**THÔNG TIN VỀ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

Tên luận án: NGHIÊN CỨU CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐA TỈ LỆ KẾT CẤU TẤM KHÔNG ĐỒNG NHẤT

Chuyên ngành: Cơ kỹ thuật Mã số: 62.52.01.01

Họ tên nghiên cứu sinh: Nguyễn Hoàng Phương

Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS Lê Văn Cảnh

 GS.TS Nguyễn Trung Kiên

Cơ sở đào tạo: Khoa Xây dựng, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM

1. **Tóm tắt luận án**

Luận án trình bày các phương pháp đa tỉ lệ cho kết cấu tấm không đồng nhất. Nội dung nghiên cứu được chia thành hai phần bao gồm phương pháp đa tỉ lệ trong miền đàn hồi cho kết cấu tấm phẳng, kết cấu ba chiều, kết cấu tấm phẳng chịu uốn và phương pháp đa tỉ lệ ngoài miền đàn hồi bao gồm vật liệu tuân theo tiêu chuẩn Hill và Tsai-wu.

Đối với nghiên cứu trong miền đàn hồi, biến dạng tại một điểm vật liệu thuộc cấp độ vĩ mô được chuyển về điều kiện biên động học cho phần tử đại diện của cấp độ vi mô. Trường chuyển vị tổng của bài toán vi mô được xấp xỉ hóa bằng phương pháp phần tử hữu hạn. Điều kiện biên tuần hòan và tuyến tính được áp đặt thông qua mối liên hệ của chuyển vị tại các nút đối xứng và chuyển vị tại các nút góc. Phương pháp rút gọn bậc tự do được sử dụng nhằm khử đi các bậc tự do phụ thuộctrong điều kiện biên. Kỹ thuật đồng nhất hóa hay trung bình thể tích phần tử đại diện được thực hiện nhằm xác định được các thông số của ma trận hằng số vật liệu. Qua đó, các hằng số vật liệu hữu hiệu được xác định dựa trên ma trận hằng số vật liệu hữu hiệu. Các nghiên cứu được thực hiện cho kết cấu tấm phẳng với lực nằm trong mặt phẳng tấm và được khái quát cho kết cấu tấm ba chiều với phần tử đại diện ba chiều và cuối cùng là rút gọn về kết cấu tấm phẳng chịu uốn khi lực tác dụng vuông góc với mặt phẳng tấm.

Đối với nghiên cứu ngoài miền đàn hồi, bài toán phân tích giới hạn cho phần tử đại diện vi mô được thực hiện nhằm xác định được các ứng suất giới hạn tại điểm vật liệu của cấp độ vĩ mô. Bài toán phân tích giới hạn được triển khai dưới dạng bài toán tối ưu hóa với hàm mục tiêu là năng lượng tiêu tán dẻo và các ràng buộc, như là điều kiện tương thích, điều kiện chuẩn hóa tổng công ngoại, điều kiện biên tuần hoàn và điều kiện trung bình hóa biến dạng cấp độ vi mô. Hàm mục tiêu, năng lượng tiêu tán dẻo, được xây dựng thông qua luật chảy dẻo kết hợp nhằm chuyển về hàm theo biến dạng. Hai tiêu chuẩn dẻo được xem xét trong nghiên cứu là tiêu chuẩn dẻo Hill (dạng tổng quát cho vật liệu dị hướng có khả năng chịu kéo khác khả năng chịu nén theo từng phương chịu lực) và tiêu chuẩn Tsai-Wu (dạng tổng quát cho vật liệu có khác năng chịu kéo khác khả năng chịu nén theo mỗi phương chịu lực). Miền cường độ, miền ứng suất giới hạn, được xác định thông qua tập hợp các nghiệm của bài toán phân tích giới hạn cấp độ vi mô ứng với mỗi trường hợp ứng suất. Các hệ số của hàm tiêu chuẩn dẻo hữu hiệu dạng tiêu chuẩn dẻo Hill và Tsai-Wu được ước lượng thông qua kỹ thuật bình phương cực tiểu.

1. **Những đóng góp mới của đề tài**

Theo kiến thức của tác giả, những đóng góp ban đầu của luận án là:

**Đối với vật liệu trong miền đàn hồi**

* Ba mẫu phần tử đại diện được xem xét là phần tử đại diện tấm phẳng, phần tử đại diện ba chiều và phần tử đại diện tấm chịu uốn.
* Xây dựng mối liên hệ giữa hai tỉ lệ vĩ mô và vi mô trong mỗi phần tử đại diện
* Xác định các thông số đàn hồi hữu hiệu của vật liệu không đồng nhất bằng kỹ thuật đồng nhất hóa.

**Đối với vật liệungoài miền đàn hồi**

* Xác định miền ứng suất giới hạn hay miền cường độ hữu hiệu của vật liệu không đồng nhất thông qua bài toán phân tích giới hạn cho kết cấu vi mô tuần hoàn.
* Các hệ số của hàm tiêu chuẩn dẻo hữu hiệu dạng tiêu chuẩn dẻo Hill và Tsai-Wu được ước lượng thông qua kỹ thuật bình phương cực tiểu.

**INFORMATION ON RESEARCH RESULTS**

Dissertation title: MULTISCALE METHODS FOR UNHOMOGENIZED PLATES

Major : Engineering Mechanics Major code: 62.52.01.01

PhD candidate : Nguyen Hoang Phuong

The first supervisor: Assoc. Prof. PhD. Le Van Canh

The second supervisor: Prof. PhD. Nguyen Trung Kien

Training place: Falculty of Civil, HCMC University of Technology and Education

1. **Summary of the dissertation**

Thesis presents the multiscale methods for unhomogenized plate. The thesis’s content is divided into two parts that include the multiscale modelling in elastic behavior for the flat plate, three-dimension Plate, bending plate and the multiscale modelling in inelastic behavior for the materials, which has yield function in the form of Hill’s criterion or Tsai-Wu’s criterion.

For elastic mutiscale modelling, the strain at a point of macro scale can be transferred to be the kinematic boundary conditions in Representative Volume Element of micro scale problem. The total displacement in micro scale is discreted by finite element method. The periodic boundary conditions and linear boundary conditions are applied in the relationship between the displacement two node on two symmetric edge and the displacement at the corners. The condensation techniques is used to eliminate the independent freedom degree in this condition. The homogenization method or average volume representation is in implement to determine the parameters of the material constant matrix. Thereby, the effective material constants are determined from the effective material constant matrix. Three types in RVE problems is done for the flat plate, three-dimension plate and the bending plate.

For inelastic multiscale modelling, limit analysis for micro Representative Volume Element is performed to determine limited stresses at a material point of the macro level. The limited analysis is implemented as an optimization algorithm with a objective function, the dissipation energy, and constraints such as total external work, compatibility, periodic condition on boundary and the average strain overall micro level. The objectiveness, the dissipation energy, is established by applying the flow rule to transfer into the function of strain. There are two criterion such as Hill’s criterion (the general formulation for anisotropic materials, which tensile strength is different from compressible strength on a direction) and Tsai-Wu’s criterion (the general formulation for anisotropic materials, which tensile strength is different from compressible strength on each direction). The domain of strength, a set of limited stress cases, is defined as a set of solutions from micro optimized problems with spectacular stress case.

1. **The contributions of the dissertation**

According to the author’s knowledge, the original contributions of the thesis are:

**For elastic mutiscale modelling**

* Consider three types of RVE, namely representative flat sheet, three-dimensional representative element, and representative plate element.
* Establish the connection between two scale problem, e.g. micro scale problem and macro scale problem, in each case of RVE’s types .
* Determine the effective elastic constant of inhomogenous materials by homogenization methods.

**For inelastic multiscale modelling**

* Determine the domain of limited stresses, the effective strength of inhomogenous materials through the limit analysis for periodic representative volume element.
* Approximate the factor of effective strength function of inhomogenous materials by least squares method.