

Σκυρόδεμα χαμηλής θερμικής αγωγιμότητας

Ουρανία Τσιούλου

Λέκτορας Πανεπιστήμιο Μπράιτον, O.Tsioulou@brighton.ac.uk

Ανδρέας Λαμπρόπουλος

Επίκουρος Καθηγητής Πανεπιστήμιο Μπράιτον, A.Lampropoulos@brighton.ac.uk

Jordan Erpelding

Πολιτικός μηχανικός Πανεπιστήμιο Μπράιτον, J.Erpelding1@uni.brighton.ac.uk

Εκτενής περίληψη

Όπως είναι γνωστό το σκυρόδεμα αποτελεί το περισσότερο διαδεδομένο κατασκευαστικό υλικό (Kosmatka, et al., 2008). Βασικός λόγος γι αυτό είναι η υψηλή αντοχή του σε συνδιασμό με το χαμηλό κόστος του. Την ίδια στιγμή όμως το σκυρόδεμα συνδέεται με υψηλά επίπεδα παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα, καθώς για την παρασκευή του χρησιμοποιείται τσιμέντο, και επίσης έχει υψηλή θερμική αγωγιμότητα.

Η παρούσα εργασία στόχο έχει τη παρασκευή σκυροδέματος με χαμηλή θερμική αγωγιμότητα με χρήση Αέροτζελ (www.aerogel.uk.com). Το Αέροτζελ είναι πορώδες πολύ ελαφρύ υλικό με πολύ χαμηλή πυκνότητα και πολύ χαμηλή θερμική αγωγιμότητα. Το Αέροτζελ συνήθως χρησιμοποιείται στις κατασκευές ως εξωτερική μόνωση.

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιείται μερική αντικατάσταση της άμμου με σκόνη Αέροτζελ και εξετάζεται η επιρροή του Αέροτζελ στα μηχανικά χαρακτηριστικά του σκυροδέματος καθώς και στην θερμική αγωγιμότητά του.

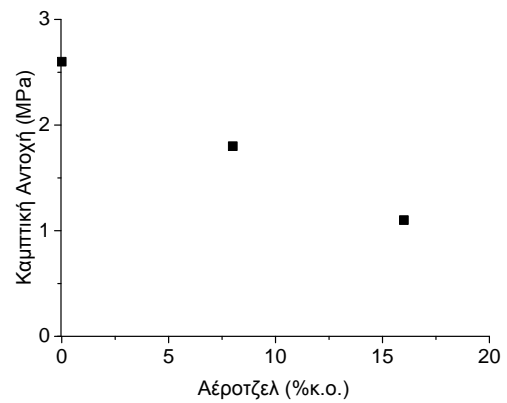
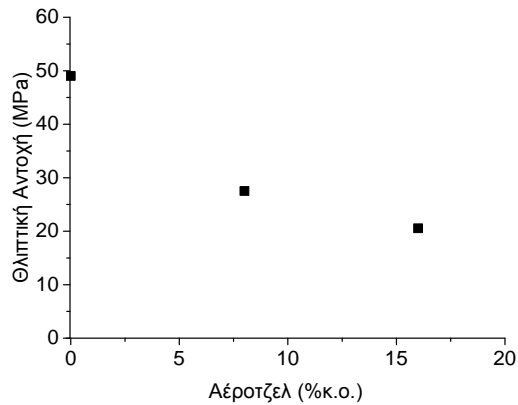
Συνολικά εξετάζονται τέσσερα μίγματα. Στα μίγματα αυτά μέρος του τσιμέντου έχει αντικατασταθεί με GGBS και Microsilika που είναι υποπροϊόντα από την παραγωγή σιδήρου μειώνοντας έτσι την ποσότητα CO₂ που εκπέμπεται κατά την παραγωγή του σκυροδέματος.

Παράλληλα, έχει γίνει αντικατάσταση της άμμου με Αέροτζελ σε ποσοστά 0%, 4%, 8% και 16% κατ' όγκο (Tsioulou, et al., 2016). Αναλυτικά οι ποσότητες των υλικών σε κάθε μίγμα, καθώς και το ειδικό βάρος κάθε υλικού δίνονται στους Πίνακες 1 και 2 που ακολουθούν.

Πίνακας 1. Μίγματα σκυροδέματος με Αέροτζελ

Μίγμα	Νερό (kg/m ³)	Τσιμέντο (kg/m ³)	Silica Fume (kg/m ³)	GGBS (kg/m ³)	Άμμος (kg/m ³)	Αέροτζελ (kg/m ³)	Ρευστοποιητής (kg/m ³)
REF	205	409.5	58.5	117	1555	0	1.17
AC-4	205	409.5	58.5	117	1430	7.5	11.7
AC-8	205	409.5	58.5	117	1295.06	15	1.17
AC-16	205	409.5	58.5	117	1035.06	30	1.17

Η επιρροή του Αέροτζελ στα μηχανικά χαρακτηριστικά του σκυροδέματος δίνεται στα σχήματα που ακολουθούν.

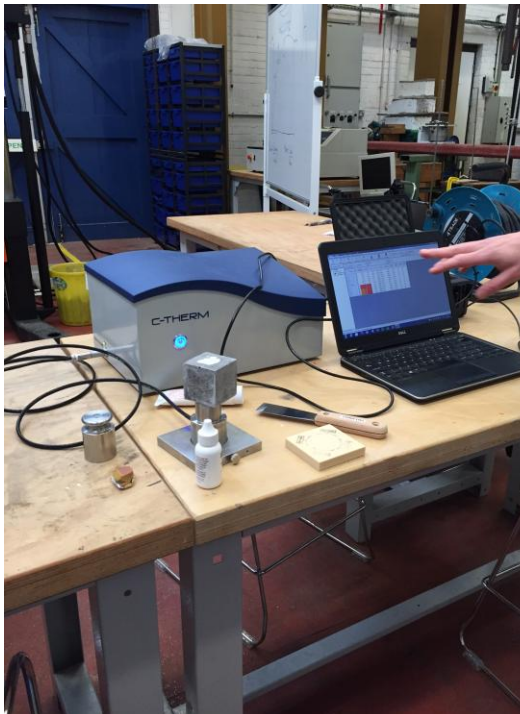


Σχ. 1 Επιρροή του Αέροτzell στη θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος

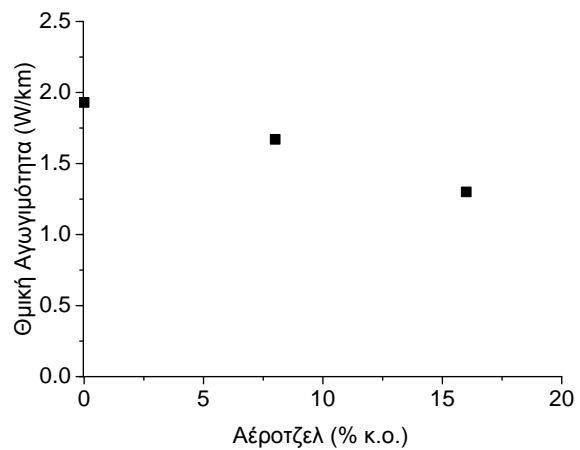
Σχ. 2 Επιρροή του Αέροτzell στην καμπτική αντοχή του σκυροδέματος

Από τα Σχήματα 1 και 2 φαίνεται πως η παρουσία του Αέροτzell οδηγεί σε μείωση της αντοχής του σκυροδέματος.

Η θερμική αγωγιμότητα του σκυροδέματος μετρήθηκε με τη συσκευή που φαίνεται στο Σχήμα 3 (TCi Analyser) και η επιρροή του Αέροτzell στη θερμική αγωγιμότητα δίνεται στο Σχήμα 4 που ακολουθεί.

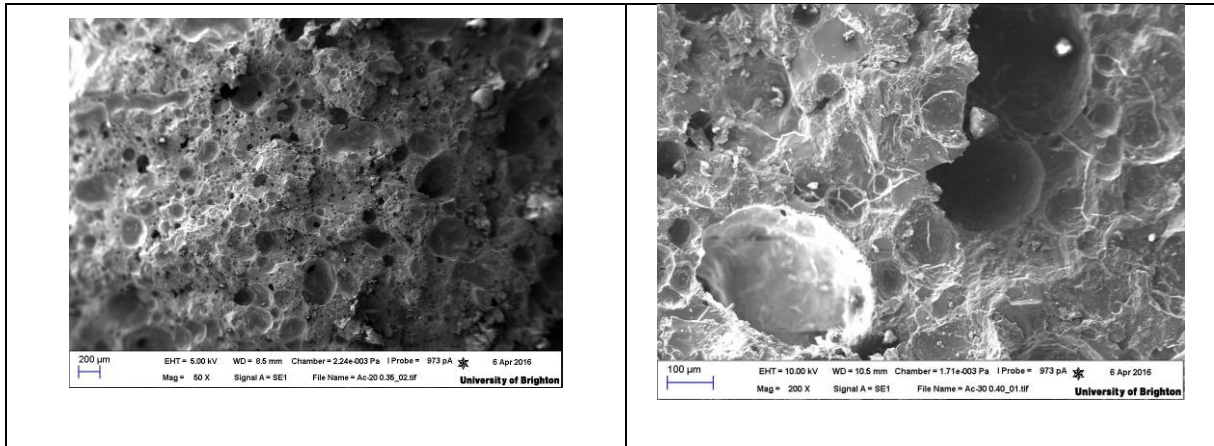


Σχ. 3 Μέτρηση Θερμικής αγωγιμότητας



Σχ. 4 Επιρροή του Αέροτzell στη θερμική αγωγιμότητα του σκυροδέματος

Από τα Σχήματα 5 και 6 στα οποία δίνεται η μικροδομή του σκυροδέματος με Αέροτzell και χωρίς, φαίνεται πως η παρουσία του Αέροτzell οδηγεί σε αύξηση του πορώδους και των μικρορωγμών.



Σχ. 5 Μικροδομή σκυροδέματος με 16% Αέροτζελ

Σχ. 6 Μικροδομή σκυροδέματος με 0% Αέροτζελ

Η προσθήκη Αέροτζελ στο μίγμα του σκυροδέματος ως αντικατάσταση μερικής ποσότητας της άμμου, οδηγεί σε μείωση της αντοχής αλλά παράλληλα και μείωση της θερμικής αγωγιμότητας. Η εξέταση της μικροδομής του σκυροδέματος με Αέροτζελ σε σύγκριση με το κοινό σκυρόδεμα, έδειξε πως η παρουσία του Αέροτζελ οδηγεί σε αύξηση του πορώδους καθώς και σε αύξηση των μικροριγματώσεων στο σκυρόδεμα, κάτι που εξηγεί και τη μειωμένη αντοχή του. Τελικά, η αντικατάσταση της άμμου κατά 16% κ.ο. με αέροτζελ, οδήγησε σε σκυρόδεμα θλιπτικής αντοχής 20MPa (περίπου 60% μείωση της αντοχής) και θερμικής αγωγιμότητας 1.3 W/km που αντιστοιχεί σε 40% μείωση αν το συγκρίνουμε με τη θερμική αγωγιμότητα του κοινού σκυροδέματος.

Βιβλιογραφία

Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B. et al., “Design and Control of Concrete Mixtures”, 14th edition, Portland Cement Association, 2008, Illinois, USA.

<http://www.aerogel.uk.com/powder.html>

Tsioulou, O., Erpelding, J. and Lampropoulos, A., “Development of novel low thermal conductivity concrete using aerogel powder”, fib Symposium 2016, 21-23 November 2016, Cape Town, South Africa.