

Γέφυρα Τσακώνας

Σταθόπουλος Κυριάκος

Δρ. Πολιτικός μηχανικός, ΔΟΜΗ ΑΕ Σύμβουλοι Μηχανικοί, k.stathopoulos@domi-ae.gr

Κοτσανόπουλος Παναγιώτης

Πολιτικός μηχανικός MSc, ΔΟΜΗ ΑΕ Σύμβουλοι Μηχανικοί, p.kotsanopoulos@domi-ae.gr

Σπυρόπουλος Ιωάννης

Δρ. Πολιτικός μηχανικός, ΔΟΜΗ ΑΕ Σύμβουλοι Μηχανικοί, i.spyropoulos@domi-ae.gr

Σταθόπουλος Σταμάτιος

Δρ. Πολιτικός μηχανικός, ΔΟΜΗ ΑΕ Σύμβουλοι Μηχανικοί, s.stathopoulos@domi-ae.gr

Εκτενής περίληψη

Μια γιγαντιαία κατολίσθηση μιας εδαφόμαζας τάξεως $\sim 7.000.000\text{m}^3$ κατέστρεψε ολοσχερώς τον Φεβρουάριο 2003 ένα μεγάλο τμήμα του αυτοκινητοδρόμου Τρίπολη – Καλαμάτα, κοντά στο χωριό Παραδείσια.

Η ανακατασκευή του τμήματος αυτού, μέσα στο κανονιστικό πλαίσιο των δημοσίων έργων, περιέλαβε και την κατασκευή μιας γέφυρας δύο ανοιγμάτων, συνολικού μήκους 490m και μέγιστου ανοίγματος 300m, ικανής να γεφυρώσει με ασφάλεια το συνολικό πλάτος της κατολίσθησης.

Υστερα από ενδελεχή διερεύνηση των δυνατών για την περίπτωση λύσεων, επελέγη ως καταλληλότερη η λύση μιας υβριδικής γέφυρας δύο ανοιγμάτων, αποτελούμενη από ένα αντηριδωτό προεντεταμένο φορέα στο πρώτο εξ' αυτών και ένα τοξωτό χαλύβδινο, με πλήρως αναρτημένο σύμμικτο κατάστρωμα στο δεύτερο.

Οι θέσεις των δύο ακροβάθρων της γέφυρας και του μοναδικού μεσοβάθρου της, επελέγησαν ύστερα από ενδελεχείς έρευνες σε περιοχές απόλυτα ευσταθείς από γεωλογικής και γεωτεχνικής πλευράς.

Το κατάστρωμα της γέφυρας είναι ενιαίο και περιλαμβάνει 2 λωρίδες κυκλοφορίας των 3.50m ανά ρεύμα κυκλοφορίας, μια λωρίδα ασφαλείας 2.00m μεταξύ των δύο ρευμάτων, 2 ερείσματα των 0.80m και 2 πεζοδρόμια των 1.70m.

Ο τοξωτός φορέας, θεωρητικού ανοίγματος 300 m, μορφώνεται με 2 κατακόρυφα υβριδικά τόξα, βέλους 45m (πάνω από το κατάστρωμα) και ένα οριζόντιο χαλύβδινο σύνδεσμο μορφής Κ μεταξύ αυτών. Το υπό το επίπεδο του καταστρώματος τμήμα των τόξων, οριζόντιας προβολής 40m, μορφώνεται με οπλισμένο σκυρόδεμα ενώ το υπέρ το κατάστρωμα τμήμα, οριζόντιας προβολής 260m, με χαλύβδινο κιβωτιοειδή φορέα διατομής 1.600 (πλάτος) x 2.800mm (ύψος), επισκένιμο καθ' όλο το μήκος του. Το τόξο συντίθεται από χαλυβδόφυλλα, πάχους 70 έως 120mm στα πέλματα και 20 έως 40mm στους κορμούς. Η ποιότητα των χαλυβδοφύλλων ήταν S355-J2+N (EN 10025), με εγγυημένο όριο διαρροής $f_{yk} > 355$ MPa, ανεξαρτήτως πάχους. Το τόξο μορφώνεται πλήρως συγκολλητό στα δύο άκρα του συρράπτεται με 36Φ36 – 835/1070 προεντεταμένους αγκυροκοχλίες στην γέφυρα πρόσβασης και το δεξιό (προς Καλαμάτα) ακρόβαθρο. Η διατομή του τόξου σταθεροποιείται με κατακόρυφα διαφράγματα ανά 6.00m, ενώ οι λεπτότοιχοι κορμοί του ενισχύονται με διαμήκη τραπεζοειδή ελάσματα ακαμψίας. Τα δύο τόξα συνδέονται μεταξύ τους με εγκάρσιο σύνδεσμο τύπου Κ διαμορφούμενο με κυκλικής διατομής Φ813 / 12.5 και Φ610 / 10 χαλυβδοδοκούς

(S355-J2+N) · ο οριζόντιος σύνδεσμος προσδίδει στον όλο σχηματισμό μεγάλη πλευρική αντοχή και ακαμψία.



Φωτογραφία. 1: Διαμήκης όψη της γέφυρας

Το αναρτημένο κατάστρωμα μορφώνεται με δύο διαμήκεις πλευρικές δοκούς, σταθερής διατομής καθ' όλο το μήκος του, και εγκάρσιες διαδοκίδες μεταβλητής διατομής διατασσόμενες ανά 3.00m · η πλάκα κυκλοφορίας πάχους 250mm, σκυροδετείται επί χαλυβδοφύλλων, συνδεόμενη πλήρως διατμητικά με τις κύριες δοκούς και τις διαδοκίδες. Η ανάρτηση του καταστρώματος πραγματοποιείται με 2·20 αμφιαρθρωτούς αναρτήρες, διαμέτρου 80 (κυρίως), 90 και 100mm, διαμορφούμενους με περικλειστα στεγανού τύπου συρματόσχοινα ($f_u=1570\text{MPa}$) · πέραν της αναρτήσεως, το κατάστρωμα εδράζεται στα δύο άκρα του πάνω σε 4 ελαστομεταλλικά εφέδρανα και συνδέεται με την λοιπή κατασκευή με ένα σύστημα 8 υδραυλικών αποσβεστήρων.

Η γέφυρα πρόσβασης, θεωρητικού ανοίγματος 90m, μορφώνεται με 2 κιβωτιοειδείς προεντεταμένες δοκούς (C40/50), συνδεόμενες μεταξύ τους με την πλάκα κυκλοφορίας · από οπλισμένο σκυρόδεμα· διαδοκίδες διατάσσονται μόνο σε τρεις διακεκριμένες θέσεις. Ο όλος σχηματισμός στηρίζεται σε ένα μεσόβαθρο σχήματος V (C40/50), ύψους ~25m, οι αντηρίδες του οποίου έχουν μεταβαλλόμενο σχήμα και διαστάσεις. Η θεμελίωση του ιδιότυπου αυτού μεσοβάθρου πραγματοποιείται μέσω 4 κυλινδρικών φρεάτων Φ6.00m, βάθους 15.0m και ενός κεφαλοδέσμου διαστάσεων 31.0 x 23.0 x 5.0m (C30/37).

Στην εισήγηση θα αναπτυχθούν ιδιαίτερα η μεθοδολογία κατασκευής τόσο της εκ σκυροδέματος γέφυρας πρόσβασης, συμπεριλαμβανομένου του εξαιρετικά δύσκολου μεσοβάθρου όσον και του τοξωτού φορέα · θα περιγραφούν συνοπτικά όλα τα βήματα κατασκευής του τελευταίου στο εργοστάσιο και το εργοτάξιο, οι απαραίτητοι για την ανέγερση εργοταξιακοί πύργοι, η ανέγερση των σπονδύλων του με τη μέθοδο “heavy lifting”, η διαδικασία αφαψίδωσης (η οποία αποτελεί και την πιο λεπτή φάση στην κατασκευή ενός τόξου), οι διαδικασίες ελέγχου της ποιότητας κλπ, όπως επίσης και κάποια χαρακτηριστικά προβλήματα, τα οποία οι εισηγητές βίωσαν μετέχοντας στην επίβλεψη του έργου.

Ο σχεδιασμός της γέφυρας έγινε με βάση τους παλιούς γερμανικούς κανονισμούς DIN 1072, κλάση 60/30 · λόγω του μεγέθους και της σοβαρότητας του έργου, τα κρίσιμα δομικά μέλη του ελέγχθηκαν και επιβεβαιώθηκαν και με τους Ευρωκώδικες. Πέραν των γνωστών κανονιστικών δράσεων, το κατάστρωμα του τοξωτού τμήματος ελέγχθηκε και για αντικατάσταση αναρτήρος ή απώλεια 2 κατά σειρά αναρτήρων, υπό ταυτόχρονη κυκλοφορία. Από πλευράς σεισμοτεκτονικών δράσεων η γέφυρα σχεδιάστηκε για εδαφική σεισμική επιτάχυνση $a_g=1.3 \times 0.24g = 0.312g$, με πλήρη ελαστική απόκριση ($\varphi=1$) και κατακόρυφη / διαμήκη μετακίνηση του ακροβάθρου της Καλαμάτας κατά $\pm 200\text{mm}$.

Ενας μεγάλος αριθμός γραμμικών και μη γραμμικών αναλύσεων εκτελέστηκε, προκειμένου να διαστασιολογηθεί με ασφάλεια το όλο έργο, ιδιαίτερα έναντι γενικού λυγισμού των τόξων. Πέραν των

αναλύσεων εκπονήθηκε σειρά γενικών και λεπτομερειακών μεθοδολογιών για την κατασκευή του και τον έλεγχο ποιότητας.



Φωτογραφία. 2: Η γέφυρα σε λειτουργία

Βιβλιογραφία

| | |
|-----------------------|--|
| Γερμανικοί Κανονισμοί | DIN 1072, 1075, 1045, 4227, 18800, 18809 |
| Ευρωκώδικες | EN 1992-2, 1993, 1994, 1998-2 |