

Ενίσχυση με Κορδόνι Ινών Άνθρακα σε Υποστυλώματα Ωπλισμένου Σκυροδέματος Μεγάλης Κλίμακας Με ανεπαρκείς αναμονές

Στέφανος Τσακίρης

Υποψήφιος Διδάκτορας Δ.Π.Θ., tsakiris82@gmail.com

Θεόδωρος Ρουσάκης

Επίκουρος Καθηγητής Δ.Π.Θ., trousak@civil.duth.gr

Αθανάσιος Καραμπίνης

Καθηγητής Δ.Π.Θ., karabin@civil.duth.gr

Εκτενής περίληψη

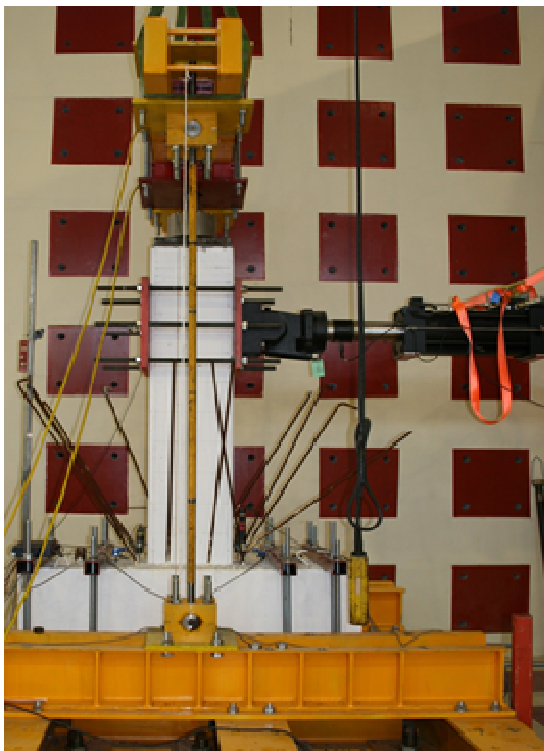
Η ύπαρξη πολλών κατασκευών που σχεδιάστηκαν με παλαιότερους κανονισμούς που δεν καλύπτουν τις σύγχρονες απαιτήσεις αντισεισμικότητας, καθιστά προφανή την ανάγκη επέμβασης για ενίσχυση ή επισκευή τους για την αναβάθμιση της σεισμικής τους ικανότητας. Οι ενισχύσεις με εξωτερικά επικολλούμενα υλικά (Bousias et al. 2007, Bournas et al. 2009, Mirmiran et al. 1997, Rousakis et al. 2008, Sami et al. 2010) εμφανίζουν σημαντικά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με συμβατικές ενισχύσεις με μανδύες σκυροδέματος. Η παρούσα εργασία αφορά στην πειραματική διερεύνηση της συμπεριφοράς υποστυλωμάτων από ωπλισμένο σκυρόδεμα, τα οποία είναι κατασκευασμένα σύμφωνα με παλαιότερους κανονισμούς σκυροδέματος και έχουν ήδη υποβληθεί σε προηγούμενο ιστορικό ψευδοσεισμικής φόρτισης. Τα υποστυλώματα στη συνέχεια ενισχύονται καμπτικά και διατμητικά με κορδόνι ινών άνθρακα και υφάσματα ινωπλισμένων πολυμερών αντίστοιχα, και επαναυποβάλλονται στο ίδιο ιστορικό επιβαλλόμενων μετακινήσεων.

Διερευνάται πειραματικά η συμπεριφορά τεσσάρων υποστυλωμάτων μεγάλης κλίμακας με τετραγωνική (300x300mm) ή ορθογωνική διατομή (450x200mm) σε διάταξη προβόλου με θεμέλιο (σχήμα 1). Στα πειράματα που έγιναν στο ισχυρό τοιχίο του εργαστηρίου ωπλισμένου σκυροδέματος του Δ.Π.Θ., εφαρμόστηκαν κύκλοι αυξανόμενης ελεγχόμενης οριζόντιας μετατόπισης του ελεύθερου άκρου (επιβολή μετατόπισης σε ύψος 1500 mm) με υδραυλικό δυναμικό έμβολο. Τα κατακόρυφα φορτία της κατασκευής ανωδομής προσομοιώθηκαν με την επιβολή αξονικής σταθερής δύναμης 400KN από υδραυλικό γρύλο. Χρησιμοποιήθηκε σκυρόδεμα κατηγορίας C16/20 και χαλύβδινος οπλισμός ποιότητας S500. Εξετάστηκε η περίπτωση μάτισης του διαμήκου οπλισμού (540 mm κατά ΕΚΩΣ1954 για διάμετρο Φ16) καθώς και υποστυλώματα χωρίς αναμονές.

Μετά την αρχική φόρτισή τους, τα υποστυλώματα ενισχύθηκαν καμπτικά με τη χρήση κορδονιού με ίνες άνθρακα NSM (sikawrap fx 50c) μέσα σε εγκοπές (σχήμα 2) και διατμητικά με την χρήση ανθρακούφασμάτων (sikawrap 600c και sikawrap 230c) με στόχο την αύξηση της καμπτικής τους ικανότητας κατά περίπου 30%.

Τα ενισχυμένα υποστυλώματα υποβλήθηκαν στο ίδιο ιστορικό κύκλων επιβαλλόμενων μετακινήσεων ώστε να συγκριθεί η συμπεριφορά των ενισχυμένων δοκιμίων με αυτήν των αρχικών. Χρησιμοποιήθηκαν όργανα μέτρησης των παραμορφώσεων σε τρεις στάθμες αναφοράς έως το ύψος των 350 mm από τη βάση (περίπου όσο και το μήκος της πλαστικής άρθρωσης που αναμένεται να

σχηματιστεί) για την μέτρηση της στροφής της διατομής. Μετρήθηκαν οι ανηγμένες παραμορφώσεις στους διαμήκεις και εγκάρσιους οπλισμούς, καθώς και η οριζόντια μετακίνηση του ελεύθερου άκρου. Εξετάζεται η αντοχή, η δυσκαμψία, η πλαστιμότητα μετακινήσεων, η ανάπτυξη ανηγμένων παραμορφώσεων και η ικανότητα απορρόφησης ενέργειας κάθε ενισχυμένου υποστυλώματος. Παρουσιάζονται οι μορφές αστοχίας ανά περίπτωση καθώς και οι πειραματικές καμπύλες οριζόντιου φορτίου – οριζόντιας μετακίνησης για κάθε ενισχυμένο υποστύλωμα και συγκρίνονται με τις αντίστοιχες αναλυτικές προβλέψεις διαφορετικών κανονισμών.



Σχ. 1 Πειραματική διάταξη



Σχ. 2 Προετοιμασία δοκιμίου για τοποθέτηση NSM

Βιβλιογραφία

- Sami Q, Ferrier E., Michel L., Si-Larbi A., Hamelin P. (2010), " Experimental Investigation of CF Anchorage System used for Seismic Retrofitting of RC Columns.", *The 5th International Conference on FRP Composites in Civil Engineering*, September 27-29, 2010 Beijing, China.
- Rousakis T.C., Karabinis A.I., (2008), "Substandard reinforced concrete members subjected to compression: FRP confining effects", *Materials and Structures*, Springer Netherlands ol. 41, no. 9 (2008), pp. 1595-1611.
- Mirmiran, A. and Shahawy, M. (1997). "Behavior of Concrete Columns Confined by Fiber Composites." *J. Struct. Eng.*, 10.1061/(ASCE)0733-9445(1997)123:5(583), 583-590

- Bousias S., Spathis A., Fardis M. (2007). “Seismic Retrofitting of Columns with Lap Spliced Smooth Bars Through FRP or Concrete Jackets”, *Journal of Earthquake Engineering*, Volume 11, Issue 5, (2007) pp. 653-674
- Bournas D, Triantafillou, T..(2009). “Flexural Strengthening of Reinforced Concrete Columns with Near-Surface-Mounted FRP or Stainless Steel”, *ACI Structural Journal* V.106.No4 (2009), pp. 495-505.