



Επίδραση τοπογραφίας λόφου στη μέγιστη σεισμική επιτάχυνση της επιφάνειας του εδάφους

Τίνα Μυλωνάκη

Περίληψη Διπλωματικής Εργασίας

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετές δημοσιεύσεις σχετικά με την επίδραση της τοπογραφίας στην ενίσχυση της μέγιστης σεισμικής επιτάχυνσης. Παρόλα αυτά, συστηματική και παραμετρική διερεύνηση της σχετικής επίδρασης βρέθηκε να έχει πραγματοποιηθεί μόνο για την περίπτωση μονοκλινούς πρανού (Bouckonavalas & Paradimitriou 2005, 2006). Στο Π.Θ. ξεκίνησε πρόσφατα μια αντίστοιχη προσπάθεια, και διερευνήθηκε η επίδραση της τοπογραφίας μορφής λόφου και φαραγγιού υπό ημιτονοειδή διέγερση (Διπλωματική, Θ. Τιμοθέου 2008). Έτσι, στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται παραμετρική αριθμητική διερεύνηση της επίδρασης τοπογραφίας μορφής λόφου στη μέγιστη σεισμική επιτάχυνση, όχι για περίπτωση αρμονικής διέγερσης, αλλά για πραγματικές σεισμικές διεγέρσεις «λίγων» και «πολλών» κύκλων. Σε κάθε περίπτωση, η εν λόγω επίδραση συγκρίνεται με την τοπογραφική επιδείνωση του αντίστοιχου μονοκλινούς πρανού, δηλαδή του πρανού με ίδιο ύψος H , κλίση πρανών i και απόσβεση εδάφους ξ που υποβάλλεται στην ίδια σεισμική διέγερση με δεσπόζον μήκος κύματος λ .

Πιο συγκεκριμένα, με χρήση του λογισμικού πεπερασμένων διαφορών FLAC πραγματοποιήθηκαν δισδιάστατες (2D) ιξωδο-ελαστικές αναλύσεις σεισμικής απόκρισης ομοιόμορφου εδάφους (με απόσβεση Rayleigh με $\xi_{\min} = 5\%$ στη δεσπόζουσα περίοδο της διέγερσης), που διαμορφώνει στην επιφάνεια συμμετρικό τραπεζοειδή λόφο ύψους H , κλίσης πρανών i και πλάτους στέψης B . Οι σεισμικές διεγέρσεις αντιστοιχούν σε κατακόρυφα προσπίπτοντα κύματα SV με δεσπόζον μήκος κύματος λ . Καθώς το ίδιο δεσπόζον μήκος κύματος λ μπορεί να προέρχεται από εντελώς διαφορετικές μορφές χρονοϊστορίας διέγερσης, κάθε λόφος κλίσης πρανών i , αδιάστατου ύψους H/λ και αδιάστατου πλάτους στέψης B/λ υποβλήθηκε σε τρεις (3) διαφορετικές χρονοϊστορίες διέγερσης (που έχουν όλες το ίδιο δεσπόζον μήκος κύματος λ) και οι οποίες είναι: α) μια αρμονική (Τιμοθέου 2008), β) την πραγματική καταγραφή του σεισμού Αιγίου (1995), με «λίγους» κύκλους, και γ) την πραγματική καταγραφή του σεισμού Κοζάνης (1995), με «πολλούς» κύκλους. Επισημαίνεται ότι για κάθε ανάλυση οι χρονοϊστορίες «Αιγίου» και «Κοζάνης» διαμορφώνονταν κατάλληλα στο επιθυμητό μήκος κύματος λ . Οι αναλύσεις για κάθε μορφή χρονοϊστορίας διέγερσης πραγματοποιήθηκαν για κλίσεις πρανών $i = 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$, αδιάστατα ύψη $H/\lambda = 0.20$ και 0.45 και για πλάτη της στέψης του λόφου $B = 0.1H, H, 5H, 20H$ και ∞ (μονοκλινές πρανές). Το συνολικό πλήθος των αναλύσεων ανέρχεται σε 72.

Η έμφαση στην επεξεργασία των αποτελεσμάτων δόθηκε στην τοπογραφική επιδείνωση της μέγιστης σεισμικής επιτάχυνσης καθ' όλο το μήκος της επιφάνειας του εδάφους, ορίζοντας:

- το λόγο A_h ως το λόγο της μέγιστης επιτάχυνσης για την οριζόντια ταλάντωση κάθε σημείου της επιφάνειας του λόφου προς την αντίστοιχη μέγιστη επιτάχυνση στην οριζόντια διεύθυνση του εκάστοτε ελευθέρου πεδίου (διαφορετική στη στέψη και στον πόδα), και



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

- το λόγο A_v ως το λόγο της μέγιστης επιτάχυνσης A_v για την παρασιτική κατακόρυφη ταλάντωση κάθε σημείου της επιφάνειας του λόφου προς τη μέγιστη επιτάχυνση στην οριζόντια διεύθυνση του εκάστοτε ελεύθερου πεδίου (και πάλι διαφορετική στη στέψη και στον πόδα).

Από την επεξεργασία των αριθμητικών αποτελεσμάτων προκύπτουν τα κάτωθι συμπεράσματα:

- α) Σε συμφωνία με τη βιβλιογραφία, η τοπογραφική επιδείνωση στην οριζόντια και την κατακόρυφη συνιστώσα μειώνεται όσο μεγαλώνει η απόσταση από την τοπογραφική ανωμαλία. Στην κορυφή του λόφου εμφανίζονται εν γένει ενισχύσεις της κίνησης, ενώ στην άμεση γειτονία του πόδα αναμένονται εν γένει απομειώσεις. Ως ιδιαίτερα σημαντικές παράμετροι οι οποίες επιδρούν σε μεγάλο βαθμό στον καθορισμό της τοπογραφικής ενίσχυσης θεωρούνται η γωνία κλίσης i , το αδιάστατο ύψος H/λ , το αδιάστατο πλάτος B/λ και η θέση μελέτης.
- β) Η μορφή της χρονοϊστορίας της σεισμικής διέγερσης επιδρά κυρίως στη χωρική διαφοροποίηση της ενίσχυσης, και όχι στις τιμές των μεγίστων ενισχύσεων. Συγκεκριμένα, παρατηρούνται εντονότερες χωρικές διαφοροποιήσεις της επιδείνωσης στην περίπτωση της αρμονικής διέγερσης σε σύγκριση με τις αντίστοιχες μεταβολές λόγω των πραγματικών διεγέρσεων, οι οποίες παρουσιάζουν πιο ομαλή χωρική διαφοροποίηση, όσο μειώνεται ο αριθμός των σημαντικών κύκλων της διέγερσης.

Δεδομένης της σημαντικής χωρικής διαφοροποίησης της σεισμικής απόκρισης, για τη στατιστική επεξεργασία η έμφαση δόθηκε στις μέγιστες τιμές ενισχύσεων (A_{hc} και A_{vc} στη στέψη, και A_{ht} και A_{vt} στον πόδα του λόφου) και στις αποστάσεις μέχρι το ελεύθερο πεδίο (D_{hc} και D_{vc} πίσω από τη στέψη, και D_{ht} και D_{vt} μπροστά από τον πόδα του λόφου). Επισημαίνεται ότι, με ακρίβεια μηχανικού, ως «ελεύθερο πεδίο» ορίζεται η περιοχή όπου η απόκριση έχει συστηματικά διαφορά μικρότερη του 10% από εκείνη του οριζόντιου ομοιόμορφου εδάφους στην αντίστοιχη θέση. Οι τιμές των εν λόγω μεγεθών A και D συγκρίνονται, εν γένει, με τις τιμές των ίδιων μεγεθών για το εκάστοτε αντίστοιχο μονοκλινές πρηνές, ώστε να προκύψει η επίδραση του αδιάστατου πλάτους B/λ της στέψης του λόφου στις τιμές τους, δεδομένου ότι η επίδραση της κλίσης πρηνών i , του αδιάστατου ύψους H/λ και του αριθμού κύκλων διέγερσης υπεισέρχεται μέσω της αντίστοιχης τιμής στο αντίστοιχο μονοκλινές πρηνές. Η διαδικασία αυτή οδήγησε στην πρόταση διαγραμμάτων για την εκτίμηση των μεγεθών A_h , A_v , D_h και D_v στη στέψη και τον πόδα του λόφου. Τα διαγράμματα αυτά, σε συνδυασμό με ήδη δημοσιευμένες προσεγγιστικές σχέσεις για τις τιμές των A και D και της χωρικής διαφοροποίησής τους για ένα μεγάλο εύρος περιπτώσεων μονοκλινών πρηνών (Bouckovalas & Papadimitriou 2005, 2006), συνθέτουν ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο εκτίμησης της τοπογραφικής επιδείνωσης της μέγιστης σεισμικής επιτάχυνσης στην επιφάνεια του εδάφους πλησίον δισδιάστατων (2Δ) συμμετρικών λόφων τραπεζοειδούς μορφής.

Επιβλέπων: Αχιλλέας Παπαδημητρίου, Λέκτορας

Ιούλιος 2010