

Τυποποίηση γεφυρών τύπου «Τόξο του Οδυσσέα» για μεταφορά με container.

Μάντζαρης Γιαννης

Πολίτικος Μηχανικός ΕΜΠ., imant@tee.gr

Μάντζαρης Αλέξανδρος

Πολίτικος Μηχανικός, MSc Imperial College., am3907@googlemail.com

Πνευματικός Νίκος

Επίκουρος Καθηγητής ΤΕΙ Αθήνας, pnevma@teiath.gr

Γεωργία Τσιμπουκάκη

Πολιτικός Μηχανικός Παν. Πατρών, MSc ΕΜΠ, getsimp@gmail.com

Εκτενής περίληψη

Παρουσιάζεται συχνά η ανάγκη μεταφοράς έτοιμων τεμαχίων φορέων γεφυρών σκυροδέματος σε μεγάλες αποστάσεις, είτε δια ξηράς (όχημα κανονικού μήκους και βάρους) είτε δια θαλάσσης (container). Οι λόγοι είναι κυρίως το κόστος, η ταχύτητα, και όταν δεν συμφέρει η ανάπτυξη σημαντικού εξοπλισμού σε έργα οδοποιίας των οποίων το μέρος της γεφυροποιίας είναι περιορισμένο. Φυσικά, το βάρος μεταφοράς είναι σημαντική παράμετρος. Το σύστημα κατασκευής γεφυρών «ΤΟΞΟ ΤΟΥ ΟΔΥΣΣΕΑ», αποτελεί ιδανική λύση για αυτές τις περιπτώσεις.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΓΕΦΥΡΩΝ «ΤΟΞΟ ΤΟΥ ΟΔΥΣΣΕΑ»

Το δομικό σύστημα «Τόξο του Οδυσσέα» είναι μια σύμμικτη, προεντεταμένη και προκατασκευασμένη δοκός. Το κάτω πέλμα είναι μια προεντεταμένη διατομή από οπλισμένο σκυρόδεμα ενώ ο κορμός και το πάνω πέλμα αποτελούνται από ένα μεταλλικό δικτύωμα. Αυτή η διαμόρφωση είναι συνήθως το αρχικό στάδιο. Στο τελικό στάδιο το πάνω πέλμα και ο κορμός, συμπληρώνεται με μπετόν.

Η δοκός απαρτίζεται από τα εξής μέρη: (α) Κάτω πέλμα διατομής προεντεταμένου σκυροδέματος. Πέραν της αρχικής προεντάσεως, υπάρχει περιθώριο να γίνει πρόσθετη προένταση είτε με πρόσφυση, είτε με κεφαλές (μετένταση), ακόμη και εξωτερική. Αυτή η διατομή αποτελεί και το κύριο φορτίο της αρχικής δοκού. (β) Μεταλλικό δικτύωμα με ισχυρό άνω πέλμα. Το άνω πέλμα, στην αρχική φάση εφελκύεται, λόγω της προεντάσεως του κάτω πέλματος.

Η δοκός αυτή έχει μικρό αρχικό βάρος σε σχέση με τις συνήθεις προκατασκευασμένες δοκούς (από 25% έως 50% του βάρους) και οι αντοχές της είναι μεγάλες, διότι χρησιμοποιεί το εξής τέχνασμα: Ως άνω στοιχείο θλίψεως, υπάρχει προεφελκυσμένη μεταλλική διατομή, η οποία και αναλαμβάνει όλα τα φορτία μέχρι τον σχηματισμό της τελικής διατομής. Δηλαδή αναλαμβάνει τα φορτία της αρχικής δοκού που κατασκευάζεται στο εργοστάσιο όπως επίσης και τα φορτία επί τόπου του έργου (όλα τα επί τόπου σκυροδέματα) που χρησιμεύουν για τον σχηματισμό της τελικής διατομής.

Η διαμόρφωση της τελικής διατομής περιλαμβάνει: το πάνω πέλμα που μπορεί να είναι μια σύμμικτη διατομή από οπλισμένο σκυρόδεμα και την αρχική μεταλλική διατομή, είτε την αρχική μεταλλική διατομή μόνη της, τον κορμό ο οποίος αποτελείται από μεταλλικό δικτύωμα, ως στοιχείο διάτμησης, και το κάτω πέλμα που είναι η αρχική προεντεταμένη και προκατασκευασμένη δοκός οπλισμένου σκυροδέματος.

Αυτή η δοκός μπορεί να αποτελέσει το κύριο δομικό στοιχείο για γέφυρες, βιομηχανικά κτίρια και προκατασκευασμένες κατοικίες. Το πλεονέκτημα της δοκού είναι η ταχύτητα κατασκευής, η υψηλή ποιότητα, το χαμηλό κόστος και το μικρό αρχικό βάρος (Μάντζαρης και Πνευματικός 2008).

Στην εργασία αυτή γίνεται μια τυποποίηση του συστήματος κατασκευής γεφυρών «Τόξο του Οδυσσέα» με στόχο τη μεταφορά έτοιμων τεμαχίων φορέων του συστήματος σε μεγάλες αποστάσεις, είτε δια ξηράς είτε δια θαλάσσης με τη χρήση container.

ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ

Για την αντιμετώπιση του ως άνω προβλήματος, λαμβάνονται υπ' όψιν οι παρακάτω περιορισμοί:

1.- Μέγιστες διαστάσεις μεταφοράς : Μήκος 12,00 μ. Πλάτος 2,30 μ. Ύψος 2,50 μ.

2.- Μέγιστο βάρος φορτίου μεταφοράς: 24 τον.

Εξετάζονται οι εξής τύποι φορέων γεφυρών.

1.- Ελεύθερο αμφιέρειστο άνοιγμα 12,00 μ.

2.- » 24,00 μ.

3.- » 36,00 μ.

4.- Συνεχείς γέφυρες οιοδήποτε μήκους, με απόσταση μεταξύ βάθρων 54,00 μ. κατά μέγιστο.

Ανοίγματα με ενδιάμεσες διαστάσεις, αντιμετωπίζονται με τον ίδιο τρόπο.

Πέραν των ευθυγράμμων, είναι εφικτή η αντιμετώπιση καμπύλων και τοξωτών φορέων.

Για τον τρόπο κατασκευής, χρησιμοποιούνται, αναλόγως των ΕΤ συνθηκών, η τοποθέτηση με γερανούς, η προώθηση και η προβολοδόμηση.

Βασικά θέματα που αντιμετωπίζονται, είναι η κατά μήκος σύνδεση των τεμαχίων μεταξύ τους, οι προπλάκες και τα πλαϊνά, φτερά κλπ.

Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιούνται οι Ευρωκώδικες και οι Ελληνικοί κανονισμοί σκυροδέματος. Το σκυρόδεμα είναι ποιότητας τουλάχιστον C 40/50, ο οπλισμός B500c, και ο δομικός χάλυψ S355.

ΓΕΦΥΡΕΣ 12,00 μ.

Χρησιμοποιούνται δοκοί προεντεταμένες σε κλίση, μήκους 12,00 μ και ύψους 65εκ. Το συνολικό στατικό ύψος του φορέα, είναι 90 εκ. Δίδεται παράδειγμα γέφυρας μήκους 12,00 μ και πλάτους 10,00 μ, συνολικής επιφάνειας 120,00 μ². Αποτελείται από 2 προεντεταμένες δοκούς, αμφιπροέχουσα προπλάκα, και επί τόπου (ΕΤ) πρόσθετο σκυρόδεμα. Το μέσο πάχους (μ.π). του συνολικού φορέα είναι 35 εκ, και το βάρος της προκατασκευής (μεταφορά) 48 τον. (2 containers).

Τρόπος κατασκευής:

1.- Παραγωγή στο εργοστάσιο. Πλήρης προένταση σε κλίση.

2.- Μεταφορά, τοποθέτηση στο έργο. Το βάρος μιας δοκού είναι 15 τον.

3.- Τοποθέτηση των αμφιπροεχουσών προπλακών, και ΕΤΣ.

Η μεταφορά της γέφυρας των 120,00 τ.μ. γίνεται 2 containers, επομένως για τον υπολογισμό του κόστους μεταφοράς, είναι 60 τ.μ. γέφυρας /container.

ΓΕΦΥΡΕΣ 24,00 μ (περίπτωση Α)

Δίδεται παράδειγμα γέφυρας μήκους 24,00 μ και πλάτους 10,00 μ, συνολικής επιφάνειας 240,00 μ².

Αποτελείται από 2 δοκούς ΤΟΞΟ ΤΟΥ ΟΔΥΣΣΕΑ, (L= 2 X 12 = 24 μ) οι οποίες σχηματίζουν κλειστή διατομή (Box) το δε μ.π. του τελικού φορέα είναι 60 εκ.

Τρόπος κατασκευής:

1.- Παραγωγή στο εργοστάσιο με προένταση σε κλίση, των τεμαχίων των δοκών μήκους 12,00 μ (Match cast).

2.- Μεταφορά. Συναρμολόγηση με προένταση (κάτω πέλμα) και κοχλίωση (άνω πέλμα) των 12μετρων τεμαχίων μεταξύ τους, ώστε να αποτελέσουν μία δοκό 24,00 μ. Βάρος μιας δοκού 24,00 μ, 20 τον.

3.- Τοποθέτηση των δοκών, προπλακών, και πλαϊνών φτερών. Μελετώνται λύσεις τόσο σκυροδέματος, όσο και τραπεζοειδούς λαμαρίνας SYMDECK (SD).

4.- Σκυροδέτηση της κάτω πλάκας του Box, και αμέσως μετά τοποθέτηση του EPS (Διογκ.πολυστερίνη) και σκυροδέτηση του υπόλοιπου φορέα. Τελική προένταση μετά την απόκτηση αντοχής.

5.- Τελική μετένταση μετά την απόκτηση αντοχής.

ΓΕΦΥΡΕΣ 24,00 μ (περίπτωση Β με βοηθητικό δικτύωμα)

Πρόκειται για την ίδια διαδικασία με την περίπτωση Α, με την διαφορά ότι χρησιμοποιείται ο τυπος του τόξου του Οδυσσέα με βοηθητικό δικτύωμα. Η μεταφορά με container των Α και Β περιπτώσεων, είναι από 60 τ.μ γέφυρας/container έως 120 τ.μ. γέφυρας/container, αναλόγως εάν χρησιμοποιείται σκυρόδεμα η SD για τις προπλάκες και τα πλαινά.

ΓΕΦΥΡΕΣ 36,00 μ

Ακολουθείται η ίδια ακριβώς παρουσίαση με την γέφυρα των 24,00 μ, και δίδεται παράδειγμα γέφυρας 36,00 μ x 10,00 μ. Η μεταφορά με container των Α και Β περιπτώσεων, είναι από 50 τ.μ. γέφυρας/container έως 120 τ.μ. γέφυρας/container, αναλόγως εάν χρησιμοποιείται σκυρόδεμα η SD για τις προπλάκες και τα πλαινά.

ΣΥΝΕΧΕΙΣ ΓΕΦΥΡΕΣ.

Στην εργασία επίσης παρουσιάζονται μερικές από τις δυνατότητες συνδυασμού για συνεχείς γέφυρες με άνοιγμα μεταξύ των βάρων μέχρι και 54μ. Η κατασκευή γίνεται είτε με γερανούς, είτε με προβολοδόμηση είτε με προώθηση.

Παρουσιάζεται ένας συνοπτικός πίνακας με τις βασικές περιπτώσεις φορέων και τα τετραγωνικά μέτρα γέφυρας ανα container που μπορούν να μεταφερθούν.

Στο πλήρες κείμενο επισυνάπτονται φωτογραφίες και τα σχέδια όλων των παραπάνω περιπτώσεων της γέφυρας,

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μια τυποποίηση του συστήματος κατασκευής γεφυρών «Τόξο του Οδυσσέα» με στόχο τη μεταφορά έτοιμων τεμαχίων φορέων του συστήματος σε μεγάλες αποστάσεις, είτε δια ξηράς είτε δια θαλάσσης με τη χρήση container. Με βάση την τυποποίηση αυτή μπορούν να κατασκευαστούν γέφυρες πολύ μακριά από το τόπο παράγωγής τους.

Βιβλιογραφία

Ιωάννης Μάντζαρης, Νικόλαος Πνευματικός, “Συγκριτική ανάλυση κόστους και βάρους της σύμμεικτης δοκού «τόξο του Οδυσσέα» με άλλα κλασικά δομικά συστήματα”, 6ο Εθνικό συνέδριο μεταλλικών κατασκευών, Ιωάννινα, 2-4 Οκτωβρίου 2008.

Gianis Mantzaris, Nikos Pnevmatikos, Persefoni Voutsina, Chris Machairas, Kostas Kostavasilis, “New method of arched bridge construction using the structural system “Arc of Ulysses”, Technical Chamber of Greece T.C.G, 16ο Concrete conference, Pafos Cyprus, 21-23 October 2009. CD ROM Proceedings, paper #151042.

Giannis Mantzaris, Nikos Pnevmatikos, Alexandros Mantzaris, “The Arc of Ulysses-Precast, prestressed composite beams for bridge construction. Standard bridge beams with free spans up to 100m for road rail and walkway bridges”, 1st Albanian congress on roads, 27-28 September 2012, Tirana, Albania.

Gianis Mantzaris, Nikos Pnevmatikos, Gewrgia Tsiboukaki, Alekos Mantzaris, “Standard bridge beams with spans up to 100m for road, rail and walkway bridges”, *Concrete Plant International journal, CPI*, Volume 3, June 2010.

EN (2004), “Eurocode 3. Design of steel structures – Part 1–1: General rules and rules for buildings (EN 1993-1-1)”.

EN (2004), “Eurocode 3 -Design of steel structures -Part 2: Steel Bridges (EN 1993-2)”

EN (2004), “Eurocode 2. Design of concrete structures – Part 1–1: General rules and rules for buildings (EN 1992-1-1)”.

EN (2004), “Eurocode 2. Design of concrete structures - Part 2: – Concrete bridges -Design and detailing rules (EN 1992-2)”.

EN 15050:2007+A1:2012 Precast concrete products - Bridge elements