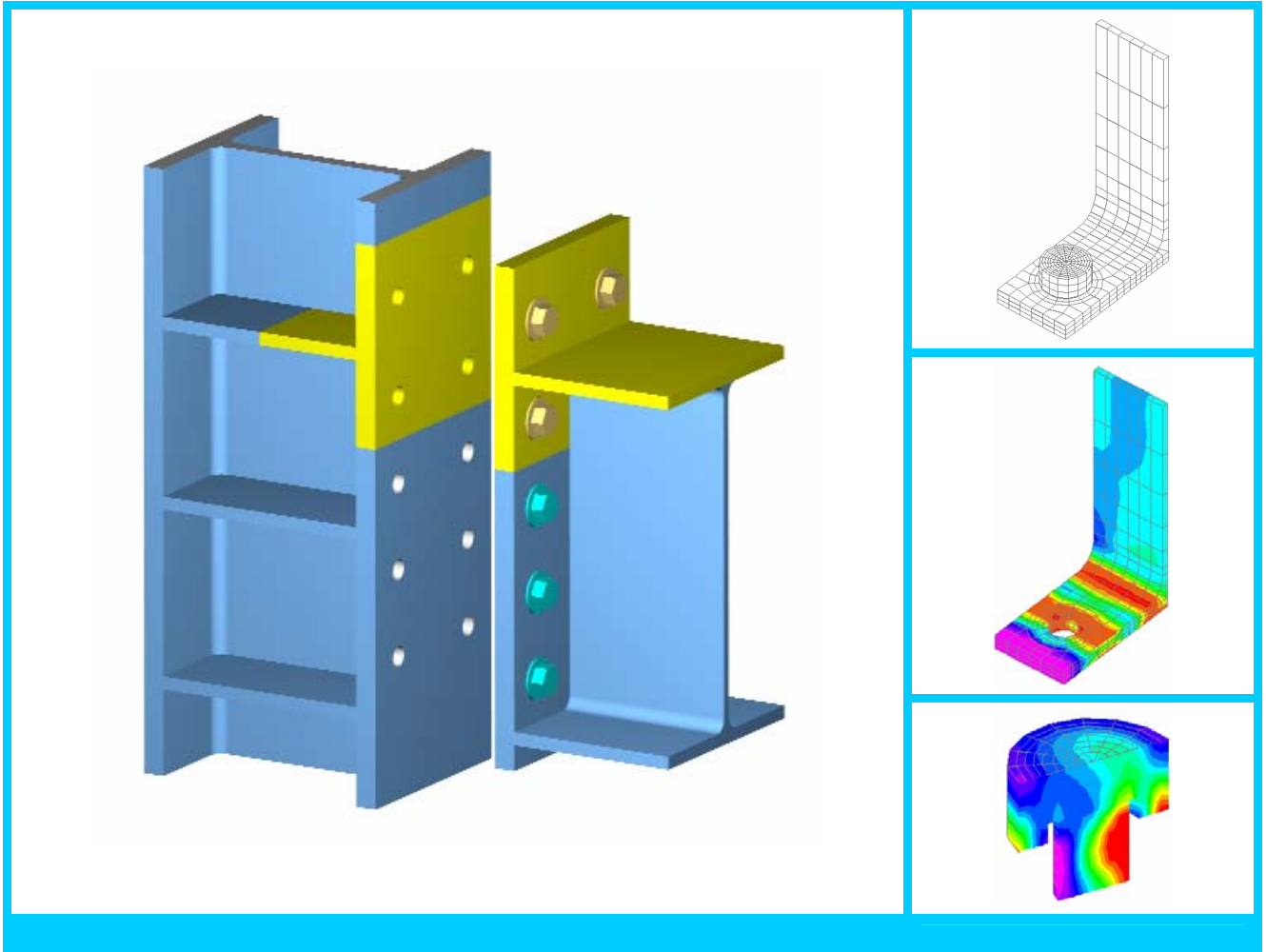




Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών



Προσομοίωση Μεταλλικών Συνδέσεων με τη Μέθοδο των Πεπερασμένων Στοιχείων

Διπλωματική Εργασία του Λεμονή Ε. Μηνά
Επιβλέπων: Γαντές Χ., επίκουρος καθηγητής

Αθήνα, 2000

*Προσομοίωση Μεταλλικών Συνδέσεων με τη
Μέθοδο των Πεπερασμένων Στοιχείων*

Διπλωματική εργασία του Λεμονή Ε. Μηνά

Εισαγωγή

Η ενσωμάτωση στον Ευρωκώδικα 3 της θεώρησης των ημι-άκαμπτων κόμβων άνοιξε για το μελετητή νέους ορίζοντες αντιμετώπισης των κατασκευών, προσφέροντας αφενός σημαντική, κατά περίπτωση, οικονομία υλικού και εξορθολογισμό του σχεδιασμού αφετέρου. Η εκμετάλλευση των πλεονεκτημάτων της νέας αυτής αντίληψης όμως, προϋποθέτει την ύπαρξη επαρκών δεδομένων σχετικών με τις νέες μεταβλητές του προβλήματος σχεδιασμού, οι οποίες αφορούν τη συμπεριφορά των κόμβων της κατασκευής. Για παράδειγμα η χρησιμοποίηση ημι-άκαμπτων κόμβων δοκών-υποστυλωμάτων απαιτεί τη γνώση της καμπύλης ροπής-στροφής του κόμβου ή έστω χαρακτηριστικών τμημάτων αυτής.

Στο παρόν πόνημα επιχειρείται η εξαγωγή των καταστατικών νόμων μεταλλικών συνδέσεων με τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων. Η προσπάθεια επικεντρώνεται στους κόμβους βραχέων ταυ οι οποίοι αποτελούν το πλέον καθοριστικό συστατικό μέρος των κόμβων δοκών-υποστυλωμάτων. Διενεργούνται τρεις παραμετρικές αναλύσεις με 36 συνολικά προσομοιώματα για κάθε ένα από τα οποία εξάγεται η πλήρης καμπύλη δύναμης-μετατόπισης. Για τη δημιουργία των προσομοιωμάτων χρησιμοποιείται πρωτότυπο λογισμικό ενώ για την επίλυση τους χρησιμοποιείται το πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων "Msc/Nastran for Windows".

Η ύλη του βιβλίου διαρθρώνεται σε οκτώ κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο αναπτύσσεται συνοπτικά το αντικείμενο των

ημι-άκαμπτων κόμβων με παράλληλη αναφορά στις διατάξεις του Ευρωκώδικα 3. Το Κεφάλαιο 2 ασχολείται με το γενικό πρόβλημα της προσομοίωσης μεταλλικών συνδέσεων και τα ποικίλα ζητήματα που ανακύπτουν σε μία τέτοια διαδικασία. Στο Κεφάλαιο 3 αναφέρονται οι θεωρητικές μέθοδοι προσδιορισμού της αντοχής και της δυσκαμψίας του βραχέος ταν ενώ στο Κεφάλαιο 4 περιγράφεται το προσομοίωμά του, αναφέροντας όλες τις ιδιότητες και τις διαφορές παραδοχές που υιοθετήθηκαν. Το Κεφάλαιο 5 εξηγεί τη λειτουργία του πρωτότυπου προγράμματος AutoModel το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την ταχύτερη δημιουργία των προσομοιωμάτων. Το Κεφάλαιο 6 περιλαμβάνει την πολύ σημαντική φάση της αξιολόγησης του προσομοιώματος με βάση διαθέσιμα πειραματικά δεδομένα ενώ στο Κεφάλαιο 7 περιέχονται τα αποτελέσματα των επιλύσεων για κάθε ένα προσομοίωμα χωριστά. Τέλος στο Κεφάλαιο 8 γίνεται η σύγκριση των αποτελεσμάτων των παραμετρικών αναλύσεων με εκείνα των θεωρητικών μεθόδων.

Το συγκεκριμένο αντικείμενο της πρόβλεψης της συμπεριφοράς μεταλλικών συνδέσεων είναι ασφαλώς πολύ μεγάλο και η παρούσα εργασία δε φιλοδοξεί να το εξαντλήσει. Παρέχει ωστόσο έναν οδηγό σύλληψης, κατάστρωσης και αντιμετώπισης του γενικού προβλήματος με τη βοήθεια των ποικίλων προγραμμάτων που είναι διαθέσιμα σήμερα.

Ευχαριστίες

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

Μ.Α.
Οκτώβριος 2000

Introduction

The semi-rigid connection approach adopted in Eurocode 3 opened up broad horizons to designers, offering both efficient material saving and a more rational design procedure. However, the full utilization of this new approach requires additional data about the joint behavior. For instance, the use of semi-rigid beam to column connections requires the designer to have knowledge of the moment-rotation curve or, at least, of some key parts of it.

This study investigates the response of steel connections using the finite element method. Efforts are focusing on T-stub connections, which are the most important component of beam to column connections. Three parametric analyses including 36 models overall are carried out. For each model the full force-displacement curve is extracted. Models were created by means of prototype software while analysis was carried out with "Msc/Nastran for Windows" finite element program.

The book is organized on eight chapters. The first chapter is devoted to fundamental semi-rigid connection characteristics and Eurocode's 3 requirements. In Chapter 2 general finite element modeling issues are discussed. Chapter 3 contains the T-stub theory for strength and stiffness calculation and in Chapter 4 the full T-stub finite element model detailing is described. Chapter 5 describes the way to create the finite element model using "AutoModel", a prototype program developed for fast and high quality modeling. Chapter 6 is dedicated to the model validation procedure and Chapter 7 includes the results of all parametric analyses. Finally

comparisons between model behavior and theoretical relations are reported in Chapter 8.

The field of steel connections behavior prediction is wide and this work does not aim at thoroughly covering it. However, it provides a way to comprehend and manipulate the generic problem using several software programs, available nowadays.

Acknowledgements

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

M.L.
October 2000