

## Ενίσχυση πλαισίων οπλισμένου σκυροδέματος με σύστημα μεταλλικής δικτύωσης. Πειραματική διερεύνηση.

**Απόστολος Καραλής**

*Δρ. Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ., ap.karalis@gmail.com*

**Θωμάς Σαλονικιός**

*Κύριος Ερευνητής Ι.Τ.Σ.Α.Κ., salonikios@itsak.gr*

**Κοσμάς Στυλιανίδης**

*Ομότιμος Καθηγητής Α.Π.Θ., kestyl@civil.auth.gr*

### Περίληψη

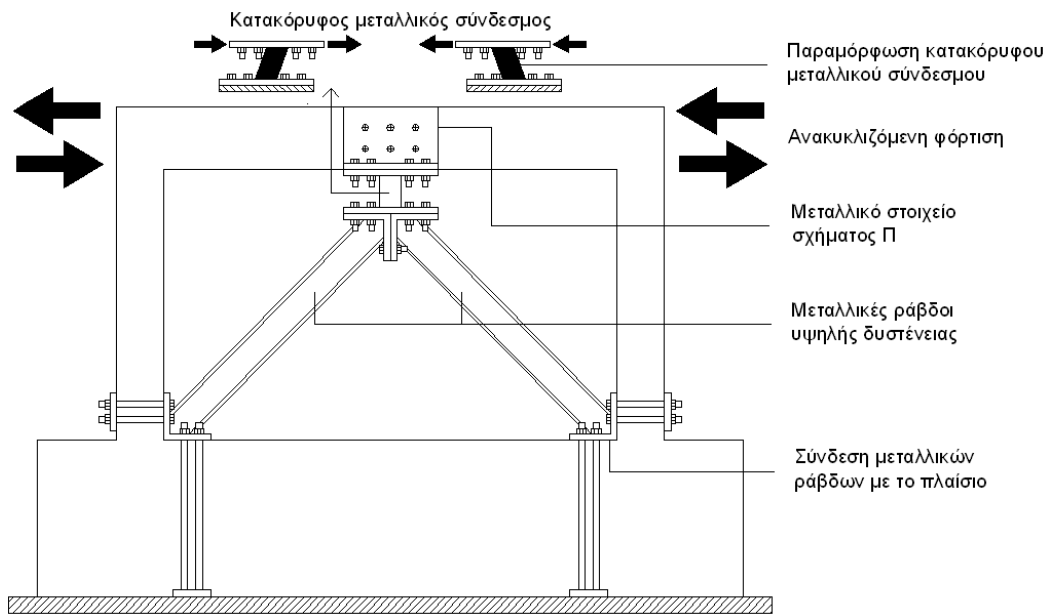
Είναι γνωστό εδώ και αρκετές δεκαετίες ότι η παρουσία στοιχείων πλήρωσης σε πλαίσια Ο.Σ. διαφοροποιεί δραστικά τη συμπεριφορά των κατασκευών υπό σεισμικές διεγέρσεις. Με βάση τις εμπειρίες από τη συμπεριφορά συνήθων κατασκευών Ο.Σ. έναντι σεισμού, συνάγεται ότι τα στοιχεία πλήρωσης συμβάλλουν αποφασιστικά στη βελτίωση της απόκρισης της κατασκευής, αποτρέποντας σε πολλές περιπτώσεις τις κατασκευές να εισέλθουν σε μετελαστικά στάδια παραμορφώσεων. Στις μέρες μας διατίθενται πολλών ειδών τεχνικές πλήρωσης για την ενίσχυση υφιστάμενων κατασκευών, όπως η κατασκευή οπλισμένης ή άοπλης τοιχοποιίας, η εμφάντωση τοιχώματος Ο.Σ., η προσθήκη προκατασκευασμένων επίπεδων στοιχείων από Ο.Σ., πετασμάτων χάλυβα ή αλουμινίου ή συστημάτων μεταλλικών δικτυωτών συνδέσμων.

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της πειραματικής διερεύνησης μιας τέτοιας μορφής ενίσχυσης, η οποία συνδυάζει εύκολη εφαρμογή, χαμηλό κόστος, εύκολη αντικατάσταση, περιορισμένη όχληση και χαμηλή τεχνογνωσία. Η εξεταζόμενη ενίσχυση συντίθεται από ειδική μεταλλική διάταξη σχήματος Λ στην κεφαλή της οποίας τοποθετείται ένας μικρός μεταλλικός σύνδεσμος υψηλής απόσβεσης, συνδεδεμένος με το ζύγωμα του πλαισίου (Σχ. 1).

Πρωταρχικό στόχο αποτέλεσε η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της επέμβασης σε υφιστάμενα πλαίσια, σχεδιασμένα με βάση παλιούς κανονισμούς. Κατασκευάστηκαν δοκίμια Ο.Σ. υπό κλίμακα 1:3, όμοια μεταξύ τους όσον αφορά τη γεωμετρία και την όπλιση. Τα διαγώνια στοιχεία της διάταξης υπερδιαστασιολογήθηκαν σκοπίμως ώστε όλη η βλάβη να περιορισθεί στον κατακόρυφο μεταλλικό σύνδεσμο ο οποίος συνδέει τη διάταξη με το μέσον της δοκού. Τα δοκίμια υποβλήθηκαν σε ανακυκλιζόμενη μετακίνηση με αυξανόμενο εύρος και με δύο κύκλους μετακίνησης ανά βήμα φόρτισης. Η διερεύνηση περιέλαβε τις ακόλουθες παραμέτρους:

- Τη μορφή της διατομής του κατακόρυφου μεταλλικού συνδέσμου. Επιλέχθηκαν διατομές λεπίδας και διπλού Τ.
- Την ύπαρξη ή όχι αξονικού φορτίου στους στύλους. Επιλέχθηκαν δύο επίπεδα αξονικής δύναμης, ένα μηδενικό και ένα με τιμή ίση με το 20% της οριακής αντοχής των στύλων.

Κατασκευάστηκαν επίσης δοκίμια αναφοράς γυμνών πλαισίων, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της ενίσχυσης. Σύνολο δοκιμίων: 2Χ3=6.



Σχ. 1 Χαρακτηριστικά ενισχυμένου πλαισίου.

Για την πραγματοποίηση των πειραματικών δοκιμών χρησιμοποιήθηκε το μεταλλικό πλαίσιο αντίδρασης του Εργαστηρίου Οπλισμένου Σκυροδέματος και Φέρουσας Τοιχοποιίας Α.Π.Θ. (Σχ. 2), το οποίο αναδιατάχθηκε κατάλληλα για να εξυπηρετήσει τις ανάγκες των συγκεκριμένων δοκιμών. Επάνω στο μεταλλικό πλαίσιο προσαρμόστηκαν σε κατάλληλες θέσεις τα δύο έμβολα επιβολής της φόρτισης. Το κατακόρυφο έμβολο προσαρμόστηκε στις δύο μεταλλικές οριζόντιες δοκούς του πάνω τμήματος του πλαισίου αντίδρασης, ενώ για την οριζόντια αντίσταση του πλαισίου τοποθετήθηκε εγκάρσιως μεταλλική δοκός σε κατάλληλο ύψος έτσι ώστε ο άξονας του εμβόλου να συμπίπτει με τον άξονα του ζυγώματος.

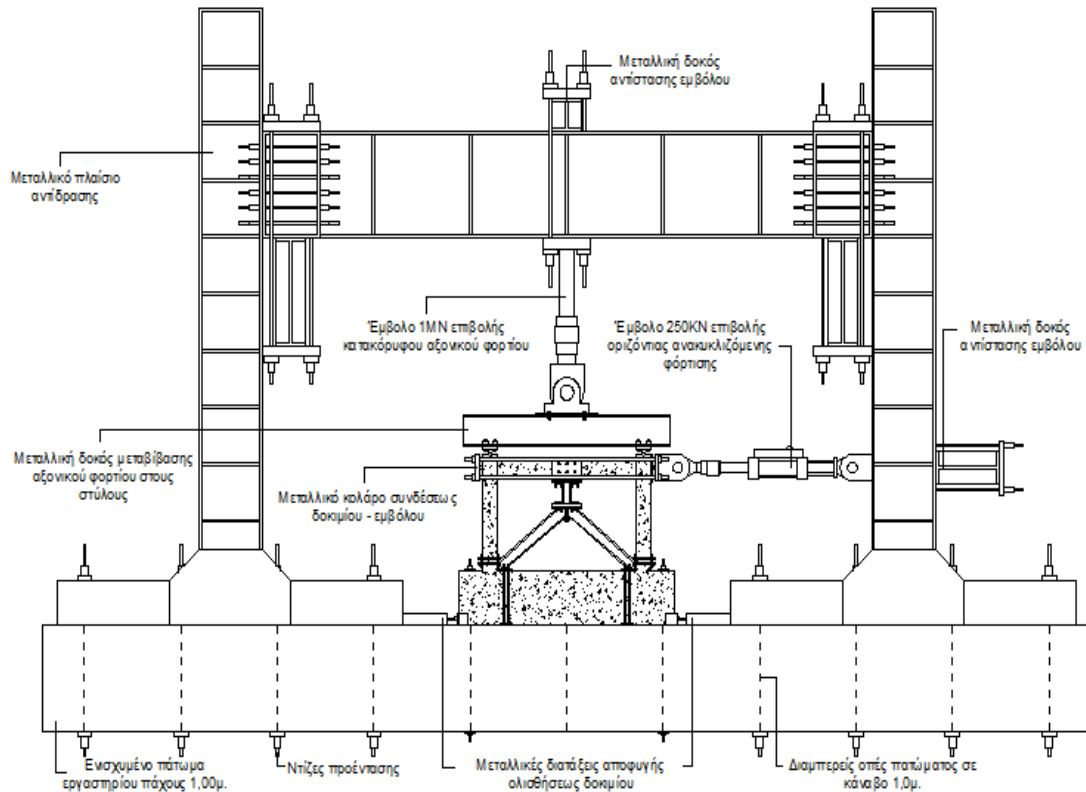
Για την καταγραφή της απόκρισης χρησιμοποιήθηκαν επτά εξωτερικά ηλεκτρονικά μηχανοσκόμμετρα (LVDT), τα οποία τοποθετήθηκαν σε θέσεις στις οποίες αναμενόταν οι αστοχίες, και τα οποία κατέγραφαν τη μεταβολή του εύρους των ρηγματώσεων αλλά και της συνολικής μετατόπισης του δοκιμίου.

Η κεφαλή των πλαισίων υποβλήθηκε σε οριζόντια ανακυκλιζόμενη φόρτιση πολλών πλήρων κύκλων με έλεγχο μετακίνησης (displacement control). Η ιστορία φόρτισης συμπεριλάμβανε από 12 έως 17 επίπεδα διαδοχικά αυξανόμενης μετακίνησης, το κάθε ένα εκ των οποίων αποτελούνταν από δύο κύκλους φόρτισης.

Τα κυριότερα αποτελέσματα των πειραματικών δοκιμών είναι τα εξής:

- Παρατηρήθηκε αύξηση της αντοχής, της δυσκαμψίας και της απορρόφησης ενέργειας των ενισχυμένων δοκιμίων σε σύγκριση με τα γυμνά.
- Η χρήση συνδέσμου διατομής διπλού T είναι πιο αποδοτική από τη χρήση συνδέσμου διατομής λεπίδας.
- Σε όλα τα δοκίμια υπό την επίδραση του αξονικού φορτίου, το πλαίσιο καθίσταται πιο δύσκαμπτο, αποκτά μεγαλύτερη φέρουσα ικανότητα και απορροφά περισσότερη ενέργεια.
- Η παρουσία αξονικού φορτίου κατέστησε πιο ευάλωτες τις δοκούς, στις οποίες συγκεντρώθηκε περισσότερη βλάβη.

- Σε όλα τα ενισχυμένα δοκίμια, αμέσως μετά την αστοχία του συνδέσμου, διακρίνεται μια τάση προσέγγισης της συμπεριφοράς του αντίστοιχου γυμνού δοκιμίου αναφοράς.



Σχ. 2 Εργαστηριακή διάταξη.

## Βιβλιογραφία

- Mazzolani F. (2009): “Steel bracing systems for the seismic upgrading of RC structures”, Steel Construction, Vol 2, No 4.
- Mazzolani F., Dell a Corte G. and D’ Aniello M. (2009): “Experimental analysis of steel dissipative bracing systems for seismic upgrading”, Journal of Civil Engineering and Management. Vol 15, No 1, pp 7-19.
- Στυλιανίδης Κ. (1985): «Πειραματική έρευνα συμπεριφοράς τοιχοπληρωμένων μονώροφων πλαισίων Ο.Σ. υπό ανακυκλιζόμενη ψευδοστατική οριζόντια φόρτιση». Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη.
- Perera R., Gomez S., Alarcon E. (2004), “Experimental and analytical study of masonry infill reinforced concrete frames retrofitted with steel braces”, Journal of structural Engineering, ASCE, 130, pp. 2032-2039.
- Καραλής Α., Σαλονικίος Θ., Στυλιανίδης Κ. (2009), «Πειραματική διερεύνηση της συμπεριφοράς πλαισίων οπλισμένου σκυροδέματος ενισχυμένων με χαλύβδινους συνδέσμους υψηλής απόσβεσης». 16ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, Πάφος, Κύπρος.
- Karalis A.A, Stylianidis K.C. (2013), “Experimental investigation of existing R/C frames strengthened by high dissipation steel link elements”. Earthquakes and Structures 2013, 5(2), pp. 143-160.