

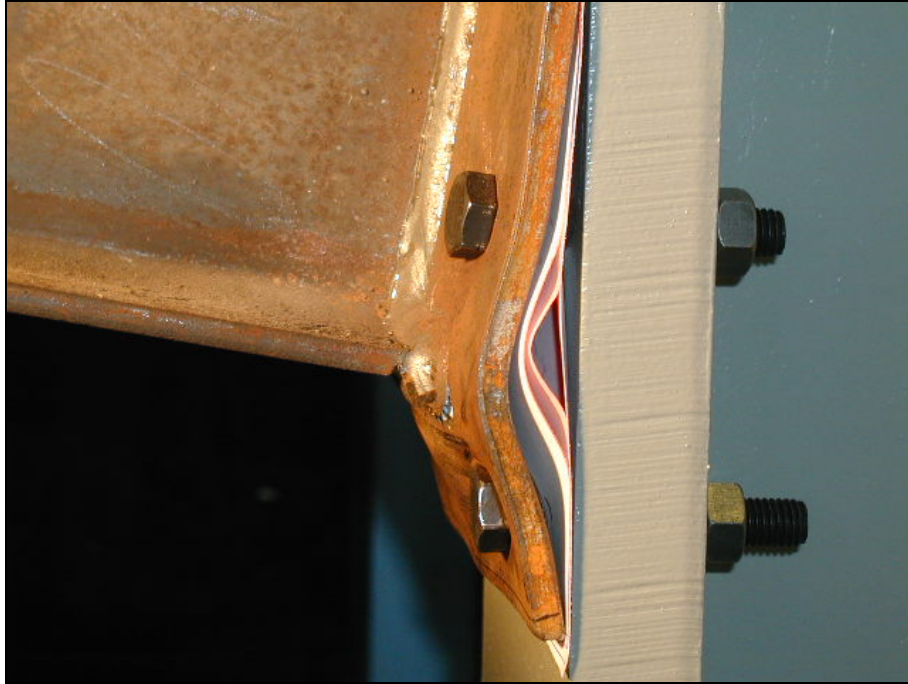


Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

Τομέας Δομοστατικής

Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών



Πειραματική και Αριθμητική Διερεύνηση Μεταλλικών Συνδέσεων Δοκού - Υποστυλώματος

Διπλωματική εργασία του Απόστολου Γ. Καψάλη

Επιβλέπων: Χ. Γαντές, επίκουρος καθηγητής

Αθήνα, 2005

Περίληψη

Με την ενσωμάτωση στον Ευρωκώδικα 3 της θεώρησης των ημιάκαμπτων κόμβων γεννήθηκαν για τους μελετητές νέες προοπτικές για την ανάλυση και τον σχεδιασμό των κατασκευών. Η εκμετάλλευση των πλεονεκτημάτων της νέας αυτής αντίληψης όμως, προϋποθέτει την ύπαρξη επαρκών δεδομένων σχετικών με τη συμπεριφορά των κόμβων της κατασκευής. Ευρέως χρησιμοποιούμενη στην κατεύθυνση αυτή είναι η μέθοδος της προσομοίωσης με πεπερασμένα στοιχεία, η επάρκεια της οποίας είναι επιθυμητό να αποδεικνύεται με πειραματικές δοκιμές.

Σκοπός της παρούσης εργασίας είναι η πειραματική διερεύνηση της συμπεριφοράς τριών μεταλλικών ημιάκαμπτων κόμβων υποβαλλόμενων σε στατική φόρτιση και η σύγκριση των πειραματικών αποτελεσμάτων με τα αντίστοιχα που εξάγονται από την προσομοίωση των κόμβων με πεπερασμένα στοιχεία. Για την δημιουργία και την επίλυση των προσομοιωμάτων χρησιμοποιείται το πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων ADINA system 8.0, ενώ ως μέτρο σύγκρισης των δύο μεθόδων υιοθετήθηκαν οι καμπύλες φορτίου-μετατόπισης που προκύπτουν ανά περίπτωση.

Το θεωρητικό μέρος της εργασίας αναφέρεται στους ημιάκαμπτους κόμβους. Τονίζεται η σημασία της θεώρησης τους κατά τον Ευρωκώδικα 3, διότι μπορεί στις μέρες μας η ενσωμάτωση της συμπεριφοράς των κόμβων δοκών-υποστυλωμάτων στην ανάλυση των κατασκευών να είναι περιορισμένη, είναι ωστόσο εμφανές πως οι προοπτικές του μέλλοντος επιτάσσουν διαφορετική στρατηγική. Κι αυτό γιατί, καθώς η διαδικασία της ανάλυσης μελλοντικά θα αποκτά ολοένα και περισσότερες δυνατότητες ολοκληρωμένου χειρισμού της κατασκευής, η συμπεριφορά των κόμβων θα αποτελέσει έναν από τους πρώτους παράγοντες που θα ληφθούν υπόψη.

Το πειραματικό μέρος είναι αναμφίβολα ο κορμός αυτής της εργασίας. Στο πειραματικό μέρος παρατίθεται η πειραματική διαδικασία η οποία διαχωρίζεται σε τρία μέρη τον σχεδιασμό, την υλοποίηση και την εκτέλεση του πειράματος. Περιγράφεται λεπτομερώς ο σχεδιασμός των πειραματικών μοντέλων και οι παρα-

δοχές στις οποίες βασίστηκε. Μικρότερης έκτασης περιγραφή γίνεται για τις διαδικασίες που απαιτήθηκαν για την επιθυμητή υλική υπόσταση της διάταξης για την εκτέλεση των πειραμάτων. Ακολουθεί η παρουσίαση και η επεξεργασία των καταχωρημένων μετρήσεων των πειραμάτων, ενώ παράλληλα εξάγονται χρήσιμα συμπεράσματα για την συμπεριφορά των κόμβων.

Η εργασία διαρθρώνεται σε έξι κεφάλαια συνοδευμένα από δύο παραρτήματα. Στο πρώτο κεφάλαιο αναπτύσσεται συνοπτικά το αντικείμενο των ημιάκαμπτων κόμβων με παράλληλη αναφορά στις διατάξεις του Ευρωκώδικα 3. Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφονται οι εργασίες για την κατασκευή των πειραματικών δοκιμίων κόμβου με μετωπική πλάκα και οι παραδοχές που υιοθετήθηκαν κατά το σχεδιασμό, βάσει και των δυνατοτήτων του εργαστηρίου. Στο τρίτο κεφάλαιο δίνεται η διαδικασία δημιουργίας των προσομοιωμάτων των δοκιμίων στο πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων ADINA. Στο τέταρτο κεφάλαιο καταγράφονται οι πειραματικές μετρήσεις και παρατίθεται φωτογραφικό υλικό που αποτυπώνει τις συνέπειες της εκτέλεσης των πειραμάτων. Στο πέμπτο κεφάλαιο διενεργείται η σύγκριση των πειραματικών αποτελεσμάτων με αυτά που προκύπτουν από την προσομοίωση με πεπερασμένα στοιχεία. Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο συνοψίζονται τα εξαγόμενα συμπεράσματα των πειραματικών δοκιμών. Στο παράρτημα Α παρουσιάζονται και περιγράφονται οι χρησιμοποιούμενες συσκευές του εργαστηρίου, ενώ στο παράρτημα Β περιγράφεται ο τρόπος μορφοποίησης των μοντέλων με το πρωτότυπο πρόγραμμα "AutoModel".

Abstract

The semi-rigid connections approach adopted in Eurocode 3 has provided to designers new perspectives regarding the construction analysis and design. The implementation of the advantages of this new approach, however, requires sufficient data related to the performance of the connections in each structure. In this direction, the finite element method is widely used and its sufficiency should be verified through experimental tests.

The purpose of the present research is the experimental examination of three semi-rigid steel connections to static load and the comparison between the experimental results and the corresponding results which are obtained from the modeling of the joints with the finite element method. For the model formulation and the solution a finite element program, ADINA system 8.0, is used, whilst, for the comparison of the two methods, load-displacement curves have been plotted.

The theoretical part of this research deals with semi-rigid connections. The significance of their adoption by Eurocode 3 is stressed. Even though nowadays the incorporation of beam-column connections performance in design may be limited, the future perspectives apparently demand a different strategy. This is explained by the fact that because in future the connections performance will be one of the first factors to be taken into consideration in analysis.

Undoubtedly, the experimental part is the main body of the present research. The experimental procedure is divided into three parts, the design, the materialization and the performance of the experiment. The design of the models and the assumptions on which it was based are described in detail. There is also a brief discussion about procedures which were required to obtain the desirable material basis of the arrangement for the experiment conduction. The presentation and the elaboration of the recorded measurements deducted from the experiments, described in detail.

The Thesis consists of six chapters followed by two appendices. The first chapter deals with the issue of the semi-rigid connections which is briefly discussed in close relation to Eurocode 3. The second chapter is a description of the procedures followed for the construction of the experimental models and the assumptions that were adopted in the design process, based on the laboratory potential. The procedure required for the simulation in the finite element program ADINA is presented in the third chapter. The fourth chapter consists of a record of experiment measurements as well as a set of photographs illustrating consequences of the experiments. The fifth chapter illustrates the comparison between the experiment findings and these resulting from the finite elements modeling. Chapter six concentrates on the final conclusions. Appendix A presents and describes the devices used in the laboratory. Finally, appendix B describes the way finite element models are formed through the innovative program Automodel.