



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Ενίσχυση Ερευνητικών Ομάδων στο ΤΕΙ Πάτρας» με MIS 383592 του Ε.Π. «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» που συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση «Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο (ΕΚΤ)» και Εθνικούς Πόρους

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

Αγγελική Παπαλού, Διονύσιος Ρουμπιέν, Ευστάθιος Μπούσιας, Αθανάσιος Τριανταφύλλου, Έργκις Χατζιράι, Ευάγγελος Κοντός

Υπόεργο 12: «Πειραματική μελέτη της συνεισφοράς αποσβεστήρα σωματιδίων στην μείωση της απόκρισης μνημείων σε σεισμική διέγερση »

Επιστημονική Υπεύθυνος : Δρ. Αγγελική Παπαλού

Μέλη Κύριας Ερευνητικής Ομάδας: Δρ. Αγγελική Παπαλού, Δρ. Διονύσιος Ρουμπιέν, Δρ. Ευστάθιος Ν. Μπούσιας, Δρ. Αθανάσιος Τριανταφύλλου

Μέλη Εξωτερικής Ομάδας Συνεργατών: Έργκις Χατζιράι, Ευάγγελος Κοντός

Πακέτο εργασίας 4: Διερεύνηση δυναμικής συμπεριφοράς κίονα-δοκιμίου με ή χωρίς αποσβεστήρα για κίονα με ατέλειες. (1/7/2014-31/12/2014)

- ο Τεχνική Έκθεση αποτελεσμάτων δοκιμών και αναλύσεων της δυναμικής συμπεριφοράς του κίονα-δοκιμίου με ατέλειες χωρίς και με προσαρτημένο τον αποσβεστήρα σωματιδίων λόγω δυναμικών διεγέρσεων.
- ο Μία δημοσίευση σε περιοδικό/συνέδριο με κριτές.

Λιερεύνηση δυναμικής συμπεριφοράς κίονα-δοκιμίου με ή χωρίς αποσβεστήρα για κίονα με ατέλειες

Μικρός κίονας

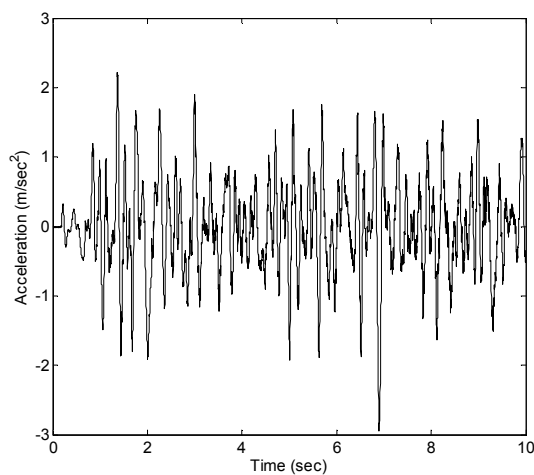
Πραγματοποιήθηκαν δοκιμές με κίονα-δοκίμιο μικρών διαστάσεων. Ο μικρός κίονας-δοκίμιο προσομοίωσε κίονα από τον ναό του Ηφαιστείου στην Αθήνα (κλίμακα 1:8). Ο κίονας αποτελείται από 7 σφονδύλους ύψους 120 mm και διαμέτρου 93 mm ο καθένας (Εικ. 1.1). Οι αποσβεστήρες σωματιδίων ήταν μαρμάρيني κούφιοι σφόνδυλοι με εξωτερική διάμετρο ίδια με την διάμετρο των άλλων σφονδύλων δηλ. 120 mm. Δύο μεγέθη αποσβεστήρων σωματιδίων χρησιμοποιήθηκαν με διάμετρο του κούφιου τμήματος 9, 8 cm, αντίστοιχα. Τα σωματίδια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν χαλύβδινα με διάμετρο 20, 30 και 50 mm και από βολφράμιο με διάμετρο 10 mm. Η θέση του αποσβεστήρα αποτελεί μία σημαντική παράμετρο του πειράματος. Επιλέχθηκε η 5^η και η 7^η θέση αντικαθιστώντας τους αντίστοιχους σφονδύλους. Οι μετακινήσεις υπολογίστηκαν από τις επιταχύνσεις που καταγράφηκαν από επιταχυνσιόμετρα που είχαν τοποθετηθεί στους σφονδύλους και στην βάση (βλέπε τεχνική έκθεση για το Πακέτο 2) με διπλή ολοκλήρωση. Πραγματοποιήθηκαν δοκιμές σε κίονα με δύο ειδών ατέλειες. Στην πρώτη περίπτωση η ατέλεια βρισκόταν στον σφόνδυλο βάσης και στην δεύτερη περίπτωση η βάση στήριξης του κίονα τοποθετήθηκε υπό κλίση. Το μεγαλύτερο μέρος των πειραμάτων πραγματοποιήθηκε με τυχαίες διεγέρσεις γιατί αυτές οι διεγέρσεις περιλαμβάνουν όλες τις ιδιοσυχνότητες του κίονα και προσομοιάζουν σεισμική διέγερση. Έγιναν και κάποια πειράματα με αρμονικές και σεισμικές δονήσεις όπως φαίνονται στο Παράρτημα Δ. Ακολουθεί συνοπτική περιγραφή αντιπροσωπευτικών πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν ξεχωριστά για τον κίονα με σπασμένο τον σφόνδυλο βάσης και για τον κίονα υπό κλίση.

2.1. Κίονας με ατέλεια στον σφόνδυλο βάσης

Χρησιμοποιήθηκε ο ίδιος μικρός κίονας-δοκίμιο (Εικ. 1.1) με μόνη διαφορά την αντικατάσταση του σφονδύλου βάσης με έναν κίονα με μειωμένη διατομή (Εικ. 2.1). Η μειωμένη διατομή δημιουργήθηκε αποσπώντας ένα τμήμα από τον σφόνδυλο. Για πιο δυσμενή αποτελέσματα η μειωμένη διατομή τοποθετήθηκε στην διεύθυνση διέγερσης του κίονα. Αρχικά ο κίονας χωρίς αποσβεστήρα διεγέρθηκε με το ίδιο τυχαίο σήμα (Εικ. 2.2). Ο κίονας κινήθηκε πολύ χάνοντας την ισορροπία του στα περισσότερα πειράματα. Στην Εικ. 2.3(a) παρουσιάζεται η μετατόπιση του σφονδύλου κορυφής του κίονα για αντιπροσωπευτικό πείραμα όπου ο κίονας έχασε την ισορροπία του μετά το τέλος της διέγερσης κατά την διάρκεια της ελεύθερης ταλάντωσης.



Εικ. 2.1: Κίονας με σπασμένο τον σφόνδυλο βάσης.

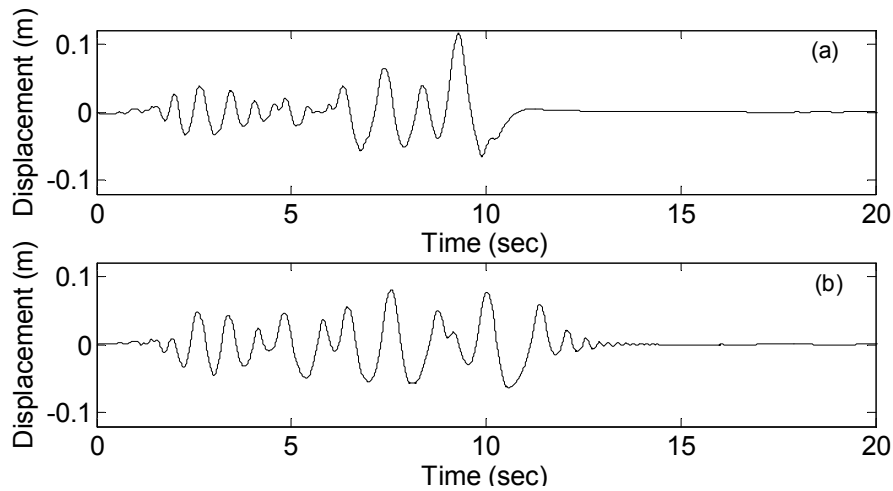


Εικ. 2.2: Τυχαίο σήμα διέγερσης.

Στην συνέχεια τοποθετήθηκε ο μεγάλος αποσβεστήρας με το ένα σωματίδιο των 50 mm διαμέτρου αντικαθιστώντας τον 5^ο σφόνδυλο. Η κίνηση του κίονα μειώθηκε και ο κίονας σε κανένα πείραμα δε έχασε την ισορροπία του (Εικ. 2.3(b)).

Η χρήση του μεσαίου αποσβεστήρα απέφερε παρόμοια αποτελέσματα με τον μεγάλο με λίγο μεγαλύτερο εύρος ταλαντώσεων. Τα σωματίδια μικρότερης διαμέτρου δεν έφεραν την ίδια μείωση.

Η αντικατάσταση του τελευταίου σφονδύλου με αποσβεστήρα δεν επηρέασε το ίδιο σημαντικά την κίνηση του κίονα.



Εικ. 2.3: Μετατόπιση κορυφής κίονα: (α) χωρίς αποσβεστήρα, (β) με αποσβεστήρα.

Ο κίονας δονήθηκε με ημιτονοειδή σήμα (sine-sweep) που περιλάμβανε τις συχνότητες από 1-7 Hz. Χωρίς τον αποσβεστήρα η κίνηση ήταν μεγάλη. Η ολίσθηση του σφονδύλου στην κορυφή ήταν σημαντική. Ολόκληρος ο κίονας λικνίστηκε στην βάση του και περιστράφηκε. Η αντικατάσταση του 5^{ου} σφονδύλου με τον αποσβεστήρα με το μεγάλο άνοιγμα και 8 χαλύβδινα σωματίδια διαμέτρου 20 mm δεν μείωσε την ταλάντωση του κίονα.

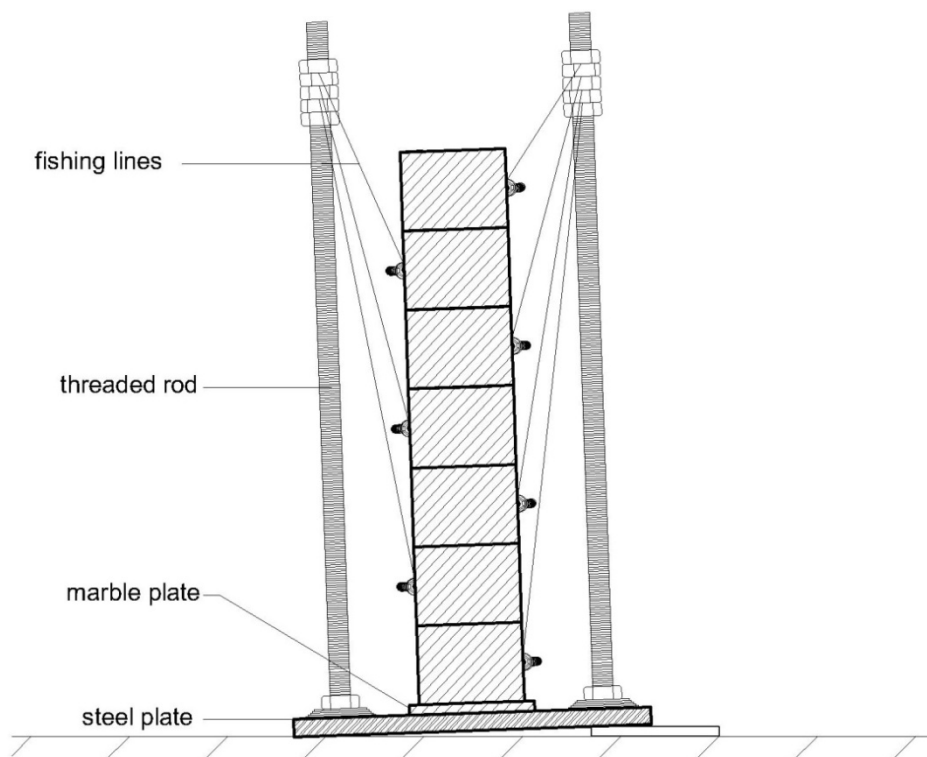
Η σεισμική διέγερση του κίονα πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας την χρονοϊστορία της επιτάχυνσης του σεισμού της Καλαμάτας το 1985 τροποποιημένη για την κλίμακα 1:8. Ο κίονας χωρίς αποσβεστήρα λικνίστηκε σημαντικά από την βάση του χωρίς σχετική μετακίνηση των σφονδύλων. Μικρό μόνο λίκνισμα παρουσιάστηκε μεταξύ των σφονδύλων κυρίως μεταξύ του 2^{ου} και του 1^{ου}. Η αντικατάσταση του 5^{ου} σφονδύλου με τον αποσβεστήρα με το μεγάλο άνοιγμα και 8 χαλύβδινα σωματίδια διαμέτρου 20 mm μείωσαν την χρονική διάρκεια της ταλάντωσης του κίονα αλλά αύξησαν την κίνηση του σφονδύλου κορυφής που παρουσίασε ολίσθηση κάτι που δεν είχε παρατηρηθεί χωρίς την χρήση αποσβεστήρα. Αποφασίστηκε ότι για την διεξαγωγή συμπερασμάτων η καλύτερη διέγερση είναι η τυχαία και αυτή χρησιμοποιήθηκε ως επί το πλείστον. Η διεξαγωγή μεγάλου αριθμού πειραμάτων αλλοίωσε τον κίονα και τα χαρακτηριστικά του γι' αυτό έγινε προσπάθεια να γίνουν μόνο τα απαραίτητα πειράματα ώστε να μπορέσουν να βγουν συμπεράσματα για το αν η χρήση του αποσβεστήρα είναι αποτελεσματική για την μείωση ταλαντώσεων κλασικών κίονων.

2.2 Κίονας υπό κλίση

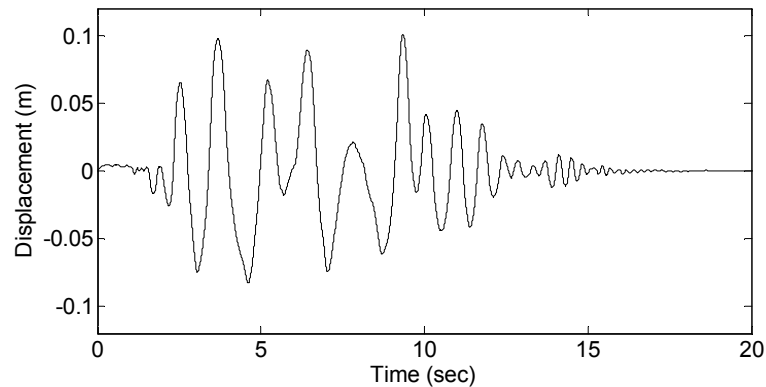
Ο μικρός κίονας-δοκίμιο των ίδιων διαστάσεων με τον κίονα που χρησιμοποιήθηκε για την πραγματοποίηση των πειραμάτων χωρίς ατέλειες ανασηκώθηκε από την μία πλευρά τοποθετώντας κάτω από την μεταλλική πλάκα που τον συνέδεε με την σεισμική τράπεζα ξύλινη πλάκα (Εικ. 2.4). Η κλίση που δημιουργήθηκε ήταν 2.5%. Προτιμήθηκε η δημιουργία κλίσης με αυτόν τον τρόπο αντί να κατασκευαστεί μαρμάρινη πλάκα που το πάνω τμήμα της θα έχει αυτή την κλίση ώστε να μπορεί να αυξομειωθεί η κλίση με κατάλληλες ξύλινες σφήνες.

Ο κίονας διεγέρθηκε με τυχαία (random) διέγερση που περιλάμβανε τις συχνότητες από 1-10 Hz (Εικ. 2.2).

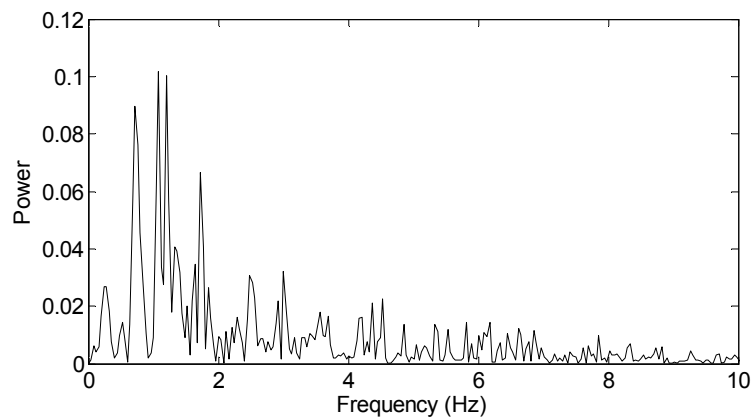
Οι σφόνδυλοι του κίονα μετακινήθηκαν πολύ χάνοντας την ισορροπία τους στα μισά πειράματα που πραγματοποιήθηκαν. Στην Εικ. 2.5 παρουσιάζεται η μετακίνηση του 7^{ου} σφονδύλου (κορυφή κίονα) στην διεύθυνση της διέγερσης για ένα πείραμα που ο κίονας δεν έπεσε ενώ στην Εικ. 2.6 ο μετασχηματισμός Fourier της επιτάχυνσης του σφονδύλου κορυφής. Οι κύριες ιδιοσυχνότητες του σφονδύλου είναι κάτω από τα 2 Hz.



Εικ. 2.4: Κίονας-δοκίμιο μικρών διαστάσεων

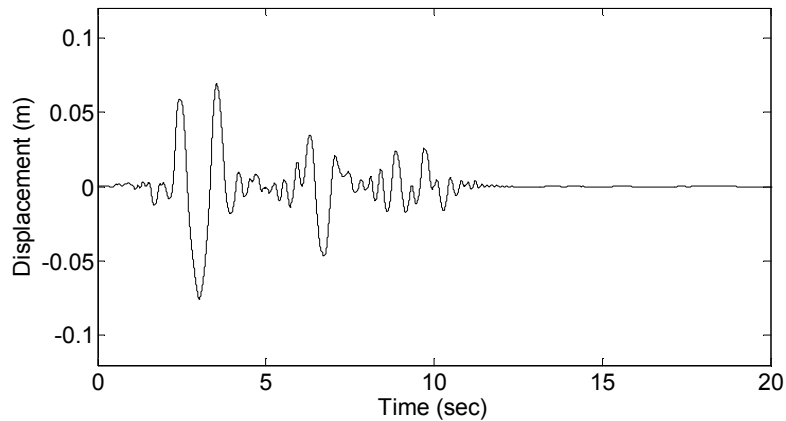


Εικ. 2.5: Μετακίνηση του σφονδύλου κορυφής στην διεύθυνση της διέγερσης (χωρίς αποσβεστήρα)



Εικ. 2.6: Μετασχηματισμός Fourier επιτάχυνσης σφονδύλου κορυφής.

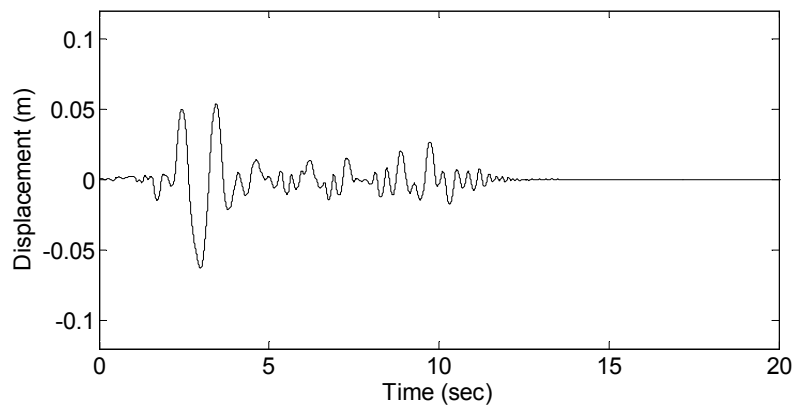
Ο αποσβεστήρας με την μεγάλη διάμετρο του κούφιου τμήματος (9 cm-μεγάλος αποσβεστήρας) αντικατέστησε τον 5^ο σφόνδυλο του κίονα. Οκτώ χαλύβδινα σωματίδια των 20 mm, 3 χαλύβδινα σωματίδια των 30 mm και 28 και 35 σωματίδια από βολφράμιο τοποθετήθηκαν στον αποσβεστήρα διαδοχικά χωρίς όμως να επηρεάσουν σημαντικά την απόκριση του κίονα (Παράρτημα Δ). Στην συνέχεια τοποθετήθηκε ένα χαλύβδινο σωματίδιο διαμέτρου 50 mm. Η κίνηση του κίονα μειώθηκε στο μεγαλύτερο κομμάτι της διέγερσης αλλά προς το τέλος η κίνηση αυξήθηκε σημαντικά. Μία μεταλλική πλάκα τοποθετήθηκε μέσα στον αποσβεστήρα δημιουργώντας εσωτερική κλίση στον πυθμένα του αποσβεστήρα αντίθετη από αυτή του κίονα. Η κίνηση του κίονα μειώθηκε σημαντικά (Εικ. 2.7) και ο κίονας δεν έχασε την ισορροπία του σε κανένα από τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν.



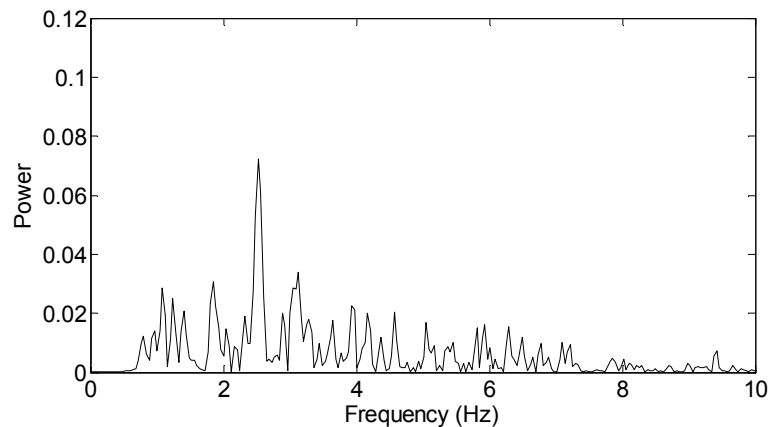
Εικ. 2.7: Μετακίνηση του σφονδύλου κορυφής στην διεύθυνση της διέγερσης (με μεγάλο αποσβεστήρα και ένα σωματίδιο 50 mm διαμέτρου)

Τοποθετήθηκαν και τα άλλα σωματίδια με τις μικρότερες διαμέτρους διατηρώντας την εσωτερική κλίση του πυθμένα του αποσβεστήρα αλλά δεν ήταν αποτελεσματικά στην μείωση της ταλάντωσης του κίονα.

Ο μεσαίος αποσβεστήρας με διάμετρο του κούφιου τμήματος 8 cm αντικατέστησε τον μεγάλο αποσβεστήρα. Η χρήση του ενός σωματιδίου διαμέτρου 50 mm έδωσε πολύ καλά αποτελέσματα (Εικ. 2.8-2.9) χωρίς να χρειαστεί η δημιουργία εσωτερικής κλίσης. Μειώθηκε το εύρος των κυρίων ιδιοσυχνοτήτων αλλά αυξήθηκε για μερικές ιδιοσυχνότητες μεγαλύτερες των 2 Hz.



Εικ. 2.8: Μετακίνηση του σφονδύλου κορυφής στην διεύθυνση της διέγερσης (με μεσαίο αποσβεστήρα και ένα σωματίδιο 50 mm διαμέτρου)



Εικ. 2.9: Μετασχηματισμός Fourier επιτάχυνσης σφονδύλου κορυφής (με μεσαίο αποσβεστήρα και ένα σωματίδιο 50 mm διαμέτρου)

Δεν είχαμε την ίδια σημαντική μείωση με την χρήση των άλλων σωματιδίων.

Η τοποθέτηση του αποσβεστήρα αντικαθιστώντας τον 7^ο σφόνδυλο (σφόνδυλο κορυφής) δεν έδωσε συνεπή αποτελέσματα.

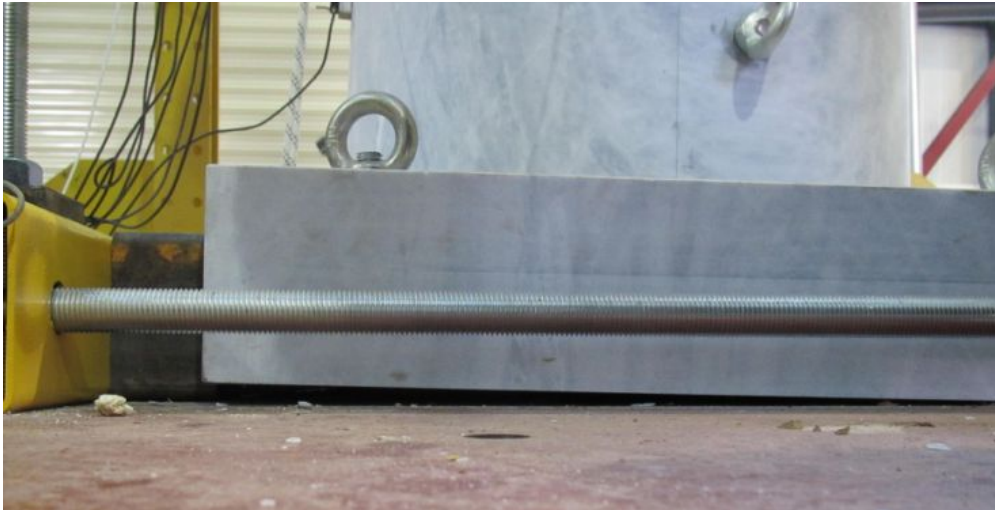
Ως συμπέρασμα από την διεξαγωγή των πειραμάτων για τον μικρό κίονα απορρέει ότι η χρήση του αποσβεστήρα σωματιδίων στον 5^ο σφόνδυλο αυξάνει σημαντικά την ισορροπία του κίονα όταν σχεδιαστεί σωστά. Η μία μεταλλική σφαίρα των 50 mm είναι η πιο κατάλληλη σαν σωματίδιο για τον συγκεκριμένο κίονα.

Στο παράρτημα Δ παρουσιάζεται λεπτομερής επεξεργασία των δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν.

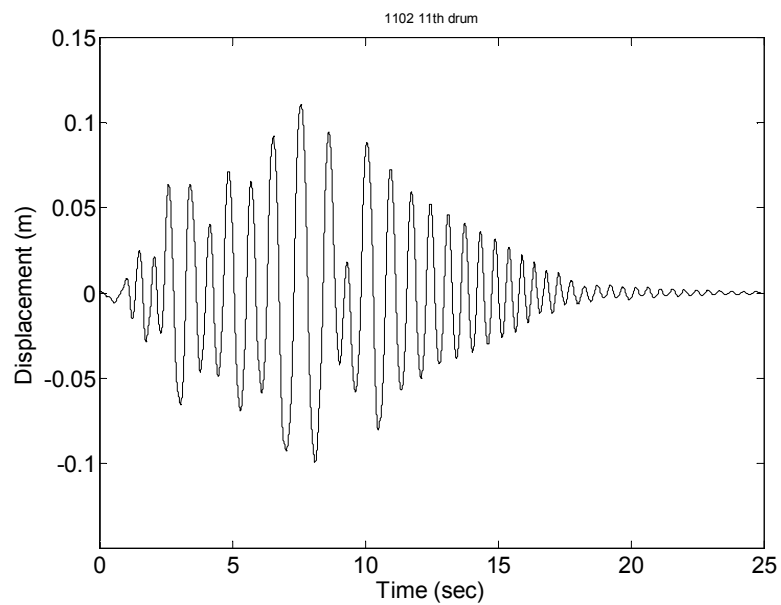
Μεγάλος κίονας

Ο μεγάλος κίονας-δοκίμιο των ίδιων διαστάσεων με τον κίονα που χρησιμοποιήθηκε για την πραγματοποίηση των πειραμάτων χωρίς ατέλειες ανασηκώθηκε από την μία πλευρά τοποθετώντας κάτω από την μεταλλική πλάκα που τον συνέδεε με την σεισμική τράπεζα μικρές μεταλλικές πλάκες. Η κλίση που δημιουργήθηκε ήταν 2.1% (Εικ. 2.10).

Ο κίονας διεγέρθηκε με τυχαία, αρμονική και σεισμική διέγερση. Η μετατόπιση του σφονδύλου κορυφής για την τυχαία διέγερση παρουσιάζεται στην Εικ. 2.11.

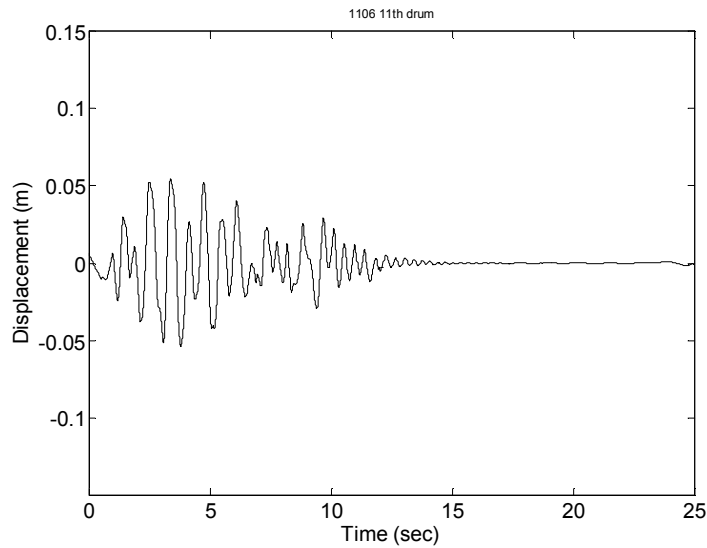


Εικ. 2.10: Κίονας-δοκίμιο με κλίση



Εικ. 2.11: Μετακίνηση του σφονδύλου κορυφής στην διεύθυνση της διέγερσης (χωρίς απόσβεση)

Ο σφόνδυλος κορυφής αντικαταστάθηκε με αποσβεστήρα που περιείχε 32 σωματίδια διαμέτρου 50 mm. Η μετατόπιση κορυφής μειώθηκε σημαντικά όπως φαίνεται στην Εικ. 2.12.



Εικ. 2.12: Μετακίνηση του σφονδύλου κορυφής στην διεύθυνση της διέγερσης (με απόσβεση)

Στα τελευταία πειράματα πολλά τμήματα του κίονα είχαν πια αποσπαστεί. Ατέλειες παρουσιάζονταν όχι μόνο στον σφόνδυλο βάσης αλλά στους περισσότερους σφονδύλους (Εικ. 2.13).



Εικ. 2:13: Κίονας με ατέλειες

Λεπτομερής ανάλυση των πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν παρουσιάζεται στο Παράρτημα Δ. Κατά την διάρκεια του επόμενου πακέτου εργασίας αυτού του υποέργου ίσως χρειαστεί να πραγματοποιηθούν κάποια επιπλέον πειράματα που θα επιβεβαιώσουν την συμπεριφορά του κίονα με ατέλειες με και χωρίς αποσβεστήρα.

Ερευνητές:

Αγγελική Παπαλού: Συμμετοχή σε όλα τα πακέτα εργασίας 1,2,3,4 και 5.

Στο Π.Ε. 4: Διερεύνηση δυναμικής συμπεριφοράς κίονα-δοκιμίου με ή χωρίς αποσβεστήρα για κίονα με ατέλειες. (1/7/2014-31/12/2014)

- Τεχνική Έκθεση αποτελεσμάτων δοκιμών και αναλύσεων της δυναμικής συμπεριφοράς του κίονα-δοκιμίου με ατέλειες χωρίς και με προσαρτημένο τον αποσβεστήρα σωματιδίων λόγω δυναμικών διεγέρσεων.
- Μία δημοσίευση σε περιοδικό/συνέδριο με κριτές.
- Ετήσιες εκθέσεις προόδου.

Αντικείμενο εργασιών:

- περιγραφή των πειραμάτων όπου ο κίονας με ατέλειες χωρίς και με ενσωματωμένο τον αποσβεστήρα δονείται υπό σεισμική διέγερση
- παρουσίαση των αποτελεσμάτων των πειραμάτων
- παρουσίαση της ανάλυσης των αποτελεσμάτων

Διονύσιος Ρουμπιέν: Συμμετοχή στα πακέτα εργασίας 1,3,4, και 5.

Στο Π.Ε. 4: Διερεύνηση δυναμικής συμπεριφοράς κίονα-δοκιμίου με ή χωρίς αποσβεστήρα για κίονα με ατέλειες. (1/7/2014-31/12/2014)

- Τεχνική Έκθεση αποτελεσμάτων δοκιμών και αναλύσεων της δυναμικής συμπεριφοράς του κίονα-δοκιμίου με ατέλειες χωρίς και με προσαρτημένο τον αποσβεστήρα σωματιδίων λόγω δυναμικών διεγέρσεων.
- Μία δημοσίευση σε περιοδικό/συνέδριο με κριτές.
- Ετήσιες εκθέσεις προόδου.

Αντικείμενο εργασιών:

- περιγραφή της βάσης του κίονα για να επιτευχθεί η κατάλληλη κλίση για τον κίονα με ατέλειες
- περιγραφή των ατελειών του σφονδύλου βάσης του κίονα με ατέλειες

Ευστάθιος Μπούσιας: Συμμετοχή στα πακέτα εργασίας 2,3 και 4.

Στο Π.Ε. 4: Διερεύνηση δυναμικής συμπεριφοράς κίονα-δοκιμίου με ή χωρίς αποσβεστήρα για κίονα με ατέλειες. (1/7/2014-31/12/2014)

- Τεχνική Έκθεση αποτελεσμάτων δοκιμών και αναλύσεων της δυναμικής συμπεριφοράς του κίονα-δοκιμίου με ατέλειες χωρίς και με προσαρτημένο τον αποσβεστήρα σωματιδίων λόγω δυναμικών διεγέρσεων.
- Μία δημοσίευση σε περιοδικό/συνέδριο με κριτές.
- Ετήσιες εκθέσεις προόδου.

Αντικείμενο εργασιών:

- περιγραφή των πειραμάτων όπου ο κίονας με ατέλειες χωρίς και με ενσωματωμένο τον αποσβεστήρα δονείται υπό αρμονική διέγερση
- παρουσίαση των αποτελεσμάτων των πειραμάτων

Αθανάσιος Τριανταφύλλου: Συμμετοχή στα πακέτα εργασίας 2,3,4 και 5.

Στο Π.Ε. 4: Διερεύνηση δυναμικής συμπεριφοράς κίονα-δοκιμίου με ή χωρίς αποσβεστήρα για κίονα με ατέλειες. (1/7/2014-31/12/2014)

- Τεχνική Έκθεση αποτελεσμάτων δοκιμών και αναλύσεων της δυναμικής συμπεριφοράς του κίονα-δοκιμίου με ατέλειες χωρίς και με προσαρτημένο τον αποσβεστήρα σωματιδίων λόγω δυναμικών διεγέρσεων.
- Μία δημοσίευση σε περιοδικό/συνέδριο με κριτές.
- Ετήσιες εκθέσεις προόδου.

Αντικείμενο εργασιών:

- σύγκριση απόκρισης του κίονα με ατέλειες χωρίς και με αποσβεστήρα
- διεξαγωγή συμπερασμάτων

Έργις Χατζιράι: Συμμετοχή στα πακέτα 4 και 5.

Στο Π.Ε. 4: Διερεύνηση δυναμικής συμπεριφοράς κίονα-δοκιμίου με ή χωρίς αποσβεστήρα για κίονα με ατέλειες. (1/7/2014-31/12/2014)

- Τεχνική Έκθεση αποτελεσμάτων δοκιμών και αναλύσεων της δυναμικής συμπεριφοράς του κίονα-δοκιμίου με ατέλειες χωρίς και με προσαρτημένο τον αποσβεστήρα σωματιδίων λόγω δυναμικών διεγέρσεων.
- Μία δημοσίευση σε περιοδικό/συνέδριο με κριτές.
- Ετήσιες εκθέσεις προόδου.

Αντικείμενο εργασιών:

- Ταξινόμηση αποτελεσμάτων των πειραμάτων
- Εύρεση χαρακτηριστικών ιδιοτήτων του κίονα λόγω ελεύθερης και καταναγκασμένης ταλάντωσής του

Ευάγγελος Κοντός: Συμμετοχή στα πακέτα 4 και 5.

Στο Π.Ε. 4: Διερεύνηση δυναμικής συμπεριφοράς κίονα-δοκιμίου με ή χωρίς αποσβεστήρα για κίονα με ατέλειες. (1/7/2014-31/12/2014)

- Τεχνική Έκθεση αποτελεσμάτων δοκιμών και αναλύσεων της δυναμικής συμπεριφοράς του κίονα-δοκιμίου με ατέλειες χωρίς και με προσαρτημένο τον αποσβεστήρα σωματιδίων λόγω δυναμικών διεγέρσεων.
- Μία δημοσίευση σε περιοδικό/συνέδριο με κριτές.
- Ετήσιες εκθέσεις προόδου.

Αντικείμενο εργασιών:

- Μελέτη και καταγραφή της συμπεριφοράς του κίονα από τα βιντεοσκοπημένα πειράματα



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ