



ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

ΠΕΤΕΠ 01-01-06-00

-
- 01 Κατασκευές από σκυρόδεμα
 - 01 Παραγωγή και διάστρωση σκυροδέματος
 - 06 Αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα**
 - 00 -

Το έργο της σύνταξης των ΠΕΤΕΠ υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του "Προγράμματος Δράσεων για τον εκσυγχρονισμό της παραγωγής των Δημοσίων Έργων" (Action Plan του ΥΠΕΧΩΔΕ), υπό την εποπτεία και καθοδήγηση της 2ης Ομάδας Διοίκησης Έργου (2η ΟΔΕ).

Πίνακας μεταβολών, αναθεωρήσεων, ενημερώσεων, συμπληρώσεων

<i>Περιγραφή</i>	<i>Ημερομηνία</i>	<i>Παρατηρήσεις</i>
Πρώτη έκδοση	05/2006	Κείμενο 2 ^{ης} ΟΔΕ/ΙΟΚ, όπως διαμορφώθηκε μετά από παρατηρήσεις Επιτροπής στελεχών του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ

Η εκάστοτε τελευταία έκδοση, αντικαθιστά όλες τις προηγούμενες, οι οποίες πρέπει να καταστρέφονται.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ	1
1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.2. ΠΡΟΤΥΠΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	1
1.3. ΟΡΙΣΜΟΙ	2
1.3.1. <i>Επι μέρους συστατικά και σύνθεση</i>	2
1.3.2. <i>Ορισμοί εργασιμότητας</i>	3
1.3.3. <i>Μέθοδοι και συσκευές μέτρησης</i>	3
2. ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ	4
2.1. ΓΕΝΙΚΑ	4
2.2. ΤΣΙΜΕΝΤΟ	4
2.3. ΑΔΡΑΝΗ	4
2.4. ΝΕΡΟ	4
2.5. ΠΡΟΣΘΕΤΑ	4
2.6. ΠΡΟΣΜΙΚΤΑ (ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ FILLERS ΚΑΙ ΧΡΩΣΤΙΚΩΝ)	5
2.7. ΙΝΕΣ	5
3. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΕΣ	5
3.1. ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΑΣΣ	5
3.1.1. <i>Γενικά</i>	5
3.1.2. <i>Εισαγωγή στη θεωρία</i>	5
3.1.3. <i>Σύνθεση κατά EFNARC</i>	6
3.1.4. <i>Διορθωτικές ενέργειες</i>	7
3.2. ΟΔΗΓΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΣΣ	9
3.2.1. <i>Γενικά</i>	9
3.2.2. <i>Παραγωγή</i>	9
3.2.3. <i>Ανάμιξη</i>	9
3.2.4. <i>Έλεγχος παραγωγής</i>	9
3.3. ΟΔΗΓΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ	10
3.4. ΟΔΗΓΙΕΣ ΑΝΤΛΗΣΗΣ, ΔΙΑΣΤΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	10
3.5. ΔΟΚΙΜΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ ΑΣΣ	11
3.5.1. <i>Γενικά</i>	11
3.5.2. <i>Δοκιμές και κριτήρια ελέγχου του ΑΣΣ</i>	12
3.5.3. <i>Δοκιμή εξάπλωσης (1) και δοκιμή εξάπλωσης T_{50cm} (2)</i>	13
3.5.4. <i>Δοκιμή με δακτύλιο J (3)</i>	15
3.5.5. <i>Δοκιμή με χοάνη V (4) και δοκιμή με χοάνη V στα 5 min (5)</i>	16
3.5.6. <i>Δοκιμή με δοχείο σχήματος L (6)</i>	18
3.5.7. <i>Δοκιμή σταθερότητας με κοσκίνιση (GTM) (7)</i>	20
4. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΕΡΑΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	21
5. ΟΡΟΙ ΥΓΙΕΙΝΗΣ-ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	21
6. ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ	21
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	22

ΔΙΠΛΩΜΑ

Αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα

ΠΕΤΕΠ

01-01-06-00

1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ

Αντικείμενο της Προδιαγραφής αυτής είναι ο καθορισμός των απαιτήσεων για την σύνθεση, τον έλεγχο και την εφαρμογή του αυτοσυμπυκνουμένου σκυροδέματος (ΑΣΣ).

1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα (ΑΣΣ) δεν διαφέρει από το σύνηθες σκυρόδεμα παρά κυρίως στα διαφορετικά ρεολογικά χαρακτηριστικά. Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει το ΑΣΣ οφείλονται στην υψηλή ρευστότητα που του δίνουν τα σύγχρονα υπερρευστοποιητικά πρόσθετα με ταυτόχρονη διατήρηση της ομοιογένειας λόγω της διαφορετικής σύνθεσης.

Ο όρος “Αυτοσυμπυκνούμενο Σκυρόδεμα” (ΑΣΣ) αναφέρεται στο σκυρόδεμα εκείνο που σε νωπή κατάσταση έχει την ικανότητα να τοποθετείται στους ξυλοτύπους και να διέρχεται μέσα από τον σπλισμό μόνο με την δύναμη της βαρύτητας, χωρίς την χρήση δονητών μάζας ή άλλης εξωτερικής ενέργειας, ενώ ταυτόχρονα διατηρεί την ομοιογένειά του [1].

Η ανάπτυξη του ΑΣΣ ξεκίνησε από την Ιαπωνία και ήδη έχει ευρύτατη διάδοση και στην Ευρώπη τόσο σε συνθήκες κατασκευές όσο στην προκατασκευή. Το ΑΣΣ εμφανίζει σειρά πλεονεκτημάτων, όπως:

- Ταχύτερη κατασκευή
- Μειωμένη εργατική δαπάνη
- Καλύτερη τελική επιφάνεια σκυροδέματος
- Ευκολότερη διάστρωση
- Βελτίωση ανθεκτικότητας
- Δυνατότητα επίτευξης περίπλοκων γεωμετρικών μορφών
- Δυνατότητα πλήρωσης διατομών με πυκνό σπλισμό
- Βελτιωμένες συνθήκες υγιεινής και ασφάλειας λόγω μη αναγκαιότητας δόνησης. (Μειωμένος θόρυβος, απαλλαγή από τα προβλήματα υγιεινής που συνδέονται με το χειρισμό των δονητών μάζας).

1.2. ΠΡΟΤΥΠΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

EN 197-1:2000	Cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements -- Τσιμέντο. Μέρος 1: Σύνθεση, προδιαγραφές και κριτήρια συμμόρφωσης για τα κοινά τσιμέντα.
EN 206-1:2000	Concrete Part 1 : Specification, performance production and conformity -- Σκυρόδεμα - Μέρος 1: Προδιαγραφή, επίδοση, παραγωγή, συμμόρφωση.

EN 450-1:2005	Fly ash for concrete - Part 1: Definition, specifications and conformity criteria -- Ιπτάμενη τέφρα για σκυρόδεμα. Μέρος 1: Ορισμός, προδιαγραφές και κριτήρια συμμόρφωσης.
EN 934-2:2001	Admixtures for concrete, mortar and grout - Part 2: Concrete admixtures - Definitions, requirements, conformity, marking and labelling -- Πρόσθετα σκυροδέματος, κονιαμάτων και ενεμάτων - Μέρος 2 : Πρόσθετα σκυροδέματος - Ορισμοί απαιτήσεις, συμμόρφωση, σήμανση και επισήμανση.
EN 1008:2002	Mixing water for concrete - Specification for sampling, testing and assessing the suitability of water, including water recovered from processes in the concrete industry, as mixing water for concrete -- Νερό ανάμιξης σκυροδέματος - Προδιαγραφή για δειγματοληψία, έλεγχο και αξιολόγηση της καταλληλότητας του νερού.
EN 12350-1:1999	Testing fresh concrete - Part 1: Sampling - Δοκιμές νωπού σκυροδέματος - Μέρος 1: Δειγματοληψία.
EN 12350-2:1999	Testing fresh concrete - Part 2: Slump test -- Δοκιμές νωπού σκυροδέματος - Μέρος 2: Δοκιμή κάθισης.
EN 12620:2002	Aggregates for concrete - Αδρανή σκυροδεμάτων.
EN 12878:2005	Pigments for the colouring of building materials based on cement and/or lime - Specifications and methods of test -- Χρωστικές ύλες για το χρωματισμό δομικών υλικών, που βασίζονται στο τσιμέντο ή/και στον ασβέστη - Προδιαγραφές και μέθοδοι δοκιμής.
EN 13263-1:2005	Silica fume for concrete - Part 1: Definitions, requirements and conformity criteria -- Πυριτική παιπάλη για σκυρόδεμα. Μέρος 1: Ορισμοί απαιτήσεις και κριτήρια συμμόρφωσης.

1.3. ΟΡΙΣΜΟΙ

1.3.1. Επι μέρους συστατικά και σύνθεση

- Πρόσμικτα

Ανόργανα υλικά λεπτής διαβάθμισης τα οποία προστίθενται στο σκυρόδεμα με σκοπό να βελτιώσουν ή να προσδώσουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Διακρίνονται σε δύο τύπους:

Τύπος I: Σχεδόν αδρανή πρόσθετα.

Τύπος II: Ποζολανικά ή λανθάνοντα υδραυλικά πρόσθετα.

- Πρόσθετα

Υλικά που προστίθενται σε μικρές ποσότητες, σε σχέση με την μάζα του αναμίγματος, κατά την διάρκεια της ανάμιξης για να μεταβάλλουν τις ιδιότητες του νωπού ή του σκληρημένου σκυροδέματος.

- Συνδυατικό υλικό αδρανών σκυροδέματος.

Ο συνδυασμός τσιμέντου και υδραυλικών προσθέτων στο αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα.

- Λεπτομερή υλικά

Όλα τα υλικά με μέγιστο κόκκο μικρότερο των 125 mm, συμπεριλαμβανομένων και των κλασμάτων της άμμου.

- Χονδρόκοκκα υλικά

Όλα τα υλικά με μέγιστο κόκκο **μεγαλύτερο** των 4 mm.

- Πάστα

Το κλάσμα του σκυροδέματος το οποίο αποτελείται από τα λεπτομερή υλικά, το νερό και τον περιεχόμενο αέρα.

- Κονίαμα

Το κλάσμα του σκυροδέματος το οποίο αποτελείται από την πάστα και τα αδρανή τα λεπτότερα των 4 mm.

1.3.2. Ορισμοί εργασιμότητας

- Εργασιμότητα

Είναι ένα μέτρο της ευκολίας με την οποία το νωπό σκυρόδεμα μπορεί να διαστρωθεί και να συμπυκνωθεί. Η εργασιμότητα εξαρτάται από τον περίπλοκο συνδυασμό της ρευστότητας, της συνεκτικότητας, της μεταφερισιμότητας, της συμπυκνωσιμότητας και του κολλώδους του σκυροδέματος.

- Ικανότητα διέλευσης

Η ικανότητα του ΑΣΣ να ρέει διαμέσου στενών ανοιγμάτων (όπως ανάμεσα από τις ράβδους του οπλισμού) χωρίς να παρουσιάζει διαχωρισμό ή εμπλοκές.

- Ικανότητα πλήρωσης (ρευστότητα)

Η ικανότητα του ΑΣΣ να ρέει και να γεμίζει πλήρως όλους τους χώρους του ξυλοτύπου με την δράση μόνο του δικού του βάρους.

- Αντίσταση στην απόμιξη

Η ικανότητα του ΑΣΣ να παραμένει ομοιογενές κατά την διάρκεια της μεταφοράς και της χύτευσης.

1.3.3. Μέθοδοι και συσκευές μέτρησης

- Αβίαστη εξάπλωση με τον κώνο κάθισης

Τελική εξάπλωση του σκυροδέματος από κώνο κάθισης που έχει ανασυρθεί

- T_{50}

Κατά την μέτρηση της εξάπλωσης ως T_{50} ορίζεται ο χρόνος από την ανάσχυση του κώνου κάθισης μέχρι η διάμετρος του υλικού να φτάσει στα 500 mm.

- Δοχείο σχήματος L

Δοχείο σχήματος L του οποίου το κατακόρυφο τμήμα γεμίζεται με σκυρόδεμα. Στη συνέχεια ανοίγεται θυρίδα και το σκυρόδεμα διερχόμενο δια μέσου σειράς ράβδων οπλισμού ρέει προς το οριζόντιο τμήμα. Μετράται ο χρόνος διέλευσης και το μήκος ροής του σκυροδέματος.

- Δακτύλιος J

Κατά την δοκιμή κάθισης το σκυρόδεμα ρέει πάνω στην οριζόντια βάση με παρεμπόδιση μέσω των διακένων ράβδων οπλισμού που είναι κατακόρυφα τοποθετημένες στην βάση, σε διάταξη δακτυλίου. Κατά την δοκιμή προσδιορίζεται η διαφορά ύψους μεταξύ του σκυροδέματος μέσα και έξω από τον δακτύλιο J.

- Χοάνη σχήματος V (V-funnel)

Μετράται ο χρόνος εκροής του σκυροδέματος από χοάνη σχήματος V.

- Δοκιμή σταθερότητας με κοσκίνιση (GTM)

Ορισμένη ποσότητα ΑΣΣ αφήνεται σε ηρεμία για ορισμένο χρονικό διάστημα ώστε να λάβει χώρα ενδεχόμενη απόμιξη και μετά η μισή ποσότητα αδειάζεται σε κόσκινο και προσδιορίζεται η μάζα του διερχομένου υλικού ως ποσοστό της συνολικής μάζας.

2. ΕΝΣΩΜΑΤΟΥΜΕΝΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ

2.1. ΓΕΝΙΚΑ

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του Αυτοσυμπυκνούμενου Σκυροδέματος (ΑΣΣ) πρέπει γενικώς να ικανοποιούν τις απαιτήσεις του EN 206-1:2000.

Τα υλικά θα είναι κατάλληλα για την χρήση που προορίζονται στο σκυρόδεμα και δεν πρέπει να περιέχουν επιβλαβή συστατικά σε ποσότητες που μπορεί να είναι επικίνδυνες για την ποιότητα, την ανθεκτικότητα του σκυροδέματος ή την διάβρωση του οπλισμού.

2.2. ΤΣΙΜΕΝΤΟ

Γενικώς όλα τα τσιμέντα που συμμορφώνονται με το Πρότυπο EN 197-1:2000 έχουν αποδειχθεί κατάλληλα για την παραγωγή ΑΣΣ. Όπως και στο δονούμενο σκυρόδεμα απαιτούνται διαφορετικές συνθέσεις ΑΣΣ όταν χρησιμοποιούνται διαφορετικοί τύποι τσιμέντου.

2.3. ΑΔΡΑΝΗ

Τα αδρανή θα συμμορφώνονται με το πρότυπο EN 12620:2002. Το μέγιστο μέγεθος των αδρανών εξαρτάται από την εφαρμογή και συνήθως είναι μικρότερο από 20 mm.

Η περιεκτικότητα των αδρανών σε υγρασία θα παρακολουθείται συστηματικά και θα πρέπει να συνυπολογίζεται ώστε η ποιότητα του παραγόμενου ΑΣΣ να διατηρείται σταθερή.

2.4. ΝΕΡΟ

Το νερό που χρησιμοποιείται για την παραγωγή σκυροδέματος θα συμμορφώνεται με το πρότυπο EN 1008:2002 έχει αποδειχθεί κατάλληλο για την παραγωγή ΑΣΣ.

2.5. ΠΡΟΣΘΕΤΑ

Τα πρόσθετα που χρησιμοποιούνται θα ικανοποιούν το Πρότυπο EN 934-2:2001 (συμπεριλαμβανομένου του Παραρτήματος Α).

Οι υπερρρευστοποιητές είναι θεμελιώδες συστατικό του ΑΣΣ για την εξασφάλιση της κατάλληλης εργασιμότητας. Όταν είναι αναγκαίο μπορούν να προστεθούν και άλλοι τύποι προσθέτων, όπως ρυθμιστές ιξώδους (viscosity modifying agents, VMA) για την αντίσταση σε απόμιξη, αερακτικά για την βελτίωση της αντίστασης σε ψύξη-απόψυξη, επιβραδυντές για την ρύθμιση της πήξης κ.ά.

Οι ρυθμιστές ιξώδους δεν καλύπτονται ειδικά από τον EN 934-2:2001 αλλά θα πρέπει να συμμορφώνονται με τις γενικές απαιτήσεις του Πίνακα 1 αυτού του προτύπου. Επιπροσθέτως θα πρέπει να παρέχονται από τον προμηθευτή πλήρη στοιχεία για τις ιδιότητες του προσθέτου.

2.6. ΠΡΟΣΜΙΚΤΑ (ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ FILLERS ΚΑΙ ΧΡΩΣΤΙΚΩΝ)

Τα πρόσμικτα Τύπου I (περίπου αδρανή)

- Περίπου αδρανή filler που συμμορφώνονται με το EN 12620:2002
- Χρωστικές που συμμορφώνονται με το EN 12878:2005

έχουν γενικώς αποδεχθεί κατάλληλα για την παραγωγή ΑΣΣ.

Τα πρόσμικτα Τύπου II (ποζολανικά ή λανθάνοντα υδραυλικά)

- Ιπτάμενες τέφρες που συμμορφώνονται με το EN 450-1:2005
- Πυριτική παιπάλη που συμμορφώνεται με το EN 13263-1:2005

έχουν γενικώς αποδεχθεί κατάλληλα για την παραγωγή ΑΣΣ.

2.7. ΙΝΕΣ

Οι συνήθεις ίνες είναι από χάλυβα ή από πολυμερή. Χρησιμοποιούνται στο ΑΣΣ όπως και στο δονούμενο σκυρόδεμα για την βελτίωση των ιδιοτήτων του. Οι χαλύβδινες ίνες χρησιμοποιούνται για την βελτίωση της καμπτικής αντοχής και ενέργειας θραύσεως, οι δε πολυμερείς ίνες για την μείωση της απόμιξης ή της πλαστικής συρρίκνωσης και της ανθεκτικότητας σε πυρκαϊά. Οι διεργασίες ανάμιξης και διάστρωσης πρέπει να επαληθεύονται με δοκιμαστικά αναμίγματα και επιδεικτικές εφαρμογές και να εγκρίνονται από την Επίβλεψη.

3. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ, ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΕΣ

3.1. ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΑΣΣ

3.1.1. Γενικά

Η σύνθεση του ΑΣΣ πρέπει να ικανοποιεί όλες τις απαιτήσεις για το νωπό και για το σκληρυμένο σκυρόδεμα. Για το νωπό σκυρόδεμα οι ενδεικτικές απαιτήσεις αναφέρονται στο κεφ. 3.5. Το σκληρυμένο σκυρόδεμα πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του EN 206-1:2000.

3.1.2. Εισαγωγή στη θεωρία

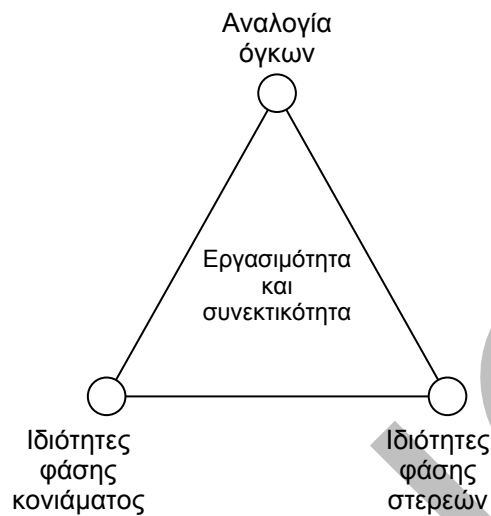
Ως μέσον για τον σχεδιασμό των ρεολογικών ιδιοτήτων του ΑΣΣ χρησιμοποιείται το προσομοίωμα στερεών-πάστας, σύμφωνα με το οποίο η φάση της πάστας περιβάλλει την φάση των στερεών και γεμίζει όλα τα κενά.

Η φάση της πάστας περιλαμβάνει το ελεύθερο νερό, τα πρόσμικτα και όλα τα σωματίδια μεγέθους μικρότερου από 0,125 mm (τα λεπτομερή) και θεωρείται ιξώδες ρευστό (με ιδιότητες ρευστού Bingham).

Η φάση των στερεών περιλαμβάνει όλα τα σωματίδια μεγέθους μεγαλύτερου από 0,125 mm και το απορροφούμενο από αυτά νερό και θεωρείται φάση με ιδιότητες τριβής. Το απορροφούμενο νερό από τα σωματίδια αυτής της φάσης δεν συμμετέχει στις ρεολογικές ιδιότητες του ΑΣΣ. Η χρήση του μοντέλου στερεών-πάστας δεν συνεπάγεται ότι το συγκρατούμενο των αδρανών στο κόσκινο των 0,125 mm είναι φυσικώς διαχωρισμένο από το αντίστοιχο πέρασμα στις διεργασίες παραγωγής του ΑΣΣ αλλά η διάκριση χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς σχεδιασμού.

Η εργασιμότητα και η συνεκτικότητα είναι οι χαρακτηριστικές ιδιότητες της φάσης της πάστας και τα κενά μεταξύ των σωματιδίων είναι η χαρακτηριστική ιδιότητα της φάσης στερεών. Οι ιδιότητες

του ΑΣΣ προσδιορίζονται από τις ιδιότητες των δύο φάσεων και από την αναλογία όγκων τους, όπως σχηματικά φαίνεται στο Σχ. 1.



Σχήμα 1

3.1.3. Σύνθεση κατά EFNARC¹

Για τον καθορισμό των αναλογιών του μίγματος είναι σκόπιμο να χρησιμοποιούνται οι κατ' όγκο αναλογίες των συστατικών. Ενδεικτικές τυπικές τιμές των αναλογιών και ποσοτήτων για την παρασκευή ΑΣΣ είναι οι ακόλουθες:

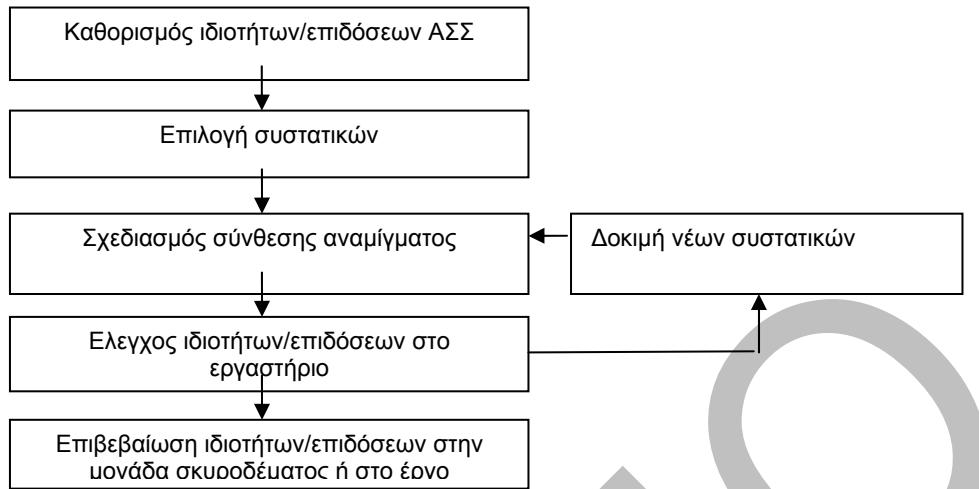
- Λόγος νερό/λεπτομερή: 0,80–1,10 κατ' όγκο
- Συνολική περιεκτικότητα σε λεπτομερή: 160–240 lt/m³ ΑΣΣ (400-600 kg/m³)
- Περιεκτικότητα σε χονδρόκοκκα αδρανή (>4 mm): 280-350 lt/m³ ΑΣΣ. Η περιεκτικότητα σε χονδρόκοκκα αδρανή δεν υπερβαίνει τα 500 lt/m³ ΑΣΣ
- Περιεκτικότητα σε τσιμέντο: 350-450 kg/m³ ΑΣΣ
- Λόγος νερό/τσιμέντο: Σύμφωνα με το EN 206-1:2000. Τυπικά το ελεύθερο νερό δεν υπερβαίνει τα 200 lt/m³ ΑΣΣ
- Περιεκτικότητα σε πάστα: >400 lt/m³ ΑΣΣ
- Περιεκτικότητα σε άμμο: > 50% κατά βάρος συνολικών αδρανών

Γενικώς συνιστάται συντηρητική προσέγγιση στον σχεδιασμό ώστε να εξασφαλίζεται ότι το ΑΣΣ θα διατηρεί τις ρεολογικές του ιδιότητες κατά την διακύμανση των ιδιοτήτων των συστατικών. Συνήθως, χρησιμοποιούνται ρυθμιστές ιξώδους για την αντιστάθμιση της διακύμανσης της κοκκομετρικής κατανομής της άμμου ή/και της υγρασίας των αδρανών.

Σημειώνεται ότι για την επίτευξη των απαιτούμενων ιδιοτήτων (εργασιμότητα, συνεκτικότητα, αντοχή, ανθεκτικότητα κλπ) απαιτούνται εργαστηριακές μελέτες με σκοπό την επιλογή των καταλλήλων συστατικών και την ρύθμιση των αναλογιών τους. Στην περίπτωση που ικανοποιούνται όλες οι απαιτήσεις στο εργαστηριακό ανάμιγμα, η σύνθεση θα πρέπει να δοκιμασθεί σε βιομηχανική κλίμακα στην μονάδα σκυροδέματος ή στο έργο.

¹ EFNARC: European Federation for Specialist Construction Chemicals and Concrete Systems: Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία για τα Εξειδικευμένα Κατασκευαστικά Χημικά και τα Συστήματα Σκυροδέματος

Η σύνθεση αναμίγματος συνοψίζεται σχηματικά στο Σχ. 2:



Σχήμα 2

3.1.4. Διορθωτικές ενέργειες

Στην περίπτωση που δεν ικανοποιούνται οι απαιτήσεις θα πρέπει να επανασχεδιασθεί η σύνθεση του ΑΣΣ. Ανάλογα με την φαινόμενη αιτία, μπορούν να γίνουν οι παρακάτω ενέργειες:

- Προσθήκη επιπλέον ποσότητας ή διαφορετικού τύπου λεπτομερούς υλικού (φίλερ)
- Τροποποίηση των αναλογιών της άμμου ή των χονδρών αδρανών
- Προσθήκη ρυθμιστή ιξώδους στην περίπτωση που δεν χρησιμοποιείται ήδη
- Μεταβολή της δόσης του υπερρευστοποιητή ή του ρυθμιστή ιξώδους
- Χρήση άλλων τύπων υπερρευστοποιητών ή ρυθμιστών ιξώδους που να είναι πλέον συμβατοί με τα χρησιμοποιούμενα υλικά
- Τροποποίηση της περιεκτικότητας του μίγματος σε νερό και συνεπώς του λόγου νερού/λεπτομερή.

Στον Πιν. 1. παρουσιάζεται οδηγός με διορθωτικές ενέργειες ανάλογα με την παρατηρούμενη αστοχία ιδιοτήτων.

Πίνακας 1 Οδηγός με διορθωτικές ενέργειες

a/a	Πιθανή ενέργεια	Επίδραση σε:					
		Ικανότητα πληρωσης	Ικανότητα διέλευσης	Αντίσταση απόμειξης	Αντοχή	Συστολή	Ερπισμός
α	Πολύ υψηλό ιξώδες						
α1	Αύξηση περιεκτ. σε νερό	+	+	-	-	-	-
α2	Αύξηση όγκου πάστας	+	+	+	+	-	-
α3	Αύξηση υπερρευστ.	+	+	-	+	0	0
β	Πολύ χαμηλό ιξώδες						
β1	Μείωση περιεκτ. σε νερό	-	-	+	+	+	+
β2	Μείωση όγκου πάστας	-	-	-	-	+	+
β3	Μείωση υπερρευστ.	-	-	+	-	0	0
β4	Αύξηση ρυθμ. ιξώδους	-	-	+	0	0	0
β5	Λεπτότερα λεπτομερή	+	+	+	0	-	-
β6	Λεπτότερη άμμος	+	+	+	0	-	0
γ	Αρχική τάση ροής πολύ μεγάλη						
γ1	Αύξηση υπερρευστ.	+	+	-	+	0	0
γ2	Αύξηση όγκου πάστας	+	+	+	+	-	-
γ3	Αύξηση όγκου κονιάματος	+	+	+	+	-	-
δ	Απόμειξη						
δ1	Αύξηση όγκου πάστας	+	+	+	+	-	-
δ2	Αύξηση όγκου κονιάματος	+	+	+	+	-	-
δ3	Μείωση περιεκτ. σε νερό	-	-	+	+	+	+
δ4	Λεπτότερα λεπτομερή	+	+	+	0	-	-
ε	Ταχεία απώλεια εργασιμότητας						
ε1	Χρήση τσιμέντου με βραδύτερη αντίδραση	0	0	-	-	0	0
ε2	Αύξηση περιεκτ. επιβραδυντή	0	0	-	-	0	0
ε3	Αλλαγή υπερρευστοποιητή	?	?	?	?	?	?
ε4	Αντικατάσταση τσιμέντου με φίλερ	?	?	?	?	?	?
στ	Ανεπαρκής διεισσιμότητα						
στ1	Μείωση μεγίστου μεγ. αδρανών	+	+	+	-	-	-
στ2	Αύξηση όγκου πάστας	+	+	+	+	-	-
στ3	Αύξηση όγκου κονιάματος	+	+	+	+	-	-

+	Συνήθως βελτιώνει το ΑΣΣ
0	Συνήθως δεν επιδρά σημαντικά στο ΑΣΣ
-	Συνήθως χειροτερεύει το ΑΣΣ
?	Δεν είναι δυνατή η πρόβλεψη της επίδρασης

3.2. ΟΔΗΓΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΣΣ

3.2.1. Γενικά

Η μονάδα παραγωγής ΑΣΣ πρέπει να διαθέτει:

- Κατάλληλα υλικά
- Κατάλληλο εξοπλισμό
- Προδιαγραμμένες λειτουργίες (επιθυμητό το σύστημα ποιότητας **σύμφωνα με EN ISO 9000**)
- Εκπαιδευμένο και έμπειρο προσωπικό σχετικά με ΑΣΣ

3.2.2. Παραγωγή

Αποθήκευση των συστατικών

Συνιστάται τα αδρανή να έχουν τουλάχιστον την υγρασία απορροφήσεως και να αποθηκεύονται καλυμμένα, έτσι ώστε να διατηρείται σταθερή η υγρασία τους.

Τα πρόσμικτα και τα πρόσθετα θα πρέπει να αποθηκεύονται σύμφωνα με τις οδηγίες των προμηθευτών τους.

3.2.3. Ανάμιξη

Συνιστάται να γίνεται χρήση αναμικτήρων βίαιας ανάμιξης, εντούτοις, είναι εφικτή η παραγωγή ΑΣΣ και με τους υπόλοιπους τύπους αναμικτήρα. Απαιτούνται δοκιμαστικά αναμίγματα για να καθορισθεί ο χρόνος αναμίξεως. Γενικά απαιτείται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ανάμιξης από το δονούμενο σκυρόδεμα.

Η χρονική στιγμή της προσθήκης των προσθέτων είναι ιδιαίτερα σημαντική. Οι διαδικασίες προσθήκης θα πρέπει να ακολουθούν τις οδηγίες του προμηθευτή σε σχέση με τις βιομηχανικές δοκιμές. (Αν οι απαιτήσεις του EN 206-1:2000 για τον λόγο N/T πρέπει να τηρηθούν, τότε το περιεχόμενο νερό πρέπει να διαμορφωθεί κατάλληλα).

3.2.4. Έλεγχος παραγωγής

Αδρανή

Κατά την διάρκεια της παραγωγής του ΑΣΣ, πρέπει να γίνονται πιο συχνοί έλεγχοι στην κοκκομετρία και την υγρασία των αδρανών από ότι στο συμβατικό σκυρόδεμα γιατί το ΑΣΣ είναι πιο ευαίσθητο στις διακυμάνσεις αυτές.

Συνιστάται η χρήση υγρασιόμετρων των αδρανών κατά την διαδικασία παραγωγής, και να βαθμονομούνται πιο συχνά απ' ότι στο δονούμενο σκυρόδεμα.

Έλεγχος νερού ανάμιξης

Η ποσότητα του νερού πρέπει να ρυθμίζεται συνεχώς ανάλογα με την υγρασία των αδρανών λόγω της ευαισθησίας του ΑΣΣ. Συνιστάται η αυτόματη ρύθμιση της δοσολογίας του νερού μέσω κατάλληλου αυτοματισμού σε συνδυασμό με τα υγρασιόμετρα.

Διαδικασία ανάμιξης

Όταν δεν υπάρχει προηγούμενη εμπειρία στον σχεδιασμό αναμιγμάτων ΑΣΣ, απαιτείται πιο λεπτομερής εξέταση όλων των επι μέρους θεμάτων που εμπλέκονται στις απαιτήσεις, στον σχεδιασμό, στην παραγωγή και τον έλεγχο του ΑΣΣ.

Στην αρχή της παραγωγής η ποιότητα του νωπού σκυροδέματος μπορεί να έχει διακυμάνσεις, για αυτόν τον λόγο η εργασιμότητα πρέπει να ελέγχεται από τον παραγωγό σε κάθε εκφόρτωση του αναμικτήρα έως ότου επιτευχθεί ΑΣΣ σταθερής ποιότητας. Ακολουθώσ κάθε παραδιδόμενο φορτίο

μπορεί να ελέγχεται οπτικά πριν την μεταφορά στο έργο. Κανονικές δοκιμές θα γίνονται με την συχνότητα που απαιτεί ο EN 206-1:2000.

Όσον αφορά τις πρότυπες δοκιμές, εκτός των ειδικών δοκιμών που απαιτούνται για το ΑΣΣ, θα γίνονται με την συχνότητα που απαιτεί ο EN 206-1:2000.

Η πιο συχνή ρύθμιση που απαιτεί το μίγμα του νωπού ΑΣΣ είναι η περιεκτικότητά του σε νερό η οποία ρυθμίζεται σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ελέγχου της υγρασίας των αδρανών.

3.3. ΟΔΗΓΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ

Οι παράγοντες που αλληλοεπιδρούν στην παραδιδόμενη ποιότητα του νωπού ΑΣΣ και πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι:

- Μέγεθος της κατασκευής
- Παραγωγική ικανότητα της μονάδας παραγωγής
- Χρόνος και απόσταση για την παράδοση
- Δυνατότητα απορρόφησης του παραδιδόμενου σκυροδέματος
- Μη αναμενόμενη διακοπή στην σκυροδέτηση μπορεί να έχει ως συνέπεια ποικίλες επιζήμιες επιπτώσεις στο τελικό αποτέλεσμα.

Το ΑΣΣ πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε οι ιδιότητες του να καλύπτουν τις απαιτήσεις της σύμβασης. Η διατήρηση της επιθυμητής εργασιμότητας δίνει την δυνατότητα για γρήγορη χύτευση. Στον σχεδιασμό της σύνθεσης, εφόσον οι ιδιαίτερες συνθήκες το απαιτούν, θα πρέπει να δίνεται η δυνατότητα για την προσθήκη ποσότητας προσθέτων επί τόπου στο έργο.

Πριν την σκυροδέτηση θα πρέπει να γίνεται ανάδευση του ΑΣΣ για 3-5 λεπτά σε πλήρη ταχύτητα. Όταν προστεθούν υπερρρευστοποιητές θα πρέπει να γίνει ανάμιξη για τουλάχιστον ένα λεπτό ανά κυβικό μέτρο και όχι λιγότερο από επτά λεπτά.

Συνιστάται να γίνεται μέτρηση της εργασιμότητας του παραδιδόμενου ΑΣΣ χρησιμοποιώντας μία από τις μεθόδους που περιγράφονται στο κεφάλαιο 3.5.

3.4. ΟΔΗΓΙΕΣ ΑΝΤΛΗΣΗΣ, ΔΙΑΣΤΡΩΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

Πριν την χύτευση θα πρέπει να γίνει έλεγχος για την σωστή τοποθέτηση των καλουπιών και του οπλισμού. Τα καλούπια πρέπει να είναι σε καλή κατάσταση. Για να μειώσουμε τον κίνδυνο διαχωρισμού και απόμειξης οι αποστάσεις χύτευσης είναι: κατακόρυφη πτώση μικρότερη από 5 m και οριζόντια εξάπλωση μικρότερη από 10 m από το σημείο εκκένωσης.

Συνιστάται η άκρη του σωλήνα εξόδου του ΑΣΣ να είναι βυθισμένη μέσα στην μάζα του νωπού σκυροδέματος που έχει ήδη διαστρωθεί.

Καλούπια που είναι κατάλληλα για δονούμενο σκυρόδεμα είναι κατάλληλα και για ΑΣΣ. Η πίεση που δέχονται οι ξυλότυποι είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ταχύτητα ανόδου της στάθμης του σκυροδέματος. Κατόπιν αυτού συνιστάται η κατάλληλη ρύθμιση της ταχύτητας χύτευσης. Ο ανάδοχος θα πρέπει να εξετάσει την δυνατότητα και τα πλεονεκτήματα της χύτευσης του ΑΣΣ από τον πυθμένα του καλουπιού, σε αυτήν την περίπτωση θα πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στο στόμιο εισόδου.

Για ύψος στήλης νωπού ΑΣΣ πάνω από 3 m θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη και η υδροστατική πίεση στον σχεδιασμό των καλουπιών. Η πρακτική έχει δείξει ότι οι υψηλές πιέσεις εντός του ιστού των μηχανημάτων άντλησης του σκυροδέματος προκαλούν απώλειες στην εργασιμότητα του ΑΣΣ. Κατόπιν αυτού συνιστάται να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα ώστε να διατηρείται η πίεση κατά

την άντληση σε χαμηλά επίπεδα. Όταν υπάρχουν ενδείξεις για υψηλές πιέσεις, συνιστάται παύση στη διάστρωση του ΑΣΣ.

Ψυχροί αρμοί

Αν και το ΑΣΣ έχει καλή συγκόλληση με το σκυρόδεμα που χυτεύθηκε νωρίτερα, το γεγονός ότι κατά πάσα πιθανότητα δεν υπάρχει η δυνατότητα να αμβλυνθούν οι συνέπειες ενός ψυχρού αρμού χρησιμοποιώντας δόνηση όπως στο συμβατικό σκυρόδεμα, επιβάλλει ιδιαίτερη προσοχή στο θέμα αυτό.

Συντήρηση

Το ΑΣΣ ξηραίνεται γρηγορότερα από το δονούμενο σκυρόδεμα γιατί υπάρχει λίγο έως καθόλου νερό εξίδρωσης στην επιφάνεια. Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή όταν η σκυροδέτηση γίνεται σε κλιματολογικές συνθήκες, οι οποίες ευνοούν την ταχεία εξάτμιση του νερού από την επιφάνεια σκυροδέματος, όπως οι υψηλές θερμοκρασίες και οι υψηλές ταχύτητες ανέμων. Η διαδικασία της συντήρησης θα πρέπει να αρχίζει το συντομότερο δυνατό.

3.5. ΔΟΚΙΜΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ ΑΣΣ

3.5.1. Γενικά

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι καμία από τις δοκιμές για το ΑΣΣ δεν έχει ακόμα προτυποποιηθεί και οι περιγραφόμενες δεν έχουν τελειοποιηθεί ή οριστικοποιηθεί. Οι δοκιμές που παρουσιάζονται εδώ είναι περισσότερο περιγραφές παρά πλήρως λεπτομερείς διαδικασίες. Είναι κυρίως ειδικές δοκιμές, που έχουν επινοηθεί ειδικά για το ΑΣΣ.

Κατά την θεώρηση αυτών των δοκιμών πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν τα παρακάτω:

Μια βασική δυσκολία για την επινόνηση τέτοιων δοκιμών είναι ότι πρέπει να εκτιμήσουν τρεις διαφορετικές, αν και σχετικές, ιδιότητες του νωπού ΑΣΣ δηλ.

- την ικανότητα πλήρωσης (ρευστότητα),
- την ικανότητα διέλευσης (διελευσιμότητα, αποφυγή έμφραξης στα διακένα του οπλισμού), και
- την αντίσταση σε απόμιξη (σταθερότητα).

Καμία από τις δοκιμές δεν μπορεί να μετρήσει και τις τρεις ιδιότητες.

Κάθε σύνθεση ΑΣΣ θα πρέπει να ελέγχεται και για τις τρεις ιδιότητες.

Δεν υπάρχει σαφής σχέση μεταξύ των αποτελεσμάτων των δοκιμών και την απόδοση του ΑΣΣ στο έργο.

Υπάρχουν λίγα ακριβή δεδομένα και συνεπώς δεν υπάρχει σαφής οδηγία για τα όρια συμμόρφωσης.

Συνιστάται η εκτέλεση διπλών δοκιμών.

Οι δοκιμές και οι τιμές των ιδιοτήτων αναφέρονται σε μέγιστο μέγεθος αδρανών έως 20 mm. Διαφορετικές δοκιμές και/ή διαφορετικές διαστάσεις εξοπλισμού μπορεί να είναι κατάλληλες για άλλα μεγέθη αδρανών.

Για χύτευση σε κατακόρυφα και διάστρωση σε οριζόντια στοιχεία μπορεί να ισχύουν διαφορετικές τιμές ιδιοτήτων καταλληλότητας του ΑΣΣ.

Ομοίως για διαφορετικές πυκνότητες οπλισμού μπορεί να ισχύουν διαφορετικές τιμές ιδιοτήτων καταλληλότητας του ΑΣΣ.

Κατά την εκτέλεση των δοκιμών του ΑΣΣ πρέπει να λαμβάνονται δείγματα σύμφωνα με το πρότυπο EN 12350-1:1999. Ενδεικνύται η ανάμιξη του δείγματος του σκυροδέματος με σέσουλα εκτός εάν η διαδικασία υποδεικνύει διαφορετικά.

3.5.2. Δοκιμές και κριτήρια ελέγχου του ΑΣΣ

Το ΑΣΣ μπορεί να σχεδιασθεί για να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του EN 206-1:2000 σχετικά με την πυκνότητα, την ανάπτυξη αντοχών, την τελική αντοχή και την ανθεκτικότητα. Λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε λεπτομερή το ΑΣΣ μπορεί να παρουσιάσει μεγαλύτερη πλαστική συρρίκνωση ή ερπυσμό από το δονούμενο σκυρόδεμα. Αυτές οι περιπτώσεις πρέπει να λαμβάνονται υπ’ όψιν κατά τον σχεδιασμό και τον καθορισμό προδιαγραφών του ΑΣΣ. Η τρέχουσα γνώση στα θέματα αυτά είναι περιορισμένη. Η διαδικασία συντήρησης του ΑΣΣ πρέπει να αρχίζει όσο το δυνατόν συντομότερα.

Η εργασιμότητα του ΑΣΣ είναι υψηλότερη από την κατηγορία συνεκτικότητας S5 που περιγράφεται στο EN 206-1:2000 και χαρακτηρίζεται από τις παρακάτω ιδιότητες:

- Ικανότητα ρευστότητας
- Ικανότητα διέλευσης
- Αντίσταση στην απόμιξη

Σημειώνεται ότι στο ΑΣΣ η εργασιμότητα συνιστάται να διατηρείται για περισσότερη από 1 h.

Στον Πιν. 2. παρουσιάζονται οι πλέον εύχρηστες δοκιμές από τις υπάρχουσες στην βιβλιογραφία για τον έλεγχο του ΑΣΣ.

Πιν. 2. Δοκιμές για τον έλεγχο του ΑΣΣ

	Δοκιμή	Ιδιότητα
1	Εξάπλωσης	Ικανότητα πλήρωσης
2	Χρόνου Εξάπλωσης T_{50cm}	Ικανότητα πλήρωσης
3	Με δακτύλιο J (J-ring)	Ικανότητα διέλευσης-διελευσιμότητα και πλήρωσης
4	Με χοάνη V (V-funnel)	Ικανότητα πλήρωσης
5	Με χοάνη V στα 5 min	Αντίσταση στην απόμιξη
6	Με δοχείο σχήματος L (L-box)	Ικανότητα διέλευσης-διελευσιμότητα και πλήρωσης
7	Σταθερότητας με κοσκίνιση (GTM)	Αντίσταση στην απόμιξη

Για τον έλεγχο των ιδιοτήτων του ΑΣΣ επί τόπου στο έργο, γενικώς αρκούν δύο δοκιμές. Τυπικοί συνδυασμοί είναι: δοκιμής εξάπλωσης με κώνο Abrams και με χοάνη V και δοκιμής εξάπλωσης με κώνο Abrams και με δακτύλιο J.

Στον Πιν. 3. παρουσιάζονται ενδεικτικές τιμές κριτηρίων αποδοχής για το ΑΣΣ.

Πιν. 3. Ενδεικτικές τιμές κριτηρίων αποδοχής για το ΑΣΣ.

	Δοκιμή		Τυπικές τιμές	
			min	max
1	Εξάπλωσης	mm	650	800
2	Εξάπλωσης T_{50cm}	s	2	5
3	Με δακτύλιο J	mm	0	10
4	Με χοάνη V	s	6	12
5	Με χοάνη V στα 5 min	s	0	+3
6	Με δοχείο L	h_2/h_1	0,8	1,0
7	Σταθερότητας με κοσκίνιση (GTM)	%	0	15

Οι τυπικές αυτές τιμές βασίζονται στην τρέχουσα γνώση και εμπειρία. Η μελλοντική ανάπτυξη μπορεί να οδηγήσει στην υιοθέτηση διαφορετικών απαιτήσεων. Τιμές εκτός των περιοχών του Πιν. 3 μπορούν να γίνουν αποδεκτές εάν ο παραγωγός μπορεί να επιδείξει την ικανοποιητική απόδοση του ΑΣΣ σε ειδικές συνθήκες, όπως μεγάλα διάκενα μεταξύ των οπλισμών, πάχος στρώσης μικρότερη από 500 mm, μικρή απόσταση πλήρωσης από την θέση εισαγωγής, πολύ λίγα εμπόδια ροής ή/και πολύ απλός σχεδιασμός ξυλοτύπου κ.ά. Ειδική φροντίδα απαιτείται για να εξασφαλισθεί ότι δεν είναι πιθανή η απόμιξη του ΑΣΣ, αν και προς το παρόν δεν υπάρχει αξιόπιστη δοκιμή που να δίνει πρακτικά πληροφορίες για την αντίσταση σε απόμιξη σε όλες τις περιπτώσεις.

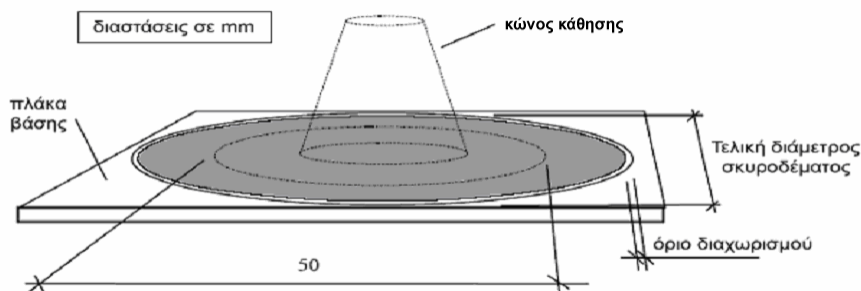
3.5.3. Δοκιμή εξάπλωσης (1) και δοκιμή εξάπλωσης T_{50cm} (2)

Αρχές λειτουργίας

Η δοκιμή εξάπλωσης χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ελεύθερης οριζόντιας ροής του ΑΣΣ χωρίς εμπόδια. Η δοκιμή βασίζεται στην αντίστοιχη δοκιμή προσδιορισμού της κάθισης του σκυροδέματος. Η διάμετρος του σχηματιζομένου κύκλου σκυροδέματος αποτελεί μέτρο της ικανότητας πλήρωσης του ΑΣΣ.

Αξιολόγηση της δοκιμής

Είναι απλή και γρήγορη δοκιμή. Για την δοκιμή εξάπλωσης T_{50cm} απαιτούνται δύο άτομα. Είναι η πλέον χρησιμοποιούμενη δοκιμή και δίνει καλή εκτίμηση της ικανότητας πλήρωσης. Δεν δίνει ενδείξεις για την διεικυσιμότητα μεταξύ των διακένων των οπλισμών αλλά δίνει κάποια ένδειξη για την αντίσταση σε απόμιξη. Η δοκιμή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της σταθερότητας της ποιότητας από φορτίο σε φορτίο.



Σχήμα 3

Εξοπλισμός

Τα κύρια στοιχεία της συσκευής παρουσιάζονται στο Σχ. 3. Για την διεξαγωγή της δοκιμής απαιτούνται:

- Καλούπι σχήματος κολουρου κώνου που να ικανοποιεί το Πρότυπο EN 12350-2:1999 με διάμετρο μεγάλης βάσης 200 mm, διάμετρο μικρής βάσης 100 mm και ύψος 300 mm.
- Τετραγωνική βάση από άκαμπτο μη απορροφητικό υλικό, πλευράς τουλάχιστον 800 mm, με ενδείξεις για την κεντρική θέση του κώνου κάθισης και ομόκεντρο κύκλο διαμέτρου 500 mm.
- Μυστρί
- Σέσουλα
- Κανόνας
- Χρονόμετρο

Διαδικασία

Απαιτούνται περίπου 6 lt σκυροδέματος με συνήθη δειγματοληψία.

Η βάση και το εσωτερικό του κώνου υγραίνονται.

Τοποθετείται η βάση σε σταθερό οριζόντιο επίπεδο έδαφος και συγκρατείται σταθερά ο κώνος κάθισης στο κέντρο της βάσης.

Γεμίζεται ο κώνος με την σέσουλα. Χωρίς συμπύκνωση απομακρύνεται απλώς με το μυστρί το σκυρόδεμα που περισσεύει από την κορυφή του κώνου.

Απομακρύνονται τα υπολείμματα σκυροδέματος γύρω από την βάση του κώνου.

Ανασηκώνεται ο κώνος κατακόρυφα και αφήνεται το σκυρόδεμα να απλωθεί ελεύθερα.

Συγχρόνως χρονομετρείται και καταγράφεται ο χρόνος T_{50cm} για να φθάσει το σκυρόδεμα τον κύκλο διαμέτρου 500 mm.

Μετράται η τελική διάμετρος του σκυροδέματος σε δύο κάθετες διευθύνσεις.

Υπολογίζεται η μέση τιμή των δύο διαμέτρων που μετρήθηκαν σε mm, που είναι και η τιμή της εξάπλωσης.

Επισημαίνεται η ύπαρξη κονιάματος ή τσιμεντόπαστας χωρίς χονδρόκοκκα αδρανή στα όρια του απλωμένου σκυροδέματος.

Ερμηνεία των αποτελεσμάτων

Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της εξάπλωσης (SF) τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητα του ΑΣΣ να γεμίσει τον ξυλότυπο με το ίδιο βάρος. Η εξάπλωση πρέπει να είναι τουλάχιστον 650 mm για το ΑΣΣ. Ενδεικτική τιμή ανοχής ± 50 mm.

Ο χρόνος T_{50cm} αποτελεί δευτερεύουσα ένδειξη της ικανότητας ροής. Μικροί χρόνοι υποδεικνύουν μεγάλη ικανότητα ροής.

Στην περίπτωση έντονης απόμιξης τα περισσότερα χονδρόκοκκα αδρανή παραμένουν στο κέντρο του απλωμένου σκυροδέματος ενώ το κονίαμα και η τσιμεντόπαστα βρίσκονται στην περιφέρεια. Στην περίπτωση μικρής απόμιξης μια ταινία κονιάματος χωρίς χονδρόκοκκα αδρανή μπορεί να σχηματισθεί στην περιφέρεια του απλωμένου σκυροδέματος. Ακόμη και εάν δεν συμβεί κανένα από αυτά τα φαινόμενα, δεν εξασφαλίζεται πως δεν θα συμβεί απόμιξη σε κάποια άλλη χρονική στιγμή ή σε άλλες συνθήκες.

3.5.4. Δοκιμή με δακτύλιο J (3)

Αρχές λειτουργίας

Η δοκιμή με δακτύλιο J χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ικανότητας διέλευσης του ΑΣΣ από τα διάκενα του οπλισμού. Η δοκιμή βασίζεται στην αντίστοιχη δοκιμή προσδιορισμού της κάθισης του σκυροδέματος, το οποίο ρέει με παρεμπόδιση μέσω διακένων ράβδων οπλισμού. Η συσκευή αποτελείται από ράβδους οπλισμού κατακόρυφα τοποθετημένες σε μεταλλική πλάκα και σε διάταξη δακτυλίου. Η διάμετρος του δακτυλίου είναι 300 mm και το ύψος 100 mm. Σε κάθε συσκευή οι διάμετροι των οπλισμών και οι αποστάσεις μεταξύ των οπλισμών μπορεί να είναι διαφορετικές ανάλογα με την εφαρμογή. Κατάλληλη απόσταση μεταξύ των οπλισμών θεωρείται η απόσταση που είναι ίση με 3 φορές το μέγιστο κόκκο αδρανούς. Κατά την δοκιμή προσδιορίζεται η διαφορά ύψους μεταξύ του σκυροδέματος μέσα και έξω από τον δακτύλιο J και αποτελεί μέτρο της ικανότητας διέλευσης του ΑΣΣ μέσω ράβδων οπλισμού.

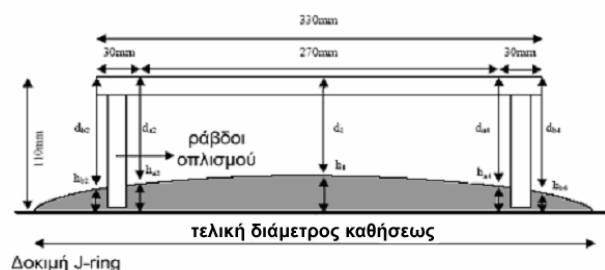
Η δοκιμή δακτυλίου J μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με την δοκιμή εξάπλωσης και περιστασιακά με την δοκιμή χοάνης V. Οι συνδυασμοί αυτοί ελέγχουν την ικανότητα ροής και την διειλευσιμότητα του σκυροδέματος.

Αξιολόγηση της δοκιμής

Αυτοί οι συνδυασμοί δοκιμών δείχνουν να έχουν μεγάλες δυνατότητες αν και δεν υπάρχει γενική άποψη για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Υπάρχουν διάφορες επιλογές όπως π.χ. μπορεί να είναι διδακτική η σύγκριση της ανεμπόδιστης εξάπλωσης με την εξάπλωση σε δακτύλιο J.

Όπως και στην περίπτωση της δοκιμής εξάπλωσης η δοκιμή με δακτύλιο J έχει το μειονέκτημα ότι εκτελείται χωρίς χωρικούς περιορισμούς και δεν προσομοιώνει τον τρόπο με τον οποίο το σκυροδέμα διαστρώνεται και κινείται στους ξυλοτύπους στην πράξη.

Είναι απλή και γρήγορη δοκιμή. Για την δοκιμή εξάπλωσης T_{50cm} απαιτούνται δύο άτομα. Είναι η πλέον χρησιμοποιούμενη δοκιμή και δίνει καλή εκτίμηση της ικανότητας πλήρωσης. Δεν δίνει ενδείξεις για την διειλευσιμότητα μεταξύ των διακένων των οπλισμών αλλά δίνει κάποια ένδειξη για την αντίσταση σε απόμιξη. Η δοκιμή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της σταθερότητας της ποιότητας από φορτίο σε φορτίο.



Σχήμα 4

Εξοπλισμός

Τα κύρια στοιχεία της συσκευής παρουσιάζονται στο Σχ. 4. Για την διεξαγωγή της δοκιμής απαιτούνται:

- Καλούπι σχήματος κόλουρου κώνου με διάμετρο μεγάλης βάσης 200 mm, διάμετρο μικρής βάσης 100 mm και ύψος 300 mm, χωρίς στηρίγματα ακινητοποίησης.

- Τετραγωνική βάση από άκαμπτο μη απορροφητικό υλικό, πλευράς τουλάχιστον 700 mm, με ενδείξεις για την κεντρική θέση του κώνου κάθισης και ομόκεντρου κύκλου διαμέτρου 500 mm.
- Μυστρί
- Σέσουλα
- Κανόνας
- Χρονόμετρο
- Δακτύλιος J από ράβδους οπλισμού διαμέτρου 10 mm κατακόρυφα τοποθετημένων στη βάση. Η διάμετρος του δακτυλίου είναι 300 mm, το ύψος 100 mm και η απόσταση μεταξύ διαδοχικών ράβδων 48 ± 2 mm .

Διαδικασία

Απαιτούνται περίπου 6 lt σκυροδέματος με συνήθη δειγματοληψία.

Η βάση και το εσωτερικό του κώνου υγραίνονται.

Η βάση τοποθετείται σε σταθερό οριζόντιο επίπεδο έδαφος.

Ο δακτύλιος J τοποθετείται στο κέντρο της βάσης, ο κώνος κάθισης μέσα στον δακτύλιο και συγκρατείται σταθερά στο κέντρο.

Ο κώνος γεμίζεται με την σέσουλα. Το σκυρόδεμα που περισσεύει από την κορυφή του κώνου απομακρύνεται με μυστρί χωρίς συμπύκνωση.

Απομακρύνονται τα υπολείμματα σκυροδέματος γύρω από την βάση του κώνου.

Ανασηκώνεται ο κώνος κατακόρυφα και αφήνεται το σκυρόδεμα να απλωθεί ελεύθερα.

Μετράται η τελική διάμετρος του σκυροδέματος σε δύο κάθετες διευθύνσεις.

Υπολογίζεται η μέση τιμή των δύο διαμέτρων που μετρήθηκαν σε mm.

Μετράται η διαφορά ύψους μεταξύ του σκυροδέματος που βρίσκεται ακριβώς μέσα από τις ράβδους και αυτού που βρίσκεται ακριβώς έξω από τις ράβδους.

Υπολογίζεται η μέση τιμή της διαφοράς ύψους σε τέσσερις θέσεις σε mm.

Επισημαίνεται η ύπαρξη κονιάματος ή τσιμεντόπαστας χωρίς χονδρόκοκα αδρανή στα όρια του απλωμένου σκυροδέματος.

Ερμηνεία των αποτελεσμάτων

Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά ύψους τόσο μικρότερη είναι η ικανότητα διέλευσης του ΑΣΣ. Έμφραξη (μπλοκάρισμα) και απόμιξη μπορούν με ευκολία να παρατηρηθούν. Σημειώνεται ότι αν και ο συνδυασμός των δοκιμών κάθισης και δακτυλίου J προσδιορίζει την ικανότητα πλήρωσης και την ικανότητα διέλευσης τα αποτελέσματα δεν είναι ανεξάρτητα. Η εκτιμώμενη ικανότητα πλήρωσης εξαρτάται από τον βαθμό που η κίνηση του ΑΣΣ εμποδίζεται από τις ράβδους οπλισμού.

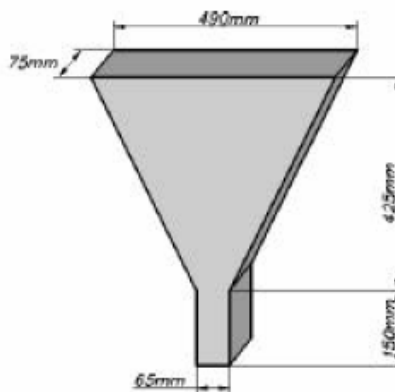
3.5.5. Δοκιμή με χοάνη V (4) και δοκιμή με χοάνη V στα 5 min (5)

Αρχές λειτουργίας

Η δοκιμή χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ικανότητας πλήρωσης του ΑΣΣ (ρευστότητα) και η συσκευή αποτελείται από χοάνη σχήματος V ορθογωνικής διατομής (Σχ. 5). Η χοάνη γεμίζεται με περίπου 12 lt ΑΣΣ και μετριέται ο χρόνος εκροής όλου του υλικού από την χοάνη. Στην συνέχεια η χοάνη γεμίζεται πάλι με ΑΣΣ και παραμένει για 15 min σε ηρεμία. Εάν το ΑΣΣ παρουσιάζει απόμιξη τότε ο χρόνος εκροής αυξάνεται σημαντικά.

Αξιολόγηση της δοκιμής

Αν και η δοκιμή σχεδιάστηκε για την μέτρηση της ρευστότητας τα αποτελέσματα επηρεάζονται και από ιδιότητες του ΑΣΣ διαφορετικές από την ρευστότητα. Το σχήμα χοάνης δημιουργεί συνθήκες έμφραξης (που θα επιδράσουν στο αποτέλεσμα) εάν π.χ. υπάρχουν πολλά χονδρόκοκκα αδρανή. Αν και η συσκευή είναι απλή, η επίδραση της γωνίας της χοάνης και των τοιχωμάτων στην ροή του ΑΣΣ δεν είναι σαφής.



Σχήμα 5

Εξοπλισμός

- Χοάνη V.
- Δοχείο (>12 l).
- Μυστρί
- Σέσουλα
- Χρονόμετρο

Διαδικασία για την μέτρηση του χρόνου εκροής στα 10 sec

Απαιτούνται περίπου 12 lt σκυροδέματος με συνήθη δειγματοληψία.

Τοποθετείται η συσκευή σε σταθερό έδαφος.

Υγραίνονται τα εσωτερικά τοιχώματα της χοάνης.

Η θυρίδα εκροής αφήνεται ανοικτή για να αποστραγγισθεί όλη η περίσσεια νερού και στην συνέχεια κλείνεται και τοποθετείται το δοχείο από κάτω.

Η χοάνη γεμίζεται πλήρως με ΑΣΣ χωρίς συμπύκνωση. Η τυχόν περίσσεια ΑΣΣ απομακρύνεται από την ελεύθερη επιφάνεια με ένα μυστρί.

Ανοίγεται η θυρίδα εκροής 10 s μετά από το γέμισμα και αφήνεται να εκρεύσει το ΑΣΣ με την βαρύτητα.

Η χρονομέτρηση αρχίζει με το άνοιγμα της θυρίδας εκροής και σταματά όταν φανεί φως μέσα από την χοάνη κοιτάζοντάς την από επάνω. Αυτός είναι ο χρόνος εκροής.

Η όλη δοκιμή πρέπει να εκτελεσθεί μέσα σε 5 min.

Διαδικασία για την μέτρηση του χρόνου εκροής στα 5 min.

Τα εσωτερικά τοιχώματα της χοάνης V δεν καθαρίζονται ούτε υγραίνονται.

Αμέσως μετά την μέτρηση του χρόνου εκροής η θυρίδα εκροής κλείνεται και ξαναγεμίζεται η χοάνη V

Τοποθετείται το δοχείο από κάτω.

Η χοάνη γεμίζεται με ΑΣΣ χωρίς συμπύκνωση και απομακρύνεται από την επιφάνεια η περίσσεια υλικού με μυστρί.

5 min μετά από το γέμισμα ανοίγεται η θυρίδα εκροής και αφήνεται το ΑΣΣ να εκρεύσει με την βαρύτητα.

Η χρονομέτρηση αρχίζει με το άνοιγμα της θυρίδας εκροής και σταματά όταν φανεί φως μέσα από την χοάνη κοιτάζοντάς την από επάνω. Αυτός είναι ο χρόνος εκροής στα 5 min.

Ερμηνεία των αποτελεσμάτων

Με την δοκιμή αυτή μετράται η ευκολία ροής του ΑΣΣ. Μικροί χρόνοι υποδεικνύουν μεγάλη ικανότητα ροής. Για το ΑΣΣ χρόνος ροής των 10 s θεωρείται ικανοποιητικός. Αυξημένοι χρόνοι εκροής υποδεικνύουν τάση του μίγματος να δημιουργήσει εμφράξεις (μειωμένη διεικτασιμότητα).

3.5.6. Δοκιμή με δοχείο σχήματος L (6)

Αρχές λειτουργίας

Η δοκιμή χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ικανότητας ροής του ΑΣΣ και για τον βαθμό που το ΑΣΣ δημιουργεί εμφράξεις στον οπλισμό.

Η συσκευή αποτελείται από αγωγό σχήματος L ορθογωνικής διατομής (Σχ. 6). Το κατακόρυφο τμήμα χωρίζεται από το οριζόντιο με κινητή θυρίδα εκροής μπροστά από την οποία είναι τοποθετημένες κατακόρυφες ράβδοι οπλισμού. Το κατακόρυφο τμήμα γεμίζεται με ΑΣΣ και στην συνέχεια η θυρίδα ανασηκώνεται αφήνοντας το ΑΣΣ να εκρεύσει στο οριζόντιο τμήμα. Όταν η ροή σταματήσει υπολογίζεται ο λόγος H_2/H_1 των υψών του ΑΣΣ στο οριζόντιο και στο κατακόρυφο τμήμα αντίστοιχα. Ο λόγος H_2/H_1 είναι μια ένδειξη της ικανότητας διέλευσης του ΑΣΣ από τον οπλισμό της διεικτασιμότητας. Στο οριζόντιο τμήμα μπορούν να σημειωθούν οι θέσεις σε απόσταση 200 mm και 400 mm από την θυρίδα και να μετριώνται οι χρόνοι που το υλικό φθάνει σε αυτά τα σημεία. Οι χρόνοι αυτοί είναι γνωστοί ως χρόνοι T_{20} και T_{40} και αποτελούν ένδειξη της ικανότητας πλήρωσης.

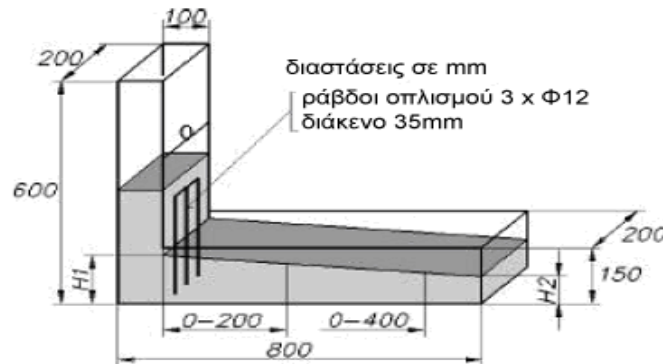
Οι ράβδοι οπλισμού μπορεί να έχουν διάφορες διαμέτρους και να είναι τοποθετημένες σε διάφορα διαστήματα. Απόσταση μεταξύ των οπλισμών ίση με 3 φορές το μέγιστο κόκκο αδρανούς θεωρείται κατάλληλη. Η απόσταση μεταξύ των ράβδων οπλισμού μπορεί να ποικίλει εάν απαιτείται η εκτίμηση για την ικανότητα διέλευσης του ΑΣΣ λιγότερο ή περισσότερο αυστηρή.

Αξιολόγηση της δοκιμής

Είναι ευρέως χρησιμοποιούμενη δοκιμή, κατάλληλη για το εργαστήριο και για εφαρμογή στο έργο. Χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ικανότητας πλήρωσης και της ικανότητας διέλευσης διεικτασιμότητας του ΑΣΣ και μπορεί με αυτήν να διακριθεί οπτικά η απόμιξη του ΑΣΣ. Η απόμιξη μπορεί να εντοπισθεί με κοπή, με πριόνι του σκληρυμένου σκυροδέματος του οριζόντιου τμήματος και εξέταση των διατομών. Προς το παρόν δεν υπάρχει συμφωνία σχετικά με τα υλικά, τις διαστάσεις και την διάταξη των ράβδων οπλισμού και έτσι είναι δύσκολο να συγκριθούν τα διάφορα αναφερόμενα αποτελέσματα. Δεν υπάρχει ένδειξη για την επίδραση των τοιχωμάτων στην ροή του ΑΣΣ, όμως η συσκευή αυτή μπορεί σε κάποιο βαθμό να αναπαραστήσει τα

φαινόμενα που συμβαίνουν στην πραγματική εφαρμογή κατά την χύτευση του σκυροδέματος όταν αυτό περιορίζεται από τον ξυλότυπο.

Για την εκτέλεση των μετρήσεων απαιτούνται δύο χειριστές.



Σχήμα 6

Εξοπλισμός

- Δοχείο L με άκαμπτα μη απορροφητικά τοιχώματα.
- Μυστρί
- Σέσουλα
- Χρονόμετρο

Διαδικασία

Απαιτούνται περίπου 14 lt σκυροδέματος με συνήθη δειγματοληψία.

Η συσκευή τοποθετείται σε σταθερό έδαφος.

Η θυρίδα κλείνεται αφού εξασφαλιστεί ότι μπορεί να ανοίξει ελεύθερα.

Τα εσωτερικά τοιχώματα της συσκευής υγραίνονται και απομακρύνεται τυχόν περίσσεια νερού.

Το κατακόρυφο τμήμα γεμίζεται τελείως με ΑΣΣ χωρίς συμπύκνωση και τυχόν περίσσεια ΑΣΣ στην επιφάνεια απομακρύνεται με ένα μυστρί.

Το υλικό αφήνεται σε ηρεμία για 1 min.

Η θυρίδα εκροής ανοίγεται και αφήνεται το ΑΣΣ να εκρεύσει στο οριζόντιο τμήμα.

Η χρονομέτρηση αρχίζει με το άνοιγμα της θυρίδας εκροής και σημειώνονται οι χρόνοι για να φθάσει το υλικό στις αποστάσεις των 200 mm και 400 mm.

Όταν σταματήσει η ροή μετρώνται τα ύψη H1 και H2.

Υπολογίζεται ο λόγος έκφραξης H2/H1

Όλη η δοκιμή πρέπει να εκτελεσθεί μέσα σε 5 min.

Ερμηνεία των αποτελεσμάτων

Στην περίπτωση που το ΑΣΣ έρεε όπως το νερό, στην κατάσταση ηρεμίας θα ήταν οριζόντιο και έτσι H2/H1=1. Έτσι όσο πιο κοντά βρίσκεται στην τιμή 1, λόγος έκφραξης H2/H1 τόσο καλύτερη η ικανότητα ροής του σκυροδέματος. Με την δοκιμή αυτή μετρείται η ευκολία ροής του ΑΣΣ. Μικροί

χρόνοι υποδεικνύουν μεγάλη ικανότητα ροής. Για το ΑΣΣ προτείνεται ως ελάχιστη αποδεκτή τιμή του λόγου έμφραξης η 0,8. Οι χρόνοι T_{20} και T_{40} δίνουν ένδειξη της ικανότητας ροής αλλά δεν υπάρχει συμφωνία για τις αποδεκτές τιμές. Οι εμφράξεις στον οπλισμό μπορούν να εντοπισθούν οπτικά.

3.5.7. Δοκιμή σταθερότητας με κοσκίνιση (GTM) (7)

Αρχές λειτουργίας

Η δοκιμή χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της αντίστασης σε απόμιξη (σταθερότητα) του ΑΣΣ. 10 l ΑΣΣ αφήνονται σε ηρεμία για ορισμένο χρονικό διάστημα ώστε να συμβεί ενδεχόμενη απόμιξη. Στη συνέχεια η μισή ποσότητα χύνεται σε κόσκινο ανοίγματος 5 mm και διαμέτρου 350 mm και ύστερα από 2 min μετριέται η μάζα του υλικού που διήλθε από το κόσκινο. Το αποτέλεσμα εκφράζεται ως ποσοστό της μάζας διερχομένου προς την αρχική μάζα του υλικού που τοποθετήθηκε στο κόσκινο.

Αξιολόγηση της δοκιμής

Είναι πολύ αποτελεσματική δοκιμή για την εκτίμηση της σταθερότητας του ΑΣΣ, σύμφωνα με τις γνώμες τεχνικών που την έχουν εφαρμόσει. Όμως αν και απλή, δεν είναι μια γρήγορη και επίσης απαιτεί ένα ζυγό ακριβείας με αποτέλεσμα να μην είναι τόσο κατάλληλη για εφαρμογή στο έργο. Η επαναληψιμότητα των αποτελεσμάτων μπορεί να μην είναι ικανοποιητική.

Εξοπλισμός

- Δοχείο 10 lt με σκέπασμα
- Κόσκινο με άνοιγμα πλέγματος 5 mm και διάμετρο 350 mm.
- Δοχείο για την συλλογή του διερχομένου υλικού από το κόσκινο
- Ζυγός ελαχίστης ικανότητας ζύγισης 20 kg και ακριβείας 20 g
- Χρονόμετρο

Διαδικασία

Απαιτούνται περίπου 10 lt σκυροδέματος το οποίο αποκτάται με συνήθη δειγματοληψία.

Αφήνεται το ΑΣΣ για 15 min σε ηρεμία στο δοχείο της δειγματοληψίας σκεπασμένο για να αποφύγουμε την εξάτμιση.

Το δοχείο για την συλλογή του διερχομένου υλικού ζυγίζεται (άδειο).

Εξετάζεται η επιφάνεια του ΑΣΣ για τυχόν εξίδρωση και καταγράφεται η παρατήρηση.

2 l ή περίπου $4,8 \pm 0,2$ kg από την επάνω στρώση του δείγματος ΑΣΣ αδειάζονται σε ένα άλλο δοχείο Α.

Το δοχείο Α ζυγίζεται με το περιεχόμενό του.

Όλο το περιεχόμενο ΑΣΣ από το δοχείο Α αδειάζεται στο κόσκινο από ύψος 500 mm με ομαλή συνεχή κίνηση.

Ζυγίζεται το δοχείο Α άδειο

Υπολογίζεται η μάζα M_a του υλικού που αδειάστηκε στο κόσκινο.

Μετά από πάροδο 2 min από την έκχυση του ΑΣΣ στο κόσκινο απομακρύνεται το δοχείο συλλογής και ζυγίζεται.

Υπολογίζεται η μάζα του M_b του υλικού που διήλθε από το κόσκινο.

Υπολογίζεται το ποσοστό του διερχομένου υλικού, και ο λόγος απόμιξης $M_b/M_a \times 100$

Ερμηνεία των αποτελεσμάτων

Με βάση την εμπειρία, το ΑΣΣ παρουσιάζει ικανοποιητική αντίσταση στην απόμιξη όταν ο λόγος απόμιξης είναι μεταξύ 5% και 15%. Για τιμές του λόγου απόμιξης κάτω από 5% η αντίσταση σε απόμιξη είναι υπερβολική και πιθανώς να έχει επίδραση στη μορφή της τελικής επιφάνειας (οπές από φυσαλίδες αέρα). Για τιμές πάνω από 15% και ιδιαίτερα πάνω από 30% υπάρχει σημαντική πιθανότητα απόμιξης του ΑΣΣ.

4. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΔΟΧΗΣ ΠΕΡΑΙΩΜΕΝΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ισχύουν τα αναφερόμενα στις ΠΕΤΕΠ:

- 01-01-01-00: «Παραγωγή και μεταφορά σκυροδέματος»
- 01-01-02-00: «Διάστρωση και συμπύκνωση σκυροδέματος»,

σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις συνθέσεως μίγματος ΑΣΣ που αναφέρονται στην παρούσα ΠΕΤΕΠ.

5. ΟΡΟΙ ΥΓΙΕΙΝΗΣ-ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Οι απαιτήσεις που ισχύουν για τα συμβατικά σκυροδέματα δεν διαφοροποιούνται στην περίπτωση του ΑΣΣ. Είναι απαραίτητη η παροχή των κατάλληλων μέσων ασφαλούς εργασίας. .

Κατά τα λοιπά θα εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα από το ΦΑΥ και το ΣΑΥ σύμφωνα τις Υπουργικές Αποφάσεις ΔΙΠΑΔ/οικ/889 (ΦΕΚ/16 Β'/14-01-2003) και ΔΙΠΑΔ/οικ/177 (ΦΕΚ/266 Β'/14-01-2001).

6. ΤΡΟΠΟΣ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ

Η επιμέτρηση, όσον αφορά την προμήθεια, μεταφορά και διάστρωση του ΑΣΣ γίνεται επί έτοιμης κατασκευής, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην ΠΕΤΕΠ 01-01-01-00 «Παραγωγή και μεταφορά σκυροδέματος» με τις ακόλουθες εξειδικεύσεις: Οι εργασίες κατηγοριοποιούνται με βάση την ονομαστική αντοχή του ΑΣΣ.

Η τιμή μονάδος συμπεριλαμβάνει:

- Την προμήθεια όλων των απαιτούμενων υλικών (τσιμέντου, αδρανών, προσθέτων και προσμίκτων)
- Την δαπάνη της μελέτης σύνθεσης του ΑΣΣ.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Η μέθοδος Okamura για την σύνθεση ΑΣΣ.

Η εργαστηριακή αυτή μέθοδος σχεδιασμού συνθέσεων ΑΣΣ αναπτύχθηκε από τον Okamura που πρώτος ασχολήθηκε συστηματικά με το ΑΣΣ. Σημειώνεται ότι με την μέθοδο αυτή μπορεί να προκύψουν αναλογίες ή ποσότητες που διαφέρουν από αυτές που αναφέρονται στην § 3.1.2.

Η μέθοδος Okamura περιλαμβάνει την εξής ακολουθία:

- 1) Καθορισμός της επιθυμητής περιεκτικότητας σε αέρα (συνήθως 2% κ.ο)
- 2) Καθορισμός του όγκου των χονδρών αδρανών
- 3) Καθορισμός της περιεκτικότητας σε άμμο
- 4) Σχεδιασμός της σύστασης της πάστας
- 5) Προσδιορισμός του βέλτιστου λόγου νερού/λεπτομερή και της δόσης του υπερρευστοποιητή στο κονίαμα
- 6) Αξιολόγηση των ιδιοτήτων/επιδόσεων του ΑΣΣ με πρότυπες δοκιμές

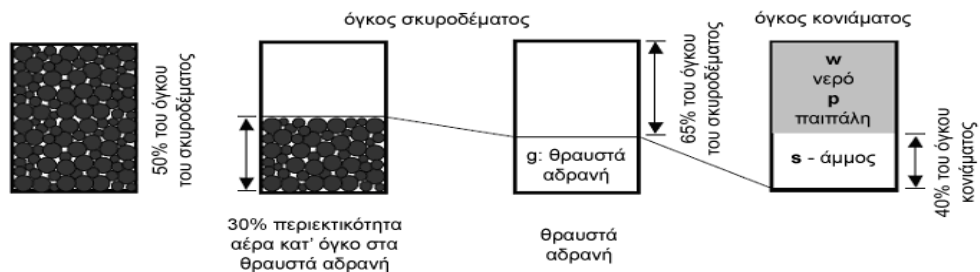
α) Περιεκτικότητα του ΑΣΣ σε αέρα

Η περιεκτικότητα του ΑΣΣ σε αέρα λαμβάνεται συνήθως 2% κ.ο ΑΣΣ. Μεγαλύτερη αεροπεριεκτικότητα χρησιμοποιείται σε σκυρόδεμα ανθεκτικό στην ψύξη/απόψυξη.

β) Καθορισμός του όγκου των χονδρόκοκκων αδρανών

Η περιεκτικότητα του ΑΣΣ σε χονδρόκοκκα αδρανή υπολογίζεται με βάση το φαινόμενο βάρος των αδρανών (φαινόμενο βάρος σωρευμένου υλικού χύδην ορίζεται ως η μάζα του υλικού που περιέχεται στην μονάδα του όγκου σωρευμένου υλικού και εκφράζεται σε kg/m³). Κατά τον Okamura, η περιεκτικότητα σε χονδρόκοκκα αδρανή (κόκκοι μεγέθους μεγαλύτερου από 4 mm) θα πρέπει να ισούται με το 50-60% του φαινομένου βάρους των αδρανών. Για παράδειγμα εάν το φαινόμενο βάρος των αδρανών των χονδρόκοκκων αδρανών είναι 1550 kg/m³ η περιεκτικότητα των αδρανών στο ΑΣΣ θα είναι 775-930 kg χονδρόκοκκων/m³ ΑΣΣ. Η λογική των υπολογισμών φαίνεται στο Σχ. Α-1.

Όταν ο όγκος των χονδρών αδρανών στο σκυρόδεμα υπερβαίνει ένα όριο, η πιθανότητα επαφής μεταξύ των κόκκων αυξάνεται απότομα και υπάρχει αυξημένος κίνδυνος έμφραξης όταν το σκυρόδεμα διέρχεται μεταξύ των ράβδων του οπλισμού.



Σχ. Α1-Σχηματική παράσταση υπολογισμού της περιεκτικότητας του ΑΣΣ σε χονδρόκοκκα αδρανή και άμμο

Η βέλτιστη περιεκτικότητα σε χονδρά αδρανή εξαρτάται από:

- Το μέγιστο μέγεθος κόκκου. Όσο μειώνεται το μέγεθος του μέγιστου κόκκου τόσο μπορεί να αυξηθεί η περιεκτικότητα σε χονδρά αδρανή.
- Την επιφάνεια των αδρανών. Η περιεκτικότητα σε χονδρά αδρανή μπορεί να αυξηθεί με την χρήση στρογγυλεμένων αντί θραυστών αδρανών.

γ) Καθορισμός της περιεκτικότητας σε άμμο

Η περιεκτικότητα του κονιάματος σε άμμο (κόκκοι μεγέθους 0,125 – 4 mm) θα πρέπει να ισούται με το 40-50% του φαινομένου βάρους της άμμου. Για παράδειγμα εάν το φαινόμενο βάρος της άμμου είναι 1610 kg/m^3 η περιεκτικότητα της άμμου στο ΑΣΣ θα είναι 644-805 kg/m^3 ΑΣΣ.

δ) Σχεδιασμός της σύστασης της πάστας

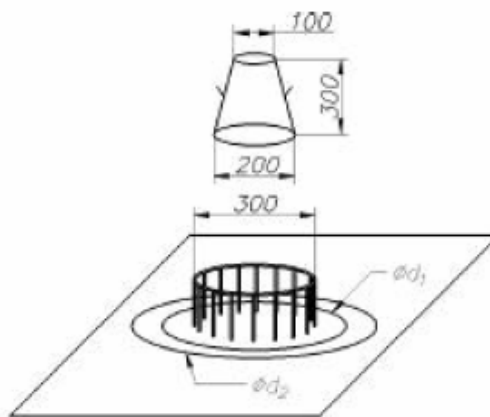
Ο σχεδιασμός της σύστασης της πάστας γίνεται πειραματικά. Στην πειραματική διαδικασία προσδιορίζεται ο λόγος νερού/λεπτομερή για τον οποίο η δοκιμή εξάπλωσης της πάστας με τον κώνο κάθισης παρουσιάζει μηδενική σχετική εξάπλωση. Ο λόγος αυτός συμβολίζεται ως β_p . Η πάστα μετά την ανάσυρση του κώνου παραμορφώνεται από το ίδιο βάρος και μετρείται το μήκος δύο διαμέτρων, d_1 και d_2 που σχηματίζουν γωνία 90° (Σχ. Α-2). Η σχετική εξάπλωση $\Gamma_{p/m}$ υπολογίζεται από τις σχέσεις:

$$d = 0,5 (d_1 + d_2)$$

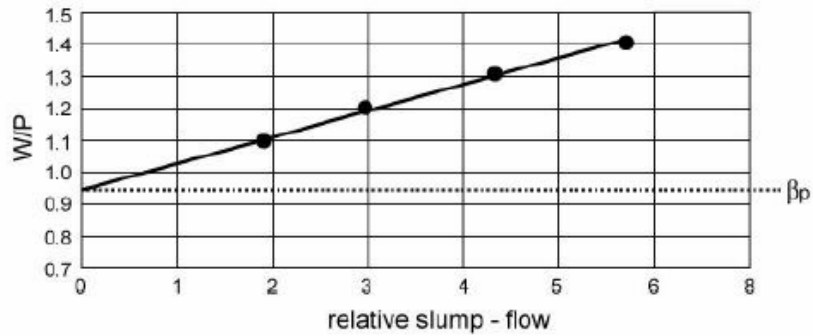
$$\Gamma_{p/m} = (d/d_0)^2 - 1$$

Όπου d_0 η αρχική διάμετρος της βάσης του κώνου (= 100 mm)

Παρασκευάζονται πάστες με την προκαθορισμένη αναλογία συστατικών (τσιμέντο και λεπτομερή) και διαφορετικούς λόγους w/r νερού/λεπτομερή (π.χ. 1,1, 1,2, 1,3, 1,4). Στις πάστες αυτές προσδιορίζεται η σχετική εξάπλωση $\Gamma_{p/m}$ και από την συσχέτιση w/r με $\Gamma_{p/m}$ προσδιορίζεται ο λόγος βρ όπως φαίνεται στο τυπικό Σχ. Α-3.



Σχ.Α-2.Μετρήσεις για την σχετική εξάπλωση $\Gamma_{p/m}$



Σχ. Α-3 – Προσδιορισμός του λόγου νερού/ λεπτομερή β_p

ε) Προσδιορισμός του βέλτιστου λόγου νερού/ λεπτομερή και της δόσης του υπερρρευστοποιητή στο κονίαμα

Ο προσδιορισμός του βέλτιστου λόγου νερού/ λεπτομερή και της δόσης του υπερρρευστοποιητή στο κονίαμα γίνεται πειραματικά με χρήση των δοκιμών του κώνου εξάπλωσης (βλ. § 3.5.3) και της χοάνης εκροής σχήματος V (βλ. § 3.5.5).

Οι δοκιμές πραγματοποιούνται με λόγο w/p στην περιοχή από 0,8 βρ έως 0,9 βρ με διαφορετικές περιεκτικότητες υπερρρευστοποιητή και με περιεκτικότητα σε άμμο όπως καθορίζεται στην § 3.1.3 γ.

Οι παρακάτω τιμές θεωρούνται ικανοποιητικές:

Εξάπλωση: 24-26 cm

Χρόνος εκροής από τη χοάνη εκροής σχήματος V : 7-11 s

Στην περίπτωση που ικανοποιείται η δοκιμή του κώνου εξάπλωσης και ο χρόνος εκροής από τη χοάνη σχήματος V είναι μικρότερος από 7 s προτείνεται η μείωση του λόγου w/p, ενώ στην περίπτωση που ο χρόνος εκροής είναι μεγαλύτερος από 11 s προτείνεται η αύξηση του λόγου w/p.

Στην περίπτωση που τα κριτήρια δεν ικανοποιούνται τότε ο συνδυασμός συστατικών που χρησιμοποιήθηκε δεν ήταν κατάλληλος για την παρασκευή ΑΣΣ. Στην περίπτωση αυτή προτείνεται κατά σειρά η δοκιμή διαφορετικού υπερρρευστοποιητή, διαφορετικού προσθέτου και τέλος διαφορετικού τσιμέντου.

στ) Αξιολόγηση των ιδιοτήτων/ επιδόσεων του ΑΣΣ με πρότυπες δοκιμές

Η δόση του υπερρρευστοποιητή καθορίζεται τελικά με βάση τις πρότυπες δοκιμές στο ΑΣΣ, στο οποίο έχουν ήδη καθορισθεί, όπως παραπάνω οι αναλογίες των υπολοίπων συστατικών.