

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

-----o0o-----

ĐỖ THỊ THU HÀ

**ỨNG DỤNG PHẦN TỬ LAYER-WISE TRONG
CÁC BÀI TOÁN CƠ HỌC KẾT CẤU DẠNG
TẤM COMPOSIT LỚP**

Chuyên ngành: KỸ THUẬT CƠ KHÍ

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Cán bộ hướng dẫn khoa học: PGS. TS. NGÔ NHƯ KHOA

Thái Nguyên, 2013

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

**ỨNG DỤNG PHẦN TỬ LAYER-WISE TRONG
CÁC BÀI TOÁN CƠ HỌC KẾT CẤU
DẠNG TẤM COMPOSITE LỚP**

Hướng dẫn khoa học: PGS.TS. Ngô Như Khoa
Học viên: Đỗ Thị Thu Hà
Lớp: K13 CNCTM
Chuyên ngành: KỸ THUẬT CƠ KHÍ
Mã số: 60530103

HỌC VIÊN

BAN GIÁM HIỆU

KHOA SAU ĐẠI
HỌC

HD KHOA HỌC

THÁI NGUYÊN - 2013

Lời cam đoan

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu do cá nhân tôi thực hiện, dưới sự hướng dẫn của PGS. TS. Ngô Như Khoa. Các kết quả trình bày trong cuốn luận văn này chưa được sử dụng cho bất kỳ một khóa luận tốt nghiệp nào khác. Theo hiểu biết cá nhân, từ trước tới nay chưa có một tài liệu khoa học nào tương tự được công bố, trừ những thông tin tham khảo được trích dẫn trong luận văn này.

Thái Nguyên, tháng 5 năm 2013

Học viên

Đỗ Thị Thu Hà

Lời cảm ơn

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến giáo viên hướng dẫn khoa học của tôi, PGS. TS. Ngô Như Khoa, người đã tận tình chỉ bảo, định hướng, hướng dẫn, động viên và giúp đỡ tôi rất nhiều trong suốt thời gian làm luận văn tốt nghiệp.

Tôi xin gửi lời cảm ơn tới Ban giám hiệu, Ban lãnh đạo Khoa Cơ khí và các đồng nghiệp bộ môn Kỹ thuật Cơ khí, Khoa Cơ khí trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp nơi tôi đang công tác, đã tạo điều kiện thuận lợi, giúp đỡ để tôi tham gia và hoàn thành khóa học này.

Cuối cùng, xin trân trọng cảm ơn gia đình, bạn bè luôn - là nguồn cổ vũ, động viên và là động lực để tôi phấn đấu hoàn thành luận văn này.

Mục lục

Lời cam đoan	1
Lời cảm ơn	2
Mục lục	3
Các ký hiệu viết tắt	6
Danh mục các hình ảnh.....	8
Danh mục các bảng, biểu.....	9
Mở đầu	10

CHƯƠNG 1.

TỔNG QUAN VỀ NGHIÊN CỨU CƠ HỌC VẬT LIỆU VÀ KẾT CẤU COMPOSITE

1.1. Vật liệu composite	14
1.2. Cấu trúc vật liệu composite dạng tấm nhiều lớp	16
1.3. Một số phương pháp nghiên cứu lý thuyết cơ học vật liệu tấm composite ..	17
1.3.1. Lý thuyết tấm nhiều lớp kinh điển	18
1.3.2. Lý thuyết biến dạng cắt bậc nhất.....	18
1.3.3. Lý thuyết tấm bậc cao.....	19
1.3.4. Lý thuyết tấm lớp thông minh (layer –wise).....	20

CHƯƠNG 2

MÔ HÌNH HÓA VẬT LIỆU COMPOSITE

THEO LÝ THUYẾT TẤM SỬ DỤNG PHẦN TỬ LAYER-WISE

2.1. Trường chuyển vị theo lý thuyết tấm sử dụng phần tử layer-wise	21
2.2. Trường biến dạng.....	23
2.3. Trường ứng suất.....	24

CHƯƠNG 3

XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH PHẦN TỬ HỮU HẠN CHO TẤM COMPOSITE LỚP SỬ DỤNG

PHẦN TỬ TAM GIÁC

3.1. Phần tử tam giác.....	27
3.2. Phần tử quy chiếu.....	27
3.3. Trường chuyển vị.....	31
3.4. Trường biến dạng.....	33
3.5. Xây dựng ma trận độ cứng.....	39

CHƯƠNG 4

XÂY DỰNG SƠ ĐỒ THUẬT TOÁN, CHƯƠNG TRÌNH VÀ KẾT QUẢ SỐ

4.1. Thuật toán tổng quát chương trình.....	51
4.2. Thuật toán chia lưới phần tử	53
4.2.1. Thiết lập các thông số cho phần tử:	53
4.2.2. Sơ đồ khối chia lưới phần tử	54
4.2.3. Mã nguồn chia lưới phần tử.....	56
4.3. Thuật toán tính tọa độ nút phần tử	56
4.3.1. Sơ đồ khối tính tọa độ nút phần tử	56
4.3.2. Mã nguồn chương trình tính tọa độ nút phần tử.....	59
4.4. Thuật toán tính ma trận hằng số độ cứng vật liệu.....	59
4.4.1. Sơ đồ khối tính ma trận hằng số độ cứng vật liệu.....	59
4.4.2. Mã nguồn chương trình tính ma trận hệ số độ cứng vật liệu.....	60
4.5. Thuật toán tính ma trận độ cứng [K]	62
4.5.1 Sơ đồ khối tính ma trận độ cứng [K]	62

4.5.2 Mã nguồn chương trình tính ma trận độ cứng [k]	62
4.6. Kết quả số	62
Các kết luận và đề xuất hướng nghiên cứu tiếp theo	71
Tài liệu tham khảo	73
Phụ lục	72

Các ký hiệu viết tắt

Bảng các ký hiệu và chữ viết tắt

<i>Ký hiệu</i>	<i>Tên các đại lượng</i>
a, b, h	Các kích thước của kết cấu tấm: chiều dài, chiều rộng, chiều dày
1, 2, 3	Hệ trục chính của lớp vật liệu
N	Tổng số lớp
x, y, z	Hệ trục chung của tấm vật liệu composite lớp
θ	Góc phương sợi của lớp vật liệu
u, v, w	Các thành phần chuyển vị theo các phương x, y, z
$\bar{u}, \bar{v}, \bar{w}$	Các thành phần chuyển vị theo các phương $\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$
u', v', w'	Các thành phần chuyển vị theo các phương x', y', z'
u^0, v^0, w^0	Các thành phần chuyển vị theo các phương x, y, z của mặt trung bình của tấm.
$\frac{\partial}{\partial \dots}$	Toán tử đạo hàm riêng theo ...
$\epsilon_{xx}, \epsilon_{yy}, \epsilon_{zz}$	Các thành phần biến dạng dài theo các phương x, y, z của tấm

$\gamma_{yz}, \gamma_{xz}, \gamma_{xy}$	Các thành phần biến dạng góc của tấm
$\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$	Các thành phần ứng suất pháp trong hệ trục tọa độ Oxyz
$\tau_{xy}, \tau_{xz}, \tau_{yz}$	Các thành phần ứng suất tiếp trong hệ trục tọa độ Oxyz
$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$	Các thành phần ứng suất pháp trong hệ trục tọa độ 123
$\tau_{12}, \tau_{13}, \tau_{23}$	Các thành phần ứng suất tiếp trong hệ trục tọa độ 123
h_k	Chiều dày của lớp thứ k
$\phi^l(z)$	Hàm Layer-wise theo chiều dày của tấm
[Q']	Ma trận độ cứng thu gọn của lớp vật liệu trong hệ tọa độ Oxyz
$[T_\varepsilon]; [T_\sigma]$	Các ma trận chuyển đổi hệ cơ sở chuyển vị và ứng suất
N_i	Các hàm dạng
$E_1, E_2, E_3,$	Các mô đun Young dọc và ngang tương ứng
$\nu_{12}, \nu_{23}, \nu_{13},$	Các hệ số Poisson
G_{12}, G_{23}, G_{13}	Các mô đun cắt dọc và cắt ngang tương ứng
[C]	Ma trận độ cứng vật liệu
[D _b]	Ma trận độ cứng uốn
[D _s]	Ma trận độ cứng cắt
[K]	Ma trận độ cứng
A^e	Diện tích phần tử
J	Ma trận Jacobi

Danh mục các hình ảnh

<i>Hình</i>	<i>Nội dung</i>	<i>Trang</i>
Hình 1.1	Mô hình tấm Composite lớp	16
Hình 2.1.	Chuyển vị và hàm nội suy tuyến tính $\phi^I(z)$ dùng trong lý thuyết layer-wise	22
Hình 3.1.	Phần tử tam giác 3 nút	27
Hình 3.2.	Phần tử quy chiếu tam giác	28
Hình 4.1.	Sơ đồ khối của chương trình	52
Hình 4.2.	Chia lưới phần tử trong một lớp	53
Hình 4.3.	Sơ đồ khối chia lưới phần tử	55
Hình 4.4.	Sơ đồ khối tính tọa độ nút phần tử theo phương x và phương y	57
Hình 4.5.	Sơ đồ khối tính tọa độ nút phần tử theo phương z	58
Hình 4.6.	Sơ đồ khối tính ma trận hệ số độ cứng vật liệu	60
Hình 4.7.	Sơ đồ khối tính ma trận độ cứng	62