

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως θέμα τη μελέτη της επιρροής της διεύθυνσης της σεισμικής διέγερσης στα μεγέθη απόκρισης μιας κατασκευής στα πλαίσια εφαρμογής της *δυναμικής φασματικής μεθόδου*. Συγκεκριμένα εξετάζεται η περίπτωση χρήσης φασμάτων απόκρισης από 8 καταγραφές πραγματικών σεισμών και εφαρμογή τους ως ζεύγη οριζοντίων συνιστωσών σε 5 διαφορετικούς τύπους κτηρίων. Η κατακόρυφη συνιστώσα αγνοείται.

Τα 5 κτήρια που εξετάζονται διαφέρουν ως προς τον αριθμό των ορόφων, τη συμμετρία σε κάτοψη και τη κανονικότητα σε κάτοψη και σε τομή. Όλα τα μοντέλα των κτηρίων είναι διακριτά, ελαστικά συστήματα με σταθερή απόσβεση 5%. Για όλους τους φορείς εξετάζεται η μεταβολή των εντατικών μεγεθών με τη γωνία διέγερσης σε μια διατομή ενός υποστυλώματος καθώς και της μετακίνησης στη κορυφή του κτηρίου. Τα αποτελέσματα συγκρίνονται με τα αντίστοιχα που προέκυψαν για τους ίδιους φορείς και τους ίδιους σεισμούς, εφαρμόζοντας δυναμική ανάλυση με τη μέθοδο της χρονικής επαλληλίας των ιδιομορφών (Time History Analysis).

Στους ίδιους φορείς πραγματοποιείται δυναμική φασματική ανάλυση με την εφαρμογή του ίδιου φάσματος κατά τις δύο κάθετες διευθύνσεις των κατασκευαστικών αξόνων το οποίο προκύπτει από τετραγωνική επαλληλία (SRSS) του ζεύγους των συνιστωσών κάθε σεισμού και ονομάζεται παράγωγο φάσμα ή SRSS Spectra.

Τα αποτελέσματα για τις δύο μεθόδους ανάλυσης (Response Spectrum Analysis – Time History Analysis) είχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Οι κρίσιμες γωνίες των μεγεθών απόκρισης που προκύπτουν με τη φασματική μέθοδο δεν συμπίπτουν με τις αντίστοιχες που προέκυψαν με τη Time History Analysis, όπως επίσης και οι τιμές των κρίσιμων αποκρίσεων είναι συνήθως μεγαλύτερες για τη Time History με απόκλιση μέχρι και 50%. Για τη δυναμική φασματική μέθοδο παρατηρήθηκε ότι η μεταβολή της απόκρισης σε σχέση με τη γωνία διέγερσης έχει τη μορφή τριγωνομετρικής συνάρτησης η οποία αποδεικνύεται αναλυτικά στο 5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο. Η συνάρτηση αυτή εκφράζεται με απλές παραμέτρους όπως οι συντελεστές συμμετοχής, οι φασματικές επιταχύνσεις για κάθε ιδιοπερίοδο, οι ιδιομορφικές αποκρίσεις και οι συντελεστές συσχέτισης και μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της κρίσιμης απόκρισης και της κρίσιμης γωνίας χωρίς να χρειαστούν περισσότερες από μια αναλύσεις για κάθε σεισμό.

Ακόμα, από τις αναλύσεις με τη φασματική μέθοδο στα συγκεκριμένα κτήρια παρατηρήθηκε ότι η τιμή της κρίσιμης γωνίας ενός μεγέθους απόκρισης δεν εξαρτάται σχεδόν καθόλου από το σεισμό, ενώ εξαρτάται περισσότερο από τα χαρακτηριστικά του φορέα και από το ίδιο το μέγεθος. Σε φορείς που διαθέτουν απλή συμμετρία σε κάτοψη, η κρίσιμη γωνία προκύπτει 0 ή 90°. Ο σεισμός επηρεάζει το πλάτος της μεταβολής της τιμής του μεγέθους.

Οι τιμές των εντατικών μεγεθών που προκύπτουν από τη φασματική ανάλυση με την εισαγωγή του παράγωγου φάσματος (SRSS Spectra) υπερκαλύπτουν τις κρίσιμες αποκρίσεις που προκύπτουν από τις άλλες δύο αναλύσεις (Response Spectrum Analysis – Time History Analysis), όπου χρησιμοποιείται το ζεύγος των πραγματικών καταγραφών, εκτός από ελάχιστες περιπτώσεις που οι τιμές της Time History Analysis είναι οριακά μεγαλύτερες.

Επίσης πραγματοποιείται δυναμική ανάλυση με τη χρήση του φάσματος της ισχυρότερης σε ένταση συνιστώσας για κάθε σεισμό (*Max Intensity Spectra*) καθώς και της

περιβάλλουσας των δύο φασμάτων (*Envelope Spectra*) με τη χρήση ισοτροπικού προσομοιώματος. Παρατηρήθηκε ότι οι τιμές των μεγεθών απόκρισης που προκύπτουν με τη χρήση του περιβάλλοντος φάσματος (*Envelope Spectra*) είναι ελαφρώς μεγαλύτερες και σχεδόν ταυτίζονται με τις αντίστοιχες κρίσιμες αποκρίσεις για τη κρίσιμη γωνία ( $\theta_{cr}$ ) οι οποίες προκύπτουν από τη χρήση του ορθοτροπικού μοντέλου. Οι αποκλίσεις είναι πολύ μικρές, κατά μέσο όρο 2.5%.

Προκειμένου να εξεταστεί ποια χαρακτηριστικά του φορέα επηρεάζουν και με ποιο τρόπο τη μεταβολή των μεγεθών απόκρισης σε σχέση με τη γωνία διέγερσης, γίνονται παραμετρικές αναλύσεις σε ένα μονώροφο κτήριο που διαθέτει διπλή ελαστική συμμετρία και αδρανειακή ασυμμετρία σε μία διεύθυνση, στο οποίο μεταβάλλονται οι εξής παράμετροι: (i) η εκκεντρότητα της μάζας, (ii) η ευκαμψία ( $T_X$ ) και (iii) η σχετική ευκαμψία μεταξύ των δύο διευθύνσεων της κατασκευής ( $T_X/T_Y$ ). Όπου  $T_X$  και  $T_Y$  είναι οι ασύζευκτες ιδιοπερίοδοι στις δύο διευθύνσεις των κατασκευαστικών αξόνων του φορέα. Για κάθε περίπτωση σχεδιάζονται οι καμπύλες μεταβολής του λόγου  $\frac{|R_{,\theta}|}{|R_{,\theta=0}|}$  σε σχέση με τη γωνία διέγερσης  $\theta$ .

Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων παρατηρήθηκε ότι τα μεγέθη απόκρισης τα οποία εξαρτώνται από μία μόνο εκ των δύο μεταφορικών ιδιομορφών, δεν επηρεάζονται από καμία από τις τρεις αυτές παραμέτρους. Ο λόγος  $T_X/T_Y$  επηρεάζει τη τιμή της κρίσιμης γωνίας για τα μεγέθη που εξαρτώνται και από τις δύο μεταφορικές ιδιομορφές. Συγκεκριμένα, όσο αυξάνεται ο λόγος αυτός, πλησιάζουμε περισσότερο στη περίπτωση όπου  $\theta_{cr}=0$  ή  $90^\circ$ . Η ευκαμψία κατά X ( $T_X$ ) επηρεάζει το λόγο  $\frac{|R_{,\theta}|}{|R_{,\theta=0}|}$ , πιο έντονα όσο αυξάνεται η παράμετρος

$T_X/T_Y$  ή η εκκεντρότητα  $e_{0Y}$ . Η εκκεντρότητα  $e_{0Y}$  δεν φαίνεται να έχει επιρροή στη τιμή της κρίσιμης γωνίας, έχει όμως κάποια επιρροή στη τιμή του λόγου  $\frac{|R_{,\theta}|}{|R_{,\theta=0}|}$ .