

HỌC VIỆN KỸ THUẬT QUÂN SỰ
BỘ MÔN GIA CÔNG ÁP LỰC

ĐINH BÁ TRỤ - HOÀNG VĂN LỢI

HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG ANSYS

PHẦN I



HÀ NỘI 2003

HỌC VIỆN KỸ THUẬT QUÂN SỰ
BỘ MÔN GIA CÔNG ÁP LỰC- KHOA CƠ KHÍ

ĐINH BÁ TRỤ - HOÀNG VĂN LỢI

HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG ANSYS

PHẦN I

HÀ NỘI 2003

LỜI NÓI ĐẦU

Giải bài toán cơ học là một việc vô cùng cần thiết nhưng rất khó khăn. Nhiều bài toán lớn, giải với mô hình đồ sộ, cần sử dụng rất nhiều biến và các điều kiện biên phức tạp, với không gian nhiều chiều, việc giải bằng tay là một việc không thể thực hiện được.

Những năm gần đây, nhờ sự phát triển của các công cụ toán cùng với sự phát triển của máy tính điện tử, đã thiết lập và dần dần hoàn thiện các phần mềm công nghiệp, sử dụng để giải các bài toán cơ học vật rắn, cơ học thủy khí, các bài toán động, bài toán tường minh và không tường minh, các bài toán tuyến tính và phi tuyến, các bài toán về trường điện từ, bài toán tương tác đa trường vật lý. ANSYS là một phần mềm mạnh được phát triển và ứng dụng rộng rãi trên thế giới, có thể đáp ứng các yêu cầu nói trên của cơ học.

Trong tính toán thiết kế cơ khí, phần mềm 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, trường nhiệt độ, tốc độ dòng chảy, có thể xác định được độ mòn, mỏi và phá huỷ của chi tiết. Nhờ việc xác định đó, có thể tìm các thông số tối ưu cho công nghệ chế tạo. ANSYS còn cung cấp phương pháp giải các bài toán cơ với nhiều dạng mô hình vật liệu khác nhau: đàn hồi tuyến tính, đàn hồi phi tuyến, đàn dẻo, đàn nhớt, dẻo, dẻo nhớt, chảy dẻo, vật liệu siêu đàn hồi, siêu dẻo, các chảy lỏng và chất khí ...

Năm 2000, NXB Khoa học và Kỹ thuật đã xuất bản cuốn Hướng dẫn ANSYS phiên bản 5.0. Sách ra đời đã đáp ứng một phần nhu cầu khai thác sử dụng phần mềm ANSYS để giải các bài toán cơ ở các trường Đại học ở Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh. Nhiều bạn đọc đã gửi thư yêu cầu tác giả viết tiếp các tài liệu hướng dẫn ANSYS dùng trong WINDOWS. Để đáp ứng yêu cầu của việc ứng dụng các phần mềm công nghiệp để tính toán các

bài toán cơ, tác giả biên soạn và xuất bản cuốn sách với nhiều tập khác nhau. Trước mắt xin ra mắt bạn đọc các 3 tập, tương ứng với các phần sau:

Phần I. Hướng dẫn sử dụng các lệnh. Phần I có mục tiêu để các bạn đọc làm quen với các lệnh và giao diện của ANSYS, các tiện ích và các công cụ. Để nắm được các lệnh đó, tài liệu giới thiệu cách sử dụng các lệnh để giải bài toán kết cấu và các bài giải cụ thể về thanh và dầm.

Phần II. Hướng dẫn giải các bài toán kỹ thuật và cơ học. Mục tiêu giúp bạn đọc hiểu được cách sử dụng Menu, phương pháp giải một số bài toán điển hình trong tính toán các bài toán cơ và trong tính toán thiết kế cơ khí.

Phần III. Hướng dẫn sử dụng ANSYS Mechanical. Mục tiêu giúp các bạn đọc nắm được cách sử dụng môđun dùng chung trong cơ khí dùng để giải các bài toán trường ứng suất và biến dạng cơ nhiệt, dao động. Các phần khác sẽ được biên soạn và xuất bản trong thời gian tiếp theo.

Các tác giả có hy vọng cung cấp cho các kỹ sư thiết kế chế tạo cơ khí, các nhà nghiên cứu tính toán cơ học vật rắn và cơ học thủy khí, các nghiên cứu sinh, học sinh cao học và đại học chuyên ngành cơ nói chung và cơ khí chế tạo, một tài liệu đi vào một công nghệ tính toán thiết kế mới và khai thác có hiệu quả một phần mềm công nghiệp.

Tác giả rất mong sự đóng góp ý kiến của tất cả các bạn đọc trong toàn quốc. Thư gửi theo địa chỉ: Đinh Bá Trự, Khoa Cơ khí, Học viện Kỹ thuật Quân sự, 100 đường Hoàng Quốc Việt, Hà Nội hoặc gửi thư điện tử theo địa chỉ: ding_ba_tru@yahoo.com.

Các tác giả

Chương 1

GIỚI THIỆU CHUNG PHẦN MỀM ANSYS

1.1 GIỚI THIỆU CHUNG

ANSYS là một trong nhiều chương trình phần mềm công nghiệp, sử dụng phương pháp Phần tử hữu hạn - PTHH (FEM) để phân tích các bài toán vật lý - cơ học, chuyển các phương trình vi phân, phương trình đạo hàm riêng từ dạng giải tích về dạng số, với việc sử dụng phương pháp rời rạc hóa và gần đúng để giải.

Nhờ ứng dụng phương pháp phần tử hữu hạn, các bài toán kỹ thuật về cơ, nhiệt, thủy khí, điện từ, sau khi mô hình hoá và xây dựng mô hình toán học, cho phép giải chúng với các điều kiện biên cụ thể với số bậc tự do lớn.

Trong bài toán kết cấu (Structural), phần mềm ANSYS dùng để giải các bài toán trường ứng suất - biến dạng, trường nhiệt cho các kết cấu. Giải các bài toán dạng tĩnh, dao động, cộng hưởng, bài toán ổn định, bài toán va đập, bài toán tiếp xúc. Các bài toán được giải cho các dạng phần tử kết cấu thanh, dầm, 2D và 3D, giải các bài toán với các vật liệu đàn hồi, đàn hồi phi tuyến, đàn dẻo lý tưởng, dẻo nhớt, đàn nhớt.. Trước hết, cần chọn được kiểu phần tử, phù hợp với bài toán cần giải. ANSYS cung cấp trên 200 kiểu phần tử khác nhau. Mỗi kiểu phần tử, tương ứng với một dạng bài toán. Khi chọn một phần tử, bộ lọc sẽ chọn các mô đun tính toán phù hợp, và đưa ra các yêu cầu về việc nhập các tham số tương ứng để giải. Đồng thời việc chọn phần tử, ANSYS yêu cầu chọn dạng bài toán riêng cho từng phần tử. Việc tính toán còn phụ thuộc vào vật liệu. Mỗi bài toán cần đưa mô hình vật liệu, cần xác lập rõ là vật liệu đàn hồi hay dẻo, là vật liệu tuyến tính hay phi tuyến, với mỗi vật liệu, cần nhập đủ các thông số vật lý của vật liệu. ANSYS là phần mềm giải các bài toán bằng phương pháp số, chúng giải trên mô hình hình học thực. Vì vậy, cần đưa vào mô hình hình học đúng. ANSYS cho

phép xây dựng các mô hình hình học 2D và 3D, với các kích thước thực, hình dáng được giản đơn hoá hoặc mô hình như vật thật. ANSYS có khả năng mô phỏng theo mô hình hình học với các điểm, đường, diện tích, và mô hình phần tử hữu hạn với các nút và phần tử. Hai dạng mô hình được trao đổi và thống nhất với nhau để tính toán. ANSYS là phần mềm giải bài toán bằng phương pháp phần tử hữu hạn (PTHH), nên sau khi dựng mô hình hình học, ANSYS cho phép chia lưới phần tử do người sử dụng chọn hoặc tự động chia lưới. Số lượng nút và phần tử quyết định đến độ chính xác của bài toán, nên cần chia lưới càng nhỏ càng tốt. Nhưng việc chia nhỏ phần tử phụ thuộc năng lực từng phần mềm. Nếu sử dụng phiên bản công nghiệp, số nút và phần tử có thể đến con số hàng trăm ngàn, phiên bản Đại học, đến chục ngàn, phiên bản sinh viên đến hàng ngàn.

Để giải một bài toán bằng phần mềm ANSYS, cần đưa vào các điều kiện ban đầu và điều kiện biên cho mô hình hình học. Các ràng buộc và các ngoại lực hoặc nội lực (lực, chuyển vị, nhiệt độ, mật độ) được đưa vào tại từng nút, từng phần tử trong mô hình hình học.

Sau khi xác lập các điều kiện bài toán, để giải chúng, ANSYS cho phép chọn các dạng bài toán. Khi giải các bài toán phi tuyến, vấn đề đặt ra là sự hội tụ của bài toán. ANSYS cho phép xác lập các bước lặp để giải bài toán lặp với độ chính xác cao. Để theo dõi bước tính, ANSYS cho biểu đồ quan hệ các bước lặp và độ hội tụ. Các kết quả tính toán được ghi lưu vào các File dữ liệu. Việc xuất các dữ liệu được tính toán và lưu trữ, ANSYS có hệ hậu xử lý rất mạnh, cho phép xuất dữ liệu dưới dạng đồ thị, ảnh đồ, để có thể quan sát trường ứng suất và biến dạng, đồng thời cũng cho phép xuất kết quả dưới dạng bảng số.

Việc ANSYS có hệ hậu xử lý mạnh, đã đem lại một thế mạnh, để các phần mềm khác phải sử dụng ANSYS là một phần mềm liên kết xử lý phân tích trường ứng suất - biến dạng và các thông số vật lý khác.

Tài liệu này trình bày bổ sung các kỹ thuật mới của ANSYS 10~11, nên Bạn đọc cần tham khảo cuốn sách “Hướng dẫn ANSYS” NXB KHKT, 2000.

1.2 Các Đặc điểm của phần mềm ANSYS

Yêu cầu đối với phần cứng máy tính cá nhân

Phần mềm ANSYS, phiên bản ANSYS 10~11 chạy trên máy PC trong môi trường Windows XP hoặc Windows NT .

Cấu hình máy tối thiểu cho phiên bản ANSYS 10~11 là:

- Pentium Pro, Pentium 3~4.
- Bộ nhớ (RAM): 128 MB trở lên.
- Ổ cứng: dư tối thiểu là 500MB.
- Chuột: 100% tương thích với các phiên bản của các hệ điều hành đã nêu.
- Đồ họa: Các hệ điều hành Windows XP, Windows 2000, và Windows NT đều hỗ trợ cho card đồ họa, có khả năng hỗ trợ độ phân giải của màn hình là 1024×768 High Color (16-bit màu), và hỗ trợ cho màn hình 17 inch (hoặc hơn) cùng với card đồ họa tương ứng.

1.3 CÁC ĐẶC ĐIỂM KHÁC

Các thuộc tính trình diễn của ANSYS - ANSYS Features Demonstrated.

Danh mục các thuộc tính đáng lưu ý được trình diễn trong phần mô tả bài toán và lời giải.

Chọn chế độ phân tích - Analysis Options

Chọn chế độ phân tích điển hình là phương pháp giải, độ cứng phần tử (stress stiffening), chọn phương pháp lặp trong bài toán phi tuyến Newton-Raphson .

Kiểu phân tích - Analysis Types

Các kiểu phân tích được dùng trong ANSYS: phân tích Tĩnh (static), phân tích dao động riêng (modal), dao động điều hoà (harmonic), phân tích bài toán quá độ (transient), phân tích phổ (spectrum), phân tích ổn định (eigenvalue buckling), và cấu trúc con (substructuring) với bài toán tuyến tính và phi tuyến.

Phạm vi sử dụng các sản phẩm ANSYS

Phần mềm ANSYS có các mô đun sản phẩm riêng biệt sau:

- ANSYS/Multiphysics,
- ANSYS/Mechanical,
- ANSYS/Professional,
- ANSYS/Structural,
- ANSYS/LS-DYNA,
- ANSYS/LinearPlus,
- ANSYS/Thermal,
- ANSYS/Emag,
- ANSYS/FLOTRAN,
- ANSYS/PrepPost.
- ANSYS CFX,
- ANSYS PTD,
- ANSYS TASPCB,
- ANSYS ICEM CFD,
- ANSYS AI*Environment,

ANSYS DesignXplorer,
ANSYS DesignModeler,
ANSYS DesignXplorer VT,
ANSYS BladeModeler,
ANSYS TurboGrid, ANSYS AUTODYN

Sử dụng trợ giúp Help

Các thông tin trong phần trợ giúp của ANSYS được viết theo các tiêu đề, dễ tra cứu và sử dụng.

Toán tử logic Boolean

Toán tử Boolean Operations (dựa trên cơ sở đại số Boolean) cung cấp công cụ để có thể ghép các dữ liệu khi dùng các toán tử logic như: cộng, trừ, chèn.... Toán tử Boolean có giá trị khi dựng mô hình vật rắn Thể tích, Diện tích, đường (volume, area, and line).

Trực tiếp tạo phần tử

Định nghĩa phần tử bằng cách trực tiếp định nghĩa nýt.

Phạm vi ứng dụng khoa học Discipline

Có 5 lĩnh vực khoa học có thể giải bằng phần mềm ANSYS:

Kết cấu-Cơ học (Structural),

Nhiệt (Thermal),

Điện (Electric),

Từ (Magnetic),

Thủy khớ (Fluid).

Nhưng ANSYS còn cho phép giải các bài toán tương tác đa trường vật lý, do các trường Vật lý thường tác dụng cặp đôi, như nhiệt độ và chuyển vị trong phân tích ứng suất -nhiệt.

Chọn phần tử - Element Options

Nhiều kiểu phần tử có chọn phần tử được xác định vật thể như vậy là các phần tử với các hành vi và chức năng, phần tử cho kết quả được chọn in ra.

Kiểu phần tử được dựng - Element Types Used

Cần chỉ rõ phần tử được dùng trong bài toán. Khoảng 200 kiểu phần tử trong ANSYS. Ta có thể chọn một kiểu phần tử với các đặc tính, trong đó, xác lập số bậc tự do DOF (như chuyển vị, nhiệt độ...) cho các hình đặc trưng như đường, hình tứ giác, hình khối hộp, các hình nằm trong không gian 2-D hoặc 3D, tương ứng với hệ thống tọa độ.

Các phần tử bậc cao - Higher Order Elements

Phần tử với các nút bậc cao có hàm dáng tứ giác và các giá trị bậc tự do.

Đó là các phần tử gần đúng, dùng trong các bài toán với giao diện theo bước. Thời gian được lấy thời gian của hệ thống máy tính..

Tên bài toán - JobName

Tên File được đặt riêng cho từng bài, nhưng có giá trị trong các phân tích ANSYS. Phần kiểu *Jobname.ext*, trong đó *ext* là kiểu *File* do ANSYS định tùy tính chất của dữ liệu được ghi. Tên File được đặt tùy yêu cầu người dùng. Nếu không đặt tên riêng, ANSYS mặc định tên là FILE.*.

Mức độ khó - Level of Difficulty

Có 3 mức độ: dễ, trung bình và khó. Các bài toán khó có thể chuyển thành dễ, khi sử dụng bài toán tính theo bước. Tính chất điển hình

của advanced ANSYS có dạng như các bài toán phi tuyến, macro hoặc advanced postprocessing.

Tham chiếu - Preferences

Hộp thoại "Preferences" cho phép chọn các lĩnh vực kỹ thuật theo yêu cầu với việc lọc chọn thực đơn: Kết cấu, nhiệt, điện từ, thủy khí. Mặc định, thực đơn chọn đưa ra tất cả các lĩnh vực, các lĩnh vực không sử dụng được ẩn mờ. Việc chọn được tiến hành bằng đánh dấu. Thí dụ, chọn mục kết cấu, thì các mục khác được ẩn.

Tiền xử lý - Preprocessing

Là pha phân tích nhập mô hình hình học, vật liệu, kiểu phần tử...

Hậu xử lý - Postprocessing

ANSYS phân tích theo pha, ở đó ta có thể xem lại các kết quả phân tích nhờ các hình ảnh màu và các bảng số liệu. Hậu xử lý chung (POST1) được dùng phân tích kết quả tại một bước nhỏ trên toàn bộ mô hình vật thể. Hậu xử lý theo thời gian (POST26) được dùng nghiên cứu các kết quả tại các điểm đặc biệt trong mô hình trên toàn bộ thời gian các bước.

Giải - Solution

Là pha phân tích của ANSYS, trong đó xác định kiểu phân tích và chọn, đặt tải và chọn tải, khởi động giải phần tử hữu hạn. Mặc định là phân tích tĩnh.

Mô hình hình học

Trước hết định nghĩa hình dáng hình học cho ANSYS, như định nghĩa một hình chữ nhật, có thể định nghĩa theo diện tích, theo 4 cạnh, theo 4 điểm.

Hằng số thực - Real Constants

Cung cấp bổ sung các tham số đặc trưng mặt cắt hình học cho kiểu phần tử, những thông tin không thể nhập được vào các nút. Như, phần tử vỏ shell là chiều dày vỏ mỏng, phần tử dầm là diện tích mặt cắt, mô men quán tính mặt cắt. Các tính chất này được nhập tùy theo kiểu phần tử yêu cầu.

Thuộc tính vật liệu -Material Properties

Thuộc tính vật lý của vật liệu như mô đun đàn hồi, mật độ, luôn độc lập với tham số hình học. Nên, chúng không gắn với kiểu phần tử. Thuộc tính vật liệu quy định để giải ma trận phần tử, nên để dễ dàng chúng được gán cho từng kiểu phần tử. Tùy thuộc ứng dụng, thuộc tính vật liệu có thể là tuyến tính, phi tuyến, hoặc đẳng hướng. Cũng như kiểu phần tử và hằng số đặc trưng hình dáng, cần phải đặt thuộc tính vật liệu nhiều lần, tùy theo vật liệu.

Mặt làm việc - Working Plane (WP)

Là một mặt tưởng tượng với gốc tọa độ, dùng để xác lập các tham số hình học cục bộ. Trong hệ tọa độ 2-D (Hệ đề các hay tọa độ cực), mặt làm việc được bám theo từng tham số tọa độ. Dùng để định vị một đối tượng của mô hình. Gốc tọa độ của mặt làm việc chuẩn nằm trùng gốc tọa độ toàn cục, gốc tọa độ của các mặt làm việc tự chọn. Giữa gốc tọa độ trên mặt làm việc chuẩn (toàn thể) có quan hệ với gốc tọa độ cục bộ nằm trên hệ mặt làm việc cục bộ.

1.4 CÁC PHẦN TỬ:

Các kiểu phần tử

STRUCTURE:	Phần tử cấu trúc
SPAR:	Phần tử thanh
BEAM:	Phần tử dầm

PIPE : Phần tử ống
 2D SOLIDS: Phần tử khối đặc 2D
 3D SOLID: Phần tử khối đặc 3D
 SHELL : Phần tử tấm vỏ
 SPECLTY: Phần tử đặc biệt
 CONTACT: Phần tử tiếp xúc

SPAR Phần tử thanh

2D-SPAR :Phần tử Thanh 2D : LINK1
 3D-SPAR :Phần tử Thanh 3D : LINK8
 BILINEAR : Phần tử Thanh phi tuyến LINK10

BEAM : Phần tử dầm

2D-ELAST : PT Dầm đàn hồi 2D đối xứng BEAM3
 3D- ELAST : PT Dầm đàn hồi 3D, 2~3 nút BEAM4
 2D- TAPER : PT Dầm thon 2 nút đàn hồi 2D BEAM54
 3D-TAPER : PT Dầm thon 2 nút không đối xứng,3D BEAM44
 2D-PLAST : PT Dầm dẻo 2D2 nút BEAM23
 THIN WALL : PT thành mỏng 3 nút dầm dẻo BEAM24

PIPE :Phần tử ống

STRAIGHT : PT ống thẳng 3D 2 nút đàn hồi PIP16
 TEE : PT ống Tè 3D, 4 nút đàn hồi PIP17
 ELBOW : PT ống cong 3 D 3 nút đàn hồi PIP18
 PLASTSTR : PT ống thẳng dẻo 3D, 2 nút PIP20
 PLASTELBOW: PT ống cong dẻo 3D 3 nút PIP60
 IMMORSED : PT ống mềm hoặc cáp PIP59

2D-SOLID :Phần tử khối đặc 2D

2D-ELAST : Phần tử khối đặc 2D đàn hồi
 8NodQuad : Phần tử 2D, 8 nút kết cấu tứ diện PLANE82

4NodQuad :Phần tử 2D, 4 nút kết cấu, tứ diện PLANE42
 Triangle : Phần tử 2D, 6 nút, kết cấu tam giác PLANE2

HYPER Siêu đàn hồi

8 NodMixd :Phần tử 2D, 8nút, siêu đàn hồi HYPER74
 4NodMixd :Phần tử 2D, 4 nút, siêu đàn hồi HYPER6
 8NodQuad :Phần tử 2D, 8 nút tứ diện, siêu đàn hồi
 HYPER84

VISCO Nhớt

8NodQuad Phần tử 2D, 8 nút tứ diện, nhớt VISCO88
 8NodPlas Phần tử 2D, 8 nút, tứ diện dẻo nhớt VISCO108
 4NodPlas Phần tử 2D, 4 nút , tứ diện dẻo nhớt VISCO106

HARMONIC Phần tử 2D Điều hoà

8NodQuad Phần tử 8 nút, đối xứng, điều hoà tứ diện PLANE83
 4NodQuad Phần tử 4 nút, Cấu trúc đối xứng trục PLANE25

3D-SOLID Phần tử vật đặc 3D

GENERAL Phần tử 3D

20NodBri: PT Khối 3D, 20 nút, hộp,cấu trúc SOLID95
 Brick: PT Khối 3D, 8 nút, hộp, cấu trúc SOLID45
 Tetrahed: PT Khối 3D, 10 nút, chóp, cấu trúc SOLID92
 RotBrick: PT Khối 3D ,8 nút, hộp có DOF quay SOLID92
 RotTetra: PT Khối 4 nút, chóp quay SOLID72

HYPER : Siêu đàn hồi

Mixbri : PT 3D, 8 nút khối hộp, siêu đàn hồi HYPER58
 Brick : PT 3D, 8 nút, khối hộp, siêu dẻo HYPER86

VISCO : nhớt

PlasBrck: PT khối hộp đặc siêu dẻo VISCO107
 ANISOTRP: Khối không đồng nhất

AnisoBri: PT Khối không đồng nhất 3D, 8 nút, hộp SOLID64

ReinBri : PT Khối hộp, bê tông được gia cố

SOLID65

LayerBri: PT Khối 3D, 8 nút, hộp, cấu trúc lớp SOLID46

SHELL :Phần tử dạng tấm- vỏ

8NodQuad: PT tấm điện- từ, 8 nút, đàn hồi SHELL93

4NodQuad: PT tấm điện-từ , 4 nút, dẻo SHELL63

PlastQua: PT tấm điện- từ, 4 nút, dẻo SHELL43

MemBrame: PT màng, điện từ, 4 nút SHELL41

ShearPnl:PT tấm, điện từ, 4 nút, Panel, uốn/xoắn SHELL28

SPECTLY: Phần tử hỗn hợp

PINJIONT: Phần tử 3D, 5 nút, liên kết khớp COMBIN7

ACTUATOR: Phần tử kích động LINK11

FLUIDCPL: PT cặp đôi , 2 nút, dòng chảy động FUID38

MATRIX: PT 2 nút, cứng hộp, cản, ma trận MATRIX27

MASS: PT 1 nút, Khối lượng, cấu trúc MASS21

CONTACT: Phần tử tiếp xúc

2DPtSurf : PT tiếp xúc điểm-mặt 2D CONTAC48

3DPtSuf : PT tiếp xúc điểm-mặt 3D CONTAC49

2DPntPnt : PT tiếp xúc điểm-điểm 2D, ma sát CONTAC12

3DPntPnt : T tiếp xúcđiểm-điểm 3D CONTAC52

RigidSur :PT tiếp xúc mặt cứng CONTAC26

THERMAL Phần tử nhiệt

LINK Phần tử nhiệt với truyền nhiệt giữa 2 điểm

2DCnDuct PT thanh Dẫn nhiệt 2D LINK32

3DCnDuct PT thanh Dẫn nhiệt 3D LINK33

CONVert PT 2 nút Đối lưu LINK34

Radiate	PT Bức xạ nhiệt	LINK31
2D SOLID	Phần tử nhiệt đặc 2D	
8Nod Quad	PT 2D, 8 nút, Tứ giác	PLANE77
4 Nod Quad	PT 2D, 4 nút, Tứ giác	PLANE55
Triangle	PT 2D, 6 nút, Tam giác	PLANE78
NodHarm	PT 8 nút, đối xứng trục điều hoà	PLANE78
4NodHarm	PT 4 nút, đối xứng trục điều hoà	PLANE75
3D SOLID	Phần tử đặc 3 D	
20NodBri	PT 3D, 20 nút, hộp đặc	SOLID90
Brick	PT 3D, 8 nút, hộp đặc	SOLID70
Tetrahed	PT 3D, 10 nút hộp đặc khối chóp	SOLID87
FLUID	Phần tử chất lỏng	
2D Quad	PT 2D, 4 nút, tứ diện dòng chảy	FLUID79
3D Brick	PT 3D, 8 nút khối hộp	FLUID80
HARMONIC	PT 4 nút đối xứng, điều hoà, dòng chảy	FLUID81
2D FLOW	PT 2D, đẳng tham số, khối đặc, Nhiệt-Lỏng	FLUID15
PIPE Flow	PT 3D, 4 nút, truyền nhiệt - truyền khối	FLUID66
2D Acoust	PT 2D, 4 nút, dòng chảy, dưới âm	FLUID29
3D Acoust	PT 3D, 8 nút, dòng chảy, dưới âm	FLUID30
MAGNETIC	Phần tử từ	
3D SOLID	PT 3D cặp đôi Điện - Từ	SOLID96
8NodQuad	PT 2D, 8 nút, cặp đôi Điện-Từ	PLANE53
2DBound	PT 2D, biên vô hạn	INFIN9
3DBound	PT 3D, biên vô hạn	INFIN47
SurSourc	PT nguồn bề mặt	SOURC36
Other	PT phân tích từ, tại các điểm khác nhau	
MULTIFLD	Phần tử đa trường	

3D-LINK PT 3D, 2 nút cặp đôi, Điện-Nhiệt, 1 chiều	LINK68
MultQuad PT 2D đặc, cặp đôi, Nhiệt-Điện	PLAN13
ThElQuad PT 2D, 4 nút, đặc, cặp đôi Nhiệt-Điện	PLAN67
MultBrck PT 3D, 8 nút, đặc, cặp đôi	SOLID5
ThElBrck PT 3D, 8 nút, đặc, cặp đôi Nhiệt-Điện	SOLID69
Tetrahed PT 10 nút, chóp, Từ-Nhiệt-Cấu trúc-Điện	SOLID98

GENERAL Mô hình phần tử tổ hợp

SprngDmp PT 2 nút, lò xo, cản dọc/xoắn	COMBIN14
Combinat PT 3D, 2 nút, tổ hợp Lò xo-Khối lượng-Cản-GAP	COMBIN40
ForcDefl PT 2 nút, phi tuyến, Lực tập trung-Uốn-Lò xo	COMBIN39
Control PT điều khiển	COMBIN37
2DSurf PT 2D hiệu ứng bề mặt	SURF19
3DSurf PT 3D hiệu ứng bề mặt	SURF22
Substruc PT cấu trúc con và siêu phần tử	MATRIX50

Danh mục phần tử theo vần Element Name - Description
<u>BEAM3</u> - 2-D Elastic Beam
<u>BEAM4</u> - 3-D Elastic Beam
<u>BEAM23</u> - 2-D Plastic Beam
<u>BEAM24</u> - 3-D Thin-walled Beam
<u>BEAM44</u> - 3-D Elastic Tapered Unsymmetric Beam
<u>BEAM54</u> - 2-D Elastic Tapered Unsymmetric Beam
<u>BEAM161</u> - Explicit 3-D Beam
<u>BEAM188</u> - 3-D Finite Strain Beam

Danh mục phần tử theo vắn Element Name - Description
<u>BEAM189</u> - 3-D Finite Strain Beam
<u>CIRCU94</u> - Piezoelectric Circuit
<u>CIRCU124</u> - General Circuit
<u>CIRCU125</u> - Common or Zener Diode
<u>COMBIN7</u> - Revolute Joint
<u>COMBIN14</u> - Spring-Damper
<u>COMBIN37</u> - Control
<u>COMBIN39</u> - Nonlinear Spring
<u>COMBIN40</u> - Combination
<u>COMBI165</u> - Explicit Spring-Damper
<u>CONTAC12</u> - 2-D Point-to-Point Contact
<u>CONTAC26</u> - 2-D Point-to-Ground Contact
<u>CONTAC48</u> - 2-D Point-to-Surface Contact
<u>CONTAC49</u> - 3-D Point-to-Surface Contact
<u>CONTAC52</u> - 3-D Point-to-Point Contact
<u>CONTA171</u> - 2-D 2-Node Surface-to-Surface Contact
<u>CONTA172</u> - 2-D 3-Node Surface-to-Surface Contact
<u>CONTA173</u> - 3-D 4-Node Surface-to-Surface Contact
<u>CONTA174</u> - 3-D 8-Node Surface-to-Surface Contact
<u>CONTA178</u> - 3-D Node-to-Node Contact
<u>FLUID29</u> - 2-D Acoustic Fluid

Danh mục phần tử theo vắn Element Name - Description
<u>FLUID30</u> - 3-D Acoustic Fluid
<u>FLUID38</u> - Dynamic Fluid Coupling
<u>FLUID79</u> - 2-D Contained Fluid
<u>FLUID80</u> - 3-D Contained Fluid
<u>FLUID81</u> - Axisymmetric-Harmonic Contained Fluid
<u>FLUID116</u> - Thermal-Fluid Pipe
<u>FLUID129</u> - 2-D Infinite Acoustic
<u>FLUID130</u> - 3-D Infinite Acoustic
<u>FLUID141</u> - 2-D Fluid-Thermal
<u>FLUID142</u> - 3-D Fluid-Thermal
<u>HF118</u> - 2-D High-Frequency Quadrilateral Solid
<u>HF119</u> - 3-D Tetrahedral High-Frequency Solid
<u>HF120</u> - 3-D Brick/Wedge High-Frequency Solid
<u>HYPER56</u> - 2-D 4-Node Mixed U-P Hyperelastic Solid
<u>HYPER58</u> - 3-D 8-Node Mixed U-P Hyperelastic Solid
<u>HYPER74</u> - 2-D 8-Node Mixed U-P Hyperelastic Solid
<u>HYPER84</u> - 2-D Hyperelastic Solid
<u>HYPER86</u> - 3-D Hyperelastic Solid
<u>HYPER158</u> - 3-D 10-Node Tetrahedral Mixed U-P Hyperelastic Solid
<u>INFIN9</u> - 2-D Infinite Boundary

Danh mục phần tử theo vãn Element Name - Description
<u>INFIN47</u> - 3-D Infinite Boundary
<u>INFIN110</u> - 2-D Infinite Solid
<u>INFIN111</u> - 3-D Infinite Solid
<u>INTER115</u> - 3-D Magnetic Interface
<u>INTER192</u> - 2-D 4-Node Linear Interface
<u>INTER193</u> - 2-D 6-Node Linear Interface
<u>INTER194</u> - 3-D 16-Node Quadratic Interface
<u>INTER195</u> - 3-D 8-Node Linear Interface
<u>LINK1</u> - 2-D Spar (or Truss)
<u>LINK8</u> - 3-D Spar (or Truss)
<u>LINK10</u> - Tension-only or Compression-only Spar
<u>LINK11</u> - Linear Actuator
<u>LINK31</u> - Radiation Link
<u>LINK32</u> - 2-D Conduction Bar
<u>LINK33</u> - 3-D Conduction Bar
<u>LINK34</u> - Convection Link
<u>LINK68</u> - Thermal-Electric Line
<u>LINK160</u> - Explicit 3-D Spar (or Truss)
<u>LINK167</u> - Explicit Tension-Only Spar
<u>LINK180</u> - 3-D Finite Strain Spar (or Truss)
<u>MASS21</u> - Structural Mass

Danh mục phần tử theo vắn Element Name - Description
<u>MASS71</u> - Thermal Mass
<u>MASS166</u> - Explicit 3-D Structural Mass
<u>MATRIX27</u> - Stiffness, Damping, or Mass Matrix
<u>MATRIX50</u> - Superelement (or Substructure)
<u>MESH200</u> - Meshing Facet
<u>PIPE16</u> - Elastic Straight Pipe
<u>PIPE17</u> - Elastic Pipe Tee
<u>PIPE18</u> - Elastic Curved Pipe (Elbow)
<u>PIPE20</u> - Plastic Straight Pipe
<u>PIPE59</u> - Immersed Pipe or Cable
<u>PIPE60</u> - Plastic Curved Pipe (Elbow)
<u>PLANE2</u> - 2-D 6-Node Triangular Structural Solid
<u>PLANE13</u> - 2-D Coupled-Field Solid
<u>PLANE25</u> - Axisymmetric-Harmonic 4-Node Structural Solid
<u>PLANE35</u> - 2-D 6-Node Triangular Thermal Solid
<u>PLANE42</u> - 2-D Structural Solid
<u>PLANE53</u> - 2-D 8-Node Magnetic Solid
<u>PLANE55</u> - 2-D Thermal Solid
<u>PLANE67</u> - 2-D Thermal-Electric Solid
<u>PLANE75</u> - Axisymmetric-Harmonic 4-Node Thermal Solid
<u>PLANE77</u> - 2-D 8-Node Thermal Solid

Danh mục phần tử theo vắn Element Name - Description
<u>PLANE78</u> - Axisymmetric-Harmonic 8-Node Thermal Solid
<u>PLANE82</u> - 2-D 8-Node Structural Solid
<u>PLANE83</u> - Axisymmetric-Harmonic 8-Node Structural Solid
<u>PLANE121</u> - 2-D 8-Node Electrostatic Solid
<u>PLANE145</u> - 2-D Quadrilateral Structural Solid p-Element
<u>PLANE146</u> - 2-D Triangular Structural Solid p-Element
<u>PLANE162</u> - Explicit 2-D Structural Solid
<u>PLANE182</u> - 2-D 4-Node Structural Solid
<u>PLANE183</u> - 2-D 8-Node Structural Solid
<u>PRETS179</u> - 2-D/3-D Pre-tension
<u>SHELL28</u> - Shear/Twist Panel
<u>SHELL41</u> - Membrane Shell
<u>SHELL43</u> - 4-Node Plastic Large Strain Shell
<u>SHELL51</u> - Axisymmetric Structural Shell
<u>SHELL57</u> - Thermal Shell
<u>SHELL61</u> - Axisymmetric-Harmonic Structural Shell
<u>SHELL63</u> - Elastic Shell
<u>SHELL91</u> - Nonlinear Layered Structural Shell
<u>SHELL93</u> - 8-Node Structural Shell
<u>SHELL99</u> - Linear Layered Structural Shell
<u>SHELL143</u> - 4-Node Plastic Small Strain Shell

Danh mục phần tử theo vắn Element Name - Description
<u>SHELL150</u> - 8-Node Structural Shell p-Element
<u>SHELL157</u> - Thermal-Electric Shell
<u>SHELL163</u> - Explicit Thin Structural Shell
<u>SHELL181</u> - Finite Strain Shell
<u>SOLID5</u> - 3-D Coupled-Field Solid
<u>SOLID45</u> - 3-D Structural Solid
<u>SOLID46</u> - 3-D 8-Node Layered Structural Solid
<u>SOLID62</u> - 3-D Magneto-Structural Solid
<u>SOLID64</u> - 3-D Anisotropic Structural Solid
<u>SOLID65</u> - 3-D Reinforced Concrete Solid
<u>SOLID69</u> - 3-D Thermal-Electric Solid
<u>SOLID70</u> - 3-D Thermal Solid
<u>SOLID87</u> - 3-D 10-Node Tetrahedral Thermal Solid
<u>SOLID90</u> - 3-D 20-Node Thermal Solid
<u>SOLID92</u> - 3-D 10-Node Tetrahedral Structural Solid
<u>SOLID95</u> - 3-D 20-Node Structural Solid
<u>SOLID96</u> - 3-D Magnetic Scalar Solid
<u>SOLID97</u> - 3-D Magnetic Solid
<u>SOLID98</u> - Tetrahedral Coupled-Field Solid
<u>SOLID117</u> - 3-D 20-Node Magnetic Solid
<u>SOLID122</u> - 3-D 20-Node Electrostatic Solid

Danh mục phần tử theo vắn Element Name - Description
<u>SOLID123</u> - 3-D 10-Node Tetrahedral Electrostatic Solid
<u>SOLID127</u> - 3-D Tetrahedral Electrostatic Solid p-Element
<u>SOLID128</u> - 3-D Brick Electrostatic Solid p-Element
<u>SOLID147</u> - 3-D Brick Structural Solid p-Element
<u>SOLID148</u> - 3-D Tetrahedral Structural Solid p-Element
<u>SOLID164</u> - Explicit 3-D Structural Solid
<u>SOLID185</u> - 3-D 8-Node Structural Solid
<u>SOLID186</u> - 3-D 20-Node Structural Solid
<u>SOLID187</u> - 3-D 10-Node Tetrahedral Structural Solid
<u>SOLID191</u> - 3-D 20-Node Layered Structural Solid
<u>SOURC36</u> - Current Source
<u>SURF151</u> - 2-D Thermal Surface Effect
<u>SURF152</u> - 3-D Thermal Surface Effect
<u>SURF153</u> - 2-D Structural Surface Effect
<u>SURF154</u> - 3-D Structural Surface Effect
<u>TARGE169</u> - 2-D Target Segment
<u>TARGE170</u> - 3-D Target Segment
<u>TRANS109</u> - 2-D Electro-Mechanical Solid
<u>TRANS126</u> - Electro-structural Transducer
<u>VISCO88</u> - 2-D 8-Node Viscoelastic Solid
<u>VISCO89</u> - 3-D 20-Node Viscoelastic Solid

Danh mục phần tử theo vắn Element Name - Description
<u>VISCO106</u> - 2-D 4-Node Large Strain Solid
<u>VISCO107</u> - 3-D 8-Node Large Strain Solid
<u>VISCO108</u> - 2-D 8-Node Large Strain Solid

1.5 CÁC THAM SỐ TRONG ANSYS

Nhãn Label	Thứ nguyên Units	ý nghĩa Description
EX	Lực/ Diện tích Force/Area	Môđun đàn hồi theo hướng x của phần tử Elastic modulus, element x direction
EY		Môđun đàn hồi theo hướng y của phần tử Elastic modulus, element y direction
EZ		Môđun đàn hồi theo hướng z của phần tử Elastic modulus, element z direction
PRXY	Không None	Hệ số Poisson lớn trên mặt x-y Major Poisson's ratio, x-y plane

Nhãn Label	Thứ nguyên Units	ý nghĩa Description
PRYZ		Hệ số Poisson lớn trên mặt y-z Major Poisson's ratio, y-z plane
PRXZ		Hệ số Poisson lớn trên mặt z-x Major Poisson's ratio, x-z plane
NUXY		Hệ số Poisson nhỏ trên mặt x-y Minor Poisson's ratio, x-y plane
NUYZ		Hệ số Poisson nhỏ trên mặt y-z Minor Poisson's ratio, y-z plane
NUXZ		Hệ số Poisson nhỏ trên mặt x-z Minor Poisson's ratio, x-z plane
GXY	Lực/ diện tích Force/Area	Môđun trượt, trên mặt x-y Shear modulus, x-y plane
GYZ		Môđun trượt, trên mặt y-z Shear modulus, y-z plane

Nhãn Label	Thứ nguyên Units	ý nghĩa Description
GXZ		Môđun trượt, trên mặt x-z Shear modulus, x-z plane
ALPX	Biến dạng/ Nhiệt độ Strain/Temp	Hệ số dẫn nở nhiệt theo hướng x của phần tử Coefficient of thermal expansion, element x direction
ALPY		Hệ số dẫn nở nhiệt theo hướng y của phần tử Coefficient of thermal expansion, element y direction
ALPZ		Hệ số dẫn nở nhiệt theo hướng z của phần tử Coefficient of thermal expansion, element z direction
REFT	Nhiệt độ Temp	Nhiệt độ tham chiếu làm gốc Reference temperature (as a property) [TREF]
MU	Không None	Hệ số ma sát - Coefficient of friction (or, for FLUID29 and FLUID30 elements, boundary admittance)

Nhãn Label	Thứ nguyên Units	ý nghĩa Description
DAMP	Thời gian Time	Ma trận hãm K matrix multiplier for damping [BETAD]
DENS	Khối lượng/ thể tích Mass/Vol	Mật độ khối Mass density
KXX	Nhiệt* Chiều dài Heat*Length/ (Time*Area*Temp)	Hệ số dẫn nhiệt theo hướng x phần tử Thermal conductivity, element x direction
KYY		Hệ số dẫn nhiệt theo hướng y phần tử Thermal conductivity, element y direction
KZZ		Hệ số dẫn nhiệt theo hướng z phần tử Thermal conductivity, element z direction
C	Heat/Mass*Temp	Nhiệt dung Specific heat
ENTH	Nhiệt/ thể tích Heat/Vol	Enthalpy(DENS*C d(Temp))
HF	Nhiệt/ (T.gian*D.tích*Nhiệt độ) Heat / (Time*Area*Temp)	Hệ số đối lưu Convection (or film) coefficient
EMIS	Khung None	Hệ số thẩm thấu Emissivity

Nhãn Label	Thứ nguyên Units	ý nghĩa Description
QRAT E	Nhiệt/ t.gian Heat/Time	Tốc độ sinh nhiệt Heat generation rate (Chỉ dùng cho phần tử MASS71)
VISC	Force*Time/ Length ²	Độ nhớt Viscosity
SONC	Chiều dài/ T.gian Length/Time	Tốc độ âm Sonic velocity (FLUID29 , FLUID30 , FLUID129 , and FLUID130)
MURX	Khung None	Độ từ thẩm theo hướng x Magnetic relative permeability, element x direction
MURY		Độ từ thẩm theo hướng y Magnetic relative permeability, element y direction
MURZ		Độ từ thẩm theo hướng z Magnetic relative permeability, element z direction
MGXX	Tải/ (Chiều dài* Thời gian) Charge/ (Length*Time)	Sức từ kháng theo phương x phần tử Magnetic coercive force, element x direction

Nhãn Label	Thứ nguyên Units	ý nghĩa Description
MGYY		Sức từ kháng theo phương y phần tử Magnetic coercive force, element y direction
MGZZ		Sức từ kháng theo phương z phần tử Magnetic coercive force, element z direction
RSVX	Điện trở* Diện tích/Chiều dài Resistance*Area/Length	Điện trở suất theo phương x Electrical resistivity, element x direction
RSVY		Điện trở suất theo phương y Electrical resistivity, element y direction
RSVZ		Điện trở suất theo phương z Electrical resistivity, element z direction
PERX	Tải ² /(Lực* Chiều dài) Charge ² / (Force*Length ²)	Hệ số điện môi theo phương x Electric relative permittivity, element x direction
PERY		Điện trở suất theo phương y Electric relative permittivity, element y direction

Nhãn Label	Thứ nguyên Units	ý nghĩa Description
PERZ		Điện trở suất theo phương z Electric relative permittivity, element z direction
LSST	Khụng None	Tang tổn thất cách điện Dielectric loss tangent (Valid for high-frequency electromagnetic analyses only.)

1.6 CÁC MÔ HÌNH VẬT LIỆU

Mô hình Model	Liên kết với With ...	Kiểu liên kết Combination Type	Lệnh, Nhãn Command, Label	Kết nối với các thí dụ Link to Example
Plasticity	Combined Hardening	Bilinear	<u>TB</u> ,BISO + <u>TB</u> ,CHAB	<u>BISO and CHAB Example</u>
Plasticity	Combined Hardening	Multilinear	<u>TB</u> ,MISO + <u>TB</u> ,CHAB	<u>MISO and CHAB Example</u>
Plasticity	Combined Hardening	Nonlinear	<u>TB</u> ,NLISO + <u>TB</u> ,CHAB	<u>NLISO and CHAB Example</u>
Viscoplasti- city	Isotropic Hardening	Bilinear	<u>TB</u> ,BISO + <u>TB</u> ,RATE	<u>BISO and RATE Example</u>
Viscoplasti- city	Isotropic Hardening	Multilinear	<u>TB</u> ,MISO + <u>TB</u> ,RATE	<u>MISO and RATE Example</u>

Mô hình Model	Liên kết với With ...	Kiểu liên kết Combination Type	Lệnh, Nhân Command, Label	Kết nối với các thí dụ Link to Example
Viscoplasti- city	Isotropic Hardening	Nonlinear	TB ,NLISO + TB ,RATE	NLISO and RATE Example
Plasticity and Creep (Implicit)	Isotropic Hardening	Bilinear	TB ,BISO + TB ,CREEP	BISO and CREEP Example
Plasticity and Creep (Implicit)	Isotropic Hardening	Multilinear	TB ,MISO + TB ,CREEP	MISO and CREEP Example
Plasticity and Creep (Implicit)	Isotropic Hardening	Nonlinear	TB ,NLISO + TB ,CREEP	NLISO and CREEP Example
Plasticity and Creep (Implicit)	Kinematic Hardening	Bilinear	TB ,BKIN + TB ,CREEP	BKIN and CREEP Example
Anisotropic Plasticity	Isotropic Hardening	Bilinear	TB ,HILL + TB ,BISO	HILL and BISO Example
Anisotropic Plasticity	Isotropic Hardening	Multilinear	TB ,HILL + TB ,MISO	HILL and MISO Example
Anisotropic Plasticity	Isotropic Hardening	Nonlinear	TB ,HILL + TB ,NLSIO	HILL and NLISO

Mô hình Model	Liên kết với With ...	Kiểu liên kết Combination Type	Lệnh, Nhãn Command, Label	Kết nối với các thí dụ Link to Example
				Example
Anisotropic Plasticity	Kinematic Hardening	Bilinear	TB ,HILL + TB ,BKIN	HILL and BKIN Example
Anisotropic Plasticity	Kinematic Hardening	Multilinear	TB ,HILL + TB ,MKIN/ KINH	HILL and MKIN Example , HILL and KINH Example
Anisotropic Plasticity	Kinematic Hardening	Chaboche	TB ,HILL + TB ,CHAB	HILL and CHAB Example
Anisotropic Plasticity	Combined Hardening	Bilinear Isotropic and Chaboche	TB ,HILL + TB ,BISO + TB ,CHAB	HILL and BISO and CHAB Example
Anisotropic Plasticity	Combined Hardening	Multilinear Isotropic and Chaboche	TB ,HILL + TB ,MISO + TB ,CHAB	HILL and MISO and CHAB Example
Anisotropic Plasticity	Combined Hardening	Nonlinear Isotropic and Chaboche	TB ,HILL + TB ,NLISO + TB ,CHAB	HILL and NLISO and CHAB Example
Anisotropic	Isotropic	Bilinear	TB ,HILL +	HILL and

Mô hình Model	Liên kết với With ...	Kiểu liên kết Combination Type	Lệnh, Nhân Command, Label	Kết nối với các thí dụ Link to Example
Viscoplasti- city	Hardening		<u>TB</u> ,RATE + <u>TB</u> ,BISO	<u>RATE and BISO Example</u>
Anisotropic Viscoplasti- city	Isotropic Hardening	Multilinear	<u>TB</u> ,HILL + <u>TB</u> ,RATE + <u>TB</u> ,MISO	<u>HILL and RATE and MISO Example</u>
Anisotropic Viscoplasti- city	Isotropic Hardening	Nonlinear	<u>TB</u> ,HILL + <u>TB</u> ,RATE + <u>TB</u> ,NLISO	<u>HILL and RATE and NLISO Example</u>
Anisotropic Creep (Implicit)			<u>TB</u> ,HILL + <u>TB</u> ,CREEP	<u>HILL and CREEP Example</u>
Anisotropic Creep and Plasticity (Implicit)	Isotropic Hardening	Bilinear	<u>TB</u> ,HILL + <u>TB</u> ,CREEP + <u>TB</u> ,BISO	<u>HILL and CREEP and BISO Example</u>
Anisotropic Creep and Plasticity (Implicit)	Isotropic Hardening	Multilinear	<u>TB</u> ,HILL + <u>TB</u> ,CREEP + <u>TB</u> ,MISO	<u>HILL and CREEP and MISO Example</u>
Anisotropic	Isotropic	Nonlinear	<u>TB</u> ,HILL +	<u>HILL and</u>

Mô hình Model	Liên kết với With ...	Kiểu liên kết Combination Type	Lệnh, Nhân Command, Label	Kết nối với các thí dụ Link to Example
Creep and Plasticity (Implicit)	Hardening		<u>TB</u> , CREEP + <u>TB</u> , NLISO	<u>CREEP and NLISO Example</u>
Anisotropic Creep and Plasticity (Implicit)	Kinematic Hardening	Bilinear	<u>TB</u> , HILL + <u>TB</u> , CREEP + <u>TB</u> , BKIN	<u>HILL and CREEP and BKIN Example</u>

1.7 Các xử lý dùng trong ANSYS Processors (Routines)

Available in ANSYS

Xử lý Processor	Hàm Function	Đường dẫn GUI Path	Lệnh Command
PREP7	Thiết lập mô hình hình học và vật liệu	Main Menu>Preprocessor	<u>/PREP7</u>
SOLUTION	Đặt tải và giải bài toán PTHH	Main Menu>Solution	<u>/SOLU</u>
POST1	Kết xuất kết quả tương	Main Menu>General Postproc	<u>/POST1</u>

Xử lý Processor	Hàm Function	Đường dẫn GUI Path	Lệnh Command
	ứng với đối tượng tại một thời điểm khảo sát		
POST26	Kết xuất kết quả tại một điểm trong mô hình với hàm thời gian	Main Menu>TimeHist Postpro	<u>/POST26</u>
OPT	Hoàn thiện bản vẽ ban đầu	Main Menu>Design Opt	<u>/OPT</u>
PDS	Định lượng hiệu quả sự phân tán và ngẫu nhiên với biến nhập vào của phần tử phân tích đối với kết quả phân	Main Menu>Prob Design	<u>/PDS</u>

Xử lý Processor	Hàm Function	Đường dẫn GUI Path	Lệnh Command
	tích		
AUX2	Các File nhị phân dạng đọc được Dump binary	Utility Menu>File>List>Binary Files Utility Menu>List>Files>Binary Files	<u>/AUX2</u>
AUX12	Tính các hệ số bức xạ và tạo ma trận bức xạ có bài toán nhiệt	Main Menu>Radiation Matrix	<u>/AUX12</u>
AUX15	Chuyển File từ CAD hoặc chương trình FEA	Utility Menu>File>Import	<u>/AUX15</u>
RUNSTAT	Dự báo thời gian CPU, mặt sóng trong quá trình phân tích	Main Menu>Run-Time Stats	<u>/RUNST</u>

1.8 KIỂU CHỮ TRONG LỆNH ANSYS

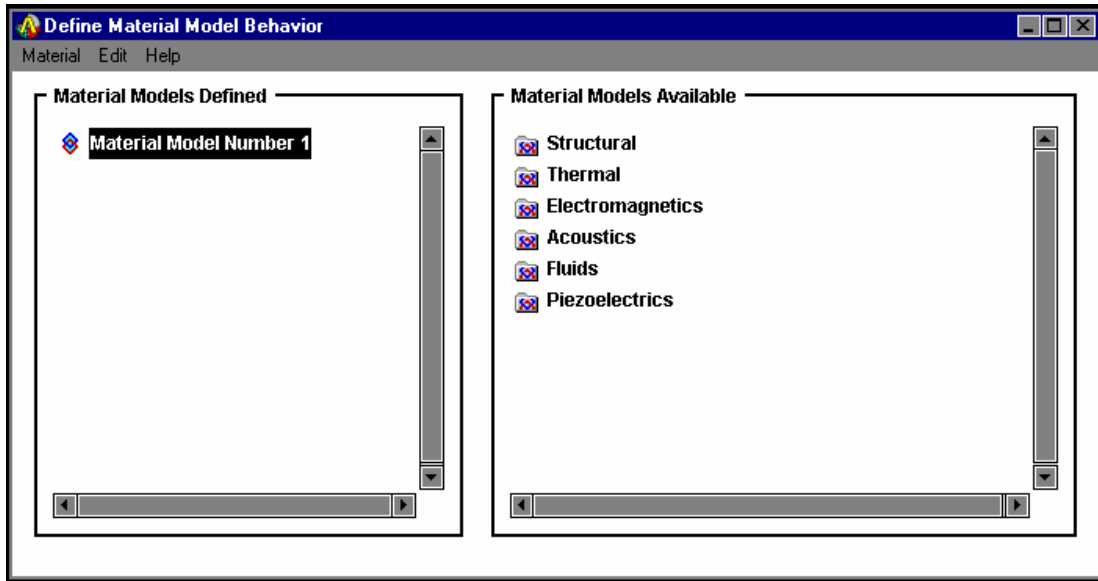
Kiểu ký tự Type style or text	Ý nghĩa Indicates
BOLD	Chữ hoa đậm, dùng cho tên lệnh (như K,DDELE) hoặc phần tử (LINK1).
Bold>Bold	Chữ đậm, chỉ đường dẫn, có thể kèm dấu đường dẫn “>” (Utility Menu>Parameters>Get Scalar Data)
<i>ITALICS</i>	Chữ in nghiêng, chỉ tên các tham trị (như <i>VALUE, INC, TIME</i>).
<i>Italics</i>	Chữ thường nghiêng, chỉ tên các tham số ký tự(như <i>Lab</i> hoặc <i>Fname</i>).

1.9 CÁC ĐẶC ĐIỂM MỚI TRONG PHIÊN BẢN ANSYS 10~11

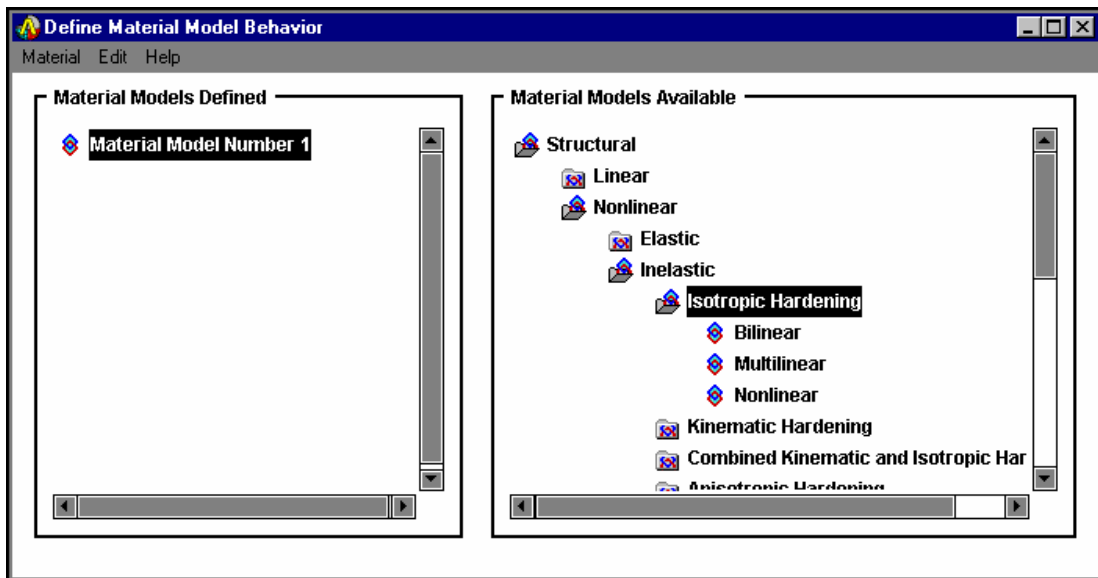
Đối với bài toán cấu trúc (Structural), phiên bản ANSYS 10~11 đã có những tính năng và cải tiến mới cho phép nâng cao hơn nữa năng lực giải quyết dạng bài toán này của người sử dụng. Những tính năng mới đó được thể hiện như sau:

Giao diện mới trong việc định nghĩa các thuộc tính vật liệu (New Material Definition Interface): Đối với việc định nghĩa các thuộc tính vật liệu ANSYS 10~11 gồm một giao diện mang tính trực quan trong việc định nghĩa các thuộc tính ứng xử của vật liệu. Giao diện này khiến cho người dùng có thể dễ dàng hơn trong việc nhập tất cả các dữ liệu vật liệu (mà chúng được liên kết với nhau bằng các lệnh **MP** và **TB**) cho tất cả các bài

toán phân tích không kể đến những bài toán phân tích động lực học tường minh (ANSYS/LS-DYNA).

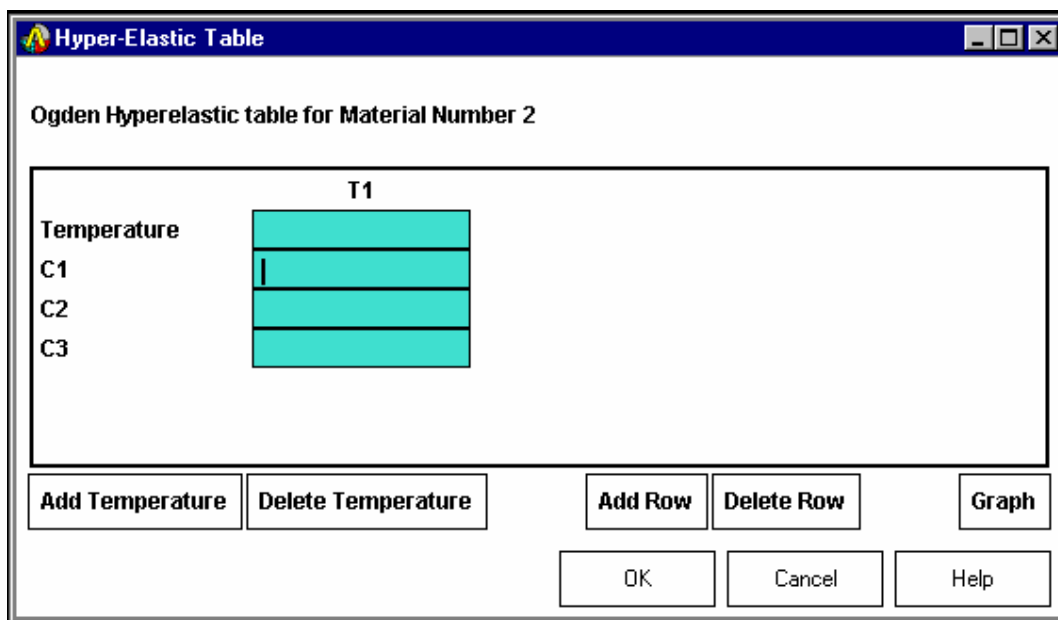


Hình 1. Giao diện ban đầu để định nghĩa thuộc tính vật liệu của ANSYS 10~11.



Hình 2. Các loại vật liệu được sắp xếp theo cây cấu trúc.

Nền tảng của giao diện này dựa trên cơ sở sắp xếp một cách logic giữa các loại vật liệu và chúng được biểu diễn theo một thứ tự nhất định trên cây cấu trúc (giống như việc sắp xếp các thư mục trong Windows Explorer của Windows). Sau khi đã chọn được mô hình bài toán thông qua cây cấu trúc, người dùng cần nhập dữ liệu về thuộc tính vật liệu và các hằng số đi cùng vào trong các hộp thoại tùy biến theo yêu cầu của từng kiểu mô hình bài toán riêng biệt đã chọn. Chính sự sắp xếp logic này đã hướng dẫn cho người dùng có thể dễ dàng hơn trong việc xác định một mô hình riêng biệt hay là cả một tổ hợp mô hình cho một bài toán phân tích.



Hình 3. Hộp thoại để nhập các dữ liệu.

Các phương pháp giải (Solvers): Trong lĩnh vực giải các bài toán ANSYS đã có thêm một cặp phương pháp mới, mà hai phương pháp này giải bài toán theo hai hướng riêng biệt:

- AMG (Algebraic MultiGrid Solver): Giải bài toán theo phương pháp đại số đa lưới.

- DDS (Distributed Domain Solver): Giải bài toán theo phương pháp phân bố theo từng phần.

Các phương pháp này cho phép quá trình giải bài toán được tiến hành trên nhiều hệ vi xử lý và có thể chạy những mô hình bài toán lớn đòi hỏi số lượng rất lớn bộ nhớ của máy tính.

Phương pháp AMG dựa trên cơ sở của một hệ thống nhiều mức (Multi-level), đó là một phương pháp giải lặp mà ta có thể sử dụng một hoặc nhiều hệ vi xử lý trong cùng một hệ thống máy tính để giải các bài toán mà không tốn nhiều thời gian và bộ nhớ. Phương pháp này rất có hiệu quả trong việc phân tích và giải các bài toán tĩnh (Static) hoặc quá độ hoàn toàn (Full transient) (các bài toán phân tích này có thể là tuyến tính hoặc phi tuyến). Thêm vào đó hiệu quả của phương pháp này cũng được giới hạn trong phạm vi các bài toán phân tích cấu trúc (Structural) đơn giản, khi mà các thông số của bậc tự do (DOF-Degree of freedom) chỉ giới hạn trong phạm vi tịnh tiến và quay theo các trục X, Y, Z. Còn đối với những kiểu bài toán khác như bài toán nhiệt khi mà các thông số của bậc tự do là nhiệt độ thì hiệu suất của phương pháp này không cao.

Phương pháp DDS là phương pháp giải chia nhỏ các mô hình bài toán lớn thành những bài toán nhỏ hơn, sau đó gửi những bài toán nhỏ đến nhiều hệ vi xử lý trong nhiều hệ thống khác nhau để tăng tốc độ giải bài toán. Phương pháp này giải bài toán theo mô hình bậc thang, nó được ứng dụng để giải các bài toán lớn về phân tích tĩnh (Static) hoặc quá độ hoàn toàn (Full transient), với các ma trận đối xứng không bao hàm các ứng suất cho trước, mô men quán tính liên kết, các vật thể tải, các phương trình ràng buộc hoặc các bài toán giải theo phương pháp xác suất. Phương pháp này không thể sử dụng để giải các bài toán chứa các phần tử thanh (Link), hoặc phần tử (Prets179), các siêu phần tử, v.v...

Phương pháp DDS thực hiện giải bằng cách tự động chia cả mô hình lớn đã tạo lưới ra thành các mô hình nhỏ hơn mà không có sự can thiệp của người dùng. Số bậc tự do (DOF) trong mỗi mô hình nhỏ là dưới 10000 và lý tưởng là gần 1000. Số lượng mô hình đã được chia nhỏ thực ra luôn luôn lớn hơn số lượng bộ vi xử lý sẵn có để giải bài toán. Trong suốt tiến trình giải, quá trình phân tích bài toán được tiến hành đồng thời cùng một lúc trên hệ thống máy chủ và các hệ thống máy con đã được chỉ định. Mỗi bộ vi xử lý giải quyết từng phần của bài toán lớn mà nó được phân công đồng thời liên kết với các bộ vi xử lý khác. Sau đó hệ thống máy chủ sẽ dựng lên toàn bộ lời giải số bậc tự do và quá trình phân tích giải bài toán lúc này chỉ còn tiếp tục trên bộ vi xử lý của máy chủ.

Các cải tiến mới về cấu trúc dầm và mặt cắt ngang (Structural Beam and Cross Section Enhancement): Phiên bản ANSYS 10~11 hỗ trợ một cách có hệ thống tính mềm dẻo trạng thái dầm về ứng suất, trạng thái thực sự về ứng suất, cũng như tính dãn cho kiểu dầm (Beam188 và Beam189) là hai kiểu dầm 3D có giới hạn về sức căng là tuyến tính. Các cải tiến nâng cao khác về dầm chính là khả năng tạo lưới tinh cho mặt cắt ngang và cho phép ghép lại theo ý muốn của người dùng.

Sự kết hợp U-P một cách có hệ thống cho tổ hợp các phần tử (kết hợp giữa phần tử phẳng (Planes) và phần tử khối (Solid): Sự kết hợp giữa phần tử khối và phần tử phẳng một cách có hệ thống đã tạo ra sẵn các KEYOPT(lựa chọn khoá phần tử) để thiết lập cho từng phần tử riêng biệt ví dụ phần tử PLANE182 (cấu trúc phần tử khối 4 nút - 2D) hay phần tử PLANE183 (cấu trúc phần tử khối 8 nút - 2D)... Việc kết hợp này đã khiến cho áp suất thủy tĩnh trở thành một bậc tự do độc lập, trong việc hình thành chuyển vị. Điều đó làm cho quá trình hội tụ trở nên nhanh và mạnh hơn đối với những mô hình bài toán vật liệu không nén được hoàn toàn, vật liệu đàn

- dẻo chịu sức căng lớn, và vật liệu đàn hồi tuyến tính với hệ số Poisson's > 0.4999. Điều đó là rất lý tưởng cho việc giả lập mô hình vật liệu không nén được ví dụ: vật liệu cao su tự nhiên và cao su nhân tạo.

Phương pháp trị riêng Block Lanczos được mặc định sẵn cho phân tích bài toán xác định dao động: Phương pháp trị riêng Block Lanczos [MODOPT,LANB] giờ đây đã được mặc định sẵn cho việc phân tích bài toán dao động [ANTYPE,MODAL]. Các phần tử (bao gồm cả các phần tử tiếp xúc) cùng với phương pháp nhân tử Lagrange (Lagrange multiplier) đã không(Not) được hỗ trợ.

Cải thiện về tốc độ giải bài toán: Với ANSYS 10~11, toàn bộ các thao tác giải bài toán dao động điều hòa đã được cải thiện đáng kể. Đối với các mô hình đã tạo lưới cho các phần tử 3-D, tốc độ giải bài toán đã tăng gấp hai lần so với phiên bản ANSYS 5.5 ~8.0. Đối với bài toán phi tuyến thời gian giải đã được cải thiện khoảng 20%.

Ngoài ra ở phiên bản ANSYS 10~11 đã có thêm một số đặc điểm và các cải tiến mới khác (Other New Features and Enhancements) cho phép phát huy triệt để các khả năng của phần mềm như sau:

Người sử dụng định rõ các lời ghi chú (User Defined Legends): Giờ đây người dùng có thể sắp xếp lại các mục ghi chú để các lời giải thích trở nên rõ ràng và dễ hiểu hơn. Điều đó cũng bao gồm cả khả năng đặt đường nét cho các lời giải thích theo bất kỳ một hướng nào trên màn hình đồ họa (theo chiều ngang hoặc chiều dọc). Việc thay đổi vị trí cũng như nội dung có thể được sát nhập vào bất cứ một cửa sổ nào trong 5 cửa sổ biểu diễn của ANSYS.

Tiện ích đánh bóng nền (Background Shading): Người dùng có thể áp dụng tiện ích đánh bóng nền cho mô hình đã tạo ra, đồng thời có thể thay đổi màu sắc bằng lệnh /COLOR. Ngoài ra còn có thể thêm vào mô

hình các bố cục thành phần khác sẵn có bằng lệnh /TXTRE, hoặc nhập các file ảnh nhị phân (*.bmp) để làm cho mô hình trở nên phong phú hơn.

Tối ưu hoá công việc biểu diễn đồ họa (Graphic Display Optimization): Bên cạnh việc đưa ra hình ảnh mô phỏng của mô hình, người dùng còn có thể đưa ra được nhiều thông tin khác ví dụ như mô phỏng các thuộc tính trạng thái khác nhau của mô hình ứng với từng giá trị riêng biệt. Sử dụng tính năng "Tạo các hình ảnh chất lượng tốt nhất - Create Best Quality Image" để tối ưu hoá việc sử dụng các kết quả này bằng cách:

Vào **Utility Menu>PlotCtrls>Best Quality Image>Create Best Quality**. Đây chính là tính năng rất xuất sắc của phần mềm ANSYS bởi vì nó cho phép nhà thiết kế có thể phát hiện được các sai sót hổng hóc trong quá trình thiết kế mà không cần phải tiến hành chế tạo, vận hành thử.

Hỗ trợ dạng file nén PNG - Portable Network Graphics (PNG File format support): Đây là một khả năng rất hay của ANSYS 10~11, bởi vì các file nén kiểu này được sử dụng rất phổ biến trên các hệ thống máy tính. Không giống như file được nén theo kiểu JPEG hoặc GIF, kiểu file nén PNG luôn giữ được sự đảm bảo nhất ở mức có thể về đường nét, màu sắc của hình ảnh so với các kiểu nén file khác.

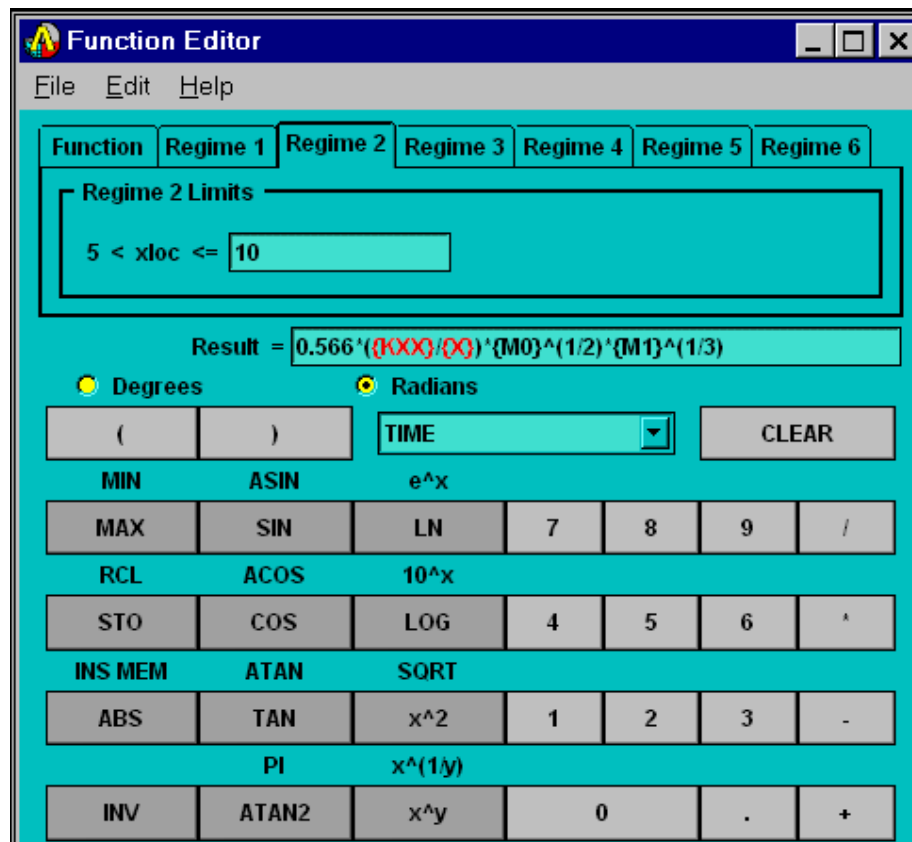
Xây dựng hàm (Function Builder): Người dùng có thể sử dụng chức năng xây dựng hàm (Function Builder) trong ANSYS để áp dụng các điều kiện biên phức tạp lên một mô hình. Chức năng Function Builder bổ sung vào danh sách điều kiện biên, đặc điểm này đã được giới thiệu trong phiên bản ANSYS 5.6, nó gồm có hai phần:

Chức năng Function Editor từ các dữ kiện đầu bài, tạo ra một phương trình hoặc hàm tùy ý (nhiều phương trình), và chức năng Function Loader làm nhiệm vụ truy cập lại các hàm và đọc chúng ra như là các mảng

TABLE. Sau đó chúng sẽ được áp dụng cho một mô hình bài toán sử dụng danh sách các điều kiện biên.

Trong chức năng Function Editor, người dùng có thể sử dụng một tập hợp các biến số ban đầu, các phương trình biến số, và các hàm toán học để xây dựng nên các phương trình. Người dùng có thể xây dựng một phương trình riêng lẻ hoặc xây dựng một hàm là một chuỗi của các phương trình, đồng thời có thể tạo các hàm và lưu trữ chúng lại để sau này sử dụng cho các bài toán phân tích khác.

Hàm các điều kiện biên cung cấp các biến số ban đầu nhiều hơn so với sự cung cấp của danh sách các điều kiện biên.



Hình 4. Chức năng Function Editor.

Trong chức năng Function Loader, người dùng có thể áp dụng các giá trị đặc biệt cho các phương trình biến số và xác định tên một bảng tham số có thể sử dụng hàm cho quá trình phân tích.

Function Loader

Comments
Heat Transfer distribution over a flat plate

Table parameter name
heatcoef

Function Regime 1 Regime 2

Equation
Result = 0.332*({XXX}/{XX})*(M0)^(1/2)*(M1)^(1/3)
M0 = ({DENS}*veloc*{XX})/{VISC}
M1 = ({VISC}*{SPHT})/{XXX}

Constant Values
Material Id 1
veloc 100

OK Cancel Help

Hình 5. Chức năng Function Editor

Tạo ra các bản báo cáo dưới dạng "Ngôn ngữ đánh dấu siêu văn bản - HTML" (New HTML Report Generator) và đưa lên hệ thống mạng thông tin toàn cầu Internet: Giờ đây người dùng có thể lấy các thông tin kết quả từ quá trình phân tích và lưu trữ nó dưới dạng văn bản HTML là một giao thức văn bản được sử dụng trên mạng thông tin toán cầu. Với công cụ HTML Report Generator cho phép người dùng tạo các hoạt ảnh, trích các bảng kết quả, các hình ảnh đồ họa cũng như là các phần dữ liệu thô (các log files, các nội dung cơ sở dữ liệu ...) vào trong một thư mục đã được chỉ định sẵn.

Từ đó người dùng có thể sử dụng Report Constructor để tổ chức lại tất cả các dữ liệu thành một văn bản dạng HTML. Thao tác cuối cùng là tạo tiêu đề và định dạng văn bản để cho ra một file HTML hoàn chỉnh có thể xem bằng các trình duyệt Web trên mạng thông tin toàn cầu Internet.

Khả năng của các file mới dạng PRG File (The PGR File Capability): Những file mới dạng PGR file có khả năng cho phép định rõ các dữ liệu mà chúng sẽ được tạo ra trong suốt quá trình xử lý giải bài toán, và lưu trữ lại trong file mà người dùng có thể truy cập vào thông qua quá trình hậu xử lý POST1. Điều đó sẽ tiết kiệm thời gian tính toán của quá trình hậu xử lý, và nó có thể khiến cho quá trình truy cập dữ liệu nhanh lên gấp 10 lần so với các phiên bản ANSYS trước đó, đặc biệt là đối với những mô hình bài toán lớn (có số bậc tự do lớn hơn 10 triệu).

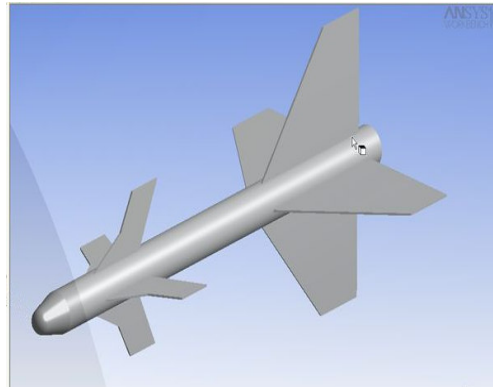
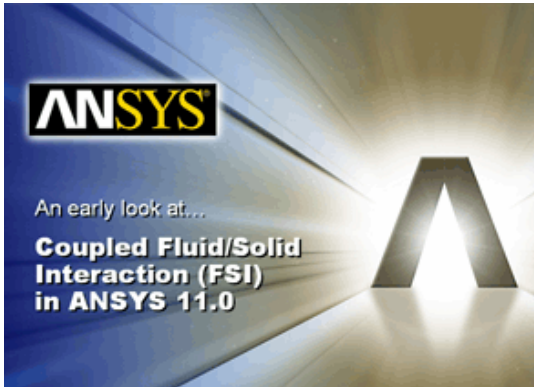
Người dùng có thể chỉ định những dữ liệu nào được giữ lại và ghi vào PGR file trong suốt quá trình giải SOLUTION, hoặc có thể viết thêm vào một PGR file đã có sẵn trong suốt quá trình hậu xử lý POSTPROCESSING. Khi đã có một PGR file, tính chuyên môn của chức năng PGR Results Viewer sẽ khiến cho việc truy cập vào tất cả các dữ liệu trở nên dễ dàng thông qua một hộp thoại chung. Người dùng có thể tạo các dạng dữ liệu đặc biệt như là các đồ thị và hoạt ảnh, các dữ liệu trích dẫn hoặc là các ảnh in, tạo các bảng dữ liệu hoặc danh sách các dữ liệu và in dữ liệu trực tiếp từ màn hình quan sát. Người dùng thậm chí còn có thể liên kết trực tiếp với HTML Report Generator, cho phép tạo các bản báo cáo trực tiếp ngay bên trong ANSYS.

Bảng sắp xếp các điều kiện biên (Tabular Boundary Conditions): Với ANSYS 10~11, người dùng có thể mở rộng hơn nữa khả năng sắp xếp dữ liệu theo bảng đối với bài toán phân tích nhiệt bằng cách định nghĩa các điều kiện tải ban đầu và các biến số độc lập. Hơn nữa các chức năng co dẫn

của bảng các điều kiện biên đối với các dạng bài toán phân tích khác sẽ giúp ích cho người dùng thực hiện giải được các bài toán đa trường vật lý. Chính bởi sự cải tiến này trong ANSYS 10~11, sẽ tiết kiệm được một số lượng đáng kể thời gian trong việc khởi động và gán lại các điều kiện biên cho mỗi bài toán của người dùng.

Chương 2

CÁC LỆNH CƠ BẢN- NHẬP LỆNH BẰNG CỬA SỔ VÀ MENU



2.1 CÁC LỆNH KHỞI ĐỘNG VÀ GIAO DIỆN

1. Lệnh Start >Program > ANSYS 10.0

Sau khi khởi động Windows, ta có thể khởi động ANSYS.

Vào các lệnh : **Start > Program > Ansys 10** để chọn chức năng khởi động, thực đơn cho các mô đun chức năng.

Mỗi chức năng có thể khởi động riêng biệt:

ANS_Admin: dùng nhập các thiết lập quản lý;

ANSYS System Help: dùng khởi động trợ giúp hệ thống;

CMAP Utility: dùng khởi động chương trình thiết kế bản đồ màu;

DISPLAY Utility: dùng khởi động chương trình xem các ảnh đồ và hình vẽ được ANSYS tạo ra kiểu *.GRP và ảnh động *.AVI;

Help System: dùng trực tiếp chạy trợ giúp và tra cứu.

INTERACTIVE: dựng khởi động chương trình ANSYS chính, trong đó cho hộp thoại điều khiển, cần chọn các tham số theo yêu cầu hộp thoại;

RUN INTERACTIVE NOW: dựng chạy ANSYS mặc định,

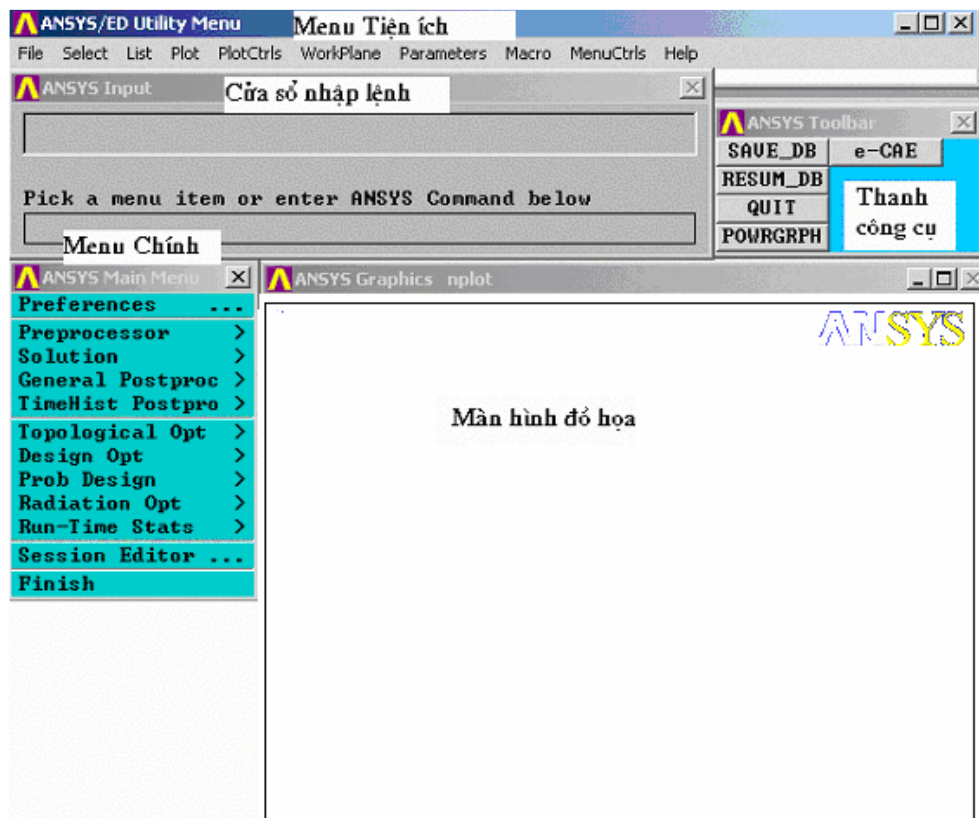
INTERACTIVE Thiết lập môi trường làm việc cho ANSYS, gồm:

Đường dẫn làm việc và môi trường đồ họa, tên file sẽ dùng, đặt dung lượng vùng làm việc, đọc File START.ANS, định nghĩa tham số, chọn ngôn ngữ. Sau khi thiết lập, chọn : **Run**. Hộp các hướng dẫn xuất hiện, đọc làm theo hoặc mặc định.

Tiếp sau, bấm **OK** để khởi động tiếp.

Màn hình giao diện **ANSYS** xuất hiện.

2. Màn hình giao diện



ANSYS Menu Utility: Thanh Menu tiện ích, chứa các tiện ích bổ sung các lệnh phụ trợ, kiểm soát các thiết lập và nhập xuất dữ liệu.

ANSYS Main Menu: Menu chính, chứa các lệnh chính của ANSYS.

ANSYS input: cửa sổ nhập lệnh từ bàn phím.

ANSYS Graphic: Cửa sổ màn hình đồ họa.

ANSYS Toolbar: Các thanh chức năng ghi lưu dữ liệu, thoát, chế độ đồ họa và các công cụ do người sử dụng tạo ra.

ANSYS Output: Cửa sổ ghi lại toàn bộ các việc làm của ANSYS và các kết quả tính toán phân tích.

2.2 MENU CHÍNH - MAIN MENU

Có 3 cách để nhập lệnh: nhập từ bàn phím, nhập bằng đọc các file dữ liệu chương trình, hoặc nhập bằng Menu. Sau đây ta sẽ nghiên cứu cách sử dụng Menu để nhập lệnh giải bài toán trong ANSYS.

I. Định dạng bài toán Preferences

Lệnh: Main Menu > Preferences:

Khi ANSYS được nạp xong cần tiến hành định dạng bài toán như sau:
Trên ANSYS Main menu chọn Preferences.

Cửa sổ thông báo xuất hiện các tùy chọn bài toán:

- **Structural:** Bài toán kết cấu
- **Thermal:** Bài toán nhiệt.
- **ANSYS Fluid:** Bài toán thủy khí.
- **FLOTRAN CFD:** Bài toán động lực học chất lỏng.

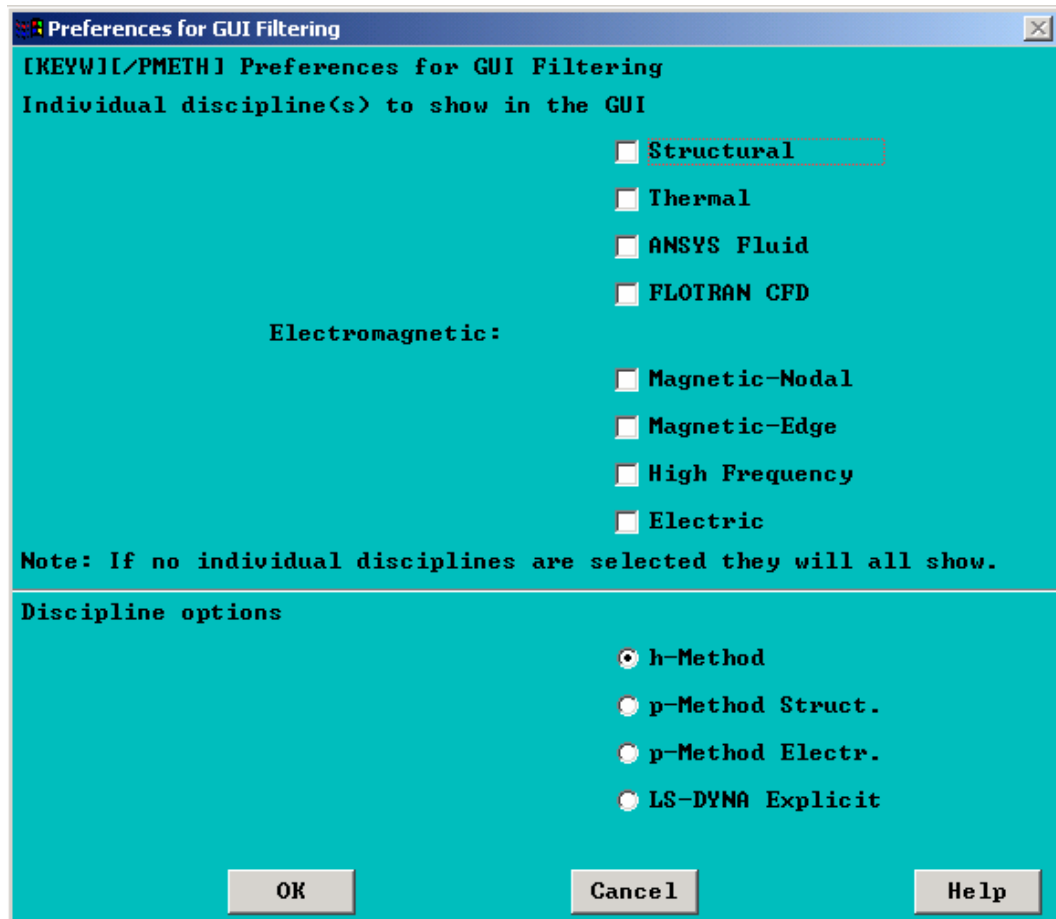
Các bài toán về điện từ:

- **Magnetic-Nodal:** Điện từ - Nút

- **Magnetic-Edge:** Điện từ - Cạnh
- **High Frequency:** Tần số cao
- **Electric:** Điện tử

Có thể tự chọn các phương pháp giải bài toán:

- **h-Method:** Phương pháp h (tăng độ chính xác tính toán bằng tăng bậc đa thức)
- **p-Method Struct:** Phương pháp - p (dùng cho cấu trúc, tăng độ chính xác bằng chia nhỏ lưới phần tử)
- **p-Method Electr:** Phương pháp - p dùng cho điện từ
- **LS-DYNA Explicit:** Giải LS-DYNA tường minh.



Sau khi chọn xong: Bấm chuột vào **OK**.

II. Hệ tiền xử lý - Preprocessor (Prep7):

Trong hệ tiền xử lý, gồm:

Xác lập phần tử: Chọn kiểu phần tử, nhập hằng số thực và thuộc tính vật liệu. Đồng thời chọn các tiết diện mặt cắt (Section) trong bài toán kết cấu.



Hệ tiền xử lý
 Kiểu phần tử
 Hằng số thực...
 Thuộc tính vật liệu >
 Các dạng mặt cắt
 Mô hình hoá
 Tạo mô hình
 Các toán tử
 Dịch chuyển/ biến đổi
 Sao chép
 Phản chiếu
 Kiểm tra hình học
 Xoá
 Cập nhật hình học
 Các thuộc tính
 Định nghĩa
 Công cụ chia lưới
 Kiểm tra kích thước
 Chọn lựa lưới
 Ràng buộc
 Chia lưới
 Biến đổi lưới
 Vẽ các phần tử
 hổng
 Chọn các phần tử
 hổng
 Xoá
 Kiểm tra kiểm soát
 Kiểm tra đánh số
 Lưu mô hình
 Bài toán tác dụng kép/ Hàm
 liên kết
 Tạo phần mới để tính tần số
 Thiết lập FLOTRAN
 Đặt tải
 Môi trường Vật lý

- Mô hình hoá: Cho phép tạo các điểm, đường, diện tích trong mô hình 2D, đồng thời cho phép xây dựng mô hình 3D với các lệnh xử lý cộng trừ logic, xoá và cập nhật hình.

- Định nghĩa các thuộc tính: số các nút, phần tử, các hằng số vật liệu, hệ toạ độ cho các điểm, đường, diện tích và thể tích.

- Công cụ chia lưới: cho hộp điều khiển việc chia lưới phần tử.

Chia lưới: chọn các tham số để chia lưới. Điều khiển kích thước lưới.

Việc chia lưới cần được kiểm soát để bảo đảm số phần tử không được vượt quá khả năng tính của phiên bản.

Trong trường hợp giải bài toán tác dụng kép hoặc đa trường vật lý, cần chọn các tham số thích hợp cho bài toán.

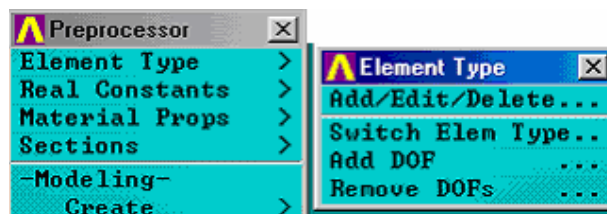
Trong hệ tiền xử lý còn cho phép thiết lập bài toán dòng FLOTRAN, chọn cách giải, nhập các thuộc tính dòng khí.

- Đặt tải: dùng để đặt kiểu bài toán, chọn cách phân tích, thiết lập kiểu tải và nhập tải, các thao tác nhập tải, bước đặt tải trong bài toán phi tuyến và động.

- Môi trường Vật lý: Dùng xác lập dạng môi trường vật lý. Chọn cặp môi trường vật lý để tính toán.

3. **Khai báo về kiểu phần tử:** thêm, tạo, xoá các phần tử. Khi bấm chuột vào Element Type, hộp thoại chọn kiểu phần tử xuất hiện.

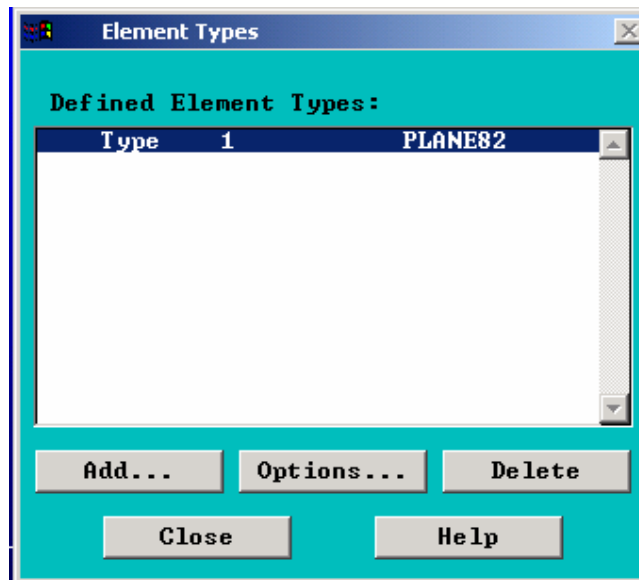
Lệnh : Preprocessor > Element Type



Vào chọn kiểu phần tử:

Lệnh: Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...

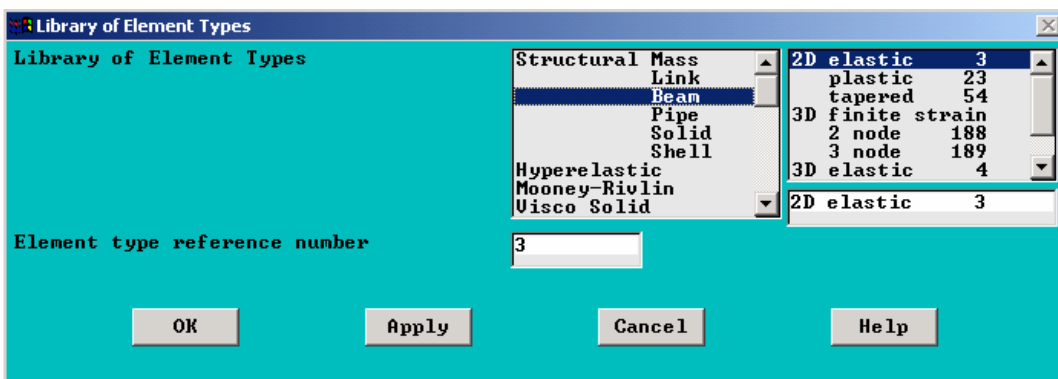
Hộp thoại kiểu phần tử xuất hiện, bấm nút **Add..** để nhập kiểu phần tử.



Hộp thoại thư viện kiểu phần tử xuất hiện. Có thể chọn các kiểu phần tử. Trong họ kiểu phần tử cấu trúc có phần tử đặc lượng (Mass), phần tử thanh (Link), dầm (Beam), ống (Pipe), phần tử khối (Solid), phần tử vỏ (Shell).

Họ phần tử siêu đàn hồi; Họ phần tử đặc nhớt; Họ phần tử tiếp xúc; Họ phần tử kết hợp.

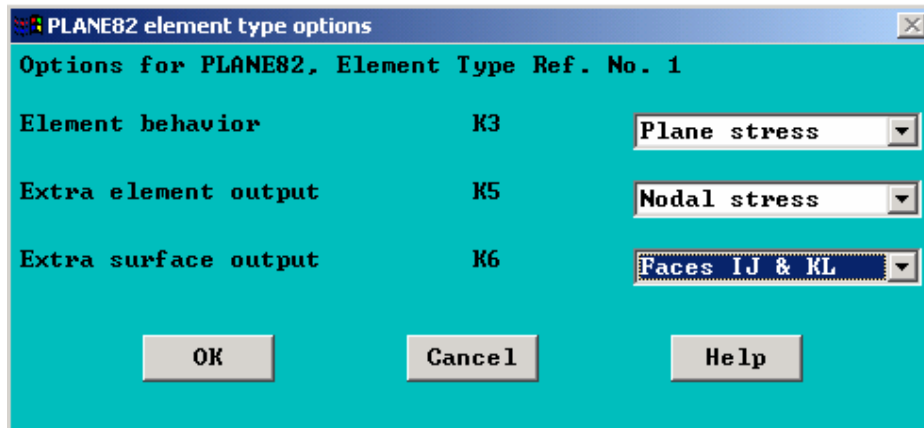
Họ phần tử nhiệt, với các nhóm: phần tử đặc lượng (Mass), phần tử thanh (Link), phần tử khối (Solid), phần tử vỏ (Shell).



Sau khi chọn họ phần tử, vào chọn kiểu phần tử. Trong một họ có nhiều kiểu khác nhau, tùy bài toán để chọn.

Tuỳ chọn bài toán - KeyOptions

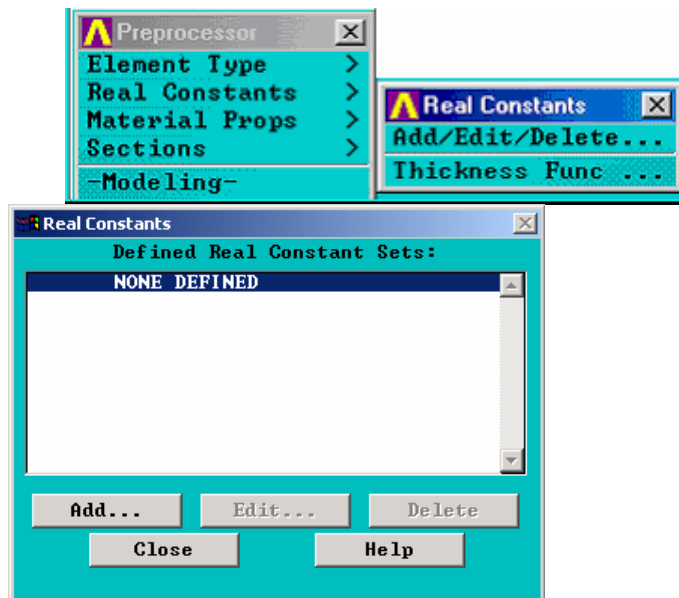
Mỗi kiểu phần tử có một số khoá chọn bài toán. Thí dụ phần tử Plane42, có khoá KOP(3) với các tuỳ chọn khác nhau để chọn bài toán ứng suất phẳng (0), biến dạng phẳng (1) hay đối xứng trục (2). Khi chọn phần tử xong vào, **Options** để xem phần tử yêu cầu chọn khoá nào.



4. Hằng số đặc trưng Real Constants:

Khai báo các đặc trưng hình học: thêm, tạo, xóa các hằng số đặc trưng (Chiều cao dầm, diện tích mặt cắt, mô men quán tính...).

Lệnh: Preprocessor > Real Constants > Add/Edit/Delete...

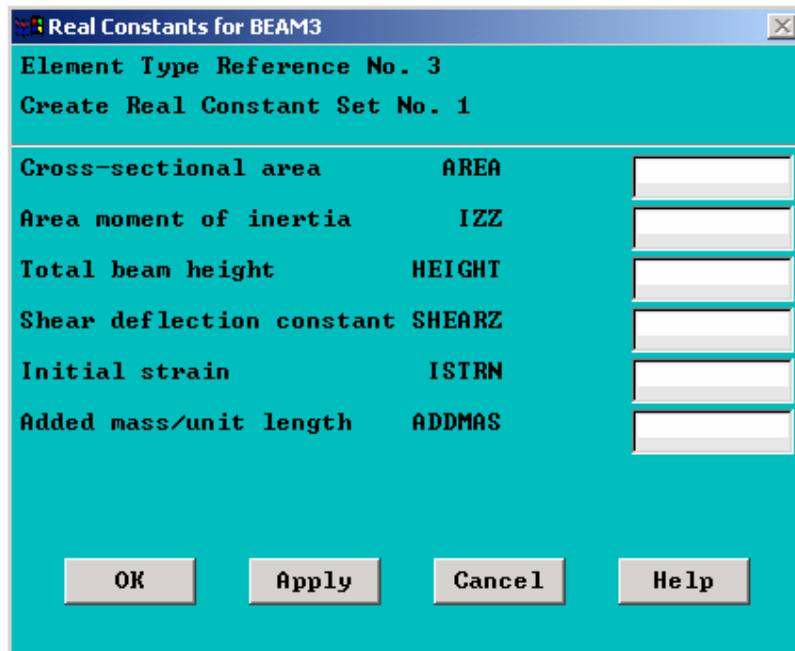


Hộp thoại **Real constants** xuất hiện:

Nhấp chuột vào **Add** để chọn phân tử

Cần nhập Real Const.

Hộp thoại nhập giá trị Real constant xuất hiện. Theo yêu cầu bài toán tương ứng với mỗi một kiểu phân tử, nhập các giá trị đặc trưng mặt cắt, như: diện tích mặt cắt, mô men quán tính mặt cắt, chiều cao, hằng số cắt, dự ứng suất, ...



Parameter	Label	Input Field
Cross-sectional area	AREA	
Area moment of inertia	IZZ	
Total beam height	HEIGHT	
Shear deflection constant	SHEARZ	
Initial strain	ISTRN	
Added mass/unit length	ADDMAS	

Buttons: OK, Apply, Cancel, Help

Nếu sử dụng nhiều kiểu phân tử khác nhau, sau mỗi lần nhập cho 1 kiểu phân tử, phải nhấp chuột vào **Apply**, hộp thoại **Generic Real Constant** sẽ ẩn và quay về hộp thoại **Real Constant**.

Nhấp chuột vào **Edit** để soạn thảo các đặc trưng mặt cắt của phân tử thứ 2.

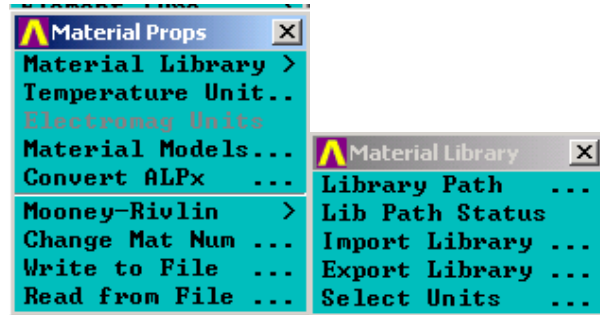
Muốn xóa vào **Delete**.

Nhập xong bấm OK.

5. Thuộc tính vật liệu - Material Props

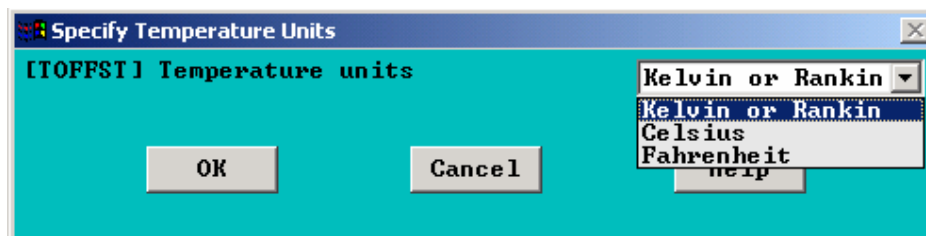
Lệnh: Preprocessor > Material Props

Hộp thoại khai báo thuộc tính vật liệu gồm: Thư viện vật liệu, đơn vị nhiệt độ, mô hình vật liệu, vật liệu Mooney-Rivlin, thay đổi số hiệu vật liệu, ghi vào File, đọc dữ liệu từ File.



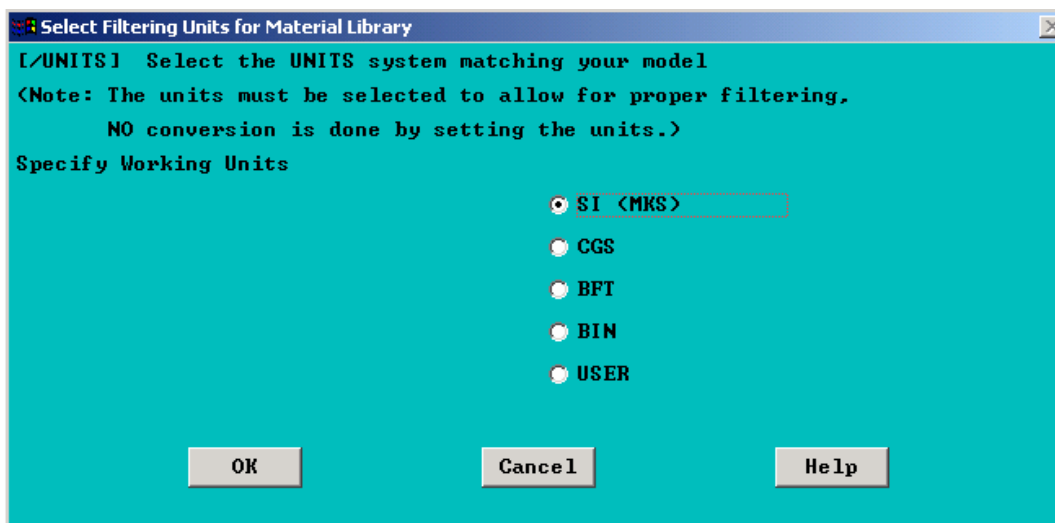
Khi nhấp chuột vào **Material Library** hộp thoại cho phép vào để chọn đường dẫn thư viện các vật liệu có trong ANSYS.

Vào **Temperature Units** để chọn thứ nguyên cho tham số nhiệt độ (K, C hay F).



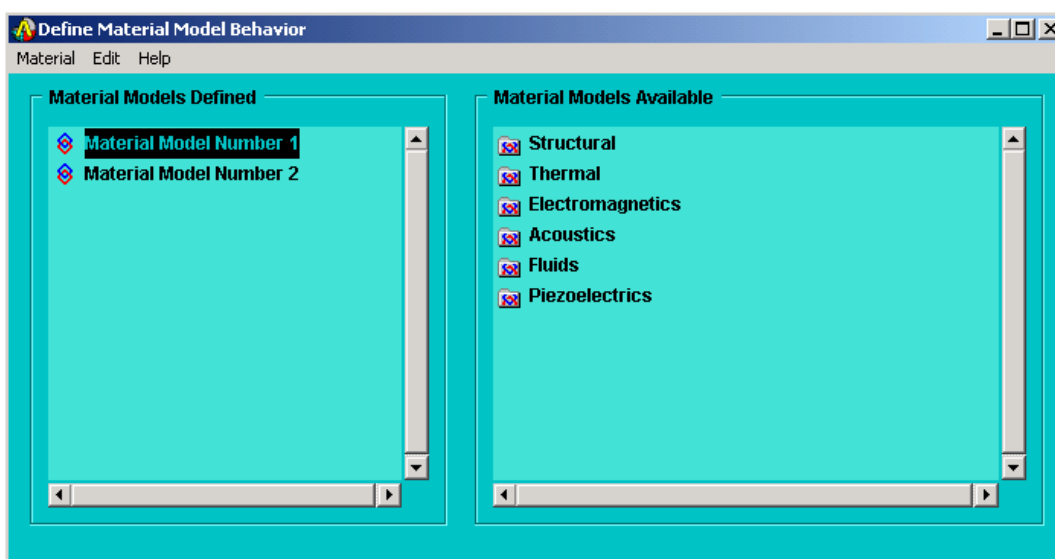
Chọn thứ nguyên cho vật liệu, tùy thuộc người sử dụng, có thể dùng các hệ thứ nguyên SI, CGS, BFI, BIN hoặc hệ thứ nguyên do người sử dụng định nghĩa.

Chú ý: Khi chọn Units, ANSYS sẽ chuyển đổi hệ đo về Units được chọn. Yêu cầu người sử dụng phải nhập các tham số vật lý theo đúng thứ nguyên đã chọn. Nếu nhập sai, kết quả tính toán sẽ không đúng.



Vào **Material Models** để chọn nhập vật liệu.

Lệnh Preprocessor > Material Props > Material Models

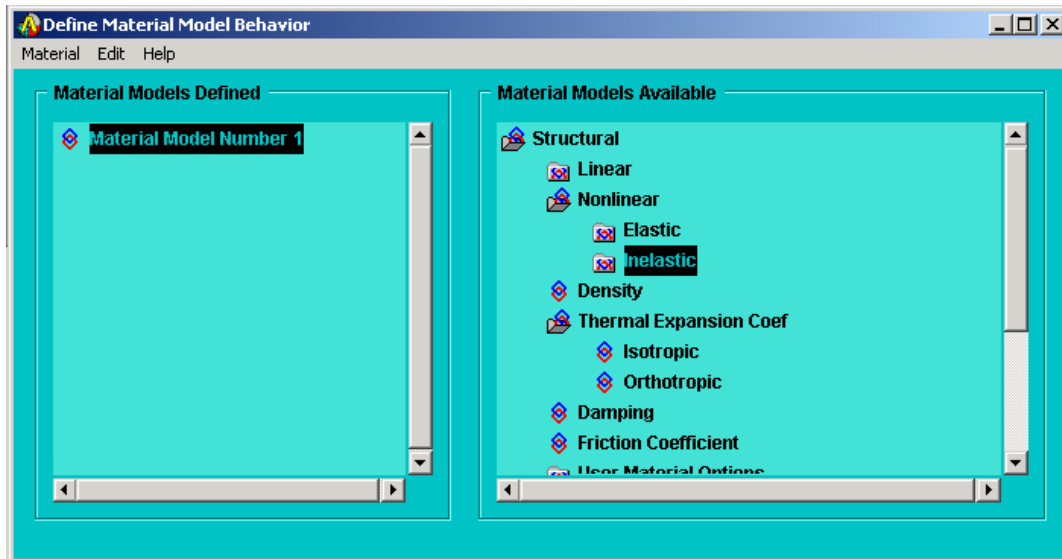


Cần nhập thuộc tính vật liệu cho từng mô hình.

Hộp thoại định nghĩa mô hình vật liệu cho phép vào để nhập các giá trị của thuộc tính với các mô hình: vật liệu cấu trúc, nhiệt, điện từ, âm hưởng, thủy khí, piezo điện. Tùy các vật liệu cụ thể của bài toán để chọn.

Thí dụ vào vật liệu kết cấu. Có vật liệu tuyến tính và phi tuyến. Trong vật liệu phi tuyến có vật liệu đàn hồi, phi đàn hồi. Trong phi đàn hồi có biến

cứng đẳng hướng, biến cứng động, biến cứng liên hợp, biến cứng dị hướng, cao su, vật liệu dẻo phụ thuộc tốc độ, vật liệu dẻo phi kim loại. ANSYS cho phép giải các bài toán với các mô hình vật liệu khác nhau. Việc nhập các cơ sở dữ liệu về vật liệu có tầm quan trọng đối với độ chính xác của bài toán.



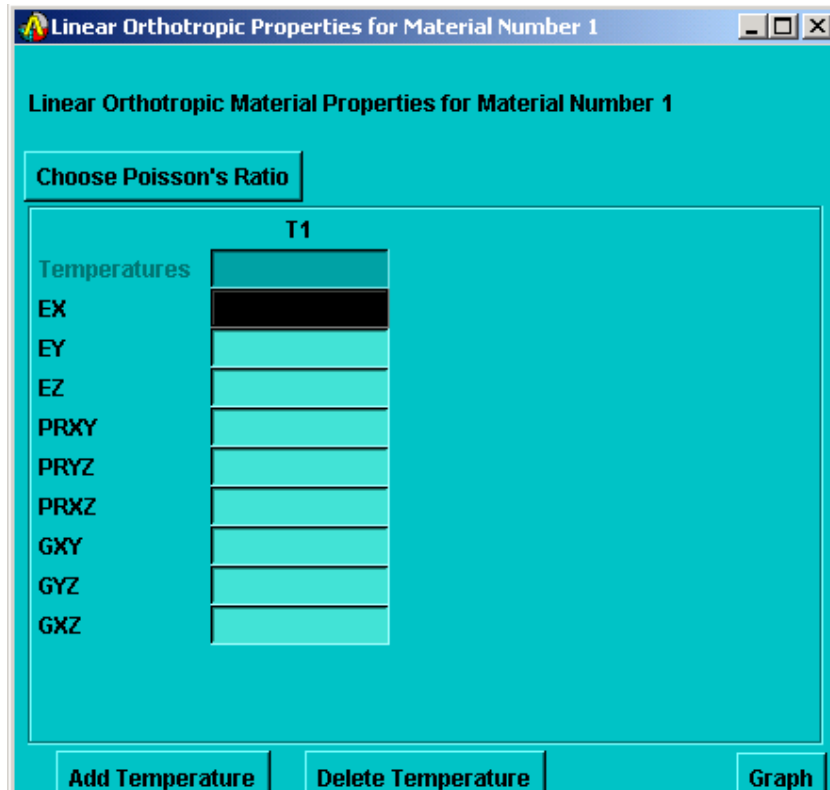
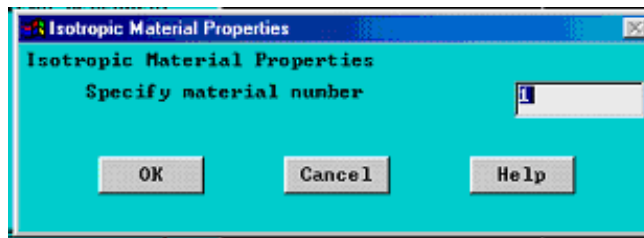
Vào trong bảng Biến mô hình vật liệu để chọn dạng thuộc tính.

Cách nhập các dữ liệu thuộc tính ANSYS dưới dạng bảng. Trường hợp các thông số vật lý biến đổi theo nhiệt độ hoặc thời gian, thuộc tính được biểu diễn dưới một biểu thức với hàm mũ của tham số.

Mỗi nhiệt độ, vật liệu phi tuyến có các giá trị theo một hàm với các hệ số C khác nhau. Đồng thời thuộc tính vật liệu biến đổi theo nhiệt độ. Mỗi khi thay đổi nhiệt độ, bấm vào **Add** để thêm cột nhiệt độ.

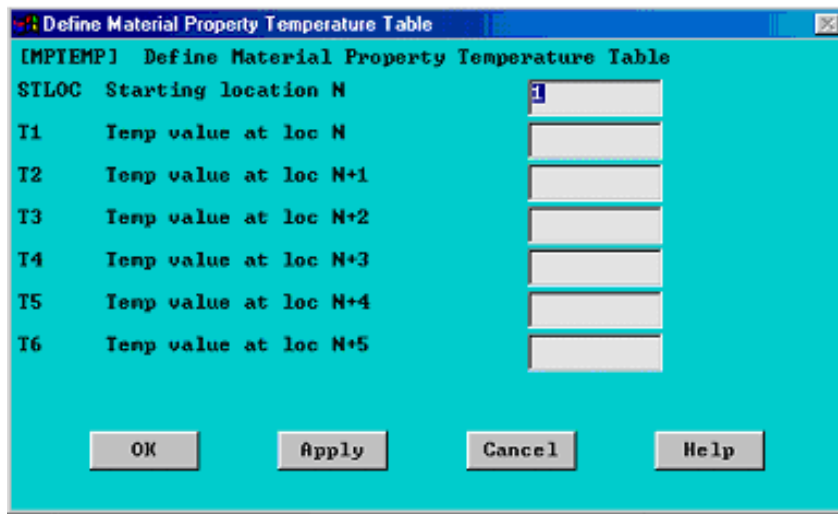
Vật liệu có tính trục hướng, cần nhập dữ liệu theo từng hướng. Các giá trị này được lấy từ các thí nghiệm kéo hoặc nén.

Nhập dữ liệu thuộc tính vật liệu được nhập theo từng mô hình:



Khi thuộc tính vật liệu không phụ thuộc thời gian, vào **Constant/Isotropic hoặc /Orthotropic** để nhập các số liệu tương ứng vật liệu đồng nhất trục hướng. Vào mục Temp Dependent để nhập các thuộc tính biến đổi theo nhiệt độ.

Trong đó, các dữ liệu được nhập theo bảng, chuyển đổi hệ số dẫn nở nhiệt ALPX,



Nhập các giá trị thuộc tính vật liệu theo nhiệt độ. Các nhiệt độ T1, T2, ..., T6 tương ứng với các hệ số N, N+1, ..., N+5.

Trong các phiên bản trước ANSYS 7.0 có Bảng định nghĩa các thuộc tính vật liệu dùng để chọn các thuộc tính vật lý.

Các giá trị thuộc tính được xác định theo các hướng khác nhau. Trong bài toán với vật liệu đồng nhất và đẳng hướng nhập các giá trị trên vào phương X.

Nếu vật liệu dị hướng, phải nhập các giá trị theo 3 hướng X, Y, Z.

Mô đun đàn hồi Elastic Modulus: EX, EY, EZ,...

Hệ số dẫn nở nhiệt Therm Expan Coef: ALPX, ALPY, ALPZ...

Nhiệt độ tham chiếu Reference Temp: T0:

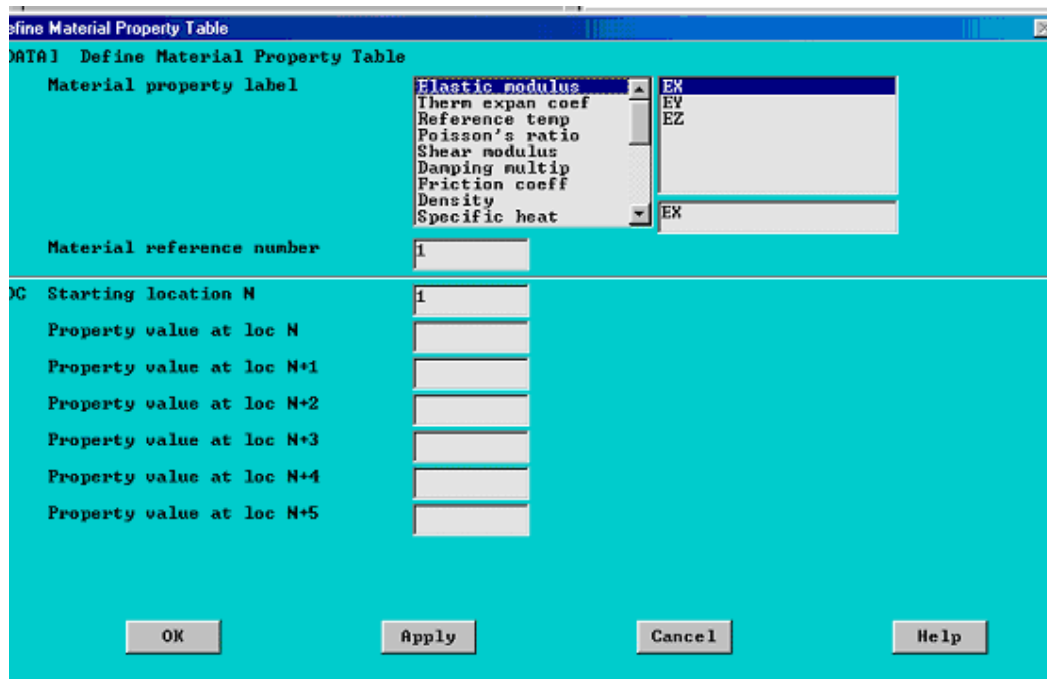
Hệ số Poisson Poisson's Ratio: NUXY:

Mô đun trượt Shear Modulus: GXY;

Hệ số hãm Damping Multip: DAMP;

Hệ số ma sát Friction Coef: MU

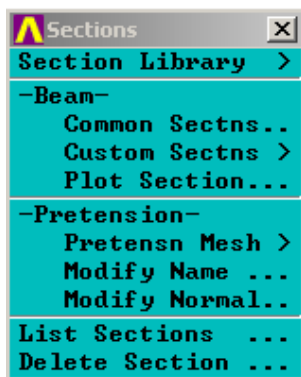
Mật độ Density: DENS.



Vào chọn nhãn thuộc tính, sau đó nhập các giá trị thuộc tính tương ứng.

6. Mặt cắt Sections

Lệnh Preprocessor > Sections



Trong mục thư viện, vào chọn đường dẫn để tìm mục thư viện.

Mục **Beam** cho phép nhập các hình dáng kích thước các tiết diện chung, tiết diện tự chọn, và vẽ tiết diện.

Mục trình diễn cho phép biểu diễn lưới, thay tên...

Mục danh sách và xoá mặt cắt cho phép liệt kê các mặt cắt trong mô hình và xoá chúng.



Trong ANSYS có thư viện mặt cắt với các mặt cắt chuẩn. Khi vào **Section Library** cho phép tìm đến các thư viện có sẵn hoặc nhập một thư viện mới.

Chọn mặt cắt dầm **Section** có sẵn:

Beam Tool

ID: 1

Name:

Sub-Type:

Offset To: Centroid

Offset-Y: 0

Offset-Z: 0

Preview:

B: 0

H: 0

Nb: 0

Nh: 0

Buttons: OK, Apply, Close, Preview, Help, Meshview

Vào mục **Common Sections**, hộp thoại **Beam tool** xuất hiện, trong đó cần nhập chỉ số ID, tên dầm. Mục **Sub-Type** cho phép chọn các kiểu tiết diện.



Mỗi tiết diện có các thông số hình học, nhập giá trị theo ký hiệu trong hộp thoại. Nếu có nhiều mặt cắt, mỗi lần vào, sử dụng **Apply**. Cuối cùng **OK** để kết thúc.

7. Mô hình hoá hình học

Lệnh Preprocessor > Modeling

ANSYS cho phép xây dựng các mô hình hình học 2D và 3D nhờ mục Modeling.

-Modeling-		
Create	>	Mô hình hóa
Operate	>	Tạo mô hình
Move / Modify	>	Các phép toán tử
Copy	>	Dịch chuyển hoặc thay đổi
Reflect	>	Sao chép
Check Geom	>	Kiểm tra hình học
Delete	>	Xóa
Update Geom ...	>	Cập nhật hình
-Attributes-		
Define	>	Các thuộc tính - Định nghĩa
MeshTool	...	Công cụ chia lưới
-Meshing-		
Size Cntrls	>	Chia lưới:
Mesher Opts ...	>	Kiểm soát kích thước
Concatenate	>	Chọn dạng chia lưới
Mesh	>	Thay đổi lưới
Modify Mesh	>	
Check Mesh	>	
Clear	>	

Nhóm lệnh Mô hình hóa gồm:

Lệnh **Create** để chọn các lệnh con tạo lưới cho mô hình.

Lệnh **Operate** dùng để xử lý toán tử logic, tạo mô hình phức tạp từ mô hình cơ bản..

Lệnh **Modify** dùng để thay đổi các tham số hình học của mô hình.

Các lệnh **Copy**- sao chép, **Reflect** - phản chiếu, **Check Geom** - kiểm tra độ chính xác hình dáng hình học, **Delete** - xóa hình.

Update Geom để cập nhật lại các thông số hình học, bảo đảm các điểm nút đều được bắt đúng, không bị hở.

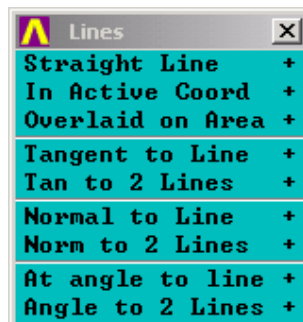
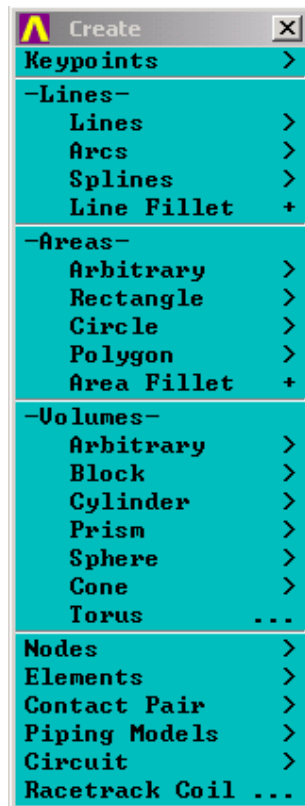
Lệnh **Attributes Define** dùng để kiểm soát các thuộc tính của các điểm, đường, diện tích, thể tích. Các thuộc tính gồm: Kiểu phần tử, Số hiệu vật liệu, Số hiệu hằng số vật liệu, Hệ tọa độ sử dụng, Số hiệu mặt cắt.

Lệnh **MeshTool** dùng để gọi hộp thoại điều khiển chia lưới.

Lệnh **chia lưới Meshing** dùng cho chia lưới không dùng lệnh tự động. Cho phép đặt kích cỡ lưới, kiểu chia, thay đổi, xóa...

Lệnh **Checking Ctrl**s cho phép kiểm soát mô hình và các tham số hình học của mô hình.

Tạo mô hình Create



Trong lệnh **Create** tạo mô hình hình học, cho phép tạo các mô hình dạng điểm, đường, diện tích, khối. Trong mô hình đường có thể vẽ các đường thẳng (Lines), cung (Arcs), đường cong (Splines), và điền đường theo điểm. Dựng đường thẳng theo tọa độ, đường tiếp tuyến với một đường khác, đường vuông góc với một đường khác, đường tạo thành một góc với đường khác.

Tạo đường cung theo 3 điểm, cho điểm đầu và bán kính, cho tâm và bán kính.

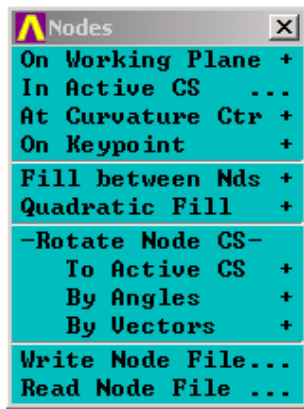
Tạo hình chữ nhật bằng tọa độ 2 góc, bằng cho tọa độ.

Tạo hình tròn Solid hoặc một rỗng.

Khi xây dựng mô hình diện tích có thể dựng theo tọa độ, theo hình vuông, hình tròn, đa tuyến.

Khi xây dựng mô hình thể tích, có thể dựng mô hình khối bằng nhập tọa độ, tạo block, hình trụ, hình chóp, hình cầu, hình chóp và hình xuyên.

Có thể tạo mô hình trực tiếp từ việc xác định các nút và phần tử.



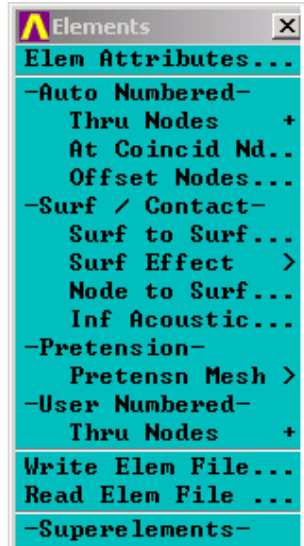
Tạo mô hình PTHH từ nút.

Trước hết, tạo mặt làm việc, tạo tọa độ hiện hành.

Định nghĩa nút và điền các nút trung gian.

Biến đổi quay tọa độ của nút.

Ghi lưu và đọc file nút.



Các thuộc tính của phần tử

Tự động đánh số nút phần tử

Thiết lập phần tử từ các nút,

Tại các nút chồng

Các nút Offset,

Trên mặt tiếp xúc:

Tiếp xúc mặt/mặt

Hiệu ứng tiếp xúc

Tiếp xúc nút/mặt

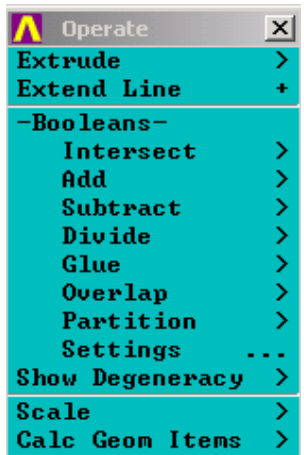
Chia lưới tùy ý

Đánh số theo người sử dụng

Ghi File Phần tử

Đọc File phần tử

Các siêu phần tử



Các toán tử Booleans:

Từ các hình 2D hoặc 3D, có thể ghép thành các hình phẳng hoặc khối nhờ tác phép toán tử: Cộng, Trừ, Chia...

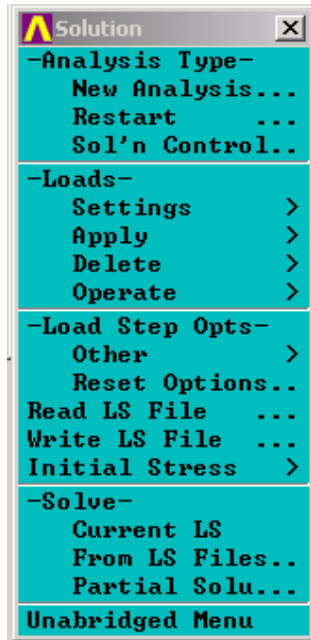
Các lệnh vuốt Extrude, Sweep...

Các lệnh xác định đường giao, cộng trừ hình khối, chia, cắt...

Tỷ lệ

Đối tượng hình học tính toán.

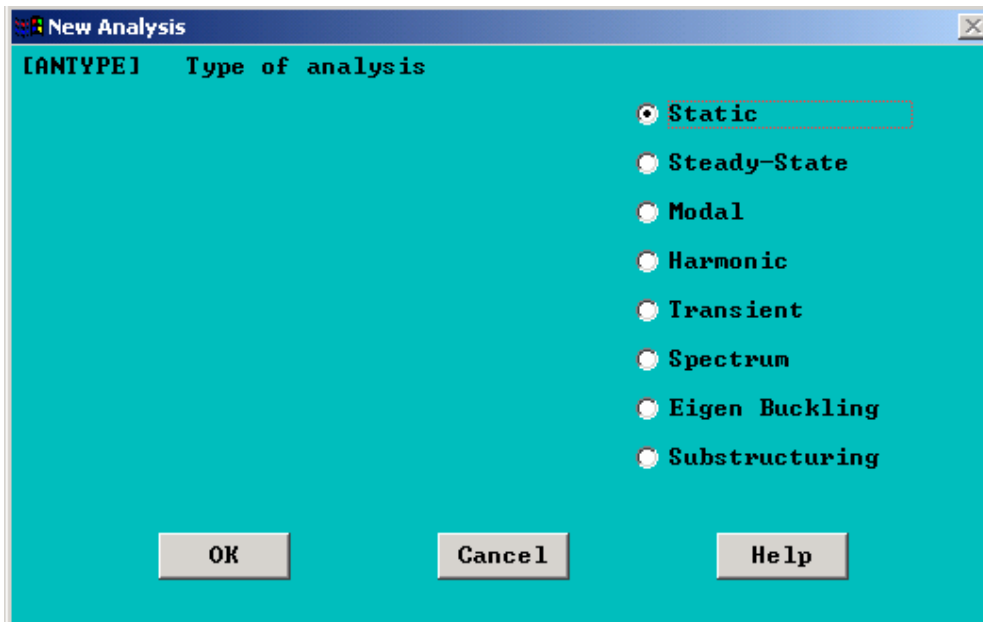
III. Các lệnh Solution



- Xác định kiểu phân tích:
 - Kiểu phân tích
 - Khởi động lại...
 - Phân tích chọn Options
- Đặt tải:
 - Thiết lập tải
 - Đặt tải
 - Xóa tải
 - Các thao tác
- Chọn bước đặt tải:
 - Thiết lập lại Option
- Đọc File LS
- Ghi File LS
- Dự ứng lực
- Giải:
 - Từ LS hiện hành
 - Từ File LS
 - Lời giải cục bộ

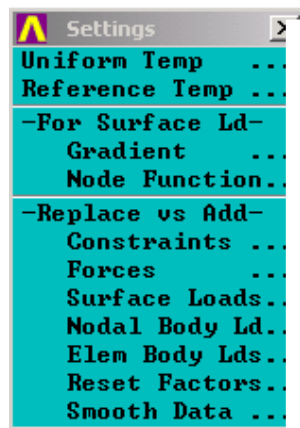
Cần xác định kiểu phân tích cho ANSYS. Nếu không , ANSYS hiểu là sử dụng kiểu phân tích tĩnh.

Chọn kiểu bài toán phân tích ANTYPE



Analysis Type/New Analysis đặt kiểu phân tích: Phân tích tĩnh Static, Phân tích dao động Modal, Phân tích cộng hưởng Harmonic, Bài toán Transient, Bài toán phổ Spectrum, Bài toán ổn định Buckling, Bài toán cấu trúc con Substructuring.

Để ANSYS giải bài toán, trong hệ Solution cần nhập các tải và các ràng buộc. Việc đặt tải như phần Loads đã trình bày.



Trong Thiết lập kiểu tải và ràng buộc Setting, sử dụng các tải nhiệt đều, nhiệt độ gốc tham chiếu.

Đối với tải bề mặt,

Thiết lập gradient,

Hàm nút

Thiết lập các ràng buộc Constraints,

Các lực Force,

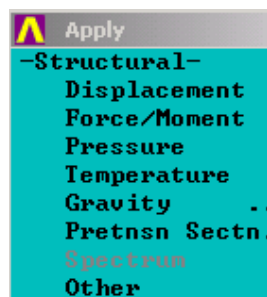
Các tải bề mặt,

Tải nút,

Tải trên mặt của phần tử,

...

Sau khi đặt Setting, vào Apply để nhập tải.



Trong bài toán Structural, có thể nhập chuyển vị và lực. Trong đó, có thể có các dạng:

Lực tập trung Force/ mô men Moment,

Lực phân bố Pressure,

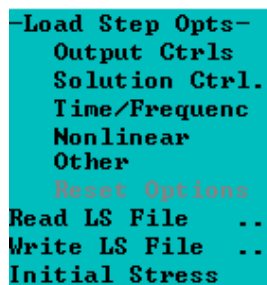
Nhiệt Temperature,

Trọng lực,

Mật cắt mong muốn,

và các thông số khác như gia tốc, tốc độ...

Trong bài toán động, quan hệ các tham số phụ thuộc thời gian, được giải theo phương pháp lặp. Cần chọn bước đặt tải Load Step Opts.



Output Ctrl Kiểm soát in ấn, các File GRP, DB...

Solution Ctrl Đóng hay mở khóa Kiểm soát lời

giải với việc chọn hay không chọn độ cứng nén.

Time/Freque Thiết lập bước thời gian và các

bước con để tính toán.

Nonlinear vào chọn chuẩn hội tụ bài toán, các

chuẩn cân bằng, chuẩn từ biến...

Trong Solution cho phép nhập tải từ một File đã chia thành các bước tải. Vào Read LS File, nhập mã hiệu File để lấy dữ liệu tải. Cũng như vậy, có thể ghi lại bước đặt tải vào 1 File, để sử dụng tiếp sau.

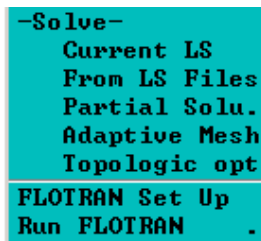
ANSYS cho phép tính toán các bài toán dạng ứng suất trước. ứng suất trước có thể dạng dự ứng lực trong các thanh, dầm. Cũng có thể dạng ứng suất dư trong các kết cấu hàn. Vào Initial Stress:

Read IS File - chọn nhập ứng suất dư từ file;

Apply Const Strs - đặt ứng suất trước cho kết cấu;

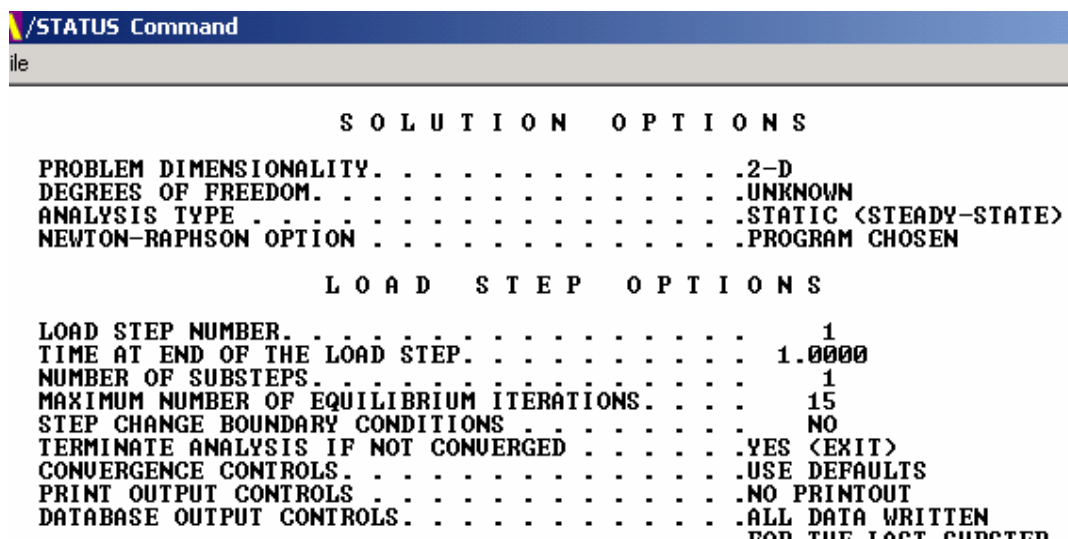
Xem danh sách, ghi xóa giá trị ứng suất trước.

Sau khi đặt tải vào mục **Solve** để chọn cách giải:



Giải theo bước đặt tải LS hiện tại
Giải từ file LS
Lời giải cục bộ
Chia lưới thích nghi
Chọn Topologic

ANSYS giải bài toán theo các lệnh đặt bước như ở phần trên, nhấp vào Current LS. Cửa sổ Output hiện các thông số đã được đặt và tính toán theo các bước thiết lập.



III. Hậu xử lý Postprocessor

Có 2 mục Hậu xử lý: Hậu xử lý các bài toán tĩnh và Hậu xử lý các bài toán phụ thuộc thời gian.

General Postproc	Hậu xử lý chung (POST1)
Data & File Opts...	Chọn dữ liệu và File
Results Summary...	Bảng tổng hợp kết quả
-Read Results-	Đọc kết quả:
First Set	Theo các thiết lập đầu tiên
Next Set	Theo thiết lập tiếp theo
Previous Set	Theo thiết lập trước đó...
Last Set	Bảng các bước đặt tải
By Load Step...	Bảng thời gian/tần số
By Time/Freq...	Bảng thiết lập số hiệu
By Set Number...	
Modal/Cyclic Sym...	Bài toán dao động chu kỳ đối xứng
FLOTRAN 2.1A...	FLOTRAN 2.1
Plot Results >	Kết quả dạng hình vẽ
List Results >	Kết quả Liệt kê
Query Results >	Kết quả dạng câu hỏi
Options for Outp...	Các lựa chọn xuất kết quả
Results Viewer ...	Các kết quả theo Viewer (quan sát dạng hình động)
Write PGR File ...	Ghi File PGR (file ghi các dạng hình ảnh)
Nodal Calcs >	Kết quả tính toán theo nút
Element Table >	Bảng phần tử
Path Operations >	Các thao tác theo bước
Load Case >	Các trường hợp đặt tải
Write Results ...	Ghi kết quả
Submodeling >	Mô hình con ...
Elec&Mag Calc >	bài toán mỗi
Fatigue >	
Safety Factor	Định nghĩa/ Thay đổi
-Define/Modify-	
Nodal Results +	Kết quả tính theo nút
Elem Results +	Kết quả tính theo phần tử
ElemTabl Data +	Dữ liệu bảng phần tử
Reset ...	Thiết lập lại môi trường

Data & File Opts dùng để chọn File cơ sở dữ liệu và File xuất kết quả

Results Summary để xem tổng hợp kết quả tính toán.

Việc xuất kết quả tùy thuộc người sử dụng. Mục Read Results dùng để đọc các kết quả theo các tùy chọn:

First Set Đọc kết quả theo bước thiết lập đầu tiên;

Next Set Đọc kết quả theo bước thiết lập tiếp theo;

Previous Đọc kết quả theo bước thiết lập trước đó, khi đã đọc một kết quả nào đó;

Last Set Đọc kết quả theo thiết lập tiếp;

By Load Step Đọc kết quả theo các bước đặt tải. Khi vào, ANSYS cho hộp thoại chọn số bước đặt tải, số bước con, tỷ lệ cho một đối tượng trong một bước thiết lập;

By Time/Freq Đọc kết quả tại một thời điểm nào đó được người sử dụng thiết lập thời gian, hoặc giá trị tại điểm gần thời gian đó.

By set Number Đọc kết quả theo số hiệu thiết lập.

Modal Cyclic Sym Đọc kết quả trong bài toán dao động chu kỳ đối xứng với cách giải Read - in hay Expand.

ANSYS cho phép giải các bài toán dòng 2D và 3D kết hợp với phần mềm FLOTRAN. Có thể tính được dòng chảy nén được và không nén được, dòng chảy tầng hoặc dòng chảy rối tùy chuẩn Re.

Sau khi thiết lập yêu cầu xuất kết quả, người sử dụng có thể chọn hình thức biểu diễn kết quả.

Plot Results: Các kết quả cho dưới dạng ảnh màu quan hệ giữa các tham số. ANSYS cho rất nhiều kiểu: quan hệ ứng suất, quan hệ biến dạng, tốc độ biến dạng, gia tốc... Vào Plot Results, chọn dạng quan hệ cần thiết để xuất.

ANSYS còn cho dạng bảng kết quả. Muốn lấy kết quả vào List Results. Do nhiều bài toán phức tạp, không cần vẽ hết các số liệu tính toán, ANSYS cho phép lấy kết quả cục bộ và kết quả theo yêu cầu bằng Query Results.

Results Viewer cho phép xuất kết quả và tạo File hình động, để quan sát quá trình biến đổi của các tham số từ lúc bắt đầu đặt tải đến giá trị tải lớn nhất.

Các kết quả có thể chọn theo tính toán Nút, cũng có thể chọn kết quả tính theo phần tử. Một số trường hợp tính toán cần xác định các kết quả cục

bộ cho một vài nút hoặc một số phần tử cá biệt, vào Define/Modify chọn Nodal Results hoặc Elem Results, ANSYS cho hộp thoại trợ giúp chỉ định nút hoặc phần tử cần xem kết quả tính toán.

Hậu xử lý bài toán theo thời gian TimeHist Postpro (POST26)

 TimeHist Postpro	
Settings >	Thiết lập
Store Data ...	Lưu dữ liệu
Define Variables...	Định nghĩa biến
Read LSDYNA Data >	Đọc dữ liệu LSDYNA
List Variables ...	Liệt kê Danh sách biến
List Extremes ...	Liệt kê Danh sách cực trị Extremes
Graph Variables...	Biến đồ thị
Math Operations >	Các phép toán tính toán
Table Operations >	Các phép toán dạng bảng
Smooth Data ...	Tạo phổ.
Generate Spectrm..	
Elec&Mag >	
Calc Resp PSD	
Calc Covariance	
Reset Postproc ...	Thiết lập lại Hậu xử lý

Thiết lập Setting- Setting/File: ANSYS yêu cầu thiết lập đường dẫn đến File dữ liệu. Vào Setting và thiết lập đường dẫn cho File dữ liệu đã có.

Thiết lập dữ liệu Data Setting - Vào Setting/Data đặt giá trị thời gian MIN , MAX, bước chi thời gian.

Thiết lập danh sách List Settings - Cần có bảng thống kê theo các tham số: TMIN, TMAX, số gia N, số biến IR, tên biến VARNAM...

Thiết lập đồ thị Graph Settings - thiết lập phạm vi thời gian, bước chia thời gian, đặt biến cho các trục XVAR, ... cho hình vẽ.

Math Operation - Các phép toán cộng trừ, nhân chia, các giá trị tuyệt đối, căn, lũy thừa, Loga, tìm giá trị Max, Min...

Toán dạng bảng dùng chuyển các biến thành các tham số và ngược lại.

Smooth Data Làm trơn các dữ liệu, theo hướng dẫn điền các tham số để là trơn, khử các tạp nhiễu,

Generate Spectrum - Tạo lời giải dạng phổ quan hệ các biến với thời gian,

Elec&Mag - Kết quả bài toán điện-Từ, tính dòng điện, các tham số điện từ trường. Vào Elec&Mag cho hộp thoại, điền các tham số để cho kết quả.

2.3 THỰC ĐƠN TIỆN ÍCH MENU UTILITY



Trong thực đơn chính có 10 thực đơn kéo xuống.

1. File

Clear & Start New ...	Xóa và khởi tạo một File mới
Change Jobname ...	Thay tên File
Change Title ...	Thay tiêu đề
Resume Jobname.db	Xem lại File *.DB
Resume from ...	Xem lại từ...
Save as Jobname.db	Ghi dữ liệu với tên.db
Save as ...	Ghi dữ liệu.
Write DB Log File ...	Ghi dữ liệu vào File *. log
Read Input from ...	Nhập bằng cách đọc dữ liệu từ...
Switch Output to	Khoá xuất kết quả đến
List	Liệt kê
File Operations	Các thao tác File
Ansys File Options ...	Chọn File ANSYS
Import	Nhập...
Export ...	Xuất...
Exit ...	Thoát

2. Chọn Select

Trong xây dựng mô hình hình học và trong quá trình đặt tải, cần xác định cục bộ một đối tượng như nút, phần tử, một thành phần trong cụm lắp... vào thực đơn Select và chọn.



Chọn đối tượng
Chọn Thành phần/Cụm lắp

Chọn tất cả
Chọn các đối tượng sau



Sau khi chọn vào **Entities**, ANSYS có một khung thoại để chọn. Có thể chọn Nút, Phần tử, Thể tích, Diện tích, Đường, Điểm.

Vào kiểu chọn: Bay Num/Pick - **Chọn số hoặc chọn bằng cách kích chuột**, Attached to - chọn bằng gắn với một đối tượng, By Location - bằng cục bộ...

Hộp thoại yêu cầu chọn phương thức: From Full, Reselect, Also Select, Unselect.

Hộp thoại có một số nút điều khiển: Sele All - Chọn tất cả, Sele None Không chọn, Invert Chọn ngược lại.

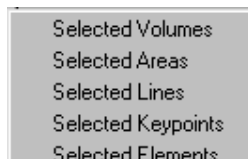
OK Chấp nhận và thoát, Apply - dùng khi còn chọn tiếp, Plot - Vẽ, Replot- Vẽ lại.

Chọn Comp/Assemb - cho các chọn lựa sau:



Tạo thành phần mới
Tạo cụm lắp
Soạn thảo cụm lắp
Chọn thành phần/ cụm lắp
Liệt kê đang sách thànhphần/ cụm lắp
Xóa Thành phần/Cụm lắp
Chọn Tất cả và không chọn.

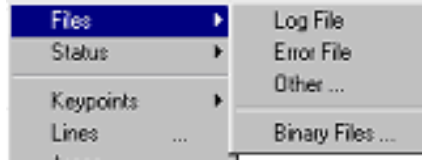
Trong chọn EveryThing Bellow cho phép chọn tất cả các đối tượng:



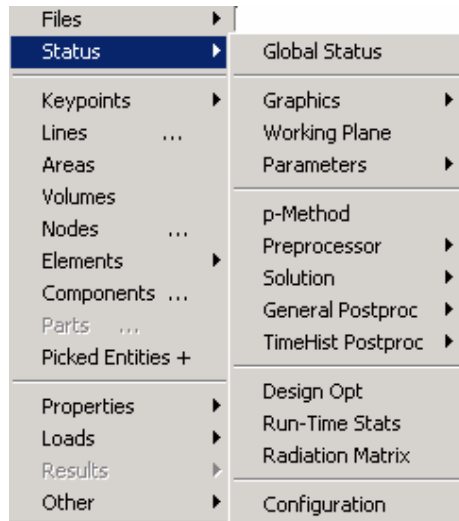
Thể tích
Diện tích
Đường
Điểm

3. Thư mục List

List/File - Cho phép liệt kê dưới dạng bảng các File như File *.LOG, File *.ERR,..., dùng để xem và kiểm tra.



List/Status - Cho phép liệt kê:



Trạng thái chung

Trạng thái đồ họa

Mặt làm việc

Các tham số

p- Method

Tiền xử lý

Lời giải Solution

Hậu xử lý chung

Hậu xử lý ảnh hưởng thời gian

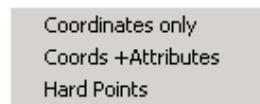
Các chọn lựa thiết kế

Trạng thái thời gian

Mã trận đường chéo

Có thể chọn xem trạng thái các điểm, đường, diện tích, thể tích, nút, phần tử.

Cũng có thể xem trạng thái cục bộ bằng cách vào **Picked Entities** để xem kết quả của các đối tượng được chọn.



Liệt kê Keypoint theo tọa độ

Liệt kê điểm có tọa độ với thuộc tính

Liệt kê các điểm cứng

Element Types
All Real Constants
Specified Real Const ...
Section Properties
Specified Section Props
All Materials
All Matls, Specified Temp ...
All Matls, All Temps
Specified Matl, All Temps ...
Layer Data ...
Data Tables ...

Properties xem liệt kê các thuộc tính:

Kiểu phần tử

Tất cả Real Constant

Một số Real Constant được định nghĩa

Thuộc tính mặt cắt

Tất cả thuộc tính vật liệu

Vật liệu và nhiệt độ được định nghĩa

Tất cả vật liệu và tất cả nhiệt độ

...

Dữ liệu lớp Layer

Bảng dữ liệu...

DOF Constraints	▶
Force	▶
Surface Loads	▶
Body Loads	▶
Inertia Loads	
Solid Model Loads	
Initial Conditions	▶
Elem Init Condit'n	▶

Liệt kê tải:

Ràng buộc bậc tự do DOF

Lực, tải bề mặt

Tải khối

Tải ban đầu, Tải của mô hình đặc

Điều kiện ban đầu

Điều kiện ban đầu của phần tử

4. Thực đơn Plot

Replot	
Keypoints	▶
Lines	
Areas	
Volumes	
Specified Entities	▶
Nodes	
Elements	
Layered Elements ...	
Materials ...	
Data Tables ...	
Array Parameters ...	
Results	▶
Multi-Plots	
Components	▶
Parts ...	

Thực đơn Plot dùng để điều khiển các lệnh vẽ.

Replot- Vẽ lại

Mô hình đã được xây dựng. Mục Plot cho phép hiện các điểm, các đường, các diện tích, các thể tích, các đối tượng riêng biệt được định nghĩa.

Cũng như vậy, có thể cho hiện các nút, các phần tử.

Materials cho vẽ đồ thị quan hệ vật liệu với nhiệt độ. Nhấp vào **Material**, một hộp hội thoại xuất hiện cho phép chọn loại vật liệu, phạm vi nhiệt độ TMIN, TMAX cần vẽ đồ thị.

Data Tables Cho bảng dữ liệu;

Array Parameters - cho vẽ tham số dưới dạng mảng được nhập.

5. PlotCtrls - Kiểm soát vẽ

Pan, Zoom, Rotate ...	
View Settings	▶
Numbering ...	
Symbols ...	
Style	▶
Font Controls	▶
Window Controls	▶
Erase Options	▶
Animate	▶
Annotate	▶
Device Options ...	
Redirect Plots	▶
Hard Copy	▶
Save Plot Ctrls ...	
Restore Plot Ctrls ...	
Reset Plot Ctrls	
Capture Image	
Restore Image ...	
Write Metafile	▶
Multi-Plot Controls ...	
MultiWindow Layout ...	
Best Quality Image	▶

Di chuyển, Phóng to thu nhỏ, Quay...

Thiết lập kiểu hình chiếu

Đánh số: Đặt khóa đánh số điểm, đường, ..

Các ký hiệu: Điều kiện biên, Tải bề mặt...

Kiểu: Thiết lập các kiểu vẽ, màu, kiểu đường...

Kiểm soát Font: Vào chọn Font cho các ký tự.

Kiểm soát Cửa sổ: Chọn các dạng cửa sổ...

Chọn xóa: Chọn cách xóa hình.

Hoạt hình: Tạo hoạt hình với các File *.AVI.

Ghi chú: Chọn kiểu chú giải 2D, 3D...

Chọn thiết bị: theo Mode Vector, Mode AVI, Bmp;

Tạo bản vẽ với các kiểu khác nhau (*.JPG, *.GRP...

Sao vào File hoặc vào máy in

Ghi các kiểm soát vẽ vào File theo đường dẫn,

Lấy ra các kiểm soát đã được ghi,

Thiết lập lại kiểm soát vẽ,

Bắt ảnh: bắt ảnh trên màn hình, ghi vào File,

Gọi ảnh đã có ra màn hình, theo đường dẫn,

Ghi Metafile,

Kiểm soát Multi-Plot: Chọn cửa sổ để hình ảnh vẽ, đối tượng vẽ.

6. Thư mục Mặt làm việc WorkPlane

Display Working Plane	
Show WP Status	
WP Settings ...	
Offset WP by Increments ...	
Offset WP to	▶
Align WP with	▶
Change Active CS to	▶
Change Display CS to	▶
Local Coordinate Systems	▶

Hiện Mặt đang làm việc WP

Biểu diễn trạng thái mặt làm việc WP

Thiết lập mặt làm việc

Offset mặt làm việc theo số gia

Offset mặt làm việc

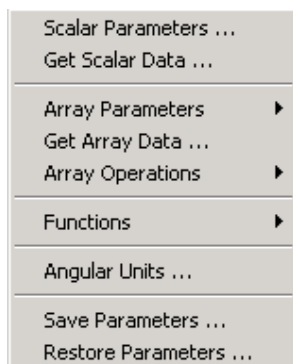
Căn mặt làm việc từ điểm, đường, mặt

Đổi hệ tọa độ CS

Đổi biểu diễn CS

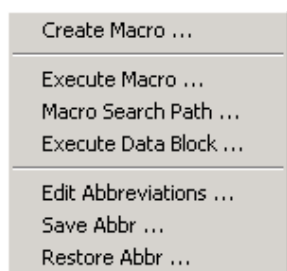
Hệ tọa độ địa phương

7. Thư mục Parameters



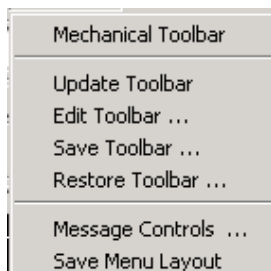
Đặt tỷ lệ cho tham số
 Đặt tỷ lệ cho dữ liệu
 Tham số mảng: Định nghĩa, Đọc File..
 Đặt tham số mảng
 Toán tử mảng: Toán vectơ, ma trận
 Thứ nguyên góc
 Ghi lưu tham số
 Lấy ra tham số

8.Thư mục Macro



Tạo macro: Soạn thảo một Macro
 Execute Macro bằng cách nhập tham số
 Đường dẫn tìm Macro
 Execute nhóm dữ liệu
 Soạn thảo đề mục
 Ghi lưu đề mục
 Lấy ra đề mục

9 Thư mục MenuCtrl



Thanh công cụ Bài toán cơ
 Thanh công cụ Cập nhật
 Thanh Soạn thảo
 Thanh Ghi
 Thanh gọi File
 Kiểm soát thông báo
 Lớp Menu Ghi

2.4 TÓM TẮT MỘT SỐ LỆNH THƯỜNG DÙNG

Các lệnh trong PREP7: Các lệnh trong mục này được dùng để xây dựng và bố trí một mô hình bài toán cụ thể.

- Nhóm các lệnh về cơ sở dữ liệu - Database:

Các lệnh PREP7 sử dụng để đọc một mô hình dữ liệu vào trong kho cơ sở dữ liệu, đưa danh sách ra khỏi cơ sở dữ liệu, đồng thời điều khiển quá trình đánh số các thực thể trong cơ sở dữ liệu.

- AFLIST Sắp xếp các dữ liệu hiện thời trong cơ sở dữ liệu.
- CDREAD Đọc một file của mô hình khối và các thông tin dữ liệu vào trong kho dữ liệu.
- CDWRITE Viết kiểu dáng hình học và nhập các mục dữ liệu vào một file.
- CHECK Kiểm tra tính đầy đủ của các mục dữ liệu hiện thời.
- IGESOUT Viết các dữ liệu mô hình khối vào một file theo định dạng IGES phiên bản 5.1.
- NUMCMP Nén thao tác đánh số các mục đã được định nghĩa.
- NUMOFF Thêm vào một số khoảng trống cho các mục được định nghĩa.
- NUMSTR Thiết lập các số khởi đầu cho việc tự động đánh số các mục.
- /PREP7 Bắt đầu tiến hành công việc tạo mô hình cho quá trình tiền xử lý.

- Nhóm các lệnh về kiểu phần tử - Element Type:

Các lệnh PREP7 này dùng để định nghĩa kiểu phần tử được sử dụng trong mô hình.

- DOF Thêm số bậc tự do cho thiết lập DOF hiện thời.
- ET Định nghĩa một kiểu phần tử cụ thể trong thư viện phần tử.
- ETCHG Thay đổi các kiểu phần tử cho phù hợp với các kiểu của chúng.
- ETDELE Xoá kiểu phần tử.
- ETLIST Liệt kê các kiểu phần tử được định nghĩa hiện thời.
- KEYOPT Thiết lập các lựa chọn khoá phần tử.

- Nhóm các lệnh về hằng số - Real Constants:

Các lệnh PREP7 này cho phép định nghĩa kiểu mô hình hằng số được dùng trong bài toán.

R Định nghĩa các hằng số thực phân tử.

RDELETE Xóa các thiết lập hằng số thực.

RLIST Xấp xếp các thiết lập hằng số thực.

RMODIF Chỉnh sửa các thiết lập hằng số thực.

RMORE Thêm các hằng số thực vào trong một thiết lập.

- Nhóm các lệnh về vật liệu - Materials:

Các lệnh PREP7 sử dụng để định nghĩa các thuộc tính vật liệu

EMUNIT Định nghĩa hệ thống đơn vị cho các bài toán từ trường.

MP Định nghĩa các thuộc tính vật liệu tuyến tính.

MPAMOD Sửa đổi các hệ số phụ thuộc nhiệt độ của quá trình giãn nở nhiệt.

MPCOPY Sao chép dữ liệu mô hình của vật liệu này cho một vật liệu khác.

MPDELETE Xóa các đặc tính vật liệu tuyến tính.

/MPLIB Thiết lập đường dẫn để đọc và viết từ thư viện.

MPLIST Tạo danh sách các thuộc tính vật liệu tuyến tính.

MPMOD Liên kết các thuộc tính vật liệu cho mô hình vật liệu động lực học tường minh.

MPUNDO Di chuyển các mô hình vật liệu liên kết được xác định không đúng.

MPREAD Đọc một file có chứa các thuộc tính vật liệu.

MPWRITE Viết các thuộc tính vật liệu trong kho dữ liệu vào một file(nếu như việc chọn thư viện vật liệu không được xác định).

- Nhóm các lệnh về điểm - Keypoints:

Các lệnh PREP7 này được sử dụng để tạo, chỉnh sửa, liệt kê các điểm.

GSUM Tính toán và in các mô hình hình học.

K Định nghĩa một điểm.

KBETW Tạo một điểm giữa hai điểm sẵn có.

KCENTER Tạo một điểm tại tâm của đường tròn được định nghĩa qua ba vị trí.

KDELE Xóa các điểm không được tạo lưới.

KDIST Tính toán và liệt kê khoảng cách giữa hai điểm.

KFILL Tạo các điểm nằm trong hai điểm đã có.

KGEN Tạo thêm các điểm từ một phần của các điểm.

KL Tạo một điểm tại vị trí được xác định trên một đường thẳng có sẵn.

KLIST Liệt kê các điểm được định nghĩa.

KMODIF Chỉnh sửa các điểm có sẵn.

KMOVE Tính toán và di chuyển một điểm đến vị trí giao nhau.

KNODE Định nghĩa một điểm tại vị trí của một nút đã có sẵn.

KPLOT Hiển thị các điểm đã được lựa chọn.

KSUM Tính toán và in các thống kê hình học của các điểm đã được chọn.

KTRAN Di chuyển một phần các điểm đến một hệ tọa độ khác.

SOURCE Định nghĩa một vị trí mặc định cho các nút hoặc các điểm không được định nghĩa.

- Nhóm các lệnh về đường - Lines:

Các lệnh PREP7 dùng để tạo, chỉnh sửa, liệt kê, v.v... các đường.

L Định nghĩa một đường giữa hai điểm.

L2ANG Tạo một đường thẳng tại góc sinh ra bởi hai đường thẳng.

L2TAN Tạo một đường thẳng tiếp tuyến với hai đường thẳng.

LARC Định nghĩa một cung tròn.

LAREA Tạo một đường ngắn nhất giữ hai điểm trên một mặt.

LDELE Xoá các đường thẳng không được tạo lưới.

LDIV Chia một đường thẳng ra hai hay nhiều đường thẳng

LEXTND Kéo dài một đường thẳng thông qua hệ số góc của nó.

LFILLT Tạo một đường vòng giữa hai đường cắt nhau.

LGEN Tạo thêm các đường thẳng từ một phần của đường thẳng.

LLIST Liệt kê các đường thẳng được định nghĩa.

LPLOT Biểu diễn các điểm được chọn.

- Nhóm các lệnh thao tác về tạo lưới - Meshing:

Các lệnh PREP7 dùng để tạo lưới mô hình khối với các nút và các phần tử.

ACLEAR Xoá các nút và phần tử mặt liên kết với các mặt đã được lựa chọn.

<u>AESIZE</u>	Xác định kích thước phần tử được tạo lưới trên các mặt.
<u>AMAP</u>	Tạo một bản lưới 2-D dựa trên các phương xác định của mặt.
<u>AREFINE</u>	Làm tinh lưới xung quanh các mặt đã được xác định.
<u>CLRMSHLN</u>	Xoá các thực thể đã được tạo lưới.
<u>DESIZE</u>	Điều khiển quá trình mặc định kích thước của các phần tử.
<u>ESIZE</u>	Xác định số khoảng chia của đường thẳng.
- Nhóm các lệnh thao tác về nút - Nodes:	
Các lệnh PREP7 dùng để tạo, chỉnh sửa, liệt kê, v.v..., các nút.	
<u>FILL</u>	Tạo một đường thẳng liên kết các nút giữa hai nút có sẵn.
<u>MOVE</u>	Tính toán và di chuyển một đến một giao điểm.
<u>N</u>	Định nghĩa một nút.
<u>NDELE</u>	Xoá các nút.
<u>NDIST</u>	Tính toán và liệt kê khoảng cách giữa hai nút.
<u>NGEN</u>	Tạo thêm nút từ một phần của nút.
<u>NLIST</u>	Liệt kê các nút.
<u>NMODIF</u>	Chỉnh sửa một nút có sẵn.
<u>NPLOT</u>	Biểu diễn các nút.
<u>NREAD</u>	Đọc các nút từ một file.
<u>NWRITE</u>	Viết các nút vào một file.

- Nhóm các lệnh thao tác về phần tử - Elements:

Các lệnh PREP7 dùng để tạo, chỉnh sửa, liệt kê, v.v..., các phần tử.

<u>E</u>	Định nghĩa một phần tử qua liên kết nút.
<u>EDELE</u>	Xoá các phần tử được lựa chọn từ mô hình.
<u>EGEN</u>	Tạo các phần tử từ một phần có sẵn.
<u>ELIST</u>	Liệt kê các phần tử.
<u>EMODIF</u>	Chỉnh sửa phần tử được định nghĩa trước đó.
<u>EMORE</u>	Thêm vào các nút tương xứng với phần tử được định nghĩa.
<u>ENGEN</u>	Tạo các phần tử từ một phần có sẵn.
<u>EPLLOT</u>	Hiển thị các phần tử.
<u>EREAD</u>	Đọc các phần tử từ một file.
<u>EWRITE</u>	Viết các phần tử vào file.

- Nhóm các lệnh thao tác về bậc tự do ghép đôi - Coupled DOF:

Các lệnh PREP7 dùng để tạo, chỉnh sửa, liệt kê các bậc tự do ghép đôi.

<u>CP</u>	Định nghĩa hoặc chỉnh sửa một cặp bậc tự do.
<u>CPDELE</u>	Xoá các thiết lập cho cặp bậc tự do.
<u>CPLGEN</u>	Tạo ra các thiết lập các cặp nút từ thiết lập có sẵn.
<u>CPLIST</u>	Liệt kê các thiết lập cặp bậc tự do.
<u>CPNGEN</u>	Định nghĩa, chỉnh sửa, hoặc thêm vào thiết lập một cặp bậc tự do.

- Nhóm các lệnh về mặt cắt ngang - Cross Sections:

Các lệnh PREP7 này dùng để điều khiển mặt cắt ngang.

<u>SDELETE</u>	Xoá mặt cắt ngang từ kho dữ liệu của ANSYS.
<u>SECDATA</u>	Mô tả hình học của một mặt cắt ngang dầm.
<u>SECPLLOT</u>	In hình dáng hình học mặt cắt ngang của dầm.

Các lệnh trong Solution:

Các lệnh này được dùng để nhập và giải quyết tính toán các mô hình bài toán.

- Nhóm các lệnh về thao tác lựa chọn kiểu phân tích - Analysis Options:

Các lệnh SOLUTION dùng để thiết lập các lựa chọn phân tích cho bài toán.

<u>ANTYPE</u>	Xác định kiểu phân tích và bắt đầu lại một tiến trình.
<u>SEOPT</u>	Xác định các lựa chọn phân tích cấu trúc con.
<u>/SOLU</u>	Nhập quá trình xử lý giải.
<u>SOLVE</u>	Bắt đầu một quá trình giải.

- Nhóm các lệnh về thao tác lựa chọn giải bài toán phi tuyến - Nonlinear Options:

Các lệnh SOLUTION sử dụng để định nghĩa các lựa chọn cho quá trình phân tích bài toán phi tuyến

<u>MXPAND</u>	Xác định số lượng các kiểu (mode) mở rộng và viết cho bài toán phân tích dao động riêng hay bài toán phân tích ổn định.
---------------	---

NCNV Đặt khóa giới hạn cho quá trình phân tích bài toán.

NLGEOM Tính đến các kết quả biến dạng trong bài toán phân tích tĩnh hay bài toán quá độ hoàn toàn.

NROPT Xác định phương pháp giải Newton-Raphson cho bài toán phân tích tĩnh hay bài toán quá độ hoàn toàn.

- Nhóm các lệnh về thao tác lựa chọn động lực học - **Dynamic Options:**

Các lệnh **SOLUTION** xác định các lựa chọn cho bài toán động lực học.

MDAMP Xác định tỷ số tắt dần là một hàm của một kiểu (mode).

MODOPT Xác định lựa chọn phân tích cho bài toán dao động riêng.

MXPAND Xác định số lượng các kiểu mẫu (mode) để từ đó mở rộng cho cả bài toán và viết cho bài toán dao động riêng hay bài toán ổn định.

TIMINT Lấy các kết quả tức thời.

TINTP Định nghĩa các thông số tức thời.

TRNOPT Xác định lựa chọn phân tích cho bài toán tức thời.

- Nhóm lệnh về các thao tác hỗn hợp - **Miscellaneous Loads:**

Các lệnh **SOLUTION** dùng cho quá trình định nghĩa và điều khiển hỗn hợp

OUTPR Điều khiển quá trình in ra lời giải.

OUTRES Điều khiển quá trình viết các kết quả giải vào trong kho dữ liệu.

SBCLIST Liệt kê các điều kiện biên mô hình khối.

- Nhóm các lệnh về bậc tự do chính - Master DOF:

Các lệnh SOLUTION dùng để xác định các bậc tự do chính.

M Định nghĩa bậc tự do chính cho bài toán phân tích thu gọn (sau đó mở rộng các kết quả bài toán bằng lệnh MXPAND).

MDELE Xóa định nghĩa các bậc tự do chính.

MGEN Tạo thêm các bậc tự do chính MDOF cho thiết lập đã định nghĩa trước đó.

MLIST Liệt kê các bậc tự do chính.

TOTAL Xác lập quá trình tự động tạo các bậc tự do chính MDOF.

- Nhóm các lệnh về các liên kết phần tử hữu hạn - FE Constraints:

Các lệnh SOLUTION dùng để xác định các điều kiện liên kết trên mô hình phần tử hữu hạn

D Định nghĩa các điều kiện DOF tại các nút (bậc tự do tại các nút).

DDELE Xóa các điều kiện bậc tự do.

DLIST Liệt kê các điều kiện DOF.

LDREAD Đọc kết quả từ file và áp dụng cho bài toán như là dữ liệu nhập vào.

Các lệnh POST1: Những lệnh này dùng cho chương trình xử lý cuối cùng các kết quả từ các kết quả của bài toán đã giải.

- Nhóm lệnh về thao tác Set Up:

Các lệnh POST1 dùng để nhập dữ liệu vào trong kho dữ liệu cho quá trình hậu xử lý.

APPEND Đọc dữ liệu từ file kết quả và gắn chúng với kho dữ liệu.

DESOL Định nghĩa, chỉnh sửa các kết quả giải tại một nút của phần tử.

DETAB Chỉnh sửa bảng kết quả phần tử trong kho dữ liệu.

DNSOL Định nghĩa hoặc chỉnh sửa kết quả giải tại một nút.

FILE Xác định rõ file dữ liệu mà từ đó các kết quả được tìm thấy.

/POST1 Nhập quá trình hậu xử lý kết quả.

RESET Thiết lập các lệnh POST1, POST26 về giá trị mặc định ban đầu.

SET Định nghĩa việc thiết lập dữ liệu được đọc từ các file kết quả.

- Nhóm các lệnh về kết quả - Results:

Các lệnh POST1 được sử dụng để xử lý các kết quả được lưu trữ của các nút hay phần tử, như các kết quả DOF, các ứng suất nút...

PLDISP Biểu diễn cấu trúc chuyển vị.

PLESOL Biểu diễn các kết quả giải theo phần tử

PLNSOL Biểu diễn các kết quả giải theo nút

PLVECT Biểu diễn các kết quả là các vec tơ.

PRNSOL In các kết quả giải nút.

PRRSOL In các kết quả tính theo phản lực.

Các lệnh POST26: Các lệnh sử dụng để xử lý kết quả đối với những bài toán có liên quan đến các bước thời gian.

- Nhóm các lệnh về thao tác thiết lập môi trường - Set Up

Các lệnh POST26 dùng để lưu trữ dữ liệu cho quá trình xử lý.

DATA Nhập các bản ghi dữ liệu từ file vào biến số.

ESOL Xác định dữ liệu phần tử được lưu trữ từ các file kết quả.

FILE Xác định các file dữ liệu từ đó lấy các kết quả ra.

NSOL Xác định các dữ liệu thuộc nút được lưu trữ từ file kết quả.

NUMVAR Xác định số lượng biến số được phép sử dụng trong POST26.

/POST26 Tiến hành quá trình hậu xử lý bài toán theo bước thời gian.

RFORCE Xác định toàn bộ các dữ liệu phản lực được lưu trữ.

SOLU Xác định các lời giải được lưu trữ cho mỗi bước thời gian.

2.5 MỘT SỐ CÚ PHÁP KHAI BÁO CÂU LỆNH TRONG ANSYS

Các khai báo lệnh trong tiền xử lý Preprocessor (/PREP7...):

1. Khai báo kiểu phần tử:

ET: Kiểu phần tử.

Cú pháp: ET, ITYPE, Ename, KOP1, ..., KOP6, INOPR.

Hàm: Kiểu phần tử, gọi kiểu phần tử trong thư viện phần tử.

Tham số:

ITYPE: Số thứ tự của kiểu phần tử trong mô hình hình học.

Ename: Tên mã kiểu phần tử.

KOP1~KOP6: Chọn các tham số, kiểu bài toán (Tuỳ chọn theo kiểu phần tử).

INOPR: Mặc định =1, tất cả lời giải theo phần tử trong xuất kết quả kiểu bảng sẽ bị huỷ.

ETDELET: Xóa kiểu phần tử

Cú pháp: ETDELET, ITYP1, ITYP2, INC.

Hàm: Lệnh xoá kiểu phần tử đã được định nghĩa.

Tham số:

ITYP1: Xoá kiểu phần tử đã định nghĩa đầu.

ITYP2: Xoá kiểu phần tử đã định nghĩa cuối

INC: Bước nhảy từ ITYP1 và ITYP2, mặc định = 1.

ETABLE: Bảng phần tử

Cú pháp: ETABLE, Lab, ITEM, COMP.

Hàm: Lập bảng dữ liệu phần tử.

Tham số:

Lab: Nhãn.

ITEM, COMP: Các đại lượng được kê trong bảng.

2. Khai báo vật liệu:

R hoặc REAL: Khai báo các hằng số vật liệu.

Cú pháp: R, NSET, R1, R2, R3,...R6.

Hàm: R hoặc Real khai báo các hằng số đặc trưng hình học vật liệu.

Tham số:

NSET: Số hiệu vật liệu khai báo.

R1~R6: Các mã nhận các hằng số vật liệu (Thí dụ R1: ô nhập diện tích mặt cắt, các tham số cần nhập khác như các đặc trưng hình học, mô men quán tính).

RMORE: Khai tiếp các hằng số vật liệu

Cú pháp: RMORE, R7, R8,..., R12.

Hàm: Khai báo các hằng số đặc trưng hình học vật liệu(tiếp).

Tham số:

R7~R12: Các tham số vật liệu đánh số từ 7 đến 12.

RDELE: Xóa hằng số vật liệu

Cú pháp: RDELE, NSET1, NSET2, NINC.

Hàm: Xóa các hằng số đặc trưng hình học vật liệu đã định nghĩa.

Tham số:

NSET1: Xóa phần tử đã định nghĩa đầu tiên.

NSET2: Xóa phần tử đã định nghĩa sau cùng.

NINC: Bước giữa NSET1 và NSET2, mặc định =1.

MP: Thuộc tính vật liệu

Cú pháp: MP, Lab, Mat, C0, C1, C2, ..., C4.

Hàm: Xác định các hằng số thuộc tính vật lý và nhiệt độ của vật liệu.

Tham số:

Lab: Các nhãn của thuộc tính:

EX: Mô đun đàn hồi theo trục X.

EY: Mô đun đàn hồi theo trục Y.

EZ: Mô đun đàn hồi theo trục Z.

GXY: Mô đun trượt theo mặt X-Y.

GXZ: Mô đun trượt theo mặt X-Z.

GYZ: Mô đun trượt theo mặt Y-Z.

NUXY: Hệ số Poisson trên mặt X-Y.

NUXZ: Hệ số Poisson trên mặt X-Z.

NUYZ: Hệ số Poisson trên mặt Y-Z.

MU: Hệ số ma sát (Theo định luật Coulomb).

Các hệ số vật lý khác như hệ số dẫn nhiệt, hệ số đàn hồi...

MAT: Hệ số vật liệu.

Khi tính chất vật liệu biến đổi theo thời gian, nhiệt độ có thể biểu diễn theo đa thức: $H(T) = C0 + C1T + C2.T^2 + C3.T^3 + C4.T^4$.

Các hệ số C0, C1, C2, C3, C4 là các hệ số của đa thức.

MPDELET: Xóa thuộc tính vật liệu

Cú pháp: MPDELET, Lab, MAT1, MAT2, INC.

Hàm: Xoá khai báo thuộc tính vật liệu.

Tham số:

Lab: Các nhãn của thuộc tính vật liệu

MAT1: Nhãn vật liệu đầu.

MAT2: Nhãn vật liệu cuối.

INC: Bước nhảy giữa nhãn 1 và nhãn 2.

3. Xây dựng mô hình FEM:

N: Định nghĩa nút.

Cú pháp: N, NODE, X, Y, Z, THXY, THYZ, THZX.

Hàm: Định nghĩa nút trong hệ tọa độ được chọn.

Tham số:

NODE: Số thứ tự nút.

X, Y, Z: Tọa độ của nút trong hệ tọa độ được chọn.

THXY: Góc quay của trục XY.

THYZ: Góc quay của trục YZ.

THZX: Góc quay của trục ZX.

FILL: Điền nút chen giữa 2 nút đã biết

Cú pháp: FILL, NODE1, NODE2, NFILL.

Hàm: Điền chèn các nút giữa hai đã được định nghĩa

Tham số:

NODE1: Nút đầu.

NODE2: Nút cuối trong đoạn cần chia.

NFILL: Chia đều khoảng và điền nút vào khoảng giữa.

4. Lệnh xây dựng mô hình hình học:

POINTS: Điểm

K

Cú pháp: K, NPT, X, Y, Z.

Hàm: Định nghĩa điểm hình học.

Tham số:

NPT: Số thứ tự điểm.

X, Y, Z: Tọa độ điểm.

KFILL

Cú pháp: KFILL, NP1, NP2, NFILL.

Hàm: Điền các điểm giữa hai điểm cho trước.

Tham số:

NP1: Số thứ tự của điểm thứ nhất.

NP2: Số thứ tự của điểm thứ hai.

NFILL: Số điểm cần chia giữa NP1 và NP2.

Line: Đường

L

Cú pháp: L, P1, P2.

Hàm: Định nghĩa đường từ 2 đường cho trước.

Tham số:

P1: Điểm đầu.

P2: Điểm cuối.

LDIV

Cú pháp: LDIV, NL1, RATIO, PDIV, NDIV, KEEP.

Hàm: Chia đường thành nhiều đoạn phần tử.

Tham số:

NL1: Số hiệu đường cần chia.

RATIO: Tỷ lệ chiều dài cần chia.

PDIV: Số điểm chia.

NDIV: Số lượng đoạn mới, mặc định =2.

KEEP = 0: Đường cũ bị xoá.

= 1: Đường cũ giữ nguyên.

AREA

Cú pháp: A, P1, P2, P3, P4, ...

Hàm: Định nghĩa diện tích từ các điểm đã biết

Tham số: P1, ..., P9: Các điểm đã được định nghĩa

VOLUM

V

Cú pháp: V, P1,..., P8

Hàm: Định nghĩa thể tích từ các điểm đã biết

Tham số: P1, ..., P8: Các điểm đã được định nghĩa

VA

Cú pháp: VA, A1, ..., A10.

Hàm: Định nghĩa diện tích từ các diện tích đã định nghĩa

Tham số: A1, ..., A10: Các diện tích đã được định nghĩa

Các khai báo lệnh trong Hệ giải bài toán Solution (/SOLU...):

1. Định kiểu bài toán:

ANTYPE

Cú pháp: ANTYPE, Type, Status.

Hàm: Chọn kiểu tính toán.

Tham số:

Type:

Static (=0): Phân tích tĩnh.

Buckle (=1): Phân tích lật.

Modal (=2): Phân tích kiểu MOD.

Harmic (=3): Phân tích dao động điều hoà.

Trans (=4): Phân tích chuyển đổi.

Substr (=7): Phân tích cấu trúc con.

Spectr (=8): Phân tích phổ.

Status:

New: Trạng thái tĩnh.

est: Khởi động lại bài toán đã có.

Mặc định: ANTYP, Static, New.

2. Liên kết và gối tựa

D

Cú pháp:

D,NODE,Lab,VALUE,VALUE2,NEND,NINC,Lab2,.., Lab6.

Hàm: Định nghĩa liên kết, chuyển vị và góc quay của nút -

Độ tự do DOF.

Tham số:

NODE: Tên nút.

Lab: Nhãn UX, UY, UZ chuyển vị.

ROTX, ROTY, ROTZ: Góc quay.

VALUE: Giá trị chuyển vị hoặc quay.

VALUE2: Giá trị ảo.

NEND: Nút kết thúc đặt liên kết.

NINC: Bước tiến nút từ NODE đến NEND.

Lab2,...,Lab6: Các bước chuyển vị / quay bổ sung.

DSYM

Cú pháp: DSYM, Lab, Norm, KCN.

Hàm: Xác định liên kết trên mặt đối xứng.

Tham số:

Lab: SYM: Điều kiện biên đối xứng.

ASYM: Điều kiện biên phản đối xứng.

Norm: X, Y, Z: Pháp tuyến của mặt phẳng đối xứng.

KCN: Hệ tọa độ xác định mặt phẳng đối xứng.

3. Đặt tải:

F

Cú pháp: F, NODE, Lab, VALUE, VALUE2, NEND, NINC.

Hàm: Đặt lực tập trung tại các nút.

Tham số:

NODE: Tên nút.

Lab: Nhãn FX, FY, FZ: Lực.

MX, MY, MZ: Mômen.

VALUE: Giá trị lực hoặc mômen.

VALUE2: Giá trị ảo.

NEND: Nút kết thúc.

NINC: Bước tiến từ nút NODE đến NEND.

TUNIF

Cú pháp: TUNIF, TEMP.

Hàm: Định nghĩa nhiệt độ nút đơn vị.

Tham số:

TEMP: Trị số nhiệt độ.

CDWRITE

Cú pháp: CDWRITE, Option, Fname, Ext, Dir.

Hàm: Ghi dữ liệu hình học và tải vào File mã ASCII.

Tham số:

Option ALL: Tất cả các dữ liệu.

GEOM: Dữ liệu hình học.

SOLVE

Cú pháp: SOLVE.

Hàm: Khởi động tính toán.

Các khai báo lệnh trong hậu xử lý Postprocessor (/POST1, /POST26...):

Hậu xử lý có nhiệm vụ xuất các kết quả theo yêu cầu người dùng với điều kiện có thể, các dữ liệu có thể xuất dưới dạng bảng, đồ thị, file dữ liệu...

1. Đặt bước xử lý:

SET

Cú pháp: SET, LSTEP, SBSTEP, FACT, KIMG, TIME, ANGLE.

Hàm: Đọc các dữ liệu từ file.RST các kết quả được lưu sau khi xử lý SOLUTION để xử lý trong postprocessor.

Tham số:

LSTEP: Đặt số bước tính của dữ liệu vào để đọc.

SBSTEP: Đặt số bước tính con.

FACT: Tỷ lệ mặc định = 1.0

KIMG =0: Phần thực dùng khi phân tích phức số.

=1: Phần ảo khi phân tích phức số.

TIME: Thời gian.

ANGLE: Góc lệch pha trong bài toán dao động điều hoà.

2. Vẽ chuyển vị:

PLDISP

Cú pháp: PLDISP, KUND.

Hàm: Biểu diễn chuyển vị của các phần tử được chọn.

Tham số:

KUND = 0: Chỉ biểu diễn hình các phần tử chuyển vị.

= 1: Biểu diễn hình chuyển vị và chưa chuyển vị.

=2: Biểu diễn như 1 nhưng có mối liên kết giữa phần chuyển vị và chưa chuyển vị.

KSCAL = 0: Biểu diễn được đặt theo tỷ lệ cho hình không biến dạng.

= 1: Biểu diễn được đặt theo tỷ lệ cho hình biến dạng.

3. Biểu diễn kết quả bằng bảng:

PRRSOL

Cú pháp: PRRSOL, Lab.

Hàm: Biểu diễn kết quả tính toán theo các nút dưới dạng bảng.

Tham số:

LAB: FX, FY, FZ.

MX, MY, MZ.

4. Các lệnh điều khiển màn hình

- Lệnh chọn màn hình và cửa sổ:

/SHOW

Cú pháp: /SHOW, Fname, EXT, VECT, NCPL.

Hàm: Vẽ đồ thị theo các số liệu tính toán.

Tham số:

Fname: Tên file ảnh, nếu dùng màn hình VGA của PC cần gọi ra

EXT: Tên kiểu file ảnh.

VECT = 0: Raster mode.

= 1: Vector mode.

NCPL: Định màu: 4 = 16 màu; 8 = 256 màu.

/WINDOW

Cú pháp: /WINDOW, WN, XMIN, XMAX, YMIN, YMAX,...

/ WINDOW, WN, TOP (BOT, LEFT, RIGHT)

Hàm: Định nghĩa cửa sổ làm việc.

Tham số:

WN: Số thứ tự của các cửa sổ (từ 1~5)

XMIN, XMAX, YMIN, YMAX: Toạ độ của các cửa sổ.

Chương 3

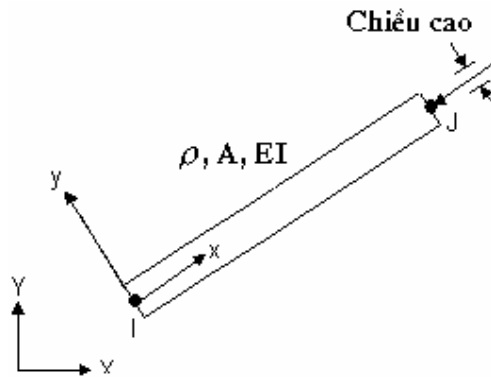
ỨNG DỤNG PHẦN MỀM ANSYS ĐỂ GIẢI BÀI TOÁN TÌM TẦN SỐ RIÊNG VÀ DẠNG DAO ĐỘNG RIÊNG CỦA MỘT SỐ KIỂU DẦM CƠ BẢN

Chương 3 này, ta sẽ ứng dụng phần mềm ANSYS để giải bài toán tìm tần số riêng và dạng dao động riêng của một số kiểu dầm đồng chất cơ bản. Nội dung chủ yếu giới thiệu một số chương trình tìm tần số riêng và dạng dao động riêng về uốn thuần tuý của một số kiểu dầm ứng với các điều kiện biên khác nhau.

3.1 GIỚI THIỆU VỀ PHẦN TỬ DẦM BEAM3

3.1.1 Mô tả phần tử BEAM3 (2-D Elastic Beam)

BEAM3 là phần tử dầm đàn hồi 2D dạng trục có khả năng chịu được sức kéo, chịu nén, và chịu uốn. Phần tử này có ba bậc tự do tại mỗi nút: tịnh tiến theo các trục X, Y và quay quanh trục Z.



Hình 3.1. Mô tả dầm BEAM3.

Trong hình vẽ trên, đã mô tả các vị trí nút và hệ toạ độ cho phần tử dầm này. Phần tử BEAM3 được định nghĩa bởi hai nút (I, J), một diện tích mặt cắt ngang (A), mô men chống uốn (I), chiều cao dầm (H), và các thuộc

tính của vật liệu khác như: mật độ khối (ρ), mô đun đàn hồi (E) là những giá trị mà ta cần khai báo trong chương trình.

3.1.2 Khai báo phần tử dầm BEAM3

ANSYS quy định các khai báo trong phần tử dầm BEAM3 như sau:

Tên phần tử (Element Name):

BEAM3

Các nút (Nodes):

I, J

Các bậc tự do (Degrees of Freedom):

UX, UY, ROTZ

Các hằng số (Real Constants):

Diện tích mặt cắt (**Area**), mô men chống uốn (**Iyy**), chiều cao (**H**).

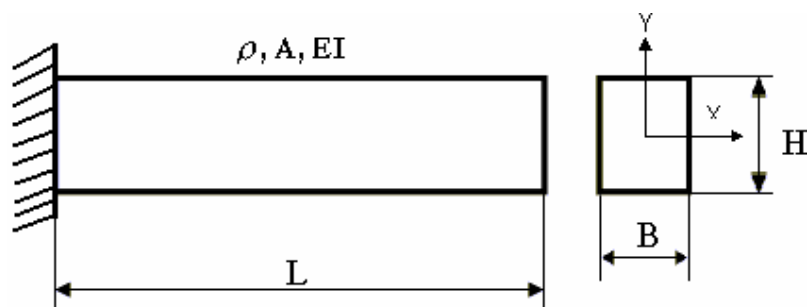
Các thuộc tính vật liệu (**Material Properties**):

Mô đun đàn hồi (**EX**), mật độ khối (**DENS**).

3.2 CÁC BÀI TOÁN CỤ THỂ

3.2.1 Bài toán tìm tần số riêng và dạng dao động riêng về uốn của dầm chữ nhật một đầu ngàm

Đề bài: Cho dầm chữ nhật có mô hình như sau:



Hình 3.2. Mô hình dầm chữ nhật một đầu ngàm.

Trong đó: $E = 20.10^{10} \text{ N/m}^2$; $\rho = 7850 \text{ kg/m}$.

$H = 0,06 \text{ m}$; $B = 0,04 \text{ m}$; $L = 2,3 \text{ m}$.

Yêu cầu: Tìm tần số riêng và dạng dao động riêng về uốn của dầm.

Chương trình ANSYS như sau:

```
/UNITS,MKS      ! Thiết lập hệ đơn vị cho cả bài toán là MKS
/VERIFY,DAM CHU NHAT MOT DAU NGAM
JPGPRF,500,100,1 ! Macro để thiết lập việc in kết quả dưới dạng ảnh JPEG
/SHOW,JPEG      ! Xác định các thông số cho việc biểu diễn ảnh JPEG
/PREP7          ! Lệnh tiền xử lý
/TITLE,DAM CHU NHAT MOT DAU NGAM ! Đặt tiêu đề cho bài toán
ET,1,BEAM3      ! Khai báo kiểu phần tử, kiểu dầm phẳng BEAM3
MP,EX,1,20E10   ! Khai báo mô đun đàn hồi  $E = 20.10^{10} \text{ N/m}^2$ .
MP,DENS,1,7850  ! Khai báo khối lượng riêng  $\rho = 7850 \text{ kg/m}$ .
R,1,0.24E-2,0.72E-6,0.06 ! Khai báo đặc trưng hình học: Diện tích  $A = 0.24E-2 \text{ m}^2$ , mômen chống uốn  $I = 0.72E-6 \text{ m}^4$ ,  $H = 0.06 \text{ m}$ .
K,1             ! Định nghĩa điểm 1 tại 0,0,0.
K,2,2.3        ! Định nghĩa điểm 2 tại  $X = 2.3$ .
L,1,2          ! Định nghĩa đường thẳng nối hai điểm 1 và 2.
LESIZE,ALL,,,30 ! Chia toàn bộ đường thẳng thành 30 khoảng.
LMESH,1        ! Chia lưới đường thẳng.
FINISH         ! Kết thúc tiền xử lý.
/SOLU          ! Lệnh giải.
ANTYPE,MODAL   ! Chọn kiểu phân tích cho bài toán, kiểu MODAL.
```

MODOPT,REDUC,10,,10	! In toàn bộ hình dáng các kiểu (MODE) thu gọn.
MXPAND	! Mở rộng cho toàn bộ các kiểu MODE cho cả bài toán.
M,3,UY,31	! Định nghĩa các bậc tự do chính theo trục Y từ nút 3 đến nút 31.
M,2,UY	! Định nghĩa bậc tự do chính theo trục Y tại nút 2.
OUTPR,ALL,ALL	! Thiết lập in tất cả các dữ liệu của các nút ra.
DK,1,ALL	! Đặt điều kiện biên hạn chế tất cả các bậc tự do tại nút 1 (một đầu ngàm).
PSOLVE,ELFORM	! Tạo các ma trận phần tử.
PSOLVE,TRIANG	! Đưa ra ma trận đường chéo.
PSOLVE,EIGREDUC	! Tính toán các trị riêng và vectơ riêng sử dụng phương pháp giải HOUSEHOLDER.
PSOLVE,EIGEXP	! Mở rộng quá trình giải bài toán các vectơ riêng.
FINISH	! Kết thúc quá trình giải.
/POST1	! Lệnh bắt đầu quá trình hậu xử lý POST1.
SET,LIST	! Đọc các kết quả trong file kết quả sau khi giải để xử lý trong /POST1 theo thứ tự.
SET,1,1	! Đọc lời giải của bước tính 1.
PLDISP,1	! In dạng dao động của lời giải 1.
SET,1,2	! Đọc lời giải của bước tính 2.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 2.
SET,1,3	! Đọc lời giải của bước tính 3.

PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 3.
SET,1,4	! Đọc lời giải của bước tính 4.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 4.
SET,1,5	! Đọc lời giải của bước tính 5.
PLDISP,1	! In dạng dao động bước tính 5.
SET,1,6	! Đọc lời giải của bước tính 6.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 6.
SET,1,7	! Đọc lời giải của bước tính 7.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 7.
SET,1,8	! Đọc lời giải của bước tính 8.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 8.
SET,1,9	! Đọc lời giải của bước tính 9.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 9.
SET,1,10	! Đọc lời giải của bước tính 10.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 10.
PRNSOL,U,COMP	! Vẽ chuyển vị của nút.
PRNSOL,ROT,COMP	! Vẽ góc xoay của nút.
/POST26	! Bắt đầu quá trình hậu xử lý trong /POST26.
*GET,FREQ,MODE,1,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 1.	
*GET,FREQ,MODE,2,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 2.	
*GET,FREQ,MODE,3,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 3.	
*GET,FREQ,MODE,4,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 4.	
*GET,FREQ,MODE,5,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 5.	

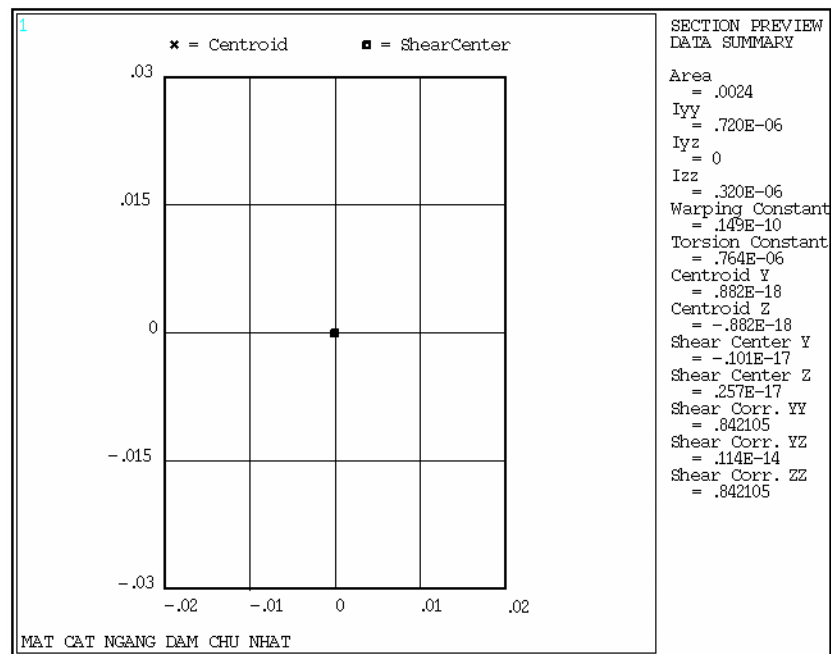
*GET,FREQ,MODE,6,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 6.
 *GET,FREQ,MODE,7,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 7.
 *GET,FREQ,MODE,8,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 8.
 *GET,FREQ,MODE,9,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 9.
 *GET,FREQ,MODE,10,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 10.
 FINISH ! Kết thúc quá trình giải bài toán.

Các kết quả ANSYS tính toán như sau:

A. Các giá trị tần số riêng - f (Hertz) của 10 MODE đầu tiên:

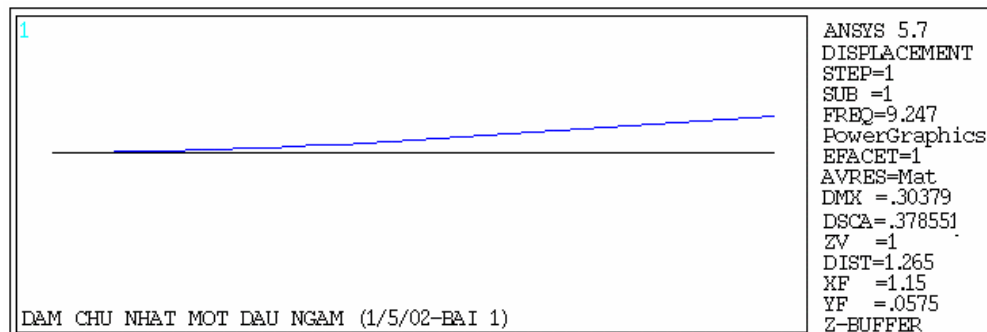
*GET FREQ FROM MODE 1 ITEM=FREQ VALUE= 9.24695589
 *GET FREQ FROM MODE 2 ITEM=FREQ VALUE= 57.9041432
 *GET FREQ FROM MODE 3 ITEM=FREQ VALUE= 161.928262
 *GET FREQ FROM MODE 4 ITEM=FREQ VALUE= 316.732172
 *GET FREQ FROM MODE 5 ITEM=FREQ VALUE= 522.343901
 *GET FREQ FROM MODE 6 ITEM=FREQ VALUE= 778.048536
 *GET FREQ FROM MODE 7 ITEM=FREQ VALUE= 1083.04252
 *GET FREQ FROM MODE 8 ITEM=FREQ VALUE= 1436.41244
 *GET FREQ FROM MODE 9 ITEM=FREQ VALUE= 1837.16618
 *GET FREQ FROM MODE 10 ITEM=FREQ VALUE= 2284.26835

B/ Biểu diễn mặt cắt ngang của dầm chữ nhật:

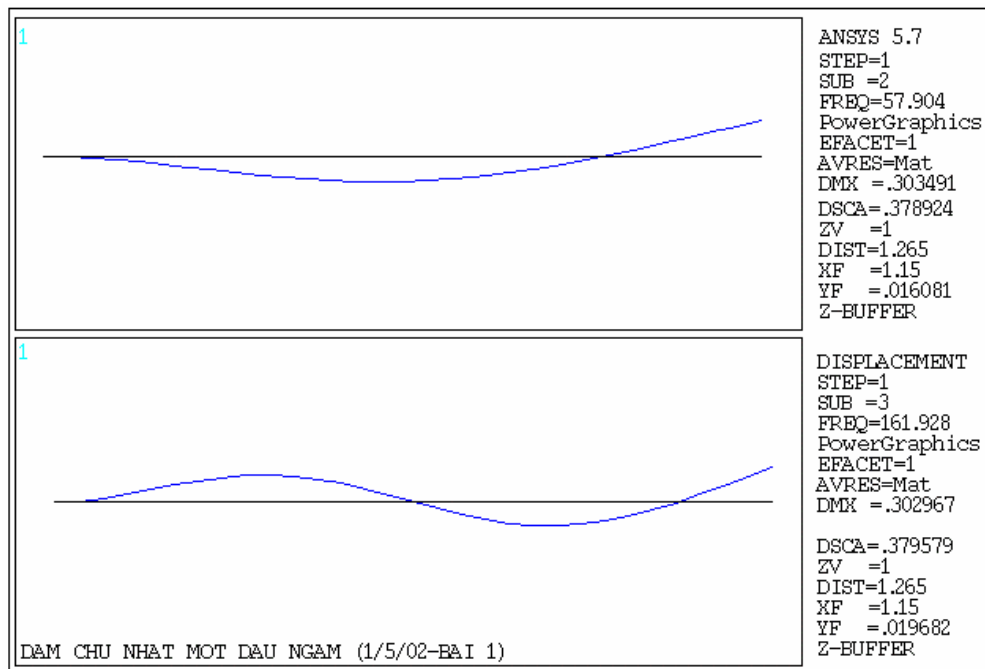


Hình 3.3. Mặt cắt ngang của dầm chữ nhật và các số liệu về mặt cắt.

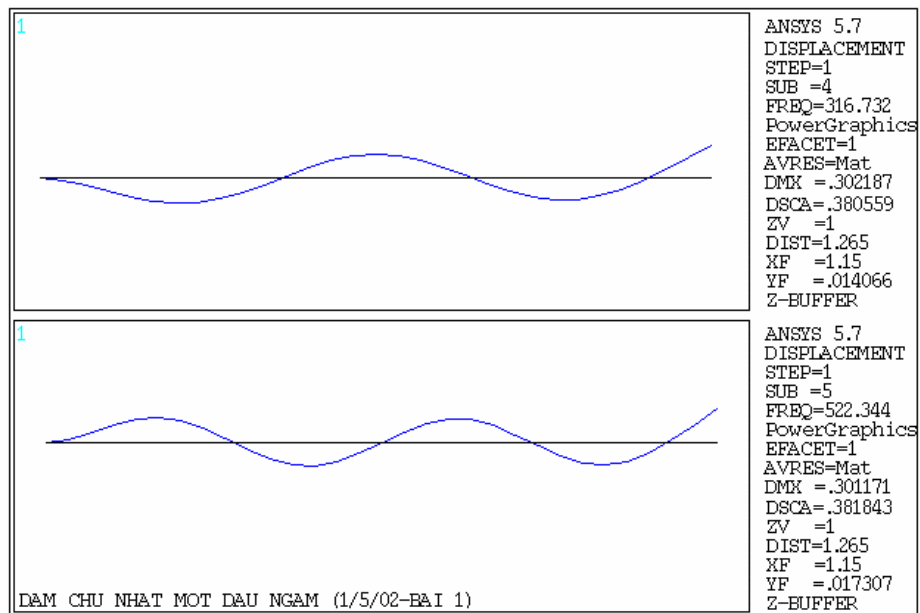
C. Biểu diễn một số dạng dao động riêng ứng với các tần số riêng:



Hình 3.4. Dạng dao động riêng thứ 1 ứng với tần số riêng của MODE 1.



Hình 3.5 Dạng dao động riêng thứ 2 và 3 ứng với tần số riêng của MODE 2 và 3.



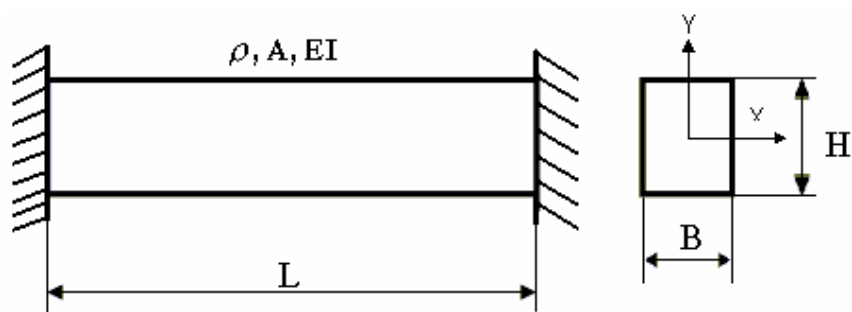
Hình 3.6. Dạng dao động riêng thứ 3 và 4 ứng với tần số riêng của MODE 3 và 4.

Bảng kết quả các tần số riêng dao động uốn của dầm chữ nhật một đầu
ngàm ANSYS giải so với phương pháp giải tích Bảng 1

Số thứ tự MODE	Tần số riêng dao động uốn tính theo ANSYS ω (rad/s)	Tần số riêng dao động uốn tính theo giải tích ω (rad/s)
1	58,1003374	40,7779
2	363,8224618	367,001
3	1017,425277	1019,45
4	1990,086929	1998,12
5	3281,983524	3303,01
6	4888,623130	4934,13
7	6804,956849	6891,47
8	9025,245538	9175,03
9	11543,25555	11784,8
10	14352,48133	14720,8

3.2.2 Bài toán tìm tần số riêng và dạng dao động riêng về uốn của
dầm chữ nhật hai đầu ngàm

Đề bài: Cho dầm chữ nhật có mô hình như sau:



Hình 3.7. Mô hình dầm chữ nhật hai đầu ngàm.

Trong đó: $E = 20.10^{10} \text{ N/m}^2$; $\rho = 7850 \text{ kg/m}$.

$H = 0,06 \text{ m}$; $B = 0,04 \text{ m}$; $L = 2,3 \text{ m}$.

Yêu cầu: Tìm tần số riêng và dạng dao động riêng về uốn của dầm.

Chương trình giải bằng ANSYS như sau:

```
/UNITS,MKS      ! Thiết lập hệ đơn vị cho cả bài toán là MKS
/VERIFY,DAM CHU NHAT HAI DAU NGAM
JPGPRF,500,100,1 ! Macro để thiết lập việc in kết quả dưới dạng ảnh JPEG
/SHOW,JPEG      ! Xác định các thông số cho việc biểu diễn ảnh JPEG
/PREP7          ! Lệnh tiền xử lý
/TITLE,DAM CHU NHAT HAI DAU NGAM ! Đặt tiêu đề cho bài toán
ET,1,BEAM3      ! Khai báo kiểu phần tử, kiểu dầm phẳng BEAM3
MP,EX,1,20E10   ! Khai báo mô đun đàn hồi  $E = 20.10^{10} \text{ N/m}^2$ .
MP,DENS,1,7850  ! Khai báo khối lượng riêng  $\rho = 7850 \text{ kg/m}$ .
R,1,0.24E-2,0.72E-6,0.06 ! Khai báo đặc trưng hình học: Diện tích
                         $A = 0.24\text{E-}2\text{m}^2$ , mômen chống uốn  $I = 0.72\text{E-}6 \text{ m}^4$ ,  $H =$ 
0.06m.
K,1              ! Định nghĩa điểm 1 tại 0,0,0.
K,2,2.3         ! Định nghĩa điểm 2 tại  $X = 2.3$ .
L,1,2           ! Định nghĩa đường thẳng nối hai điểm 1 và 2.
LESIZE,ALL,,,30 ! Chia toàn bộ đường thẳng thành 30 khoảng.
LMESH,1         ! Chia lưới đường thẳng.
FINISH          ! Kết thúc tiền xử lý.
/SOLU           ! Lệnh giải.
ANTYPE,MODAL    ! Chọn kiểu phân tích cho bài toán, kiểu MODAL.
```

MODOPT,REDUC,10,,10	! In toàn bộ hình dáng các kiểu (MODE) thu gọn.
MXPAND	! Mở rộng cho toàn bộ các kiểu MODE cho cả bài toán.
M,3,UY,31	! Định nghĩa các bậc tự do chính theo trục Y từ nút 3 đến nút 31.
OUTPR,ALL,ALL	! Thiết lập in tất cả các dữ liệu của các nút ra.
DK,1,ALL	! Đặt điều kiện biên hạn chế tất cả các bậc tự do tại nút 1.
DK,2,ALL	! Đặt điều kiện biên hạn chế tất cả các bậc tự do tại nút (ngàm hai đầu).
PSOLVE,ELFORM	! Tạo các ma trận phân tử.
PSOLVE,TRIANG	! Đưa ra ma trận đường chéo.
PSOLVE,EIGREDUC	! Tính toán các trị riêng và vectơ riêng sử dụng phương pháp giải HOUSEHOLDER.
PSOLVE,EIGEXP	! Mở rộng quá trình giải các vectơ riêng.
FINISH	! Kết thúc quá trình giải.
/POST1	! Lệnh bắt đầu quá trình hậu xử lý POST1.
SET,LIST	! Đọc các kết quả trong file kết quả sau khi giải để xử lý trong /POST1 theo thứ tự.
SET,1,1	! Đọc lời giải của bước tính 1.
PLDISP,1	! In dạng dao động của lời giải 1.
SET,1,2	! Đọc lời giải của bước tính 2.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 2.

SET,1,3	! Đọc lời giải của bước tính 3.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 3.
SET,1,4	! Đọc lời giải của bước tính 4.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 4.
SET,1,5	! Đọc lời giải của bước tính 5.
PLDISP,1	! In dạng dao động bước tính 5.
SET,1,6	! Đọc lời giải của bước tính 6.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 6.
SET,1,7	! Đọc lời giải của bước tính 7.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 7.
SET,1,8	! Đọc lời giải của bước tính 8.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 8.
SET,1,9	! Đọc lời giải của bước tính 9.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 9.
SET,1,10	! Đọc lời giải của bước tính 10.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 10.
PRNSOL,U,COMP	! Vẽ chuyển vị của nút.
PRNSOL,ROT,COMP	! Vẽ góc xoay của nút.
/POST26	! Bắt đầu quá trình hậu xử lý trong /POST26.
*GET,FREQ,MODE,1,FREQ	! In ra tần số của kiểu (MODE) 1.
*GET,FREQ,MODE,2,FREQ	! In ra tần số của kiểu (MODE) 2.
*GET,FREQ,MODE,3,FREQ	! In ra tần số của kiểu (MODE) 3.
*GET,FREQ,MODE,4,FREQ	! In ra tần số của kiểu (MODE) 4.

*GET,FREQ,MODE,5,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 5.
*GET,FREQ,MODE,6,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 6.
*GET,FREQ,MODE,7,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 7.
*GET,FREQ,MODE,8,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 8.
*GET,FREQ,MODE,9,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 9.
*GET,FREQ,MODE,10,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 10.
FINISH ! Kết thúc quá trình giải bài toán.

Các kết quả ANSYS giải như sau:

A. Các giá trị tần số riêng của 10 kiểu (MODE):

*GET FREQ FROM MODE 1 ITEM=FREQ
VALUE= 58.8279555
*GET FREQ FROM MODE 2 ITEM=FREQ
VALUE= 162.007135
*GET FREQ FROM MODE 3 ITEM=FREQ
VALUE= 317.128096
*GET FREQ FROM MODE 4 ITEM=FREQ
VALUE= 523.169776
*GET FREQ FROM MODE 5 ITEM=FREQ
VALUE= 779.540977
*GET FREQ FROM MODE 6 ITEM=FREQ
VALUE= 1085.47460
*GET FREQ FROM MODE 7 ITEM=FREQ
VALUE= 1440.09327
*GET FREQ FROM MODE 8 ITEM=FREQ
VALUE= 1842.43532

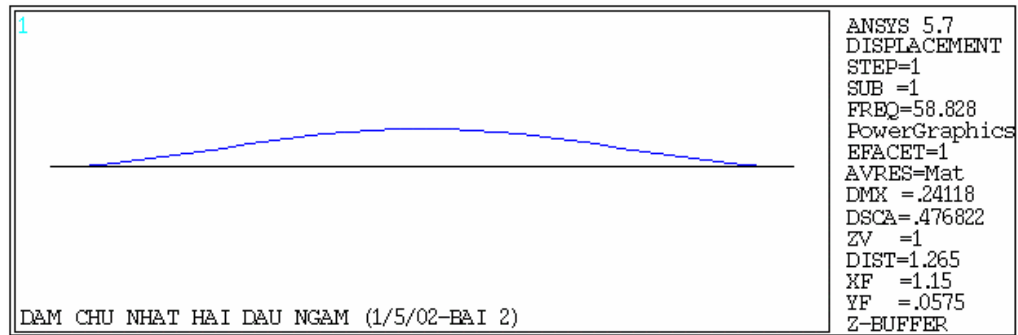
*GET FREQ FROM MODE 9 ITEM=FREQ

VALUE= 2291.49165

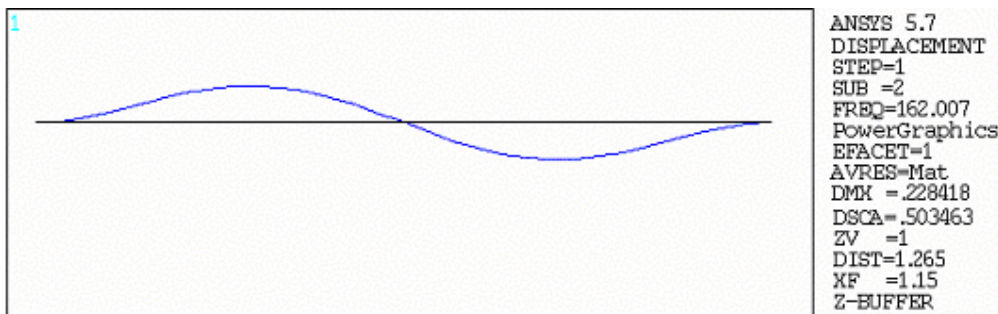
*GET FREQ FROM MODE 10 ITEM=FREQ

VALUE= 2786.25215

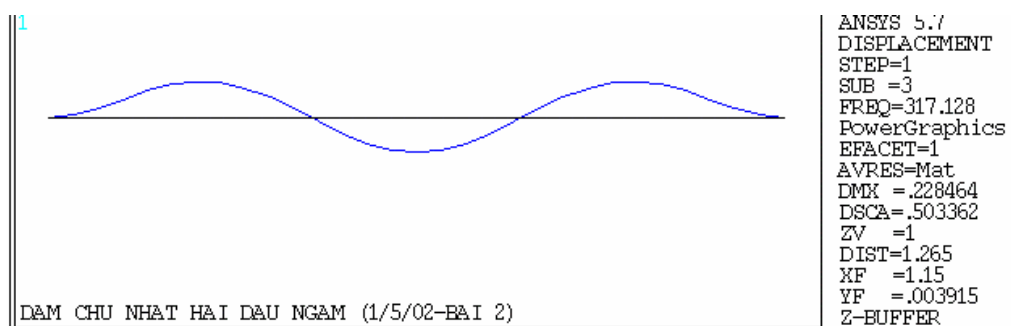
B. Biểu diễn một số dạng dao động riêng ứng với các tần số riêng:



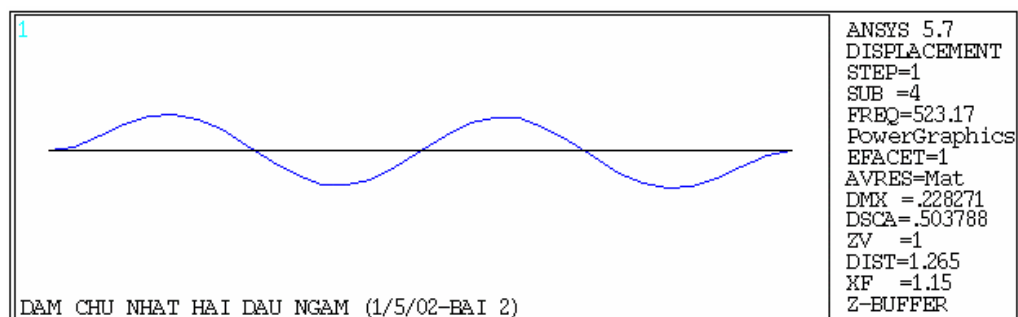
Hình 3.8. Dạng dao động riêng thứ nhất ứng với tần số riêng của MODE 1.



Hình 3.9a. Dạng dao động riêng thứ nhất ứng với tần số riêng của MODE



Hình 3.9b. Dạng dao động riêng thứ 3 ứng với tần số riêng của MODE 3.



Hình 3.10. Dạng dao động riêng thứ 4 ứng với tần số riêng của MODE 4.

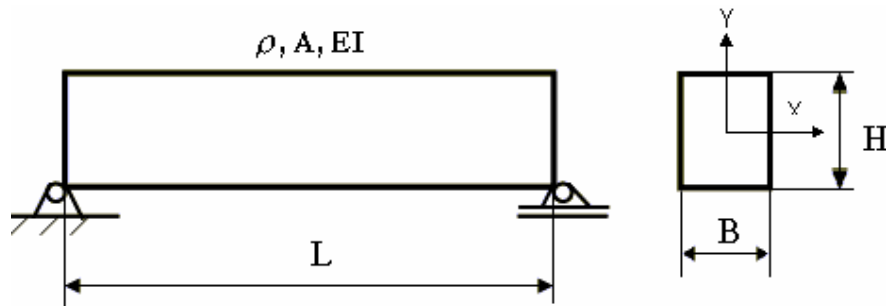
Bảng kết quả các tần số riêng dao động về uốn của dầm chữ nhật hai đầu
ngàm ANSYS giải và giải bằng giải tích

Số thứ tự MODE	Tần số riêng dao động uốn tính theo ANSYS ω (rad/s)	Tần số riêng dao động uốn tính theo PP giải tích ω (rad/s)
1	369,6269456	367,001
2	1017,920850	1019,45
3	1992,574593	1998,12
4	3287,172650	3303,01
5	4898,000413	4934,13
6	6820,238058	6891,47

7	9048,372875	9175,03
8	11576,36253	11784,8
9	14397,86667	14720,8
10	17506,53857	17983,1

3.2.3 Bài toán tìm tần số riêng và dạng dao động riêng về uốn của dầm chữ nhật hai đầu bản lề

Đề bài: Cho dầm chữ nhật có mô hình như sau:



Hình 3.11. Mô hình dầm chữ nhật hai đầu bản lề.

Trong đó: $E = 20.10^{10} \text{ N/m}^2$; $\rho = 7850 \text{ kg/m}$.

$H = 0,06 \text{ m}$; $B = 0,04 \text{ m}$; $L = 2,3 \text{ m}$.

Yêu cầu: Tìm tần số riêng và dạng dao động riêng về uốn của dầm.

Chương trình giải bằng ANSYS như sau:

```

/UNITS,MKS      ! Thiết lập hệ đơn vị cho cả bài toán là MKS.
/VERIFY,DAM CHU NHAT HAI DAU BAN LE
JPGPRF,500,100,1 ! Macro để thiết lập việc in kết quả dưới dạng ảnh JPEG
/SHOW,JPEG      ! Xác định các thông số cho việc biểu diễn ảnh JPEG
/PREP7          ! Lệnh tiền xử lý
/TITLE,DAM CHU NHAT HAI DAU BAN LE ! Đặt tiêu đề cho bài toán

```

ET,1,BEAM3 ! Khai báo kiểu phần tử, kiểu dầm phẳng BEAM3

MP,EX,1,20E10 ! Khai báo mô đun đàn hồi $E = 20 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$.

MP,DENS,1,7850 ! Khai báo khối lượng riêng $\rho = 7850 \text{ kg/m}$.

R,1,0.24E-2,0.72E-6,0.06 ! Khai báo đặc trưng hình học: Diện tích
 $A = 0.24E-2 \text{ m}^2$, mômen chống uốn $I = 0.72E-6 \text{ m}^4$, $H = 0.06\text{m}$.

K,1 ! Định nghĩa điểm 1 tại 0,0,0.

K,2,2.3 ! Định nghĩa điểm 2 tại $X = 2.3$.

L,1,2 ! Định nghĩa đường thẳng nối hai điểm 1 và 2.

LESIZE,ALL,,30 ! Chia toàn bộ đường thẳng thành 30 khoảng.

LMESH,1 ! Chia lưới đường thẳng.

FINISH ! Kết thúc tiền xử lý.

/SOLU ! Lệnh giải.

ANTYPE,MODAL ! Chọn kiểu phân tích cho bài toán, kiểu MODAL.

MODOPT,REDUC,10,,10 ! In toàn bộ hình dáng các kiểu (MODE) thu gọn.

MXPAND ! Mở rộng cho toàn bộ các kiểu MODE.

M,3,UY,31 ! Định nghĩa các bậc tự do chính theo trục Y từ nút 3 đến nút 31.

OUTPR,ALL,ALL ! Thiết lập in tất cả các dữ liệu của các nút ra.

DK,1,UX, , , ,UY ! Đặt điều kiện biên hạn chế các bậc tự do theo phương UX và UY tại nút 1.

DK,2,UY ! Đặt điều kiện biên hạn chế các bậc tự do theo phương UY tại nút (hai đầu bản lề).

PSOLVE,ELFORM	! Tạo các ma trận phân tử.
PSOLVE,TRIANG	! Đưa ra ma trận đường chéo.
PSOLVE,EIGREDUC	! Tính toán các trị riêng và vectơ riêng sử dụng phương pháp giải HOUSEHOLDER.
PSOLVE,EIGEXP	! Mở rộng quá trình giải các vectơ riêng.
FINISH	! Kết thúc quá trình giải.
/POST1	! Lệnh bắt đầu quá trình hậu xử lý POST1.
SET,LIST	! Đọc các kết quả trong file kết quả sau khi giải để xử lý trong /POST1 theo thứ tự.
SET,1,1	! Đọc lời giải của bước tính 1.
PLDISP,1	! In dạng dao động của lời giải 1.
SET,1,2	! Đọc lời giải của bước tính 2.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 2.
SET,1,3	! Đọc lời giải của bước tính 3.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 3.
SET,1,4	! Đọc lời giải của bước tính 4.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 4.
SET,1,5	! Đọc lời giải của bước tính 5.
PLDISP,1	! In dạng dao động bước tính 5.
SET,1,6	! Đọc lời giải của bước tính 6.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 6.
SET,1,7	! Đọc lời giải của bước tính 7.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 7.
SET,1,8	! Đọc lời giải của bước tính 8.

PLDISP,1 ! In dạng dao động của bước tính 8.
 SET,1,9 ! Đọc lời giải của bước tính 9.
 PLDISP,1 ! In dạng dao động của bước tính 9.
 SET,1,10 ! Đọc lời giải của bước tính 10.
 PLDISP,1 ! In dạng dao động của bước tính 10.
 PRNSOL,U,COMP ! Vẽ chuyển vị của nút.
 PRNSOL,ROT,COMP ! Vẽ góc xoay của nút.
 /POST26 ! Bắt đầu quá trình hậu xử lý trong /POST26.
 *GET,FREQ,MODE,1,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 1.
 *GET,FREQ,MODE,2,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 2.
 *GET,FREQ,MODE,3,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 3.
 *GET,FREQ,MODE,4,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 4.
 *GET,FREQ,MODE,5,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 5.
 *GET,FREQ,MODE,6,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 6.
 *GET,FREQ,MODE,7,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 7.
 *GET,FREQ,MODE,8,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 8.
 *GET,FREQ,MODE,9,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 9.
 *GET,FREQ,MODE,10,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 10.
 FINISH ! Kết thúc quá trình giải bài toán.

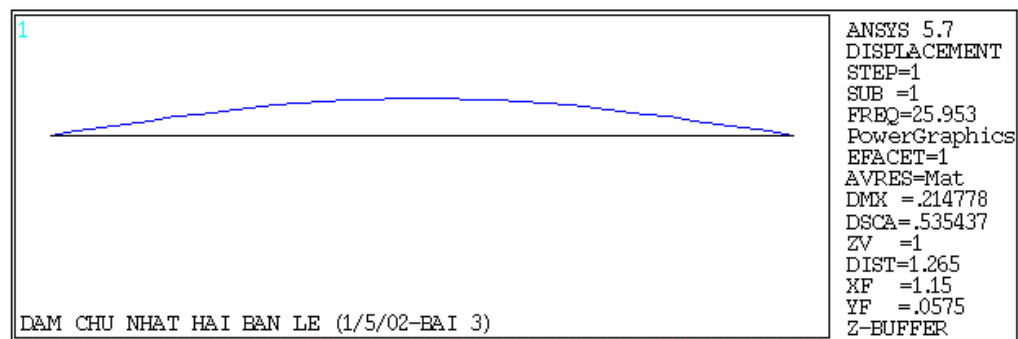
Các kết quả ANSYS tính toán như sau:

A. Các giá trị tần số riêng của 10 kiểu (MODE):

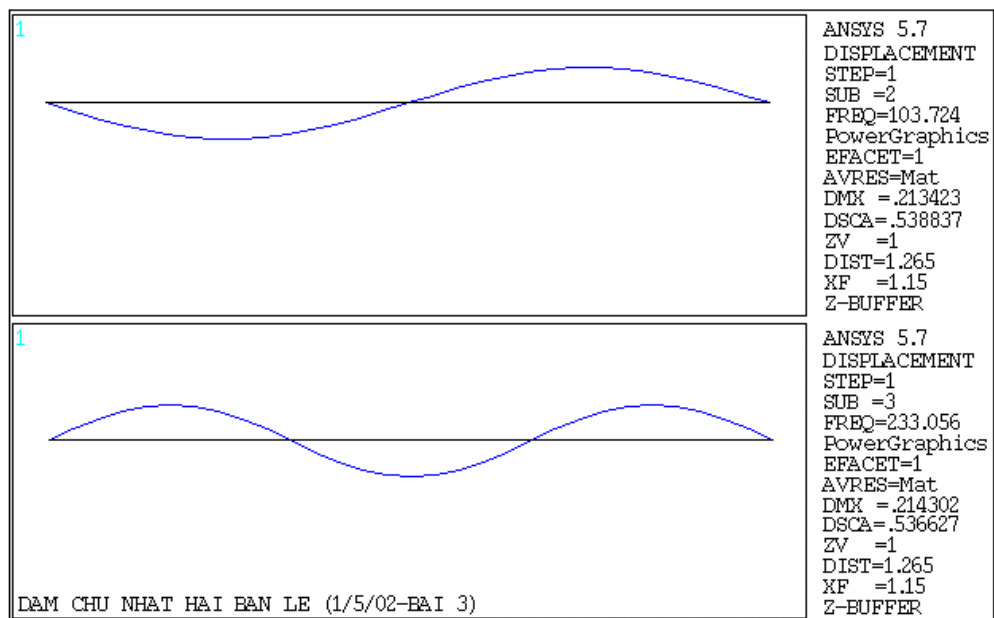
*GET FREQ FROM MODE 1 ITEM=FREQ VALUE=
 25.9527589

*GET	FREQ	FROM	MODE	2	ITEM=FREQ	VALUE=
103.724169						
*GET	FREQ	FROM	MODE	3	ITEM=FREQ	VALUE=
233.055525						
*GET	FREQ	FROM	MODE	4	ITEM=FREQ	VALUE=
413.522054						
*GET	FREQ	FROM	MODE	5	ITEM=FREQ	VALUE=
644.542782						
*GET	FREQ	FROM	MODE	6	ITEM=FREQ	VALUE=
925.394925						
*GET	FREQ	FROM	MODE	7	ITEM=FREQ	VALUE=
1255.23344						
*GET	FREQ	FROM	MODE	8	ITEM=FREQ	VALUE=
1633.11662						
*GET	FREQ	FROM	MODE	9	ITEM=FREQ	VALUE=
2058.03894						
*GET	FREQ	FROM	MODE	10	ITEM=FREQ	VALUE=
2528.97276						

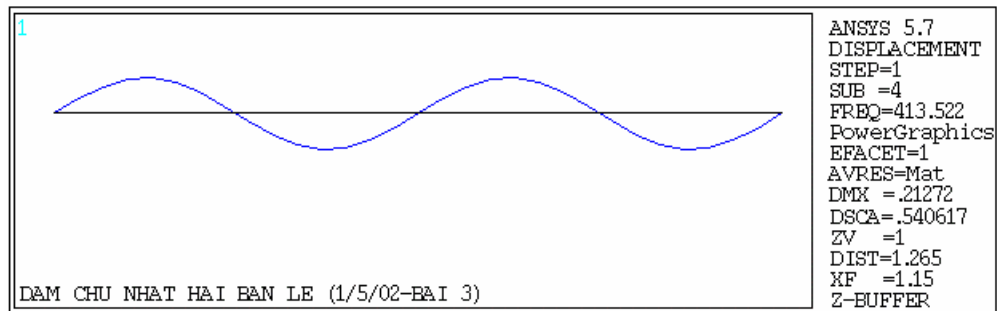
B. Biểu diễn một số dạng dao động riêng ứng với các tần số riêng:



Hình 3.12. Dạng dao động riêng thứ 1 ứng với tần số riêng của MODE 1.



Hình 3.13. Dạng dao động riêng thứ 2 và 3 ứng với tần số riêng của MODE 2 và 3.



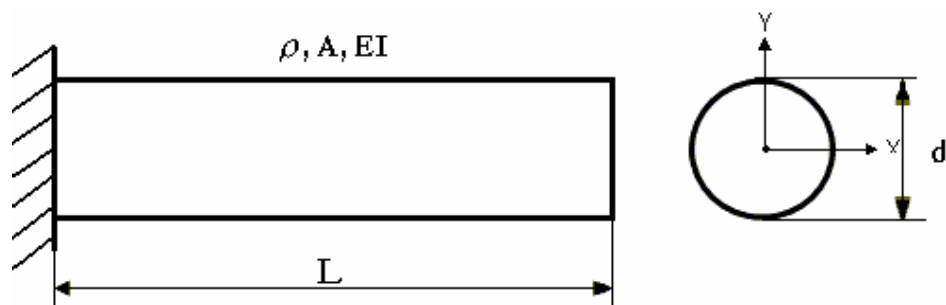
Hình 3.14. Dạng dao động riêng thứ 4 ứng với tần số riêng của MODE 4.

Bảng kết quả các tần số riêng dao động của dầm chữ nhật hai đầu bản lề
ANSYS giải và kết quả giải tích

Số thứ tự MODE	Tần số riêng dao động tính theo ANSYS ω (rad/s)	Tần số riêng dao động uốn tính theo giải tích ω (rad/s)
1	163,0659934	163,112
2	651,7181747	652,446
3	1464,331050	1468
4	2598,235694	2609,79
5	4049,781738	4077,79
6	5814,427796	5872,02
7	7886,864307	7992,47
8	10261,17435	10439,1
9	12931,04003	13212
10	15890,00449	16311,2

3.2.4 Bài toán tìm tần số riêng và dạng dao động riêng về uốn của dầm hình tròn một đầu ngàm

Đề bài: Cho dầm hình tròn có mô hình như sau:



Hình 3.15. Mô hình dầm tròn một đầu ngàm.

Trong đó: $E = 20.10^{10} \text{ N/m}^2$; $\rho = 7850 \text{ kg/m}$.

$d = 0,1 \text{ m}$; $L = 2,3 \text{ m}$.

Yêu cầu: Tìm tần số riêng và dạng dao động riêng về uốn của dầm.

Chương trình giải bằng ANSYS như sau:

```
/UNITS,MKS      ! Thiết lập hệ đơn vị cho cả bài toán là MKS.
/VERIFY,DAM TIET DIEN TRON MOT DAU NGAM
JPGPRF,500,100,1 ! Macro để thiết lập việc in kết quả dưới dạng ảnh JPEG
/SHOW,JPEG      ! Xác định các thông số cho việc biểu diễn ảnh JPEG
/PREP7          ! Lệnh tiền xử lý
/TITLE,DAM TIET DIEN TRON MOT DAU NGAM ! Đặt tiêu đề
ET,1,BEAM3      ! Khai báo kiểu phần tử, kiểu dầm phẳng BEAM3
MP,EX,1,20E10   ! Khai báo mô đun đàn hồi  $E = 20.10^{10} \text{ N/m}^2$ .
MP,DENS,1,7850  ! Khai báo khối lượng riêng  $\rho = 7850 \text{ kg/m}$ .
R,1,0.78479E-2,0.48986E-5,0.1      ! Khai báo đặc trưng hình học:
                                   Diện tích  $A=0.78479E-2 \text{ m}^2$ , mômen chống
                                   uốn  $I= 0.48986E-5 \text{ m}^4$ ,  $H = d = 0.1\text{m}$ .
K,1              ! Định nghĩa điểm 1 tại 0,0,0.
K,2,2.3         ! Định nghĩa điểm 2 tại  $X= 2.3$ .
L,1,2           ! Định nghĩa đường thẳng nối hai điểm 1 và 2.
LESIZE,ALL,,,30 ! Chia toàn bộ đường thẳng thành 30 khoảng.
LMESH,1         ! Chia lưới đường thẳng.
FINISH          ! Kết thúc tiền xử lý.
/SOLU           ! Lệnh giải.
ANTYPE,MODAL    ! Chọn kiểu phân tích cho bài toán, kiểu MODAL.
```

MODOPT,REDUC,10,,10 ! In toàn bộ hình dáng các kiểu (MODE)
thu gọn.

MXPAND ! Mở rộng cho toàn bộ các kiểu MODE

M,3,UY,31 ! Định nghĩa các bậc tự do chính theo trục Y từ nút
3 đến nút 31.

M,2,UY ! Định nghĩa bậc tự do chính theo trục Y tại nút 2.

OUTPR,ALL,ALL ! Thiết lập in tất cả các dữ liệu của các nút ra.

DK,1,ALL ! Đặt điều kiện biên hạn chế tất cả các bậc tự do tại
nút 1 (một đầu ngàm).

PSOLVE,ELFORM ! Tạo các ma trận phân tử.

PSOLVE,TRIANG ! Đưa ra ma trận đường chéo.

PSOLVE,EIGREDUC ! Tính toán các trị riêng và vectơ riêng sử dụng.
phương pháp giải HOUSEHOLDER.

PSOLVE,EIGEXP ! Mở rộng quá trình giải các vectơ riêng.

FINISH ! Kết thúc quá trình giải.

/POST1 ! Lệnh bắt đầu quá trình hậu xử lý POST1.

SET,LIST ! Đọc các kết quả trong file kết quả sau khi giải để
xử lý trong /POST1 theo thứ tự.

SET,1,1 ! Đọc lời giải của bước tính 1.

PLDISP,1 ! In dạng dao động của lời giải 1.

SET,1,2 ! Đọc lời giải của bước tính 2.

PLDISP,1 ! In dạng dao động của bước tính 2.

SET,1,3 ! Đọc lời giải của bước tính 3.

PLDISP,1 ! In dạng dao động của bước tính 3.

SET,1,4	! Đọc lời giải của bước tính 4.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 4.
SET,1,5	! Đọc lời giải của bước tính 5.
PLDISP,1	! In dạng dao động bước tính 5.
SET,1,6	! Đọc lời giải của bước tính 6.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 6.
SET,1,7	! Đọc lời giải của bước tính 7.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 7.
SET,1,8	! Đọc lời giải của bước tính 8.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 8.
SET,1,9	! Đọc lời giải của bước tính 9.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 9.
SET,1,10	! Đọc lời giải của bước tính 10.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 10.
PRNSOL,U,COMP	! Vẽ chuyển vị của nút.
PRNSOL,ROT,COMP	! Vẽ góc xoay của nút.
/POST26	! Bắt đầu quá trình hậu xử lý trong /POST26.
*GET,FREQ,MODE,1,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 1.	
*GET,FREQ,MODE,2,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 2.	
*GET,FREQ,MODE,3,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 3.	
*GET,FREQ,MODE,4,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 4.	
*GET,FREQ,MODE,5,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 5.	
*GET,FREQ,MODE,6,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 6.	

*GET,FREQ,MODE,7,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 7.
 *GET,FREQ,MODE,8,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 8.
 *GET,FREQ,MODE,9,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 9.
 *GET,FREQ,MODE,10,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 10.
 FINISH ! Kết thúc quá trình giải bài toán.

Các kết quả ANSYS giải như sau:

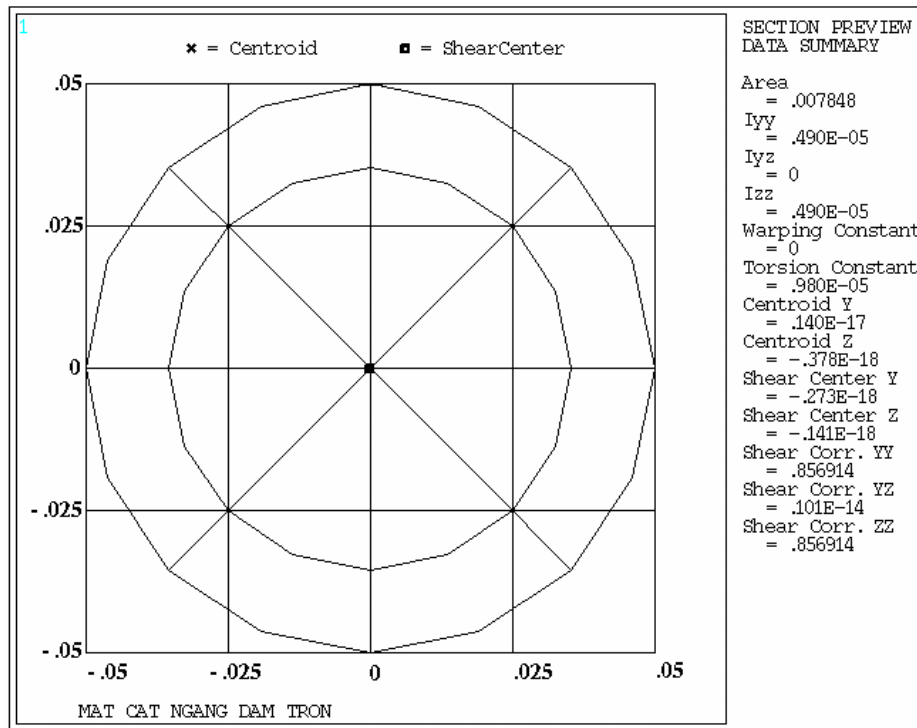
A. Các giá trị tần số riêng của 10 kiểu (MODE):

*GET FREQ FROM MODE	1	ITEM=FREQ	VALUE=
13.3363071			
*GET FREQ FROM MODE	2	ITEM=FREQ	VALUE=
83.4407138			
*GET FREQ FROM MODE	3	ITEM=FREQ	VALUE=
233.023367			
*GET FREQ FROM MODE	4	ITEM=FREQ	VALUE=
454.896305			
*GET FREQ FROM MODE	5	ITEM=FREQ	VALUE=
748.304339			
*GET FREQ FROM MODE	6	ITEM=FREQ	VALUE=
1111.21255			
*GET FREQ FROM MODE	7	ITEM=FREQ	VALUE=
1541.29101			
*GET FREQ FROM MODE	8	ITEM=FREQ	VALUE=
2035.92222			

*GET FREQ FROM MODE 9 ITEM=FREQ VALUE=2592.28663

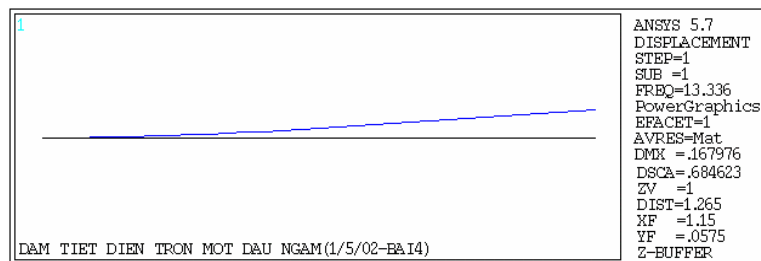
*GET FREQ FROM MODE 10 ITEM=FREQ VALUE=3207.45277

B/ Biểu diễn mặt cắt ngang của dầm hình tròn:

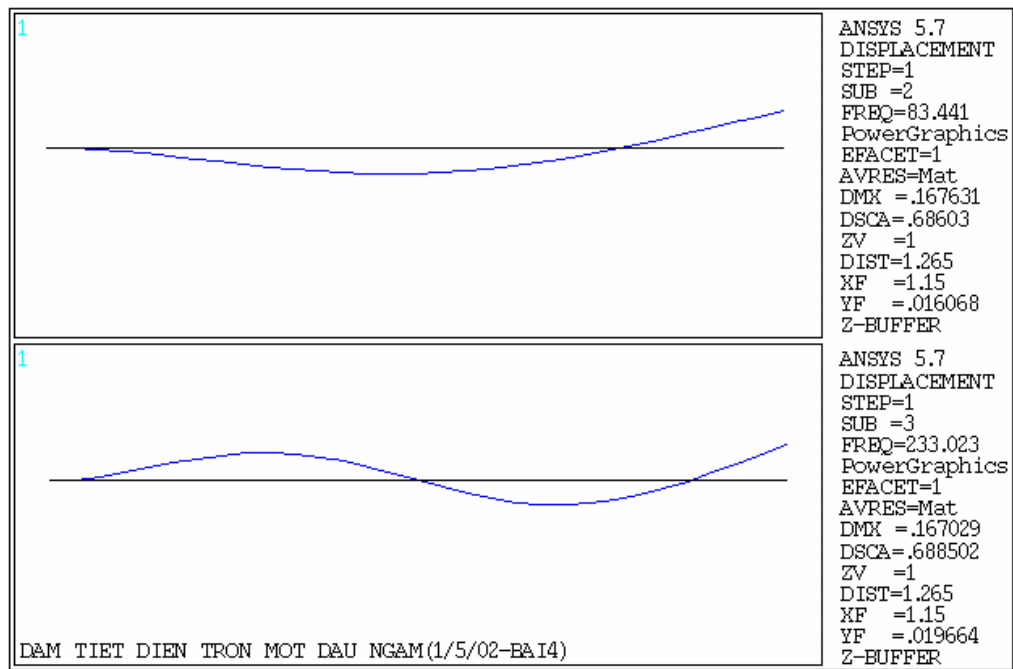


Hình 3.16. Mặt cắt ngang của dầm hình tròn và các số liệu về mặt cắt.

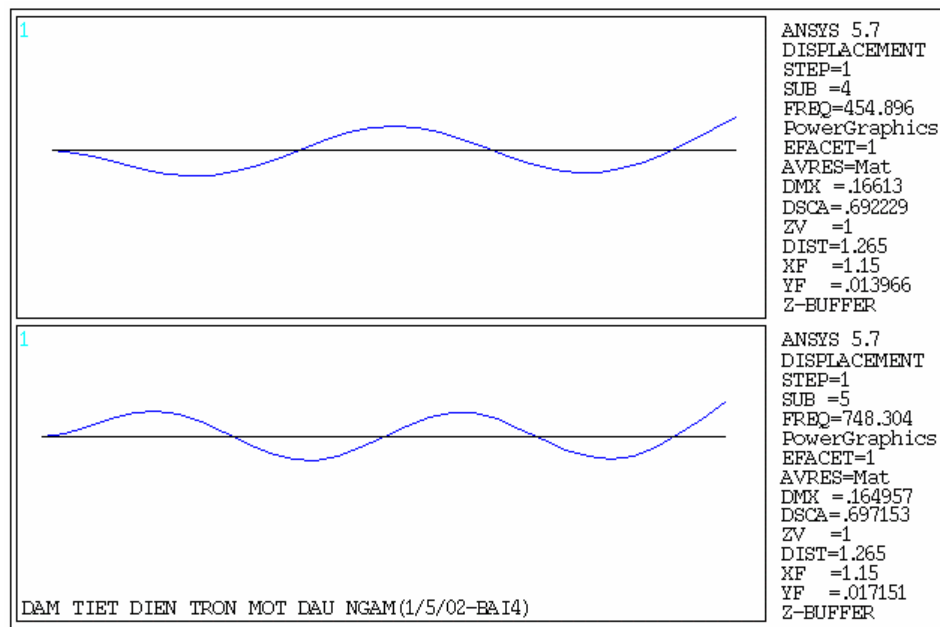
C. Biểu diễn một số dạng dao động riêng ứng với các tần số riêng:



Hình 3.17. Dạng dao động riêng thứ nhất ứng với tần số riêng của MODE 1.



Hình 3.18. Dạng dao động riêng thứ 2 và 3 ứng với tần số riêng của MODE 2 và 3.



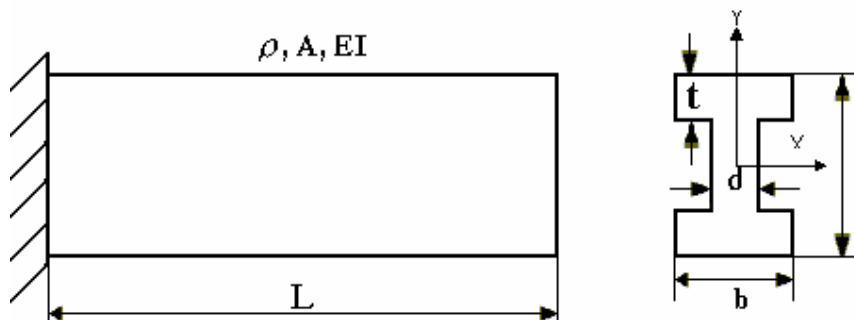
Hình 3.19. Dạng dao động riêng thứ 3 và 4 ứng với tần số riêng của MODE 4 và 5.

Bảng kết quả các tần số riêng dao động của dầm tròn một đầu ngàm
ANSYS giải và giải bằng giải tích

Số thứ tự MODE	Tần số riêng dao động tính theo ANSYS ω (rad/s)	Tần số riêng dao động uốn tính theo giải tích ω (rad/s)
1	83,7944888	58,497
2	524,2734670	529,647
3	1464,128996	1471,24
4	2858,197780	2883,63
5	4701,734828	4766,82
6	6981,954367	7120,81
7	9684,217028	9945,59
8	12792,07658	13241,2
9	16287,81727	17007,6
10	20153,02012	21244,7

3.2.5 Bài toán tìm tần số riêng và dạng dao động riêng về uốn của dầm chữ I một đầu ngàm

Đề bài: Cho dầm chữ I có mô hình như sau:



Hình 3.20. Mô hình dầm chữ I một đầu ngàm.

trong đó: $E = 20.10^{10} \text{ N/m}^2$; $\rho = 7850 \text{ kg/m}$.

$H = 0,1 \text{ m}$; $L = 2,3 \text{ m}$; $b = 0,055 \text{ m}$; $t = 7,2.10^{-3} \text{ m}$; $d = 4,5.10^{-3} \text{ m}$.

Yêu cầu: Tìm tần số riêng và dạng dao động riêng về uốn của dầm.

Chương trình giải bằng ANSYS như sau:

```
/UNITS,MKS      ! Thiết lập hệ đơn vị cho cả bài toán là MKS:
/VERIFY,DAM TIET DIEN CHU I MOT DAU NGAM
JPGPRF,500,100,1 ! Macro để thiết lập việc in kết quả dưới dạng ảnh JPEG
/SHOW,JPEG      ! Xác định các thông số cho việc biểu diễn ảnh JPEG
/PREP7          ! Lệnh tiền xử lý
/TITLE,DAM TIET DIEN CHU I MOT DAU NGAM ! Đặt tiêu đề.
ET,1,BEAM3      ! Khai báo kiểu phần tử, kiểu dầm phẳng BEAM3
MP,EX,1,20E10   ! Khai báo mô đun đàn hồi  $E = 20.10^{10} \text{ N/m}^2$ .
MP,DENS,1,7850  ! Khai báo khối lượng riêng  $\rho = 7850 \text{ kg/m}$ .
R,1,0.11772E-2,0.19438E-5,0.1      ! Khai báo đặc trưng hình học:
                                Diện tích  $A=0.11772E-2 \text{ m}^2$ , mômen chống
                                uốn  $I= 0.19438E-5 \text{ m}^4$ ,  $H = 0.1\text{m}$ .
K,1              ! Định nghĩa điểm 1 tại 0,0,0.
K,2,2.3         ! Định nghĩa điểm 2 tại  $X= 2.3$ .
L,1,2           ! Định nghĩa đường thẳng nối hai điểm 1 và 2.
LESIZE,ALL,,,30 ! Chia toàn bộ đường thẳng thành 30 khoảng.
LMESH,1         ! Chia lưới đường thẳng.
FINISH          ! Kết thúc tiền xử lý.
/SOLU           ! Lệnh giải.
```

ANTYPE,MODAL ! Chọn kiểu phân tích cho bài toán, kiểu MODAL.
 MODOPT,REDUC,10,,10 ! In toàn bộ hình dáng các kiểu (MODE) thu gọn.
 MXPAND ! Mở rộng cho toàn bộ các kiểu MODE.
 M,3,UY,31 ! Định nghĩa các bậc tự do chính theo trục Y từ nút 3 đến nút 31.
 M,2,UY ! Định nghĩa bậc tự do chính theo trục Y tại nút 2.
 OUTPR,ALL,ALL ! Thiết lập in tất cả các dữ liệu của các nút ra.
 DK,1,ALL ! Đặt điều kiện biên hạn chế tất cả các bậc tự do tại nút 1 (một đầu ngàm).
 PSOLVE,ELFORM ! Tạo các ma trận phần tử.
 PSOLVE,TRIANG ! Đưa ra ma trận đường chéo.
 PSOLVE,EIGREDUC ! Tính toán các trị riêng và vectơ riêng sử dụng phương pháp giải HOUSEHOLDER.
 PSOLVE,EIGEXP ! Mở rộng quá trình giải các vectơ riêng.
 FINISH ! Kết thúc quá trình giải.
 /POST1 ! Lệnh bắt đầu quá trình hậu xử lý POST1.
 SET,LIST ! Đọc các kết quả trong file kết quả sau khi giải để xử lý trong /POST1 theo thứ tự.
 SET,1,1 ! Đọc lời giải của bước tính 1.
 PLDISP,1 ! In dạng dao động của lời giải 1.
 SET,1,2 ! Đọc lời giải của bước tính 2.
 PLDISP,1 ! In dạng dao động của bước tính 2.
 SET,1,3 ! Đọc lời giải của bước tính 3.

PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 3.
SET,1,4	! Đọc lời giải của bước tính 4.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 4.
SET,1,5	! Đọc lời giải của bước tính 5.
PLDISP,1	! In dạng dao động bước tính 5.
SET,1,6	! Đọc lời giải của bước tính 6.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 6.
SET,1,7	! Đọc lời giải của bước tính 7.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 7.
SET,1,8	! Đọc lời giải của bước tính 8.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 8.
SET,1,9	! Đọc lời giải của bước tính 9.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 9.
SET,1,10	! Đọc lời giải của bước tính 10.
PLDISP,1	! In dạng dao động của bước tính 10.
PRNSOL,U,COMP	! Vẽ chuyển vị của nút.
PRNSOL,ROT,COMP	! Vẽ góc xoay của nút.
/POST26	! Bắt đầu quá trình hậu xử lý trong /POST26.
*GET,FREQ,MODE,1,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 1.	
*GET,FREQ,MODE,2,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 2.	
*GET,FREQ,MODE,3,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 3.	
*GET,FREQ,MODE,4,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 4.	
*GET,FREQ,MODE,5,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 5.	

*GET,FREQ,MODE,6,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 6.

*GET,FREQ,MODE,7,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 7.

*GET,FREQ,MODE,8,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 8.

*GET,FREQ,MODE,9,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 9.

*GET,FREQ,MODE,10,FREQ ! In ra tần số của kiểu (MODE) 10.

FINISH ! Kết thúc quá trình giải bài toán.

Các kết quả ANSYS tính như sau:

A. Các giá trị tần số riêng của 10 kiểu (MODE):

*GET FREQ	FROM	MODE	1	ITEM=FREQ	VALUE=
21.6810954					

*GET FREQ	FROM	MODE	2	ITEM=FREQ	VALUE=
135.288734					

*GET FREQ	FROM	MODE	3	ITEM=FREQ	VALUE=
376.214201					

*GET FREQ	FROM	MODE	4	ITEM=FREQ	VALUE=
729.975504					

*GET FREQ	FROM	MODE	5	ITEM=FREQ	VALUE=
1191.65666					

*GET FREQ	FROM	MODE	6	ITEM=FREQ	VALUE=
1753.61141					

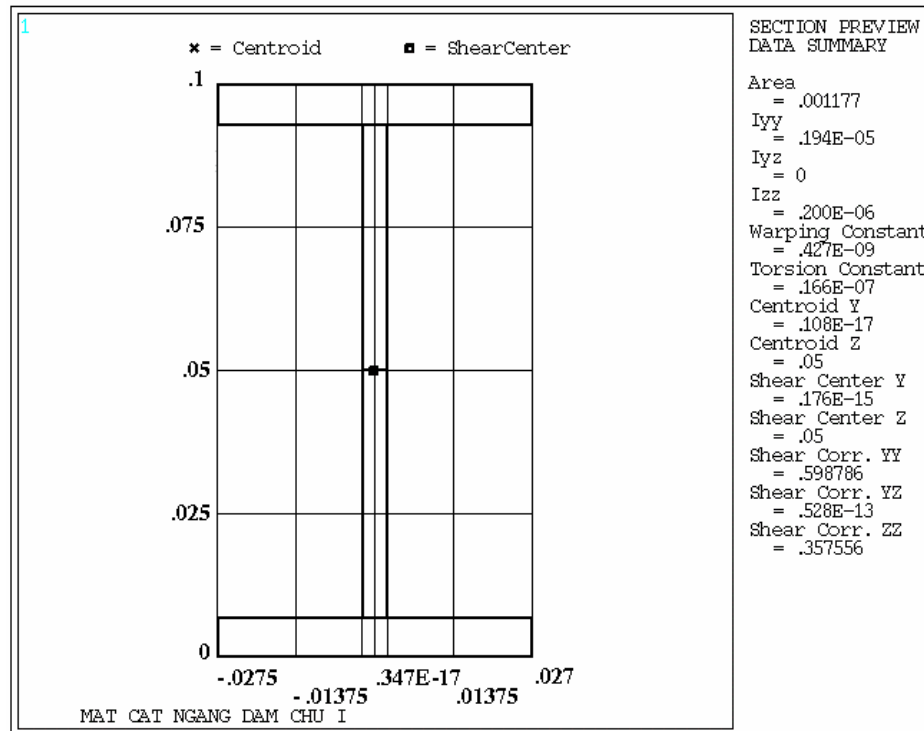
*GET FREQ	FROM	MODE	7	ITEM=FREQ	VALUE=
2407.43232					

*GET FREQ	FROM	MODE	8	ITEM=FREQ	VALUE=
3144.27746					

*GET FREQ	FROM	MODE	9	ITEM=FREQ	VALUE=
3955.28172					

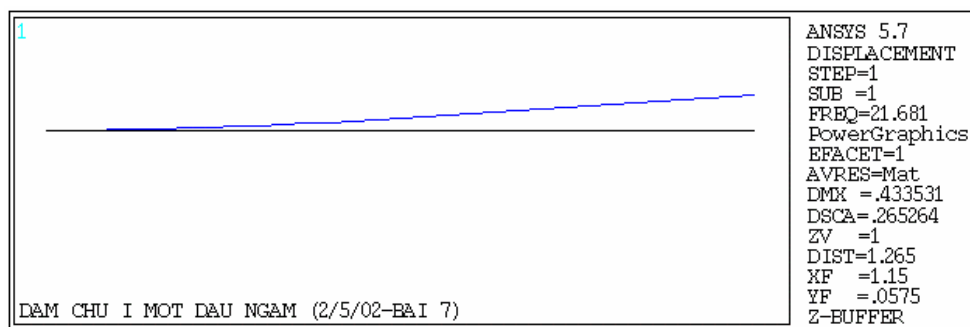
*GET FREQ FROM MODE 10 ITEM=FREQ VALUE=4831.90473

B. Biểu diễn mặt cắt ngang của dầm chữ I:

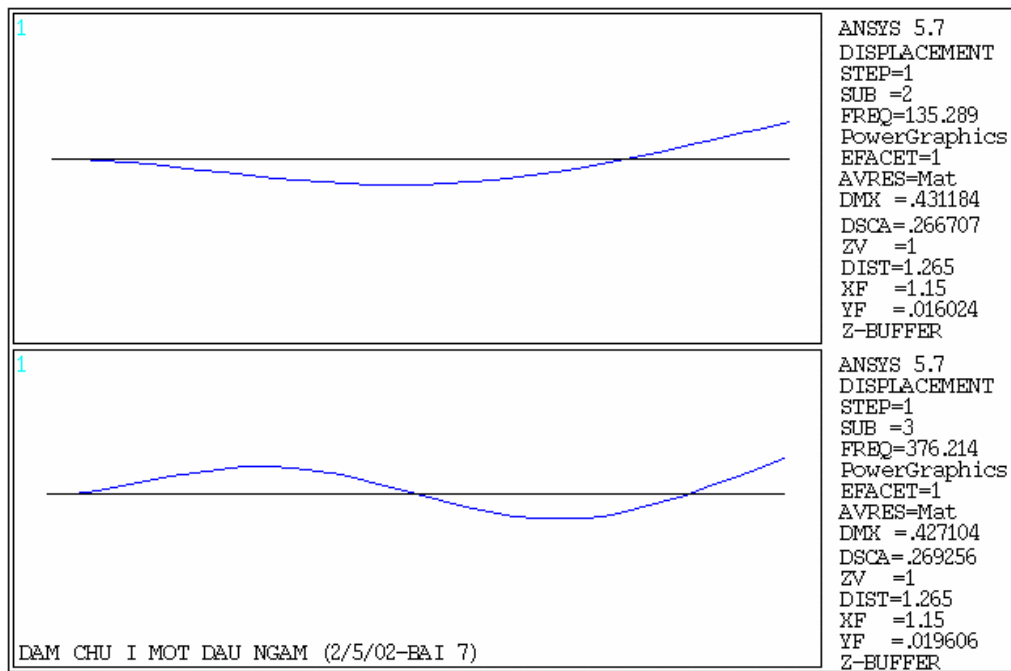


Hình 3.21. Mặt cắt ngang của dầm chữ I và các số liệu về mặt cắt.

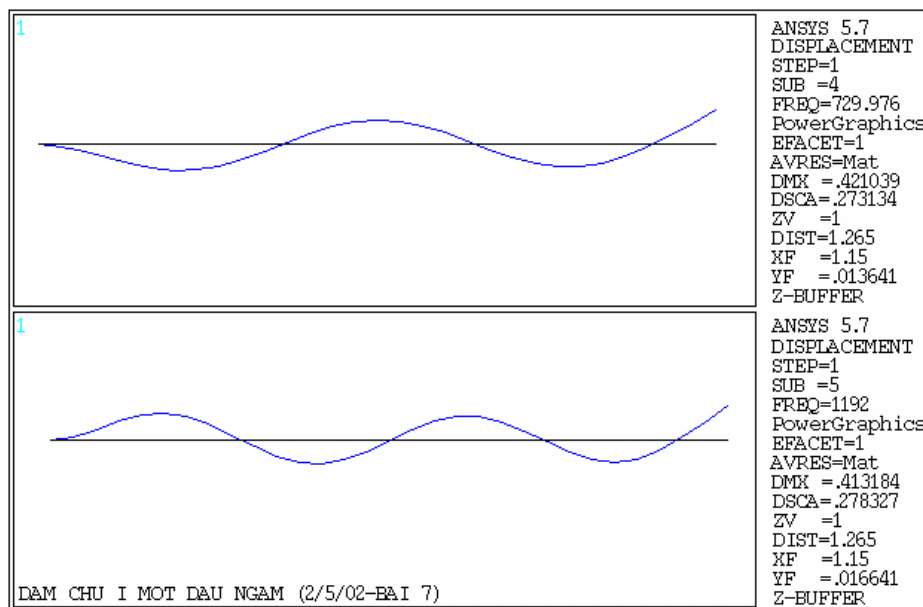
C/ Biểu diễn một số dạng dao động riêng ứng với các tần số riêng:



Hình 3.22. Dạng dao động riêng thứ nhất ứng với tần số riêng của MODE1.



Hình 3.23. Dạng dao động riêng thứ 2 và 3 ứng với tần số riêng của MODE 2 và 3.



Hình 3.24. Dạng dao động riêng thứ 4 và 5 ứng với tần số riêng của MODE 4 và 5.

Bảng kết quả các tần số riêng dao động của dầm chữ I một đầu ngàm

ANSYS giải và giải bằng giải tích

Số thứ tự MODE	Tần số riêng dao động tính theo ANSYS ω (rad/s)	Tần số riêng dao động uốn tính theo giải tích ω (rad/s)
1	136,2263401	95,6327
2	850,0441887	860,694
3	2363,823540	2390,82
4	4586,571361	4686
5	7847,399617	7746,25
6	11018,26545	11571,6
7	15126,34338	16161,9
8	19756,07794	21517,3
9	24851,76799	27637,8
10	30359,75281	34523,4

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- *ANSYS Basic Analysis Guide*
- *ANSYS Advanced Analysis Techniques Guide*
- *ANSYS Operations Guide*
- *ANSYS Modeling and Meshing Guide*
- *ANSYS Structural Analysis Guide*
- *ANSYS Thermal Analysis Guide*
- *ANSYS Electromagnetic Field Analysis Guide*
- *ANSYS CFD Flotran Analysis Guide*
- *ANSYS Coupled-Field Analysis Guide*
- *ANSYS Elements Reference*
- *ANSYS Commands Reference*
- *ANSYS Theory Reference*