



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

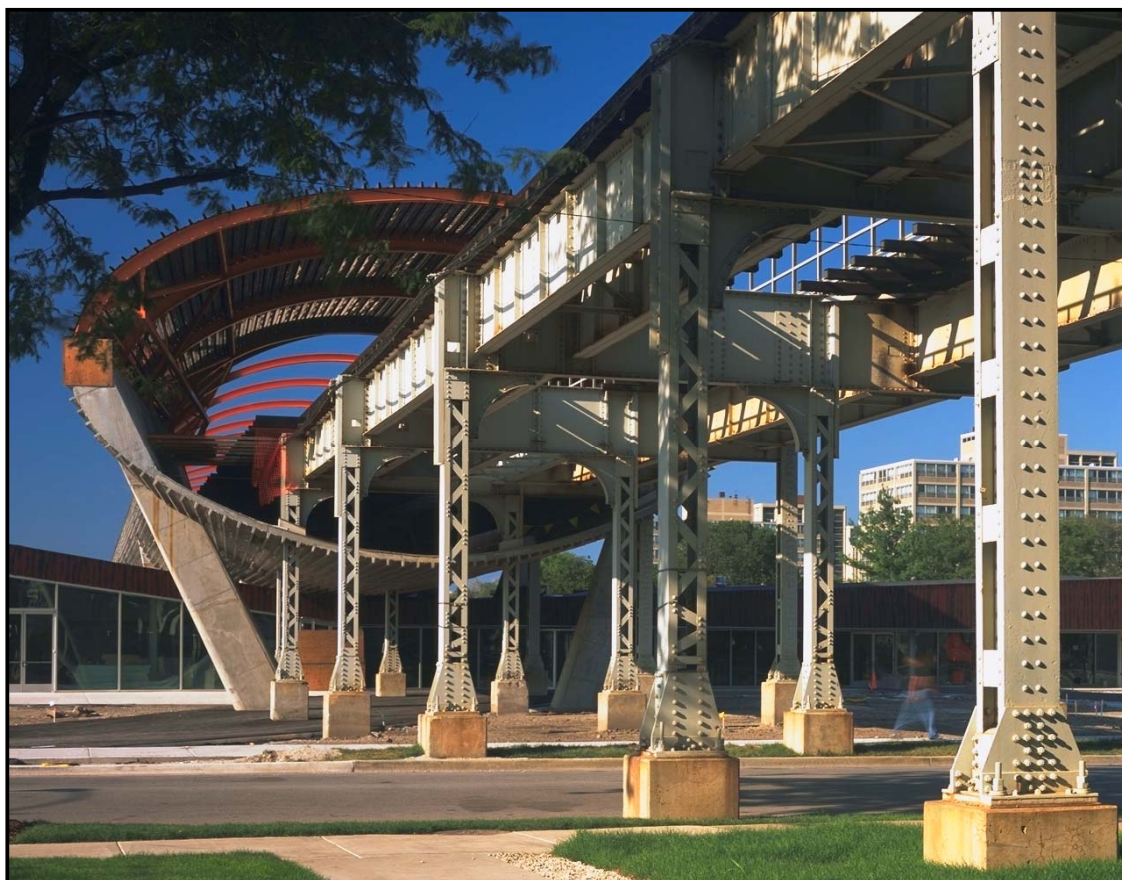
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

Διπλωματική εργασία

**ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ, ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΗ
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ**



Επιβλέπων: Χάρης Ι. Γαντές
Αναπλ. Κάθ. Ε.Μ.Π.

- Αχιλλέας Χρ. Κυρώζης
- Ιωάννης Αθ. Λεμπέσης

ΑΘΗΝΑ 2008



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ, ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ **ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΩΝ**

Διπλωματική εργασία
των Αχιλλέα Κυρώζη και Ιωάννη Λεμπέση

Επιβλέπων: Χάρης Ι. Γαντές, Αναπλ. Καθ. Ε.Μ.Π.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συμπεριφορά ενός σύνθετου υποστυλώματος είναι διαφορετική από αυτήν ενός υποστυλώματος συμπαγούς διατομής, κυρίως όταν καλούμαστε να υπολογίσουμε την αντοχή του υποστυλώματος έναντι λυγισμού. Σε αντίθεση με τα υποστυλώματα συμπαγών διατομών, των οποίων η αντοχή έναντι λυγισμού εξαρτάται αποκλειστικά από το μήκος και την καμπτική δυσκαμψία της διατομής τους, στα υποστυλώματα πολυμελών διατομών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η επιρροή της διάτμησης στο βέλος κάμψης (φαινόμενο που μειώνει τη φέρουσα ικανότητα) και το ενδεχόμενο πρόωρου τοπικού λυγισμού κάποιου μεμονωμένου μέλους της διατομής, πριν το υποστυλώμα εξαντλήσει την φέρουσα ικανότητά του. Οι ιδιαιτερότητες των σύνθετων υποστυλωμάτων αναλύονται στο 2^ο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας.

Στο 3^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι διατάξεις του Ευρωκώδικα 3 που αφορούν στα θλιβόμενα μέλη πολυμελούς διατομής. Με βάση αυτές τις διατάξεις συντάχθηκε λογιστικό φύλλο Excel με το οποίο ο χρήστης μπορεί να εξάγει το φορτίο αντοχής του σύνθετου υποστυλώματος όπως προβλέπεται από τον Ευρωκώδικα 3, εισάγοντας τα απαραίτητα δεδομένα γεωμετρίας, διατομών και υλικού. Με τη βοήθεια του προγράμματος πραγματοποιήθηκε στη συνέχεια μια σειρά παραμετρικών αναλύσεων και προέκυψαν χρήσιμα συμπεράσματα για τις παραμέτρους που επηρεάζουν την φέρουσα ικανότητα.

Στο 4^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται λεπτομερώς τρία παραδείγματα σύνθετων υποστυλωμάτων με ράβδους δικτύωσης και στο 5^ο κεφάλαιο τρία παραδείγματα πλαισιωτών σύνθετων υποστυλωμάτων. Όπως προαναφέρθηκε, τα σύνθετα υποστυλώματα εκτός από τον καθολικό λυγισμό διατρέχουν και κίνδυνο αστοχίας τοπικού λυγισμού. Έτσι, στο πρώτο παράδειγμα κάθε κεφαλαίου επιλέχθηκαν σύνθετα υποστυλώματα με κυρίαρχο κίνδυνο αστοχίας λόγω καθολικού λυγισμού, στο δεύτερο παράδειγμα ο τοπικός λυγισμός είναι ο κρίσιμος μηχανισμός αστοχίας, ενώ στο τρίτο παράδειγμα υπάρχει έντονη αλληλεπίδραση των δύο μορφών αστοχίας. Για κάθε παράδειγμα πραγματοποιήθηκαν τρεις αναλύσεις με το πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων ADINA: μη γραμμικότητας υλικού, μη γραμμικότητας γεωμετρίας και μη γραμμικότητας υλικού και γεωμετρίας, λαμβάνοντας σε όλες υπόψη την παρουσία αρχικών ατελειών. Μέσω αυτών των αναλύσεων διερευνήθηκε η συμπεριφορά των σύνθετων υποστυλωμάτων, αξιολογήθηκε η επίδραση των μορφών μη γραμμικότητας καθώς και των αρχικών ατελειών, και υπολογίστηκε η αντοχή τους, η οποία συγκρίθηκε με τα αποτελέσματα που προκύπτουν με βάση τις κανονιστικές διατάξεις του Ευρωκώδικα 3.



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Division of Structural Engineering
Laboratory of Steel Structures

ANALYTICAL, NUMERICAL AND CODE-BASED INVESTIGATION OF BUILT-UP COLUMNS

Diploma Thesis
of Achilleas Kyrozis and Ioannis Lempesis

Supervisor: Dr. Charis Gantes, Associate Professor N.T.U.A.

ABSTRACT

The behavior of a built-up column is different from that of a rigid section column, especially when one has to calculate the buckling strength. In contrast to rigid section columns, where the buckling strength depends exclusively on the length and the bending stiffness, for built-up columns one has to take into account the shear deformation effect on the bending deflection (an effect which reduces the bending strength) and the case of premature local buckling of a specific element of the section, before the column exceeds its bearing capacity. The particularities of a built-up column will be analyzed in the 2nd chapter of this thesis.

The 3rd chapter presents the specifications of Eurocode 3 that refer to the elements of a built-up column under compression. According to these specifications an excel spreadsheet was created to calculate the ultimate capacity load of a built-up column according to the geometry of the column and the material specifications. A parametric analysis was then carried out using this spreadsheet and useful conclusions were drawn for the parameters that affect the bearing capacity of build-up columns.

In the 4th and 5th chapter three examples of built-up columns connected with lacing bars and batten plates, respectively, are presented. As mentioned before, built-up columns are susceptible to failure by either global or localized buckling, or by a combination of both. Both failure modes are also affected by material yielding. In the first example of each chapter the built-up columns were designed to fail primarily due to global buckling, in the second example of each chapter local buckling is the critical failure mechanism and finally in the third example, both failure mechanisms were interacting. For each example three types of analysis were performed with the finite element program ADINA: material non linear (MNA), geometrical non linear analysis with imperfections (GNIA), geometrical and material non linear analysis with imperfections (GMNIA). With these analyses the behavior of built-up columns was investigated, the effect of non-linearity and imperfections were evaluated and the strength was calculated, which was then compared with the results obtained according to the specifications of Eurocode 3.