

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

**Καράλης Πέτρος
Σχετάκης Σταύρος**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία εκτιμάται η αντοχή πλαισίου υπάρχουσας πενταόροφης κατασκευής μέσω μη-γραμμικών αναλύσεων (Pushover analysis). Με τη βοήθεια του διαγράμματος Τέμνουσας Βάσης-Μετατόπισης και τη μετέπειτα δημιουργία διγραμμικού διαγράμματος υπολογίζεται η πλαστιμότητα του πλαισίου. Στη συνέχεια επιχειρείται ο υπολογισμός της αντοχής και της αντίστοιχης πλαστιμότητας του πλαισίου για διάφορες μεθόδους ενίσχυσης. Η παραπάνω διαδικασία επιτυγχάνεται με μη γραμμική ανάλυση και αφού προηγουμένως έχουν γίνει οι απαραίτητες παραδοχές για τον εκάστοτε τρόπο ενίσχυσης. Τα τελικά αποτελέσματα παρατίθενται σε συγκεντρωτικά διαγράμματα και συγκρίνονται για τον κάθε τρόπο ενίσχυσης.

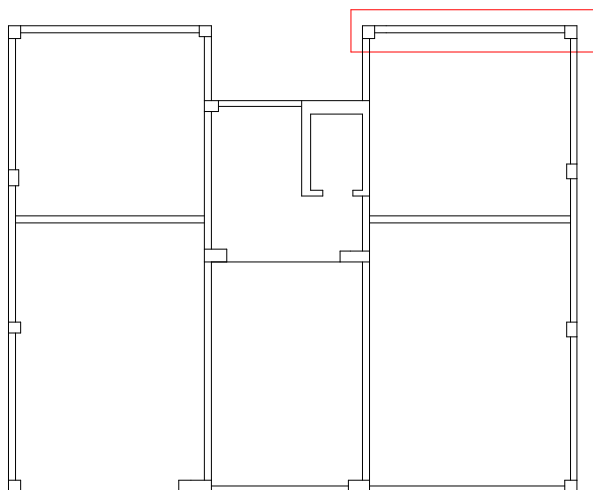
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το πλαίσιο που επιλέχθηκε αποτελεί μέρος οικοδομής που κατασκευάστηκε το 1981. Είναι πλαίσιο ισογείου και η θέση του στην κάτοψη φαίνεται στο σχήμα που παρατίθεται παρακάτω. Ο οπλισμός του πλαισίου καθώς και τα χαρακτηριστικά των υλικών που το αποτελούν πάρθηκαν από σχέδιο κάτοψης της οικοδομής. Φροντίστηκε ώστε να επιλεγεί πλαίσιο που να μην συνορεύει με άλλα πλαίσια, γεγονός που θα δημιουργούσε πακτώσεις στα άκρα της δοκού, στοιχείο ανεπιθύμητο για την όσο το δυνατό πιο ρεαλιστική ανάλυση του ζητήματος της ενίσχυσης.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Επιλέχθηκε πλαίσιο ύψους 3m και ανοίγματος 5,20m. Τα υλικά τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί κατά την κατασκευή του είναι σκυρόδεμα C16/20 και χάλυβας S400. Η διατομή του υποστυλώματος είναι τετραγωνική διαστάσεων 0,35m (συμπεριλαμβανομένης και της επικάλυψης η οποία είναι 0,02m) και οπλίζεται με 8Φ18 ποιότητας S400. Η διατομή της δοκού είναι σχήματος T (πλακοδοκός) συνεργαζόμενου πλάτους 0,85m, πλάτους βάσης 0,2m και ύψους 0.70m. Η πλακοδοκός οπλίζεται με 3Φ16+2Φ12 άνω και 2Φ16+2Φ12 κάτω. Τα φορτία για τα οποία διαστασιολογήθηκε ο πλάισιο είναι:

- § Ίδιο βάρος οπλισμένου σκυροδέματος:.....24,0 tm³
- § Οπτοπλινθοδομή δρομική άνω ορόφου:.....0,40 tm² δοκού
- § Επίστρωση δαπέδου μετά μονώσεως άνω ορόφου:.....0,080 tm²
- § Ωφέλιμο φορτίο πλακών:.....0,200 tm²



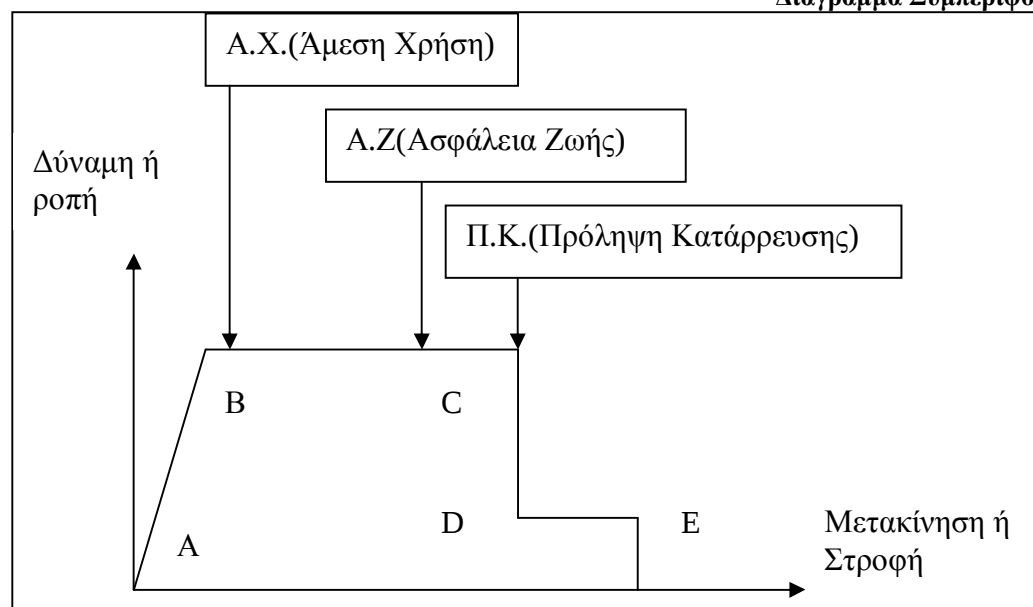
Κατά τη διάρκεια της αρχικής ελαστικής ανάλυσης θεωρήθηκαν φορτία $G+0,3Q$. Τα μόνιμα φορτία περιλαμβάνουν το ίδιο βάρος του φορέα μαζί με την τοιχοποιία και τις επιστρώσεις των δαπέδων. Τα φορτία της πλάκας μεταφέρονται στις δοκούς σύμφωνα με τις επιφάνειες κατανομής φορτίων πλακών και κατανέμονται ομοιόμορφα σε όλο το μήκος τους.

Κάτοψη Ισογείου 1

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Η στατική ανελαστική ανάλυση τύπου πλευρικών ωθήσεων (pushover analysis) είναι μια ανάλυση η οποία μας παρουσιάζει τον τρόπο και την μορφή αστοχίας μια κατασκευής όταν επιβληθεί σε αυτή μία μετακίνηση (π.χ. λόγω σεισμού) ή κάποια δύναμη. Η διαφορά της με τις ελαστικές αναλύσεις έγκειται στο ότι τα μέλη της κατασκευής δεν διατηρούν την ελαστική τους συμπεριφορά κατά την διάρκεια της φόρτισης αλλά συμπεριφέρονται βάσει ανελαστικών μοντέλων με συγκεντρωμένη ανελαστικότητα στα άκρα. Τα μοντέλα αυτά ονομάζονται «πλαστικές αρθρώσεις» ή «HINGES». Οι Π.Α. ορίζονται στο επίπεδο $M-\theta$, όταν προσομοιώνεται καμπτική συμπεριφορά, στο επίπεδο $V-\bar{\phi}$ όταν προσομοιώνεται διατμητική συμπεριφορά και στο επίπεδο $P-\bar{\chi}$ όταν προσομοιώνεται αξονική συμπεριφορά. Για τον ορισμό της κάθε Π.Α. (κατά FEMA 356 ή ATC-40) απαιτούνται όλες οι συντεταγμένες των χαρακτηριστικών σημείων του παρακάτω διαγράμματος.

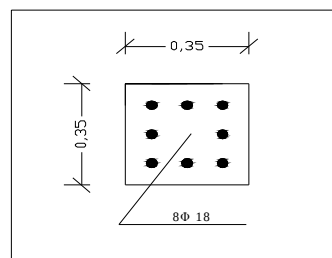
Διάγραμμα Συμπεριφοράς Π.Α (hinge)



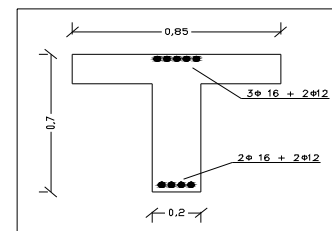
Το σημείο Α αντιστοιχεί σε αφόρτιστη κατάσταση. Το σημείο Β είναι το σημείο διαρροής. Το σημείο C είναι το σημείο πλήρους ανάπτυξης της αντίστασης. Στο σημείο D έχουμε απότομη μείωση της αντίστασης. Από το σημείο D μέχρι το σημείο E διατηρείται ακόμα η μικρή απομένουσα αντίσταση μέχρι την οριστική θραύση. Ανάλογα με τις προδιαγραφές θέτονται και τα όρια για τους τρεις δείκτες επιτελεστικότητας A.X., A.Z. και Π.Κ. Για το σημείο Β απαιτείται ο προσδιορισμός της Δύναμης Διαρροής και της αντίστοιχης μετατόπισης. Για τα σημεία C,D,E απαιτούνται οι αντίστοιχες δυνάμεις και οι Πλαστικές Μετατοπίσεις. Για τα όρια των σταθμών επιτελεστικότητας απαιτούνται μόνο οι Πλαστικές Παραμορφώσεις αφού οι αντίστοιχες δυνάμεις υπολογίζονται από το πρόγραμμα με γραμμικές παρεμβολές μεταξύ των σημείων B,C και D,E.

Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για να πραγματοποιηθεί η συγκεκριμένη ανάλυση (SAP2000 Non-Linear) περιέχει τα συγκεκριμένα HINGES σύμφωνα με το FEMA 356 τα οποία τοποθετούνται στις άκρες των γραμμικών στοιχείων (δοκών, υποστυλωμάτων, μεταλλικών στοιχείων ενίσχυσης).

§ Τα **υποστυλώματα** έχουν εξιδανικευτεί ως γραμμικά μέλη με τις πραγματικές τους διαστάσεις, ενώ το hinge που έχει επιλεγεί είναι το P- M_y (P-M-M στο SAP2000) το οποίο λαμβάνει υπόψη την αλληλεπίδραση αξονικής δύναμης με ροπή ως προς τον y άξονα (κάθετος στο επίπεδο του πλαισίου). Τονίζεται ότι το πλαίσιο εξετάζεται μόνο στον x άξονα όσον αφορά την πλευρική μετατόπιση (ροπές ως προς τον x άξονα και μετατοπίσεις ως προς τον y δεν υπάρχουν).



§ Το **δοκάρι** έχει εξιδανικευτεί ως μέλος γραμμικής παραμόρφωσης, του οποίου η εντατική κατάσταση περιλαμβάνει πολύ μικρές αξονικές παραμορφώσεις λόγω της διαφραγματικής λειτουργίας της πλάκας (Diaphragm Constraint). Η ανελαστική εξιδανίκευση της δοκού έγινε με την εφαρμογή στα άκρα της, πλαστικής αρθρώσεως (hinge) M-θ ροπής-στροφής.

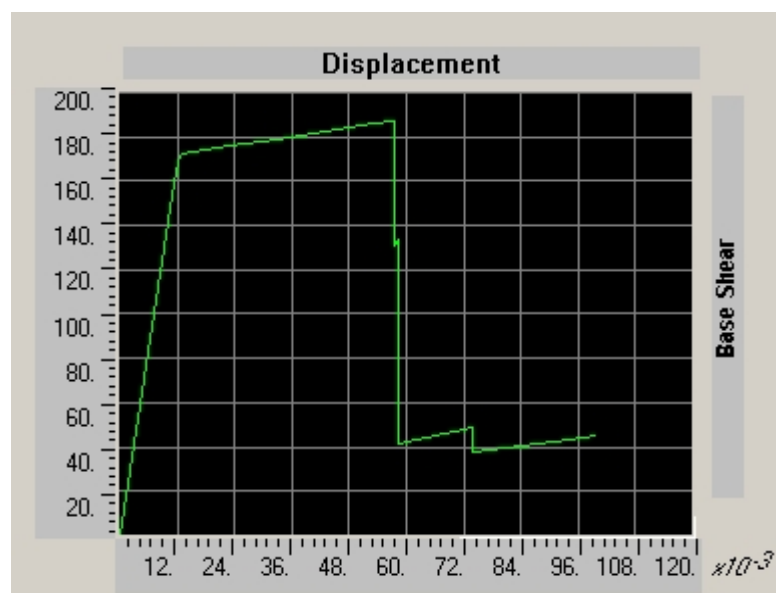


§ Τα **μεταλλικά στοιχεία ενίσχυσης** έχουν εξιδανικευτεί ως γραμμικά στοιχεία με τις πραγματικές τους διαστάσεις και για την προσομοίωση της ανελαστικής τους συμπεριφοράς έχει χρησιμοποιηθεί hinge P- δ_x για αξονική δύναμη, το οποίο έχει τοποθετηθεί στο μέσο του μέλους. .

Τονίζεται ότι η προσομοίωση-ανελαστική εξιδανίκευση των τοιχοπληρώσεων παρατίθεται παρακάτω.

Αφού προηγουμένως έχει ολοκληρωθεί η ελαστική ανάλυση με την επιβολή φορτίων $G+0,3Q$ το πλαίσιο έχει μια αρχική ελαστική παραμόρφωση. Στη συνέχεια ορίζονται τα προφίλ των πλευρικών μετατοπίσεων (pushover cases). Το ένα προφίλ περιέχει τα μόνιμα και κινητά κάθετα φορτία, ενώ το δεύτερο, το οποίο ξεκινάει από το σημείο τερματισμού του πρώτου, περιέχει την πλευρική μετατόπιση-στόχο της ανάλυσης. Κατά τη βηματική διαδικασία αύξησης της πλευρικής μετατόπισης οι παραμορφώσεις και οι δυνάμεις κάθε μέλους μεταβάλλονται ανάλογα με την ανελαστική συμπεριφορά που το διέπει. Κάποια μέλη

διαρρέουν και τελικά αστοχούν, ενώ η ανάλυση σταματά όταν έχουμε σχηματισμό μηχανισμού στο πλαίσιο. Μετά από τον σχηματισμό των διαγραμμάτων συμπεριφοράς για τις πλαστικές αρθρώσεις που χρειάστηκαν, το πρόγραμμα τρέχει την Pushover ανάλυση απ'όπου προκύπτει το διάγραμμα Τέμνουσα Βάσης/Μετατόπιση (Base Shear/Displacement).



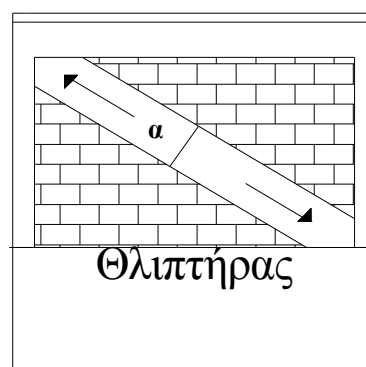
Διάγραμμα Τέμνουσας Βάσης-Μετατόπισης για το αρχικό πλαίσιο, όπως αυτό προκύπτει από το SAP2000

Στο διάγραμμα αυτό φαίνεται η μέγιστη τέμνουσα βάσης που μπορεί να δεχθεί το πλαίσιο στην αντίστοιχη μετακίνηση δ . Στο σημείο αυτό το πλαίσιο βρίσκεται πολύ κοντά στην

στάθμη Πρόληψη Κατάρρευσης(σημείο C στο διάγραμμα ανελαστικής συμπεριφοράς). Στη συνέχεια η καμπύλη προσεγγίζεται με διγραμμικό διάγραμμα με σκοπό να βρεθεί η μετακίνηση διαρροής δ της κατασκευής και πλέον μπορεί να υπολογιστεί ο λόγος που δίνει την πλαστιμότητα $\mu = \delta / \delta$

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ-ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΕΞΙΔΑΝΙΚΕΥΣΗ ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ

Σε αντίθεση με τα γραμμικά στοιχεία η προσομοίωση και η ανελαστική εξιδανίκευση των **τοιχοπληρώσεων** είναι πιο σύνθετη διαδικασία. Η προσομοίωση των τοιχοπληρώσεων έγινε με την μέθοδο του ισοδύναμου διαγώνιου θλιπτήρα. Η προσομοίωση αυτή περιγράφεται αναλυτικά στην προδιαγραφή FEMA 356 και απλοποιείται εφ'όσον αμεληθούν τα τοπικά φαινόμενα λόγω της δράσης του θλιπτήρα στα γειτονικά του στοιχεία (στύλους – δοκούς). Επιπλέον και για λόγους απλότητας, έχει γίνει κάποια χονδροειδής παραδοχή για την επιρροή των ανοιγμάτων στις ιδιότητες του θλιπτήρα. Στην παρούσα εργασία αμελήθηκαν τόσο τα τοπικά φαινόμενα όσο και η επιρροή των ανοιγμάτων. Για τους παραπάνω λόγους κρίθηκε αναγκαία η ύπαρξη περιορισμών για τη χρήση του πίνακα που χρησιμοποιήθηκε και που παρατίθεται παρακάτω. Ο πίνακας αυτός δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί στην περίπτωση εύμητων (μικρής αντοχής) στύλων και δοκών (λόγω της τέμνουσας που προσθέτει ο λοξός θλιπτήρας), καθώς και στην περίπτωση ανοιγμάτων που συνορεύουν άμεσα με τους στύλους. Όσον αφορά τις πλαστικές



παραμορφώσεις των τοιχοπλήρωσεων, που στο προσομοίωμα εκφράζονται ως πλαστικές βραχύνσεις θλιπτήρα, εφαρμόστηκαν τα όρια του πίνακα 1 της FEMA.

Πίνακας1 Μη γραμμική Διαδικασία- απλοποιημένες Σχέσεις Δυνάμεις-Παραμόρφωσης για Τοιχοπλήρωσεις						
$b = \frac{V_{\text{antochVplásiouVt}}}{V_{\text{antochVtootopIhrwshV}}}$	$\frac{L_{\text{toicoplhrwshV}}}{h_{\text{toicoplhrwshV}}}$	c	.d %	.e %	Αποδεκτά Κριτήρια	
					A.Z. %	Π.Κ. %
$b < 0,7$	0,5	-	0,5	-	0,4	-
	1,0	-	0,4	-	0,3	-
	2,0	-	0,3	-	0,2	-
$0,7 \leq b \leq 1,3$	0,5	-	1,0	-	0,8	-
	1,0	-	0,8	-	0,6	-
	2,0	-	0,6	-	0,4	-
$b \geq 1,3$	0,5	-	1,5	-	1,1	-
	1,0	-	1,2	-	0,9	-
	2,0	-	0,9	-	0,7	-
Σημείωση: Μεταξύ των τιμών του πίνακα μπορεί να εφαρμόζεται γραμμική παρεμβολή						

Για την στάθμη A.X. θεωρήθηκε drift%=0,5d

Για την στάθμη Π.Κ. θεωρήθηκε drift%=d

Για το μήκος e θεωρήθηκε drift%=1,5(FEMA 306)

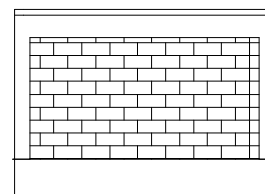
Για τον λόγο απομένουσας αντοχής c θεωρήθηκε c=0,2

Επομένως για την προσομοίωση των ενισχύσεων με τοιχοποιία (τοιχοποιία οπτόπλινθων, τοιχοποιία από έγχυτο σκυρόδεμα ,PANEL από ελαφροσκυρόδεμα) χρησιμοποιήθηκε διαγώνιος θλιπτήρας και χρειάστηκε να υπολογισθούν απ'την αρχή οι ιδιότητες και το διάγραμμα συμπεριφοράς για την πλαστική άρθρωση που τοποθετήθηκε στο μέσο του θλιπτήρα. Προκειμένου να υπάρξει αποτελεσματική προσομοίωση του διαγώνιου μέλους σε θλιπτήρα αφαιρέθηκαν οι ελευθερίες στροφής στα άκρα του(releases). Όσον αφορά τις διαστάσεις του διαγώνιου θλιπτήρα το ισοδύναμο πάχος του θεωρήθηκε ίδιο με το πάχος της εκάστοτε τοιχοπλήρωσης. Το ισοδύναμο πλάτος (a) προέκυψε από την σχέση $a/L = 0,15$ (FEMA 356) όπου L: το μήκος της δοκού = 5,2m. Όμως για λόγους προστασίας των υποστυλωμάτων θεωρήθηκαν αρμοί με αποτέλεσμα το τελικό ισοδύναμο πλάτος να μειωθεί στο μισό[1].

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ

§ Τοιχοπλήρωση με δρομικό τοίχο.

Θεωρήθηκε διαγώνιος θλιπτήρας πλάτους: 0,39m και πάχους: 0,1m. Θεωρήσαμε θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας (τούβλο παράλληλα στις οπές + κονίαμα) ίση με 1Mpa . Το μέτρο ελαστικότητας (E) του τοίχου προέκυψε από τον τύπο $E=1000 \cdot (\text{θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας})$ [3]



§ Τοιχοπλήρωση με μπατικό τοίχο.

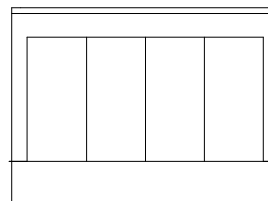
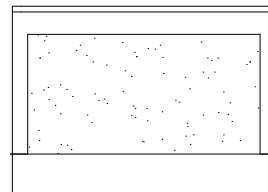
Κατά την τοιχοπλήρωση με μπατικό τοίχο η μόνη διαφοροποίηση σε σχέση με την παραπάνω περίπτωση ήταν στο πάχος του τοίχου(άρα και του θλιπτήρα) όπου θεωρήσαμε πάχος 0,2m. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τον διπλασιασμό της δύναμης διαρροής της τοιχοπλήρωσης. [3]

§ Τοιχοπλήρωση με σκυρόδεμα

Πραγματοποιήθηκαν δύο προσομοιώσεις τοιχοπληρώσεως έγχυτου σκυροδέματος. Στην πρώτη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε σκυρόδεμα ποιότητας C16/20 ενώ στη δεύτερη C12/15.

§ Τοιχοπλήρωση με PANEL από ελαφροσκυρόδεμα.

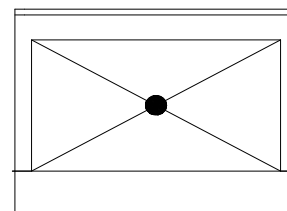
Θεωρήθηκε ότι τα PANEL που χρησιμοποιήθηκαν είναι από ελαφροσκυρόδεμα C12/15 . θεωρήθηκε πυκνότητα $\rho=1700\text{kg}/\text{m}^3$, ενώ το μέτρο ελαστικότητας βρέθηκε πολλαπλασιάζοντας εκείνο του C12/15 επί $(\rho/2200)^2$. Τελικά $E=15,5\text{GPa}$. [11]



§ Ενίσχυση με μεταλλικά στοιχεία

Για τη συγκεκριμένη ενίσχυση επιλέχθηκαν μεταλλικές δοκοί διατομής I(σύμφωνα με βιβλιογραφία). Θεωρήθηκε δομικός χάλυβας κατηγορίας Fe360 με χαρακτηριστική τιμή ορίου διαρροής $f_y=235\text{MPa}$. Η διάταξη των μεταλλικών στοιχείων θεωρήθηκε χιαστή με κόμβο στο κέντρο των δύο μεταλλικών μελών. Αρχικά χρειάστηκε να γίνει έλεγχος λυγηρότητας σύμφωνα με τους παρακάτω τύπους:

$$\lambda = \sqrt{\frac{A^* f_y}{N_{cr}}} < 1.5 \quad [6]. \text{ Οι τρεις διατομές που εξετάστηκαν IPE100,}$$



IPE120, IPE140 δεν παρουσίασαν προβλήματα λυγηρότητας παρά το γεγονός ότι αγνοήθηκε το τοπικό αδυνάτισμα της διατομής κοντά στα σημεία σύνδεσης με τα πλαίσια για αποφυγή του παραπάνω κινδύνου. Σε αυτή την περίπτωση τα μεταλλικά στοιχεία δεν προσομοιώθηκαν σαν δικτυώματα αν και τελικά προέκυψε ότι δεν παρέλαβαν σημαντικές ροπές.

§ Ενίσχυση σε διώροφο πλαίσιο

Θεωρήθηκε σκόπιμο να εξεταστεί η συμπεριφορά ενός διώροφου πλαισίου ίδιων χαρακτηριστικών με το αρχικό επειδή στην πράξη αυτό είναι αρκετά συχνό φαινόμενο. Σε μια κατασκευή συνήθως δεν έχουμε ενίσχυση μεμονωμένων πλαισίων και επομένως η συγκεκριμένη διερεύνηση παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Οι παραδοχές και τα χαρακτηριστικά των ενισχύσεων είναι οι ίδιες με την περίπτωση μονού πλαισίου.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΛΑΣΤΙΚΗΣ ΑΡΘΡΩΣΕΩΣ

Θεωρήθηκε σκόπιμο να γίνει μια παρουσίαση προσδιορισμού Π.Α (hinge) και για αυτό το λόγο παρατίθεται η αντίστοιχη διαδικασία για την περίπτωση ενίσχυσης με δομικό τοίχο. Όπως έχει ήδη αναφερθεί η θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας (τούβλο και κονίαμα) είναι $1\text{MPa}=1000\text{kN}/\text{m}^2$.

Μέτρο ελαστικότητας τοίχου: $E=1000*1000=1000000\text{ kN}/\text{m}^2$. Το πάχος τοιχοπλήρωσης είναι 0,1m άρα και το πάχος του θλιπτήρα.

Ενεργό πλάτος $= a = 0,15*L=0,78\text{m}$ όμως λόγω της παραδοχής που έγινε για τους αρμούς, θεωρούμε πλάτος θλιπτήρα 0,39m.

Εμβαδόν θλιπτήρα $= 0,039\text{ m}^2$

Ακαμψία θλιπτήρα $= E*A/L=6500\text{kN}/\text{m}$ θλιπτήρα (L =μήκος θλιπτήρα)

Δύναμη διαρροής θλιπτήρα $= 0,039*1000=39\text{kN}$

Ναντοχής τοιχοπλήρωσης $= 39*\cos 29,9^\circ = 33,8\text{kN}$ όπου $29,9^\circ$ η γωνία που σχηματίζει ο θλιπτήρας με τη δοκό.

Μετακίνηση διαρροής θλιπτήρα $\delta = 39/6500=0,006\text{m}=6\text{mm}$

$L_{\text{τοιχοπλήρωσης}}/h_{\text{τοιχοπλήρωσης}}=5,2/3=1,73$

Υπολογίζεται το $\beta = \frac{V_{\text{αντοχήςπλαισίου}}}{V_{\text{αντοχήςτοιχοπλήρωσης}}} = 187,5/33,8=5,55$.

Από πίνακα 1(FEMA356) με γραμμική παρεμβολή βρίσκεται ότι drift του $C=0,654\% = 0,00654$

$\text{drift} = \frac{\delta}{h}$ άρα το $\delta = 19\text{ mm}$ από τριγωνομετρία προκύπτει ότι:

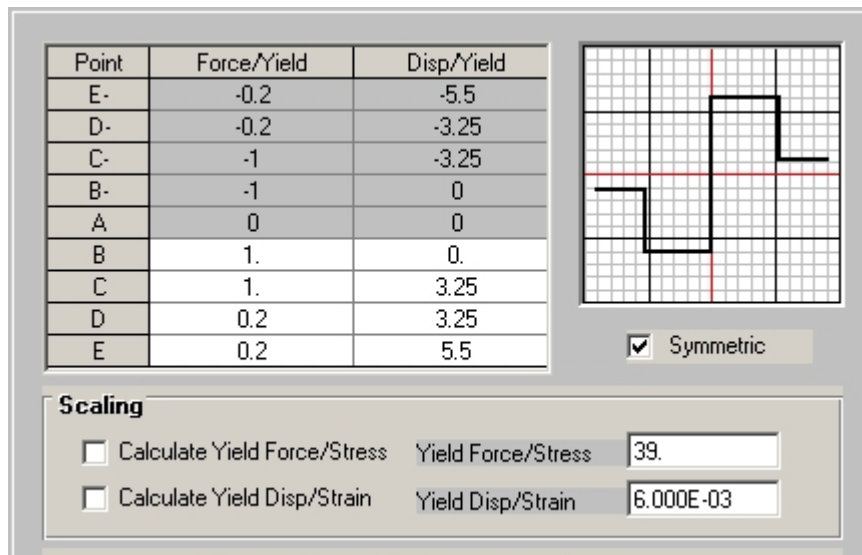
$e = \sqrt{h^2 + l^2} - \sqrt{h^2 + (L-d)^2} = 0.0255\text{m}=25,5\text{mm}$ αυτή η τιμή είναι η βράχυνση του θλιπτήρα για το σημείο C του διαγράμματος της Π.Α. , άρα

$e_{pl}^c = e_c - d_y = 25,5-6=19,5\text{mm}$ και στο πρόγραμμα τοποθετείται η τιμή

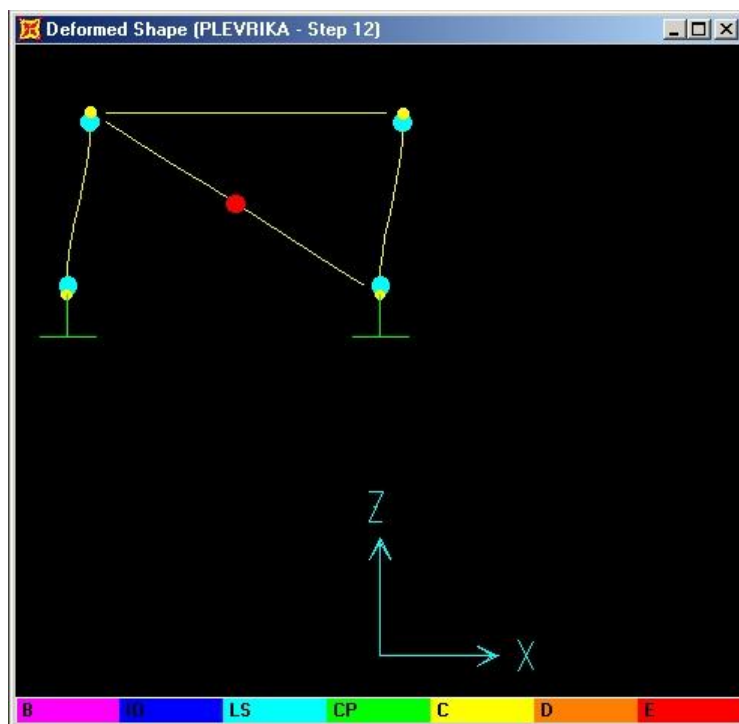
$e_{pl}^c / \delta = 19,5/6=3,25$

Με ανάλογο τρόπο για την εύρεση του σημείου E του διαγράμματος βρίσκουμε $e_{pl}^E = e_E - d_y = 39-6=33\text{mm}$ και τελικά στο πρόγραμμα τοποθετείται η τιμή

$e_{pl}^c / \delta = 33/6=5,5$



Στο διπλανό σχήμα φαίνεται το διάγραμμα συμπεριφοράς της Π.Α του θλιπτήρα του δρομικού τοίχου.

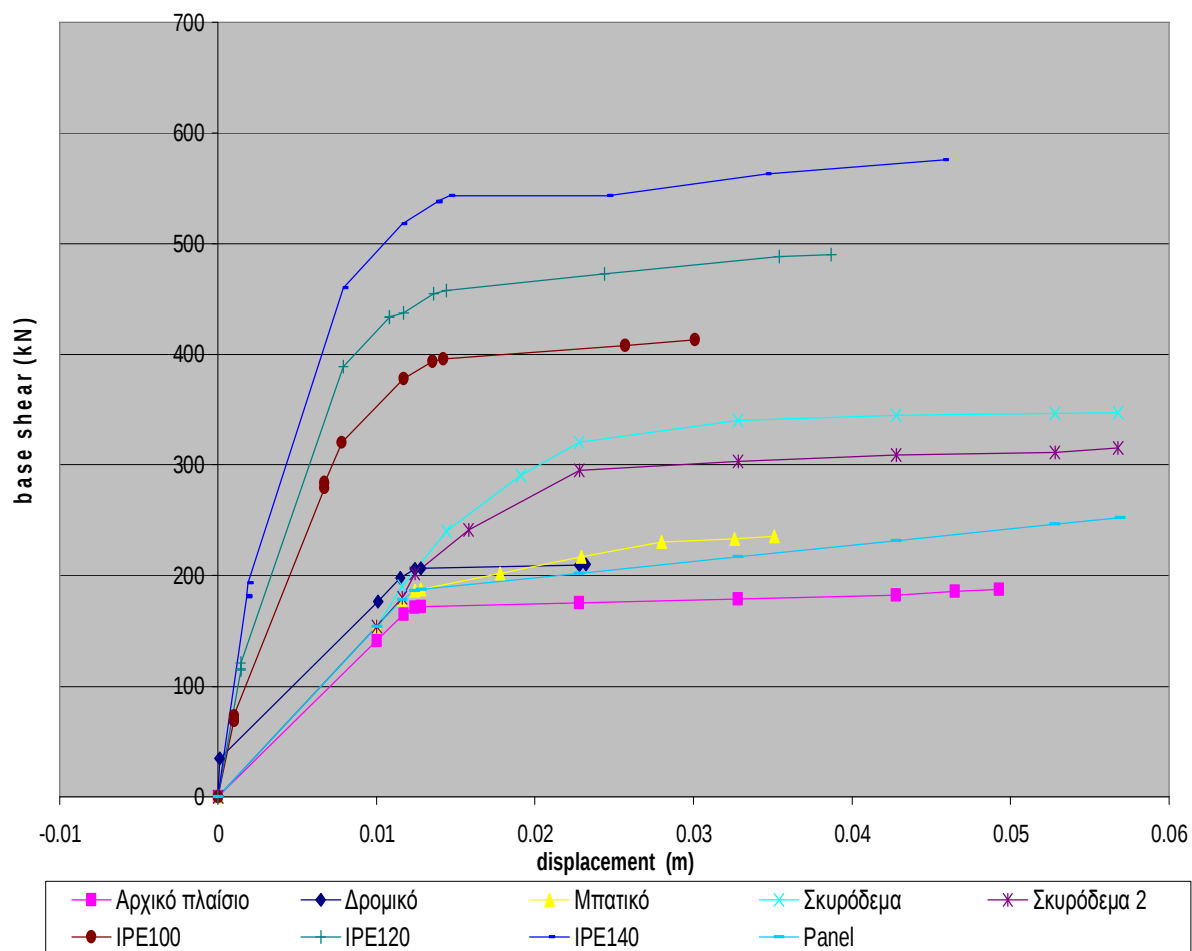


Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η 'σωστή' λειτουργία του δρομικού τοίχου καθώς εξαντλεί πλήρως την αντοχή του πριν από το πλαίσιο. Αυτή είναι ένδειξη καλής ενίσχυσης

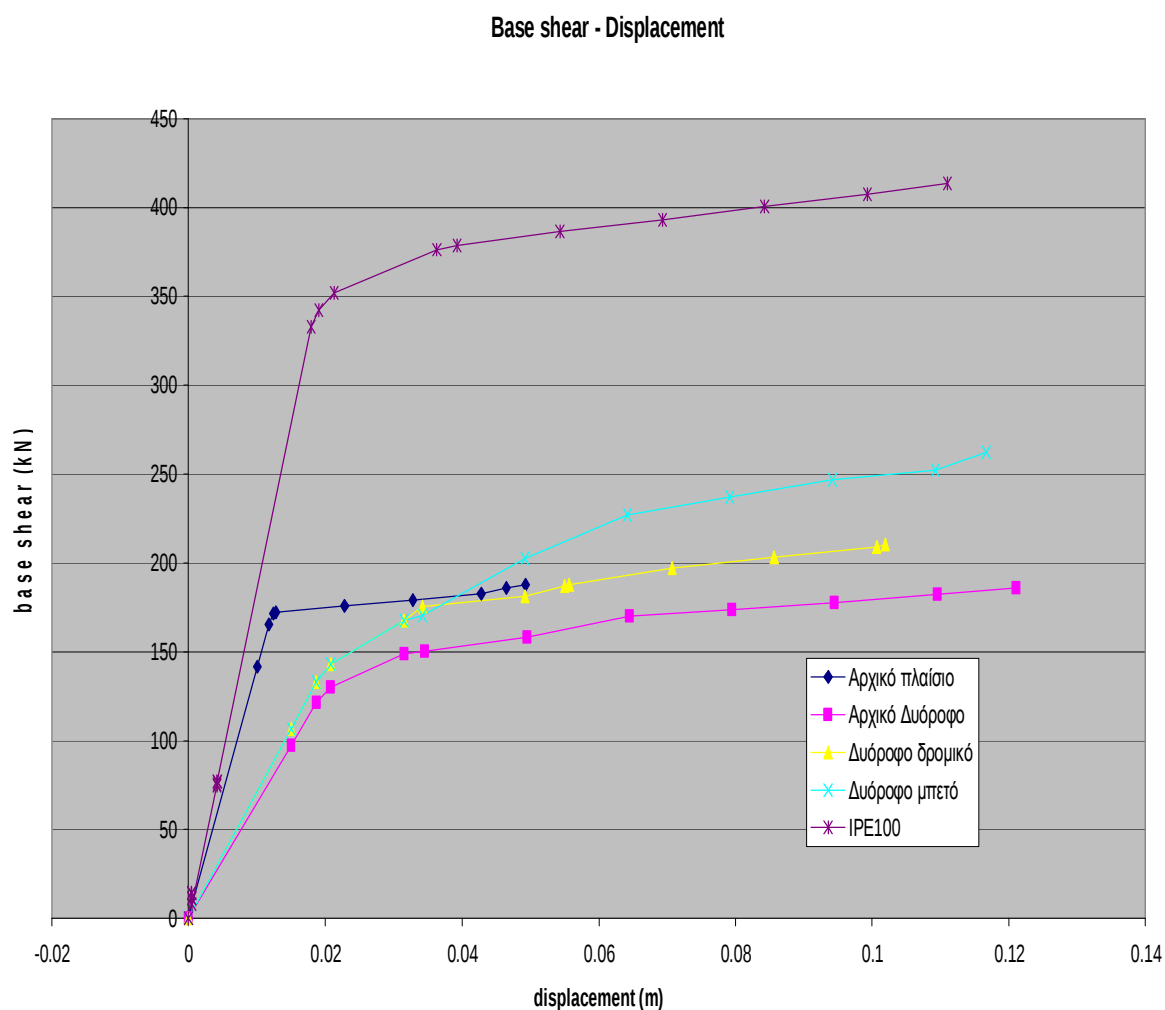
Πλέον έχει διαμορφωθεί πλήρως το διάγραμμα συμπεριφοράς της Π.Α. που θέλουμε και ακολουθεί η ανάλυση PUSHOVER που θα δώσει τη ζητούμενη καμπύλη Base-Shear/Displacement. Τονίζεται ότι το Hinge είναι P-δ για αξονική δύναμη αφού πρόκειται για θλιπτήρα.

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

BASE SHEAR - DISPLACEMENT



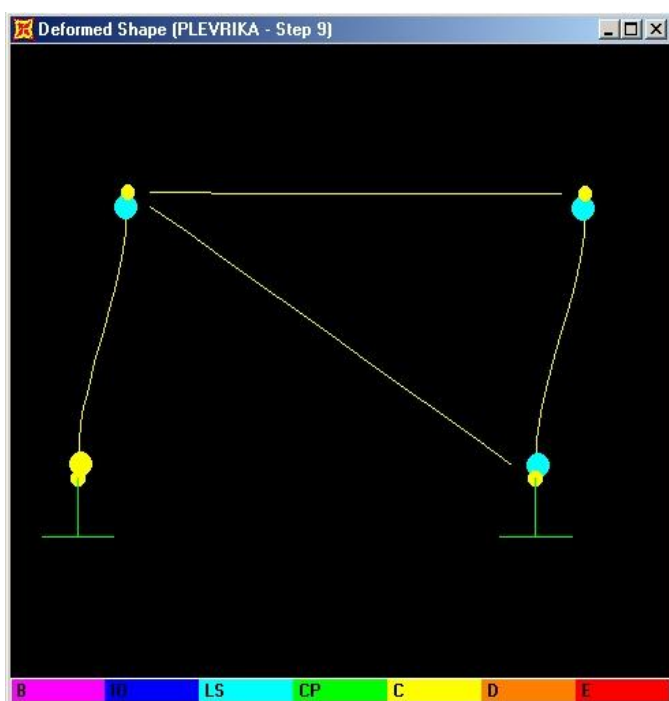
πλαίσιο	Τέμνουσα βάσης (kN)	Μετατόπιση	Δείκτης πλαστικότητας μ	$\mu'/\mu_{\text{αρχικού}}$	Τέμνουσα βάσης
					αρχικού
αρχικό	187.5012	0.0493	3.85	1	1
δρομικό	209.9471	0.0232	1.86	0.48	1.119
μπατικό	235	0.0351	2.50	0.65	1.25
Σκυρόδεμα	347.56	0.0568	2.71	0.702	1.854
Σκυρόδεμα 2	315.23	0.0568	2.97	0.771	1.68
Panel	252.1732	0.0569	2.98	0.774	1.345
IPE100	413.252	0.0301	3.76	0.97	2.2
IPE120	489.821	0.0387	4.20	1.09	2.612
IPE140	576.1475	0.0458	4.87	1.27	3.073



πλαίσιο	Τέμνουσα βάσης (kN)	Μετατόπιση	Δείκτης πλαστικότητας μ	$\mu'/\mu_{\text{αρχικό}}$	Τέμνουσα βάσης
					Τέμνουσα βάσης αρχικού
αρχικό	187.5012	0.0493	3.85	1	1
αρχικό δυοροφο	185.65	0.1211	4.60	1.21	0.99
δρομικό	210.09	0.1019	3,4	0.88	1.12
Σκυρόδεμα	262.54	0.1107	3,5	0.9	1.4
IPE100	413.55	0.111	5,22	1.36	2.2

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- § Ενώ η συμπεριφορά της δρομικής και της μπατικής τοιχοποιίας ήταν αναμενόμενες , δηλαδή συνοδεύτηκαν με αύξηση της αντοχής και μείωση της πλαστιμότητας , η συμπεριφορά της τοιχοποιίας από έγχυτο σκυρόδεμα δεν ήταν στα αναμενόμενα πλαίσια. Η αύξηση της τέμνουσας κυμάνθηκε από 1.68-1,85 σε σχέση με το αρχικό, ενώ στα διαγράμματα του βιβλίου ‘Ενισχύσεις-Επισκευές Κατασκευών από Ω/Σ ’ η αντίστοιχη αύξηση είναι της τάξης του 3,5-5,5. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η αντοχή του αρχικού πλαισίου είναι μικρή σε σχέση με την αντοχή της συγκεκριμένης τοιχοποιίας με αποτέλεσμα η δεύτερη να μην συνεισφέρει όσο θα περιμέναμε.



Όπως φαίνεται και από το διπλανό σχήμα ο θλιπτήρας δεν έχει καν διαρρεύσει ενώ στο πλαίσιο έχουμε την πρώτη ένδειξη παραμόρφωσης πέρα από τη συνθήκη ασφαλείας (Πρόληψη Κατάρρευσης)

- § Αξίζει να σημειωθεί ότι η χρήση μεταλλικών στοιχείων βελτίωσε θεαματικά την αντοχή ,όπως αναμενόταν εξάλλου. Η αύξηση της πλαστιμότητας κρίνεται ικανοποιητική καθώς κινήθηκε σε αναμενόμενα επίπεδα. Παρόλ’ αυτά από πρακτικής πλευράς η χρήση μεταλλικών στοιχείων δεν είναι παρουσιάζει πλεονεκτήματα λόγω έναρξης εξειδικευμένων συνεργείων και του υψηλού κόστους.
- § Στα δύο όμοια πλαίσια οι μετατοπίσεις ήταν αναμενόμενα υψηλές σε σχέση με το αρχικό πλαίσιο.

Με το πέρας της εργασίας κρίνεται απαραίτητο να ευχαριστήσουμε θερμά τον Βασίλη Μπαρδάκη για την παραχώρηση της Μεταπτυχιακής του εργασίας.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. . Θ Τάσιος Εκδόσεις Ε.Μ.Π. 2001 **Θεωρία σχεδιασμού Επισκευών και Ενισχύσεων. Σημειώσεις μεταπτυχιακού μαθήματος.**
2. . Ο.Α.Σ.Π. 2001 **Συστάσεις για προσεισμικές και μετασεισμικές επεμβάσεις σε κτίρια**
3. Τρ. Καραντώνη Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών 2003 **Φέρουσες τοιχοποιίες**
4. Μ.Φαρδής Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών 2002 **Μαθήματα οπλισμένου σκυροδέματος μέρος 1**
5. Σ.Η.Δρίτσος 2003 **Ενισχύσεις επισκευές κατασκευών από Οπλισμένο σκυρόδεμα**
6. **E.A.K.**
7. **Sap2000 MANUAL**
8. **FEMA 356**
9. Βασίλης Μπαρδάκης Μεταπτυχιακή εργασία υπο την επίβλεψη του καθηγητή Θ.Π.Τάσιου **Αποτίμηση του δείκτη συμπεριφοράς υφιστάμενης κατασκευής κατασκευών Ω/Σ (με μη-γραμμική στατική ανάλυση επιβαλλόμενων μετακινήσεων) και βαθμονόμηση πινάκων για την ψευδο-ποσοτική εκτίμηση του (σε τρεις στάθμες επιτελεστικότητας)**
10. Αθ. Χ. Τριανταφύλλου Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών 2003 **Προηγμένες τεχνολογίες υλικών και κατασκευών**