

Μεταπτυχιακός φοιτητής: Αναγνώστου Σωτηρίας

Επιβλέπων: Χατζηγώγος Θεόδωρος

Τίτλος: Συμβολή στον αντισεισμικό σχεδιασμό σηράγγων

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η Συμβολή στον Αντισεισμικό Σχεδιασμό Σηράγγων τύπου "Μετρό", υπόγειων δηλαδή κατασκευών μεγάλης κλίμακας που τοποθετούνται σε σχετικά μικρό βάθος και σε μαλακούς εδαφικούς σχηματισμούς. Τονίζεται ότι η παρούσα διπλωματική εργασία δεν ασχολείται με τη συνηθισμένη περίπτωση κατασκευής σηράγγων σε βραχώδεις σχηματισμούς. Το αντικείμενο του πονήματος κινείται περισσότερο σε θεωρητικό επίπεδο και δεν επιχειρείται εισαγωγή στα πραγματικά δεδομένα του "Μετρό" Θεσσαλονίκης.

Κύριος στόχος λοιπόν, είναι η διερεύνηση της επιρροής της σεισμικής φόρτισης στην απόκριση των σηράγγων που πρόκειται να κατασκευασθούν σε εδαφικούς σχηματισμούς παρόμοιους με αυτούς που απαντώνται στην ευρύτερη περιοχή του ιστορικού κέντρου της Θεσσαλονίκης.

Οι υπόγειες κατασκευές θεωρούνταν σχετικά ασφαλής έναντι του σεισμού σε σχέση με τις κατασκευές ανωδομής. Παρόλα αυτά σε πολλές περιπτώσεις πρόσφατων σεισμών παρατηρήθηκαν εκτεταμένες ζημιές μέχρι καταρρεύσεως. Το γεγονός ότι οι βλάβες που προκλήθηκαν οφείλονταν κυρίως σε διαφορικές μετακινήσεις της επένδυσης που οφείλονταν στις διαφορικές παραμορφώσεις του εδάφους, απέδειξε ότι κρίσιμη παράμετρος για την απόκριση των υπόγειων κατασκευών υπό το καθεστώς του σεισμού, είναι η παραμόρφωση του εδάφους και όχι η επιρροή των αδρανειακών ιδιοτήτων της ίδιας της κατασκευής.

Στα πλαίσια των παραπάνω αναφερομένων, γίνεται στο 1ο Κεφάλαιο μια εισαγωγική παρουσίαση των παραγόντων που επηρεάζουν την μορφή και την ένταση των βλαβών που παρουσιάζονται σε σήραγγες κατά τη διάρκεια του σεισμού. Ακολουθεί η παρουσίαση των δυσμενών επιπτώσεων που είχε ο σεισμός σε διάφορες περιπτώσεις υπόγειων κατασκευών. Εκτενέστερη αναφορά γίνεται για την περίπτωση του υπόγειου σταθμού Daikai του μετρό του Kobe, που ήταν η πρώτη υπόγεια κατασκευή που υπέστη σοβαρότατες βλάβες από το σεισμό του Hyogoken-Nambu το 1995.

Στο 2ο Κεφάλαιο επιχειρείται η λεπτομερής παράθεση του θεωρητικού υποβάθρου που έχει να κάνει με τις κύριες μεθόδους αντισεισμικού σχεδιασμού και ανάλυσης του δεδομένου τύπου κατασκευών. Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στην ψευδο-στατική προσέγγιση σχεδιασμού σηράγγων κατά την εγκάρσια έννοια, καθώς και στις μεθόδους σχεδιασμού με αναλυτικές εξισώσεις, στις οποίες λαμβάνεται υπόψη με έμμεσο τρόπο η αλληλεπίδραση εδάφους κατασκευής. Για τις τελευταίες γίνεται λεπτομερής παράθεση του μαθηματικού υποβάθρου στο οποίο στηρίζονται.

Παρουσιάζεται επίσης η αναλυτική μέθοδος των Newmark και Hall για τον σχεδιασμό σήραγγων που διατέμνονται από ενεργά σεισμικά ρήγματα, καθώς και η παράθεση στοιχείων για την περίπτωση ύπαρξης γύρω από τη σήραγγα εδάφους που μπορεί να ρευστοποιηθεί.

Στα πλαίσια των αναλυτικών και ψευδο-στατικών μεθόδων, στο 3ο Κεφάλαιο πραγματοποιείται μονοδιάστατη ισοδύναμη γραμμική ανάλυση της σεισμικής απόκρισης του εδαφικού προφίλ που αντιστοιχεί στη γεωλογία της πυρίκαιστου ζώνης της Θεσσαλονίκης. Από αυτές προκύπτουν δεδομένα προφίλ μετακινήσεων ελευθέρου πεδίου (free field) για τρία επίπεδα μέγιστης επιτάχυνσης της αυτής σεισμικής διέγερσης. Τα προφίλ αυτά χρησιμοποιούνται για την εισαγωγή της σεισμικής φόρτισης σε όλες τις αναλύσεις που διεξήχθησαν.

Στο 4ο Κεφάλαιο μελετάται η απόκριση κυκλικής και ορθογωνικής διατομής, σε ότι αφορά τα εντατικά μεγέθη (M , N , V) και τις μετακινήσεις που αναπτύσσονται σε κάθε τύπο επένδυσης, χρησιμοποιώντας την αναλυτική μεθοδολογία των Penzien και Wu που παρουσιάζεται στο 2ο Κεφάλαιο.

Ακολουθεί στο 5ο Κεφάλαιο η μελέτη της απόκρισης κυκλικής και ορθογωνικής διατομής σε σεισμό, χρησιμοποιώντας αριθμητικά προσομοιώματα πεπερασμένων στοιχείων. Το λογισμικό H/Y που χρησιμοποιείται είναι το PLAXIS. Στο τέλος του κεφαλαίου γίνεται σύγκριση των εξαγόμενων αποτελεσμάτων βάσει της αναλυτικής μεθοδολογίας και των προσομοιωμάτων πεπερασμένων στοιχείων.

Η εργασία ολοκληρώνεται στο 6ο Κεφάλαιο με την μελέτη της επιρροής του σεισμού στην απόκριση δίδυμης σήραγγας. Σκοπός είναι να ελεγχθεί η ορθότητα του σχεδιασμού και διαστασιολόγησης κάθε μίας από τις δύο σήραγγες, αγνοώντας την ύπαρξη της άλλης. Όλες οι αναλύσεις πραγματοποιούνται με το PLAXIS, ενώ η σεισμική φόρτιση εισάγεται μέσω καταναγκασμένων μετακινήσεων στα άκρα του καννάβου.

Στο τέλος παρατίθενται τελικά συμπεράσματα και σχόλια που έχουν να κάνουν με τα αποτελέσματα και τον σκοπό της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Ως παράρτημα, και για διευκόλυνση της περαιτέρω έρευνας του προβλήματος περιγράφεται περιληπτικά η διαδικασία διεξαγωγής και τα δεδομένα εισαγωγής δυναμικών αναλύσεων με το πρόγραμμα PLAXIS.