

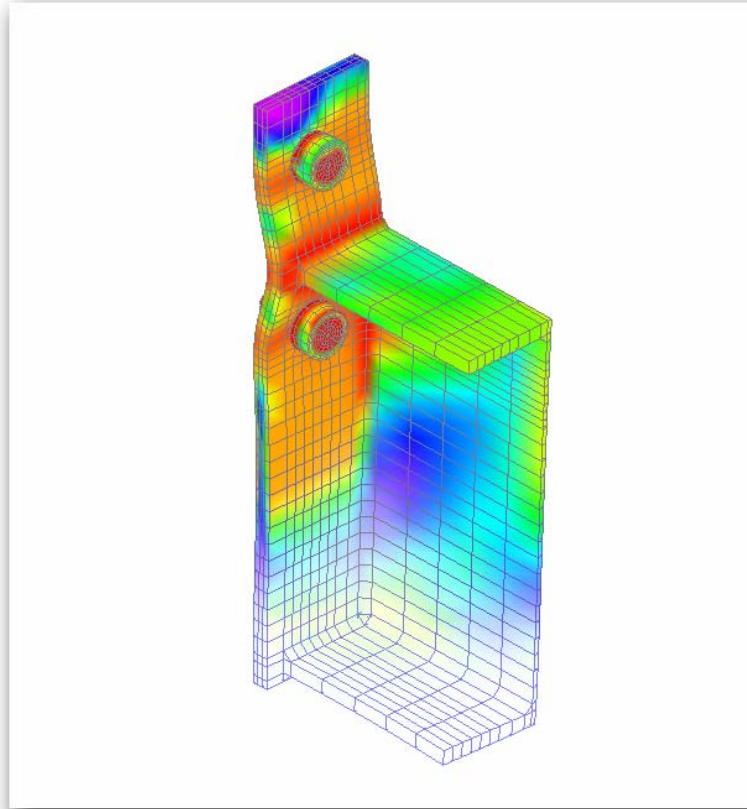


Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

Δομοστατικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Κατασκευών

- Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών -



Προσομοίωση Μεταλλικών Συνδέσεων με τη

Μέθοδο των Πεπερασμένων Στοιχείων

Μέρος II

Διπλωματική εργασία του Λεμονή Ε. Μηνά

Επιβλέπων: Γαντές Χ., επίκουρος καθηγητής

Αθήνα, 2001

Εισαγωγή

Σκοπός του παρόντος πονήματος είναι η πρόβλεψη της συμπεριφοράς μεταλλικών συνδέσεων χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων. Στη μέχρι σήμερα ακολουθούμενη πρακτική σχεδιασμού κατασκευών η πραγματική συμπεριφορά των κόμβων λίγο ενδιαφέρει, καθώς σχεδιάζονται και κατασκευάζονται είτε ως άκαμπτοι είτε ως αρθρωτοί. Η πρακτική αυτή οδηγεί σε λύσεις χαμηλής αποδοτικότητας και αντιοικονομικές. Σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 3 επιτρέπεται η χρησιμοποίηση ημιάκαμπτων κόμβων, δηλαδή κόμβων οι οποίοι δεν μπορούν να θεωρηθούν ούτε άκαμπτοι ούτε αρθρωτοί. Προκειμένου να γίνει αυτό όμως απαιτούνται μέθοδοι πρόβλεψης της πραγματικής συμπεριφοράς τους.

Η προσπάθεια επικεντρώνεται αρχικά σε συνδέσεις βραχέων ταυ εξετάζοντας διαμορφώσεις με ή χωρίς προένταση κοχλιών. Στη συνέχεια, και με βάση την εμπειρία από τα βραχέα ταυ, επιχειρείται η κατασκευή προσομοιώματος κοχλιωτού κόμβου δοκού-υποστυλώματος με μετωπική πλάκα. Για τη δημιουργία των προσομοιωμάτων χρησιμοποιείται το πρωτότυπο πρόγραμμα *"AutoModel"* ενώ για την επίλυση και επεξεργασία τους χρησιμοποιείται το διαδομένο πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων *"Msc/Nastran for Windows"*.

Η ύλη του βιβλίου είναι οργανωμένη σε τέσσερα κεφάλαια συνοδευόμενα από τρία παραρτήματα. Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι λεπτομέρειες χρησιμοποίησης των ημιάκαμπτων κόμβων με παράλληλη αναφορά στις διατάξεις του Ευρωκώδικα 3 αλλά και σε νεότερες ερευνητικές προσπάθειες. Στο κεφάλαιο 2 περιγράφονται οι ιδιότητες των προσομοιωμάτων βραχέος ταυ και κόμβου με μετωπική πλάκα, οι παραδοχές που υιοθετήθηκαν και ο τρόπος κατασκευής τους. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται η αξιολόγηση των προσομοιωμάτων με βάση πειραματικά δεδομένα προερχόμενα από τη βιβλιογραφία. Στο τέταρτο κεφάλαιο διερευνάται η επίδραση του μήκους κορμού του κοχλίου στη συμπεριφορά κόμβων βραχέος ταυ με ιδιαίτερη έμφαση στη στροφική ικανότητα τους. Στο παράρτημα Α παρουσιάζεται συνοπτικά η μέθοδος των συστατικών μερών που προτείνεται από

τον Ευρωκώδικα 3 για την αναλυτική εκτίμηση της συμπεριφοράς κόμβου με μετωπική πλάκα. Στο παράρτημα Β αντίστοιχα, αναφέρονται οι θεωρητικές μέθοδοι προσδιορισμού της αντοχής και δυσκαμψίας βραχέος ταυ. Τέλος, στο παράρτημα Γ περιγράφεται ο τρόπος λειτουργίας του πρωτότυπου προγράμματος “*AutoModel*”.

Ευχαριστίες

Ευχαριστίες οφείλονται στον επίκουρο καθηγητή του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ κ. Χαράλαμπο Γαντέ για την πολύτιμη και πρόθυμη συμβολή του επί της ορθότητας του τελικού αποτελέσματος.

Μ.Λ.

Σεπτέμβριος 2001

Introduction

The objective of this work is the prediction of the response of steel joints using the finite element method. In the every day practice of structure design the real response of joints is of small interest since joints are designed and manufactured assuming either rigid or pinned behavior. This practice results in low efficiency and expensive solutions. According to Eurocode 3 it is allowed to use semi-rigid connections which means connections which cannot be assumed to be either rigid ore pinned. This can be accomplished only if methods for joint response prediction are available.

Initially, efforts are focusing on T-stub connections, investigating configurations both with bolt preloading and without. Then, utilizing the experience gained from T-stubs, the construction of a model for a beam to column bolted end plate connection is attempted. The generation of both models is done by means of a prototype program named "*AutoModel*", while for the analysis and post-processing the well known finite element program "*Msc/Nastran for Windows*" is used.

This book is organized in four chapters, followed by three appendices. In the first chapter the details of using semi-rigid joints are presented, with reference to Eurocode 3 and to more recent research efforts. In chapter 2 the properties of the T-stub and end plate connection models are described, accompanied by the assumptions made and the model creation procedure. In the third chapter the validation of the models is made, using experimental data derived from the literature. In chapter 4 the influence of bolt shank length in T-stub's response is studied, focusing mainly on its effect on the rotation capacity. In appendix A the recommended by Eurocode 3 component method is presented for the analytical calculation of the end plate connection response. In appendix B the methods for strength and stiffness determination of T-stub joints are reported. Finally, in appendix C, instructions for the prototype program "*AutoModel*" are shown.

Acknowledgements

Special thanks are owed to Dr. Charalambos Gantes, assistant professor in the Civil Engineering Department of NTUA, for his priceless and willing contribution in the soundness of this work.

M.L.

September 2001