

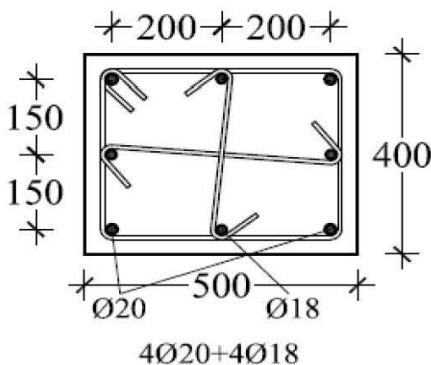
Εξέταση στο μάθημα
ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ II
του 7ου εξ. /περίοδος Β' / 3-9-2020

Διάρκεια 1:30. Τα κινητά τηλέφωνα πρέπει να είναι απενεργοποιημένα. Επιτρέπεται η χρήση μόνον του τυπολογίου.

Θέμα 1

Το υποστυλώμα του σχήματος θεμελιώνεται σε ενδιάμεσο σημείο πλάκας γενικής κοιτόστρωσης πάχους $h=700$ mm. Η πλάκα, στην περιοχή του υποστυλώματος, είναι οπλισμένη με εσχάρες $\Phi 14/200$ άνω και $\Phi 14/100$ κάτω με επικάλυψη $c=45$ mm.

- (α) Να προσδιορισθεί το μέγιστο φορτίο σχεδιασμού N_{d0} που μπορεί να φέρει το υποστυλώμα χωρίς να απαιτείται οπλισμός διάτρησης. (μον. 1,5)



- (β) Αν απαιτηθεί το φορτίο να αυξηθεί σε $N_{d1} = 1,30 N_{d0}$, να υπολογισθεί η εξωτάτη περίμετρος στην οποία απαιτείται να τεθεί οπλισμός διάτρησης (υπολογισμοί/ σκαρίφημα κάτοψης). Δεν ζητείται ο προσδιορισμός του οπλισμού διάτρησης. (μον. 2,5)

- (γ) Να προσδιορισθεί πόσο πρέπει να αυξηθεί τοπικά το πάχος της πλάκας και μέχρι πού (θα παραμείνουν ίδιες εσχάρες οπλισμού) ώστε να μην απαιτείται οπλισμός διάτρησης ούτε και για την N_{d1} (υπολογισμοί/ σκαρίφημα σε κάτοψη και τομή). (μον. 2)

Υλικά B500C, C30/37. Να ληφθεί υπόψη μείωσης δρώσας τέμνουσας στη βασική περίμετρο ελέγχου κατά 25% λόγω εδαφικών πιέσεων. Να αγνοηθεί η μείωση στην περίμετρο του υποστυλώματος. Να ληφθεί $\beta=1$.

ΘΕΜΑ 2

Στις κρίσιμες τού υποστυλώματος του σχήματος του Θέματος 1, ελεύθερου ύψους $H=2,80$ (m) απαιτήθηκαν συνδετήρες για τους ελέγχους περίσφιξης $[\alpha_{wd}=0,20]$ και τέμνουσας $[V_{Ed}=175$ kN}

Ζητείται να προσδιορίσετε την απόσταση s των συνδετήρων, διαμέτρου 8 mm, με αλλαγή της διάταξης των εσωτερικών συνδετήρων από σταυρό σε ρόμβο, χωριστά για καθεμία από τις δύο παραπάνω απαιτήσεις και να σχεδιάσετε τη διάταξη των συνδετήρων καθύψος. (μον. 2+1+1)

Υλικά B500C, C30/37

Θέμα 10

$$d'_y = 45 + 14/2 = 52 \text{ mm} \quad | \quad d'_z = d'_y + 14 = 66 \text{ mm} \quad | \quad d' \approx \frac{(52+66)}{2} = 59 \text{ mm}$$

$$d = h - d' = 700 - 59 = 641 \text{ mm}$$

(α) Βασική περίμετρος ελέγχου σε απόσταση $2d$ από την περίμετρο του υποστυλώματος

$$u_1 = 2b + 2h + 2\pi d_{\text{eff}} = 2 \cdot 400 + 2 \cdot 500 + 2 \cdot \pi \cdot (2 \cdot 641) = 9855 \text{ mm}$$

$$\nu = 0,6 \cdot (1 - 30/250) = 0,528$$

$$\nu_{Rd, \max} = 0,5 \cdot 0,528 \cdot 30/1,5 = 5,28 \text{ MPa}$$

Περιφέρεια στύλου: $V_{Ed} \leq 5,28 \cdot 2 \cdot \overbrace{(500+400)}^{u_0} \cdot 641 = 6092 \cdot 10^3 \text{ N}$

Βασική περίμετρος: $k = 1 + \sqrt{\left(\frac{200}{641}\right)} = 1,56$

$$\rho \approx \frac{\pi \cdot \frac{14^2}{4}}{641 \cdot 1000} = 0,0024$$

$$\nu_{\min} = 0,035 \cdot 1,56^{1,5} \cdot 30^{0,5} = 0,374$$

$$\nu_{Rdc} = 0,12 \cdot 1,56 \cdot (100 \cdot 0,0024 \cdot 30)^{(1/3)} = 0,361 (< 0,374)$$

$$V_{Rdc} = 0,374 \cdot 641 \cdot 9855 = 2341 \cdot 10^3 \text{ N}$$

Πρέπει να προστεθούν και οι εδαφικές πιέσεις, άρα

$$N_{do} = (100/75) \cdot 2341 \cdot 10^3 \text{ N} = 3122 \cdot 10^3 \text{ N}$$

(β) Όταν αυξηθεί το φορτίο κατά 30%, $N_{d1} = 1,3 \cdot 3122 = 4058 \text{ kN}$

Μέγιστη αξονικά απόσταση περιμέτρων οπλισμού διάτμησης

$$S_{r, \max} = 0,75 d = 0,5 \cdot 641 = 480,75 \text{ mm} \approx 480 \text{ mm}$$

Ο οπλισμός διάτμησης θα τοποθετηθεί σε ομόκεντρες περιμέτρους που θα απέχουν μεταξύ τους 480 mm. Η τελευταία περίμετρος δεν θα απέχει λιγότερο από $1,5 d$ (961 mm) από την εξωτάτη περίμετρο για την οποία δεν απαιτείται οπλισμός διάτμησης.

$$u_{\text{out}, \text{ef}} = V_{Ed} / (\nu_{Rdc} \cdot d) = (2341 \cdot 1,30) \cdot 10^3 / (0,374 \cdot 641) = 12695 \text{ mm}$$

$$u_{\text{out}, \text{ef}} = 2b_x + 2b_y + 2\pi r_{\text{out}, \text{ef}}, \text{ από όπου προκύπτει } r_{\text{out}, \text{ef}} = 1734 \text{ mm}$$

Η πρώτη σειρά οπλισμών δεν επιτρέπεται να απέχει απόσταση μικρότερη από $0,30 d$ (192,3 mm) από την περίμετρο του υποστυλώματος. Επιλέγεται η απόσταση 200 mm.

$$S_{r, \max} = 0,75 \cdot 641 = 480,75 \text{ mm. Επιλέγεται } 480 \text{ mm}$$

Οι οπλισμοί εκτείνονται από 200 mm μέχρι μια περίμετρος να βρεθεί σε απόσταση μεγαλύτερη από $1734 - 1,5 \cdot 641 = 772 \text{ mm}$ από την παρειά του υποστυλώματος, οπότε κρατείται η προηγούμενη.

Άρα 1η σειρά 200, 2η σειρά $200 + 480 = 680 < 772$ οπότε απαιτείται 3η σειρά, $(680 + 480 = 1160 > 772)$.

(γ) Αν αυξηθεί το d σε $\alpha \cdot d$, τότε η κρίσιμη επιφάνεια αυξάνεται κατά α^2 . Μειώνεται όμως το k, αλλά και το ρ , κατά $\alpha^{0.5}$.

Προετιμάμε $\alpha^2 > 1,30$ ή $\alpha > 1,14$. Εκλέγουμε $\alpha = 1,20$, οπότε $h = 850$ και $d = 784$

$$u_1 = 2 \cdot 400 + 2 \cdot 500 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 784 = 11652 \text{ mm}$$

$$\rho \approx \frac{\pi \cdot \frac{14^2}{4}}{784 \cdot 100} = 0,00196$$

$$k = 1 + \sqrt{\left(\frac{200}{784}\right)} = 1,50$$

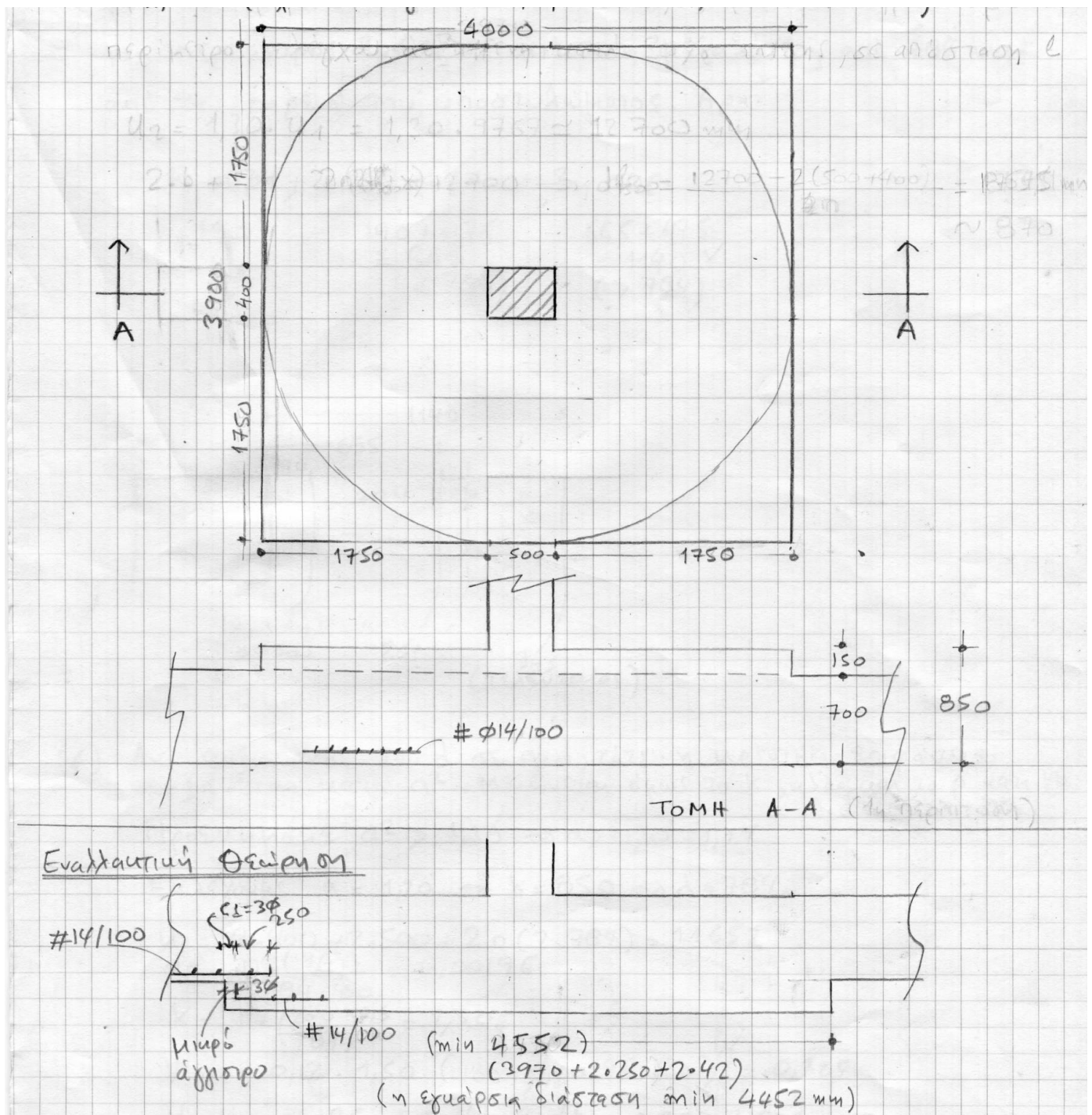
$$v_{\min} = 0,035 \cdot 1,50^{1,5} \cdot 30^{0,5} = 0,35$$

$$v_{\text{Rdc}} = 0,12 \cdot 1,50 \cdot (100 \cdot 0,00196 \cdot 30)^{(1/3)} = 0,325 (< 0,35)$$

$$V_{\text{Rdc}} = 0,35 \cdot 784 \cdot 11652 = 3241 \cdot 10^3 \text{ N} > 1,30 \cdot 2341 \cdot 10^3 \text{ N} (= 3043 \cdot 10^3).$$

Η αύξηση του πάχους πρέπει να γίνει «προς τα πάνω» μέχρι το σημείο που το υφιστάμενο πάχος αρκεί. Αυτό είναι σε απόσταση $r_{\text{out,ref}} = 1734 \text{ mm}$ (έχει υπολογισθεί πιο πάνω). Δηλαδή διαστάσεις ενίσχυσης $(2 \cdot 1734 + 500)$ επί $(2 \cdot 1734 + 400)$, τελικώς $3968 \cdot 3868$ ή, πρακτικώς, 4,00 επί 3,90(m).

Αν επιλεγεί η «προς τα κάτω ενίσχυση» θα πρέπει να τοποθετηθεί νέος κάτω οπλισμός. Οπότε θα πρέπει να συνυπολογισθεί και το μήκος αγκύρωσης του $\Phi 14$ (ευμενείς συνθήκες, μικρό άγκιστρο, οπότε προκύπτει μήκος 250 mm συν πλαϊνή επικάλυψη $c_1 = 3\Phi$, δηλ 42 mm). Συνολική απόσταση (περιμετρικά) για αύξηση του πάχους $1734 + 250 + 42 = 2026$. Δηλαδή διαστάσεις ενίσχυσης $(2 \cdot 2026 + 500)$ επί $(2 \cdot 2026 + 400)$, τελικώς $4552 \cdot 4452$ ή, πρακτικώς, 4,60 επί 4,50 (m).



ΘΕΜΑ 2

ΠΕΡΙΣΦΙΓΞΗ

$$b_{xi} = 0.20, b_{xo} = 0.40 + 0.02 + 0.008 = 0.428,$$

$$b_{yi} = 0.15, b_{yo} = 0.30 + 0.02 + 0.008 = 0.328,$$

$$\alpha_n = 1 - \frac{\sum b_i^2}{6 \cdot b_{xo} \cdot b_{yo}} = 1 - \frac{4 \cdot (0.20^2 + 0.15^2)}{6 \cdot 0.428 \cdot 0.328} = 0.703$$

$$\alpha_s = \left(1 - \frac{s}{2 \cdot b_{xo}}\right) \cdot \left(1 - \frac{s}{2 \cdot b_{yo}}\right) = \left(1 - \frac{s}{2 \cdot 0.428}\right) \cdot \left(1 - \frac{s}{2 \cdot 0.328}\right) = \left(1 - \frac{s}{0.856}\right) \cdot \left(1 - \frac{s}{0.656}\right)$$

$$\omega_w = \frac{\left[2 \cdot b_{xo} + 2 \cdot b_{yo} + 4 \cdot \sqrt{\left(\frac{b_{xo}}{2}\right)^2 + \left(\frac{b_{yo}}{2}\right)^2}\right] \cdot A_{sw}}{b_{xo} \cdot b_{yo} \cdot s} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = 0$$
$$= \frac{\left[2 \cdot 0.428 + 2 \cdot 0.328 + 4 \cdot \sqrt{\left(\frac{0.428}{2}\right)^2 + \left(\frac{0.328}{2}\right)^2}\right] \cdot 0.5 \cdot 10^{-4}}{0.428 \cdot 0.328 \cdot s} \cdot \frac{435}{20} = \frac{0.02}{s}$$

$$\alpha_n \cdot \alpha_s \cdot \omega_w = 0.20 \rightarrow 0.703 \cdot \left(1 - \frac{s}{0.856}\right) \cdot \left(1 - \frac{s}{0.656}\right) \cdot \frac{0.02}{s} = 0.20$$

Με δοκιμές προκύπτει: $s \cong 0.06m \rightarrow \emptyset 8/60 mm$ στην κρίσιμη περιοχή.

ΔΙΑΤΜΗΣΗ

Δυσμενέστερη η διεύθυνση κατά y (μικρότερο z και μικρότερη συμβολή του ρομβοειδούς συνδετήρα).

$$\Gammaωνία \kappaλίσης \text{ ρομβοειδούς συνδετήρα } \varphi = \tan^{-1} \frac{0.328}{0.428} \rightarrow \varphi = 37.5^\circ$$

$$V_{Rds,(\emptyset 8/60)} = \frac{0.5 \cdot 10^{-4} \cdot (2 + 2 \cdot \sin \varphi)}{0.06} \cdot 0.9 \cdot 0.35 \cdot 435000$$
$$= 367.40 \text{ kN}$$

Εκτός κρίσιμης περιοχής:

$$175 = \frac{0.5 \cdot 10^{-4} \cdot (2 + 2 \cdot \sin \varphi)}{s} \cdot 0.9 \cdot 0.35 \cdot 435000 \rightarrow s = 0.126$$
$$\rightarrow \emptyset 8/120$$

ΣΥΝΔΕΤΗΡΕΣ ΚΑΘΥΨΟΣ

