

Περίληψη

Η διάβρωση του χάλυβα αποτελεί την κυριότερη αιτία υποβάθμισης της ανθεκτικότητας των κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος. Στην Ελλάδα ιδιαίτερα, όπου μεγάλο ποσοστό των κατασκευών τοποθετείται σε παράκτιες περιοχές, τα προβλήματα διάβρωσης των κατασκευών παρουσιάζονται έντονα εξαιτίας της επιθετικής δράσης χλωριόντων (κατηγορία XS κατά τον EN 206). Όπως είναι γνωστό, η μηχανική απόδοση του χάλυβα οπλισμού υποβαθμίζεται σημαντικά, καθώς η διάβρωση προκαλεί απώλεια της διατομής του οπλισμού και πτώση των μηχανικών του ιδιοτήτων, κυρίως σε όρους ολκιμότητας. Για λόγους βελτίωσης της παθητικοποίησης του χάλυβα οπλισμού έναντι της διάβρωσης, ο EN 206 προτείνει τη χρήση καλύτερης ποιότητας σκυροδέματος και ελάχιστου πάχους επικάλυψης σκυροδέματος, τα οποία περιορίζουν αλλά δεν αποτρέπουν τη ρηγμάτωση του σκυροδέματος, η οποία συνδέεται με το ρυθμό διεύδυσης και διάχυσης των επιθετικών διαβρωτικών παραγόντων. Ως εκ τούτου, λόγω της περιορισμένης ρηγμάτωσης του σκυροδέματος σε σχέση με τις παλαιότερες κατασκευές ευνοείται η δημιουργία μικρών εκτιθέμενων επιφανειών του σιδηροοπλισμού προς διάβρωση, γεγονός το οποίο έχει αναδειχθεί ότι επηρεάζει σημαντικά το ρυθμό και το βαθμό της διάβρωσης του σιδηροοπλισμού. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, στην παρούσα πειραματική εργασία τίθεται προς διερεύνηση η επιρροή του εκτιθέμενου μήκους του χάλυβα οπλισμού στη βλάβη διάβρωσης χαλύβδινων ράβδων οπλισμού. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 96 δοκίμια χαλύβδινων ράβδων οπλισμού B500c, ονομαστικής διαμέτρου 12 mm, τα οποία διακρίθηκαν σε δύο υπό-ομάδες προς διερεύνηση της επιρροής του εκτιθέμενου προς διάβρωση μήκους, ήτοι μία με μικρό

εκτιθέμενο μήκος ίσο με 1 cm και μία με μεγάλο εκτιθέμενο μήκος 10 cm. Για τις ανάγκες της εργαστηριακής μελέτης και για να εξεταστούν οι συνέπειες του διαβρωτικού παράγοντα σε σύντομο χρονικό διάστημα, διενεργήθηκαν 84 πειράματα επιταχυνόμενης διάβρωσης μέσω επιβολής ηλεκτρικού ρεύματος για 150 ώρες και 300 ώρες, αντίστοιχα. Όπως προέκυψε από την ανάλυση των πειραματικών αποτελεσμάτων, η επιρροή του εκτιθέμενου μήκους του χάλυβα στο διαβρωτικό περιβάλλον είναι ισχυρή, καθώς παρουσιάζεται έντονη διαφοροποίηση στην βλάβη διάβρωσης, τόσο σε όρους ποσοστιαίας απώλειας μάζας όσο και στη μορφολογία των προκαλούμενων βελονισμών.

Ακόμη, λαμβάνοντας υπόψη τα φαινόμενα κόπωσης που εισάγονται στον σιδηροοπλισμό εξαιτίας της έντονης σεισμικής δραστηριότητας, στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η σεισμική απόκριση των δοκιμών χάλυβα μέσω πειραμάτων ολιγοκυκλικής κόπωσης. Οι κύριες παράμετροι που εξετάστηκαν ήταν το ελεύθερο μήκος κόπωσης, ίσο με 6Φ και 8Φ (72 mm και 96 mm, αντίστοιχα) και το επιβαλλόμενο εύρος παραμόρφωσης, ίσο με $\pm 0.75\%$, $\pm 1.0\%$ και $\pm 1.25\%$. Παράλληλα, δεδομένης της ανάγκης για βελτίωση της αντιδιαβρωτικής προστασίας του σιδηροοπλισμού των κατασκευών, στην παρούσα εργασία όλα τα διαβρωμένα δοκίμια είχαν υποβληθεί αρχικά σε διαδικασία ψηγματοβολής, με σκοπό να διερευνηθεί η συνεισφορά της ψηγματοβολής τόσο στην προκαλούμενη βλάβη διάβρωσης όσο και στη μηχανική απόδοση του σιδηροοπλισμού. Η διαδικασία ψηγματοβολής εμπεριείχε δύο στάδια, αρχικά με βολή σωματιδίων ολιβίνης και στη συνέχεια με σωματίδια υαλοσφαιριδίων. Όπως φάνηκε από τα εξαγόμενα πειραματικά αποτελέσματα των κοπώσεων, η ψηγματοβολή των δοκιμών χάλυβα παρουσιάζει ευεργετική συμπεριφορά στη μηχανική απόδοση του οπλισμού, κυρίως σε χαμηλά εύρη ανακυκλιζόμενης παραμόρφωσης αυξάνοντας τη διάρκεια ζωής του υλικού, ενώ αντίθετα σε μεγαλύτερα εύρη παραμόρφωσης η συνεισφορά της ψηγματοβολής περιορίζεται λόγω της εμφάνισης λυγισμικών φαινομένων.

Λέξεις κλειδιά

Χάλυβας οπλισμού, διάβρωση, κόπωση, αντιδιαβρωτική προστασία, ψηγματοβολή, αμμοβολή

Abstract

Steel corrosion constitutes the main cause of durability reduction in reinforced concrete constructions. Particularly in Greece, where a high percentage of constructions are located in coastal areas, corrosion-based issues greatly arise due to aggressive chloride action (XS category based on EN 206). It is established that the mechanical performance of steel reinforcement is significantly diminished, as corrosion causes a loss of the reinforcement's profile and deterioration of its mechanical properties, mainly in terms of ductility. To improve the passivation of steel reinforcement against corrosion, EN 206 suggests the use of higher quality concrete and minimum thickness of concrete coverage, which limit, but don't prevent concrete cracking, which in turn is linked to the penetration and permeation rate of these aggressive, corrosive factors. So the limited concrete cracking, compared to older constructions, favors the creation of small, exposed surfaces on the corroded steel reinforcement, a fact that has been proven to greatly affect the rate and level of reinforcement corrosion. Taking the above into account, in the present experimental study the effects of the exposed corrosion length of steel reinforcement is placed under examination. Specifically, 96 specimens of steel bars B500c, with nominal diameter of 12 mm were used. They were broken into two groups, in order for the effects of exposure to corrosion length to be examined. One group featured a small exposed length of 1 cm and the other featured a large exposed length of 10 cm. For the needs of this study and in order for the corrosive agent's effects to be examined in a short amount of time, 84 tests of accelerated corrosion via electrical current were administered, for durations of 150 and 300 hours, respectively. From analyzing the experimental results, the effect of steel's exposure length to corrosive environments is significant, since an intense distinction

in corrosion damage is exhibited, both in terms of percentage mass loss as well as the morphology of the pitting corrosion.

In addition, taking into account the fatigue effects that are introduced to the steel reinforcement due to intense seismic activity, this study examined the seismic response of steel bars through low-cyclic, fatigue testing. The main parameters examined were the free fatigue length, equal to 6Φ (72 mm) and 8Φ (96 mm) respectively, as well as the enforced deformation range, equal to $\pm 0.75\%$, $\pm 1.0\%$ and $\pm 1.25\%$. At the same time, given the need to improve on the construction steel reinforcement's anti-corrosive protection, in this study every corroded specimen had also been subjected to a shot peening process, to examine the impact of shot peening on corrosion damage as well as the steel reinforcement's mechanical performance. The shot peening process featured two stages, first a blast of Olivine particles, followed by glass bead particles. As shown by the extracted fatigue data, shot peening the steel bar specimens exhibits a beneficial effect in the reinforcement's mechanical performance, mainly in low ranges of cyclic deformation, improving the material's life duration. On the contrary, during greater deformation tests, the positive effect of shot peening is limited due to the appearance of buckling.

Keywords

Steel reinforcement, corrosion, fatigue, anticorrosive protection, shot blasting, sandblasting