



Πρόληψη Σεισμικών Καταστροφών με χρήση Γεωσυνθετικών Υλικών

Ο σχεδιασμός αντιμέτρων για φυσικές καταστροφές, και ειδικότερα για σεισμούς, είναι μια συνήθης πρακτική παγκοσμίως. Οι σεισμοί προκαλούν ισχυρή οριζόντια δράση στις κατασκευές. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι καταγεγραμμένες τιμές της Μέγιστης Εδαφικής Επιτάχυνσης (PGA) σε πρόσφατους σημαντικούς σεισμούς. Η σεισμική αυτή δράση μπορεί να προκαλέσει σοβαρές βλάβες ή αστοχίες σε διάφορες κατασκευές. Τα γεωσυνθετικά παίζουν μείζονα ρόλο στην μείωση των συνεπειών και την αποτροπή καταστροφών λόγω σεισμών σε τοίχους αντιστήριξης, επιχώματα και πρανή ορυγμάτων.

Πίνακας 1 Μέγιστη Εδαφική Επιτάχυνση (PGA) σε Πρόσφατους Σημαντικούς Σεισμούς

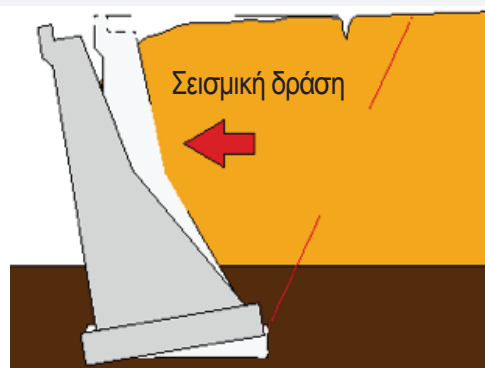
ΣΕΙΣΜΟΣ	PGA
2011 Σεισμός Tohoku & Tsunami	2.7g
2011 Σεισμός Christchurch	2.2g
1994 Σεισμός Los Angeles	1.7g
1999 Σεισμός Jiji	1.0g
1999 Σεισμός Αθήνας	0.6g

Γιατί Είναι Επωφελή τα Γεωσυνθετικά σε Αντισεισμικές Εφαρμογές;

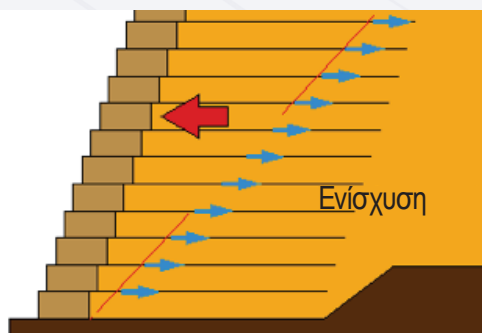
Στο Σχήμα 1 φαίνεται η διαφορά στη σεισμική απόκριση μεταξύ τοίχων βαρύτητας και τοίχων οπλισμένου εδάφους με γεωσυνθετικά (GRS). Όταν εφαρμοστεί η σεισμική δράση στον τοίχο βαρύτητας, η κατασκευή από σκυρόδεμα θα ανατραπεί (Σχήμα 1α) ή θα ολισθήσει λόγω της ανεπαρκούς εδαφικής αντοχής και της επίδρασης της αδράνειας. Γενικά, στους τοίχους βαρύτητας, η αστοχία επέρχεται σε σχετικά χαμηλές σεισμικές δράσεις. Στην περίπτωση των τοίχων με γεωσυνθετικά GRS, ενεργοποιούνται επιπρόσθετες δυνάμεις ενίσχυσης ως αποτέλεσμα των σεισμικών δράσεων. Οι δυνάμεις ενίσχυσης των γεωπλεγμάτων μετατρέπονται σε σταδιακή αντίσταση σταθεροποίησης του τοίχου και η συνολική δύναμη αντίστασης του τοίχου αυξάνεται. Ως εκ τούτου, οι τοίχοι GRS μπορούν να επιδείξουν καλή απόκριση έναντι υψηλών σεισμικών δράσεων.

Η υψηλή σεισμική απόδοση των τοίχων GRS ήταν εμφανής σε πολλές περιπτώσεις σεισμών. Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται μια πολύτιμη εμπειρία από τον σεισμό του Kobe (PGA 0.8g, 1995). Ένας αριθμός ξύλινων σπιτιών, επιχωμάτων σιδηροδρόμων και αυτοκινητοδρόμων, και συμβατικών τύπων τοίχων αντιστήριξης υπέστησαν σοβαρές βλάβες και κατέρρευσαν κατά τη διάρκεια αυτού του γεγονότος. Ωστόσο, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2, οι τοίχοι GRS με πρόσφυση σκυροδέματος σε όλο το ύψος τους αποκρίθηκαν αν και βρισκόταν σε

μία από τις πιο πλειοσέιστες περιοχές. Στην τοποθεσία τους καταγράφηκε μόνο μια μικρή παραμόρφωση.



α) Κακή απόκριση τοίχων βαρύτητας



β) Άριστη απόκριση τοίχων ενισχυμένων με γεωσυνθετικά.

Σχήμα 1 Σύγκριση σεισμικής απόκρισης τοίχων βαρύτητας και τοίχων ενισχυμένων με γεωσυνθετικά

Μέθοδοι Ανάλυσης

Οι μέθοδοι ανάλυσης των κατασκευών GRS μπορούν να διακριθούν στις ακόλουθες κατηγορίες:

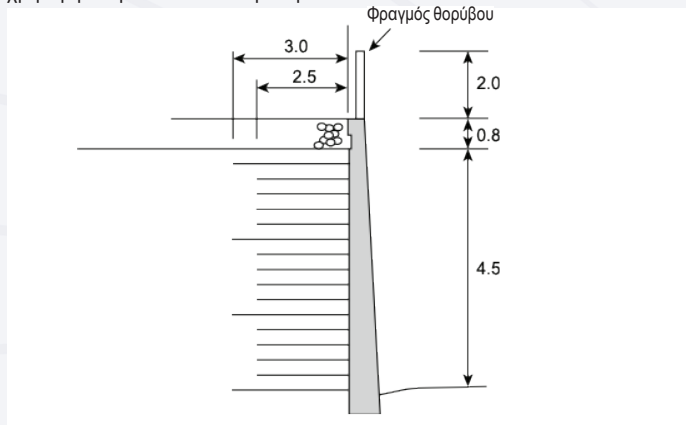
α) ψευδο-στατικές μέθοδοι β) μέθοδοι ολισθαίνοντος πρίσματος γ) μέθοδοι πεπερασμένων στοιχείων/ πεπερασμένων διαφορών.

Η Μέθοδος (α) βασίζεται στη μέθοδο Mononobe-Okabe για τον υπολογισμό των δυναμικών ωθήσεων που ενεργούν στην κατασκευή. Η σεισμική δύναμη αντιμετωπίζεται ως στατική δύναμη και η ευστάθεια του τοίχου εξετάζεται με χρήση ανάλυσης οριακής ισορροπίας συνυπολογίζοντας τις δυνάμεις ενίσχυσης λόγω των γεωπλεγμάτων. Η Μέθοδος (β) βασίζεται στη μέθοδο Newmark για τον υπολογισμό της μόνιμης μετακίνησης των γεω-κατασκευών με ολοκλήρωση της υπολογισθείσας επιτάχυνσης της



κατασκευής. Η **Μέθοδος (γ)** βασίζεται στην ανάλυση με βάση τη μηχανική του συνεχούς μέσου. Το έδαφος, τα υλικά ενίσχυσης και τα υπόλοιπα υλικά προσομοιώνονται με θεώρηση των ελαστικών, πλαστικών και χρονικά-εξαρτώμενων ιδιοτήτων τους και μία διακριτοποιημένη εξίσωση επιλύεται με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή.

προσομοίωσης σε συνδυασμό με την επαλήθευση και επικύρωσή τους. Μερικές μέθοδοι σχεδιασμού με βάση την απόδοση προτείνονται για κατασκευές GRS. Η χρήση γεωσυνθετικών για αντισεισμικές εφαρμογές θα αυξηθεί λόγω αυτών των ερευνητικών δραστηριοτήτων.



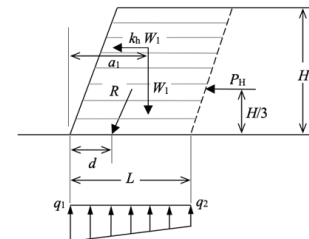
Κακή απόκριση τοίχων βαρύτητας



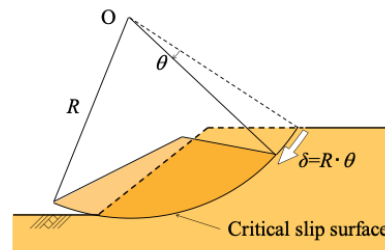
Σχήμα 2 Τοίχος ενισχυμένου εδάφους κατά τη διάρκεια του σεισμού του Kobe (Tatsuoka et al: S&F, 1996)

Τρέχουσα Έρευνα και Μελλοντικές Τεχνικές

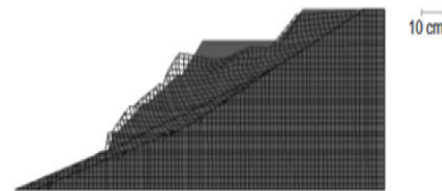
Η υψηλή σεισμική απόδοση των κατασκευών GRS διερευνάται προσεκτικά με πειραματικές δοκιμές με χρήση εγκαταστάσεων σεισμικής τράπεζας ή γεωτεχνικών φυγοκεντριτών. Στις δοκιμές αυτές, ένα μοντέλο της κατασκευής GRS υπό κλίμακα υποβάλλεται σε μια τεχνητή διέγερση (εισαγωγή κίνησης) που προσομοιώνει την εδαφική κίνηση που προκαλείται από ένα σεισμό. Επίσης, διερευνάται η μηχανική συμπεριφορά των γεωσυνθετικών υπό συνθήκες ευρέος φάσματος ρυθμού παραμόρφωσης. Οι μέθοδοι ανάλυσης για τον προσδιορισμό της σεισμικής απόκρισης των κατασκευών GRS επικαιροποιούνται με εφαρμογή πρόσφατων τεχνικών υπολογιστικής



α) Ψευδο-στατικές μέθοδοι



β) Μέθοδοι ολισθαίνοντος πρίσματος



γ) Μέθοδοι πεπερασμένων στοιχείων / πεπερασμένων διαφορών. Σχήμα 3 Μέθοδοι ανάλυσης για τον προσδιορισμό της σεισμικής απόκρισης κατασκευών από έδαφος ενισχυμένο με γεωσυνθετικά (Shinoda et al: GI, 2009).



Σχετικά με τον IGS

Ο Διεθνής Οργανισμός Γεωσυνθετικών (IGS) είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός αφιερωμένος στην επιστημονική και τεχνική ανάπτυξη των γεωυφασμάτων, γεωμεμβρανών, σχετικών υλικών και τεχνολογίας. Ο Οργανισμός αυτός προάγει τη διάδοση τεχνικών πληροφοριών σχετικά με τα γεωσυνθετικά υλικά και τις κατάλληλες εφαρμογές τους μέσω ενός ενημερωτικού δελτίου (Τα Νέα του IGS – IGS News), δύο επίσημων περιοδικών (Geosynthetics International και Geotextiles and Geomembranes), συνεδρίων και τεχνικών σεμιναρίων, σύστασης ειδικών ομάδων εργασίας, ίδρυσης και λειτουργίας περισσότερων των 40 Εθνικών Παραρτημάτων, ειδικών εκδόσεων και πολλών άλλων σχετικών μεθόδων επικοινωνίας και ενημέρωσης.

Σημείωση

Οι πληροφορίες του παρόντος εγγράφου έχουν ελεγχθεί από την Επιτροπή Επιμόρφωσης του Διεθνούς Οργανισμού Γεωσυνθετικών και θεωρούνται ότι αντιπροσωπεύουν επαρκώς την παρούσα συνήθη πρακτική. Εν τούτοις, ο Διεθνής Οργανισμός Γεωσυνθετικών δεν αποδέχεται την όποια υπευθυνότητα μπορεί να προκύψει με οποιοδήποτε τρόπο για την χρήση των παρεχόμενων πληροφοριών. Η αναπαραγωγή του παρόντος υλικού επιτρέπεται εφόσον υπάρχει σαφής αναφορά στην πηγή

Επικοινωνήστε μαζί μας

IGSsec@GeosyntheticsSociety.org
www.GeosyntheticsSociety.org