

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



سقفهای پلیسه ای (تاوه های چیندار)

استاد مشاور: دکتر منوچهر بهرویان
نگارنده: فاطمه کماتی

دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرکز

سال تحصیلی ۱۳۸۸-۱۳۸۷

ابان ۱۳۸۷

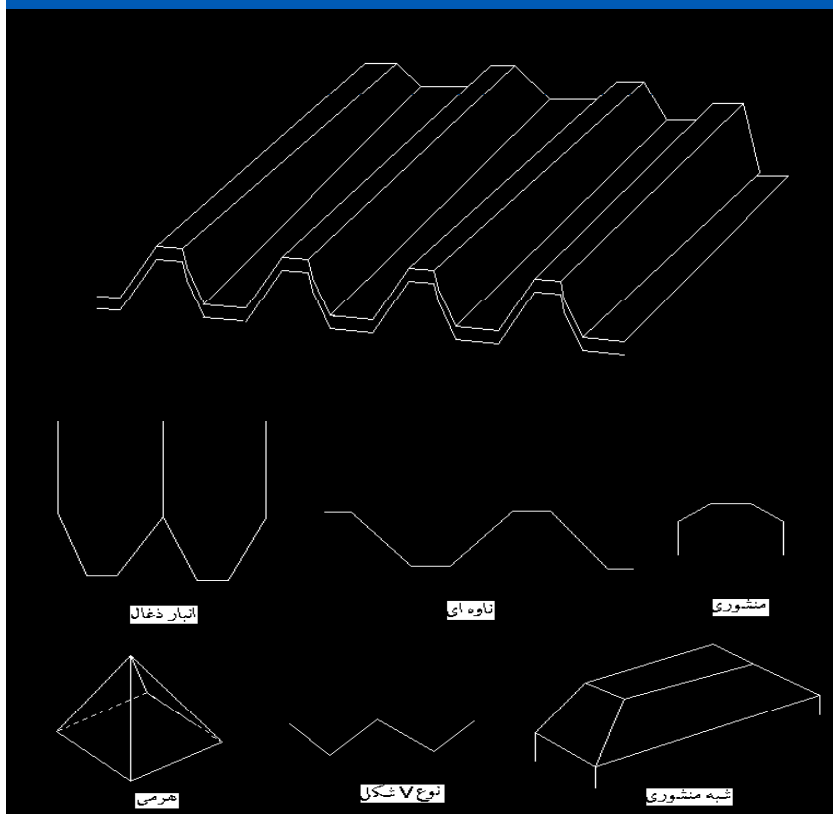


رئوس مطالب

- ❖ تاریخچه
- ❖ بررسی شکل و رفتار عمومی تاوه های چنددار
- ❖ تحلیل
- ❖ طراحی

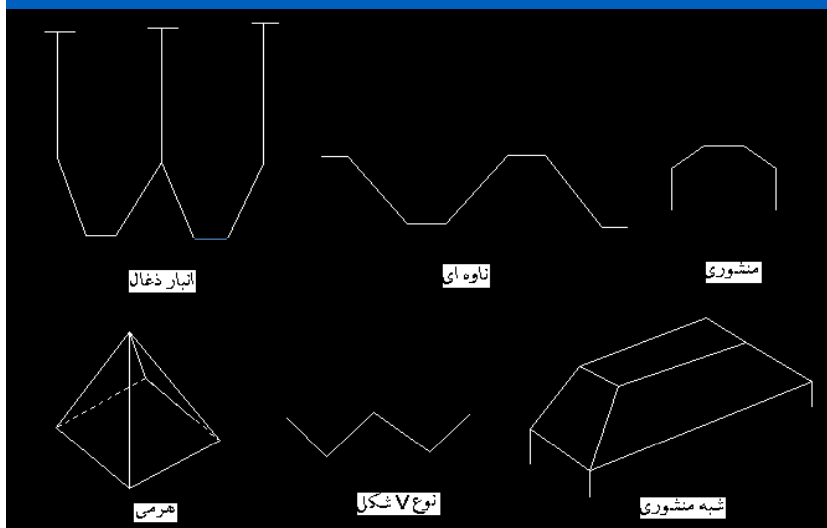
تاریخچه:

برای اولین بار اهلر زبرای سقف های انبار ذغال از این سازه استفاده نمود. این سازه را اصولاً "برای پوشاندن فضا های وسیعی بدون ستون استفاده می کنند.





انواع تاوه های چیندار



بر مبنای شکل هندسی

تاوه های منشوری

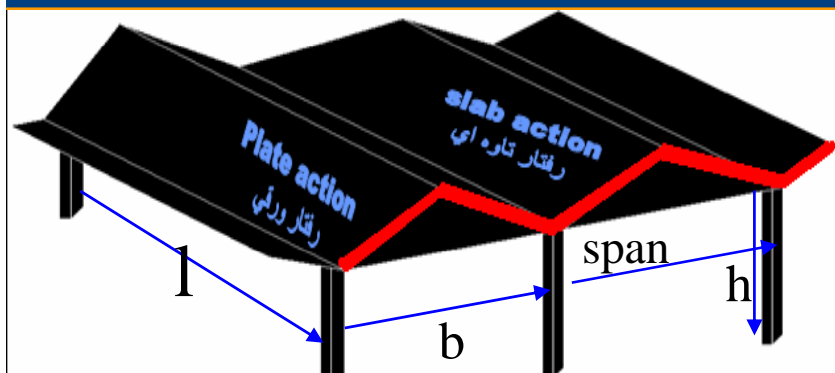
تاوه های غیر منشوری

بر مبنای نسبت طول به عرض (کرامر)

بلند • $2 < \frac{l}{b}$, or $10 < \frac{s}{h}$

متوسط • $1 = \frac{l}{b}$

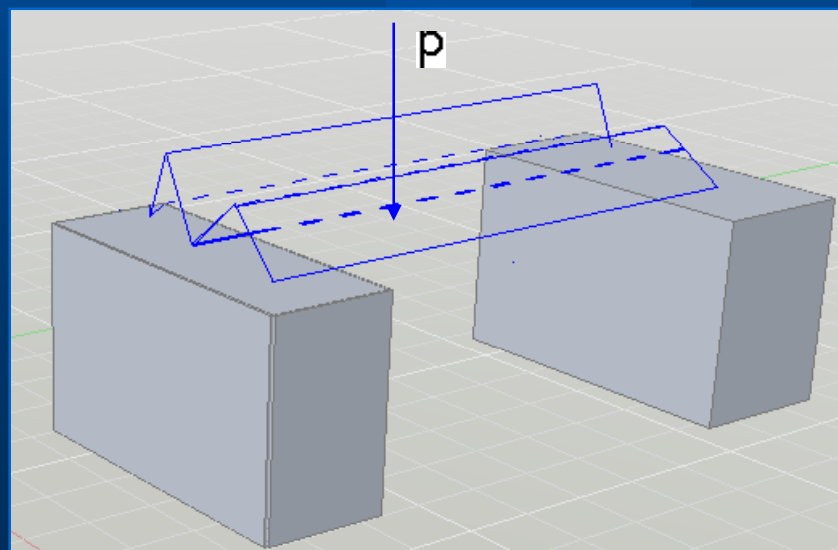
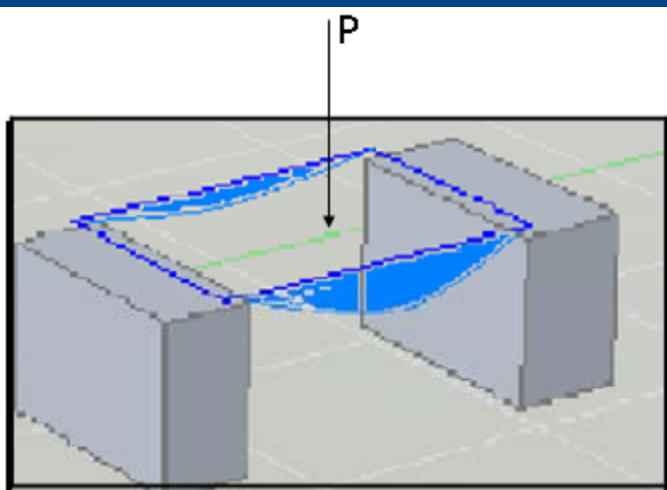
کوتاه • $\frac{s}{h} < 4$





شکل و رفتار عمومی تاوه های چیندار :

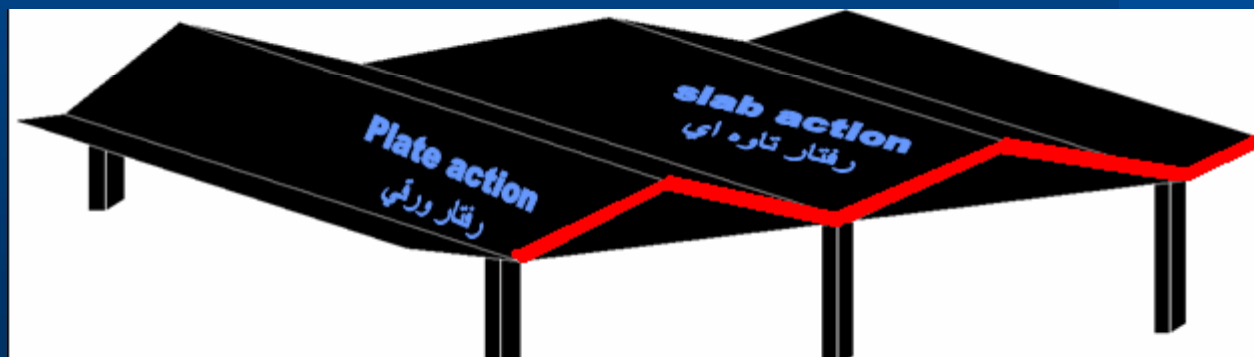
در شکل نخست خمیده می شود زیرا لنگر دوم سطح مقطع کم می باشد بنابراین این سختی خمشی ناچیز است .
در شکل دوم با خم کردن مصالح از محور خنثی دور می شود. در نتیجه لنگر دوم سطح نسبت به محور خنثی افزایش می یابد و در نهایت سختی خمشی افزایش می یابد.





رفتار فضای تاوه های چیندار:

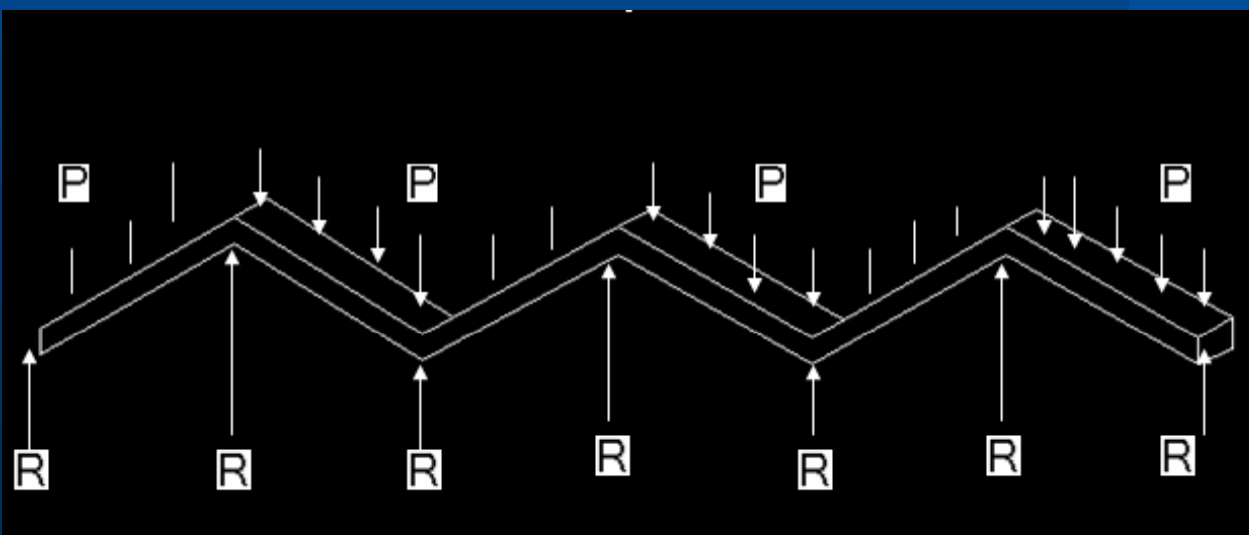
هدف ما بررسی رفتار این تاوه به ازای بارهای خارجی می باشد. رفتار فضای تاوه های چیندار مرکب از دو مکانیسم مختلف می باشد که عبارت اند از رفتار ورق گونه و رفتار تاوه ای می باشد.





رفتار تاوه گونه :

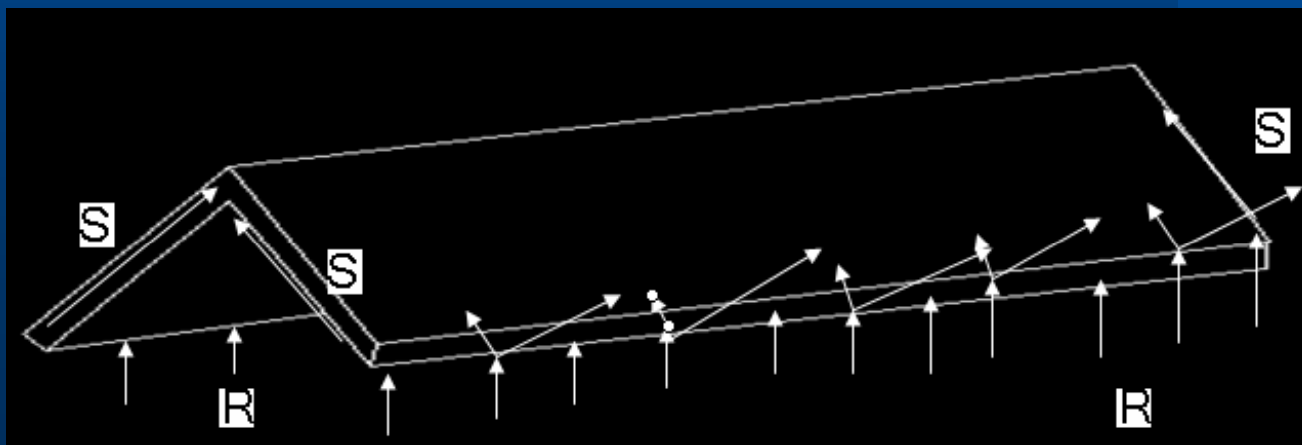
بارهای خارجی ابتدای نوارهای عرضی تاوه وارد می شوند و این بارها در نوارهای چیندار لنگر و نیروی محوری ایجاد میکنند. نوار مانند تیر پیوسته ای است که در محل اتصال تاوه های متشکله بر روی تکیه گاه های ارتجاعی می باشند انتقال بار توسط نوار چیندار عرضی با ایجاد عکس العمل R همراه است.





رفتار ورق گونه:

نیروهای واکنش R دارای مولفه های در امتداد تاوه های ساده می باشند در طول تاوه تحت اثر مولفه های واقع در صفحه خودبمانند تیر مایل می باشند تکیه گاه انتهای این تیر به مانند تکیه گاه های انتهای تاوهای چیندار و مولفه های عکس العمل بارهای جانبی می باشند.





روش های انالیز و طرح تاوه های چندار

روش تیر قاب

انالیز تاوه بدون در نظر گرفتن تغییر مکان های نسبی
اتصالات

انالیز تاوه با در نظر گرفتن تغییر مکان های نسبی
اتصالات (روش جامع)

روش تئوری الاستیته



روش تیر قاب

- آنالیز تیر: ابتدا تاوه چیندار را به صورت تیری درجهت طولی در نظرمی گیریم و تنشهای طولی و برشی آن را برطبق فرمولهای متداول در تیرها محاسبه می کنیم.
- آنالیز قابی : برشی عرضی از تاوه را از بقیه تاوه جدا می کنیم و اثر بقیه تاوه را بصورت تفاوت نیرو های برشی همراه با بارهای وارده بر روی آن برش قرار می دهیم با آنالیز این برش لنگر خمشی عرضی و نیرو های غشایی عرضی را بدست می آوریم. و در نهایت تنش های طولی و عرضی را بدست می آوریم.



روش جامع آنالیز تاوهای چیندار

↪ آنالیز مقدماتی

↪ آنالیز تاوه ای

↪ آنالیز ورقه ای

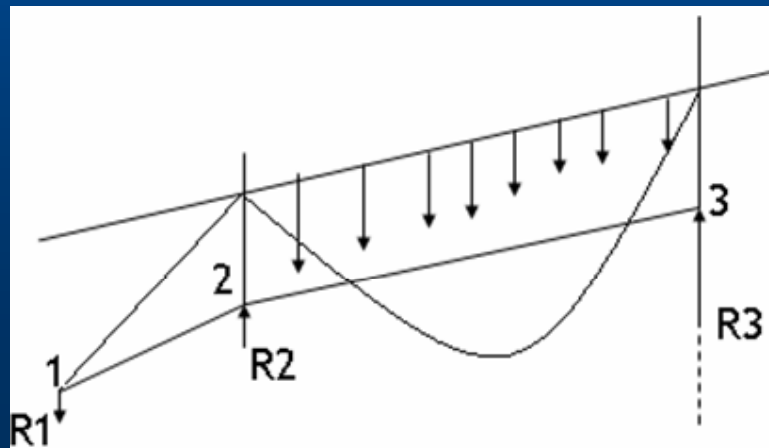
↪ آنالیز تصحیحی

↪ آنالیز تلفیقی



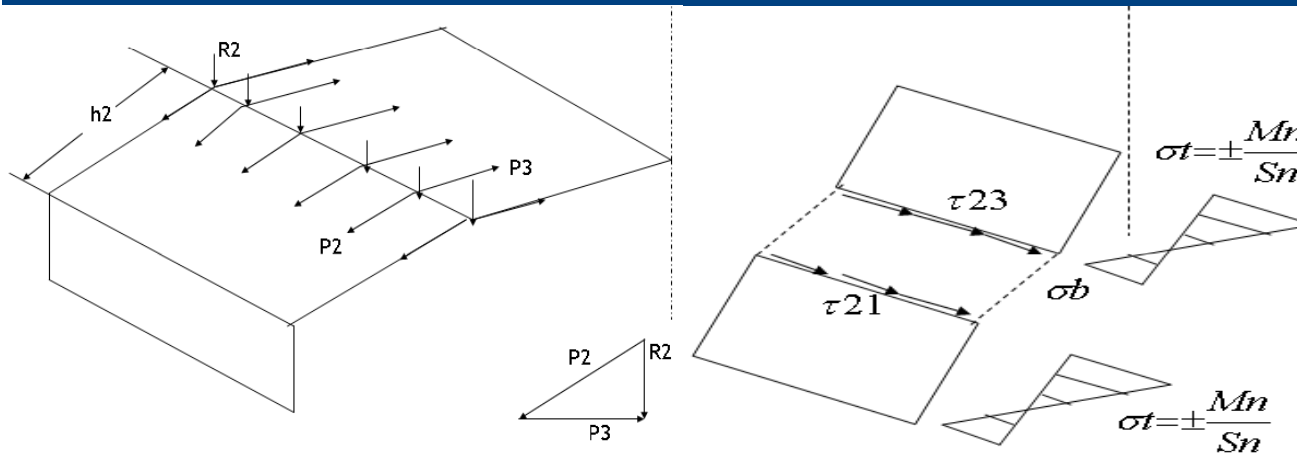
انالیز تاوه ای:

فرض می شود که برش عرضی از تاوه چیندار در جهت عرضی بمانند یک تاوه یک طرفه پیوسته بارها را منتقل مینماید و فرض بر آن است که تکیه گاه های ثابتی وجود دارد با استفاده از روش توزیع لنگر خمشی به محاسبه لنگر و برش و در نهایت به محاسبه نیروهای عکس العمل می پردازیم.



انالیز ورقه ای

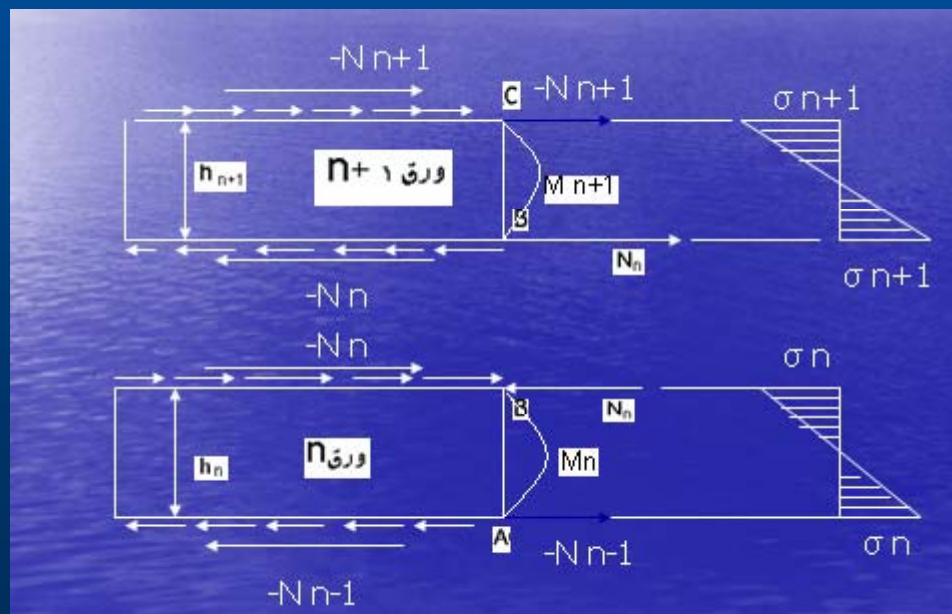
- نیروهای عکس‌العملی که از مرحله قبل بدست آورده ایم باید به تکیه‌گاه‌ها منتقل شوند که این عمل بوسیله ورق‌های طولی که بشکل تیرهای مورب می‌باشند انجام می‌شود. که این عمل به این صورت انجام می‌شود که نیروهای عکس‌العمل را به دو مولفه در امتداد ورق‌ها تجزیه می‌کنیم تحت اثر این بارهایی که به هر ورق وارد می‌شوند تنش‌های را ایجاد می‌کنند.





برش های لبه ای:

یکسان B همان طور که در شکل مشاهده می کنیم تارهای تنش طولی در لبه نمی باشد که این امر بر طبق واقعیت نمی باشد. لذا با اعمال نیروی برشی به توازن تنش می پردازیم این نیروهای برشی دو واقع برآیند تنش های برشی می باشند.





قضيه سه برش:

$$\left\{ \begin{array}{l} N_{n-1} = -\int_0^x t_{n-1} dx \\ N_n = -\int_0^x t_n dx \\ N_{n+1} = -\int_0^x t_{n+1} dx \end{array} \right.$$

$$\sigma_{n+1} = \frac{M_{0,n+1}}{S_{n+1}} + \frac{N_n h_{n+1}}{2S_n} + \frac{N_{n+1}}{A_{n+1}} - \frac{N_{n+1} h_{n+1}}{2S_{n+1}}$$

$$\sigma_n = -\frac{M_{0,n}}{S_n} - \frac{N_{n-1} h_n}{2S_n} + \frac{N_{n-1}}{A_n} - \frac{N_n h_n}{2S_n}$$

$$S_n = \frac{t_n h^2 n}{6}, S_{n+1} = \frac{t_{n+1} h^2 n+1}{6}$$

$$\Rightarrow \frac{N_{n-1}}{A_n} + 2 \left(\frac{N_n}{A_n} + \frac{N_n}{A_{n+1}} \right) + \frac{N_{n+1}}{A_{n+1}} = -\frac{1}{2} \left(\frac{M_{0,n}}{S_n} + \frac{M_{0,n+1}}{S_{n+1}} \right)$$

قضيه سه برش



توزیع برش های لبه ای:

$$\frac{N_n}{A_{n+1}} + \frac{N_n h_{n+1}}{2S_{n+1}} + \sigma_{n+1} = -\frac{N_n}{A_n} - \frac{N_n h_n}{2S_n} + \sigma_n$$

$$S_n = \frac{t n h^2 n}{6}, S_{n+1} = \frac{t (n+1) h^2 (n+1)}{6}$$

$$\Rightarrow \frac{4N_n}{A_{n+1}} + \sigma_{n+1} = \frac{-4N_n}{A_n} + \sigma_n$$

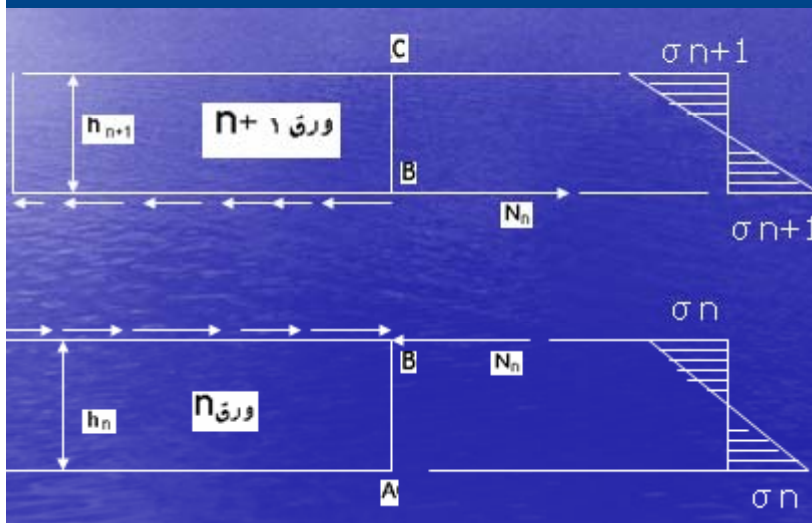
$$4N_n \left(\frac{1}{A_{n+1}} + \frac{1}{A_n} \right) = (\sigma_n - \sigma_{n+1})$$

$$4N_n \left(\frac{A_n + A_{n+1}}{A_{n+1} A_n} \right) = (\sigma_n - \sigma_{n+1})$$

$$D_{n+1} = \frac{4N_n}{A_{n+1}} = \left(\frac{A_n}{A_{n+1} + A_n} \right) (\sigma_n - \sigma_{n+1})$$

$$D_n = \frac{-4N_n}{A_{n+1}} = \left(\frac{A_{n+1}}{A_{n+1} + A_n} \right) (\sigma_n - \sigma_{n+1})$$

ضریب تصیح کننده تنش





ضرایب توزیع تنش برشی:

$$\Delta\sigma = \sigma_n - \sigma_{n+1}$$

$$D_{n+1} = \Delta\sigma \frac{\frac{1}{A_{n+1}}}{\frac{1}{A_n} + \frac{1}{A_{n+1}}}$$

$$D_n = -\Delta\sigma \frac{\frac{1}{A_n}}{\frac{1}{A_n} + \frac{1}{A_{n+1}}}$$

$$C: \frac{N_n}{A_{n+1}} - \frac{N_n h_{n+1}}{2S_{n+1}} = -\frac{2N_n}{A_{n+1}} = -\frac{1}{2}(\sigma_n - \sigma_{n+1}) \frac{A_n}{A_n + A_{n+1}}$$

$$A: \frac{-N_n}{A_n} - \frac{N_n h_n}{2S_n} = +\frac{2N_n}{A_{n+1}} = +\frac{1}{2}(\sigma_n - \sigma_{n+1}) \frac{A_n}{A_n + A_{n+1}}$$



انالیز تصحیحی:

- "اولا"، از انجایی که در انالیز مقدماتی تغییر مکان نسبی را لحاظ نکرده ایم
- "ثانیا"، ورق های مجاور دارای یک حرکت نسبی نسبت به هم می باشند لذا با اعمال تغییر مکانی Δ در محل چین خوردگی ها از روی ان تغییر مکان در امتداد ورق که به اندازه δ را محاسبه می نماییم و از طریق معادلات سازگاری که بین این دو مقدار است تغییر مکان نسبی Δ را بدست می آوریم.



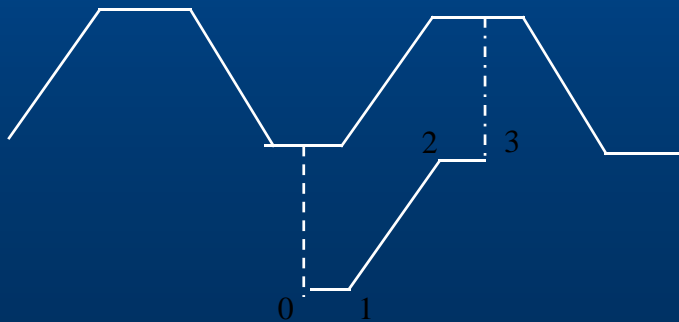
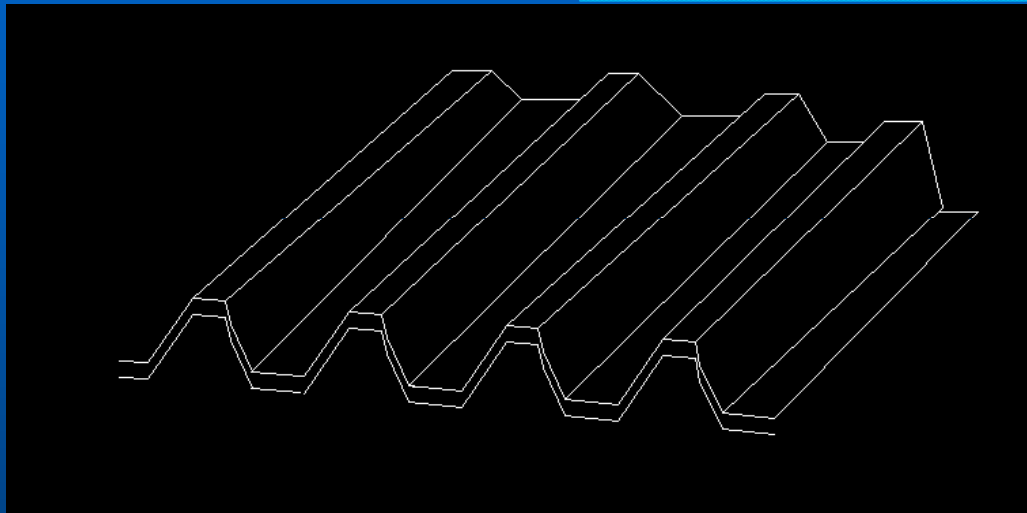
انالیز تلفیقی:

- نتایج انالیز مقدماتی و انالیز تصحیحی را با یکدیگر جمع می‌زنیم تا مادیر واقعی تنش و لنگر را بدست بیاوریم پس از آن شخص محاسب در مرحله ای خواهد بود که می‌تواند به طرح فولاد های تقویتی تاوه چین دار بتن ارمه پردازد.



مثال انالیز و طراحی:

- تاوه چین دار بتن مسلحی که دارای دهانه های تکرار شونده ۱۰متری با طول ۲۵متر می باشد. این تاوه برای پوشش سقفی در نظر گرفته شده است که در میان فضای پوشانیده شده ستونی وجود ندارد و تاوه چیندار فقط دارای تکیه گاه های انتهایی می باشد . تنش مجاز فولاد را $45fy$ و تنش مجاز بتن را $5fc$ می باشد.



$$span = 10m$$

$$\ell = 25m$$

$$DL = 300Kg / m^2$$

$$LL = 100kg/m^2$$

$$f'c = 200kg/cm^2$$

$$fy = 3000kg/cm^2$$

$$Es = 2e6kg/cm^2$$

$$Ec = 2e5kg/cm^2$$

$$n = \frac{Es}{Ec} = 10$$



مشخصات تاوه ها:

تاوه	h(cm)	t(cm)	A	S	Φ°	$\sin\Phi$	$\cos\Phi$
۱	۵۰	۱۵	۷۵۰	۶۲۵۰	۰	۰	۱
۲	۴۰۳	۱۰	۴۰۳۰	۲۷۰۶۸۲	۲۹,۷۴	.۴۹۶	۰,۸۶۸
۳	۱۰۰	۱۰	۱۰۰۰	۱۶۶۶۷	۰	۰	۱

اتصال	α	$\sin\alpha$	$\cos\alpha$
۰	۰	۰	۱
۱	-۲۹,۷۴	-۰,۴۹۶	-۰,۸۶۸
۲	۲۹,۷۴	۰,۴۹۶	۰,۸۶۸
۳	۰	۰	۱



انالیز تاوه ای:

محاسبه لنگر های گیرداری:

$$-MF_{10} = MF_{10} = \frac{Wh^2}{12} = \frac{400 \cdot 5^2}{12} = 833 \frac{\text{kg-m}}{m}$$

$$-MF_{12} = \frac{-400 \cos 29.74 (4.03)^2}{12} = -470.1 \frac{\text{kg-m}}{m}$$

$$-MF_{21} = -MF_{12} = 470.1 \frac{\text{kg-m}}{m}$$

$$-MF_{32} = MF_{23} = -\frac{400 \cdot 1}{12} = -33.33 \frac{\text{kg-m}}{m}$$

$$k_1 = \frac{4EI_1}{I_1} \Rightarrow \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{15^3}{10^3} = 3.375$$

$$k_2 = \frac{4EI_2}{I_2} \Rightarrow \Rightarrow \frac{I_2}{I_3} = 8.06$$

$$k_3 = \frac{4EI_3}{I_3} \Rightarrow \Rightarrow \frac{I_3}{I_1} = 2$$

تعیین سختی نسبی (k)



توزیع لنگر:

اتصال	ناوه	سختی نسبی (k)	ضریب بختن لنگر
0	0	1	0
	1		
1	1	1	.965
	2	.03676	.035
2	2	.03676	.199
	3	.14815	.801
3	3	.14815	.
	4		

0		1		2		3		اتصال
		12	21	23	0	30		ضریب بختن لنگر
0	+0.965	0.035	0.199	0.801	0			لنگرهای گیر داری
-8.33	8.33	-470.10	+470.10	-33.33	33.33			
222.80 ←	445.61	16.16 →	8.08					
		-44.26 ←	-88.53	-356.33 →	-178.16			
21.36 ←	42.72	1.55 →	+77					
		-0.08 ←	-0.15	-0.62 →	-0.31			
.04	← .08		0					
235.87	496.74	-496.73	390.27	-390.28	-145.14			محصول بختن لنگر



محاسبه نیروهای برشی:

$$235.87 + 469.73 + .5 * 400 * \frac{.5}{2} = .5 X 2$$

$$X 2 = 1565 \text{ Kg / m}$$

$$X 1 = .5 * 400 - 1565 = -1365 \text{ Kg / m}$$

$$-496.73 + 390.27 + (4.03 * 400) \frac{3.5}{2} = X 4$$

$$X 4 = 776 \text{ Kg / m}$$

$$X 3 = (4.03 * 400) - 776 = 836 \text{ Kg / m}$$

$$-390.28 - 145.14 + 400 * 1 * .5 = X 6 * 1$$

$$X 6 = -335 \text{ Kg / m}$$

$$X 5 = 735 \text{ Kg / m}$$



انالیز ورق های مایل طولی:

$$P_{10} = -P_{11} = 4230 \text{ Kg} / m$$

$$P_{33} = -P_{32} = -2645 \text{ Kg} / m$$

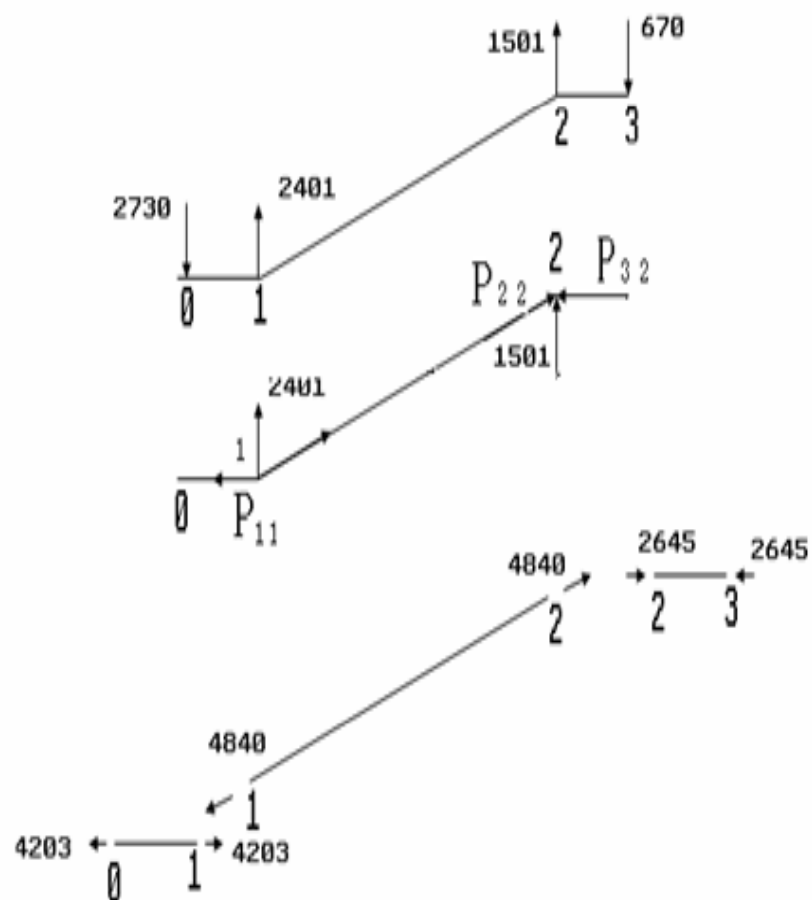
$$\sin 29.74 = \frac{2401}{p_{21}}$$

$$P_{11} = 4840 \text{ kg} / m$$

$$P_{11} = \frac{-2401}{\text{tg} 29.74} = -4203 \text{ kg} / m$$

$$P_{32} = \frac{1511}{\text{tg} 29.74} = 2645 \text{ kg} / m$$

$$\begin{cases} P_1 = P_{10} + P_{11} = 0 \\ P_2 = P_{22} + P_{21} = 3046 + 4840 = 7886 \text{ kg} / m \\ P_3 = P_{32} + P_{33} = 0 \end{cases}$$





تنش های لبه های ثابت:

$$M1=0$$

$$M2=\frac{Pl^2}{8}=\frac{-7886*25^2}{8}=-616094Kg-m$$

$$M3=0$$

$$\sigma_{1top}=-\sigma_{1bot}=0$$

$$\sigma_{2top}=-\sigma_{2bot}=\frac{616094*100}{270682}=-227.6kg/cm^2$$

$$\sigma_{3top}=-\sigma_{3bot}=0$$



توزیع تنش های لبه ای:

$$DF_{01}=0$$

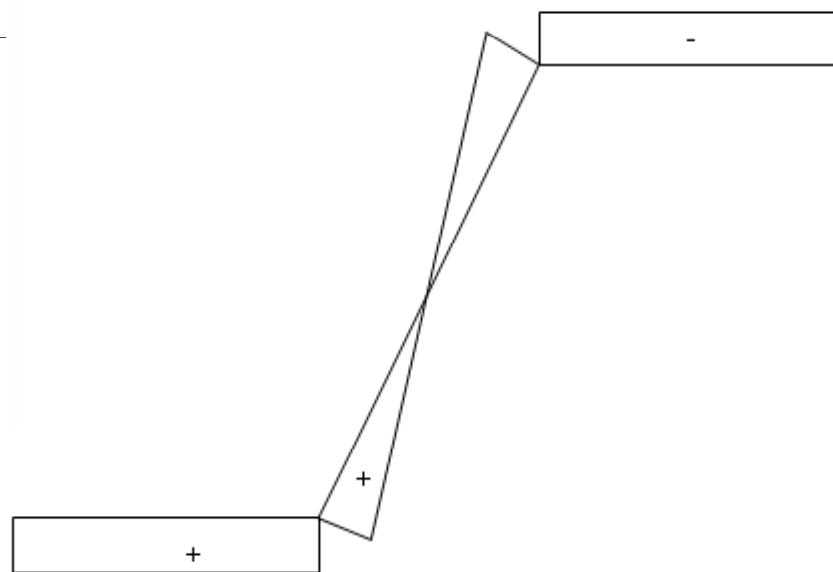
$$DF_{11}=\frac{A_2}{A_2+A_1}=\frac{4030}{750+4030}=.843$$

$$DF_{12}=\frac{A_1}{A_2+A_1}=\frac{750}{750+4030}=.157$$

$$DF_{22}=\frac{A_3}{A_2+A_3}=\frac{1000}{4030+1000}=0.199$$

$$DF_{12}=\frac{A_2}{A_2+A_3}=\frac{4030}{4030+1000}=0.801$$

$$DF_{12}=0$$





جدول توزیع تنش:

0		2		3		اتصال
1		2		3		ورق
0	.843	0.157	.0199	0.801	0	ضریب توزیع
-.5		-.5		-.5		ضریب انتقال
		227.6	-227.6			تنش های لبه ای ثابت
19.1	-35.7	+45.3	-182.3			
0	-22.6	+17.9	0			
-19.1	+3.5	-3.9	+14.3			
0	+1.8	-1.8				
+1.5	-0.3	+0.4	-1.4			
0	-0.2	+0.1	0			
-0.2	<u>0</u>	0	+1			
			0			
+174.1	+174.1	-169.3	-169.3			محصول توزیع تنش



تغییر فرم ورق ها:

$$\delta = \frac{5w(\ell^2)^2}{384EI} = \frac{5\left(\frac{W\ell^2}{8}\right)\ell^2}{48EI} = \frac{5M\ell}{48EI}, M = \frac{\sigma b - \sigma t}{2} S$$

$$\Rightarrow \delta = \frac{5(\sigma b - \sigma t)s\ell^2}{2*48EI} \rightarrow \text{تغییر فرم وسط دهانه:}$$

$$\frac{s}{I} = \frac{2}{H}$$

$$\delta_{10} = 0$$

$$\delta_{20} = 2.8 \text{ cm}$$

$$\delta_{30} = 0$$

ورق با مقطع مستطیل:



تغییر مکان های نسبی اتصالات:

$$\Delta n = -\frac{\delta_{n-1}}{\sin \alpha_{n-1}} + \delta_n (\cot \alpha_{n-1} + \cot \alpha_n) - \frac{\delta_{n+1}}{\sin \alpha_n}$$

رابطه عمومی بین تغییر مکانهای نسبی اتصالات و تغییر فرم ورق ها:

$$\Delta 10 = -\frac{\delta 1}{\sin \alpha 1} = -\frac{2.8}{\sin(-29.74)} = +5.64 \text{ cm}$$

$$\Delta 20 = \frac{\delta 1}{\sin \alpha 1} + \delta 2 (\cot \alpha 1 + \cot \alpha 1) - \frac{\delta 3}{\sin \alpha 2}$$

$$\Delta 20 = 0$$

$$\Delta 30 = \frac{\delta 2}{\sin \alpha 1} + \delta 3 (\cot \alpha 2 + \cot \alpha 3) - \frac{\delta 4}{\sin \alpha 3}$$

$$\Delta 30 = -\frac{2.8}{\sin 29.74} = -5.64 \text{ cm}$$



انالیز تصحیحی:

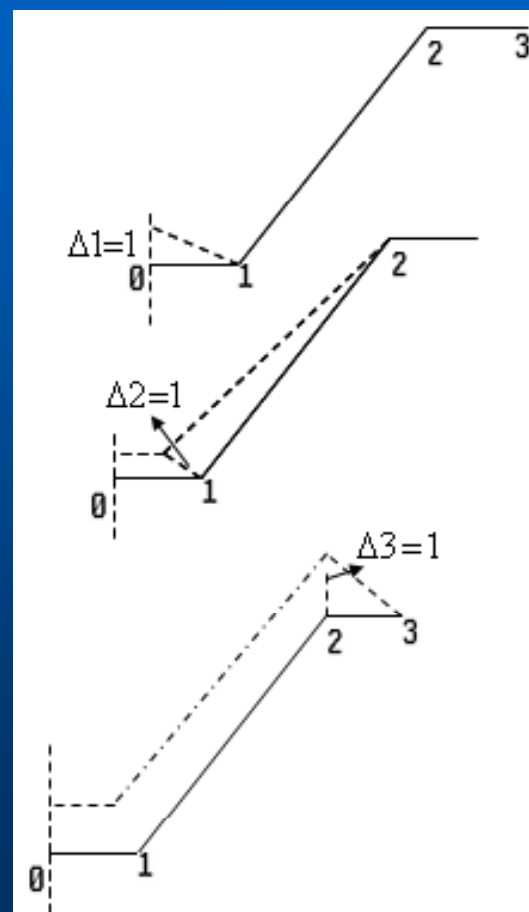
تغییر فرم حاصله در انالیز ورق طولی (انالیز مقدماتی) و ثابت نبودن اتصالات انالیز تصحیحی را ایجاب می کند.

$$MF10=+MF01=\frac{6*2*10*1*\frac{15^3}{12^2}*1}{50}=-135000Kg-m/m$$

لنگر های گیرداری

$$MF21=+MF12=-616Kg-m/m$$

$$MF32=+MF23=-10000Kg-m/m$$





انالیز تاوه عرضی:

با استفاده از روش پخش لنگر لنگر های گیر دار را توزیع می نمایم و نیروی برشی و در نهایت نیرو های عس العمل را در اتصالات محاسبه می نمایم.

$$\Delta l = 1cm$$

0	1	2	3	اتصال
0	0.965	0.199	0.035	لنگر گیرداری
-135000	-135000			
+65138	+13027 5	+4725 -235	2363 .470	
+113	227	+8	+4	
-1	-1	1	-1	
-69750	-4500	0		
		+4500	1898	
		-1398	-944	
				حصول پخش لنگر
-69750	-4500	+4500	-1398	
			-944	
148498	148498	1828	1828	برش ناشی از لنگر
		2842	2842	
296996	150326	4670	5684	عکس العمل
				تکیه گاهی



$$\Delta 2 = 1cm$$

0	1	2	3	اتصال	
				لنگر گیرداری	
0	0.965	0.199	0.035	0.301	0
		-616	-616		
297	594	22	11		
		+60	120		
-29	-58	-2	-1	4485	+242
268	536	-536	0	+1	0
			-486	+486	+242
268	536	-536	-486	+486	+242
1608	1608	292	292	728	728
3216	1900	1020	1456	عکس العمل	تکيه گماهی



$$\Delta 3 = 1cm$$

0	1	2	3	اتصال	
				لنگر گیرداری	
0	0.965	0.199	0.035	0.301	0
			-10000	-10000	
-480	-960	995 -35	+1990 -17	+8010	4005
		2	3	14	7
-1	-2	0			
-481	-962	962	1976	-1976	-5988
2896	2896	839	839	7964	7964
5772	3725	8803	15928		عکس العمل نکبه گامی



انالیز ورق طولی:

$x \frac{l}{2} \Rightarrow M = \frac{pl^2}{\pi^2}$ → تغییر فرم خطوط اتصال برای تاوه چین دار با تکیه گاه ساده با تقریب مناسب به شکل منحنی سینوسی می باشد لذا لنگر خمشی در وسط دهانه

$\sigma_B = \sigma_T = \frac{M}{S} = \frac{pl^2}{\pi^2 S}$ → تنش های لبه ای

$\delta = \left(\frac{\sigma_b - \sigma_t}{hE} \right) \frac{l^2}{\pi^2}$ → تغییر فرم وسط دهانه ورق طولی:

$$\Delta l = 1cm$$

$$p10 = \frac{150326}{tg 29.74} = 263123kg / m$$

$$p11 = \frac{150326}{tg 29.74} = 263123kg / m$$

$$p21 = \frac{150326}{si 29.74} = 303037kg / m$$

$$p22 = \frac{4670}{si 29.74} = 9414kg / m$$

$$p32 = \frac{4670}{tg 29.74} = 8174kg / m$$

$$p33 = 8174kg / m$$



$$\Delta 2 = 1 \text{ cm}$$

$$p_{10} = p_{11} = 3326 \text{ kg / m}$$

$$p_{11} = \frac{1900}{\text{tg} 29.74} = 3426 \text{ kg / m}$$

$$p_{21} = \frac{1900}{\text{si} 29.74} = 3830 \text{ kg / m}$$

$$p_{22} = \frac{1020}{\text{si} 29.74} = 2056 \text{ kg / m}$$

$$p_{32} = \frac{1020}{\text{tg} 29.74} = 1785 \text{ kg / m}$$

$$p_{33} = p_{32} = 1785 \text{ kg / m}$$

$$\Delta 3 = 1 \text{ cm}$$

$$p_{10} = p_{11} = 6522 \text{ kg / m}$$

$$p_{11} = \frac{3725}{\text{tg} 29.74} = 6522 \text{ kg / m}$$

$$p_{21} = \frac{3725}{\text{si} 29.74} = 7511 \text{ kg / m}$$

$$p_{22} = \frac{8803}{\text{si} 29.74} = 17748 \text{ kg / m}$$

$$p_{32} = \frac{8803}{\text{tg} 29.74} = 15410 \text{ kg / m}$$

$$p_{33} = p_{32} = 15410 \text{ kg / m}$$



تنش های لبه ای:

$$\sigma_{bot} = -\sigma_{top} = \frac{pl^2}{\pi^2 S}$$

$$\Delta l = 1 \text{ cm}$$

$$\text{plate1: } \sigma_{bot} = -\sigma_{top} = 0$$

$$\text{plate2: } \sigma_{bot} = -\sigma_{top} = -6869 \text{ kg / cm}^2$$

$$\text{plate3: } \sigma_{bot} = -\sigma_{top} = 0$$

$$\Delta l = 1 \text{ cm}$$

$$\text{plate1: } \sigma_{bot} = -\sigma_{top} = 0$$

$$\text{plate2: } \sigma_{bot} = -\sigma_{top} = 42 \text{ kg / m}$$

$$\text{plate3: } \sigma_{bot} = -\sigma_{top} = 0$$

$$\Delta l = 1 \text{ cm}$$

$$\text{plate1: } \sigma_{bot} = -\sigma_{top} = 0$$

$$\text{plate2: } \sigma_{bot} = -\sigma_{top} = 239 \text{ kg / m}$$

$$\text{plate3: } \sigma_{bot} = -\sigma_{top} = 0$$



توزیع تنش ها:

$$\Delta l = 1cm$$

0		2		3		اتصال
1		2		3		ورق
0	.843	0.157	.0199	0.801	0	ضریب توزیع
-.5		-.5		-.5		ضریب انتقال
0		-6869	6869	0		تنش های لبه ای ثابت
5790.6	1078.	2366.9	5502.1			
0	4	-539.2	0			
576.2	683.5	107.3	-432.9			
0	-107.3	53.7	0			
-45.3	-53.7	-10.7	43			
0	8.4	-4.2	0			
4.5	5.3	.8	-3.4			
0	-0.8	.4	0			
-0.4	-.4	-.1	0.3			
0	0	0	0			
-5255.6	-5255.6	5110.1	5110.1			محصول توزیع تنش



$$\Delta 2 = 1cm$$

0		2		3		اتصال
1		2		3		ورق
0	.843	0.157	.0199	0.801	0	ضریب توزیع
-.5		-.5		-.5		ضریب انتقال
0	42	-42	0			تنش های لبه ای ثابت
35.4	-6.5	8.4	-33.6			
0	-6.4	3.3	0			
-3.5	0.7	0.7	2.6			
0	0.4	-0.4	0			
.3	-0.1	0.1	-0.3			
32.2	32.2	-31.3	-31.3			محصول توزیع تنش



$$\Delta 3 = 1 \text{ cm}$$

0		2		3	اتصال	
1	2		3		ورق	
0	.843	0.157	.0199	0.801	0	ضریب توزیع
-.5		-.5		-.5		ضریب انتقال
					تنش های لبه ای ثابت	
0	239	-239	0			
201.5	-37.5	47.6	-191.4			
0	-23.8	18.8	0			
-20.1	3.7	-3.7	15.1			
0	1.9	-1.9	0			
1.6	-.3	0.4	-1.5			
0	-.2	0.2	0			
-0.2	0	0	0.2			
182.8	182.8	-177.6	-177.6		محصول توزیع تنش	



پس داریم

$$\delta_{30}=0$$

$$\delta_1=0$$

$$\delta_2=2.8-123.58\Delta_1+0.5\Delta_2+2.83\Delta_3$$

$$\delta_3=0$$

روابط سازگاری:

$$\Delta_1=2.016\delta_2$$

$$\Delta_2=0$$

$$\Delta_3=-2.016\delta_2$$

جابجایی نهایی اتصالات:

$$\Delta_1=2.016(2.8-123.58\Delta_1+0.0+2.83\Delta_3)\rightarrow\Delta_1=0.022$$

$$\Delta_2=0.0$$

$$\Delta_3=-\Delta_1=-0.022\text{cm}$$



تعیین جهات اصلی تنش:

$$N_y = \int_0^x t \tau dx$$

$$\tau = \frac{1}{t} \frac{dN}{dx}$$

$$M_n = M \max \left(\frac{4x}{l} - \frac{4x^2}{l} \right)$$

$$N_n = N_0 \max \left(\frac{4x}{l} - \frac{4x^2}{l^2} \right)$$

$$\tau = \frac{4N_0}{tl} \max \left(l - \frac{2x}{l} \right)$$

انالیز مقدماتی



$$M = M \max \operatorname{Sin} \frac{\pi x}{l}$$

$$\bar{N} = \bar{N} \max \operatorname{Sin} \frac{\pi x}{l} \Rightarrow \tau = \frac{\pi \bar{V} \max}{tl} \cos \frac{\pi x}{l}$$

$$\tau = \frac{4N0 \max}{tl} \left(l - \frac{2x}{l} \right) + \frac{\pi \bar{N} \max}{tl} \cos \frac{\pi x}{l}$$

$$\tau = \frac{4(N0 \max + \bar{N} \max)}{tl} \left(l - \frac{2x}{l} \right)$$

$$\sigma p = \frac{\sigma x}{2} \pm \sqrt{\tau^2 + \left(\frac{\sigma x}{2} \right)^2}$$



انالیز مقدماتی

$$Mx = M \max \left(\frac{4x}{l} - \frac{4x^2}{l^2} \right)$$

$$Mn = M \max \sin \frac{\pi x}{l}$$

$$\frac{M}{S} = \frac{M}{S} \max \left(\frac{4x}{l} + \frac{4x^2}{l^2} \right)$$

$$\frac{Mn}{S} = \frac{M}{S} \max \sin \frac{\pi x}{l}$$

$$f = fc \left(\frac{4x}{l} + \frac{4x^2}{l^2} \right) + fc \sin \frac{\pi x}{l}$$

$$f = f \max \left(\frac{4x}{l} + \frac{4x^2}{l^2} \right)$$

انالیز تصحیحی

$\Delta l = 1cm$



طراحی تاوه چیندار (براساس نتایج روش جامع):

طرح فولاد خمشی عرضی:

$$k = \frac{1}{\frac{f_s}{nfc} + 1} = .526$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = .828$$

$$M_{\max} = 1288 \frac{kg-m}{m}$$

$$A_s = \frac{M}{f_s j d} = 9.28 cm^2$$

$$A_{s \min} = \rho_{\min} * b * d = 5.25 cm^2$$

$$\Phi 14 @ 15 cm \Rightarrow \rho = \frac{1.54}{15} = 0.103 > 0.0928$$

انالیز تلفیقی



بررسی طول های مهارى:

$$\ell d \begin{cases} 30 \\ 0.0594 * 1.54 \frac{f_y}{\sqrt{f_c}} = 15.8 \text{ cm} \Rightarrow LD = 30 \text{ cm} \\ 0.00596 * f_y d = 25.032 \end{cases}$$

طرح فولاد های تقويتى طولى:

$$\sigma = 54.5 \text{ kg / cm}^2$$

$$N_x = 40875 \text{ kg}$$

نیروی کششی

$$A_s = \frac{40875}{3000 * .45} = 30.28 \text{ cm}^2$$

$$\Phi 20 @ 5 \text{ cm}$$



طرح فولاد های برشی:

$$N_x = 14.38 * 10 = 143.8 \text{ kg/cm} = 14380$$

$\Phi 14 @ 15 \text{ cm}$



پایان





























جنس فولاد ۲۳۷۹/۱



















































