

Μία πρόταση για την βελτίωση της πλαστιμότητας των αντισεισμικών τοιχωμάτων των πολυώροφων οικοδομών

Θεόδωρος Χρυσανίδης

Δρ. Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ., MSc DIC, theodoros_gr@yahoo.com

Αναστάσιος Βαφειάδης

Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ.

Αλέξανδρος Νικολαΐδης

Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ.

Κωνσταντίνος Μαστρονικολάου

Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ.

Ιωάννης Τέγος

Ομότιμος Καθηγητής Α.Π.Θ., itegos@civil.auth.gr

Εκτενής περίληψη

1. Αντικείμενο

Η ενσωμάτωση μεγάλης διατομής κατακόρυφων κοιλοδοκών στα περισφιγμένα άκρα της κρίσιμης περιοχής των αντισεισμικών τοιχωμάτων αναμένεται να συνεισφέρει στη δραστική ανάσχεση της διατμητικής ολίσθησης κατά μήκος της ακραίας διατομής εξαιτίας των εμφανιζόμενων καμπτικών διαμπερών ρωγμών στη βάση του τοιχώματος. Η παρούσα εργασία είναι αμιγώς πειραματική και στα πλαίσιά της εξετάζονται θέματα διατμητικής ολίσθησης, μέσω των οποίων επιδιώκεται η εξαγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με την αποδοτικότητα των κοιλοδοκών σε σχέση με τις συμβατικές διατάξεις όπλισης του Κανονισμού. Πιο συγκεκριμένα, επιχειρείται η αξιολόγηση μιας πρότασης η οποία αφορά στην τοποθέτηση κοιλοδοκών, εντός των κρίσιμων περισφιγμένων περιοχών των τοιχωμάτων των πολυώροφων οικοδομικών συστημάτων.

Αναμένεται οι κοιλοδοκοί αυτές να βελτιώσουν τις αντισεισμικές μηχανικές ιδιότητες αυτών των σπουδαίων, από άποψης συμβολής, αντισεισμικών μελών του χωρικού συστήματος.

Η αναμενόμενη βελτίωση προβλέπεται να προέλθει από:

1) την αύξηση της περίσφιξης στις περιοχές αυτές καθ' όσον το εντός των κοιλοδοκών σκυρόδεμα ευρίσκεται εν απολύτω περισφίξει.

2) την δραστική μείωση των ολισθήσεων στην κρίσιμη διατομή καθόσον η δράση βλήτρου των εν λόγω κοιλοδοκών είναι πολλαπλάσια εκείνης των συμβατικών οπλισμών εξαιτίας της λεπτότητας αυτών των οπλισμών οι οποίοι, στην καλύτερη περίπτωση, είναι της τάξεως του Φ20.

Καινοτομία της εργασίας αποτελεί το γεγονός ότι επιχειρήθηκε εν συνδυασμό με την χρήση των κοιλοδοκών στις θέσεις των κρίσιμων ζωνών των τοιχωμάτων η τοποθέτηση ανασχετήρων (stoppers), προς περαιτέρω αποτροπή της αναμενόμενης ολίσθησης κατά μήκος της διαμπερούς ρωγμής στην βάση του πακτωμένου τοιχώματος. Η πειραματική έρευνα ξεκίνησε με μετρήσεις επί της αντίστασης έναντι ολίσθησης διαφόρων περιπτώσεων διαμήκων οπλισμών των ενισχυμένων άκρων, οπότε ανεδείχθη η συντριπτική υπεροχή της κοιλοδοκού και κατόπιν έγινε ακόμη ένα βήμα προς την αξιολόγηση της πρότασης με την ένταξη κοιλοδοκών σε ολοκληρωμένα πλέον τοιχώματα υπό

κλίμακα 1:2,50. Οπότε κατεβλήθη προσπάθεια να μετρηθούν πειραματικώς οι τιμές της βασικής παραμέτρου εκ των σεισμικών βασικών ιδιοτήτων, δηλαδή της πλαστιμότητας μετακινήσεων. Βεβαίως θα πρέπει να ομολογηθεί ότι η προσέγγιση δεν είναι τέλεια από πλευράς διατάξεως της φορτίσεως σε σύγκριση με μία διάταξη φόρτισης πραγματικού τοιχώματος μέσω εμβόλου εναλλασσόμενης φόρτισης, ωστόσο για την εξαγωγή προκαταρκτικών συμπερασμάτων αυτός ο τρόπος κρίθηκε αποδεκτός.

Η εργασία είναι ακραιφνώς πειραματική και περιλαμβάνει τη διερεύνηση των αντισεισμικών μηχανικών ιδιοτήτων δύο δοκιμίων εκ των οποίων, το ένα με συμβατικούς οπλισμούς κατά τον EC8-1 και το δεύτερο με τους ίδιους οπλισμούς και επιπλέον την ένταξη δύο κοιλοδοκών στις κρίσιμες περισιφιγμένες περιοχές της διατομής των τοιχωμάτων. Εκτός των δύο αυτών βασικών δοκιμίων περιλαμβάνει και άλλα 6 δοκίμια μέσω των οποίων εξετάστηκε μεμονωμένως η αποδοτικότητα διαφόρων διατάξεων ως ανασχετικών μέσων ολίσθησης. Θα πρέπει εξαρχής να τονιστεί ότι οι χρησιμοποιηθείσες δοκοί, ως υποκατάστατα τοιχωμάτων, ισοδυναμούν στην πραγματικότητα η κάθε μία σε διπλό τοίχωμα καθ' όσον το πάχος τους 20cm δεν συσχετίζεται με την κλίμακα 1:2,50, αλλά μπορεί να ειπωθεί ότι τα εξετασθέντα τοιχώματα είχαν διατομή 60x10cm και εξετάστηκαν υπό κεντρική φόρτιση αμφιερέιστου δοκού η οποία, κατά την εξέλιξη της πειραματικής διαδικασίας, αντιστρέφονταν και φορτίζονταν από το άλλο πέγμα ώστε να επιτευχθεί η επιδιωκόμενη φόρτιση εναλλασσόμενου προσήμου.

2. Χρησιμότητα της έρευνας

Διάφοροι ερευνητές (Σαλονικιός Θ., 1996, 1999) προτείνουν την τοποθέτηση διαγώνιων ράβδων οπλισμού στη βάση του τοιχώματος για την αντιμετώπιση της διατμητικής ολίσθησης, ενώ άλλοι έχουν προτείνει διάφορους τρόπους αντιμετώπισης που σχετίζονται με την ανάλυση των επιπτώσεων που συνεπάγεται η διαμετρής ρωγή στη βάση του τοιχώματος κατά την ανακύκλιση της φορτίσεως. Ενδεικτικώς αναφέρεται η πρόταση χρησιμοποίησης μεγάλων διαμέτρων ράβδων στους κατακόρυφους οπλισμούς του κορμού εις τρόπον, ώστε μέσω της αντιδράσεως βλήτρου αυτών των ράβδων να ελέγχεται η τέμνουσα καλύτερα. Οι δύο προαναφερθείσες προτάσεις, ενώ αντιμετωπίζουν ικανοποιητικά το φαινόμενο της διατμητικής ολίσθησης, παρουσιάζουν σημαντικά μειονεκτήματα: Η χρήση διαγώνιου οπλισμού είναι αρκετά, έως πολύ δύσκολη κατασκευαστικά, εξαιτίας της πυκνότητας των ήδη υπάρχοντων οπλισμών στη βάση των τοιχωμάτων, γεγονός που συνεπάγεται τη διακύβευση της καλής συμπύκνωσης του σκυροδέματος. Επίσης, η χρήση μεγάλων διαμέτρων οπλισμών ως πλευρικών κατακορύφων σε όλο το μήκος της διατομής του τοιχώματος, συμπεριλαμβανομένου του κορμού, οδηγεί σε μια αναφανδόν αντιοικονομική λύση. Η χωρίς τις ανωτέρω παρενέργειες επίτευξη αυτού του σκοπού, εξετάζεται στην παρούσα εργασία.

3. Συμπεράσματα

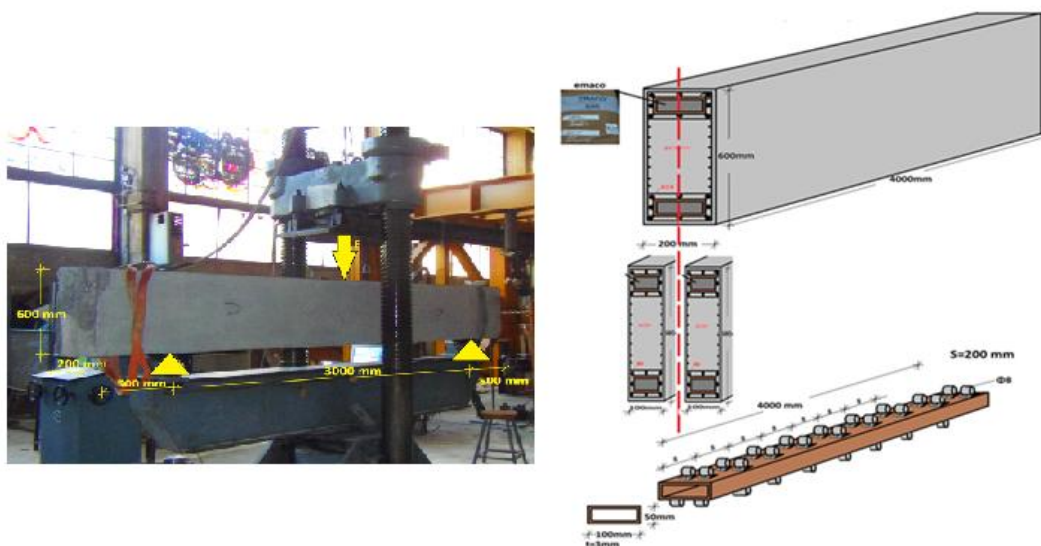
Η ανάγκη της παρούσας εργασίας προέρχεται από την μη ικανοποιητική, μέχρι σήμερα, αντιμετώπιση των επιπτώσεων της εμφάνισης της καταστροφικής για την πλαστιμότητα διαμετρών ρωγμής στη βάση πάκτωσης των τοιχωμάτων των κατασκευών. Στα πλαίσια της παρούσας εξετάστηκε μια περίπτωση αντιμετώπισης η οποία συνίσταται στη χρήση ανασχετήρων (stoppers) προς αποτροπή της ολίσθησης, η οποία απειλεί δραματικά την πλαστιμότητα του δομικού στοιχείου. Ως βασικότερα συμπεράσματα αδρομερούς έρευνας είναι δυνατόν να διατυπωθούν τα εξής:

1. Προέκυψαν πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα όσον αφορά τη διαθέσιμη πλαστιμότητα όταν χρησιμοποιούνται τα εν λόγω stoppers. Αυτό απεικονίζεται στην ανυπαρξία «τσιμπήματος»

(pinching) στους πειραματικούς βρόχους υστέρησης οι οποίοι προέκυψαν από την εναλλασσόμενου προσήμου φόρτιση του τοιχώματος.

2. Το διαμπερές ευρύ ρήγμα στη βάση του τοιχώματος δεν απετράπη, ωστόσο, παρά το μεγάλο εύρος του, η πλαστιμότητα του τοιχώματος έμεινε αλώβητη και η παρουσία των stoppers απέτρεψε το χαρακτηριστικό «τσιμπήματα» στους υστερητικούς βρόχους.

3. Παρά τη μη αλλοίωση των βρόγχων και την απουσία «τσιμπήματος», ως αίτιο της αστοχίας προέκυψε η θραύση αφενός μεν των οπλισμών και αφετέρου δε των κοιλοδοκών. Το γεγονός αυτό προκάλεσε εντύπωση και κλόνισε προς στιγμής τις υπάρχουσες διαβεβαιώσεις περί της μεγάλης ολκιμότητας των χαλύβων που χρησιμοποιούνται. Η εικόνα της αστοχίας των ράβδων και των κοιλοδοκών παραπέμπει σε ψαλιδισμό και απαιτούνται, ασφαλώς, και άλλες δοκιμές για την εξιχνίαση της αιτίας που προκάλεσε τη μη αναμενόμενη θραύση των καμπτικών οπλισμών.



Σχ. 1 Τοίχωμα με κοιλοδοκούς και διάταξη φόρτισης

Βιβλιογραφία

- Σαλονικιός Θ., Τέγος Ι., Κάππος Α., Πενέλης Γ., «Συμπεριφορά τοιχωμάτων Ο/Σ μέσης λυγηρότητας με συμβατικές και μη συμβατικές διατάξεις όπλισης υπό ανακυκλιζόμενη φόρτιση», Πρακτικά 12^{ου} Ελληνικού Συνεδρίου Σκυροδέματος, Τ.Ε.Ε., Λεμεσός 1996
- Σαλονικιός Ν. Θωμάς, Κάππος Ι. Ανδρέας, Τέγος Α. Ιωάννης, Πενέλης Γ. Γεώργιος, «Πειραματική έρευνα της συμπεριφοράς σε ανακυκλιζόμενη φόρτιση τοιχωμάτων με λόγο διατμήσεως 1.0 και 1.5 – βελτίωση ανελαστικών χαρακτηριστικών», Πρακτικά 13^{ου} Ελληνικού Συνεδρίου Σκυροδέματος, Τ.Ε.Ε., Ρέθυμνο 1999
- Σαλονικιός Ν. Θωμάς, Κάππος Ι. Ανδρέας, Τέγος Α. Ιωάννης, Πενέλης Γ. Γεώργιος, «Προσδιορισμός παραμορφώσεων τοιχωμάτων υπό σεισμική φόρτιση αντοχή σε διατμητική ολίσθηση», Πρακτικά 13^{ου} Ελληνικού Συνεδρίου Σκυροδέματος, Τ.Ε.Ε., Ρέθυμνο 1999
- Σπυράκος Κ., «Ενίσχυση κατασκευών για σεισμικά φορτία», Τ.Ε.Ε., Αθήνα 2004
- Σαλονικιός Θ., Δημητρακόπουλος Η., «Προσομοίωση της Αλληλεπίδρασης Μεταξύ Κάμψης και Διάτμησης στις Κρίσιμες Περιοχές Τοιχωμάτων», Πρακτικά 15^{ου} Ελληνικού Συνεδρίου Σκυροδέματος, Τ.Ε.Ε., Αλεξανδρούπολη 2006
- Marco Pretti, Ezio Giurani, «Μια πλήρους κλίμακας δοκιμή της πλαστιμότητας τοιχωμάτων υπό περιοδική φόρτιση»