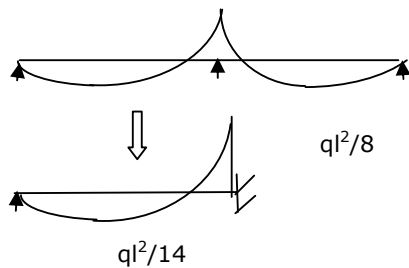
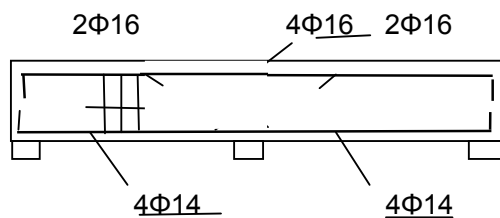
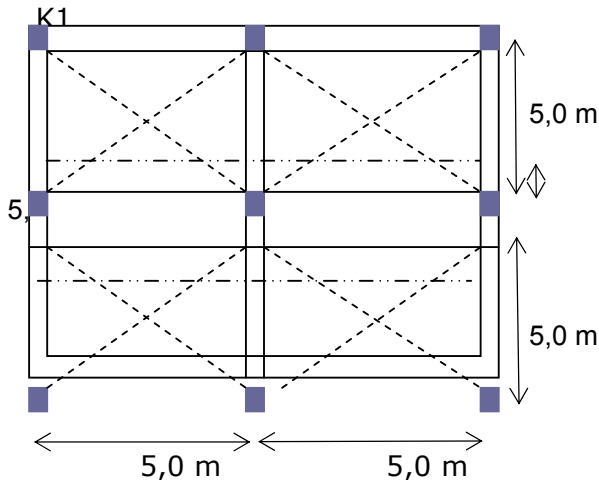


25. ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ: ΙΚΑΝΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Για την ενδιάμεση δοκό Δ1-Δ2 και το γωνιακό υποστυλωμα Κ1 στο Σχ. 1 ζητούνται :

1. Έλεγχος διαμήκη και εγκάρσιου οπλισμού της δοκού για κατακόρυφα φορτία
2. Ικανοτικός έλεγχος της δοκού σε τέμνουσα
3. Τιμή της Αξονικής Δύναμης του Υποστυλώματος
4. Εκτίμηση καμπτικής αντοχής του υποστυλώματος
5. Ικανοτικός έλεγχος του υποστυλώματος σε κάμψη



Υλικά:
C20/25, S500

Φορτία
 $q_k = 2 \text{ kN/m}^2$

Πάχος πλάκας $h = 20 \text{ cm}$
Διαστάσεις δοκού: $b/h = 25/55 \text{ cm}$

1. Φορτία πλάκας

$$g_{\text{κλ.β}} = 25 \times 0,20 = 5,0 \text{ kN/m}^2$$

$$q_k = 2,0$$

2. Φορτία δοκού-Χαρακτηριστικές τιμές

$$g_{\text{κλ.β}} = 25 \times 0,25 \times (0,55 - 0,15) = 2,0 \text{ kN/m}$$

Από πλάκα:

$$g = 5,0 \times 2,5 = 12,5 \text{ kN/m}$$

$$q = 2,0 \times 2,5 = 5,0 \text{ kN/m}$$

Φορτία σχεδιασμού δοκού για κατακόρυφα

$$\rho_d = 1,35(2,0 + 12,5) + 1,5 \times 2,0 = 23 \text{ kN/m}$$

Φορτία σχεδιασμού δοκού για σεισμό

$$\rho_d = 1,0(2,0 + 12,5) + 0,3 \times 2,0 = 15 \text{ kN/m}$$

1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΙΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΦΟΡΤΙΑ

4.1 Στατική Επίλυση *

$$M_{\text{sd}}^B = -\rho_d l^2/8 = 23 \times 5,0^2/8 = -70 \text{ kN/m}^{**}$$

$$V_{\text{sd}}^B = V_0 - (M_B - M_A)/l = 23 \times 5,0/2 - (-70 - 0)/5,0 = 83 \text{ kN}^{**}$$

4.2 Καμπτικές και Διατμητικές Αντοχές****

$$M_{Rdu}^B = A_{s1} \cdot f_{sd} \cdot 0,9d = 4 \times 2,0 \cdot 10^{-4} \times 435 \cdot 10^3 \times 0,9 \times 0,50 = 180 \text{ kNm}$$

$$V_{Rd3} = V_{cd} + V_{Rdw} = V_{Rd1} + V_{Rdw} > (0,9 \times 0,50 / 0,15) \cdot 0,5 \cdot 10^{-4} \times 435 \cdot 10^3 = 160 \text{ kN}$$

4.3 Έλεγχος Ανίσωσης Ασφαλείας για Κατακόρυφα Φορτία

$$M_{sd}^B = 70 < M_{Rdu}^B = 180 \quad V_{sd}^B = 83 < V_{Rd3} = 160 \quad \Rightarrow$$

Φορέας ασφαλής για κατακόρυφα

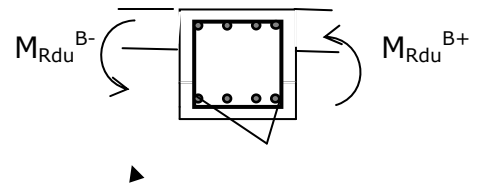
2. ΙΚΑΝΟΤΙΚΟΣ ΈΛΕΓΧΟΣ ΔΟΚΟΥ ΣΕ ΤΕΜΝΟΥΣΑ

$$M_{Rdu}^{B+} = 180 \text{ kNm}$$

$$M_{Rdu}^{B-} = 180 \cdot (4 \times 1,5) / (4 \times 2,0) = 135 \text{ kNm}$$

$$M_{Rdu}^{A+} = 135 \text{ kNm}$$

$$M_{Rdu}^{A-} = 180 \cdot (2 \times 2,0) / (4 \times 2,0) = 90 \text{ kNm}$$



$$\rightarrow V_{CD}^A = V_o - [(M_{Rdu}^{A+} - M_{Rdu}^{B-}) / l] \cdot \gamma_{CD} = 15 \times 5,0 / 2 - [135 - (-180)] \cdot 1,40 / 5,0 = 38 - 64 = -26 \text{ kN}$$

$$\leftarrow V_{CD}^A = V_o - [(M_{Rdu}^{A-} - M_{Rdu}^{B+}) / l] \cdot \gamma_{CD} = 38 - [-90 - 135] \cdot 1,40 / 5,0 = 38 - 45 = -7 \text{ kN}$$

$$\rightarrow V_{CD}^B = V_o - (M_{Rdu}^{B-} - M_{Rdu}^{A+}) / l \cdot \gamma_{CD} = 38 + 64 = 102 \text{ kN}$$

$$\leftarrow V_{CD}^B = V_o - (M_{Rdu}^{B+} - M_{Rdu}^{A-}) / l \cdot \gamma_{CD} = 38 + 45 = 83 \text{ kN}$$

Διατμητική αντοχή $V_{Rd3} = V_{cd} + V_{Rdw} = 0,3 V_{Rd1} + V_{Rdw} > 160 \text{ kN}$

Έλεγχος Ανίσωσης Ασφαλείας: $V_{CD} < V_{Rd3} \Rightarrow$

ο φορέας δεν θα αστοχήσει διατμητικά στο σεισμό

3. ΙΚΑΝΟΤΙΚΟΣ ΈΛΕΓΧΟΣ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΚΑΜΨΗ

6.1 Αξονικό Φορτίο και Καμπτική Αντοχή Υποστυλώματος Κ1

$$N_{sd} = (1,35 \times 5,0 + 1,5 \times 2,0) \cdot 2,5 \times 2,5 = 61 \text{ kN} + i.\beta. \ll N_{Rdu}$$

$$N_{Rdu} = 0,3 \times 0,03 \times 0,85 \times 20 \cdot 10^3 / 1,5 = 1000 \text{ kN}$$

\Rightarrow πορεί να παραλειφθεί η συμβολή του N_{sd} στην M_{Rdu}

$$M_{Rdu} = A_{s1} \cdot f_{sd} \cdot 0,9d = 2 \times 2,0 \cdot 10^{-4} \times 435 \cdot 10^3 \times 0,9 \times 0,25 = 390 \text{ kNm}$$

6.2 Ικανοτικός Έλεγχος του Υποστυλώματος σε Κάμψη

$$M_{Rdu}^c = 390 \text{ kNm} > 1,20 M_{Rdu}^b = M_{Rdu}^{A+} = \{135, 90\} \Rightarrow$$

Δεν θα αστοχήσει το υποστυλώμα σε κάμψη

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΩΝ

* Δεν απαιτούνται δυσμενείς φορτίσεις, καθώς ούτε είναι έντονα άνισα τα ανοίγματα, ούτε είναι μεγάλος ο λόγος g/q .



Οι δυσμενείς φορτίσεις έχουν νόημα μόνον για να εντοπιστεί αν σε κάποιο άνοιγμα προκύπτει αρνητική ροπή. (η αύξηση της θετικής ροπής στο άνοιγμα και της αρνητικής στη στήριξη που προκύπτει δεν είναι, εν γένει, αξιόλογη).

Η τιμή της αρνητικής αυτής ροπής δεν χρειάζεται, καθώς κρίσιμη διατομή για τις αρνητικές ροπές είναι, όπως φαίνεται στο σχήμα, η ροπή στην παρειά της στήριξης, δηλ. αρκεί να επεκταθούν στο άνοιγμα οι άνω ράβδοι στη στήριξη.

Κίνδυνος για αρνητική ροπή υπάρχει όταν είναι έντονα άνισα τα ανοίγματα είτε είναι μεγάλος ο λόγος g/q .

* Η ροπή αστοχίας είναι ανάλογη του οπλισμού.

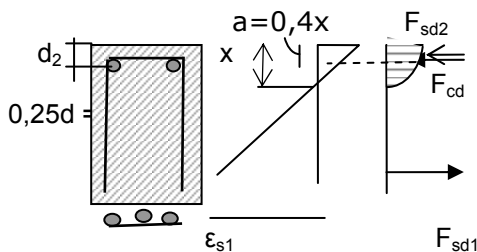
Ο λόγος των ροπών αστοχίας M_{Rdu} στη στήριξη προς το άνοιγμα είναι μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο λόγο των M_{sd} .

** Προφανώς η V_{sd} είναι μεγαλύτερη στην ενδιάμεση στήριξη απ' ό,τι στην ακραία (η ενδιάμεση στήριξη επιφορτίζεται από την αρνητική ροπή σ' αυτή, ενώ η ακραία στήριξη αποφορτίζεται απ' αυτήν) για κατακόρυφα φορτία.

*** Στις πλάκες και στις πλακοδοκούς, λόγω του μεγάλου b , αλλά και σε ορθογωνικές δοκούς λόγω του σημαντικού θλιβόμενου οπλισμού, το x είναι μικρό και άρα μεγάλο το ϵ_{s1} . Για $\epsilon_{s1} > 8\%$ είναι $z = 0,9d$ με μεγάλη ακρίβεια (μεγαλύτερη απ' αυτήν των πινάκων που βασίζονται σε $\max \epsilon_{s1} = 10\%$, ενώ σήμερα $\max \epsilon_{s1} = 68\%$)

ϵ_{s1}	$\epsilon_y = 2,17\%$	10%	15%	20%	30%
x/d	0,65	0,25	0,20	0,15	0,12
z/d	0,70	0,90	0,91	0,92	0,94

Ο θλιβόμενος οπλισμός δεν λαμβάνεται υπόψη (για μη υπεροπλισμένους φορείς) όταν δεν υπάρχει αξονική δύναμη, γιατί, όπως αποδεικνύεται το σημείο εφαρμογής της θλιπτικής δύναμης F_{sd2} συμπίπτει (περίπου) με το σημείο εφαρμογής της θλιπτικής δύναμης F_{cd} του σκυροδέματος.



$$\text{Για } \epsilon_c = 3,5\% \text{ και } \epsilon_{s1} = 10\% \Rightarrow x =$$

$$a = 0,4 \cdot 0,25d = 0,1d$$

$$\text{Για } d = 0,50 \text{ m} \Rightarrow a = 0,05 \text{ m} = d_2$$

μείωση του x

είναι ψηλά)

Αυξάνει μόνον την ϵ_{s1} γιατί μειώνει το x και μικρή

αυξάνει σημαντικά την ϵ_{s1} (ο ουδέτερος άξονας

