

ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΜΑΝΔΥΕΣ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ- ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Δήμητρα Β. Αχιλλοπούλου^{1*}

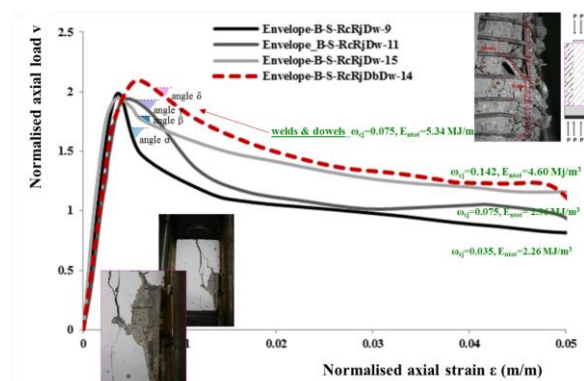
1*: Δρ. Πολιτικός Μηχανικός Δ.Π.Θ., Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica, Università di Roma 'La Sapienza', dimitra.achillopoulou@uniroma1.it, dimiach@civil.duth.gr

Αθανάσιος Ι. Καραμπίνης²

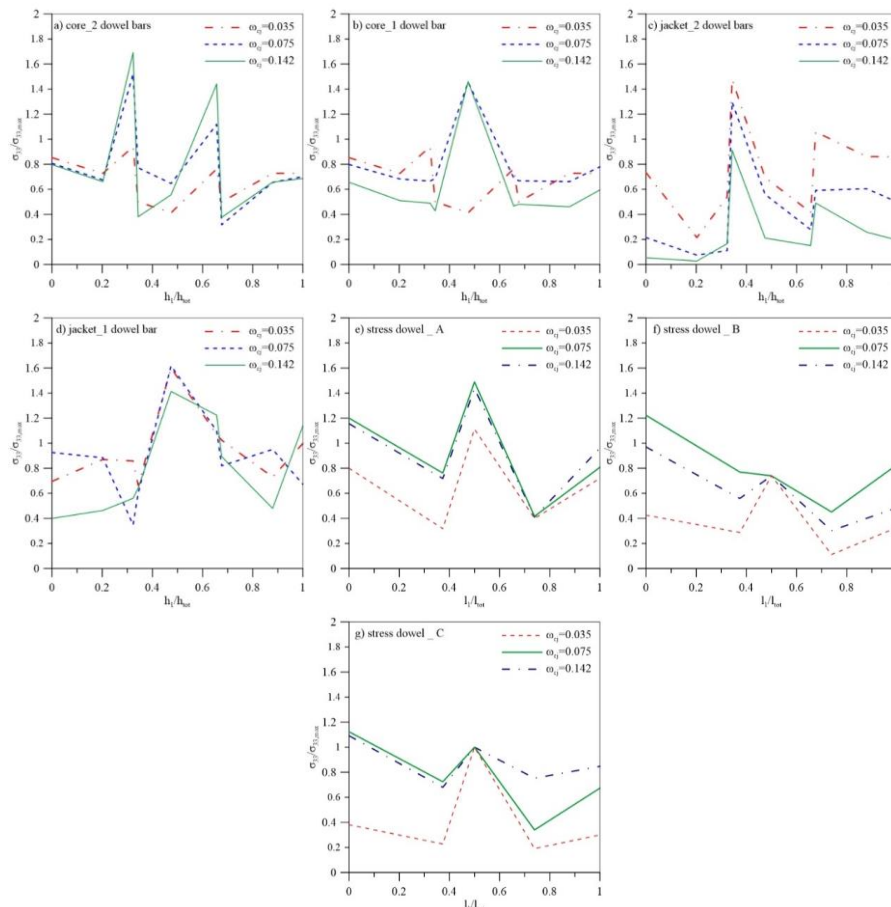
2: Δρ. Πολιτικός Μηχανικός Δ.Π.Θ., Καθηγητής Τμ. Πολιτικών Μηχανικών Δ.Π.Θ., Εργαστήριο Ωπλισμένου Σκυροδέματος

Εκτενής περίληψη

Η παρούσα μελέτη εξετάζει πειραματικά και αναλυτικά μέσω πεπερασμένων στοιχείων τη συμπεριφορά της διεπιφάνειας ενισχυμένων υποστυλωμάτων και τους μηχανισμούς μεταφοράς δυνάμεων. Περιλαμβάνει 13 δοκιμια τετραγωνικής διατομής (κλίμακα διατομής 1:2, 150x150x500 mm), ονομαστικής αντοχής σκυροδέματος 24.37 MPa, με 4 διαμήκειες ράβδους χάλυβα διαμέτρου 8 mm (500 MPa ονομαστική ισχύς) και με ποσοστό εγκάρσιου οπλισμού $\omega_c = 0.15$. Όλα τα υποστυλώματα είχαν ενισχυθεί με μανδύες ωπλισμένου σκυροδέματος πλάτους 80 mm, με σκυρόδεμα αντοχής περίπου 30 MPa, που περιελάμβαναν 4 διαμήκειες ράβδους (500 MPa ονομαστική αντοχή) και διαφορετικά ποσοστά περισφιγξης ($\omega_{ej}=0/0.035/0.071/0.142$) μαζί με δύο είδη οπλισμού διεπιφάνειας: βλήτρω που διασχίζουν κάθετα το επίπεδο της διεπιφάνειας και συγκολλημένων αναρτήρων. Η επεξεργασία της διεπιφάνειας διαφέρει από λείο σε τραχύ με μέθοδο σμίλευσης για την κατανόηση των μηχανισμών διάτμησης της επαφής των δύο σκυροδεμάτων σε επαφή. Δύο τρόποι φόρτισης επιλέχθηκαν προκειμένου να εξεταστεί οι μηχανισμούς μεταφοράς διάτμησης κατά μήκος της διεπιφάνειας (LPA) και οι πραγματικές συνθήκες φόρτισης (LPB). Η διερεύνηση μέσω πεπερασμένων στοιχείων στηρίχθηκε σε κατάλληλα καταστατικά προσομοιώματα σκυροδέματος και χάλυβα και στον προσδιορισμό των κατάλληλων της διεπιφάνειας. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι: Α) η επεξεργασία της διεπιφάνειας συνέβαλε στην αύξηση της αρχικής δυσκαμψίας χορδής, Β) η παρουσία των αναρτήρων αυξάνει την αρχική δυσκαμψία χορδής του αναβαθμισμένου στοιχείου αλλά λόγω φαινομένων λυγισμού μειώνεται η εφαπτομενική δυσκαμψία, Γ) η αύξηση της ορθής τάσης της διεπιφάνειας λόγω περισφιγξης μειώνει το ρυθμό μείωσης του φορτίου, Δ) η ικανότητα όλων των στοιχείων στην ανάληψη φορτίου βελτιώθηκε. Ε) τα διαγράμματα κατά μήκος της διεπιφάνειας υποδεικνύουν το ποσοστό των τάσεων που συγκεντρώνεται στην περιοχή του πρώτου βλήτρω μαζί με τις τάσεις σε κάθε βήμα της ανάλυσης, Ζ) η συγκέντρωση τάσεων προκαλεί έντονες ασυνέχειες, δηλαδή πλαστικές περιοχές γύρω από το ασθενέστερο σκυρόδεμα γύρω από το βλήτρω, Η) η περισφιγξη του μανδύα λειτουργεί ευνοϊκά στην αύξηση της αντοχής του πυρήνα.



Εικόνα 1: Διάγραμμα ανηγμένου αξονικού φορτίου (v)- ανηγμένης αξονικής παραμόρφωσης (ε) ενισχυμένων υποστυλωμάτων



Εικόνα 2: Κατανομή τάσεων κατά μήκος της διεπιφάνειας ενισχυμένων στοιχείων που περιέχουν βλήτρα- λεία διεπιφάνεια- φόρτιση LPB

Βιβλιογραφία

- Achillopoulou D.V., 2016, “Understanding the Basic Mechanisms Acting on Interfaces: Concrete Elements, Materials and Techniques”, *Advanced Materials Interfaces*, (205–248), Scrivener Publishing LLC (In press)
- Abaqus Tutorials
- Achillopoulou D.V., Karabinis A.I., ‘*Investigation of shear transfer mechanisms in repaired damaged concrete columns strengthened with RC jackets*’, (2013) *Structural Engineering and Mechanics*, 47 (4), pp. 575-598.
- Achillopoulou D.V., Pardalakis T.A., Karabinis A.I., ‘*INVESTIGATION OF FORCE TRANSFER MECHANISMS IN RETROFITTED RC COLUMNS WITH RC JACKETS CONTAINING WELDED BARS SUBJECTED TO AXIAL COMPRESSION*’, *COMPdyn 2013, 4th ECCOMAS Thematic Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering*, Kos Island, Greece, 12–14 June 2013 (a)
- Achillopoulou D.V., Tasiopoulos T.P.K., Karabinis A.I., ‘*STUDY OF THE BEHAVIOR OF RC COLUMNS STRENGTHENED WITH RC JACKETS CONTAINING DOWELS AND DIFFERENT CONFINEMENT RATIOS*’, *COMPdyn 2013, 4th ECCOMAS Thematic Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering*, Kos Island, Greece, 12–14 June 2013 (b)
- Achillopoulou D.V., Rousakis T.C., Karabinis A.I., ‘*Force transfer between existing concrete columns with reinforced concrete jackets subjected to axial loading*’, 15th WCEE, Lisboa 2012.
- Júlio, E.N.B.S., Branco, F.A.B., ‘*Reinforced concrete jacketing - Interface influence on cyclic loading response*’, *ACI Structural Journal*, Title no. 105-S45, 2008.

- Karabinis, A.I., Rousakis, T.C., Manolitsi, G.E., '3D finite-element analysis of substandard RC columns strengthened by fiber-reinforced polymer sheets', (2008) *Journal of Composites for Construction*, 12 (5), pp. 531-540
- Karabinis, A.I., Kiouisis, P.D., 'Plasticity model for reinforced concrete elements subjected to overloads', (2001) *Journal of Structural Engineering*, 127 (11), pp. 1251-1256.
- Karabinis, A.I., Kiouisis, P.D., 'Strength and ductility of rectangular concrete columns: A plasticity approach', (1996) *Journal of Structural Engineering*, 122 (3), pp. 267-274.
- Karabinis, A.I., Kiouisis, P.D., 'Effects of confinement on concrete columns: Plasticity approach', (1994) *Journal of structural engineering* New York, N.Y., 120 (9), pp. 2747-2767.
- Kwan, A.K.H., Ng, P.L., 'Modelling dowel action of discrete reinforcing bars for finite element analysis of concrete structures' (2013) *Computers and Concrete*, 12 (1), pp. 19-36.
- Lei, D., Chen, G., Chen, Y., Ren, Q., 'Experimental research and numerical simulation of RC beams strengthened with bonded steel plates', (2012) *Science China Technological Sciences*, pp. 1-8. Article in Press
- Sengottian, K., Jagadeesan, K., 'Retrofitting of columns with RC jacketing an experimental behavior', (2013) *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 56 (3), pp. 349-354.
- Teng, J.G., Lam, L., 'Behavior and modeling of fiber reinforced polymer-confined concrete' (2004) *Journal of Structural Engineering*, 130 (11), pp. 1713-1723.
- American Concrete Institute (2008), "Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-08) and Commentary", *ACI -318R-08 Building Code*
- European Standard EN (2005), "Eurocode 8 Design of structures for earthquake resistance, Part 3: Assessment and retrofitting of Buildings"
- Júlio, E. S.; Branco, F., "RC Jacketing—Interface Influence on Cyclic Loading Response" *ACI Structural Journal*, V. 105, No. 4, July-August 2008, pp. 471-477.
- Júlio, E. S.; Branco, F.; and Silva, V. D., "RC Jacketing—Interface Influence on Monotonic Loading Response" *ACI Structural Journal*, V. 102, No. 2, Mar.-Apr. 2005, pp. 252-257.(a)
- Júlio, E. S.; Branco, F.; and Silva, V. D., "Concrete-to-Concrete Bond Strength: Influence of an Epoxy-Based Bonding Agent on a Roughened Substrate Surface" *Magazine of Concrete Research*, V. 57, No. 8, 2005, pp. 463-468.(b)
- Júlio, E. S.; Branco, F.; and Silva, V. D., "Concrete-to-Concrete Bond Strength: Influence of the Roughness of the Substrate Surface", *Construction and Building Materials*, V. 18, No. 9, 2004, pp. 675-681.
- Organisation of Seismic Design and Protection (2012), "Greek Retrofit Code Attuned to EN 1998/3" (G.RE.Co.-In Greek)
- Park, J., Choi, E., Park, K., Kim, H.-T., 'Comparing the cyclic behavior of concrete cylinders confined by shape memory alloy wire or steel jackets' (2011) *Smart Materials and Structures*, 20 (9), art. no. 094008,
- Santos P.M.D., Júlio, E. S., 'Interface Shear Transfer on Composite Concrete Members', *ACI Structural Journal*, V. 111, No. 1, January-February 2014, pp. 113-121.
- Singh, S.B., Reddy, A.L., Khatri, C.P., 'Experimental and parametric investigation of response of NSM CFRP-strengthened RC beams' (2014) *Journal of Composites for Construction*, 18 (1), art. no. 04013021.
- Tasios P. Theodossius, Vitzileou Elisabeth. (1987), "Concrete-to-Concrete Friction." *Journal of Structural Eng.*
- Teng, J.G., Lam, L., 'Behavior and modeling of fiber reinforced polymer-confined concrete' (2004) *Journal of Structural Engineering*, 130 (11), pp. 1713-1723.
- Vitzileou E.N., Tasios T.P. (1987), "Behaviour of Dowels under Cyclic Deformations" *ACI Structural Journal*