

ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΡΕΥΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΟΥ ΠΡΟΚΛΗΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΟ ΣΕΙΣΜΟ ΤΗΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ (14/08/03 Ms=6.4)

Γ. ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ, Β. ΧΡΗΣΤΑΡΑΣ, Σπ. ΠΑΥΛΙΔΗΣ
Τομέας Γεωλογίας, Τμήμα Γεωλογίας, Αριστ. Παν/μιο Θεσ/νίκης

Κ. ΠΙΤΙΛΑΚΗΣ
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστ. Παν/μιο Θεσ/νίκης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις 14 Αυγούστου 2003 σεισμική δόνηση μεγέθους Ms=6.4, Mw=6.2 σημειώθηκε στο Ιόνιο Πέλαγος δυτικά του νησιού της Λευκάδας. Το επίκεντρο του σεισμού απέχει λίγα μόλις χιλιόμετρα από το χωριό του Αγ. Νικήτα και η μέχρι τώρα εκτίμηση των γεωγραφικών συντεταγμένων του δίνει $\varphi=38,81N^{\circ}$ και $\lambda=50,61E^{\circ}$. Το ρήγμα το οποίο προκάλεσε τη δόνηση είναι οριζόντιας μετατόπισης (strike-slip) και φαίνεται ότι έχει δώσει και στο παρελθόν σεισμούς ανάλογης έντασης. Ο κύριος σεισμός έγινε αισθητός σε μεγάλη έκταση τόσο στη Λευκάδα όσο και στην ηπειρωτική Ελλάδα και τον ακολούθησαν πολύ μετασεισμοί, ο μεγαλύτερος των οποίων είχε μέγεθος Ms=5.4 και έλαβε χώρα το απόγευμα της ίδιας μέρας.

Ο συγκεκριμένος σεισμός έδωσε εντάσεις που έφτασαν μέχρι και VIII στην πόλη της Λευκάδας. Στην ίδια περιοχή η επιτάχυνση που μετρήθηκε έφτασε την τιμή $a=0,42g$. Οι καταστροφές που προκλήθηκαν ήταν πολλές και ποικίλες. Παρατηρήθηκαν καταπτώσεις βράχων, κατολισθήσεις, καθιζήσεις και ρωγμές στα λιμάνια του νησιού καθώς και αστοχίες τεχνικών έργων. Σημαντικό μέρος των ζημιών που προκλήθηκαν στα λιμάνια οφείλεται στη ρευστοποίηση του υπεδάφους. Σύμφωνα με το γεωλογικό χάρτη της Λευκάδας, η περιοχή της πόλης της Λευκάδας αποτελείται από αλλουβιακές προσχώσεις, ήτοι παράκτιους αμμόδεις σχηματισμούς και λιμνοθαλάσσιες ιλυώδεις αποθέσεις που επικαθόνται του μαργαϊκού υπόβαθρου. Για την ίδια περιοχή δειγματοληπτικές γεωτρήσεις που διενεργήθηκαν στο παρελθόν δίνουν τα ακόλουθα στοιχεία: α) η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα βρίσκεται σε βάθος 1.0-2.0 μέτρα, β) η επιφανειακή εδαφική στρώση μέχρι βάθους 8 έως 12 μέτρα περίπου, αποτελείται από τεχνητές επιχωματώσεις και αργίλους μέσης έως υψηλής πλαστικότητας έως αμμόδεις αργίλους (CH-CL), αργιλόδεις άμμους έως καθαρές άμμους χαλαρές έως μέσης πυκνότητας και στρώση ιλύος με κυμαινόμενο ποσοστό άμμου (ML) σε χαλαρή κατάσταση.

Όσον αφορά τις ζημιές λόγω πιθανής ρευστοποίησης των εδαφών, αυτές παρατηρήθηκαν στην πόλη της Λευκάδας, στο Νυδρί, στη Βασιλική, στη Λυγιά και στις παραλίες Πευκούλια, Μύλοι και Κάθισμα. Αναλυτικότερα στην πόλη της Λευκάδας επί της οδού Γκολέμη παρατηρήθηκε ανάδυση υλικού από ρωγμές με τη μορφή πίδακα καθώς και οριζόντιες μετατοπίσεις και δυναμικές διαφορικές καθιζήσεις όπισθεν και κατά μήκος της προβλήτας. Επίσης στο δίαυλο που οδηγεί στην πόλη παρατηρήθηκαν καθιζήσεις και ρωγμώσεις. Σε τομή του δρόμου στην περιοχή Αλυκές παρατηρήθηκαν εδαφικές διαρρήξεις με ανάδυση λεπτόκοκκου υλικού.

Στην παραλία του οικισμού Νυδρί στην εκβολή του ποταμού Δημοσάρι (τόσο στην παλιά όσο και στη νέα) παρατηρήθηκαν εδαφικές διαρρήξεις από όπου αναδύθηκε εδαφικό υλικό δημιουργώντας αντίστοιχα κώνους άμμου (sand boils). Στον λιμένα της περιοχής παρουσιάστηκαν διαφορικές καθιζήσεις και πλευρικές μετατοπίσεις του κρητιδότοιχου.

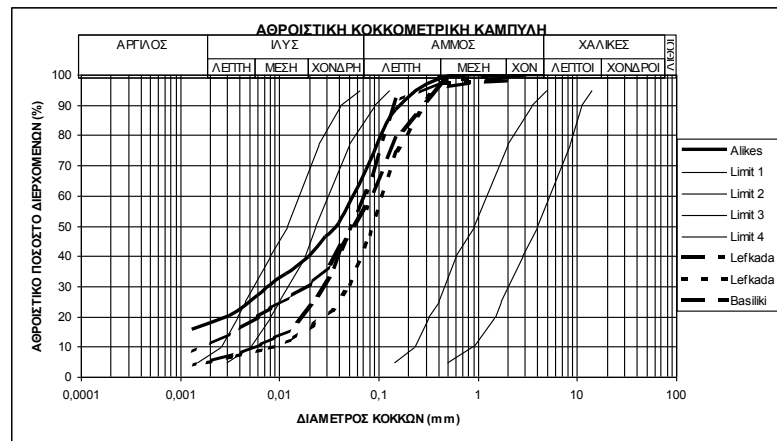
Στον οικισμό της Βασιλικής παρατηρήθηκαν σημαντικές ζημιές στο λιμάνι της περιοχής καθώς και στην προβλήτα. Δημιουργήθηκαν ρωγμές μέχρι βάθους 1,5m, δυναμικές καθιζήσεις και οριζόντιες μετατοπίσεις. Στην παραλία στο σημείο εκβολής του χειμάρρου παρατηρήθηκε ανάδυση λεπτόκοκκου υλικού από εδαφικές διαρρήξεις το οποίο δημιούργησε κώνο άμμου διαμέτρου 25cm.

Στο λιμάνι της Λυγιάς η σεισμική δόνηση επέφερε ανατροπή τμήματος του κρητιδότοιχου και μετατόπιση του από την ακτή. Επίσης παρατηρήθηκαν φαινόμενα διαφορικής καθιζήσης.

Τέλος στις παραλίες Πευκούλια, Μύλοι και Κάθισμα παρατηρήθηκαν κρατήρες οι οποίοι οφείλονται μάλλον στη συνίζηση των εδαφών και την καθίζηση του επιφανειακού στρώματος. Αυτά τα

φαινόμενα ήταν πιο έντονα στην παραλία Πευκούλια όπου οι διάμετροι των 4 κρατήρων που παρατηρήθηκαν κυμαινόταν από 1m έως 3m με βάθος 0.7m έως 2m αντίστοιχα.

Από τις προαναφερθείσες περιοχές συλλέχθηκε εδαφικό υλικό το οποίο αναδύθηκε από εδαφικές διαρρήξεις. Το υλικό αυτό εξετάστηκε ως προς την κοκκομετρία του και τα όρια Atterberg έτσι ώστε να βγουν συμπεράσματα ως προς την επιδεκτικότητα του σε ρευστοποίηση σύμφωνα με τα κριτήρια που έχουν διαμορφωθεί ως τώρα στη διεθνή βιβλιογραφία για λεπτόκοκκα και αμμώδη υλικά (Finn et al. 1994). Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα που ακολουθεί το εδαφικό μας υλικό βρίσκεται ανάμεσα στα όρια που ορίζονται, σύμφωνα με την κοκκομετρική του διαβάθμιση, για εδάφη με μεγάλη πιθανότητα ρευστοποίησης (σχήμα 1). Επίσης τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών δίνουν όριο υδαρότητας για τα εδάφη μικρότερο από 35% και υγρασία μεγαλύτερη από LL, οπότε σύμφωνα και με τα κινέζικα κριτήρια τα εδάφη μας είναι επιδεκτικά προς ρευστοποίηση.



Σχήμα 1. Κοκκομετρική διαβάθμιση εδαφικών υλικών και όρια περιοχών ρευστοποίησης

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Finn, W. D. L., Ledbetter, R. H., and Wu, G., 1994. *Liquefaction in Silty Soils: Design and Analysis*, Ground Failures under Seismic Conditions, Geotechnical Special Publication 44, ASCE, New York, pp. 51-76.
- ΙΤΣΑΚ, 2003. *Ο σεισμός της Λευκάδος (M=6.4), 14 Αυγούστου 2003, Προκαταρκτική έκθεση των συνεπειών του σεισμού στο δομημένο και μη περιβάλλον*, σελ. 61
- Pavlidis S., Papathanassiou George, Ganas G., Papadopoulos A., Karastathis V., Keramydas D., 2003 *The 14th August 2003 Lefkada (Ionian Sea) Earthquake (Mw=6,3), Field Observations*, 1st International Workshop on Earthquake prediction, 6-7 November 2003, Athens