

Ανάπτυξη Συνθέσεων και Διερεύνηση της Μηχανικής Συμπεριφοράς Εδαφοσκυροδεμάτων με Μετακαολίνη

Κ. Γ. Κολοβός

*Ειδικός Επιστήμονας, Εργαστήριο Ανόργανης Χημικής Τεχνολογίας, Στρατιωτική Σχολή Ευελπίδων,
kolovosk@gmail.com*

Π. Γ. Αστερής

*Αν. Καθηγητής, Εργαστήριο Υπολογιστικής Μηχανικής, Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής & Τεχνολογικής
Εκπαίδευσης, panagiotisasteris@gmail.com*

Εκτενής περίληψη

Στην παρούσα εργασία διερευνάται η μηχανική συμπεριφορά εδαφοσκυροδεμάτων σε επιλεγμένες συνθέσεις οι οποίες αναπτύχθηκαν με βάση την ασβεστολιθική άμμο ως προσομοίωμα ασβεστολιθικής σύστασης εδάφους (sandcrete) και τον μετακαολίνη ως ορυκτό πρόσθετο. Τα τελευταία χρόνια στο επίκεντρο της διεθνούς ερευνητικής κοινότητας για την επίλυση του προβλήματος της εξάντλησης των διαθέσιμων φυσικών πόρων βρίσκεται η χρήση μη συμβατικών δευτερογενών υλικών ή παραπροϊόντων προς αντικατάσταση παραδοσιακών δομικών υλικών όπως τα τσιμέντα Portland, το σκυρόδεμα, ο δομικός χάλυβας κλπ. Στην κατεύθυνση αυτή αυξανόμενο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ανάπτυξη φθηνών υλικών τοιχοποιίας (masonry blocks) από εδαφοσκυρόδεμα (soilcrete), λόγω των ικανοποιητικών μηχανικών ιδιοτήτων, της εξαιρετικής θερμομονωτικής συμπεριφοράς και του χαμηλού ειδικού βάρους που αυτό εμφανίζει. Παρά τη μεγάλη ποικιλία στους υπάρχοντες τύπους, ως επί το πλείστον το εδαφοσκυρόδεμα αποτελείται από αργιλικής ή ασβεστολιθικής προέλευσης εδάφη στο ρόλο των λεπτόκοκκων αδρανών, τσιμέντο Portland και ορυκτά πρόσθετα. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία ανήκει σε μια ειδική κατηγορία σκυροδέματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί, υπό προϋποθέσεις, σε κατασκευαστικά έργα πολιτικού μηχανικού, όταν περιβαλλοντικοί ή οικονομικοί όροι περιορίζουν τη χρήση χονδρόκοκκων αδρανών, είτε ως ένεμα (grout) στη σταθεροποίηση εδαφών (π.χ. παράκτιες περιοχές, κατασκευές σε έντονο διαβρωτικό περιβάλλον όπως οι χώροι υγειονομικής ταφής απορριμμάτων και υπολείμματος κ.α.) είτε ως κατασκευαστικό υλικό δομικών στοιχείων (π.χ. προκατασκευή).

Στην παρούσα εργασία διερευνώνται οι μηχανικές ιδιότητες που εμφανίζουν δοκίμια εδαφοσκυροδεμάτων τα οποία αναπτύχθηκαν σε διάφορες τιμές λόγου νερού προς συνδετική κονία (binder), χρησιμοποιώντας ως συνδετική κονία μίγματα μετακαολίνη-τσιμέντου Portland CEM I 42.5 N σε διάφορες % κ.β. περιεκτικότητες. Οι συνθέσεις οι οποίες αναπτύχθηκαν και μελετώνται, αποτελούνται από λεπτόκοκκα διαβαθμισμένη ασβεστολιθικής προέλευσης άμμο λατομείου σε μέτριες και υψηλές % κ.β. περιεκτικότητες, προσομοιάζοντας τυπικές συνθήκες ανάμιξης κατά τη σταθεροποίηση εδαφών ασβεστολιθικής σύστασης.

Οι πειραματικές δοκιμές που εκτελέστηκαν είχαν ως στόχο την εξαγωγή του πλήρους διαγράμματος τάσεων-ανηγμένων παραμορφώσεων υπό μονοαξονική θλιπτική φόρτιση από όπου προέκυψαν υπολογιστικά οι αντοχές σε θλίψη, το μέτρο ελαστικότητας και η ανηγμένη παραμόρφωση στο μέγιστο φορτίο (compressive strength, modulus of elasticity, and strain at maximum strength). Τέλος αποτιμάται η επίδραση της προσθήκης μετακαολίνη στη συνολική συμπεριφορά των

εδαφοσκυροδεμάτων σε σύγκριση με το συμβατικό σκυρόδεμα ενώ ο χαρακτηρισμός της μικροδομής των συνθέσεων πραγματοποιήθηκε με την εφαρμογή διαφόρων αναλυτικών τεχνικών (SEM, XRD κλπ).

Όπως προέκυψε από την αποτίμηση των πειραματικών μετρήσεων, οι συνθέσεις των εδαφοσκυροδεμάτων με μετακαολίνη παρουσίασαν αυξημένες τιμές θλιπτικής αντοχής σε σύγκριση με τις αμιγείς ενώ σε κάθε περίπτωση οι παραμορφώσεις στο μέγιστο φορτίο βρέθηκαν αξιοσημείωτα υψηλότερες του 2% για συμβατικά σκυροδέματα υπό μονοαξονική θλιπτική φόρτιση, υποδεικνύοντας την ευεργετική δράση της προσθήκης μετακαολίνη στην παραγωγή εδαφοσκυροδεμάτων με βελτιωμένη μηχανική συμπεριφορά.

Βιβλιογραφία

- Anagnostopoulos, C.S. (2007). Cement-clay grouts modified with acrylic resin or methyl methacrylate ester: Physical and mechanical properties. *Construction and Building Materials*, 21, 252-257.
- Baiden, B.K., Tuuli, M.M. (2004). Impact of Quality Control Practices in Sandcrete Blocks Production. *Journal of Architectural Engineering, ASCE*, 10(2), 53-60.
- Bouchelaghem, F., Almosni, A. (2003). Experimental Determination of the Longitudinal Dispersivity During the Injection of a Micro-Cement Grout in a One-Dimensional Soil Column. *Transport in Porous Media*, 52(1), 67-94.
- Chen, J.W., Chang, C.F. (2006). Development and application of the ready-mixed soil material. *Journal of Materials in Civil Engineering, ASCE*, 18(6), 722-729.
- Coulter, S., Martin, C.D. (2006). Single fluid jet-grout strength and deformation properties. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 21(6), 690-695.
- Denis, A., Attar, A., Breysse, D., Chauvin, J.J. (2002). Effect of coarse aggregate on the workability of sandcrete. *Cement and Concrete Research*, 32(5), 701-706.
- Huang, W.H. (1997). Properties of cement-fly ash grout admixed with bentonite, silica fume, or organic fiber. *Cement and Concrete Research*, 27(3), 395-406.
- Kakali, G., Perraki, T., Tsvivilis, S., Badogiannis, E. (2001). Thermal treatment of kaolin: the effect of mineralogy on the pozzolanic activity. *Applied Clay Science*, 20(1-2), 73-80.
- Kolovos, K.G., Asteris, P.G., Cotsovos, D.M., Badogiannis, E., Tsvivilis, S. (2013). Mechanical properties of soilcrete mixtures modified with metakaolin. *Construction and Building Materials*, 47, 1026-1036.
- Mikkelsen, P.E. (2002). Cement-Bentonite Grout Backfill for Borehole Instruments. *Geotechnical Instrumentation News*, 20, 38-42.
- Mohammed, B., Cheeseman, C.R. (2011). Use of Oil Drill Cuttings as an Alternative Raw Material in Sandcrete Blocks. *Waste and Biomass Valorization*, 2(4), 373-380.
- Muntohar, A.S., Rahman, M.E. (2014). Lightweight masonry block from oil palm kernel shell. *Construction and Building Materials*, 54, 477-484.
- Neville, A.M. (1996). *Properties of Concrete*. 4th ed. Harlow: Addison Wesley Longman, London, UK.
- Nikbakhtan, B., Osanloo, M. (2009). Effect of grout pressure and grout flow on soil physical and mechanical properties in jet grouting operations. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 46(3), 498-505.
- Nikbakhtan, B., Ahangari, K. (2010a). Field study of the influence of various jet grouting parameters on soilcrete unconfined compressive strength and its diameter. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 47(4), 685-689.
- Nikbakhtan, B., Ahangari, K., Rahmani, N. (2010b). Estimation of jet grouting parameters in Shahriar dam, Iran. *Mining Science and Technology (China)*, 20(3), 472-477.
- Odigure, J.O. (2002). Deterioration of long-serving cement-based sandcrete structures in Nigeria. *Cement and Concrete Research*, 32(9), 1451-1455.

- Odigure, J.O. (2005). Chemical evaluation of cement-based sandcrete wall deterioration. *Cement and Concrete Research*, 35(11), 2170-2174.
- Omoriege, A. (2013). Optimum Compressive Strength of Hardened Sandcrete Building Blocks with Steel Chips. *Buildings*, 3(1), 205-219.
- Park, Y.S., Suh, J.K. (2008). Comparative Study on Compressive Strength of Concrete with New Sand-Cap and Neoprene Pad. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 2(1), 15-19.
- Pavlović, M.N., Cotsovos, D.M., Dedić, M.M., Savidu, A. (2010a). Reinforced jet-grouted piles. Part 1: analysis and design. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Structures and Buildings*, 163(SB5), 299-308.
- Pavlović, M.N., Cotsovos, D.M., Dedić, M.M., Savidu, A. (2010b). *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Structures and Buildings*, 163(SB5), 309-315.
- Raheem, A.A., Momoh, A.K., Soyngbe, A.A. (2012). Comparative analysis of sandcrete hollow blocks and laterite interlocking blocks as walling elements. *International Journal of Sustainable Construction Engineering & Technology*, 3(1), 79-88.
- Sheen, Y.N., Sun, T.H., Chung, W.H. (2008). Compressive strength of controlled low strength materials containing stainless steel slag. *Journal of Chinese Corrosion Engineering*, 22(3) 217-230.
- Sheen, Y.N., Huang, L.J., Wang, H.Y., Le D.H. (2014). Experimental study and strength formulation of soil-based controlled low-strength material containing stainless steel reducing slag. *Construction and Building Materials*, 54, 1-9.
- Sonebi, M., Lachemi, M., Hossain, K.M.A. (2013). Optimisation of rheological parameters and mechanical properties of superplasticised cement grouts containing metakaolin and viscosity modifying admixture. *Construction and Building Materials*, 38, 126-138.
- Tan, A., Zaimoglu, A.S., Hınıslioglu, S., Altun, S. (2005). Taguchi approach for optimization of the bleeding on cement-based grouts. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 20(2), 167-173.
- Vipulanandan, C., Weng, Y., Zhang, C. (2000). Designing flowable grout mixes using foundry sand, clay and fly ash, In ASCE, *Proceedings of Geo-Denver 2000: Advances in Grouting and Ground Modification*, Denver, Colorado, USA (Krizek RJ and Sharp K (eds)). Denver, Colorado, USA, pp. 215-233.
- Wu, J.Y., Lee, M.Z. (2011). Beneficial reuse of construction surplus clay in CLSM. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 4(5), 293-300.