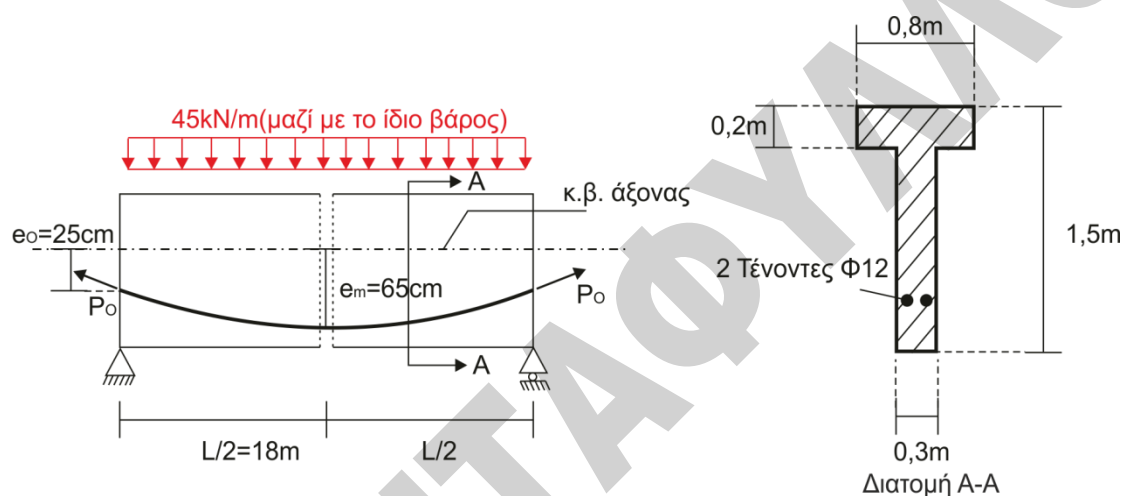


Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ - ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΙΙΙ - 11/02/2013-Α' ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ

ΘΕΜΑ 1^ο

Δίδεται: Η διατομή δοκού γέφυρας με άνοιγμα 36m από σκυρόδεμα C35/45 μορφής "T", που περιέχει δύο παραβολικούς τένοντες Φ12, από χάλυβα προέντασης S1500/1700, με εκκεντρότητα 25cm στα άκρα. Αν το συνολικό φορτίο της είναι 45kN/m, η αρχική δύναμη προέντασης $P_0=5000\text{kN}$ και οι συνολικές απώλειες 15% , τότε:



Ζητείται:

- Να ελεγχθεί η επάρκεια της διατομής της δοκού σε διάτμηση.
- Να εξετασθεί αν απαιτείται διατμητικός σπλισμός.

Δεδομένα: Εξίσωση παραβολής τενόντων $y=cz^2$

Λύση:

a)

- ΕΥΡΕΣΗ ΚΕΝΤΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ

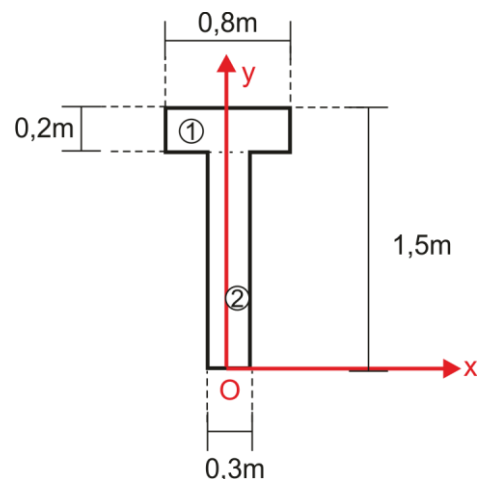
Θέτω βοηθητικό σύστημα αξόνων το Oxy.

$$A_1=0,8 \cdot 0,20=0,16\text{m}^2$$

$$A_2=(1,5-0,2)0,30=0,39\text{m}^2$$

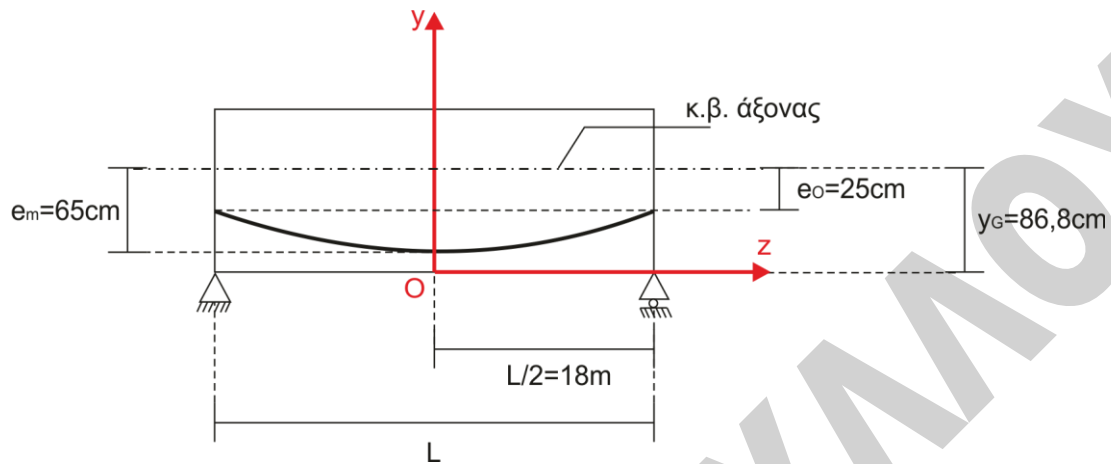
$$A_{0\Lambda}=A_1+A_2=0,16+0,39 \Rightarrow A_{0\Lambda}=0,55\text{m}^2$$

$$y_G = \frac{y_1 A_1 + y_2 A_2}{A_{0\Lambda}} \Rightarrow y_G = \frac{(1,3+0,10)0,16+0,65 \cdot 0,39}{0,55} \Rightarrow y_G = 0,868\text{m}$$



- ΕΥΡΕΣΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗΣ ΤΕΝΟΝΤΑ ΚΑΙ ΚΛΙΣΗΣ ΤΗΣ

Η εξίσωση παραβολής του τένοντα ως προς το σύστημα Ozy του παρακάτω σχήματος είναι $y=Cz^2$



Βρίσκω την σταθερά C της εξίσωσης αφού γνωρίζω τις συντεταγμένες στα άκρα των τενόντων.

Για $z = \frac{L}{2} \Rightarrow y = e_m - e_o$ οπότε:

$$y(z=18) = (0,65 - 0,25) \Rightarrow 18^2 C = 0,40 \Rightarrow C = 1,235 \cdot 10^{-3}$$

Άρα η εξίσωση των τενόντων είναι $y(z) = 1,235 \cdot 10^{-3} z^2$

Η κλίση των τενόντων θα δίνεται από την πρώτη παράγωγο της $y(z)$. Δηλαδή:

$$y'(z) = \tan\theta = \frac{d}{dz}(1,235 \cdot 10^{-3} z^2) \Rightarrow \tan\theta = 2,469 \cdot 10^{-3} z \quad (1)$$

- ΕΠΑΡΚΕΙΑ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

$$\text{Πρέπει } V'_{sd} \leq \min\{V_{Rd2}, V_{Rd2,red}\}$$

Ο έλεγχος γίνεται στις στηρίξεις της δοκού

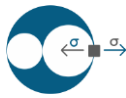
1. ΕΥΡΕΣΗ V_{Rd2} :

Τένοντες συνολικής διαμέτρου $\Phi = 2 \cdot 12 = 24 \neq \frac{b_w}{8} = \frac{300}{8} = 37,5 \text{ mm}$ άρα ο υπολογισμός της V_{Rd2} θα γίνει με το b_w και όχι με το $b_{w,nom}$. Δηλαδή:

$$V_{Rd2} = \frac{1}{2} v f_{cd} \cdot 0,90 b_w d$$

$$v = 0,70 - \frac{f_{ck}}{200} = 0,70 - \frac{35}{200} = 0,525 > 0,50$$

$$d = h - y_G + e_o \Rightarrow d = 1,5 - 0,868 + 0,25 \Rightarrow d = 0,882 \text{ m}$$



$$\text{Υπολογίζω: } V_{Rd2} = \frac{1}{2} * 0,525 * \frac{35}{1,5} * 10^3 * 0,882 * 0,90 * 0,30 = 1458,61 \text{ kN}$$

2. ΕΥΡΕΣΗ $V_{Rd2,red}$:

$$V_{Rd2,red} = 1,67 V_{Rd2} \left(1,0 - \frac{\sigma_{cd}}{f_{cd}}\right)$$

$$\sigma_{cd} = \frac{N_{sd} + P_{\infty}}{A_c} = \frac{N_{sd} + \omega P}{A_c} = \frac{0 + (1-0,15)5000}{0,55} \Rightarrow \sigma_{cd} = 7.727,27 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Υπολογίζω: } V_{Rd2,red} = 1,67 * 1458,61 * \left(1,0 - \frac{7.727,27}{\frac{35}{1,5} * 10^3}\right) = 1629,19 \neq V_{Rd2} = 1458,61 \text{ kN}$$

άρα ο έλεγχος που πρέπει να γίνει στην διατομή μας είναι :

$$V'_{sd} \leq V_{Rd2}$$

3. ΕΥΡΕΣΗ V'_{sd} :

$$V'_{sd} = V_{sd} - 0,9 V_p$$

$$V_{sd}(1,35g + 1,50g) = \frac{pl}{2} = \frac{45 * 18 * 2}{2} = 810 \text{ kN}$$

$$V_p = \omega P_o \sin \theta$$

$$\text{Από την } \textcircled{1} \text{ για } z = 18 \Rightarrow \tan \theta = 0,04444 \Rightarrow \theta = 2,5447^\circ$$

$$\text{οπότε } V_p = (1-0,15) * 5000 \sin 2,5447 = 188,694 \text{ kN}$$

$$\text{Τελικά: } V'_{sd} = 810 - 0,9 * 188,694 \Rightarrow V'_{sd} = 640,175 \text{ kN}$$

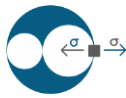
4. ΕΛΕΓΧΟΣ:

Πρέπει όπως είπαμε στην παράγραφο 2 να ισχύει:

$$V'_{sd} \leq V_{Rd2} \Rightarrow V'_{sd} = 640,175 \leq V_{Rd2} = 1458,61$$

άρα έχω επάρκεια σε διαγώνια θλίψη του σκυροδέματος





b) Για να μην απαιτείται διατμητικός οπλισμός (σε κάθε περίπτωση πάντως πρέπει να τίθεται ο ελάχιστος οπλισμός) πρέπει:

$$V'_{sd} \leq V_{Rd1}$$

$$V_{Rd1} = [\tau_{Rd} \kappa (1,20 + 40\rho_i) + 0,15\sigma_{cd}] b_w d$$

- Για C35/45 $\Rightarrow \tau_{Rd} = 0,37 \text{ MPa} = 0,37 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2$
- $\kappa = 1,60 - d = 1,60 - 0,882 = 0,718 \text{ m} \neq 1,0$. Άρα $\kappa = 1,0$
- $\rho_i = 0$ (γιατί η θέση και η κλίση των τενόντων δεν μας επιτρέπει να λάβουμε υπόψη μας την λειτουργία βλήτρου)
- $\sigma_{cd} = 7,727,27 \text{ kN/m}$ (έχει βρεθεί από πριν)

$$\text{Τελικά } V_{Rd1} = [0,37 \cdot 10^3 \cdot 1,0 \cdot 1,20 + 0,15 \cdot 7.727,27] \cdot 0,30 \cdot 0,882 \Rightarrow V_{Rd1} = 424,18 \text{ kN}$$

Παρατηρώ ότι $V'_{sd} = 640,175 > V_{Rd1} = 424,18 \text{ kN}$ άρα απαιτείται οπλισμός διάτμησης.

Σημείωση 1: Απαιτείται υπολογισμός της ποσότητας του οπλισμού διατμήσεως αλλά δεν εκτελείται γιατί η εκφώνηση μου ζητάει αν απαιτείται ή όχι.

Σημείωση 2: Οι έλεγχοι των V_{Rd2} και V_{Rd1} γίνονται στην παρειά και σε απόσταση d από αυτήν αντίστοιχα. Εδώ όμως δεν δίνονται διατομές υποστυλωμάτων οπότε οι έλεγχοι γίνονται στους άξονες των υποστυλωμάτων.

