



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Επίδραση τοπογραφίας στο ελαστικό φάσμα απόκρισης στην επιφάνεια του εδάφους

Αθανασία Κασσελά & Ελίνα Μεσαρίτου

Περίληψη Διπλωματικής Εργασίας

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετές δημοσιεύσεις σχετικά με την επίδραση της τοπογραφίας στην ενίσχυση της μέγιστης σεισμικής επιτάχυνσης, αλλά ελάχιστες μελετούν συστηματικά την επίδραση της τοπογραφίας στο φασματικό περιεχόμενο της σεισμικής κίνησης. Έτσι, στην παρούσα εργασία γίνεται παραμετρική αριθμητική διερεύνηση της επίδρασης της τοπογραφίας μορφής μονοκλινούς πρανούς στο ελαστικό φάσμα απόκρισης (για απόσβεση κατασκευής 5%).

Πιο συγκεκριμένα, με χρήση του προγράμματος FLAC πραγματοποιήθηκαν 2Δ ιξωδο-ελαστικές αναλύσεις σεισμικής απόκρισης γραμμικού ομοιόμορφου έδαφους (απόσβεσης $\xi = 5\%$), που διαμορφώνει στην επιφάνεια μονοκλινές πρανές ύψους H και κλίσης i . 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 πρανές κλίσης i και αδιάστατου ύψους H/λ υποβλήθηκε σε τέσσερις (4) διαφορετικές χρονοϊστορίες διέγερσης (που έχουν όλες το ίδιο δεσπόζον μήκος κύματος λ), και συγκεκριμένα: α) μια αρμονική, β) έναν παλμό Ricker, γ) την πραγματική καταγραφή του σεισμού Αιγίου (1995) και δ) την πραγματική καταγραφή του σεισμού Κοζάνης (1995). Οι αναλύσεις για τις τέσσερις (4) μορφές χρονοϊστορίας διέγερσης πραγματοποιήθηκαν για κλίσεις πρανών $i = 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ και αδιάστατα ύψη $H/\lambda = 0.20$ και 0.45 και το συνολικό πλήθος τους ανέρχεται σε 24.

Η έμφαση στην επεξεργασία των αποτελεσμάτων δόθηκε στην τοπογραφική επιδείνωση του ελαστικού φάσματος απόκρισης (απόσβεση 5%) καθ' όλο το μήκος της επιφάνειας του εδάφους, ορίζοντας:

- τον φασματικό λόγο AS_{ah} ως το λόγο του ελαστικού φάσματος απόκρισης S_{ah} για την οριζόντια ταλάντωση κάθε σημείου της επιφάνειας του μονοκλινούς πρανούς προς το ελαστικό φάσμα απόκρισης στην οριζόντια διεύθυνση του εκάστοτε ελευθέρου πεδίου $S_{ah,ff}$, και
- τον φασματικό λόγο AS_{av} ως το λόγο του ελαστικού φάσματος απόκρισης S_{av} για την παρασιτική κατακόρυφη ταλάντωση κάθε σημείου της επιφάνειας του μονοκλινούς πρανούς προς το ελαστικό φάσμα απόκρισης στην οριζόντια διεύθυνση του εκάστοτε ελευθέρου πεδίου $S_{ah,ff}$.

Από την επεξεργασία των αριθμητικών αποτελεσμάτων προκύπτουν τα κάτωθι συμπεράσματα:

- α) Η τοπογραφική επιδείνωση στην οριζόντια και την κατακόρυφη συνιστώσα μειώνεται με την απόσταση από το πρανές, ανεξαρτήτως περιόδου κατασκευής T_{str} . Σε γενικές γραμμές, εμφανίζονται μεγάλες τιμές AS_{ah} και AS_{av} σε μια περιοχή πίσω από τη



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

στέψη του πρανούς, και μικρές τιμές AS_{ah} και AS_{av} στην άμεση γειτονία του πόδα του πρανούς, ανεξαρτήτως T_{str} .

- β) Οι μέγιστες τιμές των AS_{ah} και AS_{av} παρατηρούνται για σχετικά μικρές περιόδους κατασκευής T_{str} , ενώ οι τιμές των AS_{ah} και AS_{av} μειώνονται για σχετικά μεγάλες περιόδους T_{str} .
- γ) Η μορφή της ιστορίας της σεισμικής διέγερσης δεν είναι τόσο σημαντική στον καθορισμό των τιμών των AS_{ah} και AS_{av} για κάθε T_{str} , εν αντιθέσει με τη γωνία κλίσης i , το αδιάστατο ύψος H/λ και τη θέση μελέτης που κρίνονται ως ιδιαίτερα σημαντικές παράμετροι

Δεδομένης της σημαντικής χωρικής διαφοροποίησης της σεισμικής απόκρισης, για τη στατιστική επεξεργασία η έμφαση δόθηκε στη φασματική ενίσχυση στις θέσεις μέγιστης ενίσχυσης της οριζόντιας επιτάχυνσης πίσω από τη στέψη. Η διαδικασία αυτή οδήγησε στην πρόταση προσεγγιστικών σχέσεων για τους φασματικούς λόγους AS_{ah} και AS_{av} , οι οποίες υποδεικνύουν τη σημαντικότητα της δεσπόζουσας περιόδου της διέγερσης T_e . Πιο συγκεκριμένα, οι σχέσεις αυτές προβλέπουν σημαντική τοπογραφική επιδείνωση για περιόδους μικρότερες ή ίσες της δεσπόζουσας και αμελητέα τοπογραφική επιδείνωση για μεγάλες περιόδους ($T_{str} > 1.0\text{sec}$). Η χρήση των σχέσεων αυτών για την πρόβλεψη της τοπογραφικής επιδείνωσης στις περιοχές πίσω από τη στέψη του πρανούς όπου σύμφωνα με τη βιβλιογραφία αναμένονται μεγάλες ενισχύσεις υποδεικνύει ότι:

- α) η προτεινόμενη σχέση για την AS_{ah} δίνει μέση υπερεκτίμηση 7% με τυπική απόκλιση του σχετικού λάθους $\pm 5\%$ για $T_{str} \leq 0.5\text{sec}$. Για μεγαλύτερες περιόδους, η ακρίβεια αυξάνει σημαντικά με ταυτόχρονη απομείωση της διασποράς.
- β) η προτεινόμενη σχέση για την AS_{av} δίνει μέση υπερεκτίμηση 25% με τυπική απόκλιση του σχετικού λάθους $\pm 25\%$ για $T_{str} \leq 1.5\text{sec}$. Για μεγαλύτερες περιόδους, η μέση υπερεκτίμηση παραμένει ίδια, αλλά αυξάνει περαιτέρω η διασπορά.
- γ) οι προκύπτουσες μέσες υπερεκτιμήσεις είναι αναμενόμενες, δεδομένου ότι οι σχέσεις των AS_{ah} και AS_{av} βαθμονομήθηκαν με βάση τα αποτελέσματα για τη θέση της μέγιστης ενίσχυσης της οριζόντιας επιτάχυνσης, και η χρήση τους έγινε για όλη την περιοχή πίσω από τη στέψη του πρανούς όπου αναμένονται μεγάλες ενισχύσεις

Οι προτεινόμενες σχέσεις, σε συνδυασμό με ήδη δημοσιευμένες προσεγγιστικές σχέσεις για τις τιμές των $AS_{ah}(T_{str}=0)$ και $AS_{av}(T_{str}=0)$ και της γεωγραφικής διαφοροποίησής τους για ένα μεγάλο εύρος περιπτώσεων μονοκλινών πρανών, συνθέτουν ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο εκτίμησης της τοπογραφικής επιδείνωσης του ελαστικού φάσματος απόκρισης (για απόσβεση κατασκευής 5%) για όλες τις θέσεις ανάντη και κατάντη ενός μονοκλινούς πρανούς.

Επιβλέπων: Αχιλλέας Παπαδημητρίου, Λέκτορας

Απρίλιος 2009