Αξονοσυμμετρικό Φράγμα Στενού Σερίφου από κυλινδρούμενο σκληρό επίχωμα

Σ.Γ. Φελέκος
Πολιτικός Μηχανικός, ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΝ Ε.Π.Ε.

Α.Ν. Γιάγκος
Δρ. Πολιτικός Μηχανικός, ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΝ Ε.Π.Ε.

Λέξεις κλειδιά: Αξονοσυμμετρικά Κυλινδρούμενο Σκληρό Επίχωμα, ΑΚΣΕ, κυλινδρούμενο σκυρόδεμα, RCC

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται το αξονοσυμμετρικό φράγμα Στενό Σερίφου, ύψους 30 m, το οποίο κατασκευάστηκε από "σκληρό επίχωμα" (Αξονοσυμμετρικά Κυλινδρούμενο Σκληρό Επίχωμα - ΑΚΣΕ). Πρόκειται για νέα τεχνολογία κατασκευής φραγμάτων, η οποία κατά τα τελευταία χρόνια εφαρμόζεται με επιτυχία και στην Ελλάδα. Το υλικό κατασκευής είναι ένα ύφυγρο μείγμα αποτελούμενο από αδρανή υλικά, μικρή ποσότητα τσιμέντου (της τάξης των 60 kg/m^3) και μικρή ποσότητα νερού, το οποίο παρασκευάζεται σε συγκρότημα παραγωγής σκυροδέματος, διαστρώνεται στο έργο και συμπυκνώνεται με δονητικούς οδοστρωτήρες. Παρουσιάζονται οι έρευνες και οι ιδιότητες των υλικών, οι παράμετροι που επηρεάζουν τις ιδιότητες του τελικού προϊόντος καθώς επίσης και τα προβλήματα που προέκυψαν κατά την κατασκευή του έργου και οι ενέργειες για την επίλυσή τους.

1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Το έργο του φράγματος Στενό Σερίφου κατασκευάστηκε στο ανατολικό τμήμα της νήσου Σερίφου και περίπου στο μέσο της κοιλάδας του ομωνύμου ρέματος που εκβάλει στον όρμο Λιβάδι, σε απόσταση περίπου 2.5 km από το κεντρικό λιμάνι του νησιού (Λιβάδι). Ο σκοπός της κατασκευής του έργου είναι η ταμίευση νερού για αρδεύσεις και υδρεύσεις. Το έργο κατασκευάστηκε σε γεωλογικό σχηματισμό γρανοδιορίτη, Μειοκαινικής ηλικίας.

Το όλο έργο αποτελείται από το κυρίως φράγμα, το οποίο περιλαμβάνει και τον υπερχειλιστή, το αυχενικό φράγμα, τον αγωγό εκτροπής-υδροληψίας-εκκένωσης, τον πύργο υδροληψίας, έργα οδοποιίας για την προσπέλαση του φράγματος κατά τη λειτουργία του και διάφορα άλλα δευτερεύοντα έργα και εγκαταστάσεις. Πριν την έναρξη κατασκευής του κυρίως φράγματος και του αυχενικού φράγματος και σε απόσταση 60 m από τον άξονα του φράγματος κατασκευάστηκε πρόφραγμα ύψους 2.5 m, πλάτους στέψης 3 m και μήκους 25 m.

Το κυρίως φράγμα και το αυχενικό φράγμα κατασκευάστηκαν αξονοσυμμετρικά, από κυλινδρούμενο σκληρό επίχωμα (ή RCC). Για τη διαμόρφωση του ανάντη πρανούς του σκληρού επιχώματος χρησιμοποιήθηκε μηχάνημα Gomaco, το οποίο είχε υποστεί διάφορες μετατροπές. Κατά τις μετατροπές αυτές είχε αλλάξει η φορά κίνησης του μηχανήματος και η θέση του καλουπιού και είχαν τοποθετηθεί δονητικές πλάκες με δονητές επιφανείας. Το κατάντη πρανές διαμορφώθηκε κατά ένα τμήμα με το Gomaco και κατά ένα τμήμα με συμβατικό ξυλότυπο σκυροδέματος.

Το στοιχείο στεγανότητας του φράγματος είναι ο μανδύας (ανάντη πλάκα) από οπλισμένο σκυρόδεμα, ο οποίος κατασκευάστηκε κατά τμήματα-ζώνες με κυλιόμενο μεταλλότυπο. Σε κάθε τμήμα ο μανδύας σκυροδετείτο χωρίς διακοπή. Ο μανδύας εδράζεται στην "πλίνθο" (το στοιχείο θεμελίωσης του μανδύα). Στους αρμούς επαφής μεταξύ του μανδύα και της πλίνθου, μεταξύ των

τμημάτων της πλίνθου και των τμημάτων του μανδύα κατασκευάστηκε σύστημα αρμών στεγάνωσης, έτσι ώστε η κατασκευή να λειτουργεί ενιαία ως στοιχείο στεγανότητας.

Ο υπερχειλιστής κατασκευάστηκε ανοικτός, στη στέψη του φράγματος. Έχει δε σχεδιαστεί για παροχή αιχμής 24.4 m^3/s. Η διώρυγα του υπερχειλιστή στο κατάντη πρανές του φράγματος κατασκευάστηκε με προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος.

Οι τσιμεντενέσεις εκτελέστηκαν πάνω από την πλίνθο, έτσι ώστε το σύστημα στεγάνωσης να συνεχίζεται και κάτω από το φράγμα. Περιλαμβάνουν το διάφραγμα τσιμεντενέσεων βάθους 15-25 m και το σύστημα αβαθών τσιμεντενέσεων βάθους 4 m, το οποίο έχει σκοπό την πλήρωση των επιφανειακών ρωγμών και διακένων.

Με σκοπό την παρακολούθηση της συμπεριφοράς κάθε φράγματος, τοποθετήθηκαν γεωτεχνικά όργανα, που περιλαμβάνουν κλισιόμετρα, ηλεκτρικά πιεζόμετρα, θερμόμετρα μάζας σκληρού επιχώματος, βάθρα μετρήσεων επιφανειακών μετακινήσεων και φρεάτια παρακολούθησης στάθμης υπογείων υδάτων.

Η κατασκευή του έργου διήρκεσε συνολικά 3.5 έτη.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου δίνονται συγκεντρωτικά στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Τεχνικά χαρακτηριστικά έργου φράγματος Στενού Σερίφου

Α. Ταμιευτήρας	
Ανώτατη στάθμη αποθήκευσης	+ 57.00 m
Υψηλή στάθμη υδροληψίας	+ 42.00 m
Χαμηλή στάθμη υδροληψίας	+ 34.00 m
Ωφέλιμη χωρητικότητα ταμιευτήρα	700,000 m^3
Β. Κυρίως φράγμα	
Υψόμετρο στέψης	+ 57.75 m
Υψόμετρο στέψης στη θέση της γέφυρας υπερχειλιστή	+ 59.00 m
Μέγιστο ύψος φράγματος	30.25 m
Μήκος στέψης	168.00 m
Πλάτος στέψης (καθαρό)	5.00 m
Κλίση κατάντη πρανούς (κατακ. : οριζόντ.)	1 : 0.7
Κλίση ανάντη πρανούς (κατακ. : οριζόντ.)	1 : 0.7
Γ. Φράγμα αυχένα	
Υψόμετρο στέψης	+ 57.75 m
Μέγιστο ύψος φράγματος	7.25 m
Μήκος στέψης	150.00 m
Πλάτος στέψης (καθαρό)	3.00 m
Κλίση κατάντη πρανούς (κατακ. : οριζόντ.)	1 : 0.7
Κλίση ανάντη πρανούς (κατακ. : οριζόντ.)	1 : 0.7
Δ. Ποσότητες	
Συνολ. Όγκος σκληρού επιχώματος (RCC)	56,250 m^3

2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΣΚΛΗΡΟΥ ΕΠΙΧΩΜΑΤΟΣ

Το υλικό του σκληρού επιχώματος αποτελείται από διαβαθμισμένα αδρανή, μικρή ποσότητα τσιμέντου (60 kg ανά m^3 νωπού μείγματος) και νερό. Το υλικό αυτό παρασκευάστηκε στο συγκρότημα παραγωγής σκυροδέματος, μεταφέρθηκε με φορτηγά στις θέσεις διάστρωσης και στη συνέχεια συμπυκνώθηκε με δονητικό οδοστρωτήρα.

Κατά την παρασκευή του υλικού σκληρού επιχώματος, ως αδρανή χρησιμοποιήθηκαν φυσικά αμμοχάλικα του χειμάρρου προερχόμενα από την περιοχή κατάντη του φράγματος, κοσκινισμένα με δονητική κοσκίνα σε 3 κλάσματα: (α) χονδροί χάλικες (2 1/2" - 3/4"), (β) λεπτοί χάλικες - γαρμπίλι (1" - Νο 4) και (γ) άμμος, εμπλουτισμένη σε ψηφίδα (διερχόμενο από 3/8").

Σύμφωνα με τις Τεχνικές Προδιαγραφές του έργου, η καμπύλη κοκκομετρικής διαβάθμισης του μείγματος των αδρανών θα πρέπει να εμπίπτει εντός καθορισμένων ορίων. Πριν την έναρξη της κατασκευής έγινε διερεύνηση των υλικών που επρόκειτο να χρησιμοποιηθούν για την παρασκευή των αδρανών του σκληρού επιχώματος, με ερευνητικά σκάμματα και εργαστηριακές δοκιμές κατάταξης. Με βάση τα ως άνω αποτελέσματα, καταρτίστηκε μια "νέα προδιαγραφή" που περιέχει ξεχωριστά όρια για κάθε κλάσμα αδρανών υλικών προκειμένου να διευκολυνθεί ο Ανάδοχος κατά την παραγωγή των υλικών. Εφόσον κάθε κλάσμα από τα παραγόμενα υλικά εμπίπτει μέσα στα όρια της "νέας προδιαγραφής", η καμπύλη κοκκομετρικής διαβάθμισης του μείγματος των αδρανών θα βρίσκεται εντός των ορίων που καθορίζονται από τις Τεχνικές Προδιαγραφές του έργου. Οι μέσες καμπύλες κοκκομετρικής διαβάθμισης των κλασμάτων αδρανών και του μείγματος αδρανών καθώς επίσης και τα ως άνω όρια των προδιαγραφών δίνονται στην εικόνα 1.

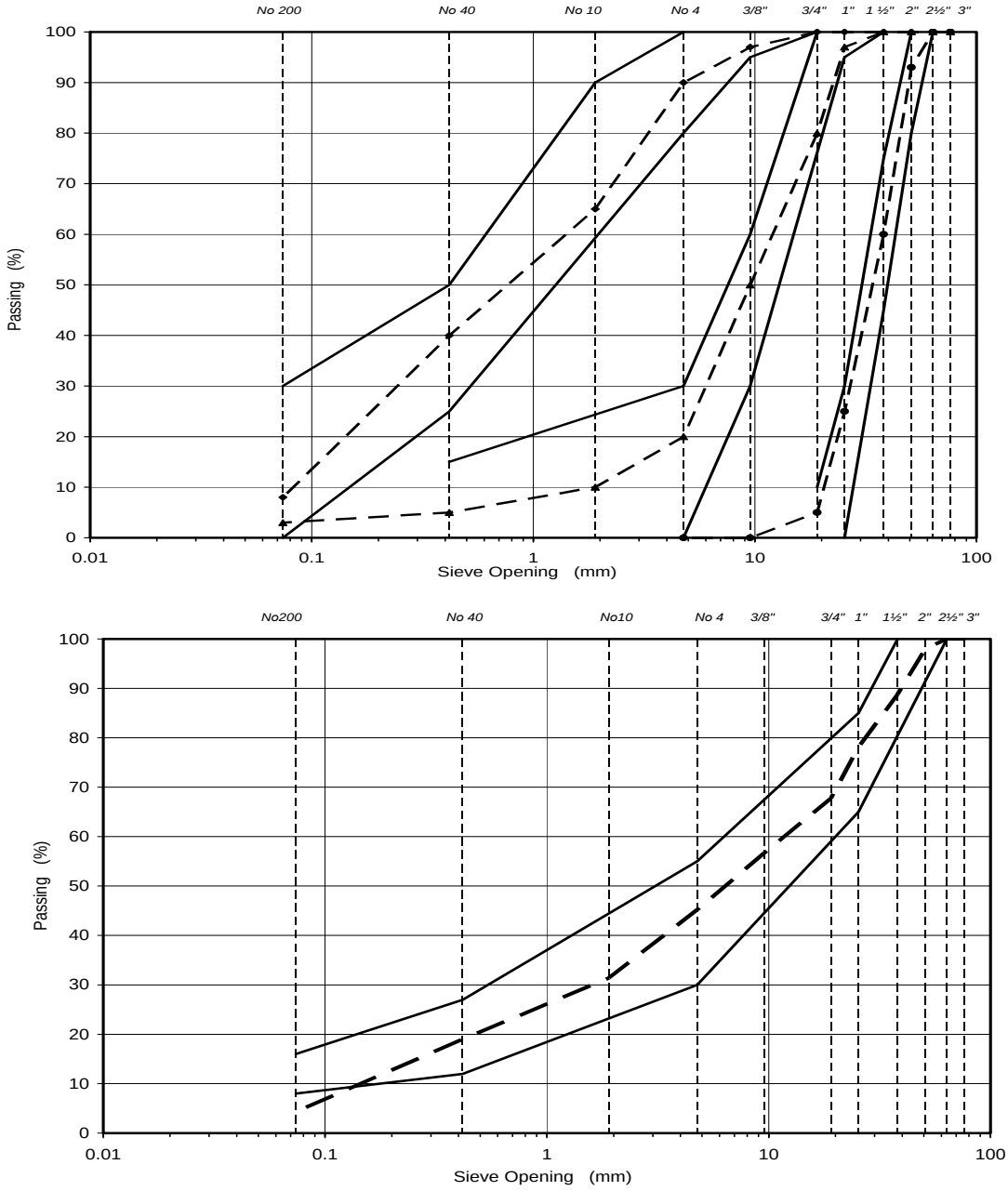
Μετά από εργαστηριακή μελέτη συνθέσεων υλικών σκληρού επιχώματος και επιβεβαίωση των ιδιοτήτων των υλικών κατά την κατασκευή χαμηλών δοκιμαστικών επιχωμάτων, τα οποία έγιναν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που επρόκειτο να κατασκευαστεί το φράγμα, καθορίστηκε η καταλληλότερη σύνθεση για την παραγωγή του υλικού του σκληρού επιχώματος (RCC), η οποία χρησιμοποιήθηκε στο έργο (αναλογίες υλικών για την παραγωγή 1 m^3 νωπού μείγματος):
Τσιμέντο: 60 kg (2.7% επί ξηρών αδρανών)
Νερό: 145 kg (6.5% επί ξηρών υλικών)
Χονδροί χάλικες: 540 kg
Λεπτοί χάλικες - γαρμπίλι: 650 kg
Άμμος: 970 kg

Για την κατασκευή των πρανών του σκληρού επιχώματος χρησιμοποιήθηκε η ακόλουθη σύνθεση υλικών (αναλογίες για 1 m^3 νωπού):
Τσιμέντο: 150 kg
Νερό (επί ξηρών αδρανών): 180 kg
Χονδρά σκύρα ξηρά: 520 kg
Λεπτά σκύρα - γαρμπίλι ξηρά: 620 kg
Άμμος ξηρή: 930 kg

Τα δοκίμια για τις δοκιμαστικές συνθέσεις, αλλά και για τον έλεγχο αντοχής του έργου, παρασκευάζονταν στη μήτρα της συσκευής Proctor και συμπυκνώνονταν σε 5 στρώσεις το καθένα. Η ενέργεια συμπύκνωσης κατά την παρασκευή δοκιμίων με την ανωτέρω μέθοδο αντιστοιχεί σε έναν ορισμένο αριθμό κτύπων του κόπανου της συσκευής Proctor. Δείκτης συμπύκνωσης 100% αντιστοιχεί σε 56 κτύπους ανά στρώση. Με σκοπό την εύρεση της σχέσης δείκτη συμπύκνωσης και αριθμού κτύπων ανά στρώση, συμπυκνώθηκαν δοκίμια σκληρού επιχώματος, τα οποία παρασκευάσθηκαν με τις ίδιες αναλογίες υλικών που λήφθηκαν από την ίδια δειγματοληψία, αλλά με διαφορετικό αριθμό κτύπων ανά στρώση. Στη συνέχεια τα δοκίμια για τον προσδιορισμό της αντοχής συμπυκνώθηκαν με μηχανικό Proctor, στο 98% της μεγίστης ξηρής πυκνότητας του τροποποιημένου Proctor, κάτι που σημαίνει παρασκευή των δοκιμίων με 45 κτύπους ανά στρώση αντί των 56 κτύπων που αντιστοιχούν στη μέγιστη συμπύκνωση του υλικού κατά την τροποποιημένη μέθοδο Proctor.

Με σκοπό την απάντηση στο ερώτημα του κατά πόσον ένας χαμηλός δείκτης συμπύκνωσης επηρεάζει την αντοχή του υλικού, κατά την κατασκευή του προφράγματος παρασκευάσθηκαν δοκίμια με δείκτες συμπύκνωσης 95% και 90%. Η αντοχή των δοκιμίων ηλικίας 28 ημερών που παρασκευάστηκαν με δείκτη συμπύκνωσης 95% είναι της τάξης 3.2 έως 3.7 MPa. Η αντοχή των δοκιμίων ηλικίας 28 ημερών που παρασκευάστηκαν με δείκτη συμπύκνωσης 90% προκύπτει πολύ

χαμηλή, της τάξης του 0.7 έως 1.0 MPa. Από τα ανωτέρω προέκυψε το συμπέρασμα ότι δεν θα έπρεπε σε καμία περίπτωση να γίνει δεκτός δείκτης συμπύκνωσης μικρότερος από 95%.

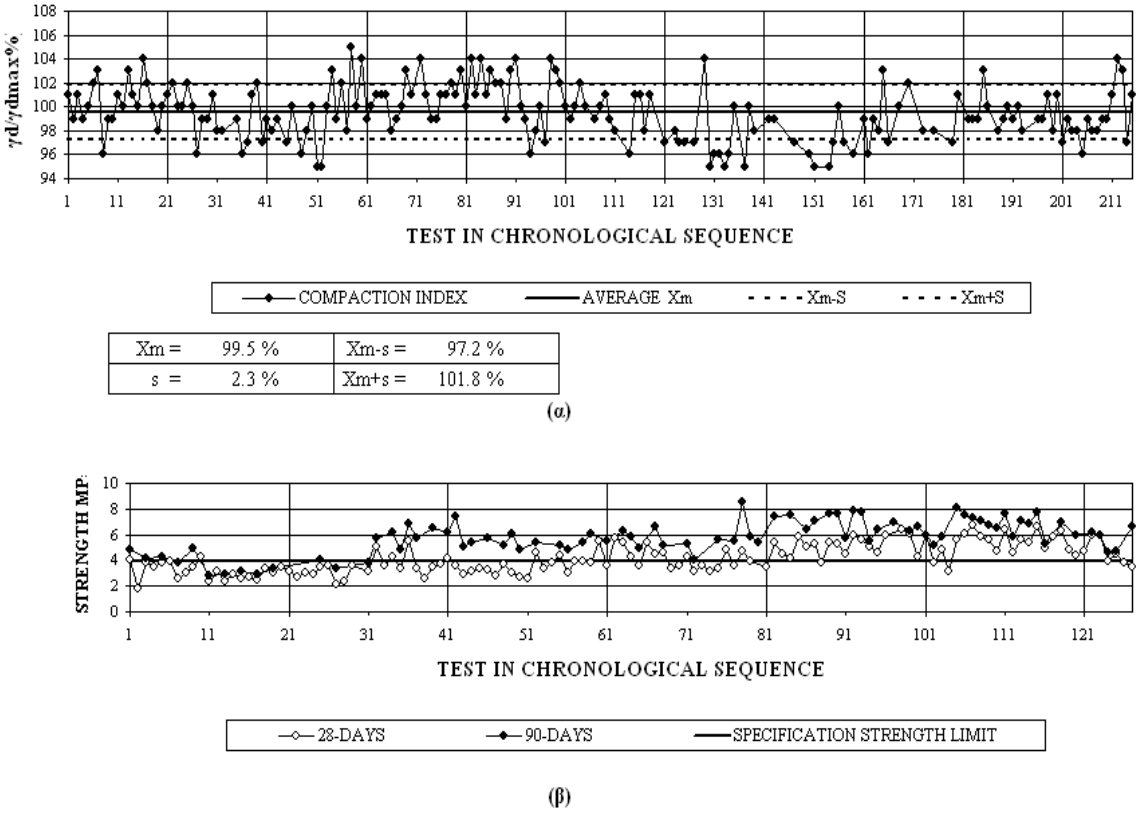


Εικόνα 1: Όρια προδιαγραφών και μέσες καμπύλες κοκκομετρικής διαβάθμισης (α) κλασμάτων αδρανών και (β) μείγματος αδρανών.

Κατά την κατασκευή του έργου, ο ποιοτικός έλεγχος των υλικών εκτελείτο συνεχώς επί τόπου του έργου από ανεξάρτητο φορέα, ο οποίος ασκούσε καθήκοντα τεχνικού συμβούλου - ποιοτικού

ελέγχου. Το υλικό κατά τη διάστρωση και συμπύκνωσή του ελεγχόταν ως γαιώδες υλικό (δοκιμές Proctor, επί τόπου έλεγχοι συμπύκνωσης κλπ). Το σκληρυμένο υλικό ελέγχεται ως σκυρόδεμα (δοκιμές αδρανών υλικών, δειγματοληψίες και έλεγχοι νωπού υλικού, μετρήσεις θερμοκρασίας, δοκιμές μονοαξονικής θλίψης). Μετά την ολοκλήρωση του έργου, εκτελέστηκαν δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, κατά τις οποίες λήφθηκαν πυρήνες σκληρυμένου υλικού, στους οποίους εκτελέστηκαν δοκιμές μηχανικής αντοχής..

Η χρονική σειρά των αποτελεσμάτων (α) του δείκτη συμπύκνωσης και (β) της αντοχή σε θλίψη ηλικιών 28 και 90 ημερών δίνονται στην εικόνα 2. Τα αποτελέσματα των δοκιμών μονοαξονικής θλίψης επί των πυρήνων των γεωτρήσεων, οι οποίες εκτελέστηκαν μετά την ολοκλήρωση του έργου, δίνονται στην εικόνα 3.

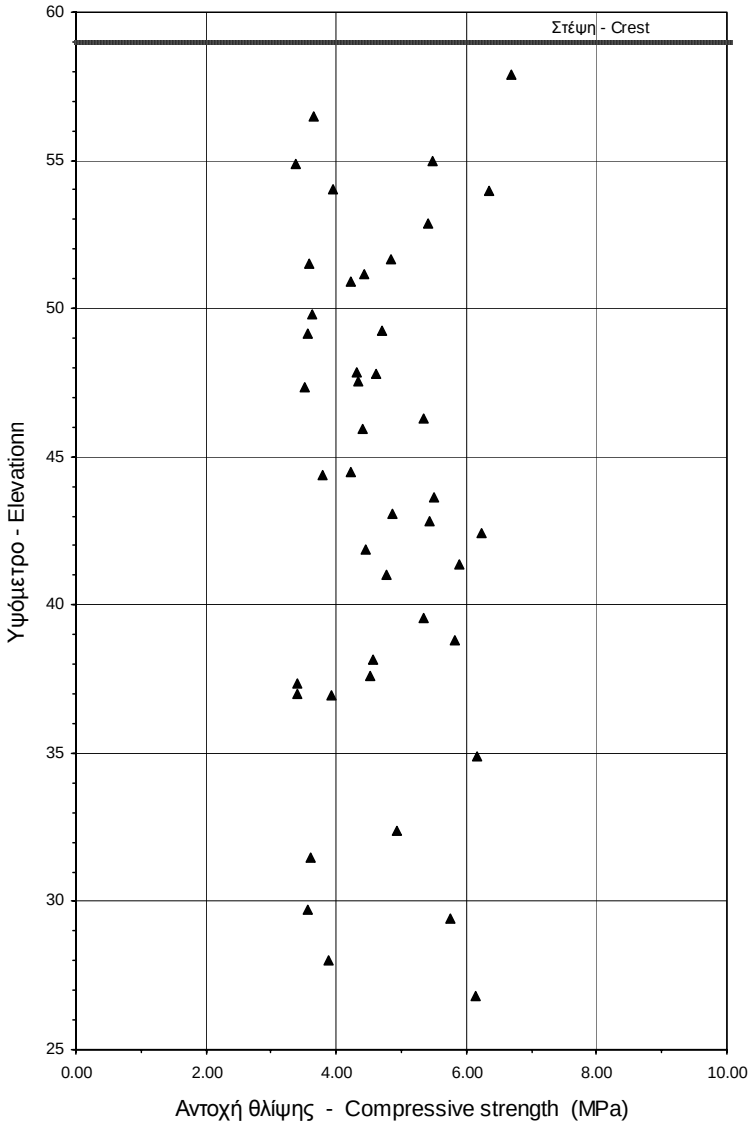


Εικόνα 2: Χρονική σειρά αποτελεσμάτων δοκιμών ποιοτικού ελέγχου (α) δείκτης συμπύκνωσης και (β) αντοχή σκληρού επιχώματος για δοκίμια ηλικίας 28 και 90 ημερών.

3 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η κατασκευή του ύψους 30 m αξονοσυμμετρικού φράγματος Στενού Σερίφου, από κυλινδρούμενο σκληρό επίχωμα διήρκεσε 3.5 έτη. Η κατασκευή του σκληρού επιχώματος του κυρίως φράγματος διήρκεσε περίπου 1.5 έτος. Η κατασκευή του μανδύα στεγανότητας (ανάντη πλάκα σκυροδέματος) διήρκεσε περίπου 6 μήνες. Πρόκειται για τύπο φράγματος που κατασκευάζεται ταχύτατα και με υλικά που συνήθως διατίθενται στην περιοχή του έργου και μπορούν να χρησιμοποιηθούν μετά από κατάλληλη επεξεργασία.

Το κυριότερο πρόβλημα που εμφανίστηκε κατά την κατασκευή του έργου ήταν η διαμόρφωση του κατάντη πρανούς. Για την κατασκευή του χρησιμοποιήθηκε μηχάνημα Gomaco, το οποίο είχε υποστεί διάφορες μετατροπές. Κατά τις μετατροπές αυτές είχε αλλάξει η φορά κίνησης του μηχανήματος και η θέση του καλουπιού και είχαν τοποθετηθεί δονητικές πλάκες με δονητές επιφανείας. Επίσης το υλικό των ακραίων σειραδιών εμπλουτίστηκε σε τσιμέντο, με σκοπό την αύξηση της ανθεκτικότητας του υλικού σε αποσάθρωση, αλλά και την επίτευξη της απαιτούμενης αντοχής, καθόσον το υλικό αυτό δε συμπυκνώνεται επαρκώς. Το υλικό αυτό, λόγω της μεγαλύτερης περιεκτικότητάς του σε τσιμέντο, είναι υλικό με μικρότερη υδατοπερατότητα από το υλικό του σκληρού επιχώματος. Προς αποφυγή ανάπτυξης πιέσεων ύδατος πάνω στην αδιαπέρατη κατάντη ακραία ζώνη του φράγματος σε περίπτωση που το σκληρό επίχωμα κατακλυστεί από νερό, τοποθετήθηκαν σωλήνες αποστράγγισης από PVC, διαμέτρου Φ50 mm. Οι σωλήνες αυτοί τοποθετήθηκαν στο κατάντη πρανές του σκληρού επιχώματος σε κάναβο 4x2 m από το υψόμετρο +46 και κάτω.



Εικόνα 3: Αποτελέσματα δοκιμών μονοαξονικής θλίψης επί πυρήνων γεωτρήσεων κατασκευασμένου σκληρού επιχώματος.

Το δυσκολότερο τμήμα του έργου ήταν η κατασκευή του ανάντη μανδύα από οπλισμένο σκυρόδεμα, ο οποίος κατασκευάστηκε κατά τμήματα-ζώνες, με κυλιόμενο μεταλλότυπο. Σε κάθε τμήμα ο μανδύας σκυροδετείτο χωρίς διακοπή. Η όλη αυτή διαδικασία, η οποία απαιτεί αξιόπιστο εξοπλισμό και εξειδικευμένο-έμπειρο προσωπικό, έγινε χωρίς κανένα πρόβλημα και χωρίς να απαιτηθεί η διαμόρφωση ψυχρού αρμού σε οποιαδήποτε θέση. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται επίσης στα συστήματα αρμών στεγάνωσης μεταξύ μανδύα στεγανότητας και πλίνθου, μεταξύ των τμημάτων της πλίνθου και μεταξύ των τμημάτων του μανδύα στεγανότητας.

Οι μικρές διαρροές υδάτων που εμφανίστηκαν σε τμήμα του δεξιού αντερείσματος μετά την πλήρωση του ταμιευτήρα αντιμετωπίστηκαν με επιτυχία με εκτέλεση περιορισμένου συμπληρωματικού προγράμματος τσιμεντενέσεων.

4 ΦΟΡΕΙΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Μελετητής του έργου ήταν γραφείο ΥΔΡΟ-ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΕ. Διευθύνουσα Υπηρεσία του έργου ήταν το Υπουργείο Γεωργίας / Διεύθυνση Τεχνικών Μελετών και Κατασκευών / Τμήμα Ζ'. Ανάδοχος του έργου ήταν η κατασκευάστρια εταιρεία, EDRACO ΑΤΕ. Καθήκοντα ποιοτικού ελέγχου - Γεωτεχνικού Συμβούλου του Κυρίου του έργου είχε η εταιρεία ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΝ Ε.Π.Ε.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. ΥΔΡΟ-ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΠΕ, 1994. Φράγμα στη θέση Στενό Σερίφου. Οριστική Μελέτη.
2. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΩΝ ΕΠΕ, 2003. Τελική έκθεση Τεχνικού Συμβούλου.

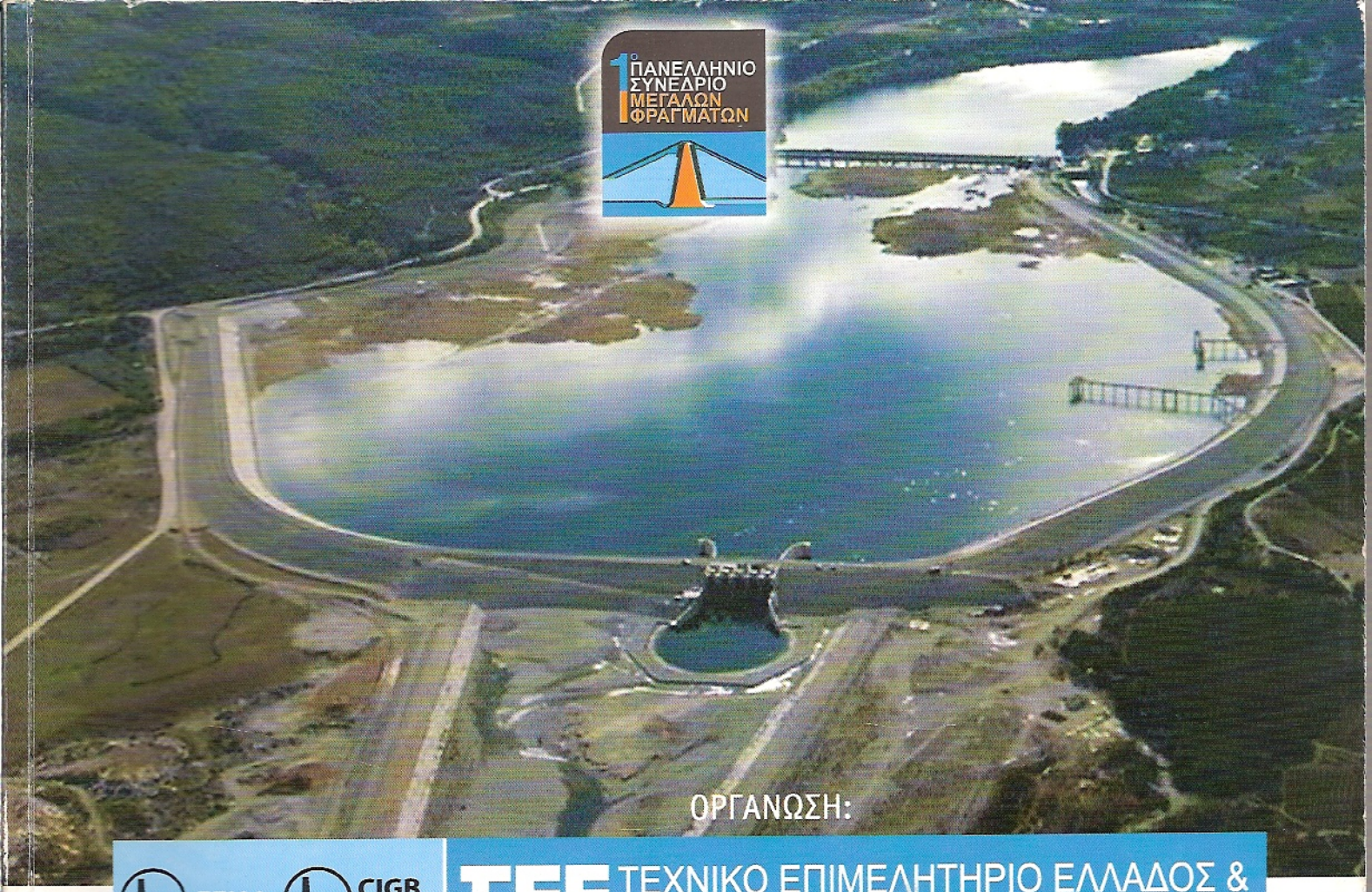
Faced Symmetrical Hard-fill Dam Steno Serifos

S.G. Felekos
Civil Engineer, GEOTECHNIKI THEMELIOSSEON Ltd.

A.N. Yiagos
Civil Engineer, Ph.D., GEOTECHNIKI THEMELIOSSEON Ltd.

Key words: faced symmetrical hard-fill dam, roller compacted concrete, RCC

ABSTRACT: This paper discusses the faced symmetrical dam at Steno on the island of Sefiros, which is 30 m high and was constructed by roller compacted hardfill (Faced Symmetrical Hardfill Dam – FSHD). This is a new technology for dam construction, which has been successfully used in Greece during the past few years. The construction material is a semi-damp mixture consisting of aggregates, a small quantity of concrete (in the order of 60 kg/m^3) and a small quantity of water. The construction material is prepared in a concrete batching plant, laid on the project and compacted with vibratory rollers. The fresh construction material is tested as a soil material, while the hardened material is tested as concrete. The survey and the properties of the materials and the parameters affecting the properties of the final product as well as the problems that arose during the construction of the project and the measures taken for their alleviation are presented.



1ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΜΕΓΑΛΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

ΟΡΓΑΝΩΣΗ:

ΕΕΜΦ CIGB ICOLD ΤΕΕ ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ & ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟ ΤΜΗΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ & ΔΥΤΙΚΗΣ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

TECHNICAL CHAMBER OF GREECE | DEP. CENTRAL AND WEST THESSALY

ΣΥΝΔΙΟΡΓΑΝΩΤΕΣ: ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ · ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ 2007-2013 «ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΜΠΑΛΤΑΤΖΗΣ» · ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ Η Ευρώπη επενδύει στις αγροτικές περιοχές · ΕΝΑΕ Ένωση Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων Ελλάδας · ΚΕΔΚΕ

ΠΡΑΚΤΙΚΑ | PROCEEDINGS

1ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΜΕΓΑΛΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

1st HELLENIC CONFERENCE ON LARGE DAMS

13 - 15/11

2008

Classical Λάρισα Imperial Hotel

ΛΑΡΙΣΑ | LARISSA 1 ΤΟΜΟΣ | VOLUME

σελ. 197-203