

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Παραμετρική Ανάλυση Συμβατικών Πενταώροφων Κτιρίων Με Φυσικά Και Τεχνητά Επιταχυνσιογραφήματα

Τσιρίκογλου Μαρία

Κείμενο

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετάται η απόκριση κτιριακών φορέων, οι οποίοι διεγείρονται στη βάση τους με φυσικά και τεχνητά επιταχυνσιογραφήματα. Τα φυσικά επιταχυνσιογραφήματα προήλθαν από καταγραφές πραγματικών σεισμικών διεγέρσεων ενώ τα τεχνητά ελήφθησαν από κατάλληλο λογισμικό παραγωγής συνθετικών επιταχυνσιογραφημάτων (<http://infoseismo.civil.auth.gr>) μετά την εισαγωγή σε αυτό των παραμέτρων που αφορούν το γεωλογικό προφίλ της περιοχής καθώς επίσης και το μέγεθος, τη διάρκεια, το συχνοτικό περιεχόμενο και την απόσβεση της τεχνητής σεισμικής διέγερσης.

Αναλυτικότερα, μελετώνται δυο πενταώροφα κτίρια (φορέας Α, φορέας Β), ίδιας γεωμετρίας κάτοψης, τα οποία διαφοροποιούνται ως προς το είδος των κατακόρυφων δομικών στοιχείων τους: το κτίριο Α διαθέτει πλήθος τοιχωμάτων στην περιμέτρο του ενώ το κτίριο Β προέκυψε από το Α με αντικατάσταση πολλών από τα τοιχώματα με στύλους. Κατά τον σχεδιασμό και την προδιαστασιολόγηση των δύο κτιρίων εξασφαλίστηκε αφενός η στατική τους επάρκεια έναντι των επιβαλλόμενων φορτίων και επιδιώχθηκε αφετέρου οι δυο φορείς να διαφοροποιούνται μεταξύ τους μόνο ως προς μια παράμετρο. Συνεπώς, οι διαστάσεις των κατακόρυφων δομικών στοιχείων των φορέων Α και Β υπολογίστηκαν έτσι ώστε τα δύο κτίρια να εμφανίζουν ίδιας τάξης στατική εκκεντρότητα, να είναι και τα δυο μη στρεπτικά ευαίσθητα και να διαφοροποιούνται κατά συνέπεια μεταξύ τους μόνο ως προς τη δυσκαμψία (ή την ιδιοπερίοδο) τους.

Μετά την πλήρη διαμόρφωση των μοντέλων των κτιριακών φορέων (με χρήση του προγράμματος SAP2000) πραγματοποιήθηκαν γραμμικές και μη γραμμικές αναλύσεις προκειμένου να διερευνηθεί η απόκριση των φορέων υπό την επίδραση της εκάστοτε σεισμικής διέγερσης. Στις αναλύσεις (γραμμικές και μη γραμμικές)

χρησιμοποιήθηκαν πέντε φυσικά και πέντε τεχνητά επιταχυνσιογραφήματα τα οποία κανονικοποιήθηκαν ως προς την τιμή της μέγιστης εδαφικής επιτάχυνσης (PGA) που αντιστοιχεί στη Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας ΙΙ (Ε.Α.Κ.2000): $A=0.24 \cdot g$.

Στα πλαίσια των γραμμικών αναλύσεων πραγματοποιήθηκε δυναμική φασματική ανάλυση με το ελαστικό φάσμα του Ε.Α.Κ.2000 (Ζ.Σ.Ε.ΙΙ, έδαφος Β) καθώς επίσης και γραμμικές αναλύσεις με τη χρονολογική μέθοδο για όλα τα επιταχυνσιογραφήματα, φυσικά και τεχνητά. Οι γραμμικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν για δυο τιμές της γωνίας εισαγωγής (θ) της σεισμικής διέγερσης ως προς το καθολικό σύστημα αξόνων των κτιρίων, $\theta=0^\circ$ και $\theta=90^\circ$. Σε κάθε περίπτωση υπολογίστηκαν τα μεγέθη έντασης (N , M_x , M_y) στη βάση του περισσότερου καταπονούμενου κατακόρυφου στοιχείου και οι μετακινήσεις του πρώτου και του τελευταίου ορόφου τόσο για το κτίριο Α όσο και για το κτίριο Β. Οι μέγιστες τιμές των μεγεθών έντασης και μετακίνησης (δηλαδή οι τιμές που αντιστοιχούν στη $\theta=\theta_{cr}$ και $t=t_{cr}$) προέκυψαν από ακριβείς σχέσεις μεταξύ των αντιστοιχών μεγεθών για $\theta=0^\circ$ και $\theta=90^\circ$. Από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των γραμμικών αναλύσεων με το ελαστικό φάσμα καθώς και με τα φυσικά και τεχνητά επιταχυνσιογραφήματα προέκυψε ότι οι μεγαλύτερες αποκλίσεις στις τιμές των αποτελεσμάτων των αναλύσεων με φυσικά και τεχνητά επιταχυνσιογραφήματα παρατηρούνται μεταξύ επιταχυνσιογραφημάτων με μεγάλες διαφορές ως προς το μέγεθος της αντίστοιχης διέγερσης [(π.χ. μεταξύ Αθήνας ($M=5.9$) και Μ720 ($M=7.0$)]. Ακόμη παρατηρούμε ότι τόσο στις αναλύσεις με φυσικά όσο και στις αναλύσεις με τεχνητά επιταχυνσιογραφήματα οι μέγιστες τιμές των μεγεθών απόκρισης προκύπτουν για τις διεγέρσεις με το μεγαλύτερο μέγεθος ή με τη μεγαλύτερη χρονική διάρκεια (φυσικά: Λευκάδα, τεχνητά: Μ720). Τέλος, από τη σύγκριση της φασματικής ανάλυσης με τις χρονολογικές αναλύσεις προκύπτει ότι οι τιμές των μεγεθών έντασης και μετακίνησης των χρονολογικών αναλύσεων με τα φυσικά και τα τεχνητά επιταχυνσιογραφήματα υπερβαίνουν τις τιμές της δυναμικής φασματικής ανάλυσης με το ελαστικό φάσμα (με εξαίρεση τις διεγέρσεις της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης).

Στα πλαίσια των μη γραμμικών αναλύσεων, οι τοπικές μη γραμμικότητες των φορέων προσομοιώθηκαν με τα στοιχεία σύνδεσης NLLink του προγράμματος SAP2000. Στις ιδιότητες των στοιχείων NLLink ενσωματώθηκαν διαγράμματα ροπών-στροφών καταλλήλως υπολογισμένα. Τα στοιχεία NLLink εισήχθησαν στα άκρα των δοκών, στον πόδα και στην κεφαλή κάθε υποστυλώματος ορόφου και στη βάση κάθε τοιχίου. Μετά την πλήρη διαμόρφωση των ανελαστικών φορέων, πραγματοποιήθηκαν μη γραμμικές αναλύσεις με τη χρονολογική μέθοδο για διεγέρσεις με φυσικά και τεχνητά επιταχυνσιογραφήματα και υπολογίστηκε σε

κάθε περίπτωση ο αριθμός των πλαστικών αρθρώσεων που εμφανίζονται στους φορείς (κτίριο A, κτίριο B). Οι μη γραμμικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν για τρεις τιμές της γωνίας εισαγωγής (θ) της σεισμικής διέγερσης ως προς το καθολικό σύστημα αξόνων των κτιρίων, $\theta=0^\circ$, $\theta=45^\circ$ και $\theta=90^\circ$. Από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι στις αναλύσεις με τα τεχνητά επιταχυνσιογραφήματα παρουσιάζεται μικρότερη διακύμανση του αριθμού των πλαστικών αρθρώσεων των φορέων σε σχέση με τις αντίστοιχες αναλύσεις με τα φυσικά επιταχυνσιογραφήματα. Παρατηρήθηκε ακόμη ότι για επιταχυνσιογραφήματα του ίδιου μεγέθους ο αριθμός των πλαστικών αρθρώσεων αυξάνεται όσο αυξάνεται η διάρκεια του σήματος. Τέλος, σε όλες τις αναλύσεις οι πλαστικές αρθρώσεις εμφανίζουν περίπου την ίδια κατανομή στα πλαίσια των ανελαστικών φορέων (συγκέντρωση πλαστικών αρθρώσεων κυρίως στα περιμετρικά πλαίσια των φορέων).

Γενικότερα, παρά την κανονικοποίηση όλων των επιταχυνσιογραφήματων (φυσικών και τεχνητών) ως προς την PGA της Ζ.Σ.Ε.ΙΙ ($A=0.24g$), τα αποτελέσματα των αναλύσεων με φυσικά και τεχνητά επιταχυνσιογραφήματα εμφανίζουν κάποιες αποκλίσεις οι οποίες οφείλονται σε πιθανές διαφοροποιήσεις μεταξύ του μεγέθους, της χρονικής διάρκειας και του συχνοτικού περιεχομένου των διεγέρσεων.