

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών



Σύγκριση εναλλακτικών στατικών συστημάτων καλωδιωτής πεζογέφυρας.

Διπλωματική Εργασία του Κωνσταντίνου Καλοχαιρέτη και της Ελευθερίας Γκαγκά

Επιβλέπων: Χ. Γαντές, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Σεπτέμβριος 2007

Εισαγωγή

Η χρήση των εφελκόμενων κατασκευών εξελίσσεται ραγδαία τα τελευταία χρόνια και βρίσκει εφαρμογή σε πολλά έργα Πολιτικού Μηχανικού. Οι εφελκόμενες κατασκευές μπορεί να είναι είτε επίπεδα στοιχεία που υπόκεινται σε διαξονικό εφελκυσμό και ονομάζονται μεμβράνες, είτε γραμμικά στοιχεία που υπόκεινται σε μονοαξονικό εφελκυσμό και ονομάζονται καλώδια. Το αποτέλεσμα, που προσφέρουν οι εφελκόμενες κατασκευές συνδυάζει την αισθητική, την ασφάλεια, την ταχύτητα ανέγερσης και την οικονομικότητα με τρόπο, που τις καθιστά ιδιαίτερα ανταγωνιστικές στη σύγχρονη κατασκευαστική αγορά. Μέσω της παραλαβής μόνο εφελκυστικών τάσεων από πλευράς μηχανικής γίνεται πλήρης εκμετάλλευση της διατομής του εφελκόμενου στοιχείου καθώς ο κίνδυνος λυγισμού, που μειώνει σε μεγάλο βαθμό την αντοχή θλιβόμενων στοιχείων, δεν εμφανίζεται. Οι μεμβράνες χρησιμοποιήθηκαν πρώτη φορά από το γερμανό μηχανικό Frei Otto το 1957, ενώ πρώτη μεγάλη εφαρμογή τους αποτέλεσε η στέγη του ολυμπιακού σταδίου του Μονάχου το 1972.

Μέσω της παρούσας διπλωματικής εργασίας παρουσιάζονται στα δύο πρώτα κεφάλαια παραδείγματα εφαρμογών εφελκόμενων κατασκευών και υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται τόσο στην παραγωγή μεμβρανών όσο και καλωδίων. Στο τρίτο κεφάλαιο αναπτύσσεται σε θεωρητικό επίπεδο η στατική συμπεριφορά των καλωδίων υπό την επίδραση αξονικών και εγκάρσιων φορτίσεων και συγκρίνεται με την αντίστοιχη συμπεριφορά των στοιχείων που χρησιμοποιούνται σε συμβατικές κατασκευές.

Η εφαρμογή που ακολουθεί βασίζεται σε μια πραγματική πεζογέφυρα που βρίσκεται στη διασταύρωση των λεωφόρων Πέτρου Ράλλη και Κηφισού και φωτογραφίες της παρατίθενται στο τέταρτο κεφάλαιο. Στα κεφάλαια 5-7 πραγματοποιούνται στατικές αναλύσεις του μοντέλου της πραγματικής πεζογέφυρας και εναλλακτικών λύσεων καλωδίωσης προκειμένου να παρατηρηθούν διαφοροποιήσεις στη στατική απόκριση της υπό την επίδραση κατακόρυφων φορτίων.

Η κατασκευή ενός έργου και η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου βασίζεται τελικά σε οικονομικά κριτήρια. Στο όγδοο κεφάλαιο γίνεται η οικονομική σύγκριση των εναλλακτικών λύσεων και επεξηγείται η επιρροή του κόστους των καλωδίων στον τελικό προϋπολογισμό του κάθε στατικού μοντέλου.

Σε πολλά μεγάλα έργα κατά την κατασκευή του έργου, ο φέρων οργανισμός τους εμφανίζει διαφορετικά στατικά μοντέλα και προσομοιώματα και γι' αυτό πρέπει να εξετάζονται και οι φάσεις κατασκευής. Αυτό πραγματοποιείται στο ένατο και τελευταίο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας, όπου αναλύεται μια προτεινόμενη μέθοδος κατασκευής της πρότυπης πεζογέφυρας και ελέγχεται σε καταστάσεις λειτουργικότητας και αστοχίας.



Comparison between alternative structural systems for cable-supported bridges

Diploma Thesis of Kalochairetis Konstantinos & Eleftheria Gkagka

Supervisor: C.J. Gantes, Associate Professor NTUA

September 2007

Abstract

The use of tensile structures has developed rapidly over the recent years and is applied to a lot of a civil engineering works. Tensile structures can be either plane elements submitted to bi-axial tension, called membranes, or linear elements submitted to uni-axial tension, called cables. The result offered by tensile structures combines aesthetic appearance, safety, erection speed and economy, in such a way that they become particularly competitive in the modern construction field. Due to their function in tension only, there is full exploitation of the strength of the material as the danger of buckling, which reduces to a great extent the strength of compression elements, does not exist. Membranes were first used by the German engineer Frei Otto in 1957, while their first significant application was the roof of the Olympic Stadium in Munich in 1972.

In the first two chapters of the present diploma thesis examples of tensile structure applications are presented, as well as materials which are used in the production of both membranes and cables. In the third chapter the static behaviour of cables under the influence of axial and transverse loadings is developed at a theoretical level and then it is compared to the corresponding behaviour of the elements used in conventional structures.

The following application is based on a real pedestrian bridge existing on the intersection of Petros Rallis and Kifissos avenues in Athens, described in chapter four. In chapters 5-7 static analyses of the real pedestrian bridge model are presented, as well as alternative cabling solutions, so that differentiations of the static response under the influence of vertical loads can be pointed out.

The construction of a project and the choice of the appropriate method is finally based on financial criteria. In the eighth chapter there is a financial comparison between the alternative solutions proposed and the impact of the cost of the cables on the final budget of each static model is explained.

Throughout the construction of bridges, there are many different structural functions of individual elements, and thus the construction stages should also be examined. This issue is discussed in the ninth and final chapter of this diploma thesis, where a suggested construction method of the model pedestrian bridge is analyzed and investigated in functional and failure conditions.