

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΕΝΦΑΤΝΟΥΜΕΝΩΝ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΘΑΝΑΣΟΥΛΙΑΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της εργασίας αυτής είναι να τονισθεί ο ρόλος που παίζει η προσθήκη ενφρατνόμενων τοιχωμάτων στην ενίσχυση της κατασκευής με πειράματα που έχουν γίνει κατά καιρούς, να αναφερθούν οι διάφορες τεχνικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που προσφέρει η καθεμία και τελικά κατά πόσο συμφέρει η προτίμηση αυτού του τρόπου ενίσχυσης, έναντι πολλών άλλων που υπάρχουν, με κριτήρια τεχνικά και φυσικά οικονομικά.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενίσχυση υπαρχόντων κτιρίων για τη βελτίωση της σεισμικής αντίστασης αποτελεί πρόκληση για τον πολιτικό μηχανικό καθώς απαιτεί καλές γνώσεις, ευρηματικότητα και σωστές και λογικές αποφάσεις. Οι κατευθυντήριες οδοί που θα οδηγήσουν στη σωστή επιλογή είναι τα χαρακτηριστικά που θέλουμε να βελτιώσουμε(αντοχή, δυσκαμψία, πλαστιμότητα, μείωση μετακινήσεων), οι αρχιτεκτονικοί περιορισμοί καθώς και οι οικονομικές λύσεις.

Ενφρατνόμενο τοίχωμα θεωρείται αυτό το οποίο χρησιμοποιείται για να ‘γεμίσει’ τον κενό χώρο του πλαισίου. Πολλές φορές το ενφρατνόμενο τοίχωμα δε γεμίζει πλήρως το πλαίσιο αλλά μπορεί να υπάρξει κάποιο κενό μεταξύ των κολωνών ή των δοκαριών ή να υπάρξει κάποιο άνοιγμα σε κάποιο σημείο του για λόγους αρχιτεκτονικούς.

Υπάρχουν 3 είδη τοιχωμάτων που χρησιμοποιούνται: τοιχώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα κατασκευασμένο στον τόπο του έργου, προκατασκευασμένα τοιχώματα(panels) και τοιχοποιΐα από συμπαγείς οπτόπλινθους ή τσιμεντόπλινθους. Παρακάτω θα παρουσιαστούν πειράματα τα οποία θα τονίσουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της μεθόδου αυτής.

2. ΠΕΙΡΑΜΑ 1

Το πείραμα αυτό περιλαμβάνει το προσομοίωμα ενός κτιρίου με έναν όροφο και ένα άνοιγμα. Χρησιμοποιήθηκαν 5 μοντέλα.

- Μοντέλο 1: Είναι το πλαίσιο το οποίο είναι συνδεδεμένο μονολιθικά με το τοίχωμα.
- Μοντέλο 2: Κατασκευάστηκαν πρώτα τα μέλη του πλαισίου(κολώνες, δοκάρι) και μετά το τοίχωμα.
- Μοντέλο 3: Χρησιμοποιήθηκε προκατασκευασμένο τοίχωμα(precaster panel)
- Μοντέλο 4: Χρησιμοποιήθηκε προκατασκευασμένο τοίχωμα χωρισμένο σε 6 επιμέρους τμήματα(Multiple precast panel).
- Μοντέλο 5: Δεν τοποθετήθηκε τοίχωμα.

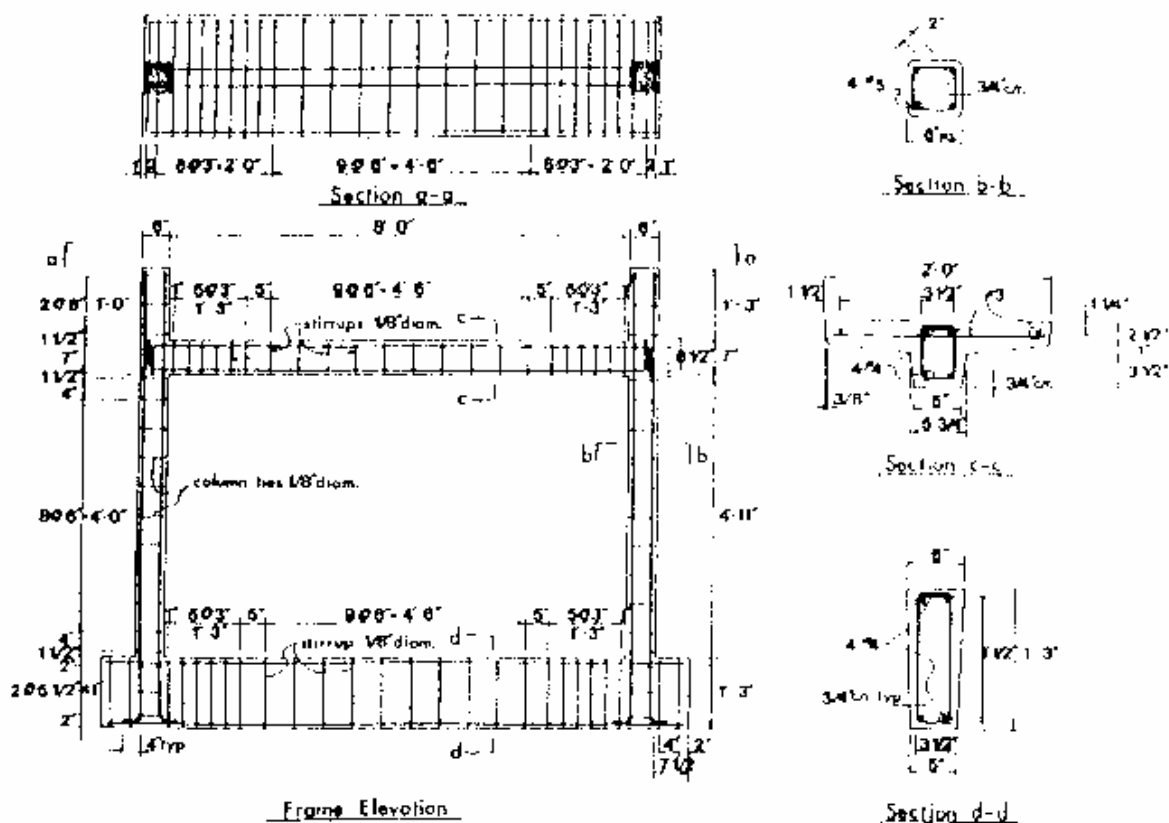
Το τοίχωμα, του μοντέλου 2, συνδέθηκε με βλήτρα βάθους 100 mm ενώ η σκυροδέτηση του τοιχώματος έγινε μέχρις απόσταση 76 mm από τη δοκό. Το κενό που δημιουργήθηκε καλύφθηκε με ειδικό τσιμέντο.

Το προκατασκευασμένο τοίχωμα, του μοντέλου 3, κατασκευάστηκε με πλάτος 130 mm στην κορυφή και στη βάση του οποίου τοποθετήθηκε μεταλλική πλάκα 10 mm. Ο κατακόρυφος οπλισμός συγκολλήθηκε στην πλάκα αυτή. Το τοίχωμα συνδέθηκε με το πλαίσιο συγκολλώντας τη μεταλλική πλάκα με ειδικούς συνδέσμους. Όταν τοποθετήθηκε το τοίχωμα αφέρθηκε κενό 10 mm μεταξύ κάθε κολώνας για την αποφυγή διατμητικής αστοχίας.

Τα 6 επιμέρους προκατασκευασμένα τοιχώματα, του μοντέλου 4, κατασκευάστηκαν με τον κατακόρυφο οπλισμό τοποθετημένο στην άκρη καθενός. Η σύνδεση με το πλαίσιο έγινε

όπως και στο μοντέλο 3 ενώ τα επιμέρους τμήματα κατασκευάστηκαν με κενό 6 mm μεταξύ τους και με κενό 6 mm από τις κολώνες.

Όλα τα τοιχώματα έχουν τον ίδιο οριζόντιο και κατακόρυφο οπλισμό ενώ όλα τα μοντέλα φορτίστηκαν οριζόντια χωρίς επιπρόσθετο κατακόρυφο φορτίο.



Σχήμα 1: Λεπτομέρεια του οπλισμού των μελών του πλαισίου [1]

ΑΣΤΟΧΙΑ

Παρατηρήθηκαν τα εξής για κάθε μοντέλο

- Μοντέλο 1: Ρωγμές στη βάση του τοιχώματος και διατμητική αστοχία στις κολώνες. Επίσης η ικανότητα παραλαβής επιπλέον φορτίου μειώθηκε δραματικά μετά την αστοχία των κολωνών.
- Μοντέλο 2: Αστοχία του ειδικού τσιμέντου που χρησιμοποιήθηκε για να καλύψει το κενό μεταξύ τοιχώματος και δοκαριού. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα η κολώνα να κληθεί να παραλάβει όλο το διατμητικό φορτίο το οποίο οδήγησε σε διατμητική αστοχία των κολωνών. Μετά από αυτή την αστοχία η ικανότητα παραλαβής επιπλέον φορτίων μειώθηκε δραματικά όπως και στο μοντέλο 1.
- Μοντέλο 3: Αστοχία των κοχλιών της μεταλλικής πλάκας, που τοποθετήθηκε στην κορυφή και στη βάση του τοιχώματος, κατά τη φόρτιση στην αρνητική διεύθυνση το οποίο οδήγησε σε διατμητική αστοχία του δοκαριού. Κατά τη φόρτιση στη θετική διεύθυνση η αστοχία καθυστέρησε να συμβεί. Παρατηρήθηκε ότι τα κενά μεταξύ κολωνών και τοιχώματος ήταν υπεύθυνα για τη διατήρηση της πλαστιμότητας και της αποφυγής της διατμητικής αστοχίας των κολωνών.

- Μοντέλο 4: Τα 6 επιμέρους τοιχώματα λειτούργησαν σε μια σειρά από αμφίπακτα δοκάρια. Οι κατακόρυφοι οπλισμοί διέρρευσαν γρήγορα και το βέλος κάμψης που δημιουργήθηκε τα έφερε σε επαφή μεταξύ τους και με τις κολώνες με αποτέλεσμα να αστοχήσουν διατμητικά στην κορυφή και στη βάση τους οι κολώνες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όλα τα πλαίσια με τοιχώματα ήταν σαφώς ανώτερα από το πλαίσιο χωρίς τοίχωμα και σε θέμα αντοχής και δυσκαμψίας.

Το μοντέλο 4 διατήρησε την ικανότητα σε παραλαβή επιπλέον φορτίων ενώ τα υπόλοιπα είχαν φτάσει στα όρια τους. Σε θέμα δυσκαμψίας το μοντέλο 1 είχε τη μεγαλύτερη ενώ το 4 τη μικρότερη. Το 2 και το 3 συμπεριφέρθηκαν περίπου ίδια.

Αυτό που παρατηρήθηκε είναι ότι όταν αστοχούσαν τα τοιχώματα οι κολώνες αναλάμβαναν όλο το διατμητικό φορτίο. Αυτό σημαίνει ότι οι κολώνες, οι οποίες ουσιαστικά λειτουργούν σαν κρυφά υποστηλώματα για το τοίχωμα, χρειάζονται ενίσχυση με περίσφιξη και συνδετήρες ανά κοντινές αποστάσεις. [1]

3. ΠΕΙΡΑΜΑ 2

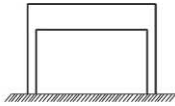


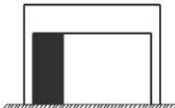




Το πείραμα αυτό διαπραγματεύεται τα μερικώς τοιχοπληρωμένα πλαίσια. Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται για αρχιτεκτονικούς λόγους. Η έρευνα έδειξε ότι η συνολική συμπεριφορά του πλαισίου επηρεάζεται από:

- Τις ιδιότητες του τοιχώματος και του πλαισίου όπως από τον οπλισμό των υποστηλωμάτων, των δοκών, την αντοχή του σκυροδέματος σε θλίψη και τα υλικά του τοιχώματος(αν είναι τοιχοποιία ή από οπλισμένο σκυρόδεμα κ.τ.λ.)
- Τον τύπο και την αποτελεσματικότητα της σύνδεσης μεταξύ του τοιχώματος και των μελών του πλαισίου
- Τον οπλισμό του τοιχώματος

Το προσομοίωμα είναι ένας όροφος με ένα άνοιγμα όπου χρησιμοποιήθηκαν 9 μοντέλα. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και οι οπλισμοί όλων των μοντέλων είναι ίδιοι. Τα υποστηλώματα έχουν διαστάσεις 150*100(σε mm) και οι δοκοί 150*300(σε mm). Τα υποστηλώματα έχουν διαμήκη οπλισμό 4Φ10 και εγκάρσιο Φ6/80 ενώ τα δοκάρια 8Φ8 και Φ6/80 αντίστοιχα. Ο οριζόντιος οπλισμός και ο κατακόρυφος του τοιχώματος είναι ίδιος για όλα τα μοντέλα, $\rho_h = \rho_v = 0,009$. Η ένωση του τοιχώματος με το πλαίσιο έγινε με βλήτρα. Τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν φαίνονται παρακάτω.

Στο μοντέλο 2 το τοίχωμα είναι μονολιθικά συνδεδεμένο με το πλαίσιο ενώ στο 3 πρώτα κατασκευάστηκαν τα μέλη του πλαισίου και μετά το τοίχωμα. Στο μοντέλο 9 το μέγεθος του ανοίγματος είναι 325*433(σε mm).

Όλα τα μοντέλα φορτίστηκαν με ανακυκλιζόμενη οριζόντια δύναμη προσομοιώνοντας σεισμική δράση.

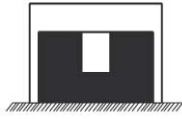
Specimen no: (1)	Infill panel					f_c (MPa)	
		l_w (mm) (3)	h_w (mm) (4)	l_w/h_w (5)	f_c (MPa) Frame (6)	Infill (7)	
							
		1300	750	1.73	25.3	25.3	
		1300	750	1.73	24.2	20.7	
		325	750	0.43	22.5	20.1	
		650	750	0.87	24.3	22.5	
		975	750	1.30	20.0	22.0	
		2x 487.5	750	1.30	20.1	22.8	
		650	750	0.87	23.9	25.3	

---21.8---

Specimen no: (1)

Infill panel

fc



Σχήμα 2: Όψεις των μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν και διαστάσεις των τοιχωμάτων [2]

ΑΣΤΟΧΙΑ

Μετά το τέλος των φορτίσεων τα πλαίσια αστόχησαν με τους τρόπους που δείχνουν οι παρακάτω εικόνες.



Σχήμα 3: Αστοχία των μοντέλων [2]

Το μοντέλο 1 αστόχησε εξαιτίας του μηχανισμού που δημιουργήθηκε (πλαστικές αρθρώσεις στα υποστηλώματα), το μοντέλο 2 από διατμητική ολίσθηση στη βάση του τοιχώματος, στο 3 αστόχησε το σκυρόδεμα σε θλίψη, στο 4 αστόχησε η κολώνα, στο 5,6,7 και 8 αστόχησε το σκυρόδεμα σε θλίψη ενώ στο 9 δημιουργήθηκαν κοντά υποστηλώματα.

Οι τιμές του μέγιστου φορτίου, που μπόρεσε να παραλάβει κάθε μοντέλο, και της δυσκαμψίας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Specimen no: (1)	Ultimate load (kN)			Initial stiffness (kN/mm)		
	Experimental (2)	Analytical (3)	Ratio ^a (4)	Experimental (5)	Analytical (6)	Ratio ^a (7)
1	26.30	25.60	1.03	4.50	5.10	0.88
2	351.00	363.00	0.97	212.80	225.70	0.94
3	247.90	252.30	0.98	159.60	167.40	0.95
4	98.10	82.19	1.19	21.10	26.50	0.80
5	150.30	153.40	0.98	49.20	55.62	0.88
6	193.80	190.80	1.02	77.20	84.71	0.91
7	155.90	157.50	0.99	64.80	68.99	0.94
8	131.30	128.30	1.02	46.70	52.55	0.89
9	179.50	173.70	1.03	91.60	103.69	0.88

Πίνακας 1: Τιμές μέγιστου φορτίου και δυσκαμψίας [2]

Συμπεράσματα

Γενικά η ενίσχυση του πλαισίου με τις παραπάνω μεθόδους αύξησε τη δυσκαμψία και την αντοχή του μη τοιχοπληρωμένου πλαισίου.

- Τα μοντέλα με τα πλευρικά τοιχώματα στη μία πλευρά(4,5,6) παρουσίασαν βελτιωμένη αντοχή 4-8 φορές περισσότερο απ'ότι το μη τοιχοπληρωμένο πλαίσιο. Επίσης παρατηρήθηκε ότι όσο μεγαλύτερος ο λόγος των διαστάσεων του τοιχώματος(μήκους/πλάτους) τόσο βελτιωμένη η συμπεριφορά του πλαισίου.
- Το μοντέλο 7 παρουσίασε 20% λιγότερη αντοχή απ'ότι το 6 παρόλο που έχουν τον ίδιο λόγο διαστάσεων. Το μοντέλο 8 παρουσίασε μειωμένη αντοχή κατά 13% απ'ότι το 5 παρόλο που έχουν τον ίδιο λόγο διαστάσεων. Παρατηρούμε ότι η ασυνέχεια του τοιχώματος παρουσιάζει μειωμένη αντοχή και δυσκαμψία απ'ότι ένα πλευρικό τοίχωμα με ίδιο λόγο διαστάσεων.
- Όσον αφορά την ικανότητα απορρόφησης ενέργειας, το μοντέλο 2 παρουσίασε ικανότητα 7 φορές περισσότερο απ'ότι το μη τοιχοπληρωμένο πλαίσιο ενώ σε σύγκριση με τα μοντέλα 4,5,6 από 1,5-3 φορές περισσότερο.
- Τελικά την καλύτερη συμπεριφορά παρουσίασαν τα πλήρως τοιχοπληρωμένα πλαίσια και ακολούθησαν αυτά με πλευρικά τοιχώματα στη μία πλευρά. [2]

4.ΠΕΙΡΑΜΑ 3

Το πείραμα αυτό εξετάζει την επίδραση των ματίσεων του διαμήκους οπλισμού των υποστηλωμάτων στη συνολική συμπεριφορά του πλαισίου. Χρησιμοποιούνται 6 μοντέλα με 2 ορόφους και ένα άνοιγμα.

- Μοντέλο 1: Μη τοιχοπληρωμένα πλαίσια
- Μοντέλο 2: Πλάισια με τοιχοπλήρωση και με διαμήκη οπλισμό υποστηλωμάτων ο οποίος είναι συνεχόμενος.
- Μοντέλο 3: Πλάισια με τοιχοπλήρωση χωρίς ενίσχυση στην περιοχή των ματίσεων.
- Μοντέλο 4:Πλάισια με τοιχοπλήρωση και προσθήκη περιμετρικής ενίσχυσης στην περιοχή των ματίσεων με διαστάσεις 150*50 και διαμήκη οπλισμό 4Φ6 και εγκάρσιο Φ6/50.
- Μοντέλο 5:Πλάισια με τοιχοπλήρωση και αύξηση της διατομής των υποστηλωμάτων στο διπλάσιο. Ο διαμήκης οπλισμός της νέας κολώνας είναι 4Φ6. Ο εγκάρσιος οπλισμός είναι Φ6/25 στην περιοχή των ματίσεων και Φ6/50 εκτός ματίσεων.

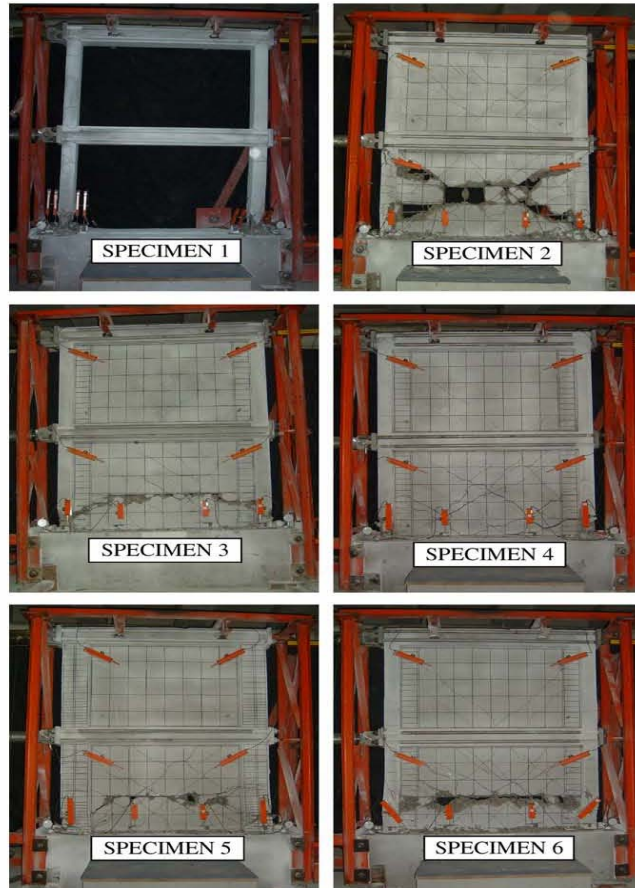
- Μοντέλο 6: Πλαίσια με τοιχοπλήρωση και συγκόλληση διαμήκους οπλισμού των υποστηλωμάτων στην περιοχή των ματίσεων.

Όσοι οπλισμοί υποστηλωμάτων ματίστηκαν είχαν μήκος μάτισης 150 mm. Τα υποστηλώματα είχαν διαστάσεις 150*100, διαμήκη οπλισμό 4Φ10 και εγκάρσιο Φ6/100. Αντίστοιχα, τα δοκάρια 150*150, 6Φ8 και Φ6/100.

Τα τοιχώματα συνδέθηκαν με τα πλαίσια με βλήτρα και όλα είχαν ίδιο οπλισμό.

ΑΣΤΟΧΙΑ

Μετά τη φόρτιση των μοντέλων προέκυψαν οι παρακάτω αστοχίες.



Σχήμα 4: Αστοχία μοντέλων [3]

Το μοντέλο 1 αστόχησε εξαιτίας μηχανισμού που δημιουργήθηκε (πλαστικές αρθρώσεις στις κολώνες), το 2 αστόχησε διατμητικά (μεγάλες διαγώνιες ρωγμές) με αποτέλεσμα να σπάσει το σκυρόδεμα, το 3,5,6 είχαν τον ίδιο τρόπο αστοχίας (καμπτικά και διατμητικά) καθώς η οριζόντια ρωγή ενώθηκε με τις διαγώνιες, με εμφανή την αστοχία του σκυροδέματος. Το 4 αστόχησε και αυτό καμπτικά και διατμητικά χωρίς την εμφανή αστοχία του σκυροδέματος.

Specimens	Ultimate load capacity (KN)		Initial stiffness (KN/mm)	
	Experimental	Analytical	Experimental	Analytical
1	15,46	13,57	2,45	2,44
2	156,00	161,43	217,38	239,50
3	82,62	83,28	70,94	82,67
4	127,02	128,94	129,11	155,45
5	136,53	137,60	337,99	368,25
6	174,25	168,60	203,97	232,23

Πίνακας 2: Τιμές μέγιστου φορτίου και δυσκαμψίας [3]

Παρατηρούμε ότι η αντοχή των μοντέλων με ενισχυμένες τις περιοχές των ματίσεων αυξήθηκε έως και 10 φορές περισσότερο από τα πλαίσια χωρίς τοιχοπλήρωση. Τη μεγαλύτερη αντοχή είχε το μοντέλο 6 και μάλιστα τη διπλάσια από το 3 ενώ τα μοντέλα 4 και 5 είχαν 1,6 φορές περισσότερη αντοχή από το 3.

Τα μοντέλα με τοιχοπλήρωση παρουσίασαν αυξημένη δυσκαμψία από 38 έως 78 φορές από τα πλαίσια χωρίς τοιχοπλήρωση. Το μοντέλο 3 είχε τη μικρότερη δυσκαμψία ενώ το 5 τη μεγαλύτερη.

Η ικανότητα απορρόφησης ενέργειας των τοιχοπληρωμένων πλαισίων βελτιώθηκε ενισχύοντας τις περιοχές των ματίσεων. Συγκεκριμένα, το μοντέλο 6 απορρόφησε τη μεγαλύτερη ποσότητα σε σύγκριση με αυτά που είχαν ενισχυμένες περιοχές ματίσεων. Με τον ίδιο τρόπο συμπεριφέρθηκε και το μοντέλο 2. Το μοντέλο 3 παρουσίασε τη μικρότερη απορρόφηση ενέργειας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Γενικά η αντοχή, η δυσκαμψία και η ικανότητα απορρόφησης ενέργειας βελτιώθηκε όταν τα πλαίσια ενισχύθηκαν με τοιχώματα.

Τα μοντέλα με ενισχυμένη την περιοχή των ματίσεων παρουσίασαν μειωμένη αντοχή, δυσκαμψία και ικανότητα απορρόφησης ενέργειας από το μοντέλο με συνεχή διαμήκη οπλισμό των υποστηλωμάτων.

Το μοντέλο 6 με συγκολλημένο τον οπλισμό αποδείχθηκε η πιο πετυχημένη τεχνική από αυτές που χρησιμοποιήθηκαν στην περιοχή των ματίσεων καθώς παρουσίασε την καλύτερη συμπεριφορά σε αντοχή, δυσκαμψία και ικανότητα απορρόφησης ενέργειας. [3]

5. ΣΗΜΕΙΑ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΠΡΟΣΕΞΟΥΜΕ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ

Χρησιμοποιώντας τα τοιχώματα ως μέσο ενίσχυσης πρέπει να παρατηρήσουμε ότι αλλάζουν τα δυναμικά χαρακτηριστικά της κατασκευής όπως δυσκαμψία, μάζα και συνεπώς ιδιοπερίοδος καθώς $T = (2\pi M^{1/2}) / K^{1/2}$. Η δυσκαμψία αυξάνεται κατά πολλές φορές, όπως είδαμε στα προηγούμενα ενώ την αύξηση της μάζας μπορούμε να την αγνοήσουμε καθώς είναι μικρή. Συνεπώς η ιδιοπερίοδος μικραίνει κάτι το οποίο σημαίνει ότι η φασματική επιτάχυνση αυξάνεται που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι αυξάνονται και οι σεισμικές δυνάμεις αφού αυξάνεται η τέμνουσα βάσης η οποία είναι ανάλογη της φασματικής επιτάχυνσης. [4]

Αυτό μπορούμε να το τεκμηριώσουμε απλά εφαρμόζοντας τους τύπους που δίνει ο Ε.Α.Κ. για τυχαία νούμερα ιδιοπεριόδων, κατηγορία εδάφους Α και $q = 3,5$. [5]

$$\text{➤ } 0 \leq T < T_1 \quad S_a = \gamma * A [1 + T / T_1 (\theta * \beta_0 / q - 1)] \quad (1)$$

$$\text{➤ } T_1 \leq T \leq T_2 \quad S_a = \gamma * A * \theta * \beta_0 / q \quad (2)$$

$$\text{➤ } T_2 < T \quad S_a = (\gamma * A * \theta * \beta_0 / q) * (T_2 / T)^{2/3} \quad (3)$$

$$T_1 = 0,1 \text{ sec} \quad T_2 = 0,4 \text{ sec}$$

$$\text{Για } T = 0,5 \text{ είμαστε στην τρίτη περίπτωση και } S_a = 1,45 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Για } T = 0,2 \text{ είμαστε στη δεύτερη περίπτωση και } S_a = 1,68 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Για } T = 0,05 \text{ είμαστε στην πρώτη περίπτωση και } S_a = 2,02 \text{ m/s}^2$$

6. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Γενικά η ενίσχυση των κτιρίων με ενφρατνόμενα τοιχώματα έδειξε ότι αυξάνει τη δυσκαμψία, την αντοχή, κάποιες φορές την πλαστιμότητα και μειώνει τις μετακινήσεις. Η τεχνική αυτή συμφέρει από οικονομική άποψη καθώς χρησιμοποιούνται κοινά υλικά (σκυρόδεμα, χάλυβας οπλισμού, βλήτρα), η τοποθέτησή τους είναι εύκολη και δε χρειάζεται ιδιαίτερα εξειδικευμένο εργατικό προσωπικό. Το μόνο αρνητικό είναι ότι η τοποθέτηση τοιχωμάτων σημαίνει και αλλαγή στον τρόπο θεμελίωσης κάτι το οποίο είναι δύσκολο και δαπανηρό να επιτευχθεί.

Αυτό που πρέπει να προσέξουμε είναι τα υπόλοιπα μέλη του πλαισίου(υποστηλώματα, δοκάρια) χρειάζονται ενίσχυση καθώς τα δοκάρια καλούνται να παραλάβουν μεγαλύτερες δυνάμεις και τα υποστηλώματα παίζουν το ρόλο των ενισχυμένων περιοχών των τοιχωμάτων. Άρα πρέπει να αυξήσουμε τις διατομές τους και τον οπλισμό τους. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στον εγκάρσιο οπλισμό των υποστηλωμάτων καθώς είδαμε πολλές διατμητικές αστοχίες. Αυτό μπορεί να γίνει με περίσφιγξη και με κλειστούς συνδετήρες ανά κοντινές αποστάσεις(τουλάχιστον να τηρούνται τα ελάχιστα του κανονισμού). Επίσης προσοχή θέλουν και οι περιοχές των ματίσεων όπου είδαμε ότι ο αποτελεσματικότερος τρόπος είναι η συγκόλληση των σιδήρων ή η συνέχεια του οπλισμού στους παραπάνω ορόφους κάτι το οποίο είναι δύσκολο να επιτευχθεί σε πολυόροφα κτίρια.

Τα μερικώς τοιχοπληρωμένα πλαίσια ενδείκνυνται όταν έχουμε αρχιτεκτονικούς περιορισμούς με αρκετές όμως αδυναμίες σε σύγκριση με τα ολικά τοιχοπληρωμένα.

Τέλος δεν πρέπει να αγνοήσουμε τις αλλαγές στα δυναμικά χαρακτηριστικά της κατασκευής καθώς οι σεισμικές δυνάμεις αυξάνονται.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Lawrence F. Kahn, Robert D. Hanson, Members, ASCE, “Journal of the structural division”, Infilled walls for earthquake strengthening, Vol. 105, No. ST2, February 1979.
- [2] Ozgur Anil, Sinan Altin, Department of Civil Engineering, Gazi University, Turkey, An experimental study on reinforced concrete partially infilled frames, available online at www.sciencedirect.com, doi:10.1016/j.engstruct.2006.05.011.
- [3] Sinan Altin, Ozgur Anil, Mehmet Emin Kara, Department of Civil Engineering, Gazi University, Turkey, Strengthening of reinforced concrete(RC) nonductile frames with RC infills, available online at www.sciencedirect.com, doi:10.1016/j.cemconcomp.2007.05.003.
- [4] Vitelmo Bertero, F. ASCE and Steven Brokken, “Journal of structural engineering”, Infills in seismic resistant building, Vol. 109, No.6, 1983.
- [5] E.A.K. 2000, Κεφάλαιο 2, Φάσματα σχεδιασμού.