

Ρηγμάτωση επιφάνειας σκυροδέματος

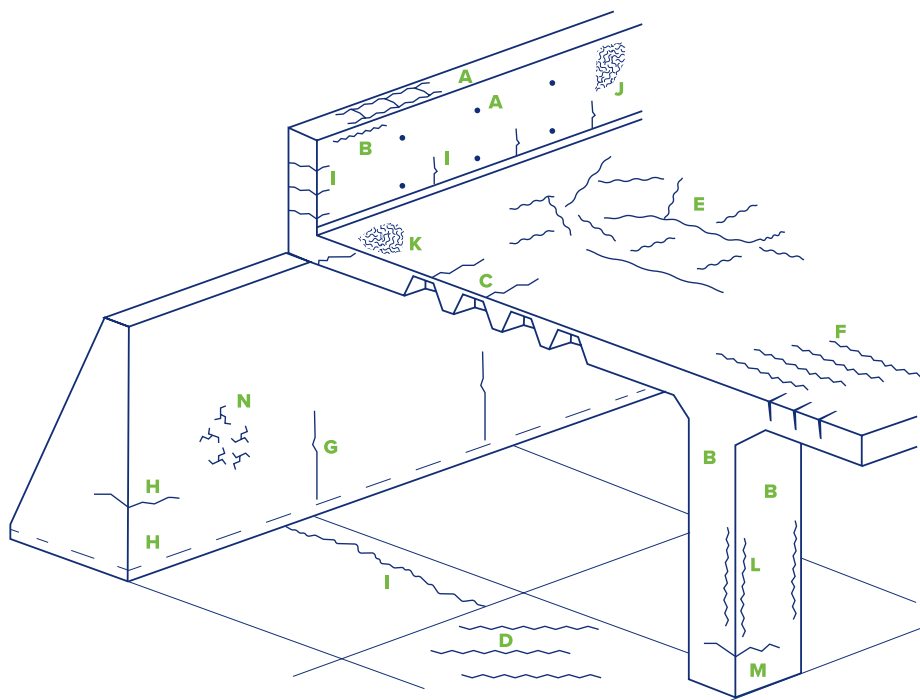
Τύποι ρωγμών

Το σκυρόδεμα, όπως και κάθε δομικό υλικό, συστέλλεται και διαστέλλεται λόγω μεταβολών υγρασίας και θερμοκρασίας, ενώ παράλληλα παραμορφώνεται ανάλογα με τα φορτία και τις συνθήκες στήριξης του εκάστοτε δομικού μέλους. Όταν η μελέτη ή η κατασκευή δεν λαμβάνει υπόψη τα φαινόμενα αυτά, τότε είναι πιθανή η εμφάνιση ρωγμών. Οι πιο συνήθεις τύποι ρηγματώσεων στο οπλισμένο σκυρόδεμα οφείλονται:

- 1** Στην πλαστική συρρίκνωση του σκυροδέματος.
- 2** Στην πλαστική καθίζηση του σκυροδέματος.
- 3** Στην πρόωρη θερμική συστολή του σκυροδέματος.
- 4** Στην έλλειψη ή λανθασμένη κοπή αρμών συστολής.
- 5** Στην έλλειψη αρμών διαστολής/απομόνωσης.
- 6** Σε τριχοειδή επιφανειακή ρηγμάτωση.
- 7** Στη συνεχή παρεμποδιζόμενη παραμόρφωση λόγω καταναγκασμών (π.χ. σε τοιχία).
- 8** Σε καθίζηση/διαφορική καθίζηση λόγω υποχώρησης στήριξης.
- 9** Σε διάβρωση του χαλύβδινου οπλισμού από ενανθράκωση ή χλωριόντα.
- 10** Στη χημική αντίδραση αλκαλίων-αδρανών (αλκαλοπυριτική/αλκαλοανθρακική αντίδραση).
- 11** Σε κύκλους ψύξης-απόψυξης λόγω φαινομένου παγοπληξίας (ρηγμάτωση τύπου D-cracking).
- 12** Σε χημική προσβολή λόγω περίσσειας θειικών ιόντων από ενδογενείς και εξωγενείς πηγές.
- 13** Σε υπερφόρτωση της κατασκευής.

Οι ρωγμές που εμφανίζονται στα πρώιμα στάδια του χρόνου ζωής του σκυροδέματος (1-7), δημιουργούν κυρίως αισθητικής φύσεως παραμορφώσεις. Μακροπρόθεσμα όμως, μπορούν να επηρεάσουν την ανθεκτικότητα του σκυροδέματος και, συνεπώς, τη δομική του ακεραιότητα. Υπάρχουν όμως και ρωγμές (7-13) που επηρεάζουν άμεσα την ανθεκτικότητα και τη δομική ακεραιότητα των κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος.

Σχηματική απεικόνιση διαφόρων τύπων ρωγμών που μπορεί να εμφανιστούν σε κατασκευές σκυροδέματος*



Τύπος ρηγμάτωσης

- A, B, C** Ρηγματώσεις πλαστικής καθίζησης
- D, E, F** Ρηγματώσεις πλαστικής συρρίκνωσης
- G, H** Πρώιμη θερμική συστολή
- I** Μακροχρόνια ξηραντική συρρίκνωση
- J, K** Κράζινγκ (επιφανειακή μικρορηγμάτωση)
- L, M** Διάβρωση οπλισμού
- N** Αλκαλιουλοπυριτική αντίδραση

*Concrete Society Technical Report 22 (1992). Αναπαράγεται με άδεια.

Λόγοι ρηγμάτωσης της επιφάνειας του σκυροδέματος

Η πλειονότητα των ρωγμών οφείλεται σε μελετητικές ατέλειες ή μη ενδεδειγμένες κατασκευαστικές πρακτικές, όπως:

- 1 Έλλειψη αρμών συστολής/διαστολής-απομόνωσης ή/και ακατάλληλη κοπή αρμών.
- 2 Ακατάλληλη προετοιμασία υποστρώματος ή εδάφους έδρασης της κατασκευής.
- 3 Παράνομη προσθήκη νερού στο έργο.
- 4 Λάθος τεχνική φινιρίσματος του σκυροδέματος.
- 5 Απότομη απώλεια υγρασίας από το νωπό διαστρωμένο σκυρόδεμα.
- 6 Απουσία ή ελλιπή μέτρα συντήρησης του σκυροδέματος.
- 7 Ακατάλληλες και επιβλαβείς προσμίξεις στα συστατικά του μίγματος σκυροδέματος (αδρανή, τσιμέντο, νερό, πρόσμικτα, πρόσθετα).
- 8 Μίγμα σκυροδέματος μη ανθεκτικό σε επιθετικό περιβάλλον έκθεσης.
- 9 Μικρή επικάλυψη σκυροδέματος.

Πως προλαμβάνονται ή ελαχιστοποιούνται οι ρηγματώσεις;

1 Προετοιμασία υποστρώματος

Πριν τη διάστρωση του σκυροδέματος είναι απαραίτητη η αφαίρεση σαθρών χωμάτων, η συμπύκνωση του εδάφους ή η εξυγίανσή του με τοποθέτηση σκύρων 3A ή E4 καλά συμπυκνωμένων με μηχανικά μέσα. Οι σωστές κλίσεις του υποστρώματος και του δαπέδου εξασφαλίζουν την απομάκρυνση του νερού. Κατά τη χειμερινή περίοδο πρέπει να αποφεύγεται διάστρωση σκυροδέματος σε υγρό ή παγωμένο υπόστρωμα. Ένα ομαλό, υγρό υπόστρωμα βοηθά στην αποφυγή ρηγματώσεων.

Ο ξυλότυπος ή μεταλλότυπος πρέπει να είναι τοποθετημένος σταθερά και να μπορεί να αναλάβει πλήρως τις πιέσεις από το σκυρόδεμα χωρίς τον κίνδυνο μετατόπισης. Όταν χρησιμοποιείται φράγμα υδρατμών (μεμβράνη) μεταξύ εδάφους και σκυροδέματος, αυξάνεται η εξίδρωση και η πιθανότητα ρηγματώσης του δαπέδου, ειδικά αν χρησιμοποιείται σκυρόδεμα υψηλής κάθισης. Όταν απαιτηθεί η χρήση φράγματος υδρατμών, πρέπει να γίνει μέριμνα ώστε το επιφανειακό τελείωμα να γίνει αφού το εξιδρούμενο νερό απομακρυνθεί από την επιφάνεια του σκυροδέματος.

Σε ξηρές συνθήκες πριν την διάστρωση του σκυροδέματος απαιτείται ελαφριά διαβροχή του υποστρώματος, των καλουπιών και του χαλύβδινου οπλισμού.

2 Σκυρόδεμα

Συνιστάται η χρήση σκυροδέματος κάθισης έως και S3 (12-13 cm), ενώ σε περίπτωση χρειάζεται μεγαλύτερη εργασιμότητα (15-18 cm), πρέπει να διασφαλίζεται ότι στη μελέτη σύνθεσης του σκυροδέματος έχει προβλεφθεί η μείωση φαινομένων διαχωρισμού αδρανών και πάστας, όπως και υψηλού ρυθμού εξίδρωσης, που είναι ιδιότητες που αυξάνουν την πιθανότητα ρηγματώσης.

3 Φινίρισμα

Δεν πρέπει να χρησιμοποιείται φινίρισμα πριν ολοκληρωθεί η εξίδρωση, με την επιφάνεια του δαπέδου να είναι ακόμα υγρή. Δεν είναι απαραίτητο το υπερβολικό φινίρισμα της επιφάνειας. Επιπλέον, όταν οι συνθήκες περιβάλλοντος (αέρας, θερμοκρασία, σχετική υγρασία) ευνοούν υψηλούς ρυθμούς εξάτμισης νερού από τη μάζα του σκυροδέματος, θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα προφύλαξης (π.χ. αντιανεμικά πετάσματα, αντιεξατμιστικές μεμβράνες), ώστε να αποφευχθούν ρηγματώσεις λόγω πλαστικής ξήρανσης.

4 Συντήρηση

Η σωστή συντήρηση του σκυροδέματος συμβάλλει καθοριστικά στην αποφυγή ρηγματώσεων και στη βελτίωση της ανθεκτικότητας της κατασκευής. Η συντήρηση πρέπει να ξεκινά άμεσα, μετά τη διάστρωση και το φινίρισμα του σκυροδέματος.

Σύμφωνα με τον ΚΤΣ 2016 και ΕΛΟΤ EN 13670, το ελάχιστο χρονικό διάστημα συντήρησης είναι 7 ημέρες. Εάν ληφθούν τουλάχιστον τρία δοκίμια έργου από τη σκυροδετούμενη παρτίδα, το χρονικό διάστημα για τη διάρκεια της συντήρησης μπορεί να μειωθεί στις 3 ημέρες. Αποτελεσματικές μέθοδοι συντήρησης είναι ο πλημμυρισμός με νερό, η εκνέφωση νερού, οι μεμβράνες ωρίμανσης δια ψεκασμού, οι υγρές λινάτσες και τα υγρά μη υφαντά λευκά γεωυφάσματα.

5 Αρμοί

Οι μεταβολές όγκου του σκυροδέματος λόγω μεταβολών υγρασίας ή θερμοκρασίας πρέπει να προβλέπονται στη μελέτη, ώστε να κατασκευάζονται οι απαραίτητοι αρμοί συστολής. Τυπικοί αρμοί συστολής κόβονται σε βάθος ίσο με το 1/4 έως 1/3 του δαπέδου, σε απόσταση πολλαπλάσια κατά 24 έως 36 του πάχους του δαπέδου. Η κοπή των αρμών γίνεται εντός του προβλεπόμενου χρόνου από τη μελέτη, ιδανικά εντός 24 ωρών από τη διάστρωση του σκυροδέματος. Τα 4,5 m θεωρούνται συχνά ως το μέγιστο διάστημα ανάμεσα σε αρμούς συστολής.

Αρμοί διαστολής προβλέπονται όπου αναμένεται περιορισμός της ελευθερίας μετατόπισης του στοιχείου σκυροδέματος, κατακόρυφα ή οριζόντια, σε σημεία όπου δάπεδα ενώνονται με τοιχία ή κολώνες. Εκτείνονται σε όλο το μήκος της ένωσης και σε όλο το πάχος της πλάκας δαπέδου και κατασκευάζονται με την τοποθέτηση πολυστερίνης ή άλλου συμπιεσμένου υλικού που παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο στοιχείων σκυροδέματος.

6 Επικάλυψη οπλισμού σκυροδέματος

Η κατασκευή των στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος σύμφωνα με τη μελέτη του έργου, όπου προβλέπεται η ελάχιστη επικάλυψη του χαλύβδινου οπλισμού ανάλογα την κατηγορία περιβαλλοντικής έκθεσης, προλαμβάνει ρηγματώσεις που σχετίζονται με τη διάβρωση του οπλισμού.

Βιβλιογραφία

Concrete Industry Board (CIP) (n.d.) *CIP 4 – Cracking Concrete Surfaces*. National Ready Mixed Concrete Association.

Υπουργείο Υποδομών & Μεταφορών (2016) *Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος – ΚΤΣ '16*. ΦΕΚ 1561/Β/2-6-2016.

ΕΛΟΤ (2010) *ΕΛΟΤ EN 13670: Εκτέλεση Έργων από Σκυρόδεμα*. Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης.

fib – Fédération Internationale du Béton (2010) *fib Bulletin 53: Structural Concrete – Textbook on Behaviour, Design and Performance, Volume 3*. Lausanne: International Federation for Structural Concrete.

ΕΛΟΤ (2009) *ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-01-02-00: Διάστρωση Σκυροδέματος*. Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης.

ΕΛΟΤ (2009) *ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-01-03-00: Συντήρηση Σκυροδέματος*. Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης.