

Επισκευή υποστλωμάτων υπό κεντρική θλίψη μέσω ινοπλισμένων πολυμερών

Μαρίνα Α. Μωρέττη

Επίκουρη Καθηγήτρια Ε.Μ.Π., moretti@central.ntua.gr

Ευάγγελος Μηλιώκας

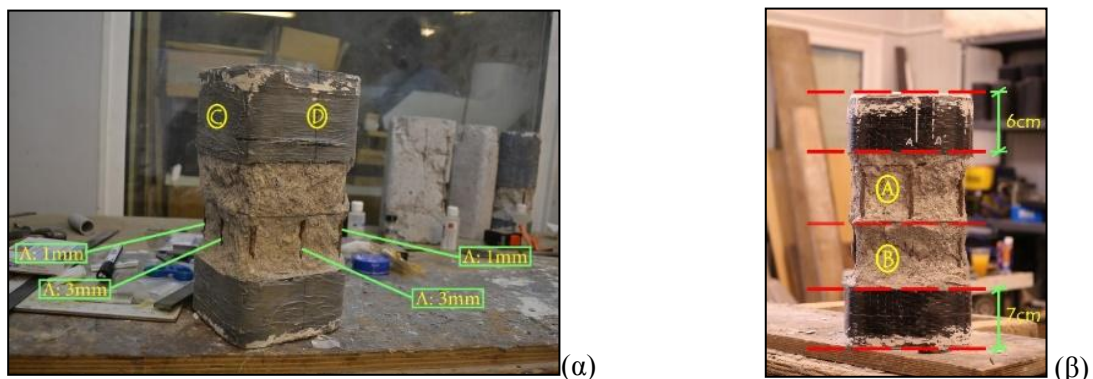
Πολ. Μηχανικός Π.Θ, vag.mil@freemail.gr

Ιωάννης Παπαρίζος

Πολ. Μηχανικός Π.Θ, paparizos@hotmail.com

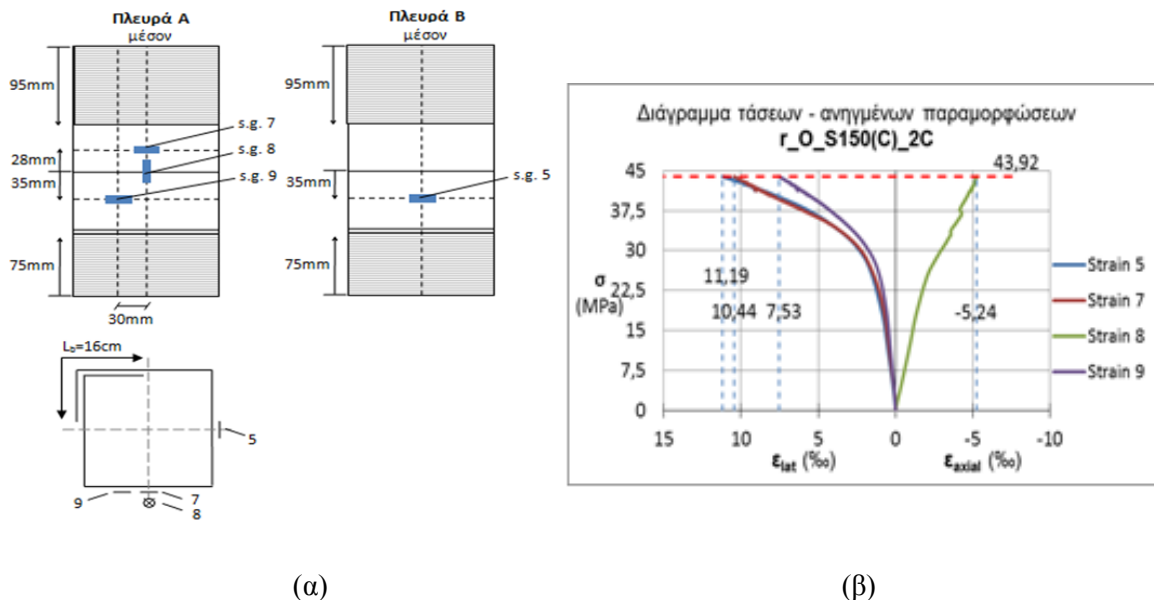
Εκτενής περίληψη

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται την επιρροή της περίσφιξης μέσω FRP στον περιορισμό του κινδύνου του λυγισμού των διαμήκων ράβδων υποστλωμάτων οπλισμένου σκυροδέματος τα οποία υποβάλλονται σε κεντρική θλίψη. Δοκιμάστηκαν υποστλώματα χωρίς βλάβες, καθώς και με βλάβες και λυγισμό των διαμήκων ράβδων τα οποία επισκευάστηκαν με ειδικό κονίαμα και με εφαρμογή ινοπλισμένων πολυμερών με ίνες άνθρακα (CFRP) και υποβλήθηκαν εκ νέου σε θλίψη. Το ύψος των δοκιμίων είναι 300 mm με τρεις τύπους διατομής: τετράγωνη πλευράς 100 mm και 150 mm, και κυκλική διαμέτρου 150 mm,. Η κλίμακα δοκιμών είναι 1:3, με τήρηση των σχέσεων ομοιότητας τόσο για το μέγεθος και την αντοχή του οπλισμού, όσο και για την κοκκομετρία των αδρανών του μίγματος σκυροδέματος. Για τον λόγο αυτόν τα αποτελέσματα μπορούν να θεωρηθούν, με σημαντικό βαθμό αξιοπιστίας, ότι θα ισχύουν και για δοκίμια κλίμακας 1:1. Το πειραματικό πρόγραμμα (κατασκευή και θραύση δοκιμίων) πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Τεχνολογίας και Κατασκευών Οπλισμένου Σκυροδέματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, και εκτελέστηκε στο πλαίσιο δύο προπτυχιακών διπλωματικών εργασιών (Μηλιώκας 2016 και Παπαρίζος 2016). Το πλήθος των ενισχυτικών στρώσεων άνθρακα επελέγη βάσει του βαθμού βλάβης που είχε υποστεί το κάθε δοκίμιο, μετά από σχετική αποτύπωση των βλαβών (Σχ. 1, Μηλιώκας 2016). Η βαθμονόμηση των βλαβών έγινε βάσει κριτηρίων που αποφασίστηκαν στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, με καθοριστικό κριτήριο την ύπαρξη και το μέγεθος τυχόν προϋπάρχοντος λυγισμού των διαμήκων ράβδων του οπλισμού.



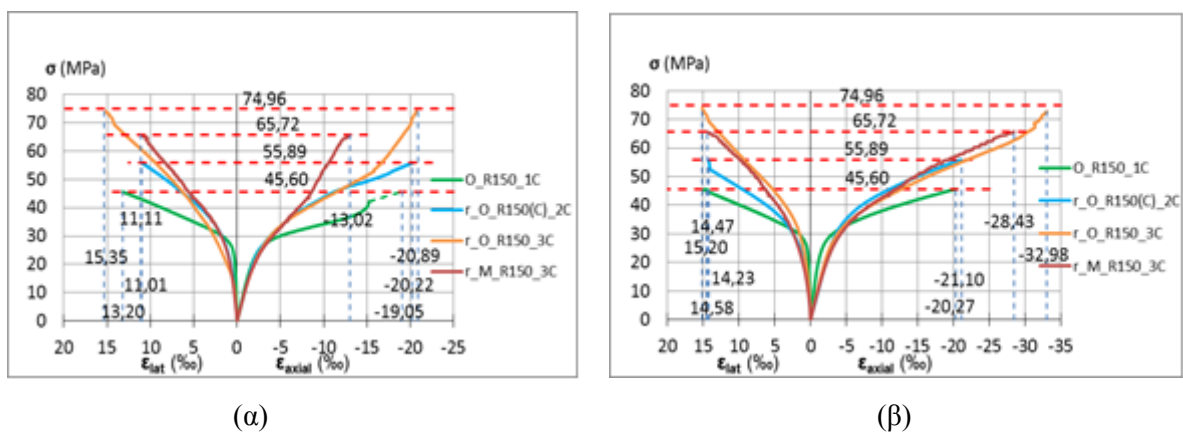
Σχ. 1: (α) Αποτύπωση βλαβών αρχικού δοκιμίου O_S150(C) (πρώτη δοκιμή)
(β) Αποτύπωση βλαβών επισκευασμένου δοκιμίου r_O_S150(C)_2C (δεύτερη δοκιμή)

Παρουσιάζονται και σχολιάζονται αποτελέσματα μετρήσεων εγκάρσιων (lateral) και αξονικών (axial) παραμορφώσεων μέσω ηλεκτρομηκυνσιομέτρων (s.g.) και βελομέτρων (Σχ. 2 και Σχ. 3, Μηλιώκας 2016). Γενικώς η αύξηση του αριθμού των στρώσεων άνθρακα οδηγεί σε αύξηση της κλίσης του δεύτερου κλάδου των διαγραμμάτων τάσεων-παραμορφώσεων $[\sigma-\epsilon]$, δηλαδή μετά την ενεργοποίηση του μανδύα CFRP. Παρατηρείται ότι η αύξηση της δυσκαμψίας του μανδύα λόγω αύξησης του πάχους του, υπερισχύει της ενδεχόμενης μείωσης της δυσκαμψίας των δοκιμίων λόγω αυξημένου βαθμού βλάβης (στις δοκιμές τοποθετήθηκαν περισσότεροι μανδύες σε μεγαλύτερο προϋπάρχοντα βαθμό βλάβης).



Σχ. 2: Δοκίμιο r_O_S150(C)_2C (α) Θέσεις ηλεκτρομηκυνσιομέτρων (s.g.) και υπερκάλυψης μανδύα FRP

(β) Διάγραμμα τάσεων σ – παραμορφώσεων αξονικών (ϵ_{axial}) και εγκάρσιων (ϵ_{lat})



Σχ. 3: Διαγράμματα ορθών τάσεων, σ , – παραμορφώσεων, ϵ , δοκιμίων κυκλικής διατομής επισκευασμένων με 1C, 2C, και 3CFRP, (α) από μετρήσεις ηλεκτρομηκυνσιομέτρων και (β) από μετρήσεις βελομέτρων

Για την εκτίμηση της αντοχής των επισκευασμένων δοκιμίων προτείνεται η χρήση ενός προσομοιώματος που βασίζεται στις διατάξεις του Ευρωκώδικα 8 μέρος 3 (EC8-3, CEN 2005)

(Παπαρίζος 2016, Moretti et al. 2016). Η αξιοπιστία του προτεινόμενου μοντέλου επιβεβαιώθηκε κατόπιν αξιολόγησης αναλυτικών προσομοιωμάτων που βρέθηκαν να οδηγούν σε ικανοποιητικές (Ilki et al 2008, Pellegrino-Modena 2010), και μη ικανοποιητικές προβλέψεις (Esfahani-Kianoush 2007), μέσω εφαρμογής τους σε βάση πειραματικών δεδομένων από 101 δοκίμια. Η περισφιγμένη αντοχή των υποστυλωμάτων που προκύπτει από τον EC8-3 πολλαπλασιάζεται με έναν συντελεστή (Πίνακας 1) προκειμένου να συνυπολογιστεί η μείωση της θλιπτικής αντοχής εξ αιτίας της αρχικής βλάβης.

Πίνακας 4: Τιμές προτεινόμενων μειωτικών συντελεστών για την εκτίμηση της αντοχής επισκευασμένων υποστυλωμάτων βάσει του μοντέλου του EC8-3, για βαθμό βλάβης από I ως V

Αρχικός βαθμός βλάβης	Μειωτικός Συντελεστής
I	0,90
II	0,85
III	0,80
IV	0,75
V	0,65

Από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας προκύπτει ότι είναι δυνατή η επισκευή στοιχείων των οποίων ο διαμήκης οπλισμός έχει υποστεί λυγισμό χωρίς επέμβαση στον διαμήκη οπλισμό, αλλά με την εφαρμογή ινοπλισμένου υφάσματος άνθρακα, με πλήθος στρώσεων ανάλογο με τον βαθμό βλάβης του στοιχείου. Επίσης, η εκτίμηση της αντοχής του ενισχυμένου δοκιμίου είναι δυνατή μέσω εφαρμογής κατάλληλων μειωτικών συντελεστών στις θεωρητικές προβλέψεις των μοντέλων για ανέπαφα περισφιγμένα στοιχεία με ίδια χαρακτηριστικά. Λόγω του σχετικά περιορισμένου αριθμού των δοκιμών, κρίνεται ότι απαιτείται επί πλέον πειραματική έρευνα και μάλιστα σε δοκίμια μεγαλύτερης κλίμακας, προκειμένου να διαπιστωθεί η ισχύς της προτεινόμενης μεθοδολογίας, καθώς και η ορθότητα των προτεινόμενων μειωτικών συντελεστών αντοχής.

Βιβλιογραφία

- CEN (2005). *European Standard EN1998-3:2005 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 3: Assessment and retrofitting of buildings*. European Committee for Standardization, Brussels.
- Esfahani, M. R., and Kianoush, M. R. (2005). Axial compressive strength of reinforced concrete columns wrapped with fibre reinforced polymers (FRP). *International Journal of Engineering (IJE) Transactions B: Applications* 18, 1, 1-11.
- Ilki, A., Peker, O., Karamuk, E., Demir, C., and Kumbasar, N. (2008). FRP Retrofit of Low and Medium Strength Circular and Rectangular Reinforced Concrete Columns. *Journal of Materials in Civil Engineering* 10.1061/(ASCE) 0899-1561 (2008)20:2(169), 169–188.
- Moretti, M. L., Paparizos, I. and Miliokas E. (2016). Axial strength of FRP-confined reinforced concrete columns. *8th International Conference on Fiber Reinforced Polymer (FRP) Composites in Civil Engineering (CICE2016)*, Hong Kong, China.
- Pellegrino, C., and Modena, C. (2010). Analytical Model for FRP Confinement of Concrete Columns with and without Internal Steel Reinforcement. *Journal of composites for construction*, 10.1061/(ASCE) CC.1943- 5614.0000127, 693–705.
- Μηλιώκας, Ε., (2016). *Ενίσχυση υποστυλωμάτων Ω.Σ. με λυγισμό του διαμήκη οπλισμού μέσω περίσφιγξης με ινοπλισμένα πολυμερή* (Διπλωματική εργασία). Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Βόλος.
- Παπαρίζος, Ι., (2016). *Αναλυτική και πειραματική αξιολόγηση προσομοιωμάτων για την περίσφιγξη θλιβόμενων στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα μέσω ινοπλισμένων πολυμερών* (Διπλωματική εργασία). Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Βόλος.