



1. Περίληψη

Το αντικείμενο της εργασίας αποτελεί μία παραμετρική διερεύνηση της αντισεισμικής συμπεριφοράς των γεφυρών με προκατασκευασμένες δοκούς και συνεχή πλάκα καταστρώματος.

Οι γέφυρες αυτές μολονότι θεωρείται ότι υστερούν έναντι των κιβωτοειδούς διατομής σε ποιότητα (ανθεκτικότητα, λειτουργικότητα, αισθητική κ.ά.), εντούτοις έχουν πολλά πλεονεκτήματα τα οποία τις καθιστούν ανταγωνιστικές έναντι των γεφυρών με κιβωτοειδείς διατομές. Είναι σαφώς πιο οικονομικές και η κατασκευή τους δεν είναι χρονοβόρα. Σε περιπτώσεις κοιλαδογεφυρών με μεγάλο ύψος μεσοβάθρων οι γέφυρες με κιβωτοειδείς διατομές καταφεύγουν σε δαπανηρές λύσεις, όπως η προβολοδόμηση και η προώθηση, σε αντίθεση με τις γέφυρες με προκατασκευασμένες δοκούς οι οποίες δίνουν λύση απλούστερη τεχνικά, με τη χρήση γερανών, και κατά συνέπεια οικονομικότερη.

Αφετηρία για τη διερεύνηση αυτή αποτέλεσε η κοιλαδογέφυρα της Εγνατίας οδού, Τεχνικό Έργο Τ6, στη Χ.Θ. 17+468,00 ΕΩΣ 17+678,00, του τμήματος Ασπροβάλτα-Στρυμόνας. Τη γέφυρα αυτή την είχαμε στη διάθεσή μας σε προμελέτη με το πρόγραμμα *Sofistic*. Τα τεχνικά δεδομένα της γέφυρας, η γεωμετρία της και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της μεταφέρθηκαν με πιστότητα στα πρόγραμμα *SAP 2000* στην συμβατική και δεδομένη μορφή της και στη συνέχεια κάναμε πειράματα στο χαρτί.

Η γέφυρα είναι συνολικού μήκους 208 μέτρων με 6 ανοίγματα, τα δύο ακραία ανοίγματα των 34m και τα υπόλοιπα των 35m.

Το κάθε άνοιγμα της γέφυρας, περιλαμβάνει τέσσερις φέρουσες, προεντεταμένες και προκατασκευασμένες δοκούς ανά κλάδο κυκλοφορίας και πλάκα καταστρώματος, η οποία αποτελείται από προκατασκευασμένες πρόπλακες και στρώση επί τόπου χυτή.

Ανάμεσα στην κεφαλή του μεσοβάθρου και τις προεντεταμένες δοκούς έχουν τοποθετηθεί ελαστομεταλλικά εφέδρανα. Σεισμικοί σύνδεσμοι (*stoppers*) τοποθετούνται κατά την εγκάρσια διεύθυνση της γέφυρας.

Τα παραπάνω εφέδρανα δίνουν ανεξαρτησία στο φορέα και στα βάθρα κατά την διαμήκη έννοια, ενώ παράλληλα τα *stoppers* εξασφαλίζουν κοινές μετακινήσεις βάθρων και φορέα κατά την εγκάρσια έννοια. Το κατάστρωμα της γέφυρας είναι συνεχές, ενώ αρμοί τοποθετούνται μόνο στα ακρόβαθρα προκειμένου να αναληφθούν οι συστολοδιαστολές και μέρος των σεισμικών μετακινήσεων. Η συνέχεια του καταστρώματος πάνω από τη θέση των μεσοβάθρων εξασφαλίζεται μέσω συνδετήριων πλακών.

Η ανάλυση της γέφυρας έγινε με το πρόγραμμα *SAP 2000* με την διατιθέμενη έκδοσή του *N.L. 7.44*.

Στο 7^ο κεφάλαιο γίνεται η προσομοίωση της γεωμετρίας της γέφυρας με πυκνή διακριτοποίηση, τόσο των γραμμικών όσο και των επιφανειακών στοιχείων της. Επίσης εφαρμόζονται τα προδιαγεγραμμένα φορτία των γεφυρών με βάση το *DIN 1072* και γίνεται εισαγωγή των σεισμικών φορτίων, μέσω του φάσματος σχεδιασμού του *E.A.K. 2000*, σύμφωνα με τις οδηγίες της *E39/99*. Ακολουθεί ο ορισμός των μαζών των υλικών που χρησιμοποιούνται και ο προσδιορισμός των διατομών, από τις οποίες αποτελείται η υπό μελέτη γέφυρα.



Έγινε επίσης έλεγχος ευσταθείας των εφεδράνων και του κρισιμότερου από τα δύο ακρόβαθρα.

Η παραπάνω διαδικασία αποτελεί την κοινή βάση για την μελέτη μίας οποιαδήποτε γέφυρας. Η παραμετροποίηση της παρούσας διπλωματικής ξεκινά από την διερεύνηση των διαφόρων παραμέτρων, οι οποίοι θεωρήθηκε ότι έχουν και το μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Συνοπτικά οι παράμετροι που τέθηκαν προς διερεύνηση είναι οι παρακάτω τέσσερις. Ωστόσο αυτές συνδυάστηκαν μεταξύ τους με αποτέλεσμα να προκύψουν πάνω από 60 διαφορετικές επιλύσεις και πληθώρα συγκριτικών γραφημάτων, που απεικονίζουν την σεισμική καταπόνηση των μεσοβάθρων για τον διαμήκη και τον εγκάρσιο σεισμό σχεδιασμού:

Με βάση τα δεδομένα της ανωτέρω γέφυρας – αναφοράς των έξι ανοιγμάτων μορφώθηκαν τα προσομοιώματα γεφυρών με τρία και με δώδεκα ανοίγματα. Τα ύψη των μεσοβάθρων στο προσομοίωμα της γέφυρας των τριών ανοιγμάτων θεωρήθηκαν ίσα με τα ύψη των ακραίων μεσοβάθρων της γέφυρας – αναφοράς, ενώ εκείνης των δώδεκα ανοιγμάτων τα ύψη των κεντρικών μεσοβάθρων ήταν ίσα με το ύψος του κεντρικού μεσοβάθρου της ίδιας γέφυρας.

Ειδικότερα η γέφυρα των δώδεκα ανοιγμάτων εξετάστηκε υπό δύο εκδοχές: (α) με συνεχή πλάκα καταστρώματος και στα δώδεκα ανοίγματα και, (β) με αρμό στη θέση του κεντρικού μεσοβάθρου.

Δεύτερη, μετά τον αριθμό των ανοιγμάτων, από τις παραμέτρους που διερευνήθηκαν ήταν το πάχος των εφεδράνων. Μελετήθηκαν τρεις διαφορετικές περιπτώσεις για εφέδρανα με πάχη 90,120 και 160mm καθαρού ελαστικού. Μια τέταρτη περίπτωση που εξετάστηκε και αφορά τα πάχη των εφεδράνων, στην περίπτωση των δώδεκα ανοιγμάτων με συνεχή πλάκα καταστρώματος, είναι η περίπτωση κλιμακούμενου πάχους από 160mm στα ακρόβαθρα μέχρι 90mm στα μεσαία μεσόβαθρα. Αυτή η λύση της κλιμάκωσης κρίνεται ότι είναι συμβατή αφενός με τις λειτουργικές ανάγκες του, μεγάλου μήκους, φορέα και αφετέρου με την ορθολογικότερη κατανομή των σεισμικών φορτίων στα μεσόβαθρα, τα οποία έχουν μεν την ίδια διατομή αλλά όχι και το ίδιο ύψος.

Τέλος, ως τρίτη παράμετρος μελετήθηκε η επιρροή της σεισμικής συμπεριφοράς θεωρώντας ότι η κατασκευή αποκρίνεται στο στάδιο II, γεγονός που θεωρείται ασυνήθιστο για το είδος αυτό των γεφυρών.

Έγιναν συνολικά πάνω από 60 αναλύσεις φορέων με βάση το ελαστικό και άλλοτε το ανελαστικό φάσμα (τροποποιημένο ελαστικό φάσμα), με δεδομένα σεισμικότητας II, τιμή συντελεστή συμπεριφοράς $q=1$ και συντελεστή σπουδαιότητας $\gamma_i=1,30$. Κατά την διαμήκη διεύθυνση η ανάληψη των σεισμικών δυνάμεων γίνεται αποκλειστικά από ελαστομεταλλικά εφέδρανα, ενώ κατά την εγκάρσια γίνεται από ενεργούς σεισμικούς συνδέσμους.