



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**Ανάλυση αστοχιών υποθαλάσσιων πρανών στην Ερατεινή
λόγω του σεισμού του Αιγίου (15-6-1995)**

Ευτυχία Ι. Γαντζούδη

Περίληψη Διπλωματικής Εργασίας

Στην παρούσα διπλωματική εργασία διερευνώνται τα αίτια της αλλοίωσης των ακτών της Ερατεινής λόγω του σεισμού του Αιγίου (15-6-1995), που συνίστανται σε υποθαλάσσιες κατολισθήσεις αλλουβιακών πρανών μικρών κλίσεων (7.5 – 14%) και σε μείωση του αιγιαλού από 5 έως 15m, ανάλογα με τη θέση.

Η διερεύνηση ξεκινά από τα σεισμολογικά δεδομένα, σύμφωνα με τα οποία, ο εν λόγω σεισμός είχε μέγεθος $M_s = 6.2$, το εστιακό βάθος ήταν 10km ενώ η απόσταση της Ερατεινής από το επίκεντρο ήταν μόλις 3km. Ελλείπει καταγραφή του σεισμού στην Ερατεινή, η σεισμική ένταση στην περιοχή μελέτης εκτιμήθηκε με βάση τις υπάρχουσες καταγραφές στην ευρύτερη περιοχή και σχέσεις απομείωσης από τη βιβλιογραφία, και υπέδειξε $PGA=0.28g$ για το αναδυόμενο υπόβαθρο.

Σύμφωνα με τις επιτόπου γεωτεχνικές δοκιμές (CPT και DPSH), η σύσταση των επιφανειακών αποθέσεων είναι επάλληλες στρώσεις αργίλου και άμμου με κυμαινόμενα ποσοστά ιλύος και χαλίκων. Οι τιμές των εμπειρικών εκτιμηθέντων παραμέτρων διατμητικής αντοχής δεν είναι εν γένει μικρές ($\phi \geq 33^\circ$ στις μη συνεκτικές και $S_u \geq 100$ KPa στις συνεκτικές στρώσεις), ενώ οι γεωφυσικές διασκοπήσεις σε συνδυασμό με τις επιτόπου δοκιμές υποδεικνύουν ότι το βάθος των αλλουβιακών στρώσεων (στο χερσαίο τμήμα) κυμαίνεται από 19 έως 30m.

Στις θέσεις των επί τόπου δοκιμών έγιναν αναλύσεις σεισμικής απόκρισης για διεγέρσεις διαφορετικού φασματικού περιεχομένου που υπέδειξαν, συντηρητικά, ότι οι τιμές της PGA στην επιφάνεια του εδάφους θα πρέπει να έφθασε τα 0.37g έως 0.48g, ανάλογα με τη θέση. Οι αναλύσεις σεισμικής απόκρισης του εδάφους έγιναν απλουστευτικά με χρήση της ισοδύναμα-γραμμικής μεθόδου για μονοδιάστατη μετάδοση διατμητικών κυμάτων (Shake91).

Στις ίδιες θέσεις έγινε έλεγχος ρευστοποίησης των κορεσμένων εδαφικών στρώσεων (επί τη βάση των μετρήσεων CPT και της εκτιμηθείσας PGA) σύμφωνα με τη μεθοδολογία των Youd & Idriss (2001) και εκτίμηση της παραμένουσας διατμητικής αντοχής S_r μετά τη ρευστοποίηση με βάση τις πλέον πρόσφατες εκτιμήσεις της βιβλιογραφίας (Idriss & Boulanger 2007). Τα αποτελέσματα υπέδειξαν ότι σε όλες τις θέσεις υπήρξε ρευστοποίηση, αλλά το δυναμικό ρευστοποίησης στις διάφορες θέσεις δεν ήταν ίδιο. Πιο συγκεκριμένα, υπήρξε θέση όπου βρέθηκαν τρεις (3) ρευστοποιημένες στρώσεις με



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

συνολικό πάχος 4.8m (μέγιστη τιμή), ενώ σε κάποια άλλη θέση βρέθηκε μόλις μία (1) ρευστοποιημένη στρώση με πάχος οριακά $>0.5\text{m}$. Συνολικά, το εύρος διακύμανσης των τιμών της παραμένουσας διατμητικής αντοχής μετά τη ρευστοποίηση S_r ήταν από 3 έως 15 kPa.

Η παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώθηκε με αναλύσεις ευστάθειας πρηνών που έλαβαν υπόψη τη γεωφυσική διασκόπηση, τη γεωτεχνική διαστρωμάτωση από τις επιτόπου δοκιμές, τη σεισμική ένταση από τις αναλύσεις σεισμικής απόκρισης και την παραμένουσα διατμητική αντοχή για τις στρώσεις που ρευστοποιήθηκαν. Οι αναλύσεις έγιναν χρησιμοποιώντας τη μέθοδο λωρίδων Spencer με χρήση του λογισμικού GeoSlope. Πιο συγκεκριμένα, οι αναλύσεις υπέδειξαν ότι η στατική ευστάθεια των υποθαλάσσιων πρηνών πριν το σεισμό ήταν επαρκέστατη ($FS = 7.0 - 12.74$) και ότι η μεγάλης έντασης ταλάντωση του κύριου σεισμού του Αιγίου (15-6-95) απομείωσε σημαντικά τον ψευδο-στατικό συντελεστή των ίδιων αυτών πρηνών ($FS_d = 1.07 - 2.05$), αλλά όχι κάτω από τη μονάδα. Συνεπώς, οι υποθαλάσσιες αστοχίες δε μπορούν να αποδοθούν στη σεισμική ταλάντωση. Τέλος, οι στατικές αναλύσεις μετά το πέρας του σεισμού, υπέδειξαν ότι λαμβάνοντας υπόψη τη ρευστοποίηση ως μια μείωση της διατμητικής αντοχής έως μια απομένουσα τιμή S_r ($= 3$ έως 15kPa) μειώνονται αρκετά οι συντελεστές ασφαλείας ($FS = 1.41 - 5.07$), αλλά όχι κάτω από τη μονάδα. Παρόλα αυτά, αν η απομένουσα διατμητική αντοχή είναι στην πραγματικότητα μικρότερη (όχι μεγαλύτερη από 3.8kPa), τότε δικαιολογούνται οι παρατηρηθείσες αστοχίες ροής με τιμές $FS < 1$. Επιπλέον, οι αναλύσεις υπέδειξαν ότι για τη θέση όπου δεν παρατηρήθηκε αστοχία ροής, ακόμη και μηδενισμός της S_r δε θα οδηγούσε σε αστοχία.

Επιβλέπων: Αχιλλέας Παπαδημητρίου, Λέκτορας
Σεπτέμβριος 2008