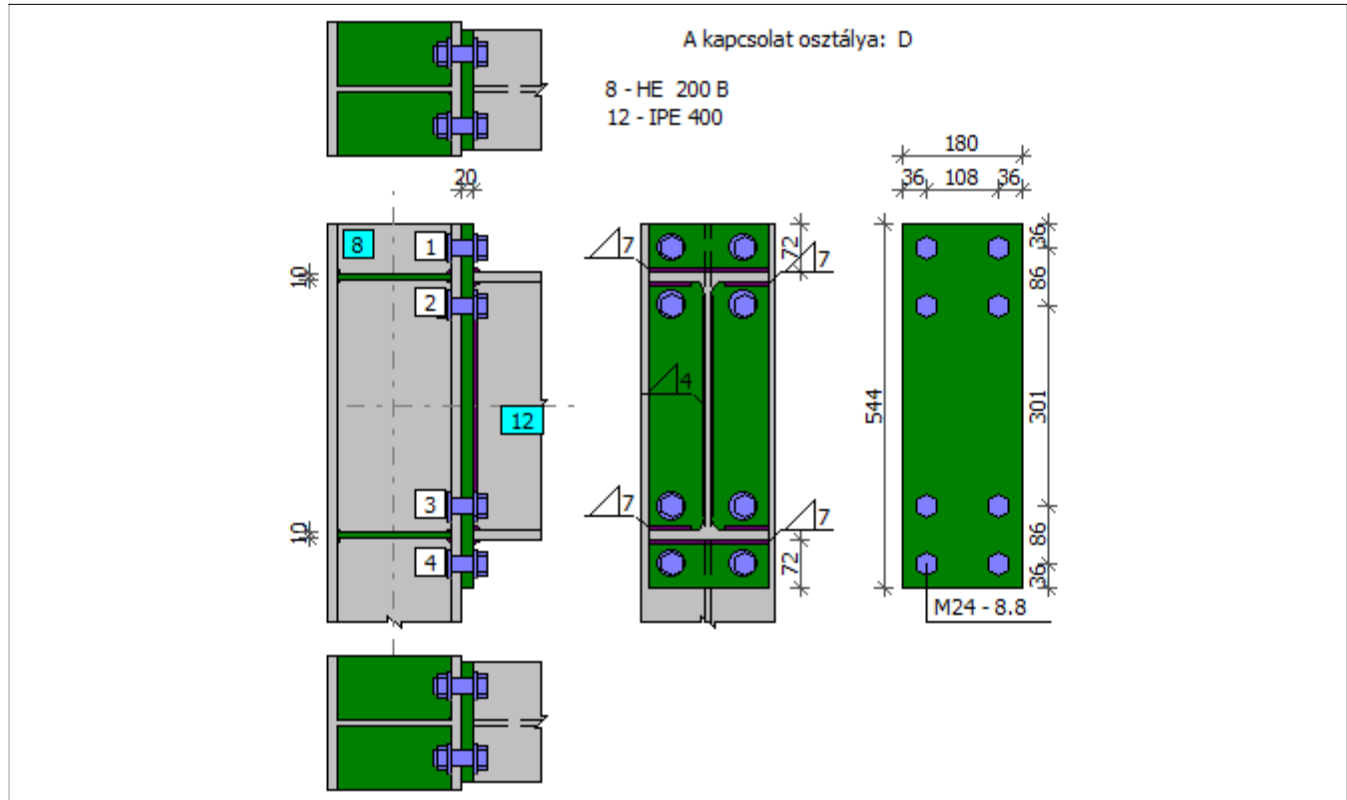
2021. 01. 28.

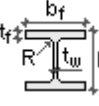
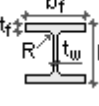
17. oldal

	Gerenda-oszlop (homloklemez) EC3 1991-1-8: 2008	Hányados : 0.69	
---	---	-----------------	--

Structure node: 15

Structure bars: 8, 12

**Adatok**

Oszlop HE 200 B					
	h_c	b_{fc}	t_{fc}	t_{wc}	R_c
	200.00mm	200.00mm	15.00mm	9.00mm	0.00mm
	A_c	J_{y0c}	J_{z0c}	y_{0c}	z_{0c}
	78.08cm ²	5696.17cm ⁴	2003.37cm ⁴	100.00mm	100.00mm
Anyag	Minőség	f_y	f_u		
	S 235	235.00MPa	360.00MPa		
Gerenda IPE 400					
	h_b	b_{fb}	t_{fb}	t_{wb}	R_b
	400.00mm	180.00mm	13.50mm	8.60mm	21.00mm
	A_b	J_{y0b}	J_{z0b}	y_{0b}	z_{0b}
	84.48cm ²	23134.01cm ⁴	1317.86cm ⁴	90.00mm	200.00mm
Anyag	Minőség	f_y	f_u		
	S 235	235.00MPa	360.00MPa		

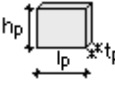
Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

18. oldal

Homloklemez			
	l_p	h_p	t_p
	180.00mm	544.00mm	20.00mm
Anyag	Minőség	f_y	f_u
	S 235	235.00MPa	360.00MPa

A homloklemez és az oszlop övlemezét összekötő csavarok

Minőség		8.8
Folyáshatár	$f_y =$	640.00MPa
Húzási ellenállás	$f_u =$	800.00MPa
Csavarátmérő	$d =$	24.00mm
Csavar furatátmérő	$d_0 =$	27.00mm
Csavar keresztmetszeti terület	$A =$	4.52cm ²
Effektív csavarkeresztmetszet	$A_s =$	3.53cm ²
Sorok száma	$w =$	4.00mm
Távolság a vízszintes éltől	$e_1 =$	36.00mm
Vízszintes osztásköz	$w_1 =$	108.00mm
Csavarok száma a sorokban		$m_1 = 2; m_2 = 2; m_3 = 2; m_4 = 2$
Függőleges sortávolság		$p_1 = 85.50mm; p_2 = 301.00mm; p_3 = 85.50mm$

Varratok

Sarokvarrat mérete a gerenda öve és a homloklemez között	$a_f =$	7.00mm
Sarokvarrat mérete a gerenda gerince és a homloklemez között	$a_w =$	4.00mm

Parciális biztonsági tényezők

Tényező	$\gamma_{M0} =$	1.00
Tényező	$\gamma_{M1} =$	1.00
Tényező	$\gamma_{M2} =$	1.25

Erők**Tervezési terhek** Snow

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

19. oldal

Jobboldali gerenda		
Normálerő	$N_{b1,Ed} =$	$-25.46kN$
Nyíróerő	$V_{b1,Ed} =$	$39.57kN$
Hajlítónyomaték	$M_{b1,Ed} =$	$62.25kNm$
Alsó oszlop		
Normálerő	$N_{c1,Ed} =$	$-53.80kN$
Nyíróerő	$V_{c1,Ed} =$	$-25.46kN$
Hajlítónyomaték	$M_{c1,Ed} =$	$-62.24kNm$

Eredmények

Oszlop nyírt gerincpanelje

Az oszlop web panelének metszete

$$A_{vc} = A_c - 2 \cdot b_{fc} \cdot t_{fc} + (t_{wc} + 2 \cdot r_c) \cdot t_{fc} = 78.08cm^2 - 2 \cdot 200.00mm \cdot 15.00mm + (9.00mm + 2 \cdot 0.00mm) \cdot 15.00mm = 19.43cm^2$$

Az oszlop övlemeze képlékeny nyomatéki ellenállásának tervezési értéke

$$M_{pl,fc,Rd} = \frac{0.25 \cdot b_{fc} \cdot t_{fc}^2 \cdot f_{yc}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 200.00mm \cdot (15.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 2.64kNm$$

A merevítések tengelyvonalai közötti távolság

$$d_s = 386.50mm$$

A merevítés képlékeny nyomatéki ellenállásának tervezési értéke-gerenda felső övlemezőének síkja

$$M_{pl,stu,Rd} = \frac{0.25 \cdot b_{fc} \cdot t_{sfu}^2 \cdot f_{ys}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 200.00mm \cdot (10.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 0.11kNm$$

A merevítés képlékeny nyomatéki ellenállásának tervezési értéke-gerenda alsó övlemezőének síkja

$$M_{pl,ssl,Rd} = \frac{0.25 \cdot b_{fc} \cdot t_{sfl}^2 \cdot f_{ys}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 200.00mm \cdot (10.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 0.11kNm$$

Nyírási ellenállás növekmény a merevítők alkalmazásából

$$V_{wp,add,Rd} = \min\left(\frac{4 \cdot M_{pl,fc,Rd}}{d_s}; \frac{2 \cdot M_{pl,fc,Rd} + 2 \cdot M_{pl,ssl,Rd}}{d_s}\right) = \min\left(\frac{4 \cdot 2.64kNm}{386.50mm}; \frac{2 \cdot 2.64kNm + 2 \cdot 0.22kNm}{386.50mm}\right) = 14.84kN$$

Az oszlopgerinc képlékeny nyírási ellenállása

$$V_{wp,Rd} = \frac{0.9 \cdot A_{vc} \cdot f_{ywc}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} + V_{wp,add,Rd} = \frac{0.9 \cdot 19.43cm^2 \cdot 235.00MPa}{\sqrt{3} \cdot 1.00} + 14.84kN = 252.10kN$$

Az oszlopgerincet terhelő nyíróerő

$$V_{wp,Ed} = \frac{M_{b1,Ed} - M_{b2,Ed}}{z} - 0.5 \cdot (V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed}) = \frac{62.25kNm - 0.00kNm}{386.50mm} - 0.5 \cdot (-25.46kN - 0.00kN) = 173.78kN$$

$ V_{wp,Ed} \leq V_{wp,Rd}$	$ 173.78kN < 252.10kN$	0.69	✓
------------------------------	-------------------------	------	---

Oszlop nyomott gerinclemeze

Számítási paraméter

$$s_p = \min(t_p + c; 2 \cdot t_p) = \min(20.00mm + 72.00mm; 2 \cdot 20.00mm) = 40.00mm$$

Az oszlop nyomott gerinclemezőének hatékony szélessége

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

20. oldal

$$b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2 \cdot \sqrt{2} \cdot a_f + 5 \cdot (t_{fc} + r_c) + s_p = 13.50mm + 2 \cdot \sqrt{2} \cdot 7.00mm + 5 \cdot (15.00mm + 0.00mm) + 40.00mm = 148.30mm$$

Csökkentőtényező

$$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.3 \cdot \left(\frac{b_{eff,c,wc} \cdot t_{wc}}{A_{vc}} \right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.3 \cdot \left(\frac{148.30 \cdot 9.00mm}{19.43cm^2} \right)^2}} = 0.79$$

$$\omega = \omega_1 = 0.79$$

Oszlop nyomott gerinclemezének ellenállása

$$F_{c,wc,Rd1} = \frac{\omega \cdot k_{wc} \cdot b_{eff,c,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.79 \cdot 1.00 \cdot 148.30mm \cdot 9.00mm \cdot 235.00MPa}{1.00} = 246.93kN$$

Az oszlopgerinc magassága

$$d_{wc} = h_c - 2 \cdot (t_{fc} + r_c) = 200.00mm - 2 \cdot (15.00mm + 0.00mm) = 170.00mm$$

Lemezkarcsúság

$$\lambda_p = 0.932 \cdot \sqrt{\frac{b_{eff,c,wc} \cdot d_{wc} \cdot f_{y,wc}}{E \cdot t_{wc}^2}} = 0.932 \cdot \sqrt{\frac{148.30mm \cdot 170.00mm \cdot 235.00MPa}{210000.00MPa \cdot (9.00mm)^2}} = 0.55$$

Csökkentő tényező lemezhorpadáshoz

$$\rho = \frac{\lambda_p - 0.22}{\lambda_p^2} = \frac{0.55 - 0.22}{(0.55)^2} = 1.00$$

$$F_{c,wc,Rd2} = \frac{\omega \cdot k_{wc} \cdot \rho \cdot b_{eff,c,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{y,wc}}{\gamma_{M1}} = \frac{0.79 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 148.30mm \cdot 9.00mm \cdot 235.00MPa}{1.00} = 246.93kN$$

$$F_{c,wc,Rd,st} = \frac{(b_{fc} - t_{wc}) \cdot t_s \cdot f_{y,s}}{\gamma_{M0}} = \frac{(200.00mm - 9.00mm) \cdot 10.00mm \cdot 235.00MPa}{1.00} = 448.85kN$$

Oszlop nyomott gerinclemezének ellenállása

$$F_{c,wc,Rd} = \min(F_{c,wc,Rd1}; F_{c,wc,Rd2}) + F_{c,wc,Rd,st} = \min(246.93kN; 246.93kN) + 448.85kN = 695.78kN$$

Gerenda nyomott gerinc- és övlemeze

Képlékeny keresztmetszeti modulus

$$W_{pl} = 1307.46cm^3$$

A keresztmetszet hajlítónyomatékkal szembeni ellenállásának tervezési értéke

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}} = \frac{1307.46cm^3 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 307.25kNm$$

A gerenda övei közötti távolság

$$h_f = 386.50mm$$

A gerenda nyomott öv- és gerinclemezének ellenállása

$$F_{c,fb,Rd} = \frac{M_{c,Rd}}{h_f} = \frac{307.25kNm}{386.50mm} = 794.96kN$$

A homloklemez és az oszlop övlemezét összekötő csavarok

A csavar húzási ellenállása

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

21. oldal

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0.90 \cdot 800.00 \text{MPa} \cdot 3.53 \text{cm}^2}{1.25} = 203.33 \text{kN}$$

A csavar nyírt keresztmetszeti területe

$$A = 0.25 \cdot \pi \cdot d^2 = 0.25 \cdot \pi \cdot (24.00 \text{mm})^2 = 4.52 \text{cm}^2$$

A csavar nyírési ellenállása egy nyírt síkon

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot m \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = \frac{0.60 \cdot 1 \cdot 800.00 \text{MPa} \cdot 4.52 \text{cm}^2}{1.25} = 173.72 \text{kN}$$

Kigombolódási ellenállás

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_{fc} \cdot f_{uc}}{\gamma_{M2}} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot 37.99 \text{mm} \cdot 15.00 \text{mm} \cdot 360.00 \text{MPa}}{1.25} = 309.35 \text{kN}$$

Húzott zóna

CSAVARSOR 1

Oszlop hajlított övlemeze

Geometriai paraméterek

Az utolsó csavarsor csavartávolsága a szabad széltől az oszlop hossz tengelye irányában mérve

$$e_{1fc} = e_c + e_1 = 0.00 \text{mm} + 36.00 \text{mm} = 36.00 \text{mm}$$

Csavartávolság az elem vízszintes élétől

$$e_{fc} = 46.00 \text{mm}$$

Oszlop a gerenda gerincétől

$$m_{fc} = 0.5 \cdot (w - t_{wc}) - 0.8 \cdot r_c = 0.5 \cdot (108.00 \text{mm} - 9.00 \text{mm}) - 0.8 \cdot 0.00 \text{mm} = 49.50 \text{mm}$$

Csavartávolság e_{\min}

$$e_{\min} = 36.00 \text{mm}$$

Számítási paraméter n

$$n = \min(e_{\min}; 1.25 \cdot m_{fc}) = \min(36.00 \text{mm}; 1.25 \cdot 49.50 \text{mm}) = 46.00 \text{mm}$$

Számítási paraméter

$$m_{2fc} = p_1 + e_1 - e_{p1} - t_{fb} - 0.8 \cdot a_f \cdot \sqrt{2} = 85.50 \text{mm} + 36.00 \text{mm} - 72.00 \text{mm} - 15.00 \text{mm} - 0.8 \cdot 7.00 \text{mm} \cdot \sqrt{2} = 423.59 \text{mm}$$

$$\lambda_1 = \frac{m_{fc}}{m_{fc} + e_{fc}} = \frac{49.50 \text{mm}}{49.50 \text{mm} + 46.00 \text{mm}} = 0.52$$

$$\lambda_2 = \frac{m_{2fc}}{m_{fc} + e_{fc}} = \frac{423.59 \text{mm}}{49.50 \text{mm} + 46.00 \text{mm}} = 4.44$$

$$\alpha = 5.17$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor kör alakú törésképben

$$l_{eff,cp,1} = 2 \cdot \pi \cdot m_{fc} = 2 \cdot \pi \cdot 49.50 \text{mm} = 311.02 \text{mm}$$

$$l_{eff,cp,2} = \pi \cdot m_{fc} + 2 \cdot e_1 = \pi \cdot 49.50 \text{mm} + 2 \cdot 46.00 \text{mm} = 227.51 \text{mm}$$

$$l_{eff,cp} = \min(l_{eff,cp,1}; l_{eff,cp,2}) = \min(311.02 \text{mm}; 227.51 \text{mm}) = 227.51 \text{mm}$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor nem kör alakú törésképben

$$l_{eff,nc} = e_1 + \alpha \cdot m_{fc} - (2 \cdot m_{fc} + 0.625 \cdot e) = 36.00 \text{mm} + 5.17 \cdot 49.50 \text{mm} - (2 \cdot 49.50 \text{mm} + 0.625 \cdot 46.00 \text{mm}) = 164.38 \text{mm}$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor 1. tönkrementeli mód

$$l_{eff,1} = \min(l_{eff,cp}; l_{eff,nc}) = \min(227.51 \text{mm}; 164.38 \text{mm}) = 164.38 \text{mm}$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor 2. tönkrementeli mód

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

22. oldal

$$l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 164.38mm$$

1. mód: Az oszlop övének teljes folyása

$$M_{pl,1,Rd} = \frac{0.25 \cdot l_{eff,1} \cdot t_{fc}^2 \cdot f_{yc}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 164.38mm \cdot (15.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 2.17kNm$$

1. Módszer

$$F_{T,1,Rd1} = \frac{4 \cdot M_{pl,1,Rd}}{m_{fc}} = \frac{4 \cdot 2.17kNm}{49.50mm} = 175.59kN$$

2. Módszer (alternatív)

A nyomott zóna paramétere

$$e_w = 0.25 \cdot d_w = 0.25 \cdot 44.00mm = 11.00mm$$

$$F_{T,1,Rd2} = \frac{(8 \cdot n - 2 \cdot e_w) \cdot M_{pl,1,Rd}}{2 \cdot m_{fc} \cdot n - e_w \cdot (m_{fc} + n)} = \frac{(8 \cdot 46.00mm - 2 \cdot 11.00mm) \cdot 2.17kNm}{2 \cdot 49.50mm \cdot 46.00mm - 11.00mm \cdot (49.50mm + 46.00mm)} = 214.59kN$$

$$F_{T,1,Rd} = \min(F_{T,1,Rd1}; F_{T,1,Rd2}) = \min(175.59kN; 214.59kN) = 175.59kN$$

2. mód: Az oszlop övének folyása és csavartörés

$$M_{pl,2,Rd} = \frac{0.25 \cdot l_{eff,2} \cdot t_{fc}^2 \cdot f_{yc}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 164.38mm \cdot (15.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 2.17kNm$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \sum F_{t,Rd}}{m_{fc} + n} = \frac{2 \cdot 2.17kNm + 46.00mm \cdot 2 \cdot 203.33kN}{49.50mm + 46.00mm} = 241.38kN$$

3. mód: Csavartörés

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 2 \cdot 203.33kN = 406.66kN$$

Alkotóelem ellenállása

$$F_{t,fc,Rd(1)} = \min(F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) = \min(175.59kN; 241.38kN; 406.66kN) = 175.59kN$$

Oszlop húzott gerinclemeze

Az oszlop web panelének metszete

$$A_{vc} = A_c - 2 \cdot b_{fc} \cdot t_{fc} + (t_{wc} + r_c) \cdot t_{fc} = 78.08cm^2 - 2 \cdot 200.00mm \cdot 15.00mm + (9.00mm + 0.00mm) \cdot 15.00mm = 19.43cm^2$$

Az oszlop húzott gerinclemezőnek hatékony szélessége

$$b_{eff,t,wc} = l_{eff,1(1)} = 164.38mm$$

Csökkentőtényező

$$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.3 \cdot \left(\frac{b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc}}{A_{vc}} \right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.3 \cdot \left(\frac{164.38 \cdot 9.00mm}{19.43cm^2} \right)^2}} = 0.76$$

$$\omega = \omega_1 = 0.76$$

$$F_{t,wc,Rd,st} = \frac{(b_{fc} - t_{wc}) \cdot t_s \cdot f_{y,s}}{\gamma_{M0}} = \frac{(200.00mm - 9.00mm) \cdot 10.00mm \cdot 235.00MPa}{1.00} = 448.85kN$$

Oszlop keresztirányban húzott gerinclemezőnek ellenállása

$$F_{t,wc,Rd(1)} = \frac{\omega \cdot b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} + F_{t,wc,Rd,st} = \frac{0.76 \cdot 164.38mm \cdot 9.00mm \cdot 235.00MPa}{1.00} + 448.85kN = 711.38kN$$

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

23. oldal

Hajlított homloklemez

Geometriai paraméterek

Csavartávolság az elem vízszintes élétől

$$e_{ep} = 36.00mm$$

Csavartávolság a gerenda gerincétől

$$m_{ep} = 0.5 \cdot (w - t_{wb}) - 0.8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_w = 0.5 \cdot (108.00mm - 8.60mm) - 0.8 \cdot \sqrt{2} \cdot 4.00mm = 45.17mm$$

Csavartávolság e_{\min}

$$e_{\min} = \min(e_x; e_{ep}) = \min(36.00mm; 36.00mm) = 36.00mm$$

Számítási paraméter n

$$n = \min(e_{\min}; 1.25 \cdot m_{ep}) = \min(36.00mm; 1.25 \cdot 45.17mm) = 35.10mm$$

Csavartávolság a gerenda övétől (túlnyúló homloklemez)

$$m_x = e_{p1} - e_1 - 0.8 \cdot a_f \cdot \sqrt{2} = 72.00mm - 36.00mm - 0.8 \cdot 7.00mm \cdot \sqrt{2} = 28.08mm$$

Csavartávolság az elem vízszintes élétől (túlnyúló homloklemez)

$$e_x = e_1 = 36.00mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor kör alakú törésképben

$$l_{eff,cp,1} = 2 \cdot \pi \cdot m_x = 2 \cdot \pi \cdot 28.08mm = 176.43mm$$

$$l_{eff,cp,2} = \pi \cdot m_x + w = \pi \cdot 28.08mm + 108.00mm = 196.22mm$$

$$l_{eff,cp,3} = \pi \cdot m_x + 2 \cdot e = \pi \cdot 28.08mm + 2 \cdot 36.00mm = 160.22mm$$

$$l_{eff,cp} = \min(l_{eff,cp,1}; l_{eff,cp,2}; l_{eff,cp,3}) = \min(176.43mm; 196.22mm; 160.22mm) = 160.22mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor nem kör alakú törésképben

$$l_{eff,nc,1} = 4 \cdot m_x + 1.25 \cdot e_x = 4 \cdot 28.08mm + 1.25 \cdot 36.00mm = 157.32mm$$

$$l_{eff,nc,2} = e + 2 \cdot m_x + 0.625 \cdot e_x = 36.00mm + 2 \cdot 28.08mm + 0.625 \cdot 36.00mm = 114.66mm$$

$$l_{eff,nc,3} = 0.5 \cdot b_p = 0.5 \cdot 180.00mm = 90.00mm$$

$$l_{eff,nc,4} = 0.5 \cdot w + 2 \cdot m_x + 0.625 \cdot e_x = 0.5 \cdot 108.00mm + 2 \cdot 28.08mm + 0.625 \cdot 36.00mm = 132.66mm$$

$$l_{eff,nc} = \min(l_{eff,nc,1}; l_{eff,nc,2}; l_{eff,nc,3}; l_{eff,nc,4}) = \min(157.32mm; 114.66mm; 90.00mm; 132.66mm) = 90.00mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor 1. tönkrementeli mód

$$l_{eff,1} = \min(l_{eff,cp}; l_{eff,nc}) = \min(160.22mm; 90.00mm) = 90.00mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor 2. tönkrementeli mód

$$l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 90.00mm$$

1 modell: Homloklemez teljes folyása

$$M_{pl,1,Rd} = \frac{0.25 \cdot l_{eff,1} \cdot t_p^2 \cdot f_{yp}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 90.00mm \cdot (20.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 2.12kNm$$

1. Módszer

$$F_{T,1,Rd1} = \frac{4 \cdot M_{pl,1,Rd}}{m_x} = \frac{4 \cdot 2.12kNm}{28.08mm} = 301.28kN$$

2. Módszer (alternatív)

A nyomott zóna paramétere

$$e_w = 0.25 \cdot d_w = 0.25 \cdot 44.00mm = 11.00mm$$

$$F_{T,1,Rd2} = \frac{(8 \cdot n - 2 \cdot e_w) \cdot M_{pl,1,Rd}}{2 \cdot m_x \cdot n - e_w \cdot (m_x + n)} = \frac{(8 \cdot 35.10mm - 2 \cdot 11.00mm) \cdot 2.12kNm}{2 \cdot 28.08mm \cdot 35.10mm - 11.00mm \cdot (28.08mm + 35.10mm)} = 428.88kN$$

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

24. oldal

$$F_{T,1,Rd} = \min(F_{T,1,Rd1}; F_{T,1,Rd2}) = \min(301.28kN; 428.88kN) = 301.28 \text{ kN}$$

2 modell: Homloklemez folyása és csavartörés

$$M_{pl,2,Rd} = \frac{0.25 \cdot l_{eff,2} \cdot t_p^2 \cdot f_{yp}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 90.00mm \cdot (20.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 2.12kNm$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \sum F_{t,Rd}}{m_x + n} = \frac{2 \cdot 2.12kNm + 35.10mm \cdot 2 \cdot 203.33kN}{28.08mm + 35.10mm} = 292.87kN$$

3 modell: Csavartörés

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 2 \cdot 203.33kN = 406.66kN$$

Alkotóelem ellenállása

$$F_{t,ep,Rd(1)} = \min(F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) = \min(301.28kN; 292.87kN; 406.66kN) = 292.87 \text{ kN}$$

A csavarsor ellenállása 1

$F_{t,Rd(1)M} = \min$	
· $F_{t,fc,Rd(1)} =$	175.59kN
· $F_{t,wc,Rd(1)} =$	711.38kN
· $F_{t,ep,Rd(1)} =$	292.87kN
· $\frac{V_{wp,Rd}}{\beta} =$	$\frac{252.10kN}{1.00} = 252.10kN$
· $F_{cwc,Rd} =$	695.78kN
· $F_{cfb,Rd} =$	794.96kN
= 175.59kN	

CSAVARSOR 2

Oszlop hajlított övlemeze

Geometriai paraméterek

Csavartávolság az elem vízszintes élétől

$$e_{fc} = 46.00mm$$

Oszlop a gerenda gerincétől

$$m_{fc} = 0.5 \cdot (w - t_{wc}) - 0.8 \cdot r_c = 0.5 \cdot (108.00mm - 9.00mm) - 0.8 \cdot 0.00mm = 49.50mm$$

Csavartávolság e_{\min}

$$e_{\min} = 36.00mm$$

Számítási paraméter n

$$n = \min(e_{\min}; 1.25 \cdot m_{fc}) = \min(36.00mm; 1.25 \cdot 49.50mm) = 46.00mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor kör alakú törésképben

$$l_{eff,cp} = 2 \cdot \pi \cdot m_{fc} = 2 \cdot \pi \cdot 49.50mm = 311.02mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor nem kör alakú törésképben

$$l_{eff,nc} = 4 \cdot m_{fc} + 1.25 \cdot e = 4 \cdot 49.50mm + 1.25 \cdot 46.00mm = 255.50mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor 1. tönkrementeli mód

$$l_{eff,1} = \min(l_{eff,cp}; l_{eff,nc}) = \min(311.02mm; 255.50mm) = 255.50mm$$

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

25. oldal

Hatékony hossz egyedi csavarsor 2. tönkremeneteli mód

$$l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 255.50mm$$

1. mód: Az oszlop övének teljes folyása

$$M_{pl,1,Rd} = \frac{0.25 \cdot l_{eff,1} \cdot t_{fc}^2 \cdot f_{yc}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 255.50mm \cdot (15.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 3.38kNm$$

1. Módszer

$$F_{T,1,Rd1} = \frac{4 \cdot M_{pl,1,Rd}}{m_{fc}} = \frac{4 \cdot 3.38kNm}{49.50mm} = 272.92kN$$

2. Módszer (alternatív)

A nyomott zóna paramétere

$$e_w = 0.25 \cdot d_w = 0.25 \cdot 44.00mm = 11.00mm$$

$$F_{T,1,Rd2} = \frac{(8 \cdot n - 2 \cdot e_w) \cdot M_{pl,1,Rd}}{2 \cdot m_{fc} \cdot n - e_w \cdot (m_{fc} + n)} = \frac{(8 \cdot 46.00mm - 2 \cdot 11.00mm) \cdot 3.38kNm}{2 \cdot 49.50mm \cdot 46.00mm - 11.00mm \cdot (49.50mm + 46.00mm)} = 333.55kN$$

$$F_{T,1,Rd} = \min(F_{T,1,Rd1}; F_{T,1,Rd2}) = \min(272.92kN; 333.55kN) = 272.92kN$$

2. mód: Az oszlop övének folyása és csavartörés

$$M_{pl,2,Rd} = \frac{0.25 \cdot l_{eff,2} \cdot t_{fc}^2 \cdot f_{yc}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 255.50mm \cdot (15.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 3.38kNm$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \sum F_{t,Rd}}{m_{fc} + n} = \frac{2 \cdot 3.38kNm + 46.00mm \cdot 2 \cdot 203.33kN}{49.50mm + 46.00mm} = 266.61kN$$

3. mód: Csavartörés

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 2 \cdot 203.33kN = 406.66kN$$

Alkotóelem ellenállása

$$F_{t,fc,Rd(1)} = \min(F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) = \min(272.92kN; 266.61kN; 406.66kN) = 266.61kN$$

Oszlop húzott gerinclemeze

Az oszlop web panelének metszete

$$A_{vc} = A_c - 2 \cdot b_{fc} \cdot t_{fc} + (t_{wc} + r_c) \cdot t_{fc} = 78.08cm^2 - 2 \cdot 200.00mm \cdot 15.00mm + (9.00mm + 0.00mm) \cdot 15.00mm = 19.43cm^2$$

Az oszlop húzott gerinclemezőnek hatékony szélessége

$$b_{eff,t,wc} = l_{eff,1(2)} = 255.50mm$$

Csökkentőtényező

$$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.3 \cdot \left(\frac{b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc}}{A_{vc}}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.3 \cdot \left(\frac{255.50 \cdot 9.00mm}{19.43cm^2}\right)^2}} = 0.60$$

$$\omega = \omega_1 = 0.60$$

$$F_{t,wc,Rd,st} = \frac{(b_{fc} - t_{wc}) \cdot t_s \cdot f_{y,s}}{\gamma_{M0}} = \frac{(200.00mm - 9.00mm) \cdot 10.00mm \cdot 235.00MPa}{1.00} = 448.85kN$$

Oszlop keresztirányban húzott gerinclemezőnek ellenállása

$$F_{t,wc,Rd(2)} = \frac{\omega \cdot b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} + F_{t,wc,Rd,st} = \frac{0.60 \cdot 255.50mm \cdot 9.00mm \cdot 235.00MPa}{1.00} + 448.85kN = 770.60kN$$

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

26. oldal

Hajlított homloklemez

Geometriai paraméterek

Csavartávolság az elem vízszintes élétől

$$e_{ep} = 36.00mm$$

Csavartávolság a gerenda gerincétől

$$m_{ep} = 0.5 \cdot (w - t_{wb}) - 0.8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_w = 0.5 \cdot (108.00mm - 8.60mm) - 0.8 \cdot \sqrt{2} \cdot 4.00mm = 45.17mm$$

Csavartávolság e_{\min}

$$e_{\min} = 36.00mm$$

Számítási paraméter n

$$n = \min(e_{\min}; 1.25 \cdot m_{ep}) = \min(36.00mm; 1.25 \cdot 45.17mm) = 36.00mm$$

Számítási paraméter

$$m_{2ep} = p_1 + e_1 - e_{p1} - t_{fb} - 0.8 \cdot a_f \cdot \sqrt{2} = 85.50mm + 36.00mm - 72.00mm - 13.50mm - 0.8 \cdot 7.00mm \cdot \sqrt{2} = 28.08mm$$

$$\lambda_1 = \frac{m_{ep}}{m_{ep} + e_{ep}} = \frac{45.17mm}{45.17mm + 36.00mm} = 0.56$$

$$\lambda_2 = \frac{m_{2ep}}{m_{ep} + e_{ep}} = \frac{28.08mm}{45.17mm + 36.00mm} = 0.35$$

$$\alpha = 5.81$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor kör alakú törésképben

$$l_{eff,cp} = 2 \cdot \pi \cdot m_{ep} = 2 \cdot \pi \cdot 45.17mm = 283.84mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor nem kör alakú törésképben

$$l_{eff,nc} = \alpha \cdot m_{ep} = 5.81 \cdot 45.17mm = 262.42mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor 1. tönkremeneteli mód

$$l_{eff,1} = \min(l_{eff,cp}; l_{eff,nc}) = \min(283.84mm; 262.42mm) = 262.42mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor 2. tönkremeneteli mód

$$l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 262.42mm$$

1 modell: Homloklemez teljes folyása

$$M_{pl,1,Rd} = \frac{0.25 \cdot l_{eff,1} \cdot t_p^2 \cdot f_{yp}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 262.42mm \cdot (20.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 6.17kNm$$

1. Módszer

$$F_{T,1,Rd1} = \frac{4 \cdot M_{pl,1,Rd}}{m_{ep}} = \frac{4 \cdot 6.17kNm}{45.17mm} = 546.06kN$$

2. Módszer (alternatív)

A nyomott zóna paramétere

$$e_w = 0.25 \cdot d_w = 0.25 \cdot 44.00mm = 11.00mm$$

$$F_{T,1,Rd2} = \frac{(8 \cdot n - 2 \cdot e_w) \cdot M_{pl,1,Rd}}{2 \cdot m_{ep} \cdot n - e_w \cdot (m_{ep} + n)} = \frac{(8 \cdot 36.00mm - 2 \cdot 11.00mm) \cdot 6.17kNm}{2 \cdot 45.17mm \cdot 36.00mm - 11.00mm \cdot (45.17mm + 36.00mm)} = 695.19kN$$

$$F_{T,1,Rd} = \min(F_{T,1,Rd1}; F_{T,1,Rd2}) = \min(546.06kN; 695.19kN) = 546.06kN$$

2 modell: Homloklemez folyása és csavartörés

$$M_{pl,2,Rd} = \frac{0.25 \cdot l_{eff,2} \cdot t_p^2 \cdot f_{yp}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 262.42mm \cdot (20.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 6.17kNm$$

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

27. oldal

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \sum F_{t,Rd}}{m_{ep} + n} = \frac{2 \cdot 6.17kNm + 36.00mm \cdot 2 \cdot 203.33kN}{45.17mm + 36.00mm} = 332.29kN$$

3 modell: Csavartörés

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 2 \cdot 203.33kN = 406.66kN$$

Alkotóelem ellenállása

$$F_{t,ep,Rd(1)} = \min(F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) = \min(546.06kN; 332.29kN; 406.66kN) = 332.29kN$$

Gerenda húzott gerincelemeze

A gerenda gerincének húzott szakaszának hatékony szélességén

$$b_{eff,t,wb} = l_{eff(2)} = 262.42mm$$

Alkotóelem ellenállása

$$F_{t,wb,Rd(2)} = \frac{b_{eff,t,wb} \cdot t_{wb} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}} = \frac{262.42mm \cdot 8.60mm \cdot 235.00MPa}{1.00} = 530.36kN$$

A csavarsor ellenállása 2

$F_{t,Rd(2)M} = \min$			
·	$F_{t,fc,Rd(2)} =$	266.61kN	
·	$F_{t,wc,Rd(2)} =$	770.60kN	
·	$F_{t,ep,Rd(2)} =$	332.29kN	
·	$F_{t,wb,Rd(2)} =$	530.36kN	
·	$\frac{V_{wp,Rd}}{\beta} - F_{t,Rd(1)M} =$	$\frac{252.10kN}{1.00} - 175.59kN =$	76.51kN
·	$F_{cwc,Rd} - F_{t,Rd(1)M} =$	$695.78kN - 175.59kN =$	520.19kN
·	$F_{cfb,Rd} - F_{t,Rd(1)M} =$	$794.96kN - 175.59kN =$	619.38kN
			= 76.51kN

CSAVARSOR 3

Oszlop hajlított övlemeze

Geometriai paraméterek

Csavartávolság az elem vízszintes élétől

$$e_{fc} = 46.00mm$$

Oszlop a gerenda gerincétől

$$m_{fc} = 0.5 \cdot (w - t_{wc}) - 0.8 \cdot r_c = 0.5 \cdot (108.00mm - 9.00mm) - 0.8 \cdot 0.00mm = 49.50mm$$

Csavartávolság e_{\min}

$$e_{\min} = 36.00mm$$

Számítási paraméter n

$$n = \min(e_{\min}; 1.25 \cdot m_{fc}) = \min(36.00mm; 1.25 \cdot 49.50mm) = 46.00mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor kör alakú törésképben

$$l_{eff,cp} = 2 \cdot \pi \cdot m_{fc} = 2 \cdot \pi \cdot 49.50mm = 311.02mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor nem kör alakú törésképben

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

28. oldal

$$l_{eff,nc} = 4 \cdot m_{fc} + 1.25 \cdot e = 4 \cdot 49.50mm + 1.25 \cdot 46.00mm = 255.50mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor 1. tönkremeneteli mód

$$l_{eff,1} = \min(l_{eff,cp}; l_{eff,nc}) = \min(311.02mm; 255.50mm) = 255.50mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor 2. tönkremeneteli mód

$$l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 255.50mm$$

1. mód: Az oszlop övének teljes folyása

$$M_{pl,1,Rd} = \frac{0.25 \cdot l_{eff,1} \cdot t_{fc}^2 \cdot f_{yc}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 255.50mm \cdot (15.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 3.38kNm$$

1. Módszer

$$F_{T,1,Rd1} = \frac{4 \cdot M_{pl,1,Rd}}{m_{fc}} = \frac{4 \cdot 3.38kNm}{49.50mm} = 272.92kN$$

2. Módszer (alternatív)

A nyomott zóna paramétere

$$e_w = 0.25 \cdot d_w = 0.25 \cdot 44.00mm = 11.00mm$$

$$F_{T,1,Rd2} = \frac{(8 \cdot n - 2 \cdot e_w) \cdot M_{pl,1,Rd}}{2 \cdot m_{fc} \cdot n - e_w \cdot (m_{fc} + n)} = \frac{(8 \cdot 46.00mm - 2 \cdot 11.00mm) \cdot 3.38kNm}{2 \cdot 49.50mm \cdot 46.00mm - 11.00mm \cdot (49.50mm + 46.00mm)} = 333.55kN$$

$$F_{T,1,Rd} = \min(F_{T,1,Rd1}; F_{T,1,Rd2}) = \min(272.92kN; 333.55kN) = 272.92kN$$

2. mód: Az oszlop övének folyása és csavartörés

$$M_{pl,2,Rd} = \frac{0.25 \cdot l_{eff,2} \cdot t_{fc}^2 \cdot f_{yc}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 255.50mm \cdot (15.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 3.38kNm$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \sum F_{t,Rd}}{m_{fc} + n} = \frac{2 \cdot 3.38kNm + 46.00mm \cdot 2 \cdot 203.33kN}{49.50mm + 46.00mm} = 266.61kN$$

3. mód: Csavartörés

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 2 \cdot 203.33kN = 406.66kN$$

Alkotóelem ellnállása

$$F_{t,fc,Rd(1)} = \min(F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) = \min(272.92kN; 266.61kN; 406.66kN) = 266.61kN$$

Oszlop húzott gerinclemeze

Az oszlop web panelének metszete

$$A_{vc} = A_c - 2 \cdot b_{fc} \cdot t_{fc} + (t_{wc} + r_c) \cdot t_{fc} = 78.08cm^2 - 2 \cdot 200.00mm \cdot 15.00mm + (9.00mm + 0.00mm) \cdot 15.00mm = 19.43cm^2$$

Az oszlop húzott gerinclemezeének hatékony szélessége

$$b_{eff,t,wc} = l_{eff,1(3)} = 255.50mm$$

Csökkentőtényező

$$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.3 \cdot \left(\frac{b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc}}{A_{vc}} \right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.3 \cdot \left(\frac{255.50 \cdot 9.00mm}{19.43cm^2} \right)^2}} = 0.60$$

$$\omega = \omega_1 = 0.60$$

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

29. oldal

$$F_{t,wc,Rd,st} = \frac{(b_{fc} - t_{wc}) \cdot t_s \cdot f_{y,s}}{\gamma_{M0}} = \frac{(200.00mm - 9.00mm) \cdot 10.00mm \cdot 235.00MPa}{1.00} = 448.85kN$$

Oszlop keresztirányban húzott gerinclemezőnek ellenállása

$$F_{t,wc,Rd(3)} = \frac{\omega \cdot b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} + F_{t,wc,Rd,st} = \frac{0.60 \cdot 255.50mm \cdot 9.00mm \cdot 235.00MPa}{1.00} + 448.85kN = 770.60kN$$

Hajlított homloklemez

Geometriai paraméterek

Csavartávolság az elem vízszintes élétől

$$e_{ep} = 36.00mm$$

Csavartávolság a gerenda gerincétől

$$m_{ep} = 0.5 \cdot (w - t_{wb}) - 0.8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_w = 0.5 \cdot (108.00mm - 8.60mm) - 0.8 \cdot \sqrt{2} \cdot 4.00mm = 45.17mm$$

Csavartávolság e_{\min}

$$e_{\min} = 36.00mm$$

Számítási paraméter n

$$n = \min(e_{\min}; 1.25 \cdot m_{ep}) = \min(36.00mm; 1.25 \cdot 45.17mm) = 36.00mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor kör alakú törésképben

$$l_{eff,cp} = 2 \cdot \pi \cdot m_{ep} = 2 \cdot \pi \cdot 45.17mm = 283.84mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor nem kör alakú törésképben

$$l_{eff,nc} = 4 \cdot m_{ep} + 1.25 \cdot e = 4 \cdot 45.17mm + 1.25 \cdot 36.00mm = 225.70mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor 1. tönkremeneteli mód

$$l_{eff,1} = \min(l_{eff,cp}; l_{eff,nc}) = \min(283.84mm; 225.70mm) = 225.70mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor 2. tönkremeneteli mód

$$l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 225.70mm$$

1 modell: Homloklemez teljes folyása

$$M_{pl,1,Rd} = \frac{0.25 \cdot l_{eff,1} \cdot t_p^2 \cdot f_{yp}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 225.70mm \cdot (20.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 5.30kNm$$

1. Módszer

$$F_{T,1,Rd1} = \frac{4 \cdot M_{pl,1,Rd}}{m_{ep}} = \frac{4 \cdot 5.30kNm}{45.17mm} = 469.64kN$$

2. Módszer (alternatív)

A nyomott zóna paramétere

$$e_w = 0.25 \cdot d_w = 0.25 \cdot 44.00mm = 11.00mm$$

$$F_{T,1,Rd2} = \frac{(8 \cdot n - 2 \cdot e_w) \cdot M_{pl,1,Rd}}{2 \cdot m_{ep} \cdot n - e_w \cdot (m_{ep} + n)} = \frac{(8 \cdot 36.00mm - 2 \cdot 11.00mm) \cdot 5.30kNm}{2 \cdot 45.17mm \cdot 36.00mm - 11.00mm \cdot (45.17mm + 36.00mm)} = 597.90kN$$

$$F_{T,1,Rd} = \min(F_{T,1,Rd1}; F_{T,1,Rd2}) = \min(469.64kN; 597.90kN) = 469.64kN$$

2 modell: Homloklemez folyása és csavartörés

$$M_{pl,2,Rd} = \frac{0.25 \cdot l_{eff,2} \cdot t_p^2 \cdot f_{yp}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 225.70mm \cdot (20.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 5.30kNm$$

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

30. oldal

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \sum F_{t,Rd}}{m_{ep} + n} = \frac{2 \cdot 5,30kNm + 36,00mm \cdot 2 \cdot 203,33kN}{45,17mm + 36,00mm} = 311,03kN$$

3 modell: Csavartörés

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 2 \cdot 203,33kN = 406,66kN$$

Alkotóelem ellnállása

$$F_{t,ep,Rd(1)} = \min(F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) = \min(469,64kN; 311,03kN; 406,66kN) = 311,03kN$$

Gerenda húzott gerincelemeze

A gerenda gerincének húzott szakaszának hatékony szélességén

$$b_{eff,t,wb} = l_{eff(3)} = 225,70mm$$

Alkotóelem ellnállása

$$F_{t,wb,Rd(3)} = \frac{b_{eff,t,wb} \cdot t_{wb} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}} = \frac{225,70mm \cdot 8,60mm \cdot 235,00MPa}{1,00} = 456,14kN$$

Oszlop hajlított övlemeze

Csavarsort csavarcsoport részének tekintve

Kör alakú töréskép**Csavarsor 2**

$$l_{eff,cp(2,g)} = \pi \cdot m_{fc} + p = \pi \cdot 49,50mm + 301,00mm = 456,51mm$$

Csavarsor 3

$$l_{eff,cp(3,g)} = \pi \cdot m_{fc} + p = \pi \cdot 49,50mm + 301,00mm = 456,51mm$$

$$\sum l_{eff(2+3)} = l_{eff,cp(2,g)} + l_{eff,cp(3,g)} = 456,51mm + 456,51mm = 913,02mm$$

Nem kör alakú töréskép**Csavarsor 2**

$$l_{eff,nc(2,g)} = 2 \cdot m_{fc} + 0,625 \cdot e + 0,5 \cdot p = 2 \cdot 49,50mm + 0,625 \cdot 46,00mm + 0,5 \cdot 301,00mm = 278,25mm$$

Csavarsor 3

$$l_{eff,nc(3,g)} = 2 \cdot m_{fc} + 0,625 \cdot e + 0,5 \cdot p = 2 \cdot 49,50mm + 0,625 \cdot 46,00mm + 0,5 \cdot 301,00mm = 278,25mm$$

$$\sum l_{eff,nc(2+3)} = l_{eff,nc(2,g)} + l_{eff,nc(3,g)} = 278,25mm + 278,25mm = 556,50mm$$

1. mód: Az oszlop övének teljes folyása

Hatékony hossz egyedi csavarsor 1. tönkrementeli mód

$$\sum l_{eff,1(2+3)} = \min(\sum l_{eff,cp(2+3)}; \sum l_{eff,nc(2+3)}) = \min(913,02mm; 556,50mm) = 556,50mm$$

$$M_{pl,1,Rd} = \frac{0,25 \cdot \sum l_{eff,1(2+3)} \cdot t_{fc}^2 \cdot f_{yc}}{\gamma_{M0}} = \frac{0,25 \cdot 556,50mm \cdot (15,00mm)^2 \cdot 235,00MPa}{1,00} = 7,36kNm$$

$$F_{T,1,Rd} = \frac{(8 \cdot n - 2 \cdot e_w) \cdot M_{pl,1,Rd}}{2 \cdot m \cdot n - e_w \cdot (m + n)} = \frac{(8 \cdot 46,00mm - 2 \cdot 11,00mm) \cdot 7,36kNm}{2 \cdot 49,50mm \cdot 46,00mm - 11,00mm \cdot (49,50mm + 46,00mm)} = 726,49kN$$

2. mód: Az oszlop övének folyása és csavartörés

Hatékony hossz egyedi csavarsor 2. tönkrementeli mód

$$\sum l_{eff,2(2+3)} = \sum l_{eff,nc(2+3)} = 556,50mm$$

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

31. oldal

$$M_{pl,2,Rd} = \frac{0.25 \cdot \sum l_{eff,2(2+3)} \cdot t_{fc}^2 \cdot f_{yc}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 556.50mm \cdot (15.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 7.36kNm$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \sum B_{p,Rd}}{m_{fc} + n} = \frac{2 \cdot 7.36kNm + 46.00mm \cdot 4 \cdot 203.33kN}{49.50mm + 46.00mm} = 545.81kN$$

3. mód: Csavartörés

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 4 \cdot 203.33kN = 813.31kN$$

Csavarcsoport ellenállása

$$F_{t,fc(2+3)} = \min(F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) = \min(594.44kN; 545.81kN; 813.31kN) = 545.81kN$$

Oszlop húzott gerinclemeze

Az oszlop web panelének metszete

$$A_{vc} = A_c - 2 \cdot b_{fc} \cdot t_{fc} + (t_{wc} + r_c) \cdot t_{fc} = 78.08cm^2 - 2 \cdot 200.00mm \cdot 15.00mm + (9.00mm + 0.00mm) \cdot 15.00mm = 19.43cm^2$$

Az oszlop húzott gerinclemezének hatékony szélessége

$$b_{eff,t,wc} = \sum l_{eff,1(2+3)} = 556.50mm$$

Csökkentőtényező

$$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.3 \cdot \left(\frac{b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc}}{A_{vc}} \right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.3 \cdot \left(\frac{556.50 \cdot 9.00mm}{19.43cm^2} \right)^2}} = 0.32$$

$$\omega = \omega_1 = 0.32$$

$$F_{t,wc,Rd,st} = \frac{(b_{fc} - t_{wc}) \cdot t_s \cdot f_{y,s}}{\gamma_{M0}} = \frac{(200.00mm - 9.00mm) \cdot 10.00mm \cdot 235.00MPa}{1.00} = 448.85kN$$

Oszlop keresztirányban húzott gerinclemezének ellenállása

$$F_{t,wc,Rd(2+3)} = \frac{\omega \cdot b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} + F_{t,wc,Rd,st} = \frac{0.32 \cdot 556.50mm \cdot 9.00mm \cdot 235.00MPa}{1.00} + 448.85kN = 827.97kN$$

Hajlított homloklemez

Csavarsort csavarcsoport részének tekintve

Kör alakú töréskép**Csavarsor 2**

$$l_{eff,cp(2,g)} = \pi \cdot m_{ep} + p = \pi \cdot 45.17mm + 301.00mm = 442.92mm$$

Csavarsor 3

$$l_{eff,cp(3,g)} = \pi \cdot m_{ep} + p = \pi \cdot 45.17mm + 301.00mm = 442.92mm$$

$$\sum l_{eff(2+3)} = l_{eff,cp(2,g)} + l_{eff,cp(3,g)} = 442.92mm + 442.92mm = 885.84mm$$

Nem kör alakú töréskép

Csavarsor 2

$$l_{eff,nc(2,g)} = 0.5 \cdot p + \alpha \cdot m_{ep} - (2 \cdot m_{ep} + 0.625 \cdot e) = 0.5 \cdot 301.00mm + 0.00 \cdot 45.17mm - (2 \cdot 45.17mm + 0.625 \cdot 36.00mm) = 300.07mm$$

Csavarsor 3

$$l_{eff,nc(3,g)} = 2 \cdot m_{ep} + 0.625 \cdot e + 0.5 \cdot p = 2 \cdot 45.17mm + 0.625 \cdot 36.00mm + 0.5 \cdot 301.00mm = 263.35mm$$

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

32. oldal

$$\sum l_{eff,nc(2+3)} = l_{eff,nc(2,g)} + l_{eff,nc(3,g)} = 300.07mm + 263.35mm = 563.42mm$$

1 modell: Homloklemez teljes folyása

Hatékony hossz egyedi csavarsor 1. tönkremeneteli mód

$$\sum l_{eff,1(2+3)} = \min(\sum l_{eff,cp(2+3)}; \sum l_{eff,nc(2+3)}) = \min(885.84mm; 563.42mm) = 563.42mm$$

$$M_{pl,1,Rd} = \frac{0.25 \cdot \sum l_{eff,1(2+3)} \cdot t_p^2 \cdot f_{yp}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 563.42mm \cdot (20.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 13.24kNm$$

1. Módszer

$$F_{T,1,Rd1} = \frac{4 \cdot M_{pl,1,Rd}}{m_{ep}} = \frac{4 \cdot 13.24kNm}{45.17mm} = 1172.38kN$$

2. Módszer (alternatív)

$$F_{T,1,Rd2} = \frac{(8 \cdot n - 2 \cdot e_w) \cdot M_{pl,1,Rd}}{2 \cdot m_{ep} \cdot n - e_w \cdot (m_{ep} + n)} = \frac{(8 \cdot 36.00mm - 2 \cdot 11.00mm) \cdot 13.24kNm}{2 \cdot 45.17mm \cdot 36.00mm - 11.00mm \cdot (45.17mm + 36.00mm)} = 1492.58kN$$

$$F_{T,1,Rd} = \min(F_{T,1,Rd1}; F_{T,1,Rd2}) = \min(1172.38kN; 1492.58kN) = 1172.38kN$$

2 modell: Homloklemez folyása és csavartörés

Hatékony hossz egyedi csavarsor 2. tönkremeneteli mód

$$\sum l_{eff,2(2+3)} = \sum l_{eff,nc(2+3)} = 563.42mm$$

$$M_{pl,2,Rd} = \frac{0.25 \cdot \sum l_{eff,2(2+3)} \cdot t_p^2 \cdot f_{yp}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 563.42mm \cdot (20.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 13.24kNm$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \sum B_{p,Rd}}{m_{ep} + n} = \frac{2 \cdot 13.24kNm + 36.00mm \cdot 4 \cdot 203.33kN}{45.17mm + 36.00mm} = 686.92kN$$

3. mód: Csavartörés

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 4 \cdot 203.33kN = 813.31kN$$

Csavarcsoport ellenállása

$$F_{t,ep(2+3)} = \min(F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) = \min(1172.38kN; 686.92kN; 813.31kN) = 686.92kN$$

Gerenda húzott gerincelemeze

A gerenda gerincének húzott szakaszának hatékony szélességén

$$b_{eff,t,wb} = \sum l_{eff1(2+3)} = 563.42mm$$

Alkotóelem ellenállása

$$F_{t,wb,Rd(2+3)} = \frac{b_{eff,t,wb} \cdot t_{wb} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}} = \frac{563.42mm \cdot 8.60mm \cdot 235.00MPa}{1.00} = 1138.68kN$$

A csavarsor ellenállása 3

$F_{t,Rd(3)M} = \min$	
· $F_{t,fc,Rd(3)} =$	266.61kN
· $F_{t,wc,Rd(3)} =$	770.60kN

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

33. oldal

· $F_{t,ep,Rd(3)} =$	311.03kN	
· $F_{t,wb,Rd(3)} =$	456.14kN	
· $F_{t,fc,Rd(2+3)} - F_{t,Rd(2)M} =$	$545.81kN - 76.51kN =$	469.30kN
· $F_{t,wc,Rd(2+3)} - F_{t,Rd(2)M} =$	$827.97kN - 76.51kN =$	751.46kN
· $F_{t,ep,Rd(2+3)} - F_{t,Rd(2)M} =$	$686.92kN - 76.51kN =$	610.40kN
· $F_{t,wb,Rd(2+3)} - F_{t,Rd(2)M} =$	$1138.68kN - 76.51kN =$	1062.16kN
· $\frac{V_{wp,Rd}}{\beta} - F_{t,Rd(1)M} - F_{t,Rd(2)M} =$	$\frac{252.10kN}{1.00} - 175.59kN - 76.51kN =$	0.00kN
· $F_{cwc,Rd} - F_{t,Rd(1)M} - F_{t,Rd(2)M} =$	$695.78kN - 175.59kN - 76.51kN =$	443.68kN
· $F_{cfb,Rd} - F_{t,Rd(1)M} - F_{t,Rd(2)M} =$	$794.96kN - 175.59kN - 76.51kN =$	542.86kN
	= 0.00kN	

CSAVARSOR 4

Oszlop hajlított övlemeze

Geometriai paraméterek

Az utolsó csavarsor csavartávolsága a szabad széltől az oszlop hossz tengelye irányában mérve

$$e_{1fc} = e_c + e_1 = 0.00mm + 36.00mm = 36.00mm$$

Csavartávolság az elem vízszintes élétől

$$e_{fc} = 46.00mm$$

Oszlop a gerenda gerincétől

$$m_{fc} = 0.5 \cdot (w - t_{wc}) - 0.8 \cdot r_c = 0.5 \cdot (108.00mm - 9.00mm) - 0.8 \cdot 0.00mm = 49.50mm$$

Csavartávolság e_{\min}

$$e_{\min} = 36.00mm$$

Számítási paraméter n

$$n = \min(e_{\min}; 1.25 \cdot m_{fc}) = \min(36.00mm; 1.25 \cdot 49.50mm) = 46.00mm$$

Számítási paraméter

$$m_{2fc} = p_1 + e_1 - e_{p1} - t_{fb} - 0.8 \cdot a_f \cdot \sqrt{2} = 85.50mm + 36.00mm - 72.00mm - 15.00mm - 0.8 \cdot 7.00mm \cdot \sqrt{2} = 48.41mm$$

$$\lambda_1 = \frac{m_{fc}}{m_{fc} + e_{fc}} = \frac{49.50mm}{49.50mm + 46.00mm} = 0.52$$

$$\lambda_2 = \frac{m_{2fc}}{m_{fc} + e_{fc}} = \frac{48.41mm}{49.50mm + 46.00mm} = 0.51$$

$$\alpha = 5.60$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor kör alakú törésképben

$$l_{eff,cp,1} = 2 \cdot \pi \cdot m_{fc} = 2 \cdot \pi \cdot 49.50mm = 311.02mm$$

$$l_{eff,cp,2} = \pi \cdot m_{fc} + 2 \cdot e_1 = \pi \cdot 49.50mm + 2 \cdot 46.00mm = 227.51mm$$

$$l_{eff,cp} = \min(l_{eff,cp,1}; l_{eff,cp,2}) = \min(311.02mm; 227.51mm) = 227.51mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor nem kör alakú törésképben

$$l_{eff,nc} = e_1 + \alpha \cdot m_{fc} - (2 \cdot m_{fc} + 0.625 \cdot e) = 36.00mm + 5.60 \cdot 49.50mm - (2 \cdot 49.50mm + 0.625 \cdot 46.00mm) = 185.68mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor 1. tönkremeneteli mód

$$l_{eff,1} = \min(l_{eff,cp}; l_{eff,nc}) = \min(227.51mm; 185.68mm) = 185.68mm$$

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

34. oldal

Hatékony hossz egyedi csavarsor 2. tönkremeneteli mód

$$l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 185.68mm$$

1. mód: Az oszlop övének teljes folyása

$$M_{pl,1,Rd} = \frac{0.25 \cdot l_{eff,1} \cdot t_{fc}^2 \cdot f_{yc}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 185.68mm \cdot (15.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 2.45kNm$$

1. Módszer

$$F_{T,1,Rd1} = \frac{4 \cdot M_{pl,1,Rd}}{m_{fc}} = \frac{4 \cdot 2.45kNm}{49.50mm} = 198.34kN$$

2. Módszer (alternatív)

A nyomott zóna paramétere

$$e_w = 0.25 \cdot d_w = 0.25 \cdot 44.00mm = 11.00mm$$

$$F_{T,1,Rd2} = \frac{(8 \cdot n - 2 \cdot e_w) \cdot M_{pl,1,Rd}}{2 \cdot m_{fc} \cdot n - e_w \cdot (m_{fc} + n)} = \frac{(8 \cdot 46.00mm - 2 \cdot 11.00mm) \cdot 2.45kNm}{2 \cdot 49.50mm \cdot 46.00mm - 11.00mm \cdot (49.50mm + 46.00mm)} = 242.40kN$$

$$F_{T,1,Rd} = \min(F_{T,1,Rd1}; F_{T,1,Rd2}) = \min(198.34kN; 242.40kN) = 198.34kN$$

2. mód: Az oszlop övének folyása és csavartörés

$$M_{pl,2,Rd} = \frac{0.25 \cdot l_{eff,2} \cdot t_{fc}^2 \cdot f_{yc}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 185.68mm \cdot (15.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 2.45kNm$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \sum F_{t,Rd}}{m_{fc} + n} = \frac{2 \cdot 2.45kNm + 46.00mm \cdot 2 \cdot 203.33kN}{49.50mm + 46.00mm} = 247.28kN$$

3. mód: Csavartörés

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 2 \cdot 203.33kN = 406.66kN$$

Alkotóelem ellenállása

$$F_{t,fc,Rd(1)} = \min(F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) = \min(198.34kN; 247.28kN; 406.66kN) = 198.34kN$$

Oszlop húzott gerinclemeze

Az oszlop web panelének metszete

$$A_{vc} = A_c - 2 \cdot b_{fc} \cdot t_{fc} + (t_{wc} + r_c) \cdot t_{fc} = 78.08cm^2 - 2 \cdot 200.00mm \cdot 15.00mm + (9.00mm + 0.00mm) \cdot 15.00mm = 19.43cm^2$$

Az oszlop húzott gerinclemezeének hatékony szélessége

$$b_{eff,t,wc} = l_{eff,1(4)} = 185.68mm$$

Csökkentőtényező

$$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.3 \cdot \left(\frac{b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc}}{A_{vc}}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 1.3 \cdot \left(\frac{185.68 \cdot 9.00mm}{19.43cm^2}\right)^2}} = 0.71$$

$$\omega = \omega_1 = 0.71$$

$$F_{t,wc,Rd,st} = \frac{(b_{fc} - t_{wc}) \cdot t_s \cdot f_{y,s}}{\gamma_{M0}} = \frac{(200.00mm - 9.00mm) \cdot 10.00mm \cdot 235.00MPa}{1.00} = 448.85kN$$

Oszlop keresztirányban húzott gerinclemezeének ellenállása

$$F_{t,wc,Rd(4)} = \frac{\omega \cdot b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} + F_{t,wc,Rd,st} = \frac{0.71 \cdot 185.68mm \cdot 9.00mm \cdot 235.00MPa}{1.00} + 448.85kN = 729.25kN$$

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

35. oldal

Hajlított homloklemez

Geometriai paraméterek

Csavartávolság az elem vízszintes élétől

$$e_{ep} = 36.00mm$$

Csavartávolság a gerenda gerincétől

$$m_{ep} = 0.5 \cdot (w - t_{wb}) - 0.8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_w = 0.5 \cdot (108.00mm - 8.60mm) - 0.8 \cdot \sqrt{2} \cdot 4.00mm = 45.17mm$$

Csavartávolság e_{\min}

$$e_{\min} = \min(e_x; e_{ep}) = \min(36.00mm; 36.00mm) = 36.00mm$$

Számítási paraméter n

$$n = \min(e_{\min}; 1.25 \cdot m_{ep}) = \min(36.00mm; 1.25 \cdot 45.17mm) = 35.10mm$$

Csavartávolság a gerenda övétől (túlnyúló homloklemez)

$$m_x = e_{p1} - e_1 - 0.8 \cdot a_f \cdot \sqrt{2} = 72.00mm - 36.00mm - 0.8 \cdot 7.00mm \cdot \sqrt{2} = 28.08mm$$

Csavartávolság az elem vízszintes élétől (túlnyúló homloklemez)

$$e_x = e_1 = 36.00mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor kör alakú törésképben

$$l_{eff,cp,1} = 2 \cdot \pi \cdot m_x = 2 \cdot \pi \cdot 28.08mm = 176.43mm$$

$$l_{eff,cp,2} = \pi \cdot m_x + w = \pi \cdot 28.08mm + 108.00mm = 196.22mm$$

$$l_{eff,cp,3} = \pi \cdot m_x + 2 \cdot e = \pi \cdot 28.08mm + 2 \cdot 36.00mm = 160.22mm$$

$$l_{eff,cp} = \min(l_{eff,cp,1}; l_{eff,cp,2}; l_{eff,cp,3}) = \min(176.43mm; 196.22mm; 160.22mm) = 160.22mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor nem kör alakú törésképben

$$l_{eff,nc,1} = 4 \cdot m_x + 1.25 \cdot e_x = 4 \cdot 28.08mm + 1.25 \cdot 36.00mm = 157.32mm$$

$$l_{eff,nc,2} = e + 2 \cdot m_x + 0.625 \cdot e_x = 36.00mm + 2 \cdot 28.08mm + 0.625 \cdot 36.00mm = 114.66mm$$

$$l_{eff,nc,3} = 0.5 \cdot b_p = 0.5 \cdot 180.00mm = 90.00mm$$

$$l_{eff,nc,4} = 0.5 \cdot w + 2 \cdot m_x + 0.625 \cdot e_x = 0.5 \cdot 108.00mm + 2 \cdot 28.08mm + 0.625 \cdot 36.00mm = 132.66mm$$

$$l_{eff,nc} = \min(l_{eff,nc,1}; l_{eff,nc,2}; l_{eff,nc,3}; l_{eff,nc,4}) = \min(157.32mm; 114.66mm; 90.00mm; 132.66mm) = 90.00mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor 1. tönkrementeli mód

$$l_{eff,1} = \min(l_{eff,cp}; l_{eff,nc}) = \min(160.22mm; 90.00mm) = 90.00mm$$

Hatékony hossz egyedi csavarsor 2. tönkrementeli mód

$$l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 90.00mm$$

1 modell: Homloklemez teljes folyása

$$M_{pl,1,Rd} = \frac{0.25 \cdot l_{eff,1} \cdot t_p^2 \cdot f_{yp}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 90.00mm \cdot (20.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 2.12kNm$$

1. Módszer

$$F_{T,1,Rd1} = \frac{4 \cdot M_{pl,1,Rd}}{m_x} = \frac{4 \cdot 2.12kNm}{28.08mm} = 301.28kN$$

2. Módszer (alternatív)

A nyomott zóna paramétere

$$e_w = 0.25 \cdot d_w = 0.25 \cdot 44.00mm = 11.00mm$$

$$F_{T,1,Rd2} = \frac{(8 \cdot n - 2 \cdot e_w) \cdot M_{pl,1,Rd}}{2 \cdot m_x \cdot n - e_w \cdot (m_x + n)} = \frac{(8 \cdot 35.10mm - 2 \cdot 11.00mm) \cdot 2.12kNm}{2 \cdot 28.08mm \cdot 35.10mm - 11.00mm \cdot (28.08mm + 35.10mm)} = 428.88kN$$

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

36. oldal

$$F_{T,1,Rd} = \min(F_{T,1,Rd1}; F_{T,1,Rd2}) = \min(301.28kN; 428.88kN) = 301.28 \text{ kN}$$

2 modell: Homloklemez folyása és csavartörés

$$M_{pl,2,Rd} = \frac{0.25 \cdot I_{eff,2} \cdot t_p^2 \cdot f_{yp}}{\gamma_{M0}} = \frac{0.25 \cdot 90.00mm \cdot (20.00mm)^2 \cdot 235.00MPa}{1.00} = 2.12kNm$$

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \sum F_{t,Rd}}{m_x + n} = \frac{2 \cdot 2.12kNm + 35.10mm \cdot 2 \cdot 203.33kN}{28.08mm + 35.10mm} = 292.87kN$$

3 modell: Csavartörés

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 2 \cdot 203.33kN = 406.66kN$$

Alkotóelem ellnállása

$$F_{t,ep,Rd(1)} = \min(F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) = \min(301.28kN; 292.87kN; 406.66kN) = 292.87 \text{ kN}$$

A csavarsor ellenállása 4

Nyomatéki ellenállás

Tényleges hajlítónyomaték

$$M_0 = M_{b1,Ed} = 62.25kNm$$

A csomópont nyomatéki ellenállásának tervezési értéke, azzal a feltételezéssel számítva, hogy normálerő nem hat

$$M_{j,Rd} = F_{t,Rd(1)M} \cdot h_1 + F_{t,Rd(2)M} \cdot h_2 + F_{t,Rd(3)M} \cdot h_3 = 175.59kN \cdot 429.25mm + 76.51kN \cdot 343.75mm + 0.00kN \cdot 42.75mm = 101.67kNm$$

$\frac{ M_0 }{M_{j,Rd}} \leq 1$	$0.61 < 1.00$	0.61	
---------------------------------	---------------	--------	--

Nyírási ellenállás

Nyíróerő

$$V_0 = -N_{b1,Ed} \cdot \sin(\alpha) + V_{b1,Ed} \cdot \cos(\alpha) = -((-25.46kN)) \cdot \sin(0.00Deg) + 39.57kN \cdot \cos(0.00Deg) = 39.57kN$$

CSAVARSOR 1**Palástnyomás az oszlop övlemezén**

Csavarelrendezéstől függő tényező

$$\alpha_{ep} = \min(1.0; \frac{f_{ub}}{f_{uc}}; \frac{e_1}{d_0}) = \min(1.0; \frac{800.00MPa}{360.00MPa}; \frac{36.00mm}{27.00mm}) = 0.44$$

Csavarelrendezéstől függő tényező

$$k_1 = \min(2.5; 2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0}) = \min(2.5; 2.8 \cdot \frac{46.00mm}{27.00mm}) = 2.50$$

Palástnyomás ellenállás

$$F_{b,Rdfc} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{uc} \cdot d \cdot t_{fc}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.50 \cdot 0.44 \cdot 360.00MPa \cdot 24.00mm \cdot 15.00mm}{1.25} = 115.20kN$$

Palástnyomás a lemezen

Csavarelrendezéstől függő tényező

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

37. oldal

$$\alpha_{ep} = \min\left(1.0; \frac{f_{ub}}{f_{up}}; \frac{e_1}{d_0}\right) = \min\left(1.0; \frac{800.00MPa}{360.00MPa}; \frac{36.00mm}{27.00mm}\right) = 0.44$$

Csavarelrendezéstől függő tényező

$$k_1 = \min\left(2.5; 2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0}\right) = \min\left(2.5; 2.8 \cdot \frac{36.00mm}{27.00mm}\right) = 2.03$$

Palástnyomási ellenállás

$$F_{b,Rdep} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p}{\gamma_{M2}} = \frac{2.03 \cdot 0.44 \cdot 360.00MPa \cdot 24.00mm \cdot 20.00mm}{1.25} = 124.93kN$$

A csavarsor ellenállása 1

$$V_{Rd(1)} = m_1 \cdot \min(F_{b,Rdfc}; F_{b,Rdep}; F_{v,Rd}) = 2 * \min(115.20kN; 124.93kN; 173.72kN) = 230.40 kN$$

CSAVARSOR 2**Palástnyomás az oszlop övlemezén**

Csavarelrendezéstől függő tényező

$$\alpha_{ep} = \min\left(1.0; \frac{f_{ub}}{f_{uc}}; \frac{P_1}{3 \cdot d_0} - 0.25\right) = \min\left(1.0; \frac{800.00MPa}{360.00MPa}; \frac{85.50mm}{3 \cdot 27.00mm} - 0.25\right) = 0.81$$

Csavarelrendezéstől függő tényező

$$k_1 = \min\left(2.5; 1.4 \cdot \frac{P_2}{d_0} - 1.7\right) = \min\left(2.5; 1.4 \cdot \frac{108.00mm}{27.00mm} - 1.7\right) = 2.50$$

Palástnyomási ellenállás

$$F_{b,Rdfc} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{uc} \cdot d \cdot t_{fc}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.50 \cdot 0.81 \cdot 360.00MPa \cdot 24.00mm \cdot 15.00mm}{1.25} = 208.80kN$$

Palástnyomás a lemezen

Csavarelrendezéstől függő tényező

$$\alpha_{ep} = \min\left(1.0; \frac{f_{ub}}{f_{up}}; \frac{P_1}{3 \cdot d_0} - 0.25\right) = \min\left(1.0; \frac{800.00MPa}{360.00MPa}; \frac{85.50mm}{3 \cdot 27.00mm} - 0.25\right) = 0.81$$

Csavarelrendezéstől függő tényező

$$k_1 = \min\left(2.5; 1.4 \cdot \frac{P_2}{d_0} - 1.7\right) = \min\left(2.5; 1.4 \cdot \frac{108.00mm}{27.00mm} - 1.7\right) = 2.03$$

Palástnyomási ellenállás

$$F_{b,Rdep} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p}{\gamma_{M2}} = \frac{2.03 \cdot 0.81 \cdot 360.00MPa \cdot 24.00mm \cdot 20.00mm}{1.25} = 226.43kN$$

A csavarsor ellenállása 2

$$V_{Rd(2)} = m_2 \cdot \min(F_{b,Rdfc}; F_{b,Rdep}; F_{v,Rd}) = 2 * \min(208.80kN; 226.43kN; 173.72kN) = 347.44 kN$$

CSAVARSOR 3**Palástnyomás az oszlop övlemezén**

Csavarelrendezéstől függő tényező

$$\alpha_{ep} = \min\left(1.0; \frac{f_{ub}}{f_{uc}}; \frac{P_1}{3 \cdot d_0} - 0.25\right) = \min\left(1.0; \frac{800.00MPa}{360.00MPa}; \frac{85.50mm}{3 \cdot 27.00mm} - 0.25\right) = 0.81$$

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

38. oldal

Csavarelrendezéstől függő tényező

$$k_1 = \min(2.5; 1.4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1.7) = \min(2.5; 1.4 \cdot \frac{108.00mm}{27.00mm} - 1.7) = 2.50$$

Palástnyomási ellenállás

$$F_{b,Rdfc} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{uc} \cdot d \cdot t_{fc}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.50 \cdot 0.81 \cdot 360.00MPa \cdot 24.00mm \cdot 15.00mm}{1.25} = 208.80kN$$

Palástnyomás a lemezen

Csavarelrendezéstől függő tényező

$$\alpha_{ep} = \min(1.0; \frac{f_{ub}}{f_{up}}; \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0.25) = \min(1.0; \frac{800.00MPa}{360.00MPa}; \frac{85.50mm}{3 \cdot 27.00mm} - 0.25) = 0.81$$

Csavarelrendezéstől függő tényező

$$k_1 = \min(2.5; 1.4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1.7) = \min(2.5; 1.4 \cdot \frac{108.00mm}{27.00mm} - 1.7) = 2.03$$

Palástnyomási ellenállás

$$F_{b,Rdep} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p}{\gamma_{M2}} = \frac{2.03 \cdot 0.81 \cdot 360.00MPa \cdot 24.00mm \cdot 20.00mm}{1.25} = 226.43kN$$

A csavarsor ellenállása 3

$$V_{Rd(3)} = m_3 \cdot \min(F_{b,Rdfc}; F_{b,Rdep}; F_{v,Rd}) = 2 \cdot \min(208.80kN; 226.43kN; 173.72kN) = 347.44 kN$$

CSAVARSOR 4**Palástnyomás az oszlop övlemezén**

Csavarelrendezéstől függő tényező

$$\alpha_{ep} = \min(1.0; \frac{f_{ub}}{f_{uc}}; \frac{e_1}{d_0}) = \min(1.0; \frac{800.00MPa}{360.00MPa}; \frac{\infty}{27.00mm}) = 1.00$$

Csavarelrendezéstől függő tényező

$$k_1 = \min(2.5; 2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0}) = \min(2.5; 2.8 \cdot \frac{46.00mm}{27.00mm}) = 2.50$$

Palástnyomási ellenállás

$$F_{b,Rdfc} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{uc} \cdot d \cdot t_{fc}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.50 \cdot 1.00 \cdot 360.00MPa \cdot 24.00mm \cdot 15.00mm}{1.25} = 259.20kN$$

Palástnyomás a lemezen

Csavarelrendezéstől függő tényező

$$\alpha_{ep} = \min(1.0; \frac{f_{ub}}{f_{up}}; \frac{e_1}{d_0}) = \min(1.0; \frac{800.00MPa}{360.00MPa}; \frac{36.00mm}{27.00mm}) = 0.44$$

Csavarelrendezéstől függő tényező

$$k_1 = \min(2.5; 2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0}) = \min(2.5; 2.8 \cdot \frac{36.00mm}{27.00mm}) = 2.03$$

Palástnyomási ellenállás

$$F_{b,Rdep} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_{up} \cdot d \cdot t_p}{\gamma_{M2}} = \frac{2.03 \cdot 0.44 \cdot 360.00MPa \cdot 24.00mm \cdot 20.00mm}{1.25} = 124.93kN$$

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

39. oldal

A csavarsor ellenállása 4

$$V_{Rd(4)} = m_4 \cdot \min(F_{b,Rdfc}; F_{b,Rdep}; F_{v,Rd}) = 2 * \min(259.20kN; 124.93kN; 173.72kN) = 249.86 \text{ kN}$$

$$V_{j,Rd} = V_{Rd(1)} + V_{Rd(2)} + V_{Rd(3)} + V_{Rd(4)} = 230.40kN + 347.44kN + 347.44kN + 249.86kN = 1175.13kN$$

$\frac{ V_0 }{V_{j,Rd}} \leq 1$	$ 39.57kN < 1175.13kN$	0.03	✓
---------------------------------	-------------------------	------	---

Sarokvarrat a gerenda és a homloklemez között

A varratokra ható erők

Normálerő

$$N_0 = N_{b1,Ed} \cdot \cos(\alpha) + V_{b1,Ed} \cdot \sin(\alpha) = (-25.46kN) \cdot \cos(0.00Deg) + 39.57kN \cdot \sin(0.00Deg) = -25.46kN$$

Nyíróerő

$$V_0 = -N_{b1,Ed} \cdot \sin(\alpha) + V_{b1,Ed} \cdot \cos(\alpha) = -((-25.46kN)) \cdot \sin(0.00Deg) + 39.57kN \cdot \cos(0.00Deg) = 39.57kN$$

Tényleges hajlítónyomaték

$$M_0 = M_{b1,Ed} = 62.25kNm$$

A varratok geometriai tulajdonságai

Gerenda

A vízszintes varratok területe a felső övlemezen

$$A_{wfu} = [2 \cdot (b_{fb} - r_b) - t_{wb}] \cdot a_f = [2 \cdot (180.00mm - 21.00mm) - 8.60mm] \cdot 7.00mm = 21.66cm^2$$

A vízszintes varratok területe az alsó övlemezen

$$A_{wfl} = [2 \cdot (b_{fb} - r_b) - t_{wb}] \cdot a_f = [2 \cdot (180.00mm - 21.00mm) - 8.60mm] \cdot 7.00mm = 21.66cm^2$$

A függőleges varratok területe

$$A_{ww} = 2 \cdot \frac{h_b - 2 \cdot (t_{fb} + r_b)}{\cos(\alpha)} \cdot a_w = 2 \cdot \frac{400.00mm - 2 \cdot (13.50mm + 21.00mm)}{\cos(0.00Deg)} \cdot 4.00mm = 26.48cm^2$$

Az összes varrat területe

$$A_w = A_{wfu} + A_{wfl} + A_{ww} = 21.66cm^2 + 21.66cm^2 + 26.48cm^2 = 69.80cm^2$$

A varratkép súlypontjának eltolódása a gerend súlypontjához képest

$$e_{0w} = 0.00mm$$

A varratok másodrendű nyomatéka

$$I_w = 18922.17cm^4$$

A feszültségellenőrzés helye	$z_i = 203.50mm$
------------------------------	------------------

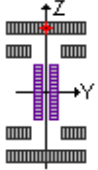
Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

40. oldal

A varratok rugalmassági modulusa	
$W_w = 929.84cm^3$	
Tengelyirányú erőből származó feszültség	
$\sigma_N = \frac{N_0}{A_w} = \frac{-25.46kN}{69.80cm^2} = -3.65MPa$	
Hajlításból származó feszültség	
$\sigma_M = \frac{M_0 \cdot z_i}{I_w} = \frac{62.25kNm \cdot 203.50mm}{18922.17cm^4} = 66.94MPa$	
Maximális normálfeszültség	
$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = -3.65MPa + 66.94MPa = 63.30MPa$	
Merőleges normálfeszültség	
$\sigma_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{63.30MPa}{\sqrt{2}} = 44.76MPa$	
Merőleges nyírófeszültség	
$\tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{63.30MPa}{\sqrt{2}} = 44.76MPa$	

Varrat korrelációs tényező

$\beta_w = 0.80$

$ \sigma_{\perp} \leq \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$	$ 44.76MPa < 259.20MPa$	0.12	✓
---	--------------------------	------	---

$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$	$89.51MPa < 360.00MPa$	0.25	✓
---	------------------------	------	---

A feszültségellenőrzés helye	$z_i = 165.50mm$
------------------------------	------------------

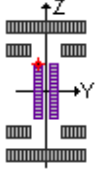
Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

41. oldal

A varratok rugalmassági modulusa	
$W_w = 1143.33 \text{ cm}^3$	
Tengelyirányú erőből származó feszültség	
$\sigma_N = \frac{N_0}{A_w} = \frac{-25.46 \text{ kN}}{69.80 \text{ cm}^2} = -3.65 \text{ MPa}$	
Hajlításból származó feszültség	
$\sigma_M = \frac{M_0 \cdot z_i}{I_w} = \frac{62.25 \text{ kNm} \cdot 165.50 \text{ mm}}{18922.17 \text{ cm}^4} = 54.44 \text{ MPa}$	
Maximális normál feszültség	
$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = -3.65 \text{ MPa} + 54.44 \text{ MPa} = 50.79 \text{ MPa}$	
Merőleges normál feszültség	
$\sigma_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{50.79 \text{ MPa}}{\sqrt{2}} = 35.92 \text{ MPa}$	
Merőleges nyírófeszültség	
$\tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{50.79 \text{ MPa}}{\sqrt{2}} = 35.92 \text{ MPa}$	
Párhuzamos nyírófeszültség	
$\tau_{ } = \frac{V_0}{A_{ww}} = \frac{39.57 \text{ kN}}{26.48 \text{ cm}^2} = 14.94 \text{ MPa}$	

Varrat korrelációs tényező

$\beta_w = 0.80$

$ \sigma_{\perp} \leq \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$	$ 35.92 \text{ MPa} < 259.20 \text{ MPa}$	0.10	✓
---	--	------	---

$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{ }^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$	$76.35 \text{ MPa} < 360.00 \text{ MPa}$	0.21	✓
---	--	------	---

A feszültségellenőrzés helye	$z_i = -165.50 \text{ mm}$
------------------------------	----------------------------

Munka: Példa Modell

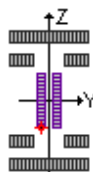
Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

42. oldal

A varratok rugalmassági modulusa	
$W_w = 1143.33cm^3$	
Tengelyirányú erőből származó feszültség	
$\sigma_N = \frac{N_0}{A_w} = \frac{-25.46kN}{69.80cm^2} = -3.65MPa$	
Hajlításból származó feszültség	
$\sigma_M = \frac{M_0 \cdot z_i}{I_w} = \frac{62.25kNm \cdot (-165.50mm)}{18922.17cm^4} = -54.44MPa$	
Maximális normálfeszültség	
$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = -3.65MPa + (-54.44MPa) = -58.09MPa$	
Merőleges normálfeszültség	
$\sigma_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{-58.09MPa}{\sqrt{2}} = -41.08MPa$	
Merőleges nyírófeszültség	
$\tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{-58.09MPa}{\sqrt{2}} = -41.08MPa$	
Párhuzamos nyírófeszültség	
$\tau_{II} = \frac{V_0}{A_{ww}} = \frac{39.57kN}{26.48cm^2} = 14.94MPa$	



Varrat korrelációs tényező

$\beta_w = 0.80$

$ \sigma_{\perp} \leq \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$	$ -41.08MPa < 259.20MPa$	0.11	✓
---	---------------------------	------	---

$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{II}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$	$86.13MPa < 360.00MPa$	0.24	✓
---	------------------------	------	---

A feszültségellenőrzés helye	$z_i = -203.50mm$
------------------------------	-------------------

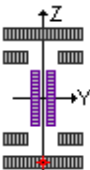
Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

43. oldal

A varratok rugalmassági modulusa	
$W_w = 929.84 \text{ cm}^3$	
Tengelyirányú erőből származó feszültség	
$\sigma_N = \frac{N_0}{A_w} = \frac{-25.46 \text{ kN}}{69.80 \text{ cm}^2} = -3.65 \text{ MPa}$	
Hajlításból származó feszültség	
$\sigma_M = \frac{M_0 \cdot z_i}{I_w} = \frac{62.25 \text{ kNm} \cdot (-203.50 \text{ mm})}{18922.17 \text{ cm}^4} = -66.94 \text{ MPa}$	
Maximális normálfeszültség	
$\sigma = \sigma_N + \sigma_M = -3.65 \text{ MPa} + (-66.94 \text{ MPa}) = -70.59 \text{ MPa}$	
Merőleges normálfeszültség	
$\sigma_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{-70.59 \text{ MPa}}{\sqrt{2}} = -49.91 \text{ MPa}$	
Merőleges nyírófeszültség	
$\tau_{\perp} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}} = \frac{-70.59 \text{ MPa}}{\sqrt{2}} = -49.91 \text{ MPa}$	

Varrat korrelációs tényező

$$\beta_w = 0.80$$

$ \sigma_{\perp} \leq \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$	$ -49.91 \text{ MPa} < 259.20 \text{ MPa}$	0.14	✓
---	---	------	---

$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$	$99.83 \text{ MPa} < 360.00 \text{ MPa}$	0.28	✓
---	--	------	---

Csomópont elfordulási merevsége

Oszlop nyírt gerincpanelje

$$k_1 = \frac{0.385 \cdot A_{vc}}{\beta \cdot h} = \frac{0.385 \cdot 19.43 \text{ cm}^2}{1.00 \cdot 400.00 \text{ mm}} = 1.91 \text{ mm}$$

Oszlop nyomott gerinclemeze

$$k_2 = \infty \text{ mm}$$

A csavar megnyúlási hossza

$$L_b = t_p + t_{fc} + 0.5 \cdot (m + k) + 2 \cdot t_{wa} = 20.00 \text{ mm} + 15.00 \text{ mm} + 0.5 \cdot (22.30 \text{ mm} + 15.00 \text{ mm}) + 2 \cdot 4.00 \text{ mm} = 61.65 \text{ mm}$$

Csavar húzása

$$k_{10} = \frac{3.2 \cdot A_s}{L_b} = \frac{3.2 \cdot 3.53 \text{ cm}^2}{61.65 \text{ mm}} = 9.16 \text{ mm}$$

Az oszlopgerinc magassága

$$d_c = h_c - 2 \cdot (t_{fc} + r_c) = 200.00 \text{ mm} - 2 \cdot (15.00 \text{ mm} + 0.00 \text{ mm}) = 170.00 \text{ mm}$$

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

44. oldal

Sor 1

Oszlop húzott gerinclemeze

$$k_{3(1)} = \frac{0.7 \cdot b_{eff,wc,t} \cdot t_{wc}}{d_c} = \frac{0.7 \cdot 164.38mm \cdot 9.00mm}{170.00mm} = 6.09mm$$

Oszlop hajlított övlemeze

$$k_{4(1)} = \frac{0.9 \cdot l_{eff,fc,t} \cdot t_{fc}^3}{m^3} = \frac{0.9 \cdot 164.38mm \cdot (15.00mm)^3}{(49.50mm)^3} = 4.12mm$$

Hajlított homloklemez

$$k_{5(1)} = \frac{0.9 \cdot l_{eff,t_p} \cdot t_p^3}{m^3} = \frac{0.9 \cdot 90.00mm \cdot (20.00mm)^3}{(28.08mm)^3} = 29.27mm$$

$$k_{eff(1)} = \frac{1}{\frac{1}{k_{3(1)}} + \frac{1}{k_{4(1)}} + \frac{1}{k_{5(1)}} + \frac{1}{k_{10}}} = \frac{1}{\frac{1}{6.09mm} + \frac{1}{4.12mm} + \frac{1}{29.27mm} + \frac{1}{9.16mm}} = 1.82mm$$

Sor 2

Oszlop húzott gerinclemeze

$$k_{3(2)} = \frac{0.7 \cdot b_{eff,wc,t} \cdot t_{wc}}{d_c} = \frac{0.7 \cdot 255.50mm \cdot 9.00mm}{170.00mm} = 9.47mm$$

Oszlop hajlított övlemeze

$$k_{4(2)} = \frac{0.9 \cdot l_{eff,fc,t} \cdot t_{fc}^3}{m^3} = \frac{0.9 \cdot 255.50mm \cdot (15.00mm)^3}{(49.50mm)^3} = 6.40mm$$

Hajlított homloklemez

$$k_{5(2)} = \frac{0.9 \cdot l_{eff,t_p} \cdot t_p^3}{m^3} = \frac{0.9 \cdot 262.42mm \cdot (20.00mm)^3}{(45.17mm)^3} = 20.50mm$$

$$k_{eff(2)} = \frac{1}{\frac{1}{k_{3(2)}} + \frac{1}{k_{4(2)}} + \frac{1}{k_{5(2)}} + \frac{1}{k_{10}}} = \frac{1}{\frac{1}{9.47mm} + \frac{1}{6.40mm} + \frac{1}{20.50mm} + \frac{1}{9.16mm}} = 2.38mm$$

Sor 3

Oszlop húzott gerinclemeze

$$k_{3(3)} = \frac{0.7 \cdot b_{eff,wc,t} \cdot t_{wc}}{d_c} = \frac{0.7 \cdot 255.50mm \cdot 9.00mm}{170.00mm} = 9.47mm$$

Oszlop hajlított övlemeze

$$k_{4(3)} = \frac{0.9 \cdot l_{eff,fc,t} \cdot t_{fc}^3}{m^3} = \frac{0.9 \cdot 255.50mm \cdot (15.00mm)^3}{(49.50mm)^3} = 6.40mm$$

Hajlított homloklemez

$$k_{5(3)} = \frac{0.9 \cdot l_{eff,t_p} \cdot t_p^3}{m^3} = \frac{0.9 \cdot 225.70mm \cdot (20.00mm)^3}{(45.17mm)^3} = 17.63mm$$

$$k_{eff(3)} = \frac{1}{\frac{1}{k_{3(3)}} + \frac{1}{k_{4(3)}} + \frac{1}{k_{5(3)}} + \frac{1}{k_{10}}} = \frac{1}{\frac{1}{9.47mm} + \frac{1}{6.40mm} + \frac{1}{17.63mm} + \frac{1}{9.16mm}} = 2.34mm$$

Munka: Példa Modell

Tervező:

Modell: **SteelFrame_Fire.axs**

2021. 01. 28.

45. oldal

Belső erők egyenértékű karja

$$z_{eq} = \frac{k_{eff(1)} \cdot h_1^2 + k_{eff(2)} \cdot h_2^2 + k_{eff(3)} \cdot h_3^2}{k_{eff(1)} \cdot h_1 + k_{eff(2)} \cdot h_2 + k_{eff(3)} \cdot h_3} = \frac{1.82mm \cdot (429.25mm)^2 + 2.38mm \cdot (343.75mm)^2 + 2.34mm \cdot (42.75mm)^2}{1.82mm \cdot 429.25mm + 2.38mm \cdot 343.75mm + 2.34mm \cdot 42.75mm} = 365.30mm$$

egyenértékű merevségi tényező

$$k_{eq} = \frac{k_{eff(1)} \cdot h_1 + k_{eff(2)} \cdot h_2 + k_{eff(3)} \cdot h_3}{z_{eq}} = \frac{1.82mm \cdot 429.25mm + 2.38mm \cdot 343.75mm + 2.34mm \cdot 42.75mm}{365.30mm} = 4.65mm$$

csomópont kezdeti elfordulási merevsége

$$S_{j.ini} = \frac{E \cdot z_{eq}^2}{\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_{eq}}} = \frac{210000.00MPa \cdot (365.30mm)^2}{\frac{1}{1.91mm} + \frac{1}{\infty mm} + \frac{1}{4.65mm}} = 37944.10 \frac{kNm}{rad}$$

Csuklós csomópont elfordulási merevsége

$$S_{j.pin} = \frac{0.5 \cdot E \cdot I_{yb}}{L_b} = \frac{0.5 \cdot 210000.00MPa \cdot 23134.01cm^4}{3048.01mm} = 7969.38 \frac{kNm}{rad}$$

Merev csomópont elfordulási merevsége

$$S_{j.rig} = \frac{k_b \cdot E \cdot I_{yb}}{L_b} = \frac{8.00 \cdot 210000.00MPa \cdot 23134.01cm^4}{3048.01mm} = 127510.02 \frac{kNm}{rad}$$

Merevségi arány

$$\mu = 1.00$$

Csomópont elfordulási merevsége

$$S_j = \frac{S_{j.ini}}{\mu} = \frac{37944.10 \frac{kNm}{rad}}{1.00} = 37944.10 \frac{kNm}{rad}$$

csomópont osztályozása

Flmerek