



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Διερεύνηση εναλλακτικών τρόπων προσομοίωσης σύνθετων υποστυλωμάτων και σχεδιασμός πειραματικής διάταξης



Διπλωματική Εργασία

Μαρίας Λιβανού

Επιβλέπων: Χάρης Ι. Γαντές, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Συνεπιβλέπων: Κωνσταντίνος Καλοχαιρέτης, Υπ. Διδάκτωρ ΕΜΠ

Αθήνα 2011



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Διπλωματική Εργασία

Διερεύνηση εναλλακτικών τρόπων προσομοίωσης σύνθετων υποστυλωμάτων και σχεδιασμός πειραματικής διάταξης

Επιβλέπων: Χάρης Ι. Γαντές, Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.
Συνεπιβλέπων: Κωνσταντίνος Καλοχαιρέτης, Υπ. Διδάκτωρ ΕΜΠ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συμπεριφορά ενός σύνθετου υποστυλώματος διαφέρει από αυτήν ενός υποστυλώματος συμπαγούς διατομής, κυρίως όταν καλούμαστε να υπολογίσουμε την αντοχή του έναντι λυγισμού. Σε αντίθεση με τα υποστυλώματα συμπαγών διατομών, των οποίων το κρίσιμο φορτίο λυγισμού εξαρτάται αποκλειστικά από το μήκος και την καμπτική δυσκαμψία της διατομής τους, στα υποστυλώματα πολυμελών διατομών πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν η επιρροή της διάτμησης στο βέλος κάμψης (φαινόμενο που μειώνει τη φέρουσα ικανότητα) και το ενδεχόμενο πρόωρου τοπικού λυγισμού κάποιου μεμονωμένου μέλους, πριν το υποστυλώμα εξαντλήσει τη φέρουσα ικανότητά του. Λεπτομερής παρουσίαση των θεμάτων αυτών γίνεται στο 1^ο κεφάλαιο.

Στο 2^ο κεφάλαιο γίνεται ο σχεδιασμός ενός πειράματος που έχει σαν στόχο τη μελέτη της συμπεριφοράς σύνθετων δικτυωτών υποστυλωμάτων σε φόρτιση που προκαλεί θλίψη και κάμψη, κάτι το οποίο δεν έχει μελετηθεί πειραματικά μέχρι στιγμής. Ο σχεδιασμός του πειράματος γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε το υποστυλώμα να πληροί όλους τους γεωμετρικούς περιορισμούς που επιβάλλονται από τα διαθέσιμα μέσα του εργαστηρίου, και ταυτόχρονα να συμπεριφέρεται με τον επιθυμητό τρόπο. Αυτό σημαίνει ότι όλα τα δευτερεύοντα στοιχεία του υποστυλώματος (διαγώνιες ράβδοι, ορθοστάτες) και της ευρύτερης διάταξης (δοκοί, ελάσματα, κοχλίες, πείροι) λειτουργούν ελαστικά. Για να το πετύχουμε αυτό, αρχικά γίνεται μια προκαταρκτική μελέτη σύμφωνα με τις σχέσεις του Ευρωκώδικα 3, και στη συνέχεια πραγματοποιούνται κάποιες μη γραμμικές αναλύσεις της πειραματικής διάταξης.

Στο 3^ο κεφάλαιο προτείνονται κάποιοι εναλλακτικοί τρόποι υπολογισμού του φορτίου αστοχίας σύνθετων δικτυωτών υποστυλωμάτων με τυχαίες συνοριακές συνθήκες και συγκεντρωμένα φορτία (θλιπτική δύναμη και ροπή) στα άκρα του. Αρχικά εξετάζεται κατά πόσον ένα σύνθετο υποστυλώμα το οποίο αποτελεί τμήμα μιας συγκεκριμένης κατασκευής είναι ισοδύναμο με ένα υποστυλώμα με στροφικά ελατήρια στα άκρα του. Αφού αποδειχθεί το παραπάνω, το φορτίο αστοχίας του μπορεί να υπολογισθεί με βάση κάποιες αναλυτικές σχέσεις. Εφαρμόζοντας τις σχέσεις αυτές αποδεικνύεται ότι τα αποτελέσματα σχεδόν ταυτίζονται με τα ακριβή, τα οποία προέκυψαν από μη γραμμικές αναλύσεις υλικού και γεωμετρίας στο πρόγραμμα ADINA. Τέλος, τα παραπάνω αποτελέσματα συγκρίνονται με αυτά που θα προέκυπταν από ένα εμπορικό λογισμικό, όπως είναι ευρέως διαδεδομένο στην πράξη.

Στο 4^ο κεφάλαιο, παρουσιάζονται συνοπτικά, κάποια γενικά συμπεράσματα που προέκυψαν από τα παραπάνω.



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
DIVISION OF STRUCTURAL ENGINEERING
LABORATORY OF STEEL STRUCTURES

Diploma Thesis

***Alternative simulation processes of laced built-up columns and
experimental program design***

Supervisor: Dr. Charis Gantes, Associate Professor N.T.U.A.
Co-supervisor: Konstantinos Kalochairitis, PhD Candidate

ABSTRACT

The behavior of a built-up column is different from that of a solid section column, especially when the buckling load has to be calculated. In contrast to solid section columns, where the buckling load depends exclusively on the effective length and the bending stiffness, for built-up columns one has to take into account the shear deformation effect on the deflection (an effect which reduces the buckling load) and the case of premature local buckling of a specific element of the section, before the column exceeds its bearing capacity. Details of these issues are presented in the first chapter.

In the second chapter, the design of an experimental program is presented, which has as an aim, the study of the behavior of laced built-up columns under compression and bending. The experiment is designed in such a way that the column satisfies all constraints imposed by the available resources of the laboratory, while it behaves in the desired manner. This means that all subcomponents of the column (diagonal bars, transverse bars, beams, plates, bolts, pinned supports, welded connections) remain in the elastic region. To achieve this, a preliminary design according to Eurocode 3 and nonlinear analyses of the experimental setup are performed.

In the third chapter, alternative ways of calculating the failure load of laced built-up columns with arbitrary boundary conditions and concentrated loads (compressive axial force and bending moment) at the ends are proposed. Initially, it is examined whether a built-up column which is part of a specific construction, is equivalent to a solid Timoshenko column with rotational springs at the ends. Afterwards, analytical relations are used for the evaluation of the collapse load. Applying these relations, the results are almost identical with the accurate ones, which were obtained from numerical analyses with ADINA software taking into consideration material and geometric nonlinearities. Finally, these results are compared with those found from the use of commercial software, as done in common practice.

In the fourth chapter, a summary of general conclusions about the examined above issues is presented.