



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

**Έλεγχος επάρκειας ύψους ορθογωνικού πεδίλου σε διάτμηση
και διάτρηση και διαστασιολόγησή του σε κάμψη**

Μάθημα: Σύνθεση και Σχεδιασμός Κατασκευών Οπλισμένου Σκυροδέματος

Υπεύθυνος: Διονύσης Μπισκίνης

Εργασία 1/2

Αλέξανδρος Καναβός

A.M.: 1034637

Πάτρα, Απρίλιος 2021

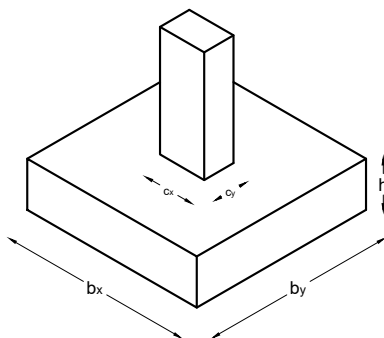
Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή	1
1.1	Ορισμός του προβλήματος	1
1.2	Δεδομένα	1
1.3	Στόχος και αντιμετώπιση	2
2	Θεωρία και Μεθοδολογία	3
2.1	Θεωρία	3
2.2	Μεθοδολογία	3
2.2.1	Διάτμηση	4
	Βιβλιογραφία	7

1. Εισαγωγή

1.1 Ορισμός του προβλήματος

Η παρούσα αναφορά πραγματεύεται το πρόβλημα ελέγχου επάρκειας ύψους μεμονωμένου ορθογωνικού πεδίου (Σχ. 1.1), που είναι συνδεδεμένο με κατακόρυφο στοιχείο ορθογωνικής διατομής, απουσία συνδετηρίων δοκών. Συγκεκριμένα, ελέγχεται η αντοχή του στοιχείου θεμελίωσης για την ένταση που αναπτύσσεται σε αυτό, κατά τη μεταβίβαση των εντατικών μεγεθών σχεδιασμού του κατακόρυφου στοιχείου στο έδαφος. Τέλος, υπολογίζεται και ο απαιτούμενος οπλισμός του πεδίου με βάση την οριακή κατάσταση αστοχίας σε κάμψη.



Σχήμα 1.1: Μεμονωμένο ορθογωνικό πέδιλο σταθερού ύψους

1.2 Δεδομένα

Τα δεδομένα (input) του προβλήματος παρουσιάζονται στους πίνακες που ακολουθούν και αφορούν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του υπό μελέτη συστήματος, τα μηχανικά χαρακτηριστικά των χρησιμοποιούμενων υλικών και του εδάφους θεμελίωσης και τα εντατικά μεγέθη στο κέντρο βάσης του πεδίου. Όπου $t_{εδ}$ το βάθος θεμελίωσης και d το στατικό ύψος του πεδίου.

b_x	b_y	h	d	$t_{εδ}$	c_x	c_y	a_x	a_y
2.3	2.3	0.6	0.55	1.0	0.6	0.4	0	0

Πίνακας 1.1: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά συστήματος - διαστάσεις σε (m)

$M_x(KNm)$	$M_y(KNm)$	$N_{tot}(KN)$
550	180	1200

Πίνακας 1.2: Εντατικά μεγέθη στο κέντρο βάσης του πεδίου

$\gamma_{σκ}(KN/m^3)$	$\gamma_{εδ}(KN/m^3)$	$f_{ck}(MPa)$	$f_{yk}(MPa)$
25	20	25	500

Πίνακας 1.3: Μηχανικές ιδιότητες υλικών

1.3 Στόχος και αντιμετώπιση

Στόχος είναι ο έλεγχος επάρκειας του ύψους του στοιχείου θεμελίωσης. Αν το αρχικό ύψος δεν προσφέρει ικανοποιητική αντοχή, τότε επιλέγεται νέο. Αυτό διαπιστώνεται διενεργώντας υπολογισμούς με τη χρήση προγραμματισμού σε γλώσσα C++, αλλά και αναλυτικών σχέσεων με τη χρήση απλής αριθμομηχανής. Τα αποτελέσματα των δύο διαδικασιών, συγκρίνονται τελικά μεταξύ τους, ώστε να επαληθευτεί η σύγκλισή τους.

Για την ομαλότερη αντιμετώπιση του προβλήματος, αυτό δύναται να χωριστεί σε τρία επιμέρους υποπροβλήματα, τα οποία αναπτύσσονται στη συνέχεια και επιγραμματικά έχουν ως εξής.

- Έλεγχος σε διάτμηση.
- Έλεγχος σε διάτρηση.
- Διαστασιολόγηση σε κάμψη.

2. Θεωρία και Μεθοδολογία

2.1 Θεωρία

Με δεδομένες τις διαστάσεις σε κάτοψη του στοιχείου θεμελίωσης, όπως αυτές αναφέρονται στον (Πίν. 1.1), θεωρείται πως έχει προηγηθεί επιτυχώς ο έλεγχος της φέρουσας ικανότητας του εδάφους. Κριτήριο στο παρόν στάδιο είναι η αντοχή του ίδιου του πεδίλου.

Όλοι οι έλεγχοι αντοχής του πεδίλου γίνονται με υπόθεση γραμμικής κατανομής τάσεων εδάφους σ κατά τις διευθύνσεις x και y . Οι έλεγχοι αυτοί θεωρούν δηλαδή, ότι το πέδιλο μπορεί να αστοχήσει προτού το έδαφος φτάσει τη φέρουσα ικανότητά του. Επιπλέον, η επίπεδη κατανομή τάσεων οδηγεί, για την ίδια θέση της συνισταμένης δύναμης N_{tot} , σε μεγαλύτερες τάσεις εδάφους κοντά στην περίμετρο απ' ότι η υπόθεση σταθερών τάσεων εδάφους, άρα είναι δυσμενέστερη (ασφαλέστερη) για την αντοχή του ίδιου του πεδίλου.

2.2 Μεθοδολογία

Σε αυτό το σημείο ας ορίσουμε τρία μεγέθη που είναι απαραίτητα για τη συνέχεια. Οι ροπές M_x και M_y στο κέντρο της βάσης του πεδίλου ισοδυναμούν με δράση της N_{tot} με εκκεντρότητες e_x και e_y κατά τους άξονες x και y αντίστοιχα.

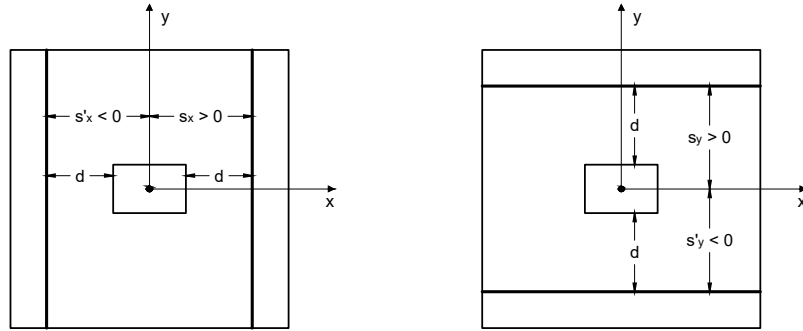
$$N_{tot} = N + A_f(\gamma_c h + \gamma_{\varepsilon\delta}(t_{\varepsilon\delta} - h)), \text{ όπου } A_f = b_x b_y \quad (2.1)$$

$$e_x = \frac{M_x}{N_{tot}} \quad (2.2\alpha')$$

$$e_y = \frac{M_y}{N_{tot}} \quad (2.2\beta')$$

2.2.1 Διάτμηση

Ο έλεγχος σε διάτμηση ξεκινά από μία κάθετη διατομή στο οριζόντιο επίπεδο που ορίζει το πέλδιλο, σε απόσταση d από την παρειά σύνδεσης πεδίλου - κατακόρυφου στοιχείου. Στη γενική περίπτωση υπάρχουν τέσσερις τέτοιες διατομές (Σχ. 2.1), δύο κάθετες στον άξονα x και δύο στον y . Με την παραδοχή μονοαξονικής εκκεντρότητας, ορίζονται οι αποστάσεις των δύο διατομών από τον άξονα y , s_x και s'_x και οι αποστάσεις των άλλων δύο διατομών από τον άξονα x , s_y και s'_y . Από τις δύο κάθετες σε κάθε άξονα διατομές, η μία είναι κρίσιμη (μεγαλύτερη τιμή τέμνουσας), συνεπώς καταλήγουμε σε δύο τέμνουσες σχεδιασμού, μία για κάθε διεύθυνση.



Σχήμα 2.1: Κρίσιμες διατομές για τον έλεγχο πεδίλου σε διάτμηση

Οι τέμνουσες σχεδιασμού σε κάθε μία από τις τέσσερις διατομές δίνονται από τις σχέσεις που ακολουθούν.

Για μονοαξονική εκκεντρότητα e_x και $\frac{|e_x|}{b_x} \leq \frac{1}{6}$:

$$V_{Ed,x} = N_{tot} \left(1 + \frac{3|e_x|}{b_x} \left(1 + \frac{2s_x}{b_x} \right) \right) \left(0.5 - \frac{s_x}{b_x} \right) - (N_{tot} - N) \left(0.5 - \frac{s_x}{b_x} \right) \quad (2.3a)$$

$$V'_{Ed,x} = N_{tot} \left(1 - \frac{3|e_x|}{b_x} \left(1 - \frac{2s'_x}{b_x} \right) \right) \left(0.5 + \frac{s'_x}{b_x} \right) - (N_{tot} - N) \left(0.5 + \frac{s'_x}{b_x} \right) \quad (2.3b)$$

Για μονοαξονική εκκεντρότητα e_x και $\frac{|e_x|}{b_x} > \frac{1}{6}$:

$$V_{Ed,x} = \frac{4}{9} N_{tot} \frac{\left(2.5 - \frac{6|e_x|}{b_x} + \frac{s_x}{b_x} \right) \left(0.5 - \frac{s_x}{b_x} \right)}{\left(1 - \frac{2|e_x|}{b_x} \right)^2} - (N_{tot} - N) \left(0.5 - \frac{s_x}{b_x} \right) \quad (2.4a)$$

$$V'_{Ed,x} = \frac{4}{9} N_{tot} \frac{\left(1 - \frac{3|e_x|}{b_x} + \frac{s'_x}{b_x} \right)^2}{\left(1 - \frac{2|e_x|}{b_x} \right)^2} - (N_{tot} - N) \left(0.5 + \frac{s'_x}{b_x} \right) \quad (2.4b)$$

Για μονοαξονική εκκεντρότητα e_y και $\frac{|e_y|}{b_y} \leq \frac{1}{6}$:

$$V_{Ed,y} = N_{tot} \left(1 + \frac{3|e_y|}{b_y} \left(1 + \frac{2s_y}{b_y} \right) \right) \left(0.5 - \frac{s_y}{b_y} \right) - (N_{tot} - N) \left(0.5 - \frac{s_y}{b_y} \right) \quad (2.5a')$$

$$V'_{Ed,y} = N_{tot} \left(1 - \frac{3|e_y|}{b_y} \left(1 - \frac{2s'_y}{b_y} \right) \right) \left(0.5 + \frac{s'_y}{b_y} \right) - (N_{tot} - N) \left(0.5 + \frac{s'_y}{b_y} \right) \quad (2.5b')$$

Για μονοαξονική εκκεντρότητα e_y και $\frac{|e_y|}{b_y} > \frac{1}{6}$:

$$V_{Ed,y} = \frac{4}{9} N_{tot} \frac{\left(2.5 - \frac{6|e_y|}{b_y} + \frac{s_y}{b_y} \right) \left(0.5 - \frac{s_y}{b_y} \right)}{\left(1 - \frac{2|e_y|}{b_y} \right)^2} - (N_{tot} - N) \left(0.5 - \frac{s_y}{b_y} \right) \quad (2.6a')$$

$$V'_{Ed,y} = \frac{4}{9} N_{tot} \frac{\left(1 - \frac{3|e_y|}{b_y} + \frac{s'_y}{b_y} \right)^2}{\left(1 - \frac{2|e_y|}{b_y} \right)^2} - (N_{tot} - N) \left(0.5 + \frac{s'_y}{b_y} \right) \quad (2.6b')$$

Οι δύο κρίσιμες τέμνουσες σχεδιασμού συγκρίνονται με την αντοχή σε τέμνουσα ανά διεύθυνση. Ελέγχεται δηλαδή αν:

$$V_{Ed,x} \leq V_{Rd1,x} = \left(\max \left\{ \frac{180}{\gamma_c} (100\rho_{1,x})^{1/3}, 35\sqrt{1 + \sqrt{\frac{0.2}{d}}} f_{ck}^{1/6} \right\} \left(1 + \sqrt{\frac{0.2}{d}} \right) f_{ck}^{1/3} \right) b_y d \quad (2.7a')$$

$$V_{Ed,y} \leq V_{Rd1,y} = \left(\max \left\{ \frac{180}{\gamma_c} (100\rho_{1,y})^{1/3}, 35\sqrt{1 + \sqrt{\frac{0.2}{d}}} f_{ck}^{1/6} \right\} \left(1 + \sqrt{\frac{0.2}{d}} \right) f_{ck}^{1/3} \right) b_x d \quad (2.7b')$$

Όπου $\gamma_c = 1.5$ και $\rho_{1,x}, \rho_{1,y}$ τα γεωμετρικά ποσοστά των ράβδων οπλισμού της κάτω επιφάνειας που διαπερνούν τις κρίσιμες διατομές.

Βιβλιογραφία

- Μπισκίνης Διονύσης. *Στοιχεία Θεμελίωσης: Υπολογισμός και Κατασκευαστική Διαμόρφωση*. Πάτρα, Ελλάδα: Ψηφιακό αρχείο σημειώσεων, 2021.
- Φαρδής Μιχαήλ. *Μαθήματα σπλισμένου σκυροδέματος Μέρος III*. Πάτρα, Ελλάδα: Τμήμα Εκτυπώσεων Τυπογραφείου Πανεπιστημίου Πατρών, 2018.