

Μεταπτυχιακή φοιτήτρια: Τάπαλη Στυλιανή

Επιβλέπων: Πενέλης Γεώργιος

Τίτλος: Αποτίμηση σεισμικής συμπεριφοράς υφιστάμενου βιομηχανικού κτιρίου με οροφή από προεντεταμένα κελύφη.

Περίληψη

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Α.Π.Θ. « Αντισεισμικός Σχεδιασμός Τεχνικών Έργων», εκπονείται η μελέτη αποτίμησης της σεισμικής ικανότητας ενός κτιρίου.

Η αρχική μελέτη του προς αποτίμηση κτιρίου διεκπεραιώθηκε από τη γράφουσα, Τάπαλη Στυλιανή, σε συνεργασία με την κ. Σαφαρίκα Βασιλική, και αποτέλεσε τη διπλωματική εργασία των ανωτέρω κατά τον προπτυχιακό κύκλο σπουδών στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του Α.Π.Θ. Η εργασία εκπονήθηκε υπό την επίβλεψη του καθηγητή του Εργαστηρίου Σιδηροπαγούς Σκυροδέματος του Α.Π.Θ. κ. Γεωργίου Γρ. Πενέλη, και ολοκληρώθηκε το Νοέμβριο του έτους 1999.

Το υπόψη κτίριο αποτελεί τμήμα μιας μονώροφης βιομηχανικής αίθουσας. Η οροφή του τμήματος της αίθουσας που εξετάζεται είναι πριονωτής μορφής αποτελούμενη από τέσσερα ασύμμετρα επιμήκη κυλινδρικά κελύφη (τύπου Shed), τα οποία είναι προεντεταμένα. Τα κελύφη αυτής της μορφής, ως γνωστόν, φέρουν στο άνω όριο τους μια ακροδοκό μικρών διαστάσεων και στο κάτω όριο τους μια μεγάλη δοκό, η οποία διαμορφώνεται ως υδρορροή. Η κάτω δοκός δε χρησιμεύει μόνο για την ενίσχυση του κάτω άκρου του κελύφους, αλλά και για τη στήριξη μέσω ορθοστατών, διατεταγμένων ανά αποστάσεις ένα έως δύο μέτρα, της άνω δοκού του γειτονικού κελύφους. Στα άκρα τους τα κελύφη στηρίζονται επί τυμπάνων. Το σύστημα των τεσσάρων κελυφών με τα τύμπανα εδράζεται σε δέκα υποστυλώματα. Έτσι τα στοιχεία που συνθέτουν το φέρον σύστημα του κτίσματος είναι τα κελύφη, οι ακροδοκοί, τα ακραία τύμπανα και οι στύλοι στηρίξεως. Για τις ανάγκες της ανάλυσης το κτίριο διασπάται σε δύο επιμέρους τμήματα και το καθένα από αυτά μελετάται ανεξάρτητα. Το κελύφος με τις ακροδοκούς αποτελεί το πρώτο τμήμα της ανάλυσης και στη συνέχεια ελέγχεται η επάρκεια ενός ισοδύναμου πλαισιακού φορέα ο οποίος συντίθεται από τους στύλους, τις κάτω ακροδοκούς και το τμήμα των τυμπάνων που συμμετέχουν στην πλαισιακή λειτουργία. Με δεδομένο το γεγονός ότι το κτίριο σχεδιάστηκε πρόσφατα σύμφωνα με τους σύγχρονους κανονισμούς υπολογισμού και διαστασιολόγησης, θεωρείται σκόπιμο, για το σκοπό της αποτίμησης, να γίνει η υπόθεση ότι κατά την κατασκευή δεν τηρήθηκαν με συνέπεια οι απαιτήσεις όπλισης της μελέτης. Συγκεκριμένα θεωρείται ότι στα υποστυλώματα του κτιρίου τοποθετήθηκε περίπου το 65%-75% του απαιτούμενου από τη μελέτη εμβαδού οπλισμού.

Με βάση τα παραπάνω γίνονται οι εξής αναλύσεις:

- Για το κέλυφος διενεργείται μια ελαστική στατική ανάλυση για οριζόντια και κυρίως για κατακόρυφη σεισμική δράση και γίνεται έλεγχος των τάσεων και έλεγχος επάρκειας του υπάρχοντος χαλαρού οπλισμού.

- Πριν ξεκινήσει η ανάλυση του πλαισιακού φορέα κρίνεται σκόπιμο να γίνει αρχικά ένας έλεγχος για το κατά πόσο η λειτουργία του κελύφους ως διαφράγματος τείνει στη λειτουργία άκαμπτου δίσκου, με βάση τις διατάξεις του FEMA356 σχετικά με την ταξινόμηση των διαφραγμάτων. Το αποτέλεσμα σε αυτό το στάδιο είναι ιδιαίτερα κρίσιμο αφού αποτελεί τη βάση για τις παραδοχές που θα γίνουν για τις μετέπειτα αναλύσεις.

- Για την αποτίμηση του πλαισίου, σε πρώτη φάση διεξάγεται μία ελαστική δυναμική ανάλυση με τη χρήση κατάλληλου φάσματος βάσει του Ε.Α.Κ. 2000, κατά την οποία συγκρίνονται τα προκύπτοντα εντατικά μεγέθη με τις αντοχές των στοιχείων. Σε αυτό το στάδιο χρησιμοποιείται χωρικό μοντέλο.

- Για το πλαίσιο εφαρμόζεται ως εναλλακτική μέθοδος και μία ανελαστική στατική ανάλυση, η οποία αποτελεί μια πιο σύγχρονη προσέγγιση στο θέμα της αποτίμησης της σεισμικής επάρκειας υφιστάμενων κτιρίων. Η δεύτερη αυτή ανάλυση γίνεται χρησιμοποιώντας δισδιάστατα μοντέλα των επιμέρους πλαισίων στις δύο κύριες διευθύνσεις του κτιρίου, λαμβάνοντας όμως υπόψη και τις στρεπτικές επιδράσεις κατά FEMA356. Επιλέγεται το επίπεδο επιτελεστικότητας το οποίο γίνεται αποδεκτό για το αποτιμώμενο κτίριο και εξετάζονται τα κριτήρια αποδοχής.

Τέλος γίνεται μια συνοπτική επισκόπηση των αναλύσεων που προηγήθηκαν και εξάγεται το πόρισμα για την επάρκεια ή μη του εξεταζόμενου κτιρίου σε πιθανή σεισμική διέγερση και για το αν επιβάλλεται ή προτείνεται να ληφθούν μέτρα προσεισμικής ενίσχυσης προς βελτίωση της σεισμικής του ικανότητας.

Οι απαιτούμενοι υπολογισμοί και οι αναλύσεις, όπως και οι παραδοχές που γίνονται κατά τη διάρκεια αυτών βασίζονται στον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό Ε.Α.Κ.2000 και τον Ελληνικό Κανονισμό Σκυροδέματος Κ.Ο.Σ. 2000. Λαμβάνονται υπόψη επίσης οι διατάξεις του αμερικανικού προσχεδίου αποτίμησης ASCE/FEMA 273(356), ιδιαίτερα κατά το στάδιο των ανελαστικών αναλύσεων. Συμπληρωματικά επίσης χρησιμοποιείται ο γερμανικός κανονισμός για την προένταση, DIN 4227. Στα διάφορα στάδια των απαιτούμενων αναλύσεων γίνεται και μια σύντομη αναφορά και σχολιασμός των διατάξεων των παραπάνω κανονισμών που χρησιμοποιούνται, δίνοντας έτσι σε γενικές γραμμές τη φιλοσοφία που τους διέπει και σκιαγραφώντας τις σύγχρονες τάσεις στον υπολογισμό και στην αποτίμηση των κατασκευών σε σεισμό.

Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για το σύνολο σχεδόν των αναλύσεων είναι το πρόγραμμα SAP2000. Βοηθητικά για κάποιους υπολογισμούς γίνεται χρήση του προγράμματος FAGUS3 της CUBUS.