

Μία καινοτόμος πρόταση προκατασκευής σε γέφυρες διαθέτουμε οικονομικά, αισθητικά, αντισεισμικά και κατασκευαστικά πλεονεκτήματα

Ιωάννης Παπαευθυμίου

Υποψήφιος Διδάκτωρ, Πολιτικός Μηχανικός, MBA, MSc, ipapaef@yahoo.gr

Όλγα Μαρκογιαννάκη

Δρ. Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ., markogiannaki.olga@gmail.com

Ιωάννης Τέγος

Ομότιμος Καθηγητής Α.Π.Θ., itegos@civil.auth.gr

Εκτενής περίληψη

1. Αντικείμενο

Η παρούσα εργασία προτείνει ένα νέο δομικό σύστημα για τις προκατασκευασμένες γέφυρες από σκυρόδεμα το οποίο διαφέρει από τα συμβατικά συστήματα που εφαρμόζονται στον σχεδιασμό των γεφυρών. Η διαφοροποίηση του προτεινόμενου συστήματος έγκειται στη χρήση αμφίπλευρων προκατασκευασμένων προβόλων αντί των αμφιέριστων μελών. Οι αμφίπλευροι προκατασκευασμένοι πρόβολοι έχουν μεταβλητό ύψος διατομής, εδράζονται αρχικά στα μεσόβαθρα, ενώ τελικά με την ολοκλήρωση της κατασκευαστικής διαδικασίας συνδέονται μονολιθικά με τα μεσόβαθρα. Τα προκύπτοντα κενά στα ανοίγματα μεταξύ των προβόλων συμπληρώνονται με χυτό επί τόπου σκυρόδεμα σε επόμενη κατασκευαστική φάση. Το σύστημα της γέφυρας που προκύπτει με την προτεινόμενη λύση είναι απαλλαγμένο από τα εφάδρανα, τουλάχιστον στα μεσόβαθρα. Λόγω της μονολιθικής σύνδεσης μεταξύ του φορέα και των μεσοβάθρων, το σύστημα της γέφυρας μπορεί να θεωρηθεί πλάστιμο. Η μονολιθική σύνδεση του προκύπτοντος συστήματος της γέφυρας επιδεινώνει την απόκριση της γέφυρας όσον αφορά τις αυξημένες λειτουργικές ανάγκες του φορέα και, ως εκ τούτου, εξετάζονται διάφορες πιθανές λύσεις για μεσόβαθρα μεγαλύτερης ευκαμψίας εν συνδυασμό με ενδίδοντα διαμήκως ακρόβαθρα. Πλην του καινοτόμου (υβριδικού) τρόπου μορφώσεως του φορέα το προτεινόμενο σύστημα περιλαμβάνει και καινοτόμο αντισεισμικό μηχανισμό ο οποίος συνίσταται στην αξιοποίηση των τοιχοειδών κορμών των ακροβάθρων ως σεισμικών ανασχετήρων. Η προτεινόμενη λύση εφαρμόζεται σε γέφυρα της Εγνατίας οδού, 11 ανοιγμάτων και συνολικού μήκους 481,2m (μήκος ακραίων ανοιγμάτων 36,7m και 35m, μήκος ενδιάμεσων 45,5m), η οποία κατασκευάστηκε με τη μέθοδο της σταδιακής προώθησης.

2. Κατασκευή των μορφών των αμφίπλευρων προβόλων του φορέα και των δοκών έδρασης

Με βάση την προτεινόμενη διαδικασία δεν κατασκευάζονται αμφιέριστες προκατασκευασμένες δοκοί αλλά προκατασκευασμένοι ενιαίοι και συμμετρικοί αμφίπλευροι πρόβολοι μεταβλητού ύψους διατομής, οι οποίοι προορίζονται να εδραστούν επί των δοκών έδρασεως των μεσοβάθρων σε μήκος έδρασης ίσο με το πλάτος της διατομής της δοκού έδρασεως των μεσοβάθρων. Ο ανά φάτνωμα αριθμός των εν λόγω προκατασκευασμένων αμφίπλευρων προβόλων είναι δυνατόν να ακολουθεί τους κανόνες που διέπουν τη συμβατική περίπτωση προκατασκευής. Όσον αφορά το πάχος και το μήκος αυτών ως αντίστοιχα κριτήρια επιλογής είναι δυνατόν να θεωρηθούν για μεν το πάχος τόσο η επιζητούμενη επάρκεια της θλιβόμενης ζώνης στις στηρίξεις του συνεχούς συστήματος όσο και οι απαιτήσεις αγκύρωσης των τενόντων προέντασης, οι οποίοι διατρέχουν το πάνω πέλμα των

προκατασκευασμένων αυτών μελών, για δε το μήκος και με δεδομένη τη δυνατότητα χρησιμοποίησης μεταβλητού ύψους διατομών, υπάρχουν περιθώρια επίτευξης σημαντικού μήκους για τους εκατέρωθεν προβόλους, εάν ως κριτήριο ληφθεί το βάρος των 1.000KN το οποίο θεωρείται ως το οικονομικό βάρος ανύψωσης από δύο γερανούς. Π.χ. για ένα πλάτος 0,75m και για ύψη διατομών τα 2m στην αρχή του προβόλου και τα 0,80m στο άκρο του προβόλου είναι δυνατόν να επιτευχθούν μήκη προβόλων της τάξεως των 20m και συνολικό μήκος προκατασκευασμένου τμήματος της τάξεως των 40m. Τούτο συνεπάγεται, εάν θεωρηθεί ότι το κεντρικό τμήμα των φατνωμάτων είναι της τάξεως των 15m, ότι υπάρχει δυνατότητα επίτευξης μεγέθους φατνωμάτων άνω των 50m. Τούτο ενέχει μεγάλη σημασία, καθώς διευρύνει σημαντικά τις δυνατότητες των εφαρμογών της προκατασκευής.

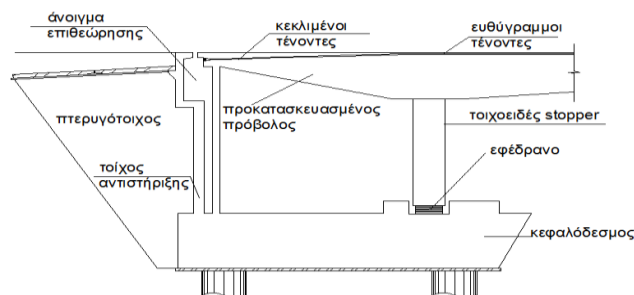


Σχ. 1 Κατά μήκος τομή γέφυρας

3. Κατασκευή των ακροβάθρων

Η επιλογή της μεταβλητής διατομής για οικονομικούς λόγους εν συνδυασμό με αντίστοιχους αισθητικούς για το φορέα επιβάλλει την κατασκευή ενός νέου τύπου ακροβάθρου στο οποίο δεν θα εδράζεται απλώς το άκρο του φορέα, αλλά θα πακτώνεται σε αυτό, ούτως ώστε η επιδιωχθείσα μεταβλητότητα της διατομής να είναι δυνατόν να επεκταθεί και στα ακραία φατνώματα. Αυτό είναι δύσκολο και τα πράγματα γίνονται δυσκολότερα καθώς για την αξιοποίηση της προκατασκευής και στα ακραία τμήματα της γέφυρας απαιτούνται προσαρμογές, καθόσον οι συνθήκες διαφοροποιούνται ριζικώς εν σχέσει με τις αντίστοιχες των μεσοβάθρων. Εξετάζονται και προτείνονται τρεις περιπτώσεις, των οποίων η καταλληλότητα εκάστης προκύπτει από τα δεδομένα που υπάρχουν:

- Όταν οι συνθήκες του αναγλύφου το επιτρέπουν, είναι δυνατή, αντί των προκατασκευασμένων ημιπροβόλων των ακροβάθρων, η χυτή επί τόπου κατασκευή του συστήματος ακροβάθρου και ημιπροβόλων.
- Προκατασκευασμένοι ημιπρόβολοι εδράζονται επί ενός τοιχοειδούς κορμού και για την αντιμετώπιση της (λόγω της ασυμμετρίας) εμφανιζόμενης ροπής ανατροπής, προβλέπεται ένα για κάθε δοκό σύστημα προεντεταμένου ελκυστήρα ευρισκόμενο σε εύλογη απόσταση της τάξεως των 3m από τον τοιχοειδή κορμό ώστε να υπάρχει ικανού μεγέθους μοχλοβραχίονας για την οικονομική παραλαβή της εν λόγω ροπής ανατροπής.
- Η περίπτωση αυτή αφορά κυρίως γέφυρες σε περιοχές υψηλής σεισμικότητας, οπότε ο τοιχοειδής κορμός του ακροβάθρου επί του οποίου εδράζεται το άκρο της γέφυρας είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί και ως αντισεισμικό stopper.



Σχ. 2 Ακρόβαθρο με πάκτωση και stopper

4.Κατασκευή των κεντρικών τμημάτων των φατνωμάτων

Η κατασκευή των κεντρικών τμημάτων των φατνωμάτων πραγματώνεται με τη βοήθεια αναρτημένων μεταλλοτύπων ανά δοκό. Η ανάρτηση των μεταλλοτύπων γίνεται από τα άκρα των απέναντι προβόλων και ο υπολογισμός του μεταλλοτύπου-φορέα λαμβάνει υπόψη το βάρος της σκυροδετούμενης νευρώσεως για λόγους οικονομίας χωρίς το πάχος της πλάκας. Η οικονομικότητα του κόστους των αναγκαίων μεταλλοτύπων εξυπηρετείται από το γεγονός ότι το φορτίο της σε επόμενη φάση σκυροδετούμενης πλάκας του καταστρώματος είναι δυνατόν να παραληφθεί από τις προηγηθείσες νευρώσεις. Η ευαισθησία έναντι ασύμμετρων φορτίσεων του σταδιακώς διαμορφωμένου φορέα αντιμετωπίζεται μέσω αυστηρής διαδικασίας σκυροδέτησης των νευρώσεων, η οποία ακολουθεί συγκεκριμένη πορεία. Ειδικότερα η τοποθέτηση των αναρτημένων μεταλλοτύπων σκυροδέτησης των νευρώσεων γίνεται επί μιας γραμμής διαδοχικών νευρώσεων των κεντρικών των μεταξύ των προκατασκευασμένων αμφίπλευρων προβόλων τμημάτων από τη μία άκρη της γέφυρας μέχρι την άλλη. Μετά τη σκυροδέτηση και την ωρίμανση του σκυροδέματος αφαιρούνται οι μεταλλοτύποι και τοποθετούνται διαμήκως στην επόμενη γραμμή και ούτω καθ' εξής.

5.Συμπεράσματα

Ως κυριότερα συμπεράσματα της εργασίας είναι δυνατόν να αναφερθούν τα εξής:

- α) Η πρόταση διαθέτει αδιαφιλονίκητα χαρακτηριστικά καινοτομίας ως προς την εφαρμογή της Προκατασκευής.
- β) Δίνει τη δυνατότητα κατασκευής φορέων γεφυρών σε οποιοδήποτε ύψος από το έδαφος.
- γ) Οδηγεί σε απόκτηση μονολιθικού αποτελέσματος και απαλλάσσει την Προκατασκευή από την χρήση εφεδράνων, γεγονός που συνεπάγεται όχι μόνον οικονομία κατασκευής αλλά και οικονομία συντήρησης.
- δ) Δίνεται η δυνατότητα αύξησεως των επί μέρους φατνωμάτων του συστήματος, τα οποία από τα 40m στα οποία είναι καθηλωμένα μπορούν να υπερβούν τα 50m, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση μεσοβάθρων.
- ε) Δίνει τη δυνατότητα της προσαρμογής των υψών των διατομών των φατνωμάτων στις υφιστάμενες καταπονήσεις από τα φορτία βαρύτητας και τούτο πλην της οικονομίας έχει σημαντικό αντίκτυπο και στην αισθητική του αποτελέσματος, καθώς και στην ένταξη αυτού στο περιβάλλον.
- στ) Η στήριξη του φορέα στα ακρόβαθρα αντιμετωπίζεται σε τρεις παραλλαγές οι οποίες συνοδεύονται από αντίστοιχα κατασκευαστικά, αισθητικά και αντισεισμικά πλεονεκτήματα.
- ζ) Η επιτυγχανόμενη μονολιθικότητα του συστήματος δίνει τη δυνατότητα καλύτερης και οικονομικότερης αντιμετώπισης του σεισμού.

Βιβλιογραφία

- Μητούλης Σ., Τέγος Ι.Α., Στυλιανίδης Κ. (2008), " Μία συσχέτιση της οικονομικότητας με τη μονολιθικότητα στις αντισεισμικές γέφυρες πολλών ανοιγμάτων", 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής & Τεχνικής Σεισμολογίας, Αθήνα, Ελλάδα, 5-7 Νοεμβρίου, 2008, Άρθρο: 2120.
- Psarras K., Tegos I. (2013), " Experimental research on ways of halting the concrete creep & shrinkage deformations ", 2013 Fib Symposium, Tel Aviv, Israel, 22-24 April, 2013.