

Μελέτη από φέρουσα λιθοδομή

Με το Fespa έχετε τη δυνατότητα να μελετήσετε κτίρια από φέρουσα τοιχοποιία. Για να περιγράψετε ένα τέτοιο δόμημα, θα πρέπει να ακολουθήσετε την διαδικασία που περιγράφεται στη συνέχεια.

Πορεία εργασίας

- Περιγραφή καννάβου.
- Εισαγωγή πλακών.
- Εισαγωγή πεσσών ως υποστυλώματα. Διακόπτονται εκεί που υπάρχουν ανοίγματα. Οι πεσσοί θα πρέπει να δίνονται επικαλυπτόμενοι στις γωνίες. Να αποφεύγεται η εισαγωγή υποστυλωμάτων ή πεσσών σε επαφή (έτσι δημιουργούνται δοκοί μηδενικού μήκους).
- Προσθήκη λοιπών κόμβων («Κόμβοι τοιχώματος») σε κάθε πεσό με λόγο πλευρών μεγαλύτερο ή ίσο του 1:4.
- Εισαγωγή δοκών ορθογωνικής διατομής («Εξυπνη εισαγωγή»). Το πρόγραμμα εισάγει αυτόματα δύο δεσμικές δοκούς σε κάθε πεσό.
- Να γίνεται ευθυγράμμιση των λοιπών κόμβων («Κίνηση λοιπού κόμβου») ως προς τις στατικές δοκούς (κάνοντας χρήση των κατάλληλων έλξεων).
- «Προσαρμογή δοκών» και «Προσαρμογή δοκών – υποστυλωμάτων» σε κάθε όροφο.
- Παραγωγή θεμελίωσης (πεδιλοδοκοί).
- Επίλυση και οπλισμός του κτιρίου.
- Τακτοποίηση ξυλοτύπου και άλλες σχεδιαστικές διορθώσεις.
- Εκτύπωση τεύχους και σχεδίαση.

Παράμετροι του κτιρίου

Αντισεισμικός

- Αντισεισμικός κανονισμός : «Νέος 95» ή νεώτερος
- Κανονισμός σκυροδέματος : «Νέος 95» ή νεώτερος
- Μέθοδος επίλυσης : Δυναμική με μετατόπιση μαζών.
- Συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς (σύμφωνα με τον ΕΑΚ2000, πίν. 2.6) είναι $q = 1.5$ (αν υπάρχουν μόνον οριζόντια διαζώματα), $q = 2.0$ (αν υπάρχουν οριζόντια και κατακόρυφα διαζώματα), ή $q = 2.5$ (για οπλισμένη τοιχοποιία)

Έδαφος

- Δείκτης K_s .
- Επιτρεπόμενη τάση εδάφους.

Σκυρόδεμα / Οπλισμός

- Οι ποιότητες που αναφέρονται εδώ, αφορούν μόνον τα μέλη από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Τοιχοποιία

- Χαρακτηριστική αντοχή θλίψης f_k [MPa]
- Χαρακτηριστική αντοχή διάτμησης f_{vk} [MPa]

Σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 6, §3.6.2.2 είναι:

$$f_k = K \cdot f_b^{0.65} \cdot f_m^{0.25}$$

όπου:

K : Σταθερά σε N/mm^2 , τιμές από την §3.6.2.2 του Ευρωκώδικα 6.

f_b : η ανηγμένη θλιπτική αντοχή των λιθοσωμάτων σε N/mm^2 .

f_m : η θλιπτική αντοχή του κονιάματος σε N/mm^2 , υπό τον όρον ότι το f_m δεν υπερβαίνει τις τιμές $20 N/mm^2$ και $2 \cdot f_b$.

f_{vk} : Είναι η χαρακτηριστική διατμητική αντοχή άοπλης τοιχοποιίας. Σύμφωνα με την §3.6.3 του Ευρωκώδικα 6, μπορεί να λαμβάνεται $f_{vk}=0.065 f_b$ αλλά όχι μικρότερη από f_{vk0} . Το f_{vk0} δίνεται από τον πίνακα 3.5.

Παράδειγμα

$$K=0.50 \frac{N}{mm^2}, f_b=25 \frac{N}{mm^2}, f_m=10 \frac{N}{mm^2}. \text{ Από αυτά προκύπτει:}$$

$$f_k = 0.50 \times 20^{0.65} \times 10^{0.25} = 7.20 \frac{N}{mm^2} \text{ και } f_{vk} = 0.065 \times 7.20 = 0.47.$$

Από τον πίνακα 2.3 για κατηγορία κατασκευής B και κατηγορία ελέγχου εργοστασιακής παραγωγής λιθοσωμάτων II, προκύπτει $\gamma_M=2.50$.

- Συντελεστής ασφαλείας γ_M (λαμβάνεται από τον πίνακα 2.3 του Ευρωκώδικα 6): Είναι ίσος με 1.2, 1.5 ή 1.8 (για τις κατηγορίες ελέγχου κατασκευής A, B, και Γ αντίστοιχα). Βλέπε EC6, §2.3.3.2, και §6.9.
- Έλεγχος πεσσών σε κάμψη: Γενικά τίθεται στο «Όχι» προκειμένου να μη γίνει έλεγχος και εκτύπωση ελέγχου των πεσσών σε κάμψη κατά την ισχυρή τους διεύθυνση.

Παράμετροι των πεσσών

Διατομή

- Οι πεσσοί έχουν μόνον **ορθογωνικές** διατομές. Ο λόγος της μεγάλης πλευράς προς το ύψος τους δε θα πρέπει να ξεπερνά κατά πολύ το 2.
- Με οπλισμό : Ναι (= να γίνει έλεγχος, όχι «όπλιση»)
- Εκτύπωση εντατικών μεγεθών : Ναι

Υλικό

- Τύπος : Τοιχοποιία.
- Οι τιμές που αναφέρονται στο σκυρόδεμα, δεν αφορούν τα μέλη από λιθοδομή.
- Σταθερές : Οι ελαστικές σταθερές του υλικού (το πρόγραμμα τις επιλέγει αυτόματα).

Σχέδιο

- Τύπος γραμμοσκίασης : Πέτρες.
- Συντελεστές μεγέθους X και Y : 1.00.

Επίλυση και οπλισμός

- Το πρόγραμμα κάνει έλεγχο των μελών από φέρουσα τοιχοποιία, σύμφωνα με τον EC6. Επίσης γίνεται όπλιση πλακών, δοκών (σενάζ) και υποστυλωμάτων από ωπλισμένο σκυρόδεμα (αν υπάρχουν).

Αντιμετώπιση προβλημάτων

Το πλέον σύνηθες μήνυμα σφάλματος κατά τον έλεγχο των πεσσών είναι η «**Απουσία θλιβόμενης ζώνης**». Αυτό σημαίνει ότι ο λόγω των εντατικών μεγεθών που καταπονούν τον συγκεκριμένο πεσσο (μεγάλη ροπή κάμψης / μικρή αξονική δύναμη), μεγάλο τμήμα της διατομής του βρίσκεται σε εφελκυσμό, κάτι που δεν είναι αποδεκτό από τον EC6. Προτεινόμενοι τρόποι αντιμετώπισης του προβλήματος είναι:

- Πολύ καλή ευθυγράμμιση των λοιπών κόμβων στην κάτοψη, προκειμένου να αποφεύγονται πρόσθετες ροπές από εκκεντρότητες.
- Μείωση της διατομής των δεσμικών δοκών που βρίσκονται μέσα στους πεσσούς, π.χ. αντί για το προεπιλεγμένο 25/300 να γίνουν 25/150.
- Αύξηση του γραμμικά κατανεμημένου φορτίου πάνω στις δεσμικές δοκούς των πεσσών, π.χ. το μόνιμο φορτίο να τεθεί ίσο με -20 kN/m .

Συμβουλευτείτε και το αρχείο «Λιθοδομή.tek» που βρίσκεται στον φάκελο «C:\Program Files\LH Software\MASTER\Παραδείγματα\Στατικά\Ειδικά θέματα». Φορτώστε το και δείτε τις παραμέτρους που έχουν χρησιμοποιηθεί, τη συνδεσμολογία και τα φορτία του.

Εκτύπωση αποτελεσμάτων – Τεύχος

Για κάθε πεσσό, στο τεύχος της μελέτης αναγράφονται τα εξής:

- **Κόμβος:** Η θέση ελέγχου (κεφαλή, πόδας, μεσαία πέμπτα του ύψους).
- **h/t:** Ο λόγος του ύψους προς το πλάτος του πεσσού. Πρέπει να είναι $h/t < 27$ (απαίτηση από το λυγισμό §4.4.6). Όταν είναι $h/t > 27$ το Fespa δίνει ένδειξη λάθους.
- **e^{\perp}/t :** Ο λόγος της εγκάρσιας εκκεντρότητας προς το πάχος του πεσσού. Πρέπει να είναι $e^{\perp}/t < h/450$, §4.4.7.2.
- **Φ:** Ο μειωτικός συντελεστής της φέρουσας ικανότητας. (Πίνακας Α1 και παράρτημα Β του Ευρωκώδικα 6). Η τιμή του Φ εξαρτάται από τους λόγους h/t , e^{\perp} και h/L .
- **N_{Sd} :** Η αξονική δράση σχεδιασμού στη θέση ελέγχου.
- **N_{Rd} :** Η τιμή σχεδιασμού του κατακόρυφου φορτίου αντοχής. Είναι: $N_{Rd} = \frac{\Phi \cdot t \cdot L \cdot f_k}{\gamma_M}$ και πρέπει να ισχύει $N_{Sd} \leq N_{Rd}$.
- **M_{Sd} :** Η καμπτική ροπή σχεδιασμού στη θέση ελέγχου.
- **M_{Rd} :** Η τιμή σχεδιασμού της καμπτικής ροπής αντοχής. Πρέπει να ισχύει $M_{Sd} \leq M_{Rd}$.
- **l_c/L :** Ο λόγος του μήκους της θλιβόμενης ζώνης του πεσσού προς το μήκος του.
- **V_{Sd} :** Η τέμνουσα σχεδιασμού στη θέση ελέγχου.
- **V_{Rd} :** Η τιμή σχεδιασμού της τέμνουσας αντοχής. Είναι $V_{Rd} = \frac{f_{vk} \cdot t \cdot l_c}{\gamma_M}$ και πρέπει να ισχύει $V_{Sd} \leq V_{Rd}$.

Απόσπασμα εκτύπωσης τεύχους φαίνεται στην επόμενη εικόνα:

Διατομή	Ορθογωνική	b=3,00	d=0,50	d'=0,04	H=3,00	[m]
Αντοχές Υλικών		Θλιψη : 10,00 Μpa		Διάτμηση : 0,80 Μpa		
ΣΠΕΜ Σεισμικού φορτίου :		1,00				

Εντατικά μεγέθη										
A/A	Αρχή		1(1)		Τέλος		1(0)		Αξονική	Στρέψη
Φόρτ	M_y	M_z	V_y	V_z	M_y	M_z	V_y	V_z	N	T
[j]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-28,43	0,06	0,00	-0,90	-31,14	0,05	0,00	-0,90	-152,05	0,11
2	-2,10	-0,04	0,01	-0,08	-2,34	0,01	0,01	-0,08	-6,97	0,03
3	-41,53	0,02	0,02	-1,34	-45,55	0,08	0,02	-1,34	-215,72	0,19
4	-24,53	2,98	1,15	6,50	-37,25	-0,16	1,15	6,50	-153,72	2,76
4	-39,46	0,98	-1,15	-8,36	-35,18	-0,46	-1,15	-8,36	-156,75	-2,76
4	-26,69	3,25	1,26	6,67	-38,17	-0,08	1,26	6,67	-153,83	3,18
4	-40,81	0,57	-1,25	-8,53	-33,77	-0,51	-1,25	-8,53	-156,91	-3,18
4	-24,94	2,90	1,12	7,16	-37,77	-0,13	1,12	7,16	-153,71	2,63
4	-40,22	0,81	-1,12	-9,01	-35,05	-0,45	-1,12	-9,01	-156,75	-2,63
4	-27,12	3,18	1,23	7,32	-38,69	-0,05	1,23	7,32	-153,82	3,07
4	-41,56	0,43	-1,22	-9,17	-33,61	-0,50	-1,22	-9,17	-156,90	-3,07
8	-30,53	0,02	0,01	-0,98	-33,48	0,06	0,01	-0,98	-159,02	0,14

Έλεγχος όπλου πεσσού												
Φορτ [l]	Κόμβος [l]	Διε [l]	h/h [l]	e+h [l]	Φ [l]	Nsd [kN]	<	NRd [kN]	Vsd [kN]	<	VRd [kN]	
3	1(-1)	Z	6,0	0,05	0,90	291,7	<	10150,4	1,3	<	902,3	
3		Z	6,0	0,05	0,88	230,9	<	9971,2	1,3	<	902,3	
3		Z	6,0	0,05	0,88	200,5	<	9971,2	1,3	<	902,3	
4	1(-1)	Z	6,0	0,05	0,90	212,7	<	10150,4	6,5	<	902,3	
4		Z	6,0	0,05	0,88	165,5	<	9971,2	6,5	<	902,3	
4		Z	6,0	0,05	0,88	141,9	<	9971,2	6,5	<	902,3	
4	1(-1)	Z	6,0	0,05	0,90	213,5	<	10150,4	8,4	<	902,3	
4		Z	6,0	0,05	0,88	168,1	<	9971,2	8,4	<	902,3	
4		Z	6,0	0,05	0,88	145,4	<	9971,2	8,4	<	902,3	
4	1(-1)	Z	6,0	0,05	0,90	212,9	<	10150,4	6,7	<	902,3	
4		Z	6,0	0,05	0,88	165,6	<	9971,2	6,7	<	902,3	
4		Z	6,0	0,05	0,88	142,0	<	9971,2	6,7	<	902,3	
4	1(-1)	Z	6,0	0,05	0,90	213,5	<	10150,4	8,5	<	902,3	
4		Z	6,0	0,05	0,88	168,2	<	9971,2	8,5	<	902,3	
4		Z	6,0	0,05	0,88	145,6	<	9971,2	8,5	<	902,3	
4	1(-1)	Z	6,0	0,05	0,90	212,6	<	10150,4	7,2	<	902,3	
4		Z	6,0	0,05	0,88	165,5	<	9971,2	7,2	<	902,3	
4		Z	6,0	0,05	0,88	141,9	<	9971,2	7,2	<	902,3	
4	1(-1)	Z	6,0	0,05	0,90	213,5	<	10150,4	9,0	<	902,3	
4		Z	6,0	0,05	0,88	168,1	<	9971,2	9,0	<	902,3	
4		Z	6,0	0,05	0,88	145,4	<	9971,2	9,0	<	902,3	
4	1(-1)	Z	6,0	0,05	0,90	212,9	<	10150,4	7,3	<	902,3	
4		Z	6,0	0,05	0,88	165,6	<	9971,2	7,3	<	902,3	
4		Z	6,0	0,05	0,88	142,0	<	9971,2	7,3	<	902,3	
4	1(-1)	Z	6,0	0,05	0,90	213,5	<	10150,4	9,2	<	902,3	
4		Z	6,0	0,05	0,88	168,2	<	9971,2	9,2	<	902,3	
4		Z	6,0	0,05	0,88	145,6	<	9971,2	9,2	<	902,3	

Σχέδιο

- Δίνετε την εντολή «Πέλμα πεδιλοδοκού σε γραμμές» και επιλέγετε όλες τις δοκούς της στάθμης θεμελίωσης.
- Χρησιμοποιώντας τις εντολές «Ένωση», «Επέκταση», «Τομή 2 σε 4» και «Διαγραφή» των γραμμών, γίνεται σχεδιαστική διόρθωση της θεμελίωσης του κτιρίου.

—

Τριδιάστατο στατικό προσομοίωμα φέρουσας τοιχοποιίας

