

Το Υπέρρευστο Σκυρόδεμα στη κατασκευή ποιοτικών οικοδομικών έργων

Γ. Γαρατζιώτης

Μηχανικός Δομικών Έργων – Τμήμα Προσθέτων Σκυροδέματος, BASF C.C. Ελλάς Α.Ε.

Λέξεις Κλειδιά: Σκυρόδεμα, κατασκευή, αστικός ιστός

ΠΕΡΙΛΗΨΗ : Το σκυρόδεμα ως τελικό προϊόν, θεωρείται υλικό υψίστης ασφαλείας, διότι μαζί με τον χάλυβα συνεργάζονται και συμμετέχουν στην στατική λειτουργία μιας κατασκευής, εξασφαλίζοντας την με ασφάλεια μεταφορά των ιδίων αλλά και των παραλαμβανομένων φορτίων στο έδαφος. Ενώ ο χάλυβας είναι ένα προϊόν βιομηχανοποιημένο με σταθεροποιημένες ιδιότητες, άρα και ποιότητα, το σκυρόδεμα μέχρι να φτάσει στο έργο μας, επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες τόσο στη παραγωγή, όσο στην μεταφορά, την διάστρωση, τη συμτύκνωση και τέλος στη συντήρηση του. Στην παρούσα εισήγηση θα εξετάσουμε κατα πόσο είναι εφικτό να επιτευχθεί ένα σκυρόδεμα υψηλής επιτελεσματικότητας με χαμηλό λόγο νερού προς τσιμέντο αλλά ταυτόχρονα να έχει μεγάλη κάθιση, την οποία θα διατηρεί αναλλοίωτη μέχρι και την χύτευσή του χωρίς επιπλέον προσθήκες ακόμη και σε υψηλές θερμοκρασίες ακόμη και με παρουσία πυκνών οπλισμών.

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μεγάλη είναι η αλυσίδα των ανθρώπων, που εμπλέκονται στη κατασκευή ενός έργου, ξεκινώντας από τον κύριο του έργου και περνώντας διαδοχικά στον μελετητή, τον ανάδοχο, τον επιβλέποντα μηχανικό, τον μηχανικό κατασκευής, καταλήγοντας στον παραγωγό ετοιμού σκυροδέματος. Όλοι καλούνται όμως, να αντιμετωπίσουν μία σειρά προβλημάτων στα έργα από οπλισμένο σκυρόδεμα, ιδιαίτερα όταν αυτά γίνονται σε μεγάλα αστικά κέντρα:

- Η Ελλάδα είναι χώρα που αντιμετωπίζει έντονη σεισμικότητα, γεγονός που οδηγεί σε στοιχεία σκυροδέματος με πυκνό οπλισμό,
- Υπάρχει μεγάλη ανεπάρκεια εξειδικευμένου προσωπικού,
- Κίνηση και μποτιλιάρισμα είναι καθημερινό φαινόμενο ιδιαίτερα μέσα στις Αστικές περιοχές,
- Υψηλές θερμοκρασίες επικρατούν, ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες
- Έλλειψη γνώσεων σε θέματα κανονισμών που αφορούν την εφαρμογή του σκυροδέματος

Γεγονός παραμένει ότι η αγορά απαιτεί από τους μηχανικούς την μελέτη και κατασκευή έργων, τόσο ιδιωτικών όσο και δημοσίων που να αντέχουν στον χρόνο. Αυτό επίσης σημαίνει κατασκευές που να ικανοποιούν τις απαιτήσεις για τις οποίες σχεδιάστηκαν με το δυνατόν

μικρότερο κόστος συντήρησης. Παραδείγματα τέτοιων έργων είναι το αεροδρόμιο Ελευθέριος Βενιζέλος, η Αττική Οδός και άλλα αυτοχρηματοδοτούμενα έργα. Ο όρος ανθεκτικότητα έχει πλέον μπει στο λεξιλόγιό μας και εννοούμε την ικανότητα του σκυροδέματος να αντέχει στις εξωτερικές επιρροές του περιβάλλοντος που δρουν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Το ερώτημα που κυριαρχεί έντονα στο μυαλό του κάθε εμπλεκόμενου στην κατασκευή είναι το εξής: <<Θέλουμε να παράγουμε ανθεκτικό σκυρόδεμα ή θέλουμε ανθεκτικές κατασκευές?>> Είναι φυσικό βέβαια να έχουμε ανθεκτικές κατασκευές όταν και το σκυρόδεμα είναι ανθεκτικό. Άρα επιζητούμε έναν ανθεκτικό και δυνατό σκελετό για να έχουμε μια ασφαλή κατασκευή.

Σωστή επίσης σύνταξη της μελέτης σύνθεσης του σκυροδέματος μπορεί να εξασφαλίσει ιδιότητες κλειδιά για την ανθεκτικότητα του σκυροδέματος άρα και της κατασκευής.

- Εργασιμότητα,
- Μηχανική αντοχή

Εργασιμότητα είναι η ευκολία με την οποία μπορούμε να δουλέψουμε το σκυρόδεμα, να το τοποθετήσουμε στον ξυλότυπο και ακολούθως να το συμπυκνώσουμε ώστε να δώσει μια ομοιόμορφη και ομοιογενή μάζα με τη μεγαλύτερη δυνατή πυκνότητα και πιο μικρότερο επομένως πορώδες. Ένας όρος τόσο απλός αλλά πόσο σημαντικός! Με την εμπειρία που έχουμε από τη κατασκευή μεγάλων έργων, από το έργο της κατασκευής της Αττικής οδού, του Μετρό Αθηνών αλλά και άλλων, μπορούμε με σιγουριά να πούμε ότι σωστή διάστρωση και συμπύκνωση εξασφαλίζεται με την κατάλληλη εργασιμότητα η οποία πρέπει να είναι της τάξεως των 14 cm κατά την ώρα διάστρωσης.

Μικρότερες εργασιμότητες απαιτούν δυσανάλογο αριθμό ατόμων για την διάστρωση και την συμπύκνωση, οι οποίοι συνήθως δεν διατίθενται, με συνέπεια (απουσία σωστής Επίβλεψης) να προστίθεται νερό για την διευκόλυνση των εργασιών, εις βάρος όμως της αντοχής και της ποιότητας. Με σιγουριά πλέον μπορούμε να πούμε ότι

Διασφάλιση εργασιμότητας = Εξασφάλιση αντοχής

Έχουμε εξασφάλιση της μηχανικής αντοχής όταν τηρούμε σταθερό τον λόγο νερού / τσιμέντου που περιγράφεται στη μελέτη σύνθεσης. Άρα όσο μεγαλύτερη η ποσότητα του νερού για την ίδια ποσότητα τσιμέντου τόσο μικραίνει και η αντοχή του σκυροδέματος.

Όπως προαναφέραμε, συμβαίνει στα οικοδομικά έργα τα μίγματα με μικρή κάθιση να διαστρώνονται και να συμπυκνώνονται δύσκολα, ιδιαίτερα σε πυκνά οπλισμένες θέσεις όπως οι κόμβοι. Συνέπεια αυτών είναι να παρουσιάζονται φωλιές ή απόμιξη, λόγω αδυναμίας του υλικού να κινηθεί και να συμπυκνωθεί αποτελεσματικά. Η αντιμετώπιση εκ των υστέρων των συνεπειών αυτών, ορισμένες φορές είναι αδύνατη και τα σημεία αυτά αποτελούν την Αχίλλειο πτέρνα της κατασκευής μας.

Στο σημείο αυτό καλούμαστε να πούμε ότι τα χημικά πρόσθετα έχουν κυρίαρχο ρόλο στην Ανθεκτικότητα του σκυροδέματος και είναι τα υλικά που προστίθενται στο σκυρόδεμα και τροποποιούν τις ιδιότητές του για λόγους οικονομίας, εξοικονομίσεως ενέργειας και άλλων ειδικών απαιτήσεων. Τι πετυχαίνουμε όμως με τη χρήση προσθέτων?

- μείωση της ποσότητας του νερού άρα αύξηση των αντοχών,
- αύξηση της εργασιμότητας,
- βελτίωση της αντλησιμότητας,
- δυνατότητα αύξησης ή μείωσης του χρόνου πήξεως,
- δυνατότητα ανάπτυξης πρώιμων μηχανικών αντοχών,
- αύξηση της ανθεκτικότητας σε παγοπληξία,
- βελτίωση της μορφής του σκυροδέματος

Παραδοσιακά στην πράξη μέχρι σήμερα, στην παραγωγή (στη Μονάδα) γίνεται χρήση ρευστοποιητών- πλαστικοποιητών –μειωτών νερού και στο έργο η αύξηση της εργασιμότητας με χρήση προσθέτου, επιτυγχάνεται με την χρήση υπερρευστοποιητή. Η τελευταία γενιά υπερρευστοποιητών Πολυκαρβοξυλικού Αιθέρα (PCE) όμως, έχει πραγματικά εκπλήξει ευχάριστα, όλους τους εμπλεκόμενους στην κατασκευή οικοδομικών έργων, καταφέροντας να συνδυάσει δύο φαινομενικά αντικρουόμενες ιδιότητες στο σκυρόδεμα : Χαμηλό λόγο νερού / τσιμέντου (<0,40!) και μεγάλες καθίσεις σκυροδέματος, με μεγάλο χρόνο διατήρησης της εργασιμότητας.

Η χρήση τελευταίας γενιάς υπερρευστοποιητών Πολυκαρβοξυλικού Αιθέρα, παρέχει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Για τον Παραγωγό ετοίμου σκυροδέματος, Δυνατότητα παράδοσης σκυροδέματος υψηλής ρευστότητας, χωρίς επιπλέον προσθήκες ακόμα και σε υψηλές θερμοκρασίες με εξαιρετικά χαμηλούς λόγους νερού /τσιμέντου,
- Για τον Εργολάβο, Εύκολη, γρήγορη σκυροδέτηση με άριστη τελική επιφάνεια,
- Για τον Μηχανικό/ Ιδιοκτήτη / Κύριο του έργου, Εγγύηση ποιότητας τελικού προϊόντος, ακόμα και σε υψηλές θερμοκρασίες (*Total Performance Control – Σύστημα Ολοκληρωτικού Ελέγχου*)

2. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Έργα που χρησιμοποιήθηκε Υπέρρευστο Σκυρόδεμα Αστικού Ιστού με χρησιμοποίηση τελευταίας γενιάς υπερρευστοποιητή με βάση τους πολυκαρβοξυλικούς αιθέρες είναι :

- η Αττική Οδός, (Ενίσχυση Υποστηλωμάτων κόμβου Καισαριανής)
- το Υπουργείο Εμπορικής Ναυτιλίας (Ενύσχιση Υπάρχοντος κτιρίου και κατασκευή του Πύργου Ελέγχου – Είσοδος λιμένα Πειραιώς)
- τον Αύγουστο 2005, στην κατασκευή των νέων πυλώνων για το τελεφερίκ στην Πάρνηθα, όπου στήθηκε σωληνωτό δίκτυο μήκους 517 + 250 μέτρων στην απόκρυμνη πλαγιά του βουνού, λόγω αδυναμίας πρόσβασης με οποιοδήποτε άλλον τρόπο για την σκυροδέτηση των βάσεων των νέων πυλώνων. Η επόμενη λύση η οποία ήταν και πλέον πολυδάπανη, προέβλεπε τη χρησιμοποίηση ειδικού για σκυροδετήσεις μισθωμένου ελικοπτέρου από την Ρωσία. Τελικά ο τελευταίος γενιάς υπερρευστοποιητής με βάση τους πολυκαρβοξυλικούς αιθέρες για την παραγωγή Υπέρρευστου Σκυροδέματος (Αστικού ιστού) έδωσε τη λύση και χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή σκυροδέματος χαμηλού λόγου N/T αλλά με υψηλή εργασιμότητα > 25 cm, κάνοντας μια εφαρμογή που φάνταζε αδύνατη να γίνει εφικτή και το νέο τελεφερίκ να κινείται πλέον με ασφάλεια προς όφελος όλων μας.

C30/37 Γαρμπιλομετόν

Θραυστή Αμμος 648 kg

Γαρμπίλι _____ 1203 kg

Τσιμέντο (Type CEM I 42,5 _N – A) _____ 360 kg

Νερό _____ 180 kg

GLENIUM SKY 510 (0,9% κ.β. τσιμέντου)

Ενεργός N/T 0,43

Συνολ. N/T 0,48

Κάθιση: t = 0 min (Batching Plant) : 17 cm

t = 40 min (at the top) : 12 cm

t= 45 min : >25 cm
Αντοχές σε θλίψη 7 ημερών : 39 MPa
28 ημερών : 48 MPa

- Στην Αρτάκη Χαλκίδος χρησιμοποιήθηκε σκυρόδεμα Αστικού Ιστού για την σκυροδέτηση βαριάς οπλισμένης πλάκας οροφής εργοστασίου με πολύ πυκνό οπλισμό. (ποσότητας 1000 μ³ C25/30 -Υπέρρευστου σκυροδέματος με χρόνο χύτευσης 7 1/2 ώρες από 06:30 έως 13:45 και με εργασιμότητα σκυροδέματος στο έργο > 200 mm σε όλη την διάρκεια της σκυροδέτησης και γηια όλα τα οχήματα μεταφοράς)

3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η αντοχή στον χρόνο, η αποτελεσματική συμπεριφορά σε σεισμικές καταπονήσεις, τα λιγότερα έξοδα συντήρησης της κατασκευής, η ικανοποίηση των κριτηρίων συμμόρφωσης και αποδοχής του σκυροδέματος, η ικανοποίηση των χρηστών, ιδιοκτητών, αλλά και όλων των εμπλεκομένων στη κατασκευή του έργου, είναι τα κύρια οφέλη που προέρχονται από την χρήση του Υπέρρευστου Σκυροδέματος Αστικού Ιστού με χρησιμοποίηση υπερρευστοποιητών νέας γενιάς πολυκαρβοξυλικού αιθέρα.

Για τον Παραγωγό ετοίμου σκυροδέματος προσφέρεται η δυνατότητα παράδοσης σκυροδέματος υψηλής ρευστότητας, χωρίς επιπλέον προσθήκες ακόμα και σε υψηλές θερμοκρασίες με εξαιρετικά χαμηλούς λόγους νερού /τσιμέντου, για τον Εργολάβο γίνεται εύκολη και γρήγορη σκυροδέτηση με άριστη τελική επιφάνεια, για τον Μηχανικό, Ιδιοκτήτη, Κύριο του έργου προσφέρεται εγγύηση ποιότητας τελικού προϊόντος, ακόμα και σε υψηλές θερμοκρασίες ακόμα και με παρουσία πολύ πυκνων οπλισμών.