

Πειραματική διερεύνηση της επιρροής της αντοχής σκυροδέματος και της πύκνωσης των συνδετήρων στη φέρουσα ικανότητα και τους μηχανισμούς αστοχίας υποστυλωμάτων Ο/Σ που υπόκεινται σε μονοαξονική θλίψη

Νέαρχος Χρήστου

Πολιτικός Μηχανικός Πανεπιστημίου Frederick, Κύπρος

Χρήστος Πολυκάρπου

Πολιτικός Μηχανικός Πανεπιστημίου Frederick, Κύπρος

Αγγελος Θεοδοσίου

Msc Πολιτικός Μηχανικός Πανεπιστημίου Frederick, Κύπρος

Μίλτων Δημοσθένους

Δρ Πολιτικός Μηχανικός, Ερευνητής του ΙΤΣΑΚ, Επισκέπτης Καθηγητής στο Πανεπιστήμιο Frederick, Κύπρος, eng.dm@frederick.ac.cy

Εκτενής περίληψη

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν οκτώ (8) ομάδες υποστυλωμάτων Ο/Σ με τέσσερα (4) πειραματικά δοκίμια κάθε ομάδα (σύνολο 32). Όλα τα πειραματικά δοκίμια έχουν τις ίδιες γεωμετρικές διαστάσεις (8cmX8cmX25cm) και τον ίδιο διαμήκη οπλισμό (4Y8) – με εξαίρεση μια ομάδα με άοπλα υποστυλώματα. Η διαφοροποίηση μεταξύ των οκτώ (8) ομάδων συνίσταται στη διαφοροποίηση της αντοχής του σκυροδέματος και στη πύκνωση των συνδετήρων ενώ τα υποστυλώματα μιας ομάδας φέρουν μόνο διαμήκεις οπλισμούς χωρίς συνδετήρες (βλέπε πίνακα 1). Οι διαμήκεις οπλισμοί αγκυρώνονται σε δύο κατάλληλα διαμορφωμένες πεπλατισμένες βάσεις Ο/Σ (στην κεφαλή και τον πόδα των υποστυλωμάτων) μέσω των οποίων επιβάλλεται η θλιπτική φόρτιση (Εικ. 1). Η κατασκευή των πειραματικών δοκιμίων έγινε στις εγκαταστάσεις του Εργαστηρίου Μηχανικής του Πανεπιστημίου Frederick ενώ μέχρι σήμερα 14 εξ αυτών υποβλήθηκαν σε προοδευτικά αυξανόμενη μονοαξονική θλιπτική φόρτιση μέχρι πλήρους αστοχίας. Κατά τη διάρκεια κάθε πειράματος γινόταν οπτική (video) κάλυψη της συμπεριφοράς και της εμφάνισης βλαβών στο υπό εξέταση πειραματικό δοκίμιο. Ταυτόχρονα γινόταν συνεχής καταγραφή του επιβαλλόμενου θλιπτικού φορτίου και της βύθισης του υποστυλώματος σε δύο απέναντι θέσεις, με πολύ μικρό βήμα δειγματοληψίας, ώστε να μπορεί να γίνει συσχέτιση των εικόνων αστοχίας του υποστυλώματος με τη μηχανική του συμπεριφορά, όπως αυτή αποδίδεται μέσα από την επεξεργασία των μετρήσεων.

Όλες οι πειραματικές δοκιμές που έγιναν μέχρι την παρούσα φάση κατατάσσονται σε δύο σειρές. Στην πρώτη σειρά εξετάστηκαν οκτώ (8) υποστυλώματα από τέσσερις ομάδες, δύο από κάθε ομάδα. Τα υποστυλώματα αυτών των ομάδων έχουν την ίδια πύκνωση συνδετήρων – S=45mm (C23.5S45O, C23.5S45, C31S45, C32S45). Αρχικά έγινε σύγκριση μεταξύ των υποστυλωμάτων των δύο πρώτων ομάδων με την ίδια κατηγορία σκυροδέματος (C23.5) αλλά με ανοικτούς συνδετήρες η πρώτη ομάδα (C23.5S45O) και με κλειστούς η δεύτερη (C23.5S45). Από αυτή τη σύγκριση δεν διαπιστώθηκε

σημαντική διαφοροποίηση στη συνολική συμπεριφορά των υποστυλωμάτων, παρά το γεγονός ότι αναμενόταν ακριβώς το αντίθετο. Αυτό αποδόθηκε στο σχετικά δυνατό δέσιμο που έγινε μεταξύ συνδετήρων και διαμήκων οπλισμών – δυσανάλογο σε σχέση με την σχετικά μικρή κλίμακα των υποστυλωμάτων. Επίσης, παρά το γεγονός ότι επιδιώχθηκε η αντοχή σκυροδέματος μεταξύ των άλλων δύο ομάδων να διαφέρει κατά πολύ από τις δύο πρώτες ομάδες αλλά και μεταξύ τους, τούτο δεν έγινε απόλυτα κατορθωτό (αντοχές σκυροδέματος 31Μρα και 32Μρα). Για το λόγο αυτό στη συνέχεια συγκρίνονται μαζί τα αποτελέσματα των υποστυλωμάτων και των τεσσάρων ομάδων. Από τη σύγκριση των διαγραμμάτων τάσης – παραμόρφωσης και των οκτώ υποστυλωμάτων παρατηρούμε, όπως άλλωστε αναμενόταν, ότι η επαύξηση της αντοχής του σκυροδέματος επαυξάνει την αντοχή του υποστυλώματος σε θλιπτική φόρτιση καθώς και την αντίσταση του υποστυλώματος σε αξονική παραμόρφωση (Σχ. 1). Παρατηρούμε επίσης ότι όσο αυξάνει η αντοχή του σκυροδέματος το μέγιστο φορτίο επισυμβαίνει σε μικρότερα επίπεδα αξονικής παραμόρφωσης. Μετά το μέγιστο φορτίο, ο κατιόντας κλάδος του διαγράμματος τάσης – παραμόρφωσης αποκτά μεγαλύτερη κλίση όσο αυξάνει η αντοχή του σκυροδέματος ενώ γενικώς, μετά από το μέγιστο φορτίο, παρατηρείται συντριβή του σκυροδέματος, αστοχίες τοπικού λυγισμού του διαμήκους οπλισμού και απόκλιση του υποστυλώματος από τον κατακόρυφο άξονα (Εικ. 1).

Η δεύτερη σειρά των πειραμάτων είχε σαν στόχο τη διερεύνηση της επιρροής της πύκνωσης των συνδετήρων στη μέγιστη θλιπτική αντοχή των υποστυλωμάτων, στην ικανότητα ανάπτυξης πλαστικής συμπεριφοράς, στην ικανότητα απορρόφησης ενέργειας και στην έκταση των ζημιών καθ' ύψος του υποστυλώματος. Εξετάστηκαν δύο υποστυλώματα από κάθε ομάδα με διαφορετική πύκνωση συνδετήρων (S45mm, S35mm, S25mm), ένα υποστυλώμα με μόνο διαμήκεις οπλισμούς αλλά χωρίς συνδετήρες (NS) και ένα υποστυλώμα με άοπλο σκυρόδεμα (NLNS). Τα υποστυλώματα αυτά είχαν σχεδόν την ίδια αντοχή σκυροδέματος (κατά μέσο όρο 25 Μρα). Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων από αυτή τη σειρά των πειραμάτων παρατηρούμε ότι όσο πιο πυκνή είναι η διάταξη των συνδετήρων τόσο πιο πολύ αυξάνουν η αντοχή, η πλαστικότητα και η ικανότητα απορρόφησης ενέργειας (Σχ. 2) ενώ ταυτόχρονα μειώνεται η έκταση των ζημιών καθ' ύψος του υποστυλώματος (Εικ. 1).

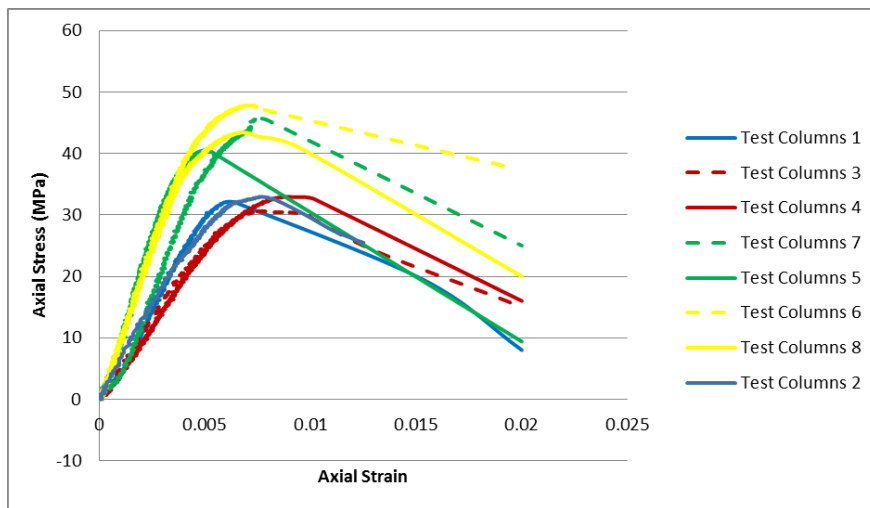
Οι παραπάνω επιστημονικές έτυνα σχετικών ερμηνειών ενώ στο παρών στάδιο και στα πλαίσια επέκτασης της παρούσας έρευνας γίνεται αξιοποίηση των πειραματικών αποτελεσμάτων για την ανάπτυξη και βαθμονόμηση υπολογιστικών προσομοιωμάτων περιγραφής της μηχανικής συμπεριφοράς και της εμφάνισης και εξέλιξης των μηχανισμών αστοχίας των υποστυλωμάτων.

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά πειραματικών δοκιμών υποστυλωμάτων Ο/Σ

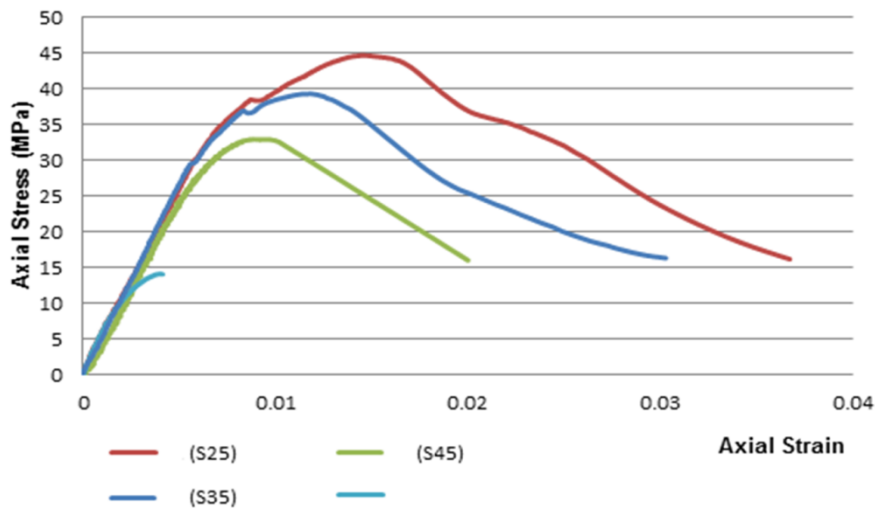
Κωδικός Ομάδας Υποστ/των	Αριθμός Πειραματικών Δοκιμών	Διαστάσεις Cm	Αντοχή Σκυροδέματος Μρα	Διαμήκεις οπλισμοί	Συνδετήρες
CiC23.5S45O	4	8X8X25	23.5	4Y8	Y3/45mm
CiC23.5S45	4	8X8X25	23.5	4Y8	Y3/45mm
CiC31S45	4	8X8X25	31.0	4Y8	Y3/45mm
CiC32S45	4	8X8X25	32.0	4Y8	Y3/45mm
CiC25S35	4	8X8X25	25.0	4Y8	Y3/35mm
CiC25S25	4	8X8X25	25.0	4Y8	Y3/25mm
CiC25S0	4	8X8X25	25.0	4Y8	-
CiC25	4	8X8X25	25.0	-	-



Εικόνα 1. Τελικές εικόνες αστοχίας πειραματικών δοκιμών με διαφορετική πύκνωση συνδετήρων



Σχ. 1 Διαγράμματα τάσης – αξονικής παραμόρφωσης υποστλωμάτων Ο/Σ με ίδια πύκνωση συνδετήρων και διαφορετική αντοχή σκυροδέματος



Σχ. 2 Διαγράμματα τάσης – αξονικής παραμόρφωσης υποστλωμάτων Ο/Σ με ίδια αντοχή σκυροδέματος και διαφορετική πύκνωση συνδετήρων