

CHƯƠNG 5:

GIỚI THIỆU PHƯƠNG PHÁP PHẦN TỬ HỮU HẠN

TS. Lê Thanh Long
lthlong@hcmut.edu.vn

Nội dung

5.1 Phương pháp PTHH trong tính toán thiết kế kết cấu

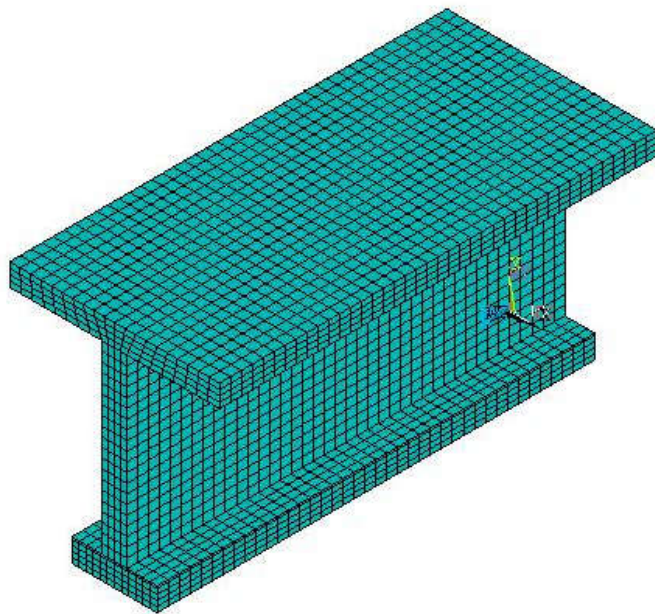
5.2 Các mô hình của phương pháp PTHH

5.3 Cấu trúc chung của phần mềm PTHH

5.4 Giới thiệu một số phần mềm PTHH

5.1. Phương pháp PTHH trong tính toán thiết kế kết cấu

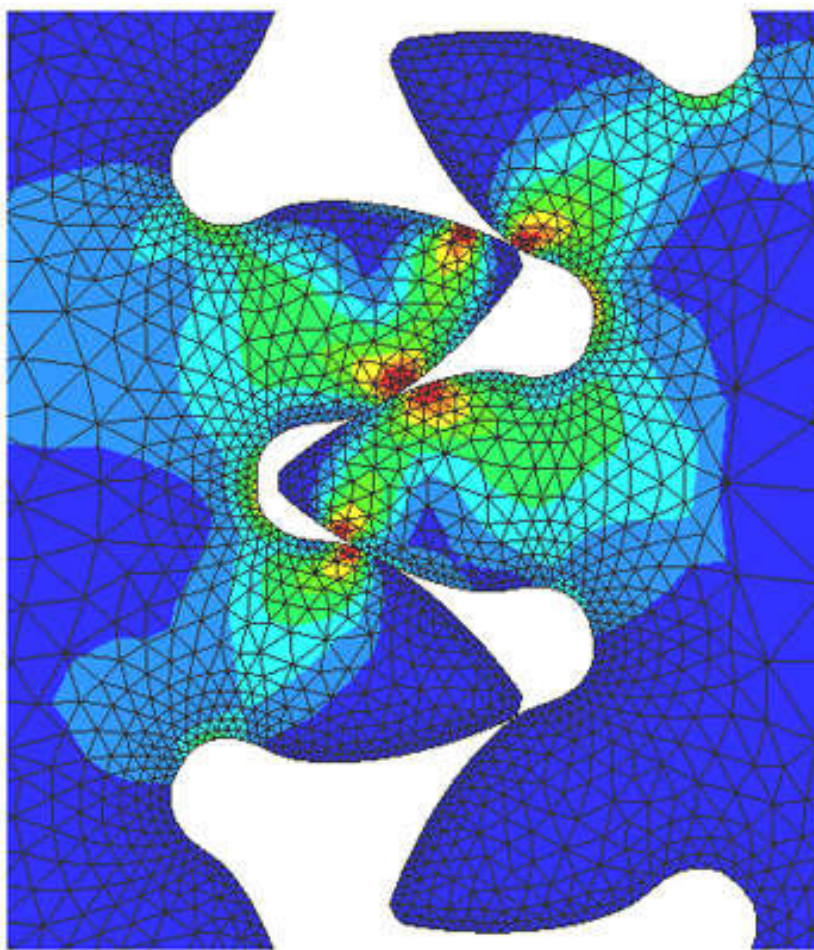
- Phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH) – Finite Element Method (FEM) là một phương pháp tổng quát và hữu hiệu cho nhiều bài toán kỹ thuật khác nhau.
- Phương pháp PTHH giúp phân tích các trạng thái **ứng suất, biến dạng** trong các kết cấu cơ khí, các chi tiết ô tô, máy bay, tàu thủy, khung nhà cao tầng, dầm cầu, v.v, đến những bài toán về truyền nhiệt, cơ học chất lưu, khí lỏng đàn hồi, điện-từ trường.



5.1. Phương pháp PTHH trong tính toán thiết kế kết cấu

- Phương pháp PTHH chia kết cấu công trình thành một số hữu hạn phần tử. Các phần tử này được nối với nhau tại các điểm định trước, thường là tại đỉnh hoặc biên phần tử và gọi là nút.
- Việc tính toán kết cấu công trình được đưa về tính toán trên các phần tử của kết cấu, sau đó kết nối các phần tử này lại với nhau ta được lời giải của một kết cấu công trình hoàn chỉnh.
- Đặc điểm của phương pháp tính toán này là rất nhiều biến và khối lượng tính toán lớn.

5.1. Phương pháp PTHH trong tính toán thiết kế kết cấu



Sử dụng phương pháp PTHH chia kết cấu thành các phần tử để phân tích ứng suất và biến dạng

5.2. Các mô hình của phương pháp PTHH

Tùy theo ý nghĩa vật lý của hàm nội suy, ta có thể phân tích bài toán theo 3 loại mô hình sau:

- *Mô hình chuyển vị*: xem chuyển vị là đại lượng cần tìm và hàm nội suy biểu diễn gần đúng dạng phân bố của chuyển vị trong phần tử.
- *Mô hình cân bằng*: hàm nội suy biểu diễn gần đúng dạng phân bố của ứng suất hay nội lực trong phần tử
- *Mô hình hỗn hợp*: coi các đại lượng chuyển vị và ứng suất là 2 yếu tố độc lập riêng biệt. Các hàm nội suy biểu diễn gần đúng dạng phân bố của cả chuyển vị lẫn ứng suất.

5.3. Cấu trúc chung của một phần mềm PTHH

Các phần mềm phần tử hữu hạn trên thị trường hiện nay tuy khác nhau về cách sử dụng cũng như giao diện, nhưng về cơ bản vẫn có 3 phần chính:

- Tạo mô hình tính (Pre-processing)
- Tính toán (Processing)
- Xử lý kết quả (Post-processing)

5.3. Cấu trúc chung của phần mềm PTHH

Tạo mô hình tính (Pre-processing):

- *Chọn kiểu phần tử:* Phần tử phẳng, khối, phần tử bậc thấp, bậc cao sao cho phù hợp với hình dạng, kích thước và kiểu chịu tải của vật thể Khai báo vật liệu: khai báo các tính chất của vật liệu chế tạo vật thể như module đàn hồi, hệ số Poison, khối lượng riêng, v.v
- *Chia lưới:* Chọn loại lưới cần chia, chọn miền để chia theo từng kiểu lưới khác nhau
- *Đặt các điều kiện biên:* Lựa chọn ràng buộc bậc tự do của những nút đặc biệt trong mối liên kết giữa các phần tử với nhau, các phần tử với giá. Đặt tải trọng lên vật như lực tập trung, lực phân bố, moment, áp suất, v.v

5.3. Cấu trúc chung của phần mềm PTHH

Tính toán (Processing):

Các phần mềm phần tử hữu hạn thường có khả năng phân tích các bài toán sau:

- Tính toán cấu trúc tĩnh (Structural Static Analysis)
- Tính toán dạng dao động (Modal Analysis).
- Tính toán bất ổn định (Buckling Analysis).
- Tính toán cấu trúc phi tuyến (Nonlinear Structural Analysis).
- v.v

5.3. Cấu trúc chung của phần mềm PTHH

Xử lý kết quả (Post-Processing):

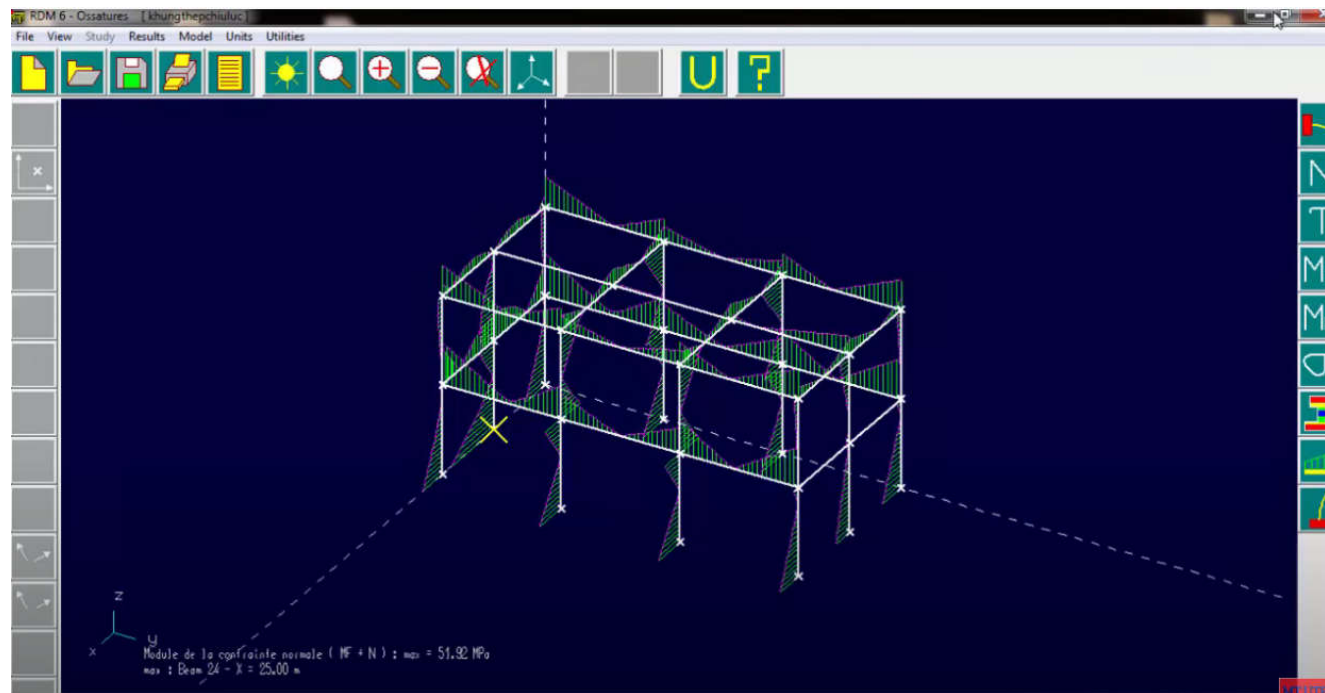
Phần xử lý kết quả cung cấp những hình ảnh trực quan về kết quả tính toán bằng phần mềm. Phần này cho phép người dùng thực hiện các thao tác khác nhau dựa trên kết quả mô phỏng như:

- Hiển thị các trường khác nhau (áp suất, vận tốc, ứng suất...) ở các chế độ biên dạng khác nhau và thay đổi được các chế độ này một cách linh hoạt.
- Thay đổi được các chế độ hình học và tỉ lệ biến dạng.
- Đo được kết quả tại các điểm tùy chọn trên đường biên dạng.
- Xuất ra được các đồ thị theo các biến chọn trước (X,Y,Z,t...), các dữ liệu số về kết quả mô phỏng.

5.4. Giới thiệu một số phần mềm PTHH

RDM

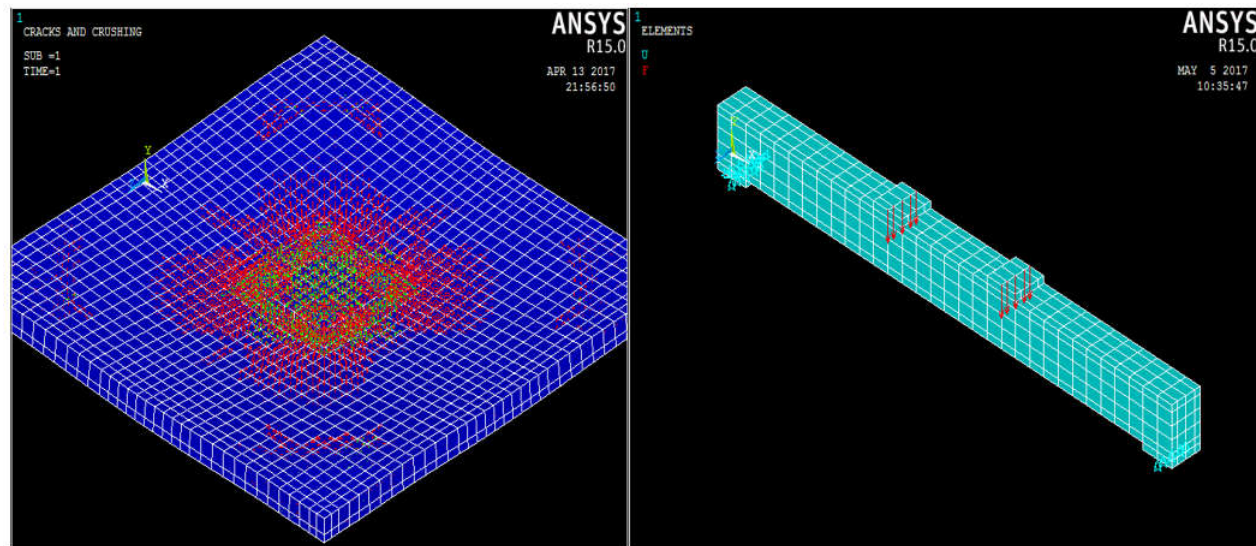
RDM là phần mềm hữu ích trong việc thiết kế và tính toán bền kết cấu. Phần mềm này rất phổ biến ở Pháp những năm 1970.



5.4. Giới thiệu một số phần mềm PTHH

Ansys

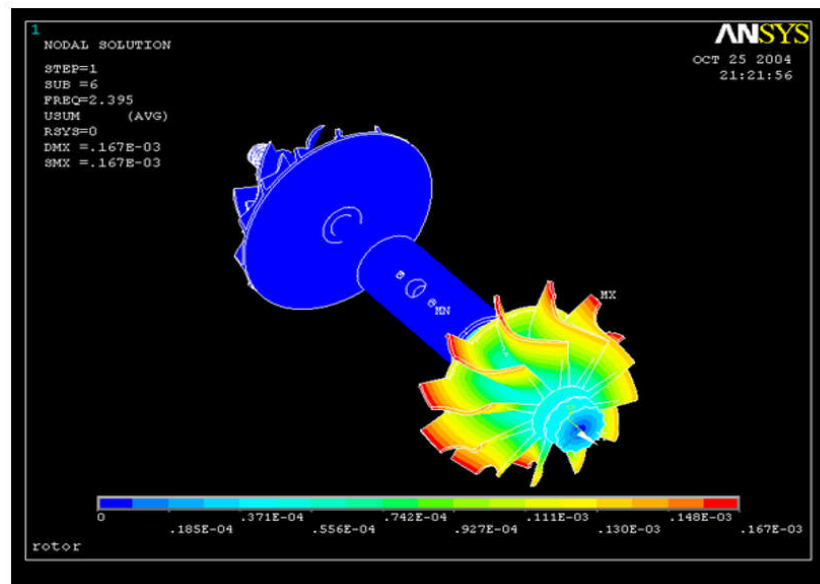
Trong xây dựng, ANSYS giải quyết rất tốt các bài toán liên quan đến cơ học đất, đàn nhớt, kết cấu xây dựng, hiện tượng nứt do sinh nhiệt trong bê tông, khảo sát các vật liệu mới trong xây dựng cũng như các loại kết cấu liên hợp mới.



5.4. Giới thiệu một số phần mềm PTHH

Ansys

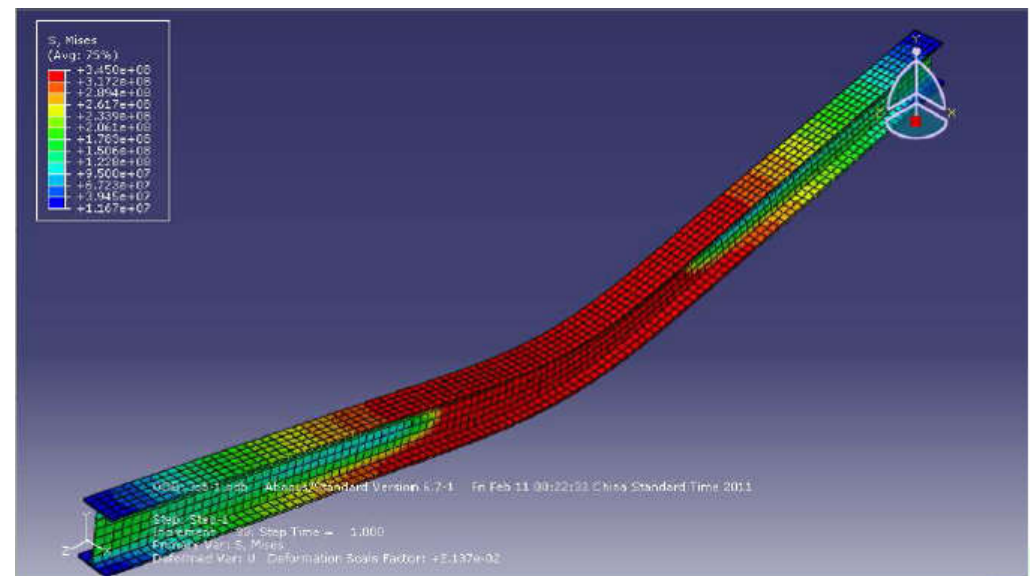
Trong cơ khí, ANSYS có thể liên kết với các phần mềm thiết kế mô hình hình học 2D và 3D để phân tích trường ứng suất biến dạng, nhiệt, tốc độ dòng chảy, có thể xác định được độ mòn, mỏi và phá hủy của chi tiết. Nhờ việc xác định đó có thể tìm ra được thông số tối ưu cho công nghệ chế tạo.



5.4. Giới thiệu một số phần mềm PTHH

Abaqus

Hiện nay ABAQUS là một bộ phần mềm lớn, trong công trình dùng để mô phỏng làm việc của công trình bằng phương pháp số. Nói cách khác, ABAQUS là bộ phần mềm thương mại, sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn để tính toán ứng suất, biến dạng, chuyển vị, giao động,... và các ứng xử khác của công trình dưới tác động của các ngoại và nội lực, các lực tĩnh và động.



5.4. Giới thiệu một số phần mềm PTHH

COMSOL Multiphysics

COMSOL Multiphysics là một công cụ mô phỏng trực quan vượt trội bởi tính ứng dụng mạnh mẽ cho nhiều lĩnh vực khoa học cơ bản và kỹ thuật công nghệ như âm học, sinh học, hóa học, điện tử, cơ học lượng tử, cơ học kết cấu, địa vật lý, ... và sự linh hoạt trong việc thiết kế cũng như áp dụng các thuật toán vào mô hình.

