

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

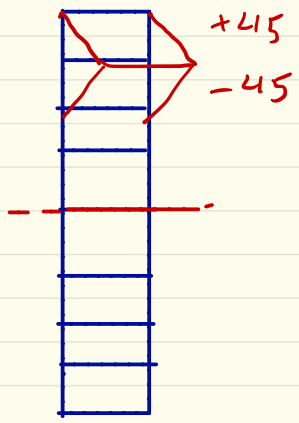
مواد مرکب

جله ۵

مثال ۳: ۸ لایه کامپوزیت 45° با ضخامت ۳ راریم. خصوصیت لایه ها مانند مثال های قبل است. ماتریس های سختی لینیته را برای حالات زیر محاسبه کنید.

الف - تمام لایه ها دارای زاویه 45° باشد.

ب	۲.	>
+45	+45	+45
+45	-45	-45
-45	+45	-45
-45	-45	+45
<hr/>		
-45	-45	+45
-45	+45	-45
+45	-45	-45
+45	+45	+45



- ب - $[(45)_2 / (-45)_2]_S$
- ج - $[(\pm 45)_2]_S$
- د - $[\pm \mp 45]_S$

$$A = \begin{bmatrix} 157.2 & 123.6 & 108 \\ & 157.2 & 108 \\ \text{sym} & & 123.6 \end{bmatrix} \text{ GPa.mm} \quad , \quad [B] = 0 \quad , \quad [D] = \begin{bmatrix} 7.55 & 5.93 & 5.18 \\ & 7.55 & 5.18 \\ \text{sym} & & 5.93 \end{bmatrix} \text{ - الف}$$

$$\frac{D_{16}}{D_{11}} = 0.686$$

$$[A] = \begin{bmatrix} 157.2 & 123.6 & 0 \\ & 157.2 & 0 \\ \text{sym} & & 123.6 \end{bmatrix} \quad , \quad [B] = 0 \quad , \quad [D] = \begin{bmatrix} 7.55 & 5.93 & 3.89 \\ & 7.55 & 3.89 \\ \text{sym} & & 5.93 \end{bmatrix} \text{ - ب}$$

$$\frac{D_{16}}{D_{11}} = 0.515$$

$$[A] = [\text{قلى}] \quad , \quad [B] = 0 \quad , \quad [D] = 10^3 \begin{bmatrix} 7.55 & 5.93 & 1.94 \\ & 7.55 & 1.94 \\ & & 5.93 \end{bmatrix} \text{ GPa. mm}^3 \text{ - ج}$$

$$\frac{D_{16}}{D_{11}} = 0.257$$

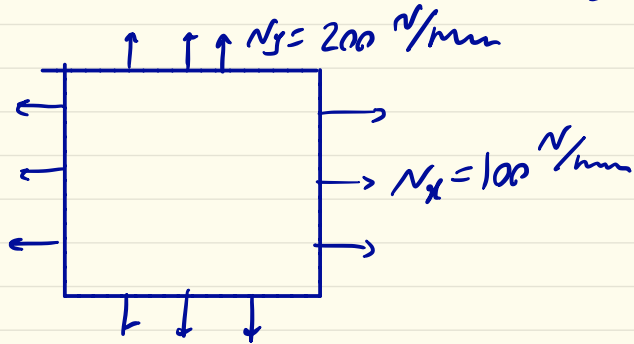
$$[A] = [قبلی], [B] = 0$$

$$[D] = \begin{bmatrix} 7.55 & 5.93 & 0.27 \\ & 7.55 & 0.97 \\ \text{sym} & & 5.28 \end{bmatrix} \rightarrow$$

$$\frac{D_{16}}{D_{11}} = 0.129$$

[A] به سکوئری قرار گرفت لایها بستگی ندارد. وی با جایگزین کردن لایها در اینها D_{16} و D_{26} تغییر می کنند.

مثال ۴: صفحه مثال ۳ را با بارگذاری زیر در نظر بگیرید. نتایج واراد را لایحه بیاورید.



$$\{N\} = [A]\{\varepsilon\}^0 \Rightarrow \{\varepsilon\}^0 = [A]^{-1}\{N\}$$

$$\{M\} = [D]\{K\} \Rightarrow \{K\} = \{0\}$$

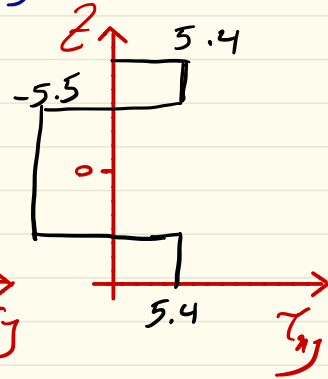
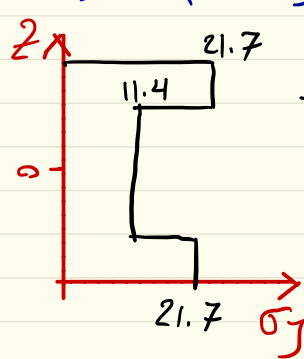
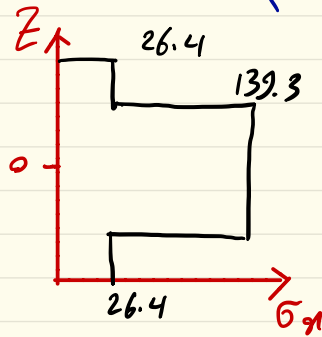
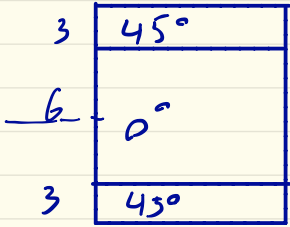
$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_x^0 \\ \varepsilon_y^0 \\ \gamma_{xy}^0 \end{Bmatrix} = 10^{-3} \begin{bmatrix} 0.00759 & -0.00356 & -0.00309 \\ & 0.03441 & -0.02373 \\ s_{ym} & & 0.04911 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 100 \\ 200 \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0.00685 \\ 0.00332 \\ -0.00784 \end{Bmatrix}$$

$$\{\sigma\}_k = [\bar{Q}]_k \left(\overbrace{\{\varepsilon\}^0}^{\{ \varepsilon \}} + \underbrace{z}_{\leftarrow} \{K\} \right)$$

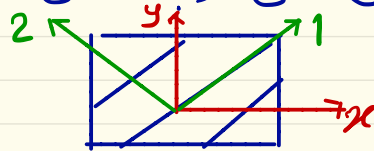
لایحه فردی:

$$\{\sigma\}_0 = \begin{bmatrix} 20 & 0.7 & 0 \\ & 0.2 & 0 \\ s_{ym} & & 0.7 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0.00685 \\ 0.00332 \\ -0.00784 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 139.3 \\ 11.4 \\ -3.5 \end{Bmatrix} \times 10^3 \text{ G N/m}^2$$

$$\{\sigma\}_{45^\circ} = \begin{bmatrix} 6.55 & 5.3 & 4.5 \\ \text{sym} & 6.55 & 4.5 \\ & & 5.15 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0.00685 \\ 0.00332 \\ -0.00784 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 26.4 \\ 21.7 \\ 5.4 \end{Bmatrix} \times 10^3 \frac{\text{GN}}{\text{m}^2}$$



تنش های درجه اصلی:



$$\{\sigma_i\}_0 = \{\sigma_x\}_0$$

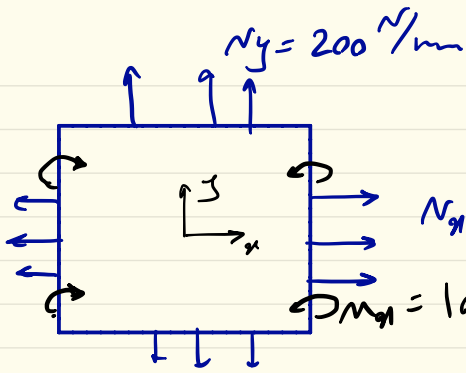
45° = ?

$$[T] = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.5 & 1 \\ 0.5 & 0.5 & -1 \\ -0.5 & 0.5 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \tau_{12} \end{Bmatrix}_{45^\circ} = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.5 & 1 \\ 0.5 & 0.5 & -1 \\ -0.5 & 0.5 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 26.4 \\ 21.7 \\ 5.4 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 29.6 \\ 18.8 \\ -2.5 \end{Bmatrix}$$

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \gamma_{12/2} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.5 & 1 \\ 0.5 & 0.5 & -1 \\ -0.5 & 0.5 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0.00685 \\ 0.00332 \\ \frac{-0.00784}{2} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0.00116 \\ 0.009 \\ -0.00176 \end{Bmatrix}$$

مثال ۵: همان المینیت مثال قبل را با بارگذاری زیر حل کنید.



$$N_x = 100 \text{ N/mm}$$

$$\{N\} = [A] \{\varepsilon^0\} \Rightarrow \{\varepsilon^0\} = [A]^{-1} \{N\}$$

$$\{M\} = [D] \{K\} \Rightarrow \{K\} = [D]^{-1} \{M\}$$

$$\{\varepsilon^0\} = \{\text{قلبی}\} = \begin{Bmatrix} 0.00658 \\ 0.00332 \\ -0.00784 \end{Bmatrix}$$

$$\{K\} = \begin{Bmatrix} 0.162 \\ -0.076 \\ -0.074 \end{Bmatrix} \times 10^{-3}$$

$$\{\sigma\}_K = [\bar{Q}]_K (\{\varepsilon^0\} + z\{K\})$$

$$z = -6 \text{ و } -3$$

لايه 45° بالاي:

$$z = -6 \Rightarrow \left\{ \sigma \right\}_{45^\circ} = [\bar{Q}]_{45^\circ} \left(\left\{ \varepsilon \right\}^{-6} \left\{ K \right\} \right) = \begin{Bmatrix} 0.1207 \\ 0.0117 \\ -0.0052 \end{Bmatrix}$$

$$z = -3 \Rightarrow \left\{ \sigma \right\}_{45^\circ} = [\bar{Q}]_{45^\circ} \left(\left\{ \varepsilon \right\}^{-3} \left\{ K \right\} \right) = \begin{Bmatrix} 0.1303 \\ 0.0116 \\ -0.0053 \end{Bmatrix}$$

$$z = -3 \rightarrow \left\{ \sigma \right\}_{0^\circ} = \begin{Bmatrix} 0.0258 \\ 0.0218 \\ 0.0055 \end{Bmatrix}$$

$$z = -3 \text{ و } +3$$

لايه صفر رجم:

$$z = +3 \rightarrow \left\{ \sigma \right\}_{0^\circ} = \begin{Bmatrix} 0.0279 \\ 0.0219 \\ 0.0055 \end{Bmatrix}$$

45°
0°
45°

