

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο της κατεύθυνσης “Ολοκληρωμένη Προστασία Ιστορικού Δομημένου Περιβάλλοντος με Προηγμένες Τεχνολογίες & Υλικά” του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών “Χώρος, Σχεδιασμός & Δομημένο Περιβάλλον” της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Επιχειρείται η ακριβής προσομοίωση της μη-γραμμικής συμπεριφοράς κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία. Εξετάζεται η επιρροή της δυναμικής αλληλεπίδρασης εδάφους – θεμελίωσης – κατασκευής στην απόκριση παραδοσιακών λιθόδητων κατασκευών. Για τον προσδιορισμό της δυναμικής απόκρισης επιλέχθηκε η επαυξητική μη-γραμμική δυναμική ανάλυση χρονοϊστορίας, σύμφωνα με την οποία οι εξεταζόμενες λιθόδητες κατασκευές υποβλήθηκαν σε πολλαπλές σεισμικές διεγέρσεις με κλιμακούμενη ένταση. Τέλος, πραγματοποιείται μελέτη της επιτελεστικότητας της ενισχυμένης κατασκευής ακολουθώντας τη μεθοδολογία της “Συνολικής Βελτίωσης” (Σπυράκος, 2015).

Τα τελευταία χρόνια, το φαινόμενο της δυναμικής αλληλεπίδρασης εδάφους – θεμελίωσης – κατασκευής λαμβάνεται υπόψιν όλο και περισσότερο στη μελέτη της σεισμικής απόκρισης των κατασκευών. Διεθνείς κανονισμοί έχουν περιλάβει το φαινόμενο στη μελέτη της απόκρισης. Πρόκειται για ένα σημαντικό βήμα προς την ακριβέστερη αποτίμηση των κατασκευών, η οποία όμως χρήζει περαιτέρω βελτίωσης. Ως τώρα, στο σύνολο τους, οι υπάρχουσες μελέτες ερευνούν την αλληλεπίδραση του εδάφους θεωρώντας πλήρως κορεσμένο ή ξηρό υπέδαφος. Όμως στην πραγματικότητα, ο βαθμός κορεσμού του εδάφους μεταβάλλεται διαρκώς και είναι άμεσα εξαρτώμενος από εξωτερικούς παράγοντες. Το ερώτημα που επιχειρείται να απαντηθεί στην παρούσα διερεύνηση είναι κατά πόσο επηρεάζει την απόκριση της υπερκείμενης κατασκευής η μεταβολή του βαθμού κορεσμού του εδάφους έδρασης.

Η έλλειψη σχετικών μελετών οφείλεται στη δυσκολία ακριβούς προσομοίωσης των μερικώς κορεσμένων εδαφών. Η μεταβολή των μηχανικών χαρακτηριστικών των εδαφών ανάλογα με τον βαθμό κορεσμού τους, έχει μελετηθεί ελάχιστα. Στην παρούσα μελέτη γίνεται μία προσπάθεια για την όσο το δυνατόν ακριβέστερη προσομοίωση του υπεδάφους. Πιο συγκεκριμένα, μελετάται η έδραση παραδοσιακής κατασκευής φέρουσας τοιχοποιίας σε λυώδη άμμο, τα μηχανικά χαρακτηριστικά της οποίας σε συνάρτηση με τον βαθμό κορεσμού μελετήθηκαν και παρουσιάστηκαν σε σχετικό άρθρο (Byun et al., 2013).

Επιγραμματικά η παρούσα μελέτη στοχεύει:

- Στην ακριβή προσομοίωση της μη-γραμμικής συμπεριφοράς τυπικών παραδοσιακών υφιστάμενων κατασκευών φέρουσας τοιχοποιίας.
- Στην ακριβέστερη δυνατή προσομοίωση της μη-γραμμικής συμπεριφοράς του μη κορεσμένου εδάφους.
- Στην εφαρμογή σύγχρονης τεχνογνωσίας και μεθόδων, οι οποίες χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον στο σχεδιασμό νέων κατασκευών (επαυξητική μη-γραμμική ανάλυση χρονοϊστορίας, δυναμική αλληλεπίδρασης εδάφους θεμελίωσης κατασκευής), στη μελέτη κτισμάτων πολιτισμικής κληρονομιάς.

- Στον προσδιορισμό της μεταβολής της απόκρισης της ανωδομής ανάλογα με τη μεταβολή του βαθμού κορεσμού του υπεδάφους.
- Στον προσδιορισμό της Συμβατικής Διάρκειας Ζωής της ενισχυμένης κατασκευής και στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των επεμβάσεων.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρατίθεται μια εκτενής περιγραφή των κατασκευών φέρουσας τοιχοποιίας. Γίνεται αναφορά στις μηχανικές και φυσικές ιδιότητες της φέρουσας τοιχοποιίας και παρουσιάζονται οι συνήθεις πρακτικές προσομοίωσης της μη- γραμμικής συμπεριφοράς της τοιχοποιίας. Στο δεύτερο κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι πλέον διαδεδομένες και αποτελεσματικές μέθοδοι ενισχύσεων παραδοσιακών κατασκευών. Στο τρίτο κεφάλαιο της βιβλιογραφικής επισκόπησης γίνεται μνεία στο φαινόμενο της δυναμικής αλληλεπίδρασης εδάφους – θεμελίωσης – κατασκευής. Παρατίθενται οι μέθοδοι ανάλυσης και γίνεται εκτενή αναφορά στην κινηματική και αδρανειακή αλληλεπίδραση. Τέλος, παρουσιάζονται οι αναφορές των διεθνών κανονισμών στο φαινόμενο της αλληλεπίδρασης. Το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται στις μεθόδους αποτίμησης υφιστάμενων κατασκευών. Γίνεται μια γενική περιγραφή στις εμπειρικές και στις πειραματικές μεθόδους αποτίμησης. Εκτενέστερη αναφορά γίνεται σε όλες τις αριθμητικές μεθόδους ανάλυσης (ελαστική στατική και δυναμική και ανελαστική στατική δυναμική) και ειδικότερα στην επαυξητική μη-γραμμική ανάλυση χρονοϊστορίας. Στο τελευταίο κεφάλαιο της βιβλιογραφικής επισκόπησης παρουσιάζεται η διαδικασία του ανασχεδιασμού με βάση την επιτελεσματικότητα στη μελέτη υφιστάμενων κατασκευών και γίνεται ιδιαίτερη μνεία στη μεθοδολογία της «Συνολικής Βελτίωσης».

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα υπολογιστικά προσομοιώματα που χρησιμοποιήθηκαν. Περιγράφονται τα γεωμετρικά και μηχανικά χαρακτηριστικά και η προσομοίωση της ανελαστικής συμπεριφοράς της ανωδομής και του υπεδάφους θεμελίωσης. Επιπροσθέτως, στο ίδιο κεφάλαιο πραγματοποιείται ιδιομορφική ανάλυση της κατασκευής με στόχο τον προσδιορισμό της ιδιοσυχνότητας ταλάντωσης της ανωδομής του αρχικού και του ενισχυμένου κτιρίου.

Στη συνέχεια, στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των δυναμικών αναλύσεων του αρχικού κτιρίου σε όλες τις καταστάσεις κορεσμού του υπεδάφους. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στις δυναμικές καμπύλες αντίστασης για κάθε εξεταζόμενη σεισμική διέγερση, από το σύνολο των οποίων προκύπτει και η μέση δυναμική καμπύλη αντίστασης. Στο όγδοο κεφάλαιο πραγματοποιείται η μελέτη επιτελεσματικότητας σύμφωνα με την προαναφερθείσα μεθοδολογία της «Συνολικής Βελτίωσης» για το αρχικό προσομοίωμα και υπολογίζεται η συνολική διάρκεια ζωής της μη ενισχυμένης κατασκευής, στην περίπτωση έδρασης της κατασκευής σε έδαφος με σταθερό (κατά τη διάρκεια του έτους) βαθμό κορεσμού. Τέλος, στην τελευταία ενότητα του κεφαλαίου επιχειρείται να ληφθεί υπόψιν η μεταβολή του βαθμού κορεσμού του εδάφους στην διάρκεια ζωής της κατασκευής. Η ίδια διαδικασία ακολουθείται στα κεφάλαια εννέα και δέκα για το ενισχυμένο κτίριο.

Στο τελευταίο κεφάλαιο γίνεται σχολιασμός των αποτελεσμάτων, συνοψίζονται οι διαδικασίες που ακολουθήθηκαν, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν και προτείνονται μελλοντικές προεκτάσεις της παρούσας διερεύνησης.