

ĐINH BÁ TRỤ, HOÀNG VĂN LỢI

HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG ANSYS
Phần 2



Ebook.moet.gov.vn, 2008

Phần mềm ANSYS ED

Một họ phần mềm đa trường vật lý ANSYS/Multiphysics phục vụ đào tạo là một công cụ tốt cho mọi người, các cán bộ ở các nhà máy, các giáo viên sinh viên ở các trường Đại học kỹ thuật, các cán bộ ở các Viện Nghiên cứu. Phần mềm ANSYS/ED giống phần mềm ANSYS/Multiphysics, trong đó gói các tính năng của ANSYS/Multiphysics và chung một hướng dẫn GUI, nhưng chúng hạn chế kích thước của mô hình, khi tạo chúng và khi giải. Các giới hạn gồm:

[ANSYS/ED](#) -Cung cấp chuyên nghiệp với các công cụ học công nghệ ANSYS cho từng các nhân.

[ANSYS/ED Student Edition](#) - Có giá trị cho các trường đại học cao đẳng.

[ANSYS/ED Test Drive](#) - Phiên bản giới hạn thời gian (30 ngày hoặc 20 lần).

Phạm vi giới hạn ANSYS/ED

<i>Giới hạn phân tích PTHH ANSYS/ED</i>	
DOF Số bậc tự do lớn nhất	2,000 (14,000 cho FLOTRAN)
Số Nút lớn nhất	1,000 (2,000 cho FLOTRAN)
Số phần tử lớn nhất	500 (2,000 cho FLOTRAN)
Số bậc tự do chính Master DOF lớn nhất	50
<i>Giới hạn mô hình vật rắn ANSYS/ED</i>	
Số điểm Keypoint lớn nhất	100
Số đường lớn nhất	100
Số diện tích lớn nhất	50
Số thể tích lớn nhất	10
<i>Giới hạn kiểu phần tử ANSYS/ED</i>	
Không có phần tử composite (SOLID46, SHELL91, và SHELL99)	

Phiên bản sinh viên và kiểm tra thiết bị ANSYS/ED

<i>Giới hạn phân tích PTHH của phiên bản SV cad kiểm tra ANSYS/ED</i>	
DOF Bậc tự do lớn nhất	1,000 (8,400 cho FLOTRAN)

Số Nút lớn nhất	500 (1,200 cho FLOTRAN)
Số phần tử lớn nhất	250 (1,000 cho FLOTRAN)
Số Master DOF lớn nhất	50
<i>Giới hạn Mô hình Vật rắn NSYS/ED phiên bản SV và KT</i>	
Số điểm Keypoint lớn nhất	100
Số đường lớn nhất	100
Số diện tích lớn nhất	50
Số thể tích lớn nhất	10
<i>Giới hạn kiểu phần tử ANSYS/ED SV và KT</i>	
Không có Phần tử composite (SOLID46, SHELL91, và SHELL99)	

Các thuộc tính được trình diễn của ANSYS

Danh mục các thuộc tính đáng lưu ý được trình diễn trong các lời giải.

Chọn chế độ phân tích

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

Một số kiểu phân tích được dùng trong ANSYS: Tĩnh (static), động (modal), Điều hoà (harmonic), Chuyển đổi (transient), Phổ (spectrum), Ổn định (eigenvalue buckling), và cấu trúc con (substructuring). Lời giải có thể là 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/ED](#).

Sử dụng Help

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

Toán tử 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 nút.

Các môn khoa học Discipline

Có 5 lĩnh vực khoa học có thể giải bằng phần mềm ANSYS: Kết cấu-Cơ (structural), Nhiệt (thermal), Điện (electric), Từ (magnetic), và chất lỏng (fluid). Nhưng ANSYS cho phép giải các bài toán đa trường vật lý. Các trường Vật lý thường tác dụng cặp đôi, như nhiệt độ và chuyển vị trong phân tích ứng suất -nhiệt..

Chọn phần tử

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 dùng

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 hồi 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, or mid-side noded elements, have a quadratic shape function (instead of linear) to map degree-of-freedom values within the element.

Interactive Time Required

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.you, and so on.

Tên bài toán

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 gọi tùy yêu cầu người dùng. Nếu không đặt tên riêng, ANSYS mặc định tên là FILE.*.

Mức độ khó

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.

Thuộc tính vật liệu

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.

Ứng suất phẳng Plane Stress

Trạng thái ứng suất, trong đó, ứng suất pháp và ứng suất tiếp theo phương vuông góc bằng không.

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 xem lại kết quả tại một bước nhỏ trên toàn bộ mô hình vật thể. Hậu xử lý theo thời gian (POST26) được dùng xem lại kết quả tại các điểm đặc biệt trong mô hình trên toàn bộ thời gian các bước.

Preferences

Hộp thoại "Preferences" cho phép chọn các lĩnh vực kỹ thuật theo yêu cầu với việc lọc chọn thực đơn. Mặc định, thực đơn chọn đưa ra tất cả các lĩnh vực, các lĩnh vực không áp 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

ANSYS là pha phân tích nhập dữ liệu như mô hình hình học, vật liệu, kiểu phần tử cho chương trình.

Góc Primitives

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 hình học cho kiểu phần tử, những thông tin không thể nhập được vào các nút. Điển hình như, phần tử vỏ shell là chiều dày vỏ mỏng, phần tử dầm là diện tích mặt cắt. Các tính chất này được nhập tùy theo kiểu phần tử yêu cầu.

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.

Mặt làm việc Working Plane (WP)

Là một mặt tưởng tượng với gốc tọa độ. Trong hệ tọa độ 2-D (Hệ đề các hay tọa độ cực) được bấm theo từng gia số khi có lưới hiện. Dùng để định vị một đối tượng của mô hình. Gốc tọa độ của mặt làm việc đề các nằm trùng gốc tọa độ toàn cục.

Bài 1

PHÂN TÍCH KẾT CẤU

PHÂN TÍCH ỨNG SUẤT BIẾN DẠNG CẦN GẠT

Static Analysis of a Corner Bracket



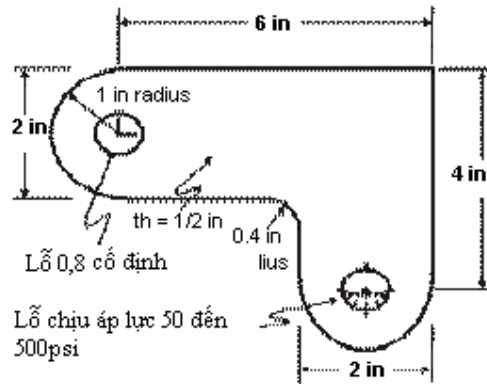
- Phạm vi bài toán
- Mô tả bài toán
- Xây dựng mô hình hình học
- Định nghĩa vật liệu
- Tạo lưới
- Đặt tải
- Giải
- Xem kết quả

1.1. PHẠM VI BÀI TOÁN

Các sản phẩm ANSYS	ANSYS/Multiphysics, ANSYS/Mechanical, ANSYS/Structural, ANSYS/ED
Mức độ khó	Dễ
Thời gian học	60 đến 90 phút
Lĩnh vực kỹ thuật	Bài toán khung
Kiểu phân tích	Tuyến tính tĩnh
Kiểu phần tử	PLANE82
Đặc điểm bài toán	Mô hình khối bao gồm các diện tích và khối cơ bản, các phép tính logic, và các đường bao; đặt lực; hình dạng bị thay đổi và biểu diễn ứng suất; tính phản lực; kiểm tra cấu trúc khi không có tải

1.2. MÔ TẢ BÀI TOÁN

Đây là một bài tập đơn giản và thực hiện từng bước phân tích kết cấu một thanh cong gấp khúc. Phần trên bên trái có lỗ và được cố định (gắn với một trục cố định), phía bên phải có lỗ chịu áp lực và cho phép chuyển vị. Mục đích của bài toán là làm rõ được trường phân bố ứng suất trong thanh dưới tác dụng tải trọng.



Điều kiện ban đầu

Kích thước của dầm góc được biểu diễn hình kèm theo. Dầm được làm bằng thép A36. Mô đun đàn hồi $30E6$ psi và hệ số Poisson là 0.27.

Các giả thiết

Giả sử bài toán là bài toán ứng suất phẳng, do độ dày của dầm theo phương z , bề dày $1/2$ inch ($1 \text{ inch} = 2.54\text{cm}$) nhỏ so với kích thước x, y , và do giả thiết tải áp lực chỉ tác dụng theo mặt phẳng $x-y$.

Trước hết, cần giải quyết mô hình khối tạo ra từ mô hình mẫu 2-D và tự động chia lưới với các nút và các phần tử.

Tóm tắt các bước - Summary of Steps

Các bước dựng mô hình hình học Build Geometry

1. Định nghĩa hình chữ nhật
2. Thay hộp điều khiển, tạo lại hình hộp thứ 2.
3. Thay vùng làm việc, chọn tọa độ tạo hình tròn của chi tiết.
4. Chuyển vùng làm việc xuống dưới và tạo hình tròn thứ 2.
5. Thay mặt làm việc

6. Vẽ tạo đường tròn
7. Tạo các mặt bao tròn.
8. Tạo các mặt làm việc
9. Tạo hình của lỗ tròn thứ 1
10. Chuyển vùng làm việc tạo hình tròn của lỗ thứ 2
11. Tạo lỗ bằng trừ diện tích
12. Ghi dữ liệu *. db.

Định nghĩa vật liệu

13. Chọn trong Preference dạng bài toán.
14. Định nghĩa thuộc tính vật liệu
15. Định nghĩa kiểu phân tử,
16. Định nghĩa các hằng số.

Tạo lưới Generate Mesh

- 17.Đưa lưới vào các mặt.
- 18.Ghi dữ liệu.

Đặt tải Apply Loads

19. Đặt các điều kiện chuyển vị.
20. Đặt lực.

Giải bài toán Obtain Solution

21. Giải.

Xem kết quả Review Results

- 22.Vào General Postprocessor và xem kết quả:
23. Biểu diễn hình dạng biến dạng.
24. Biểu diễn ứng suất tương đương theo điều kiện von Mises.
25. Liệt kê các phản lực.
26. Thoát khỏi ANSYS.

1.3 XÂY DỰNG MÔ HÌNH HÌNH HỌC BUILD GEOMETRY

Tiền xử lý Preprocessing

Bước 1: Định nghĩa hình chữ nhật

Có nhiều cách để tạo mô hình hình học trong ANSYS, giới thiệu cách lập mô hình thông dụng. Nhân xét: cần gạt có thể thiết lập bằng 2 hình chữ nhật, ghép với 2 nửa đường tròn tại hai đầu. Trước hết xác định gốc tọa độ, sau đó, ta dựng hình chữ nhật và hình tròn cơ sở tương quan với gốc tọa độ đã chọn. Vị trí của gốc tọa độ là tùy ý. Ở đây, sử dụng tâm của lỗ tròn phía trên tay trái làm tâm tọa độ. Bắt đầu bằng định nghĩa một hình chữ nhật tương ứng với vị trí đó. Trong ANSYS, gốc tọa độ này được gọi là tọa độ toàn thể *global origin*.

1. Vào : **Main Menu** > **Preprocessor** > **-Modeling- Create** > **-Areas- Rectangle > By Dimensions**



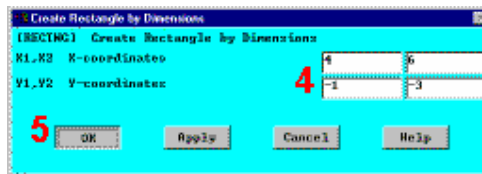
2. Nhập các thông số sau:

$$X1 = 0$$

$$X2 = 6$$

$$Y1 = -1$$

$$Y2 = 1 \rightarrow$$



3. **Đặt Apply** tạo hình thứ nhất. $\rightarrow$

4. Nhập các số sau:

$$X1 = 4$$

$$X2 = 6$$

$$Y1 = -1$$

$$Y2 = -3 \rightarrow$$



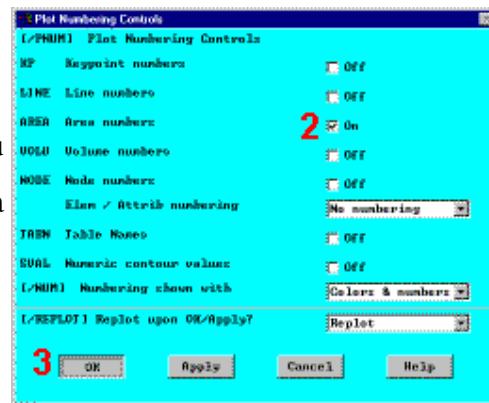
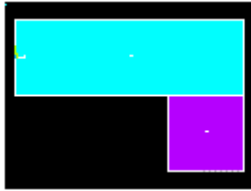
Nhấp chuột vào **OK** để đóng cửa sổ hội thoại - $\rightarrow$

Bước 2: Thay đổi kiểm soát vẽ và vẽ lại

Một diện tích được vẽ để biểu diễn hai hình chữ nhật cùng màu. Để có thể phân biệt rõ giữa các vùng, bật chức năng đánh số diện tích và màu. Hộp thoại "Plot Numbering Controls" nằm trên menu Tiện ích Utility Menu kiểm soát mục cần được hiện trên cửa sổ đồ hoạ "Graphics Window". Mặc định, mục "Replot" - vẽ lại, được tự động kích hoạt để thực hiện công việc trên của hộp thoại. Thao tác vẽ lại sẽ lặp lại thao tác vẽ lần cuối cùng (trong trường hợp này, đó là vẽ diện tích)

1. Utility Menu > PlotCtrls > Numbering

2. Mở đánh số diện tích. →
3. Nhấp **OK** để thay đổi điều khiển, đóng hộp thoại, và vẽ lại. →



Thanh công cụ: **SAVE_DB**

Trước khi thực hiện bước tiếp theo, cần ghi lại công việc đã làm được từ đầu. ANSYS lưu trữ các dữ liệu vào trong bộ nhớ **ANSYS database**. (Cơ sở dữ liệu ANSYS). Để lưu trữ dữ liệu vào một file, hãy sử dụng thao tác SAVE, luôn hiển thị sẵn sàng trên Toolbar. Trong ANSYS tên của dữ liệu thường được định dạng là *jobname.db*. Nếu bắt đầu ANSYS bằng việc sử dụng các phím tắt, có thể định rõ một *jobname* tại con trỏ (mặc định *jobname* là *file.**). Bạn có thể kiểm tra *jobname* hiện tại vào bất kỳ lúc nào bằng cách vào **Utility Menu > List > Status > Global Status**. Hơn nữa, cũng có thể ghi dữ liệu tiêu biểu đặc trưng trong quá trình phân tích (ví dụ, sau khi mô hình đã hoàn thành hoặc sau khi mô hình

đã được tạo lưới) bằng cách chọn **Utility Menu > File > Save As** và ghi rõ kiểu *jobnames* như: (*model.db*, hoặc *mesh.db*,...).

Phải chú ý ghi lại dữ liệu thường xuyên trong quá trình làm việc, như vậy, nếu gặp phải một lỗi nào đó, có thể khôi phục lại dữ liệu từ lần ghi dữ liệu cuối cùng. Thực hiện công việc này bằng thao tác RESUME, được hiện ngay trên Toolbar (Hoặc bạn có thể tìm thấy mục SAVE và RESUME trên Utility Menu dưới File).

Bước 3: Thay đổi mặt làm việc sang toạ độ cực và tạo vòng tròn đầu tiên

Bước tiếp theo trong dựng hình là tạo một nửa hình tròn tiếp tuyến với cạnh hình chữ nhật. Tâm nằm giữa cạnh ngắn. Sau đó kết hợp hình tròn và hình chữ nhật bằng toán tử "Cộng" Add Boolean (bước 5.). Để tạo được các hình tròn, bạn sẽ phải sử dụng và hiển thị mặt làm việc.

Trước khi bắt đầu, hãy phóng to cửa sổ Graphics Window để có thể nhìn rõ các hình tròn đã được dựng. Thực hiện thao tác này bằng cách sử dụng hộp thoại "Pan-Zoom-Rotate", đó là một hộp kiểm soát đồ hoạ sẽ được dùng trong nhiều mục của ANSYS .

1. Utility Menu > PlotCtrls > Pan,

Zoom, Rotate

2. Kích vào một chấm nhỏ để phóng .

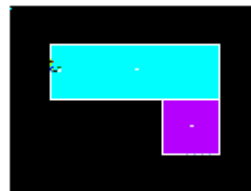


3. Đóng hộp thoại →

4. Utility Menu > WorkPlane >

Display Working Plane (Bật lên)

Chú ý , gốc mặt làm việc được vẽ ngay trên màn hình đồ hoạ (Graphics Window). Tạo độ được biểu diễn



bằng biểu tượng WX và WY; góc vuông bây giờ trùng với gốc toạ độ X,Y. Tiếp đến ta sẽ thay đổi kiểu không gian làm việc WP thành toạ độ cực, thay đổi bước bắt và biểu diễn lưới.

5. **Utility Menu > WorkPlane > WP Settings**

6. Kích vào **Polar** →

7. Kích vào **Grid và Triad**. →

8. Nhập .1 để bắt bước nhảy. →

9. Kích **OK** để xác định thiết lập và đóng hộp thoại. →

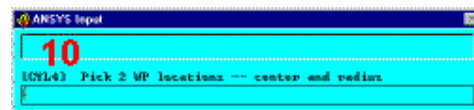
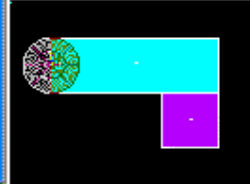
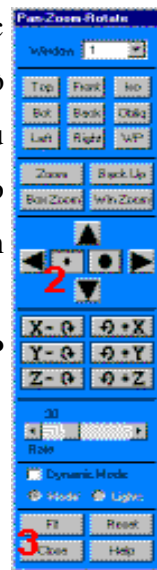
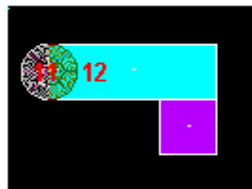
10. **Main Menu > Preprocessor > Modeling- Create > -Areas- Circle > Solid Circle**

Chú ý: Đọc cẩn thận trước khi kích

11. Chọn điểm tâm tại:

WP X = 0 (biểu diễn trong màn hình đồ hoạ dưới đây)

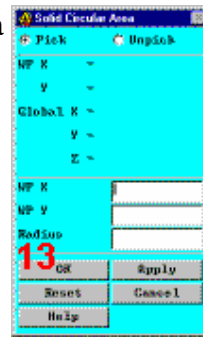
WP Y = 0



12. Chuyển chuột đến bán kính 1 và kích chuột trái để tạo hình tròn. →

13. Nhấp **OK** để đóng menu lựa chọn. ➔

14. Thanh công cụ: **SAVE_DB**.

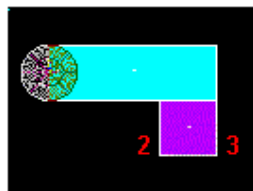


Chú ý: Khi định vị trí con trỏ để kích, giá trị "dynamic" WP X và Y được hiện trên hộp thoại Solid Circular Area. Cũng như vậy, luân lưu kích ta có thể nhập giá trị theo bán kính vào trong hộp thoại.

Bước 4: Di chuyển mặt làm việc và dựng hình tròn thứ hai.

Cùng một thao tác, có thể tạo một hình tròn tại đầu cuối khác của thanh, Trước hết, di chuyển mặt làm việc đến tâm của đường tròn thứ hai. Cách đơn giản nhất để không phải gõ vào số offset, là di chuyển mặt làm việc WP đến điểm giữa, xác định bằng kích vào điểm gần góc đáy phía dưới, bên phải hình chữ nhật

1. **Utility Menu > WorkPlane > Offset WP to > Keypoints**
2. Kích vào điểm thấp hơn nằm ở góc bên trái của hình chữ nhật .
3. Kích vào điểm thấp hơn nằm ở góc bên phải của hình chữ nhật.



4. OK để đóng menu lựa chọn. ➔

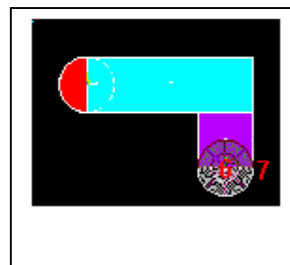
5. **Main Menu > Preprocessor > -Modeling- Create > -Areas- Circle >**

Solid Circle

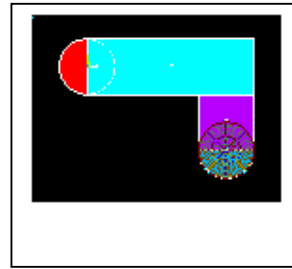
6. Kích điểm tâm tại:

WP X = 0

WP Y = 0



5. Chuyển chuột, chọn bán kính 1 và kích nút trái chuột để dựng hình tròn.

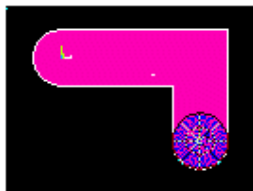


8. OK để đóng menu lựa chọn. ➡
9. Toolbar: **SAVE_DB**.

Bước 5: Cộng diện tích

Hình vẽ gần đúng với mô hình định nghĩa (các hình chữ nhật và hình tròn), cần phải gắn chúng lại với nhau để chúng thành một mô hình đồng nhất. Thực hiện thao tác đó bằng việc thao tác Cộng logic Boolean các diện tích.

1. **Main Menu > Preprocessor > Modeling- Operate > Booleans- Add > Areas**
2. Kích All để tất cả các diện tích được cộng với nhau.



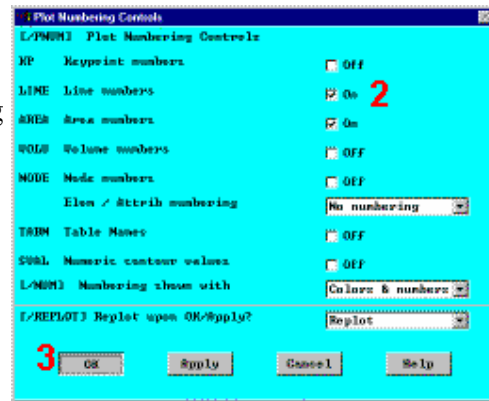
3. Thanh công cụ: **SAVE_DB**.



Bước 6: Tạo đường lượn góc

1. **Utility Menu > PlotCtrls > Numbering**

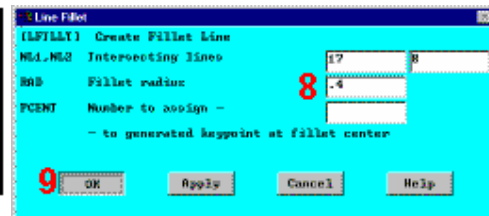
2. Bật chức năng đánh số đường. →
3. OK để thay đổi các kiểm soát, đóng các hộp thoại và tự động vẽ lại. →



4. **Utility Menu > WorkPlane > Display Working Plane (khóa)**

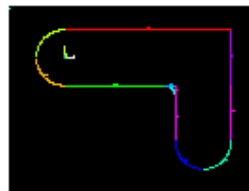
5. **Main Menu > Preprocessor > - Modeling- Create > -Lines- Line Fillet**

6. Kích vào đường 17 và 8.



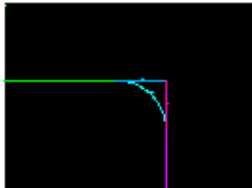
7. OK để kết thúc kích đường (trong thực đơn kích).
8. Nhập bán kính .4
9. OK để tạo được lượn góc và đóng hộp thoại. →

Utility Menu > Plot > Lines

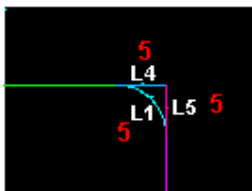


Bước 7: Tạo diện tích lượn góc

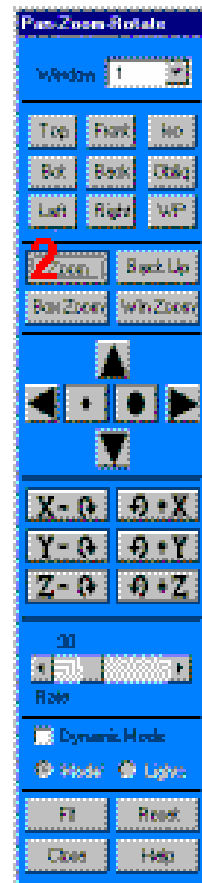
1. **Utility Menu > PlotCtrls > Pan, Zoom, Rotate**
2. Kích nút **Zoom**.
3. Di chuột vào vùng dưới góc, kích chuột trái, di chuyển chuột ra ngoài và kích lại.



4. **Main Menu > Preprocessor > - Modeling- Create > -Areas- Arbitrary > By Lines**
5. Kích đường 4, 5, và 1.

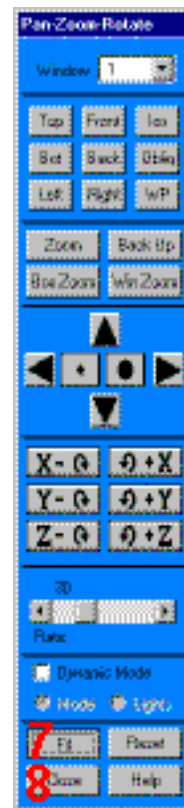


6. **OK** để tạo diện tích và đóng thực đơn kích.
7. Kích vào nút **Fit**. ➔
8. Đóng hộp thoại **Pan, Zoom, Rotate**. ➔
9. **Utility Menu > Plot > Areas**



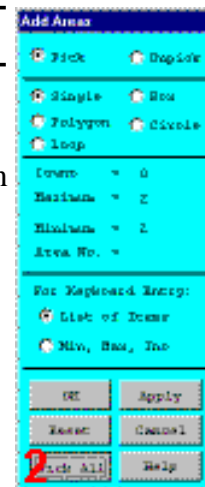


10. Toolbar: SAVE_DB.



Bước 8: Cộng các diện tích với nhau

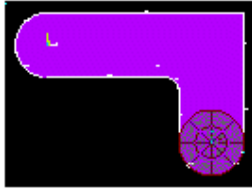
1. Main Menu > Preprocessor > -
Modeling- Operate > -
Booleans- Add > Areas
2. Kích All để cộng tất cả các diện tích →



3. Thanh công cụ: SAVE_DB.

Bước 9: Tạo lỗ thông đầu tiên

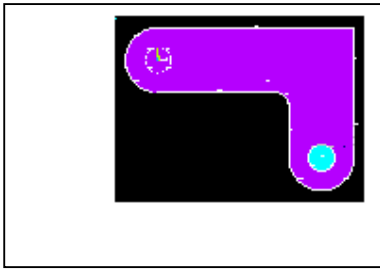
1. **Utility Menu > WorkPlane > Display Working Plane (Mở)**



2. **Main Menu > Preprocessor > -Modeling- Create > -Areas- Circle > Solid Circle**
3. Kích vào tâm:
WP $X = 0$ (trong cửa sổ đồ hoạ Graphics Window)
WP $Y = 0$
4. Di chuyển chuột để tạo bán kính .4 (biểu diễn trong menu kích-picking menu) và kích chuột trái để tạo hình tròn.
OK để đóng thực đơn kích.

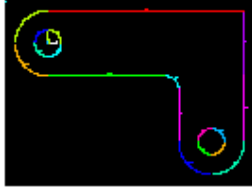
Bước 10: Chuyển mặt làm việc và tạo lỗ thông thứ 2

1. **Utility Menu > WorkPlane > Offset WP to > Global Origin**
2. **Main Menu > Preprocessor > -Modeling- Create > -Areas- Circle > Solid Circle**
3. Kích tâm điểm tại:
WP $X = 0$ (trong màn hình đồ hoạ Graphics Window)
WP $Y = 0$
4. Di chuyển chuột vào bán kính .4 (Trình diễn trên thực đơn kích) và kích nút chuột trái để tạo hình tròn.
5. **OK** để đóng thực đơn kích.
6. **Utility Menu > WorkPlane > Display Working Plane (Đóng)**
7. **Utility Menu > Plot > Replot**



Sau khi vẽ lỗ, chưa thấy hiện ra tuy thực tế đã có.
Cần dùng lệnh vẽ đường để thay vẽ diện tích.

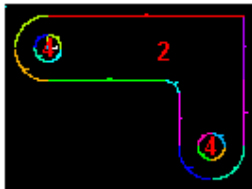
8. **Utility Menu > Plot > Lines**



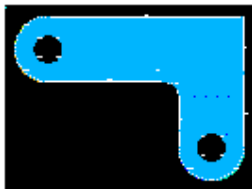
9. Thanh công cụ: **SAVE_DB**.

Bước 11: Trừ lỗ khỏi thanh dầm

1. **Main Menu > Preprocessor > -Modeling- Operate > -Booleans- Subtract > Areas**
2. Kích thanh dầm coi như là một diện tích cơ sở, để từ đó có thể trừ bớt.
3. **Kích Apply** (trong thực đơn kích).
4. Kích vào 2 lỗ, là diện tích phải trừ.



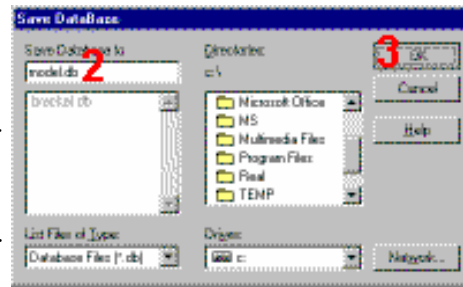
5. OK để trừ các lỗ và đóng thực đơn kích



Bước 12: Ghi dữ liệu vào file model.db.

Ghi dữ liệu vào file với tên *model.db*.

1. **Utility Menu > File > Save As**
2. Nhập tên file dữ liệu *model.db*.
3. OK để ghi và đóng hộp thoại.



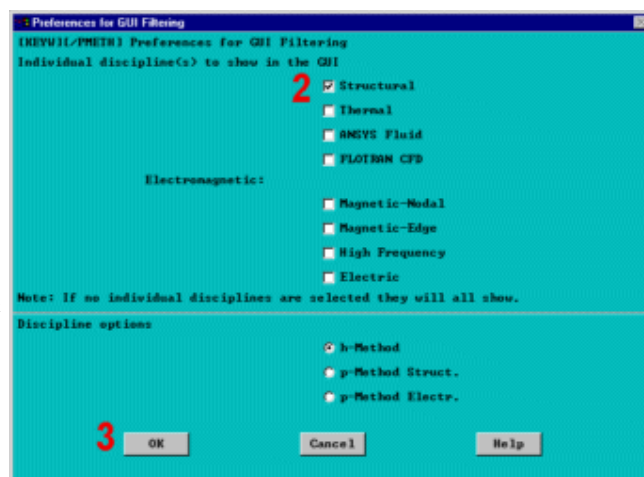
1.4. ĐỊNH NGHĨA VẬT LIỆU Define Materials

Bước 13: Thiết lập các ưu tiên

Để chuẩn bị cho định nghĩa các vật liệu, phải thiết lập các ưu tiên preferences, sao cho mỗi loại vật liệu gắn với một cấu trúc phân tích có sẵn để lựa chọn.

Thiết lập các ưu tiên:

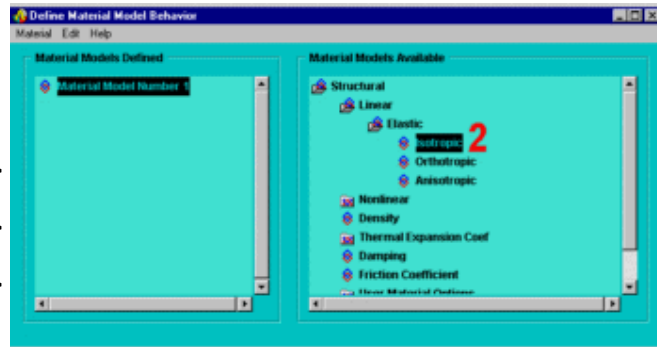
1. **Main Menu > Preferences**
2. Mở lọc kết cấu. →
3. OK để áp dụng lọc và đóng hộp thoại.



Bước 14: Định nghĩa thuộc tính vật liệu.

Cần định nghĩa thuộc tính vật liệu **Error! Bookmark not defined.** cho bài toán, trong bài này, vật liệu làm thanh là thép A36 Steel, với các mô đun đàn hồi Young và hệ số Poisson.

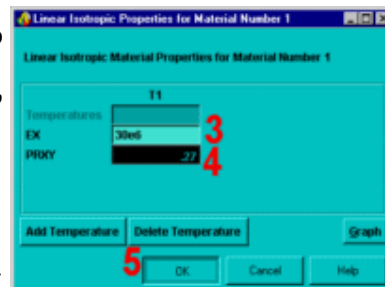
1. Main Menu >
Preprocessor >
Material Props >
Material Models



2. Kích 2 lần vào
Structural, Linear,
Elastic, Isotropic. →

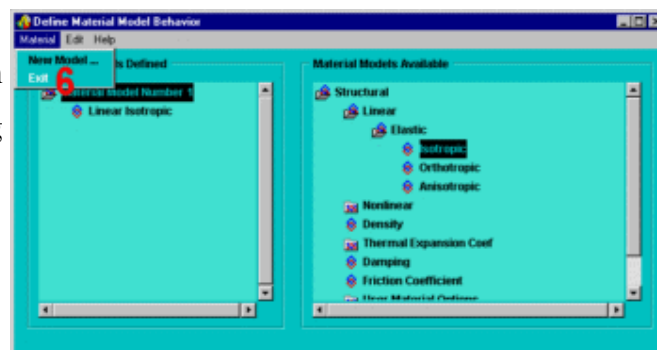
3. Nhập 30e6 cho EX. →

4. Nhập .27 cho PRXY. →



5. OK để định nghĩa tính
năng vật liệu và đóng
hộp thoại. →

6. Material > Exit →



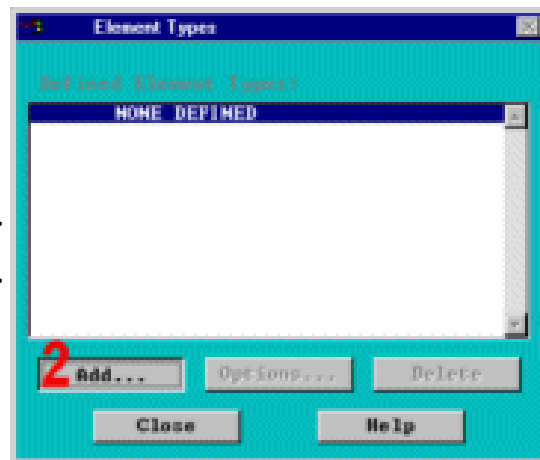
Bước 15: Định nghĩa kiểu phần tử và chọn

Trong phân tích bất kỳ, cần phải lựa chọn từ thư viện của các phần tử **Error! Bookmark not defined.** và định nghĩa phần tử xấp xỉ để tiến hành phân tích.

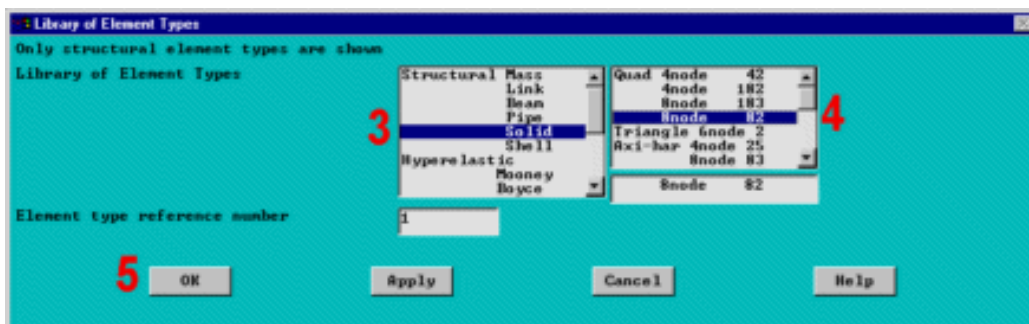
Với bài toán này, sẽ sử dụng một kiểu phần tử là PLANE82, cấu trúc phẳng 2-D, tứ giác, kết cấu, dạng phần tử bậc cao. Việc lựa chọn các phần tử bậc

cao cho phép tạo được lưới thưa hơn các phần tử bậc thấp, trong khi vẫn duy trì được độ chính xác của lời giải. Hơn nữa, ANSYS sẽ tạo ra một số phần tử hình tam giác, như vậy, có thể gây sai số lớn khi sử dụng các phần tử bậc thấp (PLANE42). Cũng cần phải xác định rõ trạng thái ứng suất phẳng với chiều dày chọn trước cho PLANE82. Phải định nghĩa thông số chiều dày là hằng số vật liệu trong bước sau.

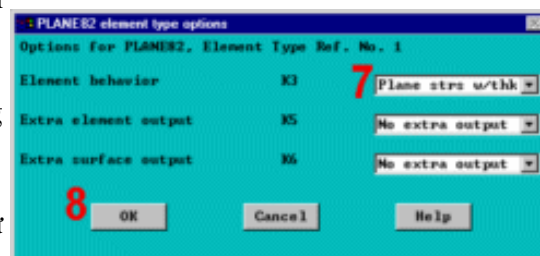
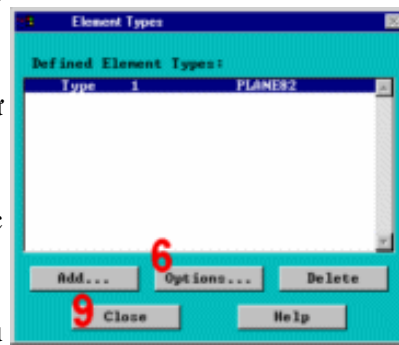
1. **Main Menu > Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete**
2. Thêm kiểu phần tử. →



3. Họ Cấu trúc vật rắn **Solid Tructurial** của phần tử. →



4. Chọn phần tử phẳng tứ giác 8 nút (PLANE82). →
5. OK để ứng dụng kiểu phần tử và đóng hộp thoại. →
6. Options cho PLANE82 được định nghĩa. →
7. Chọn ứng suất phẳng với chiều dày chọn cho ứng xử của phần tử. →
8. OK để xác định chọn và đóng hộp thoại →
9. Đóng hộp thoại kiểu phần tử →



Bước 16: Định nghĩa hằng số thực (Real constants- Hằng số đặc trưng hình học vật liệu)

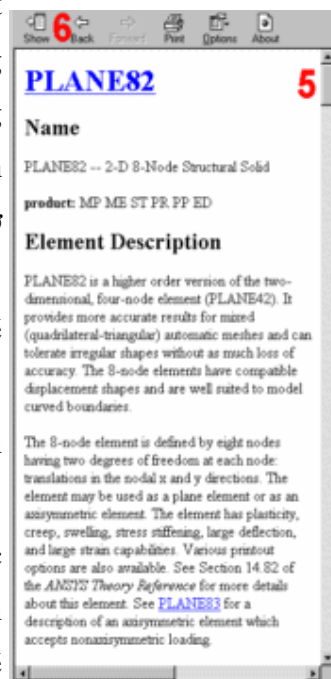
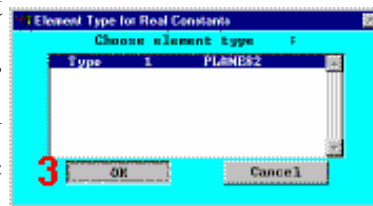
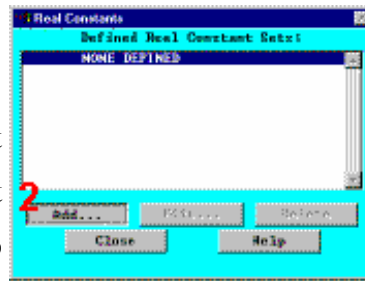
Để phân tích, do giả thiết ban đầu là trạng thái ứng suất phẳng với chiều dày nhất định, sẽ nhập chiều dày, coi là thông số của hằng số thực **Error! Bookmark not defined.** cho PLANE82. Để tìm thêm thông tin về PLANE82, cần sử dụng hệ thống trợ giúp Help của ANSYS ở bước này, bằng cách kích chuột vào nút HELP từ hộp thoại .

1. **Main Menu > Preprocessor**
 > Real Constants >
 Add/Edit/Delete
2. Thêm thiết lập hằng số thực.

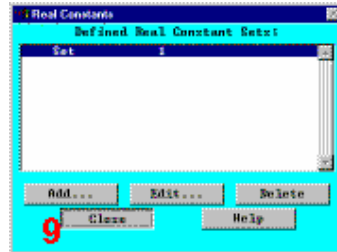
-
3. OK cho PLANE82. →

Trước khi kích chuột vào nút HELP ở bước tiếp theo, biết rằng, các thông tin trợ giúp có thể xuất hiện trong cùng một cửa sổ, như hướng dẫn này, bằng cách thay cho các nội dung hướng dẫn. Sau khi đọc xong các thông tin trợ giúp, kích chuột vào nút Back để quay trở lại nội dung hướng dẫn này. Nếu nội dung trợ giúp xuất hiện trong một cửa sổ khác với cửa sổ hướng dẫn, hãy thu nhỏ hoặc đóng cửa sổ trợ giúp lại sau khi bạn đọc xong các thông tin trợ giúp.

4. Trợ giúp để đặt trợ giúp về PLANE82. →
5. Kéo chuột trái xuống để cuộn qua phần tử. →
6. Nếu thông tin trợ giúp được thay cho hướng dẫn, kích vào nút Back để quay về hướng dẫn. →
7. Nhập .5 cho THK. →



8. OK để định nghĩa hằng số thực và đóng hộp thoại →
9. Đóng hộp thoại hằng số thực →



1.5 TẠO LƯỚI

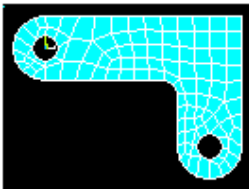
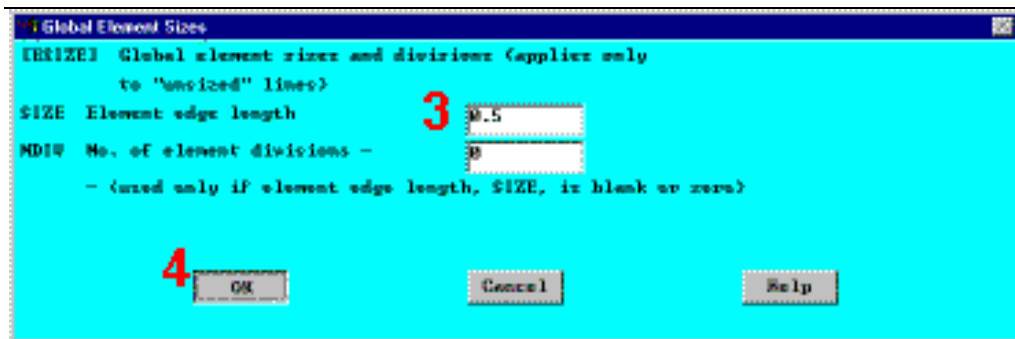
Bước 17: Tạo lưới diện tích

Một tính năng ưu việt của ANSYS là có thể tự động tạo lưới cho mô hình không cần phải định rõ kích cỡ của lưới - tạo lưới mặc định Default *mesh*. Nếu chưa biết rõ làm thế nào để xác định được độ dày của lưới, hãy để ANSYS làm lần đầu.

1. Main Menu > Preprocessor > Mesh Tool
2. Đặt kiểm soát kích thước chung Global Size control. →
3. Nhập 0.5. →
4. OK. →
5. Chọn tạo lưới diện tích Area Meshing. →
6. Kích vào tạo lưới Mesh. →



7. Kích **All** để tạo lưới cho tất cả diện tích (trong thực đơn kích).
8. Đóng công cụ tạo lưới **Mesh Tool**. →



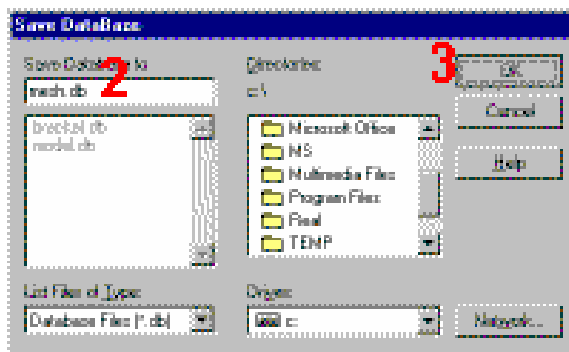
Chú ý : Lưới được nhìn thấy trong màn hình có thể có những biến đổi nhỏ không đáng kể so với lưới được thể hiện ở hình bên. Để

thấy rõ được điều này, có thể thấy sự khác biệt của các kết quả trong hậu xử lý. Về độ chính xác của các kết quả, hãy xem chương 2 của hướng dẫn.

Bước 18: Ghi lưu dữ liệu vào File mesh.db.

Cần ghi lưu dữ liệu vào một file có tên, thí dụ *mesh.db*.

1. **Utility Menu > File > Save as**
2. Nhập dữ liệu vào File *mesh.db* →
3. OK để ghi file và đóng hộp thoại →



1.6 ĐẶT TẢI APPLY LOADS

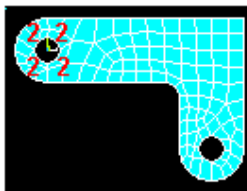
Giải Solution

Trước hết chọn kiểu phân tích, mặc định là bài toán tĩnh. Cần chọn bài toán có thể tiến hành tùy theo bài toán.

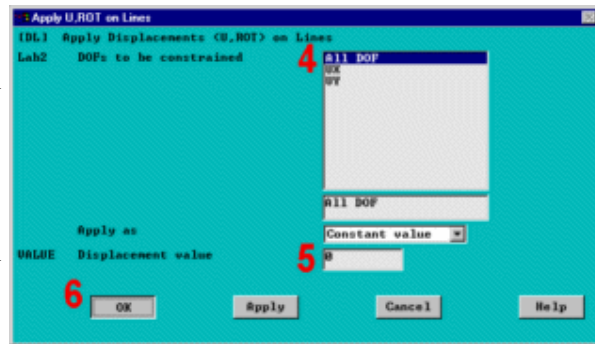
Bước 19: Đặt liên kết chuyển vị

Có thể đặt liên kết chuyển vị trực tiếp vào đường trong hình.

1. **Main Menu > Solution > - Loads- Apply > - Structural- Displacement > On Lines**
2. Kích vào 4 đường theo chiều trái (số thứ tự đường 10, 9,



- 11, 12).
3. **OK** (Kích vào thực đơn kích).
4. Kích vào **All DOF**. ➔
5. Nhập 0 để không có chuyển vị. ➔
6. **OK** để đặt liên kết và đóng hộp thoại. ➔
7. **Utility Menu > Plot Lines** ➔
8. Thanh công cụ: **SAVE_DB**.



Bước 20: Đặt tải áp lực.

Đặt các tải áp lực đều vào phần đáy dưới, bên phải lỗ. Chú ý, khi đường tròn được tạo trong ANSYS, chúng hình thành bốn cung. Nên, khi đặt tải áp lực đều vào 2 đường, có nghĩa là đặt vào nửa đường tròn. Khi đặt tải áp lực biến đổi từ giá trị lớn nhất (500psi) vào đáy của lỗ đến giá trị nhỏ nhất (50 psi) vào mép lỗ, thì tải trọng được đặt thành hai bước riêng biệt, với việc đảo ngược các giá trị cho mỗi đường.

ANSYS quy ước cho việc đặt tải là các tải có giá trị dương biểu diễn lực ép lên bề mặt (lực nén).

1. **Main Menu > Solution > - Loads- Apply > -Structural- Pressure > On Lines**
2. Kích đường xác định phần trái

đáy của vòng tròn (đường 6).

3. **Apply.** →

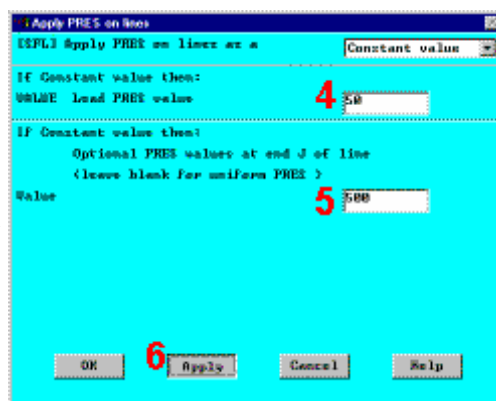
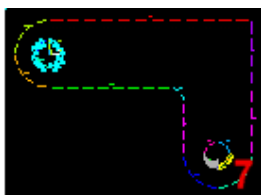
4. Nhập 50 cho VALUE. →

5. Nhập 500 500 cho giá trị chọn.

→

6. **Apply.** →

7. Kích đường xác định phần phải của đáy vòng tròn (đường 7).

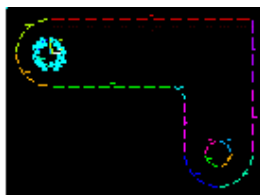


8. **Apply.** →

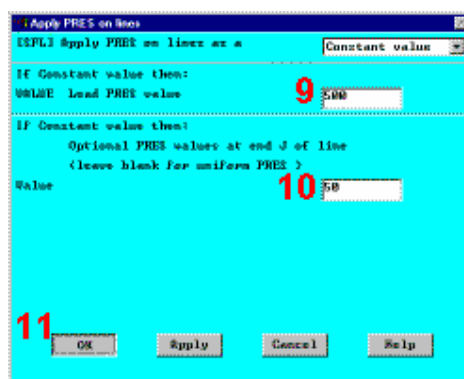
9. Nhập 500 for VALUE. →

10. Nhập 50 cho giá trị chọn. →

11. **OK.** →



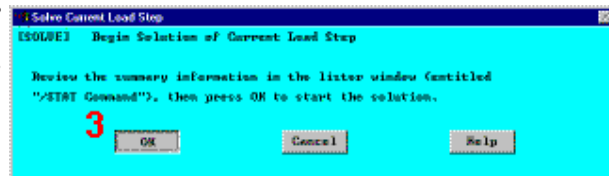
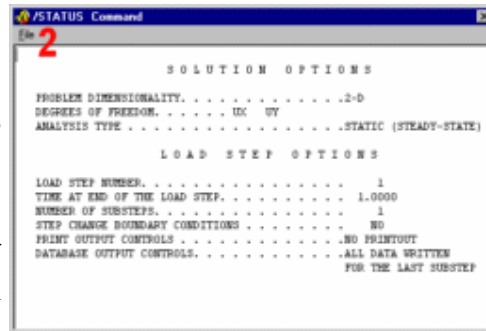
12. Thanh công cụ: **SAVE_DB.**



1.7. GIẢI SOLUTION

Bước 21: Giải bài toán Solve.

1. **Main Menu > Solution > -Solve- Current LS**
2. Xem lại thông tin trên cửa sổ trạng thái, sau đó chọn **File > Close (Windows)**, hoặc **Close (X11/Motif)**, để đóng cửa sổ. ➔
3. **OK** để bắt đầu giải. ➔
4. Đóng cửa sổ thông tin khi giải xong. ➔



ANSYS lưu các kết quả của mỗi bước giải bài toán trong file cơ sở dữ liệu và trong các file kết quả, *Jobname.RST* (hoặc *Jobname.RTH* cho bài toán nhiệt, *Jobname.RMG* cho bài toán từ, và *Jobname.RFL* cho bài toán chất lỏng). Các cơ sở dữ liệu thực sự chỉ chứa duy nhất một bộ các kết quả tại mỗi thời điểm, vì vậy trong từng bước phân tích hoặc sau tất cả các bước phân tích, ANSYS chỉ lưu giữ kết quả cuối cùng trong file cơ sở dữ liệu. ANSYS lưu tất cả các lời giải vào trong file kết quả.

1.8 XEM KẾT QUẢ

Hậu xử lý postprocessing.

Chú ý : Những kết quả có thể có những khác biệt nhỏ trên các hình trình diễn, do tạo lưới.

Bước 22: Nhập hậu xử lý chung và đọc trong dữ liệu kết quả

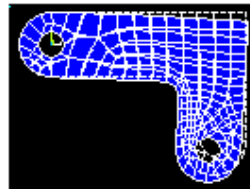
1. **Main Menu > General Postproc > -Read Results- First Set**

Bước 23: Vẽ hình dáng biến dạng

1. **Main Menu > General Postproc > Plot Results > Deformed Shape**

2. Chọn Biến dạng **Def** + chưa biến dạng **undeformed**. →

3. **OK**. →



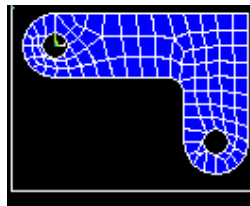
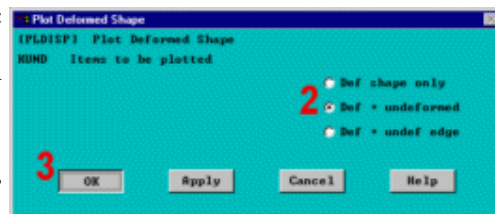
Ta có thể tiến hành các thủ tục tạo hình động của hình biến dạng.

4. **Utility Menu > PlotCtrls > Animate > Deformed Shape**

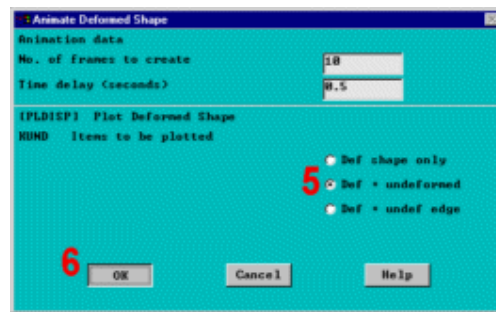
5. Chọn **Def + undeformed**. →

6. **OK**. →

7. Chọn trong mục kiểm soát hình động Animation Controller (không trình bày, nếu cần, sau



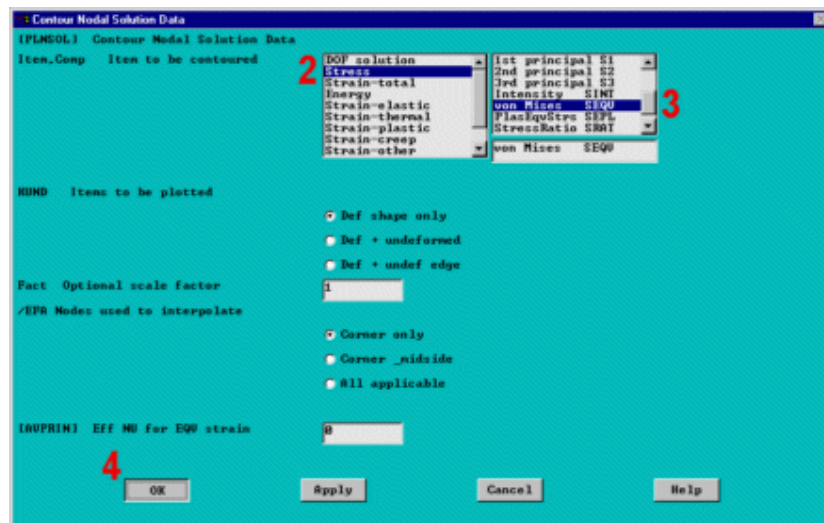
đó chọn **Close**.

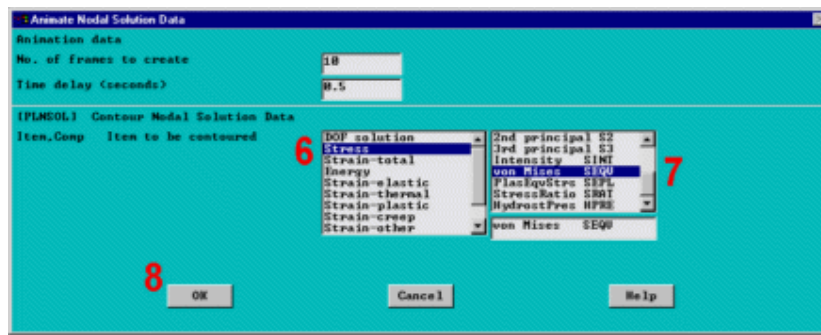


Bước 24: Vẽ trường ứng suất tương đương von Mises.

1. **Main Menu > General Postproc > Plot Results > -Contour Plot- Nodal Solu**
2. Chọn mục **Stress** được contoured. ➔
3. Cuộn xuống và chọn **von Mises (SEQV)**. ➔
4. **OK**. ➔

Cũng có thể thực hiện thủ tục hình động để xem kết quả





5. **Utility Menu > PlotCtrls >**

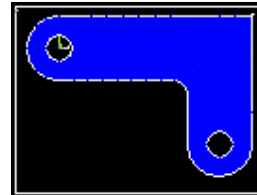
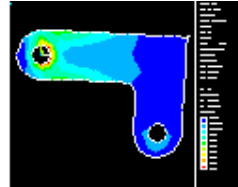
Animate > Deformed Results

6. Chọn mục **Stress**.

7. Kéo xuống để chọn von Mises (SEQV). →

8. **OK**. →

9. Chọn trong Kiểm soát hoạt hình **Animation Controller** nếu cần, và đóng **Close**.



Bước 25: Liệt kê lời giải phản lực

1. **Main Menu >**

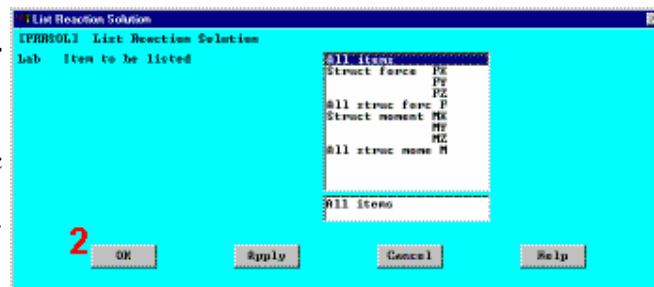
General Postproc >

List Results >

Reaction Solu

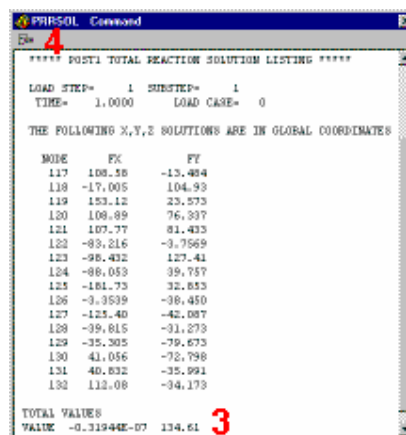
2. **OK** để liệt kê tất cả các mục và đóng hộp thoại. →

3. Cuốn xuống và tìm tổng lực hướng thẳng



đúng, FY. ➡

4. **File** > **Close**
(**Windows**), hoặc
Close (X11/Motif), để
đóng cửa sổ ➡



Giá trị 134.61 được coi như lực ngầm.

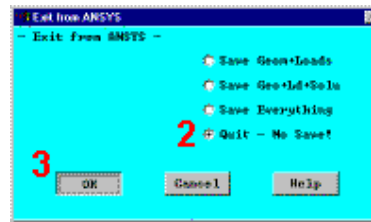
Chú ý: Những giá trị được trình diễn và có thể khác so với những giá trị sẽ nhận được.

Có rất nhiều cách để xem các kết quả trong hậu xử lý. Sẽ thấy một vài cách được diễn tả trong hướng dẫn này. Đến đây, Sau khi kết thúc phân tích và giải bài toán. Thoát khỏi chương trình trong bước tiếp.

Bước 26: Thoát khỏi chương trình ANSYS

Khi thoát khỏi chương trình ANSYS, bạn có thể ghi lại mô hình hình học và phân tải của dữ liệu (mặc định), ghi lại các mô hình hình học, tải, và số liệu kết quả (một bước thiết lập kết quả), ghi lại mô hình hình học, tải, số liệu kết quả, và dữ liệu hậu xử lý, có thể ghi lại tất cả và có thể không ghi lại gì. Nhưng phải chắc rằng sử dụng ít nhất một lần ghi lưu trữ, nếu muốn lưu lại các file dữ liệu của ANSYS.

1. Thanh công cụ: **Quit**.
2. Chọn **Quit - No Save!** →
3. OK. →



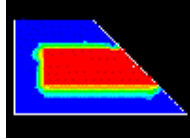
Sau khi thoát khỏi ANSYS, có thể xem hình động:

- Xem các hình ảnh động của ANSYS trong PC với các file AVI hoặc ANIM.
- Biến đổi các file ANIM thành các file AVI.
- Gửi các file ảnh động lên trang WEB

Bài 2

BÀI TOÁN NHIỆT

KẾT TINH KIM LOẠI TRONG KHUÔN ĐÚC



Nội dung

1. Phạm vi bài toán Problem specification
2. Đề bài toán Problem description
3. Chuẩn bị phân tích nhiệt Prepare for a thermal analysis
4. Xây dựng mô hình hình học Build geometry
5. Định nghĩa vật liệu Define materials
6. Tạo lưới Generate mesh
7. Đặt tải Apply loads
8. Giải toán Obtain solution
9. Xem kết quả Review results

2.1. PHẠM VI BÀI TOÁN PROBLEM SPECIFICATION

Các môđun của ANSYS sử dụng: **ANSYS/MULTIPHYSICS, ANSYS/MECHANICAL, ANSYS/ED**

Mức độ khó:	vừa phải
Yêu cầu thời gian thực hiện bài toán:	60 đến 90 phút
Lĩnh vực chuyên môn khoa học:	Bài toán nhiệt.
Kiểu phân tích:	Bài toán phi tuyến
Kiểu phần tử sử dụng:	Plane55

Những nội dung đặc trưng liên quan: **mô hình solid, dẫn nhiệt, đối lưu, chuyển pha, lựa chọn, kiểm soát lời giải, hậu xử lý biến đổi theo thời gian, tạo hàm "get function"**

2.2. ĐỀ BÀI TOÁN

Đây là bài toán phân tích sự truyền nhiệt và chuyển pha của quá trình đúc. Mục đích của bài toán là tìm sự phân bố nhiệt độ của vật đúc bằng thép và của khuôn trong suốt quá trình kết tinh, quá trình xảy ra trong 4 giờ. Vật đúc có dạng chữ L với bề dày của khuôn là 4 inch (1 inch = 2.54cm). Quá trình đối lưu xuất hiện giữa khuôn cát và môi trường không khí.

Điều kiện ban đầu (bài toán dùng hệ Anh):

$$T_f = 32 + 9/5 \cdot T_c$$

Chiều dài : feet (Ft)

Khối lượng : SLUGS (LBF-sec**2/Ft)

Thời gian : second (sec)

Nhiệt độ : (fahrenheit) F

Lực : LBF

Tính chất của vật liệu cát

Hệ số dẫn nhiệt (Kxx): 0.025 Btu/(hr-in-°F)

Tỷ trọng (DENS): 0.054 lb/in³

Nhiệt dung riêng (C): 0.28 Btu/(Lb-°F)

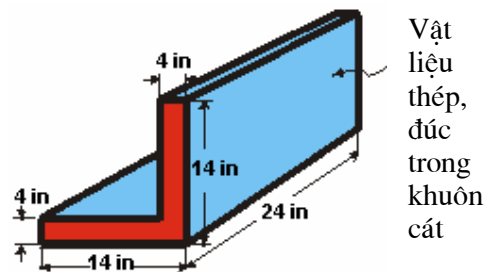
Hệ số dẫn nhiệt của thép (Kxx)

0°F 1.44 Btu/(hr-in-°F)

2643°F 1.54

2750°F 1.22

2875°F 1.22



Nhiệt năng : BTU

Áp suất: PSF (LBF/Ft**2)

Enthalpy (ENTH) của thép:

0°F	0.0 BTU/in ³
2643°F	128.1
2750°F	163.8
2875°F	174.2

Điều kiện ban đầu

Nhiệt độ của thép: 2875 °F

Nhiệt độ của cát: 80 °F

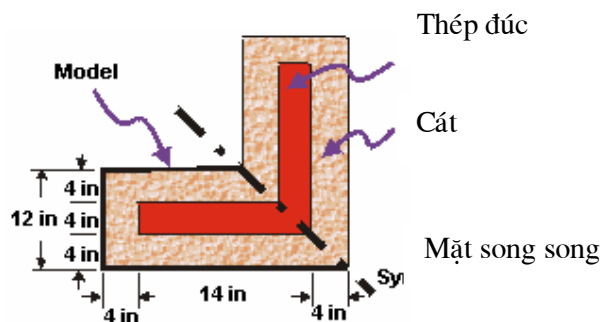
Thuộc tính đối lưu

Hệ số màng: 0.014 BTU/(hr-in²-°F)

Nhiệt độ môi trường: 80 °F

Giả thiết

Để phân tích, đưa về bài toán phẳng 2-D với độ dày 1 đơn vị. Đồng thời để giảm nhẹ quá trình tính toán, tính 1 nửa mô hình, phần phía dưới.



Tính chất của vật liệu khuôn (cát) là không đổi. Còn các tính chất của vật đúc (hệ số dẫn nhiệt và entanpi) phụ thuộc nhiệt độ, hai thông số đó được nhập vào dưới dạng bảng. Entanpi cho biết khả năng tích tụ nhiệt (ẩn nhiệt) của kim loại khi kết tinh. Hiệu ứng bức xạ được bỏ qua.

Để không chế lời giải, sử dụng thiết lập lựa chọn phi tuyến, gồm tự động tạo bước thời gian. Việc tạo bước thời gian tự động có tác dụng xác định chính xác thời gian gia số bước cần thiết để bài toán chuyển biến pha phi tuyến hội tụ. Điều

đó có nghĩa là giá trị bước thời gian nhỏ hơn sẽ được sử dụng trong suốt quá trình chuyển biến từ kim loại lỏng sang trạng thái đông đặc .

Tóm tắt các bước

Để nắm được bài, cần theo từng bước hướng dẫn. Tóm tắt các bước như sau:

Chuẩn bị quá trình phân tích nhiệt

1. Chọn bài toán ưu tiên preferences.

Dựng hình hình học

2. Định nghĩa các điểm keypoints.
3. Tạo các diện tích cho khuôn và vật đúc.

Định nghĩa vật liệu

4. Định nghĩa các tính chất vật liệu.
5. Vẽ các tính chất vật liệu theo nhiệt độ.
6. Định nghĩa kiểu phân tử.

Tạo lưới

7. Tạo lưới cho mô hình .

Đặt tải

8. Đặt tải đối lưu trên các đường biên ngoài.

Giải bài toán

9. Định nghĩa kiểu phân tích.
10. Kiểm tra việc điều khiển quá trình giải .
11. Xác định điều kiện ban đầu cho quá trình ngắn.
12. Thiết lập thời gian, khoảng thời gian trong một bước và các thông số liên quan.
13. Thiết lập kiểm soát xuất dữ liệu.
14. Giải bài toán.

Xem các kết quả

15. Nhập hậu xử lý biến đổi theo time-history postprocessor và định nghĩa các biến.
16. Vẽ quan hệ nhiệt độ theo thời gian.

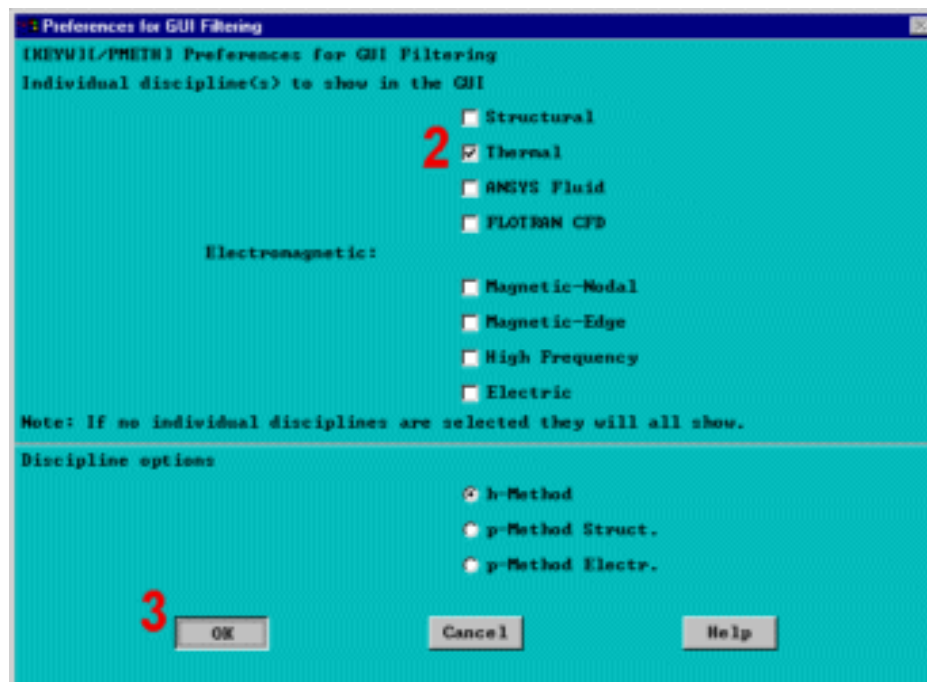
17. Thiết lập các kết quả theo hình động.
18. Hiển thị các kết quả hình động.
19. Thoát khỏi chương trình ansys.

2. 3. CHUẨN BỊ PHÂN TÍCH NHIỆT

Bước 1: Chọn bài toán ưu tiên preferences.

Để thiết lập ưu tiên preferences:

1. **Main menu > preferences**
2. **Bật bộ lọc Thermal filtering.**
3. **OK.**



2.4. XÂY DỰNG MÔ HÌNH HÌNH HỌC BUILD GEOMETRY

Bước 2: Định nghĩa các điểm.

Để khai thác tính đối xứng trong mô hình bài toán, mô hình dùng một nửa chữ L. Đầu tiên, dựng một hình thang tương ứng với các đường nét bên ngoài của

khuôn bằng cách định nghĩa bốn điểm của bốn góc hình thang và sau đó định nghĩa diện tích liên kết bốn điểm đó .

1. **Main Menu > Preprocessor > -Modeling- Create > Keypoints > In active CS**

2. Nhập số thứ tự điểm 1 .

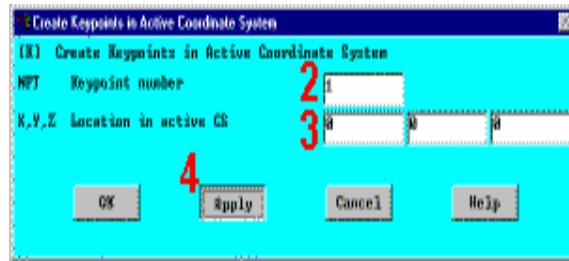
3. Nhập toạ độ địa phương **0, 0, 0**

4. **Apply** định nghĩa điểm 1 (điểm 1 tại toạ độ **0, 0, 0**).

5. Nhập số thứ tự điểm 2.

6. Nhập toạ độ **22, 0, 0**

7. **Apply** cho định nghĩa điểm 2.



8. Nhập số thứ tự cho điểm **3 Keypoint .**

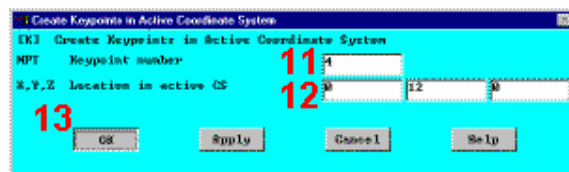
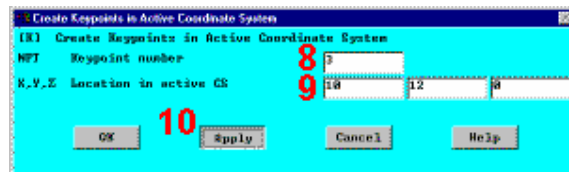
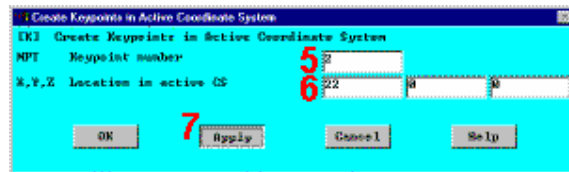
9. Nhập toạ độ **10, 12, 0**

10. **Apply** để định nghĩa điểm 3.

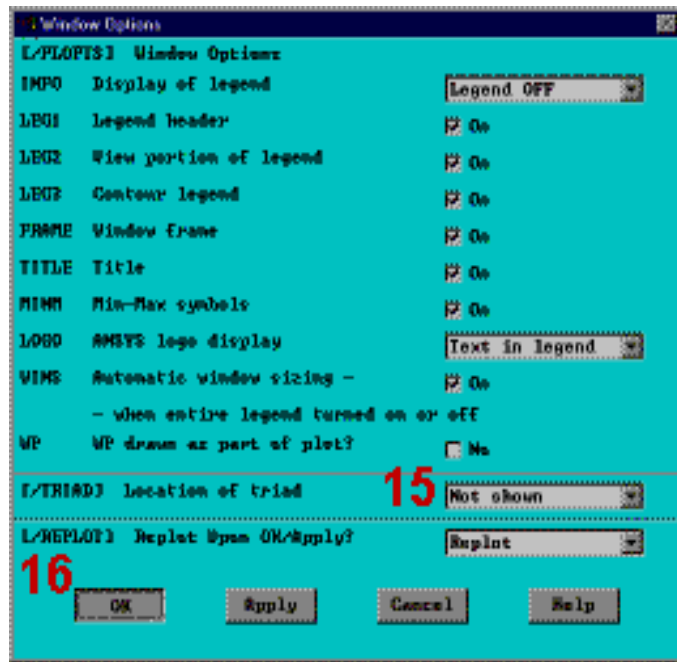
11. Nhập số thứ tự điểm **3 keypoint number.**

12. Nhập toạ độ **0,12,0 .**

13. **OK.**



Xoá biểu tượng toạ độ toàn thể để không làm che khuất tầm nhìn của các điểm tại gốc toạ độ.



14. Utility menu > Plotctrls > Window controls > Window options

15. Đặt vị trí tam giác sang Not shown.

16. OK

Bước 3: Tạo diện tích cho khuôn và vật đúc.

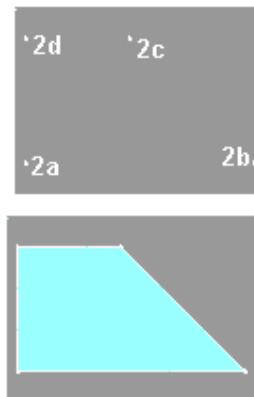
Tạo diện tích cho khuôn bằng cách liên kết bốn điểm.

1. Main menu > Preprocessor > - Modeling- Create > -Areas- Arbitrary > Through Kps

2. Kích điểm 1 đến điểm 4 theo thứ tự. Có thể nhìn thấy kiểu đường

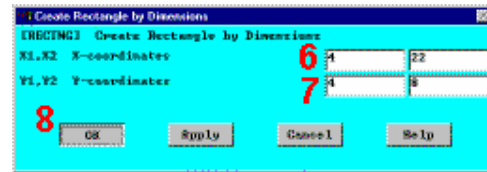
3. OK để tạo diện tích (trong thực đơn kích).

4. Thực đơn: SAVE_DB.



Để tạo diện tích cho vật đúc, diện tích được lấy ra ("carve out") từ diện tích thứ nhất.

5. Main menu > Preprocessor > - Modeling- Create > -Areas- Rectangle > by Dimensions

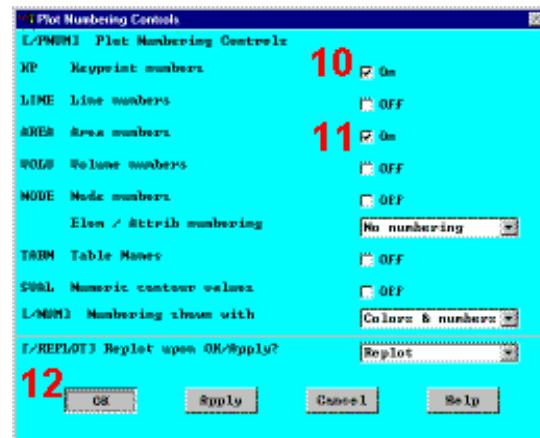


6. Nhập 4 và 22 cho tọa độ x.

7. Nhập 4 và 8 cho tọa độ y.

8. OK

9. Utility menu > Plotctrls > Numbering



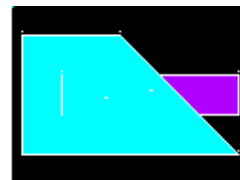
10. Mở khoá số TT điểm.

11. Mở khoá số tt diện tích.

12. OK

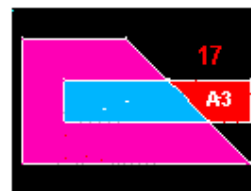
13. Utility menu > Plot > Areas

14. Main menu > Preprocessor > -Modeling- Operate > -Booleans- Overlap > Areas



15. Kích All để chọn cả 2 diện tích trùng nhau.

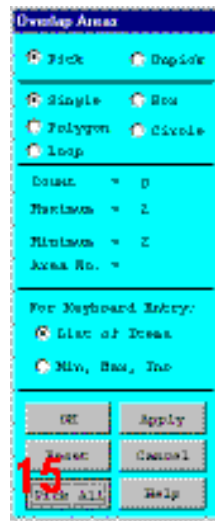
16. Main menu > Preprocessor > -Modeling- Delete > Area and Below



17. Kích diện tích A3.

18. OK (trong thực đơn kích) để xoá diện tích A3

19. Thanh công cụ:
SAVE_DB



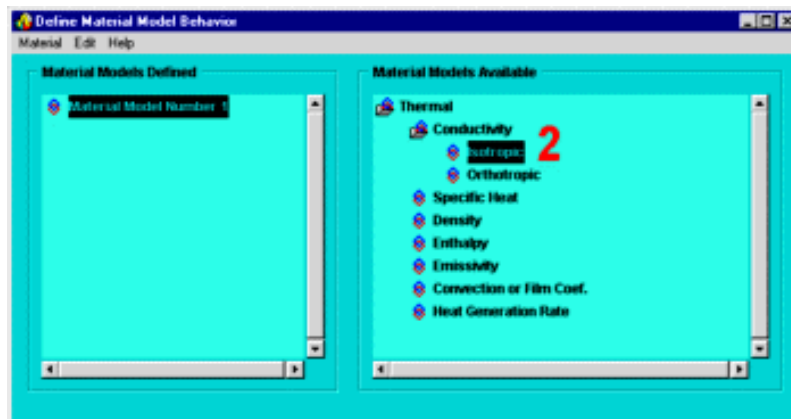
2.5. ĐỊNH NGHĨA VẬT LIỆU

Bước 4: Định nghĩa tính chất vật liệu.

Định nghĩa tính chất vật liệu khuôn cát Material Properties là vật liệu số 1.
Tính chất của nó không biến đổi theo nhiệt độ

1. Main menu > Preprocessor > Material props > Material models

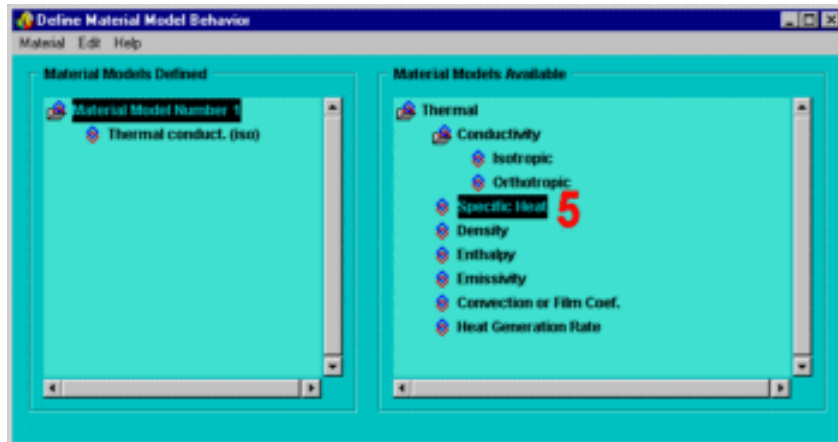
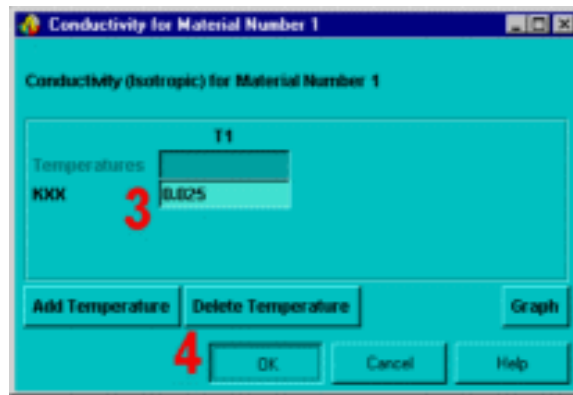
2. Kích đúp vào Thermal, Conductivity, Isotropic.



3. Nhập **0.025** cho **Kxx**.

4. OK

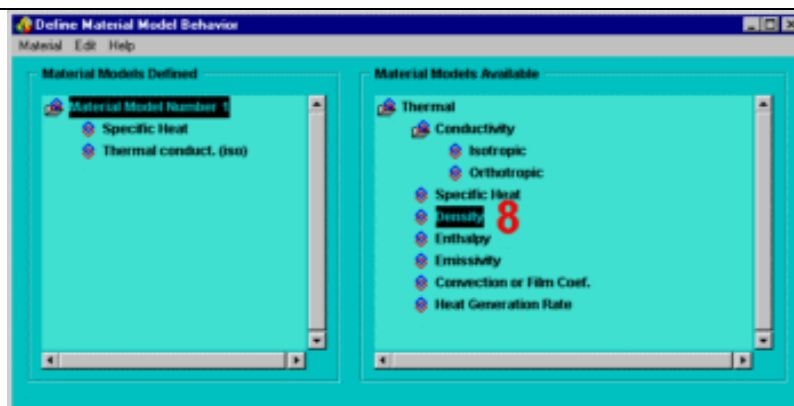
5. Kích 2 lần vào
Specific Heat.



6. Nhập **0.28** cho **C**.

7. OK

8. Kích 2 lần vào
Density.



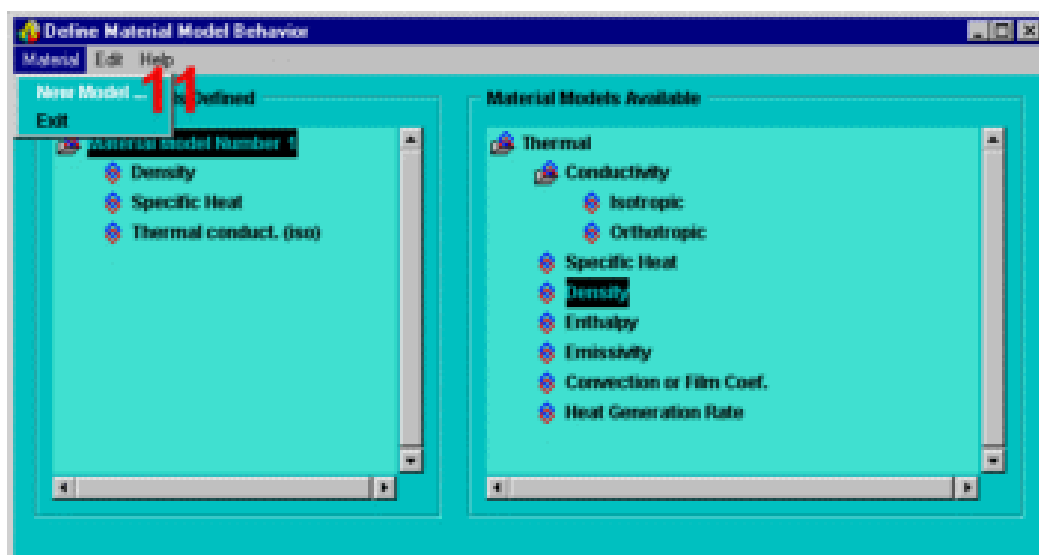
9. Nhập
0.054 cho **DENS**.
10. **OK**



Kim loại đúc được định nghĩa là vật liệu số 2. Các tính nhất của chúng thay đổi lớn, khi kim loại nguội từ pha lỏng đến pha rắn. Vì vậy, chúng được nhập vào bảng biểu diễn sự phụ thuộc tính chất vào nhiệt độ.

Trước hết định nghĩa nhiệt độ phụ thuộc hệ số dẫn điện.

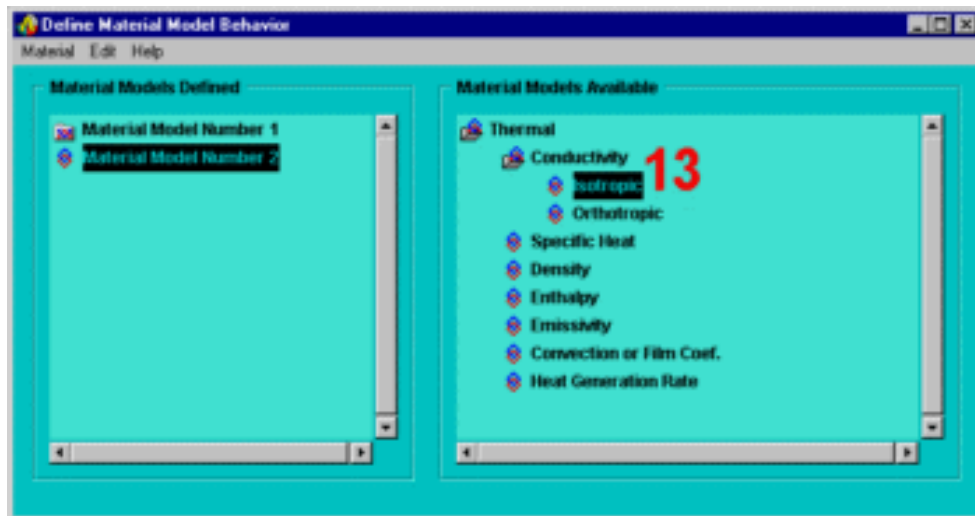
11. Material > New model



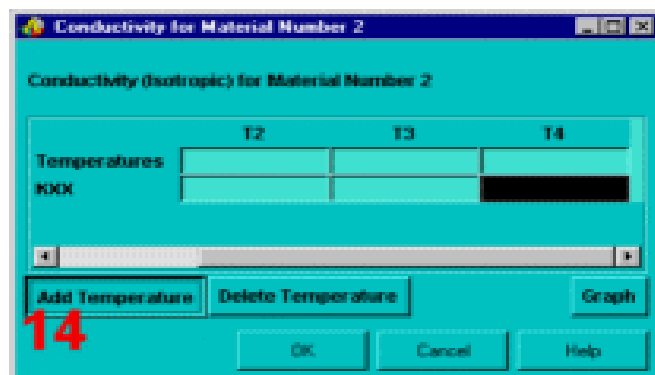
12. Nhập **2** cho **Define Material ID** và kích **OK**.



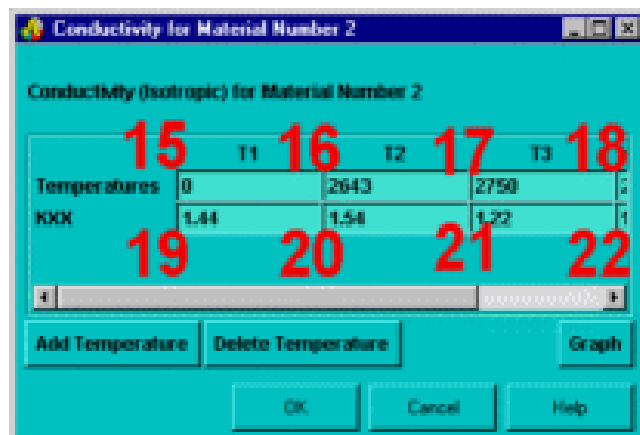
13. Kích 2 lần vào **Isotropic**.



14. Kích vào **Add Temperature** ba lần vào tạo trường cho tổng 4 nhiệt độ



15. Nhập **0** cho **T1**.
16. Nhập **2643** cho **T2**.
17. Nhập **2750** cho **T3**.
18. Nhập **2875** cho **T4**.
19. Nhập **1.44** cho **Kxx** tại **T1**.
20. Nhập **1.54** vào **Kxx** tại **T2**.
21. Nhập **1.22** cho **Kxx** tại **T3**.
22. Nhập **1.22** cho **Kxx** tại **T4**.

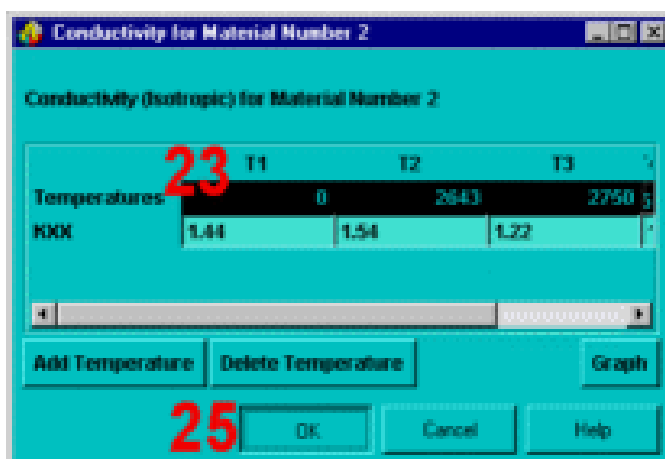


Copy bốn thông số nhiệt độ do có thể dán chúng sang hộp thoại **Enthalpy**.

23. Chọn các nhiệt độ bằng cách giữ nút chuột trái và kéo ngang theo hàng nhiệt độ.

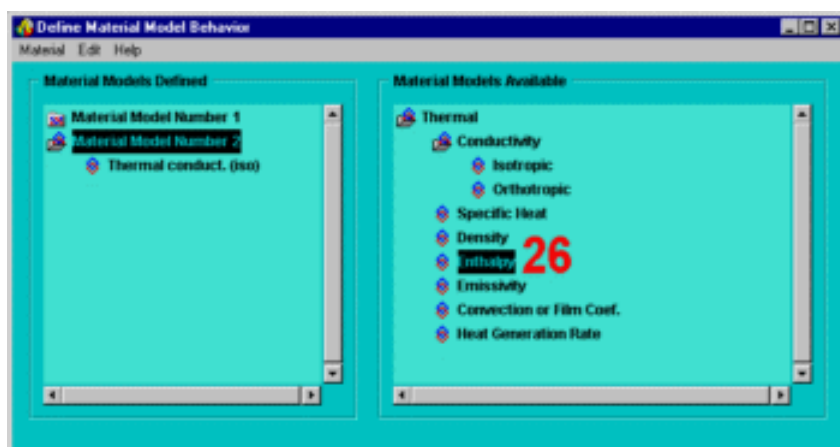
24. CTRL-C để sao nhiệt độ.

25. OK

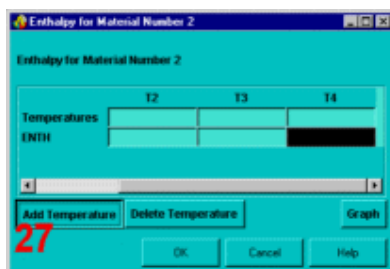


Xác định giá trị **Enthalpy** phụ thuộc nhiệt độ

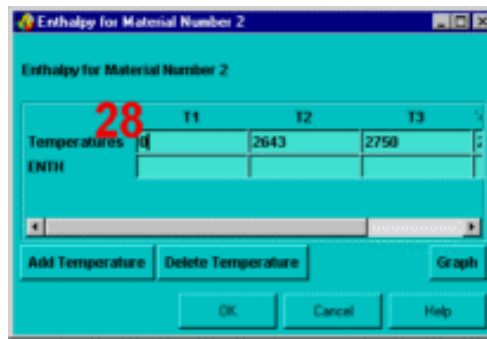
26. Kích 2 lần vào **Enthalpy**.



27. Kích **Add Temperature** 3 lần để tạo trường cho tổng số 4 nhiệt độ



28. Dán nhiệt độ vào hộp thoại nhờ đưa con trỏ vào trường nhiệt **T1** và ấn **CTRL-V**.



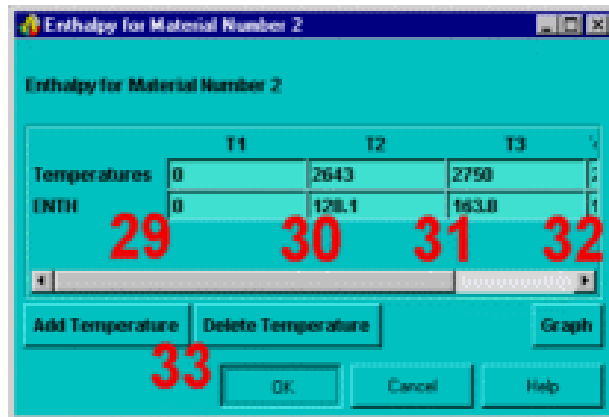
29. Nhập **0** cho **Enth** tại **T1**.

30. Nhập **128.1** cho **Enth** tại **T2**.

31. Nhập **163.8** cho **Enth** tại **T3**.

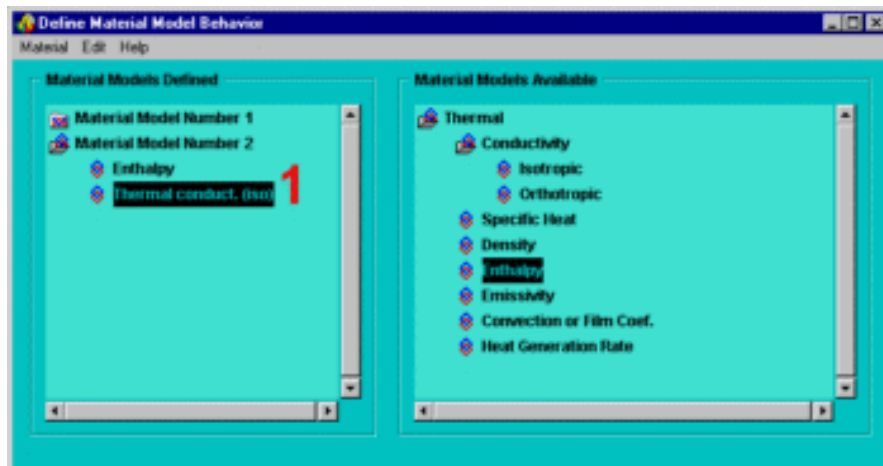
32. Nhập **174.2** cho **Enth** tại **T4**.

33. OK.



Bước 5: Vẽ quan hệ các thuộc tính vật liệu với nhiệt độ

1. Trong cửa sổ **Material Models Defined Window**, kích 2 lần vào **Thermal Conduct. (iso)**.

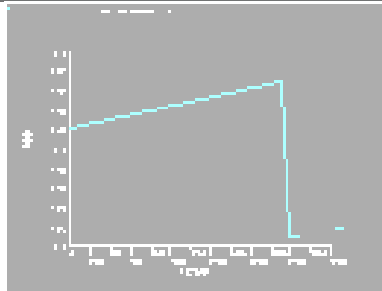


2. Kích vào **Graph**.

Conductivity for Material Number 2

Conductivity (Isotropic) for Material Number 2

	T1	T2	T3	T4
Temperatures	0	2643	2750	2875
KXX	1.44	1.54	1.22	1.22



3. OK

4. Kích 2 lần vào **Enthalpy**.

Define Material Model Behavior

Material Edit Help

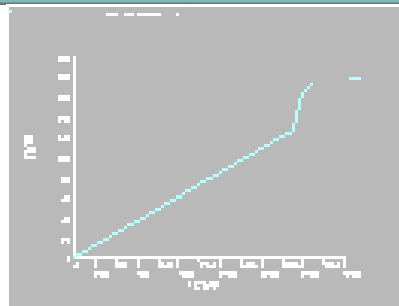
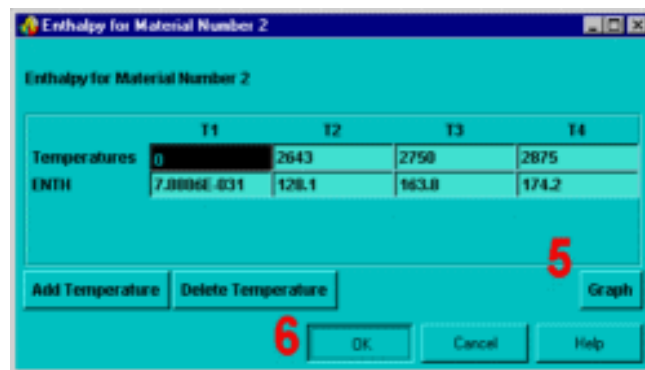
Material Models Defined

- Material Model Number 1
- Material Model Number 2
 - Enthalpy**
 - Thermal conduct. (iso)

Material Models Available

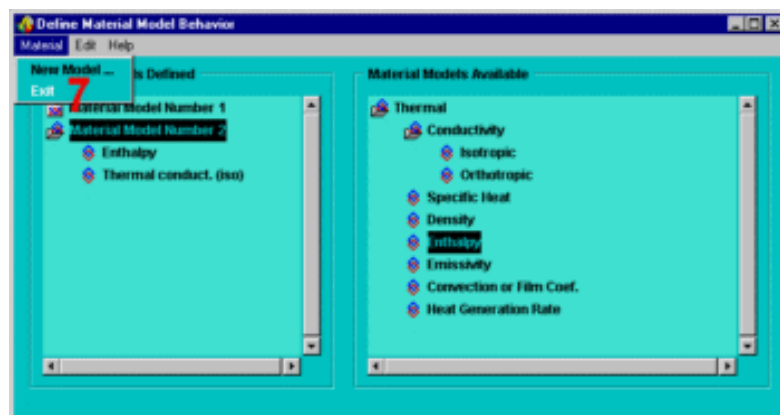
- Thermal
 - Conductivity
 - Isotropic
 - Orthotropic
 - Specific Heat
 - Density
 - Enthalpy**
 - Emissivity
 - Convection or Film Coef.
 - Heat Generation Rate

5. Kích vào **Graph**.



6. OK

7. Material > Exit

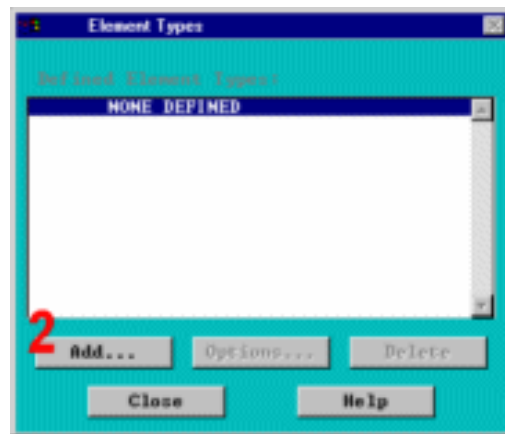


8. Thanh công cụ: SAVE_DB.

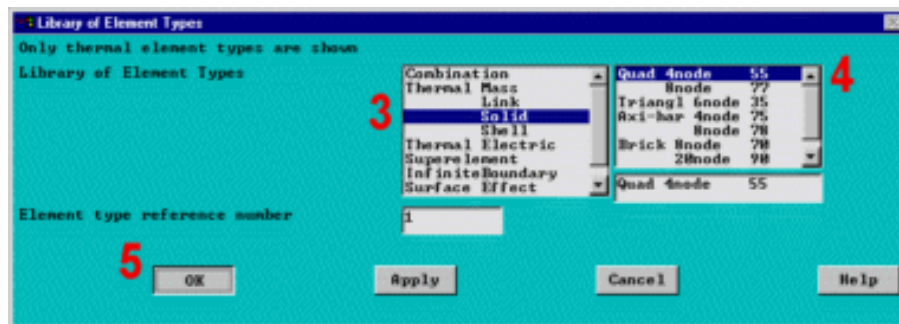
Bước 6: Định nghĩa kiểu phần tử.

Định nghĩa kiểu phần tử **Element Type** là **PLANE55**.

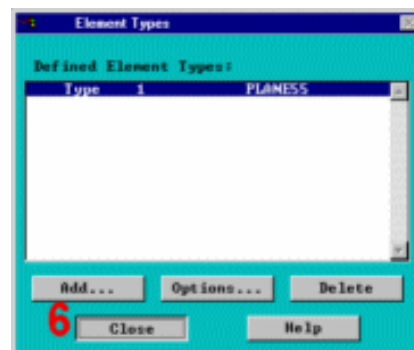
1. Main menu > Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete
2. Add một Element Type.



3. Chọn nhóm phần tử **Thermal Solid**

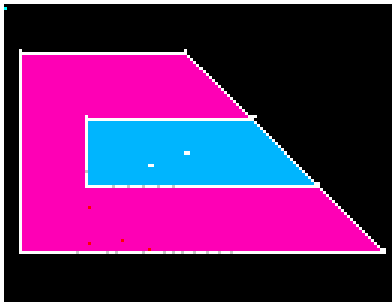


4. Chọn phần tử tứ giác 4 nút (PLANE55).
5. OK.
6. Close.
7. Thanh công cụ: **SAVE_DB**.



2.6. TẠO LƯỚI GENERATE MESH

Bước 7 : Tạo lưới mô hình .



1. Utility Menu > Plot > Areas

Xác định kích thước **Smartsizes** là **4**. Điều đó cho phép lưới nhỏ hơn mặc định và số phần tử nằm trong giới hạn của ANSYS/ED

2. Main Menu > Preprocessor > Meshtool

3. Mở SmartSizing.

4. Đặt số kiểm soát về 4.

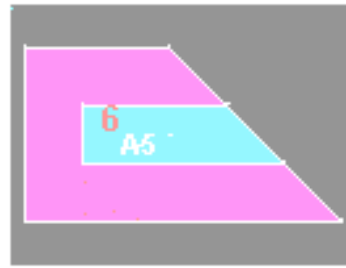
5. Kích Mesh.

Trước hết tạo lưới diện tích khuôn.

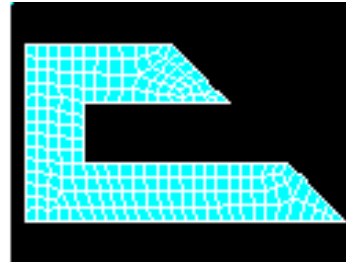
Chú ý, thuộc tính vật liệu được ký hiệu là **1** nên không cần phải đặt lại trước khi tạo lưới.



6. Kích diện tích khuôn **A5** (Cách làm: đặt con trỏ vào đỉnh của diện tích nhãn **A5** và kích, đó là kiểu kích nóng).



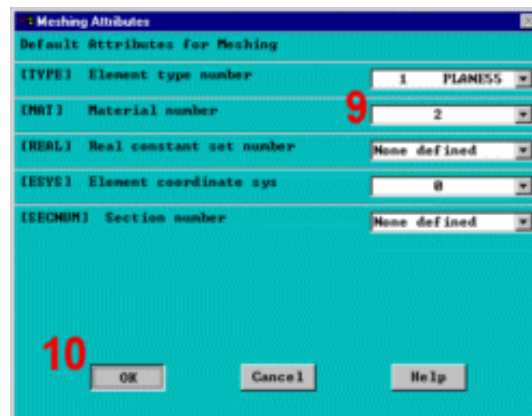
7. **OK.**



Trước khi tạo lưới cho diện tích vật đúc, phải thiết lập thuộc tính vật liệu cho thép là 2.

8. Chọn **Global**, đặt Element Attributes.

9. Đặt số vật liệu **Material Number** là 2.

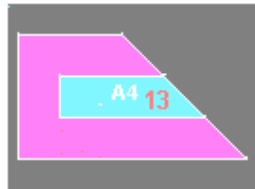


10. **OK.**

11. **Utility Menu > Plot > Areas**

12. Kích vào **Mesh**.

13. Kích vào diện tích 4.

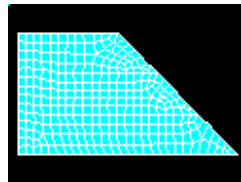


14. **OK** (trong thực đơn kích)

15. Đóng **Meshtool**.



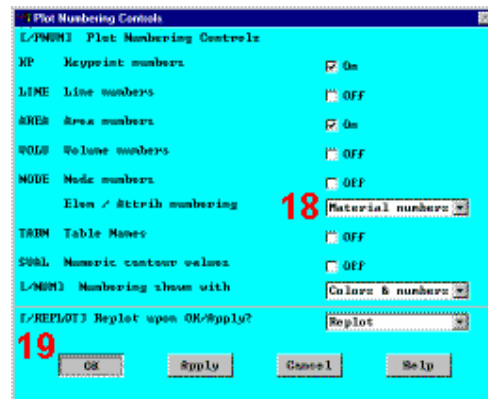
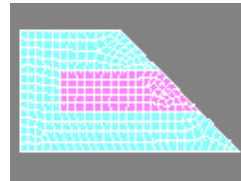
16. **Utility menu > Plot
> Elements**



Chú ý: Lưới được tạo ra có thể khác so với lưới nhìn thấy ở đây. Đó là do các kết quả của tạo lưới, có thể thấy được một vài thay đổi nhỏ trong kết quả ở hậu sử lý. Để phân biệt, các phân tử khớp với các vật liệu, có thể biểu diễn các vật liệu khác nhau bằng các màu khác nhau.

17. Utility Menu > Plotctrls > Numbering

Chú ý: Các phần tử với vật liệu 1 là cát. Các phần tử với vật liệu 2 là thép.



18. Thay phần tử bằng số vật liệu **Material Numbers**.

19. **OK**.

2. 7. ĐẶT TẢI

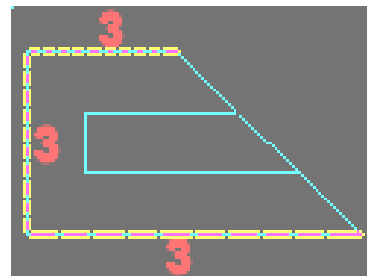
Bước 8: Đặt tải đối lưu trên đường biên ngoài.

Đặt tải đối lưu lên các đường biên ngoài của mô hình khối. Các tải tác dụng vào mô hình sẽ tự động chuyển sang mô hình phần tử hữu hạn trong suốt quá trình giải.

1. Utility menu > Plot > Lines

2. Main Menu > Preprocessor > Loads > -Loads- Apply > -Thermal- Convection>On Lines

3. Kích vào **3** đường tiếp xúc với không khí.



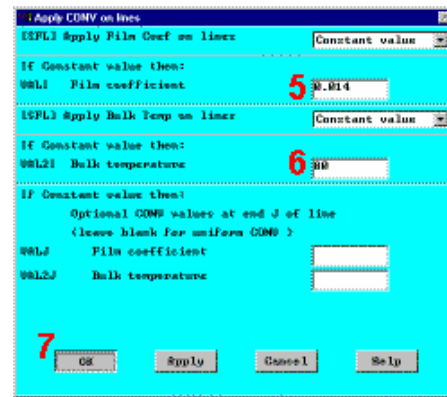
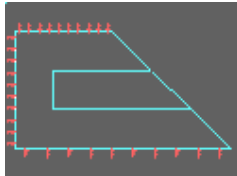
4. **OK** (trong thực đơn kích).

5. Nhập **0.014** cho **Film Coefficient.**

6. Nhập **80** cho **Bulk Temperature.**

7. OK.

8. Thanh công cụ: **SAVE_DB**.



2.8. GIẢI

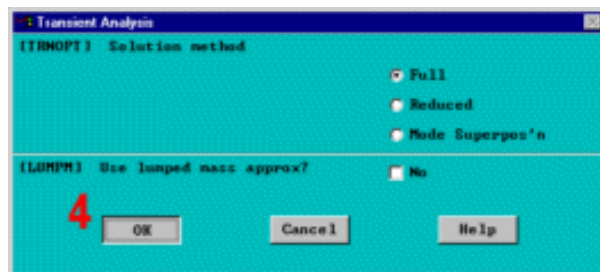
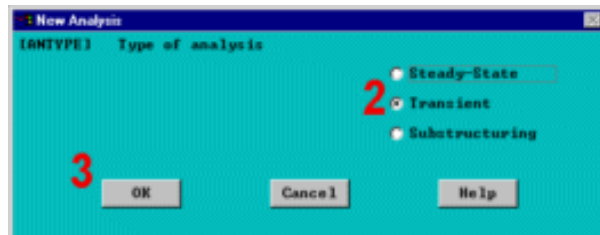
Bước 9: Định nghĩa kiểu phân tích.

1. Main Menu > Solution > -Analysis Type- New Analysis

2. Chọn **Transient** cho kiểu phân tích **Type of Analysis.**

3. OK.

4. OK để chấp nhận mặc định cho **Full Transient Analysis.**



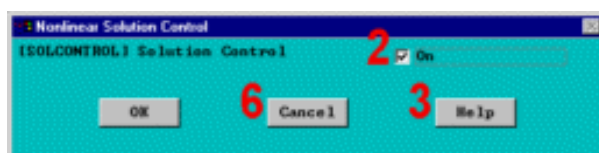
Bước 10: Kiểm tra kiểm soát lời giải.

Mục **Approach** và **Assumptions** của tài liệu được chỉ rõ rằng lời giải được dùng để thiết lập một số chọn lựa phi tuyến. Trong bước này có thể hỗ trợ trực tuyến kiểm soát lời giải để có thể kiểm tra chi tiết các tính năng này.

Có thể truy nhập chủ đề trợ giúp bằng cách kích vào nút **Help** từ hộp thoại **Nonlinear Solution Control**.

1. Main Menu > Solution > -Load Step Opts- Solution Ctrl

2. Mặc định lời giải.



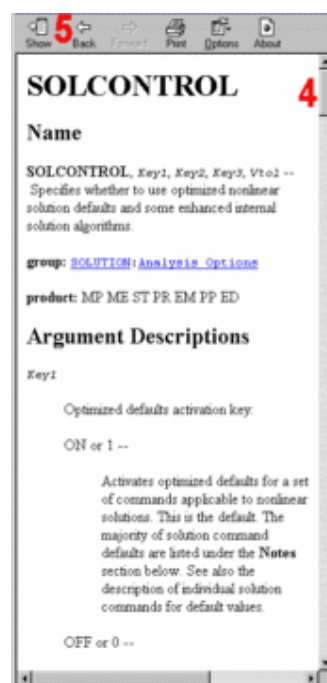
Trước khi kích vào nút **Help** trong bước tiếp, cần lưu ý rằng các thông tin trợ giúp có thể xuất hiện trong cùng cửa sổ với tài liệu, nội dung **Replacing** thay thế. Sau khi đọc xong trợ giúp, kích nút **Back** để về tài liệu hướng dẫn. Nếu thông tin trợ giúp xuất hiện ở cửa sổ khác của hướng dẫn, cần thu nhỏ hoặc đóng lại sau khi đọc xong thông tin.

3. Kích **Help** để đọc chi tiết kiểm soát lời giải.

4. Cuốn **Scroll** chọn trợ giúp.

nếu thông tin trợ giúp được thay thế cho cửa sổ hướng dẫn, kích nút **Back** để quay về hướng dẫn.

5. **Cancel** để xóa hộp thoại.



Bước 11: Xác định điều kiện ban đầu cho bài toán dừng (transient).

Nhiệt độ ban đầu của khuôn là 80°F và của kim loại đúc là 2875°F. Chọn đối tượng để thiết lập đúng các nút trên đó đặt nhiệt độ ban đầu. Đầu tiên, chọn diện tích đúc (**Casting Area**), sau đó chọn các nút liên kết với diện tích và đặt nhiệt độ ban đầu của kim loại đúc vào các nút đó. Sau đó, đảo ngược đặt chọn nút và áp nhiệt độ môi trường cho nút của khuôn.

1. Utility menu > Plot > Areas

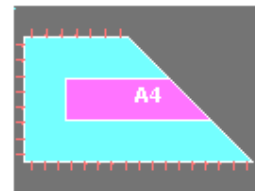
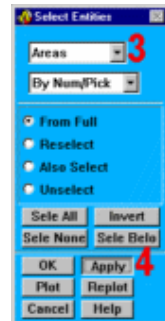
2. Utility menu > Select

>Entities

3. Chọn Areas.

4. Apply.

5. Kích diện tích 4 (Casting).



6. OK (trong thực đơn kích).

7. Chọn Nodes.

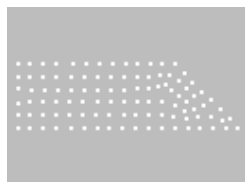
8. Chọn Attached to.

9. Chọn Areas, All.

10. Apply.

11. Utility Menu > Plot >

Nodes



12. Main Menu > Solution > -

Loads- Apply > Initial Condit'n > Define

13. Kích **All** để chọn tất cả các nút.

14. Chọn **Temp** để

định nghĩa tham số cho **DOF**

15. Nhập **2875** cho giá trị đầu của **DOF**.

16. **OK**.

17. **Utility Menu > Select > Entities**

18. **Invert** (là lệnh đặt lại nút được đảo ngược).

19. Kết thúc đóng hộp thoại **Select Entities**.

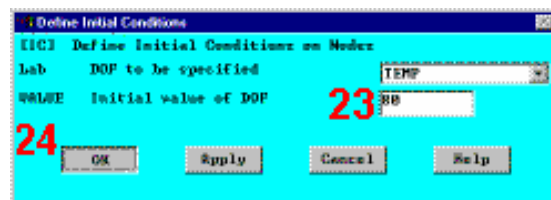
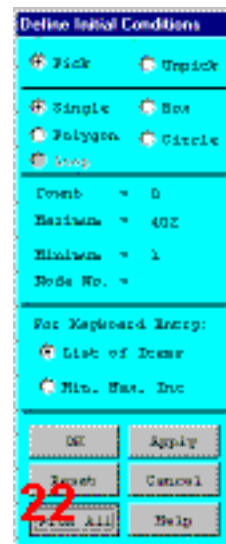
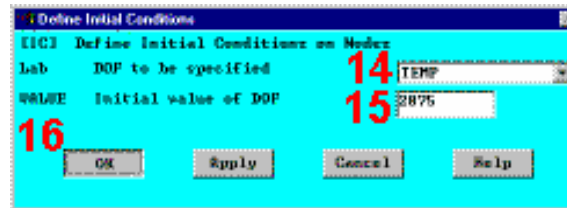
20. **Utility menu > Plot > Replot**

21. **Min Menu > Solution > - Loads- Apply > Initial Condit'n > Define**

22. Kích **All** để chọn tất cả các nút.

23. Nhập **80** cho giá trị đầu của **DOF**.

24. **OK**



Chú ý: Luôn phải chọn **Everything** khi chọn nút kết thúc!

25. Utility Menu > Select > Everything

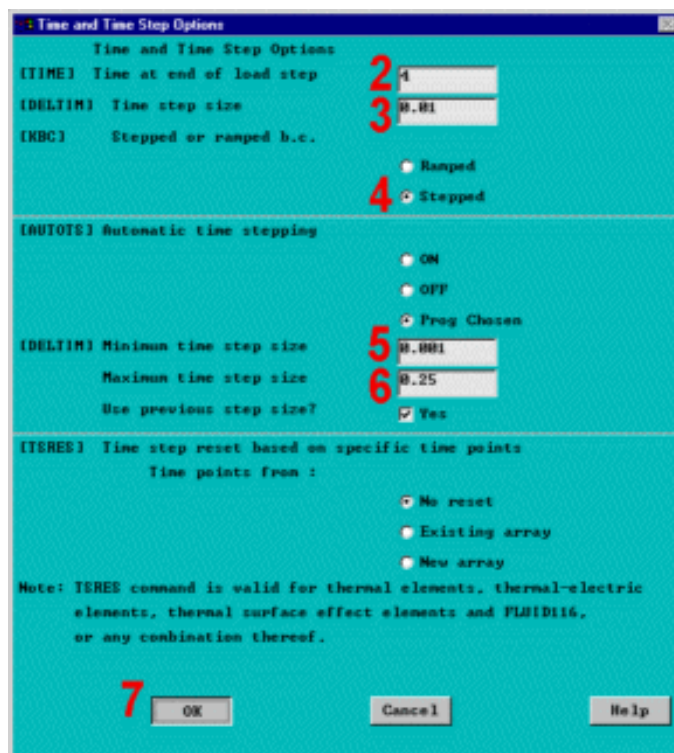
26. Thanh công cụ: SAVE_DB.

Bước 12: Đặt thời gian, bước tiến thời gian và các tham số liên quan.

Điều kiện biên nằm giữa vùng kim loại nóng chảy nhiệt độ **2875°F**, với khuôn ở nhiệt độ môi trường. Chương trình sẽ chọn bước thời gian tự động để khoảng thời gian thay đổi phụ thuộc vào tính phi tuyến trong hệ thống (chúng lấy số nhỏ hơn bước thời gian chuyển biến pha). Thời gian bước lớn nhất và nhỏ nhất biểu diễn giới hạn cho các thủ tục tự động.

1. Main menu > Solution > -Load Step Opts- Time/Frequenc > Time-Time Step

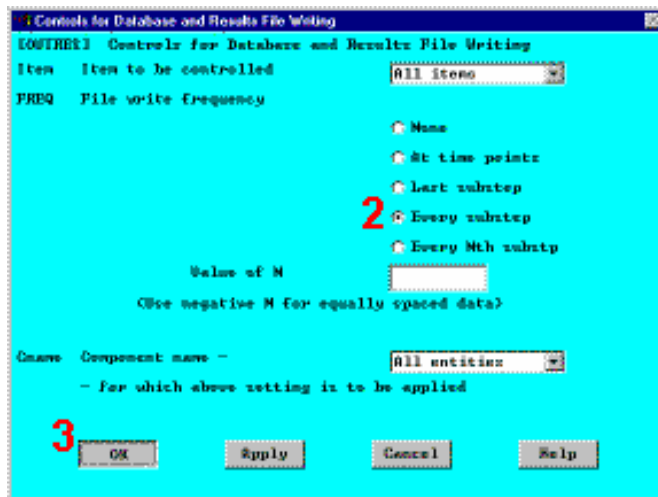
2. Nhập **4** (giờ) cho thời gian **Time** tại cuối bước đặt tải.
3. Nhập **0.01** cho khoảng thời gian của bước đầu tiên.



4. Chọn **stepped loading**.
5. Nhập **0.001** cho khoảng thời gian nhỏ nhất **Minimum Time Step Size**.
6. Nhập **0.25** cho khoảng thời gian lớn nhất **Maximum Time Step Size**.
7. **OK**.

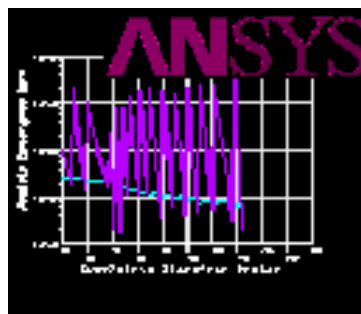
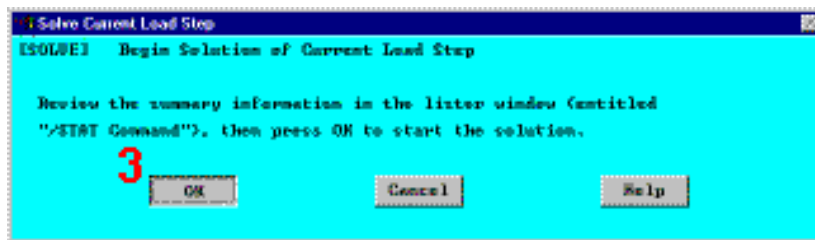
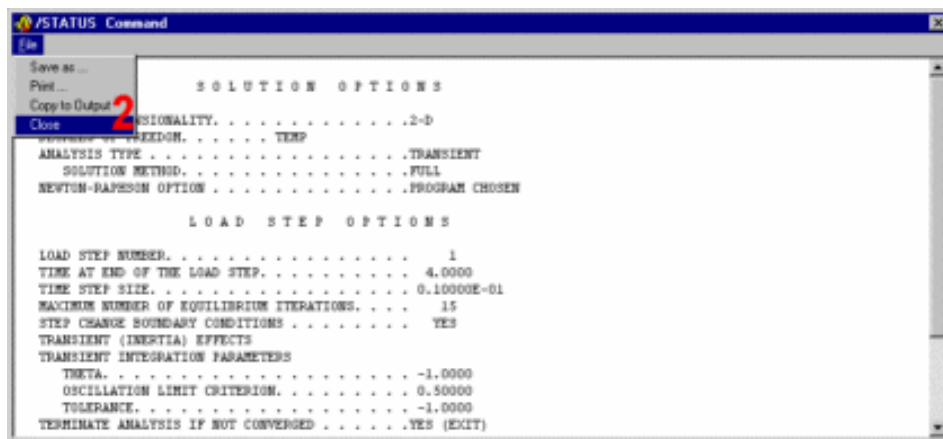
Bước 13: Thiết lập kiểm soát đầu ra (Output Controls)

1. **Main menu > Solution > -Load Step Opts- Output Ctrl > Db/Results File**
2. Đặt **File** ghi tần xuất (**Frequency**) cho **Every Substep**.
3. **OK**.
4. Thực đơn: **SAVE_DB**.



Bước 14: Giải (Solve).

1. **Main menu > Solution > -Solve- Current LS**
2. Xem các thông tin trong cửa sổ trạng thái, sau đó chọn. **File > Close (windows)**, hoặc **Close (x11/motif)**, để đóng cửa sổ.
3. **OK** để bắt đầu giải.
4. Đóng cửa sổ thông báo khi giải kết thúc **Done**.



Khi ANSYS đang phân tích, màn hình **Graphical solution tracking (GST)** vẽ biểu đồ theo dõi quá trình hội tụ "Absolute Convergence Norm", như một hàm của "Cumulative Iteration Number." Chú ý, lời giải được coi là đúng khi chúng hội tụ với một giá trị nhỏ hơn hoặc bằng chuẩn hội tụ (**Convergence Criteria**).

2.9. XEM KẾT QUẢ

Bước 15: Nhập hậu xử lý lời giải theo thời gian và định nghĩa biến (Time-History Postprocessor) .

Dùng **Time-History Postprocessor** để tìm kiếm biến nhiệt độ biến đổi theo thời gian tại một điểm trên vật đúc.

1. Main menu >
TimeHist PostPro

2. Utility Menu >
PlotCtrls > Numbering

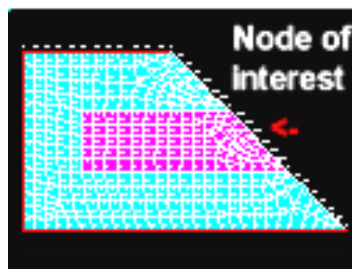
3. Bật Node
Numbers.

4. Số thứ tự biểu diễn
bằng màu và bằng số.

5. OK.



6. Utility Menu > Plot
> Elements

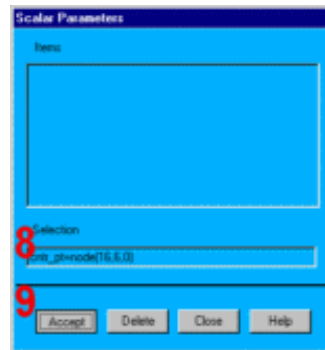


Nút ở tâm khuôn trên mặt đối xứng là nút cần quan tâm. dùng "**Get function**" để định nghĩa một biến bằng giá trị của số nút tại vị trí quan tâm **(16,6,0)**. Do sử dụng biến để định nghĩa nút tại tâm điểm, phân tích sẽ linh hoạt, vì nút ở tâm luôn được sử dụng trong các phép toán như chia lưới, đánh số nút, hoặc thay đổi.

7. Utility Menu > Parameters
> Scalar Parameters

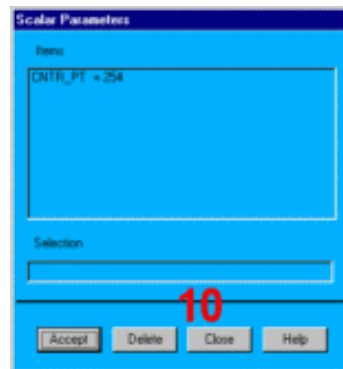
8. Định nghĩa biến: "Cntr_pt =
Node (nút) (16,6,0)".

9. Accept.

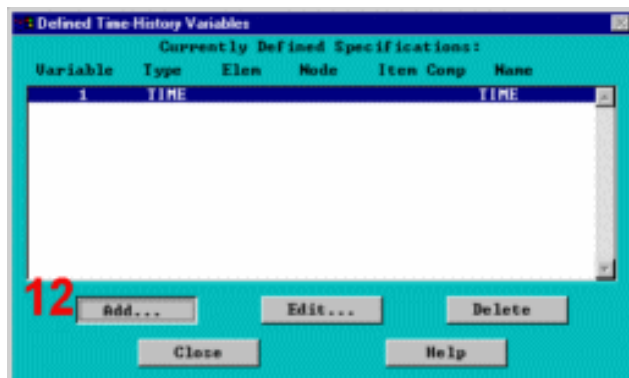


Chú thích: Tâm được đánh
số, số này có thể thay đổi để phân
biệt khi chia lưới.

10. Close.

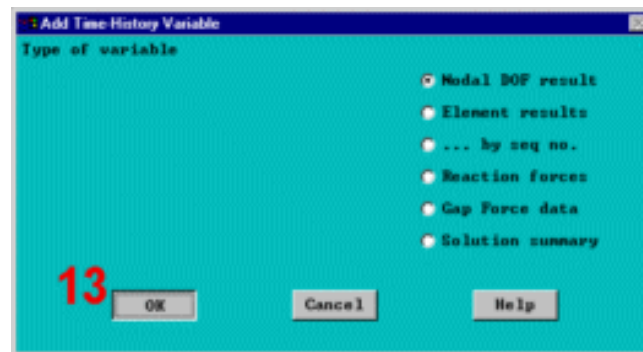


11. Main Menu > TimeHist PostProc > Define Variables



12.Add.

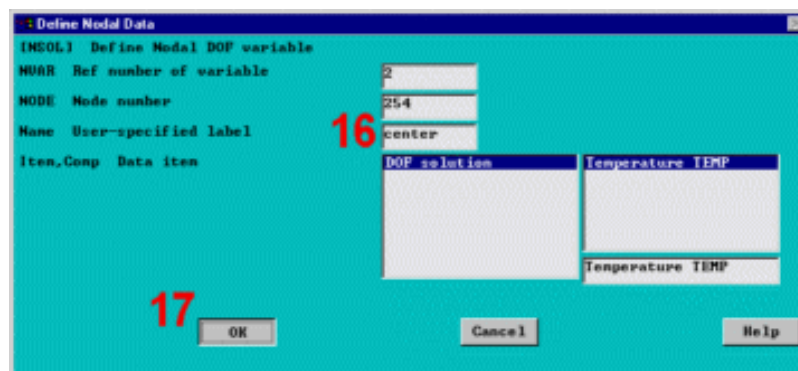
13. OK. Cho kết quả tính theo bậc tự do nút **DOFF**.



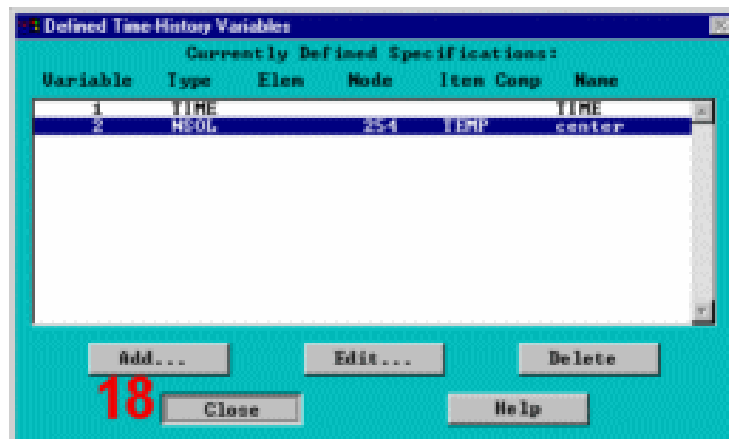
14. Kích vào nút tâm .

15. OK. (trong thực đơn kích).

16. Nhập tâm để tạo nhãn **User-Specified Label**.



17. OK.



18. Close.

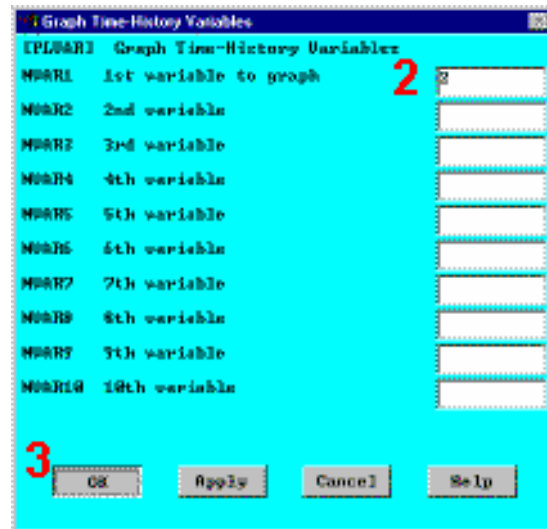
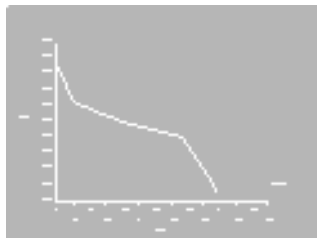
Bước 16: Vẽ quan hệ nhiệt độ và thời gian.

1. Main Menu > TimeHist

Postpro > Graph Variables

2. Nhập 2 cho biến thứ nhất để vẽ.

3. **OK**, để vẽ kết quả tại tâm điểm **Cntr_Point** là hàm của thời gian.



Chú ý: Nhiệt độ kết tinh của kim loại trong khoảng từ **2643°F** đến **2750°F**.

Bước 17: Thiết lập hoạt hình kết quả.

Hoạt hình quá trình kết tinh kim loại. Để quan sát tốt hơn quá trình kết tinh, định nghĩa 3 đường bao, một đường biểu diễn kim loại lỏng (T lớn hơn 2750°F), một đường biểu diễn kim loại đã kết tinh (T nhỏ hơn 2643°F), và đường thứ 3 biểu diễn các thứ ở giữa.

Để thực hiện hoạt hình, cần nhập **General Postprocessor** và đọc bước kết quả đầu.

1. Main Menu >
General Postproc > -
Read Results- First Set

2. Utility Menu >
PlotCtrls > umbering

3. Bật về Node
Numbers.

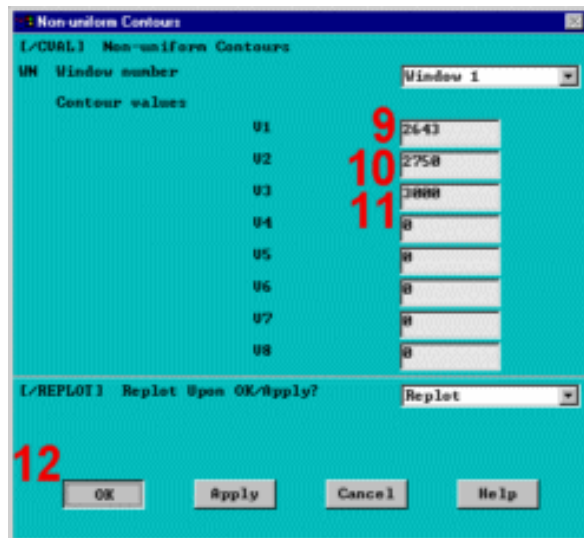
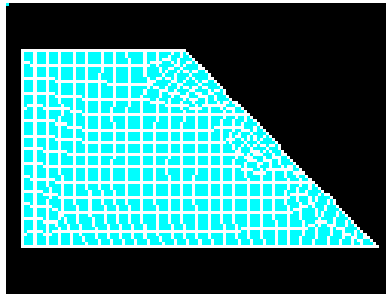
4. Huỷ đánh số
phần tử.

5. Không vẽ lại.

6. OK.

7. Utility Menu >
Plot > Elements

8. Utility Menu >
PlotCtrls > Style >
Contours >
Non_Uniform Contours



9. Nhập 2643 để định nghĩa V1, đường biên trên của đường bao đầu tiên.

10. Nhập **2750** cho **V2**, đường biên trên của đường bao thứ 2.
11. Nhập **3000** để định nghĩa **V3**, đường biên trên của đường bao thứ 3.
12. **OK**.

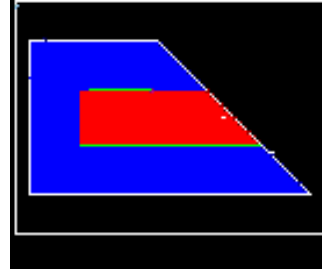
Bước 18: Hoạt hình kết quả.

1. **Utility Menu > Plotctrls > Animate > Over Time**

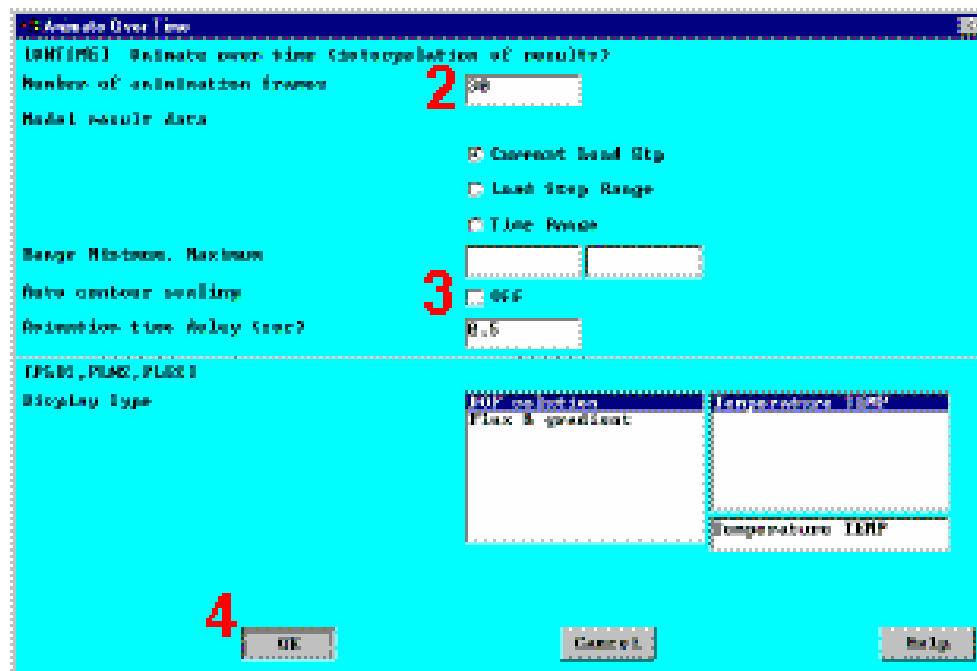
2. Nhập **30** cho số ảnh **Number Of Frames** cần tạo.

3. Khoá **Auto Contour Scaling**.

4. **OK**.



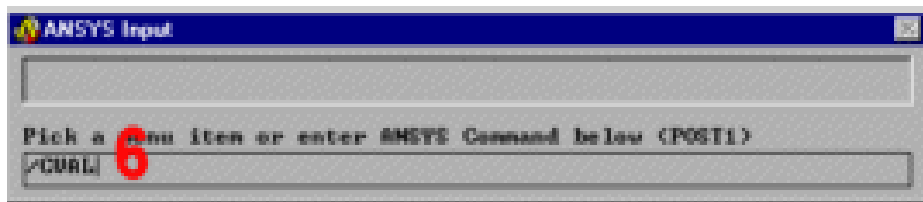
Trong quá trình tạo hoạt hình, khi tạo hoạt hình, chú ý có 3 mẫu khác nhau, màu đỏ biểu diễn nhiệt độ lớn hơn **2750⁰F** (Thép nóng chảy), màu xanh cho nhiệt độ nằm giữa **2643⁰F** và **2750⁰F** (đó là vùng chuyển biến pha), và màu xanh cho nhiệt độ dưới **2643⁰F** (thép đã kết tinh và khuôn cát). vùng cuối cùng kết tinh là vùng tâm của vật liệu (Chú ý dùng mô hình đối xứng).



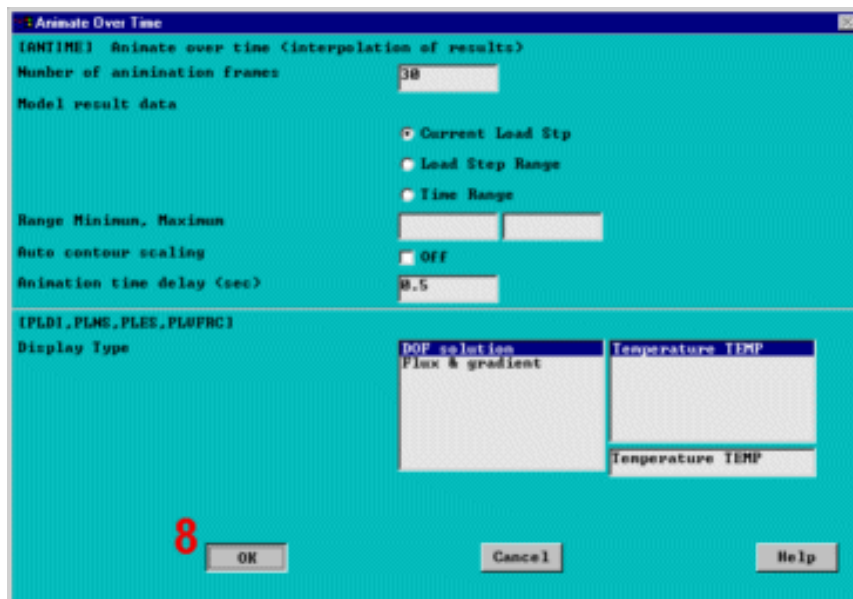
5. Chọn **Animation Controller** (không trình diễn), nếu cần, chọn **Close**.

Để quan sát trường nhiệt độ của mô hình suốt 4 giờ kết tinh, tạo hoạt hình phân bố trường nhiệt độ với định kiểu vẽ đường bao. Để thay đổi định kiểu đường bao sang giá trị mặc định, nhập **/CVAL** trong cửa sổ Input Window của **ANSYS**. Chú ý: **/CVAL** là lệnh được sử dụng để thiết lập kiểu đường bao. Cũng có thể lưu giữ bằng cách quay về màn hình **Non_Uniform Contours** và thiết lập giá trị không "0".

6. Nhập **"/CVAL"** và ấn phím **Enter/Return**

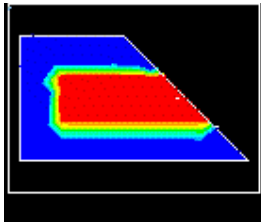


7. **Utility Menu > Plotctrls > Animate > Over Time**



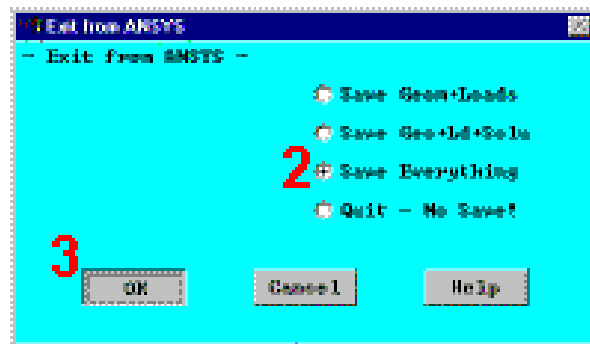
8. **OK**.

9. Chọn trong **Animation Controller** (không trình diễn), nếu cần sau đó chọn **Close**.



Bước 19: Thoát khỏi chương trình ANSYS.

1. Thanh công cụ:
QUIT.
2. Chọn Save
Everything.
3. OK.

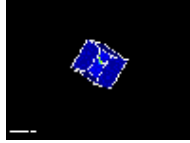


Khi thoát chương trình ANSYS, có thể xem hình động bằng các phần mềm chạy File *.AVI.

Bài 3.

BÀI TOÁN VA ĐẬP

TÍNH ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG CỦA HỘP RƠI (CONTAINER)



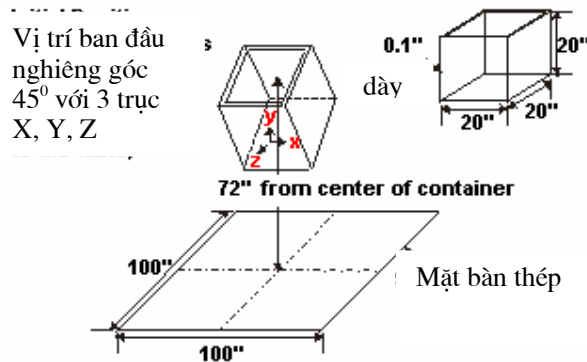
- Phạm vi bài toán
- Bài toán
- Định nghĩa kiểu phân tích
- Xây dựng mô hình hình học
- Định nghĩa kiểu phần tử, đặc trưng hình học
- Định nghĩa vật liệu
- Tạo lưới
- Đặt tải
- Giải
- Xem kết quả

3.1. PHẠM VI BÀI TOÁN:

Các môđun sử dụng	ANSYS/LS-DYNA, ANSYS/ED
Mức độ khó dễ	Dễ
Thời gian thực hiện bài toán	60 đến 90 phút
Lĩnh vực chuyên môn	Bài toán kết cấu
Kiểu bài toán	Bài toán Động (Phương pháp Explicit)
Kiểu phần tử	SHELL163
Các đặc trưng bài toán	Mô hình khối, hướng phát sinh của nút, và phần tử, toán tử Boolean, tham số mảng, chia lưới tự động, hình động.
Tham khảo	Hướng dẫn phân tích cấu trúc Chương 14, Phân tích động Explicit

3.2 ĐỀ BÀI TOÁN

Đây là một quá trình phân tích động thả rơi một hộp nhôm lên một mặt bàn bằng thép. Như hình dưới, hộp này có 5 mặt, kích thước 20 inches cho tất cả các mặt và dày 0.1 inches. Nó được quay 45° so với các trục X, Y, Z. Mặt bàn là một tấm thép hình vuông có kích thước 100 inches cho mỗi cạnh và dày 0.1 inches. Chỉ có duy nhất một lực tác dụng lên hộp là khối lượng của bản thân hộp. Nó được thả rơi từ một khoảng cách 72 inches. Bài toán là điển hình của kiểm nghiệm quá trình rơi. Mục tiêu của bài toán là để chứng minh khả năng giải bài toán động lực học của **ANSYS/LS-DYNA** – dùng để giải các bài toán biến dạng lớn và tiếp xúc phức tạp.



Điều kiện ban đầu

Các kích thước của hộp và mặt bàn được biểu diễn ở trên. Hộp được làm bằng hợp kim nhôm với mô đun đàn hồi là $0.3E6$ psi, tỷ trọng là $2.5E-4$ lbf-sec²/in⁴, hệ số Poisson là 0.334, ứng suất chảy là 5 000 psi, và mô đun tiếp tuyến là 20 000 psi. Mặt bàn được làm bằng thép **Carbon** với mô đun đàn hồi là $30.0E6$ psi, tỷ trọng là $7.3E-4$ lbf-sec²/in⁴, và hệ số Poisson là 0.292.

Các giả thiết

Trong suốt quá trình rơi tự do, hộp chỉ đơn giản chịu tác động của gia tốc trọng trường. Để tiết kiệm thời gian của CPU, ta sẽ chỉ bắt đầu phân tích ở độ cao 20 inches so với mặt bàn và sử dụng vận tốc ban đầu là 200 inches mỗi giây để mô phỏng lại 52 inches đầu tiên của quá trình rơi tự do. 200 inches mỗi giây chỉ là gần đúng xuất phát từ công thức $V_f = \text{SQRT}(2*a*s)$ với V_f là vận tốc ở thời điểm cuối cùng, a là gia tốc trọng trường và s là quãng đường. Bỏ qua sức cản không khí.

Giả sử mặt bàn là cứng vững và hộp tuân theo tiêu chuẩn chảy dẻo **von Mises** với đường biến cứng **2 đoạn**.

Sử dụng mô hình khối để tạo ra mẫu 3-D của hộp để tạo lưới. Dùng tạo trực tiếp các nút và các phần tử cho mô hình mặt bàn. Mặt bàn sẽ được coi là phần tử rắn và chỉ có một phần tử.

Tóm tắt các bước

Định nghĩa kiểu phân tích

1. Thiết lập kiểu phân tích

Dựng mô hình hình học

2. Tạo hộp

Định nghĩa kiểu phần tử , Các hằng số thực, Kiểu tính chất vật liệu

3. Định nghĩa kiểu phần tử
4. Định nghĩa hằng số thực
5. Xác định mô hình vật liệu

Tạo lưới

6. Tạo lưới hộp
7. Tạo phần tử mặt bàn
8. Tạo các thành phần mặt bàn
9. Tạo các thành phần mặt bàn
10. Xác định tham số tiếp xúc

Đặt tải

11. Đặt tốc độ ban đầu cho hộp
12. Đặt gia tốc cho hộp

Giải

13. Kiểm tra xuất kết quả
14. Giải

Xem kết quả

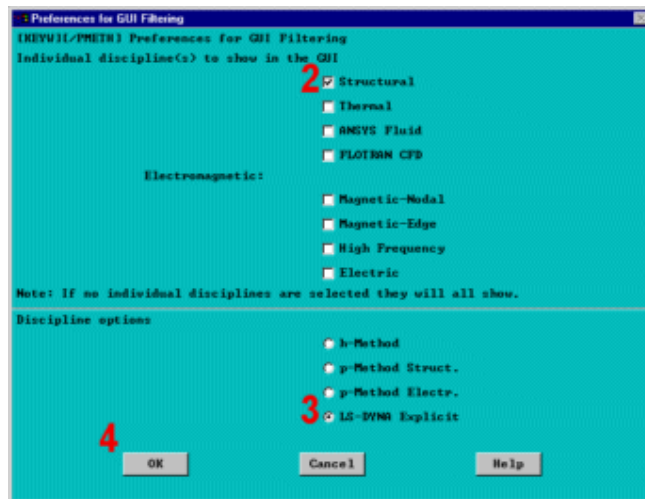
15. Hoạt hình đường bao ứng suất
16. Hoạt hình hộp biến dạng
17. Thoát khỏi ANSYS

3.3. ĐỊNH NGHĨA KIỂU PHÂN TÍCH

Bước 1: Thiết lập chọn khoa học để tính

Thiết lập Preferences để lọc các vấn đề liên quan

1. Main Menu > Preferences
2. Chọn Structural.
3. Chọn LS-DYNA Explicit.
4. OK.



3.4. XÂY DỰNG MÔ HÌNH HÌNH HỌC

Bước 2: Tạo hộp.

Để đơn giản, tạo một khối ba chiều có cùng kích thước bên ngoài của hộp, và sau đó xoá đi phần khối và mặt không cần thiết. Trước hết hãy xoay không gian làm việc theo đúng hướng ban đầu.

1. Utility Menu > WorkPlane > Offset WP by Increments
2. Thay đổi thành trượt đến 45.
3. Kích 1 lần để quay mặt phẳng làm việc quanh X theo chiều dương.
4. Kích 1 lần để quay mặt làm việc theo chiều dương Y.
5. Kích 1 lần để quay mặt làm việc quanh Z theo chiều dương.
6. OK.
7. Utility Menu > WorkPlane > Display Working Plane (Toggle Off).



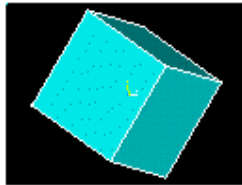
8. Main Menu > Preprocessor
> -Modeling- Create > -Volumes-
Block > By Dimensions

9. Nhập -10, 10 cho tọa độ X-của
hộp

10. Nhập -10, 10 cho tọa độ Y
của hộp

11. Nhập -10, 10 cho tọa độ Z
của hộp

12. OK.



13. Main Menu > Preprocessor
> -Modeling- Delete > Volumes
only

14. Pick All để xóa thể tích.

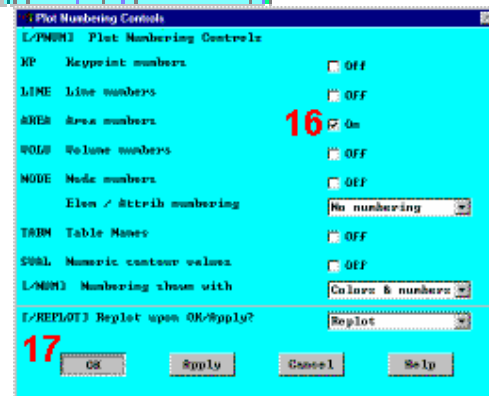
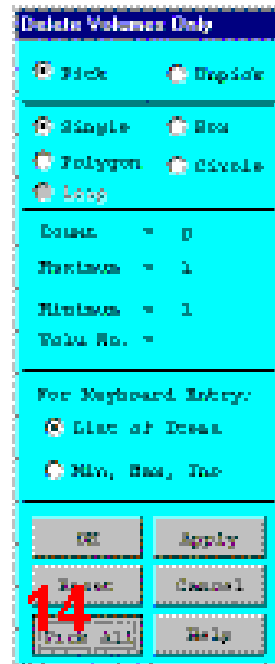
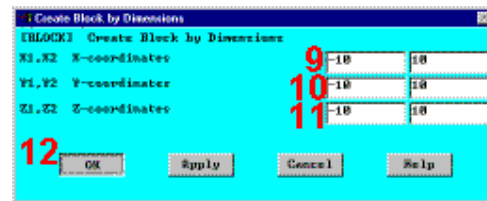
15. Utility Menu > PlotCtrls >
Numbering

16. Bật Area numbers.

17. OK.

18. Utility Menu > Plot > Areas

19. Main Menu > Preprocessor
> -Modeling- Delete > Areas only



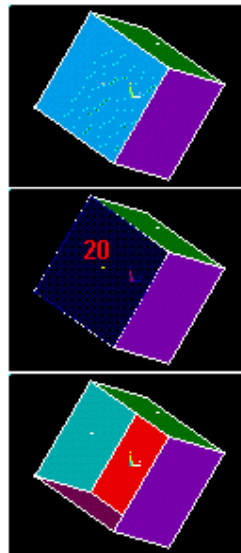
17

20. Kích vào **Area 4**.

21. **OK** (trong picking menu).

22. **Utility Menu > Plot > Replot**

23. **Toolbar: SAVE_DB**.



3.5. ĐỊNH NGHĨA KIỂU PHẦN TỬ, ĐẶC TRƯNG HÌNH HỌC

Bước 3: Định nghĩa kiểu phần tử.

Mô phỏng hộp va đập lên mặt bàn có dạng thành mỏng, nên sử dụng phần tử tấm để mô phỏng mô hình vật lý. Phần tử chọn là SHELL163, một phần tử cấu trúc tấm mỏng. Phần tử bốn nút có thể được sử dụng cho cả hai trường hợp mô phỏng trong mặt phẳng và các tải pháp tuyến.

1. **Main Menu > Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete**

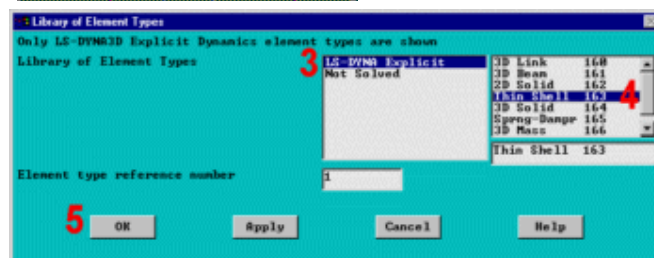
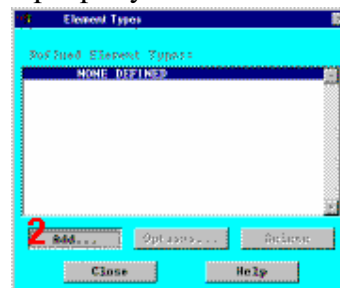
2. **Add** kiểu phần tử.

3. Chọn **LS-DYNA Explicit** family of elements.

4. Chọn **Thin Shell 163**.

5. **OK**.

Xác định phần tử S/R co-rotational Hughes-Liu để giảm hiện tượng (hourglass modes) chia lưới không đều .

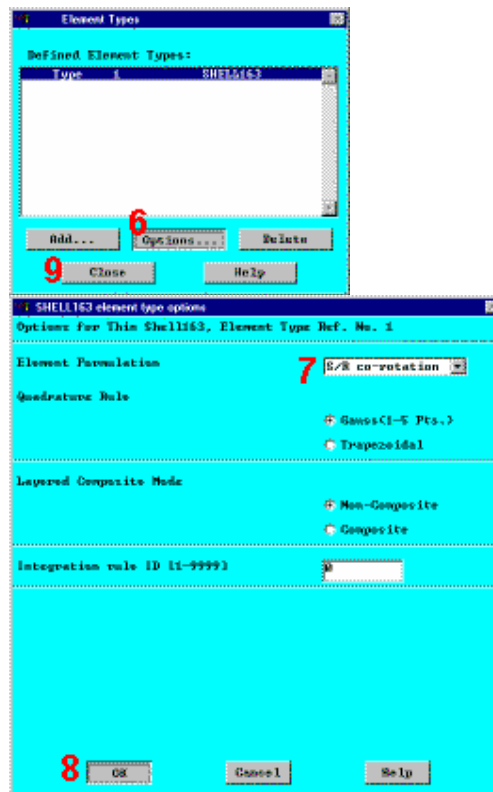


6. Chọn **Options**.

7. Chọn **S/R co-rotation**.

8. **OK**.

9. **Close**.



Bước 4: Định nghĩa hằng số thực.

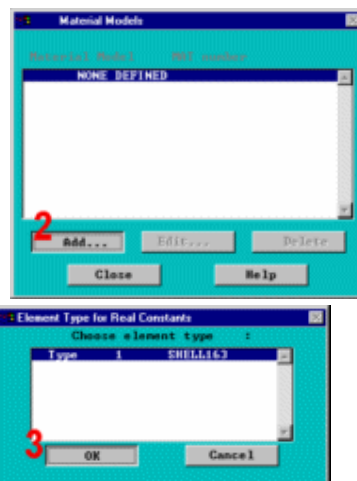
Định nghĩa chiều dày của phần tử tấm bằng cách định nghĩa trong hằng số thực.

1. **Main Menu > Preprocessor > Real Constants**

2. **Add**.

3. **OK** định nghĩa hằng số thực cho phần tử tấm Shell163.

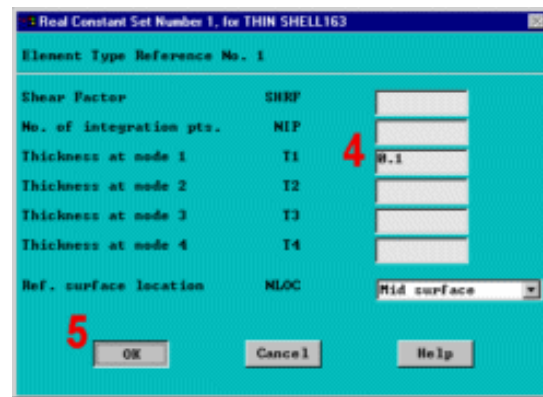
Chú ý : Vì không có đối tượng **No. of integration pts. (NIP)**, nên sử dụng giá trị mặc định 2, với mục đích chứng minh, giá trị mặc định là 2 là thoả mãn. Tuy nhiên trong nhiều trường hợp phân tích phi tuyến khác, **NIP** phải được thiết lập lớn hơn 2.



4. Nếu các phần tử có độ dày như nhau, chỉ cần độ dày tại nút 1 cần phải định nghĩa. Ví dụ, nhập 0.1 cho độ dày tại nút 1.

5. OK.

6. Close.



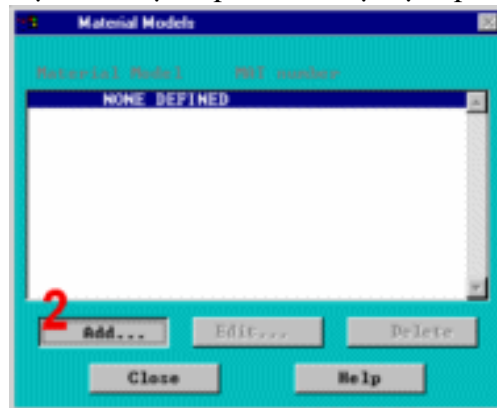
3.6 ĐỊNH NGHĨA VẬT LIỆU

Bước 5: Xác định mô hình vật liệu

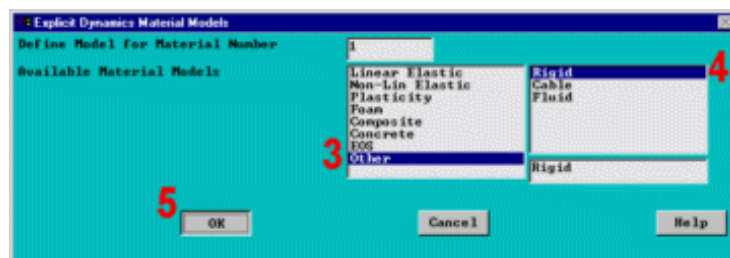
Xác định mô hình vật liệu cho mặt tiếp xúc và mặt bị tiếp xúc (mặt đích).

1. Main Menu
- > Preprocessor >
- Material Props >
- Define MAT model

2. Add để xác định Mat 1 (mặt bàn).



3. Chọn Other
4. Chọn Rigid cho Rigid body
5. OK



6. Nhập $7.3e-4$ cho **DENS**.

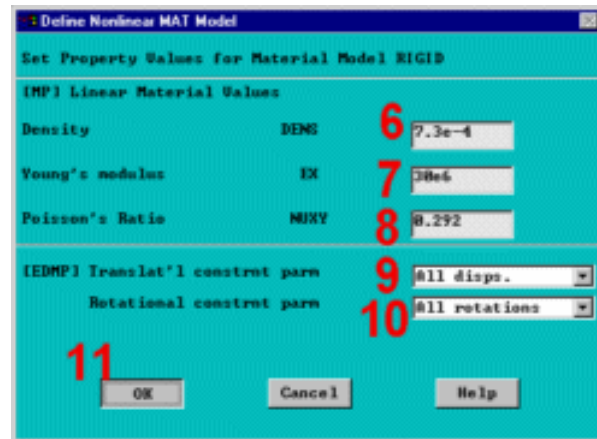
7. Nhập $30e6$ cho **EX**.

8. Nhập 0.292 cho **NUXY**.

9. Cuộn xuống và chọn **All disps.** cho **Translational constraint parameter**.

10. Cuộn xuống và chọn **All rotations** cho **Rotational constraint parameter**.

11. **OK**.

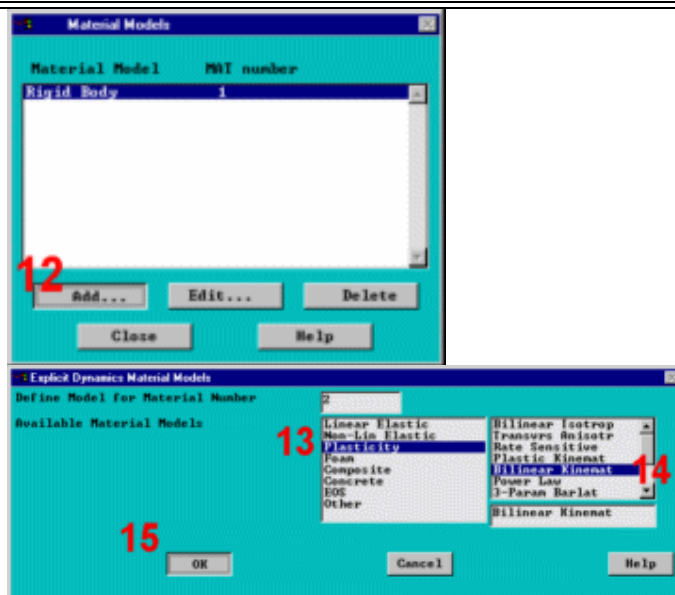


12. **Add** để xác định **Mat 2** (container).

13. Chọn **Plasticity**.

14. Chọn **Bilinear Kinemat**.

15. **OK**.



16. Nhập $2.5e-4$ cho **DENS**.

17. Nhập $10.3e6$ cho **EX**.

18. Nhập 0.334 cho **NUXY**.

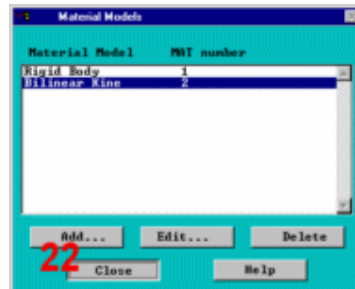
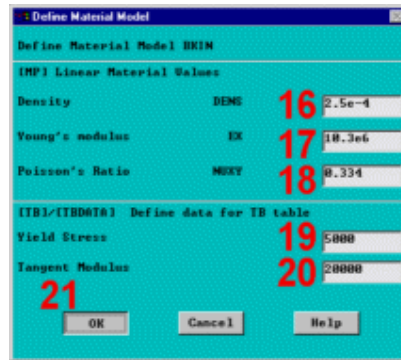
19. Nhập 5000 cho **Yield Stress**.

20. Nhập 20000 cho **Tangent Modulus**.

21. **OK**.

22. **Close**.

23. Toolbar:
SAVE_DB.



3.7. TẠO LƯỚI

Bước: Tạo lưới cho hộp.

Trong lời giải tường minh ANSYS/LS-DYNA, thời gian phân tích phụ thuộc rất lớn vào phần tử nhỏ nhất trong mô hình. Chính vì vậy, để đạt được các kết quả tốt cần sử dụng kích thước phần tử giống nhau.

Ví dụ, sử dụng kích thước phần tử mặc định, sẽ cho kích thước lưới 3×3 trên mỗi bề mặt của hộp.

1. **Main Menu > Preprocessor > MeshTool**

2. Chọn **Global**, thiết lập cho **Element Attributes**.

3. Chọn **Material number 2**.

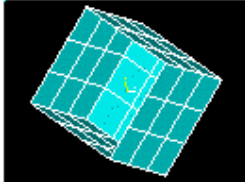
4. **OK**.

5. Chọn **Area meshing**.

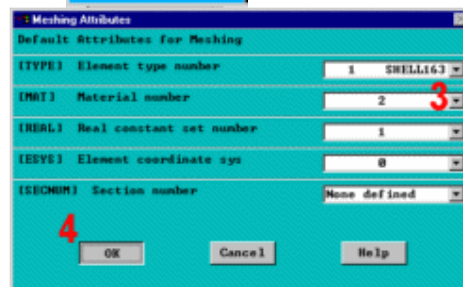
6. Chọn **Mapped meshing**.

7. Kích **Mesh**.

8. **Pick All** (trong picking menu) để chia lưới cho tất cả các diện tích



9. Toolbar: **SAVE_DB**.



Bước 7: Tạo phần tử cho mặt bàn.

Mặt bàn được định nghĩa như một mặt cứng, vì thế chỉ cần sử dụng 1 loại phần tử duy nhất. Tạo mô hình phần tử bốn nút.

1. **Utility Menu > PlotCtrls > Pan, Zoom, Rotate**

2. Chọn **Obliq**.

3. **Close**.

4. **Utility Menu > PlotCtrls > Numbering**

5. Mở **Node numbers**.

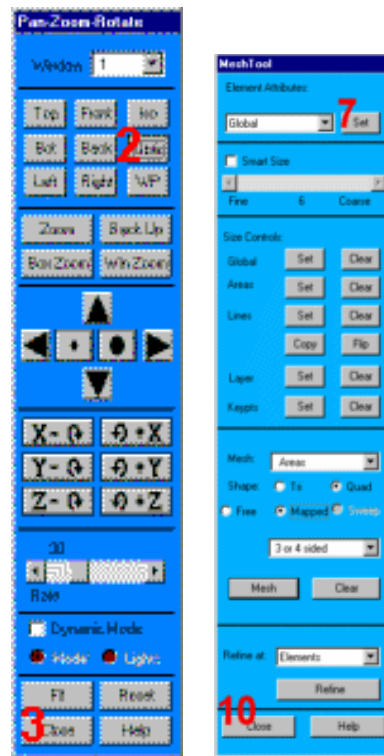
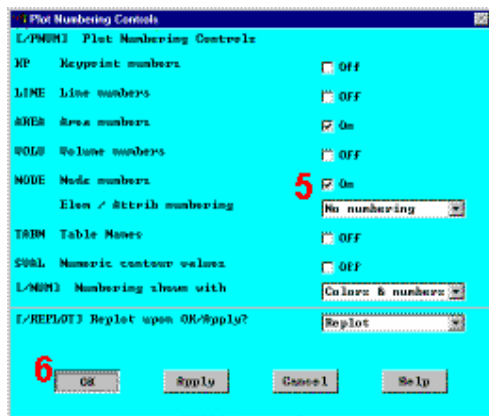
6. **OK**.

7. Chọn **Global**, Set cho **Element Attributes**.

8. Chọn **Material number 1**.

9. **OK**.

10. **Close** trong **Mesh Tool**.



11. **Main Menu** > **Preprocessor** > **-Modeling- Create** > **Nodes** > **In Active CS**

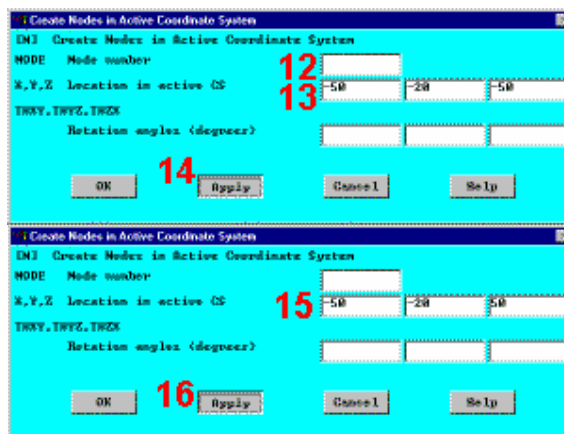
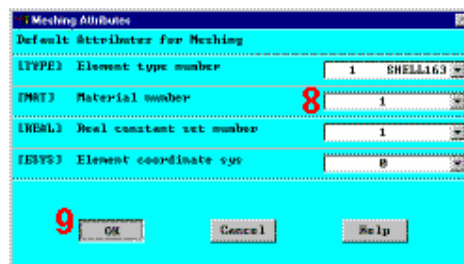
12. Để trống số nút, cho chúng tự đánh số.

13. Nhập -50, -20, -50 cho X, Y, Z.

14. **Apply** để tạo nút góc trái xa.

15. Nhập -50, -20, 50 cho X, Y, Z.

16. **Apply** để tạo nút góc trái gần.



17. Nhập 50, -20, 50 cho X, Y, Z

18. **Apply** để tạo nút góc phải gần.

19. Nhập 50, -20, -50 cho X, Y, Z.

20. **OK** để tạo nút góc phải xa.

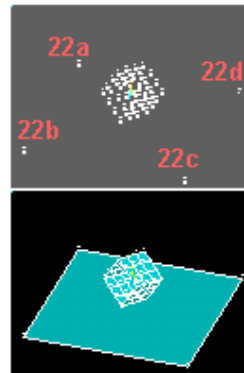
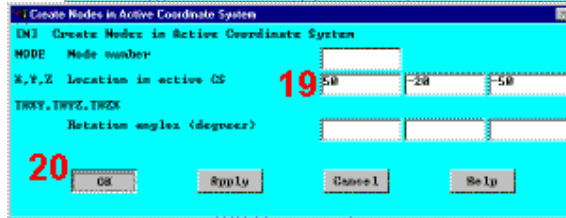
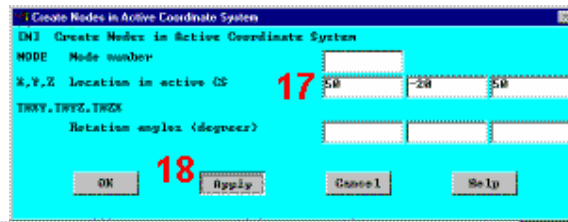
Tạo phần tử:

21. **Main Menu > Preprocessor > -Modeling- Create > Elements > -Auto Numbered-Thru Nodes**

22. Theo chiều kim đồng hồ, kích vào 4 nút đã được tạo.

23. **OK** (trong picking menu).

24. **Utility Menu > Plot > Elements**



Bước 8: Tạo các thành phần của hộp.

Phần lớn các thuật toán tiếp xúc đòi hỏi các thông số tiếp xúc, mà chúng có thể là các thành phần hợp thành, chi tiết IDs, hoặc chi tiết của cụm IDs. Trong hướng dẫn này tạo một thành phần làm ra các nút từ hộp.

1. **Utility Menu > Select > Entities**

2. Chọn **Elements**.

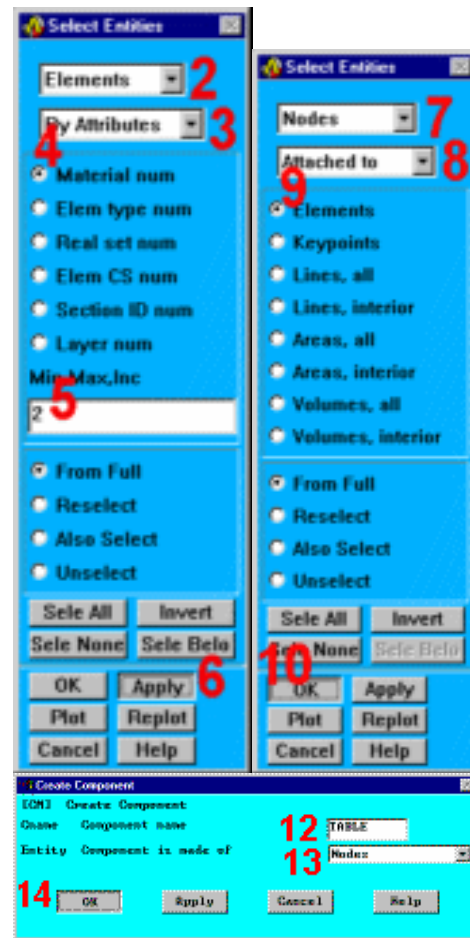
3. Chọn **By Attributes**.

4. Chọn **Material num.**

5. Nhập 2.

6. **Apply**.

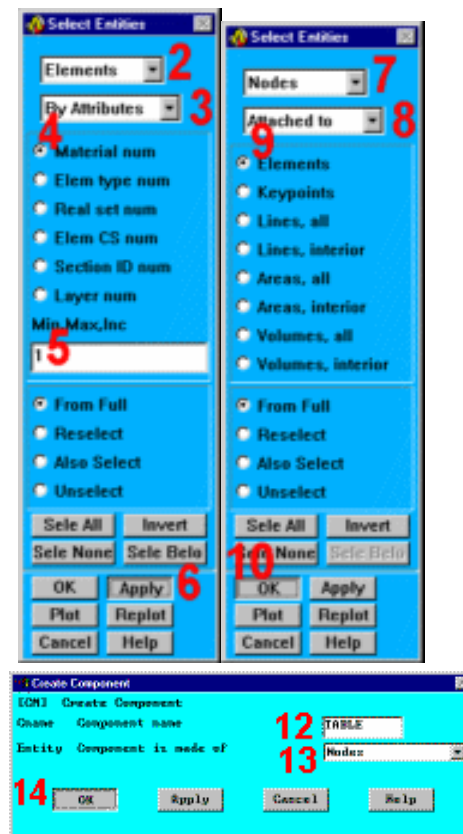
7. Chọn **Nodes**.
8. Chọn **Attached to**.
9. Chọn **Elements**.
10. **OK**.
11. **Utility Menu > Select > Comp/Assembly > Create Component**
12. Nhập "BOX" cho **Component name**.
13. Chọn **Nodes** cho **Entity**.
14. **OK**.
15. **Utility Menu > Select > Everything**



Bước 9: Tạo các thành phần của mặt bàn

1. **Utility Menu > Select > Entities**
2. Chọn **Elements**.
3. Chọn **By Attributes**.

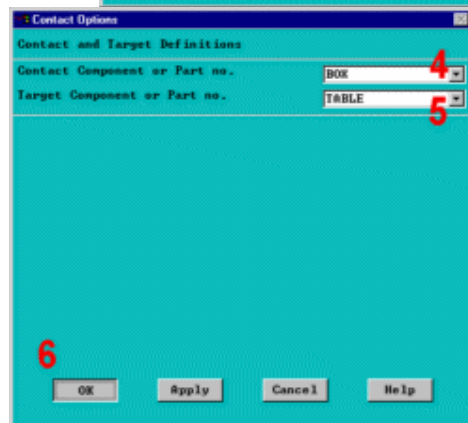
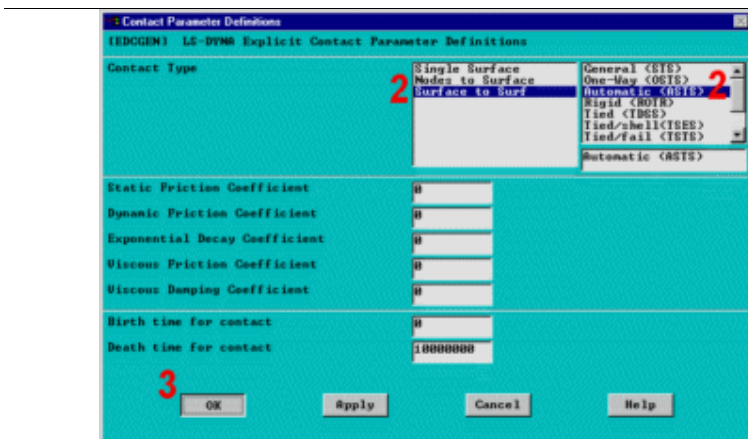
4. Chọn **Material num**.
5. Nhập 1.
6. **Apply**.
7. Chọn **Nodes**.
8. Chọn **Attached to**.
9. Chọn **Elements**.
10. **OK**.
11. **Utility Menu > Select > Comp/Assembly > Create Component**
12. Nhập "TABLE" cho **Component name**.
13. Chọn **Nodes** cho **Entity**.
14. **OK**.
15. **Utility Menu > Select > Everything**
16. **Toolbar: SAVE_DB**.



Bước 10: Xác định tham số tiếp xúc.

Trong quá trình phân tích hiện tượng tiếp xúc, các thuật toán tiếp xúc xấp xỉ được chọn lựa để cho ra những kết quả tốt nhất. Tuy nhiên, do trạng thái tự nhiên của bài toán, các điều kiện tiếp xúc sẽ không thể dự đoán được. Nên, bằng việc tự động chọn các nút cho bề mặt tiếp xúc, chương trình sẽ tự động điều chỉnh những biến đổi xuất hiện trong quá trình mô phỏng. Do khả năng áp dụng của nó, các nút tự động trên bề mặt tiếp xúc được thiết lập như một mặc định.

1. **Main Menu > Preprocessor > LS-DYNA Options > Contact > Define Contact**
2. Với **Contact Type**, chọn **Surface to Surf** và **Automatic (ASTS)**.
3. **OK**.
4. Chọn **BOX** cho **Contact Component**.
5. Chọn **TABLE** cho **Target Component**.
6. **OK**.
7. **Toolbar: SAVE_DB**.



3.8. ĐẶT TẢI

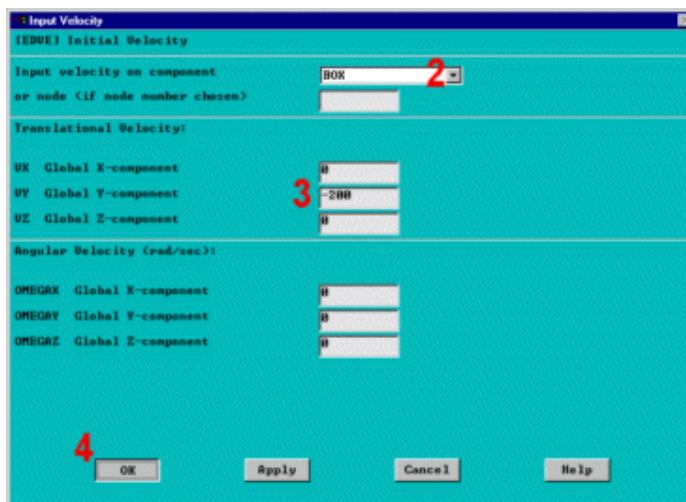
Bước 11: Đặt tốc độ ban đầu cho hộp

1. Main Menu > Solution > Initial Velocity > W/Nodal Rotate

2. Chọn BOX component.

3. Nhập -200 cho Initial velocity trong tọa độ toán thể Y.

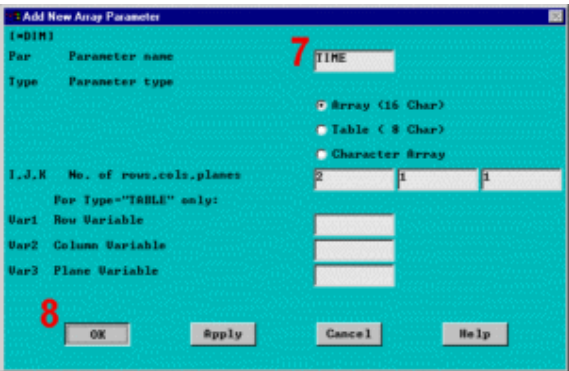
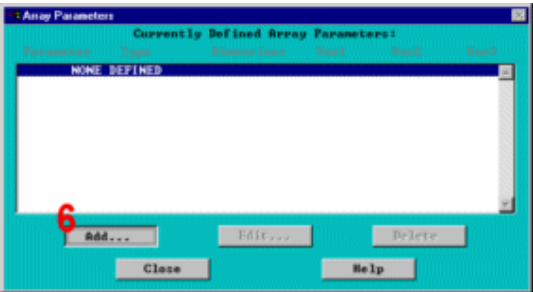
4. OK.



Trong phép phân tích động học tức thời, tải trọng phải được định nghĩa trong khoảng thời gian xảy ra

quá trình phân tích. Để làm được điều đó, hãy tạo một mảng chứa dữ liệu này.

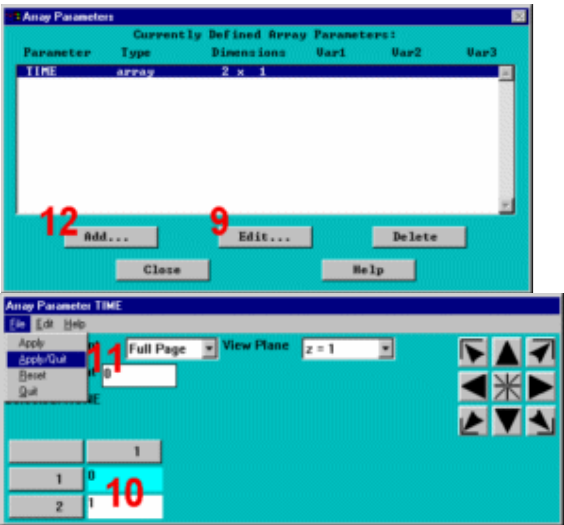
- 5. **Utility Menu > Parameters > Array Parameters > Define/Edit**
- 6. **Add.**
- 7. Nhập "TIME" cho array Parameter name.
- 8. **OK**



- 9. **Edit.**

10. Nhập 0 và 1 cho khoảng 2 thời gian

- 11. **File > Apply/Quit**
- 12. **Add.**



13. Nhập "ACCG" cho array Parameter name.

14. OK.

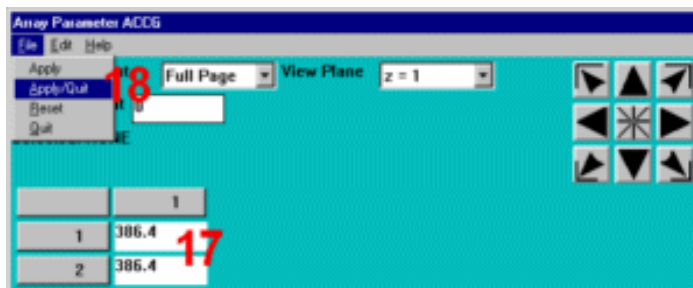
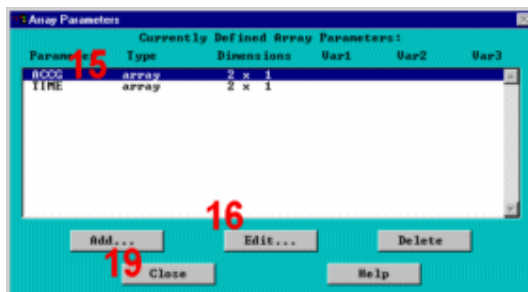
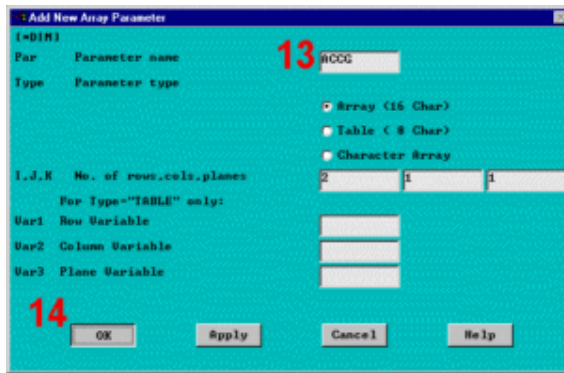
15. Chọn Parameter ACCG.

16. Edit.

17. Nhập 386.4 và 386.4 cho 2 gia tốc.

18. File > Apply/Quit

19. Close.



Bước 12: Đặt gia tốc cho hộp.

1. Main Menu > Solution > Loading Options > Specify Loads

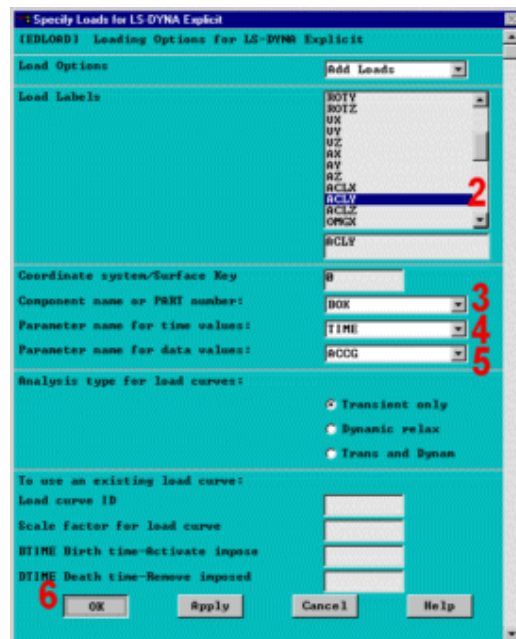
2. Cuộn xuống và chọn ACLY.

3. Chọn BOX cho Component name.

4. Chọn TIME cho **Parameter name for time values**.

5. Chọn ACCG cho **Parameter name for data values**.

6. OK.



3.9. GIẢI

Bước 13: Xác định các điều khiển ra.

1. Main Menu >
Solution > Time Controls >
Solution Time

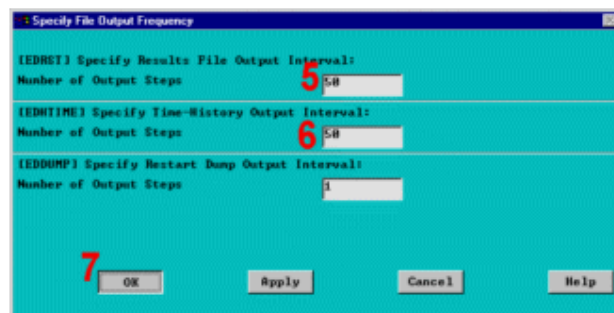
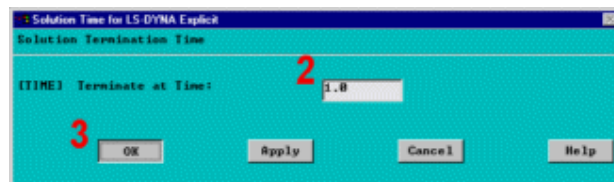
2. Nhập 1.0 cho thời gian cuối **Terminate at Time**:

3. OK.

4. Main Menu >
Solution > Output Controls >
File Output Freq >
Number of Steps

5. Nhập 50 cho số bước cho kết quả **Results file Number of Output Steps**.

6. Nhập 50 cho số bước kết quả theo thời gian **Time-**



History Number of Output Steps.

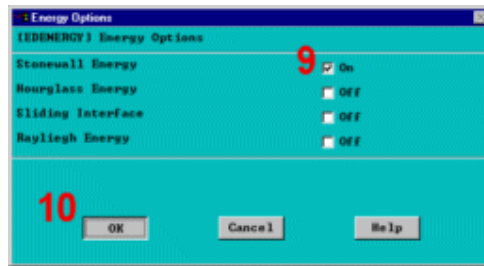
7. OK.

8. Main Menu > Solution > Analysis Options > Energy Options

9. Mở (On) Stonewall Energy và tắt năng lượng khác Energy Options (off).

10. OK.

11. Toolbar: SAVE_DB.



Bước 14: Giải.

1. Main Menu > Solution > Solve

2. Xem các thông tin trong màn hình trạng thái, sau đó chọn: File > Close (Windows)

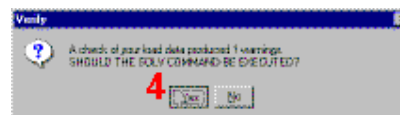
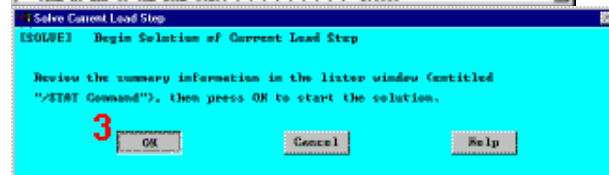
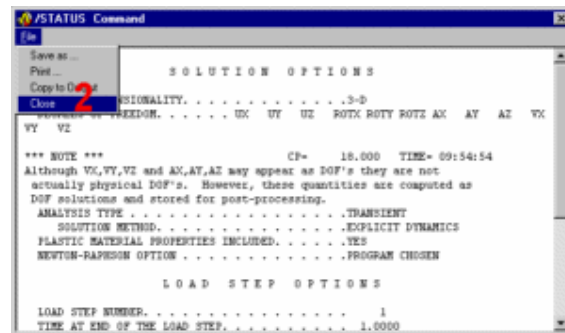
3. OK để bắt đầu giải.

Chú ý: Cửa sổ kiểm tra sẽ xuất hiện để nhắc nhở. Thông báo được tạo ra do liên kết mặt bàn bằng định nghĩa là phần tử cứng, chúng không có bậc tự do. Vì vậy, các cảnh báo này thường bỏ qua.

4. Yes.

Tiến hành giải trong 5-10 minutes.

5. Close.



3.10. XEM KẾT QUẢ

Bước 15: Hoạt hình đường bao ứng suất.

1. Utility Menu >
Plot > Elements

2. Utility Menu >
PlotCtrls > Pan,
Zoom, Rotate

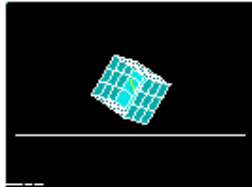
3. Chọn Front.

4. Close.

5. Utility Menu >
PlotCtrls >
Numbering

6. Tắt (off) Node
numbers.

7. OK.



8. Main Menu >
General Postproc > -
Read Results- First set

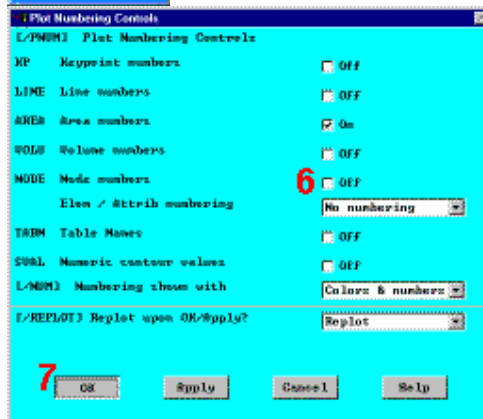
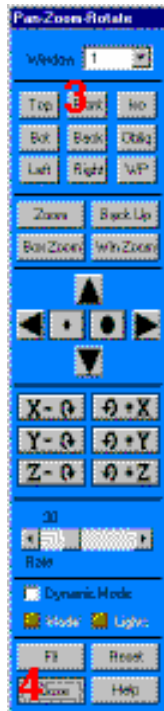
9. Utility Menu >
PlotCtrls > Animate >
Over Results

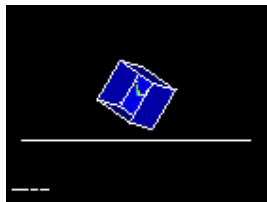
10. Mở (on)
Auto contour scaling.

11. Chọn
Stress.

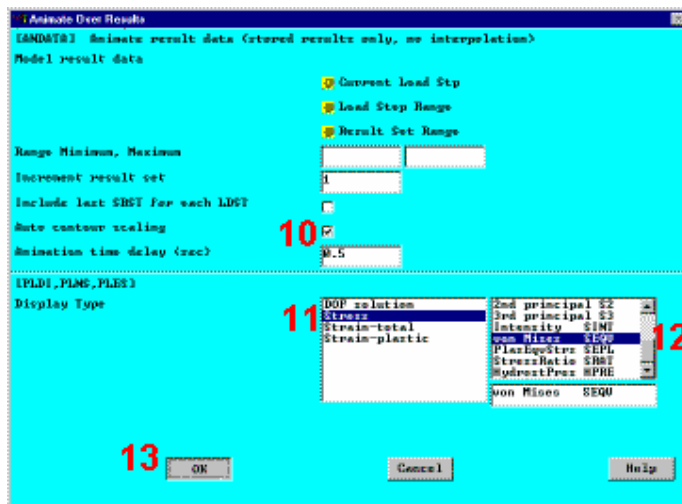
12. Chọn von
Mises.

13. OK.





14. Chọn Animation Controller (không thấy), nếu cần, sau chọn Close.



Bước 16: Hoạt hình hình dáng biến dạng.

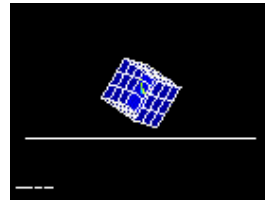
1. Utility Menu > PlotCtrls > Animate > Over Results

2. Mở (on) Auto contour scaling.

3. Chọn DOF Solution.

4. Chọn Deformed Shape.

5. OK.



6. Chọn Animation Controller (không thấy), nếu cần, sau chọn Close.

Bước 17: Thoát ANSYS .

1. Toolbar: Quit.

2. Chọn Quit - No Save!

3. OK.



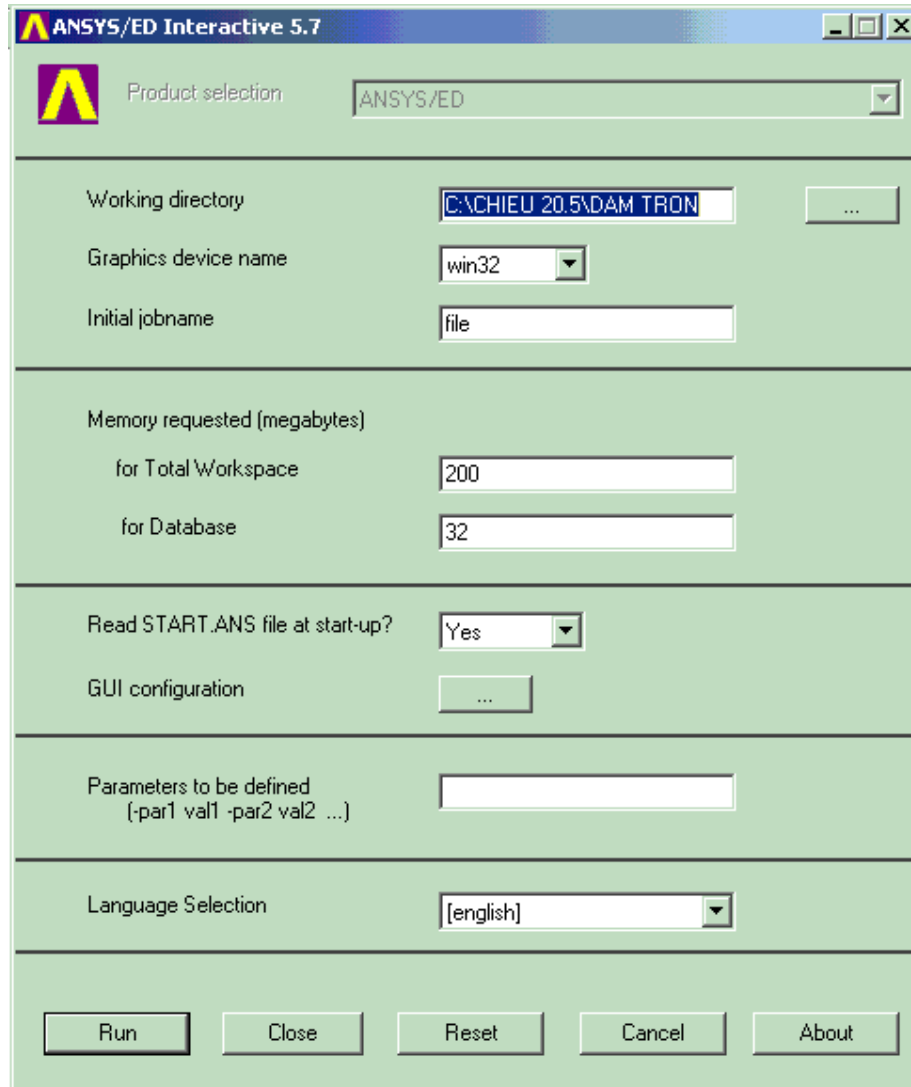
Kết thúc

Bài 4

BÀI TOÁN PHÂN TÍCH CẤU TRÚC - CÁC THỦ TỤC VÀ LỆNH

Bài toán dao động dầm là bài toán thường gặp trong phân tích cấu trúc. Bài này giới thiệu cách nhập các bài toán phân tích cấu trúc.

KHỞ ĐỘNG



The screenshot shows the 'ANSYS/ED Interactive 5.7' dialog box. It has a title bar with the ANSYS logo and window controls. The main area is divided into several sections with labels and input fields:

- Product selection:** A dropdown menu showing 'ANSYS/ED'.
- Working directory:** A text field containing 'C:\CHIEU 20.5\ĐAM TRON' and a browse button '...'.
- Graphics device name:** A dropdown menu showing 'win32'.
- Initial jobname:** A text field containing 'file'.
- Memory requested (megabytes):**
 - for Total Workspace: A text field containing '200'.
 - for Database: A text field containing '32'.
- Read START.ANS file at start-up?:** A dropdown menu showing 'Yes'.
- GUI configuration:** A button labeled '...'.
- Parameters to be defined (-par1 val1 -par2 val2 ...):** A text field.
- Language Selection:** A dropdown menu showing '[english]'.

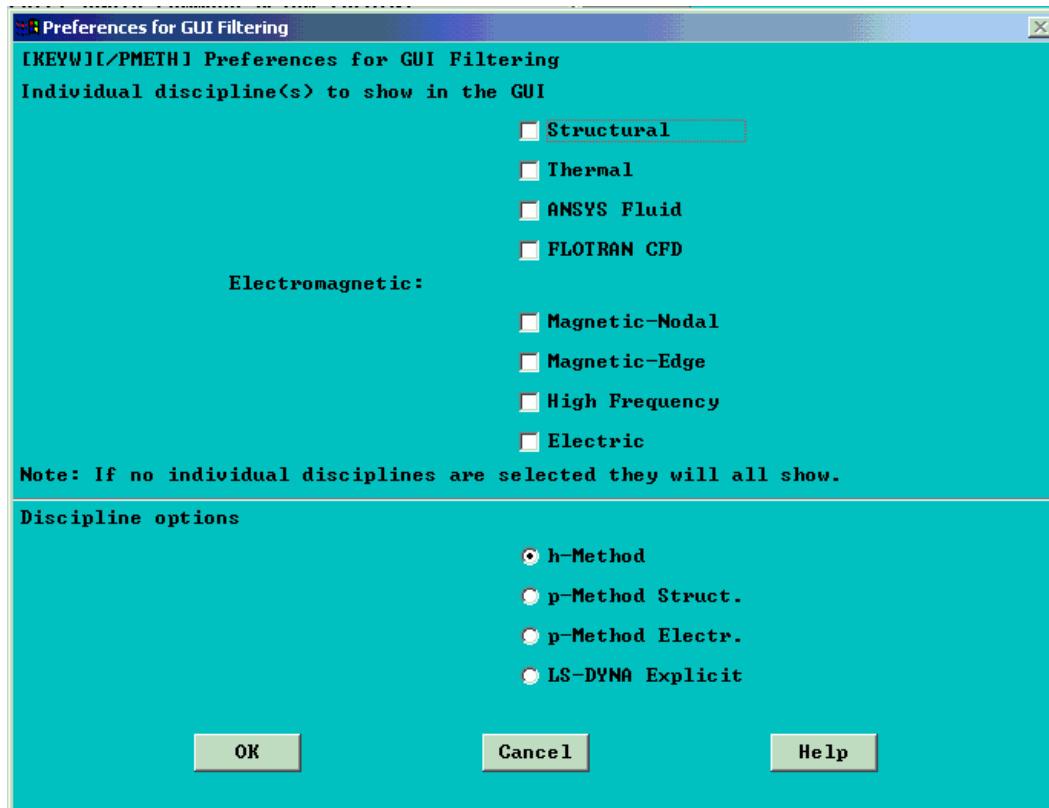
At the bottom, there are five buttons: 'Run', 'Close', 'Reset', 'Cancel', and 'About'.

Sau khi khởi động ANSYS, Xuất hiện cửa sổ Interactive. Cần chọn đường dẫn làm việc, đặt lại tên cho bài toán (Jobname), định lại số vùng làm việc và số File. Sau khi chọn bấm **Run** để vào ANSYS.

Chọn bài toán, có các dạng bài toán kết cấu, nhiệt, dòng chảy, điện từ.

Chọn bài toán kết cấu. Nhấp vào Reference trong Main Menu, hộp thoại chọn bài toán xuất hiện và đánh dấu chọn bài toán.

Lệnh: **Main Menu > Reference > Structural**



Chọn xong bấm **OK** chấp nhận.

PREPROCESSOR - Tiền xử lý.

Vào tiền xử lý để thiết lập mô hình hình học, chọn dạng phần tử, nhập và tính các đặc trưng hình học mặt cắt. Nhập các tham số vật liệu.

Khai báo và lựa chọn phần tử: Trong bài toán kết cấu cần chọn đúng kiểu phần tử, phải nhập các hằng số đặc trưng hình học. Tiếp sau cần chọn mô hình vật liệu.

Trong Môđun phân tích Modal, cho phép chọn và nhập các thông số hình học của mặt cắt thông dụng. Trong xây dựng mô hình hình học, có thể tạo mô hình mới với sử dụng các thuật toán boolean.

Nhập thuộc tính vật liệu, vật liệu tuyến tính và phi tuyến thông qua các hộp thoại.

Chia lưới: ANSYS có khả năng chia lưới tự động, kiểm tra cỡ lưới, chọn kiểu lưới, thay đổi kiểu và kích thước lưới.

ANSYS còn có khả năng điều khiển các quá trình xây dựng mô hình học theo đúng ý muốn. Có thể thiết lập bài toán kép và chu kỳ.

Đồng thời có thể thiết lập đặt tải và môi trường tùy thuộc bài toán.

Preprocessor	
Element Type >	Khai báo phần tử
Real Constants >	Khai Hằng số Real
Material Props >	Khai báo vật liệu
Sections >	Chọn hình dáng mặt cắt

-Modeling-	Mô hình hoá
Create >	Tạo mô hình mới
Operate >	Phép toán logic
Move / Modify >	Dịch chuyển/Thay đổi
Copy >	Copy
Reflect >	Làm mới
Check Geom >	Kiểm tra hình dáng
Delete >	Xoá
Update Geom ...	Cập nhật hình học

-Attributes-	Tính chất
Define >	Định nghĩa
MeshTool ...	Công cụ chia lưới

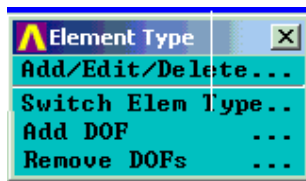
-Meshing-	Chia lưới
Size Cntrl >	Kiểm tra kích cỡ lưới
Mesh Opt ...	Chọn kiểu chia lưới....
Concatenate >	Ràng buộc
Mesh >	Lưới
Modify Mesh >	Thay đổi lưới
Check Mesh >	Kiểm tra lưới
Clear >	Xoá

Checking Ctrl >	Điều khiển kiểm tra
Numbering Ctrl >	Điều khiển đánh số
Archive Model >	Lưu giữ mô hình
Coupling / Ceqn >	BT kép/Ceqn
Cyclic Sector ...	Chu kỳ

Loads >	Đặt tải
Physics >	Môi trường vật lý

Khai báo kiểu phần tử

Main Menu > Element Type

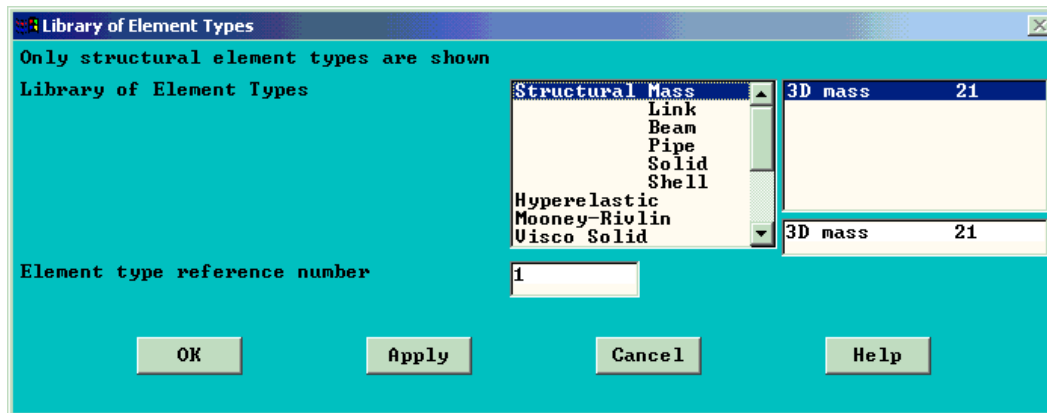


Kiểu phần tử:
Thêm/Soạn thảo/Xoá...
Bật khoá về Kiểu phần tử
Thêm Bậc tự do
Xoá bậc tự do

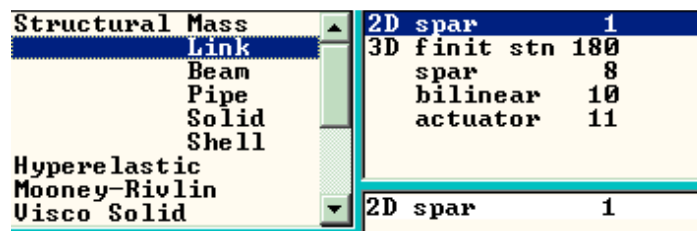
Chọn phần tử từ thư viện

Vào lệnh: **Add/Edit/Delete...**

Hộp thoại chọn phần tử xuất hiện. Có các kiểu phần tử kết cấu: Khối lượng Mass, Thanh Link, Dầm Beam, ống Pipe, Khối đặc Solid, tấm vỏ Shell. Ngoài ra còn có các phần tử khác. Thí dụ: Chọn phần tử Mass. Trong mô hình phần tử 3D có 1 dạng phần tử khối lượng Mass21.



Đối với các thanh sử dụng phần tử LINK. Chọn phần tử Link, cho phép tính toán với phần tử chỉ chịu lực dọc theo phần tử. Không có lực uốn. Có 1 phần tử 2D và 4 phần tử 3D. Phần tử Link có các dạng 2D và 3D.



Structural	Mass	2D elastic	3
	Link	plastic	23
	Beam	tapered	54
	Pipe	3D finite strain	
	Solid	2 node	188
	Shell	3 node	189
Hyperelastic		3D elastic	4
Mooney-Rivlin			
Visco Solid		2D elastic	3

Đối với đối tượng là dầm, cần chọn phần tử dầm. Chọn phần tử Beam cho phép tính toán dầm có diện tích tiết diện và chịu uốn. Cần nhập đủ các đặc trưng hình học của mặt cắt. Phần tử BEAM giải cho các dầm đàn hồi, dầm dẻo, các phần tử 3D biến dạng hữu hạn, phần tử 3D 2 nút hoặc 3 nút.

Structural	Mass	Elast straight16	
	Link	tee	17
	Beam	elbow	18
	Pipe	Plast straight20	
	Solid	elbow	60
	Shell	Immersed	59
Hyperelastic			
Mooney-Rivlin		Elast straight16	
Visco Solid			

Trong phân tích cấu trúc, ANSYS có thể giải các bài toán tĩnh và thiết kế hệ đường ống với phần tử PIPE. Khi giải bài toán dựng đường ống, cần xác định các dạng đường gấp khúc để tính sự tổn thất thủy lực. Mỗi đoạn có đặc tính riêng cần sử dụng một dạng phần tử. Trong nhóm phần tử Pipe (ống) có các dạng phần tử đàn hồi, dẻo, phần tử ngâm dưới nước. Trong dạng đàn hồi có ống thẳng, ống chữ T và góc khuỷu. Trong ống dẻo mềm chỉ có phần tử thẳng và phần tử góc khuỷu.

Structural	Mass	Quad 4node	42
	Link	4node	182
	Beam	8node	183
	Pipe	8node	82
	Solid	Triangle 6node	2
	Shell	Axi-har 4node	25
Hyperelastic		8node	83
Mooney-Rivlin		Quad 4node	42
Visco Solid			

Brick 8node	45		
8node	185		
20node	186	concret	65
20node	95	w/rotat	73
aniso	64	Tet 10node	187
concret	65	10node	92
w/rotat	73	w/rotate	72

Quad 4node	42	Quad 4node	42
------------	----	------------	----

Các chi tiết cơ khí thường có dạng hình học phức tạp, nhưng độ dài không lớn, vì vậy phải chọn phần tử SOLID. Phần tử SOLID chiếm vị trí rất lớn trong bài toán kết cấu. Chọn phần tử Solid có thể 2D và 3D. Theo số nút được chia thành hình tứ giác 4 nút, 8 nút; tam giác 3 nút, phần tử phẳng đối xứng, phần tử dạng hộp, phần tử dạng tháp. Số dạng phần tử được đưa ra phù hợp với việc chia phần tử để bảo đảm sai số chia phần tử là ít nhất.

Phần tử vỏ SHELL: là dạng phần tử dùng cho phân tích các chi tiết dạng vỏ mỏng. Có vỏ đàn hồi, dẻo, siêu đàn hồi. Chọn phần tử Shell để tính bài toán vỏ mỏng không gian không xét đến chiều dày.

Structural	Mass	Elastic 4node 63
	Link	8node 93
	Beam	Plastic 4node143
	Pipe	Hyper 4node181
	Solid	Plastic 4node 43
	Shell	4node181
	Hyperelastic	Shear panel 28
	Mooney-Rivlin	Elastic 4node 63
	Visco Solid	

Vật liệu siêu đàn hồi

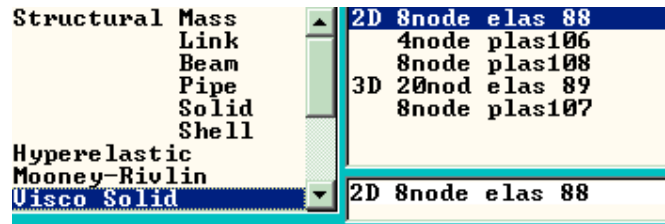
Structural	Mass	2D 4 node 182	
	Link	8 node 183	
	Beam	3D 4 node 181	
	Pipe	8 node 185	Shear panel 28
	Solid	20 node 186	Membrane 41
	Shell	10 node 187	2D axisymmetr 51
	Hyperelastic		axi-harmon 61
	Mooney-Rivlin	2D 4 node 182	Elastic 4node 63
	Visco Solid		

Vật liệu siêu đàn hồi như cao su, có các phần tử 2D và 3D.

Đàn hồi phi tuyến Mooney-Rivlin

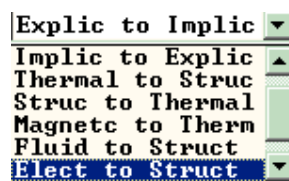
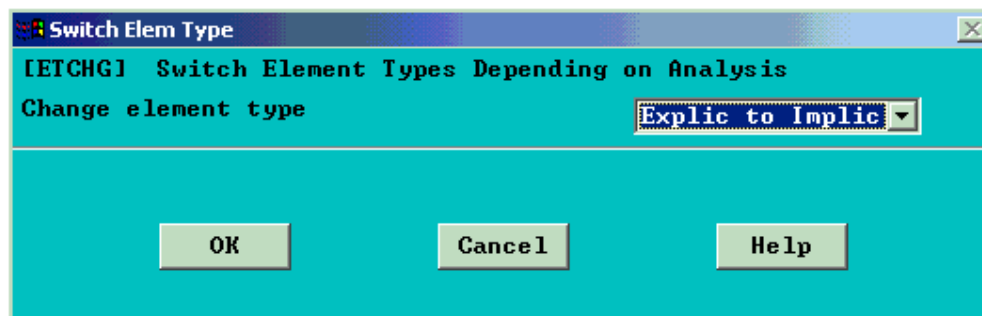
Structural	Mass	2D 4node U-P 56
	Link	8node U-P 74
	Beam	8node 84
	Pipe	3D 8node U-P 58
	Solid	8node 86
	Shell	10node U-P 158
	Hyperelastic	
	Mooney-Rivlin	2D 4node U-P 56
	Visco Solid	

Vật liệu nhót



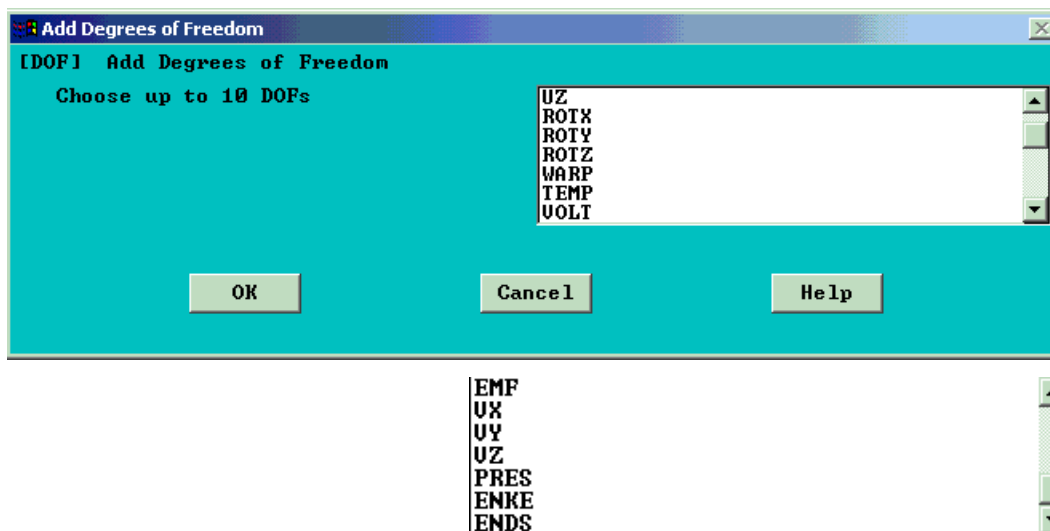
Chuyển đổi phần tử

Kiểu phần tử chuyển đổi: Trong phân tích kết cấu, sử dụng nhiều dạng bài toán khác nhau, có thể tiến hành giải các bài toán trường kép, đồng tác dụng. Có thể tính song song bài toán tương minh (Explicit) và bài toán ngẫu nhiên (Implicit); tính chuyển bài toán cơ và nhiệt, bài toán từ và nhiệt, bài toán dòng chảy thủy lực sang bài toán kết cấu và ngược lại. Sử dụng khoá chuyển kiểu phần tử để chuyển bài toán.



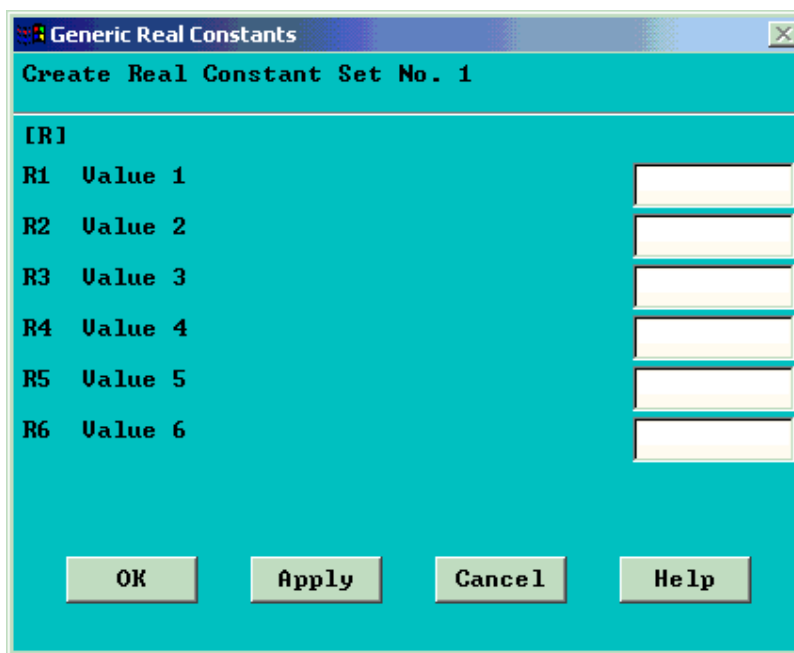
Thêm các bậc tự do

Các bậc tự do được định nghĩa theo chuyển vị UX, UY, UZ, quay ROTX, ROTY, ROTZ, nhiệt độ, điện áp Von, tốc độ VX, VY, VZ, áp lực Pres...

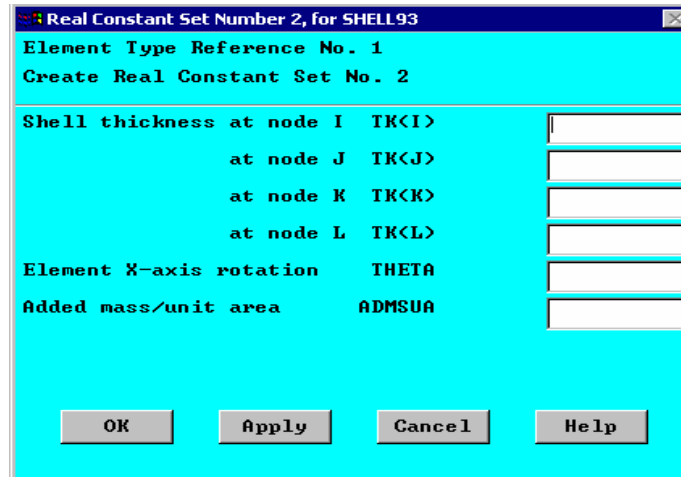


Khai báo hằng số thực Real Constant

Tùy các kiểu phần tử cần điền vào hộp thoại các giá trị phù hợp: diện tích mặt cắt, chiều cao, chiều rộng, chiều dày, mômen quán tính mặt cắt...



Định nghĩa chiều dày cho các nút của phần tử Shell



Real Constant Set Number 2, for SHELL93

Element Type Reference No. 1

Create Real Constant Set No. 2

Shell thickness at node I TK<I>

at node J TK<J>

at node K TK<K>

at node L TK<L>

Element X-axis rotation THETA

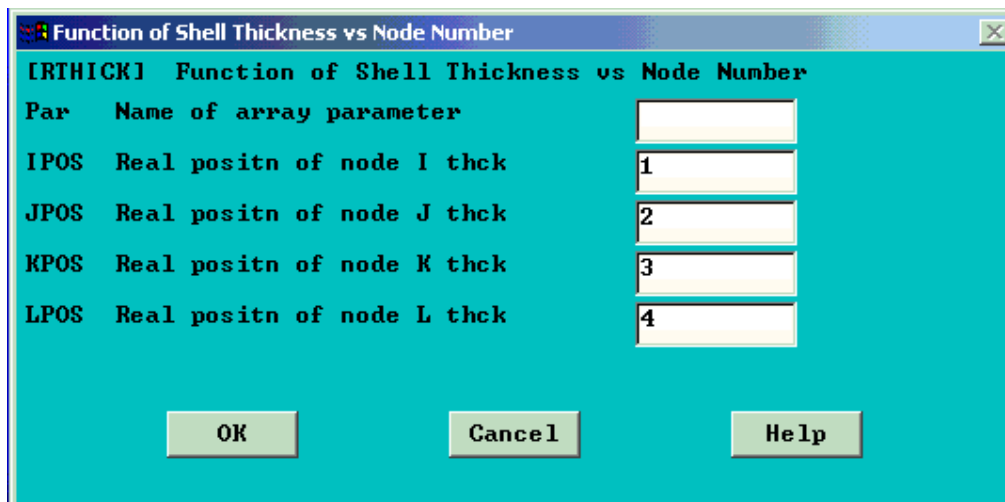
Added mass/unit area ADMSUA

OK Apply Cancel Help

Đối với phần tử Shell, cần nhập chiều dày. Chiều dày phần tử Shell được định nghĩa theo 4 góc I, J, K, L, góc quay, và khối lượng trên đơn vị diện tích.

Cũng có thể nhập chiều dày phần tử Shell theo hàm.

Nhập các số thứ tự hàm chiều dày theo thứ tự nút.



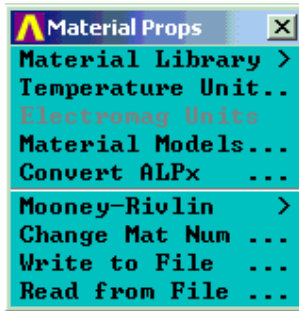
Function of Shell Thickness vs Node Number

[RTHICK] Function of Shell Thickness vs Node Number

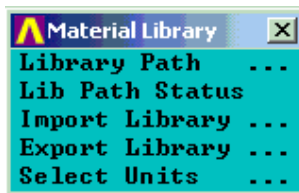
Par	Name of array parameter	
IPOS	Real positn of node I thck	1
JPOS	Real positn of node J thck	2
KPOS	Real positn of node K thck	3
LPOS	Real positn of node L thck	4

OK Cancel Help

Nhập thuộc tính vật liệu

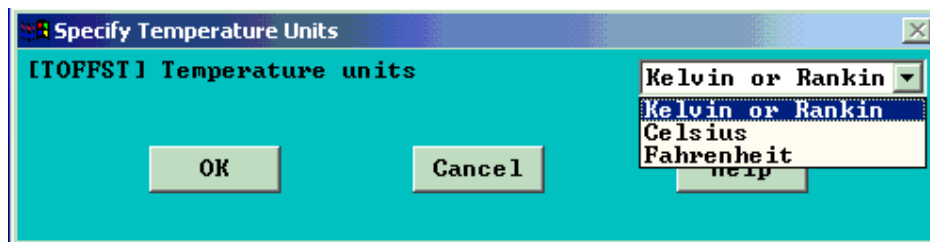


Thư viện thuộc tính



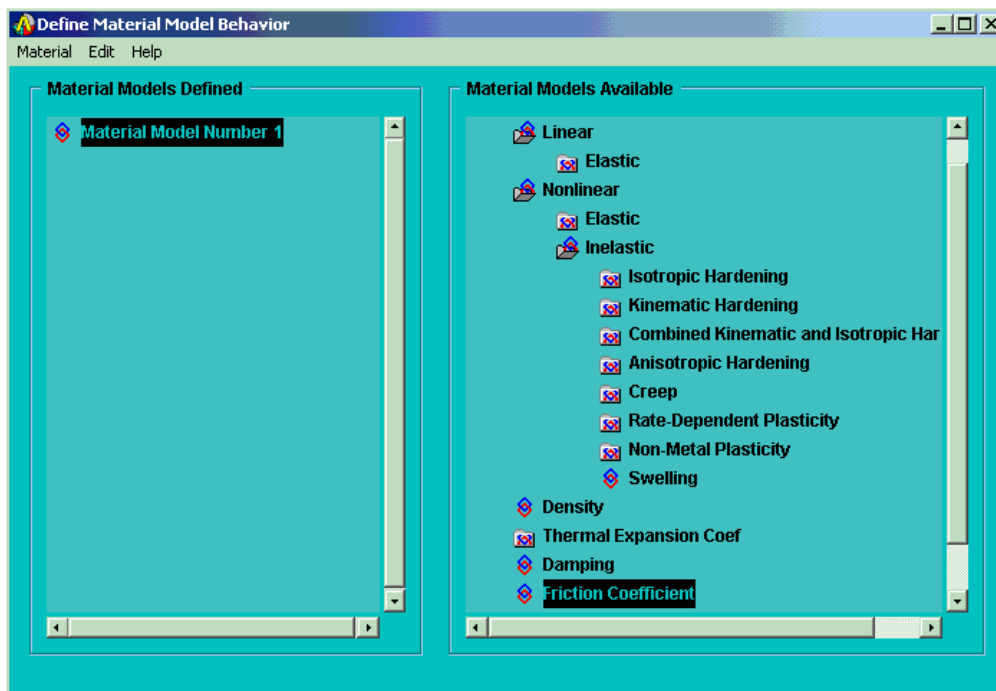
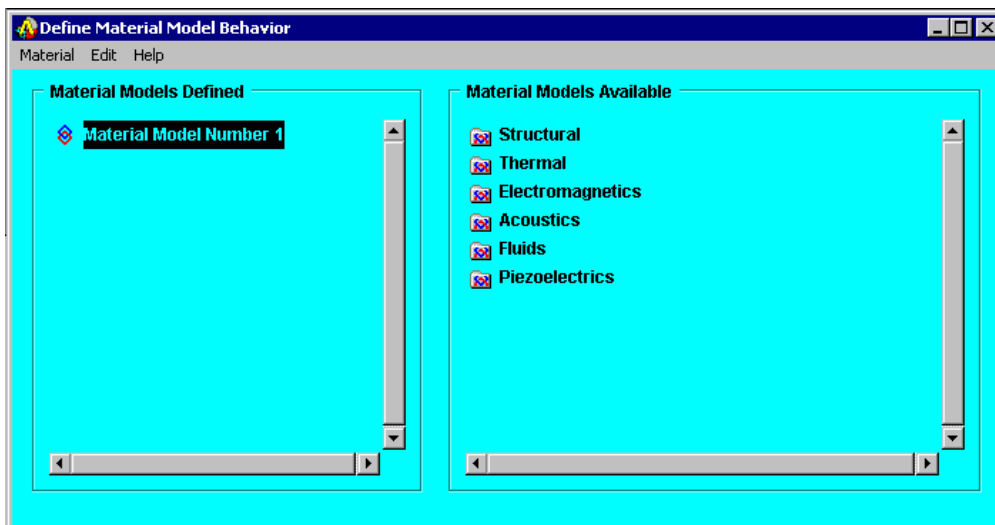
Đường dẫn thư viện
Trạng thái đường dẫn thư viện
Nhập thư viện
Xuất thư viện
Chọn đơn vị

Định nghĩa đơn vị cho nhiệt độ: có 3 đơn vị nhiệt có thể chuyển đổi. Đơn vị nhiệt độ Kelvin, Celsius và Fahrenheit.



Nhập các thuộc tính vật liệu cho mô hình đã được định nghĩa:

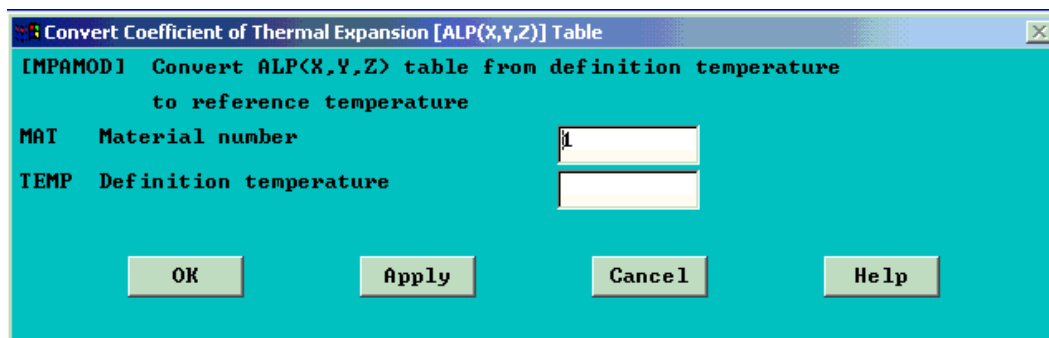
Mỗi vật liệu được đánh số và nhập thuộc tính của chúng. Các mô hình vật liệu gồm: Vật liệu kết cấu, Nhiệt, điện từ, âm học, chất lỏng, áp điện.



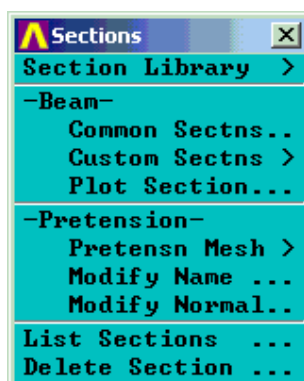
Trong vật liệu kết cấu : Có vật liệu tuyến tính đàn hồi, vật liệu phi tuyến đàn hồi và phi đàn hồi. Trong vật liệu phi đàn hồi có vật liệu biến cứng đẳng hướng, biến cứng động, biến cứng động kết hợp với đẳng hướng, biến cứng dị hướng, vật liệu từ biến.

Nhập các thuộc tính vật lý như mật độ Density, hệ số giãn nở nhiệt Thermal Expansion coef, hệ số hãm Damping, hệ số ma sát Friction Coefficient...

Chuyển đổi hệ số dẫn nở nhiệt



Thiết kế mô hình mặt cắt



Mặt cắt

-Beam

Mặt cắt chung

Mặt cắt định nghĩa

Vẽ mặt cắt

-Biểu diễn

Biểu diễn lưới

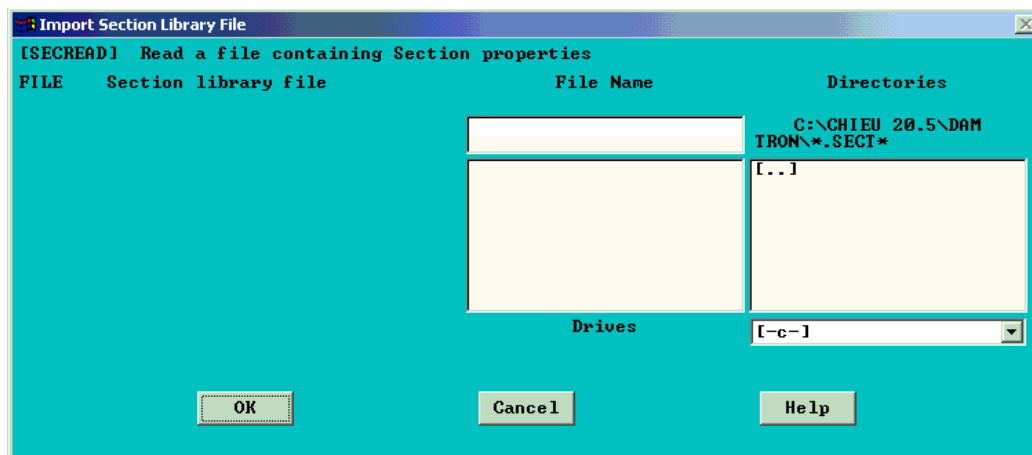
Đổi tên

Đổi vectơ pháp tuyến

Danh sách mặt cắt

Xoá mặt cắt

Nhập mặt cắt từ thư viện



Beam Tool

ID: 1

Name:

Sub-Type:

Offset To:

Offset Y:

Offset Z:

Preview:

B:

H: 0

Nb: 0

Nh: 0

OK Apply

Close Preview

Help Meshview

Ký hiệu

Tên

Kiểu mặt cắt

Offset theo trục

Các thông số hình học

Chiều rộng

Chiều cao

Nhập các thông số hình học mặt cắt qua **Beam Tool**. **Beam Tool** là công cụ để nhập các thông số hình học của mặt cắt. Sau khi nhập mã hiệu và tên, vào **Sub-Type** chọn dạng mặt cắt. Sau khi chọn, nhập các giá trị của tham số hình học. Nếu có thêm mặt cắt, bấm **Apply** để nhập tiếp.

Chia lưới

Vào **Mesh Tool** để định dạng chia lưới.

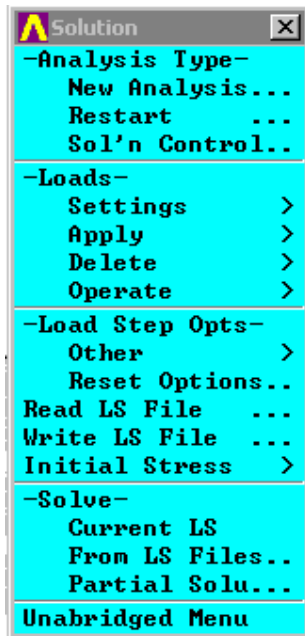
Cách chia lưới cũng như các bài khác.

SOLUTION - Giải

Pha thứ 2 của ANSYS là SOLUTION. Trong đó cần: chọn dạng phân tích bài toán, nhập điều kiện biên-tải và ra lệnh giải.

ANSYS cho nhập các kiểu phân tích mới, khởi động lại.

Trong bài này chọn **Modal**.



Solution

Kiểu phân tích

Phân tích mới

Khởi động lại

Kiểm soát lỗi giải

Nhập tải

Thiết lập tải

áp dụng tải

Xoá tải

Thao tác

Chọn bước giải

Đọc bước giải từ File

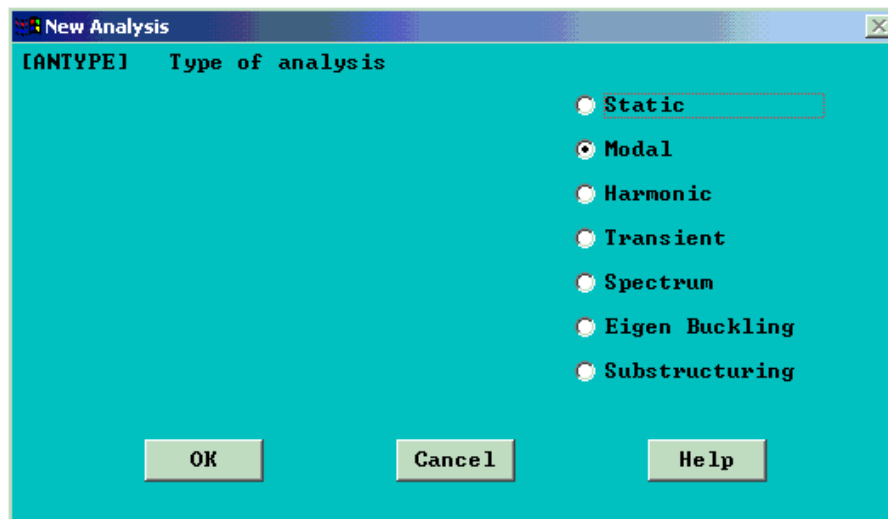
Giải

Bước giải hiện thời

Từ File Bước giải

Giải cục bộ

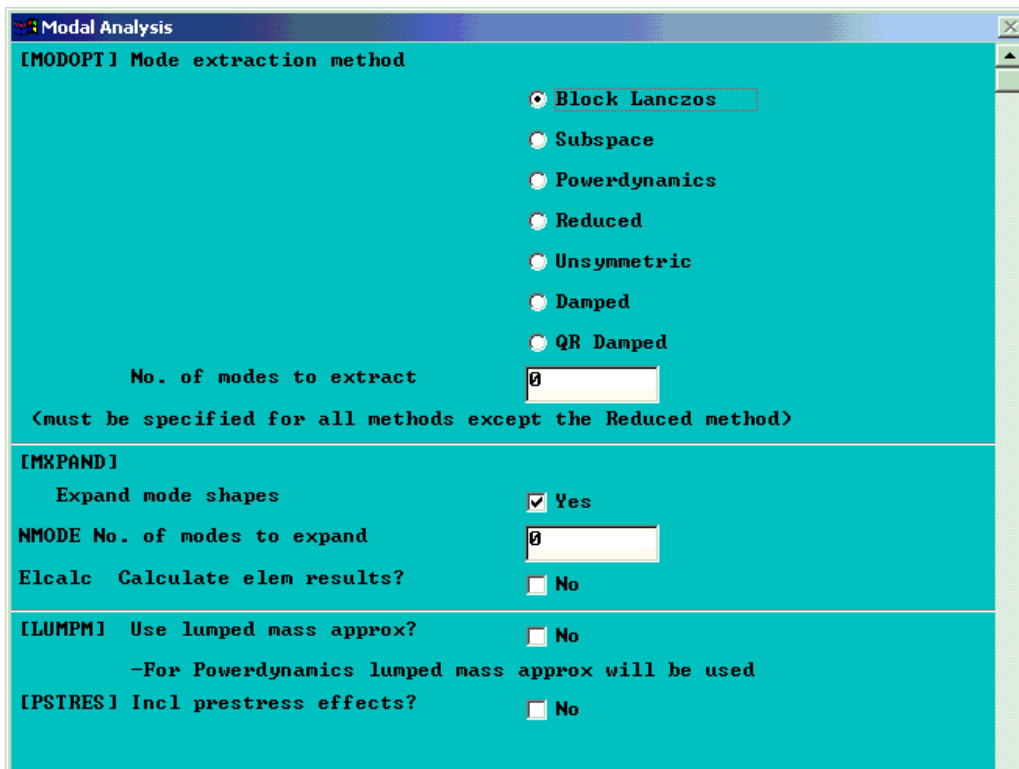
Chọn dạng phân tích



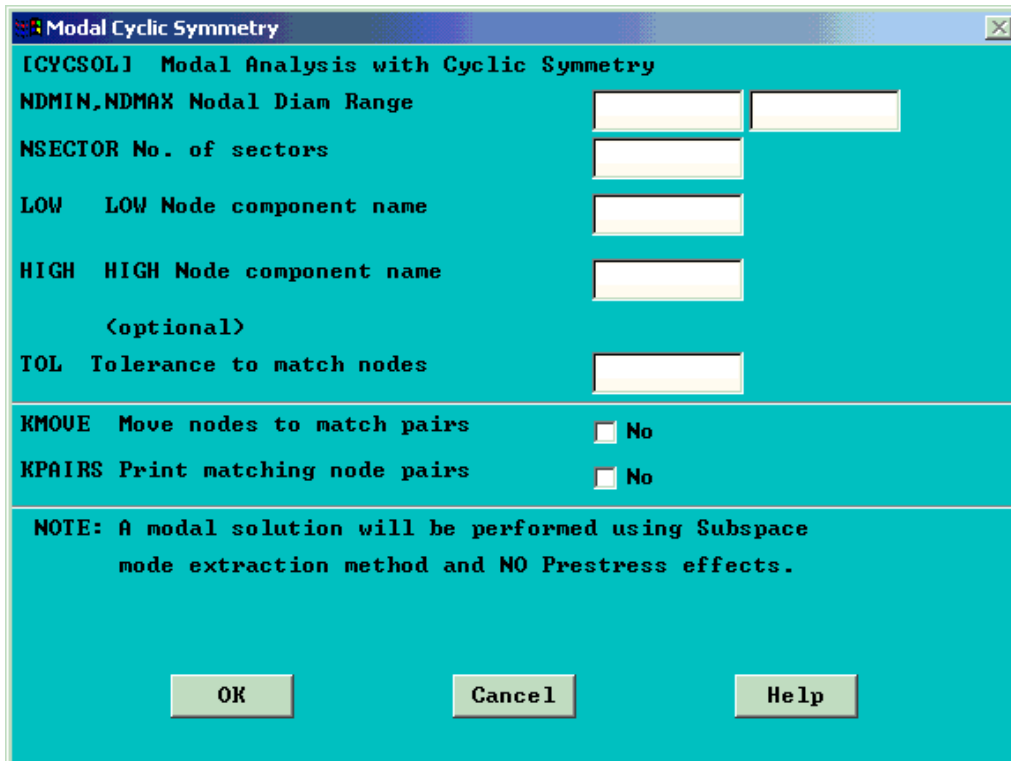
Vào **New Analysis**. Hộp thoại kiểu phân tích xuất hiện. Thông thường mặc định là phân tích tĩnh. Khi phân tích dao động vào nút **Modal**. **OK** để chọn.

Chọn kiểu phân tích bài toán dao động

Trong phân tích dao động cần chọn các phương pháp tính: Block Lanczos, Subspace, Powerdynamics, Reduced, Unsymmetric... Chọn mode nỏ Extract.



Với bài toán đối xứng:



Modal Cyclic Symmetry

ICYCSOL1 Modal Analysis with Cyclic Symmetry

NDMIN,NDMAX Nodal Diam Range

NSECTOR No. of sectors

LOW LOW Node component name

HIGH HIGH Node component name

(optional)

TOL Tolerance to match nodes

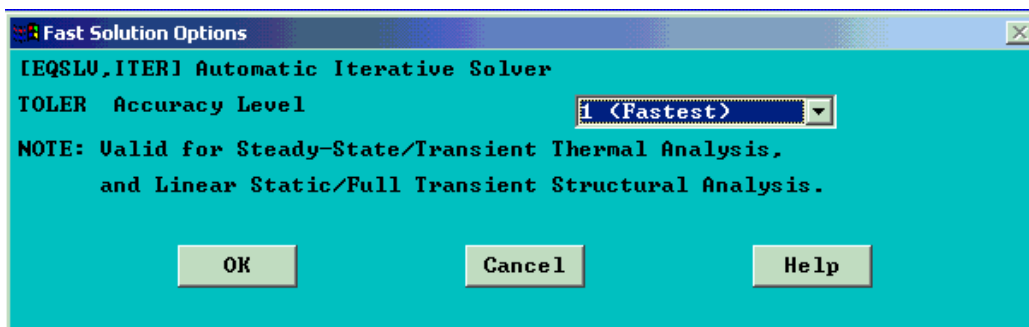
KMOVE Move nodes to match pairs ☐ No

KPAIRS Print matching node pairs ☐ No

NOTE: A modal solution will be performed using Subspace mode extraction method and NO Prestress effects.

OK Cancel Help

Chọn kiểu xuất dữ liệu



Fast Solution Options

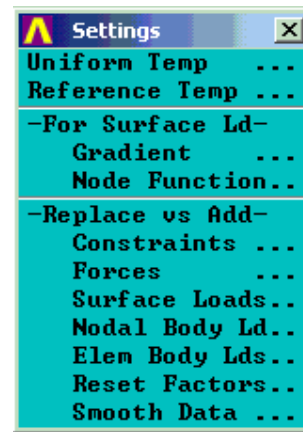
IEQSLU,ITER1 Automatic Iterative Solver

TOLER Accuracy Level 1 <Fastest>

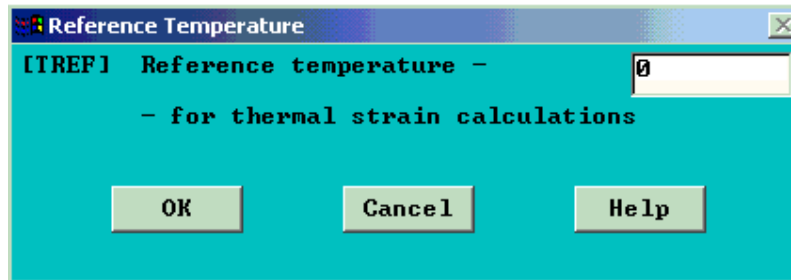
NOTE: Valid for Steady-State/Transient Thermal Analysis, and Linear Static/Full Transient Structural Analysis.

OK Cancel Help

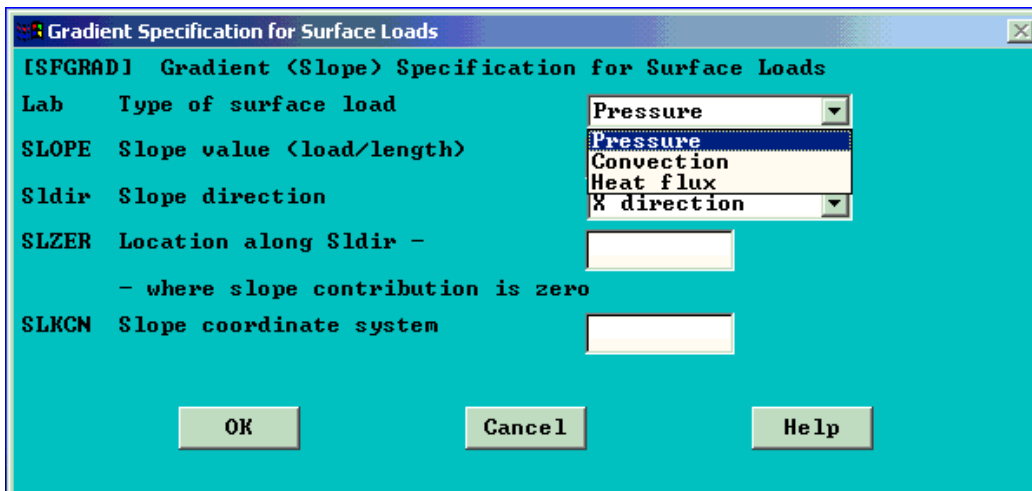
Thiết lập lại môi trường phân tích



Nhập nhiệt độ gốc

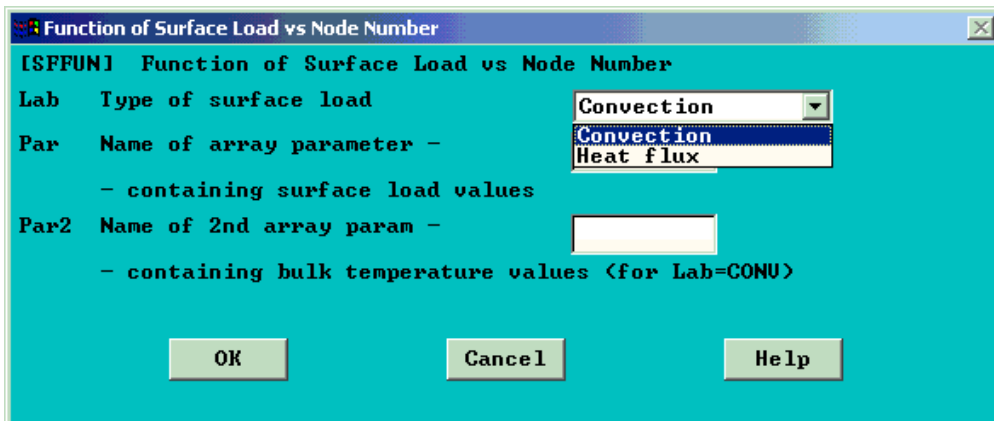


Nhập tải bề mặt



Nhập hàm tải bề mặt qua số hiệu nút.

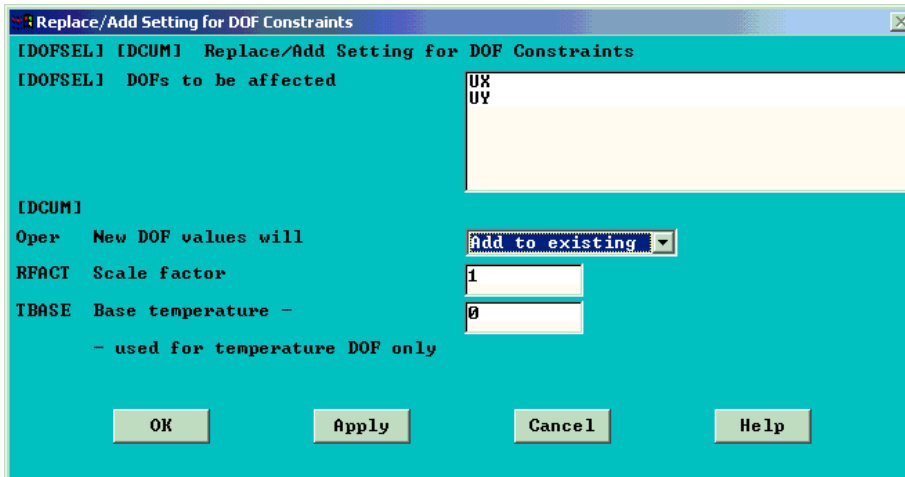
Nhập theo điều kiện biên nhiệt: đối lưu hoặc dòng nhiệt.



The dialog box is titled "Function of Surface Load vs Node Number". It contains the following fields and options:

- Lab**: Type of surface load. A dropdown menu with "Convection" selected.
- Par**: Name of array parameter -. A dropdown menu with "Convection" and "Heat flux" options. "Convection" is selected.
- Par2**: Name of 2nd array param -. An empty text box.
- Below the fields, there are two lines of text: "- containing surface load values" and "- containing bulk temperature values <for Lab=CONU>".
- At the bottom, there are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

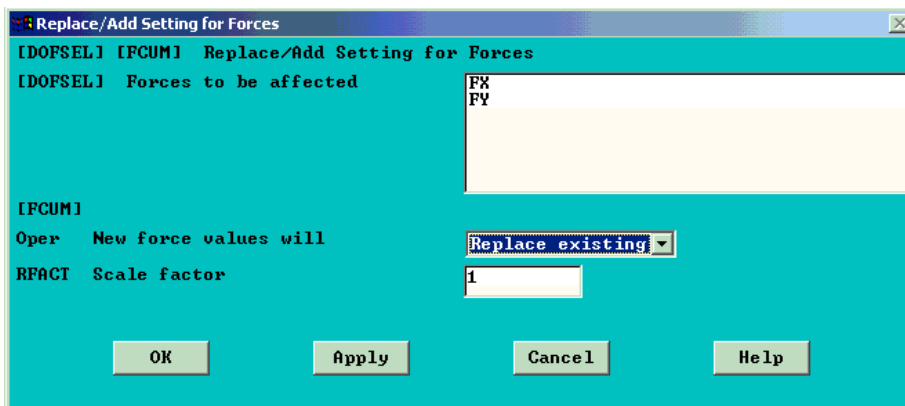
Thay hoặc thêm bậc tự do



The dialog box is titled "Replace/Add Setting for DOF Constraints". It contains the following fields and options:

- [DOFSEL]**: DOFs to be affected. A list box containing "UX" and "UY".
- [DCUM]**: Oper New DOF values will. A dropdown menu with "Add to existing" selected.
- RFACT**: Scale factor. A text box containing "1".
- TBASE**: Base temperature -. A text box containing "0". Below it, a note says "- used for temperature DOF only".
- At the bottom, there are four buttons: "OK", "Apply", "Cancel", and "Help".

Thay hoặc thêm lực



The dialog box is titled "Replace/Add Setting for Forces". It contains the following fields and options:

- [DOFSEL]**: Forces to be affected. A list box containing "FX" and "FY".
- [FCUM]**: Oper New force values will. A dropdown menu with "Replace existing" selected.
- RFACT**: Scale factor. A text box containing "1".
- At the bottom, there are four buttons: "OK", "Apply", "Cancel", and "Help".

Thay hoặc thêm tải bề mặt

Replace/Add Setting for Surface Loads

ISFCUM1 Replace/Add Setting for Surface Loads

Pressure <PRES>

Oper New load values will **Replace existing**

FACT Scale factor, real part 1

FACT2 Scale factor, imag part 1

Convection <CONU>

Oper New load values will **Replace existing**

FACT Scale factor, film coef 1

FACT2 Scale factor, bulk temp 1

Heat flux <HFLUX>

Oper New load values will **Replace existing**

FACT Scale factor 1

Superelement load vector <SELV>

Oper New load values will **Replace existing**

FACT Scale factor, real part 1

FACT2 Scale factor, imag part 1

Impedance <IMPD>

Oper New load values will **Replace existing**

FACT Scale factor, real part 1

FACT2 Scale factor, real part 1

OK Cancel Help

Thiết lập lại tham số tải

Reset Load Factors

ILSCLEAR1, LFACT This function initializes all load factors
<DCUM, FCUM, SFCUM, etc.>.

OK Cancel Help

Làm trơn dữ liệu tạp

Smoothing of Noisy Data

[SMOOTH] Smoothing of Noisy Data

Noisy independent data vector: **DWIN32**

Noisy dependent data vector: **DWIN32**

Number of data points to fit:

Fitting curve order:

Smoothed independent data vector: **Create new**

Name of new vector:

Smoothed dependent data vector: **Create new**

Name of new vector:

Plot data: **Both**

[/GTHK] Thickness of curves: **Double**

[/GRID] Type of grid: **None**

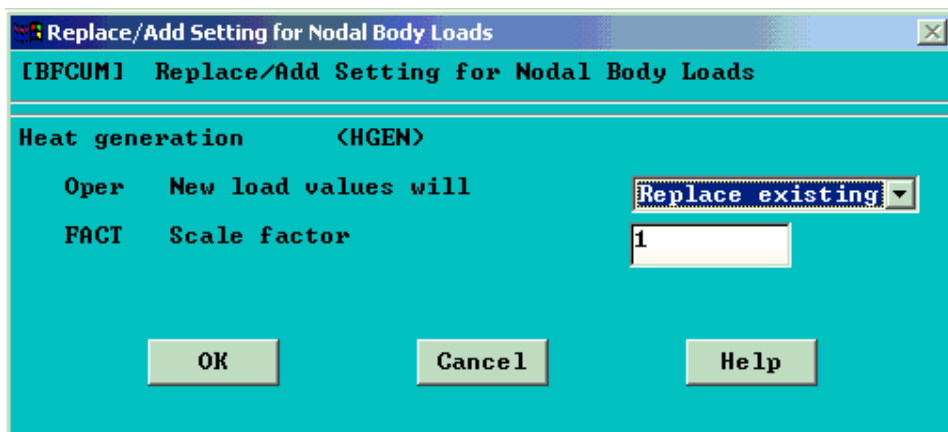
[/GROPT], LOGY Graph type: **Linear**

[/COLOR], CURVE 1 Graph color: **Blue**

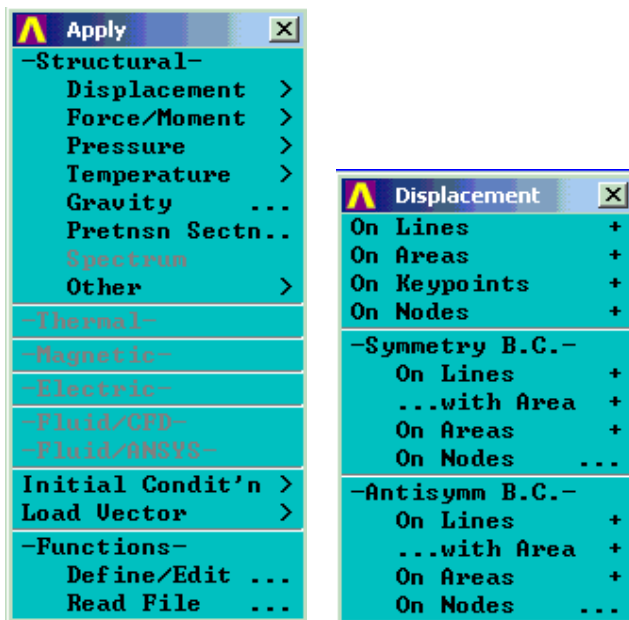
[/COLOR], CURVE 2 Graph color: **Red**

OK Apply Cancel Help

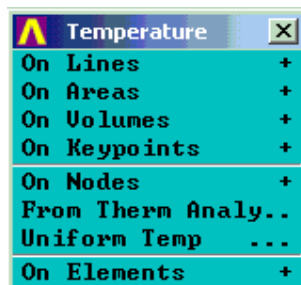
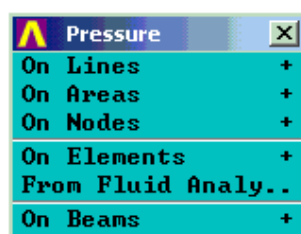
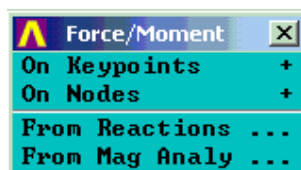
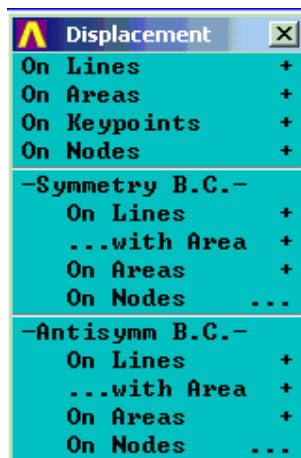
Thay hoặc thêm tải nút của vật thể



Các lệnh nhập tải trong phân tích kết cấu



Nhập Chuyển vị- Lực/ mômen- áp lực-Nhiệt độ



Nhập chuyển vị

Trên đường
Trên diện tích
Trên điểm
trên nút
Điều kiện biên đối xứng

Trên đường
.. diện tích
Trên diện tích
Trên nút

Điều kiện biên không đối xứng

Trên đường
.. diện tích
Trên diện tích
Trên nút

Nhập tải Lực/ Mômem

Trên điểm
Trên nút
Từ phản lực
Từ phân tích từ trường

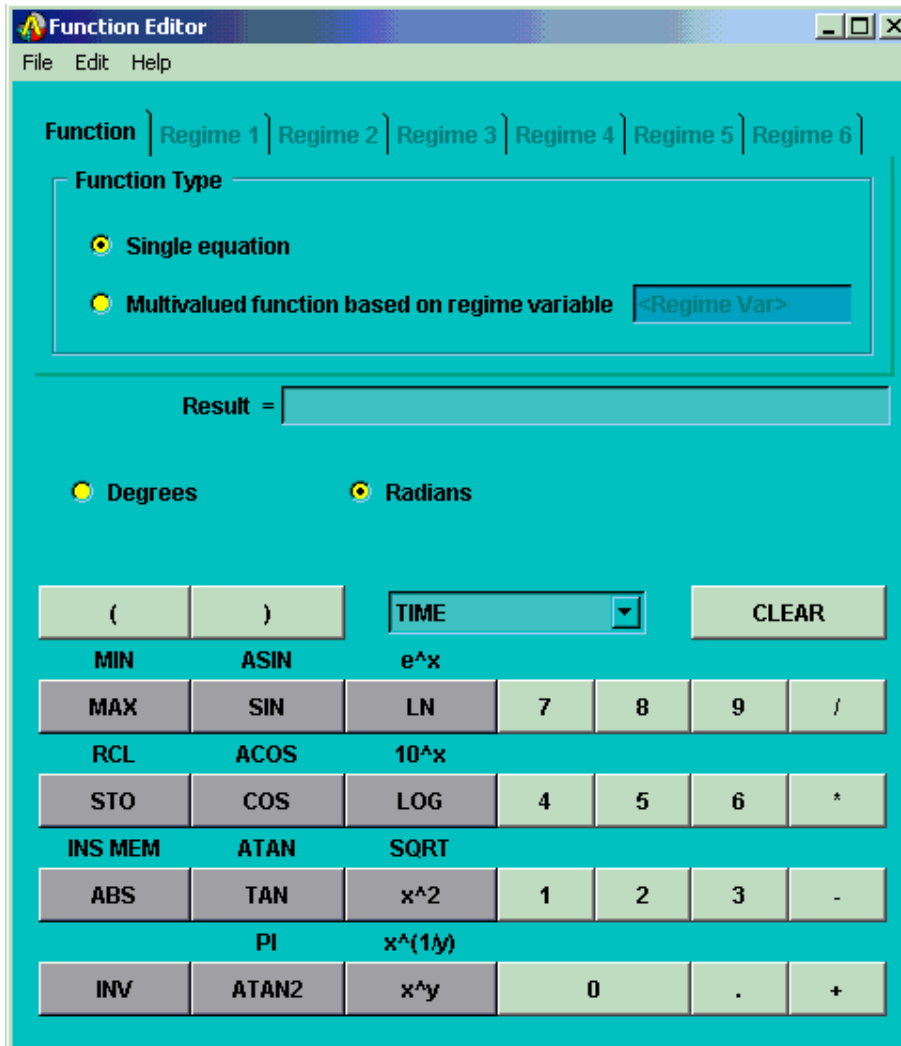
Nhập tải áp lực:

Tải trên đường, diện
tích, nút
áp lực trên phần tử
áp lực từ phân tích
thủy lực

Nhập tải nhiệt độ:

Trên đường,
Diện tích,
Thể tích,
Điểm
Nút
Từ phân tích nhiệt

Soạn thảo hàm



POSTPROCESSOR - HẬU XỬ LÝ

ANSYS có thể xuất kết quả bằng nhiều hình thức khác nhau, dữ liệu không phụ thuộc thời gian và dữ liệu phụ thuộc theo thời gian.

Có thể chọn dữ liệu và File kết quả, cũng có thể cho kết quả dưới dạng tổng hợp. Các kết quả được xếp loại theo bước thiết lập xử lý **Set**. Theo Set đầu tiên, Set tiếp theo, Set trước, Set cuối cùng. Cũng có thể xuất kết quả theo bước đặt tải, theo bước đặt thời gian.

Có thể xuất kết quả bằng hình vẽ Plot, bằng bảng List.

Có thể xuất kết quả theo nút, theo phần tử.

General Postproc	General Postproc Hậu xử lý chung
Data & File Opts...	Chọn dữ liệu và File
Results Summary...	Kết quả tổng hợp
-Read Results-	Đọc kết quả
First Set	Thiết lập đầu
Next Set	Thiết lập tiếp theo
Previous Set	Thiết lập trước
Last Set	Thiết lập sau cùng
By Load Step...	Theo bước đặt tải
By Time/Freq...	Theo thời gian/tần số
By Set Number..	Theo số thiết lập
Modal Cyclic Sym..	Dao động đối xứng
FLOTRAN 2.1A...	FLOTRAN 2.1A
Plot Results	Vẽ kết quả
List Results	Liệt kê kết quả
Query Results	Xếp hạng kết quả
Options for Outp..	Xem kết quả
Results Viewer ...	Tính Nút
Write PGR File	Bảng phần tử
Nodal Calcs	Toán tử bước
Element Table	Trường hợp Tải
Path Operations	Ghi kết quả
Load Case >	Thứ mô hình hoá
Write Results ...	Tính điện từ
Submodeling	Tính mỏi
Elec&Mag Calc >	Hệ số an toàn
Fatigue >	Định nghĩa/thay đổi
Safety Factor	Kết quả nút
-Define/Modify-	Kết quả phần tử
Nodal Results +	Dữ liệu bảng phần tử
Elem Results +	
ElemTabl Data +	
Reset	

Tuỳ theo yêu cầu, vào trong các mục để chọn cụ thể. Sau khi chọn, hộp thoại xuất hiện, có thể vào tiếp hoặc nhập các tham số theo yêu cầu.

Để thực hành, xem Thí dụ ở phần thứ I.

Bài 5

BÀI TOÁN DAO ĐỘNG

PHÂN TÍCH DAO ĐỘNG CÁNH MÁY BAY



Nội dung:

- Đặc điểm bài toán
- Mô tả bài toán
- Đầu bài
- Xây dựng lập mô hình hình học
- Định nghĩa vật liệu
- Chia lưới
- Đặt tải
- Giải
- Xem kết quả

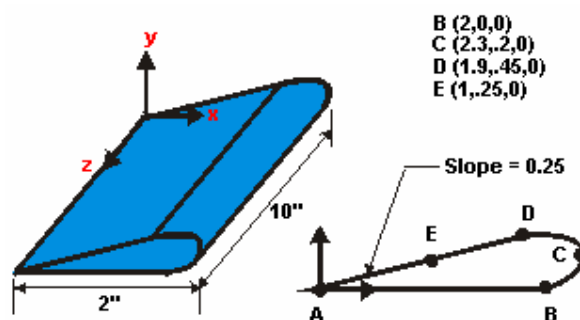
5.1. ĐẶC ĐIỂM BÀI TOÁN:

Các mô đun ANSYS có thể sử dụng	ANSYS/Multiphysics, ANSYS/Mechanical, ANSYS/Structural, ANSYS/ED
Mức độ khó	Dễ
Thời gian học	30 đến 45 phút
Lĩnh vực khoa học	Bài toán kết cấu
Kiểu phân tích	Bài toán động modal
Kiểu phần tử	PLANE42 và SOLID45
Các kỹ thuật đặc trưng	Mô hình khối, đường cong nối với kiểu

	vectơ, vuốt với chia lưới, chọn phù hợp kiểu phân tích động và hoạt hình.
Các trợ giúp Applicable Help Available:	.Chapter 3. Modal Analysis, Elements Reference - PLANE42, Elements Reference - SOLID45

5.2. MÔ TẢ BÀI TOÁN

Đây là bài toán phân tích động đơn giản cánh máy bay. Cánh có hình dạng đều theo chiều dài, diện tích mặt cắt được định nghĩa bằng các đường thẳng và các đường nối cong. Một đầu được liên kết cứng với thân, một đầu tự do. Mục đích của bài toán là xác định tần số dao động tự do và sự biến đổi hình dáng (mode shapes).



5.3. ĐẦU BÀI

Kích thước của cánh như hình vẽ. Cánh được làm bằng vật liệu PE mật độ thấp với mô đun đàn hồi 38×10^3 psi. Hệ số Poisson's 0.3, và mật độ 8.3×10^{-5} lbf-sec²/in⁴.

Các giả thiết

Giả thiết đầu cánh được gắn với thân máy bay được liên kết toàn bộ bậc tự do. Cánh là vật rắn, thuộc tính vật liệu không đổi và vật liệu đẳng hướng. Sử dụng mô hình hình học để tạo mô hình 2-D của mặt cắt cánh, chia lưới hợp lý và sử dụng lệnh vuốt để tự động tạo chiều dài cánh.

Để giảm thời gian dựng mô hình, tạo tiết diện đều tại mọi mặt cắt. Có thể tạo mô hình cánh theo cách tạo các điểm.

Trong thí dụ này, việc chia lưới còn thô, nhưng cũng đủ hiểu được phương pháp.

Tóm tắt các bước

Để làm bài luyện tập, cần tiến hành tuần tự theo các bước sau:

Thiết lập mô hình

1. Tạo các điểm theo tọa độ
2. Tạo các đường thẳng và đường cong nối các điểm
3. Tạo các diện tích cạnh

Định nghĩa vật liệu

4. Thiết lập chọn
5. Xác định các hằng số thuộc tính vật liệu

Chia lưới

6. Định nghĩa kiểu phần tử
7. Chia lưới diện tích
8. Vuốt diện tích thành chia lưới khối

Đặt tải

9. Hủy chọn phần tử 2D
10. Đặt tên liên kết cho mô hình

Giải

11. Xác định kiểu phân tích và chọn.
12. Giải

Xem kết quả

13. Liệt kê tần số riêng
14. Hoạt hình 5 kiểu biến đổi hình học
15. Thoát ANSYS

5.4. XÂY DỰNG MÔ HÌNH HÌNH HỌC

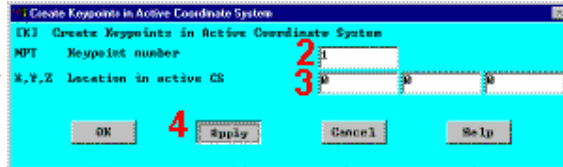
Bước 1: Tạo điểm theo toạ độ cho trước.

1. Main Menu > Preprocessor

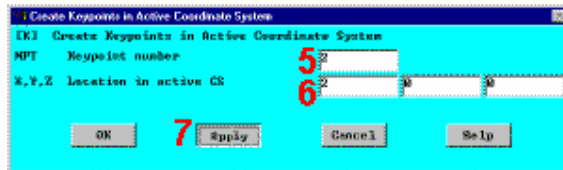
> -Modeling- Create >

Keypoints > In Active CS

2. Nhập 1 cho số điểm (keypoint) ANSYS sẽ tự động đánh số điểm nếu trường còn trống. Khuyến nên nhập số cho từng điểm.



3. Nhập 0,0,0 cho toạ độ X,Y,Z của điểm 1. (ở đây, nếu để trống, ANSYS sẽ mặc định cho trị bằng không).



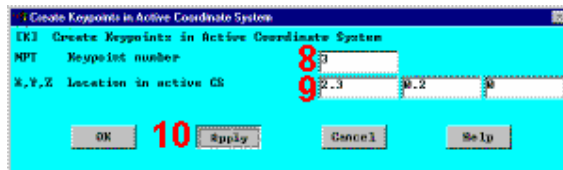
4. **Apply.**

5. Nhập 2 cho số điểm **Keypoint**.

6. Nhập 2,0,0 cho toạ độ X,Y,Z.

7. **Apply.**

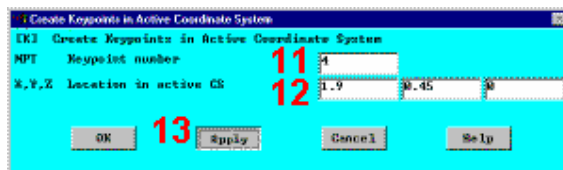
8. Nhập 3 cho **Keypoint number**.



9. Nhập 2.3,0.2,0 cho X,Y,Z.

10. **Apply.**

11. Nhập 4 cho **Keypoint number**.



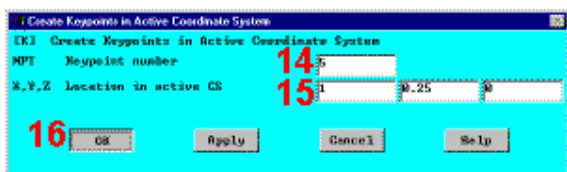
12. Nhập 1.9,0.45,0 cho X,Y,Z.

13. **Apply.**

14. Nhập 5 cho Keypoint number.

15. Nhập 1,0.25,0 cho X,Y,Z .

16. OK.



Bước 2: Tạo đường thẳng và đường cong nối giữa các điểm

1. Main Menu > Preprocessor

> -Modeling- Create > -

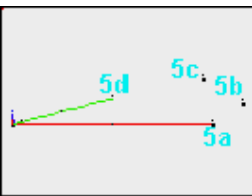
Lines- Lines > Straight Line

2. Kích điểm 1, 2, 5, 1 theo thứ tự (điểm 1 tại gốc tọa độ).



3. OK (trong menu kích).

Dùng các điểm 2 qua 5 để vẽ đường cong xác định phần cong lượn của tiết diện cánh. ANSYS cung cấp chọn lựa để xác định hướng của véc tơ tiếp tuyến của điểm đầu và điểm cuối của đường cong. Dùng cách chọn này để xác định đường cong sao cho độ dốc từ 0 tại đáy dần chuyển bằng 0,25 tại đỉnh.



4. Main Menu > Preprocessor
> -Modeling- Create > -Lines-
Splines > With Options > Spline

thru KPs

5. Kích điểm 2, 3, 4, 5 theo thứ tự.

6. **OK** (trong menu kích).

7. Nhập các số sau:

$$XV1 = -1$$

$$YV1 = 0$$

$$ZV1 = 0$$

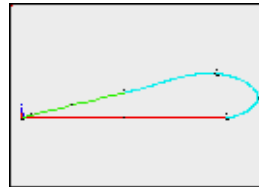
8. Nhập:

$$XV6 = -1$$

$$YV6 = -0.25$$

$$ZV6 = 0$$

9. **OK**.



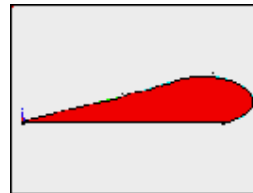
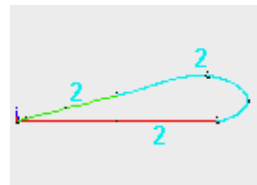
Bước 3: Tạo diện tích mặt cắt.

1. **Main Menu > Preprocessor > - Modeling- Create > -Areas- Arbitrary > By Lines**

2. Kích vào cả 3 đường.

3. **OK** (ở menu kích).

4. **Toolbar: SAVE_DB**.

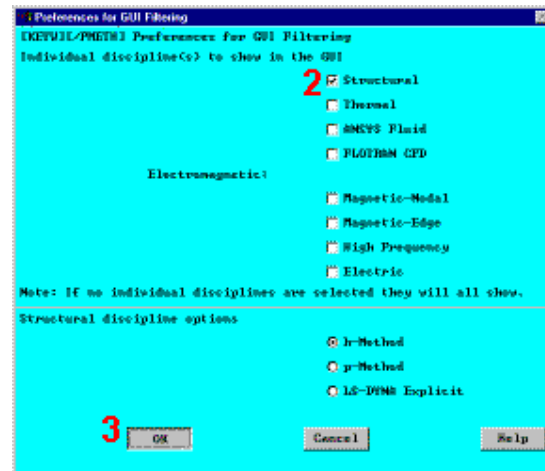


5.5. ĐỊNH NGHĨA VẬT LIỆU

Bước 4: Thiết lập chọn lọc.

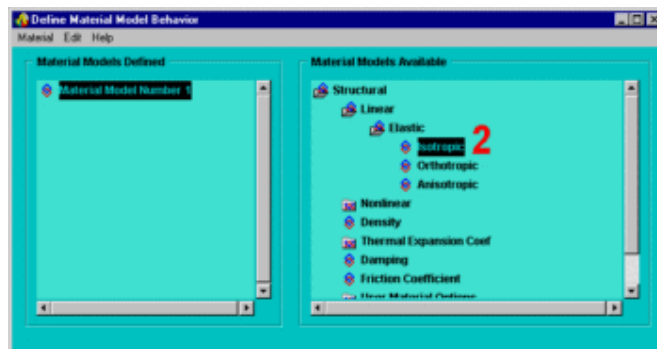
Thiết lập preferences để lọc sử dụng mục cần thiết.

1. **Main Menu > Preferences**
2. Chuyển về **Structural** .
3. **OK**.



Bước 5: Xác định hằng số thuộc tính vật liệu.

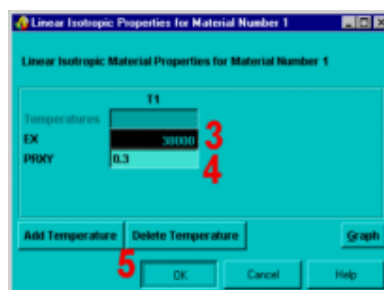
1. **Main Menu > Preprocessor > Material Props > Material Models**
2. Kích 2 lần vào **Structural, Linear, Elastic, Isotropic**.



3. Nhập 38000 vào **EX**.

4. Nhập .3 cho **PRXY**.

5. **OK**.

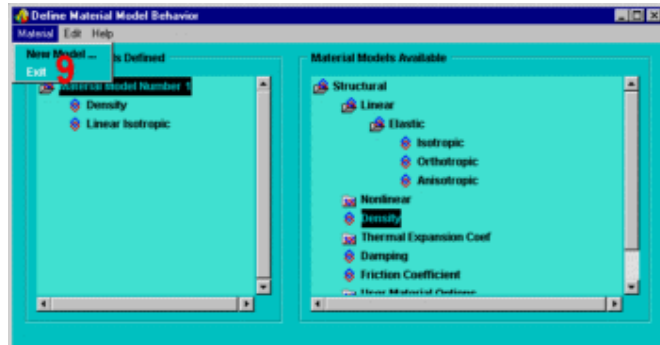
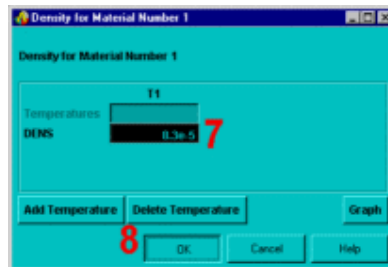
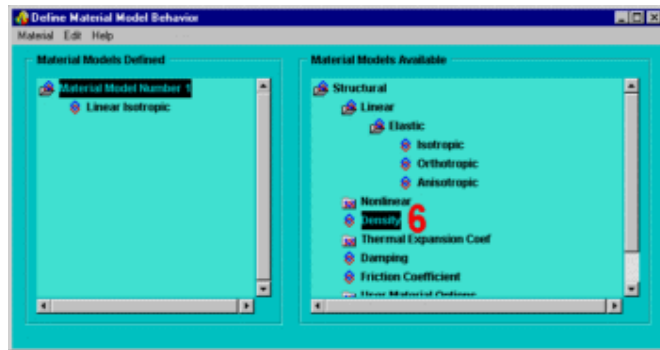


6. Kích 2 lần vào
Density.

7. Nhập $8.3e-5$ cho
DENS.

8. OK.

9. Material > Exit



5.6. CHIA LƯỚI

Bước 6: Định nghĩa kiểu phần tử .

Định nghĩa 2 kiểu phần tử: phần tử 2-D và phần tử 3-D. Chia lưới tiết diện ngang phần tử 2-D, và vuốt diện tích để tạo phần tử 3-D. Chia lưới được kéo dọc theo chiều dài cánh tạo bằng vuốt 3-D.

1. Main Menu >
Preprocessor > Element
Type > Add/Edit/Delete

2. Add.

3. Structural *solid* family
of elements.

4. Apply để chọn Quad
4node (PLANE42).

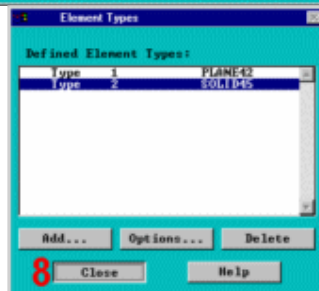
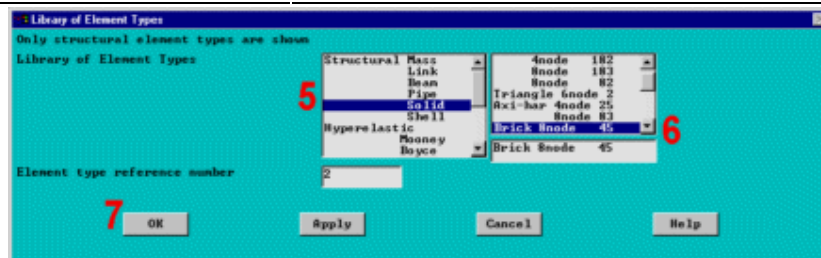
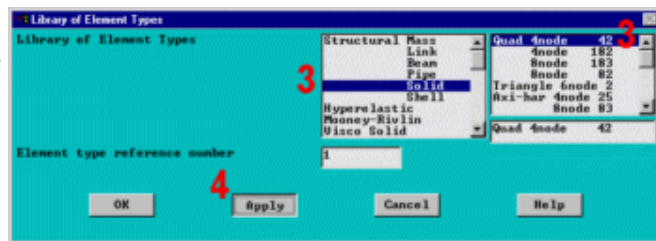
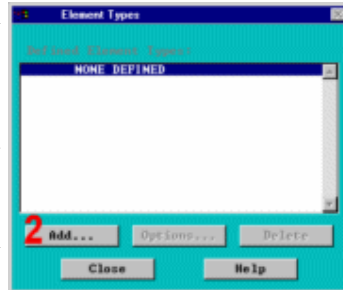
5. Structural *solid* family
of elements.

6. Chọn Brick 8node
(SOLID45).

7. OK.

8. Close.

9. Toolbar: SAVE_DB.



Bước 7: Chia lưới diện tích.

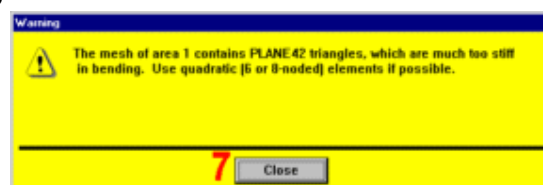
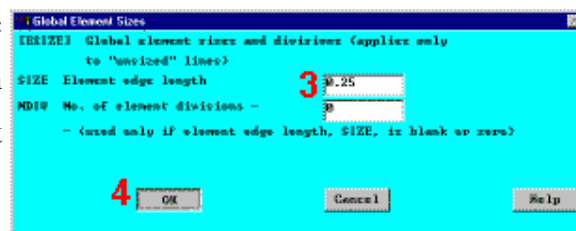
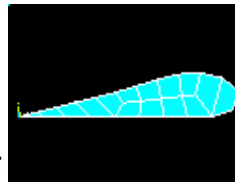
1. Main Menu > Preprocessor
> Mesh Tool
2. Đặt global size controls.
3. Nhập 0.25 cho chiều dài cạnh phần tử **element edge length**.
4. **OK**.
5. **Mesh**.
6. **Pick OK** (trong menu kích).
7. **Close**.

8. Đóng **Close Mesh Tool**.

9. **Toolbar: SAVE_DB**.

Khi thiết kế bài tập này, số nút bị giới hạn. Nên thường dùng phần tử 4-node PLANE42 ít khi dùng phần tử 8-node PLANE82. Chú ý, chia lưới PLANE42 có cả phần tử tam giác. PLANE82 không làm việc cho đến khi đặt chiều dài cạnh Global Element Edge Length (đặt 0.25).

Chú ý: Việc chia lưới là phù hợp với các thiết lập ở trên.



Bước 8: Vuốt diện tích được chia lưới thành chia lưới khối đặc

Trong bước này, thể tích 3-D được tạo ra từ phần tử SOLID45, kiểu phần tử 2, vuốt thành 3D.

1. **Main Menu > Preprocessor**
> **-Modeling- Operate > Extrude > Elem Ext Opts**

2. Chọn 2 (SOLID45) cho kiểu phần tử **Element type number**.

3. Nhập 10 cho **No. of element divisions**.

4. **OK**.

5. **Main Menu > Preprocessor**
> **-Modeling- Operate > Extrude > -Areas- By XYZ Offset**

6. Kích **All** (trong menu kích).

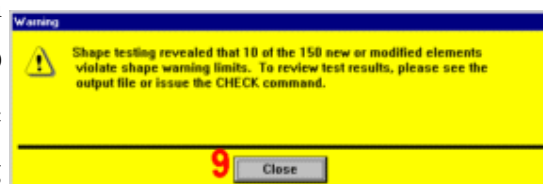
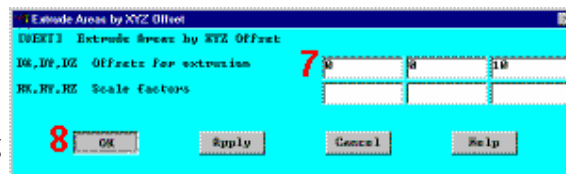
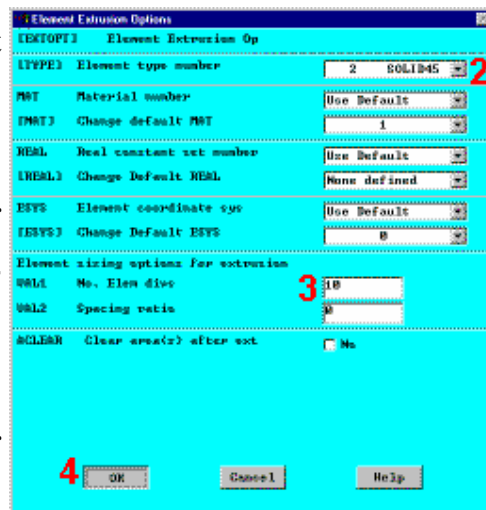
7. Nhập 0,0,10 cho **Offsets for extrusion** theo hướng Z .

8. **OK**.

9. **Close**.

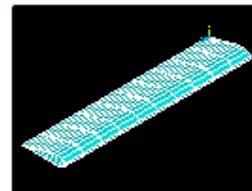
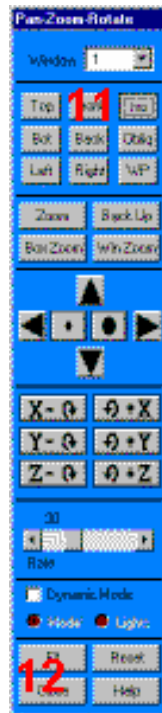
Dùng SOLID45 để chạy chương trình trong sẽ tạo ra một số cảnh báo. Nếu không dùng ANSYS/ED thì SOLID95 (20-node brick) được sử dụng cho kiểu phần tử 2. Dùng PLANE82 và SOLID95 tạo ra thông báo về hạn chế số phần tử khối vượt 10 hơn số 127 phần tử.

10. **Utility Menu > PlotCtrls >**



Pan, Zoom, Rotate

11. Chọn **ISO**.
12. **Close**.
13. **Toolbar: SAVE_DB**.

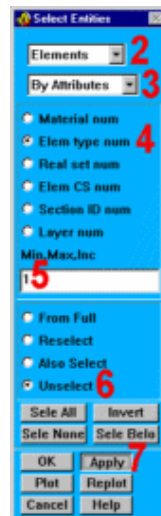


5.7 ĐẶT TẢI

Bước 9: Huỷ chọn phần tử 2-D .

Trước khi đặt liên kết để cô định 1 đầu cánh, cần huỷ chọn toàn bộ chọn phần tử PLANE42 dùng trong chia lưới 2-D.

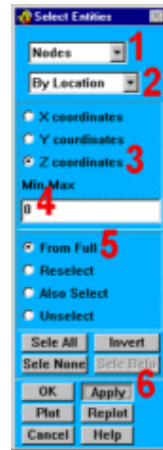
1. **Utility Menu > Select > Entities**
2. Chọn **Elements**.
3. Chọn **By Attributes**.
4. Chọn **Elem type num**.
5. Chọn 1 cho element type number.
6. Chọn **Unselect**.
7. **Apply**.



Bước 10: Đặt liên kết cho mô hình.

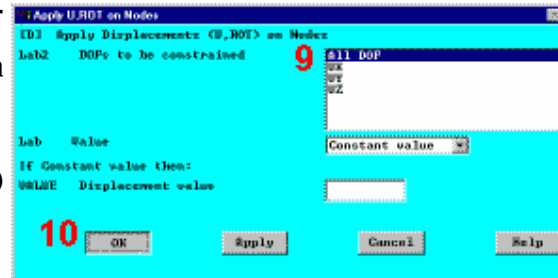
Liên kết được đặt cho mô hình tại tất cả các nút gắn cánh và thân máy bay. Chọn tất cả các nút tại $z = 0$, sau đó đặt chuyển vị.

1. Chọn **Nodes**.
2. Chọn **By Location**.
3. Chọn **Z coordinates**.
4. Nhập 0 cho tọa độ Z .
5. Chọn **From Full**.
6. **Apply**.
7. **Main Menu > Preprocessor >**



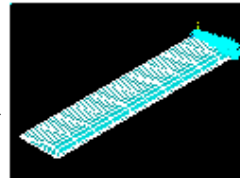
Loads > -Loads- Apply > - Structural- Displacement > On Nodes

8. **Pick All** (trong menu kích) kích để chọn tất cả nút được chọn.



9. Chọn **ALL DOF**.

10. **OK**. (Chú ý: Khi để ô Displacement giá trị trắng, có nghĩa là bằng 0.)



Chọn tất cả các nút.

11. Chọn **By Num/Pick**.
12. Chọn **All** để chọn tất cả dữ liệu.



13. **Cancel** đóng hộp thoại.
14. **Toolbar: SAVE_DB**.

5.8 GIẢI

Bước 11: Xác định kiểu phân tích và chọn lựa.

Main Menu > Solution > -
Analysis Type- New Analysis

1. Chọn **Modal**.

2. **OK**.

3. Main Menu > Solution > -
Analysis Type- Analysis Options

4. **Block Lanczos** phải được
chọn (**Block Lanczos** luôn mặc
định phân tích modal).

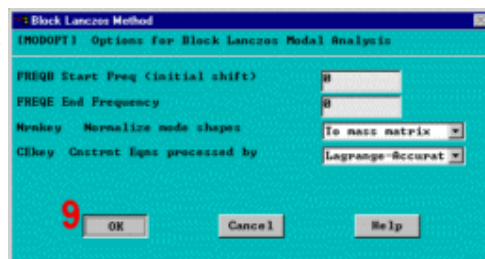
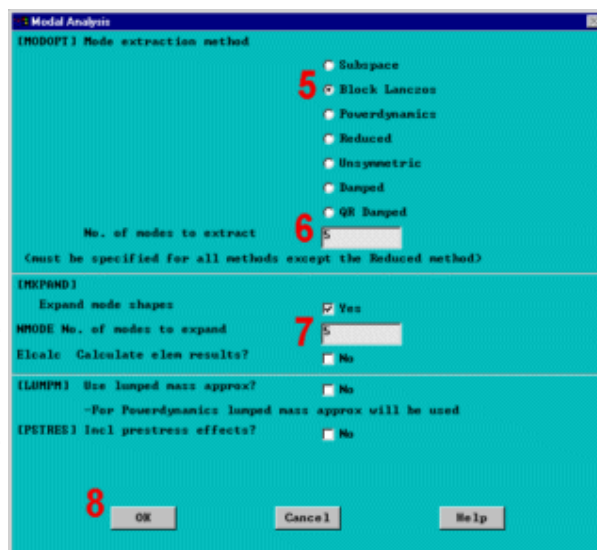
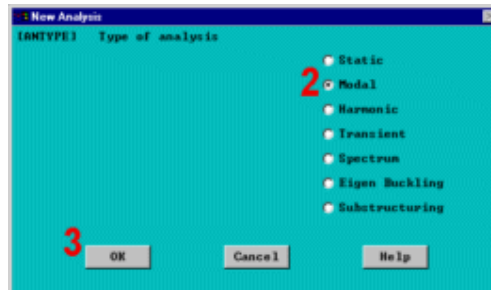
5. Nhập 5 cho **No. of modes**
để extract.

6. Nhập 5 cho **No. of modes**
để expand.

7. **OK**.

8. **OK**. (Tất cả các giá trị khác
mặc định để phân tích.)

9. Toolbar: **SAVE_DB**.



Bước 12: Giải.

1. Main Menu > Solution > - Solve- Current LS

2. Xem các thông tin trong cửa sổ trạng thái, chọn:

File > Close (Windows),

hoặc

Close (X11 / Motif), để đóng cửa sổ

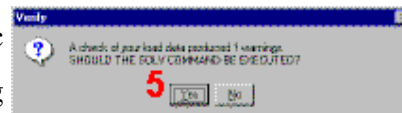
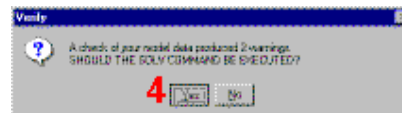
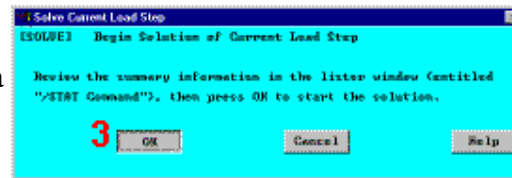
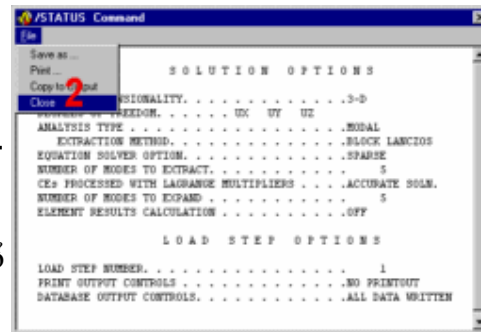
3. **OK** để bắt đầu giải.

4. **Yes.**

5. **Yes.**

Trên cơ sở các dữ liệu đã nêu, các cảnh báo được chấp nhận. Các thông báo được đưa ra trên cửa sổ kiểm tra, trong đó phần tử PLANE42 đã được định nghĩa, nhưng không được dùng trong phân tích. Đã chia lưới mặt cắt 2D.

Đóng **Close** khi cửa sổ thông báo đã giải xong **solution is done.**



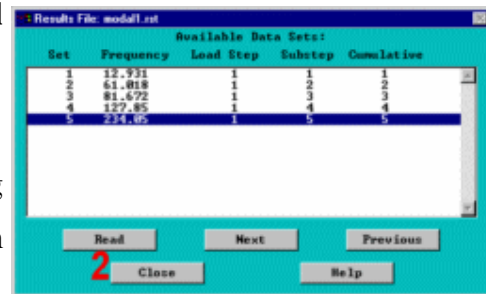
5.9 XEM KẾT QUẢ

Bước 13: Liệt kê tần số riêng.

Main Menu > General
Postproc > Results Summary

Close, sau khi thấy danh sách.

Chú ý: Các kết quả có thể xem ở bảng này có thể khác nhau do việc chia phần tử khác nhau.



Set	Frequency	Load Step	Substep	Cumulative
1	12.931	1	1	1
2	61.818	1	2	2
3	81.672	1	3	3
4	127.85	1	4	4
5	234.65	1	5	5

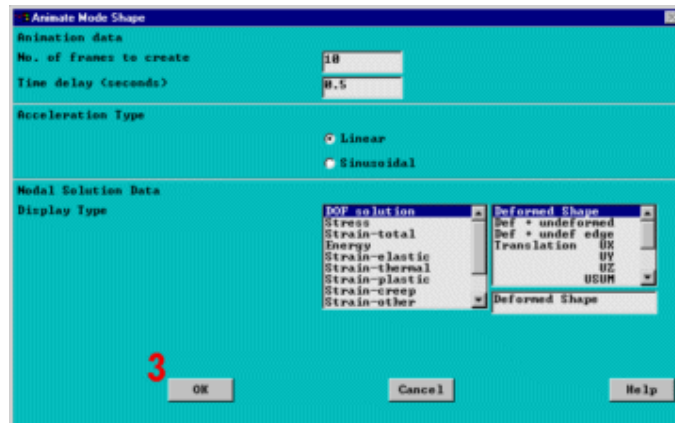
Bước 14: Hoạt hình 5 chế độ hình dáng (mode shapes).

1. Main Menu >
General Postproc > -Read
Results- First Set >

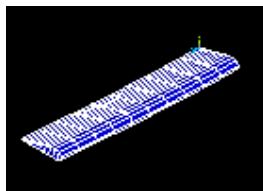
2. Utility Menu >
PlotCtrls > Animate >
Mode Shape

3. OK.

Quan sát kiểu thứ nhất:



4. Chọn trong
Animation Controller
(không trình diễn), nếu thấy
cần, sau đó chọn đóng
Close.

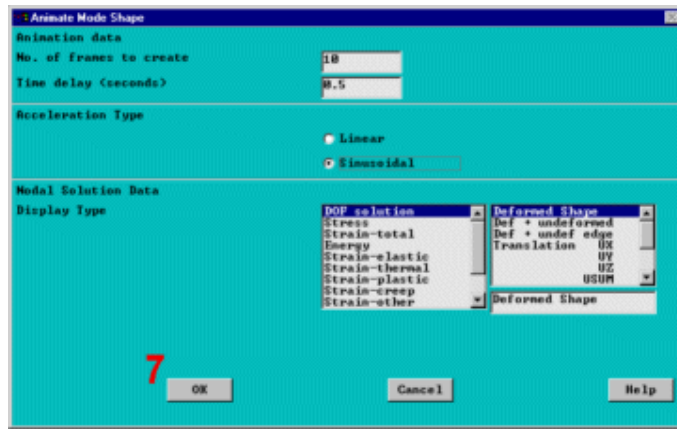


Hoạt hình kiểu tiếp

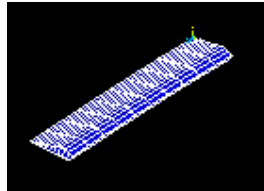
5. Main Menu > General Postproc > -Read Results- Next Set

6. Utility Menu > PlotCtrls > Animate > Mode Shape

7. OK.

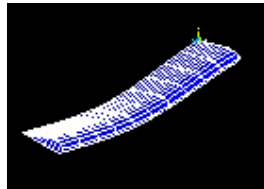


Quan sát kiểu thứ 2:

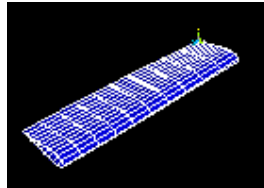


Lặp lại các bước 4 đến 7 ở trên, và xem 3 kiểu chính.

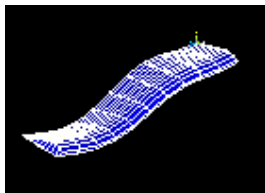
Quan sát kiểu thứ 3:



Quan sát kiểu thứ 4:



Quan sát kiểu thứ 5:

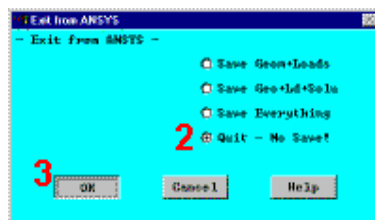


Bước 15: Exit chương trình ANSYS

Toolbar: QUIT.

Chọn Quit - No Save!

OK.



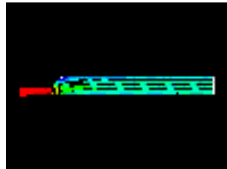
Kết thúc

Bài 6

BÀI TOÁN DÒNG CHẢY

PHÂN TÍCH DÒNG CHẢY TẦNG VÀ CHẢY RỐI 2D

Laminar and Turbulent Flow Analyses in a 2-D Duct



Nội dung

- Đặc điểm bài toán (Problem Specification)
- Đầu bài (Problem Description)
- Tiền xử lý (Preprocessing) Phân tích quá trình chảy tầng
- Giải (Solution) Phân tích dòng chảy tầng
- Hậu xử lý (Postprocessing) Phân tích dòng chảy tầng
- Giải (Solution) Phân tích dòng chảy tầng với thay đổi vận tốc đầu vào
- Hậu xử lý (Postprocessing) Phân tích dòng chảy tầng với thay đổi vận tốc đầu vào
- Tiền xử lý (Preprocessing) Phân tích dòng chảy tầng với tăng chiều dài ống
- Giải (Solution) Phân tích dòng chảy tầng với tăng chiều dài ống
- Hậu xử lý (Postprocessing) Phân tích dòng chảy tầng với tăng chiều dài ống
- Giải (Solution) Phân tích chảy rối
- Hậu xử lý (Postprocessing) Phân tích chảy rối

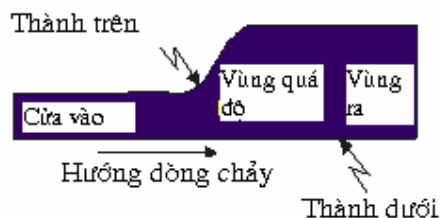
6.1 ĐẶC ĐIỂM BÀI TOÁN Problem Specification

Các sản phẩm ANSYS sử dụng :	ANSYS/Multiphysics, ANSYS/FLOTRAN, ANSYS/ED
Mức độ khó:Error! Bookmark not defined.	Khó
Yêu cầu thời gian thực hiện	1-1/2 đến 2giờ

Lĩnh vực khoa học : Error! Bookmark not defined.	Tính toán động lực học chất lỏng - Computational Fluid Dynamics (CFD)
Kiểu phân tích: Error! Bookmark not defined.	Tĩnh
Kiểu phần tử được sử dụng: Error! Bookmark not defined.	FLUID141
Mô tả đặc điểm của bài toán: Error! Bookmark not defined.	Mô hình khối vẽ lên bản đồ mạng lưới, rút gọn trên Toolbar , giải FLOTTRAN , các biểu diễn vectơ, các đồ thị đường, hướng đi tới các lời giải, ảnh động mô tả phần tử.

6.2 ĐẦU BÀI PROBLEM DESCRIPTION

Bài toán này mô hình hoá dòng khí trong ống 2D. Đầu tiên định nghĩa một tốc độ đầu vào để mô phỏng dòng chảy tầng với số Reynolds bằng 90. Sau khi nhận được kết quả và kiểm tra sẽ tăng tốc độ đầu vào để nghiên cứu hiệu ứng tốc độ đến profil dòng chảy và được kết quả mới. Sau đó, ở phần thứ 3 tăng chiều dài ống cho phép dòng chảy mở rộng để được lời giải của toàn tiết diện. Cuối cùng, sau khi tính toán với số Reynolds lớn hơn 4000, sẽ thành mô hình chảy rối.



Điều kiện ban đầu

<i>Các kích thước & các điều kiện</i>	
Chiều dài ống vào	4 in
Chiều cao ống vào	1 in
Chiều dài đoạn chuyển tiếp	2 in
Chiều cao ống ra	2.5 in
Chiều dài ban đầu ống ra	4 in
Độ dài ống ra thêm vào	30 in

Mật độ không khí	$1.21 \times 10^{-7} \text{ lbf-s}^2/\text{in}^4$
Độ nhớt không khí	$2.642 \times 10^{-9} \text{ lbf-s/in}^2$
Vận tốc vào	1 in/sec*
Áp lực ra	0 psi
*Giá trị ban đầu sẽ thay đổi từ 1 đến 50 sau mỗi lần khởi động lại .	

Các giả thiết

Thực hiện phân tích 2D, sử dụng FLOTRAN phần tử FLUID141. Vấn đề này được phân chia làm bốn phần :

- Phân tích dòng chảy rối của không khí với hệ số Reynolds là 90.
- Nghiên cứu ảnh hưởng của vận tốc vào đến trạng thái dòng chảy khi vận tốc tăng lên sử dụng mô hình chảy tầng .
- Phân tích dòng chảy tầng của không khí khi chiều dài ống tăng lên, để theo dõi một cách đầy đủ hơn sự phát triển hiện trạng dòng chảy .
- Phân tích dòng chảy rối của không khí với các hệ số Reynold đến khoảng ~4600.

Đối với tất cả các lời giải, áp dụng cùng một vận tốc tại đầu vào. Điều này bao gồm cả việc xác định tốc độ bằng không tại đầu vào theo hướng vuông góc với dòng chảy vào. Áp dụng các điều kiện vận tốc không tại tất cả các thành ống (bao gồm cả những nơi thành ống giao nhau ở các đầu ra và các đầu vào). Chất lỏng được xem như là không nén được và có thể giả sử rằng tính chất này sẽ là không đổi. Trong những trường hợp như vậy, chỉ có giá trị trung bình của áp suất là quan trọng, và giá trị của áp suất bằng không được áp dụng tại đầu ra của ống.

Đối với quá trình phân tích ban đầu, dòng chảy ở chế độ chảy tầng (hệ số Reynold < 3000). Để tính hệ số Reynolds của dòng chảy cho các dòng chảy bên

trong ống phương trình được tính như sau :
$$Re = \frac{\rho V D_h}{\mu}$$

(Chú ý: Trong mô hình 2D, đường kính của ống gấp hai lần chiều dài)

Tăng vận tốc vào đến 50 in/s cho lần phân tích thứ hai (chính do đó hệ số Reynolds) và sẽ tiến hành lại quá trình giải.

Profil dòng chảy trong lần phân tích thứ hai chỉ ra rằng dòng chảy không phát triển đầy đủ, vì thế bước logic tiếp theo sẽ phải là tăng chiều dài của ống để cho profil phức tạp hơn. Tăng chiều dài của ống lên 30 in và giải lại.

Đối với các dòng chảy kín, chuyển sang chảy rối khi phạm vi hệ số Reynolds khoảng 2000-3000. Do đó, đối với quá trình giải sau, dòng không khí trong ống (số Reynolds $\sim 4,500$), dòng chảy sẽ là chảy rối. Đối với quá trình phân tích sau cùng, sẽ bắt đầu quá trình giải với việc sử dụng mô hình chảy rối, sẽ khởi động lại phân tích (thay cho tính lại nó) và phạm vi bài toán không bị thay đổi.

Tóm tắt các bước

Sử dụng thông tin trong bài toán và các bước dưới đây như một hướng dẫn giải bài toán. Sử dụng giao diện trực diện theo từng bước giải bằng việc chọn lựa liên kết cho bước 1.

Trước khi bạn bắt đầu, hãy xóa các file kết quả (.rfl) từ các phân tích CFD trước vẫn còn nằm trong thư mục làm việc. Nếu bắt đầu giai đoạn phân tích ANSYS để khởi động quá trình phân tích CFD mới, và sử dụng cùng một jobname từ một file được lưu trữ trong quá trình phân tích CFD trước đó, chương trình sẽ không bắt đầu từ các lệnh đó, mà bắt đầu lại và gán vào files với cùng một cái tên (*Jobname.rfl* và *Jobname.pfl*). Để tránh trường hợp đó, hãy xóa các file kết quả này khi bắt đầu một quá trình phân tích CFD mới. Để tránh tình trạng này, cần đổi tên jobname thành một tên khác, chưa được sử dụng trong quá trình phân tích CFD trước. Bạn có thể thay đổi tên của *jobname* trước khi bắt đầu ANSYS, hoặc trong quá trình bằng cách chọn **Utility Menu > File > Change Jobname**.

Tiền xử lý -phân tích quá trình chảy tầng

1. Thiết lập các lọc ưu tiên.
2. Định nghĩa kiểu phần tử.
3. Tạo hình chữ nhật cho phần đầu vào.
4. Tạo hình chữ nhật cho phần đầu ra.
5. Tạo vùng chuyển tiếp cho các hình chữ nhật.
6. Tạo mô hình lưới.
7. Tạo lưới PTHH.
8. Tạo lệnh trên **Toolbar**.
9. áp dụng các điều kiện biên.

Giải - Phân tích dòng chảy tầng

10. Thiết lập thuộc tính dòng chảy.
11. Sắp đặt các điều khiển thi hành.
12. Thay đổi các điều kiện liên quan.

13. Thực hiện quá trình giải FLOTRAN .

Hậu xử lý - Phân tích dòng chảy tầng

- 14. . Đọc các kết quả trong hậu xử lý.
- 15. Vẽ các vectơ vận tốc.
- 16. Vẽ toàn bộ các đường áp lực.
- 17. Tạo ảnh động vận tốc của các phần tử nhỏ.
- 18. Tạo hình của đường đi vận tốc xuyên suốt lối ra.

Giải - Phân tích dòng chảy tầng với thay đổi vận tốc đầu vào

- 19. Tăng vận tốc đầu vào.
- 20. Chạy quá trình phân tích.

Hậu xử lý - Phân tích dòng chảy tầng sử dụng vận tốc vào mới

- 21. Vẽ toàn bộ các đường áp lực.
- 22. Hoạt ảnh vận tốc của các phần tử nhỏ .
- 23. Tạo hình của đường đi vận tốc .

Tiền xử lý - Phân tích dòng chảy tầng với tăng chiều dài ống

- 24. Xóa điều kiện biên áp suất.
- 25. Vẽ thêm vùng ra.
- 26. Thiết lập phân chia lưới cho hình chữ nhật mới và tạo lưới.
- 27. Áp dụng điều kiện biên cho vùng mới.

Giải - Phân tích dòng chảy rối chiều dài mới của ống

- 28. Thay đổi jobname và tiến hành giải.

Hậu xử lý - Phân tích dòng chảy rối chiều dài mới của ống

- 29. Đọc các kết quả và in vectơ vận tốc
- 30. Vẽ toàn bộ các đường áp suất.
- 31. Tạo ảnh động vận tốc của các phần tử nhỏ.
- 32. Tạo hình của đường đi vận tốc.
- 33. Tính hệ số Reynolds .

Giải - Phân tích dòng chảy rối

- 34. Chọn lời giải FLOTRAN và thực hiện các quá trình điều khiển
- 35. Bắt đầu lại quá trình phân tích.

Hậu xử lý - Phân tích dòng chảy rối

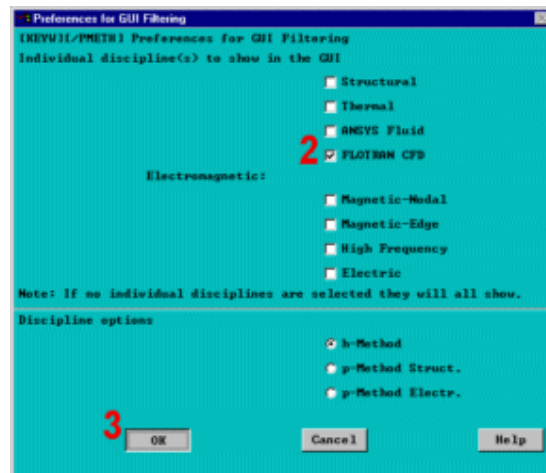
- 36. Vẽ toàn bộ các đường áp suất
- 37. Tạo hình động vận tốc dòng chảy
- 38. Tạo hình đường vận tốc
- 39. Thoát ANSYS

6.3. TIỀN XỬ LÝ - PHÂN TÍCH DÒNG CHẢY TẦNG

Bước 1: Thiết lập các ưu tiên.

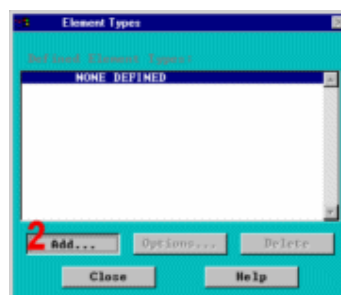
Thiết lập Preferences để kết nối các mục liên quan đến lĩnh vực khoa học động học thủy khí.

1. Vào **Menu** > **Preferences**
2. Bật **FLOTRAN CFD**
3. OK.

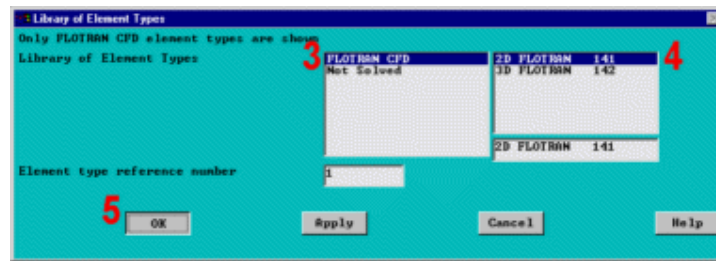


Bước 2: Định nghĩa phần tử.

1. **Main Menu** > **Preprocessor** > **Element Type** > **Add/Edit/Delete**
2. **Add** thêm kiểu phần tử mới.



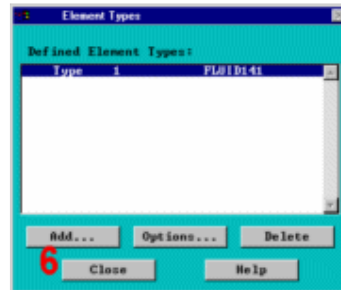
-
3. Chọn **FLOTRAN CFD**



4. Chọn phần tử **2D FLOTRAN** (FLUID141).

5. **OK**.

6. **Close**.



Bước 3: Tạo hình chữ nhật cho ống vùng vào

1. **Main Menu** >
Preprocessor > **-Modeling-**
Create > **-Areas-** **Rectangle**
> **By Dimensions**

2. Nhập các số sau:

$X1 = 0$;

$X2 = 4$

3. Nhập các số sau:

$Y1 = 0$

$Y2 = 1$



4. **Apply** để tạo hình chữ nhật thứ nhất và hiện hộp thoại để vào tham số cho hình chữ nhật thứ hai.

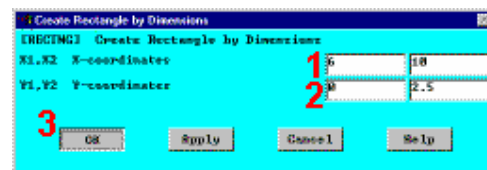
Bước 4: Tạo hình chữ nhật đầu ra.

1. Nhập các số:

$X1 = 6$

$X2 = 10$

2. Nhập các số:

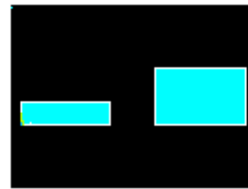


$$Y1 = 0$$

$$Y2 = 2.5$$

3. OK.

4. Thanh công cụ:



SAVE_DB.

Bước 5: Tạo vùng quá độ giữa các hình chữ nhật

Vùng chuyển tiếp, nơi mà dòng chảy mở rộng, được tiếp giáp với phần lớn nhất bằng đường tiếp tuyến tròn đến một đường trên của cả hai hình chữ nhật. Đường thẳng này được tạo ra bằng chọn "**Tangent to 2 lines**". Chú ý dấu nhắc trong cửa sổ nhập **Input Window** cho biết mục cần phải kích chọn (các đường thẳng **lines**, **đầu cuối** của các đường thẳng **Ends of Lines**).

Diện tích được tạo là một mặt tùy ý xuyên qua bốn điểm. Chú ý là mặt này được bao bằng các đường đi qua các điểm đó.

1. **Main Menu > Preprocessor > - Modeling- Create > -Lines- Lines > Tan to 2 Lines**

2. Kích vào đường thứ nhất (đường nằm trên của hình chữ nhật bên trái).

3. **OK** (trong thực đơn kích).

4. Kích vào cuối của đường tiếp tuyến của đường thứ nhất (góc trên phải).

5. **OK** (trong thực đơn kích).

6. Kích đường thứ hai (đường trên của hình chữ nhật lớn).

7. **OK** (trong thực đơn kích).

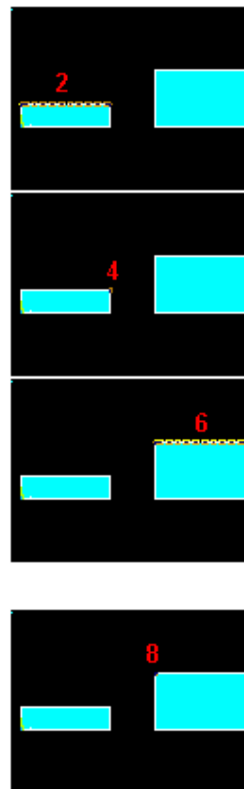
8. Kích vào điểm cuối của đường tiếp tuyến của đường thứ hai.

9. **OK** để tạo đường

Kết quả là một đường mềm giữa 2 diện tích.

Tạo diện tích thứ 3 như một diện tích bất kỳ qua các điểm.

10. **Main Menu > Preprocessor**

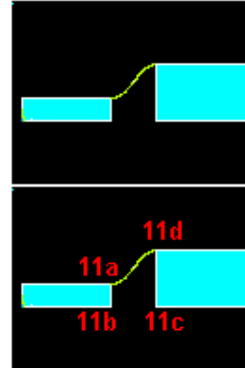
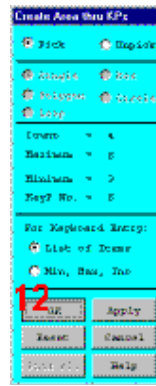
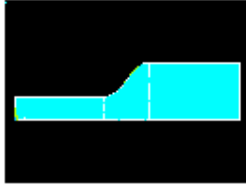


> **-Modeling- Create > -Areas- Arbitrary > Through KPs**

11. Kích 4 góc ngược chiều kim đồng hồ.

12. **OK.**

13. Thanh công cụ: **SAVE_DB**



Bước 6: Thiết lập mô hình lưới.

Để tạo một mô hình lưới, thiết lập cỡ kích thước dọc theo các đường thẳng (**LESIZE** lệnh). Việc thiết lập lưới phần tử hữu hạn rất quan trọng trong phân tích CFD.

Phương pháp phần tử hữu hạn cho nhiều phần tử hơn trong các miền với lời giải gradients bậc cao áp dụng ở đây. Mật độ lưới sẽ đủ để chương trình nắm bắt được các hiện tượng của tự nhiên. Ví dụ, một vùng tuần hoàn nhỏ mở rộng sang vùng lớn. Một số lượng lớn hơn của các phần tử được áp dụng bao hàm một mức cao các chi tiết của dòng sao cho thông tin được nắm bắt.

Áp dụng 10 phần tử trong mặt nằm ngang (Y) và độ nghiêng rất nhỏ hướng theo đỉnh và đáy biên. Chính điều đó sẽ giúp cho việc nắm bắt lớp đường biên có hiệu quả. Với hệ số Reynolds cao, sẽ dùng các lưới mịn. Dọc theo dòng chảy vào theo trục (X) trong ống vào, sử dụng bảng số liệu dưới đây.

Thông số chia lưới	
Trục nằm ngang (Y)	10 khoảng chia - độ nghiêng về phía

	thành ống
Vùng ống ra, dòng chảy theo trục (X)	15 khoảng chia - nghiêng về phía ống ra và chỗ chuyển tiếp
Vùng chuyển tiếp	12 khoảng chia - khoảng đều nhau
Vùng ống ra (lúc đầu)	15 khoảng chia - các phần tử lớn hơn gần ống ra

Vẽ đường thẳng.

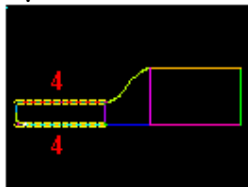
1. Utility Menu > Plot > Lines



2. Main Menu > Preprocessor > Mesh Tool

3. Chọn Lines Set.

4. Kích vào đường trên dòng hướng dọc theo cửa vào.



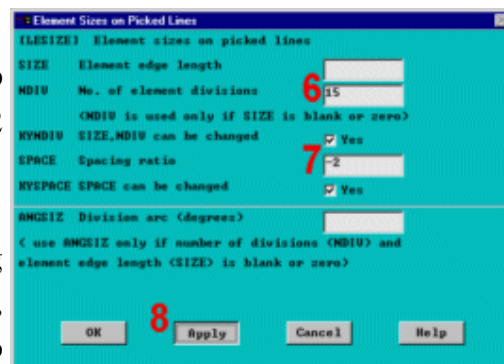
5. Apply (trên thực đơn kích).

6. Nhập 15 vào No. of element divisions.

7. Nhập -2 vào Spacing ratio (Thủ tục cho cỡ phần tử nhỏ ở gần 2 đầu).

8. Apply.

Chọn Tỷ lệ lưới nhỏ hơn gần ống vào, nơi dòng chảy bắt đầu mở rộng, và vùng đường kính lớn, vùng này có



số phần tử lớn hơn, các phần tử sẽ được tính bằng các phương trình gradients bậc cao. Vùng này là vùng chuyển tiếp của dòng chảy.

Ta sẽ lặp lại quá trình kích bằng kích chọn các đường thẳng và nhập số các khoảng chia và tỷ lệ, sử dụng tham số phân chia lưới ở trên. Chú ý tỷ lệ chia lưới được áp dụng theo chiều của các đường, các phần tử lớn hơn sẽ nằm ở phần cuối của các đường thẳng. Như vậy, đặt cỡ phần tử nhỏ hơn 1 cho đường thẳng cao hơn ở vùng ra và cỡ lớn hơn 1 cho đường thẳng ở đường thấp. (Hướng của các đường thẳng theo hướng ngược chiều kim đồng hồ, theo hướng được tạo ra.)

Vùng quá độ:

9. Kích đường trên và dưới của diện tích ở giữa.



10. **Apply** (trong thực đơn pich).

11. Nhập 12 vào **No. of element divisions**.

12. Nhập 1 vào **Spacing ratio** (khoảng cách đều).

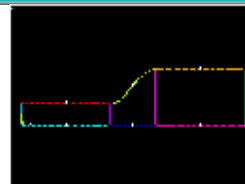
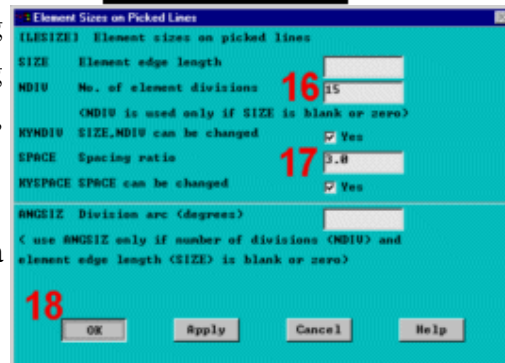
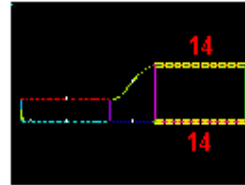
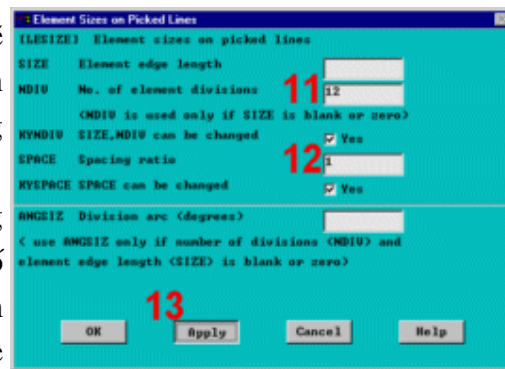
13. **Apply**.

Vùng ra:

14. Kích vào đường trên và dưới vùng ra

15. **Apply** (trong thực đơn kích).

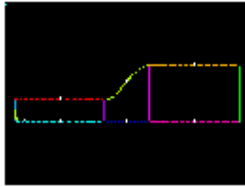
16. Nhập 15 vào **No. of Element**



Divisions.

17. Nhập 3.0 vào **Spacing ratio** (hướng ra đầu ra).

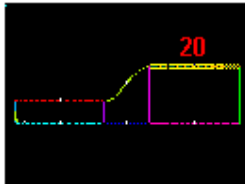
18. OK.



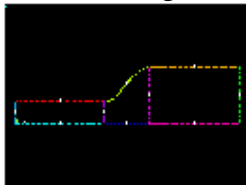
Chú ý rằng đường nằm trên cao không nghiêng về phía ống ra. Đường thẳng nghiêng phải được lật "flipped."

19. Chọn **Flip** trong **Mesh Tool**.

20. Kích vào các đường nằm trên.



21. OK (trong menu kích).



Hướng cắt đứng:

22. Chọn **Lines Set**.

23. Kích vào 4 đường cắt đứng.

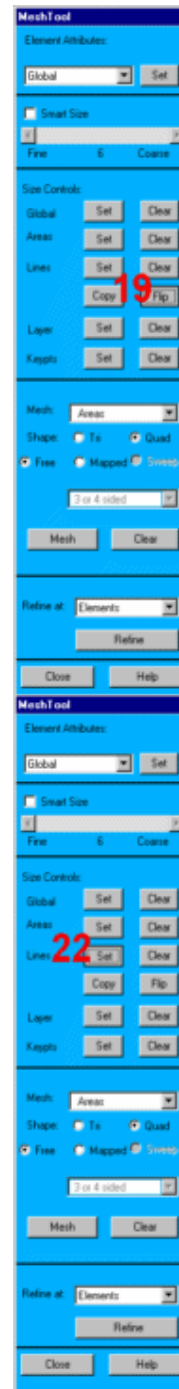
24. OK để đóng menu kích.

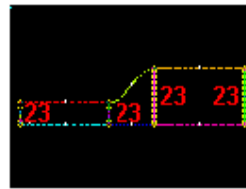
25. Nhập 10 vào **No. of element divisions**.

26. Nhập -2 vào **Spacing ratio** (tỷ lệ nghiêng của thành trên và đáy).

27. OK.

28. Toolbar: **SAVE_DB**.





Element Sizes on Picked Lines

(LESIZE) Element sizes on picked lines

SIZE Element edge length

NDIV No. of element divisions

(NDIV is used only if SIZE is blank or zero)

RYNDIV SIZE,NDIV can be changed ☒ Yes

SPACE Spacing ratio

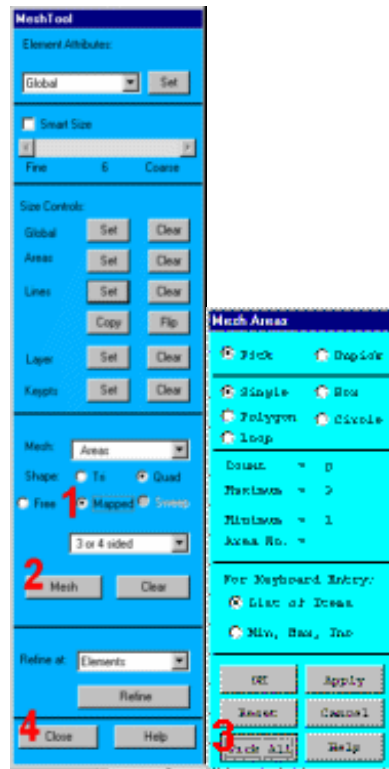
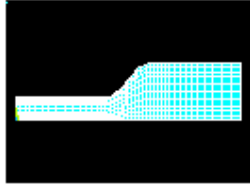
RYSPACE SPACE can be changed ☒ Yes

ANGLEIZ Division arc (degrees)

(use ANGLEIZ only if number of divisions (NDIV) and element edge length (SIZE) is blank or zero)

Bước 7: Chia lưới phần tử.

1. Chọn **Mapped mesher**.
2. Chọn **Mesh**.
3. **Pick All**.
4. Đóng **Close** trong **Mesh Tool**.



Bước 8: Tạo lệnh trong Toolbar.

Tiện lợi khi thiết lập một lệnh trên **Toolbar** để tắt hiển thị của ma trận chéo tại gốc tọa độ. Thực hiện thao tác này bằng cách vào menu **controls** trên **Utility Menu** và sau đó chọn **edit the Toolbar**.

Nhập tên lệnh và bản thân lệnh này như là sự rút gọn.

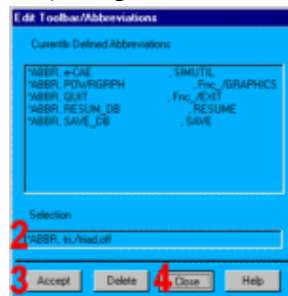
1. **Utility Menu > MenuCtrls > Edit Toolbar**

2. Enter **tri,/triad,off**.

3. **Accept**.

4. **Close**.

5. Thực hiện rút ngắn **triad** abbreviation.



Hiệu ứng xoá **triad** từ lần hiện sau. Như vậy sẽ không liên cung hiện

kết quả vẽ, không làm lẫn hình.

6. Utility Menu > Plot > Lines



Bước 9: Đặt điều kiện biên.

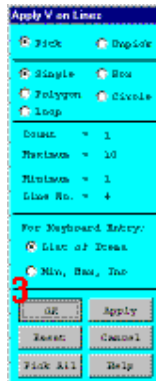
Đặt vận tốc **1 inch/s** theo hướng tọa độ **X(VX)** tại đầu vào của ống, và vận tốc không theo chiều ngang của ống vào (**VY** trong tọa độ **Y**). Các vận tốc không được đặt dọc theo các thành ống và áp suất không được đặt vào đầu ra của ống. Tất cả những điều kiện này bây giờ được áp dụng cho tất cả các đường.

Áp dụng điều kiện biên ống vào .

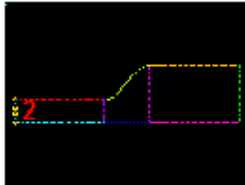
1. Main Menu > Preprocessor

> **Loads** > **-Loads-** **Apply** > **-**

Fluid/CFD- Velocity > **On Lines**



2. Kích đường vào **inlet line** (đường thẳng đứng tại đầu vào bên trái).

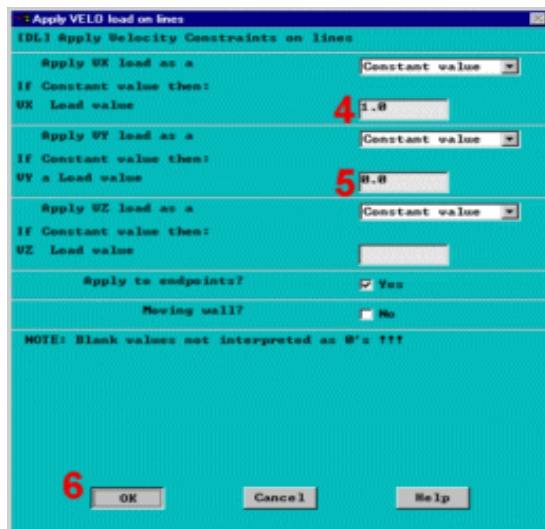
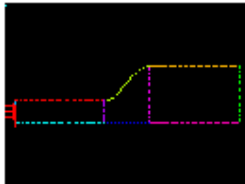


3. OK.

4. Nhập 1.0 cho VX.

5. Nhập 0.0 cho VY.

6. OK.



Áp dụng các điều kiện biên thành ống. Chọn các đường tạo nên các thành ống và sau đó đặt các vận

tốc không theo tọa độ X và Y.

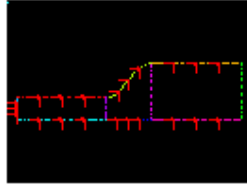
7. **Main Menu > Preprocessor**
> Loads > -Loads- Apply > -
Fluid/CFD- Velocity > On Lines

8. Kích vào 6 đường nằm trên
và đáy mô hình,

9. **OK.**

10. Nhập 0.0 cho VX và VY.

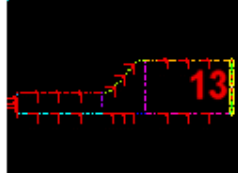
11. **OK** để đặt điều kiện .



Đặt điều kiện đầu ra:

12. **Main Menu >**
Preprocessor > Loads > -Loads-
Apply > -Fluid/CFD- Pressure
DOF > On Lines

13. Kích đường biên đầu ra,
đường thẳng đứng bên phải..



14. **OK.**

15. Nhập 0 cho giá trị áp
lực **Pressure value.**

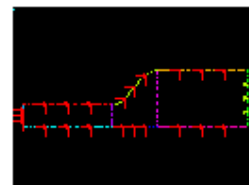
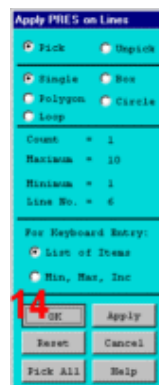
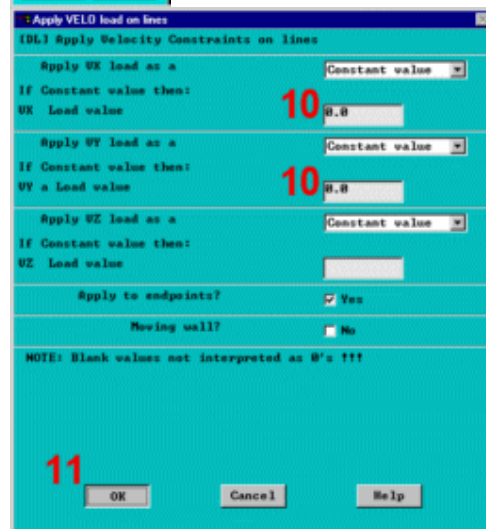
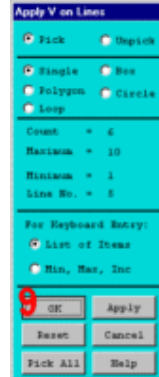
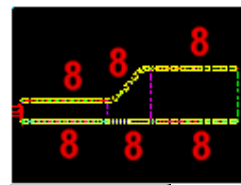
16. Đặt **Set endpoints** vào **Yes.**

17. **OK.**

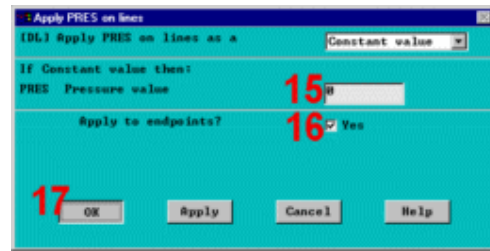
18. Toolbar: **SAVE_DB.**

Đến đây, mô hình phân tử
hữu hạn được hoàn thành và các
menu **FLOTTRAN** được truy cập để

150



xác định các tính chất của chất lỏng theo chiều dài với mọi điều khiển FLOTRAN yêu cầu.



6.4. GIẢI - PHÂN TÍCH TẦNG LAMINAR ANALYSIS

Bước 10: Thiết lập thuộc tính dòng chảy.

Thuộc tính dòng chảy được thiết lập theo thứ nguyên hệ Anh inches-lbf-seconds.

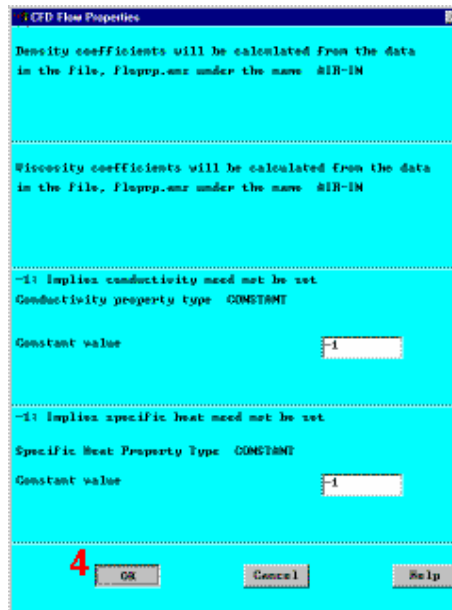
1. Main Menu > Solution > FLOTRAN Set Up > Fluid Properties

2. Chọn AIR-IN cho mật độ và độ nhớt.

3. OK.

4. OK.





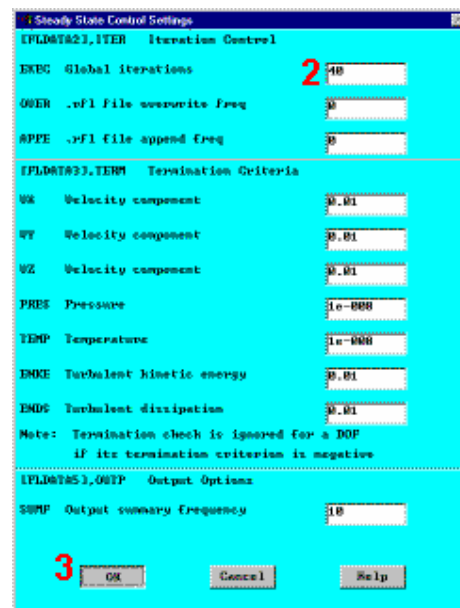
Bước 11: Đặt kiểm tra thực hiện.

Chọn kiểm tra thực hiện từ **FLOTRAN Set Up Menu**.

1. Main Menu > Solution > FLOTRAN Set Up > Execution Ctrl

2. Nhập 40 cho bước giải chung để bài toán hội tụ **Global iterations** (Chú ý: 40 global iterations có tính bất kỳ không hẳn đã bảo đảm hội tụ.)

3. OK để áp dụng và close.



Bước 12: Thay đổi các điều kiện tham chiếu.

Tham chiếu áp suất được thay đổi từ giá trị mặc định là **101 KPa** thành **14.7 psi** để duy trì việc nhất quán thiết lập các đơn vị.

Cũng như vậy, **chuẩn Nominal stagnation** và nhiệt độ tham chiếu được thay đổi từ 293°K đến 530°R bằng cách đặt chúng đến 70°R và thêm vào nhiệt độ offset là 460°R.

1. **Main Menu > Solution > FLOTRAN Set Up > Flow Environment > Ref Conditions**

2. Đổi áp suất thành 14.7 psi (tương đương 1 atmosphere).

3. Đổi các nhiệt độ chuẩn, hãm và chọn thành 70°R.

4. Đổi nhiệt độ offset từ nhiệt độ tuyệt đối 0 thành 460°R.

5. OK.

6. Toolbar: **SAVE_DB**.

Chú ý: Theo lựa chọn, có thể **Zoom-In** vào vùng tuần hoàn kín (**Pan, Zoom, Rotate menu** -- chọn một trong các nút với đường tròn to) .



Bước 13: Thực hiện lời giải FLOTRAN.

1. **Main Menu > Solution > Run FLOTRAN**

Khi chạy **FLOTRAN**, **ANSYS** sẽ vẽ đồ thị **tốc độ thay đổi trực giao "Normalized Rate of Change"** theo dõi lời giải hội tụ.

2. Đóng cửa sổ thông tin khi lời giải xong.



6.5. HẬU XỬ LÝ - PHÂN TÍCH CHẢY TẦNG

Bước 14: Đọc kết quả

Nhập hậu xử lý chung và đọc kết quả giải lần cuối và hình vẽ kiểu vector.

1. Main Menu > General Postproc > -Read Results- Last set

Bước 15: Vẽ véc tơ tốc độ

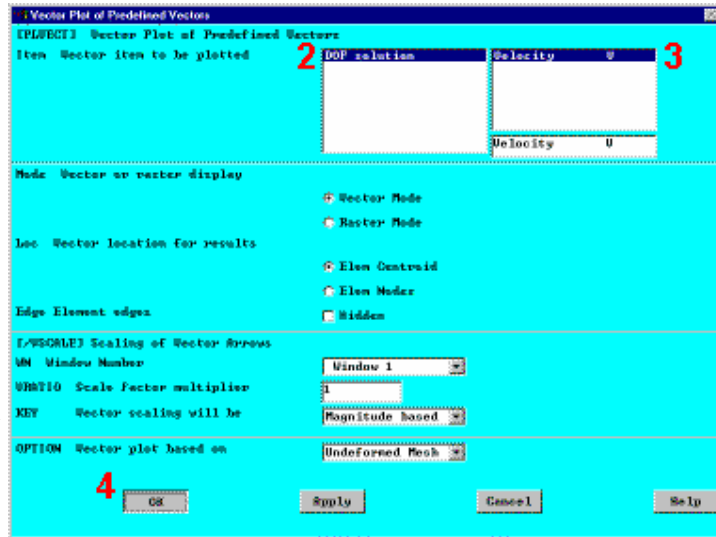
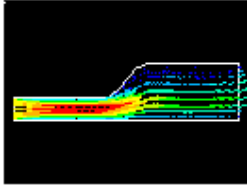
1. Main Menu > General Postproc > Plot Results > -Vector Plot- Predefined

2. Chọn lời giải DOF solution .

3. Chọn Velocity V.

4. OK.

Hình vẽ vector tốc độ thể hiện vùng xoáy chiếm phần trên của ống.



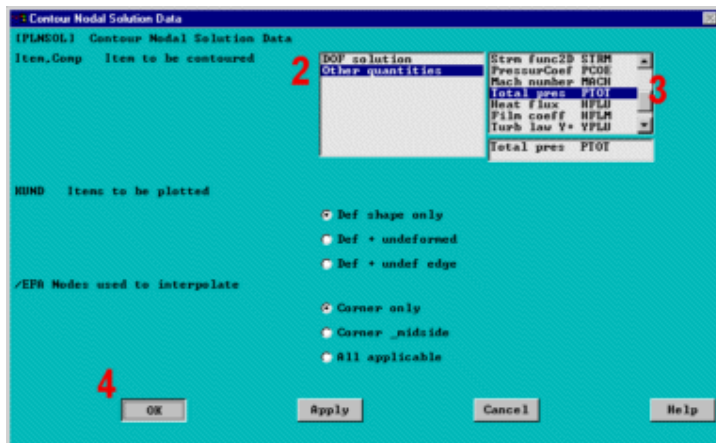
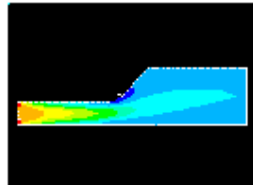
Bước 16: Vẽ đường bao áp lực tổng.

1. Main Menu > General Postproc > Plot Results > -Contour Plot- Nodal Solu

2. Other quantities.

3. Chọn Total Pressure. PTOT.

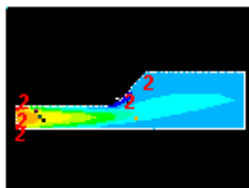
4. OK.



Bước 17: Hoạt hình tốc độ vết các hạt.

1. **Main Menu** >
General Postproc > **Plot Results** > **-Flow Trace-Defi Trace Pt**

2. Kích 2 hoặc 3 điểm nằm trong vùng vào và 1 hoặc 2 điểm trong vùng xoáy (dọc theo thành của vùng quá độ).



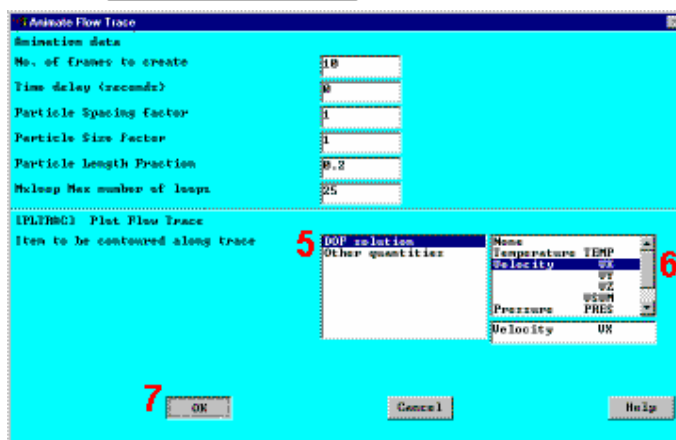
3. **OK** (trong menu kích).

4. **Utility Menu** >
PlotCtrls > **Animate** >
Particle Flow

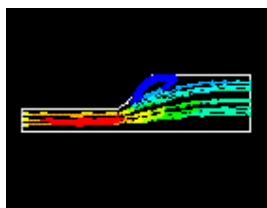
5. Chọn **DOF Solution**.

6. Chọn **Velocity VX**.

7. **OK**.



Bỏ qua lời cảnh báo về số lớn nhất của các vòng lặp (Chọn **Close**). ANSYS tạo ra dòng chảy của hạt, trên cơ sở xấp xỉ, nhưng chưa gây đóng vòng lặp.



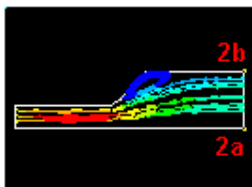
Hình vẽ vết kết quả chỉ ra hướng đi của dòng hạt dọc ống.

8. Chọn **Animation Controller** (không trình diễn), nếu cần, sau đó chọn **Close**.

Bước 18: Tạo hình vẽ đường đi của tốc độ qua cửa ra.

1. Main Menu >
General Postproc >
Path Operations >
Define Path > By Nodes

2. Kích vào điểm thấp nhất và cao nhất của cửa ra.



3. OK (Kích menu kích).

4. Nhập OUTLET cho Path Name.

5. OK.

6. File > Close (Windows)

7. Main Menu >
General Postproc >
Path Operations > Map
onto Path

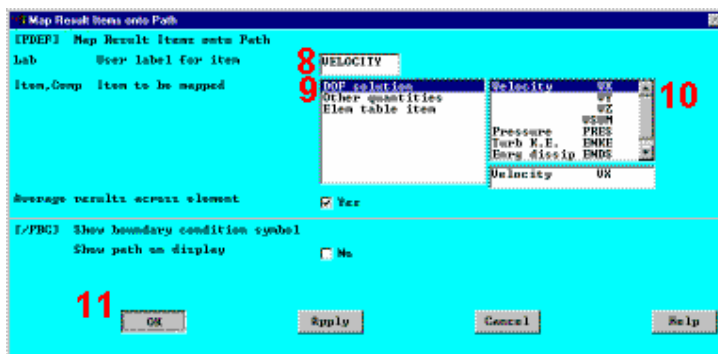
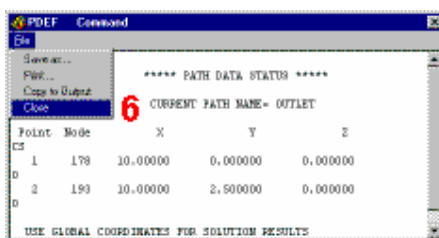
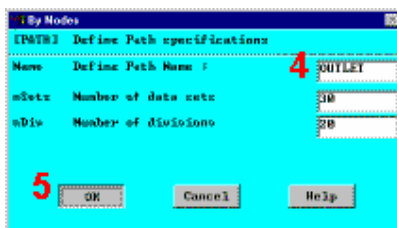
8. Nhập nhãn là VELOCITY.

9. Chọn DOF Solution.

10. Chọn Velocity VX.

11. OK.

12. Main Menu >

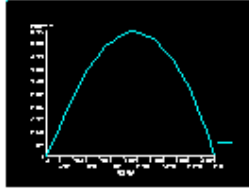


General Postproc >
Path Operations > -Plot
Path Item- On Graph

13. Chọn nhãn
VELOCITY như định
nghĩa trước.

14. **OK** để tạo vẽ
đường đi.

15. Đóng lại mọi
thông báo .



Để nghiên cứu tiếp, tăng tốc độ đầu vào lên 50 inches/second.

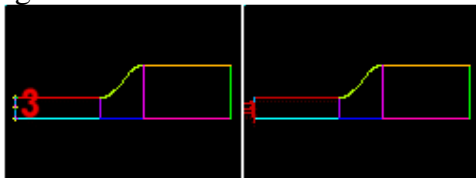
6.6. GIẢI -PHÂN TÍCH DÒNG CHẢY TĂNG VỚI VIỆC TĂNG TỐC ĐỘ ĐẦU VÀO

Bước 19: Tăng tốc độ cửa vào.

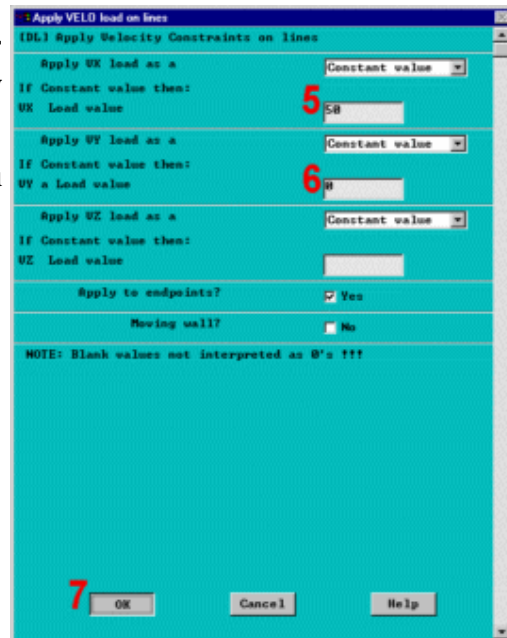
Vận tốc đầu vào ảnh hưởng đến biên dạng dòng chảy. Tăng vận tốc cửa vào đến 50 sẽ dẫn đến tăng hệ số Reynolds. Trở lại để đặt các hàm tải trọng và thay đổi vận tốc cửa vào, sau đó thực hiện lời giải từ một **tên file** khác.

1. **Utility Menu > Plot > Lines**
2. **Main Menu > Solution > - Loads- Apply > -Fluid/CFD- Velocity > On Lines**

3. Kích vào đường tại cửa vào đầu cùng bên trái.



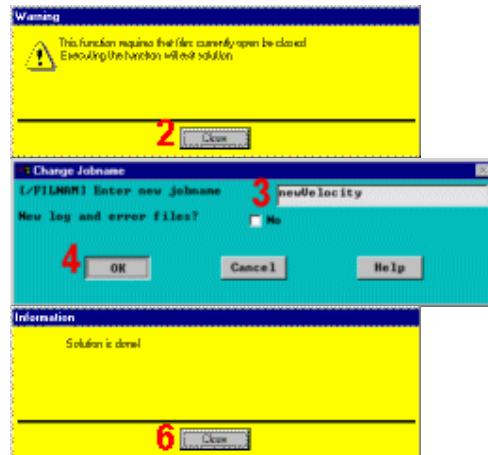
4. **OK** (trong menu kích)
5. Nhập 50 cho VX.
6. Nhập 0 cho VY.
7. **OK**.



Bước 20: Chạy phân tích

Không phải khởi động lại quá trình giải trước. Để thay thế phần đã chạy, đổi **tên** và chạy lại quá trình phân tích. Có thể khởi động lại **FLOTRAN** từ một lời giải trước, chọn một vận tốc cao hơn từ lúc đầu.

1. **Utility Menu > File**
 - > **Change Jobname**
 2. Đóng để thoát Solution.
 3. Nhập **"NewVelocity"**
- cho tên file.
4. **OK.**
 5. **Main Menu > Solution**
 - > **Run FLOTRAN**

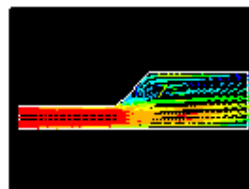
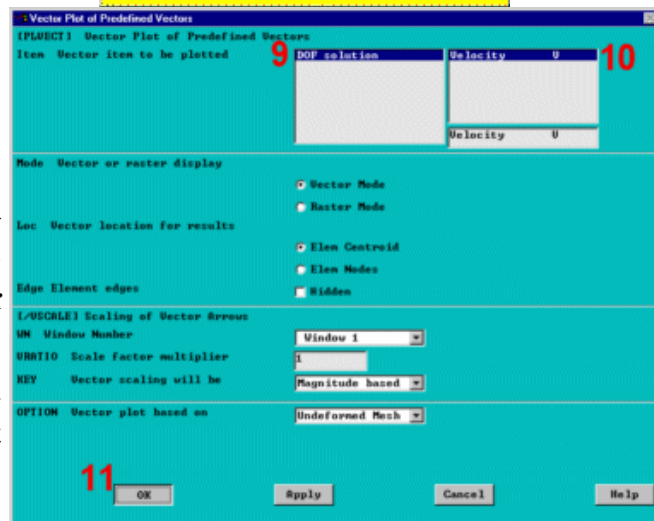


Graphical Solution Tracker hiện ra.

6. **Close.**

Lặp lại thứ tự các bước của hậu xử lý để xem hiệu quả của việc tăng tốc độ cửa vào. Các bước như sau:

7. **Main Menu > General Postproc > -Read Results- Last Set**
8. **Main Menu > General Postproc > Plot Results > - Vector Plot- Predefined**
9. Chọn **DOF Solution.**
10. Chọn **Velocity V.**
11. **OK.**



6.7. HẬU XỬ LÝ -PHÂN TÍCH CHẢY TẦNG KHI DỪNG TỐC ĐỘ CỦA VÀO MÔI

Bước 21: Vẽ đường bao áp lực tổng

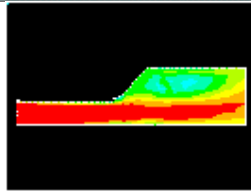
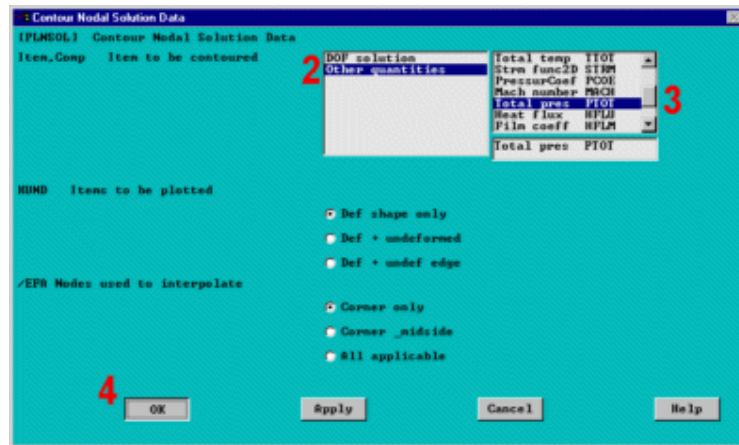
1. Main Menu
> General Postproc
Plot Results > -
Contour Plot-
Nodal Solu

2. Chọn Other
quantities.

3. Chọn Total
Pressure PTOT.

4. OK.

Đường bao kết
quả chỉ rõ áp lực tĩnh
và động trên toàn
diện tích ống.



Bước 22: Hoạt hình tốc độ vết các hạt.

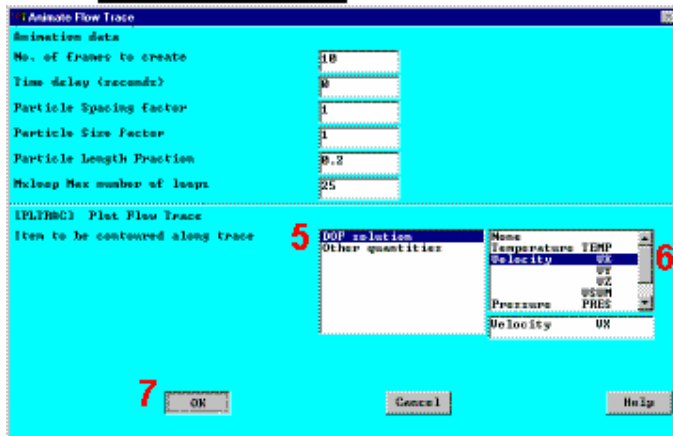
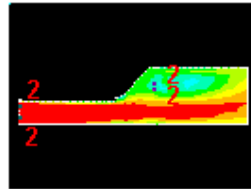
1. Main Menu >
General Postproc > Plot
Results > -Flow Trace-
Defi Trace Pt

2. Kích 2 hoặc 3 điểm
ở vùng vào và 1 hoặc 2
điểm dọc theo thành trên
của vùng quá độ.

3. OK (trong menu
kích).

4. Utility Menu >
PlotCtrls > Animate >
Particle Flow

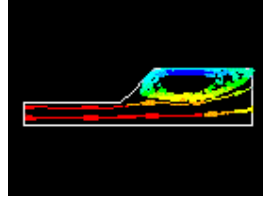
5. Chọn DOF
Solution.



6. Chọn **Velocity VX**.

7. **OK**.

Bỏ qua một số thông báo giới hạn lớn nhất của bước lặp(Chọn **Close**). ANSYS tạo ra dòng chảy các hạt dựa trên cơ sở xấp xỉ không gây ra việc đóng các vòng lặp.

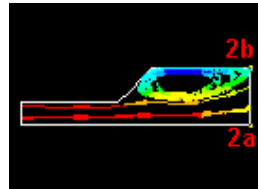


Đường vẽ vết kết quả chỉ ra đường đi của dòng hạt suốt chiều dài ống.

8. Chọn **Animation Controller** (not shown), sau đó chọn **Close**.

Bước 23: Tạo hình vẽ đường tốc độ qua cửa ra.

1. **Main Menu > General Postproc > Path Operations > Define Path > By Nodes**



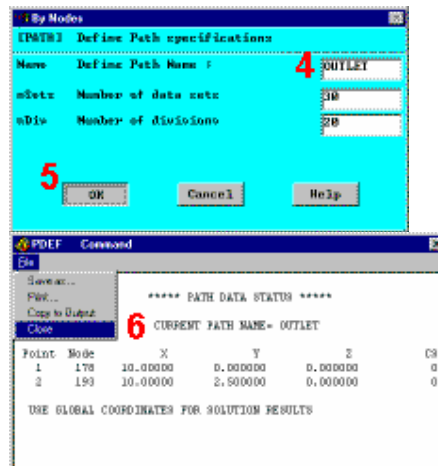
2. Kích vào điểm thấp nhất và cao nhất của cửa ra.

3. **OK** (trong menu kích).

4. Nhập **OUTLET** cho **Path Name**.

5. **OK**.

6. **File > Close (Windows)**



Xác định tốc độ theo phương X để vẽ vào đường đi

7. Main Menu > General Postproc > Path Operations > Map onto Path

8. Nhập VELOCITY .

9. Chọn DOF Solution.

10. Chọn Velocity VX.

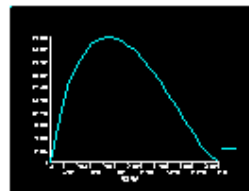
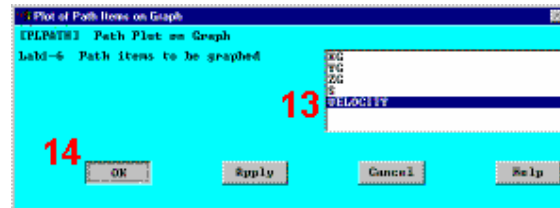
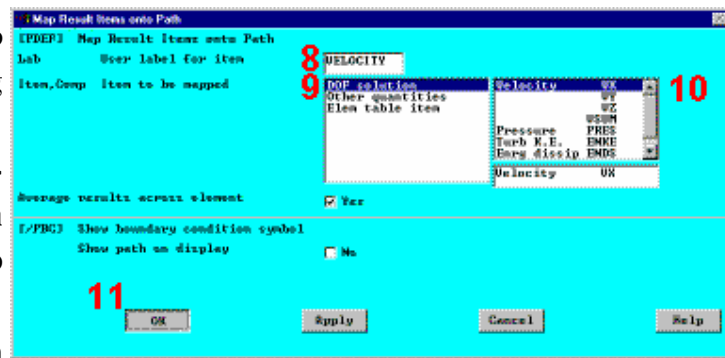
11. OK.

12. Main Menu > General Postproc > Path Operations > -Plot Path Item- On Graph

13. Chọn VELOCITY như định nghĩa trước.

14. OK để tạo hình vẽ đường đi

15. Đóng lại mọi cảnh báo.



Hình đường đi kết quả chỉ ra rằng, đường cong nghiêng về phần cuối của ống ra. Như vậy, dòng chảy lúc này chưa phát triển đầy đủ. (Chú ý, nếu hình vẽ hiện ra như hình ảnh ngược, là vì đã đảo thứ bậc của việc kích chọn, đã chọn từ điểm cao nhất đến thấp nhất thay cho phải chọn từ điểm thấp nhất cho đến điểm cao nhất tại ống ra.)

Bước tiếp theo, nếu chiều của ống ra được tăng lên, dòng chảy có thể đạt được profil phát triển đầy đủ.

Tăng chiều dài của ống lên 30 inches

6.8 TIỀN XỬ LÝ - PHÂN TÍCH DÒNG CHẢY TẦNG VỚI TẦNG CHIỀU DÀI ỐNG

Bước 24: Xóa điều kiện biên áp lực.

Các kết quả với trường hợp độ nhớt thấp hơn chỉ ra rằng, vùng tuần hoàn đã mở rộng, phù hợp kích thước của ống ra. Để cho phép dòng chảy phát triển hoàn toàn bằng thời gian cần tìm chỗ thoát, như vậy cần có đủ khoảng rộng để cho dòng phát triển.

1. Main Menu > Preprocessor > Loads > -Loads- Delete > -Fluid/CFD- Pressure DOF > On Lines

2. Pick All (trong Picking menu) để xóa hết điều kiện biên áp suất.

Bước 25: Thiết kế thêm vùng ra

1. Main Menu > Preprocessor > -Modeling- Create > -Areas- Rectangle > By Dimensions

2. Nhập giá số sau:

$$X1 = 10$$

$$X2 = 40$$

3. Nhập các số sau:

$$Y1 = 0$$

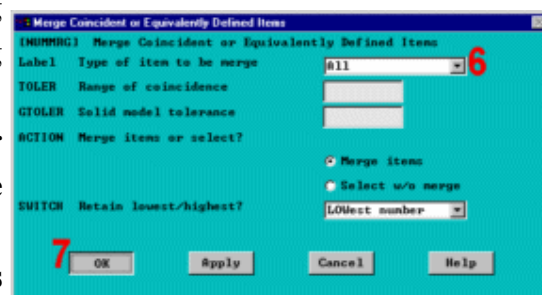
$$Y2 = 2.5$$

4. OK.

Hình chữ nhật mới có duy nhất các điểm và các đường thẳng. Chúng phải được trộn với các phần tương ứng diện tích đang tồn tại..

5. Main Menu > Preprocessor > Numbering Controls > Merge Items

6. Chọn All cho Type of items to be merged.



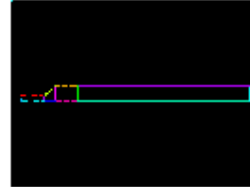
7. **OK.**

Thông báo: một đường thẳng chưa chia lưới được nối với đường thẳng được chia lưới đã có. Đó là điều có thể. Đóng hộp thông báo.



8. **Close.**

9. **Utility Menu > Plot > Lines**

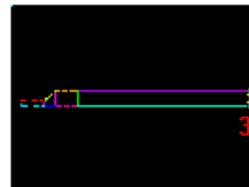


Bước 26: Thiết lập các phép chia lưới cho hình chữ nhật mới và tạo lưới.

1. **Main Menu > Preprocessor > Mesh Tool**

2. **ChọLines Set.**

3. Kích vào đường cuối vùng ra mới.



4. **OK** (trong picking menu).

5. Nhập 10 cho **No. of Element divisions** (nhập trỏ).

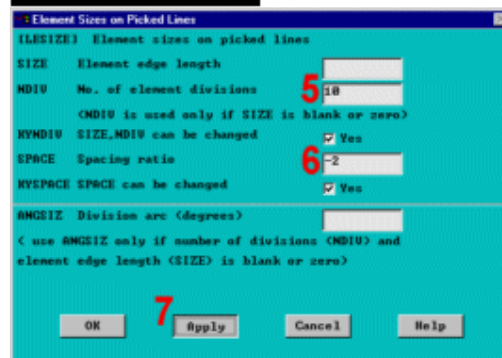
6. Nhập -2 cho **Spacing ratio**.

7. **Apply.**

Lặp lại thủ tục này cho các đường thẳng ở phía trên và ở dưới của hình chữ nhật.

8. Chọn các đường thẳng nằm trên và dưới của vùng ra mới.

9. **OK** (trong picking menu).



10. Nhập 20 cho **No. of element divisions**.

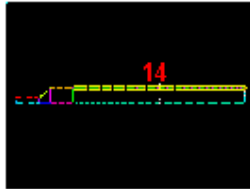
11. Nhập 3 cho **Spacing ratio**.

12. **OK**.

Lật ngược đường trên cùng.

13. Chọn **Lines Flip**.

14. Kích đường trên cùng.

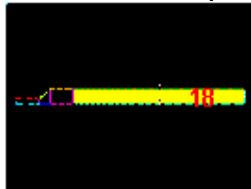


15. **OK** (trong picking menu).

16. Toolbar: **SAVE_DB**.

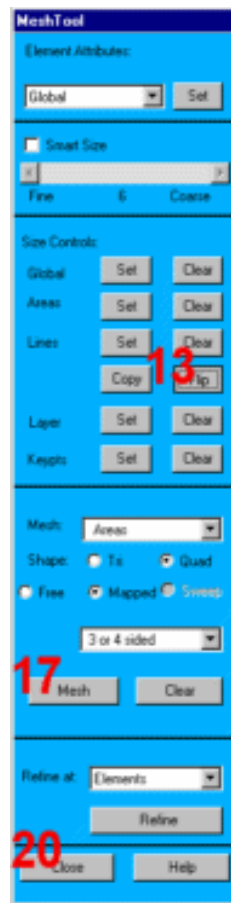
17. Chọn **Mesh**.

18. Kích vào diện tích ra.



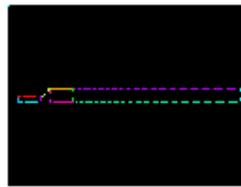
19. **OK** (trong picking menu) để bắt đầu chia lưới.

20. Đóng **Close Mesh Tool**.

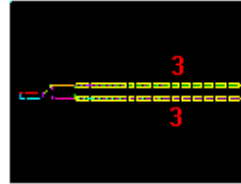


Bước 27: Đặt các điều kiện biên cho vùng mới.

Phải đặt điều kiện biên cho khu vực mới. Đặt vận tốc không cho cả hai hướng dọc theo thành ống và áp suất không tại mặt đầu vùng ra.

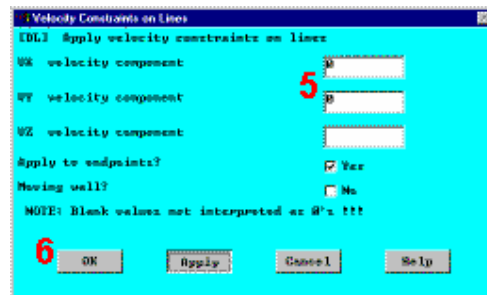


1. **Utility Menu > Plot > Lines**
2. **Main Menu > Preprocessor**
> Loads > -Loads- Apply > -
Fluid/CFD- Velocity > On Lines



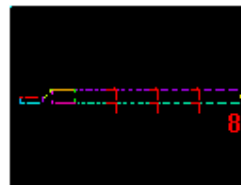
3. Kích vào thành trên và thành dưới không có điều kiện biên..

4. **OK** (trong picking menu).
5. Nhập 0 cho VX và VY.
6. **OK**.



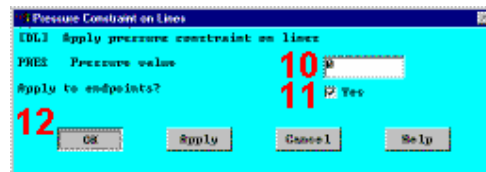
Đặt biên áp lực tại đầu ra.

7. **Main Menu > Preprocessor**
> Loads > -Loads- Apply > -
Fluid/CFD- Pressure DOF > On
Lines



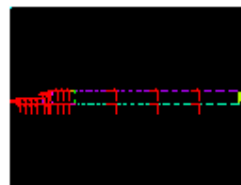
8. Kích vào mặt đầu ra mới.

9. **OK** (trong picking menu).
10. Nhập 0 cho **Pressure value**.
11. **Set endpoints** đặt vào **Yes**.



12. **OK** để đặt điều kiện biên.

13. **Utility Menu > Plot > Lines**



6.9 GIẢI - PHÂN TÍCH DÒNG CHẢY TẦNG SỬ DỤNG CHIỀU DÀI ỐNG MỚI

Bước 28: Thay đổi jobname và thực hiện lời giải.

Do phần thêm vào của ống ra đã thay đổi phạm vi của bài toán, đòi hỏi một quá trình phân tích mới. Bạn có thể bắt đầu một phân tích mới bằng cách thay đổi **Tên jobname** từ **Utility Menu**.

Chú ý: một thông báo sẽ xuất hiện yêu cầu phải thoát khỏi bước xử lý giải để đổi tên.

1. **Utility Menu > File > Change Jobname**

2. **Close** để thoát khỏi **Solution**.

3. Nhập tên mới "newLength" cho **new jobname**.

4. **OK**.

Có thể bắt đầu phân tích mới bằng cách xoá đi file chứa các kết quả, có tên là *file.rfl* (được mặc định). Có thể xoá file này bằng một trong hai cách sau :

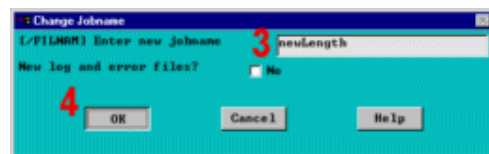
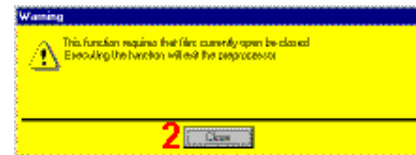
Utility Menu > File > File Operations > Delete

Kích **file name**, sau đó chọn **OK** hoặc thực hiện lệnh **/SYS** và xoá file bằng lệnh hệ điều hành hệ thống thích hợp. **ANSYS** sẽ tự động đổi tên cho một file các kết quả không đúng.

Bây giờ thực hiện lời giải mới.

5. **Main Menu > Solution > Run FLOTRAN**

6. **Close**, đóng cửa sổ thông tin khi thực hiện xong **solution is done**.



6.10 HẬU XỬ LÝ - PHÂN TÍCH DÒNG CHẢY TẦNG VỚI CHIỀU DÀI ỐNG MỚI

Bước 29: Đọc các kết quả mới và biểu diễn các vecto vận tốc.

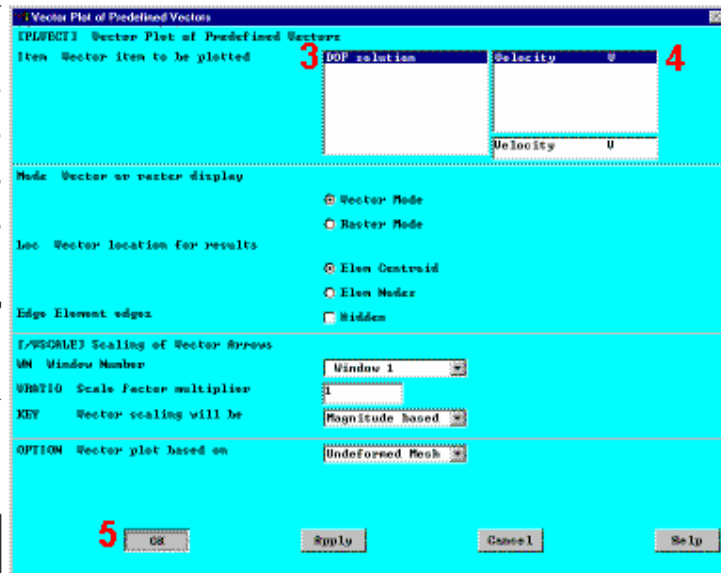
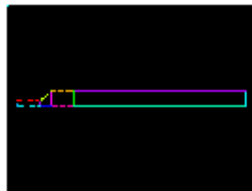
1. Main Menu >
General Postproc >
Read Results- Last
Set

2. Main Menu >
General Postproc >
Plot Results >
Vector Plot-
Predefined

3. Chọn DOF
Solution.

4. Chọn Velocity
V.

5. OK.



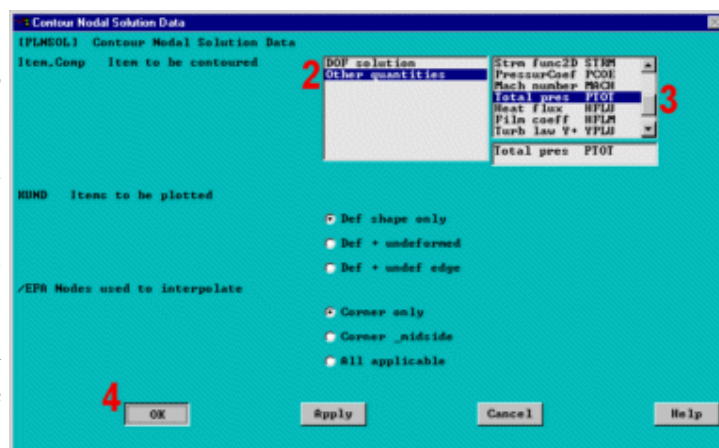
Bước 30: Biểu diễn toàn bộ các đường áp suất.

1. Main Menu >
General Postproc >
Plot Results >
Contour Plot- Nodal
Solu

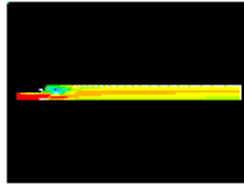
2. Chọn số khác
Other quantities.

3. Chọn áp lực toàn
thể Total Pressure
PTOT.

4. OK.



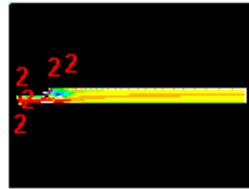
Hình vẽ đường bao biểu diễn toàn bộ các áp suất tĩnh và động xuất hiện trong ống.



Bước 31: Hoạt hình vận tốc của vết các phân tử.

1. **Main Menu > General Postproc > Plot Results > -Flow Trace- Defi Trace Pt**

2. Kích vào 2 hoặc 3 điểm quanh vùng ống vào và một hoặc 2 điểm trong vùng tuần hoàn (dọc theo thành trên của vùng quá độ).



3. **OK** (trong picking menu).

4. **Utility Menu > PlotCtrls > Animate > Particle Flow**

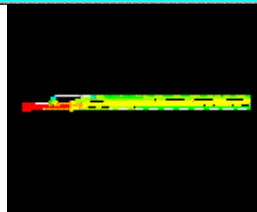
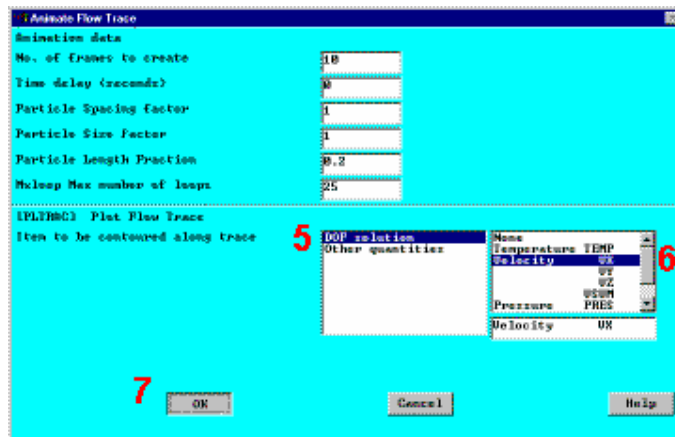
5. Chọn **DOF Solution**.

6. Chọn **Velocity VX**.

7. **OK**.

Bỏ qua các thông báo về số lần lặp lớn nhất (chọn **Close**). ANSYS tạo ra dòng chảy của dòng hạt trên cơ sở phép xấp xỉ mà chưa gây ra việc đóng các vòng lặp.

Close.

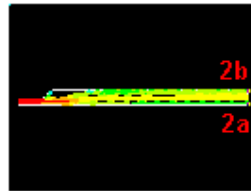


Bước 32: Tạo vẽ hình theo đường dẫn của vận tốc dọc theo ống.

Profil vận tốc ống ra có thể được kiểm tra bằng vẽ theo đường dẫn. Đầu tiên, thiết lập một đường dẫn để vẽ.

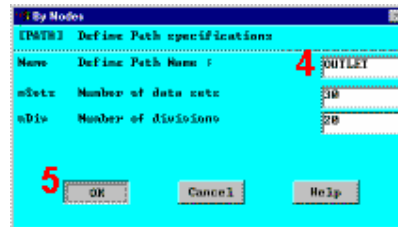
1. **Main Menu** >
General Postproc >
Path Operations >
Define Path > By Nodes

2. Kích vào điểm thấp nhất và cao nhất trên tiết diện ra.



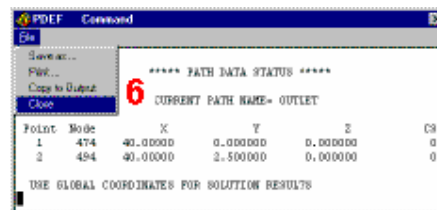
3. **OK** (trong the picking menu).

4. Nhập tên đầu ra "outlet" cho tên đường dẫn **path name**.



5. **OK**.

6. **File** > **Close** (Windows)



Xác định tốc độ theo hướng X (VX) để vẽ kết quả tính theo đường dẫn.

7. **Main Menu** >
General Postproc >
Path Operations > Map onto Path

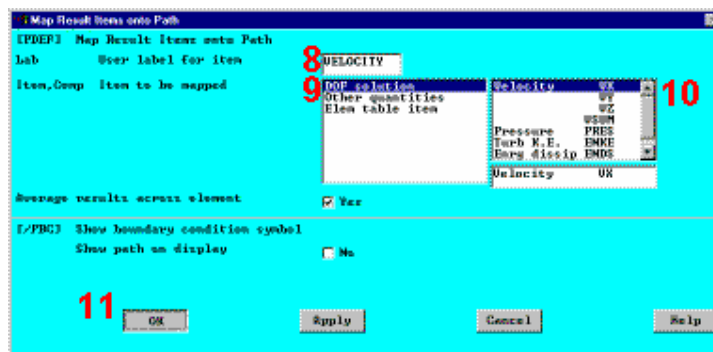
8. Nhập "velocity" là **User label**.

9. Chọn **DOF solution**.

10. Chọn **Velocity VX**.

11. **OK**.

12. **Main Menu** >
General Postproc >

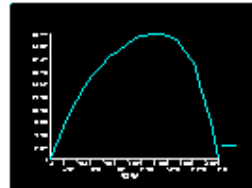
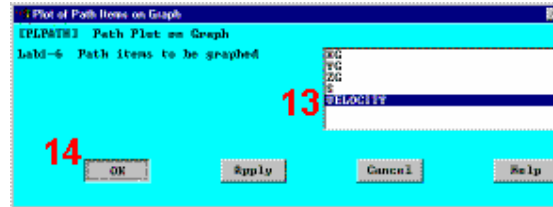


Path Operations > -Plot Path Item- On Graph

13. Chọn nhấn **VELOCITY** như đã được định nghĩa trước.

14. **OK** để tạo vẽ theo đường dẫn.

15. Đóng mọi thông báo.



Vẽ kết quả theo đường dẫn cho thấy, dòng đã phát triển hoàn toàn, tuy nhiên có nghiêng về một bên của ống ra. Do vận tốc được tăng lên rất nhiều, vậy chúng có thể đang ở chế độ dòng chảy rối. Bước tiếp theo là kiểm tra hệ số Reynold và chế độ chảy rối. Kết quả tăng độ khuếch tán gắn liền với dòng chảy rối là làm giảm kích thước của vùng tuần hoàn.

Bước 33: Tính toán hệ số Reynolds.

Tính toán hệ số Reynolds để xác định nếu quá trình phân tích nằm trong vùng chảy rối ($Re > 3000$).

Hệ số Reynolds đã được xác định theo công thức sau :

$$Re = \frac{\rho V D_h}{\mu}$$

ρ = density = **Mật độ** = $1.21e-7$

V = Velocity = **Vận tốc** = 50

D_h = hydraulic diameter = $2 \times \text{inlet height}$ (**chiều cao ống vào**) = 2

μ = Viscosity= **Độ nhớt** = $2.642e-9$

Vì vậy,

$Re = 4600$,

khi đó xảy ra hiện tượng chảy rối.

Bước tiếp theo của quá trình phân tích là sử dụng mô hình chảy rối.

6.11 LỜI GIẢI - PHÂN TÍCH DÒNG CHẢY RỐI

Bước 34: Xác định chọn lời giải FLOTRAN và thực hiện

1. **Main Menu > Solution > FLOTRAN Set Up > Solution Options**

2. Chọn **Turbulent** option.

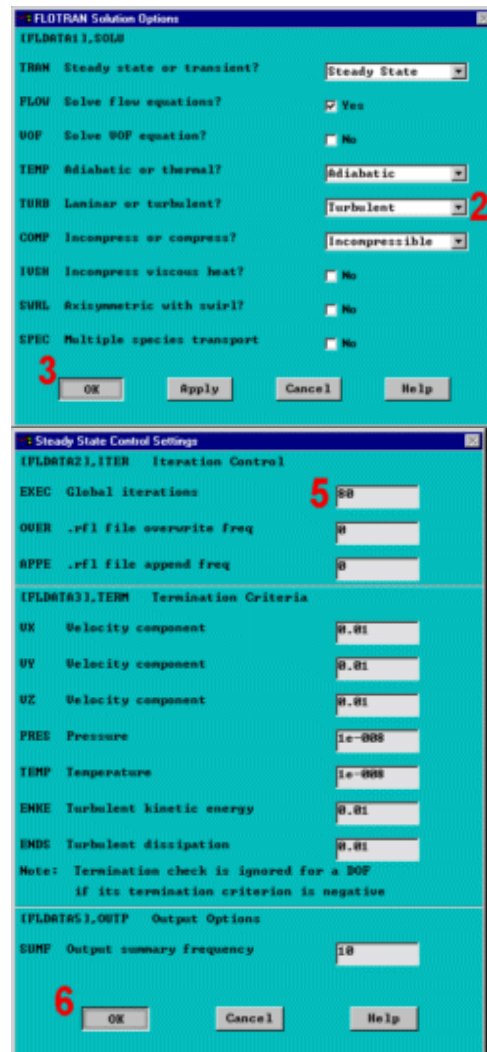
3. **OK.**

Với việc dòng chảy rối tăng do độ nhớt thấp, các hiệu ứng phi tuyến trong bài toán ngày càng rõ rệt hơn và lặp lại tất cả các yêu cầu để đạt được một lời giải tốt hơn. Bạn sẽ tăng con số này trong hộp thoại **Execution Control**.

4. **Main Menu > Solution > FLOTRAN Set Up > Execution Ctrl**

5. Nhập 80 cho **Global iterations**.

6. **OK.**



Bước 35: Bắt đầu lại quá trình phân tích.

Chú ý: Đây là khởi động lại quá trình phân tích. Bắt đầu lại quá trình giải ANSYS/CFD đòi hỏi phạm vi của bài toán (cụ thể là các nút hình học) là không thay đổi. Do chỉ có thay đổi mô hình (chảy tầng sang chảy rối) và thay đổi số các bước lặp, bắt đầu lại quá trình phân tích là chấp nhận được. Vì vậy, lời giải sẽ chọn từ phía trái ra và 80 bước lặp toàn thể sẽ được thực hiện.

1. Main Menu >
Solution >Run
FLOTRAN

Một lần nữa,
Graphical Solution
Tracker xuất hiện.

2. Close.

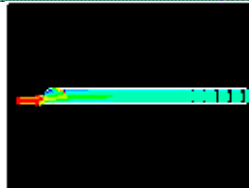
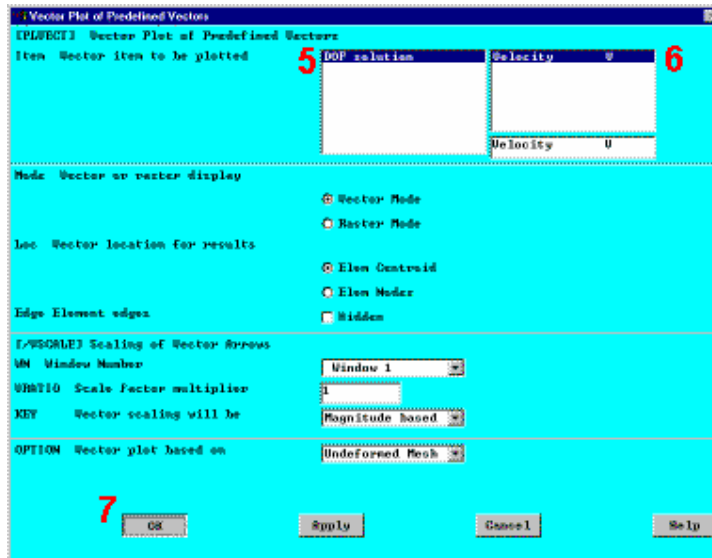
Lập lại các bước
hậu xử lý để chỉ ra các
kết quả vận tốc ống cao
hơn.

3. Main
Menu>General
Postproc > -Read
Results- Last Set

4. Main Menu >
General Postproc >
Plot Results > -Vector
Plot- Predefined

5. Chọn DOF
Solution. Chọn
Velocity V.

6. OK.



6.12 HẬU XỬ LÝ - PHÂN TÍCH DÒNG CHẢY RỐI

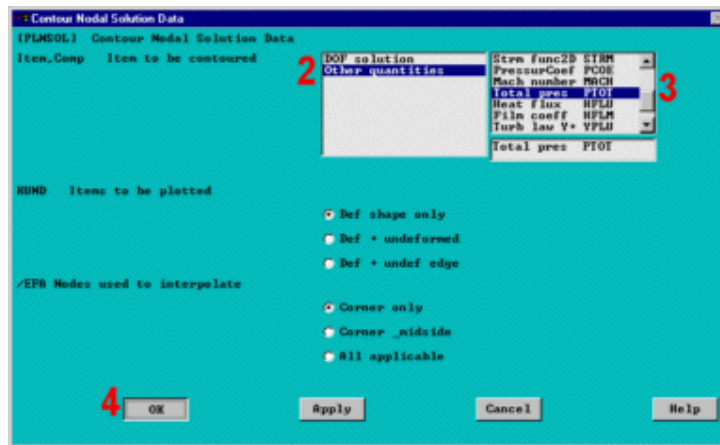
Bước 36: Vẽ đường bao áp suất.

1. Main Menu > General Postproc > Plot Results > -Contour Plot-
Nodal Solu

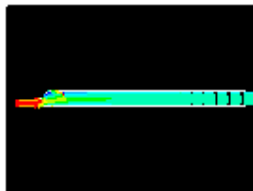
2. Chọn Other quantities.

3. Chọn Total Pressure PTOT.

4. OK.



Hình vẽ đường bao kết quả cho biết các tổng áp suất tĩnh và động trong ống.



Bước 37: Hoạt ảnh vận tốc của các phần tử.

1. **Main Menu > General Postproc > Plot Results > -Flow Trace- Defi Trace Pt**

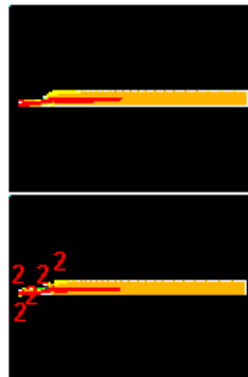
2. Chọn hai hoặc ba điểm ở xung quanh vùng vào và một hoặc hai điểm trong vùng tuần hoàn (dọc theo thành trên của vùng chuyển tiếp).

3. **OK** (trong picking menu).

4. **Utility Menu > PlotCtrls > Animate > Particle Flow**

5. Chọn **DOF Solution**.

6. Chọn **Velocity VX**.

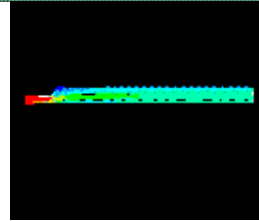
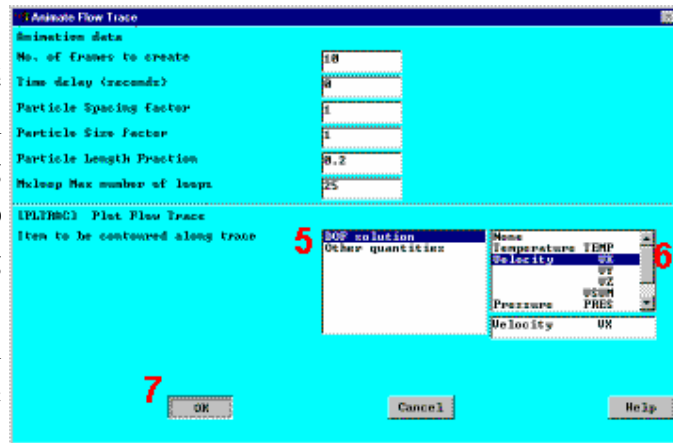


7. OK.

Bỏ qua các thông báo về số lần lặp lớn nhất (chọn **Close**). ANSYS tạo ra dòng chảy dựa trên cơ sở phép xấp xỉ, nhưng chưa gây ra việc đóng các vòng lặp.

Kết quả vẽ theo vết biểu thị đường đi của dòng khí dọc theo ống.

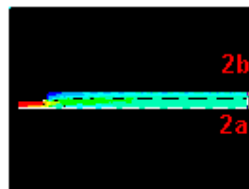
8. Sử dụng các lựa chọn trong **Animation Controller** (không hiển thị), sau đó chọn **Close**.



Bước 38: Tạo hình biểu diễn đường đi vận tốc suốt dọc ống.

1. Main Menu >
General Postproc >
Path Operations >
Define Path > By
Nodes

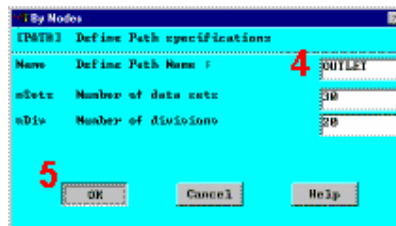
2. Kích vào điểm thấp nhất và điểm cao nhất trên mặt cắt ra.



3. OK (trong the picking menu).

4. Nhập OUTLET là tên đường dẫn Path Name.

5. OK.



6. File > Close (Windows).

Xác định vận tốc theo hướng X (VX) để vẽ theo lên đường dẫn..

7. Main Menu > General Postproc > Path Operations > Map onto Path

8. Nhập VELOCITY là nhãn As label.

9. Chọn DOF Solution.

10. Chọn Velocity VX.

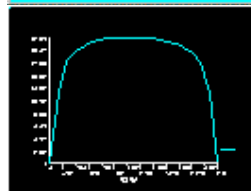
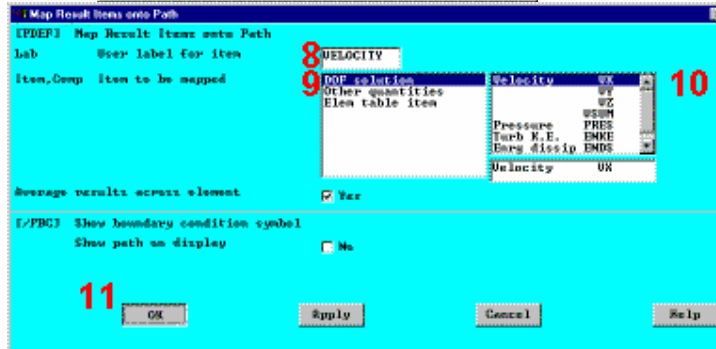
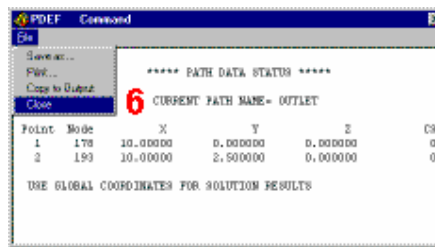
11. OK.

12. Main Menu > General Postproc > Path Operations > Plot Path Item- On Graph

13. Chọn nhãn VELOCITY như định nghĩa trước

14. OK để tạo vẽ theo đường dẫn.

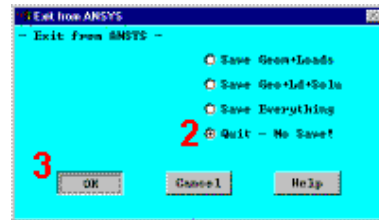
15. Đóng tất cả các thông báo.



Chú ý: với mô hình chảy rối được thiết lập để phân tích, dòng chảy đã phát triển đầy đủ và biểu diễn hướng đi đã thể hiện rất rõ ở trên đầu (cũng là các parabolic, giống như trong quá trình chảy tầng). Dòng chảy này là dòng chảy rối và thấy được các kết quả như mong đợi.

Bước 39: Thoát khỏi chương trình ANSYS.

1. **Toolbar: QUIT.**
2. **Chọn Quit - No Save!**
3. **OK.**

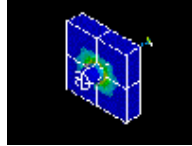


Kết thúc

Bài 7

BÀI TOÁN TIẾP XÚC

PHÂN TÍCH TIẾP XÚC GHÉP CĂNG GIỮA CHỐT VÀ LỖ



- Phạm vi bài toán Problem Specification
- Mô tả bài toán Problem Description
- Dựng mô hình hình học Build Geometry
- Định nghĩa thuộc tính vật liệu và kiểu phần tử Define Material Property and Element Type
- Tạo lưới Generate Mesh
- Xác định tiêu chuẩn giải Specify Solution Criteria
- Bước đặt tải 1 Load Step 1
- Bước đặt tải 2 Load Step 2
- Hậu xử lý Postprocessing

7.1 PHẠM VI BÀI TOÁN

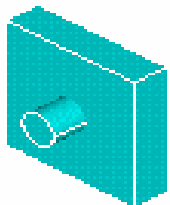
Các sản phẩm của ANSYS sử dụng:	ANSYS/Multiphysics, ANSYS/Mechanical, ANSYS/Structural, ANSYS/ED
Mức độ khó:	Khó
Yêu cầu thời gian thực hiện bài toán:	45 đến 60 phút (bao gồm 15 đến 20 phút cho quá trình giải)
Lĩnh vực khoa học	Cấu trúc
Kiểu phân tích:	Phi tuyến (động)
Kiểu phần tử	SOLID185, TARGE170, CONTA174

Mô tả đặc điểm của bài toán	Mô hình khối, Các thao tác logic, các điều kiện biên đối xứng, bề mặt tiếp xúc từ mềm dẻo đến mềm dẻo, thủ thuật tiếp xúc, bước thời gian tự động, nhiều bước đặt tải, giãn nở đối xứng, hoạt ảnh, tiến trình thời gian hậu xử lý, hộp thoại điều khiển quá trình giải Solution Controls
-----------------------------	---

7.2 MÔ TẢ BÀI TOÁN

Đây là quá trình phân tích 3-D của cặp tiếp xúc của một chốt thép với lỗ trong khối. Vì mô hình đối xứng, sẽ thực hiện phân tích trên một phần tư đối xứng của mô hình. Phải xác định rõ hai bước nhập khác nhau. Mục tiêu của bước đặt tải đầu tiên là để quan sát sự khác biệt về ứng suất của chốt, trong đó, về hình học chúng có đường kính lớn hơn lỗ chốt. Mục tiêu của bước đặt tải thứ hai là quan sát các ứng suất, các áp lực tiếp xúc và các phản lực sinh ra do sự va đập của chốt khi bị kéo ra khỏi khối.

Điều kiện ban đầu



Các kích thước của mô hình cho như sau : Bán kính chốt (**PIN**) = 0.5 đơn vị (**units**), độ dài (**length**) = 2.5 đơn vị (**units**). Bề rộng khối (**BLOCK**) = 4 đơn vị (**units**), độ dài (**length**) = 4 đơn vị (**units**), độ dày (**depth**) = 1 đơn vị (**unit**). Bán kính lỗ chốt (**PINHOLE**) = 0.49 đơn vị (**units**), độ dài (**depth**) = 1 đơn vị (**unit**). Cả hai khối solid được làm bằng thép kết cấu (độ cứng **stiffness** = 36E6, hệ số **Poisson** = 0.3) và vật liệu có thuộc tính dẻo.

Các giả thiết

Do mô hình đối xứng, nên mô phỏng hiện tượng tiếp xúc có thể dùng 1/4 mô hình. Có thể sử dụng hai bước đặt tải để thiết lập quá trình phân tích: Bước 1: Sự ghép căng (**Interference Fit**) -- giả quyết không có chuyển vị. Chốt được ép bên trong lỗ theo mô hình hình học. Ứng suất sinh ra do có độ dôi giữa lỗ phẳng - pinhole và bề mặt tiếp xúc (chốt - pin). Bước tải thứ 2: Rút chốt **Pull-out** - di chuyển chốt 1.7 đơn vị (**units**) ra khỏi khối, sử dụng điều kiện chuyển vị **DOF** trên một cặp nút. Cần sử dụng tự động đặt bước thời gian **Automatic Time Stepping**, để bảo đảm cho sự hội tụ của lời giải. Sau 10 bước lặp, đọc các kết quả giải lời giải một lần, tiến hành trong suốt quá trình giải.

Tóm tắt các bước

Có thể dùng các tham số theo đầu bài và dùng các bước hướng dẫn dưới đây để tiến hành giải. Cần tiến hành từng bước một, đầu tiên chọn bước **1-step 1**.

Chú ý: Để chạy hướng dẫn này, cần tổng số bộ nhớ có đủ không gian trống để làm việc là 64MB, tốt nhất là hơn (100-200 MB).

Trước khi bắt đầu thực hiện bài tập, hãy kiểm tra không gian làm việc bộ nhớ như sau:

1. **Utility Menu > List > Status > Configuration**
2. Cuộn xuống đến mục **MEMORY STATISTICS** và đọc số của bộ nhớ MB cho **Requested Initial Work Space**.
3. Nếu dung lượng này thỏa mãn, hãy tiếp tục thực hiện bài tập. Nếu dung lượng quá nhỏ, thoát **ANSYS** không sao lưu dữ liệu **without saving changes**, khởi động lại - **re-start ANSYS** và, trong hộp thoại **ANSYS Interactive**, nhập dung lượng bộ nhớ yêu cầu vào **Memory requested** cho **Total Workspace field** trước khi chọn **Run**.

Dựng mô hình hình học

1. Tạo block.
2. Tạo mặt đích.
3. Tạo lỗ.
4. Tạo 1/4 mô hình đối xứng

Định nghĩa thuộc tính vật liệu và kiểu phần tử

5. Định nghĩa vật liệu.
6. Định nghĩa kiểu phần tử cho thể tích đặc

Tạo lưới

7. Tạo lưới thể tích đặc.
8. Biểu diễn cạnh phần tử phẳng
9. Tạo cặp tiếp xúc bằng cách dùng Contact Wizard.

Xác định chuẩn lời giải

10. Đặt liên kết đối xứng trên 1/4 khối
11. Định nghĩa liên kết biên trên khối.
12. Định nghĩa biến dạng lớn (large displacement) phân tích tĩnh.

Đặt tải Bước 1

13. Xác định chọn phân tích lắp ghép chặt
14. Giải đặt tải bước 1

Đặt tải bước 2

15. **Đặt bậc tự do chuyển vị Set DOF displacement** cho lỗ.
16. Định nghĩa chọn phân tích tháo lắp pull-out.
17. Ghi kết quả vào file.
18. Giải đặt tải bước 2.

Hậu xử lý

19. Mở rộng mô hình từ 1/4 ra cả khối
20. Quan sát trạng thái ứng suất ở mặt lắp ghép
21. Quan sát áp lực tiếp xúc trung gian chốt
22. Quan sát trạng thái ứng suất sau khi rút chốt

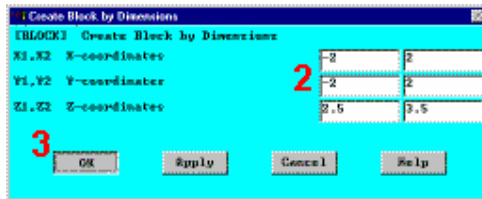
23. Mô phỏng lắp ghép.
24. Vẽ phản lực cho lỗ tháo ra
25. Thoát khỏi ANSYS

7.3 DỰNG MÔ HÌNH HÌNH HỌC

Bước 1: Tạo block.

Tạo khối block hình hộp bằng định nghĩa các tọa độ XYZ.

1. **Main Menu > Preprocessor > - Modeling- Create > -Volumes- Block > By Dimensions**



2. Nhập xác số sau:

$$X1 = -2$$

$$X2 = 2$$

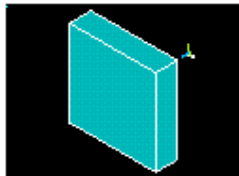
$$Y1 = -2$$

$$Y2 = 2$$

$$Z1 = 2.5$$

$$Z2 = 3.5$$

3. OK.
4. **Utility Menu > PlotCtrls > Pan, Zoom, Rotate**
5. Kích nút ISO.
6. Close.



Bước 2: Tạo mặt đích (target surface - lỗ trên khối).

Tạo xilanh bằng định nghĩa bán kính và chiều dày (depth).

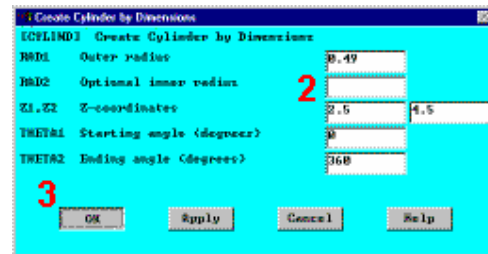
1. **Main Menu > Preprocessor > - Modeling- Create > -Volumes- Cylinder > By Dimensions**

2. **Nhập:**

$$RAD1 = 0.49$$

$$Z1 = 2.5$$

$$Z2 = 4.5$$



3. **OK.**

Trừ phần hình trụ khỏi khối.

4. **Main Menu > Preprocessor > - Modeling- Operate > - Booleans- Subtract > Volumes**

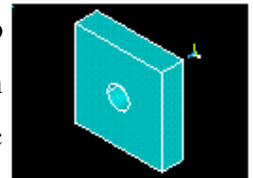
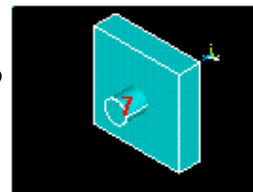
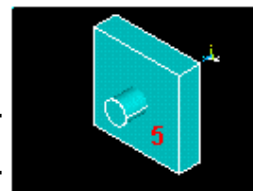
5. Chọn khối là khối cơ sở để từ đó sẽ bị trừ.

6. **OK (trong picking menu).**

7. Kích chọn hình trụ (được tạo trong phần đầu tiên của xi lanh được tạo ra bước trên đây, được định nghĩa là thể tích trừ.

8. **OK (trong picking menu).**

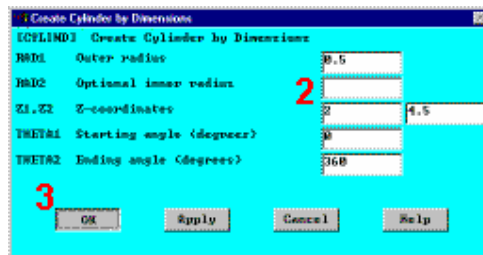
Utility Menu > Plot > Replot



Bước 3: Tạo chốt.

Tạo khối trụ bằng việc định rõ bán kính và chiều dài.

1. **Main Menu > Preprocessor > - Modeling- Create > -Volumes- Cylinder > By Dimensions**



2. Nhập các số sau:

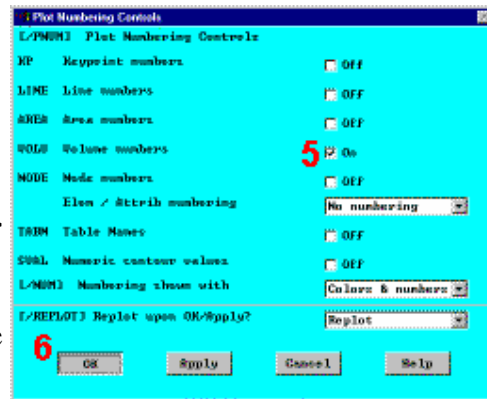
$RAD1 = 0.5$

$Z1 = 2$

$Z2 = 4.5$

3. OK.

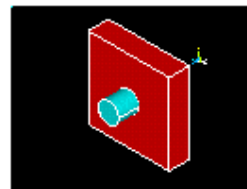
4. **Utility Menu > PlotCtrls > Numbering**



5. Mở khoá số TT thể tích (Volume numbering).

6. OK.

7. **Utility Menu > Plot > Replot**



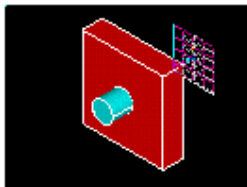
Bước 4: Tạo mô hình một phần tư đối xứng

1. **Utility Menu > WorkPlane > Display Working Plane (toggle on).**

2. **Utility Menu > WorkPlane > WP Settings**

3. Chọn **Grid and Triad**.

4. OK.



Quay **Working Plane** 90^0 theo chiều

Y direction và chia thể tích thành 2 nửa.

5. **Utility Menu > WorkPlane > Offset WP by Increments**

6. Trượt thanh đến 90^0 để quay góc **Rotation Angle**.

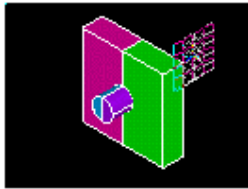
7. Kích 1 lần vào **Rotate +Y direction**.

8. OK.

9. **Main Menu > Preprocessor > -Modeling- Operate > -Booleans- Divide > Volu by WrkPlane**

10. **Pick All** (trong picking menu).

11. **Utility Menu > Plot > Replot**

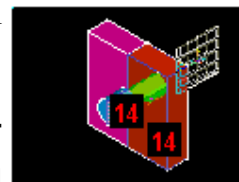
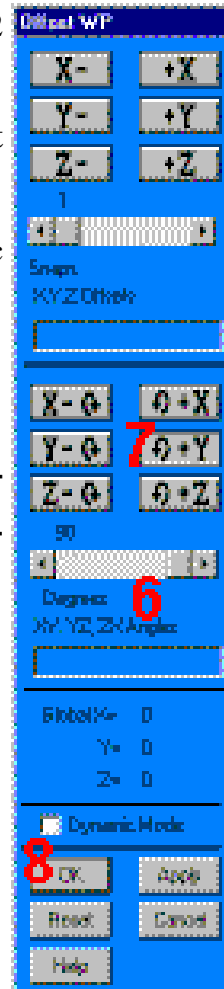


12. Toolbar: **SAVE_DB**.

Xoá khối để tạo một nửa mô hình đối xứng..

13. **Main Menu > Preprocessor > -Modeling- Delete > Volume and Below**

14. Kích chọn hai khối tương ứng với phần trên bên phải của chốt và phía bên phải của khối, như hình dưới đây.



15. OK (trong picking menu).

16. **Utility Menu > Plot > Replot**

Quay **Working Plane** 90^0 theo trục X
và chia thể tích thành 2 phần.

17. **Utility Menu > WorkPlane > Offset**
WP by Increments

18. Kích 1 lần vào **Rotate +X direction**.

19. OK.

20. **Main Menu > Preprocessor > -**
Modeling- Operate > -Booleans-
Divide > Volu by WrkPlane

21. **Pick All** (trong picking menu).

22. **Utility Menu > WorkPlane > Display**
Working Plane (toggle off).

23. **Utility Menu > Plot > Replot**

24. Toolbar: **SAVE_DB**.

Xoá thể tích để tạo 1/4 mô hình đối
xứng.

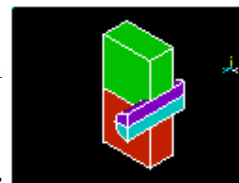
25. **Main Menu > Preprocessor > -**
Modeling- Delete > Volume and
Below

26. Kích vào 2 phần thể tích tương ứng
phần trên, như hình vẽ

27. OK (trong picking menu).

28. **Utility Menu > Plot > Replot**

29. Toolbar: **SAVE_DB**.

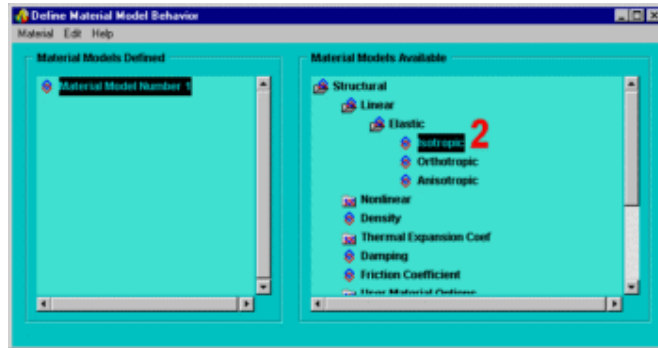


7.4 ĐỊNH NGHĨA THUỘC TÍNH VẬT LIỆU VÀ KIỂU PHẦN TỬ

Bước 5: Định nghĩa vật liệu.

Định nghĩa thuộc tính vật liệu Material PropertyError! Bookmark not defined..

1. Main Menu >
Preprocessor >
Material Props >
Material Models

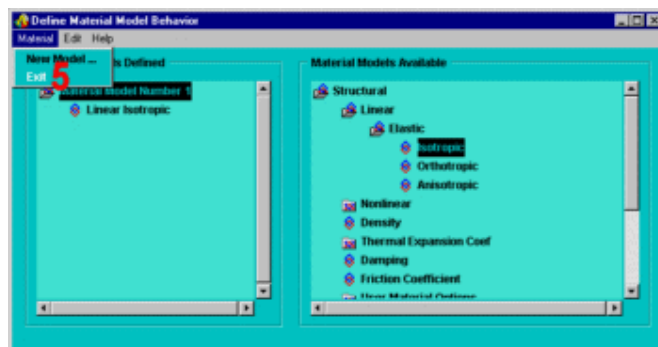


2. Kích 2 lần vào
Structural, Linear,
Elastic, Isotropic.

3. Nhập 36e6 cho EX
(Môđun Young), và 0.3
cho PRXY (Hệ số
Poisson).



4. OK.
5. Material > Exit

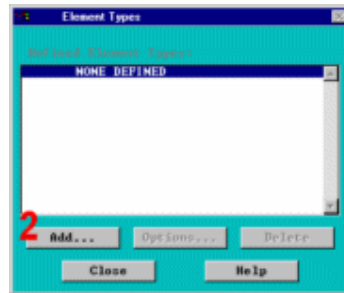


Bước 6: Định nghĩa kiểu phần tử.

Định nghĩa kiểu phần tử .

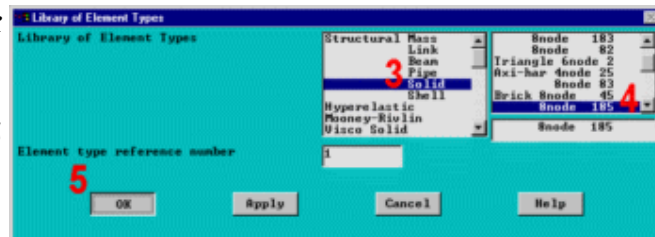
1. **Main Menu > Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete**

2. Thêm kiểu phần tử mới Add.



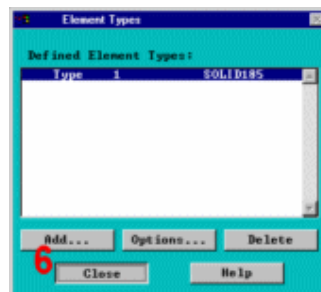
3. Chọn họ phần tử **Structural Solid**

4. Chọn **Brick8 node 185** (SOLID185).



5. OK để sử dụng phần tử này

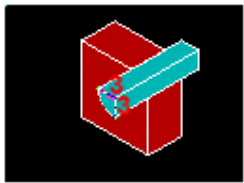
6. Đóng hộp thoại kiểu phần tử.



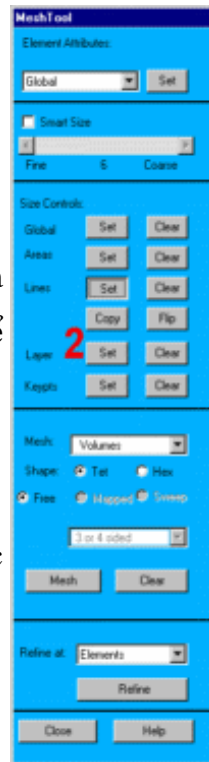
7.5 TẠO LƯỚI

Bước 7: Tạo lưới thể tích solid.

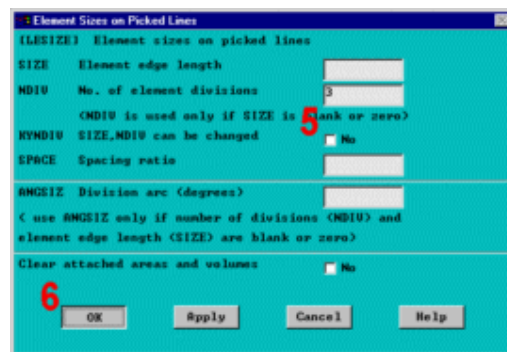
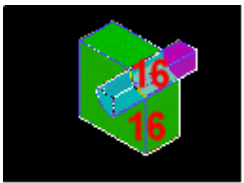
1. **Main Menu > Preprocessor > MeshTool**
2. Chọn **Size Controls: Lines Set**.
3. Kích đường ngang và đường dọc trên mặt cạnh đầu của chốt



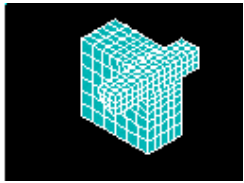
4. OK (trong picking menu).
5. Nhập 3 cho số phần tử chia, và đặt No cho SIZE,NDIV có thể thay đổi.
6. OK.
7. Chọn **Size Controls: Lines Set**.
8. Kích đường cong ở phía trước của khối.



9. OK (trong picking menu).
10. Nhập 4 cho số chia phần tử.
11. OK.
12. Chọn **Volume meshing**.
13. Kích **Hex**.
14. Kích vào **Sweep**.
15. Kích vào nút **Sweep**.
16. Kích thể tích chốt và khối.



17. OK (trong picking menu).

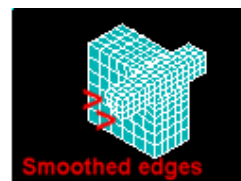
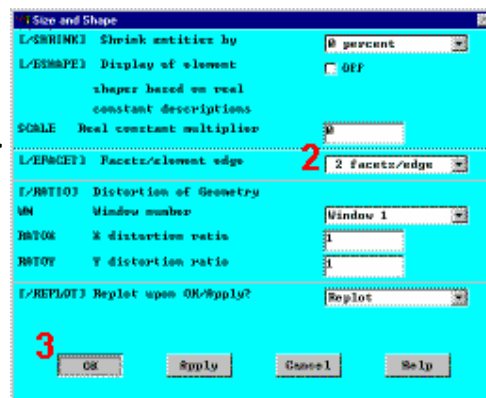


18. Đóng Meshtool.



Bước 8: Là phẳng các cạnh phần tử để biểu diễn đồ họa

1. **Utility Menu > PlotCtrls > Style > Size and Shape**
2. Chọn **2 facets/edge**.
3. OK.



Bước 9: Tạo cặp tiếp xúc sử dụng Contact Wizard.

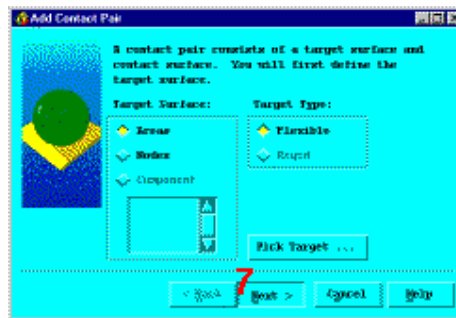
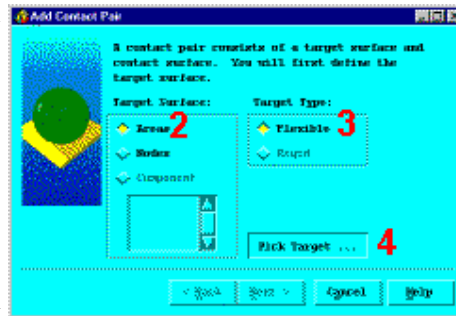
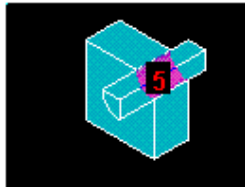
1. Main Menu > Preprocessor > -
Modeling- Create > Contact
Pair > Contact Wizard

2. Chọn Areas.

3. Chọn Flexible.

4. Chọn Pick Target.

5. Kích chọn bề mặt của lỗ chốt trên khối để định nghĩa là một bề mặt target.



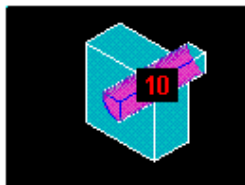
6. OK (Kích picking menu).

7. Chọn Next.

8. Chọn Areas.

9. Chọn Pick Contact.

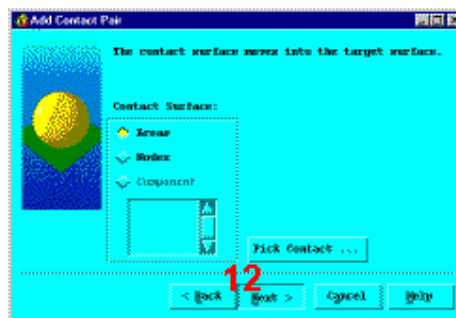
10. Kích bề mặt diện tích của lỗ để định nghĩa tiếp xúc contact.



11. OK (trong picking menu).

12. Chọn Next.

13. Nhập 1 cho Material ID.



14. Nhập 0.2 cho Coefficient of Friction.

15. Chọn Include Initial Penetration.

16. Chọn Optional settings.

17. Nhập 0.1 cho Normal penalty stiffness.

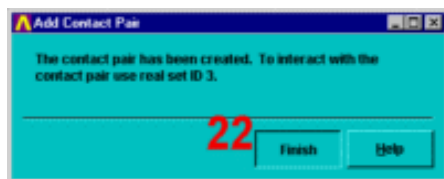
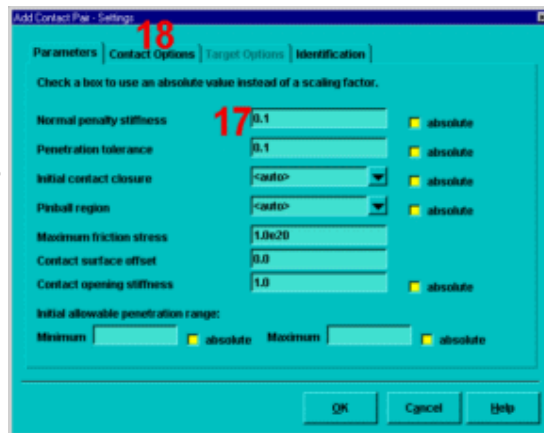
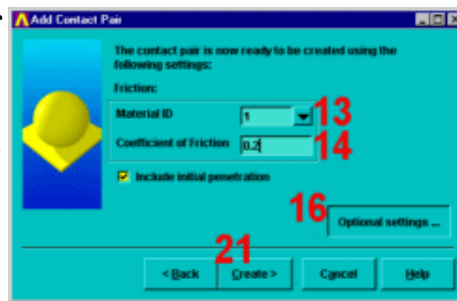
18. Chọn Contact Options tab.

19. Chọn Unsymmetric cho Stiffness matrix.

20. OK.

21. Chọn Create.

22. Chọn Finish.

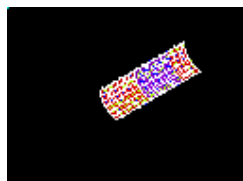
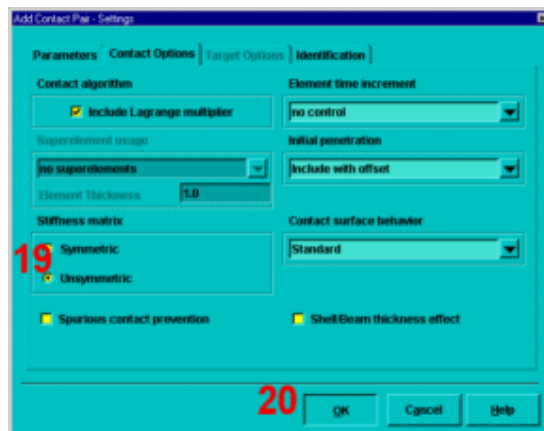


23. Main Menu > Preprocessor > - Modeling- Create > Contact Pair > View Pair

24. Chọn Contact pair.

25. Chọn normals shown.

26. Chọn Display.

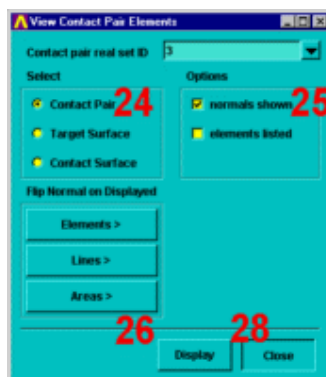


27. Tạo một chọn quan sát khác để

yêu cầu biểu diễn theo mỗi bước.

28. Chọn **Close** khi xong.

29. **Utility Menu > Plot > Areas**



30. Toolbar: **SAVE_DB**.

7.6 XÁC ĐỊNH TIÊU CHUẨN LỜI GIẢI

Bước 10: áp dụng các ràng buộc đối xứng lên (phần tư) thể tích.

1. **Main Menu > Solution > - Loads- Apply > -Structural- Displacement > -Symmetry B. C.- On Areas**



2. Kích bốn mặt phía trong được lộ ra khi mô hình còn một phần tư.



3. OK (trong picking menu).

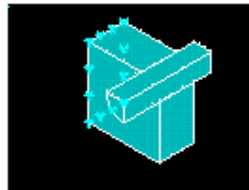
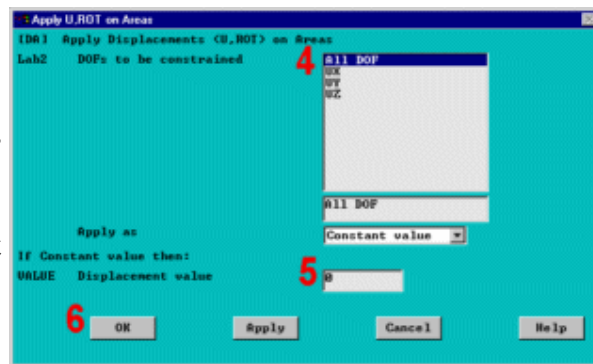
Bước 11: Định nghĩa các ràng buộc biên trên khối

1. **Main Menu > Solution > - Loads- Apply > - Structural- Displacement > On Areas**



2. Kích bên trái khối block.

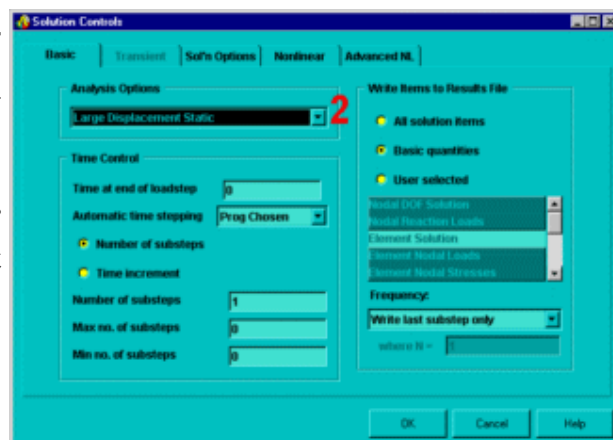
3. OK (trong picking menu).
4. Chọn **All DOF** cho DOFs được liên kết.
5. Nhập 0 cho **Displacement value**.
6. OK để áp dụng liên kết.



Bước 12: Xác định phân tích tĩnh chuyển vị lớn.

Trong bước này, cần xác định việc chọn phân tích như một quá trình phân tích tĩnh trong trường hợp biến dạng lớn, phải sử dụng hộp thoại **Solution Controls**, một bảng điều khiển trung tâm, ở đó có thể điều khiển được hầu hết những quá trình thiết lập sử dụng chung cấu trúc tĩnh hoặc quá trình phân tích quá độ. Có năm "trang", mỗi trang trong đó gồm thiết lập liên quan đến lời giải. Sử dụng lại hộp thoại **Solution Controls**, để xác định chọn cho mỗi bước thiết lập

1. **Main Menu > Solution > -Analysis Type- Sol'n Control**
2. Trong **Analysis Options**, chọn **Large Displacement Static**.

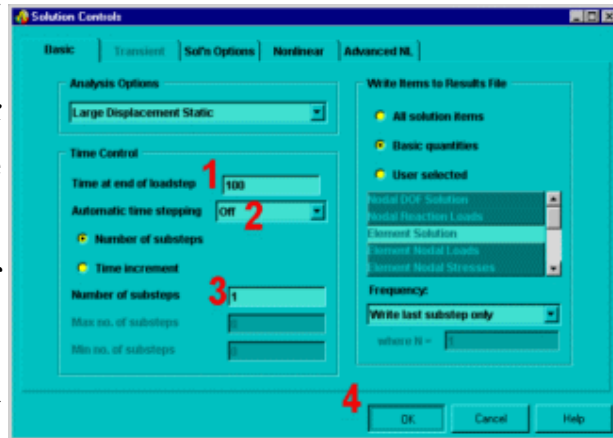


7.8 BƯỚC ĐẶT TẢI 1

Bước 13: Định nghĩa chọn phân tích lắp ghép tương thích

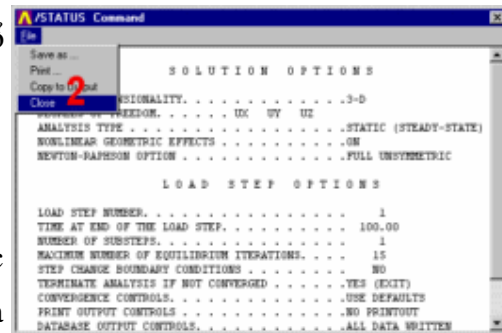
Chú ý: cho cả hai bước đặt tải, đặt tải tăng lên sẽ tự động được dùng để thay thế cho việc lắp từng bước. Đây là trạng thái mặc định cho một quá trình phân tích tĩnh khi lệnh **SOLCONTROL** được bật **ON**.

1. Nhập 100 cho thời gian tại cuối bước đặt tải **Time at end of loadstep**.
2. Khoá bước thời gian tự động **Automatic time stepping** (off).
3. Nhập 1 cho **Number of substeps**.
4. OK để áp dụng thiết lập và đóng hộp thoại.
5. Toolbar: **SAVE_DB**.



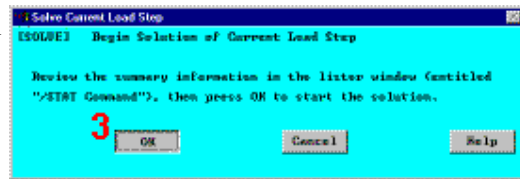
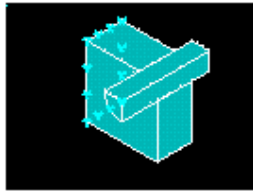
Bước 14: Giải bước đặt tải 1

1. **Main Menu > Solution > - Solve- Current LS**
2. Xem lại các thông tin trên cửa sổ trạng thái, sau đó chọn:
File > Close (Windows),
3. OK để bắt đầu giải. Bỏ qua các cảnh báo, nhưng không đóng cửa sổ thông báo đó.



4. Đóng cửa sổ thông tin khi đã giải xong.

5. **Utility Menu > Plot > Replot**



7.9 BƯỚC ĐẶT TẢI 2

Bước 15: Thiết lập độ tự do chuyển vị DOF cho chốt

Áp dụng giá trị chuyển vị là 1.7 cho tất cả các nút ở mặt trước của chốt để quan sát các kết quả của quá trình kéo chốt ra khỏi khối.

1. **Utility Menu > Select > Entities**

2. Chọn **Nodes**.

3. Chọn **By Location**.

4. Chọn tọa độ **Z coordinates**.

5. Nhập 4.5 vào Min, Max.

6. **OK**.

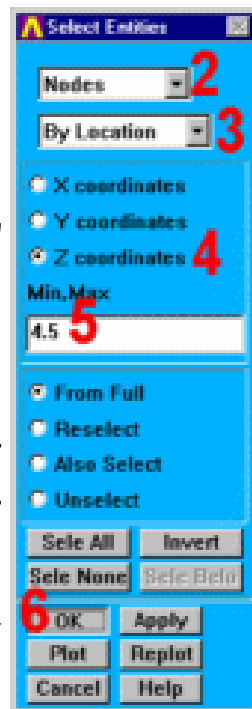
7. **Main Menu > Solution >**

-Loads- Apply > -

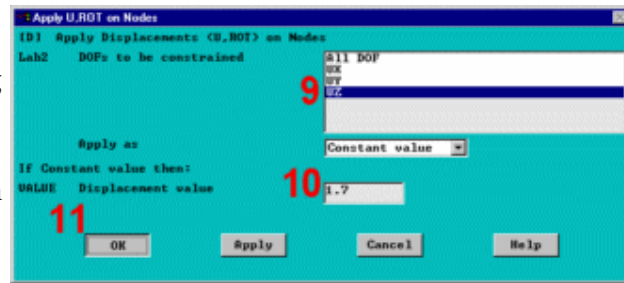
Structural-

Displacement > On

Nodes

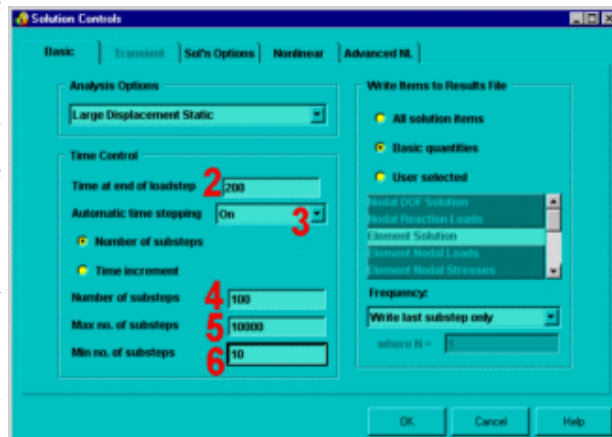


8. **Pick all** (trong picking menu).
9. Chọn **UZ** cho DOFs liên kết.
10. Nhập 1.7 cho **Displacement value**.
11. OK.



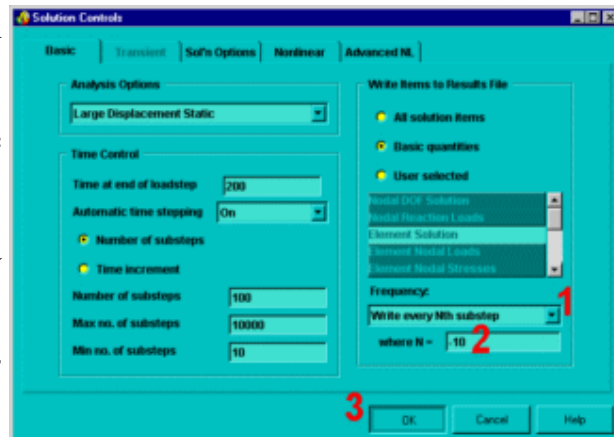
Bước 16: Định nghĩa chọn phân tích rút chốt.

1. **Main Menu > Solution > -Analysis Type- Sol'n Control**
2. Nhập 200 cho Thời gian tại cuối bước đặt tải **Time at End of Loadstep**.
3. Mở tự động đặt bước thời gian **Automatic Time Stepping(On)**.
4. Nhập 100 cho số bước con **Number of Substeps**.
5. Nhập 10000 cho số bước con lớn nhất **Max no. of Substeps**.
6. Nhập 10 cho số bước con nhỏ nhất **Min no. of Substeps**.



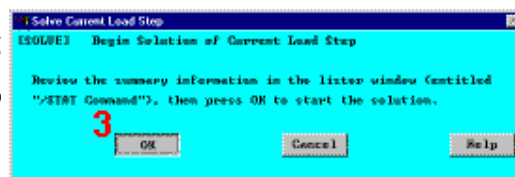
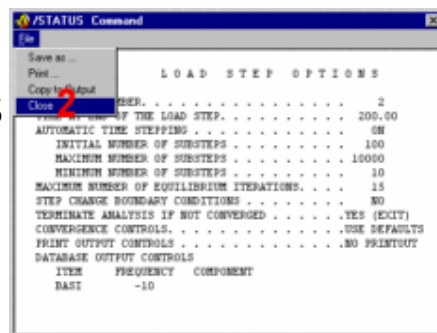
Bước 17: Viết kết quả vào file.

1. Đối với Frequency, chọn Write cho mỗi bước con thứ N Nth substep.
2. Nhập -10 cho "where N =".
3. OK để áp dụng thiết lập và đóng hộp thoại.
4. **Utility Menu > Select > Everything**
5. Toolbar: SAVE_DB.



Bước 18: Giải bước đặt 2.

1. **Main Menu > Solution > - Solve- Current LS**
2. Xem lại thông tin trên cửa sổ trạng thái, sau đó đóng: **File > Close (Windows),**
3. OK để bắt đầu giải. Bỏ qua (Ignore) mọi thông báo, nhưng không đóng cửa sổ cảnh báo ngay lúc đó.
Chú ý: giải bài toán mất khoảng 15 phút.
4. Đóng cửa sổ thông tin khi giải xong.



7.10 HẬU XỬ LÝ

Bước 19: Mở rộng mô hình từ một phần tư thành toàn thể tích.

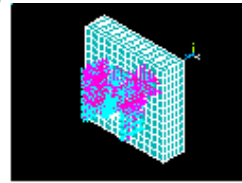
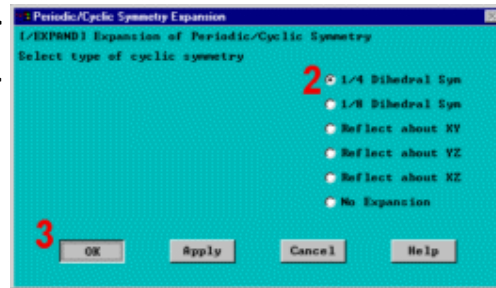
1. **Utility Menu > PlotCtrls > Style > Symmetry Expansion > Periodic/Cyclic Symmetry**

2. **Chọn 1/4 Dihedral Sym.**

3. **OK.**

4. **Utility Menu > Plot > Elements**

5. **Toolbar: SAVE_DB.**



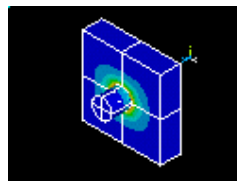
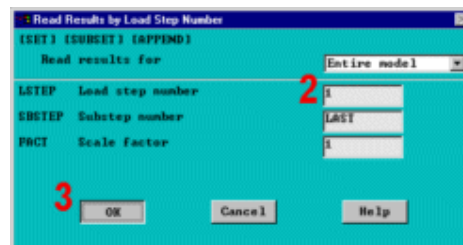
Bước 20: Quan sát trạng thái ứng suất khi lắp ráp với nhau.

1. **Main Menu > General Postproc > -Read Results- By Load Step**

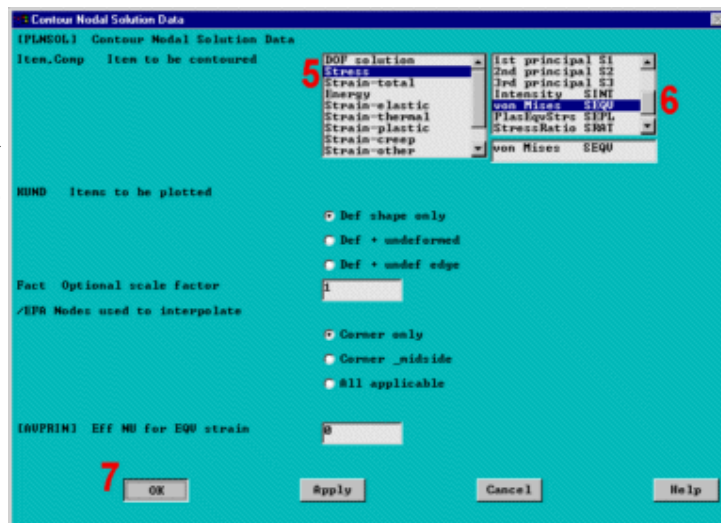
2. **Nhập 1 cho số bước tải Load step number.**

3. **OK.**

4. **Main Menu > General Postproc > Plot Results > - Contour Plot- Nodal Solu**



5. Chọn biểu tượng **Stress**.
6. Cuốn xuống và chọn **von Mises (SEQV)**.
7. OK.

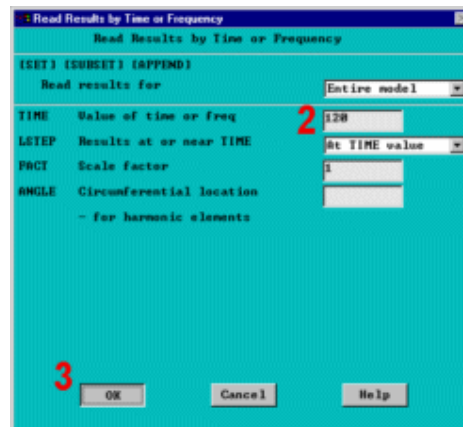


Bước 21: Quan sát lực nén tiếp xúc trên chốt.

1. **Main Menu > General Postproc > Read Results- By Time/Freq**

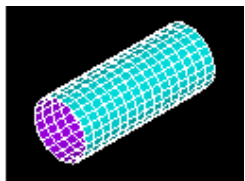
2. Nhập 120 cho giá trị thời gian hoặc tần số **value of time or freq.**

3. OK.
4. **Utility Menu > Select > Entities**
5. Chọn **Elements**.
6. Chọn **By Elem. Name**.



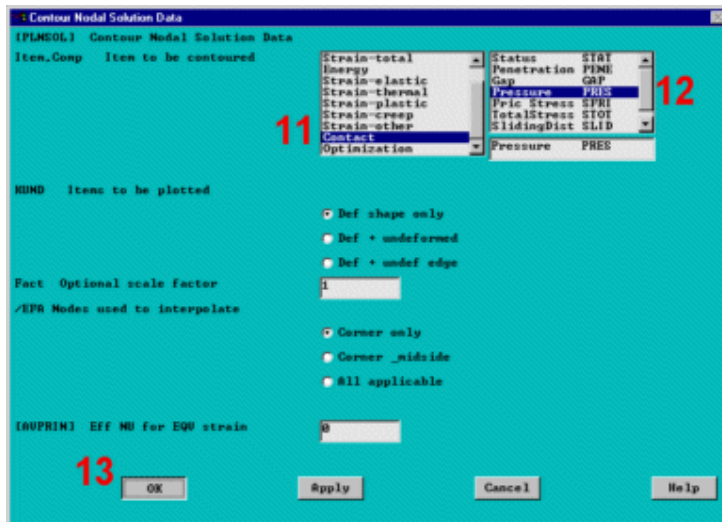
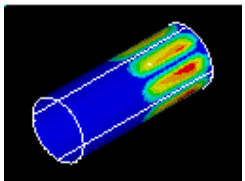
7. Nhập 174 cho tên phần tử **Element name**.

8. OK.
9. Utility Menu > Plot > Elements



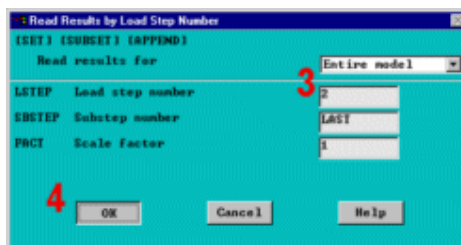
10. Main Menu > General Postproc > Plot Results > -Contour Plot- Nodal Solu

11. Chọn Contact.
12. Chọn Pressure.
13. OK.



Bước 22: Quan sát trạng thái ứng suất khi rút ra.

1. Utility Menu > Select > Everything
2. Main Menu > General Postproc > - Read Results- By Load Step



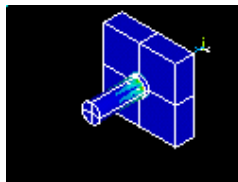
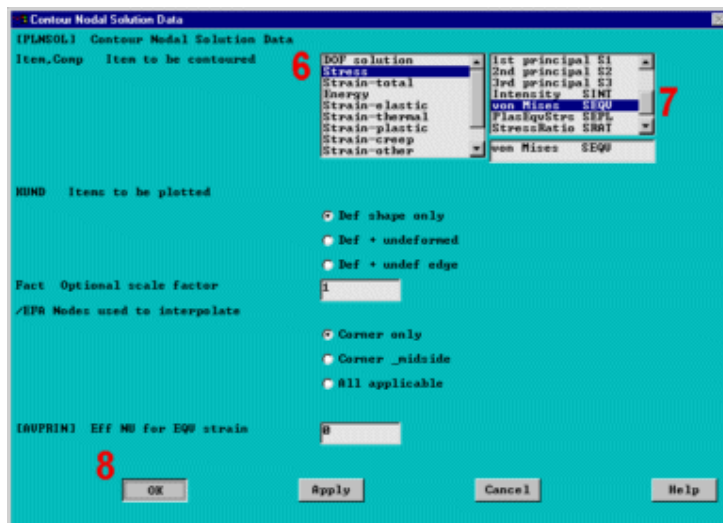
3. Nhập 2 cho bước

Tải Load step number.

4. OK.
5. Main Menu > General Postproc > Plot Results > -Contour Plot- Nodal Solu
6. Chọn biểu tượng Stress.

7. Kéo xuống và chọn von Mises (SEQV).

8. OK.



Bước 23: Hoạt hình rút chốt.

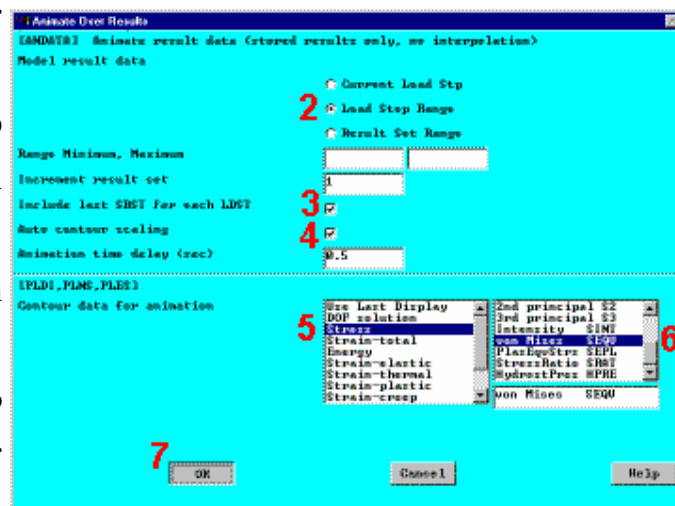
1. Utility Menu > PlotCtrls > Animate > Over Results

2. Chọn Load Step Range cho kết quả dữ liệu mô hình (Model result data).

3. Gồm cả bước con cuối cùng cho mỗi bước tải.

4. Mở tỷ lệ đường bao tự động Auto contour scaling (on).

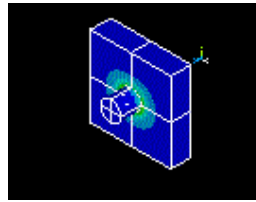
5. Chọn Stress là dữ liệu Contour data để hoạt hình.



6. Cuộn xuống và chọn ứng suất von Mises (SEQV).

7. OK.

8. Tạo các chọn lựa trong **Animation Controller** (không hiển thị), nếu cần, sau đó đóng Close.



Bước 24: Vẽ phản lực cho quá trình rút chốt

1. **Utility Menu > List > Nodes**

2. OK trong hộp thoại sau.

3. Đánh dấu tất cả các nút có tọa độ Z = 4.5.

4. Chọn **File > Close** (Windows),

5. **Utility Menu > Plot > Volumes**

6. **Main Menu > TimeHist Postpro > Define Variables**

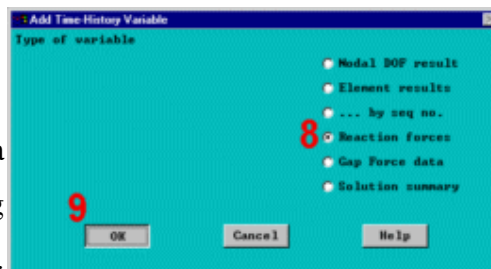
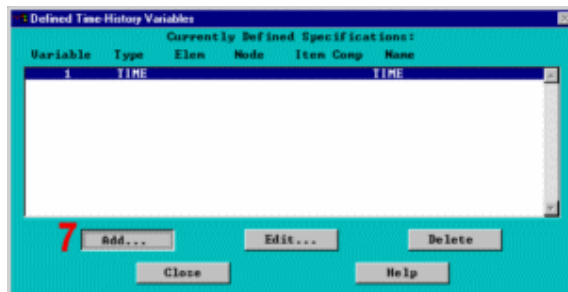
7. Thêm biến (Add a variable).

8. Chọn phản lực **Reaction forces** cho kiểu biến **Type of variable**.

9. OK.

10. Kích vào nút trên bề mặt của chốt có số tương ứng với một trong các nút được liệt kê với $z = 4.5$.

NODE	X	Y	Z	TIME1	TIME2	TIME3
41	-0.13289	-0.33669	4.5000	0.00	0.00	0.00
42	-0.17497	-0.17454	4.5000	0.00	0.00	0.00
43	-0.48296	-0.12941	4.5000	0.00	0.00	0.00
44	-0.43301	-0.25000	4.5000	0.00	0.00	0.00
45	-0.35355	-0.35355	4.5000	0.00	0.00	0.00
46	-0.25000	-0.43301	4.5000	0.00	0.00	0.00
47	-0.12941	-0.48296	4.5000	0.00	0.00	0.00
48	-0.5511E-16	-0.50000	4.5000	0.00	0.00	0.00
49	-0.27756E-16	-0.16667	4.5000	0.00	0.00	0.00
50	-0.41633E-16	-0.33333	4.5000	0.00	0.00	0.00
51	-0.50000	0.61230E-16	4.5000	0.00	0.00	0.00
52	-0.16667	0.94425E-16	4.5000	0.00	0.00	0.00
53	-0.33333	0.77828E-16	4.5000	0.00	0.00	0.00
54	-0.13070E-16	0.11103E-15	4.5000	0.00	0.00	0.00
55	-0.56919	-0.21608	3.5000	0.00	0.00	0.00
56	-0.21703	-0.54062	3.5000	0.00	0.00	0.00
57	-1.1233	-0.33494	3.5000	0.00	0.00	0.00
58	-0.86071	-0.31518	3.5000	0.00	0.00	0.00
59	-0.68352	-0.26718	3.5000	0.00	0.00	0.00



(Giữ chuột trái và kéo xuống trên mặt trước của chốt. Kích lên một trong nút để chọn.)

11. OK (trong picking menu).

12. Nhập 2 cho **Reference no. of variable**.

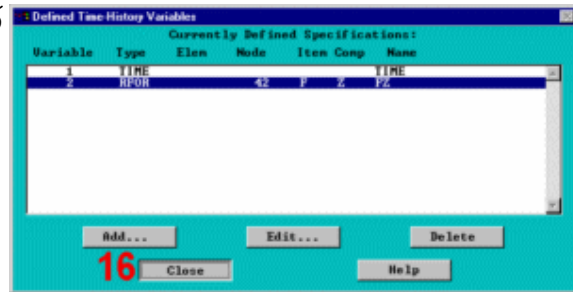
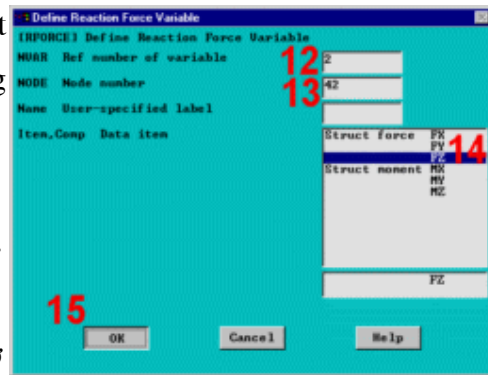
13. Kiểm tra số nút bị kích ở trên được biểu diễn trong **trường số nút Node number field**.

14. Chọn **FZ** cho dữ liệu.

15. OK.

16. Close.

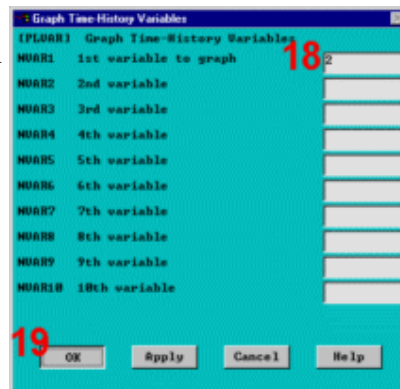
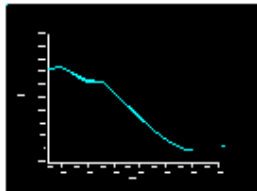
17. **Main Menu > TimeHist**



Postpro > Graph Variables

18. Nhập 2 cho biến đầu tiên để vẽ (First variable to graph).

19. OK.

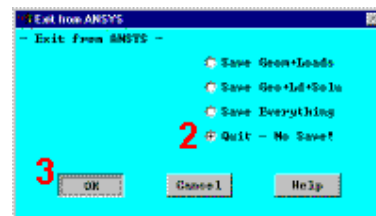


Bước 25: Thoát ANSYS

1. Toolbar: **Quit**.

2. Chọn **Quit - No Save!**

3. OK.



Kết thúc