

Περίληψη

Οι σύγχρονες τάσεις στον σχεδιασμό κατασκευών για σταδιακά ολοένα και μεγαλύτερα ύψη με τη χρήση υλικών μεγάλης αντοχής και προηγμένων κατασκευαστικών μεθόδων έχει οδηγήσει στη δημιουργία κατασκευών σχετικά ελαφριών και εύκαμπτων, με μικρή ικανότητα για απόσβεση ενέργειας. Κάτι τέτοιο έχει ως αποτέλεσμα οι κατασκευές αυτές να είναι πολύ ευαίσθητες σε εξωτερικές διεγέρσεις όπως ο άνεμος, τα κύματα και ο σεισμός, οδηγώντας σε ταλαντώσεις που μπορούν να προκαλέσουν αστοχία σε επίπεδο λειτουργικότητας και αντοχής. Έτσι η προσαρμογή αποσβεστήρων ενέργειας στις υψηλές κατά κύριο λόγο κατασκευές, για περιορισμό της ταλάντωσης τους, λαμβάνει ολοένα και μεγαλύτερη προσοχή.

Το πιο συνηθισμένο σύστημα για απόσβεση ενέργειας είναι ο Συντονισμένος Αποσβεστήρας Μάζας (Tuned Mass Damper - TMD) του οποίου η λειτουργία βασίζεται στην αρχή της αδράνειας και αποτελείται από μια μάζα που συνδέεται μέσω ενός ελατηρίου και ενός ιξώδους αποσβεστήρα στην κατασκευή. Ο Συντονισμένος Αποσβεστήρας Στήλης Υγρού (Tuned Liquid Column Damper - TLCD) στηρίζεται και αυτός στην ίδια αρχή λειτουργίας, μόνο που την θέση της νεκρής μάζας την έχει αντικαταστήσει μια μάζα νερού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλους σκοπούς, κατά την διάρκεια καταστάσεων ανάγκης που δεν προϋποθέτουν την χρήση του ως εξωτερικού μηχανισμού απόσβεσης ενέργειας. Αποτελείται το σύστημα απόσβεσης από μια δεξαμενή μορφής U, με ίδιας διατομής σκέλη σε οριζόντιο και κατακόρυφο τμήμα, μέσα στην οποία υπάρχει κάποιο υγρό, συνηθέστερα νερό. Στο κέντρο του δοχείου διαμορφώνεται με ένα διάφραγμα μια στένωση της διατομής που εισάγει μια δύναμη απόσβεσης στην ταλάντωση του υγρού. Η κίνηση του νερού μέσα στο δοχείο αλληλεπιδρά με την κατασκευή και παράγει την επιθυμητή δύναμη απόσβεσης της ενέργειας που μεταβιβάζεται στην κατασκευή από τον εξωτερικό παράγοντα διέγερσης. Πρόσφατη εξέλιξη του συστήματος αυτού αποτελεί ο Αποσβεστήρας Ταλαντώσεων Στήλης Υγρού (Liquid Column Vibration Absorber - LCVA) με διαφορετική διατομή σε κατακόρυφο και οριζόντιο τμήμα της δεξαμενής που περιέχει το υγρό. Το LCVA παρέχει μεγαλύτερη απόδοση και δυνατότητες αρχιτεκτονικής προσαρμογής.

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί συνέχεια της αντίστοιχης κατά το προπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών στην οποία προσδιορίστηκαν οι βασικές αρχές λειτουργίας του TLCD ως συστήματος απόσβεσης για διάφορες μορφές διέγερσης (άνεμος, κύμα, σεισμός) και ο τρόπος με τον οποίον επηρεάζουν την απόκριση του κυρίου συστήματος οι παράμετροι γεωμετρίας του που επιδρούν στην απόσβεση ενέργειας. Στην εργασία αυτή γίνεται επέκταση της μελέτης πέρα από την περίπτωση του TLCD και στον συγγενή του LCVA ενώ το πρόβλημα αντιμετωπίζεται στο πεδίο των συχνοτήτων που παρέχει κατανόηση σε μεγαλύτερο βάθος. Επίσης πέρα από τον παθητικό σχεδιασμό του συστήματος απόσβεσης επιπλέον διερευνάται και η δυνατότητα εφαρμογής ενεργητικού και ημί-ενεργητικού ελέγχου. Γίνεται παράλληλα αντιπαράθεση της λειτουργίας των αποσβεστήρων στήλης υγρού (TLCD και LCVA) προς την περίπτωση του παραδοσιακού TMD ώστε να προκύψει μια σύγκριση των κυρίων μηχανισμών απόσβεσης των οποίων η λειτουργία στηρίζεται στην ταλάντωση μιας δευτερεύουσας μάζας. Επίσης περιλαμβάνεται και η

Περίληψη

μελέτη των πολλαπλών αποσβεστήρων μάζας. Σε σχέση με όλα τα παραπάνω επικεντρώνεται το ενδιαφέρον σε περιπτώσεις σεισμικής διέγερσης και στον προσδιορισμό των δυνατοτήτων χρήσης των αποσβεστήρων μάζας στην αντισεισμική μηχανική, είτε ως παθητικών είτε ως ενεργητικών και ημί-ενεργητικών συστημάτων, και των πλεονεκτημάτων που μπορούν να προσφέρουν στον περιορισμό των σεισμικών ταλαντώσεων των κατασκευών. Πέρα από την θεωρητική προσέγγιση, επιχειρείται τέλος και η πειραματική διερεύνηση της λειτουργίας των αποσβεστήρων στήλης υγρού στο εργαστήριο πειραματικής μηχανικής του Α.Π.Θ. Η πειραματική μελέτη εστιάστηκε στους αποσβεστήρες TLCD για ημί-ενεργητικό έλεγχο.

Στόχος είναι μέσα από την ανάλυση της παρούσας εργασίας να προσδιοριστεί μια διαδικασία σχεδιασμού των παραμέτρων του κάθε αποσβεστήρα έχοντας ως στόχο την βέλτιστη απόκριση σε σεισμική διέγερση της κατασκευής, η οποία μπορεί να νοηθεί είτε σε επίπεδο μετατοπίσεων (αντοχή) είτε σε επίπεδο επιταχύνσεων (λειτουργικότητα και δυσφορία χρηστών). Σε αυτή την κατεύθυνση ιδιαίτερη μέριμνα λαμβάνεται στον προσδιορισμό της βέλτιστης τιμής για την παράμετρο στένωσης του διαφράγματος, καθώς ο προσδιορισμός της συνδυάζεται με σημαντικά προβλήματα –εξάρτηση από το πλάτος της διέγερσης- που δεν έχουν αντιμετωπιστεί μέχρι στιγμής στις σχετικές εργασίες και δημοσιεύσεις.