

חישוב מאמצים בקורות עבור מצבים של כפיפה לא סימטרית

1. מוצאים את מרכז שטח של פרופיל הקורה
 - מחלקים את הפרופיל לצורות גיאומטריות מוכרות
 - מגדירים מערכת צירים שרירותית נוחה ככל הניתן y_1, z_1
 - מחשבים עבור כל צורה: שטח, קואורדינטת מרכז שטח (y_c, z_c)
 - מחשבים קואורדינטת מרכז שטח של כל הפרופיל (Y_c, Z_c)
2. משרטטים מערכת צירים מרכזית y_2, z_2
3. מחשבים מומנטי אנרציה I_{yy}, I_{zz}, I_{yz} ביחס למערכת צירים מרכזית עבור כל צורה

$$I_{yy_i} = I_{y_i^*} + A_i(Y_c - y_{c_i})^2$$

$$I_{zz_i} = I_{z_i^*} + A_i(Z_c - z_{c_i})^2$$

$$I_{yz_i} = I_{yz_i^*} + A_i(Y_c - y_{c_i})(Z_c - z_{c_i})$$
4. סוכמים את מומנטי האנרציה שחשיבנו
5. אם קיבלנו מכפלת אנרציה $I_{yz} \neq 0$ המשמעות היא שמערכת הצירים y_2, z_2 שמצאנו אינה מערכת צירים ראשית, ולכן נמצא מערכת צירים מרכזית וראשית – בעזרת הנוסחה:

$$tg(2\theta) = \frac{2I_{yz}}{I_z - I_y}$$

$\theta_{[deg]}$ היא הזווית שבה יש לסובב את מערכת הצירים המרכזית על מנת להגיע למערכת צירים מרכזית וראשית.

 - עבור זווית חיובית- מסובבים נגד כיוון השעון
 - עבור זווית שלילית- מסובבים עם כיוון השעון
6. מחשבים מומנטי אנרציה במערכת צירים מרכזית וראשית

$$I_{max} = \left(\frac{I_z + I_y}{2}\right) + \frac{1}{2}\sqrt{(I_z - I_y)^2 + 4(I_{yz})^2}$$

$$I_{min} = \left(\frac{I_z + I_y}{2}\right) - \frac{1}{2}\sqrt{(I_z - I_y)^2 + 4(I_{yz})^2}$$

❖ חוק "גדול נשאר גדול" – מומנט האנרציה במערכת צירים מרכזית שערכו הגדול ביותר, יהיה מומנט האינרציה הגדול ביותר I_{max} במערכת צירים מרכזית וראשית.
7. נבטא את הקשר בין מערכות הצירים ע"י הגדרת ווקטורי כיוון לצורך מעבר בין מערכת צירים מרכזית למערכת צירים ראשית

דוגמא (מקרה פרטי ולא כללי):

$$\hat{J}_2 = \hat{J}_3 \cos(\theta) + \hat{K}_3 \sin(\theta)$$

$$\hat{K}_2 = \hat{J}_3 \sin(\theta) + \hat{K}_3 \cos(\theta)$$
7. מפרקים את המומנט לרכיבים, בעזרת ווקטורי הכיוון שהגדרנו

8. מוצאים את המישור הנייטרלי
 משתמשים בנוסחה למשוואת ישר נייטרלי

$$Z_N = \left(\frac{M_z}{M_y}\right) \cdot \left(\frac{I_y}{I_z}\right) \cdot y_N$$

מחלצים את הזווית בעזרת החישוב

$$\Gamma_{[deg]} = tg^{-1} \left(\left(\frac{M_z}{M_y} \right) \cdot \left(\frac{I_y}{I_z} \right) \right)$$

$\Gamma_{[deg]}$ היא הזווית בין מערכת צירים ראשית ומרכזית לבין המישור הנייטרלי

9. מחשבים מאמצים בנקודות שבהם המאמצים מקסימליים
 עבור נק' כלשהיא שמסומנת שרירותית A :

$$\sigma_{xx}(A) = -\left(\frac{M_z}{I_z}\right) \cdot y + \left(\frac{M_y}{I_y}\right) \cdot z$$

<p>$\sigma_{xx}(A)$ [MPa] מאמץ לחיצה/מתיחה בנק' A</p> <p>M_z [N·m] רכיב המומנט בציר Z</p> <p>M_y [N·m] רכיב המומנט בציר Y</p> <p>I_z [mm⁴] מומנט אנרציה מרכזי וראשי סביב ציר Z</p> <p>I_y [mm⁴] מומנט אנרציה מרכזי וראשי סביב ציר Y</p> <p>y [mm] מרחק הנק' A מציר Z</p> <p>z [mm] מרחק הנק' A מציר Y</p>
--