

Εξέταση στο μάθημα
ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ Ω.Σ.
του 8^{ου} εξ. Τε 8-2-2017

Διάρκεια 3h Απαντήσατε σε όλα τα ερωτήματα. Επιτρέπεται μόνο η χρήση του Τυπολογίου. Τα κινητά τηλέφωνα πρέπει να είναι απενεργοποιημένα (όχι απλώς σιωπηλά)./

Ζήτημα 1° Η αντοχή του λοξού θλιπτήρα ενός βραχέος προβόλου φορτιζομένου στο άνω μέρος-του είναι (βλ. Τυπολόγιο σελ 51) $F_{CR}=0.12bdf_{cd}$. Τι εκφράζει ο συντελεστής 0.12; (Αιτιολογήσατε την απάντησή-σας) **(Βαθμ. 1.6)**

Ζήτημα 2° Κυκλικό υποστύλωμα, διαμέτρου 0.50m, σε ένα τριώροφο κτήριο με πλάκες χωρίς δοκούς εδράζεται σε πλάκα γενικής κοιτόστρωσης πάχους 0.80m η οποία έχει οπλισμούς όπως φαίνονται στο σχήμα. Το πάχος όλων των πλακών της ανωδομής είναι $h=0.20m$ και οι οπλισμοί όλων των πλακών όπως φαίνονται στην στάθμη +6.00, το φορτίο σχεδιασμού των πλακών (συμπεριλαμβανομένου του ι.β. των πλακών) είναι $p_d=20kN/m^2$, το αντίστοιχο διάγραμμα αξονικών δυνάμεων του υποστυλώματος (τιμές σχεδιασμού) είναι όπως στο σχήμα και οι αντίστοιχες τάσεις του εδάφους κάτω από την πλάκα θεμελίωσης στην περιοχή του υποστυλώματος είναι σταθερές και ίσες με $\sigma_{ed}=200kN/m^2$ (στην τιμή αυτή δεν συμπεριλαμβάνεται το ι.β. της πλάκας θεμελίωσης). Το υποστύλωμα δεν καταπονείται από ροπή. Ζητούνται:

2.1 Σχεδιάσατε τις μορφές των πιθανών κώνων διατρήσεως στην πλάκα της στάθμης +6.00m και στην πλάκα θεμελίωσης.

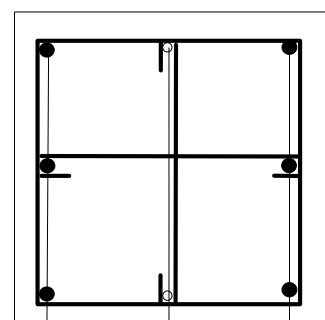
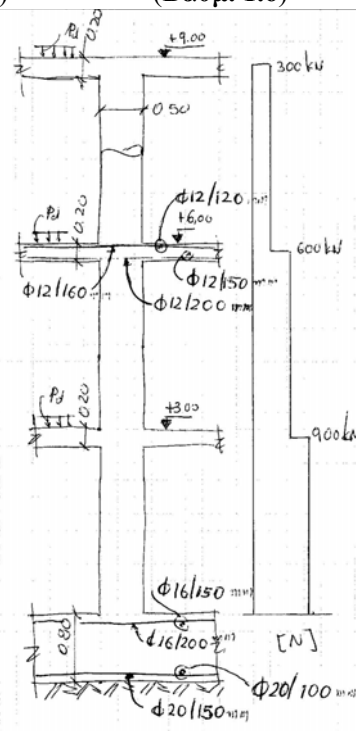
2.2 Ποια είναι η τιμή του φορτίου σχεδιασμού (σε kN) με την οποία θα γίνει ο έλεγχος διατρήσεως της πλάκας στην στάθμη +3.00m καθώς και στην πλάκα θεμελίωσης.

2.3 Ποια είναι η τιμή του ρ_l με την οποία υπολογίζεται η τέμνουσα αντοχής $V_{Rd,c}$ για τις πλάκες της ανωδομής και ποια για την πλάκα γενικής κοιτόστρωσης; **(Βαθμ. 2.2)**

Ζήτημα 3° Τί είναι η κράτυνση χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος; Πώς συμβάλλει η κράτυνση στην Α/Σ συμπεριφορά μελών Ω.Σ.; Γιατί ο κανονισμός ορίζει κάτω όριο για την κράτυνση; Γιατί ο κανονισμός ορίζει άνω όριο για την κράτυνση; **(Βαθμ. 1.6)**

Ζήτημα 4° Το υποστύλωμα του σχήματος ανήκει σε πλαίσιο ΚΠΥ κατά την διεύθυνση x και έχει οπλισθεί έναντι κάμψεως. Να τοποθετηθεί ο εγκάρσιος οπλισμός (συνδετήρες με την διαμόρφωση που φαίνεται) ο οποίος απαιτείται (α) ως ελάχιστος οπλισμός κρίσιμων περιοχών κατά τον Κανονισμό, (β) για λόγους πλαστιμότητας. Εννοείται ότι θα τοποθετηθεί ο πυκνότερος από τους οπλισμούς (α) και (β). Εν συνεχεία, να ελεγχθεί εάν, με αυτόν τον εγκάρσιο οπλισμό τον οποίο τοποθετήσατε, ικανοποιείται ο ικανοτικός έναντι τέμνουσας για το υποστύλωμα. Αν όχι, τότε, τοποθετήστε τον απαιτούμενο οπλισμό, ώστε να ικανοποιείται ο ικανοτικός έλεγχος.

Δίνονται τα εξής στοιχεία: Υλικά C20/25, B500C, επικάλυψη συνδετήρων 30mm, $\nu_d=-0.30$, $\mu_p=7.0$. Διαστάσεις υποστυλώματος 400*400mm, καθαρό ύψος υποστυλώματος 4.0m. Οι δύο ενδιάμεσες διαμήκειες ράβδοι (Φ16) ΔΕΝ λαμβάνονται υπ' όψη στους υπολογισμούς που θα κάνετε (η κάμψη του υποστυλώματος γίνεται περί τον άξονα y). **(Βαθμοί 3.0)**



3Ø20 2Ø16 3Ø20

Ζήτημα 5° Όπως γνωρίζουμε, μέσω της περίσφιγξης επιτυγχάνεται αύξηση τόσο της θλιπτικής αντοχής όσο και της παραμορφωσιμότητας του σκυροδέματος. Για ποιόν λόγο δεν λαμβάνεται υπ' όψη κατά τον σχεδιασμό η αύξηση της θλιπτικής αντοχής; Πού λαμβάνεται υπόψη κατά τον σχεδιασμό η αύξηση της παραμόρφωσης αστοχίας; **(Βαθμ. 1.6)**

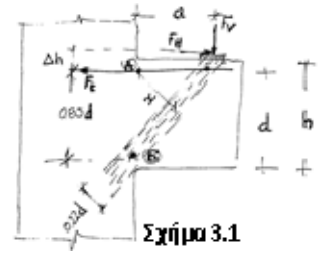
Απαντήσεις – Πρόταση βαθμολογίας.

Ζήτημα 1° Με τις παραδοχές ότι:

- ο θλιπτήρας έχει πάχος $\approx 0.22d$ και
- ότι η μειωμένη αντοχή του σκυροδέματος λόγω της διαξονικής εντατικής καταστάσεως είναι $\approx 0.6(1-f_{ck}/250)f_{cd} \approx 0.55f_{cd}$

Εχουμε ότι $F_{cR} = (0.55f_{cd})(0.22d)b = 0.12bdf_{cd}$.

(Βαθμ. 1.6)



Ζήτημα 2°

2.1 Βλ. τυπολόγιο κλπ. Οποιος έκανε δύο κώνους διατήσεως στις πλάκες μηδενίζεται το ερώτημα. (Βαθμ. 0.2)

2.2 Πλάκα στην στάθμη +3.00: $N=300\text{kN}$ (Βαθμ. 0.5)

Πλάκα θεμελίωσης: $N=900\text{kN}-N_{\delta\delta}$

Οπου:

- Για τον έλεγχο της $V_{Rd,max}$, στην περίμετρο του υποστυλώματος: $N_{\delta\delta} = 200 \cdot \pi \cdot 0.50^2 / 4 = 39,25\text{kN}$
- Στην βασική περίμετρο σε απόσταση $2d = 2 \cdot 0.73 = 1.46\text{m}$: $N_{\delta\delta} = 200 \cdot \pi \cdot [0.50 + 2 \cdot 1.46]^2 / 4 = 1836\text{kN}$
Προκύπτει δηλαδή αρνητικό φορτίο, άρα θα πρέπει να γίνει έλεγχος σε μικρότερη απόσταση από $2d$, π.χ. σε απόσταση d . Μας αρκεί μόνο η διαπίστωση, δεν απαιτούμε να κάνει έλεγχο και σε μικρότερες αποστάσεις. Πάντως όποιος πει ότι το φορτίο με το οποίο θα γίνει ο έλεγχος είναι -936kN μηδενίζεται το ερώτημα.
($N_{\delta\delta} = 200 \cdot \pi \cdot [0.50 + 1.46]^2 / 4 = 603\text{kN}$) (Βαθμ. 0.9)

2.3 Πλάκες ανωδομής: $\rho_{lx} = 1.13 / [16 \cdot 16] = 4.4\text{‰}$, $\rho_{ly} = 1.13 / [12 \cdot 16] = 5.9\text{‰}$, $\rho_l = \sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}} = \sqrt{[4.4 \cdot 5.9]\text{‰}} = 5.10\text{‰}$

Πλάκα θεμελίωσης: $\rho_{lx} = 3.14 / [15 \cdot 73] = 2.9\text{‰}$, $\rho_{ly} = 3.14 / [10 \cdot 73] = 4.3\text{‰}$, $\rho_l = \sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}} = \sqrt{[2.9 \cdot 4.3]\text{‰}} = 3.53\text{‰}$

(Βαθμ. 0.6)

Ζήτημα 3°

3.1 Ο λόγος f_t/f_y . (Βαθμ. 0.2)

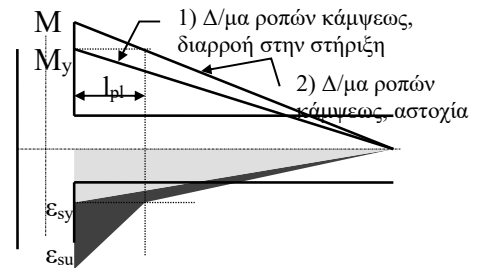
3.2 Συμβάλλει στην ανάπτυξη πλαστικών αρθρώσεων (εντός των οποίων καταναλίσκεται ενέργεια), ενεργοποιούνται οι υποαποσχολούμενες διατομές.

(Βαθμ. 0.5)

3.3 Για την ανάπτυξη επαρκούς μήκους πλαστικής αρθρώσεως: (Βαθμ. 0.5)

(χωρίς την ερμηνεία 0.2)

3.4 Αυξάνεται το απαιτούμενο μήκος αγκυρώσεως. Υπάρχει κίνδυνος μη ικανοποίησης των ικανοτικών ελέγχων αν τα διαμήκη σίδερα των δοκών έχουν μεγαλύτερη κράτυνση από τα σίδερα των υποστυλωμάτων (ικανοτικός έλεγχος δοκών-υποστυλωμάτων σε κάμψη) ή αν τα διαμήκη σίδερα (δοκών ή υποστυλωμάτων) έχουν μεγαλύτερη κράτυνση από ότι τα σίδερα των συνδετήρων (ικανοτικός τέμνουσας). (Βαθμ. 0.4) (χωρίς την ερμηνεία 0.2)



Ζήτημα 5° Η αύξηση της θλιπτικής αντοχής δεν λαμβάνεται υπόψη για να αντισταθμίσει την αποφλοιώση (Βαθμ. 1.1)

Η αύξηση της παραμόρφωσης αστοχίας λαμβάνεται υπόψη επειδή αυξάνει την πλαστιμότητα καμπυλοτήτων ($\mu_r = [\epsilon_{cu} + \epsilon_{su}] / [\epsilon_{cy} + \epsilon_{sy}]$) η οποία με την σειρά-της επηρεάζει τον δείκτη συμπεριφοράς q (π.χ. $\mu_r = 2q - 1$) ο οποίος ελήφθη υπόψη στον σχεδιασμό. (Βαθμ. 0.5)

Ζήτημα 4°

α) Ελάχιστος οπλισμός κατά τον κανονισμό: (Βαθμ. 0.6)

β) Οπλισμός για λόγους πλαστιμότητας: (Βαθμ. 1.4)

α) Ικανοτικός έλεγχος τέμνουσας: (Βαθμ. 1.0)

Σημ.: 1) Κανονικά στην ελάχιστη απόσταση των συνδετήρων υπεισέρχεται η ελάχιστη διάμετρος των διαμήκων ράβδων, άρα θα ήταν $6 \cdot 16 = 96\text{mm}$ (και όχι $6 \cdot 20 = 120\text{mm}$), αλλά εδώ είχαμε πει να μην ληφθούν υπόψη (στον υπολογισμό της ροπής αντοχής) αυτές οι ράβδοι ($\Phi 16$)

2) Κανονικά η απόσταση b_i δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 150mm (εδώ είναι 152mm , υπέρβαση ανεκτή) (αλλά έτσι κι' αλλιώς δεν απαιτούσαμε να το ελέγξουν).

3) Ας είμαστε (κατά κρίση) ελαστικοί αν αγνόησαν τον σιγμοειδή συνδετήρα των $2\Phi 16$ (ίσως παρασύρθηκαν από το ότι τους είπαμε να αγνοήσουν τα διαμήκη σίδερα $\Phi 16$ προκειμένου να διευκολυνθούν στον υπολογισμό της ροπής αντοχής, και θεώρησαν ότι έπρεπε να αγνοήσουν και τον αντίστοιχο συνδετήρα)

- ① Κανονιστικές διατάξεις για τον οπλιστικό διαμελισμό υποστυλίων (εντός κριόμενου περιγράμματος ΚΠΥ)

$$\max b_i = 150 \text{ mm}$$

$$\min d_{bw} = 0,40 d_{bL, \max} \sqrt{f_{ydL} / f_{ydW}} \cdot 1,0$$

$$0,40 \times 20 = 8 \text{ mm} > 6 \text{ mm}$$

$$s_{\max} = \min \{ b_0 / 3, 125 \text{ mm}, 6 d_{bL} \}$$

$$b_0 = 400 - 2 \times 30 - 8 = 332 \text{ mm}$$

$$b_0 / 3 = 110,7 \text{ mm}$$

$$\rightarrow s_{\max} = \min \{ 110,7, 125, 120 \}$$

$$\Phi 8/11$$

- ② Οπλισμός περιφράξης:

$$\text{αν } a\omega_{wd} = 30 \mu\phi \gamma_d \cdot \epsilon_{sy,d} \frac{b_c}{b_0} - 0,035 =$$

$$= 30 \cdot 7,0 \cdot 0,30 \cdot 0,0022 \cdot \frac{400}{332} - 0,035 =$$

$$= 0,13$$

Δοκιμάσουμε αν αρκεί το $\Phi 8/11$:

①

$$a_\eta = 1 - \sum \frac{b_i^2}{6A_0}$$

$$b_i = \frac{400 - 2 \times 30 - 2 \times 8 - 20}{2} = 152 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm}$$

$$a_\eta = 1 - \frac{8 \cdot 152^2}{332^2} = 0,721$$

$$a_s = \left(1 - \frac{s}{2b_0} \right)^2 = \left(1 - \frac{110}{2 \times 332} \right)^2 = 0,696$$

$$\text{Επομένως, } a = 0,502$$

$$\text{Διατεμένο } \omega_{wd} = \frac{6 \times 332 \times 50}{332^2 \times 110} \cdot \frac{500/1,15}{20/1,50} = 0,268 > 0,12$$

\rightarrow διατ. $a\omega_{wd} = 0,135 > 0,13 \rightarrow$ ο ελάχιστος οπλισμός αρκεί.

- ③ Υπολογισμός ικανοτικής τέμνουσας

(α) Εύρεση ροής αποχής υπερκλής και ποδός υποστυλίου.

$$d_1 = d_2 = 30 + 8 + 10 = 48 \text{ mm} \rightarrow$$

$$d_1/h = 0,12$$

$$\omega_w = \frac{6 \times 314}{400^2} \cdot \frac{500/1,15}{20/1,50} = 0,384$$

Επί το δυσμενέστερο (δίνει μεγαλύτερη M_{rd} , άρα και μεγαλύτερη τέμνουσα) λαμβάνουμε $d_1/h = 0,12$

③

Από το δ/μια αλληλεπίδρασης, $\sigma_9 \rightarrow \mu \approx 0,27$

$$\neq M_{Rd} = 0,27 \cdot 400^3 \cdot 20/1,50 = 230,40 \text{ kNm}$$

- (β) Υπολογισμός ικανοτικής τέμνουσας:

$$V_{Ed} = \frac{2 \times 230,4}{4,0} \cdot 1,30 = 149,8 \text{ kN}$$

\uparrow
 δ_{rd}

- ④ Τέμνουσα αναλαμβανόμενη από τους συνδ. $\Phi 8/11$

$$V_{RdW} = \frac{36 \mu\epsilon\lambda\eta \times 50 \text{ mm}^2}{110 \text{ mm}} \cdot 0,9 \times (400 - 48) \cdot \frac{500}{1,15} \cdot 10^{-3}$$

$$= 187,8 \text{ kN} > 149,8 \text{ kN} \neq$$

(Κανονικά, θα έπρεπε να ελεγχουμε και την $V_{Rd,max}$. Ο έλεγχος, εδώ, παρέρχεται)