

Συμπεριφορά και Σχεδιασμός Δοκών από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα με Ράβδους από Ινωπλισμένα Πολυμερή

Παρθένα-Μαρία Κοσμίδου

Διπλ. Πολιτικός Μηχανικός, M.Sc., υποψ. διδ. Δ.Π.Θ., pkosmido@civil.duth.gr

Κωνσταντίνος Χαλιορής

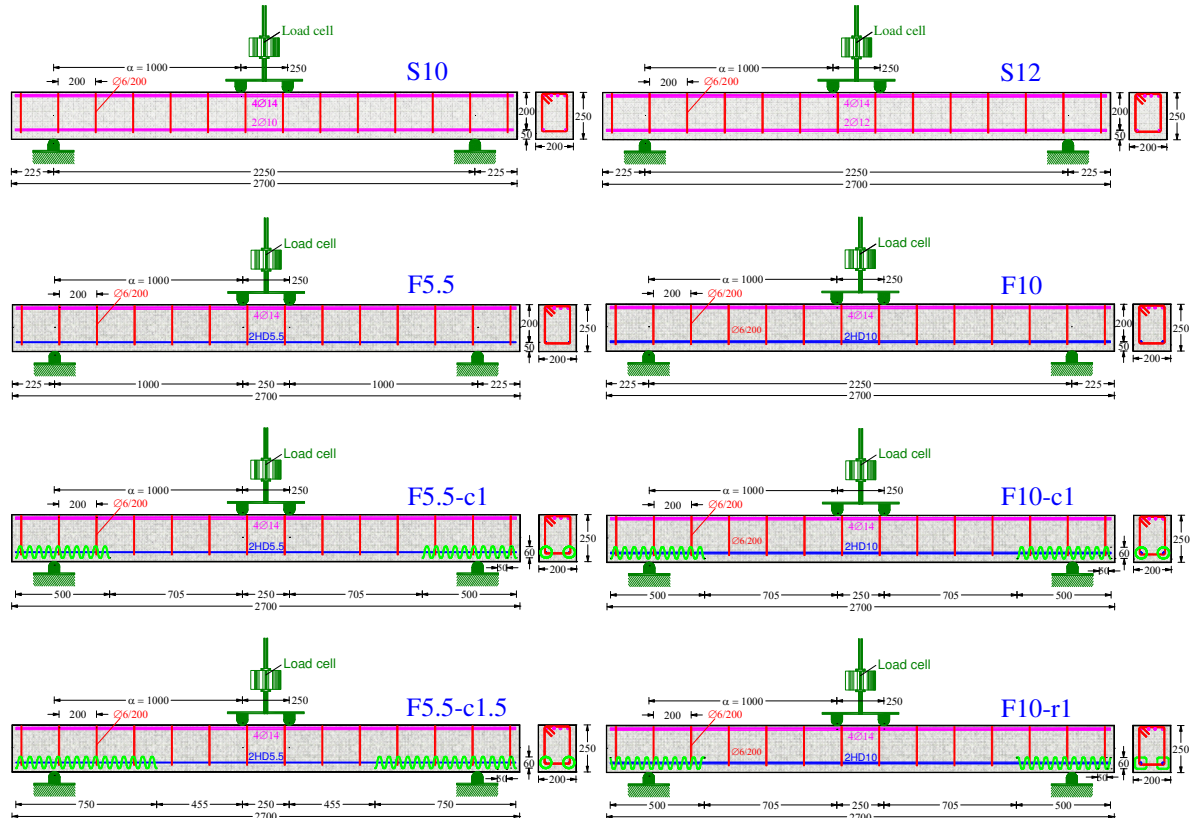
Αναπληρωτής Καθηγητής Δ.Π.Θ., chaliori@civil.duth.gr

Χρήστος Καραγιάννης

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

Εκτενής περίληψη

Διερευνάται πειραματικά η καμπτική συμπεριφορά δοκών από σκυρόδεμα πραγματικών διαστάσεων με ράβδους από Ινωπλισμένα Πολυμερή (ΙΩΠ) με ίνες άνθρακα ως εφελκόμενο οπλισμό. Ο συγκεκριμένος τύπος ράβδων από ΙΩΠ επιλέχθηκε λόγω της υψηλής εφελκυστικής αντοχής και του υψηλού μέτρου ελαστικότητας, που παρουσιάζουν συγκριτικά με άλλους τύπους ράβδων από ΙΩΠ χαμηλότερου κόστους. Εξετάστηκαν οκτώ δοκοί με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, ίδιο ποσοστό θλιβόμενου και εγκάρσιου οπλισμού (συνδετήρες) και εφελκόμενο οπλισμό: (α) συμβατικές ράβδους από χάλυβα ως δοκίμια ελέγχου και (β) ράβδους ΙΩΠ με διαφορετική διάμετρο.

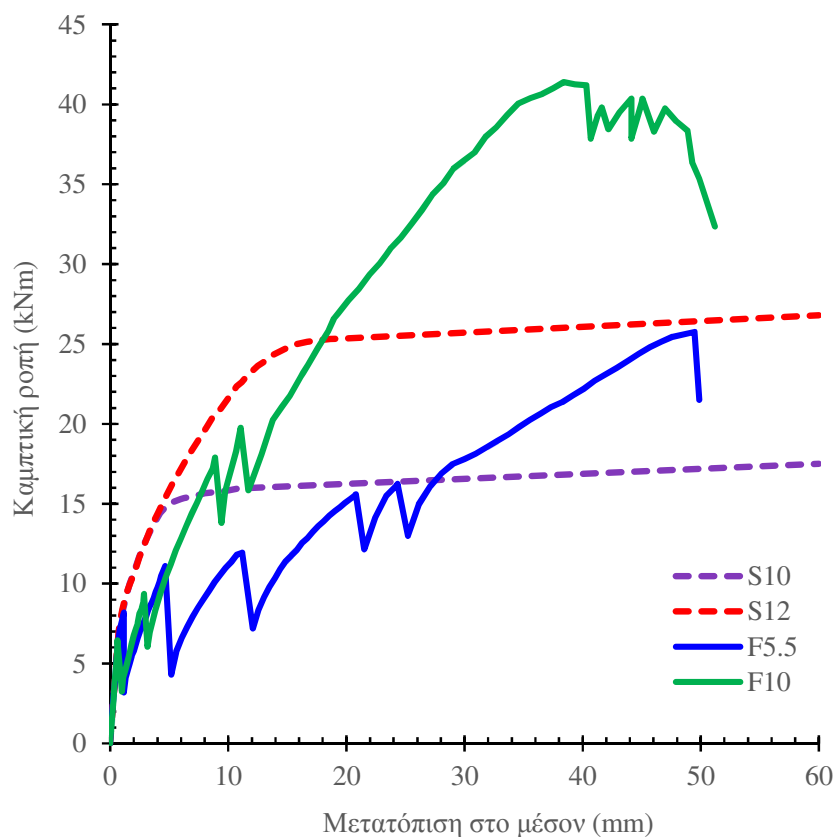


Σχ. 1 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά και οπλισμοί των δοκών

Συγκεκριμένα, το πειραματικό πρόγραμμα περιλαμβάνει:

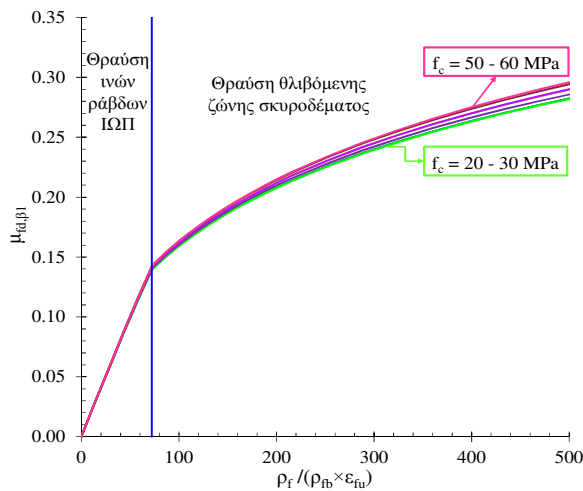
- Δύο δοκούς ελέγχου με δύο εφελκόμενες ράβδους από συμβατικό χάλυβα διαμέτρου $\varnothing 10$ και $\varnothing 12$.
- Έξι δοκούς με δύο ράβδους από ΙΩΠ με ίνες άνθρακα και διάμετρο 5.5 mm (τρεις δοκοί) και 10 mm (τρεις δοκοί). Η επιλογή των διαμέτρων των ράβδων από ΙΩΠ έγινε με στόχο τον έλεγχο της αναμενόμενης μορφής αστοχίας με βάση τις διατάξεις του Αμερικάνικου Κανονισμού ACI 440. Επιπλέον, σε δύο δοκίμια από κάθε τριάδα δοκών τοποθετήθηκε στην περιοχή αγκύρωσης των εφελκόμενων ράβδων από ΙΩΠ συνεχής σπειροειδής οπλισμός από μαλακό χάλυβα με στόχο τη βελτίωση των συνθηκών συνάφειας μεταξύ των ράβδων από ΙΩΠ και του σκυροδέματος.

Οι δοκοί δοκιμάστηκαν υπό καμπτική μονοτονική φόρτιση στο Εργαστ. Ωπλισμένου Σκυροδέματος του ΔΠΘ. Τα γεωμετρικά τους χαρακτηριστικά, οι οπλισμοί και η διάταξη φόρτισης φαίνονται στο σχήμα 1. Από τις πειραματικές προέκυψαν ενδεικτικά τα αποτελέσματα του σχήματος 2.

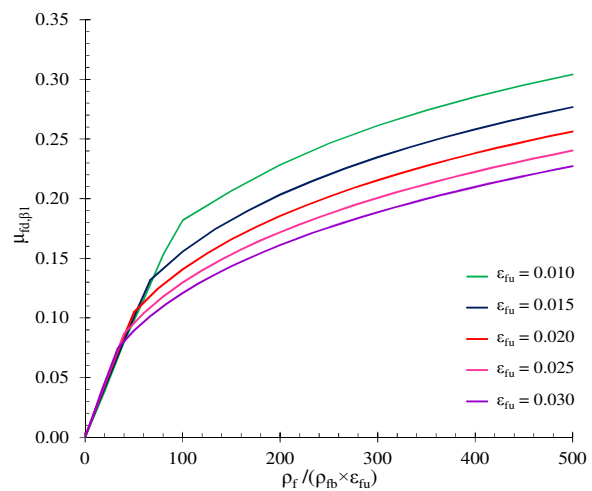


Σχ. 2 Διαγράμματα καμπτικής ροπής και μετατόπισης στο μέσον του ανοίγματος τυπικών δοκών

Επίσης, έγινε μια προσπάθεια αναλυτικής προσέγγισης της καμπτικής αντοχής σχεδιασμού σε στοιχεία σκυροδέματος με ράβδους από ΙΩΠ. Από την ανάλυση προέκυψαν καμπύλες σχεδιασμού για διαφορετικές ποιότητες υλικών ΙΩΠ και αντοχών σκυροδέματος, όπως φαίνονται στα σχήματα 3 και 4, αντίστοιχα. Με τις καμπύλες αυτές υπολογίζεται εύκολα το απαιτούμενο ποσοστό εφελκόμενου οπλισμού ΙΩΠ με δεδομένη τη δρώσα ροπή σχεδιασμού (ανηγμένη ως προς τα γεωμετρικά και τα μηχανικά χαρακτηριστικά της δοκού) και τις ποιότητες - χαρακτηριστικά των υλικών, όπως η αντοχή σχεδιασμού του σκυροδέματος και η μέγιστη ανηγμένη παραμόρφωση των ΙΩΠ.



Σχ. 3 Καμπύλες σχεδιασμού δοκών με ράβδους ΙΩΠ με $\varepsilon_{fu} = 0.0138$ και για διαφορετικές ποιότητες σκυροδέματος



Σχ. 4 Γενικό διάγραμμα σχεδιασμού δοκών με ράβδους ΙΩΠ διαφορετικών χαρακτηριστικών

Βιβλιογραφία

- Achillides, Z. and Pilakoutas, K. (2004), "Bond Behavior of Fiber Reinforced Polymer Bars under Direct Pullout Conditions", *Journal of Composites for Construction*, Vol. 8, No.2, pp. 173-181.
- Achillides, Z. and Pilakoutas, K. (2006), "FE Modelling of Bond Interaction of FRP bars to Concrete", *Structural Concrete*, Vol.7, No.1, pp. 7-16.
- American Committee 440 (2006), "Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with FRP Bars", American Concrete Institute, Michigan.
- Ashour, A.F. (2005), "Flexural and shear capacities of concrete beams reinforced with GFRP bars", *Construction and Building Materials*, Vol. 20, pp. 1005-1015.
- Chalioris, C.E. and Karayannis, C.G. (2013), Experimental investigation of RC beams with rectangular spiral reinforcement in torsion, *Engineering Structures*, Vol. 56, pp. 286-297.
- Chalioris, C.E., Kosmidou, P.-M.K., Panagiotopoulos, T.A. and Karayannis, C.G. (2016), "Flexural and Cracking Behaviour of Concrete Beams Reinforced with FRP bars", *Proceedings of the 6th International Conference on Concrete Repair*, Concrete Solutions, Thessaloniki, Greece.
- Fib bulletin 40 (2007), "FRP Reinforcement in RC Structures", Int'l Feder for Struct Concr, Lausanne.
- Kakaletsis, D.J., Karayannis, C.G. and Panagopoulos, G.K. (2011), "Effectiveness of Rectangular Spiral Shear Reinforcement on Infilled R/C Frames Under Cyclic Loading", *Journal of Earthquake Engineering*, Vol. 15, No. 8, pp. 1178-1193.
- Karayannis, C.G. and Sirkelis, G.M. (2005), "Response of Columns and Joints with Spiral Shear Reinforcement", *WIT Transactions on Modelling and Simulation*, Vol 41, pp. 455-463.
- Karayannis, C.G. and Chalioris, C.E. (2013), "Shear Tests of Reinforced Concrete Beams with Continuous Rectangular Spiral Reinforcement", *Constr and Building Mater*, Vol. 46, pp. 86-97.
- Konsta-Gdoutos, M. and Karayannis, C.G. (1998), "Document Flexural behaviour of concrete beams reinforced with FRP bars", *Advanced Composites Letters*, Vol. 7, No. 5, pp. 133-137.
- Rafi, M. M., Nadjai, A., Ali, F. and Talamona, D. (2006), "Aspects of behaviour of CFRP reinforced concrete beams in bending", *Construction and Building Materials*, Vol 22, pp. 277-285.
- Tsonos, A.-D.G. (2008), "Effectiveness of CFRP-Jackets and RC-Jackets in Post-Earthquake and Pre-Earthquake Retrofitting of Beam-Column Subassemblages", *Eng Struct*, Vol. 30, pp. 777-793.
- Vilanova, I., Baena, M., Torres, L. and Barris, C. (2015), "Experimental study of bond-slip of GFRP bars in concrete under sustained loads", *Composites Part B: Engineering*, Vol. 74, pp. 42-52.
- Vint, L.M. and Sheikh, S. (2015), "Investigation of bond properties of alternate anchorage schemes for glass Fiber-Reinforced Polymer bars", *ACI Structural Journal*, Vol. 112, No. 1, pp. 59-68.
- Zeris, C., Batis, G., Mouloudakis, V. and Marakis, J. (2014), "Accelerated Corrosion Investigation of Axially Loaded Reinforced Concrete Elements", *Anti-Corr Meth and Mat*, Vol. 61, pp. 215-223.