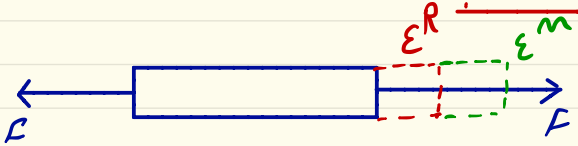
بسم الله الرحمن الرحیم

مواد مرکب

جلسه ۱۲

۳-۵-۲ آنالیز تنش صفحات چندلایه با در نظر گرفتن رطوبت



$$\{\varepsilon\} = \{\varepsilon\}^R + \{\varepsilon\}^m$$

انبساط رطوبتی

$$\Delta_m = \beta l \Delta \bar{c}$$

ضریب جذب رطوبت

$$\{\sigma\}_k = [\bar{Q}]_k \left(\{\varepsilon\} - \{\varepsilon\}^m\right)$$

برای مواد ارتوتروپ

$$\begin{Bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ 0 \end{Bmatrix} \longrightarrow \begin{Bmatrix} \beta_x \\ \beta_y \\ \beta_{xy}/2 \end{Bmatrix} = [T(\theta)]^{-1} \begin{Bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

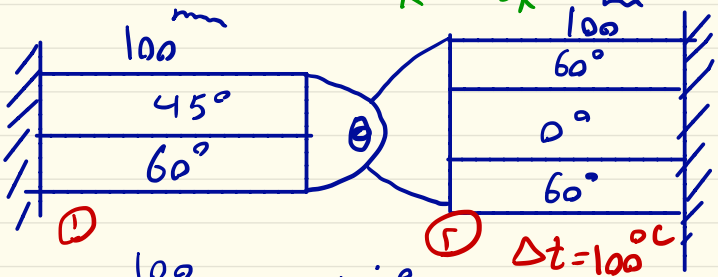
$$\begin{Bmatrix} \bar{N} \\ \hline \bar{M} \end{Bmatrix} = \left[\begin{array}{c|c} A & B \\ \hline B & D \end{array}\right] \begin{Bmatrix} \varepsilon^0 \\ \hline K \end{Bmatrix}$$

$$\{\bar{N}\} = \{N\} + \{N\}^t + \{N\}^m \quad و \quad \{\bar{M}\} = \{M\} + \{M\}^t + \{M\}^m$$

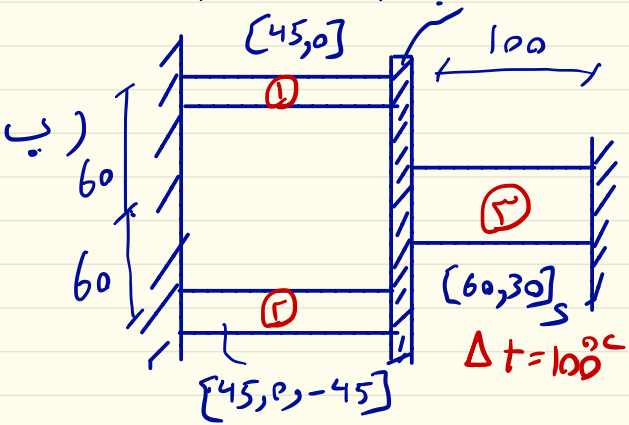
$$\{N\}^m = \sum_{k=1}^{N} [\bar{Q}]_k \{\beta\}_k \Delta c (z_k - z_{k-1})$$

$$\{M\}^m = \sum_{k=1}^{N} [\bar{Q}]_k \{\beta\}_k \Delta c \tfrac{1}{2} (z_k^2 - z_{k-1}^2)$$

الف)



ب)



تمرین:

ضخامت لایه‌ها: 5 mm

$$[Q] = \begin{bmatrix} 20 & 0.7 & 0 \\ 0.7 & 0.2 & 0 \\ 0 & 0 & 0.7 \end{bmatrix} \frac{GN}{m^2}$$

تنش در لمینیت شماره ۲ را بیابید.

امتحان پایان ترم: ۹۷/۸/۲۸ ساعت ۱۵:۳۰

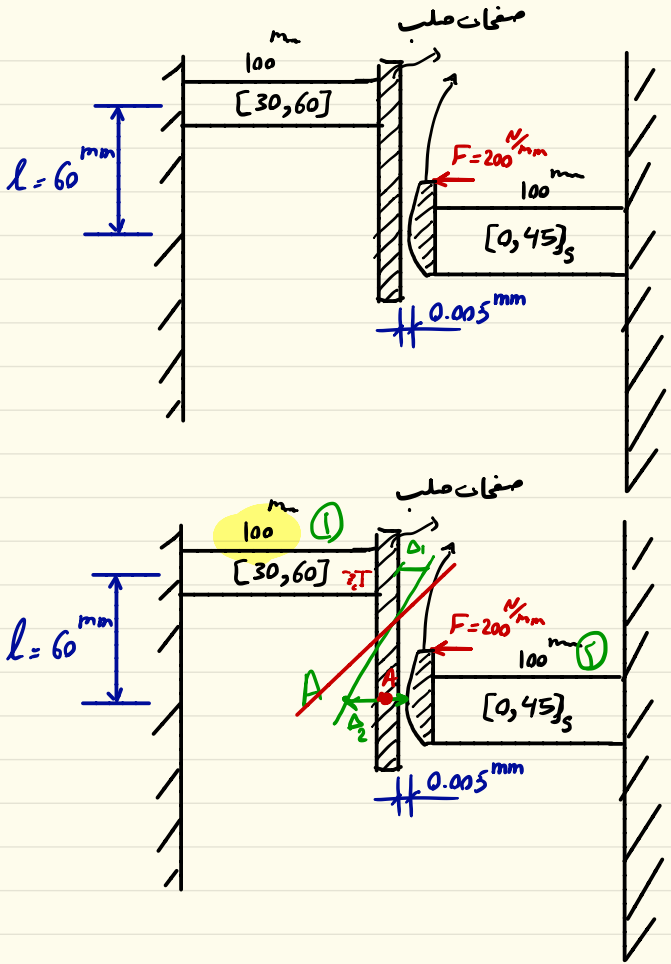
پایان ترم: ۴

با پایان ترم: ۶

تمرین: ۳

پروژه مدل سازی: ۳

پروژه نهائی: ۴



مجهولات: $N_{x_1}, M_{x_1}, N_{x_2}, \varepsilon_{x_1}, k_{x_1}, \varepsilon_{x_2}$

$\Delta T = 100^{\circ}C$

روابط نیروی:

① لمینت
$$\{\bar{N}\}_1 = [A]\{\varepsilon^{\circ}\}_1 + [B]\{k\}_1 \quad I$$
$$\{\bar{m}\}_1 = [B]\{\varepsilon^{\circ}\}_1 + [D]\{k\}_1 \quad II$$

② لمینت $N^t + N_2 - F$
$$\{\bar{N}\}_2 = [A]\{\varepsilon^{\circ}\}_2 \quad III$$

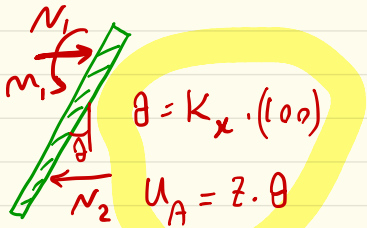
صلب:
$$M_1 = N_2 \cdot l \quad IV$$
$$N_1 = N_2 \quad VI$$

روابط هندسی:

$$(\Delta A)_1 = (\Delta A)_2$$

$$(\varepsilon^{\circ}_x + z k_x)_1 \times 100 = (\varepsilon^{\circ}_x)_2 \times 100 - 0.005 \quad V$$

$l = 60$



$$\theta = K_x \cdot (100)$$
$$U_A = z \cdot \theta$$

کنترل تقارن صفحات چندلایه:

۱- محاسبه ماتریس‌های سختی A, B, D برای کل لایه‌ها

۲- محاسبه نیروها و ممان‌های غشائی داخلی ناشی از دما و رطوبت (N^t, M^t, N^m, M^m)

۳- کم کردن بار اعمالی در ساعات به مقدار ده درصد بار واقعی

۴- $\{\bar{N}\} = \{N\} + \{N\}^t + \{N\}^m$ و $\{\bar{M}\} = \{M\} + \{M\}^t + \{M\}^m$

۵- نوشتن معادله فضای حالت و یافتن کرنش‌های غشائی لایه‌ها

$$\begin{Bmatrix} \bar{N} \\ \bar{M} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ B & D \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon^0 \\ k \end{Bmatrix} \Rightarrow \begin{Bmatrix} \varepsilon^0 \\ k \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} A' & B' \\ C' & D' \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \bar{N} \\ \bar{M} \end{Bmatrix}$$

۶- محاسبه کرنش و تنش در هر لایه (در دستگاه لایه)

$$\{\sigma_x\}_k = [\bar{Q}]_k \underbrace{\left[\left(\{\varepsilon\}^0 + z\{k\} \right) - \{\varepsilon\}^t - \{\varepsilon\}^m \right]}_{\{\varepsilon\}_k^R}$$

۷- یافتن تنش‌های اصلی هر لایه $\{\sigma_1\}_k = [T(\theta)]_k \{\sigma_x\}_k$

۸ ـ محاسبه معیارهای شکست در هر لایه:

مثلاً ماکزیمم تنش:

$$R_1 = \frac{\sigma_1}{X_t} \text{ یا } \frac{\sigma_1}{X_c} \leq 1$$

$$R_2 = \frac{\sigma_2}{Y_t} \text{ یا } \frac{\sigma_2}{Y_c} \leq 1$$

$$R_3 = \frac{\tau_{12}}{S} \leq 1$$

۹ ـ اگر در بعضی از لایه‌ها معیارهای گسیختگی بزرگتر از یک شد، ضرایب سهمی در آن لایه را صفر کرده، و ماتریس‌های سختی کل را مجدداً محاسبه می‌کنیم. سپس تنش حاد در لایه‌ها با تمامی مراحل را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

۱۰ ـ اگر ضرایب گسیختگی همگی کوچکتر از یک باشد، می‌توان مقدار نیروی اعمالی را به میزان ده درصد افزایش داد.

۱۱ ـ در نهایت با رسیدن به مقدار نهایی بار، می‌توان درصد شکست فاجعه محاسبه کرد.