



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

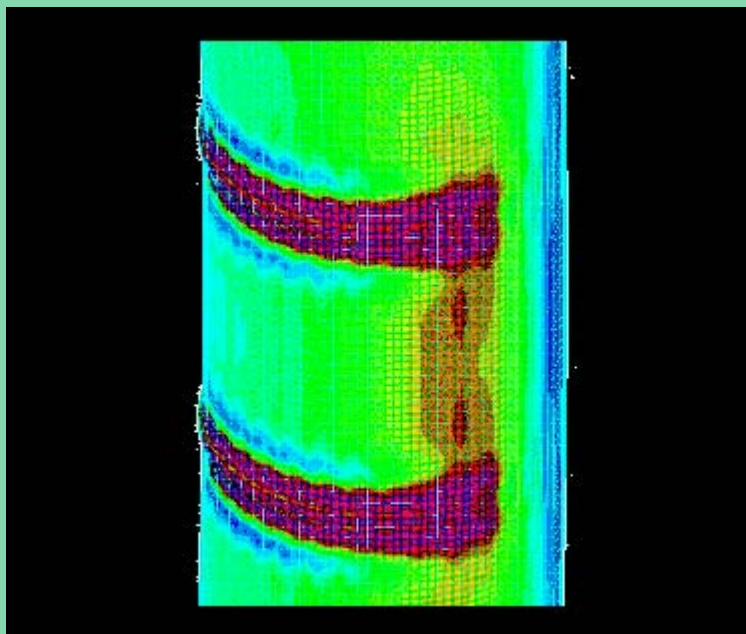
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Διπλωματική Εργασία

«ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΚΑΘΟΛΙΚΟΥ ΚΑΙ
ΤΟΠΙΚΟΥ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΟΥ ΛΥΓΙΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ
ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ»



Βλαχιώτη Χριστίνα, Τσουβάλας Απόστολος

Επιβλέπων: Γαντές Χάρης, Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

Διπλωματική Εργασία

« ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΚΑΘΟΛΙΚΟΥ ΚΑΙ ΤΟΠΙΚΟΥ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΟΥ ΛΥΓΙΣΜΟΥ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ »

Τσουβάλας Απόστολος, Βλαχιώτη Χριστίνα

Επιβλέπων: Αναπλ. Καθ. Ε.Μ.Π. Δρ. Χάρης Γαντές

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκε η αλληλεπίδραση του καθολικού και τοπικού ανελαστικού λυγισμού με τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων. Για τις αναλύσεις των φορέων που πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων ADINA v.8.1 και τα αποτελέσματα που προέκυψαν συγκρίθηκαν με τα θεωρητικά αποτελέσματα της μεθόδου Euler.

Στο 1^ο Κεφάλαιο, αναπτύσσονται κάποιες εισαγωγικές θεωρητικές έννοιες για την καλύτερη κατανόηση των όσων θα ακολουθήσουν στα επόμενα κεφάλαια. Συγκεκριμένα, αναπτύσσονται οι βασικές έννοιες της μη γραμμικής συμπεριφοράς, περιγράφονται οι βασικές μορφές αστοχίας των φορέων, δίνονται οι τύποι του κρίσιμου φορτίου λυγισμού κατά Euler για τις πιο συνηθισμένες μορφές φορέων και αναπτύσσονται μερικά από τα πιο σημαντικά στοιχεία για την προσομοίωση φορέων με τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων.

Στο 2^ο Κεφάλαιο, ακολουθεί η περιγραφή του προγράμματος ADINA v.8.1 και γίνεται μια εξέταση υποστυλωμάτων συνηθών διαστάσεων με ραβδωτά και με επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία, καθώς και της ακρίβειας των αποτελεσμάτων σε σχέση με τις θεωρητικές

λύσεις κατά Euler. Επίσης, έγινε σύγκριση των αναλύσεων με ραβδωτά και επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία και εξετάστηκε η σημασία του ύψους του φορέα στον τρόπο αστοχίας του.

Στο 3^ο Κεφάλαιο, ακολουθεί η εξέταση του φαινομένου του τοπικού λυγισμού, με βάση την κατηγορία της διατομής και την ποιότητα του χάλυβα και η σύγκριση των διαφόρων αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν. Επίσης, γίνεται προσομοίωση ενός εκ των παραδειγμάτων με ραβδωτά πεπερασμένα στοιχεία και αναδεικνύονται οι αδυναμίες παρακολούθησης φαινομένων τοπικού χαρακτήρα με αυτή τη μέθοδο.

Στο 4^ο Κεφάλαιο, εξετάζεται η εισαγωγή νευρώσεων σε φορείς με λεπτά τοιχώματα και περιγράφονται τα είδη των νευρώσεων που χρησιμοποιούνται στη πράξη και ο τρόπος εφαρμογής τους. Μέσα από τις αναλύσεις γίνεται μια προσπάθεια ανάδειξης της διαφοροποίησης στην αντοχή του φορέα, που προσδίδεται λόγω εισαγωγής νευρώσεων. Εξετάζονται εγκάρσιες και διαμήκεις νευρώσεις, καθώς και ο συνδυασμός τους. Επίσης, εξετάζεται η επιρροή της μεταβολής των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των νευρώσεων στη συμπεριφορά του φορέα.

Στο 5^ο Κεφάλαιο, αναλύεται ένα τόξο γέφυρας υπό συνθήκες πραγματικής φόρτισης με προσομοίωση ραβδωτών πεπερασμένων στοιχείων. Στη συνέχεια, εξασφαλίζεται το τόξο εντός κι εκτός επιπέδου και αναδεικνύεται η σημασία των πλευρικών εξασφαλίσεων (σύστημα δίδυμων τόξων) στη συμπεριφορά του σε συνθήκες αστοχίας. Τέλος, γίνεται μια εισαγωγή στην προσομοίωση με επιφανειακά στοιχεία και στις δυνατότητες που αυτή προσφέρει στην ανάλυση της συμπεριφοράς του.



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS

School of Civil Engineering

Department of Structural Engineering

Laboratory of Steel Structures

Graduate Thesis

«THE STUDY OF THE INTERACTION OF GLOBAL AND LOCAL INELASTIC BUCKLING USING THE FINITE ELEMENT METHOD»

Tsouvalas Apostolos, Vlachioti Christina

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

ABSTRACT

The following graduate thesis deals with the interaction of global and local inelastic buckling using the Finite Element Method (F.E.M.). The Finite Element Program that was used for the analysis of the members' was the ADINA V8.1 and the results that came out were compared with the theoretical solutions of the Euler's method.

The 1st chapter deals with some basic principles for the better understanding of what follows in the next chapters. Specifically, developing the basic principles of non-linear behavior, describing the basic types of the failure of the members, showing the relations of calculating the first buckling load from Euler's method for the most common types of members' and developing some of the most important points for the simulation of structures using the F.E.M.

In the 2nd chapter there is a description of the ADINA V8.1 program and there is an evaluation of columns-with common dimensions- with both linear and surface finite elements, as well as the accurate results in relation to the Euler's solutions. Moreover, there is a comparison of linear and surface finite elements analysis, and the examination of the importance of the members' in the type of failure.

In the 3rd chapter there is an examination of the phenomenon of local buckling in relation with the category of the section and the quality of the steel, as well as the comparison of all the above analyses. Furthermore, there is a simulation of one of the above examples with linear type of elements and conclude with fact that linear types of elements are not capable of predicting local buckling phenomenon.

The 4th chapter has to do with the positioning of reinforcements in members with hollow sections and thin walls and describes the types and the way that these kinds of reinforcements are used in the field. Through these analyses there is an attempt to show the different of the strength of the member, which is added because of the placing of the reinforcement. There is an evaluation of lengthwise and transverse reinforcements as well as their combination. Moreover, there is examination of the influence of the change in the dimensions of the reinforcements in the member's behaviour.

Lastly, the 5th chapter analyzes a single bridge arc under normal loading with the simulation of linear types of elements. Then, there is a change in the boundary conditions, both in and out of the arc view, which shows the importance of the securing of the sides (twin-arc system) in its behavior under conditions of failure. Finally, there is an introduction with a simulation of surface elements and the capabilities that these offer in the analysis of the arc's behavior.