

Μελέτη της μηχανικής συμπεριφοράς ινοπλισμένου σκυροδέματος, μέσω των δοκιμών Barcelona και κάμψης τεσσάρων σημείων.

Έλενα/Κομνηνού

Πολιτικός Μηχανικός, MSc, ekomninou@hotmail.com

Παναγιώτης/Οικονόμου

Πολιτικός Μηχανικός, MSc, p.oikonomou88@gmail.com

Ξενοφώντας/Λιγνός

Δρ. Μηχανικός, ΕΔΙΠ, ΣΠΜ ΕΜΠ, lignosx@central.ntua.gr

Εμμανουήλ/Βουγιούκας

Λέκτορας, ΣΠΜ ΕΜΠ, manolis@central.ntua.gr

Ευστράτιος/Μπαδογιάννης

Επ. Καθηγ., ΣΠΜ ΕΜΠ, badstrat@central.ntua.gr

Εκτενής περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετάται η μηχανική συμπεριφορά του ινοπλισμένου σκυροδέματος τόσο με μεταλλικές, όσο και με συνθετικές ίνες. Δοκίμια παράχθηκαν βάσει κοινής σύνθεσης σκυροδέματος, με ποσοστά προσθήκης ινών 0.5% και 1.0% κατά όγκο. Οι μεταλλικές ίνες (SF) που χρησιμοποιήθηκαν είχαν αγκύρια στις άκρες ενώ οι συνθετικές ίνες ήταν δύο ειδών: α) με κυματώδη μορφή (PFS), β) πεπλατυσμένες με μικρά αγκύρια στις άκρες τους και πτυχώσεις κατά μήκος τους (PFC). Όλες οι συνθέσεις συγκρίθηκαν με μια ίδια σύνθεση αναφοράς, χωρίς ίνες. Επιπλέον παρασκευάστηκε μια ίδια σύνθεση αναφοράς χωρίς ίνες, αλλά με προσθήκη Μετακαολίνη.

Πέραν των κλασσικών δοκιμών χαρακτηρισμού των ιδιοτήτων του νωπού και σκληρυμένου σκυροδέματος, πραγματοποιήθηκαν πρόσθετες δοκιμές προσδιορισμού του μέτρου ελαστικότητας, του λόγου poisson του ινοπλισμένου σκυροδέματος και η εφελκυστική αντοχή σκυροδέματος μέσω της δοκιμής Barcelona και της κάμψης δοκού σε τέσσερα σημεία. Τέλος μέσω των δοκιμών εφελκυσμού, μελετήθηκε η συμπεριφορά των δοκιμίων μετά τη ρηγμάτωση και εκτιμήθηκε η δυσθραυστότητα του ινοπλισμένου σκυροδέματος κάθε σύνθεσης.

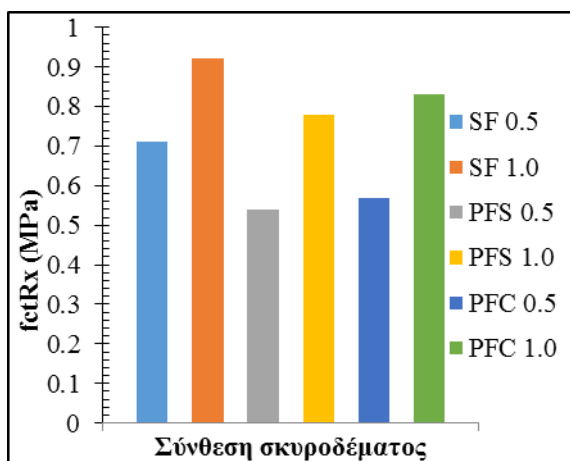
Με βάση τα αποτελέσματα και αναφορικά με τις ιδιότητες νωπού σκυροδέματος παρατηρήθηκε μείωση της ρευστότητας του νωπού σκυροδέματος, η οποία όμως εύκολα αποκαταστάθηκε με τη χρήση κοινών ρευστοποιητών, σε σχετικά χαμηλά ποσοστά (έως 3.25 kg/m³). Επίσης, διαπιστώθηκε αύξηση του εγκλωβισμένου αέρα λόγω της προσθήκης ινών ειδικά στην περίπτωση των μακρύτερων συνθετικών ινών PFC, σε ανεκτά όμως επίπεδα (έως 3.6%). Δεν διαπιστώθηκε, όπως ήταν αναμενόμενο, σημαντική επίδραση της προσθήκης ινών στη θλιπτική αντοχή και στο μέτρο ελαστικότητας του ινοπλισμένου σκυροδέματος. Αντίθετα η προσθήκη των ινών επηρέασε σημαντικά τον λόγο poisson, όπου καταγράφηκε σημαντική μείωση των τιμών του, από 35% έως 60%.

Με βάση τα αποτελέσματα και αναφορικά με τη συμπεριφορά του ινοπλισμένου σκυροδέματος μετά τη ρηγμάτωση, μέσω των δοκιμών Barcelona και της κάμψης τεσσάρων σημείων, διαπιστώθηκε η ανάπτυξη παραμένουσας εφελκυστικής αντοχής μετά τη θραύση, όλων των ινοπλισμένων δοκιμίων σκυροδέματος. Μάλιστα οι τιμές της παραμένουσας τάσης στην περίπτωση των συνθετικών ινών με υψηλό ποσοστό προσθήκης (1% κ.ο.), αναπτύχθηκαν σε τιμές που αντιστοιχούν στη φέρουσα ικανότητα των δοκών ινοπλισμένου

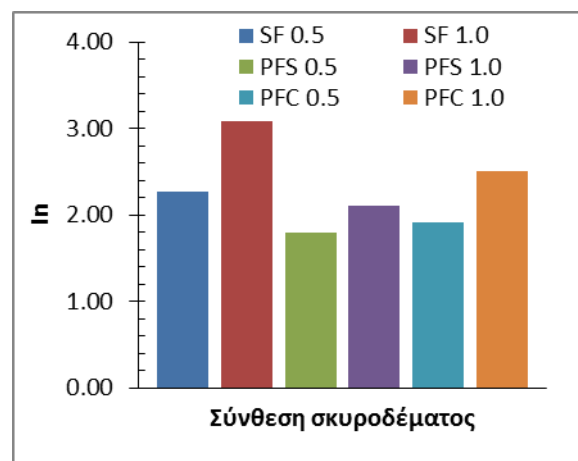
σκυροδέματος, για τα εξεταζόμενα κατά τη μέθοδο όρια μετατόπισης. Τέλος αναφορικά με τη δυσθραυστότητα και με τις δύο δοκιμές εκτιμήθηκε αύξησή της, σε τιμές που έφτασαν μέχρι και το 90%.

Με βάση τα συνολικά αποτελέσματα και με κριτήριο μόνο την καλύτερη μηχανική συμπεριφορά, είναι σαφές ότι όσο αυξάνεται το ποσοστό των ινών, βελτιώνεται τόσο η παραμένουσα αντοχή, όσο και η δυσθραυστότητα. Ωστόσο όσον αφορά στο είδος των ινών, οι 2 μέθοδοι εκτίμησης δεν συγκλίνουν ως προς το συμπέρασμα. Κατά τη δοκιμή Barcelona την καλύτερη μηχανική συμπεριφορά εμφανίζουν οι μεταλλικές ίνες, ενώ σύμφωνα με τη δοκιμή κάμψης, οι συνθετικές ίνες PFS.

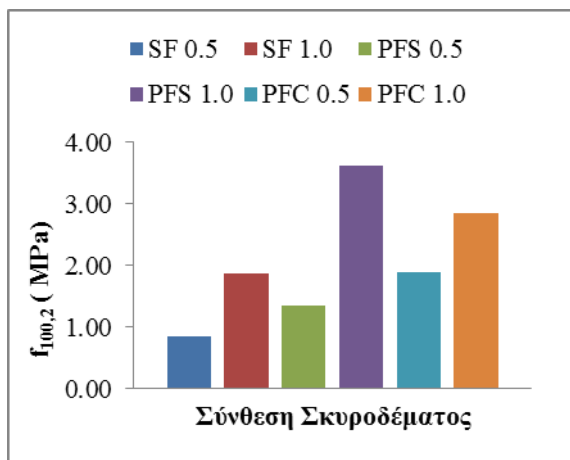
Λέξεις κλειδιά: ινοπλισμένο σκυρόδεμα, ρηγμάτωση, παραμένουσα τάση, δυσθραυστότητα, δοκιμή Barcelona.



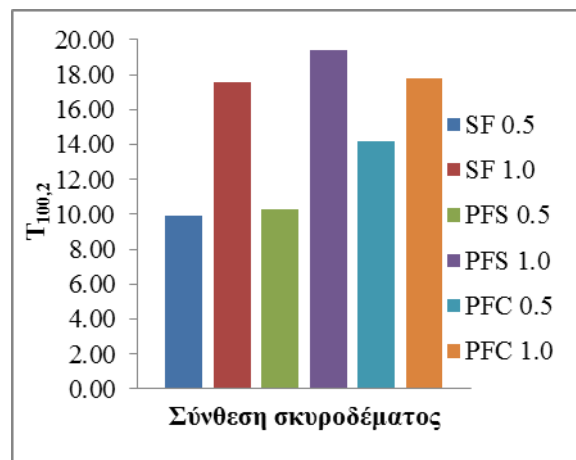
Σχ. 1 Παραμένουσα τάση f_{ctRx} δοκιμών ινοπλισμένου σκυροδέματος, κατά τη δοκιμή Barcelona



Σχ. 2 Δείκτης δυσθραυστότητας I_b , δοκιμών ινοπλισμένου σκυροδέματος, κατά τη δοκιμή Barcelona.



Σχ. 3 Παραμένουσα τάση $f_{100,2}$ δοκιμών ινοπλισμένου σκυροδέματος, για βέλος κάμψης 2.0 mm, κατά τη δοκιμή κάμψης 4 σημείων



Σχ. 4 Δείκτης δυσθραυστότητας $T_{100,2}$, δοκιμών ινοπλισμένου σκυροδέματος, για βέλος κάμψης 2.0 mm, κατά τη δοκιμή κάμψης 4 σημείων

Βιβλιογραφία

- ASTM (2006), "Standard Test Method for Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam With Third-Point Loading) C 1609/C 1609M-05".
- Brandt, A. M. (2008), "Fibre reinforced cement-based (FRC) composites after over 40 years of development in building and civil engineering", *Composite Structures*, 86, pp. 3-9.
- Brugg Contec, A. G., "MACROFIBER Concrix Bi component and high performance", φύλλο ιδιοτήτων προϊόντος, www.bruggcontec.com.
- Carmona, M. S., Aguado de Cea, A., Molins, B. C. (2012), "Generalization of the Barcelona test for the toughness control of FRC", *Materials and Structures*, 45, pp. 1053-1069.
- Carmona, M. S., Aguado de Cea, A., Molins, B. C. (2013), "Characterization of the properties of steel fiber reinforced concrete by means of the generalized Barcelona test", *Construction and Building Materials*, 48, pp. 592-600.
- Chen, W. (1970), "Double punch test for tensile strength of concrete", *ACI Mater J.*, Vol. 67, No. 2, pp. 993-995.
- CEN (2009), "Testing hardened concrete □ Part 3: Compressive strength of test specimens EN 12390-3".
- Sika Hellas A.B.E.E., "Sika® Fiber PP 940-50, συνθετικές μακροΐνες για σκυρόδεμα και εκτοξευόμενο σκυρόδεμα", φύλλο ιδιοτήτων προϊόντος.
- ΣΙΑΕΝΟΡ Α.Ε., INOMIX "Χαλύβδινες ίνες", φύλλο ιδιοτήτων προϊόντος.